

令和3年度

水産基盤整備調査委託事業

地球温暖化の影響を考慮した漁港施設の気候変動適応策の検討

報告書構成

I 地球温暖化の影響を考慮した漁港施設の気候変動適応策の検討 報告書

II 漁港漁村地域における太陽光発電施設導入に向けた指針の策定 報告書

漁港漁村の太陽光発電施設導入の手引き（案）

令和3年度  
水産基盤整備調査委託事業

地球温暖化の影響を考慮した漁港施設の  
気候変動適応策の検討

報 告 書

令和4年3月

「地球温暖化の影響を考慮した漁港施設の  
気候変動適応策の検討共同研究機関」



# 目 次

1. 業務概要.....	1-1
1.1. 業務概要.....	1-1
1.1.1. 業務名称.....	1-1
1.1.2. 業務目的.....	1-1
1.1.3. 発注者及び受注者.....	1-1
1.1.4. 履行期間.....	1-1
1.1.5. 業務内容.....	1-1
1.2. 業務フロー.....	1-2
2. 関連情報の収集と課題分析.....	2-1
2.1. 漁港施設の設計に関する既往資料の収集・整理.....	2-1
2.1.1. 地球温暖化をめぐる国際的な動向.....	2-1
2.1.2. 我が国における高潮による甚大な被害の発生.....	2-9
2.1.3. 地球温暖化をめぐる国内動向.....	2-15
2.2. アンケート調査.....	2-42
2.2.1. アンケートの目的.....	2-42
2.2.2. アンケートの項目.....	2-42
2.2.3. アンケートの対象者.....	2-43
2.2.4. アンケート調査票.....	2-44
2.2.5. アンケート結果.....	2-46
2.3. 施工事例の整理.....	2-57
3. 気候変動による影響評価及び対策手法の検討.....	3-1
3.1. 外力シナリオの設定.....	3-1
3.1.1. 平均海面水位の気候変動による影響の設定.....	3-2
3.1.2. 波浪の気候変動による影響の設定.....	3-3
3.1.3. 潮位偏差の気候変動による影響の設定.....	3-4
3.2. 試設計（基本設計）.....	3-5
3.2.1. 試設計のための整備シナリオの設定.....	3-5
3.2.2. 試設計の基本方針.....	3-6
3.2.3. 各構造形式の試設計.....	3-8
3.3. 試設計のまとめ.....	3-120
4. 検討会の設置.....	4-1
4.1. 第1回検討会.....	4-2
4.1.1. 第1回検討委員会の概要.....	4-2
4.1.2. 検討会資料及び資料編.....	4-6
4.1.3. 検討会の開催状況写真.....	4-7
4.1.4. 検討会の主な意見.....	4-9



4.2. 第2回検討会 .....	4-10
4.2.1. 第2回検討委員会の概要 .....	4-10
4.2.2. 検討会資料及び資料編 .....	4-14
4.2.3. 検討会の開催状況写真 .....	4-15
4.2.4. 検討会の主な意見 .....	4-17
5. 今後の課題 .....	5-1
5.1. 気候変動に対する漁港施設の適応策の実施に向けた課題 .....	5-1
5.2. 適応策の設計方法における課題 .....	5-1

# 1. 業務概要

## 1.1. 業務概要

### 1.1.1. 業務名称

令和3年度 水産基盤整備調査委託事業

課題06 「地球温暖化の影響を考慮した漁港施設の気候変動適応策の検討」

### 1.1.2. 業務目的

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」による第5次評価報告書（2013年）においては、「気候システムの温暖化には疑う余地がなく、大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位は上昇している」こと、更に、「21世紀の間、世界全体で大気・海洋は昇温し続け、世界平均海面水位は上昇を続ける可能性が高い」ことなどが報告されている。水産基盤施設においても、温暖化に伴い、台風・低気圧災害が頻発・激甚化し、漁港関係施設の被害額は10年前の3倍に増加している。こうした中、海岸保全施設や港湾施設において、気候変動適応策として、設計条件である「平均海面水位」「潮位偏差」「波浪」の考え方について、今後、気候変動の影響として将来予測される上昇量等について推算し、考慮する方向で整理されたところである。

本調査では、海岸保全施設や港湾施設では検討されていない岸壁などにおける漁業者等利用者の利用性等を検討し、漁港施設特有の課題を把握した上で、漁港施設における気候変動適応策を整理する。

### 1.1.3. 発注者及び受注者

発注者：水産庁 漁港漁場整備部

東京都千代田区霞が関1-2-1

受注者：「地球温暖化の影響を考慮した漁港施設の気候変動適応策の検討共同研究機関」

代表：一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所

東京都千代田区岩本町3-4-6 トナカイトワーズ

国立研究開発法人水産研究・教育機構

神奈川県横浜市神奈川区新浦島町1-1-2 5テクノウェイブ100 6階

### 1.1.4. 履行期間

自：令和3年4月1日 至：令和4年3月15日

### 1.1.5. 業務内容

本事業は次により実施するものとする。

ア 関連情報の収集と課題分析

イ 気候変動による影響評価及び対策の検討

## 1.2. 業務フロー

業務フローを図 1-1に示す。

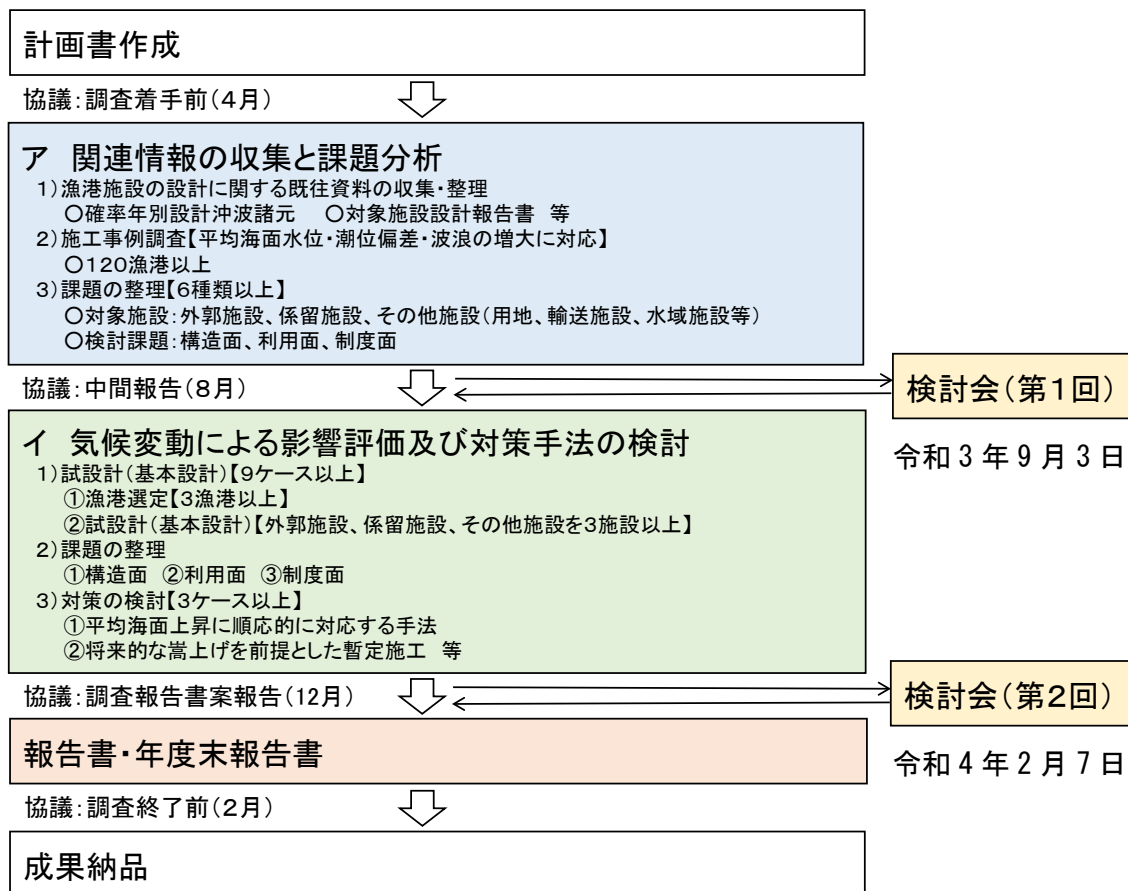


図 1-1 業務フロー

## 2. 関連情報の収集と課題分析

地球温暖化に伴う気候変動への適応に対しては、漁港施設だけではなく、海岸保全施設や港湾施設においても対応策等の検討が行われていることから関連情報の収集を行うとともに、漁港管理者へのアンケート調査から課題分析を行った。

### 2.1. 漁港施設の設計に関する既往資料の収集・整理

既往資料の収集・整理では、海岸保全施設や港湾施設での気候変動に関する検討資料を収集し、その動向を把握するとともに、漁港施設の設計に資する関連資料の整理を行った。

#### 2.1.1. 地球温暖化をめぐる国際的な動向

##### 2.1.1.1. 国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）

国連気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change）は、人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に国連環境計画（UNEP）と世界気象機関（WMO）により設立された組織である。三つの作業部会（Working Group）と温室効果ガス目録に関するタスクフォースから構成されている。5～6年毎にその間の気候変動に関する科学研究から得られた最新の知見を評価して、評価報告書（assessment report）にまとめて公表している。



出典：気象庁「<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/index.html>」

図 2-1 IPCC 組織図

IPCCは、これまで5回にわたり評価報告書を公表している。

- 第1次報告書（1990年）First Assessment Report 1990 【FAR】
- 第2次報告書（1995年）Second Assessment Report: Climate Change 1995 【SAR】
- 第3次報告書（2001年）Third Assessment Report: Climate Change 2001 【TAR】
- 第4次報告書（2007年）Forth Assessment Report: Climate Change 2007 【AR4】
- 第5次報告書（2013年）Fifth Assessment Report: Climate Change 2013 【AR5】

IPCC第41回総会（2015年2月）にて、第6次評価報告書（AR6）は、5～7年の間に作成し、18ヶ月以内に評価報告書（第1～第3作業部会報告書）が公表されるスケジュールとなっている。AR6期間中に作成された特別報告書は以下のとおりである。

- 1.5°C特別報告書（2018年）【SR1.5】
- 土地関係特別報告書（2019年）【SRCCL】
- 海洋・雪氷圏特別報告書（2019年）【SROCC】

2021年8月9日には「AR6 第1作業部会の報告」が公開された。なお、AR5およびSROCCとAR6の気候変動シナリオは若干の差異があり、後述する「日本の気候変動2020」はAR5の気候変動シナリオによるものであることに留意する必要がある。

表 2-1 前回評価と AR6 評価による評価比較

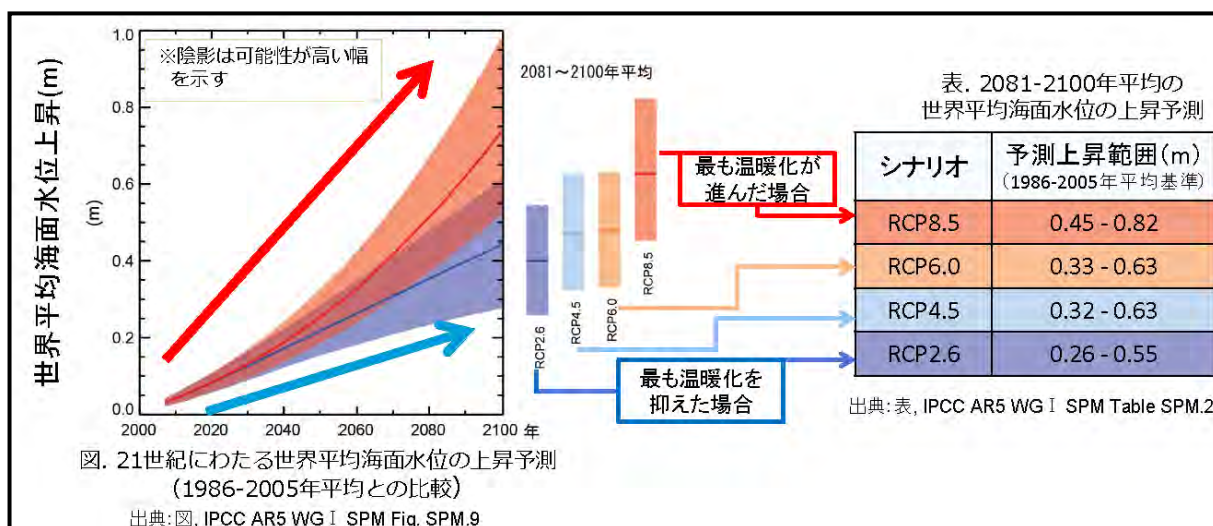
	AR6/WG1 報告書SPM における評価	従来のSPM における評価	
		AR5/WG1 報告書	SR1.5 / SRCCL / SROCC
熱帯低気圧	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 非常に強い熱帯低気圧（CAT4～5）の発生割合と強度最大規模の熱帯低気圧のピーク時の風速は、地球規模では、地球温暖化の進行と共に上昇</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 北西太平洋と北大西洋では、どちらかと言えば、強い熱帯低気圧の活動度が増加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 熱帯低気圧の平均強度、CAT4～5 の熱帯低気圧の割合及び熱帯低気圧に伴う降水量の平均は、2°Cの地球温暖化の場合、どの基準期間と比べても増加（SROCC）</li> <li>○ 熱帯低気圧に伴う強い降水は、1.5°C の地球温暖化の場合よりも2°C の地球温暖化の場合の方が増える。（SR1.5）</li> </ul>
海面水位	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1995～2014 年を基準とした2100 年までの世界平均海面水位上昇量は、 SSP1-1.9 : 0.28～0.55 m SSP1-2.6 : 0.32～0.62 m SSP2-4.5 : 0.44～0.76 m SSP5-8.5 : 0.63～1.01 m</li> <li>○ 地域的な平均海面水位上昇量は、世界の沿岸部の約3分の2では、世界平均の±20%以内</li> <li>○ 海洋深部の温暖化と氷床の融解が続くため、海面水位は数百年から数千年の間上昇し続け、上昇した状態が更に数千年にわたり継続</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1986～2005 年を基準とした2081～2100 年の世界平均海面水位上昇量は、 RCP2.6 : 0.26～0.55 m RCP4.5 : 0.32～0.63 m RCP6.0 : 0.33～0.63 m RCP8.5 : 0.45～0.82 m</li> <li>○ 2081～2100 年の海面水位上昇率は、8～16 mm/年</li> <li>○ 熱膨張に起因する海面水位上昇は何世紀にもわたり継続するため、2100 年以降も世界平均海面水位上昇が継続</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1986～2005 年を基準とした世界平均海面水位上昇量は、2081～2100 年に RCP2.6 : 0.26～0.53 m RCP8.5 : 0.51～0.92 m</li> <li>○ 2100 年に RCP2.6 : 0.29～0.59 m RCP8.5 : 0.61～1.10 m（SROCC）</li> <li>○ 2300 年までの海面水位上昇量は、RCP2.6 で0.6～1.07 m、RCP8.5 で2.4～5.4 m（SROCC）</li> <li>○ 2100 年の海面水位上昇率は、RCP2.6 : 約4 mm/年 RCP8.5 : 約15 mm/年（SROCC）</li> <li>○ 21 世紀に地球温暖化が1.5°C に抑えられたとしても、2100 年以降も海面水位上昇は継続（SR1.5）</li> </ul>
極端な海面水位	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 過去百年に1 回発生したような極端な海面水位が、2100 年までには、全ての潮位計設置場所の半数以上で、少なくとも1 回発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 21 世紀末には、極端に高い潮位の発生頻度が増加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 歴史的には百年に1回の確率で発生したような局所的な海面水位が、全てのRCPシナリオで、2100 年までには、ほとんどの場所で少なくとも毎年起こるようになる。（SROCC）</li> </ul>

出典：環境省「IPCC AR6/WG1報告書のSPMにおける主な評価」より抜粋して作成

### 2.1.1.2. IPCC 第5次評価報告書/第1作業部会報告書 (AR5/WG1)

IPCC 第36回総会及び第1作業部会第12回会合（2013年9月23日～9月26日）において、IPCC 第5次評価報告書第1作業部会報告書の政策決定者向け要約（SPM）が承認されるとともに、第1作業部会報告書本体が受諾され、2013年9月27日、IPCCより公表された。主な内容は以下のとおりである。

- 気候システムの温暖化には疑う余地はない。
- 人間の影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な (dominant) 要因であった可能性が極めて高い (95%以上)。
- CO<sub>2</sub>の累積総排出量とそれに対する世界平均地上気温の応答は、ほぼ比例関係にある。



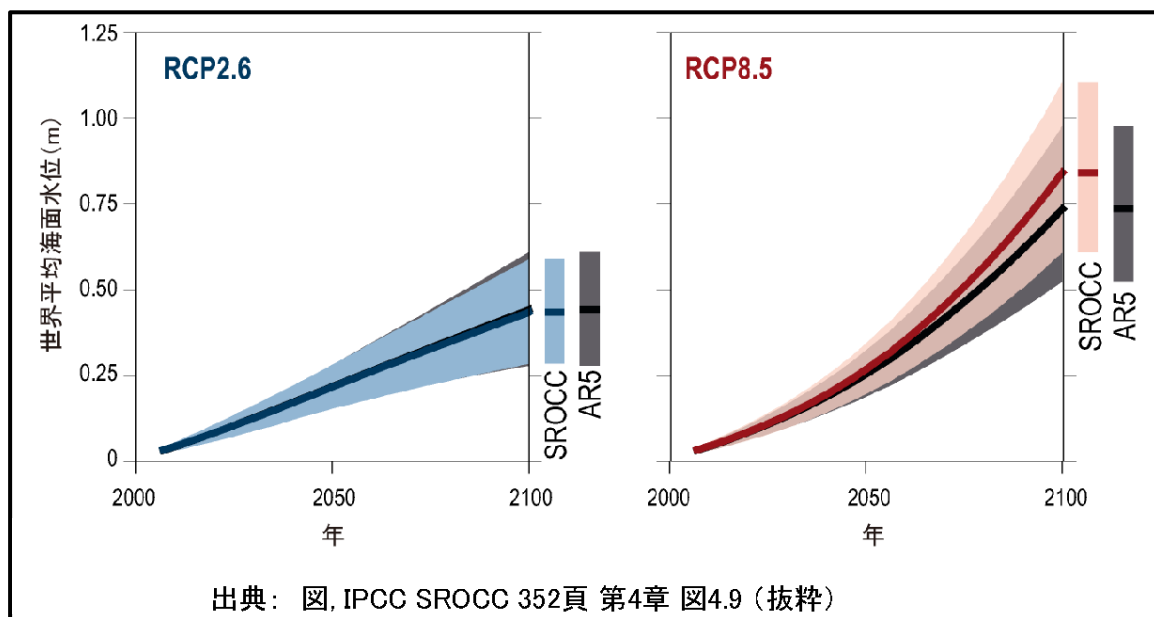
出典：環境省「IPCC 第5次評価報告書の概要-第1作業部会(自然科学的根拠)-」

図 2-2 シナリオによる世界平均海面水位上昇

### 2.1.1.3. 海洋・雪氷圏特別報告書（SROCC）

IPCC第51回総会（2019年9月20日～24日）において、海洋・雪氷圏特別報告書に関する議論等が行われ、政策決定者向け要約（SPM）が承認されるとともに、報告書本編が受諾された。外力変化に係る概要は、以下のとおりである。

- 観測された変化及び影響について
  - ・ 1902-2010年の世界平均海面水位は0.16 m上昇。
  - ・ 2006-2015年の期間の世界平均海面水位の上昇率は平均3.6 mm/年。
  - ・ 前世紀では例がなく、1901-1990年（平均1.4mm/年上昇）の約2.5倍の速度。
- 予測される変化及びリスクについて
  - ・ 海面上昇についてはRCP8.5シナリオにおける2100年予測が第5次評価報告書（AR5）よりも10センチ上方修正された。数百年単位では数メートル上昇すると予測される。
  - ・ 2100年までに世界の沿岸湿地の20-90%が消失すると予測される。



出典：図, IPCC SROCC 352頁 第4章 図4.9 (抜粋)

出典：環境省「IPCC「海洋・雪氷圏特別報告書」の概要」

図 2-3 シナリオによる世界平均海面水位上昇

## **【参考】RCP シナリオについて**

人間活動に伴う温室効果ガス等の大気中の濃度が、将来どの程度になるかを想定したものを「排出シナリオ」と呼び、AR5/WG1 および SROCC では RCP（代表的濃度経路：Representative Concentration Pathways）と呼ばれる排出シナリオが用いられている。

RCP シナリオには、以下に示す 4 つのシナリオがあり、RCP に続く数値は、2100 年において、産業革命前との放射強制力（地球温暖化を引き起こす効果のこと）の差を表す。

### ● RCP8.5（高位参照シナリオ）

2100 年の放射強制力の差は  $8.5\text{W}/\text{m}^2$ 。それ以降も上昇が続き、2300 年には、 $12\text{W}/\text{m}^2$ 。何も対策をせずに悪化していくシナリオである。

### ● RCP6.0（高位安定化シナリオ）

2100 年の放射強制力の差は、 $6.0\text{W}/\text{m}^2$ 。それ以降は、徐々に減少し、2250 年には  $4.5\text{W}/\text{m}^2$  に低下し、安定化するシナリオである。

### ● RCP4.5（中位安定化シナリオ）

2100 年の放射強制力の差は  $4.5\text{W}/\text{m}^2$  で安定化するシナリオである。

### ● RCP2.5（低位安定化シナリオ）

2100 年までピークである  $3.0\text{W}/\text{m}^2$  迎えるがその後は低下し、 $2.6\text{W}/\text{m}^2$  で安定化する。これが達成できれば、現在の IPCC の目標である産業革命以降の温暖化  $2^\circ\text{C}$  以下が実現できるシナリオである。



#### 2.1.1.4. 2.1.1.2. IPCC 第6次評価報告書/第1作業部会報告書 (AR6/WG1)

IPCC第54回総会及び同パネルWG1第14回会合（2021年7月26日～8月6日）において、AR6/WG1報告書のSPMが承認されるとともに、同報告書の本体や付録等が受諾され、政策決定者向け要約（SPM）が同年8月9日に公表された。環境省「IPCC AR6/WG1報告書の政策決定者向け要約（SPM）の概要」から、政策決定者向け要約（SPM）の概要を以下に示す。

##### A. 気候の現状

- A.1 人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。大気、海洋、雪氷圏及び生物圏において、広範囲かつ急速な変化が現れている。
- A.2 気候システム全般にわたる最近の変化の規模と、気候システムの側面の現在の状態は、何世紀も何千年もの間、前例のなかったものである。
- A.3 人為起源の気候変動は、世界中の全ての地域で、多くの気象及び気候の極端現象に既に影響を及ぼしている。熱波、大雨、干ばつ、熱帯低気圧のような極端現象について観測された変化に関する証拠、及び、特にそれら変化を人間の影響によるものとする原因特定に関する証拠は、AR5以降、強化されている。
- A.4 気候プロセス、古気候的証拠及び放射強制力の増加に対する気候システムの応答に関する知識の向上により、AR5よりも狭い範囲で、3°Cという平衡気候感度の最良推定値が導き出された。

##### B. 将来ありうる気候

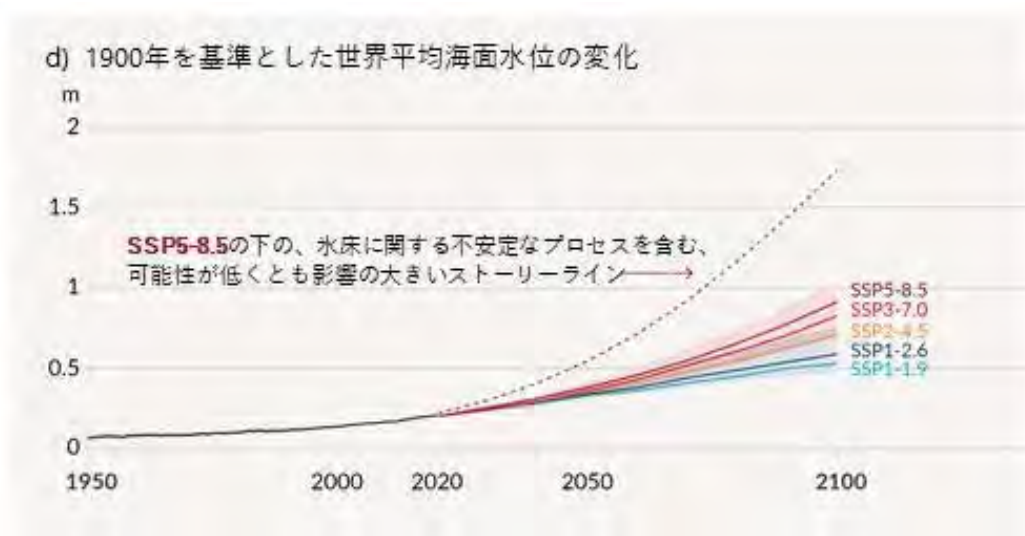
- B.1 世界平均気温は、本報告書で考慮した全ての排出シナリオにおいて、少なくとも今世紀半ばまでは上昇を続ける。向こう数十年の間に二酸化炭素及びその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に、地球温暖化は1.5°C及び2°Cを超える。
- B.2 気候システムの多くの変化は、地球温暖化の進行に直接関係して拡大する。この気候システムの変化には、極端な高温、海洋熱波、大雨、いくつかの地域における農業及び生態学的干ばつの頻度と強度、強い熱帯低気圧の割合、並びに北極域の海氷、積雪及び永久凍土の縮小を含む。
- B.3 継続する地球温暖化は、世界全体の水循環を、その変動性、世界的なモンスーンに伴う降水量、降水及び乾燥現象の厳しさを含め、更に強めると予測される。
- B.4 二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出が増加するシナリオにおいては、海洋と陸域の炭素吸収源が大気中のCO<sub>2</sub>蓄積を減速させる効果は小さくなると予測される。
- B.5 過去及び将来の温室効果ガスの排出に起因する多くの変化、特に海洋、氷床及び世界海面水位における変化は、百年から千年の時間スケールで不可逆的である。

## C. リスク評価と地域適応のための気候情報

- C.1 自然起源の駆動要因と内部変動は、特に地域規模で短期的には人為的な変化を変調するが、百年単位の地球温暖化にはほとんど影響しない。起こりうる変化全てに対して計画を立てる際には、これらの変調も考慮することが重要である。
- C.2 より一層の地球温暖化に伴い、全ての地域において、気候的な影響駆動要因（**CIDs**）の同時多発的な変化が益々経験されるようになると予測される。1.5°Cの地球温暖化と比べて2°Cの場合には、いくつかの **CIDs** の変化が更に広範囲に及ぶが、この変化は、温暖化の程度が大きくなると益々広範囲に及び、かつ/又は顕著になるだろう。
- C.3 氷床の崩壊、急激な海洋循環の変化、いくつかの複合的な極端現象、将来の温暖化として可能性が非常に高いと評価された範囲を大幅に超えるような温暖化など、「可能性の低い結果」も、排除することはできず、リスク評価の一部である。

## D. 将来の気候変動の抑制

- D.1 自然科学的見地から、人為的な地球温暖化を特定のレベルに制限するには、CO<sub>2</sub>の累積排出量を制限し、少なくとも CO<sub>2</sub> 正味ゼロ排出を達成し、他の温室効果ガスも大幅に削減する必要がある。メタン排出の大幅な、迅速かつ持続的な削減は、エアロゾルによる汚染の減少に伴う温暖化効果を抑制し、大気質も改善するだろう。
- D.2 温室効果ガス排出量が少ない又は非常に少ないシナリオ（**SSP1-1.9** 及び **SSP1-2.6**）は、温室効果ガス排出量が多い又は非常に多いシナリオ（**SSP3-7.0** 又は **SSP5-8.5**）と比べて、温室効果ガスとエアロゾルの濃度及び大気質に、数年以内に識別可能な効果をもたらす。これらの対照的なシナリオ間の識別可能な差異は、世界平均気温の変化傾向については約 20 年以内に、その他の多くの **CIDs** については、より長い期間の後に、自然変動の幅を超え始めるだろう（確信度が高い）



出典：環境省「IPCC AR6/WG1 報告書の政策決定者向け要約（SPM）の概要」

図 2-4 シナリオによる世界平均海面水位上昇

### 【参考】 SSP シナリオについて

SSP（共通社会経済経路：Shared Socioeconomic Pathways）は、排出量の削減が達成されるか否かの背景となる舞台を設定したシナリオであり、社会経済的な要素が次の 100 年ほどの間にどのように変化するかをモデル化（人口、経済成長、教育、都市化、技術開発の速度などを含む）したものである。以下に示す 5 つのシナリオがあり、RCP の緩和目標と SSP を組み合わせた場合に、どのように異なるレベルの気候変動緩和策が達成できるかを示している。

表 2-2 IPCC-AR6 で使用されている主なシナリオ

シナリオ	シナリオの概要	近い RCP シナリオ
SSP1-1.9	持続可能な発展の下で、工業化前を基準とする 21 世紀末までの昇温（中央値）を概ね（わずかに超えることはあるものの）約 1.5°C 以下に抑える気候政策を導入。21 世紀半ばに CO <sub>2</sub> 排出正味ゼロの見込み。	該当なし
SSP1-2.6	持続可能な発展の下で、工業化前を基準とする昇温（中央値）を 2°C 未満に抑える気候政策を導入。21 世紀後半に CO <sub>2</sub> 排出正味ゼロの見込み。	RCP2.6
SSP2-4.5	中道的な発展の下で気候政策を導入。2030 年までの各国の「自国決定貢献（NDC）」を集計した排出量の上限にほぼ位置する。工業化前を基準とする 21 世紀末までの昇温は約 2.7°C（最良推定値）。	RCP4.5（2050 年までは RCP6.0 にも近い）
SSP3-7.0	地域対立的な発展の下で気候政策を導入しない中～高位参照シナリオ。エーロゾルなど CO <sub>2</sub> 以外の排出が多い。	RCP6.0 と RCP8.5 の間
SSP5-8.5	化石燃料依存型の発展の下で気候政策を導入しない高位参照シナリオ。	RCP8.5

出典：環境省「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 6 次評価報告書 参考資料（3. 将来予測シナリオ）」

## 2.1.2. 我が国における高潮による甚大な被害の発生

### 2.1.2.1. 平成30年台風第21号（9月3日から5日まで）

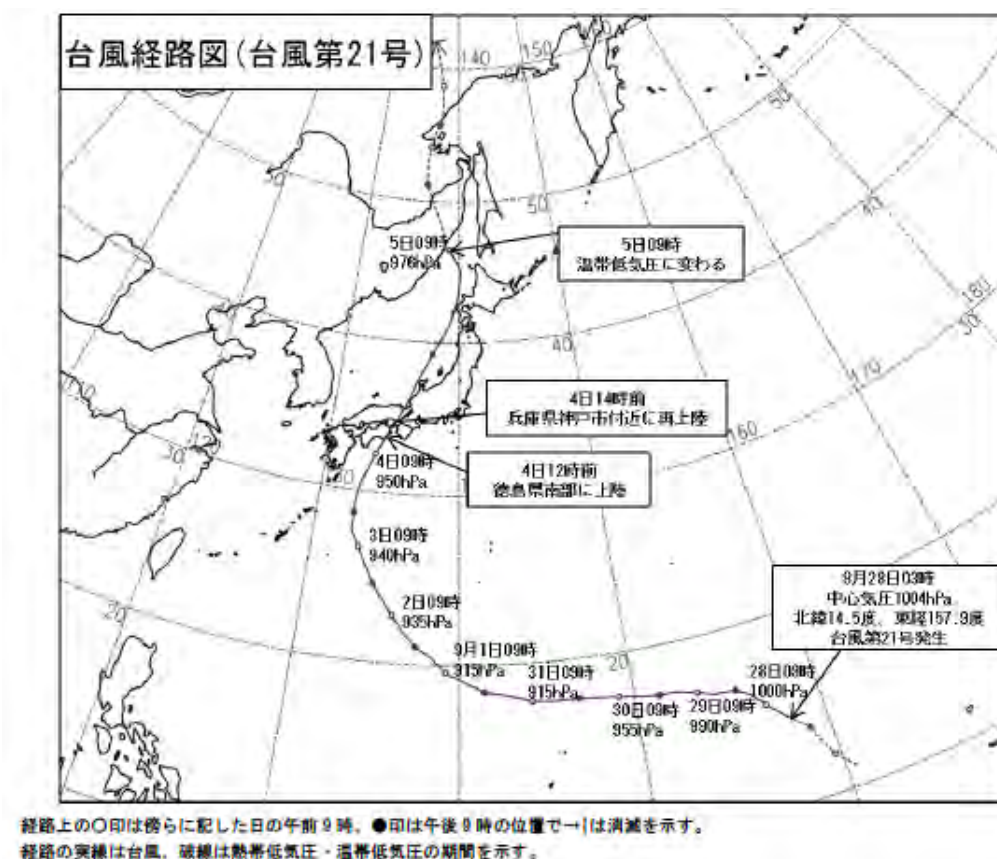
災害時気象報告（大阪管区气象台）より、平成30年台風第21号による、特に高潮および波浪の状況内容を以下に示す。

#### （1）概要

8月28日に南鳥島近海で発生した台風第21号は、日本の南を北西に進み、9月3日には向きを北寄りに変え、4日12時前に非常に強い勢力で徳島県南部に上陸した。その後、4日14時前には兵庫県神戸市付近に再上陸し、速度を上げながら近畿地方を縦断し、日本海を北上、5日09時には沿海州沿岸で温帯低気圧に変わった。特に四国地方や近畿地方では、猛烈な風が吹き、記録的な高潮となり、大阪府及び兵庫県内で浸水害が発生した。

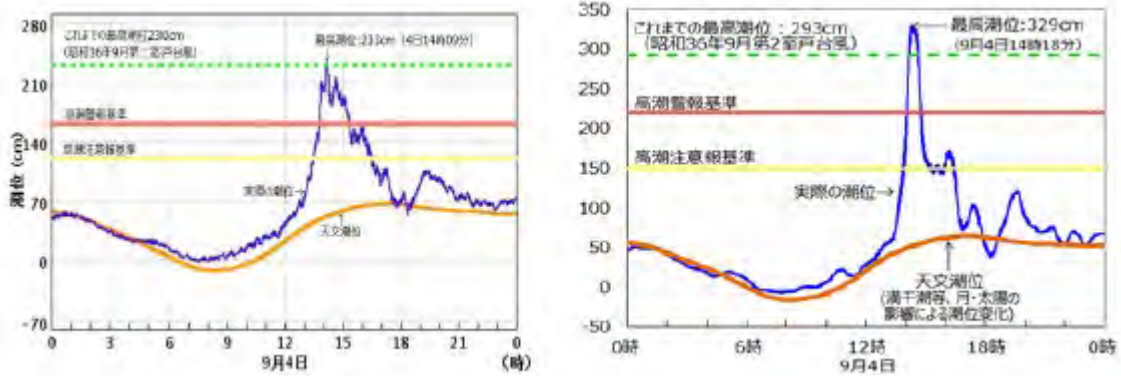
#### （2）高潮の状況

関東地方から九州地方にかけて最大潮位偏差が 50 センチ以上となった。大阪で最高潮位 329 センチ、神戸で最高潮位 233 センチなど、過去の最高潮位を超える値を観測した。



出典：大阪管区气象台「災害時気象報告（平成31年3月26日）」

図 2-5 台風経路図



出典：大阪管区气象台「災害時気象報告（平成31年3月26日）」

図 2-6 9月4日の潮位の推移（左：神戸観測所、右：大阪観測所）

### （3）波浪の状況

9月3日から4日にかけて、西日本から九州にかけての太平洋側で有義波高が4メートルを超えるしけとなった。9月5日には東海地方から北海道の太平洋側で有義波高が4メートルを超えるしけとなった。

### （4）被災状況

大阪府堺市では、高潮は4日14時25分頃にピークとなり、大阪府港湾局堺泉北港湾事務所敷地内が浸水した。また、押し流された漂流物等による同事務所施設の被害も多数発生した。測量結果から、堺泉北港における高潮は標高約3.3メートルに達したと推定されている。

兵庫県西宮市では、海岸から0.1キロメートル離れた甲子園浜海浜公園まで浸水した。また、その公園に広がるごみや海岸付近のフェンスに付着するといった複数の浸水痕跡が確認されている。測量結果から、甲子園浜海浜公園（今津浜地区）における高潮は標高約3.7メートルに達したと推定されている。

兵庫県芦屋市では、南芦屋浜周辺で海水が堤防を越波した。



出典：国土交通省「平成30年台風第21号」

図 2-7 被災状況



### 2.1.2.2. 令和元年台風第15号（9月8日から9月9日まで）

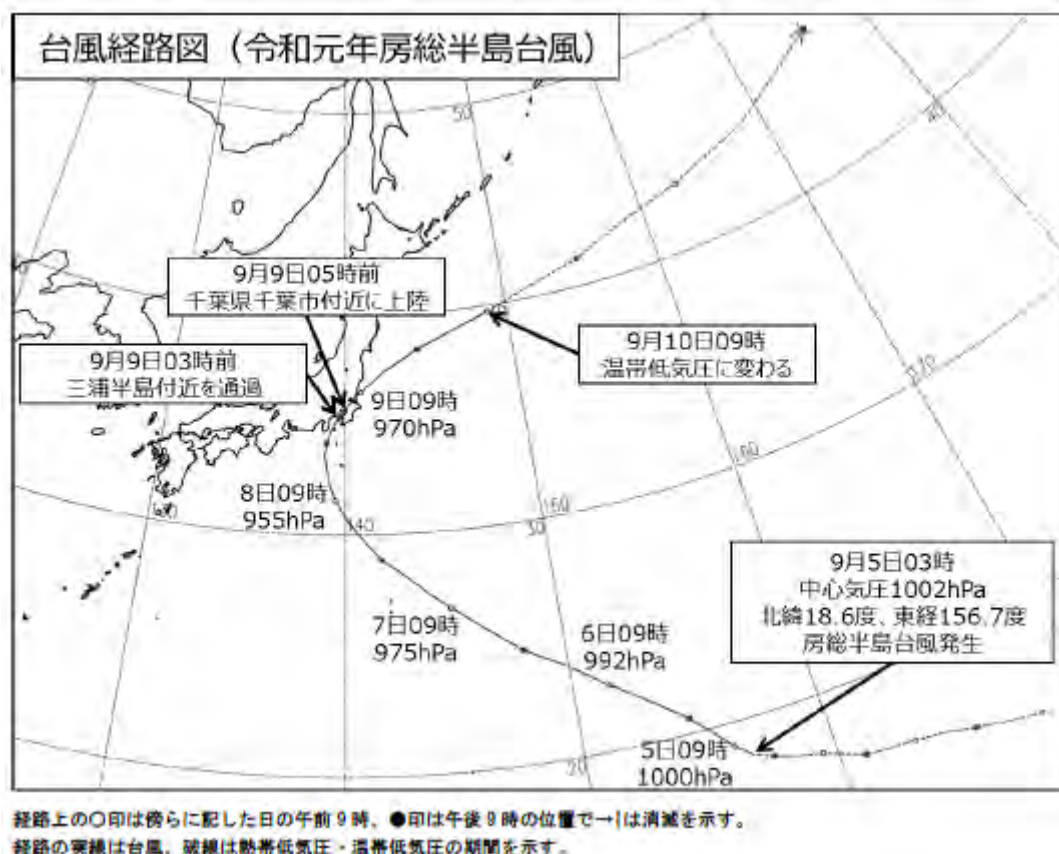
災害時気象報告（気象庁）より、令和元年台風第15号による、特に高潮および波浪の状況内容を以下に示す。

#### （1）概要

台風第15号は9月8日に伊豆諸島に接近した後、9日03時前に三浦半島付近を通過して、9日05時前に強い勢力で千葉市付近に上陸した。この台風の接近・通過に伴い、関東地方南部や伊豆諸島を中心に暴風、大雨となった。この暴風の影響で、千葉県では電柱の倒壊や倒木が相次ぎ、最大約934,900戸で停電が発生したほか、大雨の影響で浸水被害や土砂災害が発生した。

#### （2）高潮の状況

8日夜のはじめ頃から9日朝にかけて、伊豆諸島及び東日本太平洋側沿岸を中心に最大潮位偏差が50センチ以上となった。静岡県賀茂郡南伊豆町石廊崎では、8日夜遅くに最高潮位が標高167センチ、最大潮位偏差が129センチとなった。



出典：気象庁「災害時気象報告（令和2年3月24日）」

図 2-8 台風経路図

### (3) 波浪の状況

8日には、台風中心付近の伊豆諸島付近で有義波高8メートルをこえる大しけとなり、東海地方や関東地方では有義波高6メートルを超える大しけとなった。その後、台風は9日に千葉県に上陸した後、日本の東海上を北東に進んだ。9日には東北地方の太平洋側で有義波高6メートルを超える大しけとなった。

### (4) 被災状況

この台風では、横浜港を中心に、想定を超える高波による護岸の損壊や背後地の浸水、暴風で走錨した船舶の橋梁への衝突及びコンテナの飛散等の被害をもたらした。



出典：国土交通省港湾局「令和元年台風第15号及び19号による港湾の被害状況  
(令和元年11月19日)」

図 2-9 被災状況

### 2.1.2.3. 令和元年台風第19号（10月10日から10月13日まで）

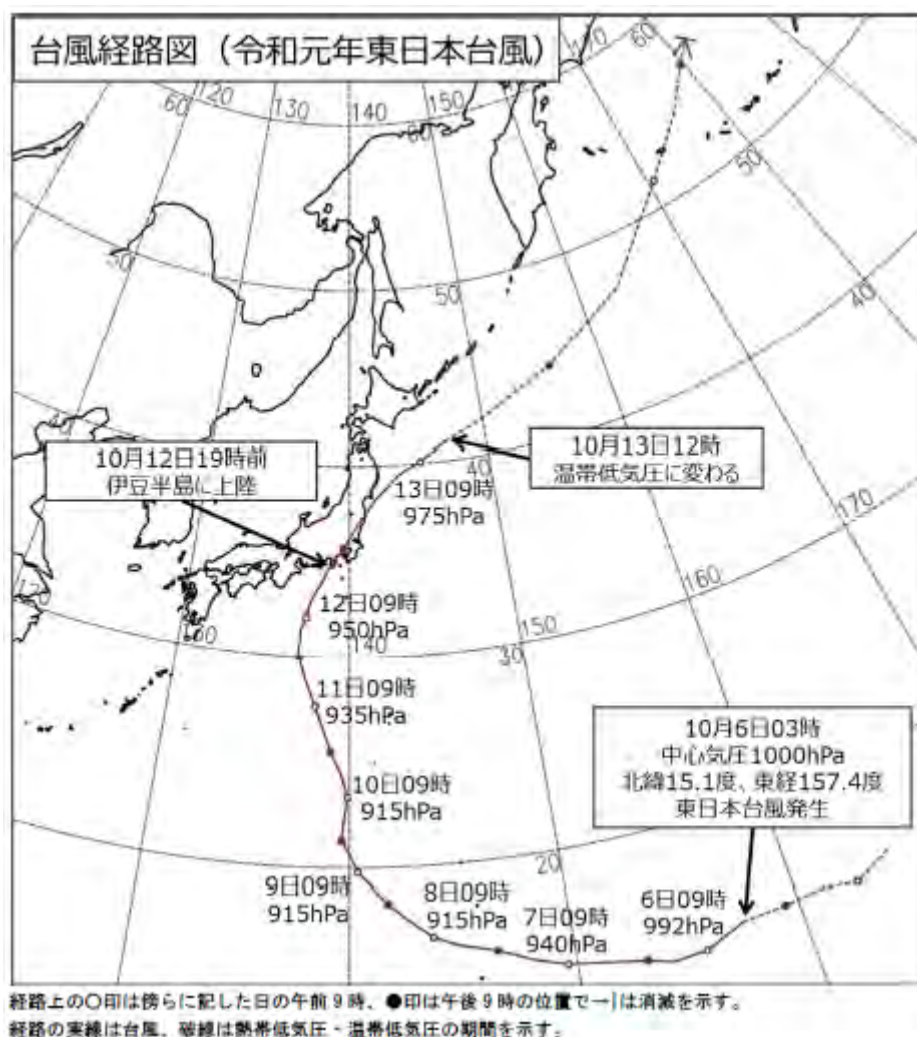
災害時気象報告（気象庁）より、令和元年台風第19号による、特に高潮および波浪の状況内容を以下に示す。

#### （1）概要

台風第19号は10月10日から13日までの総降水量が、神奈川県箱根で1000ミリに達し、東日本を中心に17地点で500ミリを超えた。特に、東日本や東北地方の多くの地点で3、6、12、24時間降水量の観測史上1位の値を更新するなど記録的な大雨となった。

#### （2）高潮の状況

11日夜遅くから13日朝にかけて、伊豆諸島及び東北地方から四国地方にかけての太平洋側沿岸を中心に最大潮位偏差が50センチ以上となった。静岡県賀茂郡南伊豆町石廊崎では12日夕方に最高潮位が標高200センチ、東京都三宅村三宅島（坪田）では12日明け方に最高潮位が標高230センチなど、過去の最高潮位を超える値を観測した地点が6地点あった。



出典：気象庁「災害時気象報告（令和2年3月31日）」

図 2-10 台風経路図

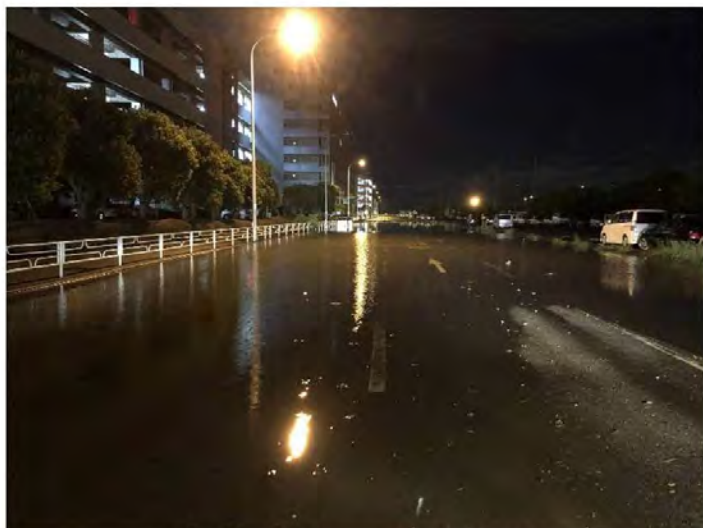


### (3) 波浪の状況

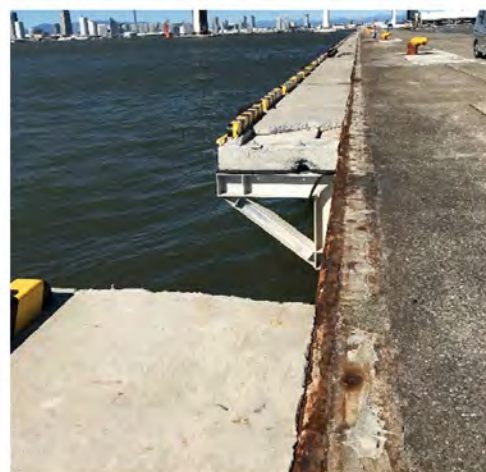
11日に伊豆諸島で、12日は近畿地方から関東地方で、13日は東北地方の太平洋側で有義波高が9メートルを超える猛烈なしけとなった。

### (4) 被災状況

この台風により、横浜港（大黒ふ頭）では、岸壁前面の一部損傷や臨港道路の浸水被害が発生している。



臨港道路 冠水状況



T-5岸壁一部損傷

出典：国土交通省港湾局「令和元年台風第15号及び19号による港湾の被害状況（令和元年11月19日）」

図 2-11 被災状況

こうした従来の想定を超えるような高波・高潮・暴風による被害が近年相次いで発生している原因の一つとして、地球温暖化に伴う気候変動による外力変化と考えられている。港湾施設に比べて規模が比較的小さい漁港施設は、気候変動に伴う外力変化の影響をより受けやすいことが想定されるため、気候変動に適応した対策検討を進める必要がある。

### 2.1.3. 地球温暖化をめぐる国内動向

我が国の地球温暖化に対応した漁港・漁場及び海岸保全の取組みとしては、「IPCC第3次報告書（TAR）」公表後の平成16年に「平成14－15年度 地球温暖化に対応した漁場、漁港漁村対策調査 総合報告書」がとりまとめられ、平成21年には「地球温暖化に対応した海岸保全施設整備技術検討調査委託事業」が実施された。その後、「IPCC第4次報告書（AR4）」及び「IPCC第5次報告書（AR5）」公表後にそれぞれ各関係省庁によってマニュアル・ガイドラインの策定に向けた検討がなされている。

「IPCC第5次評価報告書（AR5）」及び「海洋・雪氷圏特別報告書（SROCC）」公表以降、気候変動に伴う海面水位の上昇や台風の強大化等による沿岸地域への影響及びこれまでの海岸保全の取組を踏まえつつ、今後の海岸保全のあり方や海岸保全の前提となる外力の考え方、気候変動を踏まえた整備手法等について検討を行うことを目的に「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」（令和元年10月）が設置された。

表 2-3 「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方委員会」設置までの取組み

年	月	主な事項
昭和63(1988)年		気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が国連環境計画(UNEP)と世界気象機関(WMO)により設立。
平成 2(1990)年		第1次評価報告書(FAR)の公表【IPCC】
平成 7(1995)年		第2次評価報告書(SAR)の公表【IPCC】
平成11(1999)年	5月	海岸法 改訂
平成12(2000)年	5月	海岸保全基本方針の策定
平成13(2001)年		第3次評価報告書(TAR)の公表【IPCC】
平成16(2004)年	3月	平成14－15年度 地球温暖化に対応した漁場、漁港漁村対策調査 総合報告書
平成18(2006)年	3月	海岸保全基本計画が全国71沿岸全てにおいて策定
平成19(2007)年		第4次評価報告書(AR4)の公表【IPCC】
平成21(2009)年	3月	地球温暖化に対応した海岸保全施設整備技術検討調査委託事業【水産庁/漁港漁場漁村総合研究所】
平成23(2011)年	6月	海岸保全施設の更新等に合わせた地球温暖化適応策検討マニュアル(案)の概要【海岸における地球温暖化適応戦略検討委員会】
平成26(2014)年	12月	第5次評価報告書(AR5)の公表 海岸法 改訂 気候変動2013 自然科学的根拠(本文、概要)【環境省】
平成27(2015)年	2月	海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針(変更)【農林水産省, 国土交通省】
平成29(2017)年	6月	気候変動に対応した漁場整備方策に関するガイドライン【水産庁 漁港漁場整備部】
平成30(2018)年	2月	日本の気候変動とその影響－気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018【環境省, 文部科学省, 農林水産省, 国土交通省, 気象庁】
令和元(2019)年	6月	砂浜保全に関する中間とりまとめ【津波防災地域づくりと砂浜保全のあり方に関する懇談会】
	9月	変化する気候下での海洋・雪氷圏に関するIPCC特別報告書(海洋・雪氷圏特別報告書; SROCC)の公表【IPCC】
	10月	<b>気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会の設置</b>

表 2-4 「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」以前の地球温暖化対策の取組みの概要

情報No.	関係機関名称	資料名・検討会名	公開時期	対象評価報告書	概要
1	水産工学研究所	平成14～15年度 地球温暖化に対応した漁場、漁港漁村対策調査 総合報告書	平成16年3月	第3次報告書	本報告書は、独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所が、水産庁委託で実施した平成14～15年度「地球温暖化に対応した漁場・漁港漁村対策調査事業」の成果を抜粋し、概要版として取り纏めたものである。 地球温暖化の影響は、様々な海洋環境の変化として現れることが想定される。そのため、本報告書では、地球温暖化の影響を検討するに当たり、地球温暖化に伴う環境変化のうち、環境変化の出現が顕著で、かつ、漁業者に理解し易い「海水温の上昇」と「海面の上昇」を指標とする作業仮説を立てて、地球温暖化が水産・漁業分野に及ぼす影響として取り纏めている。
2	水産庁	地球温暖化に対応した海岸保全施設整備技術検討調査委託事業	平成21年3月		本事業は、地球温暖化により予測される海面上昇や台風等の強化への適応技術を開発するため、地球温暖化により予想される外力条件の変化を算定し、被害防止のための対策を実施するための漁港海岸保全施設の設計条件の設定、整備の手法等の提案を行うものである。
3	海岸における地球温暖化適応戦略検討委員会	海岸保全施設の更新等に合わせた地球温暖化適応策検討マニュアル（案）の概要	平成23年6月	第4次評価報告書	国及び海岸管理者が、地球温暖化の影響による海面上昇等に戦略的に適応するため、海岸保全施設の更新等に合わせた嵩上げ等のハード対策や避難対策等のソフト対策の検討手順を示すことを目的として平成23年6月に策定したものの。 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書（平成19年11月）では6パターンシナリオをもとに温室効果ガスや地上気温上昇量の検討及び全球平均の海面上昇の検討が行われており、これらの予測とともに、全球平均の海面上昇量は最良のシナリオ（B1）では0.18～0.38m、最悪のシナリオ（A1FI）では0.26～0.59mとなることが予測されており、最大で0.59mの海面上昇となることが予測されている。
4	水産庁	気候変動に対応した漁場整備方策に関するガイドライン	平成29年6月	第5次評価報告書	IPCC第5次評価報告書によれば、温室効果ガスの削減を進めても世界の平均気温が上昇すると予測されている。気候変動の影響に対処するため、温室効果ガスの排出の抑制等を行う「緩和」だけでなく、すでに現れている影響や中長期的に避けられない影響に対して「適応」を進めることが求められる。 我が国でも平成27年3月に中央環境審議会は気候変動影響評価報告書を取りまとめ（意見具申）我が国の気候変動の現状と将来予測を行っている。これを受け「気候変動の影響への適応計画」が平成27年11月に閣議決定された。 関係府省庁において農林水産省では、平成26年4月に農林水産省気候変動適応計画推進本部を設置し、平成27年8月に農林水産省気候変動適応計画をとりまとめた。水産分野における影響評価では、①回遊性魚類において日本周辺での分布域や産卵域が変化していることや、②増養殖等において水温上昇により、海面養殖が不適になる海域の増加や、③高潮・高波のリスク増加による被害の増大が挙げられている。また、これらの将来の影響予測を踏まえた適応計画の策定として、水産業では、①海面漁業、②海面養殖業、③内水面漁業・養殖業、④造成漁場、⑤漁港・漁村の適応計画を策定している。 本ガイドラインは、上記の背景を踏まえて、造成漁場において気候変動に対応した漁場整備方策に関する具体的な適応計画を整理してとりまとめるものである。
5	環境省、文部科学省、農林水産省、国土交通省、気象庁	日本の気候変動とその影響（本文、概要） 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018	平成30年2月	第5次評価報告書	環境省、文部科学省、農林水産省、国土交通省、気象庁は、日本を対象とした気候変動の観測・予測・影響評価に関する知見を取りまとめたレポート「気候変動の観測・予測・影響評価に関する統合レポート2018～日本の気候変動とその影響～」を作成し、レポートの概要をまとめたパンフレットと合わせて公表した。 本レポートは、さまざまな自然システムが気候変動による影響を受けつつある中で、国や地方の行政機関、国民が気候変動への対策を考える際に役立つ最新の科学的知見を提供することを目的として、主に日本を対象とした気候変動の観測・予測及び影響評価分野の最新の知見を統合・要約し、取りまとめたものである。 今回のレポートでは、観測結果に基づく気候変動の現状と将来の予測結果について、前回の統合レポート（平成25年3月）公表後に得られた最新の知見を盛り込むとともに、気候変動により現在生じている影響及び将来予測される影響についての記述を大幅に拡充し、特に気候変動への適応策を考える際に役立つ資料としている。
6	津波防災地域づくりと砂浜保全のあり方に関する懇談会	砂浜保全に関する中間とりまとめ	令和元年6月		津波防災地域づくりと砂浜保全のあり方に関する懇談会は我が国の国民的な財産である砂浜を次世代に継承していくための具体的施策の方向性などについて、議論を重ねてきた。本とりまとめはその中間結果をとりまとめたものであり、関係機関が十分に連携しつつ、とりまとめに従って施策の実現が図られることを期待するものである。

「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」は、合計7回の検討会を通じて、令和2年7月に「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言」を公表した。

この提言を踏まえて令和2年11月には海岸保全を過去のデータに基づき気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換するため「海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針」が変更され、令和3年7月には「海岸保全施設の技術上の基準について」の一部改正が行われ、計画外力の設定方法に係わる「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について」が通知されている。

また、令和3年には国土交通省による「港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会」や関係省庁を横断した「海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム」などの検討が開始された。

表 2-5 「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言」以降の取組み

年	月	主な事項
令和2(2020)年	7月	<b>気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言</b> <b>【気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会】</b>
	8月	今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方 【交通政策審議会答申】
	11月	海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針(変更) 【農林水産省、国土交通省】
	12月	日本の気候変動2020 - 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書- 【文部科学省、気象庁】
令和3(2021)年	2月	港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会(第1回) 【国土交通省 港湾局海岸・防災課】
	3月	港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会(第2回) 【国土交通省 港湾局海岸・防災課】
	4月	海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム 【国土交通省水管理・国土保全局海岸室】
	7月	「海岸保全施設の技術上の基準について」の一部改正について 【農林水産省・国土交通省】
	8月	IPCC第6次評価報告書/第1作業部会報告書(AR6/WG1)の公開【IPCC】
	8月	気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について 【農林水産省・国土交通省】
令和4(2022)年	1月	港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会(第3回) 【国土交通省 港湾局海岸・防災課】
	3月	港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会(第4回) 【国土交通省 港湾局海岸・防災課】
	4月	第6次評価報告書 統合報告書公表予定

### 2.1.3.1. 海岸分野における動向

#### (1) 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会】

「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」は、令和2年7月に「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言」を公表した。以下にその概要を示す。

表 2-6 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言の概要

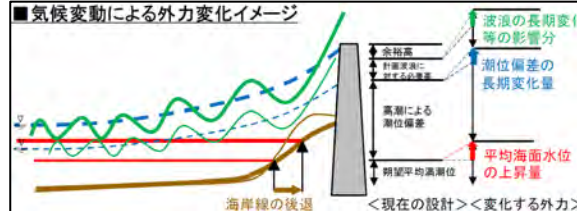
名称	気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言
関係機関・実施主体	「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」 国土交通省 水管理国土保全局海岸室
開催日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第1回開催 令和元年10月 2日</li> <li>・第2回開催 令和元年12月 9日</li> <li>・第3回開催 令和 2年 1月24日</li> <li>・第4回開催 令和 2年 3月27日</li> <li>・第5回開催 令和 2年 5月15日</li> <li>・第6回開催 令和 2年 6月 2日</li> <li>・第7回開催 令和 2年 6月23日</li> <li>・提言公表 令和 2年 7月</li> </ul>
開催趣旨	<p>「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」による第5次評価報告書（2013年）においては、「気候システムの温暖化には疑う余地がなく、大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位は上昇している」ことなどが報告されている。こうした中、年々、高潮等の脅威は勢いを増しており、平均海面水位が上昇すれば、我が国の砂浜は広範囲にわたって影響を受け、消波等の機能が低下すると予測される。また、我が国の海岸保全施設は、昭和 30年代に発生した伊勢湾台風等を契機に整備した施設が多く、整備から60年が経過する等、老朽化による更新時期を迎えている。沿岸部における気候変動適応策としては、ハード・ソフトの施策を最適な組み合わせで戦略的かつ順応的に進めることで、「高潮等の災害リスク増大の抑制」及び「海岸における国土の保全」を図るとの方向性を示してきたところである。</p> <p>これまでの海岸保全の取組を踏まえつつ、気候変動適応策を具体化すべく、気候変動に伴う平均海面の水位上昇や台風の強大化等による沿岸地域への影響及び今後の海岸保全のあり方や海岸保全の前提となる外力の考え方、気候変動を踏まえた整備手法等について検討を行う「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」を設置するものである。</p>
主な検討内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>①海岸保全に影響する気候変動の現状と予測</li> <li>②海岸保全に影響する外力の将来変化予測</li> <li>③今後の海岸保全対策             <ul style="list-style-type: none"> <li>③-1 高潮対策・津波対策</li> <li>③-2 浸食対策</li> </ul> </li> <li>④今後5～10年の間に着手・実施すべき事項</li> </ul>



海岸保全に関する  
地球温暖化対策

①海岸保全に影響する気候変動の現状と予測

・ IPCCのレポートでは「気候システムの温暖化には疑う余地はない」とされ、SROCCによれば、2100年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、**RCP2.6 (2℃上昇に相当) で0.29-0.59m、RCP8.5 (4℃上昇に相当) で0.61-1.10m。**



	将来予測
平均海面水位	・ 上昇する
高潮時の潮位偏差	・ 極値は上がる
波浪	・ 波高の平均は下がるが極値は上がる ・ 波向きが変わる
海岸侵食	・ 砂浜の6割～8割が消失

資料：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 概要

図 2-12 気候変動による外力変化イメージ(左),気候変動影響の将来予測(右)

海岸保全に関する  
地球温暖化対策

②今後の海岸保全対策

・ 気候変動の影響を踏まえれば、将来的に現行と同じ安全度を確保するためには、必要となる防護水準が上がるのが想定される。  
 ・ 高潮と洪水氾濫の同時生起など新たな形態の大規模災害の発生も懸念される。  
 ・ 悲観的シナリオでの海面上昇量では、沿岸地域のみならず、社会構造全体に深刻な影響をもたらす可能性がある。  
 ⇒ 海岸保全を過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換

(1) 高潮対策・津波対策

・ ハード対策とソフト対策を適切に組み合わせ、今後整備・更新していく海岸保全施設(堤防、護岸、離岸堤等)は、整備・更新時点における最新の朔望平均満潮時に、施設の耐用年数の間に将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加味する。  
 ・ 潮位偏差や波浪は、最新の研究成果や d4PDF 等による分析を活用し、将来的に予測される潮位偏差や波浪を適切に推算し対策を検討する。

【具体的な海岸保全対策】

・ 地域の実情や背後地の土地利用や環境にも配慮しつつ、将来の外力変化の予測に応じた堤防等のかさ上げや面的防護方式による整備の推進。  
 ・ 堤防の粘り強い構造や排水対策等の被害軽減策の促進。  
 ・ 将来的な外力変化とライフサイクルコストをともに考慮した最適な更新及び戦略的な維持管理。  
 ・ 海象や地形、海岸環境のモニタリングの強化及び海岸保全施設の健全度評価の強化。

【他分野との連携が必要な対策】

・ 高潮浸水想定区域の指定促進等、リスク情報や避難判断に資する情報提供の強化。  
 ・ 高潮と洪水の同時生起も想定し、堤防等のハード整備の充実を目指すとともに、水害リスクを考慮した土地利用やまちづくりと一体となった対策の推進。  
 ・ 沿岸地域における水害にも配慮した BCP の作成。

(2) 浸食対策

・ 海浜地形の予測はさらに不確実性が大きいので、モニタリングを充実するとともに予測モデルの信頼度を高める。  
 ・ 沿岸漂砂による長期的な地形変化に対しては全国的な気候変動の影響予測を実施。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高波時に問題となる岸沖漂砂による急激な侵食は、機動的なモニタリングを充実。</li> <li>・30～50年先を見据えた「予測を重視した順応的砂浜管理」を実施する。防護だけでなく環境・利用上の砂浜の機能も評価。</li> <li>・総合土砂管理計画の作成及び河川管理者やダム管理者等とも協力した対策の実施など、流域との連携を強化。</li> </ul> <p>③今後5～10年の間に着手・実施すべき事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海象や海岸地形等のモニタリングやその将来予測、さらに影響評価、適応といった、海岸保全における気候変動の予測・影響評価・適応サイクルを確立し、継続的・定期的に対応を見直す仕組み・体制を構築。</li> <li>・地域のリスクの将来変化について、防護だけでなく環境や利用の観点も含め、定量的かつわかりやすく地域に情報提供するとともに、地域住民やまちづくり関係者等とも連携して取り組む体制を構築。</li> </ul>
--	--

【参考】気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【概要】

### 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【概要】

○ 海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換。

- パリ協定の目標と整合するRCP2.6(2℃上昇に相当)を前提に、影響予測を海岸保全の方針や計画に反映し、整備等を推進。
- 平均海面水位が2100年に1m程度上昇する悲観的予測(RCP8.5(4℃上昇に相当))も考慮し、これに適応できる海岸保全技術の開発を推進、社会全体で取り組む体制を構築。

#### I 海岸保全に影響する気候変動の現状と予測

・IPCCのレポートでは「気候システムの温暖化には疑う余地はない」とされ、SROCCによれば、2100年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、RCP2.6(2℃上昇に相当)で0.29-0.59m、RCP8.5(4℃上昇に相当)で0.61-1.10m。

気候変動による外力変化イメージ

波長の長期変化等の影響分  
高潮による潮位偏差  
平均海面水位の上昇量  
海岸線の後退  
現在の設計 < 変化する外力 >

気候変動影響の将来予測	
	将来予測
平均海面水位	・上昇する
高潮時の潮位偏差	・極値は上がる
波浪	・波高の平均は下がるが極値は上がる ・波向きが変わる
海岸侵食	・砂浜の6割～8割が消失

#### II 海岸保全に影響する外力の将来変化予測

・潮位偏差や波浪の長期変化量の定量化に向けて、気候変動の影響を考慮した大規模アンサンブル気候予測データベース(d4PDF)の台風データ及び爆弾低気圧データを対象にした現在気候と将来気候の比較を実施。

・d4PDFが活用できることを確認。

＜現在気候と将来気候の比較＞		
	台風トラックデータ	爆弾低気圧トラックデータ
最低中心気圧	極端事象は将来気候の最低中心気圧が低下傾向	再現期間100年以上を除いて現在気候と将来気候は同程度
高潮時の潮位偏差	極端事象は将来気候の方が相対的に上昇	再現期間100年以上を除いて現在気候と将来気候は同程度

＜今後の課題＞

- ・適切なバイアス補正方法を含めた将来変化の定量化
- ・日本各地の海岸の将来変化の定量化
- ・波浪の長期変化量の定量化

#### III 今後の海岸保全対策

・気候変動の影響を踏まえれば、将来的に現行と同じ安全度を確保するためには、必要となる防護水準が上がる事が想定される。

・高潮と洪水氾濫の同時生起など新たな形態の大規模災害の発生も懸念される。

・悲観的シナリオでの海面上昇量では、沿岸地域のみならず、社会構造全体に深刻な影響をもたらす可能性がある。

⇒ 海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換

##### III-1 高潮対策・津波対策

・平均海面水位は徐々に上昇し、その影響は継続して作用し、高潮にも津波にも影響。ハード対策とソフト対策を適切に組み合わせ、今後整備・更新していく海岸保全施設(堤防、護岸、離岸堤等)については、整備・更新時点における最新の期望平均満潮位に、施設の耐用年数の間に将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加味する。

・潮位偏差や波浪は、平均海面水位の予測より不確実性が大きいものの、極値が上がるかと予測される。最新の研究成果やd4PDF等による分析を活用し、将来的に予測される潮位偏差や波浪を適切に推算し対策を検討する。

＜海岸保全における対策＞

- ・地域の実情や背後地の土地利用や環境にも配慮しつつ、将来の外力変化の予測に
- ・ 高潮浸水想定区域の指定促進等、リスク情報や避難判断に資する情報提供の強化
- ・ 堤防の粘り強い構造や排水対策等の被害軽減策の促進
- ・ 高潮と洪水の同時生起も想定し、堤防等のハード整備の充実を目指すとともに、水害リスクを考慮した土地利用やまちづくりと一体となった対策の推進
- ・ 海象や地形、海岸環境のモニタリングの強化及び海岸保全施設の健全度評価の強化
- ・ 沿岸地域における水害にも配慮したBCPの作成

＜他分野との連携が必要な対策＞

- ・ 高潮浸水想定区域の指定促進等、リスク情報や避難判断に資する情報提供の強化
- ・ 高潮と洪水の同時生起も想定し、堤防等のハード整備の充実を目指すとともに、水害リスクを考慮した土地利用やまちづくりと一体となった対策の推進
- ・ 沿岸地域における水害にも配慮したBCPの作成

##### III-2 侵食対策

・海浜地形の予測はさらに不確実性が大きいため、モニタリングを充実するとともに予測モデルの信頼度を高める。

・沿岸漂砂による長期的な地形変化に対しては、全国的な気候変動の影響予測を実施する。

・高波時に問題となる岸沖漂砂による急激な侵食については、機動的なモニタリングを充実する。

・30～50年先を見据えた「予測を重視した順応的砂浜管理」を実施する。防護だけでなく環境・利用上の砂浜の機能も評価する。

・総合土砂管理計画の作成及び河川管理者やダム管理者等とも協力した対策の実施など、流域との連携を強化する。

#### IV 今後5～10年の間に着手・実施すべき事項

- ・海象や海岸地形等のモニタリングやその将来予測、さらに影響評価、適応といった、海岸保全における気候変動の予測・影響評価・適応サイクルを確立し、継続的・定期的に対応を見直す仕組み・体制を構築。
- ・地域のリスクの将来変化について、防護だけでなく環境や利用の観点も含め、定量的かつわかりやすく地域に情報提供するとともに、地域住民やまちづくり関係者等とも連携して取り組む体制を構築。

出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会

「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【概要】」

図 2-13 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【概要】

## (2) 海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針（変更）

農林水産省および国土交通省は、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言」を受け、「海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針」を令和2年11月20日に変更した。

表 2-7 海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針（変更）の概要

名称	海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針(変更)
関係機関・実施主体	農林水産省、国土交通省
変更日	令和2年11月20日
変更趣旨	<p>平成11年の海岸法改正により、農林水産大臣及び国土交通大臣は「海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針」を定めることが義務づけた。また、都道府県知事は、海岸保全基本方針に基づき「海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本計画」を定めることが義務づけられている。</p> <p>海岸保全基本方針は、平成12年5月16日に初めて作成され、平成26年の海岸法改正を踏まえ、平成27年2月に一度変更がなされたが、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言（令和2年7月）を踏まえ、海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換するために、令和2年11月20日に海岸保全基本方針を変更した。</p>
主な記載内容	<p><b>I. 海岸保全に関する基本的な指針</b></p> <p>①海岸の保全に関する基本理念</p> <p>②海岸の保全に関する基本的な事項 海岸の防護、海岸環境の整備及び保全、海岸における公衆の適正な利用</p> <p>③海岸保全施設の整備に関する基本的な事項 海岸保全施設の新設又は改良、海岸保全施設の維持又は修繕、調査・研究の推進</p> <p>④海岸の保全に関するその他の重要事項 広域的・総合的な視点からの取組の推進、地域との連携の促進と海岸愛護の啓発</p> <p><b>II. Iの海岸保全基本計画を作成すべき海岸の区分</b></p> <p><b>III. 海岸保全基本計画の作成に関する基本的な事項</b></p>
海岸保全に関する地球温暖化対策	<p>急激に進む気候変動の影響を踏まえ内容を変更。平均海面水位の上昇や台風の強大化など外力による長期変化の推計を、堤防や護岸など海岸保全施設の整備に反映する。また、砂浜の侵食対策も予測を重視した手法へと転換する。</p> <p>海岸は津波や高潮、波浪などから背後地の人命や財産を守る役割を担っている。今回の変更では防護目標の設定に当たり、それぞれの海岸で気象や海象、地形などの自然条件と過去の災害状況を分析した上で、気候変動の影響による外力の長期変化などを適切に推算する。</p> <p>また、砂浜の侵食対策も強化し、継続的に記録したモニタリングデータに基づき将来変化を予測して対策を行う「順応的砂浜管理」の実現を目指す。</p> <p>基本方針に基づき、各都道府県知事は地域の実情を踏まえて「海岸保全計画」を作成、基本方針の改正内容を反映した各海岸保全計画も同様に変更される。</p>



### (3) 「海岸保全施設の技術上の基準について」の一部改正

海岸4省庁は、「海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針（変更）」を踏まえて、令和3年7月30日に「海岸保全施設の技術上の基準について」の一部改訂を通知している。設計条件である「設計高潮位」と「設計波」に係わる改訂内容となっており、以下に改訂内容（赤字下線部分）を示す。

## 第2章 設計条件

### 2. 2 潮位

#### 2. 2. 1 設計高潮位<処理基準>

設計高潮位の設定に当たっては、

- (1) 既往最高潮位
- (2) 朔望平均満潮位に既往の潮位偏差の最大値を加えたもの
- (3) 朔望平均満潮位に推算した潮位偏差の最大値を加えたもの

に気象の状況及び将来の見通しを勘案して必要と認められる値を加えたものの中から、当該海岸保全施設の背後地の状況等を考慮して海岸管理者が総合的に判断して定めるものとする。

また、必要に応じて、当該満潮位の時に当該潮位偏差及び設計波が発生する可能性を考慮して、当該潮位偏差の最大値の範囲内において下方補正や、平均海水面変動を考慮して上方補正することもできるものとする。

### 2. 3 波

#### 2. 3. 2 設計に用いる波の決定方針

##### 2. 3. 2. 1 沖波の決定<処理基準>

設計に用いる波高、周期、波向等の波浪諸元は、長期間の観測データに基づいた統計解析に、気象の状況及び将来の見通しを勘案して設定するものとする。ただし、観測データが十分でない場合は、波浪推算の結果を準用できるものとする。

#### (4) 気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について

海岸4省庁は、「海岸保全施設の技術上の基準について」の一部改訂を踏まえて、計画外力となる「設計高潮位」および「設計波」の設定方法等および留意事項として、令和3年8月2日に「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について」を通知した。主な内容を以下に示す。

- 対象とする外力の将来予測は、RCP2.6 シナリオ（2℃上昇相当）における将来予測の平均的な値を前提とすることを基本とする。
- RCP8.5 シナリオ（4℃上昇相当）等のシナリオについては、地域の特性に応じた海岸保全における整備メニューの点検や減災対策を行うためのリスク評価、海岸保全施設の効率的な運用の検討、将来の施設改良を考慮した施設設計の工夫等の参考として活用するよう努めるものとする。

また、併せて「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定に関する参考資料等について」を通知し、計画外力の検討にあたって、以下の参考資料を提示した。

- ① 「日本の気候変動2020—大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書—」（文部科学省及び気象庁、令和2年12月）  
→ 気候変動予測に関して、2℃上昇シナリオ（RCP2.6）及び4℃上昇シナリオ（RCP8.5）に基づく将来予測結果を中心に記述されている。
- ② 「気候変動影響評価報告書」（環境省、令和2年12月）  
→ 海面水位の上昇等も含めた気候変動の影響について、影響の程度、可能性等、影響の発現時期や適応の着手・重要な意思決定が必要な時期、情報の確からしさの観点から評価が行われている。
- ③ 潮位偏差や波浪の長期変化量の推算方法  
→ 将来予測される潮位偏差や波浪の長期変化量を推算する方法としては下表に整理するものなどが考えられる。

表 2-8 将来予測される潮位偏差や波浪の長期変化量を推算する方法

対象台風	考え方	地球温暖化の影響	適用性
A. 想定台風	伊勢湾台風や室戸台風等の規模を想定した特定事例		
A-1. パラメトリック台風モデル	例えば、Myers モデル等経験的台風モデル <sup>4)</sup>	・d2PDF、d4PDF 等の計算結果に基づく中心気圧の低下量で簡易的に考慮	・従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。 ・B-1 の多数アンサンブルデータセットと組み合わせることで確率評価が可能。
A-2. 領域気象モデルを用いた力学的計算	WRF 等の領域気象モデル	・d2PDF、d4PDF 等の計算結果から将来変化を現在の気候場に乗せて仮想的に考慮（擬似温暖化手法） <sup>5)</sup>	・従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸では適用性があるが、同一条件であっても過去の高潮推算とは異なる結果になることに留意が必要。
B. 不特定多数の台風	数多くのサンプルを確保できれば確率評価が可能		
B-1. 全球気候モデル台風 領域気候モデル台風	d2PDF、d4PDF 等全域もしくはダウンスケール領域気候モデルで気候計算される台風を利用	・d2PDF、d4PDF 等に温暖化の影響は含まれているが、バイアス補正が必要 <sup>6)</sup>	・多数のサンプルが確保可能であり、外力が発生確率で設定されている沿岸で適用性がある。
B-2. 気候学的アプローチ	台風の熱力学的最大発達強度(MPI)を考慮し、環境場から最大クラスの台風を推定	・MPI の理論を応用して、d2PDF、d4PDF 等の気候値から気候的最大高潮偏差をシームレスに推定する手法等 <sup>7)</sup>	・従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。
B-3. 確率台風モデル	台風属性の統計的特性をもとにモンテカルロシミュレーションにより人工的に台風を発生させる統計的手法	・d4PDF 台風トラックデータ（バイアス補正）を用いた確率台風モデルの作成事例あり <sup>8)</sup>	・多数のサンプルが確保可能であり、外力が確率年で設定されている沿岸で適用性がある。

出典：農林水産省・国土交通省「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定に関する参考資料等について」

(5) 海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム

海岸保全において気候変動に伴う平均海面水位の上昇や潮位偏差、波高の長期変化等による沿岸地域への影響を踏まえた適応策を進めていくうえで、気候変動影響の将来予測に関する最新の知見を把握するとともに、モニタリングにより、継続的に外力の変化を把握する必要がある。上記に関する情報共有、意見交換等を目的として、関連省庁を横断する「海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム」が設置され、第1回の会議が平成3年5月11日に開催された。以下に、その概要を示す。

表 2-9 海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアムの概要

名称	海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム
関係機関・実施主体	国土交通省 水管理国土保全局海岸室
開催日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第1回開催 令和3年4月26日</li> <li>《配布資料》</li> <li>・ 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言及び概要</li> <li>・ 海岸保全に係る気候変動影響の把握と適応（海岸室）</li> <li>・ 港湾における気候変動適応の取組について</li> <li>・ 国土地理院の取組</li> <li>・ 気象庁における 気候変動影響把握・適応に資する取組</li> <li>・ 海上保安庁海洋情報部の取り組み</li> <li>・ 我が国の沿岸域における気候変動の影響評価・適応検討に関連する大型プロジェクト研究活動および成果の総括</li> <li>・ 海岸保全基本方針（令和2年11月20日）</li> </ul>
開催趣旨	<p>海岸保全において気候変動に伴う平均海面水位の上昇や潮位偏差、波高の長期変化等による沿岸地域への影響を踏まえた適応策を進めていくうえで、気候変動影響の将来予測に関する最新の知見を把握するとともに、モニタリングにより、継続的に外力の変化を把握する必要がある。本コンソーシアムは、上記に関する情報共有、意見交換等を目的に実施する。</p>
主な検討内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方について</li> <li>・ 海岸保全に係る気候変動影響の把握と適応について</li> <li>・ 各機関における気候変動影響把握・適応に資する取組 (モニタリング及び影響・適応策の取組方針)</li> </ul>
海岸保全に関する地球温暖化対策	<p><b>①海岸保全に係る気候変動影響の把握と適応について</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言」における今後5～10年の間に着手、実施すべき事項として、①「海象や海岸地形等のモニタリングやその長期変化の解析、さらに影響評価、適応といった、海岸保全における気候変動の予測・影響評価・適応サイクルの確立」②「気候変動に関する将来予測に関する知見は、今後も変わりうるため、常に最新の知見を取り込みながら、継続的・定期的に対処方針を更新していく仕組みや体制を構築」が必要であるとされる。</li> <li>・ 今後、最新の知見を取り込み、継続的に海岸保全に取り込むために、以下関係者からなる海岸保全にかかる気候変動影響把握のための①体制（事務局：海岸室、海岸研究室）、②定期的に情報共有、実務に生かす仕組みを構築する。</li> <li>・ 各関係省庁での取組みをコンソーシアムで常に最新情報を共有できるように運用する</li> </ul> <p><b>②各機関における気候変動影響把握・適応に資する取組</b></p> <p>(1) 国土交通省港湾局における取組</p>

- ・2019(令和元)年9月のIPCC「海洋・雪氷圏特別報告書」受け、2020(令和2)年8月に交通政策審議会が答申した「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方」を踏まえて、国土交通省では2021(令和3)年2月から「港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会」を設置した。

### (2) 国土地理院における取組

- ・国土地理院では、国土の適切な保全・管理・利用のため、位置を定め正確な地図を整備する等、国土の基本的情報を整備している。
- ・海岸保全に係る気候変動影響把握に資する主な取組として
  - a. 空中写真撮影
  - b. 地殻変動の監視
  - c. 潮位観測
 を実施。



資料：海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム，国土地理院取組

図 2-14 国土地理院における取組み

### (3) 気象庁における取組

- ・気象庁の気候変動に資する主な取組として、産学官や国際連携のもと、最新の科学技術を取り入れ、観測・予報の技術開発を推進する。また、社会の様々な場面で必要不可欠な国民共有のソフトインフラとして気象情報・データが活用されることを促進することが挙げられる。

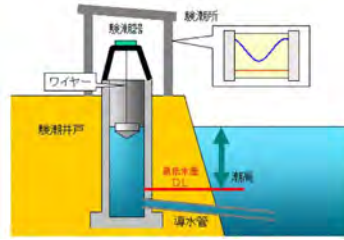
#### 【具体的な取組み】

- a. 防災、交通安全、気候変動適応、産業の興隆等に寄与するため、気象・海洋・地球環境に関して、観測、短期の予報から季節予報、気候変動の予測に至るまで、適時・適確に情報を提供。
- b. 大気・海洋の分野の垣根を越えた防災対応・支援を推進し、災害時における関係省庁等に対する情報提供、解説を行い、政府機関や地方自治体の防災対応を支援。
- c. 地球温暖化の進行等、最新の気候変動の知見を防災分野に活用することで、関係省庁及び地方公共団体等と一体となり防災対策の取組を推進。
- d. 「国連気候変動枠組条約」や「気候変動適応法」など国内外の枠組み等に基づき、気候変動等の把握のための観測・監視及び予報を実施し、成果を公表するとともに、関係機関と連携して気候変動対策を支援。
- e. 気象・海洋・地球環境の観測・監視及び観測・予報情報の提供。
- f. 「気候変動に関する懇談会」の助言を受け、国や地方公共団体、事業者等が気候変動緩和・適応策や影響評価の基盤情報として使えるよう、文部科学省と共に「日本気候変動2020」を作成し、令和2年12月に公表。

本資料は、日本及びその周辺における大気中の温室効果ガスの状況や気候システムを構成する諸要素（気温や降水、海面水位、海水温など）の現在までに観測されている変化と将来予測される変化をまとめたものであり、将来予測は、21世紀末時点の予測を20世紀末又は現在と比較する形で、2℃上昇シナリオ（RCP2.6）と4℃上昇シナリオ（RCP8.5）を対比させて掲載している。

(4) 海上保安庁における取組

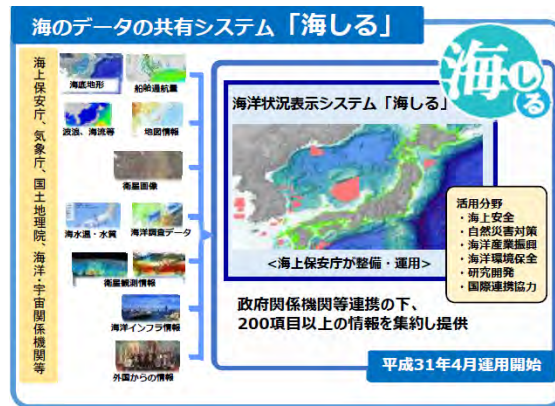
- a. 海上保安庁では全国20か所の常設験潮所を有しており、国内海域の海洋状況の把握及びリアルタイムデータの提供を行っている。



資料：海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム，海上保安庁取組

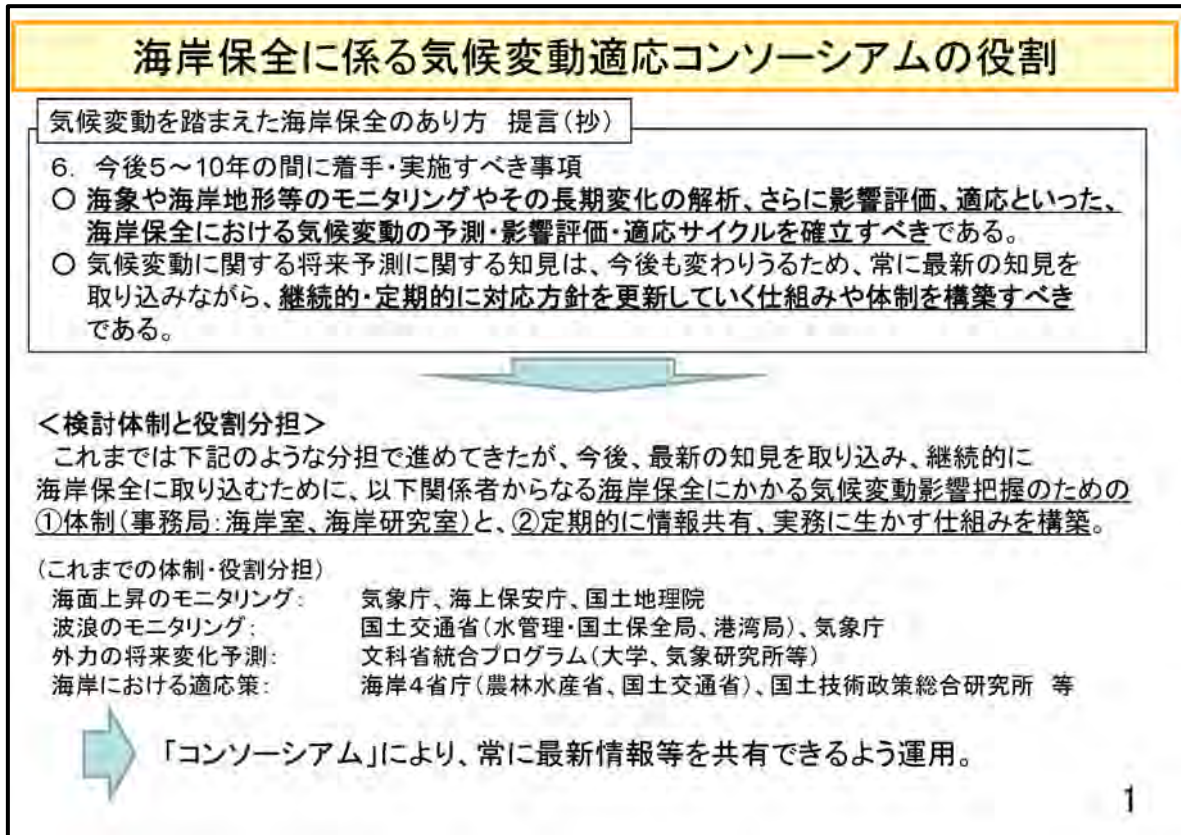
図 2-15 常設験潮所の構造模式図

- b. 日本海洋データセンター（JODC）は、全世界60ヶ国以上に存在する国立海洋データセンター（NODC）であり、その1機関として海上保安庁が運営を実施。
- c. 「海しる」（海洋状況表示システム）は、我が国の海洋状況把握（MDA）の能力強化に向けた取組の一環として、海洋情報を集約し、地図上に重ね合わせて表示できる情報サービス。平成31年4月から、内閣府の総合調整のもと、海上保安庁が運用。



資料：海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム，海上保安庁取組

図 2-16 海しるの概要



出典：「海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアム（第1回資料）」  
図 2-17 海岸保全に係る気候変動適応コンソーシアムの役割



## 2.1.3.2. 港湾分野における動向

### (1) 今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方

交通政策審議会（国土交通省）は、令和2年8月に「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方 答申」を公表した。以下にその概要を示す。

表 2-10 今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方の概要

名称	今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方
関係機関・実施主体	交通政策審議会の答申として取り纏め
公表日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第1回開催 令和元年11月19日</li> <li>・ 第2回開催 令和 2年 2月19日</li> <li>・ 第3回開催 令和 2年 5月25日</li> <li>・ 第4回開催 令和 2年 6月26日</li> <li>・ 第5回開催 令和 2年 7月20日</li> <li>・ 答申の公表 令和 2年 8月11日</li> </ul>
公表趣旨	<p>本答申は、近年の台風被害の頻発化・激甚化や、将来の気候変動による災害リスクの増大を背景に、港湾の防災・減災対策の基本的な方向性をとりまとめている。</p> <p>ハードとソフトが一体となった施策を講じ、これまで以上に臨海部の安全性向上や基幹的な海上交通ネットワークの維持を図る等、社会経済への影響を極力抑制することを目指す。</p> <p>主なポイントとして、最新の観測データに基づき、防波堤等の安定性等を照査し、その結果を踏まえて緊急的に嵩上げ・補強を実施するほか、気候変動に起因する外力強大化への対応としてこれから新設・更新する施設向けの技術基準の整備、災害発生時における基幹的な輸送網の維持のため、フェリー等の就航環境の整備による物流網の予備手段の確保等をあげる。</p> <p>また、危機的事象に対して港湾機能を最低限維持するため、船舶の沖合避難や感染症等にも対応した港湾BCPを策定し、実効性を確保する仕組みづくりを検討する。</p>
施策のポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 頻発化・激甚化する台風による被害への対応として、最新の観測データに基づき、防波堤等の安定性等を照査し、その結果を踏まえ、緊急的に嵩上げ・補強を実施。</li> <li>・ 気候変動に起因する外力強大化への対応として、新設・更新する施設について、気候変動に起因する平均海面水位の上昇量を考慮した設計とするため、技術基準を整備。</li> <li>・ 災害に強い海上交通ネットワーク機能の構築のため、陸上交通の途絶等に備え、フェリー等による物流網のリダンダンシーを確保。</li> <li>・ 危機的事象に対して港湾機能を最低限維持するため、船舶の沖合避難や感染症等にも対応した港湾BCPを策定するとともに、実効性を確保する仕組みづくりを検討。</li> </ul>
答申の概要	<p><b>①港湾における防災・減災対策の現状と課題</b></p> <p><b>a. 近年の災害の教訓を踏まえた課題</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 災害派遣で使用される大型船舶に対し、延長や水深が不足する耐震強化岸壁が存在。</li> <li>・ 房総半島台風等では、設計波を大きく上回る高波で、施設の損壊等が発生。</li> </ul> <p><b>b. 将来想定される切迫性のあるリスク</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 今後30年で70～80%の確率で発生が予想される南海トラフ地震等で三大湾の主要な港湾が被災すれば、我が国全体の産業・物流活動に甚大な影響。</li> <li>・ IPCC特別報告書（令和元年9月公表）では、<u>2100年の世界平均海面水位は最大1.1m上昇すると予測。</u></li> </ul>



シナリオ	1986～2005年に対する2100年における平均海面水位の予測上昇量範囲(m)	
	第5次評価報告書	SROCC *
RCP2.6	0.26-0.55	0.29-0.59
RCP8.5	0.45-0.82	0.61-1.10

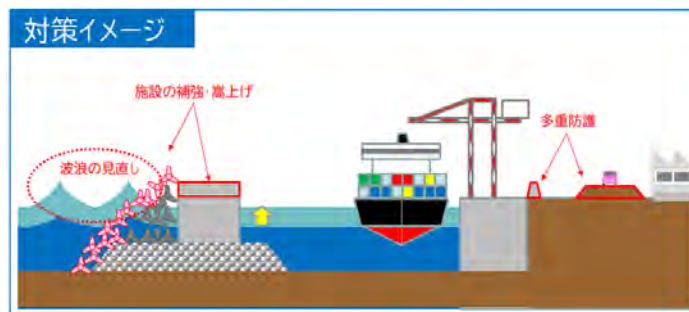
資料：今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方 概要

図 2-18 2100 年における平均海水面水位の予測上昇量の範囲

## ②港湾における防災・減災対策の施策方針

### a. 頻発化・激甚化する台風による被害への対応

- ・最新の知見で更新した設計沖波等で耐波性能等を照査し、重要かつ緊急性の高い施設の嵩上げや補強を実施。
- ・胸壁設置、臨港道路の嵩上げ等の多重防護の導入による被害軽減。
- ・港湾計画等への地盤高さの表記を検討。
- ・走錨対策として避難水域の確保や橋梁への防衝設備の設置。
- ・コンテナ飛散防止対策について、技術検討の継続や優良事例の共有。



資料：今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方 概要

図 2-19 港湾の対策イメージ

### b. 気候変動に起因する外力強大化への対応

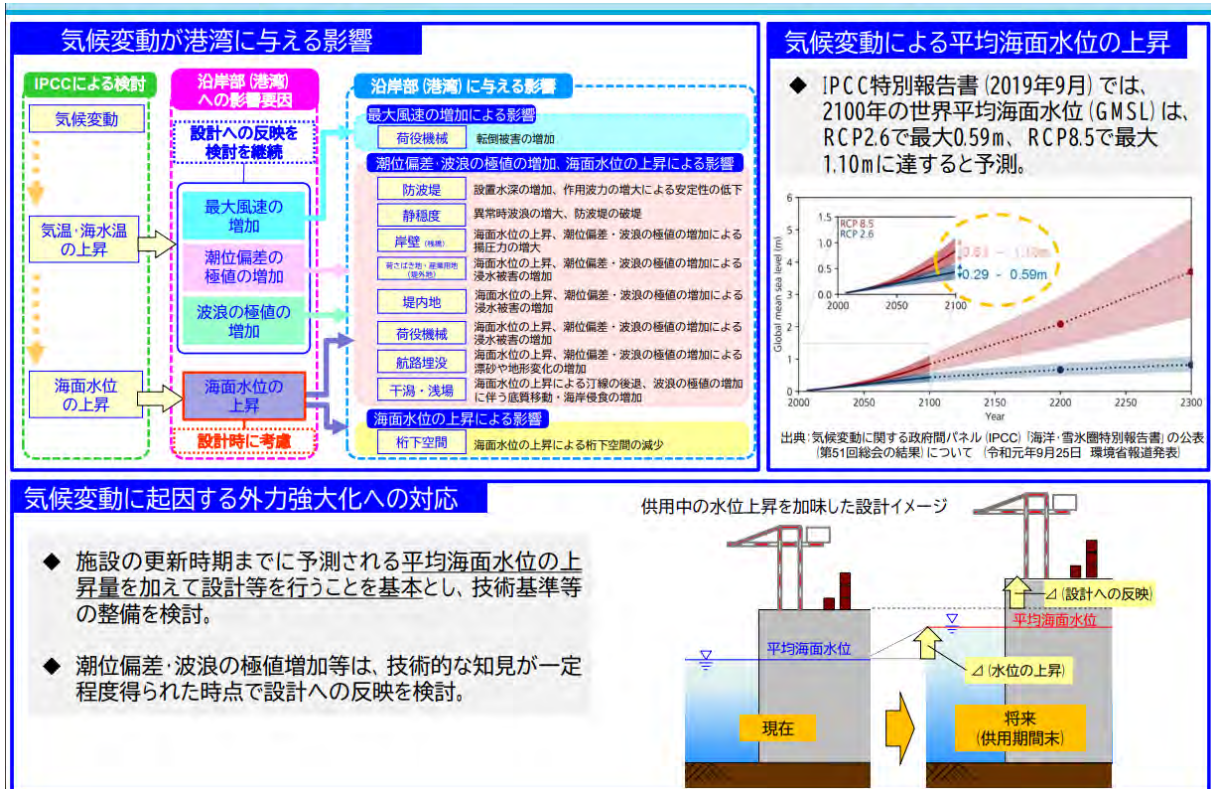
- ・将来の海面水位の上昇等を考慮した港湾計画等を策定。
- ・施設の更新時期までに予測される平均海面水位の上昇量を加えて設計等を行うことを基本とし、技術基準等の整備を検討。潮位偏差・波浪の極値増加等は、技術的な知見が一定程度得られた時点で設計への反映を検討。
- ・国がモニタリング結果に基づき、高潮・高波の影響を予測し、港湾管理者等に情報を提供。

### c. 災害に強い海上交通ネットワーク機能の構築

- ・フェリー・RORO船等の就航環境の整備による物流網のリダンダンシー確保、ネットワークを意識した岸壁・臨港道路等の耐震化。
- ・老朽化した耐震強化岸壁の性能を照査し、必要に応じ、埠頭再編等と併せて船舶の大型化も考慮した再配置を実施。
- ・船舶の沖合退避等を考慮した港湾BCP等を検討。
- ・地域の重要港湾に整備された耐震強化岸壁を核に、域内の地方港湾等への二次輸送体制の構築を検討。

- d. 臨海部の安全性と災害対応力の更なる向上
- ・防波堤の粘り強い構造化や避難対策など、ハード・ソフト一体となった総合的な津波対策の更なる加速。
  - ・ライブカメラ、ドローン等を活用した迅速な情報収集。
  - ・被災した港湾管理者に対する国の業務支援の更なる充実。
  - ・港湾BCPの実効性を確保するため、その策定を担う官民の協議会を法的な枠組みに位置づけることなどを検討。
  - ・災害対応型「みなとオアシス」をネットワーク化し、港湾の防災機能を更に向上。
  - ・緊急物資輸送や生活支援に対応した港湾BCP策定。
  - ・複合災害・巨大災害を視野に入れた広域的な港湾BCPに基づく訓練で対応能力を向上。
  - ・感染症発生下でも災害に対応可能な対策を講じる。

【参考】気候変動が港湾に与える影響等



出典：交通政策審議会「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方 概要」

図 2-20 気候変動が港湾に与える影響等

## (2) 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会

国土交通省港湾局は、令和3年2月に「港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会」を設置し、令和3年度までに計4回の技術検討委員会を開催している。その概要を以下に示す。

表 2-11 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会の概要

名称	港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会
関係機関・実施主体	国土交通省 港湾局海岸・防災課
開催日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第1回(令和3年2月24日) 《配布資料》「気候変動適応策に関する動向」 「海面水位・高潮・高波の観測事実と将来予測～「日本の気候変動2020」から～(気象庁)」 「気候変動適応策の実装に向けた論点」 「気候変動適応策の実装に向けた論点(参考資料)」</li> <li>・ 第2回(令和3年3月17日) 《配布資料》「気候変動適応策の実装に向けた論点整理(第1回委員会のご意見と今後の検討の方向性)」 「気候変動適応策の実装に向けた論点整理(参考資料)」 「気象庁 報道発表資料(令和3年2月25日)(参考資料)」</li> <li>・ 第3回(令和4年1月24日) 《配布資料》 「前回までの委員会を踏まえた論点整理及び今後の進め方」 「IPCC AR6 WG1の概要(気象庁気象研究所)」 「港湾において対策を講じる上での参考事例について」(非公開) 「港湾において対策を講じる上での論点」</li> <li>・ 第4回(令和4年3月11日) 《配布資料》 「第3回委員会のご意見と今後の対応(案)」 「潮位差の大きい地域における参考事例」 「事前対策と事後的対策の比較」 「気候変動の影響評価の検討事例」(非公開) 「潮位観測結果に基づく北海道沿岸の海面水位の経年変化と将来予測」(非公開) 「d4PDFによる将来の設計波の推定手法」(非公開)</li> </ul>
開催趣旨	<p>港湾は、水際線に存在する特性上、海面水位上昇や台風の強大化など、将来発生しうる気候変動の影響が不可避であり、長期的な視点で対策を講じることが求められる。</p> <p>令和2年8月には、交通政策審議会より「今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方」が答申され、気候変動に起因する外力の強大化への対応として、以下の具体的な施策が示されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 将来にわたる港湾機能の維持に必要な港湾計画等の策定</li> <li>② 将来の外力の強大化を考慮した施設設計</li> <li>③ 不確実性に対処するためのモニタリングや技術開発 など</li> </ol> <p>また、同年12月には気象庁・文部科学省より「日本の気候変動 2020」が公表され、日本沿岸の平均海面水位等の将来予測が示されるなど、科学的知見も蓄積されつつある。</p> <p>このため、気候変動適応策の実装に向けて、学識経験者等からなる「港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会」を開催し、必要な基準類の整備に向けて検討を行う。</p>



【検討内容】

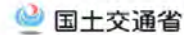
第3回検討会で検討された論点及び今後の検討の方向性を下記に示す。

論点	今後の検討の方向性【第2回提示】	【第2回での主なご意見】	今後の検討事項(案)
<b>1. 外力設定</b> <b>①海面水位</b> 海面水位の上昇量の設定 <b>②波浪</b> a) 常時波浪の波高・波向・周期の設定 b) 異常時波浪の波高・波向・周期の設定 <b>③潮位偏差</b> 高潮偏差の増大量の設定 <b>④風</b> 風圧力の設定	◆ 一定程度の知見が得られているものから、基準値に反映する方向で検討。 ◆ 基準値については、「最新の知見」を踏まえつつ、それを総合的に勘案して外力を決定する構成を検討。 ◆ 「設計で用いる潮位」には、現在の気候で生じる潮位に加え、「日本の気候変動2020」を参考として、「供用期間中に生じる海面水位上昇量を加えた潮位」を用いる方向で基準値への記載を検討する。 ◆ 「特長検討に用いる波浪(常時波浪)」については、追加的対策で対応することも念頭に、現段階で気候変動の影響を考慮するかどうかも含めて、基準値での取扱いを検討する。 ◆ 「施設設計に用いる波浪(異常時波浪)」には、最新の知見で算出した設計沖波を基本としつつ、d4PDFなどの気候モデルや確率台風モデルを用いて算出される将来予測を総合的に勘案する方向で基準値への記載を検討する。 ◆ 潮位の設定において考慮する高潮については、d4PDFなどの気候モデルや確率台風モデルを用いて算出される潮位偏差の将来予測を総合的に勘案する方向で基準値への記載を検討する。 ◆ d4PDF等のアンサンブル気候予測データベースを用いる場合のダウンスケーリングの手法についても標準化の可能性を検討する。 ◆ 「荷役機械の風圧力の算定に用いる風」については、供用期間中に気候変動の影響が顕在化する可能性は低いことから、設計時点の風況を前提として基準値での取扱いを検討する。	◆ 客観的理由を整理すべき。 ◆ 設計に見込む外力の増加量は、「平均値」と「上限値」の両方を見て、2つの条件の差を総合的に判断して設定すべき。 ◆ RCP2.6シナリオを用いることは妥当。 ◆ 海面水位の上昇量の基本を、「平均値」と「上限値」のいずれを用いるかについて、合理的な整理が必要。 ◆ 全国のいくつかの港湾を例に、現在までのトレンドと、将来の変化予測を行い、影響を把握すべき。 ◆ d4PDFにより、いくつかの港湾を例に試算をして、発生しうる事象とその対応を把握して、方針を検討すべき。 ◆ 設計に用いる値については、将来予測をそのまま用いるのではなく、総合的に判断すべき。 ◆ これまでのトレンドも分析すべき。 ◆ 高1段階として、現在の最新の気象条件で外力を設定し、高2段階として、気候変動による影響を見込むという方法も有りうる。 ◆ 風についてはd4PDFによる将来予測の精度を確認することが必要。 ◆ 港湾の施設の設計条件をデータベース化して、外力が変化した場合の状況を把握することが必要。 ◆ リスク評価や対策の実施について課題は多いが、技術開発により解決することが必要。 ◆ 気候変動以前の話として、雨量に必要な外力設定の考え方を再検討すべき施設も存在するのではないかと。 ◆ リスク評価に必要な手法を早期に確立することが必要。 ◆ 重要度や利用形態に応じた評価を行うべき。 ◆ 長期的な視点に立って、「港湾全体の適応水準の設定」、「対気スケジュール」やその「主体」を定め、関係者間で合意形成することが必要。そのためにはマスタープランが必要。 ◆ 海岸保全施設との「整合性」と「違い」に留意すべき。高圧機械や貨物のない岸壁であれば、浸水は許容するが構造的には壊れないという要求性能もあり得るのではないかと。 ◆ 老朽化対策の際に、将来の改良が容易な構造に変えることが必要。津波機能を維持する上で重要な施設は優先的に対応すべき。 ◆ 施設毎に「見直し期間」や「供用期間」について具体的な設定手法を示してはどうか。 ◆ 手戻りの大きな施設は、標準的な外力設定に加えて $\alpha$ の要素を入れてはどうか。 ◆ 「補修しやすい構造」と「持ち強い構造」は異なることに留意。 ◆ 既存の施設に適用できる各種工法を検討すべき。	◆ 全国の代表的な港湾を例に、 ①海面水位 ②波浪(波高・周期・波向) ③潮位偏差 について、 A) 過去からのトレンド分析 B) 気候モデル等を用いた将来予測 を実施し、設計等に使用する外力の考え方を整理。 ◆ 風について気候モデル等を用いた将来予測について文献等を確認。 ※次回(3月)及び令和4年度の委員会で検討予定 ◆ 本日の議事(4)の結果も踏まえ、 ①気候変動を考慮した技術基準体系のあり方 ②長期的な視点からのマスタープランの必要性 等について、検討を進める。 ※次回(3月)及び令和4年度の委員会で検討予定
<b>2. 対策</b> <b>①リスク評価</b> <b>②対策方針(整備水準、優先順位)の設定</b> <b>③不確実性の存在</b> <b>④工法の設定</b>	◆ 気候変動適応策の包括的な施策パッケージについて、ガイドライン等への記載を検討。 ◆ 船隻や2重パラバット等の越波流量などについて、研究の進捗状況を踏まえ、基準等への記載を検討する。 ◆ 船隻の利用形態に応じた許容越波流量の設定について、基準値への記載を検討する。 ◆ 将来の気候変動に対するゾーン別の適応方針を示したマスタープランの設定を検討する。 ◆ 手戻りが大きい施設や長期に渡り供用が想定される施設については、追加費用が最小となるような事前対策の考え方について、基準値への記載を検討する。 ◆ 海外の事例等も参考にして、供用中の施設の改良にも対応できる工法について、ガイドライン等への記載を検討する。	◆ 港湾の施設の設計条件をデータベース化して、外力が変化した場合の状況を把握することが必要。 ◆ リスク評価や対策の実施について課題は多いが、技術開発により解決することが必要。 ◆ 気候変動以前の話として、雨量に必要な外力設定の考え方を再検討すべき施設も存在するのではないかと。 ◆ リスク評価に必要な手法を早期に確立することが必要。 ◆ 重要度や利用形態に応じた評価を行うべき。 ◆ 長期的な視点に立って、「港湾全体の適応水準の設定」、「対気スケジュール」やその「主体」を定め、関係者間で合意形成することが必要。そのためにはマスタープランが必要。 ◆ 海岸保全施設との「整合性」と「違い」に留意すべき。高圧機械や貨物のない岸壁であれば、浸水は許容するが構造的には壊れないという要求性能もあり得るのではないかと。 ◆ 老朽化対策の際に、将来の改良が容易な構造に変えることが必要。津波機能を維持する上で重要な施設は優先的に対応すべき。 ◆ 施設毎に「見直し期間」や「供用期間」について具体的な設定手法を示してはどうか。 ◆ 手戻りの大きな施設は、標準的な外力設定に加えて $\alpha$ の要素を入れてはどうか。 ◆ 「補修しやすい構造」と「持ち強い構造」は異なることに留意。 ◆ 既存の施設に適用できる各種工法を検討すべき。	◆ 本日の議事(4)の結果も踏まえ、 ①気候変動を考慮した技術基準体系のあり方 ②長期的な視点からのマスタープランの必要性 等について、検討を進める。 ※次回(3月)及び令和4年度の委員会で検討予定

資料：2.1.3.7. 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会（第3回 資料-1）  
 図 2-21 本検討会における論点及び今後の検討の方向性

第4回検討会で示された今後の検討事項とアウトプットイメージ下記に示す。

今後の検討事項とアウトプットイメージ



<p><b>今後の検討事項</b> (第3回委員会資料より)</p> <p>全国の代表的な港湾を例に、                  ①海面水位                  ②波浪(波高・周期・波向)                  ③潮位偏差                  について、                  A) 過去からのトレンド分析                  B) 気候モデル等を用いた将来予測                  を実施し、設計等に使用する外力の考え方を整理。                  風について気候モデル等を用いた将来予測について文献等を確認。</p> <p>①気候変動を考慮した技術基準体系のあり方                  ②長期的な視点からのマスタープランの必要性                  等について、検討を進める。</p>	<p><b>アウトプットイメージ</b></p> <p><b>技術基準(省令・告示・同解説※)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設計等に使用する外力の考え方  <small>※港湾の施設の技術上の基準・同解説</small></li> </ul> <p><b>ガイドライン等</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>対象者</b> 国、港湾管理者、沿岸部立地企業(施設設置者)</li> <li>◆ <b>用途</b> 技術基準において整理される事項も含めつつ、上記対象者が気候変動適応を実施する際に活用できる手引き</li> <li>◆ <b>ポイント</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動影響が顕在化する時間軸に配慮した利用性の確保や、一体的に機能する施設の利便性・安全性、気候変動適応と利用者利便確保についても整理</li> <li>事後的対策の考え方や適用ルールについて規定</li> <li>長期的視点からのマスタープランの必要性・策定方法を説明</li> </ul> </li> </ul>
---	---

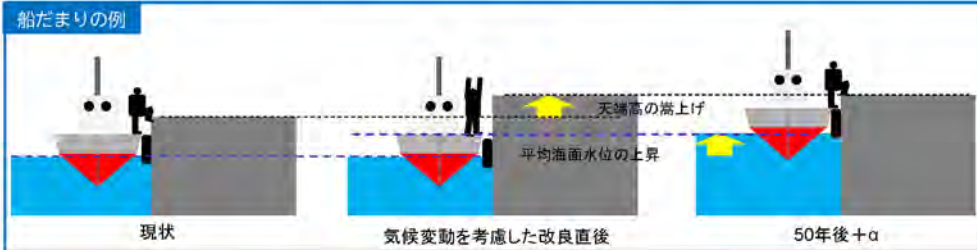
資料：2.1.3.7. 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会（第4回 資料-1）  
 図 2-22 本検討会における論点及び今後の検討の方向性

## 対策を講じる上での実務面の課題

### 【課題1】

- ◆ 供用期間末の外力条件を設計した場合、利用に支障を来す可能性のある施設が存在。

#### 船だまりの例



岸壁の標準的な天端高

	岸壁の標準的な天端高	
	潮位差 3.0m以上	潮位差 3.0m未満
大型岸壁 (水深4.5m以上)	+0.5~1.5m	+1.0~2.0m
小型岸壁 (水深4.5m未満)	+0.3~1.0m	+0.5~1.5m

※表中の値は、朔望平均満潮面を基準として表している。

出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成30年5月)日本港湾協会【中巻P1059】

3

出典「第3回委員会 資料-4」

図 2-23 対策を講じる上での実務面の課題 1

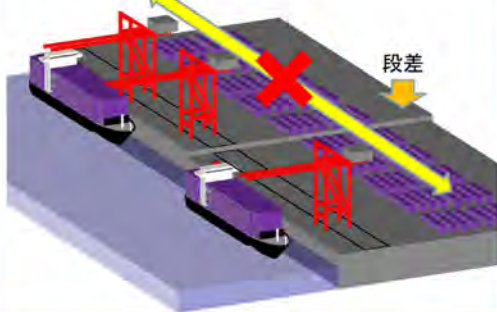
## 対策を講じる上での実務面の課題

### 【課題2】

- ◆ 個別施設毎に供用期間末の外力条件で設計した場合、施設の整備時期で高さや断面に差違が生じる。
- ◆ 特に一体的に機能する施設で隣接箇所で高さや断面が異なる場合、施設の利便性や安全性の低下が懸念。

#### コンテナターミナルの例

岸壁高さやガントリークレーンのレールに段差が生じ、連続バースとしての一体運用が困難に。



#### 断面変化点で被災した防波堤の例

断面変化点に波力が集中し、施設の弱点になる場合がある。



4

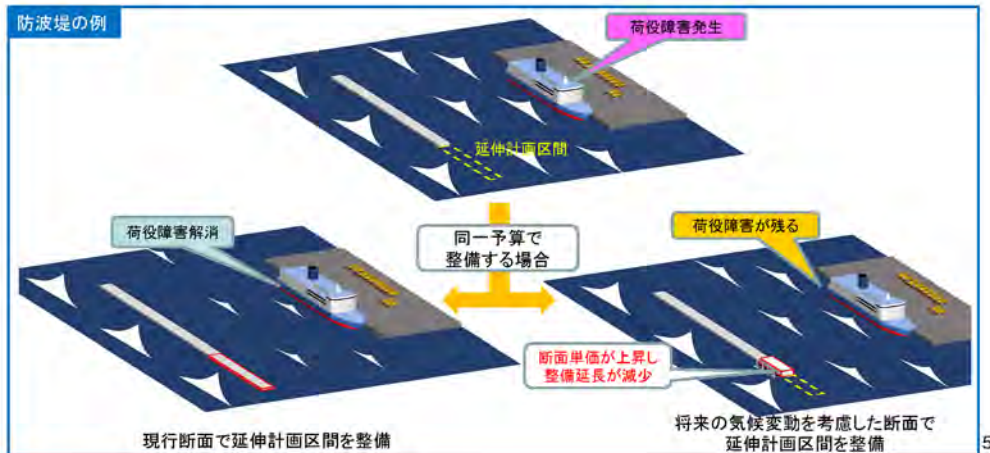
出典「第3回委員会 資料-4」

図 2-24 対策を講じる上での実務面の課題 2



【課題3】

- ◆ 予算が限られる中で、既に事業化した施設について気候変動を考慮した外力条件に変更した場合、断面単価が上昇して、当初予定していた効果の発現時期が遅れ、利用者等に大きな影響を及ぼす可能性。



出典「第3回委員会 資料-4」

図 2-25 対策を講じる上での実務面の課題 3

対策についての論点①

【論点1】

- ◆ 段階的な整備を前提とした技術基準体系が必要ではないか？

現行の技術基準の適用の考え方

- ◆ 原則、施行日以降に新規に設計に着手する施設に対して一律に適用。  
※供用期間末の外力条件で設計することを明示した場合、各施設に対して一律に適用。

気候変動を考慮した技術基準体系の方向性（案）

- ◆ 供用時期や利用に対する要請を勘案して、当初から供用期間末の外力条件を適用するか、モニタリングを踏まえた事後的対策を前提として現行の外力条件を適用するか選択することができないか。
- ◆ 事後的対策を前提とする場合は、維持管理計画に「具体的な気候変動適応策を着手すべき条件」を明記することで、実効性を担保できないか。

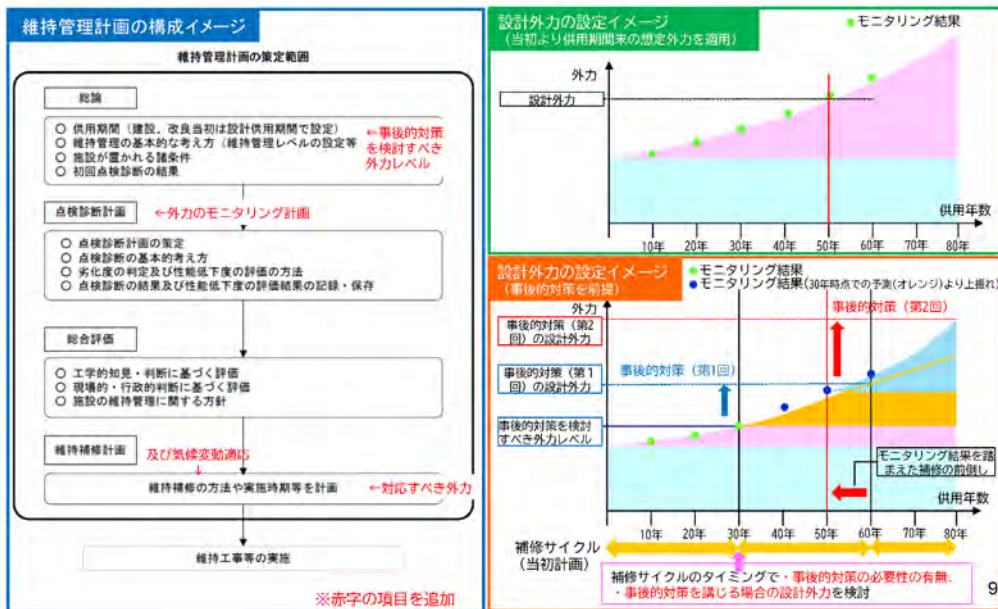
<考慮すべき要素>

- 手戻りの大きさ、トータルでの経済性
- 一体に利用する既存施設との高さ・断面との整合性
- 利用者の要請
- 追加的対策の容易性

6

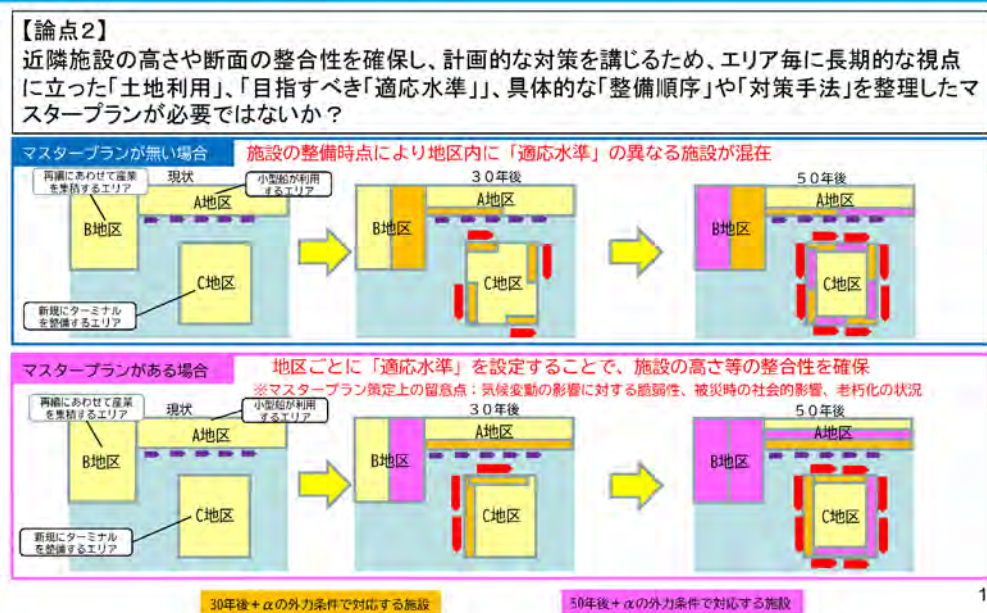
出典「第3回委員会 資料-4」

図 2-26 対策についての論点①



出典「第3回委員会 資料-4」

図 2-27 維持管理計画に気候変動適応策を明記するイメージ



出典「第3回委員会 資料-4」

図 2-28 対策についての論点②



第3回委員会のご意見と今後の対応(案)(1)

(1) 気候変動適応策の実装に向けて整理・提示すべき事項

	主なご意見	対応(案)
①	「設計供用期間」については、技術基準・同解説に具体の記述がないため、考え方を明確化する必要がある。また、変動波浪の再現期間との関係や、海面水位上昇による潮位の作用の変化などについても整理していく必要がある。	気候変動適応策の実装を想定した場合の、技術基準・同解説において追加すべき事項を整理。
②	事後的対策を行う場合における、着手のタイミングの考え方や設計の考え方について、実務用のガイドラインが必要。	「事後的対策」の運用ルールを検討していく中で、考え方について整理。
③	事後的対策を実施する条件を明示するにあたり、外力のモニタリング結果を踏まえて着手する以外に、AR6のように将来予測が変更された場合はどうするのか、整理が必要。	「事後的対策」の運用ルールを検討していく中で、考え方について整理。
④	外郭施設と係留施設で、施設の目的・使用形態が異なる。外郭施設は使用がないので、海面上昇量の上限値で設計する、という考え方がある。他方、係留施設では、使用性を考慮して、上限値ではなく平均値を採用する、という考え方もあり得る。	施設種類ごとに、目的・使用形態を踏まえて、想定すべき海面上昇量(上限値/平均値/下限値)について整理。
⑤	検討する際の対象期間は、長すぎると社会の変化が大きいため、20年程度で設計を見直しながら50年程度をターゲットとして整備する、という感覚でよいのではないか。	外郭施設、係留施設といった施設ごとの利用形態に応じて、設計供用期間をかえることなどについて検討。

出典「第4回委員会 資料-1」

図 2-29 第3回委員会のご意見と今後の対応(案)(1)

第3回委員会のご意見と今後の対応(案)(2)

(1) 気候変動適応策の実装に向けて整理・提示すべき事項

	主なご意見	対応(案)
⑥	例えば防波堤の整備で事後的対策を適用しないケースで、事業途中で外力が変わってしまった場合を想定して、外力変化の許容範囲を決めておく形にはどうか。	ガイドライン等を整理していく中で、留意すべき事項として取り込んでいく。
⑦	気候変動による外力変化があった場合に、所期の要求性能を満たさなくなること又は満たさなくなったことを、関係者で共有する仕組みが必要ではないか。	マスタープランの中で、どの程度の気候変動まで対応しているのかを明示。
⑧	事後的対応やそのためのモニタリングについての計画・実施主体について、明確化が必要。	役割分担の考え方についてガイドライン等の中で整理するとともに、各港の関係者において分担を決めるための枠組み(協議会の設置等)について記載。
⑨	検討ケースや場合分けが多すぎると、現場での実装で大変になるため、適切な単純化が必要。	現場での実装を意識し、検討ケースや場合分けが適度に複雑化しないよう留意する。

出典「第4回委員会 資料-1」

図 2-30 第3回委員会のご意見と今後の対応(案)(2)

(2)検討を進める上で背景・根拠として整理しておくべき事項

	主なご意見	対応(案)
⑩	岸壁利用に関して、岸壁天端高と乾舷高の関係における工夫として、潮位差の大きい地域(例:瀬戸内海、有明海)における参考事例について確認すべき。	→資料2にて報告。
⑪	事前対策と事後的対策で、総事業費がどのように変わるのか。	→資料3にて報告。
⑫	ユーザーにおける気候変動適応についての考えとして、浸水防護と利便性についてのとらまえ等についても把握しながら検討すべき。	今後、適宜港湾ユーザーへのヒアリング等を実施。

3

出典「第4回委員会 資料-1」

図 2-31 第3回委員会のご意見と今後の対応(案)(3)

### 2.1.3.3. 日本の気候変動 2020 （文部科学省・気象庁：令和2年12月）

文部科学省および気象庁は、「気候変動に関する懇談会（文部科学省・気象庁）」の助言を受け、日本における気候変動対策の効果的な推進に資することを目的として、日本の気候変動について、これまでに観測された事実や、今後の世界平均気温が2℃上昇シナリオ及び4℃上昇シナリオで推移した場合の将来予測をとりまとめた「日本の気候変動 2020」を令和2年12月に公表した。

日本及びその周辺における大気中の温室効果ガスの状況や気候システムを構成する諸要素（気温、降水、海面水位、海面温度など）について、観測事実と将来予測（主に2℃/4℃上昇シナリオ（RCP2.6/8.5）に基づき予測）がまとめられており、観測値の長期変化傾向や予測の不確実性・確信度が付記されている。本レポートによれば、現時点で、日本沿岸域における「平均海面」の将来予測の確信度は高いが、「高潮偏差」と「波高」の将来予測については確信度が低いとされている。



出典：文部科学省・気象庁「日本の気候変動 2020（概要版）」

図 2-32 日本沿岸域における海面水位、高潮、波高の将来予測

以下に、「日本の気候変動 2020」から「海面水位」、「高潮偏差」および「波高」に係る将来予測内容について概要を示す。

● 台風の発生数、日本への接近数・上陸数、強度に長期的な変化傾向は見られない

- 台風の発生数、日本への接近数・上陸数、強度に長期的な変化傾向は見られない。
- 日本付近の台風は、強度が最大となる緯度が北に移動している。

● 日本の南海上で猛烈な台風の存在頻度が増すと予測される

- 日本付近の台風の強度は強まり、日本の南海上で猛烈な台風の存在頻度が増加すると予測される（確信度が中程度）。
- 世界全体では、個々の熱帯低気圧に伴う雨と風は強まると予測される（確信度は高から中程度）。

● 冬季は暖冬型の、夏季は日本付近で南西風を強めるような気圧配置に近づく傾向が近年見られる

- 冬季の気圧配置は、日本の南東で気圧が上昇するという、暖冬の際に見られる特徴と似た変化傾向が見られる。
- 夏季には、日本の南で気圧が上昇し北で低下する傾向が見られる。

● 冬型及び夏型の気圧配置の特徴は、ともに現在より弱まると予測される

- 冬季の季節風は弱まると予測される（確信度は中程度）。
- 夏季太平洋高気圧の北への張り出しは弱まると予測される（確信度は中程度）。

● 日本沿岸の平均海面水位は、1980 年以降、上昇傾向にある

- 世界平均海面水位の上昇は、最近の数十年、加速している。
- 日本沿岸の平均海面水位は、顕著な長周期変動を示し、1980 年以降は上昇傾向も認められる。

● 日本沿岸の平均海面水位は上昇すると予測される

- 21 世紀末の日本沿岸の平均海面水位は上昇する（確信度が高い）。この海面水位上昇量は、世界平均と同程度である。
- 平均海面水位の上昇は、浸水災害のリスクを高める。

● オホーツク海の海氷面積は減少している

- オホーツク海の年最大海氷面積は、長期的に有意に減少している。
- 北海道沿岸では 1980 年代後半以降、流氷量の減少が著しい。
- 北極の海氷面積は長期的に有意に減少しているが、南極の海氷面積は有意な変化傾向を示していない（確信度が高い）。

● オホーツク海の海氷面積は今後も減少すると予測される

- 21世紀末のオホーツク海の海氷面積は20世紀末に比べて減少する（確信度が高い）。
- 北極海の海氷面積は減少し、海氷厚が薄くなる（可能性が非常に高い）。

● 日本の高潮の発生数と大きさに、長期的な変化傾向は見られない

- 高潮災害は世界中で発生している。
- 日本の高潮の発生数や大きさには、年ごとの変動があるものの、有意な長期変化傾向は認められない。
- 高波の波高は、世界の広い海域で高まる傾向が見られる。
- 日本沿岸では高波の波高が増加する傾向が見られ、その変化は特に太平洋側で大きい。

● 高潮のリスクは増大すると予測される

- 高潮は、北半球の低～中緯度帯では風の変化に対応し強まる（確信度は低い）。
- 東京湾、大阪湾及び伊勢湾の最大潮位偏差は大きくなる（確信度は中程度）。
- 高波の波高は、南半球の高緯度及び北太平洋の中央部で高まるが、予測のばらつきが大きく、確信度は低い。
- 日本沿岸では平均波高は低くなる（確信度は中程度）ものの、極端な高波の波高は多くの海域で高くなる（確信度は低い）。



## 2.2. アンケート調査

### 2.2.1. アンケートの目的

気候変動に対して被害が予想される漁港施設において、全国で実施した対策内容を把握するため、全国の漁港管理者にアンケートを実施し、外力となる設計沖波情報及び漁港施設の改良状況についての特徴を調べた。

### 2.2.2. アンケートの項目

#### 【設問1】

- アンケート目的：漁港毎の設計沖波情報を把握する
- アンケート対象：全国の漁港管理者
- 回答結果：2,785 漁港（県単位の結果として、66 種類として整理）
- 設問項目：①策定年度、②策定機関、③波浪推算方法、④再現期間、⑤今後の見直し

※水産庁では、近年、地球規模の気象・海象変動の影響等もあり、全国で波高の増大およびこれに伴う施設被害報告を受け、「海象条件の変化に順応した設計沖波の点検・見直しの考え方とその手法について」として、関係都道府県水産基盤整備事業担当者へ事務連絡（令和2年9月16日）を通知している。アンケート調査により、各管理者における設計沖波の見直し状況を把握する。

#### 【設問2】

- アンケート目的：高潮対策、災害復旧を実施した漁港毎の施設改良内容を把握する
- アンケート対象：全国の漁港管理者
- 回答結果：494箇所
- 設問項目：①設計年次・災害発生年次 ②施設区分  
③施設名称 ④主な改良内容  
⑤事業名 ⑥災害復旧の概要

※地球温暖化による設計外力の増加による漁港施設への影響を検討するための試設計において、その対象となるモデル施設の選定にあたっての基礎情報として使用する。

### 2.2.3. アンケートの対象者

アンケートの対象者は、全国の漁港管理者を対象として、表 2-12 に示す都道府県の漁港担当者にメールで送付し、併せて都道府県内の市町村漁港管理者にもアンケートに協力してもらうように依頼した。

表 2-12 アンケート送付の自治体一覧

北海道開発局	神奈川県	兵庫県	福岡県
北海道	新潟県	和歌山県	佐賀県
青森県	富山県	鳥取県	長崎県
岩手県	石川県	島根県	熊本県
宮城県	福井県	岡山県	大分県
秋田県	静岡県	広島県	宮崎県
山形県	愛知県	山口県	鹿児島県
福島県	三重県	徳島県	沖縄県
茨城県	滋賀県	香川県	以下余白
千葉県	京都府	愛媛県	
東京都	大阪府	高知県	



## 2.2.4. アンケート調査票

アンケート調査票は、EXCEL で作成し、メールで各自治体に送付した。送付したアンケート調査票を図 2-33～図 2-35 に示す。

**留意点**

- ◆調査表のセルの大きさ等は自由に変えていただいて結構ですが、セルの結合や行列の挿入削除はしないでください。
- ◆入力者情報として、以下の項目を記載してください。

**入力者情報**

項目	入力欄
所属	〇〇県〇〇部〇〇課
氏名	△△太郎
連絡先（電話）	0***-***-****
連絡先（e-mail）	aaa@bbb.lg.jp

図 2-33 アンケート調査票（1）

**設問 1 設計沖波の策定状況及び見直しについて**

◆貴都道府県における設計沖波の策定状況及び見直し予定について、回答してください。  
 目的: 令和2年9月に「海象条件の変化に順応した設計沖波の点検・見直しの考え方とその手法について」を通知したところですが、現在の策定状況とその後の見直しを把握するとともに、気候変動適応策を検討するにあたって課題抽出等の基礎資料とします。  
※後日、波浪推算に係る資料提供を求める場合がありますので、ご協力をお願いします。

◆回答要領

- (1)～(3) 基本情報を入力済みです。修正が必要な場合は朱書き訂正願います。（令和3年4月1日時点）
- (4)～(6) 現在の設計沖波情報を入力願います。
- (7) (6)で「その他」を選択した場合のみ、具体的な方法を直接入力して下さい。
- (8) 現在の設計沖波において、算出されている再現期間の該当箇所「○」を選択願います。
- (9) 今後の見直しについて、最も近い回答をプルダウンで選択願います。

(1) 漁港番号	(2) 漁港情報		(4) 策定年度	(5) 策定機関	(6) 設計沖波情報		(8) 再現期間			(9) 今後の見直し (実施時期)	
	漁港名	管理者			波浪推算方法	直接入力	30年	50年	100年		
<b>入力済み（修正は朱書き）</b>											
記載例	A A	B 県	フルダウン選択 2018年(平成30年)	直接入力	フルダウン選択 スペクトル法(第3世代)	直接入力		○	—	—	フルダウン選択 予定なし(実施済み)
記載例	C C	D 市	1989年(平成元年)以前	B 県	その他	波浪観測データ〇〇漁港沖地点		○	○	—	実施予定(5年以内)
1110050	斜内	北海道									
1110065	浜猿弘	北海道									
1110080	宗谷	北海道									
1110090	声間	北海道									
1110110	西稚内	北海道									
1110115	稚咲内	北海道									
1110120	東上泊	北海道									
1110130	幌泊	北海道									
1110135	浜中	北海道									
1110140	須古頓	北海道									
1110150	西上泊	北海道									
1110155	宇遠内	北海道									
1110160	知床	北海道									
1110170	差閉	北海道									
1110180	香深井	北海道									
1110190	内路	北海道									
1110200	新湊	北海道									
1110210	蘭泊	北海道									
1110220	御崎	北海道									
1110230	鬼臨	北海道									
1110250	雄忠志内	北海道									
1111020	豊碑	北海道									
1111030	初浦	北海道									
1111050	天売尻尻	北海道									
1111060	力基	北海道									

( 1 / 62 )

図 2-34 アンケート調査票（2）

設問2 高潮・波浪対策の実施状況について

- ◆貴県道府県における高潮・波浪対策に関する整備（設計）実績について、回答してください。
  - 過去10年間で実施（設計）した改良施設を対象とします。
  - 完成の有無は問いません。（10）～（12）に設計した施設を対象とします。
  - ※後日、関連資料等の提供を求め場合がありますので、ご協力をお願いします。

◆回答要項

- (1)～(5) 施設の基本情報を入力願います。
- (6) 改善内容に記載されている施設名称をそのまま入力して下さい。
- (7) 改良内容がブルダウン対策として下さい。
- (8) (7)で「その他」を選択した場合は、具体的に改良内容を入力して下さい。
- (9) 当該施設が「高潮対策」として実施した場合は、具体的に事業名を入力して下さい。
- (10) (9)で「その他（交付金など）」を選択した場合は、具体的に事業名を入力して下さい。
- (11)～(12) (9)で「交付金事業」を選択した場合は、該当する日等の総額を記載して下さい。

※別紙預いた施設の「計画年度」及び「標準年度」を記載願います。（※付表式）

整理番号	(1) 都道府県	(2) 事業実施者	(3) 施設種別	(4) 設計年度・実年度	(5) 施設区分	(6) 施設名称	(7) 主な改良内容			(9) 事業名	(11) 事業費		
							ブルダウン対策	ブルダウン対策	ブルダウン対策		(11) 事業費	(12) 事業費	(13) 事業費
記載例	●●県	●●市	●●海岸	2019年(令和元年)	外野施設	A防波堤	堤上げ改良	沖合に防波堤	海岸施設強化事業	—	—	—	
記載例	●●県	●●市	●●海岸	2012年(平成24年)	外野施設	B防波堤	その他	堤を削段	災害復旧事業	平成23年11月7日	台風O号	設計最高を超える高潮来岸	
記載例	●●県	●●市	●●海岸	2020年(令和2年)	集積施設	2-6e貯槽場	堤上げ改良	その他(交付金など)	岡山県村地域整備交付金	—	—	—	
記載例	●●県	●●市	●●海岸	2017年(平成29年)	輸送施設	運路	排水改良	水産資源基盤整備事業	—	—	—	—	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

図 2-35 アンケート調査票（3）

## 2.2.5. アンケート結果

### 2.2.5.1. 設問1 設計沖波の策定状況及び見直しについて

アンケート項目は5項目（表 2-13）、回答数は2,785漁港（表 2-14）であった。

表 2-13 設問1 アンケート項目

項目		記載内容
設計沖波情報	策定年度	策定年を記載
	策定機関	策定を行った自治体・財団・企業名を記載
	波浪推算方法	SMB法、スペクトル法等の手法を記載
	再現期間	再現期間を30年・50年・100年別に記載
今後の見直し(実施時期)		見直し状況を予定なし・実施予定・検討中から選択

表 2-14 都道府県別のアンケート回収数

都道府県名	漁港数	割合	都道府県名	漁港数	割合
北海道開発局	38	1.4%	兵庫県	53	1.9%
北海道	205	7.4%	和歌山県	94	3.4%
青森県	85	3.1%	鳥取県	18	0.6%
岩手県	99	3.6%	島根県	83	3.0%
宮城県	143	5.1%	岡山県	26	0.9%
秋田県	20	0.7%	広島県	44	1.6%
山形県	15	0.5%	山口県	97	3.5%
福島県	10	0.4%	徳島県	29	1.0%
茨城県	9	0.3%	香川県	92	3.3%
千葉県	68	2.4%	愛媛県	190	6.8%
東京都	21	0.8%	高知県	88	3.2%
神奈川県	25	0.9%	福岡県	59	2.1%
新潟県	64	2.3%	佐賀県	46	1.7%
富山県	16	0.6%	長崎県	219	7.9%
石川県	69	2.5%	熊本県	103	3.7%
福井県	44	1.6%	大分県	110	3.9%
静岡県	48	1.7%	宮崎県	23	0.8%
愛知県	34	1.2%	鹿児島県	139	5.0%
三重県	72	2.6%	沖縄県	82	2.9%
滋賀県	—	0.0%	無回答	59	2.1%
京都府	33	1.2%			
大阪府	13	0.5%	合計	2,785	100.0%

## (1) 設計沖波情報

### 1) 策定年度

図 2-36 は、直近の設計沖波の策定年度を示したものであり、H17 は 793 漁港と最も多い。そこで、設計沖波の見直しは、漁港基準の改定時期の影響があると推察し、漁港基準の改訂年度の一覧を表 2-15 にまとめた。設計沖波の見直しが増える時期は、漁港の設計基準が改訂された後に集中して見直しが行われる傾向にあると考えられる。

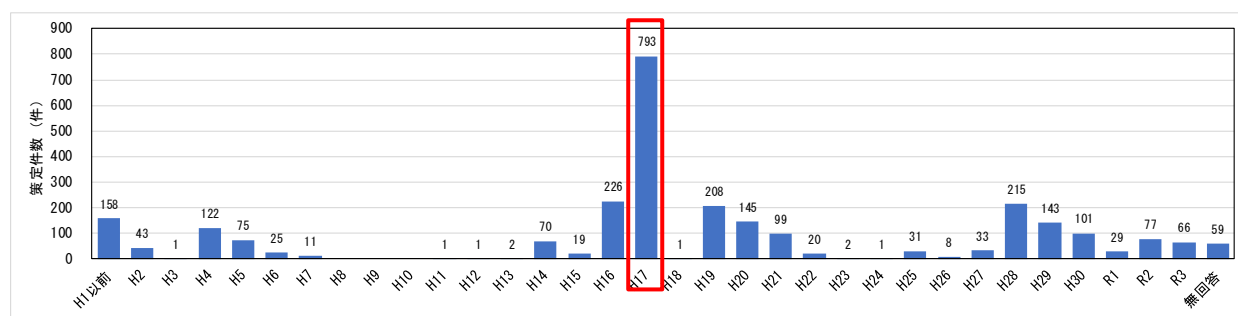


図 2-36 設計沖波の策定年度

表 2-15 漁港基準の改訂年度の一覧

年度	改訂された基準
1984	S59 漁港構造物標準設計法
<b>1990</b>	<b>H2 漁港構造物標準設計法</b>
1999	H11 漁港の技術指針
<b>2003</b>	<b>H15 漁港・漁場の施設の設計の手引き</b>
2004	H16 海岸保全施設の技術上の基準・同解説
2007	H19 港湾の施設の技術上の基準・同解説
<b>2015</b>	<b>H27 漁港・漁場の施設の設計参考図書</b>
2018	H30 港湾の施設の技術上の基準・同解説
2018	H30 海岸保全施設の技術上の基準・同解説

令和3年を起点とした過去5年区切りで設計沖波策定年（表2-16および図2-37）を見ると、過去10年以内（H24-R03）に設計沖波が策定された漁港は704漁港（約26%）である一方で、10年以上（H23以前）も設計沖波が見直されていない漁港は2,020漁港（約74%）に上った。特に、30年以上の期間で設計沖波が見直されていない漁港は439漁港（約16%）存在しており、近年の気候変動による波高増大傾向を勘案すると、設計沖波の見直しの検討が望まれる。

表 2-16 設計沖波の5ヶ年別策定年度【無回答を除く】

年度	漁港数	割合
H3 以前	202	7.4%
H04-H08	233	8.5%
H09-H13	4	0.1%
H14-H18	1317	48.3%
H19-H23	266	9.8%
H24-H28	288	10.6%
H29-R03	416	15.3%
合計	2,726	100.0%

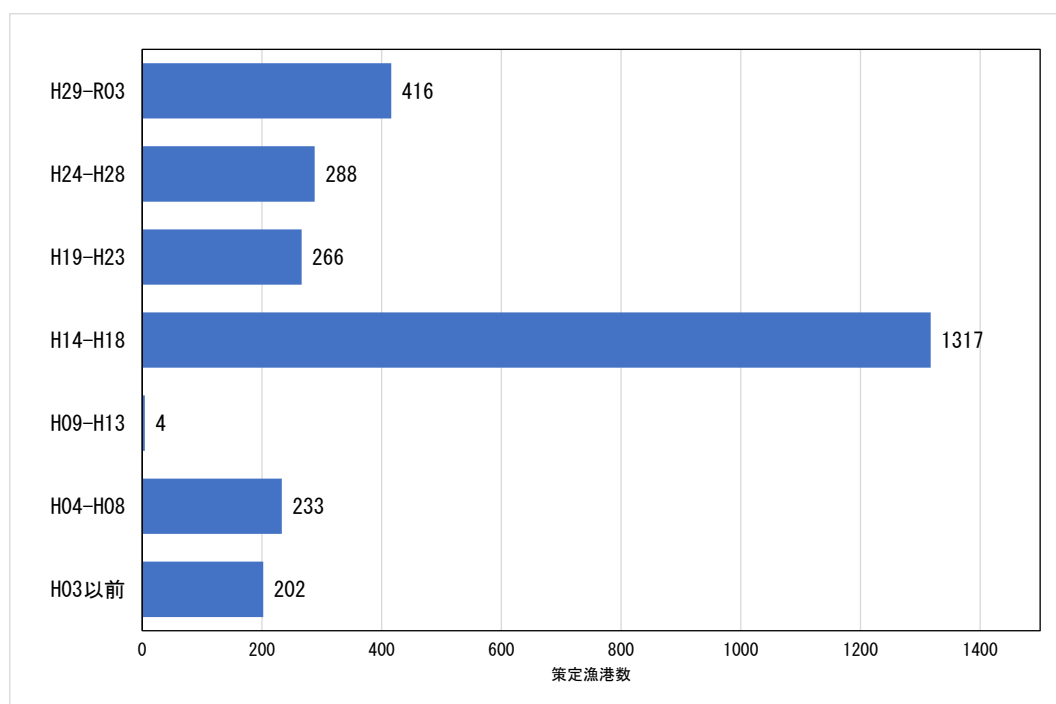


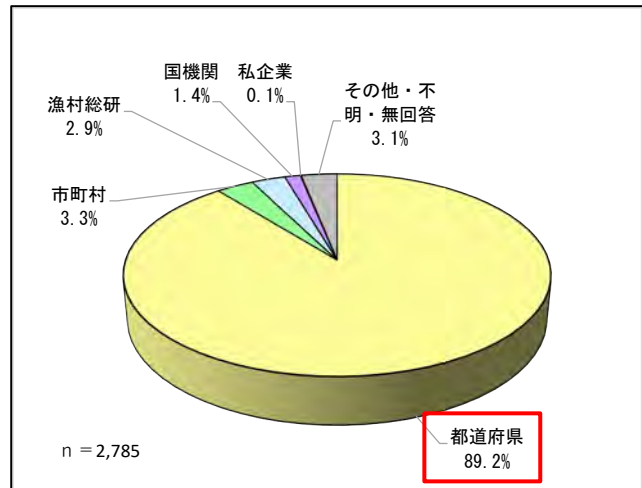
図 2-37 設計沖波の5ヶ年別策定年度【無回答を除く】

## 2) 策定機関

策定機関は、都道府県による 2,485 漁港が最も多く全体の約 9 割近くを占めていた。市町村 91 漁港、漁村総研 82 漁港、国機関（北海道開発局）38 漁港、私企業 2 漁港であったが、漁村総研および私企業については、算定の業務委託先である。

表 2-17 設計沖波情報の策定機関

機関名	件数	割合
都道府県	2,485	89.2%
市町村	91	3.3%
漁村総研	82	2.9%
国機関	38	1.4%
私企業	2	0.1%
その他・不明・無回答	87	3.1%
合計	2,785	100.0%



## 3) 波浪推算方法

波浪推算方法は、平成 17 年（2005 年）頃から使用され始めているスペクトル法（第 3 世代）の 1,627 漁港が最も多く全体の約 6 割を占めていた。一方で、スペクトル法（第 2 世代）が 306 漁港、スペクトル法（第 1 世代）が 245 漁港など、古い世代の推算方法による漁港も多くあった。水産庁による「海象条件の変化に順応した設計沖波の点検・見直しの考え方とその手法について」では、近年の波高増大傾向による設計沖波の見直しと併せ、必要に応じて波浪推算方法の見直し検討についても言及しており、特にスペクトル法（第 1 世代）や SMB 法を用いて推算している漁港の設計沖波については、一部の湾内発生波による設計沖波を除けば、波浪推算方法の見直し検討が望まれる。

表 2-18 設計沖波情報の波浪推算方法

波浪推算方法	件数	割合
SMB 法	217	7.8%
SMB 法とスペクトル法の両方	145	5.2%
スペクトル法(第 1 世代)	245	8.8%
スペクトル法(第 2 世代)	306	11.0%
スペクトル法(第 3 世代)	1,627	58.4%
その他	154	5.5%
不明・無回答	91	3.3%
合計	2,785	100.0%

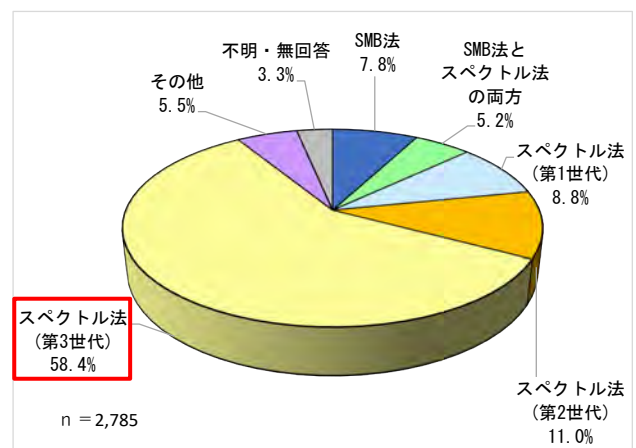


表 2-19 その他波浪推算方法の内訳

波浪推算方法（その他 154 件の内訳）	件数	割合
スペクトル法（改良 MRI-II）	68	44.2%
SMB 法とブレットシュナイダー法	44	28.6%
沖波高一覧表 (MRI 法)	18	11.7%
気象庁で計算された伊勢湾台風の風の分布により過去台風コースに於ける波高を算出	14	9.1%
Bretschneider 法	8	5.1%
S. M. B. 法とサビル法	1	0.6%
ブシネスク方程式	1	0.6%
合計	154	100.0%

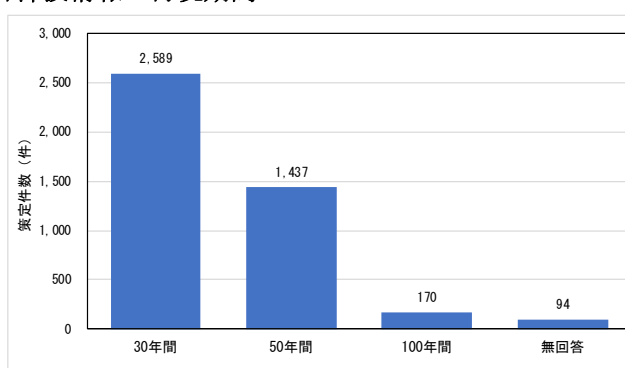
#### 4) 再現期間

設計沖波の再現期間は、30 年間 9 割、50 年間 5 割であった。漁港施設の設計では 30 年確率波が一般的であるが、離島の漁港施設や港湾と隣接する漁港施設では、50 年確率を設定する場合も存在するため、30 年に次いで 50 年の順番となったものと推測される。なお、任意の再現期間の設計沖波の算定にあたっては、波浪推算結果から統計処理するため、参考値として算出している管理者も多い。

表 2-20 設計沖波情報の再現期間

再現期間 (複数回答有)	件数	割合※
30 年間	2,589	93.0%
50 年間	1,437	51.6%
100 年間	170	6.1%
無回答	94	3.4%

※：母数は 2,785 件で算出



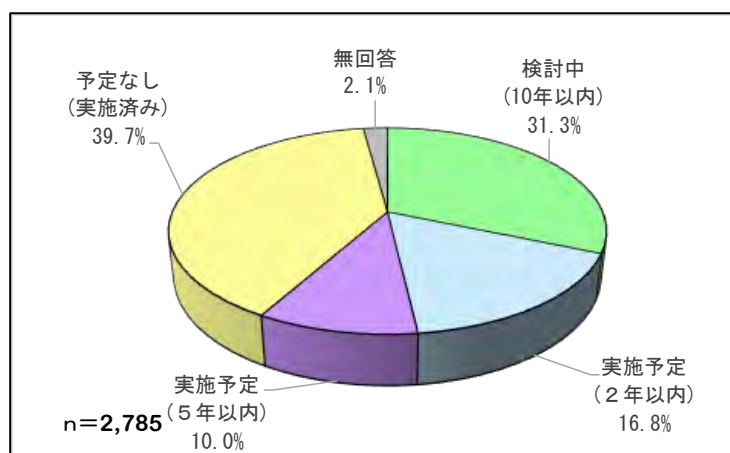


## (2) 今後の見直し（実施時期）

今後の設計沖波の見直しにあたっては、2年以内の実施予定は468漁港、5年以内の実施予定は279漁港、10年以内の実施予定は873漁港となっている。設計沖波の見直しの予定なし（実施済み）は1,106漁港の回答であったが、うち策定から既に10年以上経過している漁港は490漁港であった。これら漁港については、近年の波高増大の影響が再現期間に反映されていない可能性もあることから、年最大波高（例えば直近の波浪観測データ）の経年変化等による点検を行うことが望ましい。

表 2-21 今後の見直し（実施期間）について

今後の見直し	件数	割合
検討中 (10年以内)	873	31.3%
実施予定 (2年以内)	468	16.8%
実施予定 (5年以内)	279	10.0%
予定なし (実施済み)	1,106	39.7%
無回答	59	2.1%
合計	2,785	100.0%



## 2.2.5.2. 設問2 高潮・波浪対策実施状況について

アンケート項目は6項目（表 2-22）・回収数は494件（表 2-23）であった。

表 2-22 設問2 アンケート項目

項目	記載内容
設計年次・災害発生年次	設計年次・災害発生年を記載
施設区分	外郭施設・係留施設・輸送施設に分類
施設名称	具体的施設名(防波堤・護岸等)を記載
主な改良内容	主な改良内容(嵩上げ改良・消波工改良等)を記載
事業名	活用事業名(直轄特定漁港漁場整備事業等)を記載
災害復旧の概要	被災年月日・気象条件・被災要因(高潮位等)を記載

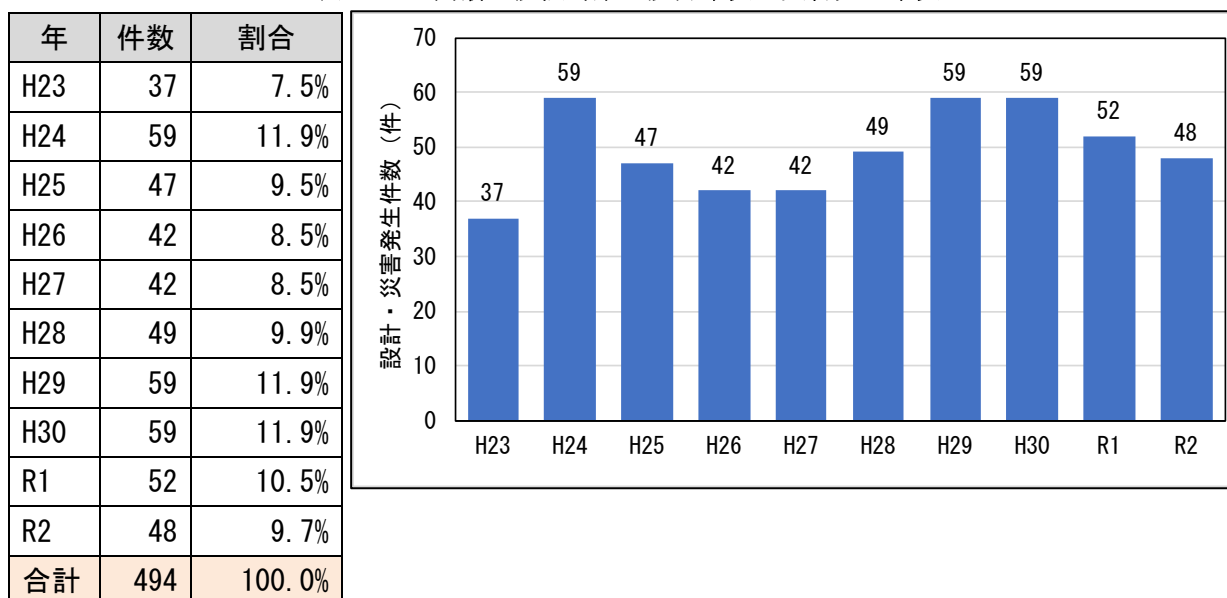
表 2-23 都道府県別のアンケート回収数

都道府県名	件数	割合	都道府県名	件数	割合
北海道開発局	39	7.9%	兵庫県	5	1.0%
北海道	71	14.4%	和歌山県	14	2.8%
青森県	39	7.9%	鳥取県	1	0.2%
岩手県	27	5.5%	島根県	15	3.0%
宮城県	2	0.4%	岡山県	4	0.8%
秋田県	14	2.8%	広島県	1	0.2%
山形県	5	1.0%	山口県	12	2.4%
福島県	1	0.2%	徳島県	1	0.2%
茨城県	0	0.0%	香川県	1	0.2%
千葉県	8	1.6%	愛媛県	12	2.4%
東京都	14	2.8%	高知県	6	1.2%
神奈川県	8	1.6%	福岡県	7	1.4%
富山県	9	1.8%	佐賀県	4	0.8%
石川県	8	1.6%	長崎県	46	9.3%
福井県	25	5.1%	熊本県	9	1.8%
静岡県	1	0.2%	大分県	19	3.8%
愛知県	4	0.8%	宮崎県	7	1.4%
三重県	4	0.8%	鹿児島県	14	2.8%
京都府	9	1.8%	沖縄県	28	5.7%
大阪府	0	0.0%	合計	494	100.0%

(1) 設計年次・災害発生年次

設計年次及び災害発生年次は、H24、H29 及び H30 の 59 件が最も多い。H24 は 8 月下旬から 9 月下旬にかけて台風 15 号、16 号、17 台風、H29 は台風 21 号、H30 は 21 号、24 台風が来襲し、多くの施設被害が発生している。

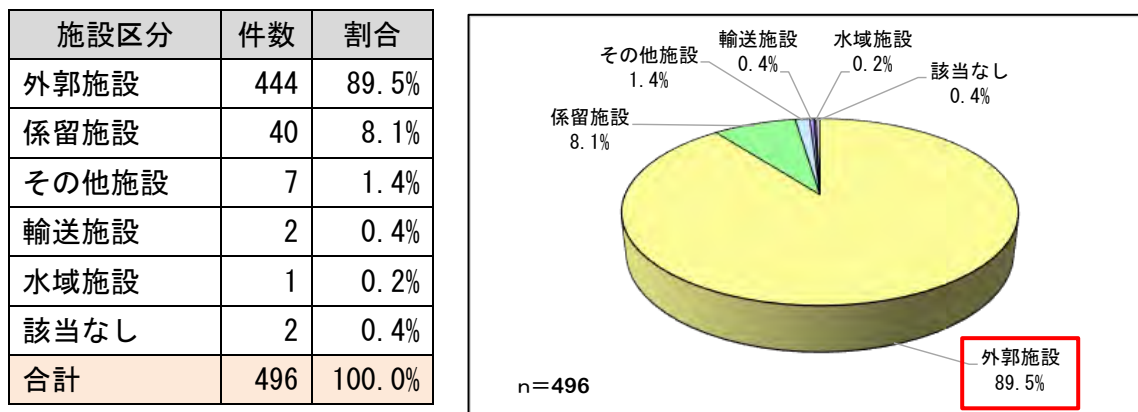
表 2-24 高潮・波浪対策の設計年次・災害発生年次



(2) 施設区分

施設区分は、高波の影響を受けやすい外郭施設（防波堤・護岸等）が 444 件と最も多く全体の 9 割近くを占めていた。漁港内に位置する係留施設（40 件）やその他施設（7 件）は、外郭施設に比べると比較的数量が少ない。

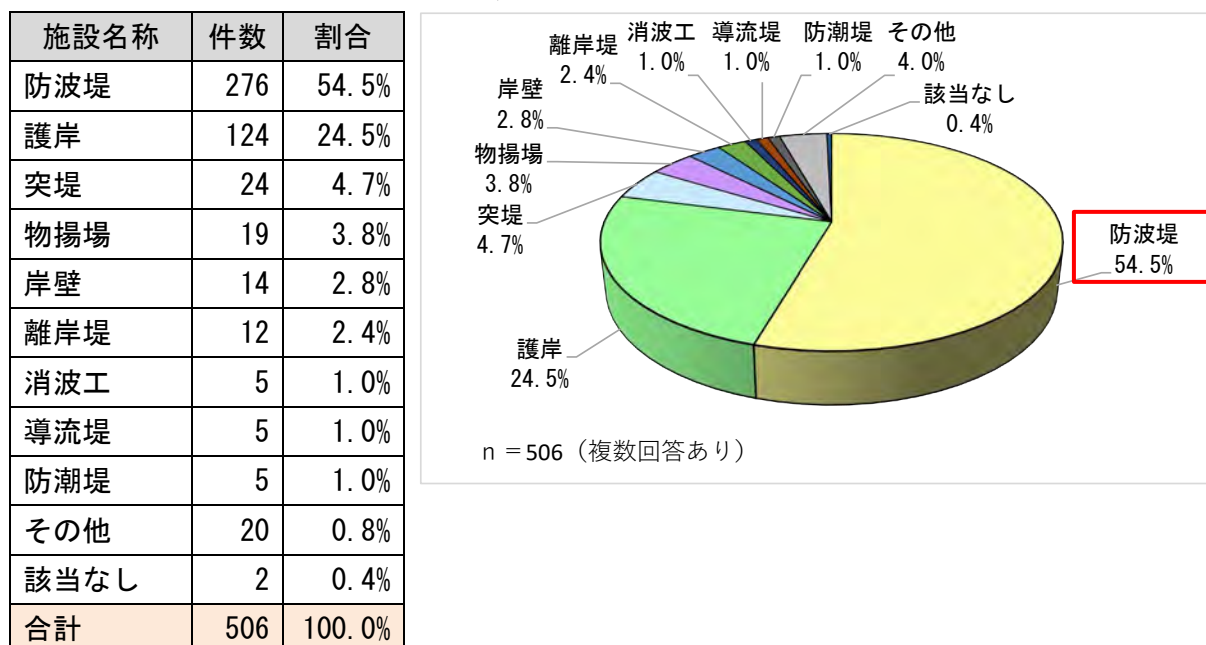
表 2-25 高潮・波浪対策を実施した施設の区分



### (3) 施設名称

施設名称としては、外郭施設である防波堤の276件が最も多く全体の5割以上を占めており、沖合に位置する施設で被害が多いことが確認できる。次いで、護岸124件、突堤24件、物揚場19件、岸壁14件、離岸堤12件等であった。

表 2-26 高潮・波浪対策を実施した施設の名称

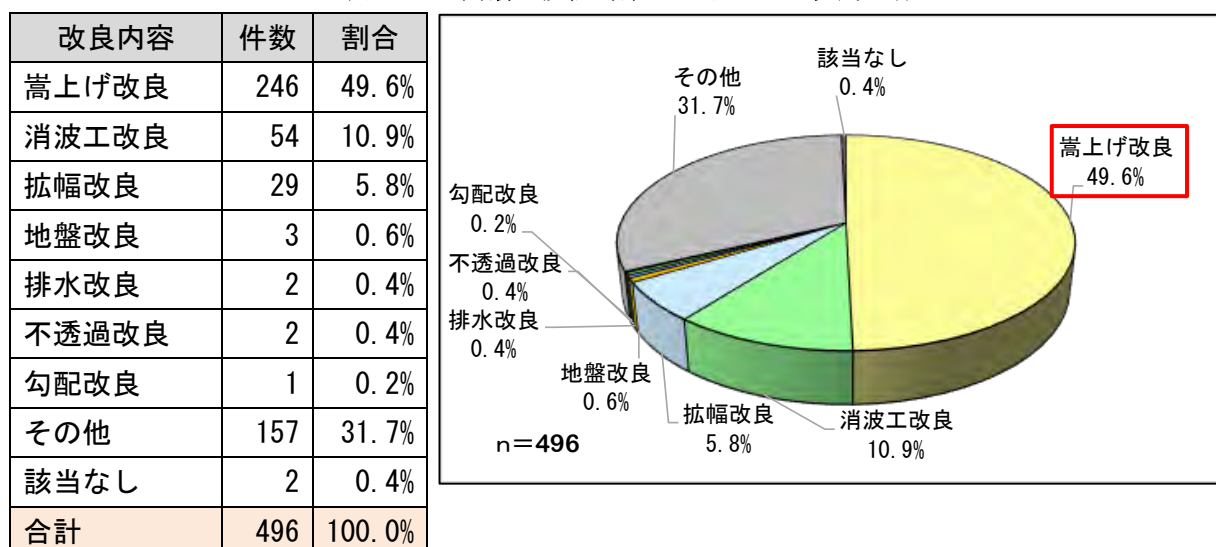


### (4) 主な改良内容

主な改良内容は、嵩上げ改良の246件が最も多く全体の約5割近くを占めており、次いで消波工改良54件、拡幅改良29件等であった。

なお、その他としては、「施設新設」、「静穏対策として港内突堤整備」「アンカー」、「沖合に防波施設」等であった。

表 2-27 高潮・波浪対策における主な改良内容

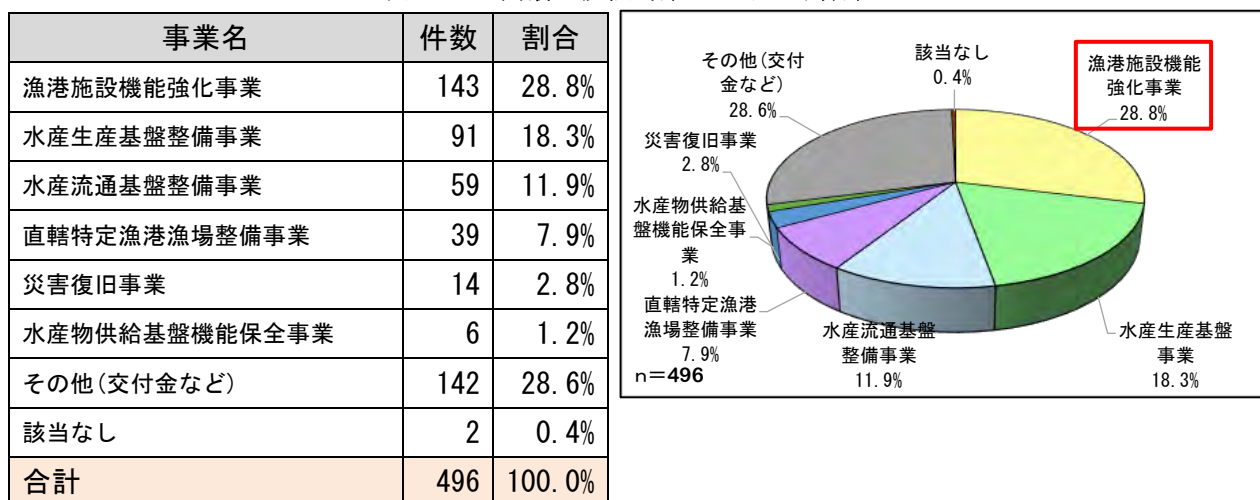


### (5) 事業名

事業名は、「漁港施設機能強化事業」の143件が最も多く全体の2割以上を占めていた。次いで「水産生産基盤整備事業」91件、「水産流通基盤整備事業」59件、「直轄特定漁港漁場整備事業」39件、「災害復旧事業」14件等であった。

なお、その他としては、「農山漁村地域整備交付金」、「市単独事業」等であった。

表 2-28 高潮・波浪対策における事業名



### (6) 災害復旧の概要

災害復旧の概要としては、15件回答があった。災害復旧の概要を表 2-29 に示す。主な被災要因としては、設計波高を越える高波来襲が挙げられており、近年顕著化しつつある気候変動による影響と推測できる。

表 2-29 高潮・波浪対策における災害復旧の概要

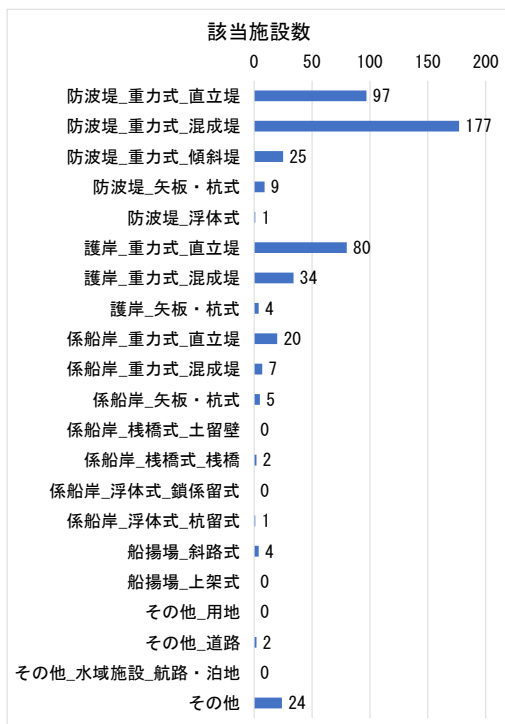
事業実施者	漁港名	被災年月	気象概要等	被災要因
北海道	盃漁港(盃地区)	H26.11	低気圧	設計波高を超える高波来襲
北海道	盃漁港(盃地区)	H27.10	低気圧	設計波高を超える高波来襲
北海道	幌武意漁港	H27.10	低気圧	設計波高を超える高波来襲
北海道	狩場漁港(美谷地区)	H29.12	低気圧	設計波高を超える高波来襲
越前町	玉川漁港	R2.1	冬季風浪	設計波高を超える高波来襲
越前町	白浜(城崎)漁港	H24.12	冬季風浪	設計波高を超える高波来襲
敦賀市	浦底漁港	H12.4	—	設計波高を超える高波来襲
舞鶴市	竜宮浜漁港	H29.10	台風21号	設計波高を超える高波来襲
有田市	逢井漁港	H30.9	台風21号	設計波高を超える高波来襲
有田市	初島漁港	H30.9	台風21号	設計波高を超える高波来襲
有田市	矢櫃漁港	H30.9	台風21号	設計波高を超える高波来襲
岩美町	東漁港	H28.1	風速：10分間平均最大風速20m/s 風向：WNW(1月20日4時10分湖山气象台)	設計波高を超える高波来襲
三豊市	上新田漁港	H16.7-8	台風10号	設計波高を超える高波来襲
佐世保市	高島漁港	R2.9	台風9号	その他
熊本県	塩屋漁港	H28.4	平成28年熊本地震	その他

また、アンケートから収集した施設事例の整理結果として、構造形式ごとの施設数と主な改良内容を図 2-38 に示す。

これによると、外郭施設である防波堤では、重力式混成堤が 117 件と最も多く、次いで重力式直立堤 97 件、重力式傾斜堤 25 件、矢板式 9 件の順番で多い結果となっている。外郭施設の護岸では、重力式直立堤 80 件、ついで重力式混成堤 34 件であった。一方で、係留施設では、係船岸の重力式直立堤 20 件、重力式混成堤 7 件、矢板・杭式 5 件、栈橋式栈橋が 2 件であった。

主な改良内容としては、「嵩上げ」、「拡幅」及びその組み合わせの対策が多く、全体の 70% 近くを占め、他に消波高設置 6%、新設が 21% であった。

### <構造形式ごとの施設数>



### <主な改良内容>

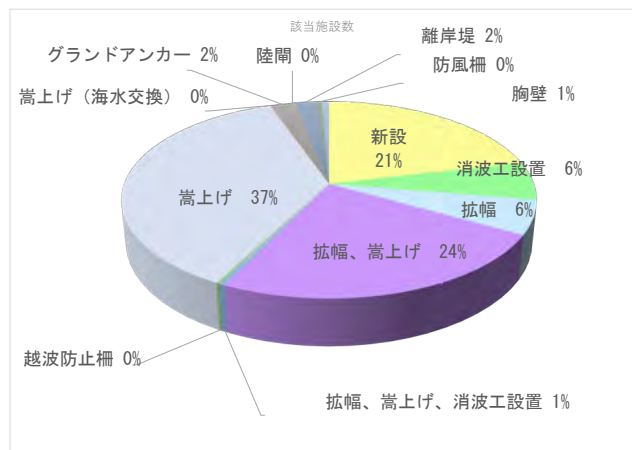


図 2-38 対策施設の構造形式毎の施設数と主な改良内容

### 2.2.5.3. アンケート結果から得られたこと

アンケート結果から得られたことを以下に示す。

- 設計沖波の見直しについて、策定年は、H17（2005年）の793漁港が最も多く、平成15年（2003年）に改訂された漁港基準の改訂が大きく影響を及ぼしたものと推測できる。また、漁港基準の改訂後に設計沖波の見直しが集中する傾向にある。
- 設計沖波の見直しが、前回の策定から30年以上経過している漁港数は439漁港あり、10年以上経過している漁港数は2020漁港あった。これらの漁港については、設計沖波の見直しの検討が必要と考えられる。
- 事業としては、「漁港施設機能強化事業」の143件が最も多く全体の2割以上を占めており、次いで「水産生産基盤整備事業」91件、「水産流通基盤整備事業」59件、「直轄特定漁港漁場整備事業」39件、「災害復旧事業」14件であった。
- 施設区分では沖合施設である「外郭施設」444件と多く、次いで「係留施設」40件であった。
- 施設名称では「防波堤」276件、「護岸」124件が上位を占めた。「係留施設」である「物揚げ場」および「岸壁」はそれぞれ19件および14件であった。
- 改良内容では、「嵩上げ」や「拡幅」およびその組み合わせの対策が多く全体の70%近くを占めていた。

以上のアンケート結果から、本調査で実施する試設計による検討としては、「外郭施設（防波堤と護岸）」および「係留施設」を主にモデル施設として選定を行い、対策方法としては「嵩上げ」や「拡幅」およびその組み合わせによる対策検討を基本とする。

### 2.3. 施工事例の整理

前項のアンケート調査において収集した漁港施設の施工事例から、気候変動に対する試設計とその対策検討に参考とした事例を抽出・整理した。施設の一覧を表 2-30に示す。



表 2-30 抽出した施工事例の一覧

区分	施設	タイプ	構造形式	外力	気候変動の影響を考慮する外力			都道府県	事業実施者	漁港名	改良方法	事業名	試設計の対象施設の選定理由
					海面水位	波浪	高潮偏差						
外郭施設	防波堤	重力式	混成堤	波力・浮力	○	○		青森県	青森県	小泊漁港(下前地区)	拡幅、嵩上げ、消波工設置	水産流通基盤整備事業	・日本海側の堤体拡幅、嵩上げ事例 ・防波堤は、最も多い施設であり、比較のため北と南の2施設を選定。
								鹿児島県	鹿児島県	小湊漁港	拡幅、嵩上げ	漁港施設機能強化事業	・太平洋海側の堤体拡幅、嵩上げ事例 ・防波堤は、最も多い施設であり、比較のため北と南の2施設を選定。
		重力式	傾斜堤	波力	○	○		長崎県	長崎県	長崎漁港	嵩上げ		・国内最大級の大型の消波ブロックの計画に対する気候変更の影響を検討するため選定
		矢板・杭式		波力	○	○		山口県	長門市	大浦漁港	防食	水産物供給基盤機能保全事業	・漁港施設にみられるカーテン防波堤の事例を選定
	護岸	重力式	直立堤	土圧・残留水圧・浮力	○	○	○	岩手県	釜石市	両国漁港	拡幅、消波工設置	漁港施設機能強化事業	・高潮偏差の影響を確認するため、湾内の漁港の護岸を選定。
係留施設	係留岸	重力式	混成堤	土圧・残留水圧・浮力	○			福岡県	糸島市	加布里漁港	嵩上げ	漁港漁場整備事業	・L型ブロックの混成堤であり、利用面に配慮した階段状の嵩上げ事例を選定
		矢板・杭式		土圧・残留水圧・浮力	○			千葉県	千葉県	片貝漁港	嵩上げ	その他(農山漁村地域整備交付金)	・係留施設の係留部を嵩上げた事例を選定
		栈橋式	栈橋	揚圧力	○			千葉県	市川市	市川漁港	拡幅、栈橋式係留岸	水産生産基盤事業	・栈橋式の事例を選定
		浮体式		漂流力・変動張力	○	○	○	長崎県	佐世保市	高島漁港	杭補強	災害復旧事業	・浮体式の浮栈橋として、台風による高潮により被災した事例を選定
その他	用地	漁港施設用地	船揚場	水位・波高	○	○	○	山口県	田布施町	尾津漁港	嵩上げ	その他(農山漁村地域整備交付金)	・船揚場の嵩上げ事例を選定

### 3. 気候変動による影響評価及び対策手法の検討

#### 3.1. 外力シナリオの設定

試設計に用いる外力は、平均海面水位・波浪・潮位偏差とする。

本検討では外力変化の傾向を把握するため、仮定に基づいて簡便的に設定した。

将来の気候変動による外力設定については、他分野の考え方を踏まえて検討を進める必要がある。

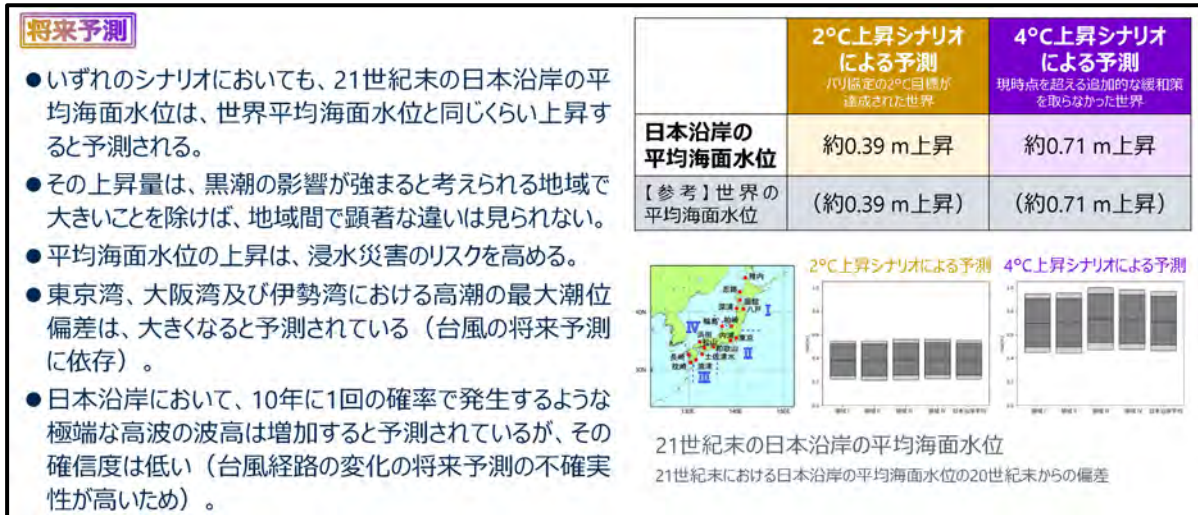
表 3-1 試設計に用いる外力の算定方法

設計に用いる外力	算定手法
①平均海面水位の上昇	「日本の気候変動2020」の2°C上昇シナリオの平均値を用いた
②波浪の増大	波浪は過去の観測波浪の実績から上昇量を外挿して算出した
③潮位偏差の増大	潮位偏差は海岸提言 <sup>*</sup> の試検討結果を参考とした

※気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会（第4回 資料-4）

### 3.1.1. 平均海面水位の気候変動による影響の設定

「日本の気候変動2020」では、気候変動に関する懇談会（文部科学省・気象庁）」の助言を受け、日本及びその周辺における大気中の温室効果ガスの状況や、気候システムを構成する諸要素（気温や降水、海面水位・水温など）の観測事実から将来予測を行い公表されている。



出典：「日本の気候変動 2020」

「日本の気候変動2020」の2°C上昇シナリオにより、2100年の潮位の上昇量を現況から40 cm上昇することを考慮して、経年的な潮位の変動状況を図 3-1のように推定した。

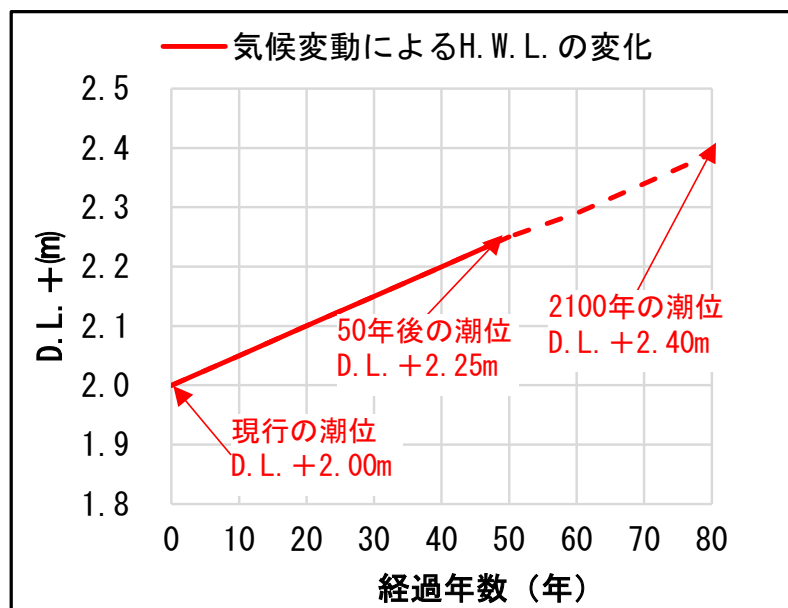


図 3-1 平均海面の上昇量設定の一例

### 3.1.2. 波浪の気候変動による影響の設定

気候変動による波浪増大の影響は現時点で明確な指標が無いことから、近年の波浪観測データを参考として、試設計に用いる条件を設定する。

全国16か所の波浪観測所の観測結果を用いて、2020年の波高と2100年の予測波高（外挿）を比較すると、波高比で0.83～2.12倍となることがわかる。そのため、試計算に用いる沖波波高は、2100年に平均値の1.3倍となるものとして設定する。

	年最大有義波高	年最大最高波高
留萌	1.16	1.16
秋田	1.18	1.32
輪島	1.14	1.14
金沢	1.10	1.10
鳥取	0.83	0.83
藍島	1.19	1.19
伊王島	1.42	1.42
名瀬	1.37	1.37
苫小牧	1.17	1.17
むつ小河原	1.34	1.34
仙台新港	1.27	1.27
小名浜	1.53	1.53
下田	2.12	2.12
室津	1.15	1.15
志布志	1.02	1.02
中城	1.42	1.19
最小値	0.83	0.83
最大値	2.12	2.12
平均値	1.28	1.27

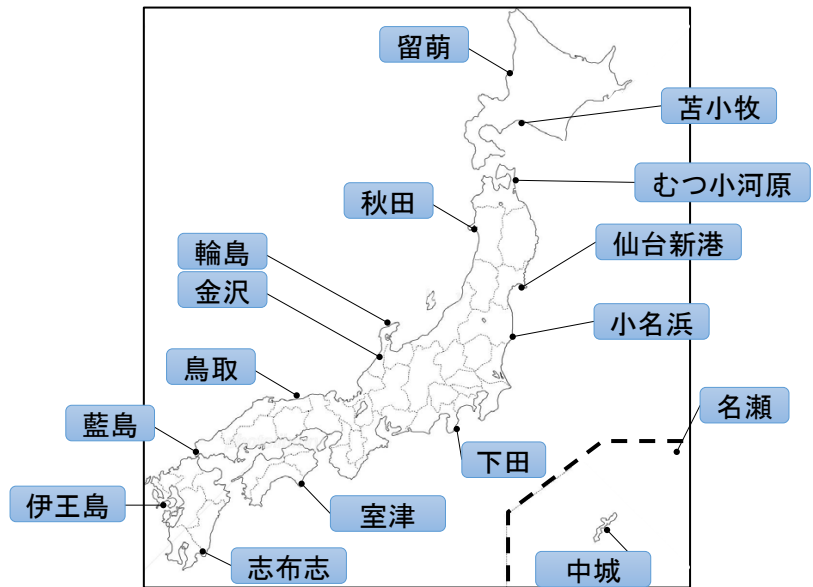


図 3-2 全国 16 か所波浪観測所の観測結果より予測される波高比

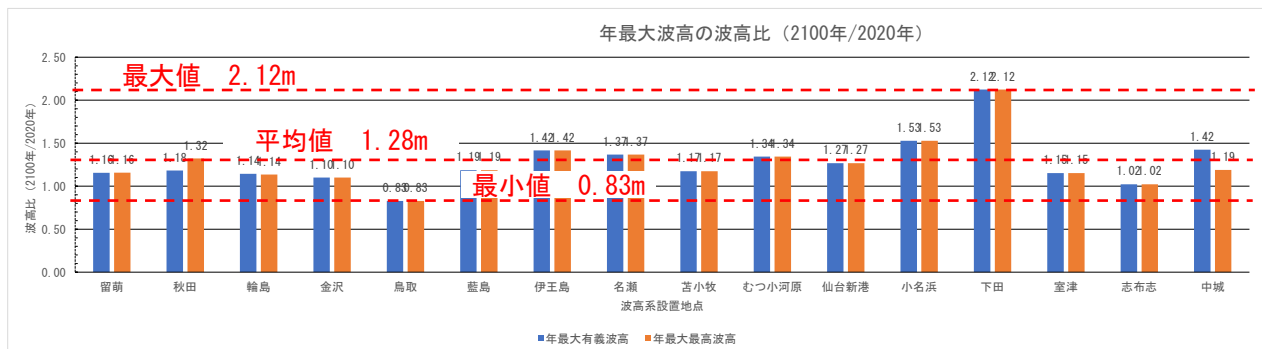


図 3-3 全国 16 か所波浪観測所の観測結果より予測される波高比

### 3.1.3. 潮位偏差の気候変動による影響の設定

「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会（第4回：資料－4）」では、d4PDFと高潮経験予測式による潮位偏差の影響評価（試験）が行われており、潮位偏差の予測結果が示されている。

この簡易的な予測結果より、高潮偏差の2000年と2100年の比率を算出した結果、表 3-2、図 3-4の結果となり、北海道、東北は1.0～1.1倍、その他の地点では1.2倍と予想される。このため、試設計における将来の高潮偏差は安全側として1.2倍として設定する。

表 3-2 高潮偏差の過去実験と将来実験から予想される 2100 年の比率

領域	地点	高潮偏差の過去実験 (m)	高潮偏差の将来実験 (m)	2100年/2000年比率
領域 1	釧路	1.0	1.0	1.0
領域 2	八戸	0.8	0.8	1.0
領域 3	鮎川	1.4	1.5	1.1
領域 4	東京	4.5	5.3	1.2
領域 5	名古屋	5.2	6.2	1.2
領域 6	大阪	6.4	7.7	1.2
領域 7	呉	2.9	3.5	1.2
領域 8	鹿児島	2.6	3.0	1.2

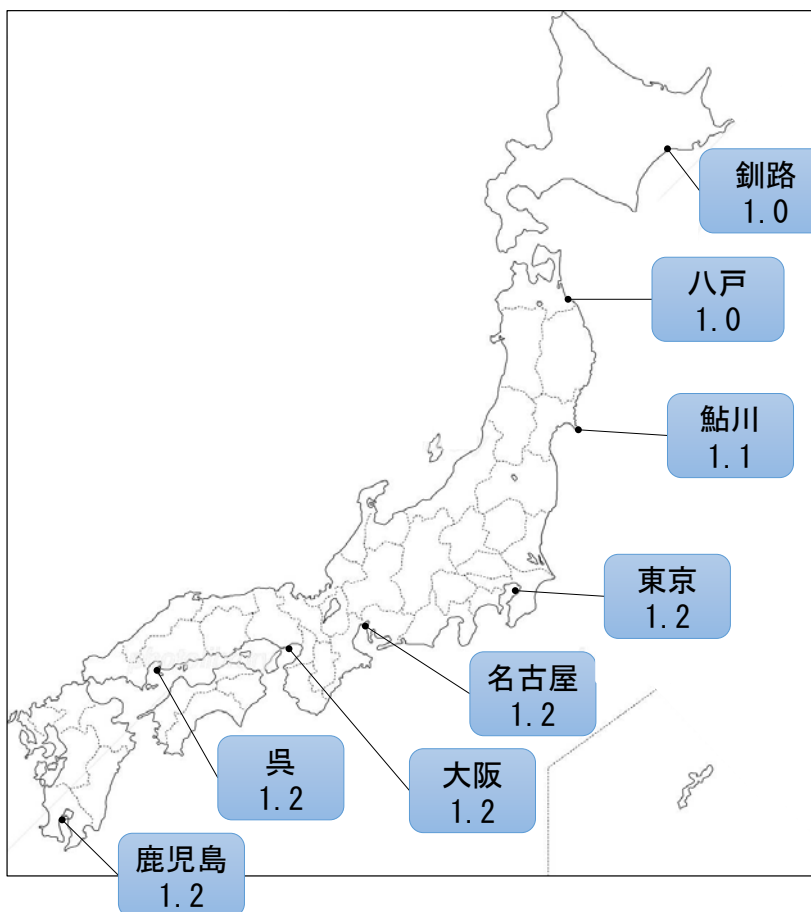


図 3-4 2100 年と 2000 年の高潮偏差の比率

## 3.2. 試設計（基本設計）

### 3.2.1. 試設計のための整備シナリオの設定

前項で設定した将来の気候変動による外力変化は不確実性を有することから、経済性を踏まえつつ、合理的な適応策を選択するための整備シナリオを考慮する必要があり、本検討においては、気候変動への対策時期を想定した以下の3つのシナリオを設定する。

**先行型対策**：将来の気候変動による影響が現れないうちに、対策を前もって実施する整備シナリオ

**順応型対策**：施設の機能（利用や構造面）で支障が生じる直前に、その都度必要な対策を段階的に実施する整備シナリオ

**直前型対策**：施設の機能（利用や構造面）で支障が生じる直前に、将来の気候変動に備えた対策を一度に実施する整備シナリオ

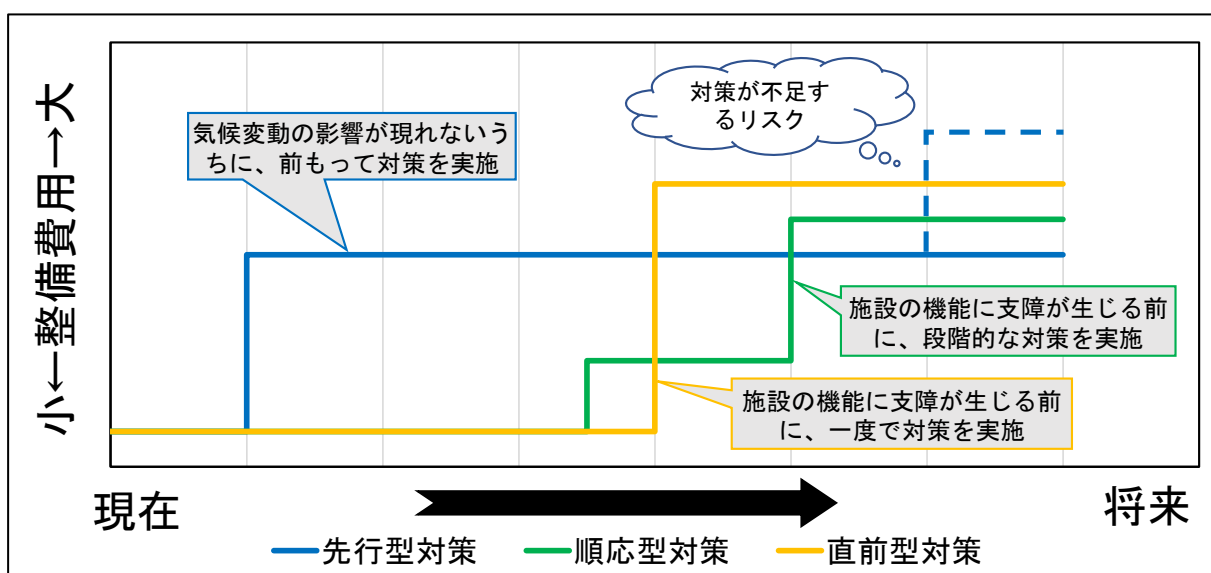


図 3-5 気候変動に対する整備シナリオのイメージ

一方、整備シナリオの選定にあたっては、以下の点について留意が必要と考えられる。

- 施設区分や構造形式によって整備シナリオが限定される可能性がある。
- 気候変動に対する整備シナリオは、将来の気候変動による設計外力上昇に伴うリスクが、常に潜在化している状態であることに注意が必要である。
- 隣接する施設で一体的に利用される複数の施設においては、高さや断面の整合性に配慮した対策が必要である。

このため、外郭・係留・その他（用地）を対象として、整備シナリオへの適用性のための試設計を実施する。



### 3.2.2. 試設計の基本方針

「関連情報の収集と課題分析」で示した漁港施設の施工事例を参考に、表 3-3 に示す 9 構造形式を選定した。選定にあたっては、施設区分・構造形式毎に背後地による制約、前出しによる泊地への影響、漁港利用に及ぼす影響を考慮した。

表 3-3 選定した試設計の対象構造形式（施設区分・タイプ・構造形式）

区分	施設	タイプ	構造形式	対象施設の選定理由	外力	気候変動の影響を考慮する外力		
						海面水位	波浪	高潮偏差
外郭施設	防波堤	重力式	混成堤	最も多く採用されている構造形式であり、かつ、 <b>複数の工種</b> からなるため、他の構造形式へ応用できる。	波力・浮力	○	○	
		重力式	傾斜堤	他の構造物とは異なり、 <b>堤体の安定性はブロック重量</b> で決まる。消波工付直立堤・混成堤へ <b>応用</b> できる。	波力	○	○	
		矢板・杭式		根入れ長や断面応力への対応など、 <b>対策工法に課題</b> が多い。	波力	○	○	
	護岸	重力式	直立堤	岩盤など地盤条件が良好なところに採用されていることから、対策工法は比較的単純と思われが、重力式の基本的構造であるため、 <b>他の構造形式への応用</b> も可能。	土圧・残留水圧・浮力	○	○	○
係留施設	係留岸	重力式	混成堤	最も多く採用されている構造形式であり、かつ、 <b>複数の工種</b> からなるため、他の構造形式へ応用できる。	土圧・残留水圧・浮力	○		
		矢板・杭式		根入れ長や断面応力への対応など、 <b>対策工法に課題</b> が多い。	土圧・残留水圧・浮力	○		
		棧橋式	棧橋	根入れ長や断面応力への対応や上部工の対応など、 <b>対策工法に課題</b> が多い。	揚圧力	○		
		浮体式		潮位差の大きいところ就労環境改善で多く採用されている。背後の護岸と一体的に対応する必要があること、また、係留杭への対応など <b>対策方法に課題</b> が多い。	漂流力・変動張力	○	○	○
その他	用地	漁港施設用地	船揚場胸壁	船揚場は、潮位変動に応じての利用は可能であるが、 <b>前面波高により必要天端高を決定</b> しているため、気候変動による外力の変化で <b>背後地への浸水被害が課題</b> となる。	水位・波高	○	○	○

選定した各構造形式について、前項で設定した海面上昇に伴う外力を用いて試設計を行う。なお、試設計において用いる外力条件の基本情報は、収集した施工事例から太平洋側西側、太平洋側東側、日本海側の潮位条件等を参考として設定した。

試設計において検討する適応策の基本方針を以下に示すとともに、その検討フローを図 3-6 に示す。

#### 【適応策検討の基本方針】

- ・気候変動に伴う外力上昇量は、気候変動 2℃ 上昇の平均値とする。
- ・気候変動適応策断面は、設計供用年数（50 年）において要求性能を満足するものとする。
- ・現行漁港施設に対して利用面の検討を行う。
- ・現行漁港施設に対して構造面の検討を行う。
- ・気候変動による将来予測の見直しや修正等が生じた場合は、漁港施設の適応策も見直す。

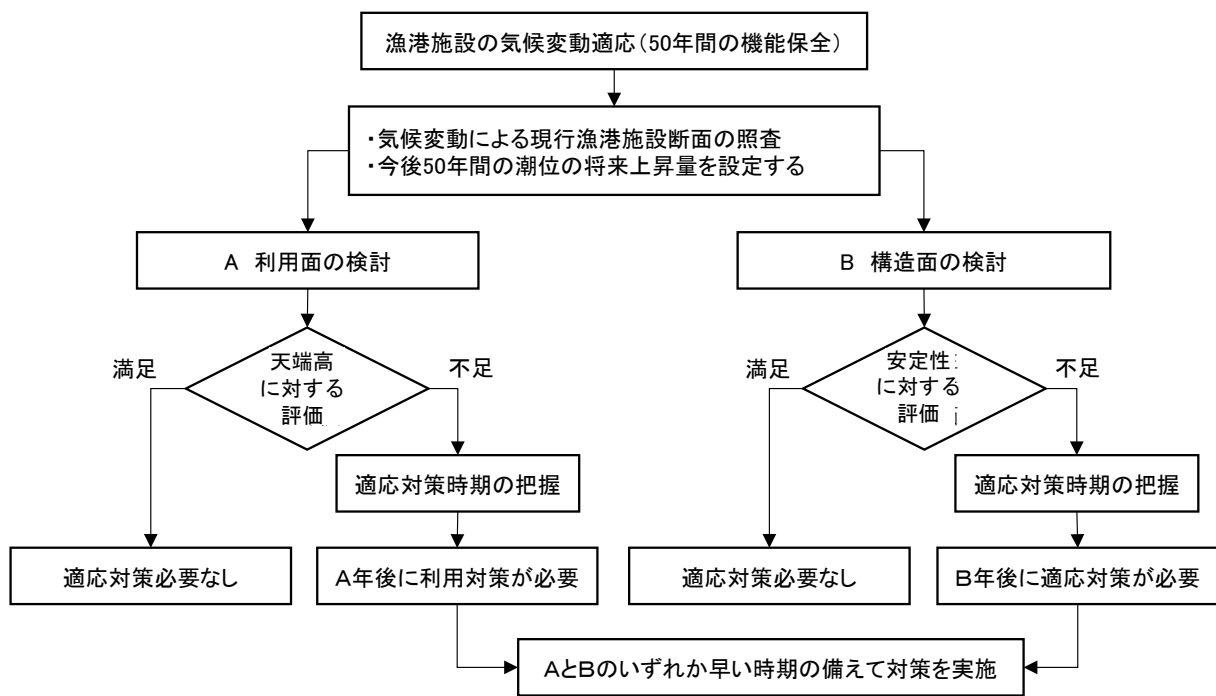


図 3-6 検討フロー図

### 3.2.3. 各構造形式の試設計

#### 3.2.3.1. 外郭施設\_防波堤（重力式混成堤）

##### (1) 設計条件

検討潮位 H.W.L. +1.50m

L.W.L. ±0.00m

既設天端高 D.L. +6.00m

地盤 砂質土

有義波高  $H=4.5\text{m}$

周期  $T=12.0\text{s}$

施設延長  $L=100\text{m}$

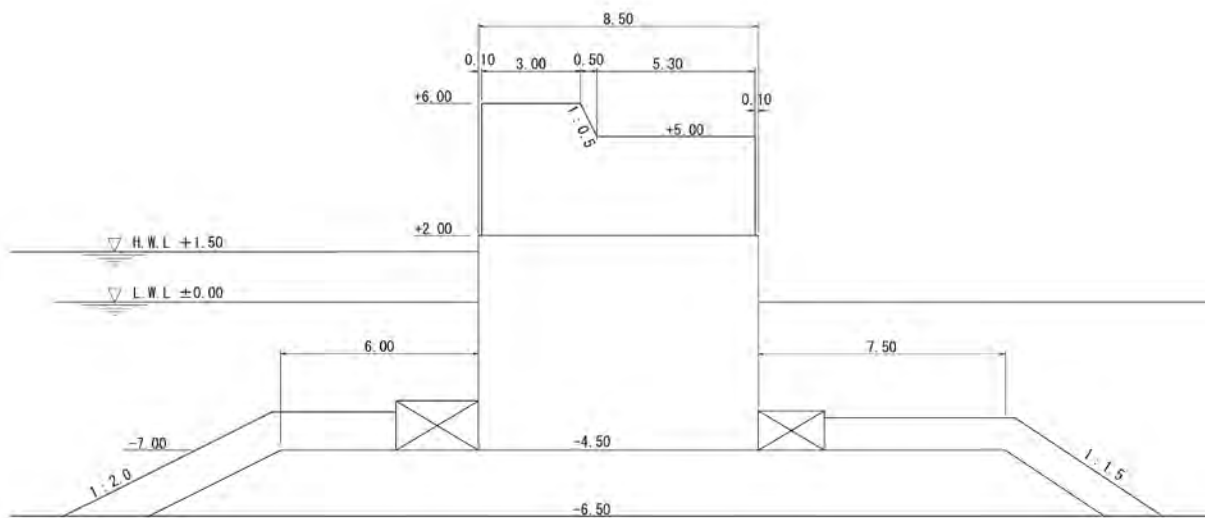


図 3-7 試設計用の標準断面図

(2) 将来気候変動を踏まえた計画外力

1) 平均海面水位の上昇

気候変動を踏まえた平均海面水位として、潮位 (H.W.L.) を以下のように設定する。

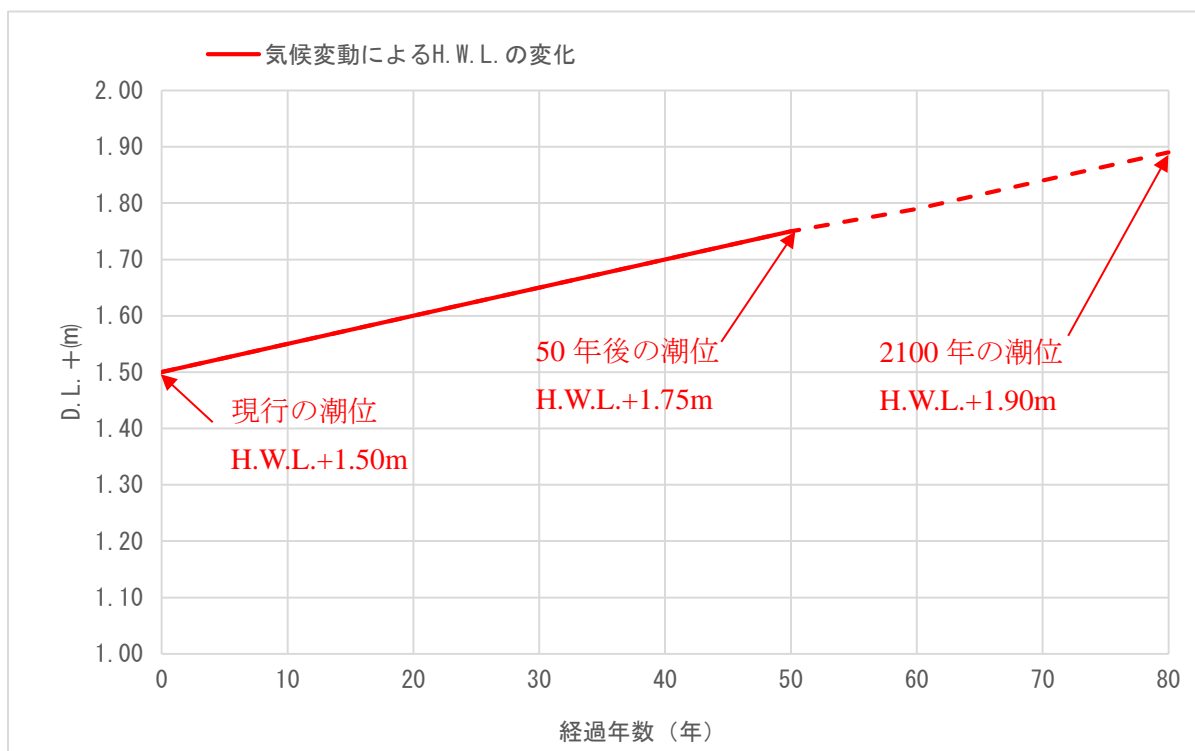


図 3-8 気候変動による H.W.L.の経年変化

表 3-4 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	平均海面 水位上昇量	設計潮位
2020年(現在)	0.00m	H.W.L.+1.50m, L.W.L.+0.00m
2070年(50年後)	0.25m	H.W.L.+1.75m, L.W.L.+0.25m
2100年(将来予測)	0.40m	H.W.L.+1.90m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

## 2) 波浪の増大

設定した現時点の有義波高  $H=4.5\text{m}$  に対して、気候変動を踏まえた試設計では、2100年の波高が 1.3 倍になるものと仮定して、経年的な波高値の変化を以下に示す。

表 3-5 気候変動による影響を現在の 1.3 倍と仮定した設計波高の経年変化

西暦	経過年 (年)	平均海面の 上昇量 (m)	H. W. L. D. L. (m)	設計波高 H(m)
2020	0	0.00	1.50	4.50
2030	10	0.05	1.55	4.66
2040	20	0.10	1.60	4.83
2050	30	0.15	1.65	5.00
2060	40	0.20	1.70	5.17
2070	50	0.25	1.75	5.34
2080	60	0.29	1.79	5.51
2090	70	0.34	1.84	5.68
2100	80	0.39	1.89	5.85

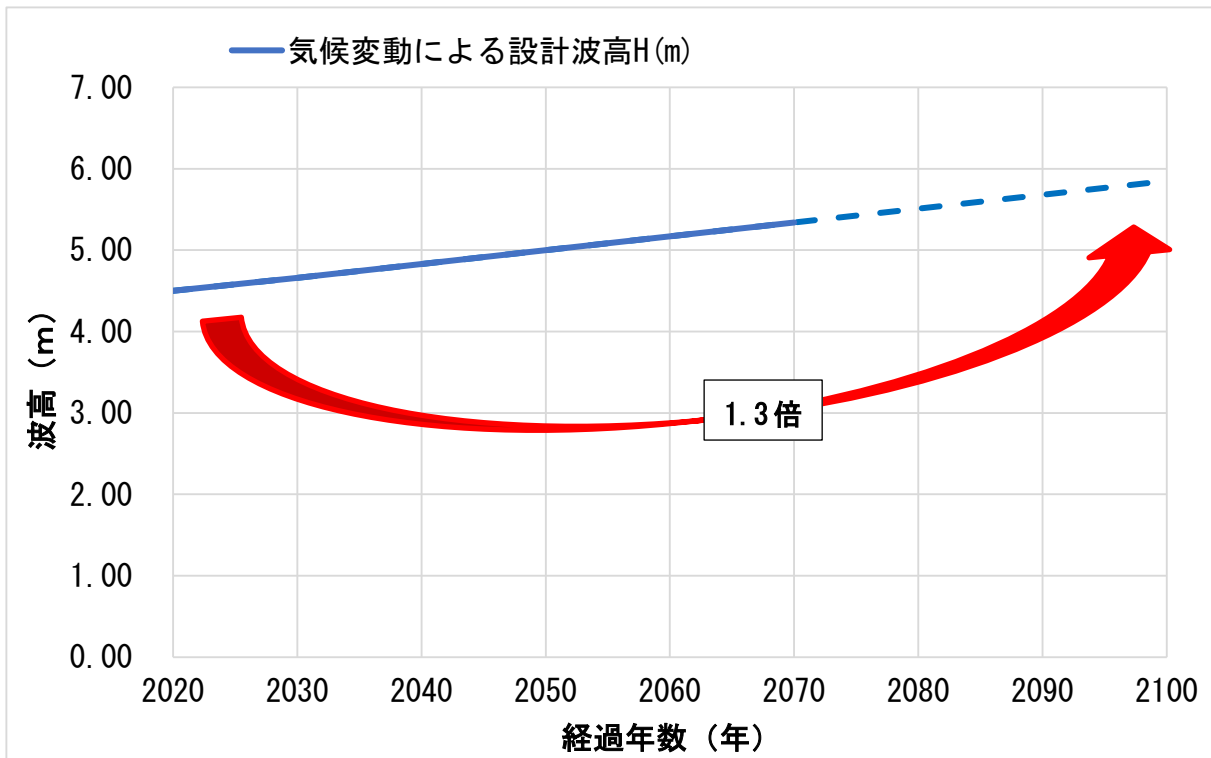
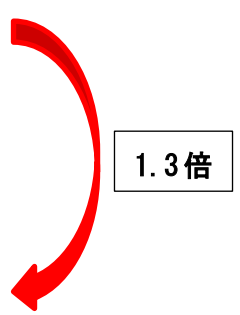


図 3-9 気候変動の影響による設計波高の経年変化

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」において、防波堤の天端高の設定は、利用漁船の安全な航行及び安全な停泊上必要な天端高として、以下のように算定することが標準とされている。

$$H.W.L.+ (\text{偏差}) + \text{水位上昇量} + 1.0H$$

- ・設計時点における潮位で、現行基準通りに算定した天端高
- ・設定した期間（耐用年数）において必要天端高を確保した天端高

天端高の決定にあたっては、利用漁船の安全な航行及び安全な停泊上必要な天端高とし、朔望平均満潮面（高潮又は砕波による水位上昇が推定される水域については、適切な偏差を加えた潮位をとる）に、式 5-2-1 に示す高さ（ $R_L$ ）を加えた高さを標準とする。

$$R_L = 1.0H \dots\dots\dots \text{(式 5-2-1)}$$

ここに、

$R_L$ ：朔望平均満潮面（+偏差）上の天端高

$H$ ：壁体前面の有義波高

越波を阻止したい場合には原則として堤体前面に消波工を設置する。その際の堤体直立部及び消波工の天端高は式 5-2-1 に準じることを原則とする。

ただし、泊地面積が狭く、著しい越波を阻止したい場合の  $R_L$  としては、式 5-2-2 を適用してもよい。

$$R_L = 1.25H \dots\dots\dots \text{(式 5-2-2)}$$

なお、泊地や航路を確保している防波堤の沖側に、さらに港内の静穏度を向上させるために設置される防波堤において、ある程度の越波を許容しても泊地や航路の静穏度に支障がない場合には、 $R_L$  を  $0.6H$  まで下げてもよい。

また、海底地形の複雑な箇所等において、上述の算定式に抛りがたい場合には、水理模型実験により、天端高を決定してもよい。



防波堤の必要天端高は、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」より、H.W.L.に加算値 1.0H を加えて算定するが、平均海面水位の上昇により H.W.L.も上昇変化するため、現況天端高 (D.L.+6.0m) は 50 年後以降に 1.1m の天端高不足となる。

●現況の天端高 (50 年確率波  $H=4.50\text{m}$ 、 $H.W.L.+1.5\text{m}$ )

$$H.W.L. + 1.0H = 1.50 + 1.0 \times 4.50\text{m} = 6.00\text{m}$$

●必要天端高の算定

(気候変動の影響を考慮した外力  $H=5.34\text{m}$ 、 $H.W.L.+1.75\text{m}$ )

$$H.W.L. + 1.0H = 1.75\text{m} + 1.0 \times 5.34\text{m} = 7.09\text{m} > 6.00\text{m}$$

表 3-6 気候変動による影響を現在の 1.3 倍と想定した設定の波高値

経過年 (年)	海面上昇量 (m)	気候変動による H.W.L. の変化 D.L. (m)	気候変動による設計波高 H(m)	天端高算定値 1.0H	必要天端高 D.L. + (m)
0	0.00	1.50	4.50	4.50	6.00
10	0.05	1.55	4.66	4.66	6.21
20	0.10	1.60	4.83	4.83	6.43
30	0.15	1.65	5.00	5.00	6.65
40	0.20	1.70	5.17	5.17	6.87
50	0.25	1.75	5.34	5.34	7.09

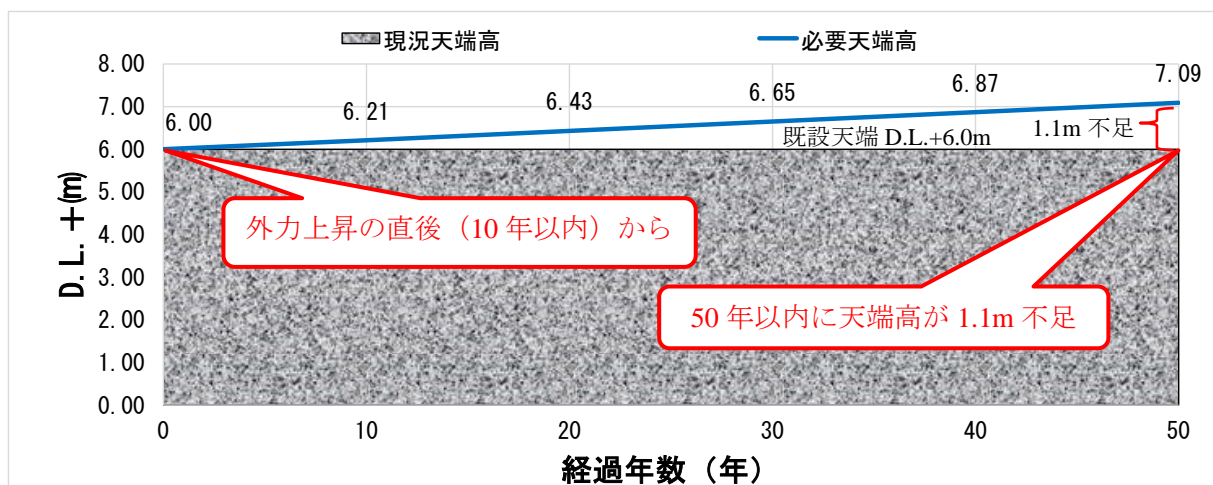


図 3-10 防波堤の天端高の経年変化

### ①影響評価 (利用面) からの考察

- 平均海面水位の上昇と波高の増加が反映され、上昇直後 (10 年以内) から天端高が不足する。その後も、必要天端高が徐々に増加し、供用期間中に 1.1m 程度不足する結果となった。

### ②影響評価 (利用面) における今後の課題

- 天端高不足より越波するおそれがあるため、静穏度を評価する必要がある。
- また、防波堤開口部からの波浪の進入波や回折波も評価に影響を及ぼすため、防波堤延伸等の施設配置の対策も検討する必要がある。

- ・施設の沈下等により天端高不足が生じていることもあるので、施設の現状を把握しておく必要がある。

## 2) 構造面の検討

現況断面で将来気候変動により平均海面水位の上昇が発生した場合の安定照査を行った。

表 3-7 安定照査結果一覧

経過年数	滑動	転倒	端趾圧	偏心傾斜
0	1.21	1.76	437.4	1.02
10	1.15	1.66	469.4	0.97
20	1.10	1.57	509.5	0.92
30	1.04	1.49	559.7	0.87
40	1.00	1.41	625.3	0.83
50	0.95	1.35	707.3	0.79
許容値	1.20	1.20	500.0	1.00

凡例      : 安全率 1.2 未満      : 安全率 1.0 未満

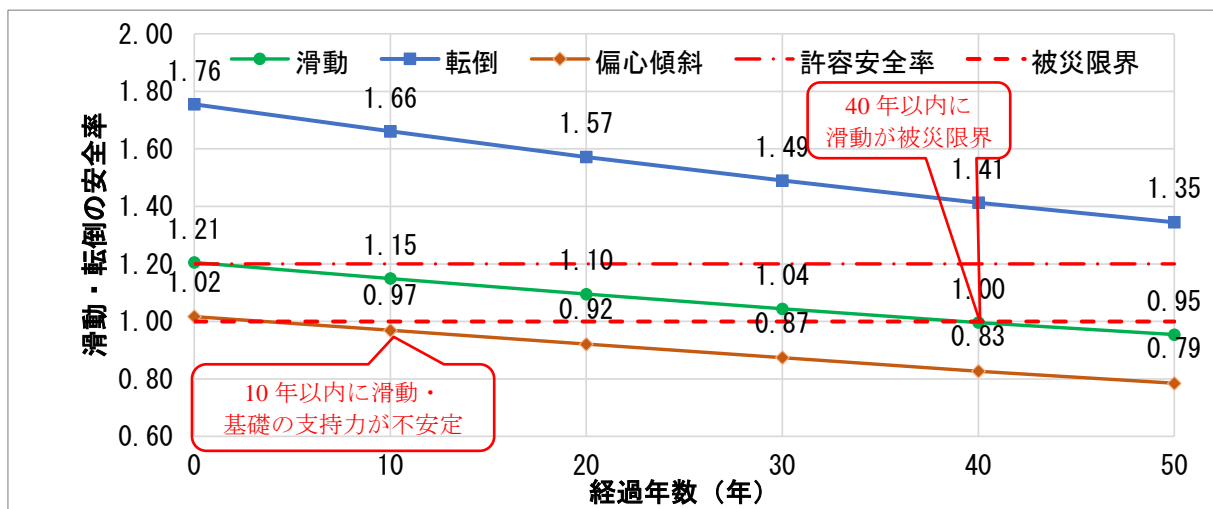


図 3-11 安全率の経年変化 (波圧作用時)

### ①影響評価 (構造面) からの考察

- 平均海面水位の上昇と波浪の増大により、安全率の低下が確認された。
- 本試設計では波圧作用時に対し、偏心傾斜荷重による基礎の支持力が先行して不安定となり、外力が上昇する直後 (10 年以内) に許容安全率を下回った。
- 滑動に対しても 10 年以内に許容安全率を下回る結果となり、40 年以内には安全率が 1.0 を下回る結果となった。(被災限界)

### ②影響評価 (構造面) における今後の課題

- 安全率や支持力の許容値への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。
- さらに、築造時から設計波高や周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。
- 水深変化によって作用する波が、砕波帯から重複波帯に変化する事に留意する必要がある。

- ・消波工付きの整備事例も多くあるため、消波・被覆ブロックに対する影響を評価する必要がある。

#### (4) 気候変動への対策策断面の検討

影響評価に基づき、設計供用期間中の適応策断面を検討した。

##### 1) 対策工の考え方

- ・外力条件 50年後の平均海面水位の上昇 (H.W.L.+1.75m) と波高の増大に適応
- ・安定性の確保に必要な適応策断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計供用年数50年として、50年後の外力に対応する適応策とするため、上部工の嵩上げ、堤体の拡幅、基礎マウンド拡幅による対策を行う。
- ・設計天端高D.L.+7.1m
- ・対策工の工種
  - 上部工の嵩上げコンクリート型枠・打設
  - 堤体の拡幅コンクリート型枠・打設
  - 根固めブロック及び被覆ブロックの撤去・再設置
  - マウンドの拡幅のための石材投入・均し

##### 2) 利用面に対する対策

- ・上部工 (天端高) の嵩上げの対策が必要  
既設天端高 D.L.+6.0m  
⇒ 適応策天端高 D.L.+7.1m (1.1m の嵩上げ)

##### 3) 構造面に対する対策

施設の拡幅により堤体重量を増加して、波圧作用時の滑動、基礎の支持力に対する安定性を確保する断面を設定した。

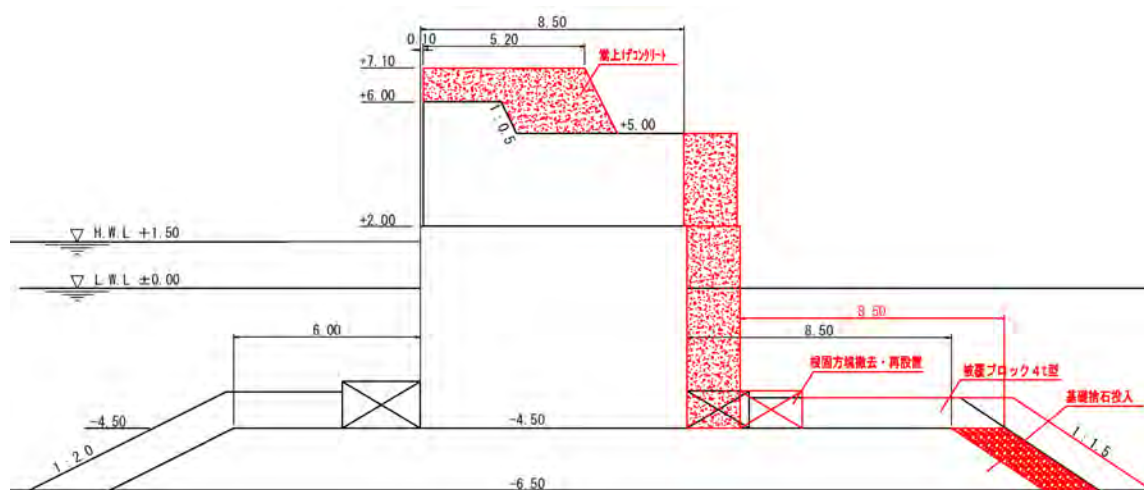


図 3-12 供用期間 50 年後の適応断面

#### 4) 適応策断面の検討における留意事項

##### 【利用面】

- ・防波堤からの越波の増加等により港内静穏度の悪化を防止するために、当該防波堤の天端高の嵩上げだけでなく、漁港全体において、防波堤の延伸などの対策が生じる場合がある。
- ・防波堤背後の係船利用に配慮が必要となる場合がある。

##### 【構造面】

- ・堤体や基礎マウンドを港内側に拡幅する対策を実施すると、港内の水域が狭くなる場合がある。

#### 5) 適応策断面の検討における今後の課題

- ・漁港によって土質などの自然条件や、周辺施設の配置状況等が異なることから、対策の検討にあたっては施設ごとに強肩を定める必要がある。



(5) 整備費用の算出

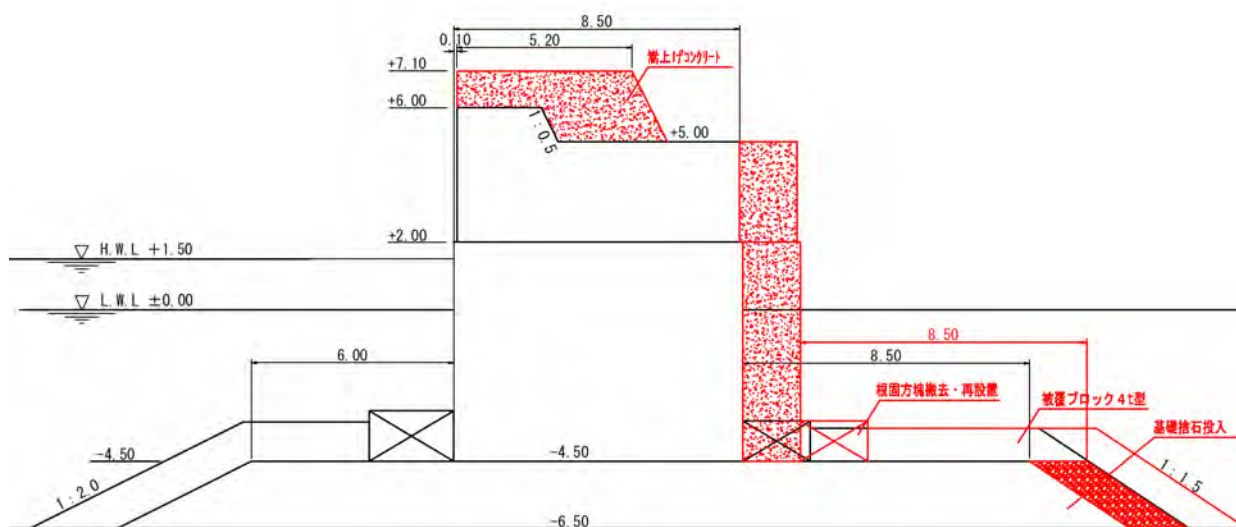
1) 設計共用期間 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を以下に示す。

これより、設計供用期間50年を見据えた適応策の整備に163百万円の整備費用を要する。

表 3-8 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応策断面（設計供用期間 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
被覆ブロック撤去	3.5	個	40,000	140,000	
根固方塊撤去	0.5	個	50,000	25,000	
基礎捨石投入	3.4	m <sup>3</sup>	7,500	25,500	
基礎捨石均し	5.3	m <sup>3</sup>	8,000	42,400	
被覆ブロック据付	3.5	個	40,000	140,000	
根固方塊据付	0.5	個	50,000	25,000	
上部コンクリート打設	14.4	m <sup>3</sup>	15,000	216,000	
上部コンクリート型枠	6.5	m <sup>2</sup>	6,000	39,000	
妻型枠	1.4	m <sup>2</sup>	6,000	8,640	
拡幅コンクリート打設	11.1	m <sup>3</sup>	30,000	333,000	
拡幅コンクリート型枠	6.5	m <sup>2</sup>	15,000	97,500	
諸経費率 50%				546,020	
mあたりの概算工事費				1,638,060	
m当たりの概算工事費		施設延長			
1,638,060	×	100 m		163,806,000	



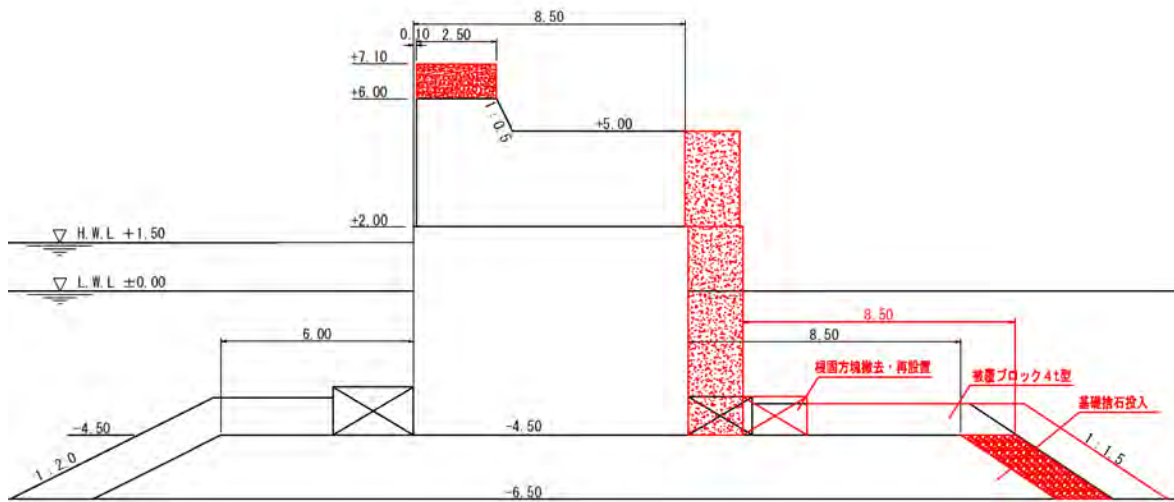
## 2) 順応的な適応策断面

順応型適応策における初回の概算工事費を表 3-9に示す。

これより、基礎マウンドを基礎の支持力が不足となる10年後から5年前倒しで施工することを想定すると、5年後に147百万円の対策費用を要する。

表 3-9 対策による概算工事費（順応型適応策断面（初回））

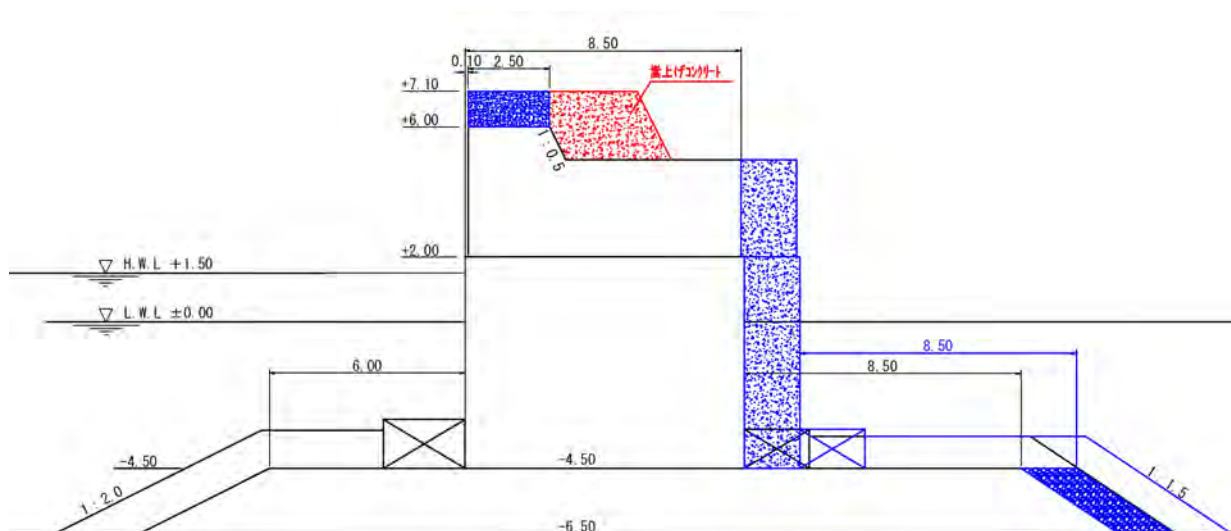
工種	数量	単位	単価	工事費	備考
被覆ブロック撤去	3.5	個	40,000	140,000	
根固方塊撤去	0.5	個	50,000	25,000	
基礎捨石投入	3.4	m <sup>3</sup>	7,500	25,500	
基礎捨石均し	5.3	m <sup>3</sup>	8,000	42,400	
被覆ブロック据付	3.5	個	40,000	140,000	
根固方塊据付	0.5	個	50,000	25,000	
上部コンクリート打設	7.9	m <sup>3</sup>	15,000	118,500	
上部コンクリート型枠	5.2	m <sup>2</sup>	6,000	31,200	
妻型枠	0.8	m <sup>2</sup>	6,000	4,740	
拡幅コンクリート打設	11.1	m <sup>3</sup>	30,000	333,000	
拡幅コンクリート型枠	6.5	m <sup>2</sup>	15,000	97,500	
諸経費率 50%				491,420	
mあたりの概算工事費				1,474,260	
m当たりの概算工事費			施設延長		
1,474,260		×	100 m	147,426,000	



初回の適応策から設計供用期間50年に適応するため、天端高を1.1m嵩上げする施工費は、17百万円の対策費用を要する。

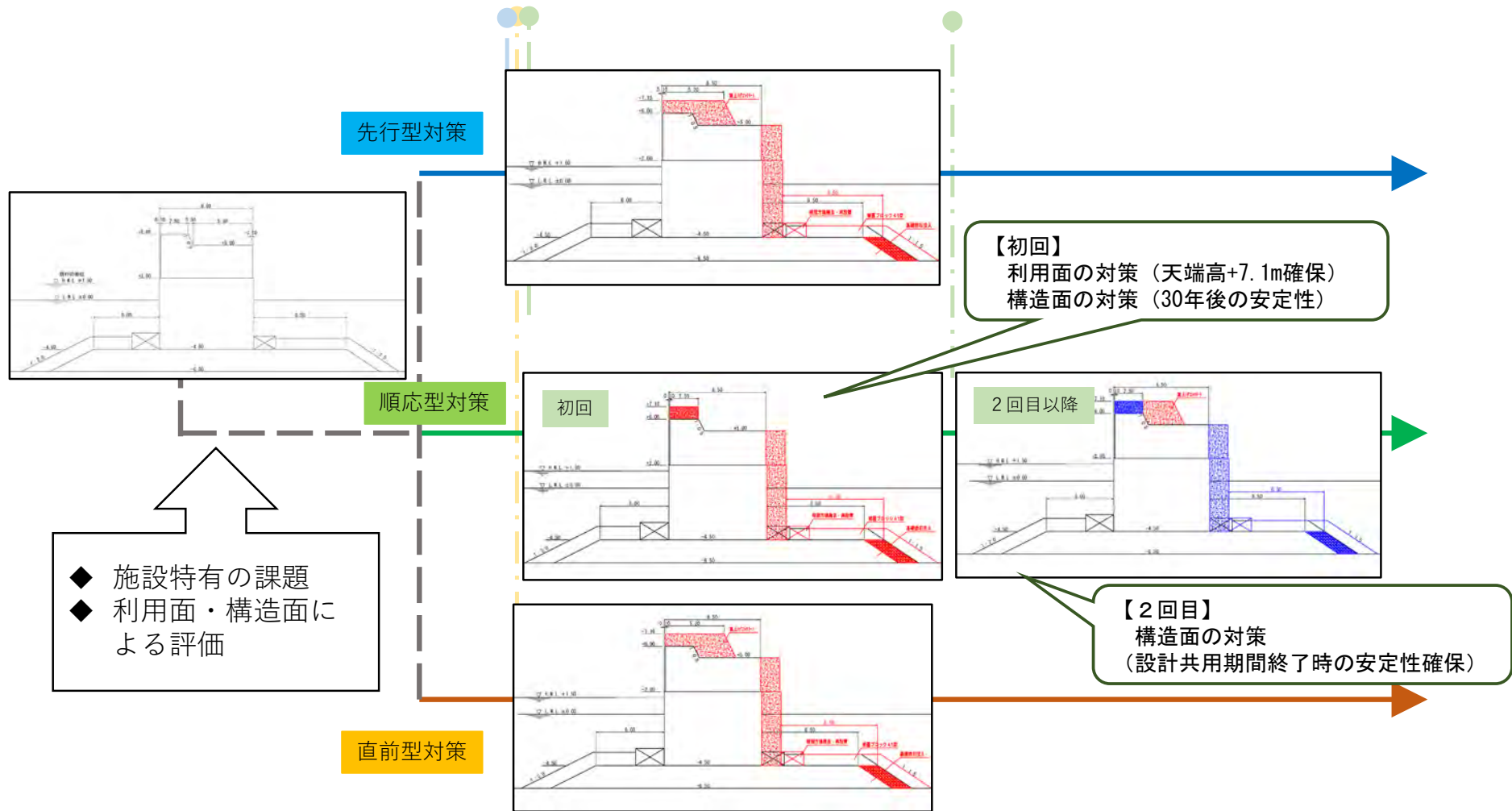
表 3-10 対策による概算工事費（順応型適応策断面（2回目））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	6.5	m <sup>2</sup>	15,000	97,500	
コンクリート型枠	2.4	m <sup>2</sup>	6,000	14,400	
妻型枠	0.65	m <sup>2</sup>	6,000	3,900	
諸経費率 50%				57,900	
mあたりの概算工事費				173,700	
m当たりの概算工事費				施設延長	
173,700 ×				100 m	17,370,000



(6) 気候変動に対する整備シナリオ

整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) シナリオ毎の整備費用

シナリオ毎の整備費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

今回の試設計では即時に天端高が不足し、偏心傾斜の安全率が1.0を下回るため、「先行型対策」と「直前型対策」が同時期となったため、以下の2つの整備シナリオが想定される。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で天端高の嵩上げによる先行的対策）

シナリオ② 順応型対策（天端高の嵩上げと堤体の安定上問題が生じる段階【5年、25年】に順応的に対策）

表 3-11 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧

対策時期	シナリオ① 先行対策	シナリオ② 順応型対策
5年後	164百万円	147百万円
25年後（30年後目標）	—	17百万円

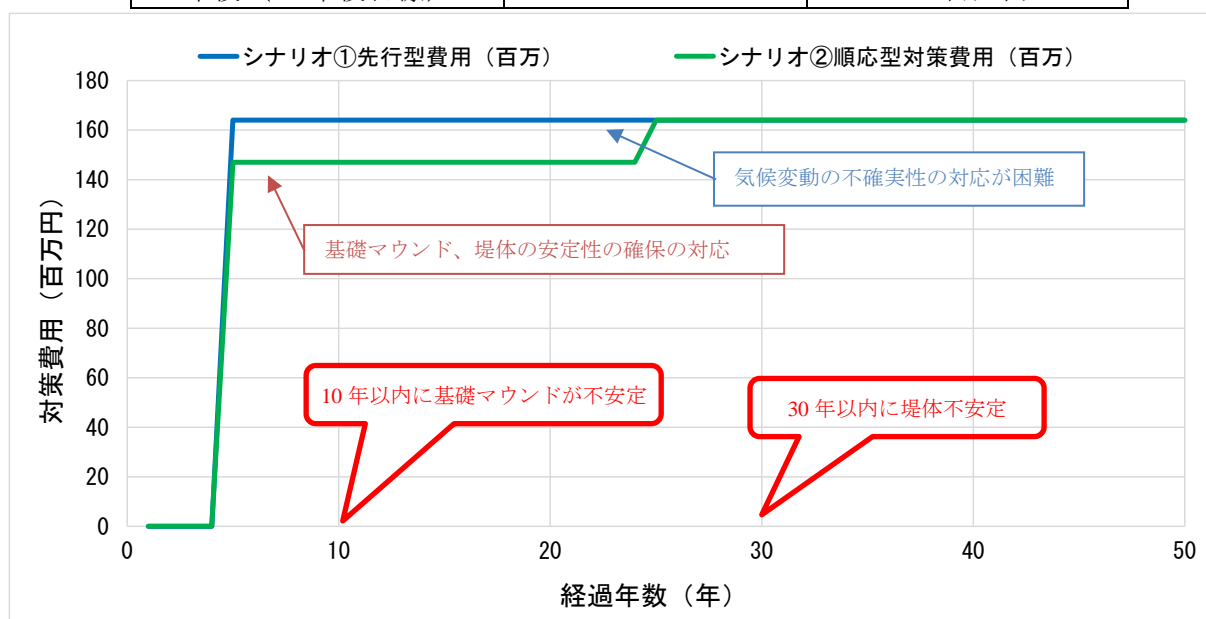


図 3-13 シナリオ毎の整備費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・気候変動への対策の実施時期によって整備費用が変動する場合がある。
- ・順応型対策は段階に改良するため、先行型対策と直前型対策のほうが整備費用は安価となる場合がある。ただし、順応型対策として、手戻りの生じない箇所だけでも初回整備に対策を実施することで、整備費用の低減に対して有効となる場合もある。

(8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
外郭施設	防波堤 (重力式混成堤)	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>初期の天端が高くなり、船舶の航行時の視界に支障を生じるおそれがある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊地の静穏度確保など利用に応じて、最適な利用が可能となる。</li> <li>複数回の対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が多くなる。</li> </ul>	※ 即時に施設の利用面・機能面に支障が生じるため、先行型対策と同じ整備時期・内容となった。
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現した場合、機能に支障が生じる。</li> </ul>	
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>対策の実施年によって整備費用が安価となる場合がある。</li> <li>複数回の対策実施より、手戻り工事がある場合は整備費用が相対的に高くなる可能性がある。</li> </ul>	

◆整備シナリオの総合評価における考察

- 今回の試設計では即時に天端高が不足し、偏心傾斜の安全率が1.0を下回るため、「先行型対策」と「直前型対策」が同時期となった。
- 施設の利用頻度や重要性で配慮が必要な場合や、数年以内に老朽化対策等の整備予定がある場合は「先行型対策」が望ましい場合もある。



### 3.2.3.2. 外郭施設\_防波堤（傾斜堤）

#### （1）設計条件

検討潮位	H.W.L.+3.20m
	L.W.L.±0.00m
既設天端高	D.L.+9.50m
設計地盤高	D.L.-10.00m
海底勾配	1/50
地盤	砂質土
換算沖波波高	$H_o' = 6.3\text{m}$
有義波高	$H = 6.3\text{m}$
周期	$T = 12.0\text{s}$
施設延長	$L = 100\text{ m}$

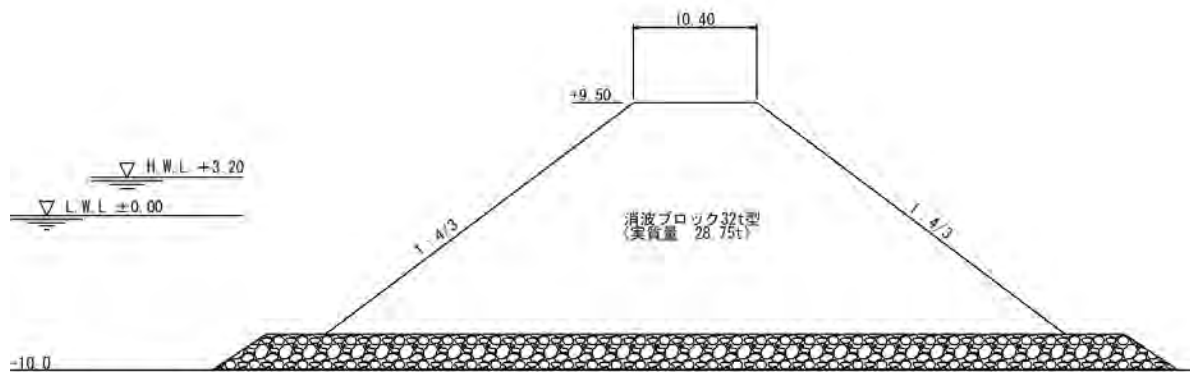


図 3-14 試設計用の標準断面図

(2) 将来気候変動を踏まえた計画外力

1) 平均海面水位の上昇

気候変動を踏まえた平均海面水位として、潮位 (H.W.L.) を以下のように設定する。

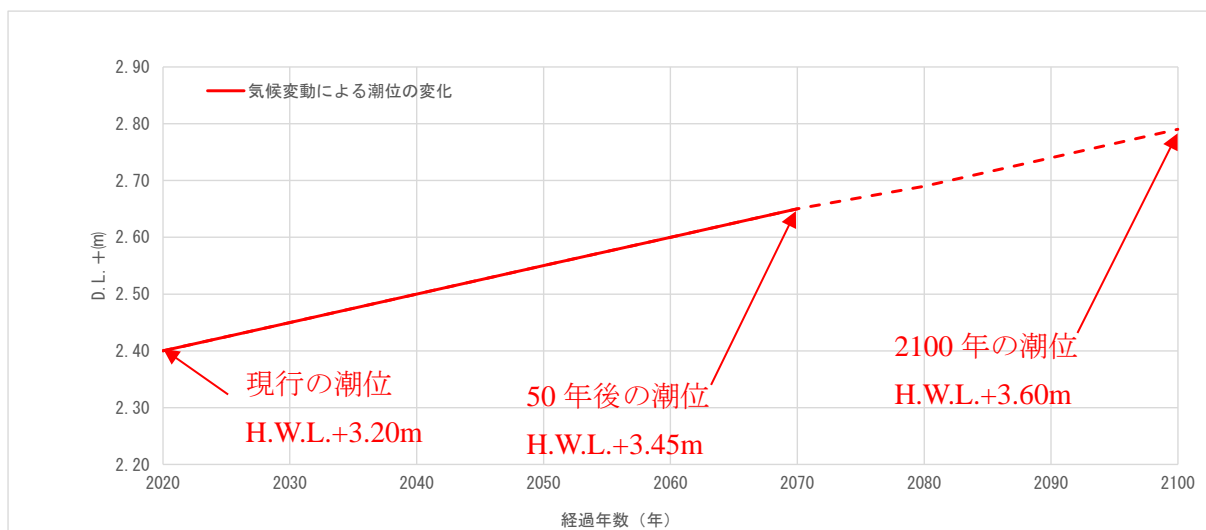


図 3-15 気候変動による H.W.L.の経年変化

表 3-12 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	平均海面 水位上昇量	設計潮位
2020 年 (現在 )	0.00m	H.W.L.+3.20m, L.W.L.+0.00m
2070 年 (50 年後)	0.25m	H.W.L.+3.45m, L.W.L.+0.25m
2100 年 (将来予測)	0.40m	H.W.L.+3.60m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

## 2) 波浪の増大

現時点の換算沖波波高  $H_o' = 6.0\text{m}$  に対して、気候変動を踏まえた試設計では、2100年の波高が 1.3 倍になるものと仮定して、換算沖波波高を算定し、設置水深より設計有義波高を算出した経年的な波高値の変化を以下に示す。

表 3-13 気候変動による影響を現在の 1.3 倍と仮定した換算沖波波高の経年変化

経過年数	潮位		換算沖波波高 $H_o'$ (m)
現況	H. W. L. +	3. 20	6. 00
10年	H. W. L. +	3. 25	6. 23
20年	H. W. L. +	3. 30	6. 45
30年	H. W. L. +	3. 35	6. 68
40年	H. W. L. +	3. 40	6. 90
50年	H. W. L. +	3. 45	7. 13
60年	H. W. L. +	3. 50	7. 35
70年	H. W. L. +	3. 55	7. 58
80年	H. W. L. +	3. 60	7. 80

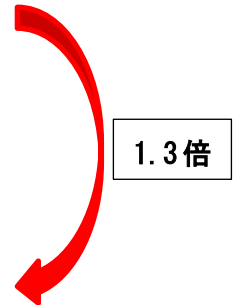


表 3-14 気候変動による影響を考慮した設計有義波高の経年変化

経過年数	潮位	換算沖波波高 $H_o'$ (m)	周期 $T_o$ (sec)	波長 $L_o$ (m)	波形勾配 $H_o' / L_o$	水深波高比 $h / H_o'$	設計有義波高	
							$H_{1/3} / H_o'$	$H_{1/3}$ (m)
現況	H. W. L. +	3. 20	13. 3	275. 9	0. 022	2. 20	1. 05	6. 3
10年	H. W. L. +	3. 25	13. 3	275. 9	0. 023	2. 13	1. 04	6. 5
20年	H. W. L. +	3. 30	13. 3	275. 9	0. 023	2. 06	1. 05	6. 8
30年	H. W. L. +	3. 35	13. 3	275. 9	0. 024	2. 00	1. 04	7. 0
40年	H. W. L. +	3. 40	13. 3	275. 9	0. 025	1. 94	1. 02	7. 1
50年	H. W. L. +	3. 45	13. 3	275. 9	0. 026	1. 89	1. 00	7. 2

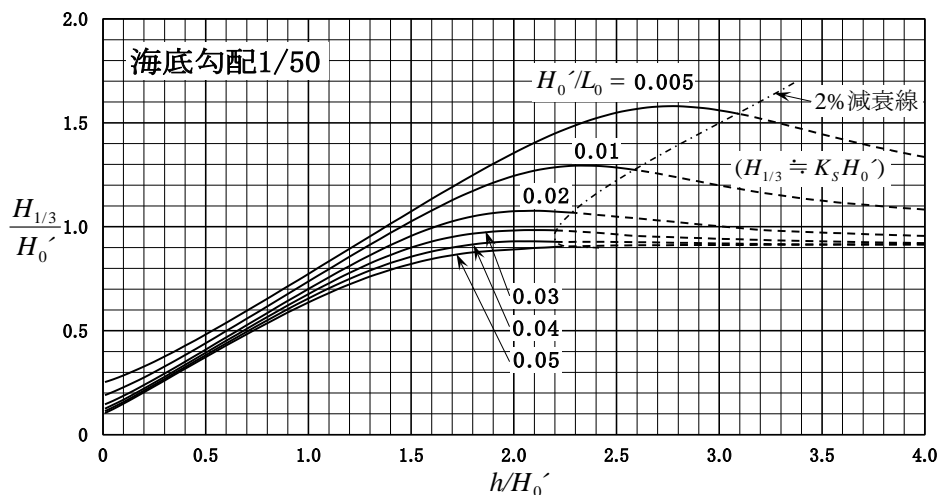


図 3-16 砕波波高算定図

出典：「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

防波堤の必要天端高は、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」より、H.W.L.に加算値  $1.0H$  を加えて算定するが、平均海面水位の上昇により H.W.L. も上昇変化するため、現況天端高 (D.L.+9.5m) は 50 年後以降に 1.2m の天端高不足となり、利用面 (航路・泊地の港内静穏度の悪化による利用船舶の安全性等) で支障が生じる。

表 3-15 傾斜堤式防波堤の天端高の経年変化

経過年 (年)	経過年 (年)	海面上昇量 (m)	気候変動による H.W.L. の変化 D.L. (m)	気候変動による設計波高 H D.L. (m)	必要天端高 D.L. + (m)
2020	0	0.00	3.20	6.30	9.50
2030	10	0.05	3.25	6.50	9.75
2040	20	0.10	3.30	6.80	10.10
2050	30	0.15	3.35	7.00	10.35
2060	40	0.20	3.40	7.10	10.50
2070	50	0.25	3.45	7.20	10.65

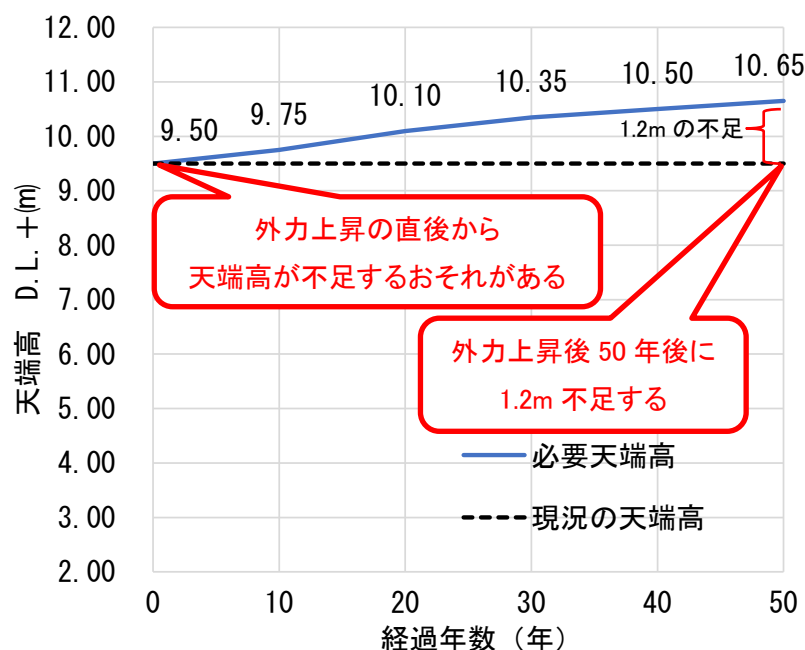


図 3-17 傾斜堤式防波堤の天端高の経年変化

#### ①影響評価 (利用面) からの考察

- ・平均海面水位の上昇と波高の増加が反映され、必要天端高が増加し、供用期間中に 1.2m 程度不足する結果となった。

#### ②影響評価 (利用面) における今後の課題

- ・天端高不足より越波するおそれがあるため、静穏度解析が必要である。
- ・また、防波堤開口部からの波浪の進入波や回折波も評価に影響を及ぼすため、防波堤延伸等の施設配置の対策も検討する必要がある。

## 2) 構造面の検討

現況断面で将来気候変動により平均海面水位の上昇と波浪の増大による安定照査を行った。

気候変動による平均海面水位の上昇と波浪の増大による所要質量の経年変化を整理し、構造面への影響を評価した。

現況の消波ブロックの所要質量 24.0tに対して、既設消波ブロックが32t型 (2.3t/m<sup>3</sup> (実質量28.75t) ) のため質量には余裕がある。しかし、20年後の外力変化に対しては、既設の消波ブロック32t型では安定性が確保されない状況となる。

表 3-16 傾斜堤式防波堤の消波ブロックの所要質量の経年変化

	波高H (m)	比重 (t/m <sup>3</sup> )	KD	所要質量 (t)	既設ブ ロック (t)	判定
現況	6.00	2.3	8.3	24.01	28.75	OK
10年	6.23	2.3	8.3	26.81	28.75	OK
20年	6.45	2.3	8.3	29.82	28.75	OUT
30年	6.68	2.3	8.3	33.06	28.75	OUT
40年	6.90	2.3	8.3	36.51	28.75	OUT
50年	7.13	2.3	8.3	40.20	28.75	OUT

凡例  : 既設消波ブロックが所要質量不足。

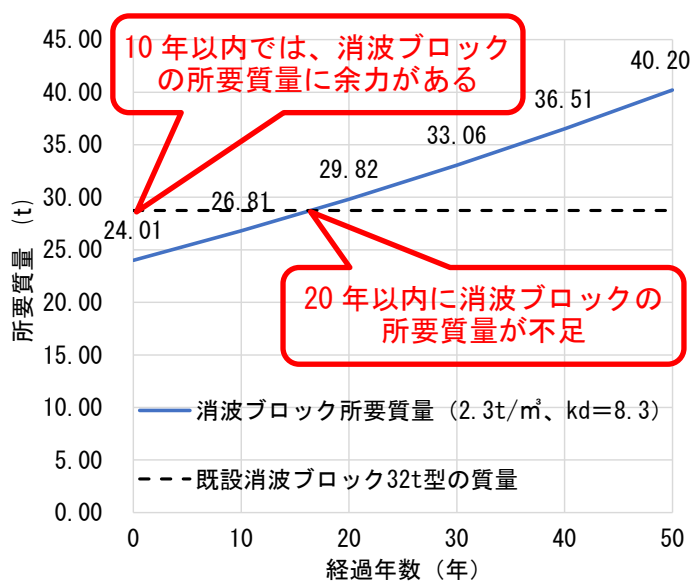


図 3-18 消波ブロック所要質量の経年変化

### ①影響評価（構造面）からの考察

- ・既設の消波ブロック 32t 型に対し、試設計では、消波ブロックの所要質量が 20 年以内に不足する。

### ②影響評価（構造面）における今後の課題

- ・水深変化によって作用する波が、砕波帯から重複波帯に変化する事に留意する必要がある。

- ・消波ブロックの2ランク上までの経済比較で、直近質量より大きなブロックが採用されている場合は、気候変動の外力の変化に対して安定性に余裕がある場合がある。

#### (4) 気候変動への適応策断面の検討

影響評価に基づき、設計供用期間中の適応策断面を検討した。

##### 1) 対策工の考え方

- ・外力条件 50年後の平均海面水位の上昇量 (H.W.L.+3.45m) と波浪の増大に適応
- ・安定性の確保に必要な適応策断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計共用期間50年として、50年後の外力に対応する断面とするため、基礎マウンド拡幅、消波ブロックの大型化による対策を検討する。
- ・設計天端高D.L.+15.0m (必要天端高D.L.+10.65m)
- ・対策工の工種
  - 基礎マウンドの拡幅のための石材投入・均し
  - 消波ブロックの嵩上げ

##### 2) 利用面に対する対策

- ・天端高の嵩上げの対策が必要  
必要天端高は、D.L.+10.65m であるが、既設ブロックを撤去せずに所要質量を確保する消波ブロック 2 層厚で嵩上げするため、天端高は D.L.+15.0m とする。

##### 3) 構造面に対する対策

- ・50 年後の波浪に対して安定する消波ブロックの所要質量 40.2t を満足するため、50t 型ブロック (2.3t/m<sup>3</sup> (実質量 46.0t)) により対策を実施する。

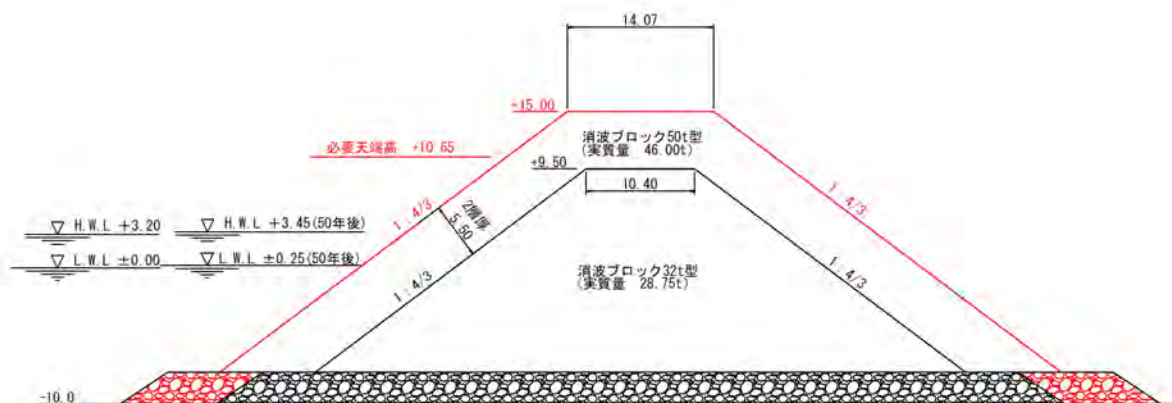


図 3-19 供用期間 50 年後の適応断面



#### 4) 適応策断面の検討における留意事項

##### 【利用面】

- ・防波堤からの越波の増加等により港内静穏度の悪化を防止するために、当該防波堤の天端高の嵩上げだけでなく、漁港全体において、防波堤の延伸などの対策が生じる場合がある。
- ・防波堤背後に畜養施設等が設けられている場合、水面利用に配慮が生じる場合がある。
- ・施設の沈下等により天端高不足が生じていることもあるので、施設の現状を把握しておく必要がある。

##### 【構造面】

- ・堤体や基礎マウンドを港内側に拡幅すると、背後の水域が狭くなる場合がある。

#### 5) 適応策断面の検討における今後の課題

- ・漁港によって土質などの自然条件や、周辺施設の配置状況等が異なるため、対策の検討にあたっては、施設ごとに条件を定める必要がある。
- ・既設消波ブロックを撤去する場合、撤去したブロックの転用先を検討する必要がある。

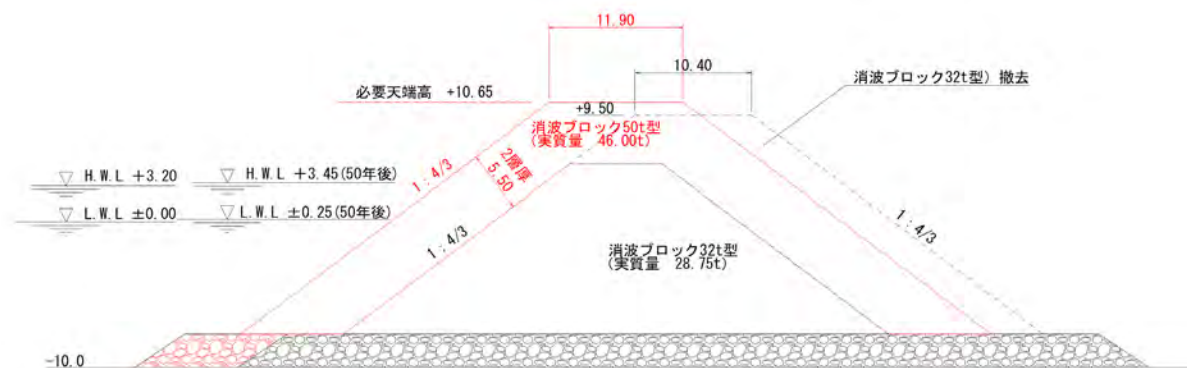


図 3-20 既設消波ブロックを撤去する場合の適応断面

## (5) 整備費用の算出

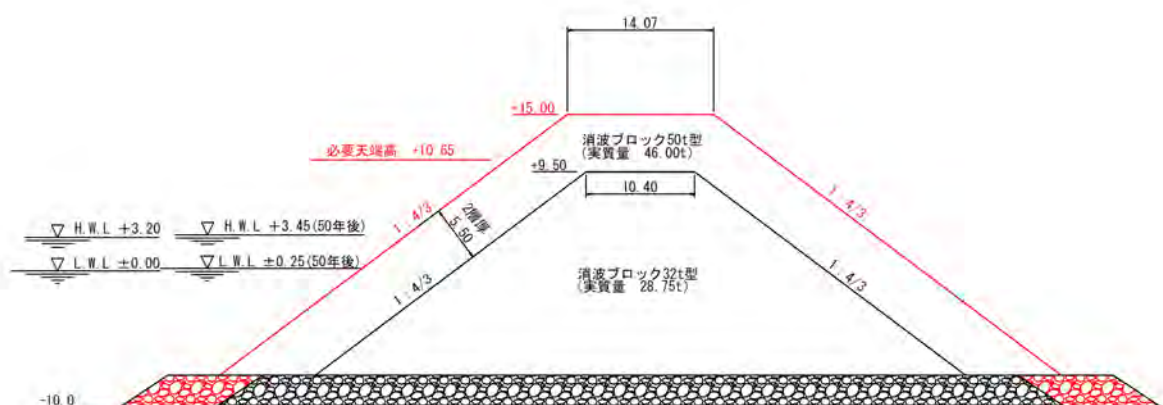
### 1) 耐用年数 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を表 3-17 に示す。

これより、設計供用期間 50 年を見据えた適応断面の整備に 1,525 百万円の対策費用を要する。

表 3-17 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応断面（耐用年数 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
消波ブロック製作 50t	11.9	m <sup>2</sup>	500,000	5,950,000	
消波ブロック据付 50t	11.9	m <sup>2</sup>	300,000	3,570,000	
捨石投入	55	m <sup>3</sup>	7,500	412,500	
捨石均し	29.2	m <sup>3</sup>	8,000	233,600	
諸経费率 50%				5,083,050	
mあたりの概算工事費				15,249,150	
m当たりの概算工事費			施設延長		
15,249,150	×	100 m		1,524,915,000	

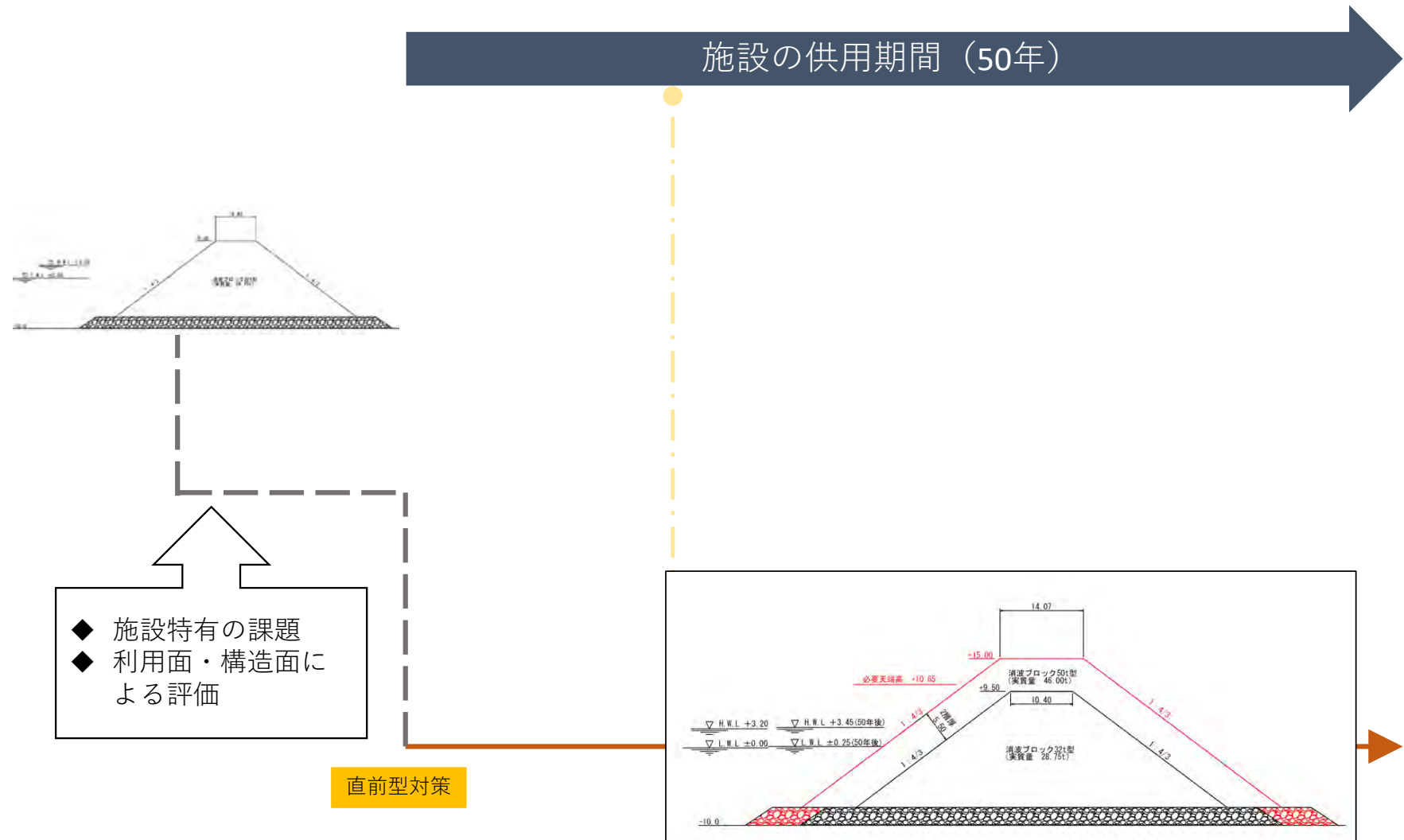


### 2) 順応的な適応策断面

構成部材が消波ブロックのみであり、順応的な対策断面を設定することが難しく、適応断面としては 50 年後の適応断面と同等となる。

### (6) 気候変動に対する整備シナリオ

構成部材が消波ブロックのみであり、順応的な対策を実施することが難しい。また、消波ブロックの所要質量は20年後に不足するが、天端高は即時に不足となるが、消波ブロックでは天端高調整が難しいため「直前型対策」となった。整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) 費用面における留意事項

部材が消波ブロックであり、順応型対策が難しい。即時に天端高が不足となるが、消波ブロックでは天端高調整が難しいため、以下の整備シナリオが想定される。

シナリオ③ 直前型対策（所要質量が不足す直前【15年】に対策）

表 3-18 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧

対策時期	シナリオ③ 直前型対策
15年後（20年後目標）	1,525 百万円

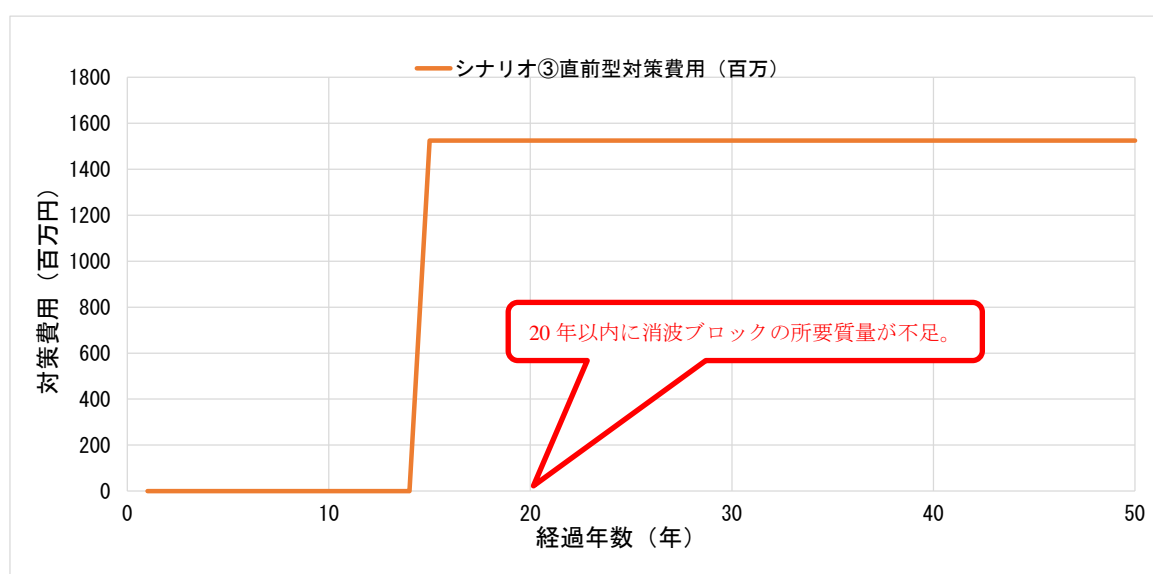


図 3-21 シナリオ毎の対策費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・構成部材が消波ブロックのみであるため、重量が不足する時点で実施する直前型対策となる。
- ・消波ブロックを嵩上げする場合、既設ブロックを撤去して必要天端高を確保するより必要天端高を越えても既設ブロック上にブロック 2 層厚で被覆した方が経済的となることがある。
- ・一方、既存消波ブロックの転用が可能な箇所がある場合には、消波ブロックを撤去して、不足分を設置するほうが優位となる場合がある。

### (8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
外郭施設	防波堤 (傾斜堤)	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成部材が消波ブロックのみであり、また消波ブロックの所要質量の不足が20年以内に起こることから、直前型のなったが、消波ブロックの所要質量に余裕がない場合には、先行型対策となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構成部材が消波ブロックのみであり、順応的な対策を実施することが難しい結果となった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>初期の天端が高くなり、船舶の航行時の視界に支障を生じるおそれがある。</li> <li>気候変動の外力上昇のリスクに対応して対策を講じることが出来る。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、被災が発生するリスクがある。</li> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>
		構造			
		費用			

#### ◆整備シナリオの総合評価における考察

- 今回の試設計では、即時に天端高が不足となるが、消波ブロックでは天端高調整が難しく、消波ブロックの所要質量は20年後に不足するため「直前型対策」となった。
- 消波ブロックのトン型は2ランク比較で決定されて、所要質量に対して余裕がある場合がある。
- 構成部材が消波ブロックのみであり、順応的な対策を実施することが難しい。
- 利用（機能）評価は、静穏度解析が必要である。
- 沖合施設であるため対策は適応策断面であることのほか、当該防波堤以外の延伸の嵩上げや新たな施設整備等の漁港全体での対策検討が必要である。

### 3.2.3.3. 外郭施設\_防波堤（カーテン式）

#### （1）設計条件

検討潮位 H.W.L. +3.80m  
           L.W.L. ±0.00m  
 既設天端高 D.L. +5.50m  
 地盤 砂質土  
 有義波高 H=1.5m  
 周期 T=4.0s  
 施設延長 L = 100 m

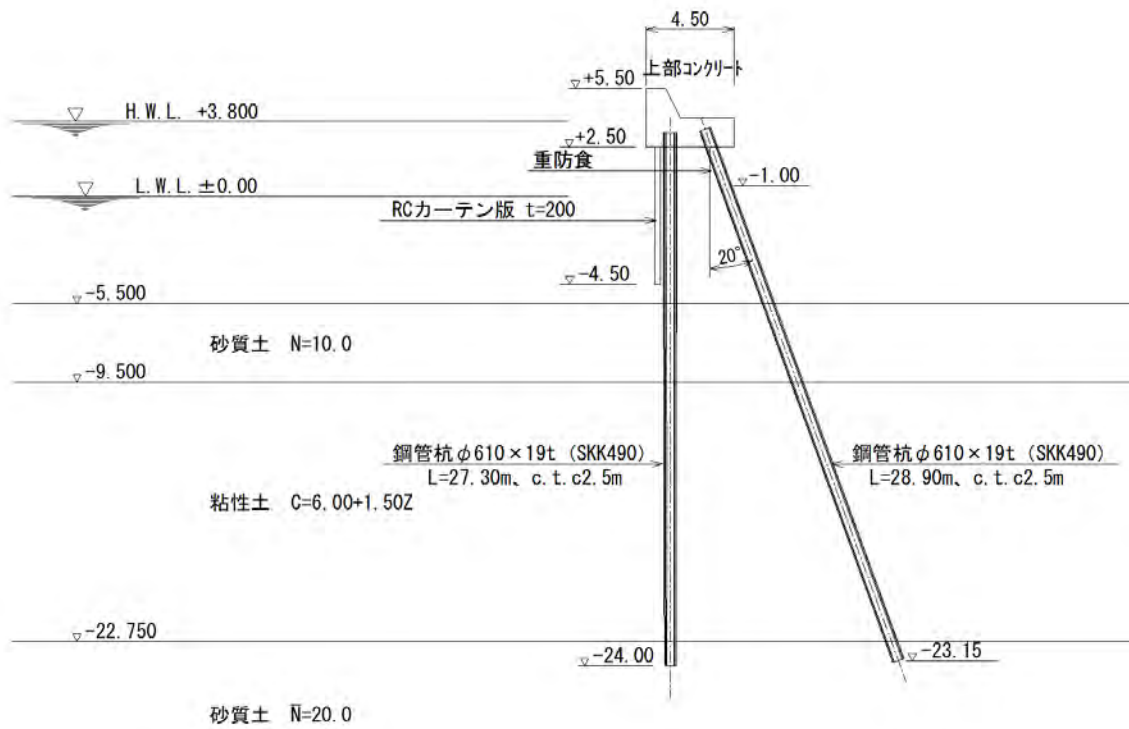


図 3-22 試設計用の標準断面図

(2) 将来気候変動を踏まえた計画外力

1) 平均海面水位の上昇

気候変動を踏まえた平均海面水位として、潮位 (H.W.L.) を以下のように設定する。

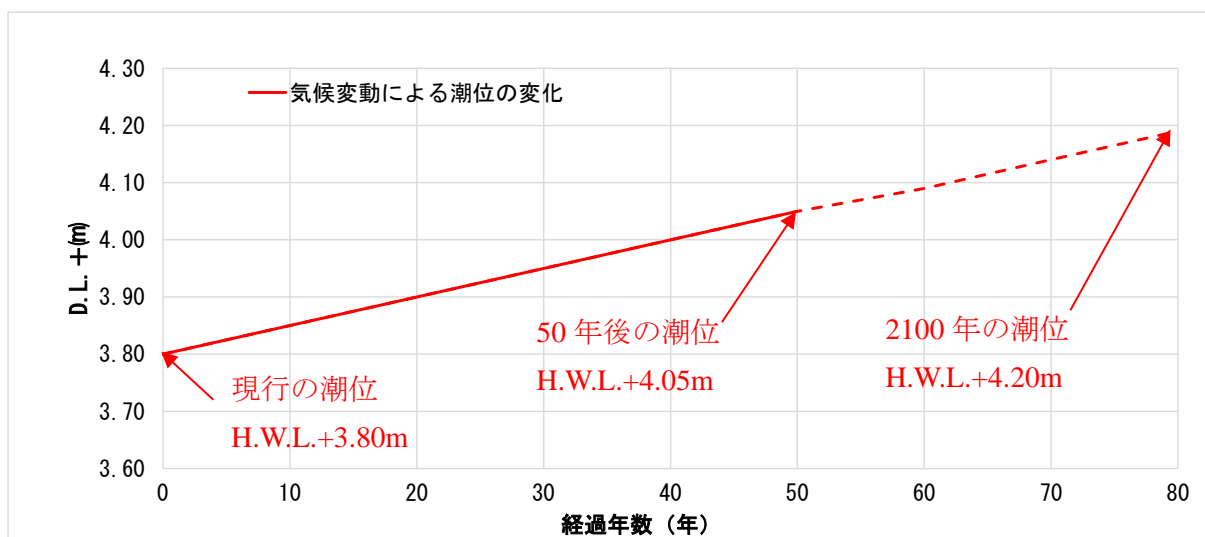


図 3-23 気候変動による H.W.L.の経年変化

表 3-19 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	平均海面 水位上昇量	設定潮位
2020年(現在)	0.00m	H.W.L.+3.80m, L.W.L.+0.00m
2070年(50年後)	0.25m	H.W.L.+4.05m, L.W.L.+0.25m
2100年(将来予測)	0.40m	H.W.L.+4.20m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出



## 2) 波浪の増加

設定した現時点の有義波高  $H=1.5\text{m}$  に対して、気候変動を踏まえた試設計では、2100年の波高が1.3倍になるものと仮定して、経年的な波高値の変化を以下に示す。

表 3-20 気候変動による影響を現在の1.3倍と仮定した設計波高の経年変化

西暦	経過年	海面上昇量	気候変動による設計波高 $H(\text{m})$
2020	0	0.00	1.50
2030	10	0.05	1.56
2040	20	0.10	1.61
2050	30	0.15	1.67
2060	40	0.20	1.73
2070	50	0.25	1.78
2080	60	0.29	1.84
2090	70	0.34	1.89
2100	80	0.39	1.95

1.3倍

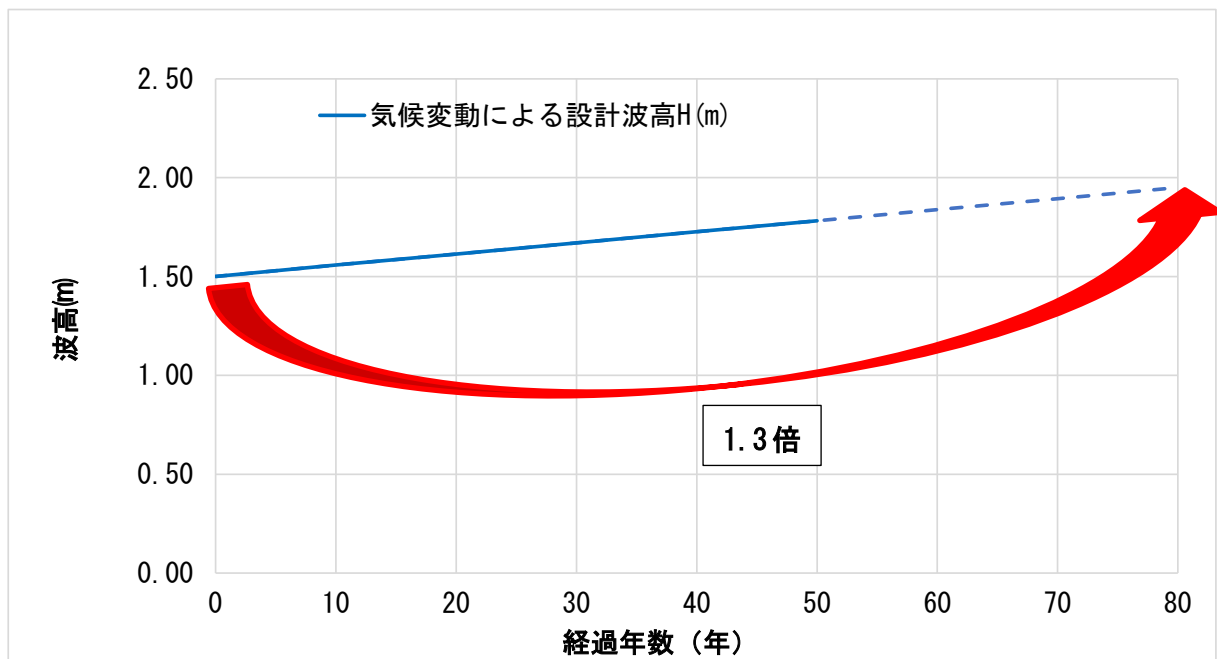


図 3-24 気候変動の影響による設計波高の経年変化

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

防波堤の必要天端高は、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」より、H.W.L.に加算値 1.0H を加えて算定するが、平均海面水位の上昇により H.W.L.も上昇変化するため、現況天端高 (D.L.+5.5m) は 50 年後以降に 1.0m 以上の天端高不足となり、利用面(航路・泊地の港内静穏度の悪化による利用船舶の安全性等)で支障が生じる。

- 現況の天端高 (50 年確率波  $H=1.50\text{m}$ 、 $H.W.L.+1.5\text{m}$ )

$$H.W.L. + 1.0H = 3.80 + 1.0 \times 1.50\text{m} = 5.30\text{m}$$

- 必要天端高の算定

(気候変動の影響を考慮した外力  $H=1.78\text{m}$ 、 $H.W.L.+1.75\text{m}$ )

$$H.W.L. + 1.0H = 4.05\text{m} + 1.0 \times 1.78\text{m} = 5.83\text{m} > 5.30\text{m}$$

表 3-21 気候変動による影響を現在の 1.3 倍と想定した設定の波高値

経過年	海面上昇量	気候変動による設計波高 H (m)	天端高算定値 1.0H	必要天端高 D.L. + (m)
0	0.00	1.50	1.50	5.30
10	0.05	1.56	1.56	5.41
20	0.10	1.61	1.61	5.51
30	0.15	1.67	1.67	5.62
40	0.20	1.73	1.73	5.73
50	0.25	1.78	1.78	5.83

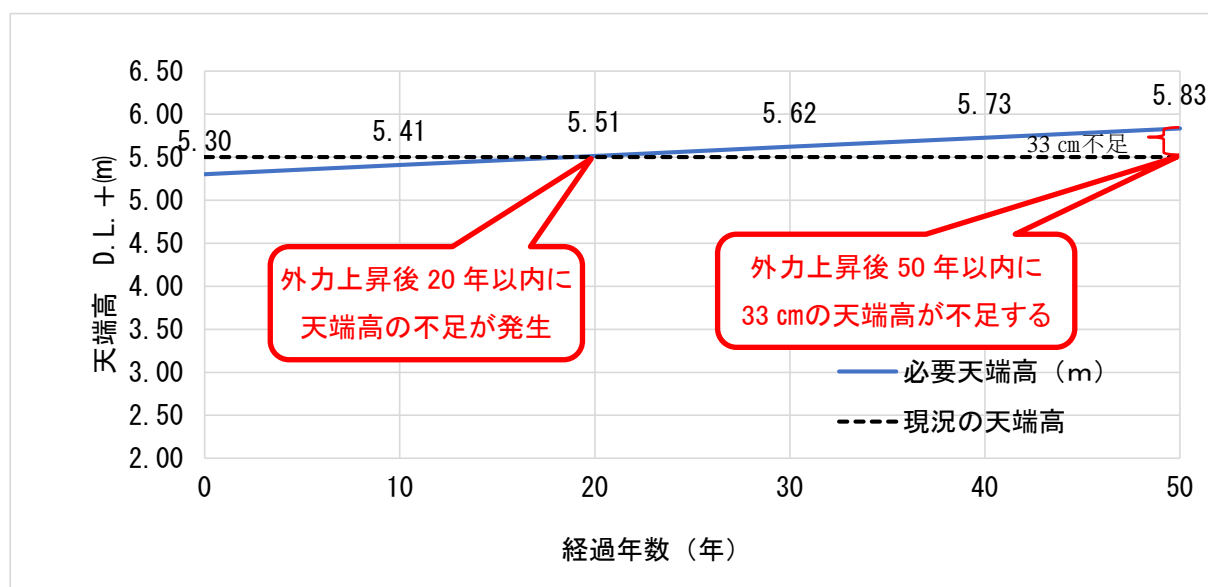


図 3-25 防波堤の天端高の経年変化

①影響評価（利用面）からの考察

- ・平均海面水位の上昇と波高の増加が反映され、上昇直後（10年以内）から天端高が不足する。その後も、必要天端高が徐々に増加し、供用期間中に33 cm程度不足する結果となった。

②影響評価（利用面）における今後の課題

- ・天端高不足より越波するおそれがあるため、静穏度についても検討する必要がある。
- ・また、防波堤開口部からの波浪の進入波や回折波も評価に影響を及ぼすため、防波堤延伸等の検討も必要である。

## 2) 構造面の検討

現況断面で平均海面水位の上昇と波浪の増大による構造面への影響を、部材の応力度の照査値や杭頭の変位量の経年変化として評価した。

表 3-22 後列杭に作用する部材応力及び変位量の経年変化

経過年 (年)	杭の引張応力度 の照査値	杭の圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	杭頭変位量 (cm)	上部工の水平 支圧応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
0	0.90	149.8	3.08	6.8
10	0.95	153.9	3.16	7.2
20	1.00	157.1	3.22	7.6
30	1.05	161.0	3.29	8.0
40	1.11	165.0	3.36	8.4
50	1.15	168.8	3.43	8.8
許容値	1.00	185.0	5.00	7.2

凡例  : 応力度及び応力度の照査値が許容値未満となる範囲。

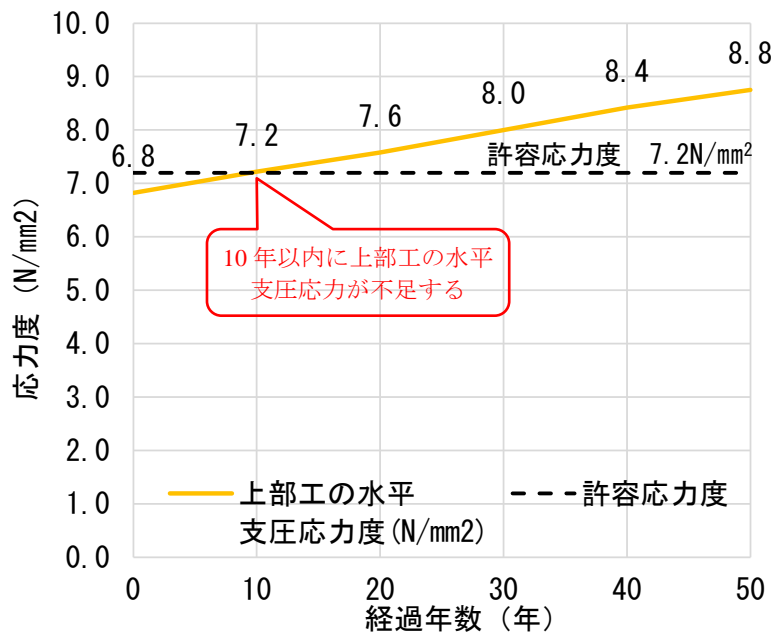


図 3-26 安全率の経年変化 (波圧作用時)

### ①影響評価 (構造面) からの考察

- ・平均海面水位の上昇と波浪の増大により、10年以内に上部工の水平支圧応力が不足するため、構造面の対策が必要である。
- ・外力の変化により、30年以内に2本目の後列杭の引張応力度の照査値が不足するため、構造面の対策が必要である。

### ②影響評価 (構造面) における今後の課題

- ・上部工や部材の応力度の許容値への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。
- ・ここでは、表 3-22 の照査結果は代表的な部材について示しているが、杭式等の鋼材を用いた構造の場合、構成部材によって照査項目が多岐に渡ることがあるので、応力度の照査には注意する必要がある。

- ・さらに、築造時から設計波高や周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。

#### (4) 気候変動への適応策断面の検討

影響評価に基づき、設計供用期間中の適応策断面を検討した。

##### 1) 対策工の考え方

外力条件 50年後の平均海面水位の上昇 (H. W. L. +4.05m) と波浪の増大に適応

- ・安定性の確保に必要な適応断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計供用期間50年として、50年後の外力に対応する断面とするため、上部工の嵩上げ、後列杭の増杭による対策を検討する。
- ・設計天端高D. L. +5.9m
- ・対策工の工種
  - 上部工撤去
  - 既設の後列杭の中間に増杭を打設
  - 上部工の嵩上げコンクリート型枠・打設

##### 2) 利用面に対する対策

- ・上部工 (天端高) の嵩上げの対策が必要

既設天端高 D. L. +5.5m

⇒ 適応対策断面 D. L. +5.9m (0.4mの嵩上げ)

##### 3) 構造面に対する対策

- ・上部工の水平支圧応力、後列杭の応力度が不足するため、後列杭の増杭の対策を行う対策断面を設定した。
- ・順応型対策は、10年後に起こる上部工の支圧応力度の不足に適応するためには、上部工を撤去しなければならない。この時に30年後に起こる杭の引張応力度の不足を見据えて増杭を打設する (上部工の再撤去を行わないため)。その後、設計供用期間50年に適応する天端高まで嵩上げする。適応断面を図 3-28に示す。

表 3-23 後列杭に作用する部材応力及び変位量の経年変化

検討ケース	杭の引張応力度 (軸方向力が圧縮) $\sigma/\sigma_{ca}-\sigma_{bc}/\sigma_{ba}\leq 1.0$	杭の圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	杭頭変位量 (cm)	上部工の水平 支圧応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
50年後 (現況)	1.15 > 1.0 OUT	168.8 ≤ 185 OK	3.43 ≤ 5.0cm OK	8.8 > 7.2 OUT
50年後 (対策断面)	0.76 ≤ 1.0 OK	111.3 ≤ 185 OK	2.81 ≤ 5.0cm OK	5.9 ≤ 7.2 OK
50年後 (順応型対策の初回)	0.76 ≤ 1.0 OK	109.9 ≤ 185 OK	2.38 ≤ 5.0cm OK	5.9 ≤ 7.2 OK

凡例  : 応力度及び応力度の照査値が許容値未満となる範囲。

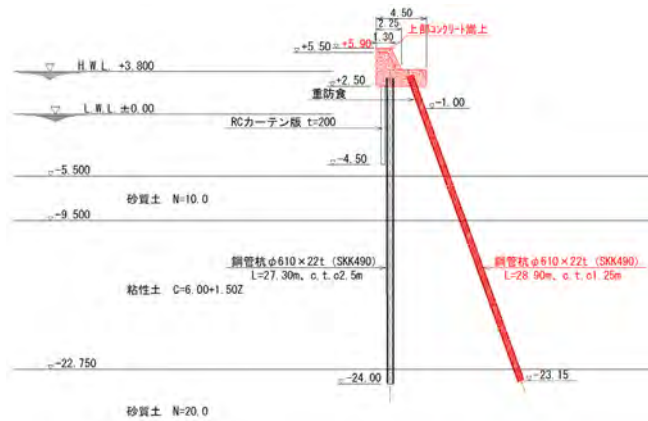


図 3-27 供用期間 50 年後の適応断面

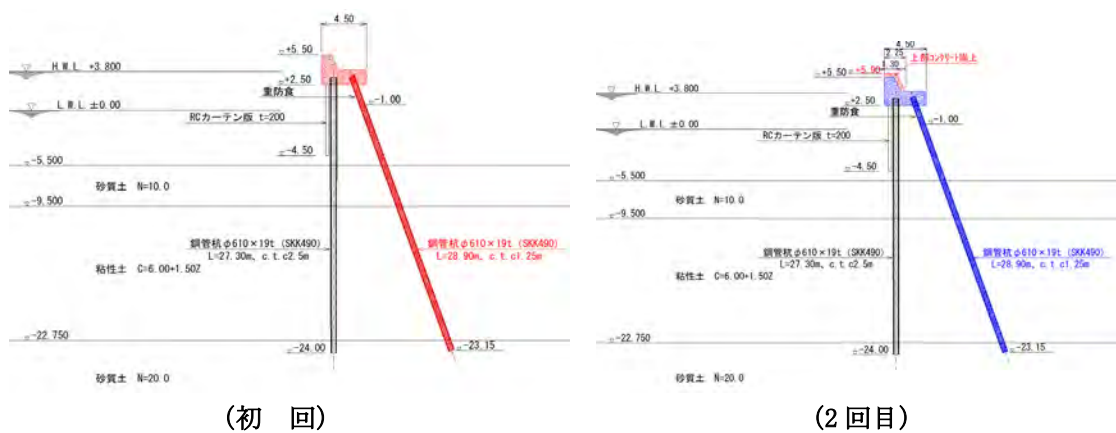


図 3-28 順応型の適応断面

#### 4) 対策断面の検討における留意事項

##### 【利用面】

- ・防波堤からの越波の増加等により港内静穏度の悪化を防止するために、当該防波堤の天端高の嵩上げだけではなく、漁港全体において、防波堤の延伸などの対策が生じる場合がある。

##### 【構造面】

- ・コンクリートや杭など個別部材の複合構造であるため、部材毎の照査項目が多岐に渡ることに留意して検討する必要がある。

#### 5) 対策断面の検討における今後の課題

- ・漁港によって土質などの自然条件や、周辺施設の配置状況等が異なることから、対策の検討にあたっては、施設ごとに条件を定める必要がある。



(5) 整備費用の算出

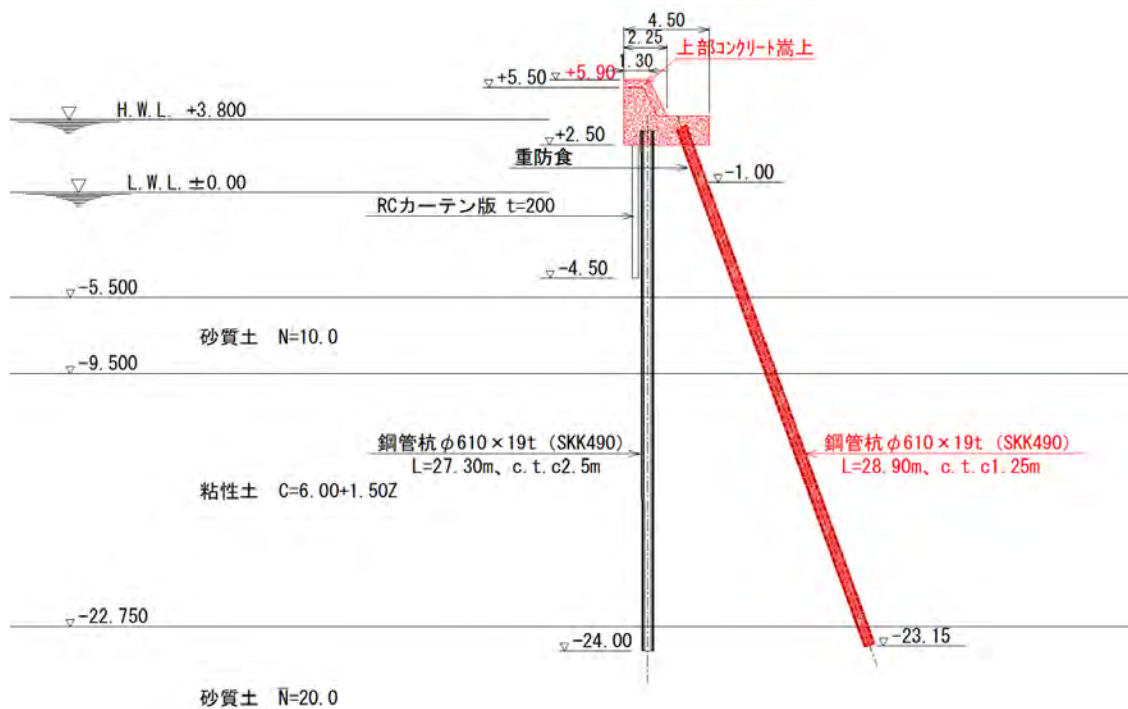
1) 設計共用期間 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を以下に示す。

これより、設計供用期間50年を見据えた適応策断面の整備に175百万円の対策費用を要する。

表 3-24 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応断面（耐用年数 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
上部工撤去	8.8	m <sup>2</sup>	40,000	352,000	
鋼管杭購入	0.8	本	300,000	240,000	
鋼管杭打設	0.8	本	200,000	160,000	
上部工打設	10.1	m <sup>2</sup>	24,000	242,400	
上部工型枠	11.5	m <sup>2</sup>	15,000	172,500	
諸経費率 50%				583,450	
mあたりの概算工事費				1,750,350	
m当たりの概算工事費			施設延長		
1,750,350			× 100 m	175,035,000	



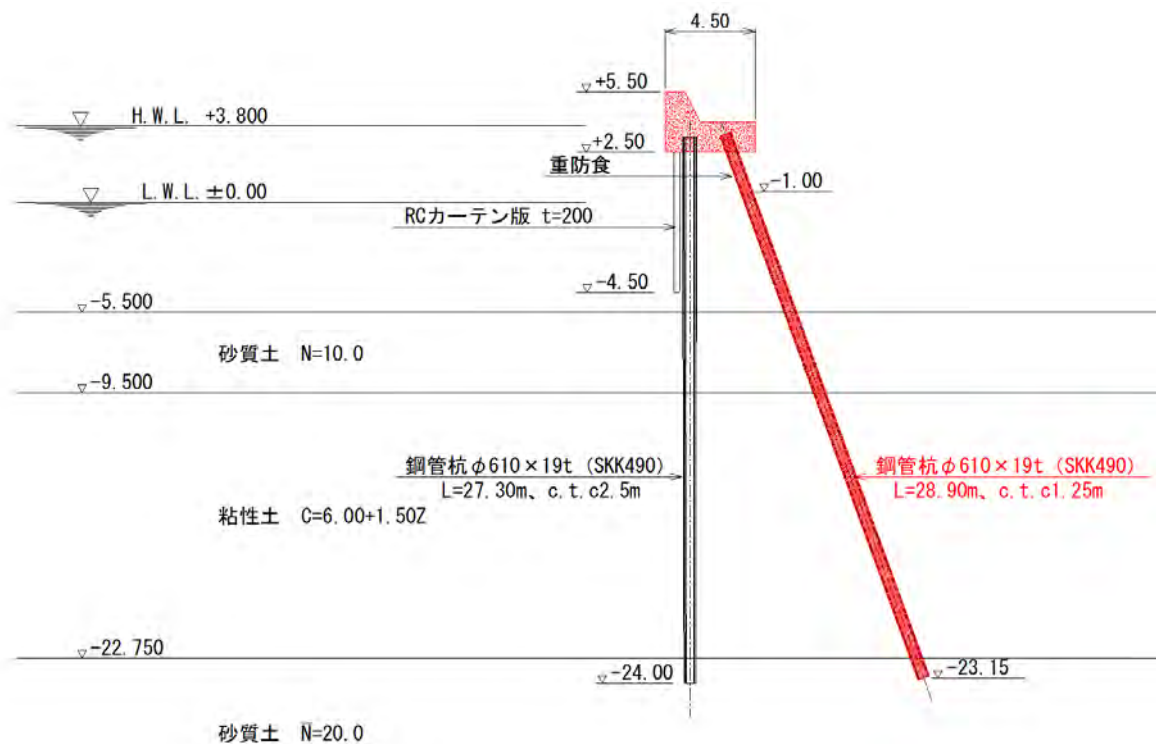
## 2) 順応的な適応策断面

順応型適応策における初回の概算工事費を以下に示す。

これより、基礎マウンドを上部工の水平支圧応力が不足する10年後から5年前倒しで施工することを想定して、5年後に169百万円の対策費用を要する。

表 3-25 対策による概算工事費（順応型適応断面（初回））

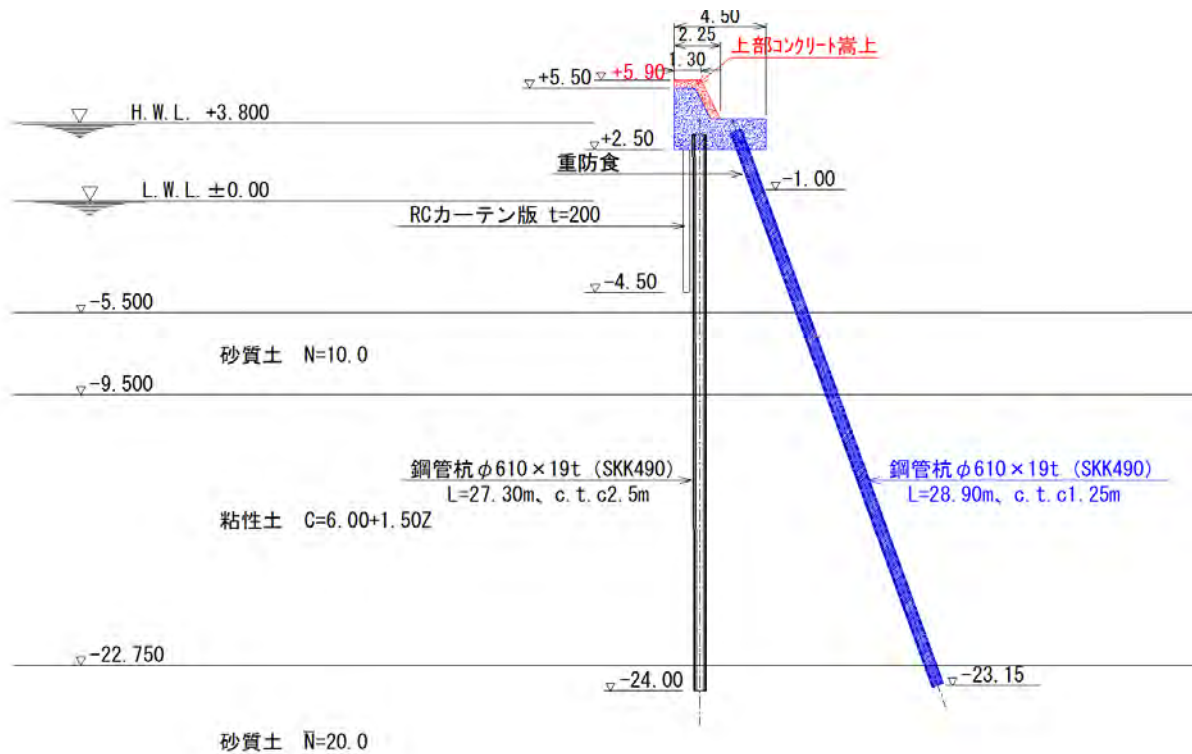
工種	数量	単位	単価	工事費	備考
上部工撤去	8.8	m <sup>2</sup>	40,000	352,000	
鋼管杭購入	0.8	本	300,000	240,000	
鋼管杭打設	0.8	本	200,000	160,000	
上部工打設	8.8	m <sup>2</sup>	24,000	211,200	
上部工型枠	10.7	m <sup>3</sup>	15,000	160,500	
諸経費率 50%				561,850	
mあたりの概算工事費				1,685,550	
m当たりの概算工事費			施設延長		
1,685,550			× 100 m	168,555,000	



初回の適応策から設計供用期間50年に適応するため、天端高を0.4m嵩上げする施工費は、10百万円の対策費用を要する。

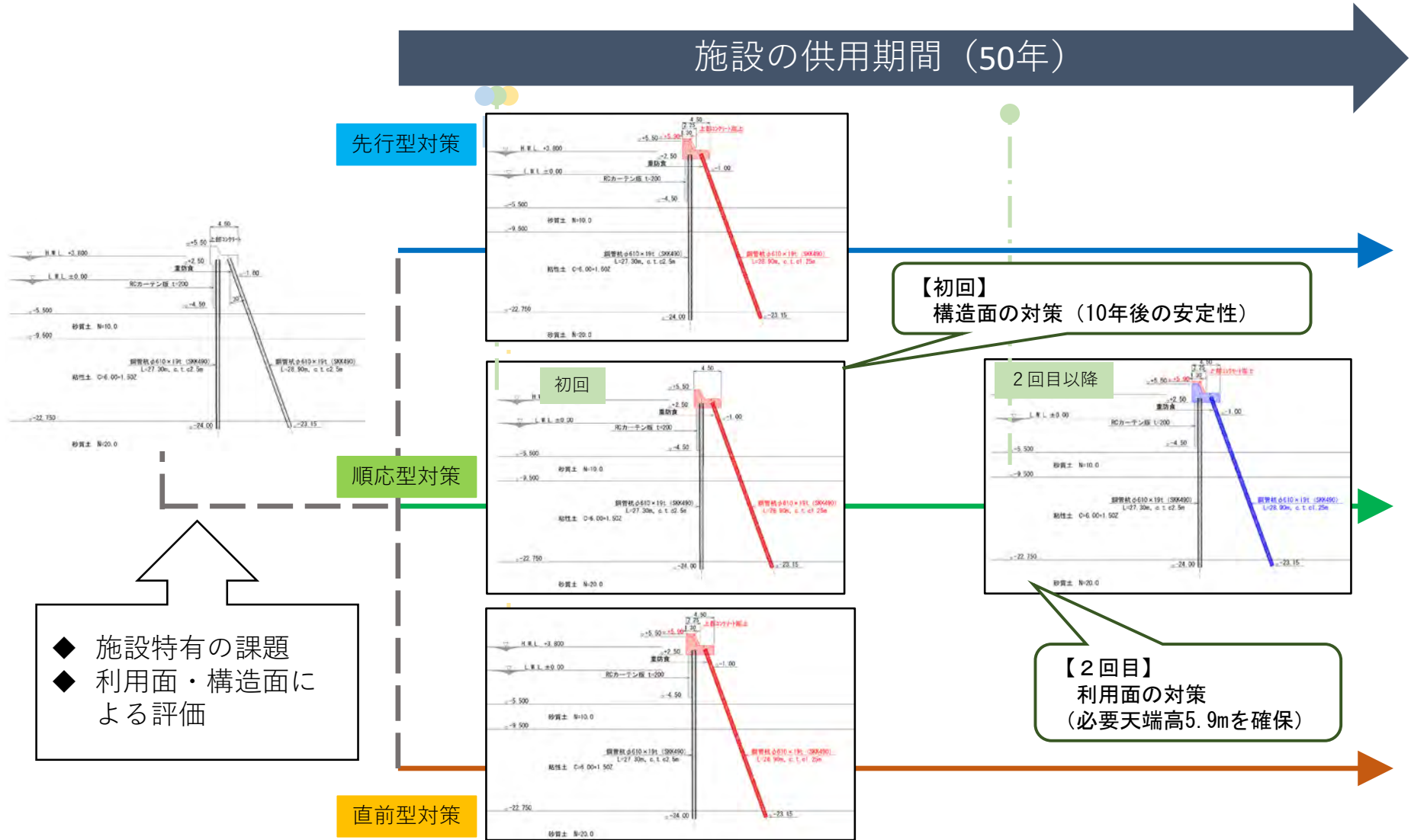
表 3-26 対策による概算工事費（順応型適応断面（次回））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	1.3	m <sup>2</sup>	24,000	31,200	
コンクリート型枠	2.5	m <sup>2</sup>	15,000	37,500	
諸経費率 50%				34,350	
mあたりの概算工事費				103,050	
m当たりの概算工事費			施設延長		
103,050	×	100 m		10,305,000	



(6) 気候変動に対する整備シナリオ

整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) シナリオ毎の整備費用

シナリオ毎の整備費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

今回の試設計では10年以内に上部工の水平支圧応力が不足するため、「先行型対策」と「直前型対策」が同時期となったため、以下の2つの整備シナリオが想定される。

なお、本試設計では、順応型対策の一例として防波堤の天端高は、気候変動の不確実性を考慮して、初期の段階では天端高を上げず、気候変動の影響が顕著になってきた段階で天端高を嵩上げするシナリオを想定した。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げと構造の安定性を確保する先行的対策）

シナリオ② 順応型対策（堤体の安定上問題が生じる段階【5年】で堤体の改良を行い、その後必要天端高まで嵩上げ【45年】を行う順応的対策）

表 3-27 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策
5年後	175 百万円	169 百万円
45年後（50年後目標）		10 百万円

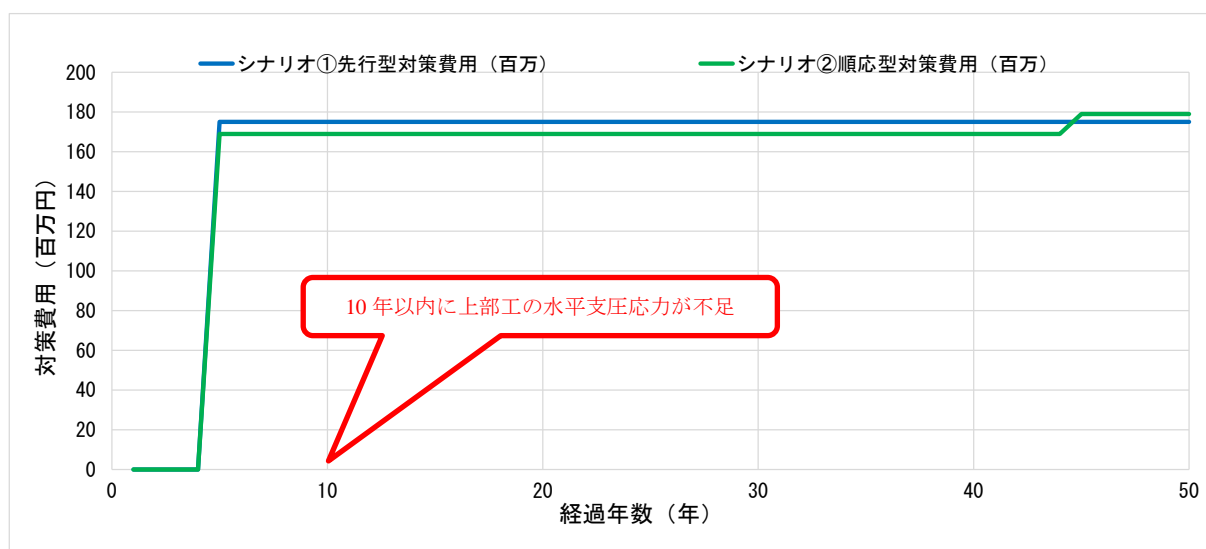


図 3-29 シナリオ毎の対策費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・基礎杭の補強等が必要となる場合、上部工の撤去を伴う天端高の嵩上げ以外に上部工の改良があるときは、同時期に行うことで費用を削減できる。

(8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
外郭施設	防波堤 (カーテン式)	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>初期の天端が高くなり、船舶の航行時の視界に支障を生じるおそれがある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>泊地の静穏度確保など利用に応じて、最適な利用が可能となる。</li> <li>複数回の対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が多くなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10年以内に施設の構造面に支障が生じるため、先行型対策と同じ整備時期・内容となった。</li> </ul>
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現した場合被災が発生するリスクがある。</li> </ul>	
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動の状況に応じて対策を複数回の対策が不要となる場合は総合的に安価となる。</li> <li>複数回の対策実施より、追加工事がある場合は整備費用が相対的に高くなる可能性はある。</li> </ul>	

◆整備シナリオの総合評価における考察

- 今回の試設計では「先行型対策」が最も経済性が有利と判断されるものの、同程度の経済性で、かつ、漁業活動に配慮しながら順応的に対策できる「順応型対策」も選定されうる。
- 一方で、施設の重要度によっては早期に対策することが望ましい場合や、数年以内に老朽化対策等の整備予定がある場合等は「先行型対策」が望ましい場合もある。

### 3.2.3.4. 外郭施設\_護岸（重力式直立堤）

#### (1) 設計条件

検討潮位 H.W.L.+1.00m

L.W.L.±0.00m

偏差 1.00m

設計潮位  $H.W.L. + \text{偏差} = D.L. + 1.00 + 1.00 = D.L. + 2.00m$

既設天端高 D.L.+6.30m

地盤 砂質土

有義波高  $H=2.0m$

周期  $T=10.0s$

施設延長  $L=100m$

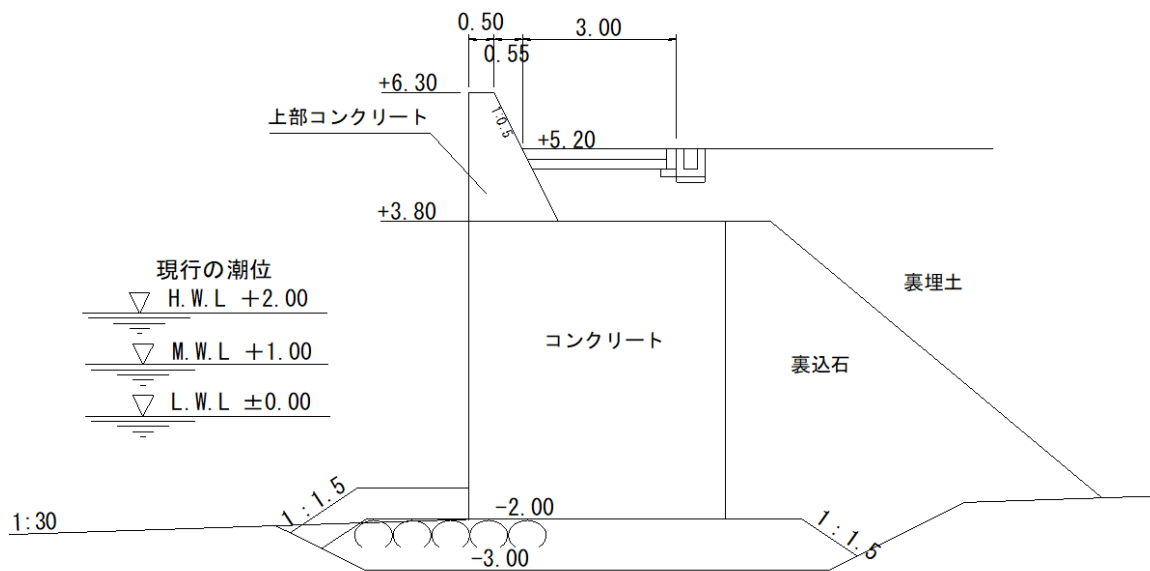


図 3-30 試設計用の標準断面図



(2) 将来気候変動を踏まえた計画外力

1) 平均海面水位の上昇と高潮偏差の増大

気候変動を踏まえた平均海面水位と高潮偏差の増大として、潮位 (H. H.W.L.) を以下のように設定する。

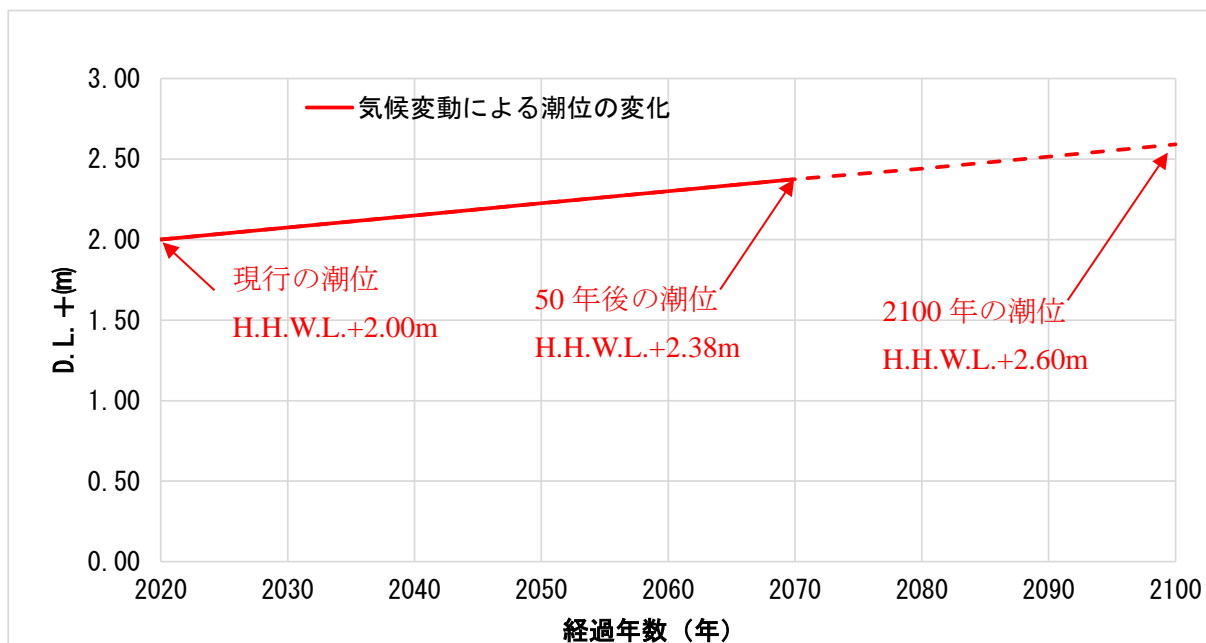


図 3-31 気候変動による H.H.W.L.の経年変化

表 3-28 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	H.W.L.	平均海面 水位上昇量	高潮偏差	設定潮位
2020年(現在)	1.0m	0.00m	1.0m	H.H.W.L.+2.0m, L.W.L.+0.00m
2070年(50年後)	1.0m	0.25m	1.13m	H.H.W.L.+2.38m, L.W.L.+0.25m
2100年(将来予測)	1.0m	0.40m	1.2m	H.H.W.L.+2.60m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

## 2) 波浪の増大

設定した現時点の有義波高  $H=2.0\text{m}$  に対して、気候変動を踏まえた試設計では、2100年の波高が1.3倍になるものと仮定して、経年的な波高値の変化を以下に示す。

表 3-29 気候変動による影響を現在の1.3倍と想定した設計波高の経年変化

西暦	経過年	気候変動による設計波高H (m)
2020	現況	2.00
2030	10年後	2.08
2040	20年後	2.15
2050	30年後	2.23
2060	40年後	2.30
2070	50年後	2.38
2080	60年後	2.45
2090	70年後	2.53
2100	80年後	2.60

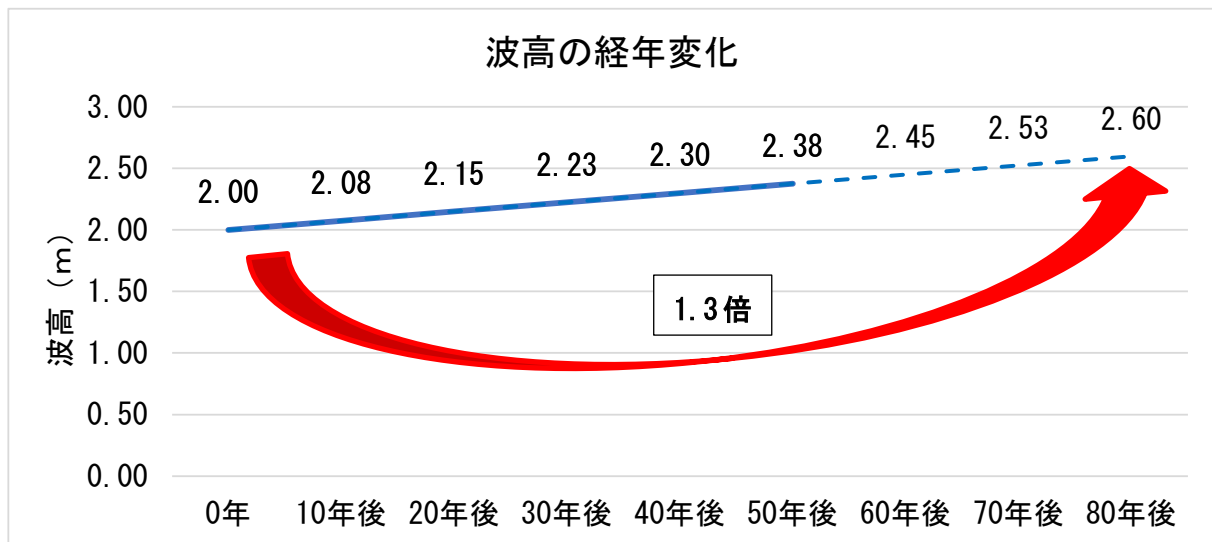
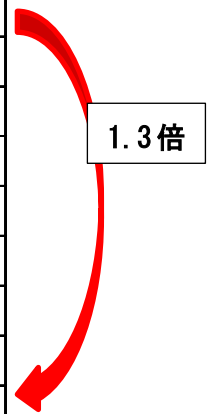


図 3-32 気候変動の影響による設計波高の変化

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

護岸の必要天端高は、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」より、H.H.W.L.時の越波流量から許容越波流量  $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$  以下となる天端高を算定した。現況天端高 (D.L.+6.3m) は 50 年後以降に 1.0m 以上の天端高不足となり、背後地の防護面で支障が生じる。

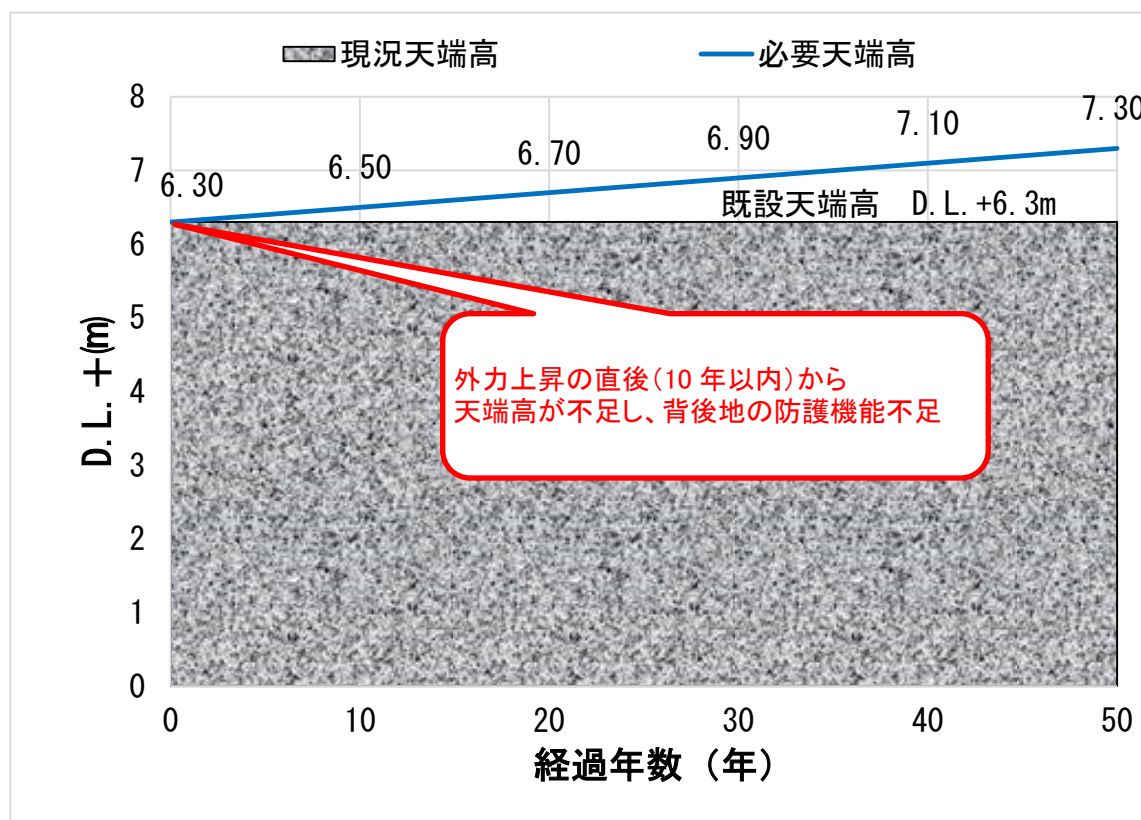


図 3-33 護岸の必要天端高の経年変化

#### ①影響評価（利用面）からの考察

- ・平均海面水位の上昇と波高の増加が反映され、上昇直後（10 年以内）から天端高が不足する。その後も、必要天端高が徐々に増加し、供用期間中に 1.1m 程度不足する結果となった。

#### ②影響評価（利用面）における今後の課題

- ・天端高不足より越波するおそれがあるため、背後地の浸水対策も検討する必要がある。

## 2) 構造面の検討

### ○パラペット部

現況断面で将来気候変動により平均海面水位の上昇、高潮偏差の増大及び波浪の増大によるパラペット部の安定照査を行った結果を以下に示す。

表 3-30 護岸の安定照査による安全率の経年変化 (パラペット部)

経過年数	滑動	転倒	端趾圧(kN/m <sup>2</sup> )
0	2.51	8.85	423.0
10	2.02	6.39	427.9
20	1.66	4.72	434.4
30	1.37	3.57	446.8
40	1.19	2.93	453.4
50	1.04	2.43	460.9
安全率・許容値	1.20	1.20	500.0

凡例  : 所要安全率となる範囲。

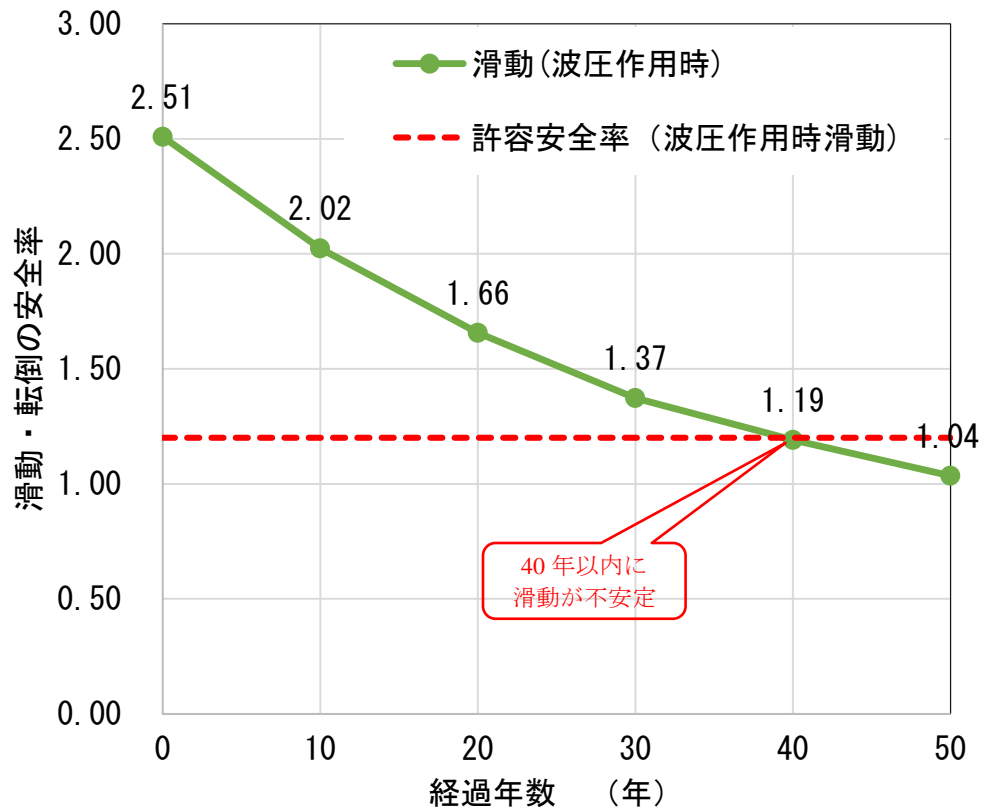


図 3-34 安全率の経年変化 (波圧作用時)

## ○堤体部

現況断面で将来気候変動により平均海面水位の上昇による護岸全体の安定照査を行った結果を以下に示す。常時、地震時ともに、滑動、転倒、端趾圧の評価を行った。

表 3-31 護岸の安定照査による安全率の経年変化（護岸全体）

護岸全体 経過年数	常時			地震時		
	滑動	転倒	端趾圧(kN/m <sup>2</sup> )	滑動	転倒	端趾圧(kN/m <sup>2</sup> )
0	4.45	6.95	199.0	2.16	3.01	278.3
10	4.44	6.93	198.4	2.15	3.00	277.8
20	4.43	6.91	198.0	2.15	2.99	277.3
30	4.43	6.90	197.5	2.14	2.98	276.8
40	4.42	6.88	196.9	2.12	2.97	276.6
50	4.41	6.86	196.3	2.12	2.96	275.9
安全率・許容値	1.20	1.20	500.0	1.00	1.10	500.0

### ①影響評価（構造面）からの考察

- ・平均海面水位の上昇と高潮偏差の増大および波浪の増大により、パラペット部の安全率の低下が確認された。
- ・今回の試設計では、パラペット部においては波圧作用時に対し滑動の安全率が先行して不安定となり、40年以内に許容安全率を下回った。
- ・今回の試設計では、平均海面水位の上昇による堤体部は、常時、地震時ともに安定性は確保されている。

### ②影響評価（構造面）における今後の課題

- ・安全率への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。
- ・さらに、築造時から設計波高や周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。
- ・水深変化によって作用する波が、砕波帯から重複波帯に変化する事に留意する必要がある。
- ・消波工付きの整備事例も多くあるため、消波・被覆ブロックに対する影響を評価する必要がある。

#### (4) 気候変動への適応策断面の検討

影響評価に基づき、設計共用期間中の対策断面を検討した。

##### 1) 対策工の考え方

- ・外力条件 50年後の平均海面水位の上昇量および高潮偏差の増大 (H. H.W.L.+ 2.38m) に適応
- ・安定性の確保に必要な適応策断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計共用期間50年として、50年後の外力に対応する断面とするため、上部工の嵩上げ・拡幅による対策を検討する。
- ・設計天端高D.L.+7.3m
- ・対策工の工種
  - 上部工の嵩上げ・拡幅のコンクリート型枠・打設
  - 水叩き舗装の撤去・再設置
  - 上部工打設のための掘削・埋戻し

##### 2) 利用面に対する対策

- ・上部工 (天端高) の嵩上げの対策が必要  
既設天端高 D.L.+6.3m  
⇒ 適応対策断面 D.L.+7.3m (1.0m の嵩上げ)

##### 3) 構造面に対する対策

- ・上部工の parapet 部と全体の安定照査の結果、50年後の外力に対しては、parapet 部の滑動が不安定になることから、上部工の嵩上げ、拡幅の断面で安定照査を行った。
- ・上部コンクリートの嵩上げ高さ 1.0m に適応する断面で護岸全体の安定照査を行った結果、地震時の安定性が確保されることとなった。

###### parapet 部

経過年数	滑動	転倒	端趾圧(kN/m <sup>2</sup> )
50年後(現況)	1.04 < 1.2 OUT	2.43 > 1.2 OK	460.9 ≤ 500.0 OK
50年後(対策断面)	1.77 > 1.2 OK	3.57 > 1.2 OK	103.9 ≤ 500.0 OK

###### 護岸全体

経過年数	滑動	転倒	端趾圧(kN/m <sup>2</sup> )	基礎の支持力
50年後(現況)	2.12 > 1.2 OK	2.96 > 1.1 OK	275.9 ≤ 500.0 OK	1.43 > 1.0 OK
50年後(対策断面)	2.17 > 1.2 OK	2.87 > 1.1 OK	303.0 ≤ 500.0 OK	1.39 > 1.0 OK

凡例  : 所要安全率となる範囲。

50年後の適応策としては、施設の幅幅により堤体重量を増加して、波圧作用時の滑動に対する安定性を確保する断面を設定した。

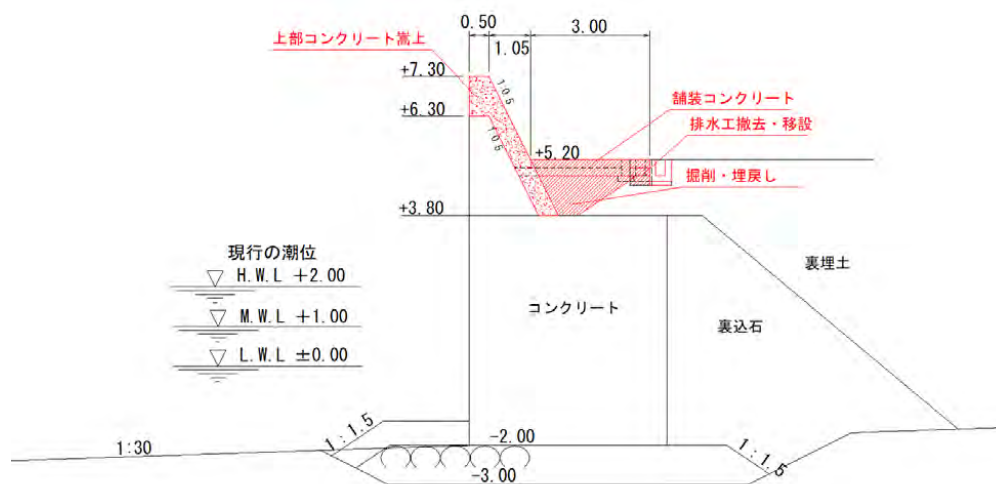


図 3-35 供用期間 50 年後の適応断面

#### 4) 対策断面の検討における留意事項

##### 【利用面】

- ・防波堤等による伝達波の低減や消波工の設置による越波流量の低減など総合的に検討する必要がある。
- ・潮位の上昇に伴い、護岸の背後の排水機能の維持・確保に留意する必要がある。
- ・施設の沈下等により天端高不足が生じていることもあるので、施設の現状を把握しておく必要がある。

##### 【構造面】

- ・護岸の対策工で天端高の嵩上げを行う場合、嵩上げ部の基礎の支持力や、既設部との接続構造の確認が必要である。
- ・重力式護岸本体の安定性は、平均海面水位の上昇による浮力増加が懸念されるものの、土圧強度の低下や嵩上げによる自重増加など相殺され影響は小さいと考えられるが、影響の有無について確認しておくことが望ましい。

#### 5) 対策断面の検討における今後の課題

- ・漁港によって土質などの自然条件や、背後の用地の利用状況等が異なるため、対策の検討にあたっては、施設ごとに条件を定める必要がある。



(5) 整備費用の算出

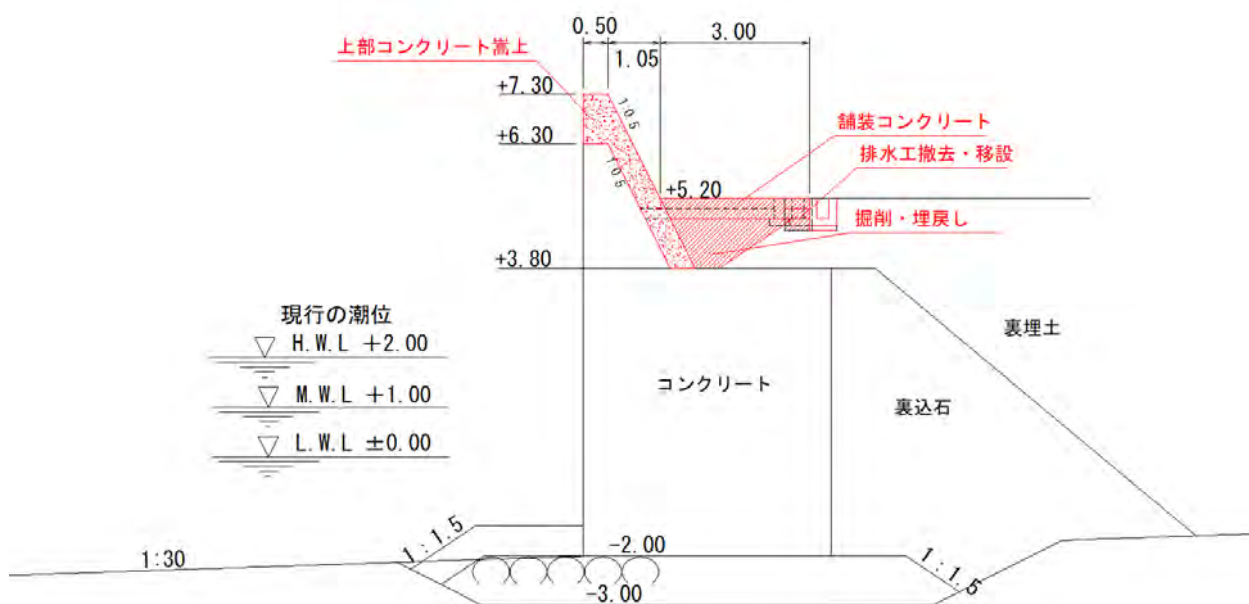
1) 設計共用期間 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を表 3-32に示す。

これより、設計共用期間50年を見据えた適応策断面の整備に38百万円の対策費用を要する。

表 3-32 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応断面（耐用年数 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	2.0	m <sup>2</sup>	15,000	30,000	
コンクリート型枠	4.9	m <sup>2</sup>	6,000	29,400	
舗装・撤去	3.0	m <sup>2</sup>	40,000	120,000	
コンクリート舗装	3.0	m <sup>2</sup>	20,000	60,000	
掘削	2.0	m <sup>3</sup>	500	1,000	
排水溝撤去	1	m	8,000	8,000	
排水溝設置	1	m	6,000	6,000	
諸経費率 50%				127,200	
mあたりの概算工事費				381,600	
m当たりの概算工事費			施設延長		
381,600 ×			100 m	38,160,000	



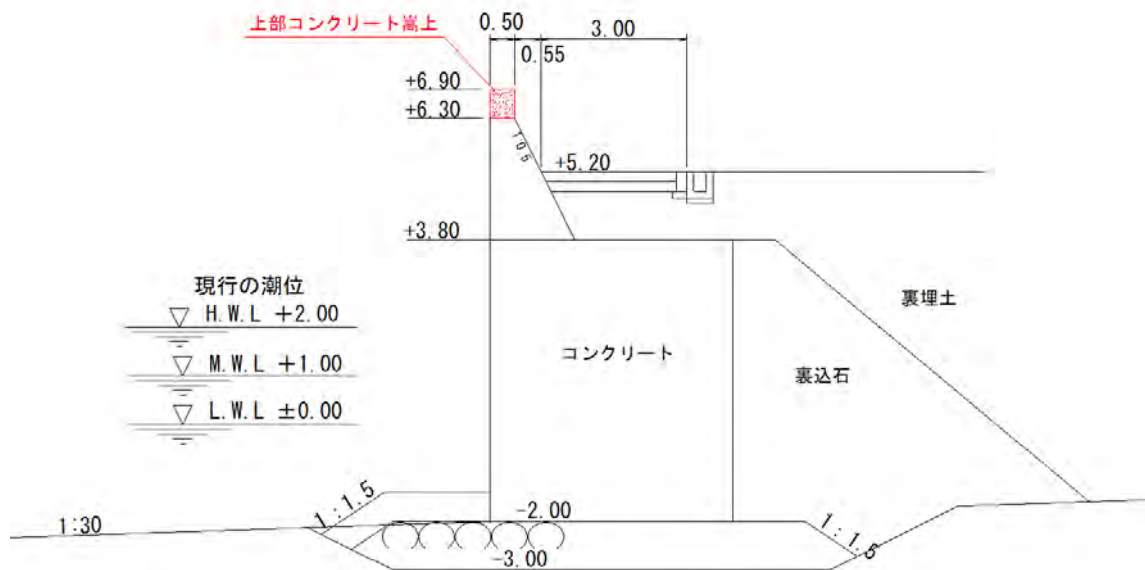
## 2) 順応的な適応策断面

順応型適応策における初回の概算工事費を表 3-33に示す。

これより、天端高が不足となる10年後から5年前倒しで施工することを想定して、5年後に2百万円の対策費用を要する。

表 3-33 対策による概算工事費（順応型適応断面（初回））

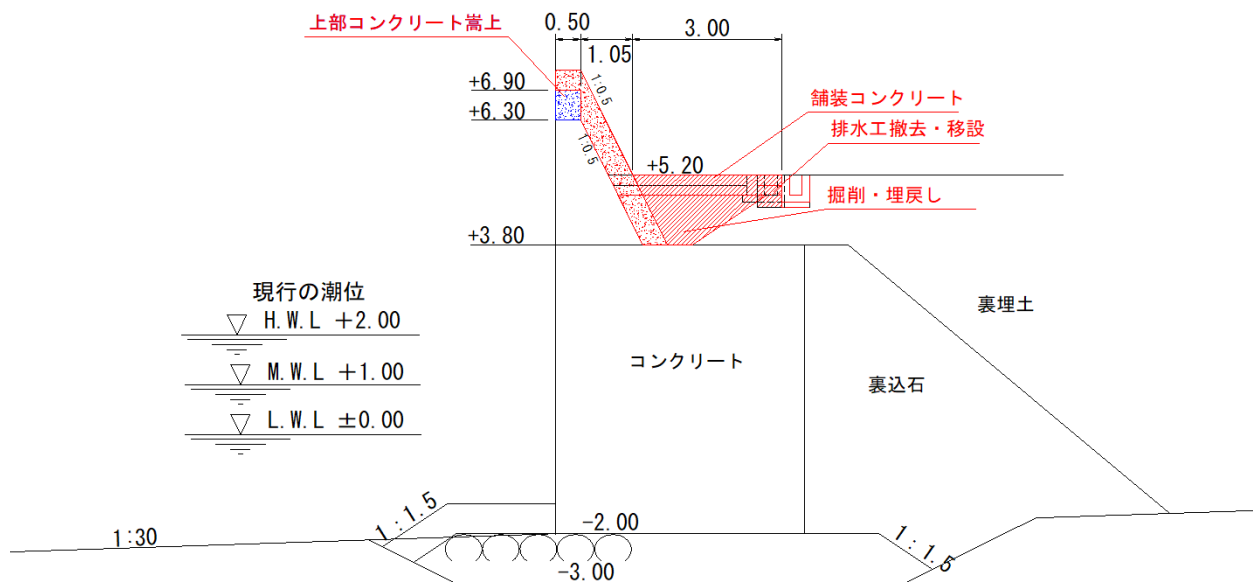
工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	0.3	m <sup>2</sup>	15,000	4,500	
コンクリート型枠	1.2	m <sup>2</sup>	6,000	7,200	
諸経費率 50%				5,850	
mあたりの概算工事費				17,550	
m当たりの概算工事費		施設延長			
17,550	×	100 m		1,755,000	



初回の適応策から設計共用期間50年に適応するため、天端高を1.1m嵩上げする施工費は、37百万円の対策費用を要する。

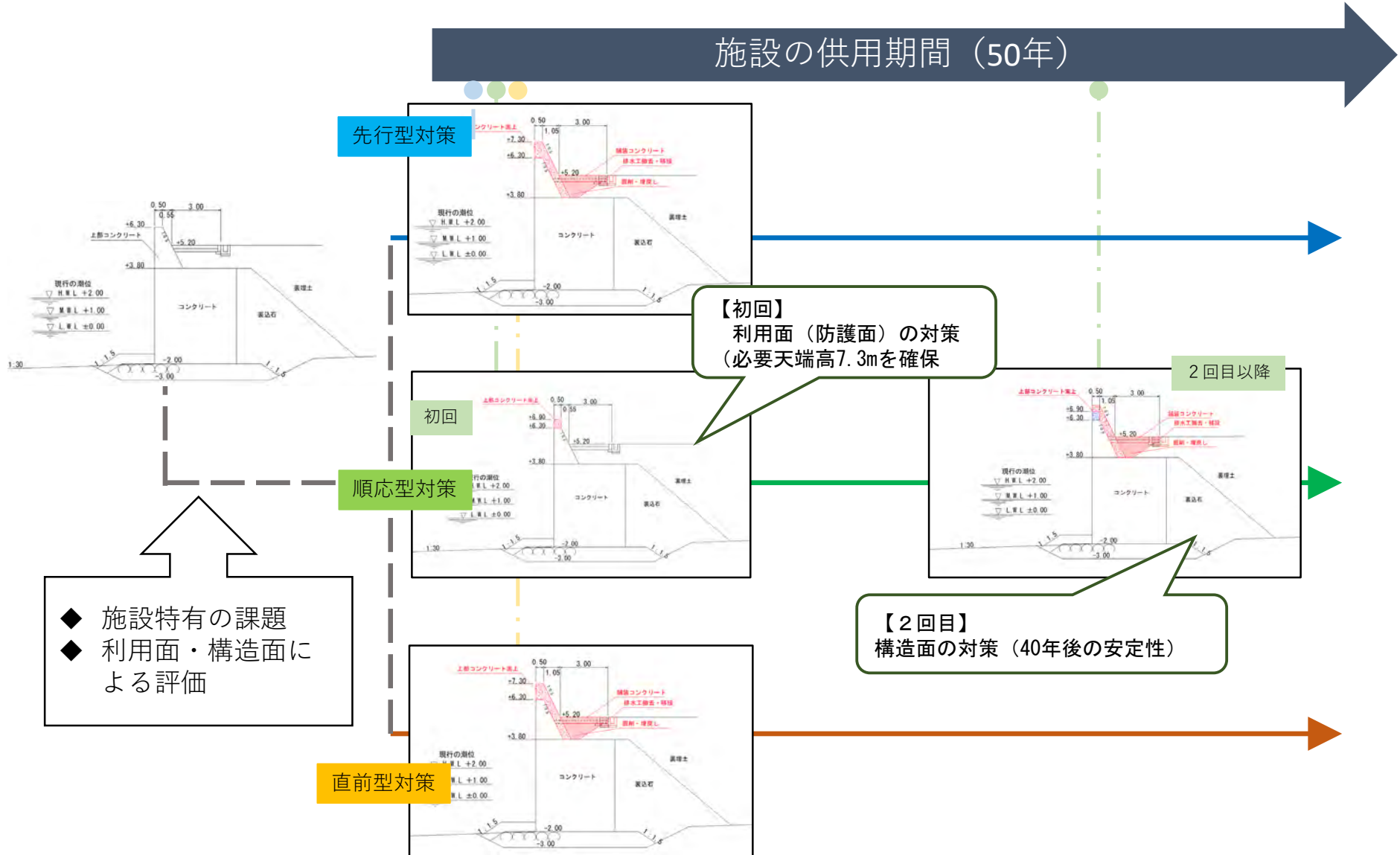
表 3-34 対策による概算工事費（順応型適応断面（次回））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	1.7	m <sup>3</sup>	15,000	25,500	
コンクリート型枠	4.3	m <sup>2</sup>	6,000	25,800	
舗装・撤去	3.0	m <sup>2</sup>	40,000	120,000	
コンクリート舗装	3.0	m <sup>2</sup>	20,000	60,000	
掘削	2.0	m <sup>3</sup>	500	1,000	
排水溝撤去	1	m	8,000	8,000	
排水溝設置	1	m	6,000	6,000	
諸経费率 50%				123,150	
mあたりの概算工事費				369,450	
m当たりの概算工事費			施設延長		
369,450			×	100 m	36,945,000



(6) 気候変動に対する整備シナリオ

整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) シナリオ毎の整備費用

シナリオ毎の整備費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

今回の試設計では即時に天端高が不足し、「先行型対策」と「直前型対策」が同時期となったため、以下の2つの整備シナリオが想定される。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行的対策）

シナリオ② 順応型対策（天端高の不足と堤体の安定上問題が生じる段階的【5年、35年】に順応的に対策）

表 3-35 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策
5年後	38百万円	2百万円
35年後（40年後目標）	—	37百万円

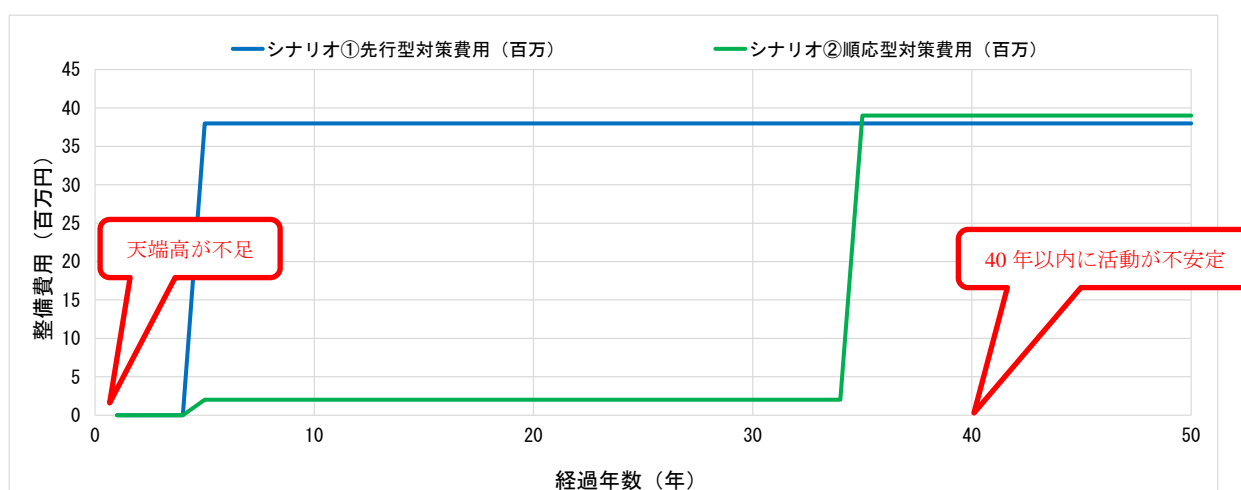


図 3-36 シナリオ毎の対策費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・ 上部工の拡幅施工のために、背後地の水叩や一部の用地の撤去費用を要する。
- ・ 各シナリオでの費用が大きく変わらない場合、背後地の浸水被害のリスクへの対応として、早期の整備が望ましい。

(8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
外郭施設	護岸 (直立堤)	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 早期に背後地の安全性が確保できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 段階的に背後地の安全性が確保できる。</li> <li>• 複数回の対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が多くなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 即時に施設の天端高が不足となるため、先行型対策と同じ整備時期・内容となった。</li> </ul>
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>• 気候変動の不確実性に対して、過大な断面となり、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>• 気候変動による外力上昇が早期に発現しても、安全性に大きな影響は無い。</li> </ul>	
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 複数回の対策実施より、手戻り工事がある場合は整備費用が相対的に高くなる可能性がある。</li> </ul>	

◆整備シナリオの総合評価における考察

- 今回の試設計では、背後の浸水リスクはあるため「先行型対策」が有利である判断されるものの、同程度の経済性で、かつ、背後地利用に配慮しながら順応的に対策できる「順応型対策」も選定されうる。
- 背後地の安全性の確保が必要であり、排水施設の高さや処理能力が不足する場合がある。
- 一方で、背後地の防護における施設の重要性によっては早期に対策することが望ましい場合や、数年以内に老朽化対策等の整備予定がある場合等は「先行型対策」が望ましい場合もある。

### 3.2.3.5. 係留施設\_係船岸（重力式混成堤）

#### (1) 設計条件

検討潮位 H.W.L. +2.00m

L.W.L. ±0.00m

設計水平震度 0.18

既設天端高 D.L. +2.40m

地盤 砂質土

施設延長 L = 100 m

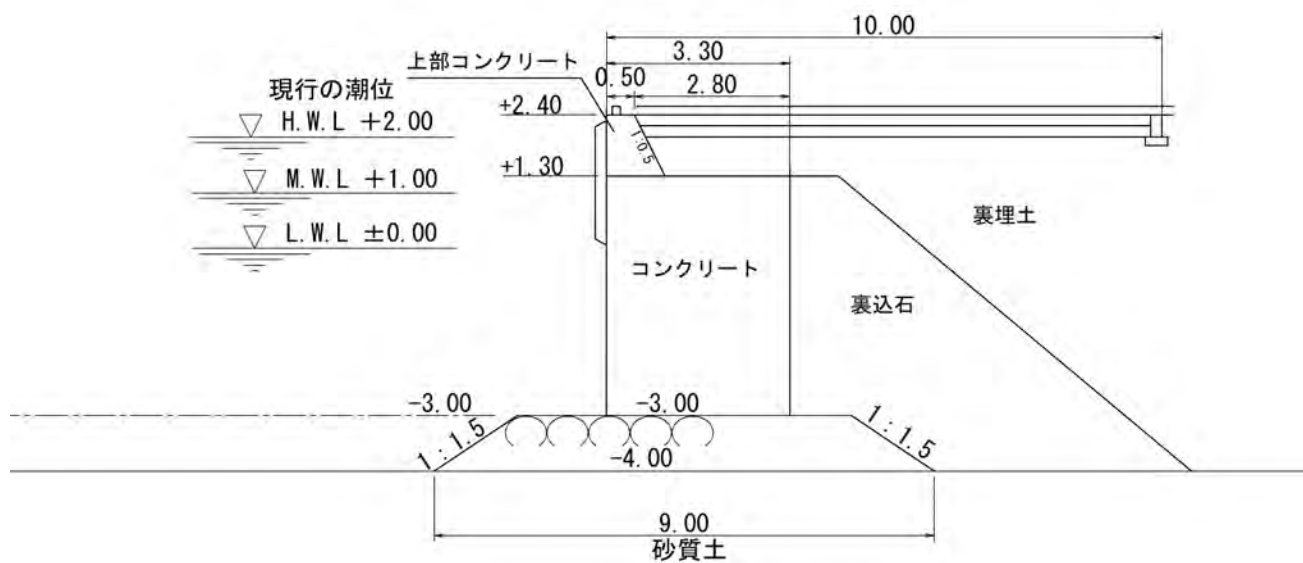


図 3-37 試設計用の標準断面図



(2) 将来の気候変動を踏まえた計画外力

気候変動を踏まえた平均海面水位として、潮位 (H.W.L.) を以下のように設定する。

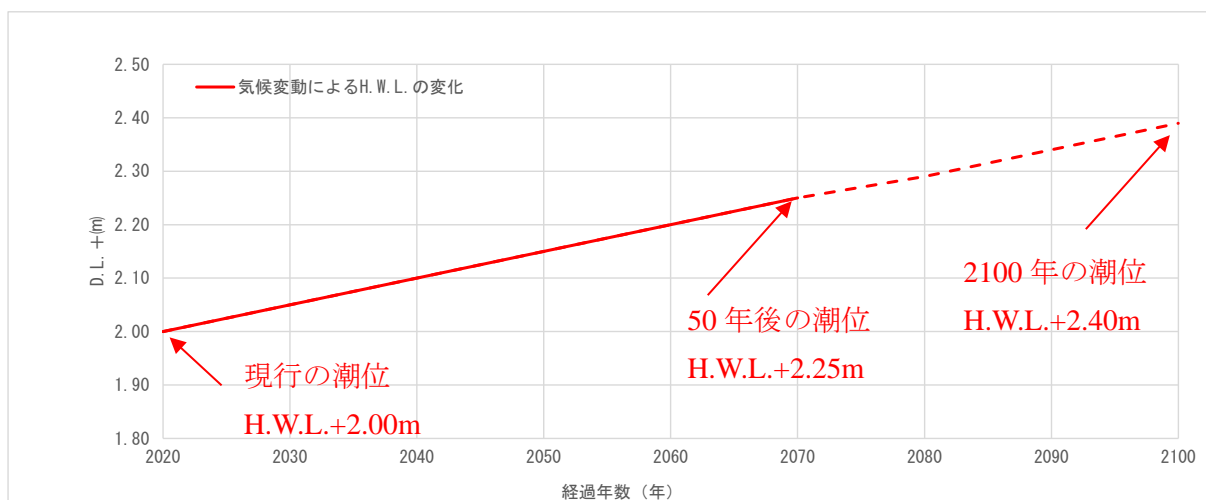


図 3-38 気候変動による H.W.L.の変化

表 3-36 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	平均海面 上昇量	設定潮位
2020 年 (現在 )	0.00m	H.W.L.+2.00m, L.W.L.+0.00m
2070 年 (50 年後)	0.25m	H.W.L.+2.25m, L.W.L.+0.25m
2100 年 (将来予測)	0.40m	H.W.L.+2.40m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

必要天端高は、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」より、H.W.L.に下表の加算値 0.6 を加えて算定するが、海面上昇により H.W.L.も上昇変化するため、現況天端高 (D.L.+2.4m) は 20 年後以降に 30cm 以上の天端高不足となり、利用面 (陸揚作業への負担、漁船乗り上げの危険性) で支障が生じる。

表 3-37 天端高の算定値

潮位差 (H.W.L.-L.W.L.)	対象漁船 (G.T.)			
	0~20トン	20~150トン	150~500トン	500トン以上
0 m~1.0m	0.7m	1.0m	1.3m	1.5m
1.0 ~1.5	0.7	1.0	1.2	1.4
1.5 ~2.0	0.6	0.9	1.1	1.3
2.0 ~2.4	0.6	0.8	1.0	1.2
2.4 ~2.8	0.5	0.7	0.9	1.1
2.8 ~3.0	0.4	0.6	0.8	1.0
3.0 ~3.2	0.3	0.5	0.7	0.9
3.2 ~3.4	0.2	0.4	0.6	0.8
3.4 ~3.6	0.2	0.3	0.5	0.7
3.6以上	0.2	0.2	0.4	0.6
休けい岸壁加数	0 m	0~0.5m	0.5~1.0m	1.0m

表 3-38 経過年数と天端高の不足高さ

経過年	海面上昇量	気候変動による H.W.L.の変化	天端高の 算定値	必要天端高	現況天端高	不足高さ
0	0.00	2.00	0.6	2.60	2.4	0.20
10	0.05	2.05	0.6	2.65	2.4	0.25
20	0.10	2.10	0.6	2.70	2.4	0.30
30	0.15	2.15	0.6	2.75	2.4	0.35
40	0.20	2.20	0.6	2.80	2.4	0.40
50	0.25	2.25	0.6	2.85	2.4	0.45

漁港施設の耐用年数の 50 年後では、必要天端高は、以下のように算定される。

$$\boxed{50 \text{ 年後の必要天端高} = \text{D.L.} + 2.25\text{m} + 0.6\text{m} = \text{D.L.} + 2.85\text{m} \text{ (現状天端から 45 cm 嵩上げ)}}$$

耐用年数 50 年後の外力に対して必要となる 45cm まで一度に天端高の嵩上げを行う対策に加え、利用面に配慮した段階的な嵩上げが考えられる。利用面では、気候変動予測の不確実性を考慮して、漁船の利用で支障の生じる 20 年後の潮位に天端高の算定値を加算した以下の必要天端高による順応的な対策を検討する。

$$\boxed{20 \text{ 年後の必要天端高} = \text{D.L.} + 2.10\text{m} + 0.6\text{m} = \text{D.L.} + 2.70\text{m} \text{ (現状天端から 30 cm 嵩上げ)}}$$

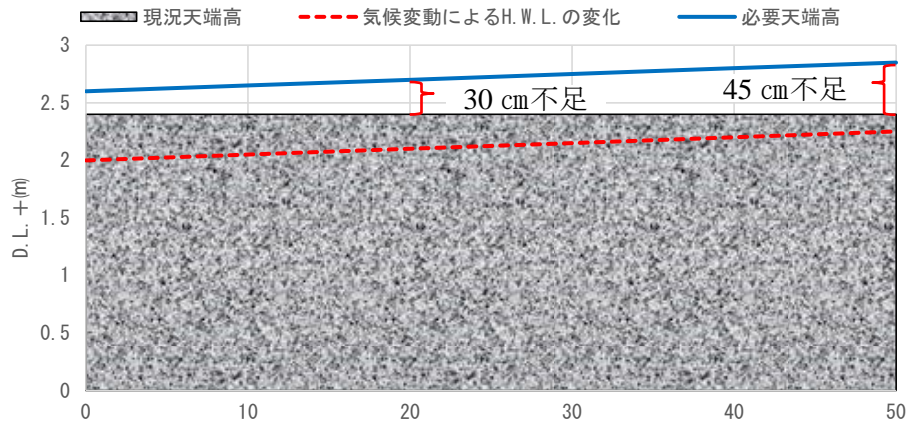


図 3-39 係船岸の必要天端高の経年変化

① 影響評価（利用面）からの考察

- ・平均海面水位の上昇により、現行天端高では、経過年数 20 年後以降で 30 cm以上の不足が生じ、経過年数 50 年では 45 cmの不足が生じる結果となった。

② 影響評価（利用面）における今後の課題

- ・天端高不足より漁船の接岸や荷揚げについての利用性が低下するおそれがあるため、利用状況の実態を確認する必要がある。
- ・また、対象漁船の規模等によっては、天端嵩上げ部を階段形状とするなどの検討を行う必要がある。

## 2) 構造面の検討

現況断面で将来気候変動により海面水位の上昇が発生した場合の安定照査を行った。

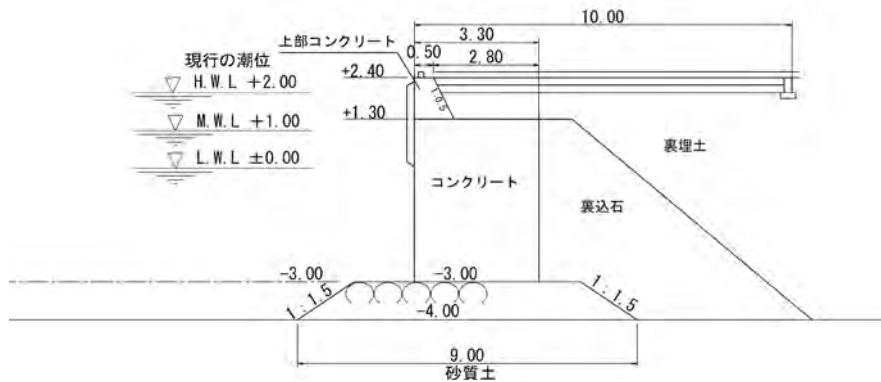
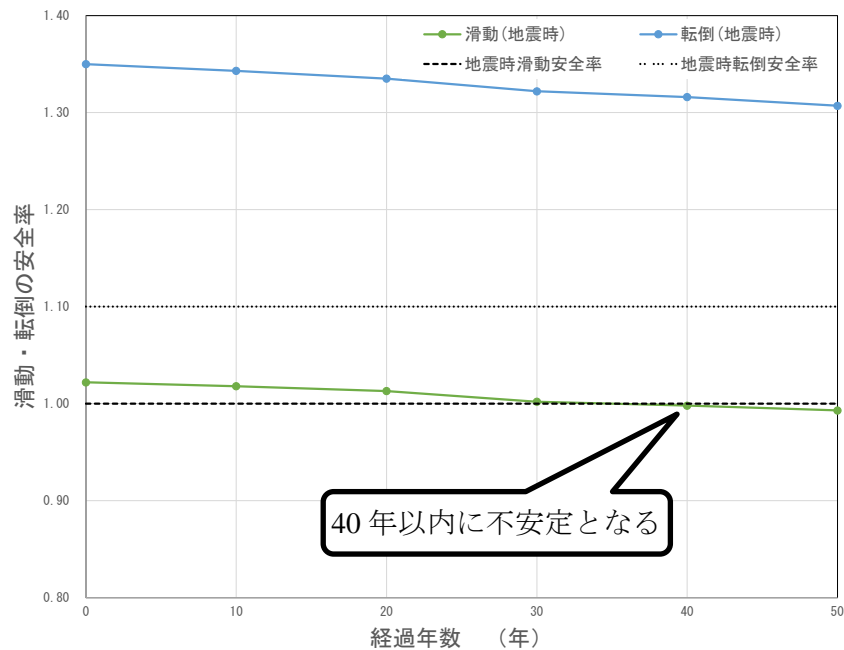


図 3-40 試設計用の標準断面図

表 3-39 安定計算結果 (常時、地震時)

状態	経過年数	滑動	転倒	端趾圧(kN/m <sup>2</sup> )
常時	0	3.65	5.04	128.5
常時	10	3.65	5.03	128.3
常時	20	3.65	5.03	128.0
常時	30	3.65	5.03	127.7
常時	40	3.65	5.03	127.5
常時	50	3.65	5.03	127.2
安全率・許容値		1.20	1.20	500.0
地震時	0	1.02	1.35	423.0
地震時	10	1.02	1.34	427.9
地震時	20	1.01	1.34	434.4
地震時	30	1.00	1.32	446.8
地震時	40	1.00	1.32	453.4
地震時	50	0.99	1.31	460.9
安全率・許容値		1.000	1.100	500.0

安全率等の変化（現況天端）



①影響評価（構造面）からの考察

- ・平均海面水位の上昇により、安全率の低下が確認された。
- ・本試設計では地震時の滑動に対し、浮力増加による堤体自重の低下により、40年以内に安全率が1.0を下回る結果となった。

②影響評価（構造面）における今後の課題

- ・安全率や支持力の許容値への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。
- ・さらに、築造時から周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。
- ・地盤が比較的軟弱な場合や地盤改良が実施されている場合は、地盤全体を含めた評価をする必要がある。

#### (4) 気候変動への適応策断面の検討

##### 1) 対策工の考え方

- ・外力条件 50年後の平均海面水位の上昇 (H.W.L.+2.25m) に適応
- ・安定性の確保に必要な適応策断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計共用期間50年として、50年後の外力に対応する断面を設定した。
- ・設計天端高D.L.+2.9m
- ・対策工の工種
  - 上部工の嵩上げコンクリート型枠・打設
  - 掘削
  - 既設コンクリート舗装の部分撤去
  - コンクリート舗装
  - 付帯工撤去・再設置 (防舷材、係船柱)

##### 2) 利用面に対する対策

- ・上部工 (天端高) の嵩上げの対策が必要  
既設天端高 D.L.+2.4m  
⇒ 適応対策断面 D.L.+2.9m (0.5m の嵩上げ)

##### 6) 構造面に対する対策

- ・今回の試設計では、天端高の嵩上げを行うと、土圧が増加し、地震時の滑動の安全率が不足する結果となる。
- ・対策として、上部工の嵩上げ、拡幅により堤体重量を増加させて安定性を確保する断面を設定した。

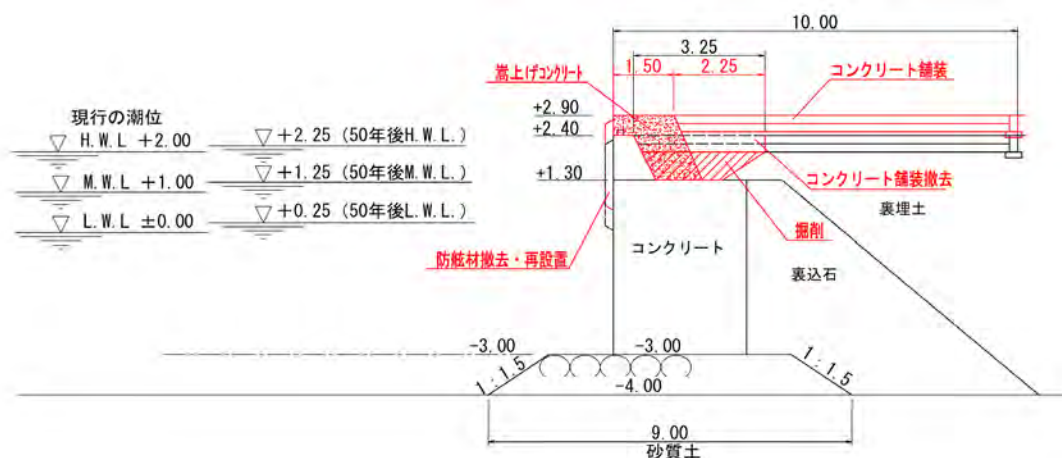


図 3-41 50 年後の気候変動外力に適応する標準断面図 (50 年後)

(順応型の断面 20年後)

外力条件 20年後の海面上昇量 (H.W.L.+2.1m) に対応

利用面の嵩上げ高の上限30cm確保するように、潮位変動に対して順応的に天端高を嵩上げする。

20年後のD.L.+2.7mの高さまで嵩上げし、安定性を確保する断面を設定する。

設計天端高 D.L.+2.7m

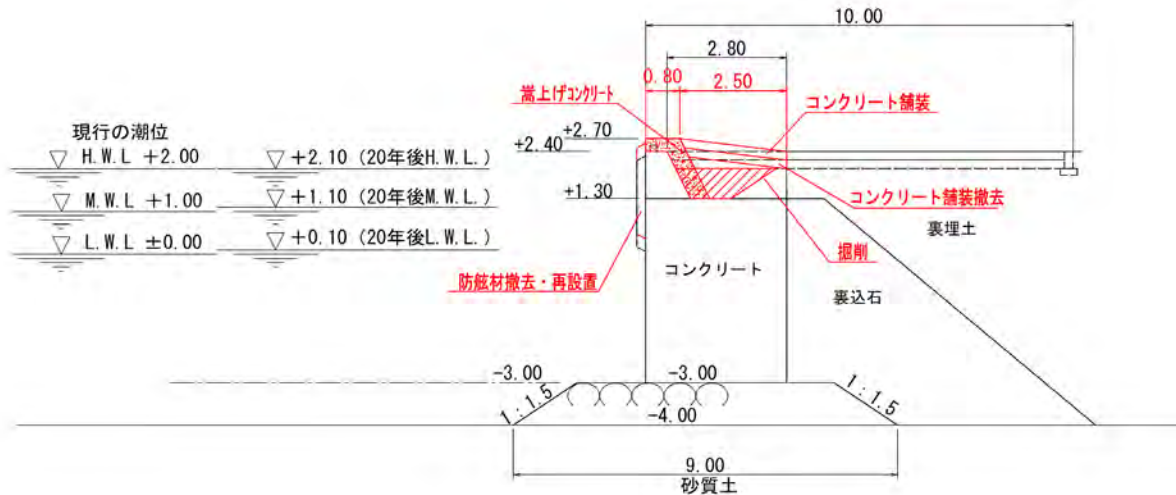


図 3-42 順応型の適応断面 (20 年後)

(順応型の断面 50年後)

外力条件 50年後の海面上昇量 (H.W.L.+2.25m) に対応

利用面で嵩上げされた順応的に断面から、耐用年数50年を目標として、50年後の外力に対応した安定性を確保する嵩上げ断面設定した。

設計天端高 D.L.+2.9m

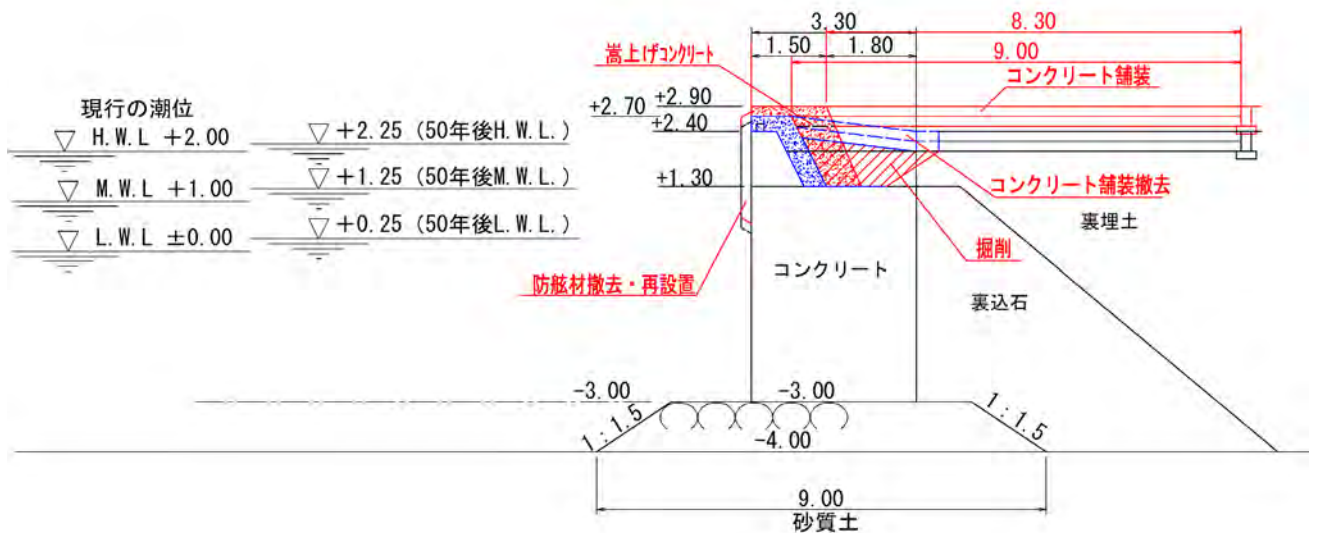


図 3-43 順応型の適応断面 (50 年後)



## 7) 対策断面の検討における留意事項

### 【利用面】

- ・小型漁船による荷揚等の漁業活動にとっては、数 10cm の潮位差でも陸揚作業等への支障となる場合があり、利用に配慮した整備断面の検討が必要になる。
- ・背後地の嵩上げ等が必要となる場合、背後施設の構造や利用に影響が生じる場合がある。
- ・係船柱や防舷材などの付帯施設の取付位置に配慮が必要となる場合がある。

### 【構造面】

- ・平均海面水位の上昇により、本体工の浮力が増加するので、地震時の滑動・転倒の安定性が低下する可能性がある。
- ・周辺水深等の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性がある。  
(以降、係船岸としては共通)
- ・対策工の選定にあたっては、施工時の利用制限の短縮等について配慮が必要となる場合がある。
- ・先行型や事前型を選定する場合は、施設の重要度や老朽化の状況を考慮することが必要である。

(5) 適応策費用の算出

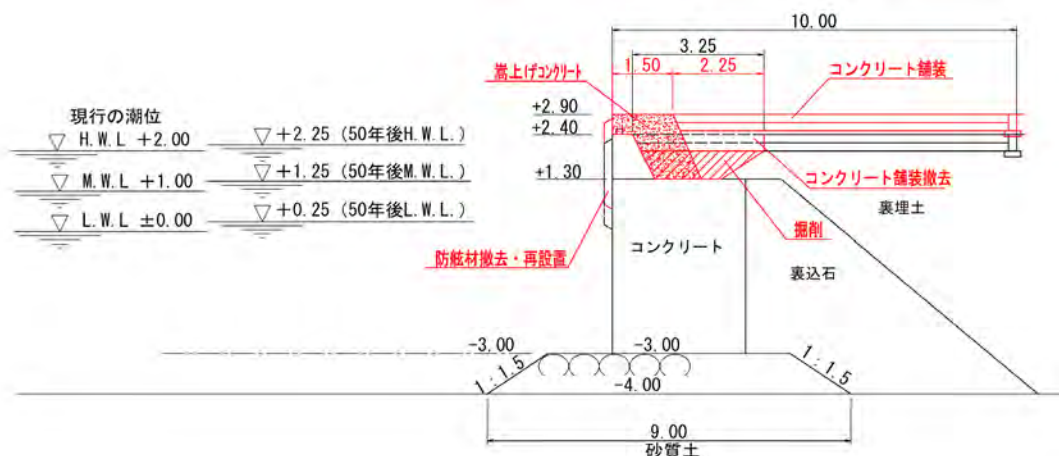
1) 設計共用期間 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を以下に示す。

これにより、設計共用期間50年を見据えた適応策断面の整備に56百万円の整備費用を要する。

表 3-40 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応断面（耐用年数 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	2.1	m <sup>3</sup>	15,000	31,500	
コンクリート型枠	2.3	m <sup>2</sup>	6,000	13,800	
舗装・撤去	3.3	m <sup>2</sup>	40,000	132,000	
コンクリート舗装	8.3	m <sup>2</sup>	20,000	166,000	
掘削	1.65	m <sup>3</sup>	500	825	
付帯工	0.1	基	300,000	30,000	10mピッチ13基
諸経费率 50%				187,063	
mあたりの概算工事費				561,188	
m当たりの概算工事費			施設延長		
561,188		×	100 m	56,118,750	



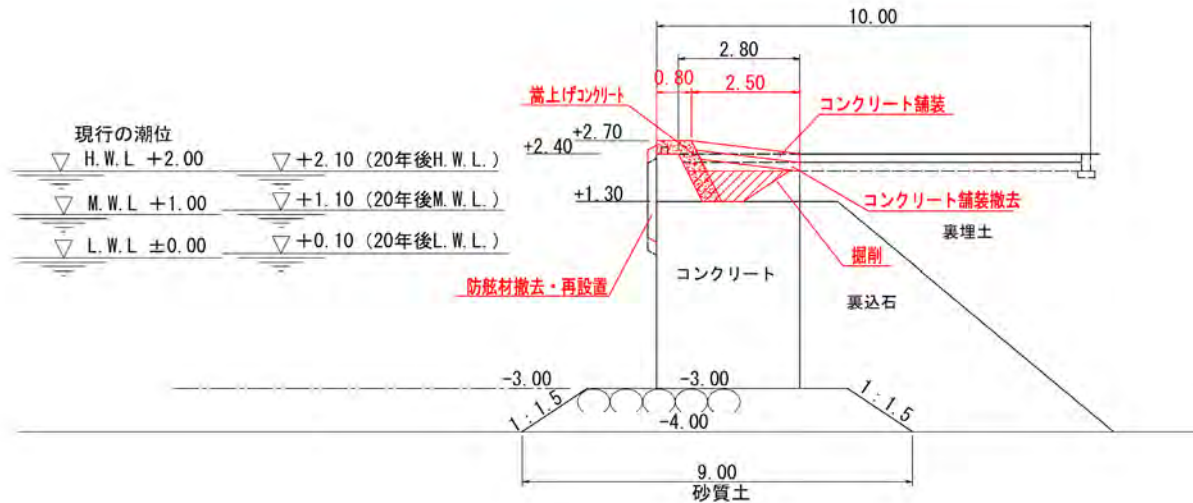
2) 順応的な適応策断面

順応型適応策における初回の概算工事費を表 3-41に示す。

これにより、利用面で支障が生じる20年後から5年前倒しで施工することを想定して、15年後に32百万円の対策費用を要する。

表 3-41 対策による概算工事費（順応型適応策断面（初回））

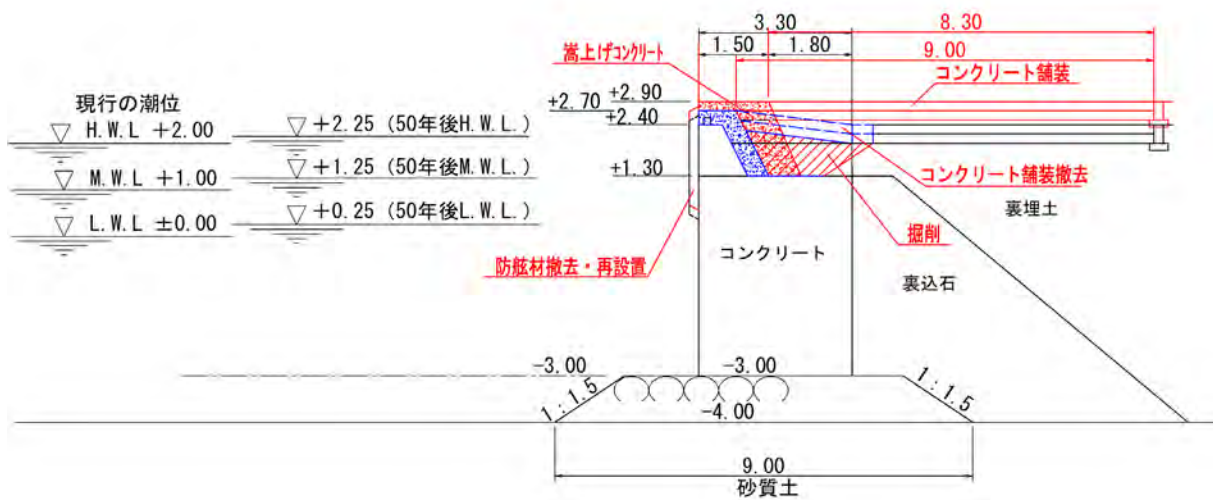
工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	0.8	m <sup>3</sup>	15,000	12,000	
コンクリート型枠	1.9	m <sup>2</sup>	6,000	11,400	
舗装・撤去	2.8	m <sup>2</sup>	40,000	112,000	
コンクリート舗装	2.5	m <sup>2</sup>	20,000	50,000	
掘削	1.2	m <sup>3</sup>	500	600	
付帯工	0.1	基	300,000	30,000	10mピッチ13基
諸経费率 50%				108,000	
mあたりの概算工事費				324,000	
m当たりの概算工事費			施設延長		
324,000		×	100 m	32,400,000	



初回の適応策から設計共用期間50年に適応するため、天端高を20cm嵩上げする施工費は、63百万円の対策費用を要する。

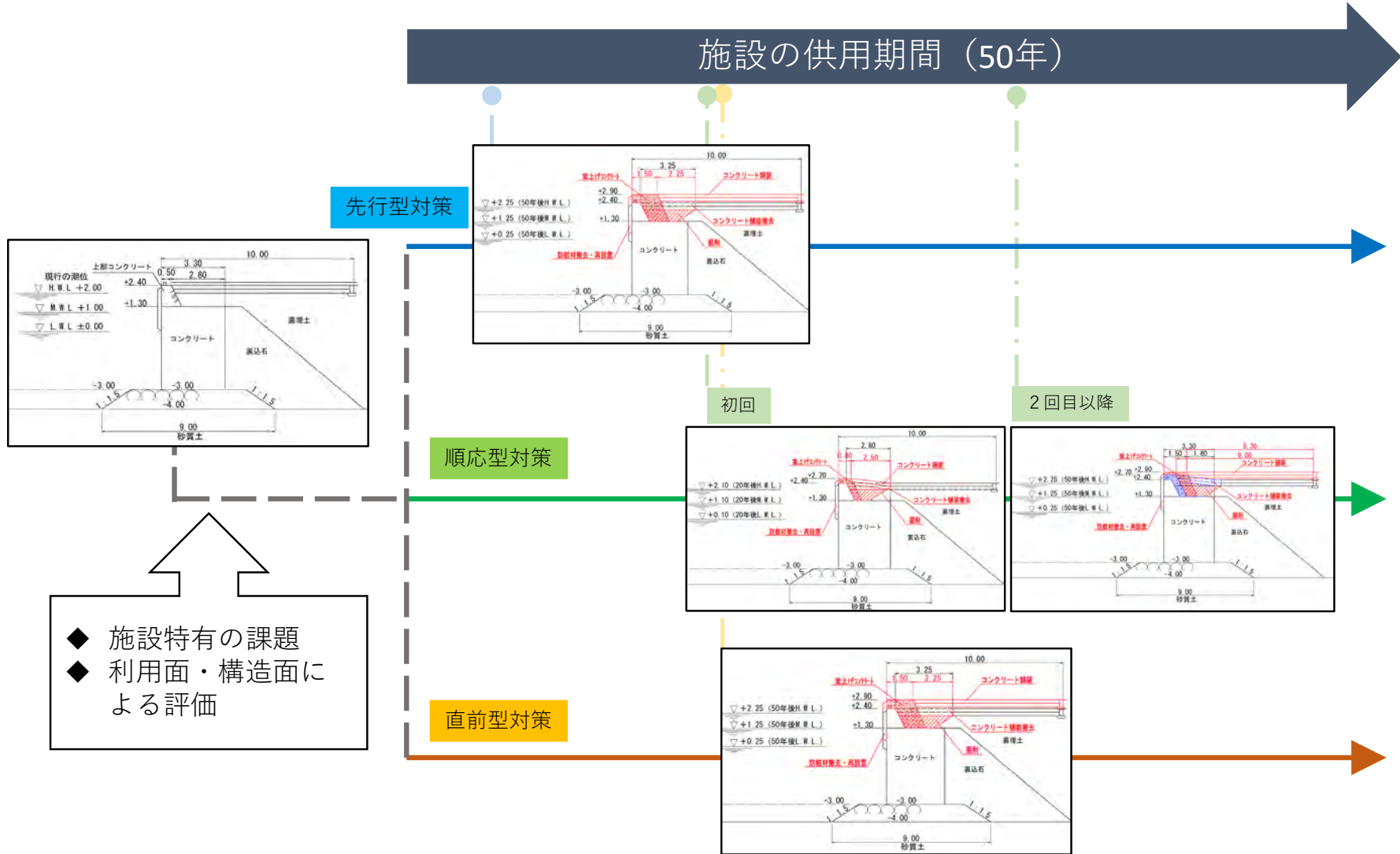
表 3-42 対策による概算工事費（順応型適応策断面（次回））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	1.7	m <sup>3</sup>	15,000	25,500	
コンクリート型枠	1.87	m <sup>2</sup>	6,000	11,220	
差し筋	7.2	m	14	101	40cm×断面方向6本×延長方向3本
舗装・撤去	1.5	m <sup>2</sup>	40,000	60,000	
コンクリート舗装	9.5	m <sup>2</sup>	20,000	190,000	
掘削	0.61	m <sup>3</sup>	500	305	
付帯工	0.1	基	300,000	30,000	10mピッチ13基
諸経費率 50%				158,563	
mあたりの概算工事費				475,689	
m当たりの概算工事費			施設延長		
475,689		×	132 m	62,790,908	



(6) 気候変動に対する整備シナリオ

整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) シナリオ毎の整備費用

係留施設（混成堤）の試設計を例として、シナリオ毎の対策費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行的に対策）

シナリオ② 順応型対策（利用高さに配慮して段階ごとに【15年、35年】に順応的に対策）

シナリオ③ 直前型対策（利用高さで先に問題が生じる時点【15年】に将来を見越した直前型対策）

表 3-43 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧（社会的割引率を考慮しない場合）

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策	シナリオ③ 直前型対策
5年後	56百万円	—	—
15年後（20年後目標）	—	32百万円	56百万円
35年後（40年後目標）	—	63百万円	—

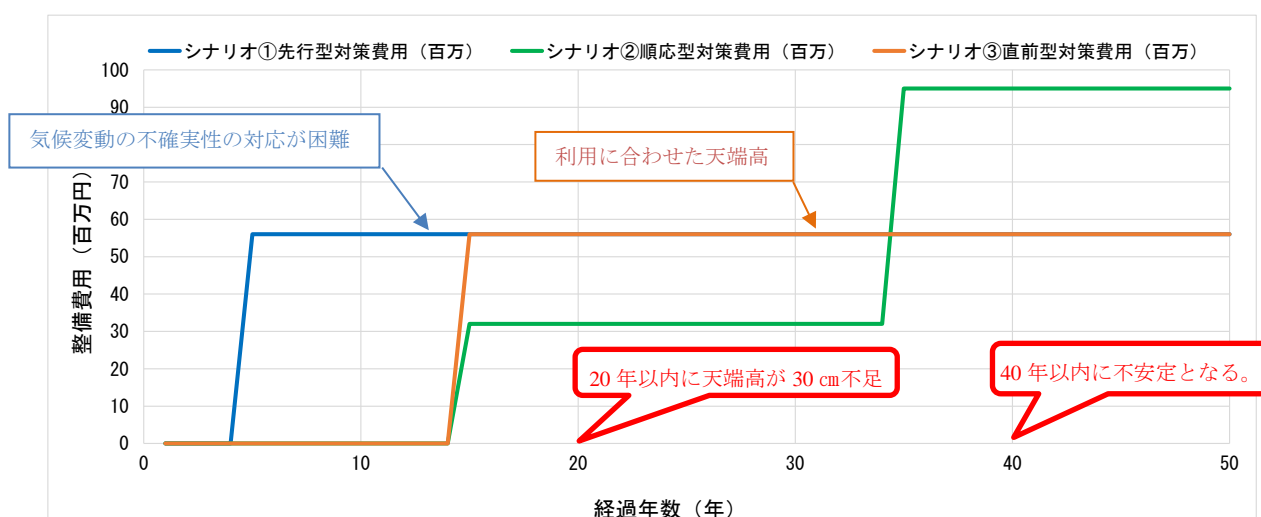


図 3-44 シナリオ毎の対策費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・直前型対策と先行型対策の費用が、順応型対策に対して安価となる場合もあるが、漁業活動に配慮しながら順応的な対策を選択することもあり得る。
- ・先行型や事前型を選定する場合は、施設の重要度や老朽化の状況を考慮することが必要である。

(8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
係留施設	係船岸 (重力式 混成堤)	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>対策初期は、陸揚げなど利用に支障が生じ、利用性が向上するまで期間を要する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸揚げなどの利用実態に応じて、最適な利用が可能となる。</li> <li>複数回の対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が長い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸揚げなどの利用に支障が生じる段階で整備できる。</li> <li>しかし、その後、利用性が低下する期間が発生するおそれがある。</li> </ul>
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現した場合、安全性に支障が生じる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現した場合、安全性に支障が生じる可能性がある。</li> </ul>
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数回の対策実施より、手戻り工事がある場合は整備費用が相対的に高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>

◆整備シナリオの総合評価における考察

- 今回の試設計では「直前型対策」が利用性が有利と判断されるものの、同程度の経済性で、かつ、漁業活動に配慮しながら順応的に対策できる「順応型対策」も選定されうる。
- 一方で、施設の重要度によっては早期に対策することが望ましい場合や、数年以内に老朽化対策等の整備予定がある場合等は「先行型対策」が望ましい場合もある。

### 3.2.3.6. 係留施設\_係船岸（控え矢板式）

#### （1）設計条件

検討潮位 H.W.L. +1.80m

L.W.L. ±0.00m

設計水平震度 0.18

既設天端高 D.L. +2.50m

地盤 砂質土

施設延長 L = 100 m

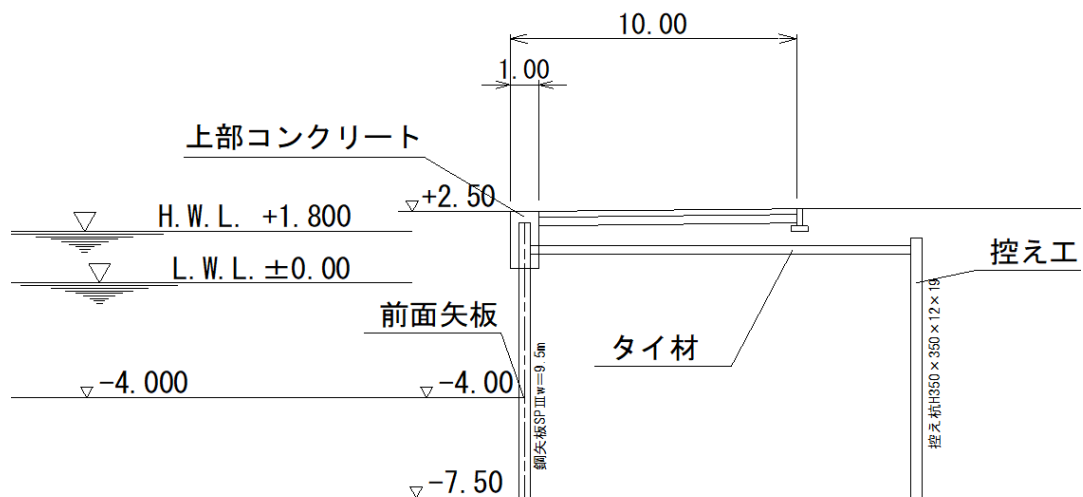


図 3-45 試設計用の標準断面図



(2) 将来の気候変動を踏まえた計画外力

気候変動を踏まえた平均海面水位として、潮位 (H.W.L.) を以下のように設定する。

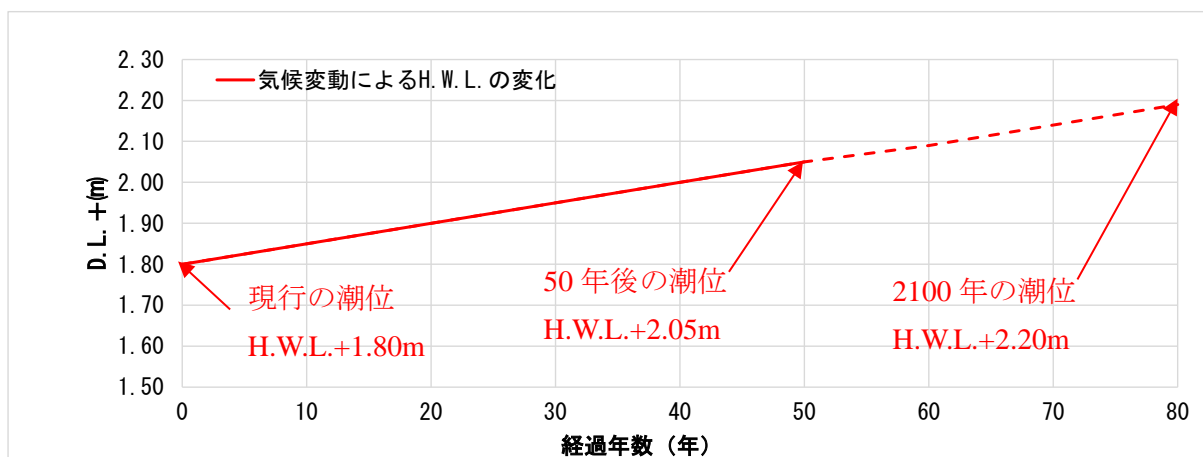


図 3-46 気候変動による H.W.L.の経年変化

表 3-44 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	平均海面 水位上昇量	設定潮位
2020年(現在)	0.00m	H.W.L.+1.80m, L.W.L.+0.00m
2070年(50年後)	0.25m	H.W.L.+2.05m, L.W.L.+0.25m
2100年(将来予測)	0.40m	H.W.L.+2.20m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

平均海面水位の上昇による必要天端高の経年変化を整理し、利用面への影響を評価した。

係留施設の天端高は、外力上昇後 20 年以内に 30cm 不足する。

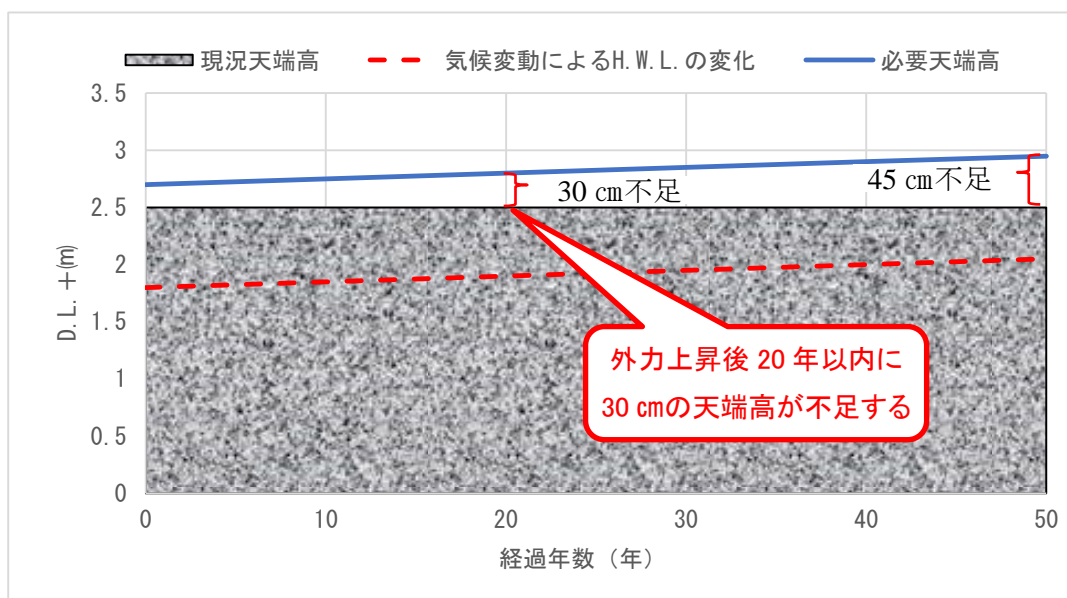


図 3-47 必要天端高の経年変化

#### ① 影響評価（利用面）からの考察

- 平均海面水位の上昇により、現行天端高では、経過年数 20 年後以降で 30 cm 以上の不足が生じ、経過年数 50 年では 45 cm の不足が生じる結果となった。

#### ② 影響評価（利用面）における今後の課題

- 天端高不足より漁船の接岸や荷揚げについての利用性が低下するおそれがあるため、利用状況の実態を確認する必要がある。
- また、対象漁船の規模等によっては、天端嵩上げ部を階段形状とするなどの検討を行う必要がある。

## 8) 構造面の検討

平均海面水位の上昇による構造面への影響を、現況断面に対する部材の応力度や安全率の経年変化として評価した。

気候変動の外力変化（平均海面水位の上昇）により背面土圧の浮力作用が生じるが、前面矢板にかかる土圧の変化が小さいため、前面矢板の応力度は小さくなる傾向となり、現況断面の安全性は確保される。

表 3-45 部材の応力度及び根入れの安全率の経年変化

経過年数	前面矢板の 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	根入れの安全率	タイ材の応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	腹起し材の 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	控え工の応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	控え工の変位量 (cm)
0	91.2	1.55	151.0	136.0	80.2	2.68
10	91.0	1.56	151.4	136.2	80.4	2.68
20	90.6	1.56	151.7	136.5	80.6	2.69
30	90.3	1.57	152.1	136.8	80.8	2.70
40	90.0	1.58	152.4	137.1	81.0	2.70
50	89.7	1.58	152.8	137.4	81.1	2.71
許容値	180.0	1.50	176.0	140.0	140.0	3.00

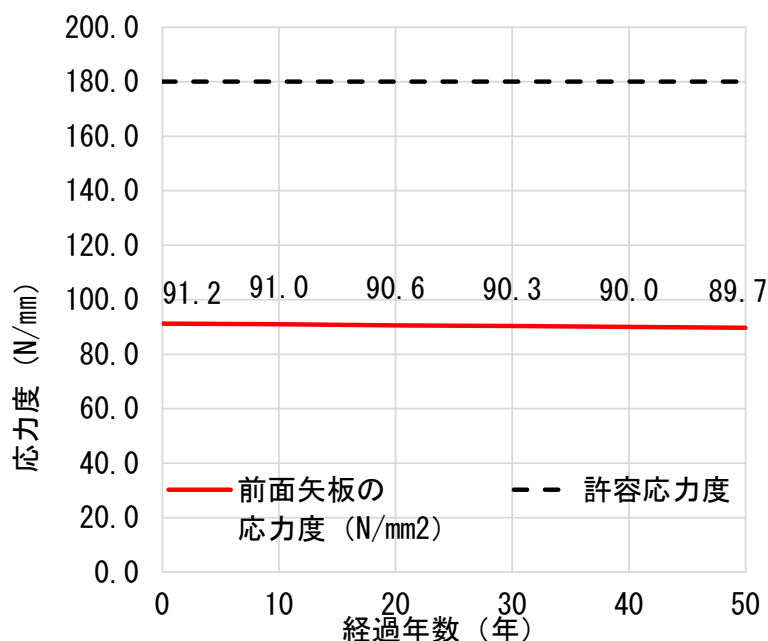


図 3-48 前面矢板の応力度の経年変化

### ①影響評価（構造面）からの考察

- ・平均海面水位が上昇したとしても、矢板式への影響は小さい。

### ②影響評価（構造面）における今後の課題

- ・築造時から周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。
- ・地盤が比較的軟弱な場合や地盤改良が実施されている場合は、地盤全体を含めた評価をする必要がある。

#### (4) 気候変動への適応策断面の検討

##### 1) 対策工の考え方

- ・外力条件 50年後の海面上昇量 (H.W.L.+2.05m) に適応
- ・安定性の確保に必要な適応策断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計共用期間50年として、50年後の外力に対応する適応策断面とするため、上部工の嵩上げによる対策を検討する。
- ・設計天端高D.L.+3.0m
- ・対策工の工種
  - 上部工の嵩上げのコンクリート型枠・打設
  - 水叩き舗装の撤去・再設置
  - 掘削
  - 軽量盛土による裏込工

##### 2) 利用面に対する対策高の考え方

- ・上部工 (天端高) の嵩上げの対策が必要
- 既設天端高 D.L.+2.5m  
⇒ 適応対策断面 D.L.+3.0m (0.5m の嵩上げ)

##### 3) 構造面に対する対策

- ・今回の試設計では、天端高の嵩上げを行うと、土圧が増加し、タイ材及び腹起こし材の応力が許容応力度に対して不足する結果となる。また、控え工の変位は、許容する変位量より大きくなるため、対策が必要となる。
- ・対策として、海底面から主動崩壊角で上げた線と-0.4m より上の範囲を土圧軽減のために軽量盛土に置換し、安定性を確保する適応策断面とした。

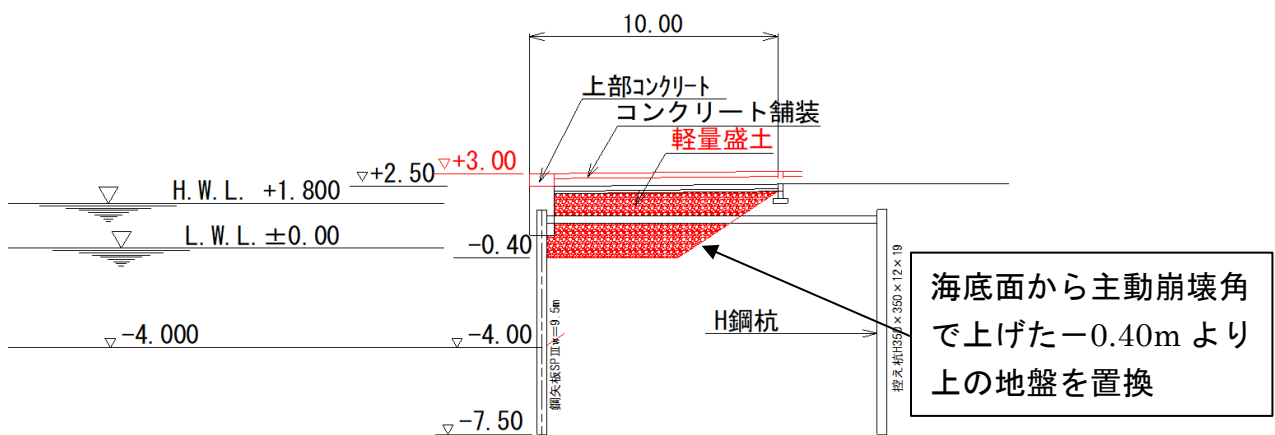


図 3-49 供用期間 50 年後の適応断面

表 3-46 適応策断面の安定照査結果

常時

経過年数	前面矢板の 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	根入れの安全率	タイ材の応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	腹起し材の 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	控え工の応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	控え工の変位 (cm)
嵩上げ 対策のみ	96.8	1.54	180.5	162.4	95.9	3.20>3.00 OUT
軽量盛土 改良対策後	95.6	1.54	155.3	139.8	82.5	2.75<3.00 OK
許容応力	180.0	1.50	176.0	140.0	140.0	3.0

地震時

経過年数	前面矢板の 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	根入れの安全率	タイ材の応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	腹起し材の 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	控え工の応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	控え工の変位 (cm)
嵩上げ 対策のみ	124.9	1.52	252.2	226.9	133.9	4.47<5.00 OK
軽量盛土 改良対策後	121.5	1.52	214.9	193.3	114.1	3.81<5.00 OK
許容応力	270.0	1.50	264.0	210.0	210.0	5.0

凡例  : 応力度が許容値以上となる範囲。

## 9) 適応策断面の検討における留意事項

### 【利用面】

- ・ 小型漁船による荷揚等の漁業活動にとっては、数 10cm の潮位差でも陸揚作業等への支障となる場合があり、利用に配慮した整備断面の検討が必要になる。
- ・ 背後地の嵩上げ等が必要となる場合、背後施設の構造や利用に影響が生じる場合がある。
- ・ 係船柱や防舷材などの付帯施設の取付位置に配慮が必要となる場合がある。

### 【構造面】

- ・ 構造面に影響を与える外力変化は平均海面水位の上昇のみとなり、背後土圧が軽くなり土圧が低減され、安全側に移行することがある。
- ・ 鋼矢板やタイロッド等、型式が決まっているため、採用型式に対して耐力に余裕が生じていることがある。この場合、50 年後の平均海面水位への適応策を実施しても、安全性が確保されることがある。
- ・ 利用に対する嵩上げに伴う土圧の増加に対しては、大規模な対策となることから軽量盛土等による土圧の低減策が望ましい。

## 10) 対策断面の検討における今後の課題

- ・ 漁港によって質などの自然条件や、周辺施設の配置状等が異なるため、対策の検討にあたっては、施設ごとに条件を定める必要がある。

(5) 整備費用の算出

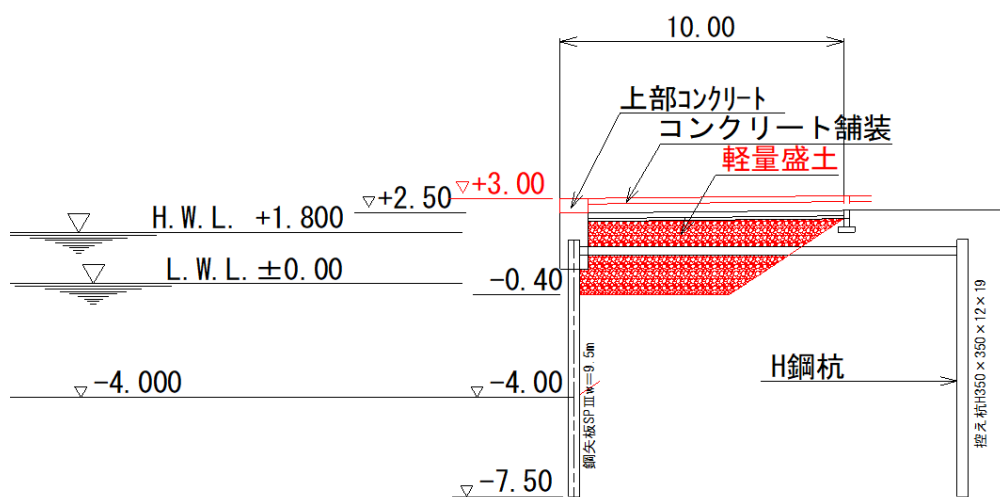
1) 設計共用期間 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を以下に示す。

これより、設計共用期間50年を見据えた適応策断面の整備に125百万円の対策費用を要する。

表 3-47 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応断面（耐用年数 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	0.5	m <sup>3</sup>	15,000	7,500	
コンクリート型枠	1.0	m <sup>2</sup>	6,000	6,000	
舗装・撤去	9.0	m <sup>2</sup>	40,000	360,000	
コンクリート舗装	9.0	m <sup>2</sup>	20,000	180,000	
掘削	18.6	m <sup>3</sup>	500	9,300	
軽量盛土	18.6	m <sup>3</sup>	14,500	269,700	
諸経费率 50%				416,250	
mあたりの概算工事費				1,248,750	
m当たりの概算工事費			施設延長		
1,248,750	×	100 m		124,875,000	



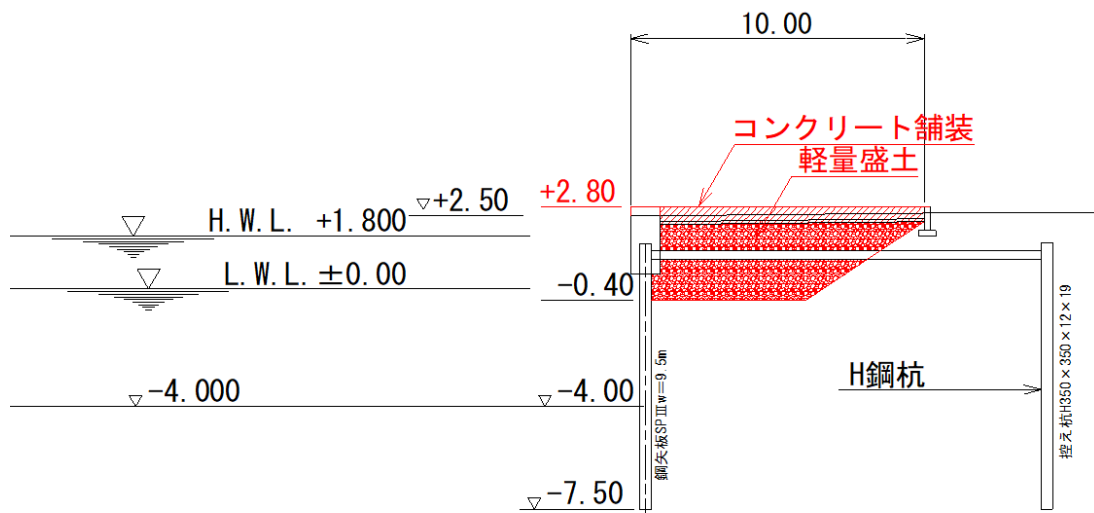
## 2) 順応的な適応策断面

順応型適用策における初回の概算工事費を以下に示す。

これより、利用面で支障が生じる20年後から5年前倒しで施工することを想定して、5年後に124百万円の対策費用を要する。

表 3-48 対策による概算工事費（順応型適応断面（初回））

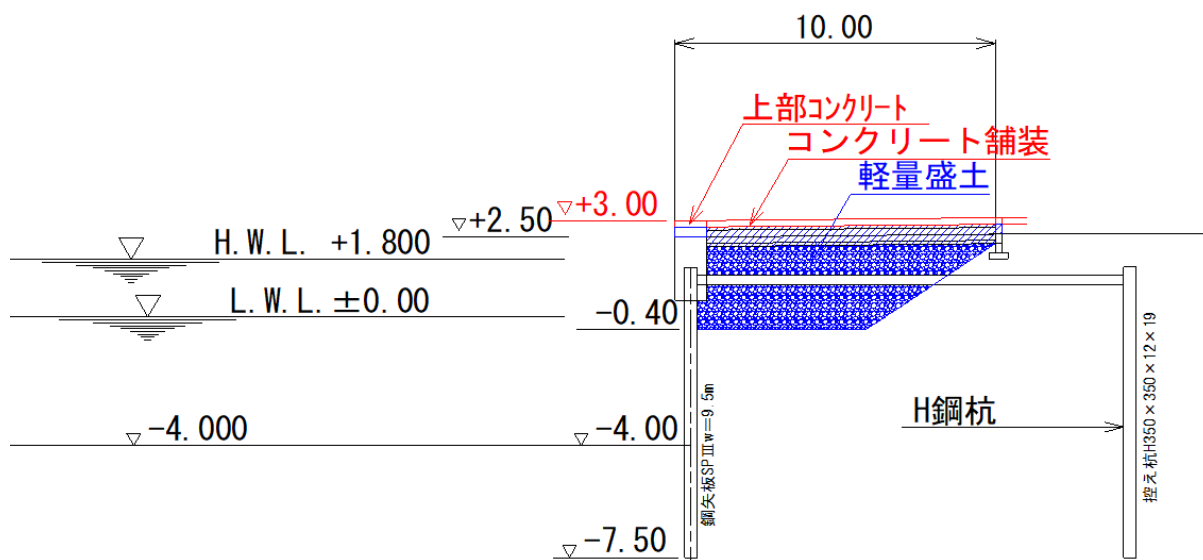
工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	0.3	m <sup>3</sup>	15,000	4,500	
コンクリート型枠	0.6	m <sup>2</sup>	6,000	3,600	
舗装・撤去	9.0	m <sup>2</sup>	40,000	360,000	
コンクリート舗装	9.0	m <sup>2</sup>	20,000	180,000	
掘削	18.6	m <sup>3</sup>	500	9,300	
軽量盛土	18.6	m <sup>3</sup>	14,500	269,700	
諸経費率 50%				413,550	
mあたりの概算工事費				1,240,650	
m当たりの概算工事費			施設延長		
1,240,650			×	100 m	124,065,000



初回の適応策から設計共用期間50年に適応するため、天端高を0.2m嵩上げする施工費は、8百万円の対策費用を要する。

表 3-49 対策による概算工事費（順応型適応断面（次回））

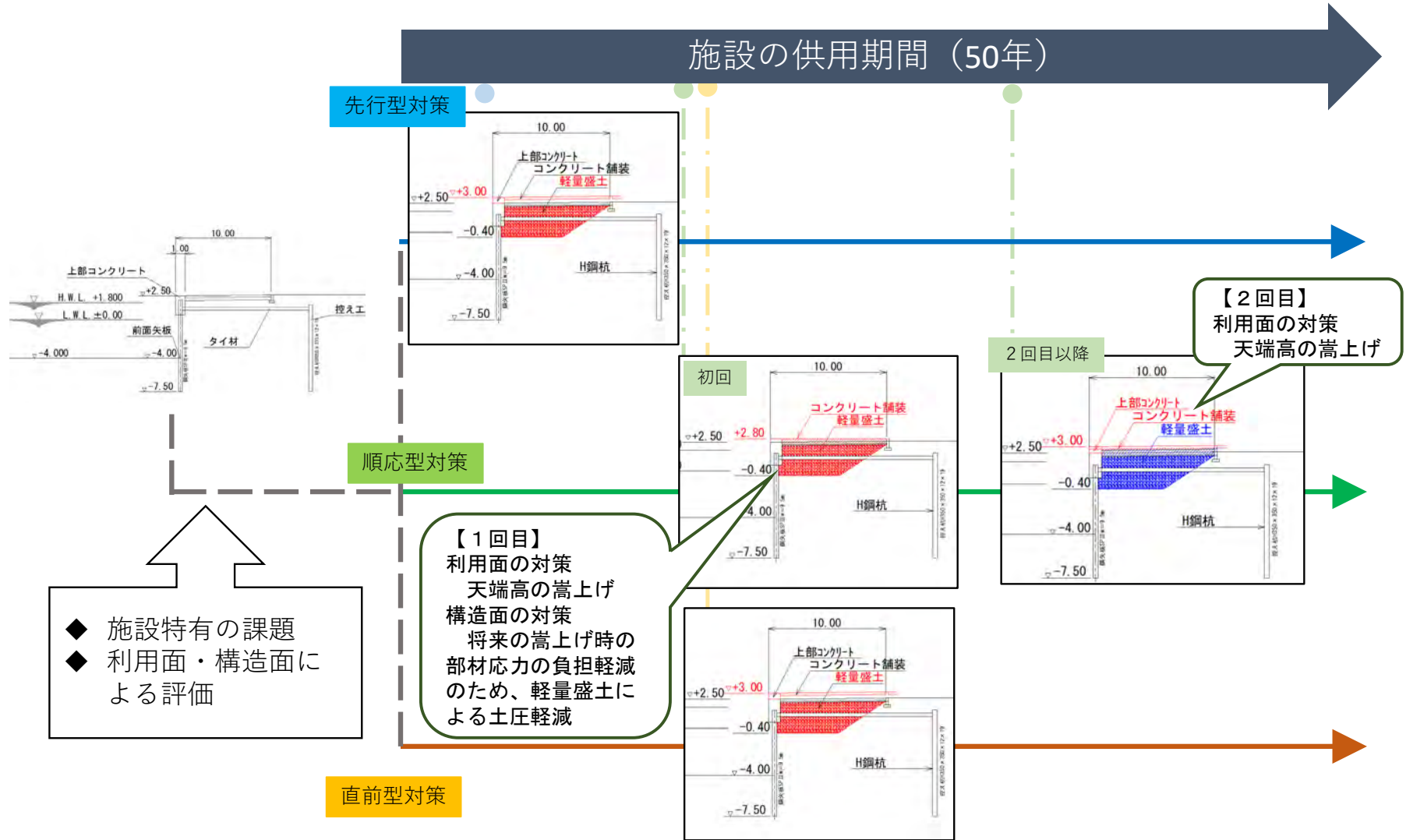
工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	0.2	m <sup>3</sup>	15,000	3,000	
コンクリート型枠	8.0	m <sup>2</sup>	6,000	48,000	
諸経費率 50%				25,500	
mあたりの概算工事費				76,500	
m当たりの概算工事費			施設延長		
76,500	×	100 m		7,650,000	





(6) 気候変動に対する整備シナリオ

整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) 費用面における留意事項

シナリオ毎の整備費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行型対策）

シナリオ② 順応型対策（利用上の問題が生じる段階的【15年、45年】に順応的に対策）

シナリオ③ 直前型対策（堤体の安定上問題が生じる段階的【15年】に直前型対策）

表 3-50 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧（社会的割引率を考慮しない場合）

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策	シナリオ③ 直前型対策
5年後	125百万円	—	—
15年後（20年後目標）	—	124百万円	—
45年後（50年後目標）	—	8百万円	125百万円

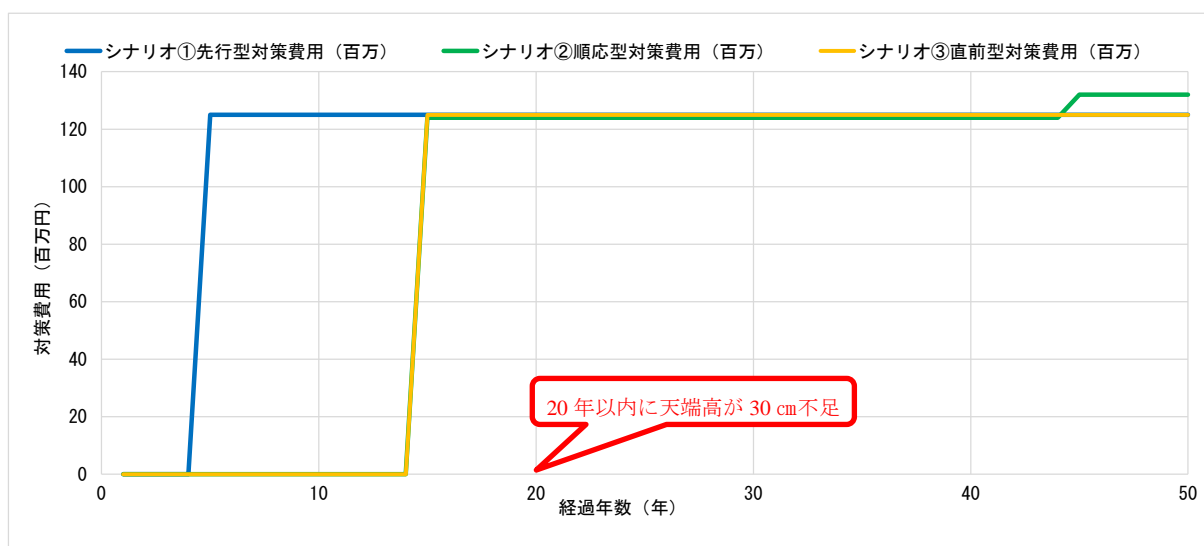


図 3-50 シナリオ毎の対策費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・全ての対策の費用が最終的に同程度となる場合は、漁業活動への影響を考慮し適応策を選択する。

(8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
係留施設	係船岸 (控え 矢板式)	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>対策当初は、陸揚げなど利用に支障が生じ、利用性が向上するまで期間を要する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸揚げなどの利用実態に応じて、最適な利用が可能となる。</li> <li>複数回の対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が長い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸揚げなどの利用に支障が生じる段階で整備できるが、その後、利用性が低下する期間が発生するおそれがある。</li> </ul>
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現しても、安全性に大きな影響は無い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現しても、安全性に大きな影響は無い。</li> </ul>
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数回の対策実施より、手戻り工事がある場合は整備費用が相対的に高くなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>

◆整備シナリオの総合評価における考察

- ・今回の試設計では「直前型対策」が利用面で有利と判断されるものの、同程度の経済性で、かつ、漁業活動に配慮しながら順応的に対策できる「順応型対策」も選定されうる。
- ・一方で、施設の重要度によっては早期に対策することが望ましい場合や、数年以内に老朽化対策等の整備予定がある場合等は「先行型対策」が望ましい場合もある。

### 3.2.3.7. 係留施設\_係船岸（棧橋式）

#### （1）設計条件

検討潮位 H.W.L. +1.50m

L.W.L. ±0.00m

設計水平震度 0.14

既設天端高 D.L. +2.4m

地盤 砂質土

施設延長 L = 100 m

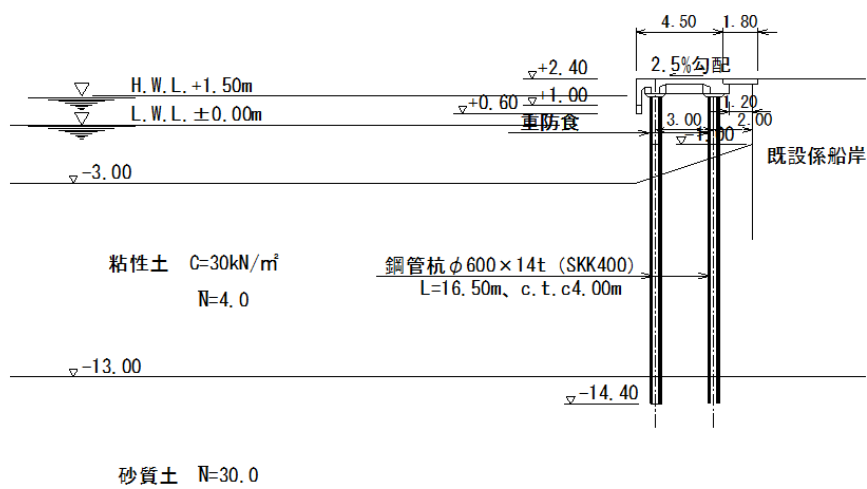


図 3-51 試設計用の標準断面図

(2) 将来の気候変動を踏まえた計画外力

気候変動を踏まえた平均海面水位として、潮位 (H.W.L.) を以下のように設定する。

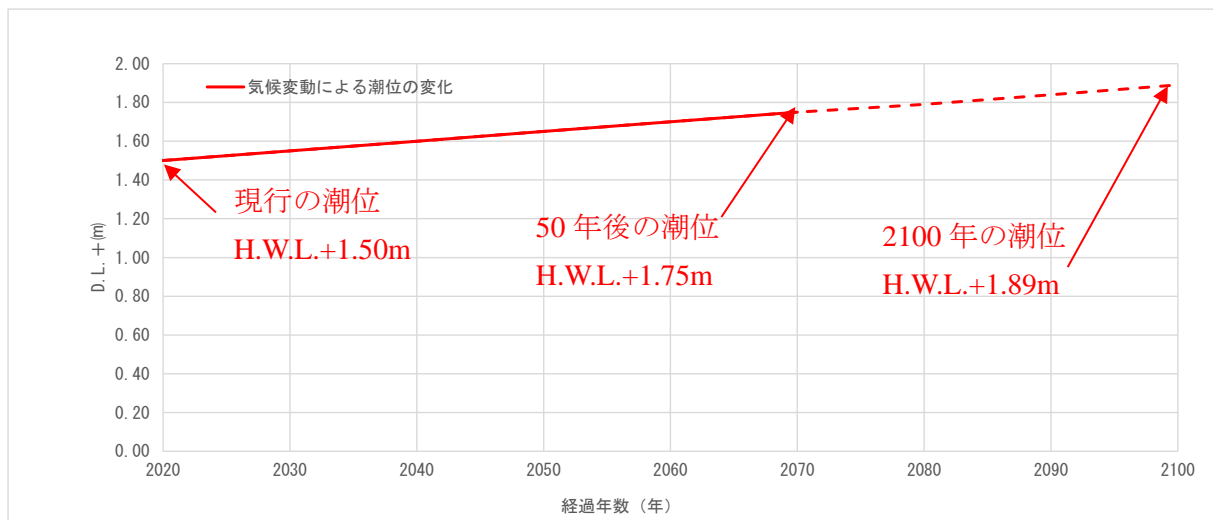


図 3-52 気候変動による H.W.L.の経年変化

表 3-51 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	平均海面 水位上昇量	設定潮位
2020年 (現在)	0.00m	H.W.L.+1.5m, L.W.L.+0.00m
2070年 (50年後)	0.25m	H.W.L.+1.75m, L.W.L.+0.25m
2100年 (将来予測)	0.40m	H.W.L.+1.90m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

平均海面水位の上昇による必要天端高の経年変化を整理し、利用面への影響を評価した。

係留施設の天端高は、外力上昇後 20 年以内に 30cm 不足する。

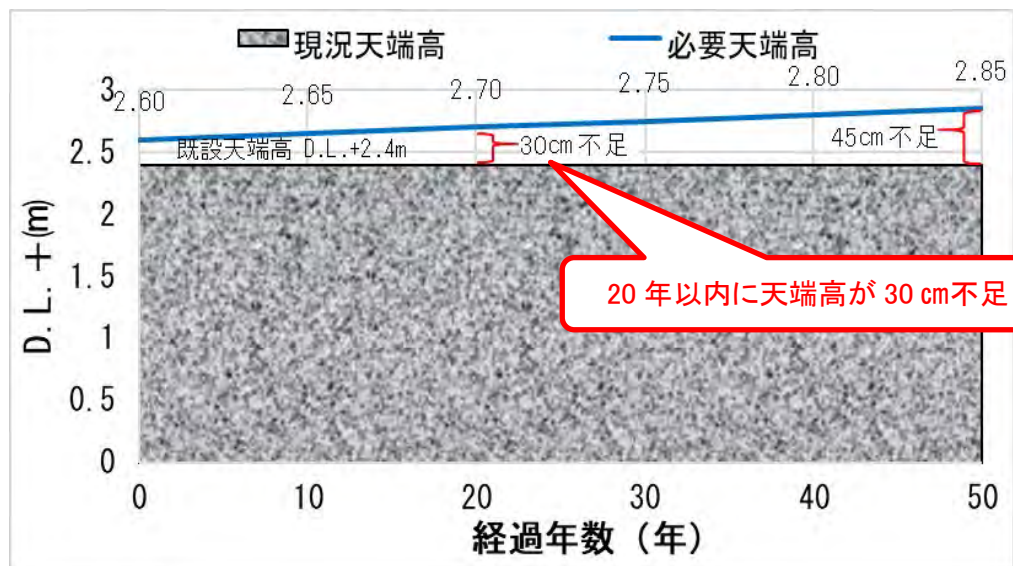


図 3-53 係船岸の天端高の不足の経年変化

#### ①影響評価（利用面）からの考察

- 平均海面水位の上昇により、現行天端高では、経過年数 20 年後以降で 30 cm 以上の不足が生じ、経過年数 50 年では 45 cm の不足が生じる結果となった。

#### ②影響評価（利用面）における今後の課題

- 天端高不足より漁船の接岸や荷揚げについての利用性が低下するおそれがあるため、利用状況の実態を確認する必要がある。
- また、対象漁船の規模等によっては、天端嵩上げ部の形状を工夫するなどの検討を行う必要がある。

## 2) 構造面の検討

平均海面水位の上昇による構造面への影響を、現況断面に対する部材の応力度や根入れの経年変化として評価した。

応力の照査式を以下に示す。

軸力に対して	$\sigma_c = \frac{N}{A_r}$
曲げに対して	$\sigma_b = \frac{M}{Z_r}$
照査	$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{ca}} \leq 1.0$
ここに	
$N$ : 補修断面の受け持つ軸力	( $N/mm^2$ )
$M$ : 補修断面の受け持つ曲げモーメント	( $N/mm^2$ )
$A_r$ : 補修部材の断面積	( $mm^2$ )
$Z_r$ : 補修部材の断面係数	( $mm^3$ )
$\sigma_{ca}$ : 鋼材の許容圧縮応力度	( $N/mm^2$ )
$\sigma_{bc}, \sigma_c$ : 補修部材の応力度	( $N/mm^2$ )

杭の応力が最大となるのは、漁船の接岸時であるため、気候変動による平均海面水位の上昇による安全性への影響は小さい。また、杭の根入れ長は、水平方向に作用する外力であるため、気候変動による影響は小さい。

栈橋式等の鋼材を用いた構造の場合、表 3-52 に照査結果を示すが、構成部材によって照査項目が多岐に渡ることがある。

表 3-52 部材の応力度及び変位量の経年変化

経過年数	1本目杭応力の 応力度の照査値 (漁船接岸時)	2本目杭応力の 応力度の照査値 (漁船接岸時)	1本目杭 根入れ長 (m)	2本目杭 根入れ長 (m)
0	0.61	0.81	11.06	11.06
§	§	§	§	§
50	0.61	0.81	11.06	11.06
許容値	1.00	1.00	11.72	12.22

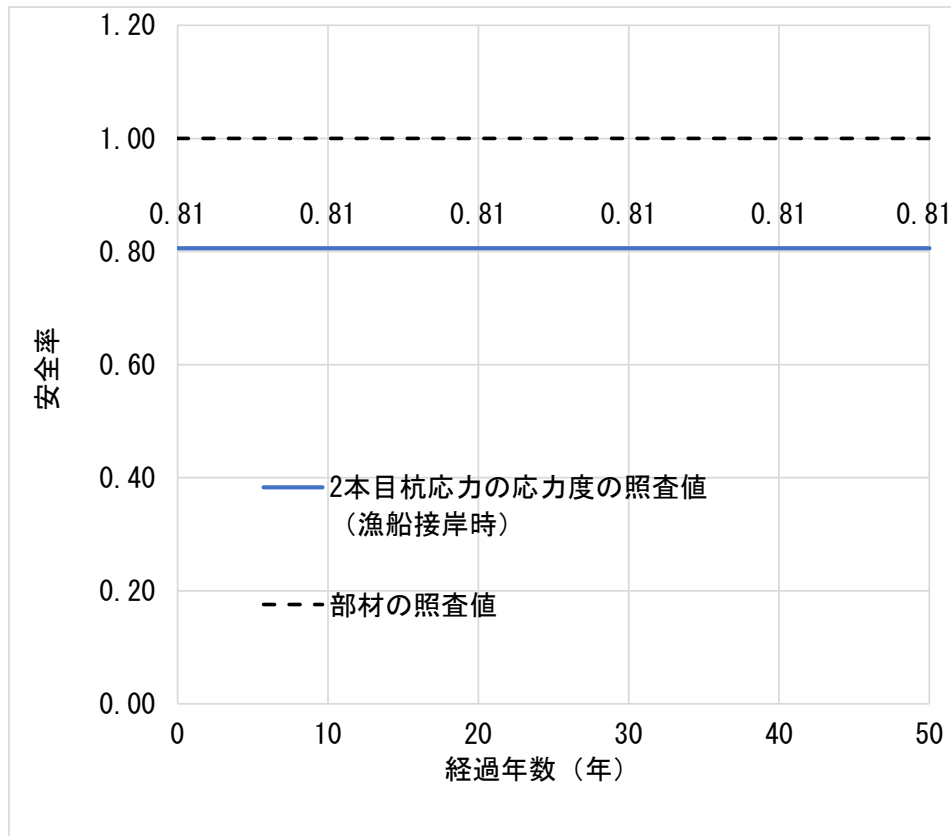


図 3-54 部材の変位量の経年変化

①影響評価（構造面）からの考察

- ・平均海面水位が上昇したとしても、栈橋式への影響は小さい。

②影響評価（構造面）における今後の課題

- ・築造時から周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。



#### (4) 気候変動への対策策断面の検討

##### 1) 対策工の考え方

- ・外力条件 50年後の平均海面水位の上昇量 (H.W.L.+1.75m) に適応
- ・安定性の確保に必要な適応策断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計共用期間50年として、50年後の外力に対応する適応策とするため、上部工の嵩上げ・拡幅による対策を検討する。
- ・設計天端高D.L.+2.9m
- ・対策工の工種
  - 上部工の嵩上げのコンクリート型枠・打設
  - 水叩き舗装の撤去・再設置
  - 掘削
  - 軽量盛土による裏込工

##### 2) 利用面に対する対策

- ・上部工 (天端高) の嵩上げの対策が必要
- 既設天端高 D.L.+2.4m  
 ⇒ 適応対策断面 D.L.+2.9m (0.5m の嵩上げ)

##### 3) 構造面に対する対策

- ・栈橋上部をコンクリートで嵩上げするが、杭の応力度、根入れ長、杭頭の変位量は許容値以内となる。
- ・背後地盤を嵩上げする場合は、軽量盛土等による土圧低減を行い、既設係船岸の安定性を確保する必要がある。

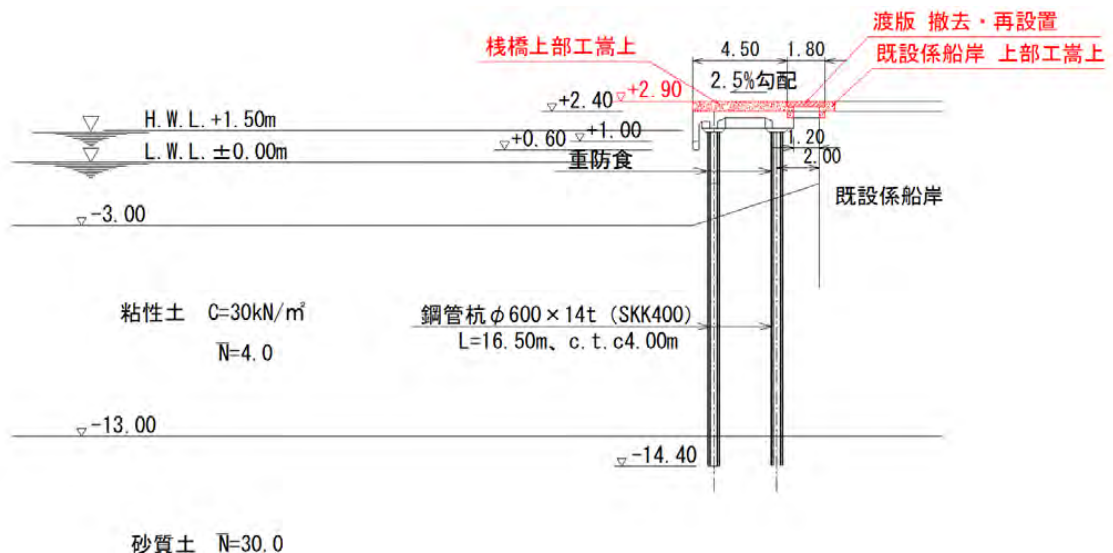


図 3-55 供用期間 50 年後の適応断面

表 3-53 対策断面の安定照査結果

杭	対象部材	杭の応力度 の照査値（漁船接岸時）	杭の根入れ長（m） 根入れ長＞必要根入れ長	変位量 （mm）
現況断面 50年後外力	1本目	0.61 ≤ 1.00 OK	11.72 > 11.06 OK	21.78 ≤ 50mm
	2本目	0.81 ≤ 1.00 OK	12.22 > 11.06 OK	21.77 ≤ 50mm
対策後 50年後外力 （上部工嵩上げ）	1本目	0.66 ≤ 1.00 OK	11.47 > 11.06 OK	23.33 ≤ 50mm
	2本目	0.83 ≤ 1.00 OK	11.97 > 11.06 OK	23.33 ≤ 50mm

#### 4) 適応策断面の検討における留意事項

##### 【利用面】

- ・ 小型漁船による荷揚等の漁業活動にとっては、数 10cm の潮位差でも陸揚作業等への支障となる場合があり、利用に配慮した整備断面の検討が必要になる。
- ・ 背後地の嵩上げ等が必要となる場合、背後施設の構造や利用に影響が生じる場合がある。
- ・ 係船柱や防舷材などの付帯施設の取付位置に配慮が必要となる場合がある。
- ・ 気候変動への適応策として上部工を嵩上げする場合、利用性等から栈橋背後の既設係船岸や護岸の嵩上げ等を行う必要がある。

##### 【構造面】

- ・ 栈橋式の場合、漁船の接岸時やけん引時で構造（例えば、杭の規格や根入れ長等）が決定することもあり、その場合は、気候変動に伴う海面上昇による構造物の安全性への影響は小さい。
- ・ コンクリートや杭など個別部材の複合構造となっているため、部材毎の照査項目が多岐に渡ることに留意して検討する必要がある。
- ・ 気候変動への適応策として上部工を嵩上げする場合、栈橋背後の既設係船岸や護岸が不安定になる可能性があり、その場合は重力式混成堤や控え矢板式の適応策に準じた対策を検討する必要がある。

#### 5) 適応策断面の検討における今後の課題

- ・ 漁港によって質などの自然条件や、周辺施設の配置状等が異なるため、対策の検討にあたっては、施設ごとに条件を定める必要がある。

(5) 整備費用の算出

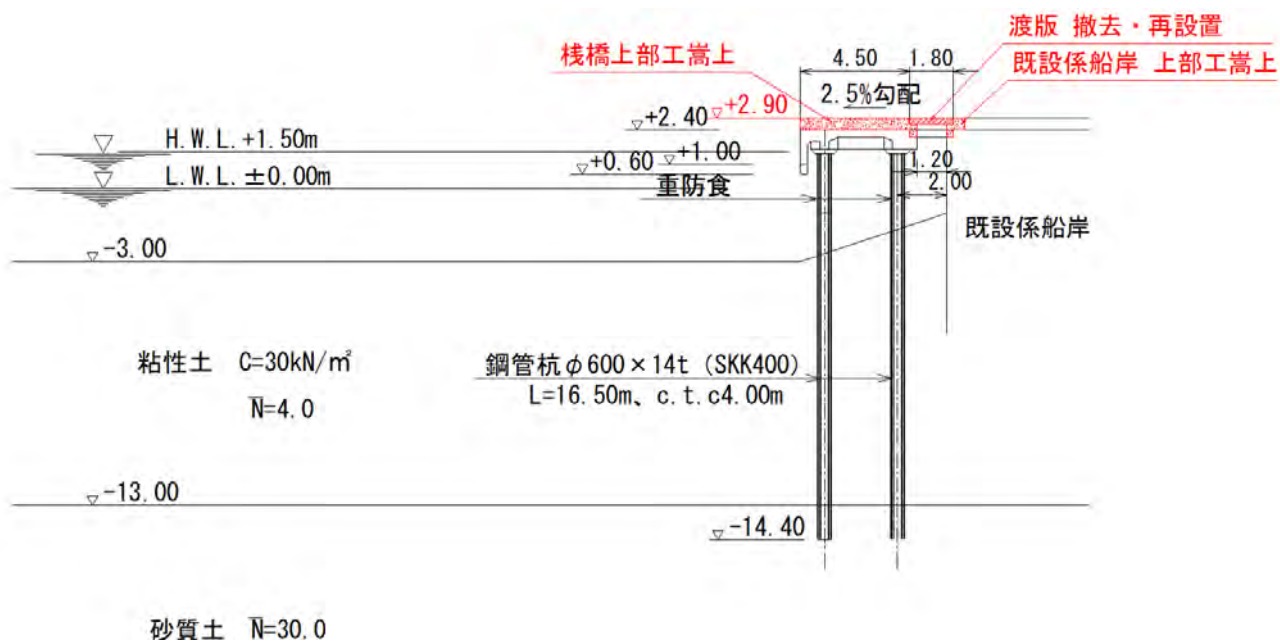
1) 設計共用期間 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を表 3-54に示す。

これより、設計共用期間50年を見据えた適応策の整備に35百万円の整備費用を要する。

表 3-54 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応断面（耐用年数 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設（棧橋）	2.4	m <sup>3</sup>	15,000	36,000	
コンクリート型枠（棧橋）	1.3	m <sup>2</sup>	6,000	7,800	
コンクリート打設（護岸）	0.4	m <sup>3</sup>	15,000	6,000	
コンクリート型枠（護岸）	0.8	m <sup>2</sup>	6,000	4,800	
渡版	1.8	m	100,000	180,000	
諸経費率 50%				117,300	
mあたりの概算工事費				351,900	
mあたりの概算工事費			施設延長		
351,900			x 100 m	35,190,000	



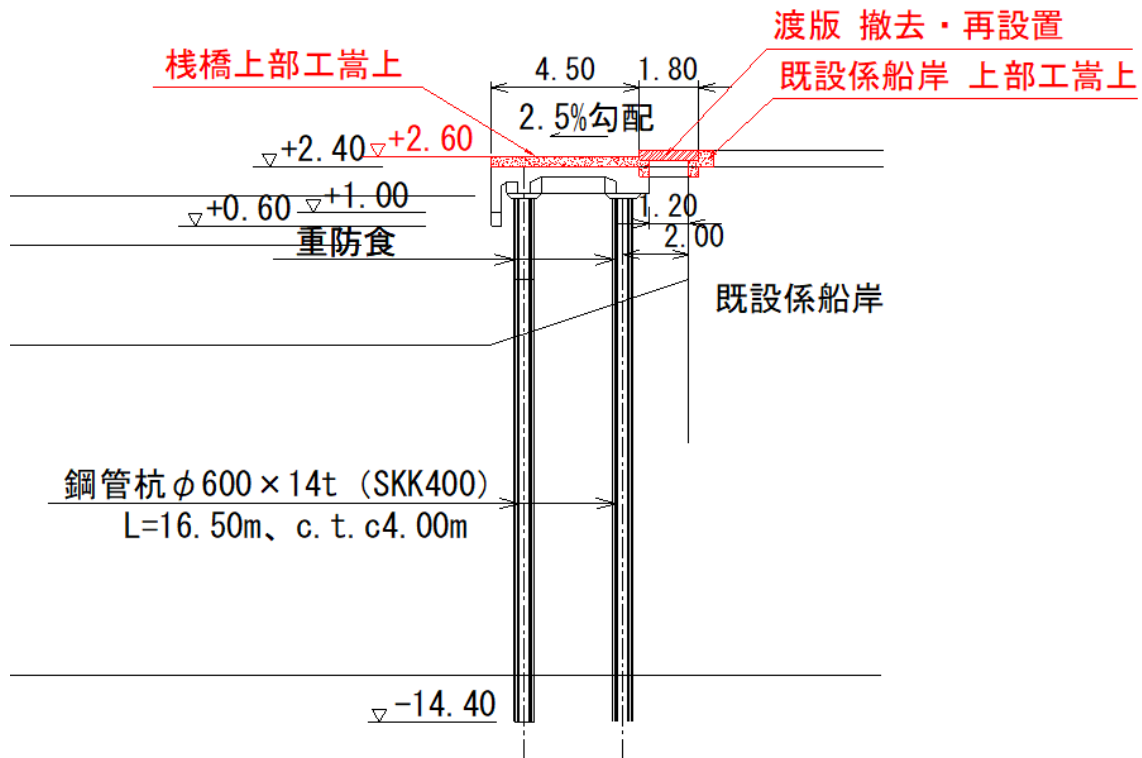
## 2) 順応的な適応策断面

順応型適応策における初回の概算工事費を示す。

これより、利用面で支障が生じる20年後から5年前倒しで施工することを想定して、5年後に33百万円の整備費用を要する。

表 3-55 対策による概算工事費（順応型適応断面（初回））

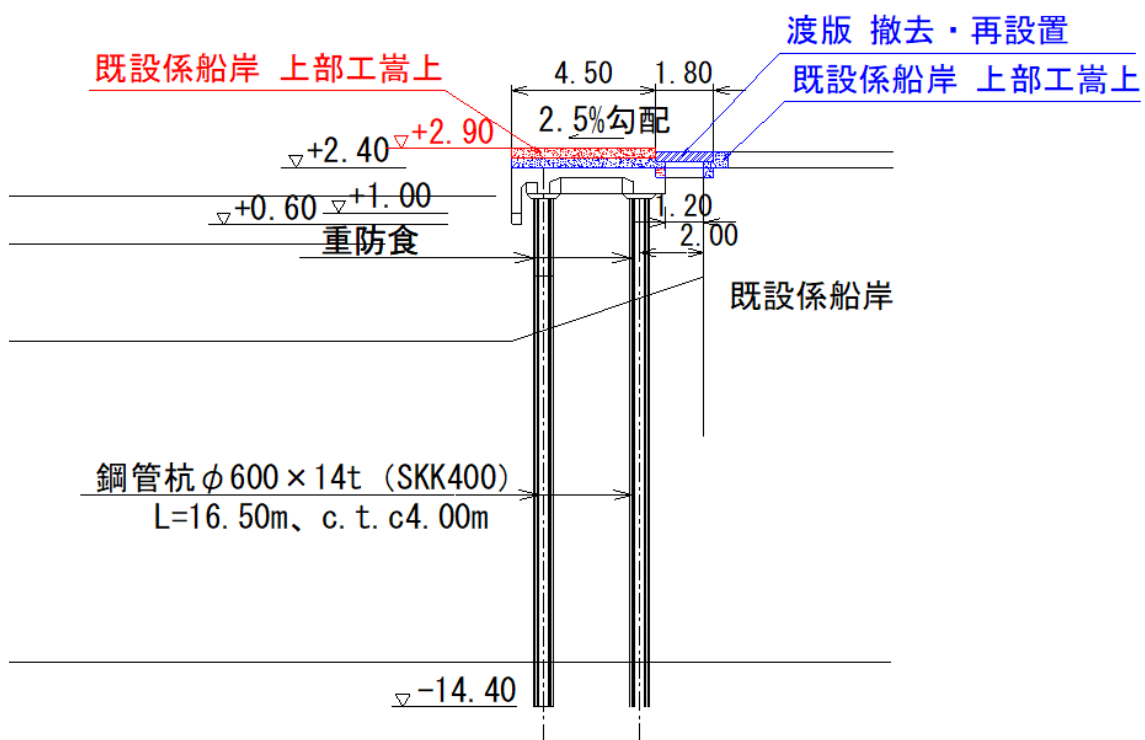
工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設（棧橋）	1.5	m <sup>2</sup>	15,000	22,500	
コンクリート型枠（棧橋）	0.8	m <sup>2</sup>	6,000	4,800	
コンクリート打設（護岸）	0.4	m <sup>2</sup>	15,000	6,000	
コンクリート型枠（護岸）	0.8	m <sup>2</sup>	6,000	4,800	
渡版	1.8	m	100,000	180,000	
諸経費率 50%				109,050	
mあたりの概算工事費				327,150	
m当たりの概算工事費			施設延長		
327,150			× 100 m	32,715,000	



初回の適応策から設計共用期間50年に適応するため、天端高を0.3m嵩上げする施工費は、3百万円の整備費用を要する。

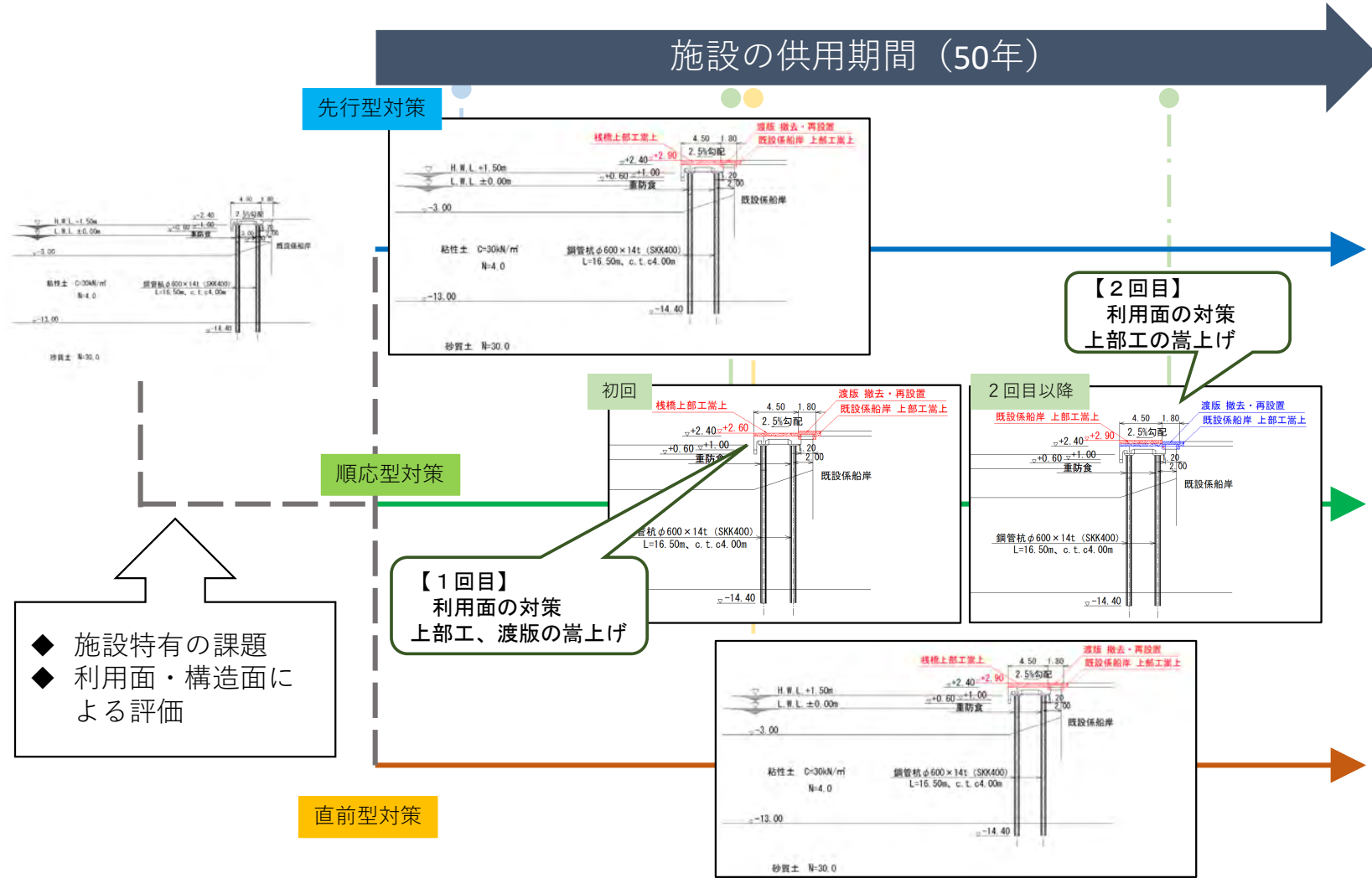
表 3-56 対策による概算工事費（順応型適応断面（次回））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設（棧橋）	1.4	m <sup>2</sup>	15,000	21,000	
コンクリート型枠（棧橋）	0.3	m <sup>2</sup>	6,000	1,800	
諸経费率 50%				11,400	
mあたりの概算工事費				34,200	
m当たりの概算工事費			施設延長		
34,200	×	100 m		3,420,000	



(6) 気候変動に対する整備シナリオ

整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) シナリオ毎の整備費用

シナリオ毎の整備費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行型対策）

シナリオ② 順応型対策（利用で問題が生じる段階【15年、45年】に順応的に対策）

シナリオ③ 直前型対策（利用で問題が生じる段階【15年】に直前型対策）

表 3-57 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧（社会的割引率を考慮しない場合）

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策	シナリオ③ 直前型対策
5年後	35百万円	—	—
15年後（20年後目標）	—	33百万円	35百万円
45年後（50年後目標）	—	3百万円	—

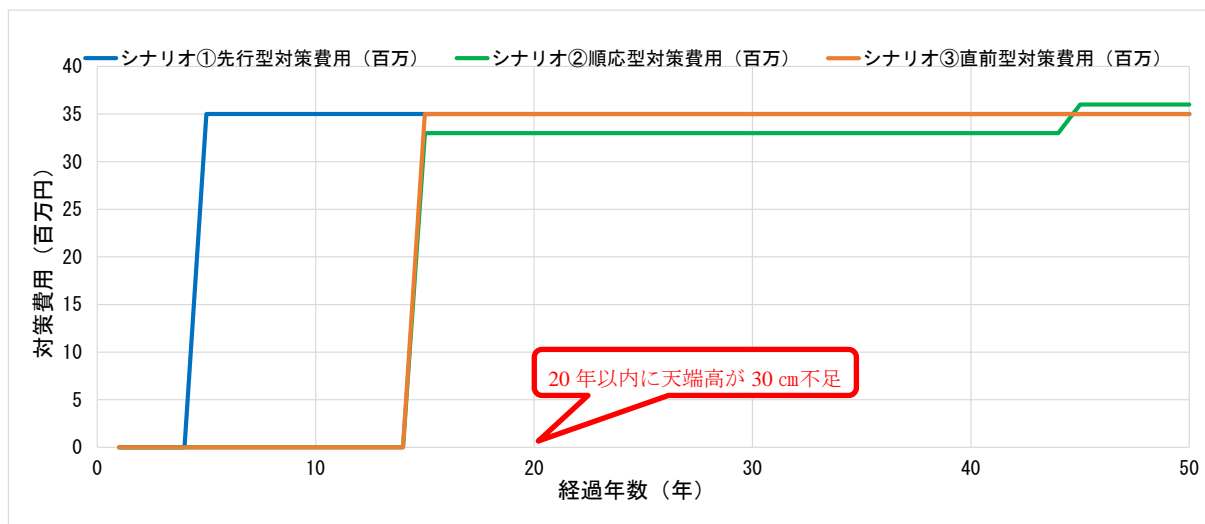


図 3-56 シナリオ毎の対策費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・全ての対策の費用が最終的に同程度となる場合は、漁業活動への影響を考慮し適応策を選択する。

(8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
係留施設	係船岸 (棧橋式)	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>対策当初は、陸揚げなど利用に支障が生じ、利用性が向上するまで期間を要する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸揚げなどの利用実態に応じて、最適な利用が可能となる。</li> <li>複数回の対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が長い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸揚げなどの利用に支障が生じる段階で整備できる。</li> <li>対策当初は、陸揚げなど利用に支障が生じる。</li> </ul>
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現しても、安全性に大きな影響は無い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現しても、安全性に大きな影響は無い。</li> </ul>
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動の状況に応じて対策を複数回の対策が不要となる場合は総合的に安価となる。</li> <li>複数回の対策実施より、手戻り工事がある場合は整備費用が相対的に高くなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>

◆整備シナリオの総合評価における考察

- 全ての対策が最終的には同程度となることから先行型対策となり、漁業活動への配慮を重視する場合は順応型対策の選択とする。



### 3.2.3.8. 係留施設（浮棧橋）

#### （1）設計条件

検討潮位	H.W.L. +2.40m
	L.W.L. ±0.00m
偏差	0.30m
	H.H.W.L. +2.70m
既設天端高	D.L. +2.40m
計画水深	-3.00m
設置水深	-4.60m
地盤	砂質土
浮体延長	L = 30m

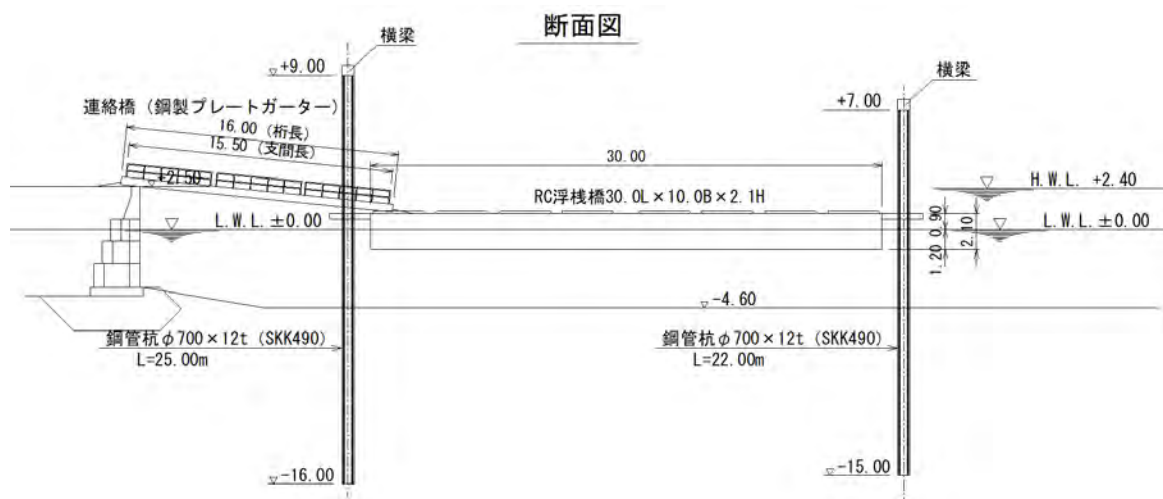


図 3-57 試設計用の標準断面図

(2) 将来の気候変動を踏まえた計画外力

1) 平均海面水位の上昇

気候変動を踏まえた平均海面水位および高潮偏差の増大として、潮位 (H.H.W.L) を以下のように設定する。

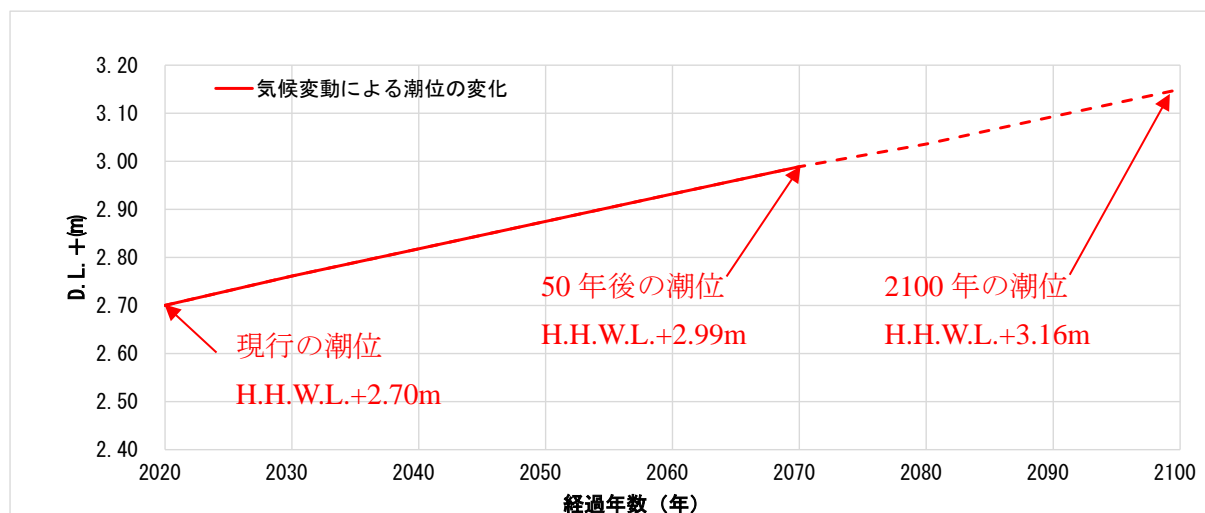


図 3-58 気候変動による H.W.L.の経年変化

表 3-58 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	H.W.L.	平均海面 水位上昇量	偏差	設定潮位
2020年(現在)	2.4m	0.00m	0.30	H.H.W.L.+2.70m, L.W.L.+0.00m
2070年(50年後)	2.4m	0.25m	0.34	H.H.W.L.+2.99m, L.W.L.+0.25m
2100年(将来予測)	2.4m	0.40m	0.36	H.H.W.L.+3.16m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

## 2) 波浪の増大

設定した現時点の有義波高  $H=1.1\text{m}$  に対して、気候変動を踏まえた試設計では、2100年の波高が 1.3 倍になるものと仮定して、経年的な波高値の変化を以下に示す。

表 3-59 気候変動による影響を現在の 1.3 倍と想定した設計波高の経年変化

経過年	西暦	海面上昇量	気候変動による潮位の変化	気候変動による設計波高H(m)
0	2020	0.00	2.40	1.10
10	2030	0.05	2.45	1.15
20	2040	0.10	2.50	1.19
30	2050	0.15	2.55	1.23
40	2060	0.20	2.60	1.27
50	2070	0.25	2.65	1.31

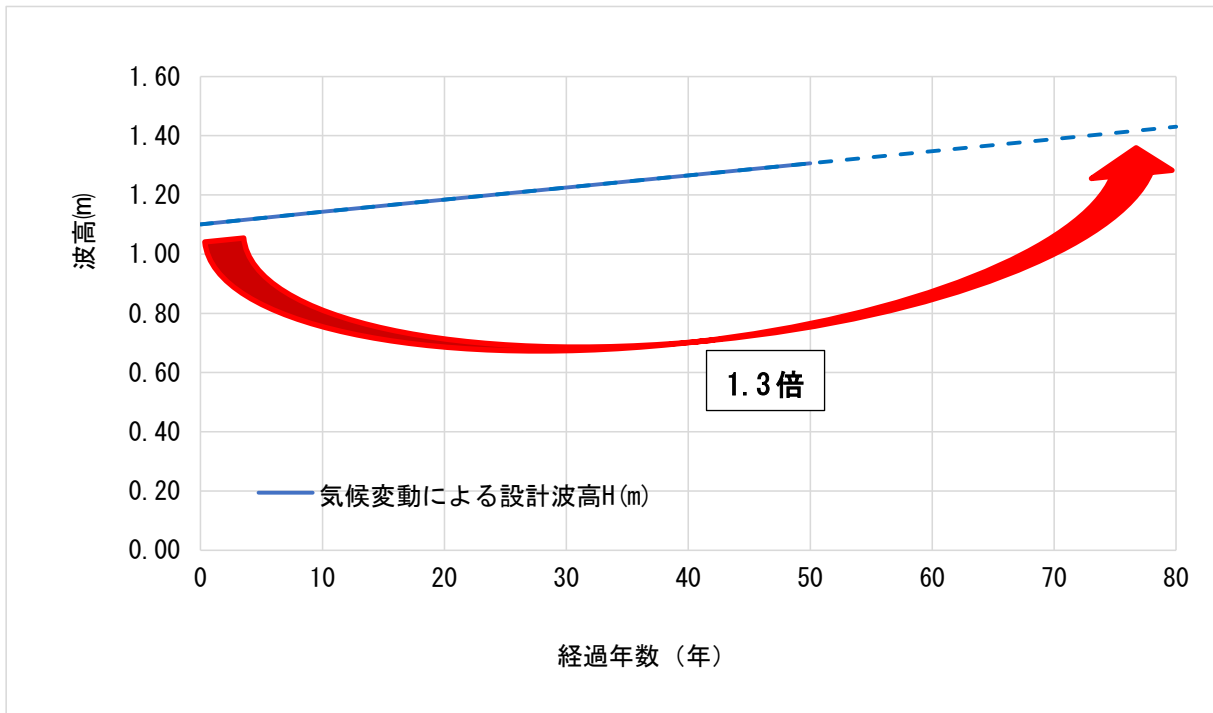


図 3-59 気候変動の影響による設計波高の変化

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

連絡橋の勾配は、設計上 1/10 以下となるように設定されており、平均海面水位の上昇により連絡橋の勾配は、L.W.L.時に 1/10⇒1/11、H.W.L.時に 1/17⇒1:15 に変化するが、設計上の 1/10 より緩い勾配のため利用上の問題は発生しない。

気候変動による平均海面水位の上昇により、既設護岸の嵩上げが必要となる場合は護岸の適応策に準じる。

現状の連絡橋の勾配 L.W.L.時 1 : 10、H.W.L.時 1:17

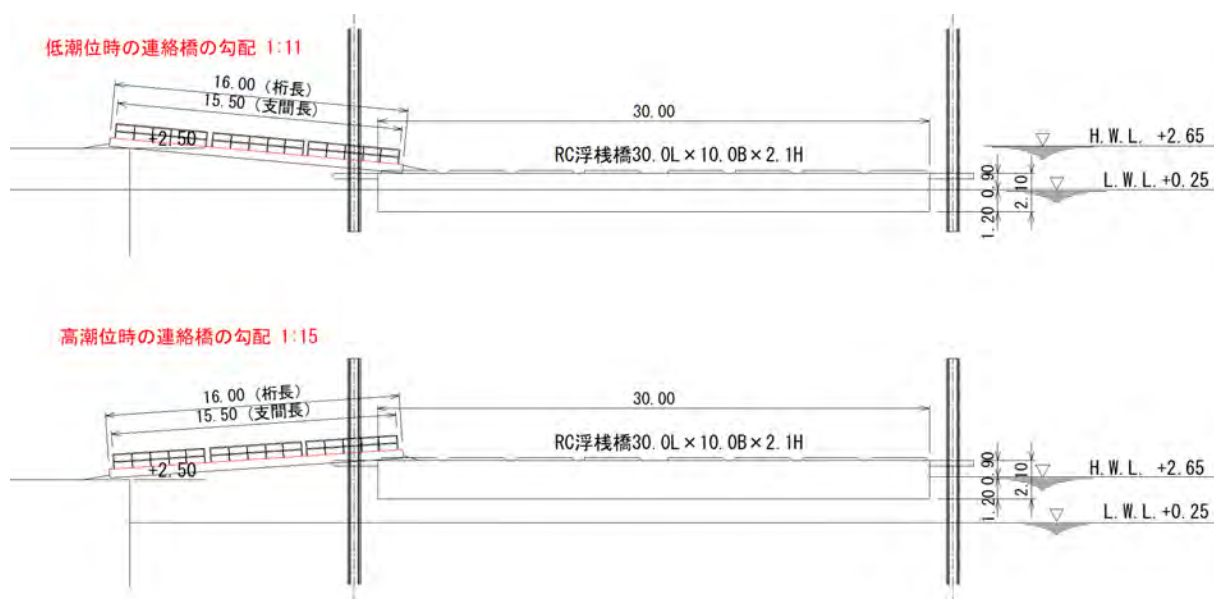


図 3-60 気候変動の海面水位上昇による連絡橋の利用勾配の変化

#### ①影響評価（利用面）からの考察

- ・平均海面水位の上昇大が発生しても、浮棧橋本体は変位に連動するため利用に影響はない。
- ・想定している程度の平均海面水位の上昇の場合、連絡橋勾配は利用可能な範囲に収まる。

#### ②影響評価（利用面）における今後の課題

- ・平均海面水位の上昇により、連絡橋が接続される既設護岸の天端高が不足するため、護岸についても一体的に適用策の検討が必要である。

## 2) 構造面の検討

### ① 浮棧橋の抜け出しの防止

平均海面水位の上昇、潮位偏差の増大および波浪の増大による杭上部の高さの経年変化を整理し、浮体の抜け出しの被災のリスクについて評価した。

高潮位時 (H.H.W.L.+2.70m) において、40 年以降に余裕値 35 cm を越える必要杭頭高となるため適応策が必要である。

杭上部 (横張下面) の高さ

ガイドローラーが作用する位置が離脱しない高さ

算定式  $H = \text{H.H.W.L.} + I + \text{波高}/2 + \text{通行の建築限界高} + \text{余裕}$

H.H.W.L. + 2.70m

I : ポンツーンの乾げん高 +0.90m

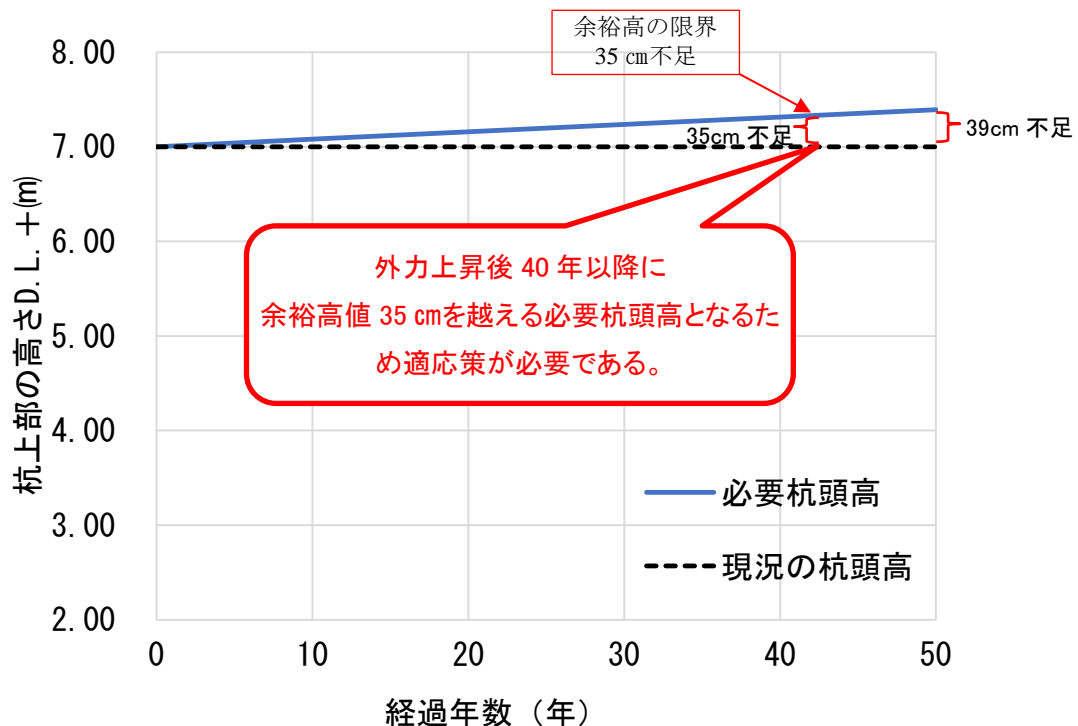
波 高  $H = 1.10\text{m}$

(沖側) 人の通行の建築限界高 2.50m

(陸側) 車両の通行の建築限界高 4.50m

沖側 :  $H = +2.70 + 0.9 + 1.10/2 + 2.50 + 0.35 = +7.00\text{m}$

陸側 :  $H = +2.70 + 0.9 + 1.10/2 + 4.50 + 0.35 = +9.00\text{m}$



## ② 杭の応力度の照査

海面水位上昇や波高増大による構造面への影響を、現況断面に対する部材応力の照査値の経年変化として評価した。

外力の変化により、30年以内に岸側の杭の応力度照査値が不足するため、構造面の対策が必要である。

応力の照査式を以下に示す。

軸力に対して	$\sigma_c = \frac{N}{A_r}$
曲げに対して	$\sigma_b = \frac{M}{Z_r}$
照査	$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{ca}} \leq 1.0$
ここに	
$N$ : 補修断面の受け持つ軸力	( $N/mm^2$ )
$M$ : 補修断面の受け持つ曲げモーメント	( $N/mm^2$ )
$A_r$ : 補修部材の断面積	( $mm^2$ )
$Z_r$ : 補修部材の断面係数	( $mm^3$ )
$\sigma_{ca}$ : 鋼材の許容圧縮応力度	( $N/mm^2$ )
$\sigma_{bc}, \sigma_c$ : 補修部材の応力度	( $N/mm^2$ )

表 3-60 照査結果の経年変化

経過年数	岸側杭	沖側杭
	杭の曲げ+軸力照査の照査値	杭の曲げ+軸力照査の照査値
0	0.93	0.84
10	0.95	0.85
20	0.98	0.86
30	1.00	0.86
40	1.03	0.87
50	1.05	0.88
照査値	1.00	1.00

凡例  : 応力度の照査値が許容値以上となる範囲。

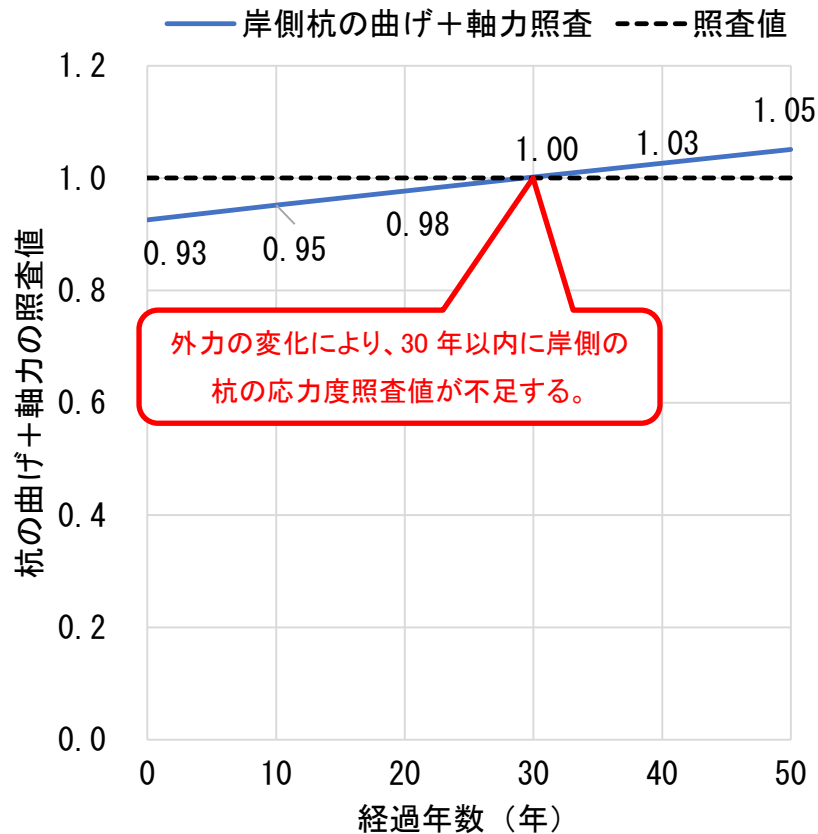


図 3-61 杭の曲げ+軸力の照査値の経年変化 (岸側)

③ 影響評価 (構造面) からの考察

- ・ 高潮位時 (H.H.W.L.+2.70m) において、40 年以降に余裕値 35 cm を越える必要杭頭高となるため適応策が必要である。
- ・ 本試設計では平均海面水位の上昇と高潮偏差の増大および波浪の増大により、浮体を係留している岸側杭の発生応力が 30 年以内に許容値を上回る結果となる。

④ 影響評価 (構造面) における今後の課題

- ・ 部材強度や支持力の許容値への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。
- ・ さらに、築造時から設計波高や周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。

#### (4) 気候変動への適応策断面の検討

影響評価に基づき、設計共用期間の適応策断面を検討した。

##### 1) 対策工の考え方

- ・浮棧橋の杭の高さや応力が不足するため、適応策の検討を行った。
- ・外力条件 50年後の平均海面水位の上昇量 (H.W.L.+2.65m)、高潮偏差の増大および波浪の増大に適応
- ・安定性の確保に必要な適応策断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計共用期間50年として、50年後の外力に対応する適応策断面とするため、上部工の嵩上げ、後列杭の増杭による対策を検討する。
- ・係留用鋼管杭 天端高 沖側 7.5m、岸側 D.L.+9.5m
- ・対策工の工種
  - 横梁撤去・再設置
  - 鋼管杭撤去・再打設
  - 既設護岸の嵩上げ

##### 2) 利用面に対する対策

浮体部への対策はないが、連絡橋が接続される既設護岸の天端高が不足するため、護岸についても一体的に適応策の検討が必要である。

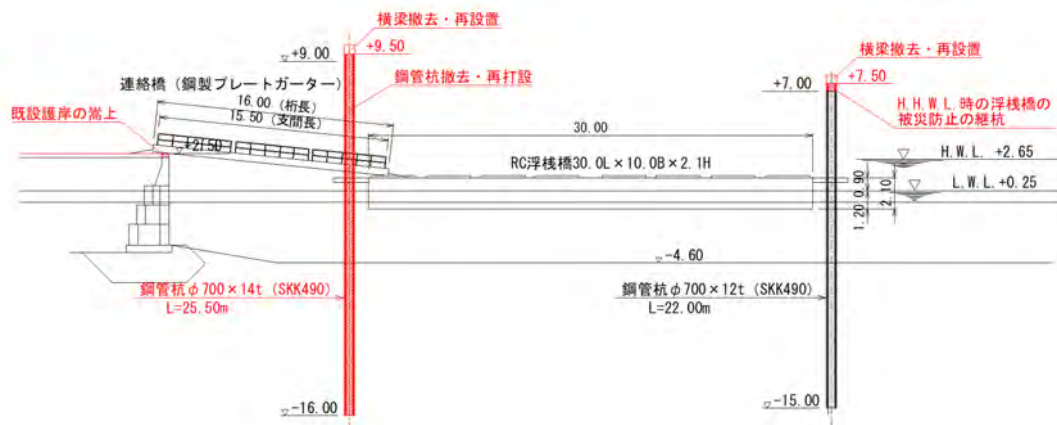
##### 3) 構造面に対する対策

係留杭の杭上部の嵩上げ (0.4m 以上→0.5m)

沖側 : D.L.+7.0m ⇒ D.L.+7.0m +0.5m = D.L.+7.5m

陸側 : D.L.+9.0m ⇒ D.L.+9.0m +0.5m = D.L.+9.5m

部材の応力度が不足するため、岸側杭の撤去・打設を行う。





#### 4) 適応策断面の検討における留意事項

##### 【利用面】

- ・平均海面水位の上昇、高潮偏差の増大が発生しても浮体の乾舷の高さに変化がないため漁船等の係留や利用面で支障が生じることはない。
- ・連絡橋は浮体と連動して傾きを変化させながら利用可能であるが、利用限界以上の勾配になると支障が生じることがある。
- ・杭の耐力不足の対策として、杭の打ち替えを行う場合、浮棧橋は代替施設が無いこと多いため、仮設等による利用性の維持が必要となる。

##### 【構造面】

- ・平均海面水位の上昇、高潮偏差の増大及び波浪の増大による浮体の上昇により、係留杭上部の余裕高を超える可能性がある場合は、継杭等の対策が必要となる。
- ・平均海面水位の上昇、高潮偏差の増大及び波浪の増大により浮体に作用する外力が増加して、係留杭の耐力を超過する可能性があるため、支持杭の補強や打ち替え等の対策が必要となる。

(5) 整備費用の算出

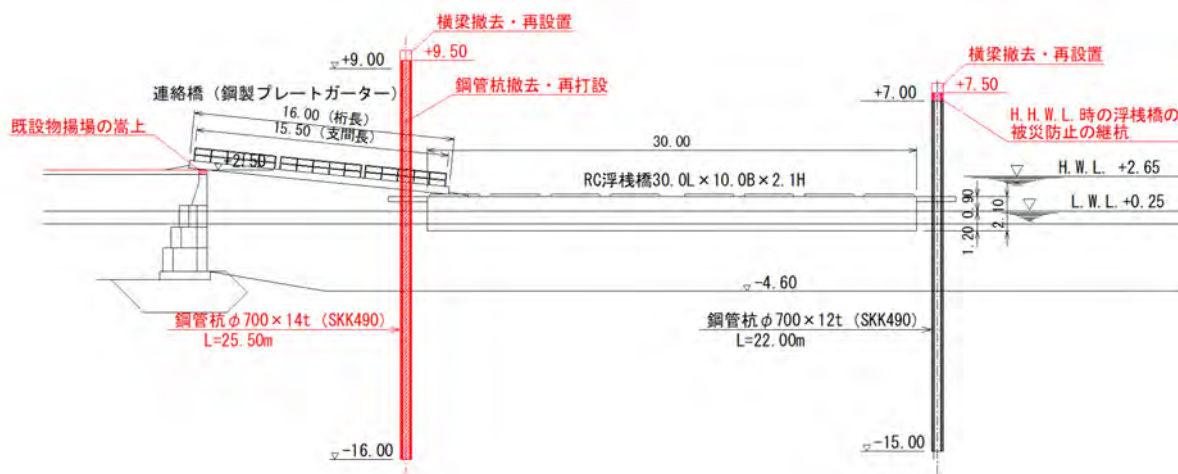
1) 設計共用期間 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を以下に示す。

これより、設計共用期間50年を見据えた適応策断面の整備に5百万円の対策費用を要する。

表 3-61 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応策断面（耐用年数 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
横梁撤去	8.0	m	50,000	400,000	
鋼管杭撤去	2.0	本	200,000	400,000	
鋼管杭製作	2.0	本	400,000	800,000	
鋼管杭打設	2.0	本	200,000	400,000	
継杭製作 (50cm)	4.0	本	50,000	200,000	
継杭溶接 (50cm)	4.0	本	30,000	120,000	
横梁設置	8.0	m	100,000	800,000	
コンクリート打設	1.0	m <sup>2</sup>	15,000	15,000	
コンクリート型枠	3.0	m <sup>2</sup>	6,000	18,000	
コンクリート舗装	15.0	m	20,000	300,000	
諸経费率 50%				1,726,500	
概算工事費				5,179,500	



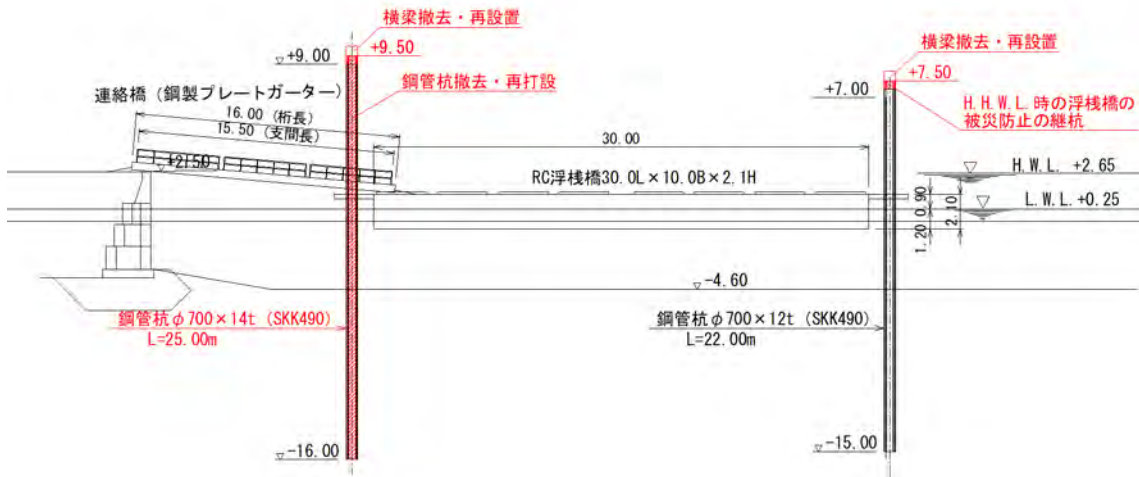
## 2) 順応的な適応策断面

順応型適応策における初回の概算工事費を以下に示す。

これより、30年後から5年前倒しで施工することを想定して、5年後に4.7百万円の対策費用を要する。

表 3-62 対策による概算工事費（順応型適応断面（初回））

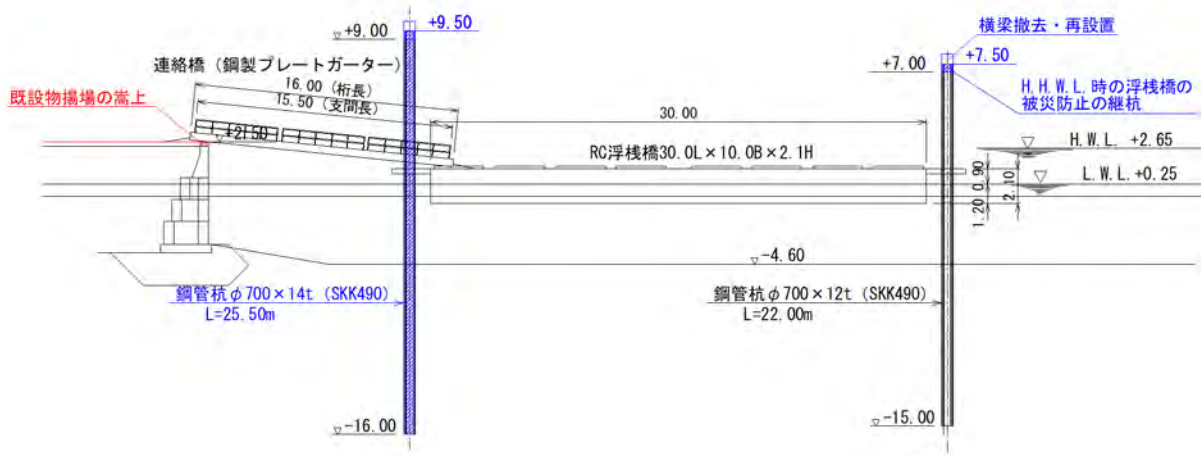
工種	数量	単位	単価	工事費	備考
横梁撤去	8.0	m	50,000	400,000	
鋼管杭撤去	2.0	本	200,000	400,000	
鋼管杭製作	2.0	本	400,000	800,000	
鋼管杭打設	2.0	本	200,000	400,000	
継杭製作 (50cm)	4.0	本	50,000	200,000	
継杭溶接 (50cm)	4.0	本	30,000	120,000	
横梁設置	8.0	m	100,000	800,000	
諸経費率 50%				1,560,000	
概算工事費				4,680,000	



初回の適応策から設計共用期間50年に適応するため、護岸天端高を嵩上げする施工費は、0.5百万円の対策費用を要する。

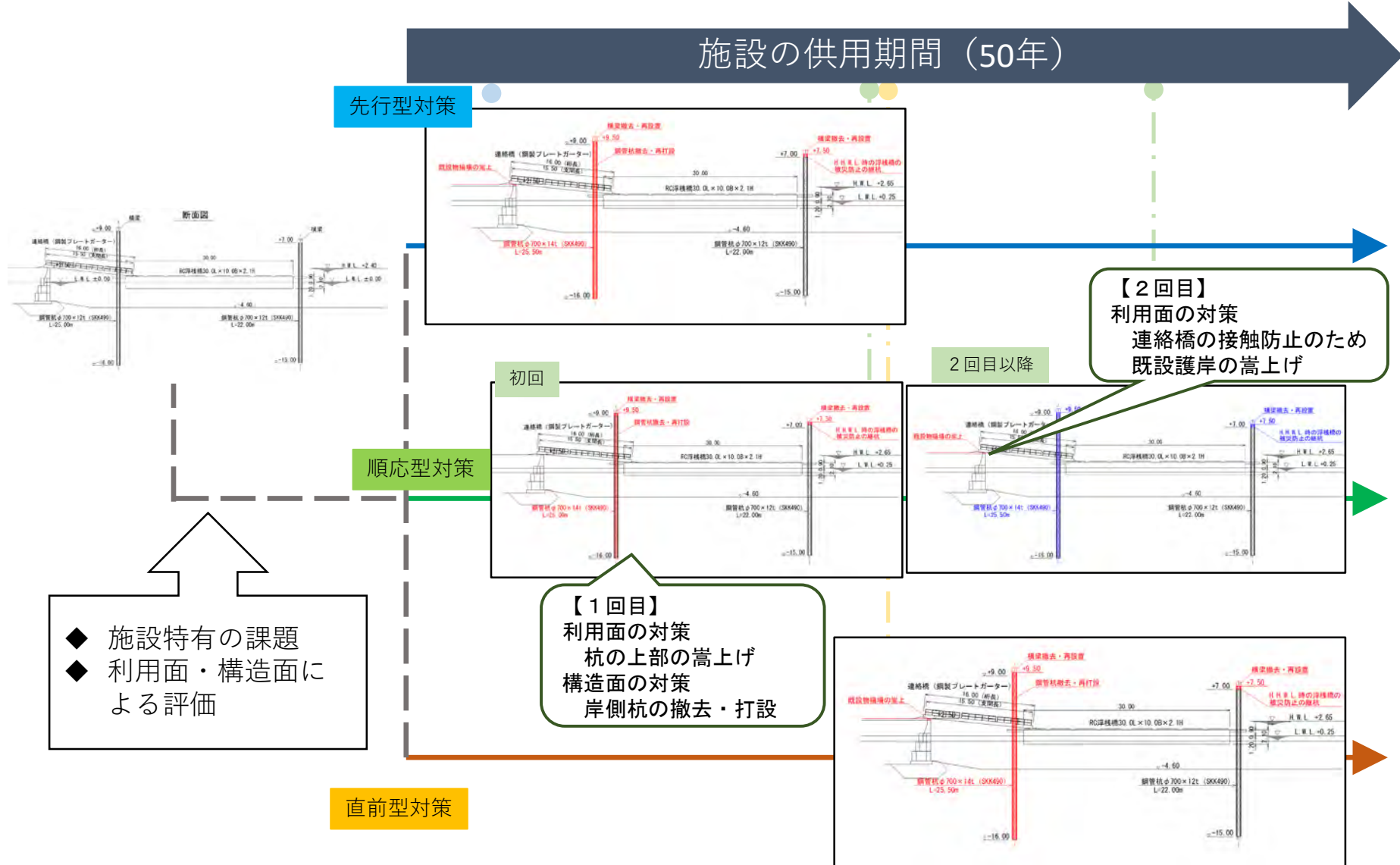
表 3-63 対策による概算工事費（順応型適応断面（次回））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート打設	1.0	m <sup>3</sup>	15,000	15,000	
コンクリート型枠	3.0	m <sup>2</sup>	6,000	18,000	
コンクリート舗装	15.0	m	20,000	300,000	
諸経费率 50%				166,500	
概算工事費				499,500	



(6) 気候変動に対する整備シナリオ

整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) シナリオ毎の整備費用

係留施設（浮体式）の試設計を例として、シナリオ毎の対策費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行型対策）

シナリオ② 順応型対策（杭の応力度および杭の抜け出しの問題が生じる段階【25年】  
護岸天端高の問題が生じる【35年】に順応的に対策）

シナリオ③ 直前型対策（杭の応力度の問題が生じる段階的【25年】に直前型対策）

表 3-64 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧（社会的割引率を考慮しない場合）

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策	シナリオ③ 直前型対策
5年後	5.2 百万円	—	—
25年後（30年後目標）	—	4.7 百万円	5.2 百万円
35年後（40年後目標）	—	0.5 百万円	—

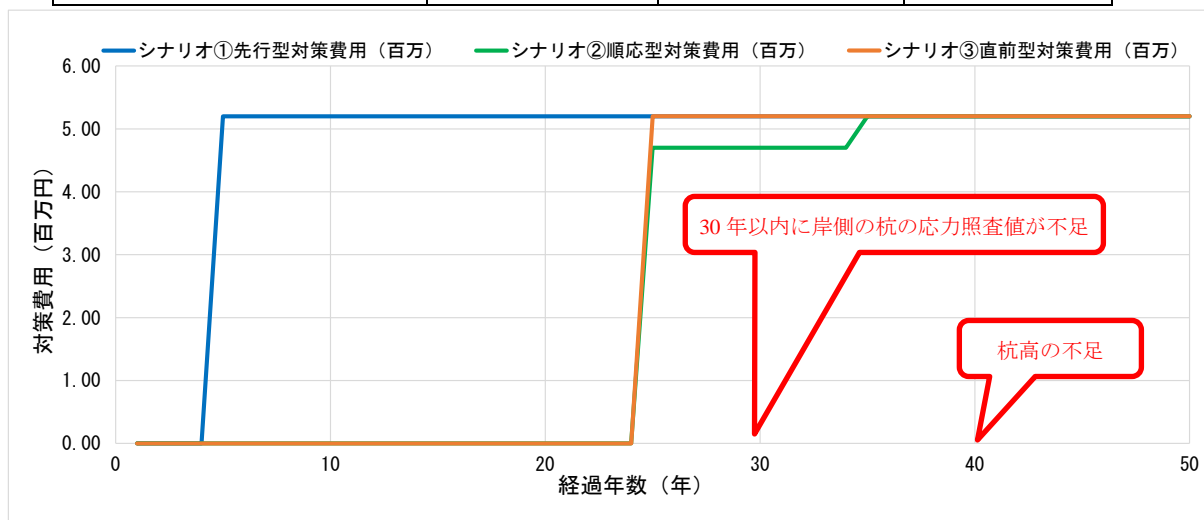


図 3-62 シナリオ毎の対策費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・全ての対策の費用が最終的に同程度となる場合は、漁業活動へ影響を考慮し、整備シナリオを選択する必要がある。

(8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
係留施設	浮体式係船岸	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮体が潮位の変動に応じて上下するため、利用上の問題は発生しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮体が潮位の変動に応じて上下するため、利用上の問題は発生しない。</li> <li>複数回の対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が長い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮体が潮位の変動に応じて上下するため、利用上の問題は発生しない。</li> <li>浮体の抜け出しによる被災や背後施設への浸水リスクがある。</li> </ul>
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現した場合、安全性に支障が生じる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現した場合、安全性に支障が生じる可能性がある。</li> </ul>
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動の状況に応じて対策を複数回の対策が不要となる場合は総合的に安価となる。</li> <li>複数回の対策実施より、手戻り工事がある場合は整備費用が相対的に高くなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被災によるリスクがあるため、災害復旧の費用が発生する可能性がある。</li> </ul>

◆整備シナリオの総合評価における考察

- 全ての対策が最終的には同程度となることから先行型対策となり、漁業活動への配慮を重視する場合は順応型対策の選択とする。

### 3.2.3.9. その他施設（用地・船揚場）

#### （1）設計条件

検討潮位 H.W.L. +1.00m

L.W.L. ±0.00m

設計水平震度 0.13

既設天端高 D.L. +2.00m

地盤 砂質土

施設延長 L = 40 m

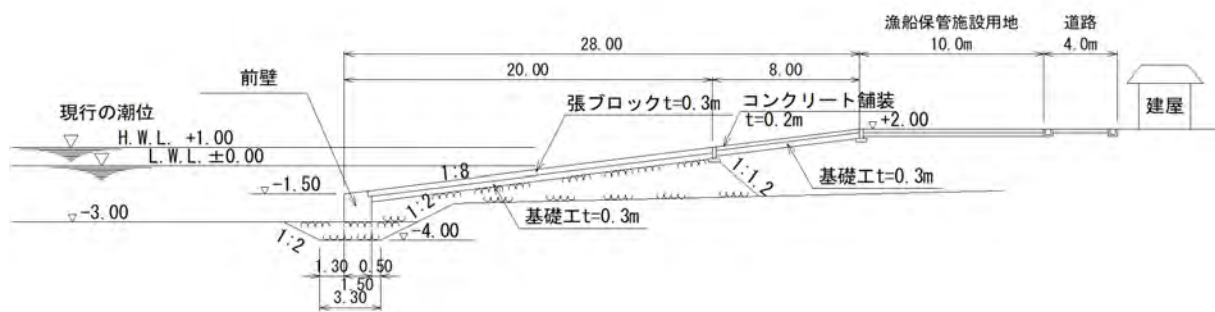


図 3-63 試設計用の標準断面図



(2) 将来の気候変動を踏まえた計画外力

1) 平均海面水位の上昇

気候変動を踏まえた平均海面水位として、潮位 (H.W.L.) を以下のように設定する。

図 3-64 気候変動による H.W.L.の経年変化

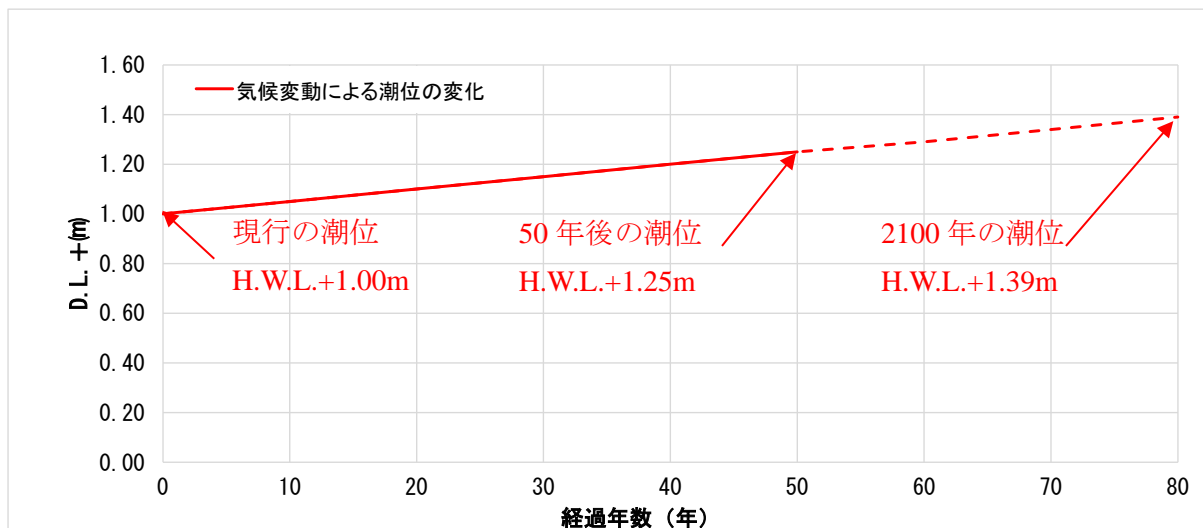


表 3-65 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	平均海面 水位上昇量	設定潮位
2020年 (現在)	0.00m	H.W.L.+1.00m, L.W.L.+0.00m
2070年 (50年後)	0.25m	H.W.L.+1.25m, L.W.L.+0.25m
2100年 (将来予測)	0.40m	H.W.L.+1.40m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

## 2) 波浪の増大

設定した現時点の有義波高  $H=0.5\text{m}$  に対して、気候変動を踏まえた試設計では、2100年の波高が 1.3 倍になるものと仮定して、経年的な波高の変化を以下に示す。

表 3-66 気候変動による影響を現在の 1.3 倍と想定した設計波高値の経年変化

経過年	経過年 (年)	海面上昇量	気候変動による 潮位の変化	気候変動による 設計波高H(m)
2020	0	0.00	1.00	0.50
2030	10	0.05	1.05	0.51
2040	20	0.10	1.10	0.53
2050	30	0.15	1.15	0.55
2060	40	0.20	1.20	0.57
2070	50	0.25	1.25	0.59
2080	60	0.29	1.29	0.61
2090	70	0.34	1.34	0.63
2100	80	0.39	1.39	0.65

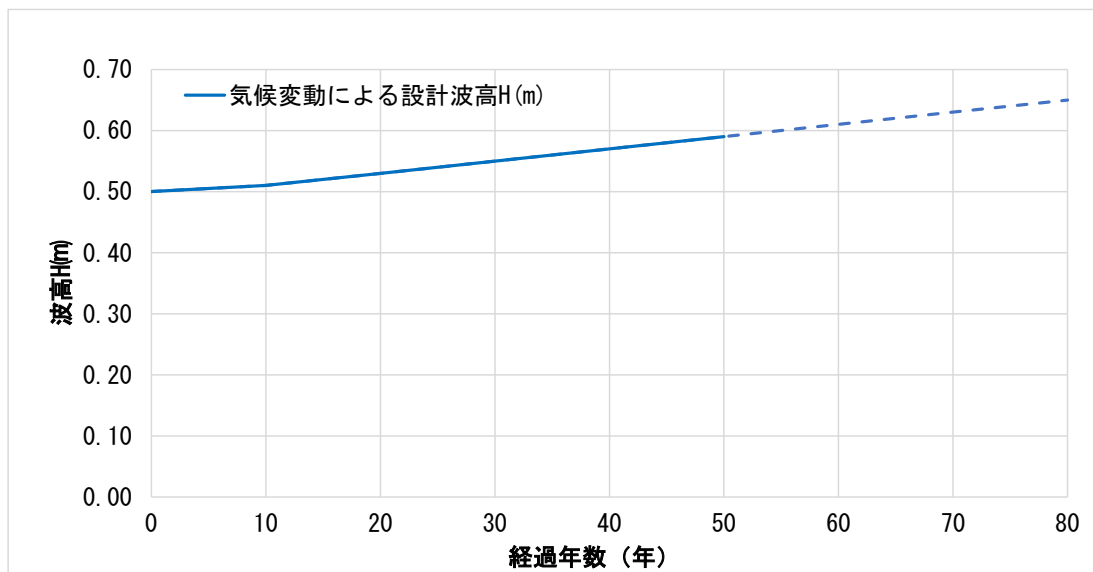


図 3-65 気候変動の影響による設計波高の経年変化

### (3) 現行施設の評価

#### 1) 利用面の検討

平均海面水位の上昇および波浪の増大による必要天端高の経年変化を整理し、利用面への影響を評価した。

なお、船揚場の必要天端高は、H.W.L.に設計波高 H の 2 倍を加えた高さである。現況天端高 (D.L.+2.00m) は、平均海面水位の上昇と波浪の増大に伴って天端高の不足が拡大するため、船揚場や用地で浸水が発生する恐れがある。

船揚場の必要天端高 H.W.L.+2H

表 3-67 気候変動による必要天端高の経年変化

経過年 (年)	海面上昇量	気候変動による潮位の変化	気候変動による設計波高H(m)	天端高の算定値 2H(m)	必要天端高
0	0.00	1.00	0.50	1.00	2.00
10	0.05	1.05	0.51	1.02	2.07
20	0.10	1.10	0.53	1.06	2.16
30	0.15	1.15	0.55	1.10	2.25
40	0.20	1.20	0.57	1.14	2.34
50	0.25	1.25	0.59	1.18	2.43

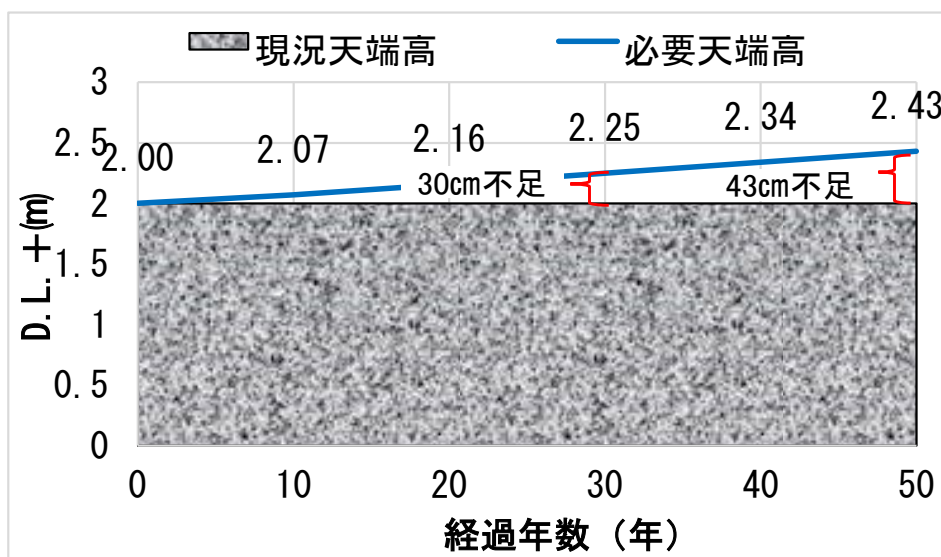


図 3-66 必要天端高の経年変化

### ①影響評価（利用面）からの考察

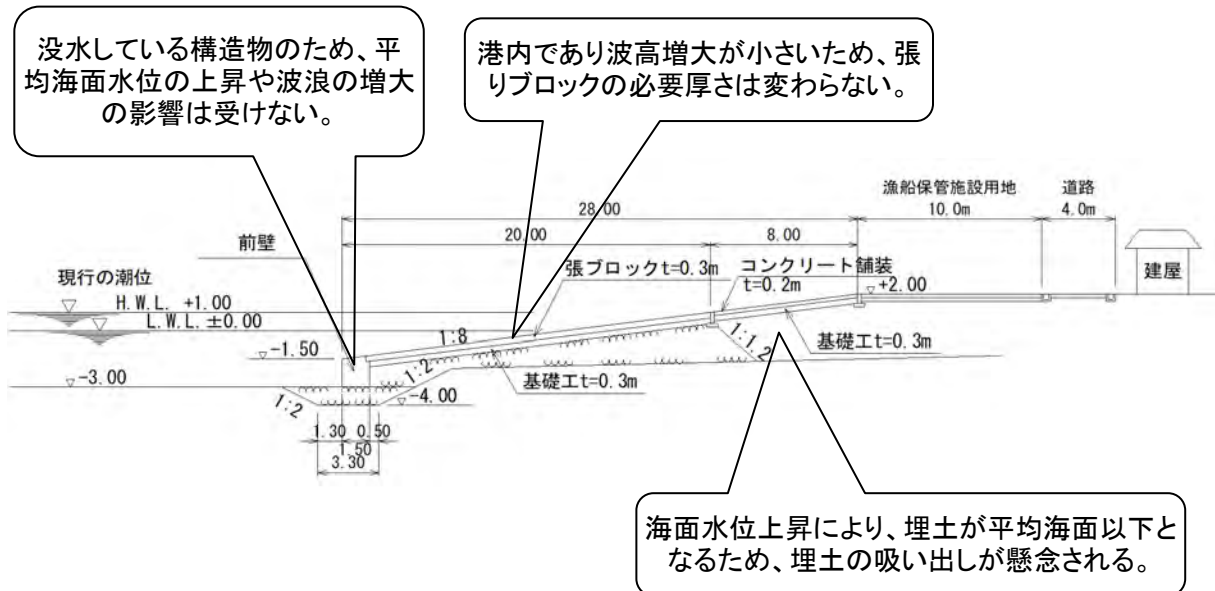
- ・船揚場の傾斜は緩いため、僅かな平均海面水位の上昇や波浪の増大であっても海水の浸入範囲は広がり、船置へ支障が生じる可能性がある。

### ②影響評価（利用面）における今後の課題

- ・ウィンチ等の上下架設備がある場合は、平均海面水位の上昇や波浪の増大により浸水する恐れがあり、早期に移設するなどの検討する必要がある。
- ・背後に道路や建屋が立地するところでは、背後の用地拡張のため、土地利用の調整が生じる。

## 2) 構造面の検討

平均海面水位の上昇および波浪の増大による安全率の経年変化を整理し、構造面への影響を評価した。



### ①影響評価（構造面）からの考察

- ・平均海面水位の上昇、波浪の増大による施設の安定性への影響は確認されなかった。
- ・コンクリート舗装の下面については、埋土の吸い出し防止を使用する。

### ②影響評価（構造面）における今後の課題

- ・築造時から設計波高により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。

#### (4) 気候変動への適応策断面の検討

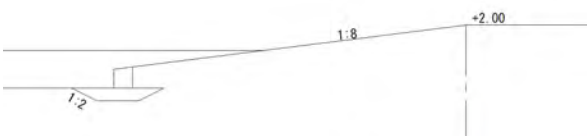
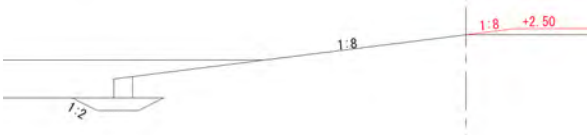

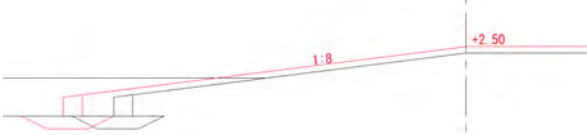
##### 1) 対策工の考え方

用地・船揚場の気候変動への適応策の断面イメージと適応性の評価を行う。

適応策については、表 3-68 に示すようなことが考えられるが、ここでは、一般的と思われる背後の嵩上げについて検討する。

なお、用地・船揚場の適応策は、背後に嵩上げする案が基本となるが、漁港によって、背後地の状況が異なることから、漁港毎の利用や制約条件から選定する必要がある。

表 3-68 気候変動による適応策の比較

適応策	断面イメージ	適応性	評価
現況断面		<ul style="list-style-type: none"> <li>嵩上げ対策をしない場合、背後の漁船保管施設用地の浸水被害が発生する。</li> </ul>	×
背後に嵩上げ		<ul style="list-style-type: none"> <li>勾配1:8で所用天端高を確保</li> <li>背後に用地が確保できる場合に適応</li> <li>既設撤去の範囲が最も少ない。</li> <li>施工が容易</li> <li>経済的である。</li> </ul>	○
勾配を急にする		<ul style="list-style-type: none"> <li>背後に用地が確保できない場合</li> <li>勾配を約1:7と急にするため船の揚げ降しの際に利用者の負担が大きくなる。</li> <li>既設船揚場の撤去範囲が最も大きい。</li> <li>撤去・再整備となるため不経済である。</li> </ul>	×
既設法線で嵩上げ		<ul style="list-style-type: none"> <li>背後に用地が確保できない場合</li> <li>水域への影響が懸念される。</li> <li>舗装整備の面積が広い。</li> <li>基礎工整備の必要があるため、不経済である。</li> </ul>	×

※ 適応性の赤字はポジティブな内容、青字はネガティブな内容

## 2) 利用面に対する対策

上部工（天端高）の嵩上げ：

D.L.+2.0m ⇒ D.L.+2.5m（50 cmの嵩上げ）

## 3) 構造面に対する対策

施設の安定上の問題は、ほとんどない。

## 4) 適応策断面を検討する再の留意事項

### 【利用面】

- ・ 適応策実施時における代替施設の確保が必要となる場合がある。

### 【構造面】

- ・ 僅かな嵩上げでも斜路部の勾配が緩いため対策断面の幅は広くなり、背後用地等に影響を及ぼす場合がある。
- ・ 平均海面水位の上昇により、船揚場斜路のコンクリート舗装の張りブロック化や、吸い出し防止材の敷設が必要となる場合がある。

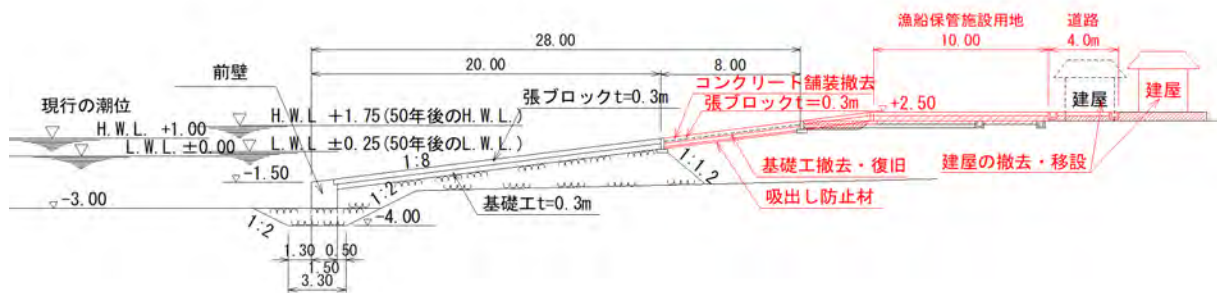


図 3-67 供用期間 50 年後の適応策断面

## (5) 整備費用の算出

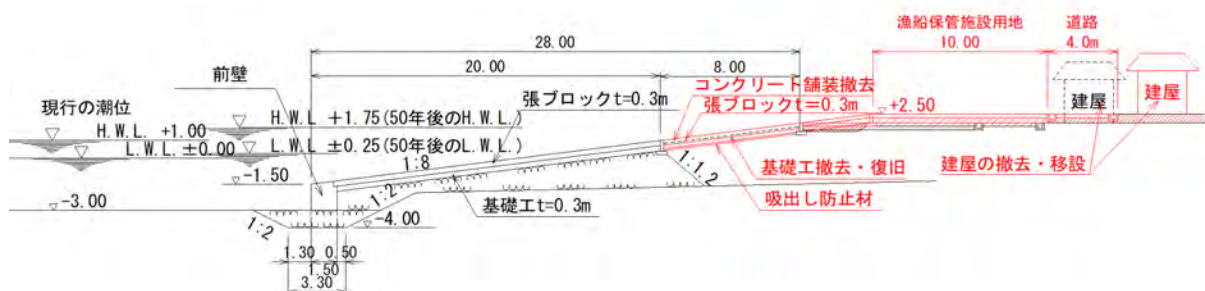
### 1) 設計共用期間 50 年を見据えた適応策断面

適応策を実施した場合の概算工事費を表 3-69に示す。

これより、設計共用期間50年を見据えた適応策断面の整備に5,600万円の対策費用を要する。

表 3-69 対策による概算工事費（天端高の嵩上げ対応断面（耐用年数 50 年））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
舗装・撤去	11.4	m <sup>2</sup>	40,000	456,000	
コンクリート舗装	3.8	m <sup>2</sup>	20,000	76,000	
コンクリート舗装	10	m <sup>2</sup>	20,000	200,000	
道路舗装	4	m <sup>2</sup>	10,000	40,000	
盛土	3.5	m <sup>3</sup>	500	1,750	
排水溝設置	2	m	5,000	10,000	
張ブロック	7.8	m <sup>2</sup>	20,000	156,000	
諸経費率 50%				469,875	
mあたりの概算工事費				1,409,625	
m当たりの概算工事費			施設延長		
1,409,625	×	40 m		56,385,000	



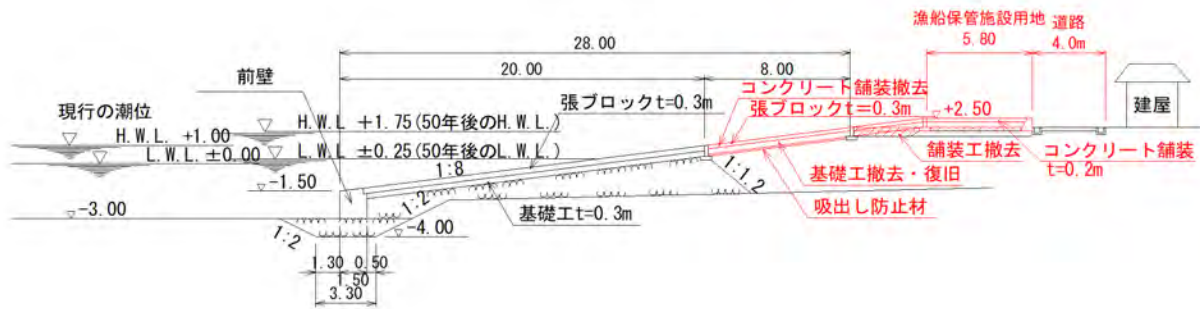
## 2) 順応的な適応策断面

順応型対策における初回の概算工事費を表 3-70に示す。

これより、先行して嵩上げすることを想定して、4,900万円の対策費用を要する。

表 3-70 対策による概算工事費（順応型適応断面（初回））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
舗装・撤去	11.4	m <sup>2</sup>	40,000	456,000	
コンクリート舗装	3.8	m <sup>2</sup>	20,000	76,000	
コンクリート舗装	5.8	m <sup>2</sup>	20,000	116,000	
コンクリート打設	0.4	m <sup>3</sup>	15,000	6,000	
コンクリート型枠	1.3	m <sup>2</sup>	6,000	7,800	
盛土	1	m <sup>3</sup>	500	500	
張ブロック	7.8	m <sup>2</sup>	20,000	156,000	
諸経費率 50%				409,150	
mあたりの概算工事費				1,227,450	
m当たりの概算工事費			施設延長		
1,227,450	×	40 m		49,098,000	

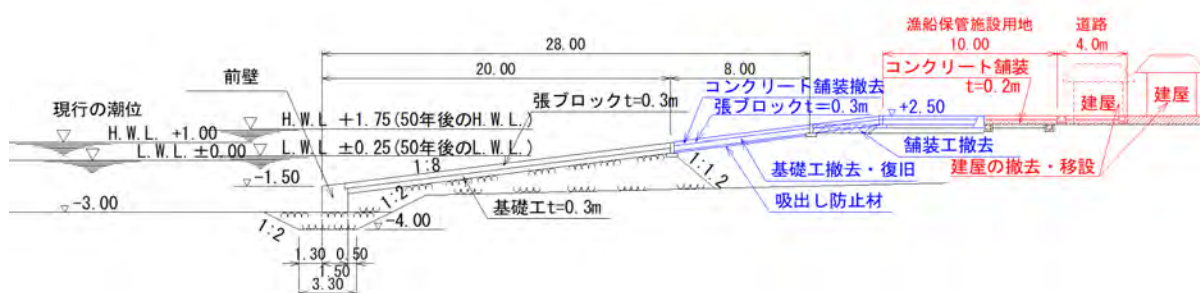




その後、用地の利用調整を図りながら10年後（仮定）に用地の拡張、道路の付替え等を行うために、900万円の対策費用を要する。

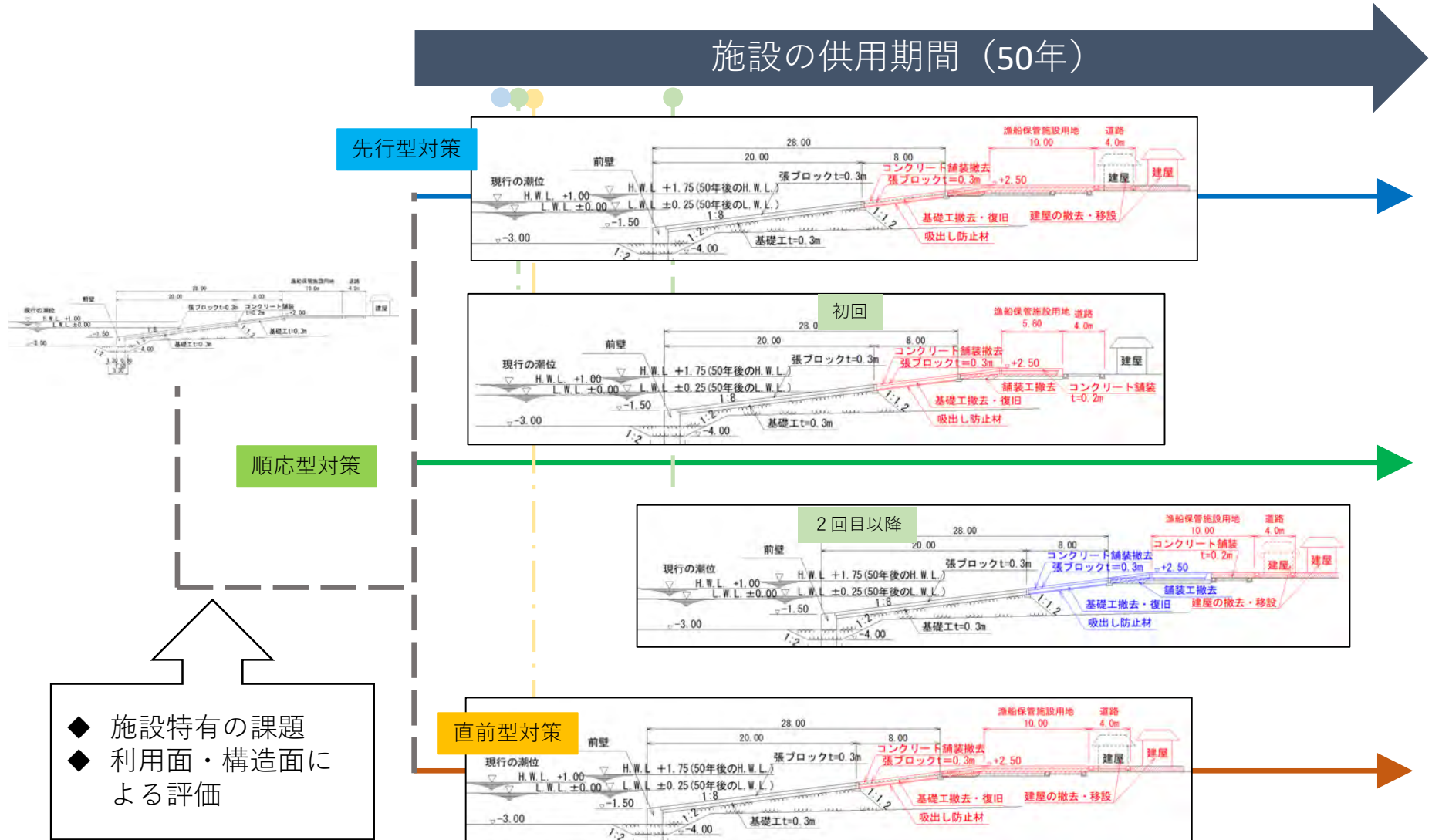
表 3-71 対策による概算工事費（順応型適応断面（次回））

工種	数量	単位	単価	工事費	備考
コンクリート舗装	4.2	m <sup>2</sup>	20,000	84,000	
道路舗装	4	m <sup>2</sup>	10,000	40,000	
盛土	4.5	m <sup>3</sup>	500	2,250	
排水溝設置	2	m	8,000	16,000	
諸経費率 50%				71,125	
mあたりの概算工事費				213,375	
m当たりの概算工事費			施設延長		
213,375			×	40 m	8,535,000



(6) 気候変動に対する整備シナリオ

整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



## (7) 整備シナリオに基づく整備費用

### 1) シナリオ毎の整備費用

シナリオ毎の整備費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

今回の試設計では、平均海面水位の上昇と波浪の増大に伴って天端高の不足が拡大し船揚場・用地で浸水が発生する恐れがあり、「先行型対策」と「直前型対策」が同時期となったため、以下の2つの整備シナリオが想定される。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行型対策）

シナリオ② 順応型対策（利用高さに配慮して段階ごとに【25年、50年】に順応的に対策）

表 3-72 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧（社会的割引率を考慮しない場合）

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策
5年後	56百万円	49百万円
10年後	—	9百万円

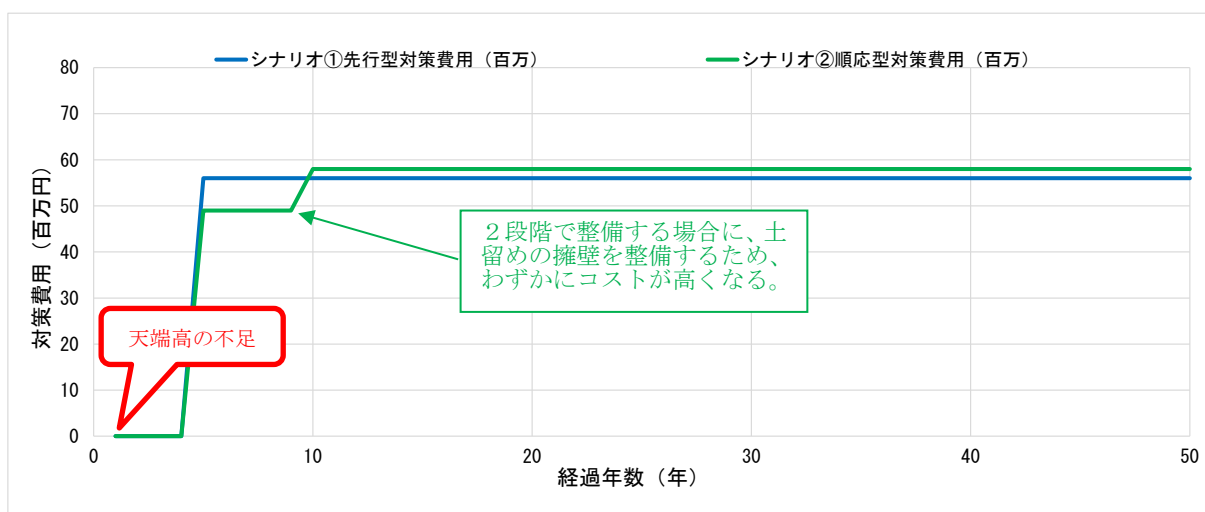


図 3-68 シナリオ毎の対策費用の経年変化

### 2) 費用面における留意事項

#### 【費用面】

- ・全ての対策の費用が最終的に同程度となる場合は、漁業活動への影響を考慮し適応策を選択する

(8) 整備シナリオへの適応評価

試設計を踏まえた整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	本事例(試設計)による整備シナリオ適応評価		
			先行型対策	順応型対策	直前型対策
その他施設	漁船保管施設用地・船揚場	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>船揚場の利用は、潮位が変動した場合でも可能である。</li> <li>漁船保管施設用地の浸水被害のリスクを回避できる。</li> <li>対策当初は、船揚げ時間が長くなるなど、利用性が向上するまで期間を要する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>船揚げや陸上保管の利用実態に応じて、最適な利用が可能となる。</li> <li>漁船保管施設用地の浸水被害のリスクを回避できる。</li> <li>複数回の対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が長い。</li> </ul>	※ 平均海面水位の上昇と波浪の増大に伴って天端高の不足が拡大し船揚場・用地で浸水が発生する恐れがあるため、先行型対策と同じ整備時期・内容となった。
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による外力上昇が想定より早期に発現しても、機能低下のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による外力上昇が想定より早期に発現した場合、機能に支障が生じる。</li> <li>気候変動に応じて、対策時点の外力による施設整備が可能である。</li> </ul>	
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動の状況に応じて対策を複数回の対策が不要となる場合は総合的に安価となる。</li> <li>複数回の対策実施より、手戻り工事がある場合は整備費用が相対的に高い。</li> </ul>	

◆整備シナリオの総合評価における考察

- 今回の試設計では「先行型対策」が最も経済性が高いと判断されるもの、同程度の経済性で、かつ、背後用地の建屋の移転等に配慮しながら順応的に対策できる「順応型対策」も選定されうる。
- 一方で、背後用地の施設の重要度によっては早期に対策することが望ましい場合や、数年以内に老朽化対策等の整備予定がある場合等は「先行型対策」が望ましい場合もある。

### 3.3. 試設計のまとめ

「試設計」の成果を踏まえ、各構造形式の気候変動に伴う適応対策について、構造面、利用面、費用面について、一般的に言える課題と留意事項を表 3-73 から表 3-76 に整理した。

表 3-73 外郭施設の試設計から得られた利用面、構造面、費用面の今後の課題と留意事項

		利 用 面	構 造 面	費 用 面
防 波 堤	重 力 式 混 成 堤	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端高不足より越波するおそれがあるため、静穏度を評価する必要がある。</li> <li>・防波堤開口部からの波浪の進入波や回折波も評価に影響を及ぼすため、防波堤延伸等の施設配置の対策も検討する必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤からの越波の増加等により港内静穏度の悪化を防止するために、当該防波堤の天端高の嵩上げだけでなく、漁港全体において、防波堤の延伸などの対策が生じる場合がある。</li> <li>・防波堤背後の係船利用に配慮が必要となる場合がある。</li> <li>・施設の沈下等により天端高不足が生じていることもあるので、施設の現状を把握しておく必要がある。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・安全率や支持力の許容値への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。</li> <li>・築造時から設計波高や周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。</li> <li>・水深変化によって作用する波が、碎波帯から重複波帯に変化する事に留意する必要がある。</li> <li>・消波工付きの整備事例も多くあるため、消波・被覆ブロックに対する影響を評価する必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・堤体や基礎マウンドを港内側に拡幅する対策を実施すると、港内の水域が狭くなる場合がある。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動への対策の実施時期によって整備費用が変動する可能性がある。</li> <li>・順応型対策は段階に改良するため、先行型対策と直前型対策のほうで整備費用は安価となる場合がある。ただし、順応型対策として、手戻りの生じない箇所だけでも初回整備に対策を実施することで、整備費用の低減に対して有効となる場合もある。</li> </ul>
	傾 斜 堤	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端高不足より越波するおそれがあるため、静穏度解析が必要である。</li> <li>・防波堤開口部からの波浪の進入波や回折波も評価に影響を及ぼすため、防波堤延伸等の施設配置の対策も検討する必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤からの越波の増加等により港内静穏度の悪化を防止するために、当該防波堤の天端高の嵩上げだけでなく、漁港全体において、防波堤の延伸などの対策が生じる場合がある。</li> <li>・防波堤背後に畜養施設等が設けられている場合、水面利用に配慮が生じる場合がある。</li> <li>・施設の沈下等により天端高不足が生じていることもあるので、施設の現状を把握しておく必要がある。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水深変化によって作用する波が、碎波帯から重複波帯に変化する事に留意する必要がある。</li> <li>・消波ブロックの2ランク上までの経済比較で、直近質量より大きなブロックが採用されている場合は、気候変動の外力の変化に対して安定性に余裕がある場合がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・堤体や基礎マウンドを港内側に拡幅すると、背後の水域が狭くなる場合がある。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・構成部材が消波ブロックのみであるため、重量が不足する時点で実施する直前型対策となる。</li> <li>・消波ブロックを嵩上げする場合、既設ブロックを撤去して必要天端高を確保するより必要天端高を越えても既設ブロック上にブロック2層厚で被覆した方が経済的となる場合がある。</li> <li>・既存消波ブロックの転用が可能な箇所がある場合には、消波ブロックを撤去して、不足分を設置するほうが優位となる場合がある。</li> </ul>
	カ ー テン 式	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端高不足より越波するおそれがあるため、静穏度についても検討する必要がある。</li> <li>・防波堤開口部からの波浪の進入波や回折波も評価に影響を及ぼすため、防波堤延伸等の検討も必要である。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤からの越波の増加等により港内静穏度の悪化を防止するために、当該防波堤の天端高の嵩上げだけではなく、漁港全体において、防波堤の延伸などの対策が生じる場合がある。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上部工や部材の応力度の許容値への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。</li> <li>・杭式等の鋼材を用いた構造の場合、構成部材によって照査項目が多岐に渡ることがあるので、応力度の照査には注意する必要がある。</li> <li>・築造時から設計波高や周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートや杭など個別部材の複合構造であるため、部材毎の照査項目が多岐に渡ること留意して検討する必要がある。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基礎杭の補強等が必要となる場合、上部工の撤去を伴う天端高の嵩上げ以外に上部工の改良があるときは、同時期に行うことで費用を削減できる。</li> </ul>

表 3-74 外郭施設の試設計から得られた利用面、構造面、費用面の今後の課題と留意事項

		利 用 面	構 造 面	費 用 面
護岸	直立堤	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端高不足より越波するおそれがあるため、背後地の浸水対策も検討する必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤等による伝達波の低減や消波工の設置による越波流量の低減など総合的に検討する必要がある。</li> <li>・潮位の上昇に伴い、護岸の背後の排水機能の維持・確保に留意する必要がある。</li> <li>・施設の沈下等により天端高不足が生じていることもあるので、施設の現状を把握しておく必要がある。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・安全率への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。</li> <li>・築造時から設計波高や周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。</li> <li>・水深変化によって作用する波が、碎波帯から重複波帯に変化する事に留意する必要がある。</li> <li>・消波工付きの整備事例も多くあるため、消波・被覆ブロックに対する影響を評価する必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・護岸の対策工で天端高の嵩上げを行う場合、嵩上げ部の基礎の支持力や、既設部との接続構造の確認が必要である。</li> <li>・重力式護岸本体の安定性は、平均海面水位の上昇による浮力増加が懸念されるものの、土圧強度の低下や嵩上げによる自重増加など相殺され影響は小さいと考えられるが、影響の有無について確認しておくことが望ましい。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上部工の拡幅施工のために、背後地の水叩や一部の用地の撤去費用を要する。</li> <li>・各シナリオでの費用が大きく変わらない場合、背後地の浸水被害のリスクへの対応として、早期の整備が望ましい。</li> </ul>
係船岸	重力式混成堤	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端高不足より漁船の接岸や荷揚げについての利用性が低下するおそれがあるため、利用状況の実態を確認する必要がある。</li> <li>・対象漁船の規模等によっては、天端嵩上げ部を階段形状とするなどの検討を行う必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型漁船による荷揚等の漁業活動にとっては、数 10cm の潮位差でも陸揚作業等への支障となる場合があり、利用に配慮した整備断面の検討が必要になる。</li> <li>・背後地の嵩上げ等が必要となる場合、背後施設の構造や利用に影響が生じる場合がある。</li> <li>・係船柱や防舷材などの付帯施設の取付位置に配慮が必要となる場合がある。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・安全率や支持力の許容値への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。</li> <li>・築造時から周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。</li> <li>・地盤が比較的軟弱な場合や地盤改良が実施されている場合は、地盤全体を含めた評価をする必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平均海面水位の上昇により、本体工の浮力が増加するので、地震時の滑動・転倒の安定性が低下する可能性がある。</li> <li>・対策工の選定にあたっては、施工時の利用制限の短縮等について配慮が必要となる場合がある。</li> <li>・先行型や事前型を選定する場合は、施設の重要度や老朽化の状況を考慮することが必要である。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・直前型対策と先行型対策の費用が、順応型対策に対して安価となる場合もあるが、漁業活動に配慮しながら順応的な対策を選択することもあり得る。</li> </ul>

表 3-75 外郭施設の試設計から得られた利用面、構造面、費用面の今後の課題と留意事項

		利 用 面	構 造 面	費 用 面
係 船 岸	控え矢板式	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端高不足より漁船の接岸や荷揚げについての利用性が低下するおそれがあるため、利用状況の実態を確認する必要がある。</li> <li>・対象漁船の規模等によっては、天端嵩上げ部を階段形状とするなどの検討を行う必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型漁船による荷揚等の漁業活動にとっては、数 10cm の潮位差でも陸揚作業等への支障となる場合があり、利用に配慮した整備断面の検討が必要になる。</li> <li>・背後地の嵩上げ等が必要となる場合、背後施設の構造や利用に影響が生じる場合がある。</li> <li>・係船柱や防舷材などの付帯施設の取付位置に配慮が必要となる場合がある。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・築造時から周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。</li> <li>・地盤が比較的軟弱な場合や地盤改良が実施されている場合は、地盤全体を含めた評価をする必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・構造面に影響を与える外力変化は平均海面水位の上昇のみとなり、背後土圧が軽くなり土圧が低減され、安全側に移行することがある。</li> <li>・鋼矢板やタイロッド等、型式が決まっているため、採用型式に対して耐力に余裕が生じていることがある。この場合、50 年後の平均海面水位への適応策を実施しても、安全性が確保されることがある。</li> <li>・利用に対する嵩上げに伴う土圧の増加に対しては、大規模な対策となることから軽量盛土等による土圧の低減策が望ましい。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての対策の費用が最終的に同程度となる場合は、漁業活動への影響を考慮し適応策を選択する。</li> </ul>
	棧橋式	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端高不足より漁船の接岸や荷揚げについての利用性が低下するおそれがあるため、利用状況の実態を確認する必要がある。</li> <li>・対象漁船の規模等によっては、天端嵩上げ部の形状を工夫するなどの検討を行う必要がある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型漁船による荷揚等の漁業活動にとっては、数 10cm の潮位差でも陸揚作業等への支障となる場合があり、利用に配慮した整備断面の検討が必要になる。</li> <li>・背後地の嵩上げ等が必要となる場合、背後施設の構造や利用に影響が生じる場合がある。</li> <li>・係船柱や防舷材などの付帯施設の取付位置に配慮が必要となる場合がある。</li> <li>・気候変動への適応策として上部工を嵩上げする場合、利用性等から棧橋背後の既設係船岸や護岸の嵩上げ等を行う必要がある。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・築造時から周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・漁船の接岸時やけん引時で構造（例えば、杭の規格や根入れ長等）が決定することもあり、その場合は、気候変動に伴う海面上昇による構造物の安全性への影響は小さい。</li> <li>・コンクリートや杭など個別部材の複合構造となっているため、部材毎の照査項目が多岐に渡ること留意して検討する必要がある。</li> <li>・気候変動への適応策として上部工を嵩上げする場合、棧橋背後の既設係船岸や護岸が不安定になる可能性があり、その場合は重力式混成堤や控え矢板式の適応策に準じた対策を検討する必要がある。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての対策の費用が最終的に同程度となる場合は、漁業活動への影響を考慮し適応策を選択する。</li> </ul>
	浮棧橋	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平均海面水位の上昇により、連絡橋が接続される既設護岸の天端高が不足するため、護岸についても一体的に適用策の検討が必要である。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平均海面水位の上昇、高潮偏差の増大が発生しても浮体の乾舷の高さに変化がないため漁船等の係留や利用面で支障が生じることはない。</li> <li>・連絡橋は浮体と連動して傾きを変化させながら利用可能であるが、利用限界以上の勾配になると支障が生じることがある。</li> <li>・杭の耐力不足の対策として、杭の打ち替えを行う場合、浮棧橋は代替施設が無いこと多いため、仮設等による利用性の維持が必要となる。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・部材強度や支持力の許容値への余裕がほとんど無い諸元で築造された施設は、外力の変化を見込んだ段階で即時に安定性を損なう可能性が高い。</li> <li>・築造時から設計波高や周辺水深の自然条件の変化により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平均海面水位の上昇、高潮偏差の増大及び波浪の増大による浮体の上昇により、係留杭上部の余裕高を超える可能性がある場合は、継杭等の対策が必要となる。</li> <li>・平均海面水位の上昇、高潮偏差の増大及び波浪の増大により浮体に作用する外力が増加して、係留杭の耐力を超過する場合があるため、支持杭の補強や打ち替え等の対策が必要となる。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての対策の費用が最終的に同程度となる場合は、漁業活動へ影響を考慮し、整備シナリオを選択する必要がある。</li> </ul>



表 3-76 外郭施設の試設計から得られた利用面、構造面、費用面の今後の課題と留意事項

		利 用 面	構 造 面	費 用 面
そ の 他	漁船保管施設用地 ・船揚場	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ウィンチ等の上下架設備がある場合は、平均海面水位の上昇や波浪の増大により浸水する恐れがあり、早期に移設するなどの検討する必要がある。</li> <li>・背後に道路や建屋が立地するところでは、背後の用地拡張のため、用地利用の調整が生じる。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適応策実施時における代替施設の確保が必要となる場合がある。</li> </ul>	<p>【今後の課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・築造時から設計波高により、現時点でも安定性が確保されていない可能性もある。</li> </ul> <p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・僅かな嵩上げでも斜路部の勾配が緩いため対策断面の幅は広くなり、背後用地等に影響を及ぼす場合がある。</li> <li>・平均海面水位の上昇により、船揚場斜路のコンクリート舗装の張りブロック化や、吸い出し防止材の敷設が必要となる場合がある。</li> </ul>	<p>【留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての対策の費用が最終的に同程度となる場合は、漁業活動への影響を考慮し適応策を選択する。</li> </ul>

## 4. 検討会の設置

本業務の実施にあたっては、有識者等からなる検討会を設置し、指導・助言を得ながら事業の運営および議論の取りまとめを円滑かつ効果的に行った。

委員は専門を漁港、港湾、海岸、設計、計画などとする有識者および漁港管理者として、委員の委嘱にあたっては水産庁漁港漁場整備部整備課機能高度化班と協議し、以下5名に委員を依頼した。

検討会は、関連情報の収集と課題分析後、気候変動による影響評価及び対策の検討時の2回を実施。

(委員)

(敬称略)

氏名	所属	専門分野
八木 宏	防衛大学校 システム工学群建設環境工学科 教授	海岸工学 漁港施設
田島 芳満	東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻 教授	海岸工学 港湾施設
中泉 昌光	東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 先端科学技術研究部門 特任教授	漁港計画
道場 光浩	青森県 農林水産部 水産局漁港漁場整備課 課長	
吉村 卓也	鹿児島県 商工労働水産部漁港漁場課 課長	

## 4.1. 第1回検討会

### 4.1.1. 第1回検討委員会の概要

#### 漁港における気候変動適応策検討委員会

#### 第1回

#### 議事次第

日時：令和3年9月3日(金) 13:30~15:30

場所：エッサム神田ホール1号館 7階 (701)

1. 開会
2. 挨拶 (水産庁)
3. 委員および出席者の紹介、委員長の選任
4. 議事  
漁港施設の気候変動適応策の検討方法について
5. その他 (連絡事項他)
6. 閉会

# 漁港における気候変動適応策検討委員会

## 第1回 配布資料

### <配付資料>

- ・議事次第
- 

資料-1 出席者名簿

資料-2 座席表

資料-3 開催要綱(案)

---

検討会資料

参考資料

---

## 漁港における気候変動適応策検討委員会

## 第1回 出席者名簿

(敬称略)

区分	氏名	所属	職名	備考
委員	出島 芳満	東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻	教授	オンライン
	中泉 昌光	東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 先端科学技術研究部門	特任教授	オンライン
	道場 光浩	青森県 農林水産部 水産局 漁港漁場整備課	課長	オンライン
	◎八木 宏	防衛大学校 システム工学群建設環境工学科	教授	現地
	吉村 卓也	鹿児島県 商工労働水産部 漁港漁場課	課長	オンライン

(敬称略・五十音順)

◎委員長 (事務局案)

## 水産庁

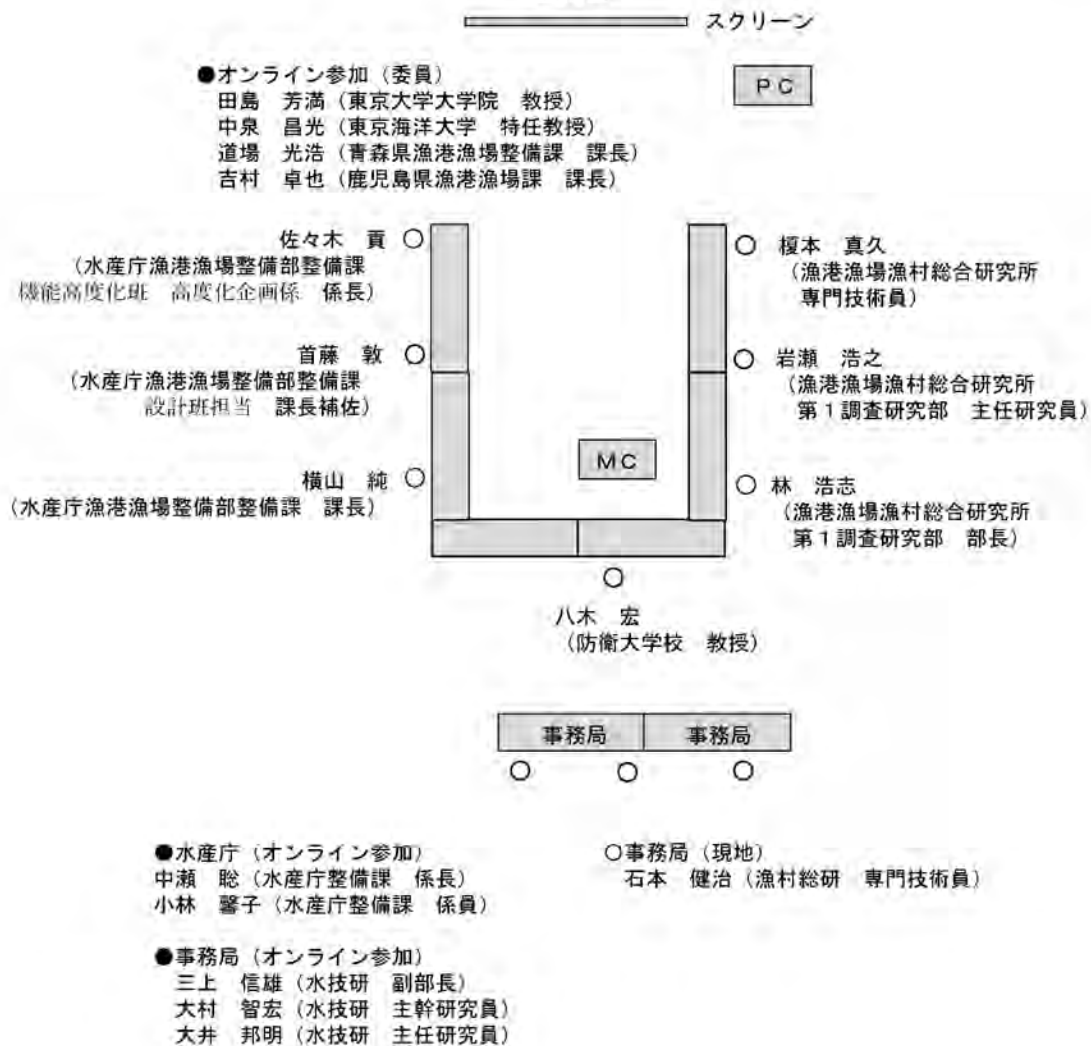
区分	氏名	所属	職名	備考
水産庁	横山 純	水産庁漁港漁場整備部 整備課	課長	現地
	首藤 敦	水産庁漁港漁場整備部 整備課 設計班担当	課長補佐	現地
	佐々木 貢	水産庁漁港漁場整備部 整備課 機能高度化班 高度化企画係	係長	現地
	中瀬 聡	水産庁漁港漁場整備部 整備課 設計班 性能規定係	係長	オンライン
	小林 馨子	水産庁漁港漁場整備部 整備課 機能高度化班 高度化企画係	係員	オンライン

(敬称略)

## 事務局

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
事務局	林 浩志	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部	部長	現 地
	岩瀬 浩之	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部	主任研究員	現 地
	石本 健治	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部	専門技術員	現 地
	榎本 真久	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部	専門技術員	現 地
	三上 信雄	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	副部長	オンライン
	大村 智宏	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	主幹研究員	オンライン
	大井 邦昭	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	主任研究員	オンライン

## 座席表



## 4.1.2. 検討会資料及び資料編

検討会資料及び資料編は、巻末の資料編に示す。

#### 4.1.3. 検討会の開催状況写真

検討会の開催状況写真を以下に示す。



図 4-1 検討会状況写真（全景）



図 4-2 検討会状況写真（全景）





図 4-3 ZOOM による検討会参加状況 (zoom 画面)

#### 4.1.4. 検討会の主な意見

検討会の主な意見を以下に示す。

- ・2℃上昇の平均を目安とて良いと考えるが、背後の状況や周辺での影響も含めて検討する。
- ・段階的に対応するものもあるが、将来的な用地や地盤改良を部分的に先に実施して、残りを段階的に実施するという考え方もある。
- ・試験的な設計であれば、気候変動による外力の変動に応じて、どの程度影響するかを具体的にすることで、段階的な検討にも影響するため、対策を講じるタイミングがわかりやすくなる。
- ・試設計により、わかりやすい事例を調査することで後に役に立つものになる。
- ・外力の変化の影響を含めて、留意事項を管理者にてもらいたい事項を整理し、経済性、合理性、経済性の対応の可能性を整理する必要がある。
- ・段階的ということはばミスリードする可能性があるなので、順応的な対応と示すほうが適切である。
- ・将来に対策する場合は、時間をどのように設定するかが重要であるため、外力のモニタリングと見直しを行い、数年おきに見直しをして、供用年数の時間ステップをどのように設定するか議論が必要である。試設計においては、高潮偏差の1.2倍、波高の1.3倍は、だ等であると考えられるが、倍率を変えた分析があると参考になる。

## 4.2. 第2回検討会

### 4.2.1. 第2回検討委員会の概要

#### 漁港における気候変動適応策検討委員会

#### 第2回

#### 議事次第

日 時：令和4年2月7日(月) 13:30~15:30

場 所：エッサム神田ホール1号館 7階 (701)

1. 開 会
2. 挨拶 (水産庁 漁港漁場整備部 整備課長)
3. 議 事
  - (1) 第1回検討委員会の主な意見と対応
  - (2) 漁港における気候変動適応策の検討について
4. その他(連絡事項他)
5. 閉 会

#### <配付資料>

- ・議事次第

---

資料-1 出席者名簿

資料-2 座席表

資料-3 第1回検討委員会の主な意見と対応

資料-4 第2回検討委員会説明資料

---

## 漁港における気候変動適応策検討委員会

## 第2回 出席者名簿

(敬称略)

区分	氏名	所属	職名	備考
委員	田島 芳満	東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻	教授	オンライン
	中泉 昌光	東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 先端科学技術研究部門	特任教授	現地
	道場 光浩	青森県 農林水産部 水産局 漁港漁場整備課	課長	オンライン
	◎八木 宏	防衛大学校 システム工学群建設環境工学科	教授	現地
	吉村 卓也	鹿児島県 商工労働水産部 漁港漁場課	課長	オンライン

(敬称略・五十音順)

◎委員長

## 水産庁

区分	氏名	所属	職名	備考
水産庁	横山 純	水産庁漁港漁場整備部 整備課	課長	現地
	首藤 敦	水産庁漁港漁場整備部 整備課 設計班担当	課長補佐	現地
	佐々木 真	水産庁漁港漁場整備部 整備課 機能高度化班 高度化企画係	係長	現地
	中瀬 聡	水産庁漁港漁場整備部 整備課 設計班 性能規定係	係長	オンライン
	小林 馨子	水産庁漁港漁場整備部 整備課 機能高度化班 高度化企画係	係員	オンライン

(敬称略)

## 事務局

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
事務局	林 浩志	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部	部長	現 地
	岩瀬 浩之	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部	主任研究員	現 地
	鈴山 勝之	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部	専門技術員	現 地
	榎本 真久	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部	専門技術員	現 地
	三上 信雄	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	副部長	現 地
	大村 智宏	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	主幹研究員	現 地
	大井 邦昭	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	主任研究員	オンライン

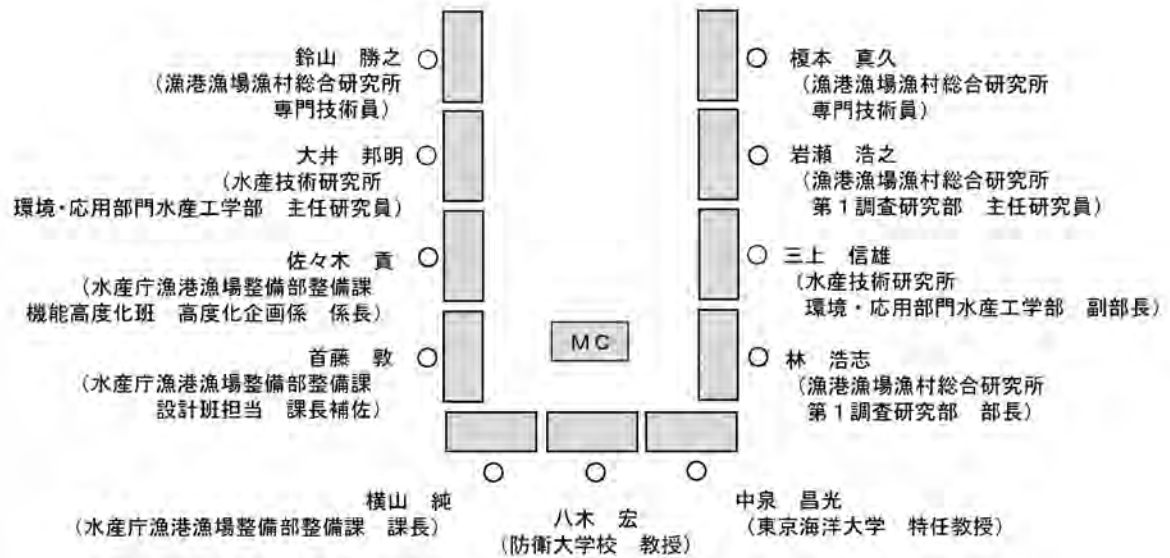
## 座席表

スクリーン

PC

## ●オンライン参加（委員）

田島 芳満（東京大学大学院 教授）  
 道場 光浩（青森県漁港漁場整備課 課長）  
 吉村 卓也（鹿児島県漁港漁場課 課長）



## ●水産庁（オンライン参加）

中瀬 聡（水産庁整備課 係長）  
 小林 馨子（水産庁整備課 係員）

## ●事務局（オンライン参加）

大村 智宏（水技研 主幹研究員）

#### 4.2.2. 検討会資料及び資料編

検討会資料及び資料編は、巻末の資料編に示す。

#### 4.2.3. 検討会の開催状況写真

検討会の開催状況写真を以下に示す。



図 4-4 検討会状況写真（全景）



図 4-5 検討会状況写真（全景）



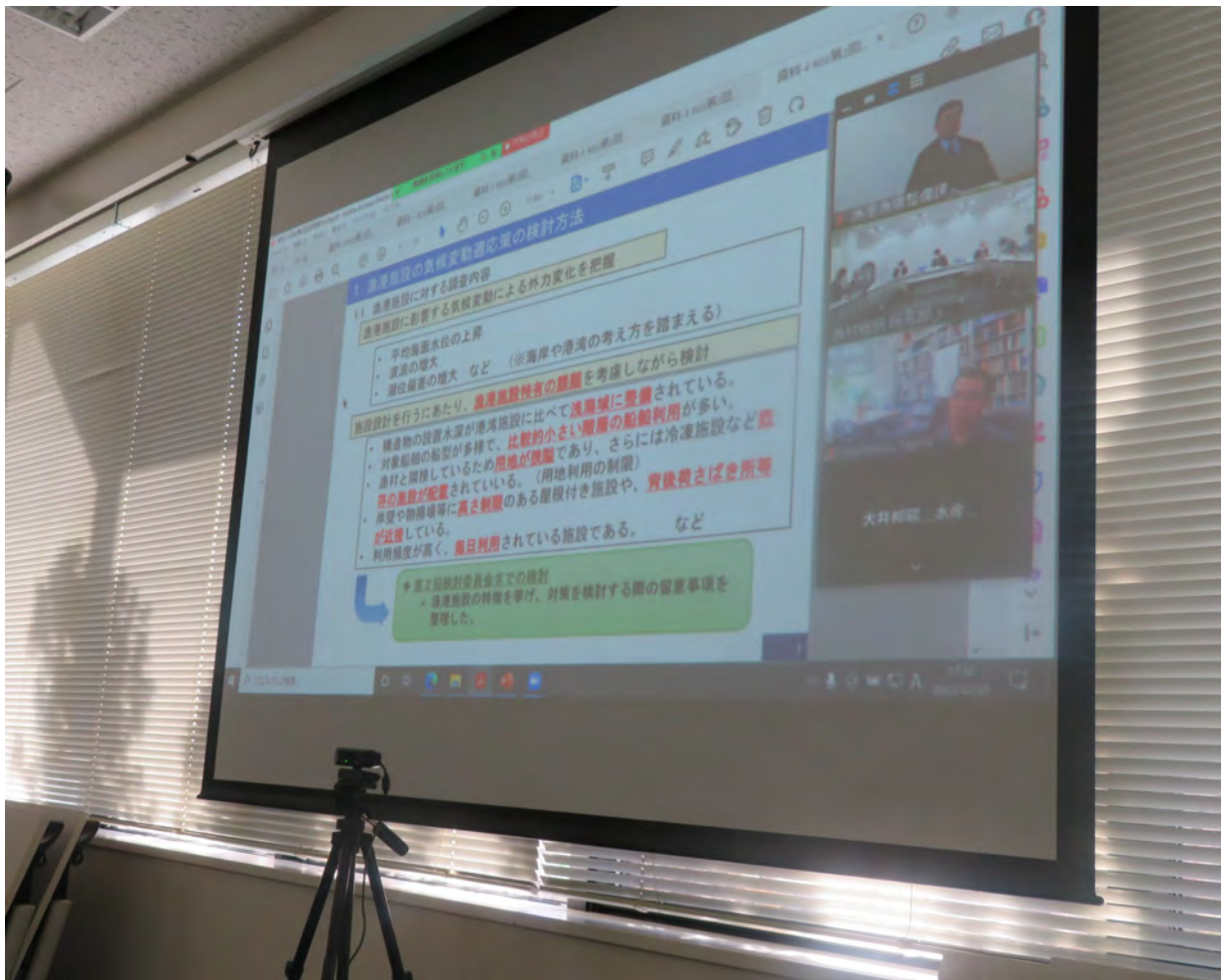


図 4-6 ZOOM による検討会参加状況 (zoom 画面)

#### 4.2.4. 検討会の主な意見

第2回検討会の主な意見を示す。

- ・港湾は本体が大きいため改良が大掛かりとなるが、漁港の規模と小さいため、同じ順応型でも内容の部分は、漁港の特性に合わせて検討できると考えられる。
- ・社会的割引率の考え方はあくまで費用対効果分析でのやり方であり、ストックマネジメントの考え方に基づき社会的割引率は入れない方がよい。
- ・岸壁では機能面の評価が入っていないので、利用面の要素がない。このため、利用面に安定性を加味したコストを算出することが必要であると考えられる。
- ・試設計を実施するとよくわかるが、本来は、安定性は外力が変わるとアウトになるが、施工上の高さの余裕や安全率の余裕があるので、10年以内では余裕で対応できるのではないかと考えらえる。
- ・モニタリングのタイミング等、どういうふうに柔軟的に運用を行っていくかも重要となる。これについては順応型管理の注意すべき事項となる。
- ・現状の認識では、気候変動の不確実性を考えると順応型がひとつの選択肢としてあるが、今回は標準的な断面で検討されているので、今後、条件や検討施設を増やして、どのようなことが起こりうるのかを検討する。
- ・港湾では、施設毎の対応だけでなく、予算的制約がある中で、港湾全体の機能をマスタープランが必表であるという議論が行われている。
- ・例えば、将来的に手戻りがないという考え方のもとに多少ある部分オーバースペックにしても、それが結果として港湾全体として費用が安くなるという考え方である。

## 5. 今後の課題

### 5.1. 気候変動に対する漁港施設の適応策の実施に向けた課題

#### (1) 気候変動外力の将来予測方法

将来の平均海面水位の上昇量については予測に幅があることから、具体的な設定方法をあらかじめ定めることが必要である。波浪や潮位偏差の将来予測には d4PDF が用いる手法が提案されているが、d4PDF を用いる場合の補正等の手法が統一されていない。また、設計波を算出する場合、これまでのデータとの精度の差異などの課題がある。

#### (2) 供用中の施設における漁業活動への配慮事項の抽出

現在の施設は供用中であることが多く、特に係留施設と背後の荷さばき施設等は常に利用されている施設も多い。また、小規模な漁港の場合、代替施設の確保が難しいことがあるため、利用性への影響に向けて事前に配慮事項を抽出しておく必要がある。

#### (3) 気候変動に関する最新の知見の収集

海洋構造物や海岸保全施設等を管轄している他の関係省庁の動向や、IPCC 等の最新レポートの情報を収集し、AR6 のように将来予測が変更された場合についての適応策への気候変動外力の変更等への対応について検討する必要がある。

### 5.2. 適応策の設計方法における課題

#### (1) 設計手順とフローの精度向上

現行の漁港施設の設計手法に対する気候変動適応策の設計手順を組み込むことを想定した場合の、検討フローや追加すべき事項について検討する必要がある。また、既存の設計手法や設計計算方法との整合についても確認しておく必要がある。

#### (2) 段階的な整備の対策時期や整備順序

気候変動予測を基にした設計外力には様々な不確実性が内在することから、手戻り無く設計すること、また過剰な投資とならないように設計することの両面への適応が可能な段階的な整備や対策時期や整備順序について検討が必要である。

#### (3) 供用中の既存施設の構造形式に応じた改良工法

供用に影響なく構造特性に応じた改良工法の事例整理を行うことで、漁港管理者への構造形式選定の参考と出来るようにする必要がある。また、漁港施設だけではなく、国内外での対策実施事例の収集整理も重要である。



令和3年度  
水産基盤整備調査委託事業

地球温暖化の影響を考慮した漁港施設の  
気候変動適応策の検討

「漁港漁村地域における太陽光発電施設導入  
に向けた指針の策定」

報 告 書

令和4年3月

水産庁 漁港漁場整備部  
漁港における気候変動適応策の検討共同研究機関

## 目 次

a	調査課題名 .....	1
b	実施機関及び担当者名 .....	1
c	ねらい .....	1
d	方法 .....	1
	1. 再生可能エネルギーの導入を検討している地区の調査・分析 .....	1
	2. 再生可能エネルギーの導入済みの地区の調査・分析 .....	1
	3. 法的規制、申請手続きについて .....	2
	4. 以前再生エネルギー導入を検討したが断念した地区の調査・分析 .....	2
	5. とりまとめ .....	2
e	結果 .....	3
	1. 再生可能エネルギーの導入を検討している地区の調査・分析 .....	3
	2. 再生可能エネルギーの導入済みの地区の調査・分析 .....	138
	3. 法的規制、申請手続きについて .....	141
	4. 以前再生エネルギー導入を検討したが断念した地区の調査・分析 .....	153
	5. とりまとめ .....	155
f	今後の課題 .....	157

## a 調査課題名

令和3年度 水産基盤整備調査委託事業

「地球温暖化の影響を考慮した漁港施設の気候変動適応策の検討」

## b 実施機関及び担当者名

一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所 林 浩志、浅井貴恵、石塚智義

## c ねらい

令和3年5月に公表された「みどりの食料システム戦略」において具体的な取り組みとして「漁港漁村地域における再生可能エネルギー導入の推進」が位置付けられたことから、再生可能エネルギーとして太陽光を対象とし、荷捌き所等電力を消費する漁港施設における導入促進を図るための指針を示す。

## d 方法

以下の課題について検討を行った。

### 漁港漁村地区における太陽光発電施設導入に向けた指針の策定

#### 1. 再生可能エネルギーの導入を検討している地区の調査・分析

荷さばき所等施設や用地を有している X 漁港、Y 漁港、Z 漁港の3地区を対象地区として、太陽光発電施設の導入検討を実施した。

調査の具体的な実施項目は以下の通りである。

- ①調査対象施設（荷さばき所、冷蔵施設、冷凍施設、製氷施設）における、契約施設ごとの過去3年間程度（少なくとも過去1年間以上）の月別・日別（時間帯別）電力消費量の最大値、最小値を整理した。ヒアリング調査の結果、老朽化のため対象施設を所有していない等、検討に必要なデータを得られない場合があった。その際は、想定値を用いて検討を行った。
- ②地域性を踏まえ、①の電力量を賄う太陽光発電施設の設置に必要な土地面積並びに当該地区において設置に利用可能な場所及び面積（建物屋上等を含む）を、表及び図面に整理。
- ③②で求めた利用可能な場所に太陽光発電施設を設置する場合の費用を、売電する場合と蓄電する場合に分けて試算した。
- ④①及び③の結果を用い、利用者負担額回収期間の算出によって太陽光施設導入可否を評価した。

#### 2. 再生可能エネルギーの導入済みの地区の調査・分析

塩釜漁港（荷さばき所屋上に設置）と銚子漁港（第1卸売市場屋上に設置）の2地区を対象地区として調査した。関係者ヒアリングを実施し、維持管理体制、手法、費用及び課題を整理した。

### **3. 法的規制、申請手続きについて**

再生可能エネルギー（太陽光発電施設）の導入にあたり、必要な法的規制や申請手続きについて整理した。

### **4. 以前再生エネルギー導入を検討したが断念した地区の調査・分析**

A 漁港と B 漁港の 2 地区を対象地区として調査した。関係者ヒアリングを実施し、発電施設の種類や規模、整備費用、導入を断念した理由を整理した。

### **5. とりまとめ**

文献調査やヒアリングによって得られたデータから、太陽光発電施設整備を推進するための方策を策定し、公表できるように手引きとして取りまとめた。



e 結果

1. 再生可能エネルギーの導入を検討している地区の調査・分析

荷さばき所等施設や用地を有している X 漁港、Y 漁港、Z 漁港の 3 地区を対象地区として太陽光発電施設の導入検討を実施した。

検討フローを図 1-1 に示す。ステップ 1 では契約容量や電力消費量を確認し、発電規模算定の準備を行った。契約施設毎の月別および時間帯別の電力使用量を取りまとめ、最大値最小値を算出した。ステップ 2 では発電電力の利用方法別に発電容量を定め、発電容量から必要な面積を算出し、整理した。ステップ 3 では、ステップ 2 で決定した発電施設の規模から、コストを整理して利用者負担費用の回収期間を算出し、太陽光発電施設の導入可否を判断した。検討時に参考となる詳細な手順等については本手引きで取りまとめている。

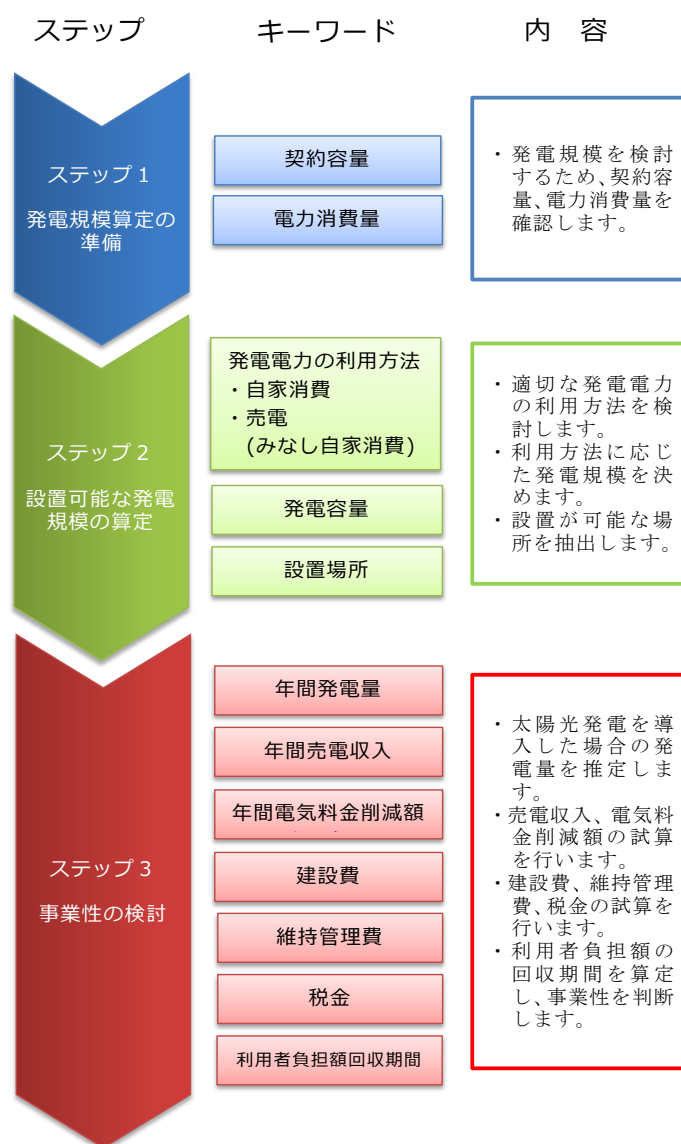


図 1-1 検討フロー

検討事例地区とした漁港の施設概要を表 1-1 に示す。

表 1-1 太陽光発電導入検討例の地区概要

漁港名	X漁港	Y漁港	Z漁港
漁港種別	第3種	第3種	特定第3種
施設数	・荷さばき所-1 (※1)	・荷さばき所-1 ・冷蔵施設-1(※2) ・製氷施設(※3)	・荷さばき所-4 ・超低温冷蔵施設-1 ・冷蔵施設-1 ・製氷施設-1(※3)
平均日射量	4.4kWh/m <sup>2</sup> /日	4.4kWh/m <sup>2</sup> /日	4.6kWh/m <sup>2</sup> /日

※1 漁業協同組合は荷さばき所以外も所有しているが、本検討では荷さばき所のみとする。

※2 設置場所が漁港外の施設

※3 漁業協同組合が所有していない施設

上記 3 地区を基にした 4 種類のモデルにより、事例として導入検討を行った。各モデルの概要を表 1-2 に示す。

表 1-2 検討モデルの概要

モデル番号 モデル名	1.1 X漁港	1.2 Y漁港(パターン1)	1.3 Y漁港(パターン2)	1.4 Z漁港
対象施設	荷さばき所	荷さばき所	・荷さばき所 ・冷蔵施設 ・製氷施設	・荷さばき所 ・超低温冷蔵施設 ・冷蔵施設 ・製氷施設
施設稼働時間帯	早朝～正午頃	日中	・荷さばき所・・・日中 ・冷蔵施設、製氷施設 ・・・24時間	・荷さばき所・・・早朝～正午頃 ・超低温冷蔵施設、冷蔵施設、製氷施設・・・24時間
その他	・蓄電池の導入を検討	(パターン1) ・対象施設が荷さばき所のみ	(パターン2) ・対象施設が荷さばき所+冷蔵、製氷施設	・荷さばき所の余剰電力は売電

調査結果として各モデルの検討結果を表 1-3 に示す。

表 1-3 検討結果一覧表

漁港名	X漁港			Y漁港 パターン1		Y漁港 パターン2		Z漁港		
モデル地区の概要	中規模漁港 対象施設: 荷さばき所(早朝稼働型)のみ			中規模漁港 対象施設: 荷さばき所(昼間稼働型)のみ		中規模漁港 対象施設: 荷さばき所(昼間稼働型) + 冷蔵施設 + 製氷施設		大規模漁港 対象施設: 荷さばき所(早朝~昼間稼働型) + 超低温冷蔵施設 + 冷蔵施設 + 製氷施設		
利用方法	自家消費		売電(みなし自家消費)	自家消費	売電(みなし自家消費)	自家消費	売電(みなし自家消費)	自家消費	売電(みなし自家消費)	
	蓄電池容量 パターン①	蓄電池容量 パターン②								
導入時補助制度 利用なし	設置場所	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	荷さばき所(荷さばき棟)屋根 ・その他利用可能な漁港施設用地	荷さばき所(荷さばき棟)屋根 ・その他利用可能な漁港施設用地	荷さばき所屋根 ・超低温冷蔵施設屋根 ・冷蔵施設屋根	荷さばき所屋根 ・超低温冷蔵施設屋根 ・冷蔵施設屋根 ・その他利用可能な漁港施設用地
	供給先	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所、冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、超低温冷蔵施設、冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、超低温冷蔵施設、冷蔵施設、製氷施設
	設置面積 (㎡)	530	530	550	530	1,050	4,110	12,970	16,530	49,340
	発電容量 (kW)	53	53	55	53	105	411	1,297	1,653	4,934
	年間発電量 (kWh/年)	63,800	63,800	66,500	63,800	126,730	494,900	1,564,104	2,081,400	6,215,567
	蓄電池容量 (kWh)	253	127							
	売電価格 (円/kWh)			・~20年目: 11 ・21年目~: 9		・~20年目: 11 ・21年目~: 9		・~20年目: 10.25 ・21年目~: 9	・~20年目: 11 ・21年目~: 9	・~20年目: 10.25 ・21年目~: 9
	売電収入 (千円/年)			・~20年目: 731 ・21年目~: 598		・~20年目: 1,394 ・21年目~: 1,140		・~20年目: 16,032 ・21年目~: 14,076	・~20年目: 2,541 ・21年目~: 2,079	・~20年目: 63,709 ・21年目~: 55,940
	買電価格 (円/kWh)	10.96	10.96		13.31		13.31		16.16	
	電気料金削減額 (千円/年)	699	699		849		6,586		29,898	
	利用者負担額 (千円)	48,921	30,021	11,385	10,971	21,735	85,077	287,934	341,313	1,095,348
	維持管理費 (千円/年)	243	243	253	243	483	1,889	8,300	8,528	31,577
	主な税金 (千円/年)	39~732	24~449	21~177	8~164	39~339	68~1,274	479~4,480	259~4,498	1,789~15,021
利用者負担額回収期間	129年	77年	30年	21年	31年	21年	52年	16年	46年	
導入時補助制度 利用あり(補助率1/2)	設置場所	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	荷さばき所(荷さばき棟)屋根 ・その他利用可能な漁港施設用地	荷さばき所(荷さばき棟)屋根 ・その他利用可能な漁港施設用地	荷さばき所屋根 ・超低温冷蔵施設屋根 ・冷蔵施設屋根	荷さばき所屋根 ・超低温冷蔵施設屋根 ・冷蔵施設屋根 ・その他利用可能な漁港施設用地
	供給先	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所、冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、超低温冷蔵施設、冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、超低温冷蔵施設、冷蔵施設、製氷施設
	設置面積 (㎡)	530	530	550	530	1,050	4,110	12,970	16,530	49,340
	発電容量 (kW)	53	53	55	53	105	411	1,297	1,653	4,934
	年間発電量 (kWh/年)	63,800	63,800	66,500	63,800	126,730	494,900	1,564,104	2,081,400	6,215,567
	蓄電池容量 (kWh)	253	127							
	売電価格 (円/kWh)			9		9		9	9	9
	売電収入 (千円/年)			598		1,140		14,076	2,079	55,940
	買電価格 (円/kWh)	10.96	10.96		13.31		13.31		16.16	
	電気料金削減額 (千円/年)	699	699		849		6,586		29,898	
	利用者負担額 (千円)	24,461 (48,921 × 1/2)	15,011 (30,021 × 1/2)	5,693 (11,385 × 1/2)	5,486 (10,971 × 1/2)	10,868 (21,735 × 1/2)	42,539 (85,077 × 1/2)	143,967 (287,934 × 1/2)	170,657 (341,313 × 1/2)	547,674 (1,095,348 × 1/2)
	維持管理費 (千円/年)	243	243	253	243	483	1,889	8,300	8,528	31,577
	主な税金 (千円/年)	39~732	24~449	21~176	8~164	39~336	68~1,274	479~4,459	259~4,493	1,789~14,940
利用者負担額回収期間	70年	42年	21年	11年	21年	11年	32年	9年	28年	
備考	・対象施設は荷さばき所のみ。 ・荷さばき所の電力消費の時間帯が早朝~午前中のため、「自家消費」は蓄電池の導入を検討。			・対象施設は荷さばき所のみ。 ・荷さばき所の電力消費の時間帯は昼間のため、「自家消費」の発電電力は全量消費が可能。		・対象施設は荷さばき所、冷蔵施設、製氷施設の3種類。 ・荷さばき所の電力消費の時間帯は昼間のため、「自家消費」の発電電力は全量消費が可能。 ・冷蔵施設、製氷施設の電力消費は一日中一定量で続くため、「自家消費」の発電電力は全量消費が可能。		・漁港内施設は荷さばき所、超低温冷蔵施設、冷蔵施設、製氷施設の4種類(荷さばき所は4棟あり)。 ・荷さばき所の電力消費の時間帯は早朝~のため、「自家消費」は発電電力の半分は自家消費、残りは余剰電力として売電。 ・荷さばき所以外の施設の電力消費は一日中一定量で続くため、「自家消費」の発電電力は全量消費が可能。		
結果のまとめ	・「自家消費」は蓄電池の費用が高く、導入時補助制度を利用しても利用者負担額の回収は困難である。 ・「売電(みなし自家消費)」も「自家消費」ほどではないが、事業性は低い。			・「自家消費」で導入時補助制度を利用する場合、最も利用者負担額回収期間が短い。 ・「売電(みなし自家消費)」は事業性が低い。		・「自家消費」で導入時補助制度を利用する場合、最も利用者負担額回収期間が短い。 ・「売電(みなし自家消費)」は事業性が低い。 ・施設規模が異なるパターン1との比較 ①「自家消費」…全量自家消費であれば規模による違いは見られない。 ②「売電(みなし自家消費)」…買電価格が売電価格を上回るため、規模が大きくなるほど利用者負担額回収期間が長くなる。		・「自家消費」で導入時補助制度を利用する場合、最も利用者負担額回収期間が短い。 ・「自家消費」の回収期間がY漁港と比較して短いのは、電気料金削減額を算出するための買電価格が、Y漁港よりも3円/kWh近く高いことが大きく影響している。 ・「売電(みなし自家消費)」は事業性が低い。		

※利用者負担額回収期間の赤字箇所が事業性あり

## ■ 検討結果のまとめ

3 地区 4 モデルの検討結果をまとめると以下のとおりである。

### (1) 検討結果の整理

- ・ 検討結果の評価の一つとして、事業性の有無から判断してみる。なお、事業性の有無については、利用者負担額の回収に必要な年数で判断することとし、基準とする年数は、太陽光発電設備の法定耐用年数である 17 年を目安に、これより短ければ事業性ありとした。
- ・ この結果、事業性の高いものは以下の 3 モデルであった。
  - Y 漁港パターン 1 自家消費で導入時に補助制度を利用  
(荷さばき所が昼間稼働している場合)
  - Y 漁港パターン 2 自家消費で導入時に補助制度を利用  
(昼間に電力消費がある施設を有する)
  - Z 漁港 自家消費で導入時に補助制度を利用  
(昼間に電力消費がある施設を有する)
- ・ これらより、発電した電力を漁区内の施設で発電時間帯においても消費されところでは、太陽光発電の導入による効果は大きい。さらに、当然の結果ではあるが、導入にあたって補助制度を活用することは有意である。
- ・ 一方、「自家消費」で蓄電池を利用する場合、ここでの検討では、事業性は低い結果となったが、蓄電池容量を 253kWh から 127kWh に変更することで、利用者負担額の回収期間を 70 年から 42 年に短縮できることが分かった。ここでは詳細な検討は行わなかったが、電力の消費時間帯と発電時間帯、導入する蓄電池容量の規模の組み合わせによっては、利用者負担額回収期間をさらに短縮できるものと思われる。

### (2) 考察

検討結果から事業性を考慮しつつ、考察すると以下のとおりとなる。

#### ① 「自家消費」

- ・ 「自家消費」において、太陽光発電が行われる時間帯に電力が消費される施設を有する場合、太陽光発電の導入効果は高い。
- ・ 一般的な荷さばき所のように、電力消費の時間帯と電力消費の時間帯が異なる場合、導入効果は低いが、この電力発電時間帯において電力消費施設への供給や蓄電池との組み合わせにより、太陽光発電の導入が得られるものと考えられる。
- ・ 「売電 (みなし自家消費)」は、自家消費による電気料金削減金額が大きく影響するため、電力会社からの買電する際の電気料金単価が重要となる。この電気料金単価が高いほど削減効果が大きく、太陽光発電の導入効果は高い。

## ②昼間稼働する施設がある。

- ・自家消費と重複するが、太陽光発電が行われる昼間も稼働している施設があり、発電電力を無駄なく利用できて自家消費率が高いところでは、太陽光発電の導入効果は高い。つまり、荷さばき所のように稼働時間が深夜から早朝で、電力消費時間帯と電力発電時間帯が異なる場合、その効果は低く、一方で、冷凍・冷蔵施設など電力消費時間帯が 24 時間では、電力発電時間帯に電力消費も行われることから導入効果は高い

- ・昼間の電力消費がなく余剰電力を売電する場合、現在は買取価格が低く、自家消費により電気料金を削減する方が有利となる。また、買取価格は今後さらに下がる可能性がある。

  - 売電する場合の買取価格（FIT 利用）・・・10.25～12 円/kWh（2021 年度）

  - 自家消費による電気料金削減額・・・全国平均 15 円/kWh 前後  
(12.06～18.45 円/kWh)

## ③発電設備の設置箇所が確保できる。

- ・基本的には発電電力利用施設の屋根及び屋上に設置するが、既設の建物に設置する際には、荷重増加による建物の構造への影響について確認及び対策が必要になる。

- ・漁港施設の屋根及び屋上以外に、利用可能な漁港施設用地が考えられる。

ただし、発電電力利用施設の付近に確保する必要がある。発電設備が発電電力を使用する施設から遠く離れているというような利用方法は、保安上の観点から基本的に認められていない。

また、現在の水産庁による補助制度では、漁港施設の付帯施設以外は認められていないことに留意が必要である。

## ④補助制度を利用

- ・当然の結果であるが、補助制度することで事業性は高くなる。

- ・補助制度と固定価格買取制度（FIT）は併用できないが、「売電（みなし自家消費）」の場合でも補助制度を利用する場合の方が利用者負担額の回収期間が短く、補助制度の代わりに FIT 制度を利用するメリットは低かった。

## 1.1 X 漁港

本漁港の保有施設及び施設規模を表 1.1-1 に示す。

表 1.1-1 対象漁港の規模

	荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
施設数	1	-	-	-
規模/能力	2,114m <sup>2</sup>	-	-	-

漁業協同組合は荷さばき所等を所有している。今回の検討では、表 1.1-1 に示す荷さばき所を対象に実施した。

これより、上記の荷さばき所を対象に図 1-1 の手順に沿って検討した結果を示す。

### 1.1.1 発電規模算定の準備

#### (1) 契約容量

電力会社との契約内容について、保有する施設ごとに整理する。毎月の電力会社からの請求書より、契約ごとに種別と容量・電力を確認する。なお、高圧受電の場合は、契約電力が過去一年間の使用量を基に毎月見直されるが、ここでは確認した期間の最大電力とする。

表 1.1-2 に施設ごとの契約内容を示す。

表 1.1-2 施設ごとの電力会社との契約内容

施設名	契約種別	契約容量・電力 (※)	備考
荷さばき所	高圧電力	53kW	事務所を含む
冷凍施設	-	-	
冷蔵施設	-	-	
製氷施設	-	-	

※ 低圧: 契約容量、高圧: 契約電力

#### (2) 電力消費量

##### ① 月別電力消費量

月別の電力消費量及び変動を把握するため、毎月の電力会社からの請求内容を基に、月別の消費量を整理する。直近 1 年間の月別電力消費量の最大値、最小値及び年間合計を表 1.1-3、月別電力消費量の推移を図 1.1-1 に示す。

表 1.1-3 施設ごとの月別電力消費量集計

漁港名	種別	月別電力消費量(kWh)			
		荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
X漁港	最大値	9,116	-	-	-
	最小値	3,304	-	-	-
	年間合計	66,563	-	-	-

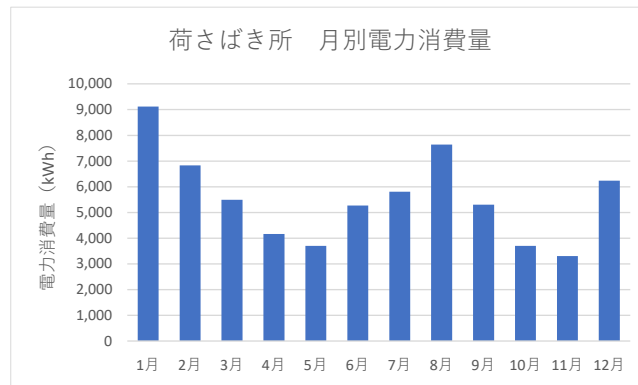


図 1.1-1 荷さばき所の月別電力消費量

【電力消費の特徴】

○荷さばき所（事務所含む）

12～2月と6～9月にかけて消費量が多い傾向である。これは、気温の上昇及び低下による空調機使用に伴う事務所での消費量の増加の影響であると考えられる。本漁港の水揚量は2～4月にピークを迎えるが、水揚量の増加による影響がほとんど見られなかった。

②時間帯別電力消費量

次に時間帯別の電力消費量及び変動を把握するため、電力会社から取り寄せた使用実績データを基に、時間帯別の消費量を整理する。直近1年間のうち、日電力消費量の最大と最小を確認し、両日の時間帯別電力消費量をまとめる。直近1年間の日電力消費量の最大値、最小値を表 1.1-4、それぞれの時間帯別電力消費量の推移を図 1.1-2 に示す。

表 1.1-4 施設ごとの日別電力消費量集計

漁港名	種別	日別電力消費量(kWh)			
		荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
X漁港	最大値	377	-	-	-
	最小値	113	-	-	-

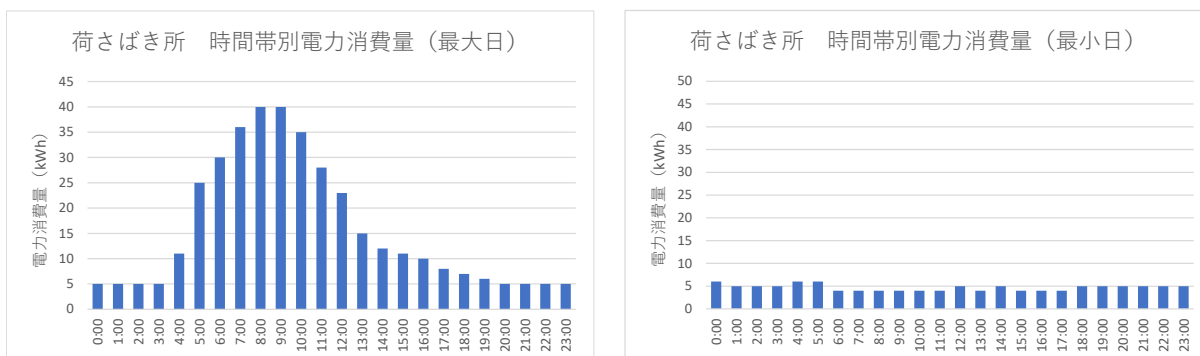


図 1.1-2 荷さばき所の日電力消費量の最大日及び最小日における時間帯別電力消費量

【電力消費の特徴】

○荷さばき所（事務所含む）

最大日は荷さばき所での水揚げ作業が 5 時頃から始まり、13 時頃まで消費が続いている。また、事務所では 8 時頃から 17 時頃まで消費がある。その後は、荷さばき所、事務所ともに大きな消費はなく、少量の消費が続いている。

最小日は水揚げがなく事務所も営業しなかった日であり、一日中少量の消費が続いている。大きな消費の変動はなく、水揚げの有無に関係ない負荷のみとなっている。



## 1.1.2 設置可能な発電規模の算定

### (1) 発電電力利用方法別の発電容量

一般的な太陽光発電の導入における発電電力の利用方法は、表 1.1-5 の 3 種類が考えられる。利用方法ごとに設置可能な発電容量の算定基準が異なるため、ここでそれぞれの発電容量を算定する。ただし、売電事業は本業務の目的とするところではないため、本検討では漁港における太陽光発電の利用方法として、売電事業を除いた ①自家消費と②売電（みなし自家消費）の 2 通りの利用方法についてのみ検討を行い、それぞれの事業性の有無を確認する。

表 1.1-5 発電電力の利用方法

利用方法	発電電力の使い方	設置規模の設定
自家消費	発電した電力を自家消費し、余剰電力は売電	接続する施設の契約電力を超えない範囲
売電(みなし自家消費)	発電した電力を一旦売電し、必要電力を買電	年間発電量が漁港全体の年間電力消費量を上回らない範囲
売電事業 (※参考)	発電した電力は全て売電	特に制約なし

#### ■ 自家消費の場合

契約電力より大きな施設を設置する場合は、既存設備の増強等費用が発生することから、契約範囲内の規模で設置する。そのため、荷さばき所の契約電力（1.1.1 発電規模算定の準備 (1) 契約容量より）から、発電容量は 53kW とする。

発電出力 [kW] = 53kW

#### ■ 売電（みなし自家消費）の場合

売電（みなし自家消費）は、漁港全体の電力消費量を超えない範囲で太陽光発電による発電容量を設定する必要がある。

「年間消費量（1.1.1 設置可能な発電規模の整理 (2) 年間電力消費量より）＝年間発電量」と考え、以下の算定式で年間の電力消費量から設置可能な最大発電容量を逆算する。

$$\text{発電出力 [kW]} = \text{年間発電量 [kWh/年]} \div \text{日射量 [kWh/m}^2\text{/日]} \div \text{総合設計係数} \div 365 \text{日/年}$$

総合設計係数・・・0.75 (※1)

日射量・・・・・・・4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 (※2)

※1 太陽光パネルの汚れ、劣化及び温度上昇による損失やパワーコンディショナによる損失など、最大出力で発電できない要素を反映させる係数で、一般的に0.7～0.8程度になる。(参考文献：太陽光発電協会、表示ガイドライン(2021年度))

→本手引きでは中間値の0.75とする。

※2 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、日射量データベース閲覧システム (1.1.3 事業性の検討(1)年間発電量 図1.1-5より)

$$\text{発電出力 [kW]} = 66,563\text{kWh/年} \div 4.4\text{kWh/m}^2\text{/日} \div 0.75 \div 365 \text{日/年} = 55.3\text{kW} \rightarrow 55\text{kW}$$

## (2) 発電電力利用方法別の設置面積

決定した利用方法別の発電容量から、以下のとおりパネル設置に必要な面積を算出する。

$$\text{設置面積 [m}^2\text{]} = \text{発電容量 [kW]} \times 10 \text{ [m}^2\text{/kW]}$$

### ■ 自家消費の場合

$$\text{設置面積 [m}^2\text{]} = 53 \text{ [kW]} \times 10 \text{ [m}^2\text{/kW]} = 530 \text{ [m}^2\text{]}$$

### ■ 売電(みなし自家消費)の場合

$$\text{設置面積 [m}^2\text{]} = 55 \text{ [kW]} \times 10 \text{ [m}^2\text{/kW]} = 550 \text{ [m}^2\text{]}$$

以上のとおり算出した利用方法別の発電容量と設置面積を表1.1-6に示す。

表 1.1-6 発電電力利用方法別の発電容量及び設置面積

発電電量利用方法	対象施設	発電容量 (kW)	設置面積 (m <sup>2</sup> )	備考
自家消費	荷さばき所	53	530	契約電力範囲内に設定。
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	55	550	年間電力消費量から算出。

## (3) 設置可能容量の確認

### ① 想定される設置場所

本検討では水産基盤整備事業の利用を想定して、設置場所は利用施設を基本に考える。本漁港において太陽光発電設備の設置場所として想定される場所は、以下が挙げられる。

#### a. 荷さばき所屋根

## b. 漁業協同組合事務所屋上

### a) 荷さばき所屋根

面積を広く確保することが可能ではあるが、平成 19 年度竣工の建物で築 14 年経過しており、屋上に発電設備を設置することに対して耐荷重不足の心配がある。よって、荷さばき所屋根への設置は、施設の建て替えに合わせて設置するケースを想定したものとす。設置候補地の面積は図 1.1-3 のとおり 1,080 m<sup>2</sup>である。品質衛生管理対策を施した荷さばき所にあっては、現状の施設規模より大きくなるが、ここでは現状と同じものとした。なお、実際に発電設備を設置する際には、メンテナンス用の通路や太陽光パネル同士の離隔等が必要となるが、このあとの発電容量の算定において前述の余裕を見込んで算定するため、ここでは全てを含んだ面積とする。



図 1.1-3 荷さばき所屋根の太陽光発電施設の設置場所

出典：国土地理院撮影の空中写真（2020 年撮影）

### b) 漁業協同組合事務所屋上

漁業協同組合事務所屋上についても、上記の荷さばき所屋根と同様に施設の建て替えと同時に導入する場合とする。漁業協同組合事務所屋上の面積は図 1.1-4 のとおり 280 m<sup>2</sup>である。



図 1.1-4 漁業協同組合事務所屋上の太陽光発電施設の設置場所

出典：国土地理院撮影の空中写真（2020年撮影）

## ②建物や地形、樹木等による影発生状況の確認

### a) 荷さばき所屋根

荷さばき所屋根に設置した場合の影の影響について確認する。荷さばき所屋根に影響を与える障害物はないため、影の影響範囲は考慮しない。

### b) 漁業協同組合事務所屋上

漁業協同組合事務所屋上に設置した場合の影の影響について確認する。漁業協同組合事務所屋上に影響を与える障害物はないため、影の影響範囲は考慮しない。

以上のように、どの設置場所においても障害物による影の影響を考慮する必要がなかった。設置場所ごとの設置可能面積を表 1.1-7 に示す。

表 1.1-7 太陽光パネルの設置場所と設置可能面積

	設置場所	設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	備考
a	荷さばき所屋根	1,080	影の影響なし
b	漁業協同組合事務所屋上	280	影の影響なし
	計	1,360	

## ③発電容量の算定

以下の算定式により、設置候補場所ごとの最大発電容量を算出する。

$$\text{発電容量 [kW]} = \text{設置候補の面積 [m}^2\text{]} \times 0.1 \text{ [kW/m}^2\text{]}$$

a) 荷さばき所屋根

面積：1,080 m<sup>2</sup>  
 発電容量 [kW] = 1,080 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 108kW

b) 漁業協同組合事務所屋上

面積：280 m<sup>2</sup>  
 発電容量 [kW] = 280 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 28kW

以上のとおり算出した設置場所ごとの最大発電容量を表 1.1-8 に示す。

表 1.1-8 設置場所ごとの最大発電容量

	設置場所	設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	最大発電容量 (kW)
a	荷さばき所屋根	1,080	108
b	漁業協同組合事務所屋上	280	28
計		1,360	136

※ 設置可能面積は影の影響を考慮済み。

④設置場所の整理

「(2) 発電電力利用方法別の設置面積」で算定した利用方法別の必要面積を基に、利用方法及び利用施設別のパネル設置場所を設定する。

■自家消費の場合

対象施設である荷さばき所の必要面積 530 m<sup>2</sup>に対して、設置可能面積は荷さばき所屋根だけで 1,080 m<sup>2</sup>あり、必要面積が確保できている。

■売電（みなし自家消費）の場合

自家消費の場合と同様に、必要面積 550 m<sup>2</sup>に対して、荷さばき所屋根だけで必要面積が確保できている。

以上のとおり設置場所の検討結果を表 1.1-9 に示す。

表 1.1-9 設置場所の検討結果

発電電量利用方法	対象施設	設置面積 (m <sup>2</sup> )	パネル設置場所	備考
自家消費	荷さばき所	530	a) 荷さばき所屋根 [530m <sup>2</sup> ]	
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	550	a) 荷さばき所屋根 [550m <sup>2</sup> ]	

## ⑤太陽光パネルの配置方法

### ○傾斜角

傾斜角は、本地区の年間平均最適傾斜角（※）より 33° とする。

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、日射量データベース閲覧システム

### 【解説】

傾斜角は、太陽電池の発電量が最大になる年間最適傾斜角とすることが望ましい。

（※）

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電導入ガイドブック<本編>

### ○パネルの向き

発電に有利な南向きとする。

### 【解説】

一般的にパネルの向き（方位角）は、太陽電池の発電量が最大になる南向きにすることが望ましい。（※）

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電導入ガイドブック<本編>

### ○光の反射

設置場所の北側でパネル面の光の反射の影響を受ける高さの建物は無い場合、問題はないと判断できる。

### 【解説】

周辺の建物・施設等の状況や、パネルの設置の仕方によっては、季節と時間帯により、近接する建物・施設等に一時的に反射光が差す場合がある。影響の検討の際に主に次の事項を確認する必要がある。（※）

①設置場所の北側に高い建物がある。

②斜面地へのパネル設置で、南側に近接して住宅等がある。

※ 参考文献：環境省、太陽光発電の環境配慮ガイドライン、令和 2 年 3 月

## (4)塩害、鳥害等による影響

発電設備に対する立地条件による影響について、以下のとおり対策を講じる。

### ①塩害による影響

太陽光パネル、パネル設置架台等は重塩害地域にも対応した製品を使用する。

## ②鳥害による影響

基本的には定期的に掃除をすることで対応する。

## ③強風による影響

風圧に対するパネル設置架台や基礎の荷重検討を確実に行う。また、特に風の影響が大きい地区では、風圧荷重を軽減するためにパネルの傾斜角を小さくすることも検討する。

## ④積雪による影響

本地区は年間を通じて積雪量が 0cm のため、積雪の影響は考慮しない。

※気象庁 HP 過去の気象データより

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

## ⑤落雷による影響

直撃雷に対しては避雷設備、誘導雷に対しては避雷器の設置による対策を行う。



### 1.1.3 事業性の検討

#### (1) 年間発電量

荷さばき所に設置可能な太陽光発電による年間の発電量を以下の算定式により算出する。

$$\text{年間発電量 [kWh/年]} = \text{発電出力 [kW]} \times \text{日射量 [kWh/m}^2\text{/日]} \times \text{総合設計係数} \times 365 \text{ 日/年}$$

総合設計係数・・・0.75

日射量・・・・・・・4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 (※)

※ 日射量の求め方

図 1.1-5 の日射量マップを用いて、当該地区における南向きかつ年間最適傾斜角の場合の日射量を読み取る。

本地区の日射量は 4.4～4.6kWh/m<sup>2</sup>/日と読み取ることができ、安全側に発電量を算出するため 4.4kWh/m<sup>2</sup>/日と設定する。

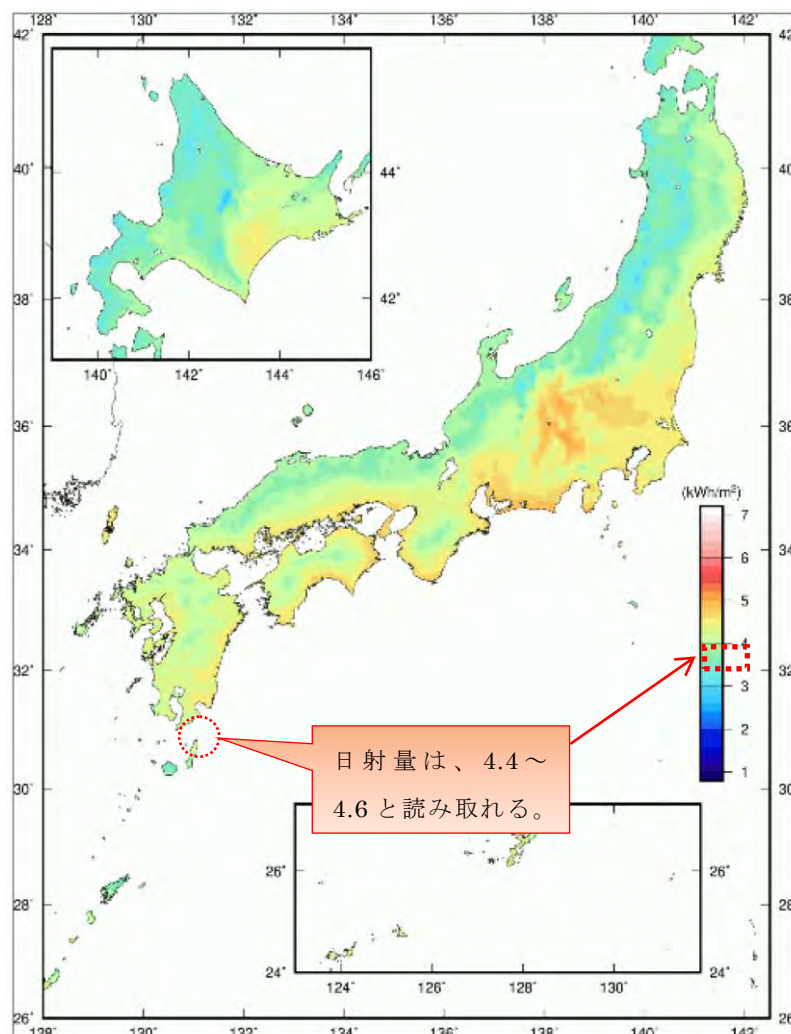


図 1.1-5 日射量マップ (年間最適傾斜角日射量)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、日射量データベース閲覧システムをもとに作成



■自家消費の場合

$$\begin{aligned} \text{年間発電量 [kWh/年]} &= 53\text{kW} \times 4.4\text{kWh/m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{ 日/年} \\ &= 63,838\text{kWh/年} \rightarrow 63,800\text{kWh/年} \end{aligned}$$

■売電（みなし自家消費）の場合

「1.1.2 設置可能な発電規模の算定（1）発電電力利用方法別の発電容量」で算出したとおり、設置可能な最大容量を設置するものとして、年間電力消費量（1.1.1 発電規模算定の準備（2）電力消費量より）を年間発電容量とした。

$$\text{年間発電量 [kWh/年]} = 66,563\text{kWh/年} \rightarrow 66,500\text{kWh/年}$$

以上のとおり算出した利用方法別の年間電力発電量を表 1.1-10 に示す。

表 1.1-10 年間電力発電量

発電電量利用方法	発電容量 (kW)	設置面積 (m <sup>2</sup> )	年間発電量 (kWh/年)
自家消費	53	530	63,800
売電(みなし自家消費)	55	550	66,500

<<蓄電池容量の算定>>

本漁港の荷さばき所における時間帯別電力消費（1.1.2 設置可能な発電規模の算定（2）電力消費量 図 1.1-2）を確認すると、水揚作業を行う3時頃～7時頃が最大となっている。一方、太陽光発電が行われるのは日中のため、電力の需要と供給の時間帯にずれが生じることになる。そこで、自家消費の場合は発電電力を有効活用するために蓄電池を導入し、電力需要が少ない日中の発電電力を蓄電して、最大需要が発生する時間帯に発電電力を使用することを検討する。蓄電池の必要容量については、実際には様々な蓄電池の利用パターンが考えられるが、本検討では以下の2パターンを想定した容量を設定した。

パターン①・・・荷さばき所の不稼働日に発電電力の全てを蓄電する。

→1日の発電量を蓄電池容量とする。

パターン②・・・午前中のみ自家消費が可能な場合に、発電電力の半分は直接自家消費して残り半分だけ蓄電する。

→1日の発電量の1/2を蓄電池容量とする。

導入する蓄電池の必要容量を以下の算定式により算出する。

蓄電池容量 [kwh] = 必要電力量 [kwh] × 補正係数

必要電力量 [kwh]

- ・ パターン①・・・発電量の全量蓄電

年間発電量 [kWh/年]・・・63,800kwh/年

日平均発電量 [kWh/日] = 63,800kwh/年 ÷ 365 日/年  
= 174.79kWh/日 → 174kWh/日

- ・ パターン②・・・発電量の 1/2 蓄電

日平均発電量 [kWh/日] × 1/2 = 174kWh × 1/2 = 87kWh

補正係数・・・1.45 (※)

※ 内部抵抗、放電終止電圧、電圧降下を補正するための係数

参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、太陽光発電導入ガイドブック〈本編〉

#### ■ 自家消費の場合

- ・ パターン①

蓄電池容量 [kwh] = 174kWh × 1.45 = 252.3kWh → 253kWh

パターン②

蓄電池容量 [kwh] = 87kWh × 1.45 = 126.2kWh → 127kWh

## (2) 年間売電収入

太陽光発電による年間売電収入は、買取価格と年間発電量で決定する。買取価格は固定価格買取制度を利用するかどうかで変わるが、導入時の補助制度を利用した場合は固定価格買取制度は利用できない。固定価格買取制度と導入時の補助制度の利用の有無との関係を発電電力利用方法別に整理すると、表 1.1-11 のとおりである。

表 1.1-11 発電電力利用方法別の利用可能な補助制度

○：利用可、×：利用不可

発電電力 利用方法	導入時 補助制度	固定価格 買取制度
自家消費	○	× (※)
	×	○ (※)
売電 (みなし自家消費)	○	×
	×	○

※ 自家消費の場合でも余剰電力の売電が可能であるが、本検討では発電電力全て自家消費されて売電は行わないものとする。

**【固定価格買取制度とは】**

再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者が買い取ることを義務づけるものであり、再生可能エネルギーの普及を図ることを目的としている。

その買取価格（制度内では「調達価格」と呼ぶ。）と買取期間（「調達期間」）は、発電設備の規模によって分けられ、区分ごとに決められている。また、設備に必要なコストや適正な利潤を勘案して、価格や期間は毎年見直されている。

近年の 1kWh 当りの買取価格及び買取期間を表 1.1-12 に示す。

表 1.1-12 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間（太陽光）

年度	買取価格(1kWh当り)				
	10kW未満	10kW以上 50kW未満	50kW以上 250kW未満	250kW以上 500kW未満	500kW以上
2019年度	24円～26円 (※)	14円			入札制度により決定
2020年度	21円	13円	12円	入札制度により決定 (最終回11.5円)	
2021年度	19円	12円	11円	入札制度により決定 (最終回10.25円)	
買取期間	10年間	20年間			

※ 出力制御対応機器設置義務の有無による。

(出力制御対応機器：電力会社により出力をコントロールするための機器)

①導入時補助制度利用なしの場合

＜固定価格買取期間中＞

固定価格買取制度による買取価格及び買取期間は発電容量により表 1.1-13 を参照する。

表 1.1-13 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間

区分	買取価格	買取期間
50kW以上250kW未満	11円/kWh(税抜)	20年間
250kW以上	10.25円/kWh(上限額)	20年間

参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

＜固定価格買取期間終了後＞

固定価格買取期間終了後は各電力会社の買取メニューを参考に9円/kWh(※)を使用する。

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

## ■売電（みなし自家消費）の場合

発電容量が 55kW のため、買取価格については、固定価格買取制度の適用期間中は表 1.1-13 より 11 円/kWh とする。また、固定価格買取期間終了後は、各電力会社の買取メニューを参考に 9 円/kWh（※）とする。

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和 3 年度以降の調達価格等に関する意見、令和 3 年 1 月 27 日(水)

年間売電収入は、以下の算定式により算出する。

年間売電収入 [円/年] = 買取価格 [円/kWh] × 年間発電量 [kWh/年]

年間発電量・・・66,500kWh/年

買取価格

・ 20 年目まで：11 円/kWh

・ 21 年目以降：9 円/kWh

- ・ 年間売電収入（20 年目まで） [円/年] = 11 円/kWh × 66,500kWh/年  
= 731,500 円/年 → 731 千円/年
- ・ 年間売電収入（21 年目以降） [円/年] = 9 円/kWh × 66,500kWh/年  
= 598,500 円/年 → 598 千円/年

## ②導入時補助制度利用ありの場合

### ■売電（みなし自家消費）の場合

補助制度を利用した場合は、固定価格買取制度による買取価格は適用されないため、各電力会社の買取メニューを参考に 9 円/kWh を使用する。

年間売電収入 [円/年] = 買取価格 [円/kWh] × 年間発電量 [kWh/年]

年間発電量・・・66,500kWh/年

買取価格：9.0 円/kWh（※）

年間売電収入 [円/年] = 9.0 円/kWh × 66,500kWh/年 = 598,500 円/年 → 598 千円/年

以上のとおり算出した年間売電収入のまとめを表 1.1-14 に示す。

表 1.1-14 年間売電収入まとめ

発電電力 利用方法	対象施設	発電容量 (kW)	条件	導入時補助制度なし		導入時補助制度あり	
				売電価格 (円/kWh)	年間売電収入 (千円/年)	売電価格 (円/kWh)	年間売電収入 (千円/年)
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	55	20年目まで	11	731	9	598
			21年目以降	9	598		

### (3) 年間電気料金削減額

#### ■ 自家消費の場合

発電電力は全て自家消費されるものとし、自家消費された電力分は電力会社から買電する必要がなくなることから、電気料金の削減につながる。売電収入の代わりに電気料金削減額について、実際の電力量料金単価を基に以下の算定式により算出する。

$$\text{年間電気料金削減額 [円/年]} = \text{購入電力単価 [円/kWh]} \times \text{年間発電量 [kWh/年]}$$

年間発電量・・・63,800kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・10.96 円/kWh

$$\begin{aligned} \text{年間電気料金削減額 [円/年]} &= 10.96 \text{ 円/kWh} \times 63,800 \text{ kWh/年} \\ &= 699,248 \text{ 円/年} \rightarrow 699 \text{ 千円/年} \end{aligned}$$

### (4) 発生する費用

#### ① 建設費

建設費は以下の算定式及び建設コストで算出する。

#### ①-1 蓄電池以外（パネル、パワーコンディショナ、架台、その他）の費用

$$\text{建設費 [円]} = \text{建設コスト [円/kW]} \times \text{発電出力 [kW]}$$

蓄電池以外の建設コスト（※）

- ・ 発電出力 10～50kW 未満・・・255 千円/kW
- ・     "    50～250kW 未満・・・207 千円/kW
- ・     "    250～500kW 未満・・・204 千円/kW

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

#### ■ 自家消費の場合

$$\text{建設費 [円]} = 207 \text{ 千円/kW} \times 53 \text{ kW} = 10,971 \text{ 千円}$$

#### ■ 売電（みなし自家消費）の場合

$$\text{建設費 [円]} = 207 \text{ 千円/kW} \times 55 \text{ kW} = 11,385 \text{ 千円}$$

①-2 蓄電池の費用

$$\text{建設費 [円]} = \text{建設コスト [円/kWh]} \times \text{蓄電池容量 [kWh]}$$

蓄電池の建設コスト・・・150 千円/kWh (※)

※ 参考文献：資源エネルギー庁、定置用蓄電池の価格低減スキーム、平成 29 年 3 月 8 日

■自家消費（蓄電池容量パターン①）の場合

$$\text{建設費 [円]} = 150 \text{ 千円/kWh} \times 253\text{kWh} = 37,950 \text{ 千円}$$

■自家消費（蓄電池容量パターン②）の場合

$$\text{建設費 [円]} = 150 \text{ 千円/kWh} \times 127\text{kWh} = 19,050 \text{ 千円}$$

発電電力利用方法別の建設費を表 1.1-15 にまとめる。

表 1.1-15 発電電力利用方法別の建設費

発電電量利用方法	発電容量 (kW)	蓄電池以外 (千円)	蓄電池 (千円)	建設費 計 (千円)
自家消費	蓄電池容量パターン①	10,971	37,950	48,921
	蓄電池容量パターン②	10,971	19,050	30,021
売電(みなし自家消費)	-	11,385	-	11,385

②維持管理費（修繕費・諸費・機器交換費・人件費）

維持管理費は以下の算定式により算出する。

$$\text{維持管理費 [円/年]} = \text{修繕費・諸費・機器交換費・人件費 [円/kW/年]} \times \text{発電出力 [kW]}$$

修繕費・諸費・機器交換費・人件費 (※)

- ・ 発電出力 10～50kW 未満・・・5.3 千円/kW
- ・    "    50～250kW 未満・・・4.6 千円/kW
- ・    "    250～500kW 未満・・・4.9 千円/kW
- ・    "    500～1,000kW 未満・・・5.8 千円/kW

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和 3 年度以降の調達価格等に関する意見、令和 3 年 1 月 27 日(水)

■自家消費の場合

$$\text{維持管理費 [円/年]} = 4.6 \text{ 千円/kW/年} \times 53\text{kW} = 243.8 \rightarrow 243 \text{ 千円/年}$$

■売電（みなし自家消費）の場合

$$\text{維持管理費 [円/年]} = 4.6 \text{ 千円/kW/年} \times 55\text{kW} = 253 \text{ 千円/年}$$

③主な税金（固定資産税、事業税等）

【固定資産税】

発電設備に対する固定資産税は以下の算定式により算出する。

$$\text{固定資産税 [円/年]} = \text{評価額 [円]} \times \text{固定資産税率 [\%]}$$

$$\text{評価額 [円]} (\text{初年度}) = \text{建設費 [円]} \times (1 - \text{減価率 [\%]})$$

$$\text{〃} (\text{2年目以降}) = \text{前年度評価額 [円]} \times (1 - \text{減価率 [\%]})$$

減価率・・・初年度：0.064、2年目以降：0.127

固定資産税率・・・1.6% ※日南市の場合

評価額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。

※ 参考文献：東京都主税局 HP

[https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak\\_sis.html](https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak_sis.html)

日南市 HP（固定資産税率のみ）

<https://www.city.nichinan.lg.jp/main//page011604.html>

【事業税】

売電収入に対する事業税は以下の算定式により算出する。

$$\begin{aligned} \text{事業税 [円/年]} &= \text{売電収入 [円/年]} \times \text{事業税率 (収入割) [\%]} 1.05\% \\ &+ \text{所得 [円/年]} \times \text{事業税率 (所得割) [\%]} 1.85\% \end{aligned}$$

事業税率（※）

①法人事業税（収入割）・・・0.75%

②〃（所得割）・・・1.85%

③特別法人事業税・・・・・・・①の40.0%

○事業税（収入割）の計＝①＋②＝0.75%＋0.75%×40.0%＝1.05%

○〃（所得割）＝1.85%

所得金額＝売電収入－（減価償却費＋維持管理費＋固定資産税）

※ 参考文献：宮崎県 HP より

<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/zeimu/kurashi/zekin/20181207095916.html>

■自家消費（蓄電池容量パターン①）の場合

a)固定資産税

発電設備に対する年度別の固定資産税は表 1.1-16 のとおりとなる。

表 1.1-16 自家消費の場合の年度別固定資産税

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税	備考
0	48,921				
1		0.064	45,790	732	
2		0.127	39,974	639	
3		0.127	34,897	558	
4		0.127	30,465	487	
5		0.127	26,595	425	
6		0.127	23,217	371	
7		0.127	20,268	324	
8		0.127	17,693	283	
9		0.127	15,445	247	
10		0.127	13,483	215	
11		0.127	11,770	188	
12		0.127	10,275	164	
13		0.127	8,970	143	
14		0.127	7,830	125	
15		0.127	6,835	109	
16		0.127	5,966	95	
17		0.127	5,208	83	法定耐用年数:17年
18		0.127	4,546	72	
19		0.127	3,968	63	
20		0.127	3,464	55	
21		0.127	3,024	48	
22		0.127	2,639	42	
23		0.127	2,446	39	
24		0.127	2,446	39	
25		0.127	2,446	39	

建設費	発電施設の建設費
減価率	耐用年数をもとに決められた毎年資産価値が減価する率で、太陽光発電設備の耐用年数は17年なので0.127と決まっている。また、初年度のみ半分の0.064となる。
評価額	建設費（2年目以降は前年度評価額）と減価率から毎年の評価額が算出される。算出額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。
固定資産税	評価額に固定資産税率1.6%を乗じた額を計上する。

■自家消費（蓄電池容量パターン②）の場合

a)固定資産税

発電設備に対する年度別の固定資産税は表 1.1-17 のとおりとなる。



表 1.1-17 自家消費の場合の年度別固定資産税

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税	備考
0	30,021				
1		0.064	28,099	449	
2		0.127	24,530	392	
3		0.127	21,414	342	
4		0.127	18,694	299	
5		0.127	16,319	261	
6		0.127	14,246	227	
7		0.127	12,436	198	
8		0.127	10,856	173	
9		0.127	9,477	151	
10		0.127	8,273	132	
11		0.127	7,222	115	
12		0.127	6,304	100	
13		0.127	5,503	88	
14		0.127	4,804	76	
15		0.127	4,193	67	
16		0.127	3,660	58	
17		0.127	3,195	51	法定耐用年数:17年
18		0.127	2,789	44	
19		0.127	2,434	38	
20		0.127	2,124	33	
21		0.127	1,854	29	
22		0.127	1,618	25	
23		0.127	1,501	24	
24		0.127	1,501	24	
25		0.127	1,501	24	

■売電（みなし自家消費）の場合

a)固定資産税

発電設備に対する年度ごとの固定資産税は、導入時補助制度利用の有無に関係なく同額であり、表 1.1-18 又は 1.1-19 のとおりとなる。

b)事業税

売電収入に対する年間の事業税は以下のように算出し、年度ごとの事業税は、導入時補助制度利用なしの場合が表 1.1-18、導入時補助制度利用ありの場合が 1.1-19 のとおりとなる。

○導入時補助制度利用なし

①事業税 [円/年] (20年目まで)

- ・収入割 = 731 千円/年 × 1.05% = 7.68 → 7 千円
- ・所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.1-18 参照

②事業税 [円/年] (21年目以降)

- ・収入割 = 598 千円/年 × 1.05% = 6.28 → 6 千円

・所得割＝所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.1-18 参照

○導入時補助制度利用あり

事業税 [円/年] (各年度共通)

・収入割＝598 千円/年×1.05%＝6.28 → 6 千円

・所得割＝所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.1-19 参照

表 1.1-18 売電（みなし自家消費）の場合の年度別税金（補助制度利用なし）

(単位:千円)

年度	初期費用	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	11,385											
1		0.064	10,656	170	731	670	253	7	0	7	177	
2		0.127	9,302	148	731	670	253	7	0	7	155	
3		0.127	8,120	129	731	670	253	7	0	7	136	
4		0.127	7,088	113	731	670	253	7	0	7	120	
5		0.127	6,187	98	731	670	253	7	0	7	105	
6		0.127	5,401	86	731	670	253	7	0	7	93	
7		0.127	4,715	75	731	670	253	7	0	7	82	
8		0.127	4,116	65	731	670	253	7	0	7	72	
9		0.127	3,593	57	731	670	253	7	0	7	64	
10		0.127	3,136	50	731	670	253	7	0	7	57	
11		0.127	2,737	43	731	670	253	7	0	7	50	
12		0.127	2,389	38	731	670	253	7	0	7	45	
13		0.127	2,085	33	731	670	253	7	0	7	40	
14		0.127	1,820	29	731	670	253	7	0	7	36	
15		0.127	1,588	25	731	670	253	7	0	7	32	
16		0.127	1,386	22	731	670	253	7	0	7	29	
17		0.127	1,209	19	731	670	253	7	0	7	26	法定耐用年数:17年
18		0.127	1,055	16	731	-	253	7	8	15	31	
19		0.127	921	14	731	-	253	7	8	15	29	
20		0.127	804	12	731	-	253	7	8	15	27	
21		0.127	701	11	598	-	253	6	6	12	23	
22		0.127	611	9	598	-	253	6	6	12	21	
23		0.127	569	9	598	-	253	6	6	12	21	
24		0.127	569	9	598	-	253	6	6	12	21	
25		0.127	569	9	598	-	253	6	6	12	21	

表 1.1-19 売電（みなし自家消費）の場合の年度別税金（補助制度利用あり）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	11,385											
1		0.064	10,656	170	598	670	253	6	0	6	176	
2		0.127	9,302	148	598	670	253	6	0	6	154	
3		0.127	8,120	129	598	670	253	6	0	6	135	
4		0.127	7,088	113	598	670	253	6	0	6	119	
5		0.127	6,187	98	598	670	253	6	0	6	104	
6		0.127	5,401	86	598	670	253	6	0	6	92	
7		0.127	4,715	75	598	670	253	6	0	6	81	
8		0.127	4,116	65	598	670	253	6	0	6	71	
9		0.127	3,593	57	598	670	253	6	0	6	63	
10		0.127	3,136	50	598	670	253	6	0	6	56	
11		0.127	2,737	43	598	670	253	6	0	6	49	
12		0.127	2,389	38	598	670	253	6	0	6	44	
13		0.127	2,085	33	598	670	253	6	0	6	39	
14		0.127	1,820	29	598	670	253	6	0	6	35	
15		0.127	1,588	25	598	670	253	6	0	6	31	
16		0.127	1,386	22	598	670	253	6	0	6	28	
17		0.127	1,209	19	598	670	253	6	0	6	25	法定耐用年数:17年
18		0.127	1,055	16	598	-	253	6	6	12	28	
19		0.127	921	14	598	-	253	6	6	12	26	
20		0.127	804	12	598	-	253	6	6	12	24	
21		0.127	701	11	598	-	253	6	6	12	23	
22		0.127	611	9	598	-	253	6	6	12	21	
23		0.127	569	9	598	-	253	6	6	12	21	
24		0.127	569	9	598	-	253	6	6	12	21	
25		0.127	569	9	598	-	253	6	6	12	21	

< 固定資産税 >

建設費	発電施設の建設費
減価率	耐用年数をもとに決められた毎年資産価値が減価する率で、太陽光発電設備の耐用年数は17年で率は0.127と決まっている。また、初年度のみ半分の0.064となる。
評価額	建設費（2年目以降は前年度評価額）と減価率から毎年の評価額が算出される。算出額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。
固定資産税	評価額に固定資産税率1.6%を乗じた額を計上する。

< 事業税 >

売電収入	発電電力を売電して得た収入
事業税	売電収入に対して1.00875%（法人事業税と特別法人事業税を合わせた率）を掛けて算出される。25年度と同じ税額を26年度以降も計上する。

計	固定資産税と事業税の合計額
---	---------------

以上のとおり算出した年間の発生する費用のまとめを表1.1-20に示す。

表 1.1-20 発生する費用のまとめ

発電電力 利用方法	導入時 補助制度 利用	発電容量 (kW)	蓄電池 容量 (kWh)	建設費 (千円)	維持管理費 (千円/年)	固定資産税 (千円/年)	事業税 (千円/年)
自家消費	なし	53	253 (パターン①)	48,921	243	39~732	—
		53	127 (パターン②)	30,021	243	24~449	—
	あり	53	253 (パターン①)	24,461 (48,921 × 1/2)	243	39~732	—
		53	127 (パターン②)	15,011 (30,021 × 1/2)	243	24~449	—
売電 (みなし自家消費)	なし	55	—	11,385	253	9~170	7~15
	あり	55	—	5,693 (11,385 × 1/2)	253	9~170	6~12

## 1.1.4 検討結果

### (1) 漁港施設ごとの電力消費量と太陽光発電の設置可能規模

ここまでの検討結果について、対象施設ごとに整理した内容を表 1.1-21 に示す。

表 1.1-21 施設ごとの契約容量、電力消費量及び設置可能規模

施設名	契約容量 (kW)	電力消費量 (kWh/年)	発電電力利用方法	設置可能規模	発電量 (kWh/年)	備考
荷さばき所	53	126,730	自家消費	53kW (530㎡)	63,800	契約容量に合わせる。
			売電 (みなし自家消費)	105kW (1,050㎡)	126,730	電力消費量に合わせる。
冷凍施設						
冷蔵施設						
製氷施設						

### (2) 利用者負担額の回収期間

導入時補助制度（補助率 1/2）を利用した場合、建設費の半分が利用者負担となる。一方で、導入時補助制度を利用しない場合、建設費の全額が利用者負担となる。太陽光発電の事業性について、導入時補助制度を利用しない場合とした場合に分けて検討した結果を表 1.1-22、1.1-23 に示す。

検討の結果、導入時補助制度を利用した売電（みなし自家消費）の場合が利用者負担額の回収期間が 21 年で、今回検討したケースのなかでは回収期間が最も短かった。ただし、法定耐用年数の 17 年を超えており、事業性があると判断するには微妙な結果となった。

その他のケースでは、利用者負担額の回収に 30 年以上かかり、特に自家消費の場合は、蓄電池の費用が高いことから回収に 40 年以上かかってしまう。

なお、太陽光パネルの寿命は 30～40 年と言われている。そのため、利用者負担額回収期間が 30 年を超えるような場合は、回収前に発電設備の寿命により、パワーコンディショナ以外の機器についても更新が必要になり、実際には設備全体の寿命を迎える前に利用者負担額を回収できないことも考えられる。

ただし、太陽光発電の導入にあたっては、利用者負担額の回収期間（事業性）で判断されるものではなく、温室効果ガスの排出量を削減していくことが重要であり、ここでの計算では、電力消費施設の使用時間帯と太陽光発電の発電時間帯とによっては、このような結果が生じる場合があることを示唆されたものとする。

後述するが、他のケースでは、導入の効果（事業性）が得られる場合もあるので、対象とする電力供給施設を踏まえた検討が必要である。

また、利用者負担額回収期間の算定内訳について、導入時補助制度利用なしの場合の年度収支を表 1.1-24～1.1-26 に、導入時補助制度利用ありの場合の年度収支を表 1.1-27～1.1-29 に示す。

表 1.1-22 事業性の検討結果（導入時補助制度を利用しない場合）

利用方法	自家消費		売電(みなし自家消費)
	蓄電池容量パターン① (発電量全量蓄電)	蓄電池容量パターン② (発電量1/2蓄電)	
設置場所	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根
供給先	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所
設置面積 (m <sup>2</sup> )	530	530	550
発電容量 (kW)	53	53	55
年間発電量 (kWh/年)	63,800	63,800	66,500
蓄電池容量 (kWh)	253	127	
売電価格 (円/kWh)			・～20年目:11 ・21年目～:9
売電収入 (千円/年)			・～20年目:731 ・21年目～:598
買電価格 (円/kWh)	10.96	10.96	
電気料金削減額 (千円/年)	699	699	
利用者負担額 (千円)	48,921	30,021	11,385
維持管理費 (千円/年)	243	243	253
主な税金 (千円/年)	39～732	24～449	21～177
初期費用 回収期間	129年	77年	30年

【補足説明】（導入時補助制度を利用しない場合）

1)自家消費

- ・発電容量は、既設の受変電設備の増強が必要にならないように、電気の契約容量の範囲内とした。
- ・発電電力は全て自家消費するものとして、電気料金削減額を売電収入に置き換えて比較した。

2)売電（みなし自家消費）

- ・発電容量は、発電量が電力消費量を上回らないように検討した。
- ・補助制度を利用しない場合は、固定価格買取制度による買取価格とした。ただし、20年間の固定価格による買取期間終了後も売電を継続するが、買取価格は下がるものとした。

表 1.1-23 事業性の検討結果（導入時補助制度（補助率 1/2）を利用した場合）

利用方法	自家消費		売電(みなし自家消費)
	蓄電池容量パターン① (発電量全量蓄電)	蓄電池容量パターン② (発電量1/2蓄電)	
設置場所	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根
供給先	荷さばき所	荷さばき所	荷さばき所
設置面積 (m <sup>2</sup> )	530	530	550
発電容量 (kW)	53	53	55
年間発電量 (kWh/年)	63,800	63,800	66,500
蓄電池容量 (kWh)	253	127	
売電価格 (円/kWh)			9
売電収入 (千円/年)			598
買電価格 (円/kWh)	10.96	10.96	
電気料金削減額 (千円/年)	699	699	
利用者負担額 (千円)	24,461 (48,921 × 1/2)	15,011 (30,021 × 1/2)	5,693 (11,385 × 1/2)
維持管理費 (千円/年)	243	243	253
主な税金 (千円/年)	39~732	24~449	21~176
初期費用 回収期間	70年	42年	21年

【補足説明】（導入時補助制度を利用した場合）

1)自家消費

- ・発電容量は、既設の受変電設備の増強が必要にならないように、電気の契約容量の範囲内とした。
- ・発電電力は全て自家消費するものとして、電気料金削減額を売電収入に置き換えて比較した。

2)売電（みなし自家消費）

- ・発電容量は、発電量が電力消費量を上回らないように検討した。
- ・導入時補助制度を利用した場合の買取価格は、固定価格買取制度は利用できないため、固定価格買取制度の買取価格よりも安い通常の買取価格とした。

表 1.1-24 自家消費の場合の年度収支  
 (導入時補助制度を利用しない場合、蓄電池パターン①)

(単位:千円)

年度	支出				収入		累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト		
0	48,921			48,921			-48,921
1		243	732	975	699		-49,197
2		243	639	882	699		-49,380
3		243	558	801	699		-49,482
4		243	487	730	699		-49,513
5		243	425	668	699		-49,482
6		243	371	614	699		-49,397
7		243	324	567	699		-49,265
8		243	283	526	699		-49,092
9		243	247	490	699		-48,883
10		243	215	458	699		-48,642
11		243	188	431	699		-48,374
12		243	164	407	699		-48,082
13		243	143	386	699		-47,769
14		243	125	368	699		-47,438
15		243	109	352	699		-47,091
16		243	95	338	699		-46,730
17		243	83	326	699		-46,357
18		243	72	315	699		-45,973
19		243	63	306	699		-45,580
20		243	55	298	699		-45,179
21		243	48	291	699		-44,771
22		243	42	285	699		-44,357
23		243	39	282	699		-43,940
24		243	39	282	699		-43,523
122		243	39	282	699		-2,240
123		243	39	282	699		-1,823
124		243	39	282	699		-1,406
125		243	39	282	699		-989
126		243	39	282	699		-572
127		243	39	282	699		-155
128		243	39	282	699		262
129		243	39	282	699		679
130		243	39	282	699		

表 1.1-25 自家消費の場合の年度収支  
 (導入時補助制度を利用しない場合、蓄電池パターン②)

(単位:千円)

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	30,021			30,021		-30,021
1		243	449	692	699	-30,014
2		243	392	635	699	-29,950
3		243	342	585	699	-29,836
4		243	299	542	699	-29,679
5		243	261	504	699	-29,484
6		243	227	470	699	-29,255
7		243	198	441	699	-28,997
8		243	173	416	699	-28,714
9		243	151	394	699	-28,409
10		243	132	375	699	-28,085
11		243	115	358	699	-27,744
12		243	100	343	699	-27,388
13		243	88	331	699	-27,020
14		243	76	319	699	-26,640
15		243	67	310	699	-26,251
16		243	58	301	699	-25,853
17		243	51	294	699	-25,448
18		243	44	287	699	-25,036
19		243	38	281	699	-24,618
20		243	33	276	699	-24,195
21		243	29	272	699	-23,768
22		243	25	268	699	-23,337
23		243	24	267	699	-22,905
24		243	24	267	699	-22,473
72		243	24	267	699	-1,787
73		243	24	267	699	-1,305
74		243	24	267	699	-873
75		243	24	267	699	-441
76		243	24	267	699	-9
77		243	24	267	699	423
78		243	24	267	699	855
79		243	24	267	699	1,287
80		243	24	267	699	1,719



表 1.1-26 売電（みなし自家消費）の場合の年度収支  
 （導入時補助制度を利用しない場合）

（単位：千円）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	11,385			11,385		-11,385
1		253	177	430	731	-11,084
2		253	155	408	731	-10,761
3		253	136	389	731	-10,419
4		253	120	373	731	-10,061
5		253	105	358	731	-9,688
6		253	93	346	731	-9,303
7		253	82	335	731	-8,907
8		253	72	325	731	-8,501
9		253	64	317	731	-8,087
10		253	57	310	731	-7,666
11		253	50	303	731	-7,238
12		253	45	298	731	-6,805
13		253	40	293	731	-6,367
14		253	36	289	731	-5,925
15		253	32	285	731	-5,479
16		253	29	282	731	-5,030
17		253	26	279	731	-4,578
18		253	31	284	731	-4,131
19		253	29	282	731	-3,682
20		253	27	280	731	-3,231
21		253	23	276	598	-2,909
22		253	21	274	598	-2,585
23		253	21	274	598	-2,261
24		253	21	274	598	-1,937
25		253	21	274	598	-1,613
26		253	21	274	598	-1,289
27		253	21	274	598	-965
28		253	21	274	598	-641
29		253	21	274	598	-317
30		253	21	274	598	7

表 1.1-27 自家消費の場合の年度収支  
 (導入時補助制度を利用した場合、蓄電池パターン①)

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	24,461			24,461		-24,461
1		243	732	975	699	-24,737
2		243	639	882	699	-24,920
3		243	558	801	699	-25,022
4		243	487	730	699	-25,053
5		243	425	668	699	-25,022
6		243	371	614	699	-24,937
7		243	324	567	699	-24,805
8		243	283	526	699	-24,632
9		243	247	490	699	-24,423
10		243	215	458	699	-24,182
11		243	188	431	699	-23,914
12		243	164	407	699	-23,622
13		243	143	386	699	-23,309
14		243	125	368	699	-22,978
15		243	109	352	699	-22,631
16		243	95	338	699	-22,270
17		243	83	326	699	-21,897
18		243	72	315	699	-21,513
19		243	63	306	699	-21,120
20		243	55	298	699	-20,719
21		243	48	291	699	-20,311
22		243	42	285	699	-19,897
23		243	39	282	699	-19,480
24		243	39	282	699	-19,063
25		243	39	282	699	-18,646
26		243	39	282	699	-18,229
27		243	39	282	699	-17,812
28		243	39	282	699	-17,395
29		243	39	282	699	-16,978
30		243	39	282	699	-16,561
31		243	39	282	699	-16,144
32		243	39	282	699	-15,727
33		243	39	282	699	-15,310
34		243	39	282	699	-14,893
35		243	39	282	699	-14,476
36		243	39	282	699	-14,059
37		243	39	282	699	-13,642
38		243	39	282	699	-13,225
39		243	39	282	699	-12,808
40		243	39	282	699	-12,391
41		243	39	282	699	-11,974
42		243	39	282	699	-11,557
43		243	39	282	699	-11,140
44		243	39	282	699	-10,723
45		243	39	282	699	-10,306
46		243	39	282	699	-9,889
47		243	39	282	699	-9,472
48		243	39	282	699	-9,055
49		243	39	282	699	-8,638
50		243	39	282	699	-8,221
51		243	39	282	699	-7,804
52		243	39	282	699	-7,387
53		243	39	282	699	-6,970
54		243	39	282	699	-6,553
55		243	39	282	699	-6,136
56		243	39	282	699	-5,719
57		243	39	282	699	-5,302
58		243	39	282	699	-4,885
59		243	39	282	699	-4,468
60		243	39	282	699	-4,051
61		243	39	282	699	-3,634
62		243	39	282	699	-3,217
63		243	39	282	699	-2,800
64		243	39	282	699	-2,383
65		243	39	282	699	-1,966
66		243	39	282	699	-1,549
67		243	39	282	699	-1,132
68		243	39	282	699	-715
69		243	39	282	699	-298
70		243	39	282	699	119
71		243	39	282	699	536
72		243	39	282	699	953
73		243	39	282	699	1,370
74		243	39	282	699	1,787
75		243	39	282	699	2,204

表 1.1-28 自家消費の場合の年度収支  
 (導入時補助制度を利用した場合、蓄電池パターン②)

(単位:千円)

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	15,011			15,011		-15,011
1		243	449	692	699	-15,004
2		243	392	635	699	-14,940
3		243	342	585	699	-14,826
4		243	299	542	699	-14,669
5		243	261	504	699	-14,474
6		243	227	470	699	-14,245
7		243	198	441	699	-13,987
8		243	173	416	699	-13,704
9		243	151	394	699	-13,399
10		243	132	375	699	-13,075
11		243	115	358	699	-12,734
12		243	100	343	699	-12,378
13		243	88	331	699	-12,010
14		243	76	319	699	-11,630
15		243	67	310	699	-11,241
16		243	58	301	699	-10,843
17		243	51	294	699	-10,438
18		243	44	287	699	-10,026
19		243	38	281	699	-9,608
20		243	33	276	699	-9,185
21		243	29	272	699	-8,758
22		243	25	268	699	-8,327
23		243	24	267	699	-7,895
36		243	24	267	699	-2,279
37		243	24	267	699	-1,847
38		243	24	267	699	-1,415
39		243	24	267	699	-983
40		243	24	267	699	-551
41		243	24	267	699	-119
42		243	24	267	699	313
43		243	24	267	699	745
44		243	24	267	699	1,177
45		243	24	267	699	1,609

表 1.1-29 売電（みなし自家消費）の場合の年度収支  
（導入時補助制度を利用した場合）

（単位：千円）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	5,693			5,693		-5,693
1		253	176	429	598	-5,524
2		253	154	407	598	-5,333
3		253	135	388	598	-5,123
4		253	119	372	598	-4,897
5		253	104	357	598	-4,656
6		253	92	345	598	-4,403
7		253	81	334	598	-4,139
8		253	71	324	598	-3,865
9		253	63	316	598	-3,583
10		253	56	309	598	-3,294
11		253	49	302	598	-2,998
12		253	44	297	598	-2,697
13		253	39	292	598	-2,391
14		253	35	288	598	-2,081
15		253	31	284	598	-1,767
16		253	28	281	598	-1,450
17		253	25	278	598	-1,130
18		253	28	281	598	-813
19		253	26	279	598	-494
20		253	24	277	598	-173
21		253	23	276	598	149
22		253	21	274	598	473
23		253	21	274	598	797
24		253	21	274	598	1,121

## 1.2 Y 漁港（パターン 1）

本漁港の保有施設及び施設規模を表 1.2-1 に示す。

表 1.2-1 対象漁港の規模

	荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
施設数	1	-	-	-
規模/能力	3,197㎡	-	-	-

漁業協同組合が管理する施設は上表の荷さばき所以外にも冷蔵施設が 1 棟あるが、漁港から約 10km 離れていることから、パターン 1 は、漁港内にあり漁業協同組合が管理する施設である荷さばき所のみを検討対象とする。

これより、上記の荷さばき所を対象に図 1-1 の手順に沿って検討した結果を示す。

### 1.2.1 発電規模算定の準備

#### (1) 契約容量

電力会社との契約内容について、保有する施設ごとに整理する。毎月の電力会社からの請求書より、契約ごとに種別と容量・電力を確認する。なお、高圧受電の場合は、契約電力が過去一年間の使用量を基に毎月見直されるが、ここでは確認した期間の最大電力とする。

表 1.2-2 に施設ごとの契約内容を示す。

表 1.2-2 施設ごとの電力会社との契約内容

施設名	契約種別	契約容量・電力 (※)	備考
荷さばき所	高圧電力	53kW	事務所を含む
冷凍施設	-	-	
冷蔵施設	-	-	
製氷施設	-	-	

※ 低圧：契約容量、高圧：契約電力

#### (2) 電力消費量

##### ① 月別電力消費量

月別の電力消費量及び変動を把握するため、毎月の電力会社からの請求内容を基に、月別の消費量を整理する。直近 1 年間の月別電力消費量の最大値、最小値及び年間合計を表 1.2-3、月別電力消費量の推移を図 1.2-1 に示す。

表 1.2-3 施設ごとの月別電力消費量集計

漁港名	種別	月別電力消費量(kWh)			
		荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
Y漁港	最大値	12,749	-	-	-
	最小値	8,098	-	-	-
	年間合計	126,730	-	-	-
		126,730			

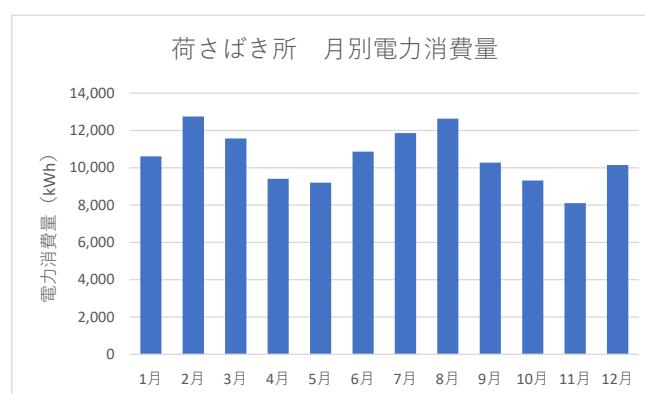


図 1.2-1 荷さばき所の月別電力消費量

【電力消費の特徴】

○荷さばき所（事務所含む）

2、3月と6～8月にかけて消費量が多い傾向である。これは、2、3月は本漁港の漁獲量の増加、6～8月は気温上昇による空調機使用に伴う事務所での消費量の増加の影響であると考えられる。

②時間帯別電力消費量

次に時間帯別の電力消費量及び変動を把握するため、電力会社から取り寄せた使用実績データを基に、時間帯別の消費量を整理する。直近1年間のうち、日電力消費量の最大と最小を確認し、両日の時間帯別電力消費量をまとめる。直近1年間の日電力消費量の最大値、最小値を表 1.2-4、それぞれの時間帯別電力消費量の推移を図 1.2-2 に示す。

表 1.2-4 施設ごとの日別電力消費量集計

漁港名	種別	日別電力消費量(kWh)			
		荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
Y漁港	最大値	847	-	-	-
	最小値	137	-	-	-

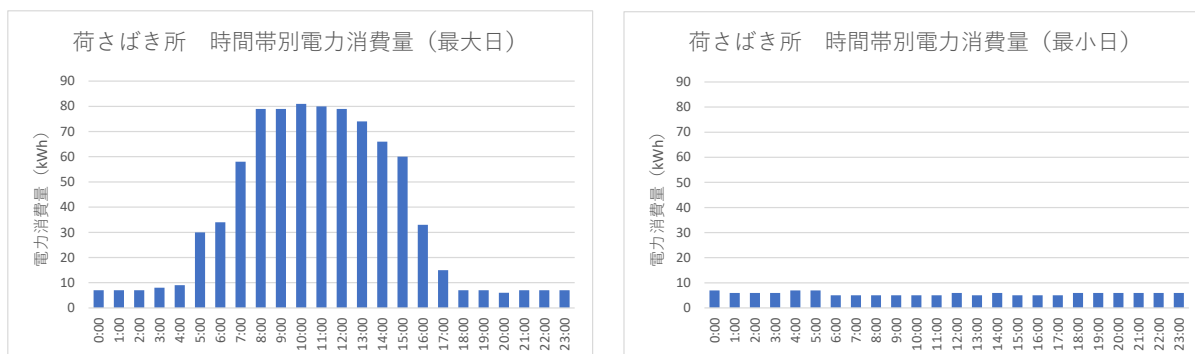


図 1.2-2 荷さばき所の日電力消費量の最大日及び最小日における時間帯別電力消費量

【電力消費の特徴】

○荷さばき所（事務所含む）

最大日は1日中水揚げ作業が続いた日であり、昼間を中心に5時から17時頃までの日中に電力が使用されている。

最小日は水揚げがなかった日であり、水揚げの有無に関係なく使用される負荷のみとなっている。

## 1.2.2 設置可能な発電規模の算定

### (1) 発電電力利用方法別の発電容量

一般的な太陽光発電の導入における発電電力の利用方法は、表 1.2-5 の 3 種類が考えられる。利用方法ごとに設置可能な発電容量の算定基準が異なるため、ここでそれぞれの発電容量を算定する。ただし、売電事業は本業務の目的とするところではないため、本検討では漁港における太陽光発電の利用方法として、売電事業を除いた ①自家消費と②売電（みなし自家消費）の 2 通りの利用方法についてのみ検討を行い、それぞれの事業性の有無を確認する。

表 1.2-5 発電電力の利用方法

利用方法	発電電力の使い方	設置規模の設定
自家消費	発電した電力を自家消費し、余剰電力は売電	接続する施設の契約電力を超えない範囲
売電(みなし自家消費)	発電した電力を一旦売電し、必要電力を買電	年間発電量が漁港全体の年間電力消費量を上回らない範囲
売電事業 (※参考)	発電した電力は全て売電	特に制約なし

#### ■ 自家消費の場合

契約電力より大きな施設を設置する場合は、既存設備の増強等費用が発生することから、契約範囲内の規模で設置する。そのため、荷さばき所の契約電力（1.2.1 発電規模算定の準備 (1)契約容量より）から、発電容量は 53kW とする。

発電出力 [kW] = 53kW

#### ■ 売電（みなし自家消費）の場合

売電（みなし自家消費）は、漁港全体の電力消費量を超えない範囲で太陽光発電による発電容量を設定する必要がある。

そこで、「年間消費量（1.2.1 発電規模算定の準備 (2)年間電力消費量より）＝年間発電量」と考え、以下の算定式で年間の電力消費量から設置可能な最大発電容量を逆算する。



$$\text{発電出力 [kW]} = \text{年間発電量 [kWh/年]} \div \text{日射量 [kWh/m}^2\text{/日]} \div \text{総合設計係数} \div 365 \text{ 日/年}$$

総合設計係数・・・0.75 (※1)

日射量・・・・・・・4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 (※2)

※1 太陽光パネルの汚れ、劣化及び温度上昇による損失やパワーコンディショナによる損失など、最大出力で発電できない要素を反映させる係数で、一般的に0.7～0.8程度になる。(参考文献：太陽光発電協会、表示ガイドライン(2021年度))

→本手引きでは中間値の0.75とする。

※2 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、日射量データベース閲覧システム (1.2.3 事業性の検討(1)年間発電量 図1.2-5より)

$$\text{発電出力 [kW]} = 126,730\text{kWh/年} \div 4.4\text{kWh/m}^2\text{/日} \div 0.75 \div 365 \text{ 日/年} = 105.2\text{kW} \rightarrow 105\text{kW}$$

## (2) 発電電力利用方法別の設置面積

決定した利用方法別の発電容量から、以下のとおりパネル設置に必要な面積を算出する。

$$\text{設置面積 [m}^2\text{]} = \text{発電容量 [kW]} \times 10 \text{ [m}^2\text{/kW]}$$

### ■ 自家消費の場合

$$\text{設置面積 [m}^2\text{]} = 53 \text{ [kW]} \times 10 \text{ [m}^2\text{/kW]} = 530 \text{ [m}^2\text{]}$$

### ■ 売電(みなし自家消費)の場合

$$\text{設置面積 [m}^2\text{]} = 105 \text{ [kW]} \times 10 \text{ [m}^2\text{/kW]} = 1,050 \text{ [m}^2\text{]}$$

以上のとおり算出した利用方法別の発電容量と設置面積を表1.2-6に示す。

表 1.2-6 発電電力利用方法別の発電容量及び設置面積

発電電量利用方法	対象施設	発電容量(kW)	設置面積(m <sup>2</sup> )	備考
自家消費	荷さばき所	53	530	契約電力範囲内に設定。
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	105	1,050	年間電力消費量から算出。

## (3) 設置可能容量の確認

### ① 想定される設置場所

本検討では水産基盤整備事業の利用を想定して、設置場所は利用施設を基本に考える。本漁港において太陽光発電設備の設置場所として想定される場所は、以下が挙げられる。

a. 荷さばき所(荷さばき棟)屋根

## b. 荷さばき所（管理棟）屋上

### a) 荷さばき所（荷さばき棟）屋根

面積を広く確保することが可能ではあるが、平成 11～13 年度竣工の建物で築 20 年以上経過しており、屋根に発電設備を設置することに対して耐荷重不足の心配がある。よって、荷さばき所（荷さばき棟）屋根への設置は、施設の建て替えに合わせて設置するケースを想定したものとする。設置候補地の面積は図 1.2-3 のとおり 3,180 m<sup>2</sup>である。品質衛生管理対策を施した荷さばき所にあっては、現状の施設規模より大きくなるが、ここでは現状と同じものとした。なお、実際に発電設備を設置する際には、メンテナンス用の通路や太陽光パネル同士の離隔等が必要となるが、このあとの発電容量の算定において前述の余裕を見込んで算定するため、ここでは全てを含んだ面積とする。



図 1.2-3 荷さばき所（荷さばき棟）屋根の太陽光発電施設の設置場所

出典：国土地理院撮影の空中写真（2020 年撮影）

### b) 荷さばき所（管理棟）屋上

荷さばき所（管理棟）屋上についても、上記の荷さばき所（荷さばき棟）屋根と同様に施設の建て替えと同時に導入する場合とする。管理棟屋上の面積は図 1.2-4 のとおり 143 m<sup>2</sup>である。



図 1.2-4 荷さばき所（管理棟）屋上の太陽光発電施設の設置場所

出典：国土地理院撮影の空中写真（2020年撮影）

### ②建物や地形、樹木等による影発生状況の確認

#### a) 荷さばき所（荷さばき棟）屋根

荷さばき所（荷さばき棟）屋根に設置した場合の影の影響について確認する。荷さばき所（荷さばき棟）屋根に影響を与える障害物はないため、影の影響範囲は考慮しない。

#### b) 荷さばき所（管理棟）屋上

荷さばき所（管理棟）屋上に設置した場合の影の影響について確認する。荷さばき所（管理棟）屋上に影響を与える障害物はないため、影の影響範囲は考慮しない。

以上のおおりに算出した、障害物による影の影響を考慮した設置場所ごとの最終的な設置可能面積を表 1.2-7 に示す。

表 1.2-7 太陽光パネルの設置場所と設置可能面積

	設置場所	設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	備考
a	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	3,180	影の影響なし
b	荷さばき所(管理棟)屋上	143	影の影響なし
	計	3,323	

### ③発電容量の算定

以下の算定式により、設置候補場所ごとの最大発電容量を算出する。

$$\text{発電容量 [kW]} = \text{設置候補の面積 [m}^2\text{]} \times 0.1 \text{ [kW/m}^2\text{]}$$

a) 荷さばき所（荷さばき棟）屋根

面積：3,180 m<sup>2</sup>  
 発電容量 [kW] = 3,180 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 318kW

b) 荷さばき所（管理棟）屋上

面積：143 m<sup>2</sup>  
 発電容量 [kW] = 143 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 14.3kW → 14kW

以上のとおり算出した設置場所ごとの最大発電容量を表 1.2-8 に示す。

表 1.2-8 設置場所ごとの最大発電容量

	設置場所	設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	最大発電容量 (kW)
a	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	3,180	318
b	荷さばき所(管理棟)屋上	143	14
	計	3,323	332

※ 設置可能面積は影の影響を考慮済み。

④設置場所の整理

「(2) 発電電力利用方法別の設置面積」で算定した利用方法別の必要面積を基に、利用方法及び利用施設別のパネル設置場所を設定する。

■自家消費の場合

対象施設である荷さばき所の必要面積 530 m<sup>2</sup>に対して、設置可能面積は荷さばき所(荷さばき棟) 屋根だけで 3,180 m<sup>2</sup>あり、必要面積が確保できている。

■売電（みなし自家消費）の場合

自家消費の場合と同様に、必要面積 1,050 m<sup>2</sup>に対して、荷さばき所（荷さばき棟）屋根だけで必要面積が確保できている。

以上のとおり設置場所の検討結果を表 1.2-9 に示す。

表 1.2-9 設置場所の検討結果

発電電量利用方法	対象施設	設置面積 (m <sup>2</sup> )	パネル設置場所	備考
自家消費	荷さばき所	530	a) 荷さばき所(荷さばき棟)屋根 [530m <sup>2</sup> ]	
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	1,050	a) 荷さばき所(荷さばき棟)屋根 [1,050m <sup>2</sup> ]	

## ⑤太陽光パネルの配置方法

### ○傾斜角

傾斜角は、本地区の年間平均最適傾斜角（※）より 33° とする。

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、日射量データベース閲覧システム

#### 【解説】

傾斜角は、太陽電池の発電量が最大になる年間最適傾斜角とすることが望ましい。

（※）

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電導入ガイドブック<本編>

### ○パネルの向き

発電に有利な南向きとする。

#### 【解説】

一般的にパネルの向き（方位角）は、太陽電池の発電量が最大になる南向きにすることが望ましい。（※）

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電導入ガイドブック<本編>

### ○光の反射

設置場所の北側でパネル面の光の反射の影響を受ける高さの建物は無いため、問題はないと判断できる。

#### 【解説】

周辺の建物・施設等の状況や、パネルの設置の仕方によっては、季節と時間帯により、近接する建物・施設等に一時的に反射光が差す場合がある。影響の検討の際に主に次の事項を確認する必要がある。（※）

①設置場所の北側に高い建物がある。

②斜面地へのパネル設置で、南側に近接して住宅等がある。

※ 参考文献：環境省、太陽光発電の環境配慮ガイドライン、令和 2 年 3 月

## (4)塩害、鳥害等による影響

発電設備に対する立地条件による影響について、以下のとおり対策を講じる。

### ①塩害による影響

太陽光パネル、パネル設置架台等は重塩害地域にも対応した製品を使用する。

### ②鳥害による影響

基本的には定期的に掃除をすることで対応する。

### ③強風による影響

風圧に対するパネル設置架台や基礎の荷重検討を確実に行う。また、特に風の影響が大きい地区では、風圧荷重を軽減するためにパネルの傾斜角を小さくすることも検討する。

### ④積雪による影響

本地区は年間を通じて積雪量が 0cm のため、積雪の影響は考慮しない。

※気象庁 HP 過去の気象データより

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

### ⑤落雷による影響

直撃雷に対しては避雷設備、誘導雷に対しては避雷器の設置による対策を行う。

### 1.2.3 事業性の検討

#### (1) 年間発電量

荷さばき所に設置可能な太陽光発電による年間の発電量を以下の算定式により算出する。

$$\text{年間発電量 [kWh/年]} = \text{発電出力 [kW]} \times \text{日射量 [kWh/m}^2\text{/日]} \times \text{総合設計係数} \times 365 \text{ 日/年}$$

総合設計係数・・・0.75

日射量・・・・・・・4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 (※)

※ 日射量の求め方

図 1.2-5 の日射量マップを用いて、当該地区における南向きかつ年間最適傾斜角の場合の日射量を読み取る。

本地区の日射量は 4.4～4.6kWh/m<sup>2</sup>/日と読み取ることができ、安全側に発電量を算出するため 4.4kWh/m<sup>2</sup>/日と設定する。

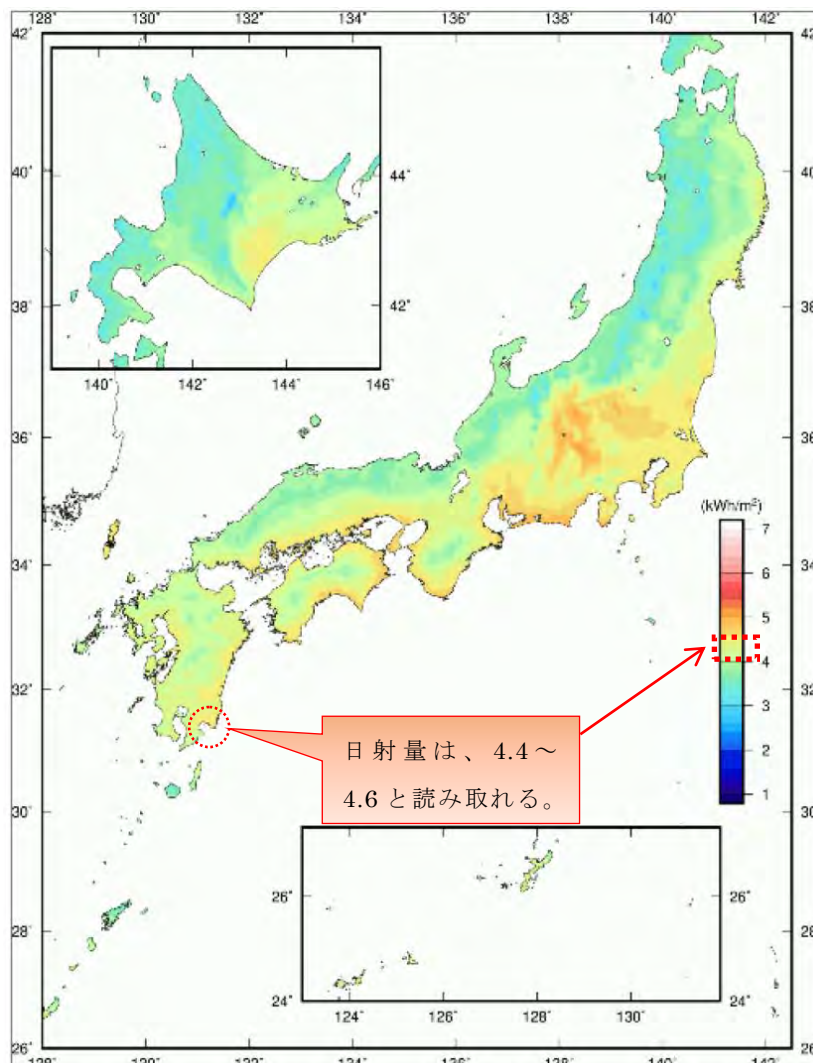


図 1.2-5 日射量マップ (年間最適傾斜角日射量)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、日射量データベース閲覧システムをもとに作成



■ 自家消費の場合

$$\begin{aligned} \text{年間発電量 [kWh/年]} &= 53\text{kW} \times 4.4\text{kWh/m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{ 日/年} \\ &= 63,838\text{kWh/年} \rightarrow 63,800\text{kWh/年} \end{aligned}$$

■ 売電（みなし自家消費）の場合

「1.2.2 設置可能な発電規模の算定（1）発電電力利用方法別の発電容量」で算出したとおり、設置可能な最大容量を設置するものとして、年間電力消費量（1.2.1 発電規模算定の準備（2）電力消費量より）を年間発電容量とした。

$$\text{年間発電量 [kWh/年]} = 126,730\text{kWh/年}$$

以上のとおり算出した利用方法別の年間電力発電量を表 1.2-10 に示す。

表 1.2-10 年間電力発電量

発電電量利用方法	発電容量 (kW)	設置面積 (m <sup>2</sup> )	年間発電量 (kWh/年)
自家消費	53	530	63,800
売電(みなし自家消費)	105	1,050	126,730

(2) 年間売電収入

太陽光発電による年間売電収入は、買取価格と年間発電量で決定する。買取価格は固定価格買取制度を利用するかどうかで変わるが、導入時の補助制度を利用した場合は固定価格買取制度は利用できない。固定価格買取制度と導入時の補助制度の利用の有無との関係を発電電力利用方法別に整理すると、表 1.2-11 のとおりである。

表 1.2-11 発電電力利用方法別の利用可能な補助制度

○：利用可、×：利用不可

発電電力利用方法	導入時補助制度	固定価格買取制度
自家消費	○	× (※)
	×	○ (※)
売電 (みなし自家消費)	○	×
	×	○

※ 自家消費の場合でも余剰電力の売電が可能であるが、本検討では発電電力全て自家消費されて売電は行わないものとする。

【固定価格買取制度とは】

再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電



気事業者が買い取ることを義務づけるものであり、再生可能エネルギーの普及を図ることを目的としている。

その買取価格（制度内では「調達価格」と呼ぶ。）と買取期間（「調達期間」）は、発電設備の規模によって区分けされ、区分ごとに決められている。また、設備に必要なコストや適正な利潤を勘案して、価格や期間は毎年見直されている。

近年の1kWh当りの買取価格及び買取期間を表1.2-12に示す。

表 1.2-12 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間（太陽光）の推移

年度	買取価格(1kWh当り)				
	10kW未満	10kW以上 50kW未満	50kW以上 250kW未満	250kW以上 500kW未満	500kW以上
2019年度	24円～26円 (※)	14円			入札制度により決定
2020年度	21円	13円	12円	入札制度により決定 (最終回11.5円)	
2021年度	19円	12円	11円	入札制度により決定 (最終回10.25円)	
買取期間	10年間	20年間			

※ 出力制御対応機器設置義務の有無による。

(出力制御対応機器：電力会社により出力をコントロールするための機器)

#### ①導入時補助制度利用なしの場合

##### <固定価格買取期間中>

固定価格買取制度による買取価格及び買取期間は、発電容量により表1.2-13を参照する。

表 1.2-13 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間

区分	買取価格	買取期間
50kW以上250kW未満	11円/kWh(税抜)	20年間
250kW以上	10.25円/kWh(上限額)	20年間

参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

##### <固定価格買取期間終了後>

固定価格買取期間終了後は各電力会社の買取メニューを参考に9円/kWh(※)を使用する。

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

### ■売電（みなし自家消費）の場合

発電容量が 105kW のため、買取価格については、固定価格買取制度の適用期間中は表 1.2-13 より 11 円/kWh とする。また、固定価格買取期間終了後は、各電力会社の買取メニューを参考に 9 円/kWh（※）とする。

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和 3 年度以降の調達価格等に関する意見、令和 3 年 1 月 27 日(水)

年間売電収入は、以下の算定式により算出する。

年間売電収入 [円/年] = 買取価格 [円/kWh] × 年間発電量 [kWh/年]

年間発電量・・・126,730kWh/年

買取価格

・ 20 年目まで：11 円/kWh

・ 21 年目以降：9 円/kWh

・ 年間売電収入（20 年目まで）[円/年] = 11 円/kWh × 126,730kWh/年

= 1,394,030 円/年 → 1,394 千円/年

・ 年間売電収入（21 年目以降）[円/年] = 9 円/kWh × 126,730kWh/年

= 1,140,570 円/年 → 1,140 千円/年

### ②導入時補助制度利用ありの場合

#### ■売電（みなし自家消費）の場合

補助制度を利用した場合は、固定価格買取制度による買取価格は適用されないため、各電力会社の買取メニューを参考に 9 円/kWh を使用する。

年間売電収入 [円/年] = 買取価格 [円/kWh] × 年間発電量 [kWh/年]

年間発電量・・・126,730kWh/年

買取価格：9.0 円/kWh

年間売電収入 [円/年] = 9.0 円/kWh × 126,730kWh/年 = 1,140,570 円/年 → 1,140 千円/年

以上のとおり算出した年間売電収入のまとめを表 1.2-14 に示す。

表 1.2-14 年間売電収入まとめ

発電電力 利用方法	対象施設	発電容量 (kW)	条件	導入時補助制度なし		導入時補助制度あり	
				売電価格 (円/kWh)	年間売電収入 (千円/年)	売電価格 (円/kWh)	年間売電収入 (千円/年)
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	105	20年目まで	11.00	1,394	9	1,140
			21年目以降	9	1,140		

### (3) 年間電気料金削減額

#### ■ 自家消費の場合

発電電力は全て自家消費されるものとし、自家消費された電力分は電力会社から買電する必要がなくなることから、電気料金の削減につながる。売電収入の代わりに電気料金削減額について、実際の電力量料金単価を基に以下の算定式により算出する。

$$\text{年間電気料金削減額 [円/年]} = \text{購入電力単価 [円/kWh]} \times \text{年間発電量 [kWh/年]}$$

年間発電量・・・63,800kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・13.31 円/kWh

$$\begin{aligned} \text{年間電気料金削減額 [円/年]} &= 13.31 \text{ 円/kWh} \times 63,800 \text{ kWh/年} \\ &= 849,178 \text{ 円/年} \rightarrow 849 \text{ 千円/年} \end{aligned}$$

### (4) 発生する費用

#### ① 建設費

建設費は以下の算定式及び建設コストで算出する。

$$\text{建設費 [円]} = \text{建設コスト [円/kW]} \times \text{発電出力 [kW]}$$

建設コスト (※)

- ・ 発電出力 10～50kW 未満……………255 千円/kW
- ・     "    50～250kW 未満……………207 千円/kW
- ・     "    250～500kW 未満……………204 千円/kW
- ・     "    500～1,000kW 未満……………209 千円/kW

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

#### ■ 自家消費の場合

$$\text{建設費 [円]} = 207 \text{ 千円/kW} \times 53 \text{ kW} = 10,971 \text{ 千円}$$

#### ■ 売電（みなし自家消費）の場合

$$\text{建設費 [円]} = 207 \text{ 千円/kW} \times 105 \text{ kW} = 21,735 \text{ 千円}$$

## ②維持管理費（修繕費・諸費・機器交換費、人件費）

維持管理費は以下の算定式により算出する。

維持管理費 [円/年] = 修繕費・諸費・機器交換費・人件費 [円/kW/年] × 発電出力 [kW]

修繕費・諸費（※）

- ・ 発電出力10～50kW 未満……………5.3 千円/kW
- ・     "      50～250kW 未満……………4.6 千円/kW
- ・     "      250～500kW 未満……………4.9 千円/kW
- ・     "      500～1,000kW 未満……………5.8 千円/kW

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

### ■自家消費（直接接続）の場合

維持管理費 [円/年] = 4.6 千円/kW/年 × 53kW = 243.8 → 243 千円/年

### ■売電（みなし自家消費）の場合

維持管理費 [円/年] = 4.6 千円/kW/年 × 105kW = 483 千円/年

## ③主な税金（固定資産税、事業税等）

### 【固定資産税】

発電設備に対する固定資産税は以下の算定式により算出する。

固定資産税 [円/年] = 評価額 [円] × 固定資産税率 [%]

評価額 [円]（初年度） = 建設費 [円] × (1 - 減価率 [%])

      "      (2年目以降) = 前年度評価額 [円] × (1 - 減価率 [%])

減価率……初年度：0.064、2年目以降：0.127

固定資産税率……1.6% ※日南市の場合

評価額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。

参考文献：東京都主税局 HP

[https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak\\_sis.html](https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak_sis.html)

日南市 HP（固定資産税率のみ）

<https://www.city.nichinan.lg.jp/main//page011604.html>

### 【事業税】

売電収入に対する事業税は以下の算定式により算出する。

$$\text{事業税 [円/年]} = \text{売電収入 [円/年]} \times \text{事業税率 (収入割) [%]} 1.05\% \\ + \text{所得 [円/年]} \times \text{事業税率 (所得割) [%]} 1.85\%$$

事業税率 (※)

- ① 法人事業税 (収入割) ……0.75%
- ②     "         (所得割) ……1.85%
- ③ 特別法人事業税 ……①の 40.0%
- 事業税 (収入割) の計 = ① + ② = 0.75% + 0.75% × 40.0% = 1.05%
- "         (所得割) = 1.85%

$$\text{所得金額} = \text{売電収入} - (\text{減価償却費} + \text{維持管理費} + \text{固定資産税})$$

※ 参考文献：宮崎県 HP より

<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/zeimu/kurashi/zekin/20181207095916.html>

■ 自家消費の場合

a) 固定資産税

発電設備に対する年度ごとの固定資産税は表 1.2-15 のとおりとなる。

表 1.2-15 自家消費の場合の年度別固定資産税

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税	備考
0	10,971				
1		0.064	10,268	164	
2		0.127	8,963	143	
3		0.127	7,824	125	
4		0.127	6,830	109	
5		0.127	5,962	95	
6		0.127	5,204	83	
7		0.127	4,543	72	
8		0.127	3,966	63	
9		0.127	3,462	55	
10		0.127	3,022	48	
11		0.127	2,638	42	
12		0.127	2,302	36	
13		0.127	2,009	32	
14		0.127	1,753	28	
15		0.127	1,530	24	
16		0.127	1,335	21	
17		0.127	1,165	18	法定耐用年数:17年
18		0.127	1,017	16	
19		0.127	887	14	
20		0.127	774	12	
21		0.127	675	10	
22		0.127	589	9	
23		0.127	548	8	
24		0.127	548	8	
25		0.127	548	8	

建設費	発電施設の建設費
減価率	耐用年数をもとに決められた毎年資産価値が減価する率で、太陽光発電設備の場合は耐用年数が17年のため0.127と決まっている。また、初年度のみ半分の0.064となる。
評価額	建設費（2年目以降は前年度評価額）と減価率から毎年の評価額が算出される。評価額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。
固定資産税	評価額に固定資産税率1.6%を乗じた額を計上する。

■売電（みなし自家消費）の場合

a)固定資産税

発電設備に対する年度ごとの固定資産税は、導入時補助制度利用の有無に関係なく同額であり、表 1.2-15 又は 1.2-16 のとおりとなる。

b)事業税

売電収入に対する年間の事業税は以下のように算出し、年度ごとの事業税は、導入時補助制度利用なしの場合が表 1.2-16、導入時補助制度利用ありの場合が 1.2-17 のとおりとなる。

○導入時補助制度利用なし

①事業税 [円/年] (20年目まで)

- ・収入割 =  $1,394 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 14.64 \rightarrow 14 \text{ 千円}$
- ・所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.2-15 参照

②事業税 [円/年] (21年目以降)

- ・収入割 =  $1,140 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 11.97 \rightarrow 11 \text{ 千円}$
- ・所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.2-15 参照

○導入時補助制度利用あり

事業税 [円/年] (各年度共通)

- ・収入割 =  $1,140 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 11.97 \rightarrow 11 \text{ 千円}$
- ・所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.2-16 参照

表 1.2-16 売電（みなし自家消費）の場合の年度別税金（導入時補助制度利用なし）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	21,735											
1		0.064	20,343	325	1,394	1,279	483	14	0	14	339	
2		0.127	17,759	284	1,394	1,279	483	14	0	14	298	
3		0.127	15,503	248	1,394	1,279	483	14	0	14	262	
4		0.127	13,534	216	1,394	1,279	483	14	0	14	230	
5		0.127	11,815	189	1,394	1,279	483	14	0	14	203	
6		0.127	10,314	165	1,394	1,279	483	14	0	14	179	
7		0.127	9,004	144	1,394	1,279	483	14	0	14	158	
8		0.127	7,860	125	1,394	1,279	483	14	0	14	139	
9		0.127	6,861	109	1,394	1,279	483	14	0	14	123	
10		0.127	5,989	95	1,394	1,279	483	14	0	14	109	
11		0.127	5,228	83	1,394	1,279	483	14	0	14	97	
12		0.127	4,564	73	1,394	1,279	483	14	0	14	87	
13		0.127	3,984	63	1,394	1,279	483	14	0	14	77	
14		0.127	3,478	55	1,394	1,279	483	14	0	14	69	
15		0.127	3,036	48	1,394	1,279	483	14	0	14	62	
16		0.127	2,650	42	1,394	1,279	483	14	0	14	56	
17		0.127	2,313	37	1,394	1,279	483	14	0	14	51	法定耐用年数:17年
18		0.127	2,019	32	1,394	-	483	14	16	30	62	
19		0.127	1,762	28	1,394	-	483	14	16	30	58	
20		0.127	1,538	24	1,394	-	483	14	16	30	54	
21		0.127	1,342	21	1,140	-	483	11	11	22	43	
22		0.127	1,171	18	1,140	-	483	11	11	22	40	
23		0.127	1,086	17	1,140	-	483	11	11	22	39	
24		0.127	1,086	17	1,140	-	483	11	11	22	39	
25		0.127	1,086	17	1,140	-	483	11	11	22	39	

表 1.2-17 売電（みなし自家消費）の場合の年度別税金（導入時補助制度利用あり）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	21,735											
1		0.064	20,343	325	1,140	1,279	483	11	0	11	336	
2		0.127	17,759	284	1,140	1,279	483	11	0	11	295	
3		0.127	15,503	248	1,140	1,279	483	11	0	11	259	
4		0.127	13,534	216	1,140	1,279	483	11	0	11	227	
5		0.127	11,815	189	1,140	1,279	483	11	0	11	200	
6		0.127	10,314	165	1,140	1,279	483	11	0	11	176	
7		0.127	9,004	144	1,140	1,279	483	11	0	11	155	
8		0.127	7,860	125	1,140	1,279	483	11	0	11	136	
9		0.127	6,861	109	1,140	1,279	483	11	0	11	120	
10		0.127	5,989	95	1,140	1,279	483	11	0	11	106	
11		0.127	5,228	83	1,140	1,279	483	11	0	11	94	
12		0.127	4,564	73	1,140	1,279	483	11	0	11	84	
13		0.127	3,984	63	1,140	1,279	483	11	0	11	74	
14		0.127	3,478	55	1,140	1,279	483	11	0	11	66	
15		0.127	3,036	48	1,140	1,279	483	11	0	11	59	
16		0.127	2,650	42	1,140	1,279	483	11	0	11	53	
17		0.127	2,313	37	1,140	1,279	483	11	0	11	48	法定耐用年数:17年
18		0.127	2,019	32	1,140	-	483	11	11	22	54	
19		0.127	1,762	28	1,140	-	483	11	11	22	50	
20		0.127	1,538	24	1,140	-	483	11	11	22	46	
21		0.127	1,342	21	1,140	-	483	11	11	22	43	
22		0.127	1,171	18	1,140	-	483	11	11	22	40	
23		0.127	1,086	17	1,140	-	483	11	11	22	39	
24		0.127	1,086	17	1,140	-	483	11	11	22	39	
25		0.127	1,086	17	1,140	-	483	11	11	22	39	

< 固定資産税 >

建設費	発電施設の建設費
減価率	耐用年数をもとに決められた毎年資産価値が減価する率で、太陽光発電設備の場合は耐用年数が17年のため0.127と決まっている。また、初年度のみ半分の0.064となる。
評価額	建設費（2年目以降は前年度評価額）と減価率から毎年の評価額が算出される。評価額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。

固定資産税	評価額に固定資産税率 1.6% を乗じた額を計上する。
-------	-----------------------------

< 事業税 >

売電収入	発電電力を売電して得た収入。
減価償却費	建設費に対して、耐用年数（17 年）の期間中に毎年同額を計上する。
事業税 （収入割）	収入に対して 1.05%（法人事業税と特別法人事業税を合わせた率）を乗じて算出される。25 年度と同じ税額を 26 年度以降も計上する。
事業税 （所得割）	所得に対して 1.85% を乗じて算出される。ただし、17 年の減価償却期間中は所得がマイナスのため税額は 0 となる。
事業税計	収入割と所得割の税額の合計

計	固定資産税と事業税の合計
---	--------------

以上のとおり算出した年間の発生する費用のまとめを表 1.2-18 に示す。

表 1.2-18 発生する費用のまとめ

発電電力 利用方法	導入時 補助制度 利用	対象施設	発電容量 (kW)	建設費 (千円)	維持管理費 (千円/年)	固定資産税 (千円/年)	事業税 (千円/年)
自家消費	なし	荷さばき所	53	10,971	243	8~164	—
	あり	荷さばき所	53	5,486 (10,971 × 1/2)	243	8~164	—
売電 (みなし自家消費)	なし	荷さばき所	105	21,735	483	17~325	14~30
	あり	荷さばき所	105	10,868 (21,735 × 1/2)	483	17~325	11~22



## 1.2.4 検討結果

### (1) 漁港施設ごとの電力消費量と太陽光発電の設置可能規模

ここまでの検討結果について、対象施設ごとに整理した内容を表 1.2-19 に示す。

表 1.2-19 施設ごとの契約容量、電力消費量及び設置可能規模

施設名	契約容量 (kW)	電力消費量 (kWh/年)	発電電力利用方法	設置可能規模	発電量 (kWh/年)	備考
荷さばき所	53	126,730	自家消費	53kW (530㎡)	63,800	契約容量に合わせる。
			売電(みなし自家消費)	105kW (1,050㎡)	126,730	電力消費量に合わせる。
冷凍施設						
冷蔵施設						
製氷施設						

### (2) 利用者負担額期費用の回収期間

導入時補助制度（補助率 1/2）を利用した場合、建設費の半分が利用者負担となる。一方で、導入時補助制度を利用しない場合、建設費の全額が利用者負担となる。太陽光発電の事業性について、導入時補助制度を利用しない場合とした場合に分けて検討した結果を表 1.2-20、1.2-21 に示す。

検討の結果、導入時補助制度を利用して自家消費した場合の利用者負担額の回収期間は 11 年で、今回検討したケースのなかでは回収期間が最も短く、法定耐用年数の 17 年を下回った。

このように、発電した電力を漁区内の施設で発電時間帯においても消費されるところでは、太陽光発電の導入による事業性が高いことが分かった。

また、利用者負担額回収期間の算定内訳について、導入時補助制度利用なしの場合の年度収支を表 1.2-22、1.2-23 に、導入時補助制度利用ありの場合の年度収支を表 1.2-24、1.2-25 に示す。

表 1.2-20 事業性の検討結果（導入時補助制度を利用しない場合）

利用方法	自家消費	売電(みなし自家消費)
設置場所	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	荷さばき所(荷さばき棟)屋根
供給先	荷さばき所	荷さばき所
設置面積 (㎡)	530	1,050
発電容量 (kW)	53	105
年間発電量 (kWh/年)	63,800	126,730
売電価格 (円/kWh)		・～20年目:11 ・21年目～:9
売電収入 (千円/年)		・～20年目:1,394 ・21年目～:1,140
買電価格 (円/kWh)	13.31	
電気料金削減額 (千円/年)	849	
利用者負担額 (千円)	10,971	21,735
維持管理費 (千円/年)	243	483
主な税金 (千円/年)	8～164	39～339
初期費用 回収期間	21年	31年

【補足説明】（導入時補助制度を利用しない場合）

1)自家消費

- ・発電容量は、既設の受変電設備の増強が必要にならないように、電気の契約容量の範囲内とした。
- ・発電電力は全て自家消費するものとして、電気料金削減額を売電収入に置き換えて比較した。

2)売電（みなし自家消費）

- ・発電容量は、発電量が漁港全体の電力消費量を上回らないように検討した。
- ・導入時補助制度を利用しない場合の買取価格は、固定価格買取制度による買取価格とした。ただし、20年間の固定価格による買取期間終了後も売電を継続するが、買取価格は下がるものとした。

表 1.2-21 事業性の検討結果（導入時補助制度（補助率 1/2）を利用した場合）

利用方法	自家消費	売電(みなし自家消費)
設置場所	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	荷さばき所(荷さばき棟)屋根
供給先	荷さばき所	荷さばき所
設置面積 (m <sup>2</sup> )	530	1,050
発電容量 (kW)	53	105
年間発電量 (kWh/年)	63,800	126,730
売電価格 (円/kWh)		9
売電収入 (千円/年)		1,140
買電価格 (円/kWh)	13.31	
電気料金削減額 (千円/年)	849	
利用者負担額 (千円)	5,486 (10,971 × 1/2)	10,868 (21,735 × 1/2)
維持管理費 (千円/年)	243	483
主な税金 (千円/年)	8~164	39~336
初期費用 回収期間	11年	21年

【補足説明】（導入時補助制度を利用した場合）

1)自家消費

- ・発電容量は、既設の受変電設備の増強が必要にならないように、電気の契約容量の範囲内とした。
- ・発電電力は全て自家消費するものとして、電気料金削減額を売電収入に置き換えて比較した。

2)売電（みなし自家消費）

- ・発電容量は、発電量が漁港全体の電力消費量を上回らないように検討した。
- ・導入時補助制度を利用した場合の買取価格は、固定価格買取制度は利用できないため、固定価格買取制度の買取価格よりも安い通常の買取価格とした。

表 1.2-22 自家消費の場合の年度収支（導入時補助制度を利用しない場合）

（単位：千円）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	10,971			10,971		-10,971
1		243	164	407	849	-10,529
2		243	143	386	849	-10,066
3		243	125	368	849	-9,585
4		243	109	352	849	-9,088
5		243	95	338	849	-8,577
6		243	83	326	849	-8,054
7		243	72	315	849	-7,520
8		243	63	306	849	-6,977
9		243	55	298	849	-6,426
10		243	48	291	849	-5,868
11		243	42	285	849	-5,304
12		243	36	279	849	-4,734
13		243	32	275	849	-4,160
14		243	28	271	849	-3,582
15		243	24	267	849	-3,000
16		243	21	264	849	-2,415
17		243	18	261	849	-1,827
18		243	16	259	849	-1,237
19		243	14	257	849	-645
20		243	12	255	849	-51
21		243	10	253	849	545
22		243	9	252	849	1,142
23		243	8	251	849	1,740
24		243	8	251	849	2,338
25		243	8	251	849	2,936

表 1.2-23 売電（みなし自家消費）の場合の年度収支（導入時補助制度を利用しない場合）

（単位：千円）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	21,735			21,735		-21,735
1		483	339	822	1,394	-21,163
2		483	298	781	1,394	-20,550
3		483	262	745	1,394	-19,901
4		483	230	713	1,394	-19,220
5		483	203	686	1,394	-18,512
6		483	179	662	1,394	-17,780
7		483	158	641	1,394	-17,027
8		483	139	622	1,394	-16,255
9		483	123	606	1,394	-15,467
10		483	109	592	1,394	-14,665
11		483	97	580	1,394	-13,851
12		483	87	570	1,394	-13,027
13		483	77	560	1,394	-12,193
14		483	69	552	1,394	-11,351
15		483	62	545	1,394	-10,502
16		483	56	539	1,394	-9,647
17		483	51	534	1,394	-8,787
18		483	62	545	1,394	-7,938
19		483	58	541	1,394	-7,085
20		483	54	537	1,394	-6,228
21		483	43	526	1,140	-5,614
22		483	40	523	1,140	-4,997
23		483	39	522	1,140	-4,379
24		483	39	522	1,140	-3,761
25		483	39	522	1,140	-3,143
26		483	39	522	1,140	-2,525
27		483	39	522	1,140	-1,907
28		483	39	522	1,140	-1,289
29		483	39	522	1,140	-671
30		483	39	522	1,140	-53
31		483	39	522	1,140	565
32		483	39	522	1,140	1,183
33		483	39	522	1,140	1,801
34		483	39	522	1,140	2,419
35		483	39	522	1,140	3,037

表 1.2-24 自家消費の場合の年度収支（導入時補助制度を利用した場合）

(単位:千円)

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	5,486			5,486		-5,486
1		243	164	407	849	-5,044
2		243	143	386	849	-4,581
3		243	125	368	849	-4,100
4		243	109	352	849	-3,603
5		243	95	338	849	-3,092
6		243	83	326	849	-2,569
7		243	72	315	849	-2,035
8		243	63	306	849	-1,492
9		243	55	298	849	-941
10		243	48	291	849	-383
11		243	42	285	849	181
12		243	36	279	849	751
13		243	32	275	849	1,325
14		243	28	271	849	1,903
15		243	24	267	849	2,485
16		243	21	264	849	3,070
17		243	18	261	849	3,658
18		243	16	259	849	4,248
19		243	14	257	849	4,840
20		243	12	255	849	5,434
21		243	10	253	849	6,030
22		243	9	252	849	6,627
23		243	8	251	849	7,225
24		243	8	251	849	7,823
25		243	8	251	849	8,421

表 1.2-25 みなし自家消費の場合の年度収支（導入時補助制度を利用した場合）

（単位：千円）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	10,868			10,868		-10,868
1		483	336	819	1,140	-10,547
2		483	295	778	1,140	-10,185
3		483	259	742	1,140	-9,787
4		483	227	710	1,140	-9,357
5		483	200	683	1,140	-8,900
6		483	176	659	1,140	-8,419
7		483	155	638	1,140	-7,917
8		483	136	619	1,140	-7,396
9		483	120	603	1,140	-6,859
10		483	106	589	1,140	-6,308
11		483	94	577	1,140	-5,745
12		483	84	567	1,140	-5,172
13		483	74	557	1,140	-4,589
14		483	66	549	1,140	-3,998
15		483	59	542	1,140	-3,400
16		483	53	536	1,140	-2,796
17		483	48	531	1,140	-2,187
18		483	54	537	1,140	-1,584
19		483	50	533	1,140	-977
20		483	46	529	1,140	-366
21		483	43	526	1,140	248
22		483	40	523	1,140	865
23		483	39	522	1,140	1,483
24		483	39	522	1,140	2,101
25		483	39	522	1,140	2,719

### 1.3 Y 漁港（パターン 2）

パターン 2 の保有施設及び施設規模を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 対象漁港の規模

	荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
施設数	1	-	1	1
規模/能力	3,197㎡	-	2,000t	20t/日 (貯氷100t)

漁業協同組合が管理する冷蔵施設は、実際には上表よりも小規模かつ漁港内に設置されていないが、本検討では水揚量に見合った規模かつ漁港内に設置されているものと仮定した。また、製氷施設については、規模は実際の数値を使用した。漁業協同組合が管理する施設ではない。本来は所有者が異なる施設を一緒にして導入検討することはないが、このパターン 2 は、パターン 1 との施設規模による違いを確認するため、仮定の施設規模による検討内容となっている。

これより、上記の 3 施設を対象に図 1-1 の手順に沿って検討した結果を示す。

#### 1.3.1 発電規模算定の準備

##### (1) 契約容量

電力会社との契約内容について、保有する施設ごとに整理する。毎月の電力会社からの請求書より、契約ごとに種別と容量・電力を確認する。なお、高圧受電の場合は、契約電力が過去一年間の使用量を基に毎月見直されるが、ここでは確認した期間の最大電力とする。

表 1.3-2 に施設ごとの契約内容を示す。

表 1.3-2 施設ごとの電力会社との契約内容

施設名	契約種別	契約容量・電力 (※)	備考
荷さばき所	高圧電力	53kW	事務所を含む
冷凍施設	-	-	
冷蔵施設	高圧電力	230kW	
製氷施設	高圧電力	128kW	

※ 低圧: 契約容量、高圧: 契約電力

##### (2) 電力消費量

###### ① 月別電力消費量

月別の電力消費量及び変動を把握するため、毎月の電力会社からの請求内容を基に、月別の消費量を整理する。直近 1 年間の月別電力消費量の最大値、最小値及び年間合計を表 1.3-3、月別電力消費量の推移を図 1.3-1～1.3-3 に示す。



表 1.3-3 施設ごとの月別電力消費量集計

漁港名	種別	月別電力消費量(kWh)			
		荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
Y漁港	最大値	12,749	-	110,838	42,804
	最小値	8,098	-	70,826	13,437
	年間合計	126,730	-	1,142,480	294,894
		1,564,104			

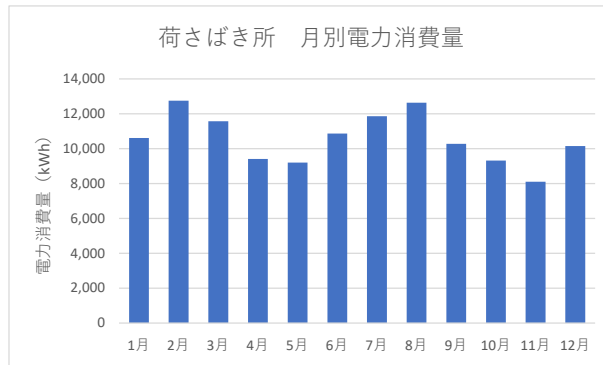


図 1.3-1 荷さばき所の月別電力消費量

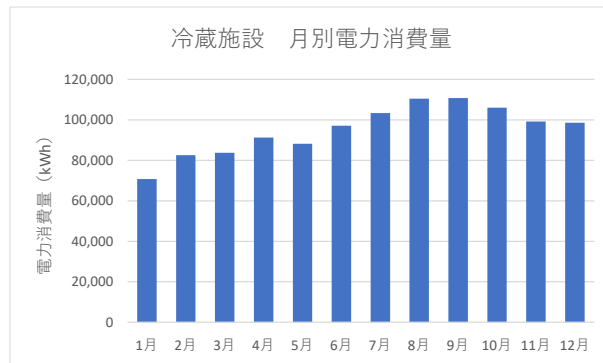


図 1.3-2 冷蔵施設の月別電力消費量

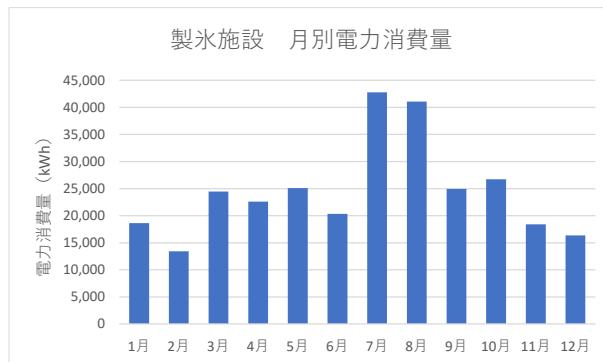


図 1.3-3 製氷施設の月別電力消費量

## 【電力消費の特徴】

### ○荷さばき所（事務所含む）

2、3月と6～8月にかけて消費量が多い傾向である。これは、2、3月は本漁港の漁獲量の増加、6～8月は気温上昇による空調機使用に伴う事務所での消費量の増加の影響であると考えられる。

### ○冷蔵施設

気温が高くなる夏期に消費量が多くなっている。

### ○製氷施設

冷蔵施設と同様に、気温が高くなる夏期に消費量が多くなっているが、その変動は冷蔵施設よりも顕著である。

## ②時間帯別電力消費量

次に時間帯別の電力消費量及び変動を把握するため、電力会社から取り寄せた使用実績データを基に、時間帯別の消費量を整理する。直近1年間のうち、日電力消費量の最大と最小を確認し、両日の時間帯別電力消費量をまとめる。直近1年間の日電力消費量の最大値、最小値を表1.3-4、それぞれの時間帯別電力消費量の推移を図1.3-4～1.3-9に示す。

表 1.3-4 施設ごとの日別電力消費量集計

漁港名	種別	日別電力消費量(kWh)			
		荷さばき所	冷凍施設	冷蔵施設	製氷施設
Y漁港	最大値	847	-	4,377	3,089
	最小値	137	-	2,227	324

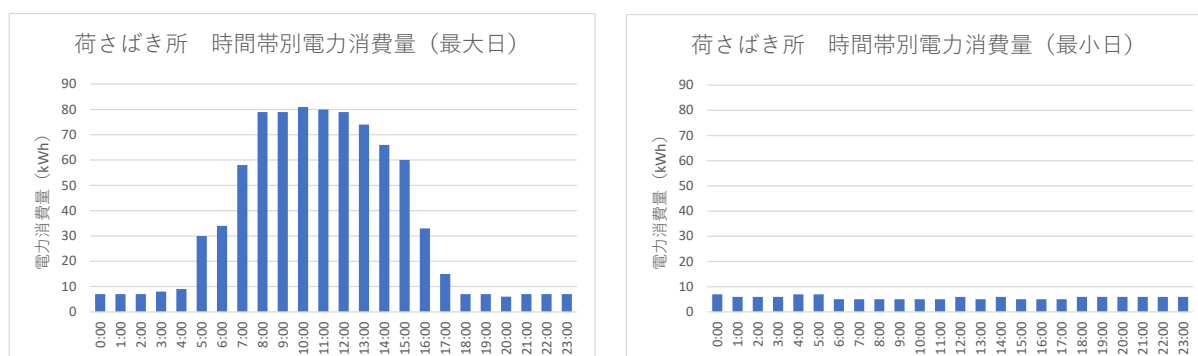


図 1.3-4 荷さばき所の日電力消費量の最大日及び最小日における時間帯別電力消費量

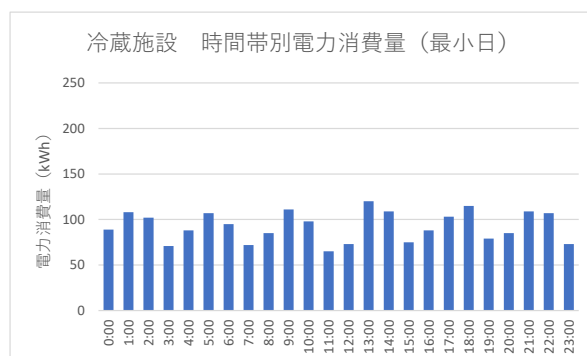
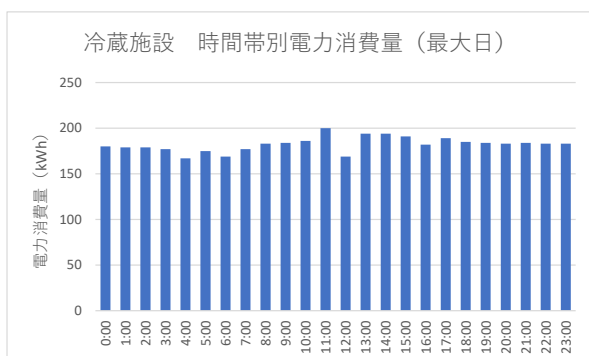


図 1.3-5 冷蔵施設の日電力消費量の最大日及び最小日における時間帯別電力消費量

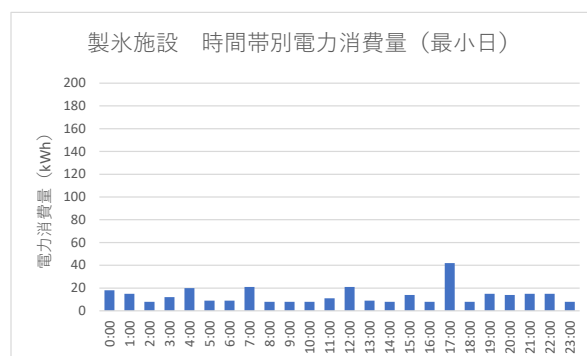
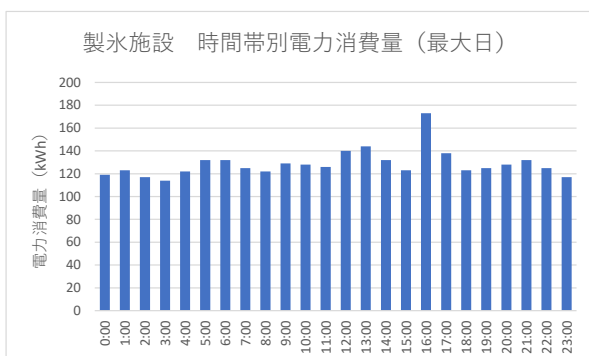


図 1.3-6 製氷施設の日電力消費量の最大日及び最小日における時間帯別電力消費量

【電力消費の特徴】

○荷さばき所（事務所含む）

最大日は 1 日中水揚げ作業が続いた日であり、昼間を中心に 5 時から 17 時頃までの日中に電力が使用されている。

最小日は水揚げがなかった日であり、水揚げの有無に関係なく使用される負荷のみとなっている。

○冷蔵施設

最大日は 1 日中ほぼ一定の消費が続いている。

最小日は 1 日の中で消費量の変化が見られるが、一定のサイクルで上下を繰り返している。

○製氷施設

最大日は 1 日中ほぼ一定の消費が続いている。

最小日も最大日と同様に一日の中で大きな変動はないが、最大日との消費量の差が大きい。

### 1.3.2 設置可能な発電規模の算定

#### (1) 発電電力利用方法別の発電容量

一般的な太陽光発電の導入における発電電力の利用方法は、表 1.3-5 の 3 種類が考えられる。利用方法ごとに設置可能な発電容量の算定基準が異なるため、ここでそれぞれの発電容量を算定する。ただし、売電事業は本業務の目的とするところではないため、本検討では漁港における太陽光発電の利用方法として、売電事業を除いた ①自家消費と②売電（みなし自家消費）の 2 通りの利用方法についてのみ検討を行い、それぞれの事業性の有無を確認する。

表 1.3-5 発電電力の利用方法

利用方法	発電電力の使い方	設置規模の設定
自家消費	発電した電力を自家消費し、余剰電力は売電	接続する施設の契約電力を超えない範囲
売電(みなし自家消費)	発電した電力を一旦売電し、必要電力を買電	年間発電量が漁港全体の年間電力消費量を上回らない範囲
売電事業 (※参考)	発電した電力は全て売電	特に制約なし

#### ■ 自家消費の場合

契約電力より大きな施設を設置する場合は、既存設備の増強等費用が発生することから、契約範囲内の規模で設置する。そのため、発電容量は各施設の契約電力（1.3.1 発電規模算定の準備（1）契約容量より）から、荷さばき所は 53kW、冷蔵施設は 230kW、製氷施設は 128kW とする。

発電出力 [kW]

- ・ 荷さばき所・・・53kW
- ・ 冷蔵施設・・・230kW
- ・ 製氷施設・・・128kW

● 合計・・・・・・・・53kW + 230kW + 128kW = 411kW

#### ■ 売電（みなし自家消費）の場合

売電（みなし自家消費）は、漁港全体の電力消費量を超えない範囲で太陽光発電による発電容量を設定する必要がある。

「年間消費量（1.3.1 発電規模算定の準備（2）年間電力消費量より）＝年間発電量」と考え、以下の算定式で年間の電力消費量から設置可能な最大発電容量を逆算する。

発電出力 [kW] = 年間発電量 [kWh/年] ÷ 日射量 [kWh/m<sup>2</sup>/日] ÷ 総合設計係数 ÷ 365 日/年

総合設計係数・・・0.75 (※1)

日射量・・・・・・・4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 (※2)

※1 太陽光パネルの汚れ、劣化及び温度上昇による損失やパワーコンディショナによる損失など、最大出力で発電できない要素を反映させる係数で、一般的に 0.7～0.8 程度になる。(参考文献：太陽光発電協会、表示ガイドライン (2021 年度))

→本手引きでは中間値の 0.75 とする。

※2 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、日射量データベース 閲覧システム (1.3.3 事業性の検討 (1)年間発電量 図 1.3-12 より)

発電出力 [kW]

・ 荷さばき所・・・126,730kWh/年 ÷ 4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 ÷ 0.75 ÷ 365 日/年 = 105.2kW → 105kW

・ 冷蔵施設・・・・・・1,142,480kWh/年 ÷ 4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 ÷ 0.75 ÷ 365 日/年 = 948.5kW → 948kW

・ 製氷施設・・・・・・294,894kWh/年 ÷ 4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 ÷ 0.75 ÷ 365 日/年 = 244.8kW → 244kW

●合計・・・・・・・105kW + 948kW + 244kW = 1,297kW

## (2) 発電電力利用方法別の設置面積

決定した利用方法別の発電容量から、以下のとおりパネル設置に必要な面積を算出する。

必要設置面積 [m<sup>2</sup>] = 発電容量 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW]

### ■ 自家消費の場合

設置面積 [m<sup>2</sup>]

・ 荷さばき所・・・53 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW] = 530 [m<sup>2</sup>]

・ 冷蔵施設・・・・・・230 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW] = 2,300 [m<sup>2</sup>]

・ 製氷施設・・・・・・128 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW] = 1,280 [m<sup>2</sup>]

●合計・・・・・・・530 m<sup>2</sup> + 2,300 m<sup>2</sup> + 1,280 m<sup>2</sup> = 4,110 m<sup>2</sup>

■売電（みなし自家消費）の場合

設置面積 [m<sup>2</sup>]

・ 荷さばき所・・・105 [kW] ×10 [m<sup>2</sup>/kW] = 1,050 [m<sup>2</sup>]

・ 冷蔵施設・・・・・・948 [kW] ×10 [m<sup>2</sup>/kW] = 9,480 [m<sup>2</sup>]

・ 製氷施設・・・・・・244 [kW] ×10 [m<sup>2</sup>/kW] = 2,440 [m<sup>2</sup>]

●合計・・・・・・・・・・1,050 m<sup>2</sup> + 9,480 m<sup>2</sup> + 2,440 m<sup>2</sup> = 12,970 m<sup>2</sup>

以上のとおり算出した利用方法別の発電容量と設置面積を表 1.3-6 に示す。

表 1.3-6 発電電力利用方法別の発電容量及び設置面積

発電電量利用方法	対象施設	発電容量 (kW)	設置面積 (m <sup>2</sup> )	備考
自家消費	荷さばき所	53	530	契約電力範囲内に設定。
	冷蔵施設	230	2,300	
	製氷施設	128	1,280	
	計	411	4,110	
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	105	1,050	年間電力消費量から算出。
	冷蔵施設	948	9,480	
	製氷施設	244	2,440	
	計	1,297	12,970	

(3) 設置可能場所

①想定される設置場所

本検討では水産基盤整備事業の利用を想定して、設置場所は利用施設を基本に考える。本漁港において太陽光発電設備の設置場所として想定される場所は、以下が挙げられる。

- a. 荷さばき所（荷さばき棟）屋根
- b. 荷さばき所（管理棟）屋上

a) 荷さばき所（荷さばき棟）屋根

面積を広く確保することが可能ではあるが、平成 11～13 年度竣工の建物で築 20 年以上経過しており、屋根に発電設備を設置することに対して耐荷重不足の心配がある。よって、荷さばき所（荷さばき棟）屋根への設置は、施設の建て替えに合わせて設置するケースを想定したものとする。設置候補地の面積は図 1.3-10 のとおり 3,180 m<sup>2</sup>である。品質衛生管理対策を施した荷さばき所にあっては、現状の施設規模より大きくなるが、ここでは現状と同じものとした。なお、実際に発電設備を設置する際には、メンテナン

ス用の通路や太陽光パネル同士の離隔等が必要となるが、このあとの発電容量の算定において前述の余裕を見込んで算定するため、ここでは全てを含んだ面積とする。



図 1.3-10 荷さばき所（荷さばき棟）屋根の太陽光発電施設の設置場所

出典：国土地理院撮影の空中写真（2020年撮影）

b) 荷さばき所（管理棟）屋上

荷さばき所（管理棟）屋上についても、上記の荷さばき所（荷さばき棟）屋根と同様に施設の建て替えと同時に導入する場合とする。管理棟屋上の面積は図 1.3-11 のとおり 143 m<sup>2</sup>である。



図 1.3-11 荷さばき所（管理棟）屋上の太陽光発電施設の設置場所

出典：国土地理院撮影の空中写真（2020年撮影）

②建物や地形、樹木等による影発生状況の確認

a) 荷さばき所（荷さばき棟）屋根

荷さばき所（荷さばき棟）屋根に設置した場合の影の影響について確認する。荷さばき所（荷さばき棟）屋根に影響を与える障害物は無いため、影の影響範囲は考慮しない。

**b) 荷さばき所（管理棟）屋上**

荷さばき所（管理棟）屋上に設置した場合の影の影響について確認する。荷さばき所（管理棟）屋上に影響を与える障害物は無いため、影の影響範囲は考慮しない。

以上のおり算出した、障害物による影の影響を考慮した設置場所ごとの最終的な設置可能面積を表 1.3-7 に示す。

表 1.3-7 太陽光パネルの設置場所と設置可能面積

	設置場所	設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	備考
a	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	3,180	影の影響なし
b	荷さばき所(管理棟)屋上	143	影の影響なし
	計	3,323	

**③ 発電容量の算定**

以下の算定式により、設置可能場所ごとの最大発電容量を算出する。

$$\text{発電容量 [kW]} = \text{設置候補の面積 [m}^2\text{]} \times 0.1 \text{ [kW/m}^2\text{]}$$

**a) 荷さばき所（荷さばき棟）屋根**

$$\begin{aligned} \text{面積} &: 3,180 \text{ m}^2 \\ \text{発電容量 [kW]} &= 3,180 \text{ m}^2 \times 0.1 \text{ kW/m}^2 = 318 \text{ kW} \end{aligned}$$

**b) 荷さばき所（管理棟）屋上**

$$\begin{aligned} \text{面積} &: 143 \text{ m}^2 \\ \text{発電容量 [kW]} &= 143 \text{ m}^2 \times 0.1 \text{ kW/m}^2 = 14.3 \text{ kW} \rightarrow 14 \text{ kW} \end{aligned}$$

以上のおり算出した設置場所ごとの最大発電容量を表 1.3-8 に示す。



表 1.3-8 設置場所ごとの設置可能面積及び最大発電容量

	設置場所	設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	最大発電容量 (kW)
a	荷さばき所(荷さばき棟)屋根	3,180	318
b	荷さばき所(管理棟)屋上	143	14
計		3,323	332

※ 設置可能面積は影の影響を考慮済み。

#### ④設置場所の整理

「(2)発電電力利用方法別の設置面積」で算定した利用方法別の必要面積を基に、利用方法及び利用施設別のパネル設置場所を設定する。

##### ■自家消費の場合

3施設の合計必要面積 4,110 m<sup>2</sup>に対して、設置可能面積は 3,323 m<sup>2</sup>であり、787 m<sup>2</sup>不足している。本漁港では、不足分の設置場所として、発電電力を利用する施設以外の漁港施設用地が考えられる。ただし、その場合は事業の要件や漁業活動を考慮する必要があるため、設置可能な範囲で検討を進める。なお、本検討では、必要面積が確保できて、他事業等により補助対象になるものとして検討を進める。

##### ■売電（みなし自家消費）の場合

3施設の合計必要面積 12,970 m<sup>2</sup>に対して、設置可能面積は 3,323 m<sup>2</sup>であり、9,647 m<sup>2</sup>不足している。自家消費と同様に、不足分は漁港施設用地の利用が考えられ、その場合は別事業の利用を検討する必要がある。なお、本検討では、必要面積が確保できて、他事業等により補助対象になるものとして検討を進める。

以上のとおり設置場所の検討結果を表 1.3-9 に示す。

表 1.3-9 設置場所の検討結果

発電電量利用方法	対象施設	設置面積 (m <sup>2</sup> )	パネル設置場所	備考
自家消費	荷さばき所	530	a) 荷さばき所(荷さばき棟)屋根 [387m <sup>2</sup> ] b) 荷さばき所(管理棟)屋上 [143m <sup>2</sup> ]	
	冷蔵施設	2,300	a) 荷さばき所(荷さばき棟)屋根 [2,300m <sup>2</sup> ]	
	製氷施設	1,280	a) 荷さばき所(荷さばき棟)屋根 [493m <sup>2</sup> ]	不足分[787m <sup>2</sup> ]は その他用地を利用。
	計	4,110		
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	1,050	a) 荷さばき所(荷さばき棟)屋根 [3,180m <sup>2</sup> ] b) 荷さばき所(管理棟)屋上 [143m <sup>2</sup> ] 以上2ヶ所の合計	不足分[9,647m <sup>2</sup> ]は その他用地を利用。
	冷蔵施設	9,480		
	製氷施設	2,440		
	計	12,970		

## ⑤太陽光パネルの配置方法

太陽光パネルの配置方法について、以下のとおりに配慮する。

### ○傾斜角

傾斜角は、本地区の年間平均最適傾斜角（※）より 33° とする。

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、日射量データベース閲覧システム

### 【解説】

傾斜角は、太陽電池の発電量が最大になる年間最適傾斜角とすることが望ましい。

（※）

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電導入ガイドブック<本編>

### ○パネルの向き

発電に有利な南向きとする。

### 【解説】

一般的にパネルの向き（方位角）は、太陽電池の発電量が最大になる南向きにすることが望ましい。（※）

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電導入ガイドブック<本編>

### ○光の反射

設置場所の北側でパネル面の光の反射の影響を受ける高さの建物は無い場合、問題はないと判断できる。

### 【解説】

周辺の建物・施設等の状況や、パネルの設置の仕方によっては、季節と時間帯により、近接する建物・施設等に一時的に反射光が差す場合がある。影響の検討の際に主に次の事項を確認する必要がある。（※）

①設置場所の北側に高い建物がある。

②斜面地へのパネル設置で、南側に近接して住宅等がある。

※ 参考文献：環境省、太陽光発電の環境配慮ガイドライン、令和 2 年 3 月

## (4)塩害、鳥害等による影響

発電設備に対する立地条件による影響について、以下のとおり対策を講じる。

### ①塩害による影響

太陽光パネル、パネル設置架台等は重塩害地域にも対応した製品を使用する。

## ②鳥害による影響

基本的には定期的に掃除をすることで対応する。

## ③強風による影響

風圧に対するパネル設置架台や基礎の荷重検討を確実に行う。また、特に風の影響が大きい地区では、風圧荷重を軽減するためにパネルの傾斜角を小さくすることも検討する。

## ④積雪による影響

本地区は年間を通じて積雪量が 0cm のため、積雪の影響は考慮しない。

※気象庁 HP 過去の気象データより

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

## ⑤落雷による影響

直撃雷に対しては避雷設備、誘導雷に対しては避雷器の設置による対策を行う。

### 1.3.3 事業性の検討

#### (1) 年間発電量

漁港内の各施設に設置可能な太陽光発電による年間の発電量を以下の算定式により算出する。

$$\text{年間発電量 [kWh/年]} = \text{発電出力 [kW]} \times \text{日射量 [kWh/m}^2\text{/日]} \times \text{総合設計係数} \times 365 \text{ 日/年}$$

総合設計係数・・・0.75

日射量・・・・・・・4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 (※)

※ 日射量の求め方

図 1.3-12 の日射量マップを用いて、当該地区における南向きかつ年間最適傾斜角の場合の日射量を読み取る。

本地区の日射量は 4.4～4.6kWh/m<sup>2</sup>/日と読み取ることができ、安全側に発電量を算出するため 4.4kWh/m<sup>2</sup>/日と設定する。

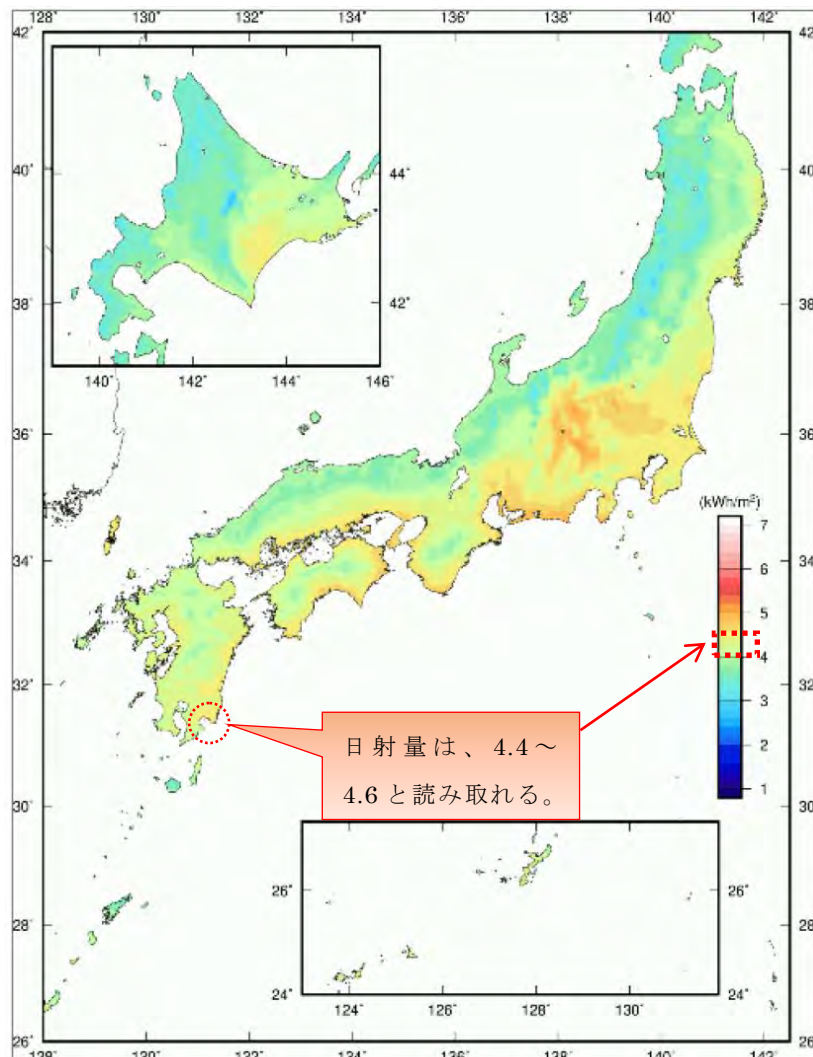


図 1.3-12 日射量マップ (年間最適傾斜角日射量)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、日射量データベース閲覧システムをもとに作成

■自家消費の場合

年間発電量 [kWh/年]
・ 荷さばき所・・・ $53\text{kW} \times 4.4\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{日}/\text{年} = 63,838\text{kWh}/\text{年} \rightarrow 63,800\text{kWh}/\text{年}$
・ 冷蔵施設・・・・・・ $230\text{kW} \times 4.4\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{日}/\text{年} = 277,035\text{kWh}/\text{年} \rightarrow 277,000\text{kWh}/\text{年}$
・ 製氷施設・・・・・・ $128\text{kW} \times 4.4\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{日}/\text{年} = 154,176\text{kWh}/\text{年} \rightarrow 154,100\text{kWh}/\text{年}$
● 合計・・・・・・・・・・ $63,800\text{kWh}/\text{年} + 277,000\text{kWh}/\text{年} + 154,100\text{kWh}/\text{年} = 494,900\text{kWh}/\text{年}$

■売電（みなし自家消費）の場合

「1.3.2 設置可能な発電規模の算定（1）発電電力利用方法別の発電容量」で算出したとおり、設置可能な最大容量を設置するものとして、年間電力消費量（1.3.1 設置可能な発電規模の整理（2）電力消費量より）を年間発電容量とした。

年間発電量 [kWh/年]
・ 荷さばき所・・・126,730kWh/年
・ 冷蔵施設・・・・・・1,142,480kWh/年
・ 製氷施設・・・・・・294,894kWh/年
● 合計・・・・・・・・・・ $126,730\text{kWh}/\text{年} + 1,142,480\text{kWh}/\text{年} + 294,894\text{kWh}/\text{年} = 1,564,104\text{kWh}/\text{年}$

以上のとおり算出した利用方法別の年間電力発電量を表 1.3-10 に示す。

表 1.3-10 年間電力発電量

発電電量利用方法	対象施設	発電容量 (kW)	設置面積 (m <sup>2</sup> )	年間発電量 (kWh/年)
自家消費	荷さばき所	53	530	63,800
	冷蔵施設	230	2,300	277,000
	製氷施設	128	1,280	154,100
	計	411	4,110	494,900
売電(みなし自家消費)		1,297	12,970	1,564,104

(2)年間売電収入

太陽光発電による年間売電収入は、買取価格と年間発電量で決定する。買取価格は固定価格買取制度を利用するかどうかで変わるが、導入時の補助制度を利用した場合は固定価格買取制度は利用できない。固定価格買取制度と導入時の補助制度の利用の有無との関係を発電電力利用方法別に整理すると、表 1.3-11 のとおりである。

表 1.3-11 発電電力利用方法別の利用可能な補助制度

○:利用可、×:利用不可

発電電力 利用方法	導入時 補助制度	固定価格 買取制度
自家消費	○	× (※)
	×	○ (※)
売電 (みなし自家消費)	○	×
	×	○

※ 自家消費の場合でも余剰電力の売電が可能であるが、本検討では発電電力全て自家消費されて売電は行わないものとする。

【固定価格買取制度とは】

再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者が買い取ることを義務づけるものであり、再生可能エネルギーの普及を図ることを目的としている。

その買取価格（制度内では「調達価格」と呼ぶ。）と買取期間（「調達期間」）は、発電設備の規模によって分けられ、区分ごとに決められている。また、設備に必要なコストや適正な利潤を勘案して、価格や期間は毎年見直されている。

近年の1kWh当りの買取価格及び買取期間を表 1.3-12 に示す。

表 1.3-12 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間（太陽光）

年度	買取価格(1kWh当り)				
	10kW未満	10kW以上 50kW未満	50kW以上 250kW未満	250kW以上 500kW未満	500kW以上
2019年度	24円～26円 (※)	14円			入札制度により決定
2020年度	21円	13円	12円	入札制度により決定 (最終回11.5円)	
2021年度	19円	12円	11円	入札制度により決定 (最終回10.25円)	
買取期間	10年間	20年間			

※ 出力制御対応機器設置義務の有無による。

(出力制御対応機器：電力会社により出力をコントロールするための機器)

①導入時補助制度利用なしの場合

<固定価格買取期間中>

固定価格買取制度による買取価格及び買取期間は、発電容量により表 1.3-13 を参照する。

表 1.3-13 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間

区分	買取価格	買取期間
50kW以上250kW未満	11円/kWh(税抜)	20年間
250kW以上	10.25円/kWh(上限額)	20年間

参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、  
令和3年1月27日(水)

<固定価格買取期間終了後>

固定価格買取期間終了後は各電力会社の買取メニューを参考に9円/kWh(※)を使用する。

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、  
令和3年1月27日(水)

■売電(みなし自家消費)の場合

発電容量が1,297kWのため、買取価格については、固定価格買取制度の適用期間中は表1.3-13より10.25円/kWhとする。また、固定価格買取期間終了後は、各電力会社の買取メニューを参考に9円/kWh(※)とする。

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、  
令和3年1月27日(水)

年間売電収入は、以下の算定式により算出する。

<p>年間売電収入 [円/年] = 買取価格 [円/kWh] × 年間発電量 [kWh/年]</p> <p>年間発電量・・・1,564,104kWh/年</p> <p>買取価格</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・20年目まで：10.25円/kWh</li> <li>・21年目以降：9円/kWh</li> </ul>
---

<ul style="list-style-type: none"> <li>・年間売電収入(20年目まで) [円/年] = 10.25円/kWh × 1,564,104kWh/年 = 16,032,066円/年 → 16,032千円/年</li> <li>・年間売電収入(21年目以降) [円/年] = 9円/kWh × 1,564,104kWh/年 = 14,076,936円/年 → 14,076千円/年</li> </ul>
--

②導入時補助制度利用ありの場合

■売電(みなし自家消費)の場合

補助制度を利用した場合は、固定価格買取制度による買取価格は適用されないため、各電力会社の買取メニューを参考に9円/kWhを使用する。

年間売電収入 [円/年] = 買取価格 [円/kWh] × 年間発電量 [kWh/年]

年間発電量・・・1,564,104

買取価格：9.0 円/kWh

年間売電収入 [円/年] = 9.0 円/kWh × 1,564,104kWh/年

= 14,076,936 円/年 → 14,076 千円/年

以上のとおり算出した年間売電収入のまとめを表 1.3-14 に示す。

表 1.3-14 年間売電収入まとめ

発電電力 利用方法	対象施設	発電容量 (kW)	条件	導入時補助制度なし		導入時補助制度あり	
				売電価格 (円/kWh)	年間売電収入 (千円/年)	売電価格 (円/kWh)	年間売電収入 (千円/年)
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所、 冷蔵施設、 製氷施設	1,297	20年目まで	10.25	16,032	9	14,076
			21年目以降	9	14,076		

### (3) 年間電気料金削減額

#### ■ 自家消費の場合

発電電力は全て自家消費されるものとし、自家消費された電力分は電力会社から買電する必要がなくなることから、電気料金の削減につながる。売電収入の代わりに電気料金削減額について、実際の電力量料金単価を基に以下の算定式により算出する。

年間電気料金削減額 [円/年] = 購入電力単価 [円/kWh] × 年間発電量 [kWh/年]

#### ○ 荷さばき所

年間発電量・・・63,800kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・13.31 円/kWh

#### ○ 冷蔵施設

年間発電量・・・277,000kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・13.31 円/kWh

#### ○ 製氷施設

年間発電量・・・154,100kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・13.31 円/kWh



年間電気料金削減額 [円/年]

○荷さばき所・・・13.31 円/kWh×63,800kWh/年=849,178 円/年→ 849 千円/年

○冷蔵施設・・・13.31 円/kWh×277,000kWh/年=3,686,870 円/年→ 3,686 千円/年

○製氷施設・・・13.31 円/kWh×154,100kWh/年=2,051,071 円/年→ 2,051 千円/年

●合計・・・・・・・・849 千円/年+3,686 千円/年+2,051 千円/年=6,586 千円/年

#### (4)発生する費用

##### ①建設費

建設費は以下の算定式及び建設コストで算出する。

建設費 [円] = 建設コスト [円/kW] × 発電出力 [kW]

建設コスト (※)

- ・ 発電出力 10～50kW 未満・・・・・・・・255 千円/kW
- ・     " 50～250kW 未満・・・・・・・・207 千円/kW
- ・     " 250～500kW 未満・・・・・・・・204 千円/kW
- ・     " 500～1,000kW 未満・・・209 千円/kW
- ・     " 1,000kW 以上・・・・・・・・222 千円/kW

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和 3 年度以降の調達価格等に関する意見、令和 3 年 1 月 27 日(水)

##### ■自家消費の場合

建設費 [円]

○荷さばき所・・・207 千円/kW×53kW=10,971 千円

○冷蔵施設・・・207 千円/kW×230kW=47,610 千円

○製氷施設・・・207 千円/kW×128kW=26,496 千円

●合計・・・・・・・・10,971 千円+47,610 千円+26,496 千円=85,077 千円

##### ■売電（みなし自家消費）の場合

建設費 [円] = 222 千円/kW×1,297kW=287,934 千円

##### ②維持管理費（修繕費・諸費・機器交換費、人件費）

維持管理費は以下の算定式により算出する。

維持管理費 [円/年] = 修繕費・諸費・機器交換費・人件費 [円/kW/年] × 発電出力 [kW]

修繕費・諸費・機器交換費・人件費 (※)

- ・ 発電出力10～50kW 未満……………5.3 千円/kW
- ・     "      50～250kW 未満……………4.6 千円/kW
- ・     "      250～500kW 未満……………4.9 千円/kW
- ・     "      500～1,000kW 未満……………5.8 千円/kW
- ・     "      1,000kW 以上……………6.4 千円/kW

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

#### ■自家消費の場合

維持管理費 [円/年]

- 荷さばき所…4.6 千円/kW/年×53kW=243.8 → 243 千円/年
- 冷蔵施設…4.6 千円/kW/年×230kW=1,058 千円/年
- 製氷施設…4.6 千円/kW/年×128kW=588.8 → 588 千円/年
- 合計……………243 千円/年+1,058 千円/年+588 千円/年=1,889 千円/年

#### ■売電（みなし自家消費）の場合

維持管理費 [円/年] = 6.4 千円/kW/年×1,297kW=8,300.8 → 8,300 千円/年

### ③主な税金（固定資産税、事業税等）

#### 【固定資産税】

発電設備に対する固定資産税は以下の算定式により算出する。

固定資産税 [円/年] = 評価額 [円] × 固定資産税率 [%]

評価額 [円] (初年度) = 建設費 [円] × (1 - 減価率 [%])  
" (2年目以降) = 前年度評価額 [円] × (1 - 減価率 [%])

減価率…初年度：0.064、2年目以降：0.127

固定資産税率…1.6% ※日南市の場合

評価額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。

参考文献：東京都主税局 HP

[https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak\\_sis.html](https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak_sis.html)

日南市 HP (固定資産税率のみ)

<https://www.city.nichinan.lg.jp/main//page011604.html>

【事業税】

売電収入に対する事業税は以下の算定式により算出する。

$$\text{事業税 [円/年]} = \text{売電収入 [円/年]} \times \text{事業税率 (収入割) [%]} 1.05\% \\ + \text{所得 [円/年]} \times \text{事業税率 (所得割) [%]} 1.85\%$$

事業税率 (※)

- ① 法人事業税 (収入割) ……0.75%
- ②     "         (所得割) ……1.85%
- ③ 特別法人事業税 ……①の 40.0%
- 事業税 (収入割) の計 = ① + ② = 0.75% + 0.75% × 40.0% = 1.05%
- "         (所得割) = 1.85%

$$\text{所得金額} = \text{売電収入} - (\text{減価償却費} + \text{維持管理費} + \text{固定資産税})$$

※ 参考文献：宮崎県 HP より

<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/zeimu/kurashi/zekin/20181207095916.html>

■ 自家消費の場合

a) 固定資産税

発電設備に対する年度ごとの固定資産税は表 1.3-15 のとおりとなる。

表 1.3-15 自家消費の場合の年度別固定資産税

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税	備考
0	85,077				
1		0.064	79,632	1,274	
2		0.127	69,518	1,112	
3		0.127	60,689	971	
4		0.127	52,981	847	
5		0.127	46,252	740	
6		0.127	40,377	646	
7		0.127	35,249	563	
8		0.127	30,772	492	
9		0.127	26,863	429	
10		0.127	23,451	375	
11		0.127	20,472	327	
12		0.127	17,872	285	
13		0.127	15,602	249	
14		0.127	13,620	217	
15		0.127	11,890	190	
16		0.127	10,379	166	
17		0.127	9,060	144	法定耐用年数:17年
18		0.127	7,909	126	
19		0.127	6,904	110	
20		0.127	6,027	96	
21		0.127	5,261	84	
22		0.127	4,592	73	
23		0.127	4,253	68	
24		0.127	4,253	68	
25		0.127	4,253	68	

建設費	発電施設の建設費
減価率	耐用年数をもとに決められた毎年資産価値が減価する率で、太陽光発電設備の場合は耐用年数が 17 年のため 0.127 と決まっている。また、初年度のみ半分の 0.064 となる。
評価額	建設費（2 年目以降は前年度評価額）と減価率から毎年の評価額が算出される。算出額が建設費の 5%を下回る場合は、建設費の 5%が評価額となる。
固定資産税	評価額に固定資産税率 1.6%を乗じた額を計上する。

■売電（みなし自家消費）の場合

a)固定資産税

発電設備に対する年度ごとの固定資産税は、導入時補助制度利用の有無に関係なく同額であり、表 1.3-16 又は 1.3-17 のとおりとなる。

b)事業税

売電収入に対する年間の事業税は以下のように算出し、年度ごとの事業税は、導入時補助制度利用なしの場合が表 1.3-16、導入時補助制度利用ありの場合が 1.3-17 のとおりとなる。

○導入時補助制度利用なし

①事業税 [円/年] (20 年目まで)

- ・収入割 =  $16,032 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 168.34 \rightarrow 168 \text{ 千円}$
- ・所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.3-16 参照

②事業税 [円/年] (21 年目以降)

- ・収入割 =  $14,076 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 147.80 \rightarrow 147 \text{ 千円}$
- ・所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.3-16 参照

○導入時補助制度利用あり

事業税 [円/年] (各年度共通)

- ・収入割 =  $14,076 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 147.80 \rightarrow 147 \text{ 千円}$
- ・所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.3-17 参照

表 1.3-16 売電（みなし自家消費）の場合の年度別税金（導入時補助制度利用なし）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	287,934											
1		0.064	269,506	4,312	16,032	16,938	8,300	168	0	168	4,480	
2		0.127	235,278	3,764	16,032	16,938	8,300	168	0	168	3,932	
3		0.127	205,397	3,286	16,032	16,938	8,300	168	0	168	3,454	
4		0.127	179,311	2,868	16,032	16,938	8,300	168	0	168	3,036	
5		0.127	156,538	2,504	16,032	16,938	8,300	168	0	168	2,672	
6		0.127	136,657	2,186	16,032	16,938	8,300	168	0	168	2,354	
7		0.127	119,301	1,908	16,032	16,938	8,300	168	0	168	2,076	
8		0.127	104,149	1,666	16,032	16,938	8,300	168	0	168	1,834	
9		0.127	90,922	1,454	16,032	16,938	8,300	168	0	168	1,622	
10		0.127	79,374	1,269	16,032	16,938	8,300	168	0	168	1,437	
11		0.127	69,293	1,108	16,032	16,938	8,300	168	0	168	1,276	
12		0.127	60,492	967	16,032	16,938	8,300	168	0	168	1,135	
13		0.127	52,809	844	16,032	16,938	8,300	168	0	168	1,012	
14		0.127	46,102	737	16,032	16,938	8,300	168	0	168	905	
15		0.127	40,247	643	16,032	16,938	8,300	168	0	168	811	
16		0.127	35,135	562	16,032	16,938	8,300	168	0	168	730	
17		0.127	30,672	490	16,032	16,938	8,300	168	0	168	658	法定耐用年数:17年
18		0.127	26,776	428	16,032	-	8,300	168	135	303	731	
19		0.127	23,375	374	16,032	-	8,300	168	136	304	678	
20		0.127	20,406	326	16,032	-	8,300	168	137	305	631	
21		0.127	17,814	285	14,076	-	8,300	147	101	248	533	
22		0.127	15,551	248	14,076	-	8,300	147	102	249	497	
23		0.127	14,396	230	14,076	-	8,300	147	102	249	479	
24		0.127	14,396	230	14,076	-	8,300	147	102	249	479	
25		0.127	14,396	230	14,076	-	8,300	147	102	249	479	

表 1.3-17 売電（みなし自家消費）の場合の年度別税金（導入時補助制度利用あり）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	287,934											
1		0.064	269,506	4,312	14,076	16,938	8,300	147	0	147	4,459	
2		0.127	235,278	3,764	14,076	16,938	8,300	147	0	147	3,911	
3		0.127	205,397	3,286	14,076	16,938	8,300	147	0	147	3,433	
4		0.127	179,311	2,868	14,076	16,938	8,300	147	0	147	3,015	
5		0.127	156,538	2,504	14,076	16,938	8,300	147	0	147	2,651	
6		0.127	136,657	2,186	14,076	16,938	8,300	147	0	147	2,333	
7		0.127	119,301	1,908	14,076	16,938	8,300	147	0	147	2,055	
8		0.127	104,149	1,666	14,076	16,938	8,300	147	0	147	1,813	
9		0.127	90,922	1,454	14,076	16,938	8,300	147	0	147	1,601	
10		0.127	79,374	1,269	14,076	16,938	8,300	147	0	147	1,416	
11		0.127	69,293	1,108	14,076	16,938	8,300	147	0	147	1,255	
12		0.127	60,492	967	14,076	16,938	8,300	147	0	147	1,114	
13		0.127	52,809	844	14,076	16,938	8,300	147	0	147	991	
14		0.127	46,102	737	14,076	16,938	8,300	147	0	147	884	
15		0.127	40,247	643	14,076	16,938	8,300	147	0	147	790	
16		0.127	35,135	562	14,076	16,938	8,300	147	0	147	709	
17		0.127	30,672	490	14,076	16,938	8,300	147	0	147	637	法定耐用年数:17年
18		0.127	26,776	428	14,076	-	8,300	147	98	245	673	
19		0.127	23,375	374	14,076	-	8,300	147	99	246	620	
20		0.127	20,406	326	14,076	-	8,300	147	100	247	573	

< 固定資産税 >

建設費	発電施設の建設費
減価率	耐用年数をもとに決められた毎年資産価値が減価する率で、太陽光発電設備の場合は耐用年数が17年のため0.127と決まっている。また、初年度のみ半分の0.064となる。
評価額	建設費（2年目以降は前年度評価額）と減価率から毎年の評価額が算出される。算出額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。
固定資産税	評価額に固定資産税率1.6%を乗じた額を計上する。

< 事業税 >

売電収入	発電電力を売電して得た収入。
減価償却費	建設費に対して、耐用年数（17年）の期間中に毎年同額を計上する。
事業税 （収入割）	収入に対して1.05%（法人事業税と特別法人事業税を合わせた率）を乗じて算出される。25年度と同じ税額を26年度以降も計上する。
事業税 （所得割）	所得に対して1.85%を乗じて算出される。ただし、17年の減価償却期間中は所得がマイナスのため税額は0となる。
事業税計	収入割と所得割の税額の合計

計	固定資産税と事業税の合計
---	--------------

以上のとおり算出した年間の発生する費用のまとめを表 1.3-18 に示す。

表 1.3-18 発生する費用のまとめ

発電電力 利用方法	導入時 補助制度 利用	対象施設	発電容量 (kW)	建設費 (千円)	維持管理費 (千円/年)	固定資産税 (千円/年)	事業税 (千円/年)
自家消費	なし	荷さばき所、 冷蔵施設、 製氷施設	411	85,077	1,889	68~1,274	—
	あり	荷さばき所、 冷蔵施設、 製氷施設	411	42,539 (85,077 × 1/2)	1,889	68~1,274	—
売電 (みなし自家消費)	なし	荷さばき所、 冷蔵施設、 製氷施設	1,297	287,934	8,300	230~4,312	168~305
	あり	荷さばき所、 冷蔵施設、 製氷施設	1,297	143,967 (287,934 × 1/2)	8,300	230~4,312	147~249

### 1.3.4 検討結果

#### (1) 漁港施設ごとの電力消費量と太陽光発電の設置可能規模

ここまでの検討結果について、対象施設ごとに整理した内容を表 1.3-19 に、発電電力利用方法ごとに整理した内容を表 1.3-20 に示す。

表 1.3-19 施設ごとの契約容量、電力消費量及び設置可能規模

施設名	契約容量 (kW)	電力消費量 (kWh/年)	発電電力利用方法	設置可能規模	発電量 (kWh/年)	備考
荷さばき所	53	126,730	自家消費	53kW (530㎡)	63,800	契約容量に合わせる。
			売電(みなし自家消費)	105kW (1,050㎡)	126,730	電力消費量に合わせる。
冷凍施設						
冷蔵施設	230	1,142,480	自家消費	230kW (2,300㎡)	277,000	契約容量に合わせる。
			売電(みなし自家消費)	948kW (9,480㎡)	1,142,480	電力消費量に合わせる。
製氷施設	128	294,894	自家消費	128kW (1,280㎡)	154,100	契約容量に合わせる。
			売電(みなし自家消費)	244kW (2,440㎡)	294,894	電力消費量に合わせる。

表 1.3-20 発電電力利用方法ごとの契約容量、電力消費量及び設置可能規模

発電電力利用方法	施設名	契約容量 (kW)	電力消費量 (kWh/年)	設置可能規模	発電量 (kWh/年)	備考
自家消費	荷さばき所	53	126,730	53kW (530㎡)	63,800	契約容量に合わせる。
	冷蔵施設	230	1,142,480	230kW (2,300㎡)	277,000	
	製氷施設	128	294,894	128kW (1,280㎡)	154,100	
	計	411	1,564,104	411kW (4,110㎡)	494,900	
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	53	126,730	105kW (1,050㎡)	126,730	電力消費量に合わせる。
	冷蔵施設	230	1,142,480	948kW (9,480㎡)	1,142,480	
	製氷施設	128	294,894	244kW (2,440㎡)	294,894	
	計	411	1,564,104	1,297kW (12,970㎡)	1,564,104	

#### (2) 利用者負担額の回収期間

導入時補助制度（補助率 1/2）を利用した場合、建設費の半分が利用者負担となる。一方で、導入時補助制度を利用しない場合、建設費の全額が利用者負担となる。太陽光発電の事業性について、導入時補助制度を利用しない場合とした場合に分けて検討した結果を表 1.3-21、1.3-22 に示す。

検討の結果、導入時補助制度を利用して自家消費した場合の利用者負担額の回収期間は 9 年で、今回検討したケースのなかでは回収期間が最も短く、法定耐用年数の 17 年を下回った。

X 漁港と同じように、発電した電力を漁区内の施設で発電時間帯においても消費されるところでは、太陽光発電の導入による効果は大きい。

また、利用者負担額回収期間の算定内訳について、導入時補助制度利用なしの場合の年

度収支を表 1.3-23、1.3-24 に、導入時補助制度利用ありの場合の年度収支を表 1.3-25、1.3-26 に示す。

表 1.3-21 事業性の検討結果（導入時補助制度を利用しない場合）

利用方法	自家消費	売電(みなし自家消費)
設置場所	・荷さばき所(荷さばき棟)屋根、 ・その他利用可能な漁港施設用地	・荷さばき所(荷さばき棟)屋根、 ・その他利用可能な漁港施設用地
供給先	荷さばき所、冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、冷蔵施設、製氷施設
設置面積 (㎡)	4,110	12,970
発電容量 (kW)	411	1,297
年間発電量 (kWh/年)	494,900	1,564,104
売電価格 (円/kWh)		・～20年目:10.25 ・21年目～:9
売電収入 (千円/年)		・～20年目:16,032 ・21年目～:14,076
買電価格 (円/kWh)	13.31	
電気料金削減額 (千円/年)	6,586	
利用者負担額 (千円)	85,077	287,934
維持管理費 (千円/年)	1,889	8,300
主な税金 (千円/年)	68～1,274	479～4,480
初期費用 回収期間	21年	52年

【補足説明】（導入時補助制度を利用しない場合）

1)自家消費

- ・発電容量は、既設の受変電設備の増強が必要にならないように、電気の契約容量の範囲内とした。
- ・発電電力は全て自家消費するものとして、電気料金削減額を売電収入に置き換えて比較した。

2)売電（みなし自家消費）

- ・発電容量は、発電量が電力消費量を上回らないように検討した。
- ・導入時補助制度を利用しない場合の買取価格は、固定価格買取制度による買取価格とした。ただし、20年間の固定価格による買取期間終了後も売電を継続するが、買取価格は下がるものとした。



表 1.3-22 事業性の検討結果（導入時補助制度（補助率 1/2）を利用した場合）

利用方法	自家消費	売電(みなし自家消費)
設置場所	・荷さばき所(荷さばき棟)屋根、 ・その他利用可能な漁港施設用地	・荷さばき所(荷さばき棟)屋根、 ・その他利用可能な漁港施設用地
供給先	荷さばき所、冷蔵施設	荷さばき所、冷蔵施設
設置面積 (m <sup>2</sup> )	4,110	12,970
発電容量 (kW)	411	1,297
年間発電量 (kWh/年)	494,900	1,564,104
売電価格 (円/kWh)		9
売電収入 (千円/年)		14,076
買電価格 (円/kWh)	13.31	
電気料金削減額 (千円/年)	6,586	
利用者負担額 (千円)	42,539 (85,077 × 1/2)	143,967 (287,934 × 1/2)
維持管理費 (千円/年)	1,889	8,300
主な税金 (千円/年)	68~1,274	479~4,459
初期費用 回収期間	11年	32年

【補足説明】（導入時補助制度を利用した場合）

1)自家消費

- ・発電容量は、既設の受変電設備の増強が必要にならないように、電気の契約容量の範囲内とした。
- ・発電電力は全て自家消費するものとして、電気料金削減額を売電収入に置き換えて比較した。

2)売電（みなし自家消費）

- ・発電容量は、発電量が電力消費量を上回らないように検討した。
- ・導入時補助制度を利用した場合の買取価格は、固定価格買取制度は利用できないため、固定価格買取制度の買取価格よりも安い通常の買取価格とした。

表 1.3-23 自家消費の場合の年度収支（導入時補助制度を利用しない場合）

（単位：千円）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	85,077			85,077		-85,077
1		1,889	1,274	3,163	6,586	-81,654
2		1,889	1,112	3,001	6,586	-78,069
3		1,889	971	2,860	6,586	-74,343
4		1,889	847	2,736	6,586	-70,493
5		1,889	740	2,629	6,586	-66,536
6		1,889	646	2,535	6,586	-62,485
7		1,889	563	2,452	6,586	-58,351
8		1,889	492	2,381	6,586	-54,146
9		1,889	429	2,318	6,586	-49,878
10		1,889	375	2,264	6,586	-45,556
11		1,889	327	2,216	6,586	-41,186
12		1,889	285	2,174	6,586	-36,774
13		1,889	249	2,138	6,586	-32,326
14		1,889	217	2,106	6,586	-27,846
15		1,889	190	2,079	6,586	-23,339
16		1,889	166	2,055	6,586	-18,808
17		1,889	144	2,033	6,586	-14,255
18		1,889	126	2,015	6,586	-9,684
19		1,889	110	1,999	6,586	-5,097
20		1,889	96	1,985	6,586	-496
21		1,889	84	1,973	6,586	4,117
22		1,889	73	1,962	6,586	8,741
23		1,889	68	1,957	6,586	13,370
24		1,889	68	1,957	6,586	17,999
25		1,889	68	1,957	6,586	22,628

表 1.3-24 売電（みなし自家消費）の場合の年度収支（導入時補助制度を利用しない場合）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	287,934			287,934		-287,934
1		8,300	4,480	12,780	16,032	-284,682
2		8,300	3,932	12,232	16,032	-280,882
3		8,300	3,454	11,754	16,032	-276,604
4		8,300	3,036	11,336	16,032	-271,908
5		8,300	2,672	10,972	16,032	-266,848
6		8,300	2,354	10,654	16,032	-261,470
7		8,300	2,076	10,376	16,032	-255,814
8		8,300	1,834	10,134	16,032	-249,916
9		8,300	1,622	9,922	16,032	-243,806
10		8,300	1,437	9,737	16,032	-237,511
11		8,300	1,276	9,576	16,032	-231,055
12		8,300	1,135	9,435	16,032	-224,458
13		8,300	1,012	9,312	16,032	-217,738
14		8,300	905	9,205	16,032	-210,911
15		8,300	811	9,111	16,032	-203,990
16		8,300	730	9,030	16,032	-196,988
17		8,300	658	8,958	16,032	-189,914
18		8,300	731	9,031	16,032	-182,913
19		8,300	678	8,978	16,032	-175,859
20		8,300	631	8,931	16,032	-168,758
21		8,300	533	8,833	14,076	-163,515
22		8,300	497	8,797	14,076	-158,236
23		8,300	479	8,779	14,076	-152,939
24		8,300	479	8,779	14,076	-147,642
47		8,300	479	8,779	14,076	-20,811
48		8,300	479	8,779	14,076	-20,514
49		8,300	479	8,779	14,076	-15,217
50		8,300	479	8,779	14,076	-9,920
51		8,300	479	8,779	14,076	-4,623
52		8,300	479	8,779	14,076	674
53		8,300	479	8,779	14,076	5,971
54		8,300	479	8,779	14,076	11,268
55		8,300	479	8,779	14,076	16,565

表 1.3-25 自家消費の場合の年度収支（導入時補助制度を利用した場合）

(単位:千円)

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	42,539			42,539		-42,539
1		1,889	1,274	3,163	6,586	-39,116
2		1,889	1,112	3,001	6,586	-35,531
3		1,889	971	2,860	6,586	-31,805
4		1,889	847	2,736	6,586	-27,955
5		1,889	740	2,629	6,586	-23,998
6		1,889	646	2,535	6,586	-19,947
7		1,889	563	2,452	6,586	-15,813
8		1,889	492	2,381	6,586	-11,608
9		1,889	429	2,318	6,586	-7,340
10		1,889	375	2,264	6,586	-3,018
11		1,889	327	2,216	6,586	1,352
12		1,889	285	2,174	6,586	5,764
13		1,889	249	2,138	6,586	10,212
14		1,889	217	2,106	6,586	14,692
15		1,889	190	2,079	6,586	19,199
16		1,889	166	2,055	6,586	23,730
17		1,889	144	2,033	6,586	28,283
18		1,889	126	2,015	6,586	32,854
19		1,889	110	1,999	6,586	37,441
20		1,889	96	1,985	6,586	42,042
21		1,889	84	1,973	6,586	46,655
22		1,889	73	1,962	6,586	51,279
23		1,889	68	1,957	6,586	55,908
24		1,889	68	1,957	6,586	60,537
25		1,889	68	1,957	6,586	65,166

表 1.3-26 売電（みなし自家消費）の場合の年度収支（導入時補助制度を利用した場合）

（単位：千円）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	143,967			143,967		-143,967
1		8,300	4,459	12,759	14,076	-142,650
2		8,300	3,911	12,211	14,076	-140,785
3		8,300	3,433	11,733	14,076	-138,442
4		8,300	3,015	11,315	14,076	-135,681
5		8,300	2,651	10,951	14,076	-132,556
6		8,300	2,333	10,633	14,076	-129,113
7		8,300	2,055	10,355	14,076	-125,392
8		8,300	1,813	10,113	14,076	-121,429
9		8,300	1,601	9,901	14,076	-117,254
10		8,300	1,416	9,716	14,076	-112,894
11		8,300	1,255	9,555	14,076	-108,373
12		8,300	1,114	9,414	14,076	-103,711
13		8,300	991	9,291	14,076	-98,926
14		8,300	884	9,184	14,076	-94,034
15		8,300	790	9,090	14,076	-89,048
16		8,300	709	9,009	14,076	-83,981
17		8,300	637	8,937	14,076	-78,842
18		8,300	673	8,973	14,076	-73,739
19		8,300	620	8,920	14,076	-68,583
20		8,300	573	8,873	14,076	-63,380
21		8,300	533	8,833	14,076	-58,137
22		8,300	497	8,797	14,076	-52,858
23		8,300	479	8,779	14,076	-47,561
24		8,300	479	8,779	14,076	-42,264
25		8,300	479	8,779	14,076	-36,967
26		8,300	479	8,779	14,076	-31,670
27		8,300	479	8,779	14,076	-26,373
28		8,300	479	8,779	14,076	-21,076
29		8,300	479	8,779	14,076	-15,779
30		8,300	479	8,779	14,076	-10,482
31		8,300	479	8,779	14,076	-5,185
32		8,300	479	8,779	14,076	112
33		8,300	479	8,779	14,076	5,409
34		8,300	479	8,779	14,076	10,706
35		8,300	479	8,779	14,076	16,003

## 1.4 Z 漁港

本漁港の保有施設及び施設規模を表 1.4-1 に示す。

表 1.4-1 対象漁港の規模

	荷さばき所	超低温 冷蔵施設 (冷凍施設)	冷蔵施設	製氷施設 (※)
施設数	4	1	1	1
規模/能力	20,597㎡	6,000t	3,000t	50t/日 (貯氷800t)

※ 製氷施設のみ漁業協同組合の所有施設ではない。

本漁港の漁業協同組合が所有する施設は、荷さばき所が 4 棟と超低温冷蔵施設（冷凍施設）及び冷蔵施設がそれぞれ 1 棟ずつとなっている。上表の荷さばき所の規模は、4 棟の合計となっている。

なお、製氷施設は漁業協同組合の所有ではないが、今回は検討事例として組合の所有を想定して検討を行う。

これより、上記の 4 施設を対象に図 1-1 の手順に沿って検討した結果を示す。

### 1.4.1 発電規模算定の準備

#### (1) 契約容量

電力会社との契約内容について、保有する施設ごとに整理する。毎月の電力会社からの請求書より、契約ごとに種別と容量・電力を確認する。なお、高圧受電の場合は、契約電力が過去一年間の使用量を基に毎月見直されるが、ここでは確認した期間の最大電力とする。

表 1.4-2 に施設ごとの契約内容を示す。

表 1.4-2 施設ごとの電力会社との契約内容

施設名		規模/能力	契約種別	契約容量・電力 (※)	備考
荷さばき所	外港売場第2バース	1,890㎡	高圧電力	61kW	
	外港売場第5、6バース	7,547㎡	高圧電力	114kW	
	新屋売場	9,290㎡	高圧電力	95kW	
	解凍売場・鮮魚売場	1,870㎡	高圧電力	97kW	
	計	20,597㎡	-	367kW	
超低温冷蔵施設(冷凍施設)		6,000t	高圧電力	600kW	
冷蔵施設		3,000t	高圧電力	350kW	
製氷施設		50t/日	高圧電力	336kW	
合計				1,653kW	

※ 低圧: 契約容量、高圧: 契約電力

## (2) 電力消費量

### ① 月別電力消費量

月別の電力消費量及び変動を把握するため、毎月の電力会社からの請求内容を基に、月別の消費量を整理する。直近1年間の月別電力消費量の最大値、最小値及び年間合計について、荷さばき所の施設ごとを表1.4-3に、漁港全体を表1.4-4に示す。また、各施設の月別電力消費量の推移を図1.4-1～1.4-4に示す。

表 1.4-3 施設ごとの月別電力消費量集計（荷さばき所）

漁港名/ 施設名	種別	月別電力消費量(kWh)			
		外港売場 第2バス	外港売場 第5、6バス	新屋売場	解凍売場・ 鮮魚売場
Z漁港/ 荷さばき所	最大値	2,659	17,395	14,114	10,849
	最小値	965	9,432	9,022	6,845
	年間合計	18,393	146,933	134,975	103,292
		403,593			

表 1.4-4 漁港全体の月別電力消費量集計

漁港名	種別	月別電力消費量(kWh)			
		荷さばき所	超低温 冷蔵施設	冷蔵施設	製氷施設
Z漁港	最大値	38,853	275,288	166,258	127,423
	最小値	27,441	189,672	106,240	81,425
	年間合計	403,593	2,784,816	1,713,724	1,313,434
		6,215,567			

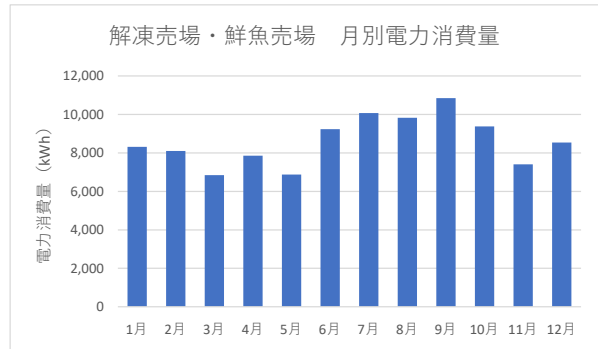
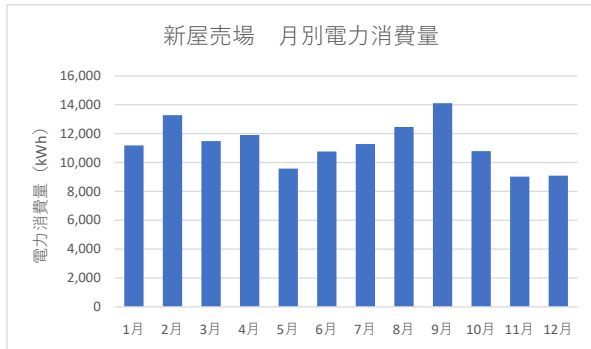
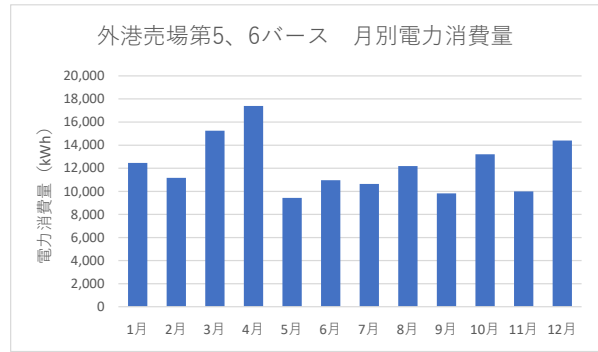
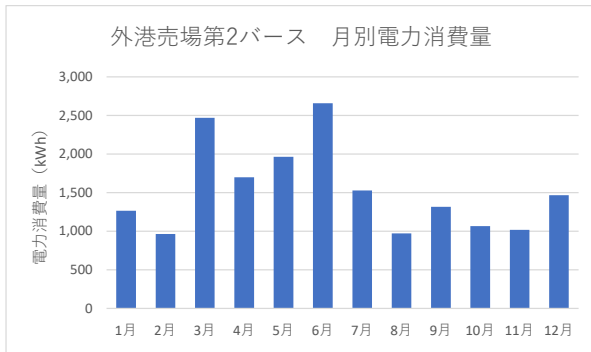


図 1.4-1 荷さばき所の月別電力消費量

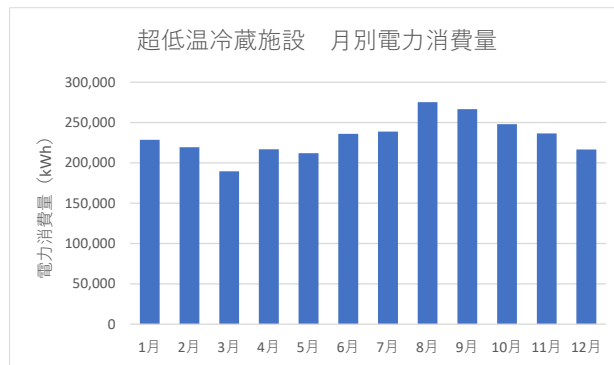


図 1.4-2 超低温冷蔵施設の月別電力消費量

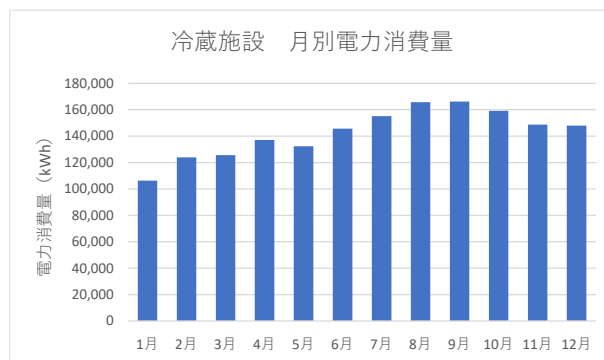


図 1.4-3 冷蔵施設の月別電力消費量



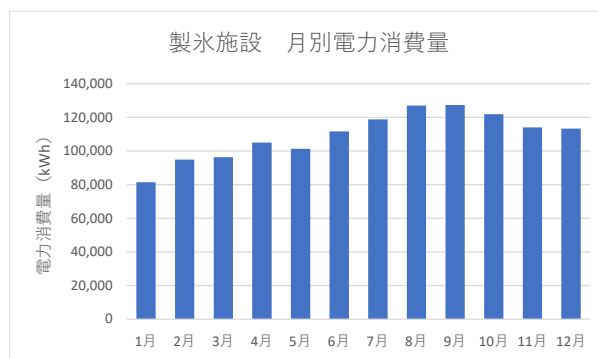


図 1.4-4 製氷施設の月別電力消費量

【電力消費の特徴】

○荷さばき所

漁獲量の増減に伴い電力消費量も変動しているが、荷さばき所により扱う魚種が違うことから、電力消費量の変動も荷さばき所ごとに異なっている。外港売場は3、4月、外港売場以外は8、9月にかけて消費量が多い傾向である。なお、本漁港の荷さばき所の電力消費量には事務所は含まれていない。

○超低温冷蔵施設

気温が高くなる夏期に消費量が多いが、冷凍施設を使用する魚種の水揚量の影響で、2月も若干多くなっている。

○冷蔵施設

気温が高くなる夏期に消費量が多くなっている。

○製氷施設

冷蔵施設と同様に、気温が高くなる夏期に消費量が多くなっている。

②時間帯別電力消費量

次に時間帯別の電力消費量及び変動を把握するため、電力会社から取り寄せた使用実績データを基に、時間帯別の消費量を整理する。直近1年間のうち、日電力消費量の最大と最小を確認し、それぞれの時間帯別電力消費量をまとめる。直近1年間の日電力消費量の最大値、最小値について、荷さばき所の施設ごとを表1.4-5に、漁港全体を表1.4-6に示す。また、時間帯別電力消費量の推移について、各施設の最大日及び最小日を図1.4-5～1.4-9に示す。

表 1.4-5 施設ごとの日別電力消費量集計（荷さばき所）

漁港名/ 施設名	種別	日別電力消費量(kWh)			
		外港売場 第2バース	外港売場 第5、6バース	新屋売場	解凍売場・ 鮮魚売場
Z漁港/ 荷さばき所	最大値	740	1,546	807	543
	最小値	24	75	137	69

表 1.4-6 漁港全体の日別電力消費量集計

漁港名	種別	日別電力消費量(kWh)			
		荷さばき所	超低温 冷蔵施設	冷蔵施設	製氷施設
Z漁港	最大値	2,337	10,544	6,564	5,504
	最小値	345	4,539	3,340	1,424

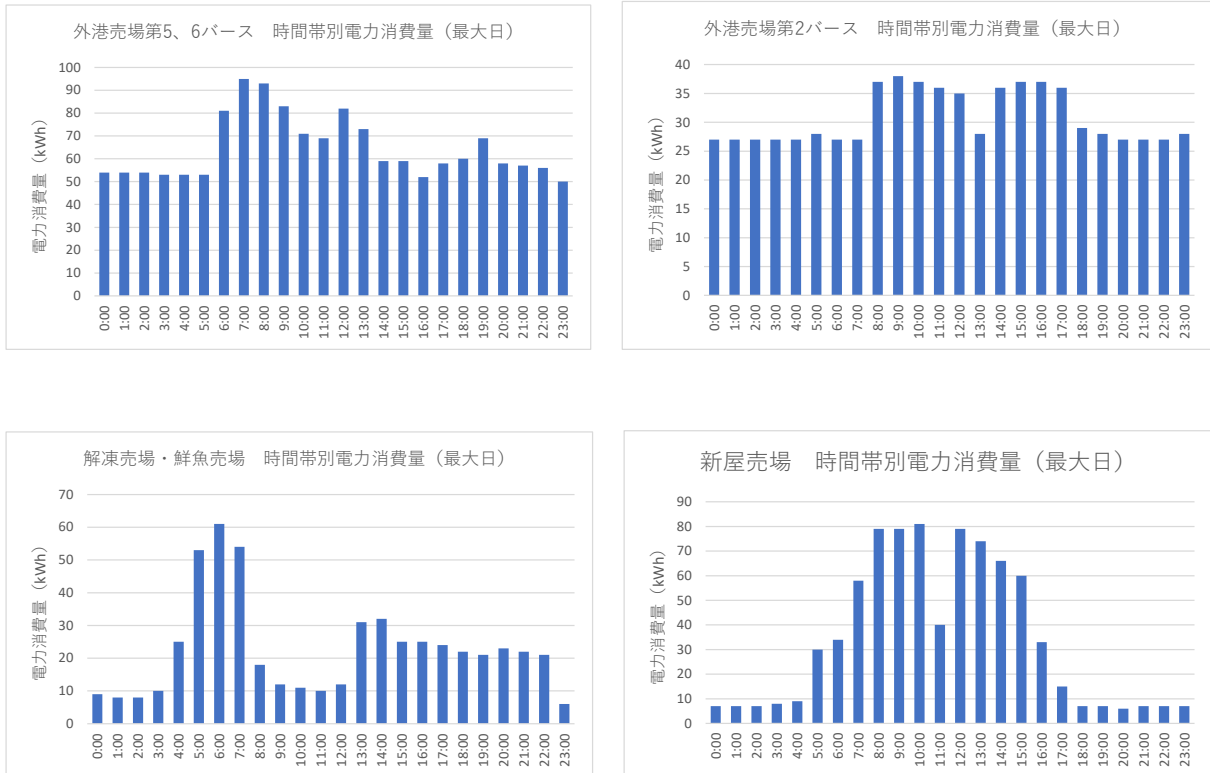


図 1.4-5 荷さばき所の日電力消費量の最大日における時間帯別電力消費量

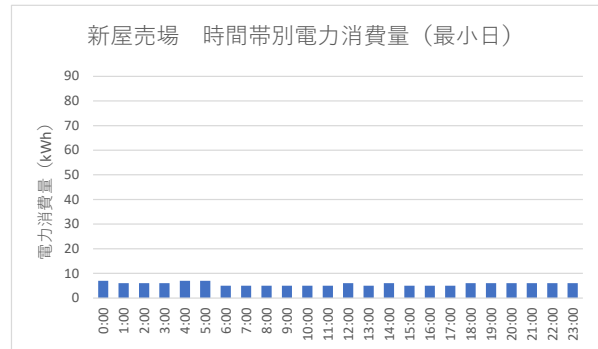
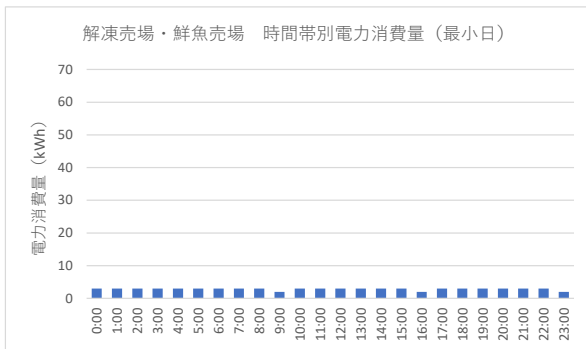
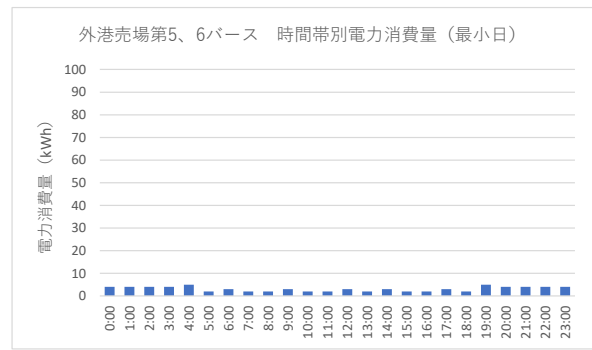
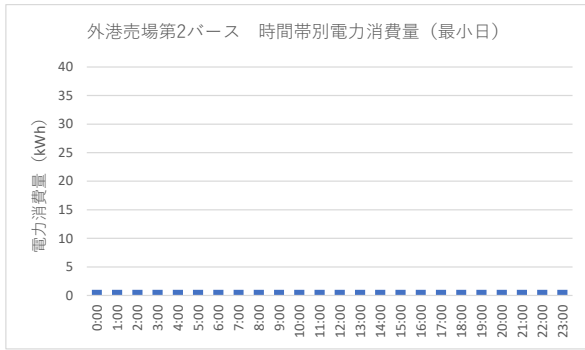


図 1.4-6 荷さばき所の日電力消費量の最小日における時間帯別電力消費量

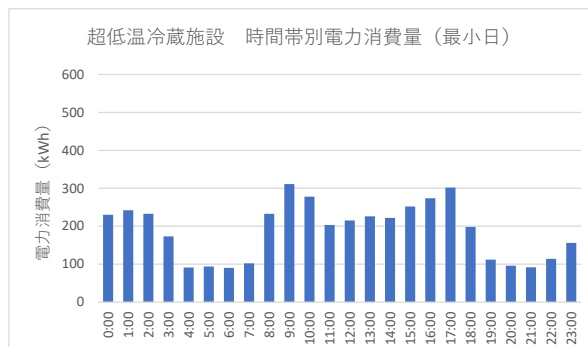
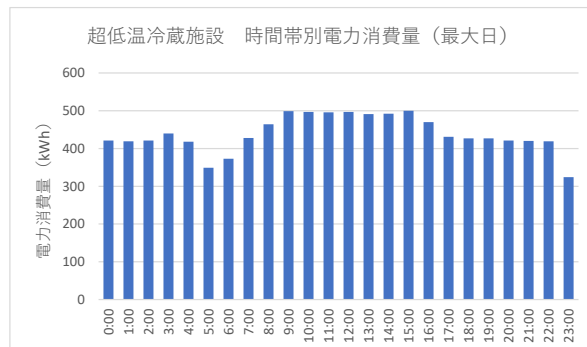


図 1.4-7 超低温冷蔵施設の日電力消費量の最大日及び最小日における時間帯別電力消費量

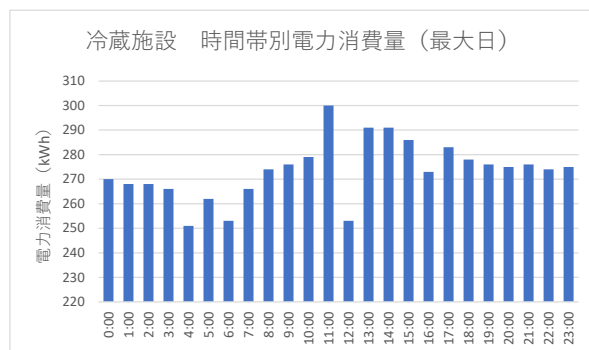
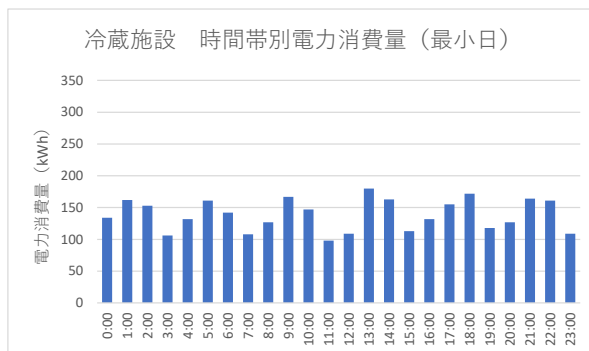


図 1.4-8 冷蔵施設の日電力消費量の最大日及び最小日における時間帯別電力消費量

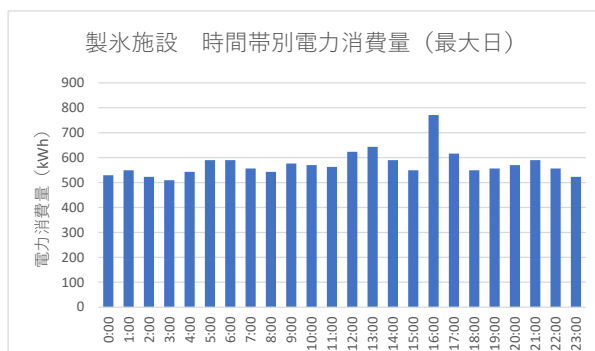
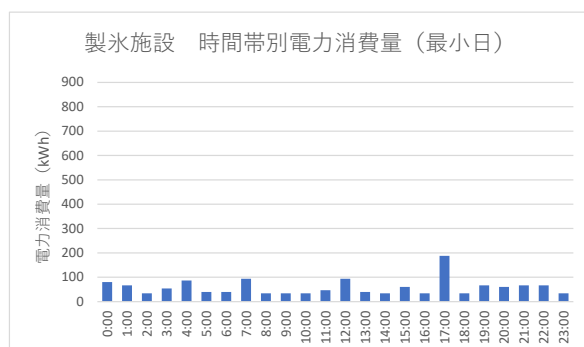


図 1.4-9 製氷施設の日電力消費量の最大日及び最小日における時間帯別電力消費量

## 【電力消費の特徴】

### ○荷さばき所

外港売場の最大日は水揚げ作業が終日続いた日であり、昼間だけでなく夜～朝にかけても電力消費が続いている。外港売場以外は終日続くことはなく、早朝～日中にかけて電力消費のピークになっている。

最小日は水揚げがなかった日であり、水揚げの有無に関係なく使用される負荷のみとなっている。

### ○超低温冷蔵施設

最大日はある程度の変動はあるが、終日一定以上の消費量が続いている。

最小日は最大日より1日の中で消費量の変化が見られるが、荷さばき所のようにまったく稼働しない時間帯はない。

### ○冷蔵施設

最大日はある程度の変動はあるが、終日一定以上の消費量が続いている。

最小日も1日の中で消費量の変化が見られるが、一定のサイクルで上下を繰り返しており、こちらも荷さばき所のようにまったく稼働しないという時間帯はない。

### ○製氷施設

最大日は多少の変動はあるが、終日一定以上の消費量が続いている。

最小日は1日の中で消費量の変化がほとんど見られないが、冷凍・冷蔵施設と比較して最大日との差が大きい。

## 1.4.2 設置可能な発電規模の算定

### (1) 発電電力利用方法別の発電容量

一般的な太陽光発電の導入における発電電力の利用方法は、表 1.4-7 の 3 種類が考えられる。利用方法ごとに設置可能な発電容量の算定基準が異なるため、ここでそれぞれの発電容量を算定する。ただし、売電事業は本業務の目的とするところではないため、本検討では漁港における太陽光発電の利用方法として、売電事業を除いた ①自家消費と②売電（みなし自家消費）の 2 通りの利用方法についてのみ検討を行い、それぞれの事業性の有無を確認する。

表 1.4-7 発電電力の利用方法

利用方法	発電電力の使い方	設置規模の設定
自家消費	発電した電力を自家消費し、余剰電力は売電	接続する施設の契約電力を超えない範囲
売電(みなし自家消費)	発電した電力を一旦売電し、必要電力を買電	年間発電量が漁港全体の年間電力消費量を上回らない範囲
売電事業 (※参考)	発電した電力は全て売電	特に制約なし

#### ■ 自家消費の場合

契約電力より大きな施設を設置する場合は、既存設備の増強等費用が発生することから、契約範囲内の規模で設置する。そのため、発電容量は各施設の契約電力（1.4.1 発電規模算定の準備 (1) 契約容量より）から、以下のとおりとする。

発電出力 [kW]

- ・ 荷さばき所・・・367kW
- ・ 冷凍施設・・・600kW
- ・ 冷蔵施設・・・350kW
- ・ 製氷施設・・・336kW

● 合計・・・・・・・・・・367kW + 600kW + 350kW + 336kW = 1,653kW

#### ■ 売電（みなし自家消費）の場合

売電（みなし自家消費）は、漁港全体の電力消費量を超えない範囲で太陽光発電による発電容量を設定する必要がある。

「年間消費量（1.4.1 発電規模算定の準備 (2) 年間電力消費量より）＝年間発電量」と考え、以下の算定式で年間の電力消費量から設置可能な最大発電容量を逆算する。

発電出力 [kW] = 年間発電量 [kWh/年] ÷ 日射量 [kWh/m<sup>2</sup>/日] ÷ 総合設計係数 ÷ 365 日/年

総合設計係数・・・0.75 (※1)

日射量・・・・・・・4.6kWh/m<sup>2</sup>/日 (※2)

※1 太陽光パネルの汚れ、劣化及び温度上昇による損失やパワーコンディショナによる損失など、最大出力で発電できない要素を反映させる係数で、一般的に 0.7～0.8 程度になる。

(参考文献：太陽光発電協会、表示ガイドライン (2021 年度))

→本手引きでは中間値の 0.75 とする。

※2 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、日射量データベース 閲覧システム (1.4.3 事業性の検討 (1)年間発電量 図 1.4-12 より)

発電出力 [kW]

・ 荷さばき所・・・403,593kWh/年 ÷ 4.6kWh/m<sup>2</sup>/日 ÷ 0.75 ÷ 365 日/年 = 320.5kW → 320kW

・ 冷凍施設・・・・2,784,816kWh/年 ÷ 4.6kWh/m<sup>2</sup>/日 ÷ 0.75 ÷ 365 日/年  
= 2,211.5kW → 2,211kW

・ 冷蔵施設・・・・1,713,724kWh/年 ÷ 4.6kWh/m<sup>2</sup>/日 ÷ 0.75 ÷ 365 日/年  
= 1,360.9kW → 1,360kW

・ 製氷施設・・・・1,313,434kWh/年 ÷ 4.6kWh/m<sup>2</sup>/日 ÷ 0.75 ÷ 365 日/年  
= 1,043.0kW → 1,043kW

●合計・・・・・・・320kW + 2,211kW + 1,360kW + 1,043kW = 4,934kW

## (2) 発電電力利用方法別の設置面積

決定した利用方法別の発電容量から、以下のとおりパネル設置に必要な面積を算出する。

設置面積 [m<sup>2</sup>] = 発電容量 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW]

### ■ 自家消費の場合

設置面積 [m<sup>2</sup>]

・ 荷さばき所・・・367 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW] = 3,670 [m<sup>2</sup>]

・ 冷凍施設・・・・600 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW] = 6,000 [m<sup>2</sup>]

・ 冷蔵施設・・・・350 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW] = 3,500 [m<sup>2</sup>]

・ 冷蔵施設・・・・336 [kW] × 10 [m<sup>2</sup>/kW] = 3,360 [m<sup>2</sup>]

●合計・・・・・・・3,670 m<sup>2</sup> + 6,000 m<sup>2</sup> + 3,500 m<sup>2</sup> + 3,360 m<sup>2</sup> = 16,530 m<sup>2</sup>

■売電（みなし自家消費）の場合

設置面積 [m<sup>2</sup>]

- ・ 荷さばき所・・・320 [kW] ×10 [m<sup>2</sup>/kW] = 3,200 [m<sup>2</sup>]
- ・ 冷凍施設・・・2,211 [kW] ×10 [m<sup>2</sup>/kW] = 22,110 [m<sup>2</sup>]
- ・ 冷蔵施設・・・1,360 [kW] ×10 [m<sup>2</sup>/kW] = 13,600 [m<sup>2</sup>]
- ・ 冷蔵施設・・・1,043 [kW] ×10 [m<sup>2</sup>/kW] = 10,430 [m<sup>2</sup>]

●合計・・・・・・・・3,200 m<sup>2</sup> + 22,110 m<sup>2</sup> + 13,600 m<sup>2</sup> + 10,430 m<sup>2</sup> = 49,340 m<sup>2</sup>

以上のとおり算出した利用方法別の発電容量と設置面積を表 1.4-8 に示す。

表 1.4-8 発電電力利用方法別の発電容量及び設置面積

発電電量利用方法	対象施設	発電容量 (kW)	設置面積 (m <sup>2</sup> )	備考
自家消費	荷さばき所	367	3,670	契約電力範囲内に設定。
	超低温冷蔵施設	600	6,000	
	冷蔵施設	350	3,500	
	製氷施設	336	3,360	
	計	1,653	16,530	
売電(みなし自家消費)	荷さばき所	320	3,200	年間電力消費量から算出。
	超低温冷蔵施設	2,211	22,110	
	冷蔵施設	1,360	13,600	
	製氷施設	1,043	10,430	
	計	4,934	49,340	

(3) 設置可能場所

① 想定される設置場所

本検討では水産基盤整備事業の利用を想定して、設置場所は利用施設を基本に考える。本漁港において太陽光発電設備の設置場所として想定される場所は、以下が挙げられる。

- a. 荷さばき所屋根
- b. 超低温冷蔵施設屋根
- c. 冷蔵施設屋根

なお、本漁港は敷地が広いいため、図 1.4-10 のとおり、a 地区、b 地区、c 地区の 3 地区に分けて整理する。





図 1.4-10 Z 漁港の概要 出典：国土地理院撮影の空中写真（2020 年撮影）

a) a 地区

a 地区には荷さばき所が 2 棟と冷蔵施設の計 3 施設があるが、それぞれの建物の屋根を設置場所とした場合の面積を算定した。面積は図 1.4-11 のとおり 12,330 m<sup>2</sup>である。なお、実際に発電設備を設置する際には、メンテナンス用の通路や太陽光パネル同士の離隔等が必要となるが、このあとの発電容量の算定において前述の余裕を見込んで算定するため、ここでは面積から控除することはない。



図 1.4-11 a 地区の太陽光発電施設の設置場所 出典：国土地理院撮影の空中写真（2020 年撮影）

### b) b 地区

b 地区には荷さばき所と超低温冷蔵施設の計 2 施設があるが、それぞれの建物の屋根を設置場所とした場合の面積を算定した。面積は図 1.4-12 のとおり 11,090 m<sup>2</sup>である。



図 1.4-12 b 地区の太陽光発電施設の設置場所

出典：国土地理院撮影の空中写真（2020 年撮影）

### c) c 地区

c 地区には荷さばき所が 1 施設あるが、建物の屋根を設置場所とした場合の面積を算定した。面積は図 1.4-13 のとおり 1,550 m<sup>2</sup>である。



図 1.4-13 c 地区の太陽光発電施設の設置場所

出典：国土地理院撮影の空中写真（2020 年撮影）

## ②建物や地形、樹木等による影発生状況の確認

### a) a 地区

a 地区での発電設備に対する影の影響について確認する。本地区には影響を与える障害物は無いため、影の影響範囲は考慮しない。

### b) b 地区

b 地区での発電設備に対する影の影響について確認する。本地区には影響を与える障害物は無いため、影の影響範囲は考慮しない。

### c) c 地区

c 地区での発電設備に対する影の影響について確認する。本地区には影響を与える障害物は無いため、影の影響範囲は考慮しない。

以上のように、どの地区においても障害物による影の影響を考慮する必要がなかった。設置場所ごとの設置可能面積を表 1.4-9 に示す。

表 1.4-9 太陽光パネルの設置場所と設置可能面積

設置場所		設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	備考
荷さばき所	外港売場第2バース	1,530	影の影響なし
	外港売場第5、6バース	7,200	影の影響なし
	新屋売場	7,930	影の影響なし
	解凍売場・鮮魚売場	1,550	影の影響なし
	計	18,210	
超低温冷蔵施設施設		3,160	影の影響なし
冷蔵施設		3,600	影の影響なし
製氷施設		-	
合計		24,970	

## ③発電容量の算定

以下の算定式により、設置可能場所ごとの最大発電容量を算出する。

$$\text{発電容量 [kW]} = \text{設置候補の面積 [m}^2\text{]} \times 0.1 \text{ [kW/m}^2\text{]}$$

#### a) 荷さばき所屋根

- ・ 外港売場第 2 バース  
面積：1,530 m<sup>2</sup> 発電容量 [kW] = 1,530 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 153kW
- ・ 外港売場第 5、6 バース  
面積：7,200 m<sup>2</sup> 発電容量 [kW] = 7,200 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 720kW
- ・ 新屋売場  
面積：7,930 m<sup>2</sup> 発電容量 [kW] = 7,930 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 793kW
- ・ 解凍売場・鮮魚売場  
面積：1,550 m<sup>2</sup> 発電容量 [kW] = 1,550 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 155kW

#### b) 超低温冷蔵施設屋根

面積：3,160 m<sup>2</sup>  
 発電容量 [kW] = 3,160 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 316kW

#### c) 冷蔵施設屋根

面積：3,600 m<sup>2</sup>  
 発電容量 [kW] = 3,600 m<sup>2</sup> × 0.1kW/m<sup>2</sup> = 360kW

以上のとおり算出した設置場所ごとの最大発電容量を表 1.4-10 に示す。

表 1.4-10 設置場所ごとの最大発電容量

設置場所		設置可能面積 (m <sup>2</sup> )	最大発電容量 (kW)
荷さばき所	外港売場第2バース	1,530	153
	外港売場第5、6バース	7,200	720
	新屋売場	7,930	793
	解凍売場・鮮魚売場	1,550	155
	計	18,210	1,821
超低温冷蔵施設施設		3,160	316
冷蔵施設		3,600	360
製氷施設		-	-
合計		24,970	2,497

※ 設置可能面積は影の影響を考慮済み。

#### ④ 設置場所の整理

「(2) 発電電力利用方法別の設置面積」で算定した利用方法別の必要面積を基に、利用方法及び利用施設別のパネル設置場所を設定する。



■自家消費の場合

4施設の合計必要面積 16,530 m<sup>2</sup>に対して、設置可能面積は 24,970 m<sup>2</sup>であり、必要面積が確保できている。

■売電（みなし自家消費）の場合

4施設の合計必要面積 49,340 m<sup>2</sup>に対して、設置可能面積は 24,970 m<sup>2</sup>であり、24,370 m<sup>2</sup>不足している。本漁港では、不足分の設置場所として、発電電力を利用する施設以外の漁港施設用地が考えられる。ただし、その場合は事業の要件や漁業活動を考慮する必要があるため、設置可能な範囲で検討を進める。なお、本検討では、必要面積が確保できて、他事業等により補助対象になるものとして検討を進める。

以上のとおり設置場所の検討結果を表 1.4-11 に示す。

表 1.4-11 設置場所の検討結果

発電電量利用方法	対象施設	設置面積 (m <sup>2</sup> )	パネル設置場所	備考
自家消費	荷さばき所	3,670	a) 荷さばき所屋根 [3,670m <sup>2</sup> ]	
	超低温冷蔵施設	6,000	a) 荷さばき所屋根 [2,840m <sup>2</sup> b) 超低温冷蔵施設屋根 [3,160m <sup>2</sup> ]	
	冷蔵施設	3,500	c) 冷蔵施設屋根 [3,500m <sup>2</sup> ]	
	製氷施設	3,360	a) 荷さばき所屋根 [3,360m <sup>2</sup> ]	
	計	16,530		
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	3,200	a) 荷さばき所屋根 [18,210m <sup>2</sup> b) 超低温冷蔵施設屋根 [3,160m <sup>2</sup> c) 冷蔵施設屋根 [3,600m <sup>2</sup> 以上3カ所の合計	不足分[24,370m <sup>2</sup> ]はその他用地を利用。
	超低温冷蔵施設	22,110		
	冷蔵施設	13,600		
	製氷施設	10,430		
	計	49,340		

⑤太陽光パネルの配置方法

太陽光パネルの配置方法について、以下のとおりに配慮する。

○傾斜角

傾斜角は、本地区の年間平均最適傾斜角（※）より 37° とする。

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、日射量データベース閲覧システム

### 【解説】

傾斜角は、太陽電池の発電量が最大になる年間最適傾斜角とすることが望ましい。

(※)

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電導入ガイドブック<本編>

#### ○パネルの向き

発電に有利な南向きとする。

### 【解説】

一般的にパネルの向き（方位角）は、太陽電池の発電量が最大になる南向きにすることが望ましい。(※)

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、太陽光発電導入ガイドブック<本編>

#### ○光の反射

設置場所の北側でパネル面の光の反射の影響を受ける高さの建物は無い場合、問題はないと判断できる。

### 【解説】

周辺の建物・施設等の状況や、パネルの設置の仕方によっては、季節と時間帯により、近接する建物・施設等に一時的に反射光が差す場合がある。影響の検討の際に主に次の事項を確認する必要がある。(※)

①設置場所の北側に高い建物がある。

②斜面地へのパネル設置で、南側に近接して住宅等がある。

※ 参考文献：環境省、太陽光発電の環境配慮ガイドライン、令和2年3月

## (4) 塩害、鳥害等による影響

発電設備に対する立地条件による影響について、以下のとおり対策を講じる。

### ①塩害による影響

太陽光パネル、パネル設置架台等は重塩害地域にも対応した製品を使用する。

### ②鳥害による影響

基本的には定期的に掃除をすることで対応する。

### ③強風による影響

風圧に対するパネル設置架台や基礎の荷重検討を確実に行う。また、特に風の影響が大きい地区では、風圧荷重を軽減するためにパネルの傾斜角を小さくすることも検討する。

④積雪による影響

本地区は年間を通じて積雪量が 0cm のため、積雪の影響は考慮しない。

※気象庁 HP 過去の気象データより

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

⑤落雷による影響

直撃雷に対しては避雷設備、誘導雷に対しては避雷器の設置による対策を行う。

### 1.4.3 事業性の検討

#### (1) 年間発電量

漁港内の各施設に設置可能な太陽光発電による年間の発電量を以下の算定式により算出する。

$$\text{年間発電量 [kWh/年]} = \text{発電出力 [kW]} \times \text{日射量 [kWh/m}^2\text{/日]} \times \text{総合設計係数} \times 365 \text{ 日/年}$$

総合設計係数・・・0.75

日射量・・・・・・・4.6kWh/m<sup>2</sup>/日 (※)

※ 日射量の求め方

図 1.4-14 の日射量マップを用いて、当該地区における南向きかつ年間最適傾斜角の場合の日射量を読み取る。

本地区の日射量は 4.6～4.8kWh/m<sup>2</sup>/日と読み取ることができ、安全側に発電量を算出するため 4.6kWh/m<sup>2</sup>/日と設定する。

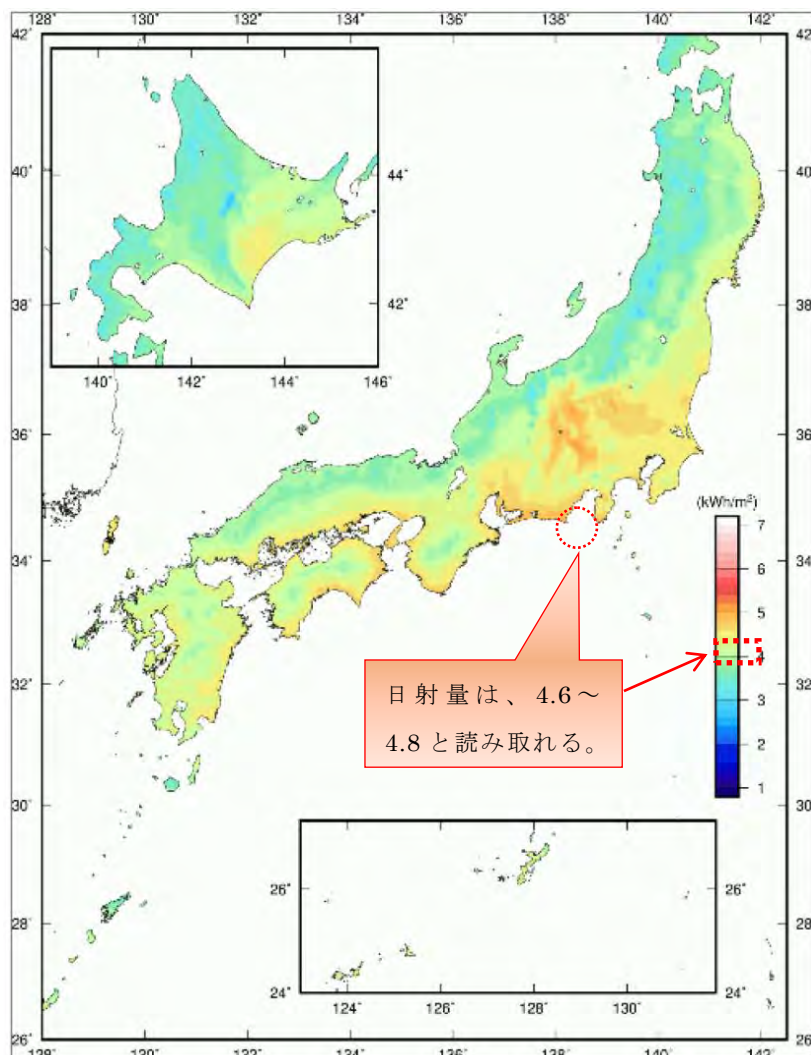


図 1.4-14 日射量マップ (年間最適傾斜角日射量)

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、日射量データベース閲覧システムをもとに作成



■自家消費の場合

年間発電量 [kWh/年]
・荷さばき所・・・ $367\text{kW} \times 4.6\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{日}/\text{年}$ = 462,144kWh/年 → 462,100kWh/年
・冷凍施設・・・・・・ $600\text{kW} \times 4.6\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{日}/\text{年}$ = 755,550kWh/年 → 755,500kWh/年
・冷蔵施設・・・・・・ $350\text{kW} \times 4.6\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{日}/\text{年}$ = 440,737kWh/年 → 440,700kWh/年
・製氷施設・・・・・・ $336\text{kW} \times 4.6\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日} \times 0.75 \times 365 \text{日}/\text{年}$ = 423,108kWh/年 → 423,100kWh/年
●合計・・・・・・・・・・ $462,100\text{kWh}/\text{年} + 755,500\text{kWh}/\text{年} + 440,700\text{kWh}/\text{年} + 423,100\text{kWh}/\text{年}$ = 2,081,400kWh/年

■売電（みなし自家消費）の場合

「1.4.2 設置可能な発電規模の算定（1）発電電力利用方法別の発電容量」で算出したとおり、設置可能な最大容量を設置するものとして、年間電力消費量（1.4.1 設置可能な発電規模の整理（2）電力消費量より）を年間発電容量とした。

年間発電量 [kWh/年]
・荷さばき所・・・403,593kWh/年
・冷凍施設・・・・・・2,784,816kWh/年
・冷蔵施設・・・・・・1,713,724kWh/年
・製氷施設・・・・・・1,313,434kWh/年
●合計・・・・・・・・・・ $403,593\text{kWh}/\text{年} + 2,784,816\text{kWh}/\text{年} + 1,713,724\text{kWh}/\text{年} + 1,313,434\text{kWh}/\text{年}$ = 6,215,567kWh/年

以上のとおり算出した利用方法別の年間電力発電量を表 1.4-12 に示す。

表 1.4-12 年間電力発電量

発電電量利用方法	施設名	発電容量 (kW)	設置面積 (㎡)	年間発電量 (kWh/年)
自家消費	荷さばき所	367	3,670	462,100
	冷凍施設	600	6,000	755,500
	冷蔵施設	350	3,500	440,700
	製氷施設	336	3,360	423,100
	計	1,653	16,530	2,081,400
売電(みなし自家消費)		4,934	49,340	6,215,567

## (2) 年間売電収入

太陽光発電による年間売電収入は、買取価格と年間発電量で決定する。買取価格は固定価格買取制度を利用するかどうかで変わるが、導入時の補助制度を利用した場合は固定価格買取制度は利用できない。固定価格買取制度と導入時の補助制度の利用の有無との関係を発電電力利用方法別に整理すると、表 1.4-13 のとおりである。

表 1.4-13 発電電力利用方法別の利用可能な補助制度

○:利用可、×:利用不可

発電電力 利用方法	導入時 補助制度	固定価格 買取制度
自家消費	○	× (※)
	×	○ (※)
売電 (みなし自家消費)	○	×
	×	○

※ 自家消費の場合でも余剰電力の売電が可能であり、本漁港では余剰電力が発生するものとする。

### 【固定価格買取制度とは】

再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者が買い取ることを義務づけるものであり、再生可能エネルギーの普及を図ることを目的としている。

その買取価格（制度内では「調達価格」と呼ぶ。）と買取期間（「調達期間」）は、発電設備の規模によって区分けされ、区分ごとに決められている。また、設備に必要なコストや適正な利潤を勘案して、価格や期間は毎年見直されている。

近年の 1kWh 当りの買取価格及び買取期間を表 1.4-14 に示す。

表 1.4-14 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間（太陽光）

年度	買取価格(1kWh当り)				
	10kW未満	10kW以上 50kW未満	50kW以上 250kW未満	250kW以上 500kW未満	500kW以上
2019年度	24円～26円 (※)	14円			入札制度により決定
2020年度	21円	13円	12円	入札制度により決定 (最終回11.5円)	
2021年度	19円	12円	11円	入札制度により決定 (最終回10.25円)	
買取期間	10年間	20年間			

※ 出力制御対応機器設置義務の有無による。

(出力制御対応機器：電力会社により出力をコントロールするための機器)

## ①導入時補助制度利用なしの場合

### <固定価格買取期間中>

固定価格買取制度による買取価格は発電容量により表 1.4-15 を参照する。

表 1.4-15 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間

区分	買取価格	買取期間
10kW未満	19円/kWh(税込)	10年間
10kW以上50kW未満	12円/kWh(税抜)	20年間
50kW以上250kW未満	11円/kWh(税抜)	20年間
250kW以上	10.25円/kWh(上限額)	20年間

参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

### <固定価格買取期間終了後>

固定価格買取期間終了後は各電力会社の買取メニューを参考に9円/kWh(※)を使用する。

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

## ■自家消費の場合

本漁港の荷さばき所は、年間の電力消費量と太陽光による発電量を比較すると、若干発電量の方が多い。また、基本的には電力消費が明け方から始まるため、太陽光による発電時間帯とのずれから発電電力に余剰が発生することになる。以上の二点を考慮して、荷さばき所においては発電量の半分が余剰電力になると想定する。

一方、荷さばき所以外の施設は、年間の太陽光による発電量より電力消費量の方が圧倒的に多い。また、電力消費は基本的にはほぼ一定量で24時間続いている。以上より、荷さばき所以外の施設においては発電電力は全て自家消費され、余剰電力は発生しないものとする。

買取価格については、本漁港の荷さばき所は全て発電容量が50kW以上250kW未満のため、固定価格買取制度の適用期間中は表 1.4-14 より11円/kWhとし、また、固定価格買取期間終了後は、各電力会社の買取メニューを参考に各施設とも9円/kWh(※)とする。

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

年間売電収入は、以下の算定式により算出する。

年間売電収入 [円/年] = 買取価格 [円/kWh] × 年間余剰電力量 [kWh/年]

○荷さばき所

年間発電量・・・462,100kWh/年

年間余剰電力量・・・462,100kWh/年×1/2=231,050 → 231,000kWh/年

発電容量 50kW 以上 250kW 未満

買取価格

・20年目まで：11円/kWh

・21年目以降：9円/kWh

○荷さばき所

・年間売電収入（20年目まで）[円/年] = 11円/kWh × 231,000kWh/年  
= 2,541,000円/年 → 2,541千円/年

・年間売電収入（21年目以降）[円/年] = 9円/kWh × 231,000kWh/年  
= 2,079,000円/年 → 2,079千円/年

■売電（みなし自家消費）の場合

発電容量はどの地区の設置箇所も 250kW 以上あるものとして、買取価格については、固定価格買取制度の適用期間中は表 1.4-15 より 10.25 円/kWh とする。また、固定価格買取期間終了後は、各電力会社の買取メニューを参考に各施設とも 9 円/kWh とする。

年間売電収入は、以下の算定式により算出する。

年間売電収入 [円/年] = 買取価格 [円/kWh] × 年間発電量 [kWh/年]

年間発電量・・・6,215,567kWh/年

買取価格

・20年目まで：10.25円/kWh

・21年目以降：9円/kWh

・年間売電収入（20年目まで）[円/年] = 10.25円/kWh × 6,215,567kWh/年  
= 63,709,561円/年 → 63,709千円/年

・年間売電収入（21年目以降）[円/年] = 9円/kWh × 6,215,567kWh/年  
= 55,940,103円/年 → 55,940千円/年

## ②導入時補助制度利用ありの場合

### ■自家消費の場合

導入時補助制度利用なしの場合と同様に、荷さばき所における発電量の半分が余剰電力とする。ただし、補助制度を利用した場合は、固定価格買取制度による買取価格は適用されないため、各施設ともに各電力会社の買取メニューを参考に9円/kWhを使用する。

年間売電収入は、以下の算定式により算出する。

$$\text{年間売電収入 [円/年]} = \text{買取価格 [円/kWh]} \times \text{年間余剰電力量 [kWh/年]}$$

#### ○荷さばき所

年間発電量………462,100kWh/年

年間余剰電力量…462,100kWh/年×1/2=231,050 → 231,000kWh/年

買取価格………9円/kWh

$$\cdot \text{年間売電収入 [円/年]} = 9 \text{円/kWh} \times 231,000 \text{kWh/年} = 2,079,000 \text{円/年} \rightarrow 2,079 \text{千円/年}$$

### ■売電（みなし自家消費）の場合

補助制度を利用した場合は、固定価格買取制度による買取価格は適用されないため、各施設ともに各電力会社の買取メニューを参考に9円/kWhを使用する。

$$\text{年間売電収入 [円/年]} = \text{買取価格 [円/kWh]} \times \text{年間発電量 [kWh/年]}$$

年間発電量………6,215,567kWh/年

買取価格：9円/kWh

$$\cdot \text{年間売電収入 [円/年]} = 9 \text{円/kWh} \times 6,215,567 \text{kWh/年} \\ = 55,940,103 \text{円/年} \rightarrow 55,940 \text{千円/年}$$

以上のとおり算出した年間売電収入のまとめを表 1.4-16 に示す。

表 1.4-16 年間売電収入まとめ

発電電力 利用方法	対象施設	発電容量 (kW)	売電電力量 (kWh)	条件	導入時補助制度なし		導入時補助制度あり	
					売電価格 (円/kWh)	年間売電収入 (千円/年)	売電価格 (円/kWh)	年間売電収入 (千円/年)
自家消費 ※余剰電力	荷さばき所	367	231,000	20年目まで	11	2,541	9	2,079
				21年目以降	9	2,079		
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所、 超低温冷蔵施設、 冷蔵施設、 製氷施設	4,934	6,215,567	20年目まで	10.25	63,709	9	55,940
				21年目以降	9	55,940		

### (3) 年間電気料金削減額

#### ■ 自家消費の場合

「(2) 年間の売電収入」で説明したとおり、本漁港は荷さばき所は自家消費量は発電量の半分とし、冷蔵施設は発電電力の全てが自家消費されるものとする。

自家消費した電力については、その分の電気料金が削減されることになるため、収入の代わりに削減額として計上する。電気料金削減額について、実際の購入電力単価を基に以下の算定式により算出する。

$$\text{年間電気料金削減額 [円/年]} = \text{購入電力単価 [円/kWh]} \times \text{年間自家消費量 [kWh/年]}$$

#### ○ 荷さばき所

年間発電量・・・462,100kWh/年

年間自家消費量・・・462,100kWh/年 $\times$ 1/2=231,050 → 231,000kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・16.16 円/kWh (※)

#### ○ 超低温冷蔵施設

年間発電量 (= 年間自家消費量)・・・755,500kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・16.16 円/kWh (※)

#### ○ 冷蔵施設

年間発電量 (= 年間自家消費量)・・・440,700kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・16.16 円/kWh (※)

#### ○ 製氷施設

年間発電量 (= 年間自家消費量)・・・423,100kWh/年

本漁港の購入電力単価・・・16.16 円/kWh (※)

※ 中部電力の高圧電力の標準的な単価

$$\text{年間電気料金削減額 [円/年]}$$

○ 荷さばき所・・・16.16 円/kWh $\times$ 231,000kWh/年

=3,732,960 円/年 → 3,732 千円/年

○ 超低温冷蔵施設・・・16.16 円/kWh $\times$ 755,500kWh/年

=12,208,880 円/年 → 12,208 千円/年

○ 冷蔵施設・・・16.16 円/kWh $\times$ 440,700kWh/年

=7,121,712 円/年 → 7,121 千円/年

○ 製氷施設・・・16.16 円/kWh $\times$ 423,100kWh/年

=6,837,296 円/年 → 6,837 千円/年

● 合計・・・3,732 千円/年+12,208 千円/年+7,121 千円/年+6,837 千円/年

=29,898 千円/年

#### (4)発生する費用

##### ①建設費

建設費は以下の算定式及び建設コストで算出する。

$$\text{建設費 [円]} = \text{建設コスト [円/kW]} \times \text{発電出力 [kW]}$$

建設コスト (※)

- ・ 発電出力 10～50kW 未満……………255 千円/kW
- ・     "    50～250kW 未満……………207 千円/kW
- ・     "    250～500kW 未満……………204 千円/kW
- ・     "    500～1,000kW 未満……………209 千円/kW
- ・     "    1,000kW 以上……………222 千円/kW

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

##### ■自家消費の場合

建設費 [円]

○荷さばき所

- ・ 外港売場第2 バース……………207 千円/kW×61kW=12,627 千円
- ・ 外港売場第5、6 バース……………207 千円/kW×114kW=23,598 千円
- ・ 新屋売場……………207 千円/kW×95kW=19,665 千円
- ・ 解凍売場・鮮魚売場……………207 千円/kW×97kW=20,079 千円

○超低温冷蔵施設……………209 千円/kW×600kW=125,400 千円

○冷蔵施設……………204 千円/kW×350kW=71,400 千円

○製氷施設……………204 千円/kW×336kW=68,544 千円

以上のとおり、建物ごとに算出した自家消費の場合の建設費をまとめ、表 1.4-17 に示す。

表 1.4-17 建設費（自家消費の場合）

施設名		建設費 (千円)
荷さばき所	外港売場第2バース	12,627
	外港売場第5、6バース	23,598
	新屋売場	19,665
	解凍売場・鮮魚売場	20,079
	小計	75,969
超低温冷蔵施設		125,400
冷蔵施設		71,400
製氷施設		68,544
合計		341,313

■売電（みなし自家消費）の場合

建設費 [円]
○荷さばき所
・外港売場第2バース……………207千円/kW×153kW=31,671千円
・外港売場第5、6バース…209千円/kW×720kW=150,480千円
・新屋売場……………209千円/kW×793kW=165,737千円
・解凍売場・鮮魚売場……………207千円/kW×155kW=32,085千円
○超低温冷蔵施設……………209千円/kW×316kW=66,044千円
○冷蔵施設……………209千円/kW×360kW=75,240千円
○その他用地……………222千円/kW×2,437kW=541,014千円

以上のとおり、設置場所ごとに算出した売電（みなし自家消費）の場合の建設費をまとめ、表 1.4-18 に示す。

表 1.4-18 建設費（売電（みなし自家消費）の場合）

施設名		建設費 (千円)
荷さばき所	外港売場第2バース	31,671
	外港売場第5、6バース	150,480
	新屋売場	165,737
	解凍売場・鮮魚売場	32,085
	小計	379,973
超低温冷蔵施設		66,044
冷蔵施設		75,240
製氷施設		-
その他用地		541,014
合計		1,062,271



## ②維持管理費（修繕費・諸費・機器交換費・人件費）

維持管理費は以下の算定式により算出する。

$$\text{維持管理費 [円/年]} = \text{修繕費・諸費・機器交換費・人件費 [円/kW/年]} \times \text{発電出力 [kW]}$$

修繕費・諸費・機器交換費・人件費（※）

- ・ 発電出力10～50kW 未満……………5.3 千円/kW
- ・     "      50～250kW 未満……………4.6 千円/kW
- ・     "      250～500kW 未満……………4.9 千円/kW
- ・     "      500～1,000kW 未満……………5.8 千円/kW
- ・     "      1,000kW 以上……………6.4 千円/kW

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)

### ■自家消費の場合

維持管理費 [円/年]

○荷さばき所

- ・ 外港売場第2バース……………4.6 千円/kW/年×61kW=280.6 → 280 千円/年
- ・ 外港売場第5、6バース……………4.6 千円/kW/年×114kW=524.4 → 524 千円/年
- ・ 新屋売場……………4.6 千円/kW/年×95kW=437 千円/年
- ・ 解凍売場・鮮魚売場……………4.6 千円/kW/年×97kW=446.2 → 446 千円/年

○冷凍施設……………5.8 千円/kW/年×600kW=3,480 千円/年

○冷蔵施設……………4.9 千円/kW/年×350kW=1,715 千円/年

○製氷施設……………4.9 千円/kW/年×336kW=1,646.4 → 1,646 千円/年

以上のとおり、建物ごとに算出した自家消費の場合の維持管理費をまとめ、表 1.4-19 に示す。

表 1.4-19 維持管理費（自家消費の場合）

施設名		維持管理費 (千円)
荷さばき所	外港売場第2バース	280
	外港売場第5、6バース	524
	新屋売場	437
	解凍売場・鮮魚売場	446
	小計	1,687
超低温冷蔵施設		3,480
冷蔵施設		1,715
製氷施設		1,646
合計		8,528

■売電（みなし自家消費）の場合

維持管理費 [円/年]
○荷さばき所
・外港売場第2バース……4.6千円/kW/年×153kW=703.8 → 703千円/年
・外港売場第5、6バース…5.8千円/kW/年×720kW=4,176千円/年
・新屋売場……5.8千円/kW/年×793kW=4,599.4 → 4,599千円/年
・解凍売場・鮮魚売場……4.6千円/kW/年×155kW=713千円/年
○冷凍施設……4.9千円/kW/年×316kW=1,548.4 → 1,548千円/年
○冷蔵施設……4.9千円/kW/年×360kW=1,764千円/年
○その他用地……6.4千円/kW/年×2,437kW=15,596.8 → 15,596千円/年

以上のとおり、設置場所ごとに算出した売電（みなし自家消費）の場合の維持管理費をまとめ、表 1.4-20 に示す。

表 1.4-20 維持管理費（売電（みなし自家消費）の場合）

施設名		維持管理費 (千円)
荷さばき所	外港売場第2バース	703
	外港売場第5、6バース	4,176
	新屋売場	4,599
	解凍売場・鮮魚売場	713
	小計	10,191
超低温冷蔵施設		1,548
冷蔵施設		1,764
製氷施設		-
その他用地		15,596
合計		29,099

### ③主な税金（固定資産税、事業税等）

#### 【固定資産税】

発電設備に対する固定資産税は以下の算定式により算出する。

固定資産税 [円/年] = 評価額 [円] × 固定資産税率 [%]

評価額 [円] (初年度) = 建設費 [円] × (1 - 減価率 [%])

〃 (2年目以降) = 前年度評価額 [円] × (1 - 減価率 [%])

減価率・・・初年度：0.064、2年目以降：0.127

固定資産税率・・・1.4% ※焼津市の場合

評価額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。

参考文献：東京都主税局 HP

[https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak\\_sis.html](https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak_sis.html)

焼津市 HP (固定資産税率のみ)

<https://www.city.yaizu.lg.jp/g02-007/001.html>

#### 【事業税】

売電収入に対する事業税は以下の算定式により算出する。

事業税 [円/年] = 売電収入 [円/年] × 事業税率 (収入割) [%] 1.05%  
+ 所得 [円/年] × 事業税率 (所得割) [%] 1.85%

事業税率 (※)

- ① 法人事業税 (収入割) ……0.75%
  - ②     "         (所得割) ……1.85%
  - ③ 特別法人事業税 ……①の 40.0%
- 事業税 (収入割) の計 = ① + ② = 0.75% + 0.75% × 40.0% = 1.05%
- "         (所得割) = 1.85%

所得金額 = 売電収入 - (減価償却費 + 維持管理費 + 固定資産税)

※ 参考文献：静岡県 HP より

<http://www.pref.shizuoka.jp/soumu/so-140/jigyousei.html>

## ■ 自家消費の場合

### a) 固定資産税

発電設備に対する年度ごとの固定資産税は、導入時補助制度利用の有無に関係なく同額であり、表 1.4-21 又は 1.4-22 のとおりとなる。

### b) 事業税

売電収入に対する年間の事業税は以下のように算出し、年度ごとの事業税は、導入時補助制度利用なしの場合が表 1.4-21、導入時補助制度利用ありの場合が 1.4-22 のとおりとなる。

#### ○ 導入時補助制度利用なし

##### ① 事業税 [円/年] (20 年目まで)

- ・ 収入割 = 2,541 千円/年 × 1.05% = 26.68 → 26 千円
- ・ 所得割 = 全ての年度で所得金額がマイナスのため 0 円となる。

##### ② 事業税 [円/年] (21 年目以降)

- ・ 収入割 = 2,079 千円/年 × 1.05% = 21.83 → 21 千円
- ・ 所得割 = 全ての年度で所得金額がマイナスのため 0 円となる。

#### ○ 導入時補助制度利用あり

##### 事業税 [円/年] (各年度共通)

- ・ 収入割 = 2,079 千円/年 × 1.05% = 21.83 → 21 千円
- ・ 所得割 = 全ての年度で所得金額がマイナスのため 0 円となる。

表 1.4-21 自家消費の場合の年度別固定資産税（導入時補助制度利用なし）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	341.313											
1		0.064	319.468	4.472	2,541	20,078	8,528	26	0	26	4,498	
2		0.127	278.895	3,904	2,541	20,078	8,528	26	0	26	3,930	
3		0.127	243.475	3,408	2,541	20,078	8,528	26	0	26	3,434	
4		0.127	212.553	2,975	2,541	20,078	8,528	26	0	26	3,001	
5		0.127	185.558	2,597	2,541	20,078	8,528	26	0	26	2,623	
6		0.127	161.992	2,267	2,541	20,078	8,528	26	0	26	2,293	
7		0.127	141.419	1,979	2,541	20,078	8,528	26	0	26	2,005	
8		0.127	123.458	1,728	2,541	20,078	8,528	26	0	26	1,754	
9		0.127	107.778	1,508	2,541	20,078	8,528	26	0	26	1,534	
10		0.127	94.090	1,317	2,541	20,078	8,528	26	0	26	1,343	
11		0.127	82.140	1,149	2,541	20,078	8,528	26	0	26	1,175	
12		0.127	71.708	1,003	2,541	20,078	8,528	26	0	26	1,029	
13		0.127	62.601	876	2,541	20,078	8,528	26	0	26	902	
14		0.127	54.650	765	2,541	20,078	8,528	26	0	26	791	
15		0.127	47.709	667	2,541	20,078	8,528	26	0	26	693	
16		0.127	41.649	583	2,541	20,078	8,528	26	0	26	609	
17		0.127	36.359	509	2,541	20,078	8,528	26	0	26	535	法定耐用年数:17年
18		0.127	31.741	444	2,541	-	8,528	26	0	26	470	
19		0.127	27.709	387	2,541	-	8,528	26	0	26	413	
20		0.127	24.189	338	2,541	-	8,528	26	0	26	364	
21		0.127	21.116	295	2,079	-	8,528	21	0	21	316	
22		0.127	18.434	258	2,079	-	8,528	21	0	21	279	
23		0.127	17.065	238	2,079	-	8,528	21	0	21	259	
24		0.127	17.065	238	2,079	-	8,528	21	0	21	259	
25		0.127	17.065	238	2,079	-	8,528	21	0	21	259	

表 1.4-22 自家消費の場合の年度別固定資産税（導入時補助制度利用あり）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	341.313											
1		0.064	319.468	4.472	2,079	20,078	8,528	21	0	21	4,493	
2		0.127	278.895	3,904	2,079	20,078	8,528	21	0	21	3,925	
3		0.127	243.475	3,408	2,079	20,078	8,528	21	0	21	3,429	
4		0.127	212.553	2,975	2,079	20,078	8,528	21	0	21	2,996	
5		0.127	185.558	2,597	2,079	20,078	8,528	21	0	21	2,618	
6		0.127	161.992	2,267	2,079	20,078	8,528	21	0	21	2,288	
7		0.127	141.419	1,979	2,079	20,078	8,528	21	0	21	2,000	
8		0.127	123.458	1,728	2,079	20,078	8,528	21	0	21	1,749	
9		0.127	107.778	1,508	2,079	20,078	8,528	21	0	21	1,529	
10		0.127	94.090	1,317	2,079	20,078	8,528	21	0	21	1,338	
11		0.127	82.140	1,149	2,079	20,078	8,528	21	0	21	1,170	
12		0.127	71.708	1,003	2,079	20,078	8,528	21	0	21	1,024	
13		0.127	62.601	876	2,079	20,078	8,528	21	0	21	897	
14		0.127	54.650	765	2,079	20,078	8,528	21	0	21	786	
15		0.127	47.709	667	2,079	20,078	8,528	21	0	21	688	
16		0.127	41.649	583	2,079	20,078	8,528	21	0	21	604	
17		0.127	36.359	509	2,079	20,078	8,528	21	0	21	530	法定耐用年数:17年
18		0.127	31.741	444	2,079	-	8,528	21	0	21	465	
19		0.127	27.709	387	2,079	-	8,528	21	0	21	408	
20		0.127	24.189	338	2,079	-	8,528	21	0	21	359	
21		0.127	21.116	295	2,079	-	8,528	21	0	21	316	
22		0.127	18.434	258	2,079	-	8,528	21	0	21	279	
23		0.127	17.065	238	2,079	-	8,528	21	0	21	259	
24		0.127	17.065	238	2,079	-	8,528	21	0	21	259	
25		0.127	17.065	238	2,079	-	8,528	21	0	21	259	

< 固定資産税 >

建設費	発電施設の建設費
減価率	耐用年数をもとに決められた毎年資産価値が減価する率で、太陽光発電設備の場合は耐用年数が17年のため0.127と決まっている。また、初年度のみ半分の0.064となる。
評価額	建設費（2年目以降は前年度評価額）と減価率から毎年の評価額が算出される。算出額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。
固定資産税	評価額に固定資産税率1.6%を乗じた額を計上する。

< 事業税 >

売電収入	発電電力を売電して得た収入。
減価償却費	建設費に対して、耐用年数（17年）の期間中に毎年同額を計上する。
事業税 （収入割）	収入に対して1.05%（法人事業税と特別法人事業税を合わせた率）を乗じて算出される。25年度と同じ税額を26年度以降も計上する。
事業税 （所得割）	所得に対して1.85%を乗じて算出される。ただし、17年の減価償却期間中は所得がマイナスのため税額は0となる。
事業税計	収入割と所得割の税額の合計

計	固定資産税と事業税の合計
---	--------------

■ 売電（みなし自家消費）の場合

a) 固定資産税

発電設備に対する年度ごとの固定資産税は、導入時補助制度利用の有無に関係なく同額であり、表 1.4-23 又は 1.4-24 のとおりとなる。

b) 事業税

売電収入に対する年間の事業税は以下のとおりになり、年度ごとの事業税は、導入時補助制度利用なしの場合が表 1.4-23、導入時補助制度利用ありの場合が 1.4-24 のとおりとなる。

○ 導入時補助制度利用なし

① 事業税 [円/年] (20年目まで)

- ・ 収入割 =  $63,709 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 668.94 \rightarrow 668 \text{ 千円}$
- ・ 所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.4-23 参照

② 事業税 [円/年] (21年目以降)

- ・ 収入割 =  $55,940 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 587.37 \rightarrow 587 \text{ 千円}$
- ・ 所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.4-23 参照

○ 導入時補助制度利用あり

事業税 [円/年] (各年度共通)

- ・ 収入割 =  $55,940 \text{ 千円/年} \times 1.05\% = 587.37 \rightarrow 587 \text{ 千円}$
- ・ 所得割 = 所得金額が年度により変わるため、税額は表 1.4-24 参照

表 1.4-23 売電（みなし自家消費）の場合の年度別税金（導入時補助制度利用なし）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	1,062,271											
1		0.064	994,285	13,919	63,709	62,487	29,099	668	0	668	14,587	
2		0.127	868,010	12,152	63,709	62,487	29,099	668	0	668	12,820	
3		0.127	757,772	10,608	63,709	62,487	29,099	668	0	668	11,276	
4		0.127	661,534	9,261	63,709	62,487	29,099	668	0	668	9,929	
5		0.127	577,519	8,085	63,709	62,487	29,099	668	0	668	8,753	
6		0.127	504,174	7,058	63,709	62,487	29,099	668	0	668	7,726	
7		0.127	440,143	6,162	63,709	62,487	29,099	668	0	668	6,830	
8		0.127	384,244	5,379	63,709	62,487	29,099	668	0	668	6,047	
9		0.127	335,445	4,696	63,709	62,487	29,099	668	0	668	5,364	
10		0.127	292,843	4,099	63,709	62,487	29,099	668	0	668	4,767	
11		0.127	255,651	3,579	63,709	62,487	29,099	668	0	668	4,247	
12		0.127	223,183	3,124	63,709	62,487	29,099	668	0	668	3,792	
13		0.127	194,838	2,727	63,709	62,487	29,099	668	0	668	3,395	
14		0.127	170,093	2,381	63,709	62,487	29,099	668	0	668	3,049	
15		0.127	148,491	2,078	63,709	62,487	29,099	668	0	668	2,746	
16		0.127	129,632	1,814	63,709	62,487	29,099	668	0	668	2,482	
17		0.127	113,168	1,584	63,709	62,487	29,099	668	0	668	2,252	法定耐用年数:17年
18		0.127	98,795	1,383	63,709	-	29,099	668	614	1,282	2,665	
19		0.127	86,248	1,207	63,709	-	29,099	668	617	1,285	2,492	
20		0.127	75,294	1,054	63,709	-	29,099	668	620	1,288	2,342	
21		0.127	65,731	920	55,940	-	29,099	587	479	1,066	1,986	
22		0.127	57,383	803	55,940	-	29,099	587	481	1,068	1,871	
23		0.127	53,113	743	55,940	-	29,099	587	482	1,069	1,812	
24		0.127	53,113	743	55,940	-	29,099	587	482	1,069	1,812	
25		0.127	53,113	743	55,940	-	29,099	587	482	1,069	1,812	

表 1.4-24 売電（みなし自家消費）の場合の年度別税金（補助制度利用あり）

(単位:千円)

年度	建設費	減価率	評価額	固定資産税 ①	売電収入	減価償却費	維持管理費	事業税 (収入割) ②	事業税 (所得割) ③	事業税計 ④=②+③	計 ①+④	備考
0	1,062,271											
1		0.064	994,285	13,919	55,940	62,487	29,099	587	0	587	14,506	
2		0.127	868,010	12,152	55,940	62,487	29,099	587	0	587	12,739	
3		0.127	757,772	10,608	55,940	62,487	29,099	587	0	587	11,195	
4		0.127	661,534	9,261	55,940	62,487	29,099	587	0	587	9,848	
5		0.127	577,519	8,085	55,940	62,487	29,099	587	0	587	8,672	
6		0.127	504,174	7,058	55,940	62,487	29,099	587	0	587	7,645	
7		0.127	440,143	6,162	55,940	62,487	29,099	587	0	587	6,749	
8		0.127	384,244	5,379	55,940	62,487	29,099	587	0	587	5,966	
9		0.127	335,445	4,696	55,940	62,487	29,099	587	0	587	5,283	
10		0.127	292,843	4,099	55,940	62,487	29,099	587	0	587	4,686	
11		0.127	255,651	3,579	55,940	62,487	29,099	587	0	587	4,166	
12		0.127	223,183	3,124	55,940	62,487	29,099	587	0	587	3,711	
13		0.127	194,838	2,727	55,940	62,487	29,099	587	0	587	3,314	
14		0.127	170,093	2,381	55,940	62,487	29,099	587	0	587	2,968	
15		0.127	148,491	2,078	55,940	62,487	29,099	587	0	587	2,665	
16		0.127	129,632	1,814	55,940	62,487	29,099	587	0	587	2,401	
17		0.127	113,168	1,584	55,940	62,487	29,099	587	0	587	2,171	法定耐用年数:17年
18		0.127	98,795	1,383	55,940	-	29,099	587	470	1,057	2,440	
19		0.127	86,248	1,207	55,940	-	29,099	587	474	1,061	2,268	
20		0.127	75,294	1,054	55,940	-	29,099	587	477	1,064	2,118	
21		0.127	65,731	920	55,940	-	29,099	587	479	1,066	1,986	
22		0.127	57,383	803	55,940	-	29,099	587	481	1,068	1,871	
23		0.127	53,113	743	55,940	-	29,099	587	482	1,069	1,812	
24		0.127	53,113	743	55,940	-	29,099	587	482	1,069	1,812	
25		0.127	53,113	743	55,940	-	29,099	587	482	1,069	1,812	

< 固定資産税 >

建設費	発電施設の建設費
減価率	耐用年数をもとに決められた毎年資産価値が減価する率で、太陽光発電設備の場合は耐用年数が17年のため0.127と決まっている。また、初年度のみ半分の0.064となる。
評価額	建設費（2年目以降は前年度評価額）と減価率から毎年の評価額が算出される。算出額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。
固定資産税	評価額に固定資産税率1.6%を乗じた額を計上する。

< 事業税 >

売電収入	発電電力を売電して得た収入。
減価償却費	建設費に対して、耐用年数（17年）の期間中に毎年同額を計上する。
事業税 （収入割）	収入に対して1.05%（法人事業税と特別法人事業税を合わせた率）を乗じて算出される。25年度と同じ税額を26年度以降も計上する。
事業税 （所得割）	所得に対して1.85%を乗じて算出される。ただし、17年の減価償却期間中は所得がマイナスのため税額は0となる。
事業税計	収入割と所得割の税額の合計

計	固定資産税と事業税の合計
---	--------------

以上のとおり算出した年間の発生する費用のまとめを表 1.4-25 に示す。

表 1.4-25 発生する費用のまとめ

発電電力 利用方法	導入時 補助制度 利用	対象施設	発電容量 (kW)	建設費 (千円)	維持管理費 (千円/年)	固定資産税 (千円/年)	事業税 (千円/年)
自家消費	なし	荷さばき所、 超低温冷蔵施設、 冷蔵施設、 製氷施設	1,653	341,313	8,528	238~4,472	21~26
	あり	荷さばき所、 超低温冷蔵施設、 冷蔵施設、 製氷施設	1,653	170,657 (341,313 × 1/2)	8,528	238~4,472	21
売電 (みなし自家消費)	なし	荷さばき所、 超低温冷蔵施設、 冷蔵施設、 製氷施設	4,934	1,062,271	29,099	743~ 13,919	668~1,288
	あり	荷さばき所、 超低温冷蔵施設、 冷蔵施設、 製氷施設	4,934	531,136 (1,062,271 × 1/2)	29,099	743~ 13,919	587~1,069



## 1.4.4 検討結果

### (1) 漁港施設ごとの電力消費量と太陽光発電の設置可能規模

ここまでの検討結果について、対象施設ごとに整理した内容を表 1.4-26 に、発電電力利用方法ごとに整理した内容を表 1.4-27 に示す。

表 1.4-26 施設ごとの契約容量、電力消費量及び設置可能規模

施設名	契約容量 (kW)	電力消費量 (kWh/年)	発電電力利用方法	設置可能規模	発電量 (kWh/年)	備考
荷さばき所	367	403,593	自家消費	367kW (3,670㎡)	462,100	契約容量に合わせる。
			売電(みなし自家消費)	320kW (3,200㎡)	403,593	電力消費量に合わせる。
超低温 冷蔵施設	600	2,784,816	自家消費	600kW (6,000㎡)	755,500	契約容量に合わせる。
			売電(みなし自家消費)	2,211kW (22,110㎡)	2,784,816	電力消費量に合わせる。
冷蔵施設	350	1,713,724	自家消費	350kW (3,500㎡)	440,700	契約容量に合わせる。
			売電(みなし自家消費)	1,360kW (13,600㎡)	1,713,724	電力消費量に合わせる。
製氷施設	336	1,313,434	自家消費	336kW (3,360㎡)	423,100	契約容量に合わせる。
			売電(みなし自家消費)	1,043kW (10,430㎡)	1,313,434	電力消費量に合わせる。

表 1.4-27 発電電力利用方法ごとの契約容量、電力消費量及び設置可能規模

発電電力利用方法	施設名	契約容量 (kW)	電力消費量 (kWh/年)	設置可能規模	発電量 (kWh/年)	備考
自家消費	荷さばき所	367	403,593	367kW (3,670㎡)	462,100	契約容量に合わせる。
	超低温 冷蔵施設	600	2,784,816	600kW (6,000㎡)	755,500	
	冷蔵施設	350	1,713,724	350kW (3,500㎡)	440,700	
	製氷施設	336	1,313,434	336kW (3,360㎡)	423,100	
	計	1,653	6,215,567	1,653kW (16,530㎡)	2,081,400	
売電 (みなし自家消費)	荷さばき所	367	403,593	320kW (3,200㎡)	403,593	電力消費量に合わせる。
	超低温 冷蔵施設	600	2,784,816	2,211kW (22,110㎡)	2,784,816	
	冷蔵施設	350	1,713,724	1,360kW (13,600㎡)	1,713,724	
	製氷施設	336	1,313,434	1,043kW (10,430㎡)	1,313,434	
	計	1,653	6,215,567	4,934kW (49,340㎡)	6,215,567	

### (2) 利用者負担額の回収期間

導入時補助制度（補助率 1/2）を利用した場合、建設費の半分が利用者負担となる。一方で、導入時補助制度を利用しない場合、建設費の全額が利用者負担となる。太陽光発電の事業性について、導入時補助制度を利用しない場合とした場合に分けて検討した結果を表 1.4-28、1.4-29 に示す。

検討の結果、回収期間が最も短かったのは、導入時補助制度を利用して自家消費した場合の 9 年であった。今回検討したケースの中では、自家消費が導入時補助制度の利用あり・なしともに法定耐用年数の 17 年を下回った。そのほかのケースでは、利用者負担額の回

収に最低でも 25 年かかり、特に導入時補助制度利用なしの売電（みなし自家消費）の場合は回収に 40 年かかる。

なお、太陽光パネルの寿命は 30～40 年と言われている。そのため、利用者負担額回収期間が 30 年を超えるような場合は、回収前に発電設備の寿命により、パワーコンディショナ以外の機器についても更新が必要になり、実際には設備全体の寿命を迎える前に利用者負担額を回収できないことも考えられる。

また、利用者負担額回収期間の算定内訳について、導入時補助制度利用なしの場合の年度収支を表 1.4-30、1.4-31 に、導入時補助制度利用ありの場合の年度収支を表 1.4-32、1.4-33 に示す。

表 1.4-28 事業性の検討結果（導入時補助制度を利用しない場合）

利用方法	自家消費	売電(みなし自家消費)
設置場所	・荷さばき所屋根 ・超低温冷蔵施設屋根 ・冷蔵施設屋根	・荷さばき所屋根 ・超低温冷蔵施設屋根 ・冷蔵施設屋根 ・その他利用可能な漁港施設用地
供給先	荷さばき所、超低温冷蔵施設屋根 冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、超低温冷蔵施設屋根 冷蔵施設、製氷施設
設置面積 (㎡)	16,530	49,340
発電容量 (kW)	1,653	4,934
年間発電量 (kWh/年)	2,081,400	6,215,567
売電価格 (円/kWh)	・～20年目:11 ・21年目～:9	・～20年目:10.25 ・21年目～:9
売電収入 (千円/年)	・～20年目:2,541 ・21年目～:2,079	・～20年目:63,709 ・21年目～:55,940
買電価格 (円/kWh)	16.16	
電気料金削減額 (千円/年)	29,898	
利用者負担額 (千円)	341,313	1,062,271
維持管理費 (千円/年)	8,528	29,099
主な税金 (千円/年)	259～4,498	1,812～14,587
初期費用 回収期間	16年	40年

【補足説明】（導入時補助制度を利用しない場合）

1)自家消費

- ・発電容量は、既設の受変電設備の増強が必要にならないように、電気の契約容量の範囲内とした。
- ・発電電力は全て自家消費するものとして、電気料金削減額を売電収入に置き換えて比較した。

## 2)売電（みなし自家消費）

- ・発電容量は、発電量が電力消費量を上回らないように検討した。
- ・導入時補助制度を利用しない場合の買取価格は、固定価格買取制度による買取価格とした。ただし、20年間の固定価格による買取期間終了後も売電を継続するが、買取価格は下がるものとした。

表 1.4-29 事業性の検討結果（導入時補助制度（補助率 1/2）を利用した場合）

利用方法	自家消費	売電(みなし自家消費)
設置場所	・荷さばき所屋根 ・超低温冷蔵施設屋根 ・冷蔵施設屋根	・荷さばき所屋根 ・超低温冷蔵施設屋根 ・冷蔵施設屋根 ・その他利用可能な漁港施設用地
供給先	荷さばき所、超低温冷蔵施設屋根 冷蔵施設、製氷施設	荷さばき所、超低温冷蔵施設屋根 冷蔵施設、製氷施設
設置面積 (㎡)	16,530	49,340
発電容量 (kW)	1,653	4,934
年間発電量 (kWh/年)	2,081,400	6,215,567
売電価格 (円/kWh)	9	9
売電収入 (千円/年)	2,079	55,940
買電価格 (円/kWh)	16.16	
電気料金削減額 (千円/年)	29,898	
利用者負担額 (千円)	170,657 (341,313 × 1/2)	531,136 (1,062,271 × 1/2)
維持管理費 (千円/年)	8,528	29,099
主な税金 (千円/年)	259～4,493	1,812～14,506
初期費用 回収期間	9年	25年

### 【補足説明】（導入時補助制度を利用した場合）

#### 1)自家消費

- ・発電容量は、既設の受変電設備の増強が必要にならないように、電気の契約容量の範囲内とした。
- ・発電電力は全て自家消費するものとして、電気料金削減額を売電収入に置き換えて比較した。

#### 2)売電（みなし自家消費）

- ・発電容量は、発電量が電力消費量を上回らないように検討した。
- ・導入時補助制度を利用した場合の買取価格は、固定価格買取制度は利用できないため、固定価格買取制度の買取価格よりも安い通常の買取価格とした。

表 1.4-30 自家消費の場合の年度収支（導入時補助制度を利用しない場合）

(単位:千円)

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	341,313			341,313		-341,313
1		8,528	4,498	13,026	32,439	-321,900
2		8,528	3,930	12,458	32,439	-301,919
3		8,528	3,434	11,962	32,439	-281,442
4		8,528	3,001	11,529	32,439	-260,532
5		8,528	2,623	11,151	32,439	-239,244
6		8,528	2,293	10,821	32,439	-217,626
7		8,528	2,005	10,533	32,439	-195,720
8		8,528	1,754	10,282	32,439	-173,563
9		8,528	1,534	10,062	32,439	-151,186
10		8,528	1,343	9,871	32,439	-128,618
11		8,528	1,175	9,703	32,439	-105,882
12		8,528	1,029	9,557	32,439	-83,000
13		8,528	902	9,430	32,439	-59,991
14		8,528	791	9,319	32,439	-36,871
15		8,528	693	9,221	32,439	-13,653
16		8,528	609	9,137	32,439	9,649
17		8,528	535	9,063	32,439	33,025
18		8,528	470	8,998	32,439	56,466
19		8,528	413	8,941	32,439	79,964
20		8,528	364	8,892	32,439	103,511
21		8,528	316	8,844	31,977	126,644
22		8,528	279	8,807	31,977	149,814
23		8,528	259	8,787	31,977	173,004
24		8,528	259	8,787	31,977	196,194
25		8,528	259	8,787	31,977	219,384

表 1.4-31 売電（みなし自家消費）の場合の年度収支（導入時補助制度を利用しない場合）

（単位：千円）

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	1,062,271			1,062,271		-1,062,271
1		29,099	14,587	43,686	63,709	-1,042,248
2		29,099	12,820	41,919	63,709	-1,020,458
3		29,099	11,276	40,375	63,709	-997,124
4		29,099	9,929	39,028	63,709	-972,443
5		29,099	8,753	37,852	63,709	-946,586
6		29,099	7,726	36,825	63,709	-919,702
7		29,099	6,830	35,929	63,709	-891,922
8		29,099	6,047	35,146	63,709	-863,359
9		29,099	5,364	34,463	63,709	-834,113
10		29,099	4,767	33,866	63,709	-804,270
11		29,099	4,247	33,346	63,709	-773,907
12		29,099	3,792	32,891	63,709	-743,089
13		29,099	3,395	32,494	63,709	-711,874
14		29,099	3,049	32,148	63,709	-680,313
15		29,099	2,746	31,845	63,709	-648,449
16		29,099	2,482	31,581	63,709	-616,321
17		29,099	2,252	31,351	63,709	-583,963
18		29,099	2,665	31,764	63,709	-552,018
19		29,099	2,492	31,591	63,709	-519,900
20		29,099	2,342	31,441	63,709	-487,632
21		29,099	1,986	31,085	55,940	-462,777
22		29,099	1,871	30,970	55,940	-437,807
23		29,099	1,812	30,911	55,940	-412,778
24		29,099	1,812	30,911	55,940	-387,749
25		29,099	1,812	30,911	55,940	-362,720
26		29,099	1,812	30,911	55,940	-337,691
27		29,099	1,812	30,911	55,940	-312,662
28		29,099	1,812	30,911	55,940	-287,633
29		29,099	1,812	30,911	55,940	-262,604
30		29,099	1,812	30,911	55,940	-237,575
31		29,099	1,812	30,911	55,940	-212,546
32		29,099	1,812	30,911	55,940	-187,517
33		29,099	1,812	30,911	55,940	-162,488
34		29,099	1,812	30,911	55,940	-137,459
35		29,099	1,812	30,911	55,940	-112,430
36		29,099	1,812	30,911	55,940	-87,401
37		29,099	1,812	30,911	55,940	-62,372
38		29,099	1,812	30,911	55,940	-37,343
39		29,099	1,812	30,911	55,940	-12,314
40		29,099	1,812	30,911	55,940	12,715
41		29,099	1,812	30,911	55,940	37,744
42		29,099	1,812	30,911	55,940	62,773
43		29,099	1,812	30,911	55,940	87,802
44		29,099	1,812	30,911	55,940	112,831
45		29,099	1,812	30,911	55,940	137,860

表 1.4-32 自家消費の場合の年度収支（導入時補助制度を利用した場合）

(単位:千円)

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	170,657			170,657		-170,657
1		8,528	4,493	13,021	31,977	-151,701
2		8,528	3,925	12,453	31,977	-132,177
3		8,528	3,429	11,957	31,977	-112,157
4		8,528	2,996	11,524	31,977	-91,704
5		8,528	2,618	11,146	31,977	-70,873
6		8,528	2,288	10,816	31,977	-49,712
7		8,528	2,000	10,528	31,977	-28,263
8		8,528	1,749	10,277	31,977	-6,563
9		8,528	1,529	10,057	31,977	15,357
10		8,528	1,338	9,866	31,977	37,468
11		8,528	1,170	9,698	31,977	59,747
12		8,528	1,024	9,552	31,977	82,172
13		8,528	897	9,425	31,977	104,724
14		8,528	786	9,314	31,977	127,387
15		8,528	688	9,216	31,977	150,148
16		8,528	604	9,132	31,977	172,993
17		8,528	530	9,058	31,977	195,912
18		8,528	465	8,993	31,977	218,896
19		8,528	408	8,936	31,977	241,937
20		8,528	359	8,887	31,977	265,027
21		8,528	316	8,844	31,977	288,160
22		8,528	279	8,807	31,977	311,330
23		8,528	259	8,787	31,977	334,520
24		8,528	259	8,787	31,977	357,710
25		8,528	259	8,787	31,977	380,900

表 1.4-33 売電（みなし自家消費）の場合の年度収支（導入時補助制度を利用した場合）

(単位:千円)

年度	支出				収入	累積収支
	①利用者負担額	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	531,136			531,136		-531,136
1		29,099	14,506	43,605	55,940	-518,801
2		29,099	12,739	41,838	55,940	-504,699
3		29,099	11,195	40,294	55,940	-489,053
4		29,099	9,848	38,947	55,940	-472,060
5		29,099	8,672	37,771	55,940	-453,891
6		29,099	7,645	36,744	55,940	-434,695
7		29,099	6,749	35,848	55,940	-414,603
8		29,099	5,966	35,065	55,940	-393,728
9		29,099	5,283	34,382	55,940	-372,170
10		29,099	4,686	33,785	55,940	-350,015
11		29,099	4,166	33,265	55,940	-327,340
12		29,099	3,711	32,810	55,940	-304,210
13		29,099	3,314	32,413	55,940	-280,683
14		29,099	2,968	32,067	55,940	-256,810
15		29,099	2,665	31,764	55,940	-232,634
16		29,099	2,401	31,500	55,940	-208,194
17		29,099	2,171	31,270	55,940	-183,524
18		29,099	2,440	31,539	55,940	-159,123
19		29,099	2,268	31,367	55,940	-134,550
20		29,099	2,118	31,217	55,940	-109,827
21		29,099	1,986	31,085	55,940	-84,972
22		29,099	1,871	30,970	55,940	-60,002
23		29,099	1,812	30,911	55,940	-34,973
24		29,099	1,812	30,911	55,940	-9,944
25		29,099	1,812	30,911	55,940	15,085
26		29,099	1,812	30,911	55,940	40,114
27		29,099	1,812	30,911	55,940	65,143
28		29,099	1,812	30,911	55,940	90,172
29		29,099	1,812	30,911	55,940	115,201
30		29,099	1,812	30,911	55,940	140,230

## 2. 再生可能エネルギーの導入済みの地区の調査・分析

塩釜漁港（荷さばき所屋上に設置）と銚子漁港（第1卸売市場屋上に設置）の2地区を対象地区として調査した。関係者ヒアリングを実施し、維持管理体制、手法、費用及び課題を整理した。

### 2.1 発電施設の概要

2地区の発電施設概要について表2-1に示す。

表2-1 太陽光発電の施設概要

漁港名	塩釜漁港	銚子漁港
平均日射量	4.1kWh/m <sup>2</sup> ・日	4.5kWh/m <sup>2</sup> ・日
設備容量	発電容量：72.9kW 蓄電池容量：50.7kWh	発電容量：101.64kW
設置場所	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根
メーカー	三菱電機	京セラ
稼働開始年	東棟：平成27年 南棟：平成29年	平成27年
初期費用	荷さばき所整備と一体で行ったため、太陽光発電施設導入費用のみの算出はできない。	87,000千円
利用した補助事業	水産基盤整備事業 (水産庁)	漁港の省エネ実証事業 (環境省)
導入目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気料金の削減</li> <li>CO2発生抑制による環境配慮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネを図り、CO2の発生を抑制する。</li> <li>市場の高度衛生管理に必要となる電気使用量の増加に対応する。</li> </ul>

### 2.2 発電電力の利用方法

2地区の発電電力の利用方法について表2-2に示す。

表2-2 太陽光発電電力の利用方法

漁港名	塩釜漁港	銚子漁港
発電量	約78,000～80,000kWh/年	114,699kWh/年 (2020年8月～2021年7月)
利用方法	全量自家消費 (直接消費+蓄電して夜間利用)	自家消費+余剰売電(※) ※補助事業の要件によりFIT未利用
利用施設	荷さばき所の各設備で利用	第1魚市場の各設備で利用 (電動フォークリフト充電、空調、照明、井戸ポンプ、加圧ポンプ)



## 2.3 維持管理状況

2 地区の発電施設の維持管理状況について表 2-3 に示す。

表 2-3 太陽光発電施設の維持管理状況

漁港名	塩釜漁港	銚子漁港
維持管理手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検は管理者である市職員が目視確認で行っている。</li> <li>・ 定期点検は外部委託の電気管理技術者が月 1 回実施している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検は設置者である漁業協同組合が行っている。</li> <li>・ モニターのチェックを週 1 回。</li> <li>・ 定期点検は外部委託で年 2 回。</li> </ul>
維持管理費	<p>定期点検費用 108,000 円/年</p>	<p>定期点検費用 393,600 円/年 ※ 荷さばき所全体の点検費用</p>
塩害・その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状では塩害、糞害、強風による被害はほとんどない。ただし、施設老朽化に伴う機械の修理や部品の交換等、今後生じる可能性が考えられ、とても心配である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 塩害は今のところない。</li> <li>・ カモメのふんが付くので定期的にパネルの清掃が必要である（真水で流す）。</li> <li>・ 強風により固定していたケーブルがずれたことがある。</li> </ul>

## 2.4 課題

2 地区の太陽光発電導入の課題について表 2-4 に示す。

表 2-4 太陽光発電導入の課題

漁港名	塩釜漁港	銚子漁港
導入時にあった課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽光発電時間と荷さばき所稼働時間（供給と需要）が異なることから、太陽光発電電力の効率的な活用が課題であった。本漁港では、蓄電池を導入することで対応したが、蓄電池導入コストは非常に高いため、導入時に活用する補助事業の内容によっては蓄電池の導入が難しいと考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ パネルの塩害に対する保証がないこと。</li> <li>・ 荷さばき所の稼働は午前中のみのため、発電電力の需要と供給の時間差が課題であったが、最も電気を使用する冷海水機を昼間に運転させることで発電電力を有効活用している。</li> </ul>
現在の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 将来、更新時に単独による実施は難しいと感じている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鳥の糞の掃除に手間がかかる。</li> <li>・ 停電後に発電装置が自動で復旧せず、保安協会に依頼する必要がある。</li> </ul>

## 2.5 調査結果のまとめ

太陽光発電を導入済みの事例として調査した 2 地区について、調査結果を整理した。

### (1) 調査結果について

- ・ 2 地区とも補助事業を利用して荷さばき所の建て替えと同時に導入し、発電設備を荷さばき所屋根に設置している。
- ・ 2 地区とも発電電力の利用施設は荷さばき所のみである。
- ・ 2 地区とも自家消費を採用しているが、塩釜漁港では蓄電池を導入することで、銚子漁港では売電、および冷海水機を日中に運転させることで、発電電力を効率的に活用している。
- ・ 維持管理については、日常点検は管理者自身が行っているが、定期点検は外部委託している。
- ・ 塩害や強風による被害等が懸念されていたが、2 地区とも供用開始から 7 年経過した現在も顕在化していない。
- ・ 設備更新時の費用負担が懸念事項となっている。

### (2) 維持管理についてのまとめ

2 地区とも供用開始から 7 年経過しているが、現時点ではどちらも維持管理に関して大きな問題はないといえる。今回の調査結果からわかることを以下に整理した。

#### ①塩害

漁港区域で最も懸念される塩害であるが、太陽光パネルや架台等に塩害対策が施されたものを使用することで発生を抑えることが可能であるといえる。また、定期点検だけでなく日常点検によるメンテナンスも重要であることがわかる。

#### ②機器の更新

供用開始から 10 年以上経過すると、パワーコンディショナや蓄電池等が寿命を迎える可能性が高くなっていく。その際の更新費用について留意する必要がある。

### 3. 法的規制、申請手続きについて

再生可能エネルギー（太陽光発電施設）の導入にあたり、必要な法的規制や申請手続きについて整理した。

#### 3.1 法的規制について

漁港において太陽光発電施設を導入する際には、関連する様々な法規制について許認可手続を行う必要がある。ここでは、電気事業法関連以外にも、許認可手続を行わなければならない可能性があるものを挙げた。また、市町村や都道府県によっては、太陽光へ津電施設の設置等に際し遵守すべき事項を定めた条例、要綱、ガイドライン等を制定・策定している場合があるので、確認が必要である。

##### (1) 電気事業法関連

電気事業法においては、発電設備の規模に関わらず、全ての太陽光発電事業者に対して、技術基準への適応義務が課されている。同法を十分に理解し、発電設備として適切な設計を行い、設計段階で適切かつ円滑な保守点検及び維持管理が実施できるよう考慮する必要がある。施工時や完成後においても各種届出手続が必要だが、設備の規模により必要な内容が変わってくるため、注意が必要である。規模ごとの電気事業法に関する許認可手続を整理して表 3.1 に示す。

表 3.1 太陽光発電の電気事業法に関する許認可手続

電気 工作物	出力の規模	工事 計画	使用前 検査	使用 開始届	主任 技術者	保安 規程	届出先
自家用	2,000kW 以上	届出	実施	不要※ 1	選任	届出	経済産業省 産業保安 監督部
	500 以上 2,000kW 未滿	不要	不要	不要※ 1	外部委託 承認	届出	経済産業省 産業保安 監督部
	50 以上 500kW 未滿	不要	不要	不要	外部委託 承認	届出	経済産業省 産業保安 監督部
	50kW 未滿※2	不要	不要	不要	外部委託 承認	届出	経済産業省 産業保安 監督部
一般用	50kW 未滿※2	不要	不要	不要	不要	不要	

参考文献：経済産業省 HP、太陽光発電設備を設置する場合の手引き

[https://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/sangyo/electric/detail/taiyoudenchi.html](https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/taiyoudenchi.html)

※1：出力 500 kW 以上の電気工作物を譲渡、借用する場合には使用開始届けが必要。

※2：高压連系の 50 kW 未滿は自家用電気工作物である。

※3：低压連系の 50 kW 未滿、もしくは独立系システムの 50 kW 未滿が該当する。

## (2) 建築・消防法関連

建築物の屋上に当該建築物に電気を供給する太陽光発電設備を設置する場合は、建築基準法の定めに従って設置することが求められるため、基準に適合した設計を行うことが必要である。また、特定の要件に該当する場合を除いて、市町村等の建築確認が必要になる。建築基準法及び消防法に関する許認可手続について表 3.2 に示す。

表 3.2 太陽光発電の建築・消防法に関する許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
建築基準法	建築確認申請		○	○	○	○	
消防法	消防法に基づく申請等		○	○	○	○	

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

## (3) 土地利用関連

太陽光発電設備により安定的かつ効率的に発電し供給するためには、土地開発に関する法令を遵守する必要がある、定められた基準に従って設計を行うことが求められる。土地利用に関して様々な許認可手続があるが、関係法令が適用されない場所においても、防災の観点から配慮がなされた設計が必要な場合がある。土地利用に関する許認可手続について表 3.3 に示す。

表 3.3 太陽光発電の土地利用に関する許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
都市計画法	開発許可手続	○	○				
国土利用計画法	土地売買等の契約届出手続	○	○				
宅地造成等規制法	宅地造成等規制法に基づく許可又は届出	○	○				
砂防法	砂防指定地における行為許可等	○	○				
急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	急傾斜地崩壊危険区域内の行為許可	○	○				
地すべり等防止法	地すべり防止区域内の行為許可	○	○				

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

#### (4) 環境関連

太陽光発電施設の設置においては、環境保全に関しても様々な規制がある。また、立地場所や設置・運用の仕方により、地域住民等の生活環境や、地域で保全しようとしている景観等に影響を及ぼす場合もある。設置する土地によっては、関係法令が定める基準以上に、地域との共生を図るための取組みを要する場合もあることに留意する必要がある。環境に関する許認可手続について表 3.4 に示す。

表 3.4 太陽光発電の環境に関する許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
環境影響評価法	環境アセスメント	○	○				
土壌汚染対策法	土地の形質の変更に係る届出手続	○	○				
文化財保護法	埋蔵文化財包蔵地土木工事等届出手続	○	○				
景観法	景観法等に基づく届出	○	○				
自然公園法	行為許可申請等手続	○	○				
自然環境保全法	自然環境保全地域等における行為の	○	○				
絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律	生息地等保護区の管理地区内等における行為の許可等手続	○	○				
鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律	特別保護地区内における行為許可手続	○	○				
騒音規制法	騒音規制に関する届出手続	○	○				
振動規制法	振動規制に関する届出手続	○	○				

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

#### (5) 漁港関連

漁港区域内において発電設備の設置を行う場合は、関連する法令に基づき、管理者の許可が必要となる。漁港に関する許認可手続について表 3.5 に示す。

表 3.5 太陽光発電の漁港に関する許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
港湾法	臨海地区内における行為の届出	○	○				
漁港漁場整備法	漁港の区域内の水域等における占用等の許可	○	○				

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

## (6) その他

工事の際に道路を占有する場合は、事前に所轄の警察署及び道路管理者の許可が必要となる。また、文化財保護法による指定地内の場合も、発電設備の設置のため開発行為を行う際に届出が必要である。道路及び文化財に関する許認可手続について表 3.6 に示す。

表 3.6 太陽光発電のその他許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
道路交通法	①道路使用許可手続 ②制限外積載許可手続		○	○	○	○	
道路法	道路の占有許可手続等	○	○	○	○	○	
道路法	道路法に基づく車両制限	○	○	○	○	○	
文化財保護法	史跡・名勝・天然記念物指定地の現状変更の許可	○	○				
文化財保護法	遺跡等の発見報告		○	○	○	○	

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

## **3.2 支援制度について**

### **(1) 補助金による支援**

太陽光発電の導入推進に関して、各府省庁が補助金や税制優遇をはじめとした種々の支援施策及び制度を実施している。漁港において太陽光発電等による再生可能エネルギーの導入を図るにあたり、経済的な負担軽減には様々な補助メニューがある。表 3.7 で補助制度を紹介する。詳細は各府省庁への問合せが必要である。

表 3.7 太陽光発電に関する補助制度の一例

	事業名	メニュー	補助率
水産庁	水産基盤整備事業	・荷さばき所等への付帯施設としての太陽光発電施設	1/2 等
	漁港機能増進事業	・漁船、冷凍トラック等への電力供給のための給電施設の整備 ・再生可能エネルギー利用施設、蓄電施設、送電線の整備 ※上記整備は、漁港施設の付帯施設として整備する場合に限る	1/2 等
	浜の活力再生・成長促進交付金（水産業強化支援事業）	・共同利用施設の整備、環境対策に資する施設・機器の整備を支援	1/2、4/10、1/3 等
農林水産省	農山漁村振興交付金	・農山漁村への定住や地域間交流を図るために必要な農作物加工・販売施設、地域間交流拠点施設等に係る発電設備の整備を支援	1/2 等
環境省	地域脱炭素移行・再エネ推進交付金	・再エネ等設備の導入に加え、再エネ利用最大化のための基盤インフラ設備（蓄電池、自営線等）や省 CO2 等設備の導入、これらと一体となってその効果を高めるために実施するソフト事業を対象	3/4～1/2 等
	PPA 活用等による地域の再エネ主力化・レジリエンス強化促進事業 【ストレージパリティの達成に向けた太陽光発電設備等の価格低減促進事業】	・業務用施設・産業用施設等への自家消費型の太陽光発電設備や蓄電池の導入を支援	太陽光発電設備：4～5万円/kW、蓄電池：7万円/kWh
経済産業省	需要家主導による太陽光発電導入促進補助金	・発電事業者や需要家自ら太陽光発電設備を設置し、FIT/FIP 制度及び自己託送によることなく、再生可能エネルギーを長期的に利用する契約を締結する場合等の太陽光発電設備の導入を支援	2/3、1/2
	蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業	・電力システムの混雑等の情報と分散型エネルギーリソースによる需要創出を組み合わせ、送配電設備の容量制約等を回避し、再エネの有効活用を促進する仕組みの検証に伴う蓄電池等の導入を支援	定額、1/2、1/3



## (2) 電力買取による支援

太陽光発電により売電を行う場合、電力買取による支援を利用することができる。ただし、(1)の導入時の支援として水産庁の補助制度を利用した場合は、この電力買取による支援は受けられないので注意が必要である。再生可能エネルギーの支援制度である固定価格買取制度（FIT）及び指導連動型プレミアム制度（FIP）について以下に示す。

### ①固定価格買取制度（FIT）

再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者が調達を義務づけるもので、2012年7月1日にスタートした。

電気事業者が調達した再生可能エネルギー電気は、送電網を通じて普段使う電気として供給されている。このため、電気事業者が再生可能エネルギー電気の買取りに要した費用は、電気料金の一部として、使用電力量に比例した賦課金という形で国民が負担することとなっている。

この制度は、エネルギー自給率の向上、地球温暖化対策、産業育成を図るとともに、コストダウンや技術開発によって、再生可能エネルギーの普及を図ることを目的としている。固定価格買取制度の仕組みを図3.1に、太陽光発電における現在の調達価格と期間を表3.8に示す。



図 3.1 固定価格買取制度の仕組み

出典：資源エネルギー庁 HP、なっとく！再生可能エネルギー

表 3.8 太陽光発電における現在の調達価格と期間

太陽光発電	1kWhあたり調達価格等 ※1			
	250kW以上（入札制度適用区分）	50kW以上250kW未満	10kW以上50kW未満 ※3	10kW未満
2020年度 （参考）	入札制度により決定 （第6回12円/第7回11.5円）	12円	13円	21円
2021年度	入札制度により決定 （第8回11円/第9回10.75円/ 第10回10.5円/第11回10.25円）	11円	12円	19円
2022年度	入札制度により決定 ※4 （一定規模以上）	10円 （50kW以上入札対象未満） ※4	11円	17円
調達期間 ※2	20年間			10年間
調達期間	20年間			10年間

出典：資源エネルギー庁 HP、なっとく！再生可能エネルギー

## ②市場連動型プレミアム制度（FIP）

再生可能エネルギー発電事業者があらかじめ設定された価格で売電できる FIT 制度の導入により再生可能エネルギーは急速に拡大してきたが、電気料金に上乗せして国民が払う賦課金の負担が重くなっている等の課題も明らかになってきた。

これに対して、FIP 制度とはフィードインプレミアム (Feed-in Premium) の略称で、従来の FIT 制度のように固定価格で買い取るのではなく、再生可能エネルギー発電事業者が電力卸市場などで売電したときに、その売電価格に一定のプレミアムを上乗せすることで再生可能エネルギーの導入促進を図る制度である。再生可能エネルギー発電事業者が FIP 制度の認定を受け、自らが卸電力取引市場や相対取引によって再生可能エネルギー電気を売電することになる。FIT 制度では売電価格が一定であるため、収入はいつ発電しても同じとなる。このため、市場価格が高くなる需要ピーク時に電力供給量を増やすというインセンティブが働きにくい。FIP 制度ではプレミアム（補助額）が一定で収入は市場価格に連動するため、需要ピーク時に蓄電池活用などで供給量を増やすインセンティブがある。FIT 制度と FIP 制度の違いを図 3.2 に示す。

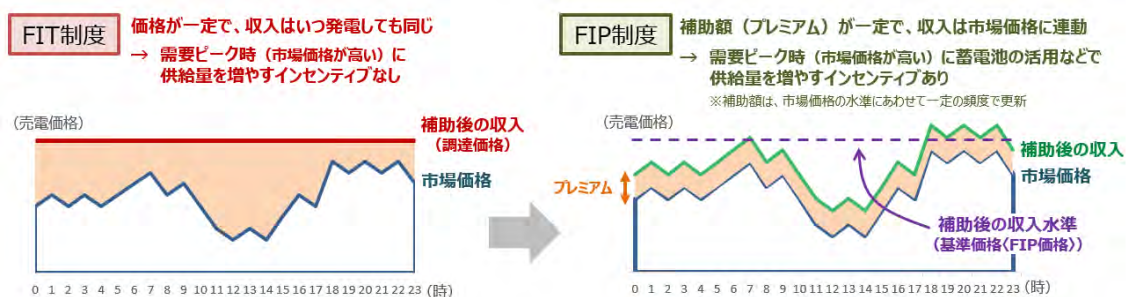


図 3.2 FIT 制度と FIP 制度の違い

出典：資源エネルギー庁 HP、スペシャルコンテンツ 再エネを日本の主力エネルギーに！  
「FIP 制度」が 2022 年 4 月スタート

### 3.3 導入に必要な手続き等について

前項のとおり、太陽光発電設備を設置する際には、計画・設計の段階から様々な申請や手続きが必要となる。大きく分けると以下の3種類があり、それぞれ必要な時期や順番があるため、事前によく把握しておくことが重要である。

#### ①法的規制に関する許認可手続き

関係する法令や都道府県及び市町村の条例をよく確認し、必要な手続きを確実に行う。

#### ②支援制度に関する申請手続き

発電施設導入に対する補助や売電に関する補助（固定価格買取制度等）がある。

#### ③系統連系に関する手続き

発電設備を電力会社の送電線や配電線網である電力系統に接続する必要がある、工事を行って連系しなければならない。これは、自家消費と売電（みなし自家消費）のどちらの場合も必要であり、電力会社への手続きを行う。

また、太陽光発電設備を設置するにあたり、関係法令及び条例を遵守することは当然であるが、さらに事業の実施について、関係者及び地域住民への配慮が重要となる。

これより、以上の導入における必要な手続き等について整理する。

#### (1)関係者との合意形成

太陽光発電を施設の未利用の屋上に導入する際は、施設所有者、漁港管理者、漁業関係者及び地域住民に対して周知しておくことが重要である。

#### (2)各種手続き

太陽光発電の施工業者と契約を締結してから発電を開始するまでの流れについて確認する。

##### ①設備認定の申請

固定価格買取制度に基づき電力会社へ電力を売電する場合、対象となる太陽光発電設備の設置場所を管轄する地方経済産業局へ申請を行い、設備認定を受けることが必要となる。申請は、太陽光発電設備の導入者から申請することになるが、施工業者が手続きを代行することもできる。

なお、自家消費のみの場合は設備認定の申請は不要である。

##### ②系統連系の申込み

発電設備を電力会社の送電又は配電線に接続して運用することを系統連系という。

太陽光発電設備による発電電力を漁港施設に供給して自家消費する場合、日差しの弱い曇りの日や雨の日は発電量が少なく、夜間は発電されないため、電力会社の電力を購

入して使用する必要がある。また、漁港施設で消費されず、余った電力は電力会社に売電することになる。

電力会社への系統連系の申込は太陽光発電の規模や製品が決まった時点で申請書を提出するが、書類の作成は基本的には施工業者が行なう。

### ③その他必要な手続き

発電事業の開始にあたっては、経済産業省が設備認定を、電力会社が接続可能性をそれぞれ並行して審査・検討する。通常は、設備認定の方が、接続可能性の検討（アクセス検討）より早く終了する。

適用される買取価格は、設備認定を経て、電力会社へ正式に接続契約を申し込んだ時点で確定する。他方、接続の可否は、正式な接続契約の申込みを受けて最終的に判断される。

低圧（50kW未満）で商用系統に接続する場合は、電力会社によるアクセス検討は必要なく、原則として経済産業省の設備認定を受けた後、電力会社へ接続契約を申し込む。

適用される買取価格は、高圧での接続の場合と同様、設備認定を経て、電力会社へ正式に接続契約を申し込んだ時点で確定する。

低圧での接続の場合、電力会社への事前相談（接続の簡易検討）の義務はないが、工事費負担金やスケジュールの確認のため、事前相談を行った方がよい。

太陽光発電を導入するにあたり、必要な各種手続について計画立案から運転開始までの流れを、50kW未満の場合は図3.3、50kW以上の場合は図3.4に示す。なお、この図中には一部、固定価格買取制度を利用する場合のみ必要な手続も含まれている。

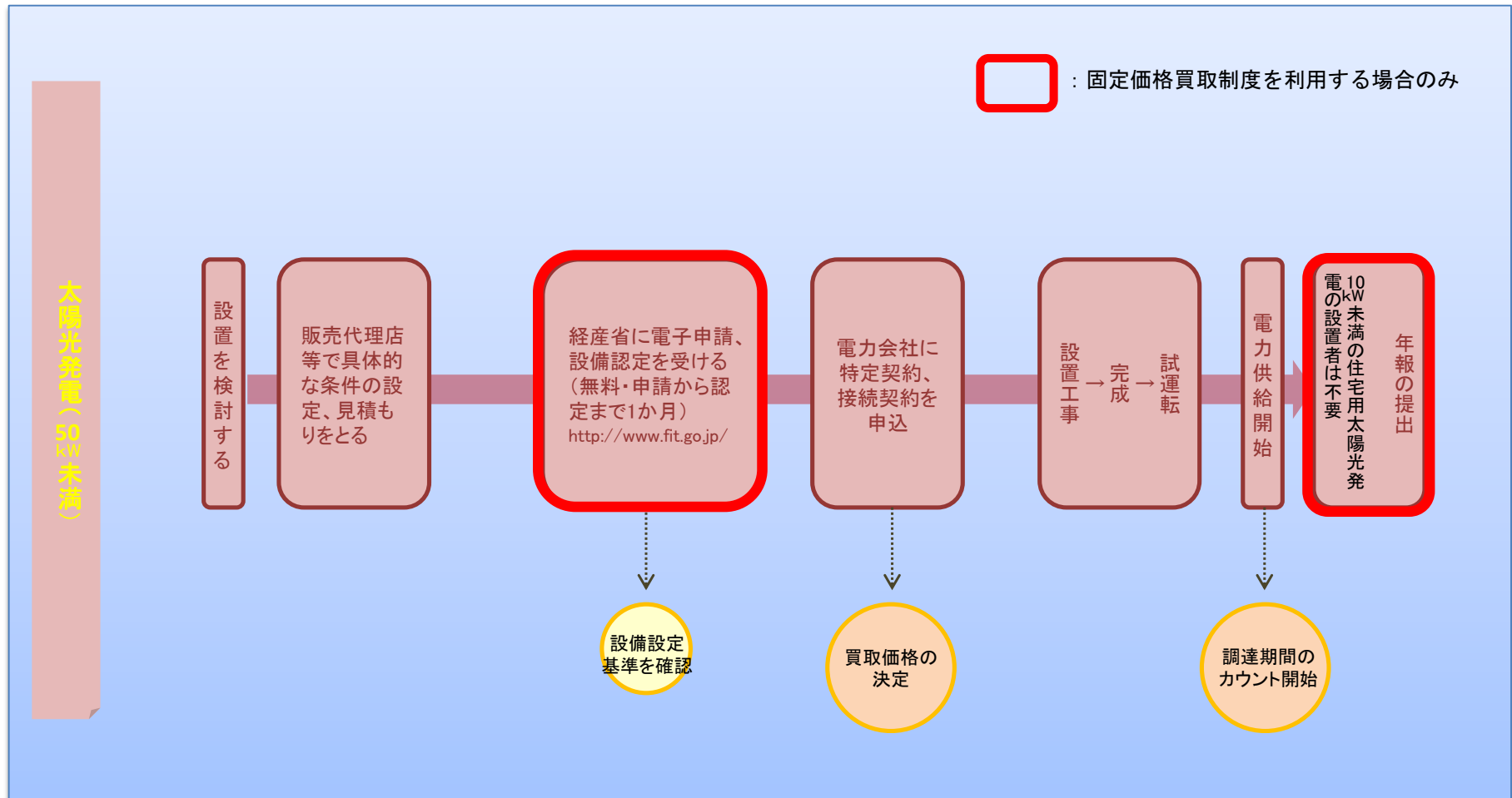


図 3.3 計画立案から運転開始までの流れ（太陽光発電 50kW 未満の場合）

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月を基に作成

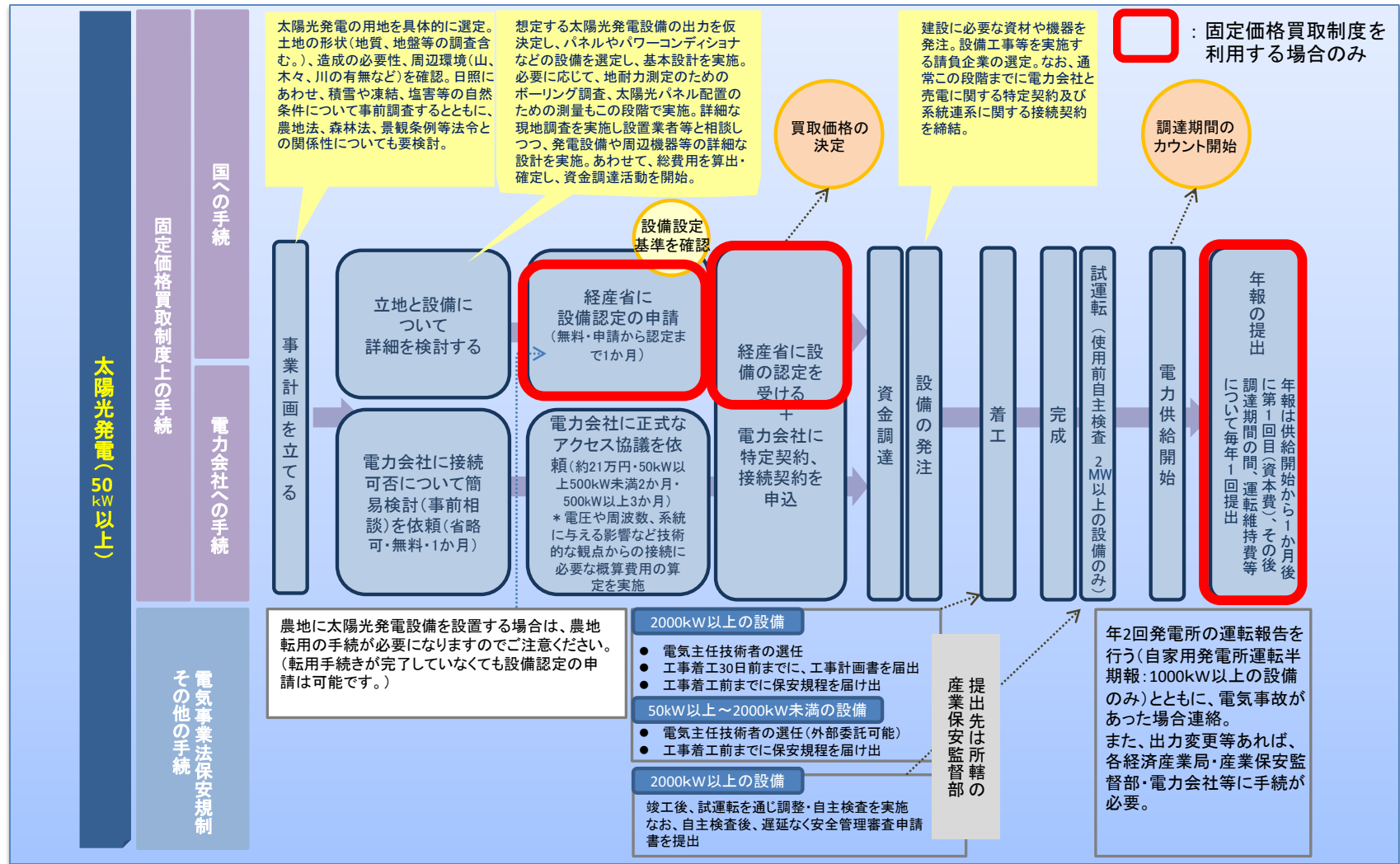


図 3.4 計画立案から運転開始までの流れ (太陽光発電 50 kW 以上の場合)

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月を基に作成

#### 4. 以前再生エネルギー導入を検討したが断念した地区の調査・分析

A 漁港（蓄電池あり）と B 漁港（蓄電池なし）の 2 地区を対象地区として調査した。関係者ヒアリングを実施し、発電施設の種類や規模、整備費用、導入を断念した理由を整理した。

##### 4.1 発電施設の計画概要

2 地区の発電施設の計画概要について表 4-1 に示す。

表 4-1 太陽光発電施設の計画概要

漁港名	A 漁港	B 漁港
平均日射量	4.0kWh/m <sup>2</sup> ・日	4.2kWh/m <sup>2</sup> ・日
設備容量	発電容量：370kW 蓄電池容量：100kWh	発電容量：2,000kW
設置場所	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根 駐車場屋根
検討実施年	令和元年	平成 25 年
導入目的	<ul style="list-style-type: none"><li>・電気料金支出の削減（基本料金及び電力量料金）</li><li>・CO<sub>2</sub> 発生を抑制し、地球環境保護に貢献する。</li><li>・災害時における早期復旧及び事業継続を支援する。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・電気代の削減</li><li>・地球温暖化防止への貢献</li></ul>

##### 4.2 発電電力の利用計画

2 地区の発電電力の利用計画について表 4-2 に示す。

表 4-2 太陽光発電電力の利用計画

漁港名	A 漁港	B 漁港
発電量	-	約 2,000,000kWh/年
利用方法	全量自家消費 (直接消費＋蓄電池利用)	自家消費＋余剰売電
利用施設	荷さばき所 2 棟の各設備で利用	荷さばき所、漁港管理棟等で利用

### 4.3 導入を断念した理由

2地区の太陽光発電導入を断念した理由について表4-3に示す。

表4-3 太陽光発電導入を断念した理由

漁港名	A 漁港	B 漁港
断念した理由	<ul style="list-style-type: none"><li>・補助事業では余剰電力を売電できず、自家消費のみでは投資回収期間が長い（回収期間13年）。</li><li>・電気料金が想定より、かなり安価。</li><li>・想定したような効果が出るのか、不安である。</li><li>・塩害を受けやすく、台風時などに屋根に影響が出る可能性が高い。</li><li>・全国的に実績年数が少ない。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・自家消費、余剰電力を売電する条件で収支試算したところ、投資回収期間が20年前後と長い。</li></ul>

### 4.4 調査結果のまとめ

太陽光発電の導入を断念した事例として調査した2地区について、調査結果を整理した。

#### (1) 調査結果について

- ・2地区とも荷さばき所の建て替えと同時に導入し、設置場所は荷さばき所屋根を計画していた。
- ・発電電力の利用施設は荷さばき所を中心に計画していた。
- ・2地区とも基本は自家消費だが、余剰電力が発生することを想定していた。
- ・断念した主な理由は以下のとおりである。
  - ①初期費用の回収期間が長い。
  - ②塩害等による維持管理の負担が大きい可能性がある。

#### (2) 断念した理由のまとめ

##### ①初期費用の負担

導入時の初期費用の負担に対する懸念が大きいため、さらに導入後の回収期間の短縮についても併せて、考えられる課題を以下に挙げる。

- ・現状では蓄電池の導入は高コストの問題があるが、コストとのバランスが取れた蓄電池容量を検討することで、導入が可能となる余地はあると思われる。
- ・通常、施設ごとに電力会社と契約しているが、この別契約となっている複数需要場所間で太陽光発電電力を相互利用できるシステムが可能となることで、さらなる発電電力の有効活用が期待できる。

##### ②更新時の費用

導入後も設備の更新時に発生する費用の問題があり、設備の更新に時期に合わせた補助制度の活用など、ライフサイクルコストを踏まえた維持管理が必要となる。



## 5. とりまとめ

文献調査やヒアリングによって得られたデータから、再生可能エネルギーとして太陽光を対象とし、荷捌き所等電力を消費する漁港施設における導入促進を図るための方策を策定し、公表できるように手引きとして取りまとめた。

現在、地球温暖化に対する取り組みの必要性が求められており、水産分野でも令和3年5月に公表された「みどりの食料システム戦略」において「漁港漁村地域における再生可能エネルギー導入の推進」が位置付けられた。漁港では、荷さばき所、製氷施設、冷凍・冷蔵施設で多くの電力が使用されており、それに伴い地球温暖化の原因となる二酸化炭素が排出されている。漁港においても再生可能エネルギーの導入が望まれる。

再生可能エネルギーとは、自然現象を利用して繰り返し使用することのできるエネルギーのことであり、太陽光発電、風力発電、水力発電、バイオマスエネルギー発電等、様々な種類が挙げられる。特に太陽光発電は、他の再生可能エネルギーと比較して、設置場所の制限がない、メンテナンスが容易、既存の施設を活用できる等メリットがあり、漁港への導入に適していることから、本手引きでは太陽光発電について詳しく解説した。

本編では第1章では、再生可能エネルギーの導入背景や必要性、概要を示した。第2章では再生可能エネルギーのうち、その特徴から漁港への導入が現実的である太陽光発電に着目し、太陽光発電のシステム概要や余剰電力の活用方法について記載した。第3章では、漁港において太陽光発電施設を導入する際の検討手順を解説した。第4章では、太陽光発電施設導入時の法制度や既存の支援制度を整理した。参考資料では太陽光発電施設の導入事例や導入断念事例の調査結果を紹介した。

手引きの構成を以下に示す。

### 【手引きの構成】

はじめに

#### 第1章 再生可能エネルギーについて

- 1.1 再生可能エネルギー導入の必要性と効果
- 1.2 漁港の電力使用等による二酸化炭素排出量
- 1.3 再生可能エネルギーの種類
- 1.4 再生可能エネルギー導入の手順と課題
  - 1.4.1 導入手順
  - 1.4.2 課題

#### 第2章 太陽光発電について

- 2.1 太陽光発電の特徴
- 2.2 太陽光発電システムの概要
- 2.3 余剰電力の利活用
  - 2.3.1 蓄エネルギー
    - 【コラム】再エネ水素の建物・街区での利活用に向けた開発 清水建設株式会社
  - 2.3.2 売電
- 2.4 漁港への太陽光発電システム導入の現状

#### 第3章 漁港への太陽光発電施設導入の検討

- 3.1 漁港漁村地域の特徴
- 3.2 太陽光発電の検討手順
  - 3.2.1 発電規模算定の準備
  - 3.2.2 設置可能な発電規模の整理
  - 3.2.3 事業性の検討
- 3.3 維持管理

#### 第4章 法的規制、支援制度、申請手続き等

- 4.1 法的規制について
- 4.2 支援制度について
- 4.3 申請手続きについて

#### 【参考資料】

- 1. 導入事例の紹介
  - 1.1 発電施設の概要
  - 1.2 発電電力の利用方法
  - 1.3 維持管理状況
  - 1.4 課題
  - 1.5 調査結果のまとめ
- 2. 導入にあたっての課題（導入断念事例）
  - 2.1 発電施設の計画概要
  - 2.2 発電電力の利用計画
  - 2.3 導入を断念した理由
  - 2.4 調査結果のまとめ

作成した手引きを参考資料として添付する。

## f 今後の課題

今後、漁港において太陽光発電の導入を推進していくための課題を以下に整理する。

### (1) 発電施設の設置場所の確保

- ・荷さばき所など既存建物の屋上・屋根へ設置する場合、荷重による影響から建物の増強工事が必要となる可能性があるため、荷さばき所などの更新とあわせて発電施設を導入することで増強工事が不要となる。
- ・漁港施設の付帯設備としてだけでなく、荷さばき所以外のその他利用可能な用地への設置が可能となれば、設置場所の確保が容易になる可能性がある。

### (2) 自家消費率が低い施設への導入推進

- ・夜間～早朝に稼働する機会が多い荷さばき所だけでは、日中に発電される電力を自家消費できず、事業性が悪いことがわかった。  
そのため、日中も稼働する冷凍・冷蔵施設、製氷施設等を発電電力の利用対象施設に含めることで、発電電力を有効に活用できて事業性がよくなる。このため、太陽光発電の導入にあたっては、漁港全体での電力消費を踏まえた計画を策定する必要がある。

### (3) コストの低減化

- ・導入時の建設コストだけでなく、導入後に寿命を迎えた機器の更新費用についても大きな課題となっており、技術開発等によるコストの低減が求められる。

### (4) 検討を通じた留意点

- ・太陽光発電の導入にあたっては、自家消費を基本に、かつ、漁港内にある施設のうち日中に電力を必要とする施設を対象に検討をすることが望ましいと思われる。
- ・電力発電と消費の時間帯・電力量、そして蓄電池容量の規模によって、導入効果（事業性）が変わると思われるので、蓄電池の利用にあたっては、その規模も踏まえた検討が望ましいと思われる。



# 漁港漁村の太陽光発電施設導入の手引き (案)

令和4年3月

水 産 庁  
漁港漁場整備部整備課

## 【目 次】

はじめに.....	1
<b>第 1 章 再生可能エネルギーについて .....</b>	<b>2</b>
1.1 再生可能エネルギー導入の必要性と効果 .....	2
1.2 漁港の電力使用等による二酸化炭素排出量 .....	5
1.3 再生可能エネルギーの種類 .....	7
1.4 再生可能エネルギー導入の手順と課題 .....	17
1.4.1 導入手順 .....	17
1.4.2 課題 .....	19
<b>第 2 章 太陽光発電について .....</b>	<b>21</b>
2.1 太陽光発電の特徴 .....	21
2.2 太陽光発電システムの概要 .....	24
2.3 余剰電力の利活用 .....	27
2.3.1 蓄エネルギー .....	27
【コラム】再エネ水素の建物・街区での利活用に向けた開発 清水建設株式会社 .....	31
2.3.2 売電 .....	32
2.4 漁港への太陽光発電システム導入の現状 .....	35
<b>第 3 章 漁港への太陽光発電施設導入の検討 .....</b>	<b>37</b>
3.1 漁港漁村地域の特徴 .....	37
3.2 太陽光発電の検討手順 .....	47
3.2.1 発電規模算定の準備 .....	49
3.2.2 設置可能な発電規模の算定 .....	54
3.2.3 事業性の検討 .....	67
3.3 維持管理 .....	77
<b>第 4 章 法的規制、支援制度、申請手続き等 .....</b>	<b>79</b>
4.1 法的規制について .....	79
4.2 支援制度について .....	84
4.3 申請手続きについて .....	88

**【参考資料】**

<b>1. 導入事例の紹介</b> .....	<b>92</b>
1.1 発電施設の概要 .....	92
1.2 発電電力の利用方法 .....	92
1.3 維持管理状況 .....	93
1.4 課題 .....	93
1.5 調査結果のまとめ .....	94
<b>2. 導入にあたっての課題（導入断念事例）</b> .....	<b>95</b>
2.1 発電施設の計画概要 .....	95
2.2 発電電力の利用計画 .....	95
2.3 導入を断念した理由 .....	96
2.4 調査結果のまとめ .....	96

## はじめに

地球温暖化の問題は我々人間をはじめとする全ての生物にとって避けることができない、喫緊の課題となっています。

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の報告によると、地球温暖化の原因は我々の生活や産業活動等から排出される温室効果ガスである可能性が極めて高いとされています。地球温暖化を抑制、防止するためには温室効果ガスの排出を大幅かつ持続的に削減する必要があり、そのために国民生活やあらゆる産業における取り組みが求められています。

令和3年10月に閣議決定された地球温暖化防止対策計画では、地球温暖化対策の基本的方向性の中で、徹底した省エネルギーの推進と再生可能エネルギーの最大限の導入が示されており、また、国民、国、地方公共団体、事業者等の全ての主体の具体化へ向けた実際の行動が非常に重要であるとしています。また、農林水産省の「みどりの食料システム戦略」(令和3年5月)においては、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、農林漁業の健全な発展に資する形で、我が国の再生可能エネルギーの導入拡大に歩調を合わせた、農山漁村における再生可能エネルギーの導入を目指すとしています。この中で、第一に太陽光発電の公共部門での率先導入を図り、並行して工場・事業場・住宅等への太陽光発電の導入を促進する方向性が示されています。

また、漁港漁場整備長期計画(令和4年3月閣議決定)においても、政府として取り組んでいるカーボンニュートラルの実現に向けて、漁港・漁場でも脱炭素化に向けた対応による貢献を目指すこととしています。

以上のことから、漁港・漁村地域における脱炭素化の一環として、再生可能エネルギーの導入促進を図るため、「漁港漁村の太陽光発電施設導入の手引き」を作成しました。この手引きを活用して、漁業活動の発展と地域の活性化、自然との共生等を図りながら再生可能エネルギーの導入が推進されることを期待しています。



# 第 1 章 再生可能エネルギーについて

## 1.1 再生可能エネルギー導入の必要性と効果

### (1) 地球温暖化に対する世界的な取り組みの必要性

全世界的に、大気や海洋の平均温度の上昇、南極や北極および山岳氷河の広範囲にわたる減少、世界平均海面水位の上昇などが観測されており、今や地球が温暖化していることは明らかとされている。地球温暖化防止は世界的な課題であり、全ての国々が対策に取り組む必要がある。

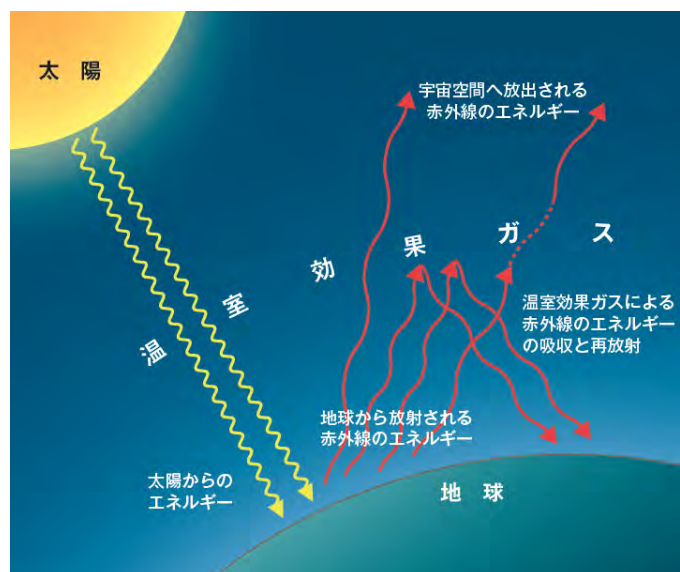
気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第5次報告書によると気候システムの温暖化には疑う余地が無く、地球温暖化の問題は地球に存在する人間をはじめとする全ての生物にとって避けることができない、喫緊の課題であり、安全保障上の問題となっています。我が国においても平均気温の上昇、大雨、台風等による被害や、農林水産業、水環境・水資源、産業・経済活動、国民生活・都市生活、人々の健康、自然生態系等への影響が顕在化しています。今後、これらのリスクがさらに高まることが懸念されます。

地球温暖化の支配的原因は、人為起源の温室効果ガスの排出である可能性が極めて高いとされ、温室効果ガスの継続的な排出は、更なる温暖化と気候システムの全ての要素に長期にわたる変化をもたらし、人々や生態系にとって深刻で広範囲にわたる不可逆な影響を生じる可能性が高まるとされています<sup>1)</sup>。

これらのことから、地球温暖化を抑制するためには温室効果ガスの排出を大幅かつ持続的に削減する必要があり、そのために国民生活やあらゆる産業における取り組みが求められています。

### 《地球温暖化のメカニズム<sup>2)</sup>》

右図に示すように二酸化炭素や水蒸気などの「温室効果ガス」の働きにより、地球の平均気温は 14℃前後に保たれています。温室効果ガスが全く存在しなければ、地表面から放出された熱は地球の大気を素通りし、平均気温はマイナス 19℃くらいになると言われています。産業革命以降、人間は石油や石炭等の化石燃料を大量に燃やして使用することで、大気中への二酸化炭素の排出を急速に増加させたため、温室効果がこれまでよりも強くなり、地表面の温度が上昇しており、これを一般的に「地球温暖化」と呼んでいます。



## (2) 我が国の地球温暖化対策の目指す方向

地球温暖化防止に取り組むために、我が国では 2050 年カーボンニュートラルを宣言している。再生可能エネルギーの利用は二酸化炭素等の温室効果ガス削減の切り札として、あらゆる部門で最大限の導入推進が求められている。

我が国では、地球温暖化対策は経済成長の制約ではなく、積極的な地球温暖化対策は産業構造や経済社会の変革をもたらす大きな成長につながるという考えの下、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする「2050 年カーボンニュートラル」の実現を目指しています。第 204 回国会で成立した地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律(令和 3 年法律第 54 号)では、2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を基本理念として法定化されました。これにより、中期目標の達成にとどまらず、脱炭素社会の実現に向け、政策の継続性・予見性を高め、脱炭素に向けた取組・投資やイノベーションを加速させます。さらに、2050 年目標と統合的で野心的な目標として、2030 年度に温室効果ガスを 2013 年度から 46%削減することを目指し、50%削減の高みに向けて挑戦を続けていくとしています<sup>1)</sup>。このため、令和 3 年 10 月に地球温暖化対策計画は 5 年ぶりに改定されました。ここでは、主な戦略的取組として、以下の内容を示します。

- ①経済と環境の好循環を生み出し、2030 年度の野心的な目標に向けて力強く成長していくため、徹底した省エネルギーと再生可能エネルギーの最大限の導入を図り、公共部門や地域社会での脱炭素化などを推進するなど、あらゆる分野で、でき得る限りの取組を進めていきます。
- ②食料・農林水産業においては、「みどりの食料システム戦略」<sup>3)</sup>(令和 3 年 5 月 12 日農林水産省決定)に基づき、食料システムを構成する関係者の行動変容と、それを強力に後押しするスマート技術等のイノベーションの創出により、生産力向上と持続性の両立を目指します。
- ③「国土交通グリーンチャレンジ」(令和 3 年 7 月 6 日国土交通省決定)に基づき、国土・都市・地域空間における分野横断・官民連携による脱炭素化等の取組を着実に実行します。さらに、脱炭素に必要な循環経済(サーキュラーエコノミー)への戦略的な移行や自然を活用した解決策(NbS)の取組を進め、新産業や雇用を創出します。
- ④我が国は、2030 年、そして 2050 年に向けた挑戦を、絶え間なく続けていきます。2050 年カーボンニュートラルと 2030 年度 46%削減目標の実現は、決して容易なものではなく、全ての社会経済活動において脱炭素を主要課題の一つとして位置付け、持続可能で強靱な社会経済システムへの転換を進めることが不可欠です。目標実現のために、脱炭素を軸として成長に資する政策を推進していきます。

### (3) 水産業における地球温暖化対策の必要性と効果

水産業においても地球温暖化による漁獲量への影響が表れており、活動の拠点である漁港での取り組みが求められている。

農林水産省の「みどりの食料システム戦略」<sup>3)</sup>では、自然の生態系の持つ力を巧みに引き出して行われる食料生産・農林水産業において、その活動に起因する環境負荷の軽減を図り、豊かな地球環境を維持することは、生産活動の持続的な展開に不可欠であり、次世代に向けて国際社会が取り組まなければならない重要かつ緊急の課題としています。

また、水産庁でもカーボンニュートラルの実現に貢献するため、漁船電動化や海藻類によるCO<sub>2</sub>固定化(ブルーカーボン)、漁港漁村地域における再生可能エネルギー導入の推進等に取り組む方針を示しています<sup>3)</sup>。漁港施設のうち、荷さばき所、製氷施設、冷凍・冷蔵施設等では電力等の使用に伴うCO<sub>2</sub>の排出量が多く、これを再生可能エネルギーに置き換えることで温室効果ガス排出量の削減が見込まれます。

漁港における再生可能エネルギー導入の効果を以下に整理します。

#### (1) 地球温暖化防止による水産資源の維持

地球温暖化防止はあらゆる分野・領域において全世界的な喫緊の課題であり、一定量の再生可能エネルギーの導入を促進し、低炭素社会の実現を推し進めることによって地球温暖化を防止することができます。

これにより、水産業に深刻な影響を与える海水温の上昇や生態系への影響を最小限に抑えることができ、水産資源の維持につながっていきます。また、温室効果ガスの削減は同時に貴重な化石燃料資源を次世代に残すことにもつながります。

#### (2) コスト削減効果

再生可能エネルギーを導入することにより、商用電力の使用量低減によるコスト削減や、蓄電設備の組み合わせによるピークカット効果で契約電力を低減し、電力基本料金の削減を図ることでコストを削減できます。また、これらの取り組みの中で発電量や電力使用量をリアルタイムで「見える化」することで、関係者の環境意識、節電意識等が強まり、省エネやさらなる電力使用量の削減効果が期待できます。

#### (3) 付加価値の創造

地球温暖化防止に寄与する環境配慮型の漁港として、「エコな漁港で水揚げされた水産物」としてブランド化され、漁港自体のブランド化、差別化を図ることができます。

#### (4) 新たな雇用の創出

再生可能エネルギー施設の導入により、定期的な施設の保守点検や補修、更新工事等が発生します。また、環境面の漁港のブランド化により観光客の増加が期待できるため、新たな雇用が創出され、漁港の活性化にもつながります。

## 1.2 漁港の電力使用等による二酸化炭素排出量

漁港では荷さばき所、製氷施設、冷凍・冷蔵施設で多くの電力が使用されており、それに伴い二酸化炭素も排出されている。

漁港では多くのエネルギーが消費されています。アンケート調査(平成23年実施)【回答数249漁港】によると、全国の漁港合計では6億5,300万kWhの電力及び252万kℓ/年の燃油を消費しており、年間687万tの二酸化炭素が排出されていると推計されています。

また、その量は図1.1～2に示すように、漁港の規模や漁港施設の種類の種類等によって異なるほか、図1.3～4に示すように時間、日、月によって大きく変動するという特徴を有しています<sup>5)</sup>。

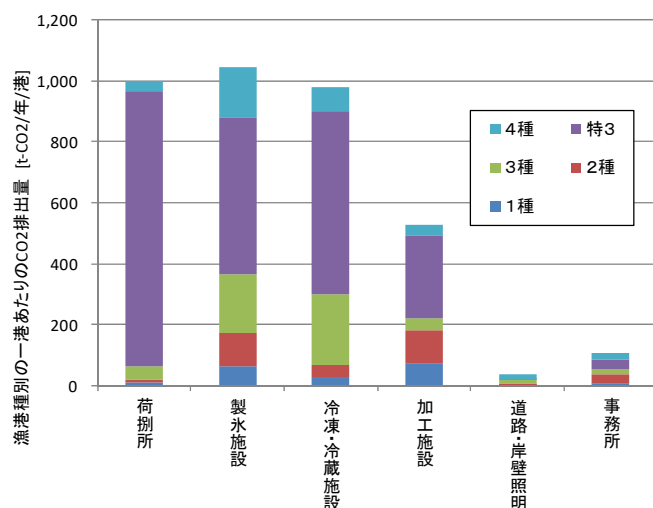


表 1.1 漁港施設別の電力の使用による二酸化炭素排出量サンプル数

施設名	第1種	第2種	第3種	特定第3種	第4種	合計
荷捌所	33	27	22	5	8	95
製氷施設	20	11	14	1	6	52
冷凍・冷蔵施設	31	19	14	5	6	75
加工施設	13	17	7	1	3	41
道路・岸壁照明	32	17	14	2	8	73
事務所	38	25	18	4	11	96

図 1.1 漁港施設別の電力の使用による二酸化炭素排出量

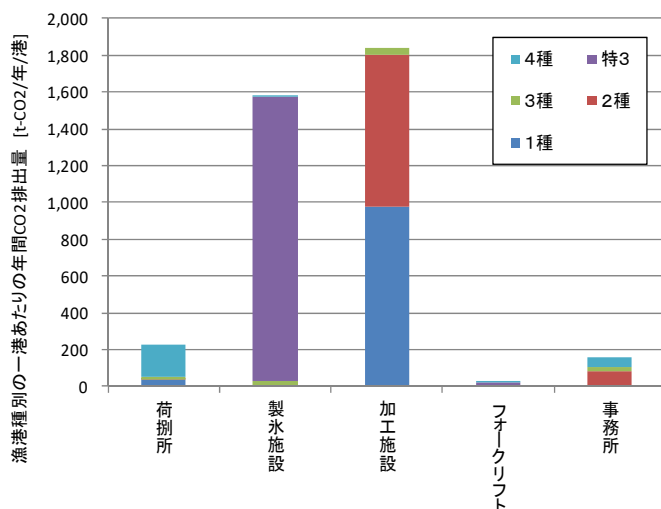


表 1.2 漁港施設別の燃料の使用による二酸化炭素排出量サンプル数

施設名	第1種	第2種	第3種	特定第3種	第4種	合計
事務所	4	8	9	0	5	26
加工施設	3	10	3	0	0	16
製氷施設	0	0	3	2	1	6
荷捌所	1	5	5	0	1	12
フォークリフト	3	0	0	1	1	5

図 1.2 漁港施設別の燃料の使用による二酸化炭素排出量

《参考》名立漁港（新潟県）における荷捌所の月別・時間帯別の電力消費量の変動<sup>5)</sup>

(1) 月別の電力消費量の変動

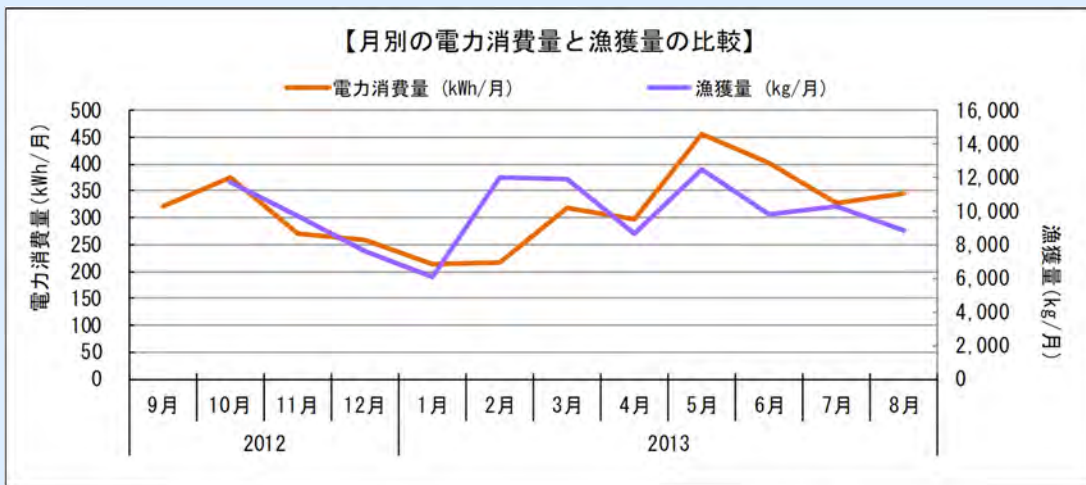


図 1.3 月別の電力消費量の変動

(2) 時間帯別の電力消費量の変動



図 1.4 時間帯別の電力消費量の変動



### 1.3 再生可能エネルギーの種類<sup>6)</sup>

再生可能エネルギーは繰り返し使えるエネルギーで、太陽光発電、風力発電、バイオマスエネルギー、水力発電、地熱発電、太陽熱発電・太陽熱利用、海洋エネルギー、雪氷冷熱エネルギー等がある。

再生可能エネルギーとは、石油、石炭、天然ガス等の化石燃料から生み出されるエネルギーではなく、太陽光、風力、水力等、地球上の自然現象を利用して得られるエネルギーや、光合成により繰り返し生産されるバイオマスエネルギーのような再生可能なエネルギーです。これらには、太陽光発電、風力発電、水力発電、バイオマスエネルギー、地熱発電、太陽熱発電・太陽熱利用、海洋エネルギー、雪氷冷熱エネルギー等があります。再生可能エネルギーを活用することで、純国産で他国のエネルギー資源に頼らず、また枯渇することがない、温室効果ガスの排出量が少ないエネルギーを得ることが可能となります。これは、地球温暖化の防止のみならず、エネルギー安全保障の観点からも重要です。

太陽光発電や太陽熱発電は、太陽光エネルギーを電気エネルギーや熱エネルギーに変換することでエネルギーを得ています。

風力発電は、太陽光エネルギーがもたらす大気の循環によって発生する風を利用し、風車を回転させることで電気エネルギーを得ています。

水力発電が利用する水は、地上にあった水が太陽光エネルギーにより熱せられて蒸発して雲となり、雨や雪として降り注いだものを貯め、位置エネルギーを運動エネルギーに変換し最終的に電気エネルギーを得るものです。

そのほか、バイオマスエネルギーは一般的に木や農作物残茎のような植物を燃料化することで得られます。地熱発電は地球内部の熱を利用して発電し、潮流・潮汐力発電は地球の自転や月の公転に伴って動く海水の力を利用して発電するものです。雪氷冷熱エネルギーは寒冷地において冬季に堆積した雪や氷を春以降も保管し、夏季等に冷風、冷水として利用するものです。

これらの再生可能エネルギーを、発電出力が気象条件等により変動する変動電源と、出力が比較的安定している安定電源に分類したものを表 1.3 に示します。

表 1.3 再生可能エネルギーの分類

変動電源	安定電源
太陽光発電	バイオマスエネルギー
風力発電	地熱発電
太陽熱発電・太陽熱利用	水力発電
海洋エネルギー	
雪氷冷熱エネルギー	

## (1) 太陽光発電<sup>6)、7)</sup>

太陽光発電は、シリコン半導体などに光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽の光エネルギーを太陽電池（半導体素子）により直接電気に変換する発電方法です。19世紀に基本原理が発見され、1954年に米国でシリコン太陽電池が開発されました。その後、米国の人工衛星に搭載されるなどしています。その後の技術開発によって、太陽光エネルギーの変換効率が向上し、コストも下がってきたため、住宅用や産業用の電源としても普及しています。太陽光発電は住宅や公共施設等に設置されており、再生可能エネルギーの中で最も身近な存在となっています。日本における導入量は、近年着実に伸びており、2012年6月時点で5.6GWでしたが、2019年度末累積で49.5GWに達しました。太陽光発電導入の実績では、中国、ドイツとともに世界をリードしています。

太陽光発電システムは、太陽の光を電気(直流)に変える太陽電池と、その電気を直流から交流に変えるインバータ(パワーコンディショナ)などで構成されています。現在、日本で数多く導入されている住宅用の太陽光発電システムでは、発電した電気は家庭内で使い、電気が余った時には電力会社と接続されている系統に戻し、発電しない夜間や雨天時には系統から電気の供給を受ける仕組みとなっています。系統に戻した電気は、余剰電力買取制度(2009年11月1日～2012年7月1日)、固定価格買取制度(2012年7月1日以降)等により電力会社が買い取っています。(詳細は第2章に記述)

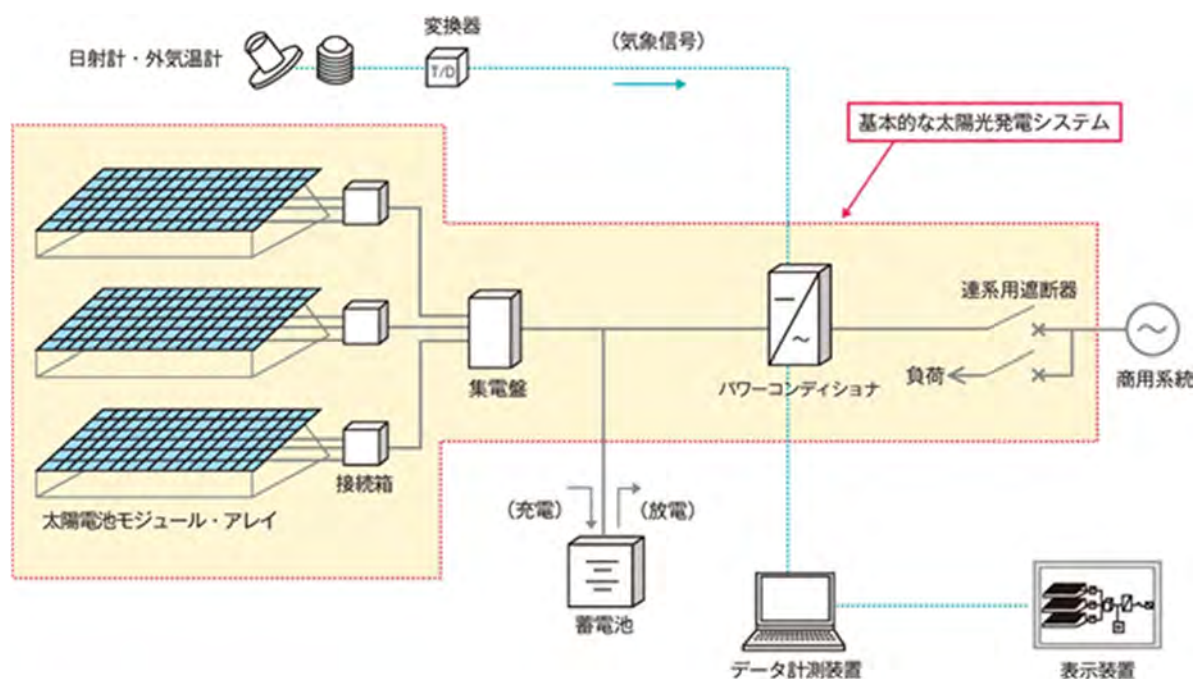


図 1.5 太陽光発電のシステム構成<sup>6)</sup>

## (2) 風力発電<sup>6)、8)</sup>

風力発電は風のエネルギーを風車で受け、その回転運動で発電機を回して電気エネルギーに変換する発電方式です。風は自然界に無尽蔵に存在するため、発電時にCO<sub>2</sub>や廃棄物を出さないクリーンエネルギーです。一方で、風の強弱で発電量が変動する、無風状態では発電できないなど、エネルギー源としては不安定であり、立地の制約も受けます。

風力発電は、風の運動エネルギーの最大 30～40%程度を電気エネルギーに変換でき、比較的効率の高いことが特徴です。ただし、風のエネルギーを風車に変換する効率(パワー係数)は風車の形式によって異なります。効率は風速と、翼の先端速度の比(周速比)によって異なることから、風速に適した回転速度であることも重要になります。

国内の導入実績は、欧米諸国と比較すると遅れているものの、2000年以降急激な伸びを見せており、2000年度末で 251 基、14.3 万 kW でしたが、2017 年度末で 2,253 基、350.2 万 kW まで増加しています。

我が国は四方が海に囲まれた世界屈指の海洋大国であり、陸上風力発電の適地が減少してきたこと、陸上に比べて洋上は風況が良く賦存量が多いとされることから、今後は大型化が可能でヨーロッパで導入が進んでいる洋上風力発電が増えてくると考えられます。我が国はヨーロッパに比べて周辺海域の水深が深いため、浮体式の洋上風力発電が適していると言われており、既に実用化が始まっています。

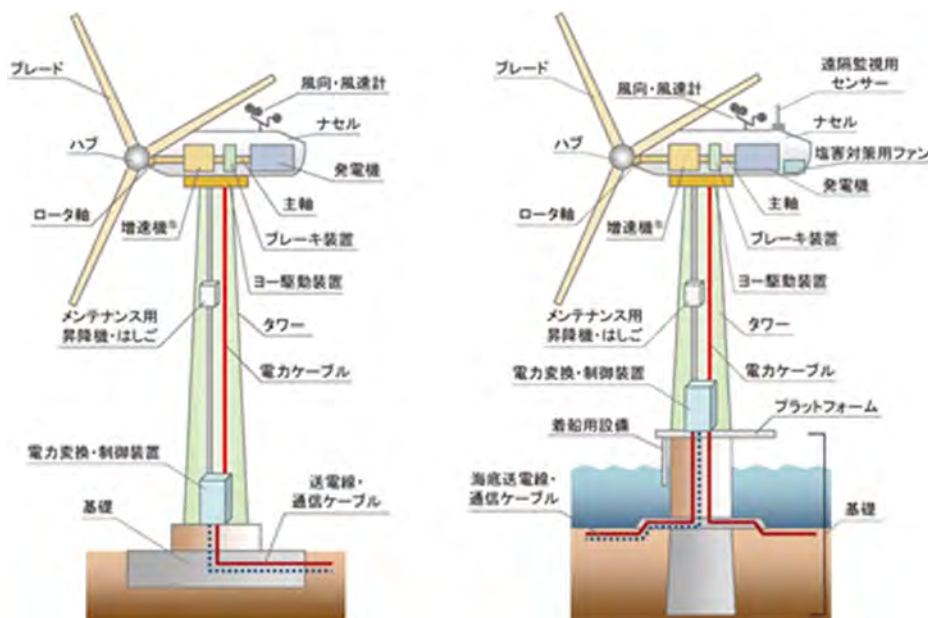


図 1.6 風力発電機の主要な構成要素 (左：陸上風力 右：洋上風力) 6)

### (3) バイオマスエネルギー<sup>6)</sup>

バイオマスとは、生物資源(バイオ/bio)の量(マス/mass)をあらわし、エネルギー源として再利用できる動植物から生まれた有機性の資源です。バイオマスは光合成によって大気中の CO<sub>2</sub> を吸収して生産された植物を起点とした食物連鎖を形成しているため、バイオマスエネルギーはカーボンニュートラルと見なされ、また持続性のあるエネルギーです。

バイオマスの種類は多種ありますが、下水汚泥、生ごみ、家畜排せつ物、食品加工・水産加工残渣、建設廃木材等の廃棄物系バイオマス、間伐材等の林地残材や農作物残茎等の未利用系バイオマス、微細藻類等の資源作物に分類されます。バイオマス資源は全国に大量に存在していますが、分散しているため収集・輸送コストがかかることが課題です。また、そのままでは利用できないため前処理が必要となります。



我が国のバイオマスエネルギーの利用としては、間伐材等を利用した木質ペレットの燃焼による発電や熱利用、家畜排せつ物や下水汚泥、食品加工残渣等のメタン発酵で得られたメタンガスによる発電が主流となっています。

なお、サトウキビやトウモロコシ、木材・古紙等からエタノールを生産し、バイオ燃料として活用する試みが行われています。

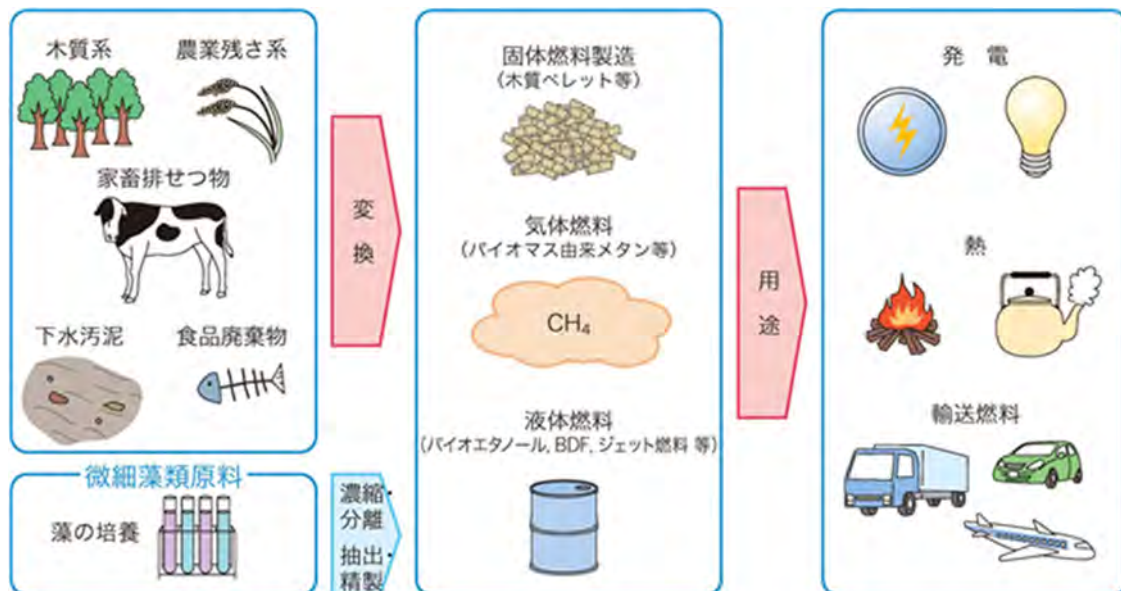


図 1.7 バイオマス資源のエネルギー利用の流れ<sup>6)</sup>

#### (4) 太陽熱発電・太陽熱利用<sup>6)</sup>

人類が最も古くから利用してきた太陽エネルギー利用技術の一つが太陽熱利用です。太陽の光エネルギーで水などの熱媒体を暖めて熱エネルギーに変え、給湯や冷暖房等に利用します。日本でも、たらいに水を張り太陽の光で温まった「日向水」を行水などに利用する習慣がありました。太陽光エネルギーを給湯や冷暖房に利用する平板型太陽熱集熱器は、日本では石油危機後の 1980 年代には研究開発が盛んに実施され、自然循環型・強制循環型等のソーラーシステムが多く開発されました。しかし、その後年々導入量が減少しています。一般的な太陽熱を利用した熱供給システムとしては、太陽熱給湯システム、太陽熱暖房システム、太陽熱冷房システムの 3 つが挙げられます。

太陽熱利用のもう一つの方法として太陽熱発電があり、太陽の光をレンズや反射鏡で集めて熱媒体を加熱し、この熱エネルギーで蒸気タービンを回して発電する方法です。日本では実用化された施設はありませんが、海外においては太陽熱発電が普及しています。太陽光発電は太陽の光が注いでいる時間しか発電することは出来ませんが、太陽熱発電は熱媒体に一定時間熱エネルギーを蓄えることができるので、一日を通じた発電が可能となります。

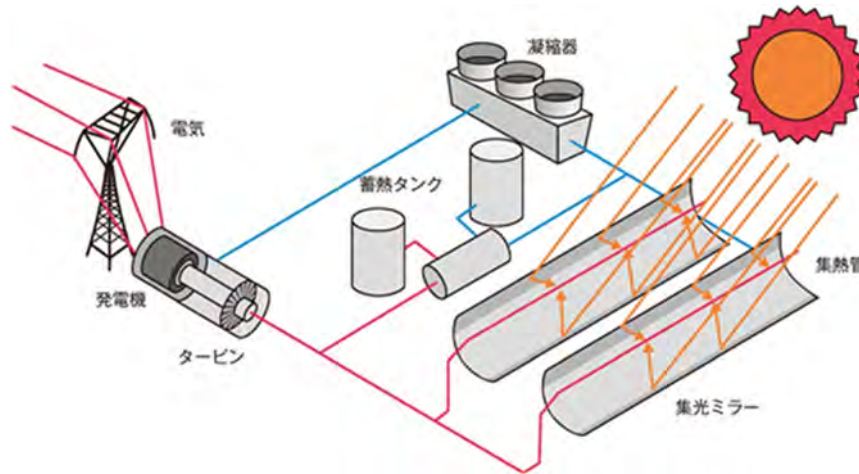


図 1.8 太陽熱発電システム構成(トラフ型)<sup>6)</sup>

### (5) 海洋エネルギー<sup>6)</sup>

海洋エネルギーを利用した発電方式には、波力発電、潮流・潮汐・海流発電、海洋温度差発電があります。地球の表面の約7割は海であることから、地域差はありますが海洋エネルギーの賦存量は非常に多いと言えます。

波力発電は波のエネルギーを利用した発電システムであり、欧米を中心として研究が進められている。海の波のほとんどは海上を吹く風によるものです。波力発電システムは、空気室を設けて海面の上下動により生じる空気の振動流を用いて、空気タービンを回転させる「振動水柱型」、可動物体を介して波力エネルギーを油圧に変換した後、油圧モータ等を用いて発電する「可動物体型」、波を貯水池等に越波させて貯留し、貯水面と海面との落差を利用して海に排水する際に、水車を回して発電する「越波型」の3種類に分類されます。また設置形式の観点からは、装置を海面又は海中に浮遊させる浮体式と、沖合又は沿岸に固定設置する固定式とに分けられます。

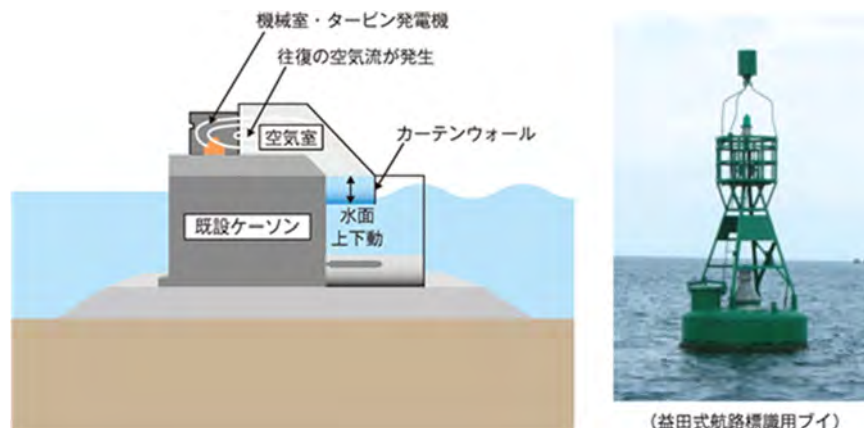


図 1.9 振動水柱型波力発電システム (左：固定式 右：浮体式)<sup>6)</sup>



図 1.10 可動物体型波力発電システムの例<sup>6)</sup>

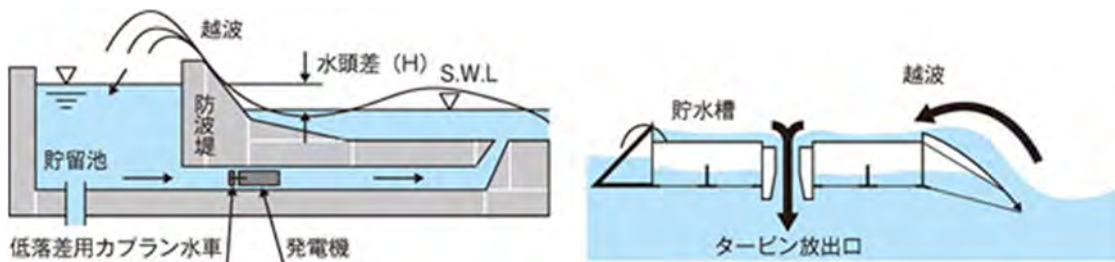


図 1.11 越波型波力発電システム例（左：固定式 右：浮体式）<sup>6)</sup>

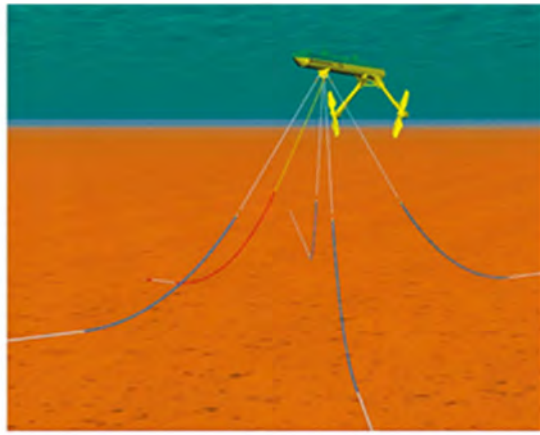
潮流発電は、潮汐現象に起因する周期的な潮流の運動エネルギーを利用し、一般的には水車により回転エネルギーに変換させて発電する方式です。潮流は潮の干満によって規則的に流れるため、発電に利用する場合には予測が可能であり信頼性の高いエネルギー源となります。流速に対する地形の影響が大きく、海峡や水道等流路の幅が狭い地点では流速が速くなり、潮流発電の適地となります。

潮汐力発電は、潮汐に伴う潮位差を利用してタービンを回して発電する方式であり、水力発電の応用となります。潮の干満差が大きい場所が適しています

海流発電は、海流の運動エネルギーを水車の回転運動に変えて、これを電気エネルギーに変換する発電システムです。海流とは、太陽からの熱エネルギーによる対流作用と偏西風等の風に起因する大循環流であり、地球の自転と地形によりほぼ一定の方向に流れています。流速や流量及び流路は季節等により多少変化はありますが大きくは変わらず、幅 100 km、水深数百 m 程度と大規模で安定したエネルギー源となります。しかし、流れの速い地点は陸地から数 km 以上離れていること、大水深であるため装置の設置や管理が難しいこと、送電距離が長くなること等、実用化に向けて多くの課題が残されています。我が国では 2017 年に（国研開）新エネルギー・産業技術総合開発機構が鹿児島県口之島沖で世界初となる水中浮遊式の海流発電システムの実証試験を行っています。



(水平軸・海底設置型)



(水平軸・浮体型)

図 1.12 潮流発電システムの設置形式 (左: 着定式 右: 浮体式) <sup>6)</sup>

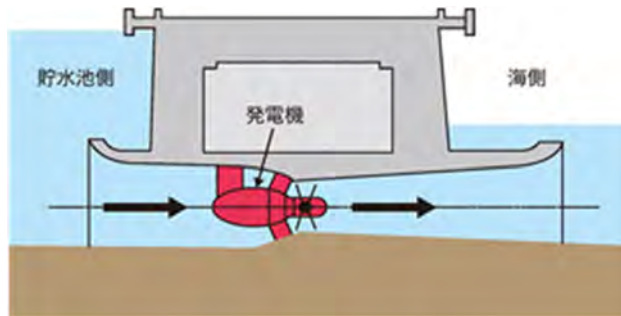


図 1.13 潮汐力発電システムの例 <sup>6)</sup>

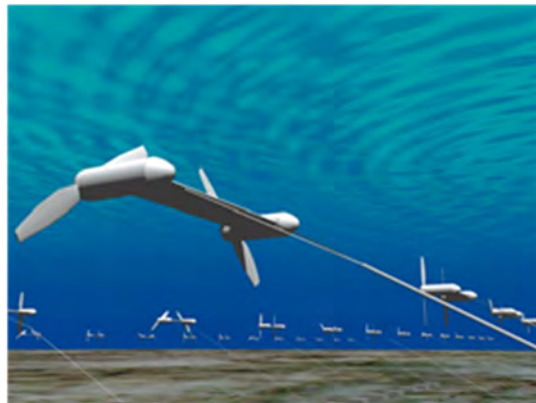


図 1.14 水中浮遊式の海流発電システム <sup>6)</sup>

海洋温度差発電は、表層の温かい海水(表層海水)と深海の冷たい海水(深層海水)との温度差を利用する発電技術です。海洋の表層 100m程度までの海水には、太陽エネルギーの一部が熱として蓄えられており、低緯度地方ではほぼ年間を通じて 26~30℃程度に保たれています。一方、極地方の冷却海水が海洋大循環に乗って低緯度地方へ移動する際に、密度差により深層へと沈み込んでいるため、深層海水は 1~7℃程度と低温となっています。



海洋温度差発電は、この表層海水と深層 600～1,000m に存在する深層海水を取水し、温度差を利用して発電する方式です。

なお、深層海水は海洋深層水ミネラルウォーターや化粧品の製造、タラソセラピー等にも利用されています。

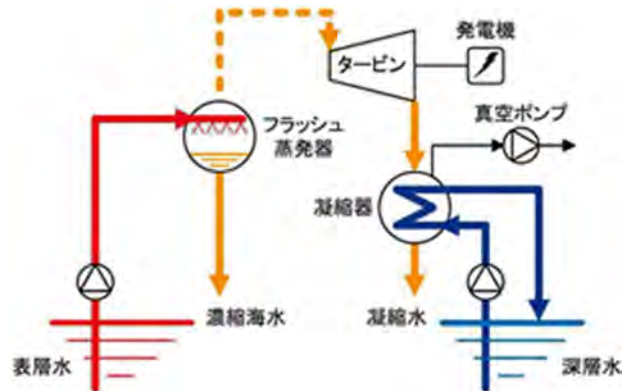


図 1.15 海洋温度差発電のシステム図(オープンサイクル)<sup>6)</sup>

#### (6) 地熱発電<sup>6)、9)</sup>

地球内部を熱源とする地熱エネルギーは、地球内部から定常的に供給される再生可能エネルギーです。地熱発電は、地熱エネルギーを利用し、地熱貯留層まで生産井と呼ばれる井戸を掘り、熱水や蒸気を汲み出して利用する発電方式であり、天候に左右されない安定電源の一つです。

我が国は火山国であり世界的に見ても地熱資源のポテンシャルが高いことから、東日本大震災による福島第一原子力発電所事故を契機に、再生可能エネルギーとして見直されています。我が国の 1000kW 以上の地熱発電所の設置数は 21 施設で、半数以上は 2000 年以前に稼働を始めたものですが、2012 年に環境省が国立・国定公園内の地熱開発の規制を一部緩和したため 2015 年以降に 8 箇所が新たに稼働を開始しており、政府は 2030 年までにさらなる発電量アップを図るための対応を進めています。

実用化されている地熱発電には、地熱貯留層から約 200～350℃ の蒸気と熱水を取り出し、気水分離器で分離した後、その蒸気でタービンを回し発電する「フラッシュ発電方式」と、80～150℃ の中高温熱水や蒸気を熱源として水よりも低沸点の媒体を加熱し、蒸発させてタービンを回し発電する「バイナリー発電方式」があります。我が国ではフラッシュ発電方式が主流ですが、最近、バイナリー発電方式が増えています。

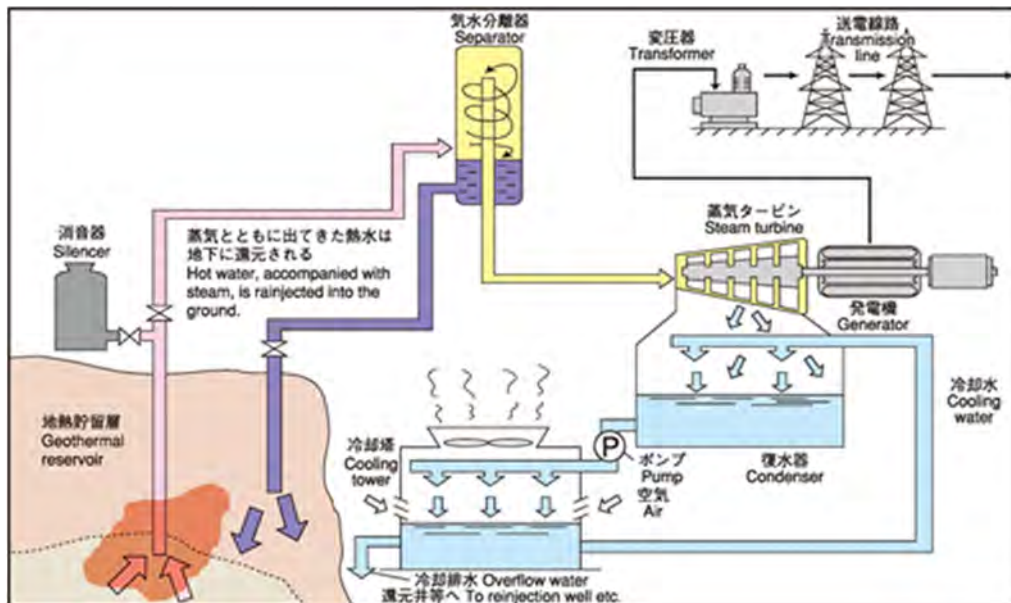


図 1.16 地熱発電（シングルフラッシュ方式）の概念図<sup>6)</sup>

(7) 中小水力発電<sup>6)</sup>

中小水力発電は、水の力を利用して発電する水力発電の中でも中小規模のものです。3 万 kW 以下の中小水力発電の導入ポテンシャルは 1,500 万 kW 程度賦存しており、すでに開発済みの大規模水力に比べて、まだまだ開発できる地点が多く残されているため、今後の更なる開発が期待されています。水力発電は水の利用面に着目して分類すると、流れ込み式、調整池式、貯水池式および揚水式の 4 種類の方式に分類されます。

河川の支流、農業用水路、水道施設の導水管や幹線配水管、下水処理水放流管、ダムの未利用水路、砂防ダム等での活用が図られています。



図 1.17 用水路発電設備の一例（町川発電所，最大出力 140kW）<sup>6)</sup>

## 8) 雪氷冷熱エネルギー<sup>5)</sup>

雪氷熱エネルギーは冬期の積雪や冷たい外気によって凍結した氷等の持つ冷熱エネルギーであり、雪氷を夏期まで保存し、農作物の低温貯蔵や施設の冷房等の冷熱源として利用するものです。雪氷熱利用には、雪氷によって冷やされた空気(冷気)を利用する方法と、融雪水から冷熱エネルギーを取り出す方法があります。漁港施設における利用法としては、冷気による荷捌施設の低温保持、融雪水との熱交換による海水の冷却といった方法が考えられます。

また、北海道では IT 関連施設であるデータセンターの冷房に雪氷冷熱エネルギーを利用することで、冷房にかかる電気エネルギーを削減する試みも行われています。

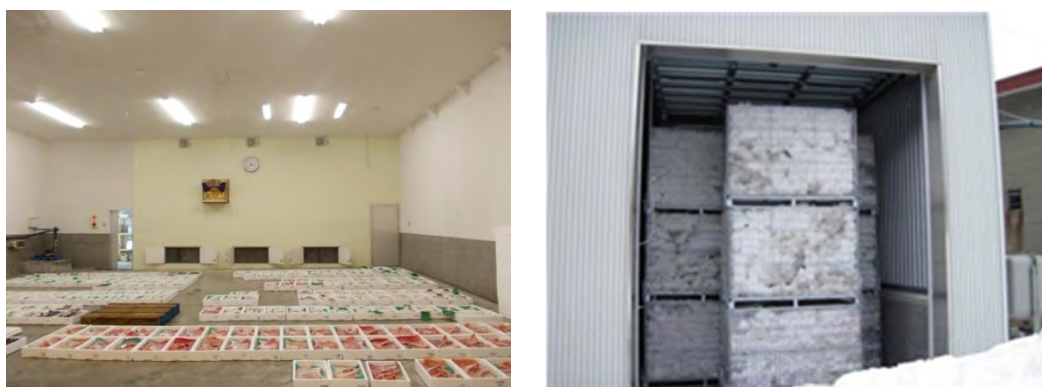


図 1.18 苫前漁港(北海道)での雪氷熱利用例<sup>5)</sup>

## 1.4 再生可能エネルギー導入の手順と課題

再生可能エネルギーの導入には、その目的と効果を明らかにすることが重要であり、立地条件に合った再生可能エネルギーの種類を選択する。再生可能エネルギーには課題もあるため、将来にわたる事業性の検討が必要である。

### 1.4.1 導入手順<sup>5)</sup>

再生可能エネルギーの導入手順を図 1.19 に示します。再生可能エネルギーの導入はあらゆる分野で積極的に進めていく必要があるものの、同時に種々の課題もあるため、第一に導入目的と得られる効果を明らかにしておくことが重要です。その上で、地域の自然環境や立地条件、漁港施設の配置や敷地の状況等に応じて、導入する再生可能エネルギーの種類を検討し、選択していく必要があります。この際、再生可能エネルギーの導入が不向きであると判断される場合には、省エネによるエコ化に切り替える等の柔軟性も求められます。

次に、荷さばき所や製氷施設、冷凍・冷蔵施設等の電力を使用する漁港施設の年間の電力使用量とその変動状況を調査し、整理します。特に季節変動パターンを把握することは重要です。

以上の検討や整理した結果を基に、再生可能エネルギーの発電規模や利用方法、設置場所等を計画し、設置する発電設備から得られる発電量と導入にかかる経費について試算し、事業計画を立てます。この際、導入後のメンテナンス費についても十分に把握しなければなりません。これらの規模の検討や事業性の検討は、漁港における各漁港施設の稼働状況、および再生可能エネルギーに関する知見を有する専門家に相談することが望まれます。

再生可能エネルギーの導入目的と事業性の検討結果等から、再生可能エネルギーの導入を決定した後は、関係者との協議・調整や補助事業等の活用を検討した上で事業化の手続きを進め、実施設計、設置工事へ移行し、事業を具体的に実施していきます。



## (1) 導入目的を明らかにする

導入のきっかけ、得られる効果等について整理します。目的によっては、導入に最適な再生可能エネルギー等の種類や規模が異なる場合があります。

## (2) 導入する再生可能エネルギーの検討

地域の自然環境等によって、適した再生可能エネルギーは異なります。まず、各再生可能エネルギーの発電量に影響する要素を知り、当該地区における値を調べ、再生可能エネルギーの導入に適した場所であるかを確認しましょう。再生可能エネルギーの導入が不向きであると考えられる場合には、省エネルギー化によるエコ化を検討しましょう。

## (3) 漁港の電力使用量の整理

荷さばき所や製氷施設、冷凍・冷蔵施設等の年間の電力使用量とその変動状況を整理しましょう。

## (4) 発電電力の利用方法の検討

発電した電気の利用方法は、漁港施設で直接自家消費する場合やみなし自家消費をする場合、全量売電する場合があります。

## (5) 設置可能な発電規模の計画

以上の検討や整理した結果を基に、再生可能エネルギーの発電規模や利用方法、設置場所等を計画しましょう。

## (6) 事業性の検討

設置する発電設備から発電量と導入にかかる経費について調査し、事業計画を立てましょう。また導入後のメンテナンス費についてもしっかり把握しましょう。

## (7) 事業の実施

関係者との協議・調整や補助事業等の活用を検討した上で事業化の手続きを進め、実施設計、設置工事へ移行し、事業を具体的に実施していきましょう。

第3章  
参照

図 1.19 再生可能エネルギーの導入手順<sup>5)</sup>

### 1.4.2 課題

再生可能エネルギーは、エネルギー対策、地球温暖化対策、経済成長の観点から活用の意義が大きく、地球温暖化対策計画においても最大限の導入を実行するとしています。その一方で、発電コスト水準がこれまでの化石燃料起源のエネルギーと比較するとまだ高いこと、不安定な自然エネルギーを活用することによる供給の不安定性、景観、騒音等の環境影響の点で課題が残されており、今後の技術開発等によりその解決が必要となっています<sup>6)</sup>。

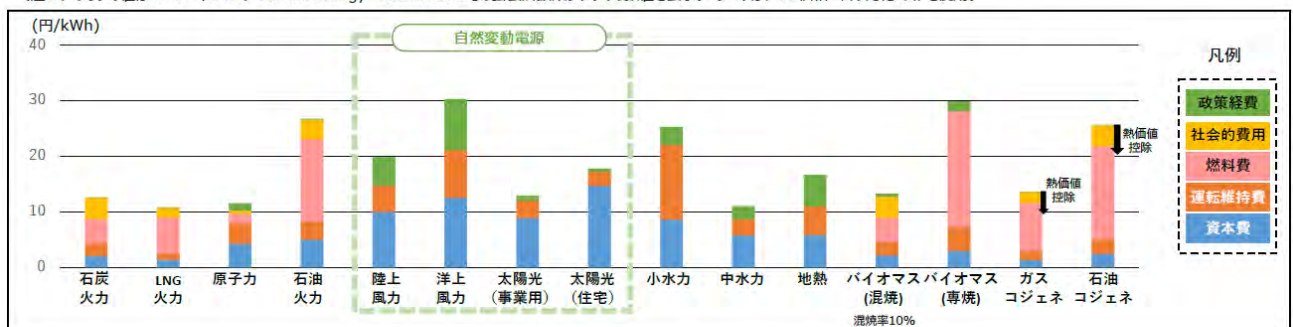
#### (1) 割高なコスト水準<sup>6), 10)</sup>

再生可能エネルギーの発電コストは、図 1.19 によると LNG 火力発電と比較し、全般的に 1~3 倍程度の水準であり、高いのが欠点です。太陽光発電は天気左右され、また昼間しか発電できないために設備利用率が低いことが高コストの要因となります。太陽光発電の発電コストは 2011 年時点で約 33~38 円/kWh<sup>6)</sup>でしたが、2020 年では約 12~17 円/kWh<sup>7)</sup>と低くなっているものの、火力発電(LNG)より少し高いことがわかります。またバイオマス発電は、散在するバイオマス資源の収集・運搬などにコストがかかる点がコスト高の原因となっています。一方、中水力発電のコストは火力発電(LNG)と遜色ない水準にあり、また風力発電は陸上風力発電で約 2 倍、洋上風力発電で約 3 倍となっており、火力発電(LNG)に比べてかなり発電コストが高いと言えます。

再生可能エネルギー普及のためには、技術開発のさらなる推進、市場拡大による量産効果などにより、発電コストを一層低減していくことが求められます。

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光(事業用)	太陽光(住宅)	小水力	中水力	地熱	バイオマス(混焼)	バイオマス(専焼)	ガスコジェネ	石油コジェネ
発電コスト(円/kWh) ※( )内は政策経費なしの値	12円台後半(12円台後半)	10円台後半(10円台後半)	11円台後半(10円台前半)	26円台後半(26円台後半)	19円台後半(14円台後半)	30円台前半(21円台前半)	12円台後半(12円台前半)	17円台後半(17円台前半)	25円台前半(22円台前半)	10円台後半(8円台後半)	16円台後半(10円台後半)	13円台前半(12円台後半)	29円台後半(28円台前半)	9円台前半(10円台後半)	19円台後半(19円台後半)
設備利用率	70%	70%	70%	30%	25.4%	30%	17.2%	13.8%	60%	60%	83%	70%	87%	72.3%	36%
稼働年数	40年	40年	40年	40年	25年	25年	25年	25年	40年	40年	40年	40年	40年	30年	30年

(注1) グラフの値はOECD (2020)「World Energy Outlook 2020」の公表政策シナリオの数値を表示。コジェネは、CIF価格で計算したコストを使用。



原子力の感度分析 (円/kWh)		化石燃料価格の感度分析 (円/kWh)		
廃止措置費用2倍	試算中	燃料価格10%の変化に伴う影響 (円/kWh)	石炭 試算中	LNG 試算中
事故廃炉・賠償費用等1兆円増	試算中			石油 試算中
再処理費用及びMOX燃料加工費用2倍	試算中			

(注2) OECD (2020)「Projected Cost of Generating Electricity 2020」等を参考にして試算

図 1.20 電源別発電コスト試算結果(2020年)<sup>10)</sup>

## (2) 供給安定性<sup>6)</sup>

再生可能エネルギーの電源の中でも、地熱発電、水力発電、バイオマス発電は火力発電と同様に出力が安定的で出力調整も可能な安定電源であり、電力系統への影響は特段ありませんが、太陽光発電や風力発電のような気象条件によって出力が変動する変動電源については、大量に導入された場合にさまざまな系統への影響が指摘されています。

例えば、休日など需要の少ない時期に余剰電力が発生したり(需給ギャップの発生)、天候などの影響で出力が大きく変動したりすることで系統の周波数が変動し、電力の安定供給に問題が生じる可能性があります。そのほかにも、配電系統の電圧上昇、再生可能エネルギーの単独運転や不要解列などの影響が出ることが指摘されています。

このため、太陽光発電等の再生可能エネルギーの導入を図る場合には、発電出力の制御、蓄電池の設置等の対策を講じることや電力会社との調整等が必要となります。

## (3) 環境影響<sup>6)</sup>

再生可能エネルギーは CO<sub>2</sub> 排出量が少なく、地球温暖化対策に貢献することが期待されています。その一方で、地域レベルの環境問題においてはさまざまな課題が顕在化している点に注意が必要です。

例えば、風力発電では、バードストライク、騒音、振動、景観阻害等の問題が浮上しており、風力発電の導入が進む欧州、米国、日本などにおいて、地域住民や環境団体からの反対運動が起きています。既にこれらの問題に対して、技術開発、環境アセスメント、立地面での配慮など諸対策が講じられており、風力発電の健全な導入普及のためにも今後も更なる取組みが必要となります。また、洋上風力発電の導入にあたっては、その地域や海域の状況に応じた総合的な観点から協議を行うと共に、港湾や航行、漁業等の洋上風力発電事業以外の海域利用者と協調した調査及び諸対策が必要となります。

また、太陽光発電では太陽光パネルによる反射光が住居や商業施設にあたる、景観を損ねる場合があります、事前にこれらの検討調査を行うことが求められます。

## 第 2 章 太陽光発電について

前章で示した再生可能エネルギーの中で、全国で導入量が最も多いのは太陽光発電であり、漁港においても特に以下の理由から、太陽光発電が最も適していると考えられます。

○建物の屋上・屋根といった未使用スペースに設置できる。

○他の再生可能エネルギーに比べて建設と維持管理が容易である。

したがって、本手引きでは太陽光発電について解説するものとします。

### 2.1 太陽光発電の特徴

太陽光発電は、他の再生可能エネルギーと同様に気象条件や設置場所によって発電量が左右されるが、利用可能な地域や設置場所の制限は比較的少なく、機器のメンテナンスについても他の再生可能エネルギーに比べて頻度が少ないため、導入、運用がしやすい再生可能エネルギーである。

#### (1) 太陽光発電の特徴<sup>5)</sup>

##### ①エネルギー源は太陽光

エネルギー源が太陽光であるため、昼夜、気候、季節によって地上に降り注がれる太陽光に変動はあるものの、基本的には設置する地域に制限がありません。全国的にどの地域でも太陽光発電が可能であり、導入しやすい再生可能エネルギーです。ただし、設置場所は南向きを中心に緯度と同じ傾斜角で設置することが最適であるため、太陽光パネルの設置場所に留意することが必要であり、傾斜角を付けるために必要に応じて太陽光パネルの架台を設置しなければなりません。

##### ②メンテナンスが容易

可動部が少なく、一度設置すると発電などは自動的に行われるため、他の再生可能エネルギーに比べて、定期点検や各機器更新以外のメンテナンスは、トラブルが発生した場合を除き必要としません。しかし、漁港においては塩害や鳥害による影響が考えられます。そのため、特に傾斜を付けずに水平に近い角度で設置する際には、太陽光パネルの定期的な清掃等の配慮がより一層必要となります。

##### ③既存の建物を活用

用地を占有せず、建物の屋根・屋上に設置することができます。また、未利用の漁港用地の有効活用につなげることもできます。ただし、多くの電力を得るためには、それに応じて広い設置面積が必要となります。

#### ④非常用電源としての活用

災害時などには、貴重な非常用電源として使うことができます。蓄電池を設置することで、災害時の備えにもなります。さらに終日の電力供給が可能となります。

#### ⑤太陽光発電の国内導入量と住宅用システム価格の推移<sup>11), 12)</sup>

我が国における太陽光発電システムの導入量とシステム価格の推移を図 2.1 に示します。2019 年度末現在の太陽光発電導入量は 5,901 万 kW で、2012 年以降、急速に増加していることが分かります。このうち、住宅用太陽光発電導入量は 1,447 万 kW であり、住宅以外の太陽光発電導入量が大きく伸びていることが見て取れます。価格水準は、2019 年では 10kW 未満の住宅用システムで 31 万円/kW<sup>11)</sup>、10kW 以上のシステムは図 2.2 に示すように 2019 年度で 26.3 万円/kW<sup>12)</sup> の水準となっています。導入量の増加に伴い、少しずつではありますが、1kW 当たりのシステム価格が下がっている傾向がよみとれます。

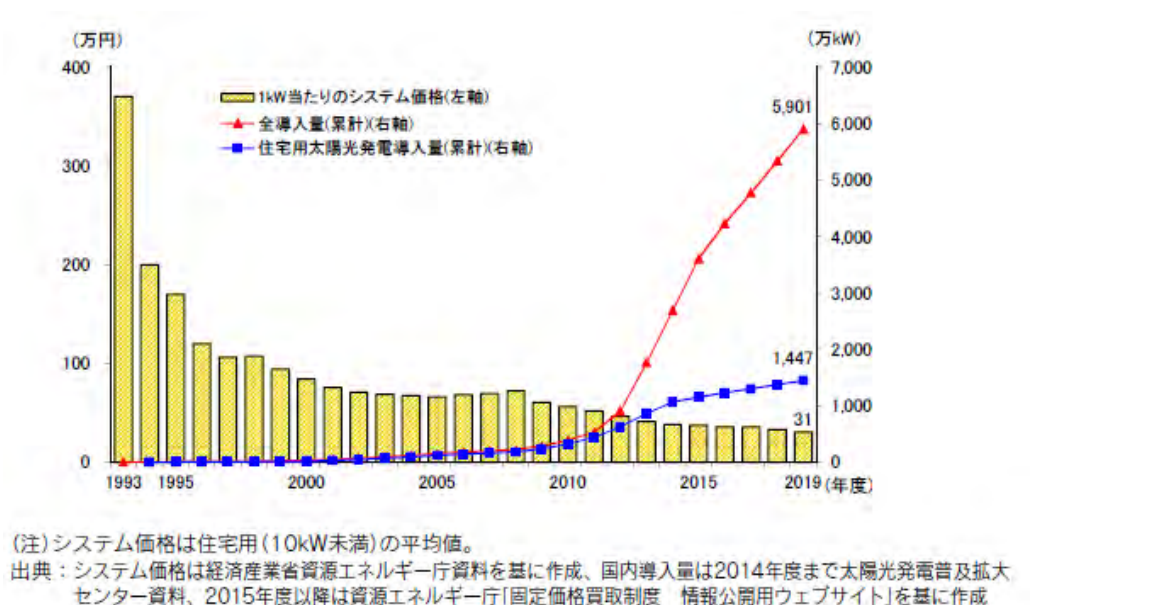


図 2.1 我が国の太陽光発電導入量と住宅用システム価格の推移<sup>11)</sup>

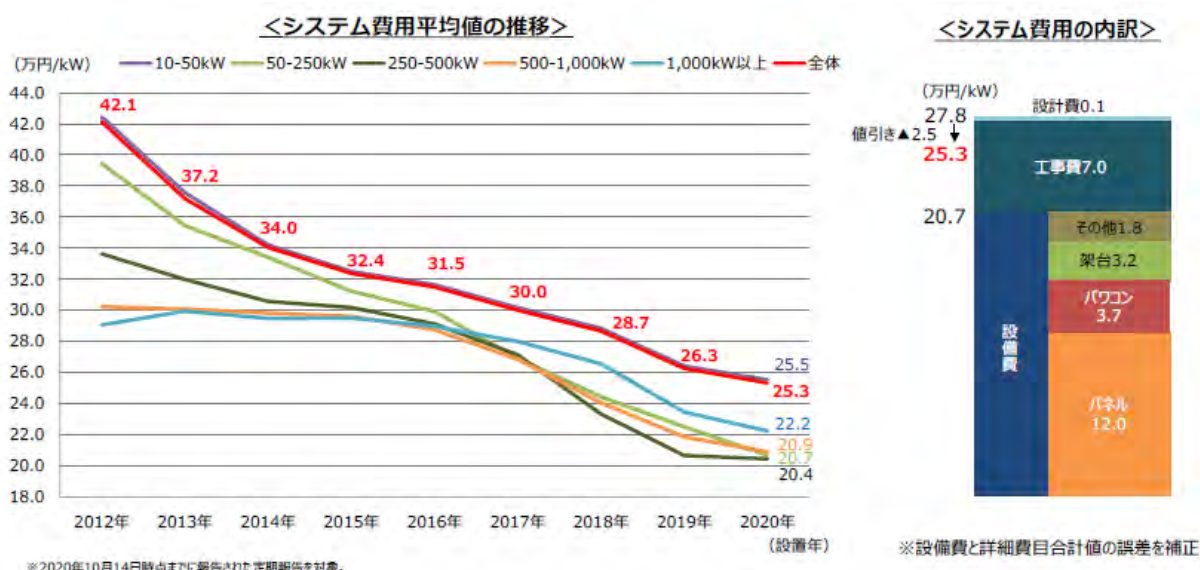


図 2.2 太陽熱発電システム価格(10kW以上)の推移<sup>12)</sup>



## (2) 太陽光発電と日射量との関係<sup>5)</sup>

太陽光発電による発電量を決める要素として、「日射量（太陽から受けた光のエネルギー量）」があり、日射量は地域によって異なり、太陽光パネルの方位・傾きによっても受けられる日射量が異なります。最大の日射量が得られる角度を「最適傾斜角」といい、角度は地域によって異なり、国内では概ね 10～40° となっています。

その他、発電量を左右する要素として気温があります。気温が高くなると発電効率が低下し、気温が低くなると発電効率が上がります。メーカーの調査によると、夏場は、冬場に比べて発電効率は 20%ほど落ちる可能性があります。また、寒冷地では、パネルへの積雪によって日射量が十分に得られず、発電量が低下する場合があります。

図 2.3 に我が国の日射量マップを示します。これを見ると、どの地域でどれくらいの日射量が得られるかが分かります。全般的に太平洋側が日本海側と比較して日射量が多い傾向にあります。

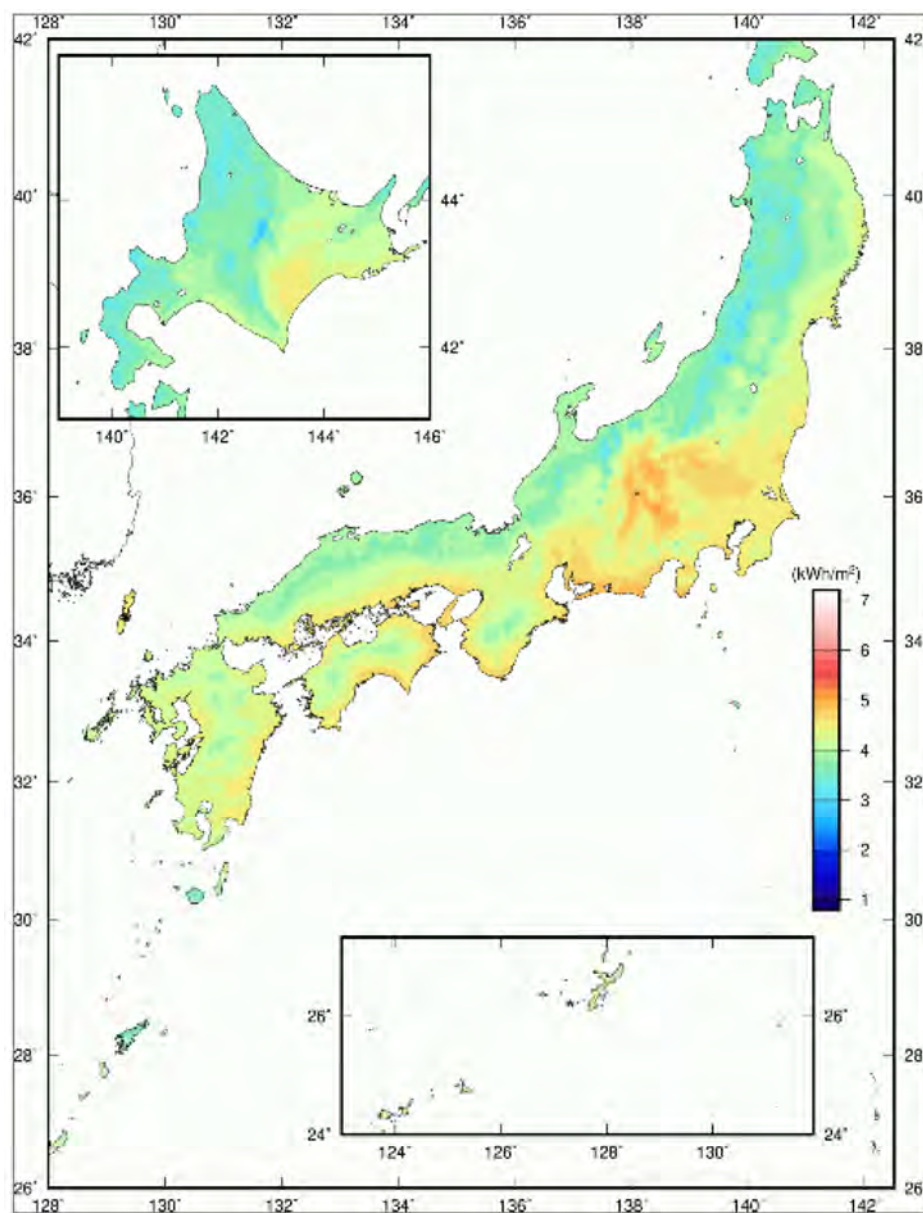


図 2.3 我が国の日射量マップ（最適傾斜角日射量：年平均）

出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）日射量データベース閲覧システム

## 2.2 太陽光発電システムの概要

太陽光発電システムは、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池パネル(モジュール)、接続箱、パワーコンディショナ、日射計・気温計、電力量計等から構成され、一般的に施設の変電・配電設備を介し、系統電力と連携されている。

### (1) 太陽光発電システムの構成<sup>6)</sup>

太陽光発電システムの基本的な構成を図 2.4 に、主要構成機器の概要を表 2.1 に示します。太陽光発電の基本的なシステムは、太陽電池パネル(モジュール)、接続箱、パワーコンディショナなどで構成されます。ピークカットや防災用を目的とする際には、発電した電力をいったん蓄えて他の時間に使用する必要があるため、別途、充放電用の蓄電池を設置する必要があります。また、発電管理を目的として発電した電力や日射量などを計測・記録する場合は、日射計・外気温計、データ計測装置、表示装置などを設置します<sup>6)</sup>。

太陽光発電量等の表示装置は再生可能エネルギーによる発電量と実際の電力消費量等を「見える化」することで、施設利用関係者等が地球温暖化防止への関与・貢献を理解することに役立ちます。これと共に節電意識が高まる効果も期待できます。また、外部から訪れた人の環境教育にも使うことができます。

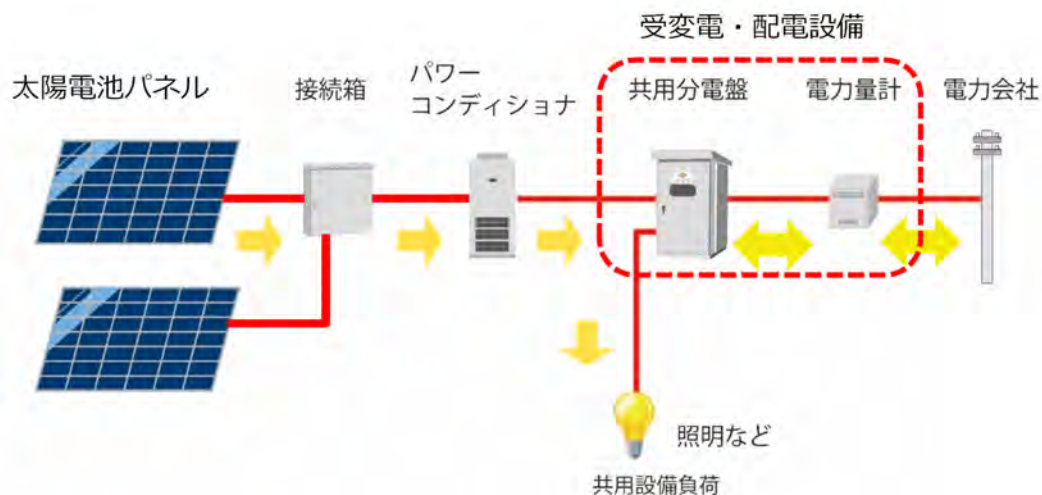


図 2.4 一般的な太陽光発電の基本システム構成<sup>5)</sup>

#### ① 太陽電池パネル(モジュール)<sup>6)</sup>

太陽電池の最小単位であるセルを、所定の出力が得られるように電氣的に複数接続したもので、太陽電池モジュールや太陽電池パネルと呼ばれます。長期間の使用に耐えられるようガラスや樹脂を用いて封止し、機械的強度を確保するとともに、固定設置するための枠が取り付けられています。

## ②接続箱<sup>6)</sup>

目的の電流・電圧が得られるように必要な枚数の太陽電池モジュールをつなぎ込むための端子台を備えた機器です。端子台機能の他に、故障や事故でストリング間に電圧差が発生したときに高電圧のストリングから他のストリングに電流が流れ込むのを防ぐための逆流防止ダイオード、誘導雷などによって発生した雷ノイズを吸収するためのサージアブソーバ、保守点検時のための直流側開閉器などが内蔵されています。

## ③パワーコンディショナ<sup>6)</sup>

太陽電池からの直流電力を一般の電気器具で使用可能な交流電力に変換するとともに、商用系統との連系運転や自動運転に必要な各種保護・制御機能を備えています。系統側が停電していても、スイッチの切り替えによって専用のコンセントから AC100V を出力する自立運転機能、および接続箱や昇圧コンバータの機能を内蔵したタイプのパワーコンディショナも商品化されています。

パワーコンディショナの出力容量は、一般的に、住宅用で 10kW 未満、公共・産業施設用で 10～100kW であり、家庭用 (3～5kW) では 1 台、公共・産業施設用では発電出力に合わせて複数台のパワーコンディショナが必要となります。



表 2.1 太陽光発電システムの構成機器の概要<sup>5)</sup>

名称及び写真	説明	名称及び写真	説明
<p>太陽光パネル</p> 	<p>太陽電池をたくさん繋げ、必要な電圧を得られるようにしたパネル。太陽光パネルを構成する電池の1つ1つをセルと言い、それを並べたものをモジュールと呼びます。平均的な耐用年数は20～30年とされています。</p>	<p>電力量計</p> 	<p>電力会社に供給(売電)したり、電力会社からの電力(買電)を計測したりするための機器です。</p>
<p>接続箱</p> 	<p>発電した直流電力を集めてパワーコンディショナへ送ります。直列につながれた太陽光パネルからのケーブルを、接続箱の内部で並列に接続します。</p>	<p>日射量計・気温計等</p> 	<p>太陽光発電の動作状況を監視し、各種測定データを収集・蓄積します。一般的なシステムにおいては、日射量計及び気温計を設置している場合が多くなっています。</p>
<p>パワーコンディショナ</p> 	<p>太陽電池の直流電力を、商用系統と同じ交流電力に変換し、系統連系を行う機器です。</p>	<p>表示盤</p> 	<p>現在の日射量や発電電力量、現在までの発電電力量の総量など、さまざまなデータを表示するディスプレイです。太陽光発電の導入を地域の人々に広くPRでき、企業のイメージアップや地域への環境啓発にも役立てることができます。</p>

## 2.3 余剰電力の利活用

変動電源に分類される太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーは、発電量が気候や日照などに左右され、電力需要パターンと一致しない需給ギャップが生じる。再生可能エネルギーで余剰電力が生じた場合は、蓄電等の蓄エネルギーや電力会社への売電等により余剰電力を有効に活用する方法がある。

### 2.3.1 蓄エネルギー

#### (1) 概要<sup>6)</sup>

蓄エネルギー技術は、一般的な電力・エネルギー貯蔵としての用途に加え、再生可能エネルギーの出力変動の課題解決や電力潮流安定化技術としての活用も期待されています。また、再生可能エネルギーによる発電電力を使用し、水素として貯蔵することで、燃料電池自動車ほか様々な用途に利用する動きもあります。代表的な蓄エネルギー技術には、在来型電源である揚水発電のほか、表 2.2 に示すような技術があり、家庭等での小規模の利用から揚水発電のように大規模なものまで、それぞれの特性に応じて図 2.5 に示すような用途に適用されています。ここでは、これらの蓄エネルギー技術のうち、特に我が国において技術的優位を有している蓄電池および水素貯蔵について述べます。

表 2.2 代表的な蓄エネルギー技術<sup>6)</sup>

蓄エネルギー技術	貯蔵の形態	方法	概要・特徴
蓄電池 (二次電池)	化学エネルギー	鉛蓄電池, ニッケル水素電池, リチウムイオン電池, NaS 電池	充放電が繰り返し可能な電池である。化学反応を利用して蓄電する。
圧縮空気エネルギー貯蔵 (CAES)	圧力エネルギー	夜間に空気を圧縮し、昼間にその圧縮空気を用いてガスタービンを回して発電を行う。	燃烧エネルギーが不要となるため、通常のガスタービン発電と比較し効率が向上する。
水素貯蔵	化学エネルギー	水電解等により製造した水素を、燃料電池等に利用する。	燃料電池自動車など、比較的エネルギー放出時間の長い用途に向く。

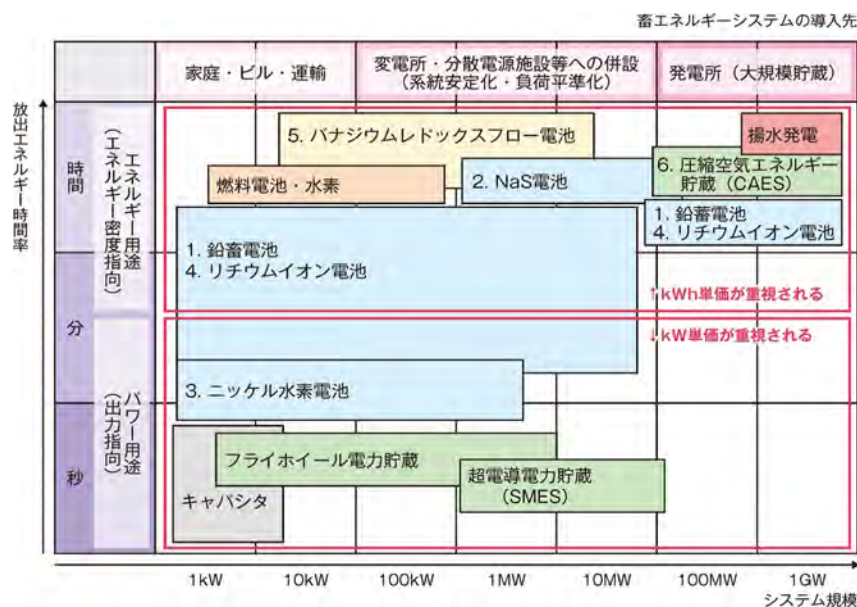


図 2.5 各種蓄エネルギー技術の用途<sup>6)</sup>

## (2) 蓄電池

一般的に電力供給においては、時々刻々と変化する電力需要に合わせて電力会社が各発電所の出力を制御し、常に需要と供給を一致させるよう運用されています。これにより無駄なく効率的にエネルギーを利用することができます。しかし、太陽光発電等の変動電源に分類される再生可能エネルギーを利用する場合には、電力利用施設の需要に合わせた再生可能エネルギーによる電力供給は困難です。

したがって、系統連系によって商用電力と再生可能エネルギーを併用しながら電力供給を行っていくこととなります。この際、再生可能エネルギーによる電力供給が全くない場合や足りない場合は、不足分を系統連系により商用電力から供給し、逆に電力供給対象施設の必要電力を上回る再生可能エネルギーが供給できる場合は余剰の電力を蓄電池に充電しておき、気候等により再生可能エネルギーの供給が低下した場合に蓄電池から対象施設に供給します。このように、温室効果ガスを排出しない、クリーンな再生可能エネルギーを無駄なく全て使用できることが蓄電池を設置する効果の一つとなります。

これ以外には、災害や電力不足などで停電が発生した場合に、蓄電池に電気が貯められていれば非常用電源として使うことができるため、一定時間は自立的に電気をまかなうことが可能です。また、再生可能エネルギーは天候によって出力が大きく変動するため、現在の電力系統に大量に導入された場合、電力系統に大きな負荷をかけることを防ぐことができる等のメリットがあります<sup>13)</sup>。さらに、電力使用のピークカットやピークシフトに利用することも可能です。しかし、現状では蓄電池は高価な設備であり、今後コストが下がらない限り、積極的な活用は難しいと考えられます。

蓄電池は、充電をおこなうことで電気をたくわえ、くり返し使用することができる電池（二次電池）のことで<sup>13)</sup>、既に定置用蓄電池として商用化した NaS 電池(ナトリウム硫黄電池)や鉛蓄電池をはじめとして、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池等があります。これらの蓄電池の用途は、利用場面別に以下の「電力系統への設置」、「需要家への設置」等の2つに分類できます<sup>6)</sup>。

### ①電力系統への設置

主として電気事業者が電力系統に設置する場合や発電事業者が太陽光発電や風力発電に併設するケースです。蓄電池を導入した太陽光発電システムを図 2.6 に示します。

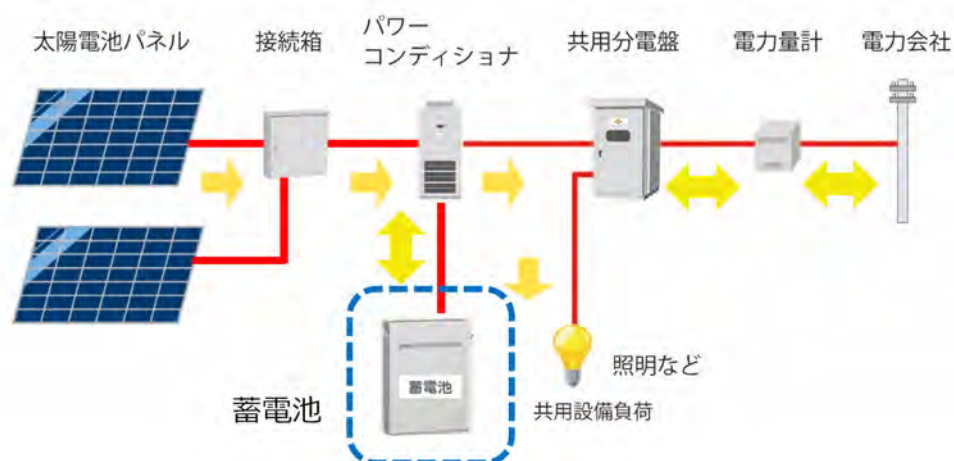


図 2.6 蓄電池を導入した場合の太陽光発電システム

## ②需要家への設置

産業用として工場やオフィスビルなどの敷地内に設置される蓄電池、家庭用としてマンションや戸建て住宅などの敷地内に設置される蓄電池です。産業用では大容量向きの NaS 電池(電極にナトリウム Na と硫黄 S を使用)、家庭用ではリチウムイオン電池が主な蓄電池となっています。現状ではピークカットなどを目的とした 1 日単位での運用を想定していますが、将来的にさらに大容量の蓄電池が導入された場合には、例えば電力需要の少ない週末に太陽光発電の電力を貯蔵し、平日に放電するような週間単位での運用や重要社会インフラ用の非常用電源としての活用も想定されます。

## (3) 漁港での蓄電池の活用

前項に示したように再生可能エネルギーを導入する際の蓄電池活用の目的として、再生可能エネルギーを無駄なく使用し、自家消費率を高め、温室効果ガスの排出を極力抑えることが挙げられます。例えば、第 1 章で示したように漁港施設の中で電力使用量の大きい荷さばき所は日の出前の早朝から水揚げが開始されることが多く、この時間帯では太陽光発電などは電力の供給ができません。一方、太陽光発電による電力供給が見込まれる日中は荷さばき所の稼働はほぼ終了している場合が多くなります。このような場合は、日中に発電した電力を蓄電池に蓄えておき、翌日早朝の荷さばき作業の時間帯において放電することで再生可能エネルギーを無駄なく、効率的に利用できます。

これ以外の活用方法として、デマンド管理による電力需要のピークカットに利用する方法があります。電力会社との契約では基本料金が定められており、これは年間を通じて最も大きい供給電力(kW)に対して設定され、供給電力が大きいほど基本料金が高くなります。このため、需要者は基本料金を抑えるために、年間で最も電力が必要となる日時の電力需要ピークを少しでも下げることが望まれます。蓄電池がある場合、貯蓄した電力を必要に応じて供給し、ピークカットすることができます。このため、予め需要電力量がピークとなる月や日時が想定できる場合には、このような活用も考えられます。しかし、変動電源に分類される再生可能エネルギーは気候や日照により発電量が左右されるため、ピークカットに必要な時間帯に蓄電池に電力が溜まっているとも限らないことに十分留意する必要があります。

このように、蓄電池の活用には様々な長所がありますが、一方で、蓄電池は高価であること、種類によっては SOC(充電状態を示す指標 State Of Charge)に差があり電池容量の全てを充放電に使えない場合があること、蓄電池は時間とともに劣化し SOC が低下すること、自己放電による長期保存のロスがあること等の短所もあるため、導入にあたってはコストを含めたメリットとデメリットを十分に考慮する必要があります。

## (4) 水素貯蔵<sup>6)</sup>

水素は重量当たりのエネルギー密度は 120 MJ/kg を超えており、ガソリンなどの液体系燃料よりもはるかに大きいのですが、体積当たりのエネルギー密度が低いため貯蔵容器の容量が大きくなることが課題となります。しかし、水素を液体あるいは高圧の気体とすれば体積当たりのエネルギー密度を高めることができ、大規模な貯蔵が可能となります。ま



た水素には、蓄電池の自己放電のような長期貯蔵によるロスがないという利点もあります。このような特徴から、再生可能エネルギー資源が豊富な国において再生可能エネルギーから水素を製造し、大型の水素タンカー等で我が国などの大規模需要地に輸送して利用するというアイデアも検討されています。

再生可能エネルギーから製造した水素は燃料電池やその他の高効率発電などに用いるほか、産業用燃料としての利用、天然ガスとの混合利用など、他の蓄エネルギー手段に比べて幅広い用途が考えられます。太陽エネルギーから水素を製造する方式としては、太陽光発電と水電解を用いる方法、太陽熱を利用する方法、光触媒を用いる方法、光合成による方法などがありますが、太陽光発電と水電解の組み合わせは、太陽エネルギーを用いる水素製造方式として最も一般的です。

我が国は世界に先駆けて水素社会を実現すべく平成 29 年 12 月に「水素基本戦略」を策定し、水素社会の実現に向けて踏み出しました。水素を燃料とした燃料電池による発電、燃料電池自動車や燃料電池船の燃料としての利用、水素を燃やしてタービンを回し電力を発生させる水素発電所等、今後、多用途での活用が期待されています。

一方で、水素の貯蔵に関しては高压ガス保安法や消防法等の規制を満足するために設備の建設コストが非常に高価となる等、水素利用は始まったばかりであるため、今後水素貯蔵、水素利用を推進していくためには解決していく課題が多くあります。

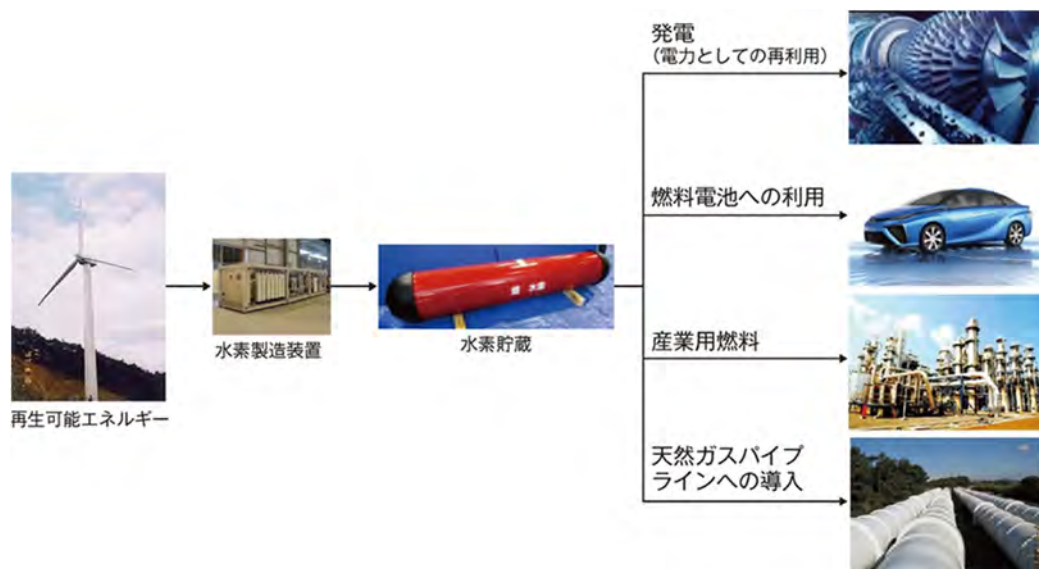


図 2.7 水素の利用用途<sup>6)</sup>

## 再エネ由来水素の建物・街区での利活用に向けた開発

蓄エネルギー技術のひとつとして紹介した水素貯蔵には、圧縮、液化等の貯蔵方法がありますが、貯蔵時のエネルギーロス、法規制が多く取扱いが容易でないなどの課題がありました。それらの課題を克服すべく、新たな貯蔵方法が研究、開発されており、その中のひとつである吸蔵合金による水素貯蔵を紹介します。

吸蔵合金による水素貯蔵のメリットとして、これまでの圧縮、液化等の水素貯蔵方法と比較すると、体積をコンパクトにできる、貯蔵時のエネルギーロスがほとんどないといったメリットがあります。また、装置内の水素が高圧でなく、さらに着火しないオリジナルの水素吸蔵合金も開発されており、安全性も高いと言えます。一方で、コスト面に課題はありますが、生産量拡大によるスケールメリットを生かすことで将来的には解決できる可能性があるようです。

現在、吸蔵合金の実用化に向けてさまざまな実証実験が行われています。例えば、2019年7月より、清水建設株式会社と国立研究開発法人産業技術総合研究所で共同開発した建物付帯型の水素エネルギー利用システム「Hydro Q-BiC」の実証実験が、郡山市総合地方卸売市場内の管理・関連店舗棟を対象に行われました。「Hydro Q-BiC」は、再生可能エネルギーの余剰電力を水素に変えて水素吸蔵合金に蓄えたのち、必要に応じて水素を取り出して発電するシステムです。2年間の実験の結果、導入したシステム規模では、未導入時と比較し電力由来のCO<sub>2</sub>排出量に対して53%の削減効果を確認しています。

さらに、2021年4月に竣工した清水建設北陸支店の社屋内にも「Hydro Q-BiC」が実装されています。この建物は年間エネルギーの収支がゼロになるように設計されており、太陽光発電の余剰電力を最大限活用することで、更なるCO<sub>2</sub>削減を実現します。今後、メーカー等とのアライアンスを拡充して導入コストの削減を図り、このシステムの普及を推進していくとのことです。建物で水素を安全に利用できる「Hydro Q-BiC」は、建物や街区の省エネルギー化やCO<sub>2</sub>排出量の削減が可能であり、カーボンニュートラルの実現に有用な技術です。



郡山市総合地方卸売市場に導入した  
実証設備



水素エネルギー利用システム  
「Hydro Q-BiC」の構成

【情報提供】清水建設株式会社

### 2.3.2 売電

一般的に、再生可能エネルギーを導入する場合、電力会社等の電気事業者に対して発電した電力の全量または余剰分を売電することができます。漁港においては、太陽光発電システム等で発電した電力は荷さばき所や製氷施設等の使用電力として、極力、自家消費することが想定されます。一方で、蓄電池等の設置の有無やその容量、太陽光発電の導入規模によっては、余剰電力等を電気事業者に売電する可能性が考えられます。

#### (1) 売電の方法

再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスの再生可能エネルギー源を用いて発電された電気は、国が定める価格で一定期間電力会社等の電気事業者に売電することができます。この際、従来は10kW以上の主に産業用の太陽光発電では再生可能エネルギーで発電した電力の全量を売電、または自家消費で余った余剰電力を売電することが可能でありましたが、2020年度からは自家消費型の要件が設定され、特定要件を満たさない限り50kW未満の場合は全量売電ができず、余剰電力の売電のみとなりました。買取期間はいずれの場合も20年間となります。<sup>14)</sup>

なお、10kW未満の主に住宅用の太陽光発電では全量を売電することはできず、余剰分のみが売電対象で、買取期間は10年間となっています。

#### (2) 電力買取制度の歴史<sup>6)</sup>

我が国では再生可能エネルギーの導入拡大を図るために、電力の買取に関する様々な施策を実施してきました。これらは、①補助金による支援(1997年～)に始まり、②電力会社等(電気事業者)に対する再生可能エネルギー由来電気の調達についての義務量の枠付け(RPS制度)による支援(2003年～2012年)を経て、③500kW未満の主に住宅用を対象とした太陽光発電について余剰電力買取制度(2009年～)をスタートさせ、電力会社等に国が定めた調達価格・調達期間での再生可能エネルギー電気の買取りを義務づけました。その後、④電力会社等に固定価格で購入することを義務づける固定価格買取制度(2012年～)へと移行しています。

再生可能エネルギーの固定価格買取制度はFIT(Feed in Tariff)と呼ばれ、2011年8月26日の第177回通常国会において成立した「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(再生可能エネルギー特措法)」によるものです。これは再生可能エネルギー源(太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス)を用いて発電された電気を、電力会社等が一定価格で一定期間買い取ることを国が約束する制度で、2012年7月より開始されました。再生可能エネルギー特措法の目的は、再生可能エネルギーの利用を促進することであり、さらに国際競争力の強化、産業の振興、地域の活性化、国民経済の健全な発展に寄与することを目的としています。

これにより、再生可能エネルギーによる発電事業者は、売電収入が長期にわたって見通せるため収益モデルを組み立てやすくなり、事業実施に取り組みやすくなりました。

本制度では、国が再生可能エネルギーの買取価格を決定し、再生可能エネルギーの発電事業者は、発電した電力の全量を国が決めた価格で電力会社等に買い取ってもらうことができます。そして、電力会社は再生可能エネルギー発電事業者からの買い取りに要した費

用の全額を、電気料金に上乗せして企業や個人の顧客から徴収できる制度です。当該制度は再生可能エネルギーの発電にかかった費用を全ての電力需要家に薄く広く負担させる仕組みであり、同様の仕組みをドイツが世界に先駆けて実施し、相応の実績を収めたことから、他の国々も次々と施行していきました。図 2.8 に我が国における固定価格買取制度の仕組みを示します。



図 2.8 日本における固定価格買取制度の仕組み<sup>14)</sup>

固定価格買取制度における買取価格は市場の太陽光発電システムの販売価格の推移などから、毎年見直しが行われています。表 2.3 に太陽光発電の場合の 1kWh 当りの固定買取価格の推移を示します。ここでは、漁港で導入される規模と考えられる 10kW 以上の場合の買取価格を示しています。

この制度が出来た当初は、10kW 以上の場合で 40 円/kWh と買取価格は高く設定されていましたが、年々低くなり 2021 年度は 11~12 円/kWh であり、約 10 年間で 1/4 程度に減少しています。

なお、2022 年 4 月から、卸電力取引市場や相対取引で再生可能エネルギー発電による電力を供給した際に、一定の補助(プレミアム)が交付される FIP 制度(Feed in Premium)が新たに開始されます。

FIT 制度(固定買取価格制度)や FIP 制度について、「第 4 章法的規制、申請手続き、支援制度等 4.2 支援制度について」にも解説しています。ご参照ください。



表 2.3 太陽光発電による発電電力の買取価格の推移(10kW 以上の場合)

年度	買取価格	適用	買取期間
2012年度	40 円＋消費税		20年間
2013年度	36 円＋消費税		20年間
2014年度	32 円＋消費税		20年間
2015年度	29 円＋消費税	2015年4～6月	20年間
	27 円＋消費税	平成27年7月～	
2016年度	24 円＋消費税		20年間
2017年度	21 円＋消費税	10kW以上2,000kW未満	20年間
	入札制度にて決定	2,000kW以上	
2018年度	18 円＋消費税	10kW以上2,000kW未満	20年間
	入札制度にて決定	2,000kW以上	
2019年度	14 円＋消費税	10kW以上500kW未満	20年間
	入札制度にて決定	500kW以上	
2020年度	13 円＋消費税	10kW以上50kW未満	20年間
	12 円＋消費税	50kW以上250kW未満	
	入札制度にて決定	250kW以上	
2021年度	12 円＋消費税	10kW以上50kW未満	20年間
	11 円＋消費税	50kW以上250kW未満	
	入札制度にて決定	250kW以上	

## 2.4 漁港への太陽光発電システム導入の現状

漁港において、太陽光発電システムは荷さばき所の屋根やその他の漁港施設の屋上などに設置され、発電された電力は荷さばき所をはじめとする漁港施設、直売店、事務所などに供給されている。

これまでに太陽光発電システムを導入している漁港は、いずれも概ね太平洋側に位置し、太陽光発電規模は10kW～550kW程度となっており、補助事業等により実施されています。設置者は主に自治体や漁業協同組合となっています。

太陽光パネルの設置場所は荷さばき所の屋根・屋上が多くなっています。太陽光発電システムの導入目的は様々ですが、施設で消費する電力の一部を太陽光発電で賄うことで電気料金の支出を削減することや、CO<sub>2</sub>排出量を削減し地球温暖化防止に貢献することなどが挙げられます。発電した電力は荷さばき所、活魚蓄養施設、事務所、直売所、漁港地区内の道の駅等に供給されており、これによって年間に一定量の電気料金の削減効果が見られます。

なお、漁港においては、これらの一定規模の太陽光発電パネルを設置するほかに、下図に示すソーラー外灯やソーラーブイを設置しているケースもあります。



図 2.9 太陽光発電システム設置

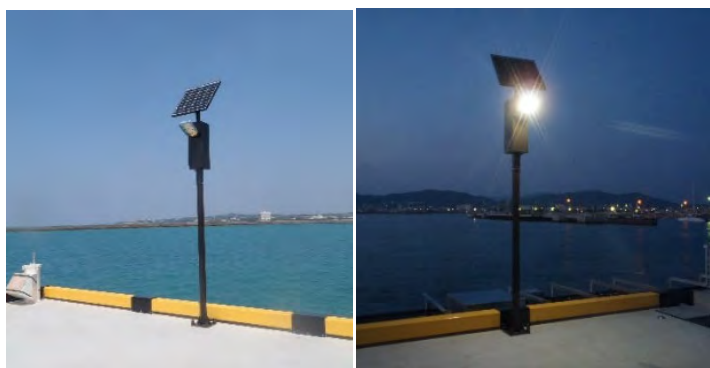


図 2.10 ソーラー外灯



図 2.11 ソーラーブイ

【第1章、第2章の参考文献】

- 1) 地球温暖化対策計画（令和3年10月22日、環境省）
- 2) STOP THE 温暖化パンフレット2008年（2008年7月、環境省）
- 3) みどりの食料システム戦略（令和3年5月、農林水産省）
- 4) 不漁問題に関する検討会とりまとめ（令和3年6月、水産庁不漁問題に関する検討会）
- 5) 漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）（平成26年3月、水産庁漁港漁場整備部計画課）
- 6) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）NEDO再生可能エネルギー技術白書 第2版
- 7) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）太陽光発電開発戦略2020
- 8) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）日本における風力発電設備・導入実績
- 9) 地熱資源情報（（独法）石油天然ガス・金属鉱物資源機構HP）
- 10) 発電コスト検証ワーキンググループ第7回会合資料「発電コスト検証に関するこれまでの議論について」（令和3年7月12日、経済産業省 総合資源エネルギー調査会）
- 11) 令和2年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2021）第1章（令和3年6月4日、資源エネルギー庁）
- 12) 令和3年度以降の調達価格等に関する意見（令和3年1月27日資源エネルギー庁）
- 13) 知っておきたいエネルギーの基礎用語～「蓄電池」は次世代エネルギーシステムの鍵（資源エネルギー庁HP）
- 14) 再生可能エネルギー固定価格買取制度等ガイドブック2021年度版（令和3年3月、資源エネルギー庁）

## 第 3 章 漁港への太陽光発電施設導入の検討

### 3.1 漁港漁村地域の特徴

漁港への太陽光発電施設導入を検討する際には、漁港漁村地域に設置する施設ごとに以下に示す特徴を整理し、検討時に考慮することが求められる。

- (1) 各施設の電力消費量
- (2) 電力需要の時間的変動
- (3) 太陽光発電施設の設置場所
- (4) 立地条件による影響

#### (1) 各施設の電力消費量

漁港には水産物の流通・加工の拠点として、電気を使用する施設が多く立地しています。特に大量の電力を消費する施設として、冷凍・冷蔵施設、製氷施設が挙げられます。また、荷さばき所については、高度衛生管理に対応した整備が進むと、電気を使用する設備が多くなることから電力消費の増加が予想されます。

本手引きでは、太陽光発電による電力の供給先として、消費電力が多い以下の 4 施設を抽出して導入検討を行います。

- ① 荷さばき所
- ② 冷凍施設
- ③ 冷蔵施設
- ④ 製氷施設（貯氷施設を含む）

#### (2) 電力需要の時間的変動

漁港の施設における電力需要は一定ではなく、年間及び日間において常に変動するものであり、またその変動量が大きい場合もあります。年間における月別の電力消費量は、当該漁港の漁獲量や気温の変化に連動するケースが多く見られます。また、日間における時間帯別の電力消費量は、施設の稼働時間と連動します。特に荷さばき所の場合は、陸揚げが夜中に始まり、昼前には作業が終了するパターンが多く見られるため、電力消費が早朝に集中して、逆にそれ以外の時間帯はほとんど需要がないこととなります。なお、冷凍・冷蔵施設等は常に稼働している場合が多いため、時間帯による変動は比較的小さく、終日需要が発生します。(2)で抽出した導入検討対象施設の時間帯による電力需要をまとめると、表 3.1 のようになります。なお、表は一般的な漁港について記載したものであり、全ての漁港に当てはまる訳ではありません。

表 3.1 一般的な漁港施設の電力需要の日間変動と稼働時間帯

施設名	時間帯による変動	稼働時間帯
荷さばき所	大	早朝～正午
冷凍施設	小	24時間
冷蔵施設	小	24時間
製氷施設	小	24時間

施設ごとの月別電力消費量の例を図 3.1、3.2 に示します。また、荷さばき所の月別及び時間帯別の電力消費量の変動例については、「第 1 章 1.2 漁港の電力使用等による二酸化炭素排出量」の図 1.3、1.4 を参照してください。

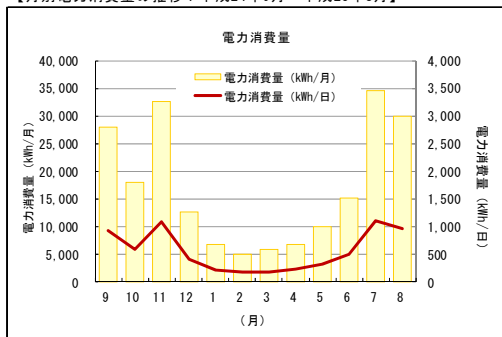
《参考》月別の電力消費量の整理例

① 白糠漁港（青森県）の施設毎の月別電力消費量（季節変動）の推移

【白糠漁港】

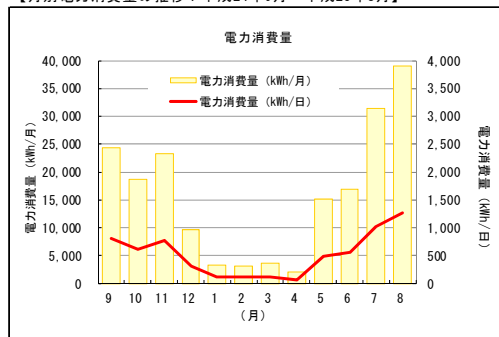
1. 製氷施設（新）

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】



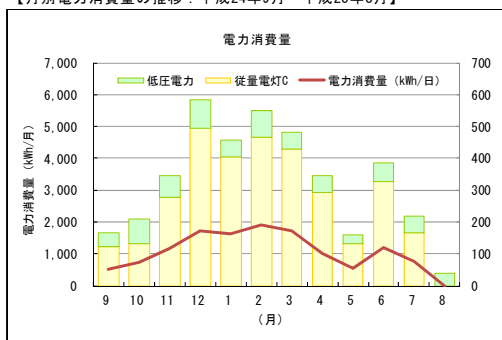
2. 製氷施設（旧）

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】



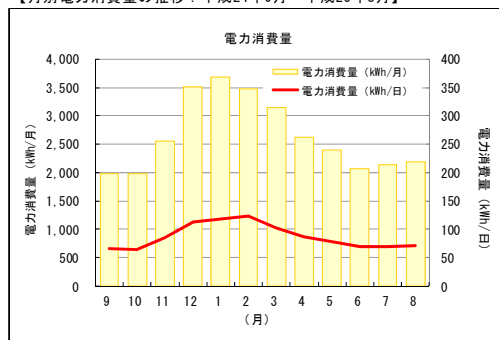
3. 荷捌き所

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】



4. 組合事務所/研修施設

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】



5. 活魚館

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】

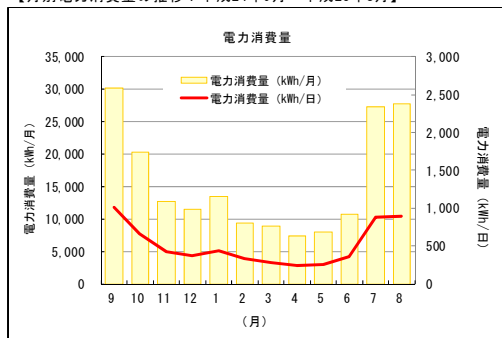


図 3.1 月別の電力消費量の推移（白糠漁港）

【電力消費の特徴】

製氷施設（新）：7～11月にかけて消費量が多く、1月～4月は概ね一定の電力消費量となっています。この推移は、白糠漁港において最も漁獲量が多く、出荷に際し氷を多く使う魚種であるイカの漁獲量の推移と重なります。

製氷施設（旧）：製氷施設（新）と同様の傾向がみられ、両施設は使われ方に差異はないと推測されます。

荷捌き所：冬季（12～3月）に消費量が多くなっています。この推移は、白糠漁港におけるイカ以外の漁獲量の推移と重なります。

組合事務所：冬季（12～3月）に消費量が多くなっています。

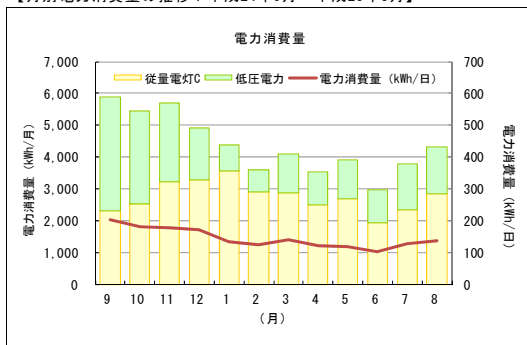
活魚館：活魚水槽に水温調節機能があるため、夏季の電力消費量が多くなっています。

## ②門川漁港（宮崎県）の施設毎の月別電力消費量の推移

### 【門川漁港】

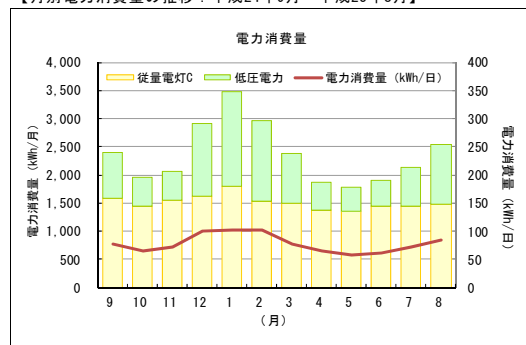
#### 1.卸売り市場/荷捌き所+2.活魚施設

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】



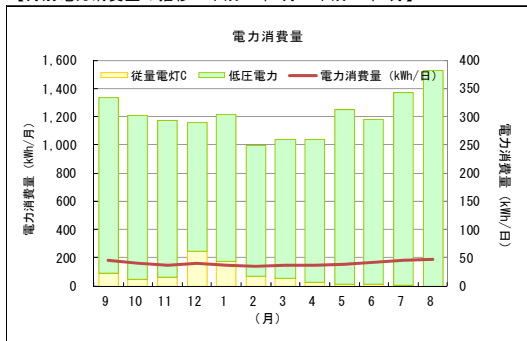
#### 3. 組合事務所

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】



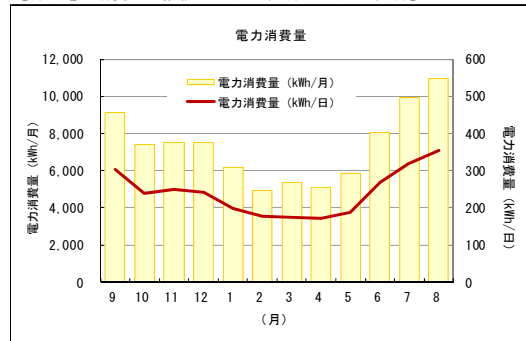
#### 4. 冷蔵施設

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】



#### 5.道の駅（うみすずめ）

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】



#### 6. 製氷工場

【月別電力消費量の推移：平成24年9月～平成25年8月】

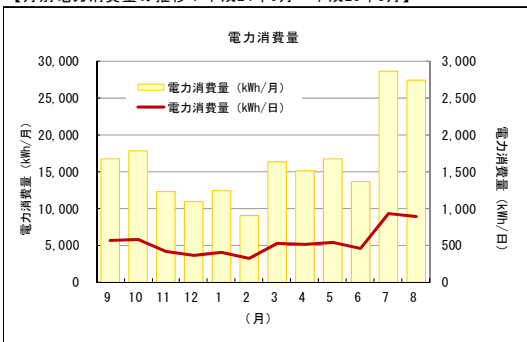


図 3.2 月別の電力消費量の推移（門川漁港）

### 【電力消費の特徴】

卸売市場/荷捌き所+活魚施設：秋季（9～11月）に消費量が多くなっています。この推移は門川漁港における漁獲量の推移と同様であり、これは、漁獲量に応じて選別作業の際に使用する海水供給関係設備（取水ポンプ、海水殺菌装置等）の稼働量が増減するためであると考えられます。

組合事務所：気温が低くなる冬季（12～3月）及び気温が高くなる夏季（7～9月）に消費量が多くなっています。

冷蔵施設：気温が高くなる夏季（7～9月）に消費量が多くなっています。

道の駅：2～5月の消費量が少なく、夏季（7～9月）の消費量が多くなっています。

製氷工場：気温が高くなる夏季（7～8月）に消費量が多くなっています。

出典：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成26年3月

### (3) 太陽光発電施設の設置場所

太陽光発電の特徴のひとつに、既存の建物を活用した設置が可能であることが挙げられます。漁港においては、荷さばき所等の広い面積を持つ施設の屋根や屋上が想定されます。ただし、既存の建物に関しては、屋根や屋上に発電設備を設置することに対して耐荷重不足の心配があります。よって、荷さばき所等の屋根、屋上への設置は、構造計算により構造的に問題ないことを確認するか、施設の建て替えに合わせて行うことが必要になります。

建物の屋根や屋上以外に設置可能な場所として、漁港施設用地への地上設置が考えられます。近年は利用漁船数や陸揚量の減少などから、漁港施設用地の所要面積も減少している場合があります。そのため、土地の利用計画を見直し、利用可能な用地が生じているのであれば、その用地を活用することができます。

ただし、水産庁の補助事業を用いる場合には、設置場所に制限があります。詳細は「第4章 4.2 支援制度について」を参照してください。

### (4) 立地条件による影響

一般に海の側に立地している漁港施設では、塩分を含む風や水等によって塩害の被害を受けやすく、また、カモメやトンビ、カラスといった鳥の飛来数も多いため、鳥糞による被害も懸念されます。

さらに、当該漁港が所在する地域が強風地域・寒冷地域・積雪地域等に属している場合、それぞれ異なる対策を講じる必要があります。

ここでは、漁港区域において想定される太陽光発電への影響と、その対策について整理しました。

#### ① 塩害による影響

漁港施設に導入する太陽光発電システムの塩害による被害には、太陽光パネルのフレーム（通常はアルミ製）やケーブル、架台や接続箱等への発錆や、それに伴う絶縁不良などがあります。写真 3.1 に塩害の事例を示します。



写真 3.1 漁港区域に導入された太陽光発電の塩害の事例

(左：接続箱の錆び、右：架台の錆び)

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月



また、塩分が太陽光パネル表面に多量に付着すると、出力低下につながる可能性も考えられます。NEDO フィールドテスト事業においては、塩害地域（海岸からの距離が 1km 以内）に設置されているシステムと、一般地域（海岸から 10km 以上）に設置されているシステムについて、3、4 年程度のシステムの出力係数の変化を調査した結果、両者の出力係数の変化には明確な違いはみられませんでした。太陽光パネルの寿命期間（20～30 年）を考えた場合には、さらに長期的な計測の必要が示唆されています。図 3.3 に塩害地域と一般地域のシステム出力係数の比較を示します。

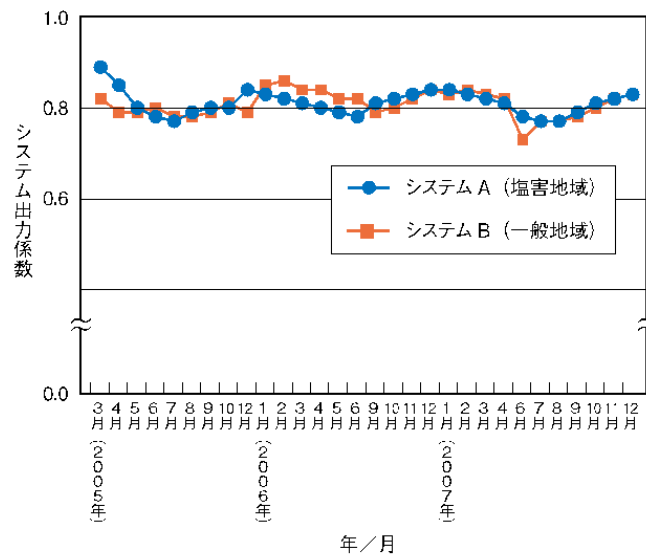


図 3.3 塩害地域と一般地域のシステム出力係数の比較

参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン設計施工・システム編 太陽光発電の効果的な導入のために

塩害による被害を防止、軽減するためには写真 3.2、3.3 や表 3.2 のような対策が有効です。



写真 3.2

塩害対策例（溶融垂鉛めっき架台の例）

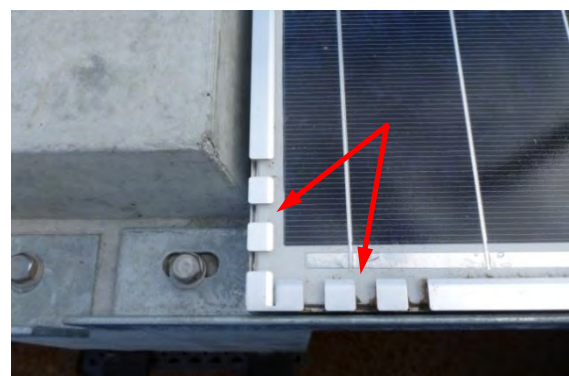


写真 3.3

水切り用溝のついた太陽光パネル

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月

表 3.2 漁港施設に太陽光発電を導入する際の塩害対策

対策	内容
事前調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電システムの設置予定箇所における類似設備の塩害や発錆状況、腐食の状態を調べます（当該設備の設置年数、材質、外観等）。</li> <li>・これらの情報は機器の防食・防錆仕様の程度を決める際の有用なデータとなります。</li> </ul>
架台・接続箱等の金属部分の防錆処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ステンレス、樹脂等の錆びにくい素材の使用、溶融亜鉛めっき処理や耐塩塗装の防錆処理を行います。</li> <li>・塩害対応の太陽光パネルや配線の製品を使用します。表面だけでなく、内部にまで塩害対策がきちんと施されているものを使用する等が挙げられます。</li> </ul>
パワーコンディショナの塩害対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーコンディショナを屋外に設置する場合には、パワーコンディショナを収める筐体に耐塩塗装を施すことや、筐体の給気口に換気の際に筐体内に塩分が入るのを防止する耐塩フィルターを設置するといった対策、またはパワーコンディショナ本体を屋内に設置する等が考えられます。</li> </ul>
塩害仕様の太陽光発電パネルの採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・劣化防止のため、太陽電池を強化ガラスで挟み、耐久性・強度を保持した製品があります。</li> <li>・パネル表面に付着した塩分は、雨によって洗い流されることが多く、その際、塩分を含んだ雨水がパネル下部のフレームに溜まると、腐食の原因となります。そのため、通常四辺を囲うフレームを左右の二辺のみとした製品や、フレームの隅に水切り用の溝を付けて水が溜まらないようにした製品があります。</li> </ul>

## ②鳥害による影響

太陽光パネルに鳥糞が付着していると、景観を損ねるだけではなく、長期的に付着している場合には影となっている部分が発熱し、パネルの破損や火災の原因となるホットスポット現象を引き起こす事例が報告されています。写真 3.4 に太陽光パネルの鳥害の例を示します。



写真 3.4 太陽光パネル（パネル上の糞害）

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月

鳥害による被害を防止、軽減するためには表 3.3、写真 3.5、3.6 のような対策が有効です。

表 3.3 漁港施設に太陽光発電を導入する際の鳥害対策

対策	内容
事前調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電システムの設置予定箇所における鳥の糞の付着状況や、いつも鳥がとまっている場所等を調べます。</li> <li>・設置予定箇所の上空に、電線やアンテナ、外灯等の鳥がとまりやすい場所がないかを確認します。</li> </ul>
防鳥設備の設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽電光発電に鳥が近寄れないまたは、とまれないよう、防鳥用の剣山（トゲ、突起物）や防鳥ワイヤー等の防鳥設備を設置します。</li> </ul>
鳥の餌の除去	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鳥の餌となる雑魚や残さ等を、岸壁や市場等から除去します。</li> <li>・漁港利用者に対して鳥への餌やりを禁止します。</li> </ul>
鳥の糞の除去	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パネルに鳥の糞が付着している時に、予測発電量に比べ明らかな発電量の低下が見られる場合には、パネル面に付着した鳥糞の掃除を行う必要があります。</li> </ul>



写真 3.5

荷さばき所の防鳥ワイヤーの設置事例



写真 3.6

防鳥用剣山（突起物）の設置事例

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月

### ③積雪による影響

雪によって太陽光パネルが覆われて日射が遮られることにより、発電量が低下します。積雪による発電阻害の例を図 3.4 に、パネルへの積雪状況の例を写真 3.7 に示します。図 3.4 の例では、15 日は日射量と発電量がほぼ比例関係であるのに対し、20 日と 25 日は日射量が増加しても発電量はほとんど増加していません。これは、15 日と 20 日の間に降雪があり、20 日と 25 日は日射計には積雪がなかったものの、太陽光パネル面に積雪が残ったため日射量が増加しても発電量が増加しなかったものと考えられます。

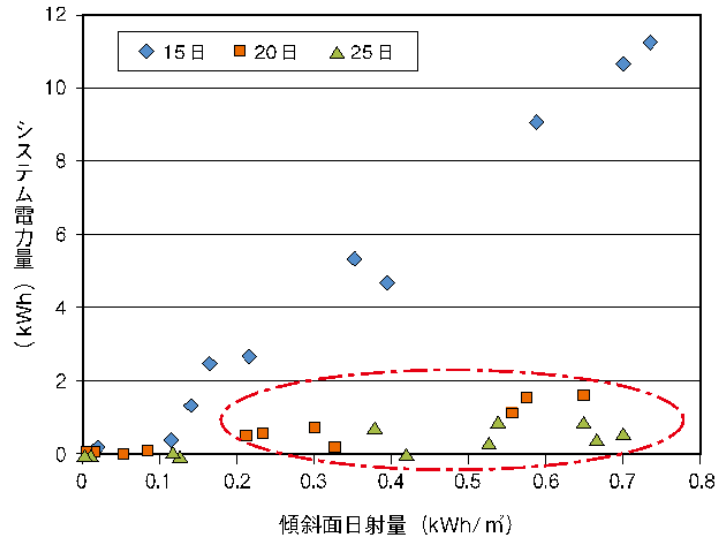


図 3.4 太陽光パネルへの積雪による発電阻害の例

参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン設計施工・システム編 太陽光発電の効果的な導入のために



写真 3.7 パネル上への積雪の例

出典：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月

従って、積雪による影響を軽減するためには、積雪の滑落角度以上に太陽光パネルの傾斜角を大きくする、積雪によりパネルの埋没の可能性のある場所では架台を高くする等の対策が必要です。

また、計画時に气象台データや近隣調査で積雪量や降雪傾斜角度を調査し、発電システムの設計時に考慮する必要があります。積雪対策を施した設置事例を写真 3.8 に示します。

### ＜参考＞積雪対策の例

長野県の積雪地域にある工場の平屋根へ 100kW の太陽光発電を導入した事例です。

この地域は 12～3 月まで降雪があり、2 月には平均気温-7℃、積雪高さ 1m 弱になります。太陽光発電を設置した平屋根は、多量の積雪に耐えられる構造であり、工場内の内部発熱により融雪されることから、設置場所に決定されました。積雪対策として、パネル傾斜角を 30 度とし、降雪時も雪がパネルに積もることなく滑り落ちるように設計しています。また、架台についても、雪だまりに埋もれないような高さを確保しています。



写真 3.8 積雪地域の工場での太陽光パネルの設置事例

参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン設計施工・システム編 太陽光発電の効果的な導入のために

### ④落雷による影響

太陽光発電における雷害には、直撃雷による設備の破損や、誘導雷に起因する異常電圧や誘導電流による設備の焼損・破損が考えられます。

雷害による被害を防止、軽減するために有効な対策を表 3.4 に示します。

表 3.4 漁港施設に太陽光発電を導入する際の雷害対策

対策	内容
避雷針保護範囲への太陽光発電施設の設置	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 既設の避雷針がある場合、その保護範囲を確認し、保護される位置に太陽光発電施設を設置することで、直撃雷の被害を防止できます。</li><li>・ 既設の避雷針がなく、落雷の多い地域においては、避雷針の設置を検討します。</li></ul>
避雷素子の設置	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 誘導雷の対策として、接続箱や分電盤等に避雷素子を設置することが有効です。</li></ul>



### 3.2 太陽光発電の検討手順

太陽光発電の導入を計画する場合、以下の手順で検討する必要がある。

**【ステップ1】 発電規模算定の準備**

- (1) 契約容量…………… P. 50
- (2) 電力消費量…………… P. 51

**【ステップ2】 設置可能な発電規模の算定**

- (1) 発電電力の利用方法…………… P. 54
- (2) 発電容量…………… P. 61
- (3) 設置面積…………… P. 62
- (4) 設置可能場所…………… P. 62

**【ステップ3】 事業性の検討**

- (1) 年間発電量…………… P. 67
- (2) 年間売電収入…………… P. 69
- (3) 年間電気料金削減額…………… P. 72
- (4) 発生する費用…………… P. 72
- (5) 利用者負担額の回収期間…………… P. 76

漁港への太陽光発電の導入を検討する際には、まず初めに設置する発電規模の検討を行います。発電規模を決定するためには、①契約容量、②電力消費量の把握が必要となります。発電規模が決まると、続いて設置場所の検討を行います。最後に概算費用を算出して事業性を確認するという手順になります。

このあと、太陽光発電の導入検討手順を、図 3.5 のステップごとに説明していきます。

導入検討手順の説明にあたって、【ステップ2】(1)の「発電電力の利用方法」について簡単に説明します。漁港における発電電力の利用方法は、表 3.5 に示すように2通りに整理できます。

表 3.5 漁港における発電電力の利用方法

利用方法	概要
① 自家消費	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電した電力は漁港施設内で使用します（自家消費）。</li> <li>・ ただし、使用できずに余った電力（余剰電力）は電力会社に売ります（売電）。</li> </ul>
② 売電（みなし自家消費）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電した電力は全て電力会社に売ります（売電）。</li> <li>・ 必要な電力は全て電力会社から買います（買電）。</li> <li>・ 売電量は漁港全体の電力消費量を超えない範囲とします。売電量の方が多い場合は利益を得ることになり、みなし自家消費とはなりません。</li> </ul>

「3.2.2 (1) 発電電力の利用方法」でより詳しく解説していますので参照してください。

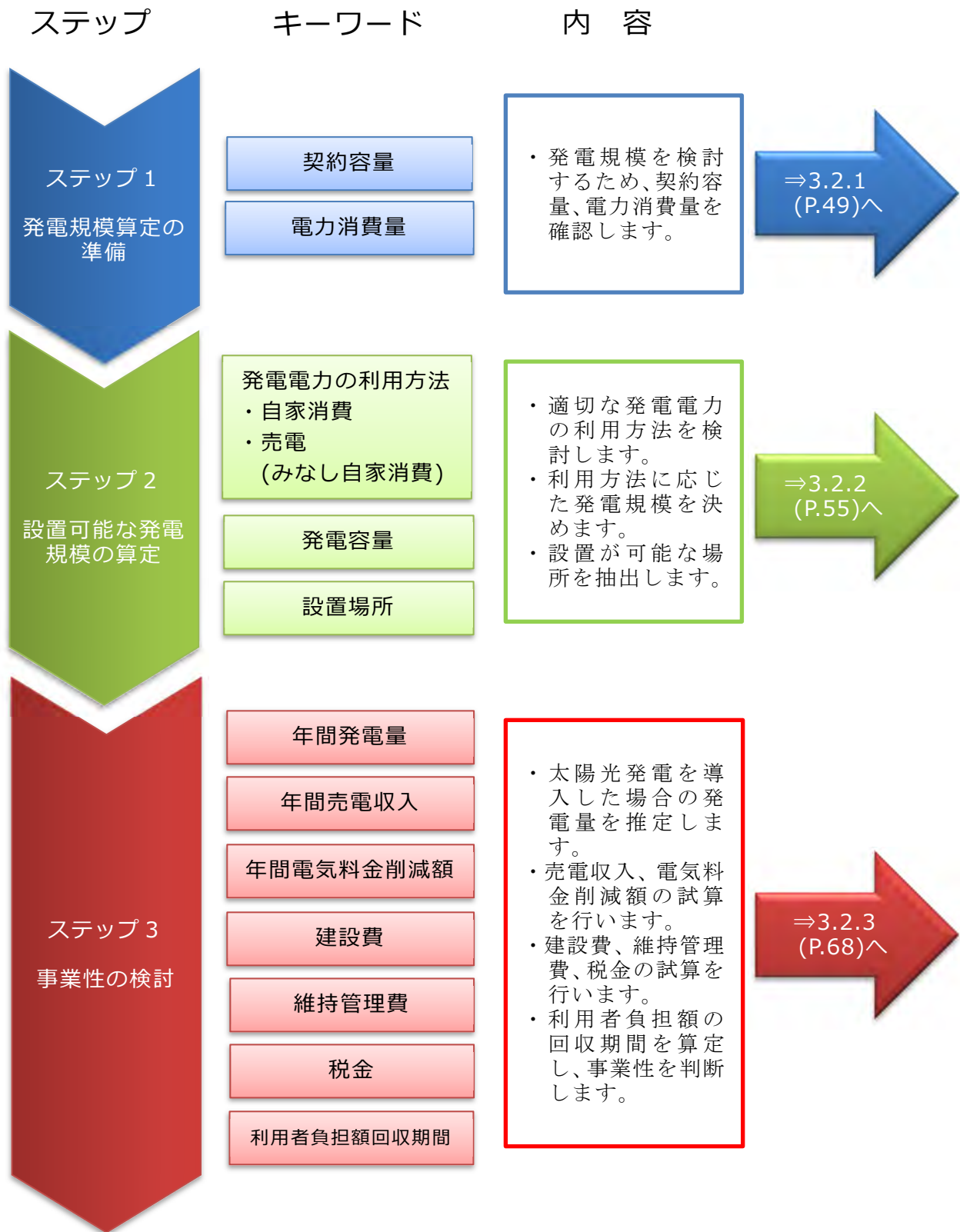


図 3.5 太陽光発電の導入検討フロー

### 3.2.1 発電規模算定の準備

#### 【ステップ1】

まず初めに「発電規模算定の準備」を行う。ここでは以下の内容について確認、検討する。

- (1) 契約容量
- (2) 電力消費量

太陽光発電は、表 3.6 に示すとおり、発電電力の利用方法別の決定要因により設置可能な発電規模が制限されるため、その制限に収まる規模を検討する必要があります。

また、太陽光発電の場合、発電規模が 50kW 以上となる設備は自家用電気工作物となり、電気主任技術者の選任、保安規程の提出等が必要となります（50kW 未満の場合でも、高圧契約の施設に接続する場合は、自家用工作物となります）。詳細は「第 4 章 4.1 法的規制について」を参照してください。

低圧契約の施設へ接続する場合や売電（みなし自家消費）、売電事業の場合は、維持管理コストが 50kW 未満の設備に比べて上昇するため、事業性の観点からも法定点検等を必要としない設備容量 50kW 未満での設置が望ましいと言えます。

次頁から施設の契約容量と電力消費量の調べ方について説明します。

表 3.6 太陽光発電の規模の決定要因

利用方法	決定要因	説明
① 自家消費（※）	太陽光発電を接続する施設の <b>契約容量</b>	・ 契約容量より大きな発電容量の施設を設置する場合は、既存の電気設備等の増強を行う必要があるため、契約容量の範囲内で設置した方がよいでしょう。なお、別途電気設備容量の増強を行う場合は、この限りではありません。
② 売電 （みなし自家消費） （※）	漁港全体の <b>年間電力消費量</b>	・ 売電（みなし自家消費）の場合は、太陽光発電による発電量が漁港全体の電力消費量を超えない範囲で検討します。

※ 発電電力の利用方法の詳細は「3.2.2 (1) 発電電力の利用方法」を参照。



## (1) 契約容量

契約容量（契約電力）は、電力会社からの電気使用量明細で把握することができます。電力会社の託送供給等約款により「1 需要場所 1 引込み 1 契約」を原則として定められているため、通常は施設ごとに電力会社と契約を結んでいます。次ページに契約内容の確認方法を示しましたので参考にしてください。また、電力会社の契約種別ごとの特徴を表 3.7 に示します。

なお、施設の新設や更新に伴い新たな電力需要が発生する場合は、契約容量の代わりに最大需要電力を想定する必要があります。

表 3.7 電力会社の契約種別ごとの特徴

契約種別	主な特徴
従量電灯	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 電力会社により異なりますが、契約容量に応じて、「従量電灯 A/B/C」などに分類されます。</li><li>・ 従量電灯（100V）は、小規模事業所の場合、照明設備や通常のコンセントで使用されます。</li></ul> ※契約の単位にはアンペア（A）と kVA（キロ・ボルトアンペア）があり、kVA=1000VA で、VA は電圧（V）と電流（A）の積で現されます。例えば $60A \times 100V = 6000VA = 6kVA$ となります。100V と 200V の契約があるため、このような単位が使われます。
低圧電力 （50kW 未満）	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 低圧電力（200V）は、小規模事業所の場合、空調設備などで使用されています。</li></ul> ※低圧電力の契約の単位は、従量電灯と同じです。
高圧電力 （50kW 以上～ 2,000kW 未満）	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 高圧電力は、電力使用量の多い事業所向けの契約です。</li><li>・ 契約電力が 500kW 未満の事業所は、直近 1 年間の最大電力のうち、最も大きい値が契約電力となります。最大電力とは、各月の 30 分ごとに計量された平均電力の最大値のことです。ある月のある 30 分間に、不用意に最大電力を発生させると、以後 1 年間はその最大電力の基本料金を払うこととなりますので、注意が必要です。</li><li>・ 契約電力が 500kW 以上の事業所は、使用する負荷設備や受電設備の内容、同一業種の負荷率等を基準として、電力会社と協議によって契約電力を定めます。</li></ul>

## (2) 電力消費量

### ① 月別電力消費量

漁港全体の年間電力消費量を把握するには、電力会社からの電気使用量明細などから、月別の電気使用量（最低でも1年分）を確認することが必要です。この電気使用量から施設ごとに月別の最大、最小及び年間合計を整理します。使用量の確認方法には、「電気ご使用量のお知らせ」（検針票）、「電気料金請求書」（郵便物）、「Web明細サービス」（電力会社のWebサイト上で確認）などがありますが（電力会社によって名称は多少異なります。）、最近ではWebサイトで確認する方法が主流になってきています。以下に、契約種別ごとの電気使用量明細で確認すべき項目を整理しました。

#### ■ 従量電灯契約、低圧電力契約

##### ○ 確認する主な項目

- ・ 契約種別
- ・ 契約容量
- ・ 電力使用量
- ・ 基本料金及び単価
- ・ 電力量料金及び単価

※1つの施設で従量電灯、低圧電力の2種類の契約をしている場合があります。この場合、伝票も2種類ありますので注意してください。

#### ■ 高圧電力契約

##### ○ 確認する主な項目

- ・ 契約種別
- ・ 契約電力
- ・ 電力使用量
- ・ 最大需要電力（30分ごとの平均電力の最大値）
- ・ 基本料金及び単価
- ・ 電力量料金及び単価

※高圧契約の施設については、電力料金削減の観点から月別の最大需要電力を把握することで（突出して高い月がないかなど）、ピークカットを検討することができます。

なお、所管の電力会社の伝票の形式は、各社のホームページをご参照ください。

### <<参考>>ピークカット

高圧受電（原則 500kW まで）の場合、電力会社が 30 分毎の消費電力を測定し、過去 1 年間で最も大きい月の値を契約電力にする方式を採用しています（表 3.8）。このため、ピーク時の電力消費量を抑えること（ピークカット）によって基本料金を抑えることが可能です（図 3.6）。

太陽光発電の導入により施設のピークカットを図る場合には、太陽光発電は日中の晴れている時に発電するため、空調機による冷暖房の使用が多い施設等の電力消費量のピークが昼間である施設の場合には効果を発揮することが考えられます。

表 3.8 電気料金の構成（基本料金＋電力量料金）

項目	課金方法
基本料金	<ul style="list-style-type: none"> <li>契約電力に応じて課金されます。契約電力は、過去 1 年間の最大需要電力（デマンド）のうち、最も大きい値によって自動的に決まります。</li> <li>※30 分単位の平均需要電力が、契約電力を超過しないように運用する必要があります。</li> </ul>
電力量料金	<ul style="list-style-type: none"> <li>当月に使用した電力量に比例して課金されます。</li> </ul>

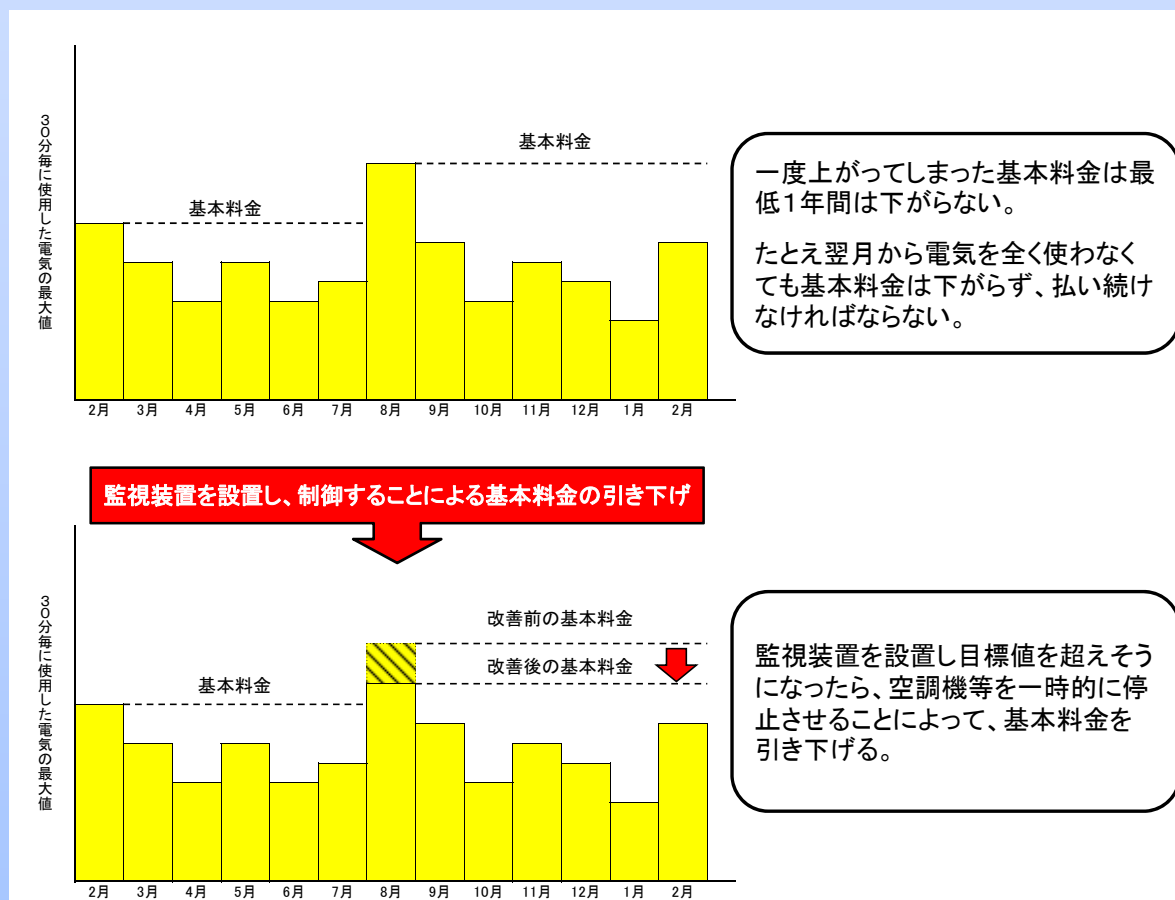


図 3.6 ピーク負荷の削減

出典：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月

## ②時間帯別電力消費量

続いて、1日のうちの時間帯別電力消費量を把握する必要があります。高圧電力契約の場合、電力会社が時間ごとの電気使用量データを提供している場合も多く、入手可能であれば取り寄せます。直近1年間のうち、日電力消費量の最大と最小を確認し、それぞれの時間帯別電力消費量を整理します。施設ごとに電力消費の時間変動を把握することにより、適切な発電電力の利用方法や発電施設内容の検討が可能になります。

高圧契約の施設については、電力料金削減の観点から時間帯別の最大需要電力を把握することで、ピークカットについて検討することができます。蓄電池を使用したピークカット事例を表3.9に、ピークカットのイメージを図3.7に示します。

### <<参考>>漁港における蓄電池の導入によるピーク対策の事例

夜間～早朝に稼働する荷さばき所等の電力需要と太陽光発電による供給の時間帯が一致しない場合に、昼間の使用されない発電電力を蓄電池に貯めておき、必要な時に蓄電池から電力を供給することで、最も需要の多い時間帯の買電量を削減できます。

表 3.9 太陽光発電と蓄電池を組み合わせたピーク対策の例

システム	・ 太陽光発電 (50kW) + 蓄電池 (50kWh)
目的	・ 昼間の余剰電力を蓄電
導入効果	・ 需要がない昼間の太陽光発電電力を蓄電し、夜間～早朝に放電することでピークカットが可能になった。 ・ 契約電力を低減でき、電気料金を削減。

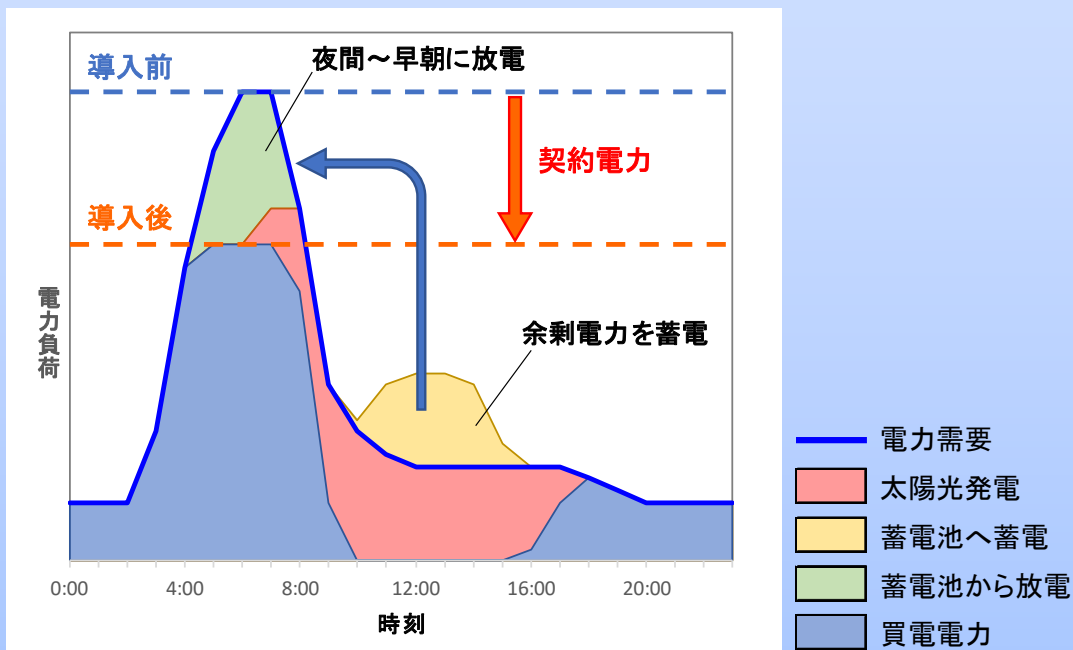


図 3.7 蓄電池の導入によるピークカットのイメージ

### 3.2.2 設置可能な発電規模の算定

#### 【ステップ2】

次に、ステップ1で整理した内容を基に「設置可能な発電規模の算定」を行う。ここでは以下の内容について検討する。

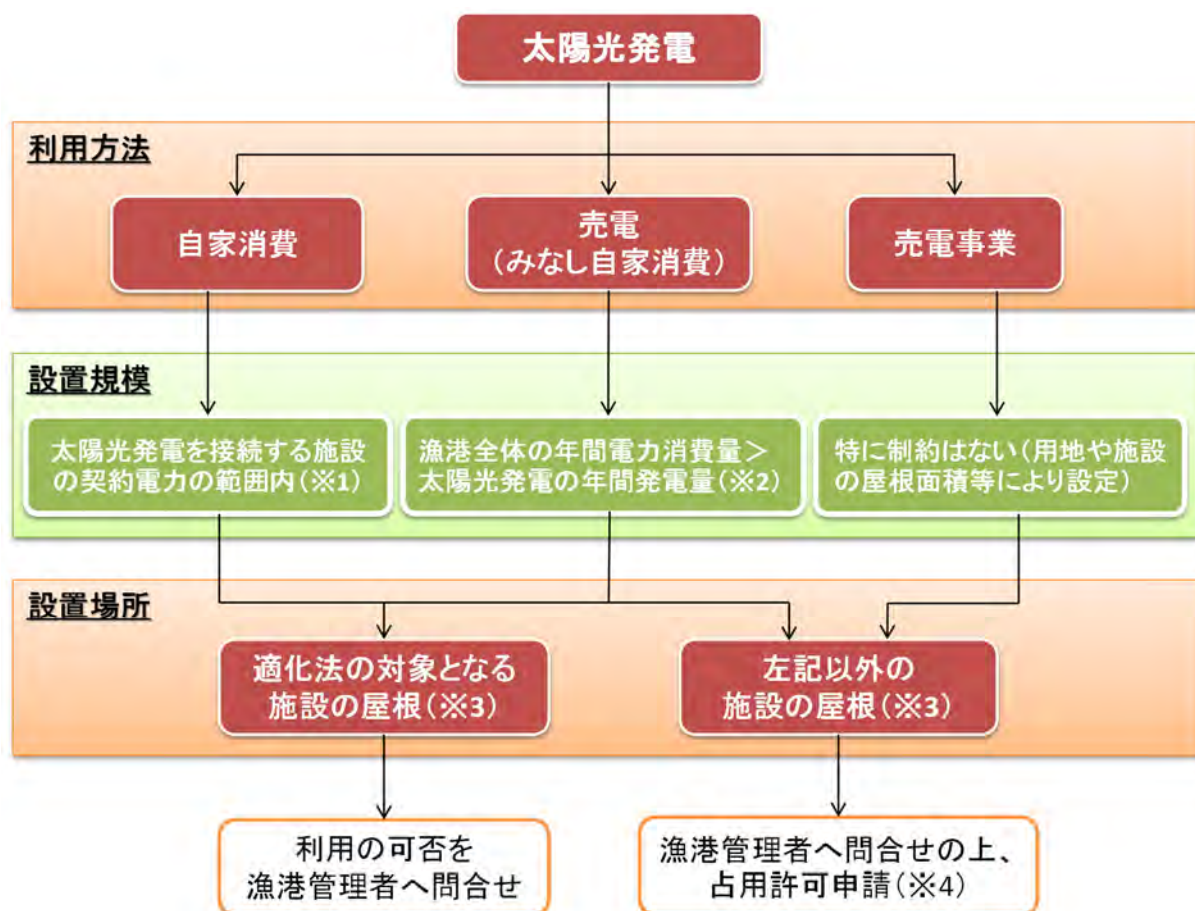
- (1) 発電電力の利用方法
- (2) 発電容量
- (3) 設置面積
- (4) 設置可能場所

#### (1) 発電電力の利用方法

一般的に太陽光発電の導入においては、以下の3つの利用方法が考えられます。

- ① 自家消費、② 売電（みなし自家消費）、③ 売電事業

利用方法により、発電施設の設置可能規模や場所、発電電力量の売電単価が異なるため、導入検討を進める際には各利用方法の特徴を十分理解しておく必要があります。利用方法別の設置規模及び設置場所の検討フローを図3.8に、利用方法別の概要図を図3.9に、利用方法による特徴を表3.10に示します。



※1: 契約電力より大きな施設を設置する場合は、既存設備の増強等の費用が発生することから、契約容量の範囲内で設置することが望ましいと考えられます。

※2: 売電 (みなし自家消費) の場合は、太陽光発電による発電量が漁港全体の電力消費量を超えない範囲とします。

※3: 自家消費において、太陽光発電施設が施設の付帯設備とみなせる場合は、施設と同一用途の敷地内であれば、地上設置が可能です。

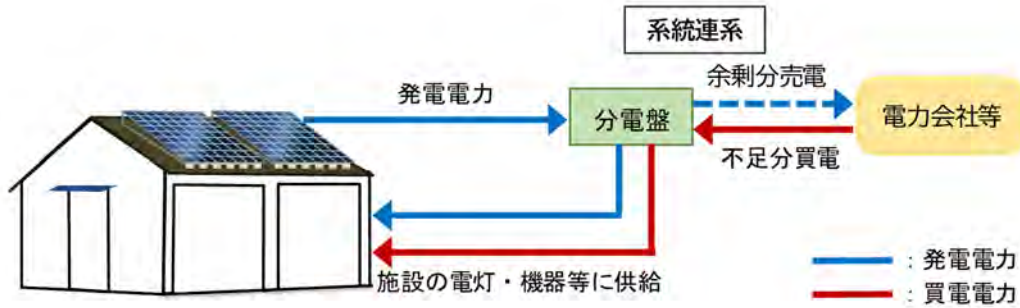
※4: 必ずしも占用が許可されるわけではないため、事前に漁港管理者へ問合せが必要です。

図 3.8 太陽光発電の利用方法別の設置規模と場所の検討フロー

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月を改変

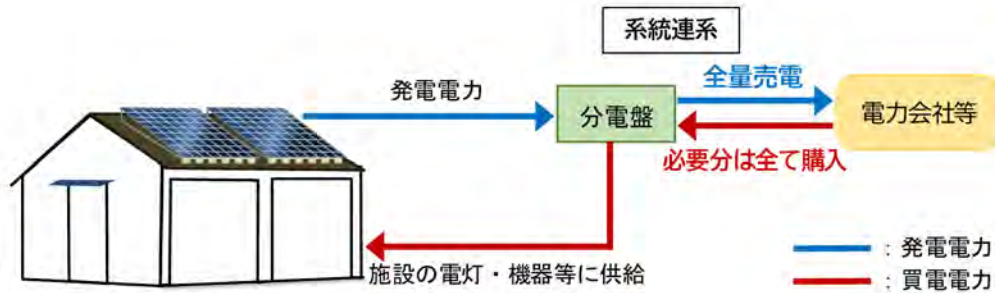
### 【自家消費】

発電電力の自家消費が中心であり、余剰分は電力会社等に売電、不足分は購入する。



### 【売電（みなし自家消費）】

発電電力は全量売電し、施設に必要な電力は全量購入、ただし売電量は購入量を上回らない。



### 【売電事業】

固定価格買取制度等を活用し、売電を目的として設置する場合。したがって、発電電力は全量売電する。

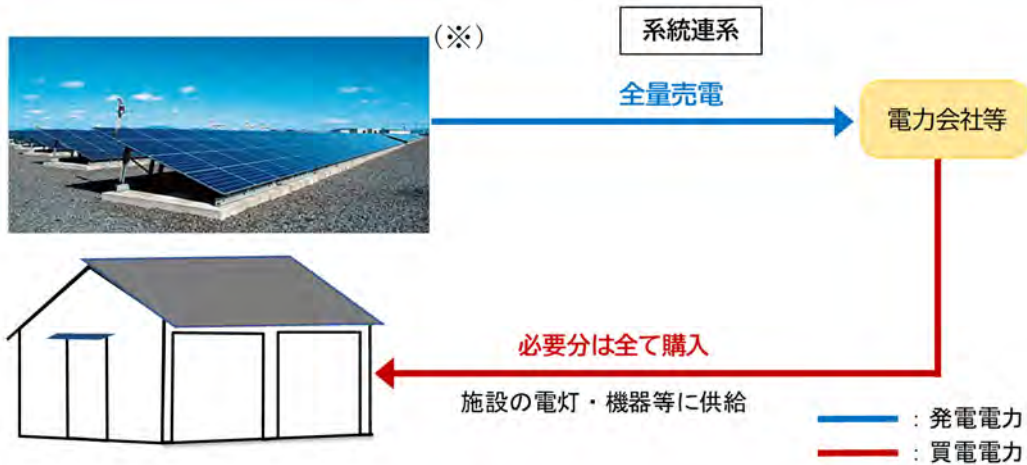


図 3.9 発電電力の利用方法別の概要図

※ 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版



表 3.10 発電した電気の利用方法による特徴（太陽光発電）

方法	発電した電気の使い方	設置規模の設定	設置想定場所	施設への補助金利用の有無	売電単価	CO <sub>2</sub> 削減目標への利用	留意事項
自家消費	発電した電気を自家消費（余剰電力が発生した場合は売電）	接続する施設の契約電力を超えない範囲	施設の屋上、屋根もしくは同一用途の敷地内(※2, 3)	○利用有の場合 ・原則 FIT 利用不可(※4)	○自家消費 ・14.7 円/kWh(高圧、全国平均)(※5) ○余剰売電価格 電力会社との相対取引により決定(※6)	自家消費分のみ利用可能(※8)	① 1 施設で使用する電力以上の発電規模にすることは出来ません。 ② 発電施設が付帯施設とみなせる場合、地上設置も可能です。 ③ 漁港区域内で設置する場合、占用許可等が必要な場合があります。
				○利用無の場合 ・FIT の設定単価で売電可能(※4)	○自家消費 ・14.7 円/kWh(高圧、全国平均)(※5) ○余剰売電 ・10.25～12 円/kWh(税別)(10kW 以上、発電規模による)(※7)		
売電 (みなし自家消費) (※1)	発電した電気を一旦売電し、必要電力を買電	発電量が漁港全体の年間電力消費量を上回らない範囲	施設の屋上、屋根もしくは地上設置(※2)	○利用有の場合 ・原則 FIT 利用不可(※4)	・電力会社との相対取引により決定(※6)	利用可(※8)	① 漁港区域内で設置する場合、占用許可等が必要な場合があります。
				○利用無の場合 ・FIT の設定単価で売電可能(※4)	・10.25～12 円/kWh(税別)(10kW 以上、発電規模による)(※7)	利用不可(※8)	
売電事業	発電した電気はすべて売電	特に制約なし		○自己資金のみ ・FIT の設定単価で売電可能(※4)	・10.25～12 円/kWh(税別)(10kW 以上、発電規模による)(※7)		① 漁業協同組合が売電事業の事業主体にはなれません。

※1：電力会社と需給契約を結び発電した電力を一旦売電して必要電力を買電します。

※2：補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律（適化法）の対象となる場合があります。その場合は施設利用の可否を確認してください。

※3：電力会社の電気供給約款 「需要家への電力の供給は1敷地1引き込み」の原則によります。

※4：FITについては、「第2章 2.3.2 (2)電力買取制度の歴史」に記載しています。

※5：自家消費での電気料金の削減の場合は、施設で購入している料金単価と同等と想定します。

※6：施設を設置する際に補助金を利用する場合は、原則として買取価格にFIT単価が適用できないため、電力会社との相対取引により買取価格が決定されます。

※7：2021年度の買取価格です。最新の買取価格は経済産業省のホームページ等で確認して下さい。

※8：FITを利用して発電電力を電力会社に売電する場合、CO<sub>2</sub>排出削減量は売電先の電力会社が削減したものとなるため、事業者の削減目標には利用できません。

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成26年3月を改変



## ①自家消費

太陽光発電施設で発電した電気を漁港施設に直接接続し、自家消費する方法です。それにより、電力会社から購入する電力量が減るため、電気代を削減することができます。太陽光発電による発電量が電力消費量より少ない場合は電力会社から電力を購入し、発電電力が余った場合は電力会社に買い取ってもらうことができます。

発電容量については、供給する漁港施設の契約容量より大きな発電容量の施設を設置する場合は、既存の電気設備の増強を行う必要があります。しかし、増強のためには多額の費用がかかるため、契約容量の範囲内で設置した方がよいでしょう。

保安上の観点から、発電した電気を供給する漁港施設（接続先）は、太陽光発電が設置されている施設が望ましいとされていますが、同じ敷地内の場合は例外的に電力契約の異なる施設への太陽光発電の設置が認められているケースもあります。ただし、電力会社と協議が必要となります。

**余剰電力 = 太陽光発電の発電電力量 - 供給する施設における電力消費量**

※発生した余剰電力は電力会社へ売電

供給する施設の契約容量と同程度の太陽光発電を設置した場合、昼間の電気の使用量が少ない施設（図 3.10 の漁協事務所等）では余剰電力が発生しやすく、電力消費量の変動が少ない施設（図 3.11 の冷蔵施設等）の場合は余剰電力が発生しにくくなっています。

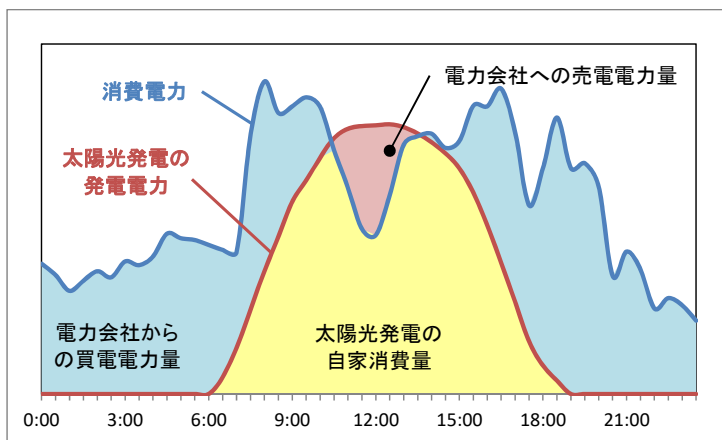


図 3.10 余剰電力が多い場合の電力消費パターン（漁協事務所等）

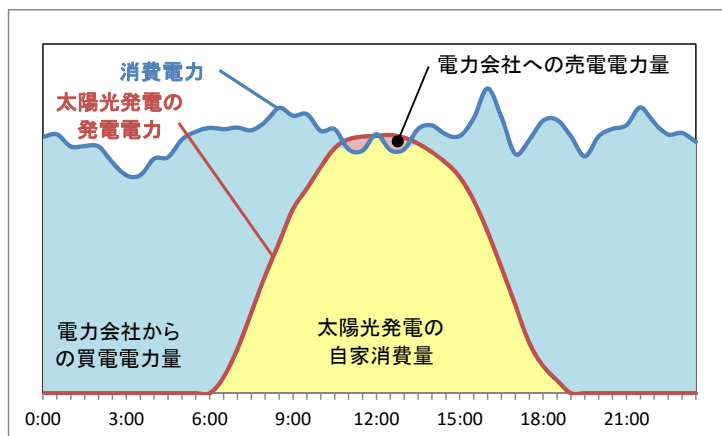


図 3.11 余剰電力が少ない場合の電力消費パターン（冷蔵施設等）

＜＜参考＞＞太陽光発電が導入されている漁港での余剰電力の発生状況

現在太陽光発電を導入し、自家消費を行っている白糠漁港、門川漁港、古仁屋漁港へヒアリングを行った結果、余剰電力の発生状況は、表 3.11 のとおりでした。

表 3.11 各漁港の余剰電力発生状況

漁港名	余剰電力発生状況
白糠漁港	・余剰電力の売電は行っておらず、また常時電力を消費する設備（水槽等）があるため、発電した電気は全て施設内で消費されていました。
門川漁港	・余剰売電の契約があるが、平成 25 年 7 月～9 月の売電量は合計で 104kWh と少なく、これは同時期の推定発電量の 1%未満であるため、ほとんど余剰電力は発生していないものと推測されます。
古仁屋漁港	・余剰売電は行っておらず、日中は施設内にあるレストランや直売所、フェリー待合室等による電力消費量が多いため、発電した電気は全て施設内で消費されています。

3 漁港とも太陽光発電の設置（接続）された施設は、常時電力を消費する設備を有する施設、あるいは昼間に多く電力を消費する施設です。このため、比較的太陽光発電の設置規模が大きな門川漁港においても、発電電力は施設内でそのほとんどが消費されています。太陽光発電施設及び設置場所の概要を表 3.12 に示します。

表 3.12 各漁港の太陽光発電施設及び設置場所の概要

漁港名	設置規模・設置場所	設置施設の契約電力	発電量	余剰電力発生の有無
白糠漁港	10kW 活魚館屋上に設置 （同施設で自家消費）	49kW （平成 25 年 8 月時点）	4,068kWh （平成 24 年 8 月～平成 25 年 2 月の合計※1）	無 （売電契約無）
門川漁港	40kW 卸売り市場／荷捌き所屋上に設置 （道の駅（うみすずめ）で自家消費）	44kW （平成 25 年 8 月時点）	23,478kWh （平成 24 年 8 月～平成 25 年 2 月の合計）	ほぼ無※2 （余剰が出た分は売電）
古仁屋漁港	27.5kW せとうち海の駅屋根面に設置 （同施設で自家消費）	不明※3	16,480kWh （管理者より入手）	無 （売電契約無）

※1：8 月は 2 日分欠測を含みます。

※2：購入明細の確認できた平成 25 年 7 月～9 月の余剰電力の買取量は計 104kWh、この間の推定発電量は 11,881kWh（MONSOLA-11 より）であり、余剰電力は発電量の 1%未満と推計されます。

※3：せとうち海の駅は漁港施設ではないため、電力消費量等は不明です。

出典：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月

## ②売電（みなし自家消費）

売電（みなし自家消費）とは、電力会社と需給契約を結んで発電した電気を全て一旦電力会社に売電し、漁港施設で使用する必要な電気を電力会社から購入する形態です。発電施設と電力を消費する施設が離れている場合や、発電量が多くなる時期や時間帯と施設の電力消費量が多くなる時期や時間帯が一致しない場合に有効です。

ただし、この利用方法で施設導入に対する補助制度を利用したい場合には、売電する電力量が漁港全体の電力消費量を超えないようにする必要があります。現在、水産庁の補助事業においては、利益が生じる売電を認めていないためです。このあとの③で紹介する売電事業と違い、あくまでも自家消費のために太陽光発電を行うという考え方であり、導入時の補助制度が利用可能となります。

売電をする際の価格については、太陽光発電の設置に際し、補助制度を利用するか否かで異なります。自己資金で設置する場合は固定価格買取制度で設定された価格で電力会社に売電することができますが、国による補助制度を用いた場合には、原則として固定価格買取制度で設定された価格は適用されませんので留意する必要があります。その際の売電価格は、電力会社と協議をして決定します。

## ③売電事業

太陽光発電により発電した電気を漁港施設において消費せず、全量を電力会社に売電する形態です。全量売電を行う場合は、太陽光発電の場合 50kW 以上の規模が必要となります。

売電をする際の価格については、一般的には売電（みなし自家消費）と同様に、施設への補助制度を利用するか否かで異なります。補助制度を利用しない場合は固定価格買取制度で設定された価格で、補助制度を利用した場合は電力会社との協議による価格となります。

なお、水産業協同組合法により漁業協同組合の営利事業は認められていないため、漁業協同組合が事業主体となって、売電による利益を得ることを目的とした、陸上での太陽光発電事業（売電事業）を行うことはできません。

また、施設に対する補助制度の利用についても、②売電（みなし自家消費）で述べたとおり、水産庁の補助事業においては、利益を得るための売電事業は認められていないので注意が必要です。

## (2) 発電容量

ステップ1の手順による検討結果から発電容量を算定します。発電容量は(1)の発電電力の利用方法により設置可能な規模に制限があり、その決定要因に従って算定します。

漁港の太陽光発電の導入においては、表3.13のとおり3種類の利用方法が考えられます。このあと、利用方法ごとに事業性の有無を確認し、当該漁港における最適な利用方法を検討していきます。

表 3.13 発電電力の利用方法

利用方法	発電電力の使い方	設置規模の設定
自家消費	発電した電力を自家消費し、余剰電力は売電	接続する施設の契約電力を超えない範囲
売電(みなし自家消費)	発電した電力を一旦売電し、必要電力を買電	年間発電量が漁港全体の年間電力消費量を上回らない範囲
売電事業	発電した電力は全て売電	特に制約なし

### ■ 自家消費の場合

契約電力より大きな施設を設置する場合は、既存設備の増強等費用が発生することから、契約範囲内の規模での設置をお勧めします。そのため、発電容量は施設ごとに、「3.2.1 (1) 契約容量」で確認した契約容量を最大容量に設定します。

### ■ 売電(みなし自家消費)の場合

売電(みなし自家消費)は、漁港全体の電力消費量を超えない範囲で太陽光発電による発電容量を設定する必要があります。

そのため、「3.2.1 (2) 電力消費量」で確認した年間電力消費量を最大年間発電量と考え、電力消費量を超えない容量で設定します。年間電力消費量から設置可能な最大発電容量を算出するには、以下の算定式を使用します。なお、年間発電量に関する算定式については、「3.2.3 (1) 年間発電量」も参照してください。

発電出力 [kW]

$$= \text{年間発電量 [kWh/年]} \div \text{日射量 [kWh/m}^2\text{/日]} \div \text{総合設計係数} \div 365 \text{ 日/年}$$

総合設計係数・・・0.75 (※1)

日射量・・・・・・・4.4kWh/m<sup>2</sup>/日 (※2)

※1 太陽光パネルの汚れ、劣化及び温度上昇による損失やパワーコンディショナによる損失など、最大出力で発電できない要素を反映させる係数で、一般的に0.7～0.8程度になる。

参考文献：太陽光発電協会：表示ガイドライン（2021年度）

→本手引きでは中間値の0.75とする。

※2 参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）日射量データベース閲覧システム →本手引き「3.2.3 事業性の検討（1）年間発電量 図3.17」参照

#### ■売電事業の場合

規模に対する制限は特にないため、全ての設置候補場所の発電容量の合計となります。

### (3) 設置面積

決定した利用方法ごとの発電容量から、必要なパネルの設置面積を算定します。算定方法については、このあと「(4)設置可能場所」で説明する屋根形状による設置方法の違いや太陽電池の変換効率などによって異なりますが、本手引きではこのあと図3.16に示すように、以下のとおりとします。

$$\text{設置面積 [m}^2\text{]} = \text{発電容量 [kW]} \times 10 \text{ [m}^2\text{/kW]}$$

### (4) 設置可能場所

#### ① 想定される設置場所

漁港における太陽光発電の設置場所としては、主に以下が挙げられます。

- a) 荷さばき所等の屋根、屋上
- b) 利用可能なその他漁港施設用地

また、設置場所について以下の点を考慮する必要があります。

- ・ 傾斜屋根の場合には太陽光パネルを屋根面に平行に設置し、陸屋根の場合は、太陽光パネルを傾斜させて設置するのが一般的です。
- ・ 保守点検スペースを考慮し、かつ太陽光パネルを複数列設置する場合は影の長さを考慮します。

#### a) 荷さばき所等の屋根、屋上について

荷さばき所等の広い面積を持つ施設の屋根や屋上が想定されます。ただし、既存の建物への設置に関しては、「3.1 (4)太陽光発電施設の設置場所」で述べたとおり、構造計

算により構造的に問題ないことを確認するか、施設の建て替えに合わせて行うことが必要になります。

太陽光発電導入に必要な面積の目安としては、概ね出力 1kW あたり 10～15 m<sup>2</sup>です。また、屋根の構造として、傾斜のある屋根（傾斜屋根）と平らな屋根（陸屋根）の二種類がありますが、傾斜のある屋根に設置する場合は、隙間なく配置することができるため、出力 1kW あたりの必要な面積は、陸屋根に設置する場合よりも小さくなります。一般的に 50kW の太陽光発電の設置には、500～750 m<sup>2</sup>程度の広さが必要となります。

傾斜屋根の設置例を図 3.12 及び写真 3.9 に、陸屋根の設置例を図 3.13 及び写真 3.10 に示します。



図 3.12 傾斜屋根設置

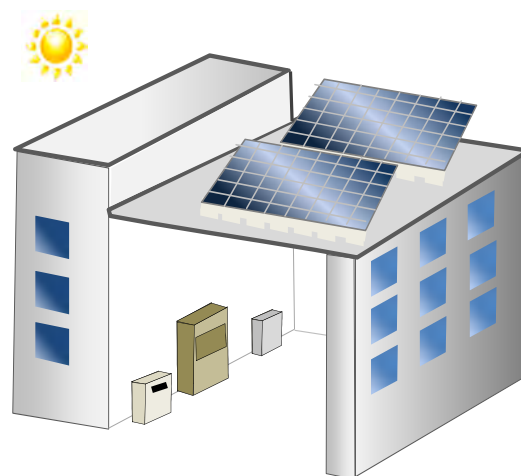


図 3.13 陸屋根設置



写真 3.9 傾斜屋根の設置例



写真 3.10 陸屋根の設置例

出典：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月

#### b) 利用可能なその他漁港施設用地について

漁港施設の建物の屋根や屋上以外に設置可能な場所として、漁港施設用地への地上設置が考えられます。近年は利用漁船数や陸揚量の減少などから、所要面積も減少している場合があります。そのため、土地の利用計画を見直し、利用可能な用地が生じているのであれば、その用地を活用することができます。ただし、水産庁の補助事業を用いる場合には



設置場所に制限があり、用地には設置できないため注意が必要です。詳細は「第4章 4.2 支援制度について」を参照してください。

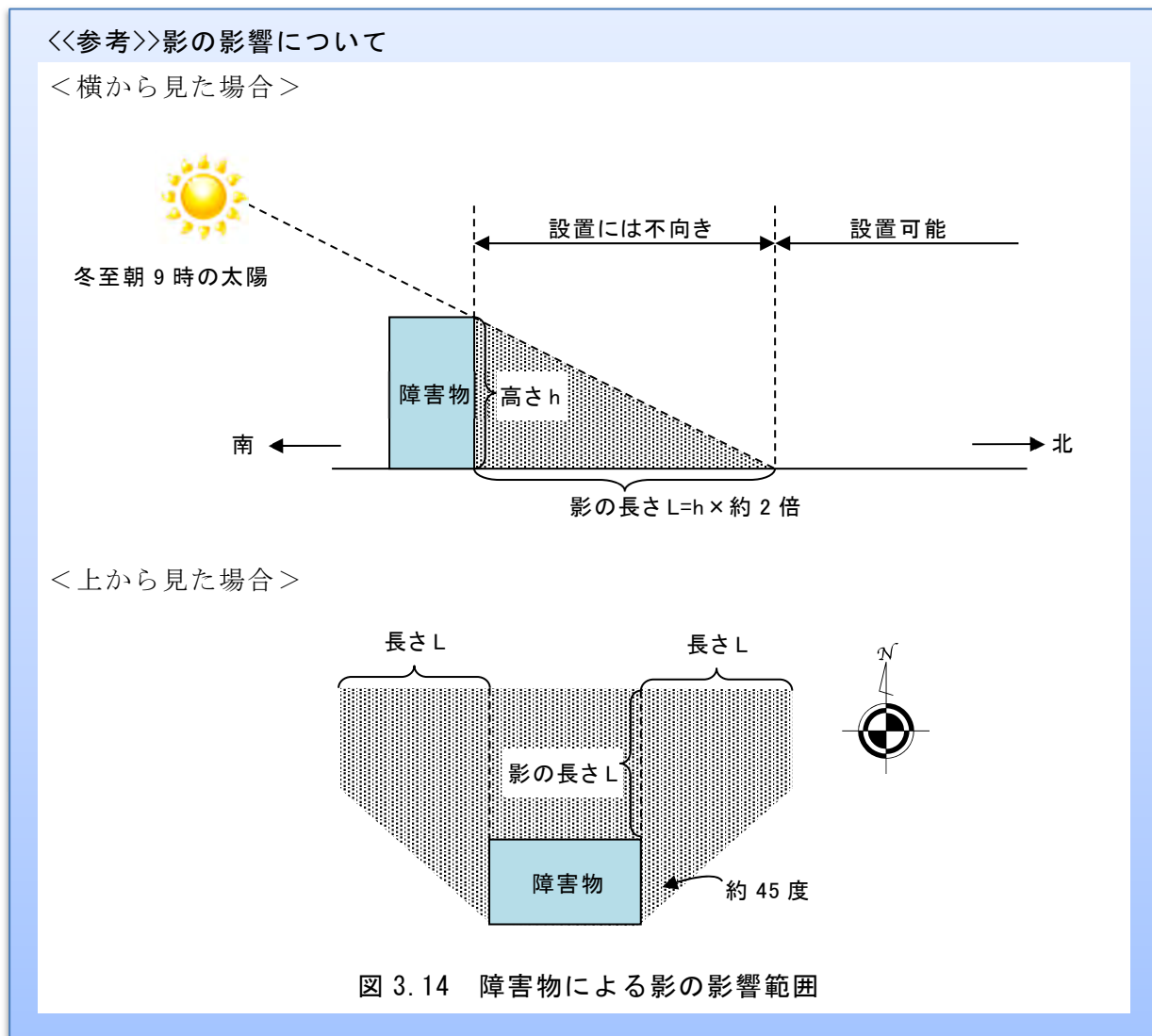
### ②建物や地形、樹木等による影発生状況の確認

太陽光発電は、太陽光パネル面に影がかかると発電電力の低下が起こるため、十分な発電量を得るために、年間を通して影がかからない場所に設置する必要があります。

漁港施設の屋上や屋根又は漁港施設用地の地上に太陽光発電施設を設置する場合、影が発生する要素としては、建物や樹木、電柱、屋根に設置されたアンテナ等が考えられます。これらの障害物を作る影の影響範囲は、通常冬至の朝9時における影の長さが基準となり、その影響範囲にかからない場所を設置予定箇所として計画する必要があります。

また、複数列の太陽光発電の設置を考える際は、前後の間隔を調整し、太陽光パネル面上に影ができないように配置を考える必要があります。

障害物による影の影響範囲の考え方を図3.14に示します。



出典：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成26年3月

### ③太陽光パネルの配置方法

太陽光パネルの配置検討について、留意事項を表 3.14 に、パネルの傾斜角度と方位の設定方法を図 3.15 に、発電容量と設置面積の目安を図 3.16 に示します。

表 3.14 太陽光パネルの配置検討における留意事項

傾斜角	・発電効率などを考慮して、最適な太陽光パネルの傾斜角を選ぶ。
光の反射	・太陽高度が低い時におけるパネル面の光の反射が、周辺住民の迷惑にならないよう配慮する。
パネルの向き	・できるだけ南向きに配置する。
影の影響	・できるだけ冬至の 9 時～15 時の間で影ができない場所を選ぶ。
景観	・風致地区内や町並みを重視する場所では、パネルの色や形状に配慮する。

<<参考>>パネルの傾斜角度と方位

発電量が最も多くなるのは、パネルを真南に向け、最適傾斜角（本州では 30 度前後）で設置した場合です。しかし、必ず最適傾斜角で設置しなければならないわけではなく、設置時の傾斜角は、風圧や建築物の強度、経済性、降雪の影響などを考慮して設定します。

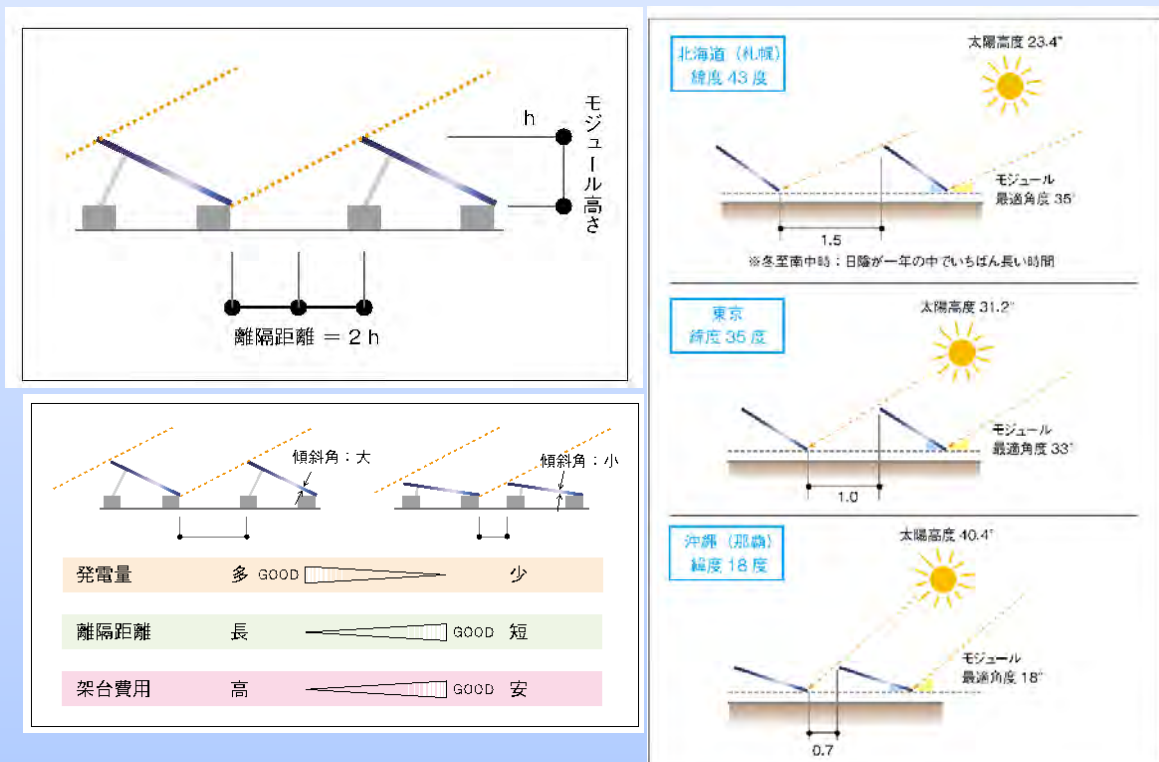


図 3.15 パネルの傾斜角と方位

参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン設計施工・システム編 太陽光発電の効果的な導入のために



＜＜参考＞＞陸屋根の場合の発電容量と設置面積の目安



図 3.16 陸屋根に設置する場合の発電容量と設置面積の目安

参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン設計施工・システム編 太陽光発電の効果的な導入のために

### 3.2.3 事業性の検討

#### 【ステップ3】

ステップ2で算定した発電規模から「事業性の検討」を行う。ここでは以下の手順で検討する。

- (1) 年間発電量
- (2) 年間売電収入
- (3) 年間削減電気料金
- (4) 発生する費用
- (5) 利用者負担額の回収期間

#### (1) 年間発電量

太陽光発電による年間の発電量の推定方法は、以下のとおりとなります。

1日あたりの日平均日射量と発電出力に対して総合設計係数と365日分を掛けあわせることで年間の推定発電量を算出することができます。なお、気温や設置形式（架台設置、屋根置き）によって総合設計係数が変わりますが、本手引きでは0.75を使用します。

$$\begin{array}{l} \text{年間発電量 (kWh/年)} = \text{発電出力 (kW)} \times \text{日射量 (kWh/m}^2\text{/日)} \times \text{総合設計係数 (\%)} \times 365 \text{日/年} \\ \text{ } = \text{ } \times \text{ } \times 0.75 \times 365 \text{日/年} \end{array}$$

#### 発電出力 の入力

「3.2.2 (2) 発電容量」で算出した、導入する太陽光発電の発電出力(kW)を設定します。  
例) 20kWの太陽光発電の場合は、**20**と設定します。

#### 日射量 の求め方

太陽光パネルの設置方向と傾斜角により1日の平均日射量は変化しますが、ここでは最適な設置による最大の平均日射量を使用します。図3.17の日射量マップを用いて設置場所の日射量を推定してください。

例) 図3.17から焼津付近で南向きに傾斜角30度に設置した場合の日射量を読み取ります。4.6~4.8kWh/m<sup>2</sup>/日と読み取ることができます。ここでは、安全側に発電量を推定するため**4.6**と設定します。

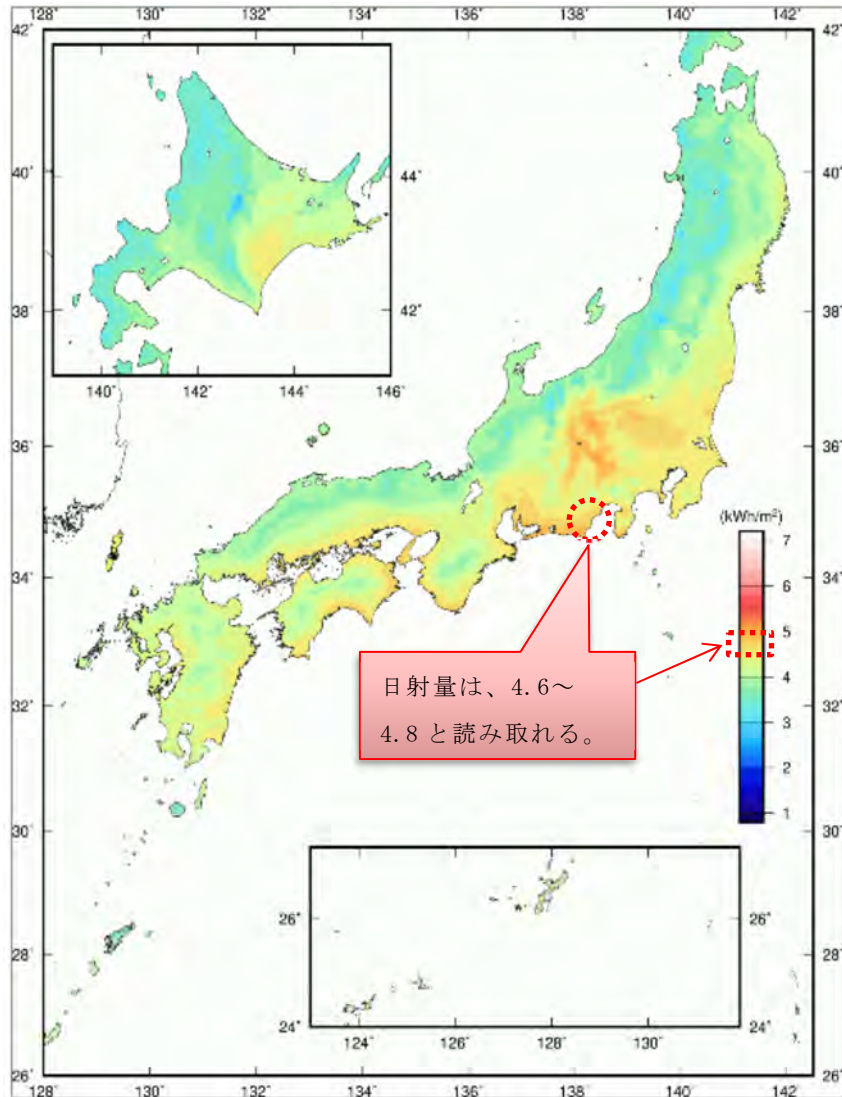


図 3.17 日射量マップ（年間最適傾斜角日射量）

出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）日射量データベース閲覧システム

総合設計係数 の入力

年間発電電力量を推定する上で、日射量の変動や太陽光パネルの汚れや劣化・発電効率など最大出力での発電を実現できない要素を計算上反映させる（補正する）ための係数のことを総合設計係数といいます。もっとも損失が大きいのは、温度上昇によるものです。一般的には0.7～0.8程度になりますが、本手引きでは中間値の0.75とします。

- 年平均セルの温度上昇による損失・・・最大15%程度
- パワーコンディショナによる損失・・・最大8%程度
- 配線、受光面の汚れ等の損失・・・最大7%程度

## ＜＜蓄電池容量の算定＞＞

一般的に漁港の陸揚げ作業は夜中から早朝にかけて行われることが多いため、特に荷さばき所の場合は、電力消費も大部分が施設が稼働している早朝の時間帯となります。一方、太陽光発電が行われるのは日中のため、電力の需要と供給の時間帯にずれが生じるようになります。そこで、自家消費の場合は発電電力を有効活用するために蓄電池を導入し、電力需要が少ない日中の発電電力を蓄電して、最大需要が発生する時間帯に発電電力を使用する方法を検討します。

電力の需要と供給のパターンは様々であり、必要な蓄電池容量は一概には言えないため、本手引きでは複数のパターンを想定して算定することを推奨します。例えば、発電電力の全てを蓄電する場合と、発電電力の半分は直接自家消費して残りの半分だけ蓄電する場合の2パターンを検討するという方法です。

なお、「第2章 2.3.1 (3) 漁港での蓄電池の活用」で述べたように、現時点では高コストのため導入に対して十分な検討が必要です。

導入する蓄電池の必要容量を以下の算定式により算出します。

$$\text{蓄電池容量 [kwh]} = \text{必要電力量 [kwh]} \times \text{補正係数}$$

例) 必要電力量 [kwh]

- ・パターン①・・・発電量の全量蓄電（電力使用が夜間中心の場合）  
必要電力量 [kwh] = 日平均発電量 [kWh/日]
- ・パターン②・・・発電量の1/2蓄電（電力使用が早朝～昼中心の場合）  
必要電力量 [kwh] = 日平均発電量 [kWh/日] × 1/2

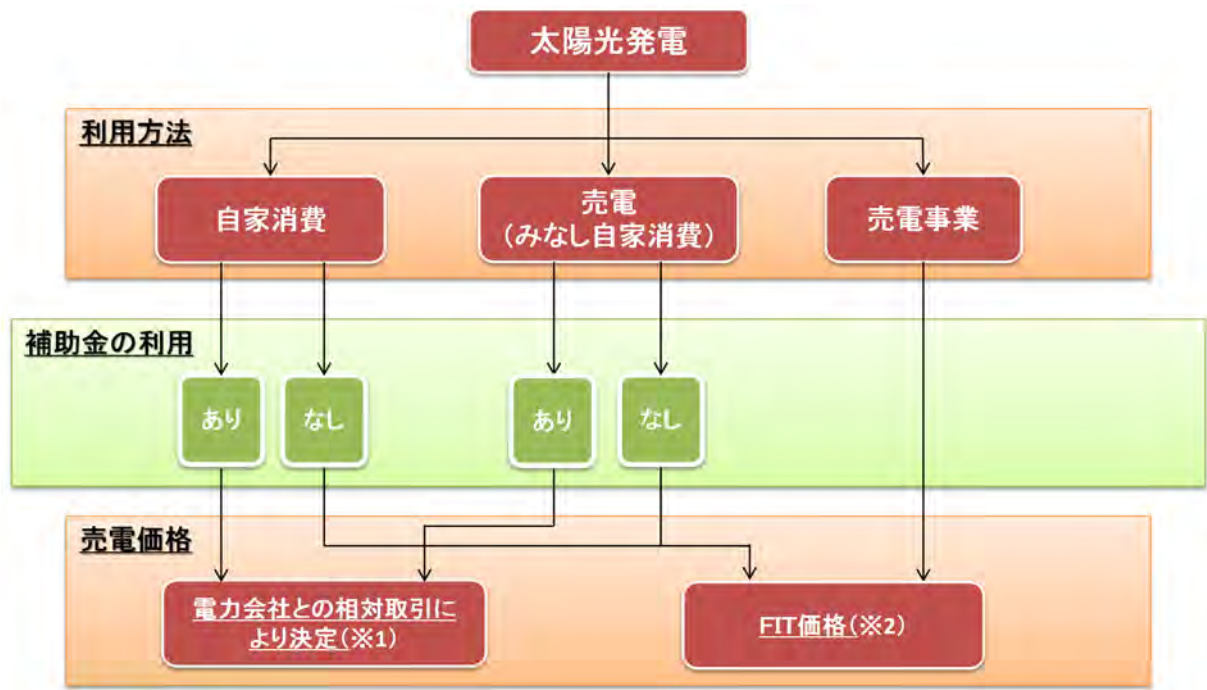
補正係数・・・1.45 (※)

※ 内部抵抗、放電終止電圧、電圧降下を補正するための係数

参考文献：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)太陽光発電導入ガイドブック<本編>

## (2) 年間売電収入

太陽光発電による年間売電収入は、買取価格と年間発電量で決定されます。事業を継続させていくため、毎年どの程度売電による収入があるか確認しておく必要があります。買取価格の設定は、図 3.18 のフローに従って行います。買取設定は、固定価格買取制度を利用するかどうかで変わり、さらに、導入時の補助制度を利用するかどうかで、固定価格買取制度の利用の可否が変わります。また、売電事業の場合は、水産庁による導入時の補助制度が利用できません。固定価格買取制度と導入時の補助制度の利用の有無との関係を発電電力利用方法別に整理すると、表 3.15 のとおりになります。



※1：施設を設置する際に補助金を利用する場合は、通常は買取価格に FIT 単価が適用できないため、電力会社との相対取引により買取価格が決定されます。  
 ※2：FITにおける太陽光発電の買取価格については、表 3.16 を参照してください。

図 3.18 買取価格の設定（太陽光発電）

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月を改変

表 3.15 発電電力利用方法別の利用可能な補助制度

○：利用可、×：利用不可

発電電力利用方法	導入時補助制度	固定価格買取制度
自家消費	○	× (※)
	×	○ (※)
売電 (みなし自家消費)	○	×
	×	○
売電事業	×	○

※ 自家消費の場合でも余剰電力が発生する場合は売電が可能です。

【固定価格買取制度とは】

再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者が買い取ることを義務づけるもので、再生可能エネルギーの普及を図ることを目的としています。

その買取価格（制度内では「調達価格」と呼びます。）と買取期間（「調達期間」）は、発電設備の規模によって分けられ、区分ごとに決められています。また、設備に必要なコストや適正な利潤を勘案して、価格や期間は毎年見直されています。

近年の1kWh当りの買取価格及び買取期間を表3.16に示します。

表 3.16 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間（太陽光）

年度	買取価格(1kWh当り)				
	10kW未満	10kW以上 50kW未満	50kW以上 250kW未満	250kW以上 500kW未満	500kW以上
2019年度	24円～26円 (※)	14円			入札制度により決定
2020年度	21円	13円	12円	入札制度により決定 (最終回11.5円)	
2021年度	19円	12円	11円	入札制度により決定 (最終回10.25円)	
買取期間	10年間	20年間			

※ 出力制御対応機器設置義務の有無によります。

(出力制御対応機器：電力会社により出力をコントロールするための機器)

#### ①導入時補助制度利用なしの場合

太陽光発電で発電した電気を電力会社に売電する場合は、固定価格買取制度で設定された価格と期間により売電することができます。例えば、2021年度50kW以上250kW未満の出力の場合、表3.17のとおり、11円/kWhで20年間売電することができます。この価格は、毎年見直しが行われています。太陽光発電を導入する際の建設コストは毎年下がっており、それに応じて調達価格が見直されていますので、導入時の最新の価格で検討してください。なお、買取期間終了後は「②導入時補助制度利用あり」と同様に、電力会社ごとの通常の買取価格になるものとして検討します。

表 3.17 固定価格買取制度による買取価格及び買取期間（2021年度）

区分	買取価格	買取期間
10kW未満	19円/kWh(税込)	10年間
10kW以上50kW未満	12円/kWh(税抜)	20年間
50kW以上250kW未満	11円/kWh(税抜)	20年間
250kW以上	10.25円/kWh(上限額)	20年間

参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)、別紙

#### ②導入時補助制度利用ありの場合

国による再生可能エネルギー導入に関する補助を利用した場合は、余剰電力を売電する際に原則として固定価格買取制度による買取価格を適用できません。電力会社との相対により価格が設定されます。



### 固定価格買取制度を利用しない場合の買取価格（2021年度）・・・9円/kWh（※）

※ 参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、令和3年1月27日(水)、別紙

続いて、上記の買取価格をもとに、以下の算定式により年間の売電収入を算出します。

$$\begin{array}{l} \text{年間売電収入 (円/年)} = \text{買取価格 (円/kWh)} \times \text{年間発電量 (kWh/年)} \\ \text{ } = \text{(2)で設定した買取価格} \times \text{(1)で求めた年間発電量} \end{array}$$

### (3) 年間電気料金削減額

自家消費した電力については、その分の電気料金が削減されることになるため、導入検討の際には収入の代わりに削減額として計上します。自家消費による電気料金の削減額は、以下のとおり年間発電量×購入電力の単価で計算することができます。購入電力単価は、下記の全国平均の単価を用いることも可能ですが、実際の施設ごとの購入電力の単価が分かっている場合はその単価を用いてください。

$$\begin{array}{l} \text{年間電気料金削減額 (円/年)} = \text{年間自家消費量 (kWh/年)} \times \text{購入電力単価 (円/kWh)} \\ \text{ } = \text{(1)で求めた年間発電量} \times \text{(3)で設定した購入電力単価} \end{array}$$

### (参考) 購入電力単価（2021年度）・・・14.7円/kWh（※）

※ 全国の主要電力会社（旧一般電気事業者）の標準的な高圧電力単価の平均

### (4) 発生する費用

太陽光発電を導入する場合、建設費、維持管理費、税金等が発生するため、それぞれの費用を算定します。

#### ① 建設費

本手引きの建設費の算出は、固定価格買取制度の適用を受けて直近年度に設置された施設の平均値を使用します。

ただし、パネルの架台やその基礎の有無など、設置場所や諸条件に応じて価格幅があります。精度を上げるためには、個別の算定が望ましいです。

なお、既存建物の屋根、屋上に設置する場合、施設の改良工事が必要となることがありますが（「3.1 (4)太陽光発電施設の設置場所」を参照）、その費用については本手引きでは考慮していません。

施設発電出力別の建設コストを表 3.18 に示します。

表 3.18 発電出力別の建設コスト（2021 年度）

発電出力	建設コスト(千円/kW)
10kW以上50kW未満	255
50kW以上250kW未満	207
250kW以上500kW未満	204
500kW以上1,000kW未満	209
1,000kW以上	222

参考文献：調達価格等算定委員会、令和 3 年度以降の調達価格等に関する意見、令和 3 年 1 月 27 日(水)

上記の建設コストを使用して、以下の算定式により建設費を算出します。

$$\begin{array}{c}
 \text{建設費 (円)} \\
 \text{1kW あたりの太陽光発電の価格} \\
 \text{= } \\
 \text{= }
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \text{建設コスト (円/kW)} \\
 \text{1kW あたりの太陽光} \\
 \text{発電の価格} \\
 \text{= }
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \text{発電出力 (kW)} \\
 \text{太陽光パネルの} \\
 \text{発電出力} \\
 \text{= }
 \end{array}$$

## ②維持管理費

維持管理費には修繕費、諸費、機器交換費及び人件費が含まれています。

修繕費には機器や点検で要する機材の補修が盛り込まれています。

諸費は、主に保険料（自然災害による対策費用等）となります。

機器交換費は、供用期間内で耐用年数を迎えるパワーコンディショナの交換費となります。参考までに各機器の耐用年数を下記に示します。

### 【各機器の耐用年数】

- ・太陽光パネル…………… 20～30 年
- ・パワーコンディショナ…………… 10～15 年

人件費については、電気主任技術者の選任若しくは外部委託が必要となる出力 50kW 以上の規模の場合は（※）、その費用を人件費として計上します。なお、建設費と同様に、固定価格買取制度の適用を受けた全施設の直近年度における維持管理費の平均値を使用します。発電出力別の年間の維持管理費を表 3.19 に示します。

※ 参考文献：経済産業省、自家用電気工作物に係る手続きのご案内、平成 24 年 12 月



表 3.19 発電出力別の修繕費、諸費、機器交換費、人件費（2021年度）

発電出力	修繕費・諸費 ・機器交換費・人件費 (千円/kW/年)
10kW以上50kW未満	5.3
50kW以上250kW未満	4.6
250kW以上500kW未満	4.9
500kW以上1,000kW未満	5.8
1,000kW以上	6.4

参考文献：調達価格等算定委員会、令和3年度以降の調達価格等に関する意見、  
令和3年1月27日(水)

上記の修繕費、諸費、機器交換費及び人件費を使用して、以下の算定式により維持管理費を算出します。

$$\begin{array}{l}
 \text{維持管理費 (円/年)} = \text{修繕費ほか (円/kW/年)} \times \text{発電出力 (kW)} \\
 \text{1kWあたりの修繕費ほか} \quad \text{発電出力(kW)} \\
 \text{ } = \text{ } \times \text{ }
 \end{array}$$

### ③主な税金（固定資産税、事業税等）

太陽光発電を導入すると、設備は償却資産に該当するため固定資産税がかかります。また、売電により収入を得た場合は収入と所得に対して事業税がかかります。

#### 【固定資産税】

発電設備に対する固定資産税(法定耐用年数:17年)は、毎年の評価額に対して通常1.4%を計上します。算定方法の詳細は以下のとおりです。

$$\text{固定資産税 [円/年]} = \text{評価額 [円]} \times \text{固定資産税率 [\%]}$$

$$\text{評価額 [円] (初年度)} = \text{建設費 [円]} \times (1 - \text{減価率 [\%]})$$

$$\text{〃 (2年目以降)} = \text{前年度評価額 [円]} \times (1 - \text{減価率 [\%]})$$

減価率・・・初年度：0.064、2年目以降：0.127

固定資産税率・・・1.4%（税率は自治体により異なる場合あり。）

評価額が建設費の5%を下回る場合は、建設費の5%が評価額となる。

参考文献：東京都主税局 HP

[https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak\\_sis.html](https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/shokyak_sis.html)

**【事業税】**

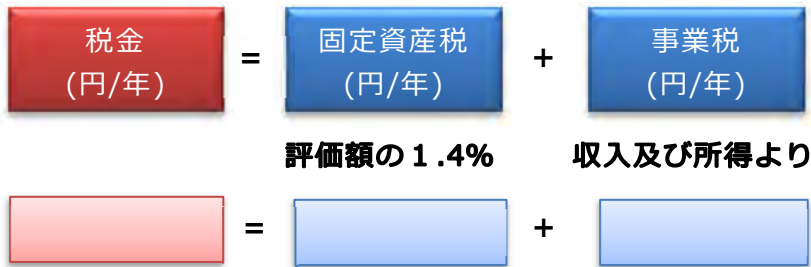
売電収入及び所得に対する事業税は以下の算定式により算出します。

$\begin{aligned} \text{事業税 [円/年]} &= \text{売電収入 [円/年]} \times \text{事業税率 (収入割) [\%]} 1.05\% \\ &+ \text{所得 [円/年]} \times \text{事業税率 (所得割) [\%]} 1.85\% \end{aligned}$ <p>事業税率</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① 法人事業税 (収入割) ……0.75%</li><li>②     "      (所得割) ……1.85%</li><li>③ 特別法人事業税 ……①の 40.0%</li></ul> <p>○ 事業税 (収入割) の計 = ① + ② = 0.75% + 0.75% × 40.0% = 1.05%</p> <p>○   "      (所得割) = 1.85%</p> <p>所得金額 = 売電収入 - (減価償却費 + 維持管理費 + 固定資産税)</p>
--

参考文献：東京都主税局 HP

<https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/kazei/houjinji.html>

上記の固定資産税と事業税から、以下のとおり税額を算出します。



### (5) 利用者負担額の回収期間

導入時補助制度を利用した場合は、建設費の半分が利用者負担となります。一方で、導入補助制度を利用しない場合は、建設費の全額が利用者負担となります。ここまでに算定した費用、収入及び支出を基に、利用者負担額の回収に必要な年数を算出して事業性を判断します。本手引きでは、太陽光発電設備の法定耐用年数である17年を基準とし、回収に要する年数がこれより短ければ事業性ありと判断します。回収期間の算定例を表3.20、図3.19に示します。この例では、各年度の収支により11年目で利用者負担額の回収が完了することになり、事業性ありと判断できます。

表 3.20 利用者負担額回収期間の算定例

(単位:千円)

年度	支出				収入	累積収支
	①建設費	②維持管理費	③税金	④支出計	⑤削減コスト	
0	29,291			29,291		-29,291
1		1,367	877	2,244	4,535	-27,000
2		1,367	765	2,132	4,535	-24,597
3		1,367	668	2,035	4,535	-22,097
4		1,367	583	1,950	4,535	-19,512
5		1,367	509	1,876	4,535	-16,853
6		1,367	444	1,811	4,535	-14,129
7		1,367	380	1,746	4,535	-11,349
8		1,367	315	1,681	4,535	-8,520
9		1,367	250	1,616	4,535	-5,647
10		1,367	185	1,551	4,535	-2,737
11		1,367	120	1,486	4,535	206
12		1,367	196	1,563	4,535	3,178
13		1,367	171	1,538	4,535	6,175
14		1,367	150	1,517	4,535	9,193
15		1,367	130	1,497	4,535	12,231
16		1,367	114	1,481	4,535	15,285
17		1,367	99	1,466	4,535	18,354
18		1,367	87	1,454	4,535	21,435
19		1,367	76	1,443	4,535	24,527
20		1,367	66	1,433	4,535	27,629

収支シミュレーション

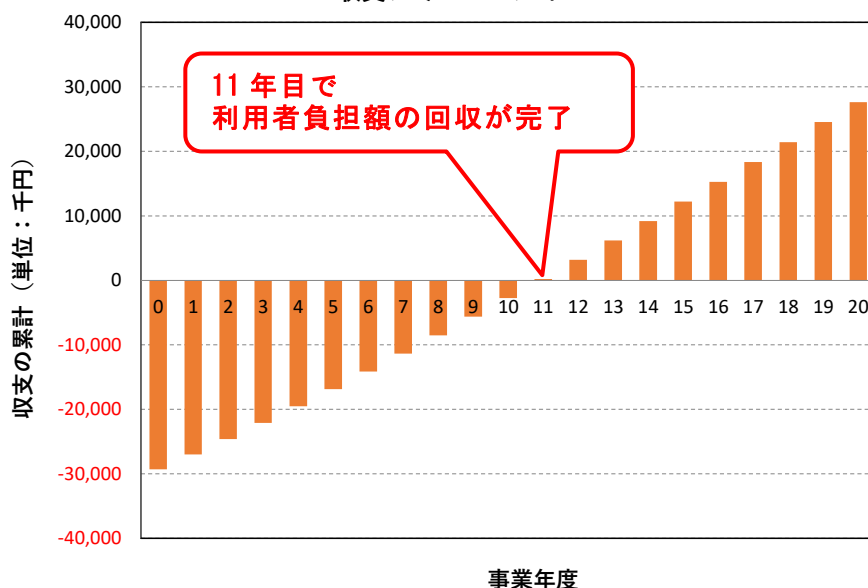


図 3.19 利用者負担額回収期間の算定例

### 3.3 維持管理

太陽光発電を導入し、運転を開始してからは、安定的に発電を継続できるように設備を適切に維持管理する必要がある。

維持管理に必要な点検には以下の2種類がある。

- (1) 日常点検
- (2) 定期点検

#### (1) 日常点検

太陽光発電は、無人自動運転をすることを前提に設計製作されているため、基本的には日常の保守点検は不要です。しかし、漁港施設は海岸に隣接していることから、一般的な場所と比較して発電設備には厳しい環境であると言えます。そのため、トラブルへの早期対応や太陽光発電の出力を維持していくため、目視などによって月一回程度の日常点検を行うことが望まれます。

表 3.21 に日常点検のチェックリストの例を示します。なお、故障や異常が見つかった場合は、設置業者に相談してください。

表 3.21 日常点検チェックリストの例

点検対象	目視点検など
太陽光パネル	<ul style="list-style-type: none"><li>・表面の汚れ、破損、変色等</li><li>・架台の腐食、さび</li><li>・外部配線（接続ケーブル）の損傷</li></ul>
接続箱（集電箱）	<ul style="list-style-type: none"><li>・外箱の腐食、さび</li><li>・外部配線（接続ケーブル）の損傷</li></ul>
パワーコンディショナ	<ul style="list-style-type: none"><li>・外箱の腐食、さび</li><li>・外部配線（接続ケーブル）の損傷</li><li>・動作時の異音、異臭、発煙、異常過熱</li><li>・換気口のフィルタがある場合の目詰まり（必要なら掃除）</li><li>・設置環境（水、高温なし）</li></ul>
接地	<ul style="list-style-type: none"><li>・配線の損傷</li></ul>
発電状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・正常に発電しているか、指示計器または表示による確認</li></ul>

参考文献：太陽光発電協会、設計・施工のポイント 維持管理と点検作業を改編

## (2) 定期点検（50kW以上の太陽光発電を対象）

太陽光発電の法定点検は、届出された保安規程に基づいて選任された電気主任技術者が実施しますが、電気保安協会などの団体や電気管理技術者協会所属の電気管理技術者に委託することもできます。

点検の周期は、2,000kW未満の太陽光発電装置の場合は毎年2回以上と通達により頻度が決められています。また、2,000kW以上の場合は選任された電気主任技術者の常駐が必要となります。

表 3.22 に定期点検のチェックリストの例を示します。

表 3.22 定期点検チェックリストの例

点検対象	測定試験項目
太陽光パネル	・絶縁抵抗 (MΩ) ・開放電圧 (V)
接続箱	・絶縁抵抗 (MΩ)
パワーコンディショナ	・表示部の動作確認 ・絶縁抵抗 (Ω)
接地	・接地抵抗 (Ω)

参考文献：太陽光発電協会、設計・施行のポイント 維持管理と点検作業を改編

## 第 4 章 法的規制、支援制度、申請手続き等

### 4.1 法的規制について

太陽光発電施設を導入する際は、様々な法令が関係してくることに留意する必要があります。関係する法的規制には主に以下がある。

- (1) 電気事業法関連
- (2) 建築・消防法関連
- (3) 土地利用関連
- (4) 環境関連
- (5) その他

漁港において太陽光発電施設を導入する際には、関連する様々な法規制について許認可手続を行う必要があります。ここでは、電気事業法関連以外にも、許認可手続を行わなければならない可能性があるものを挙げました。また、市町村や都道府県によっては、太陽光発電施設の設置等に際し遵守すべき事項を定めた条例、要綱、ガイドライン等を制定・策定している場合がありますので、確認が必要です。

## (1) 電気事業法関連

電気事業法においては、発電設備の規模に関わらず、全ての太陽光発電事業者に対して、技術基準への適応義務が課されています。同法を十分に理解し、発電設備として適切な設計を行い、設計段階で適切かつ円滑な保守点検及び維持管理が実施できるよう考慮する必要があります。施工時や完成後においても各種届出手続が必要ですが、設備の規模により必要な内容が変わってくるため、注意が必要です。規模ごとの電気事業法に関する許認可手続を整理して表 4.1 に示します。

表 4.1 太陽光発電の電気事業法に関する許認可手続

電気 工作物	出力の規模	工事 計画	使用前 検査	使用 開始届	主任 技術者	保安 規程	届出先
自家用	2,000kW 以上	届出	実施	不要 (※1)	選任	届出	経済産業省 産業保安 監督部
	500 以上 2,000kW 未満	不要	不要	不要 (※1)	外部委託 承認	届出	経済産業省 産業保安 監督部
	50 以上 500kW 未満	不要	不要	不要	外部委託 承認	届出	経済産業省 産業保安 監督部
	50kW 未満(※2)	不要	不要	不要	外部委託 承認	届出	経済産業省 産業保安 監督部
一般用	50kW 未満(※3)	不要	不要	不要	不要	不要	

参考文献：経済産業省 HP、太陽光発電設備を設置する場合の手引き

[https://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/sangyo/electric/detail/taiyoudenchi.html](https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/taiyoudenchi.html)

※1：出力 500 kW 以上の電気工作物を譲渡、借用する場合には使用開始届けが必要です。

※2：高圧連系の 50 kW 未満は自家用電気工作物です。

※3：低圧連系の 50 kW 未満、もしくは独立系システムの 50 kW 未満が該当します。

## (2) 建築・消防法関連

建築物の屋上に当該建築物に電気を供給する太陽光発電設備を設置する場合は、建築基準法の定めに従って設置することが求められるため、基準に適合した設計を行うことが必要です。また、特定の要件に該当する場合を除いて、市町村等の建築確認が必要になります。建築基準法及び消防法に関する許認可手続について表 4.2 に示します。

表 4.2 太陽光発電の建築・消防法に関する許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
建築基準法	建築確認申請		○	○	○	○	
消防法	消防法に基づく申請等		○	○	○	○	

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

## (3) 土地利用関連

太陽光発電設備により安定的かつ効率的に発電し供給するためには、土地開発に関する法令を遵守する必要があるため、定められた基準に従って設計を行うことが求められます。土地利用に関して様々な許認可手続がありますが、関係法令が適用されない場所においても、防災の観点から配慮がなされた設計が必要な場合があります。土地利用に関する許認可手続について表 4.3 に示します。

表 4.3 太陽光発電の土地利用に関する許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
都市計画法	開発許可手続	○	○				
国土利用計画法	土地売買等の契約届出手続	○	○				
宅地造成等規制法	宅地造成等規制法に基づく許可又は届出	○	○				
砂防法	砂防指定地における行為許可等	○	○				
急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	急傾斜地崩壊危険区域内の行為許可	○	○				
地すべり等防止法	地すべり防止区域内の行為許可	○	○				

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版



#### (4) 環境関連

太陽光発電施設の設置においては、環境保全に関しても様々な規制があります。また、立地場所や設置・運用の仕方により、地域住民等の生活環境や、地域で保全しようとしている景観等に影響を及ぼす場合もあります。設置する土地によっては、関係法令が定める基準以上に、地域との共生を図るための取組みを要する場合もあることに留意する必要があります。環境に関する許認可手続について表 4.4 に示します。

表 4.4 太陽光発電の環境に関する許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
環境影響評価法	環境アセスメント	○	○				
土壌汚染対策法	土地の形質の変更に係る届出手続	○	○				
文化財保護法	埋蔵文化財包蔵地土木工事等届出手続	○	○				
景観法	景観法等に基づく届出	○	○				
自然公園法	行為許可申請等手続	○	○				
自然環境保全法	自然環境保全地域等における行為の	○	○				
絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律	生息地等保護区の管理地区内等における行為の許可等手続	○	○				
鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律	特別保護地区内における行為許可手続	○	○				
騒音規制法	騒音規制に関する届出手続	○	○				
振動規制法	振動規制に関する届出手続	○	○				

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

#### (5) 漁港関連

漁港区域内において発電設備の設置を行う場合は、関連する法令に基づき、管理者の許可が必要となります。漁港に関する許認可手続について表 4.5 に示します。

表 4.5 太陽光発電の漁港に関する許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
港湾法	臨海地区内における行為の届出	○	○				
漁港漁場整備法	漁港の区域内の水域等における占用等の許可	○	○				

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

## (6) その他

工事の際に道路を占有する場合は、事前に所轄の警察署及び道路管理者の許可が必要となります。また、文化財保護法による指定地内の場合も、発電設備の設置のため開発行為を行う際に届出が必要です。道路及び文化財に関する許認可手続について表 4.6 に示します。

表 4.6 太陽光発電のその他許認可手続

関連法規	許認可手続	関連する時期					備考
		計画	設計	施工	完成	運転	
道路交通法	①道路使用許可手続 ②制限外積載許可手続		○	○	○	○	
道路法	道路の占有許可手続等	○	○	○	○	○	
道路法	道路法に基づく車両制限	○	○	○	○	○	
文化財保護法	史跡・名勝・天然記念物指定地の現状変更の許可	○	○				
文化財保護法	遺跡等の発見報告		○	○	○	○	

参考文献：資源エネルギー庁、再生可能エネルギー事業支援ガイドブック、令和3年度版

## 4.2 支援制度について

太陽光発電施設に対しては様々な支援制度があり、これらを有効活用することが重要である。関係する支援制度には主に以下がある。

- (1) 補助金による支援
- (2) 電力買取による支援

### (1) 補助金による支援

太陽光発電の導入推進に関して、各府省庁が補助金や税制優遇をはじめとした種々の支援施策及び制度を実施しています。漁港において太陽光発電等による再生可能エネルギーの導入を図るにあたり、経済的な負担軽減には様々なメニューがあります。表 4.7 で支援制度を紹介します。詳細は各府省庁にお問い合わせください。

表 4.7 太陽光発電に関する支援制度の一例

	事業名	メニュー	補助率
水産庁	水産基盤整備事業	・荷さばき所等への付帯施設としての太陽光発電施設	1/2 等
	漁港機能増進事業	・漁港における二酸化炭素の排出削減のための太陽光パネル、蓄電施設、送電線の整備 ※上記整備は、漁港施設の付帯施設として整備する場合に限る	1/2 等
	浜の活力再生・成長促進交付金（水産業強化支援事業）	・共同利用施設の整備、環境対策に資する施設・機器の整備を支援	1/2、4/10、1/3 等
農林水産省	農山漁村振興交付金	・農山漁村への定住や地域間交流を図るために必要な農作物加工・販売施設、地域間交流拠点施設等に係る発電設備の整備を支援	1/2 等
環境省	地域脱炭素移行・再エネ推進交付金	・再エネ等設備の導入に加え、再エネ利用最大化のための基盤インフラ設備（蓄電池、自営線等）や省 CO2 等設備の導入、これらと一体となってその効果を高めるために実施するソフト事業を対象	3/4～1/2 等
	PPA 活用等による地域の再エネ主力化・レジリエンス強化促進事業 【ストレージパリティの達成に向けた太陽光発電設備等の価格低減促進事業】	・業務用施設・産業用施設等への自家消費型の太陽光発電設備や蓄電池の導入を支援	太陽光発電設備：4～5 万円/kW、蓄電池：7 万円/kWh
経済産業省	需要家主導による太陽光発電導入促進補助金	・発電事業者や需要家自ら太陽光発電設備を設置し、FIT/FIP 制度及び自己託送によることなく、再生可能エネルギーを長期的に利用する契約を締結する場合等の太陽光発電設備の導入を支援	2/3、1/2
	蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業	・電力系統の混雑等の情報と分散型エネルギーリソースによる需要創出を組み合わせ、送配電設備の容量制約等を回避し、再エネの有効活用を促進する仕組みの検証に伴う蓄電池等の導入を支援	定額、1/2、1/3

(2) 電力買取による支援

太陽光発電により売電を行う場合、電力買取による支援を利用することができます。ただし、(1)の導入時の支援として水産庁の補助制度を利用した場合は、この電力買取による支援は受けられませんので注意が必要です。再生可能エネルギーの支援制度である固定価格買取制度（FIT）及び市場連動型プレミアム制度（FIP）について以下に示しますが、「第2章太陽光発電について 2.3.2 売電」の解説も併せてご参照ください。

### ①固定価格買取制度（FIT）

再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者が調達を義務づけるもので、2012年7月1日にスタートしました。

電気事業者が調達した再生可能エネルギー電気は、送電網を通じて普段使う電気として供給されています。このため、電気事業者が再生可能エネルギー電気の買取りに要した費用は、電気料金の一部として、使用電力量に比例した賦課金という形で国民が負担することとなっています。

この制度は、エネルギー自給率の向上、地球温暖化対策、産業育成を図るとともに、コストダウンや技術開発によって、再生可能エネルギーの普及を図ることを目的としています。固定価格買取制度の仕組みを図4.1に、太陽光発電における現在の調達価格と期間を表4.8に示します。



図 4.1 固定価格買取制度の仕組み

出典：資源エネルギー庁 HP、なっとく！再生可能エネルギー

表 4.8 太陽光発電における現在の調達価格と期間

太陽光発電	1kWhあたり調達価格等 ※1			
	250kW以上（入札制度適用区分）	50kW以上250kW未満	10kW以上50kW未満 ※3	10kW未満
2020年度 （参考）	入札制度により決定 （第6回12円/第7回11.5円）	12円	13円	21円
2021年度	入札制度により決定 （第8回11円/第9回10.75円/ 第10回10.5円/第11回10.25円）	11円	12円	19円
2022年度	入札制度により決定 ※4 （一定規模以上）	10円 （50kW以上入札対象未満） ※4	11円	17円
調達期間 ※2	20年間			10年間

出典：資源エネルギー庁 HP、なっとく！再生可能エネルギー

## ②市場連動型プレミアム制度（FIP）

再生可能エネルギー発電事業者があらかじめ設定された価格で売電できる FIT 制度の導入により再生可能エネルギーは急速に拡大してきましたが、電気料金に上乗せして国民が払う賦課金の負担が重くなっている等の課題も明らかになってきました。

これに対して、FIP 制度とはフィードインプレミアム(Feed-in Premium)の略称で、従来の FIT 制度のように固定価格で買い取るのではなく、再生可能エネルギー発電事業者が電力卸市場などで売電したときに、その売電価格に一定のプレミアムを上乗せすることで再生可能エネルギーの導入促進を図る制度です。再生可能エネルギー発電事業者が FIP 制度の認定を受け、自らが卸電力取引市場や相対取引によって再生可能エネルギー電気を売電することになります。FIT 制度では売電価格が一定であるため、収入はいつ発電しても同じです。このため、市場価格が高くなる需要ピーク時に電力供給量を増やすというインセンティブが働きにくいですが、FIP 制度ではプレミアム(補助額)が一定で収入は市場価格に連動するため、需要ピーク時に蓄電池活用などで供給量を増やすインセンティブがあります。FIT 制度と FIP 制度の違いを図 4.2 に示します。

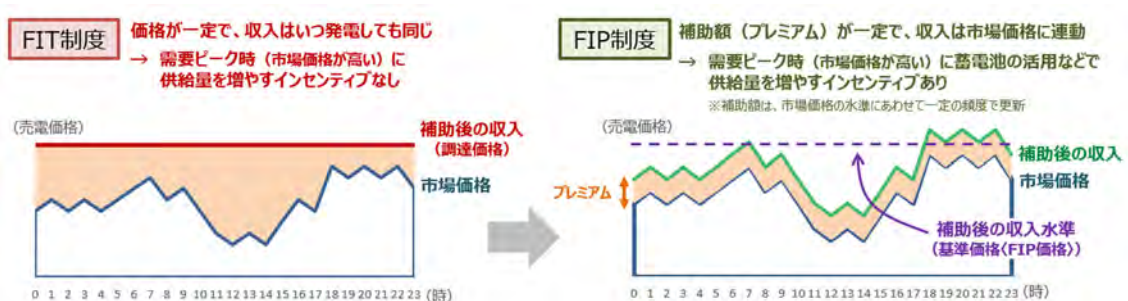


図 4.2 FIT 制度と FIP 制度の違い

出典：資源エネルギー庁 HP、スペシャルコンテンツ 再エネを日本の主力エネルギーに！「FIP 制度」が 2022 年 4 月スタート

### 4.3 申請手続きについて

太陽光発電施設の導入においては、多くの法令、条例、制度等が関係するため、計画策定から導入に至るまで、様々な申請及び手続きが必要になる。

また、計画段階から関係者及び地域住民への周知、合意形成を行い、十分配慮して事業を実施する必要がある。

前項で述べたとおり、太陽光発電設備を設置する際には、計画・設計の段階から様々な申請や手続きが必要となります。大きく分けると以下の3種類があり、それぞれ必要な時期や順番があるため、事前によく把握しておくことが重要となります。

#### ①法的規制に関する許認可手続き

関係する法令や都道府県及び市町村の条例をよく確認し、必要な手続きを確実にを行います。

#### ②支援制度に関する申請手続き

発電施設導入に対する補助や売電に関する補助（固定価格買取制度等）があります。

#### ③系統連系に関する手続き

発電設備を電力会社の送電線や配電線網である電力系統に接続する必要があり、工事を行って連係しなければなりません。これは、自家消費と売電（みなし自家消費）のどちらの場合も必要であり、電力会社への手続きを行います。

また、太陽光発電設備を設置するにあたり、関係法令及び条例を遵守することは当然ですが、さらに事業の実施について、関係者及び地域住民への配慮が重要となります。

これより、以上の導入における必要な手続き等について整理します。

#### (1)関係者との合意形成

太陽光発電を施設の未利用の屋上に導入する際は、施設所有者、漁港管理者、漁業関係者及び地域住民に対して周知しておくことが重要です。

#### (2)各種手続き

太陽光発電の施工業者と契約を締結してから発電を開始するまでの流れについて確認します。

##### ①設備認定の申請

固定価格買取制度に基づき電力会社へ電力を売電する場合、対象となる太陽光発電設備の設置場所を管轄する地方経済産業局へ申請を行い、設備認定を受けることが必要となります。申請は、太陽光発電設備の導入者から申請することになりますが、施工業者が手続きを代行することもできます。

なお、自家消費のみの場合は設備認定の申請は不要です。

## ②系統連系の申込み

発電設備を電力会社の送電又は配電線に接続して運用することを系統連系と言います。

太陽光発電設備による発電電力を漁港施設に供給して自家消費する場合、日差しの弱い曇りの日や雨の日は発電量が少なく、夜間は発電されないため、電力会社の電力を購入して使用する必要があります。また、漁港施設で消費されず、余った電力は電力会社に売電することになります。

電力会社への系統連系の申込は太陽光発電の規模や製品が決まった時点で申請書を提出しますが、書類の作成は基本的には施工業者が行ないます。

## ③その他必要な手続き

発電事業の開始に当たっては、経済産業省が設備認定を、電力会社が接続可能性をそれぞれ並行して審査・検討します。通常は、設備認定の方が、接続可能性の検討（アクセス検討）より早く終了します。

適用される買取価格は、設備認定を経て、電力会社へ正式に接続契約を申し込んだ時点で確定します。他方、接続の可否は、正式な接続契約の申込みを受けて最終的に判断されます。

低圧（50kW未満）で商用系統に接続する場合は、電力会社によるアクセス検討は必要なく、原則として経済産業省の設備認定を受けた後、電力会社へ接続契約を申し込みます。

適用される買取価格は、高圧での接続の場合と同様、設備認定を経て、電力会社へ正式に接続契約を申し込んだ時点で確定します。

低圧での接続の場合、電力会社への事前相談（接続の簡易検討）の義務はありませんが、工事費負担金やスケジュールの確認のため、事前相談を行った方がよいでしょう。

太陽光発電を導入するにあたり、必要な各種手続について計画立案から運転開始までの流れを、50kW未満の場合は図4.3、50kW以上の場合は図4.4に示します。なお、この図中には一部、固定価格買取制度を利用する場合のみ必要な手続きも含まれています。



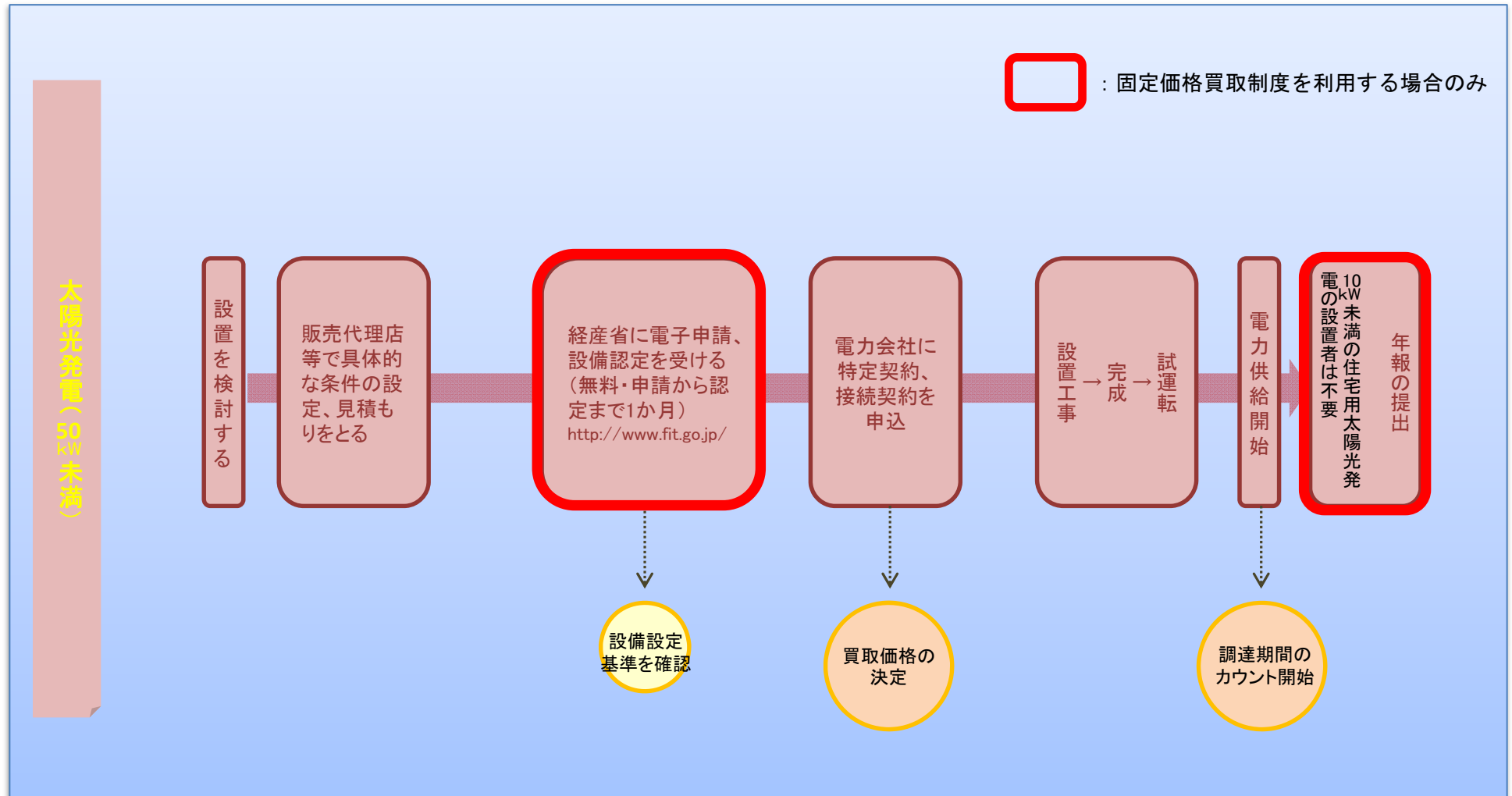


図 4.3 計画立案から運転開始までの流れ（太陽光発電 50kW 未満の場合）

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月を基に作成

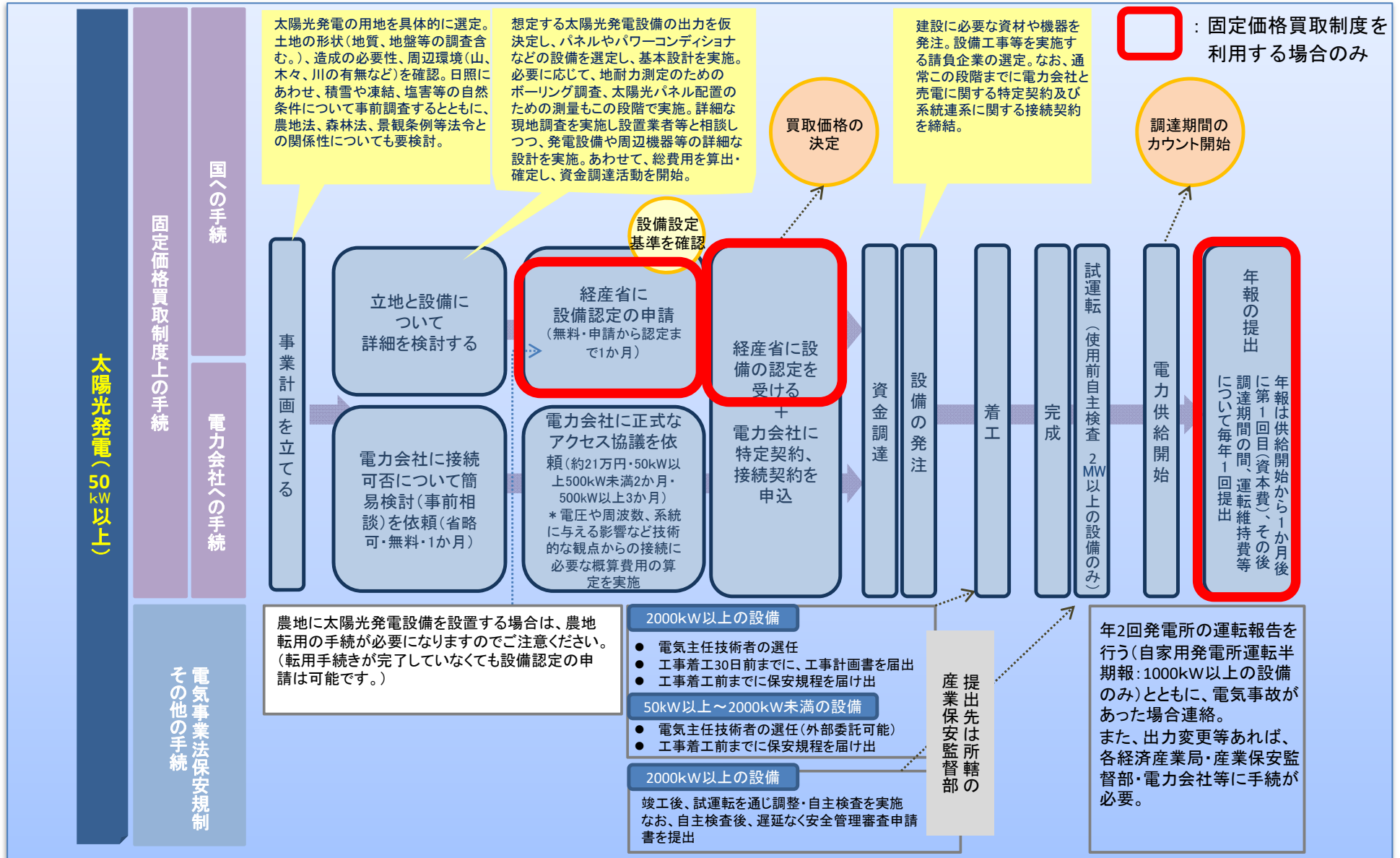


図 4.4 計画立案から運転開始までの流れ (太陽光発電 50kW 以上の場合)

参考文献：水産庁、漁港のエコ化方針（再生可能エネルギー導入編）、平成 26 年 3 月を基に作成

【参考資料】

1. 導入事例の紹介

すでに太陽光発電を導入し、活用している事例として、塩釜漁港（蓄電池あり）と銚子漁港（蓄電池なし）の事例を紹介します。

1.1 発電施設の概要

2 地区の発電施設概要について表 1-1 にまとめました。

表 1-1 太陽光発電の施設概要

漁港名	塩釜漁港	銚子漁港
所在地	宮城県塩竈市	千葉県銚子市
平均日射量	4.1kWh/m <sup>2</sup> ・日	4.5kWh/m <sup>2</sup> ・日
設備容量	発電容量：72.9kW 蓄電池容量：50.7kWh	発電容量：101.64kW
設置場所	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根
メーカー	三菱電機	京セラ
稼働開始年	東棟：平成 27 年 南棟：平成 29 年	平成 27 年
初期費用	荷さばき所整備と一体で行ったため、太陽光発電施設導入費用のみの算出はできない。	87,000 千円
利用した補助事業	水産基盤整備事業（水産庁）	漁港の省エネ実証事業（環境省）
導入目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気料金の削減</li> <li>CO2 発生抑制による環境配慮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネを図り、CO2 の発生を抑制する。</li> <li>市場の高度衛生管理に必要となる電気使用量の増加に対応する。</li> </ul>

1.2 発電電力の利用方法

2 地区の発電電力の利用方法について表 1-2 にまとめました。

表 1-2 太陽光発電電力の利用方法

漁港名	塩釜漁港	銚子漁港
発電量	約 78,000～80,000kWh/年	114,699kWh/年 (2020 年 8 月～2021 年 7 月)
利用方法	全量自家消費 (直接消費+蓄電して夜間利用)	自家消費+余剰売電(※) ※補助事業の要件により FIT 未利用
利用施設	荷さばき所の各設備で利用	第 1 魚市場の各設備で利用 (電動フォークリフト充電、空調、照明、井戸ポンプ、加圧ポンプ)

### 1.3 維持管理状況

2 地区の発電施設の維持管理状況について表 1-3 にまとめました。

表 1-3 太陽光発電施設の維持管理状況

漁港名	塩釜漁港	銚子漁港
維持管理手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検は管理者である市職員が目視確認で行っている。</li> <li>・ 定期点検は外部委託の電気管理技術者が月 1 回実施している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検は設置者である銚子市漁業協同組合が行っている。</li> <li>・ モニターのチェックを週 1 回。</li> <li>・ 定期点検は外部委託で年 2 回。</li> </ul>
維持管理費	定期点検費用 108,000 円/年	定期点検費用 393,600 円/年 ※荷さばき所全体の点検費用
塩害・その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状では塩害、糞害、強風による被害はほとんどない。ただし、施設老朽化に伴う機械の修理や部品の交換等、今後生じる可能性が考えられ、とても心配である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 塩害は今のところない。</li> <li>・ カモメのふんが付くので定期的にパネルの清掃が必要である（真水で流す）。</li> <li>・ 強風により固定していたケーブルがずれたことがある。</li> </ul>

### 1.4 課題

2 地区の太陽光発電導入の課題について表 1-4 にまとめました。

表 1-4 太陽光発電導入の課題

漁港名	塩釜漁港	銚子漁港
導入時にあった課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽光発電時間と荷さばき所稼働時間（供給と需要）が異なることから、太陽光発電電力の効率的な活用が課題であった。本漁港では、蓄電池を導入することで対応したが、蓄電池導入コストは非常に高いため、導入時に活用する補助事業の内容によっては蓄電池の導入が難しいと考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ パネルの塩害に対する保証がないこと。</li> <li>・ 荷さばき所の稼働は午前中のみのため、発電電力の需要と供給の時間差が課題であったが、最も電気を使用する冷海水機を昼間に運転させることで発電電力を有効活用している。</li> </ul>
現在の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 将来、更新時に単独による実施は難しいと感じている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鳥の糞の掃除に手間がかかる。</li> <li>・ 停電後に発電装置が自動で復旧せず、保安協会に依頼する必要がある。</li> </ul>

## 1.5 調査結果のまとめ

太陽光発電を導入済みの事例として調査した2地区について、調査結果を整理しました。

### (1) 調査結果について

- ・2地区とも補助事業を利用して荷さばき所の建て替えと同時に導入し、発電設備を荷さばき所屋根に設置しています。
- ・2地区とも発電電力の利用施設は荷さばき所のみです。
- ・2地区とも自家消費を採用していますが、荷さばき所だけでは太陽光発電の電力を全て消費できず、蓄電池の利用若しくは余剰売電を活用して太陽光発電電力を効率的に利用しています。
- ・さらに、銚子漁港では冷海水機を日中に運転させることで、余剰電力の発生量を抑えることに成功していました。
- ・維持管理については、日常点検は管理者自身が行っていますが、定期点検は外部委託しています。
- ・施工前は塩害や強風による被害等が懸念されていましたが、2地区とも供用開始から7年経過した現在も顕在化していませんでした。
- ・設備更新時の費用負担が懸念事項となっています。

### (2) 維持管理についてのまとめ

2地区とも供用開始から7年経過していますが、現時点ではどちらも維持管理に関して大きな問題はないといえます。今回の調査結果からわかることを以下に整理しました。

#### ①塩害

漁港区域で最も懸念される塩害ですが、太陽光パネルや架台等に塩害対策が施されたものを使用することで発生を抑えることが可能であるといえます。また、定期点検だけでなく日常点検によるメンテナンスも重要であることがわかります。

#### ②機器の更新

供用開始から10年以上経過すると、パワーコンディショナや蓄電池等が寿命を迎える可能性が高くなってきます。その際の更新費用について留意する必要があります。

## 2. 導入にあたっての課題（導入断念事例）

過去に太陽光発電導入を検討したが、導入を断念した事例として、A 漁港（蓄電池あり）と B 漁港（蓄電池なし）の事例を紹介します。

### 2.1 発電施設の計画概要

2 地区の発電施設の計画概要について表 2-1 にまとめました。

表 2-1 太陽光発電施設の計画概要

漁港名	A 漁港	B 漁港
平均日射量	4.0kWh/m <sup>2</sup> ・日	4.2kWh/m <sup>2</sup> ・日
設備容量	発電容量：370kW 蓄電池容量：100kWh	発電容量：2,000kW
設置場所	荷さばき所屋根	荷さばき所屋根等
検討実施年	令和元年	平成 25 年
導入目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気料金支出の削減（基本料金及び電力量料金）</li> <li>・CO2 発生を抑制し、地球環境保護に貢献する。</li> <li>・災害時における早期復旧及び事業継続を支援する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気代の削減</li> <li>・地球温暖化防止への貢献</li> </ul>

### 2.2 発電電力の利用計画

2 地区の発電電力の利用計画について表 2-2 にまとめました。

表 2-2 太陽光発電電力の利用計画

漁港名	A 漁港	B 漁港
発電量	-	約 2,000,000kWh/年
利用方法	全量自家消費 （直接消費＋蓄電池利用）	自家消費＋余剰売電
利用施設	荷さばき所 2 棟の各設備で利用	荷さばき所、漁港管理棟等で利用

## 2.3 導入を断念した理由

2 地区の太陽光発電導入を断念した理由について表 2-3 にまとめました。

表 2-3 太陽光発電導入を断念した理由

漁港名	A 漁港	B 漁港
断念した理由	<ul style="list-style-type: none"><li>・補助事業では余剰電力を売電できず、自家消費のみでは投資回収期間が長い（回収期間 13 年）。</li><li>・電気料金が想定より、かなり安価。</li><li>・想定したような効果が出るのか、不安である。</li><li>・塩害を受けやすく、台風時などに屋根に影響が出る可能性が高い。</li><li>・全国的に実績年数が少ない。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・自家消費、余剰電力を売電する条件で収支試算したところ、投資回収期間が 20 年前後と長い。</li></ul>

## 2.4 調査結果のまとめ

太陽光発電の導入を断念した事例として調査した 2 地区について、調査結果を整理しました。

### (1) 調査結果について

- ・2 地区とも荷さばき所の建て替えと同時に導入し、設置場所は荷さばき所屋根を計画していました。
- ・発電電力の利用施設は荷さばき所を中心に計画していました。
- ・2 地区とも基本は自家消費でしたが、余剰電力が発生することを想定していました。
- ・断念した主な理由は以下のとおりです。
  - ①初期費用の回収期間が長い。
  - ②塩害等による維持管理の負担が大きい可能性がある。

### (2) 断念した理由のまとめ

#### ①初期費用の負担

導入時の初期費用の負担に対する懸念が大きいため、さらに導入後の回収期間の短縮についても併せて、考えられる課題を以下に挙げます。

- ・現状では蓄電池の導入は高コストの問題がありますが、コストとのバランスが取れた蓄電池容量を検討することで、導入が可能となる余地はあると思われます。
- ・通常、施設ごとに電力会社と契約していますが、この別契約となっている複数需要場所間で太陽光発電電力を相互利用できるシステムが可能となることで、さらなる発電電力の有効活用が期待できます。

#### ②更新時の費用

導入後も設備の更新時に発生する費用の問題があり、設備の更新に時期に合わせた補助制度の活用など、ライフサイクルコストを踏まえた維持管理が必要となります。