

2. 既往資料の収集整理

本章では、気候変動の影響や計画・設計上の留意点について、「令和3年度海岸保全施設設計等技術検討調査委託事業」（以下、令和3年度事業とする）、「令和4年度海岸保全施設設計等技術検討調査委託事業」（以下、令和4年度事業とする）の検討成果、および国・自治体等の動向を収集整理する。収集した資料は、以下の3つに分類して整理する。

- ・ 過年度検討成果の収集整理
- ・ 国・自治体の先行事例の収集整理
- ・ 最新の調査研究動向の収集整理

2-1 過年度検討成果の収集整理

本検討は、令和3年度事業および令和4年度事業から継続して、漁港海岸保全施設の気候変動適応策を検討するものである。

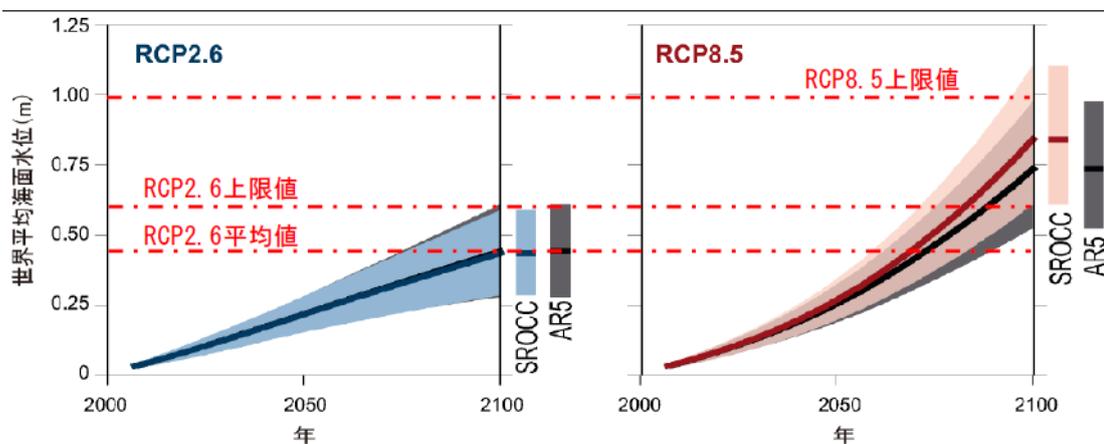
令和4年度事業では、気候変動に伴う平均海面上昇・高潮偏差・波浪の増大が漁港海岸施設及び背後地へ及ぼす影響が検討されており、本項では令和4年度事業成果の収集整理を踏まえて、各検討項目の方針を整理する。

2-1-1 将来気候シナリオの設定

(1) 令和3年度事業の整理

令和3年度事業では、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に加えて、将来の不確実性を踏まえ、RCP2.6上限値、RCP8.5上限値も考慮している。

なお、後述のように平均海面水位上昇量は気候変動シナリオに応じた値としているが、潮位偏差・波浪の増加量はシナリオによらず同一値としている。



出典：環境省「IPCC「海洋・雪氷圏特別報告書」の概要」

図 2-1.1 平均海面水位上昇量の整理（令和3年度事業）

- ①基本防護目標は、供用期間50年を想定して以下の考え方を提案する。
 - ・2℃上昇平均シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」の高さを設定する。
- ②余裕高は、以下の考え方を提案する。
 - ・2℃上昇上限シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」と
 - ・2℃上昇平均シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」の差として設定する。
 - ・上記の高さが4℃上昇上限シナリオの「平均海面」を越える場合は、これを上限とする。

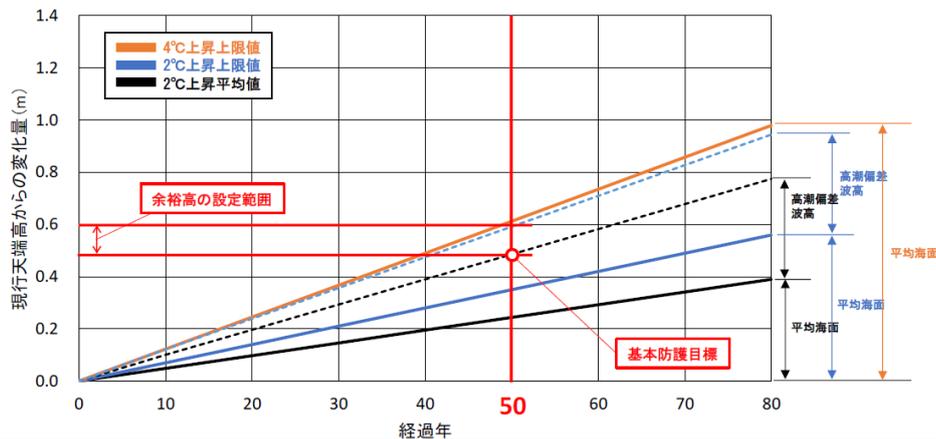


図 2-1.2 気候変動シナリオの考え方（令和3年度事業）

(2) 令和4年度事業の整理

令和4年度事業では、海岸4省庁通知に従い、RCP2.6（2℃上昇相当）の平均的な値を設定している。

なお、平均海面水位上昇量は気候変動シナリオに応じた値としているが、潮位偏差・波浪の増加量はシナリオによらず同一値としている。

第一 設計高潮位及び設計波の設定方法等

省令第2条第1号及び第2号に規定する設計高潮位及び設計波を今後、設定及び見直しするに当たっては、気候変動の影響による平均海面水位の上昇、台風の強大化等を考慮する必要がある。その際、対象とする外力の将来予測は、「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、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による第5次評価報告書第1作業部会報告書で用いられた代表的濃度経路（RCP）シナリオのうち、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。ただし、RCP2.6シナリオ（2℃上昇相当）における外力の変化にも予測の幅があること、また、2℃以上の気温上昇が生じる可能性も否定できないことから、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。

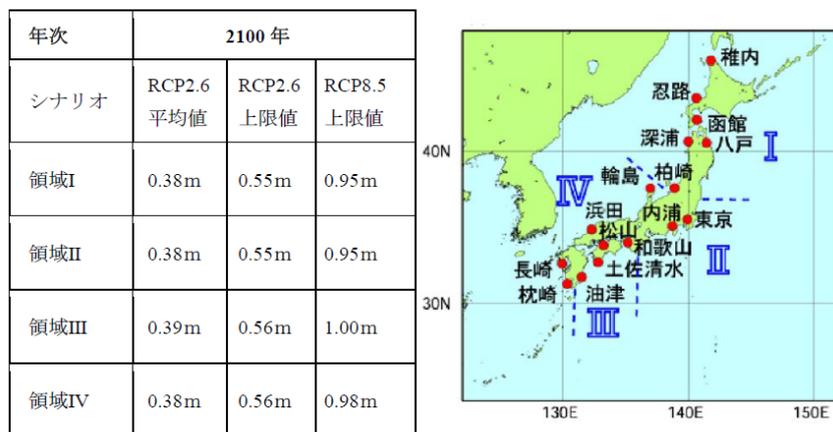
図 2-1.3 海岸4省庁の通知

出典：【海岸4省庁通知】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（令和3年8月）

2-1-2 平均海面水位の上昇量の想定

(1) 令和3年度事業の整理

「日本の気候変動2020（文部科学省・気象庁：令和2年12月）」による日本沿岸の平均海面水位の上昇量とSR0CC推定値の比率に基づき、各検討シナリオによる海域別の平均海面水位の上昇量を設定している。

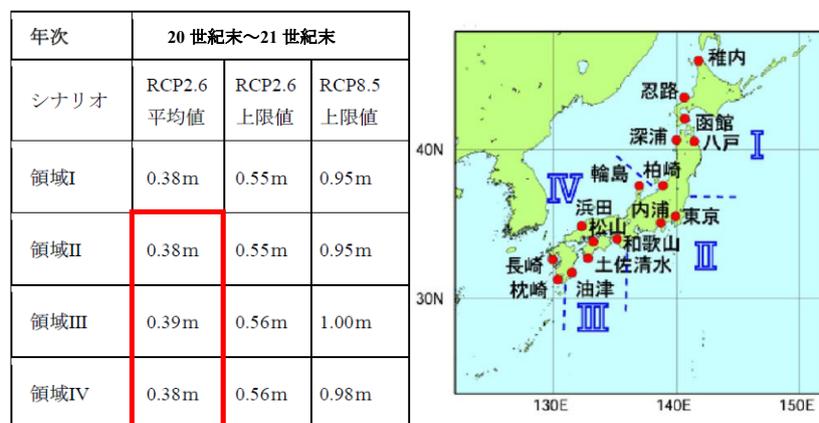


出典：日本の気候変動2020（文部科学省・気象庁：令和2年12月）

図 2-1.4 シナリオ別の平均海面水位の上昇量の整理（令和3年度事業）

(2) 令和4年度事業の整理

令和3年度事業と同様に「日本の気候変動2020」に示されている日本沿岸の平均海面水位の上昇量を参照している。将来気候シナリオは前述のとおりRCP2.6平均値を用いている。また、「日本の気候変動2020」の記載に基づき、下表は20世紀末から21世紀末までの海面上昇量としている。



出典：日本の気候変動2020（文部科学省・気象庁：令和2年12月）

図 2-1.5 平均海面水位の上昇量の整理（令和4年度事業）

2-1-3 潮位偏差・波浪の将来変化の検討

(1) 令和3年度事業の整理

潮位偏差については、過去の天文潮位と観測潮位の偏差の傾向に基づく簡易な予測手法*により、2100年時点の高潮偏差として、現設計で設定された高潮偏差の倍率（湾内、内水域は1.2倍、その他地域は1.0倍）を参考として設定している。

● 高潮時の潮位偏差の設定
既往の最大値（推算の最大値）
+ 将来変化量*

※ 将来変化量：内湾 1.2倍
内湾以外 現状程度

※ 出所：「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」
（第7回検討委員会（令和2年6月23日開催）資料5 参考資料）

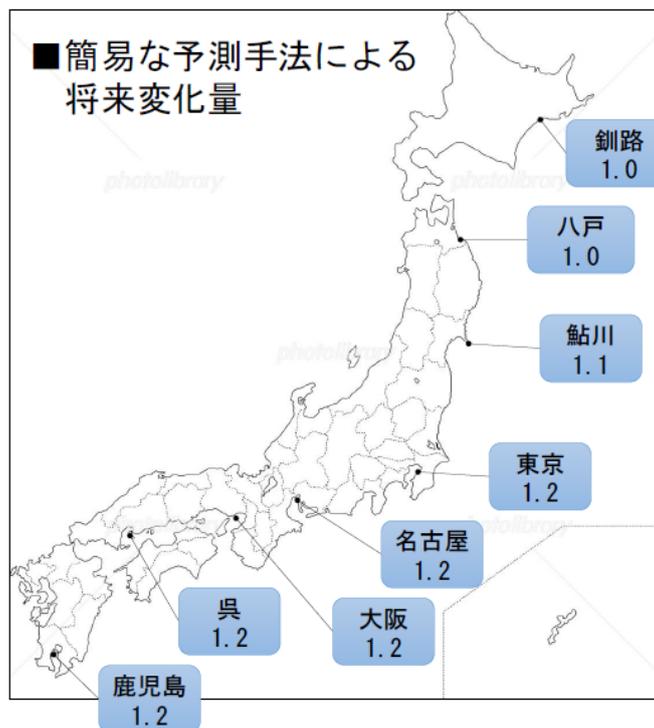


図 2-1.6 簡易な予測手法による潮位偏差の将来変化量（令和3年度事業）

波浪については、全国 16 か所波浪観測所の観測結果（ナウファス）の 2020 年と予測した 2100 年の波高を比較により、将来の波高の増大の想定として、平均値の 1.3 倍を乗じて設定している。ただし、周期および波向の変化量は考慮していない。

表 2-1.1 波浪の設定（令和 3 年度事業）

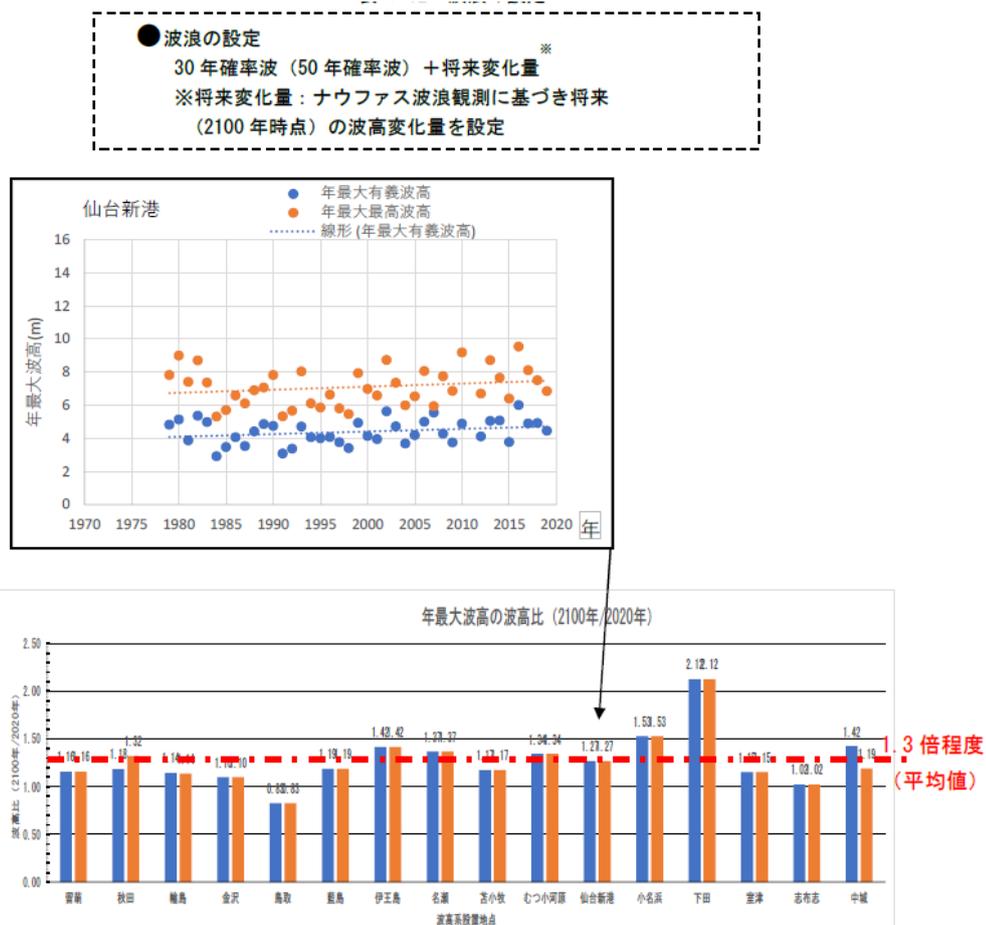


図 2-1.7 年最大波高の波高比 [2100 年+2020 年]（令和 3 年度事業）

(2) 令和4年度事業の整理

高潮波浪の将来変化予測について、気候変動影響を定量的に反映するため台風強大化を確率評価できる手法として、海岸4省庁の通知に示される2種類のうち、全国漁港への展開を考慮して「特定の台風で推算する方法」を準用している。

この手法の検討フローを図2-1.8の赤枠に示す。気候変動の影響は、d2PDF等に基づく台風中心気圧の低下量で評価することで、モデル地区における外力変化率を高潮推算・波浪推算に基づき算定している。

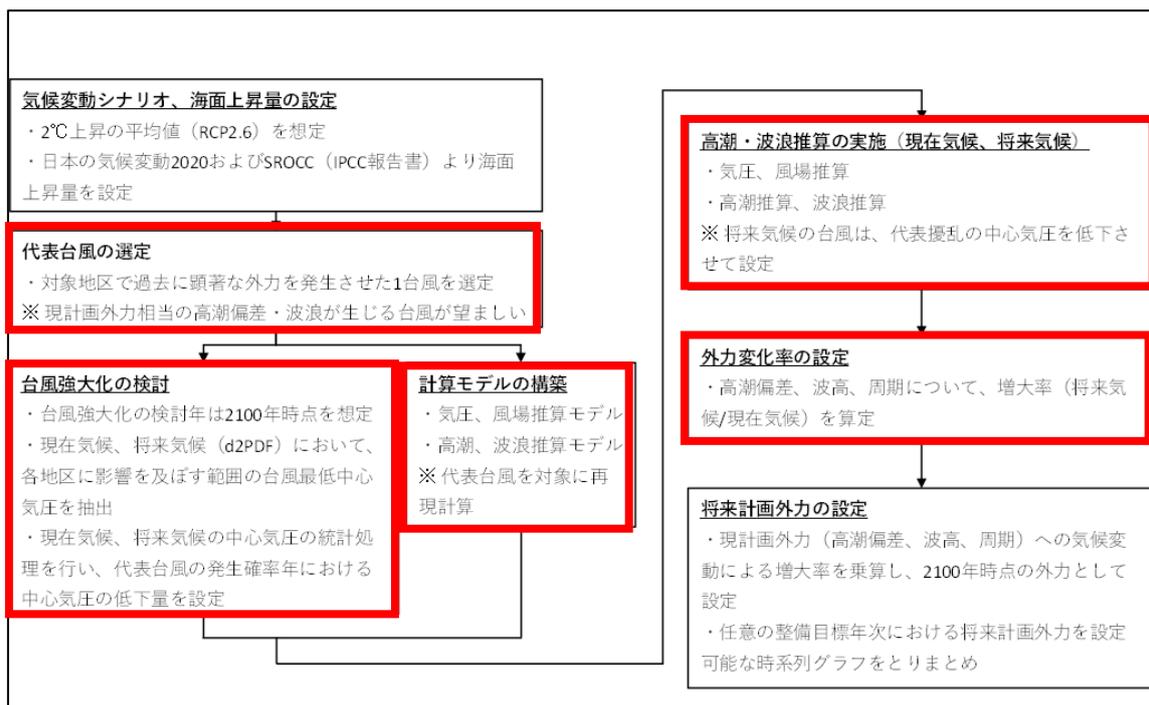


図 2-1.8 気候変動に伴う潮位偏差・波浪の検討フロー（令和4年度事業）

2-1-4 被害額の算定及び感度分析

(1) 令和3年度事業の整理

前述の設計波及び潮位・高潮偏差の条件において、「海岸事業の費用便益分析指針」に基づき、モデル地区において護岸からの越波流量からレベル湛水法による浸水範囲・浸水深を算定し、被害額の経年変化を試算している。

また、50年後の漁業地域の人口や水産物生産の変動とそれが与える被害額の感度分析を実施している。

(2) 令和4年度事業の整理

前述の設計波及び潮位・高潮偏差の条件において、「海岸事業の費用便益分析指針」に基づき、モデル地区において護岸からの越波流量からレベル湛水法による浸水範囲・浸水深を算定し、被害額の経年変化を試算している。算定条件を下記に示す。

- 評価年：主要な将来時点（2050年、2070年、2100年）を設定し、他期間の評価は内挿により決定
- 便益：各評価年でレベル湛水法により、浸水防護便益を算定
- 費用：対策工（堤防嵩上げ）の概算工事費を設定
※便益は、「将来の資産変化なし」「将来の資産変化あり（人口減少の影響を各資産に反映）」の2パターンを設定

2-1-5 気候変動適応策の検討

(1) 令和3年度事業の整理

気候変動の3シナリオ（2℃上昇の平均・上限、4℃上昇の上限）に対して、2100年時点まで10年ごとに外力を増加させて、10年ごとの護岸必要天端高を算定し、施設供用期間（50年間）における適応策（護岸嵩上げ、人工リーフ拡幅）、概算事業費を検討している。

潮位偏差及び波浪の将来変化は、現在から2100年まで単調に増加する想定としている。

(2) 令和4年度事業の整理

検討シナリオ（2℃上昇の平均）に対して、2100年時点までの外力の主要な想定年として、2050年、2070年、2100年を設定し、主要年ごとの護岸または堤防の必要天端高を算定している。また、必要天端高の経年変化グラフを作成し「越波対策」や「構造物の安定性を確保するための対策」が必要となる時期を算定している。

海岸保全施設の気候変動対策について、必要性能の将来変化を踏まえて、経済性、施工性、維持管理、周辺環境への影響等を考慮した検討フローを作成し、最適案を設定している。

2-2 国・自治体の先行事例の収集整理

2-2-1 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方委員会

農林水産省、国土交通省が設置した「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方委員会」は、気候変動に伴う平均海面水位の上昇等を含む沿岸海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潮位等の考え方、気候変動を踏まえた整備手法等について検討を行い、「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）（以下「提言」という。）をとりまとめた。

提言では、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こととし、パリ協定の目標と整合するRCP2.6を前提に平均海面水位の上昇等の影響予測を、海岸保全の方針や計画に反映し、整備等を推進することとした。また、海岸保全の目標はRCP2.6を前提としつつ平均海面水位が2100年に1m程度上昇する悲観的な予測RCP8.5も考慮し、これに対応できる海岸保全技術の開発を推進するとともに、社会全体で気候変動に対応することが必要とされている。

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な予測(RCP8.5(4℃上昇に相当))も考慮し、これに対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。

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＞

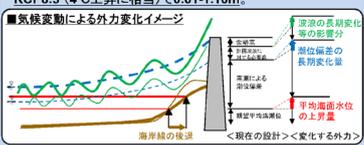
	台風トラックデータ	爆弾低気圧トラックデータ
最低中心気圧	極端現象は将来気候の最低中心気圧が低下傾向	再現期間100年以上を除いて現在気候と将来気候は同程度
高潮時の潮位偏差	極端現象は将来気候の方が相対的に上昇	再現期間100年以上を除いて現在気候と将来気候は同程度

＜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

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「気候システムは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

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発生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展望平均満潮位に、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、極値が上がり予測される。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＞

- ・ 地域の気候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
- ・ 堤防の耐力強い構造や排水対策等の経路経費削減の促進
- ・ 将来の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＞

- ・ 高潮洪水想定区域の指定促進等、リスク情報や避難判断に関する情報提供の強化
- ・ 高潮と洪水の同時発生想定し、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と利用の観点も含め、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。

図 2-2.1 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【概要】

出典： 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方委員会

2-8

2-2-2 海岸保全に関する基本的な方針

「提言」を踏まえ、令和2年11月20日に「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」（以下「海岸保全基本方針」）が変更された。海岸保全基本方針では、「気候変動の影響による外力の長期変化量を適切に推算し、背後地の人口・試算の集積状況や土地利用の状況等を勘案して、所要の安全を適切に確保する防護水準を定める。」とされており、今後は、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考慮した対策へ転換していく必要がある。

一 海岸の保全に関する基本的な指針

1 海岸の保全に関する基本理念

海岸は、国土狭あいな我が国にあって、その背後に多くの人口・資産が集中している空間であるとともに、海と陸が接し多様な生物が相互に関係しながら生息・生育している貴重な空間である。また、様々な利用の要請がある一方、人為的な諸活動によって影響を受けやすい空間である。さらに、このような特性を持つ海岸において、安全で活力ある地域社会を実現し、環境意識の高まりや心の豊かさへの要求にも対応する海岸づくりが求められている。

これらのことから、国民共有の財産として「美しく、安全で、いきいきした海岸」を次世代へ継承していくことを、今後の海岸の保全のための基本的な理念とする。

この理念の下、災害からの海岸の防護に加え、海岸環境の整備と保全及び公衆の海岸の適正な利用の確保を図り、これらが調和するよう、総合的に海岸の保全を推進するものとする。また、海岸は地域の個性や文化を育ててきていること等から、地域の特性を生かした地域とともに歩む海岸づくりを目指すものとする。

2 海岸の保全に関する基本的な事項

海岸の保全に当たっては、地域の自然的・社会的条件及び海岸環境や海岸利用の状況並びに気候変動の影響による外力の長期変化等を調査、把握し、それらを十分勘案して、災害に対する適切な防護水準を確保するとともに、海岸環境の整備と保全及び海岸の適正な利用を図るため、施設の整備に加えソフト面の対策を講じ、これらを総合的に推進する。特に、防災上の機能と併せ、環境や利用という観点から良好な空間としての機能を有する砂浜についてその保全に努める。また、海岸保全施設の老朽化が急速に進む中、予防保全の考え方にに基づき海岸保全施設の適切な維持管理・更新を図る。

海岸の保全は、国と地方が相互に協力して行うものとする。その際、海岸保全施設の新設又は改良等については、国が最終的な責務を負いつつ国又は地方公共団体が進めていくものとし、それ以外の日常的な海岸管理については、地方公共団体が主体的かつ適切に進めていくものとする。なお、国土保全上極めて重要な海岸で地理的条件等により地方公共団体が管理することが著しく困難又は不適当なものについては、国が直接適切に管理する。

(1) 海岸の防護に関する基本的な事項

我が国は、津波、高潮、波浪等による災害や海岸侵食等の脅威にさらされており、海岸はこれらの災害から背後の人命や財産を防護する役割を担っている。このため、各々の海岸において、気象、海象、地形等の自然条件及び過去の災害発生の状況を分析するとともに、気候変動の影響による外力の長期変化量を適切に推算し、背後地の人口・資産の集積状況や土地利用の状況等を勘案して、所要の安全を適切に確保する防護水準を定める。

津波からの防護を対象とする海岸にあっては、過去に発生した浸水の記録等に基づいて、数十年から百数十年に一度程度発生する比較的発生頻度の高い津波に対して防護することを目標とする。

高潮からの防護を対象とする海岸にあっては、過去の台風等により発生した高

出典：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（令和2年11月20日）

2-2-3 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

令和3年7月30日に「海岸保全施設の技術上の基準を定める省令」の改正並びに「海岸保全施設の技術上の基準について」が変更されたことに伴い、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、海岸4省庁より令和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」として、以下の事項等が通知された。

- 設計高潮位及び設計波を今後、設定及び見直しするに当たっては、気候変動の影響による平均海面水位の上昇、台風の強大化等を考慮する必要がある。
- 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。

記

第一 設計高潮位及び設計波の設定方法等

省令第2条第1号及び第2号に規定する設計高潮位及び設計波を今後、設定及び見直しするに当たっては、気候変動の影響による平均海面水位の上昇、台風の強大化等を考慮する必要がある。その際、対象とする外力の将来予測は、「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、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による第5次評価報告書第I作業部会報告書で用いられた代表的濃度経路（RCP）シナリオのうち、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。ただし、RCP2.6シナリオ（2℃上昇相当）における外力の変化にも予測の幅があること、また、2℃以上の気温上昇が生じる可能性も否定できないことから、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。

具体的な計画外力の検討に当たっては、気候変動予測には不確実性があること、また、関連した研究成果の更なる蓄積が期待されることなどを踏まえ、最新のデータ及び知見等をもとに検討するよう努め、設計高潮位及び設計波における気候変動の影響を勘案して必要と認められる値等については、海岸管理者が気候変動予測の不確実性や施設整備の効率性等に留意した上で必要と認められる値等を決定することを基本とする。

出典：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（令和3年8月2日）

2-2-4 気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の検討に関する留意事項等

令和6年1月17日に水管理・国土保全局より「気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の検討に関する留意事項等について」が通知された。本通知にて記載されている内容は以下の3点である。気候変動適応策の実務では、本通知の内容を踏まえて実施することが望ましい。

- 気候変動の影響を踏まえた潮位偏差や波浪の推算方法
- 現行計画における潮位偏差の生起確率の算出方法について
- 気候変動の影響を踏まえた将来計画における潮位偏差の生起確率の算出方法について

(別紙) 気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の検討に関する留意事項等

一 気候変動の影響を踏まえた潮位偏差や波浪の推算方法

気候変動の影響を踏まえた潮位偏差や波浪の推算方法については、「令和3年度課長補佐通知」にて、主に2つの手法を提示しつつ、その適用性等を整理している。各都道府県においては、現行計画における計画外力の設定方法を踏まえて、適切な手法で検討いただいているところ、検討結果の妥当性の検証の観点から、片方の手法で外力を検討した後、もう一方の手法にて検討することが望ましい。

《参考》「令和3年度課長補佐通知」における提示手法

A：想定台風

d4PDF等を用いて、想定台風の中心気圧について生起確率（当該外力が何年に一回発生するかを表す確率）を求め、気候変動後に同等の生起確率となる中心気圧を有する想定台風を設定し、高潮シミュレーション等により潮位偏差や波浪を算出する手法

B：不特定多数の台風

d4PDF等による不特定多数の台風から、現行計画における潮位偏差や波浪の生起確率を求め、気候変動後に同等の生起確率となる潮位偏差や波浪を算出する手法

二 現行計画における潮位偏差の生起確率の算出方法について

現行計画における潮位偏差の生起確率の算出に当たっては、以下の手法を参考にされたい。

1) 現行計画における設計高潮位の設定方法及び根拠の確認

<設計高潮位の設定方法の確認>

設計高潮位については、「海岸保全施設の技術上の基準を定める省令」に基づき、当該海岸保全施設の背後地の状況等を考慮して設定されている。まずは、対象海岸の設計高潮位の設定方法を確認すること。

《参考》設計高潮位の設定方法

- (ア) 既往最高潮位
- (イ) 朔望平均満潮位+既往最大の潮位偏差
- (ウ) 朔望平均満潮位+推算した潮位偏差

<設計高潮位の設定根拠の確認>

現行計画の設計高潮位は、過去の文献等に記載されている潮位や潮位偏差を参考に設定している場合が多い。その際、気象庁が公表している潮位情報のように、副振動や波浪などの短周期の変動の影響が除去され、平滑化された潮位や潮位偏差を用いて設計高潮位を設定しているものの他に、一部平滑化されていない瞬間最大潮位や瞬間最大潮位偏差等を用いて設計高潮位を設定している事例がある。

出典：気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の検討に関する留意事項等（令和6年1月17日）

そのため、設計高潮位の設定に関して、平滑化された潮位や潮位偏差を用いているのか、平滑化されていない瞬間最大潮位や瞬間最大潮位偏差等を用いているのかなどの設定根拠を確認[※]すること。

※設定根拠の確認に当たっては、気象庁第3次長期再解析(JRA-3Q)等に基づく推算結果や周辺の検潮所の観測値などを活用して確認する方法もある。

2) 現行計画における潮位偏差の生起確率の算出方法

高潮に対する防護水準を生起確率で表現する場合には、平常時からの潮位の上昇量を表す潮位偏差の生起確率で表現することが望ましい。その上で、現行計画における設計高潮位の設定根拠が平滑化された潮位偏差または平滑化されていない瞬間最大潮位偏差のいずれであっても、当該潮位偏差の生起確率の算出に当たっては、平滑化された潮位偏差をデータ群とする極値統計解析を行うものとする。

また、潮位偏差の極値統計解析の具体的な方法については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」(平成30年8月)第2章2.3.2.1沖波の決定の解説や河合ら(2010)^{※1}の検討等を参考にされたい^{※2}。

※1: 河合ら(2010)、地域頻度解析手法によるわが国沿岸の高潮偏差の極値統計解析、土木学会論文集 B2(海岸工学)、Vol. 66, No.1, 2010, 121-125

※2: 年最大値等の極値を記録したと考えられる日時の値が欠測の場合には再現計算の結果によって補完することを推奨する。

《参考》設計高潮位の設定方法別に整理した潮位偏差の生起確率の算出方法

(ア) 既往最高潮位

既往最高潮位から、その発生時の天文潮等を差し引いた潮位偏差を用いて生起確率を算出する。

(イ) 期望平均満潮位+既往最大の潮位偏差

潮位偏差のみを用いて生起確率を算出する。

(ウ) 期望平均満潮位+推算した潮位偏差

(イ)と同じ

※(イ)、(ウ)の設計高潮位の生起確率は、高潮と期望の満潮が同時に生起する確率である。そのため、対外的に説明する必要がある場合には、上記で算出した高潮の生起確率に比して、低い確率となることに留意しつつ、丁寧に解説すること。

三 気候変動の影響を踏まえた将来計画における潮位偏差の生起確率の算出方法について

気候変動の影響を踏まえた潮位偏差の生起確率の算出にあたっては、d4PDF等による不特定多数の台風から算出した潮位偏差をデータ群とする極値統計解析を行うものとする。なお、潮位偏差の極値統計解析の具体的な方法については、二 2)で述べた方法を準用する。

以上

出典：気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の検討に関する留意事項等（令和6年1月17日）

2-2-5 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、「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」（令和3年2月～令和5年9月）の中で、港湾における気候変動適応策の実装に向けた具体的な対応方針について検討を進めてきた。令和5年9月の第七回委員会では、「港湾における気候変動適応策の実装方針（素案）」を取り纏めている。図 2-2.2 に主な記載事項を示し、以下にポイントを整理する。

- 施設に作用する外力の将来予測を行うことが必要。
- 事前適応策・順応的適応策を選定。
- 2℃上昇シナリオを基本とする。
- 潮位偏差及び波浪（波高）について、日本沿岸を24海域に区分し、概略検討に使用できる各海域における将来変化比を提示（表 2-2.1）。潮位偏差と50年確率波高の将来変化比（1980年に対する2090年の値の変化比）について、暫定値として、潮位偏差が1.00～1.10倍、波高が0.99～1.09倍と想定している。
- 風について、①波浪及び高潮推算に用いる風、②風圧力の算定に用いる風、③風のエネルギーの算定に用いる風、について留意事項を提示。

表 2-2.1 海域別の潮位偏差・波浪の将来変化比

海域	将来変化比		対象港湾（重要港湾以上）
	高潮偏差	波高	
北海道日本海側	1.01	1.01	稚内港・留萌港・石狩湾新港・小樽港・函館港
オホーツク海	1.00	1.03	紋別港・網走港・根室港（根室）
北海道太平洋側（東側）	1.01	1.02	根室港（花咲）・釧路港・十勝港
北海道太平洋側（西側）	1.01	1.02	苫小牧港・室蘭港
陸奥湾	1.02	1.04	青森港
東北太平洋側	1.04	1.04	むつ小川原港・八戸港・久慈港・宮古港・釜石港・大船渡港・仙台釜石港・相馬港・小名浜港
北関東	1.06	1.09	茨城港・鹿島港
東京湾	1.10	1.02	千葉港・木更津港・東京港・横浜港・川崎港・横須賀港
駿河湾	1.04	1.01	御前崎港・田子の浦港・清水港
伊勢湾	1.07	1.00	名古屋港・衣浦港・三河港・四日市港・津松坂港
紀伊半島	1.03	1.00	尾鷲港・日高港・和歌山下津港
大阪湾	1.06	1.04	大阪港・堺北港・阪南港・神戸港・尼崎西宮芦屋港
四国太平洋側	1.07	1.02	徳島小松島港・橋港・高知港・須崎港・宿毛湾港・宇和島港
瀬戸内海 （東部：播磨灘・燧灘）	1.02	1.01	東播磨港・姫路港・岡山港・宇野港・水島港・福山港・尾道糸崎港・今治港・東予港・新居浜港・三島川之江港・坂出港・高松港
瀬戸内海 （西部：伊予灘・周防灘）	1.05	1.01	呉港・広島港・岩国港・徳山下松港・三田尻中関港・宇部港・小野田港・下関港（周防灘）・北九州港（周防灘）・刈田港・中津港・別府港・大分港・松山港
九州南東側	1.04	0.99	細島港・宮崎港・油津港・志布志港・佐伯港・津久見港
薩南	1.07	1.02	鹿児島港・西之表港
琉球諸島	1.01	1.01	名瀬港・運天港・金武湾港・中城湾港・那覇港・平良港・石垣港
九州西側	1.06	1.01	川内港・八代港・三角港・熊本港・三池港・長崎港・佐世保港・福江港
九州北側	1.08	1.06	蔵原港・郷ノ浦港・伊万里港・唐津港・博多港・北九州港（響灘）・下関港（響灘）
山陰地方	1.05	1.02	三隅港・浜田港・西郷港・境港・鳥取港
若狭湾	1.03	1.03	舞鶴港・敦賀港・金沢港
富山湾	1.03	1.02	七尾港・伏木富山港・直江津港・小木港・両津港・新潟港
東北日本海側	1.01	1.02	能代港・秋田港・船川港・酒田港

※潮位偏差の将来変化比は、標準的な値として、再現期間50～100年の範囲での最大値を示す。

※波高の将来変化比は、再現期間50年の場合（50年確率波高）を示す。

※将来変化比が「1」未満の場合は、現況と同じ波高を用いるため「1」とする。

（注意）三大湾以外の海域における値は暫定値であり、今後数値が更新される可能性がある。

出典： 国土交通省港湾局 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（第七回）

I. 気候変動適応策の実装に係る基本的な方針

【主な記載事項(ポイント)】

- 施設に作用する外力の将来予測を行うことが必要。
 - ・ IPCC、気象庁、研究機関等の予測等を活用
- 事前適応策又は順応的適応策を選定。
- 既存施設の場合、脆弱性評価を実施し、計画的な施設の改良を検討。
- 既存不適格施設は、維持管理のあり方を見直し。
- 同一エリアの一連の施設群においては、整備効果の相互影響を考慮し、関係者間で整備目標を共有して、対策を推進。

II. 外力の設定の考え方

【主な記載事項(ポイント)】

- 1. 気候変動の概要
- 2. 外力の変動トレンド
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
- 3. 外力の将来推計
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
- 4. 外力の将来推計値の目安
- 5. その他の外力について
 - (1) 風
 - (2) 降水量

○ 平均海面水位の上昇、高潮リスクの増大、極端な高波の増加等、気候変動は日本沿岸へあまねく影響。

○ 平成30年台風第21号により大阪湾の港湾で、令和元年台風第15号及び19号により東京湾の港湾で、高潮・高波・暴風等により被害が発生。

○ (1)～(3)についての、過去から現在までの変動トレンドを概括。

- ・ 平均海面水位は、1980年以降は上昇傾向
- ・ 潮位偏差は、1990年代以降大きいものが頻発
- ・ 極端な高波は、日本沿岸で増加傾向

II. 外力の設定の考え方

【主な記載事項(ポイント)】

- 1. 気候変動の概要
- 2. 外力の変動トレンド
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
- 3. 外力の将来推計
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
- 4. 外力の将来推計値の目安
- 5. その他の外力について
 - (1) 風
 - (2) 降水量

○ (1)～(3)についての、将来推計を概括。気候変動緩和策に係る各国目標を踏まえ、2℃上昇シナリオを基本。

- ・ 平均海面水位は、IPCCや気象庁の報告書において上昇量が記載されており、日本沿岸では、2℃上昇シナリオで平均0.39m。
- ・ 潮位偏差及び波浪(高波)は、それを発生させる台風強度の増大と同様に増加し、2℃上昇シナリオの場合、2040年までに増加が進み、以降21世紀末まで横ばい。

II. 外力の設定の考え方

【主な記載事項(ポイント)】

- 1. 気候変動の概要
- 2. 外力の変動トレンド
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
- 3. 外力の将来推計
 - (1) 平均海面水位
 - (2) 潮位偏差
 - (3) 波浪(高波)
- 4. 外力の将来推計値の目安
- 5. その他の外力について
 - (1) 風
 - (2) 降水量

○ 潮位偏差及び波浪(高波)について、日本沿岸を24海域に区分し、概略検討に使用できる各海域における将来変化比を提示。

- 風について、①波浪及び高潮推算に用いる風、②風圧力の算定に用いる風、③風のエネルギーの算定に用いる風、について、留意事項を提示。
- 降水量について、他分野における「地域区分毎の将来変化倍率」についての既往検討事例を紹介。

III. 港湾の施設の設計の考え方

【主な記載事項(ポイント)】

- 1. 要求性能の考え方
- 2. 適応策の選定
- 3. 各種施設における適応策
 - (1) 水域施設
 - (2) 外郭施設
 - (3) 係留施設

○ 気候変動により将来増大する外力(潮位、波高)に対して、設計供用期間にわたって、港湾の施設が要求性能を満足することが必要。

○ ①「事前適応策」又は②「順応的適応策」により気候変動適応の対策工事等を実施。

○ 気候変動に伴う各施設のリスクと、対策イメージを提示。

IV. 供用段階での継続的な性能把握

【主な記載事項(ポイント)】

- 1. 目的
- 2. 実施方法
- 3. 外力の変動が想定と異なる場合の対応(上振れ、下振れ)

○ 供用期間中の作用変化が設計段階での想定と異なる場合の追加的な改良等の要否判断や、順応的適応策を選定した場合の補強工事の着手時期判断を行うため、継続的な性能把握を実施。

○ 最新の気候変動予測の活用、観測又は推算結果に基づく沖波の定期的確認、地盤変動の補正を実施。

○ 外力の変化が想定と異なった場合、必要に応じて引き続き性能把握を行い、対策実施のタイミングを適宜前倒し又は後ろ倒し。

V. 気候変動適応マスタープラン

【主な記載事項(ポイント)】

- 1. 目的
- 2. 検討の流れ
- 3. マスタープランに合意すべき内容
- 4. 港湾計画、長期構想との整合
- 5. 維持管理計画等との整合

○ 一連の施設群として一体的に施設の高さ等を設定することにより、投資効果を適切に発現。

○ ①既存施設の状況把握、②施設の性能照査、③既存施設の脆弱性評価、④港湾内又は個別地区内ごとの目指すべき適応水準の設定、という流れで実施。

○ 天端高や目標年次等について関係者で合意。

○ 気候変動適応マスタープランに係る留意事項として、港湾計画、長期構想や維持管理計画等との整合。

図 2-2.2 港湾における気候変動適応策の実装方針骨子(素案)

出典：国土交通省港湾局 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(第七回)

2-2-6 気候変動を考慮した水門整備の検討事例（大阪府）

大阪府では、三大水門（安治川、尻無川、木津川）の更新に当たって2100年を超える長期間の供用を想定し、全国自治体に先駆けて気候変動を考慮した設計外力の予測・対応策の検討を行っており、その結果は「三大水門の改築に関する事項について（答申）、令和3年1月29日」にまとめられている。

検討結果の一例を以下に記載する。気候変動シナリオは2℃上昇及び4℃上昇を想定し、想定台風（伊勢湾台風級）の気候変動による強大化を考慮した高潮・波浪推算により設計外力を算定している。

将来気候を踏まえた新水門天端高（2100年頃想定）

- ・気候変動を考慮しない現在気候の水門天端高は、地盤沈下量の見直しにより現計画より若干低くなるが、既に海面水位が上昇傾向にあることなどを踏まえ、現計画どおりOP+7.40mとする。
- ・気候変動を考慮した水門天端高は、安治川水門で最も高く、2度上昇でOP+8.64m、4度上昇でOP+9.85mとなり、現計画（OP+7.40m）よりもそれぞれ1.24m、2.45m高くなる。

	現行計画値	期望平均満潮位 (OP+m)			海面上昇量 (m)			潮位偏差 (m)			うちあげ高 (m)※			地盤沈下量 (m)			水門天端高 (OP+m)		
		安治川水門	尻無川水門	木津川水門	安治川水門	尻無川水門	木津川水門	安治川水門	尻無川水門	木津川水門	安治川水門	尻無川水門	木津川水門	安治川水門	尻無川水門	木津川水門	安治川水門	尻無川水門	木津川水門
現行高潮計画外力 (気候変動なし)	解析値	2.20	2.20	2.20	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60	3.60	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	7.40	7.40	7.40
	現行高潮計画からの差分	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.37	0.57	-0.02	-0.32	-0.41	-0.35	-0.35	-0.35	-0.10	-0.30	-0.19
将来気候2度上昇外力 海面上昇量：95%値 (2100年頃想定)	解析値	2.30	2.30	2.30	0.70	0.70	0.70	4.32	4.47	4.66	1.07	0.74	0.64	0.25	0.25	0.25	8.64	8.46	8.55
	現行高潮計画からの差分	0.10	0.10	0.10	0.70	0.70	0.70	0.72	0.87	1.06	0.07	-0.26	-0.36	-0.35	-0.35	-0.35	1.24	1.06	1.15
将来気候4度上昇外力 海面上昇量：中央値 (2100年頃想定)	解析値	2.30	2.30	2.30	0.90	0.90	0.90	5.25	5.30	5.54	1.15	0.80	0.71	0.25	0.25	0.25	9.85	9.55	9.70
	現行高潮計画からの差分	0.10	0.10	0.10	0.90	0.90	0.90	1.65	1.70	1.94	0.15	-0.20	-0.29	-0.35	-0.35	-0.35	2.45	2.15	2.30



57

出典：令和2年度 大阪府河川構造物等審議会気候変動検討部会、参考資料

「できるだけ手戻りの無い設計」のための検討方針

- 気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言に基づき、施設設計の外力は、2度上昇を想定し、部材毎に耐用期間内に必要とされる安全性を確保するものとし、耐用期間終了時点で想定される外力を用いて設計を行う。
- ただし、2度上昇外力の予測値には不確実性があることや更なる温度上昇にも備える観点から、4度上昇の外力まで増加した場合でも改造できるような設計上の工夫について検討する。

■気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言「施設設計上の対応」の考え方

(基本的な考え方)

- 施設の耐用年数経過時点において、必要とされる安全性が確保されるように、気候変動の影響を考慮
- 耐用年数の長い施設については、予測の不確実性も踏まえ、容易かつ安価に改造できるような設計上の工夫を実施。

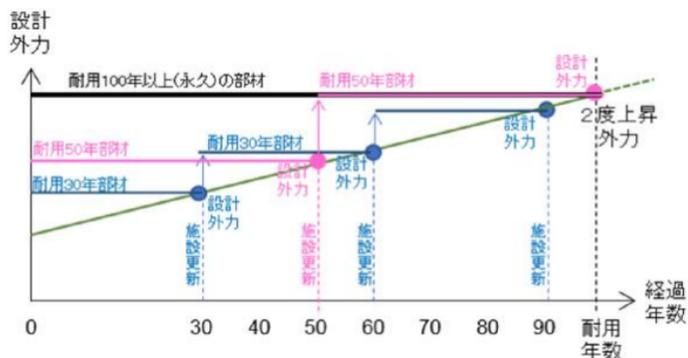
(採用する外力の考え方)

- RCP2.6(平均値)の活用
※施設の耐用年数経過時点(更新時点)における外力を設計
- RCP8.5シナリオの活用
更なる温度上昇に備えて、構造変更を容易にする工夫等を検討する場合の外力に活用

(具体の対応策)

- 2度上昇による外力増加を設計に反映
- 4度上昇でも改造等が容易になる工夫
- 順次対応可能な構造

■部材毎の耐用期間を考慮した外力条件の設定イメージ



■更新年数の例

- 耐用100年以上(永久): 本体(門柱)、基礎など
- 耐用50年部材: ゲート扉体など
- 耐用30年部材: 制御機器など

※「水門・陸開等維持管理マニュアル」H30.5を参考に記載

2-2-7 東京湾海岸保全基本計画改定（東京都区間）

東京都では、令和5年3月に気候変動を踏まえて「東京湾海岸保全基本計画（東京都区間）」を改定しており、それに基づき「東京湾海岸保全施設整備計画」にて防潮堤・護岸の嵩上げや水門・排水機場の整備を計画している。

気候変動シナリオは2℃上昇を基本とし、想定台風（伊勢湾台風級）の気候変動による強大化を考慮した高潮・波浪推算により設計外力を算定している。

東京湾沿岸海岸保全基本計画[東京都区間]の概要

海岸保全基本計画について

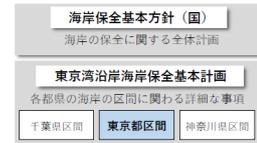
海岸保全基本計画とは、国が定める海岸の保全に対する基本的な指針である「海岸保全基本方針」に基づき、**防護・環境・利用**の観点から海岸の保全や、防潮堤、水門等の海岸保全施設の整備に関する事項を定めた法定計画

- | | |
|-----------|---|
| 防護 | 浸水被害から都民を守り、安全で安心な暮らしを提供する
・防潮堤等の海岸保全施設を整備し、最大級の津波・高潮から都民の生命・財産を守る |
| 環境 | 自然と共生したみどり豊かでうおいのある海岸を創造する
・海岸保全施設の周辺の景観との調和を図るため、地域ごとの景観特性との調和等に配慮しながら良好な水辺空間の形成 |
| 利用 | 憩える快適な親水空間を創出するとともに運河利用の活性化を図る
・誰もが利用しやすい水辺となるよう快適な親水空間を創出し、都民の潤いと安らぎの場として活用 |

改定の背景

気候変動の影響による平均海面水位の上昇はすでに顕在化しつつあり、今後、さらなる平均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が懸念されている

これまでの台風や地震への対策に加え、**気候変動の影響**を考慮し「防護」の強化を図るとともに、引き続き「環境」「利用」にも調和した海岸保全施設整備を推進



東京湾沿岸海岸保全基本計画[東京都区間]の概要

防護

耐震・耐水対策

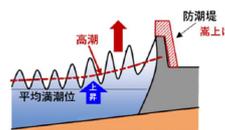
- 最大級の地震を対象とした海岸保全施設の耐震対策を推進するとともに、水門、排水機場の電気・機械設備が浸水しないよう、耐水対策を実施する

海面上昇と台風の強大化への対応

- 将来の気温が2℃上昇すると想定し、これによる平均海面水位の上昇や台風の強大化に対応するため、防潮堤の高上げを実施する

降雨量の増大への対応

- 気候変動の影響により一日当たりの降雨量が1.1倍に増加することを想定し、これによる内水氾濫を防ぐため、排水機場の機能強化を図る



環境

水辺空間の良好な景観形成

- 地域ごとの景観特性との調和等に配慮しながら良好な水辺空間の形成に努める
- 水門の配色方針は門扉と水門上屋に明度差をつけ、大きく重苦しい構造物のイメージを軽減する



利用

親水空間ネットワークの形成

- 誰もが利用しやすい水辺となるよう、可能な限り防潮堤や内部護岸の上部を遊歩道として開放し水際の連続化を図る
- 整備にあたっては、ユニバーサルデザインの推進を図り、快適な親水空間を創造する



出典：東京湾海岸保全基本計画（東京都区間）の概要、東京都 HP

東京湾海岸保全施設整備計画の概要

計画の概要

▶ 気候変動対策

伊勢湾台風級の台風による高潮に加え、気候変動の影響により将来の気温が2°C上昇すると想定した場合の海面上昇を考慮し、防潮堤の高上げを段階的に実施
気候変動の影響による降雨量が1.1倍に増加することを想定し、水門閉鎖時の運河の氾濫を防ぐため排水機場の増設を実施

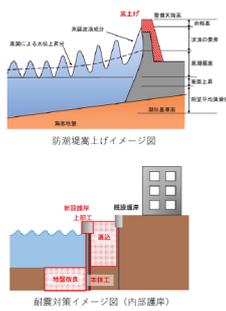
▶ 耐震・耐水対策

想定される最大級の地震が発生した場合においても、背後地を浸水被害から防ぐよう、防潮堤、内部護岸等の耐震対策を実施
万が一、地震により防潮堤等が損傷しその機能が復旧する前に高潮が発生する場合は想定し、防潮堤内側が浸水しても水門、排水機場の電気・機械設備が稼働するよう耐水対策を実施

実施内容

施設	対策	実施内容	整備対象
防潮堤	気候変動	海面上昇により2030年代までに整備が必要となる区間について、高上げを実施	約2.4 km
	耐震	護岸本体工の整備や前面の地盤改良等により耐震性を確保	約4 km*
内部護岸	耐震	護岸本体工の整備や前面の地盤改良等により耐震性を確保	約1.5 km
水門	耐震	最大級の地震に対応した施設の整備を実施	1施設
	耐水	高潮による浸水を想定し、電気・機械設備を計画高潮位より高い位置に設置	
排水機場	気候変動	降雨量増大に対応するよう、排水機場の増設を実施	
	耐震	最大級の地震に対応した施設の整備を実施	2施設
	耐水	高潮による浸水を想定し、電気・機械設備を計画高潮位より高い位置に設置	

※気候変動対策と重複あり



計画期間及び概算整備費用

- ▶ 令和4年度～令和13年度（10年間）
- ▶ 約1,500億円（うち気候変動対策費約300億円）



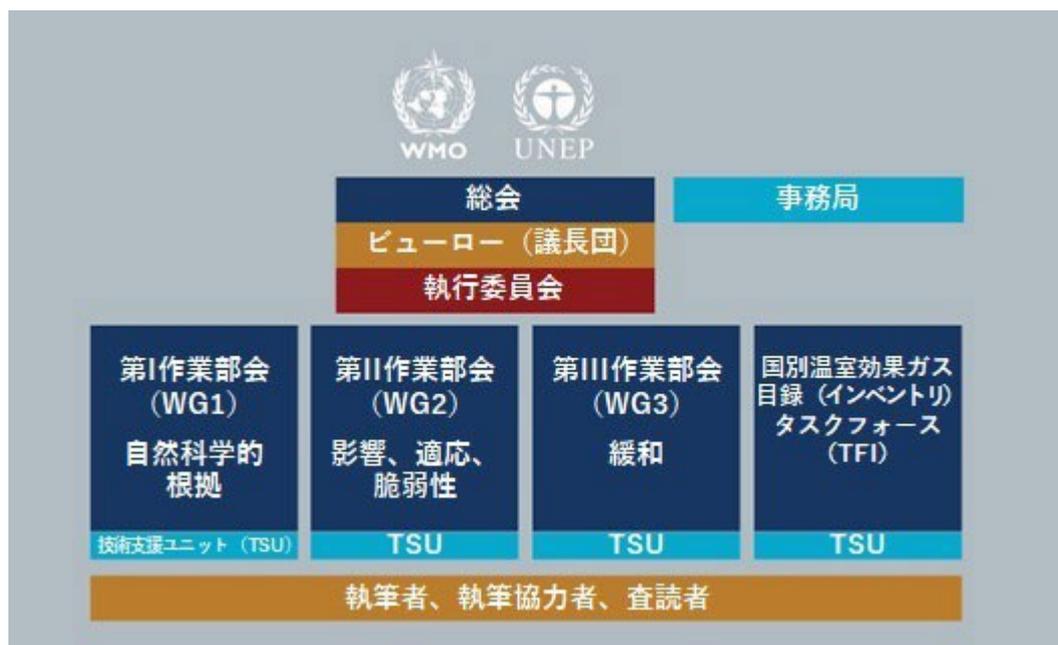
出典：東京湾海岸保全施設整備計画の概要、東京都 HP

2-3 最新の調査研究動向の収集整理

気候変動を踏まえた日本沿岸の外力予測として、現時点で主な根拠資料となる「d2PDF/d4PDF」や「日本の気候変動 2020」に加えて、「IPCC 第 6 次評価」や「気候予測データセット 2022」等の最新の調査研究動向を収集整理する。

2-3-1 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

図 2-3.1 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 2-3.1 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SPM における評価	
		AR5/WG1 報告書	SR1.5 / SRCCL / SROCC
熱帯低気圧	○ 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	○ 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	○ 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) ○ 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)
海面水位	○ 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 ○ 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 ○ 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もの間上昇し続け、上昇した状態が更に数千年にわたり継続	○ 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 ○ 2081~2100 年の海面水位上昇率は、 8~16 mm/年 ○ 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	○ 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 2100 年に RCP2.6 : 0.29~0.59 m RCP8.5 : 0.61~1.10 m (SROCC) ○ 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) ○ 2100 年の海面水位上昇率は、 RCP2.6 : 約 4 mm/年 RCP8.5 : 約 15 mm/年 (SROCC) ○ 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)
極端な海面水位	○ 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	○ 21 世紀末には、極端に高い潮位の発生頻度が増加	○ 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)

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

2-3-2 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、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。

- ・ 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)
- ・ CO₂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

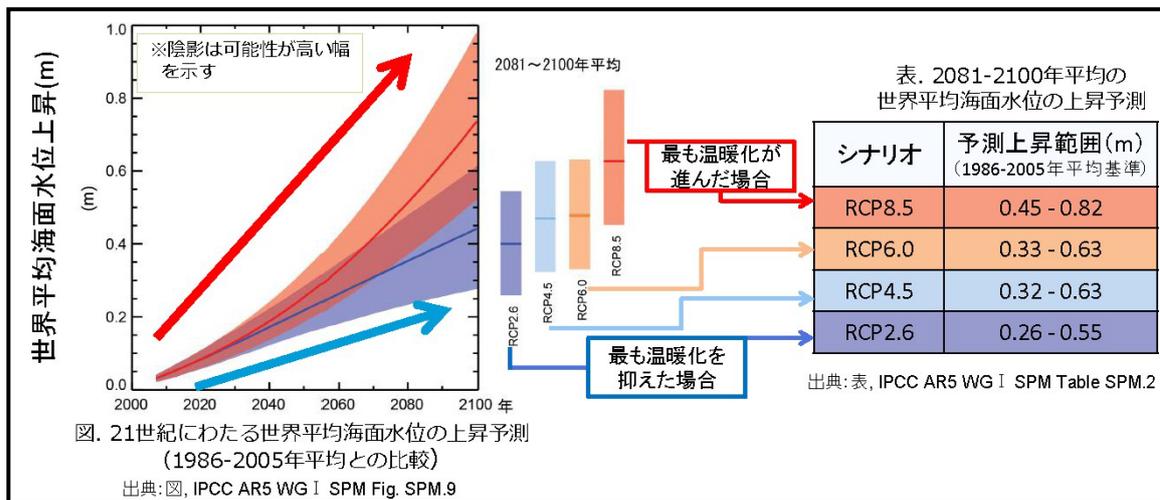


図. 21世紀にわたる世界平均海面水位の上昇予測 (1986-2005年平均との比較)

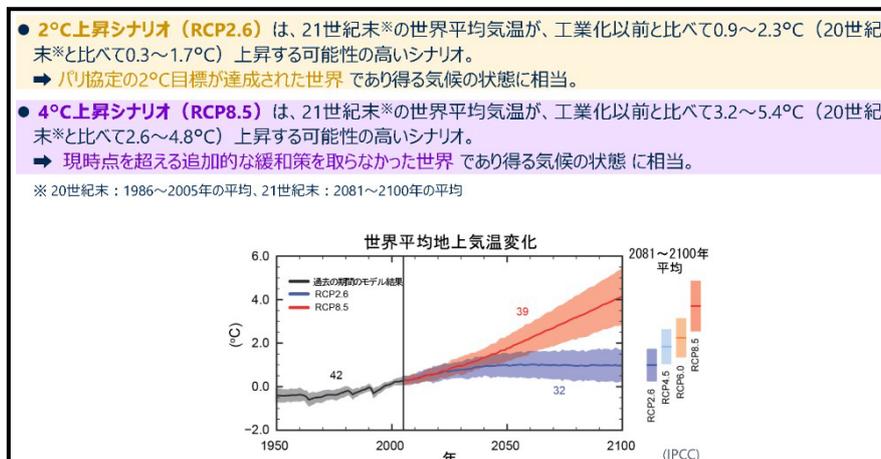
出典: 図, IPCC AR5 WG I SPM Fig. SPM.9

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 2-3.2 シナリオによる世界平均海面水位上昇

【参考】気候変動のシナリオについて(その1)

- ・ RCPシナリオとは、温室効果ガスの代表的な濃度の仮定(シナリオ)を指す。
- ・ 「日本の気候変動2020」における将来の気候は、RCP2.6及びRCP8.5に基づき予測されている。



2-3-3 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。外力変化の係る概要は、以下のとおりである。

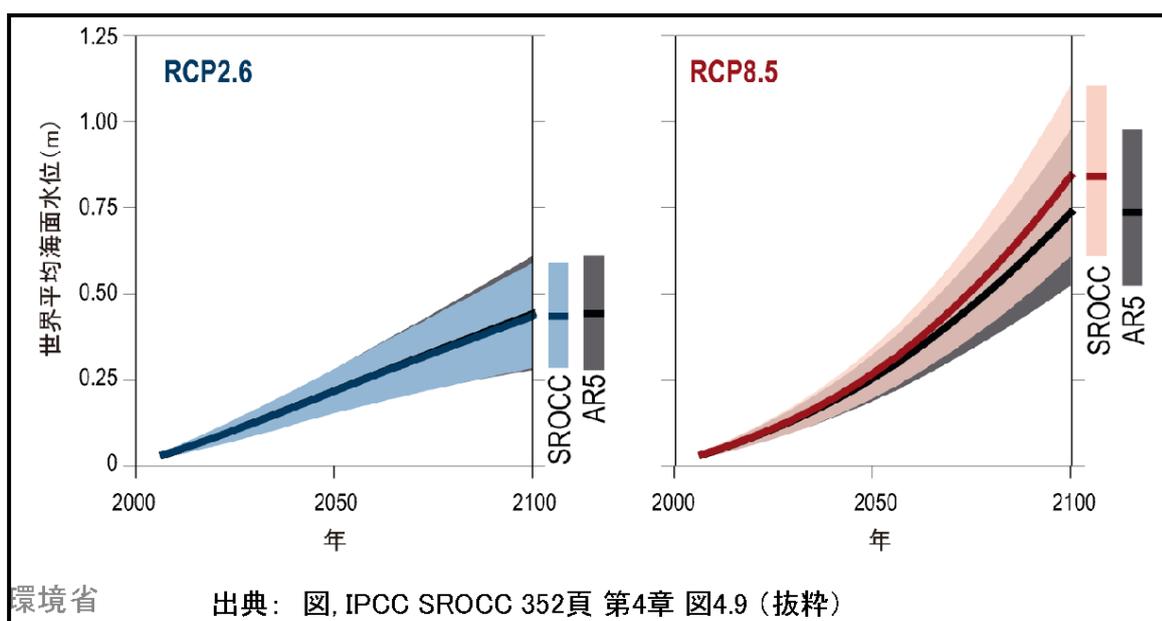
●観測された変化及び影響について、

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3.6mm/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：環境省「IPCC「海洋・雪氷圏特別報告書」の概要」

図 2-3.3 シナリオによる世界平均海面水位上昇

2-3-4 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) は、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

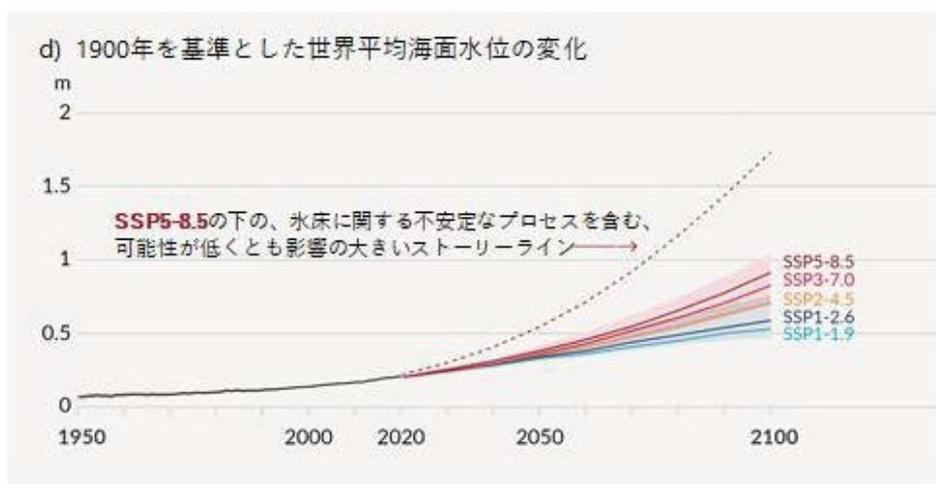
- B. 1 世界平均気温は、本報告書で考慮した全ての排出シナリオにおいて、少なくとも今世紀半ばまでは上昇を続ける。向こう数十年の間に二酸化炭素及びその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21 世紀中に、地球温暖化は 1.5°C 及び 2°C を超える。
- B. 2 気候システムの多くの変化は、地球温暖化の進行に直接関係して拡大する。この気候システムの変化には、極端な高温、海洋熱波、大雨、いくつかの地域における農業及び生態学的干ばつの頻度と強度、強い熱帯低気圧の割合、並びに北極域の海氷、積雪及び永久凍土の縮小を含む。
- B. 3 継続する地球温暖化は、世界全体の水循環を、その変動性、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 (CO₂) 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 CO₂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℃の地球温暖化と比べて2℃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、CO₂の累積排出量を制限し、少なくとも CO₂ 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 2-3.4 シナリオによる世界平均海面水位上昇

【参考】気候変動のシナリオについて（その2）

海岸や港湾で参考としている「日本の気候変動 2020」は、SROCC までの RCP2.6 シナリオおよび RCP8.5 シナリオに基づいて日本沿岸の平均海面水位の将来予測を実施していることに留意が必要である。

【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 ₂ 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 ₂ 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 ₂ 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

2-3-5 気候予測データセット 2022

(1) 概要

「気候予測データセット 2022」は、文部科学省が実施した気候変動研究プログラム（気候変動リスク情報創生プログラム（創生プログラム）や気候変動適応社会実装プログラム（SI-CAT）、統合的気候モデル高度化研究プログラム（統合プログラム）等）の成果として創出された気候変動予測データや、それらを含む予測データを大学や研究機関等が解析、統計処理して作成されたデータから構成され、一つのパッケージとして提供するものである。

気候予測データセット 2022 のすべてのデータセットは、気候予測データセット 2022 の HP から DIAS¹にアクセスすることよりダウンロードすることができる（DIAS の会員登録が必要）。

¹ DIAS HP : <https://diasjp.net/>



図 2-3.5 気候予測データセット 2022 の HP の様子 (その②)

出典：気候予測データセット 2022，HP (23 年 7 月時点)

<https://diasjp.net/ds2022/dataset/>

以下に、概要を抜粋する。

➤ **全球及び日本域気候予測データ**

台風や集中豪雨などの極端現象の将来変化を高精度に評価するため、20km 格子の全球大気モデルと 5km 格子と 2km 格子の地域気候モデルを使って、世界全域から日本域の過去と将来の気候計算を行った結果である。

➤ **日本域気候予測データ**

平成 29 年 3 月に気象庁から公表した「地球温暖化予測情報第 9 巻」に RCP2.6 シナリオの予測、及び、2km 格子の地域気候モデルの結果を追加したデータセットである。地上気象要素について、バイアス補正前のモデル格子点データとバイアス補正後の観測地点データから構成されている。

➤ **マルチシナリオ・マルチ物理予測データ**

60km 格子の全球大気モデルの結果を境界条件として、20km 格子の地域気候モデルによる力学的ダウンスケーリングを行った結果である。不確実性評価のため、複数シナリオ・複数物理パラメータ・複数の海面水温変化によるアンサンブルメンバーで構成されている。

➤ **全球及び日本域 150 年連続実験データ**

世界全域と日本周辺領域について、それぞれ 60km 格子と 20km 格子の全球大気モデル及び地域気候モデルを用いて行った気候実験の結果である。数千年分の多数の実験（アンサンブル）データを活用することで、極端現象の将来変化を確率的に評価することができる。

➤ **全球及び日本域確率的気候予測データ（d4PDF シリーズ）**

60km 格子の全球気候モデルによる大規模アンサンブル実験の結果、及び、それらを境界値として 20km 格子の地域気候モデルを用いた力学的ダウンスケーリングの結果である。

➤ **北海道域 d4PDF ダウンスケーリングデータ**

地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース d4PDF の領域実験の結果から、北海道の十勝川帯広基準点流域での 6 月から 11 月に発生した流域平均 72 時間降雨量が最大となる期間を含む 15 日間を選定し、北海道地域を対象として 5km 格子に力学的ダウンスケーリング実験を実施した結果である。

➤ **本州域 d4PDF ダウンスケーリングデータ**

地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース d4PDF 領域実験の 20km 格子データを 5km 格子にダウンスケーリングしたものである。東北から九州に至る領域をカバーし、現在気候、産業革命時から全球 2℃上昇、4℃上昇時の気候予測データからなる。

➤ **日本域台風予測データ**

北西太平洋を北上する台風に着目した高解像度データセットで、4km 格子及び 2km 格子相当の大気雲解像モデルを用いて力学的ダウンスケーリングを行った結果である。

➤ 全球 d4PDF 台風トラックデータ

地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース d4PDF から客観的低気圧トラッキングアルゴリズムを用いて抽出した全世界の熱帯低気圧情報である。2種類の客観的低気圧トラッキングアルゴリズムの結果から構成されている。

➤ 日本域 d4PDF 低気圧データ

地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース d4PDF の領域気候実験の結果から、客観的低気圧トラッキングアルゴリズムを用いて抽出した爆弾低気圧情報である。

➤ 日本域農研機構データ

第5次結合モデル比較プロジェクト CMIP5 の内の5つの全球気候モデルの出力値を日本域で 1km 格子に統計的ダウンスケーリングを行い、日々・年々変動の大きさの再現性を向上させるために、平均値と分散を観測値に合致させるバイアス補正法を適用したデータである。

➤ 日本域 CMIP5 データ

第5次結合モデル比較プロジェクト CMIP5 の内の4つの全球気候モデル出力について、1km 格子に内挿し、ノンパラメトリックなバイアス補正手法を適用して作成した日本域の気候情報である。

➤ 日本域 CMIP6 データ

第6次結合モデル比較プロジェクト CMIP6 の内の5つの全球気候モデル出力について、1km 格子に内挿し、ノンパラメトリックなバイアス補正手法を適用して作成した日本域の気候情報である。

➤ 日本域海洋予測データ

第5次結合モデル相互比較プロジェクト CMIP5 の複数の気候モデル出力や大気再解析データを外力として、10km 格子と 2km 格子の領域海洋モデルを用いて作成された海域の過去再現・将来予測データセットである。

➤ 全域及び日本域波浪予測データ

全球気候予測データ（データセット1）の風速場を外力として波浪モデルを駆動し実施した全球波浪変化予測データセットである。

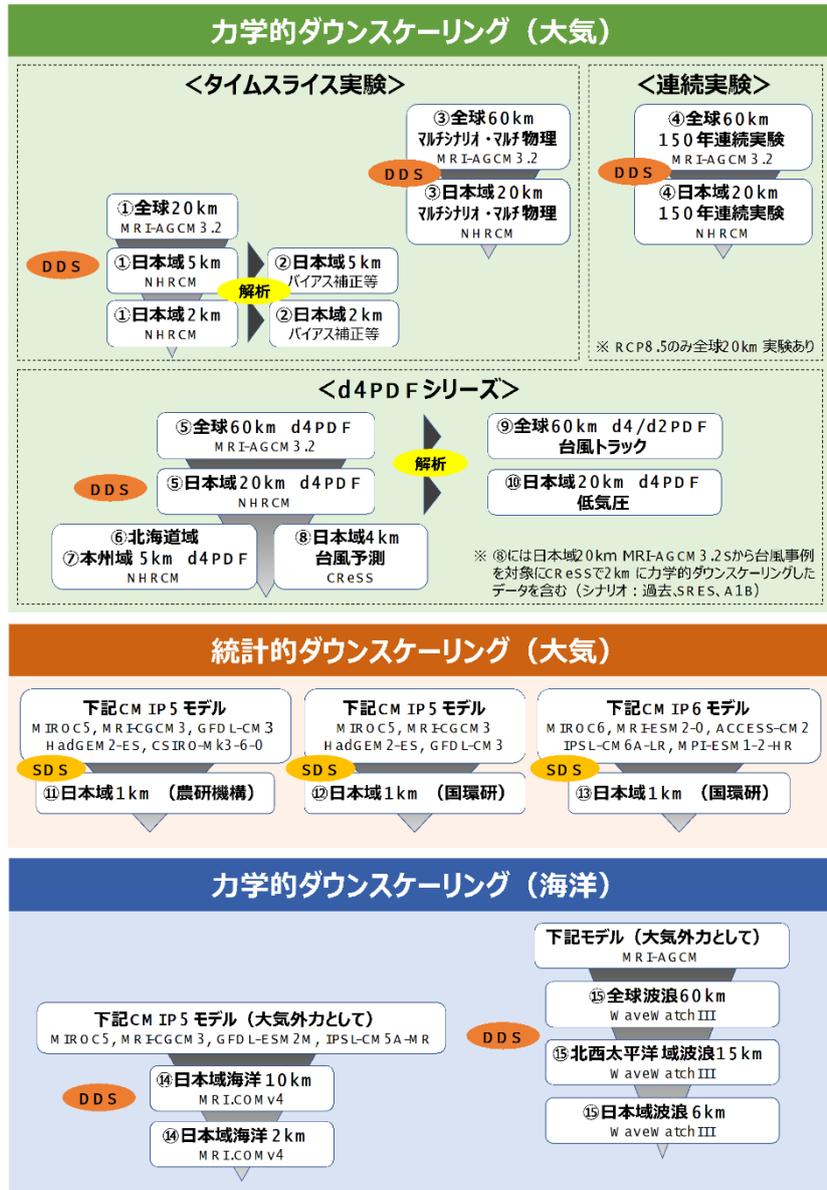
(2) 気候予測データセットの主要な諸元

気候予測データセットの主要な諸元を整理する。

表 2-3.2 データセットの主要な諸元

	大気 海洋 台風・低気圧	排出 シナリオ	空間 解像度	時間 解像度	連続 計算	ダウンス ケーリング	主な変数
1	大気	過去 RCP2.6 RCP8.5	20km, 5km 2km	1日/6時間/1か月 1時間	無	力学的	気温(最低、最高、平均)、降水、日射量、 風速、湿度、積雪、積雪水量
2	大気	過去 RCP2.6 RCP8.5	5km, 2km	日、月、年	無	力学的	気温(最低、最高、平均、階級別日数)、降 水(降水量、階級別日数等)、積雪・降雪
3	大気	過去 RCP2.6 RCP4.5 RCP6.0 RCP8.5	60km 20km	1日/6時間/1か月 1時間	無	力学的	気温(最低、最高、平均)、降水、日射量、 風速、湿度、積雪、積雪水量
4	大気	過去 RCP2.6 RCP4.5 RCP6.0 RCP8.5	60km 20km	1日/6時間/1か月 1時間	有	力学的	気温(最低、最高、平均)、降水、日射量、 風速、湿度、積雪、積雪水量
5	大気	過去 1.5° 上昇 2° 上昇 4° 上昇	60km 20km	1日/6時間/1か月 1時間	無	力学的	気温(最低、最高、平均)、降水、日射量、 風速 、湿度、積雪、積雪水量
6	大気	過去 2° 上昇 4° 上昇	5km	30分	無	力学的	降水、気温、 風速 、湿度
7	大気	過去 2° 上昇 4° 上昇	5km, 極端事象1km	1時間	無	力学的	気温(最低、最高、平均)、降水、日射量、 風速 、湿度、積雪、積雪水量
8	台風・低気圧	過去 RCP8.5	4km, 1km	1時間	無	力学的	地表面要素(1時間毎): 海面気圧 、降水、 10m 風速
9	台風・低気圧	過去 4° 上昇	60km	6時間	無	力学的	時間、緯度、経度、 中心気圧 、 最大風速
10	台風・低気圧	過去 4° 上昇	20km	6時間	無	力学的	時間、緯度、経路、 中心気圧
11	大気	過去 RCP2.6 RCP8.5	1km	日別値	有	統計的	気温(最低、最高、平均)、降水、日射量、 風速、湿度
12	大気	過去 RCP2.6 RCP8.5	1km	日別値	有	統計的	気温(最低、最高、平均)、降水、日射量、 風速、湿度
13	大気	過去 RCP2.6 RCP8.5	1km	日別値	有	統計的	気温(最低、最高、平均)、降水、日射量、 風速、湿度、長波放射
14	海洋	過去 RCP2.6 RCP8.5	2km 10km	日または時間平均 月または日平均	有	力学的	海水温、海流、 海面水位 、植物プランクトン 量、動物プランクトン量、栄養塩、酸性度
15	海洋	過去 RCP2.6 RCP8.5	6km, 15km, 60km	1時間	無	力学的	波高 、 周期 、 波向

気候予測データセット 2022 関係図



記号	意味
▼	上のデータから下のデータに向けてダウンスケーリングしたことを示す
DDS	力学的ダウンスケーリング
SDS	統計的ダウンスケーリング (バイアス補正を含む)
解析	バイアス補正や台風トラック、低気圧の抽出等、データを解析したことを示す

図 2-3.6 データセット 2022 の関係概観図

出典：気候予測データセット 2022 解説書、p.1-41