

# 新しい資源評価について (摘要)



1. 我が国における新しい資源評価
2. 最大持続生産量 (MSY) の求め方
3. 漁獲管理規則の提案と合意

\* 一部、ヒラメ太平洋北部系群の事例を用いて説明

# 1. 我が国における新しい資源評価 (1/3)

## – 基本的考え方 –



### 最大持続生産量による管理目標の導入 (政策)

(1) 最大持続生産量 (MSY) はいくらか？

\* 基本は、漁獲量の最大化を目指す

研究者

(2) 最大持続生産量を得るための漁獲圧 (Fmsy)

\* 資源の何割を漁獲すると達成できるか？

→ **ここは漁業活動で制御 (適正か?)**

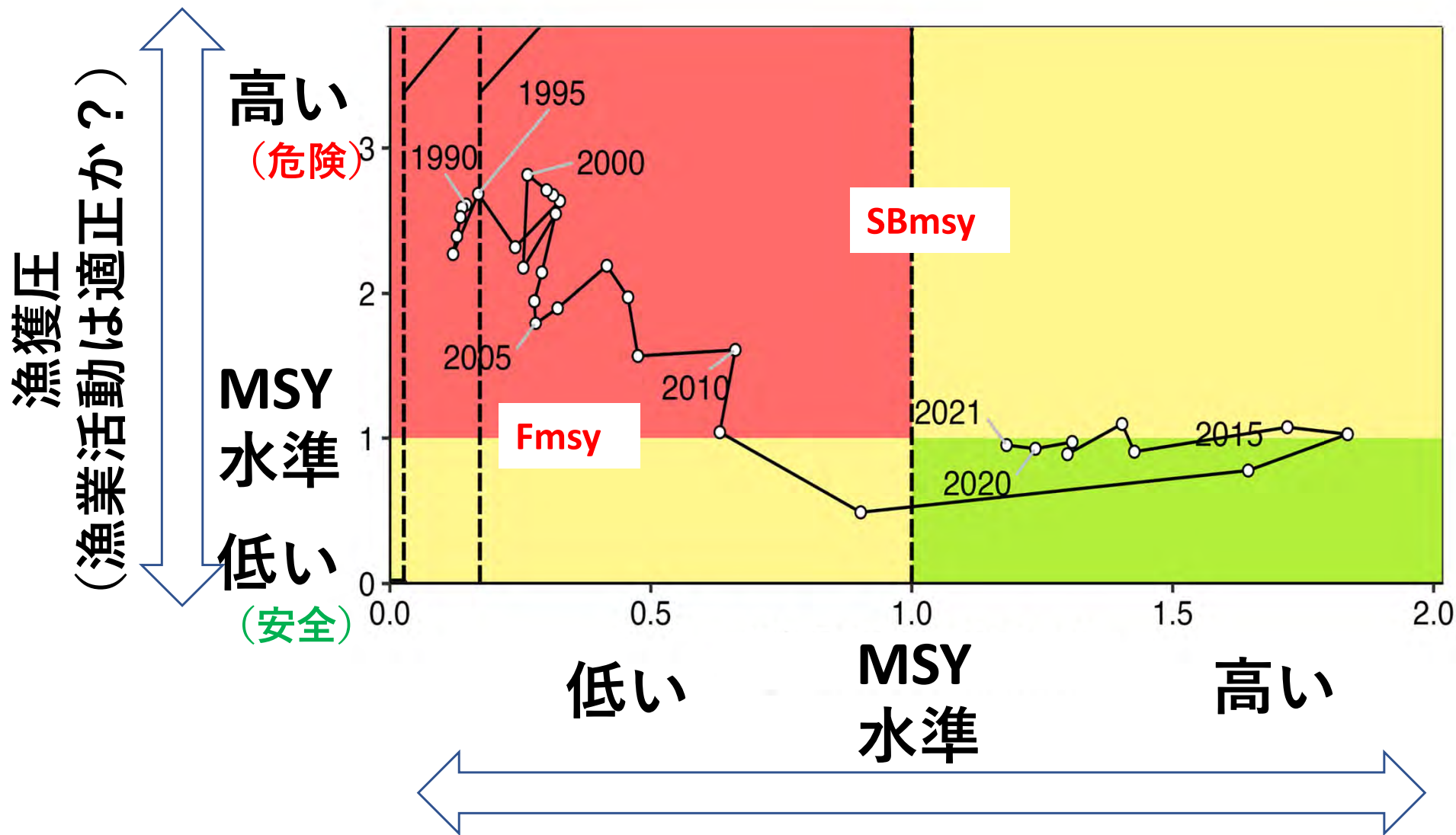
(3) 漁獲量が最大になる親魚量 (SBmsy) の確保

\* どれくらい親魚量が残るか？ 残すことが必要か？

→ **ここが資源状況の指標 (管理目標)**

# 1. 我が国における新しい資源評価 (2/3)

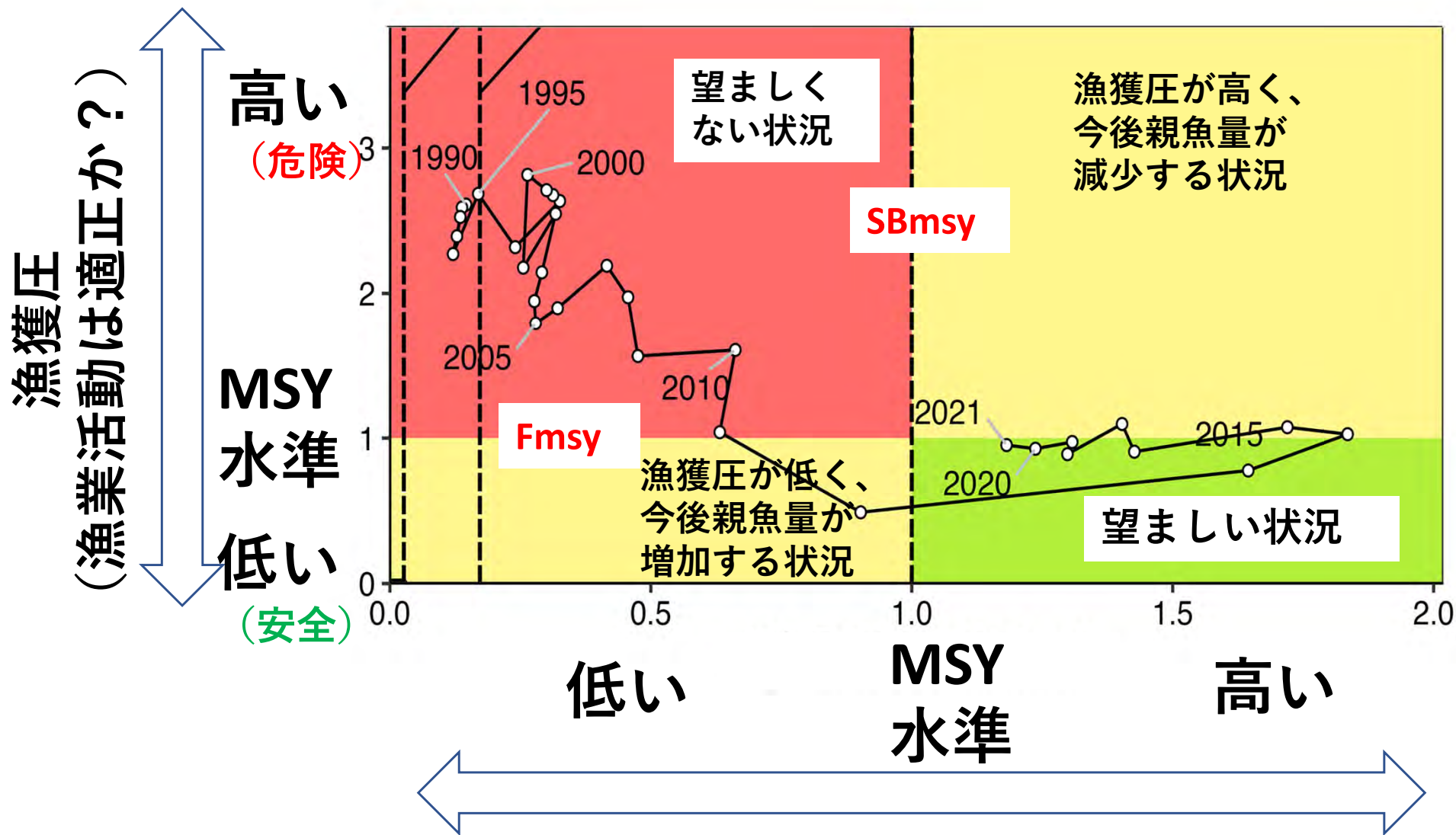
## - KOBEプロットによる2軸評価 -



注：ヒラメ太平洋北部系群の事例

# 1. 我が国における新しい資源評価 (3/3)

## — KOBEプロットによる2軸評価 —



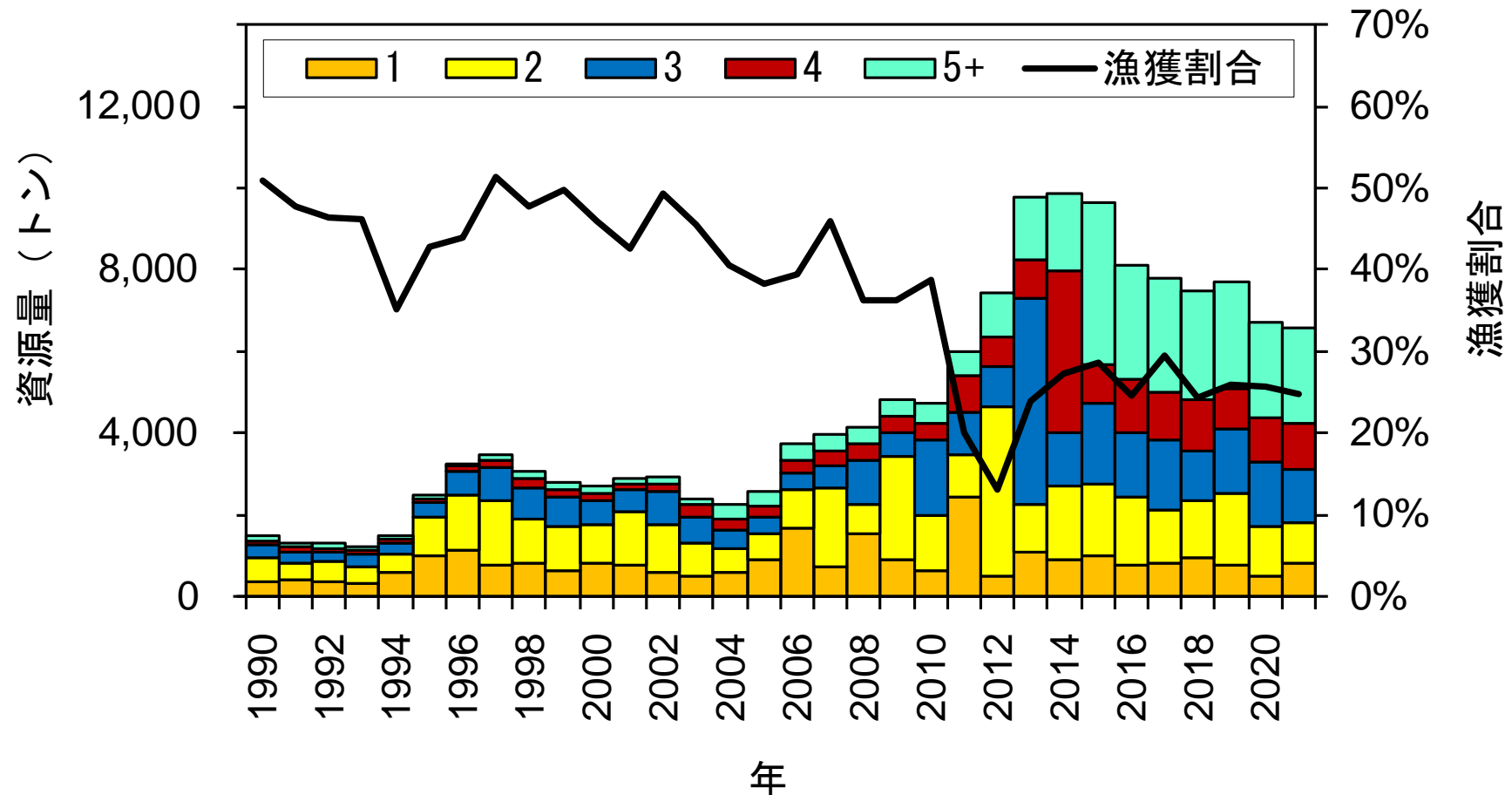
注：ヒラメ太平洋北部系群の事例

## 2. 最大持続生産量MSYの求め方 (1/3)

### — 加入量と親魚量の推定 —



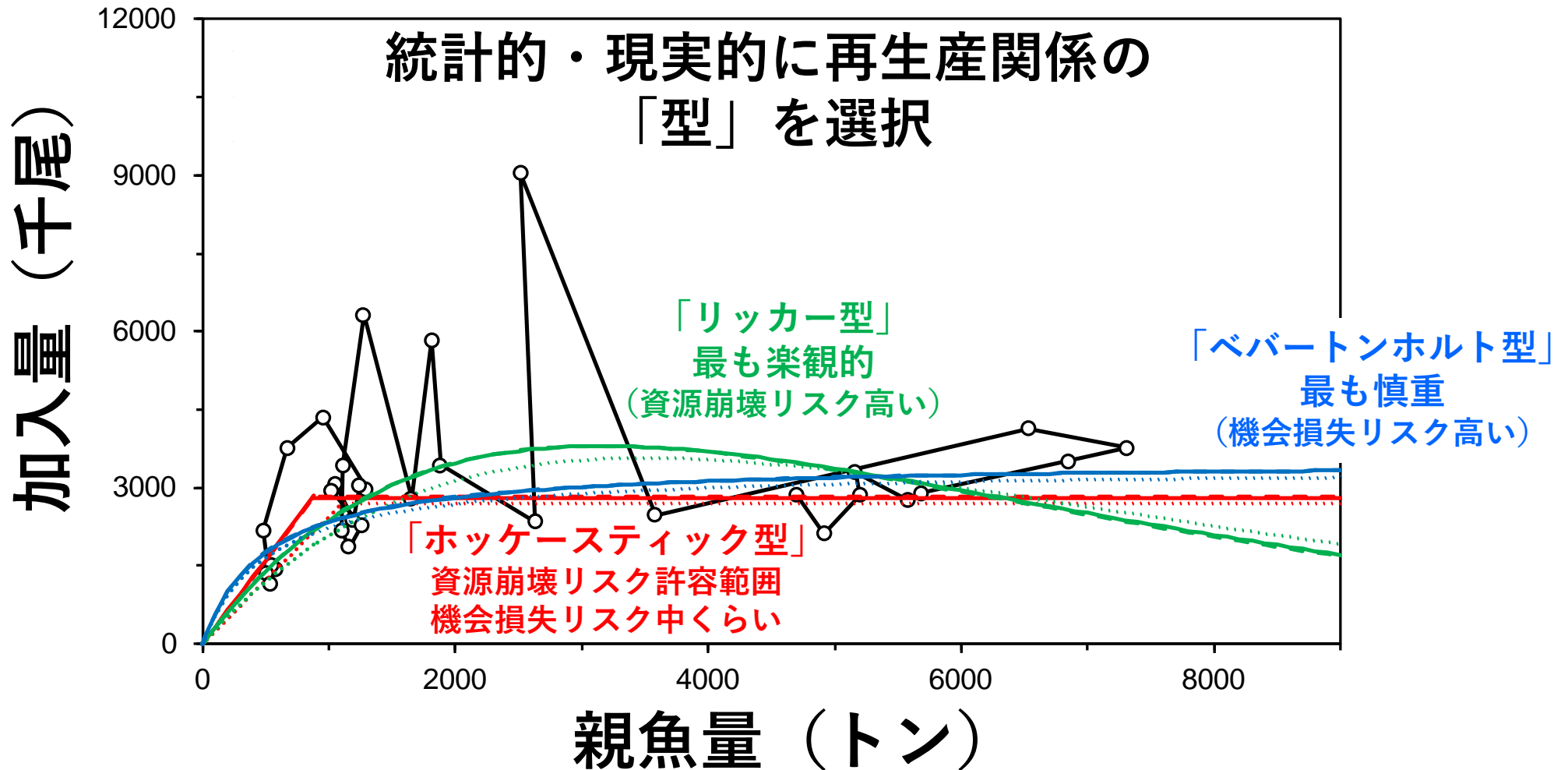
資源量の推定結果から、加入量と親魚量を計算  
 (1歳魚を加入量、2~3歳以上の成熟魚を親魚量)



注：ヒラメ太平洋北部系群の事例

## 2. 最大持続生産量MSYの求め方 (2/3)

### — 再生産関係の選択・推定 —



注：ヒラメ太平洋北部系群の事例

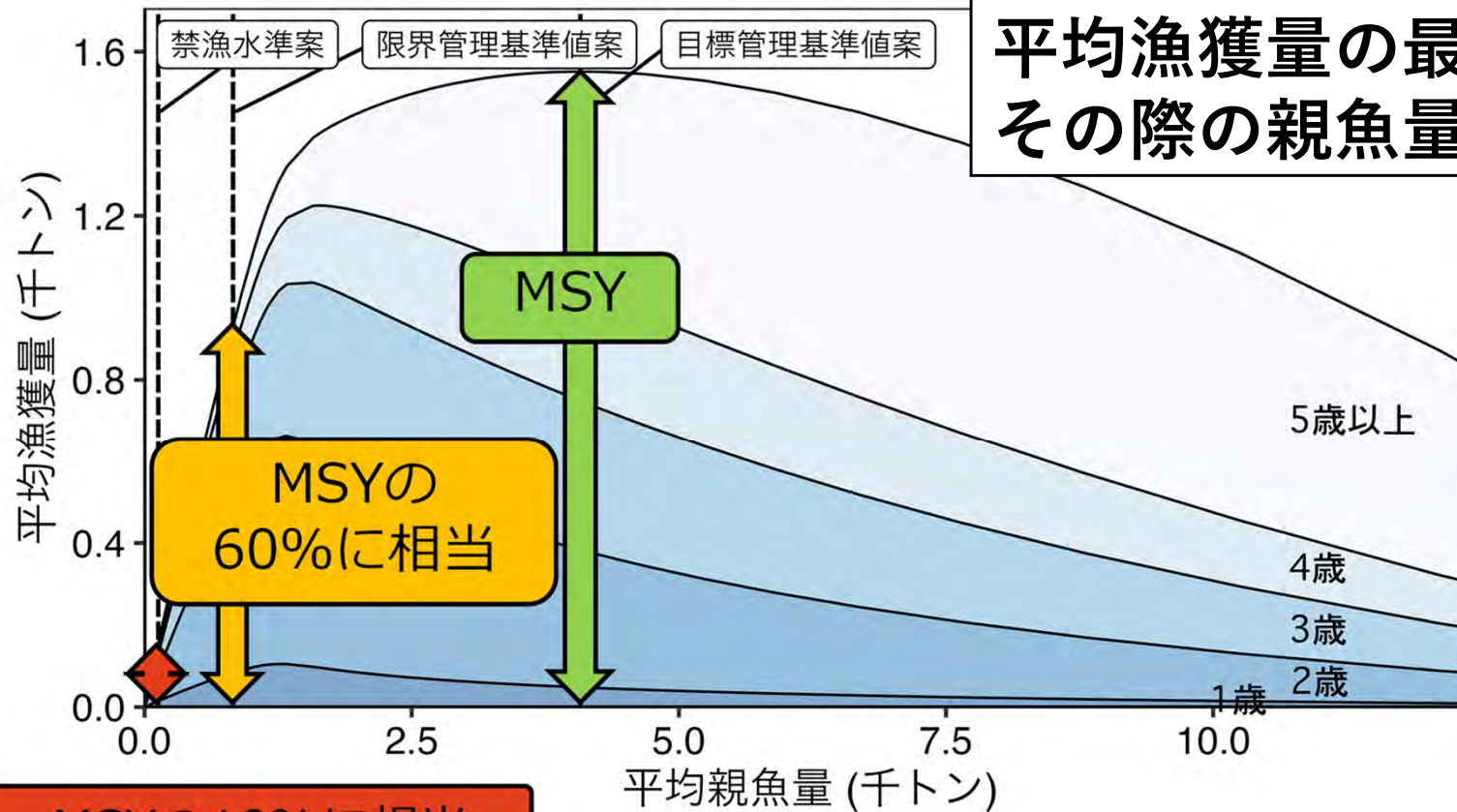


## 2. 最大持続生産量MSYの求め方 (3/3)

### — 漁獲量と親魚量の関係 —

様々な漁獲圧でシミュレーションし、  
平均漁獲量・平均親魚量を計算

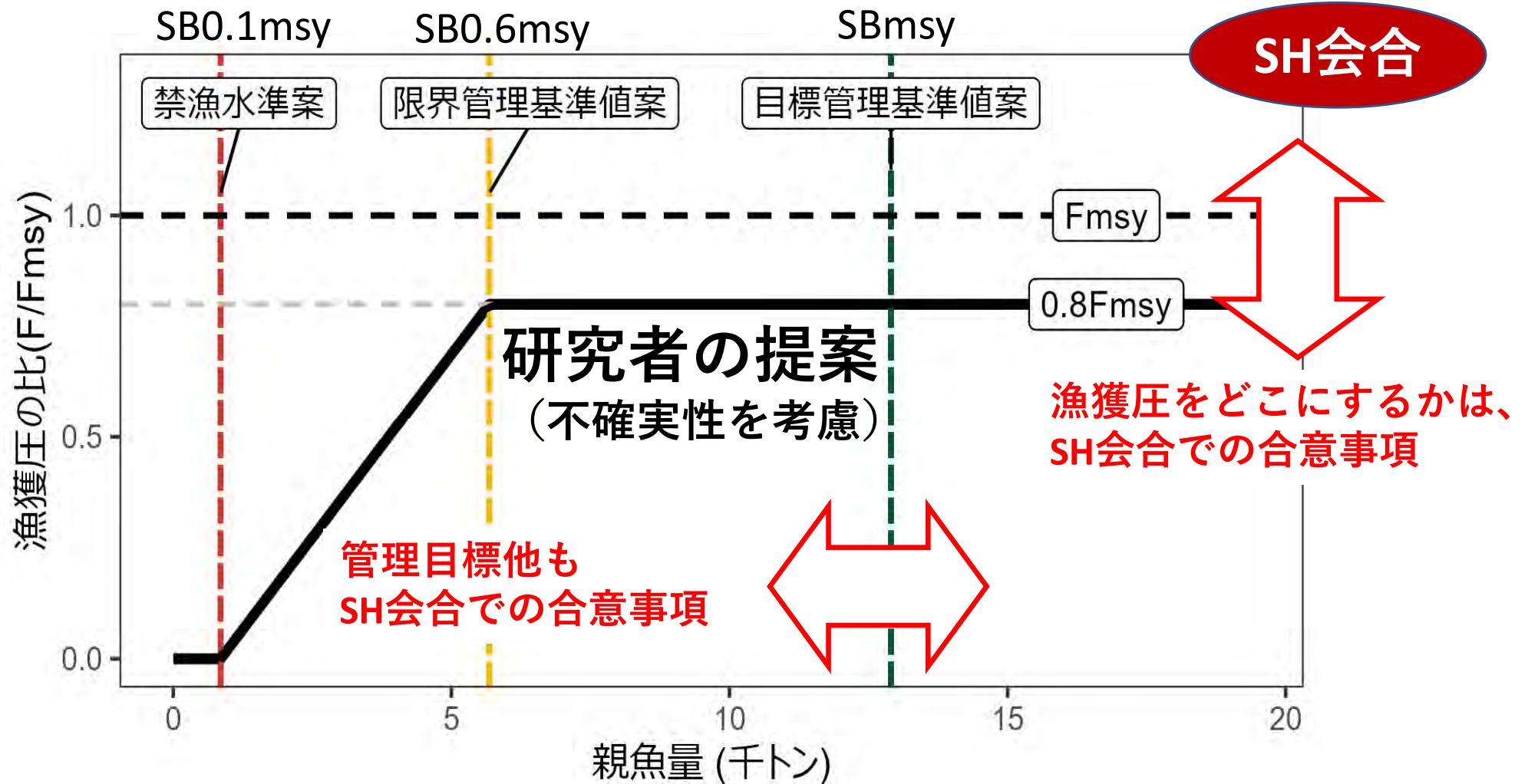
平均漁獲量の最大値がMSY,  
その際の親魚量がSBmsy



最大持続生産量 (MSY) を基準  
とした研究者からの目標の提案

# 3. 漁獲管理規則の提案と合意 (1/5)

## — 研究者提案とSH会合での合意 —

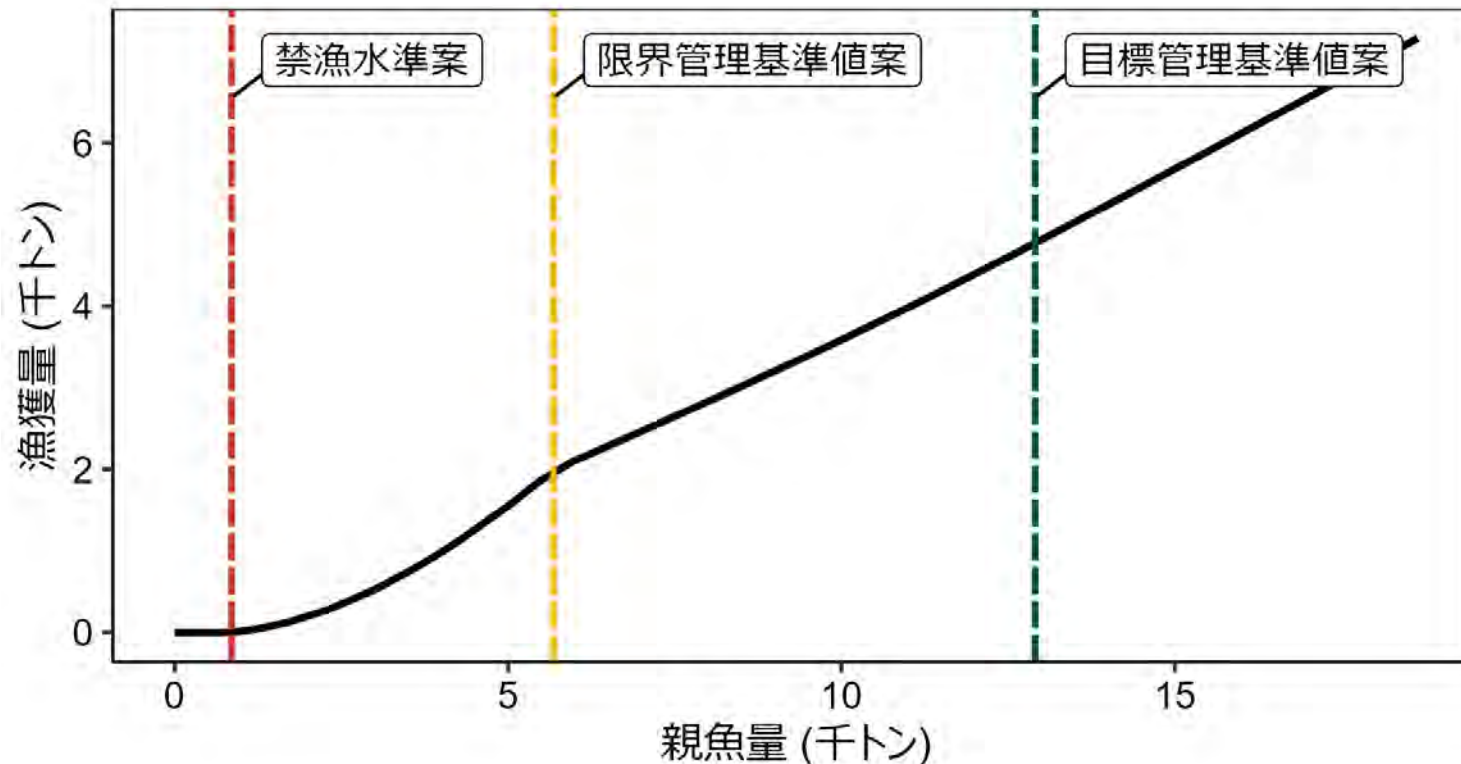


漁獲管理規則は研究者の提案をもとに  
管理方針検討会 (SH会合) で検討・合意する



### 3. 漁獲管理規則の提案と合意 (2/5)

#### — 毎年のABC算定 —



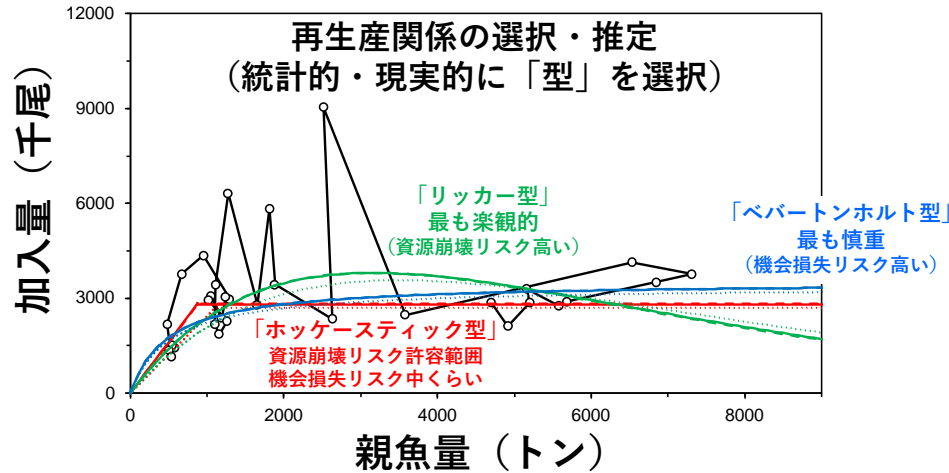
漁獲管理規則が決まれば、その後の資源評価結果  
(資源量) をもとに毎年のABCが算定される

実際には  $ABC = \text{資源量 (トン)} \times \text{漁獲割合 (\%)}$

\* 資源量が多ければ同じ漁獲割合でもABCは多くなる

# 3. 漁獲管理規則の提案と合意 (3/5)

## — 不確実性を考慮した将来予測 —

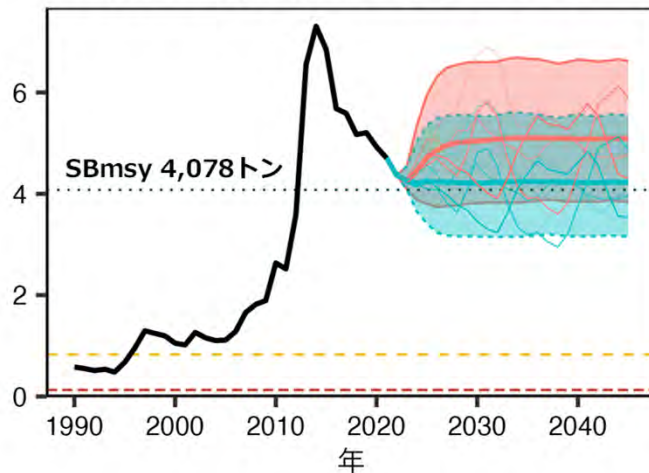


再生産関係の不確実性を  
用いて将来予測を行う

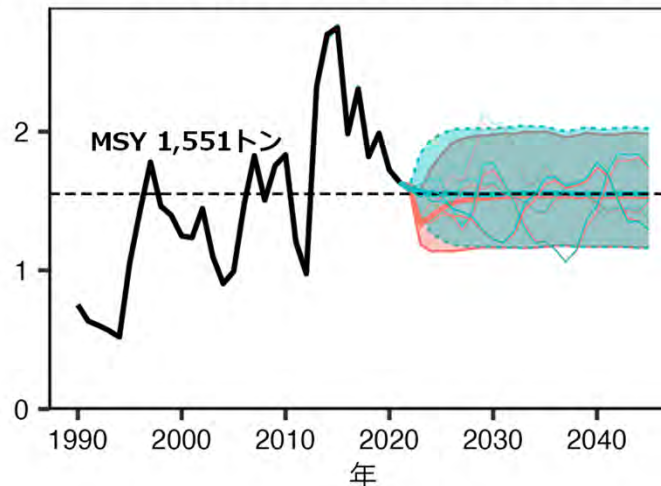
**\* 提案する漁獲シナリオ**

**\* 現状の漁獲圧**

将来の親魚量 (千トン)



将来の漁獲量 (千トン)



- 漁獲管理規則案に基づく将来予測 (β=0.8の場合)
- 現状の漁獲圧に基づく将来予測
- 実線は予測結果の平均値を、網掛けは予測結果 (1万回のシミュレーションを試行) の90%が含まれる範囲を示す。
- MSY
- ..... 目標管理基準値案
- - - - 限界管理基準値案
- - - - 禁漁水準案

### 3. 漁獲管理規則の提案と合意 (4/5)

#### — 不確実性を考慮した将来予測 —



表1. 将来の平均親魚量 (千トン)

$\beta$	2033年に親魚量が目標管理基準値案 (4,078トン) を上回る確率													
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
1	4.7	4.4	4.3	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	46%
0.9	4.7	4.4	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	71%
0.8	4.7	4.4	4.3	4.5	4.7	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	89%
0.7	4.7	4.4	4.3	4.6	5.0	5.3	5.5	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	98%
現状の漁獲圧	4.7	4.4	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	54%

水産庁の資源管理基本方針では、管理開始10年後に目標管理基準値を50%以上の確率で上回ることが求められている。

\* 管理開始10年後の目標管理基準値の達成確率が候補となる各漁獲管理規則を評価するポイントの一つとなっている。

### 3. 漁獲管理規則の提案と合意 (4/5)

#### — 不確実性を考慮した将来予測 —



表2. 将来の平均漁獲量 (千トン)

$\beta$	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1.0	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5
0.9	1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5
0.8	1.2	1.2	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4
0.7	1.2	1.2	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4
現状の漁獲圧	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5

合意された漁獲シナリオによるTAC対象年の漁獲量がABC

\* TAC対象年以降の漁獲量も表中に示されているが、その後の毎年の資源評価結果をもとに値は更新される

# 新しい資源評価について（摘要）

## 1. 我が国における新しい資源評価

最大持続生産量（MSY）を達成する漁獲圧（ $F_{msy}$ ）とその際の親魚量（ $SB_{msy}$ ）を基準に2軸評価

## 2. 最大持続生産量（MSY）の求め方

選択・推定した再生産関係をもとに様々な漁獲圧でシミュレーション、その結果の平均漁獲量の最大値

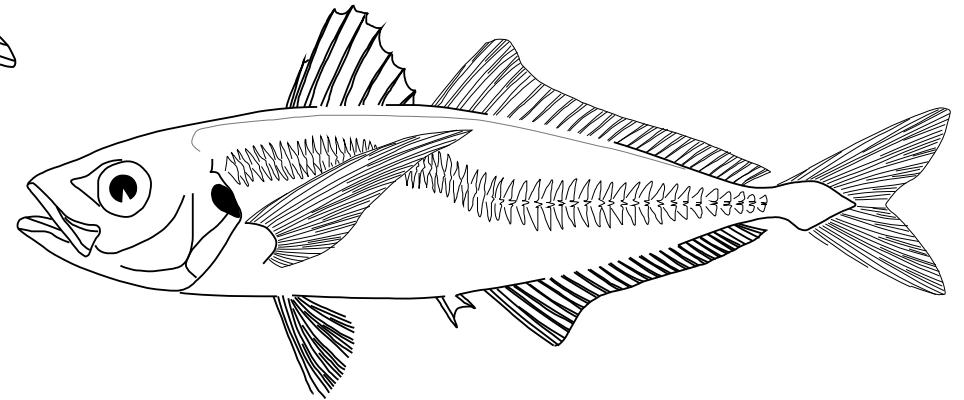
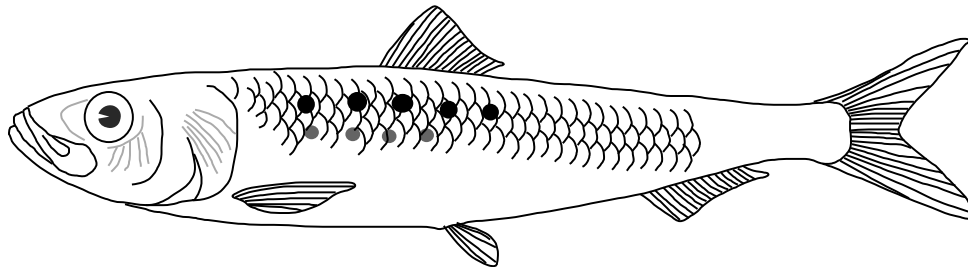
## 3. 漁獲管理規則の提案と合意

MSY基準と資源評価の不確実性ををもとに研究者が提案、さらにSH会合で検討・合意して決まる





# 新たな資源評価について



国立研究開発法人 水産研究・教育機構

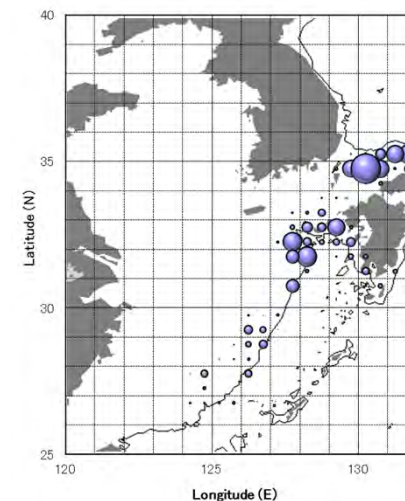
# 内容



- 
- 1. 資源評価とは？**
  - 2. 資源管理目標等を導入した「新たな資源評価」について**
    - 2-1. 資源管理目標の提案**
    - 2-2. 資源状態についての新しい表示方法**
    - 2-3. 新しい漁獲管理規則の提案と、そのもとでの将来予測**
    - 2-4. 再生産関係が利用できない資源への対応**

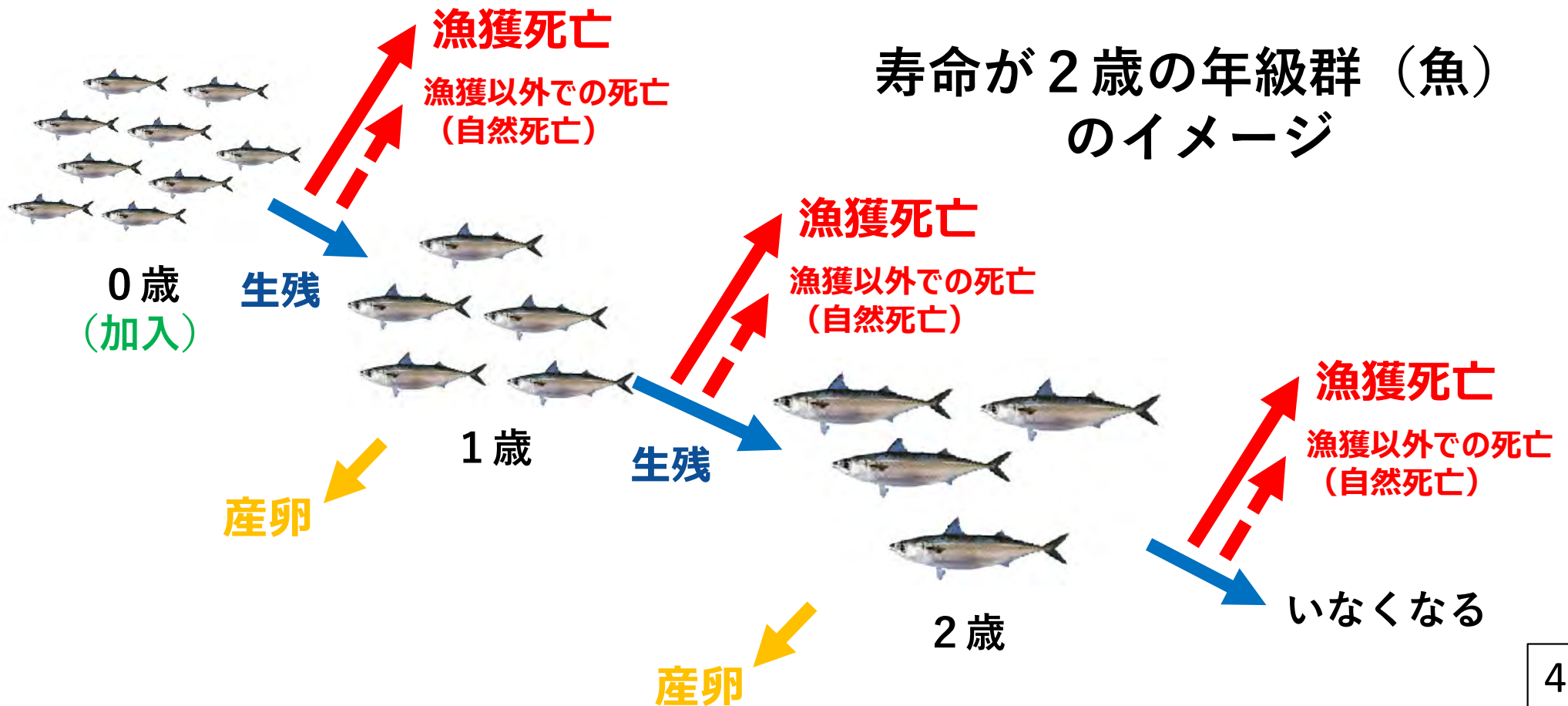
# 1. 資源評価とは？

## 資源評価の流れ



## 年級群

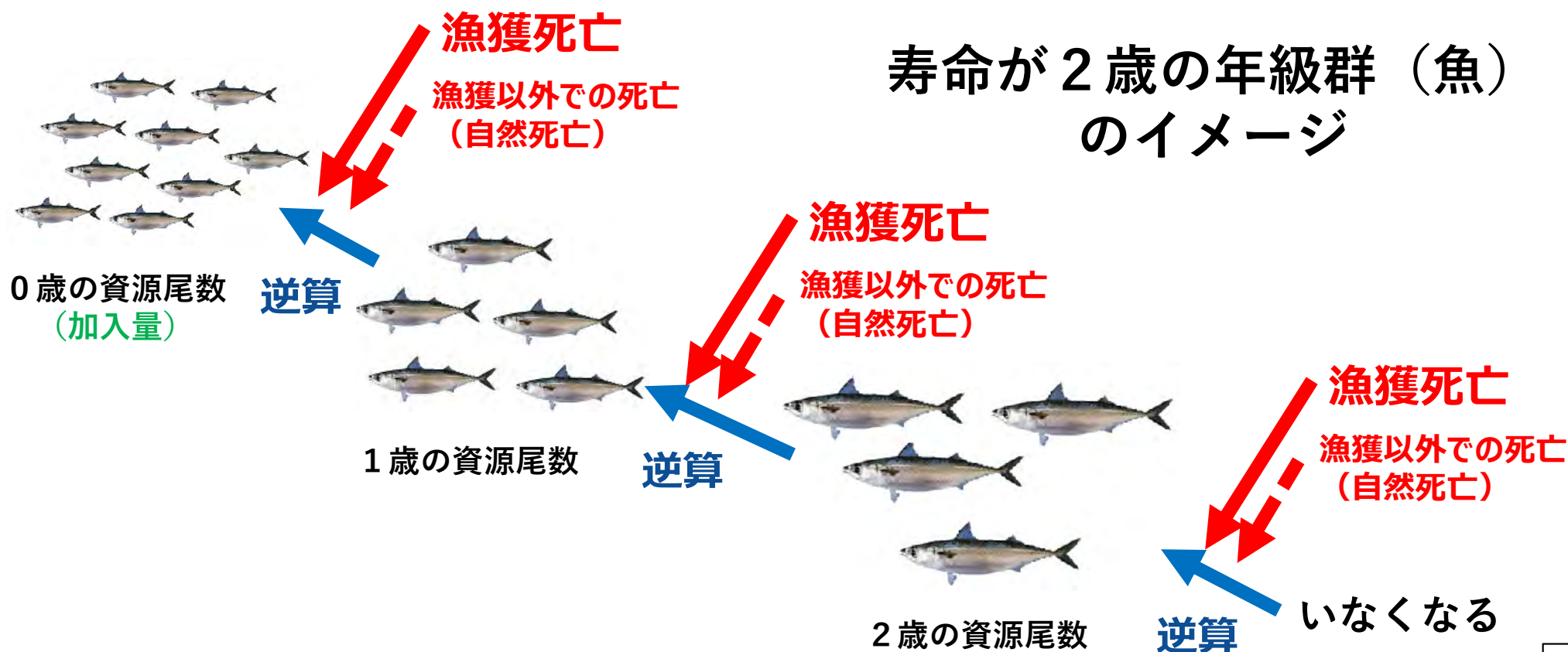
- 年級群（コホート）とは、同じ年に生まれた個体全体のこと、年を取るごとに死亡により数を減らしていき、最終的にはいなくなる。
- 魚の死亡要因には、漁獲による死亡（漁獲死亡）と漁獲以外による死亡（自然死亡）がある。
- 自然死亡には、寿命、不適な海域への移動、被食などによる死亡が含まれる。





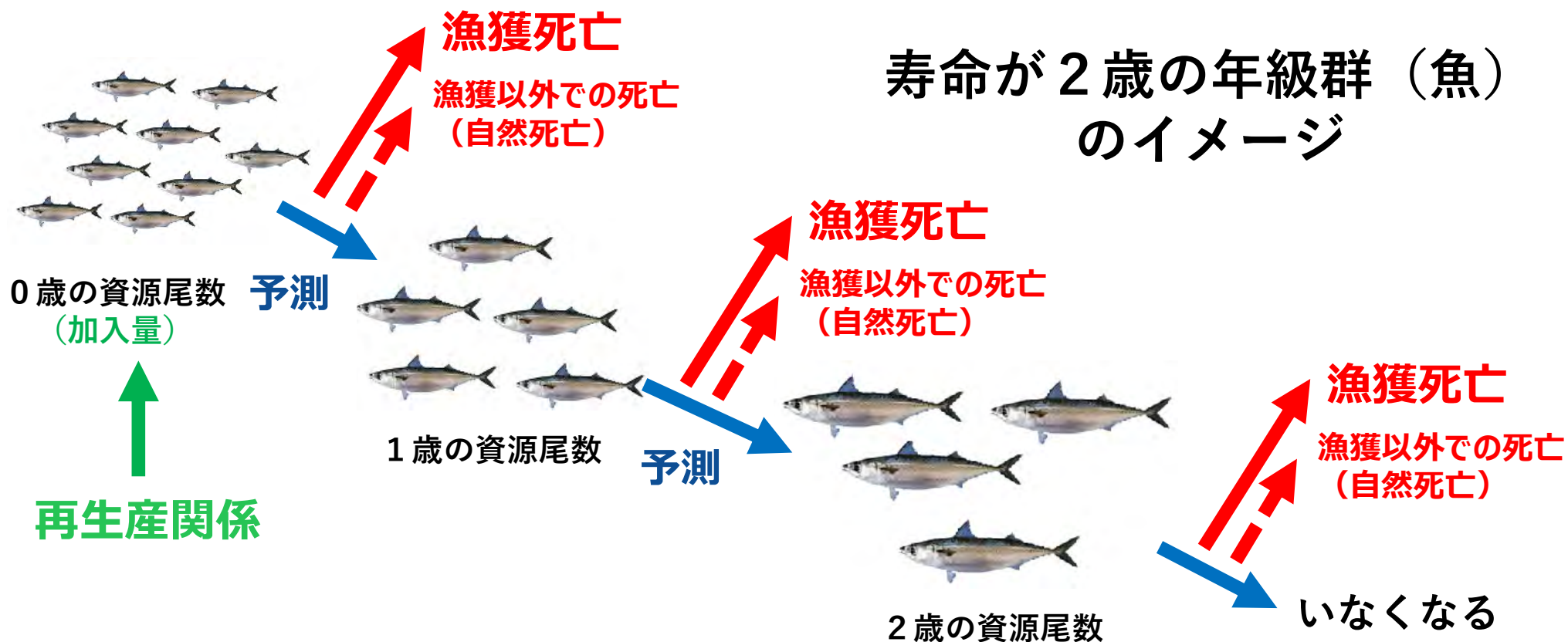
## 資源量推定（コホート解析）

- 各年級群について、各年齢における漁獲尾数（年齢別漁獲尾数）をもとに、高齢から若齢に向けて、各年齢における資源尾数を逆算的に推定する（コホート解析、高齢までのデータがそろっているほうが推定精度は良くなる）。
- 自然死亡の強さ（各年齢で何割の魚が自然死亡により死ぬのか）については、寿命などにに基づき仮定する。
- 各年齢の資源尾数に各年齢における体重を乗じることによって重量に変換する。



## 将来予測 (シミュレーション)

- 各年級群について、漁獲死亡の強さ（漁獲圧：各年齢で何割の魚が漁獲死亡により死ぬのか）を仮定した上で、若齢から高齢に向けて、各年齢における資源尾数を前進的に予測する。
- 各年級群の加入量については、再生産関係（どの程度の親がいれば、どの程度の加入量が期待できるのか）に基づき親魚量から予測する。

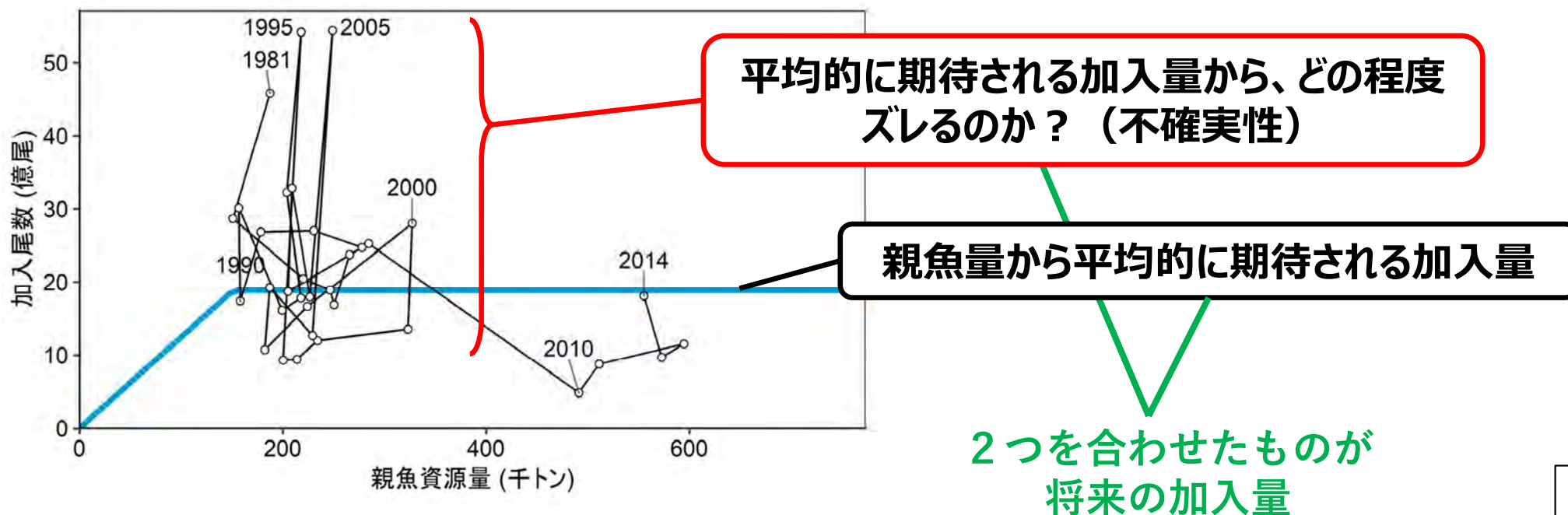




## 再生産関係

- 将来予測において、各年級群の加入量は再生産関係に基づき予測する。
- 再生産関係は、ベバートン・ホルト型、リッカー型、ホッケースティック型の中から最適なものを選択する。
- 再生産関係に基づき親魚量から平均的に期待される尾数に、不確実性によるズレを考慮して加入量とする。
- 将来の具体的なズレは不明のため、様々なパターンのズレを想定したシミュレーションを実施する。

### ホッカー・スティック型の再生産関係の例



# 資源評価のイメージ

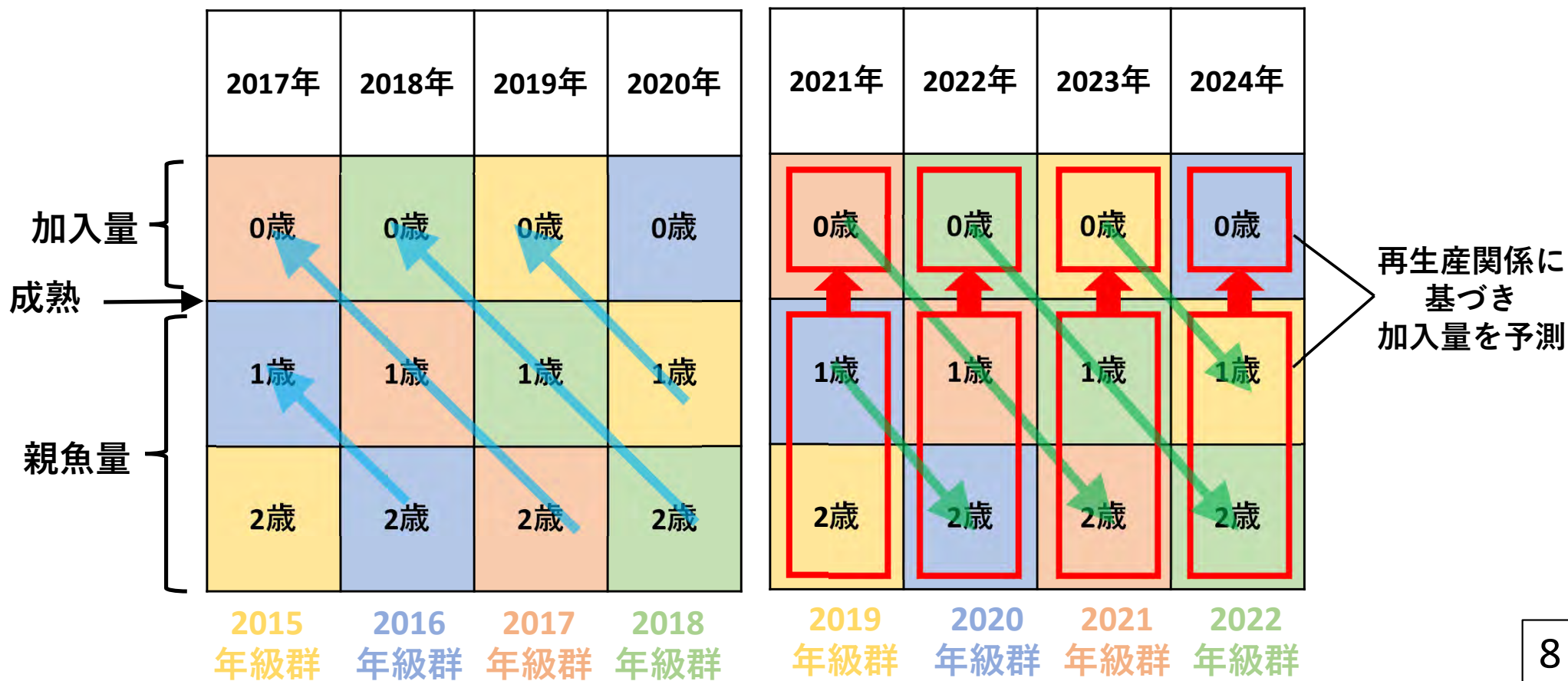
## 寿命が2歳の魚のイメージ

→ : 高齢から若齢に向けての資源量推定

→ : 若齢から高齢に向けての将来予測

資源量推定

将来予測



## 2. 資源管理目標等を導入した「新たな資源評価」 について



### 1. 資源管理目標の提案

平均的な最大の漁獲量（MSY：最大持続生産量）を実現する状態を目標と定め、その時の親魚量を算定し**目標管理基準値**として提案。従来から示してきた**Blimit**についても、MSYの考え方と合った**限界管理基準値**として改めて提案。

### 2. 資源状態についての新しい表示方法

MSYを実現する親魚量に対して、**現状の親魚量が多いのか少ないのか**、MSYを実現する漁獲圧に対して、**現状の漁獲圧は強いのか弱いのか**、が一目でわかる**神戸プロット（チャート）**を提示。

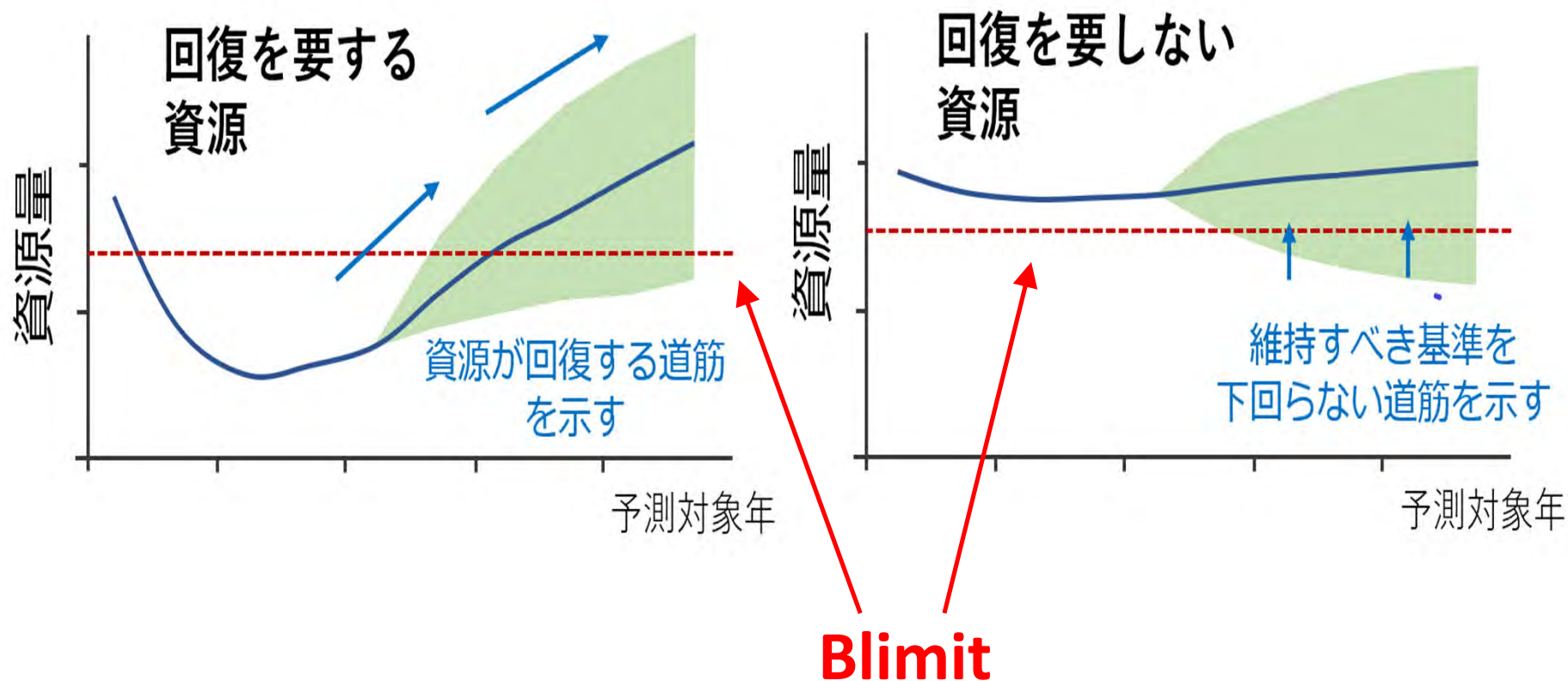
### 3. 新しい漁獲管理規則の提案と、そのもとでの将来予測

資源管理目標と親魚量の関係により**漁獲圧を調整する漁獲管理規則**を提案。  
漁獲管理規則案に基づいて資源利用を続けた場合の将来予測の結果を提示。

### 4. 再生産関係が利用できない資源への対応

「漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針」に従い、資源量指標値から計算される管理基準値案に基づく漁獲管理規則を提案。

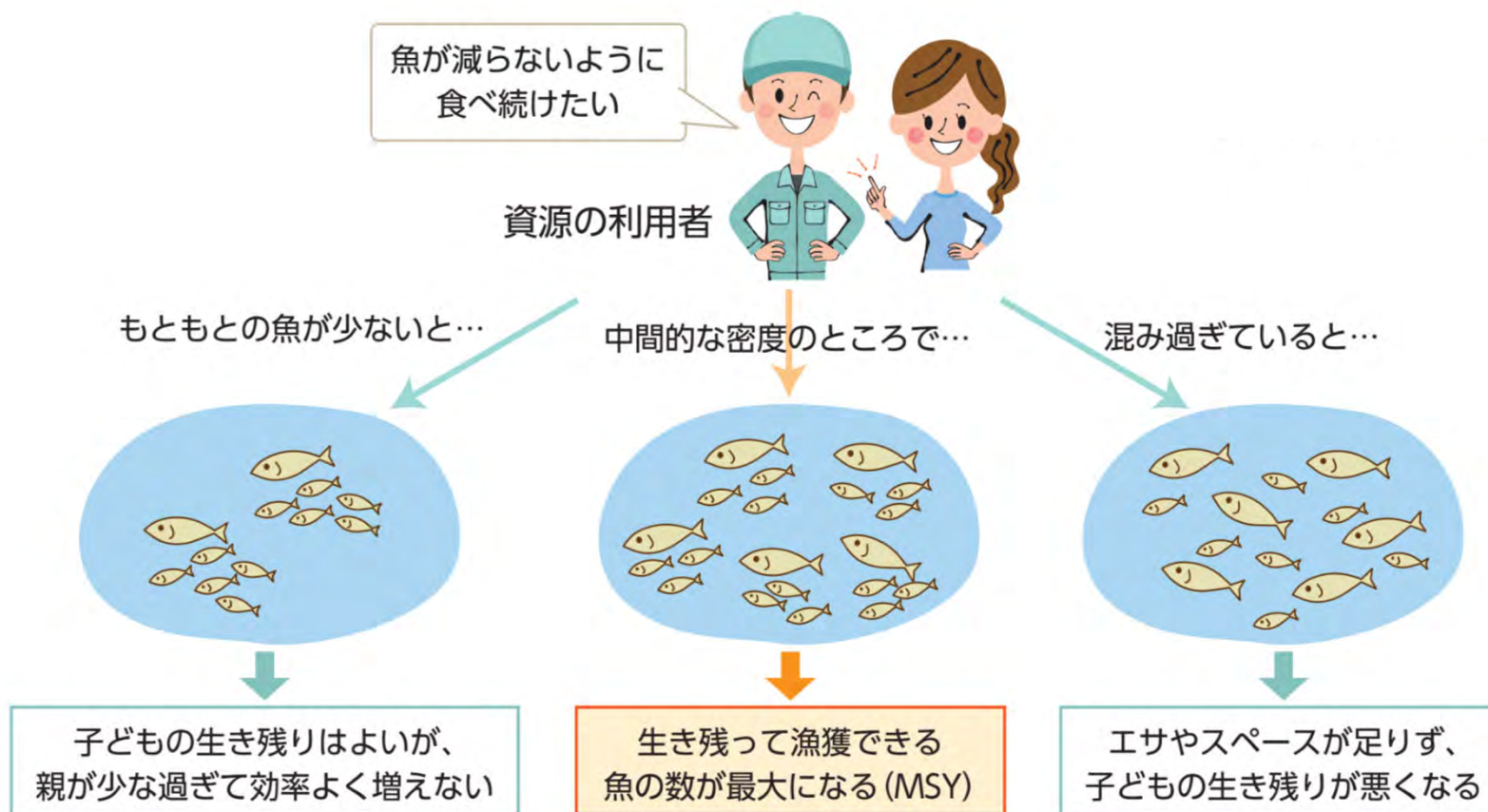
# これまでの資源評価で提案してきた漁獲シナリオ



- 資源回復のための措置を講じる閾値としてBlimitを決め、それ以上への回復および維持を目指す漁獲シナリオを提案してきた。
- Blimitを上回っている資源の目標については決めてこなかったため、資源を効率的に利用できていなかった。

# ～MSYとは？～

- 漁獲によって魚を**適度に間引いた**中間的な密度のところ、平均的な最大の漁獲量（MSY：最大持続生産量）を実現する状態（MSY水準）になると考えられる。
- その時の親魚量を**MSYを実現する親魚量（目標管理基準値案）**とし、その時の間引きの強さを**MSYを実現する漁獲圧**とする。

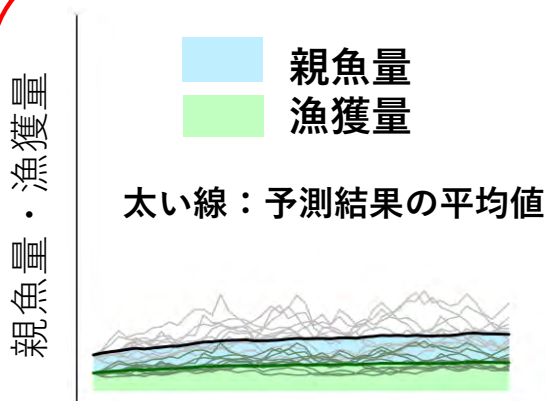




# MSY水準（適度な漁獲圧）の推定

再生産関係に基づき、**将来の平均親魚量や平均漁獲量などの予測**（長期的な将来予測）を、**将来の様々な漁獲圧について、それぞれ実施する。**

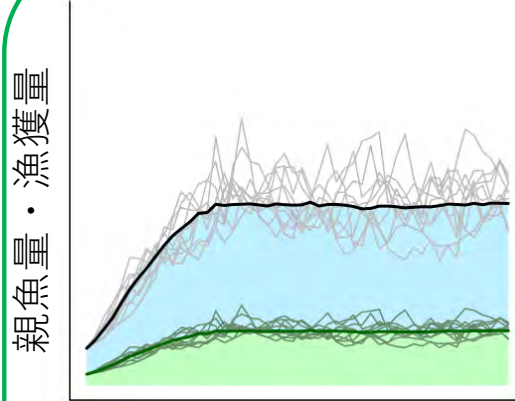
## 高すぎる漁獲圧



将来予測における時間

資源が少なすぎるため、漁獲量も少なくなってしまう。

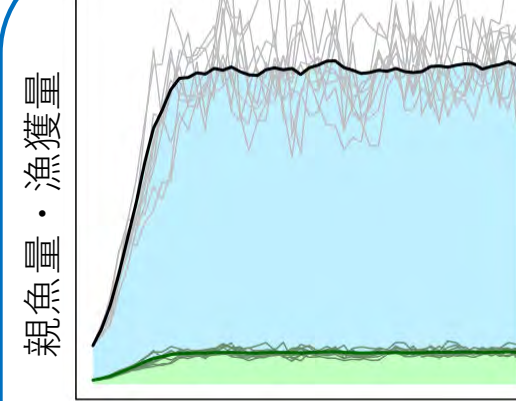
## 適度な漁獲圧



将来予測における時間

資源が適度に増える程度で漁獲することにより、平均的に最大の漁獲量が得られる（MSY水準）。

## 低すぎる漁獲圧



将来予測における時間

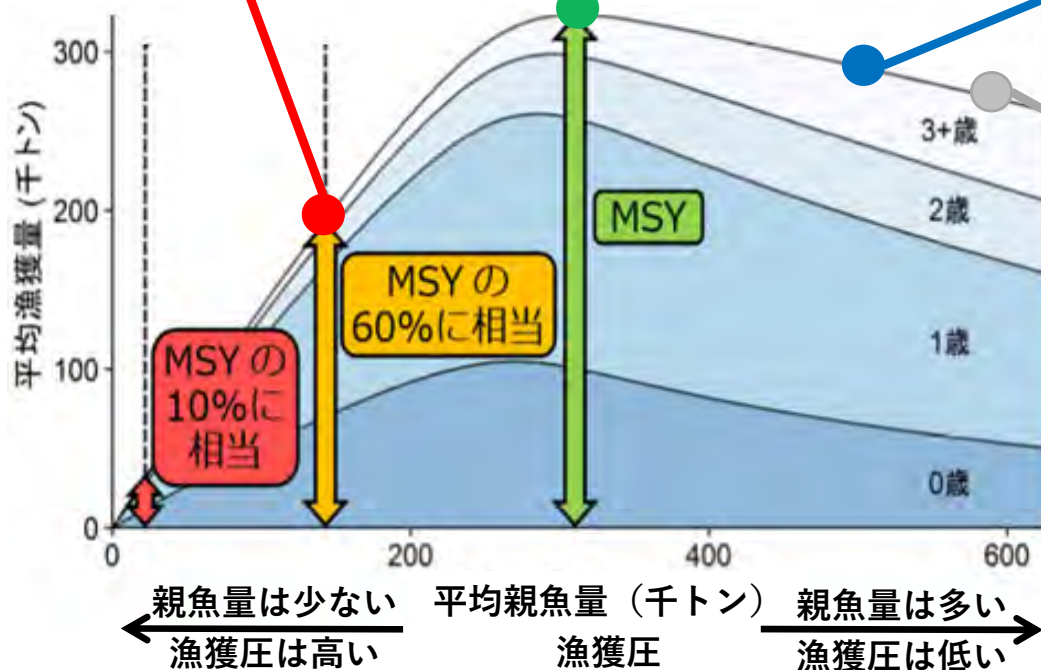
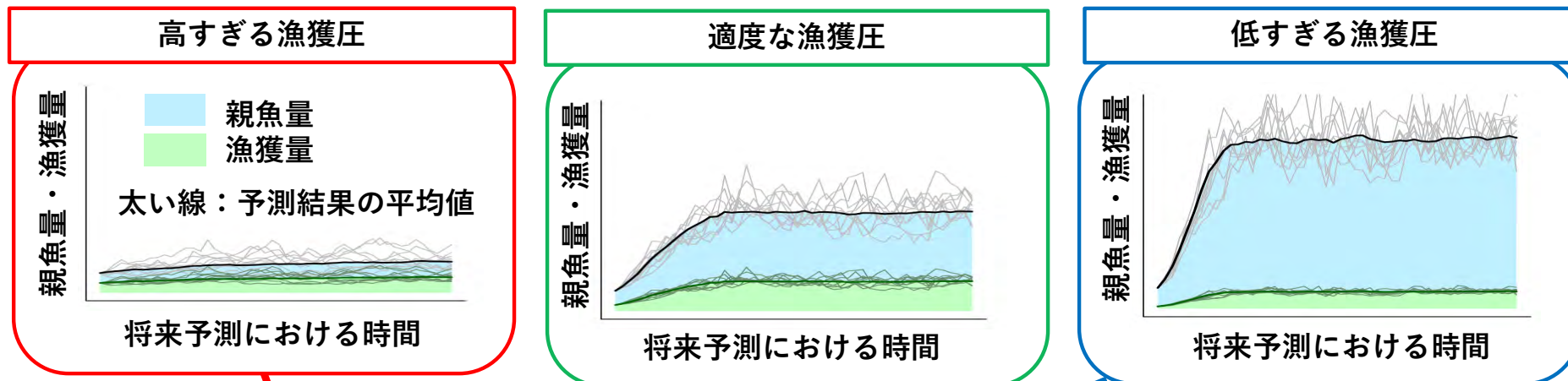
資源は十分に増えているが、漁獲圧が低すぎるために、漁獲量が少なくなってしまう。



## 2-1. 資源管理目標の提案

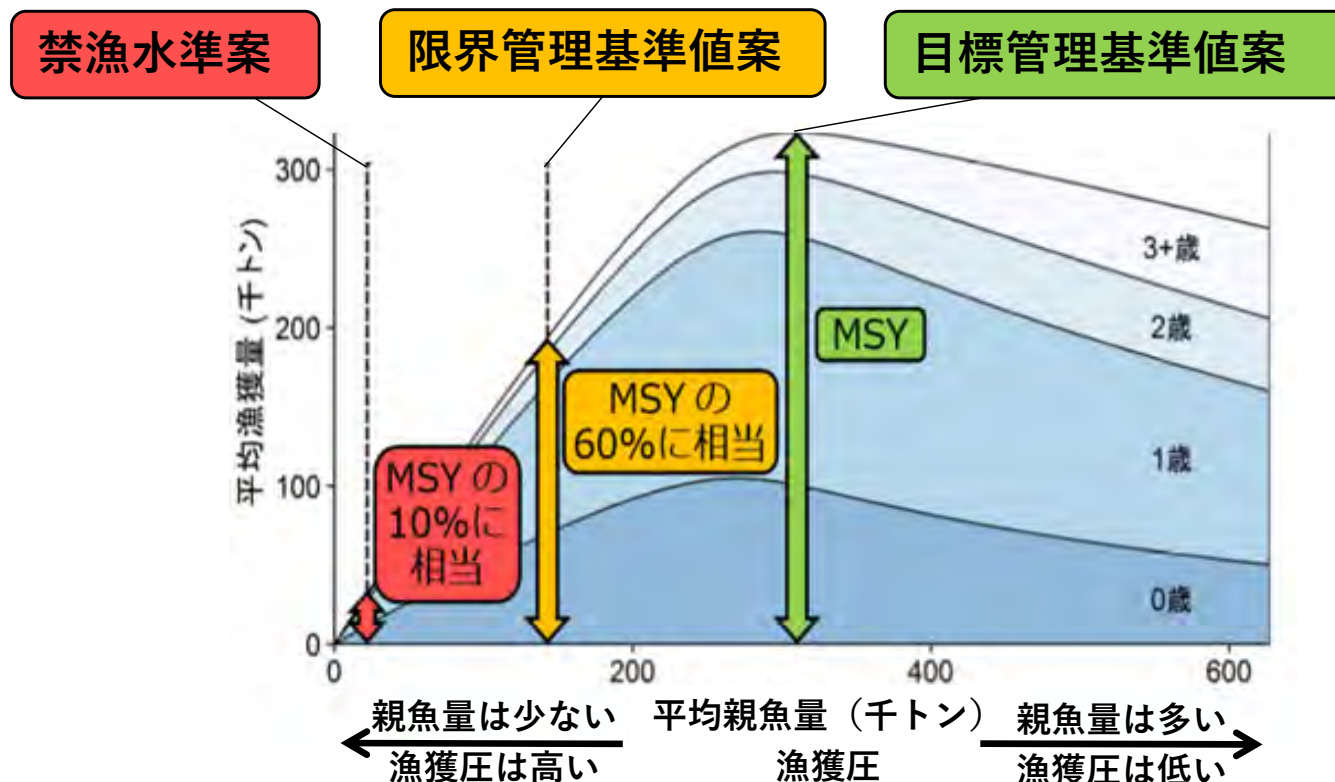
# MSY水準の推定：漁獲量曲線（イメージ図）

様々な漁獲圧のもとでの将来予測において、平均漁獲量が最大になる漁獲圧を探し、その漁獲圧を**MSYを実現する漁獲圧**、最大となる平均漁獲量を**MSY**、MSYに対応する平均親魚量を**MSYを実現する親魚量**とする。



**漁獲量曲線：**  
各漁獲圧のもとでの将来予測において得られた、資源が安定した後の平均親魚量と平均漁獲量の結果を、無数の漁獲圧について示したもの

## 2-1. 資源管理目標の提案 管理基準値案

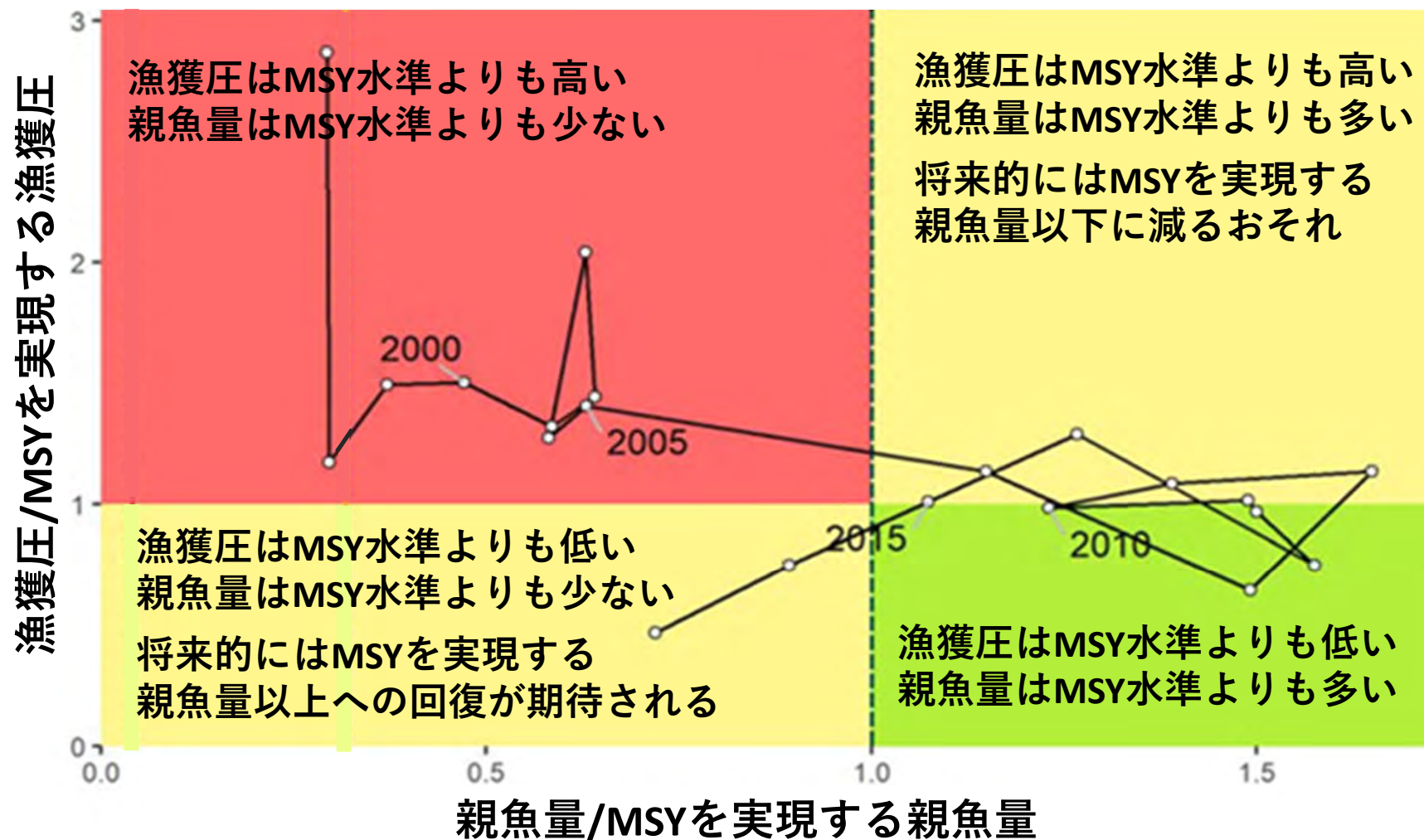


- 目標管理基準値案 (MSYを達成する資源水準の値) :** MSYを実現する親魚量を基本とする。MSYを実現する漁獲圧を $F_{msy}$ とする。
- 限界管理基準値案 (乱かくを未然に防止するための資源水準の値) :** MSYの60%の平均漁獲量が得られる親魚量を基本とする。
- 禁漁水準案 (これを下回った場合には漁獲を0とする資源水準の値) :** MSYの10%の平均漁獲量 that 得られる親魚量を基本とする。

## 2-2. 資源状態についての新しい表示方法

MSY水準（MSYを実現する親魚量、MSYを実現する漁獲圧）に比べて現状はどのような状況にあるのか？

### 神戸プロット（チャート）



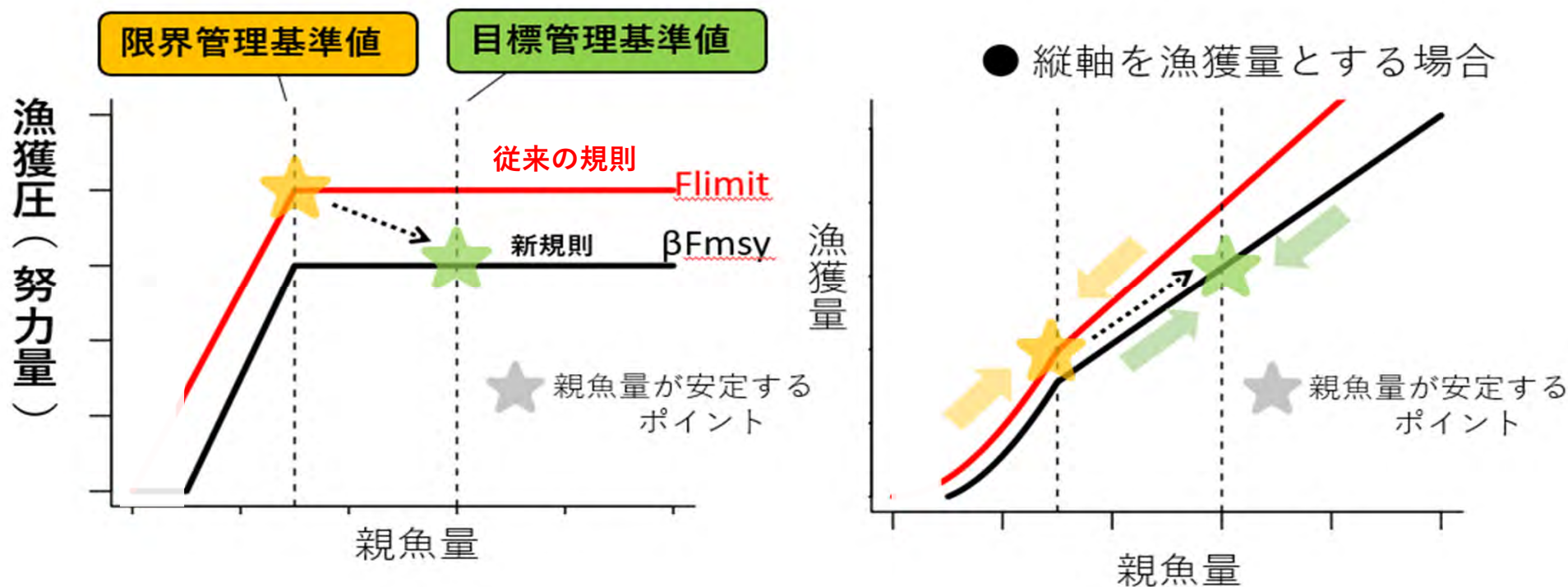
## 2-3. 新しい漁獲管理規則の提案と将来予測

### 漁獲管理規則とは？

- 将来どのような漁獲圧で漁獲するかをあらかじめ定めたルール。
- 資源評価結果の更新にあわせて、その漁獲圧のもとでのABCを毎年算定。
- 管理基準値と漁獲管理規則は定期的に見直す。

### 新しい漁獲管理規則（黒）と従来の規則（赤）との比較

- 資源を効率的に利用することを目指し、将来的に漁獲量を増加させる。
- 限界管理基準値を下回ると回復速度を上げ、禁漁水準への低下を回避する点は同じ。



$F_{limit}$ （限界管理基準値で維持する漁獲圧）

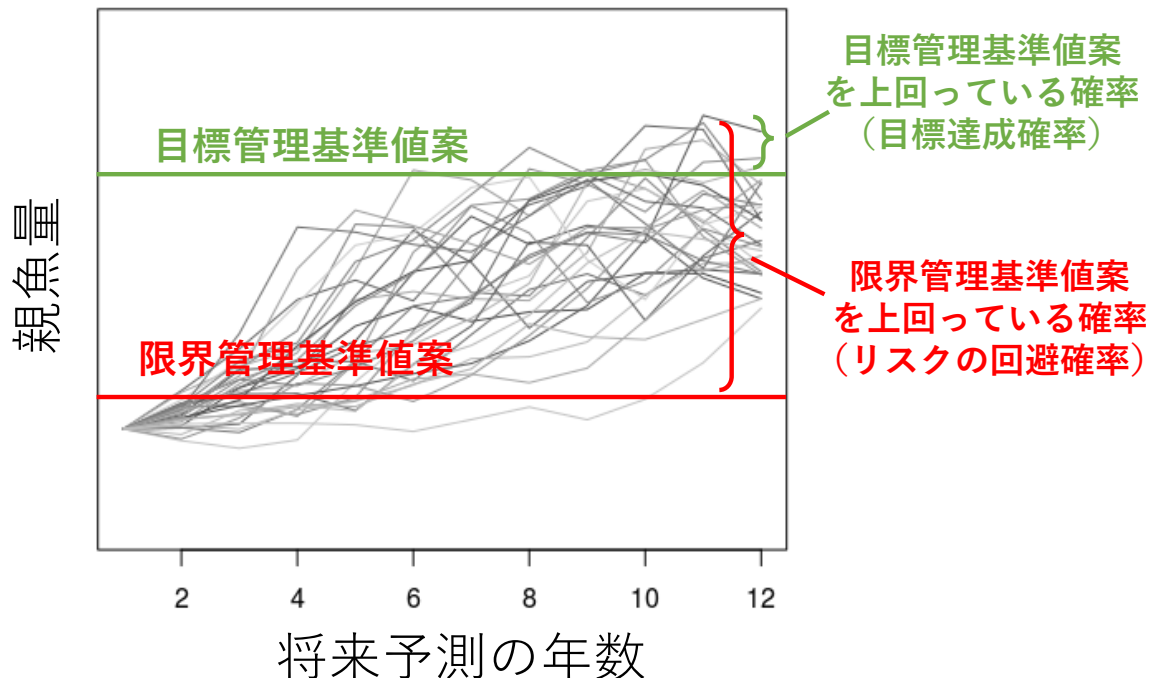
$\beta F_{msy}$ （MSYを実現する漁獲圧に調整係数 $\beta$ を乗じたもの）



# 将来予測のポイント（管理基準値案の達成確率）

- MSYを実現する漁獲圧を基準として、調整係数 $\beta$ を様々に変えた漁獲シナリオにおける確率的な将来予測を実施。
- 目標管理基準値案を上回る確率（目標達成確率）や、限界管理基準値案を上回る確率（リスクの回避確率）を示し、管理目的に適った $\beta$ を選択するための材料を提供。

ある $\beta$ （漁獲シナリオ）における  
将来予測の例



目標達成確率

確率	
$\beta$	2030
1	41
0.9	55
0.8	71
0.7	84
0.6	95
0.5	99
0.4	100
0.3	100
0.2	100
0.1	100
0	100

リスクの  
回避確率

確率	
$\beta$	2030
1	100
0.9	100
0.8	100
0.7	100
0.6	100
0.5	100
0.4	100
0.3	100
0.2	100
0.1	100
0	100

## 2-4. 再生産関係が利用できない資源への対応

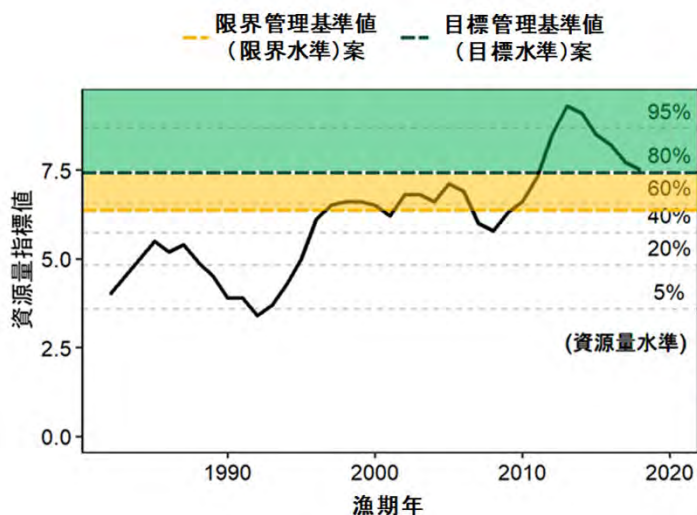


- 再生産関係が不明な場合、長期的な資源の加入変動を考慮した漁獲シナリオが提示できない。また、漁獲圧についても十分な情報がない。
- そのような資源についてもMSYの考え方に基づく管理を行っていくために、**近年の漁獲量と、資源量指標値の状態（歴史的な変動の中での相対的な位置）を考慮して目標資源量水準を目指す漁獲管理規則案（2系ルール）**を提示。
- 考えられる不確実性を考慮したシミュレーションを行い、本規則案は、再生産関係が不明な資源に適用してきた従来のABC算定規則（旧2系ルール）より、資源を持続的に利用し、かつ漁獲量の変動を抑える性能が良いことが確認されている。

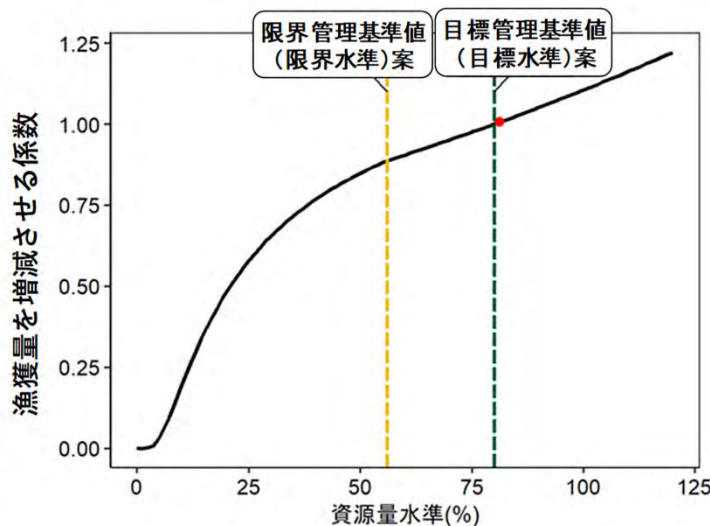


# 2系ルールにおける資源評価の例

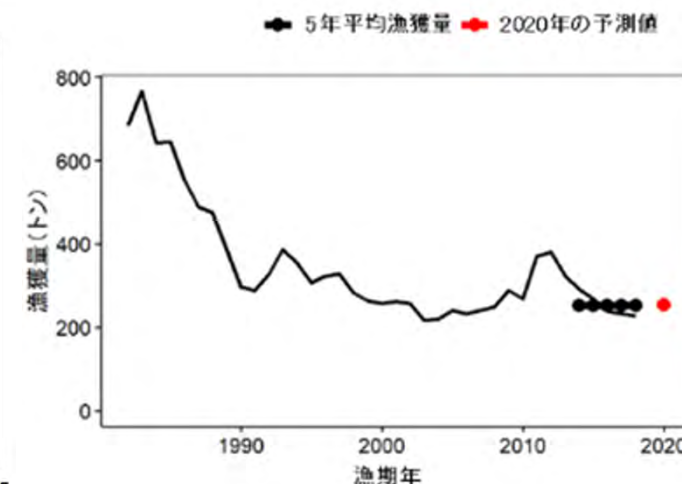
資源量指標値の推移と直近年の水準判断



漁獲管理規則案



漁獲量の推移と算定漁獲量



- 直近年の資源量指標値の水準（資源量水準）に応じて漁獲量を増減させる漁獲管理規則を、①平均資源量は大きく、②平均漁獲量も大きく、③漁獲量変動は小さく、なるようにシミュレーションで決定した。
- 目標管理基準値（目標水準）案は、過去の資源量指標値の範囲の80%水準、限界管理基準値（限界水準）案は、過去の資源量指標値の範囲の56%水準とする。**
- 直近年の資源量水準が、目標水準案より上なら漁獲量を増加させ、目標水準案より下なら漁獲量を減少させるとともに、限界水準案より下の場合には、漁獲量の減らし方を激しくする。
- 直近5年の平均漁獲量に、漁獲管理規則案に基づいて求めた「**漁獲量を増減させる係数**」を乗じた値が算定漁獲量となる。