

# 資源管理研修(初級)

# 資源管理研修(初級)

## 日本と世界の水産資源の現状と 資源管理の目的

市野川 桃子

中央水産研究所 資源管理研究センター

# 本発表の流れ

1. 世界の水産資源は減っているか？
2. いろいろな資源評価手法
3. いろいろな資源管理手法
4. 日本の水産資源評価・管理・現状

# 1. 世界の水産資源は減っているか？



## 2048年までに食卓から魚が消滅

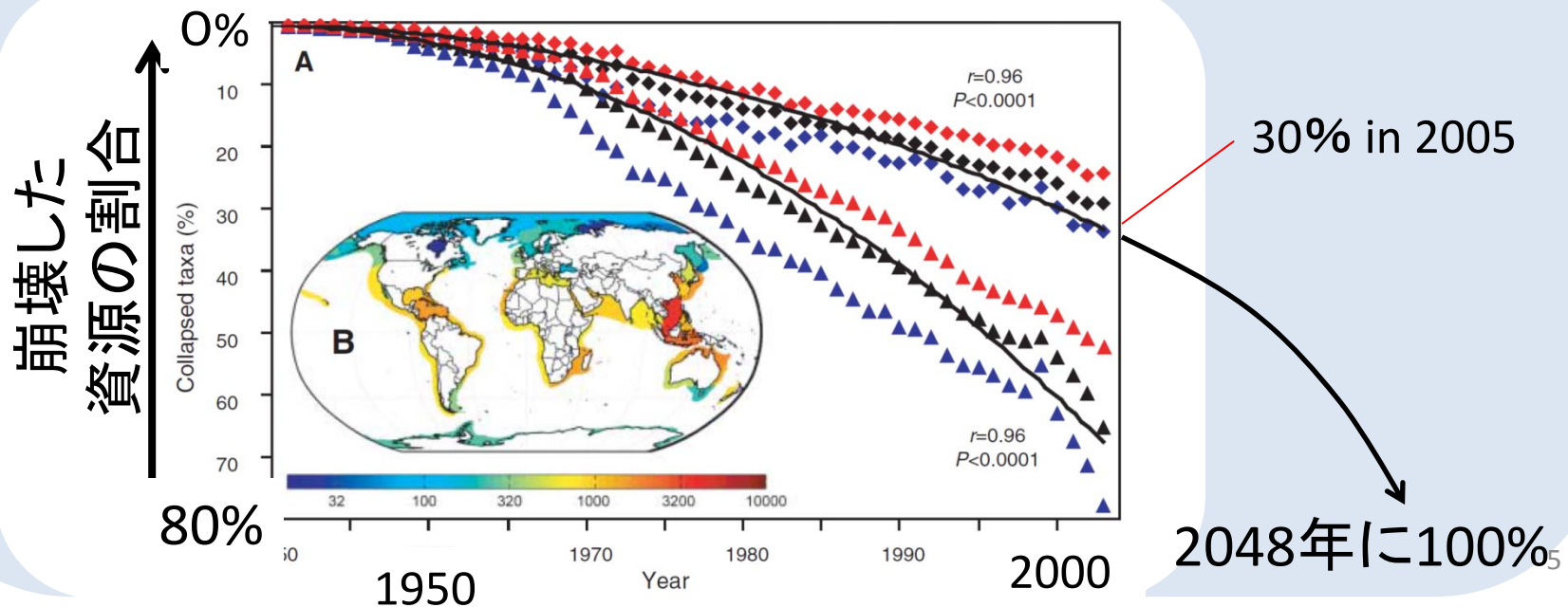
f m g+ t g+

40年後には魚介類が食べられなくなるかもしれない、という分析「[新イェンス](#)」で発表されました。漁業資源が枯渇するのを食い止めるには、[持続可能な漁業](#)と[水産物製品の流通](#)、[持続可能な消費](#)が鍵となります。

# Worm et al (2006, Science)

## 2048年までに全ての漁業が崩壊する！

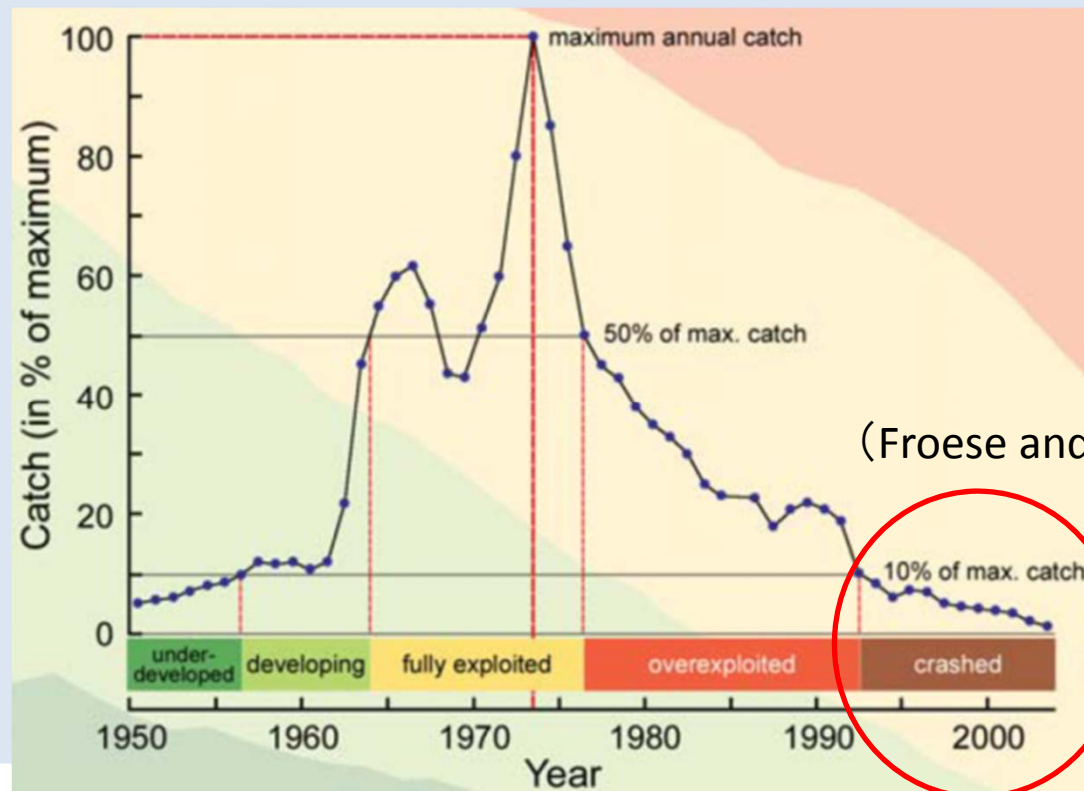
- 原題はImpacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services
- 生物多様性の減少と生態系機能の関係を示した論文
- 漁業崩壊！として取り上げられた結果は、複数の解析結果のうちの一つ



# Worm et al (2006, Science)

## 2048年までに全ての漁業が崩壊する！

- この論文での「資源崩壊」の定義  
=FAOに報告される各国の漁獲量データで、  
歴史的な「**最大漁獲量の10%以下**」になると崩壊



(Froese and Kesner-Reyes 2002)



## 2048年までに食卓から魚が消える？



40年後には魚介類が食べられなくなるかもしれない、という分析結果が、2006年11月、科学専門誌「サイエンス」で発表されました。漁業資源が枯渇するのを食い止めるために、日本の小売店にも、海の環境に配慮して生産された海産物製品の流通、取り扱いが、今後ますます求められることとなります。

### 危機に瀕する世界の海

11月3日、アメリカの科学専門誌「サイエンス」に、2048年までに天然の魚介類が壊滅してしまうという報告が、海洋生物学の専門家らの4年にわたる調査結果として発表されました。

報告には、漁業資源の約1/3が壊滅的な状態に陥っており、その減少傾向が急速に進んでいることも述べられていま

# Worm et al (2006)に対するつつこみ1

## ● 「外挿」(Jaenike, Holker et al)

- 資源の崩壊確率の時系列に別の関数形をあてはめることも可能. 例えば, 単純な線形回帰のほうがあてはまりがよく, その場合, 崩壊率が100%となる年は2114年
- データがない未来部分を外挿する場合, 精度は著しく落ちる.

## Comment on “Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services”

John Jaenike

Worm *et al.* (Research Articles, 3 November 2006, p. 787) used a power relation to predict a global collapse of fisheries by the year 2048. However, a linear regression of the data for the past 40 years yields an excellent fit, with a predicted date of collapse of 2114. Thus, long-term projections of fisheries collapse are highly dependent on the specific statistical model used.

In their recent paper, Worm *et al.* (1) predicted “the global collapse of all taxa currently fished by the mid-21st century (based on the extrapolation of regression in Fig. 3A to 100% in the year 2048)” a date that has since

relation, which indicates an acceleration in the rate of species collapse. However, examination of the percentage of collapsed taxa by year in figure 3A in (1) reveals a substantial mismatch between predicted and observed values over the

tematic departures from the predicted values indicate that a power function may not be an appropriate statistical model upon which to base future projections.

The data in figure 3A reveal an approximately linear rate of collapse from the early 1960s to the present. A linear (rather than power) regression of the data for the past 40 years yields an excellent fit: % collapse = 1.83 + 0.65(Year - 1963);  $r^2 = 0.99$ . Inclusion of a quadratic term in the regression does not significantly improve the fit ( $P > 0.4$ ) and thus does not support an accelerating rate of collapse. This equation indicates that the world will reach 100% collapsed species in the year 2114 rather than 2048, which is 2.5 times as long as predicted by Worm *et al.* (1). This alternative analysis indicates that one should not put too much reliance on long-term projections based on a specific statistical model in this case.



# Worm et al (2006)に対するつっこみ2

- 「資源崩壊」の定義 (Wilberg and Miller)
  - ランダムな漁獲量変動を仮定しても、資源崩壊確率は時間と共に増加する

## Comment on “Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services”

Michael J. Wilberg\* and Thomas J. Miller

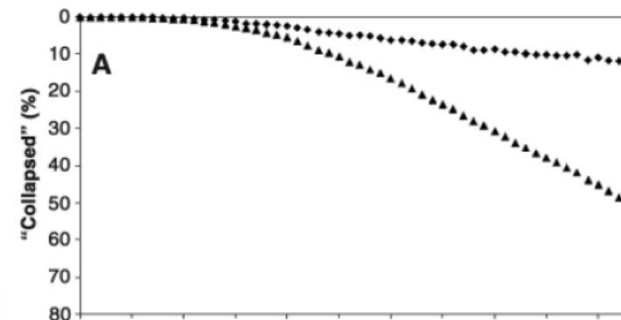
Worm *et al.* (Research Articles, 3 November 2006, p. 787) reported an increasing of fisheries in a “collapsed” state. We show that this may be an artifact of their definition of collapse as a fixed percentage of the maximum and that an increase in the number of managed fisheries could produce similar patterns as an increase in fisheries with a mean of 10% of the maximum.

Based on an analysis of commercial catch data from 64 large marine ecosystems (LMEs) spanning from 1950 to 2003, Worm *et al.* (1) reported that an increasing proportion of fisheries were in a “collapsed” state. Extrapolation of these data further suggested the

dynamics or fishing effort. Rather, we suggest that catch data from a non-trending, log-normally distributed, with a constant mean and variance. We used the same definition of collapse as Worm *et al.* and scored a time series as collapsed in a given year if the value was less

similar magnitude of proportions of collapsed stocks to Worm *et al.* (Fig. 1B). Simply stated, applying Worm *et al.*'s definition of collapse produces an increasing pattern of collapses over time even when time series are not declining on average. Thus, their finding of a significant increase in collapses over time could be due to chance rather than to declining populations.

By comparing all subsequent catches to the



gest that an achievement in management herefore ecosystem management. To reduce reductions

in such, which worm et al.'s approach could erroneously categorize as being collapsed but which in fact represent an improvement in fisheries management. Without examining each, or at least

## Worm et al (2006)に対するつっこみ2

- 「漁獲量」を使った評価

- 「漁獲量」の傾向が、「資源量」の傾向と考えて良いのか？
- 資源管理による漁獲量制限が全く考慮されていない

$$\text{漁獲量} = (\text{係数}) \times (\text{努力量}) \times (\text{資源量})$$

(努力量一定であれば 漁獲量～資源量)

# Branch et al (2011, CB) Contrasting global trends

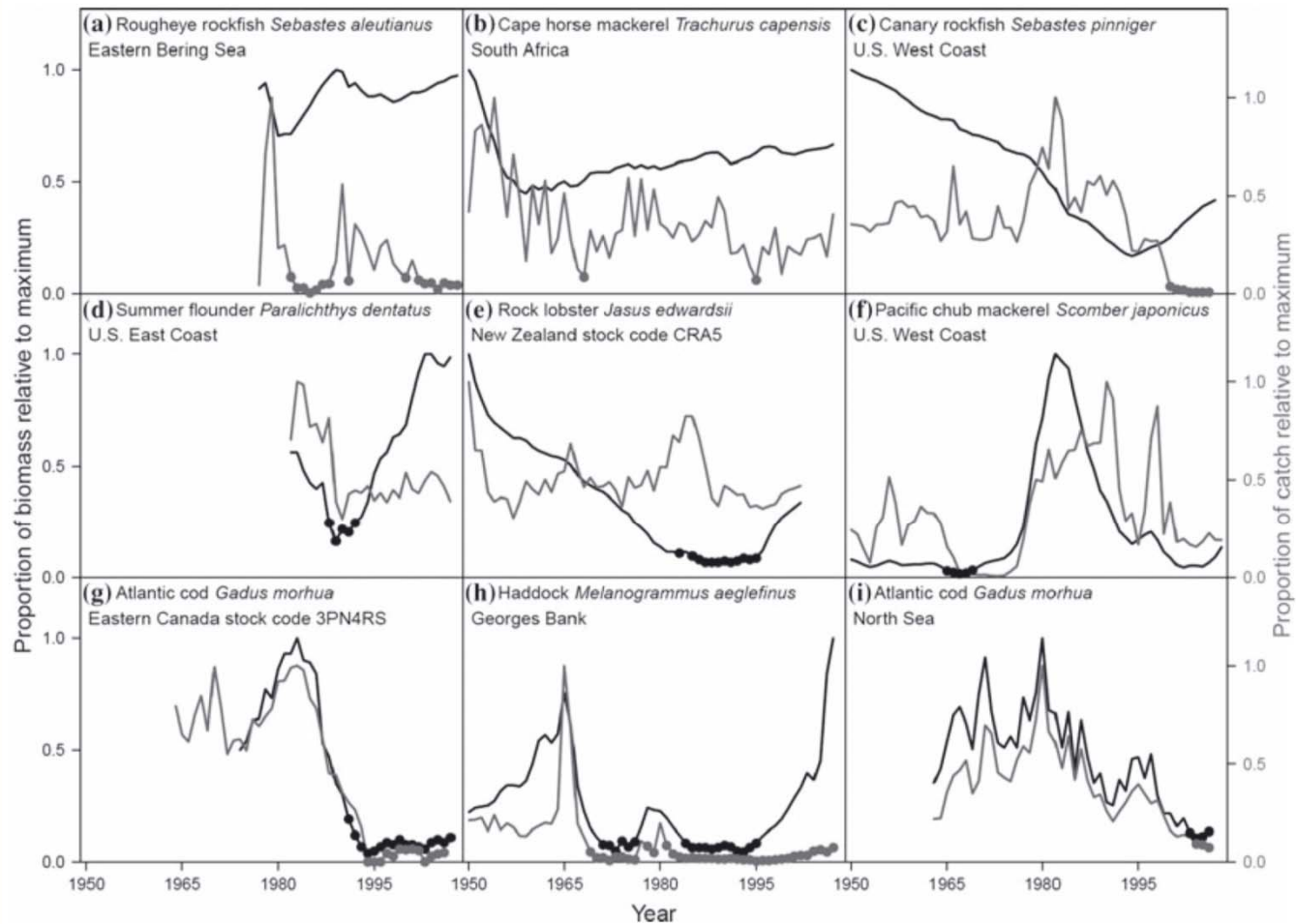
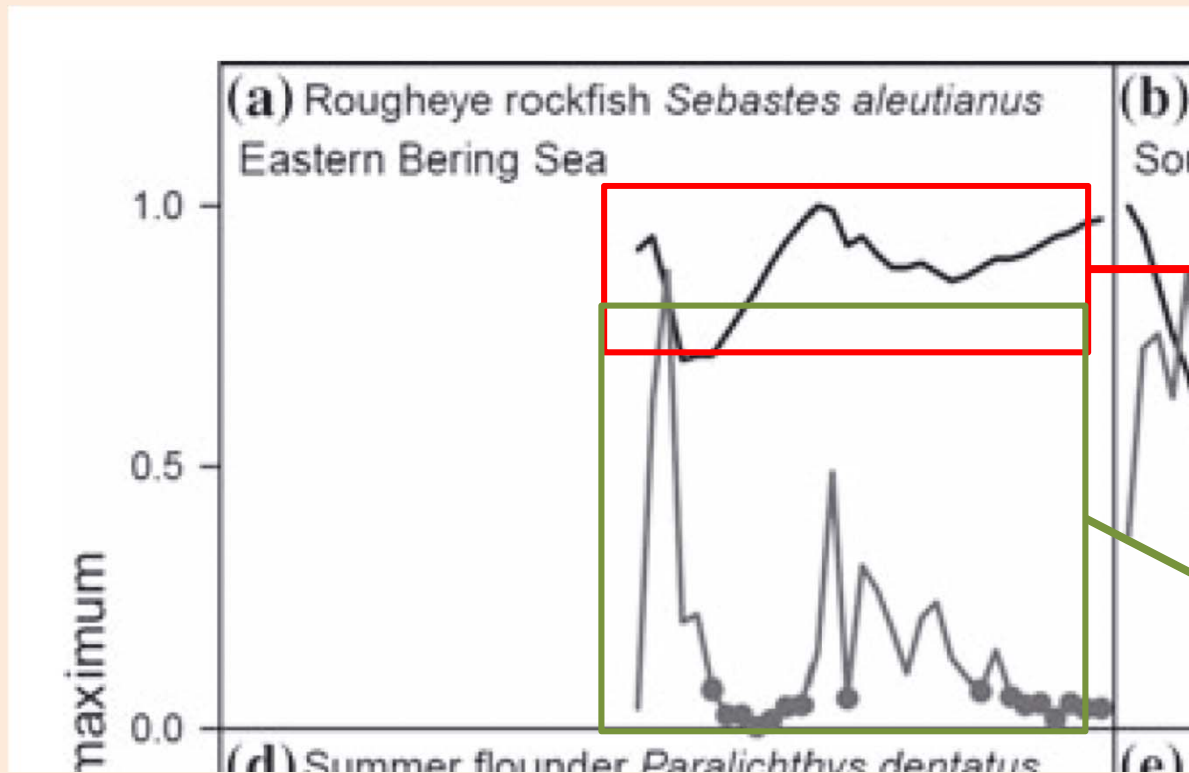


Figure 3. Time series of catches (gray) and biomass (black) for selected fisheries stocks that were classified as collapsed (solid circles) by the catch-based method only (a-c), by the biomass-based method only (d-f), and by both methods (g-i) (data from stock assessments in the RAM Legacy database).

# Branch et al (2011, CB) Contrasting global trends

## 東ベーリング海のrockfish

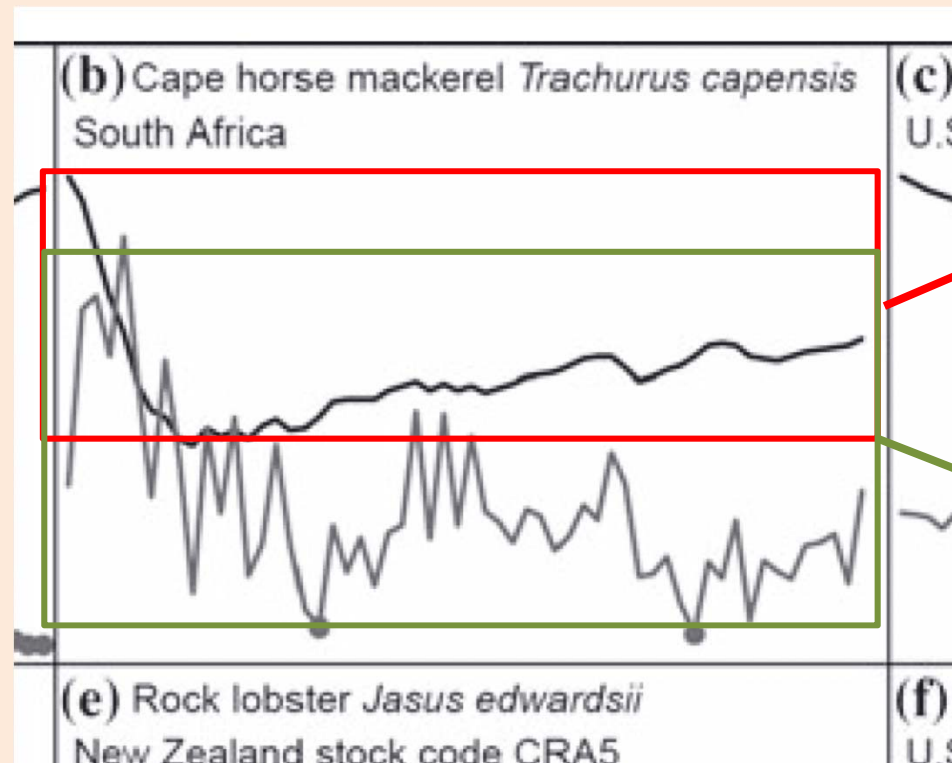


資源量

漁獲量

# Branch et al (2011, CB) Contrasting global trends

## 南アフリカのアジに似た魚



資源量

漁獲量

# Branch et al (2011, CB) Contrasting global trends

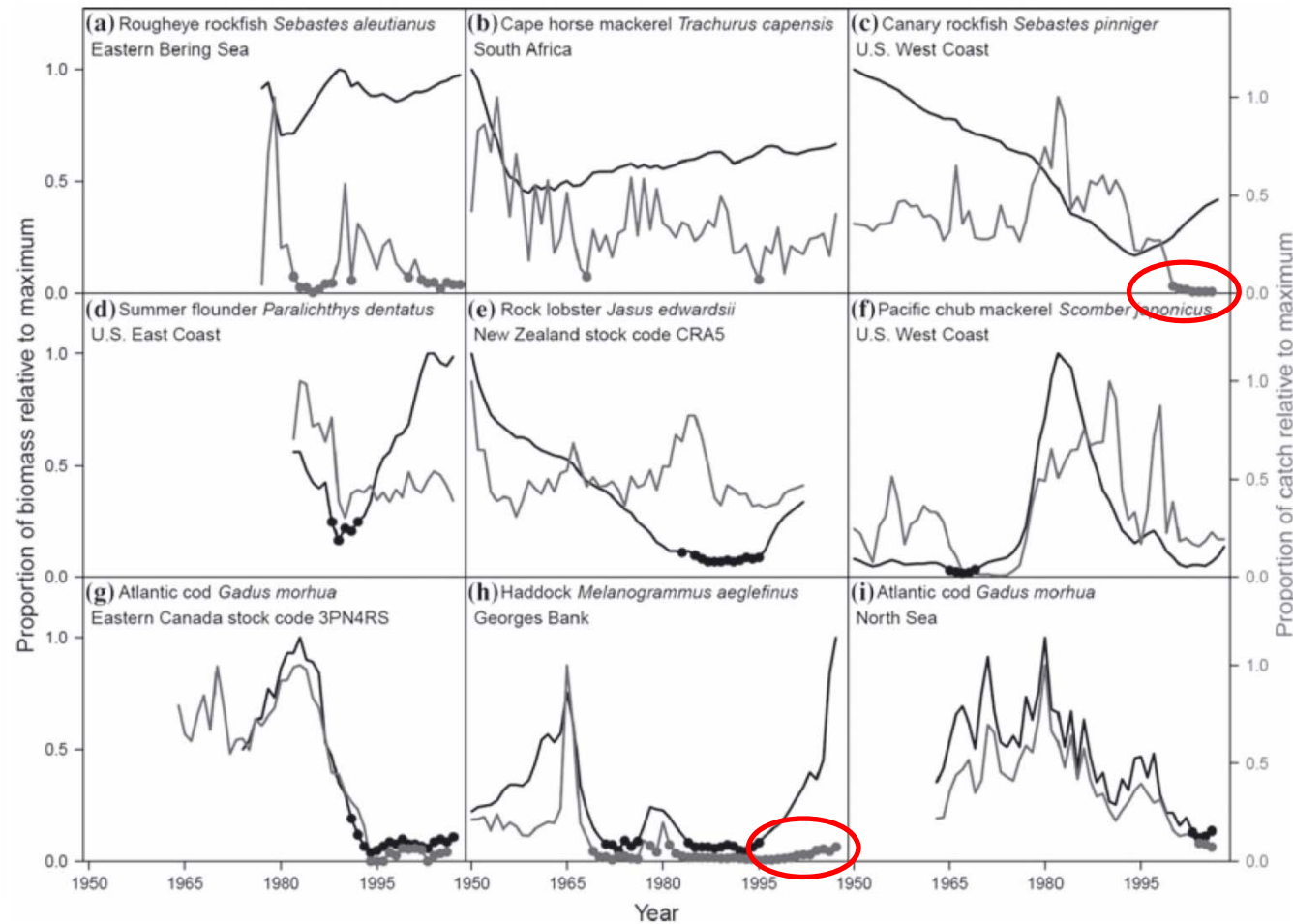


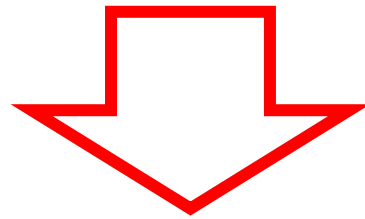
Figure 3. Time series of catches (gray) and biomass (black) for selected fisheries stocks that were classified as collapsed (solid circles) by the catch-based method only (a-c), by the biomass-based method only (d-f), and by both methods (g-i) (data from stock assessments in the RAM Legacy database).

# 必ずしも、漁獲量は資源量とならない

- 主対象種でない
- 主な分布域でない場所での漁獲
- 種の分類方法の変更
- 資源管理・商業漁業から遊漁へのシフト
- 需要の低下・石油価格の高騰による努力量の減少など
- 資源管理による漁獲制限

# どうすればいいのか？＝資源量推定

漁獲量に加えて、補足的な様々な情報  
(漁獲努力量, 魚の体長・年齢組成など)  
を用いて、資源量を推定する.

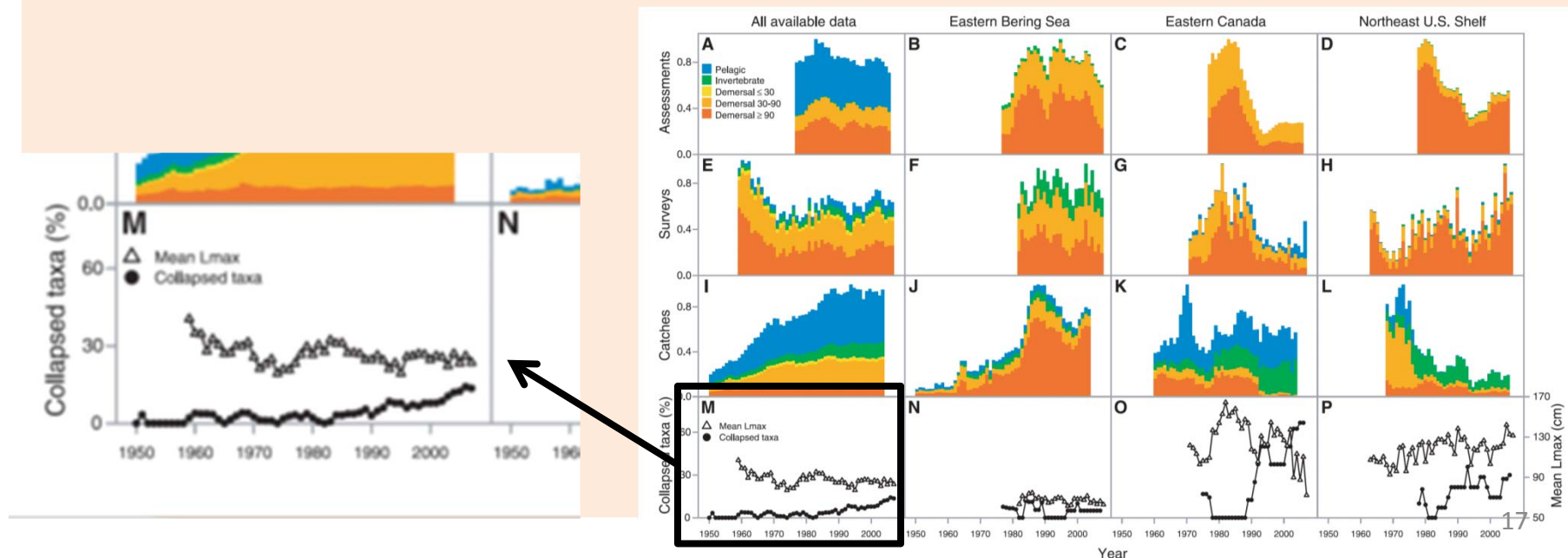


推定した資源量を見て判断する.



# Worm et al (2009, Science) 世界の漁業資源の回復

- 漁獲量でなく、資源量の推定結果で、資源の崩壊率を計算 (漁業なし資源量の10%以下を崩壊と定義)  
⇒ 約14%の資源が崩壊 (Worm et al 2006 では30%)
- 資源管理によって回復している資源もある



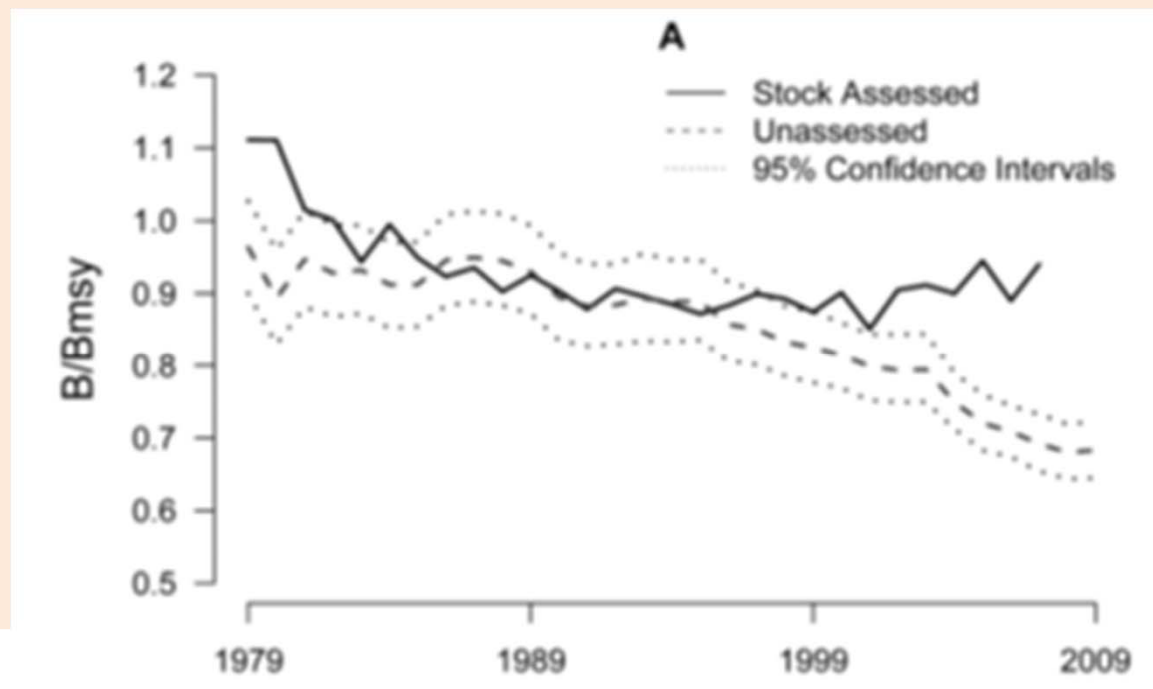
# Worm et al (2009, Science) に対する つっこみ

- 資源評価がなされている資源は、漁獲量がわかっている資源の中の一部.
- 特に、資源評価がなされている資源では、管理も行き届いているのでは？  
(崩壊率にバイアスが？)

# それに対する回答

(Costello et al, 2012, Science)

- 漁獲量しかわからない資源について、資源量と漁獲量の経験的な関係式から、世界の資源動態を推定
- 最大漁獲量の1/10以下、という単純な方法よりも、資源崩壊率は小さい



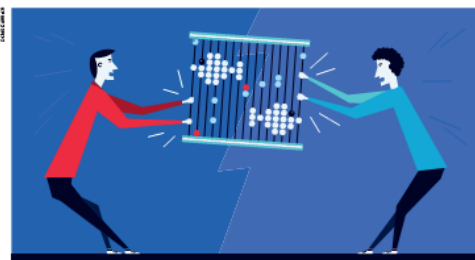
## COMMENT

**DIET** Shalizi and others  
could run out faster than  
chimpanzees (p. 207)

**DIAGNOSIS** Chapman  
Chapman sets the record  
straight (p. 208)

**DIAGNOSIS** A. K. Kulkarni  
Life of emphysema at  
the moment (p. 210)

**HEALTH** Aronson  
Antibiotics help to fight  
HIV (p. 212)



### Does catch reflect abundance?

Researchers are divided over the wisdom of using estimates of the amount of fish hauled in each year to assess the health of fisheries.

# 議論はまだまだつづく...

## Pauly and Hilborn (2013 Nature) Does catch reflect abundance?

Pauly

使うときに注意は必要だが、それしかデータがないんだからしょうがない

Hilborn

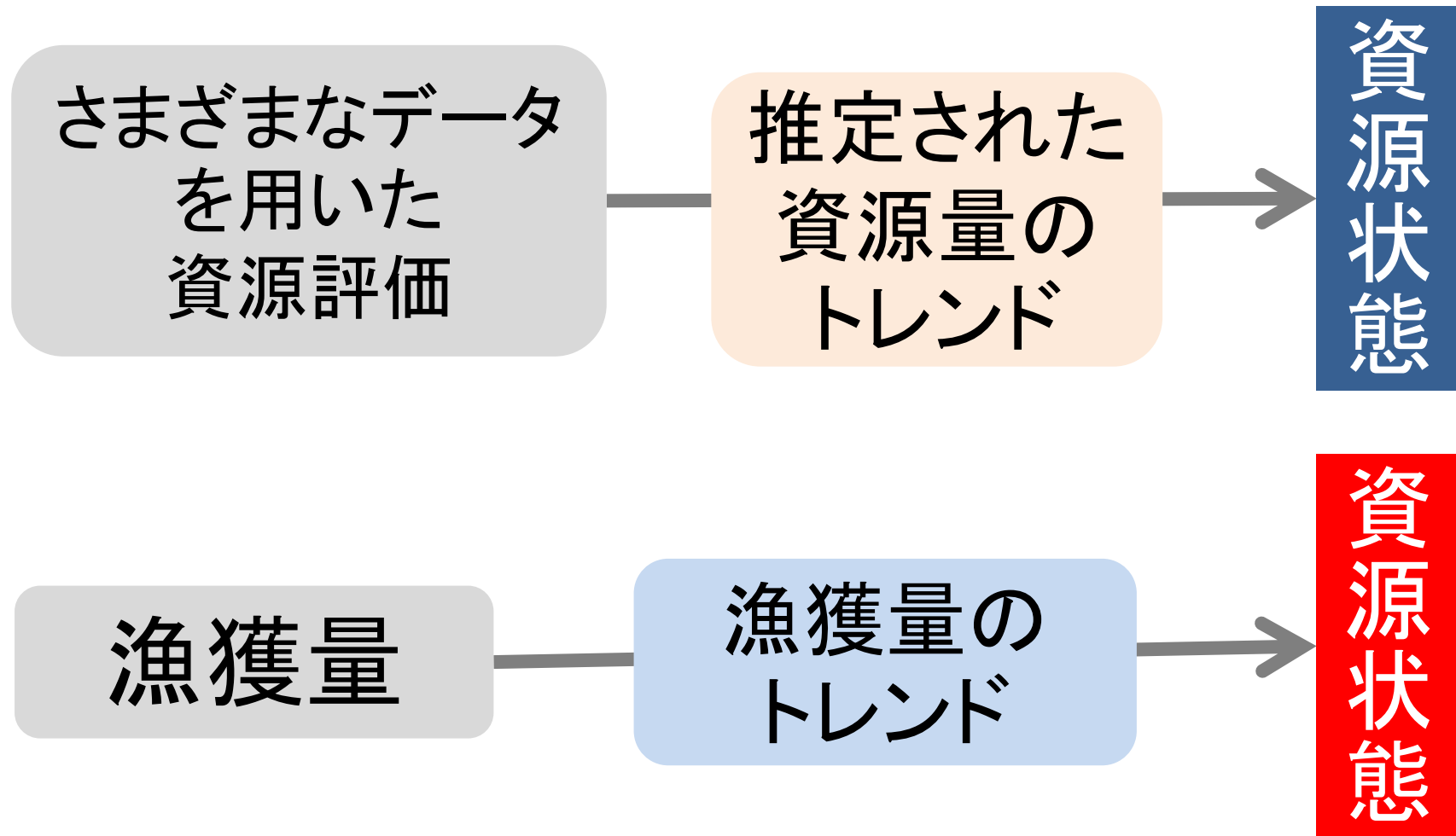
様々な要因によって、漁獲量はバイアスするので、使うのは危険

## 2. いろいろな資源**評価**手法

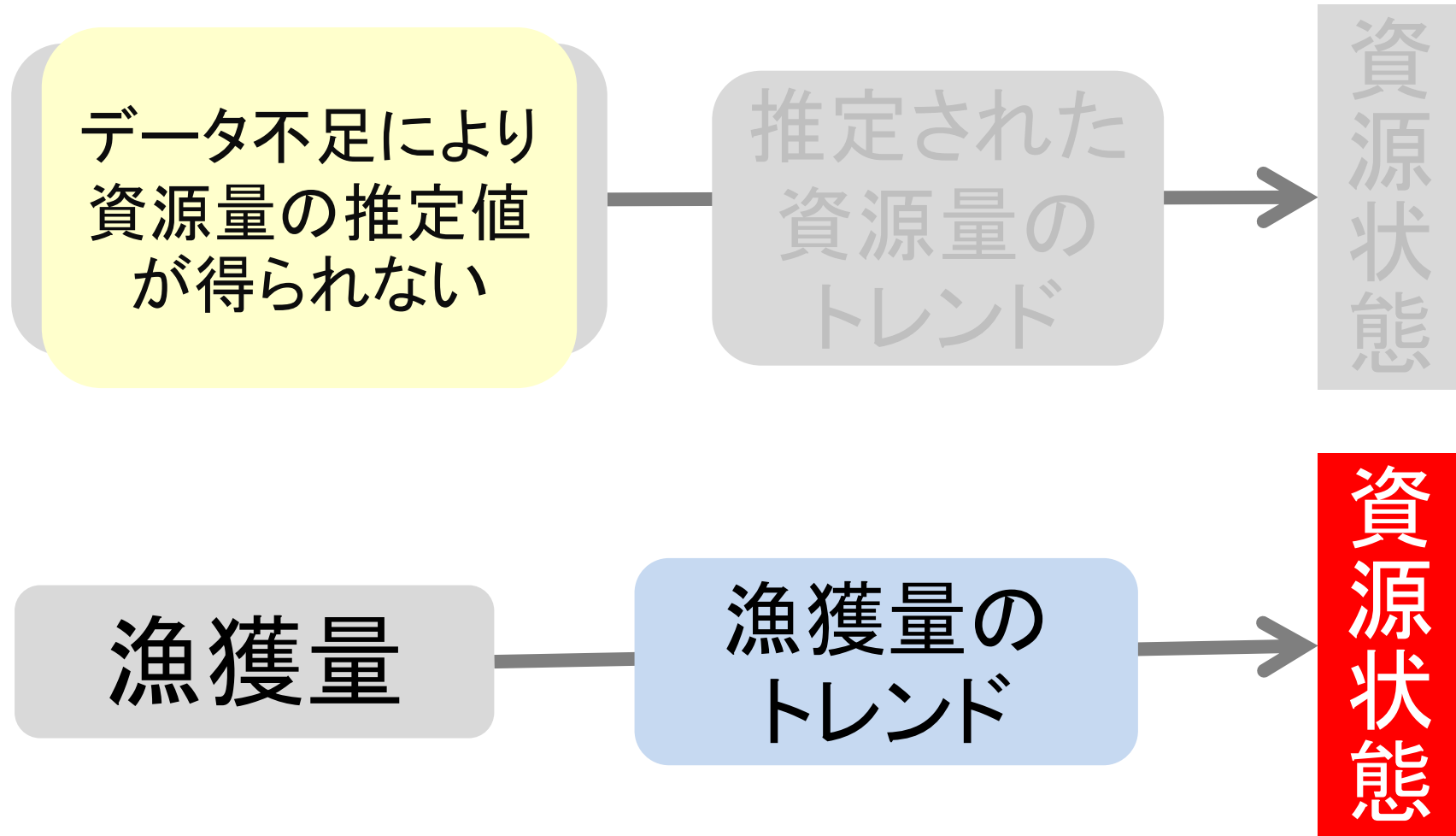
—資源状態を正しく評価するために—



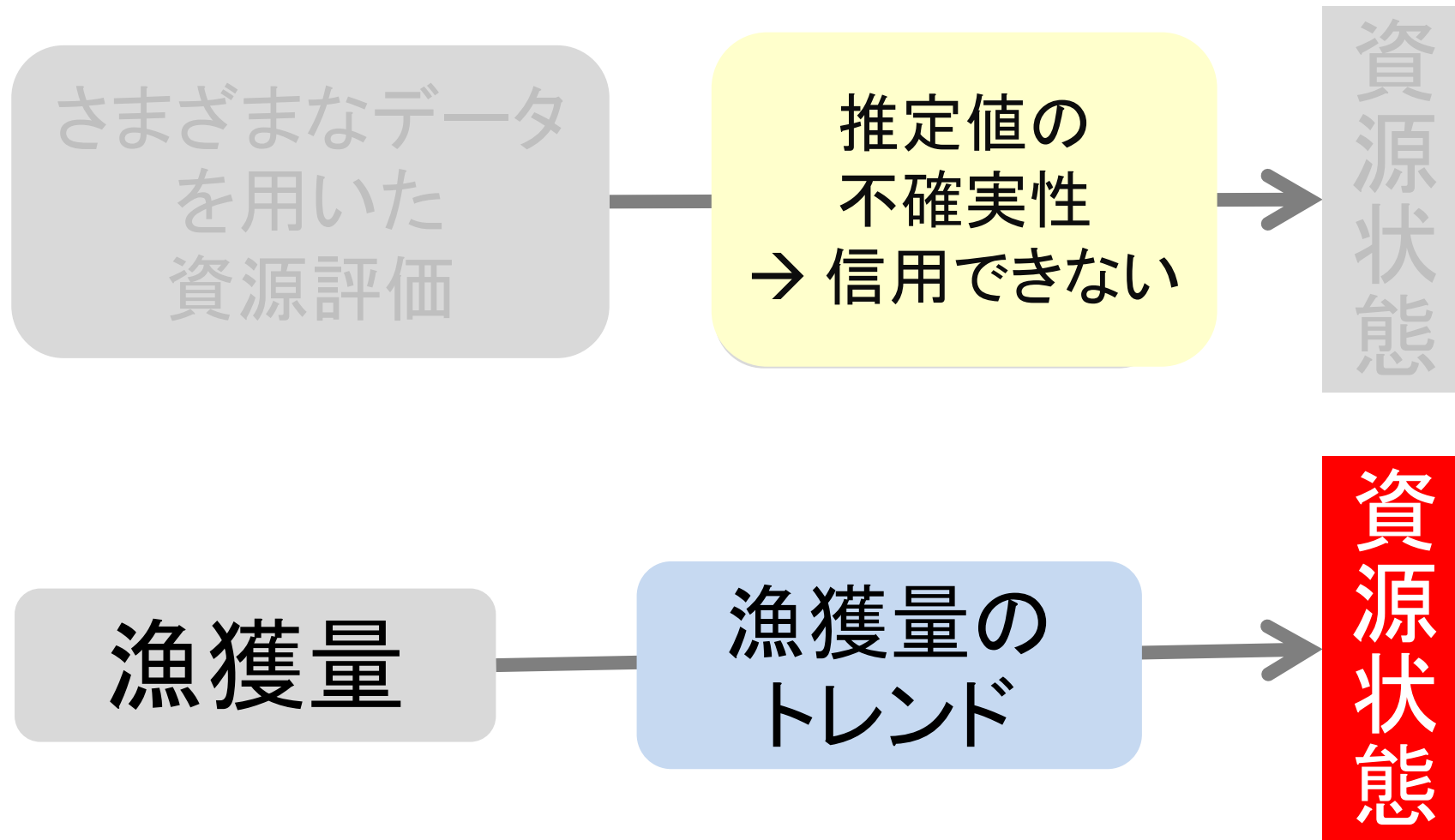
# なぜ2つの対立する見方があるのか？



# なぜ2つの対立する見方があるのか？

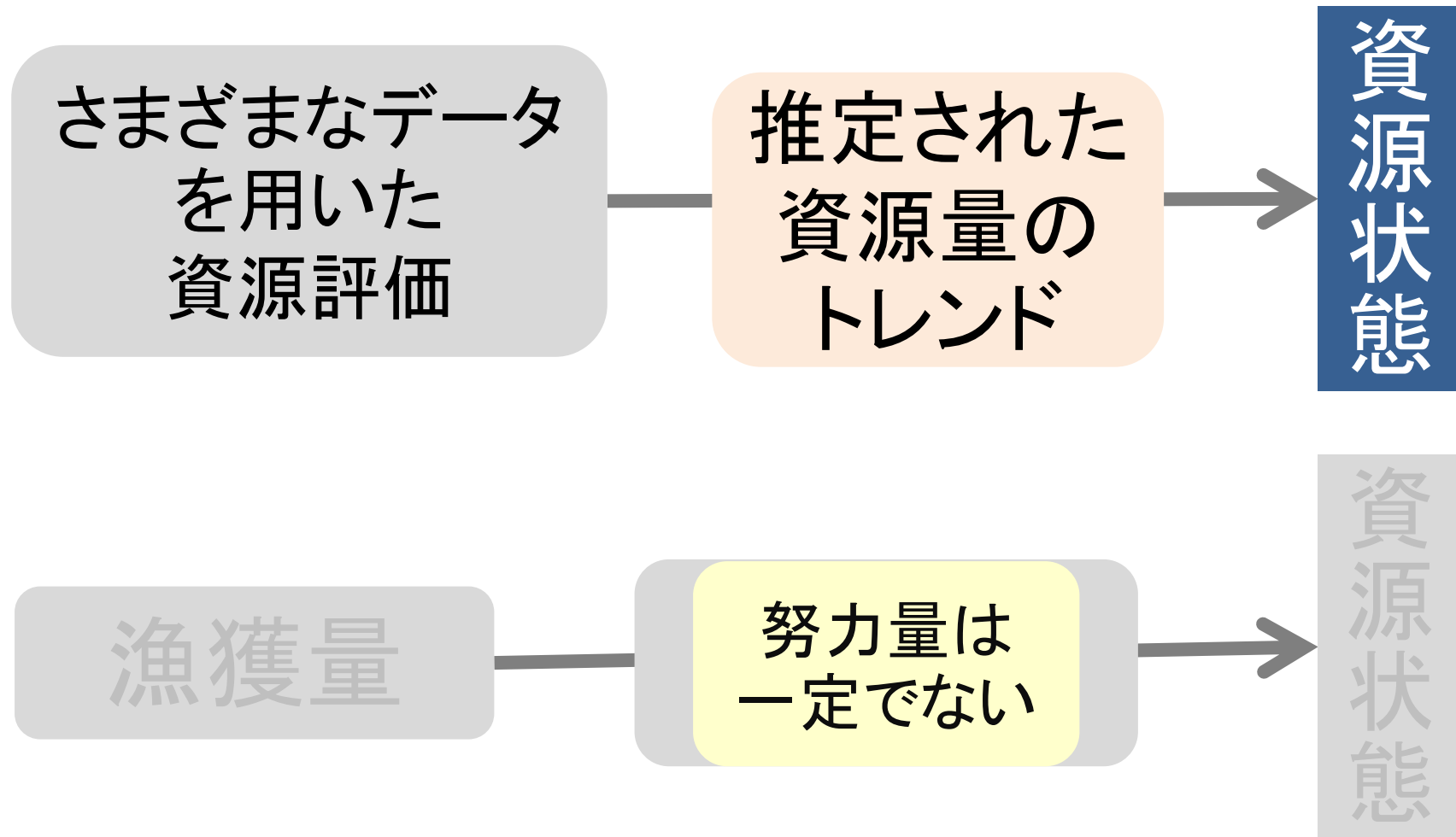


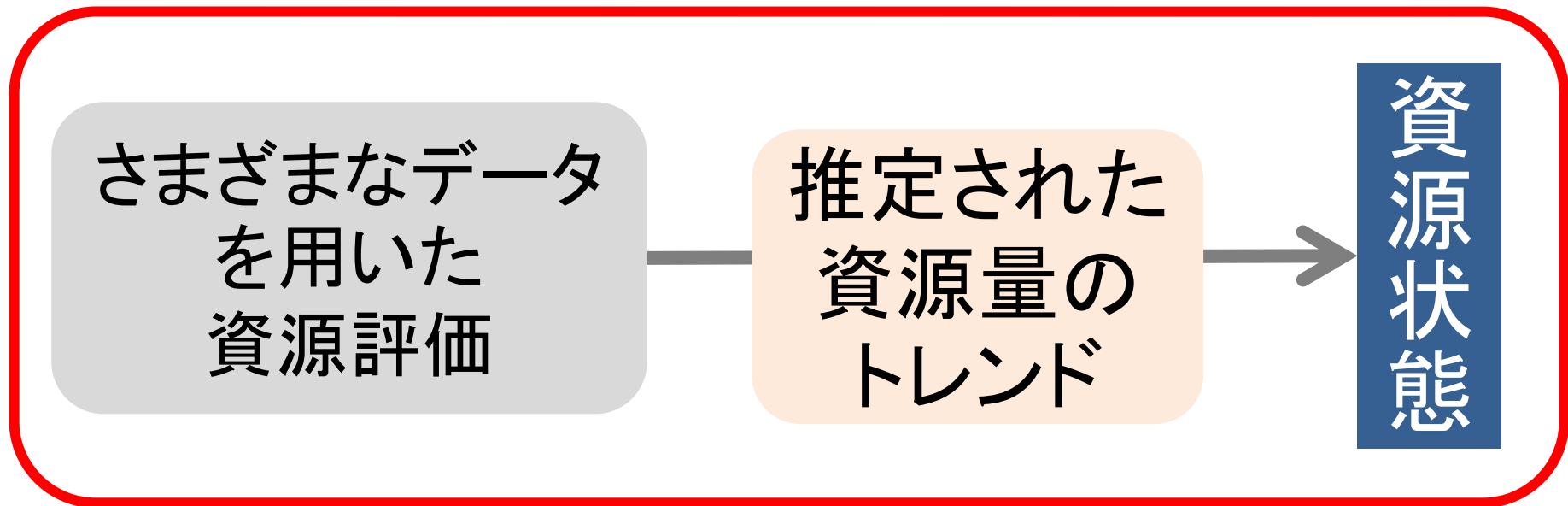
# なぜ2つの対立する見方があるのか？





# なぜ2つの対立する見方があるのか？





## 資源研究者の基本的な目的

# 資源評価の流れ

① 情報の収集



② 資源評価モデルへのあてはめ

# ① 情報の収集

努力量 → 資源量指数

漁獲量

漁獲物の体長組成

漁獲物の年齢組成

年齢別漁獲尾数

## ② 資源評価モデル

### プロダクションモデル

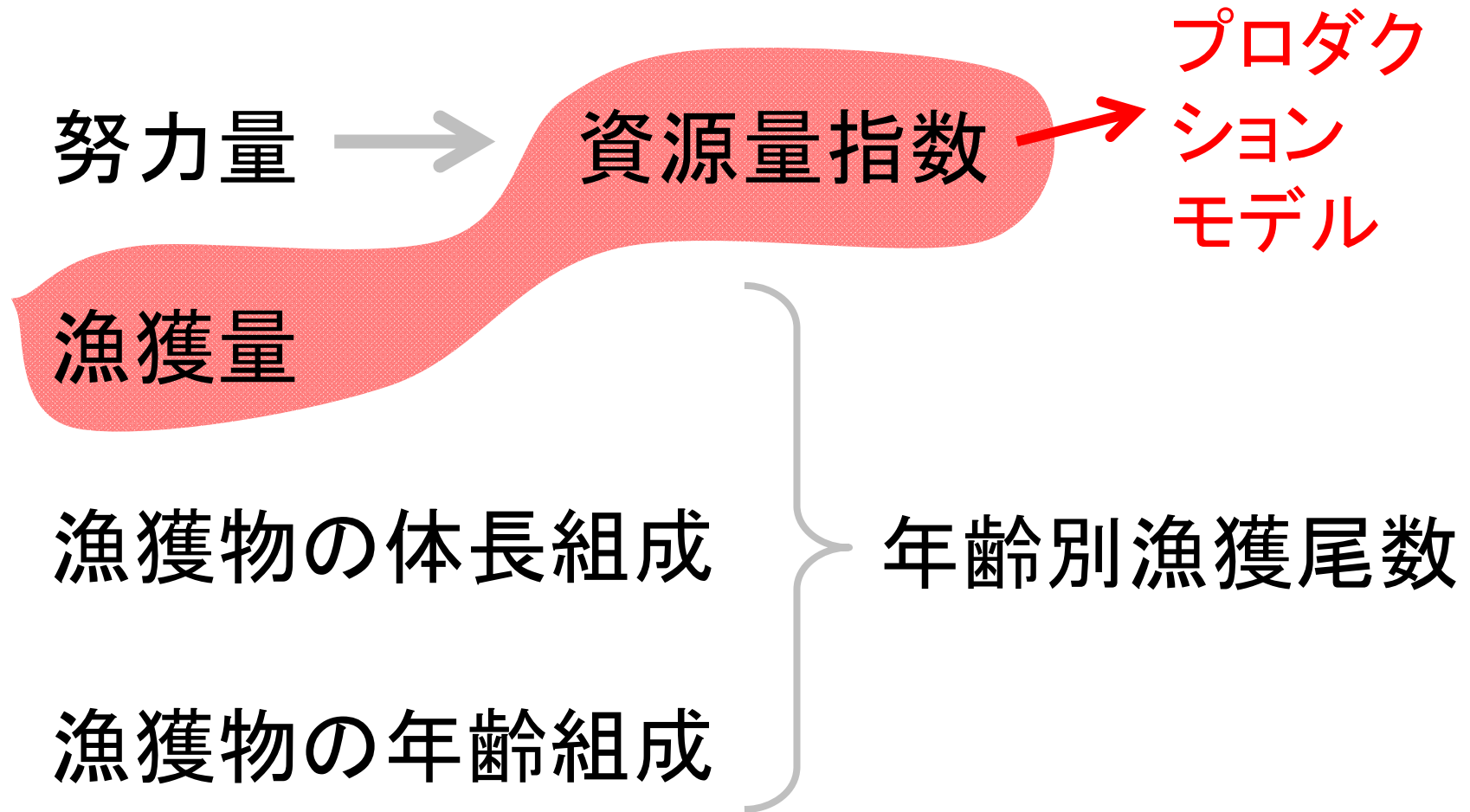
- 今年の資源量 = 去年の資源量 - 漁獲

### VPA (Virtual Population Analysis)

- 今年のA歳 = 去年のA-1歳  
- A-1歳への漁獲

### 統合モデル

# データとモデルとの対応



# データとモデルとの対応

努力量 → 資源量指数

漁獲量

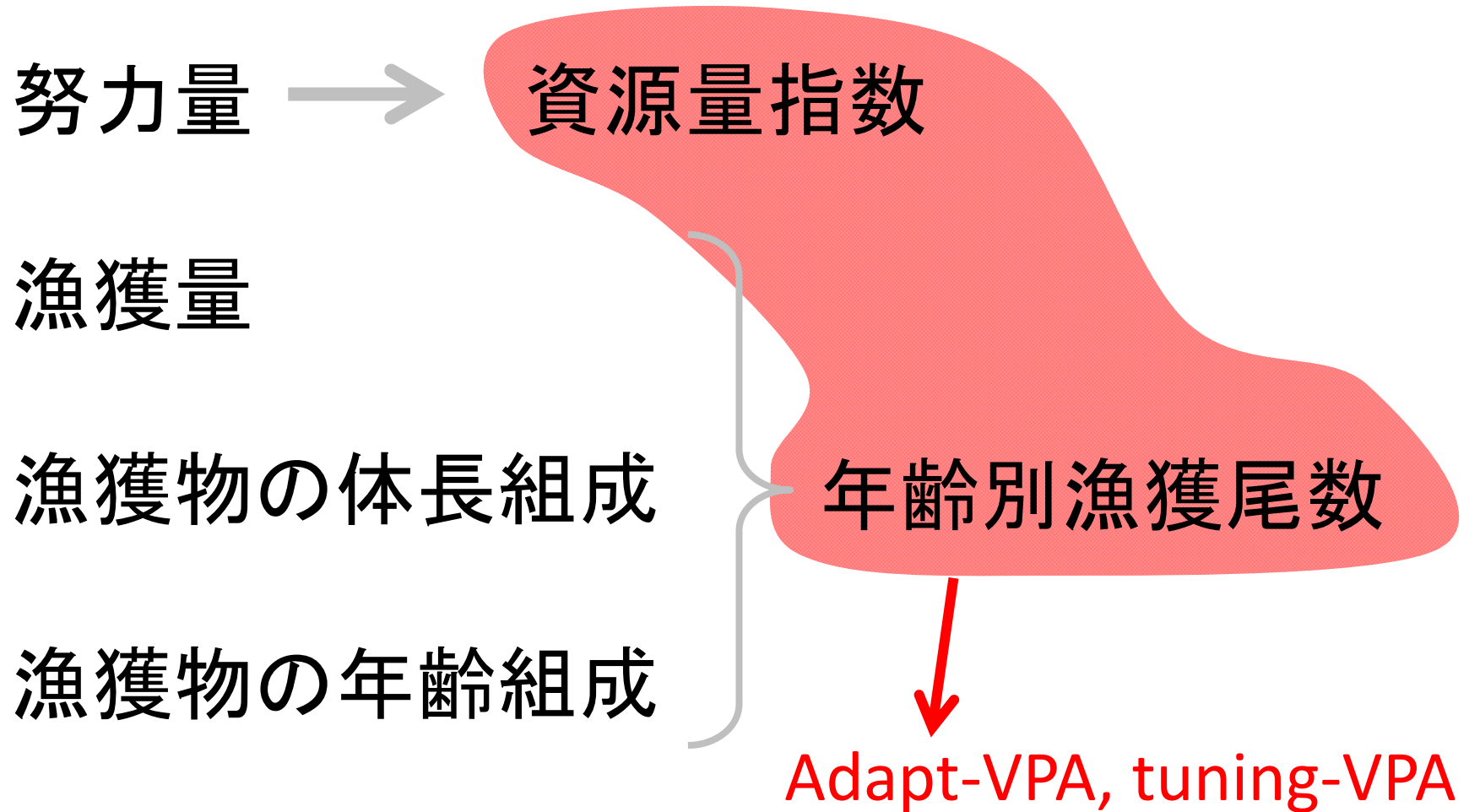
漁獲物の体長組成

漁獲物の年齢組成

年齢別漁獲尾数

VPA

# データとモデルとの対応





# データとモデルとの対応

努力量



資源量指数

漁獲量

漁獲物の体長組成

漁獲物の年齢組成

年齢別漁獲尾数

統合モデル

# 資源評価のためのソフトウェア

## プロダクションモデル

- ASPIC (<http://nft.nefsc.noaa.gov/ASPIC.html>)
- 去年の資源管理研修  
(<http://cse.fra.affrc.go.jp/ichimomo/fish/kensyu2013.html>)

## VPA

- FLR (<http://flr-project.org/doku.php>)
- RVPA  
(<http://cse.fra.affrc.go.jp/ichimomo/fish/rvpa.html>)

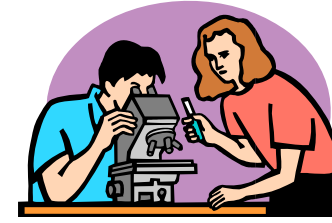
# 資源評価のためのソフトウェア

## 統合モデル

- stock synthesis  
(<http://nft.nefsc.noaa.gov/SS3.html>)
- Multifan-CL (<http://www.multifan-cl.org/>)



## まとめ



- データが不足している場合，資源の現状が誤って捉えられてしまうことがあるため，**適切な資源評価が重要**
  - 昔：乱獲の証拠がないので漁獲する
  - 今：「乱獲じゃない」証拠がないので，漁獲できない
- 資源評価モデルには様々な方法があり，利用できるデータによって**適用できるモデルは異なる**
- 資源評価モデルの**不確実性**

### 3. いろいろな資源管理手法

- 資源を回復させる・  
持続的に利用するために—



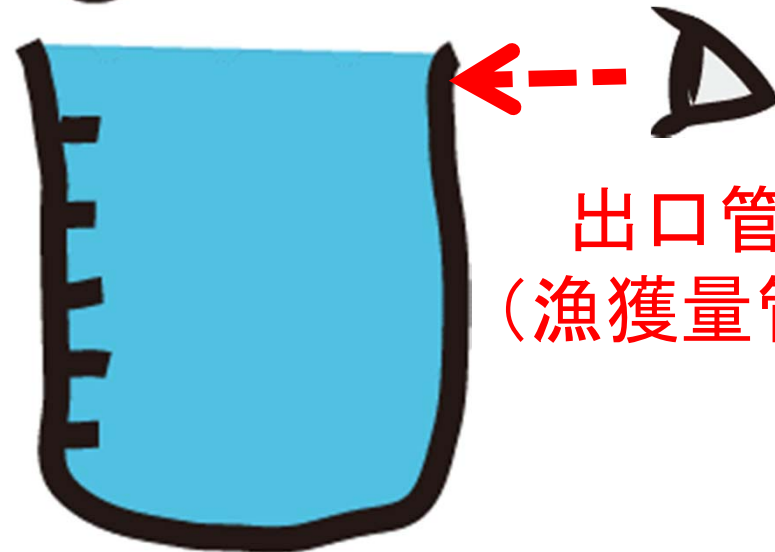
# 3種類の資源管理手法

テクニカルコントロール



入口管理  
(努力量管理)

水があふれない  
ようにコントロー  
ルしたい



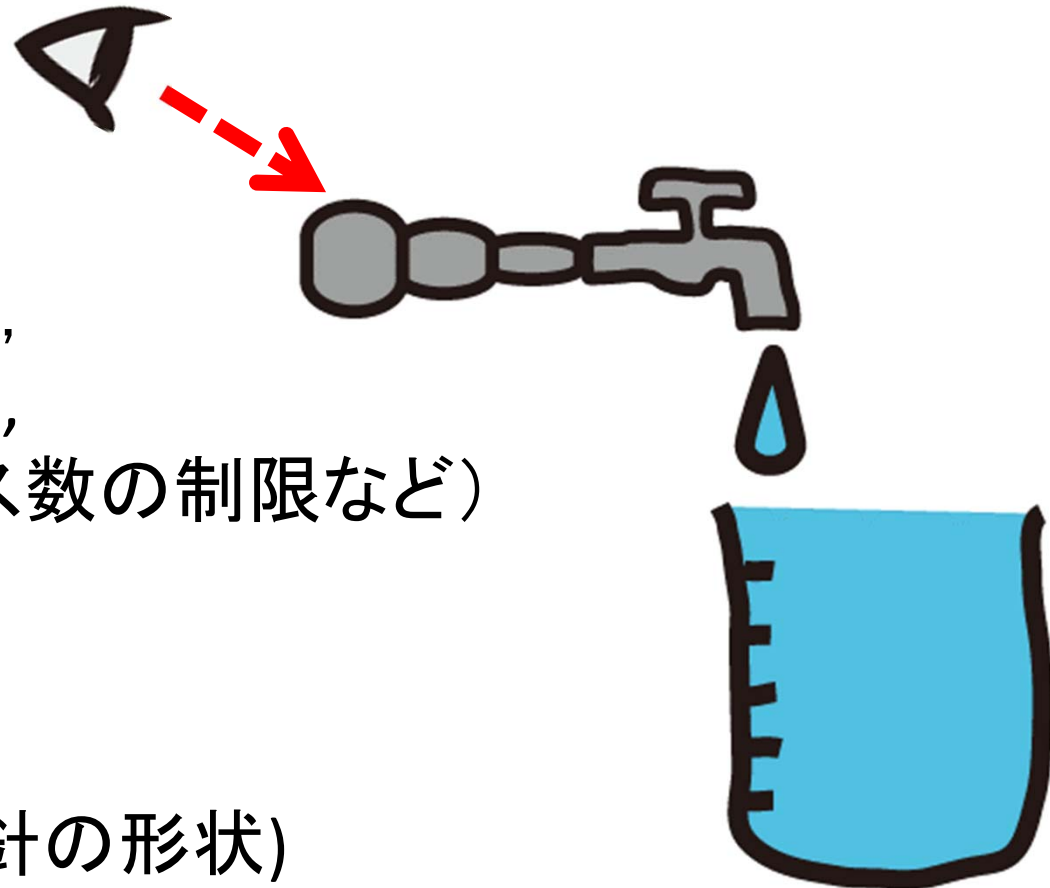
出口管理  
(漁獲量管理)

# テクニカルコントロール

漁獲に利用する漁具の仕様・量を制限する

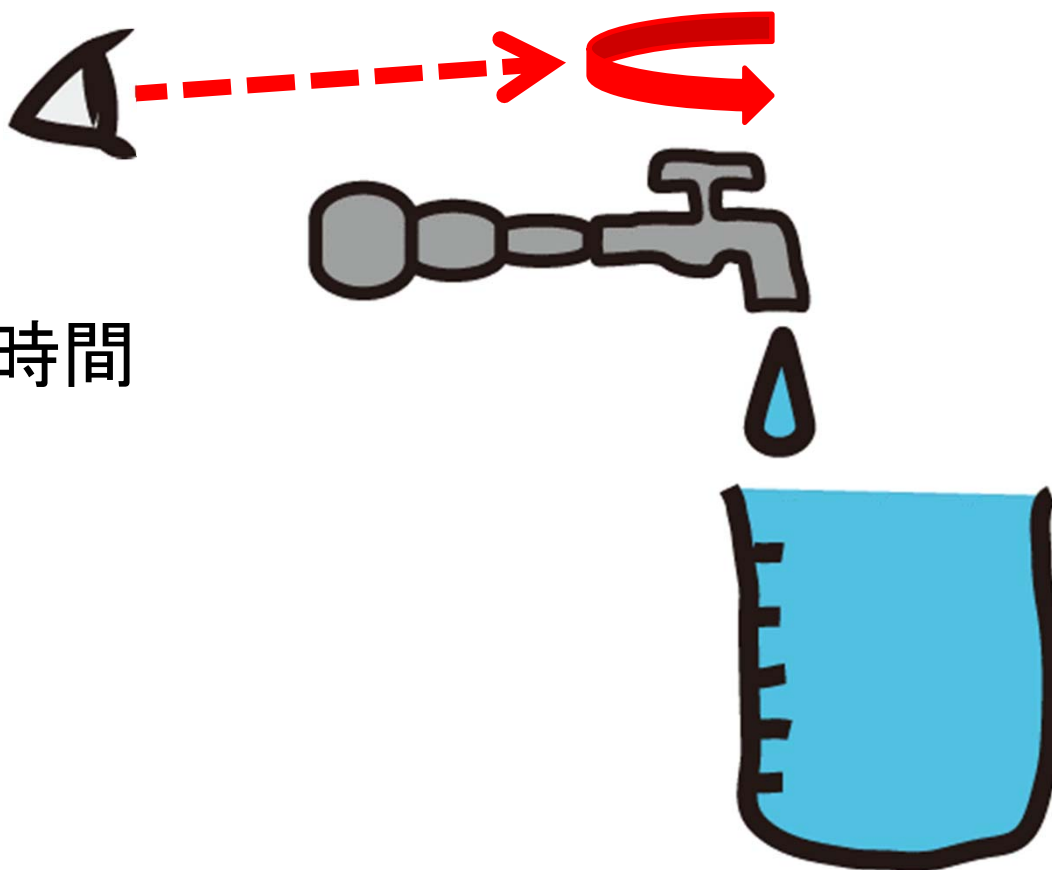
船（漁船のサイズ、  
エンジンパワー、  
ライセンス数の制限など）

漁具  
(網目のサイズ、  
釣り針の形状)



# 入口管理(努力量管理)

漁獲に対する努力量を管理する



操業日数・回数・時間

海洋保護区

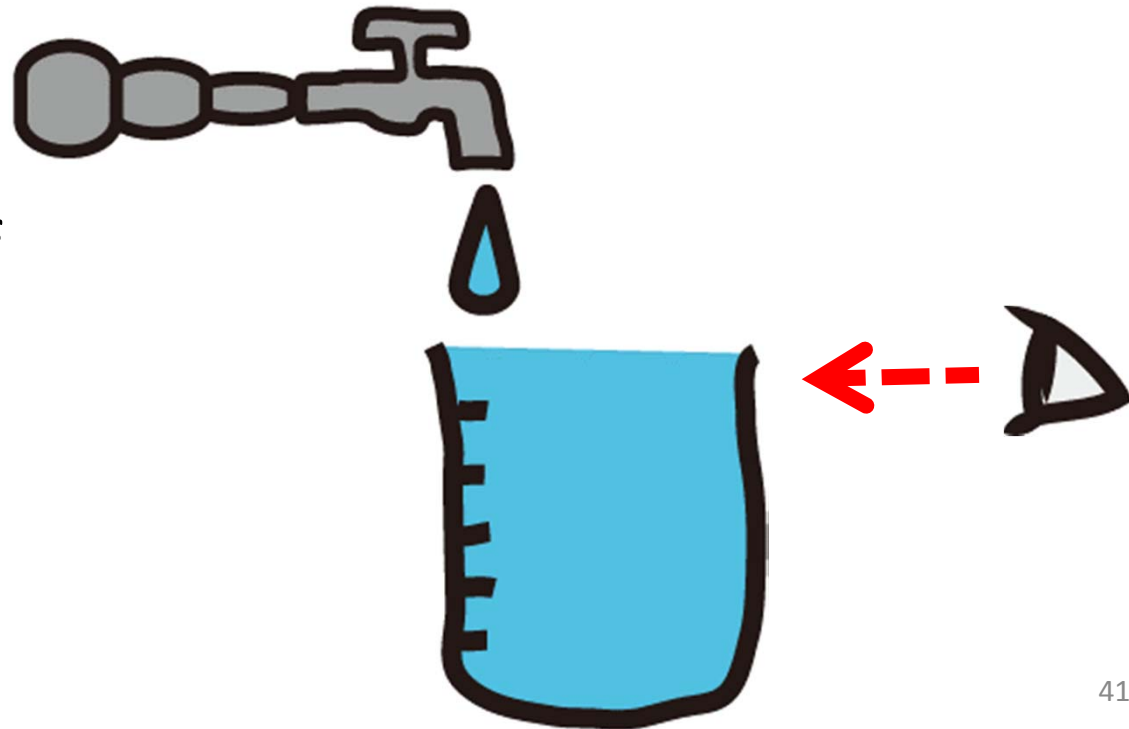


# 出口管理(漁獲量管理)

漁獲量そのものをコントロールする

Total Allowable Catch  
(TAC)

Bag limit (limit of  
catch/person)



# 各管理手法の特徴

テクニカルコントロール・入口管理

比較的容易だが、間接的な手法

出口管理

難しいが、確実

# テクニカルコントロール・ 入口管理の利点/欠点

## 利点

- 導入が比較的容易  
(テクニカルコントロール > 入口管理)
- 多魚種を漁獲する漁業でも有効

## 欠点

- 間接的に影響するので、効果の予測が難しい
- 漁業者による行動の変化

# 例

- ライセンスの制限⇒1隻あたりの設備投資・操業日数の増加 (Yew and Heaps 1996)
- 夜間操業の禁止⇒昼間の操業の努力量増加 (Dorn 1997)
- 海洋保護区での漁獲禁止⇒努力量が、保護区の境界で特に増加
- ニューイングランドでのタラ漁業, 1973年はTACとメッシュサイズの制限による管理⇒現在では, 漁具の形状, 操業日数の制限, 操業場所の制限, 体長規制, さまざまなレベルでの保護区による制限 (Hennessey and Healey 2000)

# 出口管理の利点/欠点

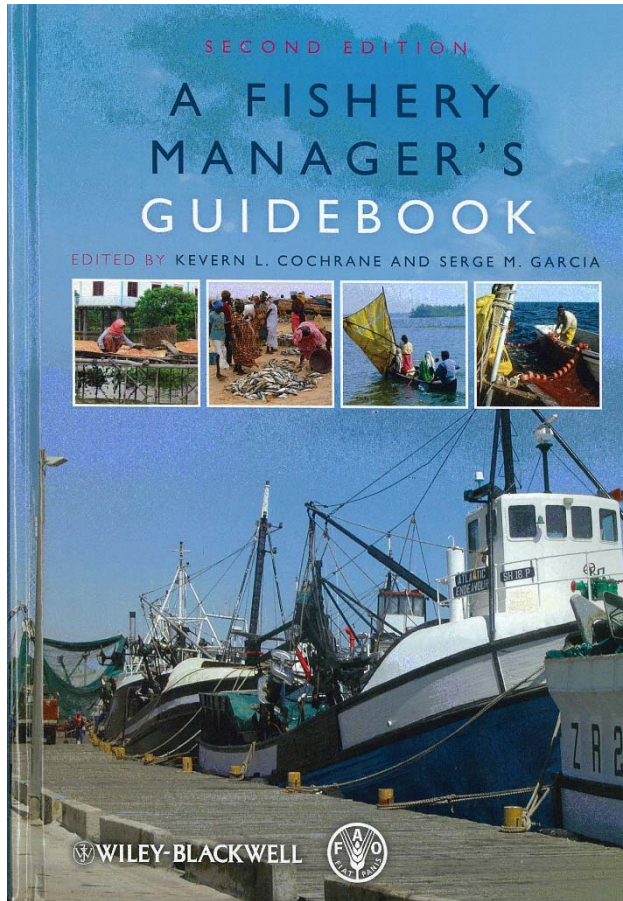
## 利点

- 直接的な管理なので、効果を予測しやすい
- 管理手法について合意されやすい

## 欠点

- 「適切な漁獲量」を、資源評価等により決める必要
- 資源評価の誤差・困難さ
- 投棄

# どの手法を選ぶべきか？



目的

管理  
機関

漁業  
種類

魚の  
特徴

Main objective	<b>Economic</b>
	<b>social</b>
Management regime	Multinational stakeholders
	Local stakeholders
Fleet type	Strong compliance
	Weak compliance
Resource type	Small dispersed boats
	Large centralized boats
Conservation tools chosen	Mixed species fisheries
	Schooling fish fisheries
	Technical measures
	Catches
	Effort control

出口/入口/テクニカル<sup>46</sup>

# 熱帯の珊瑚礁域での漁業

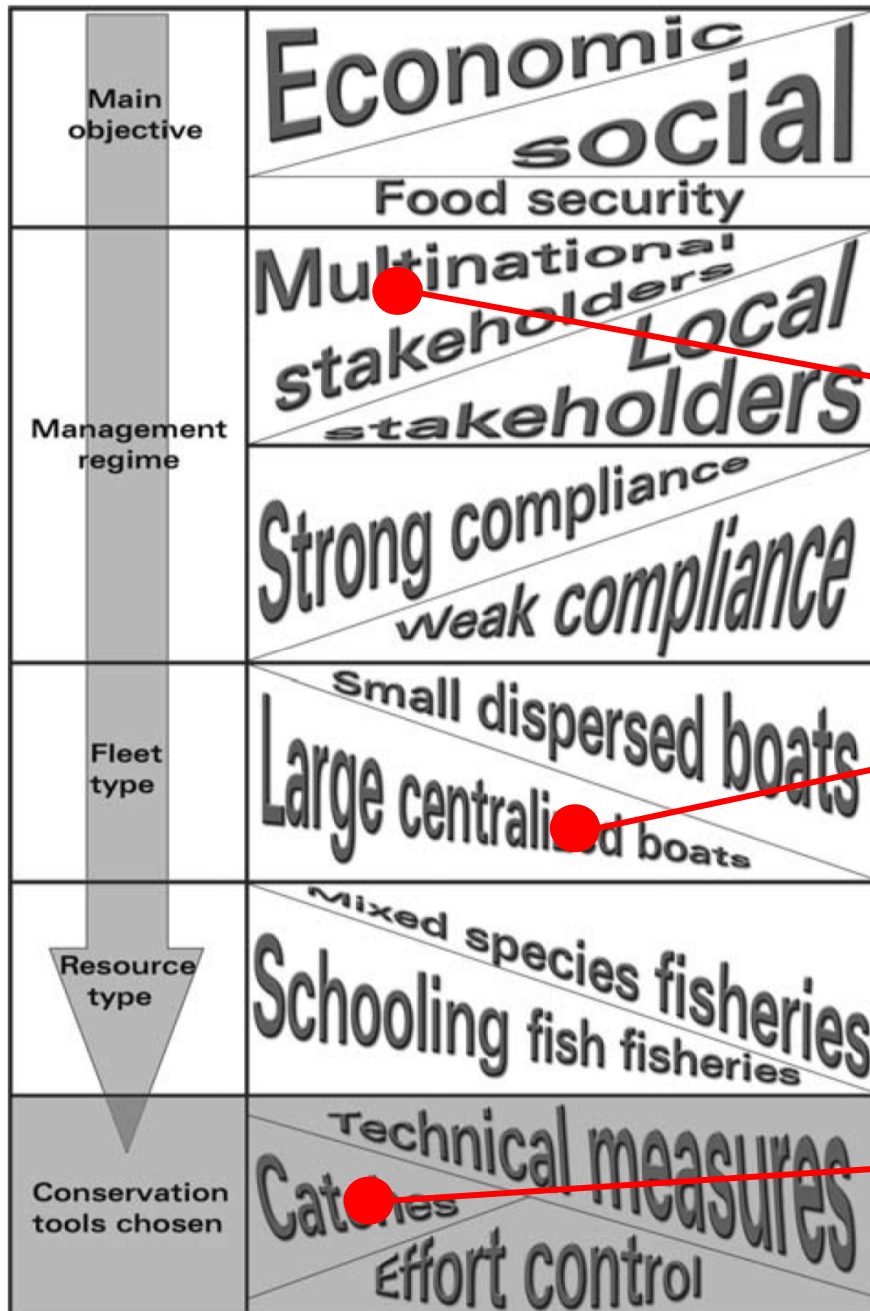
Main objective	Economic social Food security
Management regime	Multinational stakeholders Local stakeholders Strong compliance weak compliance
Fleet type	Small dispersed boats Large centralized boats
Resource type	Mixed species fisheries Schooling fish fisheries
Conservation tools chosen	Technical measures Catches Effort control

小さい漁船

多魚種の漁獲

海洋保護区の設置 (MPA)

# 遠洋まぐろ漁業



複数国による管理

大型漁船

TACによる管理



# 日本のTAC種 (例・太平洋マサバ)

Main objective	Economic social Food security
Management regime	Multinational stakeholders Local stakeholders Strong compliance weak compliance
Fleet type	Small dispersed boats Large centralized boats
Resource type	Mixed species fisheries Schooling fish fisheries
Conservation tools chosen	Technical measures Catches Effort control

巻き網船による漁獲

多獲性

TACによる管理

Main objective	Economic social
	Food security
Management regime	Multinational stakeholders Local stakeholders
	Strong compliance weak compliance
Fleet type	Small dispersed boats Large centralized boats
Resource type	Mixed species fisheries Schooling fish fisheries
Conservation tools chosen	Technical measures Catches Effort control

# 実際の マサバ漁業管理

1998-2005年までは,  
TAC > ABC



出口管理が効果的に働かず



TACに加えて、2003年から入口  
管理を導入



資源回復

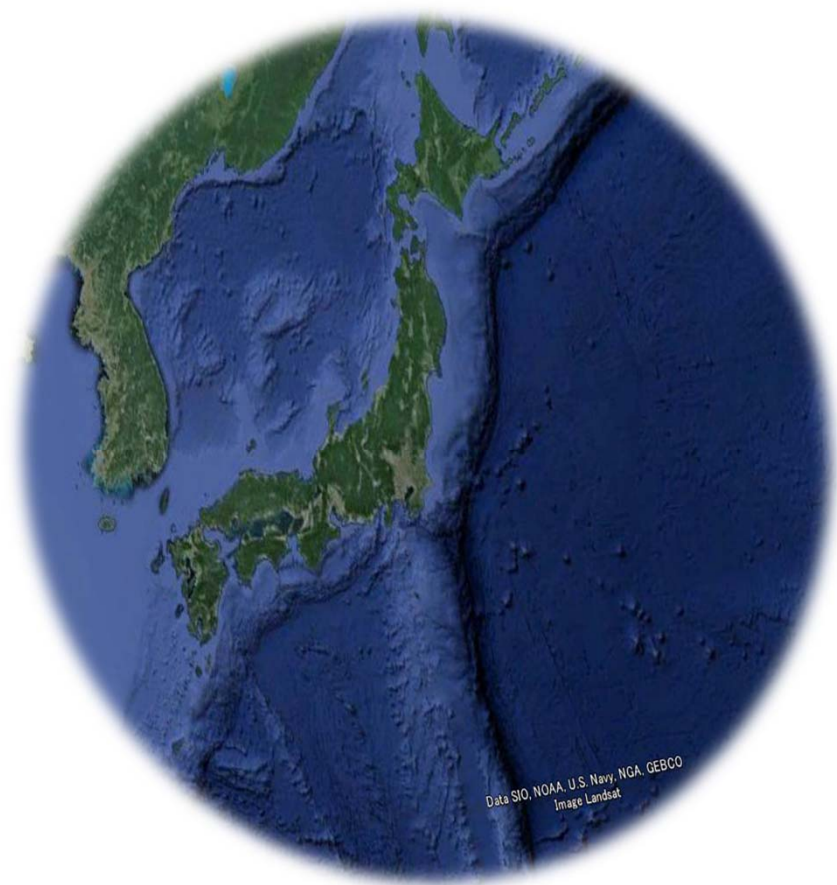


## まとめ



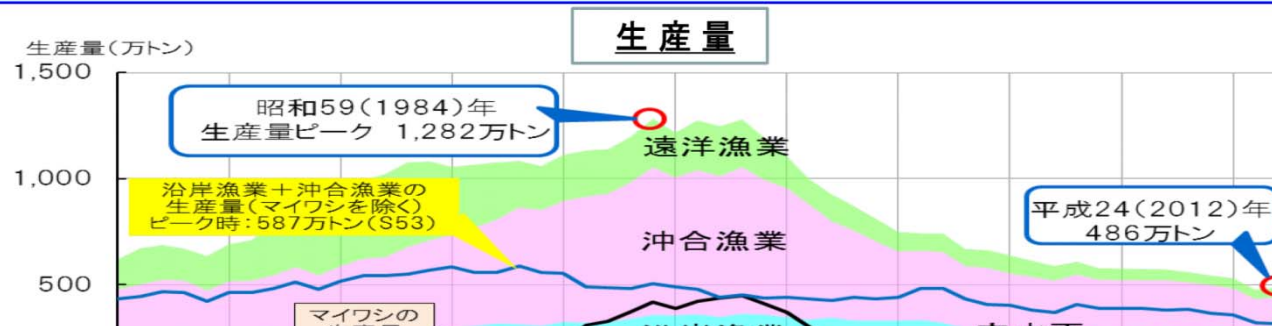
- 適切な管理手法の選択が重要
- 複数の管理手法の組み合わせで  
うまくいう場合も
- IQ, ITQも数ある管理手法のうちの一つ

# 4. 日本の水産資源評価・管理・現状

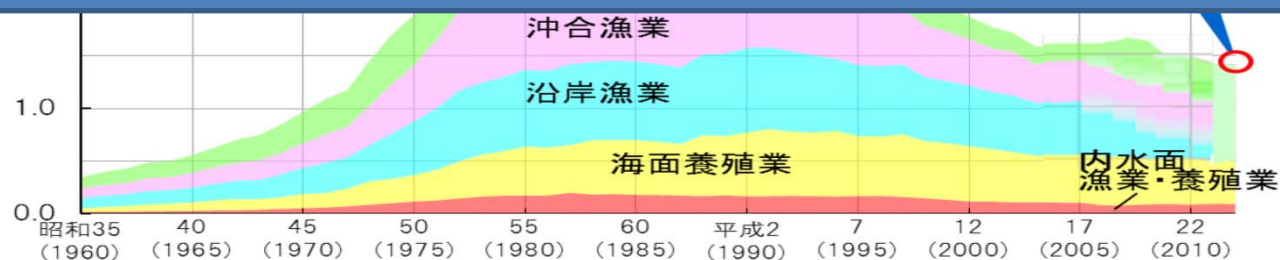


# 国内漁業生産量・生産額

- 平成24年の我が国の漁業・養殖業生産量は486万トン(対前年比2%増)、生産額は1兆4,178億円(同0.1%減)



日本の水産資源は減っている・日本の漁業は崩壊の危機に瀕しているという懸念



水産資源のありかた検討会資料より

(<http://www.jfa.maff.go.jp/j/kanri/other/pdf/data4-1.pdf>)

# 我が国周辺の水産資源の現状

わが国周辺の水産資源の  
現状を知るために

我が国周辺水域資源評価等推進委託事業

TOP ページ

資源評価

漁海況予報

資源変動要因

パンフレット等

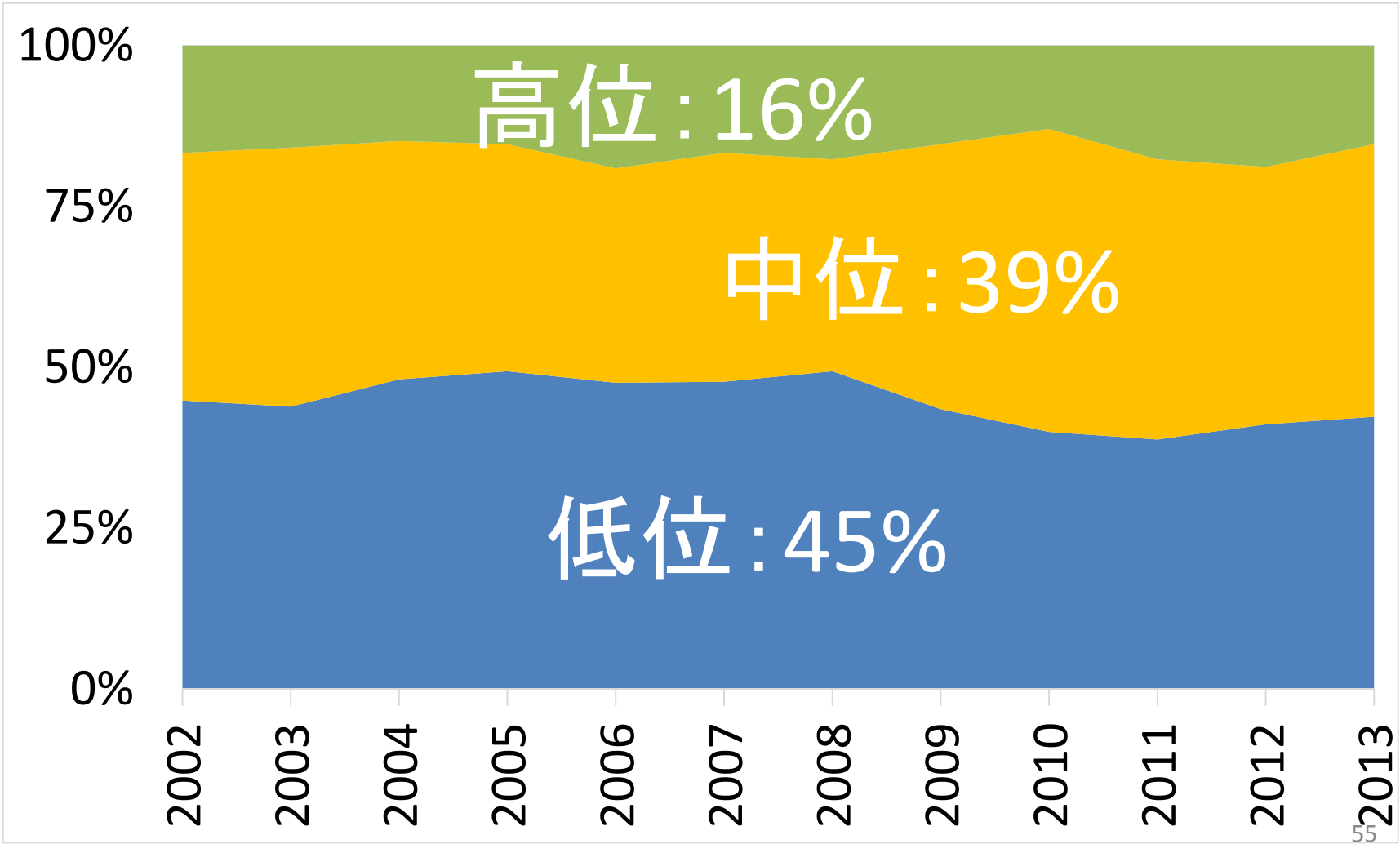
資源評価

- [資源評価の目的](#)
- [資源評価の進め方](#)
- [資源評価の体制](#)
- [ABC再算定の魚種別実施方法について](#)

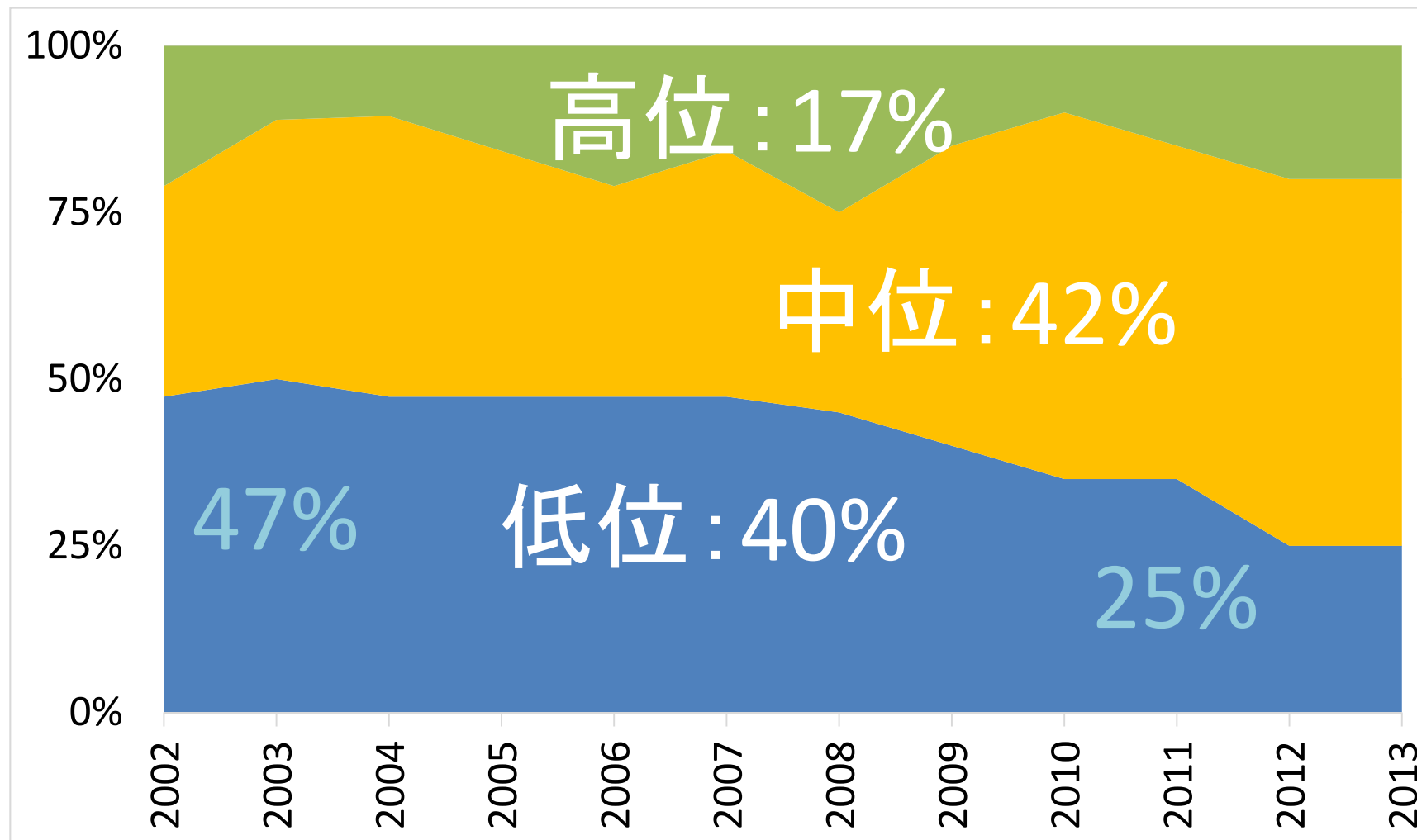
年度	資源評価結果	基本規則
平成25年度版	<a href="#">○</a>	<a href="#">PDF</a>
平成24年度版	<a href="#">○</a>	<a href="#">PDF</a>
平成23年度版	<a href="#">○</a>	<a href="#">PDF</a>

<http://abchan.job.affrc.go.jp/index1.html>

# 水産庁・水研センターによる水準評価 (全魚種, 52魚種84系群)

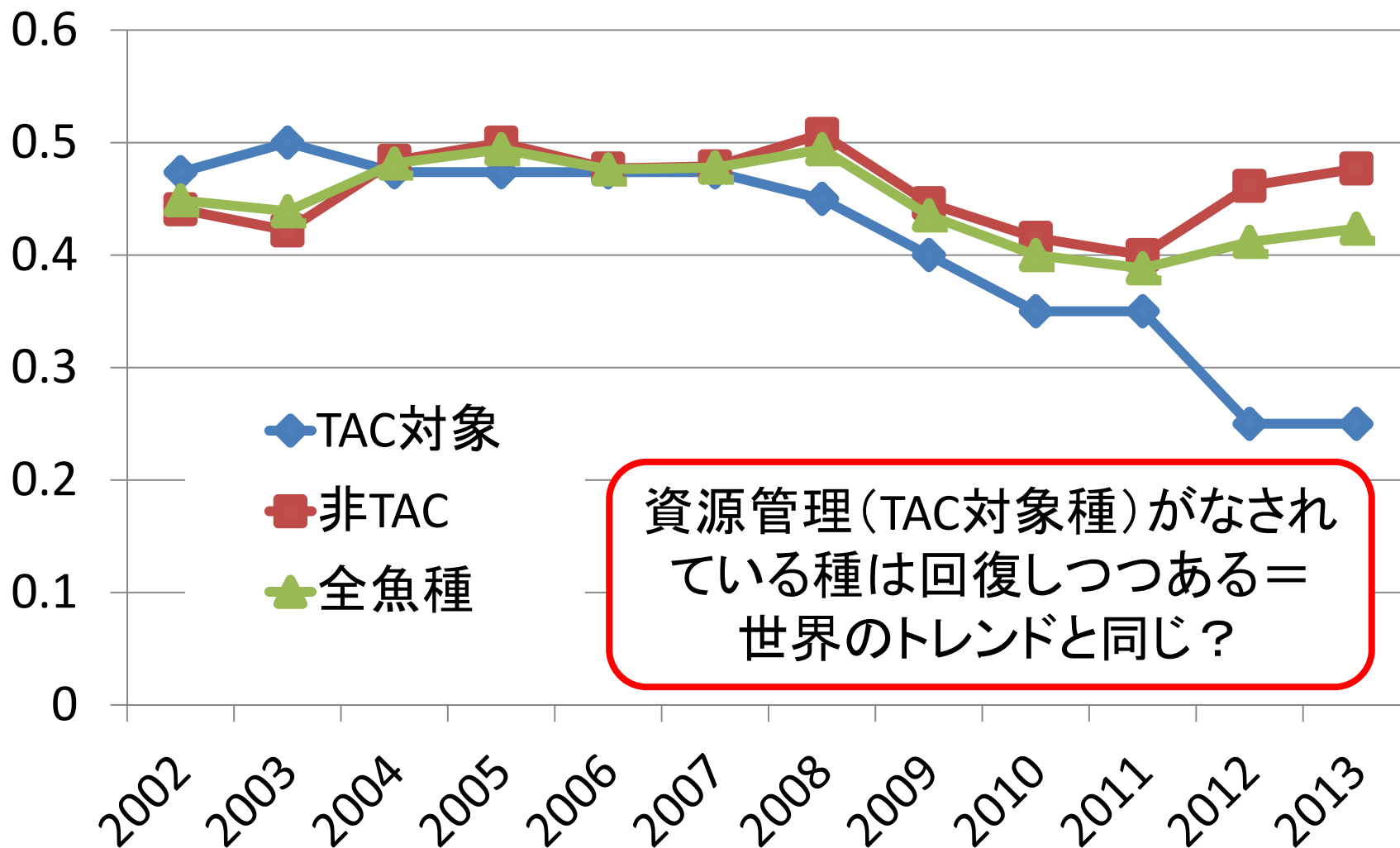


# 水産庁・水研センターによる水準評価 (TAC対象種, 18系群)



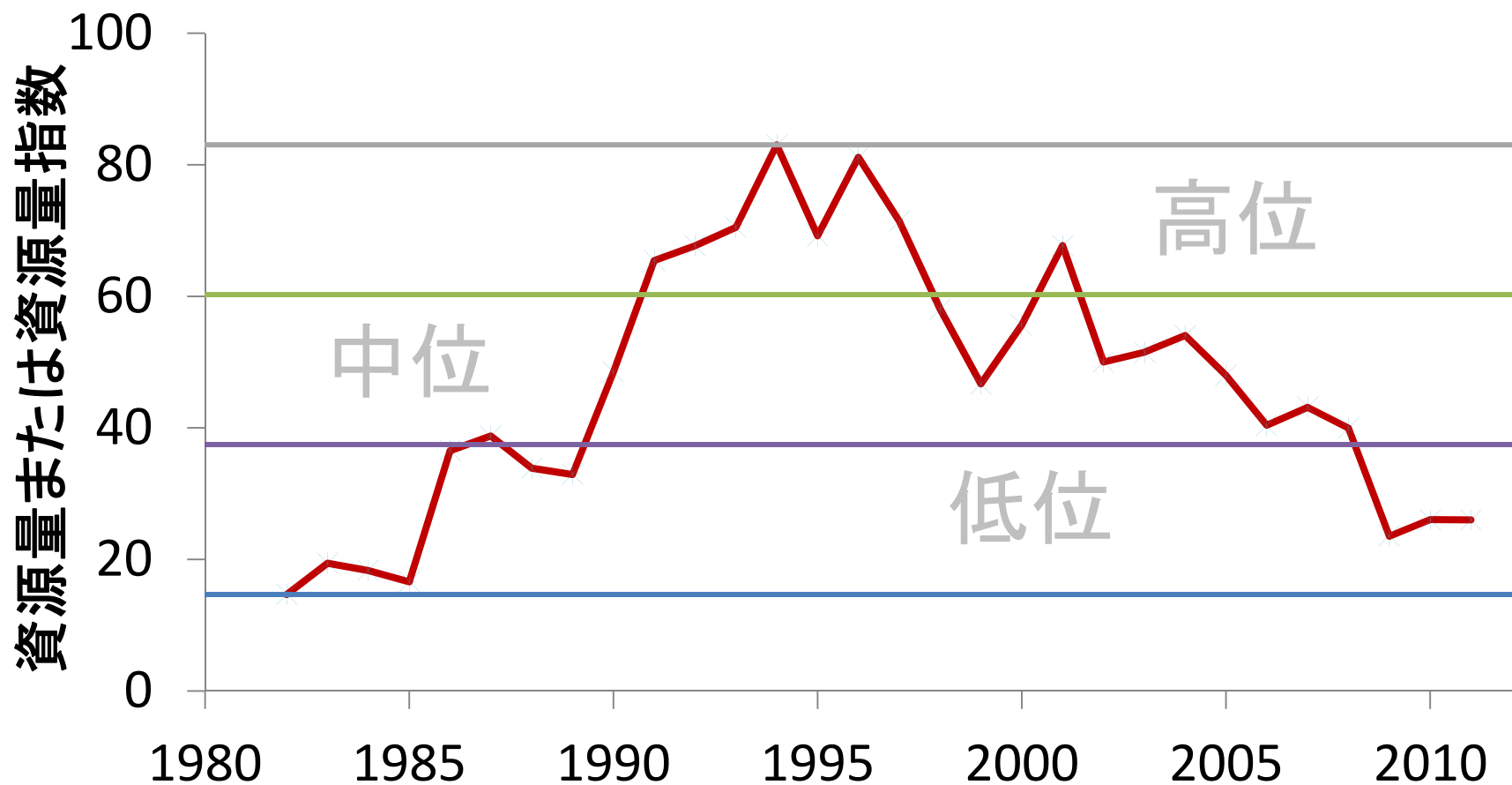


# 低位水準の割合の比較



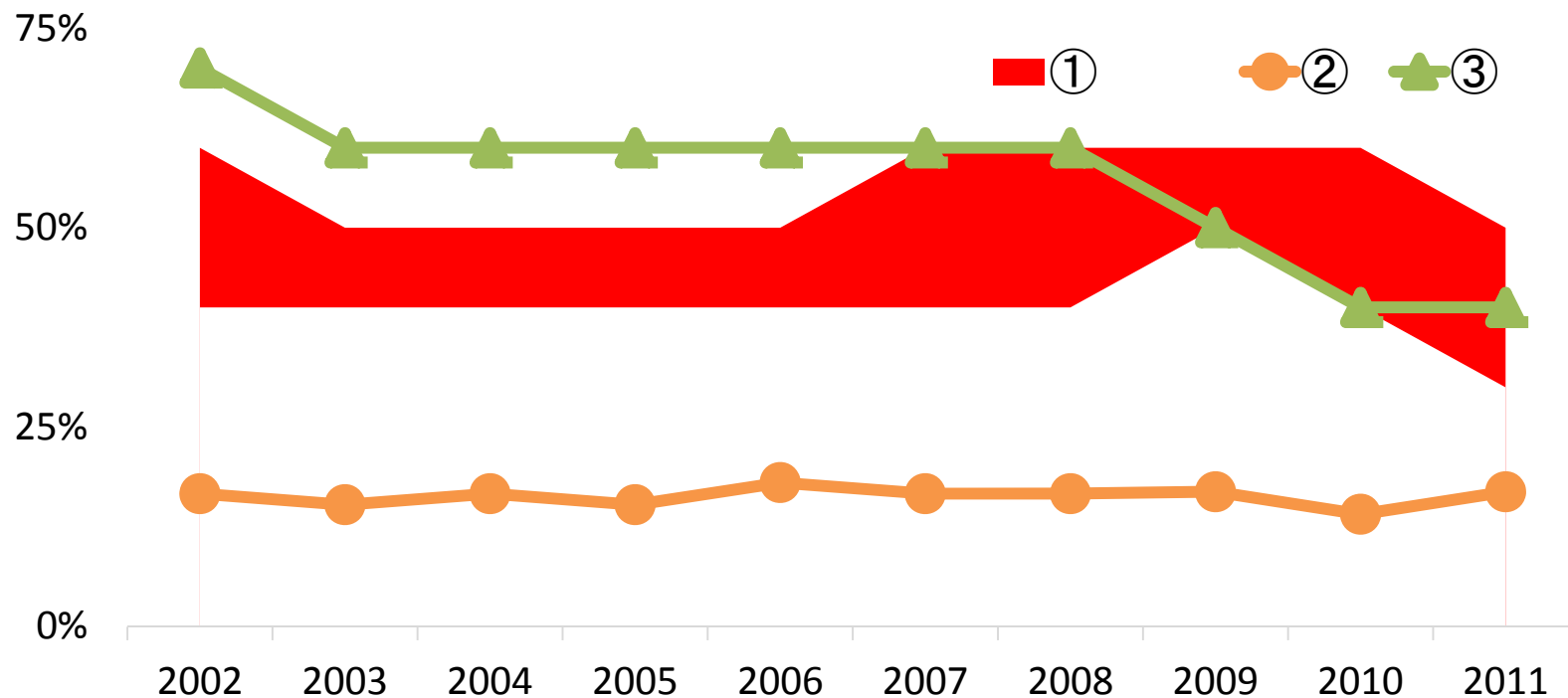
# 沿岸資源での「水準」の定義

資源量または資源量指標（または漁獲量）を3分割し，下33%を「低位」とする

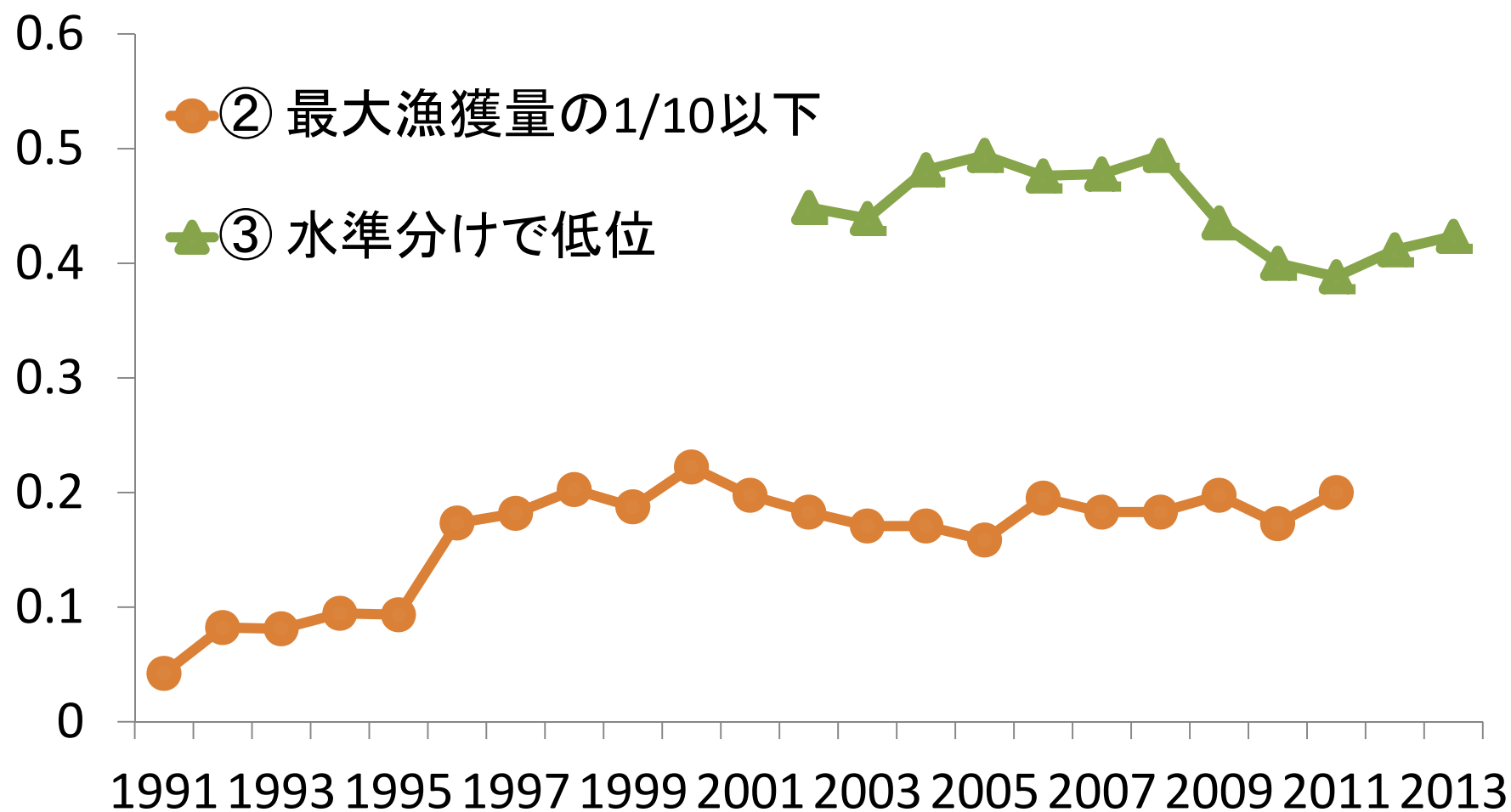


# 世界と同じ基準で見た場合の評価 (TAC対象・VPA評価種の10系群)

- ① 現状の資源が $0.2B_{msy}(=0.1B_0)$  以下
- ② 最大漁獲量の1/10以下
- ③ 日本の水準分けて「低位」となったもの



# 全84系群での比較

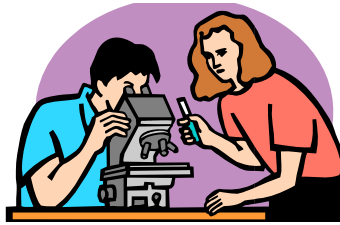




## まとめ



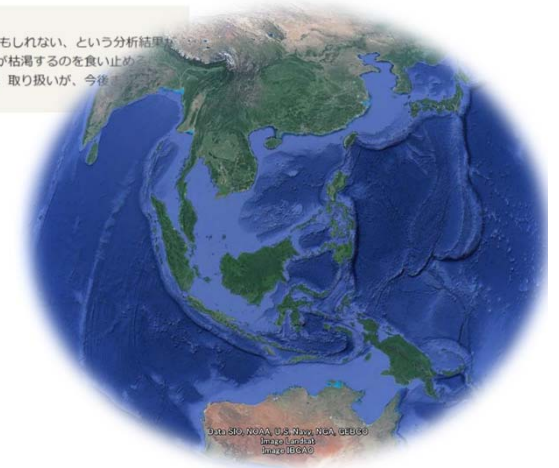
- 2000年以降では，日本の水産資源は**横ばい**傾向（TAC対象種では回復傾向）
- **世界基準と日本基準の違い**
- 低位水準40%だが，  
漁獲量基準で見ると崩壊率は20%



## 2048年までに食卓から魚が消える



40年後には魚介類が食べられなくなるかもしれない、という分析結果が「ネイチャー」で発表されました。漁業資源が枯渇するのを食い止めるために、今後、持続可能な形で生産された海産物製品の流通、取り扱いが、今後

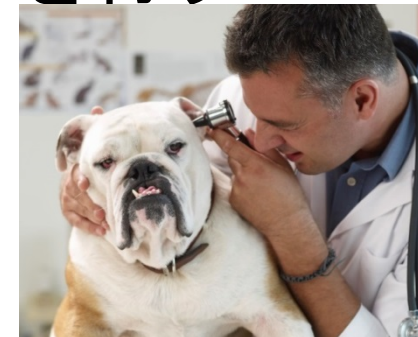


# さいごに



# さいごに:水産資源の研究者とは？

- 医者みたいなもの
- 患者(対象資源)の症状はさまざま,  
原因もさまざま
- 科学的知見・データを駆使して,  
病気の原因を特定し(資源評価),  
有効な治療(資源管理)を行う
- ひとつでも多くの資源の  
健康を保ちたい



# たいせつなこと

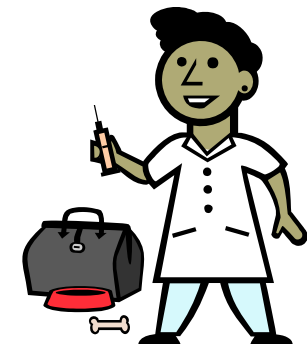
- 水産資源の現状に対する正しい見方  
(顔色を見ただけで病気と決めつけない)



- 資源評価への努力  
(病気の原因を探るため、様々な検査をする)



- 適切な管理方法の提案  
(症状に応じた治療を行う)





# 沿岸資源評価・管理における 今後の課題

- 極端に減少した資源の回復（太平洋クロマグロ・トラフグ・スケトウダラ...）
- 資源評価手法の改善
- 個々の担当者のスキルアップ
- 世界の中での日本の漁業，という視点

# 今後の講習会について

今後、より実践的な講習会の開催を計画してまいります。内容のご希望がありましたら、教えてください。

- 一般（エクセル・R・プログラミング）
- 統計分析（統計分析入門・一般化線形モデルを用いたCPUE標準化・より高度な統計手法）
- 資源評価（資源評価モデル一般・プロダクションモデル・VPA・統合モデル）
- 資源管理（資源管理一般・MSE）
- その他

# 引用文献

- Branch, T. A., O. P. Jensen, D. Ricard, Y. M. Ye, and R. Hilborn. 2011. Contrasting Global Trends in Marine Fishery Status Obtained from Catches and from Stock Assessments. *Conservation Biology* 25:777-786.
- Cochrane, K. L., S. Garcia, and Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009, *A fishery manager's guidebook*. Chichester, West Sussex ; Ames, Iowa, Wiley-Blackwell.
- Costello, C., D. Ovando, R. Hilborn, S. D. Gaines, O. Deschenes, and S. E. Lester. 2012. Status and Solutions for the World's Unassessed Fisheries. *Science* 338:517-520.
- Pauly, D., R. Hilborn, and T. A. Branch. 2013. Does catch reflect abundance? *Nature* 494:303-306.
- Worm, B., R. Hilborn, J. K. Baum, T. A. Branch, J. S. Collie, C. Costello, M. J. Fogarty et al. 2009. Rebuilding Global Fisheries. *Science* 325:578-585.
- Worm, B., M. Sandow, A. Oschlies, H. K. Lotze, and R. A. Myers. 2005. Global patterns of predator diversity in the open oceans. *Science* 309:1365-1369.

# いままでの研修資料

- <http://cse.fra.affrc.go.jp/ichimomo/>