

Base-06(2020)

MSYをめぐる議論の歴史:5

- MSYの値の推定が難しい(続き)

動画作成者 漁業情報解析部 市野川桃子
(ichimomo@fra.affrc.go.jp)

MSYの値の推定が難しい問題

不確実性を定量化しつつ、うまく推定できるように頑張る (Base-05)

パラメータを推定せず、仮定値を使う (Base-06)

MSY管理基準値の代替値を用いる (Base-06)

再生産関係の不確実性に影響されない頑健なTACの計算方法を検討する(MSE)
→ (参考動画Info-01)

評価モデル
(再生産関係)



MSY管理基準値



ABC, TAC

推定できない場合は推定せず、与える

- 「それらしい値」を仮定する or 事前分布とする
 - (※) 再生産関係をモデル内で推定できるような資源評価モデル
- どんな値が「それらしい」か？
 - 過去にほかの魚種で推定された h などの情報を集積し、一般的な傾向を見出す「メタ解析」の結果などが参考となる

Predicting recruitment density dependence and intrinsic growth rate for all fishes worldwide using a data-integrated life-history model

James T. Thorson^{1,2} 

- どんな資源でどんな h が得られているか？
- 魚種の特徴によって h の値（漁獲に対する頑健さ）は変わる？

魚の生活史パラメータ
データベース (FishBase)

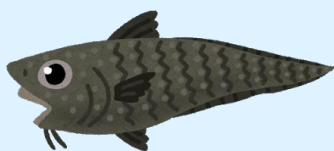


→ $h=0.5, M=0.2$



→ $h=0.9, M=0.7$

資源量推定結果のデータベース
(RAM Legacy Database)



→ $h=0.6, M=0.3$

データベースから、 h と関連しそうな生活史パラメータを取り出し、関係性を推定

ORIGINAL ARTICLE



Predicting recruitment density dependence and intrinsic growth rate for all fishes worldwide using a data-integrated life-history model

James T. Thorson^{1,2}

		Steepness (<i>h</i>)		Intrinsic growth rate (<i>r</i>)
		This study	Thorson et al. (2019)	This study
Class				
魚全体	Actinopterygii	0.74 (0.23)	–	0.49 (0.83)
Order				
メジロザメ目	Carcharhiniformes	0.36 (0.20)	–	0.02 (0.19)
ネズミザメ目	Lamniformes	0.36 (0.20)	–	0.02 (0.14)
ニシン目	Clupeiformes	0.74 (0.23)	–	0.61 (0.96)
タラ目	Gadiformes	0.63 (0.23)	–	0.21 (0.46)
スズキ目	Perciformes	0.73 (0.22)	–	0.46 (0.71)
カレイ目	Pleuronectiformes	0.76 (0.21)	–	0.49 (0.79)
	Scorpaeniformes	0.74 (0.23)	–	0.39 (0.63)
Family				
メバル科	Sebastidae	0.72 (0.21)	–	0.15 (0.20)
サケ科	Salmonidae	0.79 (0.18)	–	0.44 (0.43)
サバ科	Scombridae	0.69 (0.20)	–	0.45 (0.48)
フエダイ科	Lutjanidae	0.73 (0.21)	–	0.33 (0.41)
Genus				
メバル目	Sebastes	0.61 (0.16)	0.58–0.78 (0.15–0.20)	0.09 (0.07)

*h*と有意な関係を持つ生活史パラメータはあまりなかったが、分類群によって*h*の範囲が異なるケースも見られた

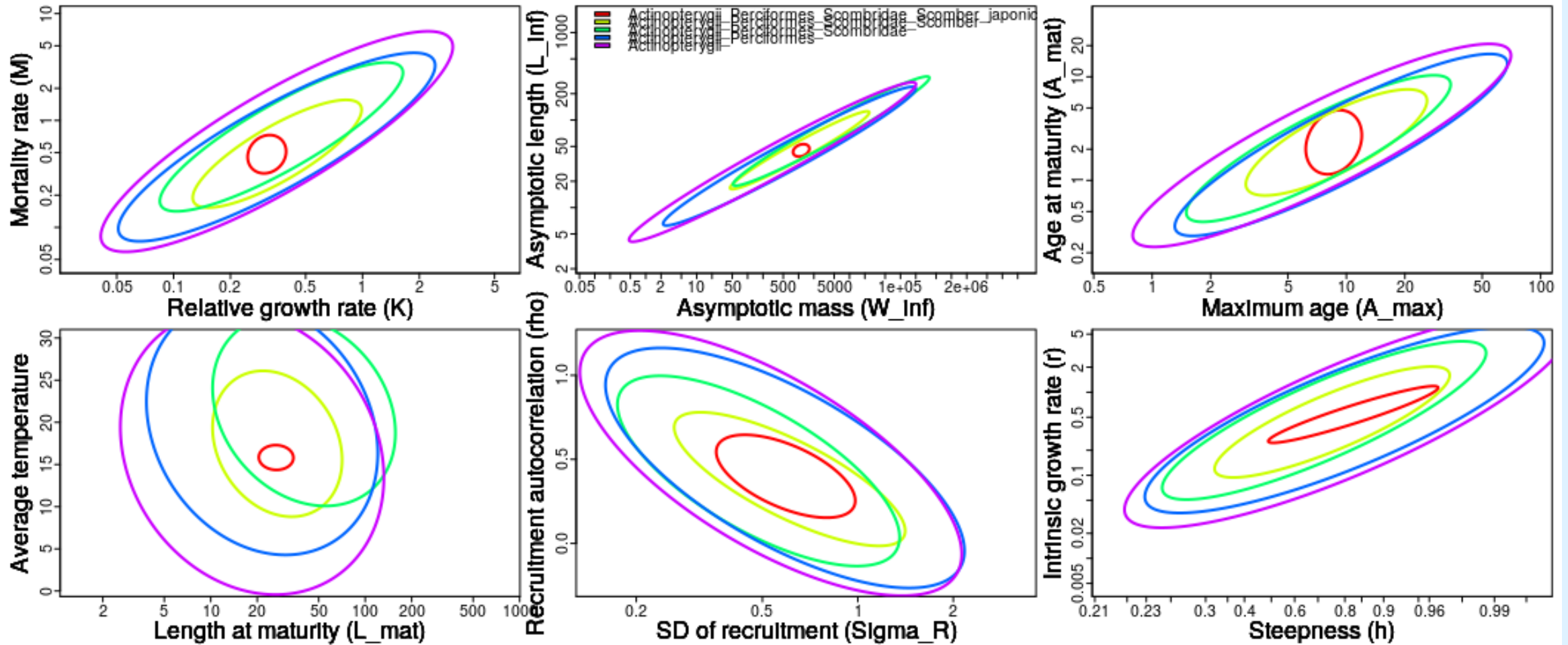
- 魚全体では、0.75(±0.23)の範囲

```
devtools::install_github("james-thorson/FishLife")
```

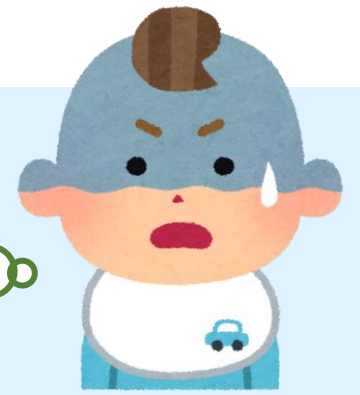
```
library(FishLife)
```

```
Plot_taxa( Search_species(Genus="Scomber",Species="japonicus")$match_taxonomy,mfrow=c(2,3))
```

FishLife (<https://github.com/James-Thorson-NOAA/FishLife>) で種ごとにパラメータが取り出せる



情報が足りなくて、MSY推定に必要な
パラメータ(h や r)が全然うまく推定で
きないよ・・・どうしよう？



先人の知恵を借みましょう！
FishLifeをはじめとした、メタ解析
の結果から、常識的な値を仮定値と
しておいたり、事前分布に利用した
りすることができます（※）

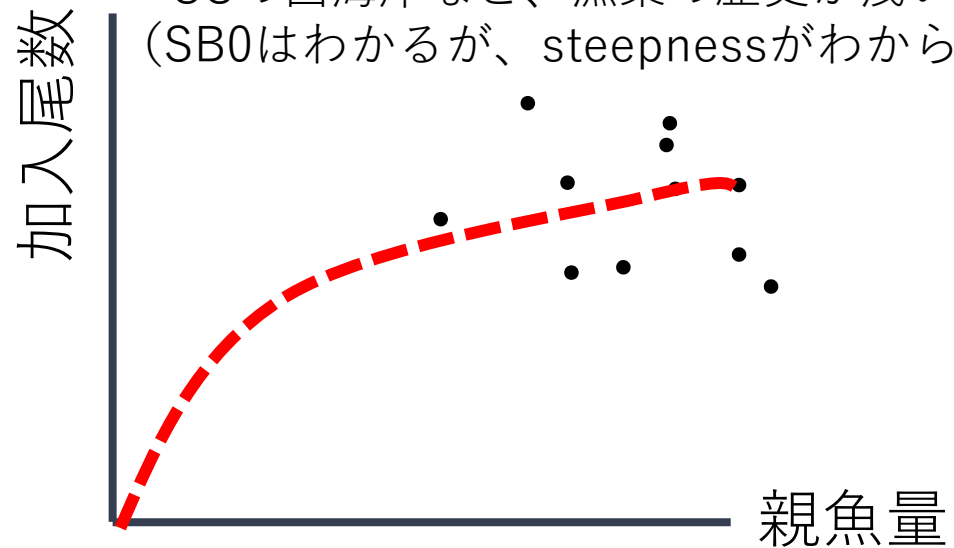
※ 再生産関係をモデル内部で推定できる前進計算の資源評価モデルを用いている必要があります（モデル外で再生産関係を推定する場合に h を仮定値として与えると、いろいろとおかしなことが生じるからです）

「ちょっと」どころじゃない、
「全然」わからないんです...



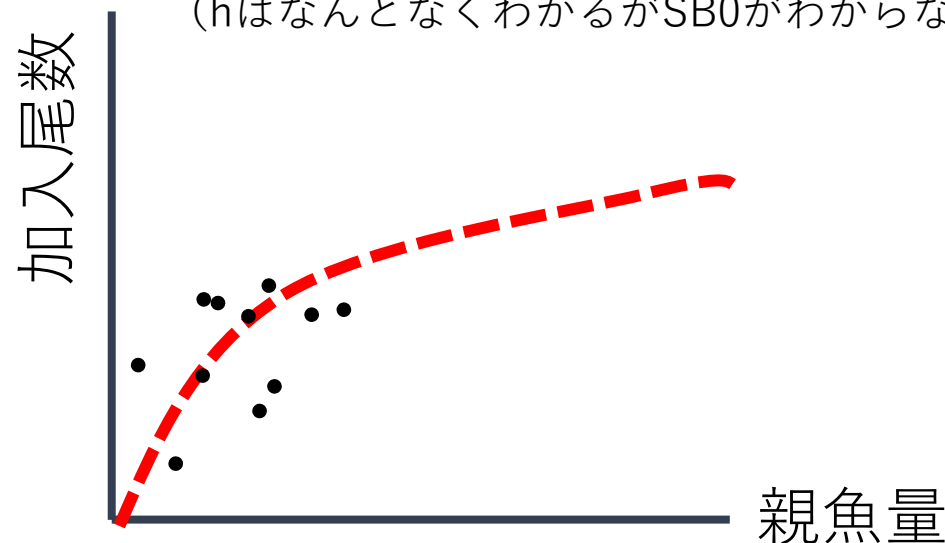
推定が特に難しい2つのケース

USの西海岸など、漁業の歴史が浅い場合
(SB0はわかるが、steepnessがわからない)



- 親子関係がない

日本の資源など、漁業の歴史が長い場合
(hはなんとなくわかるがSB0がわからない)

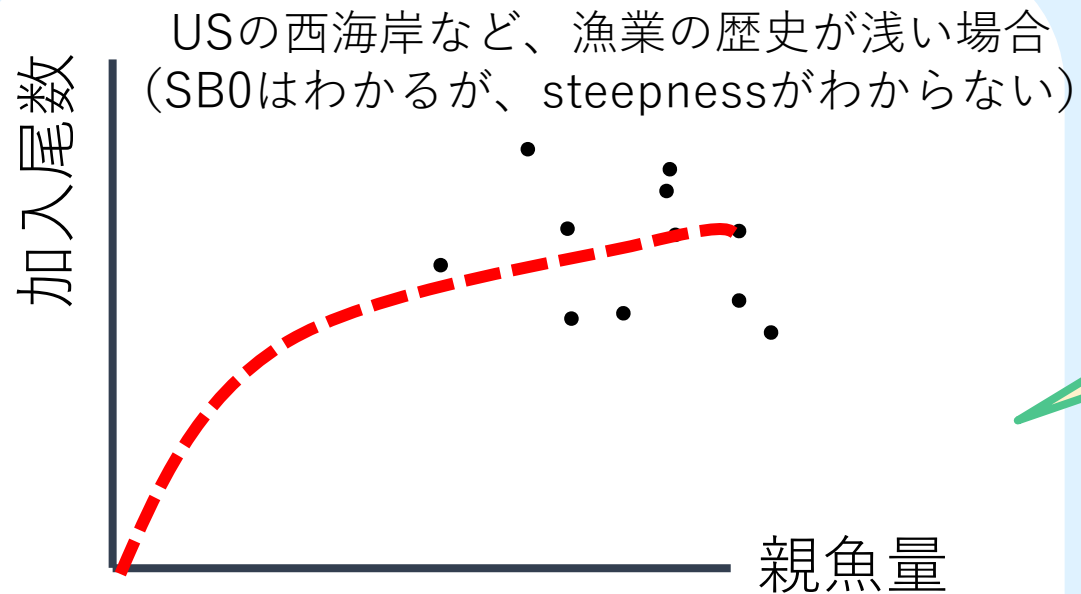


- 密度効果がない

「ちょっと」どころじゃない、
「全然」わからないんです...



推定が特に難しい2つのケース

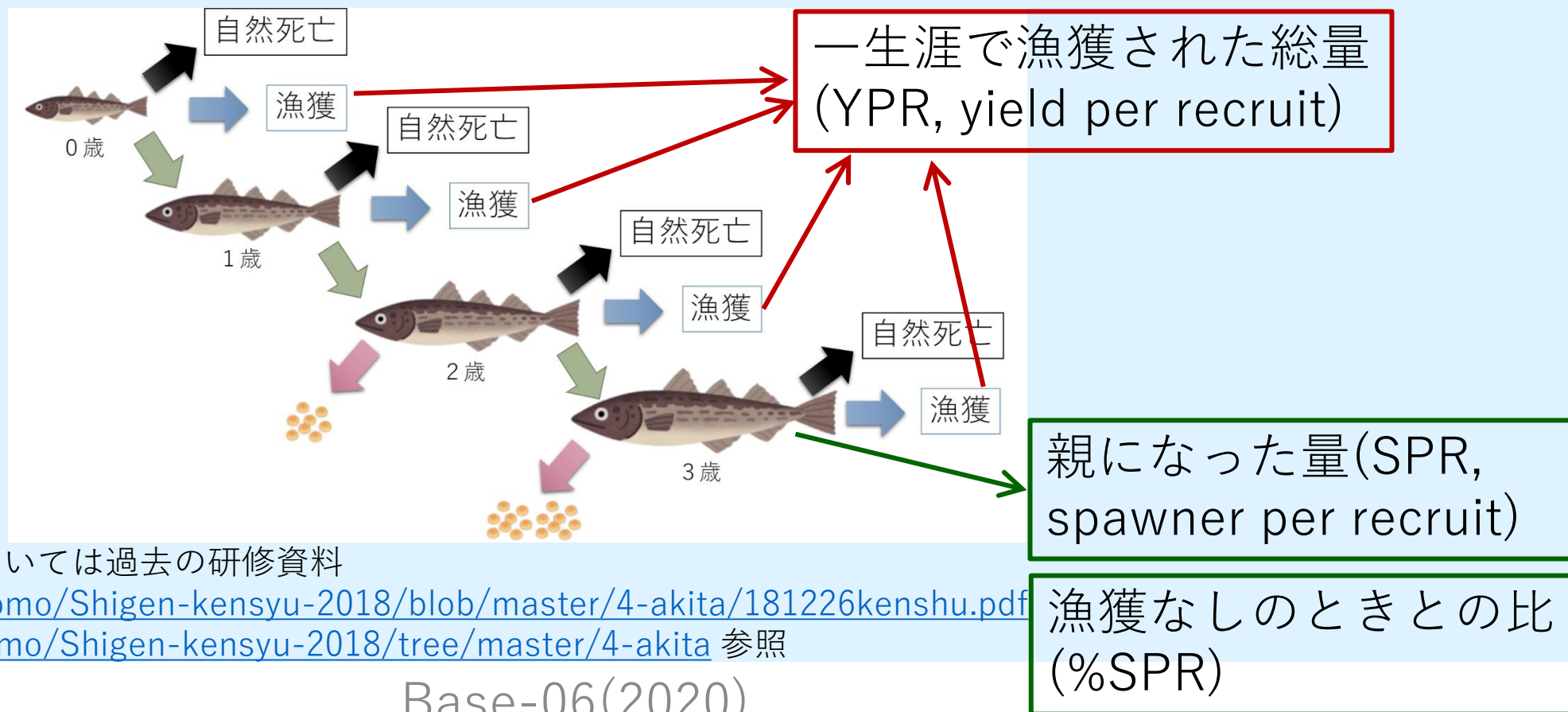


- 親子関係がない

MSY管理基準値の代替値
(MSY proxies)を用いる

MSY代替値とは？

- 再生産関係を必要としない管理基準値：YPR, SPR
 - 1個体が成長していくときの，漁獲された量と親になれた量を考える

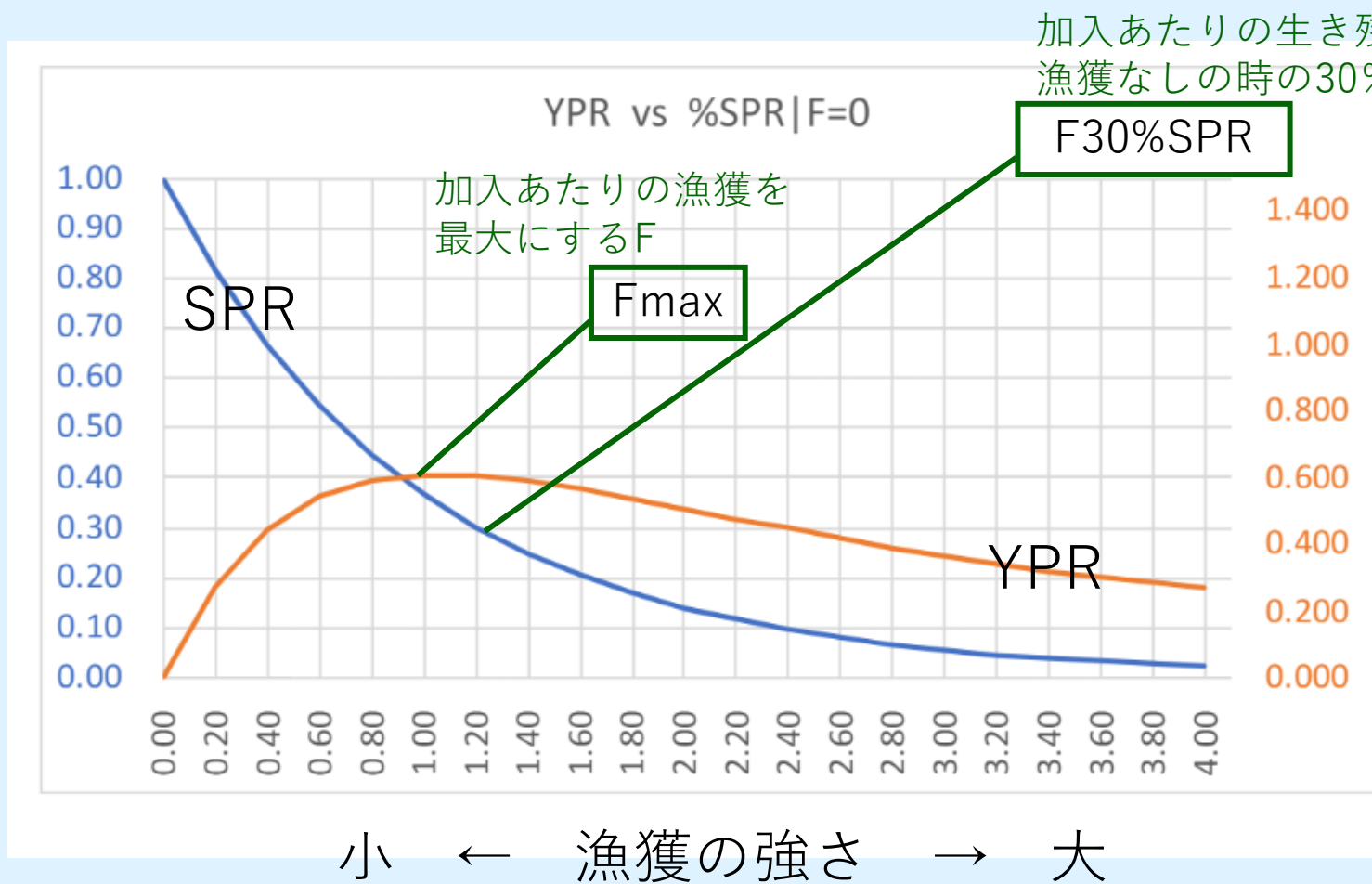


※より詳しいYPR, SPRについては過去の研修資料

<https://github.com/ichimomo/Shigen-kensyu-2018/blob/master/4-akita/181226kenshu.pdf>

<https://github.com/ichimomo/Shigen-kensyu-2018/tree/master/4-akita> 参照

Base-06(2020)



- 親を減らしたときに，同じ加入が得られるとは限らない
- どこまで親を減らして大丈夫かという基準はない

※より詳しいYPR, SPRについては過去の研修資料

<https://github.com/ichimomo/Shigen-kensyu-2018/blob/master/4-akita/181226kenshu.pdf>

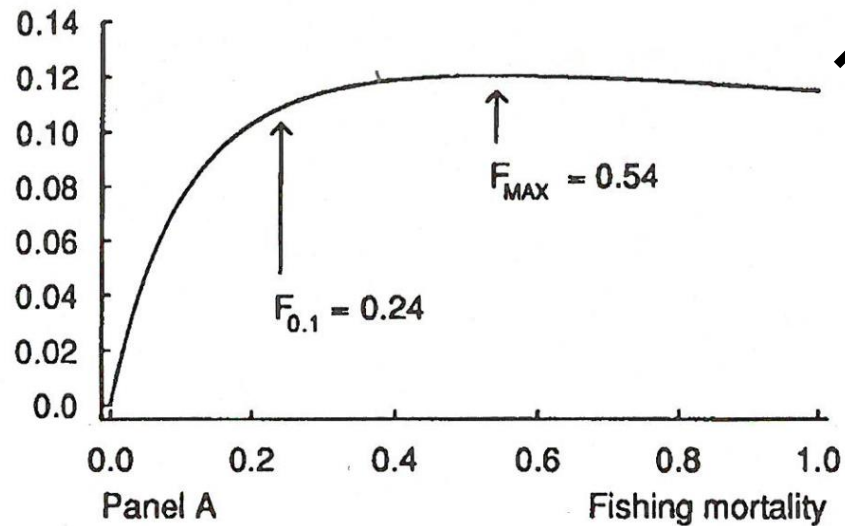
<https://github.com/ichimomo/Shigen-kensyu-2018/tree/master/4-akita> 参照

Base-06(2020)

Maximum minimum yield (Clark, 1991)

YPR (だいたいわかる)

Yield per recruit



再生産関係

(よくわからない)

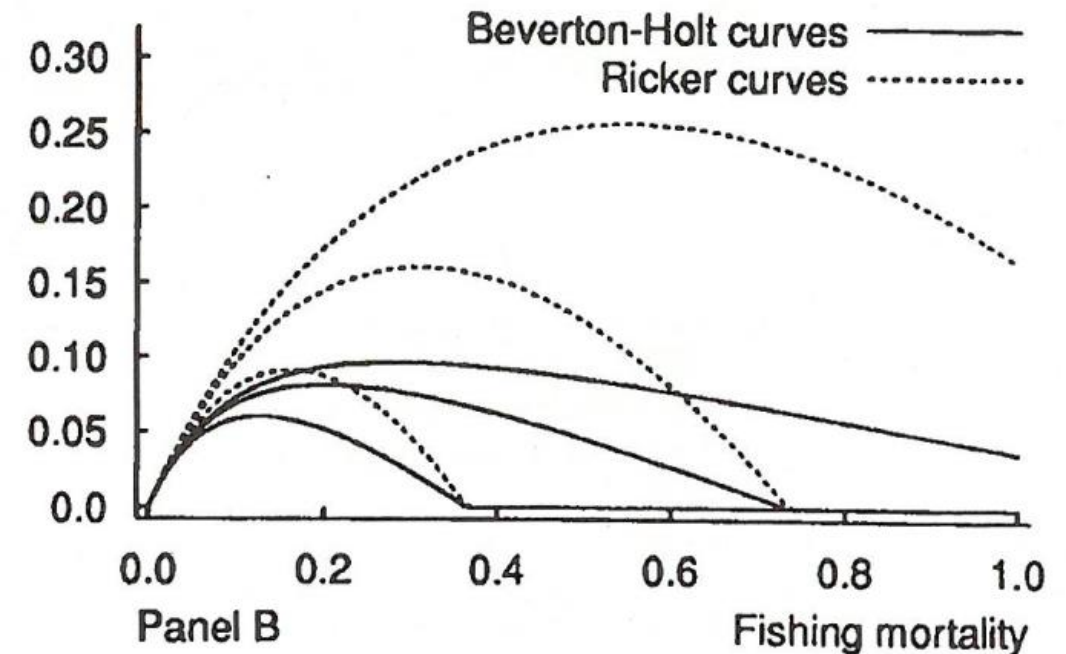
加入尾数

親魚量

漁獲量曲線

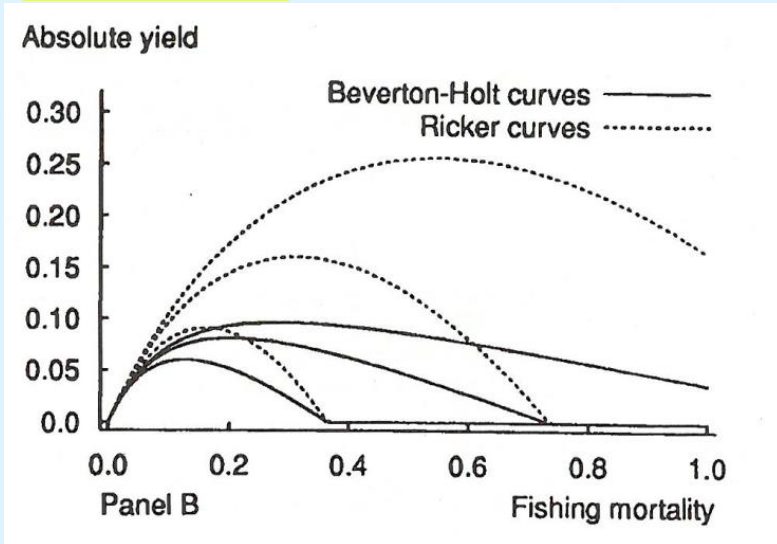
Absolute yield

(やっぱりよくわからない)

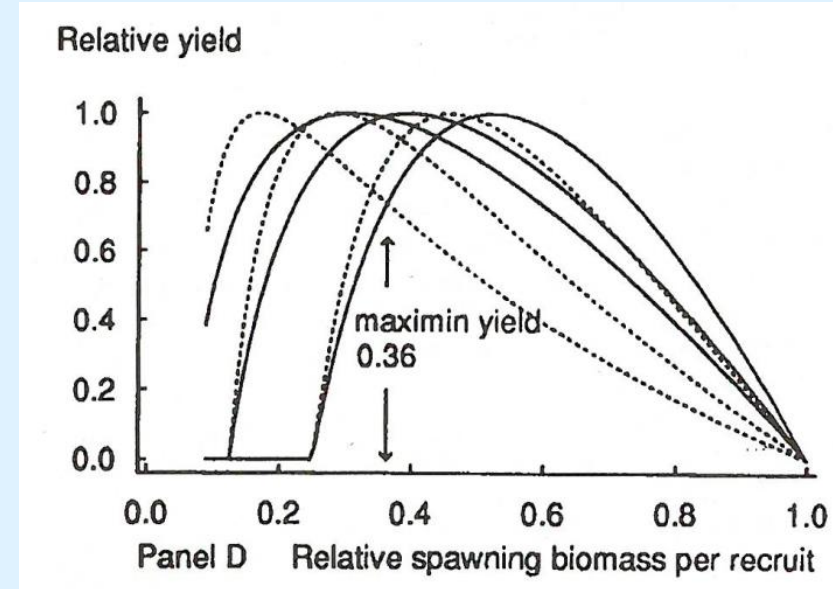


MSY代替値とは？ (Clark 1991)

漁獲量曲線



縦軸を最大値(MSY)
で相対化



横軸をSPRで相対化

どんな場合でもF30-40%SPRで漁獲すれば、最低でもMSYの60%は確保できる (Maximum Minimum Yield)

⇒ F30-40%SPR や B0の30-40%をMSY管理基準値のかわり (MSY proxy) としよう

Brodziak, 2002; Clark, 1991;
Thorson, Cope, Branch, & Jensen,
2012; Punt, Smith, Smith, Tuck, &
Klaer, 2014

MSY代替値としての%SPRやB0基準

- 米国ではだいたい、底魚は SB_0 の40%、浮き魚は SB_0 の30%が SB_{MSY} 代替値として用いられている(SB_0 の推定がうまくできている場合)
- SB_0 が上手く推定できない場合には、F30-40%SPRなど、漁獲圧だけの管理基準値が決められている場合も

WCPFC(中西部太平洋まぐろ委員会)の階層的アプローチ

2) The hierarchical approach (as outlined in SC7-MI-WP-03) to identify key LRPs for key target species in the WCPFC is as follows:

Level	Condition	LRPs
Level 1	A reliable estimate of steepness is available 信頼できる h の推定が得られている	F_{MSY} and B_{MSY}
Level 2	Steepness is not known well, if at all, but the key biological (natural mortality, maturity) and fishery (selectivity) variables are reasonably well estimated. h がよくわからないが、他の鍵となる生物学的パラメータ(M , 選択率) はだいたいちゃんと推定されている	$F_{X\%SPR_0}$ and either $X\%SB_0$ or $X\%SB_{current, F=0}$
Level 3	The key biological and fishery variables are not well estimated or understood. 鍵となる生物学的パラメータ(M , 選択率) も不明、またはちゃんと推定されていない	$X\%SB_0$ or $X\%SB_{current, F=0}$

現行の資源評価では、 SB_{MSY}/SB_0 や、 F_{MSY} に対応する $F\%SPR$ はあまり重視されていないが、「一般に(国際的に)使われている値」と比較して、大きすぎる？小さすぎる？という感覚を持つておくのは大事

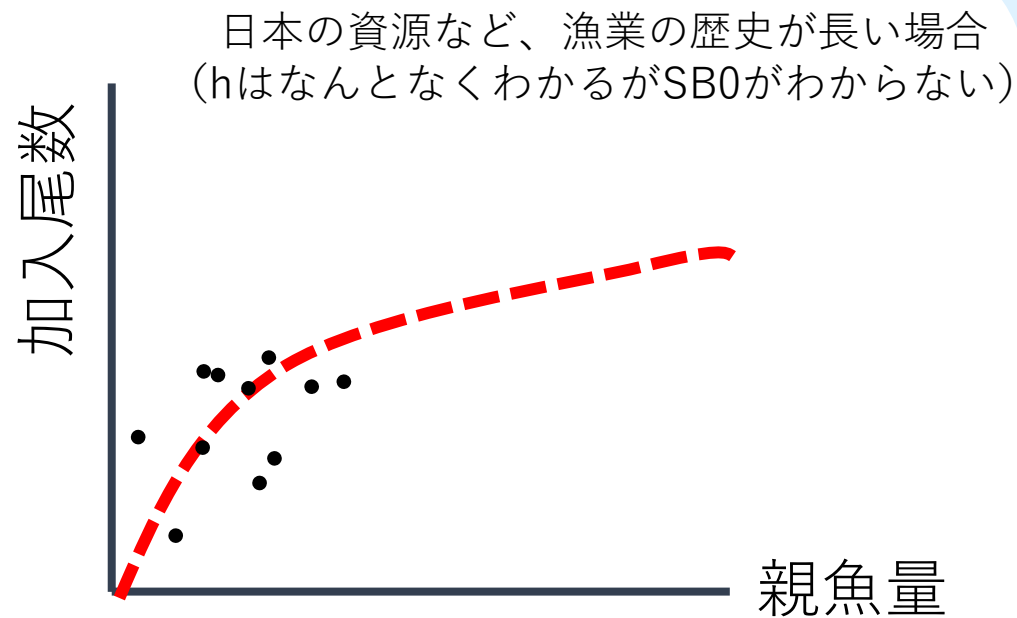
系群	B_{msy}/B_0	$F\%SPR_{MSY}$
スケトウダラ太平洋系群	19	19
マアジ対馬暖流系群	20	20
マサバ対馬暖流系群	20	20
ゴマサバ東シナ海系群	26	26
マアジ太平洋系群	29	22
マイワシ太平洋系群（通常）	39	38
マイワシ対馬暖流系群（通常）	39	40
ゴマサバ太平洋系群	39	27
スルメイカ冬季発生系群	40	68
マサバ太平洋系群	46	54
ズワイガニ日本海A海域	50	50
スルメイカ秋季発生系群	52	62
スケトウダラ日本海系群	53	60

「ちょっと」どころじゃない、
「全然」わからないんです...



推定が特に難しい2つのケース

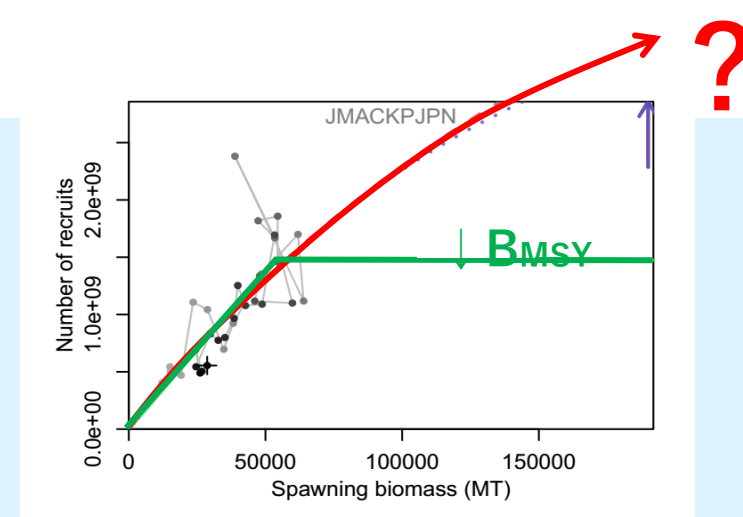
HS再生産関係を便宜的に
あてはめる



- 密度効果がない

便宜的なHSの仮定

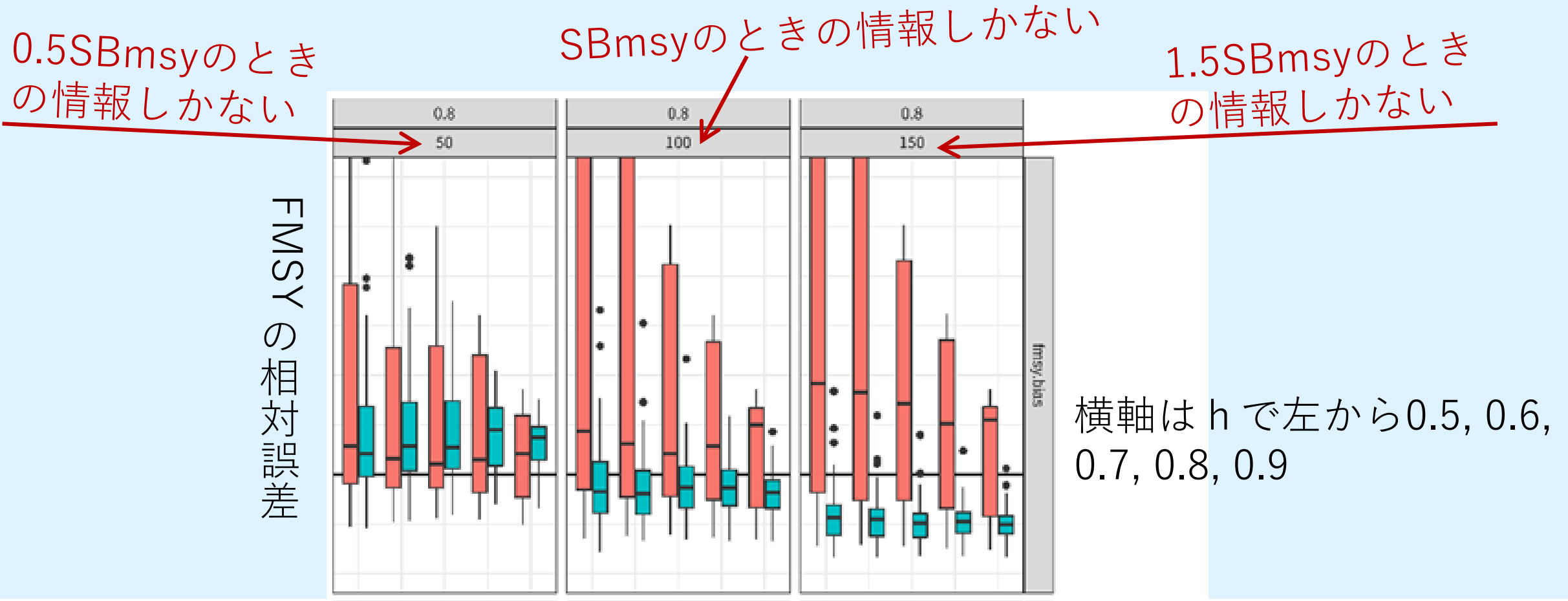
過去最大親魚量以上を加入一定と仮定することにより、MSYが発散することなく計算可能になる (Ichinokawa et al. 2017 ICES Journal)



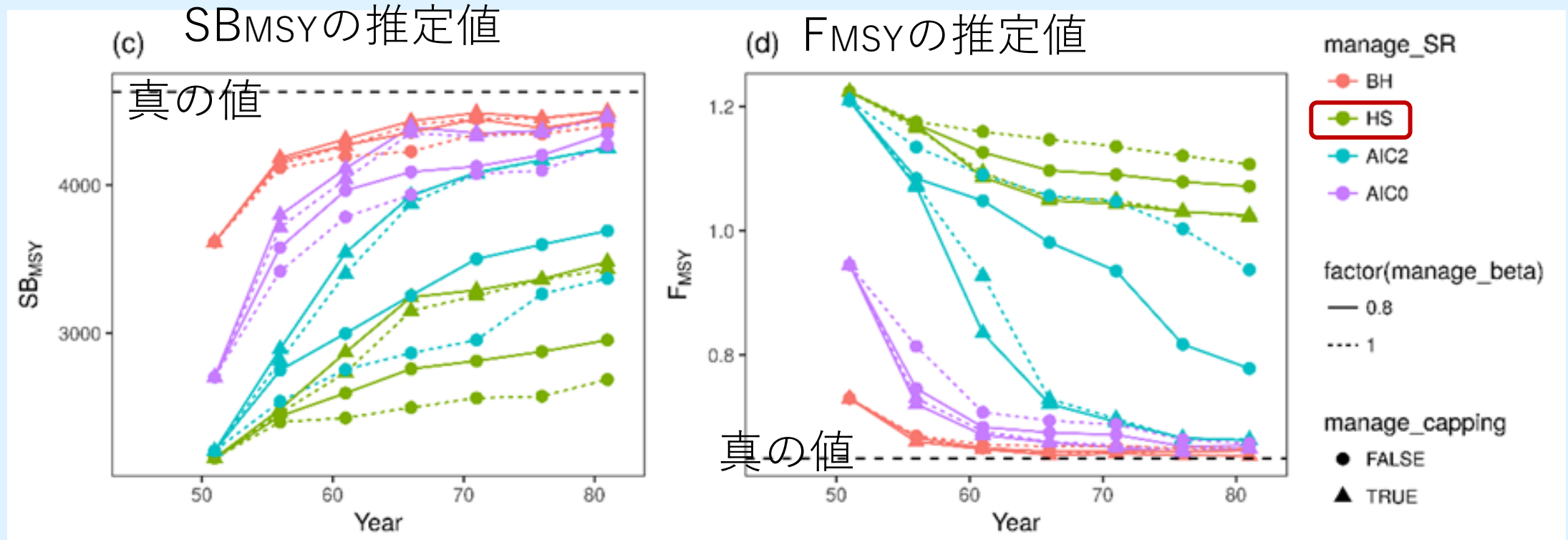
- 便宜的な仮定であり、想像されるSBmsyのうちの下限という位置づけ
- 極端な外挿をすることがないので、SBmsyの推定値が安定する
(バイアスがあるが、分散は小さい※次スライド)
- もともとは、(たぶん同様の問題を抱えていた) ICESでHSが見直され (Mesnil & Rochet 2010), ICESでもMSYの復活とともに導入。

HSは極端な外挿をすることがないので、SBmsyの推定値が安定する利点がある（バイアスはあるが分散は小さい）

- 真の再生産関係がBHのとき、 F_{MSY} の推定にBHを使った場合（ピンク）とHSを使った場合（緑）の相対誤差: $(\text{推定値} - \text{真の値}) / \text{真の値}$



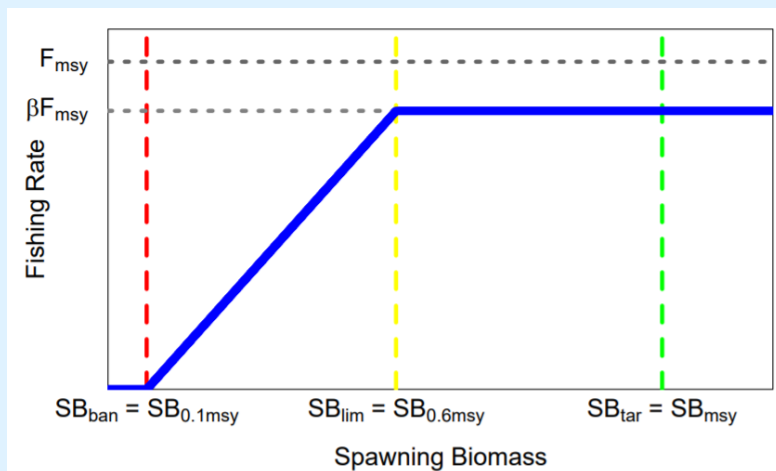
管理を続けていくとバイアスは解消される。ただし、素早く学習させたい場合には保守的な管理にしたほうが良い。



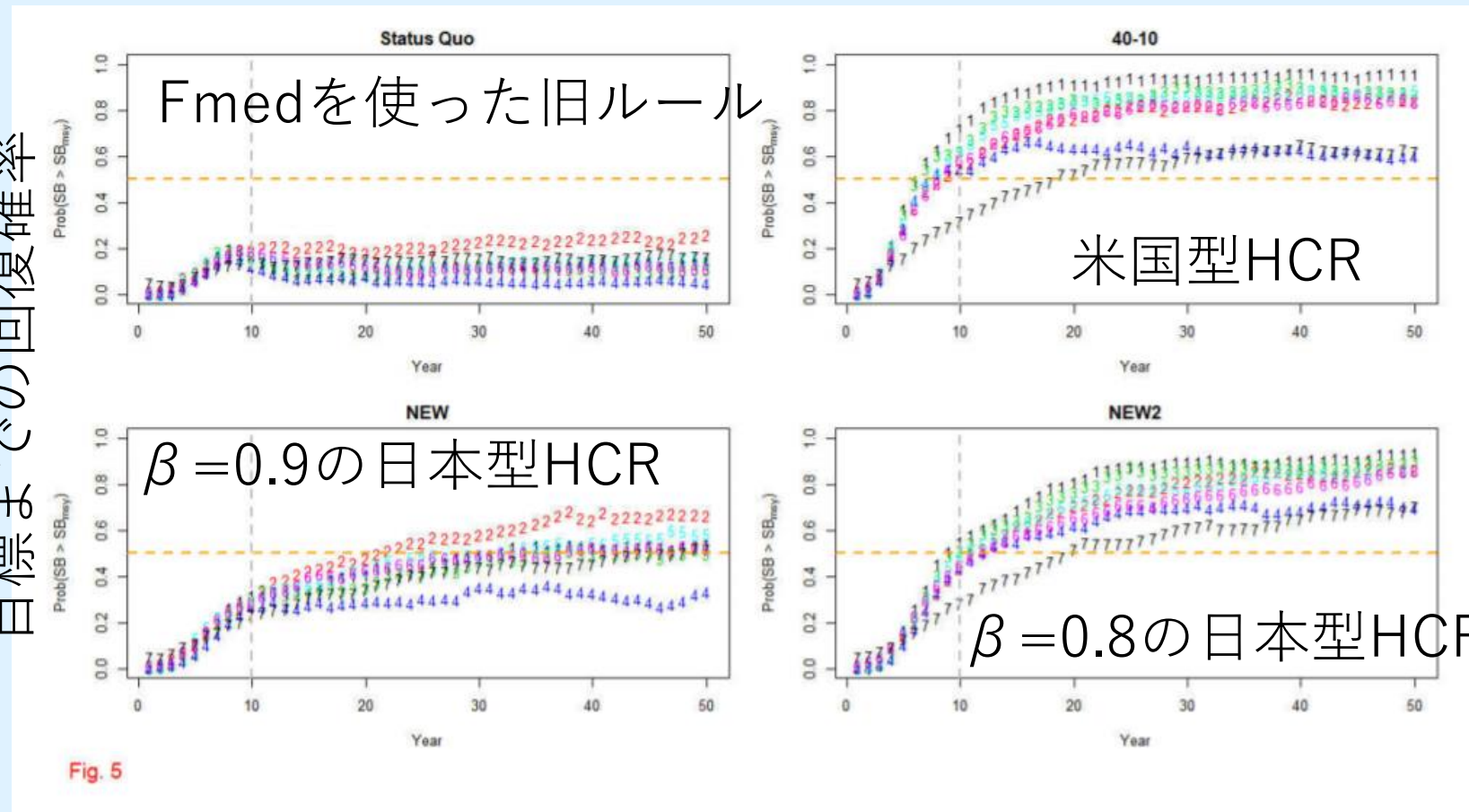
便宜的なHSの仮定 + 日本型HCRでちゃんと管理できる

⇒ より広範な不確実性を考えても、 $\beta = 0.8$ であればだいたいうまくいく

(Okamura et al 2020, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.07.16.207282v1>)



目標までの回復確率



まとめ①

- 再生産関係が不安定・上手く推定できない・あたりがつけられない
⇒ 他資源での知見（メタ解析）を利用する
- MSY代替値の利用：B0基準（だいたいB0の30-40%にMSYがくる）・F%SPR

※ 再生産関係を資源評価モデル内で推定できる
前進計算の資源評価モデルが前提かも，，

まとめ②

- 密度効果が観測範囲内で見られないような場合には，便宜的に再生産関係をHSと仮定する：日本型アプローチ
 - これも一種のMSY管理基準値の「代替値」と見ることもできる
 - だからこそ，「保守的な（ $\beta=0.8$ ）」HCRを選んでいくことが大事

一方で，「この資源ではどのくらい不確実だから，どのくらい保守的にしないといけないのか」を見せないと納得してもらえないのも事実
⇒ 不確実性の定量化の重要性

おつかれさまです

全部まとめてみます



Base-02
MSYの管理目標としての認識

1950~

理論を説明するためのモデル(toy model)と
パラメータ推定のためのモデルの混同による推定の失敗→批判

1970~

Base-03, 04

親子関係の検出もできない?

1990~

親子関係に依存しないYPR, SPR
管理基準値の探索 Base-06

MSY代替値
Base-06

統計をベースにした
推定のためのモデルの発展

再生産関係のパラメータの
不確実性の認識 Base-05

社会・経済要因の考慮
→ MEY, PGY

MSE
Info-01

2000~

予防的アプローチ
(MSYは目標でなく限界)

Base-06(2020)

おつかれさまでした

MSYのいろんな話については・・・



月刊海洋	特集 管理目標を見据えた我が国の 新しい資源評価と管理	2018年10月号 通巻575号 Vol.50, No.9
1.市野川桃子・渡邊千夏子・・・・・・・・・・・・・・・・・・p439-443 総論：管理目標を見据えた我が国の新しい資源評価と管理		
2.渡邊千夏子・・・・・・・・・・・・・・・・・・p444-449 現行のABC算定ルールと管理目標		
3.松田裕之・竹本裕太・森 宙久・永野一郎・・・・・・・・・・p450-454 資源管理における管理目標の重要性		
4.山川 卓・・・・・・・・・・・・・・・・・・p455-459 異なる管理目標下での最適漁獲		
5.阪口 功・・・・・・・・・・・・・・・・・・p460-467 地域漁業管理機関における資源管理の現状		
6.渡邊良朗・・・・・・・・・・・・・・・・・・p468-472		

(※) 全文PDF配布しています
<https://ichimomo.github.io/main/home-page/MSY.html>