

# S S 検討会資料

国際水産資源研究所

くろまぐろ資源部

竹内

# 本日のお題

- 0. 準備
- 1. 収束を目指そう-収束条件-
- 2. 収束を“最終確認”しよう-jitter run-
- 3. 行儀の悪いデータを探そう-尤度プロファイル-

# 0.準備

- ここでは、Rにr4ssというパッケージをインストールします。
- インストール方法1 (CRANから)
  - `install.packages("r4ss",repos="http://cran.ism.ac.jp")`
  - SSの最新バージョンにそのままでは対応していない場合がある！
- インストール方法2 (githubから)
  - `install.packages("devtools",repos="http://cran.ism.ac.jp")`
  - `devtools::install_github("r4ss/r4ss")`
  - 最新版のインストールができる



Ian Taylor,  
NEFSC/NM  
FS

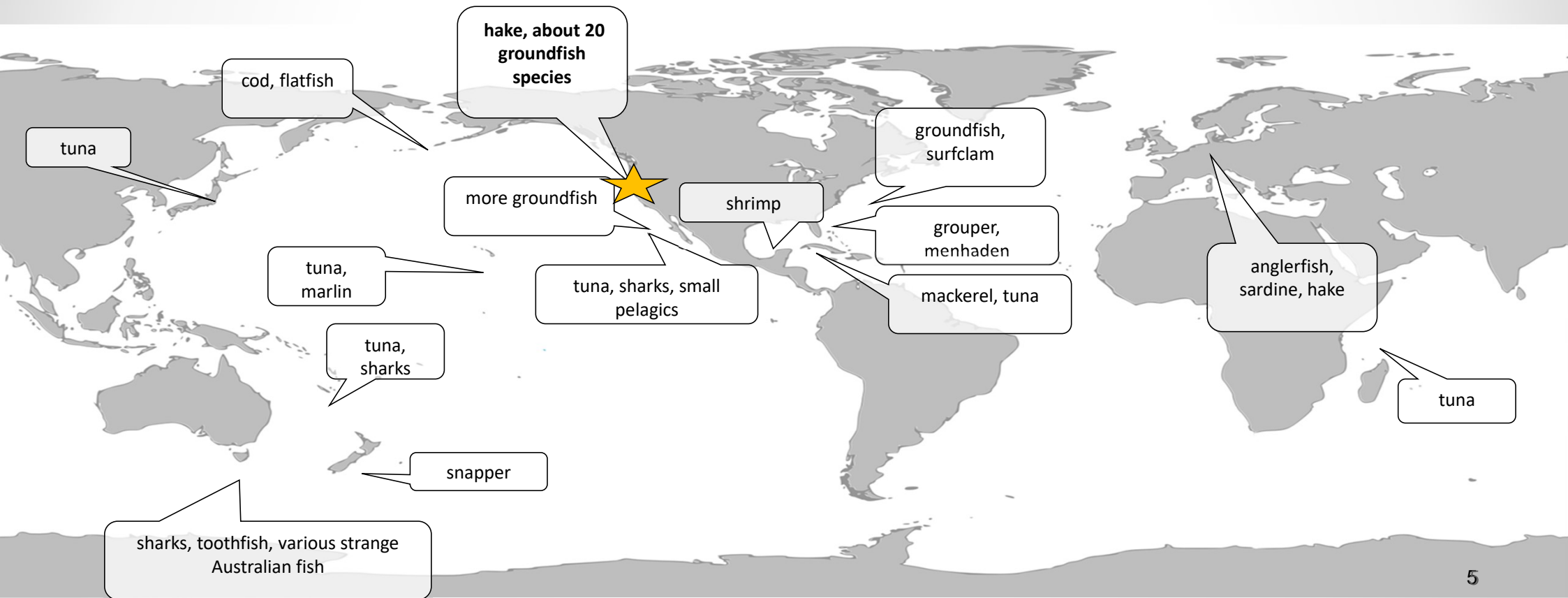
# 閑話休題 – SS の歴史 –

- Anchovy synthesis (~1985)
- Generalized model for west coast groundfish (1988)
- Complete re-code in ADMB as SS2 (2003)
- Add Graphical Interface (2005)
- SS\_V3 adds tag-recapture and other features (2009)

# Stock Synthesis usage

Used to formally assess 61 fishery stocks by 2012: 35 in the US, 10 tuna/billfish stocks in three oceans, 4 European stocks, and 12 Australian stocks.

Many additional exploratory SS3 applications for other other stocks underway

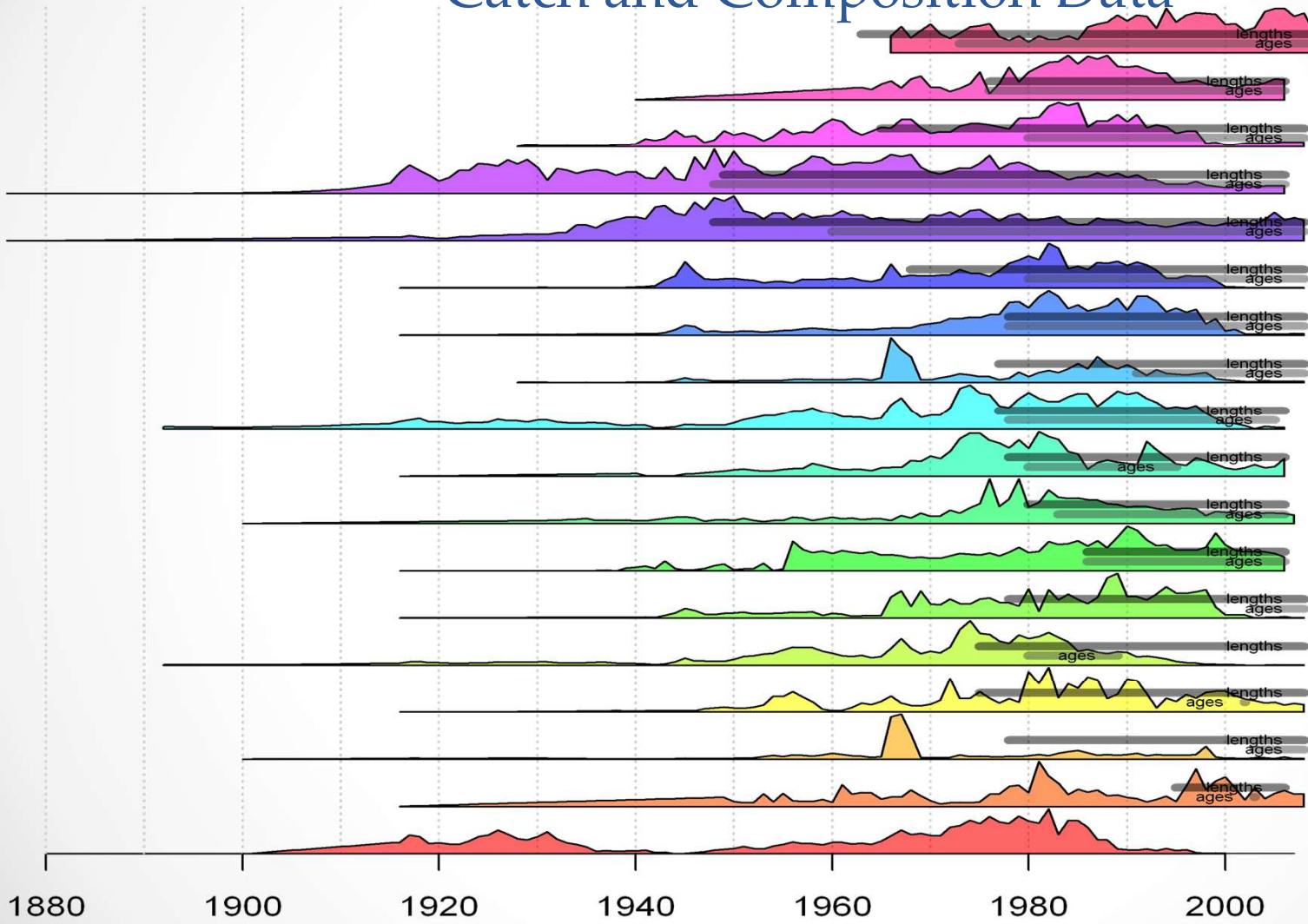


# Pacific Coast Groundfish

漁業の歴史の割にデータが揃うのは比較的最近

## Catch and Composition Data

Approximate landings (proportional to maximum by species)



- Pacific Hake
- Black Rockfish
- Lingcod
- English Sole
- Petrale Sole
- Canary Rockfish
- Yelloweye Rockfish
- Darkblotched
- Chilipepper
- Blue Rockfish
- Sablefish
- Arrowtooth Flounder
- Greenstriped Rockfish
- Bocaccio
- Cabezon
- Splitnose Rockfish
- Longnose Skate
- Cowcod

1880 1900 1920 1940 1960 1980 2000

# 同じモデルが広く使われていることのメリット

- プログラムの誤りが減る
- 関連したツール（可視化、シミュレーション等）の開発が進む
  - **r4ss** : 結果の可視化、解析の自動化
  - **ss3sim** : SSとRを組み合わせたシミュレーション用パッケージ  
Anderson, S.C., Monnahan, C.C., Johnson K.F., Ono, K., Valero, J.L. (Accepted) ss3sim: An R package for Fisheries stock assessment simulation with Stock Synthesis. PLoS ONE. arXiv: 1312.6450.
- 知識の共有（今回の様な機会が一例）
  - 研究者（資源評価担当者）間の共通言語になる
  - モデル開発・発展の要望・アドバイスが得やすい
  - 他の担当者の結果をより容易に理解できる

# 1.収束を目指そう

- 収束？

- 唯一無二の結果を得たい
  - さもないと？
    - 実はあとから結果が違ってましたなんてことに！
    - でも意外にありがち（涙）
    - 一歩間違うと裁判沙汰にも

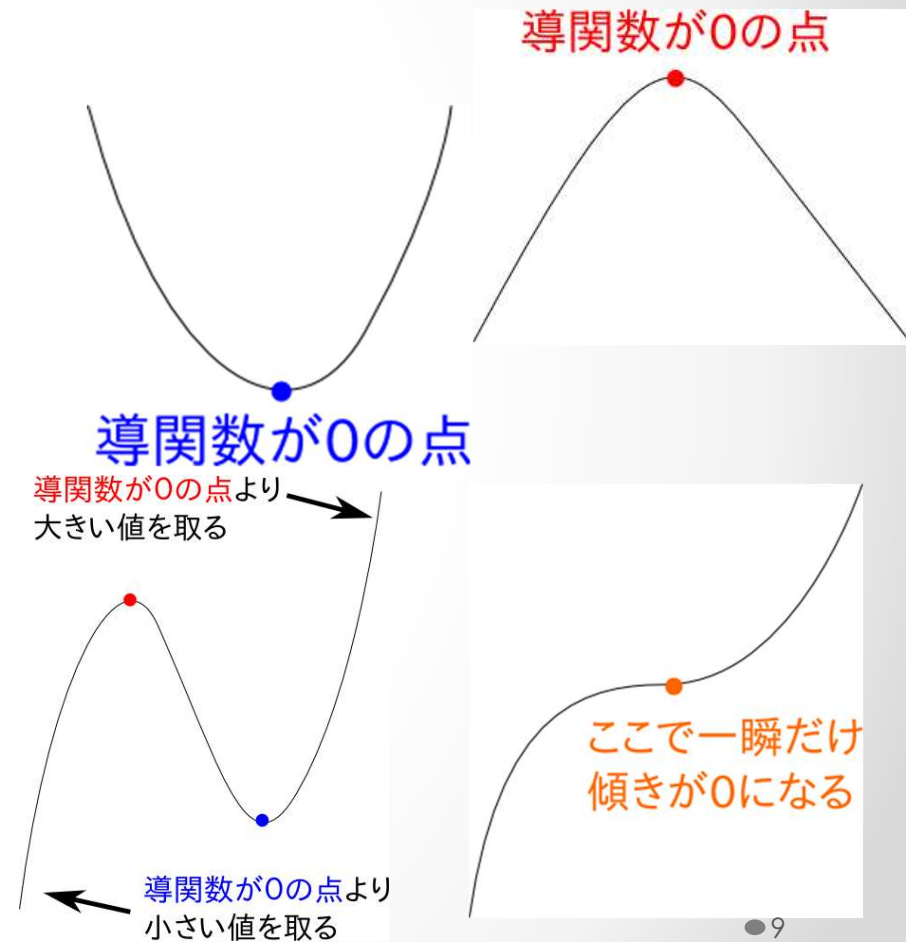


Murdoch McAllister,  
UBC



# 1, 収束を目指そう - 高校数学の復習 -

- 関数の極小（最小）の点では導関数（傾き）が0
- 導関数が0でも関数の極小点とは限らない！
  - 極大（最大）
  - 極大でも極小でも無い！
- 導関数が0かつ2階微分が正なら関数の極小（最小）の点



# 1, 収束を目指そう - 収束条件の確認 (SSの場合) -

- SSでも基本は同じ、高校数学のときのようにパラメータがx一個のみでは無くて、何十、何百あるだけ！
- SSの尤度の最小の点（最尤推定）では各パラメータでの尤度の傾きが0（非常に小さい）
- 各パラメータでの尤度の傾きが0でも最尤推定に収束しているとは限らない！
  - 極大（最大）
  - 極大でも極小でも無い！
- 各パラメータでの尤度の傾きが0（非常に小さい）かつヘッセ行列(Hessian)が正定値(Positive definite)なら収束している
- “Hessian does not appear to be positive definite” という出力は**収束には赤信号**

$$H(f) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{bmatrix}$$

## 2. 収束を“最終確認”しよう -jitterラン-

- 各パラメータの傾きが0（非常に小さく）  
でヘッセ行列が正定値でもまだ油断は禁物
- 局所最小（local minimum）かも！
- では、どうやって局所最小を避けるか？
- そういうときには“下手な鉄砲も数打ちゃ  
当たる”式でことに望む
- 様々な初期値から計算を始めて、同じ結果  
に収束することを確認

## 2. 収束を“最終確認”しよう -r4ss でjitterランを実行-

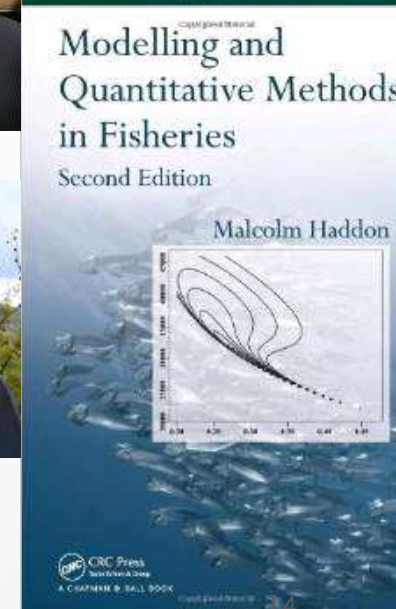
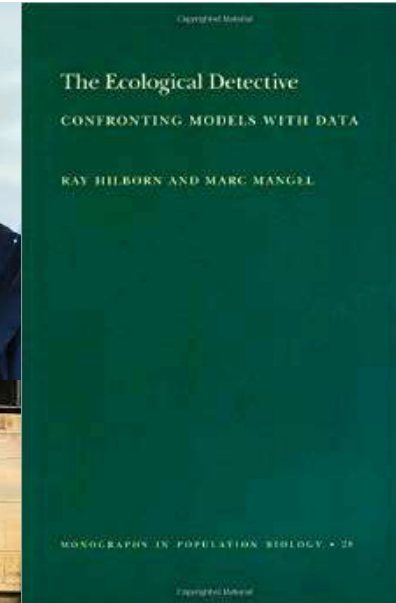
- Rを起動して
  - `library(r4ss)`

か？

-尤度プロファイルの活用-

# 参考資料（尤度プロファイル）

- 一般論
  - Ecological Detective (1997)
    - Hilborn and Mangel
  - Haddonの教科書
    - Modelling and Quantitative Methods in Fisheries –Second Edition- (2011)
    - 8章辺り（但し、コードと載せられている図は間違っているような...）



# 水産での利用例

- Lee et al 2014
- Ichinokawa et al 2014

# 参考資料（尤度プロフィール）

- 一般論

- Ecological Detective

- <http://www.colorado.edu/philosophy/hale/ENVS5200/Hilborn%20and%20Mangel%20%20Ecological%20Detective.pdf>

- Haddonの教科書

