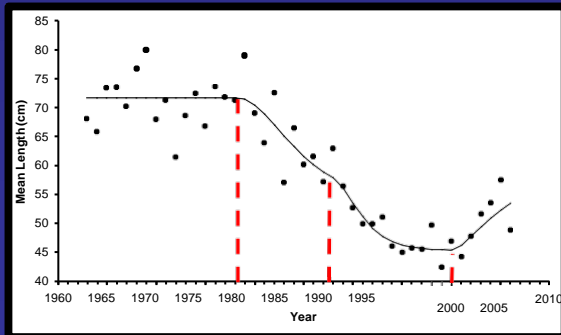


# “小規模漁業仕様のスマート測定機器と データ・ソリューションの開発”

資源評価のための創造的なアプローチと新たなツール

EDF ワークショップシリーズ 2021

2021年9月15日



トッド・ゲダマキ      ビル・ハートフォード  
(MER コンサルタンツ) (ネイチャー・アナリティックス)  
Todd@merconsultants.org      [bill@natureanalytics.ca](mailto:bill@natureanalytics.ca)

あなたは一人では  
ありません！



データ不足の  
評価は  
世界的な課題  
**Maraming  
salamat!**

トッド・ゲダマキ

トム・デーリー  
セント・クロイ島のトラッ  
プ漁師



# データ不足のジレンマ



# データ不足のジレンマ

漁業の価値 → データ収集のための \$ →  
少ないデータ量



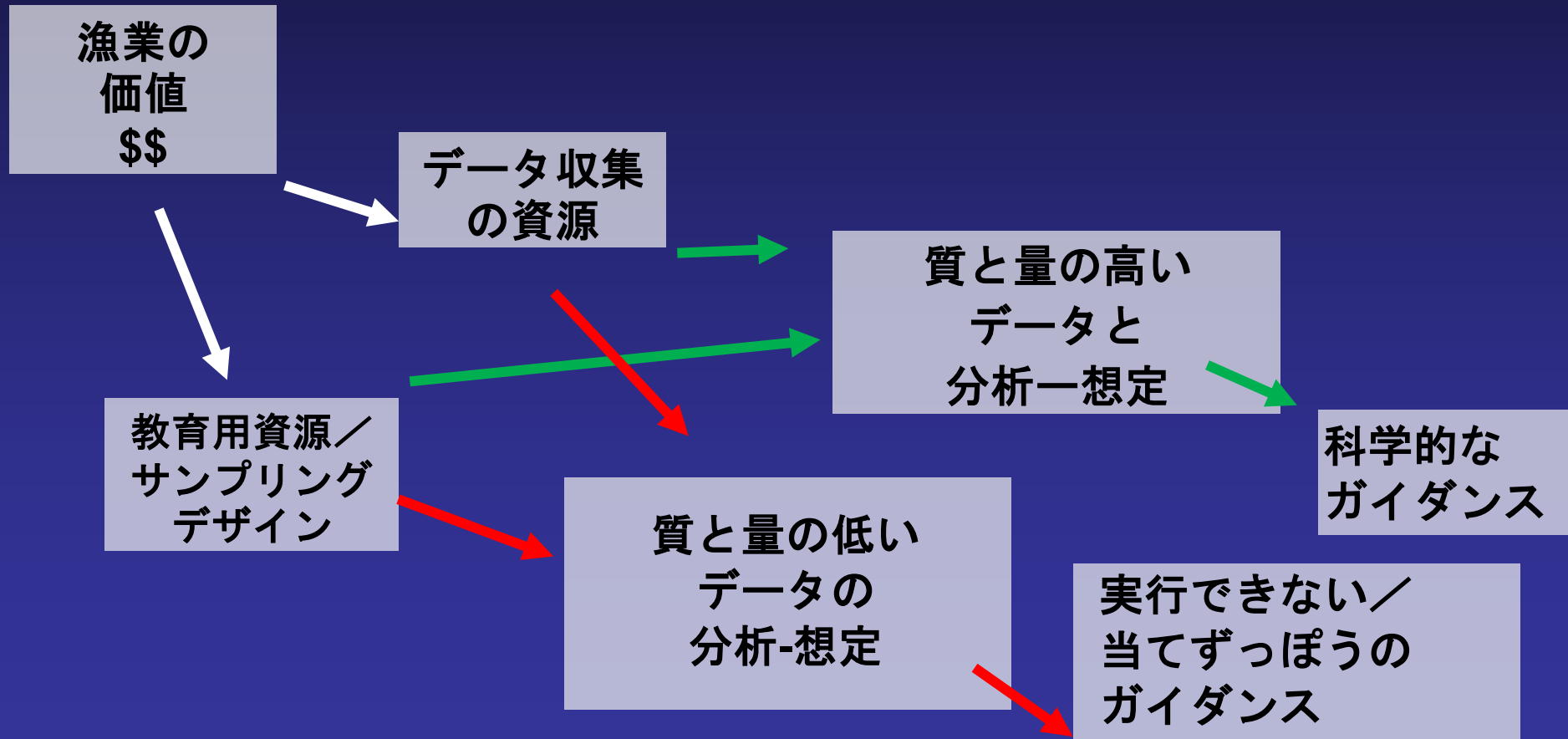
# データ不足のジレンマ

漁業の価値 → 漁業部門の教育 →  
低いデータの質



# データ不足のジレンマ

分析にはデータとスキルが必要





# 今何ができるのか??

小規模漁業→  
水揚げ、CPUEなどの時系列データが無い  
何もしないという選択肢は無い→体長の頻度



# 素早く評価- オプション 1

## 体長構造から死亡率を推定

- より大きい魚→低い死亡率
- 資源の『評価』には自然死亡率が必要

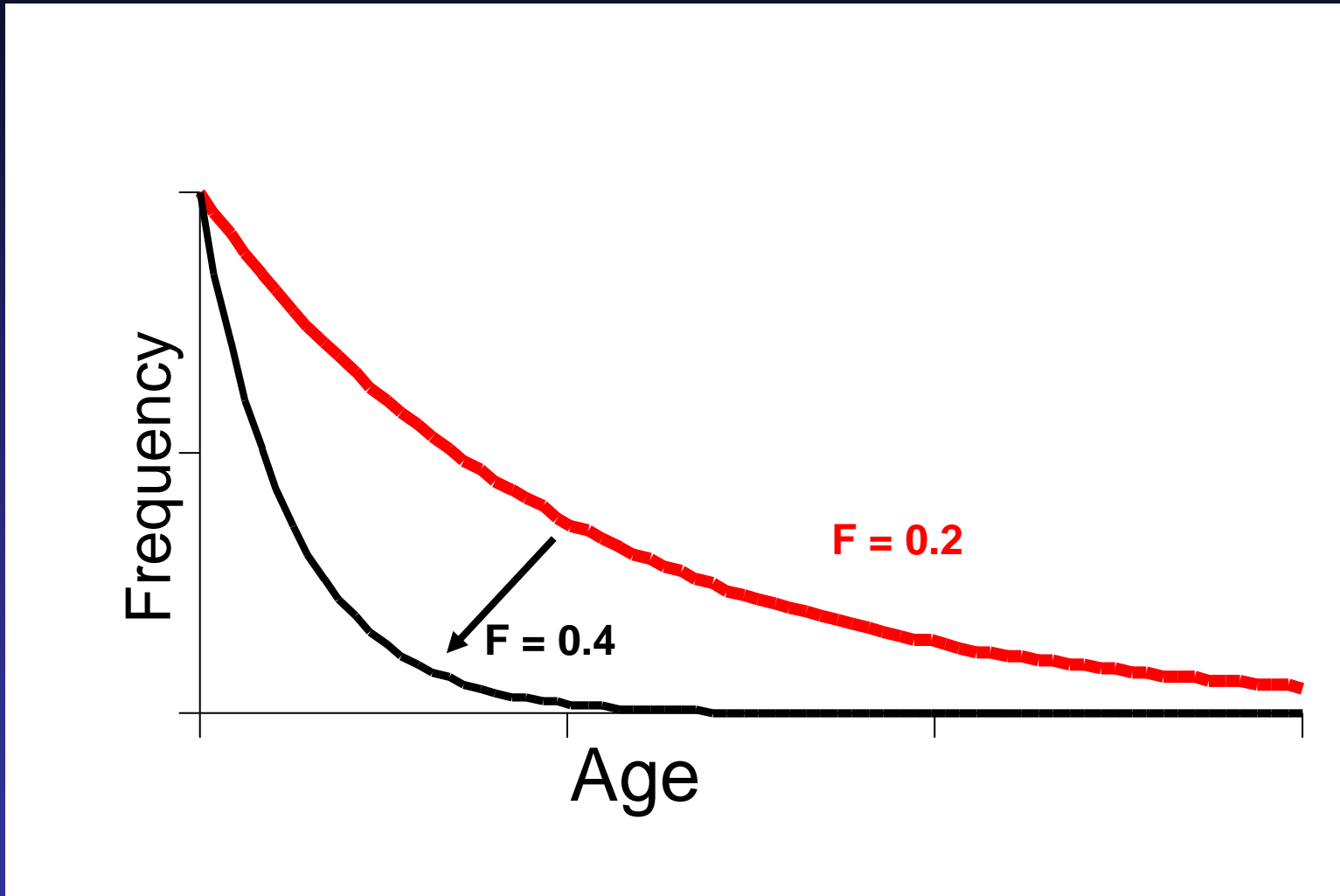


# 体長に基づく資源評価



# 体長を基準とした手法の初期使用例-1800年代後半

(ピーターセン、続いてフルトン、バラノフなど)



漁が多くなる→大きい・成魚が少なくなる

# ベバートン・ホルト平均体長死亡率推定値

$$Z = \frac{K(L_{\infty} - \bar{L})}{\bar{L} - L_c}$$

## 5つの想定:

1. 漸近的な成長、 $K$ と $L_{\infty}$ は既知であり、時間とともに一定である。年齢と成長のデータが必要
2. 成長に個体差がない
3. 時間をかけて「一定」かつ継続的に採用される
4. 死亡率が年齢とともに一定（例：選択性、 $M$ ）
5. 死亡率が時間的に一定している→資源が均衡している（平均体長は死亡率を反映している）

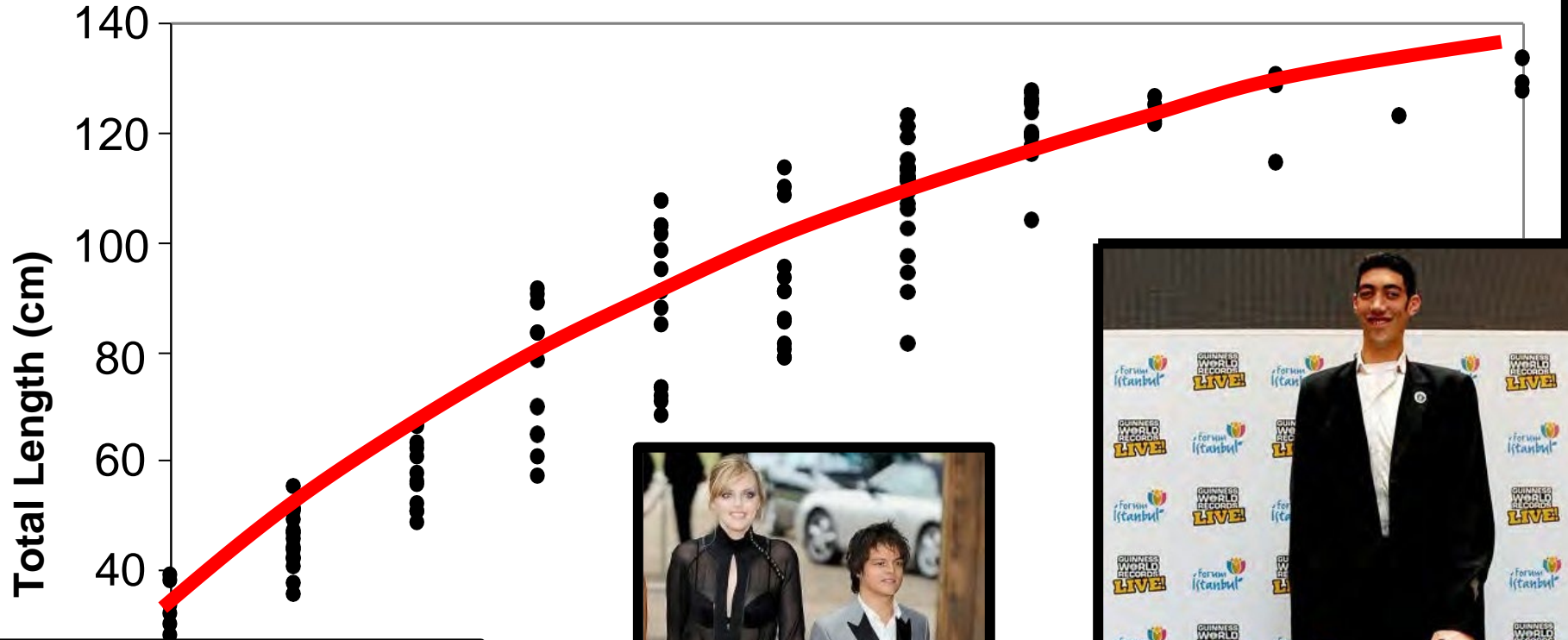
# ベバートン・ホルト平均体長死亡率推定値

$$Z = \frac{K(L_{\infty} - \bar{L})}{\bar{L} - L_c}$$

## 5つの想定:

1. 漸近的な成長、 $K$ と $L_{\infty}$ は既知であり、時間とともに一定である。
2. 成長に個体差がない
3. 時間をかけて「一定」かつ継続的に採用される
4. 死亡率が年齢とともに一定（例：選択性、 $M$ ）
5. 死亡率が時間的に一定している→資源が均衡している（平均体長は死亡率を反映している）

# 成長のばらつきを評価する



3  
4



7



# ベバートン・ホルト平均体長死亡率推定値

$$Z = \frac{K(L_{\infty} - \bar{L})}{\bar{L} - L_c}$$

## 5つの想定:

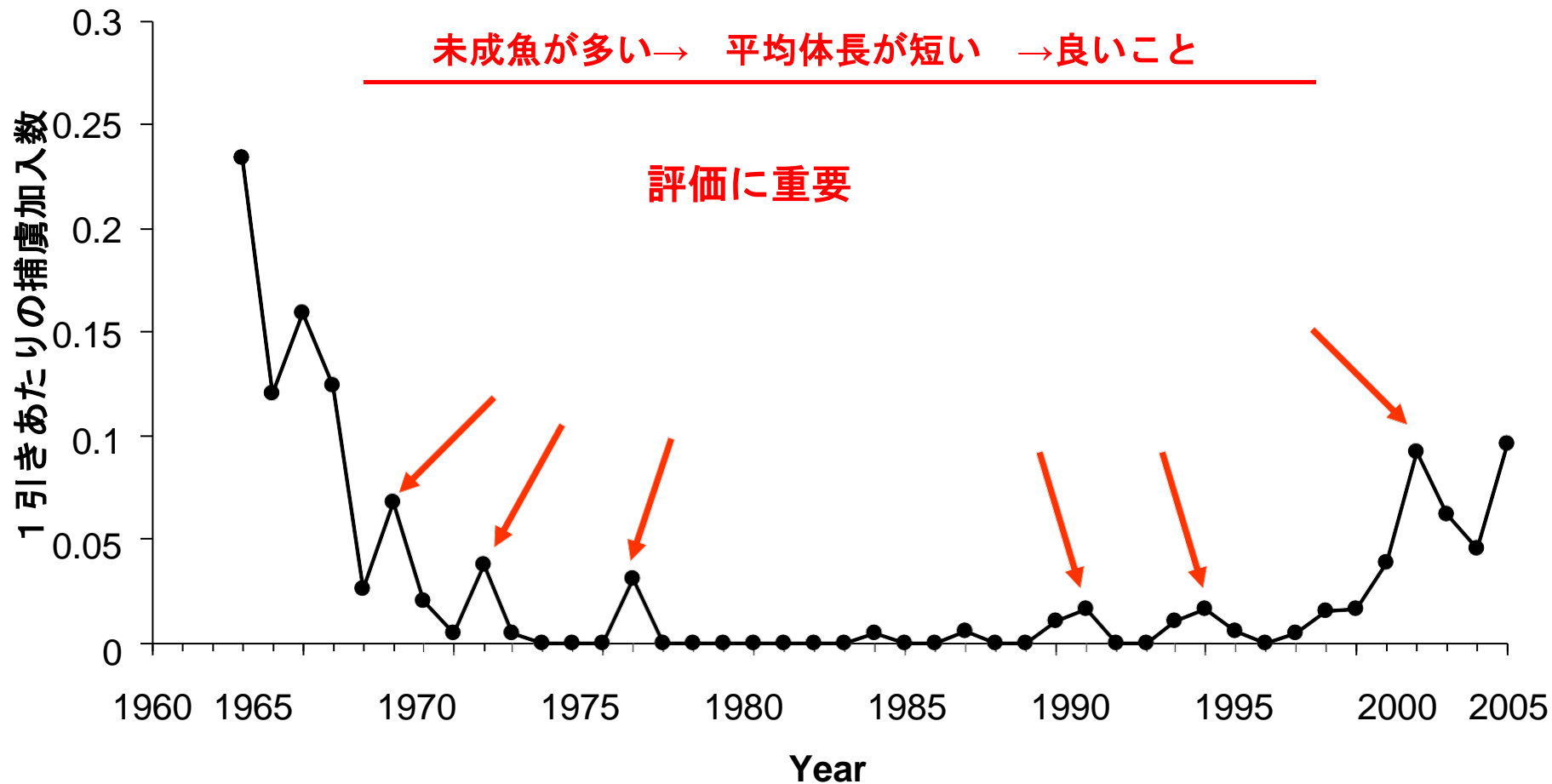
1. 漸近的な成長、 $K$ と $L_{\infty}$ は既知であり、時間とともに一定である。
2. 成長に個体差がない
3. 時間をかけて「一定」かつ継続的に加入がある
4. 死亡率が年齢とともに一定（例：選択性、 $M$ ）
5. 死亡率が時間的に一定している→資源が均衡している（平均体長は死亡率を反映している）



# 平均長の解析に加入を含める

未成魚が多い → 平均体長が短い → 良いこと

評価に重要





# ベバートン・ホルト平均体長死亡率推定値

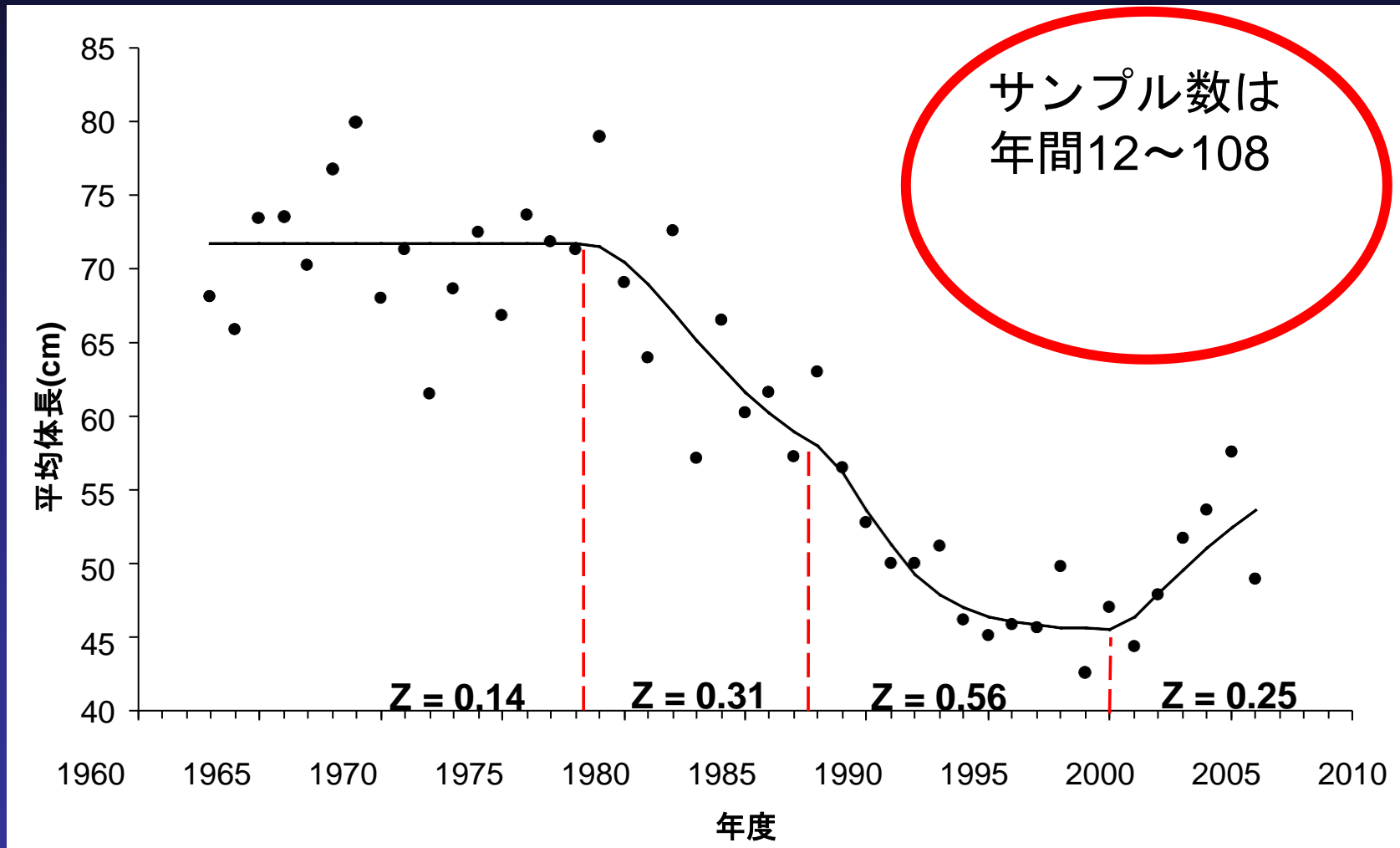
$$Z = \frac{K(L_{\infty} - \bar{L})}{\bar{L} - L_c}$$

## 5つの想定:

1. 漸近的な成長、 $K$ と $L_{\infty}$ は既知であり、時間とともに一定である。
2. 成長に個体差がない
3. 時間をかけて「一定」かつ継続的に採用される
4. 死亡率が年齢とともに一定（例：選択性、 $M$ ）
5. 死亡率が時間的に一定している → 資源が均衡している（平均体長は死亡率を反映している）

# 非平衡状態での平均体長からの 死亡率の推定

ゲダムケ、ホーニング (2006)



## 素早く評価－オプション 2

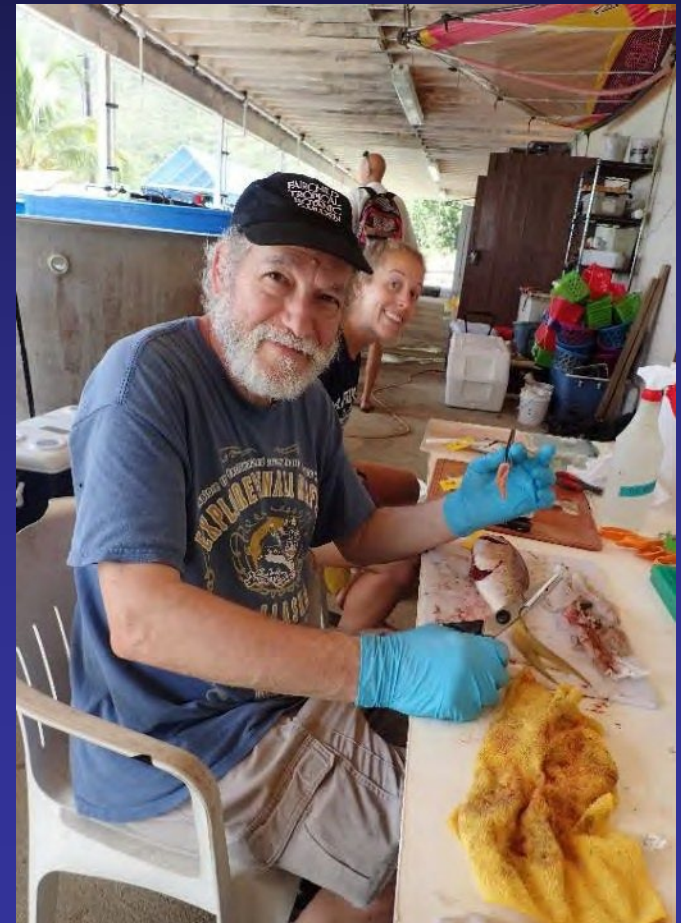
### 漁獲高に占める成熟度の割合

100%の成魚の水揚げ量 → ~0%の乱獲の変化

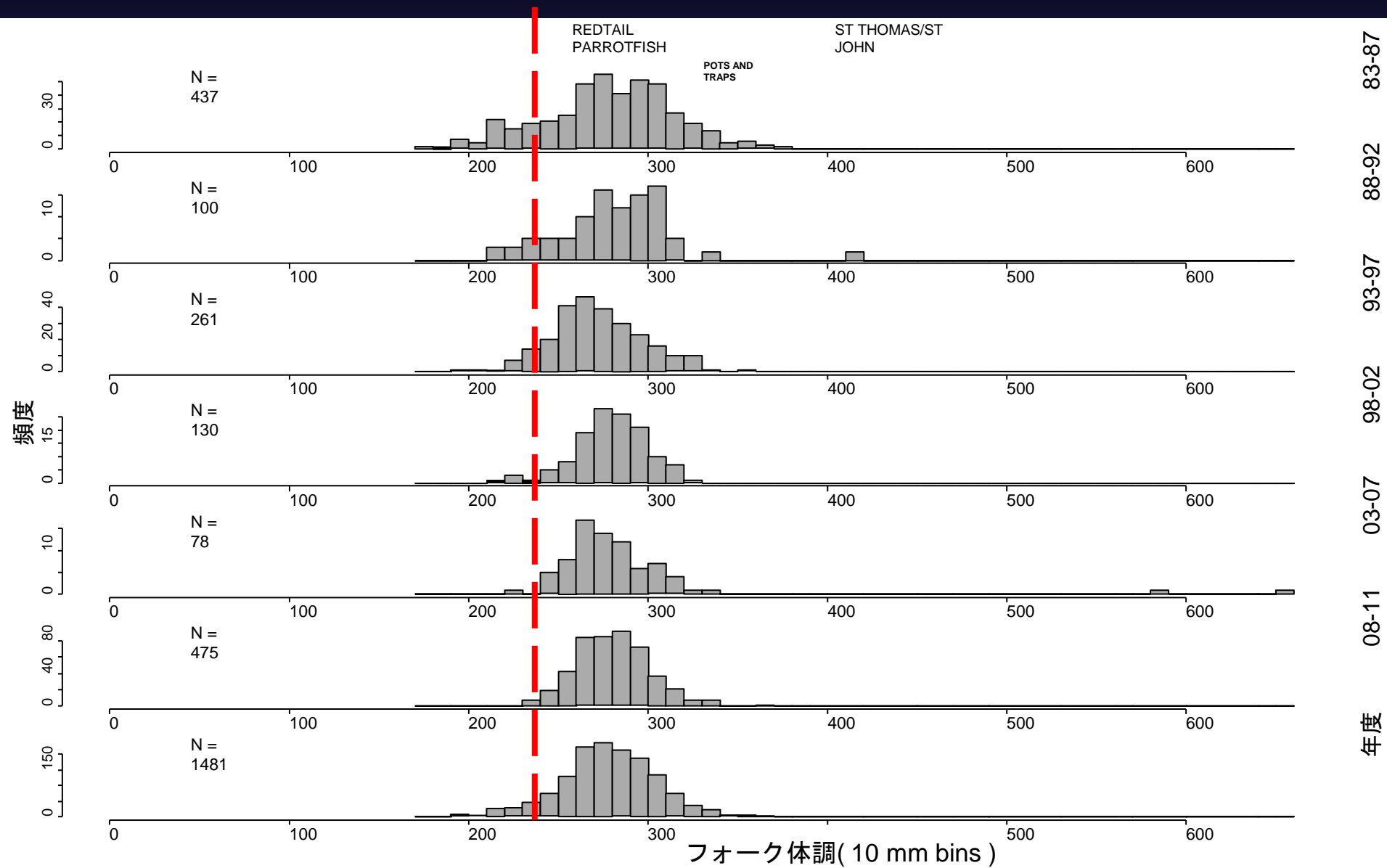
# ”米国領ヴァージン諸島の商業・娯楽に 重要なサンゴ礁魚類における成熟度の評価”

共同研究者はジョン・ホーニグ（VIMS）とバージニア・シャーベット博士（サウスカロライナ大学）。リチャード・ネメス博士（U.V.I.）は協力研究者。

Common name	Scientific name	6y-cumul. landings (lbs)
<b>Groupers/sea basses</b>	<b>Total</b>	<b>485,714</b>
Coney-butterfish	<i>Cephalopholis fulva</i>	34,635
Red hind	<i>Epinephelus guttatus</i>	120,170
<b>Triggerfish</b>	<b>Total</b>	<b>542,350</b>
Queen triggerfish (ole wife)	<i>Balistes vetula</i>	146,368
<b>Snappers/Lutjanidae</b>	<b>Total</b>	<b>1,089,369</b>
Blackfin snapper	<i>Lutjanus buccanella</i>	40,337
Mutton snapper	<i>Lutjanus analis</i>	39,199
Silk snapper	<i>Lutjanus vivanus</i>	30,429
Yellowtail snapper	<i>Ocyurus chysurus</i>	92,771
<b>Parrotfish</b>	<b>Total</b>	<b>1,376,730</b>
Princess parrotfish	<i>Scarus taeniopterus</i>	41,335
Queen parrotfish	<i>Scarus vetula</i>	40,845
Redband parrotfish	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	31,369
Redfin parrotfish	<i>Sparisoma rubripinne</i>	37,812
Redtail parrotfish	<i>Sparisoma chrysopterus</i>	58,842
Stoplight parrotfish	<i>Sparisoma viride</i>	115,660



# セントトーマス/セントジョンにおいて、ポットやトラップで捕獲されたレッド・テール・パロットフィッシュの体長頻度分布



# 素早く評価－オプション 3

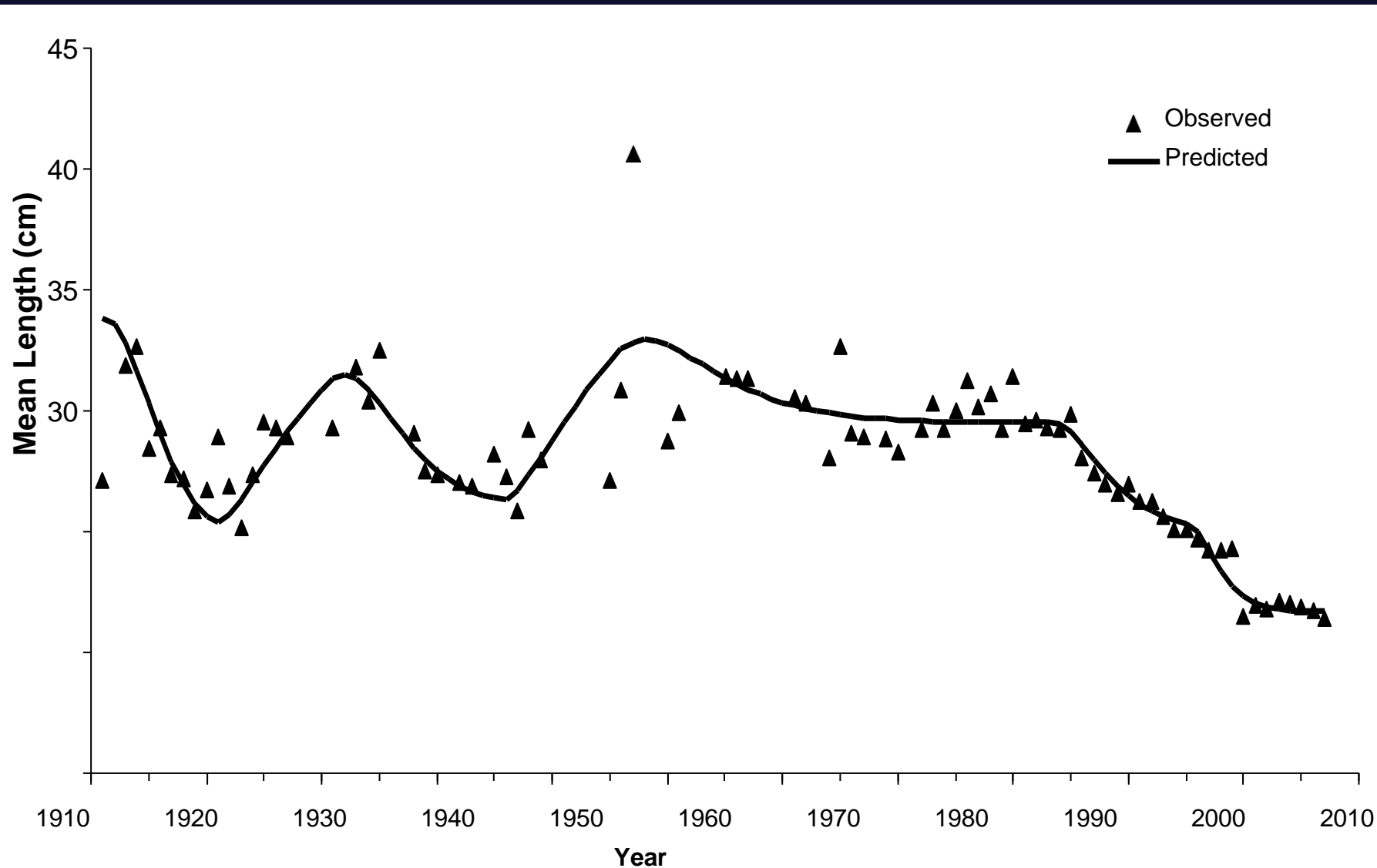
平均体長傾向を監視→

死亡率の変化を検出する（想定あり）

害をなすべきではない：十分なデータが集まるまで、現状を維持する

# 平均体長の歴史的傾向のモデル化

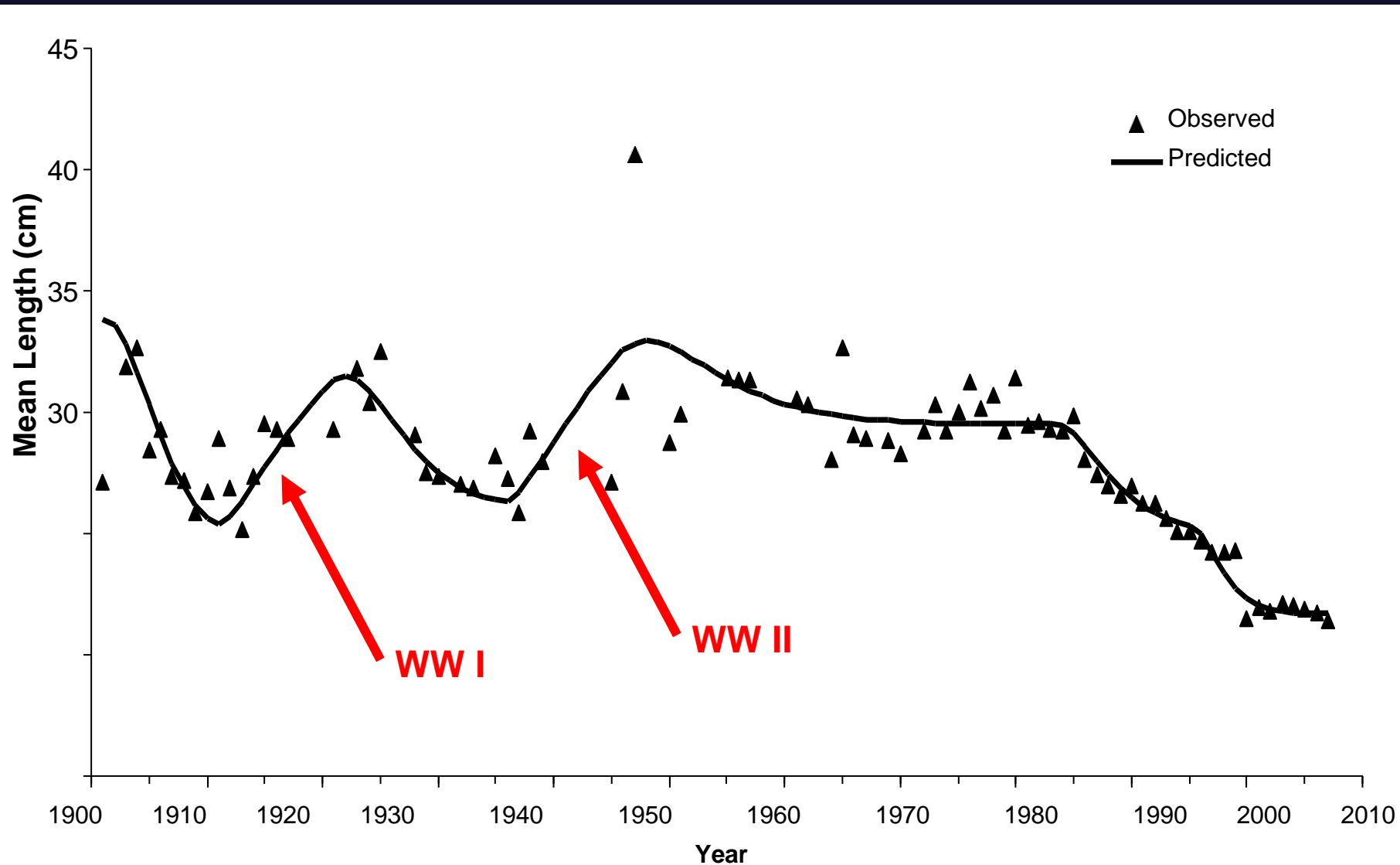
ツノガレイ - 北海のスウェーデン漁業研究所のデータ





# 平均体長の歴史的傾向のモデル化

ツノガレイ - 北海のスウェーデン漁業研究所のデータ



# カリブ海の商業水揚げ量検証 パイロット・ポート・サンプリング・プ ログ 牙蘭領ヴァージン諸島とプエルトリコ 2015年秋～2016年春



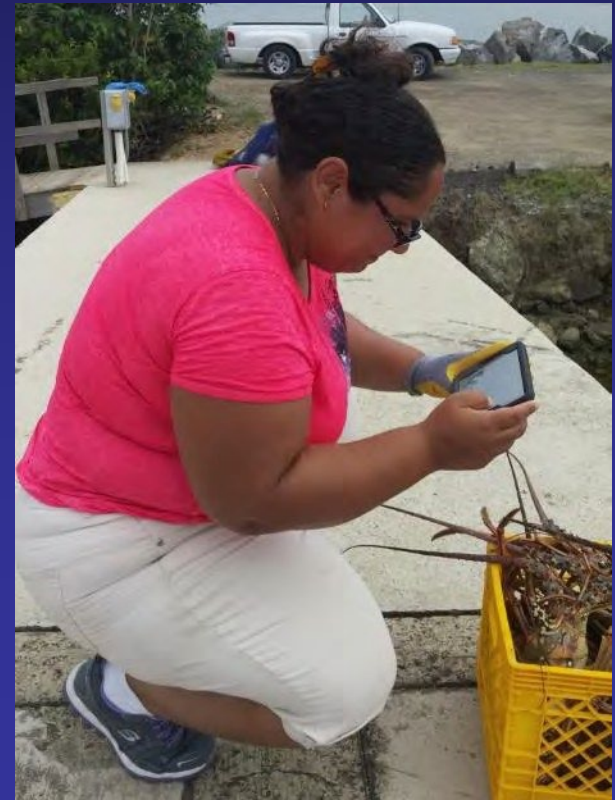
Todd Gedamke  
MER Consultants

# 電子報申告

- 基本ソフトを搭載したサムスン製タブレット
- データやサンプラーの性能を迅速に評価することができる
- データはローカルに保存され、オンライン時にはアップロードされる



これまでに  
500,000ポンド以上  
を観測





US Caribbean Pilot Port Sampling Program



SYNCHRONIZE

EMAIL HELP

サイト測量 入港ログ

サイト調査を追加

- 1. 2015年9月5日 アルトナ潟
- 2. 2015年9月5日 フレデリックステッド魚市場

Edit site survey

サンプラー

ID:

場所:

Altona Lagoon

到着時:

出発時:

風速:

風向き:

降水量:

電光:

協力レベル:

サンプル頻度:

Altona Lagoon

Altona Lagoon

SEP 5, 2015, 13:18

EDIT

0-5 knots

Light and variable

None

None

0 - Hostile

hey | | the >

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

q w e r t y u i o p

a s d f g h j k l

z x c v b n m , . ?

Sym English(US)

# ポート・サンプリング管理者ページ

Date: 2015-09-21  
Device / sampler ID: 7196376d44739938 - LMM  
Site survey: 6. SAG 20

[Download KMZ](#)





## プロジェクトの論理／進化／理由

実体験 - 何匹の魚を測ったのか？一人で何回行ったか？カウンターを計測ボードに貼り付けて一人でやって進歩したと感じましたか？私たちは技術を持っている...





## 米国カリブでの問題点：

我々が取り組んでいる問題は、多種多様な魚だった。

比較的小規模ではあるが、種が豊富な水揚げでは、全ての魚を種ごとに選別するのに時間がかかりすぎている。

### 全ての魚



ここで重さを測る前に、  
整理しなければならない



何のために2度も魚を  
動かさなければならないのか？



これでは米国のカリブ海や他の漁業人員の効率化にならない



## これまでの取り組み

体長・頻度データの収集と報告を簡素化するため





# まず思った事:



White  
trough  
section

Suspended  
camera

Light box section

Chair sitting in for cooler with scale underneath.

### Tablet

Houses app. When triggered by weight output, camera takes image of fish on scale tray. After image and weight data are gathered, beeps to let sampler know to move on.



### App

Inputs data from scale, collects image data, signals for next fish. Creates data stream that can be integrated into sampler form data.

### Scale serial interface

Can provide weight data in stream or command mode, so can be gathered and/or controlled by app. Also has relay output that can trigger other devices, like light box. Output cable can be USB or 9 pin connector.



### Laser sensor

Could also trigger other instruments.

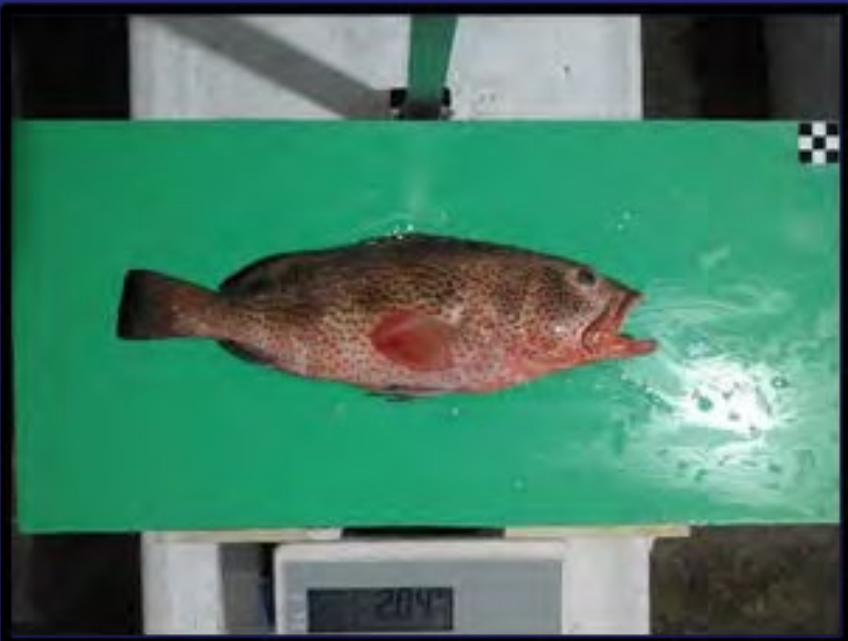
マルチ・デバイス・シンクロナイズ・測定器写真がトリガーになる写真+体重が保存される次の魚の準備ができる

### Scale

Main considerations are “stabilization time” (i.e. how long takes load cells to settle and get true reading), and managing measurement error. Minimum stabilization time is 1 sec. Measurement error multiplies through with cumulative weighing because not clearing load cells in between. But probably not an issue realistically.







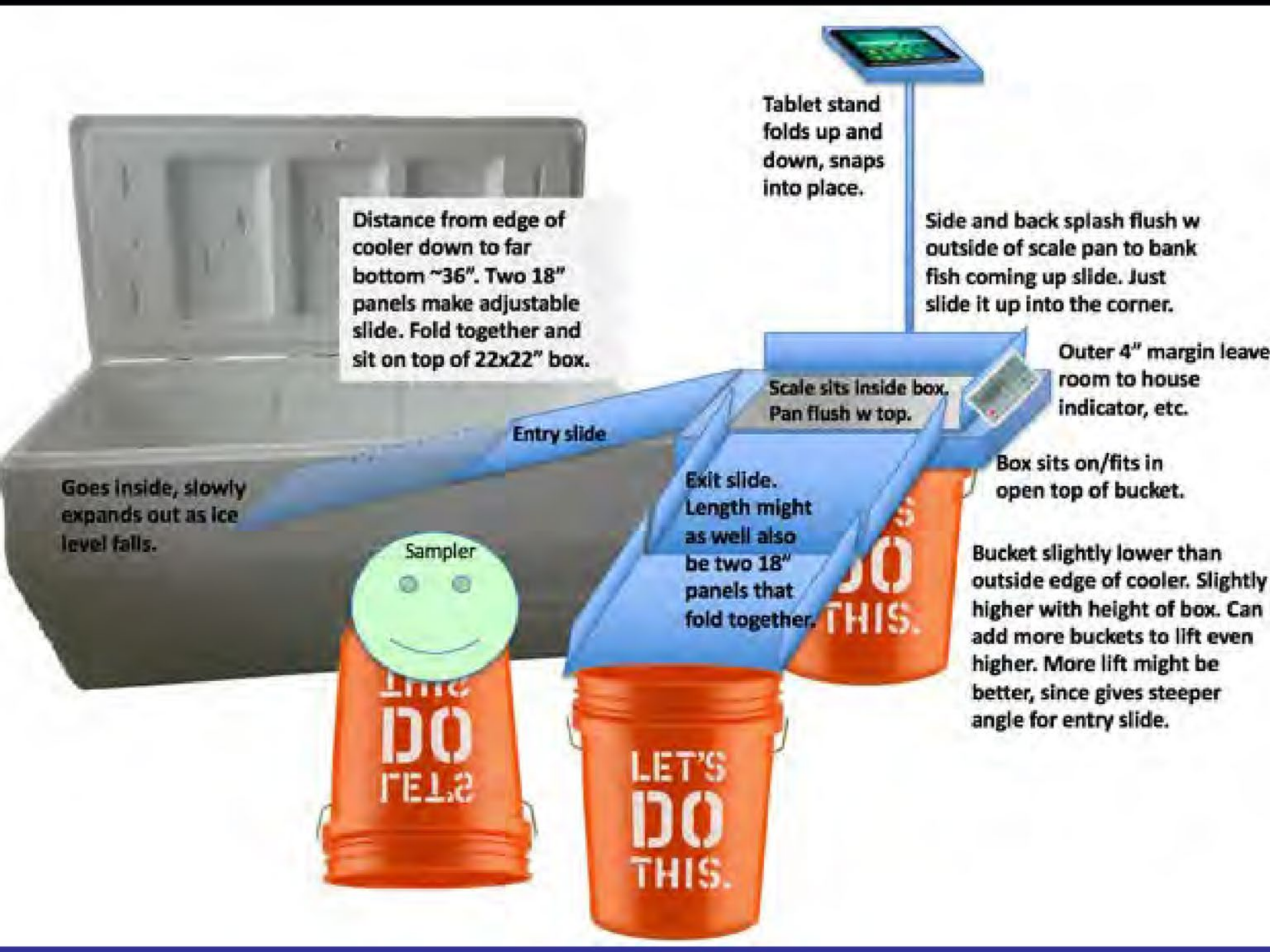
## プロトタイプ2



- ・ モバイル/コンパクト - 1人で使用可能  
(例：波止場、ボート、水中、トレーラー、ランプ、木の下など)
- ・ クリーンで素早いコンポーネントの流れとサンプラーの動きにより、1匹の魚を約2秒で測定できる
- ・ フィールドワークに適した耐久性 (例：サンプラーはバケツの中に入れて持ち運びたいと思うことを想定)







Distance from edge of cooler down to far bottom ~36". Two 18" panels make adjustable slide. Fold together and sit on top of 22x22" box.

Goes inside, slowly expands out as ice level falls.



Entry slide

Tablet stand folds up and down, snaps into place.

Side and back splash flush w outside of scale pan to bank fish coming up slide. Just slide it up into the corner.

Outer 4" margin leave room to house indicator, etc.

Scale sits inside box. Pan flush w top.

Box sits on/fits in open top of bucket.

Exit slide. Length might as well also be two 18" panels that fold together.

Bucket slightly lower than outside edge of cooler. Slightly higher with height of box. Can add more buckets to lift even higher. More lift might be better, since gives steeper angle for entry slide.





## フル・ステーションの設置

ステーションに魚を持ち込める場所

サガ・ヘイブン

ハル・ベイ

- フレンチタウン

フレデリクステッド



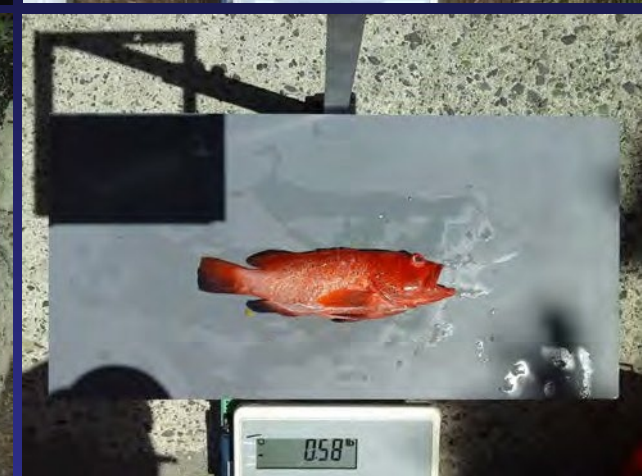
# プロトタイプ2





コンピュータ・イメージを  
確認しながらイメージを捉  
える

背景と光



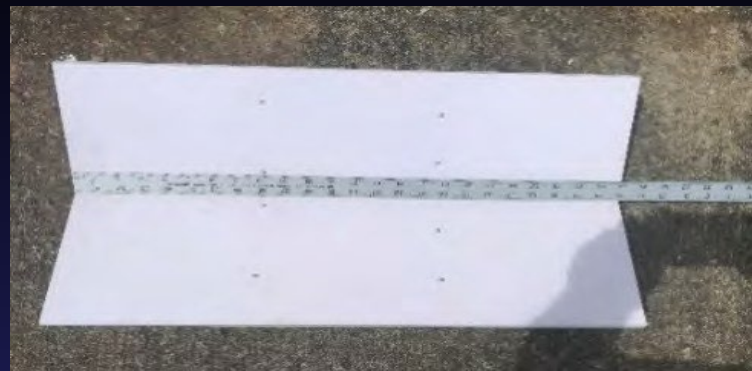
コンピュータ・イメージ  
を確認しながらイメ  
ージを捉える

## 背景の形

表面が平坦



## V”型

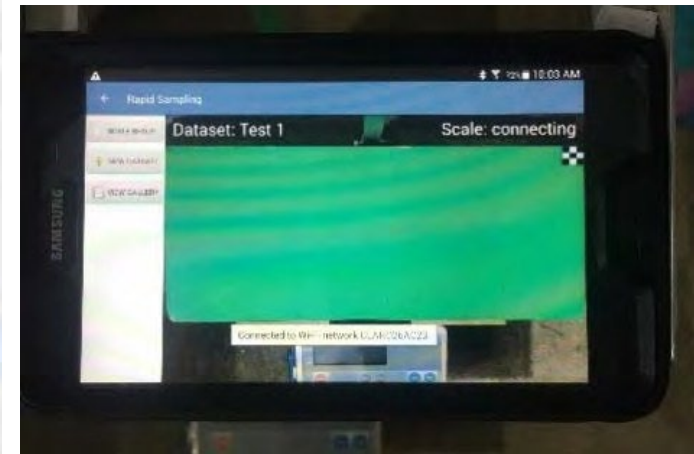
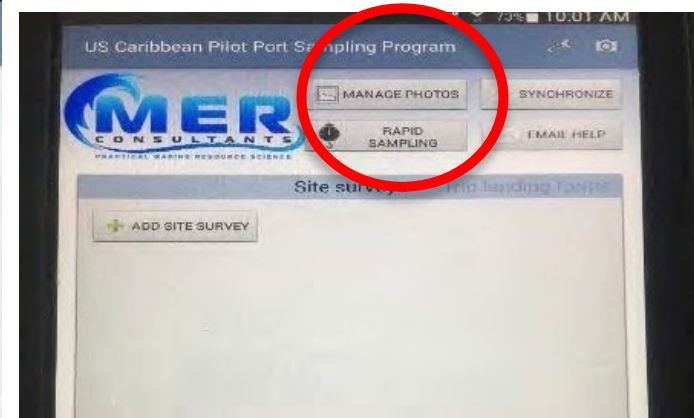
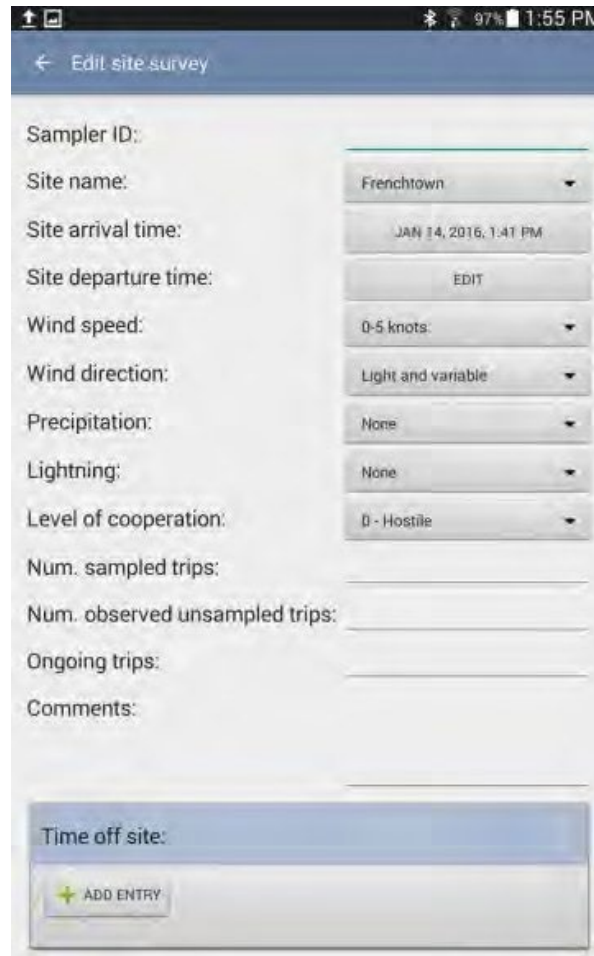


## U”型





データ入力アプリケーションのサイト・サーベイのホーム画面 - 右側にラピッド・サンプリング・撮影モジュールを追加



今まで20,000以上の画像を確認済



# 注釈ソフトウェア

注釈ソフトウェアはパイソンを利用して開発され、各写真の基本的なスペクトル分析を行い、種を示唆している。注釈ポイントは赤丸で示され、示唆された種は右のサムネイルにある。

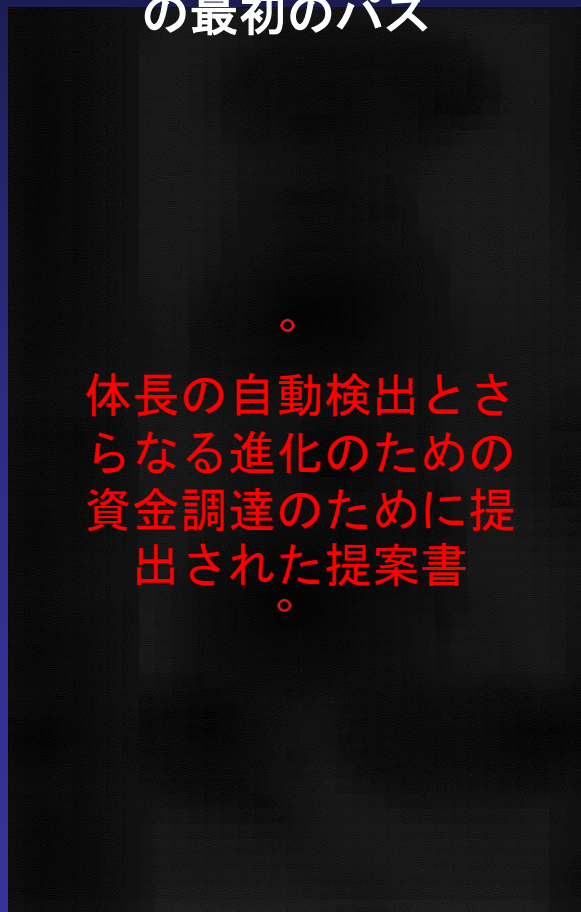
The screenshot displays the Fish Annotator application window. The main view shows a black and white striped angelfish on a scale with a digital display showing '200'. Three red circles are placed on the fish: one on its mouth, one on its tail, and one on its side. The interface includes a menu bar with options like 'Create New Annotations Json File', 'Open Annotations Json File', and 'Open Directory Of Images'. A status bar at the bottom shows the file path 'C:\temp\pic\_dataset\angelfish\_french\2018.11.15-08.57.31-2.0.jpg'. On the right side, there is a vertical sidebar with six thumbnails of different fish species, each with a label: 'angelfish\_french', 'angelfish\_gray', 'angelfish\_queen', and 'grunt\_french'. The Windows taskbar at the bottom shows the search bar and various application icons.

# 予備体長検出アルゴリズム

オリジナル画像

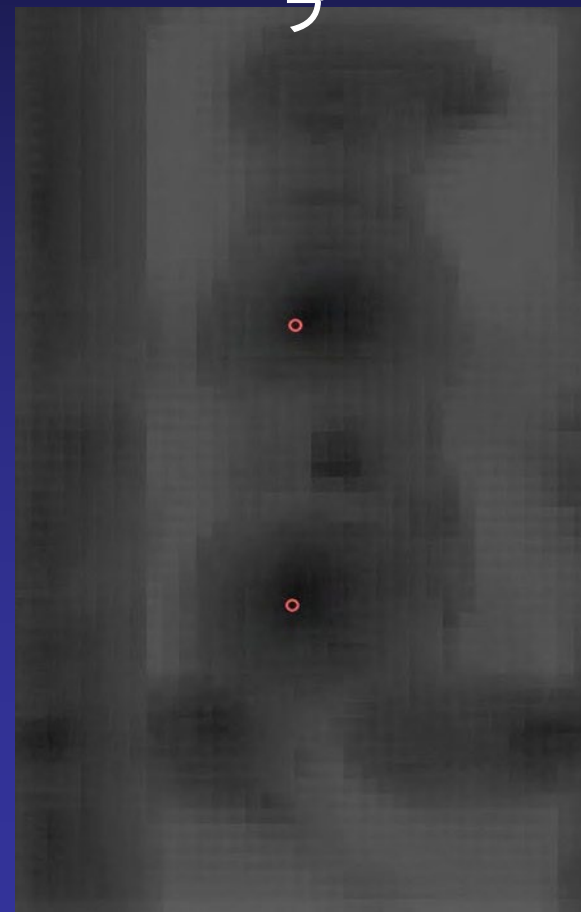


体長に関する注釈（赤い点） - アルゴリズムの最初のパス



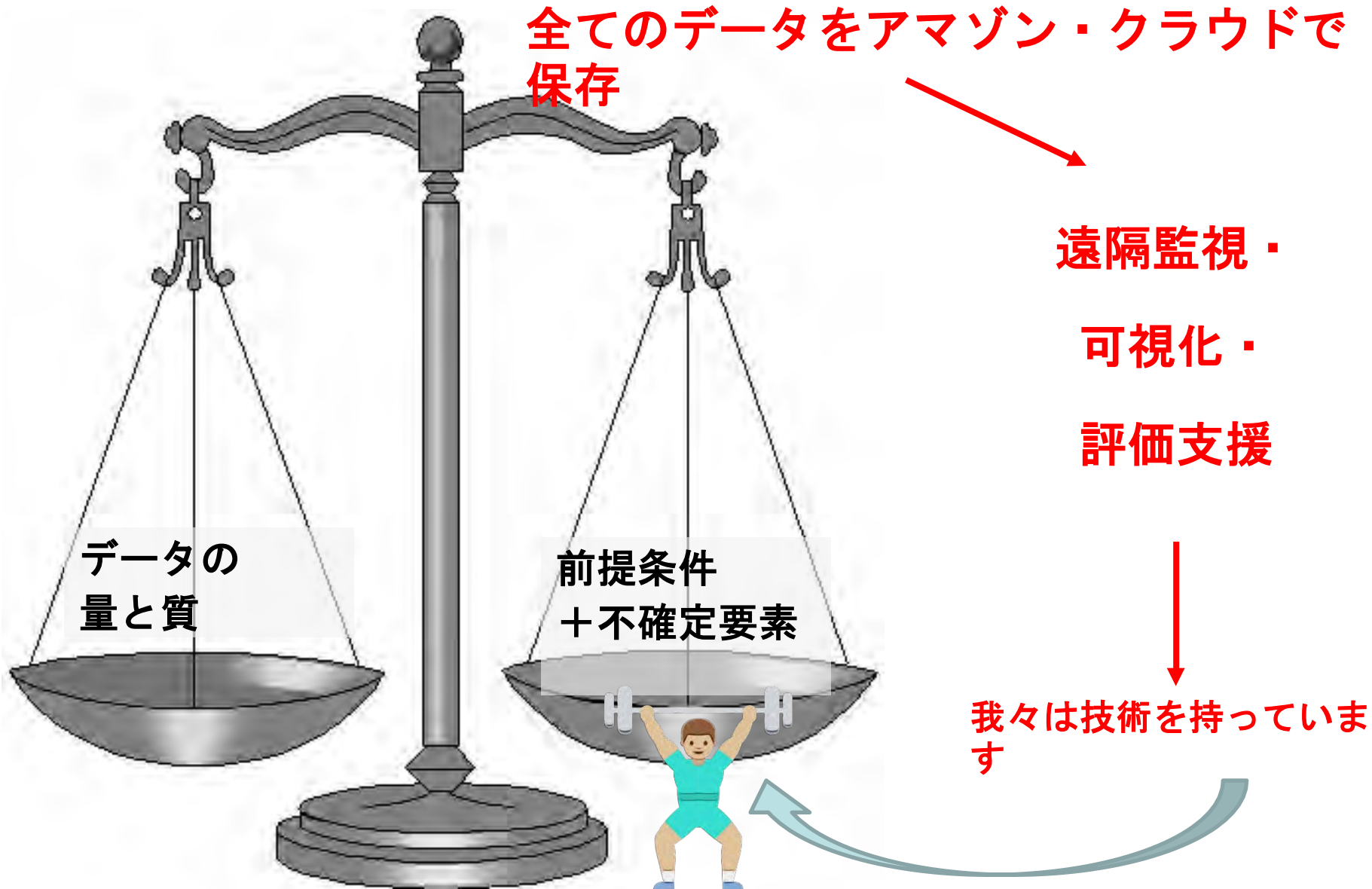
体長の自動検出とさらなる進化のための資金調達のために提出された提案書

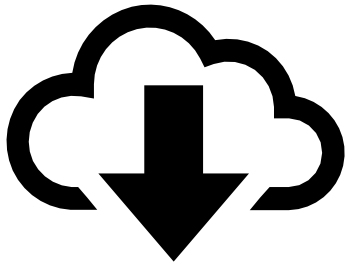
測定対象となるポイントの確率を示すヒートマップ



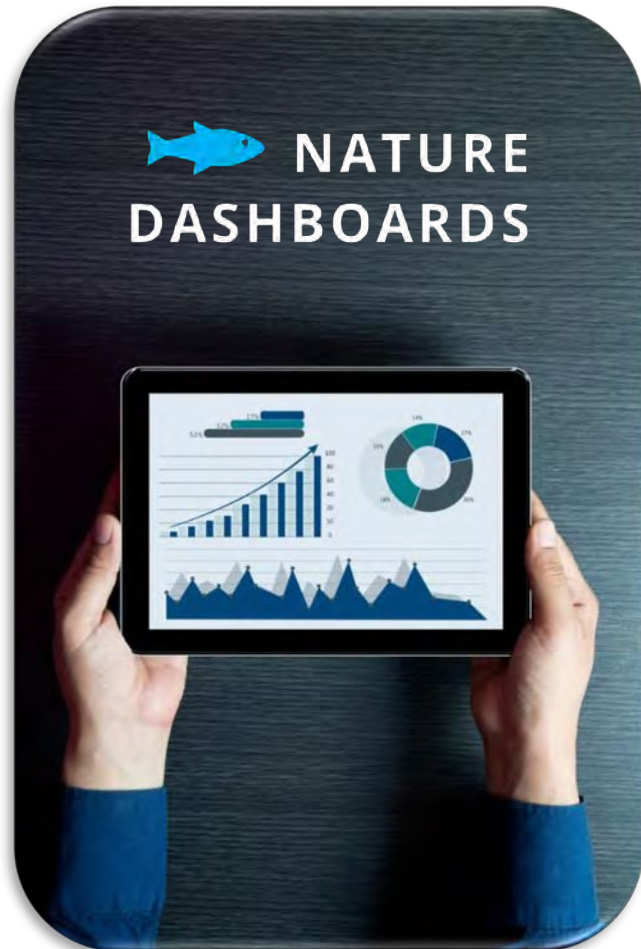


# データ不足のジレンマ

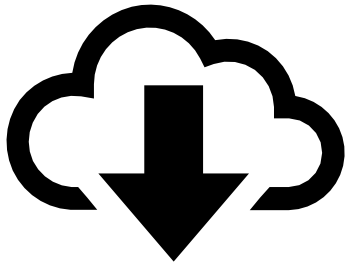




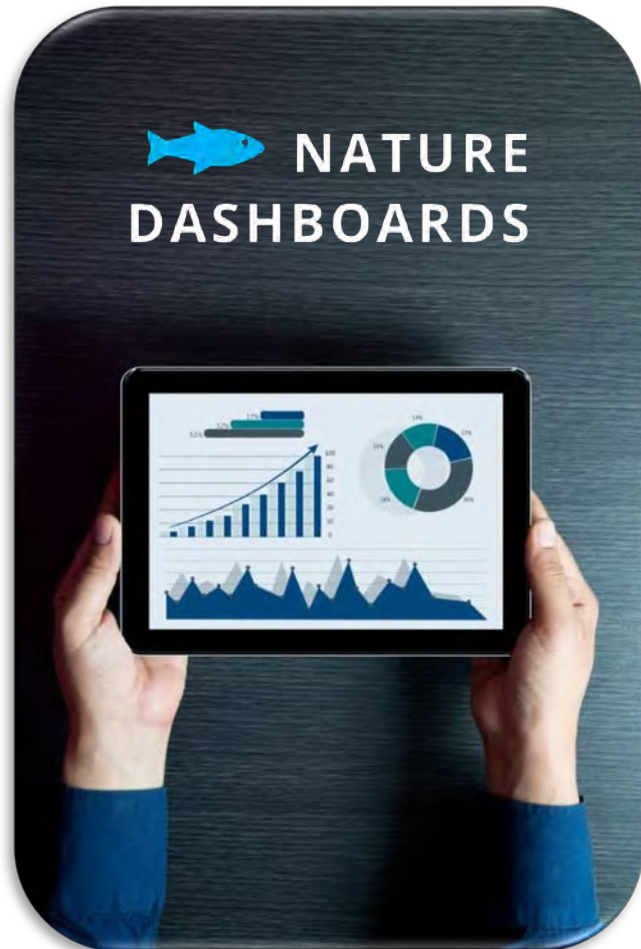
## カスタム・ダッシュボード



- データを処理し、分析を行い、レポートを作成し、多様な聴衆との効果的なコミュニケーションをサポートする、ユーザーフレンドリーなダッシュボードを構築
- ダッシュボードは、それぞれの漁業に合わせてカスタムデザインされる
- ユーザーフレンドリーなインターフェイスであるR Shinyを使用している。我々のチームがコードを書き、お客様のチームがインターフェイスを使用する
- カスタマイズはR Shinyが得意とするポイント



## コントロールを可能にするダッシュボード

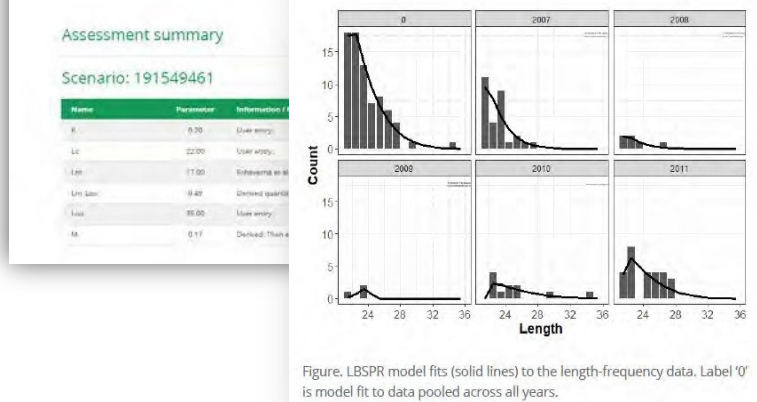
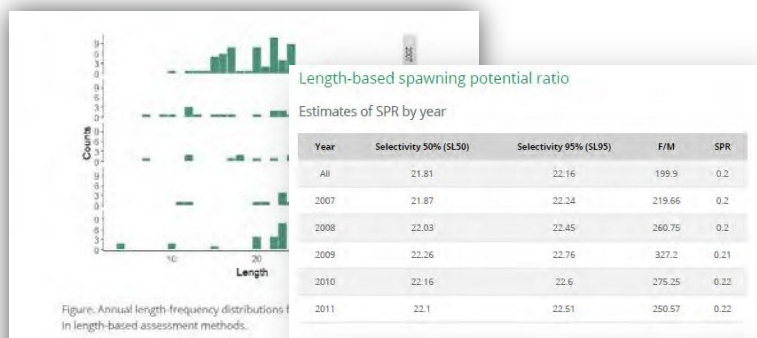


- 技術的なタスクを正確に、時間通りに遂行する
- 技術的能力を迅速に向上させる
- 漁業管理計画実施の継続性確保
- サービスに、継続的な科学的監視やダッシュボード機能の段階的な改善を組み込むことが可能
- さまざまなレベルの技術を可能にするためにはカスタマイズできることが重要



## モチベーションを高める事例

## データ量が限られた中での資源評価 定期的な報告と分析



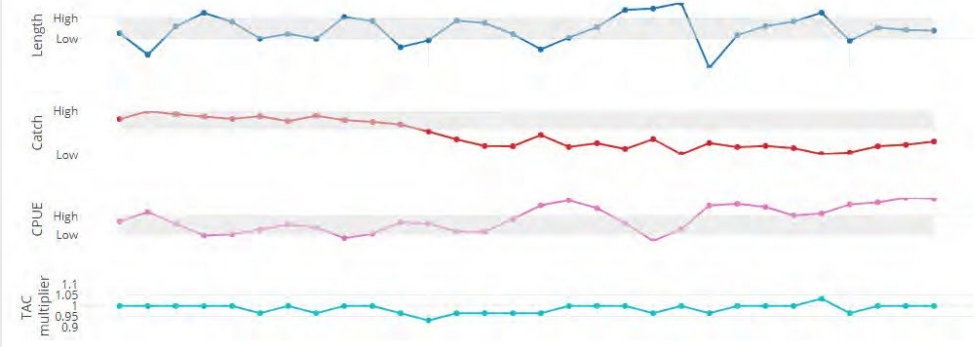
## 収穫戦略の実施

Figure 1: Incremental TAC adjustments in response to changes in indicators

Three indicators are used in the AMF: density, average length and catch

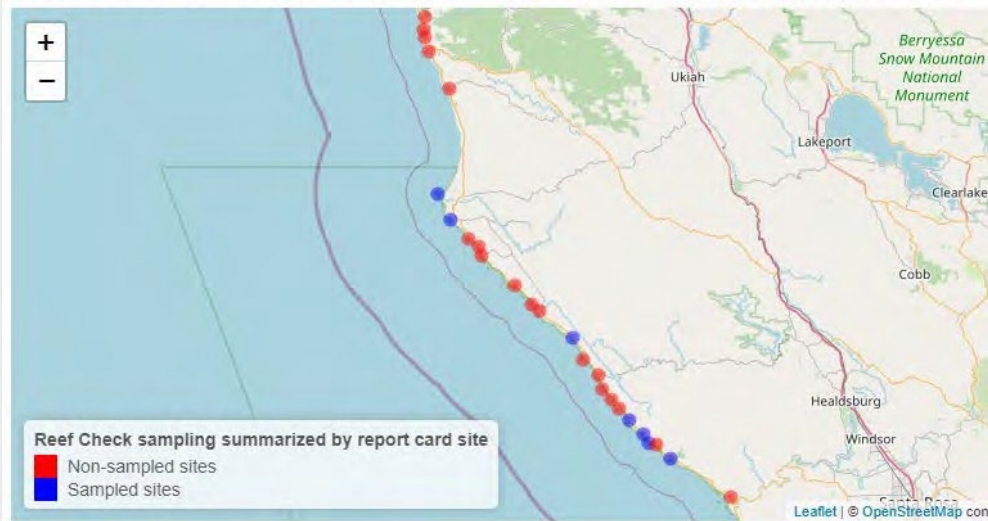
Observe that as indicators go beyond specified tolerances (shaded areas), the TAC is adjusted

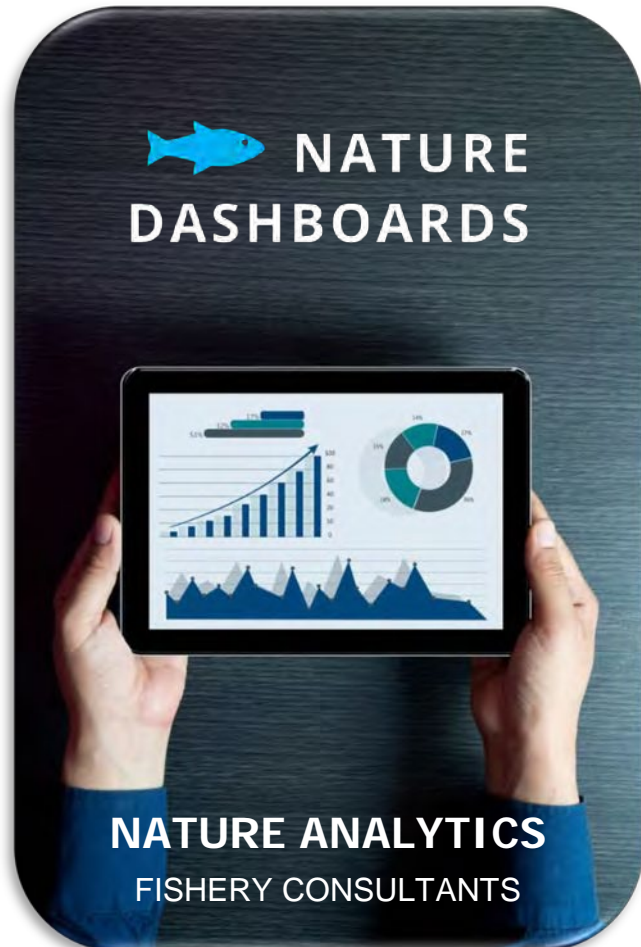
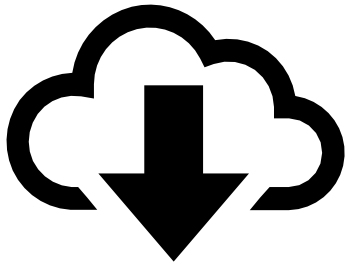
These indicators work in partnership to determine the strength and direction of the TAC adjustment



## コミュニティーを巻き込む

Reef Check sampling for northern California red abalone summarized by report card site

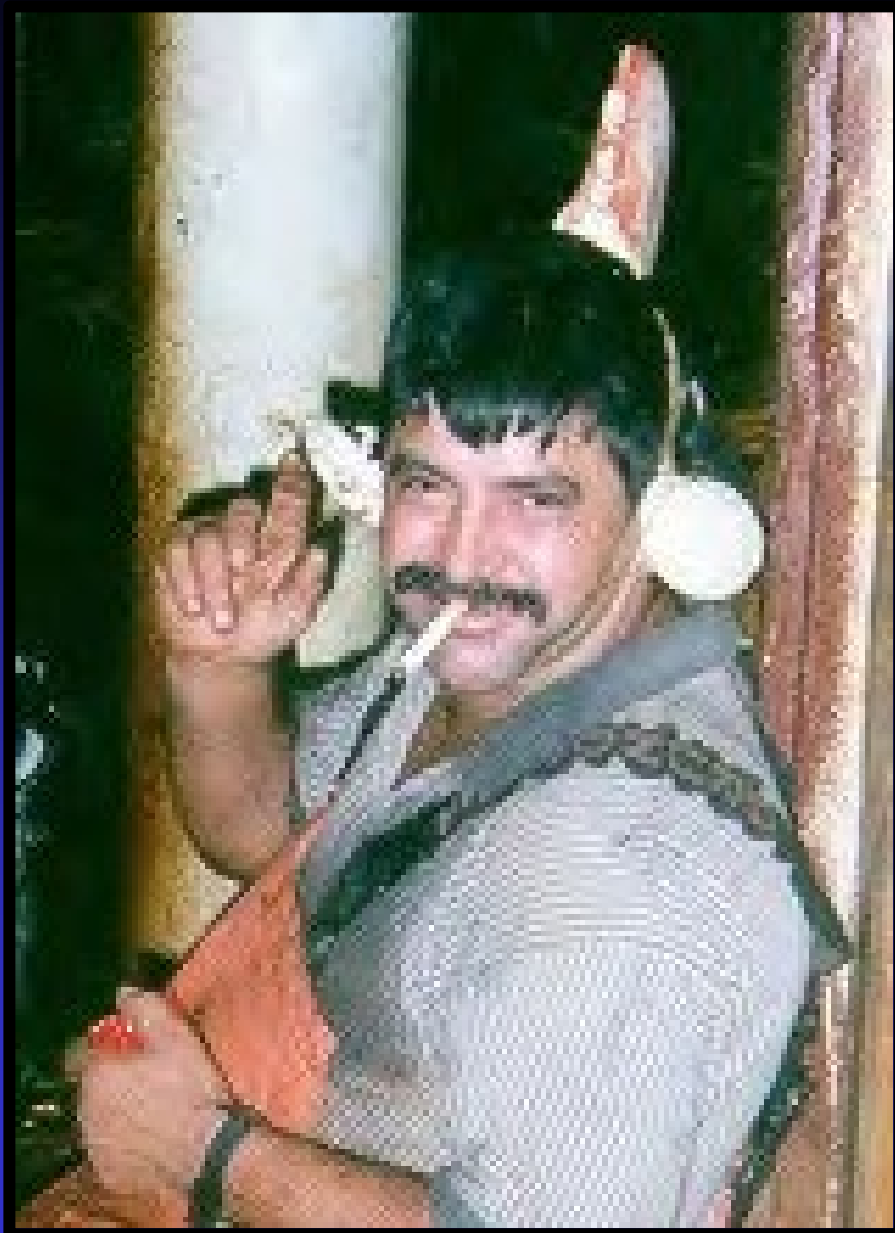




## 我々のサービス・アプローチ

- *ダッシュボードやアプリケーションは、それぞれ独立したカスタムデザインの製品*
- *また、データ処理、分析、レポート作成などの継続的なサポートも可能*

ビル・ハートフォード博士  
[bill@natureanalytics.ca](mailto:bill@natureanalytics.ca)  
[www.NATUREANALYTICS.ca](http://www.NATUREANALYTICS.ca)



トッド・ゲダマキ

MER コンサルタンツ

804-684-9522

Todd@merconsultants.org

ビル・ハートフォード博士

ネイチャーア・ナリティックス

bill@natureanalytics.ca

www.NATUREANALYTICS.ca

有難うございました