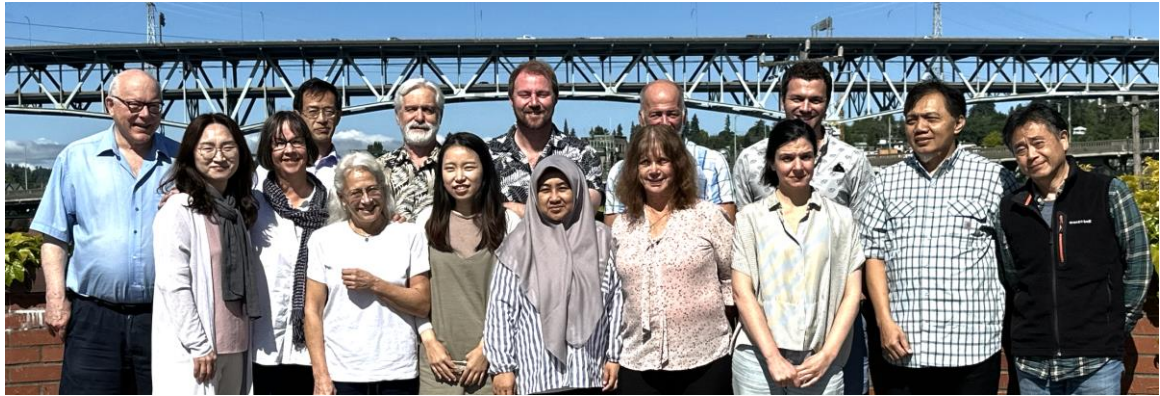


Commission for the Conservation of  
Southern Bluefin Tuna



みなまぐろ保存委員会

## 第13回オペレーティング・モデル及び 管理方式に関する技術会合報告書



2023年6月26-30日  
米国、シアトル

# 第 13 回オペレーティング・モデル及び管理方式に関する技術会合報告書

2023 年 6 月 26 - 30 日

米国、シアトル

## 開会

1. 第 13 回オペレーティング・モデル及び管理方式に関する技術会合 (OMMP 13) 議長のアナ・パルマ博士は、会合の開会を宣言するとともに参加者 (別紙 1) を歓迎した。議長は、今次会合に対する付託事項として、本年実施される全面的な資源評価に向けた準備を行うこと、及びメンバーが策定した科学調査計画案について検討することを述べた。
2. 議題案が検討及び修正され、別紙 2 のとおり議題が採択された。
3. 会合に提出された文書のリストは別紙 3 のとおりである。
4. ラポルツァーが任命され、コンサルタント及び科学諮問パネルメンバーとともに報告書作成を調整することが合意された。本報告書におけるこれ以降のセクションは採択された議題に基づくものである。

## 議題項目 1. 入力データのレビュー

### 1.1 遺伝子標識放流

5. アン・プリース氏 (CSIRO) は、2016 年から実施されている遺伝子標識放流調査計画の概要を簡潔に発表した。遺伝子標識放流計画は、魚が標識された年に 2 歳魚であった年級の絶対的な資源量の推定値を提供するものである。毎年 5,000 個体以上の魚から極めて少量の組織サンプルを採取することによって「標識」し、これらを放流した。標識されていない魚との一年間の混合期間を経て、オーストラリアのまき網漁業による収穫中に 3 歳魚から組織サンプルが収集される。通常標識計画での「再捕」に相当する遺伝子の一致を検出するため、DNA 遺伝子型が比較される。毎年 7,700 万通り以上の比較が行われている。2023 年のデータ交換に提供された最新のデータは 2021 年における 2 歳魚の推定資源量であった。オーストラリアの COVID - 19 による州境閉鎖により標識放流のフィールドワークがキャンセルされたため、2020 年の推定値は欠落している。資源評価モデルで使用可能な 5 つの推定値は表 1 に示したとおりである。各年において、変動係数 (CV) は目標水準の 0.25 よりも小さくなって (優れて) いる。

表 1. 2 歳魚年級の絶対的資源量の推定値を提供する、2016 - 2021 年の遺伝子標識放流計画の結果

標識年 (Y)	標識時の年齢	放流数	(Y+1 年の) 収穫数	一致件数	推定資源量 (百万)	CV (変動係数)
2016	2	2952	15389	20	2.27	0.224
2017	2	6480	11932	67	1.15	0.122
2018	2	6295	11980	66	1.14	0.123
2019	2	4242	11109	31	1.52	0.180
2020		Covid-19 のため中断			-	-
2021	2	6401	10742	41	1.68	0.156

6. 遺伝子標識放流計画は 2022 年及び 2023 年も継続されており、標識及び収穫魚からのサンプリングに成功した。若齢魚の体長頻度に観察された変化は、成長の変化の可能性を示している。毎年の収穫魚のサンプリングのタイミング（通常は 6 月から 8 月）は、遺伝子型判定及び新たな推定資源量の計算を、同年のモデル準備や科学委員会会合に間に合わせることはできないことを意味する。次の推定資源量（2022 年の 2 歳魚年級にかかるもの）は、2024 年 3 月のデータ交換に提供される予定である。

### 1.2 近縁遺伝子解析 : POP 及び半きょうだい指数

7. リッチ・ヒラリー博士 (CSIRO) は、資源評価モデルで使用する近縁遺伝子解析データの概要を提供し、親子ペア (POP) と半きょうだいペア (HSP) の検出には 2 つのデータセットが利用可能であることを述べた。これらのデータは、資源評価モデルにおける成魚個体群の規模及び成魚の自然死亡率の推定に必要な情報である。
8. データは、成魚の平均年齢が 14~15 歳、検出された最高齢の親魚は 26 歳、親魚の主な年齢範囲は 8~25 歳、モデル内のプラスグループは 30 歳であることを示している。25 歳以上の成魚は再生産の成功率がより高いものと考えられるが、個体群の中ではこうした高齢魚の個体数は少なくなっている。
9. 時間の経過とともに減少する各比較当たりの POP 検出数は、親魚資源の再建にかかる独立的な指標である。適切な一致件数を確保するべく、将来的には収集するサンプル数の増加が必要となる可能性があるが、急を要するものではない。CK サンプリング情報は ESC に提示される予定である。

### 1.3 CPUE

10. 伊藤智幸博士は、2022年漁期における日本のみなみまぐろはえ縄漁船の操業パターンの変化について調査した文書 CCSBT-OMMP/2306/04 を発表した。著者は、日本のはえ縄データが CCSBT における SBT の資源評価及び管理方式 (MP) において最も重要な科学的データとして使用されていることを指摘した。本文書は、2022年のはえ縄船団の操業において過去10年間と比べて明らかな変化は検出されなかったと結論付けた。調査された変数には、漁獲量、隻数、操業時期と海域、海域の割合、体長頻度、放流と投棄、操業の空間的集中度が含まれる。過去10年間の漁獲枠の増加は CPUE の増加に最も大きな影響を与えたものと考えられる。これは、操業の時空間のある程度の拡大によって、また、程度は低いものの操業回数増加にも起因してもたらされたようである。
11. 技術部会は、伊藤博士の作業に感謝し、2021年と2022年の年齢分布における強い二峰性の特徴を指摘した。資源評価が、年齢分布の変化とセレクトィビティのシフトを混同してしまうのではないかと懸念が提起された。日本のはえ縄漁船団のセレクトィビティは3年ブロックで変化させており、最後の変更は2020年である。これは1年(2020年)を跨いでいたために年齢分布では二峰性がまだ明らかになっていなかったことで、セレクトィビティのシフトが資源の年齢分布の変化と混同されるリスクは低減しておく必要がある。
12. 技術部会は、大型魚(40kgを超える魚)の投棄の背後にある潜在的な理由について質問した。伊藤博士は、大きな魚が十分には太っていないと見なされた場合に投棄される可能性があり、またひどく損傷した魚も一部が同様に投棄される可能性があることを指摘した。
13. 伊藤博士は、集中度指数は、中心傾向(すなわちクラスタリングの尺度)と比較した、操業のあったセルにおける漁獲又は漁獲努力量統計値の分布に基づいていることを明確化した。技術部会は、こうしたタイプの指数は操業のあったセル内の統計値の分布のみに焦点を当てているため、漁獲努力量の分布の時間的変化を追跡する可能性は低いことを指摘した。技術部会による代替的な集中度指数に関する提案にはジニ指数とガランド指数が含まれており、漁獲努力量の代わりに名目 CPUE を用いた場合には、これらの統計値が優先サンプリングの傾向を捉えるために修正できる可能性があることを指摘した。技術部会は、将来の漁業努力の集中の変化を監視するべく、集中度に関する代替指数を探求すべきであることに合意した。
14. 技術部会は、集中度指数のモニタリングの関連性についての明確化を求めた。漁業努力の集中度が増加すると漁獲されていない海域に関する情報が失われるため、集中度の増加は不偏な CPUE 指数を生成するに当たっての懸念となることが指摘された。また、漁獲努力範囲の縮小により最近の年次指数値の不確実性が高まる可能性があること、またシミュレーション作業が CPUE 指数の超安定性の可能性をハイライトしたことも指摘された。

15. データソース（ログブック対リアルタイムモニタリングプログラム；RTMP）が、CPUE モデルで利用可能な最新の値に影響を与える可能性があるかどうかについての質問があった。伊藤博士は、最近年のデータはログブックから取得したもので、ログブックデータが欠落している場合はRTMPで補完したと回答した。そのため、最近年のデータは暫定的なものであるが、ログブックデータの処理が以前よりも迅速になり、現在のデータセットには既に相当量のログブックデータが含まれているため、将来的な大幅な変更は期待されていない。
16. 伊藤博士は、CCSBTにおける2022年までのSBTのGAMを使用したCPUE資源量指数を更新した文書CCSBT-OMMP/2306/05を発表した。ESC 27で合意されたアプローチを用いて資源量指数を計算した。更新された指数は、海域による重み付けを用いた2段階デルタ対数正規アプローチによる一般化加法モデル（GAM）からの予測に基づいて構築されたものである。2022年の指数値は前年からの大幅な増加を示し、また1969年から2022年までに及ぶシリーズの中での最高値となった。資源量指数は、モデル選択、レトロスペクティブ分析、船舶IDの組み込み、海域範囲の変更、年齢範囲の変更、データとモデルの解像度の変更など、多様な感度分析に対して頑健であった。
17. モデルの共変量として船舶IDを含めることについての明確化が求められた。伊藤博士は、船の識別記録は1979年以降のみ利用可能であり、そのため感度分析としては含まれていたが、最終モデルには含まれなかったと回答した。
18. 技術部会は、そうした挙動を引き起こす要因が不明であることを踏まえ、時間の経過とともに二項指数が着実にゆっくりと低下することについて質問した。この点による影響はわずかであったため、標準化指数の時間傾向は主にデルタアプローチのポジティブ要素の傾向によって駆動されたと考えられることが合意された。
19. 技術部会は、モデルに含まれる漁獲能力の共変量は、ターゲティングクラスタと操業当りの鈎針数の二つだけであることに留意した。漁獲努力量の緯度分布のシグナルが各クラスタに割り当てられていることに一部は起因して、種組成に基づいたクラスタの共変量が、ターゲットの効果をハビタットの効果から分離する能力についていくらかの懸念が生じた。伊藤博士は、本文書の感度分析においてはクラスタ効果を除去しても指数は影響を受けなかったとコメントした。そのため、クラスタ因子がターゲティング効果又は資源量効果を捉えたか否かは明らかではないものの、最終的な指数に対するこの共変量の影響の欠如は最小限であるため、クラスタ効果の性質の解決は優先度が低いと考えられることが合意された。
20. 技術部会は、最終的な指数に対する二つの漁獲能力の共変量の除去による影響は最小限であったことから、最終CPUE指数は実際の漁業戦略に対して標準化したものではなく、漁業努力量の空間分布の時間に対する変化のみを考慮したものであることを強調した。平均中心標準化指数

(平均値で規格化した標準化指数) は、年間総漁獲量と年間総漁獲努力量の比率としての名目 CPUE と比較された (図 1)。技術部会は、二つの指数間にほとんど差がなく、両シリーズが 2021 年から 2022 年にかけて急激な増加を示したことを指摘した。

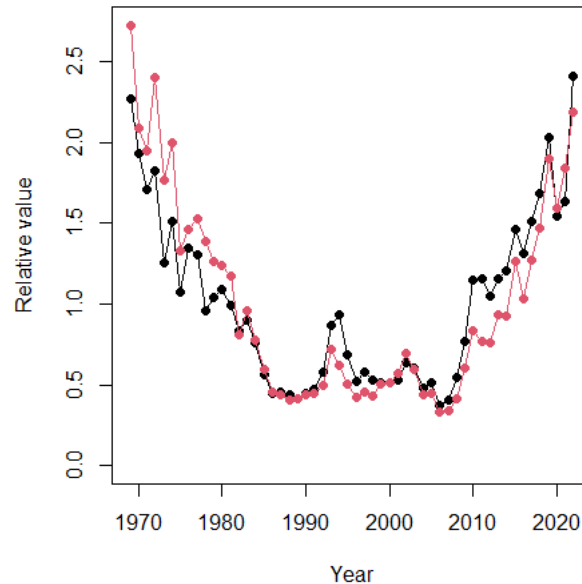


図 1. CPUE (赤) と比較した GAM モデルから得られた CPUE 指数のトレンド。出典：CCSBT-OMMP/2306/09 の別紙

21. 伊藤博士は、SBT の GAM ベースの CPUE 資源量指数をさらに調査し、2022 年に予測された高い資源量が、以前の GLM ベースの CPUE 標準化アプローチで特定されたものと同様の問題によって引き起こされた訳ではないことを確認した文書 CCSBT-OMMP/2306/09 を発表した。より具体的には、GLM ベースのコア船 CPUE 資源量指数は 2018 年と 2019 年に異常に高い値を生成した。伊藤博士は、様々な解像度で集計された、GAM ベースのアプローチと GLM ベースのアプローチとの予測 CPUE 値の分布を比較する一連の診断箱ひげ図を提示した。予測はセルの操業状態によっても分解され、非操業セルを低漁獲努力量セルや高漁獲努力量セルから区別した。本文書では、以前の GLM ベースのアプローチによる異常な予測は非操業の時空間層に由来しており、そのような異常な予測は 2022 年を含む GAM ベースのアプローチでは非操業層には存在しないことを強調した。このことから、本文書では、GAM ベースのモデルからの 2022 年の高い資源量指数値は、2018 年と 2019 年の GLM ベースのアプローチで見られた非操業セルの予測値の問題には因らないものと結論付けた。
22. 技術部会は、標準化 CPUE 指数の 2022 年の高い値についてのさらなる調査を行った伊藤博士に感謝した。技術部会は、標準化 CPUE 指数が CPUE 分析の時空間領域にわたる予測を SBT 資源量の調査として扱う形

で構築されたこと、及び年指数が全ての時空間層にわたる密度予測（セル面積も考慮したもの）を合計することによって生成されたことを想起した。技術部会からは、年指数がますます非操業海域からの予測によってさらに影響を受けることに対するいくらかの懸念が示された。

23. 技術部会において、指数構築のためにどのような代替アプローチが適しているかにかかるいくらかの議論が行われた。一部のメンバーは、指数領域からセルを除外するために事前に合意された基準となるセットを定義し得ることを示唆した。コンスタント・スクエア対バリエブル・スクエアアプローチも議論され、技術部会は現在の GAM 標準化アプローチはこれら二つのアプローチの間にあることに合意した。議論されたもう一つのオプションは、最近操業のあったセルのサブセットのみを含める可能性であった。
24. 技術部会は、資源量指数の合計に対する非操業海域の相対的な寄与が時間の経過とともに増加し、時系列の開始時である 1969 年の約 30% から 2022 年の約 80% まで増加したことを指摘した（図 2、CCSBT-OMMP/2306/09、別紙）。はえ縄漁業努力量にかかるこの範囲縮小は、非操業セルの密度が操業セルよりもはるかに高いと予測されない限り、懸念する必要はない。優先サンプリングの下では、みなみまぐろはえ縄漁業の漁獲努力量は漁獲率の高い海域に集中するとの期待があった。そのため、非操業海域で密度がより高いというモデル予測は現実的ではないものと考えられる。

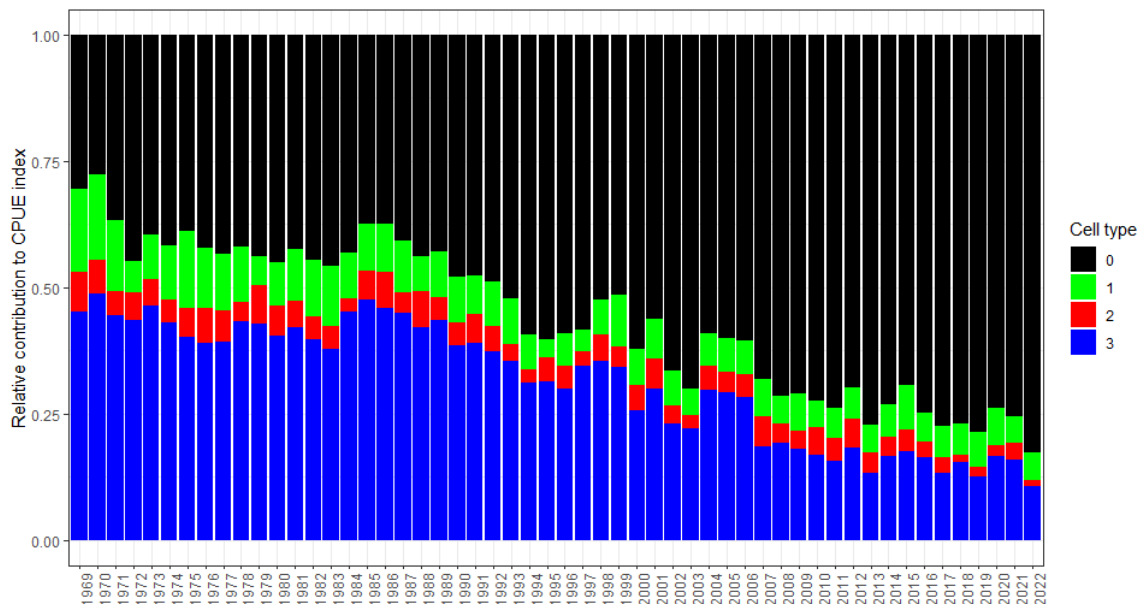


図 2. CPUE 指数に寄与するセルタイプ別の割合（月別 5x5 のセルで 0：操業なし、1：1~4 回、2：5~9 回、3：10 回以上）。出典：CCSBT-OMMP/2306/09 の別紙

25. 通常の操業と良好な操業とで観察される漁獲率の範囲について質問があった。伊藤博士は、平均漁獲率は釣針 1000 本当たりの SBT が大凡 3~5 個体程度であるが、良好な操業における漁獲率は釣針 1000 本当たりの SBT が 10~20 匹と考えられると述べた。
26. 技術部会は、GAM で複雑な交互作用項を使用する場合、サンプリングが不十分な海域又は時間と海域の組み合わせ、又は 2d か 3d のスモージーのエッジで不安定な動作が発生する可能性があるとの懸念を指摘した。伊藤博士は、2022 年の作業においてこの挙動が指数に与える影響は最小限であることを確認した。セルタイプごとの予測マップの検査により、非操業セルでの資源量予測値において疑似エッジ効果がないことが確認された。
27. 近年の操業階層のみから指数を構築することの有用性に関する技術部会による以前の提案に対処するため、伊藤博士は、2017 年から 2022 年の各年に操業のあったセルのサブセットに基づき、標準化 CPUE シリーズの代替セットを作成した。結果として得られた 6 つの新しいシリーズを、完全な空間領域を使用して構築された資源量指数と比較したところ、指数の傾向にはほとんど違いがなかった (CCSBT-OMMP/2306/09 の別紙)。技術部会は、指数を構築する際に使用する空間領域を考慮することは重要であるが、指数の主な性質を変える可能性は低いとの結論に至った。
28. 技術部会に対し、GAM ベースのモデルによる年資源量予測値に対する様々なモデル項の寄与を調査するための新たな分析が提示された。この分析では、GAM ベースのモデルのカテゴリ別年効果のみに基づいてセルの資源量を予測することにより、CPUE 指数を再構築した。この指数と全体の指数とを比較すると、両方の指数が極めて類似していることが示唆された (図 3)。この解釈は、GAM ベースのモデルによる時間の経過に伴う豊度の主な要因は年の効果であり、平均してスプライン項による時空間効果は全体の指数にはほとんど寄与しないというものであった。これは、標準化指数がそれを構築する空間階層サブセットの選択に対して頑健であったことを示した過去の結果と一貫していた。



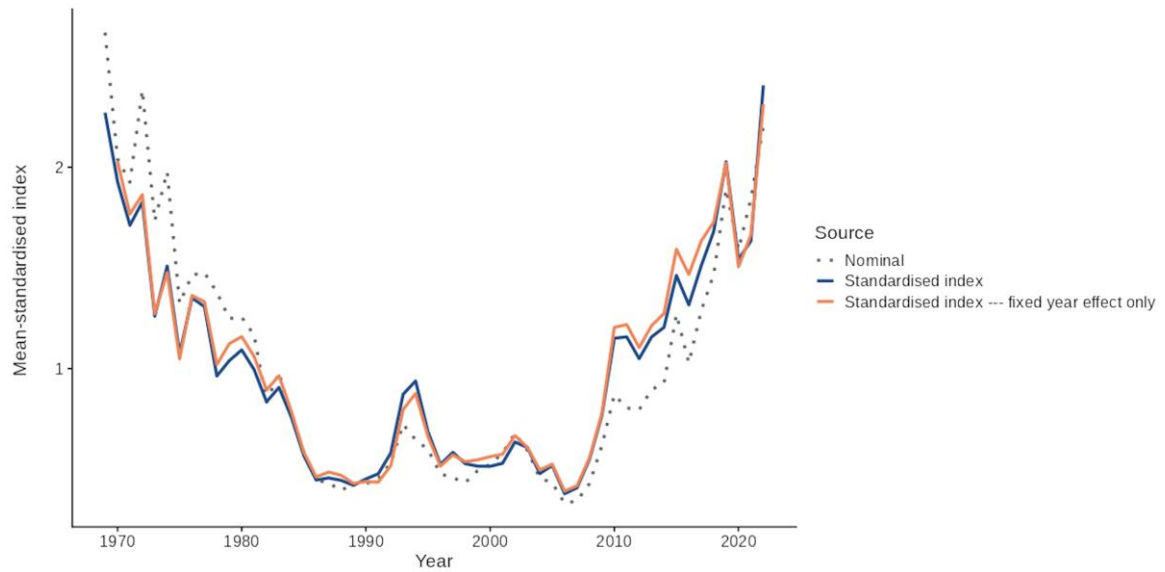


図 3. 名目 CPUE と、GAM モデルから導出された新しい指数（面積加重予測）及び同じ GAM モデルによって推定された固定年効果との比較

29. 伊藤博士は、指数構築におけるセルの重み付けの役割についてさらなる説明を提供した。各 5 度セルのモデル予測は、1969 年から 2022 年の期間に少なくとも 1 回の操業のあった 1 度セル数によってさらに重み付けされた。緯度に応じたセル面積の変化も考慮されている。伊藤博士は、空間領域全体にわたる資源量指数の異なるバージョンを比較する場合にはセルの重み付けを含めるべきであるが、セルタイプ別の予測の個別の検査は、指数構築の最終段階でのモデルフィッティングに対して別に当てはめる過程であるので、セルの重み付けを含めるべきではないと述べた。
30. 技術部会に対し、セルタイプごとの平均予測密度の経時的比較が提示された。これは、平均密度の傾向が全てのセルタイプにわたって非常に類似していることを示した（図 4）。この結果により、空間上の密度の傾向が主に年の効果によって影響され、それ自体は操業のあった海域での漁獲率のみによって情報が与えられるとの結論がさらに確実となった。

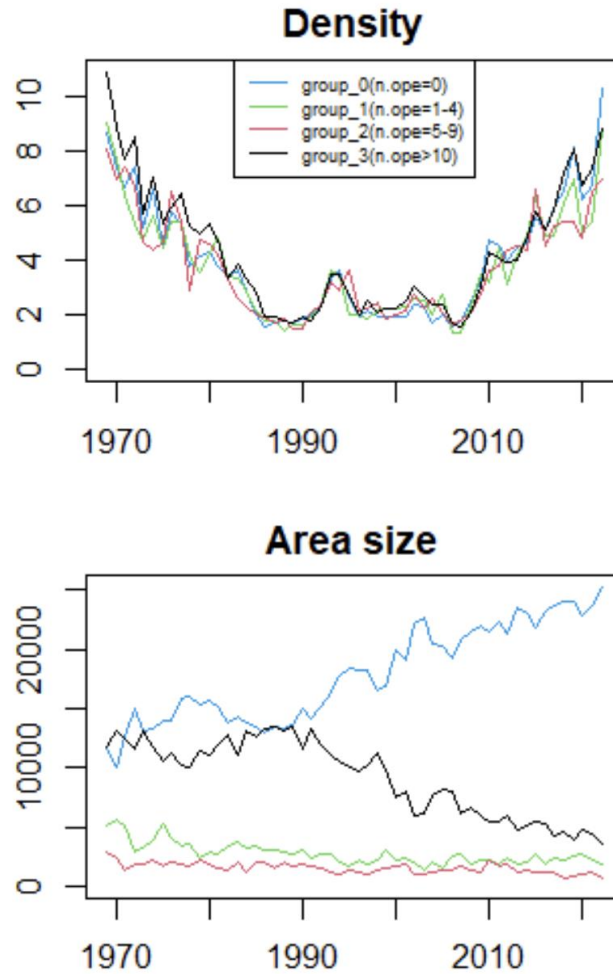


図 4. グループ 0 は操業が無いものとして、ある年と月での操業回数に基づいて 4 つのセルグループの分類で区分した予測 CPUE の傾向。出典：CCSBT-OMMP/2306/09 の別紙

31. 特に名目上の漁獲率と比較して標準化効果が欠如していることを考慮すると、資源量指数が主に減少し続ける操業海域からの漁獲率の傾向によって情報を得ていることに対する技術部会としての懸念が残った。SBT の資源豊度が正である可能性が高いセルのみを含むように空間領域を洗練するアプローチの提案が求められた。1 つの提案は、GAM ベースのモデルからの CV を、定義される閾値を幾分超える CV を持つ空間領域からセルを除外するための統計値として使用することであった。二項成分による影響がほとんどないことを考慮すると、モデルの正の成分からの CV で十分と考えられることが合意された。この新しい指数は、「バリアブル・スクエア」指数ほど極端ではないものと予想され、感度試験では代替 CPUE シリーズとして使用されることになっている。
32. 韓国は、CCSBT における韓国はえ縄漁業の SBT について一般化線形モデル (GLM) を用いて CPUE 資源量指数を 2022 年まで更新した文書 CCSBT-OMMP/2306/06 を発表した。韓国は、CPUE 指数に影響を与え得るターゲットの時間的変化への懸念を解決するために、データ選択とク

ラスタ分析という二つの代替アプローチを適用した。GLM 分析の説明変数は、年、月、船舶 ID、位置 (5x5 セル)、鈎針数、及びターゲティング (HBF 及びクラスタ) であった。GLM の結果は、年、月、位置、及びターゲティング効果が名目 CPUE に影響を与える主な要因であることを示唆した。しかしながら、前年度と比べて大きな変化は無かった。CCSBT 統計海区 8 及び 9 海区の標準化 CPUE は、2000 年代半ばまで減少して後、増加傾向を示している。

33. 技術部会は、船団横断的な標準化 CPUE の傾向の理解に対する韓国の貢献に留意した。

#### 1.4 インドネシアの漁獲物

34. インドネシアは、ベノア港での漁獲物モニタリング、並びに資源評価モデルや近縁遺伝子解析に用いられるデータ向けの体長、耳石、及び組織サンプルの収集に影響を与える結果となった COVID-19 による中断及び組織再編について技術部会に報告した。これらのモニタリング活動が実施できなかったことにより、2 年間 (2021-2022 年の産卵期) のデータ及び収集サンプルが欠落している。
35. 技術部会は、インドネシアの漁獲が統計海区 1 及び 2 で行われていること、また 2021 年には海区 2 での漁獲物がより多くなる方向にシフトしたことに留意した。ベノア港の漁獲物モニタリングのデータを用いて、全ての年におけるインドネシアの体長頻度及び年齢頻度が再計算された。ベノア港の漁獲物モニタリングデータは主に統計海区 1 (すなわち冷凍ではなく生鮮で水揚げされた魚) に由来するものであるが、このデータセットには海区 2 由来の魚も含まれている可能性がある。
36. 資源評価及びオペレーティング・モデルでは、インドネシア漁業は船団 5 として設定されている。過去において、当該漁業はインドネシアの熱帯まぐろはえ縄漁業による産卵場での SBT の混獲に限定されるものとして仮定されていたが、近年においては、これらのデータには海区 2 (海区 1 より南方) に由来する付加的な漁獲物が含まれていることが示されている。そのため、インドネシア漁業の評価に用いられる年齢頻度は、漁獲物全体を代表するものではない可能性がある。
37. ESC 25 は、インドネシアのサイズ別漁獲データが OM 及び近縁遺伝子標識再捕計画において使用されていることから、これらのデータにかかる不確実性、及びさらなる調査と解決を要するデータソース間の不一致に留意した。インドネシアの漁獲物モニタリングをレビューするプロジェクトは、ESC に先立ち、また ESC においてさらに議論される予定である。

#### 1.5 未考慮死亡要因

38. ニュージーランドは、チャールズ・エドワーズ博士とサイモン・ホイル博士による文書 CCSBT-OMMP/2306/07 「2007 年から 2020 年までの

CCSBT 非協力的非メンバーによる未報告 SBT 漁獲量の推定」を発表した。非協力的非メンバー（NCNM）の漁獲量は、資源評価と管理方式の双方に情報を提供するため、数年間にわたって推定されてきたものである。SBT の出現が既知である海域にかかる CCSBT、IOTC、WCPFC 及び ICCAT のデータに基づき、はえ縄漁獲努力量を推定した。漁獲率にかかる高低の推定値は、日本船団（JP、主に専獲漁業）と台湾船団（TW、主に混獲漁業）から得られた集計データを用いて推定された。漁獲率の推定に加えられた主な変更点は、CCSBT 統計海区と年の交互作用項を含めたことであった。以前（2019 年）のモデルには船籍と年の交互作用が含まれており、船籍は事実上の空間的代理値として使用されていた。しかしながら、非メンバーのデータから漁獲量を予測する際には、JP と TW に関して推定された船籍の係数を他の空間層、すなわちモデルのフィッティングで優勢となる層とは異なる層に適用する必要があることから、これは不適切であった可能性がある。二つの漁獲率の仮定に対して推定された漁獲量（トン）を表 2 に示した。

表 2. 更新された UAM 推定値（トン）

Year	台湾 (調整後)	日本 (調整後)
2007	51	126
2008	28	72
2009	62	152
2010	111	271
2011	63	151
2012	112	275
2013	167	432
2014	48	121
2015	133	326
2016	318	756
2017	413	984
2018	645	1511
2019	488	1155
2020	482	1160

39. 2023 年の資源評価では、未報告の非ゼロ漁獲を調整し、JP の漁獲率を用いた全球モデルからの NCNM の漁獲量推定値を使用する予定である。JP の漁獲率を用いた場合は過大推定となる可能性があるが、この可能性は報告の欠如により漁獲努力量が過小に推定される可能性によって相殺される可能性がある。
40. 技術部会は、UAM 推定の開始点から終点までの期間において非メンバーの漁獲努力量が約 2 倍になったこと、また同期間において非メンバー（UAM）漁獲量の推定値が約 100 トンから 1000 トン以上まで増加したことに留意した。このことは、UAM 推定値の増大に対し、非メンバーの漁獲努力量よりも漁獲率の方が大きく寄与していることを示している。
41. 漁獲率はその根底にある資源密度分布の関数としてより適切に表現できるため、時空間モデルに移行することで現実性が増す可能性がある。ただし、これはこうした潜在的な NCNM 漁獲が生じる程度を検証することの必要性を解消するものではない。

42. これらの推定漁獲量は潜在的な漁獲量の可能性を示すだけのものであって、実際の漁獲量との関係を究明するためのデータは無いことが指摘された。

## 議題項目 2. 条件付けモデルランのレビュー：診断及び尤度の重み

43. オーストラリアは、2023年の資源評価に向けた CCSBT オペレーティング・モデル (OM) の初期の再条件付けに関する文書 CCSBT-OMMP/2306/08 を発表した。更新されたデータは、以前に合意された 2020 年の不確実性グリッドを用いた OM に良くフィットした。主要なデータソースごとに、データへの当てはまり及びこれらのデータを与えたモデルの全体的な予測パフォーマンスが詳細に検討された。モデルの変更の検討を必要とするような懸念又は問題点を示す明らかな要因はなく、全体として、データへの当てはまりと予測パフォーマンスは許容範囲内であると思料された。現在の不確実性グリッドは適度によくバランスがとれているようであり、またグリッドのパラメータにかかる現行の範囲を拡張する必要性も示されていない。
44. 技術部会は、今回は単一の CPUE シリーズが使用される点を除き、予備的な再条件付けへのデータ入力は前回の評価と同じであることに留意した。
- 漁業別の漁獲量及び年齢（インドネシア、表層）又はサイズ（はえ縄漁船団）の頻度
  - はえ縄 CPUE（LL1 船団）相対資源量指数（1969–2022 年）
  - 航空目視調査による若魚の相対資源量指数（1993–2017 年）
  - 標識再捕データ（1990–1994 年及び 1–3 年の放流年と年齢）
  - 遺伝子標識放流による 2 歳魚絶対資源量の推定値（2016–2021 年）
  - CKMR 親子ペア（POP）（2002–2018 年）
  - CKMR 半きょうだいペア（HSP）（2003–2017 年）
45. 遺伝子標識放流データには 1 年分の欠落（2020 年に 2 歳だった年級）、インドネシアの年齢頻度には 1 年分の欠落（2022 年、2021/22 漁期）があり、またニュージーランドの体長頻度は総漁獲量に対して完全には引きのばされていないことが留意された。
46. 技術部会は、主要な漁業（LL1、インドネシア、表層）に関しては明らかに異常な問題はなく、サンプリングレベルが高い場合の年齢とサイズの頻度データへの当てはまりは良いとした同文書の結論に合意した。改訂された単一の GAM - CPUE 指数への当てはまりには満足できるものの、当該モデルは 2022 年における高い値を十分に説明することに苦労している。航空目視調査指数と 1990 年代の標識放流データへの当てはまりは以前の評価と同様である。遺伝子標識放流データへの当てはまりは良い。

CKMR データへの適合は、通常の集計レベルでの POP と HSP に関しては良好であり、近縁ペアの全体数に関しては非常に当てはまりが良い。

47. リファレンスセットにおけるデータの重み付けは妥当であるものと思料された。リファレンスセットのグリッドの値が検討され、いくつかの小さな変更が加えられたものの、このグリッドは適切と考えられることが合意された。
48. スティープネスの値の範囲がより詳細に検討され、技術部会はこの範囲が妥当であることに合意した。スティープネスに対する加入のペナルティの影響を考慮した場合、ここでの結果は、今回の資源評価ではこの範囲内のわずかに高いスティープネスの値が選好されることを示した。技術部会は、尤度で重み付けした場合、 $h$  の最小値は既にほとんどサンプリングされていないことに留意した。このため、範囲内の最小値のさらなる調整は必要とされなかった。リファレンスセットの4つのスティープネス値は均等に重み付けされ、2020年の評価からの変更はなかった。
49. 2022年の高い CPUE 値にモデルをフィットさせることに苦労したことから、GAM の標準化がさらに検討された（CPUE のセクションを参照）。技術部会は、最近の増加傾向が評価結果に及ぼす影響を調査するために感度試験を実施することに合意した（感度試験の Drop\_5yrs に関しては議題項目 4 を参照）。漁獲努力量の集中度の増加及び一定期間漁獲が行われなかった広い海域の予測 CPUE に関連する潜在的なバイアスに関する懸念に対処するための感度試験として、GAM に変更を加えた代替 CPUE 指数も提案されている。
50. CPUE を予測するためのセレクトイビティを標準化するために使用される年齢範囲が見直され、LL1 のセレクトイビティパターンに基づき、リファレンスセットは 5 - 17 歳の単一の年齢範囲を使用する形で更新された（2つの代替的年齢範囲：従前のグリッドにおける 4 - 18 歳と 8 - 12 歳を使用する方式から変更、図 5）。これら 2つの範囲に基づいて推定された資源（総再生産出力：TRO）の減少を比較したところ、TRO のパフォーマンス統計量にはほとんど影響がなかった。全期間にわたってより高い推定セレクトイビティを持つ年齢範囲のレビューに基づくと、変更された年齢範囲が望ましいものと思料された。

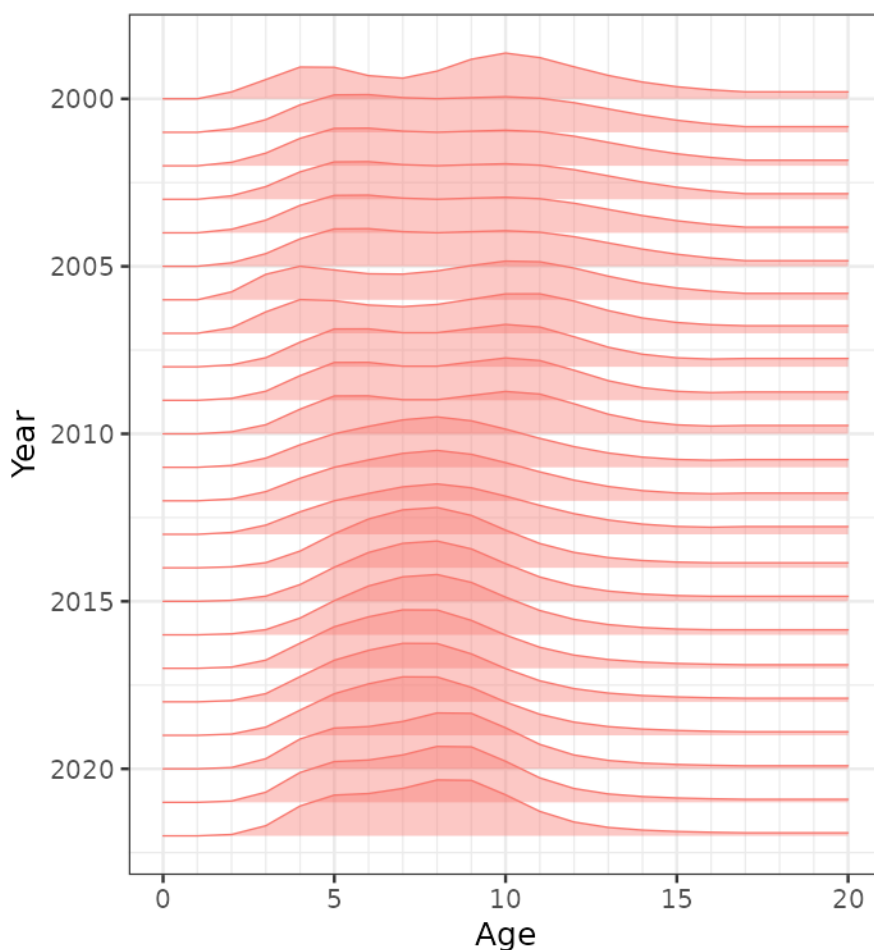


図 5. 経時的な LL1 セレクティビティの描写図。

51. 技術部会は、2018 年の推定年級が平均を上回ることに留意した。残念ながら、2020 年の遺伝子標識放流データが欠落しているため、この推定値は遺伝子標識放流による若齢魚資源尾数の推定値から直接情報を得たものではない。この値は、2022 年の高い CPUE 値、また 2021 年及び 2022 年の 3 歳魚及び 4 歳魚のより高い漁獲量からの情報に起因している可能性がある。
52. 技術部会は、LL1 とインドネシアのセレクティビティがどのようにモデル化されているかについて議論した。LL1 に関して、技術部会は、直近 3 年間のブロックにおけるセレクティビティの変化により柔軟性を与えることができる感度試験を実施することに合意した。インドネシアのセレクティビティについては、現行の 8 歳はインドネシアの漁獲物のうちより小型の魚を考慮するためには十分に低くないことから、オペレーティング・モデルのリファレンスセットでは下位の年齢を 6 歳に変更することとされた。インドネシアのセレクティビティは、以前の漁獲物において観察されていたものよりも若い魚が出現した場合に備え、2013 年を始点としてより柔軟性を持たせるようになっていた。最近の期間については、モデルは経時的にシフトする 2 つのピークを持つセレクティビティ

を推定した（図 6）。2013 年以降に許容される柔軟性の程度に制限をかける感度試験が合意された。

53. 新たなリファレンスセットは議題項目 4 において定義される。

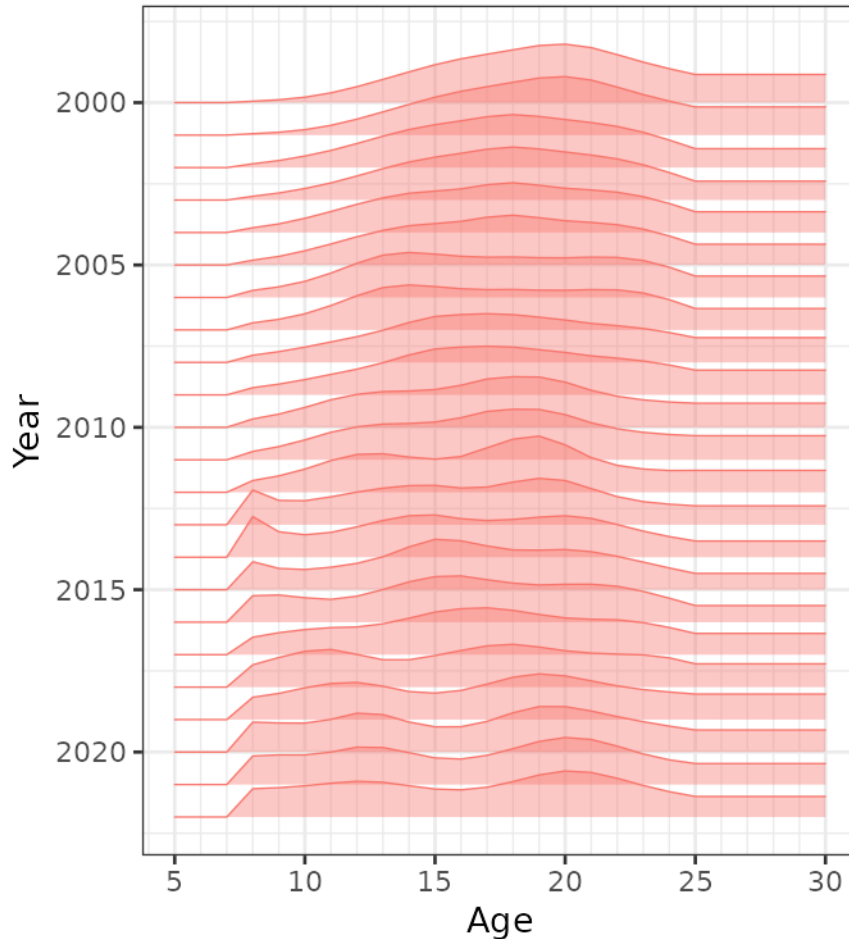


図 6. インドネシア漁業における経時的なセレクトイビティの描写図。

### 議題項目 3. 将来予測の結果に関する議論

54. 議長は、資源の将来予測を実行するために必要なコントロールファイルが会議中に準備されたことを報告した。リファレンスセット並びにいくつかの選択された感度解析ランの将来予測結果は ESC で提示される予定である。

### 議題項目 4. ESC に提示されるリファレンスセット及び感度解析ランの仕様

55. モデル実行にかかるレビューの結果に基づき、技術部会は、資源評価のリファレンスセットとして用いられる OM の最終的なグリッドを選択した（表 3）。グリッドは、4 つのステープネス（h）値、0 歳の自然死亡



率にかかる3つの値 ( $M_0$ )、10歳の自然死亡率にかかる3つの値 ( $M_{10}$ )、 $\Omega$  (CPUEとLL1の利用可能な資源量との線形関係を意味するもの) にかかる1つの値、経時的なLL1のセレクトイビティを標準化するために使用される1つの年齢範囲、単一のCPUE (GAM)、及び $\phi$  (年齢別の相対的な再生産寄与度のべき乗パラメータ) の3つの値の掛け合わせからなる108個のセルで構成される。

56. モデルのリファレンスセットの目的は、これらの主要な不確実性を要約した資源現況に関する勧告を提供することである。

表3 ESCで提示される資源評価のための改訂リファレンスセットのグリッド。サンプリングの重みは、2000個のパラメータセットから分布を生成するためにどのようにモデルのグリッドがサンプリングされるかを指す。 $h$ 、 $M_0$ 、 $M_{10}$ 、オメガ並びにPsiの値は2020年に実施された資源評価と同じであることに注意。これまでの数年間で開発された単一のGAM CPUEシリーズが2023年に使用され、CPUEの年齢範囲は4-18歳から5-17歳に調整された(議論を参照)。

パラメータ	値	累積数	事前分布	サンプリング重み
$h$	0.55, 0.63, 0.72, 0.8	4	一様	事前分布
$M_0$	0.4 0.45 0.5	12	一様	事後分布
$M_{10}$	0.065, 0.085, 0.105	36	一様	事後分布
オメガ ( $\Omega$ )	1	36	一様	事前分布
CPUE	GAM	36	一様	事前分布
CPUE 年齢範囲	5-17	36	一様	事前分布
Psi ( $\psi$ )	1.5, 1.75, 2.0	108	0.25, 0.5, 0.25	事前分布

57. OMのリファレンスセットに含まれるその他の仮定については、先の議題項目で説明されたとおりである。
58. 技術部会は、表4に示された感度解析試験の優先順位について検討し、これに合意した。

表 4. 感度解析試験の優先順位

試験名	コード名	条件付け及び将来予測に関する注記	優先度
UAMbycatch	UAMbycatch	日本の漁獲率を用いて推定された LL1 NCNM の漁獲量を台湾の漁獲率を用いて計算された推定値に置き換える	高
No UAM	noUAM	NCNM の漁獲量を条件付け及び将来予測から除外する	高
LL1 Case 2 of MR	case2	2006 年の市場報告書のケース 2 に基づく LL1 の過剰漁獲	低
CPUE_Drop5	Drop_5yrs	直近 5 年間の CPUE シリーズを除外する	高
CPUE_0	DropCells	(正の CPUE 率の CV に基づき) データのない不確実なセルにはゼロを設定	高
Omega75	cpueom75	べき乗数=0.75 とした資源量-CPUE の関係のべき乗関数	高
Upq2008	cpueupq	2008 年の CPUE の q の変化を推定	高
Q age range	cpue59	q の年齢範囲は 5-9 に等しい	中
LL1_sel	LL1_sel	年級の不確実性及び規模への影響を評価するため、最終 3 年間で柔軟に推定できるようにする	中
Indo_sel	Indo_sel	インドネシア漁業におけるセレクトイビティの二峰性、2013 年以降はより柔軟性を下げる (変化量の制限)	高
NoPOP&HSP	NoPOPHSP	両方の近縁データ (親子及び半きょうだいペア) を除外する	高
No HSP	NoHSP	半きょうだいのスイッチを切る	高
GTI	troll	追加的な加入量指数としてグリッドタイプ曳縄指数を含める。データ間の明らかな矛盾を考慮して、フィットを支配する航空目視調査を排除するため、航空目視調査の CV を上げる	高

## 議題項目 5. SRP プロジェクト「オペレーティング・モデルの仕様及びソフトウェアのアップグレード」及びその他の SRP 計画に関する検討

### 5.1 オペレーティング・モデル及びソフトウェアのアップグレード

59. 技術部会は、ESC 27 及び OMMP ワークショップからの継続事項として、ソフトウェアのアップグレードに関する検討を行った。ソフトウェアの評価基準には、機能性、透明性及び使いやすさが含まれる。検討された 2 つの主な候補は Template Model Builder (TMB) と Stan であった。

Stan にははるかに大規模かつより多様な（統計学者の）ユーザーの基盤があるが、TMB は水産への応用に特化して開発されている。いずれにも組織化されたサポートがあり、長期間にわたって維持される可能性が高い。トレードオフが議論され、TMB は Stan とインターフェースで連結可能であり、TMB から Stan の機能にアクセスできることが留意された。

60. 技術部会は、OM の次のバージョンは Stan との連結可能なインターフェースを備えた TMB の R パッケージ内で開発するのが最良と考えられることに合意した。

## 5.2 CPUE はえ縄 CPUE に関する理解の向上

61. サイモン・ホイル博士は、漁業行動による優先サンプリングの潜在的な影響を調査することを目的とした将来の CPUE 作業に関する概要を以下のとおり作成した。ホイル博士は、魚と漁業双方の時空間分布について妥当性の高い過去の時系列を表すために、フィットしたモデルから始めることを提案した。次に、観測データを資源量がより高い海域に対する様々な程度の重み付けによりシミュレーションまたは再サンプリングし、GAM がこのシミュレーション又は再サンプリングされたデータにフィットされる。以下の特定のケースについて調査すべきである。
  - a. 全層への均等な重み付け（完全性を確保するため）
  - b. 過去のパターンに一致する重み付け（パラメトリックブートストラップと同様）
  - c. 資源量がより多いところに高い重みを与えるよう時間とともに進展する重み付け
  - d. 漁獲率がより高いサンプルに高い重みを与えるよう時間とともに進展する重み付け。すなわち、一時的に漁獲率が高くなる層を発見する、又は層内で魚を発見する能力の向上を表す。
62. 集約データによるシミュレーションアプローチが適切なのか、又は操業データを要求すべきかにかかる質問が提起された。議論の結果、技術部会は、集約データを用いてプロトタイプを開発し、操業データが必要かどうかについてはその後に決定することを提案した。
63. 技術部会は、空間的及び時間的な個々の操業の独立性が潜在的に欠如していることを前提に、重み付けをどのように構成するかについて検討した。既存のデータを分析して操業の「集中度」を推定することが提案された。技術部会は、バイアスを特定するシミュレーションデータのパターンを明らかにするために使用可能な指標を開発すること、また漁業データからの優先サンプリングの情報内容が資源動向に関して信憑性のある指標としての CPUE データの信頼性に影響を与える場合に警告サインとなる問題を強調することは有用であることに合意した。
64. また、現在の CPUE プロジェクトには、他のはえ縄船団からの漁獲量と漁獲努力量の集計データを解析するとの要件も含まれている。その結果

によっては、操業データを用いて解析をやり直すことも有益となる可能性がある。

### 5.3 UAM

65. UAMに関する2024年に向けた追加作業は、予算案とともにESC 27報告書で既に特定されている。2023年の報告書の著者（チャールズ・エドワーズ博士及びサイモン・ホイル博士）は、根底にある資源密度分布の関数として漁獲率をよりの確に表現するには、完全な時空間モデルに移行することが有用であると提言した。しかしながら、技術部会は、推定される潜在的な漁獲量がどの程度実際に漁獲されているかをより良く理解するためのモニタリングプログラムを立案することがより有益であると提言した。こうしたプログラムには、例えば、市場調査、遺伝学、又はトレーサビリティの強化といった方法が含まれ得る。未報告漁獲量を検出するためのあらゆる方法をレビューすることは有益と考えられる。遵守委員会と連携して立案することも可能である。日本のCPUE推定値はUAM推定値に関わる全海域をカバーしていないことに留意する必要があるものの、漁獲率を別途推定するのではなく、日本のはえ縄CPUE推定値をUAM推定のための漁獲率にかかる情報として用いることも可能である。
66. いずれにしても、三年間はUAMの更新を行う必要はないものと考えられる。この点についてはESC 28においてさらに検討する必要がある。

### 5.4 広域標識放流プロジェクト

67. 技術部会は、SBTの空間分布及び成長の変化を調査することを目的とした、通常標識及びアーカイバルタグの双方を含む広域モニタリングプログラムを策定する構想について検討した。新たな研究から得られた結果は、SBTの分布、移動及び成長が変化したかどうか、またどの程度変化したのかを究明するために、1990年代並びに2000年代の標識放流の結果と比較することが可能である。最初の課題は、以前の標識放流調査から収集した情報を使用してプログラムを設計し、費用を見積もることである。プロジェクトの概要は、SRPの観点から、及び適切なESC会合の場において策定及び検討される必要がある。

## 議題項目 6. 作業計画

### 6.1 資源評価の感度試験ランにかかる準備作業

68. 議長は、リファレンスセットから得られた結果を特定された感度試験ランの結果と比較することができるよう、ESCまでにshiny appが更新される予定であることを述べた。
69. 作業部会は、各セル内の不確実性（CV）の閾値にかかる代替案（及びCVが選択された閾値を超えたセルをインデックスの計算から除外するこ

と)を含め、CPUE 作業部会が追求すべき詳細な評価作業があることに留意した。さらに、CPUE 作業部会に対し、感度試験ランに向けて、CV の閾値の選択により良い情報を与えるべく、GAM モデルから「バリエブル・スクエア」バージョンを精査するよう指示がなされた。端的には、OMMP は以下を要請している。

- CV のマップ
- 異なる CV の閾値により計算された指数
- バリエブル・スクエア（操業がないセルは省略）
- 操業数のカテゴリ（グループ 0、1、2、3。定義については図 4 を参照）別 CV 分布の値
- 経時的に異なる CV の閾値で保持されたセルの割合
- その他の LL 船団から得られたデータの分析

## 6.2 その他の事項

70. 作業部会は、その他の検討事項はなかったことに合意した。

### 会合報告書の採択

71. 報告書が採択された。

### 閉会

72. 会合は、2023 年 6 月 30 日午前 10 時（シアトル時間）に閉会した。

## 別紙リスト

### 別紙

1. 参加者リスト
2. 議題
3. 文書リスト

## 別紙 1. 参加者リスト

一部のメンバーは午後 4 時からのチェックイン又は詳細な検討に遠隔で参加したことに注意。作業部会は、本会合の成果に対するサイモン・ホイル博士による貢献に特段の感謝を表す。

First name	Last name	Title	Organisation	Email
<b>CHAIR</b>				
Ana	PARMA	Dr	Centro Nacional Patagonico	anaparma@gmail.com
<b>SCIENTIFIC COMMITTEE CHAIR</b>				
Kevin	STOKES	Dr	ESC Chair	kevin@stokes.net.nz
<b>SCIENTIFIC ADVISORY PANEL</b>				
James	IANELLI	Dr		jim.ianelli@gmail.com
<b>CONSULTANT</b>				
Darcy	WEBBER	Dr	Quantifish	darcy@quantifish.co.nz
<b>MEMBERS</b>				
<b>AUSTRALIA</b>				
Ann	PREECE	Ms	CSIRO Environment	ann.preece@csiro.au
Rich	HILLARY	Dr	CSIRO Environment	Rich.Hillary@csiro.au
Laura	TREMBLAY-BOYER	Ms	CSIRO Environment	Laura.Tremblay-Boyer@csiro.au
<b>INDONESIA</b>				
Fayakun	SATRIA	Dr	Research Center for Fishery, National Research and Innovation Agency, Indonesia	fsatria70@gmail.com
Lilis	SADIYAH	Dr	Research Center for Fishery, National Research and Innovation Agency, Indonesia	sadiyah.lilis2@gmail.com
<b>JAPAN</b>				
Tomoyuki	ITOH	Dr	Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency	ito_tomoyuki81@fra.go.jp
Norio	TAKAHASHI	Dr	Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency	takahashi_norio91@fra.go.jp
Doug	BUTTERWORTH	Prof	Dept of Maths & Applied Maths, University of Cape Town	Doug.Butterworth@uct.ac.za
<b>NEW ZEALAND</b>				
Pamela	MACE	Dr	Fisheries New Zealand	Pamela.Mace@mpi.govt.nz
<b>REPUBLIC OF KOREA</b>				
Haewon	LEE	Dr.	National Institute of Fisheries Science	roundsea@korea.kr
Junghyun	LIM	Dr.	National Institute of Fisheries Science	jhlml@korea.kr

## 別紙 2. 議題

### 第 13 回オペレーティング・モデル及び管理方式に関する技術会合

1. 入力データのレビュー
  - 1.1 遺伝子標識放流
  - 1.2 近縁遺伝子解析：POP 及び半きょうだい指数
  - 1.3 インドネシアの漁獲物
  - 1.4 未考慮死亡要因
  - 1.5 CPUE
2. 条件付けモデルランのレビュー：診断及び尤度の重み
3. 将来予測の結果に関する議論
4. ESC に提示されるリファレンスセット及び感度解析ランの仕様
5. SRP プロジェクト「オペレーティング・モデルの仕様及びソフトウェアのアップグレード」及びその他の SRP 計画に関する検討
6. 作業計画
  - 6.1 資源評価の感度試験ランにかかる準備作業
  - 6.2 その他の事項



### 別紙 3. 文書リスト

#### 第 13 回オペレーティング・モデル及び管理方式に関する技術会合

##### **(CCSBT-OMMP/2306/)**

1. Provisional Agenda
2. List of Participants
3. List of Documents
4. (Japan) Change in operation pattern of Japanese southern bluefin tuna longliners in the 2022 fishing season (OMMP Agenda Item 1.3)
5. (Japan) Update of CPUE abundance index using GAM for southern bluefin tuna in CCSBT up to the 2022 data (OMMP Agenda Item 1.3)
6. (Korea) Data Exploration and CPUE Standardization for the Korean Southern Bluefin Tuna Longline Fishery (1996-2022) (Rev.1) (OMMP Agenda Item 1.3)
7. (CCSBT) Estimates of unreported SBT catch by CCSBT non-cooperating non-Member states between 2007 and 2020 (OMMP Agenda Item 1.5)
8. (Australia) Initial exploration of the 2023 stock assessment models (OMMP Agenda Item 2)
9. (Japan) Further examination of CPUE abundance index using GAM for southern bluefin tuna based on predicted values (OMMP Agenda Item 1.3)

##### **(CCSBT-OMMP/2306/Rep)**

1. Report of the Twenty Ninth Annual Meeting of the Commission (October 2022)
2. Report of the Twenty Seventh Meeting of the Scientific Committee (August 2022)
3. Report of the Twelfth Operating Model and Management Procedure Technical Meeting (June 2022)
4. Report of the Twenty Sixth Meeting of the Scientific Committee (August 2021)
5. Report of the Twenty Fifth Meeting of the Scientific Committee (August/September 2020)
6. Report of the Eleventh Operating Model and Management Procedure Technical Meeting (June 2020)
7. Report of the Twenty Sixth Annual Meeting of the Commission (October 2019)
8. Report of the Twenty Fourth Meeting of the Scientific Committee (September 2019)
9. Report of the Tenth Operating Model and Management Procedure Technical Meeting (June 2019)