

Commission for the Conservation of  
Southern Bluefin Tuna



みなみまぐろ保存委員会

## 第12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

2022年6月20-24日  
オーストラリア・ホバート



## 第 12 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

2022 年 6 月 20–24 日

オーストラリア・ホバート

### 開会

1. 科学諮問パネルのジム・イアネリ博士は、第 12 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 12）を開会し、別紙 1 の参加者を歓迎した。イアネリ博士が会議初日の議長を務め、アナ・パルマ博士の到着後はパルマ博士が議長を務めることが合意された。議長は、COVID-19 パンデミックの影響により、今次会合は「ハイブリッド会合」として開催されていることを述べた。また議長は、今次会合に課された主たる任務は第 27 回拡大科学委員会会合（ESC 27）において 2024–2026 年の期間にかかる TAC に関する助言を行うために必要な解析（休会期間中の CPUE 作業部会が提案した新たな CPUE シリーズを入力データとして用いた資源予測におけるケープタウン方式（CTP）のパフォーマンスを確認するためのオペレーティング・モデル（OM）の再条件付け、及び ESC において提示されるメタルール・プロセスの結果に関する議論を含む）を完了することであると述べた。議題案が検討及び修正され、別紙 2 のとおり採択された。会合の参加者リストは別紙 3 のとおりである。

### 会議運営に関する説明

2. 議長は、ハイブリッド会合という環境を踏まえ、会議日ごとに 2 つのセッションを開催する予定であることを述べた。朝のセッション（ホバート時間 9 時–12 時 30 分）では、合意を必要とする最重要事項に関する検討や結果の総括／確認に重点を置く。この午前中のセッションには、（対面又はオンラインのいずれかにより）全員が参加すべきである。午後のセッション（ホバート時間午後 2 時–5 時 30 分）では、技術的な作業や各事項の予備的なレビューを行う。オンライン参加者は、これらの技術的作業に緊密に関わっている者を除き、午後のセッションには必ずしも参加しなくとも良い。
3. 技術部会は、今次会合をホストし、会議室及び設備を提供したオーストラリア及び CSIRO に対する感謝の意を表明した。

### 議題項目 1. 現在までの CPUE 解析の進捗状況に関するレビュー

4. 議長は、CPUE モデリング作業部会による休会期間中の作業を総括した。議長は、2019 年の MP テストの際に使用されたオペレーティング・モデル（OM）の条件付けに使用されたベース CPUE のタイムシリーズでは、観測値が無い一部の階層において CPUE の推定値が極端に高くなってしまったために、2018 年の CPUE 推定値が非常に高くなっていたことを述べた。CPUE 作業部会には、一部海域における漁業努力の集中度の高まり及びそ

の結果として生じるデータの希薄性によって引き起こされる問題に対してより頑健な代替 CPUE 推定方法を特定する任務が課された。さらに、改善が実証された場合、ESC は OM 及び MP 内での実装を含め、その結果をレビューすべきである。これらのポイントは、MP の実施、及び感度試験や将来的な適用に使用できるような CPUE 指数の改善という 2 つの面で必要となる作業の要となるものである。

5. サイモン・ホイール博士（コンサルタント）は、みなみまぐろ（SBT）資源量にかかる主要な指標に関する CPUE モデルの改善の検証に関する文書 CCSBT-OMMP/2206/04 を発表した。この作業では、時空間スモザーを使用した一般化加法モデル（GAM）とデルタ対数正規アプローチをベースに新たに開発されたみなみまぐろ資源量の主要な CPUE 指数において用いられている手法が検証された。タイムシリーズのマップは、1986 年から 2020 年の間に漁獲努力量の空間的及び時間的範囲が減少した一方で、漁獲努力量と最高漁獲率の両方における時間的及び空間的な分布が大幅に変化したことを示している。こうした分布変化に対応するため、集約されたデータセットに適合する最適なモデルからシミュレートされたデータを生成し、様々な異なるモデル構成の有効性を探索するために当該データを使用した。主要な GAM モデルは、シミュレートされたデータに対して偏りのない推定値を生成したが、一般化線形モデル（GLM）及び柔軟性の低い GAM スモザーは偏った指数を提示した。魚の分布に大きな急速な変化をもたらすようにシミュレートされたデータセットを操作した場合は、指標の偏りは中程度になった。時間の経過とともに CPUE の高い海域に努力量の集中を高めた場合でも、特にタイムシリーズの最後に集中度が最大になったときに推定バイアスが生じた。このバイアスは、モデルの失敗に起因するものではなくデータセットから得られる情報の喪失に起因するものである可能性があり、日本だけでなく他の船団からのデータを含むモデルを介して情報量を増やすことが有効である可能性がある。概して、GAM モデルは、明示的にバリアブル・スクエア法に相当する GAM（GAM\_VS）又はモデルを結合した（w0.8）アプローチよりも偏りの少ない指数を示した。
6. 技術部会は、ホイール博士による作業に感謝するとともに、この作業は 5 度区画に集計したデータを用いて実施されたことを明確化した。さらに、CCSBT-OMMP/2206/08 ではより精緻なスケールのデータで実施した場合の影響が検討されており、標準化の結果に対する操業数／階層の影響はほとんどなかった。技術部会は、CPUE の分散の絶対値と漁獲努力量との非線形関係は、集約データに基づくモデルでは分散の仮定が破られることを示唆していると指摘した。GAM アプローチは、データの複雑な時空間変動に対応できる点で GLM よりも優れている。シミュレーションによる比較の結果は、標準的な実装にはバイアスを示す証拠は無かったものの、バリアブル・スクエア（VS）アプローチではいくらかのバイアスが追加されており、標準化の信頼性を改善するものではないことが示唆された。ただし、シミュレートされたデータは、最善のモデルであると判断されたものから生成されたものであり、バリアブル・スクエアモデルを真に代表するものではないことが留意された。バリアブル・スクエア法を取り入れた

そもそもの動機は、資源量が減少するに連れて分布範囲が縮小する可能性があったためである。

7. 伊藤智幸博士が文書 CCSBT-OMMP/2206/08 を発表した。伊藤博士は、本文書の中で、ESC 26 の際、OM 及び MP において使用される SBT の新たな CPUE 資源量指数を開発することが決定されたことを述べた。方法論については、サイモン・ホイル博士と共同で検討された。日本の漁業者から得られた操業データの使用に関する作業協定が策定された。これらのデータは日本の漁業者に帰属する機密情報であり、メンバーの科学者に対して広く利用可能とされる性質のものではなかったことから、解析作業は日本の科学者によって行われた。本文書では、ベースケース及び様々な頑健性試験について総括した。CPUE 標準化では、二段階の GAM アプローチ（デルタ対数正規法）が適用された。資源量指数は 2006 年に最低となり、その後は 2019 年までのほとんどの年において増加した。2020 年と 2021 年においては、指数が 2015–2017 年水準まで低下した。本解析の結果、モデル選択アプローチ、レトロスペクティブ分析、船舶 ID、エリア範囲の変更、年齢範囲の変更、データとモデルの解像度の変更といった様々な感度分析に対して指数が頑健であることを示した。著者らは、将来的にこれを適用する場合、新たなデータが追加されると、直近年のデータが追加された時点で過去の相対値が変化することを指摘した。
8. 技術部会からの質問に対し、伊藤博士は、COVID-19 は市場に影響を及ぼしたものの、パンデミック及びラニーニャ現象による状況の変化は 2020 年及び 2021 年の日本はえ縄漁業における CPUE には影響しなかったようであると述べた。
9. 技術部会は、新たな標準化手法が以前のコア船 GLM で使用されたものよりも幅広く選択されたデータに適用されていること、及びデータセットがカバーする期間全体で SBT が漁獲された操業の割合が一般的に高かったことに留意した（以下に示した文書 8 の図 1 のとおり）。また、当該データセットに含まれる北緯 35 度以北の観測値はタスマン海のデータのみであることも留意された。インド洋の統計海区 2 における漁獲物は、一般的に南緯 35 度以南の漁獲物とは性質が異なる（年齢級がより若い）ことから、過去、標準化は統計海区 4-9 にのみ適用されてきたところである。

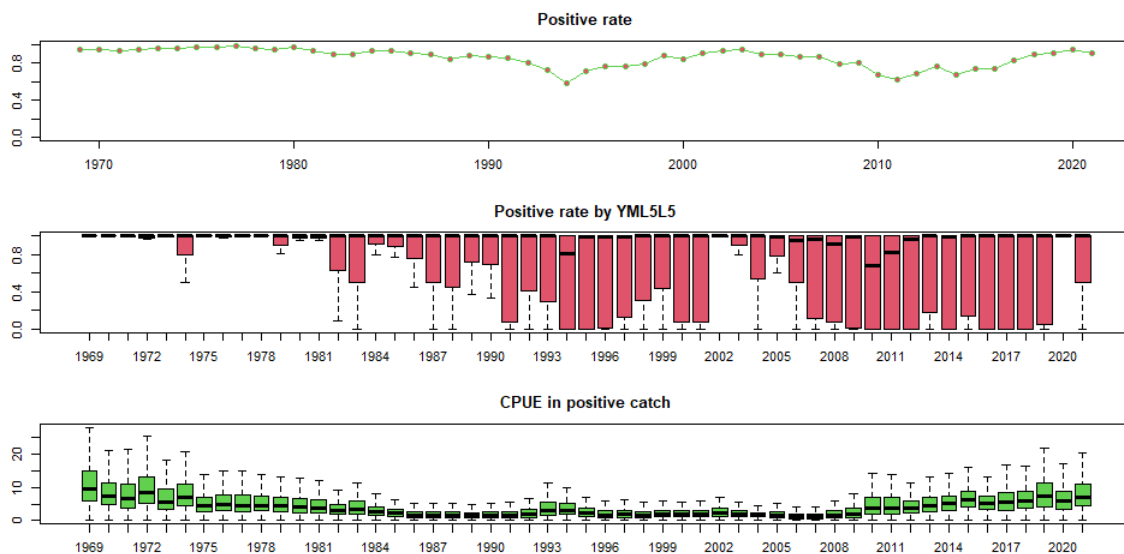


図 1. 漁獲があった割合及び CPUE の年別ノミナル値。上の図は、漁獲のあった総操業数／全操業記録数として算出した割合。中央の図は、年、月、緯度 5 度、経度 5 度別の漁獲のあった割合のボックスプロット。下の図は、漁獲のあった操業での CPUE。

10. 作業部会は以下に留意した。

- CPUE 標準化手法の調査を開始するきっかけとなった 2018 年の非常に高い CPUE のピークは、最新の標準化手法では規模が縮小し、同じモデル（例えばコア船 GLM）を使用した場合であっても同様である。これは、各年の値が新たなモデルフィット及び追加データを用いて再推定されるので、新たなデータを追加して更新データシリーズを標準化する際には一般的な現象である。
- 新たな GAM モデルにおける遡及解析の結果は、遡及バイアスにかかる証拠を示さなかった。
- 2019 年のピークと比較した場合の直近 2 年間（2020 年、2021 年）における減少は、遺伝子標識放流シリーズで観察された対応する 2 歳魚年級で見られたパターンと一致していた。
- k 値（平滑化の柔軟性に関連）の最適な水準の変化を定期的にチェックすることは、モデルの定期的な診断チェックとして有益であると考えられる。

11. 伊藤博士は、2021 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関する文書 CCSBT-OMMP/2206/06 を発表した。日本のはえ縄データは、みなみまぐろの資源評価及び管理方式へのインプットとして極めて重要な科学的データである。直近 1 年間のはえ縄漁業の操業パターンの変化を、過去 10 年間と比較して検討した。漁獲量、隻数、操業時期及び海域、海域別割合、体長頻度、操業の空間的集中度について、2021 年の操業パターンは直近年と同様であった。過去 10 年間における漁獲割当量の増加は、操業海域及び期間の拡大と合わせて、CPUE の増加に対する最大の影響要因となっている。また、総操業回数もわずかに増加した。

12. 技術部会は、表 3 及び船舶の「更新」（及び「経験のある」船舶の減少）について質問した。伊藤博士は、近年は以前よりも漁労長の交代が少なくなっているが、質問が提起された表の中ではそうした変化が反映されていないと述べた。したがって、このことが標準化に影響を与えるとは考えにくい。また、新しい船舶の追加について、一部のケースでは同じ操業者／会社による古い船舶の新船への置き換えを反映していることも指摘された。さらに、漁獲枠は船舶に対して個別に割り当てられるが、同一の会社内の船舶間である程度の枠の移譲を行うことは許可されていることも指摘された。
13. 文書 6 の図 3 における 2021 年の二峰形の体長頻度分布は、遺伝子標識放流で観察された傾向、すなわち 2019 年における 2 歳魚 SBT の資源量がより高く、その後 2 年の年級の資源量は低かったこと（表 1 を参照）と一貫しているように見えることが留意された。
14. 伊藤博士は文書 CCSBT-OMMP/2206/07 を発表した。本文書では、CCSBT の MP において使用されている、SBT の資源量指標であるコア船 CPUE について総括した。データの作成、GLM を用いた CPUE 標準化、並びに一般化線形混合モデル (GLMM) 及び 2020 年の ESC で使用された GAM を用いた CPUE 標準化、及び面積の重み付けについて説明した。データは 2021 年まで更新された。ベース GLM モデルの W0.8 及び W0.5 シリーズにかかる 2021 年の指数値は、過去 10 年間の平均と同様の水準となっている。
15. 技術部会は、推奨された CPUE シリーズでは全船を使用することになるので、ESC は 2022 年以降、コア船のみを用いた特定の解析を止め得ることを勧告した。さらに、将来におけるプレゼンテーションでは文書 8（選択された GAM 標準化手順に関する文書）が示したものと同様の方針に従うこととされた。
16. 韓国は文書 CCSBT-OMMP/2206/09 を発表した。本研究において韓国は、操業別データに GLM を適用し、韓国まぐろはえ縄漁業の SBT CPUE（1996－2021 年）の標準化を行った。著者は CPUE を海域別に調査し、韓国漁船が SBT を漁獲対象とした 2 海域（CCSBT 統計海区 8 及び 9）を特定した。SBT の CPUE は、これらの海域ごとに標準化された。CPUE 指数に影響を与える可能性がある漁獲対象の経時的な変化に関する懸念に対処するため、二つの代替的アプローチ（データ選択とクラスター分析）を適用した。各海域における GLM の結果、年、月、位置、及び漁獲対象の効果が名目 CPUE に影響を与える主な要因であることが示唆された。両海域の標準化 CPUE は 2000 年代半ばまで減少し、それ以降は増加傾向を示している。
17. これらの文書を検討した結果、技術部会は ESC に対し、CCSBT-OMMP/2206/08 において開発された CPUE 標準化手法（別紙 4 に記載したドラフトのとおり）を採択すべきことを勧告した。技術部会は以下の点に留意した。

- 選択されたモデルは多くの感度分析に対して頑健であり、以前の指数よりも改善された。また、MPのシミュレーションテストに使用される指数のタイプもより適切に反映される。すなわち、OMによってシミュレートされたCPUE指数には、観測されたベースCPUE指数で発生した技術的な背景に由来する例外的状況につながるようなデータ特性が欠落していた。
- 新たなGAMベースのCPUE標準化アプローチは相互に作用する時空間的トレンドを捕捉しており、したがって、資源と操業分布仮説を対比するためのコンスタント・スクエア法及びバリアブル・スクエア法を継続する必要性はなくなった。
- バリアブル・スクエア法は、シミュレートされたデータでテストを行った場合にはバイアスが生じることが示された。
- 韓国のCPUE指数は、勧告された日本の標準化CPUE指数と概ね同様の傾向を示した。
- 会合は、CPUEのさらなる評価のため、韓国、台湾及びニュージーランドのはえ縄データを組み込むことを検討した。この問題は次回のESCでさらに議論される予定である。

## 議題項目 2. オペレーティング・モデルの最条件付け：入力データ及び結果

18. リチャード・ヒラリー博士は、更新されたデータ及び当該データに対するオペレーティング・モデルの当てはまりに関して要約した文書CCSBT-OMMP/2206/05を発表した。データ交換の遅れにより解析が完了したのは会合直前であったことから、結果は暫定的なものであることが有利された。

### 2.1. 遺伝子標識放流

19. 2016年から2019年までの遺伝子標識放流プログラムから得られた2歳魚SBTの絶対資源量の入手可能な推定値を表1に、当てはまりを図2に示している。気象条件及びCOVID-19の影響によりフィールド作業がキャンセルされたため、2020年は推定値がないことが指摘された。2021年級の推定値は、2023年のデータ交換及び次に予定されている資源評価に間に合うように利用可能とされる予定である。

表 1. 2016年から2019年の遺伝子標識放流プログラムの結果。標識年における2歳魚年級の絶対資源量（尾数）の推定値を示す。

年	年齢	放流尾数			資源尾数推	CV
		N	収穫尾数 N	再捕数 N	定値（百万尾）	
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

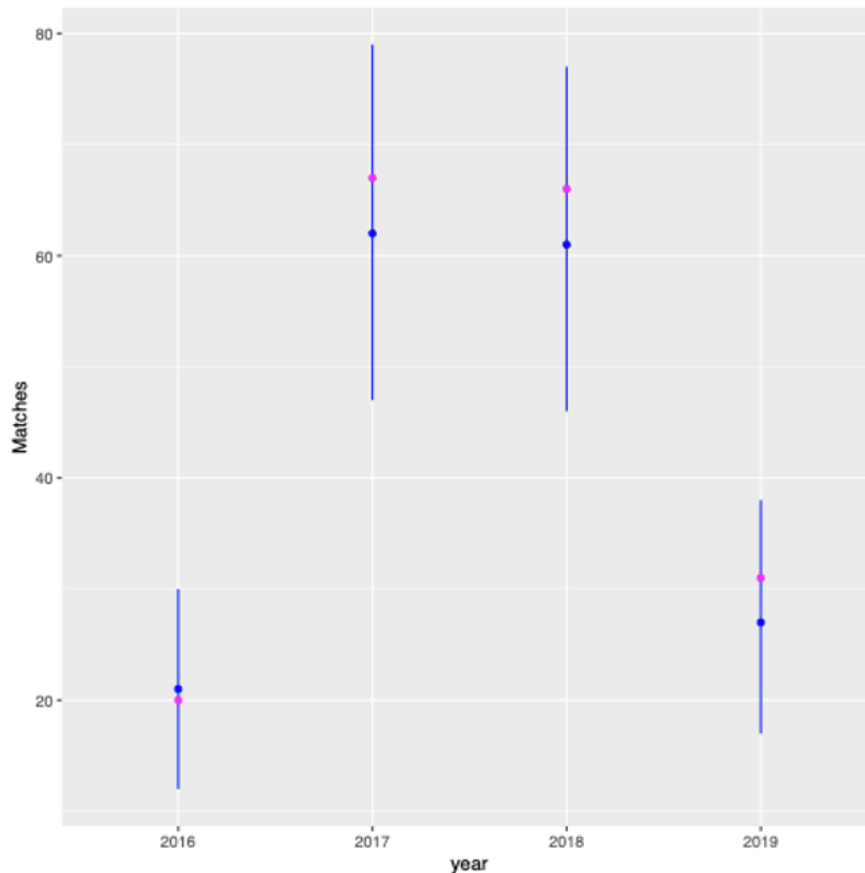


図 1. base21 の OM に取り込まれた遺伝子標識放流データ（マゼンタ）の予測のサマリー。現状では意味のある予測 p 値を計算するには時系列が短すぎることから、データへの予測の当てはまりのみをプロットした。

## 2.2. 近縁遺伝子解析：POP 及び半きょうだいデータ

20. バリ島からの国際輸送にかかる COVID-19 の影響、並びに最近におけるインドネシア MMAF の大規模な組織再編及び新たな国立研究革新機関

(BRIN) 設立の影響により、過去 2 年間に於いてインドネシアの産卵場から得られた成魚サンプルが利用可能とならなかったことが留意された。この遅れはあったものの、半きょうだいペア (HSP) に関する若齢魚サンプルの解析及び親子ペア (POP) を特定するための、新たな若齢魚サンプルと縮小した期間の成魚サンプルとの比較は依然として可能であった。したがって、更新されたデータには追加的な POP 並びに HSP が含まれており (別紙 5 の図を参照)、ESC 27 において、CKMR の更新に関する個別の文書でより詳細に報告される予定である。

21. 技術部会は以下に留意した。

- CPUE への当てはまりにおける最後 3 年間の減少と、遺伝子標識放流から得られた直近 3 年の年級群の減少は、比較的類似したパターンを示している (別紙 5 の CPUE への当てはまりの図、上表 1)。



- 遺伝子標識放流のマッチング数の系統的な過小推定（別紙 5）は、遺伝子標識放流データから得られる推定値と S-R 関数との間の牽引関係によるものである。
- グリッドの $\psi$  パラメータにより、年齢別の相対的な再生産への寄与度を推定できる。 $\psi=1$  のとき TRO は SSB に等しい。グリッドの $\psi$  値は、1.5、1.75、及び 2.0 である。
- HSP データは、絶対資源量と総死亡数（漁獲死亡数ではない）の両方に間する情報を提供するものである。
- POP 及び HSP による絶対資源量はモデルと一致しており、当てはまりが良い。

### 2.3. CPUE

22. CPUE 指数に関連する進捗状況にかかる文書 CCSBT-OMMP/2206/08、CCSBT-OMMP/2206/09 及び CCSBT-OMMP/2206/04 は、上記の議題項目 1.0 において発表された。議長は、本件を進捗させるためにメンバー及び事務局が提供した努力及び支援に感謝した。
23. 文書 CCSBT-OMMP/2206/08 が示したとおり、妥当な代替 CPUE シリーズの開発に関する議論は、感度分析を中心に展開された。モデルの自由度に与えられた統計的重みを調整することによりスプラインの「剛性」に影響を与えるパラメータ「ガンマ」があることが留意された。現状では、ガンマは全ての解析において 2.0 に固定されている。技術部会は、ガンマを 1.4 及び 2.6 に設定した場合の計算結果を評価することを勧告した。また技術部会は、ベースケース GAM の推定結果からシミュレートされたデータに基づくブートストラップも提案した。伊藤博士は会議中に両方のタイプの計算を実行したが、代替 CPUE シリーズの根拠を提供するには差異が小さ過ぎる結果となった。

### 2.4 UAM

24. ニュージーランドは、2007 年から 2020 年までにおける CCSBT 非協力的非加盟メンバーによる未報告はえ縄漁獲努力量の推定に関する文書 CCSBT-OMMP/2206/10 を提出した。
25. CCSBT の非加盟メンバーによる未考慮死亡量（UAM）の水準は、みなみまぐろ（SBT）の資源評価に対する重要な入力情報である。しかしながら、CCSBT の非協力的非加盟メンバー（NCNM）による SBT 漁獲量に関しては、利用可能な信頼性の高い情報がない。他の地域漁業管理機関（RFMO）、特に IOTC（インド洋まぐろ類委員会）及び WCPFC（中西部太平洋まぐろ類委員会）に報告された漁獲努力量データの解析は、これらの委員会が管轄するまぐろ漁業と SBT 漁場が相当程度重複していることを示唆している。しかしながら、びんなが、めばち及びきはだを漁獲対象としている IOTC、WCPFC 又は ICCAT（大西洋まぐろ類保存国際委員会）が管轄する漁業においてある程度の SBT が混獲されている可能性が高いにもかかわらず、一般的に、これらの委員会に対して SBT の漁獲は報告されていない。一部の漁獲物は漁獲対象とされたものである可能性が

あるが、一般的に、非メンバーによる SBT 漁獲のどの程度が専獲又は混獲によるものであるのかは不明である。

26. 2021 年において、ESC は UAM の推定値に関して以下に留意した。

141. ESC は、資源評価のためには非メンバーUAM の「最良の推定値」が必要である一方、MP の例外的状況のレビューでは非メンバーUAM が頑健性試験で評価された水準を上回っている可能性があるかどうかの評価のみが必要とされることに留意した。

142. さらに ESC は、前回の推定より以降の非メンバー漁獲努力量の水準の変化を評価することで非メンバーUAM の変化の相対的な規模にかかる適切な指標が得られると考えられること、また例外的状況が発動されるには非メンバーUAM の水準が前回推定値を相当程度上回る必要があると考えられることに留意した。

143. ESC は、UAM に関する 2022 年の優先事項として、2022 年の例外的状況の評価に資する非メンバーによる漁獲努力量の変化に関する分析を含めるべきことに合意した。また ESC は、この作業の相対的な優先度は、提案されている電子標識放流計画設計研究よりもやや高く、作業は約 10 日間で終了するものと考えられることに合意した。

27. これらの勧告に基づき、本文書では、IOTC、WCPFC 及び ICCAT から得られた非メンバー漁獲努力量のタイムシリーズを 2020 年までのデータを含める形で更新するために実施した作業を文書化した。

28. CCSBT の非協力的非加盟メンバーから WCPFC、IOTC 及び ICCAT に対して報告されたはえ縄漁獲努力量が提示された。非加盟メンバー漁獲努力量の変化は、未考慮 SBT 死亡量の規模が変化している可能性を示唆している。これらのデータは、現行の管理方式に対する例外的状況をレビューするのに必要である。

29. 全体として、非加盟メンバーの総漁獲努力量は、2007 年における年間約 2,600 万鈎針から、2017 年には年間約 6,500 万鈎針に増加した。この漁獲努力量の大部分は WCPFC に報告されたもので、ニュージーランドの北側に位置する統計海区 12 に集中していた。WCPFC に報告された漁獲努力量の緩やかな増加に加えて、2017 年には、南アフリカ東方に位置する統計海区 14 において IOTC に報告された非加盟メンバー漁獲努力量が増加した。2017 年以降、総漁獲努力量は一定程度安定しているが、2020 年には増加しているようである（表 2 を参照）。

30. OMMP は、既に計画されているとおり、次回の全面的資源評価に向けたデータ交換に先立ち、2023 年 5 月までに UAM 推定値にかかる包括的な更新を完了する必要があることに同意した。2020 年の漁獲努力量の増加がより高い UAM 推定値として解釈されるのであれば、これは資源評価に対する入力値及び評価結果に影響を及ぼす可能性がある。

表 2. CCSBT に SBT 漁獲有りとして報告された四半期別グリッド内における他のまぐろ類 RFMO 別年間非メンバー漁獲努力量 (100 万鈎針)

年	ICCAT	IOTC	WCPFC	合計
2007	4.97	4.00	17.46	26.42
2008	3.56	1.83	14.30	19.69
2009	2.76	4.15	16.83	23.74
2010	2.50	8.78	39.84	51.12
2011	2.40	3.43	21.06	26.89
2012	2.20	4.05	26.73	32.98
2013	8.04	5.42	26.82	40.27
2014	2.47	6.54	29.74	38.75
2015	2.55	9.28	35.71	47.54
2016	2.74	13.51	22.32	38.57
2017	2.50	24.70	31.79	58.98
2018	2.61	23.72	30.40	56.74
2019	2.55	24.59	28.30	55.44
2020	2.65	25.28	36.71	64.64

## 2.5. オペレーティング・モデルの最条件付け

31. 表 3 に要約したとおり、ケーブタウン方式 (CTP) が採択された 2019 年以降、異なる目的のために使用した OM のリファレンス・セットの仕様に対し、これまでに多くの変更がなされたところである。base2018 と呼ばれるグリッドの仕様は、2019 年における候補管理方式の試験及びチューニングのために使用された。2020 年に資源評価が実施された際はグリッドへの調整が行われ (base2019) 、また今次会合に先立ち、最近開発された CPUE シリーズに置き換えた場合の影響を評価することを目的として、OM の再条件付けを行うための新たなグリッド (base2021) が定義された。

表 1. 異なる目的のために使用されたオペレーティング・モデルのリファレンス・セットの仕様にかかる 2019 年以降の変更。これらの変更には、ステープネス ( $h$ ) 並びに 0 歳及び 10 歳の自然死亡率 ( $M_0$  と  $M_{10}$ ) に使用されたグリッド値、条件付けに使用された CPUE シリーズ及び将来予測で仮定された未考慮死亡量 (UAM) の変更が含まれる。

リファレンス・セット名	目的	最新データ	CPUE シリーズ	ステープネス ( $h$ )	$M_0$	$M_{10}$	将来予測における UAM
base2018	2019 CMP testing	2018	2 GLMs W0.5 + W0.8	0.60, 0.70 0.80	0.35, 0.40, 0.45, 0.50	0.050, 0.085, 0.120	LL1: 10% Surf: 39% “UAM1”
base2019	2020 stock assessment	2019	2 “GAM11s” W0.6 + W0.9	0.63 0.72, 0.80 0.55,	0.40 0.45 0.50	0.065, 0.085, 0.105,	LL1: 14% Surf: 20%
base2021	2022 OMMP	2021	Single GAM (recommended)	0.63 0.72, 0.80	0.40 0.45 0.50	0.065, 0.085, 0.105	LL1: 14% Surf: 20%

32. base2018 から base2019 への変更点には以下が含まれる。

- コア船 GLM CPUE シリーズを暫定的な GAM11 CPUE シリーズに置き換え。バリアブル・スクエア仮説及びコンスタント・スクエア仮説に与える重みの値を変更
- ステープネス及び自然死亡率 (M0 と M10 の両方) の範囲の変更
- 非協力的非加盟メンバー漁獲量にかかる最善の推定値に基づく LL1 の未考慮死亡量 (UAM) 、及び表層漁業にかかる 20 % の UAM (CMP テストに使用した UAM1 シナリオにおいて想定された 39 % ではない)

33. base2019 から base2021 への変更点には以下が含まれる。

- コア船 GLM CPUE 標準化に置き換わるものとして、新たな GAM モデル及び操業別 CPUE データを使用
- VS-CS の重み付けが廃止。これにより、グリッドで使用される CPUE シリーズの数を 1 つに削減

34. 技術部会は、CTP のパフォーマンスに対する新たな CPUE シリーズの影響を評価するための最も適切な比較は、base2018 と base2021 の間の比較であると思料した。

35. 技術部会は、新たな GAM CPUE シリーズを使用するとともにリファレンスセットに CS-VS 重み付けを使用しないという勧告の結果としてグリッド内の構造的不確実性が縮小すること、及び妥当な代替シリーズの開発を検討する必要があることに留意した。過去に使用された  $\omega = 0.75$  のシナリオは、CPUE と資源量の関係における超安定性の可能性に対処するために作成されたものであり、再建/分布縮小の文脈では不適切であるとされた。技術部会は、ESC 27 の前にリファレンスセットに含めるための代替シリーズ (理想的には、選択されたシリーズよりも高いものが 1 つ、低いものが 1 つ) の開発は不可能であり、2023 年の資源評価に向けた検討における優先事項とすべきことに合意した。

36. リチャード・ヒラリー博士は、base2021 グリッドを使用した更新データへの当てはめの結果を総括した文書 CCSBT-OMMP/2206/05 を発表した。結果を予備的に調査したところ、更新されたデータへの当てはまりは良好でありこと、また新たな GAM CPUE シリーズが一貫しており当てはまりも良いことが示唆された。

### 議題項目 3. ケープタウン方式 (CTP) を用いた将来予測の結果

#### **3.1. 更新されたデータシリーズを用いて CTP を実行するために必要な最小限のアップデート**

37. 技術部会は、更新された OM 及び新たな CPUE シリーズを使用して CTP を実行できるようにするための変更は不要であることに留意した。

### 3.2. 新たな CPUE シリーズ及び更新された入力データ（漁獲量、遺伝子標識放流及び CK データ）を用いた将来予測における CTP のパフォーマンスの評価

38. 各ベース OM の将来予測から得られた資源状況及び再建統計量の概要を表 4 に示した。

表 2. 2018 年 (TRO@2018) 及び最終年 (TRO@final year) における資源状況推定値の比較、2035 年の TRO の枯渇率、及び CCSBT の暫定再建目標を達成する確率 (Pr (TRO/TRO<sub>0</sub>>0.2) )。全ての相対 TRO 推定値は中央値である。

Base OM	TRO/TRO <sub>0</sub> @ 2019	TRO/TRO <sub>0</sub> final year	TRO/TRO <sub>0</sub> @ 2035	Pr(TRO>0.2TRO <sub>0</sub> ) @ 2035
base2018	0.17 (0.15-0.21)	0.17 (0.15-0.21)	0.30	0.90
base2019	0.17 (0.14-0.20)	0.20 (0.16-0.24)	0.28	0.86
base2021	0.18 (0.15-0.20)	0.22 (0.19-0.26)	0.28	0.87

39. 図 3 は、管理助言の提供に関して最も関連性の高い比較であると考えられる、base2018 及び base2021 による将来予測の確率区間を比較したものである。

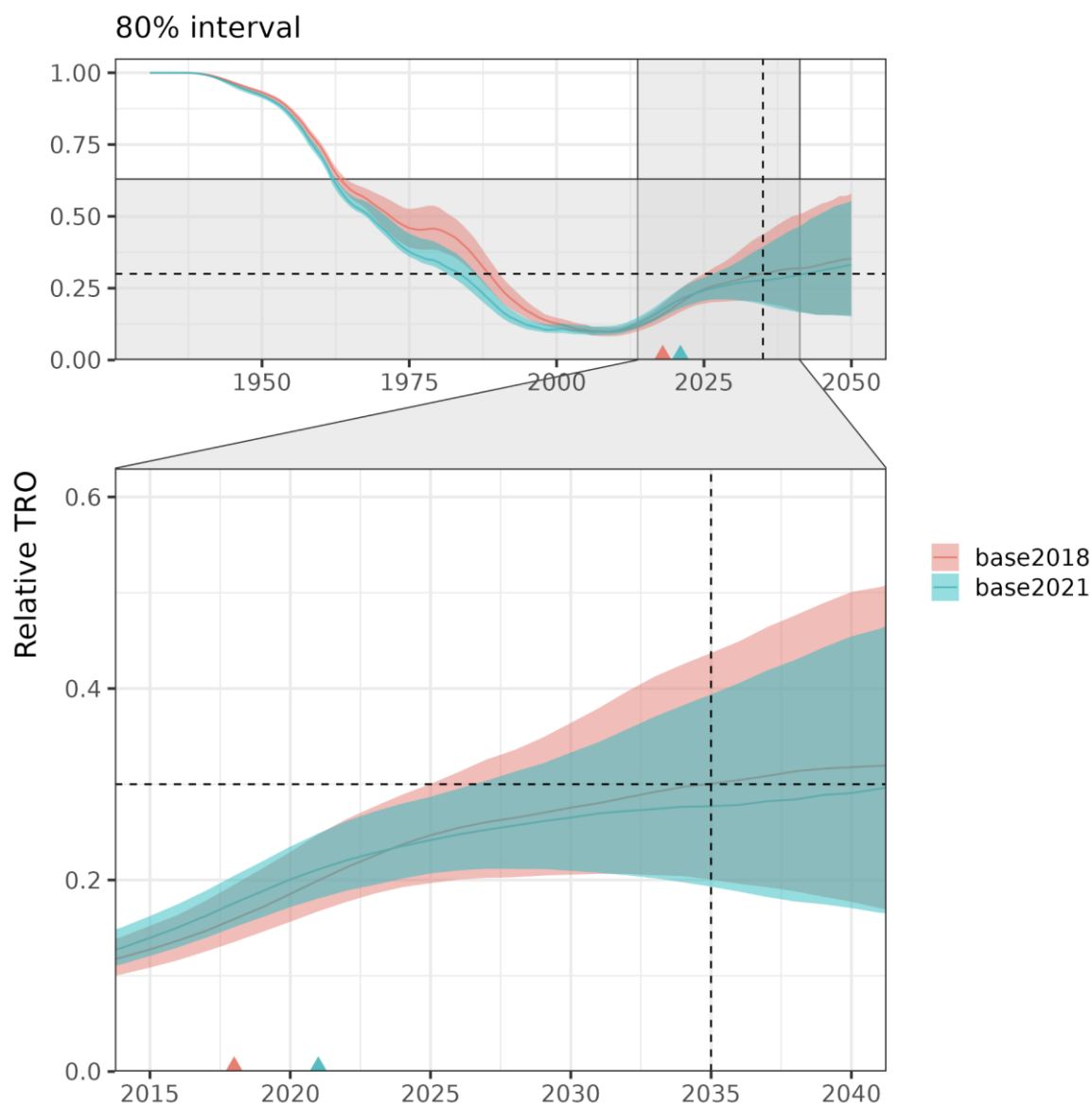


図 3. ケーパタウン方式及び 2019 年に開発された OM (base2018) 及び新たな CPUE シリーズで条件付けする形で更新された OM (base2021) を用いて計算した相対 TRO (中央値及び 80% 確率区間) の将来予測。上図は OM がカバーする全期間を示し、下図では最近の期間に焦点を当てている。横軸上の小さな三角形は、それぞれの場合のデータの終わりと将来予測の始まりを示す。

40. 技術部会は、将来予測の違いは主に更新データと CPUE シリーズの変更によって引き起こされているように見えることに留意した。これは、これらの違いが概してグリッドパラメータの 2 つのセット全体で一貫しているためである。さらに、更新された CPUE シリーズを使用すると、2035 年までに  $0.3TRO/TRO_0$  を達成する確率は 0.39 となる。この結果は、更新されたデータを使用した場合、base2019 と base2021 のリファレンスグリッドの両方で一貫している。

41. 2020年資源評価での資源状況の推定値は0.2 (0.16-0.24) だったのに対し、更新された base2021 グリッドに対して推定された資源状況は0.22 (0.19-0.26) である。
42. CTP が採択された 2019 年に実施された将来予測の確率区間は、データを更新し、CPUE シリーズを置き換えた上で得られた確率区間と概ね重複している。
43. 2019 年における当初の CTP チューニングとその後の OM の更新との間で、CTP の再建目標を達成する TRO の中央値の推定確率に違いが出る点が予想される点に注意することが重要である。これは、i) TAC の決定が行われ、実施された漁獲が、その後の各 TAC 決定における将来の TAC 軌道の範囲と資源への影響を制限するという事実、ii) 新たなデータが、将来予測に用いられる OM の条件付けに含まれており、CTP への入力としても含まれていることから生じる結果である。新たなデータは直近の加入量といった変数に関する情報を提供するもので、2019 年時点で置かれた仮定とは異なる情報である。どちらも、モデル予測における TAC と TRO の将来的にあり得る軌道を制約している。

#### 議題項目 4. メタルール・プロセスに基づく ESC への助言に関する検討

##### **4.1. メタルール・プロセスの適用**

44. CTP の実施に用いられる従来の GLM ベースの標準化手法に関して議題項目 1 の下に説明された技術的な問題、及びより頑健な CPUE 指数を開発する必要性が、例外的状況の原因となった。
45. メタルールプロセスでは、CTP のパフォーマンスに関して、CPUE シリーズを置き換えた場合の結果を評価する必要がある。
46. これに関連して、CTP の再チューニング又は修正が必要であると判断するには CTP の予測されるパフォーマンスがどの程度異なる必要があるのかについての質問が提起された。技術部会は、CTP と共に採択されたメタルールは、意図的に一般的かつプロセス指向なものとなっており、個々の例外的状況にかかる文脈と影響を考慮できるものであることに留意した。メタルールは、観測又は予測されたモニタリングシリーズの値が base2018 の下での将来予測の確率区間内にあるという仕様以上には、特定の基準又はリスク水準を定義しない。この状況においては、新たな CPUE シリーズを使用することの結果を評価するための関連する初期試験は以下のとおりとなる。
  - 新たな CPUE シリーズは、2019 年時点のコア船 GLM CPUE の予測の範囲内にあるかどうか？
  - 新たな CPUE シリーズ及び更新されたデータ (base2021) を用いた CTP による将来予測は、当初の予測結果と類似しているか、又はその範囲内にあるか？

- 2011年に合意された暫定再建目標（2035年までに  $\Pr(\text{TRO}/\text{TRO0}>0.20)=0.70$ ）は達成されたか？
47. 技術部会は、上記の Paragraph 46 で述べたとおり、CTP の採択以降に為された決定による影響から、 $\Pr(\text{TRO}/\text{TRO0}>0.3)=0.5$  という CTP の再建チューニング基準の中央値に焦点を当てることは不適切であると思料した。
48. 技術部会は、メタルールの適用にかかる経験は CCSBT において非常に役立っており、ESC 及び拡大委員会が構造的かつ熟慮された形で一連の例外的状況に対処することを可能にしてきたことに留意した。これは、2011年のバリ方式の導入以降、意思決定の安定性及び一貫性に大きく貢献してきたところである。技術部会は、メタルールにおいて規定されているレビューのスケジュール以外のタイミングで MP を再チューニング又は変更する必要があることは通常望ましくなく、また再チューニングが必要とされるような当初のパフォーマンス基準からの逸脱の水準については、究極的には拡大委員会による判断が必要となることに合意した。
49. 高橋紀夫博士は、上述した最初の試験に関して、新たな GAM とコア船 CPUE シリーズ、及び CTP が採択された 2019 年に計算された予測 CPUE 値の範囲（base2018 を使用）の比較結果を提示した（図 4）。技術部会は、新 CPUE シリーズが 2019 年予測の 95% 確率区間内にあることに留意した。

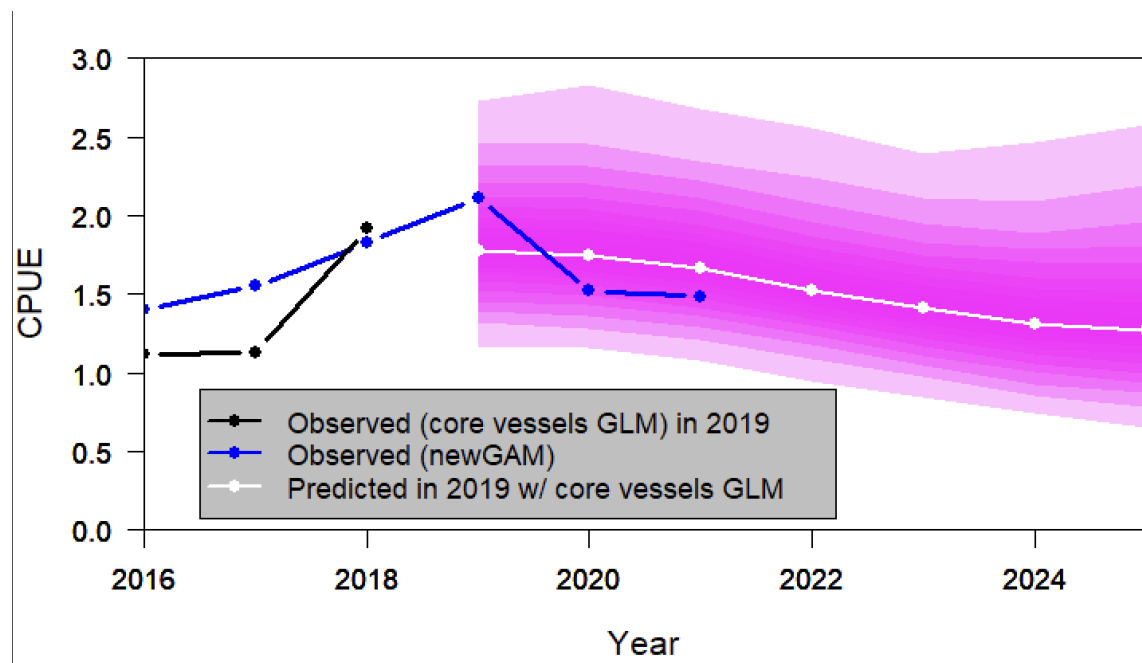


図 4. 新 GAM CPUE シリーズと、ケープタウン方式が採択された 2019 年に予測された CPUE 値の 95% 確率区間（base2018 を使用）との比較

50. 更新された OM（base2021 を使用）を用いて実施された資源量予測における 80% 不確実性の範囲は、CTP が採択された 2019 年の計算結果と概ね重複している（図 3）。



51. 最後に、これらの新たな将来予測の結果は、2035年のTROが当初のTRO<sub>0</sub>の0.20を超える確率が0.87であることを示しており、2011年の拡大委員会によって設定された当初の再建パフォーマンス基準（2035年までにPr(TRO/TRO<sub>0</sub>>0.20)=0.70）を完全に満たしている。
52. さらに、文書CCSBT-OMMP/2206/10に提示された結果（パラグラフ24-30の記載のとおり）に基づき、UAMに関する例外的状況の有無が評価された。当該文書の解析の結果では、2020年にはCCSBT非協力非加盟国による未報告はえ縄努力量の推定値がいくらか増加したものの、以前の推定値と概ね一致していた（上表2を参照）。技術部会は、2020年の増加はUAMに基づく例外的状況を発動させるほど大きいものではないと思料した。

#### 4.2. ESC に対する助言

53. 議題項目4.1において総括された結果に基づき、技術部会は以下に合意した。
- CTPの再チューニングを行う必要はない。
  - 2024-2026年のTACを勧告するにあたっては、新たなGAMベースCPUEシリーズを入力データとして使用し、採択されたままのCTPをベースとして適用することができる。
54. 表5において、2019年のCTPシミュレーション試験において計算された予測TACに対応する分布（青のヒストグラム）と比較する形で、2021-2023年のTAC（赤の縦線）と共に2024-2026年のTAC計算の結果を示した。これらの比較の結果は、計算されたTACの値が、CTP採択時に実施された将来予測と一致していることを示している。技術部会は、図上の値はCTPを適用して得られた出力値であって、実際のTACが設定された際に拡大委員会が行ったその後の調整（繰越しに関連するもの等）は含まれていないことに留意した。
55. 先に説明したとおり、決定済みのTACにより、将来的に可能なTACの範囲は制約されることとなる。例えば図2では、2020年におけるMPの勧告TACが17,647であったという事実により、2024-2026年において可能となるTACの上限及び下限は17,647 +/- 3,000トンに制約される。すなわち、将来のTAC決定の結果が、将来予測についても制約するという事である。

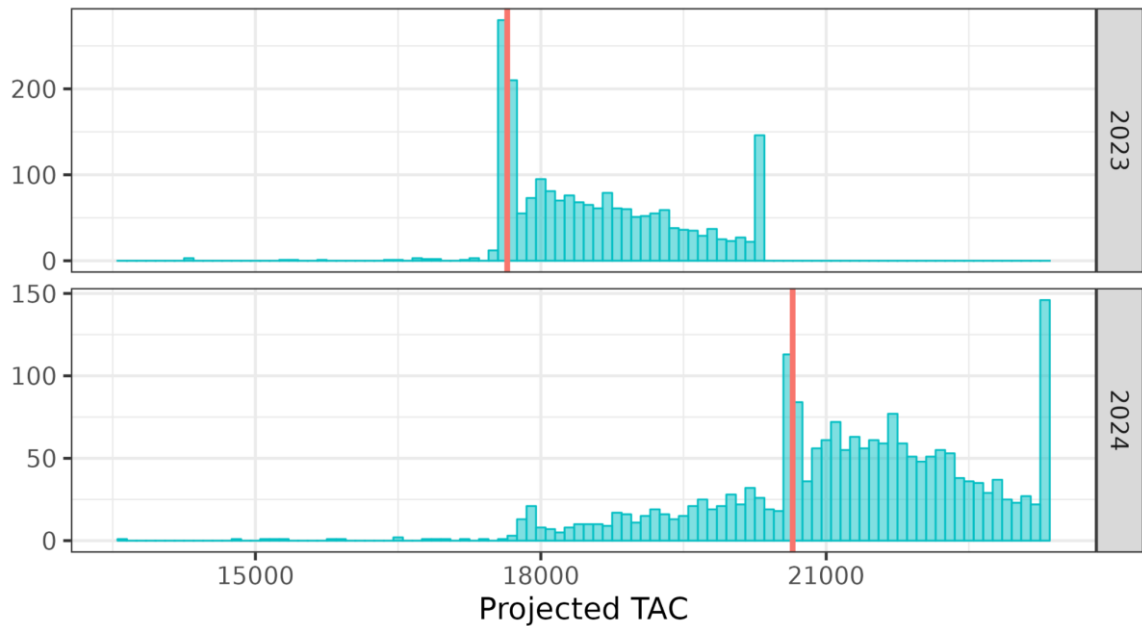


図 5. ケープタウン方式（CTP；赤線）によって計算された 2021 - 2023 年（上）及び 2024 - 2026 年（下）の TAC の値を、2019 年の CTP 採択時に予測された TC 分布と比較した。

### 議題項目 5. OM コードの書き換え／再構築

56. SBT の資源評価及び候補管理方式の試験に使用されてきた OM は、20 年以上前に、AD モデルビルダー（ADMB）を用いて開発されたものである。この間、SBT モデルは、新たなタイプのデータや不確実性、及びモデリング上の課題が発生するに連れてその構成要素と複雑性を増してきたところである。新しいソフトウェアプラットフォーム上で新たな SBT モデルを作成することにより、多くの点において資源評価及び MP 試験を実施する能力が向上するものと考えられる。第一に、現在の ADMB によるモデルには、新旧のデータや不確実性に関連する現状の課題に対処するために有用な包括的な構造が欠けている。第二に、他の漁業種類における経験から、テンプレート・モデル・ビルダー（TMB）や Stan といった代替プラットフォームは、最尤推定とベイズ推定の両方の文脈においてより高速かつ安定した推定パフォーマンスを提供することができ、これにより、信頼性をテストするためのシミュレーションが可能となるような、より頑健なモデルの開発が可能となる。第三に、TMB や Stan といったプラットフォーム上であれば、必要に応じて、性別、船団、空間的・時間的構造、及び気候変動の潜在的な影響といった SBT に関する将来的な検討事項についてもより容易に実装することができる。最後に、SBT モデルを ADMB から代替プラットフォームに移行するには費用がかかるものの、新たなモデルの耐用年数は数十年にわたると想定できることや、3 年ごとの資源評価がより迅速かつ信頼性が高い形で実施可能となることによる効率化を踏まえれば、そのようなコストは正当化することができる。

57. ADMB は、NOAA のサポートを受けてハワイ大学が運営している。しかしながら、このサポートの水準は今後数年間で低下していく可能性が高

い。このため、技術部会は、他のソフトウェアプラットフォームの方がはるかに大規模なコミュニティを有しており、今後も存続していく可能性が高いことに留意した。さらに、これらのプラットフォームには、より優れた診断チェックや、ベイズ的な状況におけるモデルの不確実性を評価するための速度的な利点（OM 及び資源評価モデルに関して重要）など、他にも多くの利点がある。

58. 技術部会は、コードの書き換え及びモデルの再構築に関して、ソフトウェア・プラットフォームの選択、モデル自体の特性、及びこの作業を進めるために実施されるプロセスという3つの異なる側面について検討した。
59. ソフトウェアに関しては、ADMB（現在使用されているプラットフォーム）、TMB 及び Stan の3つの代替案が議論された。ADMB は、SBT のモデラーにとってより透明性が高く使い慣れているという利点があるのに対し、TMB と Stan は、ランダム効果に関連する複雑性の取扱いやベイズの事後分布の評価においてより効率的である。技術部会は、OMMP 技術部会によって MP 試験用に開発された初期の OM は、個別のグリッドと各グリッドセル内で実行される MCMC の組み合わせを使用していたことに留意した。このアプローチは、主に MCMC の収束問題により断念された。現在利用可能なより多くの情報を含むデータセットと併せてモデルを再構築することで、ADMB における MCMC のパフォーマンスが向上する可能性があるが、技術部会は、TMB 又は Stan に移行することで、柔軟性の付加及び診断の改善という点で多くの利点が得られることに合意した。
60. Stan 又は TMB の使用には長短がある。ソフトウェア・プラットフォームである Stan と TMB において利用可能な機能の比較には以下に示した。

機能	ADMB	Stan	TMB
<b>SBT に関するより高い優先度</b>			
罰則付き最尤最適化のルーチン	あり	あり	あり
ドキュメンテーション／ヘルプ	不十分	優秀	十分
開発者／コミュニティのためのサポート	不十分	優秀	十分
NUTS/HMC MCMC	あり	あり	あり
適切に処理されたパラメータの境界	OK	優秀	OK
MCMC における一部のパラメータについて（事後分布からではなく）事前分布からサンプリングする機能	なし	なし	あり
1つ抜き情報量基準（LOO IC）のサポート	なし	あり	あり
<b>その他の望ましい機能</b>			
変分推論	なし	あり	なし
ラプラス近似	あり	なし	あり
スパース行列代数	なし	あり	あり

61. 技術部会の議論においては、ソフトウェアの枠組みとしてどれを選択したとしても、既存のグリッドを用いたアプローチの背後にある考え方は維持する必要があるとの合意があったことは明らかであった。グリッドは、主要なパラメータに影響を与える誤ったデータトレンドや、主要な変数の全体的な推定値がどの程度になるかを拡大解釈してしまうことを回避するために、パラメータ（例えばステープネス）又はプロセス（例えば CPUE 指数）の不確実性を統合するための扱いやすい方法を提供するものであった。現在はこの問題に対処するためのいくつかの統計的手法（例えばベイズのモデル平均）があることから、選択したソフトウェアのフレームワークが何であれ、その開発プロセスでは、グリッドを用いた方法の背後にある基本的なアイデアが最終的な置き換えを通して継承されていくよう確保することとなる。
62. 技術部会は、MCMC による完全な事後分布の推定が主な目標である一方で、モデルの開発と感度解析を容易にするために、モデルの点推定値を得る効率的かつ高速な最適化ルーチンを使用できる機能を保持することが重要であると指摘した。
63. モデルに関して、技術部会は、より一般的なモデリングのプラットフォーム（例えば CASAL）を適用するのではなく、モデルの構造及びコードについては SBT に特化したままにしておくべきことに合意した。
64. 空間構造及び／又は性別構造を組み込む可能性が議論された。より複雑なモデルに情報を与えるために利用可能なデータに制限があることを踏まえれば、船団を考慮しており、かつ明示的な空間構造と性別構造は組み込まれていない現行のモデル構造を維持することが望ましいとする全体的なコンセンサスがあった。この判断は、資源評価及び CMP 評価に使用される OM に関して為された決定である。技術部会は、より戦略的な意味でシナリオを評価するために使用できるような、空間明示的なモデルを開発することの価値を強調した。
65. 参加者によりいくつかの望ましいモデル変更が提案され、ごく一般的な用語により議論された。これらは以下に列記したとおしであるが、必要に応じて今後拡張又は洗練される最初のアイデア群として解釈されるべきである。
66. 混獲船団は、現在のモデルで行われているように、可変のセレクトイビティをモデル化するのではなく、漁獲としてより効果的に扱うことができることについての合意があった。ここで提案された変更の理論的な根拠は、これらの船団から得られる限定的サイズ組成データに関する情報がなく、多数のモデルパラメータをコストに非常に柔軟なセレクトイビティが許容されているにもかかわらず、当てはまりが悪いということであった。これらの漁業を取り扱うための代替案としては、仮想個体群分析（VPA）モデルで行われるのと同様に、コホートスライシングと年齢別漁獲量を取り入れることが考えられる。
67. モデルの当てはまりに関して、事後分布の MCMC 評価の際にノンパラメトリックな方法で明らかになった問題を回避するためには、LL1 漁業及び

LL5 漁業（インドネシア LL 漁業）の時間的に変化するセレクトイビティをモデル化するための代替案が望ましいと考えられる。

68. 完全な混合を仮定することができない場合において、標識装着と同年に回収された標識を説明するために、個体群死亡率パラメータとは別に推定される一連の標識死亡率のパラメータがある。これらのパラメータを排除し、その代わりに標識を直接除去することも考えられる。
69. （現行モデルで行われているように、コホートの動態をモデル化し、事前に指定した年齢別体長分布を使用する代わりに）年齢 - 体長を結合させた動態をモデル化することの利点が議論された。これにより、CKMR 関連のプロセスと体長ベースの死亡率の取扱いを改善することが可能となる（つまり、セレクトイビティを年齢ベース又は体長ベースとすることができ）。成長パラメータは引き続き、モデルによって内部的に推定されるのではなく、外部から固定されることとなる。
70. プロセスに関しては、OMMP 技術部会のプロセスの一部として開発されたモデルの仕様に従ってコードを開発するため、以前において CCSBT はコンサルタントを雇用した。最初にコードを書く者が一名であることの利点は、コード及びその文書化における内部的な一貫性を高めることができ、ひいては透明性を高めると考えられることである。技術部会は、将来において全ての SBT モデラーが把握及び修正できるような製品とすることの必要性に留意した。
71. 技術部会は、新旧の手法／ソフトウェアの間の橋渡しに資するよう、一部の単純なモデル変更（例えばパラグラフ 70 及び 72 で提案されているもの）を現行の ADMB コードにも導入するのが望ましいと考えられるとの提案を行った。ここでの提案は、結果の一貫性を担保するため、一定期間は二つのモデルを並行して実行することである。

## **議題項目 6. その他の事項**

### **6.1. 新たな科学調査計画 (SRP) の策定**

72. ESC 26 において合意されたとおり、ショーン・コックス博士（科学諮問パネル）は、研究分野の評価と優先順位付け、考え得る新たな調査研究の特定、及び調査研究提案のランク付けを行うための SRP プロセスに関する関連情報を提供することを目的とした科学調査計画 (SRP) の背景文書に関する 1.5 時間の会合を招集した。
73. 技術部会は、優先度が高いとされる (1) 漁獲の特徴、(2) 資源量指数、(3) 生物学的パラメータ、(4) MP の実施、及び (5) 資源評価 (OM の開発) に関連する研究分野を改訂し、更新し、及び優先順位付けを行った。
74. 技術部会は、ESC 27 に提出する具体的な調査研究提案 (ESC 26 報告書別紙 8 を使用) の作成に間に合うよう、今後数週間のうちに第二回 SRP 作業部会会合を開催することに合意した。

## 6.2. インドネシアの体長及び年齢データ、及びベノアにおける漁獲物モニタリングプログラムに関する検討

75. ジェシカ・ファーレイ博士は、CSIRO 及びインドネシアの著者を代表して文書 CCSBT-OMMP/2206/BGD01 を発表した。本文書は、インドネシアで収集された SBT のサイズデータにかかる予備的なレビュー、及び産卵個体群の年齢分布の推定値に対するデータセットの選択の影響について提示した。SBT の産卵個体群の変化をモニタリングするには、統計海区 1 において漁獲されたインドネシアはえ縄漁獲物のみから、ランダムランプリングによって体長データを取得することが重要である。最近までは、インドネシアで漁獲された SBT のサイズデータにかかる主な情報源はベノア港での漁獲物モニタリングプログラムであった。しかしながら、近年の調査によれば、モニタリングされた魚の一部は SBT 産卵海域より南方で漁獲された可能性が高いことが示唆されている。解析される SBT 体長頻度データを改善するため、DGCF は、過去 5 産卵期において統計海区 1 で漁獲された SBT に関して CDS から得られた体長及び重量データを提供した。解析された 2 つの異なる情報源（漁獲モニタリングと CDS）から得られたサイズデータは、比較した 5 年間に於いて異なる年齢構成の結果を示した。これらの違いについてはいくつかの説明が考えられるところ、特定された不確実性を精査するとともにデータの品質管理を洗練及び改善するためのさらなる作業が必要である。
76. 技術部会は、科学調査計画において本作業を直近の優先事項と見なすよう勧告した。
77. ファヤクン・サトリア博士は、本共同文書において記述された長期にわたるデータのタイムシリーズ及び共同研究について認識し、インドネシアは共同研究の継続を望んでいるとの意思を表明した。現在、インドネシア海洋水産省は、新たな BRIN 国立研究革新庁への大規模な移行を進めているところである。
78. 技術部会は、漁獲位置の不確実性の解決及びモニタリングプログラムからのサンプリングの一貫性は、OM の条件付け及び MP に使用される近縁遺伝子標識再捕データの両方において重要な入力データであることから、長年にわたる優先事項とされてきたことに留意した。さらなる調査を要するものとして以下の項目が特定された。
- 1) 以前のレビューでは、「不合格」及び「輸出品質」として分類された魚の体長頻度に偏りはなく、不合格品質の魚はベノアでの生物学的サンプル用としてサンプリングされているものと判断した。当初の調査からある程度時間が経過しており、また耳石が収集された魚の体長頻度が水揚げされたサンプルモニタリングプログラムの全ての魚の体長頻度よりもわずかに小さいことから、再検討が必要である。
  - 2) CDS から得られる体長－体重データは、外れ値を除外するために「トリミング」されており、外れ値を除外するための代替的な統計的手法を検討する必要がある。

- 3) CDS データにおける体長の測定値には改善が必要である。5cm ごとの階級に集計されているようである。
  - 4) CDS と漁獲物モニタリングから得られた体長頻度が一致しておらず、年齢-体長相関表にどちらのデータセットを使用すべきかが明確でない。
  - 5) 漁獲位置（産卵場の内か外か）については、さらなる調査を要する。
79. 技術部会は、これらの問題への対処は優先度が高いこと、及びデータ収集プログラムのレビューをインドネシアの研究体制の再構築と一致させることにはメリットがあると考えられることに合意した。このモニタリングプログラムにかかる標準作業手順書を改善及び統合することは重要である。

### **6.3. OMMP 作業計画**

80. 作業部会は、以前の ESC から与えられた作業計画は、本報告書で強調した詳細の検討と合わせて 2022 年の ESC 会合によりアップデートされる予定であることに留意した。特に作業部会は、ESC に先立ち、以下を想定している。
- MP の仕様書に含める（コア船舶 GLM W0.8/W0.5 を置き換える）べく、CPUE 標準化手法案（別紙 4）を最終化すること。
  - OM 及び評価モデル開発ソフトウェアに関する提案を作成すること
  - CPUE シリーズの標準化にそれぞれのはえ縄データを取り込む可能性について、コンサルタントが個別に韓国、台湾及びニュージーランドと協議すること。
  - SRP 作業部会は、重要度の高い OMMP 活動に関する提案を策定するため、ESC 27 より前に会合すること。

### **議題項目 7. 閉会及び会合報告書の採択**

81. 報告書は採択された。
82. 会合は、2022 年 6 月 24 日 15 時 45 分（キャンベラ時間）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
- 4 CPUE 仕様書案
- 5 OM（リファレンスセット：base2021）における更新されたデータの当てはまり



## 参加者リスト

First name	Last name	Title	Organisation	Postal address	Email
<b>CHAIR</b>					
Ana	PARMA	Dr	Centro Nacional Patagonico	Puerto Madryn, Chubut Argentina	anaparma@gmail.com
<b>SCIENTIFIC COMMITTEE CHAIR</b>					
Kevin	STOKES	Dr		NEW ZEALAND	kevin@stokes.net.nz
<b>SCIENTIFIC ADVISORY PANEL</b>					
James	IANELLI	Dr	REFM Division, Alaska Fisheries Science Centre	7600 Sand Pt Way NE Seattle, WA 98115, USA	jim.ianelli@noaa.gov
Sean	COX	Dr	School of Resource and Environmental Management, Simon Fraser University	8888 University Drive Burnaby, B.C. V5A 1S6, Canada	spcox@sfu.ca
<b>CONSULTANT</b>					
Darcy	WEBBER	Dr	Quantifish	72 Haukore Street, Hairini, Tauranga 3112, New Zealand	darcy@quantifish.co.nz
Simon	HOYLE	Dr	CCSBT / Hoyle Consulting	14 Champion Terrace, Nelson, NZ 7011	simon.hoyle@gmail.com
<b>MEMBERS</b>					
<b>AUSTRALIA</b>					
David	GALEANO	Mr	Department of Agriculture, Water and the Environment	GPO Box 858, Canberra ACT 2601 Australia	david.galeano@awe.gov.au
Heather	PATTERSON	Dr	Department of Agriculture, Water and the Environment	GPO Box 858, Canberra ACT 2601 Australia	heather.patterson@awe.gov.au
Campbell	DAVIES	Dr	CSIRO Marine and Atmospheric Research	GPO Box 1538, Hobart, Tasmania 7001, Australia	Campbell.Davies@csiro.au
Ann	PREECE	Ms	CSIRO Marine and Atmospheric Research	GPO Box 1538, Hobart, Tasmania 7001, Australia	Ann.Preece@csiro.au
Rich	HILLARY	Dr	CSIRO Marine and Atmospheric Research	GPO Box 1538, Hobart, Tasmania 7001, Australia	Rich.Hillary@csiro.au
Peter	FARE	Mr	Australian Fishing Enterprises Pty Ltd	PO Box 1073, Port Lincoln, SA. 5606	peterfare@saringroup.com.au
Terry	ROMARO	Mr	Ship Agencies Australia Pty Ltd	PO Box 1093, Fremantle, WA 6160, Australia	terry@romaro.name
Brian	JEFFRIESS	Mr	Australian SBT Industry Association	PO Box 1146, Port Lincoln SA 5606, Australia	austuna@bigpond.com
Simon Peter	PRICE	Mr	Atlantis Fisheries Group	PO BOX 2333 Brighton VIC 3186	theblackmatch@hotmail.com
<b>FISHING ENTITY OF TAIWAN</b>					
Ching-Ping	LU	Dr	National Taiwan Ocean University	No. 2 Pei-Ning Rd., Keelung 202, TAIWAN	michellecplu@gmail.com
<b>INDONESIA</b>					
Fayakun	SATRIA	Dr	National Research and Innovation Agency of the Republic of Indonesia	Gedung B.J. Habibie Jalan M.H. Thamrin Nomor 8, Jakarta Pusat 10340	fsatria70@gmail.com
Wudianto	WUDIANTO	Prof	National Research and Innovation Agency of the Republic of Indonesia	Gedung B.J. Habibie Jalan M.H. Thamrin Nomor 8, Jakarta Pusat 10340	wudianto59@gmail.com
Lilis	SADIYAH	Dr	Ministry of Marine Affairs and Fisheries of the Republic of Indonesia	Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta Utara	sadiyah.lilis2@gmail.com
Bram	SETYADJI	Mr	Ministry of Marine Affairs and Fisheries of the Republic of Indonesia	Jl. Mertasari No. 140, Br. Suwung Kangin, Sidakarya, Denpasar Selatan, Denpasar 80223	bram.setyadji@gmail.com

Ria	FAIZAH	Mrs	Ministry of Marine Affairs and Fisheries of the Republic of Indonesia	Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta Utara	ria.faizah@kkp.go.id / faizah.ria@gmail.com
Kamaluddin	KASIM	Mr	Ministry of Marine Affairs and Fisheries of the Republic of Indonesia	Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur, Jakarta Utara	kamaluddin.kasim@kkp.go.id / kamaluddin.kasim@gmail.com
Satya	MARDI	Mr	Ministry of Marine Affairs and Fisheries of the Republic of Indonesia	Jl. Medan Merdeka Timur No. 16, Jakarta, Indonesia, 10041	satyamardi18@gmail.com

---

#### **JAPAN**

Tomoyuki	ITOH	Dr	Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency	2-12-4 Fukuura, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan	itou@fra.affrc.go.jp
Norio	TAKAHASHI	Dr	Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency	2-12-4 Fukuura, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan	norio@fra.affrc.go.jp
Doug	BUTTERWORTH	Prof	Dept of Maths & Applied Maths, University of Cape Town	Rondebosch 7701, South Africa	Doug.Butterworth@uct.ac.za
Masahiro	AKIYAMA	Mr	Fisheries Agency Government of JAPAN	1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-city, Tokyo 100-8907, Japan	masahiro_akiyama170@maff.go.jp
Hiroto	NAKAMOTO	Mr	Fisheries Agency Government of JAPAN	1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-city, Tokyo 100-8907, Japan	hiroto_nakamoto890@maff.go.jp
Yuji	UOZUMI	Dr	Japan Tuna Fisheries Co-operative Association	2-31-1 Eitai, Koto-ku, Tokyo 135-0034 Japan	uozumi@japantuna.or.jp
Kiyoshi	KATSUYAMA	Mr	Japan Tuna Fisheries Co-operative Association	2-31-1 Eitai, Koto-ku, Tokyo 135-0034 Japan	katsuyama@japantuna.or.jp
Hiroyuki	YOSHIDA	Mr	Japan Tuna Fisheries Co-operative Association	2-31-1 Eitai, Koto-ku, Tokyo 135-0034 Japan	yoshida@japantuna.or.jp
Nozomu	MIURA	Mr	Japan Tuna Fisheries Co-operative Association	2-31-1 Eitai, Koto-ku, Tokyo 135-0034 Japan	miura@japantuna.or.jp
Jun	DAITO	Mr	Japan Tuna Fisheries Co-operative Association	2-31-1 Eitai, Koto-ku, Tokyo 135-0034 Japan	daito@japantuna.or.jp
Daisaku	NAGAI	Mr	Japan Tuna Fisheries Co-operative Association	2-31-1 Eitai, Koto-ku, Tokyo 135-0034 Japan	nagai@japantuna.or.jp

---

#### **NEW ZEALAND**

Pamela	MACE	Dr	Fisheries New Zealand	PO Box 2526, Wellington 6140	Pamela.Mace@mpi.govt.nz
--------	------	----	-----------------------	------------------------------	-------------------------

---

#### **REPUBLIC OF KOREA**

Junghyun	LIM	Dr	National Institute of Fisheries Science	216 Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, Busan 46083, Republic of Korea	jhlim1@korea.kr
Youjung	KWON	Dr	National Institute of Fisheries Science	216 Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, Busan 46083, Republic of Korea	kwonuj@korea.kr
Mi Kyung	LEE	Dr	National Institute of Fisheries Science	216 Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, Busan 46083, Republic of Korea	ccmklee@korea.kr

---

#### **CCSBT SECRETARIAT**

Robert	KENNEDY	Mr	The Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna	PO Box 37, Deakin West ACT 2600 AUSTRALIA	rkennedy@ccsbt.org
Akira	SOMA	Mr			asoma@ccsbt.org
Colin	MILLAR	Mr			CMillar@ccsbt.org

## 議題

## 第 12 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

開会	2
会議運営に関する説明	2
議題項目 1. 現在までの CPUE 解析の進捗状況に関するレビュー	2
議題項目 2. オペレーティング・モデルの最条件付け：入力データ及び結果	6
2.1. 遺伝子標識放流	6
2.2. 近縁遺伝子解析：POP 及び半きょうだいデータ	7
2.3. CPUE	8
2.4. UAM	8
2.5. オペレーティング・モデルの最条件付け	10
議題項目 3. ケープタウン方式（CTP）を用いた将来予測の結果	11
3.1. 更新されたデータシリーズを用いて CTP を実行するために必要な最小限のアップデート	11
3.2. 新たな CPUE シリーズ及び更新された入力データ（漁獲量、遺伝子標識放流及び CK データ）を用いた将来予測における CTP のパフォーマンスの評価	11
議題項目 4. メタルール・プロセスに基づく ESC への助言に関する検討	14
4.1. メタルール・プロセスの適用	14
4.2. ESC に対する助言	16
議題項目 5. OM コードの書き換え／再構築	16
議題項目 6. その他の事項	19
6.1. 新たな科学調査計画（SRP）の策定	19
6.2. インドネシアの体長及び年齢データ、及びベノアにおける漁獲物モニタリングプログラムに関する検討	19
6.3. OMMP 作業計画	20
議題項目 7. 閉会及び会合報告書の採択	21

## 文書リスト

1. Provisional Agenda
2. List of Participants
3. List of Documents
4. (CCSBT) Validating CPUE model improvements for the primary index of Southern Bluefin Tuna abundance (OMMP Agenda Item 1)
5. (Australia) Update of SBT OM given revised CPUE and MP implications (OMMP Agenda Item 2)
6. (Japan) Change in operation pattern of Japanese southern bluefin tuna longliners in the 2021 fishing season (OMMP Agenda Item 1 and 2.3)
7. (Japan) Update work of the core vessel data and CPUE for southern bluefin tuna in 2022 (OMMP Agenda Item 1 and 2.3)
8. (Japan) Development of the new CPUE abundance index using GAM for southern bluefin tuna in CCSBT (OMMP Agenda Item 1 and 2.3)
9. (Korea) Data Exploration and CPUE Standardization for the Korean Southern Bluefin Tuna Longline Fishery (1996-2021) (OMMP Agenda Item 2.3)
10. (New Zealand and CCSBT) Estimates of unreported longline effort by CCSBT non-cooperating non-Member states between 2007 and 2020 (OMMP Agenda Item 4)

## (CCSBT-OMMP/2206/BGD)

1. (CCSBT) Review of data to estimate the length and age distribution of SBT in the Indonesian longline catch (OMMP Agenda Item 2.4) (Previously CCSBT-ESC/2108/07)

## (CCSBT-OMMP/2206/Rep)

1. Report of the Twenty Eighth Annual Meeting of the Commission (October 2021)
2. Report of the Twenty Sixth Meeting of the Scientific Committee (August 2021)
3. Report of the Twenty Seventh Annual Meeting of the Commission (October 2020)
4. Report of the Twenty Fifth Meeting of the Scientific Committee (August/September 2020)
5. Report of the Eleventh Operating Model and Management Procedure Technical Meeting (June 2020)
6. Report of the Twenty Sixth Annual Meeting of the Commission (October 2019)
7. Report of the Twenty Fourth Meeting of the Scientific Committee (September 2019)
8. Report of the Tenth Operating Model and Management Procedure Technical Meeting (June 2019)
9. Report of the Twenty Third Meeting of the Scientific Committee (September 2018)
10. Report of the Ninth Operating Model and Management Procedure Technical Meeting (June 2018)
11. Report of the Fifth Meeting of the Strategy and Fisheries Management Working Group (March 2018)

## OMMP 及び資源評価における GAM モデルの仕様

### 使用するデータセット

データセットは、1969 年から直近年（現時点では 2021 年）までの期間を含む、日本はえ縄漁業のログブックデータから抽出した。従来の CPUE 資源量指数の手順に従い、統計海区 4 から 9 にかかる 4 月から 9 月までのレコードを選択した。ログブックデータのうち、年、月、緯度（1 度単位）、経度（1 度単位）、船舶 ID（1979 年以降について利用可能）、使用釣鈎数、みなみまぐろ（SBT）、めばち（*T. obesus*、BET）、きはだ（*T. albacares*、YFT）、びんなが（*T. alalunga*、ALB）及びめかじき（*Xiphias gladius*、SWO）の漁獲尾数データを使用した。試行錯誤の段階では、浮間の釣鈎数（HBF、1975 年以降について利用可能）及びその他の魚種（かじき類数種、ガストロ

（*Gasterochisma melampus*、1994 年以降について利用可能）も使用データに含めた。

CCSBT データベースのサイズデータから、日本の商業漁獲物の年齢組成を計算し、4 歳以上（4 歳+）の魚の漁獲数に換算した。年齢組成情報は、まず、同一月、経度 5 度、緯度 5 度別に 50 個体以上の尾叉長が測定された場合に適用された。この段階で、漁獲された SBT 個体数の 97% が組み込まれ、4 歳以上の割合が計算された。50 個体以上の条件を満たさない場合は、同一月一経度 15 度一緯度 5 度、同一月齢一経度 15 度一緯度 15 度、同一四半期一経度 15 度一緯度 5 度、同一四半期一統計海区、同一年一統計海区、同一年といった形で、尾叉長組成に対応するまで時間及び空間を徐々に拡張した。尾叉長は CCSBT で使用されている年齢一尾長関係を用いて年齢に変換した。

釣鈎数 500 以下、釣鈎数 4500 以上、及び CPUE 200 以上のレコードは削除した。その後の検討の結果、CPUE 作業部会の合意を得て、データ数の少なかった 50S（50S から 54S）のレコードも削除した。

### クラスター分析

漁業操業の漁獲対象種について検討するためのクラスター分析が行われた。R における `cpue.rfmo` パッケージの `clust_PCA_run` 関数が使用された。SBT、BET、YFT、ALB、SWO の 5 種の漁獲尾数をデータとしてクラスター分析を実行した。

### GAM による標準化

一般化加法モデル（GAM）による標準化は、デルタ対数正規法を用いて実行された。R の `mgcv` パッケージを使用した。大容量データに適した `bum` 関数を使用した。コンサルタントによる検討結果に基づき、二項サブモデル（以下 BSM という）とポジティブキャッチサブモデル（以下 PCSM という）を使用し、ガンマ=2 を使用し、二項分布、ガウス分布をそれぞれに使用した（ホイル、2022）。スムーザーは、オフセット項（釣鈎数の対数値）に `s`（スプライン）、その他に `ti`（主効果との相互作用がある場合に適したテンサー積）を用いた。`ti` の基底関数（`bs`）には `cs`（収縮を伴う 3 次回帰スプラ

イン) を使用した。ガンマは EDF (後述) に掛ける係数であり、 $1 > (=1.5$  が一般的) の値で平滑化を促進するものである。

二項サブモデル :

```
cpue > 0 ~ yf + ti(month) + ti(lon) + ti(lat) +
ti(lon, lat) + ti(month, lat) + ti(lon, month) + ti(year, lat) + ti(year, lon) + ti(year, month) + cl
+ s(log(hook))
```

ポジティブキャッチサブモデル :

```
log(cpue) ~ yf + ti(month) + ti(lon) + ti(lat) +
ti(lon, lat) + ti(month, lat) + ti(lon, month) + ti(year, lat) + ti(year, lon) + ti(year, month) +
ti(lat, month, year) + ti(lat, lon, month) + ti(lat, lon, year) + ti(year, lon, month) + cl +
s(log(hook))
```

ここで、「yf」と「cl」は年とクラスターの要因を示し、他の全ての共変量は数値で提供される (緯度又は経度の範囲の中心に)。

使用した R コードは以下の通り :

二項サブモデル :

```
modA2 <- cpue > 0 ~ yf +
  ti(month, k=kA.month11, bs="cs")+
  ti(lon, k=kA.lon11, bs="cs")+
  ti(lat, k=kA.lat11, bs="cs")+
  ti(lon, lat, k=c(kA.lon21, kA.lat21), bs="cs")+
  ti(month, lat, k=c(kA.month22, kA.lat22), bs="cs")+
  ti(lon, month, k=c(kA.lon23, kA.month23), bs="cs")+
  ti(year, lat, k=c(kA.year24, kA.lat24), bs="cs")+
  ti(year, lon, k=c(kA.year25, kA.lon25), bs="cs")+
  ti(year, month, k=c(kA.year26, kA.month26), bs="cs")+
  cl + s(log(hook))
mgcv::bam(modA2, data = data, gamma = 2, method = 'fREML', family = binomial, discrete=F)
```

ポジティブキャッチサブモデル :

```
modB3 <- log(cpue) ~ yf +
  ti(month, k=kB.month11, bs="cs")+
  ti(lon, k=kB.lon11, bs="cs")+
  ti(lat, k=kB.lat11, bs="cs")+
  ti(lon, lat, k=c(kB.lon21, kB.lat21), bs="cs")+
  ti(month, lat, k=c(kB.month22, kB.lat22), bs="cs")+
  ti(lon, month, k=c(kB.lon23, kB.month23), bs="cs")+
  ti(year, lat, k=c(kB.year24, kB.lat24), bs="cs")+
  ti(year, lon, k=c(kB.year25, kB.lon25), bs="cs")+
  ti(year, month, k=c(kB.year26, kB.month26), bs="cs")+
  ti(lat, month, year, k=c(kB.lat31, kB.month31, kB.year31), bs="cs")+
  ti(lat, lon, month, k=c(kB.lat32, kB.lon32, kB.month32), bs="cs")+
  ti(lat, lon, year, k=c(kB.lat33, kB.lon33, kB.year33), bs="cs")+
  ti(year, lon, month, k=c(kB.year34, kB.lon34, kB.month34), bs="cs")+
  + cl + s(log(hook))
mgcv::bam(modB3, data = data.positive, gamma = 2, method = "fREML", discrete=F)
```

交互作用の k 値（平滑化の柔軟性に関する基底関数の次元）は大きいほど優れているが、計算時間が長くなる。モデル項の有効自由度（EDF）は、mgcv パッケージの k.check 関数によって計算され、EDF が k'（その項の最大可能 EDF）に近い場合、「且つ」k-index の p 値が < 0.05 の場合により大きな k 値が設定された。k 値は試行錯誤によって決定された。相互作用の k 値は 2 値の掛けた値（3 相互作用に対しては 3 値の掛けた値）として扱われるため、個別に設定する必要はない。ただし、k は作業を整理する目的で個別に設定され、交互作用の各変数の k 値は同じ値に設定された（つまり、年の k=20 は、年を含むすべての交互作用項に使用される）。

データセットの作成には、ソフトウェア R（R4.0.5）を使用した。Microsoft R Open 4.0.2 を使用して GAM を計算した。

### 資源量指数の計算

年・月・緯度・経度の全ての組合せでデータを作成（R の expand.grid 関数を使用）した上で、過去に操業のあった月・緯度・経度に限定したダミーのデータセットを作成した。ダミーデータセットに対してサブモデルごとに予測値を算出し、積を算出した。対数正規分布を復元すると期待値に偏りが生じるため、ポジティブキャッチサブモデルの場合、平均二乗誤差（MSE）/2 を加えて予測値を修正した。

また、緯度によって経度 1 度の距離が異なることや、5 度×5 度の正方形の中で過去に SBT が漁獲された 1 度の正方形の数を考慮して面積加重係数を算出した。資源量指数は以下の式で計算される。

$$\Sigma (\text{ダミーセットでの二項サブモデルの予測値} \times \text{ダミーセットでのポジティブキャッチサブモデルでの予測値} \times \text{面積加重係数}) / \text{全体の平均値}$$

文書 CCSBT-OMMP/2206/05 で提示された  
base2021 による更新されたデータのフィット

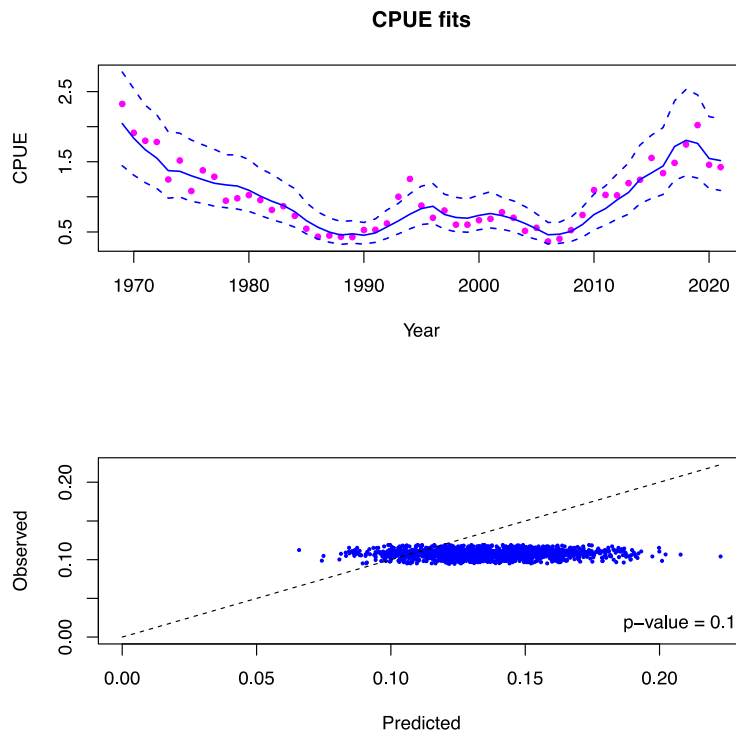


図 A5-1 : OM のリファレンスセットで使用される新たな CPUE シリーズの予測のサマリー。上図はデータへのフィットを示す（マゼンタ）；下図はシリーズへの全体的な予測 p 値である。



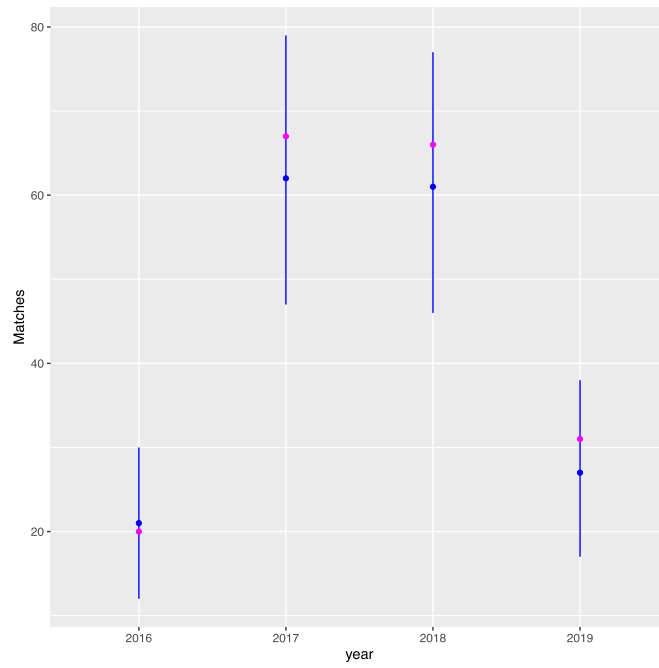


図 A5-2 : OM のリファレンスセットに含まれる遺伝子標識放流データ (マゼンタ) の予測のサマリー。現時点ではシリーズが短すぎるために意味のある予測p値を計算できないため、データへの予測フィットのみをプロットした。

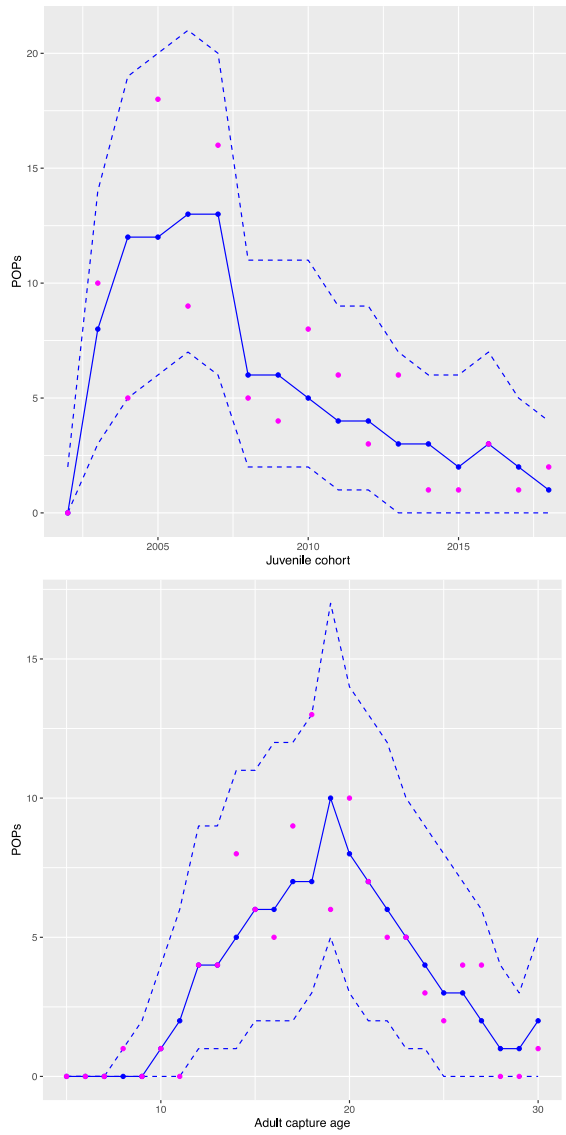


図 A5-3 : 集約した水準での若齢魚の年級（左上）及び成魚の漁獲年齢水準（右上）での POP データへの予測値のフィット（マゼンタ）

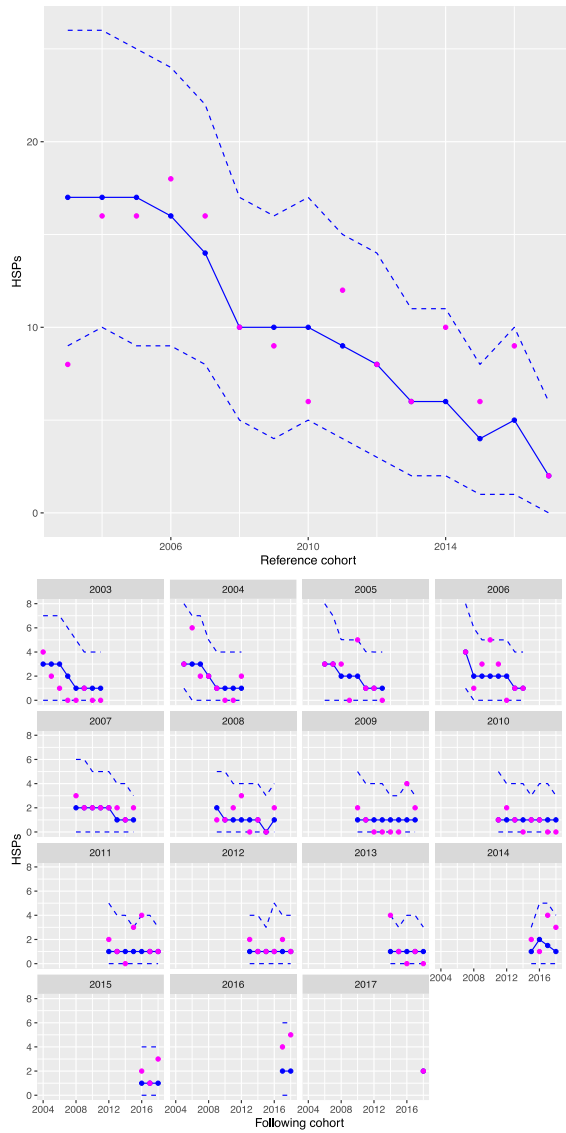


図 A5-4 : 集約した水準 (左) 及び完全な非集約水準 (右) での最初の年級の HSP データへの予測値のフィット (マゼンタ)。

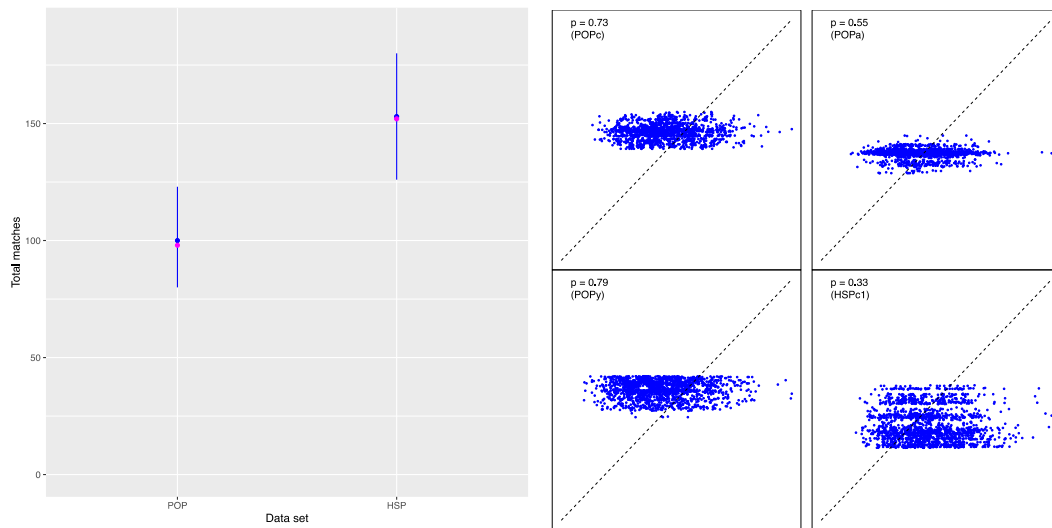


図 A5-5 : 左図—CKMR データの POP (左) 及び HSP (右) の推定及び観察された値の一致。右図—CKMR データの予測  $p$  値の要約：初期年級水準での POP (左上) ; 成魚の漁獲年齢水準での POP (右上) ; 成魚の漁獲年水準での POP (左下) ; 初期年級水準での HSP (右下)。

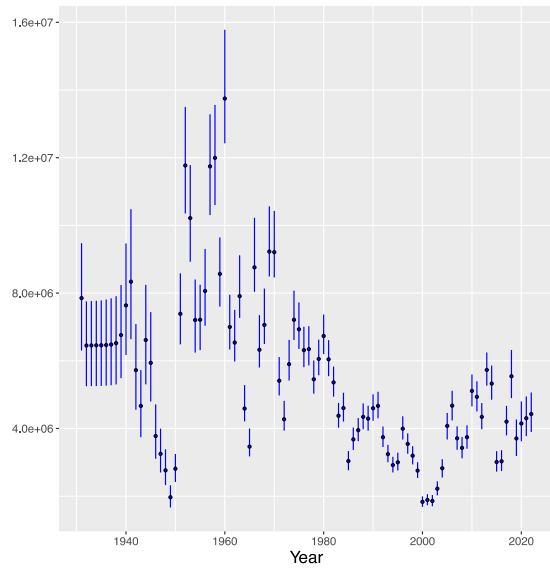
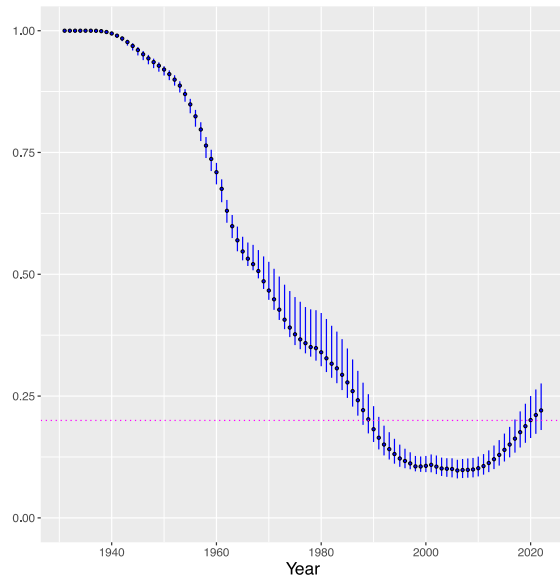


図 A5-6 : OM の base21 参照セットの相対 TRO (左) 及び加入 (右) の要約-中央値と 80%CI。