

勧告 番号	勧告・助言等	対応
1. 資源評価に用いられているデータについて		
1	T1：本資源評価では、年齢やサイズで構造化されたデータが不足していたため余剰生産モデルアプローチが使用され、データソースは余剰生産モデルに整合する総漁獲量と2つの豊度指数であった。総漁獲量および沖合底曳網漁業データから作成した豊度指数についてはBSIA（the best scientific information available: 入手可能な最良の科学的情報）であると考えられた。	今後も漁獲量のモニタリングや沖底CPUEの標準化の取組みを継続します。
2	T2：豊度指数として道総研の資源評価のVPAモデルから推定された雌のバイオマスも使用されたが、別の評価モデルの結果を本評価モデルの指標として使用することは適切ではなく、BSIAとは見なされない。この指数を使用しないモデルでは、不確実性は大きいものの、本評価と一致する結果を示し、雌のバイオマス推定値の使用は大部分が不要であることが示された。	(T2、T3、T4)ご指摘のとおり、道総研の資源評価で利用されている性別、サイズ、年齢といったより詳細なデータを本資源評価でも利用できるようにすることが、BSIAであることに我々も完全に同意いたします。本レビュー結果を契機に、道総研とのデータ交換方法が今後改善されていくよう、関係機関との協議をこれまで以上に進めてまいります。一方で、現状では道総研の詳細なデータが利用できない状況にあります。ご指摘のように、道総研のデータを本資源評価に全く利用しないという対処策もありますが、
3	T3：最も重要なこととして、道総研の資源評価で用いられている性別、サイズ、年齢などのデータを、将来の本資源評価において利用できるようにすることを強く推奨する。	道総研の資源評価は外部委員のピアレビューが実施されており、一定の信頼性が担保されています。このことから、我々は道総研のVPAモデルの結果が利用可能な科学的データのひとつであると考えて本資源評価の事前情報として与えることは、道総研の詳細な
4	T4：道総研の資源評価もとのデータが引き続き利用できない場合は、道総研のVPAモデルの結果をこの資源評価のデータとして含めないことを強く推奨する。	データが利用できない状況下で取りうる最善の策と考えています。また、コメントいただきましたように、道総研のデータを用いない場合でも資源状態の評価結果は大きく変わらないことから、本資源評価結果は道総研のデータの有無に対して頑健であることは確認されております。ただし、道総研のVPA結果を用いることについて、いくつかご指摘いただきました懸念点については、今後対応していきます（具体的にはT10、T11の回答を参照ください。）

ソウハチ北海道北部系群の資源評価に関する勧告・助言等とそれらへの対応

勧告 番号	勧告・助言等	対応
5	T5：この評価で想定された資源構造は適切であるように思われ、日本の水域外でこの資源に対する大規模な漁業は行われておらず、日本の水揚げ量は比較的良好にモニタリングされており、漁獲量データの不確実性は最小限であると考えられる。しかし、本資源は一部の漁業では混獲種で、この資源の投棄による死亡率はある程度ある可能性が高いが投棄レベルは現在のところ不明とされている。将来的に、投棄レベルを推定し、投棄死亡率を将来の評価に含めるための研究を実施することを推奨する。	未報告漁獲量の推定について、今後の研究課題として検討します。
6	T6：将来の資源量指数をさらに改善するため、沖合底曳網漁業の操業日誌（漁績）データに関する研究を実施することを推奨する。	魚績データの分析を継続しCPUEの改善に努めます。
7	T7：（豊度指数を改善するため）この海域における本種とほかの底魚資源についての底曳網調査を実施することを推奨する。	北海道日本海およびオホーツク海における底びき網による漁獲調査を含む底魚類資源調査を春季と秋季の年2回実施しており、令和5年度の秋季からソウハチも対象に含めて調査を行っています。予算縮小により年2回の調査継続の可否は不透明ですが、今後も調査を継続していく予定です。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
8	<p>Y1：雌雄別年齢別漁獲尾数（図3-3）を見ると、雄の漁獲量が、1990年代後半以降、2014年頃まで、雌の漁獲量に比べて極端に少なくなったが、2015、2016年から急激に増えている。さらに、2014年以降、沖底での漁獲量に比べて、沿岸での漁獲量が大きく低下した（図3-1）。これらの現象の原因は何であろうか？雌雄、年齢別の分布域の急激な変化や、操業する漁場の大幅な変化を想定しないと説明が困難ではないかとも思われるが、いかがであろうか？本文中には「2016～2019年漁期は、小樽において海外向けの販路拡大で需要が高まったことから積極的にソウハチを狙う操業が行われた」とあり、雌の漁獲量の変化を見ると、漁獲係数F（図4-4）の変化に相当すると思われる程度の変化があるように見えるが、雄についてはそれだけでは説明しきれないようにも思える。</p>	<p>2014年以降に沖底に比べて沿岸漁業での漁獲量が大きく低下したのは、沿岸漁業における漁獲努力量の低下によるものと考えられます。聞き取り調査等によると、沿岸漁業におけるソウハチの主要な漁業種は刺網であり、カレイ類は網外しに手間がかかる一方で魚価が低下しています。また、人件費の上昇も相まって採算が合わなくなり、2014年頃からソウハチを対象とした出漁が減少したと考えています。2015年頃の漁獲量の急増は、需要が増えたことで小樽根拠船による沖底でソウハチの狙い操業が行われたことが原因と考えられます。同程度の漁獲量を記録していた90年代～2000年代前半には雌の漁獲量に比べて雄の漁獲量が極端に少なかったのに対し、2015～2019年頃は雄の漁獲が目立つ主な要因は、90～2000年代の漁獲は沖底と沿岸漁業が半分程度の漁獲シェアを持っていたのに対して、2015年以降は沖底による漁獲量が大部分を占めています。沿岸漁業と沖底の漁獲量シェアとサイズ選択性の強さの違いにより、2015～2019年には小型の雄が多く漁獲されたと考えています。また、沖底漁獲の解析や漁業者への聞き取り調査からは現在のところ分布域の急激な変化や漁場の大幅な変化は認められていません。</p>
9	<p>Y2：二つの指標値（沖底標準化CPUEとVPAの推定資源量）の比較グラフ（図4-1、補足図2-4）を見ると、おおむね対応関係があるようにも見受けられるが、2011～2014年には両指標の間に少なからず相違が見られ、このことは（Y1のような）、雌雄、年齢別の分布域の急激な変化や、操業する漁場の大幅な変化などの可能性が関連しているのではなかろうか？</p>	<p>VPAでは沿岸漁業および沖底漁業の情報に基づいて雌の資源量を推定しているのに対し、沖底標準化CPUEでは雌雄の区別が無いことに加えて沖底の漁場における資源量の変化を示しています。どちらの指標値も対象とする資源量変化のトレンドを正しく反映しているとするならば、2011～2014年頃は他の年に比べて雌が沖底漁場よりも沿岸漁場に偏って多く分布していたと考えられるかもしれませんが、そのように結論づけるには情報が不足していると考えています。</p>
<p>2. 資源評価に使用された生物学的特性について</p>		
10	<p>T8：この評価で想定された資源構造は、現在入手可能な情報を考慮すると適切でBSIAであると考えられた。本種の成長、成熟、産卵期は、資源ごとに異なることが報告されているが、遺伝的な分析や標識放流調査結果から本海域と他海域の資源との移出入は小さい。本資源の生物学に関する将来的な研究を実施することを推奨する。</p>	<p>本資源の成長、成熟、産卵、移出入等に関する生物学的情報は古い調査・研究報告に基づく内容が含まれるため、現在はこれらの情報を更新するべく情報収集と分析を進めています。</p>

勧告 番号	勧告・助言等	対応
11	T9：本評価に使用された個体群成長率の事前分布は適切でBSIAであると考えられたが、特に将来の評価で年齢構造モデルを使用する場合は、本資源の生物学に関する研究を実施し、資源固有の生物学的パラメータと個体群成長率の事前分布を開発することを推奨する。	生物学的パラメータを検討するための情報収集と研究を継続します。
12	K1：雄と雌の漁獲データに傾向があるようで、漁獲サイズ制限により雄の漁獲量が少なかった2000～2015年に密度に依存する成長プロセスが起きている可能性があり、この期間には、道総研のVPAによる豊度指数も増加している。これらのプロセスを可能な限り理解することで、評価と予測のスキルが向上する可能性がある。	利用可能な情報を収集してこれらのプロセスの理解に努めます。
3. 資源評価の前提となる条件の妥当性について		
13	T10：本資源評価における不確実性の扱いは概ね良好であり、BSIAと見なされる。ただし、道総研のVPAによる雌のバイオマス推定値（誤差なく既知の扱い）のフィッティングにより、評価結果の不確実性が過小評価された可能性がある。それ以外のデータと生物学的パラメータの不確実性は、モデルを通じて結果に適切に反映された。道総研のVPAモデルの結果を本評価のデータとして使用しないことを強く勧める。	資源量推定のためのデータとして、VPAでは漁獲物の年齢組成と年齢別の成長パラメータ、余剰生産モデルでは資源量指数を主に用いています。そのため、2つのモデルは全く同じデータを使っているわけではありません。ただし、漁獲量については同じデータを用いていることから、道総研のデータを利用することで不確実性が過小評価されている可能性は否定できません。これに対する対処につきましては（T11）で回答していますように、MSEの際のアンサンブルモデルの一つとして導入すること、また、VPAの結果を時系列として導入するのではなく、 q の推定を安定化させるための事前情報としてのみ用いること、等を検討しています。
14	T11：本資源評価結果は、わずかに異なる事前分布を与えた2つのモデルのアンサンブルに基づいている。事前分布の差が小さいため、結果が非常に似ていることは驚くべきことではない。特にアンサンブルアプローチを採用している場合は、将来の評価において不確実性の全範囲を調べることを推奨する。	現在の報告書では2つの基本モデルの結果のみを示していますが、余剰生産モデルを導入する検討過程では幅広い事前分布の条件を検討しました。ただし、現状とは諸条件が異なる場合があるので、最新のデータセットを用いて幅広い事前分布の条件を再検討したいと思います。特に、道総研のデータが本資源評価の不確実性を過小評価している可能性（T10）をご指摘いただきましたので、道総研のデータを利用しない場合の結果をOMのアンサンブルモデルの1つとすることも検討していきます。

ソウハチ北海道北部系群の資源評価に関する勧告・助言等とそれらへの対応

勧告 番号	勧告・助言等	対応
15	K2：余剰生産モデルで道総研のVPAによる指数を用いないことは正当化される可能性がある。VPAの指数の使用についてのモデル結果では、この指数の使用の有無に対してとくに敏感ではなかった。	T2、T3、T4の回答の通り
16	K3：本評価のモデルにおけるパラメータの事前分布の使用は、モデルの安定性をもたらしていたことから正当化されると思う。ただし、事前分布は評価結果に何らかの影響を与えているので、これらの分布を指定するプロセスを引き続き改良することを推奨する。	事前分布の条件については引き続き検討を継続します。
17	Y3：沖底のCPUE標準化における説明変数に、太平洋十年規模振動（PDO）指数を入れている。CPUE標準化においては、資源量変動そのものに影響を与える可能性のある（あるいは相関のある）要因の影響（相関）を除去するにあたっては、慎重な検討が必要であろう。もし、本系群の資源変動に、PDOに代表されるような地球規模での気候変動が影響を与え、レジームシフト様の現象が現れるのだとしたら、（マダラ本州太平洋北部系群でコメント（Y9）したような）時変パラメータを余剰生産量モデルに導入して解析、管理を行うのが本筋ではなかろうか？	本資源のCPUE標準化において、PDO指数は気候変動による分布・回遊の変化を考慮する説明変数として使用しています。実際にPDOが分布・回遊の変化と関連するのか、資源量そのものに関連するのか明らかではありませんが、感度分析としてPDOを説明変数から抜いた場合に算出される標準化CPUEは、ベースケースの標準化CPUEと顕著な差が無いことを確認しています。
18	Y4：本系群では、狙い操業の効果を考慮するため、Direct Principal Component Model (Winker et al. 2013)に基づいて、魚種組成の第1主成分スコア、第2主成分スコアを説明変数に入れてCPUE標準化を行っている。しかし、もし仮に、資源量変動傾向に関する魚種間の相関がある場合、魚種組成に関する主成分スコアを説明変数に入れることによって、標準化の結果として抽出された経年的な資源量変動傾向（年効果）にバイアスをもたらしてしまうことにならないか、慎重に検討する必要があると思われる。例えば、今回のCPUE標準化法と、Biseauの抽出法によるDirected CPUEを用いて計算する方法の、両手法による結果を比べてみるとどのようになるだろうか？	DPCの頑健性はWinker et al. (2014) がシミュレーションによって検証しており、魚種間の相関の影響がゼロではないため注意が必要であるものの、狙い効果を考慮する上で有効な手段であることが示されています。狙いの効果を標準化するその他の方法においても他魚種の影響はゼロではありません。その中でもDPCは計算コストが低く、本資源のような混獲が主体となる魚種においても適用できる実用的な標準化手法であると考えられます。CPUE標準化の検討過程ではBiseauの抽出法によるDirected CPUEも作成していますが、その結果は2016-2017年のCPUEの増加がノミナルCPUEの場合を大きく上回り非現実的な指標値となったため候補から外した経緯があります。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
4. 資源評価に使われた手法について		
19	T12：確率的状態空間余剰Pella-Tomlinson生産モデル (Pedersen and Berg 2017) を使用して本資源の個体群動態が推定された。モデルと事前分布は適切かつBSIAであることが判明した。	本資源で適用した状態空間型余剰生産モデルとその事前分布について、BSIAであるとの判断を頂きありがとうございます。
20	T13：将来の評価では、性別、サイズ、および/または年齢構成を組み込む統合モデルを使用することを推奨する。ただし、これは性別、サイズ、および/または年齢のデータが利用可能であることに大きく依存する。	利用可能なデータが豊富な資源評価モデルに適用できるよう、性別、体長、年齢の組成データ等の収集と解析を継続します。
21	K4：ペナルティ付き尤度でパラメータを推定する状態空間余剰生産モデルを使用している。このアプローチは、パラメータの不確実性（事前分布の影響を含む）を推定し、これらの不確実性をモデル予測に組み込んでいるため、有益であると思う。推定結果が特定の仮定の影響を受けにくく優れている。	利用可能なデータが限定的であるために状態空間余剰生産モデルを適用しましたが、不確実性の取り扱いとしてはデータが豊富なVPAによる資源評価よりも優れていると考えています。
22	Y5：神戸プロットにおける最近年の資源量と漁獲圧の90%信頼区間を見ると、いわゆる「バナナshape」状の信頼区間プロファイルとなっており、資源量および漁獲圧の信頼区間はかなり広い。これは、両者の間に強い負の相関（相補性）があることが原因である。このことを鑑みると、資源評価および資源管理に用いるパラメータの組み合わせを見直し、極力、相関の小さい組み合わせのパラメータを用いて精度高い資源評価、資源管理の実施を可能とするスキームに、全体を構築し直していく必要があるのではないかと考えるが、いかがであろうか？	資源量と漁獲圧をパラメータとして推定することは、本系群に適用した余剰生産モデルに限らず、VPA等多くの資源評価モデルで共通しています。より精度が高い資源評価・資源管理の実施を可能とするスキームの構築は継続的に取り組むべき課題と認識しておりますが、実際の資源評価では学術誌等で公表されている手法が使用されるべきことから、研究開発の側面で魚種横断的に検討をおこなっていきたいと考えます。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
23	Y6：形状パラメータ n の値の推定結果はModel 1、Model 2とも信頼区間も勘案するとほぼ1に近い値で、本系群の資源動態モデルはほぼGompertz増殖曲線に従うとみなしても良いのではないかと考えられるが、いかがか？ Pella-Tomlinsonモデルよりもパラメータ数が1つ少ない節約的モデルとしてのGompertz増殖モデル（=Fox余剰生産量モデル）での当てはめも行ってみて、モデル選択を行ってはどうか？	余剰生産モデルにおける形状パラメータは推定が困難で不確実性の高いパラメータです。形状パラメータを1に固定することは、形状パラメータの不確実性を過小評価する恐れがあります。本資源では形状パラメータを推定パラメータとしてその不確実性を将来予測にも反映させることで、資源評価と将来予測の不確実性を考慮した管理方策の選択を可能にしています。
24	Y7：例えば、資源評価モデルにGompertz増殖モデル（=Fox余剰生産量モデル）を仮定し、パラメータ（BMSY、MSY）に基づく式とする場合、モデルのパラメータには漁獲係数 F が含まれないため、 B と F の相関を回避できるという利点がある。余剰生産量モデルの解析に用いるデータは、漁獲量および資源量指標値であり、MSYおよびBMSYはそれらに一定の値を掛けたパラメータであることから、データに直接準拠したパラメータであると見なすことができ、 F や r などの中間的なパラメータや、 K のような外挿推定に基づくパラメータを介入させて解析を行うよりも、推定の頑健性が高いと期待できる。	Y6の回答にもあるとおり、形状パラメータを固定すると不確実性を過小評価する可能性があります。また、Y5の回答にあるとおり、資源評価で使用するモデルやプログラムは基本的に学術誌等に公表されているものを使用するのが望ましいと考えております。ご提案頂いたモデルを実装したプログラムの開発・公表には大きなリソースが必要であり、短期的に対応することは困難な状況です。
25	Y8：Model 1 と Model 2 の違いについて、資源評価報告書には「Model 1 では標準偏差1を与えた対数正規分布を仮定する緩い事前分布を使用し、Model 2 では標準偏差を0.50として狭い事前分布を使用してパラメータ推定を行った」とあるが、どのパラメータの事前分布なのかが書いてないので、追記が必要である。	2024（令和6）年度の報告書において記述方法を改めました。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
5. 資源評価結果の妥当性について		
26	T14：本評価の状態空間余剰生産モデルでは、道総研の資源評価のVPAモデルから推定された雌のバイオマスの時系列データに適合させていることは不適切であると考えられたため、本評価の結果はBSIAではないことが判明した。ただし、道総研の雌バイオマスデータに適合させなかったモデルでは、より大きな不確実性があったものの、同様の結果を示したことに留意することが重要である。	ご指摘の通りVPAデータの利用の有無は資源評価結果に大きな影響は与えていません。これまでの回答にもあるとおり、VPAの結果を時系列ではなくCPUEのqの事前分布として利用するモデルや、VPAの結果を利用しないモデルなどを再検討し、感度分析やMSEから不確実性の再評価を検討します。
6. 将来予測手法および予測結果の妥当性について		
27	T15：本資源の管理では1年・2年先の予測が重要であるため、将来の評価では、ハインドキャストリングを使用してモデルの予測能力をテストすることを推奨する。因子分析により、本資源の個体群動態は主に余剰生産と漁獲死亡率によって説明されることが示されたことを考えると、予測能力は良好であると予想される。	本資源評価で使用しているコンピュータープログラムSPiCTにも、ハインドキャストリングが最近実装されたことから、今後これを利用した予測能力の検証を実施する予定です。
28	T16：予測モデルは推定モデルに基づいており、適切でBSIAであることがわかった。ただし、推定モデルの結果はBSIAとは見なされず（T14）、評価結果の不確実性は過小評価されている可能性が高い（T10）ため、予測の不確実性も過小評価されている可能性があり、予測の結果もBSIAとは見なされず、慎重に解釈する必要がある。	T10、T14の回答の通り、不確実性の再評価を検討します。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
7. その他、総評		
29	<p>Y9：資源の状態および漁獲圧の強さの変化の履歴を表す神戸プロットに代えて、毎年の資源量に対する漁獲量をプロットして資源量の翌年への増減・変化量をプロットの色分け・サイズで表し、余剰生産量曲線、BMSY、FMSYの直線や漁獲管理規則案の線を重ねて描画する図を表示するようにしてはいかがでしょうか？この図によると、BMSYに対する資源量水準、漁獲管理規則と比べたときの過大な漁獲圧の有無、資源の増減可能性、の組み合わせに基づく意味付けを行うことができ、実際のプロット（資源量水準と漁獲圧の強さ）がどの領域をどのように経過してきたかの履歴を概観することができ、漁獲量をどのくらいにしたときに資源量が増加（減少）したかの履歴も一目瞭然である。</p>	<p>神戸プロットに変わる資源状態と漁獲状態を示す方法についてのご提案ありがとうございます。神戸プロットは漁獲圧と資源量の関係を図示する方法として海外でも標準的に使用されていることから、本資源をはじめとしたMSY水準の資源評価が実施されている国内資源では統一的な情報の示し方として掲載しています。ご提案頂い情報の示し方については、補足資料等での掲載を検討します。</p>

T：Steven Teo、K：Peter Kuriyama、Y：山川卓