

令和 5 年度
知床世界自然遺産地域生態系への影響把握に係る
インパクトチェーン作成業務

報告書

令和 6 年 3 月
日本エヌ・ユー・エス株式会社

目次

業務の目的.....	1
1. 気候変動に係るインパクトチェーンの検討.....	2
(1) 主な編集事項	2
(2) インパクトチェーンの編集結果	8
2. 会議への出席	23
3. 業務打ち合わせ	24
4. 参考文献	26

業務の目的

知床世界自然遺産地域を対象として実施された IUCN 及びユネスコ世界遺産センターによる現地調査の報告（2008 年）によれば、知床の顕著な普遍的価値（以下「OUV」という。）は海水の存在に強く関連しているため、長期的な気候変動が生態系や生物多様性に対して重大な影響を及ぼす可能性が指摘されている。

これに対し、知床世界自然遺産の管理にあたっては「知床世界自然遺産地域長期モニタリング計画（2012 年策定。2022 年に第 2 期計画策定。）」に基づくモニタリングを継続して実施することで、気候変動による OUV への影響の早期把握に努めているほか、令和 3 年度より、これらの基礎データや既往知見に基づいた気候変動順応的管理戦略の策定に着手した。その中で、専門家からは、気候変動による生態系への影響を把握するためのインパクトチェーン（種間相互作用を通じた気候変動に伴う影響の連鎖）を検討・整理することが必要不可欠であるとの指摘を受けている。

このため、本業務では、知床特有のインパクトチェーンをとりまとめることを目的として実施し、今後の気候変動順応的管理戦略の策定に資するものとした。

1. 気候変動に係るインパクトチェーンの検討

知床世界自然遺産は、季節海氷の形成を起点として、海・川・陸の生態系の相互関係が成り立ち形成されている。そのため、知床世界自然遺産における気候変動の影響は、OUV 単体への直接的影響だけではなく、種間相互作用等により波及する間接的な影響も想定される。その点を分かりやすく整理するため、「令和4年度知床世界自然遺産地域気候変動適応戦略検討業務（以下、「前年度業務」という。）」では、生態系の繋がりと気候変動による影響の関係について可視化を行った。

本業務では、前年度業務で作成されたインパクトチェーンの基礎的な整理結果等を対象に、記載事項の適正化を目的とした編集を行った。なお、編集に当たっては、前年度業務の有識者ヒアリングにおける指摘事項や、令和5年度に実施された「知床世界自然遺産地域気候変動に係る戦略検討のための合同ヒアリング会議（以下、「合同ヒアリング会議」という。）」及び合同ヒアリング会議前の事前ヒアリングにおける指摘事項、環境省担当官からの指示事項に基づいて、インパクトチェーンへの反映を行った。

(1) 主な編集事項

インパクトチェーンの編集は、①前年度業務の有識者ヒアリング、②有識者への事前ヒアリング、③合同ヒアリング会議における指摘事項及び、④環境省担当官からの指示事項に基づいて行った。

① 前年度業務の有識者ヒアリング

前年度業務の有識者ヒアリングにおけるインパクトチェーンに対する指摘事項とその対応を表1に示した。

表1 前年度業務の有識者ヒアリングにおけるインパクトチェーンに係る指摘事項と対応

指摘事項	対応
異常気象の頻発（台風、猛暑日、ゲリラ豪雨、異常水温、河川の増水・氾濫、海流の蛇行現象等）にも着目すべきである。	異常気象のうち気候変動に起因するものを抜粋し、その中で対象種が影響を受けるものについてインパクトチェーン内に追加した。
植生への影響として物理的かく乱もあり、観光圧力・異常気象の両方が関わっている。	植生のインパクトチェーンに「物理的かく乱」のボックスを中間影響として追加し、「極端現象」と「観光圧力」から繋げた。
トドが来遊する羅臼沖、根室海峡では、流水によってトドの来遊が阻まれている。流水が減少した方がトドにとっては都合がよい。	トドのインパクトチェーンにおいて、「海水の減少・期間の短期化」を「来遊時期・頭数の <u>変化</u> 」に修正した。
ダムが存在が河川の水温上昇に影響を与える可能性がある。	サケ類、オショロコマのインパクトチェーンにおいて、「河川工作物」→「河川水温上昇」の矢印を追加した。

② 有識者への事前ヒアリング

合同ヒアリング会議前の有識者への事前ヒアリングにおける、インパクトチェーンに対する指摘事項とその対応を表 2 に示した。

表 2 事前ヒアリングにおけるインパクトチェーンに係る指摘事項と対応

対象項目	指摘事項	対応
インパクトチェーン全体	実線の矢印は、専門家から見て確実である線、知床で起こっている可能性がある線で分けるといいのではないかな。検証できている部分は少ないかもしれないが、知床で確実そうなところは分かりやすく示した方がよい。	インパクトチェーンの単純化を図るため、知床で起こりうる影響のみを項目として記載し、矢印は実線で統一した。
アザラシ	アザラシは氷上繁殖のため、海水が極端に減ることによって繁殖がしにくくなることも考えられる。	「繁殖機会の減少」のボックスを追加し、「海水の減少・期間の短期化」→「来遊時期の変化（短期化）」「来遊頭数の減少」と繋げた。
	海水温上昇により、餌の分布・個体数の変化が起こり、個体が死亡するという繋がりは単純化しすぎかもしれない。小型魚類が減少しても、他の餌を食べることができる。	「餌資源（小型魚類）の分布変化・個体数の減少」を「餌（ <u>魚類</u> ）の分布・個体数の変化」と修正し、「個体の死亡」への矢印は削除した。
	海水の減少によって来遊頭数等が減少するという部分は強調してもいいのではないかな。	影響の強弱については、今回は対象外とした。
トド	アラスカでの研究では、海洋熱波に関連して餌が変化したという情報があるが、知床では表層海水温の上昇トレンドもなく、冬はかなり寒いので海水温上昇による直接的な影響は少ないかもしれない。	—
	2023 年のような異常な高水温の年では、夏の暖かさが冬に影響する可能性はある。	—
	餌の分布・個体数の変化により食性の変化が起こるのはその通りである。スケトウダラ以外も餌となりうる。 また、餌となる魚類は海水温上昇によって必ずしも減少するとは限らない。	「餌資源（小型魚類）の分布変化・個体数の減少」を「餌（ <u>魚類</u> ）の分布・個体数の <u>変化</u> 」と修正した。

対象項目	指摘事項	対応
	トドにとってのインパクトを見るためには、最近の異常な高水温の影響を注視することが重要である。	—
	「混獲」のボックスがアザラシにはあってトドにはないのは不自然である。	トドのインパクトチェーンにも「混獲」のボックスを追加した。
スケトウダラ	海水温が影響するのは、孵化して 100 日程度の期間である。	—
	海水温がある程度高ければ生き残れるが、異常な高温では生存率に影響する。	—
	海水温上昇により海域の生産性が変化し、餌の量の変化に繋がると考えられる。	海水温上昇による中間的影響として「海域の生産性の変化」を追加し、「餌（小型魚類等）の分布・個体数の変化」と繋がれた。
	産卵数に影響するのは来遊量・現存量の減少だけではない。海水温、餌の量の変化による成長率の変化が、生存率や産卵数に影響する。	中間的影響として「成長率の変化」、「生存率の変化」を追加し、「成長率の変化」→「生存率の変化」とした。 また、「餌（小型魚類等）の分布・個体数の変化」から追加した 2 つのボックスに繋げ、「成長率の変化」→「産卵数の変化」、「生存率の変化」→「来遊量・現存量の変化」とそれぞれ矢印を追加した。
海鳥 海ワシ類	繁殖時期の変化により、餌の出現時期とのミスマッチが起こり、繁殖成功率に影響を与える。ただし、オジロワシの繁殖時期のミスマッチ、繁殖成功率については影響が分かっていない。	海鳥及び繁殖オジロワシのインパクトチェーンにおいて、従来の流れは「餌の出現時期・量の変化」→「時期のミスマッチ」→「繁殖時期の変化」であったが、「餌の出現時期・量の変化」→「繁殖時期の変化」→「餌の出現時期とのミスマッチ」とし、繁殖成功率の低下に繋がれた。
	海ワシ類の餌に「小型魚類」は含まれないことが多い。	海ワシ類のインパクトチェーンにおいて「小型魚類」の文言を削除した。
	漁業影響として、混獲、競争、混獲された魚の海洋への投棄がある。投棄された魚は特に海ワシ類の餌資源として大きな役割がある。	海ワシ類のインパクトチェーンにおいて「漁業の影響（混獲魚の投棄）」のボックスを追加した。

対象項目	指摘事項	対応
	海ワシ類、海鳥への人為的圧力として、人間活動のほかにも海洋汚染（油汚染、海洋ごみ、その他化学汚染物質（PCB等））が考えられる。	海鳥及び海ワシ類のインパクトチェーンにおいて、人為的圧力として「海洋汚染（油汚染、海洋ごみ、化学物質（PCB等））」のボックスを追加した。
	海ワシのインパクトチェーンの「人間活動」の括弧内の言葉に違和感がある。	感電・接触事故を「電線設置」、鉛中毒を「鉛弾による汚染」と文言を修正した。
サケ類	漁獲圧力について、気候変動の影響により漁獲努力量が変化する可能性もあるため、海水温の変化による漁獲圧力への影響もあるのではないかな。	「気温・海水温・河川水温上昇」→「漁獲圧力」の繋がりを追加した。
植生	高山植生のインパクトチェーンにおいて、群落の組成のボックス内に特定の種が記載されているのは違和感がある。群落の組成は特定の種が衰退・絶滅することによって変化するため、中間的影響となっている「植物の枯死」とも関連付ける必要がある。	高山植生のインパクトチェーンにおいて、「特定の種の衰退・絶滅」のボックスを追加し、その中に「シレトコスミレ等」と記載した。植物の枯死はこのボックスに含まれるため削除した。 また、「特定の種の衰退・絶滅」から「群落の組成の変化・多様性の減少」へと繋げた。 他の植生についても「特定の種の衰退・絶滅」→「群落の組成の変化・多様性の減少」の繋がりは同様に変更した。
	気温上昇・降雪量の減少は植物のフェノロジーにも影響する。現時点でモニタリングは行っていないが、乾燥とは別に霜による枯死もあり、生育時期のずれによる霜の影響等も大きい。	「気温上昇・降雪量の減少」→「霜害の増加」とし、「特定の種の衰退」へと繋げた。
	外来種の増加は、気温上昇や融雪時期の早期化も影響しているのではないかな。	「気温上昇・降雪量の減少」「融雪時期の早期化による乾燥化」→「外来種の増加」の繋がりを追加した。

③ 合同ヒアリング会議における指摘事項

合同ヒアリング会議における、インパクトチェーンに対する指摘事項とその対応を表 3 に示した。

表 3 合同ヒアリング会議におけるインパクトチェーンに係る指摘事項と対応

対象項目	指摘事項	対応
インパクト チェーン全体	海域と陸域をどう繋げていくかについても検討する必要がある。 クマを含めたインパクトチェーンを作成することによって海域と陸域を繋いだものにしていけないのではないか。	今後の検討課題とする。
	オレンジのボックスは中間的に起こりうる影響であり、その増減を正確に予想するのは不可能であるため「変化」としてよいと考える。一方、紫のボックスはリスクを示しており、生物にとってのインパクトを視覚化するために「増加・減少」という言葉を用いるのが良いと考える。	可能な限り指摘事項を反映した。
	人為的影響の実態をより正確に把握する必要がある。モニタリングで把握し、保全のための施策を進めていくことを明示することが重要である。	—
浅海域生物	コンブ等の海藻は主要な漁獲物であり、生態系でも重要な役割を果たす。生態系の構造としては、その上に貝類・ウニ類があり、その上に魚類や大型甲殻類がある。	—
海鳥 海ワシ類	一般的な知見で作成したインパクトチェーンであるが、知床でも同じように影響しているのかはモニタリング結果等を参照する必要がある。図としては同じでも、餌となるものが知床特有であることも考えられる（知床では漁業で投棄された魚が餌として大きな役割がある等）。	—
	営巣数・つがい数についてはモニタリングデータがそろってきたが、繁殖成功率や小型魚類の資源動向についてはほとんどデータがない。	—

対象項目	指摘事項	対応
サケ類	植物プランクトンは幼稚魚の餌とはならないため、「餌（植物プランクトン・水生昆虫等）の減少」としたほうが良い。	指摘のとおり対応した。
	サケ類には幼稚魚期を河川で過ごすものも含まれているため、右上3つのボックス（「融雪増水期間の変化」、「極端現象」、「気温・海水温・河川水温上昇」）を一つとし、そこから餌の減少にも繋げるといいのではないか。	指摘のとおり対応した。
植生	森林植生のインパクトチェーンにおいて、森林限界の上昇は中間的影響ではなく各特徴への影響であるので紫にしてはどうか。	指摘のとおり対応した。
	フェノロジーの変化（落葉時期、発芽時期等）が全体として入っていないため、生物季節を盛り込めるようなフローを作っておく必要がある。	「フェノロジーの変化」のボックスを追加し、「気温上昇・降雪量の減少」→「フェノロジーの変化」→「霜害の増加」と繋げた。
	乾燥化が問題になっている。土壌成分のモニタリングも今後増やしていく必要があるかもしれない。	—
オショロコマ	緑のボックス内のサクラマスは在来種なので「外来個体群の放流」からの矢印は違和感がある。	「ニジマス（外来種）の増加」に対応して、「サクラマス（競合種）の増加」のボックスを追加した。

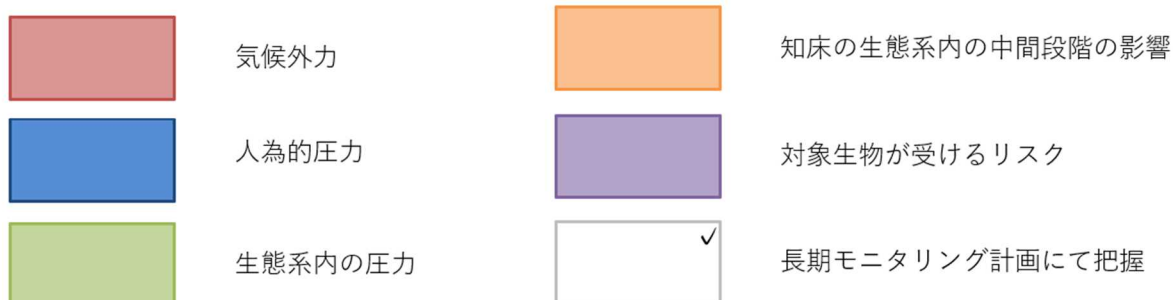
④ 環境省担当官からの指示事項

環境省担当官からインパクトチェーンの体裁等について指示を受け、すべて指示に倣って対応した。指示事項は3. 業務打ち合わせの表7に記載した。

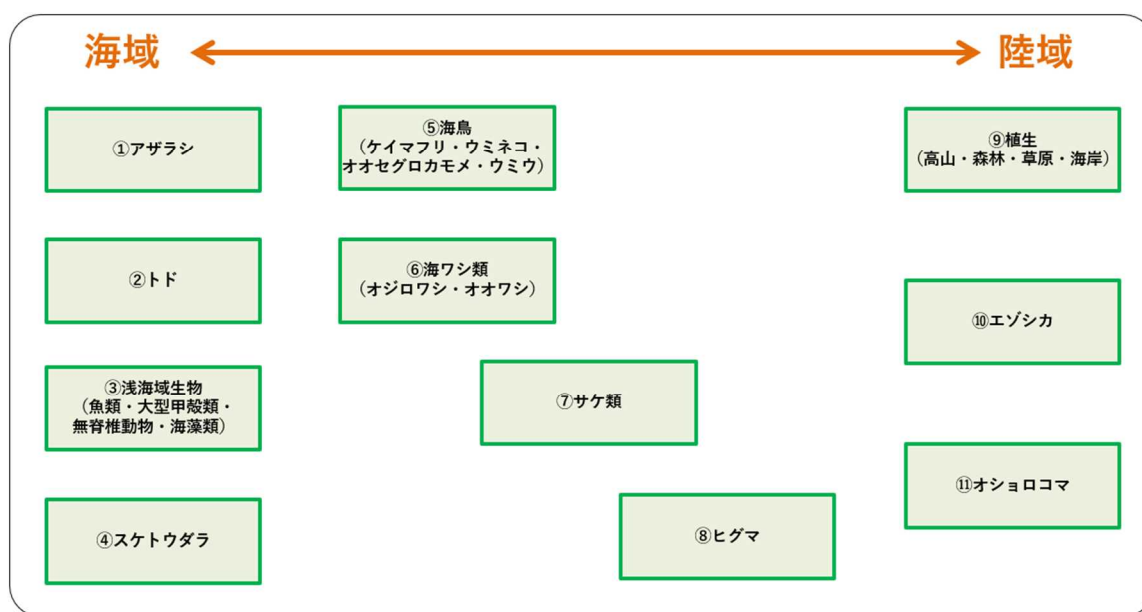
(2) インパクトチェーンの編集結果

昨年度までに作成したインパクトチェーンを踏まえ、今年度作成したインパクトチェーンについて、以下に記載した。なお、各対象種のインパクトチェーンについて、ページ上部が昨年度報告書記載の編集前のもの、ページ下部が今年度作成した編集後のものである。インパクトチェーンについては今後の科学委員会での検討、モニタリング結果等を踏まえ、今後も更新されていく予定である。

凡例

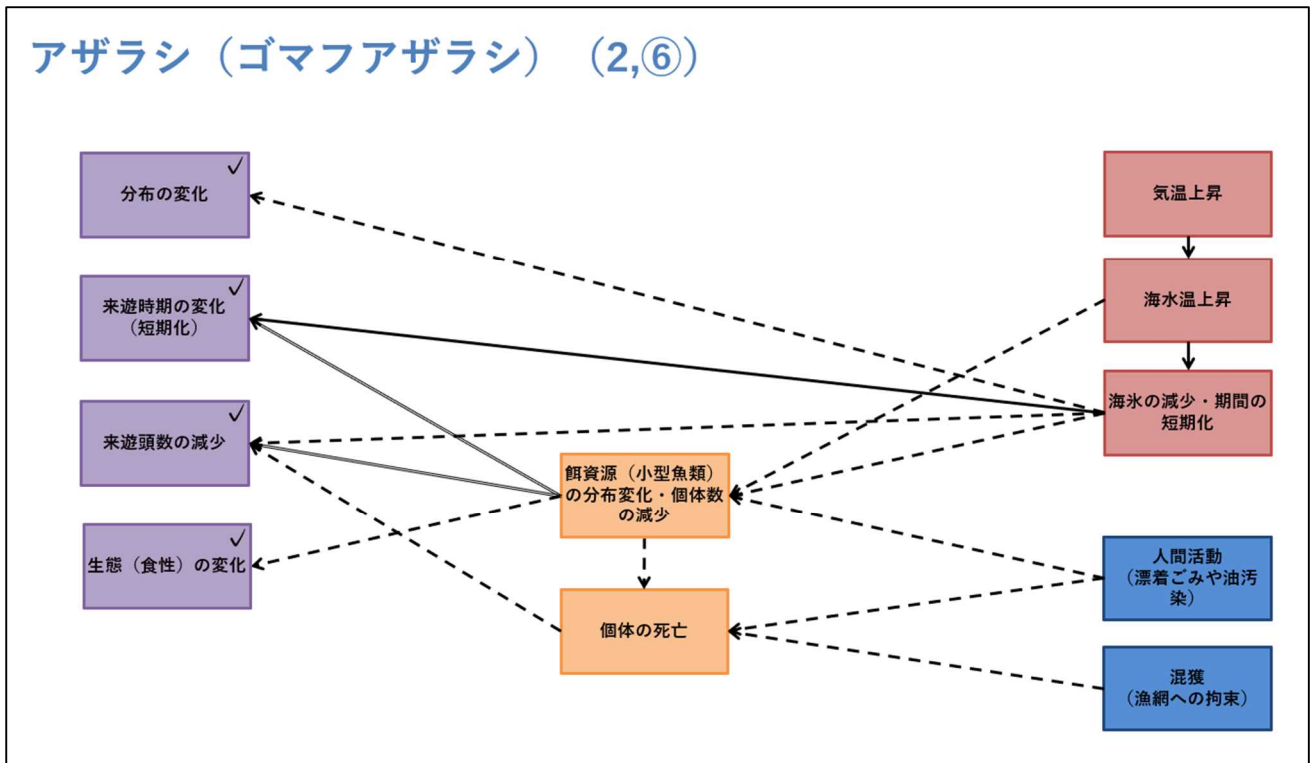


気候変動シナリオの作成対象とした生物

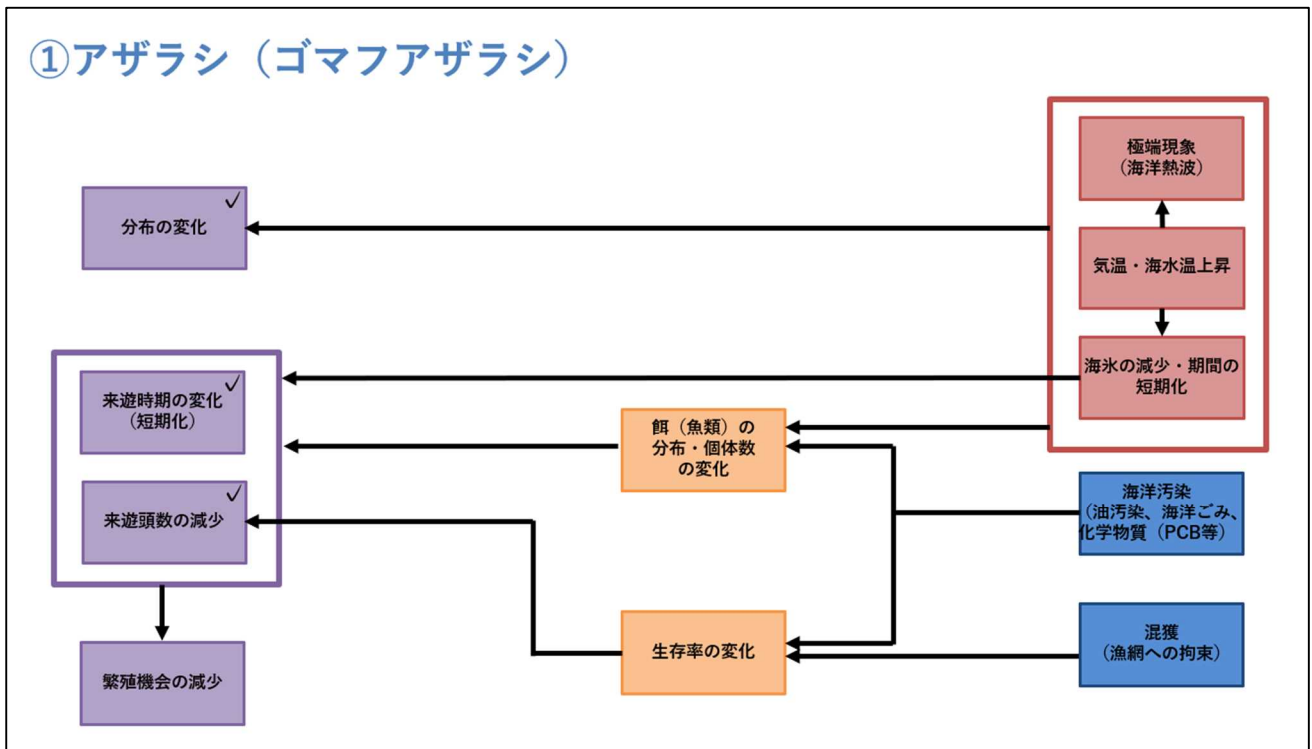


① アザラシ

編集前

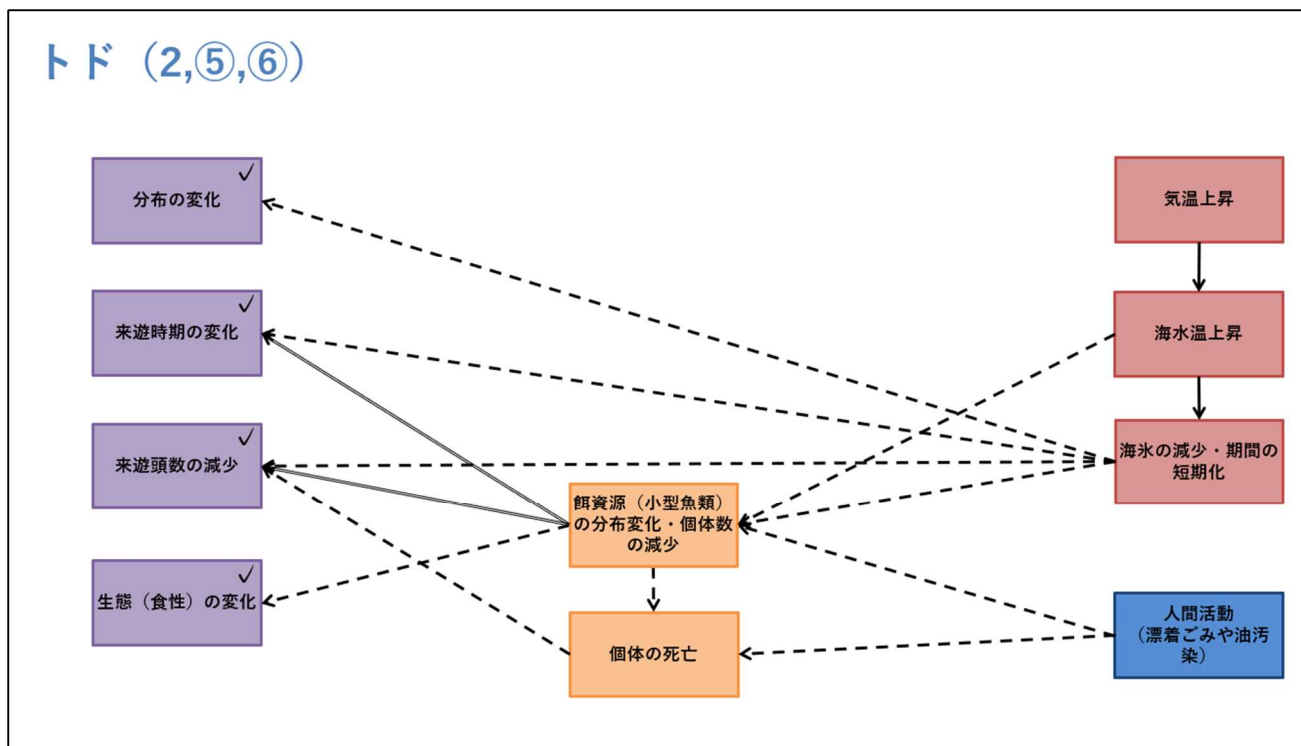


編集後

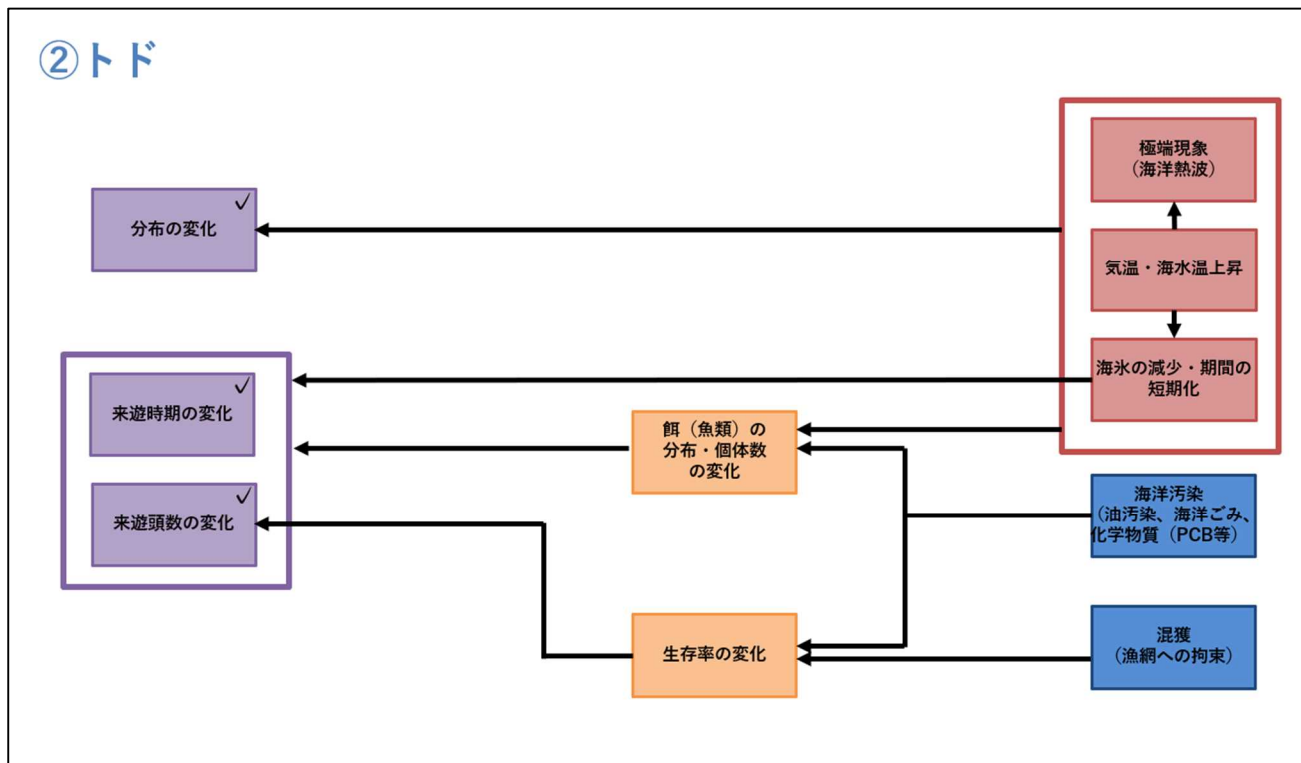


② トド

編集前

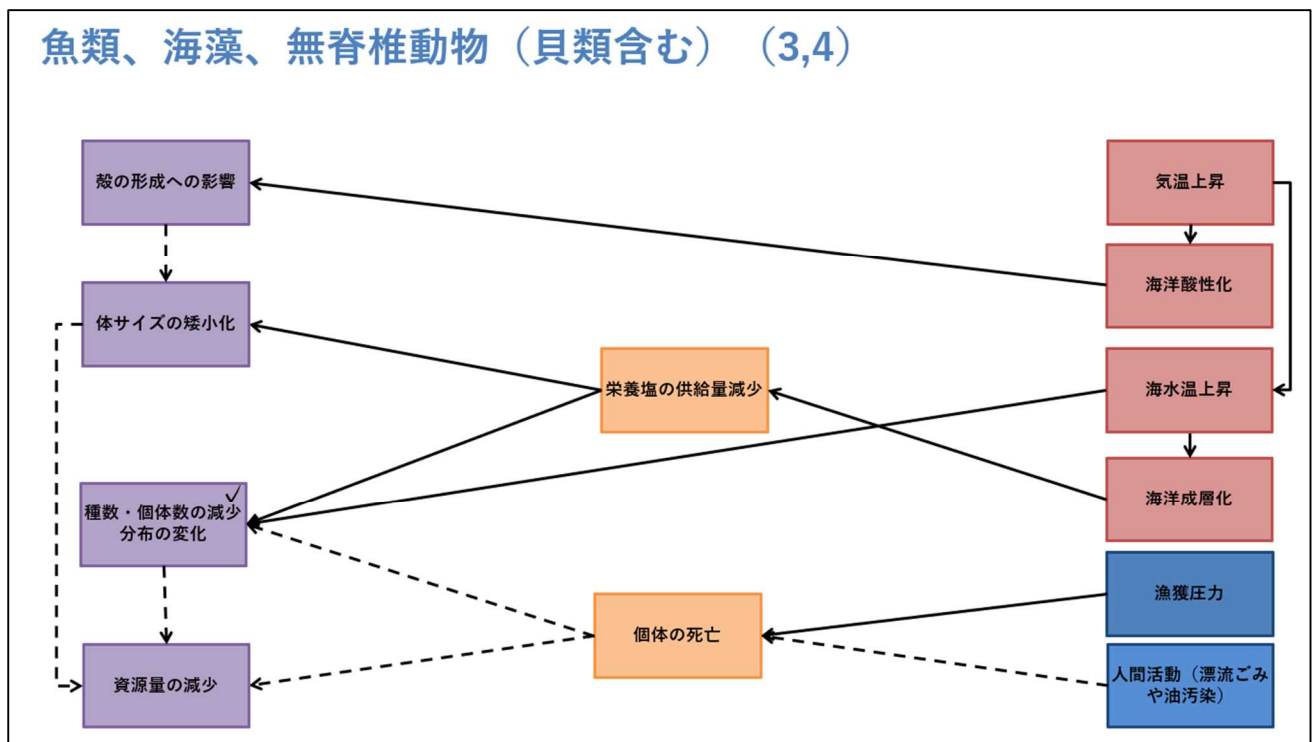


編集後

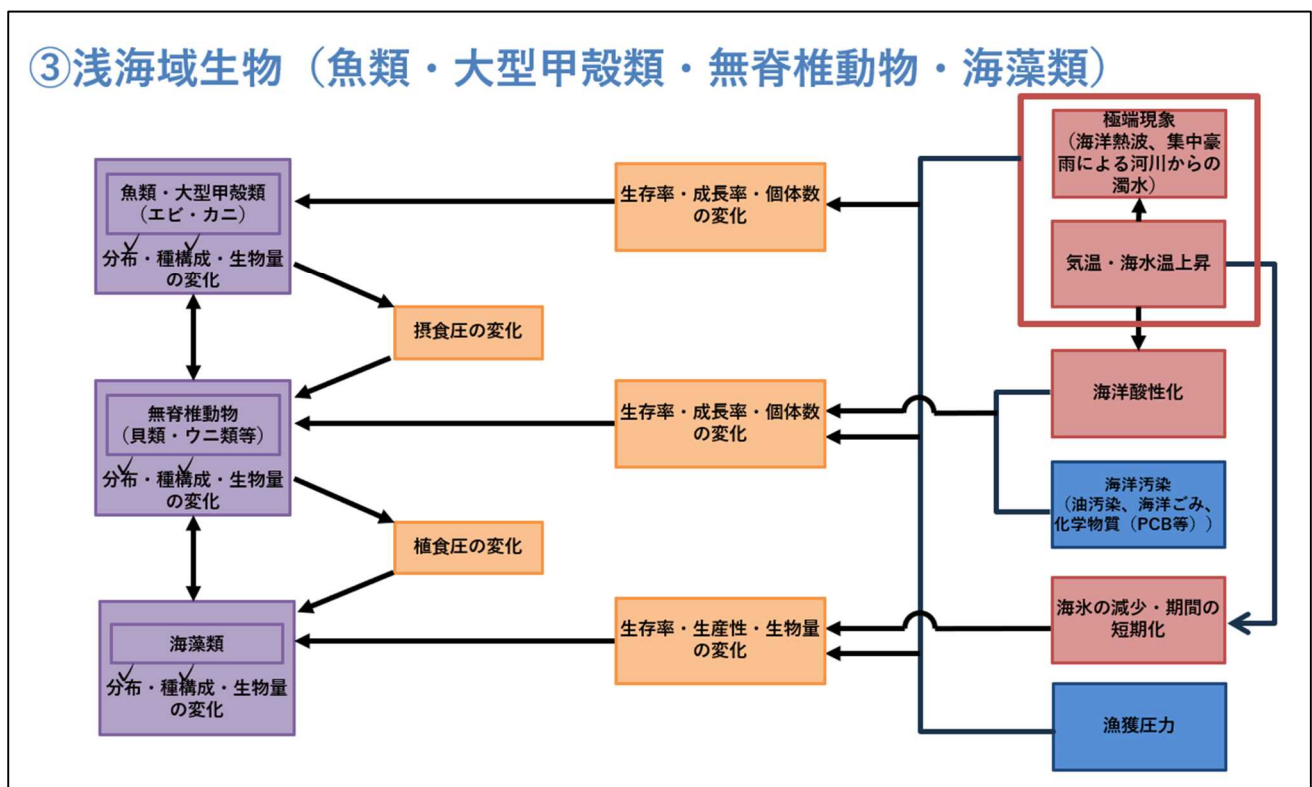


③ 浅海域生物（魚類・大型甲殻類・無脊椎動物・海藻類）

編集前

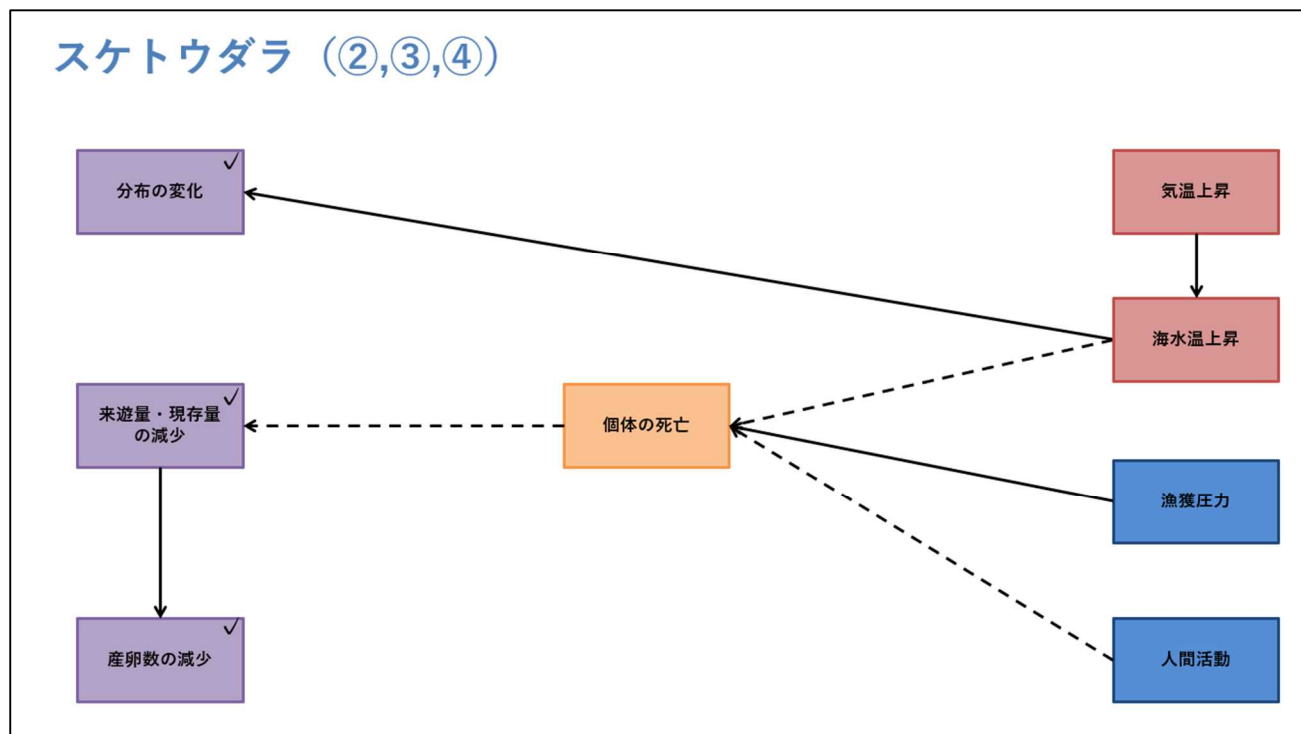


編集後

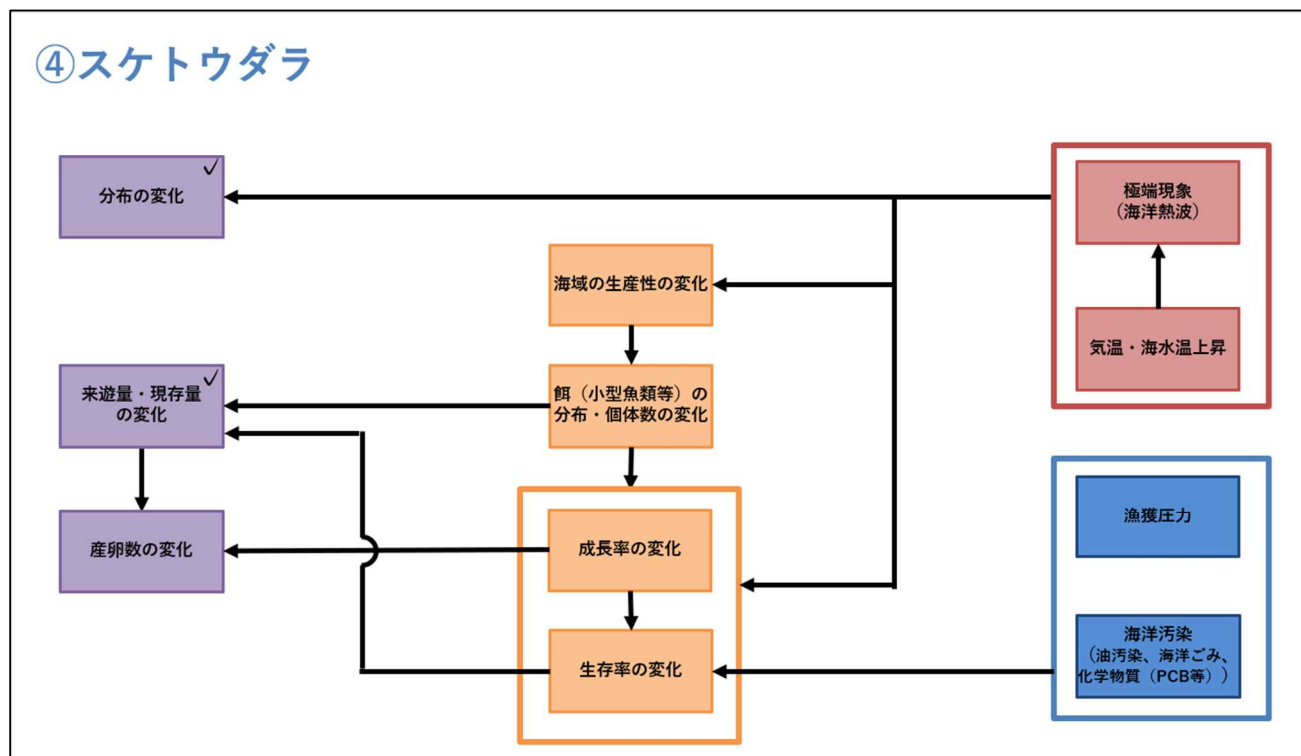


④ スケトウダラ

編集前

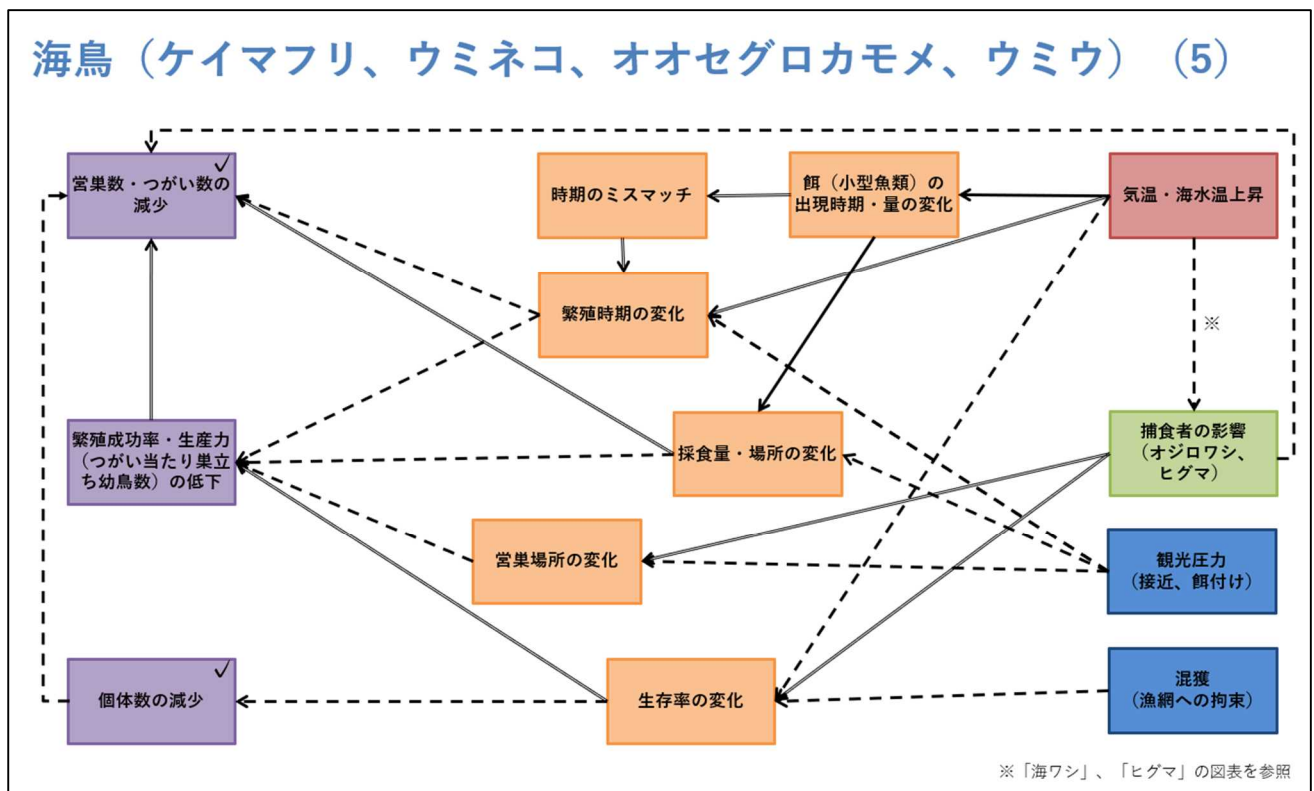


編集後

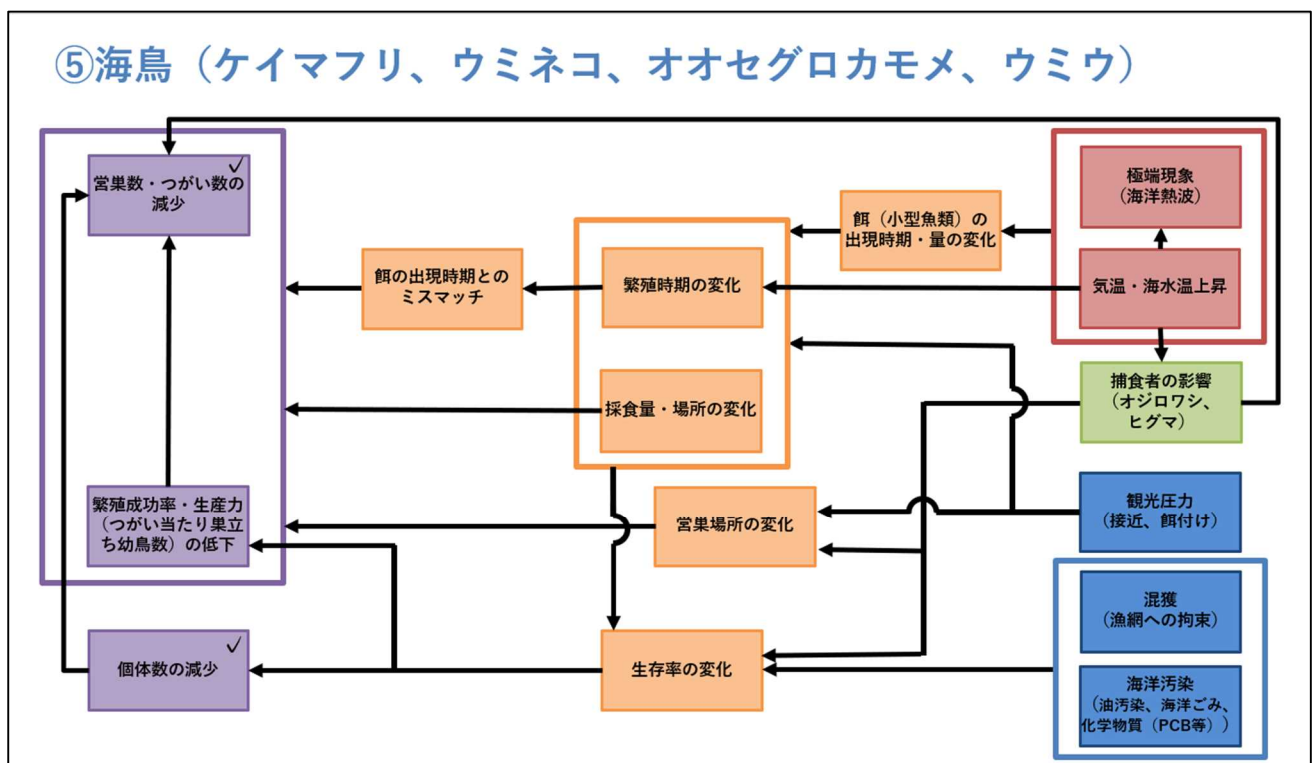


⑤ 海鳥（ケイマフリ・ウミネコ・オオセグロカモメ・ウミウ）

編集前

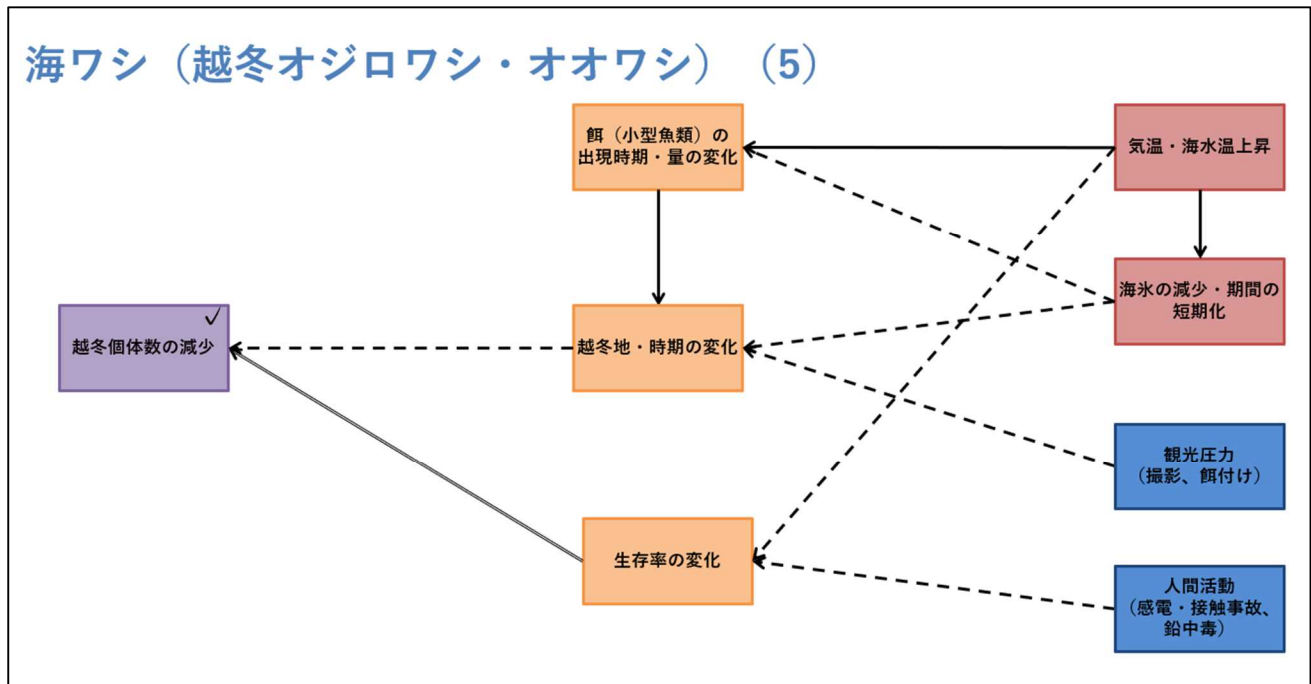


編集後

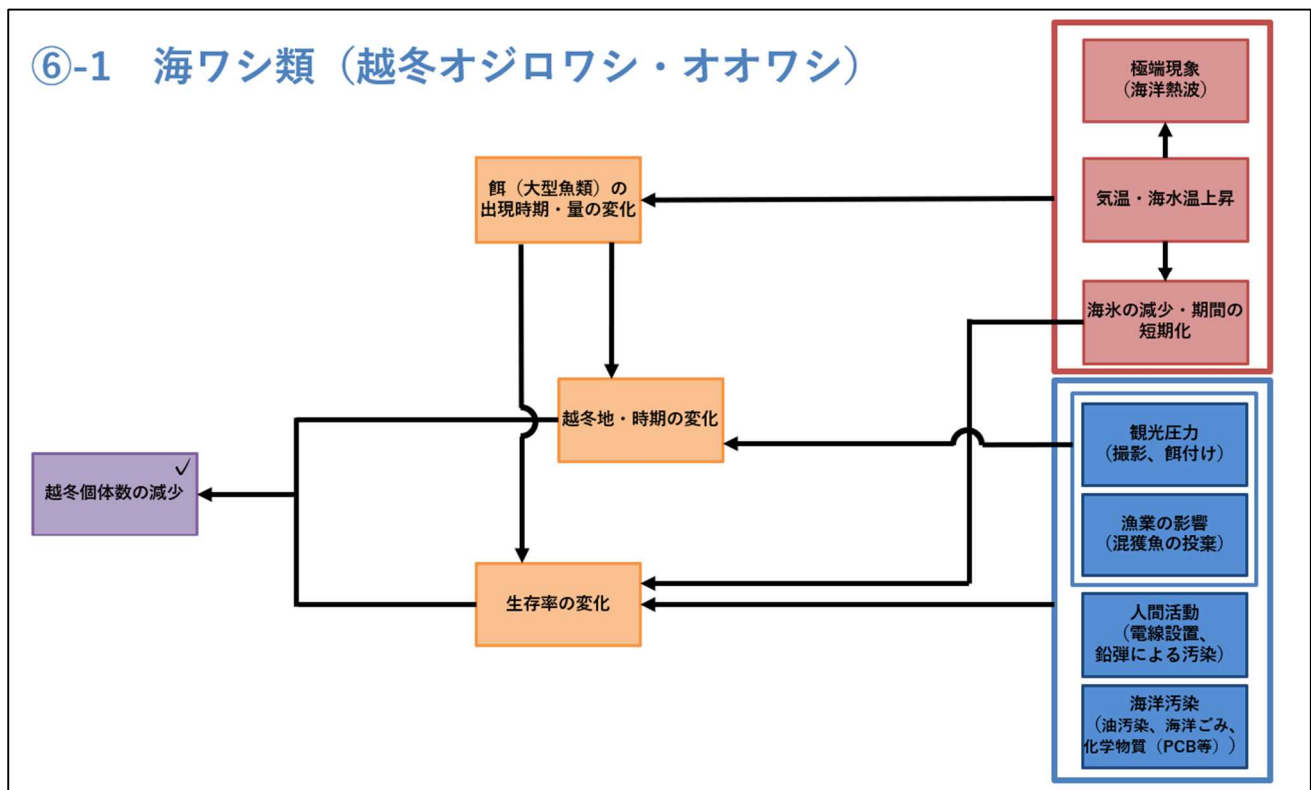


⑥-1 海ワシ類（越冬オジロワシ・オオワシ）

編集前

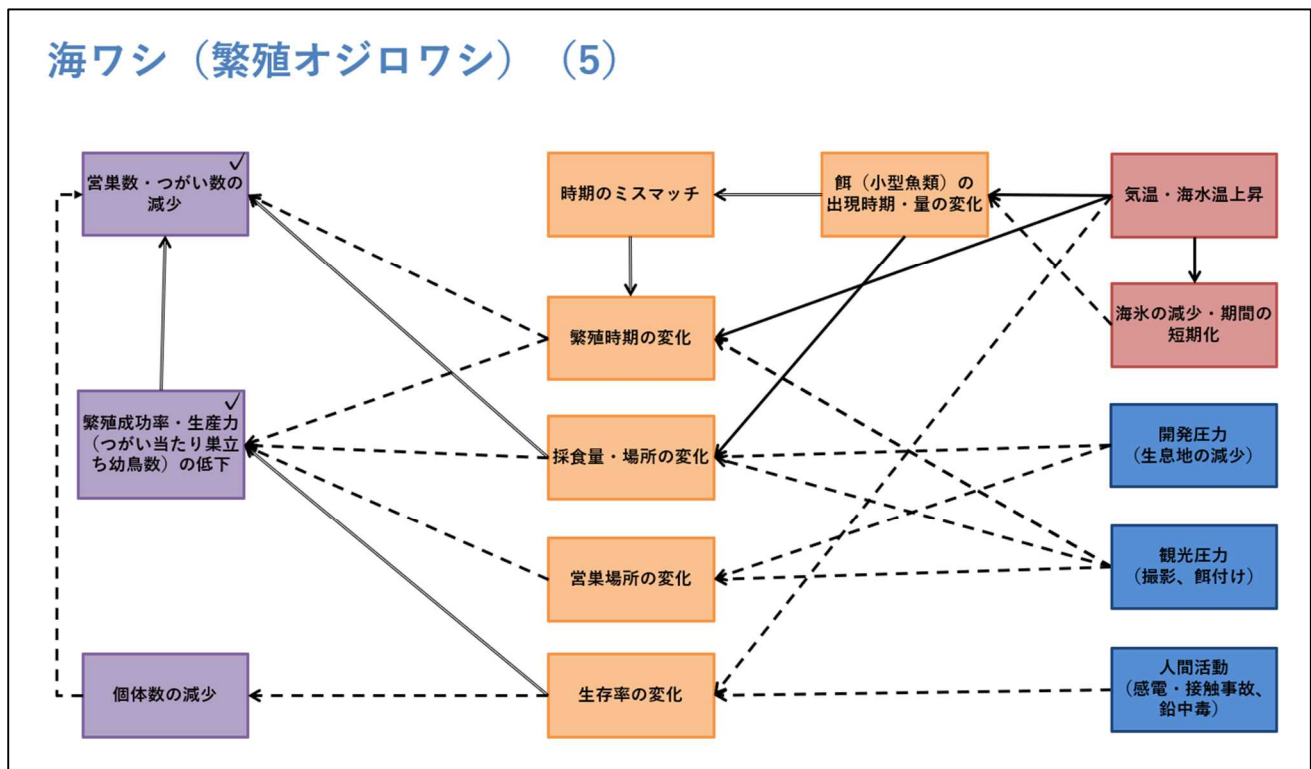


編集後

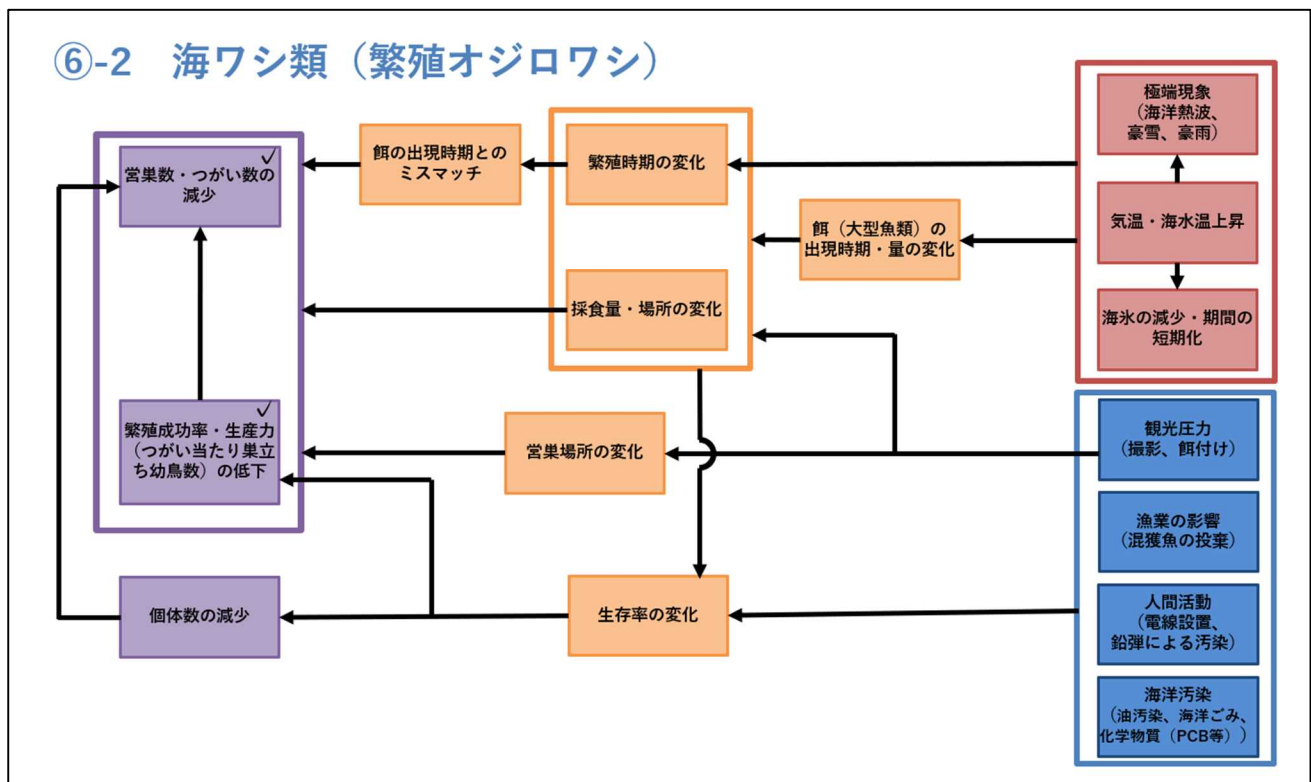


⑥-2 海ワシ類（繁殖オジロワシ）

編集前

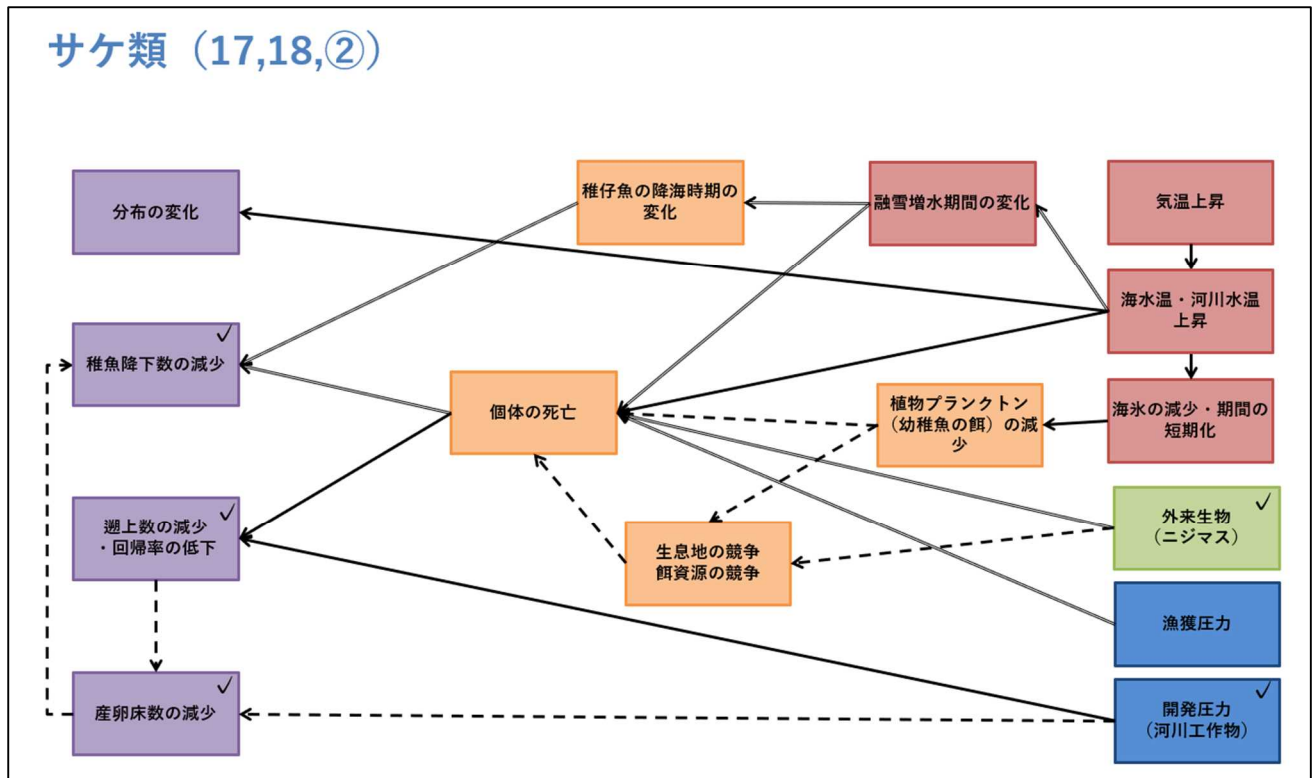


編集後

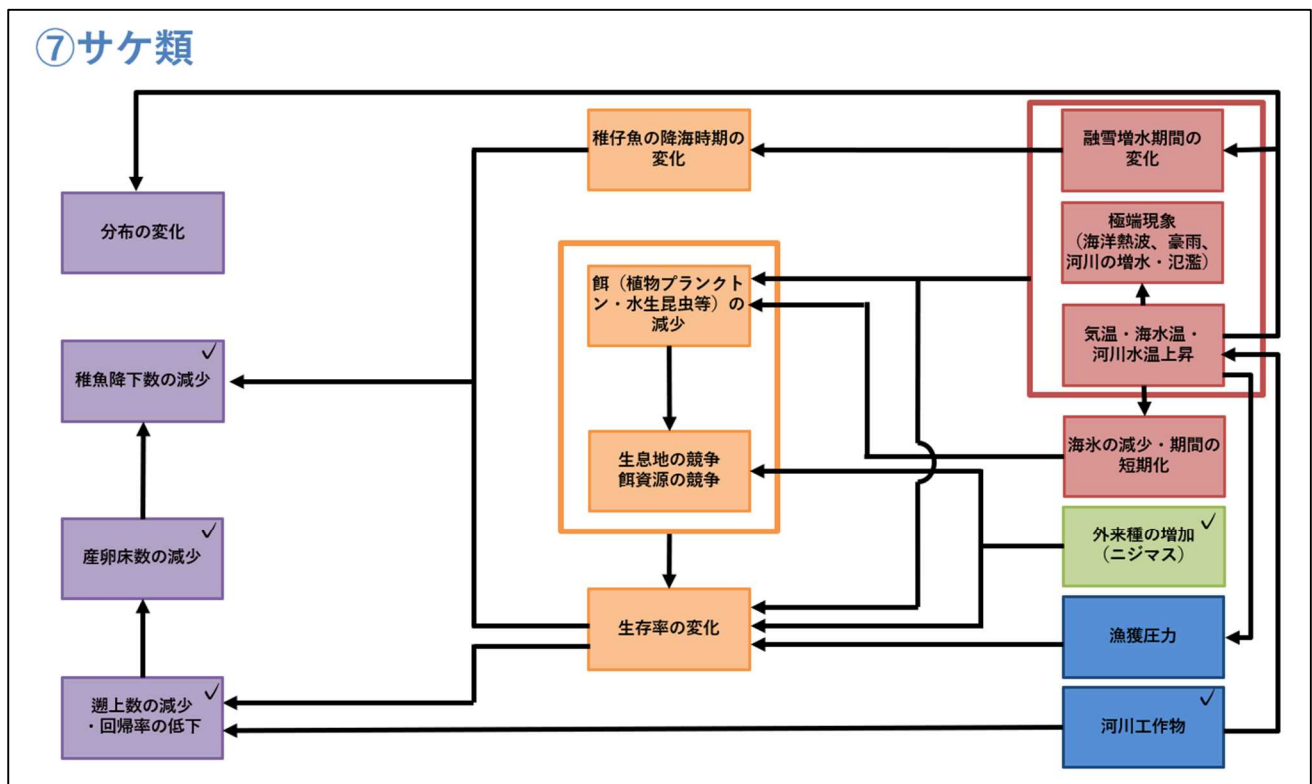


⑦ サケ類

編集前

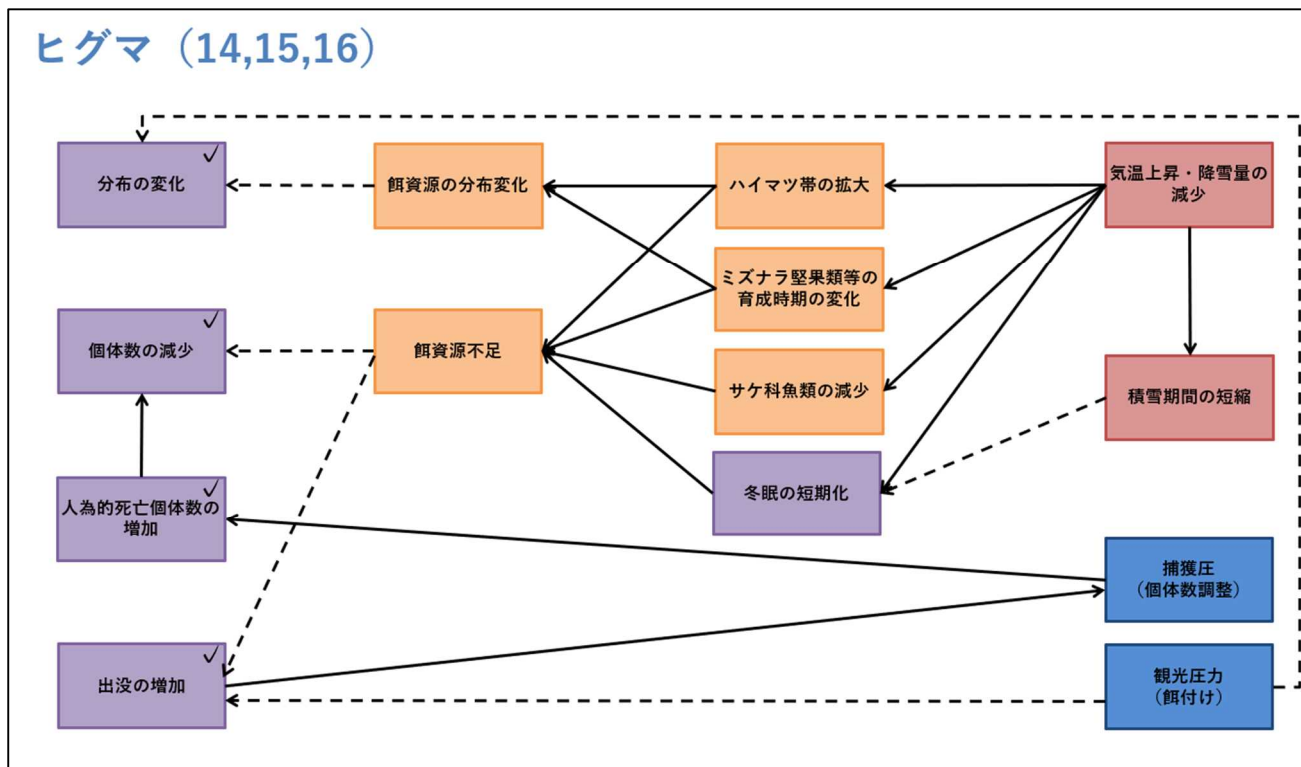


編集後

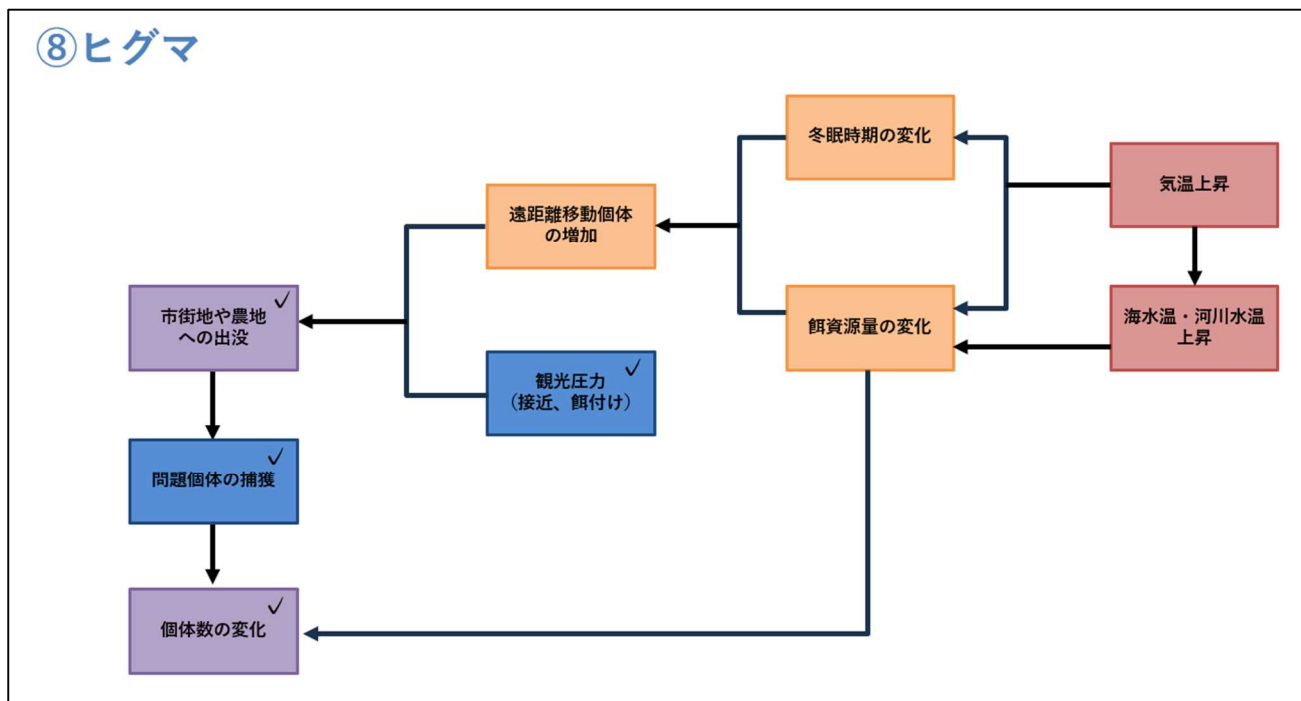


⑧ ヒグマ

編集前

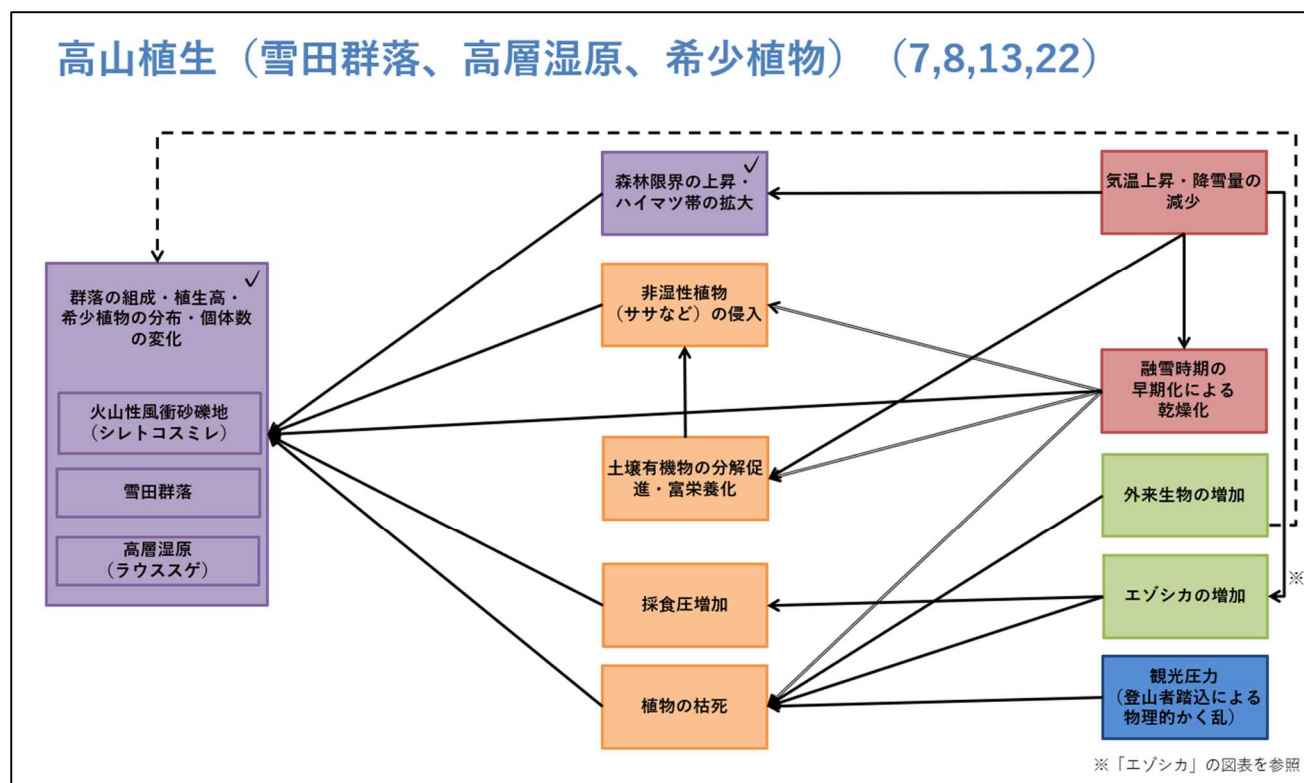


編集後

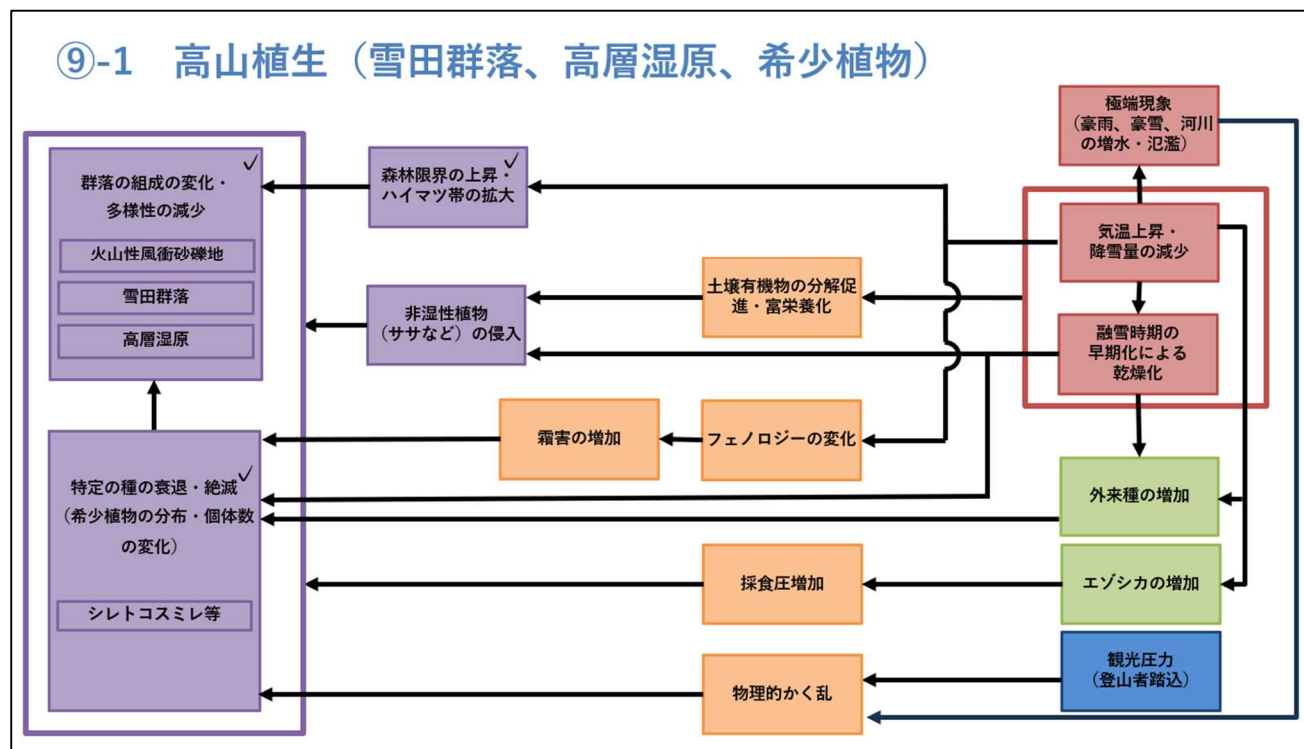


⑨-1 高山植生（雪田群落、高層湿原、希少植物）

編集前

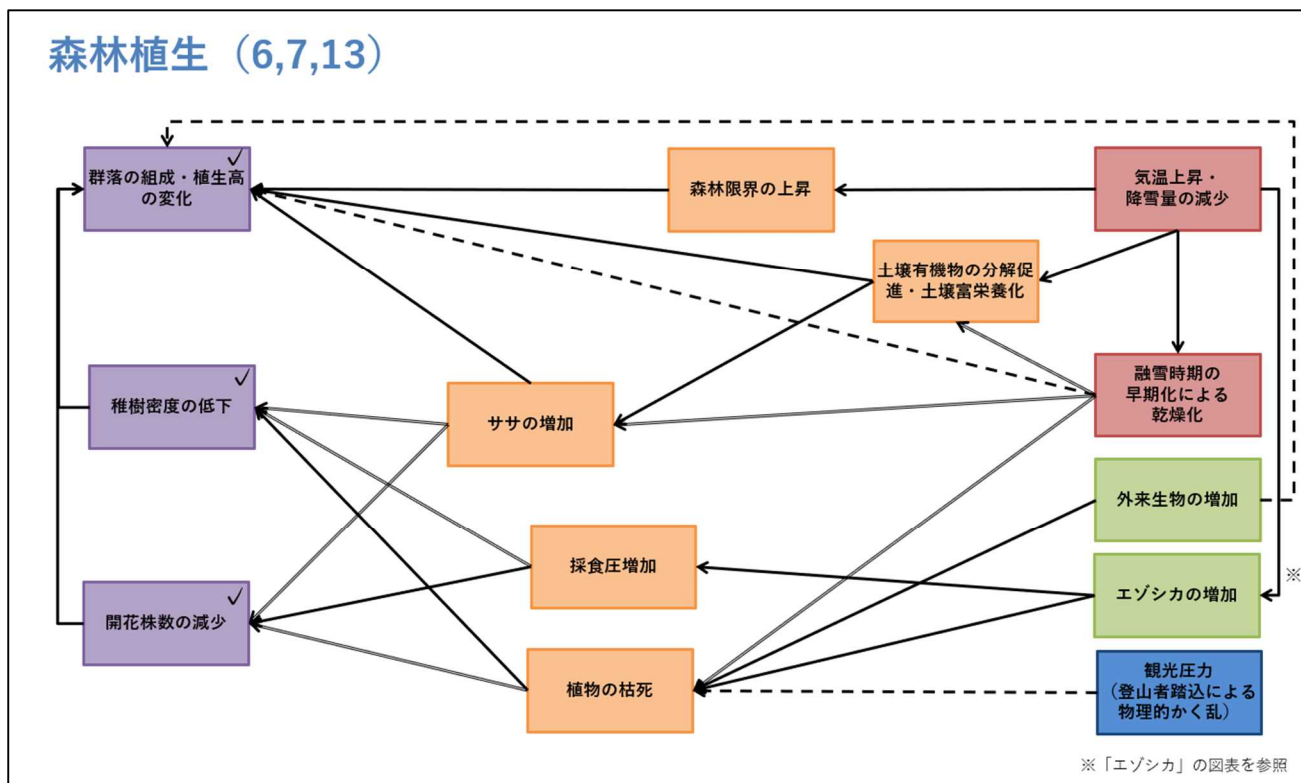


編集後

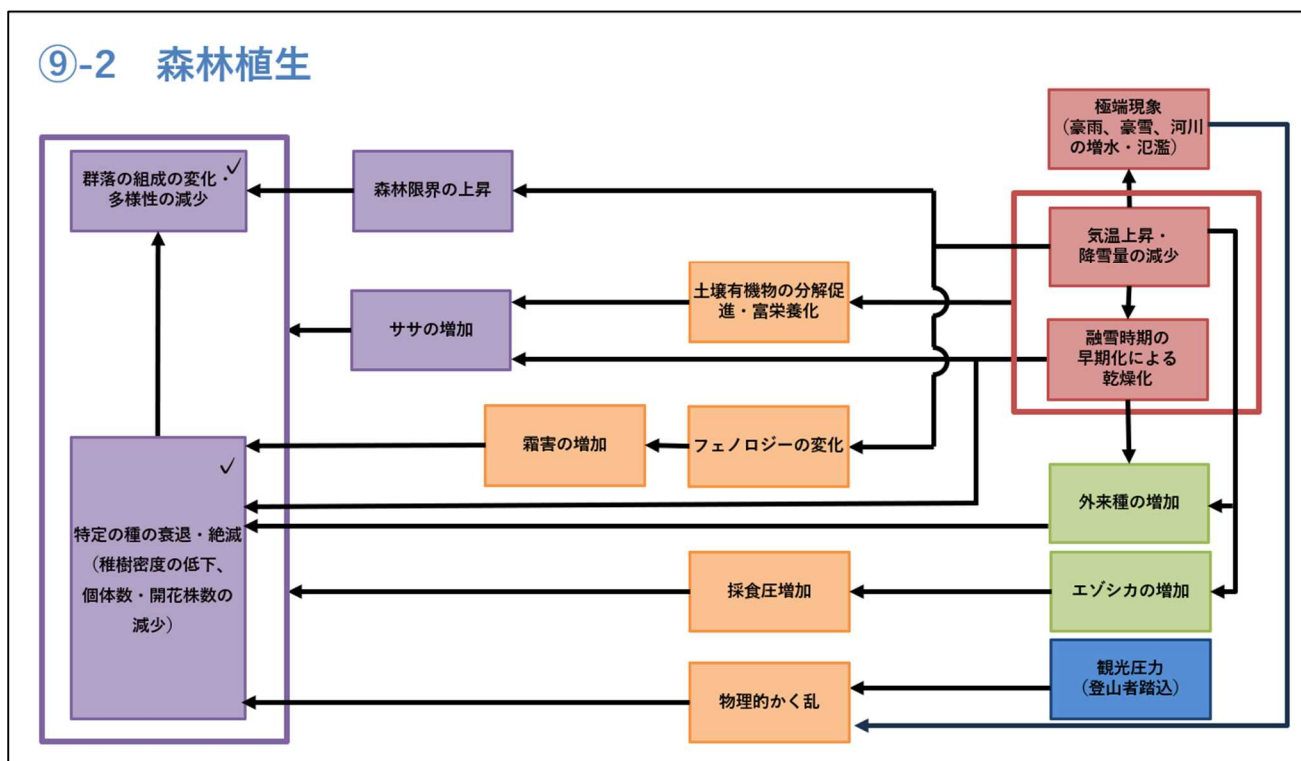


⑨-2 森林植生

編集前

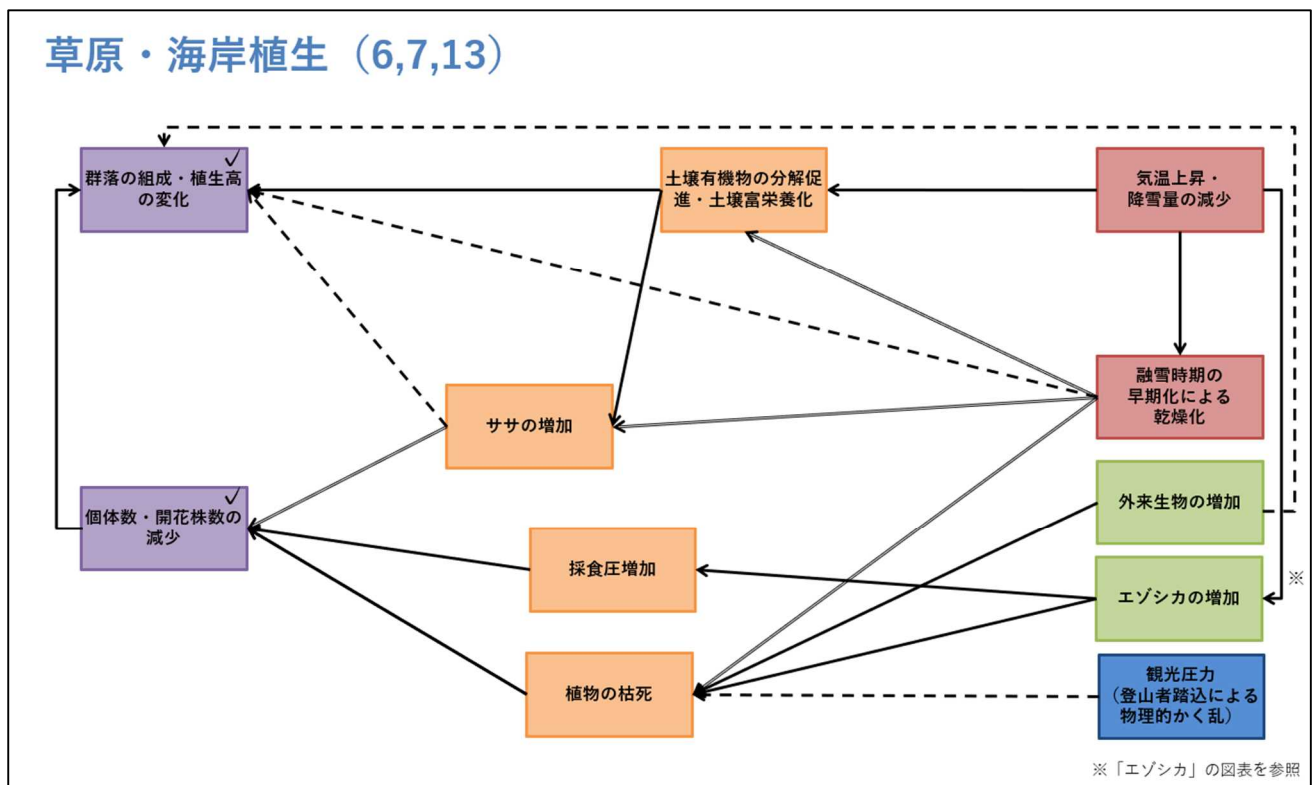


編集後

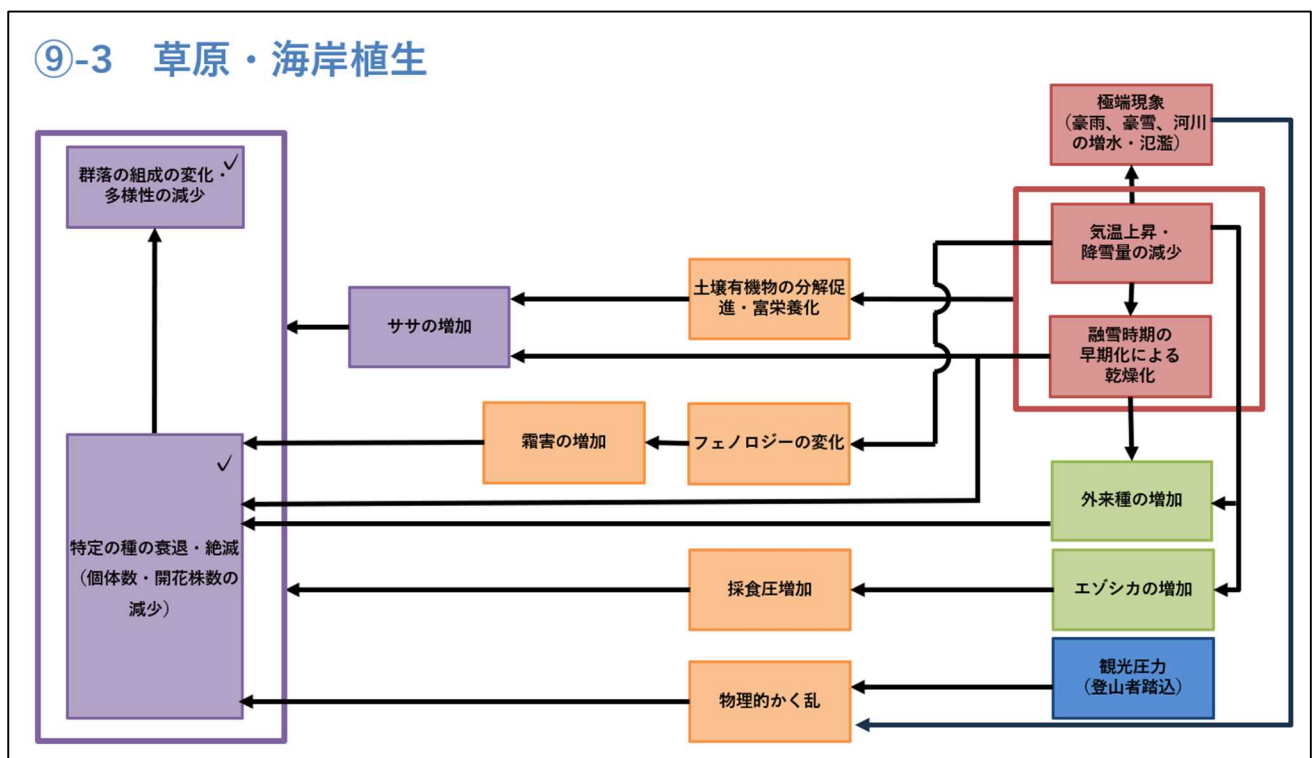


⑨-3 草原・海岸植生

編集前

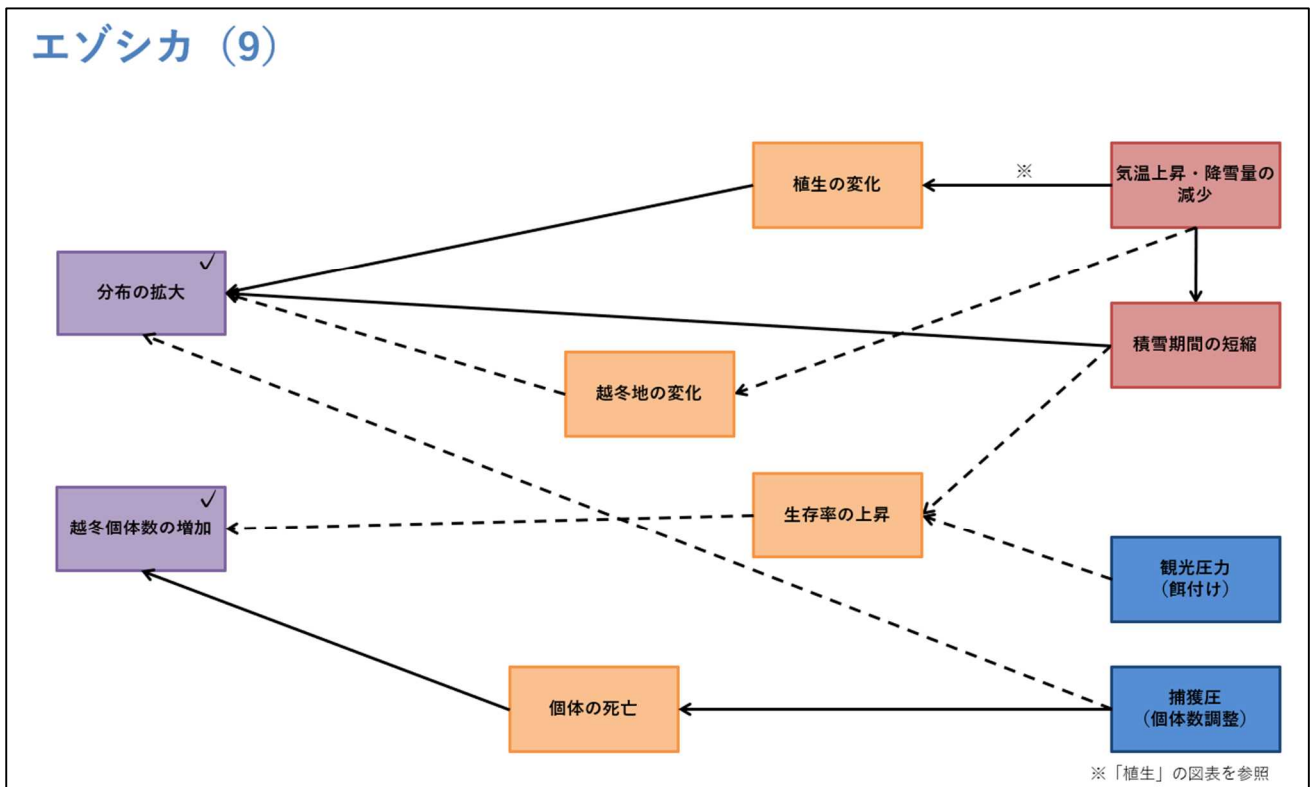


編集後

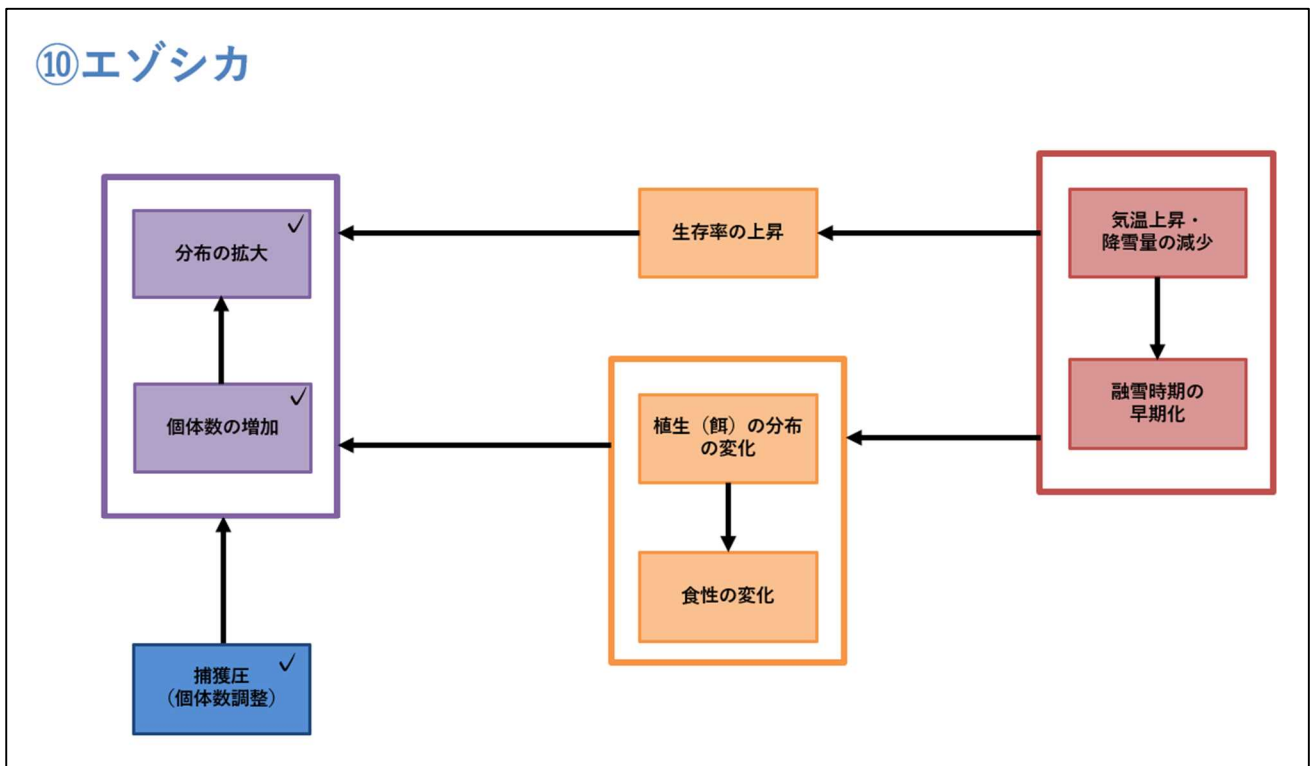


⑩ エゾシカ

編集前

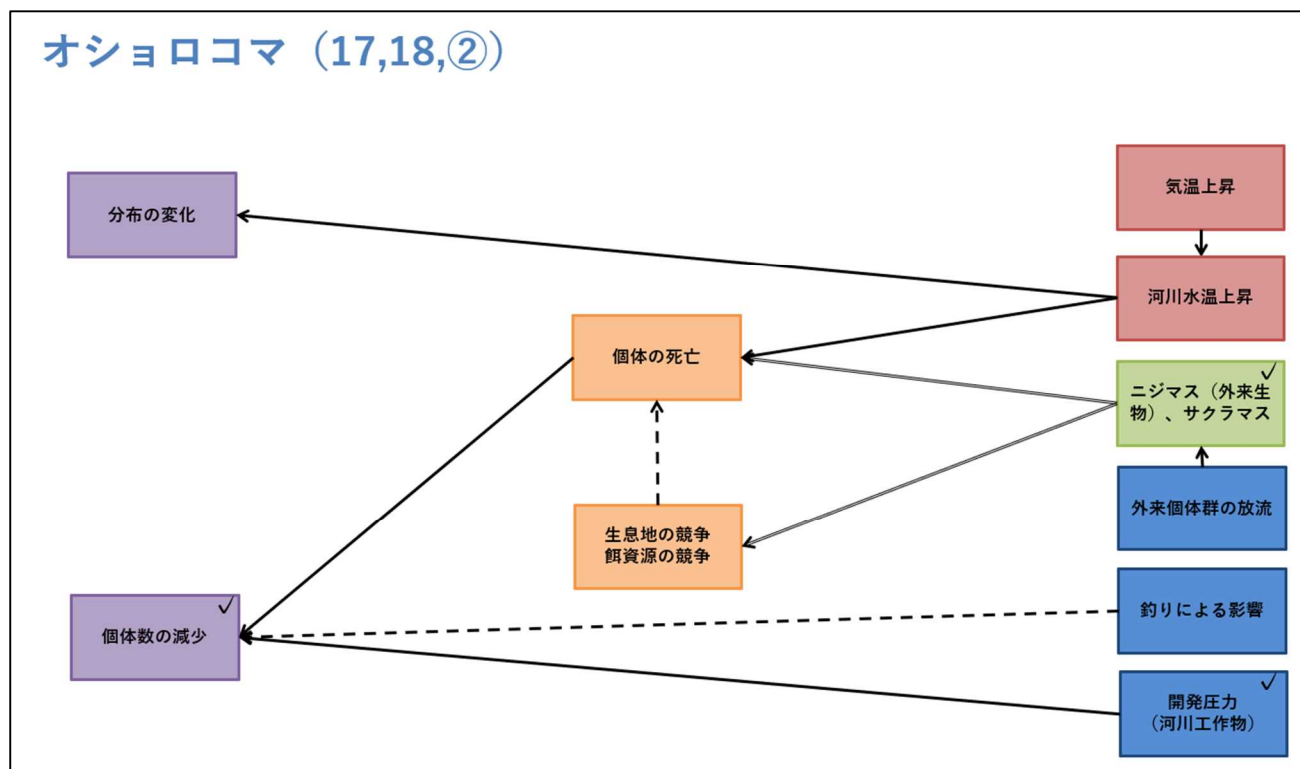


編集後

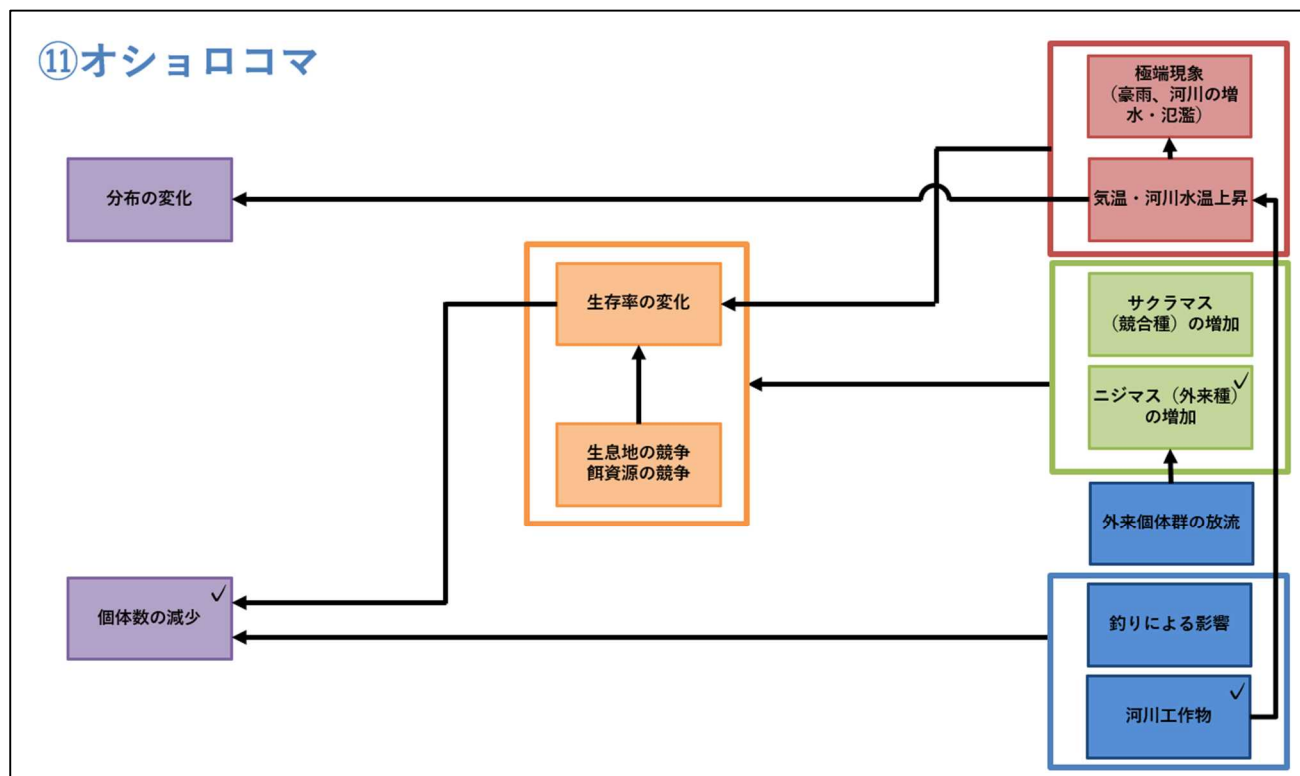


⑪ オショロコマ

編集前



編集後



2. 会議への出席

本業務では、合同ヒアリング会議及び有識者への事前ヒアリングにオンラインで出席し、必要に応じてインパクトチェーンに係る質疑への対応を行った。表 4 にヒアリングを行った有識者、表 5 にヒアリングの実施日時を示す。

各有識者の専門分野のインパクトチェーンに対するご意見は、必要に応じて 1 (2) のインパクトチェーンに反映した。なお、指摘事項と対応については、1 (1) の表 2 及び表 3 に示した。

表 4 ヒアリングを行った有識者

有識者	主たる助言分野	ヒアリング対象種
北海道大学大学院農学研究院 基盤研究部門 生物資源科学分野／教授 荒木 仁志氏	陸域と海域の繋がり (特に河川の魚類)	サケ類(サケ・カラフトマス・サクラマス) オショロコマ
北海道大学地球環境科学研究院 環境生物学部門 陸域生態学分野／准教授 工藤 岳氏	陸域(特に植生)	植生(高山・森林・草原・海岸)
北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 厚岸臨海実験所／教授 仲岡 雅裕氏	海域(特に沿岸の水生物)	浅海域生物(魚類・大型甲殻類・無脊椎動物・海藻類)
北海道大学大学院水産科学研究院 海洋生物資源科学部門／准教授 山村 織生氏	海域(特に魚類、鰭脚類)	アザラシ(ゴマフアザラシ)トド スケトウダラ
北海道大学水産科学院 海洋生物資源科学部門／教授 綿貫 豊氏	陸域と海域の繋がり (特に鳥類)	海鳥(ケイマフリ・ウミネコ・オオセグロカモメ・ウミウ) 海ワシ類(オジロワシ・オオワシ)

表 5 ヒアリングの実施日時

	日時	有識者
事前ヒアリング	2023 年 12 月 5 日(火) 15:30~16:30	仲岡 雅裕氏(※)
	2023 年 12 月 21 日(木) 13:30~14:30	綿貫 豊氏
	2024 年 1 月 10 日(水) 10:00~11:00	山村 織生氏
	2024 年 1 月 11 日(木) 14:00~15:00	工藤 岳氏
	2024 年 1 月 11 日(木) 16:00~17:00	荒木 仁志氏
合同ヒアリング会議	2024 年 1 月 16 日(火) 9:30~11:30	荒木 仁志氏、工藤 岳氏 仲岡 雅裕氏、山村 織生氏 綿貫 豊氏

(※) 本業務とは別途、環境省担当官が実施

3. 業務打ち合わせ

業務担当官とは、表 6、表 7 に示す打ち合わせの実施と、メールによる業務の進捗共有を行いながら検討を進めた。

表 6 業務打ち合わせ内容①

日時	2023 年 12 月 18 日（水） 9:00～10:00
場所	Teams 会議
議題	1. ヒアリング会議資料案について 2. インパクトチェーンの修正方針について 3. 今後の作業、スケジュール
議事録	

表 7 業務打ち合わせ内容②

日時	2024 年 1 月 26 日（金） 9:00～10:00
場所	Teams 会議
議題	1. インパクトチェーンの修正について
議事録	

4. 参考文献

- 知床世界自然遺産地域科学委員会（2022） 知床世界自然遺産地域・長期モニタリング計画（2012~2021 年度）総合評価書
- 環境省釧路自然環境事務所・林野庁北海道森林管理局・北海道（2022） 知床世界自然遺産地域 第2期・長期モニタリング計画
- 知床世界自然遺産地域科学委員会 海域ワーキンググループ議事録（平成30年度第1回、令和元年度第2回、令和5年度第1回）

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔A ランク〕のみを用いて作製しています。