

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

報告書

令和 5 年 3 月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

目次

業務の目的.....	1
業務の方針.....	2
I. 知床世界自然遺産地域の OUV に関する特徴の整理.....	3
1. OUV の特徴及び主な属性の抽出.....	3
2. 各特徴の現状の整理.....	6
II. 気候変動等の脅威に対する適応能力の整理.....	13
1. 気候変動等に起因する脅威の抽出.....	13
2. インパクトチェーンの作成.....	20
3. 感受性、脆弱性、復元力の評価.....	31
3.1. 感受性、脆弱性、復元力の評価方法.....	31
3.2. 感受性、脆弱性、復元力の評価結果.....	32
4. リスク（発生確率・重大度）の評価.....	37
4.1. リスク（発生確率・重大度）の評価方法.....	37
4.2. リスク（発生確率・重大度）の評価結果.....	38
III. 適応管理策（案）の検討.....	41
1. 気候変動適応管理戦略の全体構成や作成方針の整理.....	41
1.1. 国内外の遺産地域における気候変動適応戦略事例の収集.....	41
1.2. 全体構成および作成方針の整理.....	45
2. 具体的な適応管理策（案）の検討.....	50
2.1. 管理策の抽出.....	50
2.2. 適応オプションの再精査・追加.....	56
IV. 有識者ヒアリング.....	60
V. 業務打ち合わせ.....	64
VI. 引用文献.....	64

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。）は海氷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。第 44 回世界遺産委員会決議（2021 年）においても知床の気候変動適応管理戦略を世界遺産センターに提出するよう要請されている。

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。気候変動への対応は、知床世界自然遺産地域に含まれる知床国立公園区域の適正な利用の推進の観点からも必要不可欠であることから、これらの基礎データや既往知見に基づいて気候変動への適応管理策の検討に着手したところである。

以上の経緯を踏まえ、本業務では、将来的な気候変動適応戦略管理戦略の策定に向けて、知床世界自然遺産地域の OUV に関する特徴や気候変動に対する適応能力を整理するとともに、具体的な適応管理策（案）の検討を行うことを目的として実施した。

業務の方針

自然遺産サイトにおける気候変動適応の実践ガイドとして、2014年に国際連合教育科学文化機関（UNESCO）より「自然遺産サイトへの気候変動適応 - 実践ガイド」（以下「実践ガイド」という。）が発行されている。本業務では、実践ガイドに従い、知床世界自然遺産における適応管理戦略の策定に向けた検討を実施した。

実践ガイドには、自然遺産サイトにおいて適応計画策定・実行に向けたフローとして以下の項目が記載されている。実践ガイドに示されている各項目での具体的な作業内容と本業務における実施内容について図1に示す。

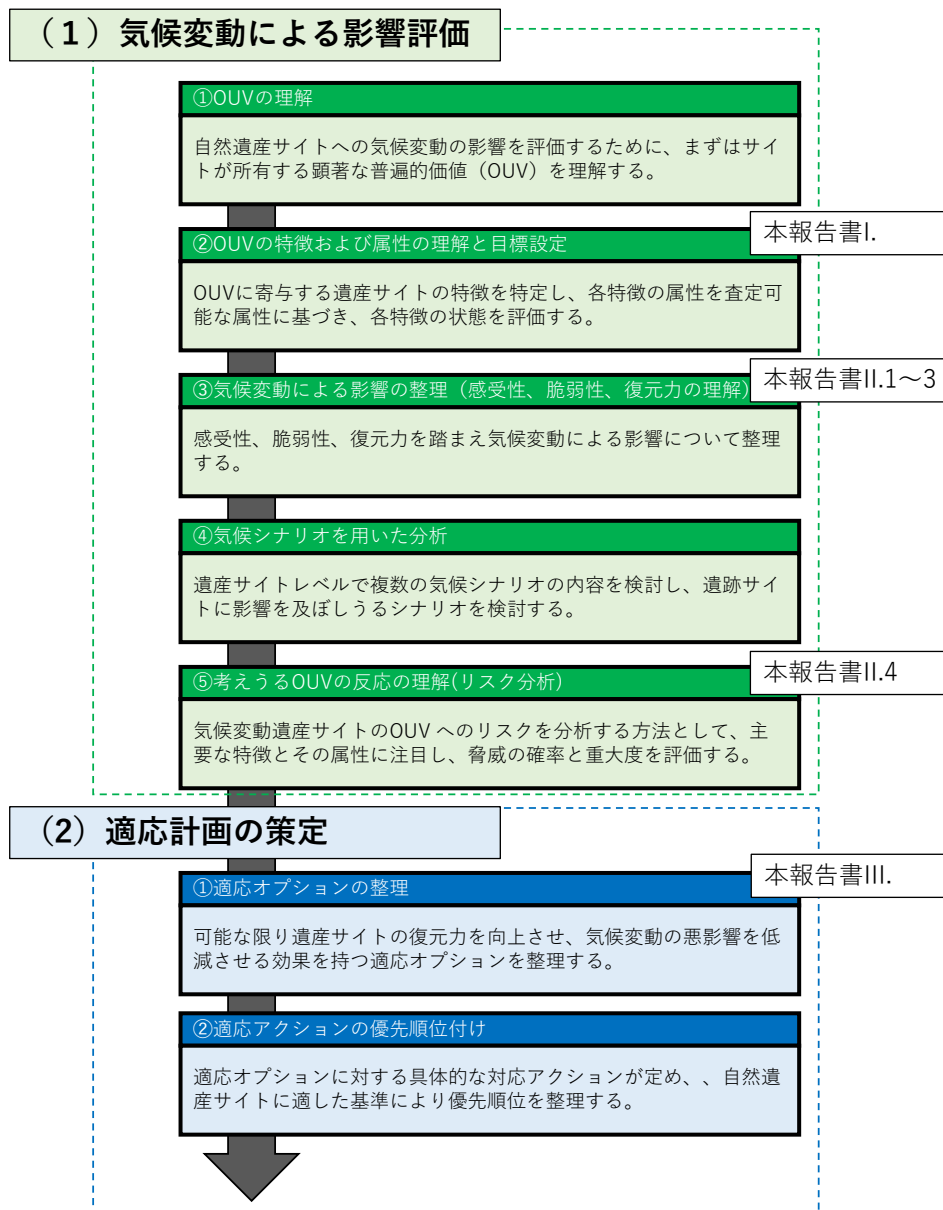


図1 実践ガイドに基づく適応計画策定の作業フローと本業務での検討状況

I. 知床世界自然遺産地域の OUV に関する特徴の整理

1. OUV の特徴及び主な属性の抽出

実践ガイドにおける特徴と属性の定義を表 1 に示す。

表 1 特徴と属性の定義

用語	定義
特徴	遺産サイトの OUV に総合的に寄与する、遺産サイトの物理的、生態学的、地理的要素又は発現。
属性	その状態を証明するための査定およびモニタリングが可能な、特徴にとって不可欠な特性。

本業務では、「知床世界自然遺産地域第 2 期長期モニタリング計画（以下、「第 2 期長期モニタリング計画」という。）」に基づき、知床世界自然遺産地域の OUV に関する特徴を整理し、各特徴についてモニタリング可能な属性を抽出した。整理方法は以下のとおりである。

- No.：第 2 期モニタリング計画におけるモニタリング項目番号。
- 特徴：第 2 期モニタリング計画「モニタリング項目」に基づき整理。
- 属性：第 2 期モニタリング計画「評価指標」及びモニタリング結果の記載等に基づき整理。

抽出結果は有識者ヒアリングを行い、最終化を行った。抽出結果は以下のとおりである（表 2）。

表 2 知床世界自然遺産の OUV に関する特徴と属性

No.	特徴	属性
1, ⑨	海水	水温
		汚染物質濃度
2, ⑥	アザラシ（ゴマフアザラシ）	来遊頭数
		来遊時期
		分布
		食性、個体の特徴
2, ⑤, ⑥	トド	来遊頭数
		来遊時期
		分布
		食性、個体の特徴
3, 4	魚類、海藻、無脊椎動物（貝類含む）	種数・個体数

No.	特徴	属性	
5	海鳥 (ケイマフリ、ウミネコ、オオセグロカモメ、ウミウ)	営巣数・つがい数	
		個体数	
6, 7	森林植生	群落の組成・植生高	
		稚樹密度	
		開花株数	
6	草原植生	群落の組成・植生高	
		開花株数	
7	海岸植生	群落の組成・植生高	
7, 8, 13, 22	高山植生 (火山性風衝砂礫地、雪田群落、高層湿原)	群落の組成・植生高	
		希少植物 (シレットコスミレ) の生育・分布状況	
9	エゾシカ	越冬個体数	
		分布	
10	陸上無脊椎動物 (主に昆虫)	昆虫相	
		生息密度	
		分布	
		外来種の分布状況	
11	陸生鳥類	鳥類相	
		生息密度	
		分布	
		外来種の分布状況	
12	中小型哺乳類	哺乳類相	
		生息密度	
		分布	
		外来種の分布状況	
14, 15, 16	ヒグマ	出没状況	
		メスヒグマの人為的死亡個体数	
		個体数	
		分布	
17, ②	サケ類	遡上数	
		産卵床数	
		稚魚降下数	
18	オショロコマ	個体数	
23, ⑦, ⑧	海ワシ	オオワシ、オジロワシ	越冬個体数
		オジロワシ	営巣数・つがい数

No.	特徴	属性
		繁殖成功率
		生産力（つがい当たり巣立幼鳥数）
24	シマフクロウ	営巣数・つがい数
		繁殖成功率（標識幼鳥数など）
27, 28	気象	気温
		降水量
		日射量
		積雪深
①	海氷	海氷面積
		海氷時期
② ,	スケトウダラ	来遊量・現存量（漁獲量）
③, ④		卵分布量
⑩	シャチ	識別個体数

2. 各特徴の現状の整理

I.1 で抽出された特徴及び属性について、「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（以下、「総合評価書」という。）」、第2期長期モニタリング計画に基づき現状を整理した。整理方法は以下のとおりである。

- モニタリング項目：第2期長期モニタリング計画「モニタリング項目」に基づき整理。
- モニタリング結果：総合評価書付属資料5「評価」に基づき、各属性の現在までの変化傾向を整理。なお、第2期モニタリング計画で新たに追加されたモニタリング項目や、モニタリング結果から変化傾向が整理できない項目については「—」で示した。

整理結果は以下のとおりである（表3）。

表3 知床世界自然遺産のOUVに関する現状の整理

特徴	No.	モニタリング項目	モニタリング結果、変化傾向
海水	1	海洋観測ブイによる水温の定点観測	<ul style="list-style-type: none"> ・ウトロの海水温は羅臼よりも常に高いことがほぼ確実に把握でき、その地域差の原因は宗谷暖流水の影響の強弱が関係すると推定できた ・水温の上昇や下降の経年変化は観測期間が短いためか一定の傾向は把握できなかった
	⑨	海水中の石油、カドミウム、水銀などの分析	<ul style="list-style-type: none"> ・汚染物質濃度は低いレベルで安定している
アザラシ（ゴマフアザラシ）	2	アザラシ・トドの生息状況の調査	<ul style="list-style-type: none"> ・流水の量や質の低下による利用状況の短期化 ・①北海道全体の本種の来遊状況、②ロシア海域の生息状況を踏まえての最終評価が必要
	⑥	アザラシ・トドの被害実態調査	—
トド	2	アザラシ・トドの生息状況の調査	—
	⑤	トドの日本沿岸への来遊頭数の調査、人為的死亡個体の性別、特性	<ul style="list-style-type: none"> ・胃内容物分析では、全体でタラ類、ミズダコの出現頻度が高かった ・大型メスの割合が高かった（R3年1～5月）

特徴	No.	モニタリング項目	モニタリング結果、変化傾向
魚類、海藻、無脊椎動物 (貝類含む)	3	海域の生物相、及び、生息状況 (浅海域定期調査)	<ul style="list-style-type: none"> ・極沿岸域 (海岸域) における植物、無脊椎動物、魚類のいずれの分類群においても、出現種およびその季節変化に大局的には遺産登録時と比べて顕著な変化はない ・微細な変化はそれぞれの分類群で認められており、とくに甲殻類では外来種の定着が確認されたため、今後の動態には注意を払う必要がある
	4	浅海域における貝類定量調査	<ul style="list-style-type: none"> ・貝類の種組成および生物量の海岸間変異、および季節間変異は遺産登録時と比べて顕著な変化は認められず、安定した群集が維持されている ・陸域と海域をつなぐ岩礁潮間帯の貝類を通して、知床を特徴づける特異な生態系の生産性および海洋生態系と陸上生態系の相互関係は維持されている
海鳥 (ケイマフリ・ウミネコ・オオセグロカモメ・ウミウ)	5	ケイマフリ・ウミネコ・オオセグロカモメ・ウミウの生息数、営巣地分布と営巣数調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ケイマフリの営巣数は 2002 年以降緩やかに増加 ・ウミネコの営巣数は減少傾向 ・オオセグロカモメの営巣数は減少傾向 ・ウミウの営巣数は減少傾向 ・希少種は保全されているが、他 3 種は急激に減少 (10 年間のおよその減少割合はウミネコ 100%、オオセグロカモメ 60%、ウミウ 30% : およそ VU に相当)
森林植生	6	エゾシカ個体数調整実施地区における植生変化の把握 (森林植生/草原植生)	<ul style="list-style-type: none"> ・指標種の開花株数はわずかに回復 ・林床植生の消失、忌避植物の増加は継続 ・下枝・ササ類はわずかに増加 ・稚樹は増加せず、森林の更新が困難
	7	知床半島全域における植生の推移の把握 (森林植生/海岸植生/高山植生)	<ul style="list-style-type: none"> ・下枝・ササ類・稚樹はほぼ増加せず、エゾシカの採食により林床植生が大幅に消失
草原植生	6	エゾシカ個体数調整実施地区における植生変化の把握 (森林植生/草原植生)	<ul style="list-style-type: none"> ・イネ科草本・ササ類は回復 ・開花株数は知床岬のみで回復傾向

特徴	No.	モニタリング項目	モニタリング結果、変化傾向
海岸植生	7	知床半島全域における植生の推移の把握（森林植生/海岸植生/高山植生）	・一部地域（ルシャ地区）でエゾシカによる植生改変が継続だが、その他では大きな変化なし
高山植生 （火山性風衝砂礫地、雪田群落、高層湿原）	7	知床半島全域における植生の推移の把握（森林植生/海岸植生/高山植生）	・構成種、被度構成に大きな変化なし ・低木群落や雪田群落でエゾシカの採食痕があるが、植生への大きな影響はなし
	8	希少植物（シレトコスミレ）の生育・分布状況の把握	・硫黄山での株数が200株→114株に減少。被採食株もあるため今後注意深く観察 ・遠音別岳では、被度と出現頻度がやや低下傾向
	13	広域植生図の作成	・対象期間に植生図が作成されていないため評価不能だが、対象期間前に作成された植生図から大きな改変はなし
	22	登山者による高山植生への影響調査	—
エゾシカ	9	エゾシカ主要越冬地における生息状況の把握（航空カウント/地上カウント）	<p>【航空カウント調査】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・いずれの地区も、モニタリングを始めた当初（2010年～2012年頃）の発見頭数、密度よりも顕著に減少 <p>【地上カウント調査】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・幌別-岩尾別：減少傾向だが、1980年代の水準には達していない ・ルサ-相泊：2009年の水準より顕著に減少 ・真鯉：2007年の水準より顕著に減少 ・峯浜：2004年の水準から変化なし <p>【総評】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・継続的な捕獲が実施されている地区では、発見頭数や生息密度が減少し、捕獲による個体数の抑制効果が認められる。

特徴	No.	モニタリング項目	モニタリング結果、変化傾向
陸上無脊椎動物 (主に昆虫)	10	陸上無脊椎動物(主に昆虫)の生息状況の把握	<p>【種組成】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地表性昆虫では種組成に大きな変化はなし ・マルハナバチ類は種組成に大きな変化はなし ・長期モニタリング開始時点と比べ、種組成に大きな変化はなし <p>【生息密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地表性昆虫は個体数密度の低下が見られた ・エゾシカ高密度地区では指標となる種の相対的な密度の上昇が見られた ・マルハナバチ類では、長舌タイプは減少し、短舌タイプはエゾシカ高密度地域も含め増加した ・長期モニタリング開始時点と比べ、エゾシカ高密度地区では部分的に生息密度は増加 <p>【外来種の分布状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・セイヨウオオマルハナバチは知床岬など自然環境でも確認され定着しているが、顕著な増加は見られていない
陸生鳥類	11	陸生鳥類生息状況の把握	<p>【種組成】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・比較できる過去の詳細なデータが不足しているが、鳥類の種組成には大きな変化はなし <p>【生息密度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林性のヤブサメや草原性のシマセンニュウなどの生息密度が回復 ・全体的にエゾシカ密度の低下に伴う草本類の回復の効果が出ている可能性がある
中小型哺乳類	12	中小型哺乳類の生息状況調査(外来種侵入状況調査含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・種数については大きな変化はなし <p>【外来種の分布状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アライグマは、2016年(知床岬羅白側)と2020年(ウトロ灯台管理道及び知床峠斜里側)に遺産地域内でそれぞれ確認されており、生態系への影響が懸念される ・アメリカミンクについては遺産登録前から知床半島のほぼ全域に定着しており、現在その状態に変化はなし
ヒグマ	14	利用者の問題行動がヒグマの行動に与える影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒグマとの軋轢やヒグマ捕殺数が増大傾向

特徴	No.	モニタリング項目	モニタリング結果、変化傾向
	15	知床半島ヒグマ管理計画に基づく管理状況	
	16	知床半島のヒグマ個体群	<ul style="list-style-type: none"> ・人為的死亡個体数は2017～2019年で計50頭。残り2年で25頭以内であれば評価基準に適合 ・個体数の顕著な減少傾向はない
サケ類	17	河川内におけるサケ類の遡上数、産卵場所・産卵床数及び稚魚降下数のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ・カラフトマスの遡上数及び産卵床数は継続的に確認されているものの、年ごとに大幅な増減がみられることから、持続的に再生産がされているとの結論は時期尚早 ・工作物を改良した全ての河川で遡上が確認され、総じて改良前より増加しており、遡上の障害は実行可能な範囲で回避されている
	②	「北海道水産現勢」からの漁獲量変動の把握	<ul style="list-style-type: none"> ・2013年まで中位(±10%)～高位(>+10%)水準で推移してきたサケは、2014年に漁獲量が急激に減少し、その後も増加傾向は見られない ・過去20年間の平均漁獲量を基準として、2012年～2020年の資源水準を評価した結果、半島両側で共に低位水準(斜里側:-28.4%、羅臼側:-52.3%) ・河川工作物に改良の効果が示唆される河川もみられるが、サケ、カラフトマスの漁獲量は減少傾向
オショロコマ	18	淡水魚類の生息状況、特に知床の淡水魚類相を特徴付けるオショロコマの生息状況(外来種侵入状況調査含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・オショロコマの生息密度は、増加傾向が認められる河川もあるが、全体としては減少傾向 【外来種の分布状況】 ・ニジマスの生息密度は、減少が認められる河川はあるが、自然繁殖が継続している河川もあり、全体としては個体数の減少は確実とはいえない 【水温】 ・37河川中15河川で経年的な水温上昇が認められたが、9河川で経年的な水温低下が認められた ・全体的に河川の水温上昇が起きているとは言えず、現状の水温がサケ科魚類に悪影響を与えていない
海ワシ (オオワシ、オジロワシ)	23	海ワシ類の越冬個体数の調査	<ul style="list-style-type: none"> ・越冬個体数の年変化傾向はなし (斜里町では令和元年が記録以来2番目に確認個体数が高く、令和2年ではそれよりも減少。羅臼町では平成30年まで減少した後、令和元年より増加)

特徴	No.	モニタリング項目	モニタリング結果、変化傾向
	⑧	全道での海ワシ類の越冬個体数の調査	・年変化傾向はなし
海ワシ (オジロワシ)	⑦	オジロワシ営巣地における繁殖の成否、及び、巣立ち幼鳥数のモニタリング	・2004 年以降オジロワシの巣数はゆるやかに増加し続けている ・繁殖成功と巣当たり巣立ち数には長期的年変化傾向はなかったが、2013 年以降は増加傾向
シマフクロウ	24	シマフクロウのつがい数、標識幼鳥数、死亡・傷病個体と原因調査	・つがい数はやや増加傾向で、いずれの生息地も継続的に維持されており、生息は安定している（ただし、全て人工巣箱を利用） ・繁殖成功率については変動が見られるが、現時点では大きな問題とは考えられない。（自然採餌下での繁殖成功率は全道的に年変動が大きいことが知られている）
気象	27	気象観測	【知床峠】 ・気温は、近年では過去 10 年間の平年値より初夏（5 月）が高い。一方、年全体では平年値より顕著な変動は見られない ・2016～2018 年の積雪深は平年値を下回っている
	28	代表的な植生域での気象状況の把握	—
海氷	①	航空機、人工衛星等による海氷分布状況観測	・海氷面積は減少傾向（オホーツク海全体） ・目立った減少傾向はない（南部海域）
スケトウダラ	②	「北海道水産現勢」からの漁獲量変動の把握	【根室海峡海域（産卵回遊群）】 ・1989 年漁期の 11.1 万トンを超えて年々減少し、2020 年漁期の漁獲量は 1985 年漁期以降で最低の

特徴	No.	モニタリング項目	モニタリング結果、変化傾向
	③	スケトウダラの資源状態の把握と評価（TAC 設定に係る調査）	<p>4,119 トンとなり、来遊量は低位と判断される</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2001 年漁期以降、漁船の隻数は低い水準が維持されており、漁獲強度は低く抑えられている ・刺し網漁業の CPUE(単位努力量あたりの漁獲量)に基づく資源量指標値は、1989 年漁期の 10.8 トン/隻日を最高に、急激に減少。2016 年漁期以降の資源量指標値は低く、1.0 トン/隻日付近を推移している <p>【オホーツク海南部海域（索餌回遊群）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1986 年漁期に急減し、1990 年漁期以降は増減を繰り返しながら 0.6～4.2 万トンの範囲で推移した。2020 年漁期の漁獲量は 1990 年漁期以降で最高の 4.3 万トンとなり、来遊量は高位と判断される ・主にスケトウダラを漁獲する沖合底曳き網漁業では、操業回数が過去最低水準にまで減少しており、漁獲強度は低く抑えられている
	④	スケトウダラ産卵量調査	<p>【根室海峡海域（産卵回遊群）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・産卵量の多寡を示す産卵量指数は 1993 年漁期以降、低い水準が続いている
シャチ	⑩	シャチの生息状況の調査	<ul style="list-style-type: none"> ・2010 年～2018 年までの識別個体は 297 個体

II. 気候変動等の脅威に対する適応能力の整理

1. 気候変動等に起因する脅威の抽出

I.1 で抽出された特徴及び属性について、気候変動による影響と種間相互作用による影響を見るため、昨年度業務において実施した知床の気候変動傾向解析結果、知床世界遺産科委員会における議論内容、総合評価書等に基づき、気候変動等に起因する脅威と、それらに影響する気候変動に起因する圧力及びその他の圧力（観光圧力や、外来種による影響等）の抽出を行った。抽出結果は有識者ヒアリングを行い、最終化を行った。整理方法は以下のとおりである。

- 脅威：気候変動等に起因する各属性の好ましくない変化
- 気候変動に起因する圧力：
 - 総合評価書付属資料5「評価」、「今後の方針」や付属資料6に基づき整理（赤字）
 - 昨年度業務における検討内容、科学委員会での議論内容、気候変動による影響評価が行われた主要な文献からの情報に基づき整理（青字）
 - 有識者ヒアリングでのご意見に基づく内容を整理（橙色字）
 - 文献が無いものについては、気候変動の影響から想定される内容を整理（黒字）
- その他の圧力
 - 科学委員会の情報から抽出し、整理

整理結果は以下のとおりである（表 4）。気候変動影響が対象種へ与える影響に関する知見については、様々な要因による影響が想定されており、気候変動影響による影響が明確になっている対象種が少なかった。この点については、引き続き文献収集や気候シナリオ用いた分析等により影響を明らかにしていく必要がある。また、種間相互作用等により波及する影響については、フェノロジーのずれによる他種への影響が挙げられ、植物の開花時期のずれが訪花性植物に与える影響や、小型魚介類の出現時期のずれが海鳥に与える影響などが挙げられた。引き続き専門家ヒアリング等により、想定される影響について網羅的に整理をしていく必要がある。

表 4 気候変動等に起因する脅威及び影響する圧力の整理

特徴	脅威	気候変動に起因する圧力	その他の圧力
海水	海水温上昇	気温上昇	—
	汚染物質濃度の上昇	—	人間活動（漂流ごみや油汚染）
アザラシ （ゴマフアザラシ）	来遊頭数の減少	海水温上昇 海水の減少・期間の短期化 餌（小型魚類）の分布・個体数変化	人間活動（漂流ごみや油汚染）混獲（漁網への拘束）

特徴	脅威	気候変動に起因する圧力	その他の圧力
	来遊時期の変化 (短期化)	海水温上昇 海氷の減少・期間の短期化 餌(小型魚類)の分布・個体数 変化	人間活動(漂流ごみや油汚 染)
	分布の変化	海氷の減少・期間の短期化	人間活動(漂流ごみや油汚 染)
	生態(食性)の変化	海水温上昇 海氷の減少・期間の短期化 餌(小型魚類)の分布・個体数 変化	人間活動(漂流ごみや油汚 染)
トド	来遊頭数の減少	海水温上昇 海氷の減少・期間の短期化 餌(小型魚類)の分布・個体数 変化	人間活動(漂流ごみや油汚 染)
	来遊時期の変化	海水温上昇 海氷の減少・期間の短期化 餌(小型魚類)の分布・個体数 変化	人間活動(漂流ごみや油汚 染)
	分布の変化	海氷の減少・期間の短期化	人間活動(漂流ごみや油汚 染)
	生態(食性)の変化	海水温上昇 海氷の減少・期間の短期化 餌(小型魚類)の分布・個体数 変化	人間活動(漂流ごみや油汚 染)
魚類、海藻、 無脊椎動物 (貝類含 む)	種数・個体数の減 少	海水温上昇	人間活動(漂着ごみや油汚 染)
	分布の変化	海洋成層化による栄養塩の供 給量の減少	漁獲圧力
海鳥(ケイ マフリ・ウ ミネコ・オ オセグロカ モメ・ウミ ウ)	営巣数・つがい数 の減少	餌(小型魚類)の出現時期との ミスマッチによる繁殖時期の 変化 気温・海水温上昇による繁殖時 期の変化 餌(小型魚類)の出現時期・量 の変化による採食量・場所の変 化	捕食者(オジロワシ、ヒグ マ)の影響 観光圧力(接近、餌付け)

特徴	脅威	気候変動に起因する圧力	その他の圧力
	個体数の減少	気温・海水温上昇による生存率の変化	捕食者（オジロワシ、ヒグマ）の影響 混獲（漁網への拘束）
森林植生	群落の組成・植生高の変化	森林限界の上昇 積雪消失の早期化による乾燥化 土壌有機物の分解促進・土壌の富栄養化 ササの増加	外来生物の侵入
	稚樹密度の低下	積雪消失の早期化による乾燥化による枯死 ササの増加 エゾシカによる採食圧の増加	外来生物の侵入 エゾシカの影響 観光圧力（登山者の利用による踏み込み）
	個体数・開花株数の減少	積雪消失の早期化による乾燥化による枯死 ササの増加 エゾシカによる採食圧の増加	外来生物の侵入 エゾシカの影響 観光圧力（登山者の利用による踏み込み）
草原植生	群落の組成・植生高の変化	積雪消失の早期化による乾燥化 土壌有機物の分解促進・土壌の富栄養化 ササの増加	外来生物の侵入 観光圧力（登山者の利用による踏み込み）
	個体数・開花株数の減少	積雪消失の早期化による乾燥化による枯死 ササの増加 エゾシカによる採食圧の増加	外来生物の侵入 エゾシカの影響 観光圧力（登山者の利用による踏み込み）
海岸植生	群落の組成・植生高の変化	積雪消失の早期化による乾燥化 土壌有機物の分解促進・土壌の富栄養化 ササの増加	外来生物の侵入 観光圧力（登山者の利用による踏み込み）
高山植生 （火山性風衝砂礫地、雪田群落、高層湿原）	群落の組成・植生高・希少植物の分布・個体数の変化	森林限界の上昇・ハイマツ帯の拡大 積雪消失の早期化による乾燥化 非湿性植物（ササなど）の侵入 エゾシカによる採食圧の増加	外来生物の侵入 エゾシカの影響 観光圧力（登山者の利用による踏み込み）

特徴	脅威	気候変動に起因する圧力	その他の圧力
エゾシカ	越冬個体数の増加	積雪期間の短縮による生存率の上昇	観光圧力（餌付け） 捕獲圧（個体数調整）
	分布の拡大	気温上昇による植生変化 積雪期間の短縮 降雪量の減少による越冬地の変化	捕獲圧（個体数調整）
陸上無脊椎動物（主に昆虫）	昆虫相の変化	（生息密度・分布の変化）	—
	生息密度の低下	植生変化による生息適地の変化 外来種との競争	エゾシカの影響 捕食者の影響
	分布の変化	植生変化による生息適地の変化 フェノロジカルミスマッチ 外来種との競争	エゾシカの影響 捕食者の影響
	外来種の分布変化	植生変化による生息適地の変化	エゾシカの影響 捕食者の影響
陸生鳥類	鳥類相の変化	（生息密度・分布の変化）	—
	生息密度の低下	積雪期間の短縮による生存率の変化 植生構造の変化による生息・営巣適地の変化 餌資源量・分布・出現時期の変化による生息・営巣適地の変化	エゾシカの影響 捕食者の影響 観光圧力（接近、餌付け、ロードキル）
	分布の変化	植生構造の変化による生息・営巣適地の変化 餌資源量・分布・出現時期の変化による生息・営巣適地の変化	エゾシカの影響 捕食者の影響 観光圧力（接近、餌付け、ロードキル）
	外来種の分布変化	植生構造の変化による生息・営巣適地の変化 餌資源量・分布・出現時期の変化による生息・営巣適地の変化	エゾシカの影響 捕食者の影響 観光圧力（接近、餌付け、ロードキル）

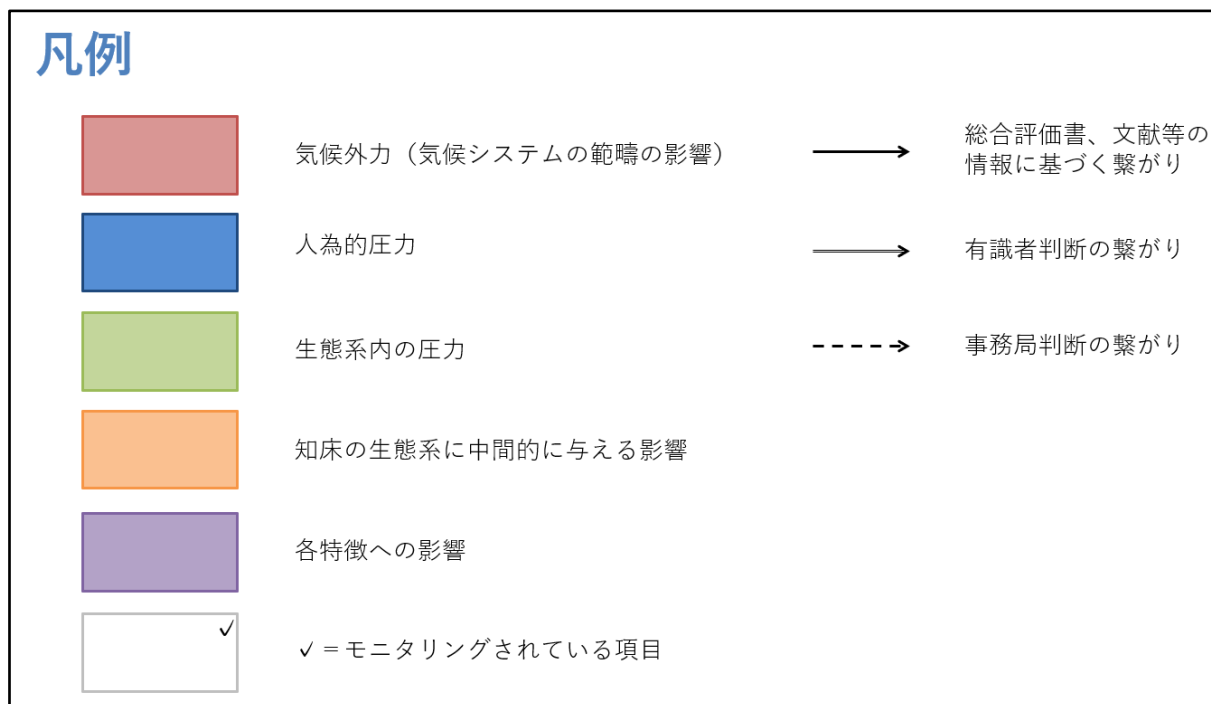
特徴	脅威	気候変動に起因する圧力	その他の圧力
中小型哺乳類	哺乳類相の変化	(生息密度・分布の変化)	—
	生息密度の低下	積雪期間の短縮による生存率の変化 餌資源量の減少、餌資源の分布・出現時期の変化による競争 生息・営巣適地の変化による競争 外来種との競争	観光圧力 (接近、餌付け、ロードキル)
	分布の変化	積雪期間の短縮による生存率の変化 餌資源量の減少、餌資源の分布・出現時期の変化による競争 生息・営巣適地の変化 外来種との競争	観光圧力 (接近、餌付け、ロードキル)
	外来種の分布変化	積雪期間の短縮による生存率の変化	観光圧力 (接近、餌付け、ロードキル)
ヒグマ	出没の増加	ハイマツ帯の拡大 ミズナラ堅果類等の育成時期の変化 サケ科魚類の減少 積雪期間の短縮	観光圧力 (餌付け)
	人為的死亡個体数の増加	(出没の増加)	捕獲圧 (個体数調整)
	個体数の減少	ハイマツ帯の拡大 ミズナラ堅果類等の育成時期の変化 サケ科魚類の減少 積雪期間の短縮	捕獲圧 (個体数調整)
	分布の変化	ハイマツ帯の拡大 ミズナラ堅果類等の育成時期の変化	観光圧力 (餌付け)
サケ類	遡上数の減少・回帰率の低下	海水温・河川水温上昇 融雪増水期間の変化 植物プランクトンの減少	外来生物 (ニジマス) 漁獲圧力 開発圧力 (河川工作物)
	産卵床数の減少	—	開発圧力 (河川工作物)

特徴	脅威	気候変動に起因する圧力	その他の圧力
	稚魚降下数の減少	海水温・河川水温上昇 融雪増水期間の変化 稚仔魚の降海時期の変化 植物プランクトンの減少	外来生物（ニジマス） 漁獲圧力 開発圧力（河川工作物）
オシヨロコマ	個体数の減少	河川水温上昇	外来生物（ニジマス）、サクラマス 外来個体群の放流 釣りによる影響 開発圧力（河川工作物）
海ワシ（オオワシ、オジロワシ）	越冬個体数の減少	気温・海水温上昇による生存率の変化 海氷の減少、期間の短期化による越冬地・時期の変化 餌（小型魚類）の出現時期・量の変化による越冬地・時期の変化	人間活動（感電・接触事故、鉛中毒） 観光圧力（撮影、餌付け）
海ワシ（オジロワシ）	営巣数・つがい数の減少	餌（小型魚類）の出現時期とのミスマッチによる繁殖時期の変化 気温・海水温上昇による繁殖時期の変化 餌（小型魚類）の出現時期・量の変化による採食量・場所の変化	人間活動（感電・接触事故、鉛中毒） 観光圧力（撮影、餌付け） 開発圧力（生息地の減少）
	繁殖成功率・生産力の低下	餌（小型魚類）の出現時期とのミスマッチによる繁殖時期の変化 気温・海水温上昇による繁殖時期の変化 餌（小型魚類）の出現時期・量の変化による採食量・場所の変化 気温・海水温上昇による生存率の変化 営巣場所の変化	人間活動（感電・接触事故、鉛中毒） 観光圧力（撮影、餌付け） 開発圧力（生息地の減少）

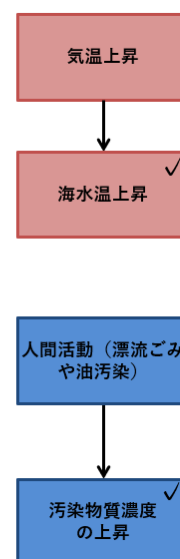
特徴	脅威	気候変動に起因する圧力	その他の圧力
シマフクロウ	営巣数・つがい数の減少	餌資源(サケ科魚類、カエル等)の減少・出現時期の変化による生息・営巣適地の変化	捕食者(クロテン・アライグマ)の影響 観光圧力(撮影、餌付け)
	繁殖成功率の低下	繁殖期の暴風雪 餌資源(サケ科魚類、カエル等)の減少・出現時期の変化による生息・営巣適地の変化 餌資源(サケ科魚類、カエル等)の減少・出現時期の変化による繁殖時期における餌の確保の困難	捕食者(クロテン・アライグマ)の影響 混獲(漁網への拘束) 人間活動(感電事故)
気象	気温上昇	—	—
	積雪量の減少、積雪ピーク、融雪日の早期化	気温上昇	—
海氷	海氷面積の減少	気温上昇 海水温上昇	—
	海氷期間の短期化(海氷初日の遅延化、終日の早期化)	気温上昇 海水温上昇	—
スケトウダラ	来遊量・現存量の減少	海水温上昇	漁獲圧力 人間活動
	分布の変化	海水温上昇	—
	産卵数の減少	海水温上昇による来遊量・現存量の減少	漁獲圧力 人間活動
シャチ	分布・生息時期の変化	海水温上昇による餌資源(魚類、海生哺乳類等)の分布変化・個体数の減少	人間活動(漂着ごみや油汚染、海中騒音)

2. インパクトチェーンの作成

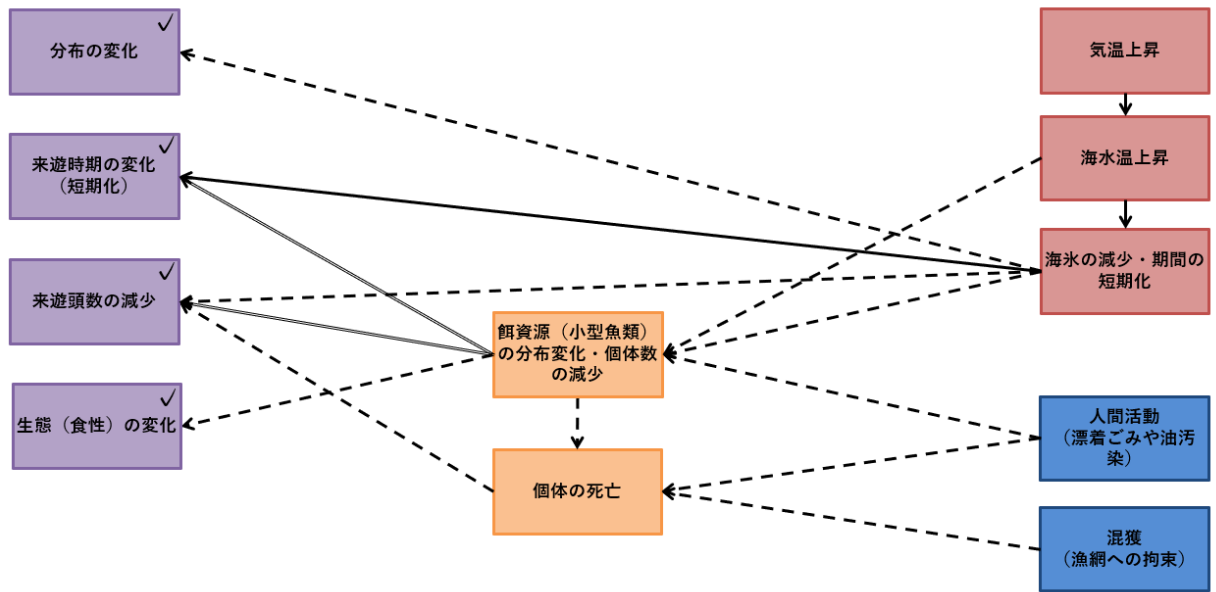
知床世界自然遺産は、季節海氷の形成を起点として、海・川・陸の生態系の相互関係が成り立ち形成されている。そのため、知床世界自然遺産における気候変動の影響は、OUV 単体へ直接的影響だけではなく、種間相互作用等により波及する間接的な影響も想定される。その点を分かりやすく整理するため、本業務では II.1 で整理した結果を基に、各特徴のインパクトチェーンを作成し、生態系のつながりと気候変動による影響の関係について可視化を行った。評価結果は有識者ヒアリングを行い、最終化を行った。



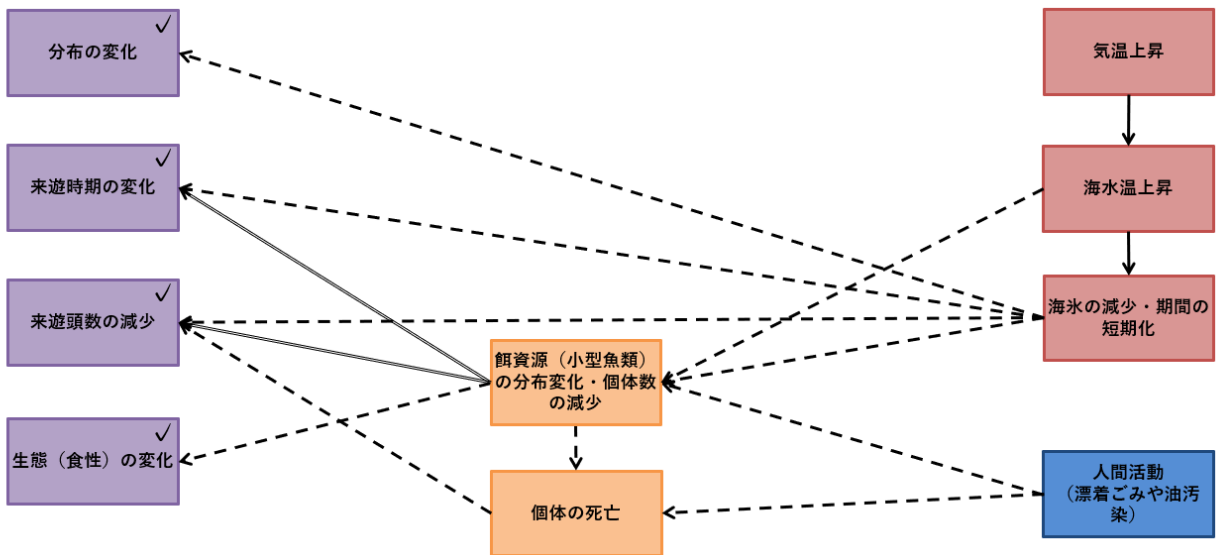
海水 (1,⑨)



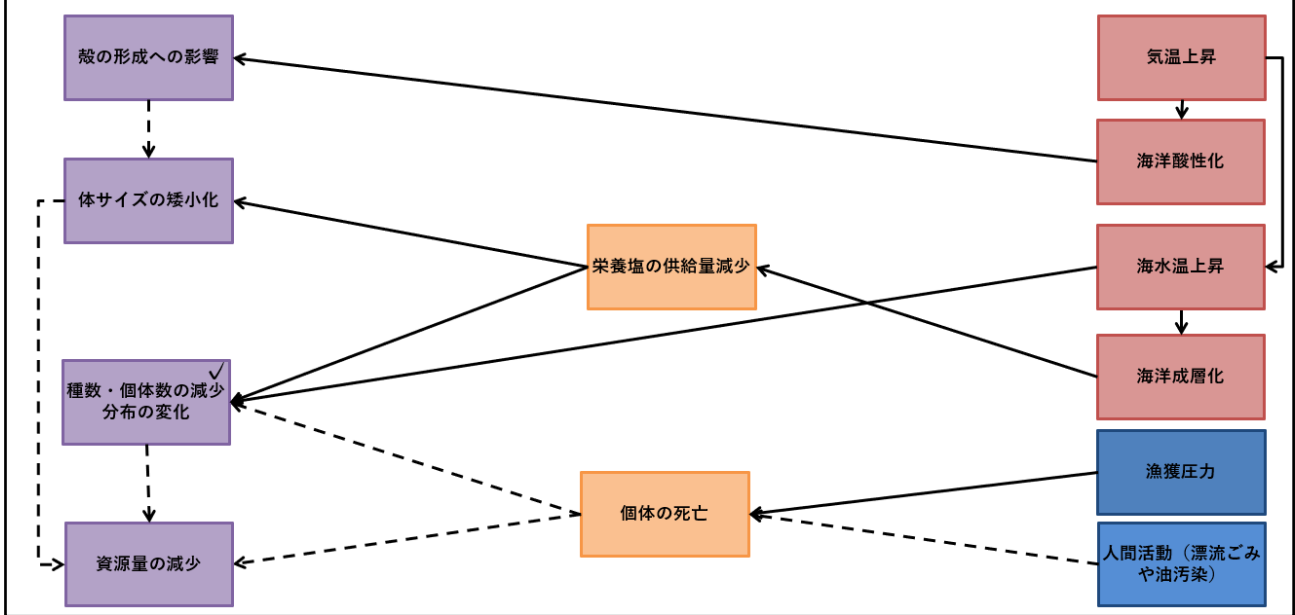
アザラシ（ゴマフアザラシ）（2,⑥）



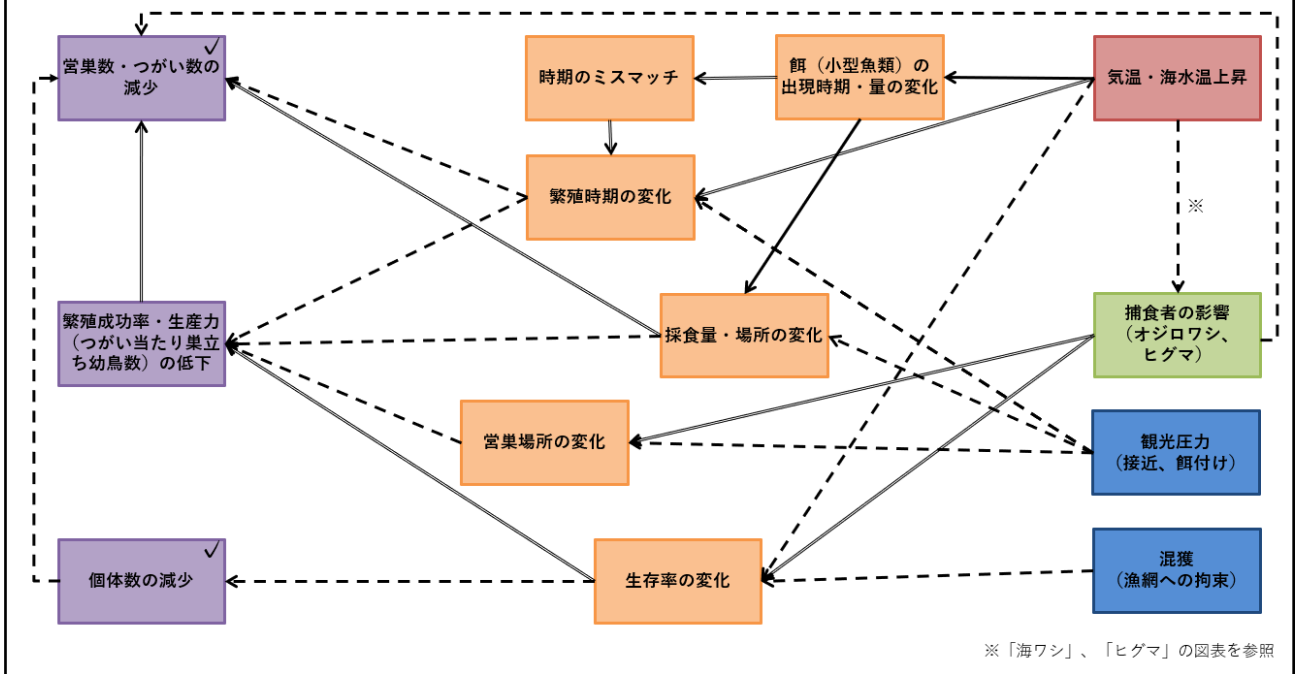
トド（2,⑤,⑥）



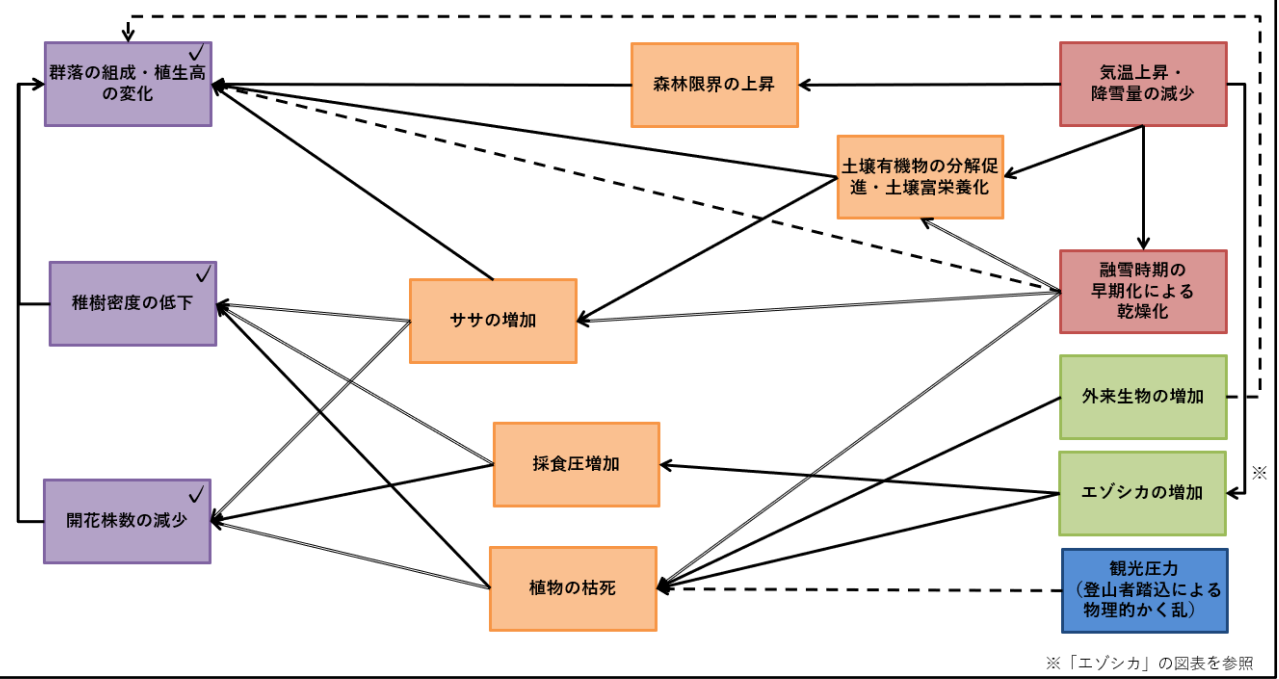
魚類、海藻、無脊椎動物（貝類含む）（3,4）



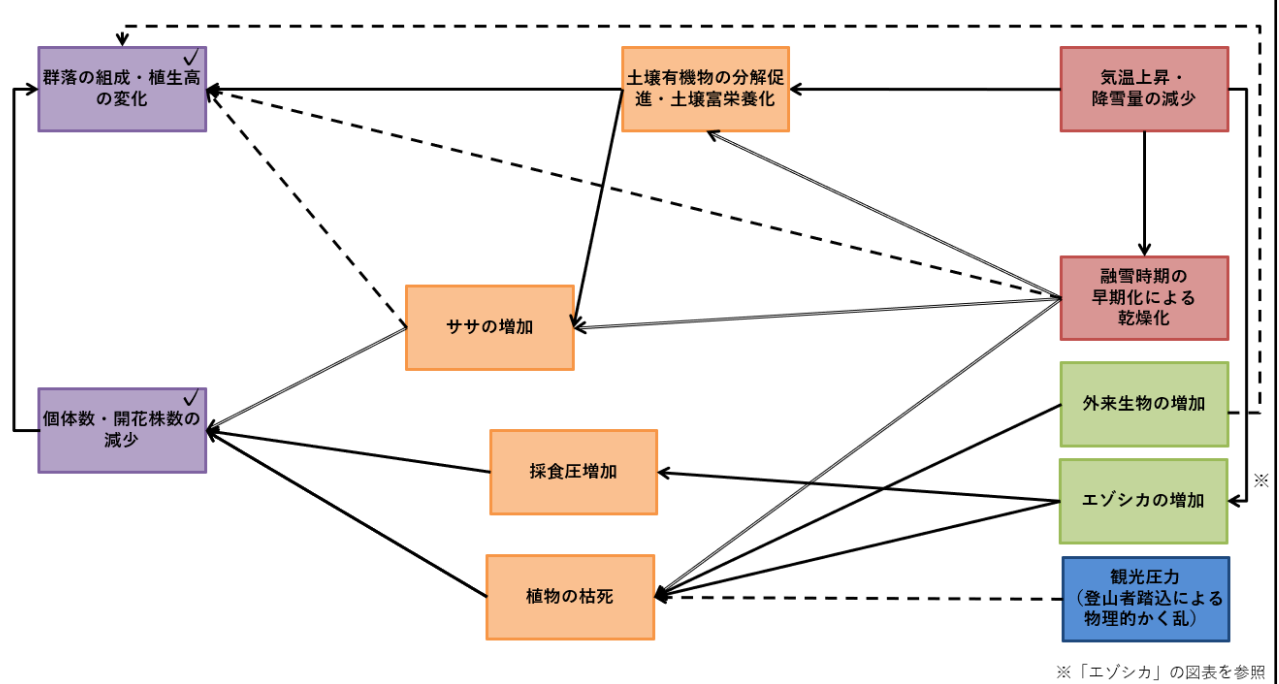
海鳥（ケイマフリ、ウミネコ、オオセグロカモメ、ウミウ）（5）



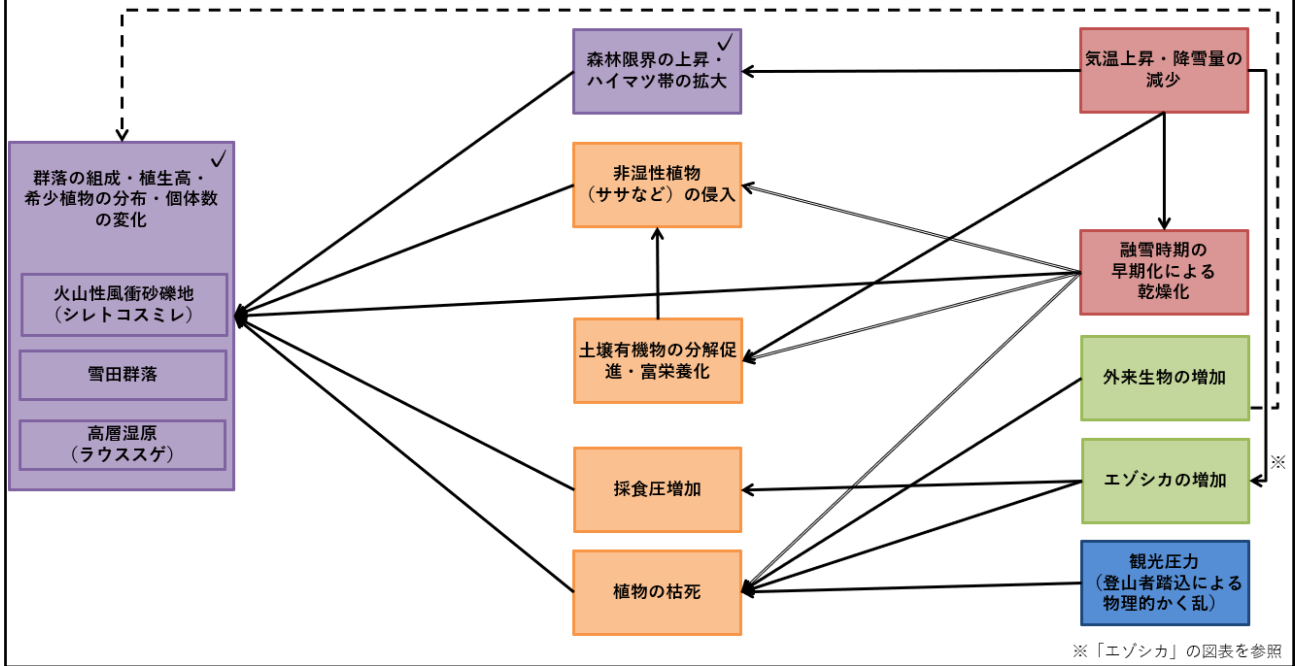
森林植生 (6,7,13)



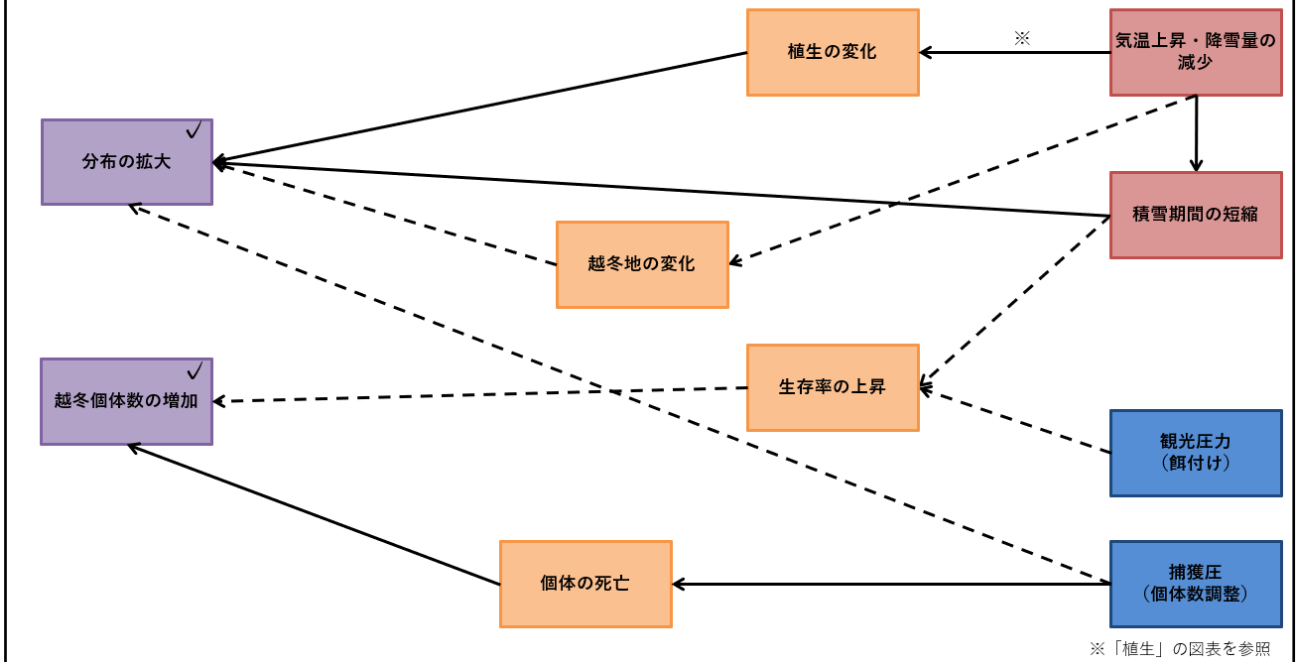
草原・海岸植生 (6,7,13)



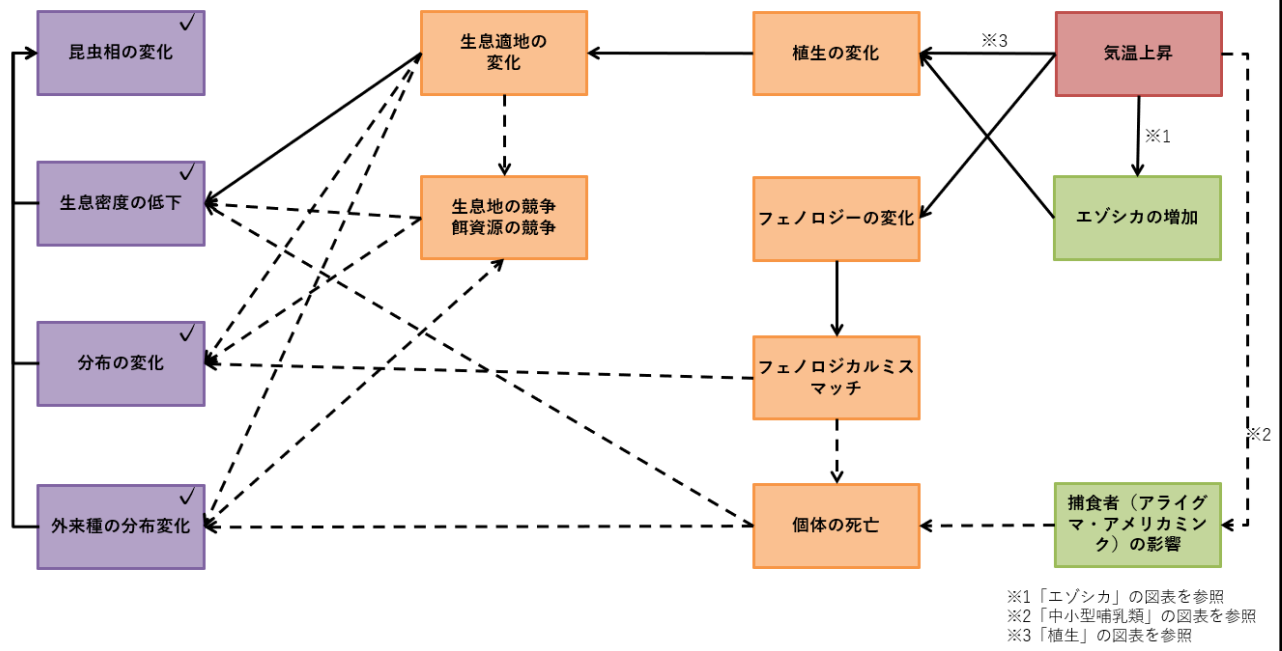
高山植生（雪田群落、高層湿原、希少植物）（7,8,13,22）



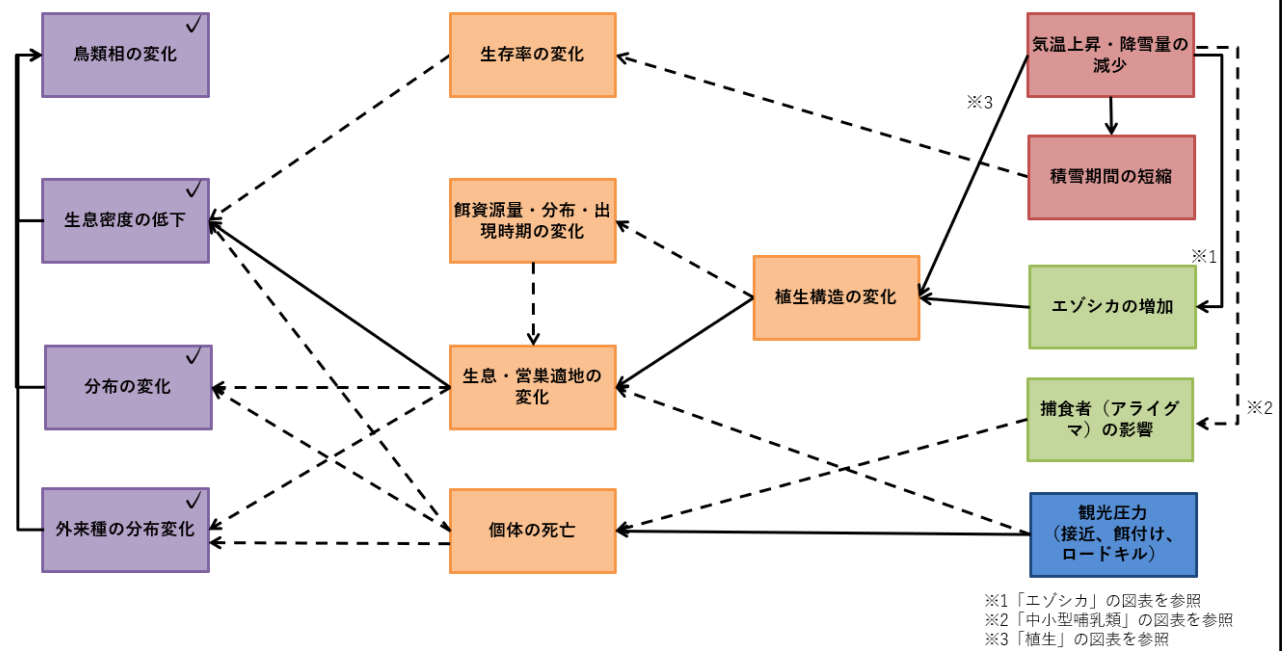
エゾシカ（9）



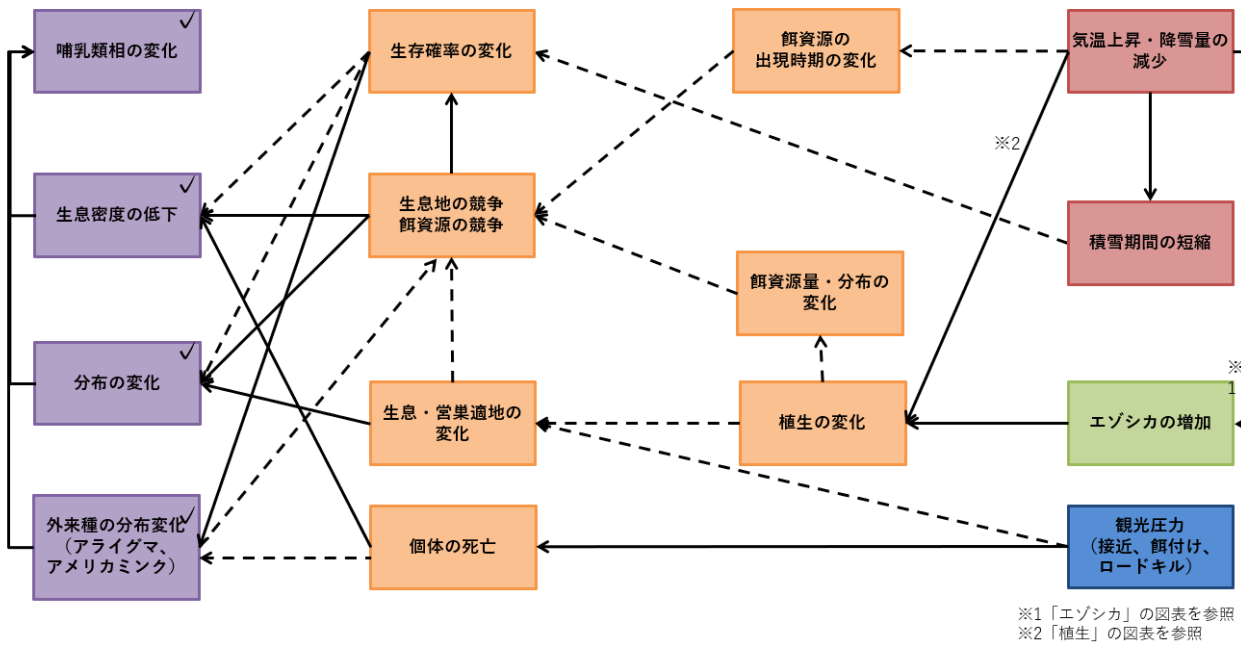
陸上無脊椎動物（主に昆虫）（10）



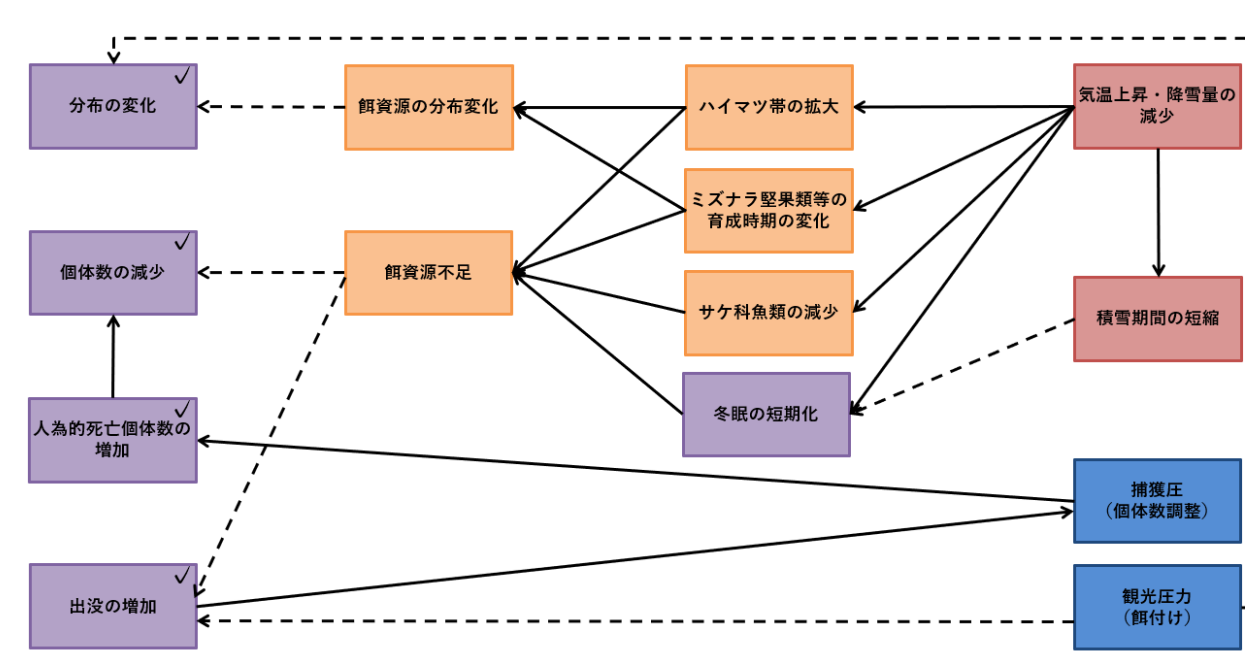
陸生鳥類（11）



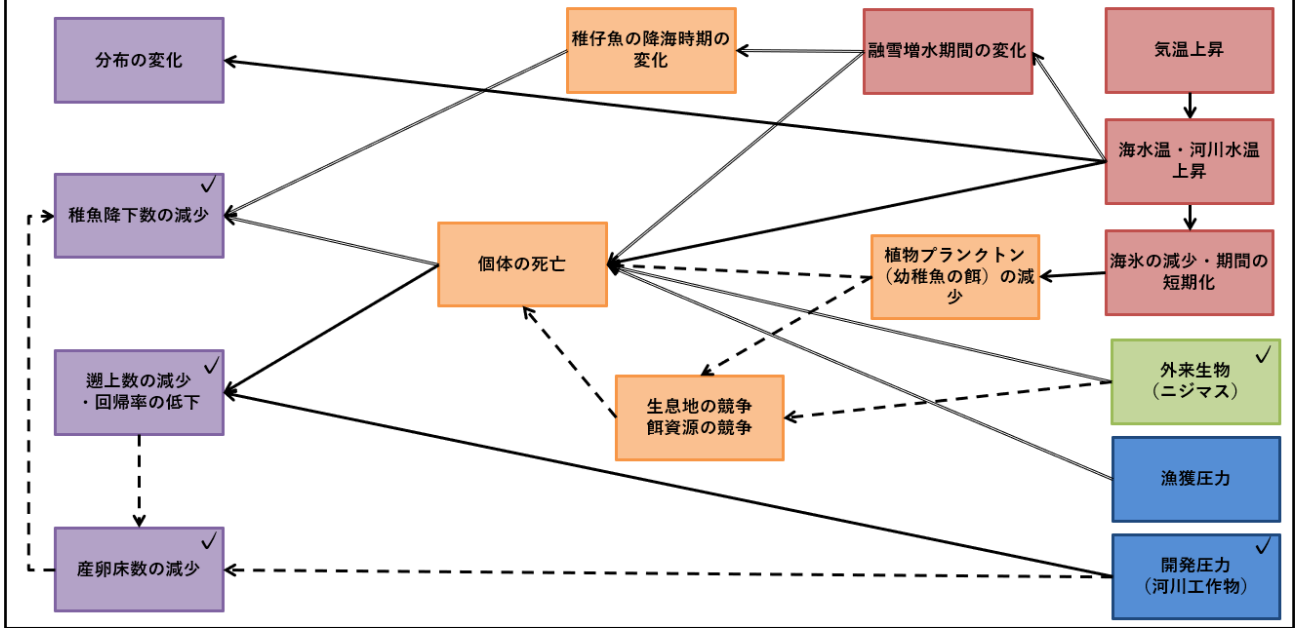
中小型哺乳類 (12)



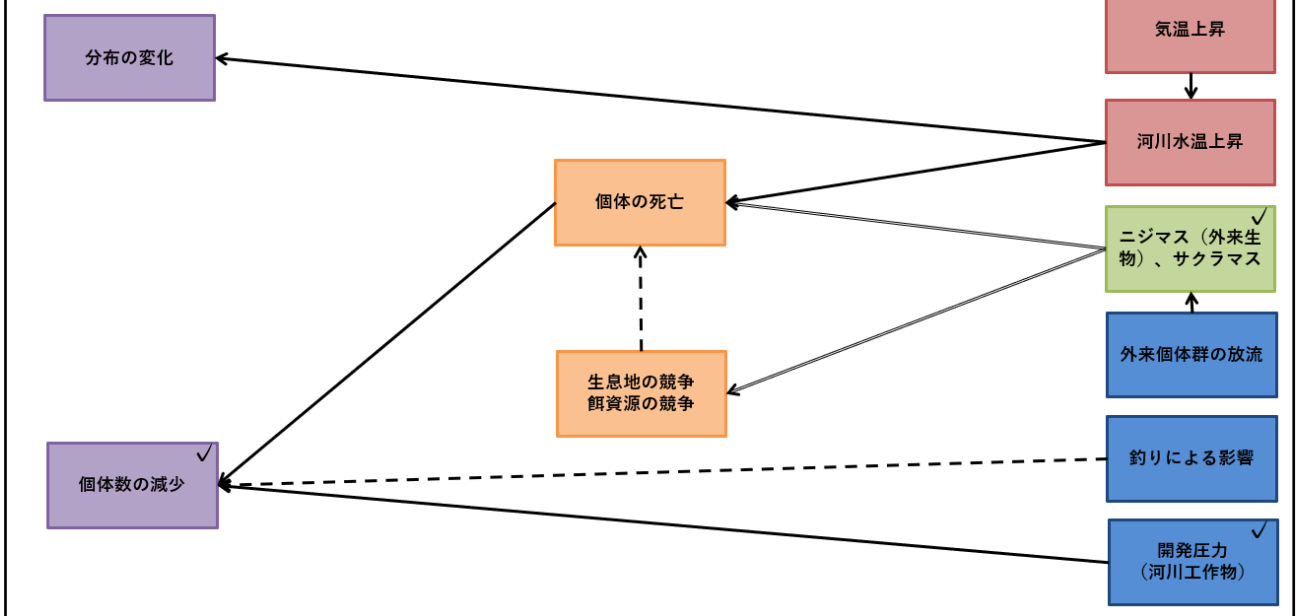
ヒグマ (14,15,16)



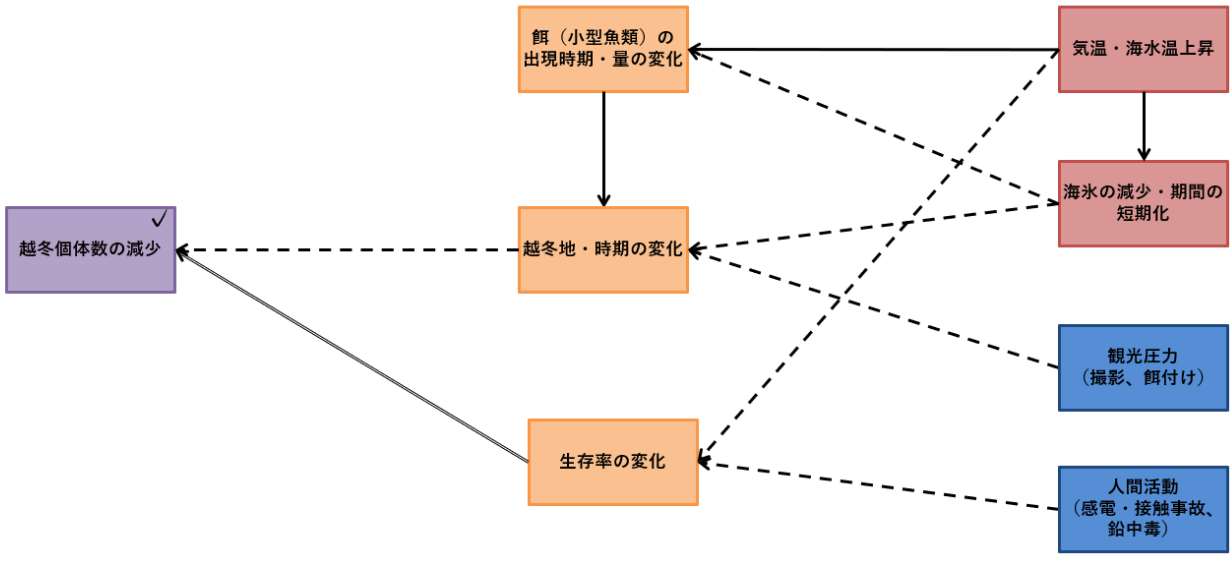
サケ類 (17,18,②)



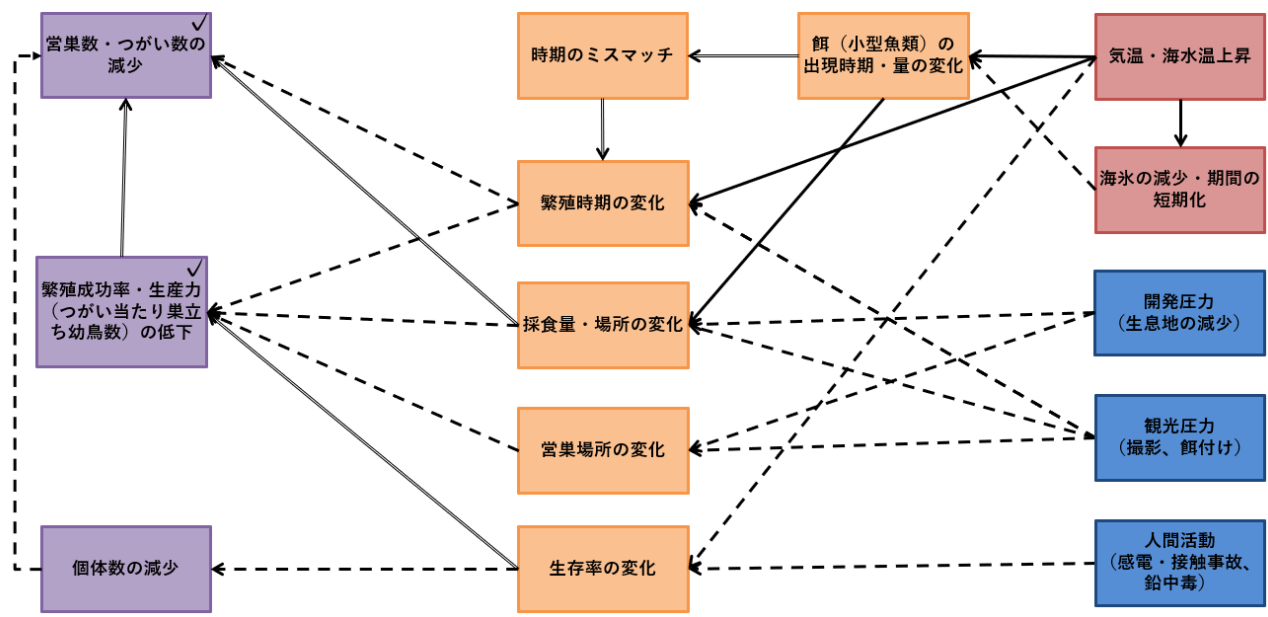
オショロコマ (17,18,②)

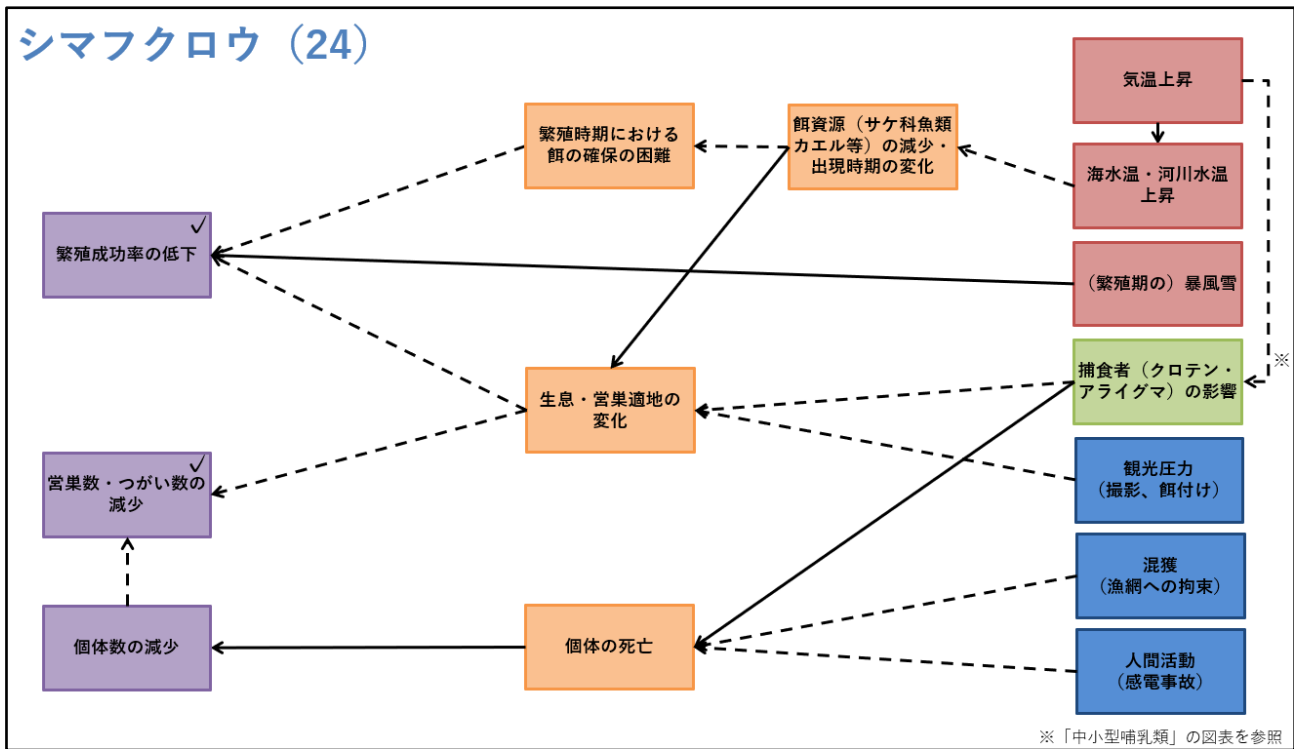


海ワシ（越冬オジロワシ・オオワシ）（5）

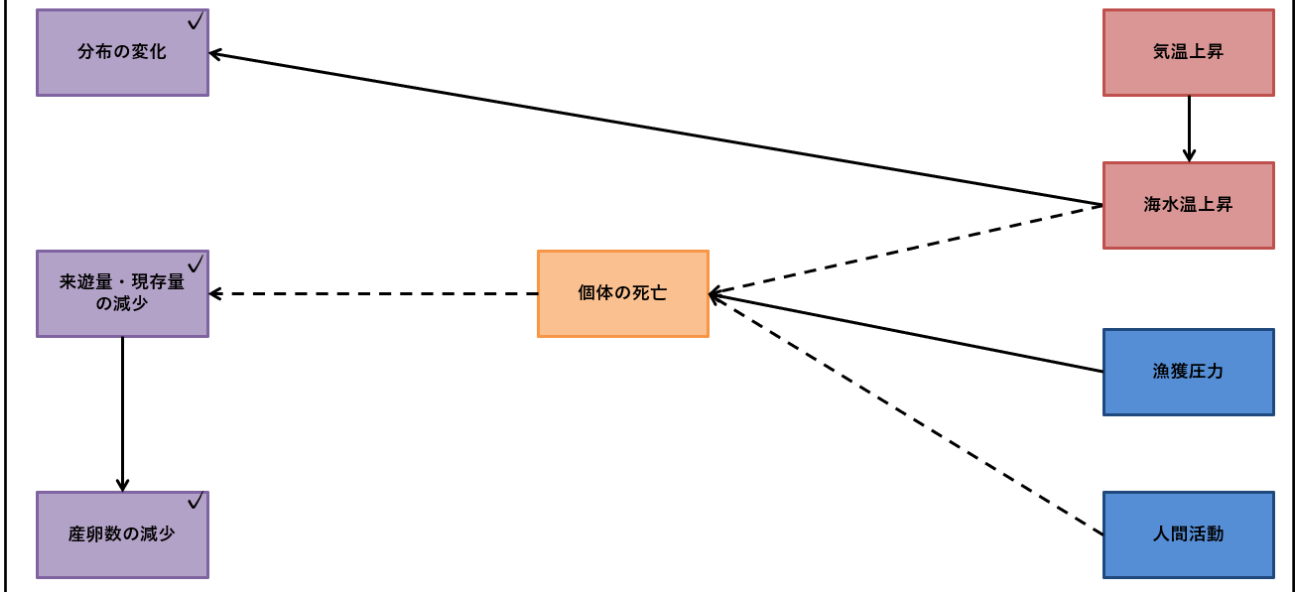


海ワシ（繁殖オジロワシ）（5）

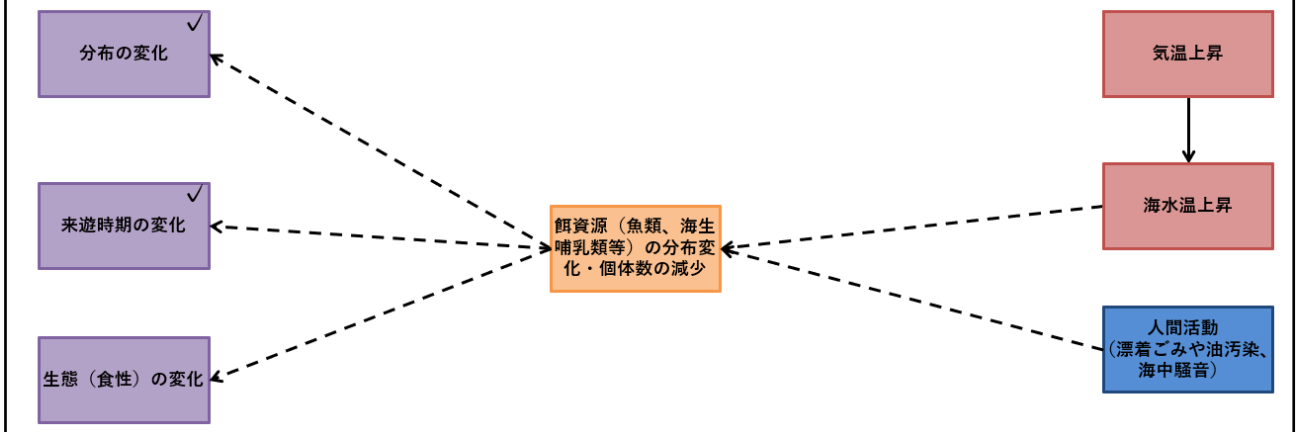




スケトウダラ (②,③,④)



シャチ (⑩)



3. 感受性、脆弱性、復元力の評価

3.1. 感受性、脆弱性、復元力の評価方法

実践ガイドにおける感受性、脆弱性、復元力の定義を表 5 に示す。遺産サイトの感受性は修復不可能な損傷の受けやすさを示す指標であり、感受性の高さはその特徴と属性がさまざまな要因によって変質しやすい遺産サイトであることを示し、脆弱性は遺産サイトの特定の条件下における変化への感受性を指す。気候変動への脆弱性とは、気候条件の変化が遺産サイトの OUV に悪影響を及ぼす可能性を示す。復元力は、気候変動による影響を受けた場合に、何らかの攪乱があってもその影響に屈せず、機能を原状または望ましい状態まで回復する遺産サイトの能力を指す。

本業務では、気候変動による属性への影響を評価するため、II.1 で抽出された各脅威について、各属性の脆弱性及び復元力の評価を行った。総合評価書での評価結果や文献情報をもとに、各属性に対して特に影響があると想定される圧力に対して脆弱性が高いと評価した。同様に、各属性の動向や周辺環境等の情報から、影響に対する復元力を評価した。評価結果は有識者ヒアリングを行い、最終化を行った。整理方法は以下のとおりである。

- 総合評価書付属資料 5「評価」、「今後の方針」や付属資料 6 に基づく内容（赤字）
- 昨年度業務における検討内容、科学委員会での議論内容、気候変動による影響評価が行われた主要な文献からの情報に基づく内容（青字）
- 有識者ヒアリングでのご意見に基づく内容（橙色字）
- 文献等による情報のない想定される内容（黒字）

表 5 感受性、脆弱性、復元力の定義

用語	定義
感受性	遺産サイトの価値が、いかに修復不可能な損傷を受けやすいかを指す。感受性の高い遺産サイトとは、その特徴と属性がさまざまな要因によって変質しやすい遺産サイトである。
脆弱性	遺産サイトの特定の条件下における変化への感受性を指す。例えば、洪水に対しては脆弱でも、過放牧に対しては脆弱でない遺産サイトもある。また、一部の特徴や属性はそれ自体が脆弱であったり、遺産サイトを脆弱にしたりする可能性がある一方で、その他の特徴や属性は脅威に対する抵抗力があることも考えられる。
復元力	復元力とは、何らかの攪乱があってもその影響に屈せず、機能を原状または望ましい状態まで回復できる遺産サイトの能力を指す。（「柔軟性」とも言われる）

3.2. 感受性、脆弱性、復元力の評価結果

脆弱性、復元力の評価を行った結果を表 6 に示す。総合評価書での評価結果や文献情報では気候変動への脆弱性及び復元力を評価できない項目が多かった。この点については、引き続きモニタリング結果の分析や専門家ヒアリング等により、データ整理をしていく必要がある。

表 6 脆弱性、復元力の評価結果

特徴	属性	(特定の圧力に対する)脆弱性	(特定の圧力に対する)復元力
海水	水温	—	—
	汚染物質濃度	—	—
アザラシ (ゴマフアザラシ)	来遊頭数	来遊状況は海水の量や質に影響を受けるため、来遊頭数は海水の減少に対して脆弱性が高い	—
	来遊時期	来遊状況は海水の量や質に影響を受けるため、来遊時期は海水期間の短期化に対して脆弱性が高い	—
	分布	周辺に代替生息場所があるため、脆弱性は低い	周辺のロシアや北海道全域では流水生態系と越冬場が維持されているため、復元力は高い
	食性、個体の特徴	—	—
トド	来遊頭数	来遊頭数は餌資源量に対して脆弱性が高い	—
	来遊時期	来遊時期は餌資源量に対して脆弱性が高い	—
	分布	根室海峡来遊トドは上陸場を持たず游泳群が観察されるのみであるため、脆弱性は低い	—
	食性、個体の特徴	—	—
魚類、海藻、無脊椎動物 (貝類含む)	種数・個体数	生息状況は海洋環境に影響を受けるため、海水温や栄養状態の変化に対して脆弱性が高い	移動性の高い魚類は復元力が高く、移動性の低い海藻、貝類等は復元力が低い

特徴	属性	(特定の圧力に対する)脆弱性	(特定の圧力に対する)復元力
海鳥（ケイマフリ・ウミネコ・オオセグロカモメ・ウミウ）	営巣数・つがい数	餌の出現時期がずれることによる繁殖時期の餌の確保の困難や捕食者の営巣地への侵入の可能性があり、営巣数は餌の減少及び捕食者に対して脆弱性が高い	ケイマフリを除く海鳥の営巣数は減少しているが、代替地での営巣数の増加が認められており、復元力はある
	個体数	気温上昇により生息適地が北上し、分布変化が生じる可能性があり、個体数は気温上昇に対して脆弱性が高い	ケイマフリを除く海鳥の生息数は登録当時より半減しており、復元力は低い
森林植生	群落の組成・植生高	エゾシカの採食により林床植生が大幅に消失、忌避植物が増加しており、群落の組成・植生高は採食圧に対して脆弱性が高い	エゾシカの採食により森林の更新が困難な状態が継続しているため、復元力は低い
	稚樹密度	エゾシカの採食により森林の更新が困難な状態となり、稚樹密度は採食圧に対して脆弱性が高い	稚樹は増加しておらず、復元力は低い
	開花株数	エゾシカの採食により林床植生が大幅に消失、忌避植物が増加しており、開花株数は採食圧に対して脆弱性が高い	エゾシカの採食により林床植生が大幅に消失、忌避植物が増加した状態が継続しており、復元力は低い
草原植生	群落の組成・植生高	エゾシカの採食により消失・低層化していたため、採食圧に対する脆弱性が高い	イネ科草本・ササ類の高さ・現存量が回復しており、復元力は高い
	開花株数	エゾシカの採食により消失していたため、開花株数は採食圧に対する脆弱性が高い	開花株数も回復傾向にある地域もあり、復元力は中程度
海岸植生	群落の組成・植生高	エゾシカによる植生改変があり、採食圧に対する脆弱性が高い	構成種・被度構成に大きな変化は見られず、一部地域でエゾシカによる植生改変が継続しているため、復元力は低い

特徴	属性	(特定の圧力に対する)脆弱性	(特定の圧力に対する)復元力
高山植生 (火山性 風衝砂礫 地、雪田 群落、高 層湿原)	群落の組成・植 生高	ササの拡大による植生変化が急速に進んでいる部分があり、ササの拡大に対して脆弱性は低い	ハイマツ群落や広葉樹林へ遷移する可能性があり、復元力は低い
	希少植物(シレ トコスミレ)の 生育・分布状況	株数の急激な減少と、過去最多の被採食株が確認されており、採食圧に対する脆弱性が高い	生息域の植生の遷移に伴う減少が懸念されるため、復元力は低い
エゾシカ	越冬個体数	—	—
	分布	—	—
陸上無脊 椎動物 (主に昆 虫)	昆虫相	種組成に大きな変化はなく、圧力に対する脆弱性は低い	—
	生息密度	地表性昆虫は個体数密度の低下が見られている一方、エゾシカの減少と植生回復により、生息密度の上昇が見られており、植生の変化に対して脆弱性が高い	エゾシカの減少と植生回復により、生息密度の上昇が見られ、復元力は高い
	分布	植生により生息地が変化するため、植生の変化に対して脆弱性が高い	—
	外来種の分布 状況	—	—
陸生鳥類	鳥類相	種組成に大きな変化はなく、圧力に対する脆弱性は低い	—
	生息密度	エゾシカの密度変化に伴う草本類の変化に影響を受けている可能性があり、植生構造の変化に対して脆弱性が高い	森林性のヤブサメや草原性のシマセンニュウなどの生息密度が回復しており、復元力は高い
	分布	森林性、草原性等、種により必要とする生息環境が異なるため、植生構造の変化に対して脆弱性が高い	—
	外来種の分布 状況	—	—
中小型哺 乳類	哺乳類相	種組成に大きな変化はなく、圧力に対する脆弱性は低い	—

特徴	属性	(特定の圧力に対する)脆弱性	(特定の圧力に対する)復元力
	生息密度	—	—
	分布	—	—
	外来種の分布状況	(アライグマとアメリカミンクの生息が確認されている)	—
ヒグマ	出没状況	ヒグマとの軋轢や捕殺数が増大傾向にあり、餌資源不足に対する脆弱性が高い	—
	メスヒグマの人為的死亡個体数	—	—
	個体数	個体数の顕著な減少傾向はなく、圧力への脆弱性は低い	—
	分布	餌資源の分布変化に対する脆弱性が高い	—
サケ類	遡上数	沿岸での漁獲圧力に対して脆弱性が高い	河川工作物の改良により遡上数が増加しているが、復元力の評価はできない
	産卵床数	幼稚魚放流時の海水温上昇により回帰率の低下が予測されるため、海水温の上昇に対して脆弱性が高い	河川工作物の改良により遡上数が増加しているが、復元力の評価はできない
	稚魚降下数	降海時期の融雪増水、海水温、餌資源量に対して脆弱性が高い	—
オシヨロコマ	個体数	河川水温の上昇により生育環境が悪化し、個体数の減少が予測されるため、河川水温の上昇に対して脆弱性が高い	(個体群維持の現状としては、安定的に分布している)
海ワシ (オオワシ、オジロワシ)	越冬個体数	年変化傾向はなく、圧力に対する脆弱性は低い	一時的な減少後に増加がみられ、復元力は高い

特徴	属性	(特定の圧力に対する)脆弱性	(特定の圧力に対する)復元力
海ワシ (オジロワシ)	営巣数・つがい数	営巣数は増加傾向にあり、圧力に対する脆弱性は低い	—
	繁殖成功率・生産力	繁殖成功は増加傾向にあり、圧力に対する脆弱性は低い	—
シマフクロウ	営巣数・つがい数	つがい数はやや増加傾向であり、圧力に対する脆弱性は低い	—
	繁殖成功率	繁殖成功率は変動がみられるが、大きな問題にはなっておらず、脆弱性は中程度	—
気象	気温	—	—
	降水量	—	—
	日射量	—	—
	積雪深	—	—
海氷	海氷面積	—	—
	海氷時期	—	—
スケトウダラ	来遊量・現存量 (漁獲量)	海水温の上昇により生息できなくなる可能性があり、海水温の上昇に対して脆弱性が高い	産卵回遊群は減少傾向、索餌回遊群は増加傾向にあるため、復元力は中程度
		海水温の上昇により生息が変化する可能性があり、海水温の上昇に対して脆弱性が高い	産卵回遊群は減少傾向、索餌回遊群は増加傾向にあるため、復元力は中程度
	卵分布量	海水温の上昇による個体数減少に伴い産卵床数も減少する可能性があり、海水温の上昇に対して脆弱性が高い	産卵量は低い水準が続いており、復元力は低い
シャチ	識別個体数	生息範囲が広く移動性が高いため、脆弱性は低い	—

4. リスク（発生確率・重大度）の評価

4.1. リスク（発生確率・重大度）の評価方法

遺産サイトの OUV へのリスクを分析する方法として、主要な特徴とその属性に注目し、脅威の発生確率と重大度を評価することが有用である。遺産サイトの復元力が低く、気候変動への脆弱性が高いほど、気候変動から悪影響を受けるリスクは高くなる。まずこれらのリスクの原因を特定し、その後、以下を判断する必要がある。

- 発生確率：気候変動による影響が発生する確率
- 重大度：気候変動による影響がどれほど重大か

本業務では、気候シナリオを用いた定量的な影響評価を実施していないため、II.1 で抽出された各脅威について、リスクの定義と評価方法を以下に設定して整理を行った。

発生確率の定義および評価方法は、次の通りとした。

- 定義：現在、すでに影響が顕在化しているものや、将来の気候変動により影響が悪化する可能性がある場合に発生確率を高くする。想定される気候変動による影響（環境要因）が不確定な要素の場合は可能性の程度を低くする。
- 評価方法：総合評価書の評価結果では、個別モニタリング項目の評価基準に基づき、以下のように評価されている。
 - モニタリング対象（評価指標）の評価時点における状態「適合／非適合」
 - モニタリング対象（評価指標）の一定期間における動向「改善／現状維持／悪化」
 - 評価結果に基づき、以下のように発生確率を評価した。

状態が「非適合」＋動向が「悪化」の場合（評価値 1）、発生確率は「高」
状態が「非適合」＋動向が「現状維持」の場合（評価値 2）、発生確率は「高」
状態が「非適合」＋動向が「改善」の場合（評価値 3）、発生確率は「中」
状態が「適合」＋動向が「悪化」の場合（評価値 4）、発生確率は「中」
状態が「適合」＋動向が「現状維持」の場合（評価値 5）、発生確率は「低」
状態が「適合」＋動向が「改善」の場合（評価値 6）、発生確率は「低」

総合評価書で評価されていない項目については、総合評価書での評価の理由や文献情報などをもとに評価した。評価結果は有識者ヒアリングを行い、最終化を行った。

重大度の定義および評価方法は、次の通りとした。

- 定義：対象種への影響により、知床のクライテリアの維持が困難になる場合や、対象種への影響により他種への影響の波及が甚大である場合に重大度の程度を高くする。
- 評価方法：第2期長期モニタリング計画では、順応的管理を実施するために評価項目として、12項目が挙げられており、それぞれに対応するモニタリング項目がまとめられている。世界自然遺産として登録された基準（クライテリア）である知床の生態系及び生物多様性が維持されているかという観点で設定されている評価項目が3つ（A,B,C）あるため、これらに対応するモニタリング項目は重大性が高いと評価した。

直接的に評価項目に該当しない属性は、脆弱性や復元力の評価結果及び、評価項目への関連性の高さを考慮して評価した。評価結果は有識者ヒアリングを行い、最終化を行った。

発生確率及び重大度の表示方法は、次の通りとした。

- 総合評価書に基づく評価は、色付き（高：赤、中：黄、低：青）で表示した。
- 有識者ヒアリングに基づく評価は、色付き（同上）かつ下線で表示した。
- 事務局判断に基づく評価は、文字のみで表示した。

4.2. リスク（発生確率・重大度）の評価結果

リスク（発生確率・重大性）の評価を行った結果を表7に示す。総合評価書での評価結果や文献情報では発生確率と重大性を評価できない項目が多かった。これらの評価についてはより適切な評価として、気候シナリオを用いた適切な影響の把握や、正確なデータに基づく感受性や復元力の把握等が必要となる。

表7 リスク（発生確率・重大度）の評価

特徴	脅威（属性の好ましくない変化）	リスク	
		発生確率	重大性
海水	海水温上昇	高	高
	汚染物質濃度の上昇	低	低
アザラシ（ゴマフアザラシ）	来遊頭数の減少	高	高
	来遊時期の変化	高	中
	分布の変化	低	中
	生態（食性）の変化	高	低
トド	来遊頭数の減少	高	高
	来遊時期の変化	高	中
	分布の変化	低	中
	生態（食性）の変化	高	低

特徴	脅威（属性の好ましくない変化）	リスク	
		発生確率	重大性
魚類、海藻、無脊椎動物 （貝類含む）	種数・個体数の減少 分布の変化	低	高
海鳥（ケイマフリ・ウミネコ・オオセグロカモメ・ウミウ）	営巣数・つがい数の減少	高	高
	個体数の減少	高	高
森林植生	群落の組成・植生高の変化	高	高
	稚樹密度の低下	高	高
	開花株数の減少	高	高
草原植生	群落の組成・植生高の変化	中	低
	開花株数の減少	中	低
海岸植生	群落の組成・植生高の変化	低	高
高山植生（火山性風衝砂礫地、雪田群落、高層湿原）	群落の組成・植生高の変化	高	高
	希少植物（シレットコスミレ）の分布・個体数の減少	中	高
エゾシカ	越冬個体数の増加	中	低
	分布の拡大	中	低
陸上無脊椎動物（主に昆虫）	昆虫相の変化	中	高
	生息密度の低下	中	高
	分布の変化	中	中
	外来種の分布変化	中	中
陸生鳥類	鳥類相の変化	中	高
	生息密度の低下	中	高
	分布の変化	中	中
	外来種の分布変化	中	中
中小型哺乳類	哺乳類相の変化	中	高
	生息密度の低下	中	中
	分布の変化	中	中
	外来種の分布変化	高	高
ヒグマ	出没の増加	高	低
	人為的死亡個体数の増加	中	高
	個体数の減少	低	高
	分布の変化	低	中
サケ類	遡上数の減少	高	高
	産卵床数の減少	高	高
	稚魚降下数の減少	高	高

特徴	脅威（属性の好ましくない変化）	リスク	
		発生確率	重大性
オシロコマ	個体数の減少	中～高	高
海ワシ（オオワシ、オジロワシ）	越冬個体数の減少	低	高
海ワシ（オジロワシ）	営巣数・つがい数の減少	低	高
	繁殖成功率・生産力の低下	低	高
シマフクロウ	営巣数・つがい数の減少	低	高
	繁殖成功率の低下	低	高
気象	気温上昇	高	低
	積雪量の減少	高	低
	積雪ピーク、融雪日の早期化		
海氷	海氷面積の減少	高	高
	海氷期間の短期化	高	高
スケトウダラ	来遊量・現存量の減少	中	高
	分布の変化	中	高
	産卵数の減少	中	高
シャチ	分布・来遊時期の変化	低	高

III. 適応管理策（案）の検討

1. 気候変動適応管理戦略の全体構成や作成方針の整理

1.1. 国内外の遺産地域における気候変動適応戦略事例の収集

知床世界自然遺産地域における気候変動適応戦略の作成方針を整理するために、国内外の他の世界自然遺産地域における気候変動適応戦略事例を調査した。国外における事例を以下の表 8、国内における事例を表 9 にまとめた。

表 8 国外の世界自然遺産地域において最近策定された
気候変動適応管理戦略・計画の全体構成

世界遺産地域	戦略・計画	策定年	全体構成
タスマニア原生地域	自然価値 気候変動 適応戦略	2021	<ul style="list-style-type: none"> ● はじめに：目的、対象範囲、文脈とドライバー、主要な原則 ● 背景：TWWHA の自然価値、気候の変化、自然価値への気候変動の影響 ● 自然価値に影響を及ぼす気候変動の主要な側面：気候の平均値の変化、極端な気象現象、変化した包括的プロセスおよび脅威 ● 価値の適応能力および管理オプション：包括的プロセスおよび脅威に対する管理オプション、脆弱な価値に対する管理オプション ● 適応の目標および行動：適応の目標、行動と成果 ● 次のステップ：実施、評価
グレートバリアリーフ	2050 長期 持続可能 性計画	2021	<ul style="list-style-type: none"> ● 背景：グレートバリアリーフとは？、グレートバリアリーフの価値とは？、グレートバリアリーフを脅かしているものは何か？ ● ビジョン ● 計画について：範囲、2020 年の見直しと更新、時間軸と見直し、計画の実施：強固な基盤の上に構築、報告 ● 成果の枠組み ● 作業領域とイネイブラー：作業領域 1「気候変動の影響の制限」、作業領域 2「陸上での活動から生じる影響の低減」、作業領域 3「水辺の活動から生じる影響の低減」、作業領域 4「国際的な

世界遺産地域	戦略・計画	策定年	全体構成
			<p>影響源の減少への影響」、作業領域 5「保護、修復、復元」、イネイブラーA「協力とパートナーシップ」、イネイブラーB「科学と知識」、イネイブラーC「モニタリング、評価、順応的管理」、イネイブラーD「投資」</p>
クイーンズランド湿潤熱帯地域	気候適応計画 2020-2030	2019	<ul style="list-style-type: none"> ● クイーンズランド湿潤熱帯地域の気候変動への適応戦略 2020-2030：実際の計画 <ul style="list-style-type: none"> ➤ ビジョン・目的 ● 湿潤熱帯地域と、今行動するべき理由 ● 湿潤熱帯地域に関連するコミュニティ ● 気候変動への適応戦略 2020-2030 の背景、詳細、原則 ● 適応戦略のポリシー、関連するイニシアティブ ● 適応戦略の詳細 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 適応戦略ゴール 1: 関連する地域ごとのフレームワークの構築 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 目的 1.1: 湿潤熱帯地域全体の関連するステークホルダー・コミュニティへ参加型のシナリオ案・アプローチの追加・埋め込み ◇ 目的 1.2: 適応戦略マネジメントのためのフレームワークの構築 ◇ 目的 1.3: 研究・モニタリングの改善・向上 ➤ 適応戦略ゴール 2: 土地自体の回復力の向上 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 目的 1.1: レフュジア (refugia・避難場所) の向上のための計画及びその実施 ◇ 目的 1.2: 現在絶滅の危機にある種の保護 ◇ 目的 1.3: 湿潤熱帯地域のエコシステムの理解の向上 ➤ 適応戦略ゴール 3: 適応型コミュニティ・産業のためのファシリテーション <ul style="list-style-type: none"> ◇ 目的 1.1: エコシステムへマネジメントの試験的導入 ◇ 目的 1.2: 適応戦略・アクションの普

世界遺産地域	戦略・計画	策定年	全体構成
			及のためのコミュニケーション ◇ 目的 1.3: ほかのセクターでの変革的なイニシアティブの支持 ▶ 適応戦略の実施アプローチ ▶ 湿潤熱帯地域の適応戦略にて使用されるリソース ▶ 適応戦略の成功の測り方・指標 ▶ レファレンス ● 気候変動により起こりうる変化、エコシステムへの影響の例、二次影響の例

表 9 国内の世界自然遺産地域において最近策定された
気候変動適応管理戦略・計画の全体構成

世界遺産地域	戦略・計画	策定年	全体構成 ※順次追記予定
屋久島世界自然遺産地域	屋久島世界自然遺産地域における気候変動適応策の検討	2020	<ul style="list-style-type: none"> ● 適応策の考え方：「気候変動の影響への適応計画」（2015.11.27 閣議決定）での自然生態系分野の基本的考え方や気候変動への適応策の定義 ● 適応策の検討の進め方（具体的な適応策無し） ● 屋久島世界自然遺産地域 <ul style="list-style-type: none"> ▶ ストレス要因とその現状 <ul style="list-style-type: none"> ◇ （1）気温（2）降水量（3）降雪（4）その他（気候変動以外のストレス） ▶ 3-4-2. 影響が懸念される森林生態系構成要素 <ul style="list-style-type: none"> （1）ヤクシマダケ群落（2）高層湿原
小笠原諸島世界自然遺産地域	小笠原諸島世界自然遺産地域における気候変動適応策	2018	資料 5： <ul style="list-style-type: none"> ● 表 1 世界自然遺産の OUV を成す森林生態系や生物種に影響を及ぼすストレス要因と現状、将来予測 ● 表 2 影響が懸念される森林生態系構成要素に対するストレス要因の影響と防止策・低減策 ● 表 3 森林生態系における気候変動の影響のモニタリングプログラムの内容 資料 14： <ul style="list-style-type: none"> ● 小笠原諸島世界自然遺産地域における気候変動適応策の検討結果（防止策・低減策の記載有） ● 適応策の考え方 ● 適応策の検討の進め方

世界遺産地域	戦略・計画	策定年	全体構成 ※順次追記予定
			<ul style="list-style-type: none"> ● 小笠原諸島世界自然遺産地域における適応策の検討 <ul style="list-style-type: none"> ➢ ストレス要因とその現状 <ul style="list-style-type: none"> ◇ (1) 気温 (2) 降水量 (3) 蒸発量のポテンシャル (4) 雲霧 (5) その他 (気候変動以外のストレス) ➢ 3-2. 影響が懸念される森林生態系構成要素 <ul style="list-style-type: none"> ◇ (1) 乾性低木林 (父島・兄島) (2) 雲霧林 (母島)
大雪山国立公園	大雪山国立公園における気候変動予測と適応策	2016	<ul style="list-style-type: none"> ● ステップ1：基盤情報の収集・整理 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 大雪山国立公園の現状を把握するため、大雪山やその特別保護区の範囲、食性、地形、地質、気象について公開されているデータを収集 ● ステップ2：評価対象のデータ収集 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 気候変動による影響や適応に関する課題を明らかにして、評価対象を決定 ● ステップ3：将来の分布・景観予測 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 植生調査のデータに基づき、具体的な分布推定モデルを作成し予測対象とした。 ● ステップ4：適応オプションの検討 <ul style="list-style-type: none"> ➢ フローチャートを用いてオプションを検討 ● ステップ5：関係者の認識や意見の把握と計画の検討 <ul style="list-style-type: none"> ➢ ステップ4までの結果を提示し、関係者間で意見交換を行う。 ● ステップ6：保全や利用に関する計画の策定 ● ステップ7：順応的管理 <ul style="list-style-type: none"> ➢ どの気候シナリオが実現するかわからないため、モニタリング教科や対策の試行とその効果の検証等を通じて、モニタリング結果を踏まえた予測の高精度化や、対策の改善を行う。
慶良間諸島国立公園	調査中 (手引きには記載有り)	調査中	<ul style="list-style-type: none"> ● ステップ1：基盤情報の収集・整理 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 慶良間諸島国立公園に関する、水温、流動場、推移、流行流速、土地利用等の基盤情報を収集。 ● ステップ2：評価対象のデータ収集 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 従来のサンゴ分布域の情報に加えより深場のサンゴ分布域も調査。 ● ステップ3：将来の分布・景観予測 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 3次元流動モデルを構築し、100mの解像度で水

世界遺産地域	戦略・計画	策定年	全体構成 ※順次追記予定
			<p>の流れや水温の計算を実施。さらに紫外線量と濁度を用いて、実際に観察されたサンゴの白化と脂肪を環境要因から推定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ステップ4：適応オプションの検討 <ul style="list-style-type: none"> ➤ フローチャートに従い、保全オプションを検討。 ● ステップ5：関係者の認識や意見の把握と計画の検討 ● ステップ6：保全や利用に関する計画の策定 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 将来的な水温上昇シナリオの元で、ダイビングポイントとしての利用に適した場所を選択する適応策の提案を行った。その結果数か所で駆除活動が継続することが決定。 ➤ ステップ7：順応的管理

1.2. 全体構成および作成方針の整理

ユネスコの実践ガイドを参考に知床世界自然遺産地域における全体構成の作成に着手した。前段階として、実践ガイドに記載の内容を適応計画のフレームとして表 10 にまとめた。また、作成した表を元に知床世界自然遺産地域における適応計画の全体構成を表 11 としてまとめた。

表 10 適応計画のフレーム

計画の段階		実践内容の概要
遺産サイトの評価	OUV の理解	OUV に関連する遺産サイトの主要な特徴と属性は完全かつ損なわれていないか。
	特徴属性の理解および目標の設定	遺産サイトの OUV と、OUV を支える変数（特徴及び属性）の状態を理解する。 将来的な影響評価、ならびに適応戦略の設計及び実施のため、遺産サイトの主要な特徴の属性の文書化、記録、報告のための一貫したアプローチを行う。
	感受性と脆弱性の理解	さまざまな生息地/地形タイプにおいて気候変動が引き起こしうる脅威を認識しそれらに対する感受性と脆弱性の理解を図る。
遺産サイトの復元力把握		地形や人間活動によって変化する遺産サイトが存在する地域における復元力を把握する。
適応能力の評価		管理体制、利害関係者、法律面・政策面の文脈・遺産サイト設計などの、保護区が持つそれぞれの具体的な復元能力を評価する。
適応オプション		対象の遺産サイトに対してこれらのオプションがどの程度実行可能かを自分たちで判断し、戦略オプションとそのそれぞれで必要となるアクションの目録を作成

計画の段階	実践内容の概要
適応計画における主な問題	管理計画の策定においては、海面上昇、暴風雨、洪水、干ばつ、氷河後退などが与える気候変動の動態を必ず考慮に入れる。今後数十年にわたって遺産サイトが一切変化しないかのような計画を立てない。
気候変動シナリオの分析	降雨予測と長期予測の不正確さは、遺産サイトの管理戦略を計画する上で大きな制約となっているため、対応地域では、遺産管理者は気象予測モデルを利用して、起こりうる将来的状況をよりよく理解する。
OUV の反応・リスク分析	遺産サイトの OUV へのリスクを分析する方法として、主要な特徴とその属性に注目し、脅威の確率と重大度を評価することが有用である。
アクションの選択	収集したデータを元に遺産サイトに最適なアクションの選択を行う。
計画の実施	最も効果的かつ効率的な方法で遺産サイトの OUV を保護することを注視し、アクションに優先順位付けを行う。
モニタリングと評価	気候変動に対抗して遺産サイトの OUV を維持するために、管理者は、管理を実施する際のプロセス、ならびに OUV に寄与している特定の属性の双方を評価する必要がある。モニタリングに使えるリソースは常に限られているため、モニタリングプログラムの結果と解釈の枠組みは適切に設定。遺産サイト内及び遺産サイト外での移動時の世界遺産内の生息地と種、ならびに、主要な地学的及び水文学的指標について正しく設計されたモニタリングを行う。
天候・気候パターンの影響 モニタリング	中期的・長期的記録を続けるために、遺産管理者はできるだけ多くの地域・局所的情報の蓄積を始める必要がある。

表 11 知床世界自然遺産地域における適応計画の全体構成

計画の段階		知床における実践内容の概要
遺産サイトの評価	OUV の理解	知床世界自然遺産の OUV は、①季節海氷の形成の影響を受けた特異な生態系の生産性（クライテリアIX）②海洋生態系と陸上生態系の相互関係（クライテリアIX）③北方種と南方種が混在する生物多様性（クライテリアX）の大きく3点が明言されている。これらの OUV を踏まえ、仕様書（1）（2）において整理した構成要素等をもとに、基準を満たす理由を的確に示し、適応管理策の必要性と共にまとめる。 また、長期モニタリング計画を含め、OUV を確実に守っていくための保護管理体制を整理した上で、適切で継続的な保護管理体制についてまとめる。
	特徴属性の理解 および目標の設定	仕様書（1）（2）の結果や長期モニタリング計画の結果等をもとに、直接的な測定・観察が可能で、変化への管理と対応のための根拠となる属性をまとめる。適応管理策の目標を設定するためには、以下のことが必要である。 ・ OUV に寄与する遺産サイトの特徴を特定する。 ・ 各特徴の属性を注意深く分析する。 ・ 査定可能な属性に基づき、各特徴の状態を評価する。
	感受性と脆弱性の理解	昨年度業務および本業務仕様書（1）（2）より整理した感受性、脆弱性をまとめる。
遺産サイトの復元力把握		昨年度業務および本業務仕様書（1）（2）より整理した復元力をまとめる。
適応能力の評価		適応オプションに対する具体的な対応アクションを定め、自然遺産サイトに適した基準により優先順位を整理する。適応計画を策定していく上では、影響の発現時期や遺産管理側の状況に合わせてどの適応アクションを優先して実施していくことが一番効果的、効率的であるかの検討が必要となる。
適応オプション		昨年度業務、本業務仕様書（1）（2）、長期モニタリング計画を踏まえ、適応オプションをまとめる。その上で、気候変動の悪影響を低減させるオプションと必要となるアクションをまとめる。
適応計画における主な問題		① 管理計画の策定においては、気候変動の動態を必ず考慮に入れる。 ② 遺産サイトのゾーニング制度を見直す。 ③ 管理の有効性及び適応能力に影響しうる法令を見直す。

計画の段階	知床における実践内容の概要
気候変動シナリオの分析	気候シナリオ別に想定される影響について検討し、結果をまとめる。大まかな予測結果であっても将来的な気象条件が OUV の属性にいかに関与するかを管理者が検討する上で役立つ情報となり、適応計画を設計する際の根拠になる何らかのリスク分析は可能となる。場合によっては、気象庁や研究機関から専門家の助言を得る必要がある。
OUV の反応・リスク分析	本業務仕様書 (1) (2) より整理したリスクの分析を整理しまとめる。
アクションの選択	適応オプションに対する具体的な対応アクションを定め、自然遺産サイトに適した基準により優先順位を整理する。適応計画を策定していく上では、影響の発現時期や遺産管理側の状況に合わせてどの適応アクションを優先して実施していくことが一番効果的、効率的であるかの検討が必要となる。
計画の実施	最も効果的かつ効率的な方法で遺産サイトの OUV を保護することを念頭に置いて、アクションに優先順位を付け、どのように計画を実施するか整理する。知床の場合、長期モニタリング計画等を参考にまとめる。
モニタリングと評価	長期モニタリング計画等を参考に、モニタリングの現状と評価をまとめる。
天候・気候パターンの影響モニタリング	幅広い気象要因を記録する必要があるため、現在のモニタリング状況を整理し、知床において必要なモニタリング内容を検討する必要がある。

上記の表における全体構成のまとめと並行して、有識者ヒアリングでのアドバイスを元に 4.1.1 国内外における保護区の事例から全体構成に組み込むことができる可能性があると思われる事例を抽出した。抽出した結果を以下の表 12 にまとめた。

表 12 知床における実践内容の参考となる取り組み

計画の段階	知床における実践内容の参考となる取り組み
適応能力の評価	<p>気候変動が生態系に及ぼすインパクトの評価基準の作成を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分布域の正確な調査 ・季節性の変化の調査 ・個体数のフェノロジカルな変動の調査 <p>地域ごとに温暖化の影響が異なるため、それらに基づき生物への影響を考え将来の予測を立てる必要がある。ローカルなデータの蓄積を元に、それから短期的予測をし、長期的には何が想定されるかを整理する。</p>
適応オプション	データの蓄積を継続して行っていく。

2. 具体的な適応管理策（案）の検討

2.1. 管理策の抽出

II.2 で作成したインパクトチェーン図の作成結果を踏まえて、具体的な適応管理策（案）の内容を検討するために、前段階として「知床世界自然遺産地域管理計画」に記載された管理策のうち、適応の効果も持つものの抽出を行った。抽出結果を以下の表 13 にまとめた。事務局判断で抽出したものを緑色で記載した。また、ヒアリングによる有識者の意見については下線で示した。

表 13 「知床世界自然遺産地域管理計画」より抽出した管理策

保全	対象	現状	文献に記載されている管理策
陸上生態系及び自然景観の保全	ミズナラ、イタヤカエデ、トドマツ、アカエゾマツ等の針広混交林、ダケカンバやミヤマハンノキにより構成される落葉広葉樹林	・亜高山帯（ダケカンバ林、ミヤマハンノキ林、針葉樹林）については、エゾシカによる軽度の採食圧はあるものの、目立った影響は確認されていない。 ・山地帯（針広混交林）については、標高 300m 以下の地域のほぼ全域で、エゾシカの採食圧の影響を受けて森林構造が変化しつつある。特に知床岬（森林部分）、ルシャ川下流域、幌別・岩尾別といった斜里側の越冬地においてその影響が顕著である。	・各種保護制度に基づき、関係行政機関と専門家等との連携・協力体制を構築することにより、適正かつ効果的な管理を行う。 ・植物群落の多様性及び希少種の分布状況に留意しつつ、それらの保護上重要な地域における調査研究・モニタリングを行い、その結果を基に人為的な影響の軽減、適切な保全対策の実施を図る。 ・シレットコスミレやチシマコハマギク等の希少種の盗掘防止のため、関係行政機関は地元自治体等と連携・協力し、パトロールの強化を図る。
	ハイマツ低木林等の森林群落		・エゾシカの採食圧による自然植生への影響については定期的に実態把握を行い、所要の対策を検討する。 ・外来植物については、海岸を中心に侵入・定着実態の把握を進めるとともに、生態系や景観に与える影響の程度や防除の効率を踏まえて、防除や普及啓発等の対策を検討する。
	山岳稜線部に広がる高山植物群落	・知床連山周辺において登山道や野営指定地の荒廃が一部進行しているほか、知床沼周辺においても、登山者の利用による湿原植生への影響が懸念されている。また、シレットコスミレに対するエゾシカの採食痕が確認されるなど、エゾシカの高山帯への侵出が近年になっ	・植物への影響に対しては、特にシカに対しての対策を優先し、エゾシカの管理が植生回復に効果があるか注視する。 ・エゾシカ被害を防除するために、高

保全	対象	現状	文献に記載されている管理策
		て徐々に進行してきている。	<u>山帯へのルート上のモニタリングを重視する。</u> ・各植生に対するフェノロジーに関する観測も行う。 ・北方種と南方種が混在する生物多様性は、気候変動下で維持できるかはわからないため、構成種の変化に着目してモニタリングを行う。
	山岳湖沼の周辺に広がる湿原植物群落		
	海浜の砂礫地とこれに続く断崖、急傾斜地の海岸植物群落	・海岸(海岸植生)については、一部の岩礫地を除いてほぼ全域でエゾシカの採食圧の影響がみられるが、特にルシャ地区、知床岬(草原部分)において、エゾシカの選好性の高い植物種の減少が著しい。	
	海岸断崖上部の風衝草原	・知床岬では草原植生に対する利用者による踏圧及び外来種の侵入が確認されている。	
	高茎草本群落		
	エゾシカ	・1980年代後半から急増し、現在では知床半島に生息するエゾシカの密度は非常に高く、知床岬など一部地域では本来の植生が大きく変化するなど生態系や自然景観への悪影響が生じている	・付属資料「知床半島エゾシカ保護管理計画」に基づき、知床半島に生息するエゾシカの保護管理を行う ・北海道全体のエゾシカの管理と緊密な連携をとりつつ知床半島のエゾシカの保護管理を行う。

保全	対象	現状	文献に記載されている管理策
	ヒグマ	<ul style="list-style-type: none"> ・遺産地域では世界有数の高い密度でヒグマの個体群が維持されている 	<ul style="list-style-type: none"> ・発信機を用いた行動調査や生息環境の利用状況調査等の結果を踏まえ、個体群の動態を把握し、適正な保護管理を行う ・誘引物の除去、追い払い等の対応、利用者の行動制限を含む利用システムの構築、適切な施設整備及び利用者等への普及啓発、情報提供に努める
	シマフクロウ	<ul style="list-style-type: none"> ・種の保存法に基づく国内希少野生動植物種及び文化財保護法に基づく天然記念物に指定され、その捕獲や殺傷は禁止されている。 ・遺産地域に生息するシマフクロウは、人工給餌に依存する個体がほとんどなく、自然下で繁殖しており、当該地域は本種の保護上極めて重要な生息地となっている。また、繁殖した個体が周辺地域に移動分散することにより、当該地域は周辺地域への新規個体の「供給源」的役割を有していると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・種の保存法に基づき策定される保護増殖事業計画に従い、関係行政機関は専門家等との連携・協力のもとに本種の保護増殖のための事業を実施する。 ・つがいの生息が確認されている河川の周辺においては、極力、自然環境を現状のまま維持するとともに、必要に応じ生息環境の改善を行う。 ・シマフクロウの生息環境をかく乱しないよう、入り込み者への指導を行う。 ・個体ごとの管理にも着目し、繁殖状況を把握するモニタリング調査、巣立ちビナの移動分散・生存状況を把握するための標識調査等を引き続き実施する。
	オオワシ オジロワシ	<ul style="list-style-type: none"> ・種の保存法に基づく国内希少野生動植物種及び文化財保護法に基づく天然記念物に指定され、その捕獲や殺傷は禁止されている。 ・遺産地域の海岸斜面等には、ワシ類の利用できる森林が連続しており、越冬期のオオワシ、オジロワシが常時利用する道内でも最も重要な環境となっている。また、オジロワシが高い密度で営巣、繁殖する重要な繁殖地にもなっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸斜面の森林を保全するとともに、オジロワシの繁殖期には人がむやみに営巣地周辺に近づかないよう利用者への指導、普及啓発を図る。 ・オオワシ、オジロワシの鉛中毒を防止するため、北海道内でのエゾシカ猟における鉛弾の使用禁止を徹底する。 ・オオワシ、オジロワシの保護対策を総合的に実施するため、種の保存法に基づいて策定される保護増殖事業計画に従い、餌資源調査等を進めるとともに、渡りルートの解明や行動生態の把握に努める。

保全	対象	現状	文献に記載されている管理策
			<p>・鉛中毒による個体数減少をモニタリングする。</p> <p>・個体数減少の際の適応オプションの一例として、人工給餌の必要性も視野に入れる必要がある。そのため人工給餌に関する影響のモニタリングを行う。</p>
	外来種	<p>・外来種であるアライグマ、アメリカミンク、セイヨウオオマルハナバチ及びオオハンゴンソウ等の知床半島への侵入が確認されており、こうした種による遺産地域の生態系への影響が懸念される</p>	<p>・関係行政機関、地元自治体、関係団体等の連携・協力を図りながら、外来種の定着実態の把握を進めるとともに、侵入経路を推定し、影響の程度や防除の効率を踏まえて、有効な対策や普及啓発等を実施する。</p> <p>・自然環境保全法及び自然公園法に基づき、原生自然環境保全地域及び国立公園特別保護地区において動植物の放出を規制しているとともに特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律に基づき、特定外来生物の飼育・栽培、保管、運搬、野外に放つ等の行為を規制しており、それらの適切な運用と普及啓発に努める。また、北海道内水面漁業調整規則に基づき、ブラウントラウト、カワマスなど5魚種の移植を禁止しており、その普及啓発に努める。</p>
海域と陸域の相互関係の保全	サケ科魚類	<p>・遺産地域では、ほとんどの河川で河口から上流部までオシロコマが広く生息しており、本種の降海型の分布の南限であると同時に、シマフクロウなど各種野生動物の重要な餌資源にもなっているという特徴を有している。大量に遡上するシロザケ、カラフトマス等は、ヒグマやシマフクロウ、オオワシ、オジロワシなど食物連鎖の</p>	<p>・持続的漁業のため、一部河川等でシロザケ、カラフトマスの人工ふ化放流事業が行われており、回遊・遡上・産卵に関するモニタリングや調査研究を踏まえて、自然産卵の維持を図る。</p> <p>・付属資料「知床世界自然遺産地域多利用型統合的・海域管理計画」に基づき、サケ科魚類の持続的な利用と保全を推進する。</p> <p>・自然河川内でのサケマスの動態を科学的知見として提供する必要がある</p>

保全	対象	現状	文献に記載されている管理策
		<p>頂点に位置する大型哺乳類、猛禽類の重要な餌資源にもなっており、海起源の物質を陸上生態系へ運び、その生産力と生物多様性を高めている。</p> <p>・シロザケ、カラフトマス、サクラマスは、漁業法等に基づいて、海面における定置漁業等による利用がなされている。一部の河川の河口付近や、全ての河川内については、資源保護等のため、採捕の禁止措置が講じられている。</p>	<p>文献に記載されている管理策が、データが少ないため、<u>重点的にモニタリングを行う。</u></p> <p>・サケ科とまとめられているものを<u>細分化して検討を進めていく必要がある。</u></p>
陸上生態系及び自然景観の保全	自然景観	/	<p>・原生自然環境保全地域、国立公園、森林生態系保護地域等の保護地域制度に基づく、工作物の新改増築、木竹の伐採、土石の採取等の各種行為に対する規制等の適正な運用、植生の保護・回復や生態系の管理に係る事業の実施等を通じて、山岳、湖沼、滝、海岸段丘崖に代表される遺産地域の優れた自然景観の保全を推進する。</p> <p>・海岸部に漂着したゴミ等については、関係行政機関と地元自治体の連携・協力のもと、地域住民や関係団体の協力も得て、その除去に努める。</p>
海域と陸域の相互関係の保全	河川環境の保全	/	<p>・科学委員会におけるサケ科魚類の遡上に及ぼす影響と防災面についての検討の結果を踏まえ、改良が適切と判断した河川工作物については、各工作物を管理する行政機関が順次改良を実施し、改良後は改良効果のモニタリング調査を行い、<u>サケ科魚類の遡上・産卵状況等の把握及び改良効果の検証を行う。</u>また、他の河川工作物を含めて、設置目的の変化等を踏まえ、必要に応じて改めて検討を加える。</p>

保全	対象	現状	文献に記載されている管理策
		/	<p>なお、河川環境に影響を及ぼす各種行為の実施に際しては、その施工方法や環境保全措置について検討を行い、河川に生息する生物に悪影響を及ぼさないよう十分な配慮を行う。</p>
<p>海域の保全</p>	<p>自然の適正な利用</p>	<p>・知床周辺海域は、流水下のアイスアルジーや、流水形成時の鉛直混合により作られる栄養塩の豊かな中層水がもたらす植物プランクトンの大増殖を基礎とした大きな生物生産力を持ち、これに依存する形で豊富な魚類や海棲哺乳類、鳥類等が生息している。また産卵のために遡上するシロザケ、カラフトマスは、ヒグマや猛禽類等の餌資源としても重要な役割を有しており、陸上生態系にも深く関わっている。</p> <p>また、豊かな生物生産を背景にして、これまで長い間、海洋生物と共存する形で漁業活動が営まれてきた。</p>	<p>・この遺産地域の海洋生態系の保全と、漁業や海洋レクリエーション等の人間活動による適正な利用との両立を将来に亘って維持していくことを目的として定める付属資料「知床世界自然遺産地域多利用型統合的の海域管理計画」に基づき、海洋環境と低次生産、沿岸環境、魚介類、海棲哺乳類、海鳥、海ワシ類、海洋レクリエーションについて管理を行う。</p> <p>・アザラシが網に入らないようにモニタリングを行う。</p>

2.2. 適応オプションの再精査・追加

昨年度に整理・ローカライズを行った適応オプションをベースに、III.2.1 から抽出した結果およびこれまでの検討結果を踏まえて、適応オプションの再精査・追加を行った。その整理結果を表 14 に示す。

表 14 適応オプションの再精査

No.	特徴	管理計画に記載された管理策	本業務で追加した適応オプション
1, ⑨	海水	—	—
2, ⑥	アザラシ	<ul style="list-style-type: none"> ● 観光客の適正利用の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（混獲などの漁業からの圧力、ごみ・油汚染などの人間活動からの圧力）の低減 ● 普及啓発 ● 関係者との協力関係の構築
2, ⑤, ⑥	トド	<ul style="list-style-type: none"> ● 観光客の適正利用の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（混獲などの漁業からの圧力、ごみ・油汚染などの人間活動からの圧力）の低減 ● 普及啓発 ● 関係者との協力関係の構築
3, 4	魚類、海藻、無脊椎動物（貝類含む）	<ul style="list-style-type: none"> ● 自主管理型漁業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（ごみ・油汚染などの人間活動からの圧力）の低減 ● 普及啓発 ● 関係者との協力関係の構築
5	海鳥（ケイマフリ・ウミネコ・オオセグロカモメ・ウミウ）	<ul style="list-style-type: none"> ● 観光客の適正利用の徹底 ● 法律による保護 ● 繁殖地の再生 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（混獲などの漁業からの圧力、ごみ・油汚染などの人間活動からの圧力）の低減 ● 普及啓発 ● 遺産サイトの拡大、新たな保護区の設計や指定（飛来環境や生息環境の保護）
6, 7	森林植生	<ul style="list-style-type: none"> ● エゾシカの適正管理 ● 植生調査の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（観光客の踏圧）の低減 ● 外来種の駆除/制御 ● 遺産サイトの拡大、新たな保護区の設計や指定 ● 重要種の保護や生息値の移転

No.	特徴	管理計画に記載された管理策	本業務で追加した適応オプション
6	草原植生	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（観光客の踏圧、エゾシカの採食圧）の低減 ● 外来種の駆除/制御 ● 遺産サイトの拡大、新たな保護区の設計や指定 ● 重要種の保護や生息値の移転
7	海岸植生	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（観光客の踏圧、エゾシカの採食圧）の低減 ● 外来種の駆除/制御 ● 遺産サイトの拡大、新たな保護区の設計や指定 ● 重要種の保護や生息値の移転
7, 8, 13, 22	高山植生（火山性風衝砂礫地、雪田群落、高層湿原）	<ul style="list-style-type: none"> ● 植生調査の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（観光客の踏圧、エゾシカの採食圧）の低減 ● 外来種（アメリカオニアザミなど）の駆除/制御 ● 遺産サイトの拡大、新たな保護区の設計や指定 ● 重要種の保護や生息値の移転
9	エゾシカ	<ul style="list-style-type: none"> ● 管理計画に基づく管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 普及啓発 ● 関係者（市町村及び関係機関）との協力関係の構築
10	陸上無脊椎動物（主に昆虫）	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（エゾシカの採食圧による植生変化）の低減 ● 外来種（セイヨウオオマルハナバチ、アライグマなど）の駆除/制御 ● 遺産サイトの拡大、新たな保護区の設計や指定 ● 重要種の保護や生息値の移転
11	陸生鳥類	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（餌付け・ロードキルなどの観光圧力、エゾシカの採食圧による植生変化）の低減 ● 外来種（アライグマなど）の駆除/制御 ● 遺産サイトの拡大、新たな保護区の設計や指定

No.	特徴	管理計画に記載された管理策	本業務で追加した適応オプション
12	中小型哺乳類	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（餌付け・ロードキルなどの観光圧力、エゾシカの採食圧による植生変化）の低減 ● 外来種の駆除/制御（アライグマ、アメリカミンク） ● 普及啓発（餌付け禁止看板等）
14, 15, 16	ヒグマ	<ul style="list-style-type: none"> ● 管理計画に基づく管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（餌付けなどの観光圧力）の低減 ● 普及啓発（観光客への接近防止看板の設置、地域住民へのごみ管理の啓発） ● 関係者（市町村及び関係機関）との協力関係の構築
17, ②	サケ類	<ul style="list-style-type: none"> ● ダムの改良工事 ● 稚魚の放流 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（漁獲圧力、開発圧力）の低減 ● 普及啓発（外来個体群の放流禁止の徹底） ● サイト復元・維持のためのハードエンジニアリング（河川ダムの改良工事）
18	オショロコマ	<ul style="list-style-type: none"> ● モニタリングによる確認 	<ul style="list-style-type: none"> ● 外来種（ニジマス）の駆除/制御 ● 普及啓発（外来個体群の放流禁止の徹底）
23, ⑦, ⑧	海ワシ（オオワシ、オジロワシ）	<ul style="list-style-type: none"> ● 法律による保護 ● 繁殖地の再生化 ● 観光客の適正利用の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（人間活動との接触の低減）の低減（傷病個体の救護管理） ● 普及啓発（観光客への適正利用の指導、鉛弾の使用禁止の徹底） ● 関係者（狩猟者）との協力関係の構築 ● 遺産サイトの拡大、新たな保護区の設計や指定（飛来環境や生息環境の保護）
24	シマフクロウ	<ul style="list-style-type: none"> ● 保護事業の実施 ● モニタリングによる確認 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のストレス源（観光圧力など）の低減 ● 外来種（クロテン、アライグマなど）の駆除/制御
27, 28	気象	—	—
①	海氷	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境研究総合推進費（課題番号 4-2102）による研究 	—
②, ③, ④	スケトウダラ	<ul style="list-style-type: none"> ● 自主管理型漁業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 関係者（漁業者）との協力関係の構築

No.	特徴	管理計画に記載された管理策	本業務で追加した適応オプション
⑩	シャチ	<ul style="list-style-type: none"> ● 観光客の適正利用の徹底 	<ul style="list-style-type: none"> ● 普及啓発（観光客への適正利用の指導） ● 関係者（漁業者）との協力関係の構築

IV. 有識者ヒアリング

本業務では、表 15 に示す 4 名の有識者に対してヒアリングを実施した。各有識者の専門分野のとりまとめ事項に対するご意見は、上述のとりまとめ結果に反映した。今後の課題として残ったご意見や全体的な整理方針に関するご意見の概要を表 16 に示す（詳細な議事録は、成果物（電子媒体）に含めた）。

全体的な整理方針については、以下のご意見を頂いた。

- 着目する気候変動とその影響を整理し、インパクトチェーンの基本的枠組みを明確にすることが必要である。
- 適応管理戦略の策定にあたり、遺産地域内外の現象を区別するかという点と、人間がコントロール可能なものかという点を整理する必要がある。
- 温暖化だけでなく、低温化のリスクも考慮する必要がある。
- 気候変動への脆弱性、復元力やリスクは、評価できるだけのデータが不足しているため、評価が困難である。

表 15 ヒアリングを行った有識者

日時	有識者	ヒアリング項目
2023 年 2 月 24 日 10:00～11:30	北海道大学地球環境科学研究所 環境生物学部門 陸域生態学分野／准教授 工藤 岳氏	<ul style="list-style-type: none"> ● 全体的な整理方針の妥当性や専門分野のとりまとめ事項について <ul style="list-style-type: none"> ➤ インパクトチェーン ➤ 脆弱性、復元力の評価 ➤ リスク（発生確率・重大度）の評価 ➤ 具体的な適応管理策（案） ➤ 気候変動適応管理策の全体構成や作成方針の整理
2023 年 2 月 24 日 15:00～16:00	北海道大学大学院農学研究所 基盤研究部門 生物資源科学分野／教授 荒木 仁志氏	
2023 年 2 月 28 日 10:30～12:00	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	
2023 年 3 月 2 日 10:30～12:00	北海道大学大学院水産科学研究所 海洋生物資源科学部門／准教授 山村 織生氏	

表 16 ヒアリング結果

項目	ご意見
インパクトチェーン	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="416 297 1393 521">➤ 知床の OUV を評価するうえで、着目する気候変動を整理したうえで、その変動（海水温上昇、海水の減少など）を見ることが重要である。現在示されている気候変動圧力に加えて、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。（工藤先生） <li data-bbox="416 539 1393 902">➤ インパクトチェーンにおける気候変動圧力の直接的な影響は、生物の分布域の変化（分布域の縮小拡大、新たな種の侵入等）、フェノロジーの変化（開花・開葉時期、渡りの時期等）、個体数の変動（個々の生物種の死亡率、サイズ構造の変化、成長速度の変化等）をどう評価できているかが重要である。個々の生物の変化により、生物間相互作用に影響が及び（種間競争、フェノロジーミスマッチ、食物連鎖の変化等）、その結果、生態系への影響がある、という関連性をしっかり押さえるべきである。（工藤先生） <li data-bbox="416 920 1393 1193">➤ 知床の自然遺産では、海と陸の相互作用が重要であり、つながりを踏まえたインパクトチェーンを作成する必要がある。そのためには、インパクトチェーンの書き方（各項目や影響等）が揃っている必要がある。現段階ではまず、基本的枠組みをしっかりと作ることが重要。基本構造を固めたうえで簡潔かつわかりやすいインパクトチェーンを作成し、既存のモニタリング項目がどこに位置付けられるのか示すのがよい。（工藤先生） <li data-bbox="416 1211 1393 1435">➤ 温暖化トレンドだけで整理されているが、低温化についても注視すべきなのではないか。長期的な温暖化トレンドはあると思うが、一時的な低温リスクも考えなければならないと思う。千島列島のトドが減少傾向である理由としては、海水温低下により餌資源が減少している可能性が考えられる。（山村先生） <li data-bbox="416 1453 1393 1532">➤ 海水温変化については、気温や海水の変化は上昇だけではなく、低下も注目すべきである。（綿貫先生）

項目	ご意見
脆弱性、復元力の評価	<ul style="list-style-type: none"> ➤ サケマスの場合、自然再生産された幼魚の降海時期の融雪増水、海水面の水温、餌資源量が沿岸を離れるまでの幼魚の生残を決めている。リスクファクターは多重にかかっており、何に対して脆弱性が高いかは評価が難しい。(荒木先生) ➤ 現状では起こっていないことに対して脆弱性を議論しているので、結果からでは何に対して脆弱性が高いかは分からないのではないかと。無理に脆弱性を示さず、効きうる要因を列挙するのみでよいのではないかと。(綿貫先生) ➤ モニタリング結果以外での評価方法としては、ウミネコ、オオセグロカモメ、ウミウは日本全国に生息しているため、日本全体の個体数傾向と各場所での草原傾向を、コロニーデータベースを使って分析すると評価できるかもしれない。(綿貫先生) ➤ 海鳥に関して、ケイマフリと他の海鳥は分けるべきである。それぞれの影響は異なるため、評価は種ごとに記載したほうが良い。(綿貫先生)
リスク（発生確率・重大度）の評価	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 現状では、リスク評価を総合評価書の結果に基づいて行っているが、AP内での議論の結果が個体数の変動や絶滅リスクの評価に直接つながっているかは疑問である。(荒木先生) ➤ アザラシ、トドについて、地域集団へのリスクを評価するうえでは、まずは個体群・繁殖集団全体の個体数の変化を見るべきである。遺産地域に限ると、全体の状況が見えづらくなってしまふ。遺産地域内にいなくなったからその種の存続に関わるのか、ただ来遊していないだけなのかで意味合いは大きく異なる。誤解を防ぐためにも、来遊していないことの意味合いを明確にすることは重要だと思われる。(山村先生) ➤ リスクについて正確に評価するのであれば、既存のデータから、10年のうち5年減少したため発生確率は50%、と測ることもできるのではないかと。(綿貫先生) ➤ 重大性はもう少し議論が必要なのではと思う。知見が足りないために「評価できない」と記載するのも良いのではないかと。評価方法を明確にした上で、現在あるデータではできないとする形をとるべきである。(綿貫先生)

項目	ご意見
具体的な適応管理策（案）	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 植物に関しては、外来種よりもエゾシカの影響を優先するべきである。また、フェノロジーに関するデータが不足しているため、ミスマッチ時の適応策を打ち出すことができないのではないか。（工藤先生） ➤ 生態系内でなにがしかの変化が生物へ起き始めたことを素早く感知して、原因究明と対策を行うスピード感が重要である。順応的管理として、何に対してどのようなアクションをとるのか明確にさせる必要がある。（荒木先生） ➤ 適応策は具体的に何をやってどのように考えるのか、何を解明するために実行しているのかを明確にするべきである。越冬個体群と繁殖個体群が同じ個体群なのかどうかというのは、渡りルートや行動生態の把握によって分かることであるため、特に明確にすべきである。（綿貫先生） ➤ アザラシが定置網に入ってさけ類を食べていることは太平洋側で大きな問題であり続けている。箱網に入らないような仕掛けを使うことによりアザラシとの衝突を防いでいる漁協もある。こういった取り組みによりある程度コンフリクトを防ぐことができるのではないか。（山村先生）
気候変動適応管理策の全体構成や作成方針の整理	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 分布域、季節性、個性変動に着目し、気候変動生態系インパクトを評価する基準を明確にする必要がある。（工藤先生） ➤ 他の地域の事例は予測が入っているが、知床の管理策では予測が見えていない。地域ごとに温暖化の影響は違ってくるため、それらに基づき生物への影響を考えることが重要である。ローカルなデータは蓄積しているので、それから短期的予測をし、長期的には何が想定されるかを整理すると、これから起こりうることを結構カバーできるのではないか。（荒木先生） ➤ 収集したデータをさらに緻密に解析し、その上で関係をつなぐ矢印を引くべきなのではないか。データはあるが根拠がない場合でも、専門家の判断の結果として書かれているので、客観性は薄い。（綿貫先生） ➤ 適応管理戦略の策定にあたり、遺産地域内外の現象を区別するかという点と、人間がコントロール可能なものかという点を整理すべきである。海棲哺乳類の場合、遺産地域内の海域のみを対象とするのか、範囲外も含むのかをまず明確にすべきである。（山村先生）

V. 業務打ち合わせ

業務担当官とは、表 17 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調査を進めた。

表 17 業務打ち合わせ内容

日時	場所	内容
2022 年 12 月 14 日 10:00~11:00	Teams 会議	キックオフミーティング
2022 年 12 月 27 日 10:30~11:30	Teams 会議	第 1 回業務進捗報告
2023 年 1 月 20 日 16:00~17:00	Teams 会議	第 2 回業務進捗報告
2023 年 2 月 22 日 9:00~10:00	Teams 会議	有識者ヒアリング事前打ち 合わせ

VI. 引用文献

- 国際連合教育科学文化機関（2014） 自然遺産サイトへの気候変動適応 実践ガイド
- 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および各種 WG 資料
(<http://shiretoko-whc.com/meeting/kagakuinkai.html>)