



積雪寒冷地における気候変動の影響評価と適応策に関する研究

【重点課題】

主:【重点課題⑧】気候変動への適応策に係る研究・技術開発

副:【重点課題②】ビジョン・理念の実現に向けた研究・技術開発

【行政要請研究テーマ(行政ニーズ)】

(2-4)地域特性に応じた気候変動影響及び適応策に関する研究

【研究実施期間】

令和2年度～令和4年度

【研究代表機関:研究代表者】

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構: 野口 泉



【研究分担機関】

北海道大学

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

帯広畜産大学

東北工業大学

国立研究開発法人 国立環境研究所



はじめに(研究開発背景)



2022年の札幌における大雪



2023年1月14日北海道新聞記事
【札幌市民意識調査 政策要望】
「除雪」13年連続最多



気候変動の影響も雪に対する関心が高い。

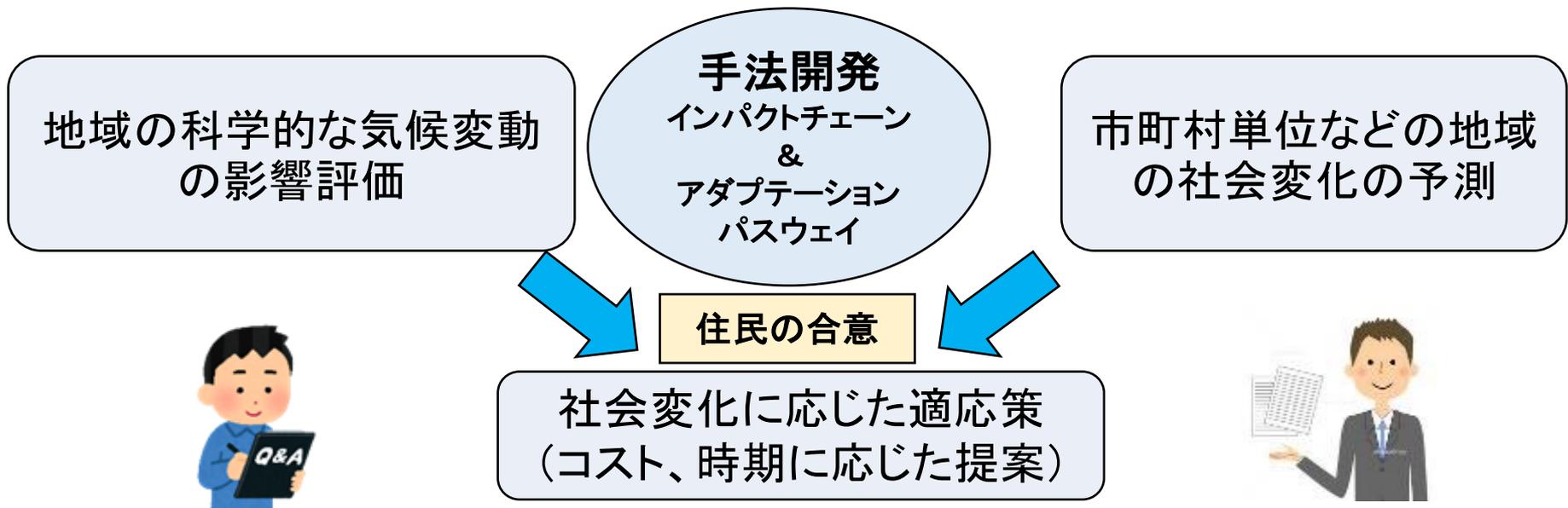
- ・除雪の量、重さ、回数の変化
- ・つるつる路面、落雪事故
- ・積雪荷重、建物倒壊
- ・根雪の遅れ、早期融雪
- ・スキー場の雪不足
- ・農作物への影響

1. 研究開発背景

- 気候変動適応の推進に関して、**地域における影響予測と適応策**の立案・実装が進められているが、必要な精度の調査研究は**まだ不十分**。
- **北海道**は、日本の**食糧の一大供給基地**であるが、積雪期間が4~5ヶ月に及ぶなど本州とは異なる**寒冷気候や地理的特徴**を持ち、それに対応できる**気候変動適応**が必要。



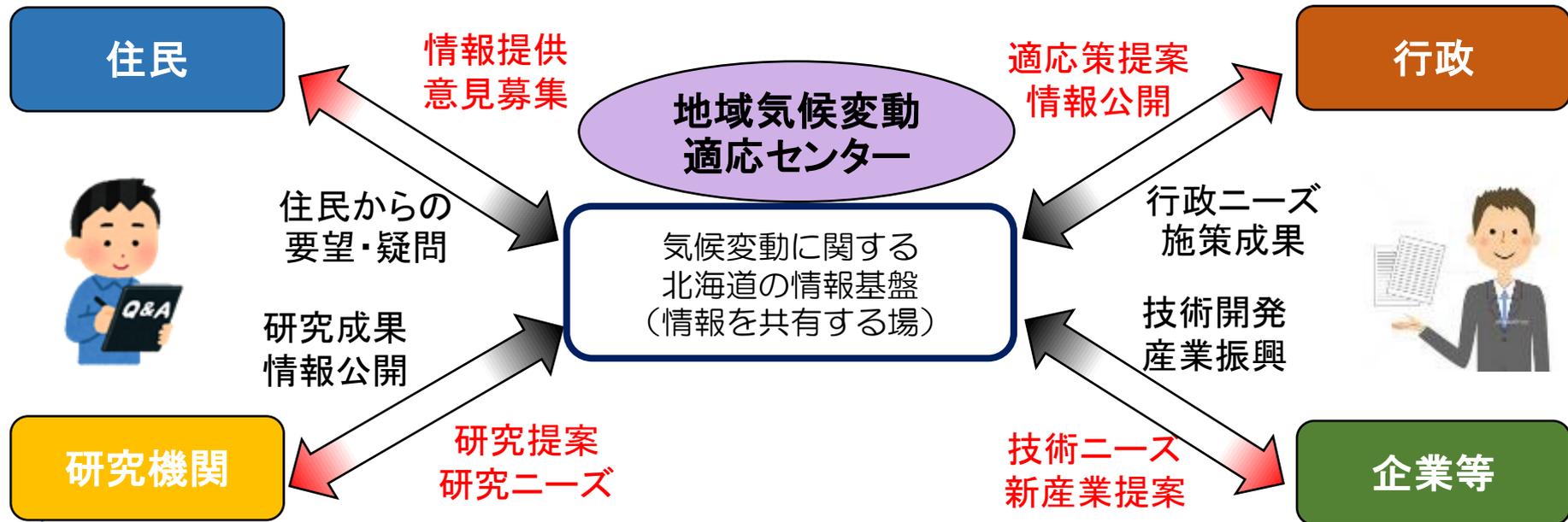
- 北海道の降雪・積雪に着目し、**実感を伴う気候変動影響を明らかにし、新しい手法・概念を導入し、適応策導入手法を研究開発**する。
- **特に農業分野では現場レベルでの研究開発を行う。**
- 開発した手法を地域気候変動適応センター等と共有し、住民の合意形成と地域の気候変動適応策の策定など、今後の地域づくりに繋げる。





3-1.全体目標

- ◆北海道に特徴的な気候要素(降雪・積雪)に着目し、新しい手法・概念(インパクトチェーンなど)を導入し、多分野における順応的適応を研究開発する。特に農業分野では現場レベルでの適応方針を提示する。
- ◆その成果を基に、適応策の社会実装を目指し、参与型のワークショップ等を試行的に開催する。
- ◆さらに、将来的により多くの適応策導入を期待し、開発されたインパクトチェーンや適応経路を含むフレームワークを、気候変動の適応を推進する組織と共有する。



3-2. 研究計画

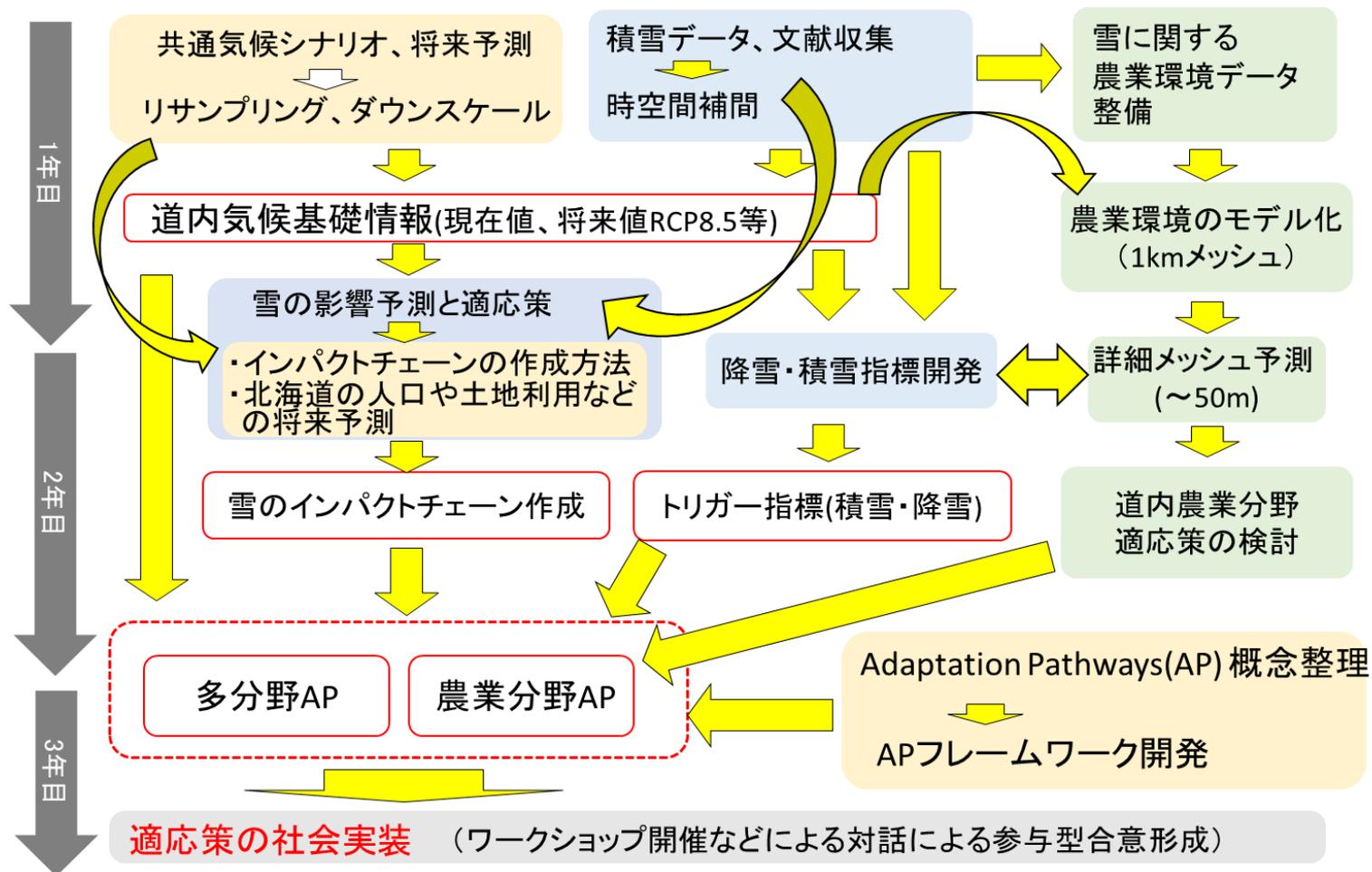
ST1

ST2

ST3



- ST1: 地域に応じた実感のある気候変動影響とその指標開発→地域住民の合意形成
- ST2: 全国にも波及する農業に影響する雪の変化を評価→農家目線での適応策
- ST3: 適応策の社会実装を理論的に進めるフレームワーク構築→理論化による一般化



4. 研究開発内容



【サブテーマ1】

雪に関する気候変動影響の評価とその指標開発

(1) 雪の変化およびその影響に関する評価

- ・雪の変化およびその影響に関する情報の収集・解析
- ・雪に関する気象要素についての長期変化傾向の解析
- ・積雪調査による積雪の空間分布の把握
- ・衛星画像解析による積雪期間の変化

(2) インパクトチェーンの作成と指標開発

- ・インパクトチェーンの作成
- ・雪の変化に関する指標開発

(3) 社会実装に向けた適応策検討手法の開発

【サブテーマ2】

農業分野における影響評価と適応策

(1) 広域の降積雪の量的変動と質的変動およびその影響

- ・冬季気温(積雪堆積環境)変動の特徴抽出
- ・積雪変動の農業影響の調査

(2) 高解像度積雪深・消雪日推定マップの作成

(3) 凍土消失日の推定

(4) 栽培の可能性が高くなる作物の将来予測

【サブテーマ3】

北海道における気候リスク評価および適応策ローカライゼーション

(1) 寒冷積雪地における地域社会他の将来予測

(2) 気候変動影響インパクトチェーンとローカライゼーション

(3) 社会システムへの影響連鎖評価

(4) インタラクティブな適応経路開発

フレームワークの開発と社会実装

5. 1 成果概要



1-1 雪の変化とその影響に関する評価

雪に関する気象要素の長期変化傾向から雪の量は全体的には減少傾向にあるが、大雪の頻度はあまり減らず、湿った重い雪や雨・みぞれの頻度が、積雪の融解・再凍結の頻度が増える傾向が明らかとなった。このような変化から、除雪方法の改善、つるつる路面や路面の穴対策などが必要となり、これらの情報は、行政機関で活用される。

表1 気象要素の変化傾向

	気温	絶対湿度	相対湿度	降水量	最大積雪深	積算降雪深		雪水比	ゼロの日の日数	濡れ雪の日数
	°C	g/m ³	%	mm	cm	-2005 2006-	-2005 2006-	cm/mm	日	日
稚内	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
旭川	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+
留萌	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+
岩見沢	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+
札幌	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
倶知安	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
網走	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+
根室	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+
釧路	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
帯広	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
室蘭	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
浦河	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
函館	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+
江差	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+

+：危険率1%で有意な増加傾向、-：危険率1%で有意な減少傾向を示す。

降雪深に関わる項目は2006年から自動測定値となり、それ以前の目視による方法と区別した

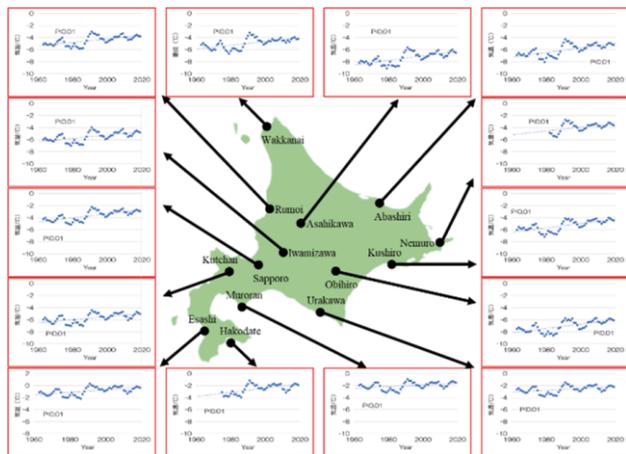


図1 1961～2021年1、2月の北海道内の気象官署における気温の変化傾向（赤枠は有意な増加傾向である。）

5.1 成果概要



1-2 インパクトチェーン作成と指標開発

雪などに関する気候変動影響のインパクトチェーンの作成によることで、多岐にわたる影響連鎖が、また家庭の除雪日数などの指標によって住民が気候変動影響を実感できることが明らかになった。これらの成果を活用して、適応策の社会実装するために、住民の理解と適応策に関する合意を得ることが重要と考えられた。

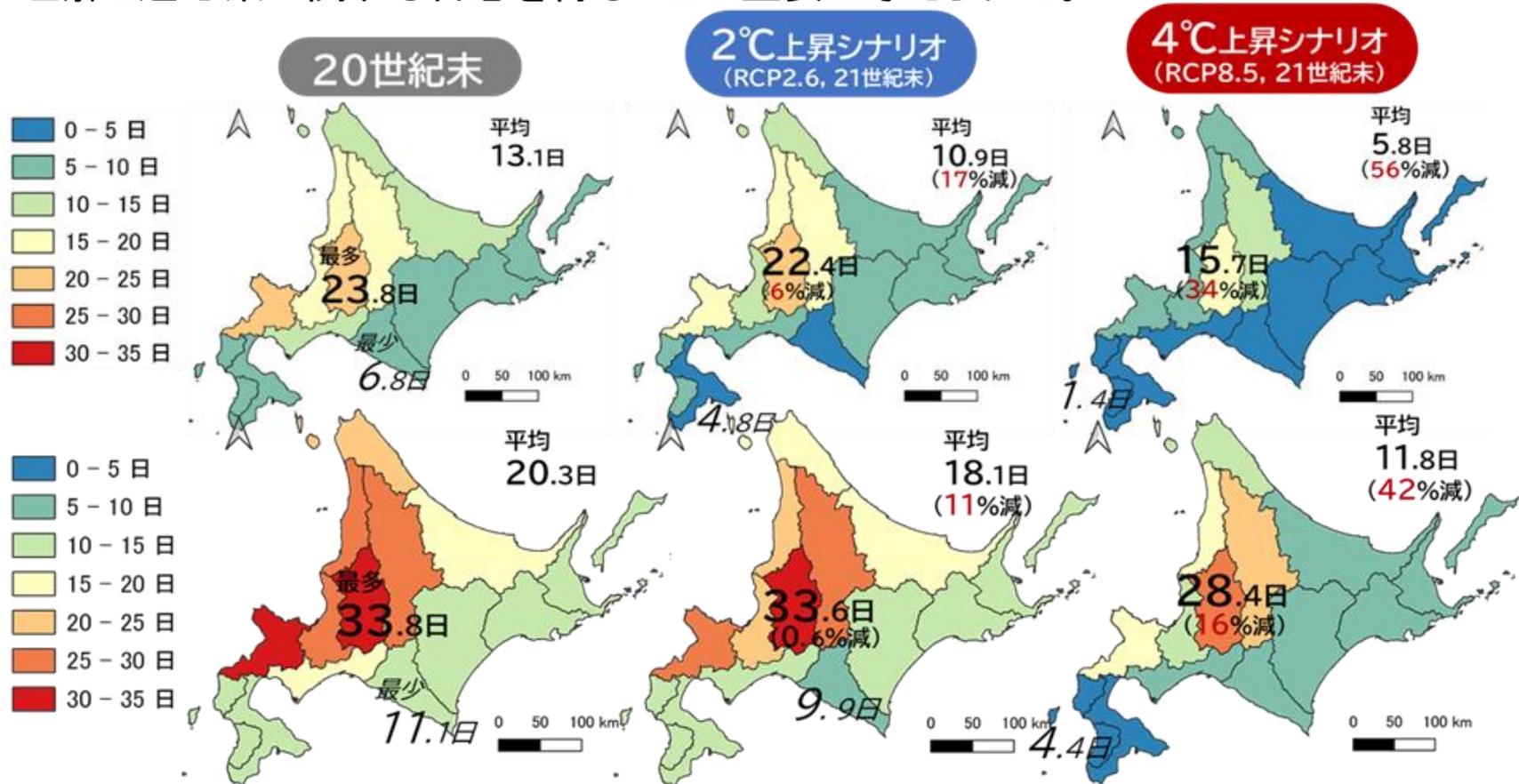


図 20世紀末と21世紀末(RCP2.6および8.5)の全平均除雪日数(上)と10年に1度の多雪年の平均除雪日数(下)

5.1 成果概要



2-1 降積雪の量および質的変動とその影響

北海道における将来の積雪の量的変動と質的変動の予測を1枚の図にまとめたパターンマップを作製した。これにより、現在行われている営農形態の継続可能性や新規作物導入・作型の変更などを検討するための材料を提供することができる。

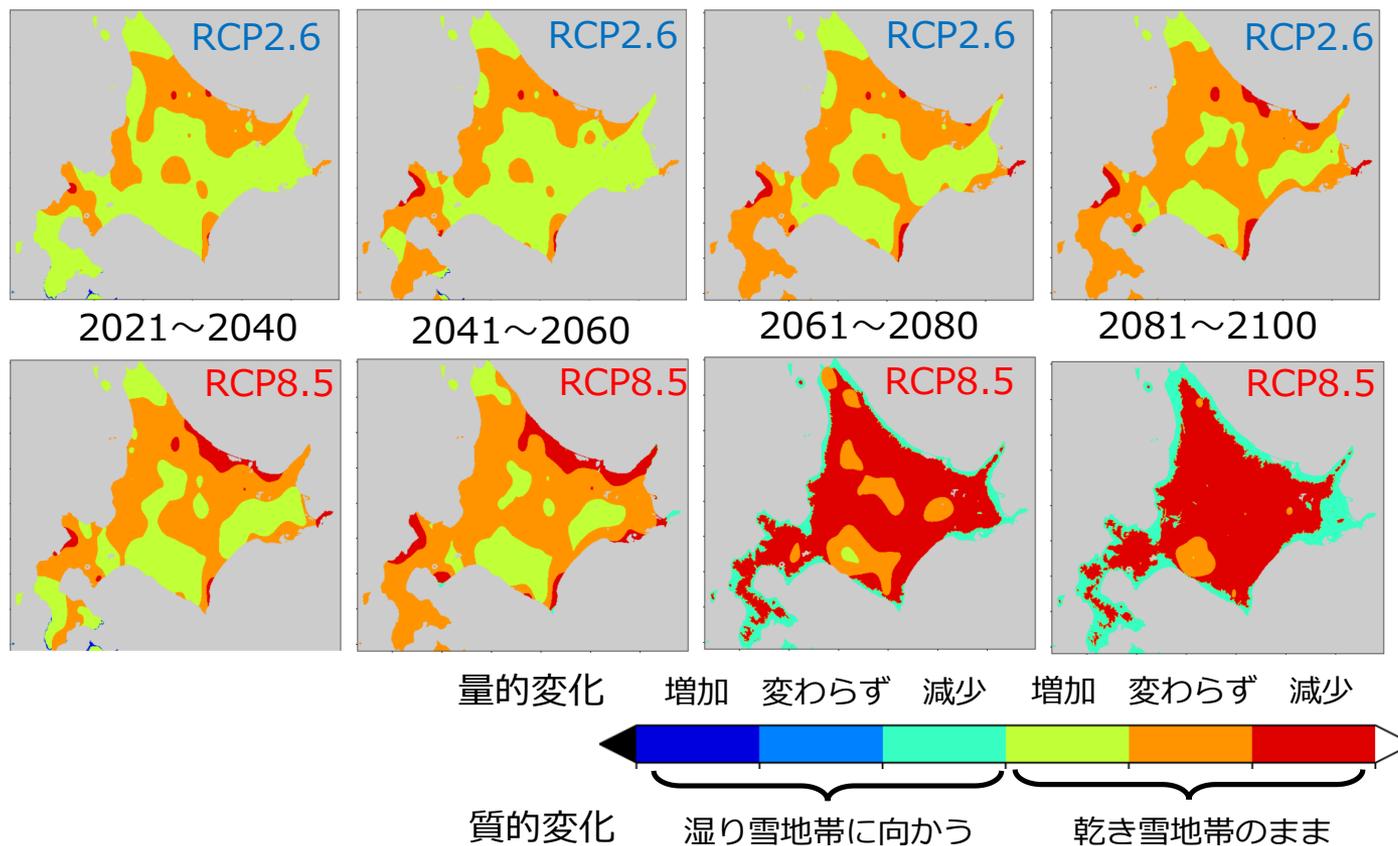


図 積雪の量的変動と質的変動の複合パターンマップ(気候モデルはMRI-CGCM3)

5.1 成果概要



2-2 高解像度消雪日推定マップの開発

圃場サイズレベル(50mメッシュ)での積雪情報および予想される消雪日を提供するモデルを開発した。将来の気候変動下で予想される局所的あるいは時季外れの降雪に対する農業適応策としてこのモデルが活用されることが期待できる。

積雪量・消雪日推定の流れ

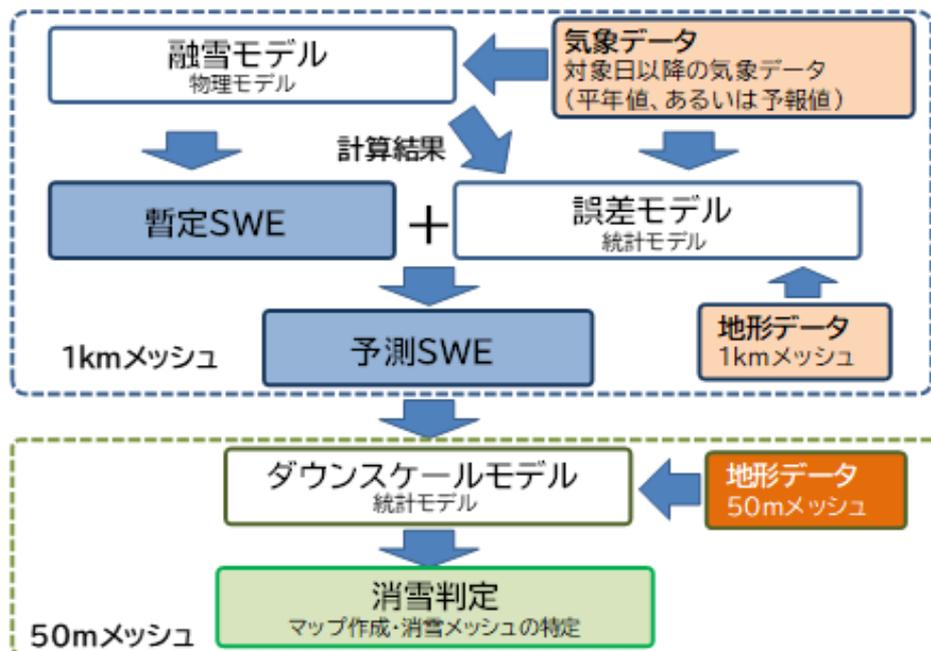


図 消雪日推定マップ作成モデルの概要
(モデルは、融雪モデル・誤差モデル・ダウンスケールモデル・消雪判定から構成される。
SWEは積雪水量。)

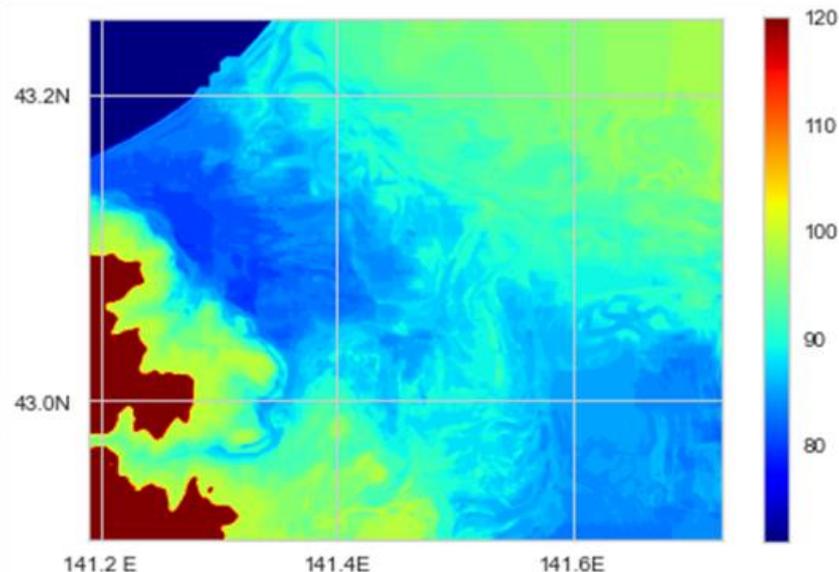


図 消雪日推定の一例:石狩領域、
2021年3月11日(DOY70)時点での
消雪予想日(DOY:1月1日を起点とし
た日数)

5.1 成果概要



2-3 春の営農計画へ寄与できる技術の活用

長期にわたる観測データをもとにした凍土消失日の推定方法を作成したことにより、春期の営農計画に寄与できる。さらに、この推定方法により、過去の気温や積雪深のデータを取得すれば、凍土の消失時期の変動に関する情報を提供できる。

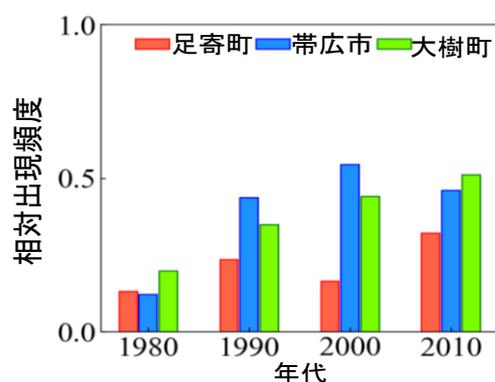
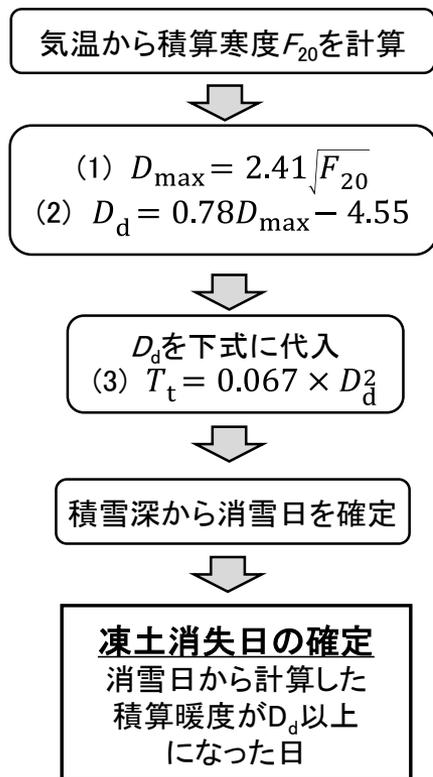


図 3 3～4月上旬に凍土の融解完了となった日の10冬期ごとの相対出現頻度

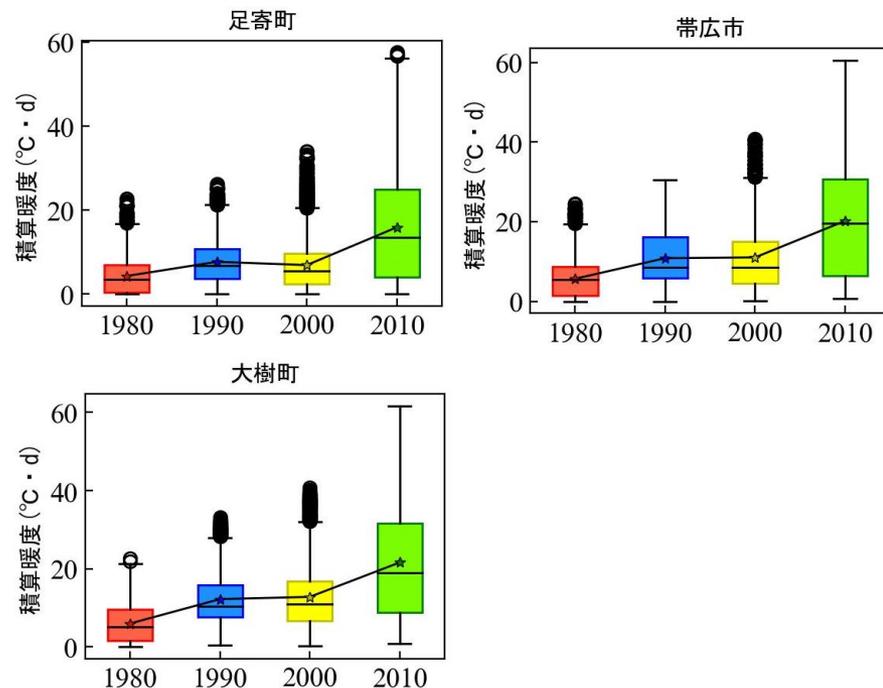


図 4 足寄町、帯広市、大樹町における10冬期ごとの3月下旬の積算暖度のBoxplot

図 凍土消失日の推定方法のフローチャート

積算寒度 F_{20} 、凍土の最大深さ D_{max} 、凍土の融解深さ D_d 、凍土の融解深さと根雪完了日から凍土消失日までの積算暖度 T_t

5.1 成果概要



2-4 リンゴ「ふじ」栽培適地予測

積雪地における農業適応策として、現在北海道で栽培ができていないりんごの国主力品種「ふじ」の導入可能性を調べた。温室効果ガス排出削減が行われないRCP8.5シナリオでは、2050年代に冷涼な道内内陸部産地でも栽培が可能となることが明らかになった。

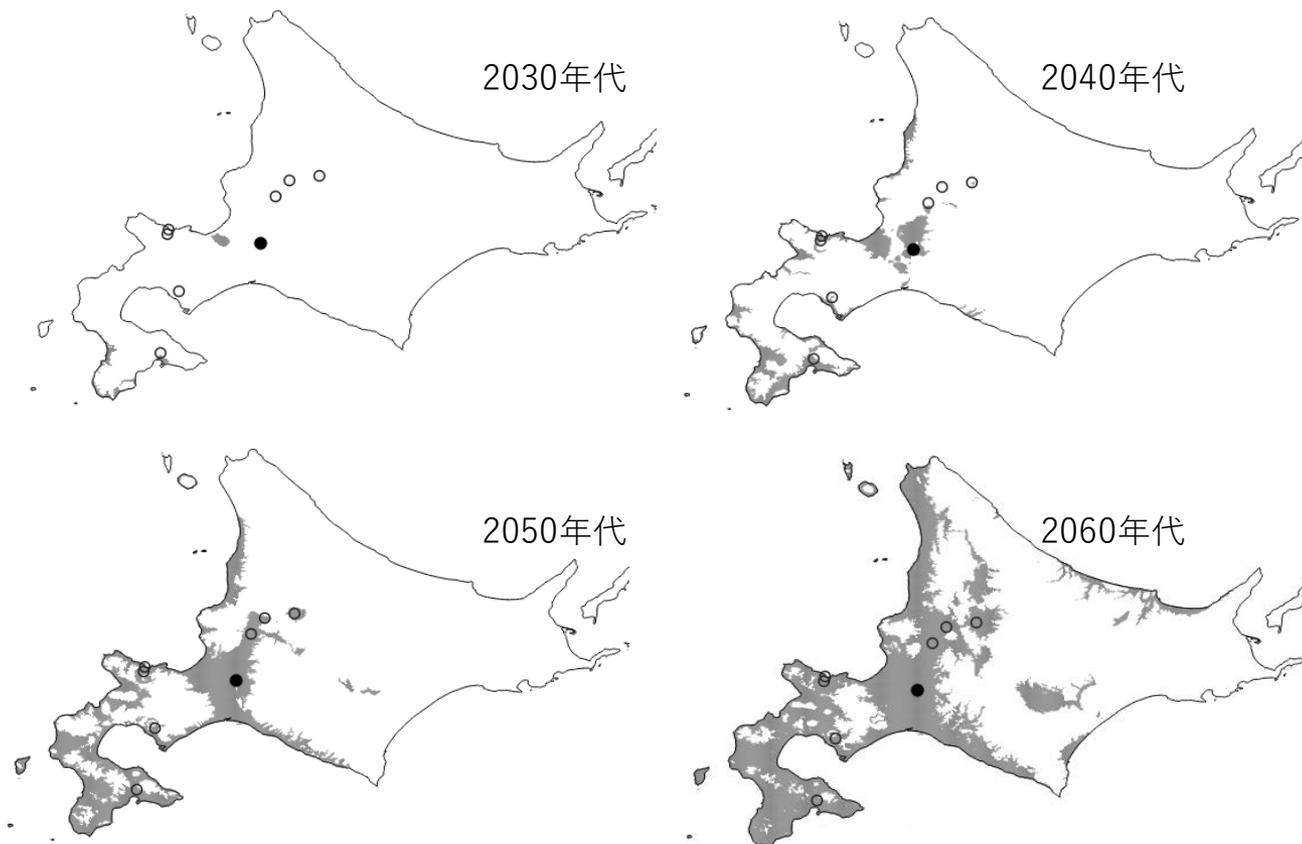


図 MIROC5 RCP8.5におけるふじ栽培適地予測結果
○はりんご産地、●は道総研試験地



5. 1 成果概要

3-1 脆弱性評価とインパクトチェーンローカライズ手法の活用

北海道の気候特性を考慮した気候変動影響の脆弱性評価を行い、可視化した。さらに全国版で開発した脆弱性評価・インパクトチェーンを北海道内へとローカライズする研究を行った。その結果、同じ道内でも地域特性が異なることが分かり、地域や分野を特定した適応策の重要性が強調された。また、可視化によって細分化された適応策を俯瞰でき、セクター連携の推進に寄与することが示された。

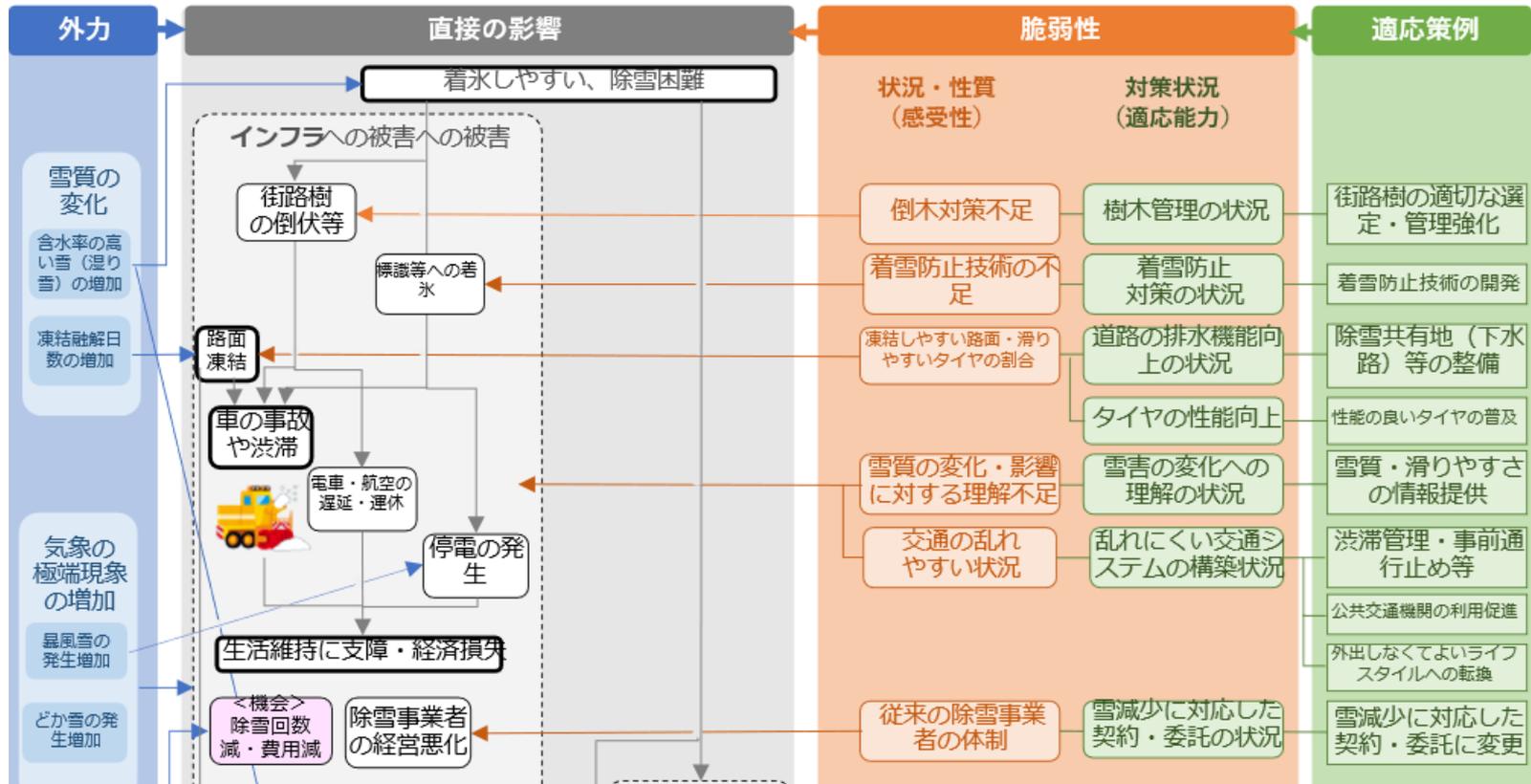


図 ローカライゼーションしたインパクトチェーン (雪による国民生活の一部)

5.1 成果概要



3-2 適応経路に関する参与型ワークショップの活用

北海道内における適応策の調査を踏まえ、実施スケジュールなどを検討するアダプテーションパスウェイ(AP)を、インタラクティブに検討する手法を開発した。また、教材・マニュアルを整備し、北海道内外の関係者が参加する参与型検討会を通じて、手法の実用化を進めた。

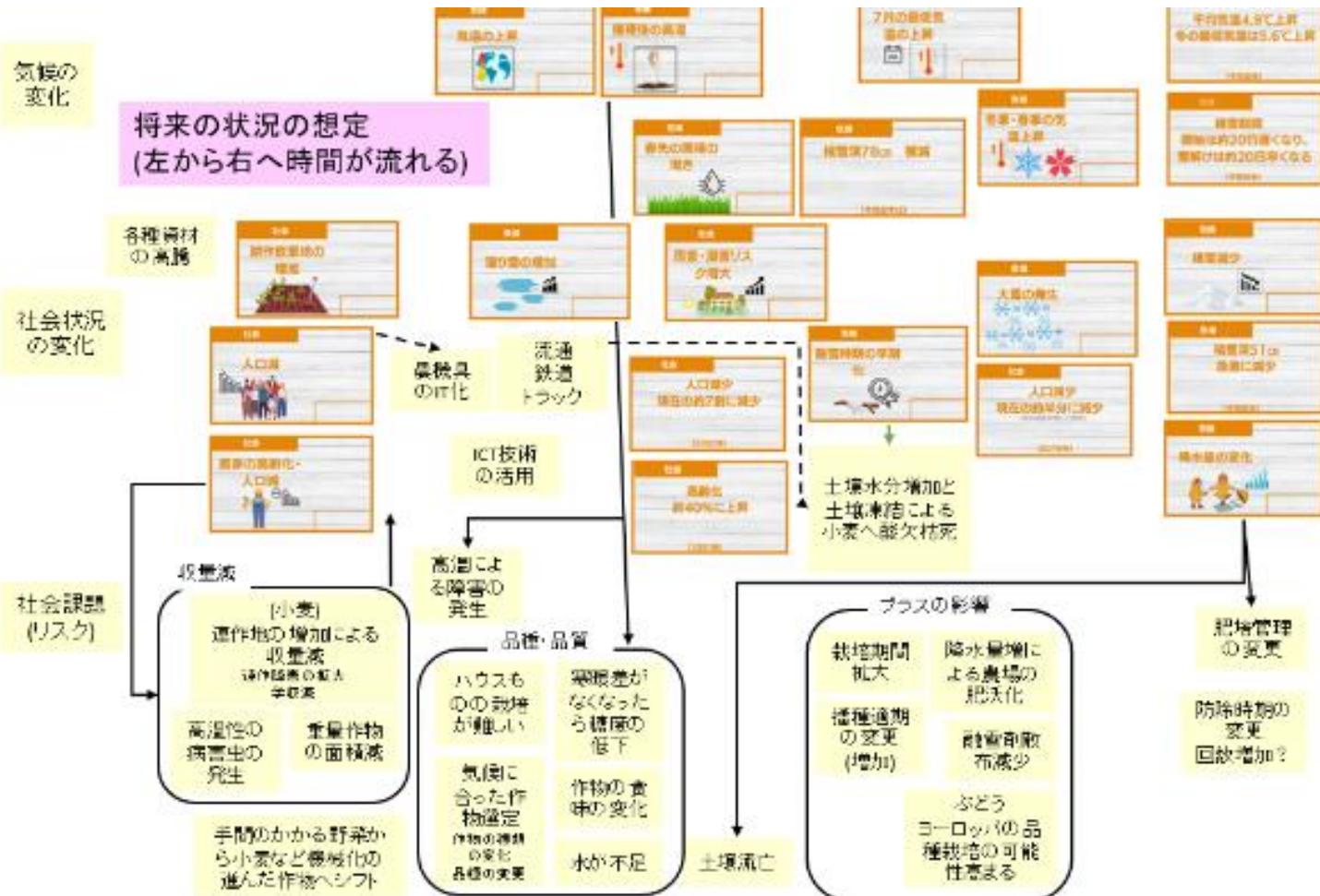


図 アダプテーションパスウェイワークショップ(左:参加風景、右:成果物)

5. 2 環境政策への貢献



1. 雪に関する影響評価とその指標開発により、将来の雪の変化が地域毎に明らかとなり、指標をセミナーなどで紹介することにより、住民が影響を実感でき、適応策推進のための合意形成が進められることが認められた。
2. 農業分野における影響評価と適応策について検討した結果、降積雪の量および質的変動とその影響が明らかとなり、将来の適応策検討ができるようになった。また、高解像度消雪日推定マップの開発や凍土消失日の推定により営農計画等への寄与が認められた。またプラスの影響としてリンゴ「ふじ」栽培適地予測を行った。
3. 北海道における脆弱性評価とインパクトチェーンローカライズ手法について検討した結果、地域や分野を特定した適応策が重要であることが明らかとなった。また教材・マニュアルを整備するとともに、適応経路に関する参与型ワークショップを通じて、手法の実用化を図った。
4. これらの成果は、地域の適応策計画を推進する等の活動に大きく寄与するものである。



図 富良野市市民セミナー
(2022年10月9日)



図 富良野市ワークショップ
(2022年11月10日)

5. 3 研究目標の達成状況



全体目標	目標の達成状況
<p>北海道に特徴的な気候要素(降雪・積雪)に着目し、新しい手法・概念(インパクトチェーンなど)を導入し、多分野における順応的適応を研究開発する。特に農業分野では現場レベルでの適応方針を提示する。その成果を基に、事業者・自治体等における適応策の社会実装を目指し、計画策定のための参与型のワークショップ等を試行的に開催する。さらに、将来的により多くの事業者・自治体等での適応策導入を期待し、開発されたインパクトチェーンや適応経路を含むフレームワークを、気候変動の適応を推進する組織と共有する。</p>	<p><u>目標を上回る成果をあげた。理由は以下に示す通り、サブテーマ1および2で当初予定以上の成果が、サブテーマ3で当初の予定通りの成果が得られたからである。</u></p> <p>サブテーマ1では、適応策検討のためのイベント・参与型ワークショップの開催等において、オンライン参加が一般的となり、会場参加のみを想定していた当初の研究目標以上の参加を得られた。サブテーマ2では、当初目標としていなかった、北海道では栽培されていない作物(リンゴ「ふじ」)についても気候変動時の栽培可能性を明らかにした。サブテーマ3では目標通りの成果が得られた。</p>

6. 研究成果の発表状況



(1) 誌上発表 (査読あり論文)	11件 (7件)
(2) 口頭発表(学会等)	35件
(3) 「国民との科学・技術対話」の実施	23件
(4) マスコミ等への公表・報道等	9件
(5) 本研究費の研究成果による受賞	なし



図 動画「未来の天気予報北海道2100冬」
 予測値(RCP8.5)に基づく動画(道総研 監修、日本気象協会 作成)

○公開用HP

(https://www.hro.or.jp/list/industrial/research/eeg/development/climate_c/yukinosuishinhi/introduction.html)