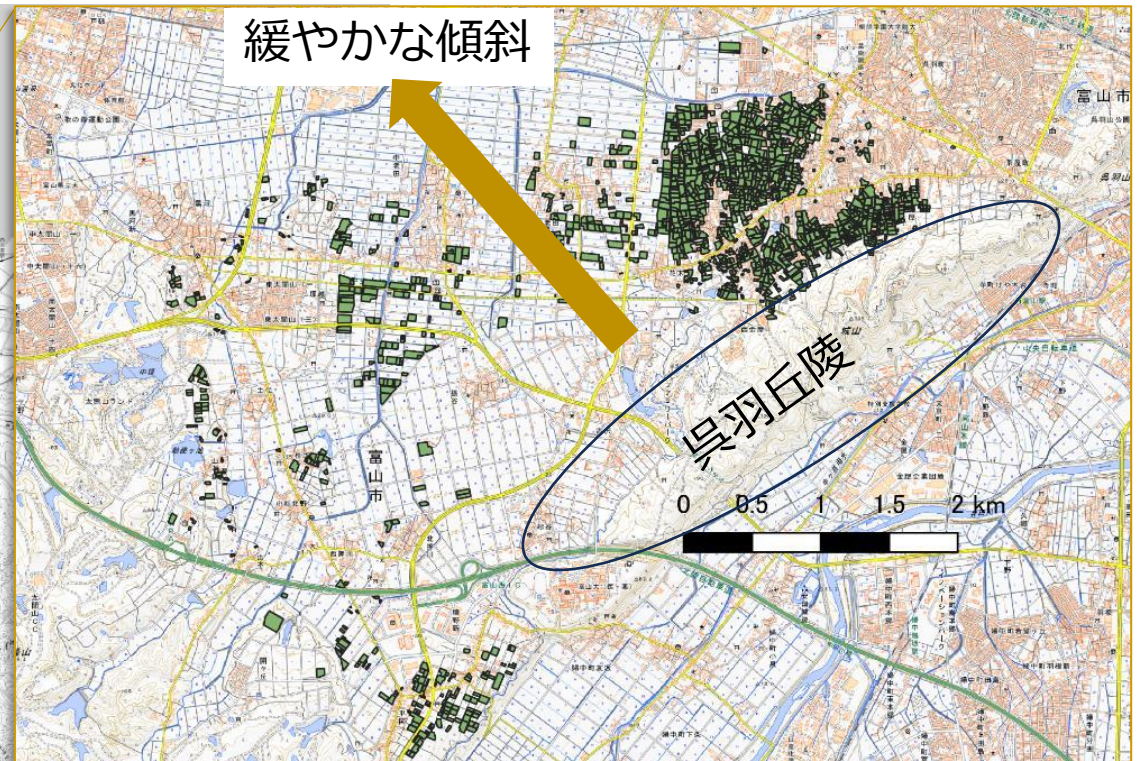


令和5年度 国民参加による 気候変動情報収集・分析委託業務の結果について

富山県気候変動適応センター
(富山県環境科学センター)





- 呉羽梨産地
 - ・富山市西部の呉羽地区と射水市東・南部にまたがる広域産地
 - ・明治30年代から約120年続く県を代表する果樹産地
- 産地規模（R5）
 - ・生産者数：250戸、栽培面積：125ha
- 品種
 - ・「幸水」が中心
 - ・「豊水」、「あきづき」、「新高」、「新興」等

気象台から距離がある

【ヒアリング結果】

- 気象台の霜注意報の発令に合わせて防霜対策を実施しているが、次のような課題がある
 - ・霜注意報が発令されても、実際には霜が降りなかったり、降霜する場所としない場所があったりするなど、対策が空振りになる場合がある
 - ・防霜対策は事前準備もあるほか、実際の作業を深夜から早朝にかけて行う必要があるため、空振りに終わると、コスト的、精神的、体力的にも大変負担が大きい
- 山から冷気が下りてきて溜まりやすい圃場がある（冷気の通り道）

伝聞や経験的なものが多い

【参考】 燃焼法（ペール缶、キッチンペーパーを利用）

課題：①準備に時間を要する。

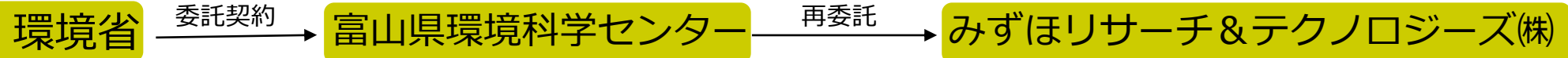
②灯油を使うが、消防法の規定により大量に保管できない。

③燃焼時間が短い

（予報を受けてから準備するため、予報が外れた場合の徒労感が大きい）



実施体制と予測手法



(1) 実測データの確認

(2) 凍霜害危険度予測モデル及び生育予測モデルの適用・精度検証 (3) 予測モデルの補正検討

(4) 将来リスクの予測

なし農家さんと連携
・ヒアリング
・圃場で観測

過去の気温データ
・実測値
・アメダス等

凍霜害危険度
予測結果 $\xrightarrow{\text{精度検証}}$ 過去の凍霜害
発生データ

出力

精度向上

凍霜害危険度予測
モデル

生育予測モデル

出力

精度向上

発育ステージ
予測結果 $\xrightarrow{\text{精度検証}}$ 過去の発育
ステージデータ

【参考】日本なし「幸水」の生育ステージ別安全限界温度 (°C)

発育ステージ	発芽期	花蕾露出期	花弁露出始期	花弁白色期	開花直前	開花始期	満開期	落花期	幼果期
安全限界温度 (°C)	-3.6	-2.9	-2.5	-1.8	-1.8	-	-1.3	-	-1.3

令和4年度の防霜対策（福島県、2022年3月）より

将来の気温データ
日本域バイアス補正
気候シナリオデータ

凍霜害危険度
予測結果

統合

凍霜害将来リスク
予測結果

生育
予測結果

専門家からのヒアリング

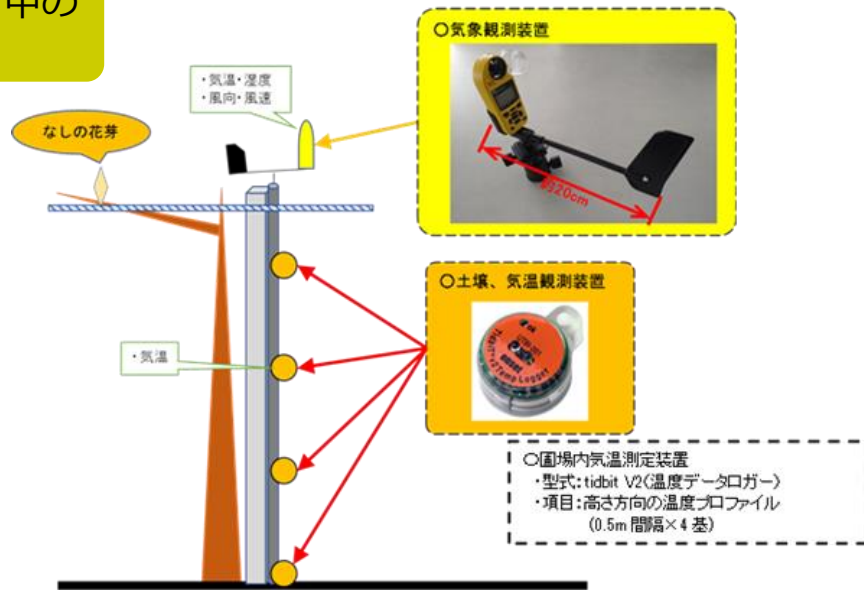


気温データ	期間	場所	入手先
実測データ	2023年3月～5月 夜間～早朝（1時間毎）		富山市呉羽地内圃場にて測定
アメダス	少なくとも2000年以降は あることを確認	気温データが取得できる 場所は 10 箇所	気象庁（過去の気象データ・ダウンロード） https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/
メッシュ農業気象データ （データ補正のため）	（時別値）1990年～ （予報値）26日先 （平年値）2011年～	1km x 1km メッシュ	農研機構メッシュ農業気象データ https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/doku.php?id=start

生育ステージの記録



※直射日光を浴びるため、日中の観測データは参考値



現地測定の状態と観測機器一式

日本なしの凍害

圃場の場所: _____
圃場管理者: _____

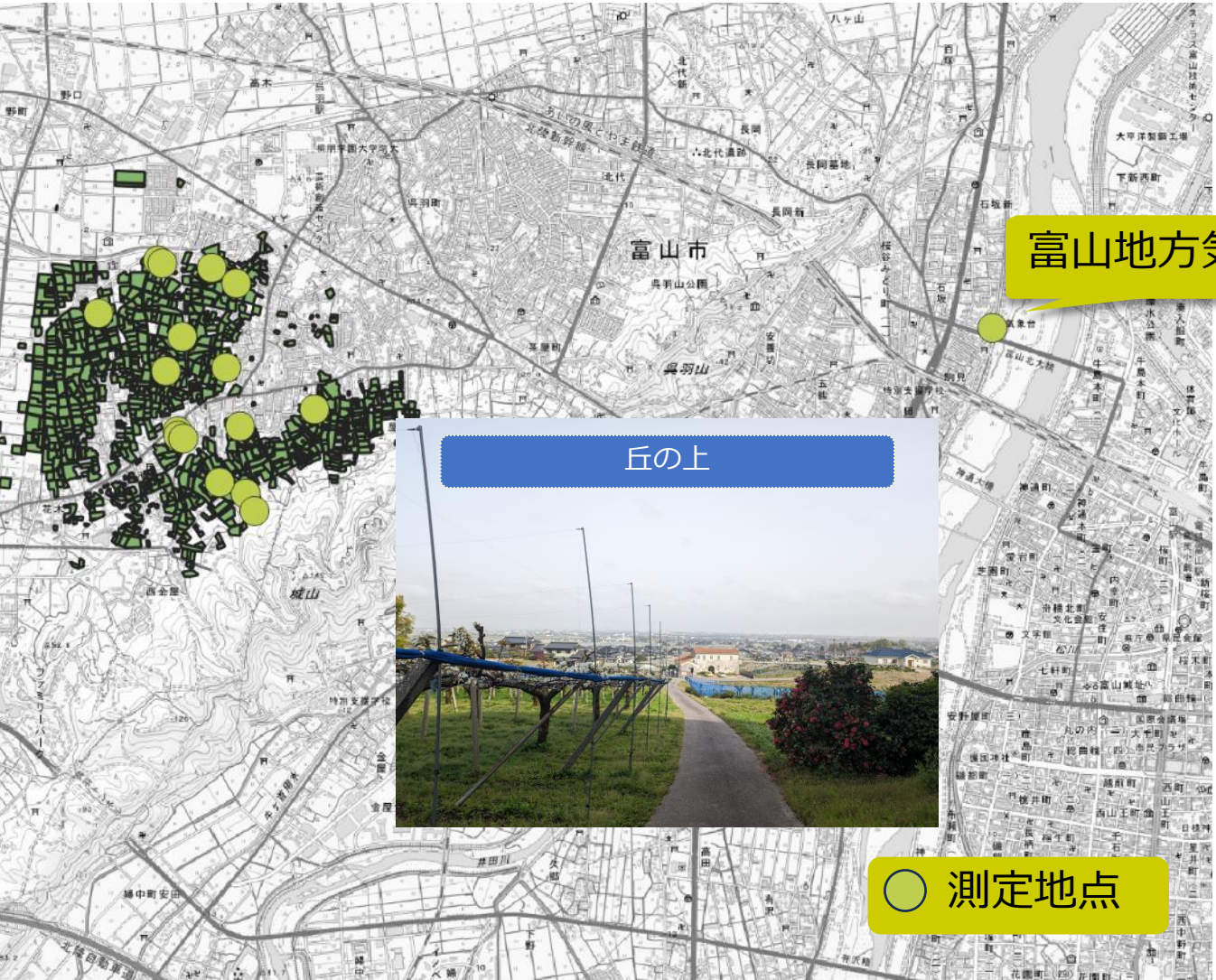
生育ステージ	状態	月	日
1 萌芽期	鱗片生組織が見られる (写真1)	—	—
2 リンぼう脱落期直前	花蕾が少し確認できる (写真2)	/	/
3 リンぼう脱落期(前期)	鱗片が脱落し始めている (写真3)	/	/
4 リンぼう脱落期(後期)	鱗片が完全に脱落している (写真4)	/	/
5 花弁白色期	花蕾が膨らみ、花弁が白くなっている (写真5)	/	/
6 開花直前	圃地全体で1～2分咲きの時	/	/
7 満開期	圃地全体で8分咲きの時 (写真7)	/	/
8 受粉作業日	1回目の受粉作業をした日	/	/
9 落花期	ほぼすべての花弁が散った時 (写真9)	/	/
10 幼果期	果実の大きさが小豆大程度に達した時 (写真10)	/	/
11 第1回摘果作業日	1回目の摘果作業を開始した日	/	/

③生育ステージの観察方法

- 圃場全体の「幸水」の花芽を観察する。
- 定期的に圃場全体を観察し、概ね半分以上の花芽が該当する生育ステージに到達した日付を右欄に記入する。

安全限界温度 -3.6℃	安全限界温度 -2.9℃	安全限界温度 -2.9℃	安全限界温度 -2.5℃
安全限界温度 -1.8℃	安全限界温度 -1.3℃	安全限界温度 -1.3℃	安全限界温度 -1.3℃

※安全限界温度は当該温度下に1時間おかれた場合に、被害がわずかも発生する恐れがある温度です。
落果果樹の晩霜害対策マニュアル(福島県農業総合センター果樹研究所、平成25年3月)参照



富山地方気象台

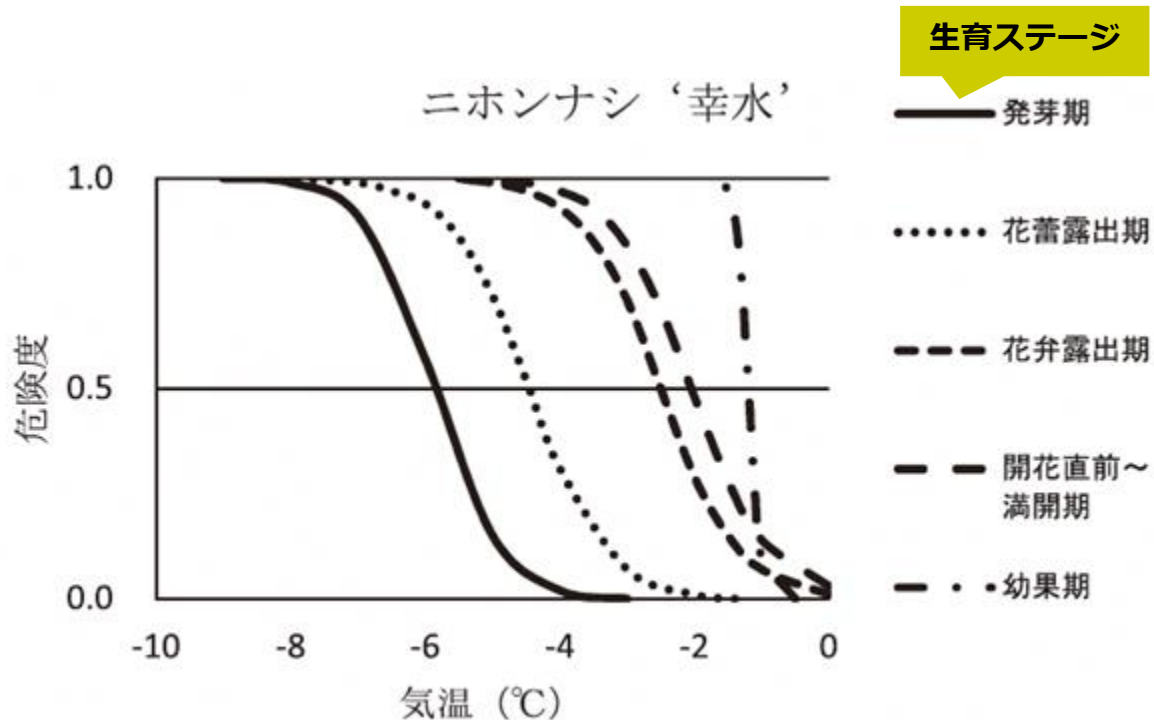


○ 測定地点

凍霜害危険度予測モデル

凍霜害危険度予測モデル（福島モデルを活用）

- $y = \frac{1}{1+e^{-(ax+b)}}$ （生育ステージ毎に a, b を算出）
- 入力 x : 気温
- 出力 y : 危険度（被害率が30%以上となる確率）



生育ステージ (生育ステージ 予測モデル)	生育ステージ (凍霜害危険度 予測モデル)	a	b
発芽期	発芽期	-2.04	-11.97
花蕾露出期	花蕾露出期	-1.75	-7.80
花弁露出始期	花弁露出期	-1.77	-4.43
花弁白色期			
開花直前	開花直前～満開期	-1.74	-3.55
開花始期			
満開期			
落花期	幼果期	-11.41	-13.66
幼果期			

□ 生育ステージ予測モデル

- $DVR_{1/2}$ を積算した DVI 値を指標として各ステージに閾値を設定
- 入力：(A) X 日までの観測気温
(B) X 日以降の二週間予想気温
(C) X 日から二週間以上先の平均気温
- 出力：各生育ステージへの到達日
(初めて対応する閾値を超えた日)

$$DVI = \sum_{h=0}^N \underset{\text{发育速度}}{DVR}$$

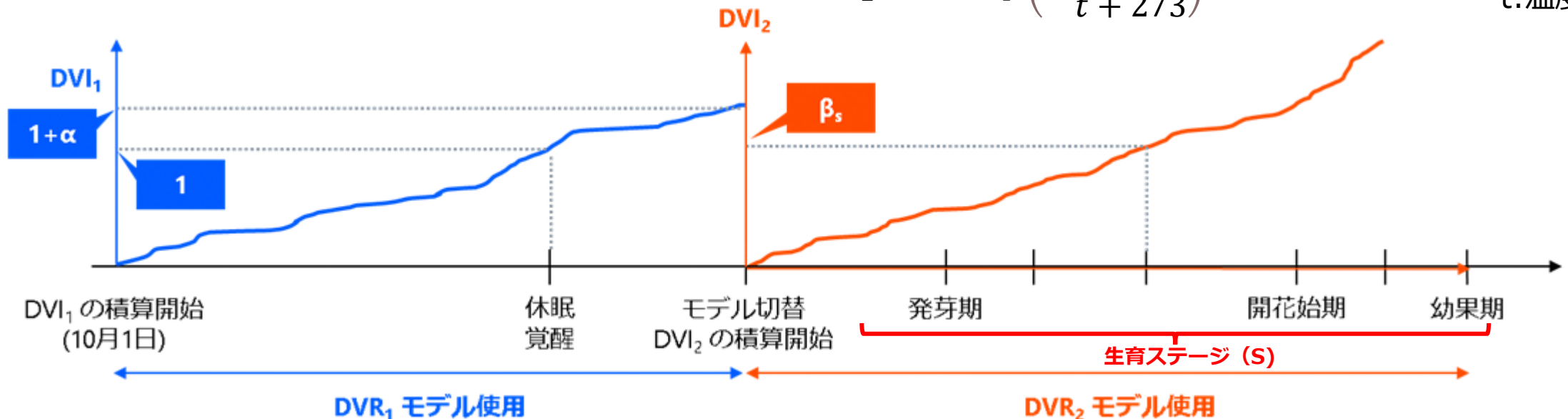
发育指数

富山県の生育ステージ情報をもとにA、B、a、βの値を決定

$$DVR_1 = \begin{cases} 0 & (t \leq -6) \\ 1.333 \cdot 10^{-3} + 2.222 \cdot 10^{-4}t & (-6 < t \leq 0) \\ 1.333 \cdot 10^{-3} & (0 < t \leq 6) \\ 2.276 \cdot 10^{-3} - 1.571 \cdot 10^{-4}t & (6 < t \leq 9) \\ 3.448 \cdot 10^{-3} - 2.874 \cdot 10^{-4}t & (9 < t \leq 12) \\ 0 & (t > 12) \end{cases}$$

$$DVR_2 = A \cdot \exp\left(-\frac{B}{t + 273}\right)$$

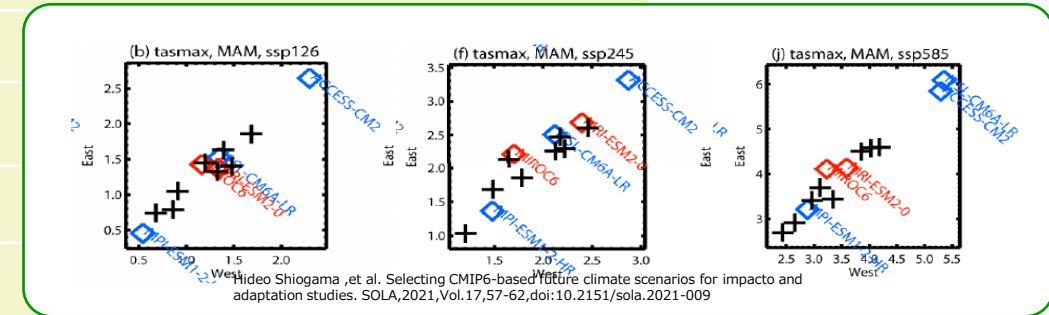
t:温度



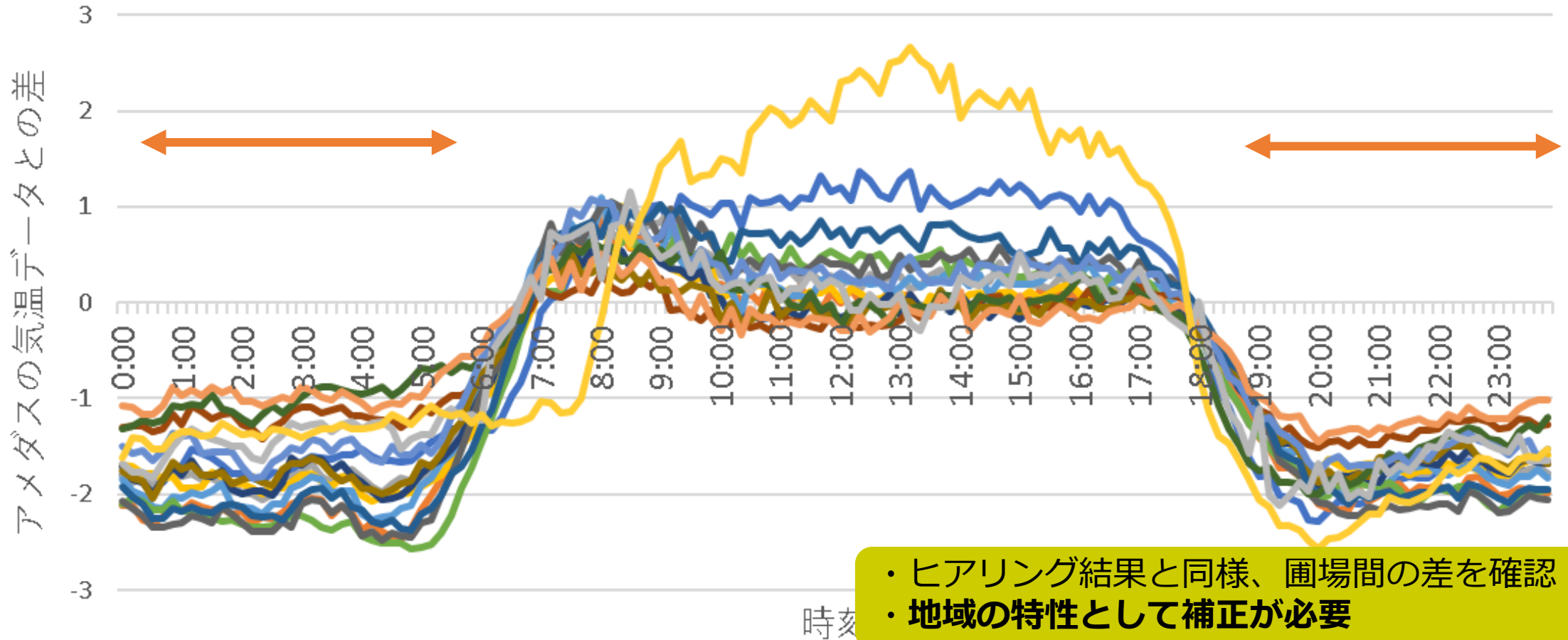
日本域バイアス補正気候シナリオデータ (NIES2020)

➤ 1シナリオ × 1 全球気候モデル × 予測期間 20 年分 (2030~2050年) の日最低気温データ

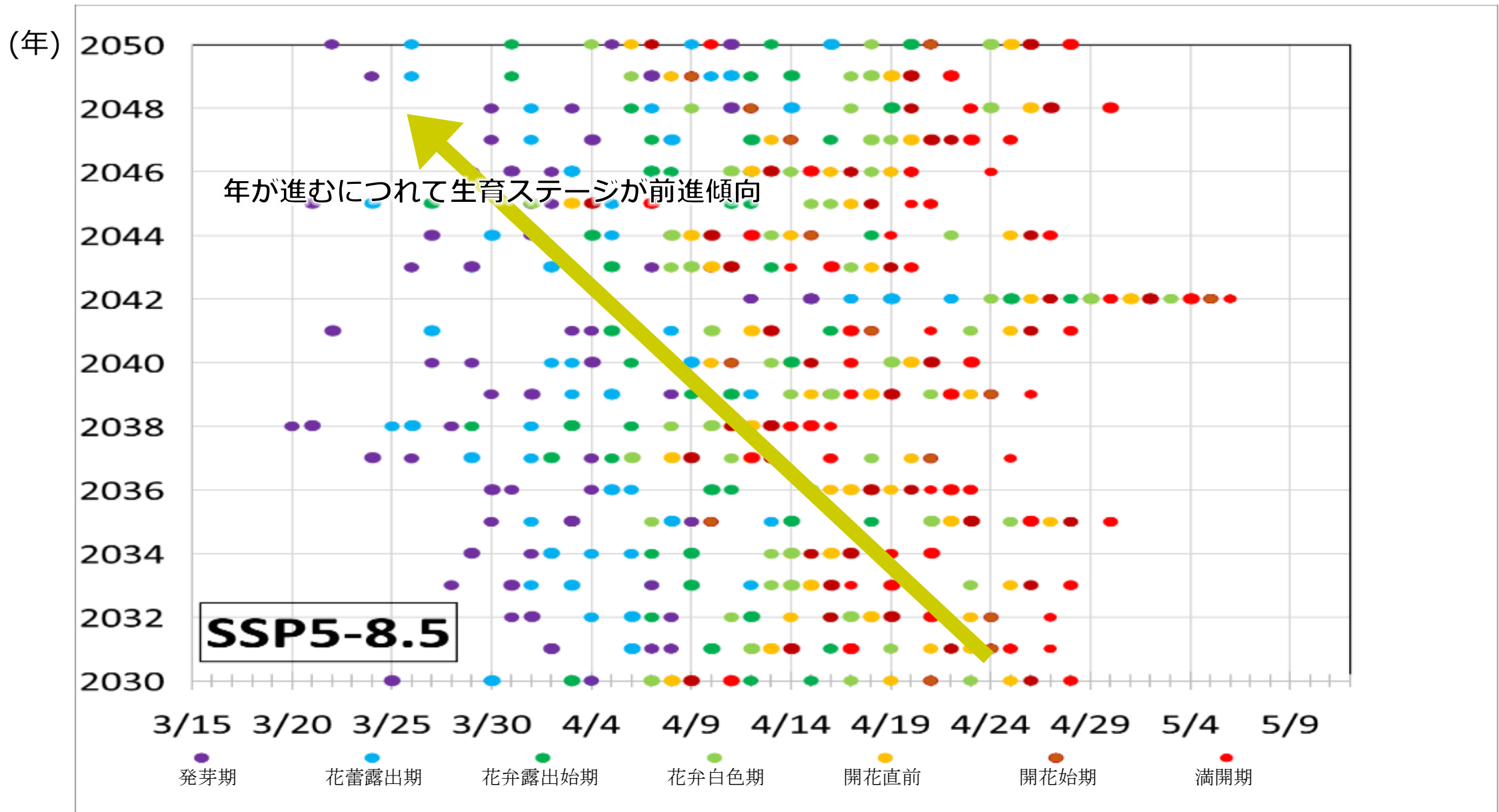
ファイル形式	netCDF
ファイルサイズ	約 120 MB (1シナリオ × 1 全球気候モデル × 1項目 × 1 年分あたり)
ドメイン	日本 (東経122-146度、北緯24-46度、陸上のみ)
時間分解能	1 日
空間分解能	1 × 1 km
シナリオ	historical/SSP1-2.6/SSP2-4.5/SSP5-8.5
全球気候モデル (GCM)	<ul style="list-style-type: none"> • ACCESS-CM2 (CSIRO・ARCESS・BoM、オーストラリア) • IPSL-CM6A-LR (ピエール・シモン・ラプラス研究所気候モデルセンター、) • MIROC6 (海洋研究開発機構・東京大学・国立環境研究所、日本) • MPI-ESM1-2-HR (マックスプランク研究所、ドイツ) • MRI-ESM2-0 (気象庁気象研究所、日本)
項目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日最低気温 (度) 2. 日最高気温 (度) 3. 日平均気温 (度) 4. 降水量 (mm/day) 5. 全天日射量 (MJ/m²/day) 6. 風速 (m/s) 7. 相対湿度 (%) 8. 下向き長波放射量 (MJ/m²/day)

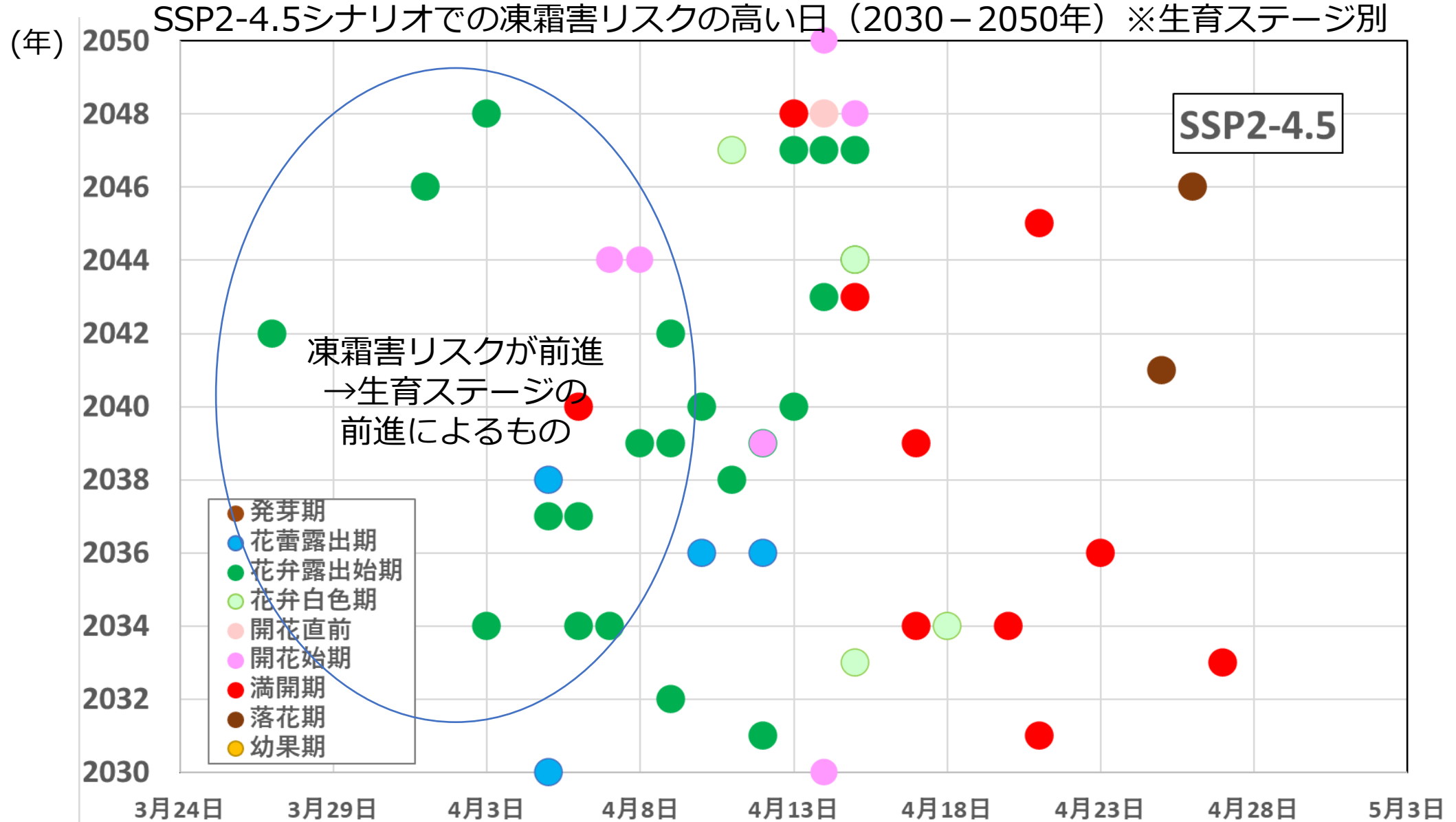


専門家からの助言により、ACCESS-CM2、MRI-ESM2-0、MPI-ESM1-2-HRを利用
凍霜害の影響を受けやすい3月~5月の気温の傾向が低いもの~高いものまで含められるよう選定

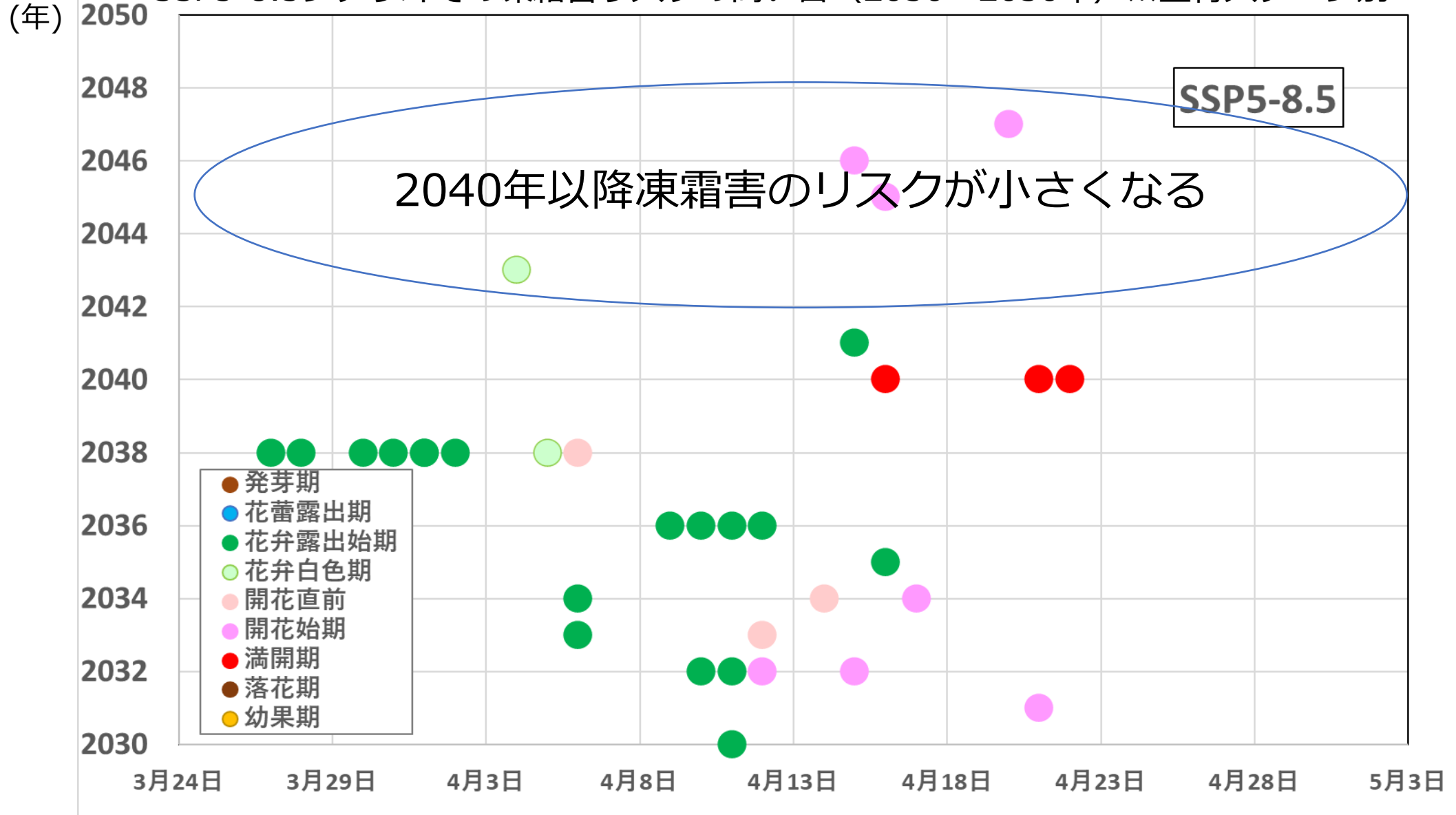


アメダスとの気温差は $-1.2 \pm 0.2^{\circ}\text{C} \sim -2.0 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$
⇒ 予測モデルの補正に活用

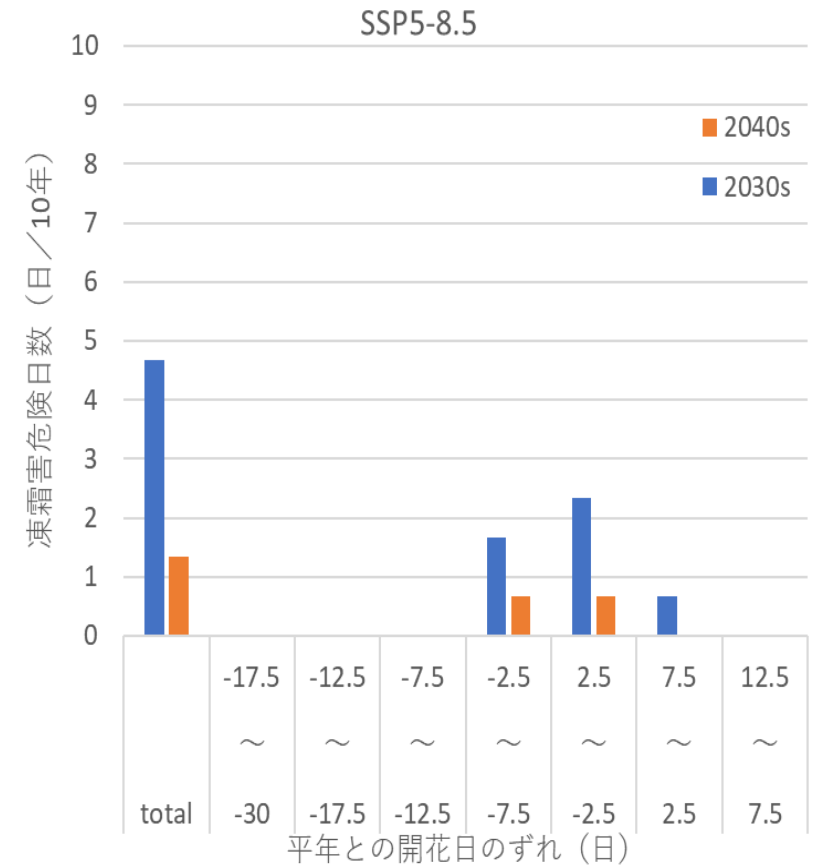
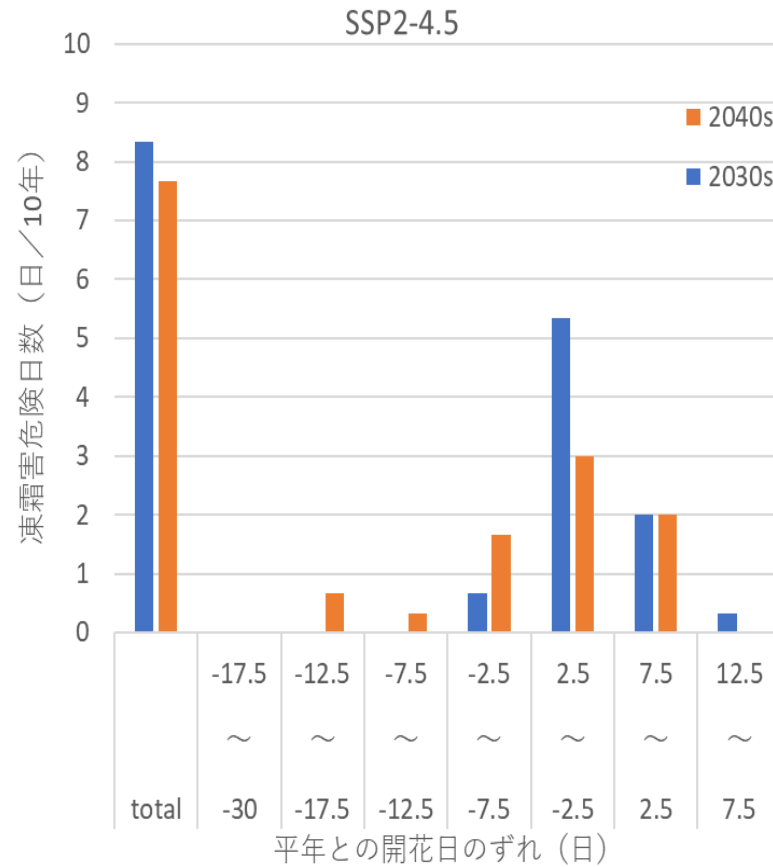
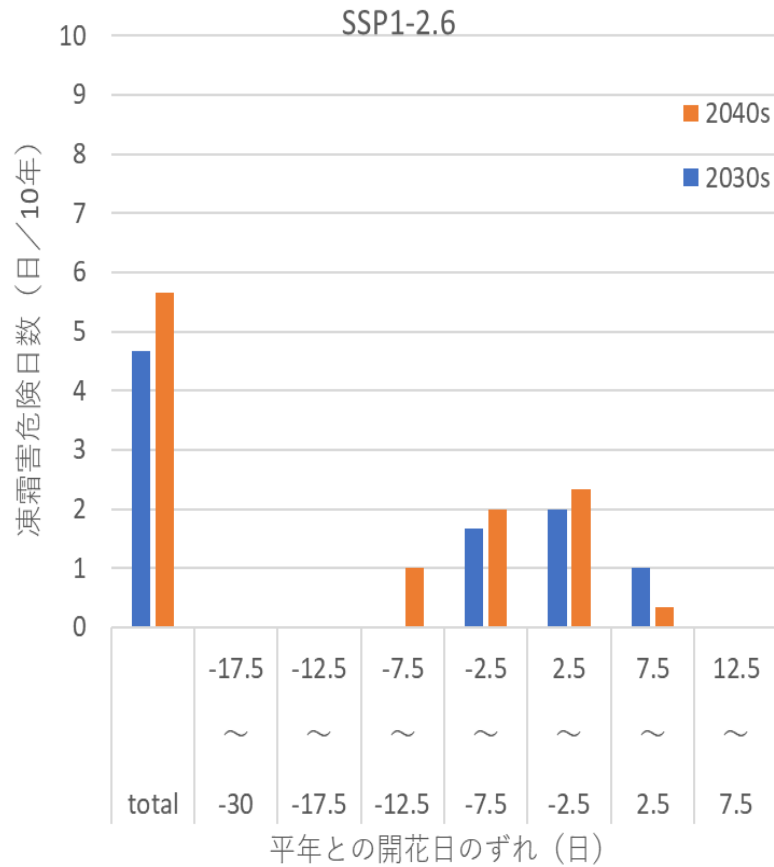




SSP5-8.5シナリオでの凍霜害リスクの高い日（2030－2050年）※生育ステージ別



シナリオ別開花日の平年値とのずれと凍霜害リスクの高い日（2030－2050年）※生育ステージ別



※－の方が平年より早い

○SSP1-2.6、2-4.5の場合、生育ステージの前進に伴い、2040年代の方がより凍霜害リスクの高い日が増加

○SSP5-8.5の場合、生育ステージが前進するものの2040年以降は凍霜害リスクの高い日が減少

富山県の現状：凍霜害の常襲地域ではない。生育ステージを細かく記録している農家が少ない。

将来予測の結果：気温上昇に伴い、生育ステージが前進することでリスクの高い日が出てくる傾向
 気温上昇が大きい場合、将来的に凍霜害のリスクが小さくなる（ゼロではない）

● **生育ステージを記録**し、今回の成果である生育モデルの精度を向上することがリスク管理の面でも重要



令和6年度以降も記録と圃場温度計の設置を継続

【参考】日本なし「幸水」の生育ステージ別安全限界温度 (°C)

生育ステージ	発芽期	花蕾 露出期	花弁露 出始期	花弁 白色期	開花 直前	開花 始期	満開期	落花期	幼果期
安全限界温度 (°C)	-3.6	-2.9	-2.5	-1.8	-1.8	-	-1.3	-	-1.3

令和4年度の防霜対策（福島県、2022年3月）より

R6.3 全戸配布

日本なしの凍霜害調査に係る観察記録表 ()

圃場の場所： _____
 圃場管理者： _____

生育ステージ	状 態	日 付
1 萌芽期	鱗片生組織が見られる	(写真1) /
2 りんぼう脱落期直前	花蕾が少し確認できる	(写真2) /
3 りんぼう脱落期(前期)	鱗片が脱落し始めている	(写真3) /
4 りんぼう脱落期(後期)	鱗片が完全に脱落している	(写真4) /
5 花弁白色期	花蕾が膨らみ、花弁が白くなっている	(写真5) /
6 開花直前	圃地全体で1~2分咲の時	/
7 満開期	圃地全体で8分咲の時	(写真7) /
8 受粉作業日	1回目の受粉作業をした日	/
9 落花期	ほぼすべての花弁が落ちた時	(写真9) /
10 幼果期	果実の大きさが小豆大程度に達した時	(写真10) /
11 第1回摘果作業日	1回目の摘果作業を開始した日	/

生育ステージの観察方法
 ・圃場全体の「幸水」の花芽を観察する。
 ・定期的に圃場全体を観察し、概ね半分以上の花芽が該当する生育ステージに到達した日付を右欄に記入する。

安全限界温度 -3.6°C

安全限界温度 -2.9°C

安全限界温度 -2.9°C

安全限界温度 -2.5°C

安全限界温度 -1.8°C

安全限界温度 -1.3°C

安全限界温度 -1.3°C

安全限界温度 -1.3°C

※安全限界温度は当該温度下に1時間おかれた場合に、被害がわずかも発生する恐れがある温度です。

富山県気候変動適応センター
 富山県射水市中大黒山17-1
 0766-56-2835
<https://www.pref.toyama.jp/1730/karashi/kankyoushi zen/kankyoushi/ki00021662/index.html>

○農家への普及啓発

将来予測結果をもとにタブレット等を用いながら農家の方へ将来の傾向を説明（令和6年2月28日）
その後、チラシを制作、全戸配布

○指導者への普及啓発

指導者対象の果樹研究会にて本成果を報告（令和6年2月22日）
関東東海北陸試験研究推進会議果樹部会にて本成果を報告（令和6年7月11日）

○研究者や県の研究機関への普及啓発

富山県気候変動適応研究会にて本成果を報告（令和5年12月22日）

○県民への普及啓発

本成果を環境教育施設エコ・ラボとやまにて展示



指導者への普及啓発（果樹研究会）の様子



農家の方々との意見交換の様子



【得られた成果】

🍊 予測結果など

全国一律の将来予測だけでなく地域の
ヒアリングを通じた特徴を把握する必要

⇒普及啓発のほか、凍霜害の注意報や品種改良時の情報提供に活用予定。圃場管理にも？

🍊 ツール関係

○凍霜害危険度予測モデル、生育ステージ予測モデル

○気候モデルの切り出しツールなど

⇒今後、気候変動適応センターで予測や解析を行う上で活用

🍊 体制・仕組み

○国立環境研究所、果樹研究センター、気候変動適応研究会など助言が得られる体制

⇒その他の研究に関しても引き続き助言や連携が取れるように！

🍊 地域との連携

○なし農家さん、農協、振興センター等行政などとのネットワーク

⇒今回の調査だけでなく、将来的には凍霜害の予報モデルを構築できるよう引き続き調査を継続する予定

現在の取組み：国立環境研究所等との共同研究

研究課題名：果樹晩霜害の適応策検討に資する多面的気象観測

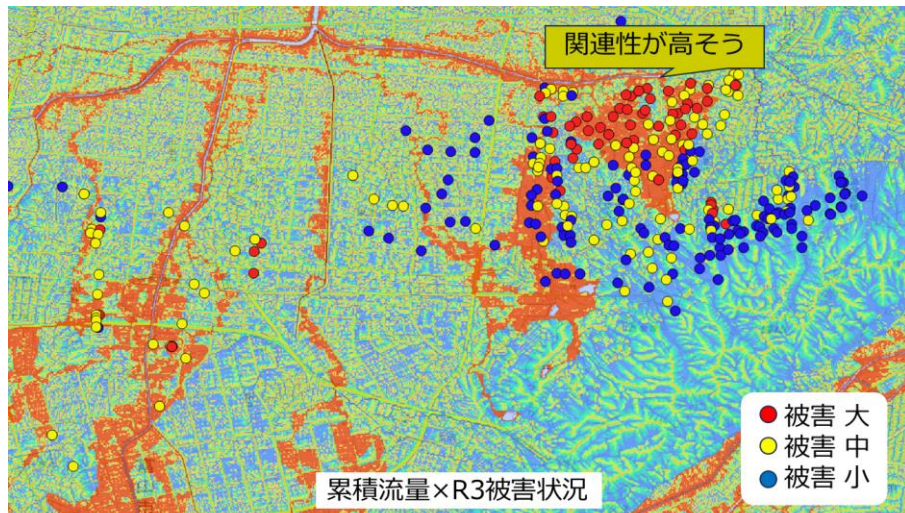
研究代表者：国立環境研究所気候変動適応センター 岡田氏

参加機関：富山県環境科学センター、長野県環境保全研究所

○気象観測 気温のほか、霜検知センサーやドローンによる観測

○測定結果等の解析

- ・測定機器の比較
- ・気象台及び各圃場間の気温の比較
- ・各圃場の地形解析



現地測定の様子

- 気候変動適応センターとして地域の方からの**生の声**をいかに聞き取るかが重要
- 一方で、地方環境研究所もマンパワー不足（異動もあり適応センターは兼務。。。）
- 国民参加による気候変動情報収集・分析事業で学んだスキームを活かして、**他の分野に応用**していくことが重要
- 国や大学等研究機関との連携が重要で、適応センターがハブとしての役割を担い地域の課題解決に貢献できるよう引き続き、ご指導、ご協力をお願いします。



はぐみい

ありがとうございました



めぐみい