

令和3年度 地域における気候変動適応実践セミナー（果樹編）

# 地域における気候変動適応策の 実践に向けて

令和4年1月

馬場健司  
東京都市大学環境学部教授



# 本日の内容

---

- 地方自治体農業部局における気候変動適応策の状況
- 人々の気候変動影響実感や適応策に対する考え方
- 気候変動に適応する地域社会づくり(地域適応シナリオ)



# 地方自治体農業部局における 気候変動適応策の状況

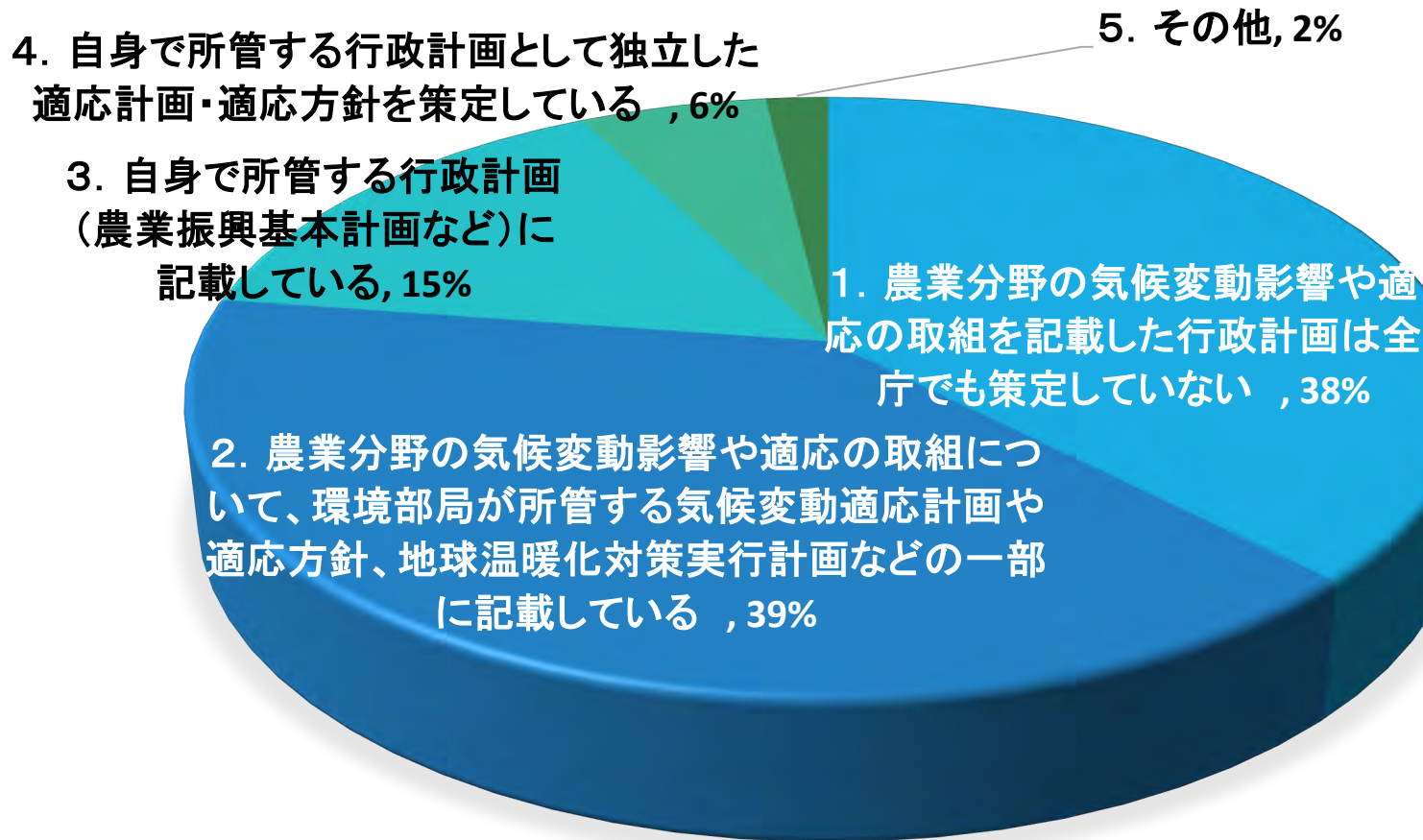


# 調査の概要

調査方法	郵送配布回収による質問紙調査
調査対象	全都道府県・政令指定都市の農業部局
実施期間	2019年8～9月
調査項目	農業分野の適応計画の策定状況等 気候変動影響の出現状況とそれに対する取組状況(作物別) 気候変動影響の将来予測に対する要望 適応の取り組みの検討・推進にあたっての課題
回収票(率)	51(76.1%)



# 自治体農業部局における 気候変動適応計画の策定状況



(n=53)

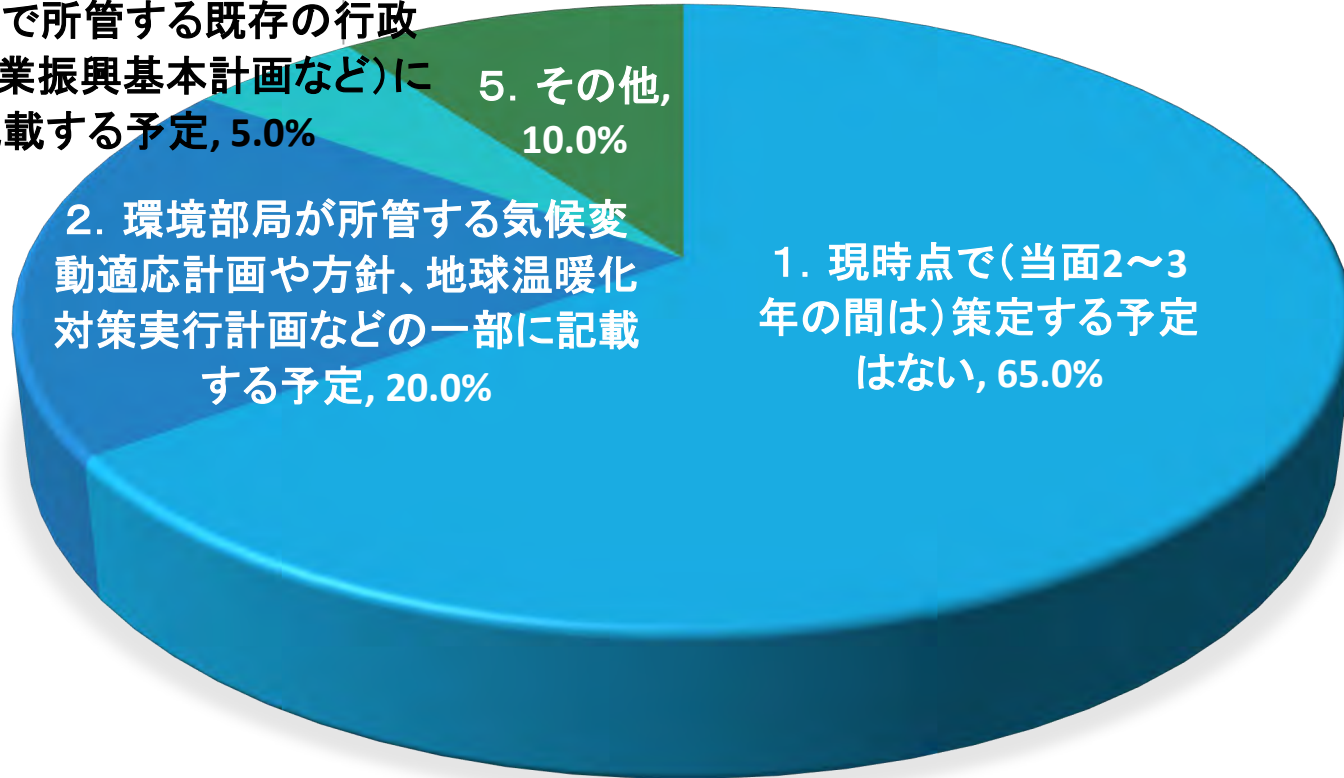
# 自治体農業部局における 気候変動適応計画の今後の策定予定

4. 農業分野に特化した適応計画を独立して策定する予定, 0.0%

3. 自身で所管する既存の行政  
計画(農業振興基本計画など)に  
記載する予定, 5.0%

2. 環境部局が所管する気候変  
動適応計画や方針、地球温暖化  
対策実行計画などの一部に記載  
する予定, 20.0%

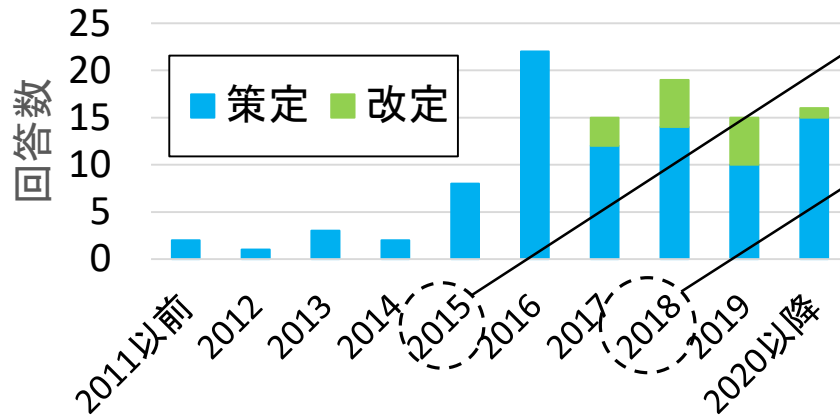
1. 現時点で(当面2~3  
年の間は)策定する予定  
はない, 65.0%



(n=20)

# 自治体環境部局における 気候変動適応計画の策定状況

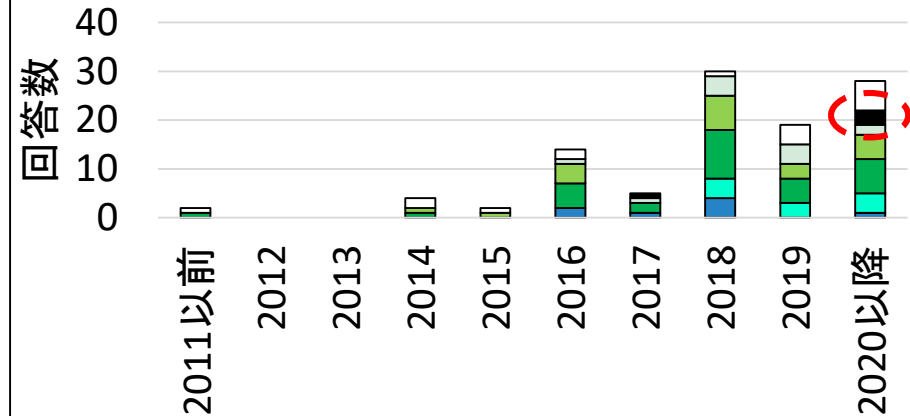
策定・改定年度別自治体数



「気候変動の影響への適応計画」閣議決定  
「農林水産省気候変動適応計画」策定

気候変動適応法施行  
「気候変動の影響への適応計画」法定化

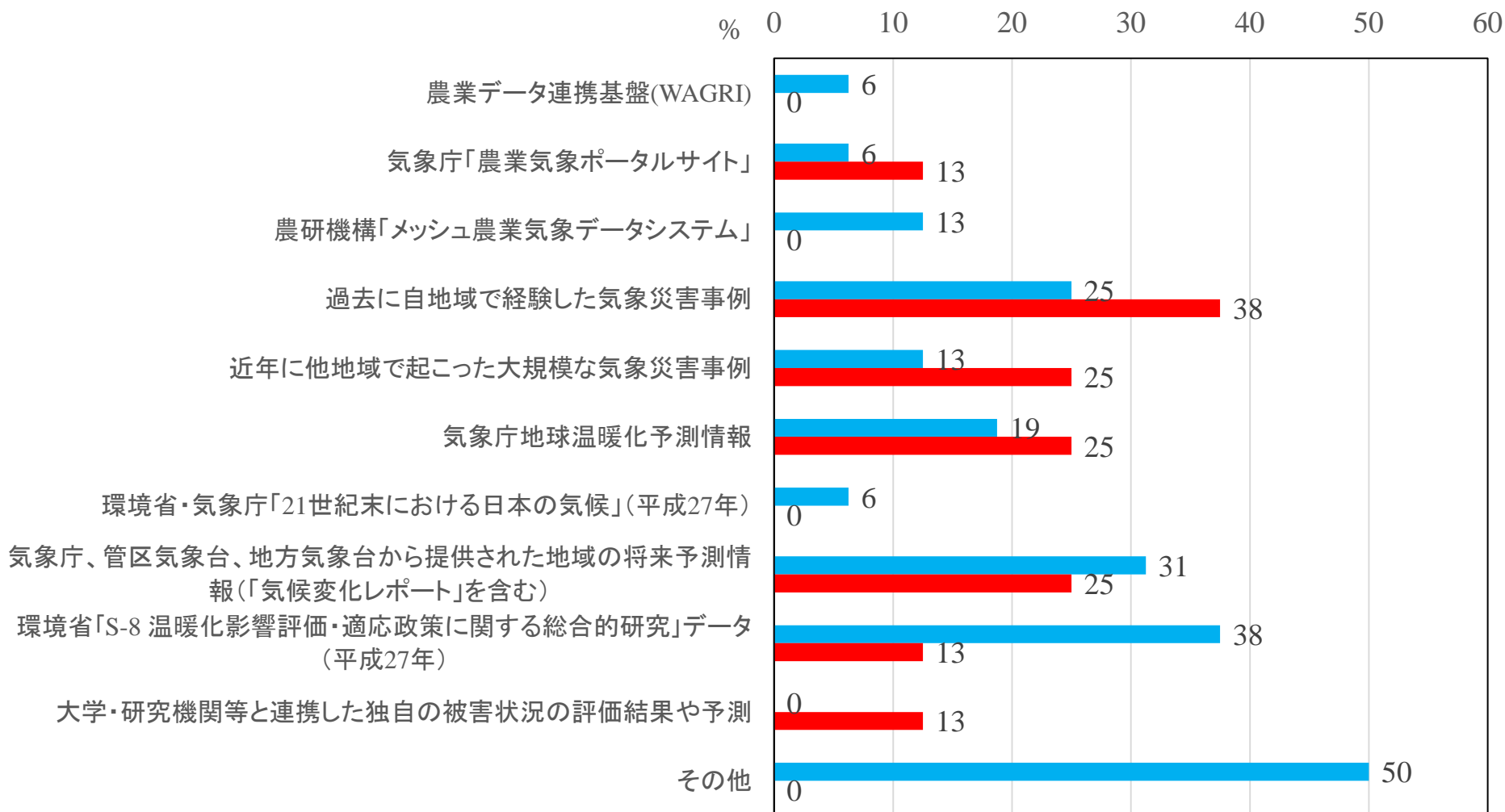
適応計画の最新策定年別にみた  
引用された科学的知見



- 気象庁地球温暖化予測情報第8巻(平成25年)
- 気象庁地球温暖化予測情報第9巻(平成29年)
- 気象庁、管区气象台、地方气象台から提供された地域の将来予測情報(「気候変化レポート」等)
- 環境省「S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」データ(平成27年)
- 環境省・気象庁「21世紀末における日本の気候」(平成27年)
- 研究機関と連携した独自の影響評価(SI-CAT等)
- その他



# 自治体農政部局における気候変動適応計画で 参照した科学的知見

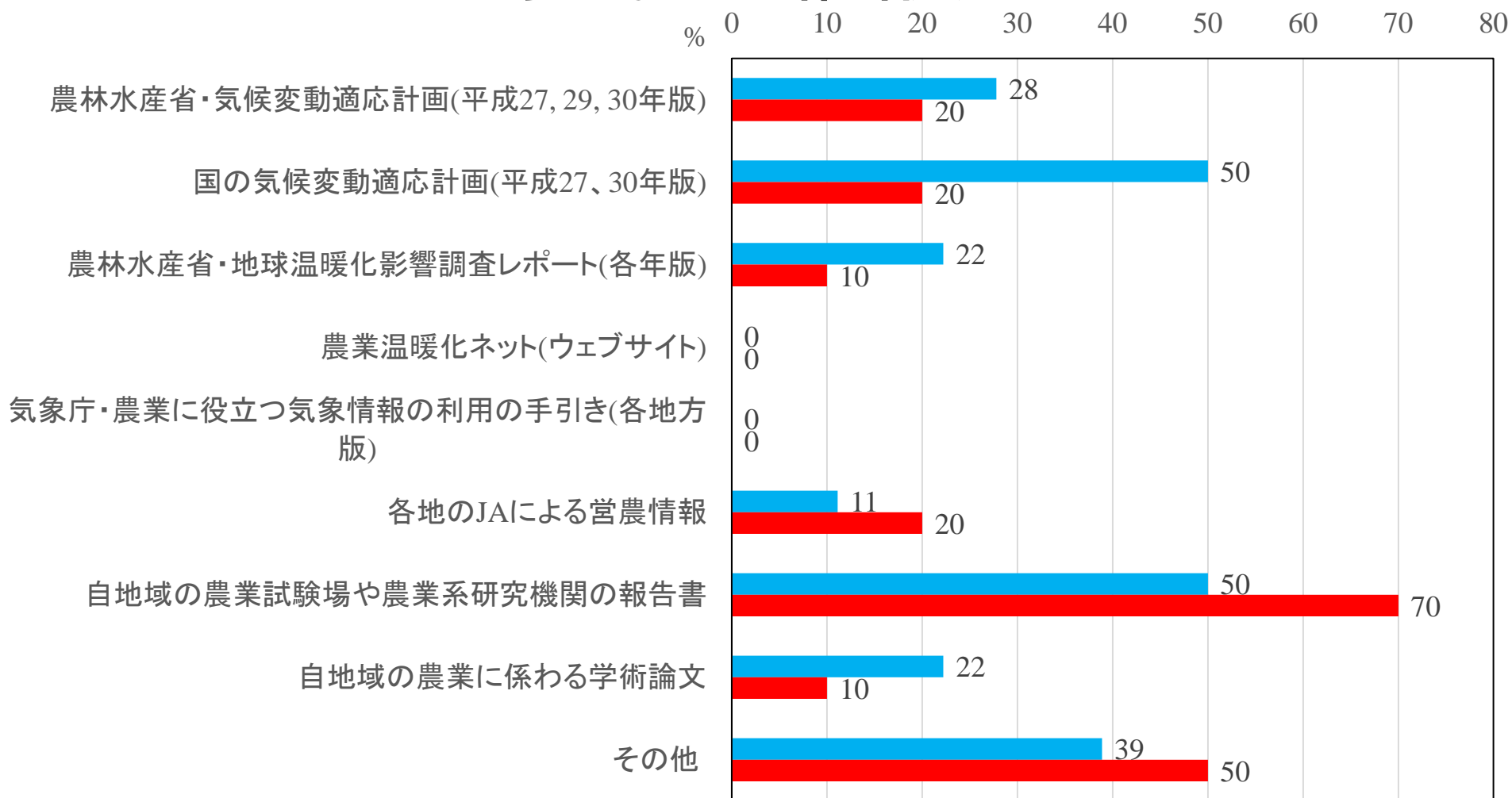


■ 農業分野の適応計画を環境部局所管の計画に一部記載した自治体(n=16)

■ 農業分野の適応計画を自身の所管する計画や独立した計画に記載・策定した自治体(n=8)



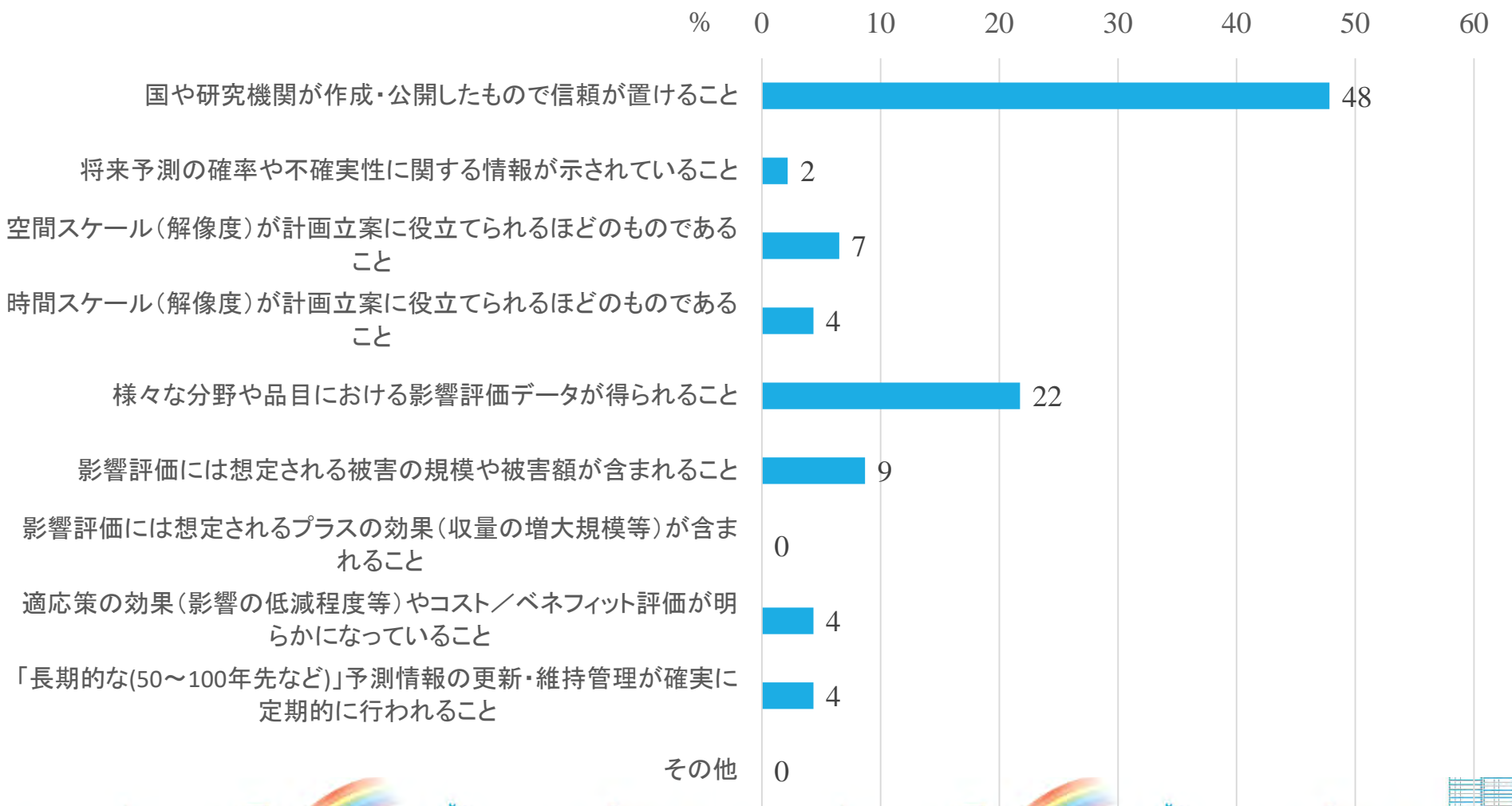
# 自治体農政部局における気候変動適応計画で 参考した情報源



■ 農業分野の適応計画を環境部局所管の計画に一部記載した自治体(n=18)

■ 農業分野の適応計画を自身の所管する計画や独立した計画に記載・策定した自治体(n=10)

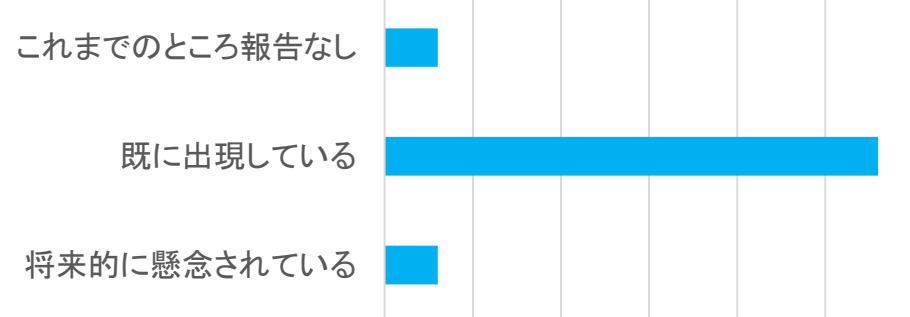
# 自治体農政部局における気候変動適応計画の科学的知見へのニーズ



# 自治体農業部局における気候変動影響の 出現状況とそれに対する取組状況(1)

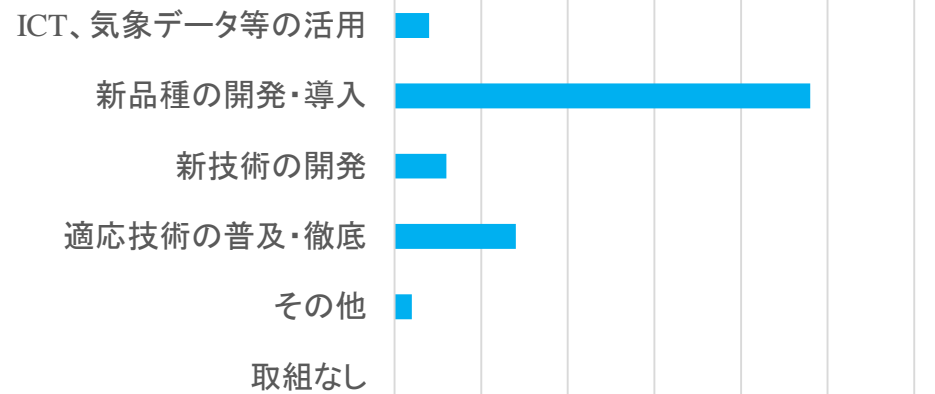
水稲

0 5 10 15 20 25 30



水稲

0 5 10 15 20 25 30



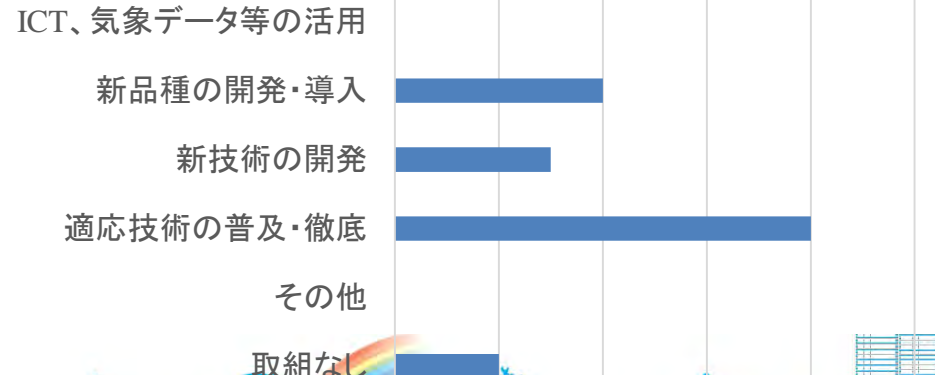
ブドウ

0 5 10 15



ブドウ

0 2 4 6 8 10



# 自治体農業部局における気候変動影響の出現状況とそれに対する取組状況(2)

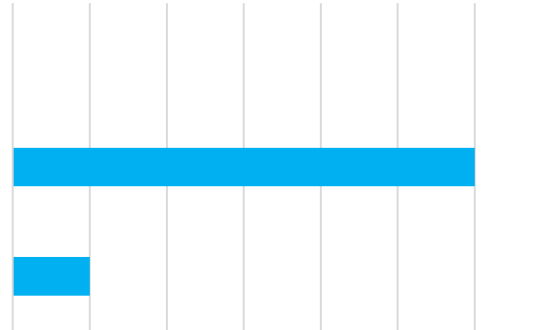
リンゴ

0 1 2 3 4 5 6 7

これまでのところ報告なし

既に出現している

将来的に懸念されている



リンゴ

0 2 4

ICT、気象データ等の活用

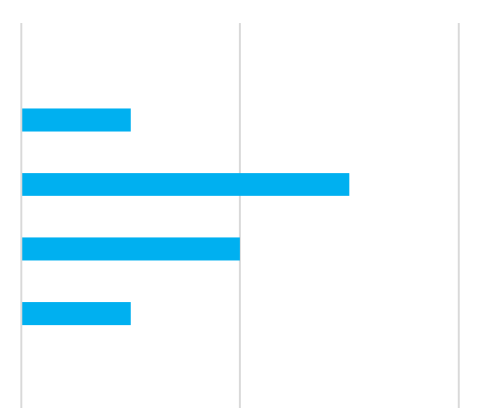
新品種の開発・導入

新技術の開発

適応技術の普及・徹底

その他

取組なし



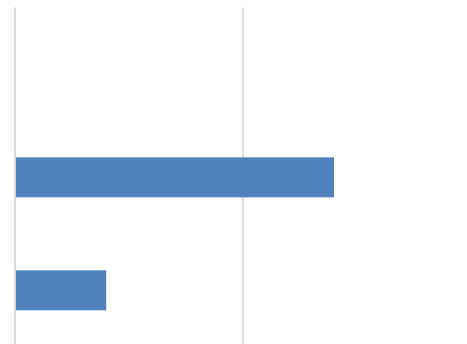
ナシ

0 5 10

これまでのところ報告なし

既に出現している

将来的に懸念されている



ナシ

0 1 2 3 4 5

ICT、気象データ等の活用

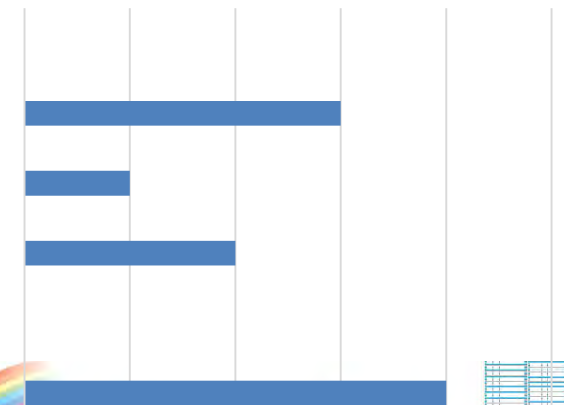
新品種の開発・導入

新技術の開発

適応技術の普及・徹底

その他

取組なし



# 自治体農業部局における気候変動影響の 出現状況とそれに対する取組状況(3)

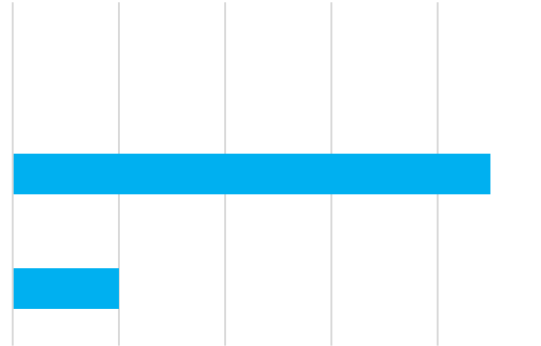
カンキツ

0 2 4 6 8 10

これまでのところ報告なし

既に出現している

将来的に懸念されている



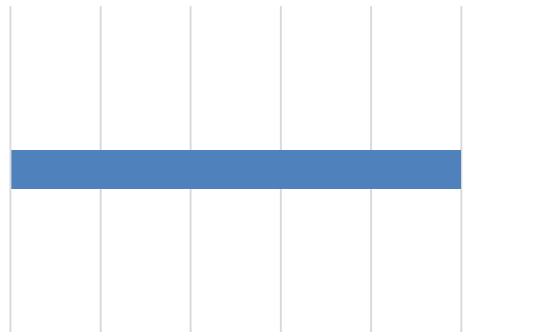
モモ

0 1 2 3 4 5 6

これまでのところ報告なし

既に出現している

将来的に懸念されている



カンキツ

0 2 4 6 8

ICT、気象データ等の活用

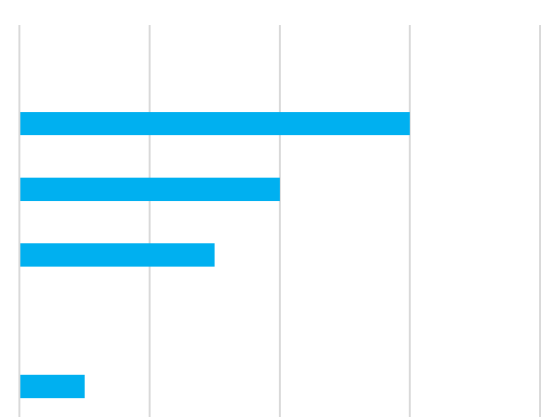
新品種の開発・導入

新技術の開発

適応技術の普及・徹底

その他

取組なし



モモ

0 1 2 3 4

ICT、気象データ等の活用

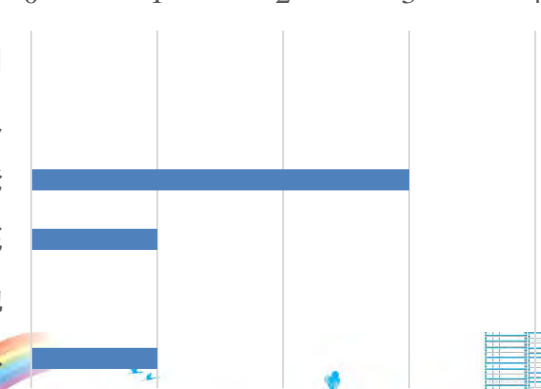
新品種の開発・導入

新技術の開発

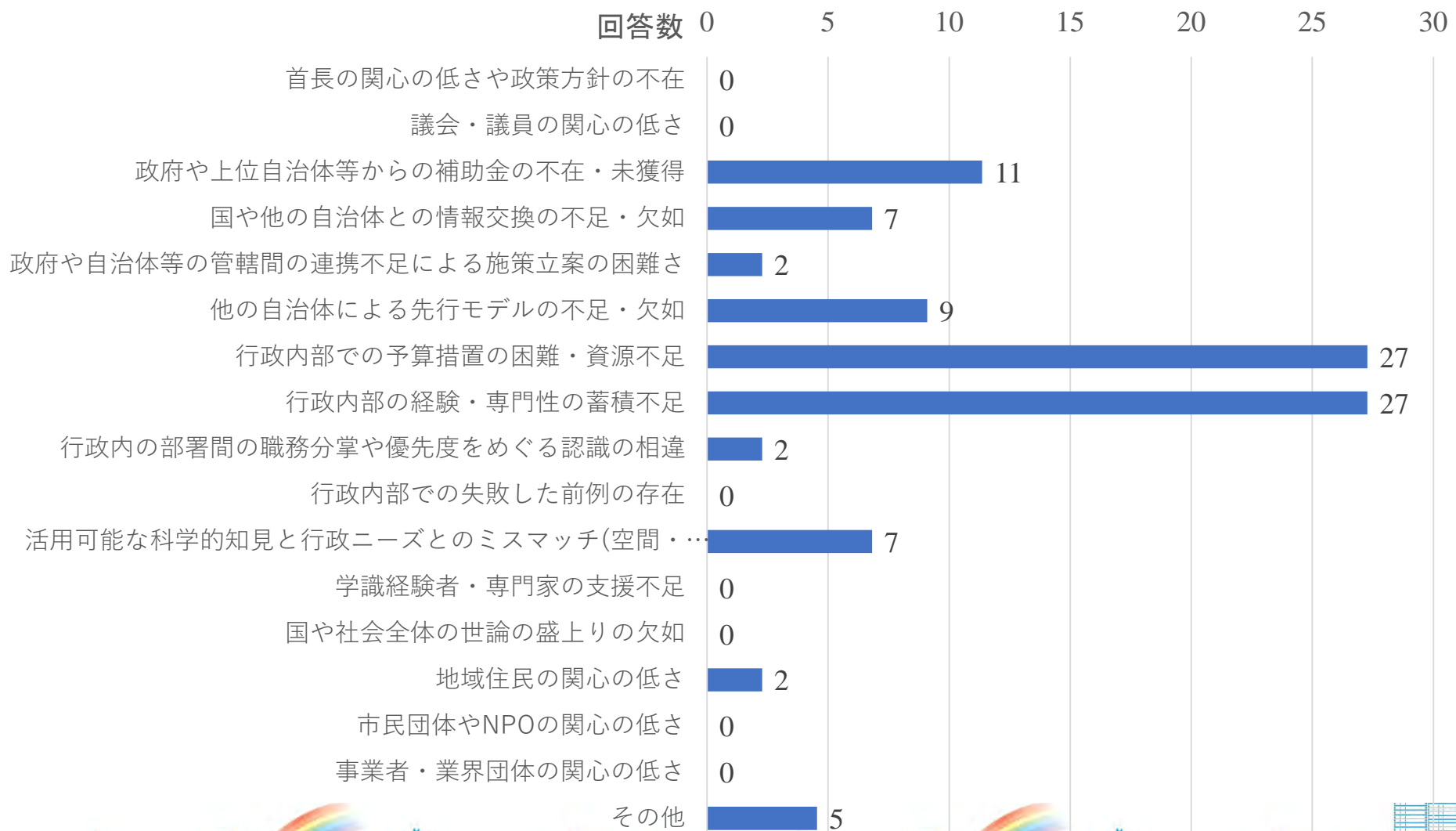
適応技術の普及・徹底

その他

取組なし



# 自治体農政部局における気候変動適応計画の 検討推進上の課題



# 人々の気候変動影響実感や 適応策に対する考え方

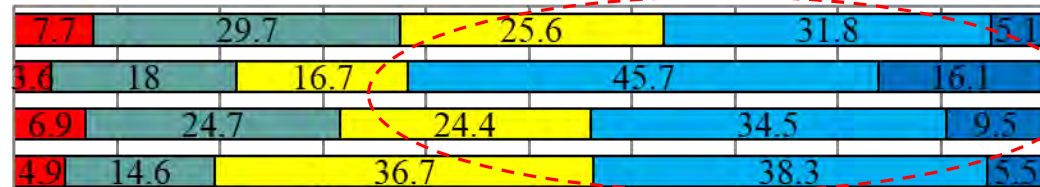




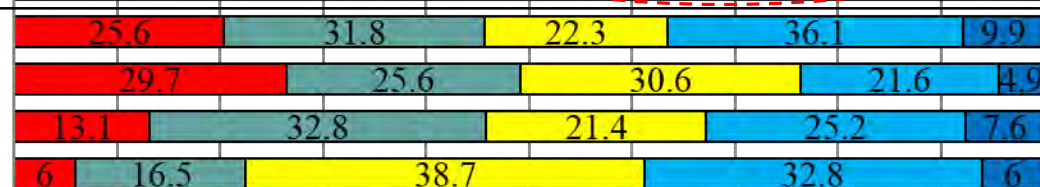
# 人々の気候変動影響の実感

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

農作物の収量減少等による食料生産への被害



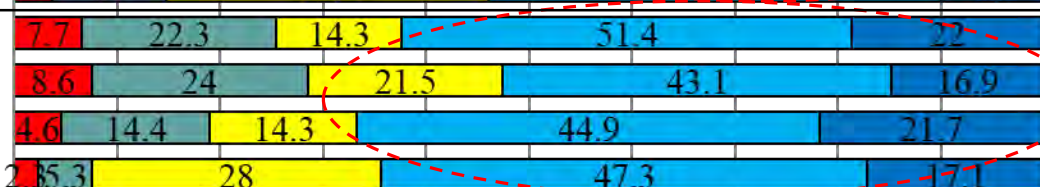
積雪量の変化等による水資源への被害



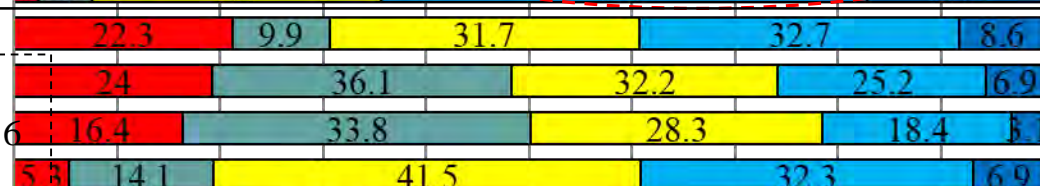
熱中症などの健康被害



局地的な大雨等の風水害



絶滅種の増加等による生態系の被害



全国(2010) N=7785

4都市(神奈川, 埼玉, 山梨, 石川[2010]) N=4136

果樹生産地(青森, 長野, 山梨[2014]) N=1035

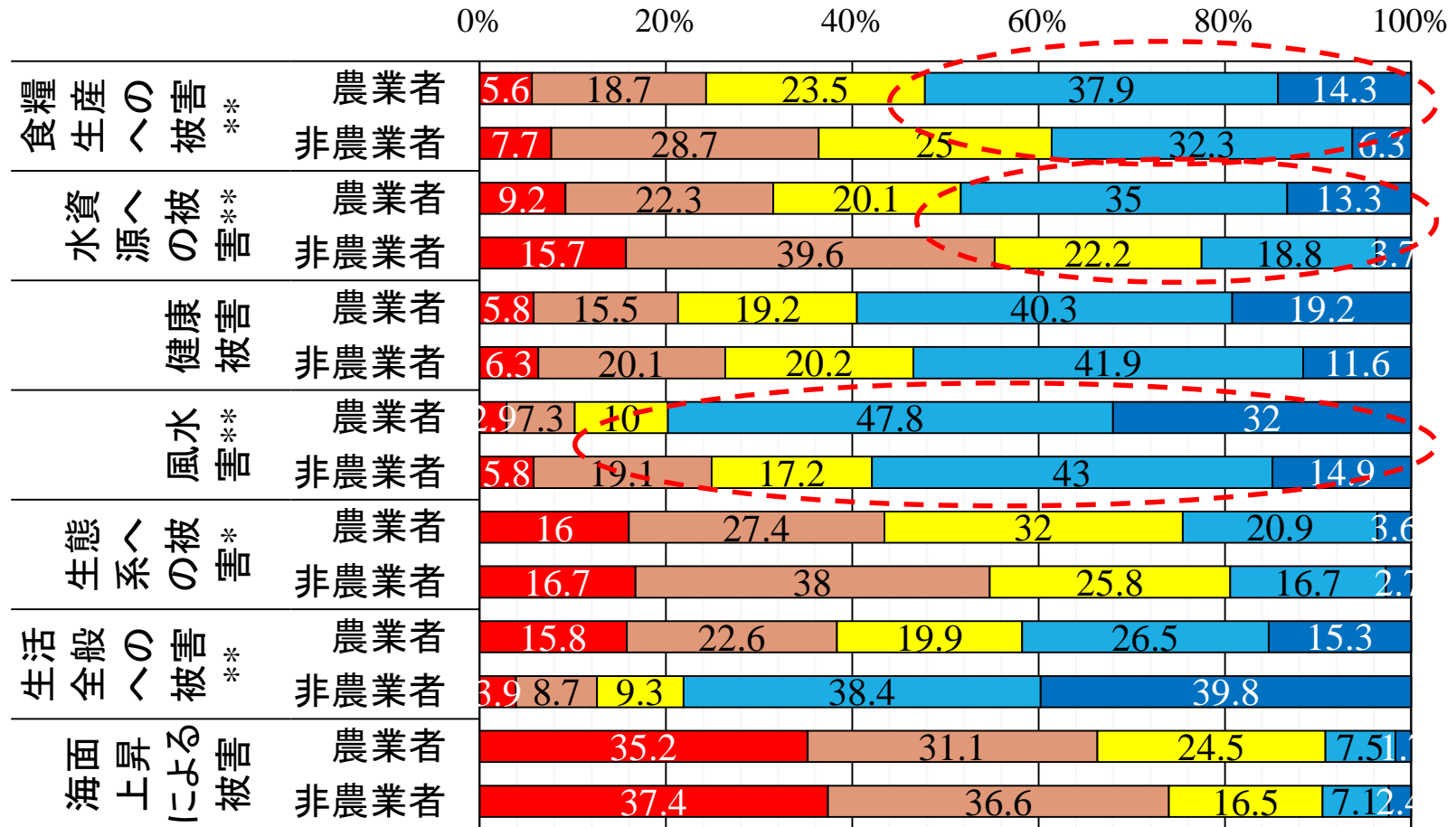
全国(2017) N=1174

■ 全くない ■ あまりない ■ どちらでもない ■ ある程度ある ■ とてもある

# 人々の気候変動影響の実感

農業従事者が否かによる相違

農業者; N = 412 非農業者; N = 623 P < .01 \*\* P < .05 \*



■ 全く実感がない

■ あまり実感がない

■ どちらともいえない

■ ある程度実感がある

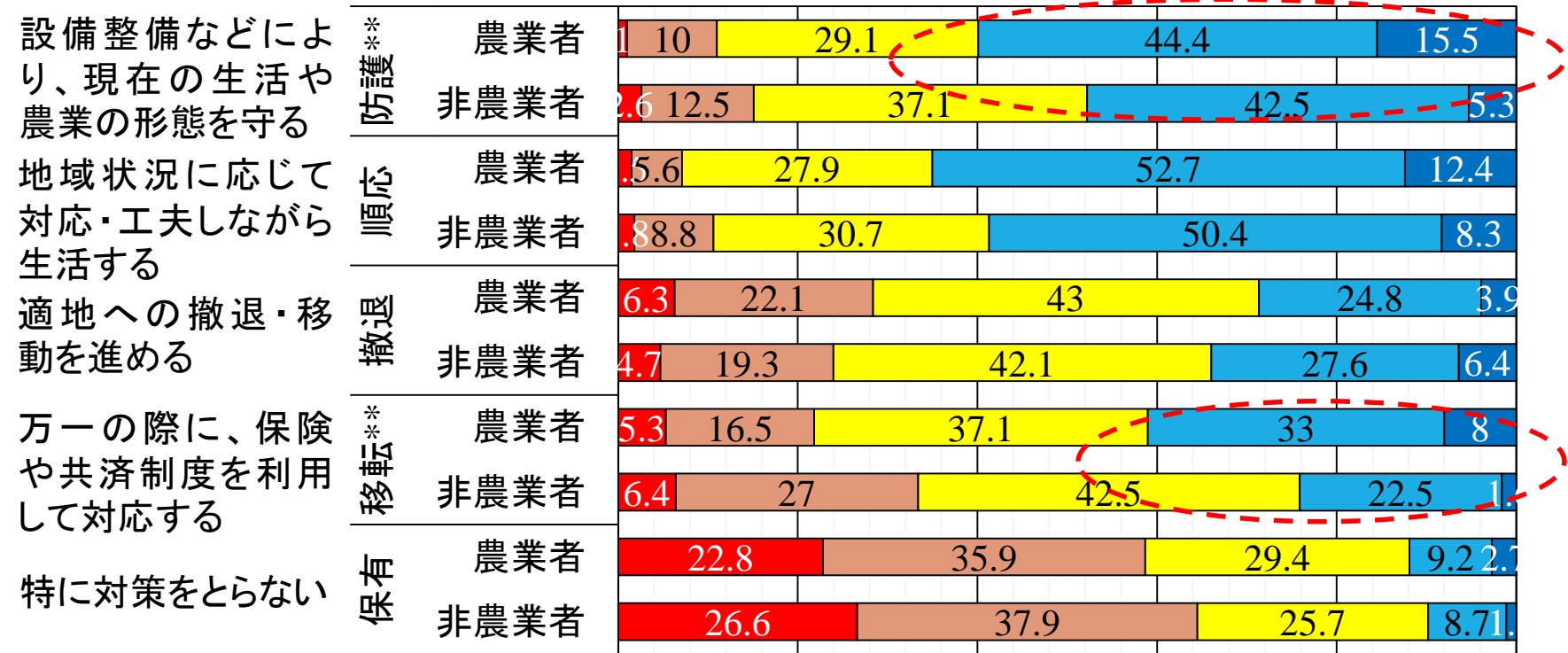
■ とても実感がある

# 人々の気候変動適応策の受容性

農業従事者が否かによる相違

農業者; N = 412 非農業者; N = 623 P < .01\*\* P < .05\*

0% 20% 40% 60% 80% 100%



■ 全くそう思わない

■ あまりそう思わない

■ どちらともいえない

■ ある程度そう思う

■ とてもそう思う

# 気候変動に適応する地域社会 づくり(地域適応シナリオ)

---



# 「農業生産における気候変動適応ガイド」にみる PDCA・順応型管理



# 「農業生産における気候変動適応ガイド」にみる PDCA・順応型管理

## 適応策実行計画

STEP5(1)で設定した  
産地の目標とする姿を記入

都道府県名	AA県
市町村名	BB市
産地名	〇〇地区
計画主体	BB市

### (1) 産地の将来の目標

	数値目標
・暑さに負けない米づくりの観点から適正な品種構成への誘導を推進する。	高温耐性品種の面積を20%増大させる。
・白未熟粒の発生軽減やイネ縞葉枯病等の病虫害防除の徹底による品質・作柄の安定化を図る。	—
・将来の温暖化に備え、高温耐性品種である「〇〇」の面積を拡大する。	—

### (2) 現時点の適応策

STEP3 で収集・整理した現在実施している適応策を記入

適応策のレベル	適応策の目的	具体的な取組内容	効果	課題
栽培技術による対応	白未熟粒の発生抑制	葉色診断に基づく適正な追肥の実施	〇〇地域では効果大	省力化
栽培技術による対応	高温障害の軽減	移植時期を現行の〇〇から〇〇へ変更	温暖化の影響を受けにくい	用水の管理など地域ぐるみでの検討が必要
栽培品種の変更	高温障害の軽減	高温耐性品種である「〇〇」の導入実証	温暖化の影響を受けにくい	栽培マニュアルの作成

### (2) 将来の適応策

適応策のレベル	導入予定年次	具体的な取組内容	想定される効果	関係するプレーヤー
栽培技術による対応	2023年	高温不稔対策のための軽減技術の確立	現在より高温下での被害軽減	農業者、JA、県普及指導員、県農業試験場
高温耐性品種の面積拡大	2023年	高温耐性品種である「〇〇」の面積を拡大	現在より高温下でも被害が少ない	農業者、JA、県普及指導員
病虫害防除等の高度化	2025年	リモートセンシング技術やドローンの導入等による早期発見、省力化の実現	省力化	農業者、JA、県普及指導員、県農業試験場

STEP4 で整理した適応策リストとSTEP5(1)で  
設定した産地の目標とする姿を基に、  
今後導入していく適応策を選択し、記入

図 20 実行計画の作成イメージ



# 「農業生産における気候変動適応ガイド」にみる PDCA・順応型管理

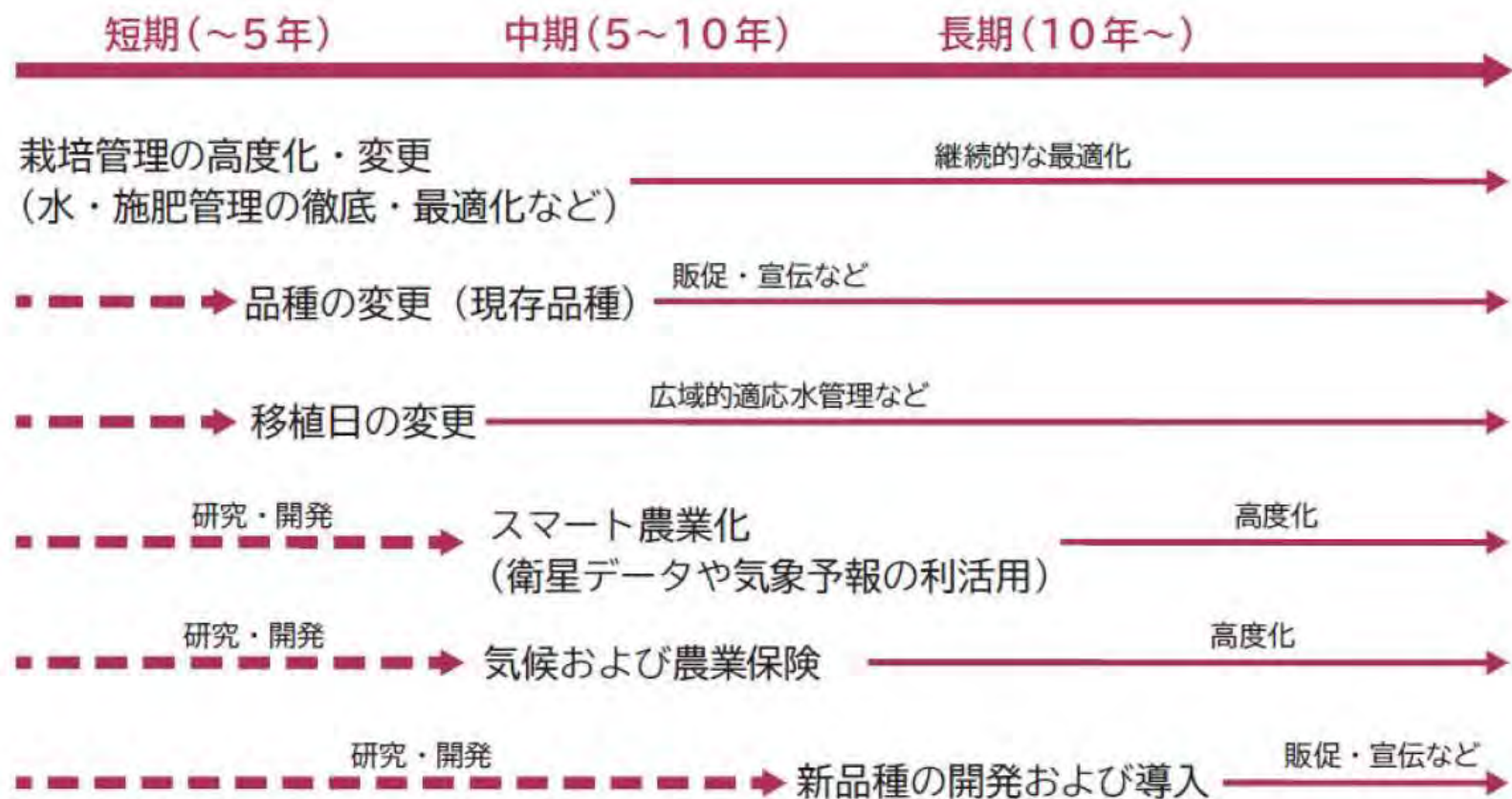
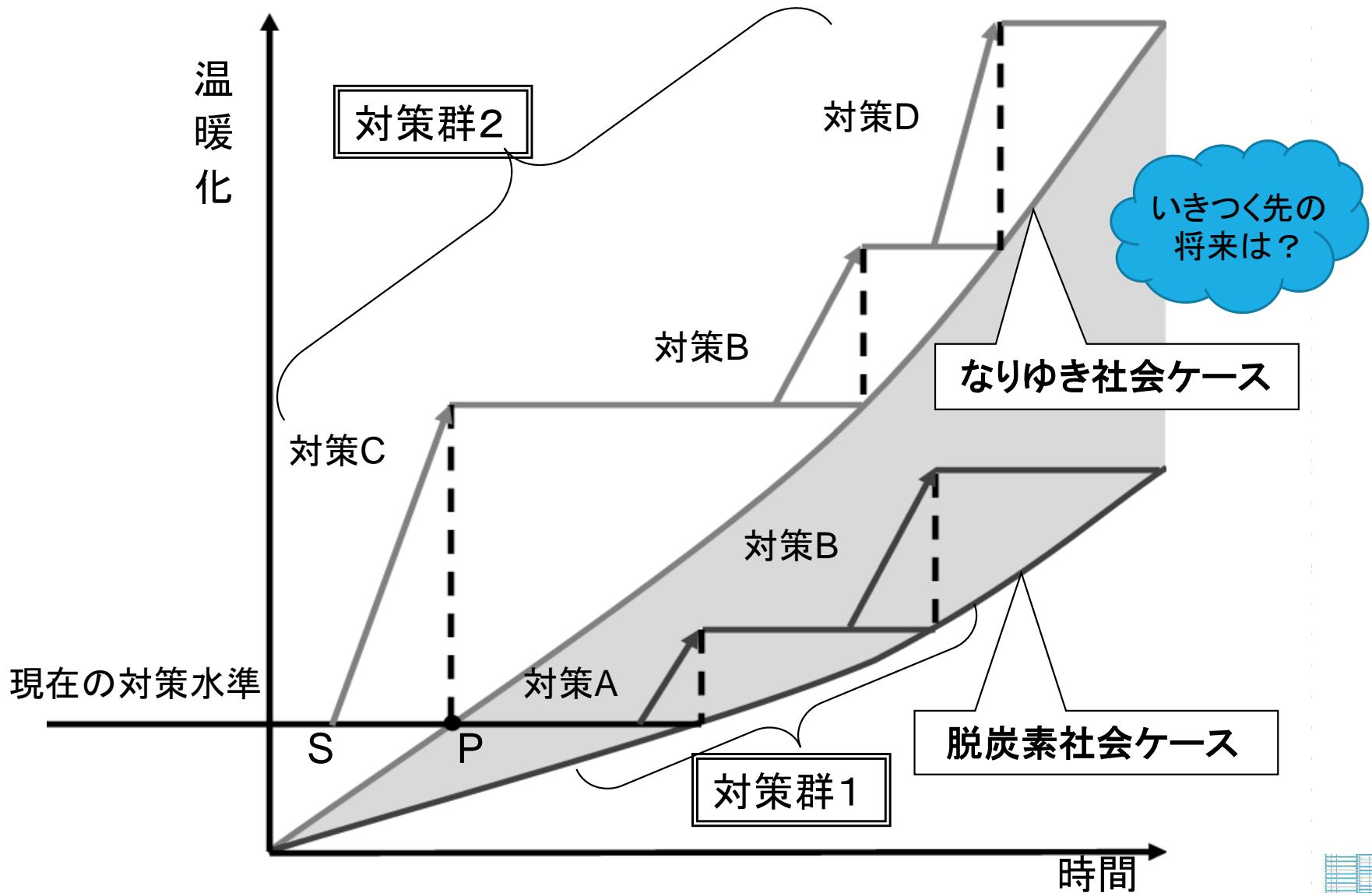


図 19 茨城大学および茨城県地域気候変動適応センターによる適応戦略の作成例

出典：茨城大学および茨城県地域気候変動適応センター（2020）<sup>24</sup>



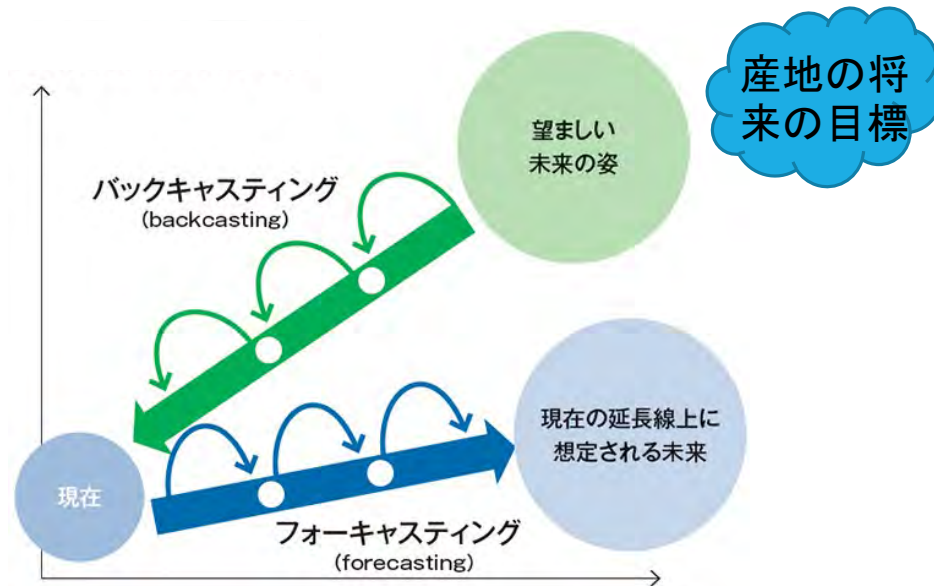
# 順応型管理のイメージ



# バックキャストとシナリオプランニング

## ● 考え方

- ✓ 「**未来の目標**」となるような状態を想定し、そこを起点に**現在を振り返っていま何をすべきか**を考える方法、想定外の事態が起こったらどうするかについても扱う
- ✓ メリット1: 自分を取り巻いている環境をよりよく理解する、**不確実性**を含めた様々な要因が絡み合う「**構造**」を理解することができる
- ✓ メリット2: 変化への「**認識力**」と「**適応力**」を高める、未来からのシグナルをより早く感知し、意思決定者が変化に合わせ迅速に対応することを助ける
- ✓ バックキャストする過程で毎年・毎年の目標を定め、各年度の行動計画や目標を定めて評価するために「**PDCAサイクル**」を用いる



出典: 事業構想研究所 実践知研究センター

<https://www.projectdesign.jp/201405/designforpd/001356.php>

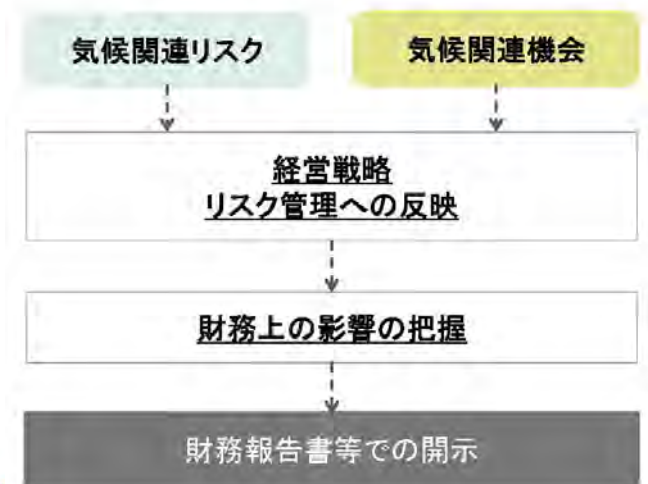
# 気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)によるシナリオ分析の薦め

## ● 気候関連財務情報開示タスクフォースTCFD:

- 金融安定理事会(FSB)により設置された国際的なTF, 日本の各省庁, 企業も62組織(2019年3月14日時点)が賛同を表明
- 年次の財務報告にて財務に影響のある気候関連情報「ガバナンス」「戦略」「リスク管理」「指標と目標」の開示を推奨する報告書を2017年6月に公表
- 企業が気候変動のリスク・機会を認識し経営戦略に織り込むことを, ESG投融资を行う機関投資家・金融機関が重視していることに言及
- 特に「戦略」では, 複数の気候変動シナリオに基づく財務影響のシナリオ分析を要求

## ● TCFDによるシナリオ分析

- ①2°C目標等の気候シナリオを用いて
- ②自社の気候関連リスク・機会を評価し
- ③経営戦略・リスク管理へ反映
- ④その財務上の影響を把握  
などを開示することを要求



# 農業分野における地域適応シナリオの例

ステークホルダー分析  
(FY2012)

行政, 生産者, 専門家,  
流通, 種苗, 資材など24  
団体への聞き取り調査  
による利害関係の特定

	気候 変動 への 関心	気候変動のマイナスの影響				気候変 動のプ ラスの 効果	適応 策の 導入	品種
		病害 虫	日焼け /色のり	鳥獣 被害	凍害			
行政	△	○	○	○	—	○	—	—
生産者	○	△	○	○	—	△	○	○
栽培技術員	○	○	○	○	○	△	○	○
流通	○	○	○	—	○	—	○	○
種苗	○	—	○	—	○	△	△	○
農業資材	—	—	—	—	—	△	×	—

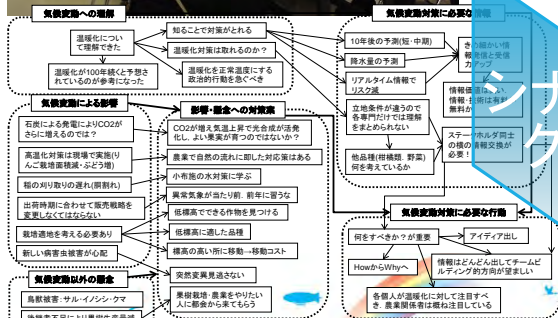
ステークホルダー会議  
(FY2012)

ステークホルダー分結果の共有, 基本的専門知の提示, グループ討議(現場知収集)



デルファイ調査  
(FY2013)

デルファイ法による長野県の気候シナリオ, 地域社会経済シナリオの検討(専門知収集)



シナリオ提示と, 市民・ステークホルダーパネルと専門家パネルとの協働によるアクションプランの案出(専門知・現場知の統合化)

日本型Community Based Adaptationの方法論確立



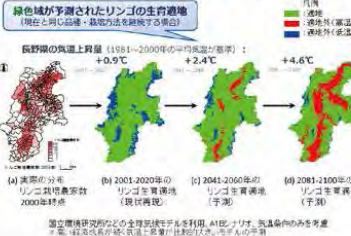
# 農業分野における地域適応シナリオの例

## 現場知の例(ステークホルダーの関心)

	気候変動への関心	気候変動のマイナスイメージ				気候変動のプラスのイメージ	適応策の導入	評価
		高害生	日焼け/色づきの遅れ	病害	虫害	効果		
行政	○	○	○	○	○	○	○	○
生産者	○	○	○	○	○	○	○	○
地域住民	○	○	○	○	○	○	○	○
流通	○	○	○	○	○	○	○	○
産地	○	○	○	○	○	○	○	○
農業関係者	×	○	○	○	○	○	×	○

## 専門知の例(気候モデルを用いた影響予測)

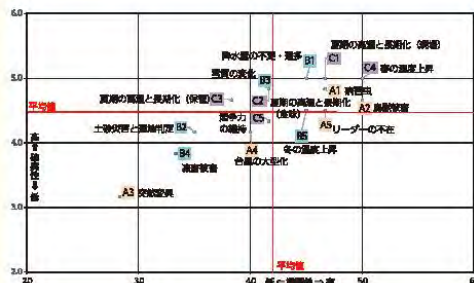
### リンゴの生育適域の変化予測(長野県)



## ステークホルダー会議の例(専門知と現場知の統合)



## 専門知と現場知の統合によるシナリオ策定の評価例)



## 検討の手順 ～長野における果樹栽培地区での例～

### ステークホルダー分析と ステークホルダー会議の運営

- ・行政、生産者、専門家、流通、種苗、資材など24団体への聞き取り調査による利害関係の特定
- ・ステークホルダー分析結果の共有、基本的専門知の提示、グループ討議(現場知の収集)

### 専門家デルファイ調査と 一般市民への 質問紙調査の実施

- ・気候、農業技術、農村社会の専門家への調査による長野県の気候シナリオ案、地域社会経済シナリオ案を現実性と深刻性から評価(専門知の収集)
- ・農村居住一般市民を対象とする質問紙調査結果のシナリオ案へのインプット(生活知の収集)

### ステークホルダーからの フィードバックと シナリオワークショップの開催

- ・専門家によるシナリオ案に対するステークホルダーの期待度、貢献度から評価とアクションプランの策定(専門知・現場知・生活知の統合)
- ・市民会議などの開催によるシナリオの共有と行政計画への反映、不確実な未来への選択と準備

## 法政大学 地域研究センター

〒102-8160 東京都千代田区富士見2-17-1

E-mail: rcp@m.hosei.ac.jp

TEL:03-3264-6641

FAX:03-3264-6643

協力: 長岡県環境保全研究所/埼玉県環境科学センター/  
東京大学農学系生命科学研究科/国際環境科学研究所/  
環境省地球環境政策研究所/デモグラフィックデザインラボ



本研究は、環境省環境政策推進費S-8(代表者:三村昌男・茨城大学学長、2010～2015年度実施)の支援により実施されました。

## 専門家・ステークホルダー・市民の協働による 気候変動適応策検討のための シナリオづくりガイド

日本型コミュニティベース  
アダプテーションを目指して



地球温暖化による気候変動が進む中で、様々な影響が出始めています。これらに適応していくため、単に専門家による科学的な予測情報を持つのではなく、その問題に関係してくるステークホルダーや一般市民とともに、それぞれが持つ知識を出し合いながら、様々なリスクに向き合わなければなりません。このガイドでは、それを可能とする1つの方法であるシナリオづくりの方法と経験について紹介しています。



法政大学 地域研究センター



# 農業分野における地域適応シナリオの例

未来  
シナリオ  
A

## 果樹生産地の継続に関わる 事象が起こる未来

### A-1: 夏期の高温・病虫害対策への工夫が必要

年間平均気温が上昇し、それに伴い病虫害対策へのより一層の工夫が必要となってきた。発生時期・種類・被害率・生育期間の長期化などである。生産者は変化する状況に応じ指導機関から情報を得て対応している。農業系研究機関では30年前から製薬会社と共同で、薬剤の散布時期・量について新たな現象を加味しながら研究を行っている。この研究への期待は関係者すべてからとて高い。また病虫害対策としてフェロモン剤を使用する動きも広がっている。

### A-2: 鳥獣被害の悪化・常態化対策: 専門職による管理がより重要

生態系の変化に関連し、都市と山の境があいまいになり、畑・動物が頻りに侵入している。鳥獣被害は非常に深刻だが、20年かけて専門家の指導のもと農家の利用法を行い、生態系のバランスをできるだけ壊さない努力を続けている。ガバメントハンターを配置したこともあるが、大きな効果はなく、鳥獣との「いたちごっこ」は続いている。その後ビジネスを都府県間開拓や、前業として養豚を行う若者が現れ、鳥獣対策にも効果も上げてきている。生産者個人の対策では限界があり、地域全体の対策が期待されている。

### A-3: 台風の大規模化・コース変更、竜巻の発生に伴う影響と対策

近年台風は大型化・頻発化し、異常気象からの農作物の被害は地域の重要な課題になっている。台風による生産者へのダメージは広範囲にわたり、特に高齢の生産者への精神的なサポート、物理的な農地復旧の支援が特に重要な地域全体で感じている。果樹共済に加入する生産者は減額を続けている。生産者は10年に1度の大型台風で頻りに対策を講じる。リンゴと比べて強風に強いブドウへの変更も出ている。農業系研究機関では台風経路の予測精度を上げ、早めの情報発信を続けている。国内では竜巻が発生しやすい地域もあるがまだこの地域では見られていない。

### A-4: 成功モデルの導入やリーダー(技術者)の育成が重要

地域全体で行動を起こす際に重要になるのがリーダーの存在である。以前は地域全体を見通せるリーダーがいたが、現在は作務別、年代別、地域別など様々な小規模のネットワークができ、行政、JA、生産者がそれぞれの立場で必要と必要と行っている。ネットワークから自立化する生産者をだいたい10人に1人程度と見られている。



病虫害・鳥獣被害・台風など激変する状況、様々な新しい事象に対し、地域全体で行動を起こすネットワークとリーダー達が協働して工夫する

未来  
シナリオ  
B

## ジワリジワリと変化する 雪と雨に対処する未来

### B-1: 降水量の不足・過多をメリットとして活用するための工夫

気候変動の影響は、雨や雪による「水」への適応に迫られている。年間を通じて降水量は過多か不足のどちらかに二極化している。降水量過多になると、果樹が肥大化し皮に割れ目ができることがあり、果樹の生育にあわせて適量の水を供給することは果樹栽培にとって重要な課題である。共同の灌水施設や農園が点在している地域などの実情にあわせ、行政も一緒に整備を行っている。水はけのよい栽培適地では、畑の拡大や新規就農者により、常に畑が使われている。川の堤防の決壊については、今でもそのリスクを抱えている。

### B-2: 豪雨による災害リスクを低減するための工夫

これまでは特に降雨量が多い時は急斜面で土砂災害が発生することもあったが、山際に農地をもつ生産者は豪雨による災害リスクを常に意識しなければならぬ状況である。一方で農業系研究機関では気候変動を考慮して農地に栽培適地の研究を継続して行っており、その情報を公開している。土砂災害と気候変動の両面から農地の移動を検討する人が増えている。

### B-3: 雪害変化への対策強化の必要性

1998年の長野冬季オリンピック開催時のような積雪の光景は、もはや過去のものになった。〇×地区でも降雪期間は短くなり、サラサラだった雪質も水分を多く含んだ雪へと変化した。降雪量が減り雪が溶けは速くなったが、異例の大雪は10年に1度程度発生するため、対策を怠ると被害甚大になる。予測技術は信頼できるものになったが、被害を回避するためには生産者個人の努力が大きい。数年前の大雪の際に農産物対策を取っていたかたは、枝が折れ、ハウスや棚が倒壊するなど、大きな被害を受けたことにより、農産物共済も充実した。

### B-4: 凍害発生への対策強化の必要性

雪が地面に残らないことで、土壌表面温度が低くなり、ブドウの一部で芽が出ないという現象も現れている。凍害被害を軽減するため、種苗業者では耐寒性品種を増やしており、生産者も自分で凍害を減らすための対策を取りつつも、順次耐寒性品種の導入を行っている。これらの対策への人的・経済的負担の軽減が課題として残っている。

### B-5: 冬の気温上昇への対策

原因不明の発芽不良が起こる頻度が増傾向にあり、果樹の生産量に影響が出始めている。農業系研究機関は、この休眠覚醒・花芽形成に関する問題を非常に重要な課題と捉え、2010年ごろから研究を始め、安定して花芽形成をする技術の開発に力を入れている。



非常に多かったり少なすぎたり二極化する降水量と降雪量、それに伴う対策の多様化と強化のため、生産者や研究者、行政が協働して工夫する

未来  
シナリオ  
C

## ジワリジワリと変化する 気温に対処する未来

### C-1: 夏期の高温と長期化への生産現場での対策

果樹の生育に最も顕著な影響を及ぼしているのが、夏期の高温と長期化である。日焼けや着色不良については30年前から出ている影響で、農業系研究機関は、暑さに強い品種の育成や日焼け対策の技術を開発し、生産者も果樹の剪定など独自の工夫を続けている。果のPRと流通業者の努力も功を奏し、地元ブランドの売り上げは全国で伸びており、人気や価格も安定してきた。また果の農業人材育成計画による県内外からの季節的な作業サポート体制も徐々に定着し、夏を乗り切るのに大いに役立っている。夏期の高温対策への期待はとて高い。

### C-2: 夏期の高温と長期化へのマーケティングでの対策: 食味

夏期の高温はリンゴの外見だけでなく、果肉にも変化をもたらした。以前はシャキシャキと歯ごたえのいいリンゴが主流だったが、近年では果肉の硬さが落ち、やわらかく酸味が減ったリンゴも出てくる。一方で年代によってもリンゴの食味や食感に関する好みが変わるため、流通業者は、輸送距離や嗜好を考慮した出荷を行っている。

### C-3: 夏期の高温と長期化へのマーケティングでの対策: 価格

果肉の硬さが低下することにより、貯蔵性も低下する傾向がある。農業系研究機関では長く保管できる品種の開発に力を入れ、生産者や流通業者は貯蔵性を上げるための薬を使用したり、専用の貯蔵施設を設けることで対応している。これらの努力により「made in Japan」の果物の需要が伸び、外国にまで運ぶ品種が収穫できるようになってきた。東南アジアや中東など海外でも〇×地区の品質、ブランドが認知されるようになり、海外ニーズを把握しながら販路戦略を考えている。

### C-4: 春の気温上昇と天候不順への対策

気温上昇は春にも影響を与える。春の問題は、3月に一度凍りかかったのに、4〜5月に連雨が発生し、一度出た芽が枯れてしまうことである。連雨は近年毎年発生しており、被害回避の対策は個人レベルでの防雨アンの設置や焚火にかかってくるため、対策が遅れると被害が出てしまう。農業系研究機関では凍害に強い品種の開発を始め、行政が早期警戒システムなど情報共有の迅速化に努め、ここ数年の被害は一時期より格段に減っている。

### C-5: 国内外の産地との競争力の維持への工夫

気候変動の影響で国内のリンゴ栽培可能地域は増加し、ライバル産地は青森県に若干集まった。リンゴでは収益をあげ、消費者においしさを感じ続けてもらうために他産地と協力しながら出荷時期を調整している。またその一方で〇×地区ではリンゴからブドウへの品種転換も進んでおり、リンゴの生産量はやや減っているが、果が中心となり海外輸出の促進にも積極的に取り組んでおり、信州の果樹ブランドへの評価は依然として高い。行政の新規定住希望者への優遇、奨励制度はより充実しており、〇×地区での担い手不足解消の一助となりつつある。



夏期の高温と長期化に生産現場とマーケティングの両方から対策を講じ、地域ブランドを強化しながら、国内外のマーケットに対応できるように工夫する

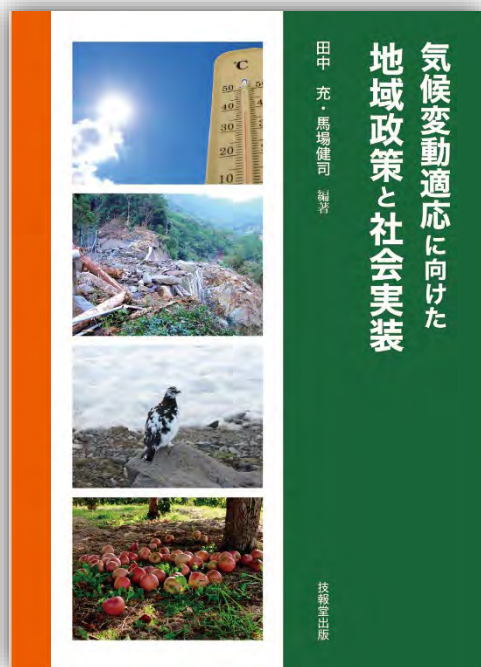
ABCに共通する  
ストーリー

①年平均気温は約14度上昇;2040年の長野県〇×地区。地球(注:専門家より、平均気温は100年で1度上昇だったが、近年の30年後の長野では2〜5度の気温上昇とされている。)また「年平均気温が14度以上になるとリンゴの生産が難しくなる」という見解もある。(実際にはより高温域でもリンゴが生産している地域もあり、高温耐性品種もあることから、全く生産できなくなるというわけではない)これらの情報をもとに30年後の平均気温を約14度と設定した。

②人口は約20%の減少;全国的な少子高齢化の傾向に伴い2010年時点より2040年現在、長野県〇×地区の人口は約165万人と、約48万人(約22%)の減少となり、2014年時点で全国最多であった長野県の農業者(約12万人)、就農人口もこれらに伴って減少した。〇×地区の人口は2010年の約7万人より約19%減少し、約5万7千人となっている。(注:国立社会保障・人口問題研究所の「日本の地域別将来推計人口(平成25年3月推計)」より)



ご清聴ありがとうございました！  
*Thank you for your attention!!*



お問い合わせは  
[kbaba@tcu.ac.jp](mailto:kbaba@tcu.ac.jp)

