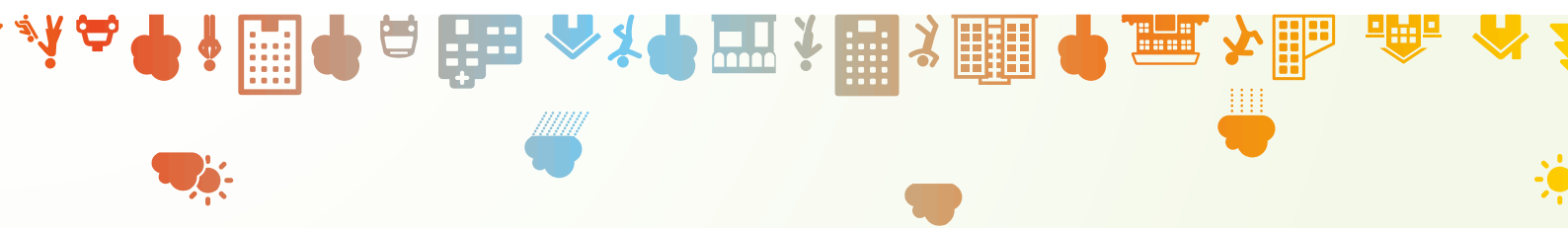




地域の 気候変動適応白書

—— 社会実装の推進に向けて ——





地域の気候変動適応白書

社会実装の推進に向けて

法政大学 地域研究センター

2018年度版「地域の気候変動適応白書」刊行にあたって

このたび2016年度版「地域の気候変動適応白書」に続き、2018年度版の「地域の気候変動適応白書」が発刊の運びとなりました。文部科学省による「気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）」のプログラムディレクターとして、本白書の刊行のご挨拶を申し上げます。

前回の白書は2017年7月に発刊されました。この僅か2年弱ほどの間に気候変動をめぐる環境は大きく変わりました。昨年6月28日から7月8日にかけて西日本を中心に日本のほぼ全域にわたり記録的な大雨を降らせた平成30年7月豪雨（西日本豪雨）は、232名もの死者・行方不明者を出す被害をもたらしました。また、それに続いて発生した全国規模の猛暑では、日本各地で熱中症による多くの死者を出しました。こうした痛ましい災害は、直接気候変動の結果とは直ちにいえませんが、近年の日本の気候がこれまでとは変わりつつあるのではという不安を感じた方も多くいらっしゃるのではないかと思います。

実際地球温暖化は遠い未来の話ではなく、すでに現在でも徐々に進行しつつある問題といえます。今を生きる私たちの近未来社会におけるより良い将来像を設計するためには、最新の科学と技術の力を駆使した冷静な現状認識と科学的予測にもとづいて、私たちが暮らす地域社会の近未来の姿を描き出すことが、日本の各地域において必要とされていると思います。

SI-CATは2015年12月に開始され、以来4年が経過しました。これまでSI-CATでは、最新の気候予測計算に基づいた我が国の近未来予測評価をふまえ、様々な地方自治体を対象として、自然・社会・経済の多様な分野や課題について、地域の近未来における影響評価を行ってきました。さらに、そこで得られた予測・評価を地域の近未来のよりよい社会づくりを目指す「社会実装化」、すなわち地域ごとの特性や課題に最適化した「政策化、施策の具体化」に結びつけるために、研究者・技術者・自治体関係者・コンサル等が連携した研究及び技術開発を行ってきました。そのためSI-CATでは、地域や課題ごとに特化した7つのモデル自治体と7つのニーズ自治体とよばれる連携体を作り、地域における気候変動適応策の先行的取組を進めて参りました。

こうしたSI-CATプログラムによる気候変動適応策の地方自治体における社会実装化の試みは、昨年12月1日から施行された気候変動適応法により今後地域・地方自治体において進められる気候変動適応計画作りの先行的研究事例とも呼べるものとなっています。この2018年度版の「地域の気候変動適応白書」には、SI-CATでこれまでに得られた経験や知見が多くまとめられています。この白書が、気候変動適応策の社会実装化のための資料として、日本各地の適応策関係者の皆様により活用戴ける事を願ってやみません。



SI-CATプログラムディレクター
三上 正男

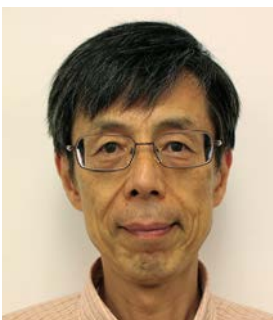
2018年6月にわが国で初めて気候変動適応法が制定され、12月1日から施行されました。この法律は、政府に対して気候変動適応計画の策定や5年毎の気候変動影響評価の実施、情報基盤の中核となる気候変動適応センターの設立などを定めています。さらに、地域に根ざした適応策の推進に向けて、地方自治体に地域適応計画の策定を義務づけるとともに、気候変動等の関連情報に係る収集・分析・発信等を担う地域気候変動適応センターの指定、県域等を越えて広域的に課題等を共有し関連施策に取り組む適応広域協議会の設置など、新たな枠組みを定めています。本法のもとで、今後ますます気候変動影響の激化が予測される中、気候変動適応策の一層の強化が進められ、地域からの取組がさらに拡大していくことが期待されます。

文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム」(略称、SI-CAT)は、2015年12月に開始されて以来4年目を迎えます。このプログラムは、これまでの研究プロジェクトと比較して、より精緻で近未来の気候変動予測等に関する技術開発を進めることと併せて、「気候変動に適應する社会」の実現に向けて気候変動予測技術や影響評価手法、適応策を具体的に地域社会の中で普及していく「社会実装」の観点を重視している点に特徴があります。本プログラムは、まさに気候変動適応法の制定を受けて、地域ごとに異なる立地条件や地域ニーズ等を踏まえ、的確できめ細かな気候変動予測等を実施するとともに、地方自治体と共同しながら科学的データに基づく地域の適応策を立案することをテーマに取り組んでいます。気候予測等の適応技術の社会実装化をキーワードとし、地域・自治体レベルにおける科学的知見の集約と適応策の形成を目指す取組です。

今回の「地域適応白書」(2018年度版)は、地域の気候変動問題と適応策に関わる行政担当者はもとより、利害関係者である住民等の皆様にも広く活用していただくことを目指し、本プログラムの気候変動予測技術等と地域適応策の取組状況、社会実装機関において毎年開催している「適応自治体フォーラム」の成果等について取りまとめたものです。

私どもプロジェクトメンバーは、引き続き地域社会で活用される技術開発と適応策に係る各種の知見・データの充実化に向けて、研究開発を進めていく所存です。本プログラムについて、関係者の皆様にご理解とご協力をいただくとともに、お気づきの点やご要望等がございましたら、忌憚なくお寄せいただきますようお願い申し上げます。

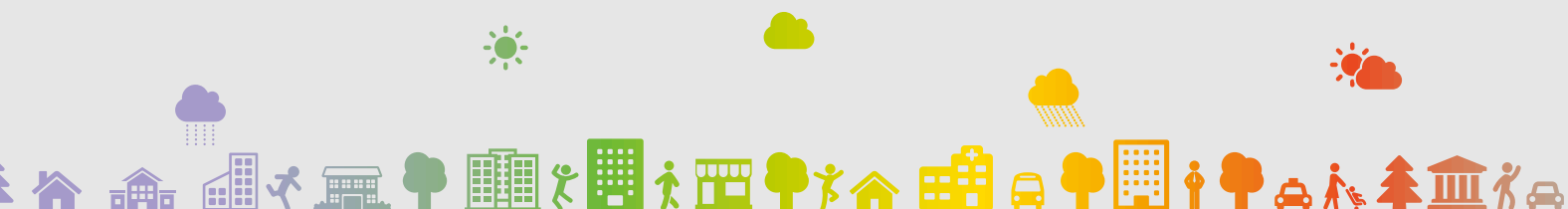
できるだけ多くの皆様に本書を手にとっていただき、地域適応策の立案等に広くご活用いただければ幸いです。



社会実装機関 課題代表
田中 充 (法政大学)

目次

第1章 気候変動適応に係わる技術開発・制度と自治体の役割	5
1-1. 文部科学省における気候変動研究の展開	5
1-2. 気候変動適応法と自治体の役割	6
1-3. 地域の適応取組促進のための情報基盤の充実	7
1-4. 地方自治体における適応計画の概要	8
第2章 適応策検討に必要な技術開発の進捗状況	14
2-1. 農業影響・適応策評価のためのメッシュ気候シナリオとその利用	14
2-2. 気候変動の影響評価	16
2-3. 社会技術の概要	17
第3章 地域適応フォーラム（コデザインワークショップ）の紹介	19
3-1. 開催要領と事後評価の概要	19
3-2. 分科会における議論の内容の推移	24
第4章 モデル / ニーズ自治体 / 社会技術の紹介	35
4-1. 鳥取県：海岸浸食対策の取組と今後の課題	35
4-2. 富山県：降雪の将来変化に適応する消雪用地下水の合理的利用	36
4-3. 北九州市：気候変動への適応策と水害リスクの評価	37
4-4. 滋賀県：滋賀県気候変動適応センターの設置と取組	38



4-5. 農業分野における気候変動適応策の波及の展望	40
4-6. 水土砂災害分野における気候変動適応策の波及の展望	47
4-7. 地域主導の気候変動適応策の実践：長野県高森町の市田柿	52
4-8. 国外自治体における適応計画：米国ボストン市の事例	57
執筆者一覧	63



第1章

気候変動適応に係わる技術開発・制度と自治体の役割

1-1. 文部科学省における気候変動研究の展開

2016年11月の「パリ協定」発効や2018年12月の「気候変動適応法」施行等を踏まえ、具体的な温室効果ガスの削減取組や、気候変動の影響への適応等の対策の推進が国内外で強く求められています。今後、パリ協定に基づくグローバルストックテイク（パリ協定に定められた、衡平で利用可能な最良の科学に基づく基本原則の下、各国の温室効果ガス排出削減の実施状況に関する定期的な義務的検討。2023年から開始。）や、気候変動適応策を一層進めていくためには、それら施策の基盤となる科学的知見を充実していく必要があります。

文部科学省では、気候変動対策を中心としてパリ協定の履行やSDGsの達成等に科学技術の面から貢献するため、以下の取組を推進しています。

(1) 統合的気候モデル高度化研究プログラム

気候モデルの開発及び高精度予測情報の創出を目的として、「統合的気候モデル高度化研究プログラム」に取り組んでいます。全ての気候変動対策の基盤となる気候モデルの高度化等を通じ、気候変動メカニズムを解明するとともに、日本周辺を中心とした将来の気候変動を知るための気候変動予測情報を創出し、温暖化により激化が想定される台風・洪水等のハザードをシミュレーションにより再現、最大被害や発生確率の情報を創出・評価しています。研究成果である科学的知見を、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）等にインプットするなど、国内外の気候変動対策（緩和策・適応策）に貢献しています。

(2) 気候変動適応技術社会実装プログラム

「気候変動適応技術社会実装プログラム」では、防災・農業等に関する適応策の立案・推進にあたって汎用的に活用可能な、近未来の超高解像度気候変動予測情報等を開発しています。地方公共団体の参画を得て、実際のニーズを踏まえた研究開発を行うとともに、その成果を地方公共団体等に提供し、適応策の立案・推進を積極的に支援しています。

(3) 地球環境情報プラットフォーム構築推進プログラム

自然災害や食料生産等、今後の経済・社会に大きな影響を与えうる地球規模課題に対し効果的・効率的

に対処するためには、衛星観測情報、気候変動予測情報等の地球環境ビッグデータを有効に活用する必要があります。

このため、「地球環境情報プラットフォーム構築推進プログラム」において、地球環境ビッグデータを蓄積・統合解析し、気候変動等の地球規模課題の解決に資する情報システムとして「データ統合・解析システム（DIAS）」を開発・運用し、国際貢献、学術研究、産業利用の推進に向けて、水資源分野等の具体的な課題解決に取り組んでいます。

文部科学省は、これらの気候変動研究の成果を国や地方公共団体における適応策の検討に役立てていただくため、これからも科学的知見の充実に努めてまいります。

1-2. 気候変動適応法と自治体の役割

2018年6月の通常国会において気候変動適応法（以下、「適応法」）が全会一致で可決され、同年12月1日に施行されました。施行に先立ち、法に基づく政府の「気候変動適応計画（以下、「政府計画」）」も閣議決定されています。適応法及び政府計画においては、地域における気候変動適応の強化が一つの大きな柱であり、都道府県・市町村には、気候変動適応において重要な役割を担うことが期待されています。

気候変動影響の規模や性質は地域の気候や地形、人口や産業構造などの社会経済状況等によって異なることから、都道府県・市町村レベルのきめ細やかな適応が必要となります。また、適応策は防災や農業等の様々な施策に組み込むことが必要であることから、適応法では国のみならず都道府県及び市町村においても、地域の状況に即した「地域気候変動適応計画（以下、「地域計画」）」を策定するよう努めるとされています。また、地域計画の策定や適応策実施の基盤となる地域の気候変動影響に関する情報の収集・分析・提供等を行う拠点として、「地域気候変動適応センター」を確保することも努力義務として規定されています。現時点でも都道府県・政令指定都市を中心に多くの地方公共団体が、関連する計画等で適応の重要性や適応策について記載していますが、今後は、地域特有の気候変動影響に関する情報をベースとした、より具体的かつ実効性の高い適応計画の策定が求められていくこととなります。

環境省においては、2017年度から3か年の予定で、地方公共団体の気候変動適応の支援を目的とした「地域適応コンソーシアム事業」を実施しています。本事業では全国を6地域に分け、それぞれの地域の都道府県・市町村のニーズに応じた気候変動影響に関する調査を行うとともに、各地方公共団体担当者の気候変動適応への理解や、地域における研究者や関係機関との連携等を促進することを目指し、地域協議会^{*1}を開催しています。2019年度は、本事業の最終年度として気候変動影響予測情報の作成と適応オプションの取りまとめを予定しています。本事業の成果は、調査を実施した地域において地方公共団体の地域計画や適応策に活用いただくほか、影響予測の手法や結果を他地域でも参考としていただけるよう、気候変動適応情報プラットフォーム^{*2}を通じて広く共有する予定です。

また、円滑な地域計画の策定や適応策の実施を後押しするため、適応法の施行に合わせて「地域気候変動適応計画策定マニュアル」を公表したほか、地方公共団体の新任の担当者を対象とした学習ツールの

提供を予定しています。さらに、適応法に基づき、国立環境研究所による技術的助言や広域協議会活動等を通じた支援を充実させていくこととしています。

※ 1. 2019年からは、法定の広域協議会として発展的に解消し、全国7地域（北海道、東北、関東、中部、近畿、中国四国、九州・沖縄）で開催します。

※ 2. 気候変動適応情報プラットフォーム (A-PLAT) : <http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/>

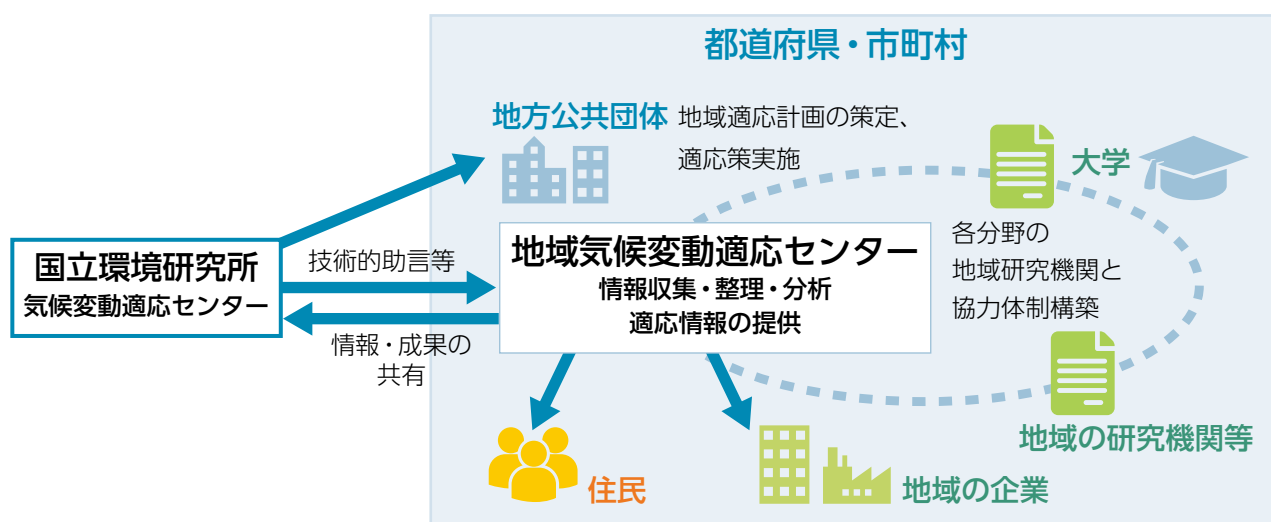


図 1-2：気候変動適応法における地方公共団体の適応推進のイメージ

1-3. 地域の適応取組促進のための情報基盤の充実

2015年11月に我が国の適応計画である「気候変動の影響への適応計画」が閣議決定されました。この計画の基本戦略として「気候リスク情報等の共有と提供を通じた理解と協力の促進」が挙げられており、適応を行う各主体が必要な情報を容易に利用できるよう、関係府省庁が連携し、効率的に気候リスク情報等を体系的に整理する必要があると謳われています。この中核的な取組として、国立環境研究所を事務局とし、関係府省庁が連携して「気候変動適応情報プラットフォーム（以下、A-PLAT）」を2016年8月に公開しました。

A-PLATは、気候変動の影響への適応に関する情報を一元的に発信することを目指し、地方公共団体、事業者、国民などの各主体の適応の取組を支える情報基盤として科学的知見や利用者に応じた情報の提供を行うとともに、適応の行動を支援するツールの開発などにも取り組んできました。以下にA-PLATが提供する情報例を示します。

- 科学的知見の例
 - ・観測データ、気候予測・影響予測、文献情報など
- 利用者に応じた情報の例
 - ・地方公共団体：地方公共団体の適応に関する計画、地方公共団体の適応取組に関するインタビュー記事、地域気候変動適応計画策定マニュアルなど
 - ・事業者：気候リスク管理に関する取組事例、適応ビジネスに関する取組など
 - ・国民：気候変動による影響と適応についての解説、個人で出来る適応取組など

2018年12月に施行された気候変動適応法では、地方公共団体はその区域における自然的社会的状況に応じた適応に関する施策の推進を図るため地域気候変動適応計画を策定する、事業者は事業活動の内容に即した気候変動適応に努める、国民は気候変動適応の重要性に対する関心と理解を深めるよう努めることなどが謳われています。

このため地方公共団体、事業者、そして国民による適応の取組を支える情報基盤としてのA-PLATの役割がますます重要となります。SI-CATで得られた気候予測・影響予測の追加実装など、さらなる情報の充実を目指していきます。

参考：気候変動適応情報プラットフォーム：<http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/>

1-4. 地方自治体における適応計画の概要

(1) 調査の概要

地方自治体においては、これまで地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）に基づいて、緩和策を中心とする地球温暖化対策実行計画などの策定を行ってきました。適応策については、政府の気候変動適応計画が閣議決定された2015年11月以降、各自治体において適応計画の策定が加速し、そのパターンには大別すると次の3つがあります。

- 1) 方針や戦略などの独立した行政文書となっているもの（徳島県、三重県、埼玉県、川崎市、横浜市等）
- 2) 地球温暖化対策実行計画の一部に含まれるもの（千葉市、神奈川県、福岡市等）
- 3) 環境基本計画の一部に含まれるもの（熊本県、奈良県、和歌山県、佐賀県、宮崎県等）

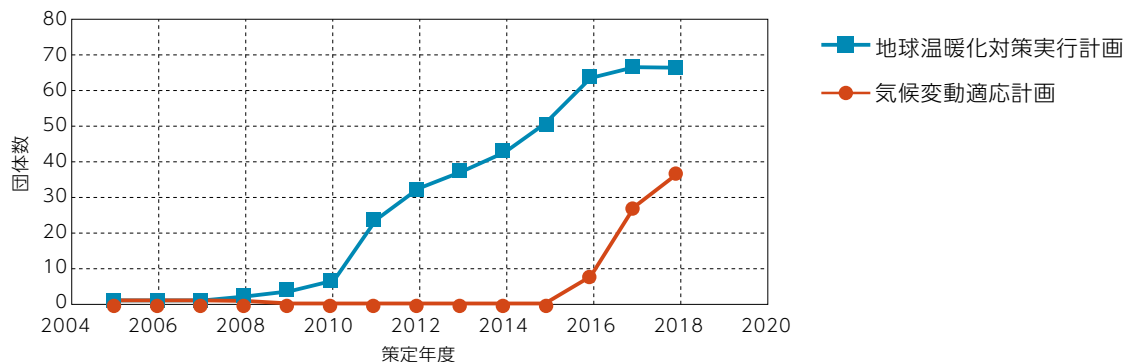


図1-4-1：都道府県・政令指定都市における地球温暖化対策実行計画と気候変動適応計画の波及状況

緩和策を中心とする地球温暖化対策実行計画と気候変動適応計画の各自治体（都道府県・政令指定都市）への波及状況は図のとおりです。実行計画についてはほぼすべてにおいて策定済みであり、適応計画については2015年以降に急増していることがうかがえます。

筆者らはこれまで多くの自治体各部局を対象とする調査を実施し、その結果をこの白書でも紹介してきました。2015年度版では、全国の都道府県、政令指定都市、中核市等の環境部局を対象として2016年2～3月に実施した質問紙調査（配布数；155、回収数；123、回収率；79.4%）の結果をご紹介しました。ここでは、自治体における気候変動適応計画を検討・推進する上で想定される課題として、「行政内部の経験・専門性の蓄積不足」、「行政内部での予算措置の困難・資源不足」、「行政内部署間の職務分掌や優先度をめぐる認識の相違」が半分以上の自治体から、「科学的知見の行政ニーズとのミスマッチ」が2割程度の自治体から指摘されました。

2016年度版白書では、この結果で顕著な回答のあった22団体を対象として、2016年6～9月に聞き取り調査を行い、その際に気候変動リスクアセスメントシートへの記入を依頼し、協力が得られた15団体（環境部局24、農林水産部局35、防災部局32、保健部局17、産業観光部局23）より回収した結果をご紹介しました。このアセスメント手法は、気候変動の外力リスクと影響の重大な分野、感受性と適応能力の評価について部局間での相違が視覚的に確認できるため、庁内横断検討会などでの活用が期待されます。

以上の経過を踏まえ、今回の2018年度版白書では、聞き取り調査の結果と、適応計画の文献調査により内容分析を行った結果についてご紹介いたします。聞き取り調査は、上記の22団体（2016年6～9月）に加えて、19団体（2017年7～10月）、22団体（2018年7～10月）に対しても行っていますが、主として2017年までの調査結果を抜粋してご紹介いたします。各自治体の適応計画策定に係わる状況は、方針や戦略などとして独立した行政文書となっているもの（A市、D県）は表1-4-1に、地球温暖化対策実行計画の一部に含まれるもの（B市、C県、E県、F市、G県）は表1-4-2に示しています。

(2) 聞き取り調査による計画策定上の課題などに係わる結果の概要

策定の動機については、どの自治体でも国の適応計画策定が挙げられており、他の自治体の動向に触発されたものや、担当課長のリーダーシップや議会での後押しが挙げられることがあります。庁内検討体制と課題については、ほとんどの場合、すでに緩和策で設定していた部局横断的な組織をそのまま活用するか、適応策のより広い範囲に合わせて部局を拡大して組織を設定しています。そうした組織での検討により、予測データを使わない部署が見られたり、長期計画の立案が困難であったり、各部局の従来施策としてしか捉えなかったり（追加的適応策を特定することの困難さ）、予算やプライオリティづけが異なったりなど、部局間での認知ギャップが見られています。これらは前述の全国質問紙調査結果で見られたことの具体的な事例として捉えられます。

計画の特色としては、根拠となる条例を制定したり（緩和策に特化した条例は多くあるものの、国の気候変動適応法に先行して条例に適応を位置づけた例は他に見られません）、一定程度の数値目標を導入したり、行政担当者が気候変動影響に関する文献調査を行ったりと、いくつかの自治体で工夫が見られます。

表1-4-1：各自治体における気候変動適応計画の策定上の課題や
使用した科学的データに関する課題・ニーズ

	A市	D県
適応計画策定状況	<ul style="list-style-type: none"> 2016年6月：適応基本方針策定 2014年度から庁内検討 2015年度に市民アンケート実施 温暖化対策推進計画改定に合わせて、さらに具体的な適応計画を策定予定 	<ul style="list-style-type: none"> 2016年11月：計画に含めるには多すぎる内容を独立した適応戦略としてとりまとめ 2015年7月：温暖化対策推進計画改定、適応策を重点プロジェクトの一つに位置づけ
策定の動機	<ul style="list-style-type: none"> 国の適応計画策定 適応を計画に入れる自治体が出てきた 学識者に話を聞き、対応の必要性を認識してきた 	<ul style="list-style-type: none"> 国の適応計画策定 IPCC第5次評価報告書の公表 担当課長のリーダーシップ
他の自治体等との関係	<ul style="list-style-type: none"> 県や他の県内政令指定都市と意見交換を行った 	
庁内検討体制と課題	<ul style="list-style-type: none"> 関係部局間の相互了解をとり、調整する必要がある 環境部局として他部局の計画改訂時に意見を出している 各種計画策定時に会議や調査票で意見交換 策定に当たって総合計画とともに整合をはかった 部局による施策の優先順位の認識の違い 施策は各部局の予算で行うため実行段階で壁がある 予算をどう確保するか 	<ul style="list-style-type: none"> 緩和策の検討のために設定している部局横断的な既存の枠組みを利用 適応に対する他部署の認識の低さ、データに対する反発 他県の事例が欠如 他部局所管のデータに自由にアクセスできない 気候変動影響に対する部局間の温度差を解消する必要がある 農林・防災部局は所管省庁の指針に沿ったことしか書かない
計画の特色	<ul style="list-style-type: none"> 市民・事業者と温暖化対策に取り組んできた 市内企業の技術を生かした国際貢献（緩和・適応）を検討 緩和・適応については大企業ほど良く考えている 	<ul style="list-style-type: none"> 戦略と計画を同列とし、適応と緩和の双方を基本方針とする 根拠となる条例も策定 「現場感覚」に即した「適応」の推進 数値目標の記載
重点取組分野	<ul style="list-style-type: none"> 治水・水害対策、熱中症対策、感染症対策、暑熱（HI含む）対策 	<ul style="list-style-type: none"> 河川・沿岸、山地・森林・農村、インフラ・ライフライン 陸域生態系、沿岸生態系 水環境、水資源 暑熱、感染症 産業経済、観光、消費生活、その他県民生活に関するもの 農業、水産業
使用した科学的データ	<ul style="list-style-type: none"> 気象庁観測データ（（地方版）気候変動に関するレポート） 気象庁地球温暖化予測情報第8巻データ 「21世紀末における日本の気候～不確実性を含む予測計算」データ 	<ul style="list-style-type: none"> 気象庁観測データ（（地方版）気候変動に関するレポート） 気象庁温暖化予測情報第8巻データ 環境省S8プロジェクトデータ 国交省「水災害分野における気候変動適応策のあり方について答申」（国土技術政策総合研究所研究成果） 研究論文（ブナ林の変化）
科学的データに関する課題	<ul style="list-style-type: none"> 地球規模のシナリオを自治体が細かく分析するのは難しい 具体的な地点の状況を聞かれる 観測データ収集に苦労。アメダスがない 1kmデータの不確実性に不安を感じる 1kmでは身近だけに数字の一人歩きが懸念される 詳細になることで突出したデータが出てくるのではないかと（沿岸部の人口排熱の影響等） 実務レベルで市民に納得のいく説明ができるかどうか 確率を出しても数字だけでは判断が難しい 行政担当者が全てを説明するのは難しい 	<ul style="list-style-type: none"> 提示するデータの条件が分かりにくければ、他部局に説明ができないため結果として利用されにくくなる 環境部局は予測データの利用に抵抗はない

また、重点的な気候変動影響の分野については、網羅的なところから1つに絞ったところまで、地域の状況により様々です。

使用した科学的データについては、気象庁観測データなど、過去の観測データはいずれの自治体でも引用されていますが、将来予測データについては、当該自治体における詳細なものを独自に開発するケースと、これが得られない場合に、より広域的な公開されている将来予測データ（気象庁温暖化予測情報など）を引用するパターンとに大別されます。前者については、環境省のモデル事業などで予算を獲得し、当該分野の専門家に依頼することのできた限られた少数の自治体のみであり、後者については大半の自治体が該当します。また、前者では、各担当部局に対して、現行施策の中から適応策として見なすことが可能なもの（潜在的適応策）を抽出したり、中にはこれまでにない施策（追加的適応策）を検討しようとしたりすることもあります。後者では、可能性が懸念される事象の洗い出しや、潜在的適応策の方向性を検討する段階にあることが多くなっています。

科学的データに関する課題・ニーズについては、時間スケール上の問題として、次期計画の目標年次

表 1-4-2: 各自治体における気候変動適応計画の策定上の課題や
使用した科学的データに関する課題・ニーズ

	B市	C県	E県	F市	G県
適応計画策定状況	・2017年3月: 温暖化対策計画改定により、適応策に関する章を設定	・2017年3月: 温暖化対策推進計画改定に、適応策基本方針を含む ・将来的に適応計画としての見直しを検討	・2015年3月: 温暖化防止実行計画改定 ・適応策の重要性の認識と、方向性の検討を盛り込んだ	・2016年3月: 温暖化対策推進計画改定 ・将来予測情報の記載、市における気候変動影響の記載、適応策の位置づけ	・2016年3月: 温暖化対策実行計画改定 ・適応策は盛り込んでいるが、方向性を書き込むに留まっている
策定の動機	・国の適応計画策定 ・パリ協定の採択など	・国の適応計画策定 ・パリ協定の発効	・国の適応計画策定	・国の適応計画策定	・国の適応計画策定 ・県議会の適応に対する関心の高さ、地球環境問題に興味を持つ議員の存在
他の自治体等との関係		・環境省モデル自治体事業の参加自治体等の情報を共有	・環境省モデル自治体事業の参加自治体等の情報を共有 ・普段参照している自治体はないが、先行モデルがあると取り組みやすい		
庁内検討体制と課題	・部局横断的な組織は設定しているが、適応策実施の緊急性が薄い部署と協議できていない(農業、観光・文化) ・現状対処型の取組みを繋ぎ、庁内での情報共有から進めていく	・部局横断的な組織は設定しているが、職員の関心の低さ ・関連して、将来予測を基に各部署で施策が十分かどうかを説明する必要がある点が難しい	・緩和策の検討のために設定している部局横断的な既存の枠組みを利用 ・適応への認識は庁内で浸透していない ・水産、防災では対策において予測を使うことはない ・防災ではソフト面の対策では予測情報を使用する可能性はある	・部局横断的な組織は設定しているが、部局による施策の優先順位の認識の違い ・適応のための施策ではないという各部署の認識 ・庁内で気候変動影響の情報収集を実施中	・長期の計画を書くのは今の段階では難しい ・部局横断的な組織は設定し、適応に資すると思われる各部署の事業・取組の取りまめを実施 ・部局間で協力姿勢は異なるが、適応に対しては各部署に理解いただいている ・施策を行う際には実施部署、予算が問題になる
計画の特色	・緩和と合わせて適応を盛り込んだ	・他府県の状況も聞いた上で、まずは基本方針としている ・国の影響評価で知見が出てくれば、適応計画として見直したい		・市内の影響評価及び影響例の掲載 ・国の適応計画で確信度が中程度の項目については、市での影響の大小の想定で取捨選択	・予測される影響について、行政担当者が文献調査を実施 ・大多数の分野において既存の取組みを紹介 ・国土強靱化地域計画との連動に言及
重点取組分野	水害	国の適応計画の全分野を網羅		・農業、在来生態系 ・洪水、内水 ・高潮・高波、土石流・地すべり等 ・熱中症、市街地の気温上昇	
使用した科学的データ	・気象庁観測データ((地方版)気候変動に関するレポート) ・環境省S8プロジェクトデータ	・気象庁観測データ((地方版)気候変動に関するレポート) ・気象庁温暖化予測情報第8巻データ ・「21世紀末における日本の気候～不確実性を含む予測計算」データ ・環境省S8プロジェクトデータ	・気象庁観測データ((地方版)気候変動に関するレポート) ・所管研究所作成データ	・気象庁観測データ((地方版)気候変動に関するレポート) ・気象庁温暖化予測情報第8巻データ ・環境省S8プロジェクトデータ	・気象庁観測データ((地方版)気候変動に関するレポート) ・気象庁温暖化予測情報第8巻データ ・研究論文(ブナ林、シロサケ)
科学的データに関する課題	・県・国が管轄となる河川における災害等、緊急時の指揮管理が市で完結しない問題がある ・RCP等の用語の難しさ ・RCPにおける社会想定と現実の取組みの間のギャップ、及びその状態での予測情報の持つ意味 ・IPCC報告書以上のものはないと思うが、わかりやすく伝えられないのは我々担当の責任	・データ発行元の信頼性は、国が信頼しているデータであれば説明しやすい	・公的機関のデータは使いやすい ・環境部局は予測データの利用に抵抗はない ・防災部局は国の基準が全てで、予測情報に基づいて整備することはない	・担当者レベルで文献調査をするのは難しい ・知見が無い場合に、知見が無いだけで対策が必要なのかどうかの判断が担当者ではできない ・研究プロジェクトでの影響評価より、意見具申における評価が優先される	・不確実性があることを明記する必要がある、その上で適応策を進めることになる ・第三者が見て信頼性があるかどうか重要で、誰が見ても信頼性があるものと良い

(2030年頃)は重要であるものの、それ以上の将来、例えば2050年のデータが必要になることは稀であることなどが指摘されました。また、空間スケール上の問題として、我が都道府県や市町のあの地点への影響はどうなるのかと住民から問われた際に答えが出せない状況は行政としては看過し難く、少なくとも当該自治体内でいくつかの圏域の影響が分かる程度のスケールが望ましいとの指摘も聞かれました。なお、予測結果を計画立案に用いること自体に抵抗はないものの、不確実性の度合いは問題であり、例えば人口

予測は広く受け入れられているが、気候変動予測がその段階にないのは、不確実性の度合いに起因しているのではないかといった点が指摘されました。とはいえ、国、特に管轄省庁の計画で使われている予測情報の信憑性は高く、積極的に引用できる状態になることも多く指摘されました。こうしたことは、自治体が適応計画策定の際に持つ基本的な科学的データへのニーズとして、今後の技術開発に活かすべく留意する必要があると考えられます。

(3) 適応計画文献調査による内容分析結果の概要

以上で述べてきた気候変動影響の分野と科学的データの使用については、適応計画の文献調査からもより広範に把握することが可能です。そこで以下では、2017年3月までに策定された各自治体の適応計画を対象として、記述されている影響項目をリストアップし、そこで使用された科学的データについて集計した結果をご紹介します（図1-4-2、表1-4-3）。

影響項目は、国の適応計画などにおける小項目をベースとしています。また、影響項目の典拠については、a 世界（IPCCなどからの引用）= 1点、b 日本全体（国の適応計画などからの引用）= 2点、c 広域的な地方（気象庁の温暖化予測情報などからの引用）= 4点、d 自身の都道府県・市（過去文献からの引用など）= 8点、e より詳細なエリア = 16点（自身による推計）というように、重み付けスコアを与えた上で、記述された全ての影響項目の数をカウントしています。

これによれば、横浜市や沖縄県のスコアが大きく、幅広い影響項目について懸念を持ち、dレベルでまとめています。横浜市では、温暖化対策統括本部という首長直轄の部局で緩和策・適応策を進めていることにより、各部局からの情報収集が容易になっていると考えられます。沖縄県については、亜熱帯の気候区分に属し、日本の他地域とは影響の出現する分野や程度が異なることが要因の1つであると考えられます。

近畿以西では特定の数県で数値が突出しているほかは低調であるのに対して、東日本や北日本ではスコアが比較的高い自治体が多く分布しています。農業や植生関連の分野で、分布範囲や産地

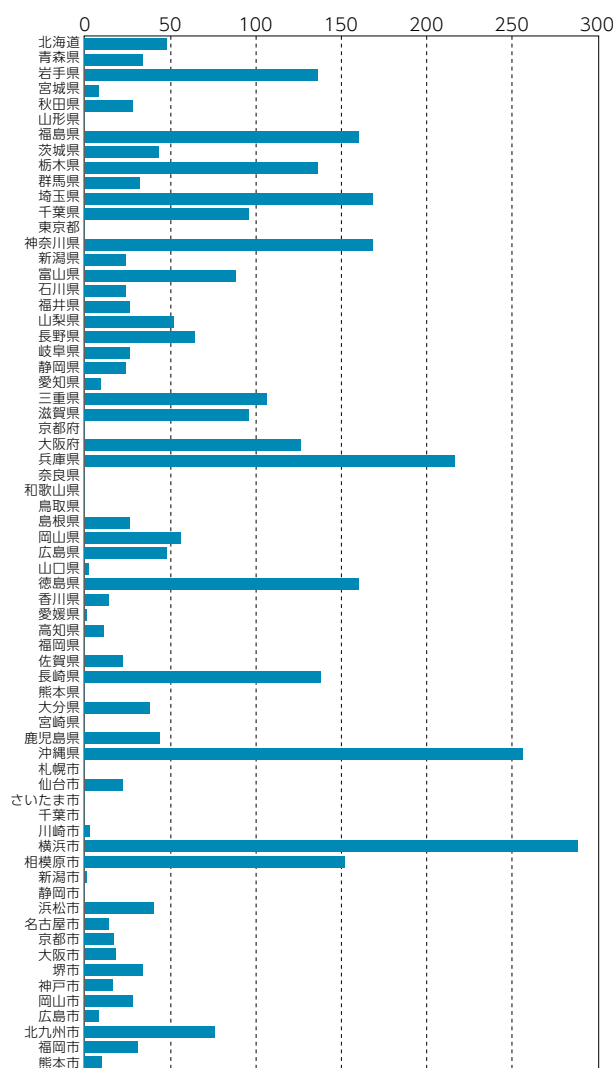


図1-4-2：各自治体の気候変動適応計画に記述された影響項目数（使用した科学的データによる重み付けスコア）

の縁辺に近く、影響の顕在化が想定されることが、要因の1つとして考えられます。

また、全国の比較的多くの自治体（概ね20以上）において挙げられている項目は、水稻、果樹、自然林・二次林、熱中症、暑熱による生活への影響などです。いずれも日本各地の産業や健康に関係が深い項目であるといえます。ただし、これらの項目の中でも、東日本や北日本の方がより詳細な検討をしていることが多い傾向が見られます。

それ以外では、明瞭とまではいえないものの、洪水、海岸浸食、土石流・地すべり等の項目などについて東日本で挙げられている傾向が見られます。これまで西日本に多かった、気象に関する激しい災害・現象が、今後これらの地方でも起こり得ることを危惧している可能性があるかもしれません。

一方で、畜産、病害虫・雑草、増養殖等、死亡リスクの項目では、西日本においてもある程度の検討がなされている傾向が見られます。

(4) おわりに

以上で概観してきた行政計画における影響評価で使用された科学的データについては、eレベルは極めて稀であり、多くはa～dレベルとなっています。SI-CATなどからの科学的知見が提供されていくにしたがって、今後の計画改定に際してはeレベルが増えていくものと考えられ、専門家側もこのような影響項目に対する潜在的なニーズがあり得ることを念頭に置きながら、今後の技術開発の検討を進める必要があると考えられます。

本節は、馬場健司・工藤泰子・渡邊茂・永田裕・田中博春・田中充、地方自治体における気候変動適応技術へのニーズの分析と気候変動リスクアセスメント手法の開発、土木学会論文集G(環境), 74(5), I_405-I_416, 2018. の一部を再編集したものです。

表 1-4-3：使用した科学的データ別にみた各自治体の気候変動適応計画に記述された影響項目

	水稻	野菜	果樹	麦、大豆、 飼料作物等	畜産	病害虫・ 雑草	農業生 産基盤	木材生 産(人工 林等)	特用林産 物(きの こ類等)	回遊性魚 介類(魚類 等の生態)	増養殖等	湖沼・ ダム湖	河川(水 環境)	沿岸域及 び閉鎖性 海域	水供給 (地表水)	水供給 (地下水)	水需要	高山帯・ 亜高山帯	自然林・ 二次林
a	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	2	0	1
b	16	4	11	3	4	7	3	1	1	9	4	4	3	2	4	4	9	3	11
c	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	18	8	19	6	9	14	7	1	6	9	9	2	4	5	3	2	3	6	14
e	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
合計	36	13	34	11	13	21	10	3	7	18	13	7	9	7	8	7	15	9	28
	里地・ 里山生 態系	人工林	野生鳥 獣による 影響	物質収支	湖沼	河川(淡 水生態 系)	湿原	亜熱帯	温帯・亜 寒帯	海洋生態 系	生物季節	分布・ 個体群 の変動	洪水	内水	海面上 昇	高潮・ 高波	海岸侵食	土石流・ 地すべり 等	強風等
a	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	1	4	0	0	1	1
b	1	3	3	1	1	1	1	5	1	3	0	4	10	4	7	9	9	8	6
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
d	3	2	10	0	0	2	0	1	4	3	5	9	9	5	5	8	11	15	7
e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0
合計	4	5	14	1	1	3	2	7	5	6	5	14	23	11	16	18	21	26	14
	冬季 死亡率	死亡 リスク	熱中症	水系・食品 媒介性感染 症	節足動物 媒介感染 症	その他の 感染症	その他 (健康)	製造業	エネル ギー需要	商業	金融・ 保険	レジャー	建設業	医療	その他 (海外影 響等)	水道、 交通等	生物季節、 伝統行事・ 地場産業等	暑熱によ る生活へ の影響等	
a	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	
b	0	10	15	1	9	2	1	1	2	1	0	3	0	0	0	1	7	11	
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
d	0	11	19	2	11	2	7	2	2	0	2	6	0	0	0	7	6	14	
e	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
合計	0	23	35	4	22	4	9	3	4	1	2	10	0	0	0	8	14	28	

第2章

適応策検討に必要な技術開発の進捗状況

2-1. 農業影響・適応策評価のためのメッシュ気候シナリオとその利用

気候変動への適応計画が法制化され、自治体でも適応計画の策定が始まり、地域詳細でさまざまな不確実性が評価できる気候変動予測情報が必要となっています。気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) をはじめ気候変動の影響・適応研究に関しては、人々の食を支える農業分野への関心が最も高く、またその関心は農業を基幹産業とする地方・地域においてより高くなっています。これら地方・地域における農業影響予測のためには本来、予測の空間解像度が農家の一圃場に対応していることが理想です。しかし、将来予測のための全球気候モデル (GCM) の空間解像度はおよそ100~300kmであることから、日本の陸地を国土数値情報の第3次メッシュに対応した東西南北およそ10kmまたは1kmの単位(メッシュ)に分割した気候予測シナリオを用いることが現実的といえます。

現在の気候変動影響研究では一般的に、気候および温室効果ガス排出量評価のための社会経済シナリオを含む複数の共通シナリオのもとで、分野間にまたがる相互評価が重視されています。しかし、長期の整備計画と人命保護のために極端な降水量の多数 (アンサンブル) シナリオを求める災害・水資源分野に対し、農業分野では直に政策に関係する近未来または季節予報に近い短期的な予測に重点が置かれ、またアンサンブル数は少なくとも日射や湿度を含む多要素のシナリオが必要とされます。研究分野や予測対象により最適な気候シナリオは、実は違ってくるものです。

農研機構農業環境変動研究センターではおよそ20年前より、農業影響に重点を置きつつ日本の影響評価研究に利用するため、GCM出力値をメッシュ展開した気候シナリオの作成に取り組んできました。初版は「気候変化メッシュデータ」(Yokozawa et al., 2003)¹⁾で、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) が1992年に定めた温室効果ガス排出シナリオ (IS92a) に基づく4GCMの月単位の気温 (月平均日最高・日最低気温を含む)、降水量および平均日射量の各10年平均値を、距離逆数加重線形法により10kmメッシュに内挿したものです。IPCC報告書の出版とそれに伴う排出シナリオおよびGCM予測データの更新と、より細かい時空間解像度を持つ気候シナリオの要求が増したことから、「気候変化メッシュデータ Ver. 2」(Okada et al., 2009)²⁾では日単位で空間解像度が約1kmのものを新たに開発しました。

2013年のIPCC気候予測の更新と、農業モデルで利用する湿度関係要素や地上風速の需要に対応しIshigooka et al. (2017)³⁾は、バイアス補正された月値に対しウェザージェネレータで日値を生成した「農環研シナリオ2015」を公表し、数多くの農業分野での影響研究に利用されました。特に日本におけるコマ影響研究では、品質低下に関連する高温リスク指標 (ヒートドース値) の評価とデータセット公開 (<https://niaesvic.dc.affrc.go.jp/dataset/gwrice>) にも貢献してきました。

そして現在、全国影響評価や地域適応のためのデータセットとして、多様な農作物の生育生産に関係する気象要素や気候指標の時空間変動解析も可能なように、GCM日単位出力に準拠しかつ極端指標の再現性が向上するよう正規分布スケーリング法を用いたSI-CAT「農環研シナリオ2017」⁴⁾を開発しました。これら気候シナリオの利用に関して留意すべき点は幾つかありますが、気候変動といっても各気象要素が毎年一定の割合でトレンド的に変化するわけではなく、年々の変動が大きいいため、1年もしくは数年程度の気候シナリオ値を抽出した評価では影響を見誤ることにつながります。このため、**図2-1**（極端降水量指標の出現パーセンタイル値）のように、将来20年程度の各年の気象要素値や各種指標値および影響結果等は、箱ひげ図のような出現分布で表すことが推奨されます。なお「農環研シナリオ2017」は、「農研機構メッシュ農業気象データシステム」(<https://amu.rd.naro.go.jp/>：要登録)で順次、公開中です。

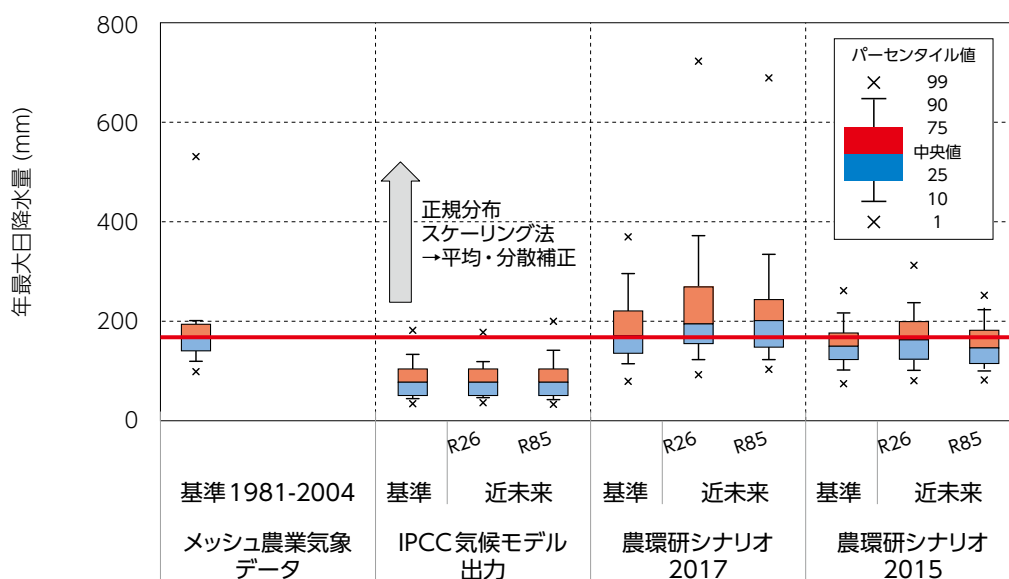


図2-1：高知県高知市付近を例とした、日降水量年間99パーセンタイル値の基準期間および近未来期間（2046-2065年）でRCP排出シナリオごとの20年間での出現確率を示す箱ひげ図

- ・「農環研シナリオ2017」と、現在の観測統計値としての「メッシュ農業気象データ」、IPCC気候モデルの直接出力および「農環研シナリオ2015」との比較で示す。
- ・「農環研シナリオ2017」では、気候モデルや従来の気候シナリオが再現しにくかった年間最大レベルの日降水量の再現に近づいてきた、と考えられる。

参考：

- 1) Yokozawa M. et al: Mesh climate data for evaluating climate change impacts in Japan under gradually increasing atmospheric CO2 concentration. J. Agric. Meteorol., 59, 117-130, 2003.
- 2) Okada M. et al.: Mesh climate change data of Japan Ver.2 for climate change impact assessments under IPCC SRES A1B and A2. J. Agric. Meteorol., 65, 97-109, 2009
- 3) Ishigooka, Y. et al.: Large-scale evaluation of the effects of adaptation to climate change by shifting transplanting date on rice production and quality in Japan. J. Agric. Meteorol., 73, 156-173, 2017.
- 4) 西森基貴ほか：日本における影響評価・適応研究のためのメッシュ気候シナリオデータセット群について。日本農業気象学会2018年全国大会。

2-2. 気候変動の影響評価

2018年12月に施行された気候変動適応法では、地方自治体はその区域における自然的社会的状況に応じた適応に関する施策の推進を図るため、地域気候変動適応計画を策定するよう努めることを定めています。

気候変動適応は、気候変動がもたらす影響による被害の防止や軽減、生活の安定、社会・経済の健全な発展と自然環境の保全を図ること、さらには一定の期間は好影響となり得る影響をうまく活用することです。地方自治体が適応計画の立案と適応策を検討するうえで、将来どのような影響が各自自治体内に起こりうるかを把握することが重要です。

SI-CATでは、気候変動の影響評価技術及び気候変動適応策の効果評価技術を開発することで、自治体レベルにおける気候変動の影響評価や適応策の検討を科学的に支援することを目指します。具体的には、信頼度の高い近未来予測及び超高解像度ダウンスケーリング予測結果を用いた気候シナリオに加え、必要に応じて社会・経済シナリオも考慮して、数年先から十数年先(2030年近辺を想定)の1km程度の解像度で、主に防災と農林業での適応策の効果地域レベルで考慮できる気候変動影響評価の情報を創出するための総合的手法の開発に取り組んでいます。

多分野における影響を全国のみならず地域レベルで評価するとともに、適応策の効果を定量的に評価するためのモデルも開発することで、地域適応計画策定と適応策実装の推進を強力に支援することを目指します。

<全国を対象>

- ・水災害(東北大学):洪水氾濫、高潮、土砂侵食、ダム湖水質障害
- ・土砂災害(福島大学):土砂災害リスク(森林火災、流木等も含む)
- ・水産(水産研究・教育機構):気候変動に伴う沿岸環境急変現象の変動とその影響
- ・水資源(京都大学):気候変動に伴う河川流況および水資源量
- ・健康(筑波大学):暑熱環境・健康影響

<地域を対象>

- ・高潮・水土砂災害(九州大学):流域氾濫、高潮氾濫、土砂災害、総合的な評価システム
- ・農業(茨城大学):多作物(野菜の出荷量への影響や水稻の白未熟粒発生等)を対象とした収量
- ・果樹(NECソリューションイノベータ株式会社):産地における気候変動適応策の実施経験を具体的に記録・蓄積し、適応策の有効性と実施上のノウハウの抽出

2-3. 社会技術の概要

SI-CATの社会実装機関の1つである法政大学では、社会実装を以下の4段階で捉えようとしています。(1) 技術の社会実装は、技術開発・技術開発を契機に始まります (A 技術革新)。(2) 開発された技術は、政策に組み込まれ政策変容・政策革新を引き起こします (B 政策変容)。以上の2つの過程と到達点が、政策実装と呼ばれるプロセスになります。そして (3) 技術が実装された新たな政策の実施は、社会制度の変化 (社会変容) をもたらし、住民の意識や活動様式を支える社会制度、企業活動に関する諸制度が変化します (C 社会制度変容)。(4) 技術変容、政策変容、社会制度変容の最終的なゴールとして社会のハード・ソフト面全体が気候変動に適応する社会へと変化し、適応社会が実現します (D 社会変革)。

ここでは、政策実装を受けて (3) と (4) を実現するプロセスを「社会実装」とし、またより広義の「社会実装」として (1) から (4) に至る全体プロセスを指しています。すなわち「社会実装」とはAからBへ、そして可能な範囲でCを実現することを意図しています。

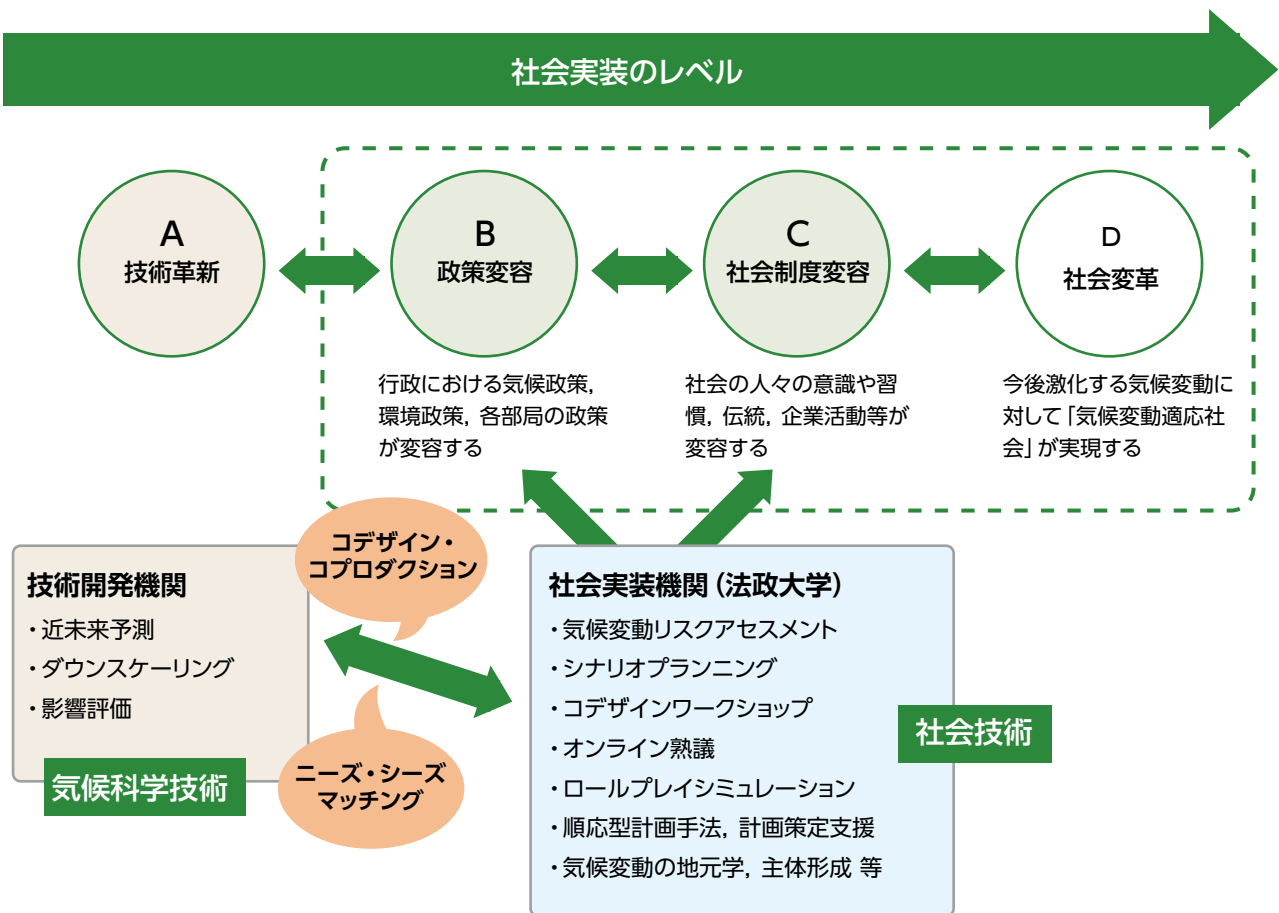


図 2-3 : 社会実装に向けたコデザインと社会技術の活用

SI-CATにおいて自治体政策への具体的な実装プロセスをどのように設定するか、については、大別して、(a) メインSTREAM化、(b) 個別施策・事業への組み込み、という2つの課題が存在すると仮定しています。(a) メインSTREAM化とは、自治体政策の総体に気候変動影響評価と適応の視点や方針を組み込むこと

であり、具体的には、行政計画の中で最も包括的かつ長期的である基本構想・基本計画（総合計画）の策定に際し、そのような視点や方針を組み込むことを想定しています。(b) 個別施策・事業への組み込みとは、例えば農業分野では、高気温耐用品種の開発等、既存施策で適応策とみなされ得る「潜在的適応策」は実施されており、さらに新たな科学的知見を基に、一層の掘り込みや新規分野の展開を図る等の「追加的適応策」を立案していくことを想定しています。自然環境・生態系保全、農業分野、防災・水災害防止、水環境、健康（熱環境、感染症）等の各分野での追加的適応策については、SI-CATで開発される新たな技術が、これをさらに促進・拡大、補強する役割を果たし、政策実装の一部を実現することが期待されます。

しかしながら、自治体の「政策変容」が実効性の高い形で進められ、「社会制度変容」に至るまでの広義の「社会実装」が進められるためには、単純にSI-CATで開発される科学的知見を一方向的に提供するだけでなく、例えば、ステークホルダーや一般市民との合意形成やリスクコミュニケーション、長期を見据えた計画策定手法等といった様々な「社会技術」が必要であると考えられます。以上の考え方に基づき、法政大学チームでは様々な社会実装のための調査研究を実施しています。これまでの白書では、気候変動リスクアセスメント、シナリオプランニング（地域適応シナリオづくり）、オンライン熟議、ロールプレイシミュレーション、順応型計画手法、気候変動の地元学について紹介してきました。今回の2018年度版では、コデザインワークショップ（適応自治体フォーラム）について詳細に取り上げてご紹介します。

第3章

地域適応フォーラム (コデザインワークショップ) の紹介

3-1. 開催要領と事後評価の概要

(1) 開催要領

SI-CATで社会実装機関の役割を担う法政大学では、気候変動適応策に関するシーズとニーズのマッチングを目指したコデザインワークショップとして「適応自治体フォーラム」を毎年1回、終日のイベントとして3年にわたって開催してきました。ここでは、関係する部局に所属する全国の自治体行政職員と、地方環境研究所およびSI-CAT技術開発機関の研究者に参加していただき、気候変動適応技術や政策動向に係わる最新の話題提供や直接的に意見交換を行うワークショップ（WS）などを行っています。開催概要は表3-1-1のとおりです。

表3-1-1：適応自治体フォーラムの開催要領

	第1回	第2回	第3回
日時	2016年8月31日(水)13:00-17:20	2017年8月30日(水)10:00-17:20	2018年8月28日(火)10:00-17:20
参加者	環境省, 全国の自治体(16名), SI-CATメンバー(PDs, 文科省, 技術開発機関, 社会実装機関, モデル・ニーズ自治体(15名)他) 計76名	環境省, 国交省, 全国の自治体(19名), SI-CATメンバー(PDs, 文科省, 技術開発機関, 社会実装機関, モデル自治体・ニーズ自治体(15名)他) 計109名	環境省, 農水省, 国交省, 気象庁, 全国の自治体(29名)・地方環境研究所(3名), コンサルタント(11名), SI-CATメンバー(PDs, 技術開発機関, 社会実装機関, モデル・ニーズ自治体(21名)他) 計150名
目的	気候変動予測や影響評価に係わる技術的シーズに対する自治体ニーズを明確化し、実装化に向けた課題などを共有する機会とする	地域適応策の策定に向けた気候変動データの提供と行政実務における活用を明らかにする	気候科学技術・データの自治体行政への実装化プロセスの検証と課題を明らかにする
議事次第	<ul style="list-style-type: none"> ○話題提供 ・近未来予測とダウンスケーリング（海洋研究開発機構） ・SI-CATアプリの概要（国立環境研究所） ・地方自治体における適応策の検討に係るニーズの動向（法政大） ・環境省における適応計画策定等支援事業と適応情報プラットフォーム（環境省） ・川崎市, 徳島県, 岐阜県における気候変動への取組み（各市县） ○小グループ（適応計画全般, 防災, 農業）でのWS ・お題：自治体の適応計画立案に役立つ技術開発とは？適応策について分からないこと, 困っていること, 悩んでいること ・参考資料：適応策の検討手順と現場での実際/現場でよく聞かれた課題（話題提供で用いられた資料）, SI-CAT技術カタログ ○各小グループからの報告と意見交換（総合討論） 	<ul style="list-style-type: none"> ○話題提供 ・近未来予測とダウンスケーリング（海洋研究開発機構） ・防災分野の影響評価や適応策（室蘭工大, 早稲田大） ・農業分野の影響評価や適応策（茨城大, 茨城県） ・暑熱分野の影響評価や適応策（海洋研究開発機構, 埼玉県） ・地方自治体における適応計画の策定動向とコデザインを支える社会技術の紹介（法政大） ・国の適応計画と地域適応コンソーシアム事業について（環境省） ・横浜市, 三重県における気候変動への取組み（各市县） ○小グループ（適応計画全般, 防災, 農業, 暑熱）でのWS ・お題：興味を持って気候変動適応技術は？その技術が役立つような行政実務は？立案された適応計画の情報を市民・ステークホルダーにどう伝える？ ・参考資料：SI-CAT技術カタログ ○各小グループからの報告と意見交換（総合討論） 	<ul style="list-style-type: none"> ○話題提供 ・近未来予測とダウンスケーリング（海洋研究開発機構） ・気候変動の影響評価技術の開発（国立環境研究所） ・気候変動適応法と地域適応コンソーシアム事業（環境省） ・大阪市, 海外自治体における気候変動への取組（大阪市, イクレイ日本） ・SI-CATでの防災/農業/暑熱のシーズとニーズの社会実装に向けた動き（法政大） ○小グループ（適応計画全般, 防災, 農業, 暑熱）でのWS ・お題：現在の影響・ニーズとシーズの相互理解, 2℃昇温時（今世紀中頃）を想定した場合の影響想定と課題の検討, 仮想的な適応策（計画）案の検討 ・参考資料：モデル自治体等による社会実装の経験・事例紹介 ○各小グループからの報告と意見交換（総合討論）

年を追って参加者が増え、環境省や自治体の環境部局だけでなく、関係する様々な省庁や自治体の様々な部局からの参加も増えています。なおWSは、環境、河川・防災、農業、健康の分科会を設定し、それぞれの分野別に関係する行政職員3~6名、地方環境研究所数名ずつとSI-CAT技術開発機関3~6名ずつ程度にファシリテーターで1つのグループを構成し、残りの参加者は周囲から傍聴するような形態を取っています。表に記されているとおり、各回の目的やWSでのお題も変遷しています。

第1回は、「気候変動予測や影響評価に係わる技術的シーズに対する自治体ニーズを明確化し、実装化に向けた課題などを共有する機会とすること」を目的とし、WSでは、「自治体の適応計画立案に役立つ技術開発とは?」「適応策について分からないこと、困っていること、悩んでいること」について、話題提供で用いられた「適応策の検討手順と現場での実際/現場でよく聞かれた課題」を参考資料として用いながら議論が進められました。開催時期が国の適応計画が策定されて半年を経過した頃で、まだ多くの自治体が適応計画を試行錯誤しながら検討を進めていた頃でもあるため、まずは策定に必要なデータや技術にどのようなものがあるのか、基本的な情報を共有することに主眼が置かれました。

続く第2回では、「適応策の策定に向けた気候変動データの提供と行政実務における活用を明らかにする」ことを目的としました。WSでは、「話題提供の中で興味を持てた気候変動適応技術は?」「その技術が役立つような行政実務は?」「立案された適応計画の情報を市民・ステークホルダーにどう伝える?」といった課題について、SI-CATの気候変動適応技術を簡単に紹介したカタログを参考資料として用いながら議論が進められました。この頃には、多くの自治体で適応計画の検討が始まり、具体的なニーズが明確になってきていることを想定し、計画策定のステップに即したデータや技術の活用について議論することに主眼が置かれたものの、WSよりは話題提供に多くの時間が配分されました。

第3回は、さらに具体的に「気候科学技術・データの自治体行政への実装化プロセスの検証と課題を明らかにする」ことを目的として掲げ、WSでは「現在の影響・ニーズとシーズの相互理解」「昇温時（今世紀中頃）を想定した場合の影響想定と課題の検討」「仮想的な適応策（計画）案の検討」について、SI-CATモデル自治体等による社会実装の経験・事例紹介を交えながら議論が進められました。気候変動適応法の施行が迫り、自治体の適応計画策定の努力義務や地域適応センターの検



図3-1-1：適応自治体フォーラムの様子

討が求められてくる中で、適応計画全般分科会ではこれらに資することを意図した課題設定とし、それ以外の分科会ではSI-CATモデル・ニーズ自治体の経験がWSの中で密に共有されるよう、WSに多くの時間を配分するようにしました。第3回では参加者数が大幅に増え、所属機関等の幅も大いに広がりました。

(2) 事後評価の概要

WSでの議論の内容に係わる詳細な分析については次節を参照いただくとして、ここでは終了後に参加者から寄せられた簡単なアンケートの結果を振り返ります。

前半の話題提供の満足度については、3回ともに肯定的な評価が8～9割を占めており、時間が不足気味であることなどを除いては大きな改善点は見当たらないと考えられます。後半の分科会（WS）の満足度については、3回ともにさらに満足度は高くなっており、専門家と行政職員とが直接的に密に意見交換する場が他にはあまりないことが評価されているものと受け止めております。

しかし、科学的データと行政実務の活用についての相互理解の進展や、科学的データの行政実務への活用可能性については、肯定的な評価が少なくなってきました。特に第3回の相互理解の進展に対する評価については、「大いに進んだ」という評価が過去よりも少なくなっているのは留意すべき点だと考えております。こういった点が課題なのか、自由記述欄をみると、非常に多くの意見が寄せられた中で課題と見られる意見としては次のようなものが挙げられていました。参加者本人は理解が進んだものの、これを持ち戻って部局内、或いは庁内で計画立案に結びつけるには一層の理解や、専門家からの分かりやすく信頼性の高い結果の提示などが求められているようです。

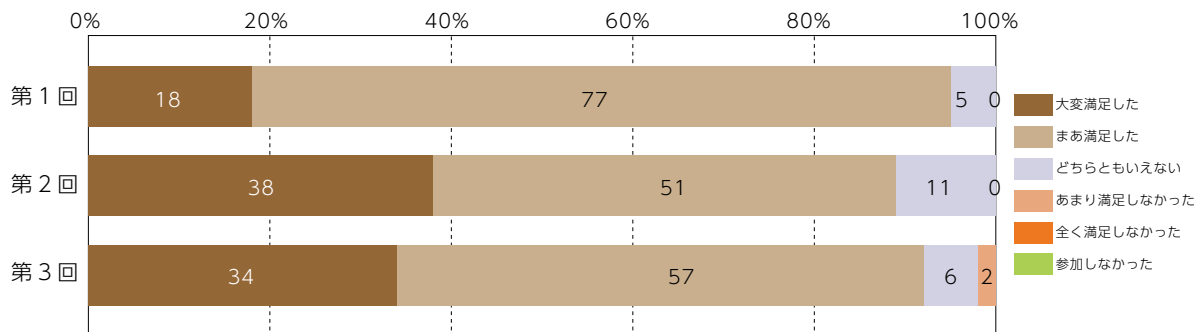


図3-1-2：前半の話題提供の満足度

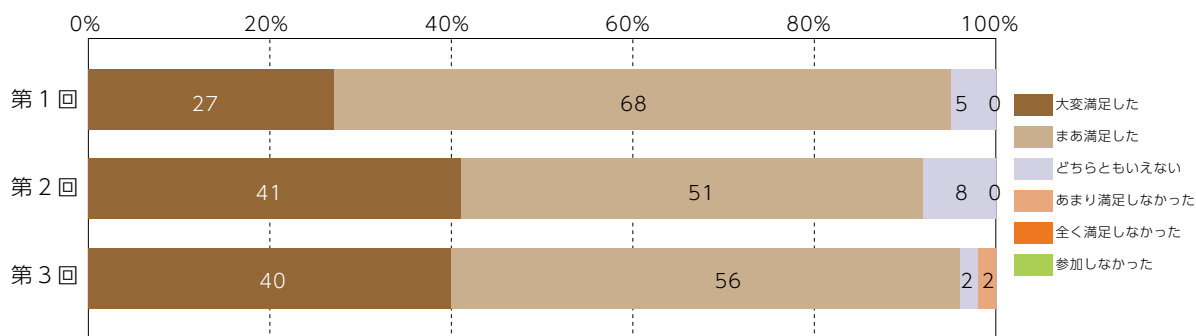


図3-1-3：後半の分科会（WS）の満足度

- ・現状認識はできたが、相互理解はまだこれからという印象。
- ・行政実務では、ダウンスケーリングして誤差のない予測を求めているが、予測には限界があるため、むしろ予測に頼りすぎずに脆弱性評価とPDCAによる管理が必要と感じた。
- ・個人としては、科学的データの内容の理解が進んだが、実際に業務に活かしたり、他人に理解してもらうようにするにはもう少し詳しい説明が必要だと感じた。
- ・むしろ課題が浮きぼりになったような気がする。不確実性があるなかで、予測にもとづいた施策が行政内で受け入れられるのか？
- ・科学的データを積極的に使っていきたいと思う反面、そのデータを使って具体的に行政でできることが、普及啓発以外のものでなかなか思いつかず、適応策の難しさを感じた。
- ・基礎データの研究は進んでいるなかで、データの活用をする行政の受け入れ体制が整備されていない印象。

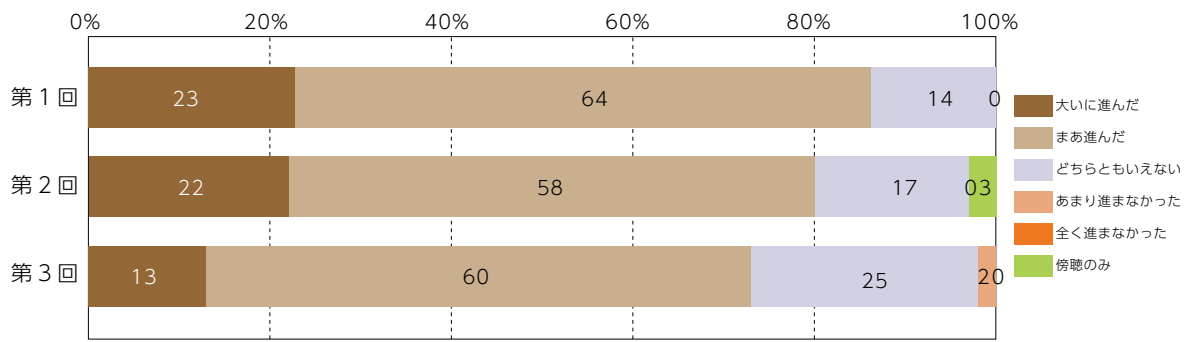


図3-1-4：科学的データと行政実務の活用についての相互理解の進展

また、活用可能性については、第2～3回の評価結果しかありませんが、第3回では「大いに使える（使って貰える）」と「どちらともいえない」という評価が拮抗するなど、評価が分かれている傾向が見受けられます。これについても非常に多くの意見が寄せられた中で行政職員からは次のような意見が挙げられていました。やはり不確実性をもつデータを計画立案に用いることや庁内での部局間のギャップの課題は大きいことがうかがえます。そのようなことが、評価が二分されたこと背景にあるのかもしれません。

- ・各種データが簡単に視覚化できる仕組みがあれば、行政の方等もイメージが湧きやすいと感じます。
- ・現状のデータでも傾向は掴めそうだが、計画策定の基礎データとしてはまだ粗いので、詳細なダウンスケールが必要であると思う。
- ・市町村レベルで予測し、気温、降雨等正しく評価するためのアドバイスがほしい。また、データを公開する際は、国土交通省、農林水産省とあらかじめ調整を図ってほしい。
- ・気候変動において主流となっている確率論的な考え方が行政の意思決定になじまないため、科学者が作成したデータセットをそのまま提供しても意味は薄い。少数のシナリオ（社会経済）を作成し、国がお墨付きを与えるのがベストか？

- ・適応策を事業化する部局は、環境部局ではないことが多いので、部局間の連携がやりやすい環境が必要。
(例えば、トップダウン的な指示や国の関係省庁からの通知や指針の発出などがほしい。)

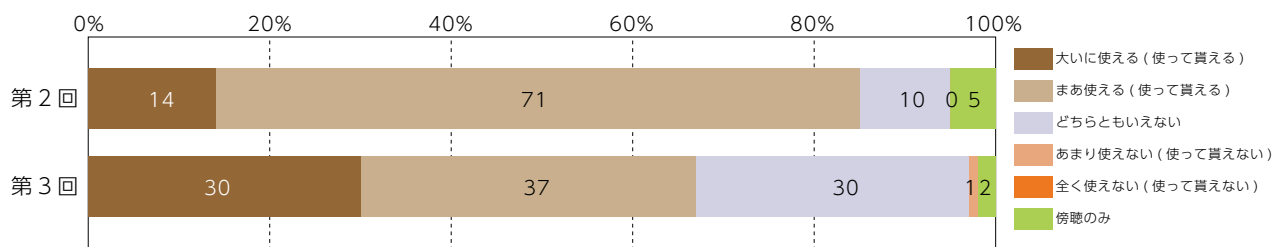


図3-1-5：科学的データの行政実務への活用可能性

さらに、専門家やコンサルタントからは次のような感想も寄せられており、行政ニーズに応えようという意識や、このような場を活用してニーズとシーズのマッチングをコーディネートしようという姿勢も見られました。

- ・今後、適応法の成立に伴い自治体の方々が具体的に適応計画をつくっていくと思います。その中で具体的なニーズがたくさん出てくるとグループワークから感じました。それを集めていくことで仲介できると感じました。
- ・科学的データの作成・提供者と利用者が対話する機会を増やし、お互いの取組や状況・課題などを具体的に知り、理解する場が多くあると有効。
- ・より自治体の方々のニーズに応じた情報提供を心がけたいと思います。

(3) 今後の展開

参加者からは、今後も適応自治体フォーラム（コデザインワークショップ）の開催の継続を望む声が非常に多く寄せられています。もちろん2019年度も開催する予定ですが、その内容についてはこれまでに振り返ってきたことを踏まえて検討する必要があります。また、全体を通しての感想や要望として、「自治体・研究者相互の連携構築」、「研究者情報のデータベース化（SI-CATの専門家+α）」、「多様な地方環境研究所のレベルに応じた地域適応センターのあるべき姿の提示」といったご意見もいただいています。これから自治体の適応計画の更新が進み、地域適応センターの検討が本格化する中で、専門家と行政をつなぐプラットフォームとして、適応自治体フォーラム（コデザインワークショップ）をより効果的に機能させるのはどうすればよいのかについて、考えていきたいところです。

3-2. 分科会における議論の内容の推移

ここでは、第1～3回適応自治体フォーラムの後半に実施された分科会の発言録に対してテキストマイニングを適用し議論内容の可視化を試みた結果を交えながら、これまでの各分科会で議論された内容についてご紹介します。テキストマイニングとは、テキストデータを計算機で定量的に解析して有用な情報を抽出するための様々な方法の総称です。同分析手法を用いることで、大量のテキストデータを統一的な視点から分析することができます。

(1) 適応計画全般分科会の議論の推移

まず、第1回適応自治体フォーラムの適応計画全般の3分科会において出現頻度が高かった単語を抽出し、同一発言中で言及される（共起）頻度に基づき単語を分類することで、話し合われたテーマの特定を試みました（表3-2-1参照）。表には各テーマに分類された単語を含む発言の例を併せて示しています。表3-2-1に示すように「研究成果の精度」や「対策の優先順位」など13のテーマを定量的に特定することができました。

表3-2-1：特定したテーマと発言の例（第1回）

No.	テーマ	発言の例
1	研究成果の精度	「影響評価する研究成果がどのように実装されるか、本当に有用かということに関心がある」「技術開発機関は様々なシナリオを使い様々な影響評価をするが、実際に行政が必要とする精度、幅で出したり確率密度で出したり、と考えてはいるが、本当にそれが実装できるのかどうかということについて教えて欲しい」
2	データの出典	「SI-CATアプリは文科省の、気候変動適応情報プラットフォームは環境省のお墨付き」「他省庁でも、文科省のプロジェクトの成果を使うように、のような共通の理解が省庁間であると良い」
3	適応の主流化	「適応策の主流化が重要であり、様々な人が適応策や温暖化の影響を考えることが、たぶん地域の適応力のど真ん中だと思う」、「今後、防災の基準を変えたり、熱中症対策を進めたりする時に、適応策の観点を入れていくにはどうしたら良いかを悩んでいるところ」
4	簡易なツール	「簡易に使えるツール群を整備していこうという話がある」「天気予報ぐらい分かりやすい大まかな精度のツールがあれば有用か」
5	他部局への説明	「適応策に関係する部局には、客観的に必要性を説明しなければならない」「予算を確保するためには、財政部局に根拠を持って必要性を説明しないとイケないが、その根拠を十分に説明することが困難」
6	国のオーソライズ	「専門家ではないからこそ後ろ盾がないと説明を求められたときに耐えられない、お墨付きが必要」「影響評価も自治体行政が判断したような形ではなく、研究者の意見を踏まえた判断というお墨付きが欲しい」
7	対策の優先順位	「多様な情報が大量に出てくる中で取り組む項目の優先順位をどう決めるかが課題」「優先順位と発生確率の高さには関係があるか」
8	人事異動と他部局との連携	「人事異動は適応策に関する知識と認識の共有に対する課題」、「人事異動によって適応策を知っている人が他部局に異動し、広まっていくメリットもあると思うが、今はまだその段階に至っていない」
9	精度のニーズ	「自治体行政が必要としているのは、今の段階では精緻な情報ではなく大まかなある方向性」「降水量の将来予測よりも、山のふもとでは降水量が多くなるとか、平野部ではどうなるといった地形や地域特性に応じた情報の方が有用」
10	わかりやすい情報と信頼性	「確信度や信頼性の評価を誰が見てもわかるといい」「住民ヘリスクを説明する際に、わかりやすいことと正確であることが必要」
11	トップダウンでの情報提供	「出現する確率が高い影響の情報をトップダウンで先に提供すると、ボトムアップで欲しい情報（ニーズ）を収集するのではどちらが良いのか」「トップダウンの情報提供がありがたい」
12	将来予測	「自治体、特に市レベルの将来予測のデータというのを、降水量や気温の将来予測が自治体レベル、さらにいうと地域レベルでわかると、今後の防災・減災対策では有用な情報になり得ると思う」「気温や降水量、雨の強度などの影響評価項目で必要な情報を自治体行政と技術開発機関でやり取りすることができればニーズとシーズが合致する」
13	温暖化影響への対策	「防災分野では温暖化の影響で今後増えるであろう洪水対策として流域治水が進められている自治体もある」「実際の現場では具体的な影響ととるべき対策がセットであり、対策の裏付けとしてデータが必要」

次に、特定したテーマ同士がどのような関係を持つか、ネットワークグラフで可視化を試みました(図3-2-1参照)。図では、円が大きいほど言及される頻度が高いテーマであることを、円と円を結ぶ線が太いほど同時に言及される(共起)頻度が高いテーマであることを、共起の頻度の相対的な関係を円の配置で表しています。これは後掲の図3-2-3も同様です。

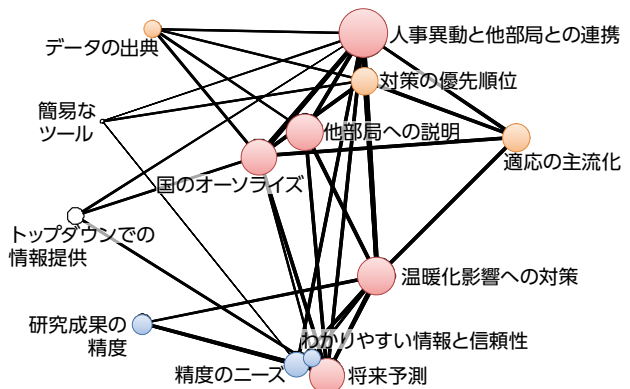


図3-2-1：テーマ間の関係性（第1回）

図3-2-1に示すように、たとえば出現頻度が高かった「人事異動と他部局との連携」の近くには「対策の優先順位」や「他部局への説明」のテーマが配置されています。具体的には、人事異動によって担当者が代わり情報や知識、適応策に関係する他の部局と連携していく関係を蓄積していくことが難しい点や、様々な科学的情報が大量に出てくる中で取り組む項目に優先順位を決めることの難しさに関する発言がありました。そのため、関係部局も含めた自治体行政の実務上の問題や課題に関するテーマが近くに配置されたと考えられます。また「温暖化影響への対策」の近くには「将来予測」や「わかりやすい情報と信頼性」、「精度のニーズ」が配置されました。大まかな方向性を決めたり対策の検討やその根拠として提示したりできる科学的知見、また住民への情報提供を意識したわかりやすい情報、オーソライズされた情報である必要性などが関連づけて議論されていたことがわかります。

続いて、特定したテーマへの言及傾向の違いを参加者の所属ごとに把握するために、各所属の参加者の発言回数と各テーマが言及された頻度を円の大きさに、各所属が特に多く言及したテーマの件数を円と円を結ぶ線の太さとしてネットワークグラフを描きました(図3-2-2参照)。

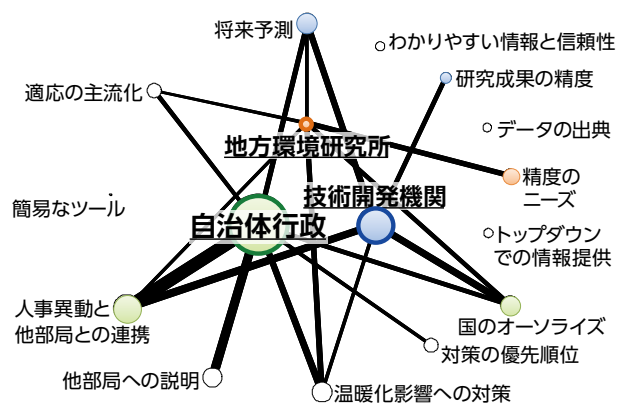


図3-2-2：所属による言及の違い（第1回）

図3-2-2に示すように、自治体行政は「適応の主流化」や「他部局への説明」「対策の優先順位」など適応策を検討する際に直面している、あるいは想定される問題点や課題に関するテーマへの言及が多くありました。これに対して技術開発機関は「研究成果の精度」などのテーマへの言及が多く見られ、両者の間に認識のギャップがあることが明らかになりました。なお、地方環境研究所は「精度のニーズ」「適応の主流化」などへの言及が多く、技術開発機関と自治体行政の両者と類似する傾向が見られました。このことから双方の役割や業務を認識している地方環境研究所の研究者の役割が予測情報や影響評価の結果を活用した適応計画の立案において重要であることが示唆されます。

続いて、第1回と同様の手法で第2回適応自治体フォーラムの適応計画全般の分科会において話し合わ

れたテーマを特定しました（表3-2-2参照）。表3-2-2に示すように第2回において話し合われたテーマとして「数値目標の設定」や「市民への情報提供」「適応策の位置づけ」など、11のテーマを特定することができました。

表3-2-2：特定したテーマと発言の例（第2回）

No.	テーマ	発言の例
1	数値目標の設定	「行政計画は数値目標を達成するためにPDCAサイクルを回していくのに対して、適応策は数値目標や指標を設定できない場合が多い」「取組内容の指標設定（例えば暑熱の緩和については緑化率や保全緑地面積など）に着目し、関係部局の合意が得られればそれらを設定し適応策を進めていく目安にすることを検討している」
2	地球温暖化の対策	「緩和策と比較すると適応策は市民や庁内の他部局に周知されていない」「意識啓発として市民に情報を提供するには可視化された情報が有効である、防災分野の適応策として利用できそう」
3	計画の内容	「多岐にわたる分野の政策をどうパッケージ化していけばよいのか」「計画の具体的な内容を検討するため、関係部局から成る研究会を発足させ、先進自治体の職員を講師として招き勉強会を開催した」
4	計画の改定	「環境部局が案を示すのではなく、関係部局に想定される影響と対策を抽出してもらいそれを列挙することで計画の策定と見直しを行う」「担当者は情報を集めて計画を作るため詳しくなるが、人事異動で代わる担当者には情報が引き継がれない、収集した情報をいかに引き継ぐかがキーになる」
5	市民への情報提供	「いかに自分事として認識してもらうか、の市民の関与を考えた時に、地域が主体となり適応策の立案や実践に参加する地元学の視点は重要」「分かりやすい情報を用いて子どもに環境教育を行い子どもから大人に情報が伝わることを期待している」
6	適応策の位置づけ	「法律に位置付けられていないことに取り組むのは困難だが、逆に位置付けられるとスムーズに進むだろう」「見直しの際にも予測情報が必要となるが、法律に位置付けられたら国は定期的に更新したデータセットを提供する責任があり、そのような仕組みが必要」
7	防災対策	「防災は社会的なコストを前倒しすることで危機や被害を回避するという考え方で評価できる仕組みがないと町や市、県の財政としてそれを具体化できないのではないか」「長期的な予測データを視野に入れて予算や人的資源の配分の優先順位を検討する必要」
8	対策に係る予算	「事業への予算の具体的な配分は自治体行政の仕事であり地域で考えていく必要がある」「関係部局はそれぞれの立場で重要施策に予算や人的資源を配分するため、環境部局が適応策の重点分野として位置付けたいと考えても難しいことがある」
9	影響評価の項目	「県全域に及ぶ影響も重要だが生息域の狭い動植物などへの影響評価の必要性を感じており、ダウンスケーリングで精度を上げていく技術に関心を持った」
10	科学的情報の利用	「関係部局に適応策の話をする時に降雨量の予測情報を提供しても関係部局は利用方法が分からないと思う」「自治体行政が受け取っても消化しきれないため、どう伝達して利用・活用していくかが大きな課題」
11	影響評価の利用時の課題	「農業分野の場合は空間解像度の高い詳細な予測情報よりも具体的な地域が特定できない、ある程度広い範囲の予測で地域の結果を大まかに伝えるなど、分野や指標によって求められる空間解像度や情報は異なる」

次に、特定したテーマの関係性の可視化を試みました（図3-2-3参照）。図3-2-3に示すように、出現件数の多かった「科学的情報の利用」は線の太さから「影響評価の利用時の課題」や「対策に係る予算」などのテーマと同時に言及されることが多かったことがわかります。具体的には、提供された予測情報を環境部局が関係部局にどのように展開するかや、予算や人的資源の配分、重点施策への位置づけは関係部局の裁量に依ること、分野や指標によって求められる予測や影響評価の空間解像度や指標は異なるなどの発言が見られ、科学的知見の活用やステークホルダーへの提供の方法などについて議論がありました。同様に「市民への情報提供」の近くには「影響評価の項目」や「防災対策」が、また「計画の改定」の近くには「計画の内容」「数値目標の設定」がそれぞれ配置されました。他部局への周知や市民が災害などの問題を自分事として認識するために、わかりやすくインパクトのあるたとえば可視化された情報が有用であるなど、目的に応じた情報の形態に関する議論や、適応計画では数値目標や指標を設定することが困難であ

ることや長期的な予測情報を一般的に短期的である行政計画に織り込んだり優先順位を検討する際に利用したりすることが困難であることなど、科学的知見の提供を受け適応計画を検討・立案する際の課題に関する議論も見られました。

続いて、特定したテーマへの参加者の所属による言及傾向の違いを可視化しました(図3-2-4参照)。

図3-2-4に示すように、「影響評価の利用時の課題」と「市民への情報提供」のテーマには、すべての所属の参加者から多く言及があったことがわかります。各所属の参加者が多く言及したテーマに着目すると、自治体行政は「計画の改定」や「対策に係る予算」「地球温暖化の対策」「計画の内容」に関するテーマへの言及が多く見られます。特に「計画の改定」「対策に係る予算」について言及が多く見られたのは自治体行政のみでした。一方、技術開発機関は「科学的情報の利用」、地方環境研究所はそれに加えて自治体行政からの言及が多かった「計画の内容」「地球温暖化の対策」への言及も多く見られます。第1回と同様に、参加者の所属によって言及の多いテーマには違いが見られました。実際に適応計画を検討する際の制約条件の一つとして予算が考えられますが、前述したように「対策に係る予算」や「計画の改定」への言及が多く見られたのは自治体行政のみでした。これは、研究機関から提供された気候予測や影響評価の情報を用いて具体的な事業内容を検討したりその優先順位を決定したりする役割が自治体行政のみに委ねられてしまっていることを示唆しており、このことは自治体行政にとって大きな負担となる可能性が考えられます。

次に、第3回適応自治体フォーラムの適応計画全般の分科会における出現上位語を抽出し、単語間の関係性の可視化を試みました(図3-2-5参照)。図において円の大きさは各単語の出現頻度の高さを、単語の配置で共起の頻度とその相対的な関係を表しています。

図3-2-5の赤色や緑色、青色、紫色の円で示すように、出現頻度が高かったのは「必要」「データ」「影響」「熱中症」「専門家」「連携」「市民」などの単語でした。これら出現頻度の高い単語を手掛かりに発言録を参照すると、フォーラムが開催された2018年の夏は記録的な猛暑であったこともあり、熱中症による搬送者数が過去最悪のペースで増加している、熱中症と短時間強雨や大雨による水害や土砂災害の発生、白未熟粒などコメへの影響が今後どうなるのか懸念しているという気候変動による影響の発生状況をはじめとし

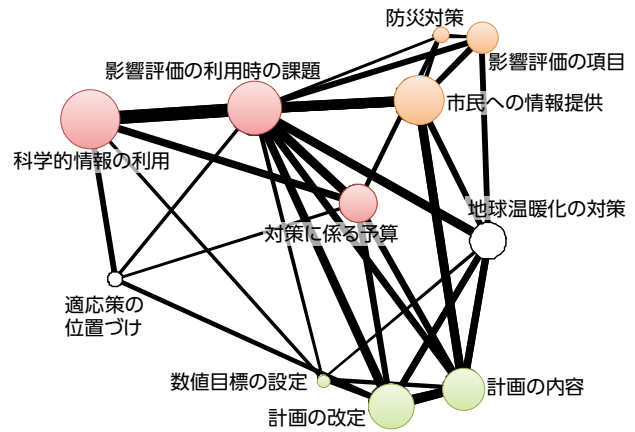


図3-2-3：テーマ間の関係性（第2回）

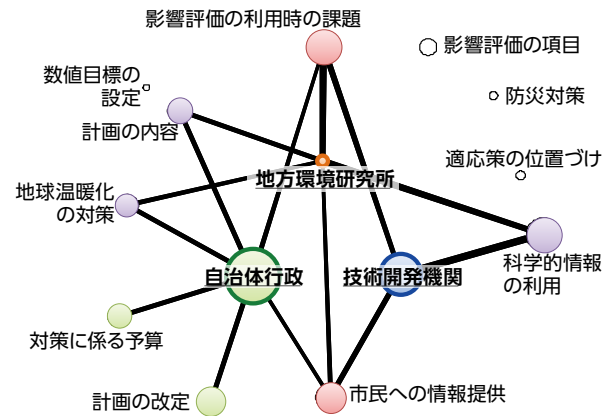


図3-2-4：所属による言及の違い（第2回）

(2) 防災分科会の議論の推移

次に、第1～3回に開催された防災分科会での発言を基にワードクラウドを作成しました(図3-2-6～8参照)。ワードクラウドとは、テキストに高い頻度で現れている単語を大きいフォントで表示するという可視化技術です。

まず第1回では図3-2-6に示すように「自治体」や「議論」「国」「データ」などの単語が大きく表示され、出現頻度が高かったことがわかります。その他にも「信頼性」「国交省」「お墨付き」「信用」など技術シーズの信頼性や、オーソライズされたデータである必要性などに関する単語、「予算」「お金」など予算に関連する単語が見られます。具体的な発言を参照すると、研究機関から提供される気候予測や影響評価に関する情報の信頼性や、その情報を自治体行政はどのように受け止め対応するべきか、また意思決定は誰がすべきか、国のお墨付きがあれば不確実性を伴う情報であっても計画に盛り込んでいけるだろうという発言があり、第1回の適応計画全般分科会と同様に、研究成果の信頼性や行政計画に反映させるためには国の機関などによってオーソライズされた情報であることが望ましいことについて意見がありました。また、省庁レベルではなく国として予測に基づいた計画策定を進める方針が合意されない自治体行政が将来予測と影響評価の情報を用いて適応計画を策定し実施していく流れにはならないだろう、そのためには「適応策を議論する場」の設定がまず必要で、長野県では気候変動適応プラットフォームを立ち上げようとしているなど、技術を適応策に実装していくために必要なプロセスや仕組みに関する発言もありました。さらに河川の場合、国交省からの補助金の交付は河川整備計画に基づいており気候変動適応の視点から計画を作り予算要求したとしても認められず、国の補助事業や交付金の枠組みの中で事業を申請する必要があることなどについても議論がありました。

続く第2回では、図3-2-7に示すように「説明」「自治体」「予算」「データ」「降雨」「北海道」「国」「専門家」「確



図3-2-6：防災分科会の発言を基に作成したワードクラウド（第1回）

実性」などの単語が大きく示されています。フォーラム前半の話題提供では北海道における「防災分野の適応策策定に向けた気候変動データの提供と活用の実際」や「精緻な浸水予測手法を基礎とした東京都23区の豪雨時リアルタイム浸水予測システムとその社会実装」について紹介があり、それに関連した内容の発言が多く見られました。具体的には、水害リスクをどう評価するかが大事と感じた、水害リスクを評価すれば河川改修の優先順位を付けることができる、河川の整備と遊水地の整備を比較して効果的な方を行うなど予算は変えずに事業内容を変えることを考えているといった治水の考え方を転換する必要性について発言が見られました。また、シミュレーションで実際に浸水が進んでいく様子を見ると避難の必要性を実感するので、市民への意識啓発や自分事にするために有用であるなど、可視化された予測データの避難情報やリスク評価への活用を期待する発言がありました。

第3回では、**図3-2-8**に示すように「避難」「理解」「住民」「雨」「地域」「災害」「防災教育」「予測」などの単語の出現頻度が高かったことがわかります。第3回が開催された2018年には西日本を中心とする集中豪雨により河川の氾濫や浸水害、土砂災害が多発したこともあり、災害時の避難や防災教育の重要性、予測情報の精度に関する議論が多く見られました。分科会の発言には、提供される情報を基に、10年確率の地点を避け安全に避難できるルートを選定して避難計画を立てているや、都市部では夜間で公共交通機関が動いていない場合など広域避難が困難な場合もあるため地域特性に応じた避難の方法を検討する必要がある、人命を守るだけでなく過去の被害の悲惨さを訴え浸水被害を避けるための備えの必要性を強調しなければならない、降雨の程度や頻度の変化に伴い災害の様相そのものが変わり過去の経験は通用しないことを認識する必要がある、避難所運営訓練で防災力を高めながらコミュニティづくりにつなげられるのではないかと、避難所のイメージを明るく楽しいものにする事で避



図3-2-7：防災分科会の発言を基に作成したワードクラウド（第2回）

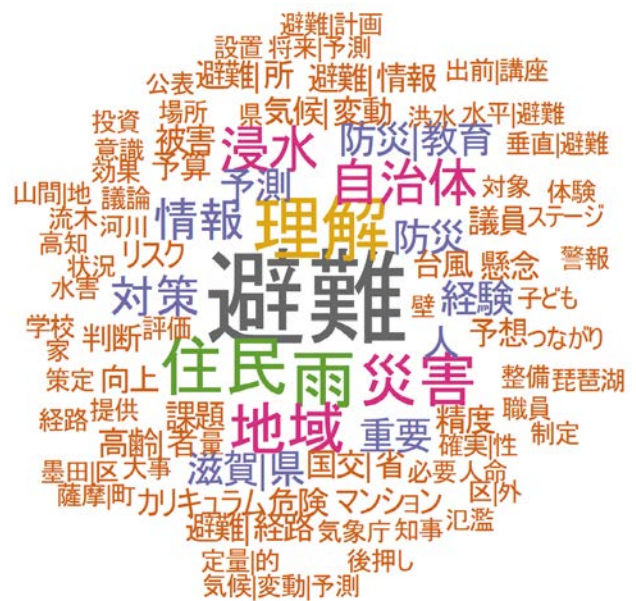


図3-2-8：防災分科会の発言を基に作成したワードクラウド（第3回）

難を促す方法もあるなど、具体的な避難の方法や意識啓発に関する議論がありました。また、住民に避難の重要性を理解してもらうには子どもに対する防災教育が重要であるという意見があり、学校のカリキュラムに河川災害に関する防災教育を採り入れている自治体についても紹介がありました。加えて、避難は重要だが経済的な被害を減少させることはできないため、今後よりレジリエントの視点が必要であり、防災の視点からの投資の検討や財源の確保が必要である、さらに、省庁を超えて気候変動に関する事業に取り組むことにより将来に備えた動きがとれるという社会基盤の整備や投資に着目した意見や横断的な意見も見られました。一方、予測データについては河川の氾濫の予測の精度は向上しておりメッシュ情報や危険度分布情報をまず知って見てもらいたい、降雨の予測の精度は向上しているが予測が難しいものもあるという意見が見られました。

(3) 農業分科会の議論の推移

続いて、第2・3回に開催された農業分科会の議論についてご紹介します。防災分科会と同様に農業分科会の発言を用いてワードクラウドを作成しました(図3-2-9・10参照)。

まず第2回では、図3-2-9に示すように「地球温暖化」「農業者」「現場」「技術」「適地マップ」「品質」などの単語が大きく表示され、出現頻度が高かったことがわかります。ここでは農業分野で実際に取り組まれている品種改良やそれに関する農業者への情報提供、影響評価結果の提供に関する課題などに関する議論がありました。具体的な発言には、新品種や奨励品種を出すことと並行して県で適地マップを作り農業従事者に情報を提供するという取組や、農業の影響評価が出た時にどの程度詳細に伝えるべきか、適地以外でも高い技術で高品質の農作物を作っている農業従事者もあり、風評被害のようなことがないように情報は慎重に出さないといけないなど影響評価の情報の扱い方、それに関連して利害関係がある場合は詳細な情報より広域の予測や評価の方がいいのではないかなど、用途や目的、分野に応じた解像度・範囲の影響評価の必要性に関するものがありました。また、生育への影響評価に基づく品質や収量の将来予測に関するデータの提供が可能であることや、実際に適応策として採り入れていくには地域の事情も考慮する必要があるため、データの処理に自由度を持たせられるとよいなど、技術開発の状況やそれに関するニーズについても議論がありました。

続いて第3回では、図3-2-10に示すように「データ」「水稻」「気象庁」「果樹」などの単語の出現頻度が高く、

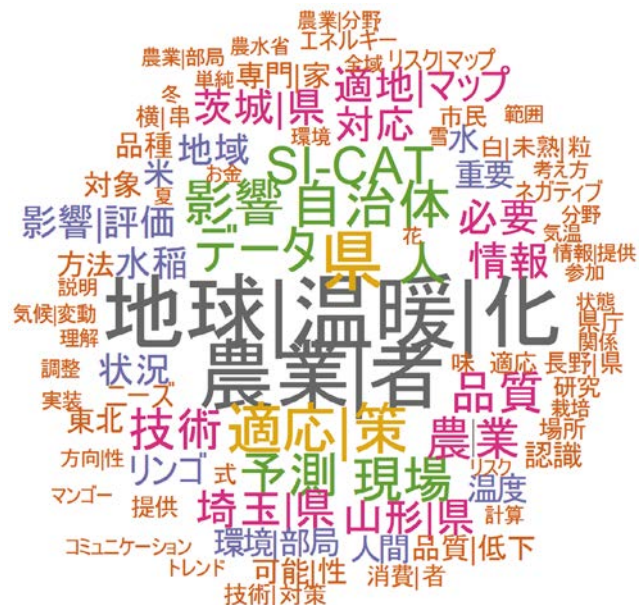


図3-2-9：農業分科会の発言を基に作成したワードクラウド(第2回)

主に水稻や果樹、花卉の影響評価、気象データに関する議論がありました。具体的には、水稻の白未熟粒の発生については計算で予測することができてきたが、次の課題として高温耐性品種がいつまで問題なく育てられるか、気候はどんどん変化していくため次に発生することを予測し対策を検討していく必要があること、北海道や東北地方における病害虫のリスクは九州地方の発生状況からある程度予測が可能であること、東北地方ではいもち病のリスクマップのようなものがあるが、他地域に展開するには導入の際に必要な観測データが存在しないなど問題があることについて議論がありました。また果樹や花卉については、開花期のずれは感覚的にはわかるが気象データを使っ

た定量的な評価に向け調査をしているという気象庁の取組の紹介や、たとえばスイートピーは急激な変化に弱いため気温の月平均のデータよりも特定条件の頻度や連鎖に着目する必要があるという発言に対して、技術開発機関から現状でどの程度起こりうるかを調べることは可能であり、それに基づいて10年後などの将来に想定される頻度は、時間解像度が細かいほど極端な値が出る可能性があるが、予測できると思うという発言が見られました。関連して、影響評価のニーズのある品目や項目は多様であり優先順位をつけて取り組んでいく必要があるが、都道府県や地域によって優先度の高い主要な作物は異なるため、何らかの軸を設定し優先順位をつけていかなければならないという意見も見られました。さらに気象データについては、都道府県が出す営農支援情報では予測値の存在を知らず平年値を使い予測されることが多いが、予測値の方が精度が高かった例もあり、精密な情報が取れるにもかかわらずそれを活用できていない現状や、気象データを利活用するにあたって必要な正しい知識を得たり、提供者と利用者間で対話をしたりする場としてデータの種類や算出方法に関するセミナーが開催されていることについても発言がありました。



図3-2-10：農業分科会の発言を基に作成したワードクラウド（第3回）

(4) 暑熱分科会の議論の推移

最後に、第2・3回に開催された暑熱分科会の議論についてご紹介します。防災・農業の分科会と同様に、暑熱分科会で発言された単語を基にワードクラウドを作成しました（図3-2-11・12参照）。

図3-2-11に示すように第2回では、「人」「熱中症」「搬送者数」「街区レベル」「まちづくり」「イベント」などの単語の出現頻度が高かったことがわかります。第2回では技術開発機関から話題提供されたモデル自治体である埼玉県の熊谷スポーツ文化公園のヒートアイランド対策の検討を目的とした暑熱環境力学的ダウンスケールシミュレーションや、分科会のアジェンダである市民への情報提供、暑熱対策の視点を採

り入れたまちづくりなど総合的な対策の必要性に関する議論がありました。具体的な発言には、話題提供で紹介された街区レベルでの建物解像シミュレーションは、患者発生が多い地域での暑熱対策の検討に利用できるという技術の活用や、暑熱対策で樹木を植えるのは生物多様性の面からは良いが、費用対効果を考えると日よけやドライミストが良いという結論になってしまうこともあるなど対策の費用対効果に関するものが見られました。また市民への情報提供に関しては、イベントの広報などマスコミの影響力は大きく、熱中症被害の深刻さを周知するために有用である、市民にとって部局の縦割りは関係なく、行政内で情報を共有し提供する必要があるという発言が、さらに建物や道路の暑熱対策などまちづくりを工夫すれば熱中症被害を減らせる可能性があり、総合的な対策が必要であるといった行政内部の縦割りによる取組推進に関する課題、問題点に関する発言も見られました。

続いて第3回では図3-2-12に示すように、「対策」「熱中症」「普及啓発」「適応センター」などの単語が大きく表示され、出現頻度が高かったことがわかります。第3回の暑熱分科会では、自治体行政の担当者から現在起こっている問題や取組について、技術開発機関や地方環境研究所から問題や課題の解決に貢献できそうな情報や技術について紹介がありました。具体的には、動物園や公園など屋外の観光施設への夏場の来場者数が減少していることや、増加している外国人観光客への暑熱に関する注意喚起が困難であることなど観光の視点からの課題や、桜開花の早期化やセミの種類の変化、白未熟粒の発生など生態系や農業への影響、熱中症が発生する日時が集中してしまうため、広範囲を管轄する消防署では救急車での対応が追い付かないという課題について発言が見られました。熱中症による救急車の出動に関しては、技術開発機関から暑熱環境の予測ができれば救急車の台数を増やすなど行政として対応できるかという質問がありましたが、これに対して予算上の問題や消防署は火災や自然災害への対応など多様な役割を担っていることからすぐに対応できるわけではないが、たとえば夜間の数時間の体制を強化するなどソフト対策の参考になり得るという回答もありました。ただし、時間別で予測するためには詳細で具体的なデータセットが必要であるが、観測のためには機器や人件費が必要で予算の面からデータを取ることも難しくなっているという発言もありました。また、比較的冷涼な地域ではまだ深刻な被害は見られないが、涼しい地域の人には暑さに弱く熱中症の警戒レベルが地域で異なるため、今後どのような対策が必要なのか検討する必要があるという発言も見られました。取り組んでいることについては、建物に関しては企業に対して緑化指導や、建設時に環境アセスメントで風の通り道ができるよう指導していること、図書館や市役所などクーラーが効い

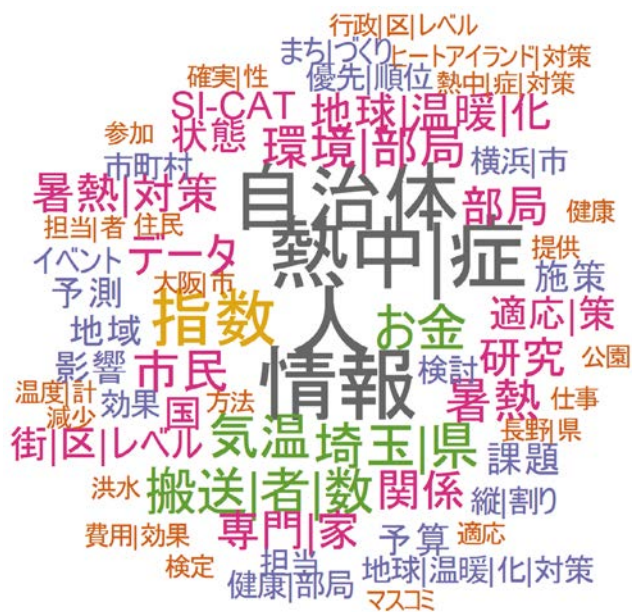


図3-2-11：暑熱分科会の発言を基に作成したワードクラウド（第2回）

ている施設をクールシェアスポットとして開放していること、民間企業と連携した透水保水性舗装の実証実験などが紹介されました。また、市民への意識啓発として緑のカーテンの講習会や、打ち水や反射フィルム、フラクタル日よけの効果を体感できるイベント、小学校や保育園への情報提供や導入支援、防災無線や防災メールを利用した注意喚起について発言がありました。WBGT計やサーモグラフィカメラを活用している自治体も多く、生き物観察会で子どもと屋外に行く時にはWBGT計を携行し給水タイムや日陰に避難する目安に活用したり、サーモグラフィカメラで緑のカーテンや打ち水、透水性などの効果を可視化したりしているという発言もありました。加えて、デング熱のリスクへの対策の検討に向けて蚊を捕獲しウイルス調査を始めたという自治体もありました。さらに暑熱分科会においても適応センターに関して適応計画全般分科会と同様に、人員や予算の確保が困難であることや、適応センターが担うべき役割は何かという話題が挙がりました。



図3-2-12：暑熱分科会の発言を基に作成したワードクラウド（第3回）

参考文献：

- 1) 岩見麻子・木村道德・松井孝典・馬場健司：気候変動適応策の立案において地方自治体が抱える課題とニーズの把握 —コデザインワークショップの実践を通して—, 土木学会論文集G（環境）, Vol.74, No.6, pp.Ⅱ_93-Ⅱ_101, 2018
- 2) 岩見麻子・木村道德・松井孝典・馬場健司：地方自治体における気候変動適応策の関連部局の認識の可視化, 環境情報科学学術研究論文集, No.32, pp.275-280, 2018
- 3) 岩見麻子・木村道德・松井孝典・馬場健司：気候変動適応策に関する技術ニーズと行政ニーズのギャップの可視化, 第45回環境システム研究論文発表会講演集, pp.287-292, 2017

第4章

モデル / ニーズ自治体 / 社会技術の紹介

4-1. 鳥取県：海岸浸食対策の取組と今後の課題

鳥取県は古くから海岸侵食で悩まされてきた地域です。昭和20年代、当時問題となっていた海岸侵食や航路・泊地堆砂に関する調査研究が実施され、全国に先駆けて海岸侵食問題に関わってきた地域で、海岸工学発祥の地のひとつであるといわれています。今でも海岸侵食の問題は残されています。鳥取県を代表する観光地のひとつである鳥取砂丘、その周辺の砂浜海岸は、近隣の港や河川の整備の影響によって、昭和から平成にかけて砂浜の後退が顕著となりました（図4-1-1）。また、県東部のポケットビーチの浦富海岸（図4-1-2）は、透明度の高い海水浴場で、「日本の白砂青松100選」、「日本の渚100選」にも選ばれた海岸です。こちらでは、西側の港の沖防波堤の整備の影響で砂浜が後退し、同時に港口部に土砂が堆積する問題が発生しました。

これまでほとんどの海岸では、海岸侵食対策として人工リーフや離岸堤などの構造物により波の強さや潮の流れを変えることによる対処療法的に対策が行われてきました。しかしながら、構造物設置後には周辺の海浜に影響が及び、また新たな対策を講じるといったイタチごっこで、抜本的な解決には至っていませんでした。このような問題を解決するために、鳥取県では、構造物に頼らず土砂を管理して海岸保全を適正に実施するための「鳥取沿岸の総合的な土砂管理ガイドライン」を2005年に国内で初めて作成しています。このガイドラインに基づき、鳥取砂丘海岸や浦富海岸では、港内や河口に堆積した土砂を浚渫して侵食域に投入する「サンドリサイクル」を主とした海岸保全に取り組んでいます。

ガイドライン策定から約10年が経過し、これまでのサンドリサイクル実績の効果検証結果から、鳥取砂丘海岸と浦富海岸では、サンドリサイクルによって砂浜の維持には成功していると思われます。しかしながら台風や冬季暴浪による突発的な災害に対する課題、またサンドリサイクルにかかるコストの問題などもあり、効率的・効果的な新たな海岸保全の方法の検討課題が残されています。このような状況において、さらに将来の気候変動に対する適応策をどうすべきかという課題もあります。

SI-CATでは、それぞれ特性の異なる2つの地域、鳥取砂丘海岸のような漂砂系が比較的オープンな地域と、浦富海岸のようなポケットビーチでクローズした地域を代表的なモデル地区として、それぞれに適した将来の海浜の変化を予測できるモデルを構築しています。鳥取砂丘海岸では沿岸漂砂による海岸線変化予測モデル、浦富海岸では構造物周辺の海底地形変化や航路堆砂などの状況も把握できる3次元海浜変形予測モデルを構築し、それらを用いた将来波浪による海浜への影響評価を行います。その成果をもとに、気候変動に対する具体的な適応策を検討し、鳥取県の海岸保全基本計画や土砂管理ガイドラインの改定のための基礎資料として実装されることを目指しています。

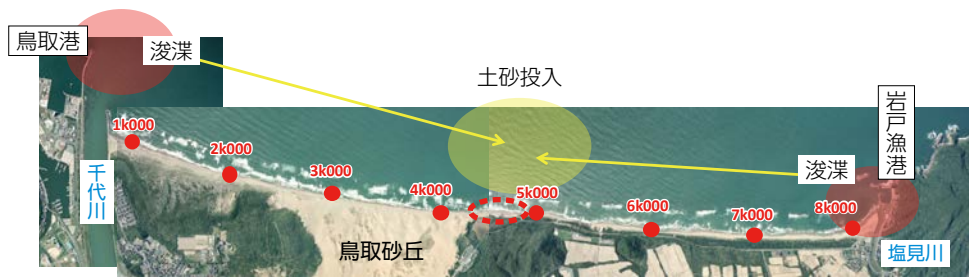


図 4-1-1：鳥取砂丘海岸



図 4-1-2：浦富海岸

4-2. 富山県：降雪の将来変化に適応する消雪用地下水の合理的利用

富山県では、2015年3月に改定した「とやま温暖化ストップ計画」において、温室効果ガスの削減とともに、差し迫った影響への対処として適応策に取り組むことが不可欠とし、緩和と適応の両面から温暖化対策を推進しています。

当センターでも、気象庁の観測結果等を基に、生物季節、冷暖房デGREEー等の指標を解析し、県民へのわかりやすい普及啓発に活用するなど、温暖化の影響に関する研究を進めています。また気候変動適応研究推進プログラム (RECCA) にも参加して、本県域の気候の近未来予測も実施しました。同研究では、本県の地域特性であり、県民生活への影響が大きく関心も高い降雪について将来を予測したところ、平野部において年間の降雪は減少するが、短時間に降る雪は大きく減らないことがわかりました。

こうしたなか、本県でも2018年1月から2月には次々に寒波に見まれ、24時間降雪が50cmを超える大雪を観測し、公共交通機関の運休・遅延、交通渋滞など各方面に大きな影響を及ぼしました。

その一つに地下水への影響があります。本県は、降水量が多く水文地質的にも優れた扇状地を有していることから、豊富な地下水に恵まれ、生活用水や工業用水としての利用のみならず、冬期間に道路等の消雪用に地下水が散水されています。降雪時には、消雪設備の一斉稼働により、一時的ではあるものの市街地で大幅に地下水位が低下し、2018年の大雪でも井戸涸れや消雪設備の停止が見られました。

今後も高齢化や除雪車両のオペレータ不足等を背景に消雪設備の利用が増加すると考えられ、近未来において降雪の状況によっては更なる地下水位の低下が懸念されます。

当センターは、この問題に対処するため、SI-CATにニーズ自治体として参加させていただき、極端気象である大雪の将来予測結果を得て、将来の雪の降り方の変化に応じた消雪設備の利用方法を提案し、地下水の合理的利用を促すこととして、研究課題を立ち上げました。

消雪用の地下水散水は、水温15℃前後の地下水の持つ熱を利用したもので、水温、気温、降雪の時間等から必要量が算出されます。現在、散水量、散水方法の違いによる節水効果を調べています。また2018年の大雪も踏まえ、モデル的にシミュレーションする地域の地下水流動モデルの構築も進め、消雪設備の節水による地下水位低下の緩和効果を確認しています。

今後は、SI-CATから本地域の将来の降雪の情報を入手して、これらのモデルに入力して検討を進めていくことにしており、地下水利用の合理化方策の提言を目指すとともに、当センターにおける適応策研究のさきがけにしたいと考えています。

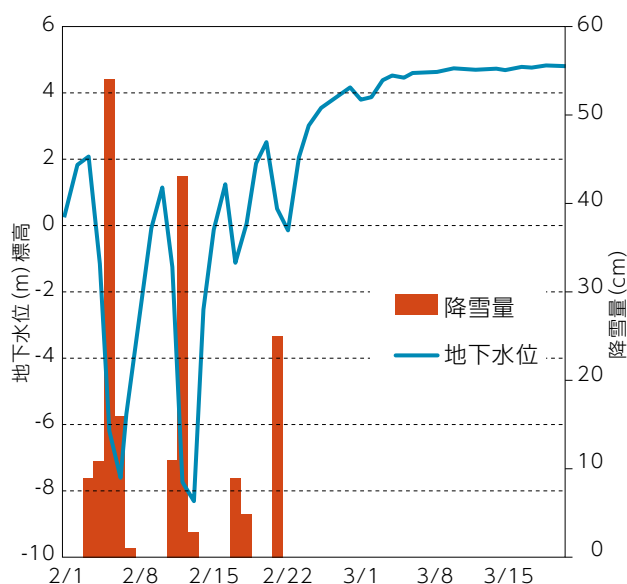


図4-2：地下水位観測値（奥田北観測井）と降雪量の関係

4-3. 北九州市：気候変動への適応策と水害リスクの評価

(1) 気候変動適応に関する取組

福岡管区気象台が発表する「九州・山口県の気候変動監視レポート」では、九州・山口県の気温は長期的に上昇の傾向にあり、真夏日や猛暑日の増加や日降水量100mm以上の大雨の日数が増加するとの予測が示されています。最も厳しい温暖化対策を採ったとしても、今後数十年間の地球温暖化は避けられないといわれており、本市においても、緩和策としての温室効果ガスの削減に加えて、気候変動による影響を防止・軽減する適応策の実施が必要となっています。

そこで、2016年8月に「北九州市地球温暖化対策実行計画・環境モデル都市行動計画」を策定する際に、「気候変動への適応策」を位置づけ、その推進を図っています。

同計画には、本市の気候変動の状況及びその影響評価を示すとともに、2015年11月に公表された国の「気候変動の影響への適応計画」を参考に、①農林水産業、②水環境・水資源、③自然生態系、④自然災害・沿岸域、⑤健康、⑥産業・経済活動、⑦市民生活・都市生活の各分野について、温暖化に伴う影響と主な適応策を記載しています。また、水稻の高温耐性品種の導入促進、高潮被害を防止するための護岸整備、熱中症予防法の普及啓発など、各分野の様々な取組を気候変動適応策として整理しており、本市の気候変動適応に対する取組の方針を示すものとなっています。

気候変動適応については、市民や企業、庁内関係部署などの理解と協力が不可欠であることから、各種講演会などを通じた情報発信も積極的に行っています。

(2) 気候変動による水害リスクの評価

2017年からは、気候変動の影響予測、具体的な適応策の検討などを行う「地域適応コンソーシアム九州・沖縄地域事業」へ参加し、北九州地域における水害リスクの評価を行っています。

近年、集中豪雨などにより、住宅や農地に大きな被害が発生しています。この事業では、ため池の数が福岡県内で最も多く、ため池等の水害リスクが比較的高い北九州市をモデルとして、気候変動の影響による豪雨の発生などによるため池の水害リスクを評価し、適応策の検討を行っています。調査期間は、2019年度までの3年間で、今後は、調査結果を踏まえ、被害の予測、適応策の検討と効果の検証、市民への周知の方法などについて検討を進めていく予定です。



出典：(一財)九州環境管理協会資料

図4-3：降雨流出氾濫モデルによる被害予測のイメージ及び調査の計画

4-4. 滋賀県：滋賀県気候変動適応センターの設置と取組

滋賀県では、2017年3月に改定した「滋賀県低炭素社会づくり推進計画」において、新たに「適応策の取組」として1章を設け、農林水産業、水環境・水資源、自然生態系など国の適応計画に定められている7分野について、現在取り組んでいる適応策を計画に位置づけ、緩和策と適応策を地球温暖化対策の両輪として進めることを明記しました。

滋賀県の年平均気温については、「地球温暖化予測情報第8巻」(気象庁、2013年)によると、21世紀末には約2.9℃、近未来の2035年頃までに約1℃の上昇という予測結果が示されています。これに伴い、真夏日が夏から秋にかけて増加し、短時間強雨の発生回数も年間を通して増加し、年降雪量は減少することなどが予測されています。また、具体的な影響としては、農業分野では水稻の白未熟粒の発生の増加、健康影響では熱中症患者の増加、災害では水害リスクの増加などが懸念されています。滋賀県では、緩和策を最優先としつつも、既に顕在化しつつあり今後も悪化が懸念される気候変動の影響を回避・軽減するため、適応策を充実していくことが持続可能な社会づくりに向けて必要であると考えています。

このようなことから、多岐に渡る気候変動に関して、各分野を所管する関係部局と試験研究機関が連携して適応に取り組むために、2019年1月29日に部局横断的な庁内組織として滋賀県気候変動適応センターを設置しました。滋賀県気候変動適応センターでは、まずは現状を把握し今後のリスクを評価していくことが必要と考えており、関係部局や各分野のステークホルダーなどからニーズの抽出を行う予定です。また、抽出されたニーズをもとに、新設する有識者による(仮称)気候変動適応検討会の意見や国立環境研究所気候変動適応センターから提供される科学的知見を踏まえて今後の影響を評価し、適応策の検討やリスク

回避を促す啓発事業の強化などにつなげる予定です。

以上を受けて、滋賀県琵琶湖環境科学研究センターでは、気候変動に適応した持続可能な将来社会シナリオの作成および作成手法に関する研究を進めています。2017年度からは滋賀県高島市をフィールドに「第二期高島市まちづくり推進会議」に参画し、社会経済変化や気候変動などの基礎情報を共有し、市民が感じる豊かさと社会経済の方向性、気候変動リスクや環境変化への対応などを考慮した市民が望む将来社会シナリオを作成しました。2018年度は、作成した将来社会シナリオを基に、そこにたどり着くために必要な道筋を検討し、実現に向けた取組や事業を、地域調査を通じて市民自らがまとめることで地域循環共生圏の確立に向けた知見の集約等に取り組んでいます。



図 4-4：滋賀県高島市の将来社会シナリオ

4-5. 農業分野における気候変動適応策の波及の展望

(1) はじめに

各地方自治体における気候変動適応計画の策定・波及状況については1-4節でご紹介したとおりです。では、何が要因となってこのように自治体間に計画や政策が波及していくのでしょうか。例えば、環境基本計画や気候変動緩和策が自治体間で波及した要因としては、内生条件（自治体の規模や活用できるリソース）、準拠集団（相互参照する自治体の存在など）、国の介入（国の制度や補助金の導入など）が挙げられています（馬場¹⁾、馬場他²⁾）。しかし具体的な適応策は政策分野によって大いに異なりますし、むしろ各政策分野の国地方関係も異なるため、適応策の波及の態様も各分野で大いに異なるでしょう。

これまで農業分野における農業技術の波及・伝播はどのように起きてきたのでしょうか。農業技術をベースとして普及理論を生み出したことで知られているRogers³⁾は、新たな技術を個人が採用するために必要な条件として以下を挙げています。

- ・相対的優位性：ある技術がこれまでの技術よりもよいと知覚される度合いのこと
- ・両立可能性：潜在的採用者がもつ既存の価値観や過去の体験そしてニーズに対して、ある技術が一致している度合いのこと
- ・複雑性：技術を理解したり使用したりするのが相対的に困難であると知覚される度合いのこと
- ・試行可能性：技術が小規模にせよ経験しうる度合いのこと
- ・観察可能性：技術の結果が他の人たちの目に触れる度合いのこと

表 4-5-1：新たな農業技術・政策の導入・策定・波及の要因

認知・検討事項	要因	主な具体的事例
従来技術の課題やデメリットの認識	背景要因	・その技術が生まれた、必要とされた背景 ・これまでの課題やデメリット
優れた技術の存在	技術的要因	・高温に強い、病気に強い ・収量が多い・品質が高い ・省力化技術となっている ・簡単に設置・導入できる ・徐々に広げられる
自己のメリット	経済的要因	・収益性が高い ・導入・ランニングコストがかからない ・経費削減
外部的好環境	制度的要因	・国や自治体等の支援（補助金等） ・県やJAが認証・推奨している
	社会的要因	・消費者ニーズに適合する ・環境負荷が低い ・生産物の流通が確保されている
その他導入を促進するもの	組織的要因	・組織的なノウハウの提供や技術指導 ・県やJAなどによる実証実験 ・首長等の牽引力
	人的要因	・リーダー等によるノウハウの提供や技術指導 ・農家どうしの横のつながり ・地域内での研修会、情報交換
	文化的要因	・これまでの知見や技術・ノウハウが使える ・受け入れられやすい地域的、歴史的背景 ・産地間での競争意識

また、新たな技術導入に関する農家（酪農家）の判断として、山本他⁴⁾は、「従来技術の課題やデメリットの認識」「優れた技術の存在」「自己のメリット」「外部の好環境」「その他導入を促進するもの」といった順序で各要因が認知・検討されると指摘しています。

これらを併せて検討した結果、新たな農業技術・政策の導入・策定・波及の要因として表4-5-1に示すように、「背景」「技術」「経済」「社会」「制度」「組織」「個人」そして「文化」が挙げられると本稿では想定しています。

また調査対象とした技術は、気候変動適応技術として代表的と考えられる品種改良技術・新品目栽培、農業政策基盤技術、栽培技術の中で近年急速に普及した10個の技術です（表4-5-2）。

以下では、これらの革新的な農業技術の先進地域（イノベーター地域）とそれを受容、追隨した地域（フォロワー地域）における波及の要因を文献調査より抽出したうえで、地方自治体の農業部局、農業研究機関、地域における主要なステークホルダー等（生産者、農業改良普及員、JA、種苗・流通関係者等）への聞き取り調査の結果をまとめていきます。これにより、農業分野における過去の革新的な技術が地域内で普及し、更に地域間や全国に波及・伝播していった要因を分析し、その上で、農業分野における気候変動適応策の全国展開について今後の見通しを展望します。

表4-5-2：調査対象とした技術

品種改良技術・新品目栽培	つや姫（水稻）	山形県で開発された水稻新品種。2008年に山形県で奨励品種に指定された後、宮城県、大分県、島根県、長崎県、宮崎県、和歌山県等にて奨励品種に指定されている。徹底的なブランド化戦略により、高品質体制を構築するとともに、高温耐性品種として主に西日本に広がる。
	シャインマスカット（ブドウ）	農研機構が開発したブドウ新品種。2006年に品種登録。従来より主要ブドウ産地だった長野県、山梨県、岡山県、山形県を中心に、全国的に栽培面積が増加しており、2020年にはこの4産地だけで1,200haに拡大すると試算されている。
	かおり野（イチゴ）	三重県で約18年かけて開発されたイチゴの新品種。高温多湿で発生が増加しやすい「炭疽病」に強い抵抗性を持ち、極早生性、多収であるため、単価の高い年内に出荷可能。他県での栽培を条件付きで許可し、特に山口県での普及が広がる。
	パッションフルーツ	亜熱帯性果樹のパッションフルーツは、1920年代に鹿児島県指宿市に持ち込まれた。栽培が簡便である他、病害虫にも強く、国内の様々な地域に広がりつつある。温暖化の進行により既存果樹生産が難しくなる中、有望転換作物として研究が進められている。
農業生産基盤	田んぼダム	2002年、新潟県神林村（現・新潟県村上市）で取組が始まった、洪水調整機能。その後、県や自治体の支援で全県に広がり2015年度現在、新潟県内15市村12,000haで取り組まれている他、全国各地（北海道・兵庫県等）で導入が進んでいる。
	FOEAS	農研機構により開発されたかんがい排水設備。2003年に試験圃場が造成され、国や自治体の協力により普及が進み、2013年時点で全国の167地区、9,300haで導入（予定を含む）されている。特に山口県で積極的な施行が行なわれ、新潟県や北海道などに広がる。
栽培技術	鉄コーティング湛水直播	水稻種子を鉄でコーティングし、水田土壌の表面に播種する技術。近畿中国四国農研センター（現・農研機構西日本農業研究センター）で開発され2004年に特許出願。特に（株）クボタが特許を取得するなど積極的に取り組み、2016年には東北地域や北陸地域を中心として、全国で17,300haで導入されている。
	マルドリ方式	1998~2002年において、近畿中国四国農業研究センターが開発。農研機構が積極的に普及活動を実施しており、2005~2006年のカンキツ生産府県の導入調査では全国でおおよそ300haの面積であったが、その後の聞き取り調査などから現在では、約400ha以上に普及していると考えられる。
	樹体ジョイント仕立て	神奈川県で開発された技術。密植した苗木を一方向に伸ばし、隣接する苗木に接木（ジョイント）することで一本の主枝として、主枝から直角に結実枝を発生させる整枝法。作業効率がよく、整枝の単純化で規模拡大や新規参加が見込まれる。
	耕うん同時畝たて播種	（独）農研機構が発足した、大豆の高品質安定生産を目的とした「大豆300Aセンター」の北陸大豆研究チームが開発。耕耘と同時に畝たてと播種を行い、省力化を実現。畝を立てることにより、重粘土壌での麦・大豆の安定栽培を可能にする。

(2) 各技術の波及の状況と要因

各技術の先進地域（イノベーター地域）および追随地域（フォロワー地域）は、おおよそ表4-5-3のように分類できると考えられます。農研機構からの波及も多いのですが、「つや姫」「かおり野」「パッションフルーツ」「田んぼダム」「樹体ジョイント仕立て」は、地方自治体からの波及であり、自治体発のボトムアップによる地域間の技術普及の特徴が見出せそうです。以下では、紙面の都合上、「つや姫」と「かおり野」を取り上げて波及の要因について分析していきます。

表4-5-3：各技術の波及状態

		先進地域（イノベーター地域）	追随地域（フォロワー地域）
品種改良技術・新品目栽培	つや姫	山形県	宮城県・島根県・大分県・長崎県・宮崎県・和歌山県・岐阜県
	シャインマスカット	農研機構	長野県・山梨県・岡山県・山形県など
	かおり野	三重県	山口県・千葉県・滋賀県・和歌山県・島根県・長崎県など
	パッションフルーツ	鹿児島県奄美地方・沖縄県・東京都島嶼部	東京都八王子市・岐阜県関市・千葉県木更津市など
農業生産基盤	田んぼダム	新潟県	兵庫県・奈良県・山形県 安城市・鯖江市・須賀川市・小山市など
	FOEAS	農研機構	山口県・新潟県・北海道・宮城県など
栽培技術	鉄コーティング湛水直播	農研機構 → 新潟県・JA・(株)クボタ	東北地方・北陸地方など
	マルドリ方式	農研機構	熊本県・三重県など
	樹体ジョイント仕立て	神奈川県	鳥取県・山口県・三重県・栃木県・富山県・宮城県・福島県・群馬県など
	耕うん同時畝たて播種	農研機構 → 北陸・東北地域	近畿中国四国・九州など

品種改良技術の例である「つや姫」は、「ブランド化の確立」と「高品質米」による普及拡大の事例といえます。普及のきっかけは2010年夏季、全国的に記録的な猛暑となったことです。多くの水稻品種において一等米比率が下落する中、山形県産つや姫は98.3%と全国トップの成績となりました。同年以降、高温耐性品種米におけるつや姫の割合は増加し、他県での導入も拡大しています。

2007年当時、主力品種である「はえぬき」は日本穀物検定協会の食味ランキングにおいて「特A」を13年連続して獲得し、高く評価されていましたが、業務用としての利用が多く、知名度不足もあり消費者からの評価を得られていないという難い状況でした。このように全国の消費者に高く評価される新たなブランド米の導入が喫緊の課題となっていた背景要因がある中で、県農業総合研究センターで育成した新品種「山形97号（後のつや姫）」が、同協会の食味官能試験においてコシヒカリを上回る結果を得たほか、試食求評においても高い支持を得るなど、高品質（高温耐性・良食味、栄養価等）であるという技術的、安定収量という経済的特性が認識され、県内の関係者が一丸となって同品種を日本一のブランドに育て上げ、「米どころ山形」の評価向上を目指すことになりました。このため、高い技術力を持った農家に限定して「つや姫マイスター」を認定する制度を導入して高品質を担保したり、「つや姫」ブランド化戦略会議を設立したり、奨励品種に指定することを条件に他県での栽培を承認したりするといった制度的な後押しが行われま

した。また、テレビCMやイベントなど積極的なプロモーション活動や「全国つや姫フォーラム」の開催(山形・宮城・大分・宮崎・長崎・島根の6県持ち回り)などの組織的な後押し、「つや姫マイスターの会」を各地で設立し、研修会等で情報交換やマイスターによる技術指導を行うといった人的要因が相まって、結果として、2010年より食味ランキング6年連続「特A」(山形県産)評価を受け、食味の割に安価(味はコシヒカリ並みだがコシヒカリほど高くはない)といった社会的な評価を受けることとなりました。各地域への波及過程は図4-5-1に示すとおりです。宮城県、大分県、和歌山県などで倒伏、高温登熟、品質低下といったそれぞれの背景から導入したことがうかがえます。

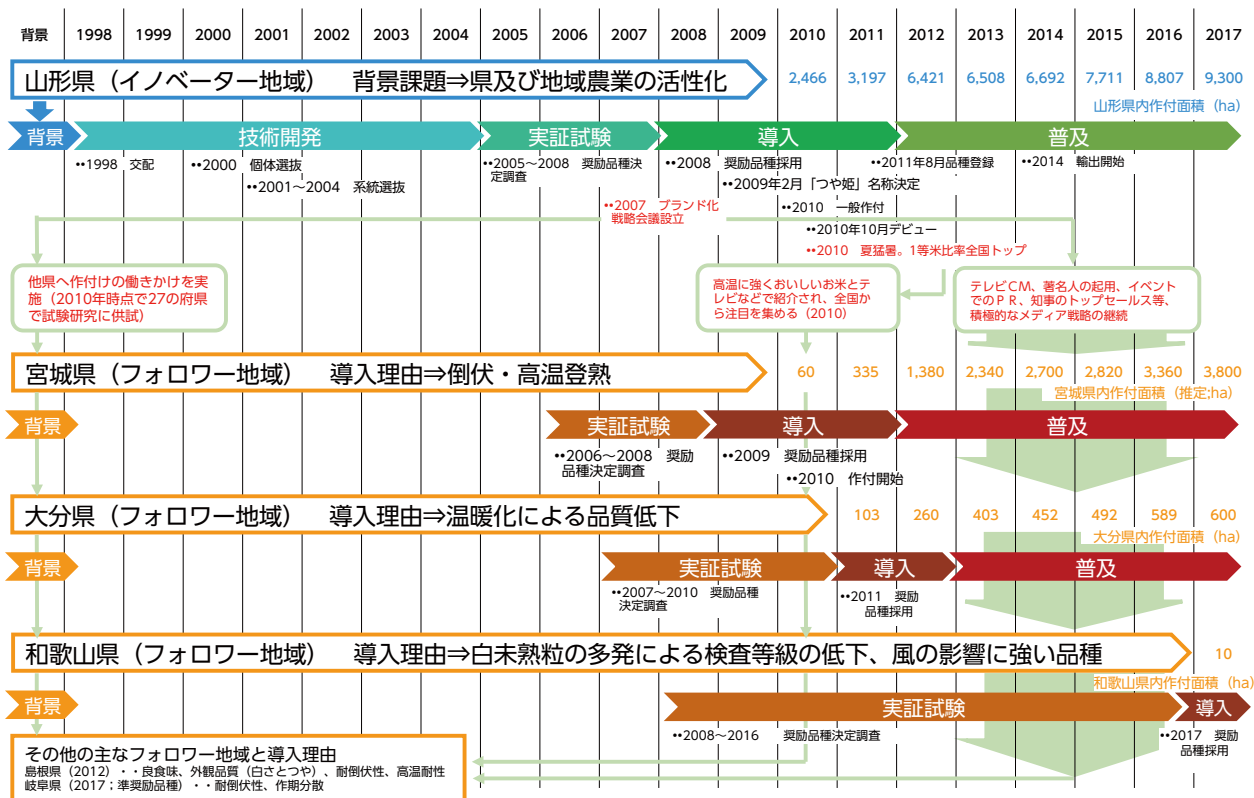


図4-5-1: 「つや姫」の波及過程

「かおり野」は、「耐病性・多収・早生」という技術と、やはり「他県生産許可」という制度による普及拡大の事例といえます。イチゴの栽培上、「炭疽病」への対策は最重要課題の1つであり、高温多湿条件下で発生が増加しやすい炭疽病対策は、特に雨が深い三重県では重要課題でした。根本的な対策として抵抗性品種の利用が必要であることから、三重県農業研究所は1990年から交配を開始、2008年に品種登録出願、2010年に「かおり野」は品種登録されました。

炭疽病対策に加えて、産地間競争に勝てる三重県オリジナルブランドのイチゴ品種が求められていたという背景要因があり、開発された品種は、炭疽病抵抗性が強いだけでなく、果実が大きく多収、酸味が少なく、上品な香りが特徴、良食味という技術的特性を持ち、収穫時期が非常に早く、11月中旬から収穫が可能(クリスマスケーキ需要による単価の高い年内に収穫できる品種が強く求められる)であるという

経済的な優位性を持つものでした。そして、県外での栽培を登録制で許諾し、三重県に登録料を払えば個人農家でも栽培が可能という制度的な後押しが普及を拡大させました。三重いちごブランド化推進協議会（事務局 = JA全農みえ県本部園芸特産課）や「かおり野サミット」の開催などの組織的な後押しもありました。

各地域への波及過程は図4-5-2に示すとおりです。山口県では、JA山口中央が5.4ha、ハウス200棟の国内最大規模となる生産団地を2015年より3年かけて整備し、株式会社「ベリーロード」を設立して運営しています。県の新規就業者受入体制整備事業を活用し、20~30歳代の新規就農者を雇用、県と市の補助を受けて県奨励品種の「かおり野」を栽培し、年間200t、2億円の販売を目指しています。それ以外にも、千葉県（近年不安定な気象等により収量減少を回避するため）、滋賀県（年内収量を高めるため）、和歌山県（かおり野と果実品質に優れる「こいのか」を交配し、炭疽病に強く極早生のイチゴ新品種「紀の香」を育成し、品種登録出願を行った）などがそれぞれの背景から導入を進めています。

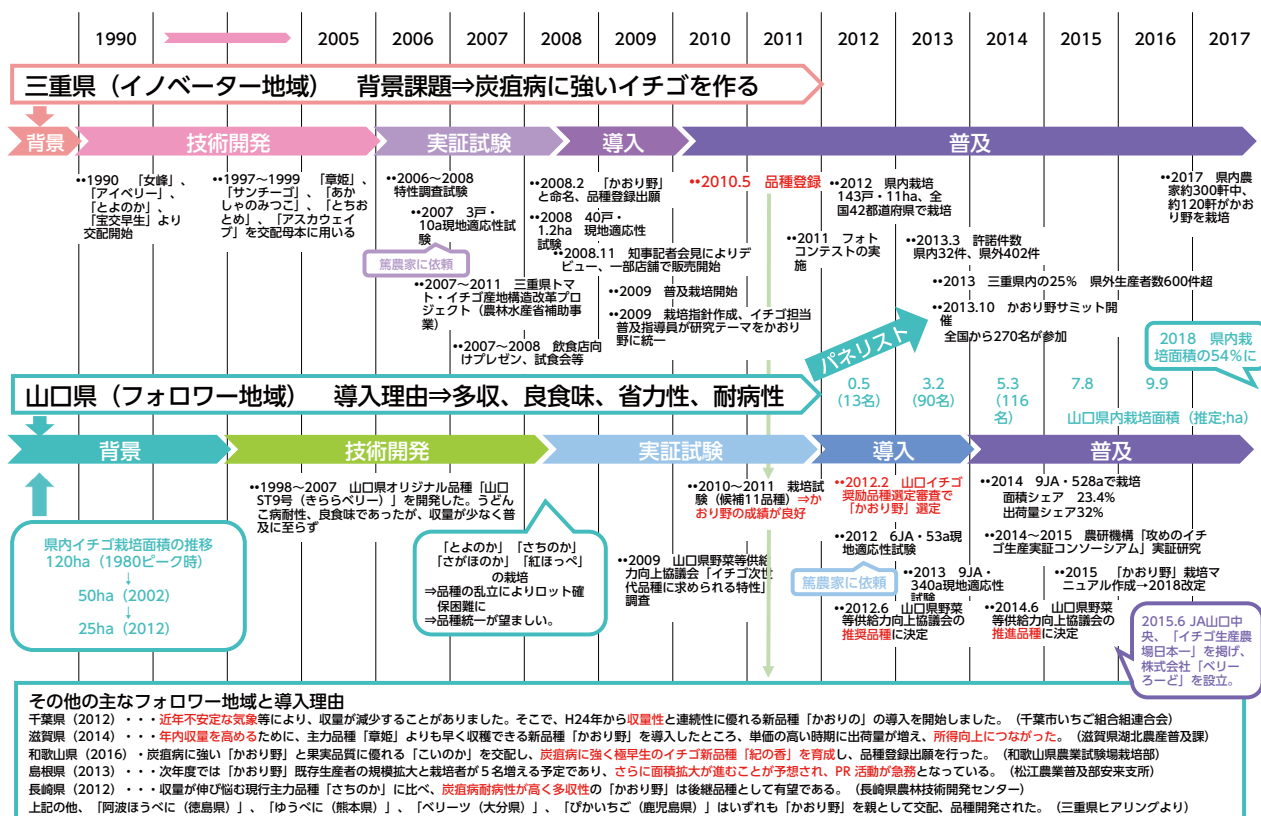


図4-5-2: 「かおり野」の波及過程

(3) おわりに: 農業部門における気候変動適応策の波及

以上の結果は表4-5-4のようにまとめられます。なお、ここでは以上で特に触れなかったものの、同様の知見が得られている他の対象技術についても結果を提示しています。まず、背景課題を満たす技術的要因をもつ農業技術が存在する必要があることは明らかです。しかしながら、優れた技術でも、それ単独で

社会に実装されることは難しいことも明らかです。農業技術の波及・伝播の過程において、「組織的」「人的」要因の果たす役割が大きいことが示唆されます。具体的には、県やJAの指導員の他、地域農業で主導的な立場にあり「〇×マイスター」と呼ばれるような「篤農家」の果たす役割は重要であると考えられます。また、生産者だけでなく、JAや行政など、農業を取り巻くステークホルダー等から構成される「協議会等の組織」が、円滑な技術導入に貢献していると考えられます。これらが地域で果たす役割は、単に技術の底上げだけではなく、「様々なステークホルダー間の円滑なコミュニケーションの確立」であるといってもよいでしょう。加えて、技術導入による収益向上（経済的要因）、補助金制度の利用（制度的要因）などを通して障壁を克服し、地域内では当該技術が普及していくと考えられます。

表 4-5-4：各技術の波及要因

	つや姫	かおり野	パッションフルーツ	田んぼダム
背景要因	<ul style="list-style-type: none"> 農業の低迷（高齢化、産地間競争の激化） 他県より低い認知度、県農業および地域の活性化 	<ul style="list-style-type: none"> 産地間競争に勝てる三重県オリジナルブランドのイチゴ品種が求められていた イチゴの重大病害である炭疽病に強い品種が求められていた 	<ul style="list-style-type: none"> 温暖化や不況に伴う既存農業の収益悪化 新産業定着による地方創生 	<ul style="list-style-type: none"> 内水氾濫頻発地区
技術的要因	<ul style="list-style-type: none"> 高品質（高温耐性・良食味・安定収量、米養価等） 	<ul style="list-style-type: none"> 炭疽病抵抗性 果実が大きく多収、酸味が少なく、上品な香りが特徴、良食味 	<ul style="list-style-type: none"> 定植一年目での結実 軽作業で栽培可能、病害虫に強い 	<ul style="list-style-type: none"> 水田の洪水調節機能を人為的に操作 即時に設置可能（大規模な工事不要） 学術的に有効性が確認されている
経済的要因	<ul style="list-style-type: none"> 安定収量 	<ul style="list-style-type: none"> 収穫時期が非常に早く、11月中旬から収穫が可能（クリスマスケーキ需要による単価の高い年内に収穫できる品種が強く求められる） 	<ul style="list-style-type: none"> 花卉栽培施設の再利用による初期コスト削減 露地栽培による生産コスト削減（岐阜の例） 	<ul style="list-style-type: none"> 設置費用が安価
制度的要因	<ul style="list-style-type: none"> 生産者を限定して栽培させる、生産者認定制度の導入。高い技術力を持った農家に限定（つや姫マイスター）→高品質を担保 「つや姫」ブランド化戦略会議の設立 奨励品種に指定することを条件に他県での栽培を承認（宮城・大分・島根・長崎・宮崎） 	<ul style="list-style-type: none"> 県外での栽培を登録制で許諾（「あまおう」は福岡県内に限定） 三重県に登録料を払えば、個人農家でも栽培が可能 → フォロワーがつかみにくい 	<ul style="list-style-type: none"> 高温耐性品種等導入実証事業（農林水産省・千葉県など） 岐阜県農商工連携ファンド補助金 クラウドファンディングによる資金調達、ふるさと納税返戻品への採用 	<ul style="list-style-type: none"> 促進事業補助金（新潟市、見附市など） 多面的機能支払交付金（農林水産省）
社会的要因	<ul style="list-style-type: none"> H22年より食味ランキング6年連続「特A」（山形県産）評価を受ける 食味の割に安価（味はコシヒカリ並みだが、コシヒカリほど高くない） 	—	<ul style="list-style-type: none"> 休耕地の利用 グリーンカーテンとしての利用 地域活性化への取組 	<ul style="list-style-type: none"> 環境への負荷が小さい 公共の利益に資する（洪水被害防止効果）
組織的要因	<ul style="list-style-type: none"> テレビCMやイベントなど積極的なプロモーション活動 「全国つや姫フォーラム」の開催（山形・宮城・大分・宮崎・長崎・島根の6県持ち回り） 	<ul style="list-style-type: none"> 三重いちごブランド化推進協議会（事務局＝JA全農みえ県本部園芸特産課） 県、JA、関連企業、生産者が一丸となった取組 「かおり野サミット」の開催 	<ul style="list-style-type: none"> 自治体、組合が専門家を招いての技術指導 地元の和洋菓子店、加工品店、飲食店の協力による新商品開発・販売網確保 	<ul style="list-style-type: none"> 自治体による取組の積極的推進（県や市のHP、パンフレット等での情報発信等）
人的要因	<ul style="list-style-type: none"> 「つや姫マイスターの会」の設立（各地）→研修会等で情報交換、マイスターによる技術指導 	—	<ul style="list-style-type: none"> 意欲的な個人による積極的な導入と展開 個々の農家での栽培方法に関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> 個々の農家の協力 集落全体で取り組むことによる、地域内連携および防災意識の啓発
文化的要因	<ul style="list-style-type: none"> 長年米の産地として役割を担ってきたが、他県に比べ知名度不足であり、県を代表するブランド米を必要としていた 	<ul style="list-style-type: none"> 雨が多い土地柄 温暖化適応策への取組が進んでいる県 	—	<ul style="list-style-type: none"> 新潟県は信濃川、阿賀野川という二大河川を背景に昔から水害との戦いの歴史的経緯があり、そもそも水害対策に対する意識が高いのではないかと

地域外への波及については、「〇×サミット・フォーラム」といったより大規模な地域間交流などの活動（組織的要因）、技術研修などによる地域間の人的ネットワーク（人的要因）、メディアでの広報（社会的要因）といったことを通じて、促進されていくと考えられます。この際、導入地域において文化的要因などによるローカライズを通じた技術の最適化が行なわれることも普及のポイントといえるでしょう。以上の結果をま

とめて、農業技術の社会実装が地域間で波及していくモデルを模式的に表わすと、概ね図4-5-3のようになるものと考えられます。

今後、長期的な気候予測の結果が詳細に得られるようになり、長期的な技術開発のロードマップは描きやすくなるかもしれません。そうすると、どのような段階でどのような適応技術を導入し、それに伴って人的、組織的後押しをしてイノベーター地域となるのかは、長期的な戦略、順応型計画にますます依存することになるでしょう。今後も農業分野における気候変動適応策がどのようにして全国展開されるのか、その中で自治体をはじめとする地域の各アクターの役割は何か、といったことについて注視していきたいと考えます。

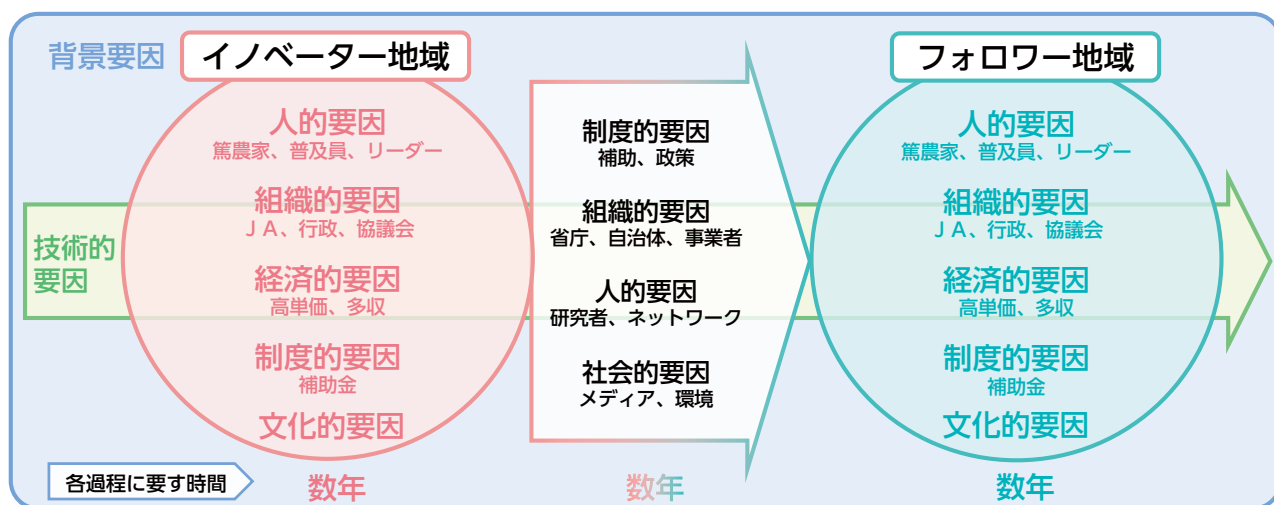


図 4-5-3：農業技術の社会実装の地域間波及モデル

参考文献：

- 1) 馬場健司, 持続可能な都市づくりに向けた環境・エネルギー施策の策定プロセス, 都市計画論文集, 40(3), 931-936, 2005.
- 2) 馬場健司・田頭直人・金振, 産業・業務部門における低炭素政策波及の可能性と促進・阻害要因, 環境科学会誌, 25(2), 73-86, 2012.
- 3) エベレット・ロジャーズ著, 三藤利雄訳, イノベーションの普及 第5版, 翔泳社, 2007.
- 4) 山本和博・沖本宏・松下秀介, 新技術導入の決定要因と技術普及に関する動学的経営分析—酪農経営における基本給与技術の導入を事例に—, 農業経営研究第43巻第2号, 2005.

4-6. 水土砂災害分野における気候変動適応策の波及の展望

(1) はじめに

近年、激甚な水土砂災害が毎年のように発生するようになってきています。大規模だったものだけでも、九州北部豪雨（2012年7月）、秋田・岩手豪雨（2013年8月）、豪雨による広島市の土砂災害（2014年8月）、関東・東北豪雨（鬼怒川の氾濫・2015年9月）、北海道・東北豪雨災害（2016年8月）、九州北部豪雨（2017年7月）、平成30年7月豪雨（西日本を中心に北海道や中部地方などでの豪雨、2018年7月）など、枚挙に暇がありません。

今後も増大すると考えられる水土砂災害に備えるには、災害外力の適切な把握、すなわち気候変動影響予測と徹底した科学的リスク評価が必要となります。気候変動への適応の観点に基づく具体的な水土砂災害対策の検討は、このような科学的リスク評価に基づき、備えるべき対象と防災・減災対策を、気候変動予測、社会経済予測、影響予測など各種の不確実性を考慮に入れて議論していく必要があるでしょう。

そのような検討はこれまでなかなか進みませんでした。北海道開発局、北海道庁が中心となり、気候変動を考慮した治水対策に向けた取組が進みつつあります。本節では、まず関係者への聞き取り調査から得られた北海道での検討状況を紹介し、その上で、このような取組の全国展開（政策波及）について今後の見通しを展望します。

(2) 北海道における気候変動影響予測と科学的リスク評価に基づく治水対策の取組

この取組が始まった背景として、2016年8月17日～23日に、観測史上初めて1週間のうち3つの台風が北海道に上陸し、さらにその1週間後に台風10号が北海道に接近し、これらに伴う豪雨により道内各地で堤防決壊及び河川氾濫による大規模な浸水、幹線道路や橋梁・鉄道の被災、広範囲に及び農業被害など甚大な被害が発生したことが挙げられます。同年10月、国土交通省北海道開発局と北海道は共同で「平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会」を立ち上げ、この災害について検証を行い、今後の水防災対策のあり方を検討することになりました。同委員会は4回開催され、2017年3月に検討結果を報告して終了し、今後の水防災対策のあり方についての基本方針と具体的な水防災対策が提示されました。基本方針については以下のとおりです。

- ・今後、気候変動影響により必要な対策を講じなければ治水安全度が低下する。次世代のためにも速やかに対策に取り組まなければならない。
- ・日本でも気候変動影響が大きいと予測されている北海道から新たな水防災対策のあり方を発信し、日本全体に貢献する。
- ・気候変動の影響が現実のものとなったと認識し、将来の影響を科学的に予測し、具体的なリスク評価をもとに治水対策を講じる。その際、将来世代での治水安全度を低下させないことを基本とする。
- ・気候変動による災害激甚化が予想される中、施設で守りきれない洪水は必ず発生するとの認識の下、道民、自治体、国が一体となりハード・ソフト両面から対策を総動員する。

- ・ 今回の被害要因を分析し、治水計画や維持管理に反映する。その際、技術開発に挑み、新たな技術を積極的に導入する。
- ・ 命を守る治水対策とともに日本の食料基地としての北海道の農業を守る治水対策を強化する。

今後の具体的な水防災対策においても、「気候変動を考慮した治水対策」がトップに掲げられ、その構成要素として、「気候変動の影響予測とリスクの社会的共有」、「リスクに対する対策の構築」、「気候変動を考慮した治水計画」、「変動を考慮したリスク分析」、「将来的に気候変動に迅速に対応できる対策」、「気候変動への適応策の進め方」といったことが施策展開の前提として盛り込まれています。

この委員会の報告書に示された方針を踏まえ、2017年7月には「北海道地方における気候変動予測（水分野）技術検討委員会」が設置され、より技術的な側面からの検討が進められました。同技術検討委員会の役割は、第1に、北海道地方における気候変動の影響（降雨量、洪水流量の変化）を最新の知見に基づき科学的に予測すること、第2に、気候変動の影響によるリスクの変化（規模・形態・頻度）の変化等を算定し、社会と共有すること、とされています。この委員会は3回にわたって開催され、最終的に得られた成果として以下が報告されました。

モデル流域（十勝川流域、常呂川流域）における降雨の変化について、d4PDF（地球の平均気温が産業革命以降4℃上昇した状態の将来気候を想定して、日本周辺域では過去3000年分、将来5400年分の気候モデル実験を行った結果）を5kmにダウンスケールすることによりRCP8.5シナリオ（政策的な緩和策を行わないことを想定）では各流域とも計画規模の降雨量は約1.4倍に増加すると推計されました。また、洪水流出量は1.5～1.7倍に増加することも推計されました。最終的なリスクの変化として、十勝川流域では浸水面積は4割、浸水家屋数は2割増加すること、常呂川流域では浸水面積は3割、浸水家屋数は4割増加することが推計され、浸水深の増加により人的被害への影響が特に大きいことが指摘されています。

この2つの委員会での取組の特徴を、北海道開発局や北海道河川砂防課、北海道大学・山田准教授らへの聞き取り調査などからまとめると次のとおりになると考えられます。

まず契機については、冒頭で述べたように、これまでに経験したことのない台風による広範な被害が発生し、それが全国への食料供給に関わる影響も包含していたため、道内のステークホルダーの多くに「本州や九州のような降雨が北海道でも発生するのではないか、北海道の気候が変わってきているのではないか」、「北海道の災害対策（治水、防災）が脆弱なのではないか」といった危機意識が共有されたことが挙げられます。したがって、被災後の委員会の立ち上げが非常に早く、水防災対策検討会での枠組みの議論の後に、新たな治水計画までのロードマップが示され、滞ることなく次のステップに進むことが可能になったといえます。

次に、大きな方針として、わが国の中でも気候変動影響が特に大きいと予測されている北海道が先導的に取り組むこと、全国に展開できる枠組みを意識することが強調されています。また、将来の影響を科学的に最新の知見を用いて予測するという方針が徹底されており、これは委員会のメンバーにSI-CATの複数の専門家が入っていたことで、地球シミュレータなどSI-CATのリソースが利用できたという大きなアド

バンテージがあったといえます。さらに、河川管理者が考えるリスク評価だけではなく、地域のステークホルダーにとって理解しやすいリスクも表現するといった方針も打ち出されています。

このようなことが可能となるよう、委員会メンバー構成にも工夫があったといえます。水防災対策検討会では、枠組みの議論を行うため、「土地利用」と「避難」をアウトプットとすることをあらかじめ意識し、農業関係、産業関係を含む幅広い分野の専門家で構成されました。技術検討委員会では、徹底的に気候変動影響とリスクの評価を行えるよう、SI-CAT内外の気候や水災害分野を専門とする研究者で構成されました。その背景の1つには、北海道開発局、北海道庁、北海道大学が近隣に位置し、日頃から密なコミュニケーションがあったことも挙げられます。

今後の展開としては、北海道内における結果のリスクの解釈及び伝達が挙げられています。リスク評価の後、ステークホルダーが理解できるよう翻訳し、ハード対策、避難、土地利用など様々な施策メニューをそろえていく必要があります。また、北海道での取組をどのように全国展開できるか、という点も重要です。とはいえ、他の自治体が国土交通省の地方支局と共同で同様の委員会を立ち上げ、地球シミュレータを使ってリスク評価まで行うことは、現状ではあまり現実的とはいえません。

(3) 水災害分野における気候変動適応の取組の経緯

国土交通省は、北海道での技術検討委員会メンバーを含め、2018年4月より「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」を立ち上げています。ここでは、「治水対策は、気候が定常状態であることを前提に、過去の観測結果を用いて対策が計画されてきたが、今後、気候が非定常的であることを前提とし、治水対策の目的に応じ、対象とすべき目標時期を考慮して、気候変動の影響を対策に反映していくことが必要」¹⁾であることが明確に謳われており、「河川整備計画について検討した結果、河川整備基本方針と整合がとれなくなる場合は、河川整備基本方針を変えることを考える」²⁾ことまで言及されています。河川整備基本方針や河川整備計画は、河川法に規定された河川管理者による20～30年後の河川整備の目標を示すものです。一級河川の場合は、河川管理者である国土交通大臣が、社会資本整備審議会河川分科会の専門家の意見や自治体の意見を聴きながら定めていきます。

表4-6に示すように、水災害分野における気候変動適応については、2008年および2015年の社会資本整備審議会の答申や2015年の国土交通省気候変動適応計画で示されてきたところです。この中で、例えば「想定最大規模降雨」は、これまで当該河川や周囲の河川も含めてそれぞれの地域において過去に観測された最大の降雨量により設定されていますが、気候変動影響予測に基づいて推定された外力を考慮していこうとする今回の動きは、北海道での取組に端を発したといえるでしょう。

表4-6: 水災害分野における気候変動適応策に関連する国と北海道の動き

年月	国と北海道の動き	特記すべき内容
2008.4	社会資本整備審議会「地球温暖化に伴う気候変化が水災害に及ぼす影響について」	地球温暖化が水分野にもたらす脅威と適応策（増大する外力に対する対応）について
2008.6	社会資本整備審議会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」	適応策の進め方が提言された。 ・時期ごと（短期、中期、長期）の災害リスクの評価とロードマップの作成 ・気候変化や社会状況の変化、及び予測等の不確実性を考慮 ・順応的アプローチ
2015.1	国土交通省「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」	既に明らかに雨の降り方が変化していること等を「新たなステージ」と捉え、最大クラスの大雨等に対して施設で守りきるのは、財政的にも、社会環境・自然環境の面からも現実的ではないことから、「命を守る」「社会経済の壊滅的な被害を回避する」ことを対策の方向とした。
2015.3	中央環境審議会「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について（意見具申）」	政府全体の「適応計画」策定に向け、既存の研究をもとに気候変動の将来予測や、気候変動が日本の自然や人間社会に与える影響の評価等を取りまとめた。
2015.7	水防法一部改正により、想定最大規模の外力の設定と浸水想定区域図の公表	浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法 想定最大規模降雨量は、日本を降雨の特性が似ている15の地域に分け、各地域において観測された最大降雨量より設定することを基本としており、気候変動予測の結果を見込んだものとはなっていない。
2015.8	気候変動に適応した治水対策検討小委員会「水災害分野における気候変動適応策のあり方について～災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ～（答申）」	○ 気候変動による外力の増大・頻発化 ○ 激甚化する水災害に対し気候変動適応策を早急に推進すべき 【水災害分野の気候変動適応策の基本的な考え方】 ○ 災害リスク評価、災害リスク情報の共有 ○ 外力規模を3つに分類し、水害・土砂災害・濁水に対する適応策を提言 ・ 現況の施設能力の規模（比較的発生頻度が高い、施設で災害発生防止） ・ 施設能力を上回る規模（施策を総動員（施設、地域づくり、タイムライン等）） ・ 施設能力を大幅に上回る規模（ソフト対策を重点に命を守り、壊滅的な被害回避）
2015.11	「国土交通省気候変動適応計画～気候変動がもたらす我が国の危機に総力で備える～」策定	国の「気候変動の影響への適応計画」が閣議決定されたことに伴い、「国土交通省気候変動適応計画」を公表
2016.10	北海道と北海道開発局「平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会」設置	国土交通省北海道開発局及び北海道は、委員会報告を踏まえた行動計画により、北海道における将来の気候変動の影響予測、当該予測を踏まえた水害リスクの評価、評価を考慮した治水対策の検討などについて、十勝川等のモデル河川から検討を開始し、順次全道に展開していくことになった。
2017.7	北海道と北海道開発局「北海道地方における気候変動予測（水分野）技術検討委員会」設置	「平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会」報告書における「気候変動の影響が特に大きいと予測される北海道が先導的に気候変動の適応策に取り組むべき」との方針を踏まえ、気候変動の影響を最新の知見に基づき科学的に予測し、リスクの変化を検討。
2018.4	国土交通省「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」	気候変動を踏まえた治水計画の前提となる外力の設定手法、「気候変動を踏まえた治水計画に見直す手法」等について検討を行うために設置。

(4) おわりに

1997年の河川法の改正により策定が義務づけられた河川整備基本方針の一級水系における波及状況は図4-6に示すとおりです。109水系のすべてで10年間のうちに策定済みとなっており、このうち8水系ではすでに一度は改定が行われています。地域の気候変動適応計画は、環境省の策定ガイドラインなどに基づいて自治体において策定され、各自治体の適応計画などが相互参照されながら、1-4節で示されたように、自治体間で波及しています。その要因としては、内政条件（財源や人的資源、人口規模など）や準拠集団の存在（相互参照する自治体の存在など）、また、前節でも紹介されたように、技術的、経済的、制度的、社会的、組織的、文化的等、様々な要因が考えられるでしょう。

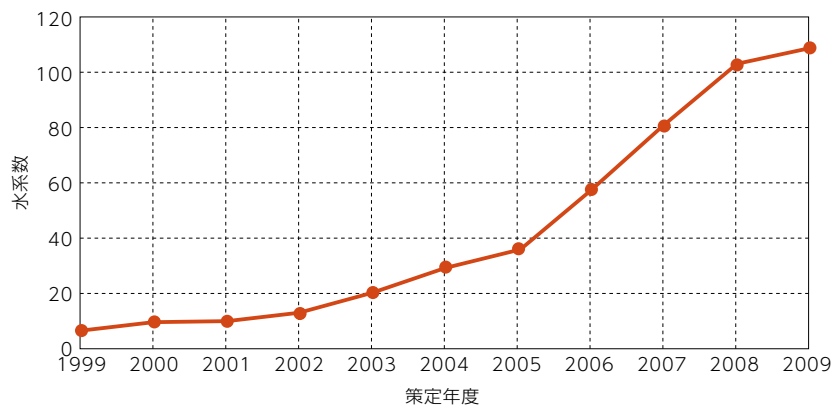


図4-6：一級水系の河川整備基本方針策定の波及状況

出典：参考文献3)より作成

一級水系の整備基本方針は、前述のような手続きに従って策定されますので、北海道での取組のように、国土交通省の地方支局と自治体と共同で委員会を立ち上げるという形態はなじまないかもしれませんし、地球シミュレータを使ってリスク評価まで行うことは、人的、技術的、経済的要因などがうまく作用しないと各水系への波及は難しいと考えられます。もちろん、気候変動影響予測に基づいて河川整備基本方針を修正するの难道うかもまだ見通しが立ちませんが、仮にそうなった場合は、土地利用等の長期的視点が必要な施策やタイムラインなどのソフト対策が重要となるため、基礎自治体も含めた流域協議会の役割も重要となるでしょう。鶴見川流域水協議会では、気候変動に適応した治水対策検討専門部会を2011年から立ち上げるなど、その萌芽が見られています。今後も水災害分野における気候変動適応策がどのようにして全国展開されるのか、その中で自治体の役割は何か、といったことについて注視していきたいと考えます。

参考文献：

- 1) 国土交通省：第3回 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会 配布資料8 気候変動を踏まえた治水計画の基本的な考え方，2018 (http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/dai03kai/dai03kai_siryou8.pdf)
- 2) 国土交通省：第2回 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会 議事要旨，2018 (http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/dai02kai/dai02kai_youshi.pdf)
- 3) 国土交通省：一級水系の河川整備基本方針策定状況（平成28年7月14日現在），2016 (http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/index.html)

4-7. 地域主導の気候変動適応策の実践：長野県高森町の市田柿

(1) 長野県高森町の市田柿に注目した理由

ここでは、長野県高森町の市田柿という地域ブランドになっている干柿に着目し、問題構造の解明と適応策の具体的検討を進めた結果を報告します。

高森町の市田柿を取り上げた理由は、地域の行政や農家等が「市田柿に対する気候変動の影響が既に深刻であり、適応策という言葉を用いていないものの、さらに対策が必要である」と認識していることが確認でき、本研究の実施可能性を探る段階で、高森町産業課の研究の受入と協力が得られたことによります。

具体的には、2012年に策定された「高森町市田柿振興計画」の中で干し柿加工期の気温上昇による発酵果やカビ果の発生を課題として捉え、対策が検討されていました。これにより、農家が出荷した生柿を乾燥させる工場が整備されましたが、農家は自分で干柿生産まで行わないと稼ぎが少なくなるため、他の対策の強化が求められる状況にありました。

地域主体が気候変動影響や適応策に対して理解がないために、過剰に慎重になってしまい、研究の実施や成果の公表ができない場合が多いなか、高森町での研究受入は貴重な機会であると捉えました。

2017年、高森町と法政大学は「気候変動の市田柿への影響と適応策に関する研究」について3年間の協定を締結しました。高森町では、安定的な市田柿生産の一助と先行的な競争力やブランド力の向上につながるとして、適応策の検討を能動的に捉え、実際の対策の立ちあげを成果目標として、この研究がスタートしました。

(2) 市田柿の特徴と気候変動の影響

市田柿は高森町の市田地区が発祥であり、現在では南信州（飯田・下伊那地方）の特産品となっています。

2006年に市田柿は地域ブランドに認定され（特許庁の地域団体商標登録制度）、2007年には「市田柿ブランド推進協議会」が設立され、市田柿の基準の設定、研修会や衛生管理の徹底、PR活動が活発に行われてきました。2016年には、みなみ信州農業協同組合を登録生産者団体として、市田柿が地理的表示(GI)保護制度に登録されました。地理的表示保護制度（GI）は特産品の名称を品質の基準とともに国に登録し、知的財産として保護するものです。

市田柿は、小ぶりで高糖度、早熟であり、干柿になるとあめ色（サーモンピンク）になり、もっちりやわらかく、きめの細かさが特徴です。糖分が外にふきだし、白い粉化粧のように見えます。

全国の干柿出荷量5,371tのうち市田柿は44%（2,366t）を占め、その市田柿のうち99.9%が長野県産です（特産果樹生産動態等調査、2014年のデータ）。また、市田柿出荷量のうち14%が高森町で生産されています。南信州は気候が比較的温暖であり、天竜川沿いの河岸段丘地帯に発生する朝霧が質の良い干柿の生産に適しているとされています。

気候条件の変化の影響としては、秋の気温上昇による干柿のカビの発生が問題となっています。干柿のカビは、干し始めの11月の気象が、温度15℃以上、湿度80%で発生しやすくなるとされます。カビ対策は、硫黄燻蒸、設備による湿度・温度調整、冷凍庫に一時保管することによる加工時期の調整等があります。

対策技術があるといっても、これらの対策は農家のコスト負担を増加させます。また前述の乾燥工場は、これを利用することで大幅な収入減となります。

(3) 高森町における検討手順

これまでの検討手順を図4-7-1に示します。

法政大学では2016年5月に主な干し柿関係者へのインタビュー調査を実施し、市田柿への気候変動の影響と適応策に関する状況を把握することから始めました。

その結果を踏まえて、2016年8月中旬から9月上旬には、高森町における市田柿への気候被害の実態、それらの被害を規定する要因や対策の効果、対策への希望等を把握するために、農家アンケート調査を実施しました（発送数424件、回収数340件（回収率80.2%））。

2016年10月には、高森町地球温暖化対策地域協議会、市田柿発祥の里活用推進協議会、JAみなみ信州柿部会同による「市田柿の気候変動による影響と適応策についての講演会」にて、農家アンケート調査の結果を報告し、今後の進め方について意見交換を行いました。

さらに、2017年は7月と9月に、農家等の参加を得て、「将来の気候変動を見通した市田柿の対策（適応策）のアクションを考えるワークショップ」を開催し、市田柿の価値を高め、生産を楽しくし、後継者を増やしていくような、新たに実施する地域協働のアクションのアイデアを出し合い、さらに重点的に実施すべきアクション（連携や協働により実施する地域ぐるみのアクション）の選定と具体化を話し合いました。2018年5月には、高校生、大学生なども交えて、さらに考えるべきアイデアの追加を行いました。

2018年8月と10月には、上記を踏まえて、農家等、南信州改良普及センター、南信農業試験場、JAみなみ信州高森支所のスタッフを構成員とする「将来の気候変動を見通した市田柿の対策（適応策）の計画策定ワーキング」を開催し、アクションの追加と体系化をさらに行ったうえで、革新性と協働性の観点から、重点的なアクションの絞り込みを行いました。

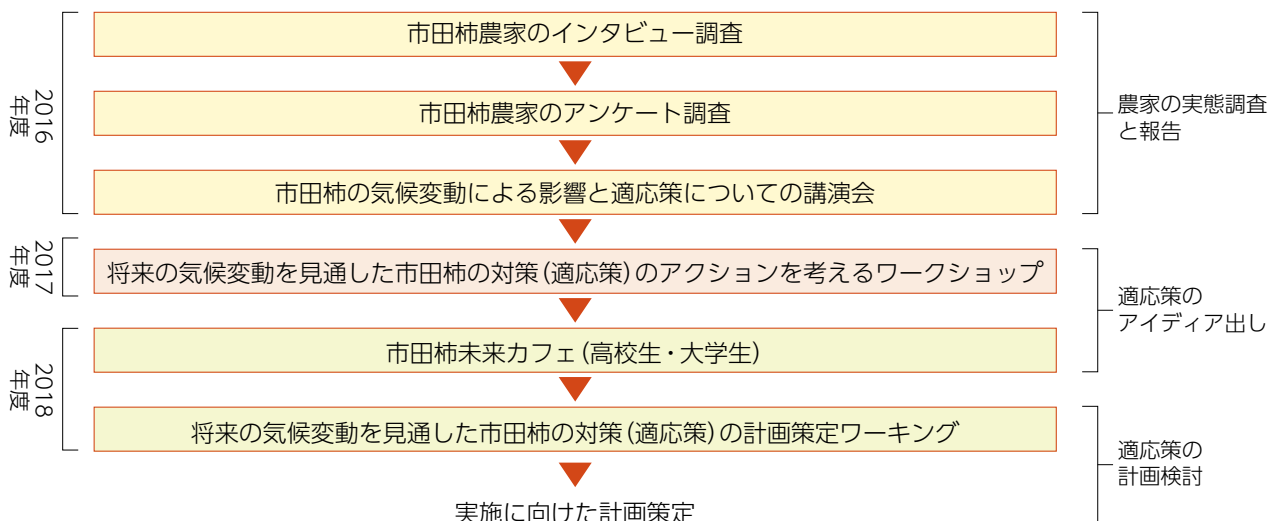


図4-7-1：高森町における活動の全体フロー

(4) 農家アンケート調査の結果

農家アンケート調査では、気候変動の市田柿への影響は、凍霜害や収穫の早期化もあるが、秋の干し柿のカビ発生が最も深刻であり、回答者の7割弱が「非常に深刻」「やや深刻」と受けとめていることが確認できました。カビ発生への対策は、硫黄燻蒸の増加、皮むきの導入等で対応されていますが、十分ではなく、資金やノウハウ・技術・人手の不足が課題となっていることがわかりました。

また、重要な結果として、市田柿の生産農家の9割弱が市田柿の生産は大変である・苦勞が多いと感じていることがわかりました。自分の心のよりどころである、あるいは楽しい・よろこびがあるとする農家は5割に満たないという状況です。それでも、将来も続けたいという農家が6割弱、高森町にとってなくてはならないとする農家は8割を超えています。一方で、多くの方が気候変動（地球温暖化）によって高森町の気候が変化し、市田柿の生産がますます困難化すると捉えています（図4-7-2）。

気候変動の認知、市田柿生産への思い・考えは、気候条件とともに、市田柿の生産規模、市田柿への収入依存度等の経営属性によって規定されます。したがって、これら経営属性毎に適応策を検討することが求められます。

また、気候変動下での市田柿生産の継続意志は、生産の楽しさ度に規定されることが分析から明らかになりました。生産の楽しさ度の向上が市田柿生産の継続意志を高めるとすれば、適応策として楽しい市田柿生産を検討することが必要だといえます。

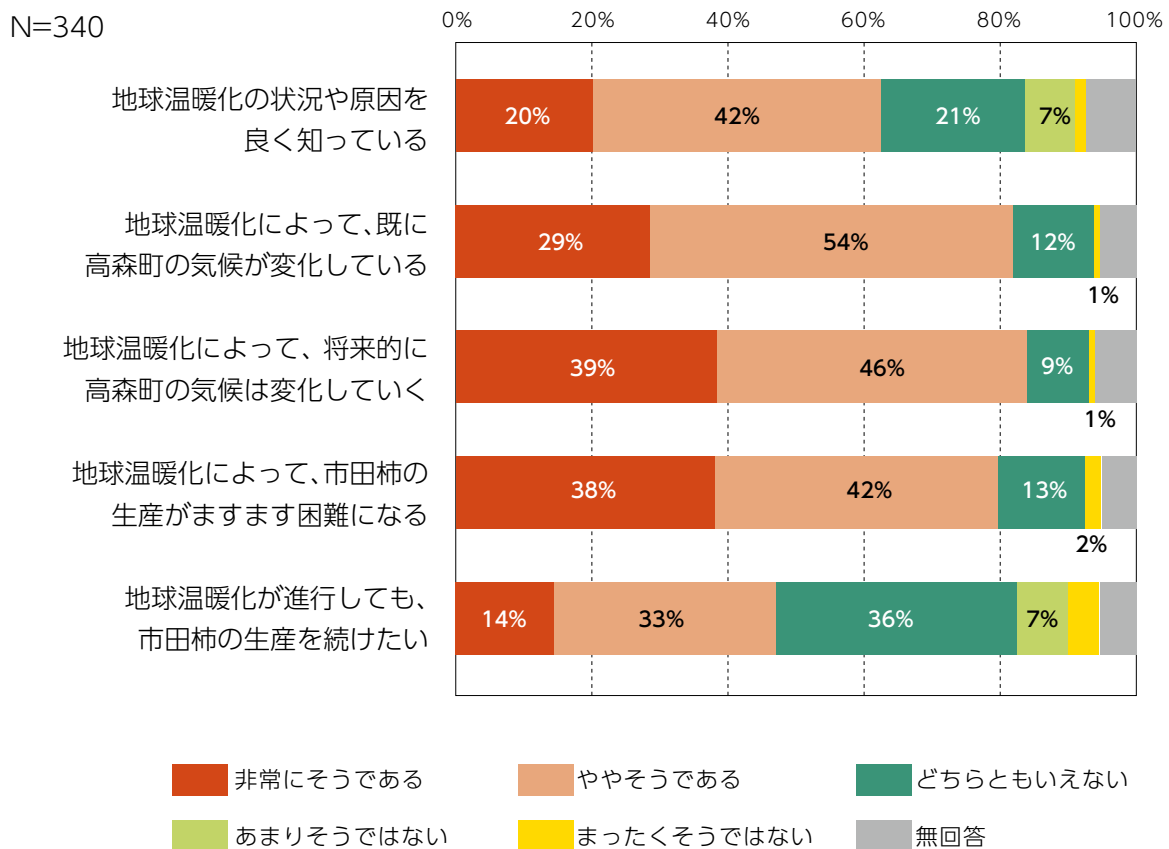


図4-7-2：気候変動の進展に対する農家の意見

(5) ワークショップによる適応策のアイデアだし

これまでのワークショップで出されたアイデアを分類し、整理した結果を表4-7に示します。

出されたアイデアを大きく分類すると「1 柿の栽培・加工技術の改善」、「2 生産・経営形態の改善」、「3 産地・地域づくり」に分けられます。

「1 柿の栽培・加工技術の改善」は、「1.1 生柿の栽培」、「1.2 干柿の加工」、「1.3 技術の蓄積・共有」の3つの中分類で構成されます。すでに行われている対策もあり、短期的に行う、将来に向けて短期的に準備を進める対策として位置づけられるものです。

「2 生産・経営形態の改善」は、「2.1 栽培・加工の場所の移転・分散化」、「2.2 生産・出荷・経営の共同化」、「2.3 市田柿の新たなビジネスモデルの構築」、「2.4 農家経営の多角化・安定化」で構成されます。これらは中長期（2040年頃）な対策が中心であり、現在はそれに向けた準備を始める必要が求められます。

「3 産地・地域づくり」は、「3.1 高森での体験機会の工夫」、「3.2 愛着を持つ次世代づくり」、「3.3 若手生産者への支援等」、「3.4 地球温暖化対策によるブランド化」、「3.5 高森町外での市田柿の認知度向上」で構成されます。これらの対策も中長期的に実現するために、短期的にはモデル的な取組を開始し、準備をすることが求められます。

このように、生産技術だけでなく、気候変動の影響を既定する社会経済的要因である経営基盤、流通構造等に踏み込んだ対策が数多く出されました。社会経済的側面に踏み込んで気候変動適応策を具体化した貴重な検討結果となっています。

(6) まとめ

高森町における市田柿の適応策の検討は、地域主導により適応策を検討した先進的な試みです。この取組の先進性として、5点をあげることができます。

第1に、気候変動の直接的な被害者である農家へのインタビュー及びアンケート調査を行い、具体的な被害実態を明らかにして、そこを起点にして、適応策の検討につなげました。気候変動の将来予測結果も検討に活用しましたが、近年の被害を起点とすることで、問題への当事者意識を高め、具体的に検討をすることができました。

第2に、農家及び高校生・大学生により、気候変動に関する学習を促しながら、適応策の具体的なアイデア出しを行いました。これにより、既存の行政施策の枠組みに囚われずに自由な発想で適応策を立案することができました。

第3に、農家の調査とそのフィードバック、農家によるワークショップといった方法は、農家の気候変動及び適応策の学習を促し、農家の適応能力を高めることとなります。つまり、この検討そのものが適応能力を高めるという適応策の実施過程となっています。

第4に、従来の技術的側面での適応策だけでなく、技術導入の基盤となる経営形態の改善や地域づくりといった側面に踏み込んで適応策を立案することができました。気候変動の影響は社会経済的に弱いところに顕在化するものであり、その弱さの改善に踏み込んで適応策を検討したのです。

第5に、第4の点を別の角度からいえば、気候変動適応策として市田柿の経営形態の改善と地域づくりに踏み込んで検討したことは、経営や地域の課題と気候変動適応策の同時解決という、気候変動適応策の新たな枠組みを提示したことになります。

以上、本検討は2019年度も継続されます。さらに、気候変動適応策の実践の立ち上げに向けて、検討を進めていきます。

表4-7：ワークショップで出されたアイデアの分類

大分類	中分類	小分類
1 柿の栽培・加工技術の改善	1.1 生柿の栽培の改善	1.1.1 従来の栽培技術の改善
		1.1.2 革新的な栽培技術の開発・導入
	1.3 技術の蓄積・共有	1.2.1 従来の加工技術の改善
		1.2.2 革新的な加工技術の開発・導入
	2.2 生産・出荷の共同化	1.3.1 生産・加工技術の共有
		1.3.2 経営規模を考慮した情報の共有
2 生産・経営形態の改善	2.4 農家経営の多角化・安定化	2.1.1 高森町内での移転・分散
		2.1.2 高森町外での栽培・町内での栽培
	3.2 若者や若い女性に喜ばれる商品開発	2.2.1 会社組織による共同加工・共同経営
		2.2.2 農家間共同による加工・経営・出荷
		2.2.3 専門知識を持つ退職者との共同
		2.2.4 機材のシェア・レンタルの仕組み
	2.3 新たなビジネスモデルの構築	2.3.1 経営の効率化と合理化
		2.3.2 退職後の趣味・副収入ビジネス
		2.3.3 より買ってもらい易い商品開発
		2.3.4 干柿以外の商品開発
		2.3.5 高森町外との連携モデル
	2.4 農家経営の多角化・安定化	2.4.1 農家経営の多角化・安定化
		2.4.2 需要を予測した生産
	3 市田柿を活かす地域づくり	3.1 高森での体験の工夫
3.1.2 高森に来て、食べてもらう工夫		
3.1.3 次世代が生産を体験する機会提供		
3.2 若者や若い女性に喜ばれる商品開発		3.2.1 次世代が食べたくなる市田柿の開発
		3.2.2 若者に喜ばれる商品開発
		3.2.3 イメージの向上
		3.2.4 若者への情報発信
3.3 若手生産者への支援		
3.4 地球温暖化対策によるブランド化		
3.5 高森町外での認知度向上		

4-8. 国外自治体における適応計画：米国ボストン市の事例

(1) はじめに

社会実装を進めるにあたっては、国外の適応計画を策定した（しつつある）事例に係る情報収集も重要です。これまでの白書でも、欧州でのCLIMSAVEプロジェクトの事例（2015年度版）米国・ニューイングランドでのNECAP（New England Climate Adaptation Project）の事例（2016年度版）を取り上げてきました。2018年度版では、米国・マサチューセッツ州ボストン市の事例について、文献調査やインタビュー調査（2016年9月16日、ボストン市環境・エネルギー・緑地局気候変動適応プログラム部長 Ms. Mia Goldwasser）を実施した結果から簡単にご紹介します。

(2) ボストン市の概況

ボストン市は人口約67万人、大都市圏としては約477万人の米国北東部（ニューイングランド）最大の都市として、同地域の経済・文化の中心となっています。米国で最も歴史の古い街の1つであり、ハーバード大学やマサチューセッツ工科大学をはじめ数多くの大学や研究所が所在することから、国際的にも高等教育の都市として知られています。主な経済・産業分野は金融、テクノロジー開発（バイオ・情報テクノロジー等）などです。気候は、夏は高温多湿であるのに対し、冬の気温は非常に低く、雪やブリザードが多いことが特徴です（1月平均気温-5.4度）。2012年にはハリケーン・サンディによる高潮被害などを受け、2018年には記録的な大雨とともに二度にわたる洪水被害が発生しました。

ボストン市は国際的な環境関連のネットワークにも多数加盟しており、国際的にも環境政策の先進的な自治体として活躍しています。例えば、世界の約90の大都市で構成するC40（世界大都市気候先導グループ）、Compact of Mayors（気候変動政策に関する「首長誓約」）、Carbon Neutral Cities Alliance、さらにロックフェラー財団の100 Resilient Cities（100のレジリエント・シティ）にも参加しており、先進的な環境政策に係わる情報へのアクセスが容易な状況にあります。

(3) 気候変動適応計画策定の経緯

ボストン市は、2000年より温室効果ガス削減の目標を掲げて気候変動緩和策を進めていましたが、最初の気候変動影響の予測結果を受けて、2007年4月にトーマス・メニノ市長（当時）が市の各部局に対して、すべての行政計画や事業、許認可、審査過程に気候変動への配慮を組み込むよう、気候行動に関する行政命令（Executive Order Relative to Climate Action）を出したことを契機として、適応策が進んでいくこととなります。

同年12月に出された気候行動計画（Climate Action Plan）は緩和策のみでしたが、2010年に専門家やステークホルダーから構成される気候行動指導委員会（Climate Action Leadership Committee）が出した報告書「気候計画の革新」（Sparking Boston's Climate Revolution）では、「市の全部局は、10年以内に進行中の事業やインフラに対して起こり得る気候変動による影響について公式な見直しを行い、その結果に基づいて、計画の変更を行うか、あるいは事業や政策を立ち上げる必要がある」との勧告を市

長に対して行いました。この勧告は、包括的な気候変動政策の枠組みとなる2011年の気候計画の進捗（A Climate of Progress）に組み込まれ、それ以来、気候変動影響が各部署の計画や施策、事業などにおいて考慮されるようになりました。

2013年には、最初の気候変動適応計画（Climate Ready Boston: Municipal Vulnerability to Climate Change）が出されました。これは、市長の主導による庁内横断タスクフォースでの検討により、市の事務事業や施設の脆弱性に関する評価や、市の脆弱性を改善するための提案が含まれていました。市長が交代した後、2014年に改定された気候行動計画（グリーンイノベートボストン；GRENNOVATE BOSTON）においても適応策は含まれており、市域全体に関する具体的な気候の将来予測、脆弱性評価や、戦略の立案が必要であることが指摘されました。それを受け、2016年12月に気候変動適応報告書（Climate Ready Boston Final Report）が出されました。

表 4-8-1：ボストン市における気候変動適応計画策定の経緯

策定年月	計画名	主体	分野
2007年4月	気候行動に関する行政命令	ボストン市長	緩和・適応
2007年12月	気候行動計画	ボストン市	緩和
2010年4月	気候計画の革新報告書	気候行動指導委員会ほか	緩和・適応
2011年4月	気候計画の進捗	環境・エネルギー・緑地局	緩和・適応
2013年10月	気候変動適応計画（市の事務事業や施設等の脆弱性評価）	市長主導による庁内横断タスクフォース	適応
2014年	グリーンイノベートボストン（気候行動計画2014年改定版）	環境・エネルギー・緑地局	緩和（+適応）
2016年12月	気候変動適応報告書	環境・エネルギー・緑地局	適応

出典：参考文献1)2)他より作成

(4) 気候変動適応イニシアティブ（Climate Ready Boston）の概要

気候変動適応イニシアティブ（Climate Ready Boston）は2015年秋に始動しました。2016年12月に報告書を完成して終了した第1フェーズでは、適応策の方向性を決めることを主な目的として掲げ、(1) 将来予測の更新、(2) 脆弱性評価、(3) 適応策・戦略の立案が行われました。第2フェーズでは、第1フェーズの報告書にまとめられた適応策を実施することとなっています。マサチューセッツ州政府やボストン市内の財団から資金が提供されることが発表され、2つの地域での適応計画の策定や市民への普及啓発が行われる予定です。

1) 将来予測の更新

マサチューセッツ大学（UMASS）の教授が率いる、州内の専門家を集めたチームによって、ボストン市の最新の将来予測に関する報告書（Climate Projections Consensus）がまとめられました（2016年6月公開）。主に既存のデータ・調査結果などを評価し、最新で最も信頼性が高いデータを提示することを主旨として作成されました。4つの現象（海面上昇、嵐、極端な気温（猛暑日等）、と豪雨）について、IPCCの3つの代表的濃度経路シナリオ（RCP8.5、4.5、2.6）を基に予測情報がまとめられました。

中でも、ボストンのステークホルダーの間で重要視されているのは海面上昇に関する予測であり、報

告書では発生する可能性が高い範囲の予測値（2000年比）が活用され、**図4-8-1**の結果が公表されています。最もリスク認知の高い予測結果の情報を通じて、市は緩和策と適応策を同時に進めることの重要性も強調しています。緩和策を講じない場合（高排出シナリオ）、今世紀末までに約7ft（約2m）の海面上昇が予測されていますが、これに適応するのは現実的に困難であることから、低排出シナリオであれば影響を抑えることができることを伝え、緩和策を実施するモチベーションを高めようとしています。

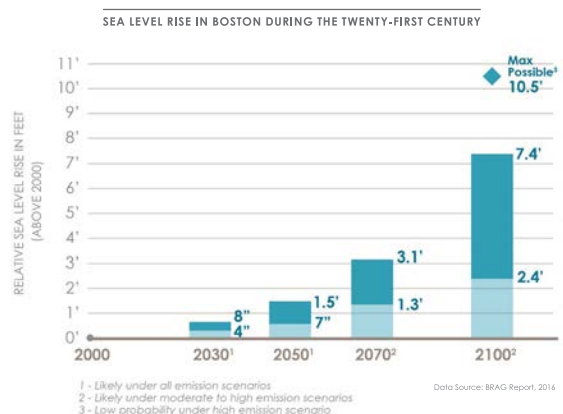


図4-8-1：気候変動適応報告書で公開されているボストン市の海面上昇予測（2000年比）

出典：参考文献2）より

2) 脆弱性評価の実施

脆弱性評価は、市が委託しているコンサルタントが実施し、次の3つの公開データを用いて分析されました。すなわち、①マサチューセッツ州交通・運輸局が公開している気候モデリングデータ、②ボストン上下水道委員会のデータ、③NPOが作成したヒートアイランドに関するデータ、です。これらに加えて、ボストン市におけるインフラを管理・運営している市、州、民間等、25～30組織を集めて委員会を設置し、それぞれが管理するインフラの関連性・相互依存性について議論し、100以上のデータセットを共有しました。

評価では、雨水による洪水と猛暑が慢性的に頻発するハザードとして特定されました。沿岸洪水や河川の氾濫は急激なハザードとして特定されましたが、海面上昇が深刻化すれば満潮時などに常に発生する慢性的なハザードにもなり得ることも指摘されています。特に市民や企業の関心が最も高く、難しい課題（適応するのが容易ではない）として認識されている洪水や浸水に関する脆弱性評価に注力されました。一方で、気温上昇などの方が緊急性は高いため、これについても評価がなされました。評価項目は以下のとおりです。

- ・人：特に影響を受けやすい人々（高齢者、障害者、子ども、低所得者等の弱者）
- ・建物・不動産：構造的な損傷、敷地へのアクセスなど
- ・インフラ：交通網、電力、下水道、緊急時対応、環境システムなど
- ・経済：失業、事業・業務の中断など

沿岸部の洪水や河川の氾濫について、上記項目がどのような影響を受けるかがマッピングされており、市のどのエリアが海面上昇に脆弱なのかなどが図のように示されています。脆弱性評価のまとめとして、想定される被害については以下のように強調されています。

- ・雨水システムを改善しなければ、11,000以上の建造物および85,000人以上が、2070年までには頻繁に雨水による洪水に影響されることになる。

- ・現在のペースで温室効果ガス排出を続けると、今世紀末までに海面上昇や沿岸部の洪水が36インチに達する可能性が極めて高い。適度な排出削減でさえも同様の海面上昇に達する可能性がある。(低炭素な社会に向けた取組の重要性を強調)
- ・海面上昇が悪化すると、大規模な洪水は2070年以降には毎月発生する確率の現象になる。

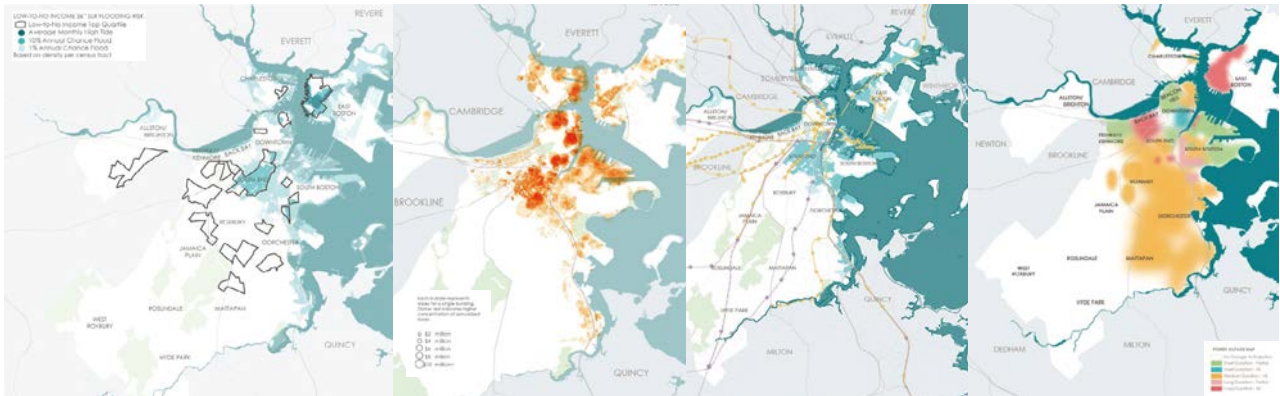


図4-8-2：気候変動適応報告書で公開されているボストン市の脆弱性評価

(左から低所得者、建物、公共交通機関、電力施設)

出典：参考文献2)より

3) 適応策・戦略の立案

以上の気象予測データや脆弱性評価をもとに、報告書では市が実施すべき適応策が、5つの層、11の戦略、39の取組（イニシアティブ）として提案されています。これらは、市の過去の適応計画、市民や地域ステークホルダーへのインタビューや他都市（米国内外）の優良事例を参考に特定されています。取組の一部を表4-8-2に示します。ハイライトされている取組は、報告書にて市が2年以内に開始できる主要なものとして提示されたものです。

これらの施策は、主に将来予測や脆弱性評価などの科学的知見を基に立案されていますが、同時に政治的な影響は避けられないとの見通しを市職員は持っていました。市の最も脆弱なエリアに重要な資産が立地しているため、適応策の実施に際しては政治的なトピックにならざるを得ず、合意形成が重要である点が指摘されました。

(5) おわりに

気候変動適応イニシアティブ（Climate Ready Boston）始動のきっかけの1つは、2012年に発生したハリケーン・サンディの被害により、ボストンに拠点を置く企業やデベロッパー等がボストン市の対応について関心（不安）を持ち始めたことにありました。これらの企業はニューヨークにも物件を所有しており、多くが被害にあったためです。民間セクターが行政と連携し、適応策を進めるきっかけとなったことは特徴的といえます。

また、2013年に公開されたボストン市初の海面上昇をシミュレーションした浸水マップも、一般市民による適応策への関心を高めるきっかけとなりました。これは市内のNGO（Boston Harbor Now）が作

表4-8-2：気候変動適応報告書で記載されているボストン市における気候変動適応策の一部

分類	戦略	取組 ※一部	実施期間
最新の気候予測	1. 気候の将来予測データを定期的に更新する	1.1 気候変動に関するボストンパネルを設置し、ボストン特有の将来予測を定期的に更新する	5年以内（継続）
コミュニティの備え・繋がり	2. 気候ハザードや適応策に関する市民への教育と働きかけを拡大する	2.1 市民向けの気候変動に関する教育・働きかけのキャンペーンを拡大	2年以内（継続）
		2.2 不動産所有者を対象に、気候変動に備えるための教育プログラムを立ち上げる	
	3. 気候変動への適応を経済発展のツールとして活用する	3.1 レジリエンスに焦点を当てた労働力の開発に向けた道筋をつける	2年以降～5年以内
海岸の保全	4. 地域・地区ごとに適応計画を策定し、市域全体の適応策と連携する	4.1 脆弱な地区の地域適応計画を策定し、地域レベルで適応策を実施する	2年以内に策定開始、5年以内に策定
		5.2 水防の必要性等を一貫して評価するための枠組を決定する	5年以内
	5. 洪水リスクに対応するための、海岸を保全するシステムを構築する	5.3 地域レベルでの洪水対策の実行可能性について検証	長期的
		5.4 湾全域の洪水対策の事項可能性について検証	
強靱なインフラ	6. 将来の気候条件に対するインフラの適応に向けて、投資を調整する	6.1 インフラ調整委員会を設置	2年以内（継続）
		6.2 計画目的のために、引き続き資産やハザードに関するデータを収集	
	7. 分散化及び余剰性の向上に向けて、地区レベルのエネルギーの解決策を考える	7.1 地域エネルギーの解決策導入に関する可能性調査を実施	長期的
		8.2 公用地や公道用地における持続可能なグリーンインフラの経営モデルを築く	
建物の適応	9. 地域地区制や建築基準を更新する	9.2 建物の気候変動への適応を支援するために地域地区制を見直す	5年以内
		10.1 不動産所有者向けのレジリエンス診断を設置	2年以降～長期的
	10. 気候ハザードを考慮し、既存の建物を改修する	10.2 市営の施設を改修する	2年以内（継続）
11. 建物に対して洪水保険を掛ける		11.1 保険加入の現状を調査・評価する	2年以降～5年以内

出典：参考文献2)より作成

※ハイライト部分は2年以内に開始できる主要な取組

成したものであり、公開時には物議を醸したそうですが、NGOが提示する科学的知見で世論が形成されることは日本国内では珍しいかもしれません。

さらに、市の最も重要な原動力はやはり首長のリーダーシップがあったことです。ウォルシュ現市長も、メニノ前市長の取組を支持し、引き続き適応策を重要な課題として捉えています。現市長がC40の運営委員長に就任したことも、気候変動や適応策に関する取組を後押しすることになったといえます。

市行政における適応の担当部局は、環境・エネルギー・緑地局（Office of Environment, Energy & Open Space）であり、緩和策と同じ部局ですが、気候変動適応イニシアティブの直接の担当は2名だそうです。もちろん、当該部局がすべての適応策を実行するわけではありませんので、庁内全体の適応に関する意識を高め、優先度を上げることを当面の目標と考えている点は、日本国内の自治体と変わらないといえます。しかし、ボストンでは事業者が行政と協働し、事業費を負担している点は日本国内の自治体の状況とは異なるようです。気候変動に先導的に取り組んでいる企業グループであるGreen Ribbon Commissionは市行政と協働し、事業費の3分の2を出資し、残りはマサチューセッツ州沿岸域管室（Office of Coastal Zone Management）が提供しています。

最後に総合計画との連携が挙げられます。50年ぶりに改定された市の総合計画（Imagine Boston 2030）では、気候変動適応が重要なテーマとして取り上げられています。ニューヨーク市でも同様⁴⁾だったように、米国の自治体の適応計画はしばしば総合計画に位置づけられています。米国の自治体における総合計画の位置づけが日本国内のそれとは異なるようですが、首長のリーダーシップの下に、長期的リスクの1つとして気候変動が位置づけられることで全庁的に取り組みやすくなるのは間違いなく、この点も日本国内とは大きく異なるといえそうです。

謝辞

本稿は、吉川真珠美氏（元イクレイ日本）との共同調査結果をとりまとめたものです。記して感謝申し上げます。

参考文献：

- 1) Boston City, Climate Ready Boston: Municipal Vulnerability to Climate Change, 2013. (https://www.cityofboston.gov/news/uploads/30044_50_29_58.pdf)
- 2) Boston City, Climate Ready Boston Final Report, 2016. (<https://www.boston.gov/departments/environment/climate-ready-boston#report>)
- 3) Boston City, Imagine Boston 2030, 2017. (<https://www.boston.gov/departments/mayors-office/ imagine-boston- 2030>)
- 4) 池田駿介、小松利光、馬場健司、望月常好編：気候変動下の水・土砂災害適応策：社会実装に向けて、近代科学社、2016.

執筆者一覧

■編集

法政大学地域研究センター

■執筆分担者一覧

刊行にあたって

三上正男 一般財団法人気象業務支援センター

田中充 法政大学

第1章 気候変動適応に係わる技術開発・制度と自治体の役割

1-1 平田容章 文部科学省

1-2 大井通博 環境省

1-3 岡和孝 国立環境研究所

1-4 馬場健司 東京都市大学・法政大学, 工藤泰子・渡邊茂 日本気象協会, 田中充 法政大学

第2章 適応策検討に必要な技術開発の進捗状況

2-1 西森基貴 農研機構農業環境変動研究センター

2-2 肱岡靖明 国立環境研究所

2-3 馬場健司 東京都市大学・法政大学, 田中充 法政大学

第3章 地域適応フォーラム（コデザインワークショップ）の紹介

3-1 馬場健司 東京都市大学・法政大学, 田中充 法政大学

3-2 岩見麻子・稲葉久之 法政大学, 木村道徳 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター
田中博春・田中充 法政大学, 馬場健司 東京都市大学・法政大学
増原直樹 総合地球環境学研究所, 松井孝典 大阪大学

第4章 モデル/ニーズ自治体/社会技術の紹介

4-1 黒岩正光 鳥取大学

4-2 島田博之・岩倉功貴 富山県環境科学センター

4-3 樋口雅之 北九州市環境局

4-4 木村道徳・河瀬玲奈・金再奎 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

4-5 馬場健司 東京都市大学・法政大学, 吉川実・大西弘毅・目黒直樹 みずほ情報総研
田中博春・田中充 法政大学

4-6 馬場健司 東京都市大学・法政大学, 工藤泰子 日本気象協会, 田中充 法政大学

4-7 白井信雄 山陽学園大学・法政大学

4-8 馬場健司 東京都市大学・法政大学, 田中充 法政大学

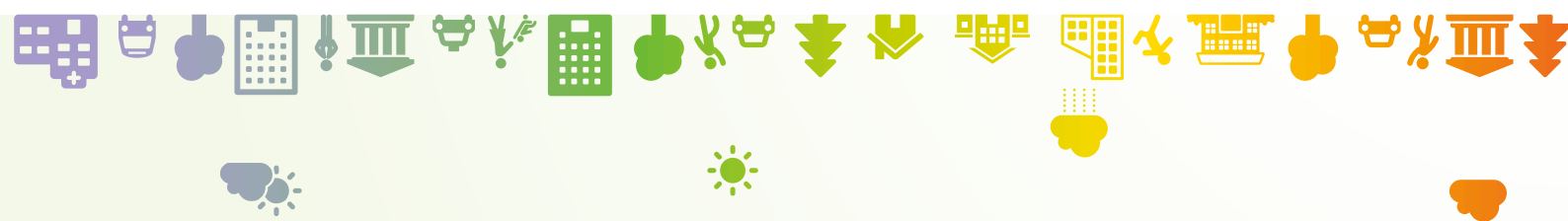


2019年3月

法政大学地域研究センター

連絡先住所：〒102-8160 東京都千代田区富士見 2-17-1

メールアドレス：si-cat-LG-help@ml.hosei.ac.jp



文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）」