



# 地域の 気候変動適応白書

—— 社会実装の推進に向けて ——



# 2016年度版「地域の気候変動適応白書」刊行にあたって

このたび昨年度版に続いて「地域の気候変動適応白書」が発刊の運びとなりました。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刊行のご挨拶を申し上げます。

気候変動に係る適応策の必要性は、社会に周知されつつあり、自治体に加え農林水産業をはじめとする民間企業などにおいても、その理解が進んでいます。一方で、気候変動の適応策を幅広く取り組んだ強靱な社会を迅速に構築するには現実問題として費用など様々な困難があります。これに対し、緩和策については教育現場などで、その必要性は広く周知、理解され、さらに個人個人の実践的な活動にもつながっています。日常の行動の中で、一人ひとりが温室効果ガスの排出に留意することで緩和策に貢献することができるからです。

産業界においても、温室効果ガスの排出削減の取り組みは、各企業の努力もあって確実に進んでいます。しかしながら、世界中の人々が、温室効果ガスの排出を大幅に抑制することは、簡単ではありません。このため、直面する気候変動に対応するには、緩和策と適応策の両面から進めていくことが必要になります。

しかしながら自治体や企業の気候変動の適応への取り組みは、一部の分野をのぞいて具体的な策定は十分には進んでいません。自治体の環境部門の関係者からも、地域住民に対する説明などでは地球温暖化の緩和策は理解していただけるが、適応策となると、住民だけでなく、同僚である自治体関係者にも正しく理解してもらうにも、骨がおれることがあると、聞いています。

このような状況下で2015年12月より文部科学省の「気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）」が開始されました。このプログラムでは、精緻で詳細な気候変動予測に係る科学的知見と技術開発の拡充・促進を図るとともに、適応策をいかに社会に普及し拡大していくかという観点から、特に地域・自治体レベルにおける気候予測技術の「社会実装化」、すなわち行政を含む企業、住民という多様な主体が関わる「政策化・施策化」がキーワードになっています。

「地域の気候変動適応白書」は、プログラムの2年が終了し3年目を迎えるにあたり、地域の行政関係者や住民、企業の皆様に広く活用していただくことをめざし、国内を中心とした現時点の「気候変動適応策の実施状況」を概観し、地域等において新たな施策課題と位置づけられる適応策に関して、今後の取り組むべき方向性について課題を見いだすことを目的に作成したものです。地域の政策担当者や、政策担当者を補佐する学識経験者にはもちろん、一般の地域住民の方々に本書が参考になれば望外の喜びです。



SI-CAT プログラムディレクター

木村 富士男

2015年12月の国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）で合意された「パリ協定」では、世界共通の長期目標として「産業革命以降の平均気温上昇を2℃未満に抑える」ことをめざし、21世紀後半には人為起源の温室効果ガス排出量を実質的にゼロにしていく方向性を打ち出しています。加えて、「適応」に関して「気候変動の負の影響に適応し、気候への強靭性を促進する能力を向上させる」とし、「各国において適応計画の立案プロセスと行動の実施に取り組む」ことを述べています。

文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム」は、2015年12月に開始されて3年目を迎えます。プログラムでは、従来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促進することと併せて、「気候変動に適応する社会」に向けて、適応策を社会に具体的に普及・拡大していくことを重視しています。今後、地球温暖化が進行する中で、気候変動の現われ方は地域によって大きく異なります。同程度の気候変動が生じる場合でも、地域の実情や立地状況に応じて、出現する影響の内容は地域によって異なります。すなわち地域・自治体では、各々の立地や地域特性等に照らし、的確な気候変動予測と影響評価を行うとともに、科学的データに基づいた地域に相応しい適応策が求められているのです。

本プログラムの目的は、こうした地域特性や地域ニーズに応じた気候変動予測等の技術開発と適応策の社会実装化にあります。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施策化と社会化を重要テーマに掲げて取り組んでいるところです。

今回の「地域の気候変動適応白書」（2016年度版）は、地域の行政関係者はもとより住民、企業の皆様にも活用していただくことをめざし、本プログラムの現時点の気候変動の予測技術等と地域を中心とした適応策の実施状況について取りまとめたものです。私どもは、引き続き、地域社会で活用される技術開発と適応策等に係る知見・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まことに幸いです。



社会実装機関 課題代表  
田中 充（法政大学）



<b>第5章 地域における適応策の取り組み</b>	<b>47</b>
5-1. 北海道の北見地域での「雪踏み」	47
5-2. 茨城県：農業	48
5-3. 茨城県と鳥取県：沿岸	49
5-4. 埼玉県の適応策への取り組み	50
5-5. 長野県：防災・農業・生態系など	51
5-6. 岐阜県：水害・土砂災害	52
5-7. 滋賀県：気候変動緩和策・適応策統合シナリオ	53
5-8. 大阪市：暑熱	54
5-9. 四国地方：洪水・高潮	55
5-10. 佐賀県：洪水・高潮	57
執筆者一覧	58



# 第1章

## 気候変動適応策の実装化推進に関する動向

### 1-1. 適応に求められる科学技術の義務

地球温暖化に伴う気候変動と考えられる影響は、明瞭に現れつつあります。国際的にも、今世紀を通じて気候変動が一層進むと予測されている以上、我々は覚悟を決め、この変化に対応していかねばなりません。しかし、対応していくには、そのよりどころとなる“何か”が必要です。この“何か”に対して、科学技術は、少なくとも気候変動予測と影響評価を、わかりやすい説明とともに提示する義務があります。これは、気候変動は地球規模の問題であるがゆえに、その課題解決に向け科学技術が果すべき役割について、「社会における科学技術」と「社会のための科学技術」、もっと言うと「社会と共にある科学技術」ということを、他の分野以上に示す必要がある、と考えるからです。さらに気候変動予測と影響評価には予測ゆえの不確実性が含まれるため、その説明には、社会的受容性を踏まえた配慮が必要となります。

この分野の研究者においては、単一の学問分野での対応は不可能であることはもちろん、関係するステークホルダーの広さから、超学際的（Transdisciplinary）な取り組みを求められます。すなわち、自身の学問分野を超えて、人文・社会科学を含む複数の分野の研究者と協働し、研究成果の社会実装に向け、学際研究から科学技術以外に係る人々をも伴って協働していく超学際研究に発展させていかなければなりません。

気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）は、このような要請に対して、具体的な課題解決方法、社会実装手法の実例を示すことを目標にプロジェクト化されました。非常に挑戦的、野心的なプロジェクトと言ってもよく、気候研究から始まり、影響評価研究を経て、社会実装先たる地方公共団体等まで結んだプログラムは、過去、例がありません。ともすれば、適応を推進していく駆動力としての社会的要請が十分でない現状、それぞれの分野に閉じた研究開発になってしまい、異分野協働やその先にある超学際研究にたどり着けない可能性も十分にあります。しかしながら、仮にそうだったとしても、それまでの研究成果が無駄になることは決してありません。気候変動の影響は現に存在するのであって、そのための適応は現在も将来も変わらず必要だからです。SI-CATはそのための礎になる成果を創出し、一つでも多くの社会実装の実例を提示すべく努力していきます。

## 1-2. 適応策をめぐる国内の政策動向

2015年11月に国内で初めて「気候変動の影響への適応計画」が閣議決定され、気候変動適応に関する基本的考え方と分野ごとの適応策の具体化が行われ、関連施策の実施が始まりました。むろん、適応計画の策定に先立って農業や水災害等の分野では個別施策が行われてきましたが、この適応計画は、将来の気候変動予測と影響評価の結果等に基づき、社会全般を対象とした体系的な適応策を推進する取り組みとして、起点になるものです。

適応計画では、5つの基本戦略を掲げています。第1は、政府の幅広い施策における適応の組み込みであり、「適応の主流化」と呼ばれる取り組み、第2は、適切な観測・監視や研究調査等の実施による科学的知見の充実、第3は、科学的知見に立脚した気候リスク情報の共有・提供による国民の理解等の促進、第4は、具体的な適応の取り組みとして、地方自治体等を中心とした様々な適応策の推進、第5は、途上国を中心に気候変動適応策のニーズが高い国際的な協力・貢献の推進です。

政府は、こうした各分野の適応策を推進するために、気候変動に関する観測・監視と予測を継続して行い、科学的知見を把握するとともに、定期的に気候変動影響評価を実施して施策の進捗状況を把握し、必要に応じて見直すなどPDCAサイクルに基づく取り組みを進めることとしています。適応計画については、おおむね5年をめぐりに気候変動影響評価を実施し、計画の見直しを行う仕組みです。

こうした適応計画の策定と適応策の方向性を受けて、政府は、2017年3月「気候変動適応策を推進するための科学的知見と気候リスク情報に関する取組の方針」（中間取りまとめ）を作成しました。これは、適応計画に基づくこの間の政府の取り組みや地方自治体の動向を把握・分析するとともに、有識者や事業者からの意見を踏まえて、政府が取り組むべき「現状と課題」について明らかにしたものです。今後は、この中間取りまとめに掲げた「取組の方向性」に基づき、関係省庁の連携のもとに実効ある適応策を具体化し、社会の実情等に沿って着実に推進していくことが求められます。

また、地域では、人口減少と少子・高齢化、過疎化の進行、産業構造の変化、国土の脆弱化への対応など、地域社会の基礎となる多様な社会的側面の変動が進んでいます。こうした地域ごとに差異のある地域特性に応じて、気候変動による影響は大きく異なり、地域で求められる適応策の方向も異なります。特に、住民や事業者、地方自治体等の地域の関係者の主体的な適応行動や政策立案等の取り組みを促進するために、気候リスク情報の提供等の基盤となる「気候変動適応情報プラットフォーム」の構築や、関係者の協働による地域の気候変動予測や影響評価等に係る科学的知見やツール提供等を支援する「地域適応コンソーシアム事業」の展開も始まっています。今後は、これらの政策ツールの一層の活用とともに、気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)が目指す予測技術や影響評価技術等の社会実装化の実現も併せて、「適応社会」への積極的な対応が期待されます。

## 第2章

# 適応策検討に必要な技術開発の進捗状況

### 2-1. アンサンブル気候予測データベース

防災・農業・健康といった適応策を今まさに必要としている現場には「今後はこれまで経験した極端な現象（大雨・干ばつ・猛暑等）と比べて、何にどれくらい注意したらいいのか？それらはどれくらいの確率で起こるのか？」といった強いニーズがあります。信頼度を持って数十年に一度生じるような稀で極端な現象の将来変化を予測するためには、スーパーコンピュータと最先端の気候モデル（天気予報で用いられるものと同様のモデル）を用いて、「過去気候」と「将来気候」を模擬した大規模なアンサンブルシミュレーション\*をそれぞれ行って、十分なサンプル数同士の統計量を比較する方法が有効です。そうした背景のもと、文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」と私たちSI-CATは連携して、「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース、database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF)」を作成し、それに基づいて得られる確率情報を自治体等が適応策を検討する際に効果的に活用できるようにするための技術開発を行っています。

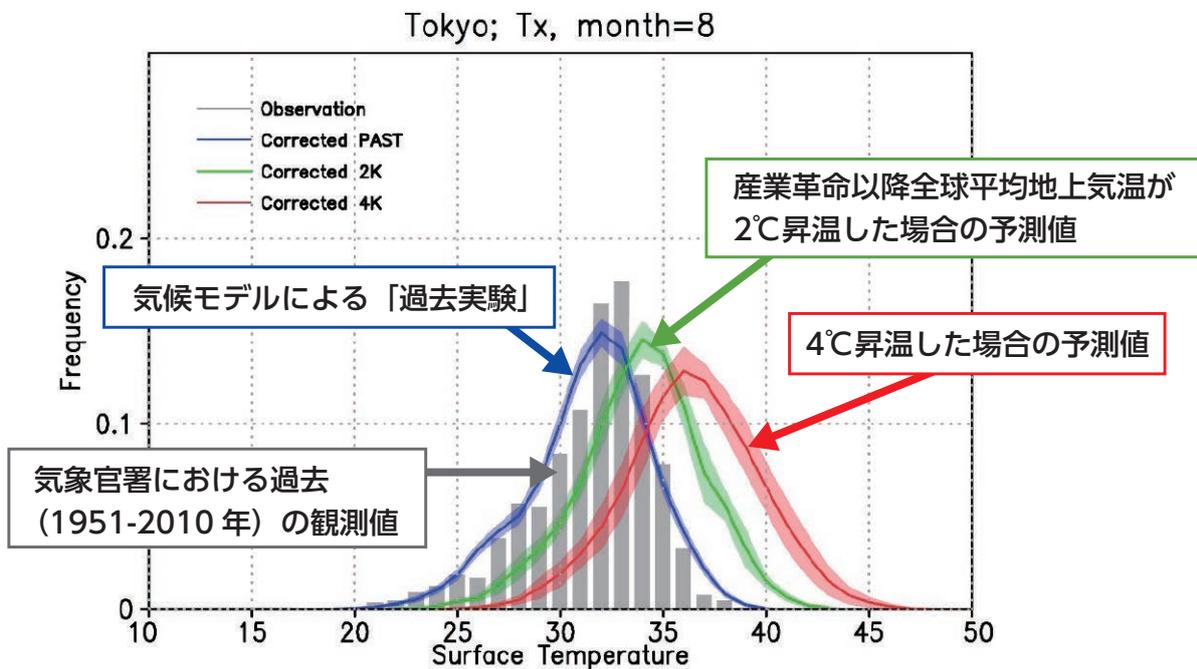


図2-1：東京における8月の日最高気温の頻度分布

温暖化に伴う35°C以上の猛暑日発生頻度の増加が定量的な予測情報として得られた

モデル値は全て Piani et al. (2010) の手法で補正した。陰影はメンバー間の標準偏差を示す。過去および 4℃ 昇温実験は各 48 メンバー (×60 年)、2℃ 昇温実験は 6 メンバー分 (×10 年) のデータを用いて作図した。

※アンサンブルシミュレーション: 計算条件をわずかに変えながら、ある期間の気候シミュレーションを繰り返し行うこと。たとえば 1951-2010 年の 60 年間の場合、1 例 (「1 メンバー」と数える) のシミュレーションで得られるデータは 60 年分だが、100 メンバーに増やせば 6000 年分のデータが得られることになり、「30 年に一度の大雨」といった統計量を評価する際の信頼度が大きく向上する。

参考:

d4PDF ホームページ:<http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/>

## 2-2. ダウンスケーリング

気候・気象の様々な現象を再現する上で数値モデルの解像度は重要なファクターですが、CMIPなどで温暖化予測に用いられている気候モデルの空間解像度はおおよそ 100km スケールであり、地方自治体などにおいて気候変動の影響を評価し、適応策を考えるための詳細な情報を直接与えるには必ずしも十分な解像度ではありません。そこで、ダウンスケーリングと呼ばれる手法を用いて解像度をあげた情報を作成することにより、地域スケールの詳細な将来の気候情報を作成することが、温暖化適応策の社会実装には重要となります。このような詳細な情報を作成するためのダウンスケーリング手法として広く使われているものは、大きく分けて統計的手法と力学的手法の2種類の手法があり、それぞれに長所短所が存在しています。

統計的ダウンスケーリング手法は、統計的な空間補間と過去の観測を元にした補正を組み合わせた手法であり、比較的計算機負荷が小さいため大量のシナリオを扱えるという利点がある一方、元の粗い解像度のデータセットで再現されていない時空間的に小さなスケールの現象を作り出すことは難しいという問題点があります。一方、力学的ダウンスケーリングでは物理法則に基づいた領域気候モデルを用いて時空間詳細なデータセットを作成するため、元のデータセットでは再現されていない小さなスケールの現象でも物理的に整合性のとれた形で表現することができますが、計算機の制約により限られたケースのデータセットしか作成することができません。

気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) では、目的に合わせてこれらの手法を組み合わせることによって、温暖化予測の結果を地方自治体等で活用可能な空間解像度まで詳細化したデータセットを作成しています。日本全国を対象とした標準的なデータセットとしては、統計的ダウンスケーリング手法を用いて 3 次メッシュ (1km 解像度) のデータを作成しています。このデータセットは、統計的ダウンスケーリング手法が大量のケースを扱うことができる利点を活用して、気候変動予測における幅を表現できるような気候シナリオの作成を目的としています。気候変動予測における幅は (1) 温室効果ガスの排出シナリオの違い、(2) 気候モデルの不確実性、(3) 自然変動の3つの要因によると考えられますが、このうち (1)

排出シナリオと(2) 気候モデルの不確実性による幅は多くの気候モデルの結果をダウンスケーリングすることにより地域スケールでも評価することが可能となるので、いくつかの排出シナリオやできるだけ多くの気候モデルで計算された温暖化予測結果を扱う予定です。図2-2に統計的ダウンスケーリング手法によって求められた結果の例として、2月の1kmメッシュ地上気温分布の1990-2000年平均と2040-2050年平均を示しています。

一方、モデル自治体においてはより具体的な適応策の策定・検討に用いるために、力学的ダウンスケーリングについても同時に開発を行っています。たとえば、山岳地形に関連した降雨・降雪、局所的な降雨などは統計的ダウンスケーリングではうまく表現することができないので、力学的ダウンスケーリングを用いた詳細なデータセットの作成を行い、河川・沿岸防災や山岳域における生態系評価などに活用する予定です。ただし、力学的ダウンスケーリングでは統計的な手法と比べてあまり多くのケースを対象とすることができないので、適応策の策定・検討に必要なケースを抽出するための解析手法、統計的な手法と組み合わせたあらたな手法などの研究開発も行っています。

以上のようなダウンスケーリング技術は、単にデータセットを作成するための手法開発だけでなく、そのデータを利用するためのノウハウも合わせることで、地方自治体などにおける社会実装に繋がっていくと考えられます。そのためデータセットの作成と利用を合わせた知見を蓄積していくことが、今後、気候変動適応策の策定の動きが広がっていく上で重要と考えられます。

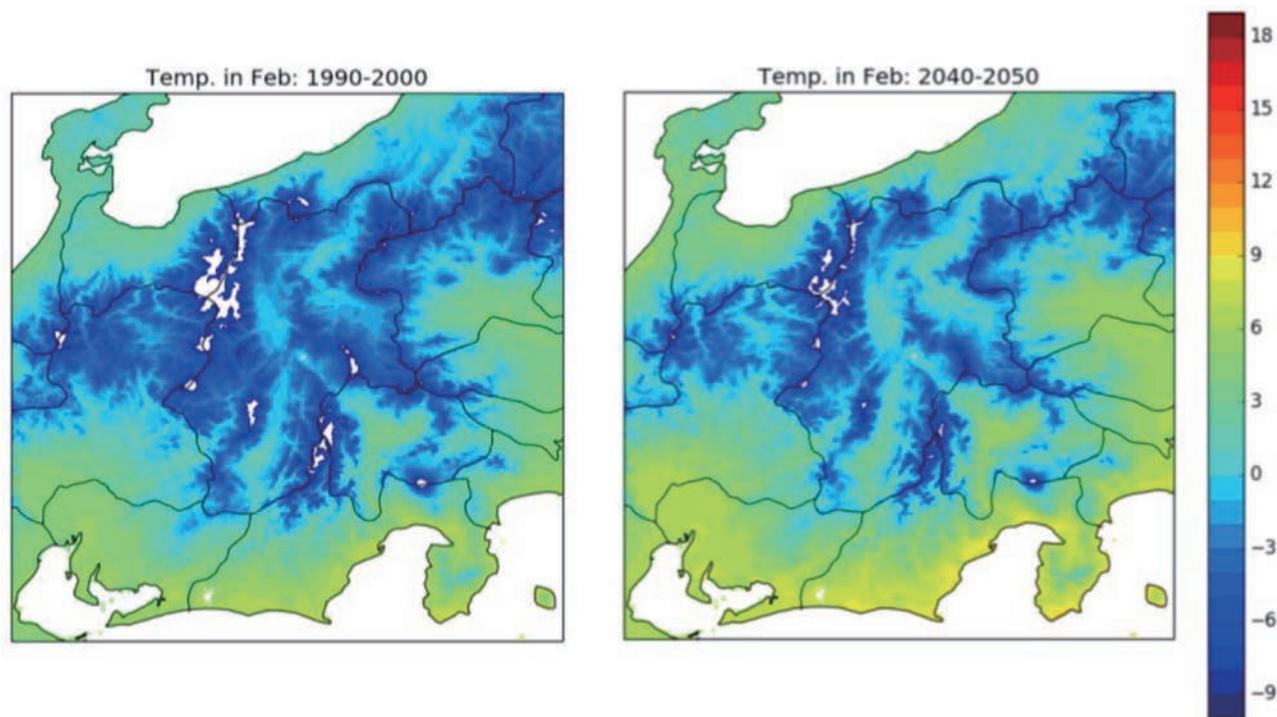


図2-2：統計的ダウンスケーリング手法で作成された中部地方の2月の1kmメッシュ地上気温の分布図  
[左] 1990-2000年平均 [右] 2040-2050年平均

## 2-3. 気候変動の影響評価

SI-CATにおける「気候変動の影響評価等技術の開発」課題では、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気候シナリオとして用い、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、適応策の効果を考慮可能な気候変動影響評価情報を創出する総合的手法の開発に取り組んでいます。具体的な影響項目は以下の通りです。

### <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）
- ・森林生態系（森林総合研究所）：森林生態系の優占樹種を対象とした適域、森林変化が水資源及び土砂災害等に与える影響
- ・農業（農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター）：コメを中心とした我が国の主要作物の収量
- ・果樹（農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門）：リンゴ、ウンシュウミカン等の主要果樹や今後生産の増加が期待される亜熱帯果樹
- ・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

### <地域詳細>

- ・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

このように、多様な分野における影響を評価し、様々な適応策の効果を定量的に評価するためのモデル開発に邁進するとともに、他の技術開発機関の成果も併せて、SI-CATで開発された技術や成果を地方自治体等の適応策を検討する担当者や企業の担当者等が容易に利用できるようにデータを加工して提供するための、アプリケーションツール（SI-CATアプリ）の開発にも取り組んでいます。

## 第3章

# 地方自治体における適応策実装の課題

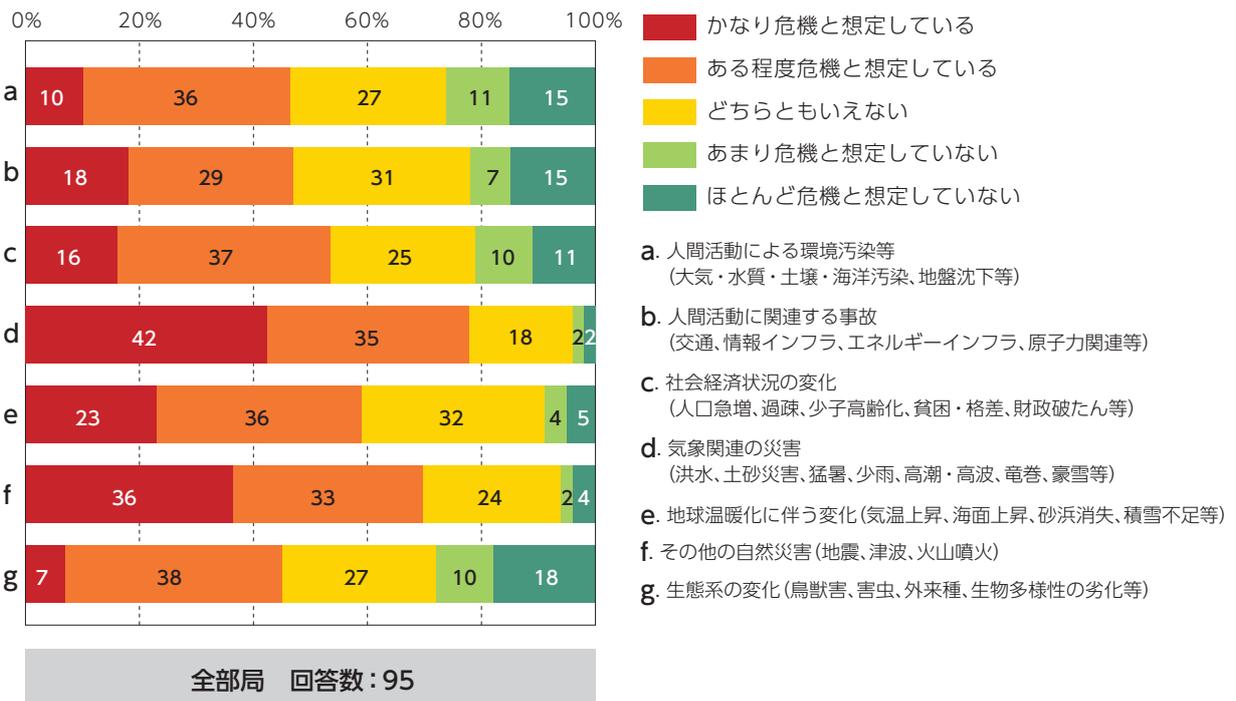
### 3-1. 地方自治体における気候変動リスクアセスメント

地方自治体が気候変動適応策を検討・策定するにあたり、リスク及び感受性と適応能力に関する認識、気候変動影響の出現状況とその重大性・緊急性、施策の状況、どのような予測/評価情報を必要としているかについて情報収集するため、2015～2016年度にかけてSI-CATのモデル自治体を含む複数の自治体を対象に質問紙調査を実施しました。ここでは、その結果得られた15団体の自治体の環境、農政、防災、保健、産業観光分野の合計95部局からの回答のうち、気候変動リスク及び感受性と適応能力に関する認識状況のデータを用いて、以下の(1)～(4)の4つの項目について集計した結果を示します。なお、回答数が自治体・分野によって異なっていること、回答は日頃の業務上の実感に基づいたものであり担当課としての公式見解ではないことに注意する必要があります。また、私たちのチームでは、これらのリスク特定に、リスク分析、リスク評価も含め適応策の策定に必要となる様々な要素を盛り込んだものの全体をリスクアセスメントと呼んでいます。

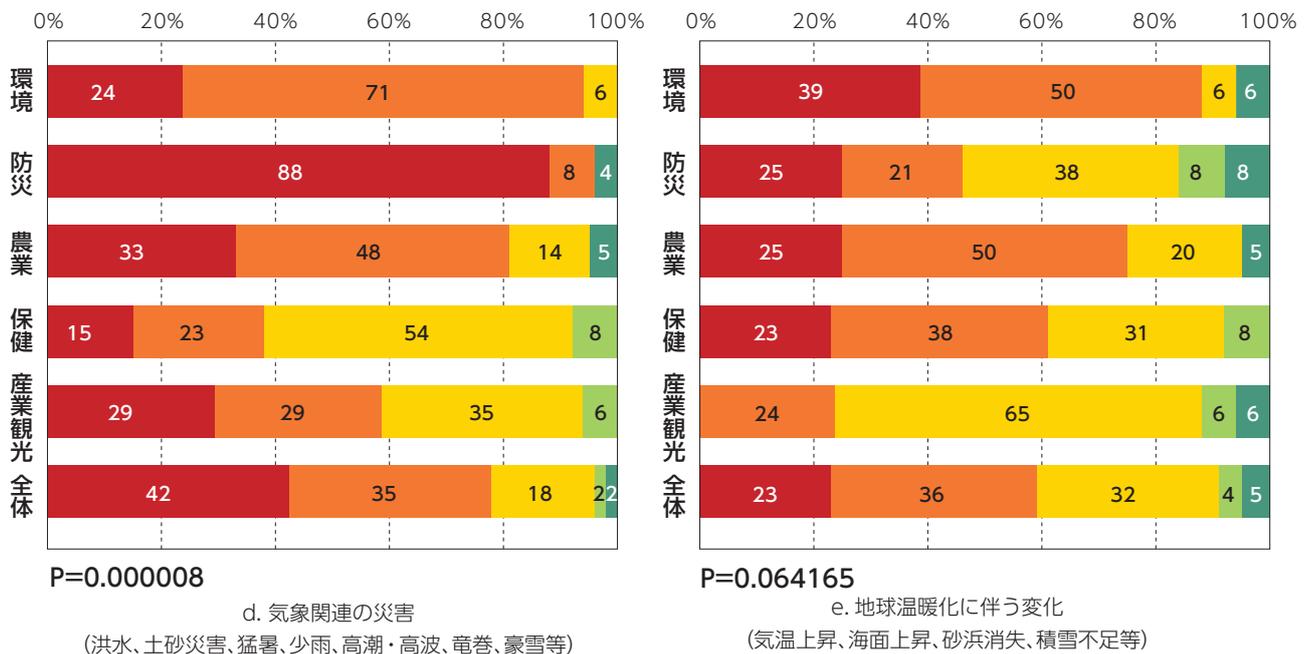
- (1) 施策上の外力リスクとなる各事象の想定される危機レベル：図3-1-1
- (2) 気候変動による外力リスク（ハザード）で重要なもの、影響を受ける分野：図3-1-2
- (3) 気候変動の影響を受けやすくしている原因（感受性）と適応能力：図3-1-3
- (4) 気候変動による影響のうち回避すべき事態（最悪の事態）：図3-1-3

#### (1) 施策上の外力リスク

図3-1-1は、施策上の外力リスクとなるa～gの各事象について、想定される危機レベル（かなり危機と想定している～ほとんど危機と想定していない）を集計した結果です。①は回答が得られた95の全部局の集計、②はリスクのうち気候変動影響に関わるd（気象関連の災害）とe（地球温暖化に伴う変化）について5つの部局分野別の集計です。(1)の施策上の外力リスクのうち、「かなりの危機」あるいは「ある程度危機」と想定している政策担当者が最も多いのは、d気象関連の災害、及びfその他の自然災害（地震、津波、火山噴火）でした。e地球温暖化に伴う変化については「どちらともいえない」が多く、危機感 はdやfに比べるとやや弱い傾向がみられます。d気象関連の災害については、環境、防災、農業部局でいずれも「危機と想定している」が80%を超えますが、特に防災部局では非常に強い危機感が現れています。e地球温暖化に伴う変化については、部局間の差は統計的に有意ではありませんが、環境部局の約9割が危機と認識している一方、産業観光部局では約2割にとどまっているのが特徴的です。



① 施策上の外力リスクとなる事象、及び想定している危機レベル(全部局)



② 「d 気象関連の災害」及び「e 地球温暖化」に伴う変化に対する想定危機レベル(部局別)

グラフの左下の数字はχ<sup>2</sup>検定によるp値。d 気象関連の災害については部局間の差は有意ですが、  
e 地球温暖化に伴う変化については有意ではありません

図3-1-1：施策上の外力リスクの想定危機レベル

## (2) 気候変動による外力リスク (ハザード)

図3-1-2は、政策担当者が「影響が重要である」と認識する気候変動による外力リスクとその影響分野について、持続的にゆっくりと変化する現象（e地球温暖化に伴う変化に対応;左図）と短期的に生じる極端な現象（d気象関連の災害に対応;右図）に分けてマトリックスに整理した結果で、これにより、どの外力リスク（縦軸）がどの分野（横軸）に影響を与えると認識されているかを概観することができます。図中の数字は、それぞれの外力リスクが影響すると回答された分野の頻度で、数が多いほど色が濃くなっています。

農業分野では海洋に関わるものを除くほとんどの外力リスク（特に気温と降水関連）が重要視されており、水害・土砂災害分野では地球温暖化に伴う降水量の増大とともに、気象関連の災害として、豪雨や大雨、強い台風が、重大なリスクとして強く懸念されていることがわかります。また、産業・経済活動及び国民生活・都市生活分野では、ほぼすべての外力リスクが影響するとみなされていることが注目されます。

		国民生活・都市生活												
		農業	林業	水産業	水環境	水資源	自然生態系	水害	土砂災害	沿岸	暑熱	感染症	産業・経済活動	国民生活・都市生活
全部局 回答数: 89														
平均気温の上昇	極端な暑熱	17	5	0	1	1	10	3	4	0	10	7	3	5
最高気温の上昇	局所的な短時間豪雨	14	3	0	1	1	5	3	3	0	14	3	3	4
最低気温の上昇	総雨量が数百mmを超える大雨	9	4	0	1	1	5	2	2	0	4	3	2	4
降水量の減少	断続的に降り続く大雨	13	3	1	4	12	7	1	2	0	0	0	5	2
降水量の増大	極端な少雨	13	4	1	0	2	4	22	28	0	0	0	8	2
積雪量の減少	高潮・高波	6	2	0	3	4	4	0	0	0	0	0	2	2
海面水位の上昇	強い台風	1	0	2	2	0	2	4	0	6	0	1	1	1
海水温の上昇	豪雪	0	0	4	2	0	2	1	1	0	0	0	2	1
その他	融雪洪水	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	暴風・竜巻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

図3-1-2：気候変動による外力リスクと影響分野

〔左〕 持続的にゆっくりと変化する現象 〔右〕 短期的に生じる極端な現象  
数字は「影響が重要である」との回答数

## (3) 気候変動の影響を受けやすくしている原因（感受性）や適応能力における課題

気候変動による影響の大きさは、気候外力（ハザード）と抵抗力（感受性と適応能力）の関係によって決まてきます。つまり、影響を受けやすくしている要因（感受性）があり、影響に対する備え（適応能力）がないと、気候外力が同じであっても受ける影響は大きくなります。図3-1-3は、各分野の政策担当者が、感受性と適応能力において課題があると感じている項目、また、回避すべきと考える事態について集計した結果を示しており、各分野及び合計において度数が多い項目ほど色が濃くなっています。

課題を強く認識している項目は、分野の違いもあるため部局によって異なりますが、全体的には防災部局において、影響に対する抵抗力の課題や回避すべき事態に対する危機意識が最も強い傾向にあることが読み取れます。また、保健部局では、身体的弱者の多さ及び暑熱の影響や人命被害に、農業部局では過

疎化や森林・里山整備の不十分、農業の維持困難、自然環境の悪化に問題意識を持っている部署が多いことがわかります。

感受性 / 適応能力	環境部局					合計
	回答数	20	24	21	13	
<b>【感受性】</b>						
低地・ゼロメートル地帯に人及び財産が存在	3	12	3	0	3	21
(急)傾斜地に人及び財産が存在	4	16	5	0	3	28
軟弱な地盤上に人及び財産が存在	2	12	5	0	2	21
氾濫しやすい河川の流域に人及び財産が存在	5	14	5	1	2	27
浸水想定区域に人及び財産が存在	5	17	5	2	4	33
侵食されやすい海岸に人及び財産が存在	0	5	1	0	1	7
都市構造の問題(風の道が少、緑被率が小、建蔽率・容積率が小)	3	2	1	2	2	10
インフラの老朽化	5	15	6	1	5	32
過疎化	3	2	8	0	4	17
工場や住宅の密集	0	1	0	2	3	6
空家の多さ	1	1	0	1	1	4
単身世帯の多さ	2	0	0	2	1	5
住宅の問題(老朽化、断熱の悪さ、粗雑な造り)	2	1	0	3	0	6
身体的弱者(要介護者、高齢者)の多さ	3	4	1	9	0	17
社会的弱者(高齢者、貧困層、母子家庭)の多さ	3	3	0	4	1	11
利用可能な水資源量が不十分	3	1	4	1	0	9
森林・里山の整備が不十分	1	6	7	0	1	15
絶滅危惧種・希少種の存在	6	0	0	0	0	6
単作的な農業	1	0	2	0	0	3
<b>【適応能力】</b>						
気候変動の影響リスクに対処する行政の施策・計画	8	10	10	4	5	37
気候変動の影響リスクに対処する行政の推進リソース(人的、予算的)	9	10	10	4	4	37
インフラ(堤防、防潮堤、水門、下水道、貯水池、遊水池など)	5	18	7	2	4	36
モニタリング(時間降水量など)	6	10	3	1	1	21
気候変動の影響リスクに関する住民や企業における備え・知識	7	10	4	4	4	29
警報システム(防災、暑熱など)	0	12	0	2	2	16
避難場所の整備	0	10	3	0	3	16
BCP(事業継続計画)	2	10	2	0	9	23
近隣関係、コミュニティのつながり	0	4	1	2	0	7
医療・保健サービス	0	1	0	5	0	6
その他	0	1	1	0	0	2

回避すべき事態	環境部局					合計
	回答数	20	24	21	13	
<b>人命被害</b>						
河川の氾濫による人命被害	6	14	5	1	7	33
内水氾濫による人命被害	4	17	4	0	5	30
土砂災害による人命被害	7	19	8	1	5	40
高潮・高波災害による人命被害	2	7	4	1	1	15
複合災害による人命被害	3	13	5	1	5	27
暑熱による人命被害	5	2	6	9	3	25
<b>生活や産業における喪失、ダメージ</b>						
長期的な肉体的・精神的健康被害	3	9	1	4	8	25
食料・ライフライン(電気・水道・ガス等)の供給途絶	7	11	5	1	12	36
交通・通信機能の分断・途絶	4	15	6	1	14	40
金融サービス機能の停止	3	2	3	0	10	18
産業活動・サプライチェーンの停止	3	3	5	0	12	23
建築物や家屋の流出、倒壊、損傷	5	10	3	0	10	28
長期的な避難生活	3	12	3	2	4	24
長期的な食料事情の悪化	4	3	4	1	4	16
長期的な水資源状況の悪化	10	7	6	3	4	30
長期的な経済の衰退	3	5	6	0	10	24
行政活動の停止	5	9	3	0	8	25
砂浜の消失	1	4	1	0	0	6
農業の維持困難	6	3	16	0	5	30
漁業の維持困難	2	2	3	0	4	11
林業の維持困難	3	3	4	0	2	12
暑熱による屋外活動の困難	5	1	5	8	5	24
暑熱による日常生活の困難	3	1	1	8	3	16
<b>生物多様性や文化に対するダメージ</b>						
地域個体群の分断、絶滅	7	2	3	0	3	15
自然環境の回復不能な悪化、喪失	8	7	12	1	5	33
伝統文化の維持困難	5	2	1	0	3	11
その他【生きものに対する興味・理解の低下】	1	0	0	0	0	1

図3-1-3: [左] 感受性と適応能力 [右] 及び回避すべきと考える事態  
数字は「課題あり」との回答数

## 3-2. 地方自治体におけるSI-CATアプリへのニーズ

SI-CATでは、気候変動に関する様々な影響評価の結果や、適応策の効果を閲覧するツールとして「SI-CATアプリ」を開発しています。SI-CATアプリはウェブアプリケーションとして提供され、インターネット上のウェブページを見る感覚で、様々なSI-CAT成果が閲覧可能になる予定です。SI-CATアプリは3つのレベルを設けることを検討しています。開発の中心は自治体行政や企業を主な対象としたレベル1にありますが、自治体の研究機関やコンサルタント会社を対象としたレベル2、大学や研究機関などを対象としたレベル3も設けられる予定です。SI-CATでは、SI-CATのプロジェクト期間が終了しても、SI-CATの成果を永続的に利用可能とする仕組みが検討されています。SI-CATアプリは最終的に、文部科学省のデータ統合・解析システムDIASに格納され、DIASの機能の一部となる予定です。DIASを永続運用してゆくことで、SI-CATアプリも永続的に利用可能となるよう、検討が進められています。

上記の通りSI-CATアプリのレベル1は、主に自治体行政や企業での利用を想定しています。そこで、2016年7～9月を中心に全国の自治体等22か所を訪問し、SI-CATアプリに関する自治体ニーズの調査を実施しました。訪問する自治体は、法政大学が2015年度末に全国155公共団体宛に実施した、質問票調査の結果を基に選定しました。質問票調査で特徴的な回答を頂いた21団体を抽出し、訪問調査の訪問先としました（表3-2-1）。2016年11月には、SI-CATに大阪市がニーズ自治体として参画しました。大阪市を訪問した際にも同様の調査を実施しました。

2016年度の訪問調査は自治体の環境部局を中心に行いましたが、一部の自治体では、農業部局や防災部局、自治体の研究機関の方からもSI-CATアプリへの要望をお伺いすることができました。

訪問調査に際しては、SI-CATアプリの具体的なイメージをつかんで頂くため、SI-CATアプリの概要や、操作画面の例などを記した「SI-CATアプリ紹介シート」を作成しました（図3-1）。紹介シートを見て頂きながら、表3-2-2に記した質問項目をひとつずつ質問し、口頭でご回答を頂きました（集計結果：表3-2-3、表3-2-4）。

ご回答を頂いた内容は、実に多種多様でした。たとえば、「予測結果は自身の自治体以外は見えないようにしてほしい」、という自治体がある一方、別の自治体からは「競合他県の予測情報を見たい」というニーズを頂きました。予測の時間解像度については、農業分野に絞っても、「農作物の品質等であると年単位になる」、「農作物についても月別値が必要。収穫に関わる9月の高温予測などを想定」、「農業では積算温度が必要なので、結局日別値が必要」、などと異なるニーズを頂きました。暑熱分野からは、「ヒートアイランドであれば日別値がほしい。夜間、時間別も」とさらに細かい時間分解能の要望がありました。気候変動の影響分野や利用用途により、必要となる時間解像度は異なる結果となりました。

気候変動の影響は地域により異なり、関心となる対象も地域で異なってきます。また、気候変動適応の取り組みの段階によっても、必要とされる情報も変わってくることでしょう。このため今回の結果、すなわち設問の多くで多様な回答が得られたことは、当然のことなのかもしれません。

一方で、多くの自治体で共通する内容もありました。「庁内での予算要求や対外的な説明に使いたい」、「行政職員が説明可能な資料にしてほしい」、「Wordに張り付け白黒印刷したときにきれいに見える図表にして

ほしい]、という要望は多くの自治体から挙げられました。

他にも、「データに根拠があり信頼性が保障でき“責任ある機関が出しているという数字です”と言える方がよい]、「予測結果がどこまでオーソライズされているかによって使い方は変わってくる。単なる研究結果以上のものが望まれる]、などのご指摘も頂きました。

お伝え頂いた自治体ニーズ702件は、SI-CAT 内に設置された「SI-CATアプリワーキンググループ」にて整理、分類し、対応の可否や対応する機関の検討を行いました(表3-2-5)。SI-CATアプリをより多くの方に使って頂けるよう、気候シナリオ、気候変動の影響評価、ユーザーインターフェイスなど検討を進めています。

また、自治体の農業部局や防災部局は、環境部局とはまた異なる自治体ニーズをお持ちであることもわかりました。2017年度はこれらの部局を中心とした自治体訪問調査の実施を検討しています。

表3-2-1：SI-CATアプリに関する自治体ニーズ調査の訪問先自治体一覧

日付は2016年。アンダーラインは環境省適応支援事業11団体。

上記以降に、SI-CATにニーズ自治体として参画した大阪市を訪問調査(2016/11/28)

訪問日	自治体名	訪問日	自治体名	訪問日	自治体名
7/6	川崎市(市研究機関含む)	7/28	兵庫県(県研究機関含む)	8/9	長崎県
7/11	相模原市(政令市)	8/1	柏市(中核市)	8/10	福岡市(政令市)
7/20	宮城県	8/1	茨城県(環境部局)	8/17	神奈川県
7/21	横浜市(政令市)	8/2	徳島県	8/19	福島県
7/22	北海道(道研究機関含む)	8/3	愛媛県(環境、水産、河川)	8/19	岩手県
7/22	北海道開発局(河川部局)	8/5	仙台市	9/28	石川県
7/28	京都市(環境、防災部局)	8/9	福岡県(県研究機関含む)	9/28	金沢市

表3-2-2：「SI-CATアプリ紹介シート」の設問項目

「SI-CATアプリ紹介シート」の設問項目	
Q1	1kmメッシュに加えて必要となる空間集計値
Q2	予測の時間解像度
Q3	予測結果の期間平均年数
Q4	近未来の想定年代
Q5	望ましい予測ケース数
Q6	確率的表示の有用性
Q7	気候指標・影響評価指標の追加希望
Q8	自治体の独自収集データとその利用可能性
Q9	ダウンロードする予測結果のファイル形式
Q10	マップの凡例変更機能
Q11	背景地図の追加希望
Q12	予測結果に重なる分布情報の追加希望
Q13	SI-CATアプリの利用シーン想定
Q14	SI-CATアプリへの機能やツールの追加希望

画面イメージ ※ダミーデータ

1kmメッシュ、影響評価指標例(暑熱リスク)

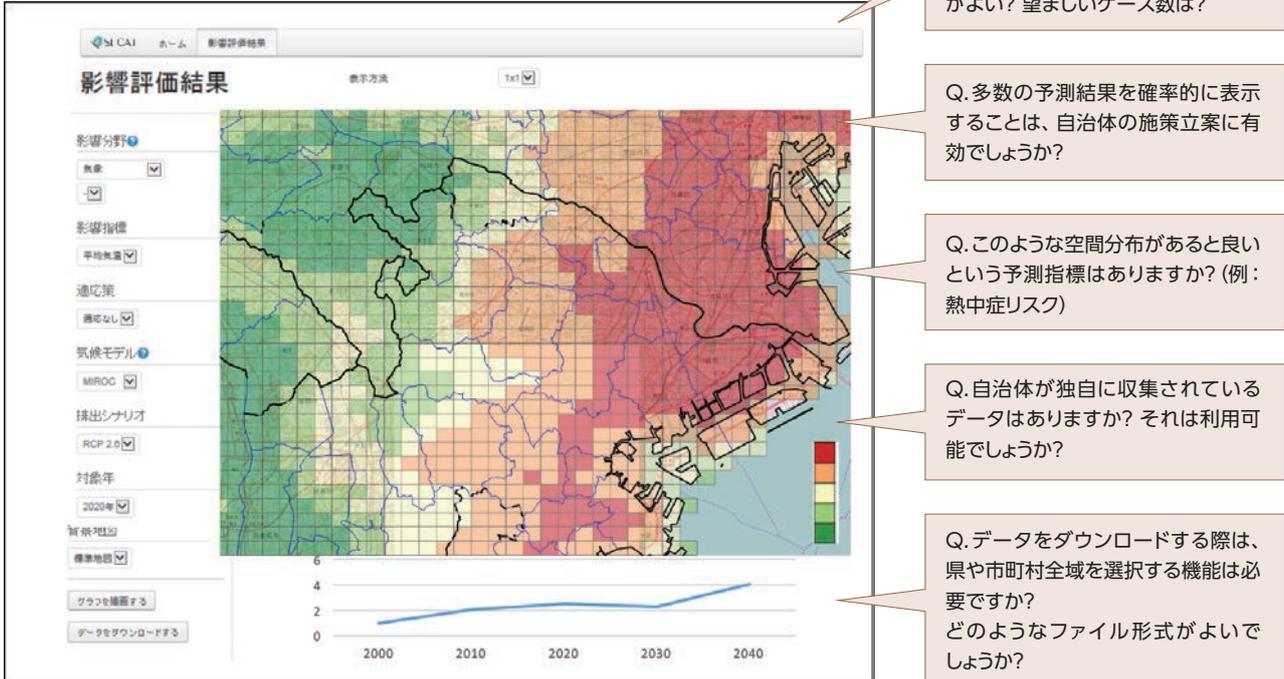


図 3-2 : 自治体訪問調査の際に使用した「SI-CATアプリ紹介シート」の一例

表 3-2-3 : SI-CATアプリ紹介シート設問の回答集計結果 (その1)

Q7 気候指標・影響評価指標の追加希望

気候指標	気温指標すべて、真夏日日数 (3件)、猛暑日日数 (3件)、積算気温、降水量の指標 (2件)、降水量 (1時間値 20mm、24時間値 50・80・100mm)、無降水日数、台風に関する指標 (台風の接近数なども)、雪の指標、融雪時期、風速、日射量
水体、水質指標	海面上昇量、海水温 (2件)、水温 (沖合を含む)、ダム湖などの水体の水温、流氷の指標、沼の水質、クロロフィルA濃度
災害指標	水害関係の指標、水害予測、都市水害、浸水・河川氾濫、河川流出量、河川指標、土砂災害
健康指標	熱環境分野の指標、熱中症リスク (2件)、救急搬送者数 (2件)、WBGTなど体感温度指数 (2件)、暑熱環境の悪化、ヒートアイランド現象、感染症に関する項目、感染症感染リスク、蚊等の節足動物の分布可能域の変化
生態系指標	シカやイノシシなどの動物
農林水産業指標	米 (山田錦・酒米)、ウンシュウミカンに関する指標、ウンシュウミカン・タンカン・スダチなどの暖地性の果樹、ナシ等の特産農産物、野菜、マツ・スギ等の一般的な樹種、回遊性魚介類、養殖に関する指標、海洋性魚介類 (特にノリやカキの養殖)
その他	定番の情報の地域版、県の地域特性にあっているもの、提供される情報はすべてほしい、影響が大きそうなもの、答えにくい、即答困難、希望が出てこない、特になし、既往の影響評価一覧表を送付し後日の回答待ち (2件)
インターフェース	簡単操作、エリア選択機能の強化 (複数のセル、複数のエリア選択機能など)、0℃以上気温が上昇するエリアの選択機能、郵便番号での検索機能、GISデータのインポート機能、データのアウトプット機能、アプリ内部での作図機能、多彩なグラフ機能、2画面表示による比較機能 (統一条件での図の比較)
収録内容	ビジュアルでわかりやすい内容の掲載、温室効果ガス削減努力による影響の現れ方の変化を表示する機能、「将来は、現在の〇〇県と同様の気候になる」ということがわかる機能、影響評価結果を基に行政がすべき内容を示すカルテのような診断機能、適応オプションの明確化、複数の影響評価の統合評価
アプリの利用	SI-CATアプリの無料利用、プロトタイプの利用希望、利用ガイダンス・用語集の作成、ユーザーサポート・相談窓口の設置、民間ビジネスでの利用、その分野のプロが試用できる「お試し期間」を設ける、最新情報への更新機能

表3-2-4：SI-CAT アプリ紹介シート設問の回答集計結果（その2）

- ・多くの設問で複数回答可としているため、表中の「選択数」は訪問自治体数と一致していません。
- ・表中の「選択率」は、選択数の合計に占める割合を示しています。

Q1 1kmメッシュに加えて必要となる空間集計値

回答	選択数	選択率
自治体全域（県の場合は県全域）	16	28%
より下位の行政単位（県の場合は市町村）	13	23%
自治体を複数に分割した領域	8	14%
土地利用用途別	5	9%
より上位の行政単位（市の場合は都道府県）	4	7%
DID人口密集地、市街地	2	4%
流域単位	2	4%
その他（回答数1件ずつ）	7	12%

Q2-1 予測の時間解像

回答	選択数	選択率
年別値	13	34%
月別値	11	29%
日別値	7	18%
3か月値	4	11%
特別値	2	5%
影響分野、影響項目で異なる	1	3%

Q2-2 毎年の値と期間平均値のどちらがよいか

回答	選択数	選択率
期間平均値	7	37%
毎年の値	4	21%
毎年の値>期間平均値	4	21%
毎年の値と期間平均値の両方	2	11%
その他（回答数1件ずつ）	2	11%

Q3 予測結果の期間平均年数

回答	選択数	選択率
10年	7	28%
適切な平均期間を判断できない	5	20%
20年	4	16%
5年	3	12%
30年	3	12%
その他（回答数1件ずつ）	3	12%

その他：1年、分野による、ユーザー側で選択できるとよい

Q4 近未来の想定年代

回答	選択数	選択率
2030年頃	11	37%
2050年	7	23%
2020～2030年頃	3	10%
2020年頃	2	7%
2030～2050年	2	7%
近未来の年代をユーザー側で選択	2	7%
その他（回答数1件ずつ）	3	10%

その他：2060年、2100年、影響分野により近未来の想定年代が異なる

Q5 望ましい予測ケース数

回答	選択数	選択率
3ケース	9	26%
4ケース	8	24%
5ケース	6	18%
2ケース	5	15%
1ケース	2	6%
その他（回答数1件ずつ）	4	12%

その他：2060年、2100年、影響分野により近未来の想定年代が異なる

Q6 確率的表示の有用性

回答	選択数	選択率
有用	11	58%
回答困難	3	16%
条件付き有用	2	11%
無用	2	11%
有用性は活用方法次第	1	5%

Q8-2 自治体の独自収集データの利用可能性

回答	選択数	選択率
要確認	9	41%
公開データは利用可能	7	32%
不明	4	18%
利用可能（要手続）	1	5%
リクエストがあれば検討	1	5%

Q9 ダウンロードする予測結果のファイル形式

回答	選択数	選択率
図形式	18	33%
数値形式	17	31%
GIS形式	10	19%
PDF形式	6	11%
バイナリ形式	2	4%
特に希望なし	1	2%

Q10 マップの凡例変更機能

回答	選択数	選択率
凡例の上限、下限値の変更	14	25%
凡例の色調変更	12	22%
凡例の区分数変更	11	20%
白黒印刷、2色印刷が可能な凡例	6	11%
適切なデフォルト値の設定を希望	5	9%
変更機能は無くてもよい	4	7%
その他（回答数1件ずつ）	3	5%

その他：フォントサイズ変更機能、2つ以上の図を並べて表示、ユニバーサルデザインの配慮

Q11 背景地図の追加希望、Q12 予測結果に重なる分布情報の追加希望

回答	選択数	選択率
利用可能な地図情報、分布情報すべて	9	15%
標準地図	8	13%
白地図（行政界）	7	11%
土地利用図	7	11%
河川、水域	5	8%
地形情報（平地、産地、傾斜）、標高	4	6%
人口分布	4	6%
植生分布、生態系情報	3	5%
鉄道	2	3%
主要道路	2	3%
自治体の地図情報	2	3%
各種分布情報の将来予測図	2	3%
何とも言えない	3	5%
その他（回答数1件ずつ）	4	6%

その他：流域界、海からの距離、商業施設・観光施設、影響指標・影響項目により異なる

Q13 SI-CAT アプリの利用シーン想定

回答	選択数	選択率
行政内部の検討資料、根拠資料	20	43%
講演、啓発、プレゼン資料（口頭発表）	12	26%
広報資料、教育機関向け資料（印刷資料）	12	26%
研究機関の研究資料	3	6%

表 3-2-5 : SI-CAT アプリに関する自治体ニーズへの対応集計表

集計表

自治体ニーズ件数集計	影響評価側の判定						総計
	可能	不可能	要調整	気候シナリオ側で検討	判定困難	感想/質問	
◎ 2016年度対応			3	40	2	14	59
○ 2017年度以降対応				31		8	39
ーデータベース対応不可				15	39	1	55
×登録不可	4			1	24		29
△要検討			1	11			12
◇ DIAS/SI-CAT アプリ	60	5	51	16	36	45	213
判定困難	20	17	41		2	215	295
総計	84	22	96	114	103	283	702

役割分担表

役割分担	ニーズ件数
a. 気候シナリオ側で対応	95
b. 影響評価側で対応	80
c. 対応せず	102
d. 両者で検討	24
e. 気候シナリオ側で検討	11
f. 法政大で再確認	83
g. 影響評価側で検討	92
h. 検討対象外	215
計	702

### 3-3. 技術シーズと行政ニーズとのマッチング（コデザインワークショップ）

#### (1) コデザインワークショップ

自治体行政が適応策の行政計画を策定するためには、近未来将来予測や地域社会への影響評価など、科学的情報に基づき対策を検討する必要があります。これらについては、SI-CATの技術開発機関による研究が進められていますが、技術開発機関が提供可能な研究成果（シーズ）、また各自治体行政が適応策を検討する際に必要となる情報（ニーズ）や適応策の具体化に向けて抱えている課題などは、両者で十分に共有されていないのが現状です。

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「第1回適応自治体フォーラム」を2016年8月31日に法政大学市ヶ谷キャンパスにおいて開催しました。表3-3に示すように、自治体の潜在的ニーズの抽出や、適応策の具現化に向けた課題の共有、社会実装の水平展開の検討を目的として開催されたこのフォーラムには、文部科学省や環境省、自治体行政、地方環境研究所、技術開発機関、社会実装機関などから合計76名が参加しました。

前半は講義形式で技術開発機関のシーズや法政大学における自治体ニーズ調査の結果、SI-CATのモデル自治体や先進自治体の取り組みについて紹介がありました。環境省の適応策支援事業や、同事業の適用例として川崎市と、独自に政策形成を行っている徳島県、SI-CATのモデル自治体である岐阜県それぞれの政策過程や課題などの情報が共有されました。たとえば、徳島県では条例と計画の両方が同時かつ非常に迅速に進められており、その背景には国の計画策定と議会から後押しが大きいことや、先進自治体では潜在的適応策（適応につながる現行施策）の抽出が終わり、追加的適応策の検討が進められていることなどが紹介されました。

後半は10人程度のグループに分かれ、適応計画全般と防災、農業のいずれかの分野で合計5つの分科会が開催されました（写真3-3参照）。分科会では「適応計画立案に役立つ技術開発とは」をテーマとして自治体行政と地方環境研究所、技術開発機関とが直接シーズとニーズについて意見交換を行い、その結

果を模造紙にまとめて参加者全員で共有したり、言及された語をリアルタイムで実験的に可視化した結果が紹介されたりしました（図3-3-1参照）。各分科会には、自治体行政と地方環境研究所、技術開発機関が必ず含まれ、これに加えて専門のファシリテーターが配置されて、意見交換の先導役を務めました。

表3-3：適応自治体フォーラムの概要

日時	2016年8月31日（水）13～17時
場所	法政大学 市ヶ谷キャンパス
参加者の所属	文部科学省、環境省、適応策に関心ある全国の自治体行政、地方環境研究所、SI-CAT技術開発機関、SI-CAT社会実装機関など
目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>自治体の潜在的ニーズを抽出する</li> <li>適応策の具現化に向けた課題を共有し、社会実装の水平展開を検討する</li> </ul>
アジェンダ	<ul style="list-style-type: none"> <li>●前半は講義形式 <ul style="list-style-type: none"> <li>▷SI-CAT技術開発機関のシーズの紹介</li> <li>▷法政大学の自治体ニーズの調査結果</li> <li>▷各自治体の取り組みの紹介</li> </ul> </li> <li>●後半は小グループに分かれてワークショップ形式</li> </ul>



写真3-3：適応自治体フォーラムにおける分科会の様子

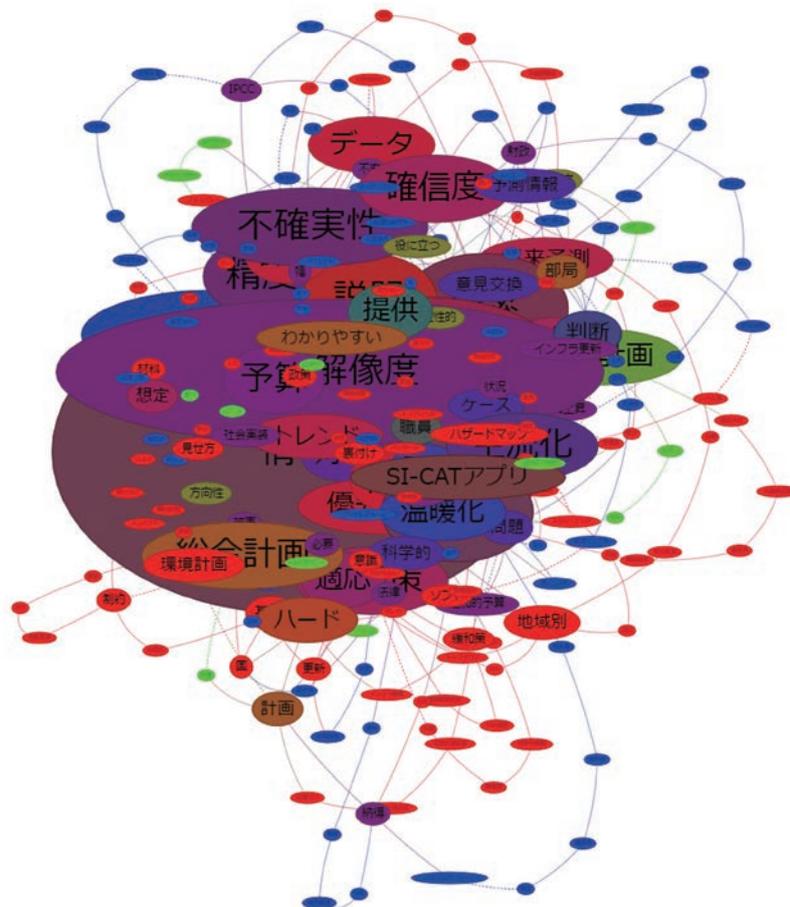


図3-3-1：リアルタイムのキーワード可視化の試み

## (2) テキストマイニングを用いた議論内容可視化の試み

ここでは適応自治体フォーラムの「適応計画全般」をテーマとした3つの分科会の発言録に対してテキストマイニングを適用することで、話し合われたテーマの特定と、自治体行政や地方環境研究所、技術開発機関の所属によるテーマへの言及の傾向の違いの可視化を試みた研究成果をご紹介します。この仕組みも、次章で紹介される様々な社会技術の重要な構成要素の1つといえます。

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。

具体的には、3つの分科会において出現頻度が高かった語を抽出し、同一発言中で言及される（共起）頻度に基づき分類します。分類された語群があるテーマについて話し合われた内容を表すキーワードであるとみなし、話し合われたテーマの特定を試みました（**図3-3-2**の左下）。その結果、同フォーラムではたとえば「研究成果の精度」や「対策の優先順位」「他部局への説明」などのテーマが話し合われたことを定量的に把握することができました。

また、把握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、各所属が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3-3-2**の右下）。その結果、たとえば自治体行政の職員は「人事異動と他部局との連携」や「他部局への説明」、技術開発機関の研究者は「将来予測」や「研究成果の精度」のテーマについて多く言及していることが視覚的に把握できます。

これらの研究成果は、自治体行政職員と地方環境研究所や技術開発機関の研究者との間の情報共有の支援や、議論の内容の客観的な提示に活用することができます。通常は、議論に参加したメンバーが議事録を確認して振り返るだけにとどまるのに対して、この手法を使うことによって、何が最も大きな論点だったのか、どのような視点の相違があったのか、といったことを端的に視覚的に確認することができます。したがって、相互の認識や関心のギャップを確認したり、共通点を見出したりするために有効であると考えられます。この手法の活用可能性は幅広く、次章でご紹介するオンライン熟議での議論の内容や、熟議型ステークホルダー対話手法による地域適応シナリオづくりでのインタビュー調査の内容においても、大いに活用されています。

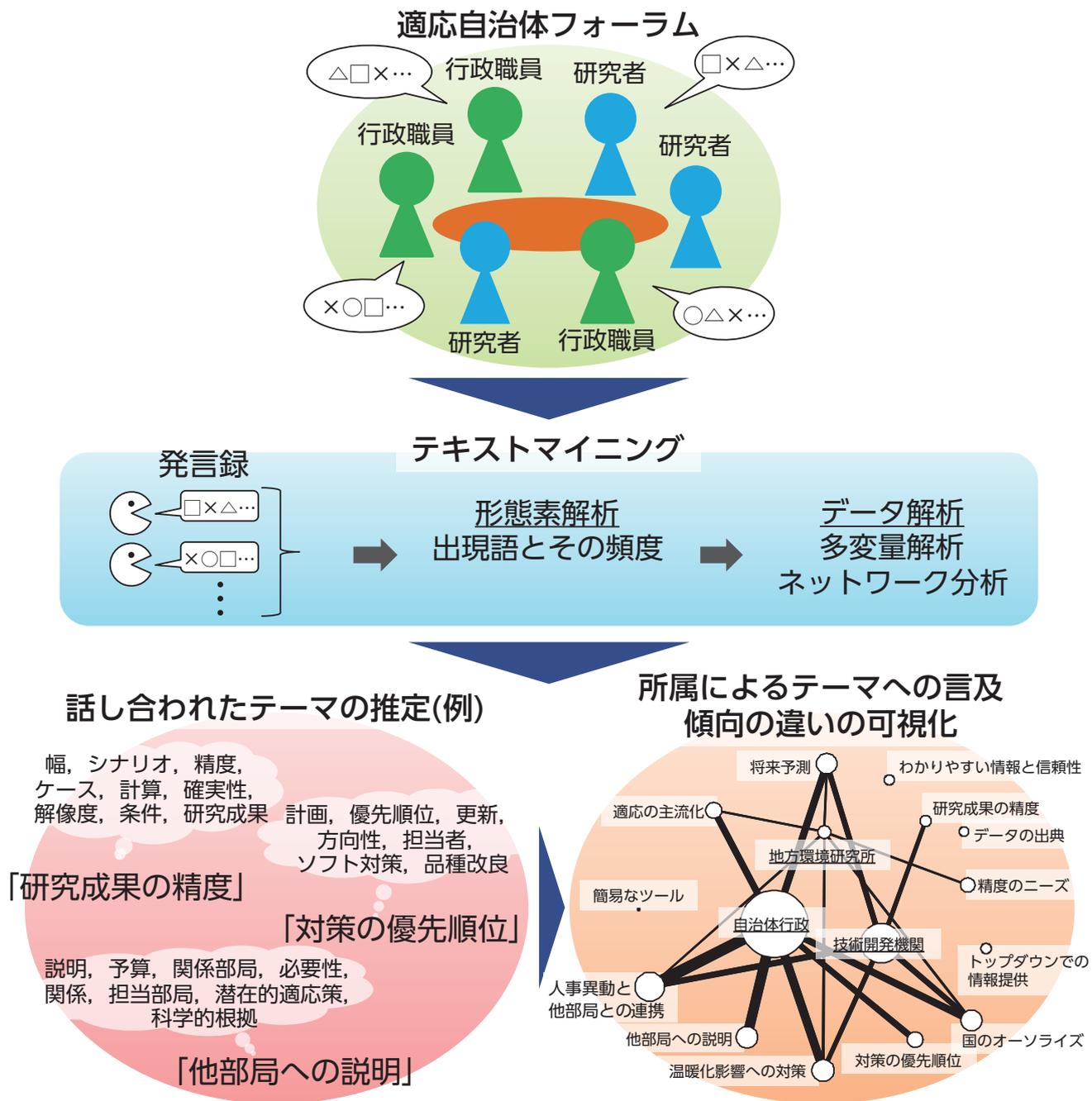


図 3-3-2：議論内容の可視化のフロー

# 第4章

## 社会実装の方法論の進捗状況

### 4-1. 熟議型ステークホルダー対話手法による地域適応シナリオづくり（岐阜）

#### (1) はじめに

地方自治体における気候変動適応策は、地域特有の気候変動の影響を考慮するとともに、多様な関係者（ステークホルダー）に意向聴取や関与協働をいただくことで、理解や協力を得ながら質と実効性の高い政策を立案することが期待されています。「地域の気候変動適応白書 2015年度版」でもご紹介しましたように、私たちは、これまで図4-1のようなフローで、気候変動を入り口とした地域社会の将来像（物語風の地域適応シナリオ）を、専門家と行政、様々なステークホルダーの皆さんとともに描き、共有することを試みてきました。たとえば気候シナリオによる影響の幅の持つ意味とは何か、そのような不確実性を前提とした施策化の時間軸をどう設定するのかなどについて地域内で合意を形成することは、大きな困難が予想されます。このような科学的知見（専門知）を共有するため、地元のステークホルダーが持つ現場知、生活知と専門知とを相互補完的に統合すること、そのための場を確保することが必要ですし、その結果として地域社会が直面するであろう気候変動をはじめとする様々なリスクとその対応方法について、わかりやすく表現された物語風の地域適応シナリオが地域の将来像を共有する上で有効となってくるでしょう。



図4-1：熟議型ステークホルダー対話手法による地域適応シナリオづくりのフロー

本節では、SI-CATのモデル自治体である岐阜県において、長良川流域を対象とし、ステークホルダーとの対話を通じて、気候変動の地域適応シナリオを作成する方法を実践的に検討している途中経過をご紹介します。2015年度には、予備調査として、長良川流域の将来を議論するにあたり中心的な役割を担うであろうステークホルダー（10団体）の方々にインタビューを実施し、本調査に向けた論点の絞り込みと、論点に応じたさらに多くのステークホルダーのリストを作成しました。

この情報に基づき、2016年度には、30団体を対象として、気候変動および社会変動（人口減少、インフラの老朽化）等の長期的なリスクに対する認識、将来に対する意向等についてインタビューを実施し、得られたデータを用いてどのような関係者がどのような論点に利害関心を持っているのかについて分析（ステークホルダー分析とも呼ばれます）を行いました。以下は、その結果の概要です。

## (2) インタビューの実施

本調査のインタビューは、モデル自治体の岐阜県・岐阜大学関係者のニーズをベースとして、2016年11月～2017年2月に行いました。対象範囲は岐阜県を代表する長良川流域としました。対象分野は特定せず、政策立案に貢献できそうな分野を探ることとしました。

対象となるステークホルダーは、長良川流域に在住、在勤、在学の方、その他特別な関心をもつ方と幅広く考えられますが、本調査では、その中でも代表的な関係行政機関の職員、気候変動及び適応策の影響を受ける可能性の高い職業の方、既に問題解決のために実践をしている事業者組合やNPOの方としました。具体的には、岐阜県（水産振興、里川振興、観光資源・企画）、河川管理者（1団体）、流域自治体（6団体）、行政関係団体（3団体）、漁業関係者（4団体）、事業者組合（3団体）、民間企業・個人（5団体）、NPO（5団体）の計30団体（各団体1～3名程度、合計43名）です。

調査方法は、より深い質問ができるように1団体あたり1時間程度の個別インタビューとしました。はじめに10分程度本調査の概要、長期的な変動と考え得る影響等の情報提供が行われ、つぎに下記の質問に即して50分程度のインタビューが行われました。回答は所属機関としてではなく可能な範囲の個人的な見解とし、記録は発言者が特定できないように整理することとしました。

### <質問内容>

1. 現状について（仕事の内容、現状認識、長期的な変化に対する認識）
2. 気候変動や社会変動を想定した場合の仕事や長良川流域の未来  
（成り行き未来、望ましい未来、望ましい未来を実現するための策）
3. 本件について、インタビューをすべき長良川流域のキーパーソン

### (3) ステークホルダー分析

#### 1) 概要

ステークホルダー分析とは、実際に対話を始める前に、特定のテーマについて、誰が、どのような利害関心を有しているのか、どのような論点があるのか、実際に人を集めて話し合いをする価値があるのかを少し離れた立場にある人（第三者）が評価するものです。まず、利害関心のありそうな人間を対象にインタビューを行い、そして、芋づる式（snowballing）標本抽出により、インタビュー対象者を拡大していきます。これ以上は新しいステークホルダーが挙げられなくなった時点で調査を終了し、次に、インタビューの結果を分析して、ステークホルダーとその利害関心を整理した利害関心分析表を作成します。

本調査では、ステークホルダーについては、所属する団体の類似性や特徴を鑑みて行政関係機関、漁業関係者、事業者組合、民間企業・個人、NPOの5種類とし、利害関心分析表の横軸としました。縦軸となる利害関心の枠組みは、質問1の「長期的な変化に対する認識」、質問2の「成り行き未来」「望ましい未来」「望ましい未来を実現するための策（適応策のヒント）」の回答に該当すると思われるインタビューデータを用いて4つに分割して作成しました。各人のデータを何度も熟読し、類似する意味内容のデータを集類、統合して構築していきました。

#### 2) 利害関心分析の結果

1) で構築した利害関心分析表を表4-1-1～4-1-3に示します。利害関心の項目に該当する意見データが存在する場合は「○」が記載されており、何らかの関心があるという意味になります。

表4-1-1：長期的な変化に対する認識

利害関心		関係者	行政関係機関	漁業関係者	事業者組合	民間企業・個人	NPO
多様な変化	認識している		○	○	○	○	○
	変化の要因		○	○		○	○
川の管理	長良川		○	○			
	河口堰		○	○			
	計画体系		○	○			
川での営み	漁業		○	○	○	○	
	観光・レジャー業		○	○			○
川をとりまく仕事	山の仕事					○	○
	農業					○	
	地場産業				○		
	企業				○	○	
川の近くのまち	人とインフラ		○	○	○	○	

表4-1-2: 成り行き未来

利害関心		関係者	行政関係機関	漁業関係者	事業者組合	民間企業・個人	NPO
環境変化	自然の変化		○			○	○
	社会の変化		○				
	適応		○				
流域経営	地域経営		○				○
	河川管理		○				
	地域インフラ		○				
経済産業活動	企業		○			○	○
	漁業		○	○			
	農林業		○				
生活	地域					○	
	個人・家族		○			○	

表4-1-3: 望ましい未来

利害関心		関係者	行政関係機関	漁業関係者	事業者組合	民間企業・個人	NPO
環境変化	自然の変化		○				
	社会の変化		○				
個々の生活	個人・家族		○		○	○	○
	地域		○			○	○
	移住・定住		○	○			○
社会活動 (経済産業活動)	企業		○				
	漁業		○	○			
	農林業						
	これからの仕事				○		○
流域圏における 関係性	自然と人間					○	○
	人間社会						○
	川の姿			○			
	変化		○				
流域社会の マネジメント	地域経営		○				
	河川管理		○	○			
	地域インフラ					○	
	観光地経営		○		○		

※赤字は「望ましい未来」を考える際に生じた概念・情報

「長期的な変化に対する認識」(表4-1-1)では、「ご自身の生活や仕事において、長期的にみて変化していると感じるものはありますか?」という質問に対する回答が整理されています。全ての方が何らかの変化を感じており、その内容は、気温、雨・雪の降り方、水量、川の形状、アユの生態、各所で等々々でした。特に、自然と向き合う農林漁業従事者の方は、変化に敏感であるように思われます。変化の原因については、気候変動よりも人為的複合的なものが大きいのではないかという意見が聞かれました。

「成り行き未来」(表4-1-2)は、このまま何もしなければ訪れるであろう未来です。行政関係機関の方は、現状の懸念事項からスムーズに「成り行き未来」を描かれていました。一方、事業者組合、民間企業・個人、

NPOの方々は、常に「望ましい未来」に向けて様々な取り組みを行っていることから、「成り行き未来」はあまり思考されないようでした。漁業については、特に漁業関係者と行政関係機関の方が関心をもち、アユ、漁獲量、旬の時期、資源量、鵜飼、舟職人、施設の老朽化、漁場管理など多様でした。NPOの方々は、流域という広い視野を持ち地域や企業の「成り行き未来」を案じられていました。

「望ましい未来」(表4-1-3)は、現状とは関係無く、実現可能性も考慮せず、自由に描いた最も理想的な未来です。「成り行き未来」と比較すると、「個人・家族」「地域」といった「個々の生活」の有り様が力強く描かれていました。環境の変化による影響を想像しやすいものと思われます。また、「望ましい未来」は、「流域経営」の概念に「観光地経営」を加え統合することにより「流域社会のマネジメント」へと広がりました。また、「経済産業活動」の中に社会性の高い「これからの仕事」を加え統合することで、社会活動としての経済産業活動に意味合いを変化させました。

さらに、新たに「流域圏における関係性」が「望ましい未来」の大きな柱の一つとして加わりました。これは、既存分野毎に議論されるのではなく、川、山、海、気候、人間生活、仕事、田舎と都市等全て繋がっているという発言が多々聞かれたためです。

個々の内容に関する特徴的な点として、行政関係機関の方々は、自然環境に対してほぼ共通に現状維持を望まれていました。漁業関係者の方にとっては、自然や社会の変化は当然であり、それを前提とした上で「漁業」と「川」と「河川管理」についての「望ましい未来」を描かれていました。事業者組合の方は、「個人・家族」「これからの仕事」「観光地経営」について強い関心をお持ちでした。民間企業・個人の方は、「望ましい未来」を越えてつぎの「望ましい未来を実現するための策」について絶え間ない関心をお持ちであるように思われました。NPOの方々は、明確に「望ましい未来」を描かれており、「個人・家族」という身近なところから「地域・流域圏」という広範囲において関心をお持ちでした。「これからの仕事」や「移住・定住」、「自然との関係」、「人間社会のあり方」などにも関心をお持ちで、新しいこと、哲学的なことを考えるとともに実践されてきました。

### 3) 論点の抽出

気候変動の地域適応シナリオをステークホルダーの方々とは検討をしていく上で、重要であると思われる共有すべき情報と論点を3つ紹介します。

まず、気候変動適応策について「ピンとこない」と言われる方が多いため、「気候変動により自分の生活や仕事の環境がどのように変わるのか」がイメージできるように、長良川流域の環境の変化の例を具体的に提示する必要があると思われます。それに基づき、各ステークホルダーがどのような影響を被る可能性があるのか、それはリスクなのかチャンスなのか等様々な視点から考えていただくと良いと思われます。山にお住まいの方が、「気温が〇度上がるとすると、標高が〇m下がると考えて、今住んでいるところが〇〇地域のようなになるのですね。積雪が少なくなると生活はしやすくなるが、スキー場は困るだろう」と具体的にイメージをされていました。これは、他の人にとっても分かりやすい考え方、表現の仕方だと思われれます。

つぎに、前提として、河川整備基本方針・河川整備計画をはじめ関連する分野の法制度や計画体系およ

びそれらの意思決定者と意思決定プロセスについて整理し、わかりやすく可視化する必要があると思われます。政策の前提となる制約条件を明確化することで選択可能領域が定まり、政策の実行性を考慮した議論が可能になります。特に、気候変動や社会変動は前提が変わるため制約条件となる法制度や計画そのものを見直していくことが必要なると思われます。

全ての分野の法制度や計画体系を網羅することが難しい場合は、具体的なテーマについて調べていくと良いと思われます。たとえば、現行制度では、漁業協同組合が組合員の減少で漁場の管理ができなくなった場合、その管理は県が行うことになりませんが、実質管理できない場合は使用禁止区域とせざるを得なくなるそうです。今後、川の使用禁止区域が広がることは地域社会としてどうなのか、どうしたら安全安心に活用することができるのか、まずは行政関係機関と専門家間で情報共有と論点整理ができると良いと思われます。

その上で、長良川流域の①成り行き未来のシナリオ、②望ましい未来のシナリオを語り合うことが良いと思われます。ステークホルダーの発言の中に、「大規模災害により中部地域が壊滅的な被害を被った場合の0からの復興はどうするか」という話がありました。③クライシス版シナリオも用意しておくと思いの幅が広がりよいかもかもしれません。これらのテーマであれば、前提となる情報が専門的かつ複雑で理解できない場合でも、個人の希望として未来を語るができるため誰もが臆することなく発言できます。過去の苦い経験や現在にしがらみがある場合でも、それらにとらわれる必要はありません。

テーマに親しみと必要性を感じ、前提条件・制約条件を整理した上で、自ら目的を設定することで、その実現を図るべく考え行動しやすくなり、実質的に機能する地域適応シナリオづくりが可能になると考えられます。

#### (4) 考察

##### 1) 気候変動適応シナリオづくりの実行可能性

インタビューの予備調査段階では、「気候変動適応策と言われてもピンとこない」という意見を複数いただきました。このため、気候変動適応策は難しすぎる、論点としてふさわしくないという懸念がありましたが、気候変動や社会変動を前提とした未来において、「成り行き未来」と「望ましい未来」を描き、「望ましい未来を実現するための策」をお聞きすることで、適応策のヒントとなるような多くのキーワードやキーセンテンスが抽出されました。これを表4-1-4に整理します。

表 4-1-4：望ましい未来を実現するための策（適応策のヒント）

大項目	中項目	行政関係機関	漁業関係者	事業者組合	民間企業・個人	NPO
環境変化	自然の変化	どういことが起こるのか？	適応したものが生き残る		いかに変化に対応していくか	
	社会の変化	過疎化	原因は人間	IT化	コンパクトシティ化の問題	個々に対応する適応者を増やす
個々の生活	個人・家族	生き延びていける力	適応したものが生き残る		新生活	対応力、自給自足+α、生きる力、高齢者の技や哲学、何百年の試行錯誤、意志を持って生きる
	地域				知恵の伝承、場の心地よさの共有	自治力、協働力
	移住・定住				きっかけ	高齢者の技や哲学、行き来する形、根を張る、安いエコ住宅
社会活動	企業	職人の知恵と工夫、労働環境		変化への対応困難	海外、企業経営、社会問題への関心、丁寧なトッブダウン	
	漁業	漁師数	漁師の知恵と工夫、生業、魚の種類		新しい仕事に	
	農林業	知恵と工夫		間伐材の有効利用	禁止作業と技術、担い手の養成、労働環境の改善、おもしろさ、科学的な低投入で	植え替え
	これからの仕事			家族を養っていける、販路開拓、学生の地元企業への就職、自己実現	昔の知恵を取り入れた技術開発、新生活、新産業	技術とつながり、田舎の顧客は都会、人を育てる、協働
	教育・伝承・普及	フィールドワーク、経済的メリット、教育機関の誘致、適応策コンテスト、子から親へ		職人の知恵と工夫		目的と手段、林業に対する視線、教育者の育成、宗教心への訴え
	法制度	罰金、罰則、本気ならば法規制			農地の活用難、若者のフリエイティビティ	
	公有地の管理				運用を見直す知恵と工夫、遊んでいる土地をみんなで使う、国交省による運用の見直し	
流域圏における関係性	自然と人間				自然災害がない、因果関係、因果関係の科学的究明、低投入	
	人間社会	繋がりを認識しての対策			エネルギー消費減、顔の見える関係づくり	持続可能な社会、魅力は人、交通網の再編（まちとのつなぎ替え）、自分事になる人を増やす
	変化	自治体枠の改変、探し続ける、これまで通り変わる、変化は負担、急激な変化は不安				気づいた人が実践できる場、次は候補しない知事、まちのつながり、テレワーク、人事交流
	役立ちあい	気象情報の発信、聴きながら伝える、モラル向上、大学の特性	現場と学者の感覚の違い、鶏匠、大学、行政、漁協	やりたいことは民間で自主的に	大学（林学）、地域の課題を自分事に	実現できる人、土の人・風の人、大学の先生には田舎で実践、大学の研究
流域社会のマネジメント	河川管理	ソフト対策、洪水予報、タイムライン、広域避難、水路化、ハードとソフト、計画と運用の見直し、相互互理解				
	地域経営	人材育成への投資、情報発信、家計とのつながり、エネルギーの確保、緩和策、縦割り行政	治水と環境保全		過疎地域のインフラ整備、共有地の管理者・管理方法の変更	質の高い情報の受発信、首長による大胆な政策
	地域インフラ	再生可能エネルギー、コンパクト化、公共施設、地域インフラ、用水、シミュレーション			運用の見直し、共有地の復活	
	観光地経営	長良川システム、売上げ、ブランド力、人材育成、連携方法、地域にお金が落ちるように、安心な観光地、シミュレーション結果を経営判断の材料に	世界農業遺産、注目	人手不足解消、大学と連携		
	流域経営	幅広い関係者、長良川システム、大規模災害を防ぐシミュレーション技術、自助、共助、公助		森林の間伐	森林の間伐、健全な森、山への投資、予防保全、計画手法、データベースの活用	デザインング、兼業農家、兼業林業家
	国家戦略	個人にとっての経済効果、市民の意向に基づく半強制的な政策、全部を局で対応することを法律でうたう、省庁を超えた対策			緩和策、適応策の負担大、企業の改善、インフラの無駄取り	人口の移住政策、エネルギー政策、基礎科学の研究

具体的には、行政関係機関の方から、現行の運用計画等の弾力的見直しや法整備が必要であるというご意見をいただきました。漁業関係者は、「適応した者が生き残るだけ」と達観されていました。事業者組合の方は、事業の継続発展や産官学民で協力しながらの地域経営を期待されていました。民間企業・個人の方々の中には、管理者に責任がある公有地を地元住民が活用する新たな取り組みをされている方がおられました。NPOの方々には、将来ビジョンを描き、日々の試行錯誤をされており、実践を通じて得た知見を多々お持ちでした。

これより、普段の生活や業務の中で気候変動について考える機会がなくても、それを前提として望ましい未来を実現することを問われれば、適応策を考えることは可能であるように思われます。

## 2) 未来志向の政策立案プロセスの有用性

利害関係分析の結果より、「望ましい未来」を描くことで現状の延長線上には表れない概念や方針方策が見出されました。具体的には、「望ましい未来」の柱である「社会活動」の中に新たに「教育・伝承・普及」「法政度」「公有地の管理」が、「流域圏における関係性」の中に「役立ちあい」が、「流域社会のマネジメント」の中に「流域経営」「国家戦略」が加わりました。逆に言えば、環境変化等の将来予測を行っても、「望ましい未来」を描かずに現状の延長で対応策を考える方法では、「望ましい未来」が不明確でその実現方法も見出しにくいことから、「望ましい未来」を実現させることは難しいと考えられます。

また、長良川流域の特徴として、河口堰建設時の禍根がまだ端々に残っていることが挙げられます。現在では、河口堰が及ぼす影響に対して、それぞれの立場で前向きな取り組みが行われていますが、依然として敏感な話題であり大勢の人の前で本意を口にすることを躊躇される方も多いと思われます。50年後、100年後の未来の話であれば取り巻く環境が全く異なるであろうことから、新たな議論の一步を踏み出しやすいように思われます。

## 3) 対話の場づくりへの期待と課題

インタビューでは、様々な関係性を見つめ、見直し、新たに構築することの必要性が多々聞かれました。たとえば、田舎と都市、科学者と漁師、鵜匠と鵜、上流と中流と河口、治水と漁の関係性があります。また漁業は、魚と漁師と河川管理者だけでなく、船頭、舟大工、エンジン製作販売者、調理師、加工業者、市場、顧客等との間で成り立ちます。そして様々な関係性の再構築の必要性は、夫婦や親と子、一つの洋服ができる過程、公共事業の元請けと下請け、民間企業と顧客、縦割り行政の話に至るまで共通しているように思われました。どこか分断されている寂しさがあり、新たな繋がりを模索しているようにも聞かれました。異なる属性の人々が出会い、互いに向き合い、どのように役立ちあうかを探ることが対話の場の意義であり価値であるように思われました。

他方、長良川流域のステークホルダーは多様であるため、繋がりをつくることは簡単ではないかもしれません。特に視座の共有は、個々の生活・仕事・身近な地域をみる視座、市町村、流域、国家、世界をみる視座など多様で非常に難しいと思われます。自然の中で自らの命と家族の生活をかけて魚を獲る漁師と仮想現実の世界で世界規模のシミュレーションを行う科学者が見ている世界は、恐らく全く異なるでしょう。視座を上下しながらフィールドの知識から高い抽象思考まで全ての情報を受入れ、多様な人々の気持

ちを理解しあえるような場づくりが求められます。

## (5) おわりに

本節では、熟議型ステークホルダー対話手法による地域適応シナリオづくりに向けたインタビューとステークホルダー分析の結果について紹介しました。今後は図4-1のフローに沿って、これまでの得られた知見を基に、物語風の地域適応シナリオを、専門家と行政、様々なステークホルダーの皆さんとともに描いていく予定です。長良川流域で暮らし働く方々の想いや知恵をどのように活かすか、科学技術は社会にどのような貢献ができるのか、政府・自治体はどのような政策を講じるべきか、さらなる分析と考察を深めるとともに、ステークホルダーの方々との対話を通じて探っていければと思います。

最後になりましたが、多くの方々に多大なご協力をいただきましたことを心より感謝申し上げます。

## 4-2. オンライン熟議による全国のステークホルダーの適応策への態度の把握

### (1) はじめに

気候変動に係わる将来予測結果を地域社会で役立てようとする際に、科学的エビデンスの提供がステークホルダーや一般市民にどのような態度変容を与え得るのか、という視点は重要です。そのような場で得た潜在的なニーズは技術開発に活かされたり、リスクについてコミュニケーションを行う際のアセスメントにもなり得たりします。また、得られた結果を政策提言としてとりまとめることもしばしば行われます。気候変動については、2009年と2015年に全世界で同日に開催され、その年の国連気候変動枠組条約締約国会議（COP）で市民からの政策提言として用いられた、世界市民会議（World Wide Views）の試みが挙げられます。この種の参加型手法には、他にもコンセンサス会議や共同事実確認（Joint Fact-finding）等、様々なものが世界各地で適用されてきている一方で、より参加の機会を広げるツールとして、オンラインで実施する方法も少しずつですが蓄積されつつあります。以下では、気候変動影響が顕著に現れがちな農業分野と防災分野を題材に実施したオンライン熟議の例についてご紹介します。

### (2) オンライン熟議の概要

オンライン熟議は、一般的には図4-2-1に示す手順で実施されます。今回は、2016年3月11日～24日までの14日間をかけて実施されました。最初に、農業については生産から消費に至るまでの関係者84名を抽出、防災については近年に何らかの水災害の発生した地域の居住者86名を抽出し、熟議に参加していただきました。ただし、2週間の期間中に離脱する参加者が発生し、終了まで参加したのは農業が60名、防災が61名でした。いずれの分野でも年齢や性別等で偏りのないよう3グループずつに分かれ、専門のモデレータが熟議の進行を行いました。また、参加者から専門的な質問が出てきたときは、熟議を閲覧しているSI-CATの技術開発機関に所属する専門家がモデレータを介して回答しました。

提供した専門知は、いずれの分野でも、気候変動全般に関する資料として、地球環境研究センターや国立環境研究所、全国地球温暖化防止活動推進センター、気象庁等の公開情報を提示しました。これに加え

て、農業では、法政大学が作成した農業分野における適応策導入のためのシナリオをベースとして、シナリオ作成過程で得られた専門家や農業関係者のコメント等を抽出・編集して作成した、気候変動の農業分野への影響に関するものを、防災では、気候変動の影響と自然災害への適応策、今後の適応策オプションについて、全国の自治体の事例やSI-CATの技術開発機関に所属する専門家の見解を元に作成したものを提示しました。これらはプレゼンテーションソフトで作成され、参加者はウェブサイトでこれらを閲覧しながら、電子掲示板を読み書きして議論しました。

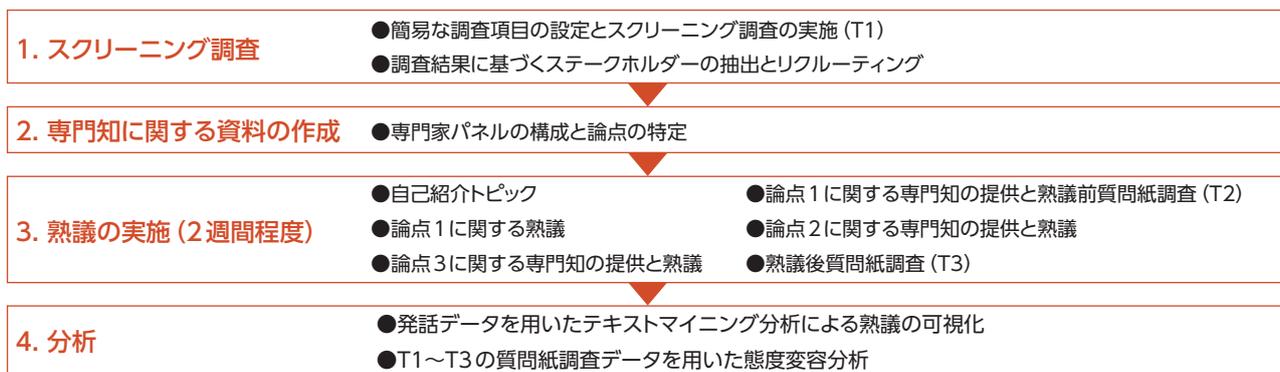


図 4-2-1：オンライン熟議の実施手順

### (3) 農業分野での態度変容の概要

参加者の多くは、気候変動リスクとして、夏の平均気温上昇と降水量の変化や台風の大型化を懸念していました。また、重要な政策オプションとして、突発的異常気象の対策や品種改良を選ぶ人が多い傾向がみられました(表4-2-1)。一方で、「農業には全ての対策が関わっているためどの政策も重要」、「どれが一番重要かを言うことは難しい」等、優先順位をつけて絞り込むことが難しいと答える回答者も少なくありませんでした。

図4-2-2は、防御、順応、転換、移転に大別した農業分野での適応策に対する賛否を、熟議の前後で比較したものです。熟議の前後での変化は、

農業への関係が低い層の方が大きく、特に「現在の農業の形態を守るべき」と「特に対策は必要ない」への賛成割合が低下しました。また、農業への関係の大小に拘わらず熟議を経た後は「保険や共済制度で補償すれば良い」への賛成割合が高まる傾向がみられました。

表 4-2-1：予測・評価情報のニーズが高い分野

回答者数(農業関係者)	
温暖化の影響に強い品種改良 (凍霜、暑さ、異常気象等)	13(4)
水不足・豪雨など突発的な異常気象の対策	15(5)
環境問題についての情報発信	4(2)
新規就農・担い手の支援	15(2)
気候変動に対する社会・環境の整備	6(3)
水害や土砂崩れなどの自然災害への対策	5(1)
森林・里山・耕作放棄地の管理	3(2)
リーダー・人材育成	6(0)
すべて重要でありひとつを選べない	8(4)

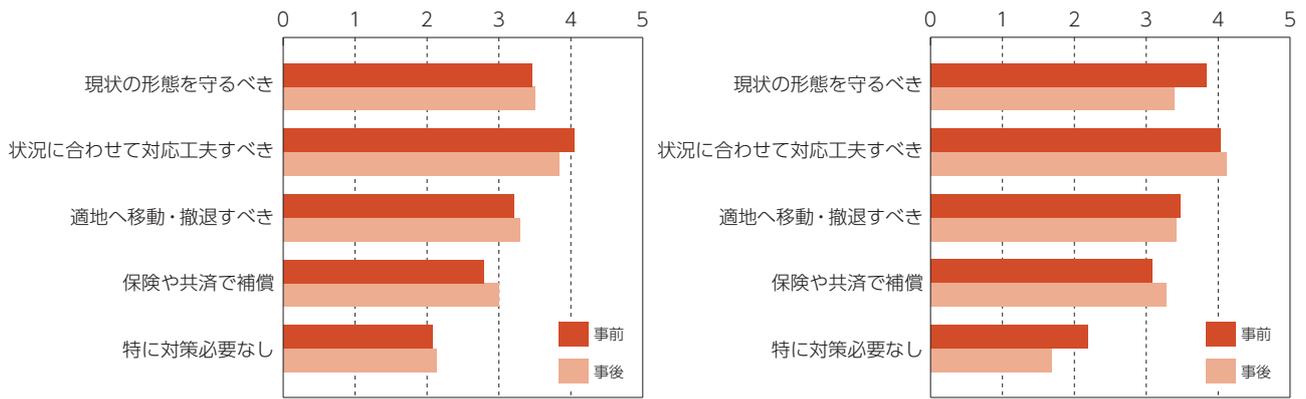


図4-2-2：農業適応策に対する考え方の変化（[左] 高関与 [右] 低関与）

#### (4) 防災分野での態度変容の概要

熟議の前後で参加者の認知や考え方が変化した点については、まず、農作物、水資源、健康、風水害、生態系、生活被害と海面上昇という全ての項目において、影響頻度の増加や強大化が起こる可能性が高まるとの認知が、事後により多くなりました。特に、事前の認知度が低かった「水不足や水質悪化」は高くなりました。事前事後ともに「風水害」の強大化への認知が最も高く、これは熟議中の発言からもゲリラ豪雨や台風等を想定する人が多かったことからもうかがえます。

また、防御、順応、転換の具体的な適応策として地方自治体を取り得る18対策と個人が取り得る

19対策を上げ、実施への賛否を(1=賛同~6=反対)の6段階で尋ねた結果を抜粋して表4-2-2に示します。ほぼ全ての適応策に対して、賛成側へと変化しましたが、自治体の対策として「5自然環境保護」と「15住宅や施設の移動・撤退」、個人の対策として「18被害頻発地域からの引越し」については、反対側へと変化しました。また、全体的に自治体の対策への賛成の方が高かったのですが、熟議前後での変化率は個人の対策の方が大きくなりました。そして事前では、自治体の対策としては「5自然環境保護」への賛成が最も高かったのですが、事後では3つの「8-10順応的適応策」への賛成が最も高くなり、個人の対策として事前事後ともに賛成が最も高かったのが「11災害時の自助対策」でした。

このように、気候変動適応策としての防災対策（特に順応策）の実施への賛成割合、災害強大化の認知が高くなっており、熟議に参加することで問題把握と対策行動に対する認知が高くなったと評価されます。一方、撤退策は、熟議に参加することで有効だとは思うものの、実行に移すのは困難であるとの認知が形成され、賛成割合が低くなりました。このため、他の対策とは分けて扱う必要があるかもしれません。

表4-2-2：防災分野での  
適応策オプションへの賛否

地方自治体		事前	事後
5.	自然環境を保護する対策	1.95	2.05
6.	伝統文化の保存の推進	2.59	2.59
8.	順応的な対応策全般	2.30	1.84
9.	ライフラインの機能強化	2.11	1.84
10.	避難所等の初動対応の強化・整備	2.21	1.84
15.	施設の移動撤退等の抜本的転換策	2.43	2.44
個人			
11.	災害時の自助対策	2.15	1.80
18.	被害頻発地域からの引越し	3.25	3.36

## (5) 両分野での熟議の構造の概要

図4-2-3は、農業分野での熟議の様子を、テキストマイニング手法を用いて構造化したものです。具体的な方法は3章3節をご参照下さい。論点1の日本における気候変動影響の周辺に「温暖化」、「専門家」、「原因」等が、気候変動の影響を受けた30年後の日本の周辺は「台風」、「品種」、未来のシナリオの周辺には「対応」、「りんご」、「農家」、最も重要だと思ふ政策オプションの周辺には「国」、「対策」等の語が配置されています。これらから、熟議の内容が、気候変動の原因や影響に関する内容から、具体的な影響や対応について、さらに国レベルでの対応策に関する議論へ変化していったことが推察されます。なお、防災分野でも同様の傾向がみられました。

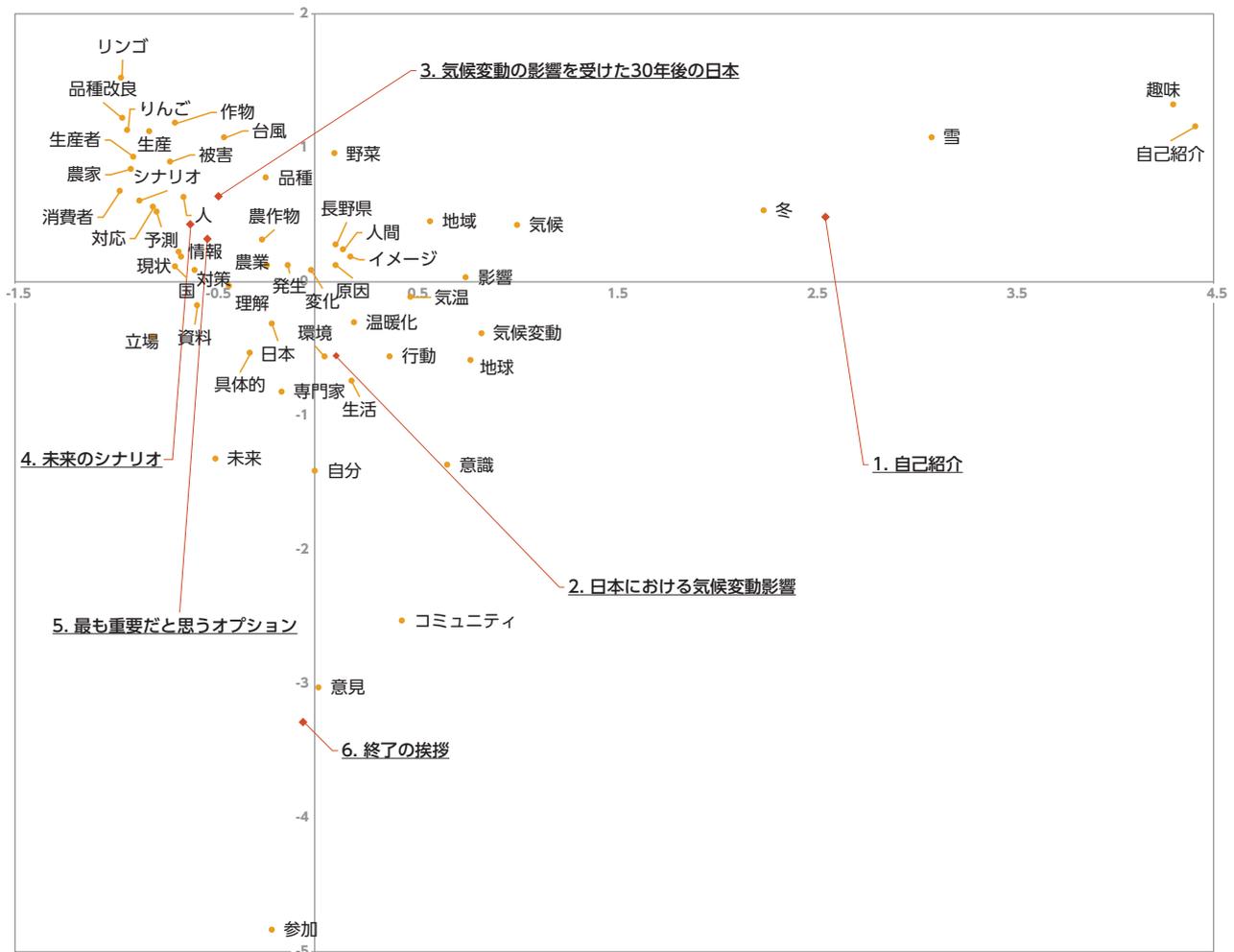


図4-2-3：農業分野での熟議の構造

## (6) おわりに

以上でみてきたように、熟議を経て参加者の考え方は変化しており、その変化は特にその問題について知識や関与が少ない人々の方で大きい傾向があります。これは、専門知識の提供と参加者同士の対話の効果と考えられます。今後は、どのような情報を提供するのがより誤解が少ないのか、SI-CATアプリのようなツールをより効果的に使っていただけるのか、といった点について明らかにしていく予定です。

## 4-3. 欧米における気候科学技術の社会実装化の試み（NECAP）

### (1) はじめに

多様で幅広いステークホルダーとの対話や協働を通して、社会と技術の関係を俯瞰し、社会問題の解決に資する社会技術のうち、以下ではロールプレイシミュレーションを取り上げ、これを用いて米国で気候変動適応策の社会実装化を試みている事例（NECAP; New England Climate Adaptation Project）について、文献調査とインタビュー調査（2016年9月15日にマサチューセッツ工科大学（MIT）都市計画学部環境政策学科・サスカインド教授を対象とした訪問面接調査）を行った結果をご紹介します。

ロールプレイシミュレーション（交渉シミュレーション）は、政策形成支援ツールの1つとして、模擬的なゲーム社会を構成する様々なアクターを、与えられた情報やルール、役割に基づいて参加者が演じ、交渉の実験を行うものです。これまで、MIT-ハーバード大学公共論争プログラムが膨大な蓄積を進めており、国内でも風力発電立地に伴う環境コンフリクトに適用した事例が存在しています。

### (2) 気候変動適応問題への適用手順

NECAPは、米国海洋大気庁（NOAA）らによる公募研究プロジェクトの一環として、MITが中心となって提案したプロジェクトが採択され、2012～2014年に実施されたものです。ニューイングランド地方の4つの地方自治体を対象に、NOAAの関連機関やニューハンプシャー大学からの科学的知見を基に、気候変動適応策の社会実装化を試みるものであり、MITはこの中で、科学的知見を、ロールプレイシミュレーションを用いて、ステークホルダーに提示して普及啓発し、政策実装する役割を担っています。以下ではメイン州ウェルズでの事例を紹介します。適用手順は図4-3-1のとおりです。

### (3) ステークホルダーアセスメント

まず、ステークホルダーアセスメント（ステークホルダー分析）では、抽出された町議員や公共事業者、企業経営者、環境団体、財産所有者など約20人のステークホルダーを対象に個別インタビューを実施します。なお、この方法は、4章1節で岐阜のケースで紹介されたものです。NECAPでの主な結果は以下のとおりです。第1に、多くのステークホルダーが最も懸念している気候変動リスクは、海面上昇による砂浜侵食、沿岸所有地の損失と、台風の増加でした。第2に、気候変動が沿岸観光に悪影響を与え、その結果、多くのステークホルダーがインフラの損失、町全体の経済的損失につながると考えていることが明らかになりました。第3に、適応策については、ステークホルダーは洪水リスクマネジメントに最も関心があり、洪水対策の規制化を行い重要なインフラを守ること、また根本的な解決策として防波堤をつくることが支持されました。第4に、適応策を進める上で最大の障害は、住民の気候変動に関する知識の不足やそもそも気候変動を信じていないことだとの指摘がありました。ただし、世論調査の結果では、ステークホルダーの予想よりも住民の気候変動への懸念ははるかに高いことが示されています。第5に、多くの適応策が高コストであることも阻害要因として挙げられました。

#### (4) リスクアセスメント

次に、リスクアセスメントは、ニューハンプシャー大学が、各自治体における短期（2010～2039年）、中期（2040～2069年）、長期（2070～2099年）の年平均最低・最高気温、真夏日・真冬日の日数年間、平均降水量、異常降水日数、海面上昇などを、高排出シナリオと低排出シナリオの2通りについて計算を行いました。そしてこれらの気候変動予測結果を基にして、生じ得るリスク（氾濫原、海面上昇、台風など）を地図上に示し、取りうる適応策をリスクごとに提示（たとえば、洪水リスクに対しては、コミュニティ、インフラ、環境の3つの点ごとに考える適応策を提示）し、さらに熱波や気温上昇、観光業や財政への影響、干ばつ、生態系への影響についてリスクと適応策を定性的な記述でまとめています。

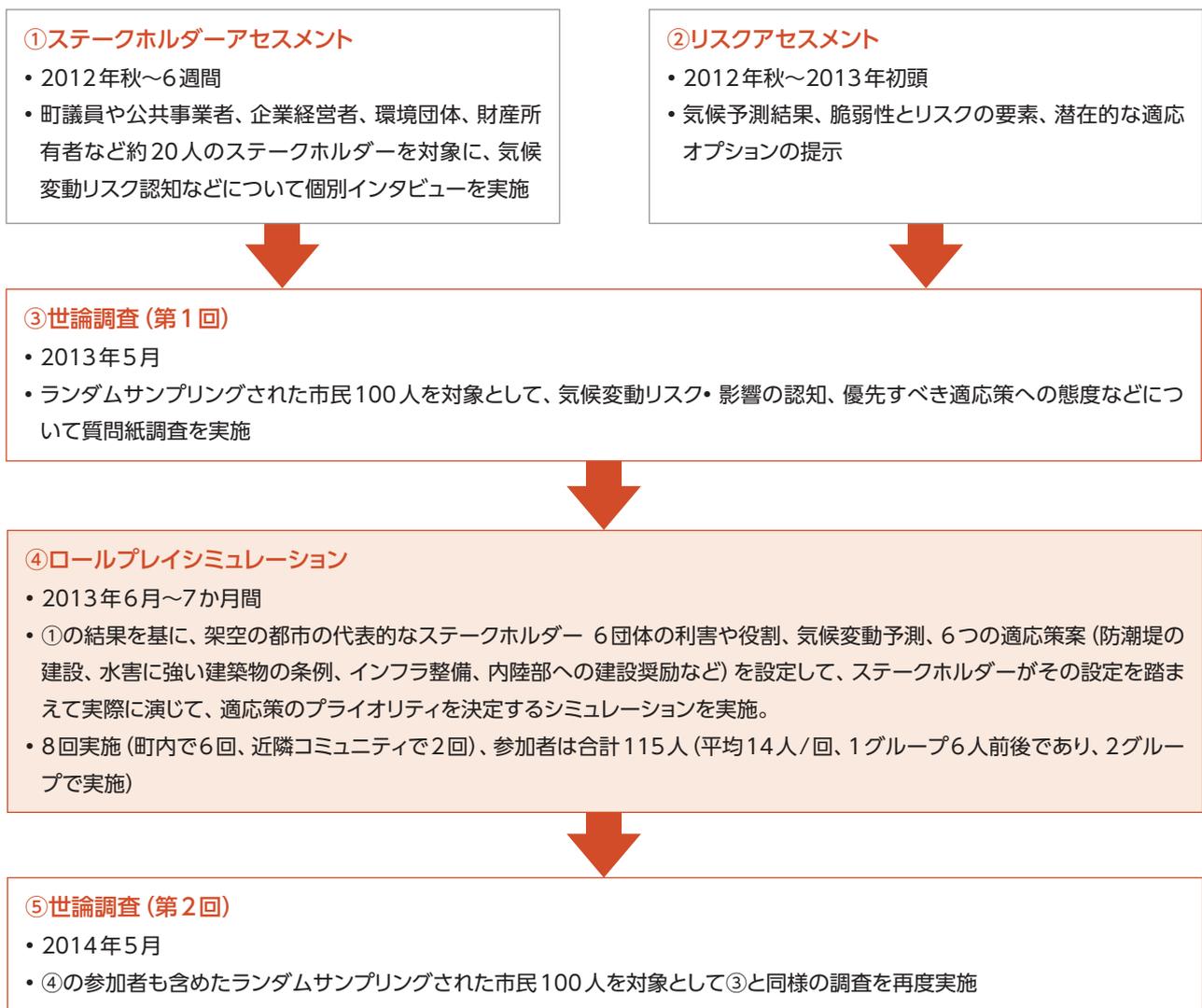


図4-3-1：NECAPプロジェクトの実施手順

なお、これらの科学的知見のまとめはステークホルダーアセスメントと同時並行的に行われたため、ステークホルダーアセスメントの実施時には調査対象者には提示されておらず、ロールプレイシミュレーションのシナリオ作成時に用いられています。その内容は以下のとおりです。第1に、気候変動によりウェルズでは気温上昇、降水量増加、海面上昇が生じる恐れがあります。気温が非常に高い日が増え、非常に低い日は減少する可能性があります。第2に、集中的な降水、台風、海面上昇により、洪水が増加すると予想され、1900以上の区画が、長期に渡って洪水危険度が中程度→高程度になるでしょう。第3に、熱波の増加や暑さに関する事象がより頻繁に生じると予想されます。第4に、気温の変化、海水の塩分濃度の変化は海洋生態系を損なうでしょう。第5に、海面上昇による砂浜や湿地などの自然環境の劣化や海の構造変化は、観光業を脅かすでしょう。第6に、住民、公共インフラ、個人の所有地は全て深刻な台風や洪水のリスクに直面するでしょう。

## (5) ロールプレイシミュレーション

ロールプレイシミュレーションの一般的な実施手順は図4-3-2のとおりです。2つのアセスメント結果を考慮して、ウェルズの実情に合わせて作成されたシナリオが、全体説明書、及び当該アクターに固有の個別指示書に描かれました。場の想定としては、自治体行政が気候変動適応策の実施を検討しており、ステークホルダーに対して沿岸のレジリエンス向上に関する適応策についての意見を述べるよう依頼した、というものです。

### 第1パート(事前準備) = 約30分

- 実験者から実験の趣旨と、取り扱う題材の背景の説明
- 参加者全員に共通の「全体説明書」及び「個別指示書」の配布
- 事前質問紙調査への回答
  - ⇒ 題材の背景情報の整理、アクターの役割とBATNAポイントの理解、交渉戦略の検討

### 第2パート(交渉の実施) = 約60分

### 第3パート(交渉後のフォローアップ) = 約30分

- 事後質問紙調査への回答
- 「ふりかえり」
  - ⇒ 合意事項について発表し、それぞれが演じた役割について、交渉の戦略などについて種を明かしたり、感想や疑問を述べたりしながら、交渉から得た教訓について議論

図4-3-2: ロールプレイシミュレーションの実施手順

ステークホルダーとしては、市民、州や連邦政府、企業経営者、環境団体など6つが設定されました。適応策としては6つの案があり（防潮堤の建設や水害に強い建築物の条例、インフラ整備、内陸部への建設奨励など）、それぞれについて将来的なリスクやコストが具体的に示されました。参加者はそれぞれのステークホルダーの役割、町の地図や気候変動適応関連の専門用語、リスクアセスメント結果の簡単な説明を共通して受けた上で、各役割に特化した説明を個別に受けました。約1時間のロールプレイ中に、参加者は6人中最低でも5人が賛成できるようなアイデアは何かを考え、さらに「ふりかえり」では、今回の

経験で得られた知見が自身の地域でどのように応用できるかの議論を行いました。参加者は、ステークホルダーアセスメントの調査対象者だけでなく、地元紙、電子メール、フェイスブック、チラシ、口コミなど幅広い媒体で呼びかけられ、7ヶ月間に8回実施されました（町内で6回、近隣コミュニティで2回）参加者の合計は115人（平均14人/回、1グループ6人前後であり、2グループで実施）となりました。

得られた主な結果は以下のとおりです。第1に、参加者の視野が広がり、視点が増えました。第2に、参加者の実際の地域での責任感、行動意識が向上しました。第3に、地元自治体行政の日常的意思決定の際に、気候変動を考慮する必要性が認識されました。第4に、気候変動適応策の実施に向けた障壁が認識されました（ステークホルダー間の合意形成の困難さ、地域住民の関心の薄さ、対応コスト）、第5に、適応策の推進の重要性が認識できました。ただし第6に、参加者が、行政が行うべきだと考えている適応策とその効果にはギャップがあるということです。

## (6) おわりに

NECAPはすでに終了しており、地元自治体で気候変動適応策の計画策定に至ったといった結果は特に聞かれませんが、しかしながら、ステークホルダーの方々、長期的なリスクを軽減し、持続可能な地域づくりに向けた課題解決のために具体的な対策づくりにフレーミングできた点は、協働的な意思決定のモデルの構築という観点からすれば効果的であったといえます。今後、私たちのチームでは、このような社会技術のいくつかの要素を組み合わせながら、地域社会にとって意味のある気候科学技術を専門家や行政、ステークホルダーらとともにコデザインして社会実装していく予定です。

## 4-4. 気候変動適応における順応型管理の計画:手順と成果

### (1) 気候変動適応における順応型管理とは？

気候変動への適応策は、確実性の高い現在・短期的な影響への対応と、影響の程度や発生時期等に不確実性を伴う中・長期的影響への対応に分けられます。前者への対応は適応策と位置付けられていないまでも既に実施あるいは検討されていますが、追加的に実施すべき適応策としては後者の中・長期的影響への対応が重要です。しかしながら、不確実性のある中・長期的影響への適応策の計画手法は十分ではありません。それゆえに、気候変動適応の分野で必要性が指摘されてきた手法が、“順応型管理”です。

順応型管理は、もともと資源量把握等の不確実性が大きい水産資源や現象解明に限界がある自然生態系システムの管理で導入されてきました（松田（2008））。気候変動適応については、気候変動の影響に対する受動的（Reactive）な適応から予見的（Proactive）な適応が必要であるとして、順応型管理の必要性が提案されました（三村（2012））。気候変動適応の理論的枠組を構築した白井ら（2014）の研究では、「中・長期的影響への順応型管理」の方向性を提示しました。

### (2) 気候変動適応における順応型管理の研究動向

IPCC第3次評価報告書では、第12章や15章において影響予測を踏まえた順応型管理の重要性にふれ

ています。また、第18章では、北米の水分野での既存組織と計画管理を通じた影響への対応事例を順応型管理であるとしています。同様に、IPCC第4次評価報告書では、第18章で、順応型管理は「行動し、学習し、再び行動するアプローチ」であると説明しています。

ようやく、IPCC第5次評価報告書の用語集で、順応型管理が登場し、「不確実性と変化に直面する中で、反復的な計画立案・実施・資源管理戦略の修正を行う工程であり、それらの効果や効果のフィードバックによるシステムの変化の観測結果に対して調整していくアプローチである」と定義されました。

順応型管理の考え方に基づく、計画事例としては、オランダの洪水リスク管理に関するデルタプログラム、テムズ湾2100計画があります。日本国内では、気候変動適応分野の順応型管理について、研究成果や実践例はみられません。

以上のように、諸外国では、水資源、水災害、自然生態系、酷暑対策等の各分野で、気候変動適応における順応型管理の研究や計画の実践がなされていますが、日本では関連する研究や具体的な計画事例が皆無に等しい状況にあります。また、諸外国における気候変動適応に関する順応型管理は、研究であるがゆえに、複雑な計画手法として具体化されたため、政策としての採用が容易でないものとなっています。順応型管理の計画手法として、理論的かつ、適応策の実施主体（地方自治体）にとって実施可能な方法論の開発が必要です。

### (3) 気候変動の順応型管理の計画枠組

第5次評価報告書の掲載論文及びそれ以降の論文の整理を踏まえて、気候変動適応の順応型管理の計画枠組を図4-4のように設定しました。この枠組の5つの特徴を説明します。

第1に、順応型管理のフェーズを、計画フェーズと実行フェーズの2つに分けます。実行フェーズは対策の実施だけでなく、図4-4の3～5にあるように、学習とコミュニケーション、モニタリング、科学へのフィードバックの要素を含み、これらの要素が順応型管理の計画対象となります。順応型管理を考慮しない場合には、これらの要素をあらかじめ十分に具体化せずに、対策を実行し、定期的あるいは必要に応じて見直すという程度で示されることが多いと考えられますが、順応型管理では学習やモニタリング等に力点があり、それらを十分に計画することが重要です。

第2に、「1B. 適応策の代替案の設定と評価」で検討する適応策の代替案は、直ぐに本格的に実行するものもありますが、試験的に導入して効果をみるもの、漸進的に導入していくもの、あるいは実用可能性に課題があり研究開発から進めるものを含めます。実行はせずに、中・長期的視点から代替案として準備しておくものがあることに、この計画方法の特徴があります。

第3に、「1A. 科学的情報の開発と整理」と「1B. 適応策の代替案の設定と評価」、あるいは「4A. 適切な代替案の選択と実施による予防」と「4B. モニタリングと予測の評価、代替案の実施効果の評価等」の各々の検討を密にして、一体性をもたせます。すなわち、計画フェーズでは、科学と施策に係る主体が一体となって、代替案の設定と評価までを行います。実行フェーズにおいても、科学と施策に係る主体が一体となって、モニタリングの結果をもとに準備しておいた代替案の予防的実施を行ったり、また実施した代替案

の実施効果を測ることが重要です。

第4に、「1A.科学的情報の開発と整理」と「1B.適応策の代替案の設定と評価」においては、気候変動のみならず、社会経済的側面を重視します。つまり、気候変動の影響が気候変動だけでなく、社会変動によっても規定されることを踏まえ、影響評価を行い、それに対応する適応策を設定・評価します。また、適応策としては、対症療法的に社会経済の適応能力を高めるだけでなく、社会経済的な感受性の改善に踏み込んだ適応策を設定します。すなわち、白井ら（2014）に示されたように、防御、順応・影響最小化、転換・再構築の3つのレベルを想定し、適応策の代替案を設定します。防御と順応・影響最小化は適応能力の向上、転換・再構築は感受性の改善に対応します。

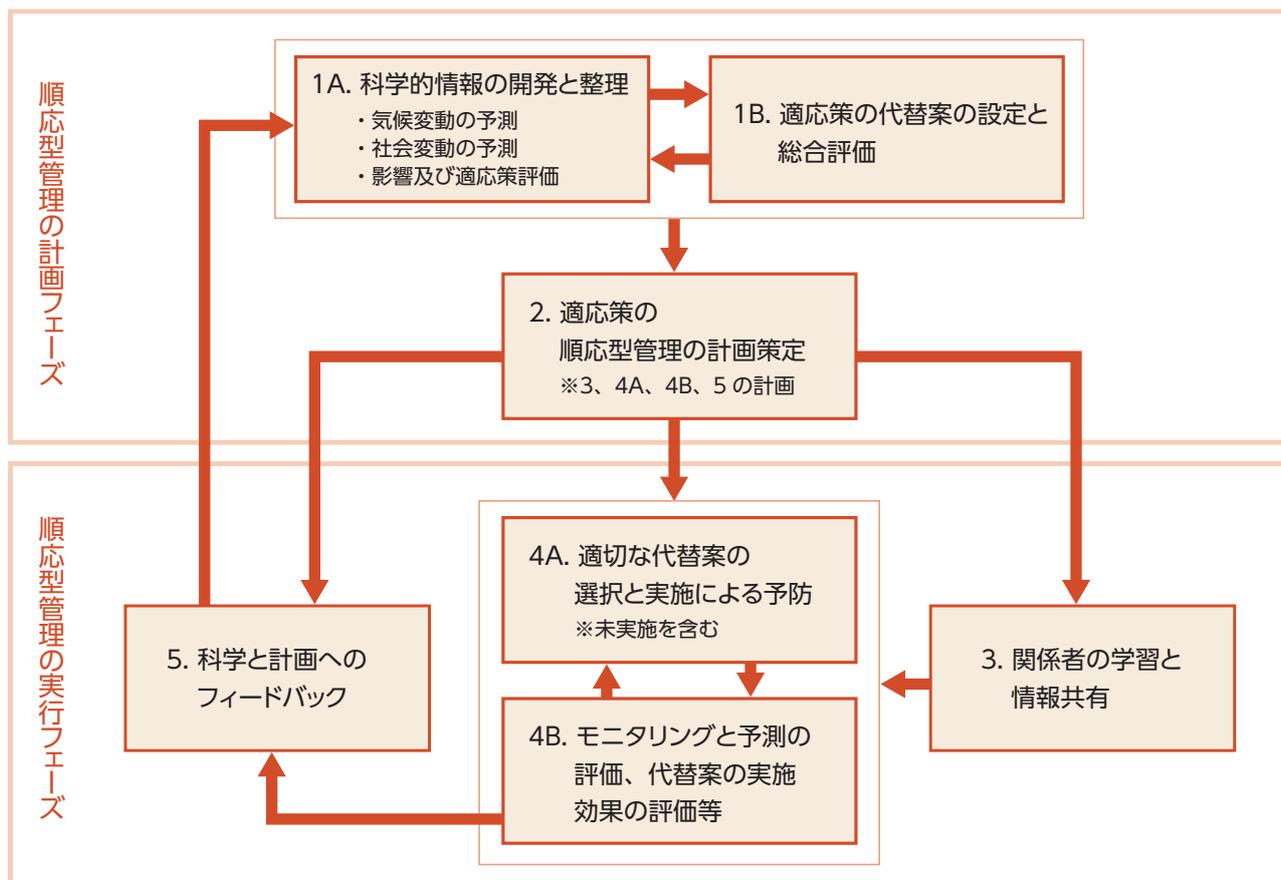


図4-4：気候変動適応の順応型管理のプロセス

#### (4) 水稻の高温障害対策における順応型管理の計画の試行

設定した計画枠組をもとに、埼玉県の水稻の高温障害について、この計画フェーズとしての検討を可能な範囲で試行しました。

##### 1) 適切な適応策の選択と実施による予防の計画

適切な代替案の選択と実施による予防（図4-4の4Aに相当）について、順応型管理の方針を設定した結果を次に示します。短期的（2030年頃まで）には、最大1℃以上の温度上昇の可能性があることを想定して、次の適応策を実施、あるいは実施に向けた準備を行います。

- ①実施中の作期移動や施肥管理の効果的な普及を図る。この際、高齢農業者等のように適応策の実施に支障がある場合の支援に配慮する。
- ②気象予測情報システムの導入、品種構成の見直し、消費者との連携システムや持続可能な経営体制への転換等の検討を進めるとともに、試験的な導入を図る。
- ③開発や準備に時間がかかる高温耐性の品種開発を継続的に進める。

中・長期的には、2040年前後で最大2℃超、2090年前後で最大4℃超の気温上昇の可能性があるとして、次の対策の段階的实施、あるいは実施に向けた準備を進めます。

- ①高温耐性のある品種の導入とそれに合わせたブランディング、農家の再編による経営体制の転換等を進める。
- ②高度な水利用管理や他作物への転換への準備を始め、気候変動の進行速度が速い（と予測される）場合には、同作物での高温耐性化とは別に、他作物への転換を早期に促す。

## 2) 学習、モニタリング、フィードバック等の計画

関係者の学習と情報共有（図4-4の3に相当）、モニタリングと予測の評価、代替案の実施効果の評価等（図4-4の4Bに相当）、科学と計画へのフィードバックの実施方針（図4-4の5に相当）、について、次のように方針を設定します。

- ①関係者の学習と情報共有については、(1)に示した適応策の実施方針、また順応型管理に係るモニタリングや科学へのフィードバック等も含めて、行政関係者や農家、加工・流通関係者等と情報共有を行い、意識向上と主体的に取り組む姿勢を形成することが必要となる。このため、地域での適応策の協議会を定期的で開催するなど、情報共有と無関心な農家等への普及啓発の機会等を継続的に設ける。行政等の担当者が異動しても、順応型管理の方法が理解され、実施方針が継承されるように、組織化と組織運営に責任を持つコーディネーター人材のポストを設ける。
- ②モニタリング等と代替案の選択については、モニタリング項目の設定とそれに基づく、代替案の選択方針を決めておくことが必要となる。モニタリング項目は、気温上昇等の進展の状況と将来傾向、農家の経営や消費者の動向、他産地の動向等といった社会経済の動向、(1)で設定した方針に基づき実施される適応策の効果、さらには農家の理解や意欲等とする。代替案は、上記のモニタリング結果を総合的に勘案し、影響の顕在化の進展速度に基づく代替案導入の必要性、その時点で実用性や汎用性等の導入容易性等の観点から、関係者との合意により選択する。
- ③科学と計画へのフィードバックについては、気候変動の予測値と実測値、あるいは適応策の効果に関する計算値と実測値を対応させ、乖離がある場合は、その要因を解明し、気候予測及び影響評価の方法論の見直しを進めることが必要となる。このために、地域での適応策の協議会に地域の科学者が参加

するなど、科学者と地域が近い関係を維持することとする。計画は、定期的（5年度程度）に見直しを行う。また、フィードバックされた科学的知見に基づき、科学的な要請により必要が生じた段階で、見直しの期間を早める場合と遅くする場合があることとする。

#### 参考文献：

松田裕之：生態リスク入門、共立出版、228pp、2008.

三村信男：将来のリスクへの予見的対応の重要性、土木學會誌、97(3)、137、2012.

白井信雄・田中充・田村誠・安原一哉・原澤英夫・小松利光：気候変動適応の理論的枠組みの設定と具体化の試行—気候変動適応策の戦略として—、環境科学会誌、27(5)、313-323、2014.

## 4-5. 「気候変動の地元学」を入口とした適応コミュニティの形成

### (1) 「気候変動の地元学」

白井（2016）は、「各地域において、適応策を計画に記述する動きが活発化しているものの、その多くは適応策に相当する関連施策を関連部局から集めそれを列挙するスタイル」となっており、「行政内での適応策の位置づけと基本方針の作成という入口の段階にあり、将来影響予測情報を用いた検討や取り組み方針の具体的検討には至っていない場合が多い」と指摘しました。

そこで必要となるのが、「将来予測結果という科学知」を起点とするトップダウン・アプローチを補完するボトムアップ・アプローチです。ボトムアップ・アプローチは、適応策の実施主体となる自治体職員や地域住民、地元企業の学習を重視します。地域に密着した「現場知」を動員することで、地域主体の主体性を引きだしつつ、地域固有の影響を共有した上で、適応策の具体化を検討します。このボトムアップ・アプローチの確立が適応策の具体化を進める推進力となります。

ボトムアップ・アプローチは、コミュニティ・ベースド・アダプテーション（Community Based Adaptation: CBA）と言うこともできます。地域に密着して、地域主体が主導する自律的な適応をエンカレッジする学習型のプロセスがCBAです。

このボトムアップ・アプローチ、すなわちCBAの1つの手段として、白井（2015）が提案した「気候変動の地元学」を起点とした方法を取りあげます。「気候変動の地元学」は、気候変動の地域への影響及び適応策に係る住民等の学習プログラムであり、住民主導の適応策実践のプロセスの入口となるものとして、環境省の「S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」において開発・試行までを実施しました。

「気候変動の地元学」は、地域で発生している気候変動の「影響事例調べ」を行い、その共有化と適応策のコデザインを行います。「地元学」は、水俣市の吉本哲郎氏が実践してきた地域住民が主体となって、地域にあるもの（地域資源）を調べ、それを地域に役立てる方法を考えていく地域づくりの方法です。この水俣流「地元学」の考え方を踏まえて、「気候変動の地元学」と名づけています。

## (2) 「気候変動の地元学」の試行

2015年度に、7地域（4県と3市）で、「気候変動の地元学」を実施しました。4県は、愛知県、鳥取県、宮崎県、沖縄県であり、同県の地球温暖化防止活動推進センターの地球温暖化防止活動推進員研修として実施しました。3市は、近畿地方環境事務所の事業として実施したもので、滋賀県大津市、兵庫県宝塚市、兵庫県丹波地域が対象とされ、関連県市の呼びかけに呼応した一般市民が参加者となりました。7地域での参加人数を表4-5-1に示します。

1回目のワークショップでは、パワーポイントにより、気候変動の地域への影響と適応策に関する講演、影響事例の調査票の説明を行いました。講演では、適応策の定義、適応策の必要性、適応策の導入状況、適応策の基本的考え方、良い適応策と悪い適応策、気候変動の地元学の実施例について、説明を行いました。

2回目のワークショップでは、1回目の振り返りとともに、事前に回収した気候変動の影響事例の集計結果を報告し、4～6名のグループに分かれて検討を行いました。内容は、①影響事例及び影響の社会経済的な原因、適応策で追加したいこと、②特に重点的に取り組むべき3つの適応策、③適応策と緩和策に対する行政予算配分の比率とそのように予算を配分する理由について、話し合いを行い、付箋紙と模造紙を使ってとりまとめて、グループ毎に発表をしてもらいました。

## (3) 影響事例及び社会経済的要因の抽出の有効性

7地域において回答された影響事例を、影響分野別に集計すると回答数が多い分野は、動植物の変化、農業への影響、水災害・土砂災害、生活・暮らしへの影響、熱中症等の健康影響でした。

また、気候変動の影響を顕在化させる社会経済的要因として、人工基盤、森林・里山、生活様式と意識、地域社会に係る要因が抽出されました。白井ら（2012）は、適応策を「気候変動の影響に対する脆弱性の規定要因の改善」と定義し、気候変動の影響分野別の脆弱性の規定要因（社会経済的要因）の構造化を試みました。この結果、都市化や森林管理の不足といった土地利用、高齢化や社会関係資本の劣化といった地域社会面の要因を整理しましたが、7地域での調査においても同様の要因が回答されました。

## (4) 参加者の意識変化

評価項目毎に、6件法での順序尺度を間隔尺度とみなし、「全くその通りだ」6点、「その通りだ」5点、「まあその通りだ」4点、「あまりそうではない」3点、「そうではない」2点、「全くそうではない」1点のスコ

表4-5-1：地域での参加者数 単位：人

		1回目	2回目	2回とも参加
県	愛知県	21	22	12
	鳥取県	6	12	4
	宮崎県	44	13	10
	沖縄県	12	12	6
	合計	83	83	83
市	大津市	35	19	18
	宝塚市	21	23	13
	丹波地域	23	13	13
	合計	79	55	44
合計		162	138	127

アを与えて、分析を行いました。

2回のワークショップの前後での意識変化について、対応のあるt検定を行った結果を表4-5-2に示します。1回目の前後、2回目の前後、1回目の後と2回目の前、1回目の前と2回目の後について、意識変化の結果を次にまとめます。

1回目の前後の意識変化では、ワークショップへの参加により影響認知、緩和策及び適応策の必要性の支持、適応策の行動意図のスコアが有意に高くなっています。影響認知の中で、特に「将来、社会経済的要因により脆弱化する」のスコアの上昇分が大きいといえますが、これは1回目に行った講演の中で、「気候変動の影響は、気候外力の変化だけでなく、社会経済的要因によって顕在化する。たとえば、熱中症患者は、高齢者で多く、気温上昇だけでなく、高齢化や近隣関係の希薄化が進展することで、患者数が増大する。」という説明を強調した効果だと考えられます。また、適応策の行動意図は有意に上昇しましたが、緩和策の行動意図は上昇しましたが有意ではありません。これも、講演の内容が適応策という新しい施策の説明を中心にしたものであったためと考えられます。

2回目の前後の意識変化では、現在の地域への影響、将来の地域への影響、社会経済的要因による脆弱化といった認知が大きくスコアを上昇させました。ワークショップにおける影響事例の共有や社会経済的要因の改善に踏み込んだ適応策の検討が、これらの認知上昇に効果をあげたといえます。適応策の行動意図も2回目の前後で上昇しています。ただし、1回目の前後の上昇よりも上昇幅が小さいものでした。

## (5) 今後の課題

7地域の実施結果から、「気候変動の地元学」は影響事例及びその社会経済的な要因に関する現場知の抽出に有効であり、同時に参加者の気候変動学習を促すことが確認できました。

しかし、CBAのプロセスとしてみた場合、「気候変動の地元学」の成果は限定的です。たとえば、影響事例及び社会経済的な要因の網羅性や科学的な根拠は十分ではありません。また、学習効果も影響認知には有効ですが、適応策及び緩和策の行動意図の形成については、さらに学習プロセスが必要となります。加えて、1回目と2回目のワークショップの間で意識変化のリバウンドが大きく、2回目以降もリバウンドがあると考えられることから、継続的に適応能力を高める学習プロセスを設けて、意識の定着化を図る必要があります。

そこで、「気候変動の地元学」を入口と位置づけ、CBAのプロセスを継続的に実施していく必要があります。

このプロセスからみると、「気候変動の地元学」は、ボトムアップによる地域適応策の形成の初期段階にあり、地域への影響事例や社会経済的要因に関する現場知を共有するものです。しかし、この現場知は科学的根拠を持たないものであり、次の段階では収集した現場知の科学的精査が必要となります。トップダウン・アプローチと違い、現場知を出発点とすることで、地域に密着したきめ細かい影響事例や社会経済的要因を抽出することにおいて、このアプローチの意義がありますが、専門家を交えた科学的精査が必要となります。

次に、現場知と専門知を統合したコンテンツを地域主体で共有し、地域主体のコンピテンシーを形成する。その上で、地域主体自身が行う適応行動計画や地域行政への提案を検討します。それを地域行政が受けとめて、地域行政による気候変動適応の順応型管理の計画を策定します。以上の手順が「気候変動の地元学」を入口とした適応策の形成プロセスとして考えられます。

この形成プロセスは、同時に地域主体のアクティブ・ラーニングのプロセスにもなり得ます。現場知の共有により、気候変動の影響や適応を地域課題として捉え、また自分に関わる問題として実感（自分事化）することが学習となります。さらに専門知を得ることで、知識の精緻化を図り、行動計画を策定することで具体的な行動を主体的に捉えなおします。そして、地域行政との協働という実践に踏み出します。このように、学習による適応能力の形成プロセスとして、意義づけられます。

表4-5-2：ワークショップの前後での意識変化（対応のあるt検定）

評価項目		1回目の前後	2回目の前後	1回目後と2回目前	1回目前と2回目後
影響認知	ア 近年、世界・日本に影響がある	0.088 136	0.083 108	-0.297 ** 64	-0.162 * 74
	イ 近年、住んでいる地域に影響がある	0.348 ** 135	0.364 ** 74	-0.397 ** 63	0.459 ** 74
	ウ 将来、世界や日本に影響がある	0.172 ** 134	-0.056 107	-0.188 64	-0.095 74
	エ 将来、住んでいる地域に影響がある	0.148 * 135	0.243 ** 107	-0.359 ** 64	0.189 * 74
	オ 将来、社会経済的要因により脆弱化する	0.552 ** 134	0.257 ** 108	-0.548 ** 62	0.417 ** 72
緩和意図	ア 行政主導の緩和策が必要だ	0.128 * 133	0.037 107	-0.169 65	-0.141 71
	イ 企業主導の緩和策が必要だ	0.227 ** 132	0.194 ** 108	-0.200 65	0.139 72
	ウ 地域や家族等の緩和策が必要だ	0.203 ** 133	0.037 108	-0.231 * 65	-0.014 73
	エ 一人ひとりの緩和策が必要だ	0.092 131	0.019 108	-0.292 ** 65	-0.181 72
	オ 抜本的な緩和策が必要だ	0.174 132	0.102 108	-0.308 ** 65	-0.208 * 72
	カ 予防的な緩和策が必要だ	0.167 132	0.102 108	-0.246 65	-0.056 72
	キ 自分自身で緩和策を心がけたい	0.130 131	0.102 108	-0.292 ** 65	-0.125 72
適応意図	ア 行政主導の適応策が必要だ	0.075 133	0.056 108	-0.123 65	-0.082 73
	イ 企業主導の適応策が必要だ	0.165 * 133	0.065 108	-0.172 64	0.000 73
	ウ 地域や家族等の適応策が必要だ	0.195 ** 133	0.055 109	-0.138 65	0.068 73
	エ 一人ひとりの適応策が必要だ	0.144 * 132	0.139 * 108	-0.185 65	0.000 72
	オ 抜本的な適応策が必要だ	0.138 130	0.110 109	-0.328 ** 64	-0.194 72
	カ 予防的な適応策が必要だ	0.115 131	0.110 109	-0.292 ** 65	-0.282 * 71
	キ 自分自身での適応策を心がけたい	0.237 ** 131	0.130 * 108	-0.338 ** 65	-0.083 72

注)セルの上段は各項目について表側に該当する平均値の差、下段は該当する回答数。対応のあるt検定を行った結果、  
\*\*は有意水準1%で有意、\*は同5%で有意。平均値の差が正の符号、かつ \*または\*\*の場合を網掛けしている

---

**参考文献：**

白井信雄：地域に期待される気候変動適応と取組状況、次なる課題、環境管理、52(9)、30-34、2016.

白井信雄：気候変動適応におけるボトムアップ・アプローチ～「気候変動の地元学」を起点として～、環境経済・政策研究、8(2)、55-59、2015.

白井信雄・田中充・小野田真二・木村浩巳・馬場健司・梶井公美子：脆弱性の概念と気候変動適応における脆弱性の構造に関する分析、環境システム研究論文発表会講演集、40、309-317、2012.

# 第5章

## 地域における適応策の取り組み

### 5-1. 北海道の北見地域での「雪踏み」

北海道の道東地方では近年、冬季の地温が上昇し、冬に土が凍る深さ「土壤凍結深」が浅くなってきています。その原因は、近年の気候変動により降雪のパターンが変化し、これまでより雪が多く積もるようになってきたことにありました。雪が断熱材となり、冬の低温を地面に伝わりにくくしているのです。

北海道の道東地方では、気候の変化とは逆に、冬場に狙った深さまで土を凍らせることで、農業的な利点を得る技術の普及が進められています。

2015年度版の気候変動適応白書では、十勝地域での土壤凍結深制御技術「雪割り」についてご紹介しました。今回は十勝地域で生まれ、近年北見地域で急速に普及している「雪踏み」についてご紹介したいと思います。

十勝地域では、積雪をトラクターでかき分け寒気を地面にさらす「雪割り」という手法が主体となっていますが、北見地域では「雪踏み」と呼ばれる手法が主に用いられています。これはトラクター後方に連結した鎮圧ローラーで積雪を押しつぶす、すなわち「雪を踏む」ことで、雪の熱伝導率を上げる手法です。この地域では、冬の最低気温は氷点下20度以下になることも珍しくありません。踏み固められた雪を通じて冬の寒気を土に伝え、土を凍らせているのです。

雪踏みをすることで何が良くなるのでしょうか？ 冬に土が凍った後、春にその土が溶けると、土の塊がバラバラになり、バラバラになった土がサラサラになります。この地域で雪踏みが受け入れられた最大の理由は、土壌の砕土性の向上にありました。地元の方は、土の「こなれ」が良くなると表現しています。

雪踏みの実施により、土の塊が少なくなり春先の畑の整地が行いやすくなりました。土がサラサラになることでトラクターが走行しやすくなり、春は作業時間も燃料代も大幅に減少しました。秋の収穫時には、作物と同じくらいの大きさの土の塊が作物と一緒に採れてしまい、それをより分ける作業が大変でしたが、それも少なくなりました。そして、心配された春の作業開始時期の遅れも、十分許容範囲に収めています。

「雪踏み」による冬場の短時間の機械作業により、春から秋にかけての農作業の生産性が大きく向上したのです。

気候の変化を取り入れた先駆者の取り組みは、この地域に急速に広まっています。2016年春季の訪問調査では、雪踏みの実施面積が1年間で約3倍に増加しているということでした。



写真5-1：「雪踏み」に使われる鎮圧ローラー  
トラックのタイヤを横に連ねたもの。トラクターに引かれて雪を踏む。麦踏み用のローラーが転用されることもある。

## 5-2. 茨城県：農業

茨城県は、農業生産額全国第2位の農業県です。私たちは、茨城県における農業を対象に、自治体との協働により温暖化影響が懸念される作物を抽出し、それらの影響評価を実施したうえでその適応策も合わせて提示し、茨城県の適応政策へ反映していくことを目指しています。

その主要な出力として、**図5-2**に示す冊子「茨城県農業における温暖化適応総合計画（案）」を茨城県農林水産部・茨城県農業総合センター・茨城大学が共同で作成し、公表する予定です。本適応計画に盛り込む主な内容は、①茨城県における温暖化の予測、②農作物に対する定量的な影響とリスク、③影響軽減のための適応策パッケージ、です。この①から③を県内の5地域ごと（県央、県北、鹿行、県南、県西）に示していきます。ここで、③の「適応策パッケージ」とはハード・ソフトを問わず効果のある適応策をまとめてパッケージ化したものです。たとえば稲の高温障害に対しては高温耐性のある品種育成が適応策の主要施策ですが、新しい品種を開発しても実際の対策が効果を得るためにはそれが普及されなければいけません。新しい品種が普及するためには、販路の確保や広報、栽培指導、導入補助金等の様々な施策が考えられます。このように、適応策は一つの対策だけでなく、それに付随する施策すべてを盛り込んでパッケージ化していく必要があります。

2016年度までに、上記の①②に相当する茨城県におけるコメの白未熟粒発生割合推定モデルの構築を行いました。作物の気候変動影響は、収量と品質の双方から評価が求められます。コメの白未熟粒は落等の基準であり、その発生は生産者にとって経済的損失をもたらすからです。茨城県農業総合センターからご提供頂いたイネの生育データと気候データを解析することで、日平均気温と日積算日射量からコシヒカリやあきたこまちの白未熟粒発生割合を推定するモデルを開発しました。今後は、当手法の精度検証、広域展開などの影響評価に加えて、良い生産者の栽培技術の伝承、作期の移動、高温耐性品種の導入といった適応策を組み合わせた検討を行う予定です。

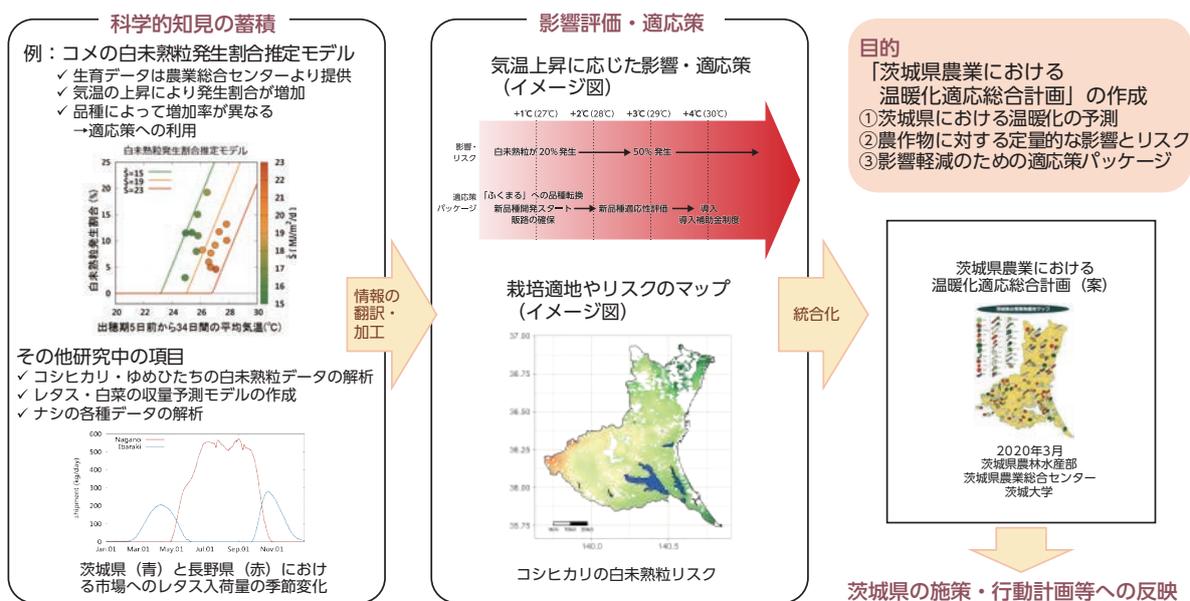


図5-2：茨城県の農業における気候変動の影響評価と適応策 (H27-H31)

### 5-3. 茨城県と鳥取県：沿岸

本プロジェクトでは、茨城県及び鳥取県の沿岸分野における適応策を検討しています。我が国では、海岸法と国土交通省及び農林水産省の定める海岸保全基本方針に則り、地方自治体が海岸保全基本計画を定めた上で沿岸整備を進めます。海岸保全基本計画は、防災、環境、利用の三側面から沿岸の具体的な整備計画を定めるものですが、現状では気候変動の影響は考慮されていません。そこで本プロジェクトでは茨城県と鳥取県の沿岸を対象に、気候変動による外力の変化に伴い予想される様々な影響に対して、各分野の研究者と自治体担当者が共同で適応策を検討することを目的としています。近未来予測の結果、すなわち2030年頃に全球平均気温が2度上昇した場合の波浪、海水位、水温等の様々な物理環境をふまえ、設計外力や海岸地形の変化、水産環境や被災リスクなど、沿岸の防災、環境、利用に影響を与える要因とメカニズムを明らかにします。その上で適応策の検討を行う予定です。両県の沿岸では、海岸保全基本計画の改訂へ向けた計画外力の見直しや、施設の更新時期の判断材料となりうる具体的なシナリオが求められます。たとえば、常時の潮位や波浪による海岸侵食等の影響、高波浪の頻度や台風の規模及び頻度に加え、高潮と洪水同時発生などの最悪のシナリオ下での影響などを検討整理する予定です。最終的には、海岸保全基本計画の策定を支える資料に、気候変動による影響や適応策の具体的な検討手順を示すことを目指しています。

2016年度は、茨城県・鳥取県の海岸担当者や大学、研究機関の関係者を交え、プロジェクト合同会議ならびに茨城県沿岸の現地見学会を実施しました。気候変動予測に関してスーパーコンピュータによる計算を行う研究者から、海岸構造物の計画・設計・維持管理等を実際に担う県の技術者が同席して意見交換を行うことで、各者の関心やニーズ、必要とするデータ形式等について理解を深めました。現在は具体的な適応策の検討へ向けて、近未来予測結果に基づく沿岸域における影響に関する予備検討や、海岸地形の変遷のモニタリングを実施しています。

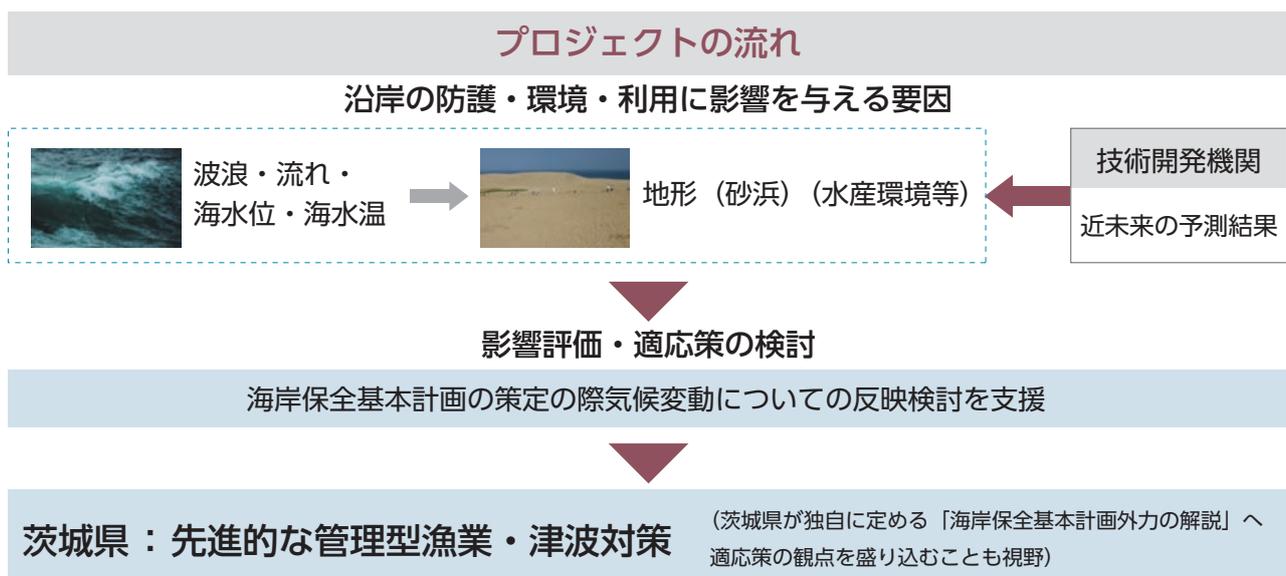


図5-3：茨城県・鳥取県沿岸における適応策検討の流れ

## 5-4. 埼玉県への適応策への取り組み

埼玉県は、特に夏季に高温となる県として知られ、2007年8月16日には40.9℃を記録し日本の最高気温を74年ぶりに塗り替えました。長期的にも昇温傾向で、熊谷気象台の1897年以降の気温上昇率は2.1℃/100年となっています。また1980年以降の気温上昇率は5.0℃/100年となり、近年、特に気温上昇が激しくなっていることがわかります。このような気温上昇により、農作物や自然環境への影響も既に顕在化しつつありますが、昇温の要因は、地球規模の気候変動だけではなく、都市化によるヒートアイランド現象による影響も大きいと考えられ、気候変動への適応に加え、ヒートアイランド現象への適応も同時に検討する必要があります。

このような状況の中、埼玉県は、2009年に策定した温暖化対策実行計画（ストップ温暖化・埼玉ナビゲーション2050）に適応策を位置づけ、比較的早い段階から適応策に取り組んできました。また、2015年には、環境省の適応策研究（S-8）成果などを基に実行計画を改定し、あらたに「適応策の主流化」と「適応策の順応的な推進」を計画に位置づけました。さらに、2016年3月には、改訂版実行計画を踏まえ、埼玉県における温暖化影響評価や既存施策等の点検、今後の取り組みの方向性を整理した「地球温暖化への適応に向けて～取組の方向性～」(以下、取組の方向性)を策定しました。「取組の方向性」策定には、SI-CATプログラムの一環として提供された温暖化影響情報なども反映されています。この「取組の方向性」は、国の適応計画を基にしたものであり、埼玉県の適応策推進の指針となることから、埼玉県の適応計画として位置付けられています。

今後、適応策検討のプラットフォームとして県庁内に設置した適応策専門部会を中心に、適応策のさらなる社会実装に取り組んでいきます。また、同時に、埼玉県ではヒートアイランド現象による暑熱環境の悪化が顕在化していることから、街区や公共施設等のヒートアイランド対策技術の最適化手法の開発などにも取り組んでいきます。

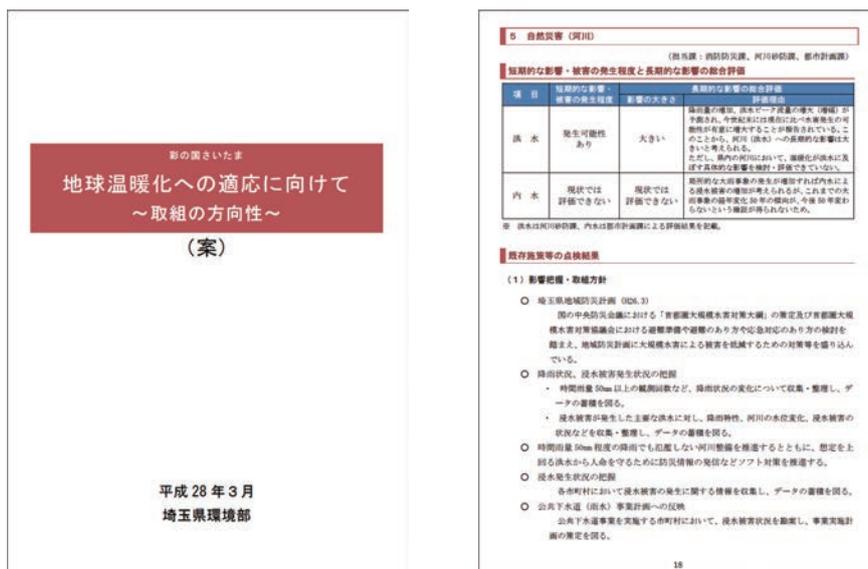


図5-4：埼玉県の適応計画「地球温暖化への適応に向けて～取組の方向性～」

## 5-5. 長野県：防災・農業・生態系など

長野県では、気候変動への適応を推進するための体制構築を目指して、農業・防災・生態系・都市健康分野における気候変動影響評価と適応技術に関する研究に取り組んでいます。その一つが2014年に設立された「信州・気候変動モニタリングネットワーク」です。これは県内の気候変動とその影響を詳細に把握することを目的とした組織で、県内の国や県、大学など約50の機関が参画しています。それぞれの機関が所有する気象等の情報を一元的に収集し、そのデータを活用した気候変動に関する情報や様々な分野における気候変動の影響情報を発信・提供することとしています。

モニタリングネットワークより提供される気候変動影響の情報を共有し、適応策の検討や適応技術等の開発を推進するための組織として、県では2016年10月に「信州・気候変動適応プラットフォーム」を設立しました。現在、プラットフォームには県の関係する部署はもちろんのこと、大学、企業、医療機関や各種団体など約70の機関が参画しています。

プラットフォーム組織の下には、防災、農業及び生態系の部会も同時に立ち上がり、それぞれの部会では各分野におけるより専門的な情報の共有や適応の検討を行うこととしています。すでに防災部会は2回、農業部会は1回開催されています。それぞれの部会においてはSI-CATの技術開発機関に属する大学や研究機関より、防災及び農業への気候変動影響予測に関する研究成果を紹介いただき、関係者間でそれらの情報を共有したところです。2017年度以降は、生態系部会を立ち上げるとともに、都市・健康に関する部会の設立準備を進める予定です。

以上の2つの組織が立ち上がったことにより、気候変動適応に向けた推進体制のベースが整いました。今後はモニタリングネットワークとプラットフォームをうまく連動させ、かつこれらの組織が継続的に運用されるよう発展させていきたいと考えています。同時に、気候変動に関するリスク情報を一般市民の方々と共有するような取り組みにも力をいれ、気候変動にレジリエントな適応社会を目指したいと考えています。



写真5-5：「信州・気候変動適応プラットフォーム」設立会合の様子

## 5-6. 岐阜県：水害・土砂災害

モデル自治体岐阜県では、岐阜大学と岐阜県とが協力して、気候変動と人口減少等の社会変動への同時適応を目標として、主に水災害・土砂災害リスクの評価手法の開発並びに適応シナリオの検討を進めています。ここでは、行政における適応策の検討プロセスについて、岐阜県の取り組みを御紹介します。

岐阜県における気候変動適応を効果的に進めるために、岐阜県庁では、適応に関係する部局が参加する庁内連絡会議を岐阜大学と合同で開催しながら、議論を進めています。しかし、多くの部局にとって気候変動への「適応」という概念はいまだ馴染みが薄いことから、まずは県行政と気候変動適応との関わりを理解するために、各部局が実施している潜在的適応策の見える化に取り組むこととしました。今後、本プログラムの成果である、近未来の気候変動予測情報、影響評価情報を受けとめて、追加的適応策について検討するためには、現在既に実施している適応策を抽出して、現状を評価することが必要であると考えられたためです。そこで、本年度の庁内連絡会議では、本プログラム参加機関に講師を依頼し、行政の気候変動適応策のニーズ調査の結果についてSI-CAT社会実装機関から話題提供をいただきました。また、気候変動への取り組みにおいて先進的である埼玉県の適応への取り組みについて解説していただきました。本会議を経て、行政における気候変動適応策は、潜在的適応策と追加的適応策に分けられ、多くの部署では、潜在的適応策を既に実施していることを認識することに加え、先進県での取り組みを紹介することにより、岐阜県の気候風土に合った適応策の方向性を模索するための素地を整えることができました。

庁内連絡会議における「潜在的適応策」の概念の説明を経て、岐阜大学は岐阜県の協力を得ながら、岐阜県施策における潜在的適応策の抽出を試行しました。県事業予算にリストアップされている約11,000件の事業のうち、1次スクリーニングによって300件あまりが気候変動の緩和あるいは適応に関係すると判断されました。これらの多くは、気候変動を意識していない潜在的な施策であり、気候変動に関する度合いも様々です。2017年度はこの取り組みを継続し、県職員によるリストの精査を経て、岐阜県における潜在的適応策の見える化を進めるとともに、他行政機関にも適用可能な汎用性のある手法へと洗練していくことを計画しています。

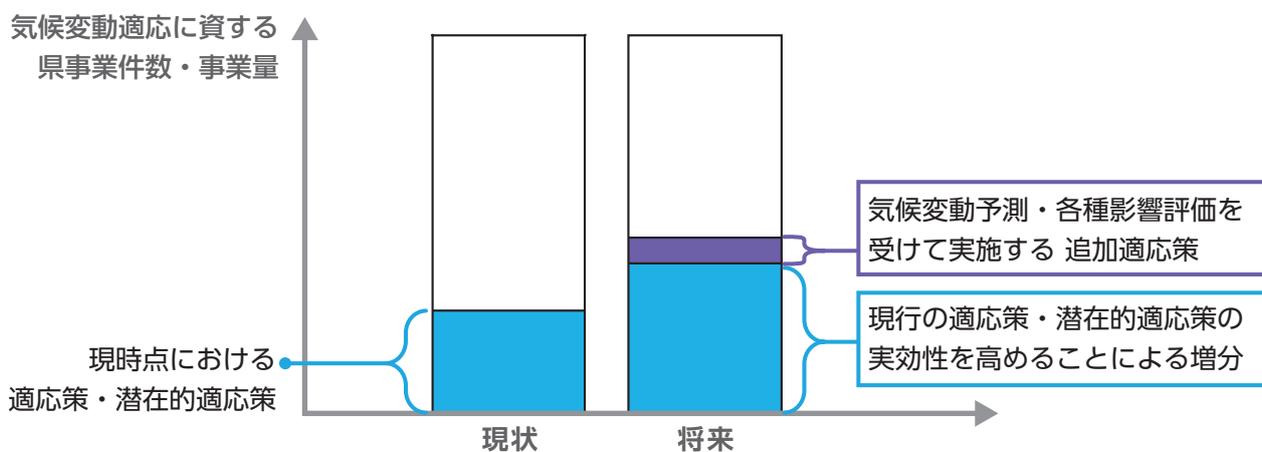


図5-6：県事業施策における潜在的適応策の「見える化」のイメージ

## 5-7. 滋賀県：気候変動緩和策・適応策統合シナリオ

これまでの滋賀県における気候変動対策は緩和策中心でしたが、国全体のエネルギー戦略や温室効果ガス削減目標が見直された状況下で、滋賀県も低炭素社会づくり推進計画の見直しを行い、適応策の必要性を明記しています。猛暑日の増加や暖冬など既に温暖化の兆候が表面化しつつあり、緩和策としての温室効果ガス排出削減だけではなく、緩和策を講じた上でも起こりうる気候変動に対する適応策の検討が求められています。滋賀県では、より充実した気候変動予測情報や気候変動影響評価情報などを基礎情報として、市民が感じる豊かさや気候変動リスク認知、適応策の受容性等を整理および可視化し、これらの関係構造を踏まえたうえで緩和策と適応策を統合した新たな滋賀県の気候変動将来社会シナリオを作成することを目的としています。

将来社会シナリオの作成には、民生・産業・運輸部門の諸活動、そしてそれらの活動に伴うエネルギー消費や温室効果ガスの排出に至るまでの関係を定量的に表現した数値モデルを用います。数値モデルのパラメーターは、既存の行政の計画とともに、ステークホルダー（住民・事業者・行政など）の参加によるワークショップなどを開催し、そこで寄せられた地域の将来に関する意見をもとに、ライフスタイル・産業・交通・エネルギーなどの様々な側面について、2030年の定性的かつ具体的なイメージを共有することで設定を行います。これにより、参加者らが考えた定性的な将来社会のイメージを、社会経済などの面から定量的に推計することができるようになります（図5-7参照）。

本将来シナリオに気候変動適応策を反映するためには、適応策の政策パッケージを特定し、これを定量化する必要がありますが、適応策の標準的な政策パッケージはまだ明らかになっていません。このことから、すでに取り組みされている緩和策や気象変化対応のための政策を収集し、緩和策、適応策、緩和策と適応策の両方に効果のある政策に分類を行い、データベース化を行いました。今後は、これらデータベースの施策を定量化し、数値モデルに反映させることで、滋賀県の地域特性を考慮した上での気候変動影響評価を行い、コストとリスクの観点から緩和策と適応策のバランスについて評価を実施する予定です。

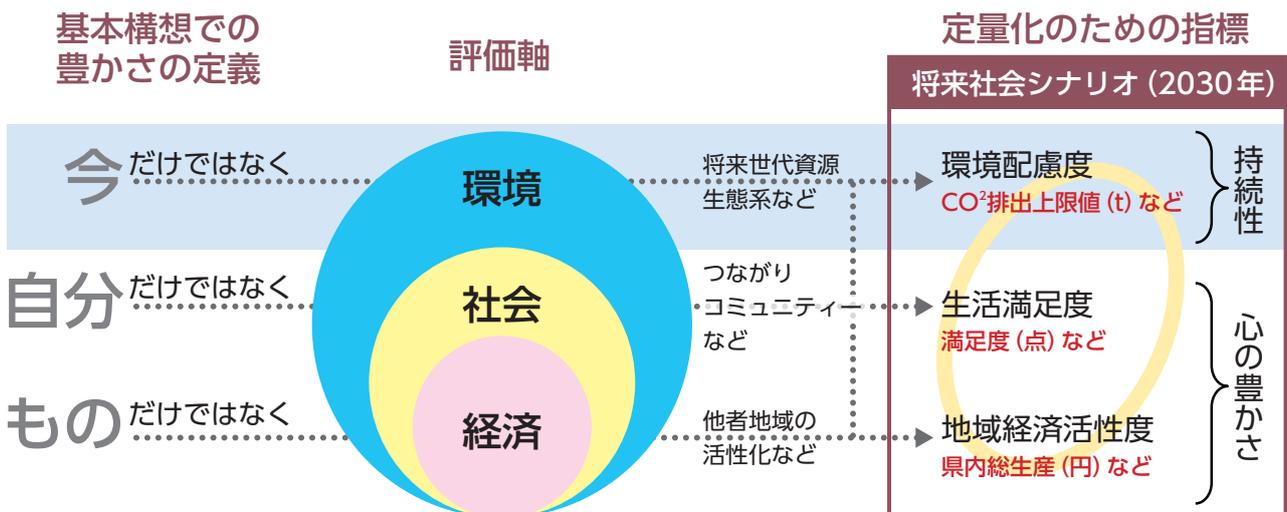


図5-7：将来社会シナリオ作成のための枠組み

## 5-8. 大阪市：暑熱

大阪市域は、西側が大阪湾に面した平坦な地形のおよそ20km四方の狭い高密度都市です。そのため、ヒートアイランド現象が顕著であり、早くから対策に取り組んできました。2005年からのモニタリング調査により、狭い市域内でも地理的な特徴や土地利用や人口、人工排熱の状況によって、場所や時間帯による気温分布が異なっていることを明らかにしました。加えて熱帯夜や真夏日などの日数による評価のみならず、閾値を超えた温度と時間の積算値である階級別デグリーアワーを用いて、地域別の定量評価を行い、より詳細な対策を検討するのに有効であることを示してきました。

2015年3月、大阪市は大阪府とともに、ヒートアイランド対策の基本的な考え方や目標、取り組み内容を定めた「おおさかヒートアイランド対策推進計画」を策定し、計画の目標である熱帯夜削減、クールスポットの創出に向けた取り組みを進めています。

本プログラムでは、ニーズ自治体として参画し、暑熱対策に関する技術情報の状況や他自治体の取り組みの把握、情報収集、意見交換を実施し、大阪市の取り組み等に反映していきます。

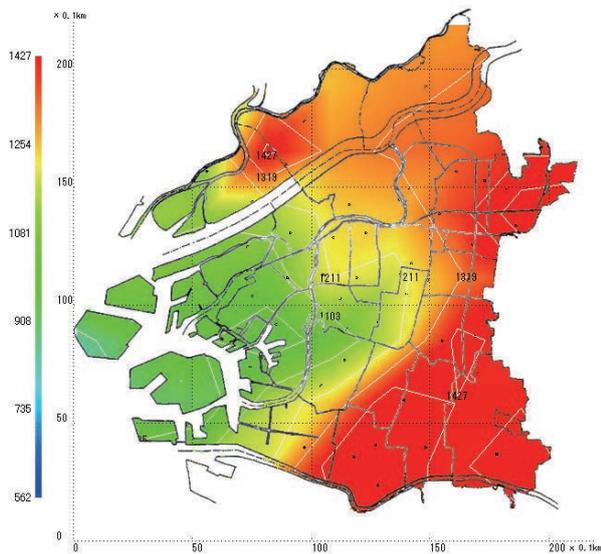


図5-8-1：真夏日デグリーアワーのコンターマップ  
2008年7月から9月のDH合計（°C hour）

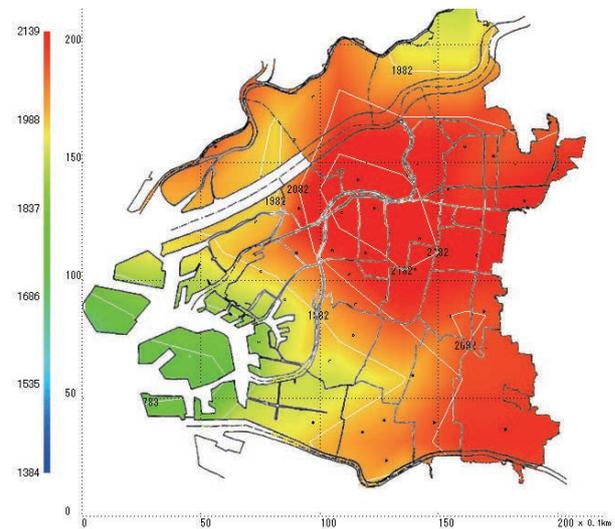


図5-8-2：熱帯夜デグリーアワーのコンターマップ  
2008年7月から9月のDH合計（°C hour）

### おおさかヒートアイランド対策推進計画（平成27年3月）

#### 目標1

住宅地域における夏の夜間の気温を下げることにより、地球温暖化の影響を除外した熱帯夜日数を2000年より3割減らす

#### 目標2

屋外空間における既存のクールスポットの活用や創出をすることにより、屋外空間における夏の昼間の暑熱環境を改善する

## 5-9. 四国地方：洪水・高潮

高知工科大学では、四国における水防災を中心とした気候変動適応策の政策立案を目標としています。現在は主に高知平野の高知県および高知市と、吉野川流域の徳島県石井町と連携して取り組みを進めています。

高知平野では、河川管理者である高知県から提供された雨量データ・水位データを活用し、過去の降雨の事例の分析を行いました。その上で水害リスクのある降雨の事例における時空間的な降雨分布などの特徴を把握し、そこで抽出した災害リスクのある降雨パターンを活用して、提供された近未来統計的ダウンスケーリングモデルに適用し、鏡川における治水・利水面での影響評価を行いました。さらに気候変動下での水害と地震などの複合災害のリスクについても分析をし、適応策を提言しています。

吉野川流域の徳島県石井町では、水害による被害リスクについて氾濫シミュレーションなどを利用して分析しました。そしてその成果を踏まえて、町の防災担当者の方に加えて住民の方からなる防災団体のリーダーとの座談会を開催し、災害リスクやその対応策などについて議論を深めました。

また影響評価モデルとして森林管理モデルを導入し、再現性について分析を行いました。さらに森林管理モデルを利用して、適応策にとって重要な森林の生態系機能は持続可能な林業によって担保されることを把握し、さらに適応策の観点からバイオマス発電所の解析を進めています。また森林の多面的機能に着目しアグロフォレストリーなどの有効性についてフィールド調査を行っています。

影響評価モデルの統合モデルの最終レイヤーとして、経済的影響を評価するために、地域経済の金銭的モデルとそこから着目した新たな事業や産業分野を切り出した物理モデルのハイブリッド産業連関表を開発しました。バイオマス発電所を対象に、物理的モデルとするハイブリッド産業連関表により、その経済効果や材料価格を政策的に決定した際の経済効果を解析しました。

渇水による吉野川流域の自治体での経済被害は既に分析できるシステムを都市に着目して開発済みであり、自治体においてその活用についての議論を進めています。一方、水害による経済的被害を、直接的な被害だけではなく広域での間接的な被害についても分析できるハイブリッド産業連関表の構造モデルを提案し、さらに具体化を進めています。

また、気候変動適応策としての水防災は、生命財産に関わる重いテーマであり、また従来の河川整備の法制度や計画論との関連性や、これからの河川整備のあり方も考える必要があります。昨今の水害被害や、それを踏まえた政策のトレンド、人口減少や財政難といった制約を踏まえた上、「最悪に備える」という防災の哲学を形にしていきます。

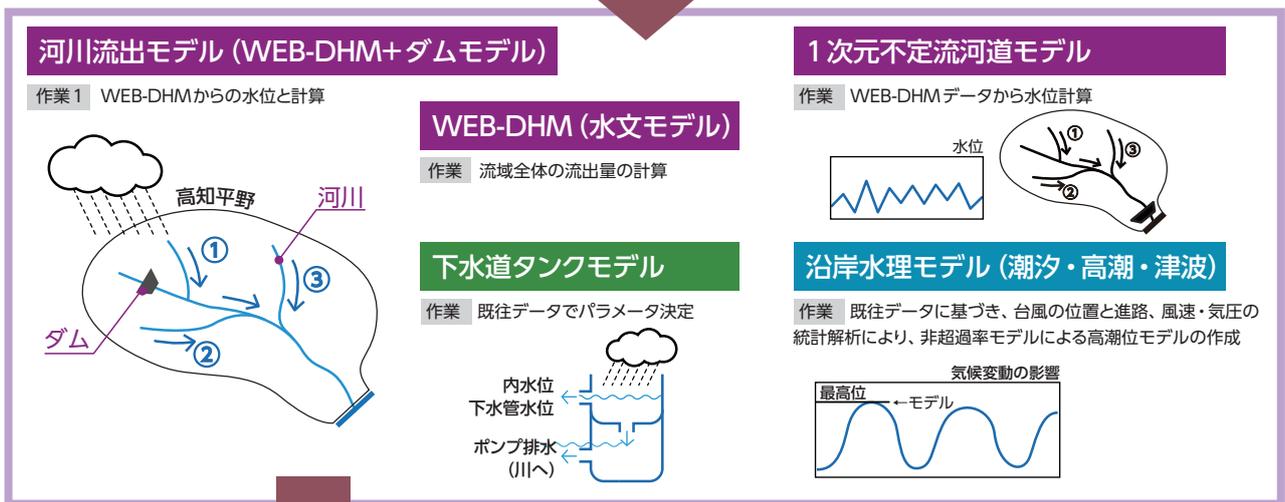
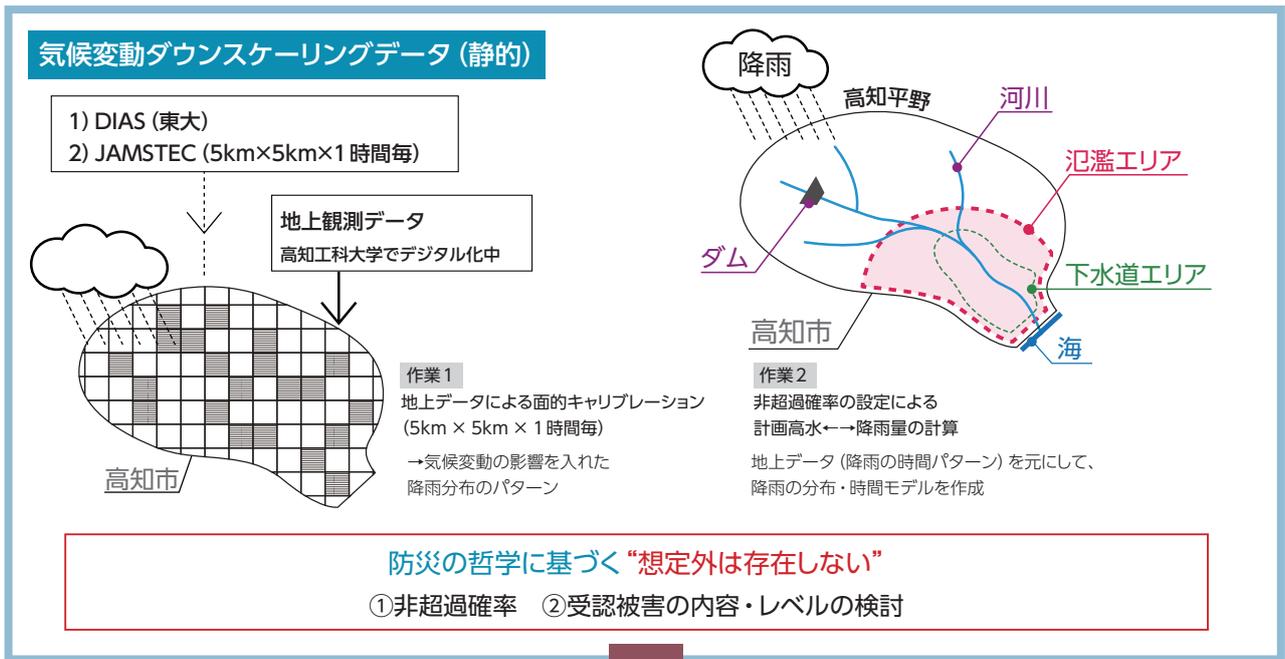


図 5-9 : 気候変動適応評価と政策への反映につながる統合モデル

## 5-10. 佐賀県：洪水・高潮

佐賀平野は、干満差が我が国で最も大きい有明海の湾奥部に面した広い低平地で、軟弱な粘性土地盤が広域にわたって深く堆積しています。この地域は、洪水や高潮に対する脆弱性が極めて高く、将来的には、温暖化による集中豪雨の増加や台風の強化が懸念されており、気候変動の影響を考慮した具体的な検討が喫緊の課題となっています。九州大学では、気候変動が佐賀平野に及ぼす影響のうち、特に高潮と洪水および地盤に関する災害の影響を評価して、それらに対する適応策の検討と効果について定量的に把握し、今後の災害対策に資する情報を提供することを目的としています。

高潮による氾濫については、高精度で様々な適応策が検討できるシミュレーションモデルを構築しました。今後はこのモデルを用いて様々な条件下でのシミュレーションを実施し、気候変動の影響評価と適応策の効果を検討していきます。洪水に関する検討では、カスケード方式に基づく直列配置されたダム群による効率的な洪水制御の効果をシミュレーションによって検討しました。その結果、カスケード方式によって洪水制御能力が強化されることを明らかにしました。なお、カスケード方式とは我々が提案している新しい治水の概念で、ダムが連続的に配置された場合（直列配置されたダム群）において、非常用洪水吐きからの越流を積極的に許容することで、従来のダム群による方式と比較して格段に効率的な治水が可能になる手法です。地盤災害については、主として河川堤防の健全度の評価手法および効率的な適応策の提案を行うことを目的に研究を進めています。

図5-10は、非常に勢力の強い台風が佐賀平野を来襲したときの高潮氾濫シミュレーション結果の例です。左の図は、台風通過後の浸水深を示しており、佐賀平野が広域にわたって浸水していることが分かります。また、右の図は堤防の決壊を考慮した場合の浸水深の増加量を示しています。このように、シミュレーションによって堤防の決壊による浸水被害の変化を計算できます。また、防潮堤の設置や嵩上げ、排水ポンプなどの一般的に適用可能な適応策についても検討することが可能です。

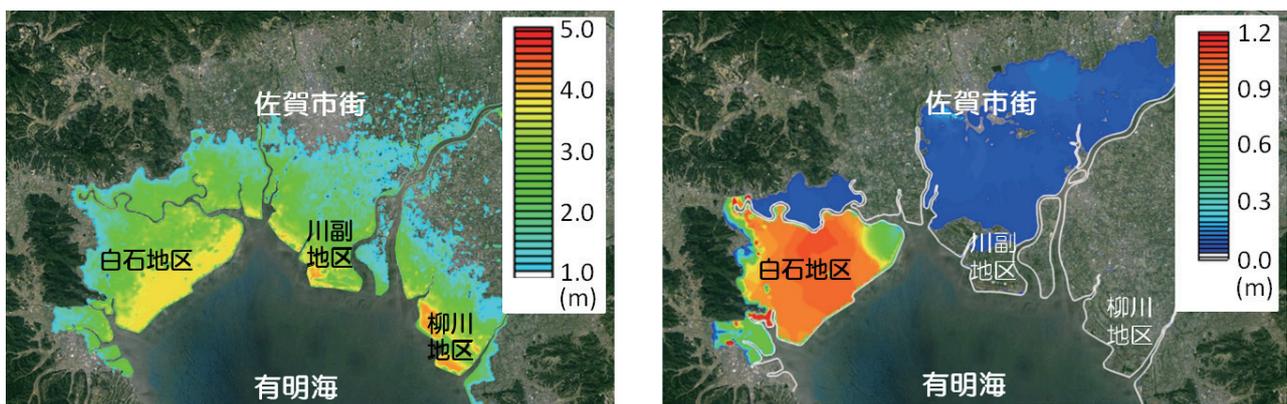


図5-10：佐賀平野に非常に勢力の強い台風が来襲したときの高潮氾濫シミュレーション結果の例

〔左〕 台風通過後の浸水深 〔右〕 堤防の決壊による浸水深の変化

# 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

2016 年度版「地域の気候変動適応白書」の刊行にあたって

木村富士男 筑波大学

田中 充 法政大学

### 第1章

石橋和昌 文部科学省 (1-1)

田中 充 法政大学 (1-2)

### 第2章

渡邊真吾 海洋研究開発機構 (2-1)

石川洋一 海洋研究開発機構 (2-2)

肱岡靖明 国立環境研究所 (2-3)

### 第3章

工藤泰子・渡邊茂 JWA、馬場健司 法政大学 (3-1)

田中博春 法政大学 (3-2)

岩見麻子・馬場健司 法政大学 (3-3)

### 第4章

水谷香織 パブリック・ハーツ、馬場健司・岩見麻子 法政大学 (4-1)

馬場健司・岩見麻子 法政大学、小杉素子 静岡大学、青木えり 慶應義塾大学 (4-2)

馬場健司・田中充 法政大学、大塚隆志・吉川真珠美 イクレイ日本 (4-3)

白井信雄 法政大学 (4-4/4-5)

### 第5章

田中博春 法政大学 (5-1)

田村 誠・増富祐司・滝本貴弘 茨城大学 (5-2)

武若 聡 筑波大学 (5-3)

嶋田知英 埼玉県環境科学国際センター (5-4)

浜田 崇 長野県環境保全研究所 (5-5)

原田守啓 岐阜大学 (5-6)

木村道徳・金再奎・河瀬玲奈 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター (5-7)

榎元慶子 大阪市立環境科学研究センター (5-8)

吉村耕平 高知工科大学 (5-9)

橋本典明 九州大学 (5-10)



平成 29 年 5 月

法政大学地域研究センター

連絡先住所：〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-16

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)」