

22. 地方自治体向け気候変動適応策のガイドライン ～適応策検討の手順と方法

白井 信雄^{1*}・田中 充¹・小河 誠¹・陸 齊²・浜田 崇²・田中 博春²

¹法政大学 地域研究センター（〒102-8160東京都千代田区富士見2-17-1）

²長野県環境保全研究所 自然環境部（〒381-0075長野県長野市北郷2054-120）

* E-mail: nobuo.shirai.33@hosei.ac.jp

気候変動の適応策実装のために「適応策ガイドライン（Ver.1）」を作成した。本ガイドラインは、長野県におけるモデルスタディを踏まえて作成したものである。ガイドラインには、現在及び短期的影響、長期的影響及び適応策の進捗管理に係る指標の使い方や得られた情報をワークシートに整理する方法を示した。また、科学的知見と適応策の実施の間には、適応策の位置づけや認知に係るギャップ（溝）が残されており、それを解消する方法についても、可能な範囲でガイドラインに盛り込んだ。

今後は、長野県以外でも適応策の検討が進められる見込みであり、全国各地で本ガイドラインに示された方法が試行され、その成果を共有する形でガイドラインの進化ができればと考えている。

Key Words: adaptation to climate change, indices, vulnerability, sensibility, adaptability, Nagano

1. はじめに

気候変動への適応策の実装においては、「気候変動影響の地域多様性」、「ステイクホルダーの地域密着性」、「地域レベルのきめ細かな気候変動影響対策の必要性」という観点から、地方自治体の関与と主導が不可欠である。しかし、地方自治体による適応策の検討状況をみると、適応策の計画策定に向けた具体的な検討を行っている団体は長野県、埼玉県、三重県等に限定されている（法政大学調査、平成24年7月時点）。

この理由としては、気候変動対策としての適応策の法制度的な位置づけが確保されていないこととともに、「施策実施に必要な情報が不十分」、「施策立案・実施等のノウハウが不十分」等があげられる（法政大学の地方公共団体ヒアリング調査より）。

こうした状況を踏まえ、本研究は、地方自治体における適応策の普及に資するために、気候変動影響の評価、適応策検討に資する指標体系の整備及びそれを活用した適応策の立案手法の開発を行った。開発した手法は、長野県でのモデルスタディを経て「適応策ガイドライン（Ver.1）」としてとりまとめたので、報告する。

なお、今回開発した適応策ガイドラインは、環境省の「気候変動適応の方向性」（2010）に示された適応策の検討手順を踏まえ、地方自治体が実用可能なように具体化や新たな手法の開発を行った結果を盛り込んだものである。地方自治体を対象とした適応策の具体的な検討方法を示すガイドラインは日本初のものである。

今後は、本ガイドラインが全国各地で活用され、適応策の計画・実行がなされることが期待される。そして、全国各地の経験をさらに共有する形で、ガイドラインのバージョンアップを積み重ねていくことができればと考えている。

2. ガイドラインの目的と作成方法

(1) ガイドラインの目的

ガイドラインは、都道府県及び政令市指定都市等を対象とし、気候変動の地域への影響を把握し、適応策を検討する際の具体的な検討手順と課題等を示した手引となる「適応策ガイドライン」を作成することにより、適応策の普及の一助とすることが目的である。

(2) ガイドラインの作成方法

適応策ガイドラインの作成及び適応策導入における課題の導出等の手順は次の通りである。

- a) 環境省の「気候変動適応の方向性」（2010年）及び海外の地方自治体の適応策に関する関連文献を踏まえて、適応策検討の手順と検討に用いる指標、検討過程での情報を整理するためのワークシートを作成した。これを適応策検討の手順書とした。
- b) 作成した手順書を参考に、2010～2011年度に長野県環境保全研究所を主体とした、長野県の関連する行政分野における気候変動の将来影響の評価と適応策の検討（モデルスタディ）を行なった。この

際、環境研究総合推進費「S-8研究温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」（以下、S-8研究）の成果である気候変動の将来予測結果の一部を活用した。また、長野県における地球温暖化対策計画及び関連条例の改正の一環として設置された検討会の中で、適応策の位置づけが見直され、当該地域を想定した適応策の検討を行った。

- c) モデルスタディの結果を踏まえて、検討手順の見直し、検討成果例の盛り込みを行ない、適応策ガイドラインを作成した。ガイドラインには、適応策に関する指標やワークシートを盛り込むとともに、長野県での具体的な検討例や適応策導入における課題とその解決方法等を例示することとした。

3. ガイドラインの概要

(1) ガイドラインの利用対象と利用場面の設定

ガイドラインは、全国の都道府県及び政令指定都市における地球温暖化対策担当者を主な利用対象としている。政令指定都市ではない市町村、あるいは地球温暖化対策担当でない担当部局等においても、本ガイドラインで示す方法は活用可能であり、それを排除するものではない。

また、ガイドラインは、都道府県及び政令指定都市等の地球温暖化対策担当が適応策の検討方法を組み立てる際に利用可能なものとしている。

さらに適応策の検討方法や成果物イメージを庁内関連部局や関係者と共有する場面、あるいは気候変動影響の各種データの収集・整理等といった作業を行なう場面に役立つように、作業方法が具体的にわかるような内容に工夫している。

(2) ガイドラインの構成

ガイドラインは大きく3部で構成される（図-1 参照）。第Ⅰ編は、ガイドラインを作成する基本方針として適応策の考え方、またガイドラインの使い方を紹介した。

第Ⅱ編が本体であり、適応策の検討手順に即して、その検討方法や検討結果のまとめ方を示した。この中では、特に長野県でのモデルスタディ等の結果を踏まえ、できるだけ具体的な検討事例を紹介している。また、適応策を進めるうえでのヒントを「ポイント」として記述した。

第Ⅲ編は、第Ⅱ編に示す検討を行なううえで活用可能な資料の所在を示すとともに、定量的な分析や定性的なチェックを行なうための指標を紹介した。また、将来予測指標を作成するための簡易予測ツールについて、その概要を紹介している。

(3) 適応策の検討手順

適応策の検討手順は、図-1 に示す第Ⅱ編の構成が相当する。

「1. 適応策に関する知識と認識の共有」においては、適応策の検討の準備段階あるいは出発段階における関係者と理解の共有を行なうステップである。気候変動の影響・適応策の検討分野は幅広いことから、地域特性において、優先的に検討する分野を決めておくこと、適応策の検討の場を設け、検討手順や成果のイメージを共有しておくことが必要である。

「2. 気候変動影響のリスクの把握・整理」は、現在及び短期的な気候変動と長期的な気候変動を分けて行う手法を示している。現在及び短期的な影響は、気候変動の影響と考えられる出来事の抽出や統計や観測データを使って整理する。長期的な影響の把握は、S-8研究の「簡易推計ツール」を使って実施する。「簡易推計ツール」を有効に活用することが、本ガイドラインにおいて重要な点である。また、気候変動に対する脆弱性の要素を整理し、その状況を点検・整理しておくことが考えられる。

「3. 既往の適応策の点検と追加的に実施すべき施策の整理」では、関連部局の協力を得て自治体行政が既に実施している適応策を整理する。この際、適応策と認

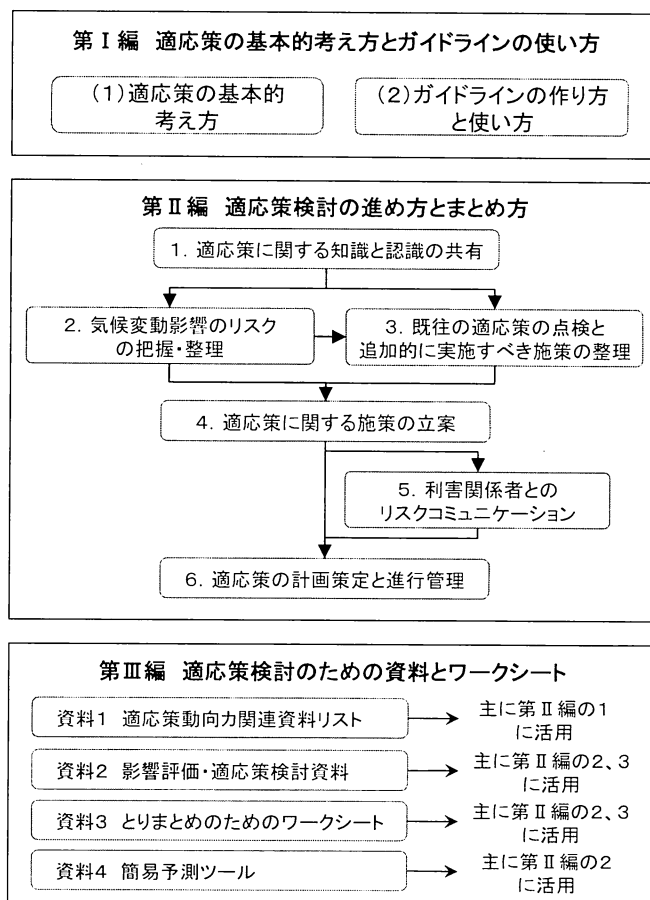


図-1 ガイドラインの全体構成

識されていないながらも、猛暑対策や豪雨対策等のような既往の適応策に相当する施策もあるため、関連部に適応策の内容や例を説明しながら、既往適応策を抽出してもらうように依頼することが重要である。

次に、2で整理した現在及び短期的な気候変動の影響、また将来的な気候変動の影響と、既往適応策の実施状況を照らし合わせ、影響はあるが実施されていない施策、あるいは今後強化すべき施策を整理する。

以上が適応策検討における情報整理のステップである。これらを踏まえ、「4. 適応策に関する計画と施策の立案」、「5. 利害関係者とのリスクコミュニケーション」を行い、「6. 適応策の計画の策定と進行管理」として実装する。

なお、各地での実際の適応策の検討においては、必ずしもこの全ての手順を実施しなければいけないものではない。地域における適応策検討の熟度や人的・時間的・予算的制約等を踏まえて、必要な箇所を抽出して検討することが可能である。

4. ガイドラインに盛り込んだ具体例

長野県環境保全研究所が中心となり、長野県の関連する行政分野における気候変動の将来影響の評価と適応策の検討を行なった。そのうち、ガイドラインに盛り込んだ内容について、要点を整理する。

(1) 検討対象分野の設定

長野県環境保全研究所における適応策の検討では、農業・食糧、水環境・水資源、水災害、森林・自然生態系、健康、観光といった幅広い分野について検討することとした。沿岸被害については、海岸がないため検討しなかった。観光分野を検討対象としたのは、降雪の変化によるスキー観光への影響などが危惧されているからである。スキー観光は長野県においては大きなウエイトを占めている。

また、長野県の検討で多くの分野を対象にしたのは、全国に先駆けて実施する適応策の検討において、包括的な検討を意図したことと、S-8研究のバックアップが得られたことに加え、条例・計画の改正を目前とした長野県自体が包括的な温暖化対策の検討を望んだためである。検討体制や予算等が限定される場合には、地域において特に課題があると想定されている分野、関連部局のニーズが強い分野を絞って、手始めの検討を行なうことも考えられる。

(2) 現在及び短期的影響評価

都道府県単位で集計されている指定統計等を指標と

して、時系列の推移あるいは他都道府県との比較を行った。扱った指標は、気候（年平均気温、夏日・冬日、降水・降雪等）、農業（農業被害額等）、水災害（水害被害額、土砂災害発生件数）、森林・自然生態系（松くい虫被害面積、鳥獣被害件数）、健康（熱中症患者数、動物媒介性感染症患者数）である。

この結果、長野県の傾向として、次の点が確認された。分析はまだ途上であり、科学的知見とするには課題も残されているが、影響分野によっては統計により影響の増加傾向等が示唆された。

- ・1981～2006年の期間の値を10年あたりに換算した値をみると、年平均気温と夏日の増加傾向、冬日の減少傾向がみられる。一方、降水、降雪の有意な変化はこれまでのところ、観測されていない。
- ・農業被害では、2010年の猛暑による果樹、花き、野菜の一部品目への影響がみられた。他都道府県に比べると、長野県は比較的水稻での被害が少ない傾向にある。
- ・水害、土砂災害の増加傾向は顕著でない。
- ・松くい虫被害、鳥獣被害、熱中症患者数は増加傾向がみられる。感染症患者数は、数人程度の報告があるが、増加傾向は認められない。なお、海外渡航時の感染であり、国内の気候変動影響による媒介昆虫の増加等による感染ではないと考えられる。

上記のように、現在及び短期的影響をみる限り、長野県では気候変動による気温上昇や森林病虫害被害、熱中症患者の増加等の傾向は確認できるが、降水の変化や水害、土砂災害の増加、感染症の増加等は確認されていない。このことは、気候変動の影響は地域毎に異なる形で発現することを示唆している。

(3) 長期的影響評価

2011年秋時点において、S-8研究の簡易推計ツールは作成途上であったため、その時点で成果があった将来予測結果のみを活用して整理を行った。ここで、将来影響については、予測された影響の大きさと予測値の不確実性の掛け算として評価することとした（表-1）。

現段階の予測では、将来予測に用いている社会経済シナリオ及び気候モデルが1つだけであり、不確実性の評価において、予測項目間の差はない。今後、「簡易推計ツール」を用いることで、社会経済シナリオ及び気候モデルの組み合わせにより、異なる予測結果が得られた場合、不確実性（予測結果の幅）を考慮した評価が重要となる。

(4) 適応策進捗の整理

適応策の進捗管理のために作成したチェックリスト

表-1 長野県における将来影響の予測結果の整理シート(現段階の整理例)

影響分野・項目		将来的な影響の大きさ		予測の不確実性		将来的な影響の大きさ × 不確実性	
		ランク		ランク		ランク	
農業	水稲	2	・全国的には、北の地方で収量が増加し、南の地方で収量が減少する。長野県のコメの収量は若干の増加傾向と予測されている。 ・今世紀末には、北関東と北陸を除く関東以西で年毎の収量の変動が大きくなる。長野県も同様。	2	・社会経済シナリオと気候モデルの組み合わせは1通りのみ。	2	・長野県では、他県と比較して、水稲被害の深刻度は低い。対策が不要というわけではない。
	果樹	3	・気温条件からリンゴの生育適域地の予測では、長野・松本・飯田周辺の平地が今世紀中頃には生育適域から外れ、今世紀末には県内のほとんどの平地が生育適域から外れる。	2		3	・対策の優先度が高い。
森林	ブナ林	2	・ブナの分布適域の予測では、長野県においてもその適域・辺縁域ともに減少傾向にある。しかし、全国の減少率と比較すると、減少率は小さい。ただし、長野県北部と南部で分布適域の減少程度が異なる。	2		2	・長野県の山岳地は、ブナ林の逃避地となる可能性がある。
	松枯れ	3	・全世紀末には標高700～800mであった松枯れ危険域の高度が上昇する。6℃の気温上昇で標高約1700m以下は松枯れ危険域となると予測される。	2		3	・対策の優先度が高い。
健康	熱中症	3	・2100年には、長野県内の平地のほとんどが、前世紀末の長野・松本・諏訪と同程度かそれ以上の熱ストレス死亡リスクになることが予測されている。	2		3	・対策の優先度が高い。

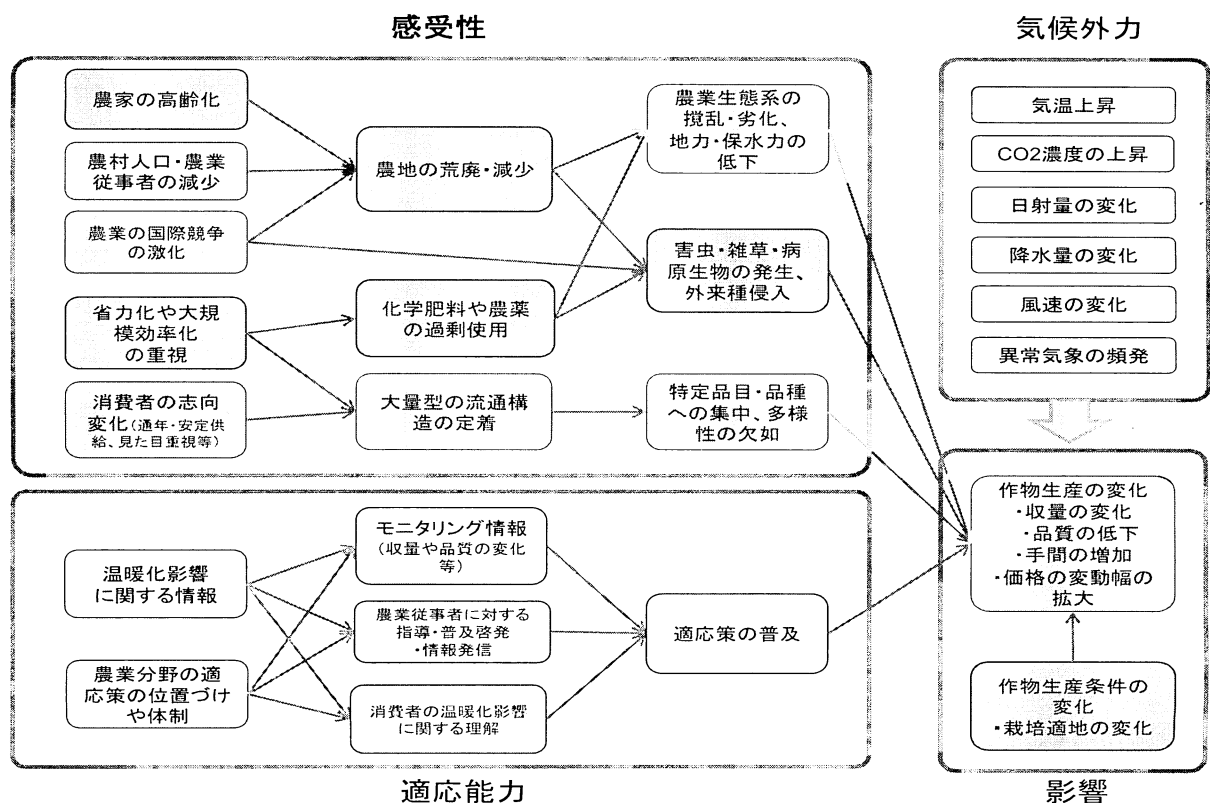
注1) ランクの凡例は次のように設定している。

将来的な影響の大きさ: 3:影響が大きい, 2:影響がやや大きい, 1:影響が小さい

予測の不確実性: 3:不確実性が小さい, 3:不確実性がやや小さい, 1:不確実性が大きい

将来的な影響の大きさ×予測の不確実性: 3:将来的な影響の大きさのランク×予測の不確実性のランク6と9, 2:同4, 1:同1と2

注2)表を作成するための予想データにおいて、社会経済シナリオ気候モデルの組み合わせは1通りだけであり、最終的な評価結果ではない。



注)法政大学作成。脆弱性の要素については、この図を出発点として、さらに改良を加えることも考えられる。

図-1 脆弱性の構造図(農業分野の例)

に基づき、長野県の農業分野について状況の整理を行った。現段階では、文献調査に基づき試行的な整理を行った段階である。

ここで適応策のチェックリストは、「適応策とは、脆弱性の要素のうちの感受性と適応能力の改善である」という考え方にたち、気候変動の影響分野毎に脆弱性の要素を整理した上で、各要素の改善策としてあるべき適応策を整理したものである。

なお、脆弱性の考え方については、白井・梶井・小河・田中（2011）にて既に報告している。脆弱性は、潜在的な影響程度（これは気候外力及び感受性からなる）と適応能力とに分けられる。

図-1は農業分野で作成した脆弱性の構造図である。このように脆弱性の要素間の関係の全体像を示しながら、要素の抽出・整理を行い、各要素の改善策として適応策を体系化し、適応策のチェックリストを作成した。

(5) 追加すべき適応策の整理

2012年3月までの長野県の検討では、現在及び短期的な影響と将来影響については、総合的に検討したが、適応策の現況整理は農業分野に限定して試行した。このため、追加すべき適応策も農業分野においてのみ、試行的に整理した。追加的な適応策は、影響評価と適応策の実施状況の整理をもとに、影響が大きい、現在実施されていない対策を明らかにすることで導出することができる。農業分野における追加すべき適応策の方向については、次のように整理した。

- ・地域の感受性について、地力の低下や栽培品目・品種の画一性、零細農家の高齢化や弱体化等が気候変動の感受性を高め、影響を顕在化させやすくしている可能性がある。こうした感受性の改善を適応策として位置づけた取組みが求められる。例えば、小規模零細農家の経営支援になるような適応策の導入、気候変動に適応可能な栽培品種・品目の選定基準の導入と経営の多様化の推進等が考えられる。
- ・適応能力の向上に関する施策については、モニタリング、情報提供、技術開発・普及をさらに進めるとともに、その導入効果の検証・見直しといったPDCAを進める必要がある。

現段階では、これらの整理は研究途中において導出されたものであり、さらに脆弱性の構造図の整理、施策の現況整理等を踏まえた検討が必要である。

4. 気候変動影響研究と適応策実装のキャズム要因

気候変動影響の将来予測という研究と適応策の実装化の間に、キャズム（溝）が存在する。キャズムには、

認識の問題や制度上の問題等いくつかの問題が含まれると考えられるが、ガイドラインでは、適応策の検討過程において提起された適応策への疑問とそれに対する考え方の一例を次のように示した。

疑問1：先進国は緩和策に責任をもって取り組むことが必要であり、適応策は開発途上国の問題ではないか。

回答：先進国にはこれまでの温室効果ガスの排出責任があり、現在も開発途上国以上に相当量の温室効果ガスを排出しているため、先進国は緩和策に優先的に取り組まなければならない。しかし、先進国＝緩和策、開発途上国＝適応策という単純な図式を固定する必要はなく、先進国と開発途上国はともに緩和策が必要であり、地域特性に応じて適応策を組み合わせるというように、柔軟に考えることが必要である。

疑問2：適応策よりも緩和策（低炭素施策）を優先すべきあり、適応策を実施すれば緩和策をやらなくてもいいと住民等が受けとる可能性がある。

回答：既に気候変動の影響は発生しており、そのための対策は必要である。それに加えて、今後、緩和策を最大限に実施（地球全体で温室効果ガスの排出量を半減、先進国は7～9割削減）したとしても、大気中の温室効果ガス濃度の安定化はゆるやかに実現するものの、それに向けて濃度が上昇し、また仮に安定化する場合であっても現在よりも相当に高い濃度であるために、温暖化は進行する。回避できない気候変動に対して、緩和策を最大限に実施しつつ、適応策を同時に実施することが必要である。

疑問3：将来の地球温暖化の影響があるといっても予測は不確実であり、また将来のことであり、現在もっと優先すべきことがある。

回答：1980年代後半からの平均気温の上昇や豪雨の発生頻度の増加傾向等を考えると、気候変動の影響は将来のことではなく、既に発生しているという認識が必要である。現在生じている問題から人の生命や財産、社会システムを守るとともに、将来の影響がさらに深刻化する可能性があるため、それを予測し、未然に対策を考えておくことが必要である。

疑問4：適応策は既に防災や農業被害等に対してニーズがあるところで既に実施されている、新たに追加すべきことはない。

回答：防災分野や農業分野、熱中症対策等では、国土交通省や農林水産省等といった国の適応策が方向づけられ、地域での取組への支援策も取られ、地域の取組も既に進められてきた。適応策の検討においては、これらの既存の取組を適応策として位置づけなおし、意識を共有することが必要である。加えて、

①既存施策では、S-8研究で提供するような将来影響の予測結果に基づき、長期的な視点からの検討が実施されているわけではない。また、②渇水（水資源）対策と農業対策との連携等の分野横断的な検討や相互調整の実施、③社会経済的な脆弱性の要因に踏み込んだ対策（近隣互助の強化、土地利用再構築等）など、さらに検討すべき適応策がある。既往の適応策の点検と強化に加えて、追加すべき新たな適応策の検討が必要である。

5. まとめ

本稿では、適応策の普及を図るためのツールである「適応策ガイドライン」について、研究成果を示した。作成したガイドラインは、次のような特徴を持つ。

- (1) 気候変動影響・適応策の検討手順を設定し、長野県におけるモデルスタディを行い、その具体的な成果を紹介する形でガイドラインを作成した。
- (2) 検討手順に即して、影響評価や既往適応策の状況を整理するための指標を盛り込むものとした。将来影響指標は、S-8で別途検討される「簡易推計ツール」の結果として出力されるものである。
- (3) 影響評価、既往適応策の評価、追加すべき適応策の整理等を行うワークシートを作成した。長野でのモデルスタディの結果は、一部をワークシートにとりまとめ、ガイドラインに盛り込んだ。
- (4) 影響分野毎に脆弱性の要素を整理し、脆弱性の要素の改善策が適応策であるという考え方で適応策のチェックリストを作成した。
- (5) 適応策の実装においては、将来影響予測等の科学的知見の提供だけでは不十分であり、適応策の認知に係るキャズムの解消が必要であり、その解消方法についてもガイドラインに盛り込むこととした。

6. おわりに

適応策の検討は、2012年度において長野県で継続される他、埼玉県、三重県、熊本県等でも検討の予定がある。こうした各地の検討においては、本研究で開発した適応策ガイドラインが活用される方向であり、今後は各地域での検討成果をもとに、さらにガイドラインのバージョンアップを進めていく予定である。

また、本稿では詳細は示さなかったが、地域での自主的な取組みを促すだけでなく、地方自治体における適応策の積極的検討の正当性を支持する法制度や条例制度の整備が必要である。

謝辞：本研究は、環境省環境研究総合推進費（S-8温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究）の支援により実施されている。また、S-8を構成するサブテーマ2「自治体（都道府県、市町村）レベルでの影響評価と総合的適応策に関する研究」の一環として実施した成果を取りまとめたものである。

参考文献

- 1) 白井信雄・梶井公美子・小河誠・田中充：脆弱性概念を具体化した温暖化影響・適応指標の開発,第 19 回地球環境シンポジウム講演集,pp.1-6,2011
- 2) 田中充・白井信雄・山本多恵・木村浩巳：地方自治体における温暖化影響適応策の動向と課題,第 39 回土木学会環境システム研究論文発表会講演集,pp.309-314,2011
- 3) 陸斉・田中博春・浜田崇・畑中健一郎・武田雅宏：地方自治体（長野県）における適応政策導入の試みと課題,第 39 回土木学会環境システム研究論文発表会講演集,pp.315-320,2011
- 4) 気候変動適応の方向性に関する検討会：気候変動適応の方向性,2010

The Guideline of the Climate Change Adaptation for Local Government —The Procedure and Method of Working on Adaptation Measures

Nobuo SHIRAI, Mitsuru TANAKA, Makoto OGAWA ,
Hitoshi KUGA, Takashi HAMADA and Hiroharu TANAKA

" The Guideline of the Climate Change Adaptation (Ver.1)" was created for installation of adaptation measures .This guideline was created based on the model study in Nagano Prefecture.

The methods of using indices applicable to impact assessments of global warming for current and short-term, impact risk assessments of global warming for long-term, and planning, implementation and progress management of adaptation measures ,and the methods of arranging the acquired information to worksheets were shown in this guideline.Between enforcement of scientific knowledge and adaptation measures, the chasms concerning positioning and cognition of adaptation measures were left behind. The methods of canceling the chasms were incorporated in the guideline as much as possible.

The examinations of adaptation measures are to be advanced in Nagano Prefecture and some prefectures other than Nagano. It is planning utilizing those examination results and evolving the guideline.