

# 「気候変動適応の方向性について」案 構 成

要約.....	i
<b>1. 背景・目的</b>	
1.1 背景及び適応の必要性.....	1
1.2 検討の目的・対象・範囲.....	2
<b>2. 適応策の概念と方向性</b>	
2.1 適応の枠組.....	3
2.2 現時点の科学的知見を踏まえた適応策の方向性.....	5
(1) 適応策の類型.....	5
(2) 適応策の実施に必要となる基盤.....	9
<b>3. 適応策に関する分野共通的な基本事項</b>	
3.1 適応策の検討に際して考慮すべき事項	
(1) 気候変動に関する最新の知見.....	11
(2) 不確実性を考慮した短期・中長期リスクマネジメントの視点.....	14
(3) 地域特性への配慮.....	15
3.2 計画・実施の具体的手順.....	16
A. 計画・実施の具体的手順.....	17
(1) 過去の観測データの分析、既存の施策に含まれる 気候変動・異常気象対応等の点検.....	17
(2) 気候変動とその影響のモニタリングの計画・実施.....	17
(3) 気候変動とその影響の将来予測.....	20
(4) 影響・脆弱性・回復力の評価、及びそれらを踏まえたリスクの評価.....	22
(5) 適応策の必要性及び優先順位の把握.....	29
(6) 適応策の立案・実施.....	32
(7) 施策の進捗・効果の把握・評価と定期的見直し.....	37
(8) 適応策の統合化.....	40
(9) 住民とのコミュニケーション・情報共有.....	40
B. 初動の5つのステップ.....	41
3.3 計画・施策への適応策の組み込みに当たっての考え方	
(1) ソフト対策・ハード対策を含む多様なオプションの活用.....	43
(2) 相乗効果の発揮、社会・環境その他の分野への悪影響の防止.....	46
(3) 適応策の総合化.....	47
<b>資料編</b> .....	48
・参考情報・情報源情報の一覧.....	
・日本において将来予測される気候変動とその影響の一例.....	
・海外及び国内の取組状況（既存計画・施策への盛り込み事例等）.....	
・影響モニタリングや影響・脆弱性・回復力評価を踏まえたリスク評価の事例 .....	

## 要約

### 本検討の対象と目的

本検討は、関係府省や地方公共団体の適応策関連部局を主な対象とし、以下の三点を目的に、各分野に共通する基本的な方向性等をまとめたものである。

- (1) 現時点での科学的知見やその不確実性を踏まえた適応策の方向性を示すこと。
- (2) 適応策の検討・計画・実施に係る分野共通的な基本事項を示すこと。
- (3) 適応及びその必要性に対する意識向上を図ること。

### 現時点の科学的知見を踏まえた適応策の方向性

- 短期的適応策：現在、既に生じている気候変動に起因する可能性が高い短期的影響を応急的に防止・軽減するための対応策に可能な限り速やかに着手・推進すべきである。
- 中長期的適応策：中長期的に生じ得る影響に対してそのリスクを評価し、影響の制御、脆弱性の低減、回復力の強化により、影響の防止・軽減に資する適応能力を向上させる対応策が必要である。
  - 個別分野での適応策：予測される特定の影響に対する適応を意図して実施されるもので、リスクの低減効果とコスト等の総合判断が必要。（例：海面上昇・高潮対策としての堤防の新規整備・既存施設の機能向上や津波・高潮ハザードマップの整備促進等のソフト施策、 Dengue熱等の感染症発生予防のための対策強化）
  - 統合的適応策：地域や分野が本来有すべき技術・制度・財政・人材等の能力を向上させることにより、副次的に適応能力向上に資するものであり、長期的視野で計画的・着実に推進すべき。（例：雨水の利用促進による水資源の有効活用が、当該地域における降雨パターンの変化等への適応能力を向上させる）
- 意識向上（適応策推進の条件整備）：適応策の必要性に関する国民全体及び適応策関連部局関係者の理解・意識を向上させる。国・地方公共団体等での担当組織の明確化、各主体の役割と連携も必要である。可能な限り速やかに着手・推進すべき。
- 情報基盤整備（適応策推進の条件整備）：適応策の検討・実施の基礎となる対象地域や分野に関する基礎的な情報を収集・蓄積・管理・利活用していくための体制整備、手法構築を行う。可能な限り速やかに着手・推進すべき。

### 適応策に関する分野共通的な基本事項

特に、適応への取組の開始段階において重要なポイントとして以下が挙げられる。

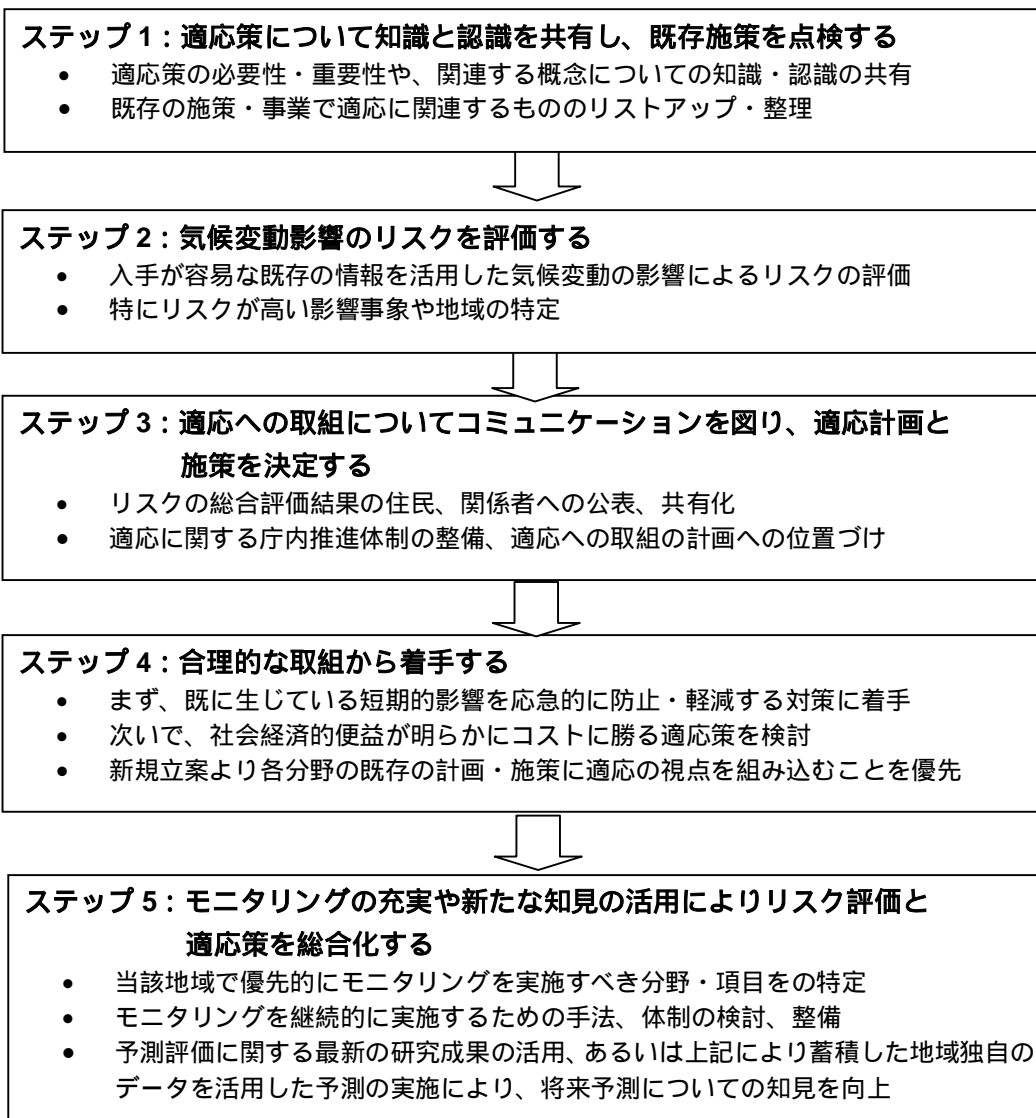
- 気候変動の影響は既に各分野で現れており、既存の分野毎の対応策を強化して短期的適応策に取り組むことが急務である。同時に、最新の研究成果を利用して、将来の気候変動によるリスクを評価しながら中長期的な適応策の計画を検討すべきである。
- 初動段階での気候変動影響のリスク評価に際しては、既存の情報を有効に活用する。
- リスク評価の結果は早い段階で住民に公表し、リスクに対する認識を広く共有化する。
- 庁内においても推進体制を整備し、適応への取組を計画に位置づける。

- 当面は、既に生じている短期的影響を応急的に防止・軽減する対策に速やかに着手する必要があるが、社会経済的便益が明らかにコストに勝る適応策(後悔しない適応策、win-winの適応策)も検討する。

詳細は 3.2B 参照

### 具体的な取組のステップ - 何から着手すればよいか? -

現状では、地域レベルでの気候変動影響の評価や適応策の立案・実施に取り組んでいる地方公共団体は少ない。今後、これらの取組を始めようとする地方公共団体が、何から着手すればよいのか、最初の一步としての具体的な取組のステップを以下に示す。各ステップの詳細は本文で解説する。



このプロセスを繰り返す

## 1. 背景・目的

### 1.1 背景及び適応の必要性

- ・ 国内外において、既に気候変動の影響は現れている。さらに IPCC は第 4 次評価報告書（AR4）において、最も厳しい緩和の努力を行っても、今後数十年にわたり、気候変動の更なる影響を避けられないことを指摘した。そのため、社会の安全・安心の確保と持続可能な発展のためには、長期的な緩和の取組とともに、適応の取組が不可欠である。
- ・ 関係する各府省、各分野において、地球温暖化の影響や適応のあり方に関する検討や報告がされているところである。
- ・ 気候変動の影響に対しては、途上国はもとより、先進国においても適応が必要となる。イギリス、オランダ、フィンランド等は、既に国内の影響評価結果を踏まえて具体的な適応策を進めつつある。
- ・ 我が国は、地形、地勢、土地利用、気候（アジアモンスーン地域）の観点から、気候変動に対する、社会・経済活動への影響が他の先進国と異なると考えられることから、我が国の状況に適した適応への備えを講じていくことが重要である。
- ・ また、我が国においても、気候変動に起因する可能性のある影響が生じつつある分野では、既に様々な適応効果をもつ取組が開始されてはいるものの、地方公共団体も含め国全体としてみると、適応の意義が十分に浸透しているとは言い難く、未だ適応の取組は緒についたばかりの状況である。今後は、最新の科学的知見を踏まえながら、国レベル、地方公共団体レベルの取組をより広範かつ総合的なものとすべく加速していくことが必要である。

## 1.2 本検討の目的・対象・範囲

### (1) 目的

本検討の目的は以下の3点である。

- 1) 国及び地方公共団体の適応策関係部局が総合的に適応策の検討・計画・実施に取り組むため、適応策検討の現状と最新の科学的知見を踏まえて、適応策の基本的な方向性について示す。
- 2) 国及び地方公共団体の適応策関係部局における具体的な適応策の検討・計画・実施を支援することを目的に、分野共通的な適応策具体化の基本的事項を示す。
- 3) 適応策の基本的方向性と具体化の基本的事項を示すことで、適応の意義及び必要性が十分に浸透していない現状を克服し、地方公共団体を含め国全体として適応に取り組む意識・機運を向上させる。

### (2) 対象者

- ・ 適応は国や地方公共団体のみならず、一般市民や企業にも直接関わる問題であるが、本検討は、国や地方公共団体の適応策関係部局を主な対象者としてとりまとめる。

### (3) 対象範囲

- ・ 上記の目的に掲げたように、各分野に共通し、分野間の整合性を図ることが望ましい基本的な方向性や、適応策の検討・計画・実施に係る基本的事項を対象範囲とする。水資源、防災、農林水産業、自然生態系、保健衛生、各種産業などの個別分野における具体的な施策（個々の適応策の是非、適応策の内容の詳細等）は、これらの方向性や基本的事項に基づいて、当該分野を所管する機関が検討する。

## 2. 適応策の概念と方向性

### 2.1 適応の枠組

- ・ 適応とは、気候変動の影響に対し自然・人間システムを調整することにより、被害を防止・軽減し、あるいはその便益の機会を活用することである。気候変動の影響は既に起こりつつあり、将来さらに激化が予想されるために、気候変動に対しては、短期的適応策と中長期的適応策の 2 種類の適応策が必要である。短期的適応策は、既に起こりつつある影響の防止・軽減のために直ちに取り組むべき施策であり、中長期的適応策は、予測される影響の防止・軽減のための計画である。
- ・ 適応策は、以下のような基本的コンセプトに基づいて設計される<sup>1</sup>。
  - 1) リスクの回避：予想される影響の出現に対して予防的な対策を取るもので、防災施設の強化や危険な地域の開発の抑制などがこの例である。
  - 2) 悪影響の低減：生じてしまった影響をなるべく低く抑えようとする対策で、防災分野では減災対策や復旧への支援がこれに当たる。
  - 3) リスクの分散：発生する影響を多くの住民の間で分散して負担したり、時間的に分散させることで影響の集中を抑える対策であり、損害保険が端的な例である。
  - 4) リスクの受容：現時点では特段の対策をとらず、または対策の実施を延期することで様子を見つつ、発生確率の低い悪影響の可能性を受容するものである。
  - 5) 機会の活用：気候変動による影響の中には、分野・地域により新たなビジネスチャンス等の好影響をもたらすものもあり得る。そのような機会を積極的に活用する。
- ・ こうしたコンセプトは、現在の各分野の政策においても広く用いられている。それに対して、気候変動への適応策において特色となるのは、既に起こりつつある影響も含めて、予防的に影響に対応しようとする点にある。そのため、気候予測や影響予測、将来の社会の動向といった将来予測に基づいて検討することになるが、これらの予測には不確実性が伴うため、その取扱を含めて、如何に対応策を策定するかが課題となる。
- ・ 適応策を計画・実施するためには、その基礎となる条件の整備が必要とされる。これらには、情報の整備と国民的認識の向上、組織的取組の体制整備などがある。とりわけ、中長期的適応策は、予防的対応策であるため、対象地域や分野に関する基礎的な情報を収集・蓄積・管理・利活用していくための体制の整備が重要である。また、従来の温暖化対策の議論ではCO<sub>2</sub>排出削減の緩和策が中心であり、適応策に対する関心は高くないが、緩和策が実際に効果を上げるまでの間に生じる気候変動の悪影響をでき

<sup>1</sup> 出典「三村信男, 2006: 地球温暖化対策における適応策の位置づけと課題, 地球環境 Vol.11 No.1 103-110」より一部改変。

るだけ小さく抑えるためには、緩和策と適応策の総合的推進が必要である。さらに、これらの対策を将来の地域づくり・社会づくりの中に位置づけることが重要である。こうした政策の推進のためには、地方公共団体を含めた行政部局、さらに広く国民各層の適応策に関する認識の向上を図ることが全ての基盤として重要である。

- ・ これらの適応策を検討する場合の時間軸は、冒頭に挙げたように短期的なものと中長期的なものがある。本検討では、短期、中長期（または中期、長期）の区分について、おおよそ以下のとおりとする。

- 短期：10年以内

- 中長期：10年以降

- ◇ 中期：10年以降～30年

- ◇ 長期：30年以降～100年

## 2.2 現時点の科学的知見を踏まえた適応策の方向性

- ・ 2.1 で示した適応策について、現時点で実施することが合理的と考えられる適応策の、我が国としての統一的方向性を示す。
- ・ 適応策は極めて広範な方策を含むものであるが、本検討がカバーする概念の範囲を以下のとおり整理している。なお、個別の適応策には複数の概念にまたがるものもある。

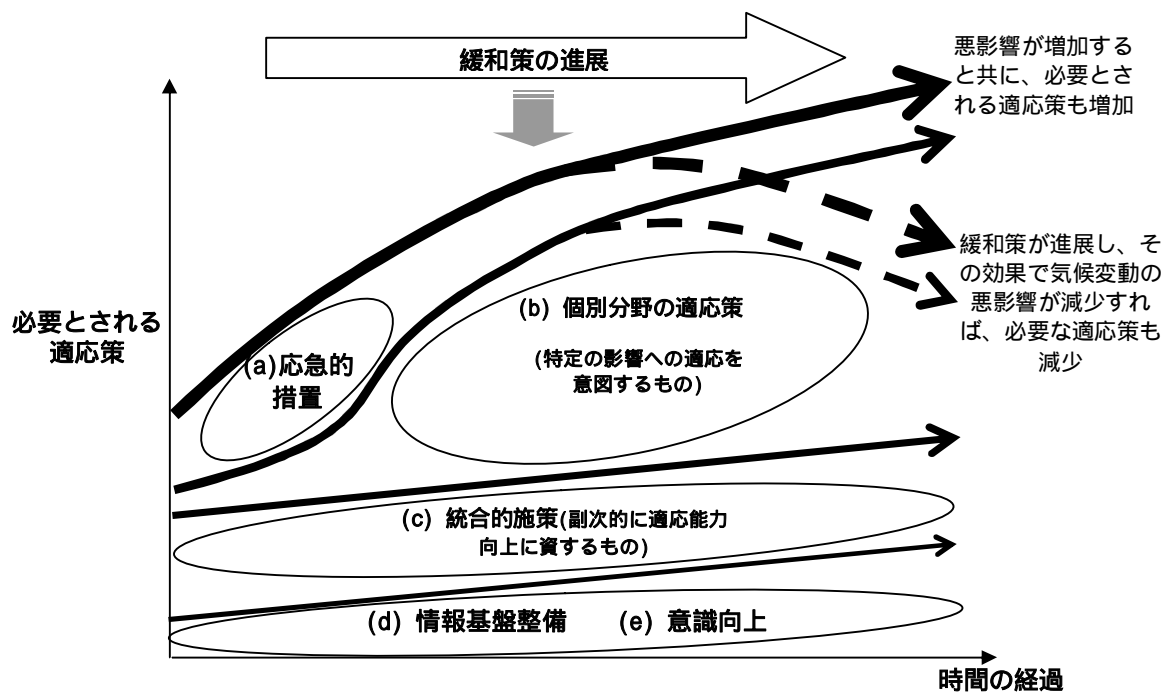


図1 時間軸に応じて必要とされる適応策の類型（概念図）

### (1) 適応策の類型

#### 1) 短期的適応策【概念図の(a)に該当】

- ・ 既に生じている気候変動に起因する可能性が高い影響への応急的な適応策や復旧対策については、少なくとも今後数十年間は気候変動が緩和策にかかわらず進行することを踏まえると、可能な限り速やかに着手・推進すべきである。

< 例 >

- 農作物の品質低下・収量低下に対する、高温耐性品種の導入や適切な栽培手法の普及
- 高山帯の植物の減少、サンゴの白化等に対する保護策
- 海面上昇などへの対策や狭領域・短期集中型の豪雨被害の増加に対する危機管理体制の強化や早期警戒システムの整備



➤ 自然災害の増加に対する浄水場における自家発電装置等の整備・強化 など

- ・ 現在現れつつある環境変化や災害事象は、全てが気候変動に起因するものであるかどうかの判定が難しい。これらの現象はさまざまな要因が重なって起こるものであり、気候変動は要因の1つである。しかし、近年の自然生態系の変化や集中豪雨、土砂災害、農業への影響等は、原因が複合的であれ、これまで以上の対策を必要とするものであり、各分野で対策の高度化が必要である。その際、気候変動への適応の視点を組み込むことが重要であり、そうした起こりつつある事象への対応が短期的適応策である。
- ・ 「気候変動に起因する可能性が高い」か否かの判断は、IPCC レポート、「日本の気候変動とその影響」等を参照するとともに、必要に応じ専門家のアドバイスを求めることが適当である。さらに、現在進行中の研究プロジェクトから、より近未来で地域レベルに高精度化した気候予測及び影響予測の情報が提供されることが期待される。また、気候変動の影響は多岐にわたり、地域性が大きいので、当該地域・分野に従事する者の経験的知見を活かすことが有用である。

## 2) 中長期的適応策

- ・ 気候変動予測モデルで一定のシナリオに基づき予測される中長期的な気候変動（10年～100年スケール）及びそれに伴う影響に対しては、リスク評価を踏まえ、社会全体あるいは各分野の適応能力を向上させることにより対応することが必要である。
- ・ 以下においては、前述の類型に従い、「個別分野での適応策（予測される特定の影響に対する適応を意図して実施されるもの）」と「統合的施策」に分けて方向性を示す。

### 個別分野での適応策（予測される特定の影響に対する適応を意図して実施されるもの）

#### 【概念図の(b)に該当】

- ・ インフラ整備など長寿命又は長期にわたる対策に適応の要素を盛り込むためには、数十年先の気候変動予測の不確実性、特定の予測に基づき対策の水準を選択することに伴うリスクの低減効果とコスト等の総合判断が必要である。
- ・ 現時点で最新の気候変動予測結果とその不確実性の程度については、資料編に示す。高位予測に基づいて対策の水準を選択する場合、リスクは小さくできるが、コストは大きく、結果として過大な適応策となる可能性も大きい。低位予測を採用する場合は逆に、コストは小さくできるが、リスクは大きく、結果として不十分な適応策となる可能性も大きい。
- ・ これに対し、例えば、将来予測の結果とともにコストや適応策実施に必要な時間を考慮し、ある程度の規模の予算をかけても将来予測される影響に耐えうる対策を早期に行

う、 将来予測の知見の蓄積をふまえて段階的に対策していく、 多少の軽微な被害リスクは保有しつつ可能な対策の充実により対処する、等の選択をしていくことが考えられる。

- ・ 将来予測に不確実性がある中で、柔軟に対応するためには、いくつかの方策が考えられる。 ソフト・ハードを組み合わせた多様な施策の活用によって、費用のかかるハード対策の決定時期や規模に柔軟性をもたせること、 構造物の設計基準に気象要素の変化を含めることによって、施設の更新に合わせて気候変動への対応が可能になるようにすること、 地球観測や気候予測が急速に進展している現状を鑑み、適応策を固定化するのではなく、数年おきに見直しを行う仕組みを導入すること、などである。
- ・ また、このような最終的な判断・選択においては、予測を共有する近隣地域との連携も視野に入れて地域の関係主体がこれらの情報をできる限り正確に理解・共有し、合意を形成するプロセスを経ることも重要となる。
- ・ さらにコベネフィット型の適応策も重要である。適応に加え、利便性の向上、環境改善など他の便益を併せ持つような対策は、適応のみを目的とする対策に比べ、より大きな相乗効果が期待できる。
- ・ 最終的な判断・選択を合理的に行うことができるよう、対象地域に特化した追加的な気候予測の実施、段階的实施や他の選択肢も含めた多様なオプションの検討・提示、リスクの低減効果とコストの十分な精査、計画・実施途中に見直し可能な柔軟な仕組みの導入等が必要となる。

< 例 >

- 河川 / 海岸堤防の整備や既存施設の機能向上等
- 影響を受ける地域の土地利用の規制、誘導
- 生態系ネットワークの構築
- 感染症発生予防のための対策強化
- 既存の予測手法を活用し、気候変動の影響を加味した（30～50年後の）世界の食料需給システムの開発
- 近年の渇水の頻発に備えた計画的な水道水源開発

#### **統合的適応策【概念図の(c)に該当】**

- ・ 従来は個別に取り組みられてきたものを一体的に扱うことで、より合理的な取組とすることを意図した施策である。個別分野で行われる適応策の相互調整、分野横断的取組、及び関係部局の連携体制の構築等を含む。
- ・ さらに、地域や分野で本来有すべき技術・制度・財政・人材等の能力を向上させること

により、副次的に適応能力の向上に資するものをいう。

- ・ 仮に予測結果と現実が異なったとしても他の効果を有するものであり、長期的視野で計画的・着実に推進すべきものである。

<例>

- 地方公共団体の総合計画や分野毎の施策の中に気候変動への適応を位置づける
- 組織内の多様な部局等が協力し、効率的な適応の実施に向けて分野横断的の取組が必要とされる課題の明確化を行う。
- 影響評価や適応策に関連するさまざまな基礎データ・情報の収集・整備状況を見直し、十分な整備がなされていないものについては、優先的に取組むべき課題を明らかにすると共に、計画的な整備を促進する。
- 地域の研究機関、NPO、各種団体と協力する組織を設置する

### 3) 情報基盤整備【概念図の(d)に該当】

- ・ 観測データ、将来予測などの基礎情報・情報源情報や、リスク評価の事例等の公開・共有に利用可能な仕組・インフラが必要となる。とりわけ、地域レベルの情報は適応策の基礎となるものであり、現在進行中の研究プロジェクトと地域及び各分野の実務家との連携を速やかに強化すべきである。

<例>

- 観測データ、将来予測などの基礎情報の整備と活用の促進
- リスク評価の事例情報や評価ツールの開発・提供
- 行政に役立つ影響・適応情報のポータルサイトの構築
- 地方の試験研究機関における情報交換、共同研究の推進

### 4) 意識向上【概念図の(e)に該当】

- ・ 適応策を実施するか否かの判断も含め、すべての適応策の基礎となるものであり、既存の体制や仕組の活用など効率性に十分留意しながら、住民その他の関係者に対するリスクの内容に関する情報提供、リスクコミュニケーションに可能な限り速やかに着手・推進すべきである。

<例>

- 国民や事業者等に対するリスクの内容に関する情報提供、リスクコミュニケーション、普及啓発活動（緩和と併せて）
- 関係部局間の情報共有、推進体制づくり、行政と研究機関、NGO等の連携体制づくり

## (2) 適応策の実施に必要となる基盤

### 1) 国、地方公共団体などでの担当部局の明確化

- ・ 気候変動に関する情報を集約し、各分野における適応策を統合的に進めるために、担当部局を明確にする。

### 2) 各主体の役割と連携

- ・ 適応策は、国、地方公共団体等の行政の活動はもとより、市民の日常生活、事業者の事業活動等にも関連するものであり、幅広い主体がそれぞれの適応策との関係性、役割を認識して取り組む必要がある。各主体の役割としては以下のようなものが挙げられる。
  - ・ 国：国レベルで実施する施策・事業におけるモニタリングや予測、リスク評価の実施、国民との情報共有、適応策の立案（既存の計画・施策への組み込みを含む）・実施、研究・開発の推進、国民全体の意識向上に資する普及啓発、情報基盤やリスク評価ツールの整備 等
  - ・ 地方公共団体：当地方公共団体レベルで実施する施策・事業におけるモニタリングや予測、リスク評価の実施、住民との情報共有、適応策の立案（既存の計画・施策への組み込みを含む）・実施、進捗評価 等
  - ・ 国民：日常生活における個人や家庭で取り組める適応策の実施、地方公共団体の適応取組への参加・協力 等
  - ・ 事業者：事業活動に対する温暖化影響の認識と対応（需要の変動、サプライチェーン・工場・道路等、事業活動に関わるシステム・インフラへの影響、災害の頻発や激甚化等）事業活動における適応への配慮（従業員や顧客の安全性、快適性等が維持されるような配慮）地方公共団体の適応取組への参加・協力、適応に資する新たなビジネスの展開 等
- ・ 適応策の効果的・効率的推進のためには、各主体の取組とともに、主体間の連携が不可欠である。行政における取組も緒についたばかりの現状を踏まえると、当面、国レベルでの関係府省間の連携、地方公共団体での庁内関係部局間の連携が重要となる。国レベルでは、関係府省による適応に係る連絡会を設置し、情報交換等を実施しているところである。地方公共団体においても庁内関係部局の連携・調整のための推進組織の設置（あるいは既存の環境・地球温暖化関連の推進組織の活用）等を検討する。また、国 - 地方公共団体間、都道府県 - 市町村間の連携も重要である。
- ・ さらに、適応の取組が進んだ段階では、地方公共団体 - 市民 - 事業者の連携、あるいは地方公共団体間の広域的連携など、様々な主体間での連携・調整も図っていく。

### 3) 住民との情報共有

- ・ 気候変動によるリスクの総合評価、適応策の必要性・優先順位の把握、適応策の立案・実施、進捗・効果の把握という一連の流れにおいては、住民と早い段階から情報を共有しながら進めることが重要になる。リスク評価を行った段階で、その結果に関する普及啓発、パブリックコメント等を実施する。

### 4) 人材の育成・活用

- ・ 気候変動の影響や適応に関する知識を有し普及啓発等を行うことのできる人材、適応策を立案・実施するノウハウ・知見を有する人材、適応策に活用しやすい気候変動予測・影響評価を実施できる人材を育成する。
- ・ 既存の人材の活用として、様々な関連分野の研究所の研究者、地元の大学の研究者等をはじめ、関連分野の施策・事業を実施する担当者の活用を図る。

### 5) 研究開発の推進

- ・ 今後数年（3～5年）で利用可能となることが期待される科学的知見を整備するとともに、その活用促進を図る。
  - ・ 気候変動予測・影響評価における不確実性の低減及び空間スケールの詳細化（確度の高い高解像度の温暖化予測、近未来予測、極端現象の予測など）
  - ・ 地方公共団体レベルでのモニタリング手法、適応策立案手法
- ・ 気候変動とその影響の観測・モニタリングの充実強化を図る。
- ・ 気候変動適応型社会の実現に向けて、必要な技術開発を推進する。
  - ・ 気候変動に加え、土地利用・人口・産業構造の変化等の様々な影響に一体的に対応する水資源・水環境の総合保全利用システム
  - ・ 気候変動に対応した農林水産物の生産安定技術
  - ・ 気候変動の影響を加味した自然エネルギーシステム 等

### 3. 適応策に関する分野共通的な基本事項

#### 3.1 適応策の検討に際して考慮すべき事項

##### (1) 気候変動に関する最新の知見

- ・ 適応策の検討に際しては、その第一歩として、気候変動に関する最新の知見をよく理解することが不可欠である。以下に、現状で把握されている最新の知見の概要とそれらの情報を適応策の検討に活用する際の留意点を示す。より詳細な情報は参考資料に掲載する。

##### 1) これまでに観測された気候変動

###### (概要)

- ・ 日本の平均気温は 1898 年以降 100 年あたり約 1.1 の割合で上昇している。特に、1990 年代以降、高温となる年が頻繁にあらわれている。気温の上昇に伴って、熱帯夜や猛暑日の日数は増え、冬日の日数は減っている。
- ・ 日本の年降水量は年ごとの変動が大きく、明瞭な増加もしくは減少傾向は認められない。一方、一日に降る雨の量が 100mm 以上及び 200mm 以上の大雨の日数は、長期的に増える傾向にあり、地球温暖化が影響している可能性がある。

【温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」  
(2009 年 10 月、文部科学省・気象庁・環境省) より。】

###### (留意点)

- ・ 日本の平均気温の算出には、観測データの均質性に加えて都市化の程度が大きい地点の観測記録を用いており、都市化の影響によりさらに気温が上昇している地域もある。

##### 2) 将来予測される気候変動

###### (概要)

- ・ 二酸化炭素濃度の増加に伴い、日本の気温は上昇し、その上昇幅は世界平均を上回ると予測される。気温の上昇に伴い、冬日の減少並びに真夏日、猛暑日、熱帯夜の増加が予測される。
- ・ 日本の年降水量は、21 世紀末には 20 世紀末に比べて平均的に 5%程度増加すると予測されるが、予測の不確実性ととも、年々変動が大きいことに注意する必要がある。地球温暖化が進んだ場合、夏季に降水量と大雨の日数が増加することが予測される。

【温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」  
(2009 年 10 月、文部科学省・気象庁・環境省) より。詳細の例は参考資料に掲載】

###### (留意点)

- ・ 将来予測は、不確実性を伴うものである。不確実性には、温室効果ガス排出シナリオに起因する不確実性、予測モデルに起因する不確実性、気候の自然変動に起因する不確実性などがある。
- ・ シナリオに起因する不確実性とは、人口動態や経済規模など、将来の人間社会や経済がどのように発展するか、それによって温室効果ガスの排出量や大気中の CO<sub>2</sub> 濃度がどのように推移するのかという予測の前提の置き方に起因する不確実性である。将来予測は、このような一定の前提の下で数学的なモデルをあてはめて行うものであり、前提が異なれば結果が異なることに注意が必要である。
- ・ 予測モデルに起因する不確実性とは、上記のシナリオに基づき、将来の温暖化の影響を予測する際に使用する数学的なモデルに起因する不確実性である。温暖化を大きく左右する地球上の炭素循環や雲の発達・衰弱などのプロセスが複雑であるため、モデルの予測結果は、幅を持つものとならざるを得ないことに注意が必要である。【詳細の例は参考資料に掲載】
- ・ また、これらの予測情報は、個々の研究課題の元で得られた研究者による最新の成果であり、研究の進展とともに得られる結果も変わる可能性がある。行政の責任において提供する気象予報とは性格の異なるものである。

### 3) 将来予測される気候変動による影響

#### (概要)

- ・ 水環境・水資源：年降水量の変動幅の拡大に伴い、大雨の頻度の増加の可能性及び渇水リスクが高まっている。将来は、このようなリスクのさらなる増大、水温上昇や濁質の流入による湖沼の水質悪化等が予測されている。
- ・ 水災害・沿岸：高潮や記録的な大雨による浸水などの被害が増加している。将来は、海面上昇による浸水域の拡大や砂浜の喪失等、また、大雨の頻度増加や台風の強大化に伴う高潮の増大による被害の拡大が予測されている。
- ・ 自然生態系：高山植物の減少、サンゴの白化、開花の早まりや紅葉、落葉の遅れといった生物の季節活動への影響等が既に起こっている。将来は、ブナ林の適域の減少やマツ枯れの拡大、サンゴの白化の拡大等、これまで観測されている影響がさらに進行することが予測されている。
- ・ 食料：高温障害等地球温暖化によると思われるコメ、果樹など、農作物への影響が全国各地で発生している。将来は、何らの対策も講じなければ、コメ収量の変動、果樹の栽培適地の移動が予測されている。また、回遊魚の生息域の変動等が予測されている。
- ・ 健康：熱中症患者の増加や、感染症を媒介する生物の分布域の変化等が起こっている。将来は、熱ストレスによる死亡リスクの増加、熱中症患者数の更なる増加、感染症媒介生物の分布域の拡大が予測されている。

- ・ 国民生活・都市生活：自然環境や気象条件の変化の伝統行事への影響や、観光業やスキー等のスポーツ産業への影響等が起こっている。将来は、猛暑日や熱帯夜の増加による不快感の増加、エアコン使用時間の増加による家計への負担、雪不足やサクラ開花時期の変化等による地域文化への影響等が予測されている。

【温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」  
(2009年10月、文部科学省・気象庁・環境省)より。詳細の例は参考資料に掲載】

(留意点)

- ・ 平均気温の上昇は、気候変動の程度を示す代表的な指標であるが、個々の影響事象は、例えば、夏の最高気温、冬の寒い日の日数等、様々な指標により決定的な影響を受ける。単に平均気温との関係だけでなく、各影響事象で重要となる指標に着目する必要がある。
- ・ 上で挙げた例は全国レベルで想定されるものの一例であり、影響を受ける分野、その脆弱性や早急な対応の必要性等は、地域の特性によって大きく異なる。従って、各影響事象の指標についても、代表的なものと同時に地域独自のものに留意する必要がある。

#### 4) 他の要因との関係性への留意

- ・ 気候変動による影響は、単独で顕在化するだけでなく、人間活動や他の環境問題による影響と重なり、複合的に現れる場合がある。具体例として以下が挙げられる。
  - ・ 災害：気候変動による複数の現象が重なり合うことによる大規模災害の発生、気候変動による現象と地震等とが重なり合うことによる大規模災害の発生など
  - ・ 自然生態系：人間活動により劣化が生じている生態系に気候変動による影響が重なりあうことによるさらなる生態系の劣化など
- ・ このような気候変動と気候変動以外の要因とによってもたらされる複合的な影響の理解に努め、適応策を立案・実施する際には、それら他の要因との関係性に留意することや、気候変動の影響とみなすことにより、他の要因への対応に悪影響を及ぼすことがないよう注意することが必要である。

具体的には、以下のような手順で検討・対処する。

気候変動以外の要因としてどのような要因が関係しているか整理する。

実際に生じている(あるいは生じうる)複合的な影響・被害状況等を把握(あるいは推定)する。

気候変動と他の要因の双方がさらに悪化した場合に、どの程度の影響・被害が想定されるかを推定する。

予防的観点から、想定されうる影響・被害を防止・軽減する適応策を検討し、実施していく。ただし、その不確実性の度合いや対策措置にかかるコスト等も勘案して総合的に判断する。



なお、適応策の立案・実施に際しては、他の要因への対応に悪影響を及ぼすことがないように注意する。

## (2) 不確実性を考慮した短期・中長期リスクマネジメントの視点

- ・ 適応策には、短期的（現在～10年）に取り組むべきもの、中長期的（10年以降～100年）に取り組むべきものがあり、異なる時間スケールで生じるリスクの不確実性を考慮しながらマネジメントする必要がある。
  - ・ 短期（今後10年以内）：

既に生じている気候変動に起因する可能性が高い影響に対して、可能な限り速やかに、応急的措置や復旧対策を実施する。具体的には、気温上昇、大雨の増加に伴い発生している影響が挙げられる。
  - ・ 中期（10年以降～30年程度）：

中期的に生じる可能性のある影響に対しては、リスク評価をふまえ、社会全体あるいは各分野の適応能力を向上させることで対応する。ここで、予測の不確実性をどのように解釈するか（どの予測値を採用するか）は科学的な判断基準があるわけではなく政策判断となる。予算や人的資源の制約の下では優先順位の決定が必要になる。例えば、当該地域で特にリスクが高いと考えられる影響に対しては可能性の高い予測幅の中から高位の予測値を採用し、それほどリスクが高くない影響に対しては最良推定値を採用することも一案である。
  - ・ 長期（30年以降、50～100年程度）：

長期的に生じる可能性のある影響に対しても、中期の場合と同様、リスク評価をふまえ、社会全体あるいは各分野の適応能力を向上させることで対応するが、中期よりさらに、現状での科学的知見が限られており、加えて社会そのものの大きな変化等の要素も絡み、予測の不確実性の幅が大きい。また、緩和策との関係でいえば、今後数十年は緩和策の程度に関わらず気候変動が進行するが、さらに長期的には世界全体の緩和策の程度に依存するため、緩和策の進展状況を勘案しながら適応の取組も柔軟に見直していくことが必要になる。したがって、現時点で対応の仕方をあまり固定化せず、柔軟性を確保しておくことが重要になる。また、緩和策や他の分野での相乗効果が期待できる適応策を積極的に推進し、低炭素型かつ気候変動適応型の社会・地域づくりを目指す。

### (3) 地域特性への配慮

- ・ 気候変動により生ずる影響の内容や規模、及びそれに対する脆弱性は、影響を受ける側の地理的条件等の地域特性によって大きく異なり、早急に対応を要する分野等も異なる。したがって、その影響に対してとられる適応策は、地域の特性を踏まえるとともに、地域の現場において主体的に検討し、取り組むことが重要となる。
- ・ 特に、リスク評価を行う際には、当該地方公共団体の区域内でも、気象、土地利用、流域などを勘案した適切な地域区分を行い、地域区分ごとのリスク評価を行うことがより望ましい。なお、この場合の地域区分は、必ずしも全分野で統一する必要はなく、分野ごとに適切な区分を採用することが合理的である。（例：自然生態系では土地利用、水災害では流域で地域区分を行う等）。

### (参考) 国際的な連携の強化

- ・ 適応策は地域ごとでの対応が基本となるが、モニタリング、将来予測等の基盤整備、食料生産等の適応策について、国際的なネットワークや視点が重要となる。我が国が有する科学的知見や適応策に関する技術等は、東南アジアを中心とする途上国との協力の上でも重要な役割を果たし得る。先進国として、国際的な貢献を推進する上でも、適応策推進の国際的な連携強化を我が国から提案していくことが求められる。

### 3.2 計画・実施の具体的手順

- ・ 適応策の計画・実施の具体的手順を以下に示す。(1)から(9)までが、計画・実施の具体的手順であり、(6)の適応策の立案・実施においては、既存の計画・施策への適応策の組み込みに当たって重要となる考え方を示している。
- ・ 本検討の「要約」で示したステップ 1~5 は、特にこれから初めて適応への取り組みに着手する場合の初動のステップであり、(1)~(9)の手順との対応関係は図に示すとおりである。(2)のモニタリング、(3)の将来予測は、事業の開始・整備から本格稼働させるまでにある程度の時間を要するものであり、これらから開始するとその後の手順への到達が遅れ、短期的影響への措置など速やかな着手が求められる取組が手遅れになる可能性がある。したがって初動のステップは、(2)、(3)がある場合はそれを利用し、ない場合は(4)から開始するものとする。

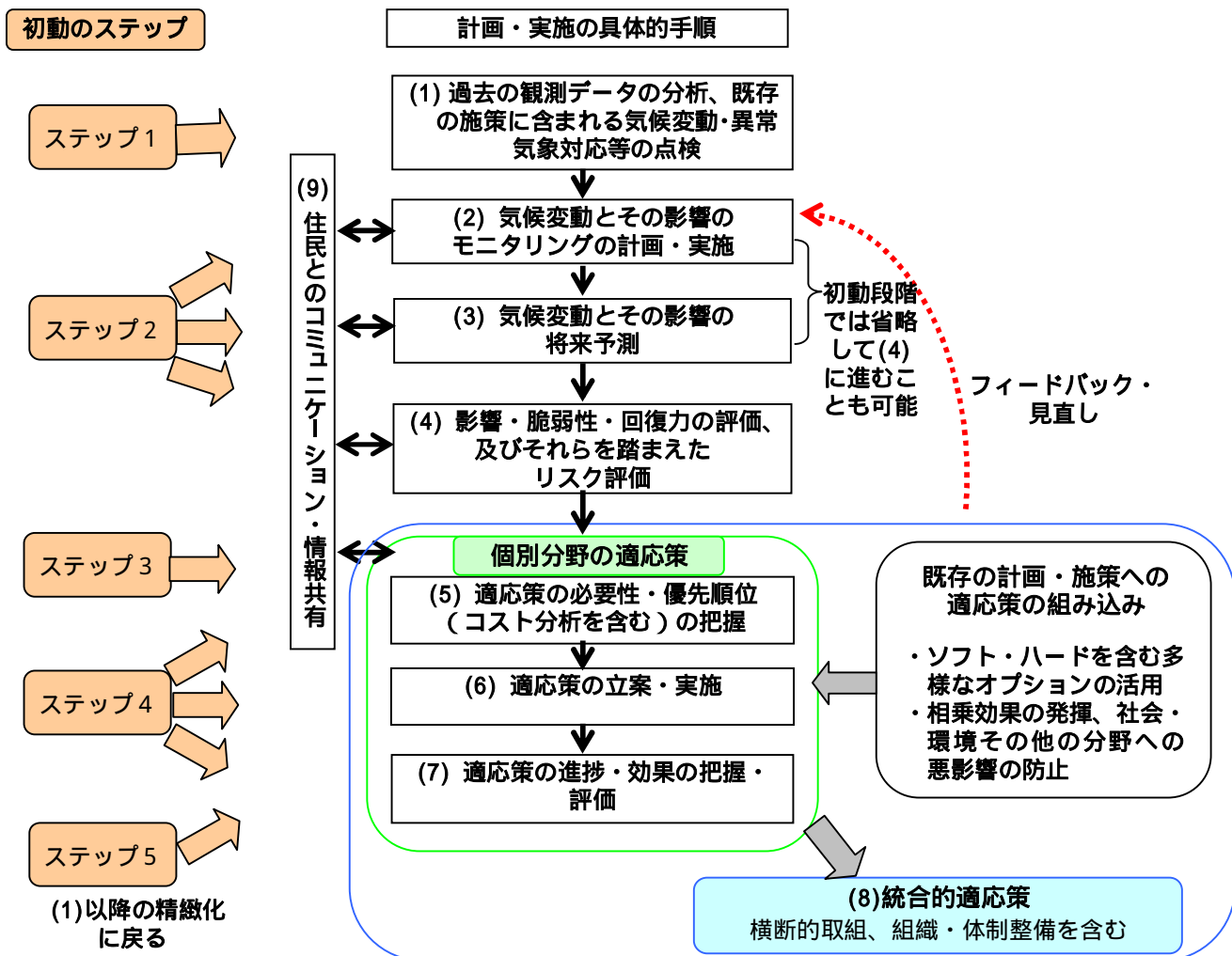


図2 適応策の計画・実施の全体像と手順

- ・ 以下に、A. 計画・実施の具体的手順(1)~(9)と、B. 比較的簡易に適応策の検討を開始する場合の初動の検討ステップ1~5 について、説明する。

## A. 計画・実施の具体的手順

### (1) 過去の観測データの分析、既存の施策に含まれる気候変動・異常気象対応等の点検

- ・ 調査対象となる地域において、既に有している過去の気象・環境観測データ、または気象関連災害等の記録を収集・確認する。
- ・ 同様に、当該地域において既に実施されている施策に、どのような気候変動・異常気象対応（即ち適応策としての効果）が含まれているか、現状の施策等で将来の気候変動にも十分対応できそうか、または施策、組織等が不十分か、などについて、一定のチェックリスト等を基に点検を行う。

### (2) 気候変動とその影響のモニタリングの計画・実施

- ・ (1)の結果を踏まえ、気候変動とその影響のモニタリングについて、現状でデータ等が不足している分野・項目、当該地域で優先的に実施すべき分野・項目を特定する。
- ・ 特定された分野・項目のモニタリングの具体的手法、体制を検討する。モニタリングは、一過性で終わらせることなく統一的手法で継続的に実施することが重要になることから、コスト・労力・時間等の実現可能性を加味した計画を立案する。地元の研究機関や地元の専門家等のアドバイスも得て検討する。
- ・ 一般的に、適応策に関連するモニタリングの対象としては、気象状況、気候変動の影響、影響を受けるシステム、の3つがある。ここで、(2)のモニタリング対象となるのは、主に気象状況と影響の2種類である。影響を受けるシステムについては、(3)の影響・脆弱性・回復力の評価、及びそれらを踏まえたリスクの評価（後述）の中で関連情報を整理する。
- ・ さらに、気象の状況や影響を適切に評価するためには、モニタリングで得られた測定結果を解釈するための人材やソフトウェアが不可欠であり、国や地方研究機関の研究プロジェクト等への協力・連携等を通じて、人材育成・基盤整備を進める。
- ・ 以下に、各分野で実施することが想定されるモニタリングの例を示す。

表1 各分野で想定されるモニタリングの例

下表で「気候変動のモニタリング要素」の中には、分野間で重複しているものがある。  
水災害・沿岸分野や健康分野は、影響を受けるシステムのモニタリングも一部含む。

分野	モニタリングの例
水環境・水資源	気候変動のモニタリング要素 ・年平均気温、融雪時期の変化 ・年降水量（降雨量、降雪量）積雪量の変化 湖沼や貯水池の環境や貯水量の変化のモニタリング要素 ・水温、水質、溶存酸素、濁度の変化、温度成層の発生の有無、 ・貯水位、貯水量の変化、渇水の発生 ・魚類等の生息状況・分布、植物／動物プランクトンの発生の变化、外来種の侵入 河川環境や河川流量の変化のモニタリング要素

分野	モニタリングの例
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水温、水質、濁度の変化</li> <li>・河川水位、河川流量、流況パターン、湯水の発生</li> <li>・流出土砂量、河道形状の変化</li> <li>・魚類や底生動物等の生息状況・分布、河道内の植生、付着藻類の変化、外来種の侵入</li> </ul>
水災害・沿岸	<p>気候変動のモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・年降雨量、大雨の頻度・強度の変化</li> <li>・河川水位、河川流量</li> <li>・海面水位・波浪（波高および周期）の変化</li> <li>・台風（熱帯低気圧）の強度および来襲頻度・ルートの変化</li> </ul> <p>河川に関するモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大雨や台風による流出土砂量、河道形状等の変動</li> <li>・大雨や台風による被害状況（人的・経済的被害）</li> </ul> <p>沿岸に関するモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・台風による被害状況（人的及び経済的被害等）</li> <li>・海面水位・波浪（波高および周期）・潮位の変化による被害状況（人的・経済的被害）</li> <li>・海岸侵食による被害状況（人的・経済的被害）</li> <li>・沿岸地域における地盤沈下の状況とそれによる被害状況（人的・経済的被害）</li> </ul>
食料	<p>気候変動のモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・年平均気温・地温・海水温</li> <li>・日射量</li> <li>・降水量</li> <li>・降水期間、積雪期間、梅雨期間の変化</li> </ul> <p>農業に関するモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温等による農作物収量・品質の変化</li> <li>・農作物の生育・栽培期間の変化</li> <li>・凍霜害、病虫害等の発生状況</li> </ul> <p>畜産業に関するモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・受胎率、発育の変化</li> <li>・乳量の変化</li> </ul> <p>漁業に関するモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・魚種の変化</li> <li>・サケ科魚類等、冷水魚の分布</li> <li>・アサリ等干潟・藻場の主要種の漁獲量</li> </ul>
健康	<p>気候変動のモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気温（夏季の日最高気温、冬季の最低気温等）、真夏日日数、熱帯夜日数</li> <li>・感染症の媒介動物の越冬可能エリアの範囲</li> </ul> <p>熱中症に関するモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・熱中症患者数、熱中症関連の救急搬送者数（年齢別）</li> </ul> <p>感染症に関するモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地球温暖化と関係する感染症の患者数</li> <li>・地球温暖化と関係する感染症の媒介動物の生息状況・分布</li> </ul>
自然生態系	<p>気候変動、生態系の基盤環境のモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・積雪深・積雪期間・積雪範囲</li> <li>・凍土融解の時期・範囲</li> <li>・河川・湖沼の水温、水質、溶存酸素量、河川の流量</li> <li>・海水温、海面水位</li> <li>・流水の接岸期間、範囲、観測日数</li> <li>・湖沼の氷結、氷解時期</li> </ul> <p>影響を受けやすい生態系のモニタリング要素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ブナ林等の生育状況、分布</li> <li>・マツ枯れ等病虫害の被害状況、分布</li> </ul>

分野	モニタリングの例
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高山植物・お花畑の生育状況、分布</li> <li>・高山湿原・雪田湿原の分布、植生、土壤水分条件</li> <li>・サンゴ・マングローブ林の生育状況、分布</li> <li>・影響を受けやすい個体群、種のモニタリング要素</li> <li>・南限・北限種の生育状況、分布</li> <li>・希少種の生育状況、種数の変化、分布</li> <li>・植物季節の変化（サクラの開花、カエデの紅葉等）</li> <li>・動物季節の変化（昆虫の羽化時期等）</li> <li>・シカの分布、個体数</li> <li>・スギ等花粉の飛散量、時期</li> <li>・干潟・岩礁潮間帯生物の分布等（北限種・南方種の動態等）</li> <li>・回遊性動物（魚類、哺乳類、カメ等）の回遊ルート</li> </ul>

### 【地域独自のモニタリングの事例】

長野県環境保全研究所では、地球温暖化現象が長野県内でどのように現れているか、できるだけ地域レベルで把握することを目的とし、2003年から研究をスタートさせています。その中では、例えば、以下のような独自のモニタリングが試みられています。

#### 山岳地における気象観測

人為的な影響などのバイアスがかからない山岳地を対象に、気候変動の監視及び気候変動による高山帯への影響を把握することを目的に、気象データの収集及び気象観測を実施している。具体的には、他機関との共同による気温の観測や、気温と積雪深の観測である。現在までのデータには顕著な温暖化傾向は認められていないが、このような山岳観測地点は全国的にも数が少ないため今後も観測を継続することで貴重なデータを提供できる可能性がある。

#### 山岳地の残雪モニタリングの試み

地球温暖化による山岳地の積雪変動を捉えるため、ライブカメラ画像を利用したモニタリング手法を検討している。処理した画像から山岳地の残雪域を積雪ピクセル数としてカウントするもので、空間的な分解能と時間的な分解能の双方が比較的高く、山岳地の積雪情報をモニタリングするツールとして期待される。

### (3) 気候変動とその影響の将来予測

- ・ 気候変動とその影響の将来予測の方法としては、以下の2つがある。
  - 国や研究機関による国レベルあるいは地域レベルの予測結果の活用
  - 当該地方公共団体による独自の予測の実施とその活用
- ・ のうち、国レベルの予測については、資料編に示すように、ある程度参照できる情報が公表されているが、地域レベルの予測については、気温上昇、降水量変化等の基礎的項目であっても直ちに活用可能な情報が公表されているわけではない。また、のような地方公共団体独自の予測の取組も、現状ではまだほとんどないが、現在進行中の研究プログラムによって、将来的には、これらの情報が提供される予定である。
- ・ したがって、当面は の国レベルの予測結果を活用しつつ、 の研究の進展に応じて逐次、最新知見（不確実性の低減、地域レベルへの空間スケールの詳細化等）を活用していく。
- ・ また、これらの将来予測の情報に関する理解が進み、前述した 3.2(2)のモニタリングによる地域独自のデータ蓄積が進めば、 の独自の予測にも積極的に取り組む。特に、どの分野においても一定程度のデータ・情報の蓄積が進んでいる場合は、3.2(4) 3)で後述するような「体系的な手法による評価」にも取り組むことが望まれる。
- ・ 以下に、今後数年で利用可能となることが期待される科学的知見、及び地域独自の将来予測の事例を示す。

#### 【今後数年で利用可能となることが期待される科学的知見】

##### 21世紀気候変動予測革新プログラム（2007～2011年度）〔文部科学省〕

世界最高水準の性能を有するスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を活用して、IPCC第5次評価報告書や気候変動対応の政策・対策に対し、科学的根拠を提供することを目的として実施している。温暖化予測モデルの高度化及び予測、不確実性の定量化・低減、自然災害に関する影響評価に取り組んでいる。

##### 気候変動への適応策策定に資するための気候・環境変化予測に関する研究（2010～2014年度）〔気象庁気象研究所〕

気候変動への対応策の立案・実施に向け、費用対効果や優先順位等を検討するための気候変化予測情報を提供するため、また経済発展や土地利用変化などに伴うアジア太平洋域における環境変化予測情報へのニーズに対応するため、20～数十年程度先の近未来を対象とした高度な気候および環境の変化予測を行っている。

**地球環境研究総合推進費 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 (S-8) (2010～2014年度)〔環境省〕**

高精度・高解像度の最新の気候モデルの結果を入力とし、高度な影響・適応策評価モデルを開発して、温暖化に伴う我が国全体への影響を評価するとともに、複数の世界安定化排出経路や適応シナリオに応じた影響量の変化について定量的分析を行い、適応策の効果を評価する。さらに、自治体で利用可能な簡易的な脆弱性・影響・適応効果評価手法を開発し、自治体における予測の不確実性を考慮した適応策立案手法を開発する。

**気候変動適応戦略イニシアチブ (2010年度～)〔文部科学省〕**

多種多様で大容量の地球観測・気候変動予測データ及び社会経済情報等の統合解析を実現する「データ統合・解析システム」をプラットフォームとして、具体的な地域を対象に取り上げ、最新の気候変動予測データを地域の影響評価研究に適用するためのダウンスケーリング手法の開発や、データ同化技術の開発、適応シミュレーション技術等の研究開発を推進している。

**農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発 (2010～2014年度)〔農林水産省〕**

農林水産分野における温室効果ガスの発生・吸収メカニズムの解明を行うとともに、温室効果ガスの排出を削減させる技術、森林や農地土壌などの吸収機能を向上させる技術の開発を行っている。また、農林水産分野における温室効果ガスのモニタリングを行うとともに、最新の気候変動モデルを用いた精度の高い収量・品質予測モデル、水資源予測モデル等を開発し、影響評価を行っている。さらに、影響評価に基づき、温暖化の進行に適応した生産安定技術を開発している。



#### (4) 影響・脆弱性・回復力の評価、及びそれらを踏まえたリスクの評価

- ・ 将来予測をふまえ、当該地域における気候変動によるリスクを評価する。
- ・ リスク評価において、影響、脆弱性、回復力を総合的に評価することにより、適切な適応策を実施するための重要な基礎情報を得ることができる。これらの関係は、下図のとおりである。ここに挙げた影響、脆弱性、回復力などの用語の定義、具体的なリスク評価の手法については、次頁以降に掲載する。
- ・ 気候変動によるリスクには、人命のリスク、経済的、社会的リスク等、多様なものがあり得る。定量的な把握が難しいものも含まれるが、リスクの評価に当たっては、実態に即して可能な限り多様な視点で、対象となる地域の実態に即した評価を行うことが重要である。

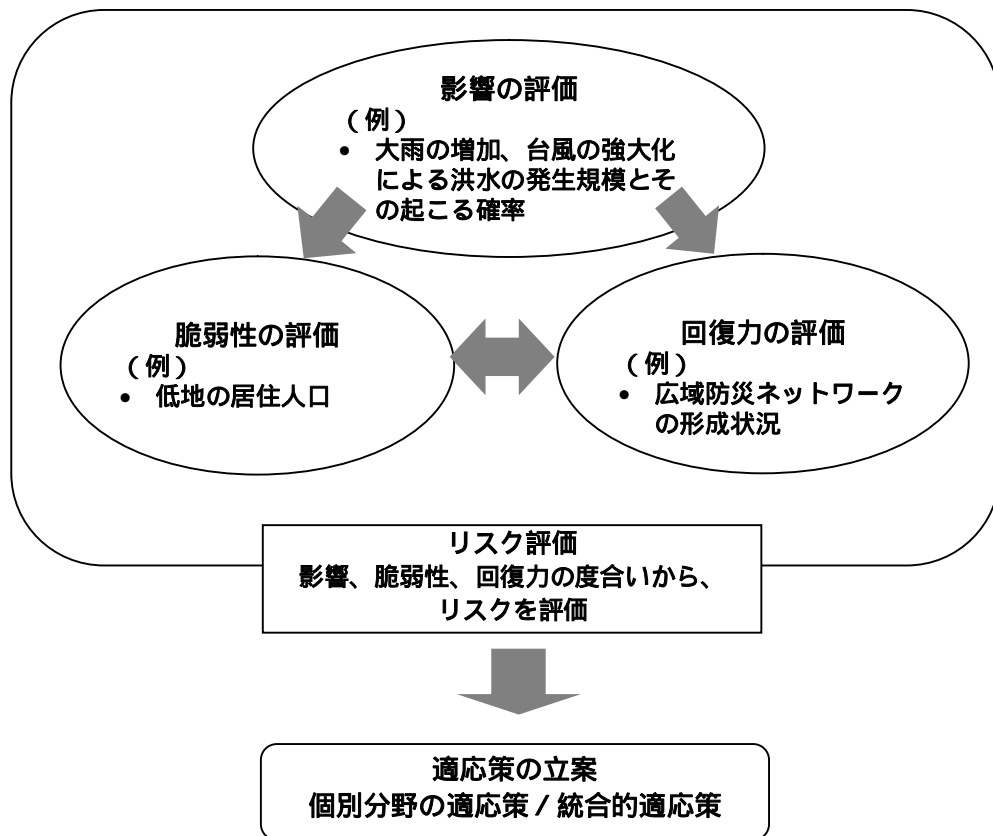


図3 影響、脆弱性、回復力、リスク評価と適応策の関係

### 【リスクの評価に関連する用語の定義】

「影響」「脆弱性」「回復力」「リスク」「適応」の語に関しては、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第4次評価報告書（第二作業部会報告書）（2007年）やUNISDR（国連国際防災戦略）の防災用語集（2009年）等において、それぞれに下記のような定義がなされている。

#### < IPCC 第4次評価報告書（2007）での定義 >

**影響**：自然及び人間社会に対する気候変動の影響のこと。適応の考慮に応じて、潜在的な影響と残余分としての影響とに区分される。潜在的な影響は、適応を考慮せず、予測される気候の変化を与えることで起き得る全ての影響のことである。残余分としての影響は、適応後に起き得る気候変化の影響のこと。

**脆弱性**：気候変動性や極端な現象を含む気候変動の悪影響によるシステムの影響の受けやすさ、または対処できない度合いのこと。脆弱性は、システムがさらされる気候変化及び変動の特徴・大きさ・速度と、システムの感度、適応能力の関数である。

**回復力**：攪乱を吸収する社会的もしくは生態学的な能力、または、同じ基本的な構造及び機能方法を維持すること、自己組織化の能力、ストレス及び変化に適応する能力。

**適応**：現実の、もしくは予想される気候変化・気候変動とその効果に対する自然あるいは人間システムの調整。被害を軽減し、あるいはその機会を活用すること。気候変化への適応は、観測された気候変化あるいは極端現象に関連する変化に対する反応において、脆弱性を低減するための調整もしくは回復力の強化を通じて行われる。

#### < 国連国際防災戦略（ISDR）防災用語集（2009）での定義 >

**影響**：人命の損失、負傷、健康被害、財産への損害、生活やサービスの低下、社会的・経済的崩壊、環境破壊を引き起こす可能性のある危険な自然現象、物質、人間の活動や状態

**脆弱性**：地域社会、システム及び資産が有する、危険要素（Hazard）の悪影響を受けやすくさせるような特徴及び状況

**リスク**：ある事象が起こる可能性とその悪影響の組み合わせ

**回復力**：ハザードにさらされているシステムやコミュニティ（地域社会）および社会が、不可欠で基本的な構造や機能の維持や復元などを通じて、ハザードの影響に対してタイミング良く効率の良い方法で抵抗し、緩和し、順応し、再生する能力

以上の考え方を参考としつつ、本検討で、地方公共団体が地域の気候変動によるリスク評価を行う場合に用いる「影響」「脆弱性」「回復力」「リスク」「適応」の定義を、以下のよう整理する。

**影響**：気温や降水パターンの変化、海面水位の上昇等の気候の変化により、自然環境や人間社会に及ぶ効果のこと。適応を考慮するかどうかに応じて、「潜在影響」と「残余影響」とに区分される。「潜在影響」は、適応を考慮せず、予測される気候変動によって生じ得る全ての影響のことである。「残余影響」は、適応した場合でも生じ得る影響のこと。

**脆弱性**：気候変動の影響に対する、自然や人間社会の影響の受けやすさや、対処できない度合いのこと。脆弱性が低い地域であれば、実際に生じる被害をより小さく抑えることができる。

**回復力\***：気候変動の影響に対する、自然の生態学的な回復力や、人間社会の予防的な対応力など、早期に現状復帰できる度合いのこと。同じ影響を受けても、回復力が高い地域であれば、復旧、復興の速度が早くなる。

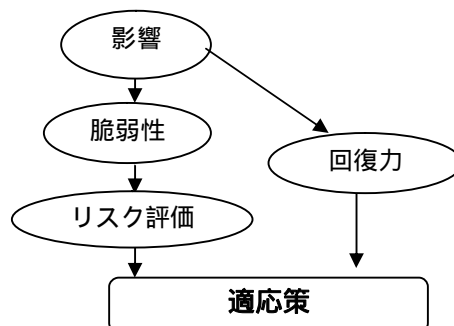
**リスク**：気候変動の影響により、社会が危機に曝され、被害を受ける可能性のこと。リスクの程度は、影響の大きさとその起きる可能性、及び、影響を受ける側の自然や人間社会の、脆弱性と回復力の双方を考慮して評価する。

**適応**：気候変動の影響に対して、社会の仕組みや個人の行動を調整することにより、被害を回避・低減したり、または便益をもたらす機会として活用すること。具体的には、脆弱性の低減や回復力の強化を通じて行われる。

回復力について

本検討での回復力は、必ずしも影響を受けた後の事後的な対応だけでなく、事前の予防的な対応も含めて捉えています。

一方、防災分野では、「影響」は自然条件の変化、「脆弱性」は社会の弱さを表し、これらからリスク（頻度×被害）を決めます。この場合の「回復力」は、災害が起きたときの避難や救助活動、復旧を予定しておくことで被害を減らす（減災）というものなどが考えられ、下図のような流れで整理されています。



参考：防災分野での脆弱性、回復力の捉え方

- ・ リスク評価の具体的な手法として、以下に3つの例を示す。

**1) 入手が容易な既存情報を活用する評価の例 - 初動段階での評価 -**

- ・ 既存情報を活用し、特にリスクが高い影響事象や地域を、簡易なランク分け等の定性的な検討によって特定する。地域のリスクの総体的な状況を大まかにかつ簡易に捉えることができ、これからリスク評価や適応の検討に着手する場合に適している。
- ・ 分野を横断して地域のリスクの全体像を確認する段階と、各分野で影響と適応力からリスクの高い影響事象・地域を特定する段階がある。以下にその手順を示す。

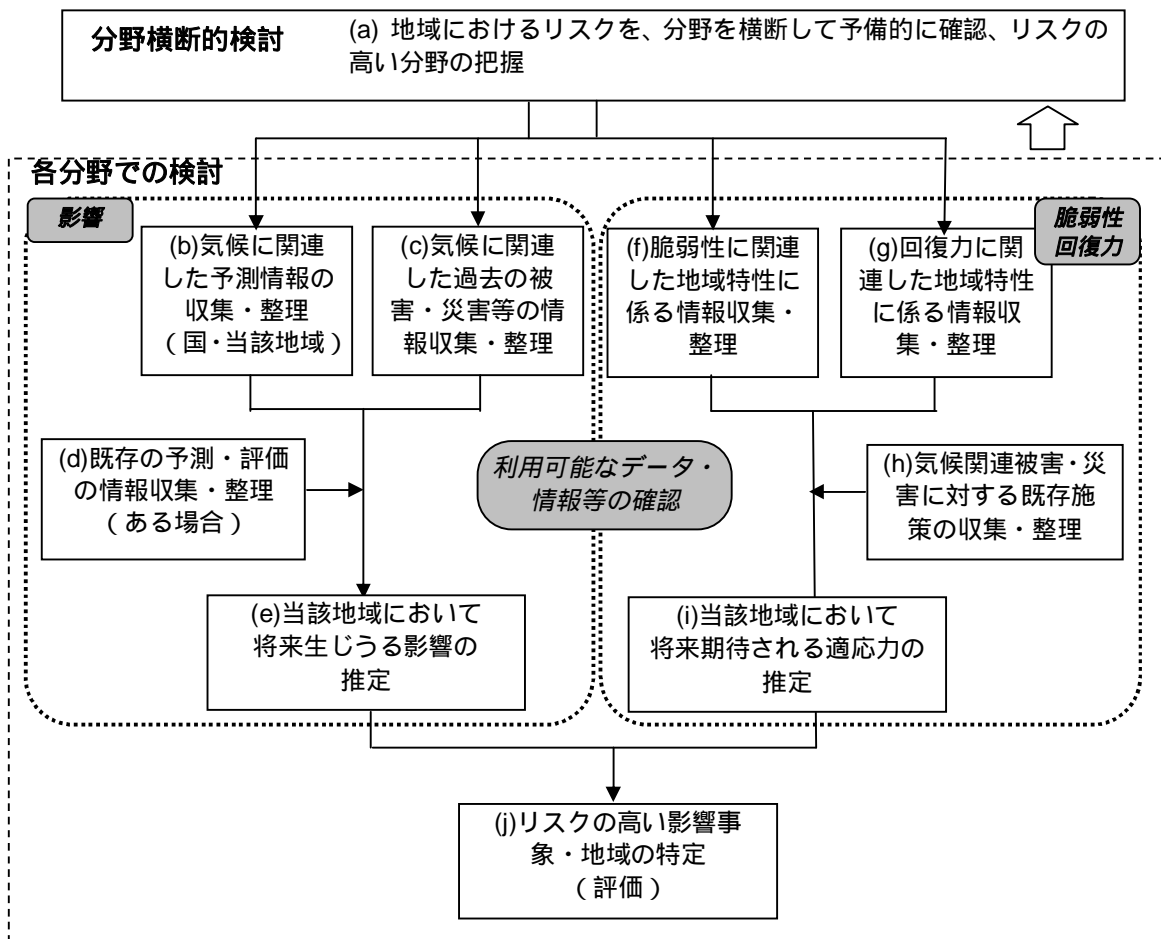


図4 気候変動による影響・脆弱性・回復力をふまえたリスク評価の手順

(a) ~ (j)の各項目の内容は、次ページに示す。

## 前ページの図に挙げた各項目の内容

### (a) 分野横断的検討

地域におけるリスクを、分野を横断して予備的に確認し、その地域がどのようなリスクを持っているか、どの分野が特に脆弱かを把握する。

### (b) 気候に関連した予測情報の収集・整理

気候変動に関連した予測情報について、国や当該地域（対象とする県とするその周辺）に関する予測情報を収集・整理する。「温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート 日本の気候変動とその影響」（2009年、文部科学省・気象庁・環境省）等、最新のレポート・研究成果等を参照する。また、その際には、予測される影響の程度（影響の大きさ）に加え、その予測に関する不確実性の性格と程度（起こる可能性）にも留意する。

### (c) 気候に関連した過去の被害・災害等の情報収集・整理

分野ごとに、当該地域での気候に関連した過去の被害・災害等の情報を収集・整理する。

### (d) 既存の予測・評価の情報収集・整理

分野ごとに、当該地域において気候に関連した被害・災害等を予測・評価した事例が存在する場合には、これらの事例でとられている予測手法やその予測・評価結果に関する情報を収集・整理する。例えば、防災分野であれば洪水の氾濫予測等、気候変動影響の予測・評価とは別の目的で従来から用いられている予測・評価事例が想定される。

### (e) 当該地域において生じうる将来影響の推定

(c)の過去の被害・災害等の情報と、(b)の国・当該地域における予測情報とを突き合わせて、当該地域において生じうる将来影響を推定する。推定にあたっては、専門家のアドバイス等も受ける。なお、(d)の既存の予測・評価事例が存在する場合には、その予測に将来の気候変動を加味した影響の予測／推定を行うことができないか検討し、可能な場合にはその予測／推定を行う。

### (f) 脆弱性に関連した地域特性に係る情報収集・整理

分野ごとに、当該地域の脆弱性に関連した地域特性に係る情報を収集・整理する。自然的特性、社会的特性の両面から、脆弱性を推定する上で特に重要となる主要な情報を収集する。

### (g) 回復力に関連した地域特性に係る情報収集・整理

分野ごとに、当該地域の回復力に関連した地域特性に係る情報を収集・整理する。自然的特性、社会的特性の両面から、回復力を推定する上で特に重要となる主要な情報を収集する。

### (h) 気候関連被害・災害に対する既存施策の収集・整理

分野ごとに、気候関連被害・災害に対する主要な既存施策（計画中のものを含む）を各分野の基本計画やその年次報告等から収集・整理する。その際、「温暖化・気候変動」等の名称が含まれていないものでも、気候、気象災害等に関連性のあるものを対象とする。

### (i) 当該地域において将来期待される適応力の推定

分野ごとに、(f)で整理した脆弱性、(g)で整理した回復力に関する情報に、(h)の既存施策による効果も加味し、当該地域において将来期待される適応力を推定する。

### (j) リスクの高い影響事象・地域の特定

分野ごとに、(e)で推定された将来影響と、(i)で推定された適応力とを突き合わせることで、予測される影響が大きく、これに対する対適応力が十分でないリスクの高い影響事象・地域を特定する。

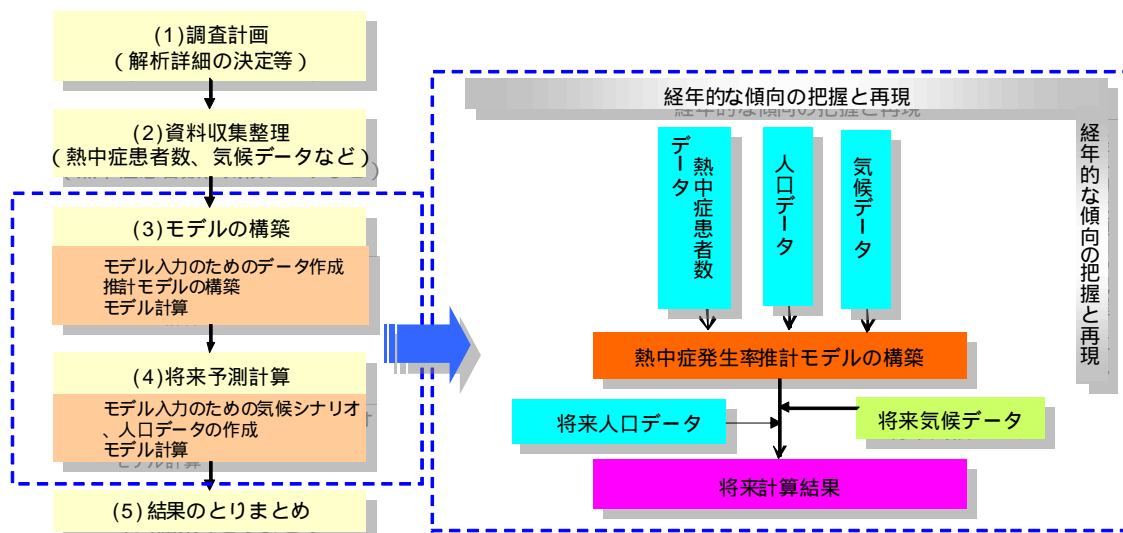
2) 既存の手法を活用する評価の例 - ある分野に焦点をあてた評価 -

- ・ 当該地域において特にデータ・情報が蓄積されており、既存の予測手法が活用可能な分野に焦点をあててリスク評価を行う。総合的・体系的な評価ではないが、当該地域にとって優先度の高い影響事象や既に知見が豊富にある影響事象等に特化してリスク評価や適応の検討を行いたい場合に適している。
- ・ 例えば、水災害分野であれば、洪水の氾濫予測等、気候変動影響の予測評価とは別の目的で従来から用いている各種の予測手法が存在する。これらに将来の気候変動を加味して影響の予測を行い、適応力に関連したデータ・情報とも突き合わせてリスク評価を行うことも、一つの方法として考えられる。

【東京都の事例】

東京都では、気候変動により都内で生じる影響の予測評価に着手している。例えば、熱中症については、人口、気候、熱中症患者数等のデータから熱中症発生率推計モデルを構築し、将来の熱中症患者数を予測する取組を行っている（下図）。モデルの基礎的な考え方等は、国レベルでの研究成果が活用されている。

このような予測には、データ収集、モデル構築、計算等の作業を要するが、具体的な適応策の検討を行う上での好材料となる。ある地域で特にリスクが大きいと想定される分野について、このような将来予測を試みることであればより望ましい。



### 3) 体系的な手法による評価の例 - 知見の蓄積が進んだ段階での評価 -

- 各分野の影響、脆弱性、回復力に関する情報を総合的・体系的に整理し、それらを重ね合わせて評価し、リスクマップなどの分かりやすい形にまとめる。データ・情報の蓄積がどの分野においても一定程度進んでおり、評価の精緻化を図りたい場合に適している。以下にその手順を示す。

自然的要素（気温、時間雨量、標高、生物種分布、水資源量等）、社会的要素（年齢別人口等）、適応能力に関する指標（護岸整備率、透水面率等）等をそれぞれ地図データ（メッシュや地区単位）として整理する。

これらの地図データのうち関連する項目を重ね合わせるにより、潜在的あるいは既に顕在化している影響、脆弱性、回復力を評価する。

気候変動予測等の結果を用いて、自然的要素の将来変化の度合いを加味することにより、将来的な気候変動のリスクを評価する。

結果を分野ごとのリスクマップにまとめる。

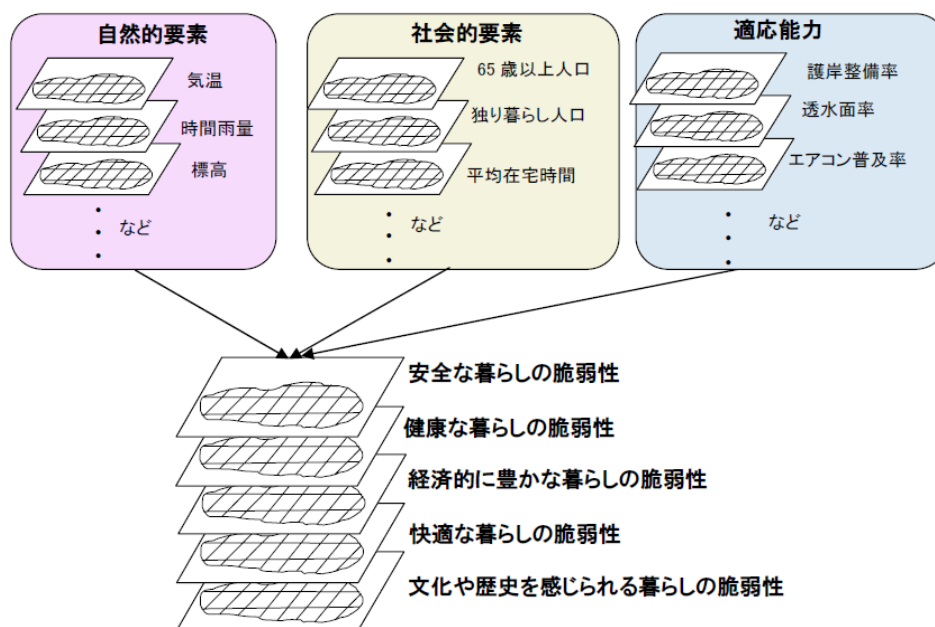


図5 体系的な手法による評価の例

出典：気候変動への賢い適応 - 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書 - (2008年、環境省地球温暖化影響・適応研究委員会)

**(5) 適応策の必要性及び優先順位の把握**

- ・ 気候変動のリスク評価と住民との合意形成の結果に基づき、科学的な知見に基づく適応策の必要性の判断や優先順位を検討する。例えばイギリスのリバプール市では、当該市議会が作成し、一般的に用いているリスク評価ツールにより、気候変動による影響の重要性と可能性を評価し、これに基づいて、気候変動による主要な脅威や新たなビジネスチャンス等の検討を行った。
- ・ ただ、現状では科学的知見がまだ十分に蓄積されておらず、将来予測は不確実性を伴うことから、詳細なコスト、便益分析は困難である。したがって、特に初動段階では、普及啓発や情報基盤整備が重要になる。
- ・ また、短期的影響に対する応急措置とともに、将来の気候変動の程度に関わらず社会経済的便益を得られる「後悔しない (no regret)」適応策、気候変動影響だけでなく他の問題の解決にも貢献しうる「win-win」適応策などは優先順位が高い。
- ・ 例えばEUの適応白書では、不確実性の元で行う適応のリスクを最小にするためのオプションとして、「後悔しない」適応策と「win-win」適応策の2つを挙げている。ここでは「後悔しない」適応策の例として、洪水等の高リスク地域に新たなインフラを構築・移設しない、緊急対策を改良する、等が挙げられている。また「win-win」の適応策の例には、気候リスクを最小に抑えると共に、温室効果ガスの排出削減や、その他の社会環境面にも貢献し得るものとして、都市計画、大気汚染対策、植林、氾濫原や塩性湿地の再構築による洪水・沿岸管理等が挙げられている。

**【リバプールのリスク評価の事例】**

イギリスのリバプールでは、脆弱性評価を実施している。リバプール市議会 (Liverpool City Council : LCC) が作成し一般的に用いているリスク評価ツールである「Risk Management – Business Unit Toolkit」を適用し、リスクに関する以下のような分類を行っている。

影響の重要性と確からしさ

可能性	4.可能性が非常に高い	低4	中8	高12	高16
	3.可能性が高い	低3	中6	中9	高12
	2.可能性が低い	低2	低4	中6	中8
	1.可能性が非常に低い	低1	低2	低3	低4
		1.軽微	2.重要	3.深刻	4.重大
		影響			



重要性の指標

影響	スコア	影響の事例
重大	4	公共サービスの途絶 5日以上 国レベルのマスコミの批判的な報道 1名以上の死者 50万ポンド以上のコスト 3ヶ月以上の事業の遅延
深刻	3	公共サービスの途絶 3~5日 地域マスコミの継続的・批判的な報道 1名以上の重傷者(下記より深刻な負傷) 5万~50万ポンドのコスト 2~3ヶ月の事業の遅延
重要	2	公共サービスの途絶 2~3日 地域マスコミの批判的な報道 1名以上の重傷者 5000~5万ポンドのコスト 3~8週間の事業の遅延
軽微	1	公共サービスの途絶 1日 苦情・クレーム 1名以上の負傷(軽傷)者 5000ポンド以上のコスト 2週間以内の事業の遅延

可能性の指標

可能性	スコア	リスク	典型的な可能性 / 頻度
可能性が非常に高い	4	発生見込み75%以上	定期的に発生する 遭遇頻度: 日/週/月に何回か
可能性が高い	3	発生見込み40~75%	今後1~2年以内に特定の場所で発生する可能性が高い 遭遇頻度: 時折(年に数回)
可能性が低い	2	発生見込み10~40%	3年以上に1回発生する程度
可能性が非常に低い	1	発生見込み10%未満	ほとんど/以前は全く、発生したことがない

【オランダの Hotspot 評価の事例】

オランダは2007年に策定した国家適応戦略の中で、空間計画が適応に果たす役割の重要性を指摘している。その一環として着手された「ホットスポットプログラム」は、「空間計画と気候変動が重要な役割を果たしており、かつ多様な利害の衝突がみられる分野・場所 = ホットスポット」を対象として、適応に関するパイロットプロジェクトを実施する。2010年には、まず「何がホットスポットか？」の定義に関する研究が開始された。




< 第1セレクション - 当該候補地の条件による選定 >

・多様な参加者によるワークショップ、アンケートにより、以下の指標を用いて候補地を50箇所から15箇所に絞り込み

- ・気候変動が当該地域・分野の開発パターンに大きな影響を及ぼす
- ・気候変動以外にも、当該地域・分野の開発が物理的な開発パターンや土地利用計画及びまたは都市・地域計画に影響を受ける
- ・長期(2050~2100年程度)にわたる空間投資や計画について、何らかの支援がある
- ・ステークホルダーや当局者等が、本事業の準備・実施を支援できる

< 第2セクション - 指標による選定 >

・本研究のメンバーが、相互レビューにより採点し、候補地を5地域に絞り込み

指標の内容	採点
<b>【特に重要な指標】</b> ・複数の政策テーマに重複があり、摩擦または連携の好機となるかもしれない ・ステークホルダーの支援がある ・当該 Hotspot が広く公共に訴えるアピール力があり、本事業がデモンストレーション機能を有する	1 (悪い) 2 3 4 5 (非常によい) 
<b>【その他の指標】</b> ・当該 Hotspot が一般にとって魅力的である ・気候変動の複数の影響を想定している ・短期政策と長期政策の間に摩擦がある ・当該 Hotspot が既存の気候変動空間プログラムと関係がある ・当該 Hotspot には気候変動空間プログラムに統合できる研究課題がある	1 (悪い) 2 3 4 5 (非常に良い) 
特に重要な指標の合計	
全指標の合計	
<b>【当該地域に以下の対象分野が含まれているか】</b> ・水 ・農業 ・都市 ・公衆衛生 ・レクリエーション	<b>【分野の有無】</b> 1 (全くない) 2 3 4 5 (非常にある) 

## (6) 適応策の立案・実施

- ・ 適応の全般的な必要性、優先順位を整理できた段階で、具体的な個別の適応策を立案する。ただし、その際、適応策を最初から新規に立案するのではなく、各分野の既存の計画・施策に適応の視点を組み込むことを優先する。これは、既存の枠組み・仕組みを最大限に活用することで、資源を有効利用し、効果的・効率的に適応の取組を進めるためである。

各分野で適応策あるいは適応効果をもつ対策とそれらを包含している地方公共団体の関連諸計画を整理する。土地利用計画、都市計画、防災計画、治水政策、下水道政策、水資源政策、港湾政策、海洋政策、農林水産業政策、自然生態系の保全政策、地方公共団体の環境政策等、様々なものが想定される。

### < 関連諸計画の例 >

- 今後の水道の在るべき姿について関係者間の共通認識の形成を目指した水道ビジョンの中では、平常時にあっても十分な量の水を得ることのできない人口の早期解消や渇水などの気候変動に伴う水資源の様相変化に対して脆弱な地域における水供給の安定化を図ることを盛り込んでいる。

関連諸計画や適応策あるいは適応効果をもつ対策について、適応の視点の組み込みに関する庁内協議の機会・タイミングを整理する。具体的には、( ) 当該計画・対策の毎年の進捗チェックや計画そのものの見直しの時期、( ) その他、当該計画・対策について関係部局間で情報交換・意見交換を行うことのできる機会を整理する。

( ) を踏まえ、適応の視点の組み込みについて都道府県庁内で検討する。

既存の計画・施策だけでは不足している部分に対しては、新規に必要な適応策を立案する。

既存計画や分野別施策に組み込まれた適応策については、分野間の整合性や連携を整理する。特に、分野間で温暖化の影響に関するデータやモニタリング結果を共有していくことが、適切な適応策の立案・実施のために重要となる。

気候変動が進むことで、現在は必要とされている施策等の必要性や優先順位が低くなる場合があり得る。また、中長期的には緩和策の進展に伴い、必要な適応策が減少する場合もあり得る。そのような場合には、適切な見直しを行うことが必要である。

- ・ 既存の計画・施策に具体的にどのような点を付加すれば適応策として有効なものとなるか、その例を以下に示す。また、分野別の関連計画とそれらに包含される対策例も示す。

**【既存の計画・施策に適応の視点を組み込む例】**

水災害：防護施設（堤防、防波堤、護岸、下水道施設等）の整備や機能向上の検討時に、気候変動による将来の降水量や海面上昇の変化（中長年に予測される影響を視野に入れる）により生じる可能性のある影響を見越し、予測幅の高位の予測値への対応も考慮する（ただし、この場合、ある程度の規模の予算措置が必要になることから、施策実施の決定にあたっては関係者間で十分な合意形成を図る必要がある）

自然生態系：各種の保護・保全地域の設定・見直し時に、特に気候変動に対して脆弱な種（高山植物、南限・北限の種等）が将来の気温上昇（中長期的に予測される影響を視野に入れる）により受ける可能性のある影響を見越し、予防的観点から区域設定を行う。

健康：屋外労働者の労働災害防止に向けた施策において、特に気候変動とヒートアイランドの複合的な影響が懸念される都市部では、気温上昇（短期的な影響に主眼を置く）による熱中症患者の増加の可能性を見越し、熱中症に関する意識啓発、暑さ対策等の予防措置を組み込む。

目標・水準の設定（分野共通）：各種の適応策に関連して目指すべき目標・水準等を設定・見直しする際、従来、その分野で用いられてきた目標・水準の設定方法のみによらず、ここでの気候変動によるリスク評価もふまえながら、複数のシナリオを設定しつつ、かつ従来の方針とも整合させて目標・水準を設定することが考えられる。そのような目標・水準の設定のあり方についても検討する。

**表2 適応に関連する計画等<sup>2</sup>**

「関連諸計画等」の欄の凡例

- ：法定計画（努力義務のものを含む）
- ・：法定計画ではないが国で策定を促す方針が示されている、あるいは一部自治体で策定されているもの
- ( )内：計画等の策定主体

分野	関連諸計画等	適応効果を有する対策の例
水環境・水資源	水資源開発基本計画（国土交通省） 水源地域整備計画（都道府県が案を作成、国土交通省が決定） 河川整備基本方針及び河川整備計画（国土交通省、都道府県等） ・水道ビジョン水道ビジョン（水道事業者等） 流域別下水道整備総合計画（都道府県） 地域防災計画（都道府県、市町村） 国土形成計画（国） 広域地方計画（国土交通大臣） 都市計画（都道府県、市町村） 全国森林計画（農林水産省） 地域森林計画等（都道府県等） 市町村森林整備計画（市町村）	・水資源供給を増やすための技術的方策（貯水、導水、浄水）および水環境保全技術（水質、生物） ・降雨状況に依存しない水資源オプションおよび計画対象年の見直し ・水源地域の森林の整備・保全 ・水利用の効率向上（灌漑用水の反復利用、雑用水利用等） ・雨水の取水拡大、中水利用、下水処理水再利用 ・海水淡水化 ・水需給の予測、水取引、緊急的な水使用制限 ・湯水の予測・監視・情報提供 ・節水意識の啓発等、需要マネジメントによる節水型社会の構築

<sup>2</sup> 当初より気候変動への適応策として策定された計画、及び、気候変動については特段想定していないものの、適応策としての効果も有する計画、対策等

分野	関連諸計画等	適応効果を有する対策の例
水災害・沿岸	<p>&lt;河川&gt; 河川整備基本方針及び河川整備計画（国土交通省、都道府県等） 流域別下水道整備総合計画（都道府県） 土地利用基本計画（都道府県、市町村） 地域防災計画（都道府県、市町村）</p> <p>&lt;沿岸域&gt; 港湾整備事業および海岸整備事業における計画、設計、施工（特定港湾施設整備事業等）（国土交通大臣） 港湾計画及び個別事業計画（重要港湾の港湾管理者） 海岸保全基本計画（都道府県） 地域防災計画（都道府県、市町村）</p> <p>&lt;森林&gt; 全国森林計画（農林水産省） 地域森林計画等（都道府県等） 市町村森林整備計画（市町村）</p>	<p>・経済的手法（水価格設定、保険制度） ・水収支を改善する国土計画 ・流域にある森林、公園や緑道等による緑のネットワークの形成、風の道の確保、ヒートアイランド対策</p> <p>&lt;河川&gt; ・新規施設整備及び既存施設の機能向上 ・危険性に応じた土砂災害対応施設の整備 ・災害危険区域の指定と治水対策の一体的推進等 ・太陽エネルギーの活用など CO2 削減効果の高い住宅と大規模調整池を一体として整備するレイクタウンのような、低炭素型及び水災害適応型のまちづくりの推進 ・河畔林の形成による水害・水防対策 ・雨水の貯留・浸透・流出抑制のための施設整備 ・下水道施設整備による都市の排水能力の向上 ・堤防・緊急用河川敷道路・高架道路等と広域防災拠点による広域防災ネットワークの構築 ・影響を受ける地域の土地利用の規制・誘導 ・防災体制の整備 ・避難所の指定 ・防災避難体制の構築</p> <p>&lt;沿岸域&gt; ・海面水位の上昇等を見込んだ防護施設（堤防や防波堤、護岸等）の配置計画や能力向上検討 ・津波・高潮ハザードマップの整備促進 ・高潮発生時における浸水被害の軽減策（上屋や倉庫の嵩上げ等）の実施 ・気候変動を見込んだ臨海部における土地利用の再編 ・関係機関との情報共有・連携体制の構築 ・災害対応のための応急復旧体制の強化 ・災害発生時における港湾機能維持に向けたBCP策定 ・被災しても早期復旧が可能な構造様式の採用 ・防災避難設備の整備 ・避難所の指定 ・防災避難体制の構築</p> <p>&lt;森林&gt; ・森林の整備・保全による洪水等の緩和 ・治山施設の整備</p>
食料	<p>食料・農業・農村基本計画（農林水産省） 果樹農業振興基本方針（農林水産省） 家畜改良増殖目標（農林水産省） 酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針（農林水産省）</p>	<p>・高温障害等を回避するための栽培法や施設の導入、高温耐性品種への転換等 ・計画的な植栽と品種構成の適正化、優良品種の導入及び新技術の普及等 ・病害虫適正防除、農薬の適正使用 ・家畜改良の推進、新技術の改良・普及等 ・水産技術の開発と普及</p>

分野	関連諸計画等	適応効果を有する対策の例
<p><b>自然生態系</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水産業の振興方針（地方公共団体）</li> <li>自然環境保全条例・計画（都道府県）</li> <li>緑の基本計画（市区町村）</li> <li>・エコロジカル・ネットワーク計画（都道府県、市町村等）</li> <li>・ビオトープ計画（都道府県、市町村等）</li> <li>自然再生事業実施計画（自治体、協議会）</li> <li>生物多様性地域戦略（都道府県、市町村）</li>   <li>全国森林計画（農林水産省）</li> <li>地域森林計画等（都道府県等）</li> <li>市町村森林整備計画（市町村）</li> <li>・松食い虫被害対策事業推進計画（都道府県）</li>   <li>特定鳥獣保護管理計画（ニホンジカ等）（都道府県）</li>   <li>湖沼水質保全計画（都道府県）</li> <li>・水循環に関する計画（地方公共団体）</li>   <li>特定外来生物防除実施計画（国、地方公共団体、その他）</li>   <li>河川整備基本方針及び河川整備計画（国土交通省、都道府県等）</li>   <li>海岸保全基本計画（都道府県）</li> <li>流域別下水道整備総合計画（都道府県）</li> <li>・資源回復計画（国、都道府県）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各種保護・保全地域（県立自然公園保護地区、風致地区、自然環境保全地域、森林生態系保護地域、特別緑地保全地区等）の設置、見直し（脆弱な群落に対応した保護地区の設置など）</li> <li>・都市域の緑地の確保</li> <li>・エコロジカル・ネットワークの形成（温暖化に伴う生物移動の空間確保）</li> <li>・ビオトープの創出、保全、再生（異常気象等に対する生物の避難場所・環境の確保）</li>   <li>・針広混交林等多様な森林の整備・保全</li> <li>・マツ枯れ等森林被害マップの作成、防除指針の作成（温暖化に伴うマツ枯れ拡大、北上への対応）</li> <li>・マツ枯れ防除対策（温暖化に伴うマツ枯れ拡大、北上への対応）</li>   <li>・生息頭数モニタリング調査、分布状況の把握</li> <li>・狩猟期間の延長や捕獲等による個体数管理</li> <li>・防護柵等の被害防除対策</li> <li>（温暖化によるシカ分布拡大に対応した高山生態系の保全対策）</li>   <li>・流入汚濁負荷物質削減対策（下水道整備、浄化槽設置、農業排水施設整備等）</li> <li>・水質浄化対策（植生浄化、底泥のしゅんせつ等）</li> <li>（温暖化による湖底の貧酸素化防止等）</li>   <li>・人為的な移入、放流の制限対策</li> <li>・駆除対策</li>   <li>・流水の正常な機能の維持</li> <li>・河川環境の整備と保全</li> <li>・水生生物に配慮した護岸の整備（異常気象等に対する生物の避難場所・環境の確保等）</li> <li>・水際船での緑地整備、ネットワーク化（温暖化に伴う生物移動の空間確保）</li>   <li>・砂浜の保全、再生</li> <li>・汚濁負荷量の削減（温暖化の複合影響等による公共用水域の水質悪化等）</li> <li>・漁獲の制限（乱獲と温暖化の複合影響による海洋個体群の減少の進行等）</li> </ul>
<p><b>健康</b></p>	<p>&lt;熱中症&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・熱中症予防の指針・計画（地方公共団体）</li> <li>・地域住宅計画、要介護・高齢者住宅の整備計画（地方公共団体）</li> <li>都市計画（都道府県、市町村）</li> </ul>	<p>&lt;熱中症&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・熱中症の情報整理（なりやすい環境・人・場所の条件、熱中症の程度と症状）</li> <li>・予防対策の周知、労働者（特に屋外労働者）の熱中症による労働災害防止</li> <li>・熱中症予防情報サイト（暑さ指数等）の活用</li> </ul>

分野	関連諸計画等	適応効果を有する対策の例
	<p>&lt;感染症&gt; 感染症予防計画（都道府県）</p> <p>（検疫対策）</p> <p>（動物の輸入に対する制度強化）</p>	<p>・ 公的賃貸住宅、要介護者・高齢者住宅等へのエアコン設置の義務化</p> <p>・ 都市域の風の道の確保、ヒートアイランド対策等</p> <p>&lt;感染症&gt;</p> <p>・ 国と地方公共団体、医師等の役割の明確化</p> <p>・ 緊急時の初動体制の確立及び整備</p> <p>・ 発生予防のための対策強化（ワクチンの予防接種、発生動向調査等）</p> <p>・ まん延防止のための対策強化（健康診断、就業制限、消毒、疫学調査等）</p> <p>・ 海外渡航者への感染症に係る情報提供</p> <p>・ 感染症に関する調査研究など</p> <p>・ ワクチンの事前備蓄</p> <p>・ 潜伏期間を考慮し、検疫通過時に症状が出ていない場でも入国後に健康状態を確認できるなど、検疫を強化</p> <p>・ 動物に対する輸入届出の義務化</p>
<p>総合的モニタリング</p>	<p>（参考：平成 22 年度の我が国における地球観測の実施計画）</p>	<p>・ 気候変動への対応のための統一的な観測体制構築の推進</p>

## (7) 施策の進捗・効果の把握・評価と定期的見直し

- ・ 適応策の実施後は、都道府県庁内の関係部局が連携して適応策の進捗や効果の把握・評価を行う。適応策が各個別計画に分散して位置づけられているだけでは、適応策への取組がどの程度進捗しているか、総合的にみて効果的・効率的に適応策が推進されているかなどが把握できない。したがって、分野横断的に適応策がどの程度実施されているかを把握・評価するとともに、総合的な視点からそれら適応策の総合化を図る。
  - ・ 把握・評価は、( ) 適応への取組の総合的な進展度合いを評価する、( ) 個々の適応策の進捗を評価する、( ) 個々の適応策の効果を評価する、の 3 つに大別することができる。最初は、( ) から開始し、個々の適応策の特定とその実施に向けた取組が進んだ段階で、( ) にも取り組むことが望ましい。なお、( ) 適応策の効果については、現状の知見から直ちに定量的評価を行うことは難しいが、今後、適応策を推進しつつどのような指標がありうるか関係部局が連携して検討していく。
  - ・ ( ) ~ ( ) とも、具体的な評価手法・指標を検討・作成する必要がある。以下に、海外での適応進捗評価の指標の例を示す。
- ・ 気候変動とその影響、適応策に関する科学的知見は日々蓄積されていくため、適応策の適切性について、定期的にレビュー・見直しを行う。
- ・ 分野ごとの施策としての把握・評価に加え、都道府県、市町村、さらにはより狭い地域単位での総合的な把握・評価が重要となる。これらレベルの異なる把握・評価の手法についても今後検討が必要である。



### 【イギリスの適応評価の指標】

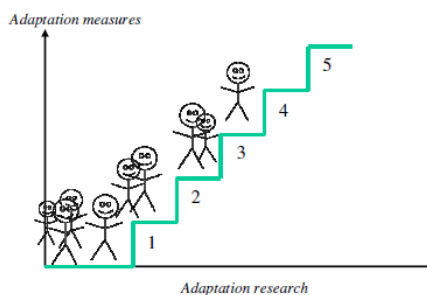
イギリスでは、自治体における各種取組の進捗を評価する指標の中に、気候変動への適応の進捗を評価するための指標が位置づけられている。ここでは、適応に関する知見がまだ不十分であることをふまえ、適応に関する取組の結果（outcome）ではなく進展（progress）で表す指標としている。また、この指標を用いて各自治体が気候変動によるリスクと機会の評価を行い、それを当該自治体における意思決定、行政サービスの実施や計画等に組み込むようにすることも目指している。

#### 適応評価の指標

レベル0	取組開始	行政当局が潜在的脅威や機会の評価プロセスに着手し、系統的な評価に向けた次のステップについて特定・合意した段階。
レベル1	パブコメ及び影響評価の実施（証拠・根拠の集約）	行政当局が、気候に関するリスクについてのパブコメを行い、重要な脆弱性と機会に関する地域レベルのリスク評価を、現在及び将来について実施した段階。
レベル2	包括的リスク評価（特定分野における優先的行動を含む）	行政当局が、現在と将来における脆弱性の包括的な評価を行い、優先順位の高いリスクを特定すると共に、最も効果的な適応策を特定し、戦略、計画、運営等に組み込むための取組に着手した段階。
レベル3	包括的行動計画（及び優先分野における優先行動）	気候影響とリスクを自治体の議会における意思決定に組み込み、包括的適応行動計画を策定し、全ての優先分野における適切な適応策を実施しつつある段階。
レベル4	実施、モニタリング、継続的レビュー	行政当局及び関係組織（local strategic partnership）が包括的な適応行動計画を実施しており、適応策の確実な実施と更新のための、定期的・継続的なモニタリング及びレビュー手順が確立されている。

### 【フィンランドの適応評価の指標】

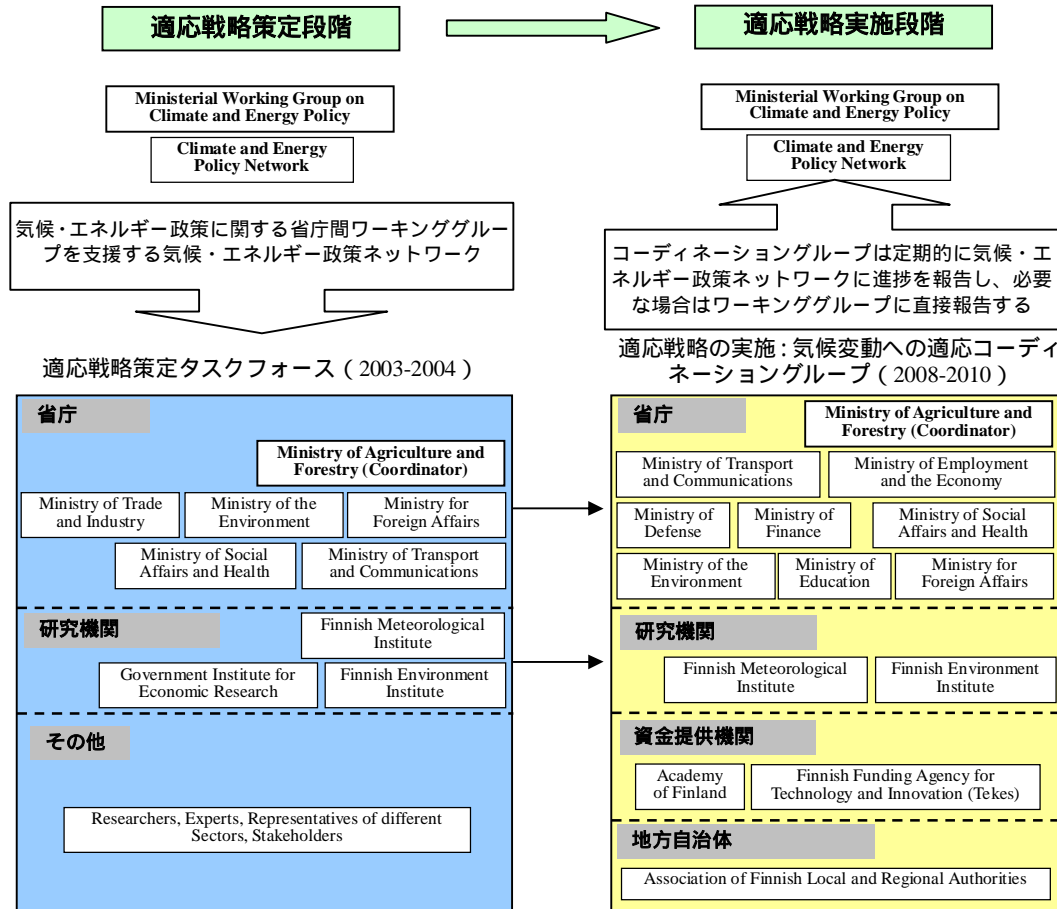
フィンランドでは、2005年に策定した国家適応戦略で個々の適応策が提示された15分野について、進捗を評価するための仮指標を検討している。当該分野で着手された適応策の実施状況とあわせて、適応に関する研究の状況やセクター間の協力、適応のニーズに関する認識の状況等が考慮された。



Step 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該分野のバイオニアが適応の必要性を認識する</li> <li>・影響や適応についてほとんど研究がなされていない</li> <li>・幾つかの適応策は特定されたが、実施はされていない</li> </ul>
Step 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該分野で、適応の必要性はある程度認識されている（数名の意思決定者）</li> <li>・気候変動シナリオの不確実性を考慮した上で、影響が個別に知られている（質的情報）</li> <li>・適応策が特定され、実施計画が策定され、そのうちの幾つかが着手された</li> </ul>
Step 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該分野で、適応の必要性が非常によく認識されている（意思決定者の大部分）</li> <li>・気候変動シナリオの不確実性を考慮した上で、影響が非常によく知られている（量的情報）</li> <li>・適応策が特定され、実施に着手されている。</li> <li>・適応策に関する分野横断的協力が開始された</li> </ul>
Step 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該分野で、適応の必要性が幅広く認識され、受け入れられている</li> <li>・適応が通常的意思決定プロセスに組み込まれている</li> <li>・気候変動シナリオの不確実性による制約の範囲内で、影響がよく知られている</li> <li>・適応策に関する分野横断的協力が確立された慣習（practice）となる</li> </ul>
Step 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当該分野で適応戦略に示された適応策、またはその他で認識された適応策が、実施される。</li> </ul>

上記の Step 3 と Step 4 には、「分野横断的協力」が挙げられている。適応戦略の策定及び実施にたつて、下記のように関係者を多く組み入れ、組織間連携を図るような体制を構築している。

しかし、2009 年に行われた気候変動適応戦略の実施評価では、今のところ分野別・個別の調査研究が主体であり、より幅広く、包括的な視点の確立には、より多くの調査が求められることが述べられている。



出典：Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change (2005) より作成  
 Evaluation of the Implementation of Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change (2009).より作成

フィンランドにおける適応戦略の策定・実施に係る体制

## (8) 適応策の統合化

- ・ 都道府県庁内の関係部局が連携して、従来は個別に取り組みられてきたものを一体的に扱うことで、より合理的な取組とすることを意図し、個別分野で行われる適応策の相互調整、分野横断的取組等を行う。
- ・ 具体的には、総合計画や分野毎の施策の中に気候変動への適応を位置づけることや、組織内の多様な部局等が協力し、効率的な適応の実施に向けて分野横断的取組が必要とされる課題の明確化を行うことなどが挙げられる。
- ・ また、地域や分野で本来有すべき技術・制度・財政・人材等の能力を向上させることにより、副次的に適応能力の向上に資するような対策を積極的に推進する。これらは、仮に予測結果と現実が異なったとしても他の効果を有する適応策であり、長期的視野で計画的・着実に推進すべきものである。
- ・ さらに、影響評価や適応策に関連するさまざまな基礎データ・情報の収集・整備状況から、まだ整備が十分でないもの等の課題を明らかにし、計画的な整備を推進する。

## (9) 住民とのコミュニケーション・情報共有

- ・ リスクの総合評価の結果は、住民に公表し、気候変動のリスクに対する認識を広く共有化する。これは、影響、適応に関する普及啓発の効果とともに、早い段階からこのようなリスクに関する認識を共有しておくことで、適応策に関するその後の意思疎通・意思決定を円滑化できるなどの効果も期待できる。
- ・ 具体的な情報共有の手法については、以下のような例が挙げられる。
  - ・ 気候変動のリスク評価に関するレポートや普及啓発用冊子の公表
  - ・ レポート等の公表前のパブリックコメントの実施（意見集約）
  - ・ 講座や説明会などによるリスク評価に関する普及啓発

## **B. 初動の5つのステップ**

- ・ 適応策の計画と実施にこれから着手しようとする地方公共団体にとっては、A.で示した詳細な具体的手順を全て踏襲するのは難しい場合がある。より簡易に、かつ、知見や人材等が限られている場合にも実践しやすい手順として、以下の「初動の5つのステップ」を示す。

### **ステップ1：適応策について知識と認識を共有し、既存施策を点検する**

- ・ 緩和と適応からなる総合的な温暖化対策について、組織内で一定レベルの理解を共有する。その中で、適応策の必要性・重要性について理解を深める。関連して、温暖化の影響、脆弱性、回復力、リスク、適応等の概念についても一定レベルでの知識を共有する。
- ・ 関係部局間で、適応策に取り組むべきとの認識を共有する。
- ・ 既存の施策・事業の中で、気候変動・異常気象対応等、適応に関連したものを部局ごとにリストアップし、適応策が十分な分野と不十分な分野とを大まかかつ簡易に整理する。

### **ステップ2：気候変動影響のリスクを評価する**

- ・ 入手が容易な既存の情報を活用し、気候変動の影響によるリスクの評価を行う。この情報を元に、現状の知見・データで可能な範囲の簡易なランク分け等による定性的な検討によって特にリスクが高い影響事象や地域を特定し、地域のリスクの総体的な状況を大まかにかつ簡易に捉える。
- ・ この際、ステップ1で適応策が不十分な分野と判断された分野について、優先的に評価してみることも考えられる。
- ・ 過去の気象観測データや地方公共団体が独自に行った気象観測、分野毎の影響事例調査、住民からの聞き取りなどが含まれる。庁内情報に留まらず、住民、関係者から提供される情報も活用する。
- ・ より具体的・体系的な評価ができるような知見・データの蓄積がある場合は、それを活用してより精緻な評価を実施する。

### **ステップ3：適応への取組についてコミュニケーションを図り、適応計画と施策を決定する**

- ・ リスクの総合評価結果を住民、関係者に公表し、早い段階からリスクに関する情報と認識を広く共有化する。これにより、適応策の実施に向けたその後の意思疎通・意思決定を円滑化できるなどの効果も期待できる。
- ・ 同時に、適応に関する庁内推進体制を整備して、庁内関係部局の連携向上を図りつつ、適応への取組を計画に位置づける。
- ・ 意思決定に際しては、住民、関係者に情報提供を行うとともに意見や情報を収集する。

#### ステップ4：合理的な取組から着手する

- ・ 適応策の必要性・優先順位を把握した上で合理的な取組から始める。まず、既に生じている短期的影響を応急的に防止・軽減する対策に着手する。
- ・ 次いで、社会経済的便益が明らかにコストに勝る適応策を検討する。将来の気候変動の程度に関わらず社会経済的便益を得られる「後悔しない」適応策、気候変動影響だけでなく他の問題の解決にも貢献しうる「win-win」適応策などがあり得る。
- ・ 個別の適応策を立案する際は、効果的・効率的に適応の取組を進めるため最初から新規に立案するよりも、各分野の既存の計画・施策に適応の視点を組み込むことを優先する。

#### ステップ5：モニタリングの充実や新たな知見の活用によりリスク評価と適応策を総合化する

- ・ リスク評価でデータ等が不足している分野・項目、それらの中でも当該地域で優先的にモニタリングを実施すべき分野・項目を特定する。
- ・ これらに関するモニタリングを継続的に実施するための手法、体制を検討し、整備する。
- ・ 予測評価に関する最新の研究成果の活用、あるいは上記により蓄積した地域独自のデータを活用した予測の実施により、将来予測についての知見を向上させる。気候シナリオや影響評価については、必要に応じて、適切な機関の協力を得て実施する。
- ・ 以上のようなモニタリングの充実、新たな知見の活用により、リスク評価と適応策の総合化を図る。

3.3 計画・施策への適応策の組み込みに当たっての考え方

(1) ソフト対策・ハード対策を含む多様なオプションの活用

- 適応策には様々なアプローチがある。ハード対策/ソフト対策、また、法制度/技術開発/経済的手法/情報整備等のアプローチがあり、既存の計画・施策に適応の視点を組み込む際には、まず、このようなアプローチの多様性を理解しておくことが重要になる。さらに、3.1 で示したように、適応策の中には、短期的影響の防止・軽減に資する対策と、中長期的影響の防止・軽減に資する対策とがあり、両者で見据えるべき時期も異なるため、これらは分けて捉える必要がある。以下に、各分野の適応策を、短期/中長期別に例示する。

表3 適応策の多様なオプションの例

：ハード対策      ：ソフト対策

< 食料分野の例 >

	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
技術	高温耐性品種等の導入 栽培手法、作期の変更 適切な水管理 高温障害等を回避する施設の導入 暑熱による生殖機能への影響評価 畜舎環境制御	高温耐性品種等の開発 栽培適地の移動 水不足が予測される地域における節水栽培法の開発 生殖機能等へのストレス軽減技術の開発 種畜の夏期不妊対策技術の開発
経済的手法	共済システムの活用	
情報整備	普及指導員等からの情報収集と整理 地球温暖化適応策に係わる情報提供システム(「温暖化ネット」等)の活用	温暖化における気象警報の発信システムの開発
普及啓発	普及指導員等への指導	
その他	農家に対する適応策の支援・指導の仕組みづくり 普及指導員・営農指導員への情報提供・人材育成	魚類の回遊経路、漁場形成に合わせた漁期設定

< 水環境・水資源分野の例 >

	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
技術	海水の淡水化、淡水の輸送 富栄養化対策(アオコフェンス、曝気設備等) 節水機器普及 浄水場における自家発電装置等の整備・強化	渇水対策としての導水、排水管理システムの導入 下水再生水、中水、雨水等の利用 地下水塩化防止対策 都市河川の良好な水辺や緑地空間の形成、ヒートアイランド対策 森林の整備・保全 治水容量と利水容量を振り替えるダム群の再編
法制度	水運用の改善	地盤沈下抑制等のための深層地下水の揚水規制 排水水質の規制

	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
経済的手法	渇水時に地域で柔軟に水を融通し合う仕組みの導入	水利権の再配分 深層地下水の利用制限における課徴金制度等の経済手法による間接的な地盤沈下抑制等
情報整備	渇水情報の発信	水道原水水質特性の総合評価とこれに適した浄水プロセスの選定
普及啓発	節水意識の向上	需要マネジメントによる節水型社会の構築

<水災害・沿岸の例>

	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
技術	河道や堤防、防波堤・防潮堤の整備、洪水調整施設、下水道施設の整備 治山施設の整備  危険区域（浸水想定区域）における堤防の補強、老朽化対策の実施 建築物の強化・嵩上げ 避難場所の整備 現状での防護水準等の把握 災害リスクの評価 津波・高潮・内水ハザードマップの策定 施設管理者の保守点検能力向上 水門・陸閘等の操作体制の高度化 対策技術の研究開発	災害リスク評価に基づいた施設整備・能力向上の実施 気候変動を考慮した土地利用規制変更に基づいた対策（住居移転など）の実施 避難場所の整備 継続的な対策技術の研究開発
法制度	災害危険区域の指定による土地利用規制 災害復旧基金や補助金の創設	河川や海岸の背後地域における土地利用規制の変更 危険区域（浸水想定区域）における建築行為の禁止や移転を義務付ける法律整備
経済的手法	地方整備局・国総研・土研・自治体・民間の連携によるインフラの早期復旧 浸水保険制度などの整備	浸水保険制度の整備
情報整備	ハザードマップや水害痕跡の情報提供 災害リスクの情報提供	災害リスクの情報提供
普及啓発	自主防災組織の整備 観測情報や被害予測などの情報の提供 防災教育の実施	観測情報や被害予測などの情報の提供 防災教育の実施

<自然生態系分野の例>

	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
技術	ビオトープの創出、保全、再生 マツ枯れ等森林被害防除対策 シカ防護柵等の被害防除対策 河川・湖沼・海域への流入汚濁負荷物質削減対策（下水道整備、浄化槽設置、農業集落排水施設整備等） 河川・湖沼の水質浄化対策（植生浄化、	エコロジカル・ネットワークの形成 針広混交林等多様な森林の整備・保全 河畔林の整備、保全による生物の異動空間確保 多自然川づくりの推進による生物の避難場所確保 動植物の生息・生育・繁殖環境の保全・

	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
	底泥のしゅんせつ等) 水生生物外来種駆除対策 魚道の設置等による連続性の確保 水生生物に配慮した護岸の整備	再生(水生生物) 沿岸水際線での緑地整備、ネットワーク化 砂浜の保全、再生
法制度	狩猟期間の延長や捕獲等によるシカ個体数管理 水生生物外来種の人為的な移入、放流の制限対策 脆弱性の高い場所(高山帯等)での観光者の行為制限	各種保護・保全地域(県立自然公園保護地区、風致地区、自然環境保全地域、森林生態系保護地域、特別緑地保全地区等)の設置、見直し
経済的手法	高山帯等観光地での課金制度による入込数制限	シカ資源活用・市場形成によるシカ捕獲数の維持
情報整備	マツ枯れ危険度マップの作成	森林生態系の動態に関するモニタリング マツ枯れの防除指針の作成 シカ生息頭数モニタリング調査、分布状況の把握 生物季節のモニタリング
普及啓発	高山植物や湿原への踏圧軽減の意識啓発 水生生物外来種の移入・放流禁止の意識啓発	生物季節のモニタリング結果の周知 生物季節の自治体間連携によるモニタリング(北上種の分布把握など) モニタリングに協力可能な知識・技術を有するボランティアの育成 サンゴの保全に関する意識啓発

< 健康分野の例 >

	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
技術	【熱中症】 熱中症警報システムの整備  【感染症】 ワクチン接種 媒介動物(蚊など)の防除	【熱中症】 ヒートアイランドを防ぎ、CO <sub>2</sub> 消費の少ない熱対策を含んだ都市計画 上下水道の整備 熱中症防止シェルターの整備  【感染症】 継続的な感染症の病原体へのワクチン・治療薬の研究開発 自然界における病原体検出・評価手法の確立 温暖化の病原体増殖に及ぼす影響解明
法制度	【熱中症】 熱中症予防条例・制度等の制定	
経済的手法	【熱中症】 熱中症の可能性の高い地域における、エアコン未設置住宅へのエアコン設置補助	
情報整備	【感染症】 媒介動物の発生状況調査	【感染症】 感染症に係るサーベイランス 殺虫剤抵抗性の出現状況調査等 継続的な媒介動物、海水中の細菌数等の各地域における調査



	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
普及啓発	【熱中症】 保健指導マニュアルの普及 高齢者世帯等への指導(ポスターの配布、介護制度の活用) 職場・学校での取組の支援	【感染症】 媒介動物の防除に対する情報提供

< 全分野共通の例 >

	短期的影響の防止・軽減に資する対策	中長期的影響の防止・軽減に資する対策
技術	モニタリング機器やモニタリング体制の整備・拡充・高度化 気候変動・影響予測精度の向上	モニタリング機器やモニタリング体制の整備・拡充・高度化 気候変動・影響予測精度の向上

(2) 相乗効果の発揮、社会・環境その他の分野への悪影響の防止

- ・ 適応の視点の組み込みに際しては、各分野内さらには他の分野への相乗効果を発揮するような適応策を特に積極的に推進する。同時に、社会・環境その他の分野に悪影響を及ぼすことがないよう十分配慮する。以下に、相乗効果を発揮する例、悪影響を及ぼす例を示す。

【相乗効果を発揮する例】

- ・ 森林・緑地の整備・保全（生物の移動・避難場所の確保、国土の保全、水源の涵養、生物多様性の保全、ヒートアイランド現象の緩和、アメニティの向上等に資する適応策としての効果と共に、二酸化炭素の吸収等の効果を有する）
- ・ 雨水、再生水の有効利用（湯水被害の軽減に資する適応策としての効果とともに、水資源の有効利用、水供給における二酸化炭素排出削減などの効果を有する）
- ・ 建物の断熱化（熱中症の予防や夏の暑さによる不快感の軽減に資する適応策としての効果とともに、冷暖房削減による二酸化炭素排出削減の効果を有する）

【悪影響を及ぼす例】

- ・ 採用する適応技術が、内容によっては従来と比べて多くのエネルギー（化石燃料）を用いる等、二酸化炭素排出の増加につながる可能性がある。このような場合、より二酸化炭素排出の少ない類似の技術を採用するなど、可能な限り二酸化炭素排出の低減に努める必要がある。
- ・ 危険性に応じた土砂災害対応施設の整備が、内容によっては周辺の生態系に悪影響を及ぼす可能性がある。このような場合、可能な限り求められる施設能力に対応しつつ、生態系への影響も少ない施設整備のあり方を慎重に検討する必要がある。

### (3) 適応策の総合化

- ・ 適応策は、我が国が現在抱えている少子高齢化その他の社会経済的課題に対する十分な認識の下に社会実装されて初めて効果的なものとなる。当面は、短期的影響の防止・軽減が最優先課題であるが、気候変動に対する適応を新たな社会創出の「機会」と捉え、地域・社会づくりを含む総合的視野、長期的視野の下、安全・安心でより豊かな暮らしのできる国土づくりを目指す視点も必要になる。
- ・ このような考え方に基づく社会インフラの強化について、総合科学技術会議タスクフォース報告書では、「グリーン社会インフラ」として定義し、都市構造のコンパクト化、安全・安心の保証、健康長寿への配慮等を軸として気候変動に柔軟に適応しつつ、活発な生産活動と豊かな生活を供給する都市構造への転換を図っていく必要があるとしている。

資料編

- ・参考情報・情報源情報の一覧
- ・日本において将来予測される気候変動とその影響の一例
- ・海外及び国内の取組状況（既存計画・施策への盛り込み事例など）
- ・影響モニタリングや影響・脆弱性・回復力評価を踏まえたリスク評価の事例（地方公共団体の協力を得て作成）

## 日本において将来予測される気候変動とその影響の一例

## (1) 気候変動の一例

「将来予測される影響の程度」欄は、温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」(2009年10月、文部科学省・気象庁・環境省) p.25～37より作成。

項目	将来予測される影響の程度 (影響の大きさ)	不確実性の特徴と程度 (起こる可能性)
年平均気温	<ul style="list-style-type: none"> <li>20世紀末(1980～1999年)から21世紀末(2090～2099年)までに、最良推定で 4.0 (A2シナリオ) 3.2 (A1Bシナリオ) 2.1 (B1シナリオ) 上昇すると予測されている。</li> <li>いずれのシナリオでも世界平均(3.4、2.8、1.8)を上回ることが示されている。</li> <li>地域別<sup>3</sup>には、気温の上昇の程度が地域により異なり、高緯度地域で昇温が大きい。また、夏季に比べて冬季の昇温が大きい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>予測に用いられる複数のシナリオは、それぞれ人類がどのような社会経済を築いていくか、将来の姿を想定したものであり、シナリオによって、予測の値は異なる。また、ここで予測に用いられているシナリオは、基本的に、将来、「緩和策が講じられないケース」での予測である。したがって、緩和策がとられれば、その程度に応じて、予測される気温上昇の程度も変わる。</li> <li>特定のシナリオでも、気温上昇の予測には幅がある。これはモデルの不確実性によるものであり、同じシナリオでも、炭素循環や雲のふるまいなどに不確実な部分があるために、気候モデルが予測する気温上昇がばらつくことを示している。左記の4.0、3.2、2.1という予測値も、シナリオごとの最良推定(多数のモデルの平均値)であり、各シナリオの予測値にはばらつきがある点に注意が必要である。IPCCでは、世界平均気温について、各シナリオに対する最良推定値の-40%～+60%の値の幅を「可能性の高い予測幅」(66%信頼区間)としている。日本平均などの地域毎の予測値は、さらに大きな幅を持つと考えられる。</li> </ul>
真夏日 (日最高気温が30度以上の日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>20世紀末から21世紀末までに、10～40日程度増加すると予測される(予測値の幅は、シナリオA2,A1B,B1の最良推定に基づく)。</li> <li>地域別には、特に関東地方と近畿地方以南での増加が大きいと予測される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記の4.0、3.2、2.1という予測値も、シナリオごとの最良推定(多数のモデルの平均値)であり、各シナリオの予測値にはばらつきがある点に注意が必要である。IPCCでは、世界平均気温について、各シナリオに対する最良推定値の-40%～+60%の値の幅を「可能性の高い予測幅」(66%信頼区間)としている。日本平均などの地域毎の予測値は、さらに大きな幅を持つと考えられる。</li> </ul>
猛暑日 (日最高気温が35度以上の日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>20世紀末から21世紀末までに、数日～20日程度増加すると予測される(予測値の幅は、シナリオA2,A1B,B1の最良推定に基づく)。</li> <li>地域別には、特に関東地方と近畿地方以南の低地で増加が大きいと予測される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ここでの予測は100年後の予測であるが、10～20年後など、より短期的には、外部要因によらない気候の自然変動の影響が相対的に大きい。火山の噴火や太陽活動の変動も、地球の平均気温に影響を及ぼす可能性がある。したがって、例えば、10年後の予測値が、単純に100年後の予測値の10分の1程度になるとは限らない点に注意が必要である。</li> </ul>
熱帯夜 (夜間の最低気温が25度以上のこと)	<ul style="list-style-type: none"> <li>20世紀末から21世紀末までに、10～40日程度増加すると予測される(予測値の幅は、シナリオA2,A1B,B1の最良推定に基づく)。</li> <li>地域別には、特に関東地方と近畿地方以南での増加が大きいと予測される。</li> </ul>	
冬日 (日最低気温が0度未満の日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>20世紀末から21世紀末までに、25～40日程度減少すると予測される(予測値の幅は、シナリオA2,A1B,B1の最良推定に基づく)。</li> <li>地域別には、特に、本州の山間部や東北地方、北海道で減少が大きい。一方、もともと冬日の少ない九州などの温暖な地域では冬日の減少も小さい。</li> </ul>	
年降水量	<ul style="list-style-type: none"> <li>20世紀末から21世紀末までに、A2,A1B,B1のいずれのシナリオにおいても、平均的に5%程度増加する傾向を示している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>降水量についても、上記の気温に関する不確実性の特徴と同様のことがいえる。</li> <li>降水量は、気温に比べ、予測の不確実性と自然変動がさらに大きい点に注意する必要がある。</li> </ul>

<sup>3</sup>水平解像度の高い地域気候モデルによる日本各地の予測結果(単一の地域気候モデルによるA2シナリオ予測結果)。以下、「7月の降水量」まで同様。「降雪量」は単一の地域気候モデルによるA1B、B1シナリオ予測結果。

項目	将来予測される影響の程度 (影響の大きさ)	不確実性の特徴と程度 (起こる可能性)
大雨 (日降水量 が 100mm 以上の日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ほとんどの地域で増加すると予測される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「大雨の日数が増加する」という予測は、温暖化による大気中の水蒸気量の増加により主として説明できるため、長期的な傾向としては比較的信頼性が高いと考えられる。</li> </ul>
1月の降水量	<ul style="list-style-type: none"> <li>増加する地域と減少する地域がある。</li> </ul>	
7月の降水量	<ul style="list-style-type: none"> <li>増加する地域が多いが減少する地域もある。</li> </ul>	
降雪量	<ul style="list-style-type: none"> <li>北海道を除く地域で減少する。この理由は、東北以南では温暖化に伴って雪ではなく雨として降る場合が増える一方、北海道では温暖化しても雪が降るには十分に寒冷なため、温暖化による大気中の水蒸気量の増加により、降雪量が増加するものと考えられる。</li> </ul>	
台風の規模・頻度	<ul style="list-style-type: none"> <li>将来の地球温暖化に伴って発生する熱帯低気圧の総数は減るものの、全球的に「非常に強い(最大風速 44m/s 以上)」熱帯低気圧(台風を含む)の数が増えることや、熱帯低気圧に伴う雨が強くなる傾向が予測されている。</li> <li>このような傾向は、温暖化の程度が大きい(海面水温の上昇が大きい)場合に、より顕著であると予測される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全球的には、左記のように、強い熱帯低気圧の数が増えることが予測されているが、日本への上陸数・接近数等が将来どのようになっていくかについてはまだほとんどわかっていない。また、熱帯低気圧の規模・頻度については、年々の変動も大きい点に注意が必要である。</li> </ul>
年平均海面水位	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界平均では、20世紀末から21世紀末までに、0.18m(B1 シナリオ下限)～0.59m(A1FI シナリオ上限)の上昇と予測されている。ただし、海面水位の上昇は、海水密度や海洋循環の違いのため、海域によって大きさが異なり、日本周辺の海域では、世界平均に比べて+0.05～+0.10m 大きくなると予測されている(A1B シナリオの場合で、多数のモデルの平均値)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海面水位上昇の予測において、左記の値には、炭素循環フィードバック<sup>1</sup>の不確実性と、氷床流出の変化<sup>2</sup>が考慮されていない。これらを考慮すると、さらに大きな海面上昇が予測される可能性がある。</li> <li>過去100年の日本沿岸の海面水位には約20年周期の変動(振幅0.04m程度)が顕著であるが、ここで示した予測には20年周期の変動は考慮されていない。したがって、日本周辺の海面水位上昇予測には、この周期変動を予測の不確実性として加味する必要がある。</li> <li>1 炭素循環フィードバック：温暖化により陸上生態系や海洋による二酸化炭素の吸収量が変化することで、温暖化が促進(または抑制)される効果。</li> <li>2 氷床流出の変化：温暖化で氷の表面が融解し、氷河の割れ目を伝わって地表との隙間に流れ出た水が潤滑油の働きをしたり、棚氷の崩壊により支えがなくなるなどして、氷床の流出がますます加速されること。</li> </ul>

## (2) 気候変動の影響の一例

温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」(2009年10月、文部科学省・気象庁・環境省) p.46~53より作成。

分野	将来予測される影響の程度 (影響の大きさ)
水環境・水資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>降水量の年ごとの変動が大きくなっている傾向が見られる。これは、渇水と洪水のリスクが同時に高まっていることを示している。</li> <li>将来は、これらのリスクの増大が予測される。河川の流量は、地表到達水量によって影響を受ける。地表到達水量の現在と100年後の予測の比較(国土交通省、2007)によれば、3~6月には、多くの地域で地表到達水量の減少が予測されており、稲作における移植活着期などの農業用水の需要期に河川の流量が減少し、春先以降の水利用に大きな影響が生じることが考えられる。</li> <li>大雨や渇水による河川水質の悪化、大雨等による濁質の流入、水温上昇による蒸発量の増大、湖沼・貯水池の全循環の停止等により、湖沼・貯水池の水質が悪化し、生態系や水道原水等に影響を及ぼすことが予測されている。</li> </ul>
水災害・沿岸	<ul style="list-style-type: none"> <li>大雨による河川災害、土砂災害、浸水被害等、また高潮の被害等が発生しており、これらの被害の拡大が予測されている。</li> <li>全球気候モデルMIROCを用いて(排出シナリオ：SRES A1B)、海面上昇と台風強度を変化させて西日本における2100年の高潮浸水域を予測した結果(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2008)によれば、高潮による浸水の危険があると推定される場所は、閉鎖性海域の沿岸部で、これまで相対的に海岸の防護水準が低かった地域である。同じくMIROCと排出シナリオSRES A1Bを用いた2100年の三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)における高潮による浸水深度の予測結果(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2008)によれば、高潮に脆弱な地域は、東京南部沿岸、名古屋港内、大阪中南部沿岸に多く、比較的古くに開発された埋立地とその周辺である場合が多いと考えられる。</li> <li>河川については、将来の記録的な大雨の増加等に伴って、例えば東北地方では、これまで100年に1度の頻度で発生する洪水が、約30年に1度の頻度で発生するなど、洪水・はん濫の危険性が増加することが予測されている。</li> <li>被害コストについて、降雨強度の増大と強い雨の頻度の増加による洪水と土砂災害被害については、1981~2000年の日平均降水量を100とし、日平均降水量が101、107、113になるとき、浸水被害コストはそれぞれ1.3、4.9、8.3兆円/年、斜面崩壊被害コストはそれぞれ0.6、0.58、0.94兆円/年になると試算されている(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2009)。</li> <li>高潮浸水被害については、三大湾については、最大級の台風が来襲したときの1回あたりの被害として、1981~2000年と比較した海面上昇が約7、12、24cmであるとき、高潮浸水人口がそれぞれ11、17、35万人、高潮浸水面積がそれぞれ24、39、72km<sup>2</sup>と予測され、これに伴う被害コストが0.2、0.4、2.3兆円と試算されている。また、西日本については、年あたりの被害として、同様に約7、12、24cmの海面上昇に対し、高潮浸水人口がそれぞれ12、21、44万人、高潮浸水面積がそれぞれ61、102、207km<sup>2</sup>と予測され、これに伴う被害コストがそれぞれ2.0、3.5、7.4兆円と試算されている(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2009)。</li> <li>海面上昇に伴う砂浜の喪失については、約7、12、24cmの海面上昇に対し、日本の砂浜面積がそれぞれ13、23、47%喪失すると予測され、これに伴う被害コストがそれぞれ121、208、430億円/年と試算されている(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2009)。</li> </ul>
自然生態系	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動の影響と見られる例が数多く報告されている。生物や生態系の分布が北方あるいは高標高域に変化する現象(高山植物群落の衰退、冷水魚の分布の縮小、チョウの分布の北上など)、生物の活動の変化(サクラの開花、紅葉、鳥の産卵時期などの変化)、サンゴの白化などが、最近数十年間で顕著になっている。温度条件の変化による影響だけでなく、とくに積雪量の変化による</li> <li>湿原の乾燥化は気候変化の影響と考えられている。地域気候モデルRCM20(排出シナ</li> </ul>

分野	将来予測される影響の程度 (影響の大きさ)
	<p>リオ：SRES A2)と全球気候モデルMIROC(排出シナリオ：SRES A1B)による2つの気候予測ケースを想定した場合、現在ブナ林が分布する地域における適域(分布確率が0.5以上)は、2031～2050年には65%と44%に、2081～2100年には31%と7%に、それぞれ減少すると予測されている(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2008)。</p> <p>いずれの場合でも、適域がほとんどなくなる西日本や本州太平洋側では、ブナ林の消滅する危険性が高いと考えられ、ブナ林の成立に適さなくなった地域は、徐々に樹種の交替が進むと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>マツ枯れについて、1981～2000年においてマツ枯れ危険域ではなかったマツ分布地域のうち危険域となる割合は、1981～2000年からの気温上昇が約1.0で16%、約1.7で28%、約3.2で51%にまで増加すると予測されている(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2009)。</li> <li>サクラの開花は気温条件と強い相関がある。20世紀末(1981～2000年)と比較した21世紀末(2082～2100年)におけるサクラの開花日について、東・北日本ではサクラの開花が早くなる地域が多く、開花時期の変動が大きくなり、平均すると約2週間(14.5日)早まるという予測例がある(清水ら、2007)。</li> </ul>
食料	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業では、コメの高温による白未熟粒(白濁した玄米)や胴割れ(コメに亀裂が生じること)収量の減少、果樹の着色不良(ミカン、ブドウなど)家畜では乳量や乳成分の低下、肉質の低下、繁殖成績の低下等の発生が報告され(農林水産省、2009ほか)水産業では、九州周辺海域における南方系海草類の増加や、秋季の水温低下の遅れに伴うノリ養殖の遅れ等が報告されている。</li> <li>全球気候モデルMIROCを用いて(排出シナリオ：SRES A1B)気温上昇や大気中二酸化炭素濃度の上昇等によって、将来のコメ収量がどのように変化するかを予測した結果(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2008)によれば、移植時期の変更などの対策を行わない場合に、2046～2065年には現在(1979～2003年)と比べて、北日本では収量が増加し、西日本では現在とほぼ同じかやや減少すると予測されている。また、2081～2100年には、気候変動の影響が強まり、コメ収量が減少する地域が中国・九州に拡大すると予測されている。さらに、雪どけ時期の水資源量の変化や病害虫の影響等の要因を考慮すると、収量増加と予測された地域においても収量減少となる可能性が示唆されている。</li> <li>果樹では、リンゴは、気温上昇が3を超えると北海道のほぼ全域が栽培適地となるが、東北地方中部の平野や関東地方以南では栽培不適となることが予測されている。ウンシュウミカンは、気温上昇が3を超えると、栽培適地は東北地方南部の沿岸域まで広がる一方、現在の主要産地の多くが栽培に不適な地域となることが予測されている。</li> <li>水産業への影響では、サケ類は日本周辺での生息域が減少し、オホーツク海でも2050年頃には適水温海域が無くなるのではないかと予測されている。また、養殖への影響では、トラフグの養殖適地が北上し、北陸、東北地方でも養殖が可能となることが予測されている(桑原ら、2006)。</li> </ul>
健康	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本では、多くの都市で2007年に過去最大の熱中症患者数(救急搬送数)を記録するなど、熱中症患者の増加が報告されている。また、 Dengue熱等を媒介する蚊であるヒトスジシマカの分布について、1950年は栃木県が分布北限であったが、その後北上し、2000年代には東北北部にまで分布拡大したことが確認されている(Kobayashi, M. et al., 2008)。</li> <li>将来、気温、特に日最高気温が上昇するのに伴い、熱ストレスによる死亡リスクや熱中症患者数が急激に増加し、とりわけ高齢者へのリスクが大きくなると想定されている。熱ストレスによる死亡リスクは、1981～2000年と比較して約1.0の気温上昇で1.6倍、約1.7の上昇で2.2倍にまで増大し、これによる被害コスト49はそれぞれ274億円/年、529億円/年と試算されている(温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2009)。</li> <li>感染症媒介生物についても、 Dengue熱等の媒介蚊であるヒトスジシマカの国内での分布域拡大や、ネッタイシマカの新たな侵入が予測されている。また、気候変動により海外で感染症が発生・流行すると、渡航により感染する等、日本にも影響が波及する</li> </ul>

分野	将来予測される影響の程度 (影響の大きさ)
	ことも考えられる。
国民生活・ 都市生活	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 気候変動の国民生活への影響としては、浸水災害等による家屋の被害、熱中症等による健康への影響、渇水等の水不足、産業への影響による収入の低下、熱帯夜による不快感、観光資源や文化財への被害等が挙げられる。</li> <li>・ 他分野で言及されていない具体的な事項としては、気温上昇に伴うエアコン使用時間の増加による家計負担の上昇、四季に応じた食生活や自然景観の変化、観光やスポーツ、レクリエーションの機会の減少、桜開花時期の変化等による伝統行事への影響等が考えられる。</li> <li>・ 例えば、日本でも諏訪湖の「お神渡り」で「明海（結氷なし）」や「お神渡りなし」が1951年以降急増しているなど、気候変動の影響は伝統行事にも波及している。また、雪不足等によるウィンタースポーツへの影響も確認されている。日本のスキー場では、気温が3℃上昇すると、北海道と標高の高い中部地方以外では、ほとんどのスキー場で利用客が30%以上減少するという予測例がある。</li> </ul>