

# 地域における気候変動影響への適応のアプローチ

工学博士 国立研究開発法人 国立環境研究所 社会環境システム研究センター

(地域環境影響評価 研究室) / 室長 脇岡 靖明

## 1. はじめに

2016年の世界の年平均気温（陸域における地表付近の気温と海面水温の平均）は、1891年以降では2015年に続き三年連続最高気温を更新した<sup>1)</sup>。

世界の年平均気温は長期的に約0.72℃/100年の割合で上昇しており、特に1990年代半ば以降は高温の年が多くなっている。この気温上昇傾向は、世界一様ではないものの、世界のほとんどの地域で生じており、日本においても、1990年代以降に高温となる年が頻出しており、2016年の日本の年平均気温は、1898年の統計開始以降、世界と同様に最も高い値となった。日本の年平均気温は、長期的には100年あたり約1.19℃の割合で上昇している<sup>1)</sup>。

2013年に公表されたIPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 第一作業部会の第五次評価報告書によると、「気候システムの温暖化には疑う余地がなく、また1950年代以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものである。大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位は上昇している」と報告されている<sup>2)</sup>。

近年、様々な極端現象（特定の地点と時期においてまれにしか起こらない極端な気象の現象）にも変化が現れている。例えば、寒い日や寒い夜の頻度の減少や昇温、暑い日や暑い夜の頻度の増加や昇温はほとんどの陸域で見られている可能性が非常に高く、人間活動に起因する可能性が非常に高いことが示唆されている<sup>2)</sup>。

日本においては、猛暑日（1日の最高気温が35℃を超える日）の発生日数が増加傾向にあり、日降水量100mm以上および200mm以上の日数も、1901～2013年の113年間で増加傾向が明瞭に現れている。しかしながら、弱い降水も含めた降水の日数（日降水量1.0mm以上）は減

少しており、降水量の両極端化傾向にある<sup>3)4)</sup>。

このような地球温暖化の進行により、ここ数十年の間に、すべての大陸と海洋において自然システムや人間社会に影響が発現しており、特に、自然システムにおいて最も強くかつ包括的に現れていることが報告されている。例えば、水資源においては、多くの地域において、降水量変化、雪氷融解の変化、氷河の縮小等により、水資源システムの量と質の面で影響が生じている。生態系に関しては、陸域、淡水域および海洋の多くの生物種は、進行中の気候変動に対応して、その生息域、季節的活動、移動パターン、生息数および生物種の相互作用を変移させている。農業に関しては、温暖化による作物収量への負の影響が正の影響より一般的に優っている。健康に関しては、他の分野に比べてその傾向が十分には定量化されていない<sup>4)</sup>。

日本においても、既に温暖化による影響が現れている。水資源に関しては、降水量の多い年と少ない年の差が拡大する傾向にあり、渇水と洪水の発生リスクが高くなっている。例えば、1991年から2010年にかけて、四国地方を中心とする西日本や東海、関東地方で渇水が頻繁に発生した。生態系に関しては、気温の上昇に伴うサクラの開花日の全国的な早まりやカエデの紅葉日の遅れなどの植物季節に変化がみられ、積雪域の変化によるニホンジカやイノシシの分布の拡大、暖かい気候を好むナガサキアゲハの分布域の北上などが報告されている。また、日本の周辺海域では、海水温の上昇により北方系の種が減少し、南方系の種の増加・分布拡大が報告されている。さらに、サンゴの白化や藻場の消失・北上なども確認されている。農業に関しては、夏の高温によるモミの白未熟粒、秋から冬にかけての高温・多雨によるウンシュウミカンの果皮と果肉が分離する浮皮の発生、秋から冬に

かけてブドウの成熟期に高温で推移することによる果実の着色不良などが報告されている。健康に関しては、熱中症による死亡者数の増加傾向やデング熱を媒介するヒトスジシマカの分布域の北上、などが報告されている<sup>4)</sup>。

このように、気候変動による影響は遠い将来に生じるものではなく、既に世界中で様々な分野で顕在化しつつあるため、温暖化対策には温室効果ガスの排出を抑制して気温の上昇を緩やかにする「緩和」を行うと同時に、今後中長期的に避けられない気候変動による影響への備えと新しい気候条件を利用する「適応」への取組が急務となっている。

## 2. 気候変動適応とは

気候変動の進行を食い止めるために温室効果ガスの削減(緩和)を実施することが、最も重要な対策であるが、緩和を推進しても気候変動の影響が避けられない場合、その影響に対して損害を和らげ、回避し、または有益な機会を活かすために、自然や人間社会のあり方を調整していくことが「適応」である<sup>5)</sup>。

気候変動影響のリスクは、人間・社会及び自然システムにおいて、①影響への感受性や受けやすさ、②リスクに曝されるかどうか、③損害・損失をもたらす影響、の相互作用によって望ましくない結果が生じる可能性があることである。このようなりスクは、程度は地域や分野によって様々であるため、地域に応じた法制度や社会システムの整備が重要となる。また、気候変動リスクの負の側面のみにとらわれず、その変化を積極的に生かすという考え方も必要となる。国際的には、気候変動への適応が、社会における認知と普及の段階から、計画・戦略・法規制およびプロジェクトの構築と実施段階へと移行しつつある。日本においても、適応について総合的かつ計画的に取組を進めるため、関係府省庁が連携し、政府の「気候変動の影響への適応計画<sup>6)</sup>」が、平成27年11月27日に閣議決定された。これにより、自治体において適応策の検討が促進されていくことが期待されている<sup>5)</sup>。

## 3. 日本の適応計画<sup>6)</sup>

先に述べた平成27年閣議決定「気候変動の影響への適応計画(以下、適応計画)」では、日本社会は「いかなる気候変動の影響が生じようとも、気候変動の影響への適応策を通じて社会システムや自然システムを調整することにより、気候変動の影響による国民の生命、財産及び生活、経済、自然環境等への被害を最小化あるいは回避し、迅速に回復できる、安全・安心で持続可能な社会を構築することを目指す。」としている。また、具体的な取組みとして、次の5つの基本戦略を設定している。

### ①政府施策への適応の組み込み

### ②科学的知見の充実

### ③気候リスク情報等の共有と提供を通じた理解と協力の促進

### ④地域での適応の推進

### ⑤国際協力・貢献の推進

気候に関するリスクへの対応には、将来の気候変動の影響の重大性や緊急性に不確実性があるなか、人口減少や高齢化等の今後の社会環境の変化を踏まえて意思決定を行うことを伴う。適応計画では、できるだけ手戻りなく適時的確に適応を進めていけるよう、反復的なりスクマネジメントを行うとしている。具体的には、気候変動及びその影響の評価を定期的実施し、その影響評価結果を踏まえて、適応策の検討・実施を行い、その進捗状況を把握し、必要に応じて見直すというサイクルを繰り返すことにより順応的なアプローチによる適応を進めていくとある。適応計画の見直しは、おおむね5年程度をめぐりに影響の評価を実施し、その結果や各施策の状況等を踏まえて、必要に応じて計画を見直すことになっている。

## 4. 地域での適応の推進

適応計画の5つの基本戦略のうち、④地域での適応の推進、の具体的な環境省の取り組みを以下に記す。環境省は、平成27年度から2カ年計画で、仙台市、福島県、埼玉県、神奈川県、川崎市、三重県、滋賀県、兵庫県、愛媛県、長崎県、熊本県の11の自治体を対象としたモデ

ル事業を実施し、文献調査や専門家の紹介等を通して、各モデル自治体の気候変動の影響についての知見の整理や適応に関する計画の策定の支援を行った。これを基に、各モデル自治体が独自の適応策を立案、策定を検討している<sup>7)</sup>。

また、モデル事業を通じて得た知見を基に、適応に関する計画の策定手順や課題等を整理して「地方公共団体における気候変動適応計画策定ガイドライン<sup>8)</sup>（以下、ガイドライン）」を平成28年8月に作成し、全国の地方公共団体による計画策定を推進している。このモデル事業の成果およびガイドラインは、後述のポータルサイト A-PLAT にて配信している。地域における適応の推進の次の取組としては、平成29年度の環境省と関係府省庁の取組として、「地域適応コンソーシアム事業」が挙げられる。この事業は、地方公共団体の気候変動の影響評価や、科学的な知見に基づく適応策の立案・実施を推進するものである。具体的には、6つの地域ブロックごとに、国、関係府省庁、地方公共団体、研究機関等の関係者が連携して気候変動の影響評価等を実施するものである。この事業を通じ、地方公共団体が独立して気候変動の影響評価や適応策の立案・実施を進めることが可能となるよう、地域の体制構築等の仕組みづくりも進めていくものとしている<sup>7)</sup>。

## 5. 個人の理解と取組の促進<sup>7)</sup>

地方での適応策を推進するうえで、個人が気候変動による影響を理解し、熱中症の予防、節水の取り組み、地域のハザードマップの確認など、適応策の必要について自分事として認識することが肝要である。平成28年度に内閣府が「地球温暖化対策に関する世論調査」を取りまとめたが、この結果によると、国民の地球温暖化の影響に対する関心は高く、特に、「洪水、高潮・高波などの自然災害が増加すること」を問題だと感じている国民が約63.1%、「農作物の品質や収量が低下すること」を問題だと感じている国民が約57.7%となっている。しかしながら、これらの影響に対処するための適応については、おおむね半数の国民が「知っていた」と回答したものの、「内容までよく知っていた」と回答した国民はわずか

4.3%にとどまって。地域には、住民とともに地球温暖化問題に関する活動を進める地球温暖化防止活動推進員など、様々な人材や団体が存在する。地方公共団体が、これら人材や団体と連携し、地域における気候変動の影響や適応に関する理解を深める取り組みを推進することが期待される。

## 6. 気候変動適応情報プラットフォーム<sup>5)</sup>

「気候変動適応情報プラットフォーム」は国の適応計画の基本戦略のうち、「気候リスク情報等の共有と提供を通じた理解と協力の促進」を進める中核的組織として、平成28年8月に環境省が関係府省庁と連携して設置したものであり、事務局である国立環境研究所が科学的な知見を基に運営している。このプラットフォームは、地方公共団体、事業者、国民等の各主体の適応の取り組みを支える情報基盤として、利用者ニーズに応じた情報の提供、適応策の支援ツールの開発・提供、優良事例の収集・整理等を行っている。「気候変動適応情報プラットフォーム」のポータルサイト A-PLAT<sup>9)</sup>では、政府、地方公共団体、事業者、個人の取組を支援するために必要な気候変動の影響への適応に関する情報を一元的に発信している。主なコンテンツとして、①気候変動影響への適応についての解説、②国および地方公共団体の適応計画、③我が国の分野別影響とその適応策の紹介、④観測された気候データや将来の気候予測、複数の気候モデルによる将来影響予測データ（閲覧・ダウンロード機能付）、⑤地方公共団体の適応計画策定の指針となる「気候変動適応計画策定ガイドライン」、⑥個人の方が近な影響に適応するための対策の紹介、⑦気候変動影響に関する文献情報の提供、⑧地方公共団体会員ページ、などがある。

このうち④にあたる「全国・都道府県情報」では、基準期間（1981年～2000年）および2031年～2050年、2081年～20100年の3期間に分けて農業・水環境・自然生態系・自然災害・健康の各分野への影響予測<sup>10)</sup>を、全国および都道府県別に示すことで、自治体が長期的な適応策を検討する際の指針となることを目指している。



図1 気候変動影響への適応についての解説のコンテンツ例

また、⑥の個人のための適応策では、気温の上昇による熱中症の予防策や集中豪雨などの異常気象がもたらす災害への備えなど、気候変動による身近な影響について注意を促している。地方公共団体の適応計画策定の推進においては、担当者専用の⑧を設け、11のモデル自治体の適応取組支援事業の報告書やガイドライン作成ツールなどを提供している。今後は、国・自治体・事業者・個人において適応計画や適応策をより推進していくために、さらなる科学的知見の創出や集積、発信・配信が求められる。

## 7. 効果的な適応策に向けて<sup>5)11)</sup>

不十分な計画や短期的に過度な成果を求める計画、不十分な将来影響評価に基づく計画など、十分な検討がなされない適応は、将来の気候変動リスクを増大させる懸念がある。そこで、効果的な適応策を実施するためには、以下について理解しておく必要がある。

① 各地域の場所や状況など特徴に合わせた実施が重要である。気候変動に対する脆弱性や影響の度合いは国内でも様ではないため、地方自治体や住民が一体となって、地域特性に応じた気候変動適応社会を実現することが求められる<sup>12)</sup>。

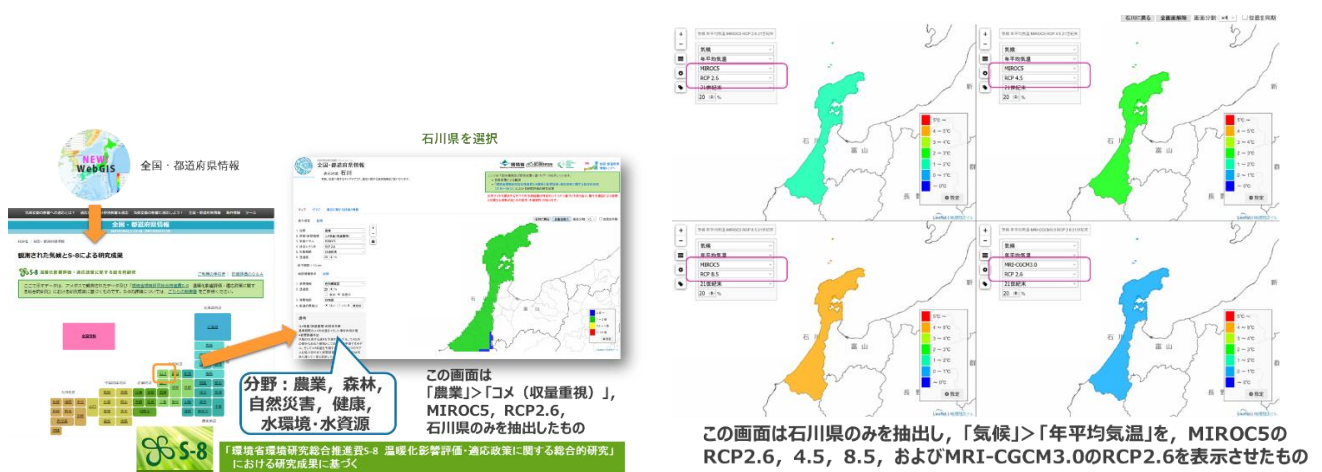


図2 観測された気候データや将来の気候予測、複数の気候モデルによる将来影響予測データ（閲覧・ダウンロード機能付）例

- ② 計画とその実施は、個人から政府まで、あらゆる層が取り組むことが必要である。IPCC 第5次評価報告書においても、適応の計画立案と実施は、個人から政府まであらゆる層にわたる補完的な行動を通じて強化されうるとされており、政府が、地方公共団体や事業者、国民など各主体に対して気候変動に関するリスクや対策、技術等の情報を提供するとともにわかりやすく知識を広める普及啓発を行うことは、各々の主体の適応努力を促進するために重要な役割を果たす。一方、地方公共団体や民間部門は、コミュニティ、家庭及び市民社会における適応策の規模の拡大などの役割があり、適応策を進展させるためにますます必要不可欠であると認識されている。
- ③ まず取り組むべきことは、現存する気候変動の脆弱性や曝露の低減である。気候に対する強韌性（レジリエンス）は、「如何なる危機に直面しても、弾力性のあるしなやかな強さ（強韌さ）によって、致命傷を受けることなく、被害を最小化あるいは回避し、迅速に回復する社会、経済及び環境システムの能力」<sup>6)</sup>と理解されている。このような強韌性の構築が適応を進める上で重要視されている。実際の被害の発生状況は社会のもつ弱さや備え不足を事前に手当てしておくことで大きく異なってくる。あらかじめ気候変動とその影響の現状や将来のリスクを把握し、長期的な視点に立ち、脆弱性を低減して、強韌性を確保していくことが重要である。また、このような脆弱性の低減による適応策の検討にあたっては、適応策自体が環境に負荷を与えるものにならないよう自然環境の保全・再生・創出に配慮すること、自然環境が有する多様な機能も活用すべきである。つまり工学的・生態学的手法、土地利用、社会的・制度的手法等の様々な手法を適切に組み合わせて、総合的に適応を進めていく視点を持つことが重要である。
- ④ 計画の策定と実施においては、社会における価値観や目的、リスクの認識の影響を受ける。よって、多様な利害、状況、社会文化的背景及びその期待するところを認識することは、意思決定の過程で重要である。地域社会や環境に対する住民の視野や地域固有の活動及び伝統的知識は、気候変動への適応のために大きな手助けとなるが、これらは既存の適応策として常に利用されてきたわけではない。既存の活動にそのような知識を取り込むことで、適応策の効果が向上する。
- ⑤ 意思決定の種類や決定に至る過程、また主体者が多岐にわたる場合には、意思決定に対する支援が最も有効である。気候変動適応情報プラットフォームのような科学と意思決定の橋渡しを行う組織は、気候に関する知識の発展や共有などにおいて重要な役割を担っている。
- ⑥ 政策による直接介入や経済的なインセンティブなどにより、自発的な適応活動を促進することが可能である。これには官民の資金協力や助成金、さらには規制などによる手段が挙げられる。この場合、効率よく費用対効果が高くなるように計画することが重要である。ただし、主要な課題に十分注意を払わないと、阻害要因となったり市場の失敗につながったりする恐れがある。
- ⑦ 計画や実施には様々な制約が存在する。よくある制約は、財源及び人的資源による制約、組織の統合や連携にかかる制約のほか、予測される影響に関して不確実性があること、リスクに対する認識が異なること、価値観の競合、主要な適応の指導者や提唱者の不在、そして適応の有効性をモニタリングする手段が限られていることなどから生じる。他にも、研究、モニタリング及び観測、そしてそれらを維持する資金が不十分という制約もある。これらの制約の中で、社会的過程としての適応の複雑性を過小評価すると、目指す適応策の結果に過剰に期待してしまいかねないので注意が必要である。
- ⑧ 不十分な予測や計画、短期的成果の過度な追求が適応の失敗をもたらす可能性がある。不完全な適応は、適応の対象となるグループの脆弱性又は曝露、もしくはその他の人々、場所又は分野の脆弱性を増大させる。気候変動によって増大するリスクへの短期的な対応には、将来の選択肢を制限する場合もある。例えば、曝露した資産の保護を強化したことによって、追加的な保護措置を取り続けなければならない、などが挙げられる。
- ⑨ 世界全体で必要とされる適応と、実際に適応に利用可

能な資金にはギャップが存在する。よって、世界全体の適応策に要する費用、財源、投資についてさらに評価を行う必要がある。しかし、世界全体の適応費用を算定する研究には、データ、手法、対象範囲が不十分である。

- ⑩ 適応や緩和には、コベネフィットや相乗効果、トレードオフが存在する。コベネフィットを伴う行動事例として、(i) エネルギー効率の向上とエネルギー源をよりクリーンにすることが、健康を害し気候を変える大気汚染物質の排出削減につながることで、(ii) 都市の緑化や水の再利用を通じて、都市域におけるエネルギーや水の消費量が削減されること、(iii) 持続可能な農業と林業、そして、(iv) 炭素貯留やその他の生態系サービスのために生態系を保護することがあげられる。

## 8. 地方自治体の適応計画事例

地方自治体が独自の適応計画を策定する際に、以下のポイントを盛り込むことで、より優れた適応計画になりうると考えられる<sup>6) 8) 13) 14)</sup>。

- ・ 適応策に特化した計画を策定
- ・ 気候予測に基づいて地域特有の影響の検討
- ・ 重大性・緊急性など様々な観点で、地域特有の影響を検討
- ・ 現在実施している取組を踏まえて、今後実施すべき適応策を検討
- ・ 行政だけでなく、県民や事業者など各主体の取組も検討
- ・ 適応に関する県民の意識調査（アンケート）を実施
- ・ 適応策に関する指標、数値目標の提示
- ・ 適応策に特化した推進体制の明確化

ここで、すでに先行して独自の適応計画を策定した自治体の例を示す。

### ① 「徳島県気候変動適応戦略」<sup>15)</sup>

ポイント：適応策に関する指標、数値目標を掲げている。

徳島県では、「県土保全」「自然生態系」「水環境・水資源」「健康」「産業経済」「農林水産（食料）」の6つの分野に分類して、様々な適応策を掲げている。

また、各分野の適応策に関し、主要な指標だけでなく、基準年の数値実績を踏まえた、目標年次における数値目

標を設定している。

### ② 「ストップ温暖化・埼玉ナビゲーション2050【改訂版】」<sup>16)</sup>

ポイント：適応策に特化した推進体制が明確になっている。

埼玉県では、県の推進体制、専門家・市町村との連携、県民・事業者・関係団体等とのコミュニケーション・情報共有など、庁内の体制をはじめ、関係機関や市町村との連携など、総合的な体制をまとめている。

## 9. まとめ

今後日本においては、初めて策定された国の適応計画を基礎として、自治体が民間や市民を巻き込んで適応計画・実施してことが期待される。適応の計画と実践には、①インフラと資産の管理・更新・開発、②技術プロセスの最適化、③制度と行動様式の変化あるいは強化、④統合的な天然資源管理、⑤リスク移転を含む金融サービス、⑥早期警告と予見的な計画立案を支援する情報システム、など、様々な項目を組み合わせる検討していかなくてはならない。このとき、適応計画の戦略を自治体の開発ニーズと計画に関連づけることで、「後悔の少ない戦略（現在の気候条件下でも、将来の気候変動シナリオ幅の下においても、正味の社会的・経済的便益が得られること）」を選択していくことも、地域の適応計画立案と実施の後押しとなる。

我が国における適応への取り組みはまだスタートラインに立ったばかりだが、防災、農業、健康など、様々な分野において国民の生活を守るための対策が講じられてきた長い歴史に裏付けられた経験、技術、知恵を結集し、産学官民が一丸となって取り組むことで、安心・安全な社会の未来に進んでいくことを切に願っている。

## 参考文献

- 1) 気象庁, 平成 29 年 2 月 1 日報道発表資料,  
<http://www.jma.go.jp/jma/press/1702/01c/worldtemp2016.html>
- 2) 気象庁, 気候変動 2013 自然科学的根拠, IPCC 第 5 次評価報告書第 1 作業部会報告書, 政策決定者向け要約,  
[http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc\\_ar5\\_wg1\\_spm\\_jpn.pdf](http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc_ar5_wg1_spm_jpn.pdf)
- 3) 気象庁, 異常気象レポート 2014,  
[http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/climate\\_change/2014/pdf/2014\\_full.pdf](http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/climate_change/2014/pdf/2014_full.pdf)
- 4) 国土文化研究所監修 (2016), 気候変動下の水・土砂災害適応策—社会実装にむけて—, 近代科学社
- 5) 福岡靖明 (2017), 地域における気候変動影響への適応のアプローチ, 第 43 回環境保全・公害防止研究発表会, 全国環境研会誌 42 (1) 10-11
- 6) 閣議決定 (2015), 気候変動の影響への適応計画,  
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/28593.pdf>
- 7) 中央環境審議会地球環境部会・気候変動影響評価等小委員会 (2017), 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),  
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/105151.pdf>
- 8) 環境省 (2016), 地方公共団体における気候変動適応計画策定ガイドライン (初版),  
[http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/lets/guideline\\_H28\\_08\\_env.pdf](http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/lets/guideline_H28_08_env.pdf)
- 9) 気候変動適応情報プラットフォームポータルサイト,  
<http://www.adaptation-platform.nies.go.jp>
- 10) 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 2014 年報告書, 地球温暖化「日本への影響」—新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策—,  
<https://www.nies.go.jp/whatsnew/2014/20141110-4.pdf>
- 11) 気象庁, 気候変動 2014 影響、適応及び脆弱性, IPCC 第 5 次評価報告書第 2 作業部会報告書, 政策決定者向け要約・技術要約,  
[http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th\\_pdf/ar5\\_wg2\\_spmj.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th_pdf/ar5_wg2_spmj.pdf)
- 12) 法政大学地域研究センター (2015), 気候変動適応ガイドライン[地方自治体における適応の方針作成と推進のために],  
[http://www.adapt-forum.jp/tool/pdf/tekiousaku-guideline\\_last.pdf](http://www.adapt-forum.jp/tool/pdf/tekiousaku-guideline_last.pdf)
- 13) F. Giordano, A. Capriolo, R. A. Mascolo, Adapting to Climate change in Time LIFE08 ENV/IT/000436, Planning for adaptation to climate change: guidelines for municipalities,  
<http://www.actlife.eu/medias/306-guidelinesversionefinale20.pdf>
- 14) Least Developed Countries Expert Group. (2012), National adaptation plans: Technical guidelines for the national adaptation plan process,  
[https://unfccc.int/files/adaptation/cancun\\_adaptation\\_framework/application/pdf/naptechguidelines\\_eng\\_high\\_res.pdf](https://unfccc.int/files/adaptation/cancun_adaptation_framework/application/pdf/naptechguidelines_eng_high_res.pdf)
- 15) 徳島県 (2016), 徳島県気候変動適応戦略について,  
<http://www.pref.tokushima.jp/docs/2016110800025/>
- 16) 埼玉県(2015), ストップ温暖化・埼玉ナビゲーション 2050 (改訂版) ~埼玉県地球温暖化対策実行計画~,  
[https://www.pref.saitama.lg.jp/a0502/documents/navi\\_revised\\_edition.pdf](https://www.pref.saitama.lg.jp/a0502/documents/navi_revised_edition.pdf)
- 18) 経済産業省, 通商白書 2012 年版
- 19) 総務省消防庁平成 28 年台風第 10 号による被害状況等について