

気候変動や異常気象に対応する
ための気候情報とその利活用の
あり方について

平成 24 年 2 月
交通政策審議会気象分科会

交通政策審議会 気象分科会委員名簿

(平成 24 年 2 月 27 日現在)

(委員)

- | | | | |
|-----------------|-------------|------------|--------------------------------------|
| | いえだ
家田 | ひとし
仁 | 東京大学大学院工学系研究科教授 |
| | おおしま
大島 | まり
まり | 東京大学大学院情報学環教授 |
| | さわ
佐和 | たかみつ
隆光 | 滋賀大学長 |
| ◎ | しまざき
島崎 | くにひこ
邦彦 | 東京大学名誉教授 |
| ○ | ひらばやし
平林 | ひろし
博 | 公益財団法人日本国際フォーラム副理事長 |
| | めぐり
廻 | ようこ
洋子 | 淑徳大学国際コミュニケーション学部教授 |
| <h3>(臨時委員)</h3> | | | |
| | いとお
飯尾 | やすよし
泰義 | 東京電力株式会社技術部長
(平成 23 年 8 月 31 日まで) |
| | かりや
刈屋 | たけあき
武昭 | 明治大学グローバル・ビジネス研究科教授 |
| | きもと
木本 | まさひで
昌秀 | 東京大学大気海洋研究所副所長・教授 |
| | こばやし
小林 | かずひこ
和彦 | 東京大学大学院農学生命科学研究科教授 |
| | しんだて
新立 | としなり
利也 | 株式会社イトーヨーカ堂
商品本部企画・情報担当総括マネジャー |
| | ふじもり
藤森 | りょうこ
涼子 | NPO 法人気象キャスターネットワーク代表 |
| | みむら
三村 | のぶお
信男 | 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター教授 |

◎気象分科会長 ○気象分科会長代理
※五十音順 敬称略

提言の骨子

社会、経済のグローバル化が進展する中、気候変動や異常気象が国内的にも国際的にも大きな影響を与えている。

交通政策審議会気象分科会では、気候変動や異常気象に影響を受ける分野がその損失や被害を回避・軽減するために必要な、気候情報とその利活用のあり方について審議を行い、ここに、気象庁への提言として取りまとめた。

気象庁は、以下のとおり取り組むことが求められる。

1. 気候変動や異常気象による影響に対して、気候情報を利用した対応策を普及させるため、気候情報の作成者と利用者側が協力しその成功事例を創出する仕組みを構築する。

- 気象庁は気候情報の作成者と利用者側が対話する場を設ける。両者はそれぞれの知見を出し合い、利用分野における気候変動や異常気象による影響の可能性などについての認識を共有し、気候情報を利用した対応策の実施可能性を検討する。
- 両者は気候情報を利用して気候変動や異常気象の影響に対応する手法の確立に向けて共同開発を行い、成功事例を創出する。
- 他の分野への普及につなげるため、共同開発した成功事例については、具体的な技術情報を含め公表する。

2. 各分野の利用者が気候情報を用いて、気候変動や異常気象による影響を定性的あるいは定量的に分析・評価することなどがより容易になるように、気候情報の利便性の向上を図る。

- 気候変動や異常気象による影響の分析・評価において基盤的なデータとなる平年値や前年比などの気候データベースやその利用環境を拡充する。
- 気候変動や異常気象による影響への対応策における、気候情報の利用形態の多様性を踏まえ、利用者側から見て活用しやすい予測情報を提供できるようにする。具体的には、
 - ▶ 気温などの予測の各々の値に対して、その起こりやすさを

記述する確率分布の情報を充実

- 利用者のニーズの高い予測要素の提供について、その可能性を調査検討し具体化
- 季節予報の予報期間の延長などに向け技術開発を進め具体化を検討
- 季節予報の確率表現や予測モデルの特性などの解説を充実する。
- 季節予報などの予測精度向上の技術開発を推進する。

3. 海外で発生する気候変動や異常気象による影響に対して、海外の異常気象などに関する情報の国内への発信を充実するとともに、気候変動や異常気象に脆弱なアジア太平洋地域の国々への国際貢献を推進する。

- 日本経済に影響を与える海外の異常気象について、国内向けの情報提供を充実する。
- アジア太平洋地域の国々における気候情報を利用した対応策を支援する。
 - 域内の異常気象に関する情報の共有を充実
 - 気候に関する解析ツールの利用方法の助言を強化
 - 気候情報の活用方法に関する技術移転などを充実
 - 国内外の防災関係機関などと連携しハード対策とソフト対策が一体となった防災パッケージとして支援

目次

はじめに

第1章 気候リスクの増大と対策の必要性

第2章 気候情報を利用した気候リスク管理の現状と課題

- 1 現状
- 2 課題
 - (1) 気候リスク管理の課題
 - (2) 気候情報についての課題
 - (3) 国際的な気候リスク管理の課題

第3章 対処の方向性と具体策

- 1 基本方針
- 2 具体策
 - (1) 気候リスク管理技術の開発と普及
 - (2) 気候リスク管理のための気候情報の利便性の向上
 - (3) 世界の気候リスクへの対応強化と国際貢献

おわりに

はじめに

水資源管理、農林水産業、流通・小売業、健康、エネルギーなど、国内外の多くの社会経済分野では、大雨、洪水、干ばつ、熱波、寒波、豪雪などの気候変動や異常気象による影響を受けやすい。また、地球温暖化の進行により、極端な高温や大雨の頻度が増加する可能性が高いと予測されており、気候変動や異常気象による影響の増大が懸念されている。

特に途上国は気候変動や異常気象に対して脆弱でありその影響は一層大きい。近年、社会、経済のグローバル化の進展に伴い、途上国の気候リスクが我が国に及ぶことも多い。平成 23 年のタイにおける洪水により我が国の現地工場の操業が停止するなど、多くの影響が発生したことは記憶に新しい。

さらに、平成 23 年 3 月の東日本大震災により電力需給のひっ迫が深刻化、長期化するとともに今後の再生可能エネルギーの展開が課題となっている。これらへの対応のため、例えば、電力の需要や再生可能エネルギーの供給の予測など、気候情報による貢献が期待されている。

このような気候変動や異常気象による影響に対して、その対応のあり方が議論され始めており、国際的には、気候変動への適応策をはじめ、「あらゆるレベルの政策や意思決定」に気候情報を役立てることを目的に、気候情報の提供者と利用者の双方向の連携を世界規模で図る「気候サービスのための世界的枠組み (GFCS: Global Framework for Climate Service) の構築に向けた具体的な検討が進められている。

我が国においては、気象庁は季節予報などの気候情報を作成する技術基盤として平成 22 年 2 月から大気海洋結合モデルの運用を開始し、世界的にも最先端の技術基盤で着実な精度向上が期待される状況が整ってきているなど、気候情報の利用可能性は高まっている。

交通政策審議会気象分科会では、グローバル化が進展する中、気候変動や異常気象が国内的にも国際的にも大きな影響を与えていることに鑑み、影響を受ける分野が損失や被害を回避・軽減するために必要な、気候情報とその利活用のあり方を審議し、ここに、気象庁への提言として取りまとめた。

第1章 気候リスクの増大と対策の必要性

気候変動や異常気象による影響は、例えば、水環境・水資源では少雨による渇水、食料分野ではコメ・野菜などの不作・品質低下、エネルギー分野では冷蔵需要の変動、流通・小売分野では衣料品の需要変動、国民生活の面では屋外レジャー施設の集客変動、食料輸入の不安というように、様々な分野で確認されている（付録1）。

また、国内での影響のみならず、海外で発生する気候変動や異常気象による我が国の社会経済活動への影響も大きい。平成23年秋のタイでの洪水により、日系企業が多く入居する工業団地が冠水し、工場が操業停止となるなど大きな影響が発生した。食料分野では、従前より多くの事例があり、最近でも平成22年夏のロシアを中心とした熱波、干ばつは小麦などの生育不良を招き、これによりロシア政府は穀物輸出禁止措置を実施したこともあり、穀物などの国際価格は大幅に上昇する影響があった。また、平成22年秋から平成23年春にかけて豪国東部の洪水による小麦の品質低下懸念、米国の干ばつによる生産低下懸念が発生し、価格は高値で推移した。

一方、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書によれば、「気候システムの温暖化には疑う余地がない。このことは、大気や海洋の世界平均温度の上昇、雪氷の広範囲にわたる融解、世界平均海面水位の上昇が観測されていることから今や明白である。」とある。

この地球温暖化の進行などにより、我が国では、猛暑や大雨の発生頻度は増加傾向にあり、例えば、日最高気温35度以上の日（猛暑日）は1980年以降大幅に増加しており、日降水量100ミリ以上の大雨の発生状況もこの100年間を通じて増加している。また、世界を見渡せば、毎年、いずれかの地域で、大雨や洪水、干ばつ、熱波、寒波などの異常気象による気象災害が発生している。

このように、国内的にも国際的にも、多くの分野で気候変動や異常気象が社会経済活動に影響を与えていることが認識されている中、地球温暖化の進行により異常気象の頻度が増加する可能性は気候リスク¹の増大を示唆しており、気候変動や異常気象による損失や被害を回避・軽減するための対策として気候リスク管理を導入することの必要性は高まっていると考えられる。

¹ 気候リスクとは、気候の変動により損失や被害が、その規模も含め、起こりうる可能性をいう。損失や被害の規模は、気候の変動の程度により左右されるが、各分野における気候の影響に対する対応力や脆弱性も関連している。

気候リスク管理では、これまでの気候の推移や状態さらに気候の将来予測などの気候情報を活用して、気候リスクの認識、気候リスクの定性的あるいは定量的な分析・評価、気候リスク管理技術の確立、その実行及び評価の各プロセスが実施されるものである。

しかしながら、気候情報を活用した気候リスク管理の普及は端緒にある。次章以降では、この普及に関する課題を整理し、その解決策を検討する。

第2章 気候情報を利用する気候リスク管理の現状と課題

1 現状

気象庁は、気象庁の提供する気候情報（付録2）が気候リスク管理にどの程度利用されているか、平成22年度にアンケート調査を行っている。

この調査のとりまとめは、農業・水産業／エネルギー／製造業／メディア／金融・保険／商社・販売／運輸・旅行／レジャーなどの分野の302の企業・機関からのアンケート調査の回答と、12の企業・機関及び5の関係省庁などに対するヒアリング調査の結果をもとに行われ、気候情報を利用する気候リスク管理の現状として主に以下の点が判明した。

- (1) 88%の企業・機関が気候の影響を受けていると考えており、62%の企業・機関が気候の影響を回避・軽減するための対策を講じているとしている。
- (2) 40%の企業・機関が業務に季節予報を利用しているという。また、業務計画の作成やレビューなどにおいて、過去の気候データを利用する企業・機関などは多い（付録3及び付録4）。一方、業務に影響する要因は気候だけではなく複雑であるため、気候情報の利活用にまで手が回らないとの声もあった。
- (3) 一方、気候リスクを定量的に評価し気候リスク管理を実行しているとする企業は7%にとどまり、多くの企業などでは季節予報は参考利用とし具体的な利用はなされていない。ただし、気候リスク管理を導入する可能性があると考えている企業・機関は17%に達しており、気候リスク管理の拡大の潜在性は相当程度認められる。
- (4) 気候情報の利用方法については、どの情報が自社にとって最も使いやすく必要なものなのかがわからないとの声もあった。
- (5) 気候情報の入手については、気象庁ホームページから入手するとした企業も多かったが、気象庁ホームページ内に情報が散在していて、何がどこにあるのかが分からない、気候解析値のデータが取得しづらいという声があった。
- (6) 季節予報の形式²については、地域区分が大まかで使いにくい、3階級の確率表現は利用しづらいなどの声があった。

² 付録2の2.(1)を参照

(7) 季節予報の要素については、台風の発生個数や湿度などが新たに必要であるとの声もあった。また、数値予報モデルの予測精度に関する情報が気候リスク管理の開発に必要なとの声もあった。

以上の調査結果は、気候リスク管理の導入の潜在的なニーズが認められものの、気候情報は、ほとんどの企業・機関などで参考利用に留まっており、具体的に活用されている例はまだ少ないことを示している。

2 課題

気候リスク管理がほとんど普及していない理由を整理すると、第一に、気候リスク管理をどのように行えばよいのか、どうすれば導入できるのか、どれくらいのコストでどれくらいの効果をもたらすのか、が不明であるとの声があったことが掲げられる。この点を踏まえて、気候リスク管理の導入に係る課題を整理する必要がある。

また、気候情報そのものについて、例えば、気候情報を入手しづらい、気候情報そのままでは利用しづらい、気候情報の利用方法が分からないなどの声もあり、気候情報は利用者側のニーズを十分に満たしておらず、気候情報についての課題を整理する必要がある。

さらに、グローバル化の進展によりタイでの洪水による我が国の企業活動の被害はこれまでになく影響が広がったことから、国内での気候リスク管理だけでなく世界各地で起こりうる気候リスクへの対応についても途上国支援も含めた視点で課題を整理する必要がある。

(1) 気候リスク管理の課題

気候リスク管理を導入する一連のプロセスの中で重要な部分として、気候リスク管理技術の開発がある。気候リスク管理技術は、気候情報を活用し、気候リスクを回避・軽減する対策の実行を決定する判断材料・数値情報をどのように作るかという技術である³。しかし、実際、企業・機関などでは、このような技術は不明であるとする場合が多く、気候情報の活用に関する技術・知見の蓄積は少ない。

³ 気候リスク管理技術との表現は、一般的にはもう少し広い分野をカバーすることとなり、気候予測・リスクの予測、影響の予測、対応策の策定・実施、効果の評価など一連の技術で構成される。本分科会では、この一連の技術の流れのうち、上流側に位置する予測や情報をどう作成するかを中心に検討した。本提言での「気候リスク管理技術」は、このような上流側である、気候情報の活用に関する技術を指している。

このような中、気象庁では、水稻の冷害対策に係る気候リスク管理技術の開発のため、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センターとの共同研究を平成 22 年度に開始している。同センターにおいては、農家における水稻の冷害対策（深水管理）を支援する情報を開発することが課題となっており、同センターと気象庁との対話が行われ、気象庁（情報作成側）では気候情報の利用者側のニーズを詳細かつ具体的に把握し、一方、同センター（情報利用側）では予測精度など気候情報の性質に関する知見を理解し、このような相互理解と両者の知見の共有・融合のもとに共同開発を実施した。

このように、気候リスク管理技術の確立に向けた、農業分野における先駆的な取り組みが成功しつつある現状を踏まえると、気候情報の性質に関する知見を有する気象庁などの情報作成者と、利用者側の気候リスクの知見を有した研究者などの両者が協力して、気候リスク管理技術を開発することが極めて重要であるといえる。また、この成果が他の分野における企業・機関などで手本・モデルとし、気候リスク管理の普及の糸口とすべきである。

（２） 気候情報についての課題

① 気候情報の多様な利用形態

各分野の企業・機関などの利用形態は多様であることから、その課題も多様である。調査などの結果、具体的に以下のような課題が見られた。

- 一般に企業・機関などでは、業績分析で前年比を用いる、または平年を算出する期間が気象庁の 30 年間ではない。このため、気象庁がホームページなどで提供している平年値や平年差などの気候解析値は利用しづらくなっている。
- 季節予報で用いられる「低い(少ない)」、「平年並」、「高い(多い)」の 3 つの階級のしきい値は、気候の出現の散らばりを考慮して決められている。しかし、例えば、冷害対策をとるべき気温が 17 度であれば利用者は 17 度を下回る確率予報値を必要とするが、「低い」という階級は必ず「17 度以下」に該当するものではなく、この場合、利用者は必要とする確率値を得られない。季節予報での 3 階級の確率表現は、利用者の選択の自由度に乏しい。
- 湿度など現在提供されていない要素の予報への要望も高いが、技術的可能性を調査する必要がある。

- 企業・機関などの年次事業計画策定のために1年先の予報が求められているが、精度などの技術的な課題がある。

② 気候情報の内容や使い方

季節予報などは予報期間が長くその予測に不確実性を伴うことから確率表現となる。このような確率表現の意味や作成される時の根拠が分からず、利用することができないとの企業・機関などの声があった。気候情報の内容や使い方の解説の充実が課題である。

③ 予測精度

短期予報と比べて季節予報などを企業・機関が利用していない理由の一つに予測精度の問題がある。気象庁では、平成22年2月の大気海洋結合モデルの運用開始などにより、着実に精度向上を図っているが、引き続き予測精度や分解能の向上が課題であるといえる。特に、地球温暖化予測については、その適応策に係る実際の計画策定には、地域別の予測情報とともに、近未来（10～30年先）の予測情報などが求められている。

（3）国際的な気候リスク管理の課題

近年のグローバル化の進展に伴い、我が国の経済は、世界の異常気象と密接に関わっている。しかしながら、国内において、海外の異常気象に影響を受ける企業・機関などが必要とする情報は十分に提供されているとは言えない。現在、気象庁では、海外の異常気象について、「全球異常気象監視速報」としてその発生状況を示してきているものの、我が国の企業・機関などに向けて、これまで以上に適時・的確にわかりやすく海外の異常気象の情報を提供することが課題となる。

また、途上国は気候変動や異常気象に対して脆弱であり我が国よりも大きな気候リスクを抱えている状況である。しかしながら、途上国においては、気象関係機関における気候情報の作成技術が必ずしも十分ではなく、気候リスク管理もほとんど普及していない。

気象庁の「アジア太平洋気候センター⁴」では、従前よりアジア太平洋地域の外国気象機関を対象として、気候情報や気候解析支援ツール

⁴ 国連の専門機関である世界気象機関（WMO）のアジア地区の地域気候センターとして指名を受けている。気候情報の提供、研修、専門家の派遣を通じてアジア太平洋地域の国家気象機関の気候サービスの支援を行っている。

の提供、気候情報の活用方法に関する技術移転や人材育成の活動を行っている。これまでは主に定常的な情報提供を行ってきたが、先般のタイなどインドシナ半島での大規模な洪水に際しては、当該期間の実況の降水経過など、現象の発生に応じた資料を作成し当該国やその周辺国に資料の共有などを行い、また当該国には上記資料を作成した気候解析ツールの具体的な利用方法も提供し気候情報の活用を支援した。今後とも、各国の気候リスク管理を支援するためこれらの活動を実施していくことが求められる。

国土交通省では、タイの洪水に関して、産業界や学界と連携して被災地の現地調査を実施するとともに、タイ側関係者と今回の洪水への対応状況や課題について意見交換を行った。その調査結果によると、これまでの支援においては、支援を受ける側は縦割りで、現地において関係機関が連携した取り組みが進みにくかったとされている。気象庁もこの調査に参画し、ハード対策とソフト対策が一体となったパッケージとしての支援策のあり方を検討している。

第3章 対処の方向性と具体策

1 基本方針

気候変動や異常気象による損失や被害を回避・軽減するため、気象庁には、気候情報やその活用方策について以下の基本的な方針により改善を図り、気候変動や異常気象の影響を受ける分野における気候リスク管理への取り組みを促進することが求められる。

- (1) 気候情報を利用した気候リスク管理の普及のため、気候情報の作成者と利用者側が協力し気候リスク管理の成功事例を創出する仕組みを構築すること。
- (2) 各分野の気候情報の利用者が、気候リスクを定性的あるいは定量的に分析・評価することなどがより容易になるように気候情報の利便性の向上を図ること。
- (3) 海外で発生する気候リスクに対して、海外の異常気象などに関する情報の国内への発信を充実するとともに、気候変動や異常気象に脆弱なアジア太平洋地域の国々への国際貢献を推進すること。

2 具体策

(1) 気候リスク管理技術の開発と普及

気候リスク管理に関する知見の蓄積が少なく気候リスク管理が普及していない理由は、以下のとおりと考えられる。

- 気候情報の作成者と利用者側は、それぞれが独立に計画した検討や開発を進めているが、両者の連携は不十分である。
- 気候情報を作成し提供する気象庁は、予測の不確実性など気候情報の性質に関する知見を有しており、気候情報の利用者側の研究者などは各分野の専門的な知見は有しているが、これらの知見は共有化されていない。

この状況において、各分野に応じた気候情報を適切に利用した気候リスク管理技術を確立するためには、気候情報の性質に関する知見を有する気象庁などの情報作成側と、利用者側の知見を有した研究者などが、両者の知見を融合しつつ開発を行うことが不可欠である。この気候リスク管理技術を用いて気候情報から翻訳した気候リスク管理情報を、実際の対策を担う者（エンドユーザー）が気候リスクを最小限に抑えようとする対策の意志決定に活用すれば、気候変動や異常気

象による損失や被害を効果的に回避・軽減することができると考えられる。

また、この共同開発により確立された気候リスク管理技術を成功事例として広く公表し、他の多くの分野への普及につなげることも必要である。

これらを行うには、以下の機能を有した「開発プラットフォーム」の構築が有効であると考えられる。

● 開発プラットフォームの構築（付録5）

① 対話の段階

気候情報作成者及び利用者側の研究者などがそれぞれの知見を出し合い、当該分野における気候リスクについての認識を共有し、気候リスク管理の可能性を検討する場を設ける。

② 共同開発の段階

気候情報作成者と利用者側の研究者などにより気候リスク管理技術の確立に向けた共同開発を行う場を設置する。気候情報作成者の気候情報及びその特性に関する知見やデータと、利用者側の当該分野の活動や対策に関する知見やデータを容易に融合できる情報システムを用意し、それを活用して、気候情報を利用した気候リスク管理技術を開発し、気候リスク管理の成功事例を創出する。

③ 成功事例の公表の段階

他の分野への普及につなげるため、共同開発した気候リスク管理技術について具体的な技術情報を含め公表する。気象庁には、民間気象事業者などがその実用化を図れるよう支援・指導することも求められる。このような具体的な技術情報（成功事例）こそが気候リスク管理の「普及の鍵」であると考えられ、講演会やワークショップなどを通じて積極的に広報するとともに、業界誌への投稿や関係省庁などを通じて成功事例の普及を行うことも必要である。

④ 開発プラットフォームの参加者について

気候リスク管理技術の確実な開発とその普及のためには、関係省庁や業界団体、研究機関、大学、民間気象事業者などが参加できるように、気象庁の積極的な取り組みが期待される。例えば、③で実施する講演会などは新たな参加者を発掘する良い機会である。また、開発プラットフォームに関する窓口を開くなど、参加を希望する者が気象庁と出会う場を設けることが有効であると考えられる。

また、金融界では気候リスク管理として保険やデリバティブなどが行われており、金融分野からの参加も望まれる。

一方、気候リスクを最小限に抑えようとする実際の対策を担う者（エンドユーザー）、例えば農業分野であれば農家、の要望こそが適切な気候リスク管理技術の開発に欠かせないものであることから、参加者は、当該分野のエンドユーザーの要望を集約しつつ開発を進めることが望まれる。

⑤ 開発プラットフォームの管理について

開発プラットフォームの管理は、産学官連携のもと気象庁が主体的になって行うことが必要である。開発の開始となる対話の場についても、気象庁がそのきっかけを作るべきである。

このような開発プラットフォームを通じて得られた成果を活用して、気候リスク管理技術の実用化を進める必要がある。実用化段階においては、利用分野専門機関、民間気象会社などが「仲介者」となって気候情報を翻訳し気候リスク管理情報をエンドユーザーに提供することが期待される（付録5）。このような役割分担のもとで、気候情報の作成者である気象庁は、仲介者の作業及びエンドユーザーの対策を把握しつつ、気候情報の作成や改良に取り組む必要がある。

気象庁では、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センターとの共同研究により、気候リスク管理技術の開発に着手しているが、これは開発プラットフォームに基づく取り組みの先駆的成功事例として位置づけられる。気象庁は、この実績を広くアピールし、他の分野（健康、水産業、流通・小売業、エネルギー、保険など）に拡大するとともに、地球温暖化を対象とした気候リスク管理（適応策）についても取り組みを強化するべきである。特に開発プラットフォームの立ち上げの当初は、参加を希望する者が数多いとは限らないことから、気象庁では参加が期待できる各分野の気候情報の利用者を既存の資料を用いて調査しつつ、積極的に参加を募るべきである。

他の分野への拡大などにあたっては、各分野のニーズを十分把握することが必要であり、関係省庁との連携を強化して積極的な取り組みを行うべきである。分野によっては、地方自治体、さらに民間企業、NPO、地域コミュニティが気候リスク管理の実働を担っていることがあり、そのような主体の取り組みや要望の把握についても検討していく必要がある。また、地球温暖化の影響が徐々に顕在化しつつある状況では、各分野では、適応策の計画の検討、さらには農業など温暖化の影響を受けやすい分野では、エンドユーザーは自ら経験的な手法による適応策の開発やその実施を行っていることも考えられる。関係省庁

との連携のもと、エンドユーザーの取り組みの実態の把握や発掘についても検討すべきであり、対象や手法などについても関係省庁との連携のもと模索していくことが求められる。

将来的には、開発プラットフォームによる成功事例を踏まえ、仲介者が事業として発展すれば、気候リスク管理の普及の拡大、新規導入、開発改良が円滑にすすむことも考えられる。気象庁には、このようなビジネスモデルの構築に向けても今後検討を行うことが期待される。

最後に、気候リスク管理に関する研究は学際的な側面もあり、気象庁は関係省庁と連携しつつこれらの研究が推進されるよう、努めるべきである。

(2) 気候リスク管理のための気候情報の利便性の向上

気候情報を利用した気候リスク管理の方法は、各分野によって様々であるため、既存の気候情報ではそれぞれの気候リスク管理に利用できない場合がある。このため、各分野の企業・機関などが気候リスク管理を容易に実施できるように、気候情報の利用環境の充実や提供内容の拡充を図るなど、気候情報の利便性の向上を図る。

① 気候データベースとその利用環境の拡充

気象庁が提供する観測値やその統計値などの気候解析値を、気候リスクの分析・評価に利用しやすくするため、前年差や任意の期間の平均値などを提供できるツールを気象庁ホームページに整備するなど、気候データベースとその利用環境を拡充することが必要である。

このようなツールは各分野の利用者の利用実態やニーズに基づいて作成することが必要であり、気象庁では各分野の利用者の声を積極的に把握し、ツールの開発・改良していく必要がある。

なお、このような気候の解析値のうち、広く共通的に用いられるものは気象庁から提供することが適切であるが、企業・機関などの特定の利用に資する情報は民間気象事業者などが対応することが適切である。

② 多様な利用形態に応じた予測情報の提供

気候リスク管理において必要な予測情報は様々である。これらの利用形態の多様性を踏まえ、利用者側から見て活用しやすい予測情報を、技術の進展を踏まえつつ提供することが必要である。代表的

な例として次の取り組みを取り上げる。

ア) 気温予測などの確率分布の整備、提供

予測情報の利用者が、自らが必要とする値以上（又は以下）の出現確率が計算できるように、気温などの予測の各々の値に対してその起こりやすさを記述している確率分布について、情報提供を強化しその活用方法の解説を充実することが必要である。

イ) 新たな要素の予測情報の提供

湿度など現在提供されていない要素への利用者からのニーズは高いが、要素によっては予測精度の技術的課題が残っている。したがって、利用者からのニーズの高い予測要素の提供について、その可能性を調査検討し具体化する必要がある。

ウ) 季節予報の予報期間の延長など

基本的に産業界の事業計画は1年単位であることから、事業計画における気候リスク管理のためには、予報期間が1年であることが望まれる。また、現在6ヶ月予報（暖候期予報／寒候期予報）は年に2月と9月の2回のみ提供であるが、他の月にも提供できれば、最新の予報に基づく気候リスク管理を踏まえた計画策定が可能となる。

これらのことから、季節予報の予報期間を1年間にすること及び、6か月予報の毎月の実施に向け、技術開発を進め具体化を検討する必要がある。

③ 気候情報の内容や使い方に関する解説の充実

気候リスク管理への気候情報の利活用を促進するため、気候情報の内容や特性、使い方についての解説や情報の提供を充実すべきである。

ア) 季節予報の確率表現の作成方法や根拠

季節予報の確率表現の作成方法や根拠などについて、適切に解説する機会を設けるべきである。

イ) 予測モデルの特性に関する情報

予測モデルの計算結果を気候リスク管理に定量的に用いる際には、予測モデルの精度などの情報が不可欠であることから、予

測モデルの精度の検証結果などの情報の提供を充実する。

ウ) 多くの種類の予報のシームレスな活用方策の推進

季節予報や異常天候早期警戒情報は、予報期間はそれぞれ、6ヶ月／3ヶ月／1ヶ月、2週間となっている。例えば、2週間までを見据えた対策では、目先は短期予報や週間天気予報、さらにその先は異常天候早期警戒情報を利用することが望ましいが、このような各予報のシームレスな活用方策を進めるため、それぞれの内容や精度に応じた利用方法について解説を行うことが必要である。

なお、季節予報などの確率表現を国民にわかりやすく伝えることは、国民の気候リスクへの関心を高めることになり、気候リスク管理の普及に資することも考えられる。気象予報士や報道機関などとの対話の機会を設け、季節予報の使い方も含めた適切な解説方法を普及する必要がある。

④ 予測精度の向上

季節予報や地球温暖化対策に用いられる予測情報を気候リスク管理に的確に活用するためには、予測精度や時間的・空間的分解能の向上が不可欠である。

季節予報においては、大気海洋結合モデルの改良や、予測モデルの検証に不可欠な長期再解析データの整備を行うべきである。

一方、地球温暖化予測については、不確実性を考慮した極端な現象についての情報、地域別の情報、近未来（10～30年）の情報提供に向けて地球温暖化予測モデルなどの改良を行うことが必要である。

気象庁は、気候変動や異常気象に関する科学・技術的な知見を有する大学・研究機関と連携しつつ、これらの技術開発を実施することが必要である。

(3) 世界の気候リスクへの対応強化と国際貢献

① 日本経済に影響する海外の異常気象の情報の充実

海外の異常気象による影響を受ける我が国の関係分野が、その異常気象の状況や要因などを的確に把握するための情報提供が必要である。

このため、気象庁では日本に影響のある海外の異常気象について、

国内向けの情報提供を強化すべきである。気象庁は世界気象機関の枠組みのもと気候データをリアルタイムで収集しており、これらを解析し世界各地の異常気象に係る詳細な図表類を整備し提供すべきである。また、日本経済への影響が大きい、穀倉地帯などの地域について定常的な監視を強化するとともに、タイムリーな情報発信を実施すべきである。さらに、提供する情報は、データ（数値）とともに、異常さの程度や一般的に想定される被害の大きさなどの情報も可能な限り発信することが望まれる。

② アジア太平洋地域への国際貢献の推進

途上国においては、気候変動や異常気象に対して脆弱であるとともに、気候情報作成技術が十分でない場合が多い。途上国の気候リスク管理への支援は国際貢献として重要である。また、途上国の気候リスクが我が国に及ぶことも多く、こうした支援は我が国への影響を軽減することも期待される。上述の、気候情報の利便性や気候リスク管理技術の向上の成果を活用することが、途上国の気候リスク管理への支援として望まれる。

このため、気象庁では、アジア太平洋気候センターの機能を活用し、アジア太平洋地域への一層の国際貢献を行うべきである。これにより、世界気象機関が推進する「気候サービスのための世界的枠組み（GFCS）」に貢献するとともに、気候リスク管理については災害管理の面からこの取り組みを国際的にアピールして我が国の国際プレゼンスの強化を図るべきである。代表的ないくつかの例として次の取り組みを取り上げる。

ア) 気候情報の共有・提供の充実

異常気象に関する情報について、実況の降水経過などの資料の提供をより一層迅速に行い、アジア太平洋気候センターのホームページなどを通じて、当該国や域内の周辺国に幅広く共有する。また、異常気象の発生原因などについての解説、情報の充実を図る。

イ) 気候に関する解析ツールなどの充実

異常気象の発生原因などの解析に用いる気候解析ツールを引き続き提供するとともに、異常気象の発生時には具体的な利用方法を助言するなどの強化を行う。今後の見直しを含め、異常時における助言が効果的になるには、平常時から外国気象機関と良好なコミュニケーションができていることが重要である。

定常的に、予測などに関する技術的な意見交換を行うことを検討すべきである。

また、このツールを拡張することで、予測の基盤となる当該地域の数値予測データの作成を支援することも考えられる。

ウ) 気候情報の活用方法に関する技術移転などの充実

研修や専門家派遣等を通じて、気候情報作成技術とともに我が国の気候リスク管理技術における成功事例や開発プラットフォームなどを紹介し、気候リスク管理に関する技術移転や人材育成を行う。

また、途上国における適応策の検討に資する技術移転や人材育成のため、大学・研究機関と連携しつつ、気象研究所による地球温暖化予測の最新の結果を用いて、外国気象機関自らが当該地域の地球温暖化予測結果の解析の能力を高める研修などを実施する。

技術移転や人材育成などについては、大学や教育機関との連携が重要であり、また、効果的な支援のため国内外の関係機関との協力関係を検討する必要がある。

また、途上国への支援は、気象分野だけでなく、水管理など国内外の防災関係機関、国際協力機関と連携により、ハード対策とソフト対策が一体的となった防災パッケージとして支援することがより効果的となることに留意すべきである。

おわりに

地球温暖化の進行により気候リスクの増大が見込まれるなか、国内的にも国際的にも気候変動や異常気象による損失や被害を回避・軽減することの重要性は、今後、ますます高まるものと考えられる。

このような気候リスクへの対応は、気候変動や異常気象の影響を受ける分野のそれぞれの状況に応じた形で気候リスク管理を導入することが有効と考えられ、気象庁はその導入に向けて積極的に取り組む必要がある。また、水資源管理、農林水産業、流通・小売業、健康、エネルギーなど、幅広い社会経済分野との取り組みが求められることから、今回の提言を広く周知するための取り組みを検討し積極的に行うとともに、関係省庁との連携をより一層進めることが極めて重要である。気象庁が早期に対応を開始し、数年の内に気候情報の利活用に向けた取り組みが本格化していることを期待する。

今回の提言では、気象庁に各分野の気候情報の利用者との対話を通じて相互の理解を深めることがまず重要であることから、この対話に積極的に取り組むことを求めている。

この対話により、利用者のニーズと気候情報の内容・予測精度に見合った気候リスク管理技術が見いだされ、その普及が進むことを期待する。このような取り組みを通じて我が国の経済活性化に寄与するとともに、気候リスク管理に関する途上国支援を通じて我が国の国際プレゼンスの強化になると信じるものである。

付 録

付録 1 我が国の各分野における気候に関連した損失や被害の例（平成 20～22 年）

分野	損失及び被害の例
水環境・ 水資源	<ul style="list-style-type: none"> ・ 少雨による渇水 （例）H20 夏季の少雨により、東海から九州北部にかけての 13 の水系で取水制限（国土交通省「日本の水資源」平成 21 年度版より）
食料	<ul style="list-style-type: none"> ・ コメ・野菜等の不作・品質低下 （例）H21 夏季の北海道における低温・長雨・寡照により、水稲の低温障害による不稔の多発等、多くの作物で減収や品質低下となり、595 億円の農業被害が発生（報道による） （例）H22 夏の猛暑の影響で、レタスは全国平均で平年より約 80%、トマトは約 50%、ネギは約 40% 値上がり（報道による）
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 猛暑や冷夏による冷房需要の変動 （例）H22 年度上半期（4～9 月）の発受電電力量は前年比 8.8% 増（電気事業連合会による）
流通・小 売	<ul style="list-style-type: none"> ・ 衣料品の需要変動 （例）H22 夏の猛暑の影響で秋冬物の販売に影響、同年 8 月の衣料品卸売業の販売額は前月比 28.8% 減（報道による）・飲料品（アイスクリーム・ビール・清涼飲料水等）の需要変動 （例）H22 夏の猛暑の影響で、コンビニエンスストアでアイスクリーム・清涼飲料水等の販売が好調。売上高は前年同月比 3.2% 増（報道による）
国民生活	<ul style="list-style-type: none"> ・ 屋外レジャー施設の集客変動 （例）H22 夏季、東海地方の屋外レジャー施設の約 7 割で前年より集客減（三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングによる） ・ 食料輸入への不安 （例）将来の食料輸入に「不安がある」と回答 85%。最多の理由は異常気象や災害による海外の不作の可能性（H22 内閣府調査による）

※平成 23 年以降の気候に関連した影響の例

東日本大震災により電力需給がひっ迫し、23 年夏には、電力使用制限の発効とともに、電力需給逼迫警報（でんき予報など）、節電ポータルサイトの運用開始等、需要面の対策が実施された。また、原子力発電への依存度を低減しつつエネルギー安全保障や地球温暖化対策の観点から、風力、太陽光などの再生可能エネルギーの展開が課題となっている。

さらに、震災の被災地における夏の熱中症や大雪や低温の影響が課題となった。

付録2 気象庁が提供する気候情報

1. 10年～100年後の地球温暖化予測に関する情報

気象研究所で開発した気候モデルによる将来の気候変化予測。100年後の日本付近の気温や降水量の予測など。

2. 数週間から数ヶ月後の季節の天候に関する情報

(1) 季節予報

予報期間別に、1ヶ月先までを予測する1か月予報、3ヶ月先までを予測する3か月予報、6ヶ月先までを予測する暖候期予報・寒候期予報があり、それぞれの期間について平均的な気温、降水量などを、全国を11の地域に区分している。

平均的な気温、降水量などは、3つの階級「低い(少ない)」、「平年並」、「高い(多い)」に分けて、それぞれの階級が現れる可能性の大きさを確率で表現。各階級の区分のしきい値は、1981～2010年の30年間におけるそれぞれの階級の出現率が等分（それぞれ33%）となるように決めている。

(2) 異常天候早期警戒情報

概ね2週先までに、平年からの隔たりの大きな天候が発生する可能性に関する予測情報。予測確率密度分布図を気象庁ホームページに掲載。

(3) エルニーニョ監視速報

世界各地の天候に大きな影響を及ぼす、東部太平洋赤道域の海面水温の変動であるエルニーニョ/ラニーニャ現象の実況と見通しに関する情報

3. 現在の気候や異常気象に関する情報

(1) 世界の異常気象に関する情報

世界の異常気象に関する情報は、全球異常気象監視速報として毎週水曜日(休日の場合は翌平日)に気象庁ホームページに掲載。社会的に大きな影響をもたらした異常気象に関する特徴と要因を分析した情報が発生した場合等には「臨時報」を適宜掲載。また、世界の天候について、週・月・季節・年ごとの情報として気象庁ホームページに掲載。

(2) 過去の統計データ

気象庁ホームページにて、過去の気象データを検索できるほか、気候変動等地球環境に関する統計データを公開。

付録3 各分野の企業・機関における気候リスク管理例や利用している気候情報

分野	気候情報を活用した気候リスク管理例	利用している気候情報
製造業	<ul style="list-style-type: none"> ・製造、販売計画の作成 ・商品生産量の調整 	1 か月予報、3 か月予報、暖候期予報、過去の統計値、平年値
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・石油需給予測、燃料使用計画作成 	季節予報全般、過去の統計値、平年値
販売業	<ul style="list-style-type: none"> ・販売量予測 	季節予報全般、過去の統計値、平年値
	<ul style="list-style-type: none"> ・季節商品の発注調整 	3 か月予報、暖候期予報、過去の統計値
	<ul style="list-style-type: none"> ・商品仕入れ量の調整 	1 か月予報、平年値
	<ul style="list-style-type: none"> ・売場の変更 	異常天候早期警戒情報、1 か月予報
レジャー	<ul style="list-style-type: none"> ・スキー場の運営管理 	1 か月予報、寒候期予報
公務（地方自治体）	<ul style="list-style-type: none"> ・農業技術指導 	季節予報全般
	<ul style="list-style-type: none"> ・熱中症予防広報 	異常天候早期警戒情報、1 か月予報
	<ul style="list-style-type: none"> ・防災対策の検討 	1 か月予報

付録4 関係省庁における気候リスク管理例や利用している気候情報

分野	関係省庁における気候リスク管理例	利用している気候情報
水資源 水災害	✓ 渇水リスクの増大等に伴う、水供給可能量の低下等への対応策検討（国土交通省）	対応策検討において、地球温暖化予測情報を利用
	✓ ダムや河川堤防の管理等のため、国内の主要な河川について、気温・降水量等の気象要素と河川流量等との関連データを整理（国土交通省）	過去の関連統計データを利用
食料	✓ 食料需給の観点で海外の気象災害の情報収集、発信（農林水産省）	海外の天候情報に併せ、エルニーニョ監視速報も利用
	✓ 高温・低温や少雨等の天候に応じ、農業技術指導通知を作成・発出（農林水産省・地方自治体）	季節予報、異常天候早期警戒情報を利用
	✓ 水温変化や異常気象等による被害回避のための技術指導及び水産資源や漁業生産への影響評価と適応技術の開発（水産庁）	過去の関連統計データを利用
健康	✓ シーズン前に花粉総飛散量及び飛散開始時期、飛散ピーク時期を予測し、情報提供を実施（環境省）	情報作成の際に季節予報を利用
エネルギー	✓ 「太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン（設計施工・システム編）」の策定（資源エネルギー庁）	地域別日射特性の把握及び発電量の予測に過去の統計データを利用

付録5 気候リスク管理技術の実用化に向けた枠組み

