

2030年の科学技術を見据えた
気象業務のあり方
(提言)

～ 災害が激甚化する国土、変革する社会において
国民とともに前進する気象業務 ～

平成30年8月20日
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30年8月20日現在)

(委員)

いえだ ひとし 家田 仁	政策研究大学院大学 教授
にいの ひろし 新野 宏	東京大学大気海洋研究所 客員教授
やい てつお 屋井 鉄雄	東京工業大学副学長 環境・社会理工学院 教授
やがさき のりこ 矢ヶ崎 紀子	東洋大学国際観光学部 教授

(臨時委員)

こしづか のぼる 越塚 登	東京大学大学院情報学環 教授
すぎやま まさし 杉山 将	理化学研究所 革新知能統合研究センター長/ 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
たかやぶ ゆかり 高敷 縁	東京大学大気海洋研究所 教授
まつもと ひろし 松本 浩司	日本放送協会 解説主幹
やまもと かよこ 山本 佳世子	(株)日刊工業新聞社 論説委員

は分科会長、 は分科会長代理

五十音順 敬称略

提言の概要

近年、「平成 30 年 7 月豪雨」等に見られるような自然災害の激甚化や少子高齢化等の社会環境の変化が顕在化してきており、一方では、我が国が目指すべき未来社会の姿として ICT の活用を様々な分野に広げた「Society 5.0 超スマート社会」の実現が提唱されている。このような自然環境や社会環境の変化、先端技術の展望を踏まえ、今後 10 年程度の中長期を展望した気象業務について審議を計 5 回にわたって行い、ここに気象庁への提言としてとりまとめた。

【2030 年の科学技術を見据えた気象業務の方向性】

2030 年の気象業務が担うべき役割

- ・一人一人の生命・財産が守られ、しなやかで、誰もが生き生きと活力のある暮らしを享受できるような社会（安全、強靱で活力ある社会）の実現のため、気象業務の果たす役割が現在以上に高まる。
- ・観測・予測技術について、常に最新の科学技術を取り入れ技術革新を行い不断の改善を進めるとともに、気象情報・データが、社会の様々な場面で必要不可欠なソフトインフラ、国民共有の財産として活用されていくことを目指す。

気象業務が寄与する社会の姿（安全、強靱で活力ある社会）

- ・顕著現象に対する的確な防災対応・行動
- ・一人一人の活力ある生活
- ・経済活動等におけるイノベーション

気象業務の方向性

2030 年の自然・社会環境の変化と技術の進展を踏まえ、安全、

強靱で活力ある社会に寄与する気象業務の方向性として、観測・予測精度向上のための技術開発、気象情報・データの利活用促進及びこれらを「車の両輪」とする防災対応・支援の推進等について、取組を進める。

【重点的な取組事項】

2030年の科学技術を見据えた気象業務の方向性に沿って、根幹である観測・予測の技術開発、その成果である気象情報・データの社会の様々な分野における利活用の促進、および国の機関である気象庁を中核とする防災対応・支援の推進について目指すべき水準を設け、それに向けた取組を進めるべきである。

観測・予測精度向上のための技術開発

気象・気候分野

- ・「いま」すぐとるべき避難行動や日々の安全な生活・活動のための気象観測・予測の精度向上
- ・半日前からの早め早めの防災対応等に直結する予測精度の向上
- ・数日前からの大規模災害に備えた広域避難に資する台風・集中豪雨などの予測精度向上
- ・気候リスク軽減、生産性向上に資する数ヶ月先までの予測精度向上
- ・地球温暖化対策の政策判断や適応を支援する数十年～100年後の情報の提供

地震・津波・火山分野

- ・地震の揺れに対する的確な避難回避行動や地震災害からの救助、復旧活動を支援するため、地震の揺れの状況や今後の活動の見通しを分かりやすく提供

- ・ 確実な津波避難や自治体・住民が避難の見通しを立てることができるよう、津波の第1波、最大波から減衰までの時間的推移や警報解除の見通し等を提供
- ・ 長期間に及ぶ火山防災対応を支援するため、火山活動の推移を的確に予測した噴火警報の発表、様々な分野においてより具体の対応が可能となるよう、降灰予報の予測精度向上

気象情報・データの利活用促進

気象情報・データの取得、利活用環境の構築

- ・ 社会における様々なビッグデータと組み合わせて活用するなど、国民共有の財産としての気象情報・データの円滑な流通の促進
- ・ 基盤的な気象データの拡充と取得しやすい環境整備
- ・ 利用者における情報へのアクセス性の向上
- ・ 技術革新に応じた制度の見直し（規制緩和等）
理解・活用力（リテラシー）の向上
- ・ 気象に関するリテラシー向上を通じた的確な防災対応や活力ある生活
- ・ 経済活動への気象情報・データの利活用

防災対応・支援の推進

- ・ 国民の生命・財産に直接関わることから国の機関である気象庁が中核となり、先端技術等を活用した気象情報・データの改善及び気象情報・データの「理解・活用」（読み解き）の促進を行い、これら両者の相乗効果により「防災意識社会」への転換に貢献

【取組推進のための基盤的、横断的な方策】

社会的ニーズを踏まえた不断の検証・改善
産学官・国際連携による持続的・効果的な取組
業務体制や技術基盤の強化

目次

- 1 . はじめに
- 2 . 気象業務の現状と課題
 - (1) 観測・予測技術
 - 気象・気候分野
 - 地震・津波・火山分野
 - (2) 気象情報・データの利活用
- 3 . 2030年の科学技術を見据えた気象業務の方向性
 - (1) 2030年における自然・社会環境と技術
 - (2) 2030年の科学技術を見据えた気象業務の方向性
 - 2030年に気象業務の担う役割
 - 気象業務が寄与する社会の姿
 - 気象業務の方向性
- 4 . 重点的な取組事項
 - (1) 観測・予測精度向上のための技術開発
 - 気象・気候分野
 - 地震・津波・火山分野
 - (2) 気象情報・データの利活用促進
 - 気象情報・データの取得・利活用環境の構築
 - 理解・活用力（リテラシー）の向上
 - (3) 防災対応・支援の推進
- 5 . 取組推進のための基盤的、横断的な方策
 - (1) 社会的ニーズを踏まえた不断の検証・改善
 - (2) 産学官・国際連携による持続的・効果的な取組
 - (3) 業務体制や技術基盤の強化
- 6 . おわりに

審議の経過

1 . はじめに

我が国における気象業務は、明治 6 (1875) 年に現在の気象庁の前身となる東京気象台で気象や地震の観測を開始して以降、昭和 34 (1959) 年には官公庁として初めて科学計算用の大型コンピュータを導入し、大気の状態を物理学の方程式を用いて予測する「数値予報」を、昭和 53 (1978) 年には「気象衛星ひまわり」の観測を、そして平成 19 (2007) 年には「緊急地震速報」の発表を開始するなど、絶えずその時代における最先端の自然科学、電子計算機技術、情報通信技術等を取り入れつつ発展を遂げてきた。現在では、日本全国に稠密な観測網を張り巡らし、24 時間 365 日、気象や気候、海洋、地震、津波、火山の実況監視を行うとともに、初代の計算機の 1 兆倍の演算速度を誇るスーパーコンピュータ等を駆使して現象の解析・予測を行っている。また、気象庁のみならず、民間事業者等においても、独自に観測や予測を行う活動も拡充してきている。

これら気象庁や民間事業者等により作成される観測結果や数値予報結果等のデータ及び警報や予報等の情報（以下「気象情報・データ」という。）は、広く国民一般に対し提供されており、それらは防災・生活・経済の様々な社会経済活動における基盤情報（ソフトインフラ）として流通し、「国民共有の財産」となっている。

気象業務は、災害予防、交通安全、産業の興隆等に寄与することを目的として実施・発展を遂げてきており、今後もたゆむことなく観測・予測の更なる高度化に向けて前進する必要がある。また、気象情報・データは、それを利用するユーザの目的やニーズに合致することで効果を発揮するものであり、自然・社会環境や時代に応じたニーズの変化等に対応し、高度化・多様化した気象情報・データの利活用に向けた取組を継続していくことも必要である。

自然環境は現在も変化し続けている。近年、「平成 26 年 8 月豪雨」や「平成 29 年 7 月九州北部豪雨」等のように、雨の降り方は実感を伴って局地化・集中化・激甚化の様相を示しつつある。「平成 30 年 7 月豪雨」では記録的な豪雨が広域にわたって発生し、甚大な土砂災害や水害をもたらした。また、平成 30 年冬の北陸地方等における大雪や 7 月以降の全国各地で記録的な高温をもたらした猛暑など、近年、顕著な大雪や猛暑が各地で被害をもたらしている。今後、地球温暖化が進行すれば、災害をもたらすような大雨の頻度や極端な高温等が更に増加することも懸念されている。さらに、「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」、「平成 28 年（2016 年）熊本地震」や平成 26 年の御嶽山の噴火等、地震、津波や火山噴火による災害も発生しており、今後も南海トラフ巨大地震や首都直下地震、火山噴火など甚大な被害をもたらす災害の発生が懸念されている。

社会の変化に目を向けると、少子高齢化が進行し、近い将来は本格的に人口減少社会が到来する。地域社会の担い手が減少するとともに、防災に関する要配慮者が増加するなど、地域防災力の低下が懸念される。生産年齢人口減を踏まえ生産性を向上させていくことも重要となる。訪日外国人旅行者や在留外国人の増加などグローバル化も更に進むことが見込まれる。

また、今後の先端技術については、第 5 期科学技術基本計画において、我が国が目指すべき未来社会の姿として、ICT の活用を様々な分野に広げた「Society 5.0 超スマート社会」が初めて提唱され、ICT の活用により一人一人が快適で活躍できる社会の実現を目指すとされており、大きな変革の時代を迎えようとしている。

交通政策審議会気象分科会では、このような自然環境や、社会の変化、先端技術の展望を踏まえ、気象庁のみならず様々な主体によ

って営まれる気象業務が、今後更なる発展を遂げて防災や生活、経済活動等様々な場面における社会的課題の解決や更なる発展に一層貢献していくため、今後 10 年程度の中長期を展望した気象業務のあり方について審議を計 5 回にわたって行い、その成果を気象庁への提言としてとりまとめた。

本報告では、まず気象や気候、地震、津波、火山等に関する観測・予測の技術とこれらにより作成される気象情報・データの利活用に関する現状と課題を分析し、2030 年の科学技術を見据えた気象業務の今後の方向性や重点的に取り組むべき分野等について提言する。

2 . 気象業務の現状と課題

現在、気象庁や民間事業者等において、気象や気候、海洋、地震、津波、火山等の自然現象に対し、観察や多様な機器による観測データの取得・収集、それらに基づくスーパーコンピュータ等をはじめとする各種システムを活用した解析・予測・情報の作成、それら気象情報・データの自治体や報道機関、民間事業者等への提供がなされている。さらに、提供された気象情報・データに基づき防災対応や一般社会・産業分野等における様々な場面での利活用がなされるなど、気象業務は、様々な主体が関連して構成され、大きな広がりを持っている。その中において、気象庁は自ら観測・予測を行い気象情報・データを作成・提供するとともに、自治体や報道機関、民間事業者等における気象情報・データの作成・提供や様々な社会経済活動における利活用を促進することにより、気象業務の健全な発達に向けた取組を行っている。

本章では、観測・予測の技術及び気象等のデータに関する利活用について、それぞれの現状と課題を分析する。

(1) 観測・予測技術

気象・気候分野

(現状)

我が国は、四季の気象・気候による様々な恵みを享受している一方で、台風、梅雨、大雪などの気象現象は、時には甚大な被害をもたらすことがある。また、我が国の急峻で複雑な地形・地質ゆえに、大雨に伴う顕著な洪水害や土砂災害が発生するとともに、天気が急変しやすくその予測が難しい場合がある。

気象庁は、静止気象衛星ひまわりや気象レーダー等のリモートセンシングによる面的な観測と、地域気象観測システム(アメダ

ス) ラジオゾンデ等による直接観測を最適に組み合わせて、大気の状態を立体的に把握する基幹的かつ総合的な観測網を構築しており、降水については5分毎の解析に1時間先までの予測を含めた250mメッシュの「高解像度降水ナウキャスト」や、気温や天気について1時間毎に1kmメッシュの細かさで算出した「推計気象分布」など、様々な気象情報・データを提供している。

また、気象庁自らの観測のみならず、国土交通省や自治体などが設置した雨量計や積雪計、気象レーダーによる観測データのほか、大気中の水蒸気量の推定に利用する国土地理院のGNSS観測データ、国内外の機関の衛星データなど、様々な関係機関からもデータを収集し、品質管理を行い、業務に活用している。

一方、民間の気象事業者をはじめ、電力・交通・通信事業者などの様々な民間事業者等においても、それぞれの目的に応じた気象観測が行われるとともに、近年のIoTの急速な進展により多様なセンサから観測データをリアルタイムに得ることができるようになりつつある。

気象庁では、これらの観測データを基に、スーパーコンピュータを利用して、現在の大気の状態を解析し、基盤技術である数値予報を行い、将来の大気の状態を予測している。目的に応じて、予測時間（数時間先～6か月先）や予測領域（日本域～全球）の異なる複数の数値予報モデル（局地モデル、メソモデル、全球モデル等）を運用するとともに、複数の予測計算により予測の確度を統計的に診断する台風や季節等に関する予測モデル（アンサンブル予報モデル）を運用している。これら数値予報の精度については世界的にみても高い水準にあるものの、全球モデルの精度などでは欧米の世界最先端の数値予報センターと比べて遅れをとっている状況にある。

この数値予報の結果や、それを基に天気・降水確率等（ガイダンス）や災害発生と関連の高いメッシュ情報等（各種指数・危険度分布）へ「翻訳」した資料を活用し、全国の予報官が天気予報や警報等の気象情報を作成・発表している。また、2週間先までの顕著な高温、低温に関する情報や、エルニーニョ現象等の地球全体の大気や海洋の現象も踏まえた6ヶ月先までの予報を提供している。

これらの気象庁が作成する気象情報や観測データや数値予報結果等のプロダクトについては、民間事業者等へも提供されており、各事業者はその気象情報・データを独自の予報や情報コンテンツの作成・発表に利用するとともに、防災や産業等における様々な場面で利活用している。

（課題）

気象庁は、気象状況をより正確にかつリアルタイムに解析して提供するため、技術の進展に応じて観測網を順次高度化することが必要である。他方、様々な機関による気象観測のデータ及びIoTの進展により得られるスマートフォン等の多様なセンサからの多種で膨大な気象観測データの利用は、現状では、限定的であり、これらのデータが広く社会で流通し、有効に活用されるよう環境整備を進める必要がある。

気象庁の数値予報モデルによる予測精度は年々向上しているが、「平成29年7月九州北部豪雨」や「平成30年7月豪雨」のような顕著な災害をもたらす激しい気象現象について、気象予測の精度向上が必要不可欠であり、そのためには全球モデルの精度を世界最高水準に高めるとともに、メソモデル等の更なる精度向上を進める必要がある。例えば、線状降水帯等による集中豪雨や

局地的な大雨等については、住民自らが、自分が今いる場所や状況（浸水想定区域や土砂災害警戒区域など危険な場所にいるか否かや大雨の状況等）を踏まえたうえで、「自分の身にも災害はふりかかる」との意識を持ち災害に備える対応の必要性を我が事として捉えて（「我が事」感を持って）「いま」すぐとるべき避難行動等に有効に活用していただくためには、数時間前からの時間や場所を特定した予測に向けて精度を更に向上させていく必要がある。また、台風や梅雨前線の停滞に伴う広範囲に及ぶような現象の予測についても、自治体等における大規模水害に備えたタイムライン等では3日程度前からの地域を絞り込んだ的確な広域避難等が必要であり、その対策に寄与するためには、3日程度先までの台風進路予測や雨量予測（より地域を絞り込んだ総降水量予測等）の精度を更に向上していく必要がある。

また、農業や物流等への被害軽減対策、生産・流通・販売等の生産性向上に寄与する1週間から数ヶ月先の予報についても、事前対策や生産性向上等の更なる高度利用の観点から、更なる精度向上が必要である。さらに、大雨や極端な高温の増加等の地球温暖化の影響の顕在化に対し、大雨の予測精度の向上等によるソフト対策が重要となることに加え、国や自治体等における防災・社会インフラ整備等のハード対策の基礎情報となる地球温暖化予測情報についても更なる充実が必要である。

観測・予測技術は気象業務の根幹であり、今後、飛躍的な高度化・精度向上を図るには、産学官連携・国際連携のほか、人工知能（AI）等の最先端技術の活用を一層進める必要がある。

地震・津波・火山分野
（現状）

我が国の周辺では、海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んでいることから、複数のプレートによる複雑な力がかかっており、また、四方を海に囲まれていることから、これまでも、地震や津波による大きな被害を受けてきている。さらには、日本国内に111の活火山が分布している。

気象庁は、全国各地に設置された地震計や震度計、津波観測施設等や火山の周辺に設置された地震計や傾斜計、GNSS、監視カメラ等の観測データにより、24時間体制で地震活動や津波、火山活動の監視を行っている。これらの監視にあたっては、気象庁の観測データだけでなく、国土交通省や自治体、研究機関等が設置した観測機器の観測データも収集し、活用している。

気象庁は、このような観測データや調査・研究成果をもとに、国・自治体における防災対応や住民の防災行動に資するべく、各種地震情報、津波警報、噴火警報、降灰予報等を発表している。

地震分野について、平成19年に発表を開始した緊急地震速報は、地震の発生直後に震源に近い地震計で捉えた観測データを用いて瞬時に解析・予測することで、強い揺れが来ることを知らせる情報である。ICTの進展により、世界に先駆けて実現した国民向けの情報として海外からの評価も高い。また、昭和東南海地震や昭和南海地震から約70年が経過し、南海トラフ全体で大規模地震の発生の切迫性が高まっており、甚大な被害が想定されることから、現在の技術水準を踏まえつつ防災対応に科学的知見を活かして被害を少しでも軽減するべく「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について(報告)」「(中央防災会議防災対策実行会議南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ)」を踏まえ、平成29年11月から、南海トラフ地震の発生の可能性が相対的に高まったと評価さ

れた場合等に発表する「南海トラフ地震に関連する情報」の運用を開始している。また、地震分野における調査・研究については、地震調査研究推進本部の枠組の下、関係する行政機関や研究機関が連携して進めている。

津波分野については、「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」を踏まえ、マグニチュード 8 を超えるような巨大地震による津波に対しても適切な津波警報等を発表できるよう改善に取り組んだところであり、さらに、沖合の津波観測データの活用を進めているところである。沖合の津波観測データを活用することで、津波の実況をいち早く伝え住民等に危機感を持っていただくことが可能となるとともに、必要に応じ津波警報等を更新することが可能となっている。

火山分野については、平成 26 年の御嶽山の噴火災害を踏まえ、火口周辺の観測体制を強化するとともに、火山の地下構造のイメージ化等、火山活動評価体制の高度化に取り組んでいるところである。また、活動火山対策特別措置法に基づき設置されている火山防災協議会（国の関係機関や地元都道府県、市町村等により構成）において、気象庁はその一員として、各種防災対応の検討の基礎となる噴火シナリオや、火山活動の評価・見通しに関する情報の提供を行っている。

（課題）

甚大な被害をもたらすような巨大地震や火山噴火の発生頻度は低いことから、現象発生のメカニズムには未解明な部分が多く、その予測は技術的な困難性を伴うことも多い。その一方で、地震、津波、火山噴火は、現象の発生から災害の発生まで時間的猶予が極めて短いことから、緊急地震速報や津波警報、噴火警報といっ

た、観測に基づき迅速に予測し伝達する取組について、一層推進させていく必要がある。加えて、現在の予測技術の水準を踏まえながら、関係機関と連携し、現象発生メカニズム解明に向けた取組を進めていくとともに、国や自治体、国民等が的確な防災対応を行うことができるよう、時々刻々と変化する地震活動や火山活動の実況を把握し、その活動の推移や見通しについて分かりやすく適時に情報提供をしていくことが必要である。

海域で発生する巨大地震やそれに伴う津波に対しては、海域での観測が必要であり、研究機関をはじめとする関係機関と一層連携し、対応していくことが必要である。また、南海トラフ地震等の大規模地震について、現象の推移や発生可能性などの不確実な情報が防災行動にどのように活用されるかに留意しつつ、監視・評価の技術を開発していく必要がある。

火山噴火は、物理学のみならず、化学や地質学など多様なアプローチで現象を捉え、火山の地下構造に関する知見を踏まえながら評価するとともに、活動の見通しについては不確実性を伴うことから、その伝え方の改善も進めていく必要がある。

(2) 気象情報・データの利活用

(現状)

気象庁は、自治体や防災関係機関、報道機関等を通じて国民へ気象情報・データを提供するとともに、気象庁ホームページや、民間気象業務支援センター（気象庁の気象情報・データの民間事業者等への提供業務を担う気象業務法第24条の28に基づく法人）等を通じて広く国民一般や民間事業者等へ提供している。気象庁に加えて、民間事業者等は、広く国民一般へ気象情報・データを提供しており、近年では、IT事業者等によるスマートフォン用ア

アプリケーション等での広範な情報提供も行われている。これらは、防災・生活・経済の様々な社会経済活動における基盤情報（ソフトインフラ）として流通し、「国民共有の財産」となってきたりしている。

また、気象情報・データが防災や生活、経済等の社会の様々な分野において適切に利活用されるためには、単に情報を提供するだけに留まらず利用者の目線に立って気象情報・データの「理解・活用」（読み解き）を支援・促進するなどの取組が一層重要になってきている。このため、気象庁では、気象情報・データを「理解・活用」していただくための取組を推進している。

例えば、防災に関しては平成 29 年 8 月に取りまとめられた「地域における気象防災業務のあり方検討会」の報告を踏まえて、自治体等における防災対応判断に気象情報・データを一層「理解・活用」（読み解き）いただけるよう、地域における連携や平時からの取組を進めている。また、気象ビジネス市場の創出に関しては、産業界における気象情報・データの利活用を促進するため、平成 29 年 3 月に産学官連携で設立された「気象ビジネス推進コンソーシアム（WXBC）」等を通じて、産業の発展に資する気象情報・データの新規ユーザを含めた産学官の対話を推進するとともに、産業界のニーズや課題を把握し、ニーズに対応した気象情報・データを提供している。

（課題）

様々なモノ・人がインターネットでリアルタイムにつながる時代において、最新の AI 技術や IoT を活用した一層多様化する社会的ニーズに対応したサービス創出や、スマートフォン等による、一人一人の位置や状況、行動、関心等に応じて最適化（パーソナ

ライズ)された情報取得が主流化してきている。また、官民データ活用推進基本法を踏まえ、国や自治体、民間事業者等が管理する様々なビッグデータを活用した新たなビジネスやサービス創出による社会的課題の解決に資するよう、インターネット等を通じたデータの流通が推進されている。気象情報・データについては、既に一定程度、社会において流通し、利活用されているところだが、こうした近年の状況を踏まえ、気象情報・データをより容易に取得し、社会における様々なビッグデータと組み合わせるなどの利活用を可能とすることで、新たなサービス創出等を一層推進していく必要がある。このため、民間事業者等における多様なサービス等の提供の促進や気象庁ホームページでのアクセシビリティを向上していくとともに、気象情報・データの流通の促進や必要に応じた制度の見直し等の取組を実施していく必要がある。

気象情報・データがより多様化・高度化していく中で、防災や農業・観光などの社会経済活動において、気象情報・データの利用者である自治体や防災関係機関、様々な事業者と積極的に対話・連携し、共に社会的課題の解決や新たなビジネスの創出等に向けて、「理解・活用」を促進する取組を一層進めていく必要がある。特に防災に関しては、昨今の自然環境の変化に伴う自然災害の激化に対応するためには、地域を支える一人一人やコミュニティの防災力(自助・共助の力)を高める取組が重要である。また、一般の方々に気象情報・データを的確に理解・活用いただけるよう、気象・地震等に関する正しい知見や予測精度、情報の持つ意味等について普及啓発(リテラシー向上のための取組)を推進していく必要がある。その際、理系人口の減少も踏まえ、学校教育等の中で気象・防災に係る知識が根付き、またこれらを担う人材が育成されていくような取組が必要である。さらに、今後増

加することが予想される訪日外国人旅行者や在留外国人等の適切な防災対応や快適な旅行に資するよう、情報が伝わり適切に「理解・活用」していただくための方策も必要である。

3 . 2030 年の科学技術を見据えた気象業務の方向性

2030 年に向けて、自然環境や社会情勢の変化、先端技術の更なる発展など、気象業務を取り巻く環境は大きく変化していくことが予想される。

ここでは、2030 年における気象業務をとりまく環境に関する現時点における展望、その展望のもと 2030 年に向けて気象業務の担うべき役割や気象業務が寄与する社会の姿を述べ、そのような社会の姿の実現に向けた気象業務の方向性について、2 章で述べた気象業務の現状及び課題を踏まえて述べる。

(1) 2030 年における自然・社会環境と技術

(自然環境)

近年、雨の降り方は局地化・集中化・激甚化の様相を呈しており、「平成 27 年 9 月関東・東北豪雨」や、平成 28 年の台風第 10 号に伴う東北地方での大雨、「平成 29 年 7 月九州北部豪雨」等、毎年のように大雨による災害が発生し、多くの被害をもたらしている。さらに、「平成 30 年 7 月豪雨」では、記録的な豪雨が西日本を中心に広域にわたって発生し甚大な被害をもたらした。また、平成 30 年冬の北陸地方等における大雪や 7 月以降の全国各地で記録的な高温をもたらした猛暑など、近年、顕著な大雪や猛暑が各地で被害をもたらしている。

今後、地球温暖化が進行すれば、大雨の頻度や極端な高温等が更に増加することが懸念されている。地球温暖化の影響は自然災害の増加のみならず、農業、水資源等様々な分野に及ぶことが懸念されている。

また、「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」や「平成 28 年 (2016 年) 熊本地震」、平成 26 年の御嶽山の噴火など、地

震、津波や火山噴火による災害も発生している。地震調査委員会によると、今後 30 年以内に、南海トラフ沿いでマグニチュード 8 ~ 9 クラスの地震が起こる確率は 70 ~ 80%、千島海溝沿いでマグニチュード 8.8 以上の地震が起こる確率は 7 ~ 40%とされているほか、首都直下地震、火山噴火など甚大な被害をもたらす現象の発生が懸念されている。

(社会環境)

少子高齢化が進行し、近い将来、本格的に人口減少社会が到来することが見込まれている。生産年齢人口の割合も減少し、特に人口減少の著しい地方部では、地域が維持できなくなり、消滅する自治体が発生する可能性もあることが指摘されている。地域社会においては、防災の担い手が減少するとともに、防災に関する要配慮者も増加するなど、地域防災力の低下が懸念される。生産年齢人口減を踏まえ、生産性を向上させていくことも今後重要な課題となる。また、先端技術等を活用して、生活に不可欠なサービス機能を維持補填し、一人一人の活力のある生活の実現が求められる。

訪日外国人旅行者や在留外国人の更なる増加等のグローバル化の進展も予想される。訪日外国人旅行者数を 2030 年には 6,000 万人とする政府目標が掲げられ、在留外国人は平成 30 年 1 月 1 日時点で約 250 万人となっており（総務省人口動態調査より）、更なる増加が見込まれている。訪日外国人旅行者やビジネスマンが日常的に全国各地を訪れて交流し、居住者も含め多くの外国人が滞在する社会の到来が想定され、これらへの対応が求められている。

(技術)

第5期科学技術基本計画において、狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く、我が国が目指すべき未来社会の姿として、ICTの活用を様々な分野に広げた「Society 5.0 超スマート社会」が初めて提唱された。これは、IoTやAI、ビッグデータ解析など、ICTの活用により、新たな価値を生み出して、少子高齢化、地方の格差等の課題を克服することにより、一人一人の安全・安心で豊かな生活や、自律的に稼働するロボットや産業機械等による生産性向上・持続的な経済成長の実現を目指すものである。

このような超スマート社会の実現は、「国連持続可能な開発サミット」(2015年9月)で2030年までの国際開発目標として採択された「持続可能な開発目標 Sustainable Development Goals: SDGs)」の達成にも貢献するものとされている。

世界中の様々なモノがインターネットにつながり、自動で高度な制御が可能となるとともに、膨大な数の各種センサのデータ取得や、ビッグデータを用いた高度で複雑・迅速な分析が可能になることが期待される。

(2) 2030年の科学技術を見据えた気象業務の方向性

2030年に気象業務の担う役割

2030年における自然・社会環境の変化、技術の更なる発展を踏まえ、一人一人の生命・財産が守られ、しなやかで、誰もが生き生きと活力のある暮らしを享受できるような社会(安全、強靱で活力ある社会)の実現には、気象業務の果たす役割が現在以上に高まると考えられる。

気象業務の根幹は観測・予測技術であり、常に最新の科学技術を取り入れつつ技術革新を行い不断の改善を進めるとともに、広く国民一般へ提供される気象情報・データが、社会の様々な場面で必要不可欠なソフトインフラ、国民共有の財産として活用されていくことを目指すべきである。

気象業務が寄与する社会の姿（安全、強靱で活力ある社会）
（顕著現象に対する的確な防災対応・行動）

先端技術や膨大な気象観測データも活用したより精度の高い気象情報・データが、自治体や高齢者を含む地域住民、訪日外国人旅行者、企業等の各主体に寄り添った形で提供、「理解・活用」されることにより、それぞれが的確な防災対応・行動をとることが可能となる。

< 例 >

- 自治体や防災機関による、より早期でエリアを絞った的確な避難指示等の防災対応
- 住民自らの「我が事」感を持った適時適切な避難行動、高齢者等の要配慮者の早い時間からの安全な避難
- 訪日外国人旅行者等の適切な防災行動
- 企業活動における大規模な災害に対する適切かつ強靱な防災対応や事業継続
- 地球温暖化の進行を受けた大雨や極端な高温等による災害の激甚化を踏まえた防災意識の向上
- 地球温暖化の予測に基づく防災・社会インフラの計画的整備など適応策の推進

（一人一人の活力ある生活）

一人一人の生活の様々なシーンに応じたパーソナライズされた情報を入手することにより、個々人の生活の質・快適性が向上する。

< 例 >

- 天気や気温に応じ家電等と連動した快適な生活
- 猛暑等に対応したリアルタイムの健康管理
- 目的地のピンポイント情報取得による快適で安全な外出、旅行

(経済活動等におけるイノベーション)

気象情報・データが、社会における様々なビッグデータや、Society5.0における先端技術と組み合わせて活用され、交通や農林水産業、インフラ、物流・小売、観光等の様々な産業分野において多様なサービスの創出、生産性向上が実現する。

< 例 >

- 道路状況に応じた自動運転等の安全で快適な交通の確保、海上・航空における安全で効率的な航行
- 太陽光発電や風力発電等を考慮した的確な電力需給計画
- 超省力・高生産の農業やスマート農業
- 製造や物流、小売業における最適なバリューチェーンの展開

気象業務の方向性

気象業務が寄与する社会の姿の実現に向けて、気象庁は、自ら観測・予測を実施し気象情報・データを提供するとともに、社会における気象情報・データの利活用を促進するためその利用者の目線に立ち、常に社会的ニーズの把握に努め、それを踏まえた目

指すべき水準に向けて、以下の方向性で取組を進めるべきである。

- 技術に真に立脚した気象情報・データの提供がなされるよう、産学官や国際的な連携のもと、最新の科学技術に対応して、観測や予測精度を向上させるための技術開発を進める。
- 気象情報・データが、防災や生活、経済等の様々な社会経済活動における基盤情報(ソフトインフラ)として流通し、十分に利活用されるよう、いつでも必要な時に、容易に気象情報・データを取得・利用できるような環境整備を進める。また、気象情報・データを「理解・活用」いただくための取組(リテラシー向上のための取組)を進める。
- 技術開発と利活用促進の相乗効果を発揮させ、防災や生活、経済活動に資するよう気象業務を推進していく。特に、国民の生命・財産に直接関わる防災については、防災意識を社会全体で高めるとともに、気象業務の貢献においては、国の機関である気象庁が中核となって取り組むことが重要。

4 . 重点的な取組事項

3章で述べた2030年の科学技術を見据えた気象業務の方向性に沿って目指すべき姿を実現していくためには、気象業務の根幹である観測・予測技術の更なる高度化・精度向上（技術開発）と、気象庁や民間事業者等が広く国民一般へ提供する気象情報・データが、必要不可欠なソフトインフラ、国民共有の財産として社会における様々な分野で十分に利活用されるための取組（利活用促進）の2つを重点的に進めることが肝要である。

また、技術開発と利活用促進はそれぞれ独立して取り組むべきものではなく「車の両輪」として一体的に推進し、防災、生活、経済活動等へ還元していく必要がある。特に、国民の生命・財産に直接関わるという観点から、防災については、気象庁が国の機関として中核となって取り組むとともに、関係機関等と連携して積極的に推進していくことが求められる。

以下、これらの重点的に取り組むべき事項について、目指すべき水準（社会的ニーズを踏まえた2030年に向けた技術開発の具体的な目標、社会における気象情報・データの利活用の具体的な姿）とそれに向けた取組、さらには、防災対応・支援の推進について述べる。

（1）観測・予測精度向上のための技術開発

観測・予測技術について「気象・気候分野」と「地震・津波・火山分野」の2つに分け、それぞれにおける技術開発について、社会的ニーズを踏まえた2030年に向けた技術開発の具体的な目標と、それを実現するために推進していくべき取組は以下のとおりである。

気象・気候分野

気象・気候に関する情報・データについて、気象庁は、防災分野はもちろん社会における様々な気象サービスを根底から支える数値予報の精度の大幅な向上等を図り、新たな社会経済活動の活性化に資する社会基盤データとして提供し、様々な場面で活用されるよう、観測・予測精度向上に向けた技術開発や基盤の構築を進めるべきである。併せて、現在の気象状況の把握から 100 年先の予測に至るまで、予測時間が長くなればなるほどきめ細かく定量的に高精度な予測を行うことが困難になることに留意しつつ、数値予報等に基づき、防災・生活・経済活動の様々な場面におけるニーズに応じた情報となるよう留意して取り組む必要がある。

<具体的な目標>

「いま」すぐとるべき避難行動や日々の安全な生活・活動のための気象観測・予測の精度向上

急な大雨等に対して「いま」すぐとるべき避難行動や、熱中症対策、交通の安全、産業の発展等に必要なきめ細かな「いま」の気象状況の把握に関するニーズに資するよう、気象状況（雨・雪・風・気温・湿度・日射量・雷・竜巻・天気等）をリアルタイムで空間的にきめ細かく解析するとともに、1 時間先までの予測データとともに「気象ナウキャスト」として、より精度高く、より高頻度に提供する。

2030 年には、豪雨、雷、突風等の激しい現象について、「シビアストームアラート」として 1 時間先までの予測情報をより実況値に近いものに高精度化して提供することで、危険な気象状況が差し迫っていることを伝え、身を守るための行動を促す。また、面的な推計気象分布については、従来の天気・気温に加え、雪・湿度・日射量・風などの要素を順次追加するとともに、提供を高頻度化し（5-10 分毎の更新）、1 時間先までの予測を

追加する。さらに、熱中症対策をはじめ日々の生活情報としてより一層活かされるよう、天気や気温等の予報についても精度の向上を図る。これらの取組を通じて、現在の気象状況やその後の見通しがより詳細に把握可能となり、個々人の場所・状況等を踏まえた熱中症対策や交通の安全等への活用のほか、様々なデータと組み合わせた多様なサービスへの活用を促進する。

）半日前からの早め早めの防災対応等に直結する予測精度の向上

線状降水帯の発生・停滞等に伴う集中豪雨の予測精度の大幅な向上を図り、早め早めの避難等の防災対応を支援する。

具体的には、概ね3～5年後を目途に、来年度からの運用開始を予定しているメソアンサンプル予報及び最新のAI技術を活用して、線状降水帯の発生・停滞の予測技術を高度化すること等によって、半日程度先までに特別警報級の大雨となる確率のメッシュ情報の提供開始を目指す。これにより、夜間に発生する集中豪雨に対して明るいうちからの早めの避難などの確かな防災対応への支援に貢献する。

さらに、2030年には、既存の数値予報技術の大幅な高度化に加え、最新のAI技術も活用することにより、半日程度前から線状降水帯の発生・停滞等に伴う集中豪雨をより高い精度で更に地域を絞って予測できるようにし、こうした半日程度先までの雨量予測を加味することによって大雨・洪水警報の「危険度分布」の更なる高度化を目指す。これにより、集中豪雨に伴って発生する土砂災害・浸水害・洪水害の危険度を半日程度前から精度良く情報提供することで、自治体や住民一人一人が「我が事」感をもって大雨の危険性を把握し、早いうちからの避難

等の防災対応をよりの確に実施できるようにする。

) 数日前からの大規模災害に備えた広域避難に資する台風・集中豪雨などの予測精度向上

台風の接近や「平成 30 年 7 月豪雨」のような梅雨前線に伴う広域にわたって記録的な大雨が発生するような現象に対する数日程度前からの大雨・高潮・波浪の予測精度の向上を図り、自治体等におけるタイムライン等による的確な広域避難等の防災対策を支援する。

具体的には、概ね 3 年後には、台風の接近や広域にわたって記録的な大雨の発生が予測される場合には、メソモデルによる雨量予測を 39 時間前から 78 時間先まで延長し、3 日先までの総雨量予測情報の提供開始を目指す。また、次世代の高潮予測モデルを運用し、より長期かつ高精度・高解像度な高潮予測を提供する。

さらに、2030 年には、数値予報技術の大幅な高度化により、台風の 3 日先の進路予測誤差を 100km 程度（現在の 1 日先の予測における誤差程度）にまで改善し、また、梅雨前線の停滞等に伴う大雨の 3 日先までの雨量予測精度を改善することにより、大河川の流域雨量等や高潮の予測精度を大幅に向上させる。加えて、3 日先までのどの時間帯に、どの地域（いくつかの市町村をまとめた地域程度）で大雨が予想されているのかを把握可能な雨量予測情報の提供を目指す。これにより、自治体等におけるタイムライン等による 3 日程度前からの地域を絞り込んだよりの確な広域避難オペレーション等の防災対応を支援する。

) 気候リスク軽減、生産性向上に資する数ヶ月先までの予測

精度向上

熱中症、雪害等に対する可能な限り早期の事前対策や、物流・農林水産業等の各産業における気候によるリスクの軽減、生産性向上に資するよう、熱波や寒波をはじめとする社会的に影響の大きい顕著現象の予測について、数値予報モデルの総合的改善の取り組むとともに、後述する「地球システムモデル」等の先進的技術を導入し、確度高く提供する。

2030年には、2週間先までの顕著現象の予測情報について、暴風や大雪等の社会的に影響の大きい顕著な気象現象を、各都道府県をいくつかに分割した区域ごとに精度よく予測する。また、1ヶ月先までの予測情報について、熱波、寒波等による極端な高温、低温の発生する可能性を週ごとに予測、提供する。さらに、3ヶ月先の顕著な高温低温の予測精度を現在の1か月予報と同程度にまで改善する。

) 地球温暖化対策の政策判断や適応を支援する数十年～100年後の情報

既に顕在化し、今後ますます深刻化が懸念される地球温暖化について、社会全体で認識を共有するとともに、国や自治体等において、例えばダムや堤防等の整備、農業における高温耐性品種や栽培管理技術の開発等を、将来の地球温暖化の影響を考慮して実施するなど、さまざまな分野における政策判断や適応計画の策定・推進に資するよう、関係機関と連携して、予測の不確実性を含めた温暖化の統合的な見解と予測情報を提供する。

2030年には、地球温暖化の予測情報について、国や自治体等における適応策策定に必要なきめ細かな予測を提供するとともに、近い未来(数十年先まで)の予測、温暖化に伴う台風・

大雨等極端現象の頻度や強度の予測、や海面上昇等の海洋に関する予測を提供する。

また、関係機関と連携し、大雨の激甚化等への危機感の共有など社会全体での防災意識の改革に取り組む。これにより災害の激甚化に対応した防災意識の向上や防災・社会インフラ整備の計画的な推進などの適応策を支援する。

< 目標を実現するための具体的な取組内容 >

①「気象監視」技術の向上

気象庁の基幹的かつ総合的な観測網について、更なる充実・高度化を進める。気象衛星ひまわりについては、観測分解能を現在の 10 分毎、0.5km~2km から更に高頻度・高解像度化、観測バンド(要素)を現在の 16 バンドから一層増加させることを目指す。気象レーダーについては、降水粒子の判別や降水強度の観測精度の向上が可能となる二重偏波レーダーや三次元観測を現在の 5 ~ 10 分から 1 ~ 2 分で可能とするフェーズドアレイレーダーといった次世代気象レーダーの段階的な導入を進める。地上気象観測については、Web カメラや画像の AI 解析技術の導入によるアメダス地点の天気の状態のリアルタイム把握を図る。

また、気象庁は、自治体、研究機関、民間事業者(電力・交通・通信事業者等)等、様々な主体が実施する気象観測データを広く収集・活用するとともに、IoT の進展により得られるスマートフォン等の多様なセンサからの観測など、社会に流通する多種で膨大な気象観測データを AI 等の先端技術を用いて処理を行う等により活用し、「いま」の実況をより正確に把握することで、豪雨等の実況及び短時間予測精度の大幅な向上を図る。

「数値予報」技術の向上

気象庁の予測情報の根幹を支える「数値予報」技術について、スーパーコンピュータの能力向上や最新の AI 技術等を踏まえた数値予報モデルの精度向上及び高解像度化、並びにモデルの計算結果を利用した応用技術(「ガイダンス」、「危険度分布」等)の高度化を進める。集中豪雨の予測技術の高精度化に向け、複数予測(アンサンブル予測技術)を短時間予測に導入するとともに、その結果を最新の AI 等の活用によりわかりやすい「確率情報」に翻訳して提供する。また、長期予測や地球温暖化予測の高精度化に向け、大気のみならず、海洋など将来の気象予測を行ううえで重要となるさまざまな要素を階層的に組み込んだ「地球システムモデル」の導入を図る。今後、研究機関や国外機関等との積極的な情報交換や研究に必要なデータ提供等の連携をより一層深めていき、国内外の最新の知見を結集しながら、我が国の気象特性を踏まえた「数値予報」技術の飛躍的向上を目指す。

また、最新の AI 技術の気象予測への活用については、専門的な知見を持つ研究機関等との連携が不可欠であり、観測・予測に関する様々な活用の可能性を見据え、気象庁としても知見を積み重ねていくとともに、積極的な情報交換や研究に必要なデータ提供等の連携を進めていく。

地震・津波・火山分野

地震・津波・火山について、規模の大きな被害をもたらす現象の発生頻度は低いが、ひとたび発生するとその影響は深刻なため、これらに関する情報の提供は防災上極めて重要である。一方で、

これらの現象に係る予測（特に地震や噴火の発生等）には現在の科学では技術的な困難性を伴うことを踏まえると、予測に係る技術開発のみならず、不確実性を伴う現象の伝え方も含めた改善の取組を推進していくことが必要である。

このため、気象庁内外の観測データや調査・研究成果を総動員するとともに最新の ICT を最大限活用して、時々刻々と変化する地震、津波、火山現象を的確に把握・評価し、実況や経過、見通し等について、分かりやすくきめ細かに提供する等の取組を進め、利用者の置かれている状況や取得手段に応じてタイムリーに活用できるようにすべきである。また、更なる科学的知見の蓄積や技術開発を進めて、今後の見通しに関する情報の内容の充実や防災意識の向上に係る取り組みを進める必要がある。

< 具体的な目標 >

① 地震

一人一人の防災行動につながるよう、揺れの状況に関する分かりやすい情報を提供するとともに、一度、大きな地震が発生すると、防災対応は長期間に及ぶことから、このような長期間に及ぶ適切な防災対応を行うことができるよう、時々刻々と変化する地震活動や地殻変動の推移を把握・評価し、不確実性を伴う地震活動の見通しについては、安全確保等の的確な防災対応が行えるよう、利用者の置かれている状況も考慮した情報の提供を行う。

2030 年には、緊急地震速報において、面的な揺れの広がりへの予測を提供するとともに、揺れの状況について、高層ビル等における長周期地震動対策に資するよう、関係機関とも連携しながら、震度だけでなく長周期地震動階級も合わせて、様々な指標によりわかりやすく提供するとともに、予測技術や活用技術

の高度化を図る。また、関係機関と連携しながら地震活動や地殻変動を統合的に解析し、現象の推移を的確に評価することで、今後の地震活動の見通しについて、より具体的に情報の提供を行う。これにより、南海トラフ地震の発生する可能性が相対的に高まったときや、プレート境界で短期的ゆっくりすべりに起因すると考えられる地震活動が活発化したときなどに、地震活動の見通しなどの適時的確な情報の提供による効果的な防災対応への寄与が可能となる。

）津波

津波は何度も繰り返し沿岸に押し寄せ、後から来る第2波以降の津波の方が高くなることもあり、津波が減衰するまでの間、避難等の防災対応をとり続ける必要がある。一方で、予想される津波の高さや第1波の到達予想時刻等を伝える現在の情報では、自治体や住民等が、第1波の到達予想時刻を過ぎた際、警戒心を緩めてしまうおそれがある。

2030年には、自治体における津波に対する防災対応や住民における避難をいつまで継続すればよいのか、その見通しの把握に活用できるよう、津波警報等を発表した後、津波の実況や予想に基づき津波の第1波・最大波から減衰までの津波の時間的推移や警報・注意報の解除の見通しを提供する。また、津波の高さについて、天文潮位も考慮した予測を行う。なお、津波警報の第1報については、迅速性を確保するため、これまでと同様、地震の位置と規模に基づき予め計算したシミュレーション結果から作成する津波データベースを用いて発表することとなるが、シミュレーションの精緻化などデータベースの改良にも引き続き取り組み、更なる予測精度の向上を目指す。

さらに、想定されうる津波発生に係るシミュレーション結果を効果的に活用し、津波に対する防災意識の向上や事前対策促進にも寄与する。

）火山

火山噴火災害の特徴として、水蒸気噴火などの突発的な災害発生や噴火活動の継続による長期間の防災対応の可能性があることが挙げられる。火山噴火に対する住民や自治体、登山客等の的確な防災対応を支援するためには、日頃からの火山の存在やその噴火災害に関する理解や意識の向上を図るとともに、火山噴火後も含めた火山活動の推移・見通しに関するきめ細かな解説が必要である。このため、火山活動の現状を様々な観測手段により把握するとともに、噴火の推移を把握するためには、関係機関による火山の地下構造や噴火履歴等の調査・研究の成果を積極的に活用していく必要がある。

2030年には、噴火発生時等における火山防災協議会を構成する自治体等において、よりの確に防災対応が行えるよう、火山体内部構造に関する知見を収集・活用できた火山について、火山活動の推移をよりの確に予測し、噴火警報等を発表する。また、噴火活動が長期間に及ぶことも想定し、火山噴火災害の特徴等に対する自治体等のさらなる理解向上に努めつつ、噴火活動の推移をよりの確に見極め、きめ細かく解説を行い、自治体等の的確な防災対応に貢献していく。

また、降灰は、交通障害や健康被害、停電を引き起こすだけでなく、多量となる場合には建造物にも被害を生じさせることがある。現在は、降灰量を降灰の厚さによって階級で表現しているところであるが、被害に影響する降灰量は対象分野によっ

て様々であることから、より具体的な対策に結びつけるため、降灰の範囲や降灰量の予測精度を向上させる。

2030年には、降灰予報については、気象レーダーや衛星等のリモートセンシング技術を活用し、噴煙等噴火に伴う現象を即時的に把握するとともに、その結果をデータ同化することで、降灰の範囲や降灰量をよりの確に予測する。

< 目標を実現するための具体的な取組内容 >

) 観測・監視技術の向上

引き続き、気象庁だけでなく、大学、研究機関等、様々な主体が実施する観測データ等を効果的に活用して観測・監視を行う。加えて、地震・津波については、関係機関と連携しながら、南海トラフ全域における地殻変動のモニタリングを行う。

また、火山については、過去の噴火履歴等に関する調査研究の成果も活用した観測体制を構築するとともに、包括的な火山観測・監視に資するべく、Web上のカメラや機動観測におけるドローン等をはじめとするIoT技術の高度利用、降灰予測への衛星等のリモートセンシング技術の活用を推進する。

) 予測・活動評価技術の向上

地震・津波については、地震活動・地殻変動を評価する手法の高度化や、津波のリアルタイムシミュレーションの実施、断層破壊等の即時的解析技術、観測データの同化手法の開発を進める。

火山については、火山の地下構造に関する知見をさらに収集・整理するとともに、大学等の噴火予知研究の最新の成果を取り入れる。また、降灰予測に関しては、噴煙観測データの同

化手法の開発、降灰のシミュレーション技術の高度化を進める。

(2) 気象情報・データの利活用促進

気象情報・データの利活用促進について、社会における具体的な利活用の姿は、3章で述べた「気象業務により実現される社会のイメージ」から以下のようにまとめられる。

(顕著現象に対する的確な防災対応・行動)

- ・ 平時からの「顔の見える関係の構築」を通じた「理解・活用の促進」による、自治体における的確な防災対応
- ・ 誰もが分かりやすい情報提供による、高齢者を含む住民、訪日外国人旅行者等の的確な防災行動

(一人一人の活力ある生活)

- ・ 気象情報・データの利活用環境の向上による、個々人の生活の様々なシーンにおけるパーソナライズされた情報取得・活用

(経済活動等におけるイノベーション)

- ・ 気象情報・データを用いたビジネスの展開に必要な環境の整備や利用者との対話・支援の推進を通じた、新たな技術や社会の多様なニーズに応じたサービス創出

このような社会での利活用の姿を目指し、気象情報・データの利活用を促進するためには、それらの気象情報・データについて、容易に取得・利活用できる環境の整備とともにユーザ側がしっかりと利活用するための理解・活用力（リテラシー）の向上に取り組む必要がある。以下、これらの取組について述べる。

気象情報・データの取得・利活用環境の構築

近年、進展する AI 技術や IoT を活用し、一層多様化する社会的

ニーズに対応したサービス創出やパーソナライズされた情報取得の動きが進みつつある。これを踏まえ、気象庁や民間事業者等の様々な主体が広く国民一般に対し提供する気象情報・データは、社会における様々なビッグデータと組み合わせた活用に資するよう、国民共有の財産として位置づけ、社会サービスの基盤情報(ソフトインフラ)としての円滑な流通が求められる。

このため、気象情報・データについて、社会における様々なビッグデータとの効果的な相互活用に留意し、政府や社会の動向も踏まえつつ、基盤情報としての流通の促進、また個人等のエンドユーザに対する発信の強化等、より容易に取得・利活用できる環境を整えていく。

<具体的な取組内容の例>

) 気象情報・データの円滑な流通の促進

ア) 膨大な気象観測データの円滑な流通の促進

従来からの気象庁や自治体、電力・交通・通信事業者等による気象観測に加え、IoTの進展により、一般の方々による観測も含む様々な主体によるリアルタイムかつ大量の気象観測データの流通が拡大していくことが想定される。これら膨大なデータが社会に流通していくことにより、利用者によるニーズに応じたより稠密かつ多様なデータの活用が可能となる。一方で、質が多様なデータについて、利用者がそのデータの品質を把握できなければ、誤った利用や情報発信につながる懸念がある。

このため、様々な主体による気象観測データについて、その品質に影響を与える観測手法や観測環境等に関する情報がデータと共に流通し、また、気象庁が提供する基盤的なデータと容易に比較できるようにするなど「品質の見える化」

を図り、円滑な流通環境の整備を進める。これにより、利用者が様々なデータの品質を把握し、防災、生活、経済活動など、その目的に応じた適切なものを選択して活用することが可能となる。

様々な主体による気象観測データの実態の把握を進めるとともに、制度面も含む検討を行い、今後数年程度を目処に円滑な流通環境の構築を目指す。

イ) 基盤的な気象データの拡充と取得しやすい環境整備

近年、事業者や研究機関、高度な技術を持つ一般の方々等における最新の AI 技術や他のビッグデータと組み合わせた活用のため、気象庁が提供する基盤的な気象データの更なる拡充や、データを取得しやすい環境整備が求められている。また、気象庁が提供する気象情報・データについては、人による利用を想定しており機械可読に適していないものもある。

このため、社会サービスの基盤情報として広く国民一般の利用に資するよう、気象庁ホームページや民間気象業務支援センターを通じて提供している気象庁のデータ(過去データや推計気象分布などの面的データ等)を拡充する。また、それら気象データの提供環境の構築や、機械可読形式による提供、データアクセスの方法の解説などのデータ取得に係る環境整備について、政府や民間におけるオープンデータの取組とも呼応し、促進する。

ロ) 利用者における情報へのアクセス性の向上

スマートフォン等による情報収集が主流となりパーソナライ

ズされた情報へのニーズが高まっている状況を踏まえ、民間事業者等における多様なサービスも含め、個々人に対する信頼ある情報の流通を推進していくことが重要である。

このため、一次情報として気象庁自らインターネットに向けた情報発信を強化し、気象庁ホームページにおける気象情報・データへのアクセスや表示を改善するとともに、情報拡散効果の高い SNS について、その特性に留意しつつ情報発信を強化する。また、防災に関して、個々人に現在位置等を踏まえた必要な気象情報が的確に伝わるための取組について、関係機関等と連携して推進する。さらに、前述の気象情報・データの拡充や流通促進等により、民間事業者等における新たな気象サービスの創出やアプリ等を通じた個々人のニーズに沿った情報提供を促進する。

）技術革新に応じた制度の見直し（規制緩和等）

近年の技術進展や社会情勢の変化に伴う今後の気象ビジネスの更なる発展に向け、気象情報・データの円滑な流通のため、気象業務法等に規定される制度について、見直し等を可能なものから実現していくべきである。

気象観測に係る制度については、様々な主体による膨大かつ多様な気象観測データの円滑な流通のため、「品質の見える化」等を図った上で観測の実施手段や機器に関して規制緩和等を検討する。

気象予報の分野では、研究機関や民間事業者において観測・予測技術や計算機能力の向上等により降水の短時間予報の提供が可能となり、また、研究開発の成果を公表するために許可を取得する者が増えるなど、予報業務の態様が変化している。こ

の変化に対して気象予報に係る予報業務許可制度を検証し、防災情報との整合性の観点に十分留意しつつ、必要な見直し等を可能なものから実現する。これに併せて、気象データも考慮した製品・サービスの需要予測や、雲海のような地域に特有な気象現象の観光資源としての活用など、様々な分野で気象データと他データを併せて分析して利活用に関する提案・助言等を行う「気象データアナリスト」や、自治体の防災の現場において即戦力となる「気象防災の専門家」として、気象情報・データ等に精通する気象予報士の活動分野の拡大の推進を図る。

理解・活用力（リテラシー）の向上

気象情報・データについて、防災や生活、経済活動等の社会の様々な分野において適切に利活用されるためには、単に情報を提供するだけに止まらず、利用者の目線に立って気象情報・データの「理解・活用」を支援・促進することが求められる。

このため、防災や観光（訪日外国人等）を含む社会経済活動に関しても、気象情報・データの利用者である自治体や防災関係機関、様々な事業者と積極的に対話・連携を推進して共に課題を解決していけるよう、気象情報・データの「理解・活用」を促進する。また、一般の方々に対し、関係機関と連携した気象情報・データの利活用促進や安全知識等に係る普及啓発を行い、リテラシー向上を推進する。訪日外国人旅行者等についても、気象情報の多言語化など安全知識に係る普及啓発の取組を促進する。

なお、「理解・活用」を促進する取組においては、現象の時間スケール等に応じて気象情報・データの理解の仕方や有効な利用方法が異なることに注意する必要がある。

<具体的な取組内容の例>

) 気象に関するリテラシー向上を通じた的確な防災対応や活力ある生活

災害における「我が事」感を持った適切な対応行動や科学的な知見(気象や確率現象)等に関する普及啓発、学校教育等での普及啓発強化に向けた教科書や副読本に関する取組、市民参加型の科学研究(シチズンサイエンス)等による気象分野への興味や科学リテラシーの向上を図る。また、それらを通じ、子供や学生等の次世代における気象業務に関わる人材の確保・育成について、気象庁は自治体(防災・教育)や学校等と連携して継続的に推進する。さらに、インターネット等における「フェイクニュース」や不確かで利用者が判断に迷うような内容の情報に対して、リテラシー向上や正確で信頼できる情報の利用を確保するため、気象庁から SNS 等を活用し、気象に関する状況や見通し、事例について信頼しうるコメントを発信していくとともに、気象業務法の予報業務許可制度の趣旨・内容や根拠の乏しい気象予報の見分け方等に関する周知広報等を推進する。

訪日外国人旅行者等も念頭に、分かりやすい情報の充実や情報の地図表示・多言語化を推進し、位置情報と連動した精度の高い気象サービスを多言語で提供する。オリンピック・パラリンピック開催直前の 2020 年 4 月にリニューアルする「気象科学館」について、日本の四季・自然・気象を体感できるコンテンツを充実することで訪日外国人旅行者等も訪れる観光スポットとし、併せて災害に対する備えを学ぶことができる施設として拡充を図る。

) 経済活動における気象情報・データの利活用

気象情報・データが、社会における様々なビッグデータや

Society5.0における先端技術と組みあわせて活用され、ビジネスにおけるイノベーションを促進し、生産性向上を実現するためには、産業界との対話を通じたニーズの把握や気象情報・データをビジネスに利活用しやすい環境の醸成が必要である。

このため、ビジネスへの利活用促進に向け、産学官の継続的な対話を行うことにより社会の多様なニーズを把握し、気象情報・データの取得・利活用環境の構築に反映させる。また、新たな技術を活用して多様なニーズに応じた気象ビジネスを担う人材を育成するため、気象情報・データの利活用に関するセミナーや、気象データのビジネスへの活用力向上を目指した研修等を行う。さらに、気象情報・データと様々なビッグデータを組み合わせた新たな気象ビジネスを創出するため、企業間マッチングを促進するとともに、新たな気象情報・データ等を活用した新たなユーザによる気象ビジネスの事例の創出等を推進する。

また、企業活動やビジネスにおける製品需要予測や地域に特有な気象現象の観光資源としての活用など、気象情報・データと様々な官民のビッグデータとを合わせた利活用等を推進できるよう、気象予報士の「気象データアナリスト」としての活躍を促進する取組についても推進する。

(3) 防災対応・支援の推進

一人一人の生命・財産が守られ、しなやかで、誰もが生き生きと活力のある暮らしを享受できるような社会の実現に向け、本章(1)と(2)において重点的な取組事項として述べた技術開発と利活用促進については、それぞれ独立に取り組むのではなく、両者の相乗効果を発揮させ、防災や生活、経済活動に資するよう

気象業務を推進していくことが必要となる。

特に、近年は「平成 29 年 7 月九州北部豪雨」や「平成 30 年 7 月豪雨」をはじめとする激甚な大雨や顕著な大雪、猛暑、さらには「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」をはじめとする顕著な地震・火山噴火等、各地で甚大な被害をもたらす自然災害が発生しており、地球温暖化に伴い今後さらに大雨や極端な高温等が増加することも懸念されている。これらの自然災害に対し、「大災害は必ず発生する」との意識を社会全体で共有し、これに備える「防災意識社会」への転換に貢献していくことは、気象業務の大きな責務である。

国民の生命・財産に直接関わる防災について、気象業務の貢献においては、国の機関である気象庁が中核となって対応していく必要がある。先端技術等を活用した技術開発を推進し、自治体の避難勧告等や住民の避難行動へ更に有効に活用されるよう気象情報・データを改善するとともに、自治体や関係省庁と連携して、気象情報・データ等を活用した避難勧告等や住民の避難行動を促進する取組を実施していく必要がある。

このため、気象庁は、平成 29 年 7 月から運用を開始した「危険度分布」のような最新の技術開発成果を取り入れた気象情報・データを提供していくとともに、観測・数値予報の精度の大幅な向上等による気象情報・データの高度化に今後も努めていく必要がある。

また、高度化した気象情報・データについて、情報の意味や限界等が正しく理解され、防災対応に的確に用いられるよう、利用者の目線に立って気象情報の「理解・活用」（読み解き）を支援・促進する取組を進めることが必要である。具体的には、「地域における気象防災業務のあり方検討会」報告（平成 29 年 8 月）を踏

まえ、気象情報・データが防災の最前線に立つ市町村における緊急時の防災対応判断に一層「理解・活用」されるよう、各地に設置されている地方気象台においては、地域の防災関係機関との連携を強化しつつ、以下のような平時・緊急時・災害後の一連の取組（いわゆる「PDCA サイクル」）を推進する必要がある。これにより、平時・緊急時・災害後の各段階における対応のニーズや更なる改善点を把握し、それを踏まえた「理解・活用」（読み解き）に係る取組や技術開発を進めることも可能となる。

（平時）

- ・気象台長の市町村長との「顔の見える関係」構築・深化
- ・防災気象情報の理解・活用のための実践的な研修・訓練等実施

（緊急時）

- ・ホットラインや予報官コメント等による危機感の確実な伝達
- ・「気象庁防災対応支援チーム(JETT)」の派遣
- ・地域の防災関係機関、大規模氾濫減災協議会や火山防災協議会等と連携して一体的に行うより積極的な防災対応（大規模水害や大雪に関するタイムライン対応、道路管理者による予防的な通行規制の判断等に資する情報の提供 等）

（災害後）

- ・緊急対応時の状況について気象台と市町村等が共同でレビューを行う「振り返り」

さらに、自治体や関係省庁における防災対応のみならず、「防災意識社会」への転換の観点からは、安全確保行動をとる主体である住民の視点は極めて重要である。自然災害とそれに対する住民の心構えや知識が、緊急時における住民の行動に大きく影響する。地域を支える関係機関や関係者と一体となって、住民や地区・

コミュニティが防災力（自助・共助の力）を高めていくことが重要であり、このため、日頃から居住地などの災害リスクを把握し、災害が迫り来る状況においては住民自らが防災情報を「我が事」として実感をもって活用し、安全確保や避難行動等をとることができるように効果的な取組を推進する必要がある。

5 . 取組推進のための基盤的、横断的な方策

4章では、重点的に取り組むべき分野として技術開発と利活用促進の2つを掲げ、これらの相乗効果により防災対応・支援を推進する取組を有機的に進めるべきであることを述べた。このように、防災のみならず生活や経済活動等においても気象業務が大きな役割を果たすためには、定期的に科学技術の情勢や社会的ニーズを確認し、技術開発や利活用促進の取組内容を不断に見直しつつこれら2つを一体的に取り組むなど、両者の相乗効果を発揮させるべきである。

また、これらの取組を効果的・効率的に進めるには、気象庁だけでなく関係府省庁、大学等研究機関や民間事業者等との産学官連携、更には外国気象機関等との国際連携を推進しながら取り組む必要がある。

さらに、このような取組を円滑かつ効果的に進めるため、気象庁等の業務体制や技術基盤の強化について検討することも必要である。

以下、重点的な取組を効果的に進めるための基盤的・横断的な方策について述べる。

(1) 社会的ニーズを踏まえた不断の検証・改善

技術開発と利活用促進の両者を一体的に推進し、社会的ニーズに応えるための気象業務を実現する必要がある。

このため、AI や IoT をはじめとした科学技術の発展やデータの利用に関する社会情勢・関心の変化など、科学技術の情勢や社会的ニーズを定期的に確認しつつ、技術開発と利活用促進の2つの方策を有機的に結びつけて不断の検証・見直し(PDCA)を進めていくべきである。

この際、実態に即した社会的ニーズを把握するとともに、最先端技術の動向・今後の展望を踏まえて実施することが有効である。特

に、「平成 30 年 7 月豪雨」等の大規模な自然災害が発生した場合は、自治体や関係機関等が有機的に防災対応を行っていることを踏まえ、気象庁のみならず関係省庁や各地域における自治体等と共同で検証を行うことが重要である。例えば、気象台がどのような情報提供や解説を行い、それらの技術上の限界はどうだったのか、また、市町村等がそれらの情報を防災対応の判断にどのように活用できたのか等、緊急対応時の状況やお互いの対応を共同でレビューする「振り返り」を実施する。更には、気候変動等に伴いこれまでに経験のない事態となることに適切に対応していくため、予測技術に基づくシミュレーションなどを活用して、アセスメントや事前対策の検証・見直しが必要となっていることに留意すべきである。

また、生活や経済活動に資するよう、毎年実施する気象情報等の利活用状況調査や、ホームページ等を通じて寄せられる意見等の分析、「気象ビジネス推進コンソーシアム」等を通じた産業分野のニーズや課題の把握等を適時に行うことで、利活用促進に係る施策の見直しにも繋げるべきである。

(2) 産学官・国際連携による持続的・効果的な取組

気象業務及びそれと密接に関連する科学技術分野においては、気象庁に加えて、大学等研究機関や民間事業者等も、IoT や AI などの最先端の研究を盛んに行っている。気象データと観光や医療等他分野のビッグデータ等とを組み合わせた融合研究・共同研究も今後期待され、気象業務と最先端の科学技術や社会経済活動の様々な分野とを繋ぐ人材を育成する観点からも、このような融合研究・共同研究の促進が望まれる。また、気象情報・データの利活用促進に関しても、関係府省庁、自治体、報道機関等が、防災や生活におけるリテラシー向上や情報の伝え方の改善等に果たしている役割は大

きい。水害や火山、熱中症対策等に関しては、現状でも協議会や省庁間連携により効果的に実施しており、これら以外も含め様々な分野での気象情報・データの利活用促進について関係機関と一層連携して推進していくことが求められる。子供や学生等の次世代の人材の確保・育成についても、自治体(防災・教育)や学校等と連携が必要である。

このため、技術開発や利活用促進について、様々な関係機関が連携して取組を進める視点が必要である。その際、気象庁は、気象衛星や気象レーダー、アメダス、地震計等の基幹的な観測網や数値予報モデルをはじめとする気象業務の基盤技術を有するとともに、特に防災面においては国の機関として中核となって取り組んでいく立場にあることを踏まえて、関係府省庁、自治体、大学等研究機関、各事業者、更には外国気象機関とも連携を図りつつ、最先端の技術開発成果の気象業務への導入や、気象情報・データの利活用促進、さらには新たな価値やサービスの創造がより有機的に行われるような環境整備等に努める必要がある。

(3) 業務体制や技術基盤の強化

これらの方策を効果的に行い、気象業務の目指すべき姿を実現するためには、気象庁等における業務体制や技術基盤の強化について検討する必要がある。

技術開発に関しては、気象研究所を含む気象庁全体において効果的・効率的な開発体制とするとともに、技術開発のための人材育成・登用も進める必要がある。また、社会的ニーズや技術的な進展を踏まえ、技術開発に関する戦略計画を立案・実施するとともに積極的に産学官連携を推進するためのマネジメント機能も強化する必要がある。

これらの業務体制と併せて、気象衛星ひまわりをはじめ気象レーダー、地震計等の気象や気候、海洋、地震、津波、火山等の基幹的な観測網や、数値予報を行うスーパーコンピュータ、膨大な気象情報・データの円滑な流通の促進のための基盤システム等の維持・構築を図る必要がある。

また、これらの技術開発や観測・解析等の基礎システムにより充実・高度化した気象情報・データが、防災、生活、経済活動等の様々な社会分野において十分に利活用されるための環境整備を進めることも必要である。特に、防災については、気象業務を産学官連携により進める際においても国の機関である気象庁が中核となり取組を進める必要がある。各地に設置された地方気象台も含めた、より充実した観測・予測に関する情報の提供及びそれらの情報の自治体等における理解・活用の積極的な支援について、実施するための体制を構築する必要がある。併せて、気象台等におけるそれら情報提供や支援の実施に資する人材育成の取組を推進することも重要である。さらに、大規模災害に対応するための国の防災・危機管理を支える機能についても検討を進める必要がある。

6 . おわりに

「気象業務」は昔から人々の暮らしとともにあった。「夕焼けは晴れ」、「朝焼けは雨」等の諺が示すように、人々はそれぞれの時代において、個々の持つ経験、知りうる状況、手にし得る情報をもとに、未来の天気を思い描いた。四季折々の自然の表情を楽しみ、もたらされる恵みを享受し、時にはその猛威に抗いながら、共に生きていく知恵や術を、暮らしの中で人々は受け継いできた。

時代は進み、科学技術が日進月歩の進展を遂げ、社会情勢も日々変化している。これに合わせて「気象業務」も進化している。観測網の充実が目を見張るものがあるし、数値予報により、未来の天気を客観的にほぼ見通すことさえできる。地震が発生すれば、足元が揺れるより先に、携帯電話が揺れて知らせてくれる。

そのような現在にあっても、完全な観測や予測の実現には程遠いものがある。自然現象の観測には常に誤差を伴い、自然現象の予測は予測期間が長くなればなるほど不確実性が増大するという特性がある。これらの問題には科学技術の進歩により解決されるものもあるし、そうでないものもある。

観測や予測に基づき、世に送り出される気象情報・データも充実の一途を辿っている。しかし、充実の反面、情報が高度化、多様化、複雑化すれば、利用者には敷居が高くなり、理解・活用に向けた一層の配慮が求められるようになる。また、自然に対する感性が鈍り、かえって防災への自助力が低下するおそれさえある。情報が利用者に浸透し、暮らしや活動に活かされていく風土を育むとともに、情報の作り手や情報と利用者を繋ぐ担い手を育成するなど、幅広い関係者の理解を得て、国民とともに一緒になって目指すべき社会の姿に向けて気象業務の底上げを図ることが重要である。

今年7月には「平成30年7月豪雨」が発生し、多くの方が犠牲と
なられた。気象業務の進歩は目覚ましいが、いまなお自然災害によ
る犠牲者は後を絶たない。また、地球温暖化に伴い災害の激甚化が
進み、これまでの経験だけでは対応しきれない事態も発生してきて
いる。容赦ない自然の猛威に対し、私たちは真摯に向き合い、前進
し続けなければならない。

今後も、地球温暖化や少子高齢化の進行、IoTやAI等の先端技術
の進展が見込まれている。気象業務をとりまく環境が変化する中で、
これからも自然と社会の架け橋となるべく、気象業務が時代に即し
た発展を遂げることは必然と言ってよい。このような考えに立ち、
交通政策審議会気象分科会では、「2030年の科学技術を見据えた気象
業務のあり方について」と題して、気象庁への提言をとりまとめた。

本提言を実施していくことで、気象情報・データが国民共有の財
産として多くの人々に利用され、気象業務が国民や社会の期待する
役割を着実に果たしていくことを期待したい。

審議の経過

第24回（平成30年1月10日）

- （1）交通政策審議会気象分科会提言（平成27年7月29日）「『新たなステージ』に対応した防災気象情報と観測・予測技術のあり方」フォローアップ
- （2）2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方について

第25回（平成30年2月22日）

- （1）気象業務の現状
- （2）気象業務にも密接に関連する科学技術分野の現状・今後の展望
- （3）2030年の科学技術を見据えた気象業務の方向性

第26回（平成30年4月24日）

- （1）気象業務にも密接に関連する科学技術分野の現状・今後の展望
- （2）重点的に取り組むべき方策（気象業務に関わる技術開発）

第27回（平成30年7月2日）

- （1）重点的に取り組むべき方策（気象情報・データの利活用促進）
- （2）提言骨子（案）

第28回（平成30年8月1日）

- （1）提言（案）