

重点的に取り組むべき方策
(気象業務に関わる技術開発)

交通政策審議会 第26回気象分科会

平成30年4月24日

気象庁

目次

1. 前回の主なご意見について

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
(AI分野等)

3. 重点的に取り組むべき方策(気象業務に関わる技術開発)

(1) 社会的ニーズを踏まえた目指すべき水準とそのための取組

気象分野

地震・津波・火山分野

最先端技術の活用(IoT・AI等)

(2) 取組を推進する方策

4. 審議予定

技術開発に関するこれまでのご意見(抜粋)

【観測・予測精度向上】

- ・気象庁の役目として、(短期～長期予測の)予測精度の向上が一番重要。
- ・局地的豪雨の予測は難しいが、短期の予測精度をどこまで向上させるか等、目標を設けるべき。その際、精度については、空間的・時間的・インテンシティ(強度)的なものを使い分けるべき。
- ・気象と地震・火山では、(10年程度先を展望する場合)予測精度向上の困難度について、視点が異なることに留意。
- ・火山予測は学問的に難しい段階であり、まずは噴火時の対応と、それ以外(観測・予測に係る体制等)に関する今後の方向性を考える必要がある。

【最先端技術の活用(IoT・AI等)】

- ・スマホ・自動車センサー等のソーシャルなデータをもっと活用すべき。その際、信頼性に疑問のあるデータ・情報が広まらないようにする取組(品質管理)が必要。
- ・データ・情報の提供については、ベストエフォート型へ移行することにより品質保証型に比して平均品質を格段に向上させることが出来る。一方で、生命に関わる分野は品質保証型も重要。
- ・様々な主体によるデータのIoTを通じた流通については、標準化は困難であり、技術をオープンにすることでソフトの開発効率を向上させ相互接続を確保していくほかない。
- ・スパコン＝ハード、AI＝ソフトと分けずに組合せた活用をすることにより、画期的な性能向上や計算時間短縮が出来る可能性がある。
- ・物理計算と言っても完全な法則の再現は難しいことから、物理法則に基づくシミュレーションではなくAIで予測を行える可能性もある。(例：材料科学分野におけるAIを用いた実験の効率化等)
- ・(AIの機能領域で)「識別」は答が分かっているもの、「予測」は答が分からないものを対象とする一方、「実効」は社会的な意思決定であり、慎重に切り分けして議論すべき。

【産・学・官が一体となった効果的な取組の推進】

- ・ネット時代において「垂直統合型」から「分業」へと変化する中で、気象庁の担う部分の明確化と、他機関との連携が重要。
- ・産学官連携の点からは、気象分野は、気象と別のものを組み合わせた融合研究・共同研究が、他の分野以上に重要。
- ・オールジャパンに留まらず、地理的にも気象等が密接に関係する東アジア圏をはじめ国際的な取組が必要。

2030年における目指すべき気象業務に向けた取組

2030年における目指すべき気象業務

一人一人の活力ある生活

個々人の場所・状況等の日常生活の様々なシーンに密着して、必要な気象データ・情報を必要な形で入手。

顕著現象に対する的確な防災行動

より精度の高い気象データ・情報が、高齢者や外国人を含む各主体に提供・「理解・活用」され、的確な防災行動へ。

経済活動等におけるイノベーション

気象データ・情報が、様々なビッグデータや先端技術と組み合わせて活用され、多様なサービスが提供。

【方向性】 **社会的ニーズを踏まえた目指すべき水準**に向け、推進・不断の改善。
 ・産学官や国際的な連携のもと、最先端の科学技術に対応した**技術開発**
 ・データ・情報の「理解・活用」に係る取組(**リテラシー向上**)と**利活用環境の整備**

今回議論

2030年の気象業務に向けて重点的に取り組むべき方策
(**技術開発**)

2030年の気象業務に向けて重点的に取り組むべき方策
(**気象情報・データの利活用推進**)

第4回で議論

気象データ・情報の観測・予測精度向上

理解・活用力(リテラシー)向上 気象データ・情報の利用環境向上

相乗
効果
で実現

観測・予測精度向上に関する目指すべき水準と到達するための取組

社会的ニーズを踏まえた目指すべき水準の設定

...防災、生活、経済活動に求められる気象データ・情報の技術的な水準

水準への到達を実現するための取組

観測・監視能力の向上

・最先端のセンサー技術の導入・活用
 ・様々な主体による観測データの品質管理・共有・活用

予測精度の向上

・気象数値予報モデルや気象予測の高精度化
 ・地震・津波・火山噴火予測に向けた開発研究の推進

(2) 気象の観測・予測に関する水準と取組 地震・津波・火山に関する水準と取組

気象と地震・津波・火山は分けて整理

近年のニーズも踏まえ目指すべき目標を設定

最先端の動向の把握
連携を推進し積極的に活用

(2) これらの取組を推進するIoTやAI等の新たな最先端技術

「技術開発」と「利活用推進」を推進していくにあたり必要な方策

社会的ニーズの把握、目標設定、不断の改善(PDCA) ... 技術開発のためのニーズ把握を継続的に実施していく仕組み。
 産学官連携・国際連携による持続的・効果的な取組の推進 ... 気象・地震・火山等や、IoTやAIに関する最先端の技術も含めた研究開発に関する連携の体制・制度や役割分担。

2030年に向けPDCAを回して目標の再設定

2030年における目指すべき気象業務を実現するための技術的な水準

顕著現象に対する的確な防災行動

自治体や高齢者を含む住民、外国人旅行者等の各主体が的確な防災行動を取れるように、
気象データ・情報の精度向上。



【様々な気象現象に対するリードタイムが異なる防災対応に関するニーズ】

積乱雲等による短時間大雨：即時の迅速な避難行動
場所や状況、リアルタイムに変化する気象に即した予測
線状降水帯による大雨等：より早期(夜間現象は昼間から)の避難行動
明るいうちからの対応に間に合う的確な予測
台風や集中豪雨等：広域避難に係る自治体のタイムライン対応等
広域避難に間に合う(3日前から)の的確な予測

【地震・津波・火山への防災対応に関するニーズ】

命を守るため行動の必要性をより瞬時に判断
地震津波：情報の「空振り感」を無くし、より迅速・的確な行動へ直結
地震津波の推移・全体像
火山：噴火規模や推移を踏まえた的確な防災対応
火山活動の推移のよりの確な予測

一人一人の活力ある生活

個々人の場所・状況等の日常生活の様々なシーンにおける気象データ・
情報の活用に資する解像度・精度向上。

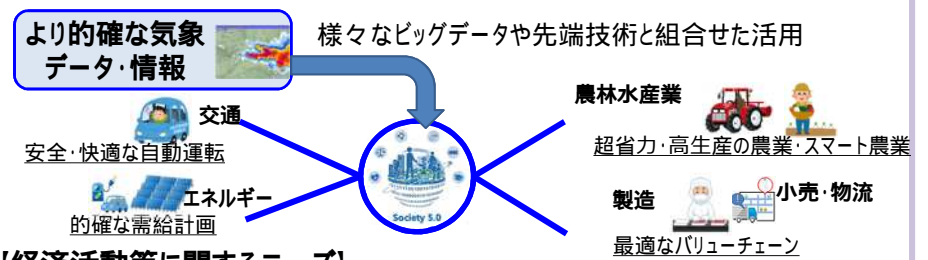


【日常生活に関するニーズ】

外出や旅行における安全で快適な行動決定に資する週間～1ヶ月先までの時間・場所をより特定した予測の提供
リアルタイム変化する紫外線や洗濯等の生活に密着した情報や家電のオンオフ等の活用に資する基盤的なデータ・情報の提供。
自治体等の地球温暖化影響への適応策策定を支援するための、数十年～100年までのより高解像度かつ統一的な予測

経済活動等におけるイノベーション

様々なビッグデータや先端技術と組み合わせた活用に役立つよう、
気象データ・情報の精度を向上。



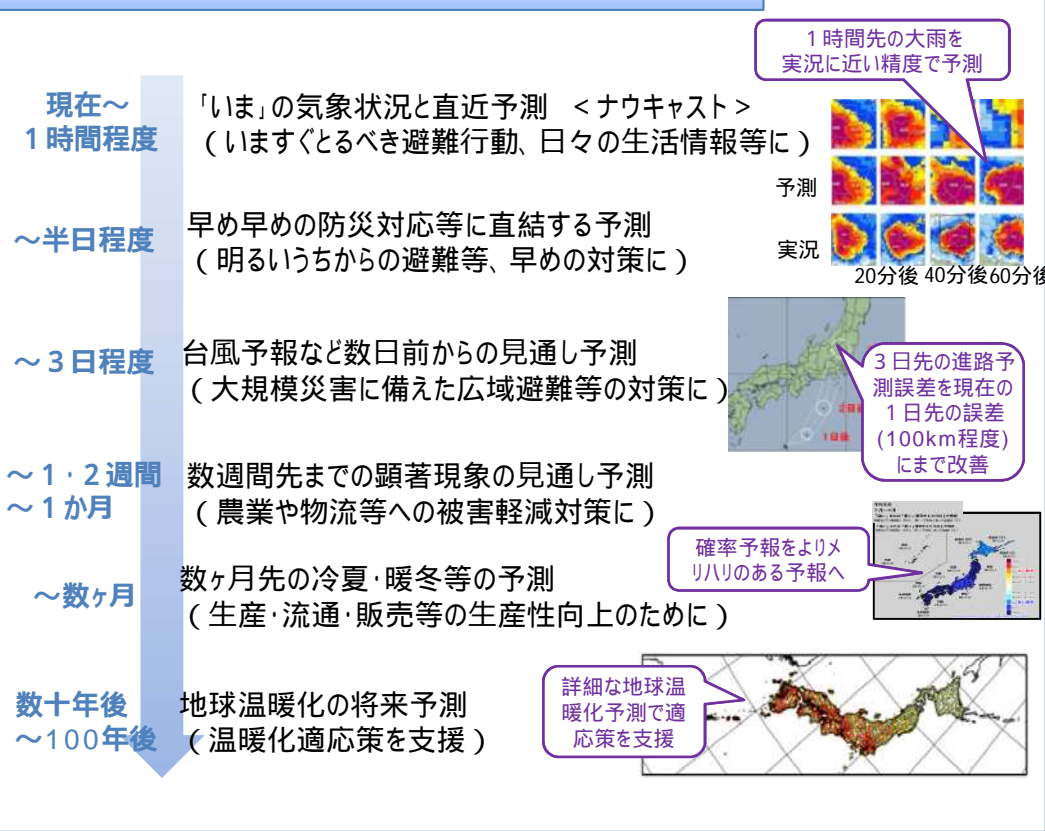
【経済活動等に関するニーズ】

社会経済への影響が大きい天候生産・流通・販売等の社会経済の生産性向上に資する3か月先の冷夏・暖冬等の予測
顕著な気象現象による農業や物流等への被害軽減のための週間～1ヶ月の予測
地震動に対する多様なニーズ(建築や交通等、インフラ分野等)へ対応する基盤的なデータの提供。

気象分野に関する展望

- 気象情報は、現在の気象状況の把握から100年先までの予測に至るまで、防災・日常生活・経済活動の様々な場面で幅広く利活用される社会サービスの基盤情報（ソフトインフラ）となってきた。
- 様々なモノ・人がインターネットでリアルタイムに繋がる時代において、社会サービスのニーズがますますパーソナライズ化していく中、今後も気象情報にはますます高度化（精緻化・高精度化）及び分かりやすさが求められる。
- 今後も気象情報が社会の様々な場面で有効に活用され、安全・安心で豊かな社会を充実・発展させていくためには、最新の科学技術を駆使しながら、常に高精度・高品質な気象情報を社会に提供していくことがきわめて重要。

さまざまな場面で活用される気象情報の高度化



実現には監視・予測技術の更なる向上が不可欠

～高精度・高品質な気象情報の提供のために～

- 「気象監視」技術**
- ✓ 気象衛星ひまわり、レーダー、アメダス等の充実・高度化。
 - ✓ 気象庁以外の観測データの活用を推進するとともに、観測ビッグデータの処理にAI等の先端技術を活用していくことで、「いま」の実況をより正確に把握し、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

- 観測精度向上による数値予報の精度向上
- ✓ 気象庁の予測情報の根幹を支える「数値予報」技術のより一層の向上が必要不可欠。
 - ✓ 集中豪雨の予測技術の高精度化に向け、複数予測（アンサンブル技術）を短時間予測に導入。さらにその結果をAI等最先端技術を活用しわかりやすい「確率情報」に翻訳。
 - ✓ 長期予測の高精度化に向け、大気・海洋・エアロゾル・炭素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組み込んだ「地球システムモデル」の導入を目指す。
 - ✓ 今後、大学など学術機関と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「数値予報」技術の飛躍的向上を目指す。
-

AIをはじめとする最新の科学技術を駆使しながら、産学官連携のもとで「気象監視」および「数値予報」技術の向上を図り、より一層、精緻化・高精度化した気象観測・予測情報を提供していくことで、安全・安心で豊かな社会サービスの実現を目指す。

気象監視・予測に関する目標と取組【現在～1時間程度】

「いま」すぐとるべき避難行動、日々の生活情報等に活用できる情報の提供

現在

現在から1時間先までの降水予測をナウキャストで提供しています。



空の様子に注意し、積乱雲が近づく兆しを感じたら、しばらく避難してください。

社会的ニーズ



雨が強くなってきたけど、「いま」どんな雨雲が近づいているのかしら。「いま」すぐ避難したほうがいいのかぁ……。この後の推移をもっと正確に知りたいわ。

自治体・住民等

気象情報に関する利活用状況調査

高解像度降水ナウキャストについて、利用していると回答したうちの5割以上が「雨量予測の精度をよくしてほしいと求める。
(平成29年3月気象庁、一般363サンプル、自治体1469サンプル)



農作物の管理のため、ピンポイントの気温や湿度の情報が欲しいな。アメダスは観測間隔が粗く、またポイントが限られていて使いづらいよ……。

企業等

気象ビジネス推進コンソーシアム会員ヒアリング

気象庁の観測データでは観測間隔が粗く、また観測ポイントが限られているため、特定地点の詳細で且つ正確な気象情報収集機能が必要。
(平成30年2月 気象データの利活用事例集)

2030年に目指すべき目標

自治体や住民が「いま」すぐ執るべき避難行動、熱中症対策、交通の安全、産業興隆等に活用できるよう、解析データやナウキャストの充実、精度向上を図る。

住民、自治体、企業等が行う対応

- ・自らに差し迫った危険な気象状況や今後の推移を把握し、**迅速に避難行動**
- ・きめ細かな気象状況をメッシュ情報で把握し、**多様な目的に活用**



気象庁の取組 **具体は次ページ**

- ・豪雨、雷、突風等の激しい現象について、1時間先までの予測情報をこれまでより高精度にして提供。
- ・気象観測ビッグデータを活用し、「いま」の気象状況をきめ細かく提供。

今後、積乱雲が発生し、近づいてきます。危険を感じたらすぐに避難行動を執ってください。



実現には観測網の充実が必須

気象監視・予測に関する目標と取組 【現在～1時間程度】

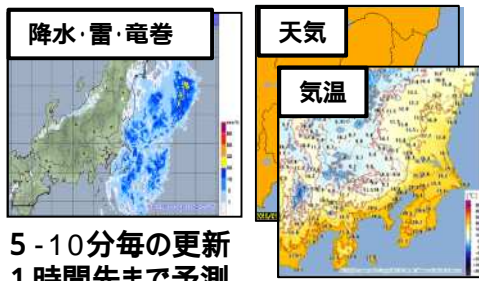
気象観測ビッグデータ等を活用した面的な解析情報・ナウキャストの充実・高度化

目標 「いま」すぐ執るべき行動・対策へ活用できるよう、精度向上・更新頻度増した「いま」の気象状況のデータの提供

「いま」すぐ執るべき避難行動、熱中症対策、交通の安全、産業興隆等に活用できるよう、解析データの精度向上を図るとともに、更新頻度をさらに細かく提供。

- 超高頻度・高解像度な気象衛星・レーダー観測を実施するとともに、様々な主体が行う気象観測等から得られる気象観測ビッグデータを最大限に有効活用することで、「いま」の気象状況（雨・雪・風・気温・湿度・日射量・天気等）をリアルタイムに且つ空間的にきめ細かく解析。
- 「いま」の気象状況を1時間先までの予測データとともに「気象ナウキャスト」として社会サービスで利用しやすい形式で提供し、防災のほか様々な分野での気象データ利活用を促進。

現在



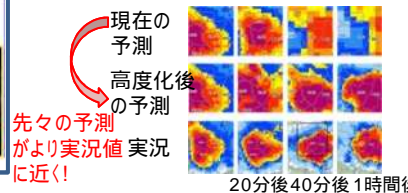
5-10分毎の更新
1時間先まで予測

1時間更新
・現在時刻の推計のみ

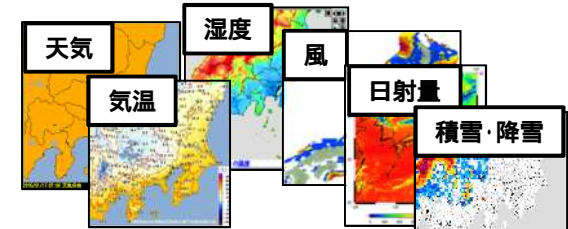
2030年

- 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時間先までの高精度な予測情報を提供

AIにより自動で積乱雲の卵を早期に発見、数値予報データ等を活用し、強雨を正確に予測



- 雪・湿度・日射量・風などの要素を順次提供

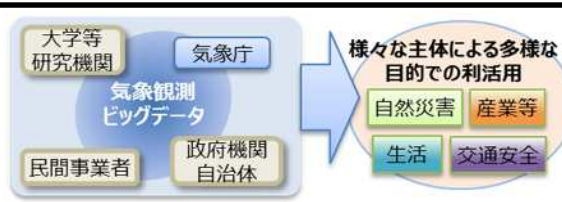


5-10分毎の更新・1時間先まで予測

実現に向けて

実現に向け：気象観測ビッグデータの有効活用

- 多様な観測データから有効な情報の抽出、品質管理にAIを導入することで、速報性・信頼性を向上
- 社会に流通する気象観測ビッグデータをそれぞれの目的に応じて適切に安心して扱える環境の構築（データの品質の見える化、流通・蓄積基盤の構築等）



詳細は第4回

気象庁や様々な主体による観測データからなる気象観測ビッグデータ

実現に向け：気象庁基盤観測網の充実・高度化

- 気象衛星ひまわりの超高频度・高解像度化、観測バンド(要素)の充実
- 高時間空間分解能の観測が可能な次世代気象レーダーの導入
- 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況のリアルタイム把握

実現に向け：様々な主体による観測データの有効活用

- 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・有効活用



気象監視・予測に関する目標と取組 【～半日程度～3日程度】

的確な防災対応を支援する気象予測情報の改善

現在

荒れた天気になりそう
だということは、
数日前からわかります。



気象庁

災害が、いつ、どこで発生する
おそれが高まるか等は、**精度**
を踏まえて段階的に提供する
情報を活用してください…。

社会的ニーズ



住民

大雨が、まさか**自分のところ**とは思わなかった。
災害発生直前に「危険」と言われても、避難する時間は
確保できないわ…。特に夜間は気づかないかも…。
もっと**わかりやすく**言ってくれないと…。

気象情報に関する利活用状況調査

回答者の**9割超**が…**予測精度向上**・危険な状況の**わかりやすい提示**を求める。
(平成30年3月気象庁、国民対象 有効回答2,000人)



自治体等

広域避難の必要性はわかるけど、数十万人もの住民が
動かし、かなり早い段階からの対応が必要だから、
「空振り」となるのは困る。例えば3日前の**早くから予測**
して欲しいし、予測の精度ももっと上げて欲しいなあ…。

洪水・高潮氾濫からの大規模・広域避難に関する基本的な考え方

避難勧告等の発令には、洪水や高潮による**長時間先の災害発生の予測手法や予測精度**
を向上するための技術開発が必要
(平成30年3月中央防災会議洪水・高潮氾濫からの大規模・広域避難検討WG報告書)

2030年に目指すべき目標

自治体・防災関係機関や高齢者を含む住
民、外国人旅行者等の各主体が**よりの確**
な防災対応をとれるよう、**予測情報の更な**
る高度化を図る。

国民・各機関が行う防災対応

- ・危険度が急激に上昇する現象でも、**迅速・**
確実かつ早期に避難行動
- ・夜間の現象については、**明るいうちからの**
早め早めの避難行動
- ・広域避難に係る**タイムラインの確実な実行**



気象庁の取組 **具体は次ページ**

- ・集中豪雨に伴う災害発生の危険度を、確
率情報に翻訳し、半日程度前から情報提
供・防災機関向けに解説。
- ・3日先までの雨量や高潮等の見通し情報
を精度良く提供・解説。

12時間後には、**地域で特別警報**
級の大雨になる可能性が高いため、**早**
めの避難行動が必要です。



気象庁

実現には**数値予報の精度向上が必須**

目標と取組の具体的内容 【～半日程度～3日程度】

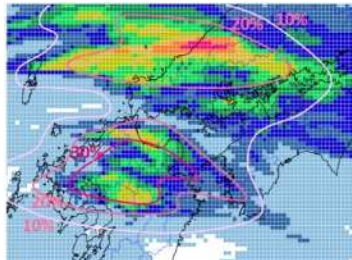
目標 線状降水帯による「甚大な災害をもたらす大雨発生の可能性」及び災害発生危険度を半日前から提供

線状降水帯による夜間の大雨にも明るいうちから対応できるよう、半日前から線状降水帯の発生・停滞を予測し、「甚大な災害をもたらす大雨発生の可能性」及び災害発生危険度をメッシュ情報で提供。

- **概ね3年後**： この時点では線状降水帯の発生を12時間前から予測するのは難しいため、メソアンサンブル予測及びAI技術を活用し、12時間先までに線状降水帯が発生した場合に、同じ地域に3時間以上停滞する（特別警報級の大雨となる）確率をメッシュ情報で提供。
- **2030年**： 数値予報技術の大幅な高度化により、12時間前から線状降水帯の発生を予測するとともに、最新のAI技術を導入し、線状降水帯に伴う大雨による土砂災害、浸水害及び洪水害の危険度分布を提供。

概ね3年後

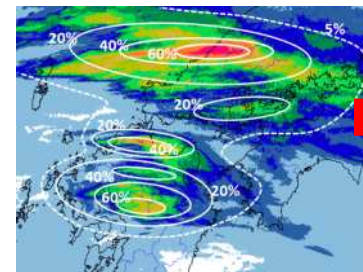
確度はまだ低いものの、12時間前から線状降水帯が発生した場合に停滞する可能性を把握



降水予測及び線状降水帯による大雨発生の可能性（概ね3年後のイメージ）

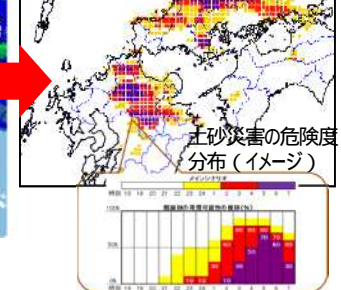
2030年

12時間前から線状降水帯の発生・停滞の可能性を確度高く把握し、これに伴う災害発生危険度分布も提供



降水予測及び線状降水帯による大雨発生の可能性（2030年イメージ）

危険度分布（確率情報）に翻訳

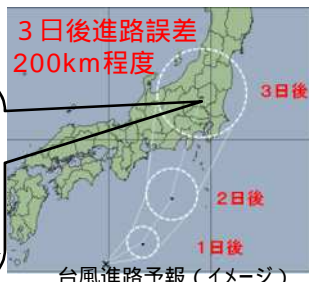
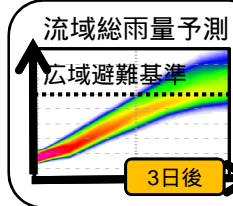


目標 大規模水害時の早期広域避難に資する「台風総雨量予測」等を3日前から提供

台風の予測精度を大幅に向上し、台風及び周辺の雨雲に伴う3日先までの雨量予測や、高潮・波浪予測を精度良く提供。これにより、台風襲来の3日前から河川流域の雨量や高潮・波浪の見通しを把握することができるようになり、的確な広域避難オペレーションに貢献。

- **概ね3年後**： 台風が日本に接近する可能性がある場合に、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メッシュ情報の提供を開始。次世代高潮モデルを運用し、より長期かつ高精度な予測の提供。
- **2030年**： 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日先の誤差程度）にまで改善し、大河川の流域雨量や高潮の予測精度を大幅に向上。加えて、3日先までの時間別雨量予測メッシュ情報の提供を開始。

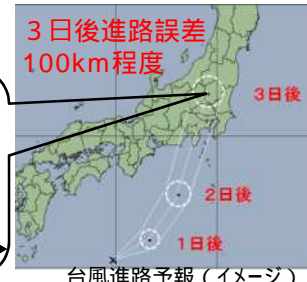
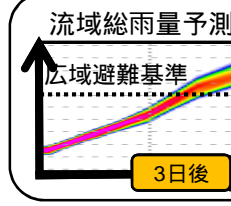
概ね3年後



台風進路予報（イメージ）

予測幅はまだ大きいものの、3日先までの流域総雨量を把握

2030年



台風進路予報（イメージ）

気象監視・予測に関する目標と取組 【～1・2週間～数ヶ月】

気候による社会経済への影響を軽減する予測情報の改善

現在

地方では、来週日から7日間程度、顕著な高温となる見込みです。



気象庁

地方では、この夏の気温は平年並か高い見込みでその可能性はともに40%です。

社会的ニーズ



自治体・住民等

気温はもちろんだけど、**暴風や大雪の影響も甚大なので前もって見通しがわかると対策がとりやすいんだけど、天気予報みたいに自分の県がどうなるかわかると使いやすいのに。**

自治体や農業関係機関へのアンケート（平成27年度）

・特に顕著な大雪が予想される場合には、事前準備が必要となるため、早めの情報提供に基づく対応ができればリスクの回避に役立つ（岩手県内自治体の道路管理局）



企業等

猛暑になることが数ヶ月前から精度よく予報されれば、商品の生産や流通、在庫管理に役立つのになあ。

全国清涼飲料連合会との共同調査（平成28-29年度）

3か月予報などより長期の予報精度が高まると生産管理にもっと活かすことができ、近年世界的な問題になりつつある食品ロス問題にも大いに貢献する。
（平成28年度気候リスク管理技術調査報告書（清涼飲料分野）より）

2030年に目指すべき目標

自治体、企業、住民等が熱波や寒波などの社会的に影響の大きい気象現象に対して、前もって対策をとれるよう、**予測情報の更なる高度化を図る。**

自治体、企業等が行う対応

- ・極端な気象現象へ対応するための体制を事前に計画（大雪に対する除雪体制、農業における作物管理等）
- ・数ヶ月先までの商品の生産、流通、在庫管理計画へ予報を活用



気象庁の取組

具体は次々ページ

- ・気温以外の顕著な気象現象（暴風・大雪等）の予報を2週間先まで提供。顕著な高温、低温等に関する情報を1か月先まで提供。
- ・冷夏・暖冬等の予測を数か月先まで精度よく提供。

来週後半は大雪となる見込みです。早めの対策が必要です。3週間先にも寒波による低温が予想されますので、引き続き注意が必要です。



気象庁

実現には数値予報の精度向上が必須

気象監視・予測に関する目標と取組【～数十年～100年後】

地球温暖化の影響への適応策に資する地球温暖化予測の改善

現在

地方は、2100年には気温が 度上昇し、大雨は 倍になります。



気象庁

地球温暖化の予測には不確実な部分があり、この予測は最も温室効果ガスの排出が多いシナリオに基づいています。

社会的ニーズ



自治体等

地方といっても広いし、海沿いとか山沿いではぜんぜん違うだろうな。自分の街が将来どうなるかがわからないと、具体的な対策がとりづらいよ。

2100年だけでなく近い将来どうなるかが知りたいよ。気温だけでなく、極端な大雨や海の情報も欲しい。

地球温暖化の影響は何となく実感するけど、色々な予測結果や研究成果があって、結局どの情報を信じて対策をすればいいのかわからないよ。

「地域適応コンソーシアム事業」全国運営委員会（平成29年度）

- ・自治体レベルの影響評価には1kmの空間解像度であることが望ましい。
- ・多くの分野で比較的近い将来（例えば2030～2050頃）の気候シナリオが必要。
- ・可能な限り統一的な気候シナリオを採用することが望まれる。

気候変動の影響への適応計画（平成27年閣議決定）

- ・大雨等の極端な現象の解析も含め、詳細な情報を「地球温暖化予測情報」等として提供するほか、気候予測の高度化に努める。
- ・大雨等の異常気象の出現頻度増加及び海洋酸性化の進行等に関する詳細な情報を提供する。

（第3部第1章 観測・監視、調査・研究等に関する基盤的施策）

2030年に目指すべき目標

自治体等が、顕在化しつつある地球温暖化の影響に対し、より効果的な適応策を講じられるよう、**予測情報の更なる高度化を図る。**

自治体等が行う対応

- ・「わが街」の将来の気候を把握し、その影響に対し、必要な対策を抽出。
- ・当該自治体の地理的特性や産業構造を考慮し、優先して実施すべき対策から実施。



気象庁の取組 具体は次ページ

- ・自治体等の適応策策定に資する温暖化予測情報の提供（市町村単位、近未来、極端現象等）
- ・対策の根拠となる地球温暖化に関する統一的な見解を、関係省庁と連携して提示。

数十年後には、市では、気温がおよそ～度上昇し、1時間50mm以上の大雨の発生回数が現在の～倍になる見込みです。



気象庁

実現には数値予報の精度向上が必須

目標と取組の具体的な内容 【～1・2週間～1ヶ月】

目標 ～1・2週間、～1ヶ月 顕著な気象現象予測に関する情報の高度化

台風予報改善を目指した数値予報モデルの総合的改善の取組みや、地球システムモデル等の先進的技術を導入し、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を1ヶ月先まで確度高く提供。

2週先までの顕著現象（気温、暴風、大雪）の予測情報を提供

- 2030年：極端な高温、低温に加え、2週先までの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、一次細分区域ごとに精度よく予測

現在



地方予報区ごとに顕著な気温・雪を7日平均で予測

2030年

気温は日別、暴風・大雪は週の前後半程度で、1次細分区域ごとの顕著現象を精度高く予測

【発表区分】 地方 一次細分
 【要素】 気温・雪 気温、暴風、大雪
 【2週目の予報】
 7日平均 気温：日別、他：週の前後半

顕著現象の可能性	1日先	2日先	3日先	4日先	5日先	6日先	7日先	8～10日先	11～14日先
秋田 (気温)									
秋田県沿岸 (暴風)								[高]	[中]
秋田県沿岸 (大雪)								[中]	

1ヶ月先までの熱波・寒波等の予測情報を提供

- 2030年：1ヶ月先までの熱波、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

現在

平年より高いか低いかの確率表現のみ

< 気温経過の各階級の確率 (%) >



凡例: 低 (blue), 平年並 (yellow), 高 (red)

2030年

熱波・寒波の可能性を週ごとに端的に表現

	1週目	2週目	3週目	4週目
関東甲信地方	低温	平年並	顕著な高温 [可能性大]	顕著な高温 [可能性中]

- 熱中症、雪害等に対する可能な限り早期の事前対策。
- 物流、農業、水産業等の各産業における気候によるリスクの軽減。

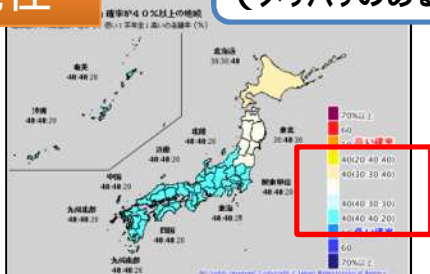
目標と取組の具体的内容 【～数ヶ月、～数十年～100年後】

目標 ～数ヶ月 冷夏、暖冬、残暑等の季節に関する情報の高度化

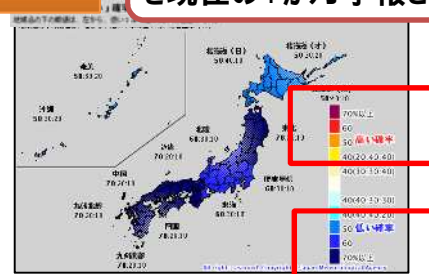
地球システムモデル等の先進的技術を導入し、冷夏、暖冬、残暑等の社会経済的に影響の大きい情報を確度高く提供。

- 2030年：生産、流通、販売等への利用を通じて広く社会経済の生産性向上に資するため、地球システムモデル等の先進的技術を導入し、冷夏、暖冬、残暑等の社会経済的に影響の大きい情報を確度高く提供。

現在



2030年



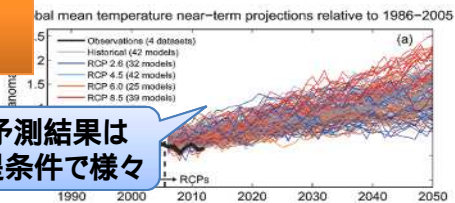
生産、流通、販売等への利用を通じて広く社会経済の気候によるリスクを軽減、生産性を向上。

目標 ～数十年～100年後 地球温暖化予測情報の高度化

既に顕在化し、今後ますます深刻化する地球温暖化への市町村を含む自治体や民間における適応策策定に資するよう、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：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市町村単位の予測情報を提供する。

現在



国内を7つの地域に分けて分析



2030年

【技術レベルに起因する課題】
 ・「わが街」がどうなるか知りたい
 ・近い将来どうなるかを知りたい
 ・極端現象や海洋等の予測も必要

自治体等の適応策を支援するため、市町村単位の予測、数十年先までの近未来予測、極端現象や海洋等の予測、将来の予測に対する統一見解を提供する。

既に顕在化し、今後ますます深刻化する地球温暖化への、自治体や民間における適応策策定へ貢献。

地震・津波・火山分野に関する展望

- 災害をもたらすような現象の発生頻度は極めて小さい現象だが、**地震・津波・火山に関する情報は、防災上極めて重要な情報。**
- **地下で発生している現象を確実に捉える**ためには、気象庁自らの観測網だけではなく、他機関の観測データの活用を推進するなどして**観測・監視体制を充実**を図ることが重要。それをもとに、どのような地震・津波・火山現象が発生しているのかを的確に評価した上で、**現象の今後の推移・見通し**について情報提供していくことが重要。
- **地震の発生や噴火等については、予測の困難性**も踏まえた取組を推進していくことが必要。

地震・津波・火山分野での目指すべき高度化の方向性

【地震・津波】

揺れの状況や今後の地震活動の見通しを提供

- ・面的な揺れの広がりや予測を提供
- ・震度だけでなく、長周期地震動階級も合わせ、揺れの状況を様々な指標により提供
- ・より具体的な今後の地震活動の見通しを提供

津波の時間的推移や解除の見通しについて提供

- ・津波の第1波・最大波から減衰まで、津波の時間的推移を提供するとともに、警報・注意報解除の見通しをお知らせ
- ・天文潮位も考慮した津波の高さの予測

【火山】

火山活動のよりの確な評価

- ・火山活動の推移を見通すため、火山体内部構造に関する知見をさらに収集・整理しイメージ化することにより、火山活動をよりの確に評価

降灰予報の高度化

- ・噴煙現象の全体像をリアルタイムに把握し、データ同化するとともに、シミュレーション技術を高度化することにより、降灰予報の予測精度を向上

実現には観測・監視体制の充実、推移の予測や活動の評価技術の更なる向上が不可欠

観測・監視

【地震・津波】

- ✓ 関係機関が整備した地震・津波観測データの活用
- ✓ 南海トラフ全域の地殻変動のモニタリング

【火山】

- ✓ 過去の噴火履歴も踏まえた死角のない観測体制の構築
- ✓ Webカメラやドローン、噴煙のリモートセンシング技術

予測・活動評価

【地震・津波】

- ✓ 地震活動把握手法の高度化
- ✓ 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

【火山】

- ✓ 大学等の噴火予知研究の成果の取り入れ
- ✓ 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

予測の困難性を意識しながらも、関係機関の観測データや最新の科学的知見を積極的に活用することで、地下で発生している現象を確実に捉え、現象の今後の推移・見通しについての情報を提供し、安全・安心な社会の実現を目指す。

地震分野に関する目標と取組

揺れの状況や地震活動の見通しを分かりやすく提供

現在

緊急地震速報。強い揺れに警戒。

×時×分ごろ地震がありました。震源地は××。震度6強××市。



同程度の地震が続発した事例があるので、地震発生から1週間程度は震度 程度の揺れに注意してください。

社会的ニーズ



住民

緊急地震速報を受け取ったけれど、もう少し早く教えて欲しいな。自分のいる場所にどのような揺れになるのかわからないと、具体的な行動に移しにくいよ。

気象情報に関する利活用状況調査（平成30年度）対象：国民（2,000人）

緊急地震速報について、「強い揺れが到達するまでの時間（猶予時間）を長くしてほしい」、「揺れの強さの予測精度を上げてほしい」との回答が8割前後。「現状より小さい地震の予測も伝えてほしい」との回答も25%前後



自治体等

大きな地震があって住民が避難したけど、今後の地震活動の見通しが分からないと、住民への注意喚起や救助・復旧活動等の具体的な防災対策がとりづらい。

地方公共団体への調査（平成25年度）対象：各都道府県、及び一部市町村

地震関係でどのような情報が必要かとの質問に対し、「今後の地震活動の見通し」であると回答した自治体が最も多い。

2030年に目指すべき目標

住民や自治体等が、的確な防災行動・防災対応を取れるよう、揺れの状況や地震活動の見通しを分かりやすく提供する。

国民・各機関が行う防災対応

- ・到来する揺れの大きさをイメージし、揺れから身を守るための行動
- ・地震の揺れによる被害を早期に把握することで、迅速な救助等の対応
- ・二次災害が発生しないような復旧、救助活動



気象庁の取組

具体は次ページ

- ・緊急地震速報で面的な揺れの予測を提供
- ・様々な具体的な行動・対応に活用しやすいよう、長周期地震動階級も合わせ、揺れの状況を様々な指標により提供
- ・より具体的な今後の地震活動の見通しを提供

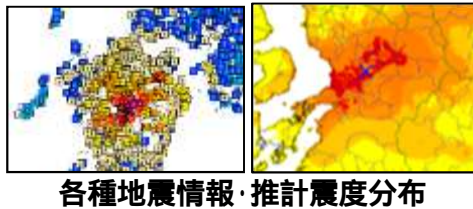
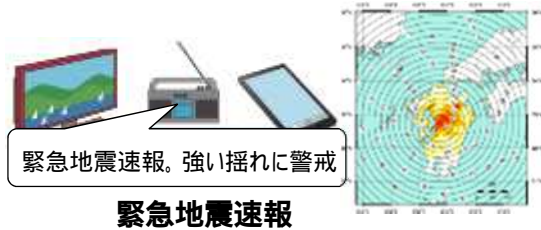
実現のためには、より多くの正確な観測データの収集と提供手段の整備、地震活動の的確な評価技術が不可欠

目標と取組の具体的内容【地震】

目標 防災行動・防災対応を支援するため、揺れの状況や今後の地震活動の見通しを提供

揺れの状況や今後の地震活動の見通しを提供することで、的確な避難回避行動や復旧、救助活動を支援。

現在



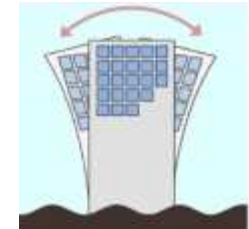
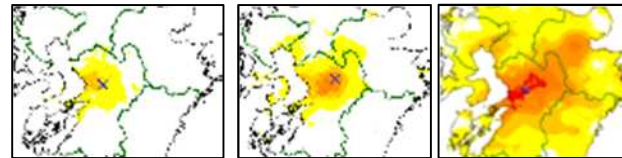
1週間程度の間と同程度の地震が連続した事例があることから、地震発生から1週間程度は震度5強程度の揺れに注意。

今後の地震活動の見通し

2030年

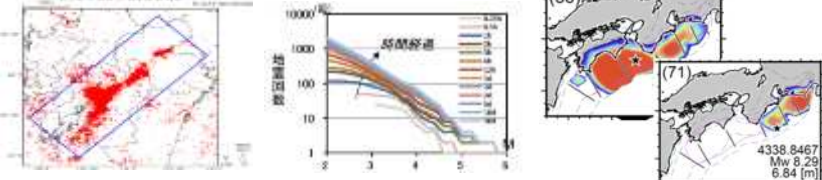
➤ 面的な揺れの広がりや予測を提供するとともに、震度だけでなく、長周期地震動階級も合わせ、揺れの状況を様々な指標により提供。

緊急地震速報で面的な揺れの予測



➤ 自動処理震源データの活用や各種地震活動指標の開発によって、地震活動の推移を的確に評価し、より具体的な今後の地震活動の見通しを提供。また、「南海トラフ地震に関する情報」を的確に運用。

情報発表にあたって考慮していくデータ



実現に向け : 様々な主体による観測データの有効活用

- 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地震の観測データを有効活用
- 南海トラフ全域における地殻変動のモニタリングが不可欠



津波分野に関する目標と取組

津波の時間的推移や解除の見通しについて提供

現在



気象庁

県に大津波警報。 県に津波警報。

県では第1波の予想到達時刻××時××分。
高いところで mの津波。

社会的ニーズ



自治体等

津波警報で住民を避難させているけど、津波警報はいつ解除するのだろうか。どの程度の期間、避難すればよいかわからないので、要員や資材をどの程度確保すればよいか見通せない。

もうこれ以上大きい津波は来ないのだろうか。

津波避難等に関する調査（平成23年度）対象：北海道 東京以西
東北地方太平洋沖地震において、解除が長引いたが、やむを得ないとする回答が70%である一方で、もっと早く解除すべきであったという声も24%ほどある。

地方公共団体への調査（平成25年度）対象：各都道府県、及び一部市町村
津波関係でどのような情報が必要かとの質問に対し、津波警報解除の見通しが知りたいとする回答が最も多く、第二波以降の予想を提供して欲しいとの回答もある。

2030年に目指すべき目標

住民や自治体等が、避難等津波に対する的確な防災対応を取れるよう、津波の第1波・最大波から減衰までの時間的推移や解除の見通しを提供。

国民・各機関が行う防災対応

- ・津波警報解除の見込みを意識した防災対応
- ・第1波・最大波から減衰までの時間的推移がわかるため、第1波の予想到達時刻が過ぎ家に帰るなどの行動をとらず、津波警報解除まで安全な場所での避難を継続



気象庁の取組

具体は次ページ

- ・津波の時間的推移や解除の見通しについて提供
- ・天文潮位も考慮した津波の高さの予測

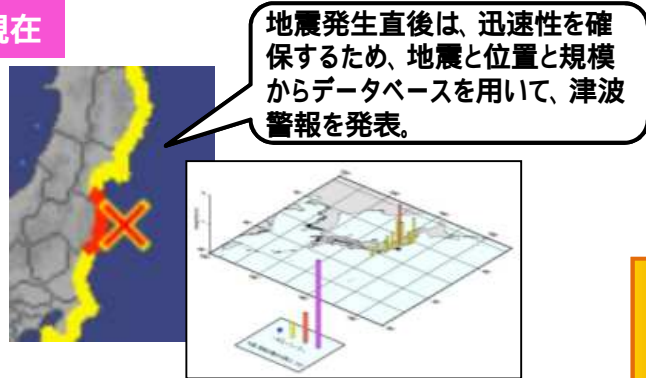
実現のためには、より多くの観測・解析データの収集と提供手段の整備、シミュレーションのための計算機資源が不可欠

目標と取組の具体的内容【津波】

目標 防災行動・防災対応を支援するため、津波の時間的推移や解除の見通しについて提供

最大波の高さや第1波の到達予想時刻だけでなく、第1波・最大波から減衰するまで津波の全体像について情報を提供することで、避難の見通しを立てることが可能となるとともに、第1波の到達予想時刻を過ぎても津波への警戒心を継続することが可能。

現在



【順次発表される津波に関する警報・情報】

- 大津波警報・津波警報・津波注意報
- 津波の到達予想時刻
- 津波の高さに関する情報
- 津波観測に関する情報
- 沖合の津波観測に関する情報

< 津波警報 >
県
予想される津波の高さ 3 m
第1波の到達予想時刻 時 分

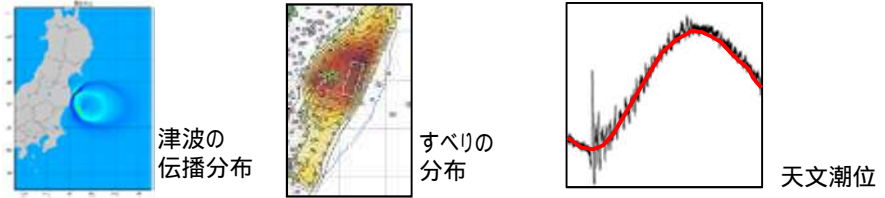
最大波の高さや第1波の到達予想時刻は記載されているが、減衰までの時間推移がわからない。

2030年

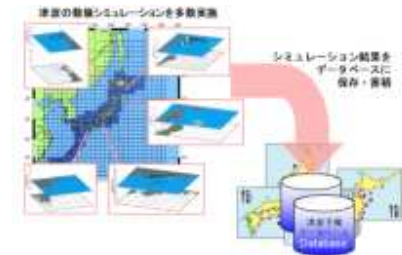
- 津波警報を発表した後で、津波の第1波・最大波から減衰まで、津波の時間的推移を提供するとともに、警報・注意報解除の見通しをお知らせ。
- 天文潮位も考慮した津波の高さの予測を実施。

	11時台	12時台	13時台	14時台
県	警戒	海面変動		
県	警戒	海面変動		
県	注意	海面変動		

シミュレーションにあたって考慮するデータ



- 津波警報の第1報はこれまでと同様、迅速性を確保するため、地震の位置と規模からデータベースを用いて発表。引き続き、データベースの改良にも取り組む。



実現に向け : 様々な主体による観測データの有効活用

- 引き続き、気象庁の潮位観測データだけでなく、大学、研究機関等、様々な主体が実施する潮位観測データや海底津波計等を有効活用



火山分野に関する目標と取組

火山活動のよりの確な評価 / 降灰予報の高度化

現在

社会からの要請



専門家

噴火警報等の的確な発表のためには、観測体制の充実と研究成果を取り入れた監視・評価体制の強化が必要

火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会（平成26年度）
・火山活動を監視・評価し、噴火警報・噴火予報や火山活動に関する情報を的確に発表するためには、観測体制の充実を図るとともに、大学等の噴火予知研究の成果を確実に取り入れるなど、火山監視・評価体制についても強化する必要がある。



気象庁

時までの降灰量は 市で多量となり、降灰は××市まで予想されます。

社会的ニーズ



自治体
・住民等

降灰量が正確に見積もれると、除灰計画が立てやすい。

降灰予報の改善に向けたニーズ調査（平成25年度）
対象：桜島・霧島山・浅間山周辺一般住民
・96%の人が降灰の経験があると回答しており、そのうち70%が火山灰を被ったり何らかの被害にあった経験があると回答。降灰予報を今後利用したいとする人は90%以上。
対象：全国29の火山周辺の自治体
・灰の除去計画の検討、農業への影響の見積もり、児童・生徒の登下校判断などの様々な場面での降灰予報の活用が挙げられている。

2030年に目指すべき目標

住民や自治体等が、噴火に対する的確な防災対応を取れるよう、噴火警報・噴火警戒レベルをよりの確に発表するとともに、降灰予報の更なる高度化を図る。

国民・各機関が行う防災対応

- ・火山活動の状況（噴火警戒レベル）に応じた防災対応
- ・降灰予報に基づく、除灰計画の策定、農業等の被害の軽減



気象庁の取組

具体は次ページ

- ・火山体内部構造に関する知見をさらに収集・整理しイメージ化
- ・噴煙現象の全体像のリアルタイム把握とデータ同化、シミュレーション技術の高度化

観測体制の充実とよりの確な火山活動の評価が不可欠。降灰予報については、観測・シミュレーション技術の高度化が不可欠

目標と取組の具体的内容【火山】

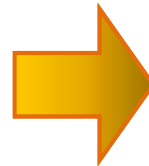
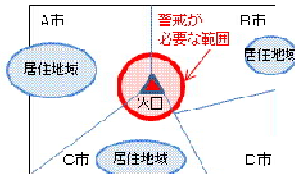
目標 火山活動のよりの確な評価、降灰予報の予測精度向上

火山帯内部構造も踏まえた火山活動の評価を行い噴火警報・噴火警戒レベルをよりの確に発表することにより、住民や自治体等における的確な防災対応を支援。また、降灰予報の精度向上により、自治体や住民における防災・経済・生活における除灰計画・対応に活用。

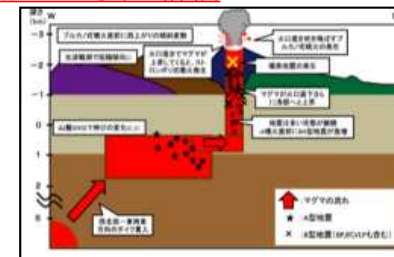
火山活動のよりの確な評価

➤ 2030年：火山体内部構造に関する知見をもとに火山活動の推移をよりの確に予測し、噴火警報等を発表

現在 ➤ 過去の噴火履歴等から作成される噴火シナリオに基づき、今後の活動の推移を予測し、噴火警報等を発表



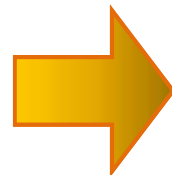
2030年 ➤ 火山活動の推移を見通すため、火山ごとに火山体内部構造に関する知見をさらに収集・整理しイメージ化することにより、火山活動をよりの確に評価



降灰予報の高度化

➤ 2030年：気象レーダー等のリモートセンシング技術を活用し、噴火を即時的に把握。また、その結果をデータ同化し、降灰の影響範囲をよりの確に予測。

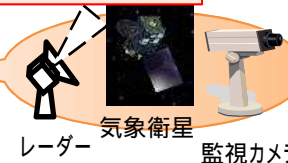
現在 ➤ 観測された噴煙の高さをもとに、シミュレーションにより降灰の量と分布を予測。



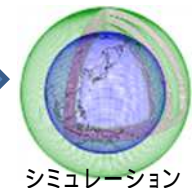
2030年 ➤ 噴煙現象の全体像をリアルタイムに把握し、データ同化するとともに、シミュレーション技術の高度化により、降灰予報の予測精度を向上。



リモートセンシング技術で全体像を把握



降灰の推移を予測



実現に向け：死角のない観測体制の構築及び大学等の研究機関との連携の推進

- 死角のない監視体制の構築
- Webカメラやドローン、噴煙のリモートセンシング技術の活用
- 大学等の研究機関との連携を推進し、最新の噴火予知研究の成果の確実な取り入れ



3.(1) 取組に関する最先端技術の活用(1 / 2)

IoT・ビッグデータの活用について

気象業務における想定しうる利活用

気象ビッグデータは、社会のさまざまな場面・活動に大きく影響する**ソフトインフラ**。

気象観測はすでに自治体をはじめとする行政機関のほか、電力・交通・通信事業者など様々な機関が実施。近年、IoTの進展により様々な気象観測データがリアルタイムにまた大量に得られるような時代に。

今後も引き続き気象観測を行う主体やデータ利用者の多様化によって、**社会における気象観測データの流通が大きく広がっていく**ことが見込まれる。

社会に流通する気象ビッグデータを様々な社会・環境データと組み合わせることによって、社会サービスに革新的な付加価値をもたらす可能性を秘めている。

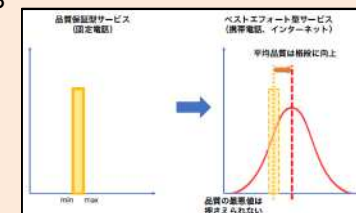
今後に向けて取組むべき事項

産学官の様々な主体が行う気象観測等から得られたビッグデータを最大限に収集し共有。

- ・気象庁における活用例 ... 気象の状況(雨・雪・風・気温・湿度・日射量・天気等)を、AIをはじめとする先端技術を駆使しながらリアルタイムに且つ空間的にきめ細かく解析し、情報へ活用。
- ・産学官における活用 ... 共有データは、品質管理等を施したうえで、地点実測データや実況解析値として気象庁から還元。

信頼性に疑問のあるデータ・情報が広まらないようにする取組(品質管理)が必要。

- ・収集したデータ・情報の還元について、ベストエフォート型と品質保証型の整理が必要。
ベストエフォート型：品質保証型に比して平均品質を格段に向上させることが出来る。
品質保証型：生命に関わる分野等では一定の品質を確保することが重要。
- ・また、IoTに関しては標準化は困難であり、技術をオープンにすることでソフトの開発効率を向上させ相互接続を確保していくほかない。



社会に流通する気象観測データを適切に安心して利活用できるようにするためには、「**データ品質の見える化**」等、**データの流通・利用拡大に資する環境整備が必要**。

3.(1) 取組に関する最先端技術の活用(2 / 2)

AIの活用について

現時点で想定しうる気象・地震・火山の監視・予測における利活用

現象の監視や解析、予測における効果的な補助等の以下のような例について、AIの「識別」や「予測」機能の活用の可能性が想定される。

識別

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
多様な観測データから有効な情報の抽出、品質管理
台風や線状降水帯の画像解析
火山噴火等に関する画像解析 等



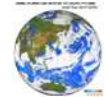
予測

気象予測においても、気象・気候予報の応用技術である「ガイダンス」において「機械学習」を取り入れており、今後のAI技術の進展により、気象監視・予測等の様々な場面で活用できる可能性。

集中豪雨の予測技術の高精度化に向け、複数予測(アンサンブル技術)を短時間予測に導入。さらにその結果をAI等最先端技術を活用しわかりやすい「確率情報」に翻訳。

数値予報

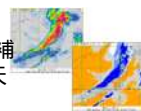
世界中の観測データをもとに、現在の大気の状態(気圧や温度、湿度等)を解析し、物理法則に基づいて将来を予測。



翻訳

ガイダンス

統計手法(ニューラルネット、カルマンフィルタ等)を用いて、数値予報結果から、誤差を補正し、数値予報が直接算出しない要素(天気、降水確率等)に「翻訳」。



今後に向けて取組むべき事項

気象庁自身がAIそのものに関する知見を有するものではなく、**活用にあたっては、専門的な知見を持つ研究機関や民間事業者との連携は不可欠**。まずは、上記のよう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、**積極的に情報交換や連携を進めていく**。

AI等の科学技術は日進月歩で進化が進んでおり、**継続的に関係者と対話・連携**を行うこと等により最新動向をキャッチアップし、**更なる活用の可能性を探っていく**必要がある。

気象庁における利活用のみならず、民間事業者等におけるAIと気象データ・情報と組み合わせたプロダクト・ソリューション提供等の社会実装(「実効」)への活用に資するような、**気象データ・情報の提供のあり方**についても継続的に対応していく必要がある。

3.(2) 取組を推進する方策(1/2)

社会的ニーズの把握、目標設定、不断の改善 (PDCA)

本分科会において、2030年の目指すべき気象業務に向けて、近年のニーズも踏まえつつ、目指すべき目標を設定。(3.(1))一方で、2030年に向けて、社会的課題や科学技術の情勢は時と共に変化していくことから、目標の達成度や効果と共に、定期的に社会的ニーズや科学技術の情勢を確認し、目標や実現するための取組を必要に応じて再設定する等、不断の改善を進めていく必要がある。

PDCAサイクルを回し続けることにより、3(1)に示す目指すべき目標については、不断の改善を行う。その際、以下のような既存の枠組みも使い、様々な分野におけるニーズを把握し、それを踏まえた改善を進めていく。

【経済活動等】

- ・「**気象ビジネス推進コンソーシアム**」において、**産業分野のニーズや課題を把握**(IoT、AI等での活用を念頭にした気象データを正式提供に先立ち試行提供する等の方法も実施)。多様な主体が、新たな分野で連携・対話を通じて気象データを他のデータと組み合わせて利活用。



【防災】

- ・災害後に気象台と市町村が共同で、緊急対応時の状況やお互いの対応（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）についてレビューする「**振り返り**」と、それを通じた自治体におけるニーズの把握により、技術開発や情報改善に繋げていく。



振り返り作業 (イメージ)

3.(2) 取組を推進する方策(2 / 2)

産学官連携・国際連携による持続的・効果的な取組の推進

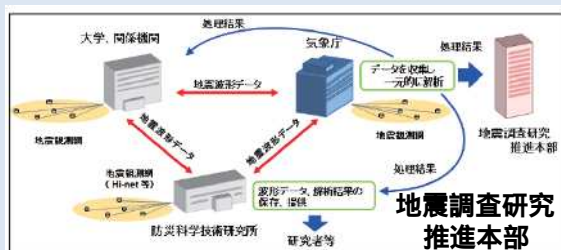
現状と課題

気象・地震・火山等に関する研究開発については、研究機関や大学、一部の民間事業者、国外機関等とも連携して、推進してきた（以下参考例）。

一方で、IoTやAI等に関する最先端の技術も含め、近年の様々な主体が関係している科学技術の高度化を踏まえると、産・学・官とこれまで以上に一体となり、また国際連携を推進して、効果的に取組を進めることが必要。

[参考例]

地震に関する関係機関との連携



気候に関する国内外機関との連携



民間事業者との連携



今後に向けて取組むべき事項

気象・地震・火山等に関する最先端の研究・開発について産学官連携や国際連携を一層推進することに加え、IoTやAI等に関する最先端の技術の研究・開発についても産学官連携・国際連携を推進し、それら成果を気象業務へ反映する。その際、以下に留意して、社会的ニーズを踏まえて持続的かつ効果的に実施していく。

- 最先端の様々な科学技術の専門性が高くなる等により「垂直統合型」から「分業」へと変化していく中、気象庁の担う部分を明確化し、大学や研究機関、民間事業者等の他機関と連携していくことが必要。
- オールジャパンに留まらず、地理的にも気象等が密接に関係するとともに経済的にも関係性が深い、東アジア圏をはじめ国際的な取組が必要。
- 利活用に関する産学官連携の点からは、気象分野は、気象と別のもの(例えば、医療や農業、交通、観光等)を組み合わせた融合研究・共同研究が重要。

今後の審議予定

- 第1回(平成30年1月10日)
 - ✓ 前回気象分科会提言のフォローアップ 等
 - ✓ 課題と論点
- 第2回(平成30年2月22日)
 - ✓ 2030年の科学技術を見据えた社会的課題の解決へ一層貢献するための気象業務の方向性
- 第3回(平成30年4月24日)
 - ✓ 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4回(平成30年7月2日)
 - ✓ 重点的に取り組むべき方策(気象情報・データの利活用推進)
 - ✓ 提言骨子(案)
- 第5回(平成30年8月1日)
 - ✓ 提言(案)