

次世代気象業務の柱について

令和6年3月

- ・気象業務を取り巻く状況の変化
.....P. 3 ~12
- ・課題の整理
.....P.14
- ・次世代気象業務の柱について
.....P.15

近年発生した気象災害

気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」以降（平成30年8月～）

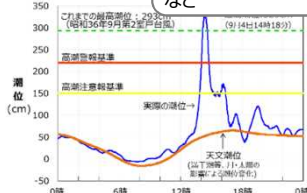
平成30年台風第21号

- 西日本から北日本にかけて暴風。特に四国や近畿地方で顕著な高潮。
- 関西国際空港の滑走路の浸水等、ライフラインの被害等が発生。

死者14名
床上浸水244棟
など



台風21号による高潮被害（神戸市提供）
（災害時気象報告より）



大阪市の潮位

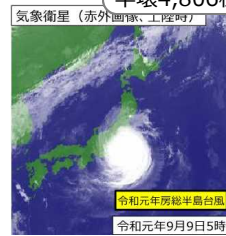
令和元年房総半島台風

- 千葉県を中心に記録的な暴風、大雨。
- 電柱の倒壊や倒木が相次ぎ広範囲で大規模な停電が発生。大雨の影響で浸水害や土砂災害が発生。

死者9名
住宅全壊457棟
半壊4,806棟 など



電柱の倒壊による配電設備の故障
（9/9撮影 千葉県多古町提供）
（災害時気象報告より）



令和元年房総半島台風
令和元年9月9日5時

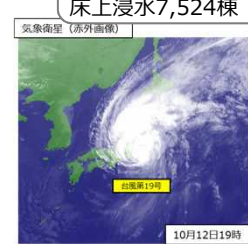
令和元年東日本台風

- 東日本の広い範囲における記録的な大雨。
- 大河川を含む多数の河川氾濫、土砂災害や浸水害が発生し、人的・住宅・ライフライン等の甚大な被害が発生。

死者・行方不明者108名
住宅全壊3,229棟
床上浸水7,524棟 など



（宮城県丸森町付近）
出典：国土地理院ウェブサイト

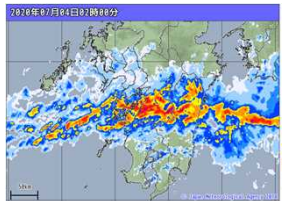


10月12日19時

令和2年7月豪雨

- 西日本から東日本、東北地方の広い範囲で大雨。九州で記録的な大雨。
- 線状降水帯が九州で多数発生するとともに球磨川など大河川で氾濫が相次ぎ、多くの人的被害が発生。

死者・行方不明者88名
床上浸水1,741棟 など



「雨雲の動き」
（高解像度降水ナウキャスト）

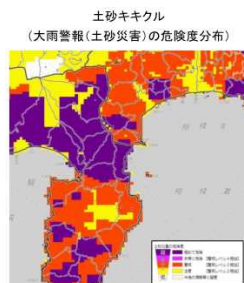


（熊本県八代市坂本町付近）
出典：国土地理院ウェブサイト

令和3年7月の大雨

- 東海地方・関東地方南部を中心に大雨。
- 静岡県熱海市で土石流が発生。

死者・行方不明者29名
床上浸水515棟 など



「キキル」
（大雨警報（土石流）の危険度分布）



（静岡県熱海市）
出典：国土地理院ウェブサイト

線状降水帯の最近の主な災害事例

- ・平成26年8月豪雨（広島）
- ・平成27年9月関東・東北豪雨
- ・平成29年7月九州北部豪雨
- ・平成30年7月豪雨（西日本豪雨）
- ・令和2年7月豪雨
- ・令和3年 7、8月の大雨
- ・令和4年 台風第14号、15号
- ・令和5年 6-7月の大雨

（被害の数値は内閣府防災ウェブサイトより）

課題

- 激甚化する災害に対応していくため、観測・予報精度向上のための技術開発や効果的な防災気象情報の提供が必要。
- 近年取組が進んでいる鉄道等の計画運休やダム的事前放流に代表されるような社会インフラの防災対応に資する情報提供など、社会ニーズに応じた情報提供を推進していく必要。

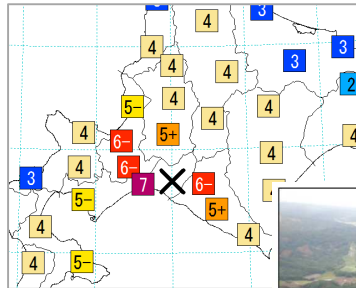
近年発生した地震津波・火山災害

気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」以降（平成30年8月～）

平成30年北海道胆振東部地震

- 平成30年9月6日03時07分、マグニチュード6.7、深さ37kmの地震が発生。厚真町で震度7を観測。
- 震源地周辺で広範囲に大規模な斜面崩壊が発生したほか、札幌市などで液状化現象が発生。
- この地震の影響で道内全域で大規模停電が発生。

死者43名
住宅全壊469棟
など

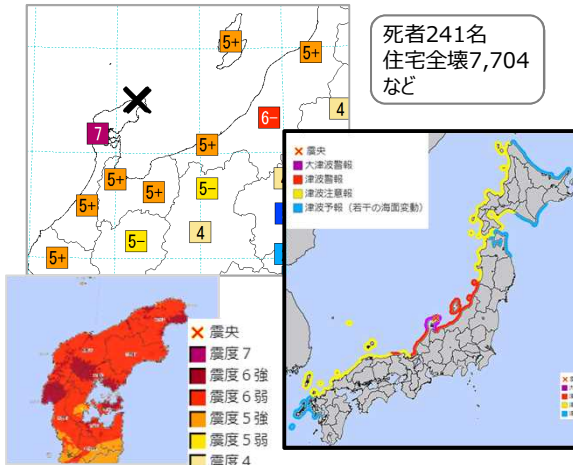


厚真町付近（北海道開発局提供）
（災害時地震報告より）

令和6年能登半島地震

- 令和6年1月1日16時10分、マグニチュード7.6、深さ16kmの地震が発生。石川県輪島市や志賀町で震度7を観測。
- 石川県能登に対して大津波警報を、山形県から兵庫県北部を中心に津波警報を発表し、警戒を呼びかけ。
- 1月1日のM7.6の地震以降、石川県能登地方では地震活動が活発な状況が継続。地盤の隆起など能登半島を中心に大きな地殻変動が見られた。地震の揺れによる倒壊、液状化、土砂崩れ、津波、火災等により人的・物的に大きな被害。

死者241名
住宅全壊7,704
など



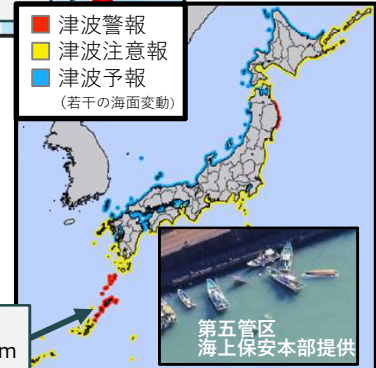
⇒気象庁の対応状況は次ページ参照

令和4年1月フンガ・トンガ フンガ・ハアパイ火山の大規模噴火に伴う潮位変化

- 令和4年1月15日にトンガ諸島で大規模な火山噴火が発生し、日本で通常の津波とは異なる性質の潮位変化を観測。
- 津波注意報発表時の想定被害と同等規模の被害が発生(船の転覆・沈没等)
- メカニズム等は不明だったが、気象庁は津波警報・注意報の枠組みに準じて情報発表。



フンガ・トンガ
フンガ・ハアパイ火山
(トンガ諸島)



最大の潮位変化観測地点
鹿児島県奄美市小湊：134cm

第五管区
海上保安本部提供

(被害の数値は内閣府防災ウェブサイトより)

課題

○北海道胆振東部地震での大規模停電や通信障害、能登半島地震での地盤隆起などによる観測機器への影響等があった場合や、仮に観測機器が無い場所でも、各防災対応に支障をきたさないように確実に情報提供するため、観測点の強靭化や機動的な機器の設置、解析値などによる面的情報提供の取組を推進していく必要。

災害対応の例

(令和6年能登半島地震における気象庁の対応①)

JETT(気象庁防災対応支援チーム)派遣をはじめとした 気象庁による被災自治体等への支援

- 石川県庁や能登半島の被災自治体、政府現地対策本部等では、発災直後からJETT等の活動を通じ、自治体等の防災活動を支援。

石川県災害対策本部員会議 における気象解説

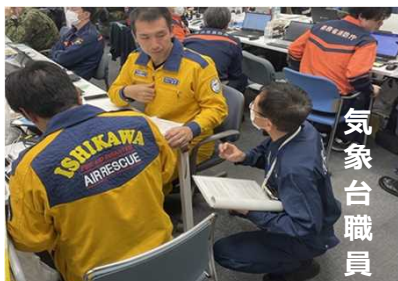


道路規制に係る 石川県との打ち合わせ



- 救命救急や復旧活動等を行う各機関から気象情報のニーズを聞き取り、その内容を踏まえた解説を行うなど、各機関の防災対応を支援。

石川県消防防災航空隊への ヒアリング



航空局TEC-FORCEに 気象の見通しに関する資料を提供



気象庁記者会見

地震発生2時間後



令和6年1月1日18:10

- 津波注意報解除時にも会見を実施し、今後の地震活動の見通し等について説明。
- 活発な地震活動を踏まえ、今後の地震活動の見通しを継続的に報道発表。

- 地震発生2時間後には緊急の記者会見を行い、地震概要、津波警報等の発表状況、防災上の留意事項等について説明。

津波注意報解除時



令和6年1月2日10:32

気象庁本庁での災害対策本部会議

- 庁内の連携を図り、災害対策を講ずるため、気象庁災害対策本部会議を随時開催。



災害対応の例 (令和6年能登半島地震における気象庁の対応②)

津波観測地点「珠洲市長橋(すずしながはし)」の地震前後の海岸線の変化

(地震前)



● 津波観測地点
— おおよその海岸線

国土地理院地図を加工して利用
(<https://maps.gsi.go.jp/>)

(地震後)



● 観測地点の一带で地盤隆起によるとみられる海底の露出。

輪島港(わじまこう)に津波観測設備の臨時設置

- 地震の影響により観測データに欠測が生じていたことを踏まえ、臨時の津波観測装置を設置。



津波の現地調査

- 職員を派遣し、津波観測点付近や津波による顕著な被害があった地点において津波の痕跡等を調査。



津波の痕跡または漂着物が認められた位置

地震の現地調査

- 職員を派遣し、震度5強以上が観測された震度観測点の観測環境について現地調査を実施。



地域防災支援の強化に向けた取組

○気象庁では、平成30年度以降、P3やP4に掲載している災害事例などにおいて、災害時のJETT（気象庁防災対応支援チーム）の派遣や、地域ごとの災害特性を踏まえた担当チーム「あなたの町の予報官」による平時の解説など、平時・災害時にわたり気象台の行う自治体支援の取組を実施してきたところ。

⇒具体的な取組事例は資料2のP22、資料3のP5参照

○この間、地域防災支援が大きな役割を果たしてきたが、激甚化する災害の発生等を踏まえ、これまでの取り組みの点検が必要な時期にきており、より効果的な取組方策、業務体制のあり方等について検討を進める必要。

これまでの災害対応					これまでの平時の取組
					
平成30年北海道胆振東部地震	令和2年7月豪雨	令和3年7月の大雨	令和5年梅雨前線による大雨	令和6年能登半島地震	など 気象防災ワークショップ

<調査事例> 地域防災支援の取組に対する市町村等を対象としたアンケート調査やヒアリング結果（令和5年に実施）

・これまで気象庁が講じてきた施策は自治体の防災対応に寄与していると評価できる一方で、改善につながる課題も抽出された。

<抽出された課題>

- ・気象台から提供する情報の意味や支援の有用性が自治体に十分に認知されていない
- ・自治体の実情や地域の特性を自治体への平時からの支援に加味する余地がある
- ・自治体は防災気象情報と自治体の実情に精通した人材を求めている
- ・自治体は不確実性の高い段階での災害対応の判断に苦慮している
- ・住民も避難行動やそれに関わる情報について理解を深める必要がある

○また、近年では、地域の防災力向上に一層貢献するため、自治体のみならず地域の様々な機関等との連携強化を進めているところ（関係省庁の地方出先機関、交通インフラ事業者等の指定公共機関、報道機関、福祉施設等）。引き続き、新たな連携先の模索や、それぞれのニーズに応じた取組を効果的に実施していくため、これら外部機関との連携のあり方についても検討を進める必要。

課題

○今後、地域防災支援業務が、気象や地震火山による災害時に、地域社会の防災・復旧活動をより一層効果的に支援していくため、これまでの取り組みを振り返りながら、より効果的な取組方策、業務体制のあり方、外部機関との連携方策などについて検討を進める必要。

政府関連の主な防災対応の動き

気象業務に関連するもの。気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」以降（平成30年8月～）

＜国土強靱化の推進＞

- ・大規模自然災害等に備えるため、事前防災・減災と迅速な復旧復興に資する施策を、まちづくり政策や産業政策も含めた総合的な取組として計画的に実施し、強靱な国づくり・地域づくりを推進。
 防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策（H30）
 防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策（R2）
- ⇒線状降水帯の予測精度向上等や地震・津波・火山に対する防災気象情報の高度化対策を推進

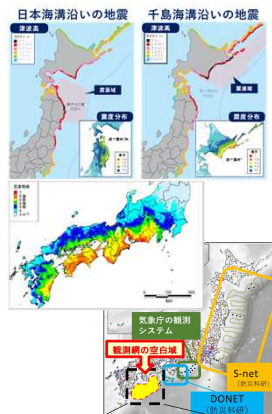
＜避難情報の改善＞

- ・令和元年に5段階の警戒レベルの運用を開始。
- ・令和3年に災害対策基本法改正（避難勧告と避難指示の避難指示への一本化、緊急安全確保の規定等）。
- ⇒5段階の警戒レベルを明記して防災情報を提供する取組



＜巨大地震対策の推進＞

- ・日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震対策の推進（令和4年に特措法改正）。
- ・南海トラフ地震対策・首都直下地震対策について、基本計画見直しに向けた検討中。
- ⇒「南海トラフ地震臨時情報」「北海道・三陸沖後発地震注意情報」の運用開始等
- ・海底地震・津波観測網の整備・運用。
- ⇒緊急地震速報、津波警報等へ活用



＜活動火山対策特別措置法の改正＞

- ・令和6年4月1日施行。火山調査研究推進本部の設置等。

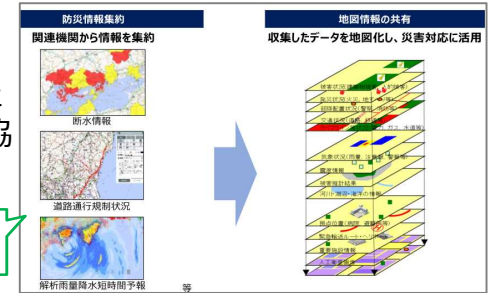


青字はこれらを踏まえた気象庁の取組（内閣官房、内閣府防災、国土交通省等のウェブサイトを参考に作成）

＜防災分野におけるデジタル化＞

- ・防災対策におけるデジタル化を進めるための各種取組を関係府省庁が連携・協議しながら推進

関係機関が持つ災害情報を地図に重ね合わせ



総合防災情報システム

＜流域治水の推進＞

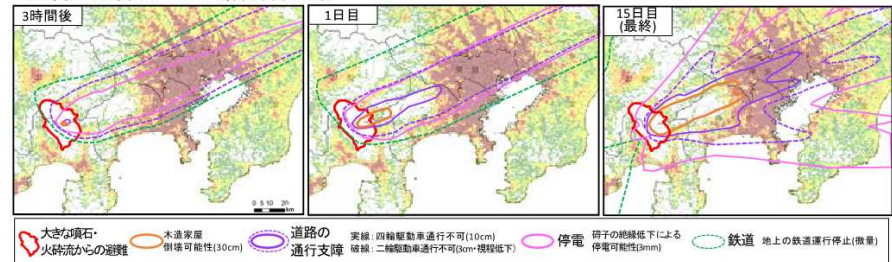
- ・気候変動を踏まえ、あらゆる関係者が協働して流域全体で行う総合的かつ多層的な水災害対策の推進
- ⇒気象データの提供、流域治水協議会への参画等



＜大規模噴火時の広域降灰対策＞

- ・大規模噴火時の降灰による交通機関やライフライン等への影響、広域降灰対策の基本的な考え方について、富士山の宝永噴火規模の噴火をモデルケースにして検討。

（西西南風卓越ケースの場合、降雨時）



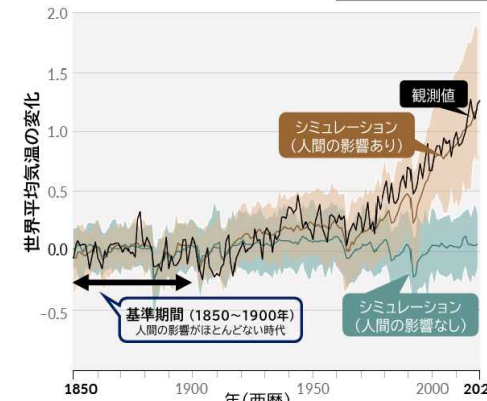
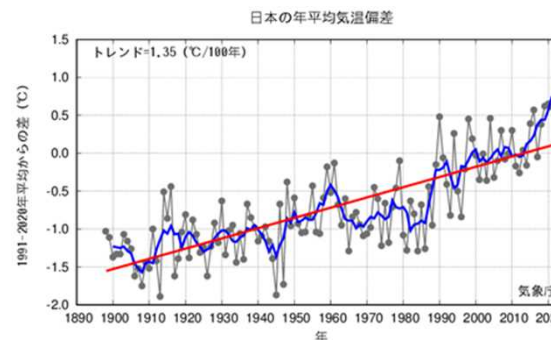
令和2年4月中央防災会議防災対策実行会議大規模噴火時の広域降灰対策検討WG

課題

○政府全体で大規模災害に対する被害軽減のための様々な防災対策の取組等が進められている中、これらと連動して防災気象情報の提供等の気象庁の役割を果たしていく必要。

社会の変化（気候変動関連の国内外の動き）

- 令和5年（2023年）は記録的な高温の1年であり、世界及び日本の平均気温は統計開始以降最も高い。
- 令和5年（2023年）7月には、グテーレス国連事務総長が「地球沸騰の時代が到来した」という言葉で、気候変動に対する強い危機感を訴えた。
- 気候変動に関する最新の科学的知見を提供する役割を担う「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」は、2023年3月に第6次評価報告書（AR6）サイクルの統合報告書を公表。現在は第7次評価の検討が開始。



1950～1900年を基準とした世界平均気温の変化
(出展：IPCC第6次評価報告書WG1 図SPM.1(b))

IPCC第6次評価報告書（AR6）

- ・地球温暖化は人間の影響が原因で、世界の平均気温は工業化以前に比べ既に1.1℃上昇しており、短期のうちに1.5℃に到達する見込み
- ・この10年間に行う選択や実施する対策は、現在から数千年先まで影響を持つ など
＜統合報告書より＞
- ・非常に強い熱帯低気圧の割合と最も強い熱帯低気圧のピーク時の風速は、地球温暖化の進行に伴い地球規模で増加すると予測される（確信度が高い） など
＜WG1報告書より＞

- 極端な高温のリスクが増加する見通しを踏まえた気候変動適応法の改正による熱中症対策の強化や、2025年カーボンニュートラル実現を見据えた経済社会システム全体の変革、すなわちグリーントランスフォーメーション（GX）に積極的に取り組む企業が官・学と共に協働する場（GXリーグ）の取組の開始、TCFD※に基づく企業の気候関連情報開示の取組など、気候変動対策のための具体的な取組がますます加速。

※TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）：各企業の気候変動への取り組みを具体的に開示することを推奨する国際的な組織

課題

- 地球規模の課題として、近年のGX実現に向けた取組など官民あがて推進されているなか、気候変動の知見やそれに伴う気象災害リスク等の知見を持つ気象庁の役割を今後もしっかりと果たしていく必要。

社会の変化（デジタル化社会の進展）

- 近年のICT（情報通信技術）の進展によって、社会で流通する様々なデータの質・量が大幅に向上し、それらを容易に取得・利用できる環境が整ってきている。
- スマートフォン等の高度なデジタルツールの普及やクラウドサービスの登場、最新のAIやIoT等のデジタル技術の飛躍的発展と低廉化などにより、社会におけるデジタル技術の活用へのハードルが従来に比べて大きく下がっている。
- このような状況を踏まえ、身近な生活から企業活動等の様々な場面においてデジタル技術の導入、また、それらの技術の高度化が年々進んでいる。
- 例えば、個々の位置や状況、行動、関心等に応じて最適化（パーソナライズ）された情報取得も主流化してきており、位置情報データと連携したサービスなども進んできている（例：タクシー配車など）。

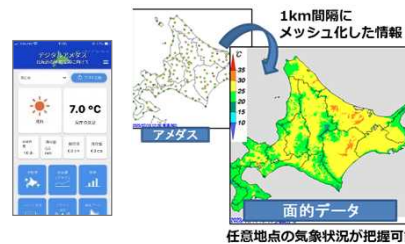


気象情報・データ

○気象情報・データは、全国を面的かつ網羅的にカバーして、過去から現在、将来予測に至る内容を含みビッグデータとしての特性を有する情報・データ。社会経済活動への影響が大きいことを踏まえると、DX社会におけるデジタル技術を活用したサービス提供やビジネスモデル開発において基盤的なデータセットとして非常に重要な要素。

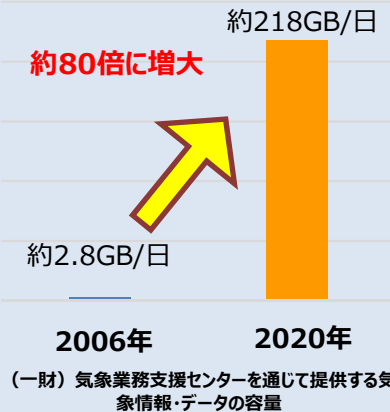


○例えば、アメダスや気象衛星の観測データ等をもとに作成した面的データを活用することにより、直接観測していない地点を含めて、どこでも「その場所」での気象データが入手可能に。防災や生活、経済活動等において、個々の状況に応じた基盤的なデータとして活用可能に。



取組事例：北海道の産業分野でデジタルアメダスの実証実験を実施（R5）

気象庁から提供するデータの量の増加



課題

○個人・企業・公的機関など様々なレベルでの防災対応や日々の生活、経済活動等へ貢献するため、面的データの推進など社会のデジタル化等にも合わせた気象業務を一層推進していく必要がある。

- 2006年にコンピュータが大量のデータから自動的に特徴量を抽出して学習する技術である深層学習が提唱されたことを背景に、現在まで第三次AIブームが続いている。
- 特に2010年代以降、深層学習による技術進展は著しく、それに伴ってAIの応用が広がりを見せている。
- さらに近年では、対話型の生成AIに代表されるような、汎用的なAIである基盤モデルが登場している。

AIの分類

人工知能（AI）

機械学習

コンピュータが数値やテキスト、画像、音声などの大量のデータからルールや知識を自ら学習する技術

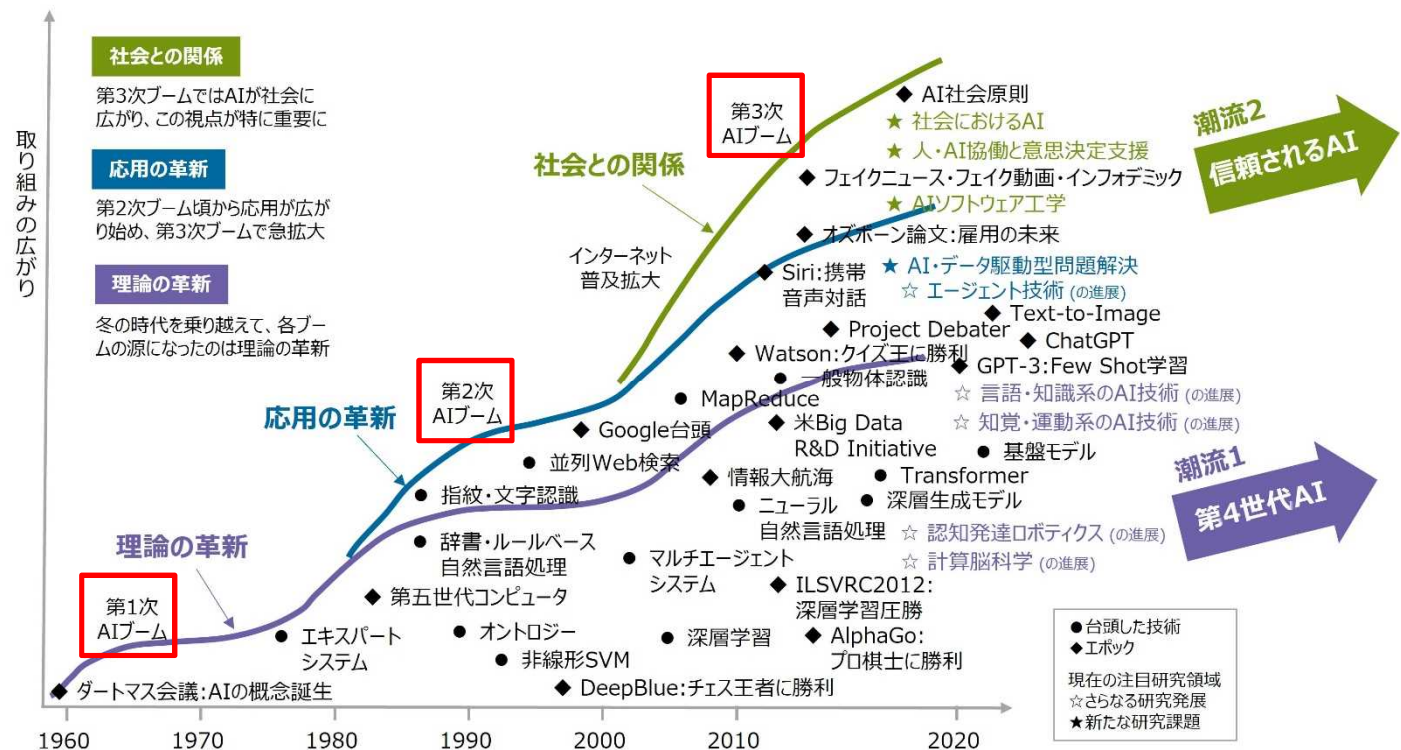
深層学習（ディープラーニング）

ニューラルネットワークを用いた機械学習手法の1つ。学習対象となる変数を自動的に学習できる。

基盤モデル

大量かつ多様なデータで訓練したモデルで、ファインチューニングなどによる幅広い応用を可能とする基盤的なモデル

AI技術やその応用の広がり



科学技術振興機構 研究開発戦略センター 人工知能研究の新潮流2 ～基盤モデル・生成AIのインパクト～ から一部加工)

人間中心のAI社会原則会議（令和5年度 第1回）内閣府資料から作成

【これまでの利用】

○気象庁では最新の科学技術を取り入ながら防災情報の提供を行っており、その中で大量の数値データを予報官が利用しやすいプロダクトにするため、ニューラルネットやカルマンフィルタ等の従来からのAI技術も使用してきた。

【現状と課題】

- 先端AI技術についても、社会でさまざまな活用が広がっており、気象庁が培ってきた技術と融合させることで、気象庁の業務を大きく高度化するポテンシャルを秘めている。
- その一方でAI利用にはリスクや課題もあるため、気象庁業務における先端AI活用戦略が必要である。

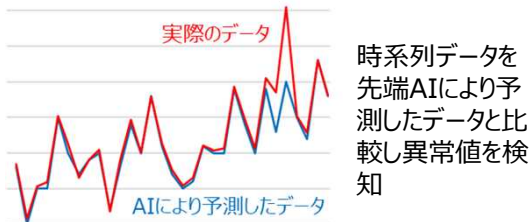


プロダクトを確認する予報官

【気象業務への先端AI活用の可能性】

観測・実況監視

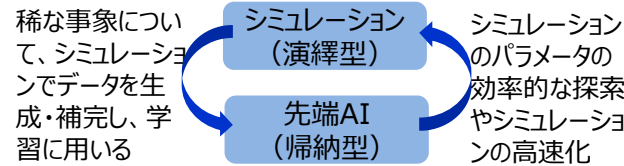
例えば、観測データについて異常値を見逃すことなく、早期検知が可能になるのではないかと。



東芝のAI技術カタログ（故障予兆検知技術）を参考に作成

解析・予測

例えば、先端AIとシミュレーションを組み合わせ相互に補完することで、さらなる精度向上が可能ではないかと。



科学技術振興機構研究開発戦略センター
2022年度人工知能学会全国大会資料を参考に作成

防災情報

例えば、高度化・多様化するデータに対して、医療における画像診断のように、予報官の判断を先端AIで支援することが可能ではないかと。



胸部CT画像から新型コロナウイルス肺炎の可能性を評価し、医師の診断を支援（富士フィルムより）

【先端AI利用におけるリスク・課題】

学習データから想定されない事象での振る舞いが不明

処理の過程がブラックボックス、判断基準の説明が困難、バイアスに気づけない等

急速に技術が発達する従来と異なる開発のため、リソースの確保や連携の強化が必要

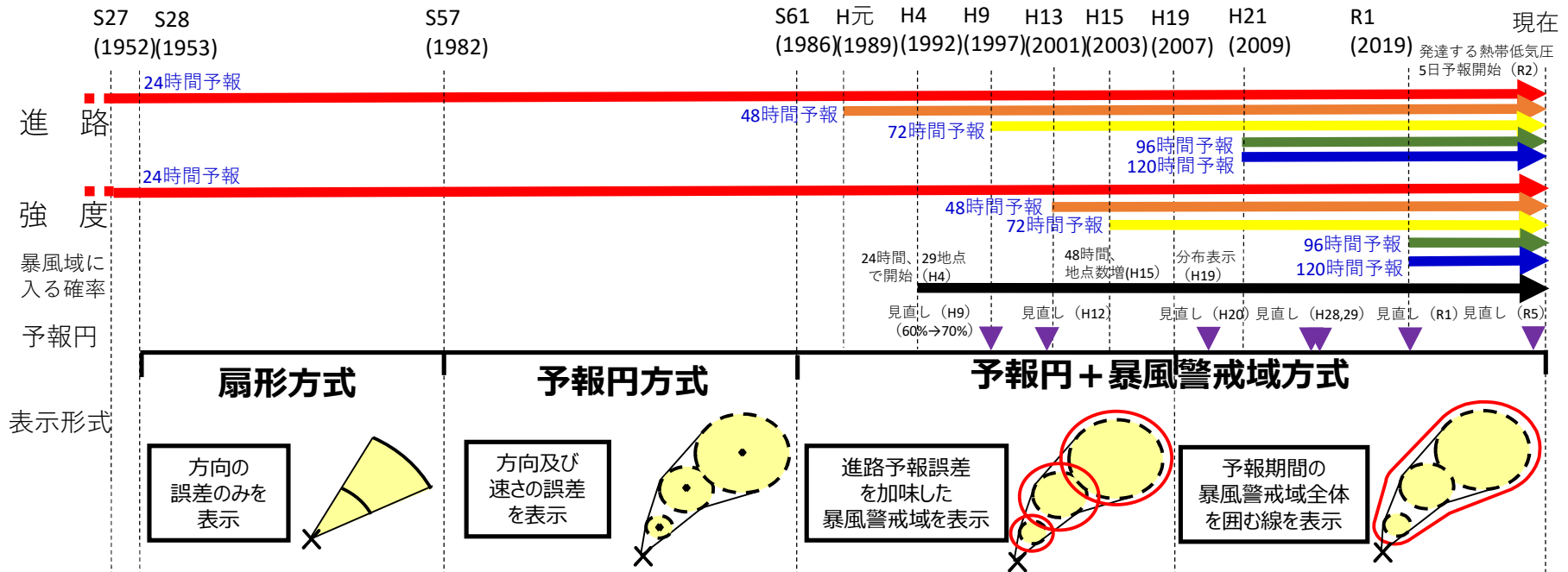
AI活用の可能性やそのリスク・課題を踏まえ、人とAIの協調を可能とする先端AI活用戦略が必要

課題

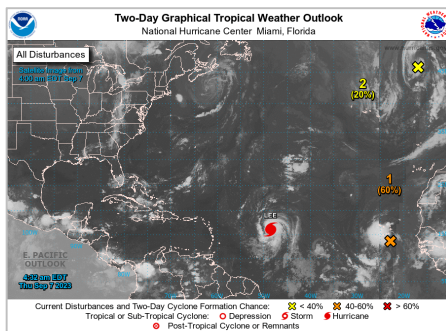
○AI関連の技術進展は著しく、気象業務を高度化するポテンシャルを秘めているが、AI利用に当たってのリスクや課題もあるため、防災情報を提供する気象庁としての先端AI活用戦略が必要である。

台風情報の変遷や諸外国の動向等

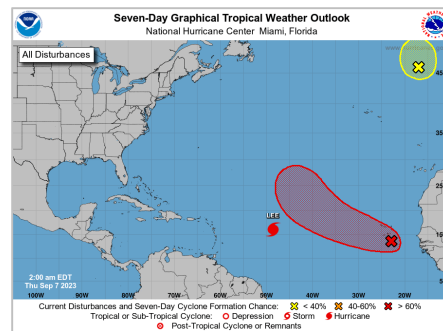
- 気象庁が発表する台風情報は、進路・強度予報の時間延長や予報円の見直し、暴風域に入る確率の提供開始などの改善はあるものの、表示形式としては「予報円+暴風警戒域」の方式で大きく変わっていない。



- 諸外国の気象機関では台風に関して様々な情報を発表している (下図は左から3つは米国ハリケーンセンター、一番右はRSMCレユニオン (フランス) の例)



2日先発生予報



7日先発生予報



暴風の確率情報



詳細な風分布解析・予報

課題

○公共交通機関の計画運休等の社会のニーズの変化に応じ、早めの備えを促す情報や台風の特徴をより適切に伝える情報についても検討していくべきでは。

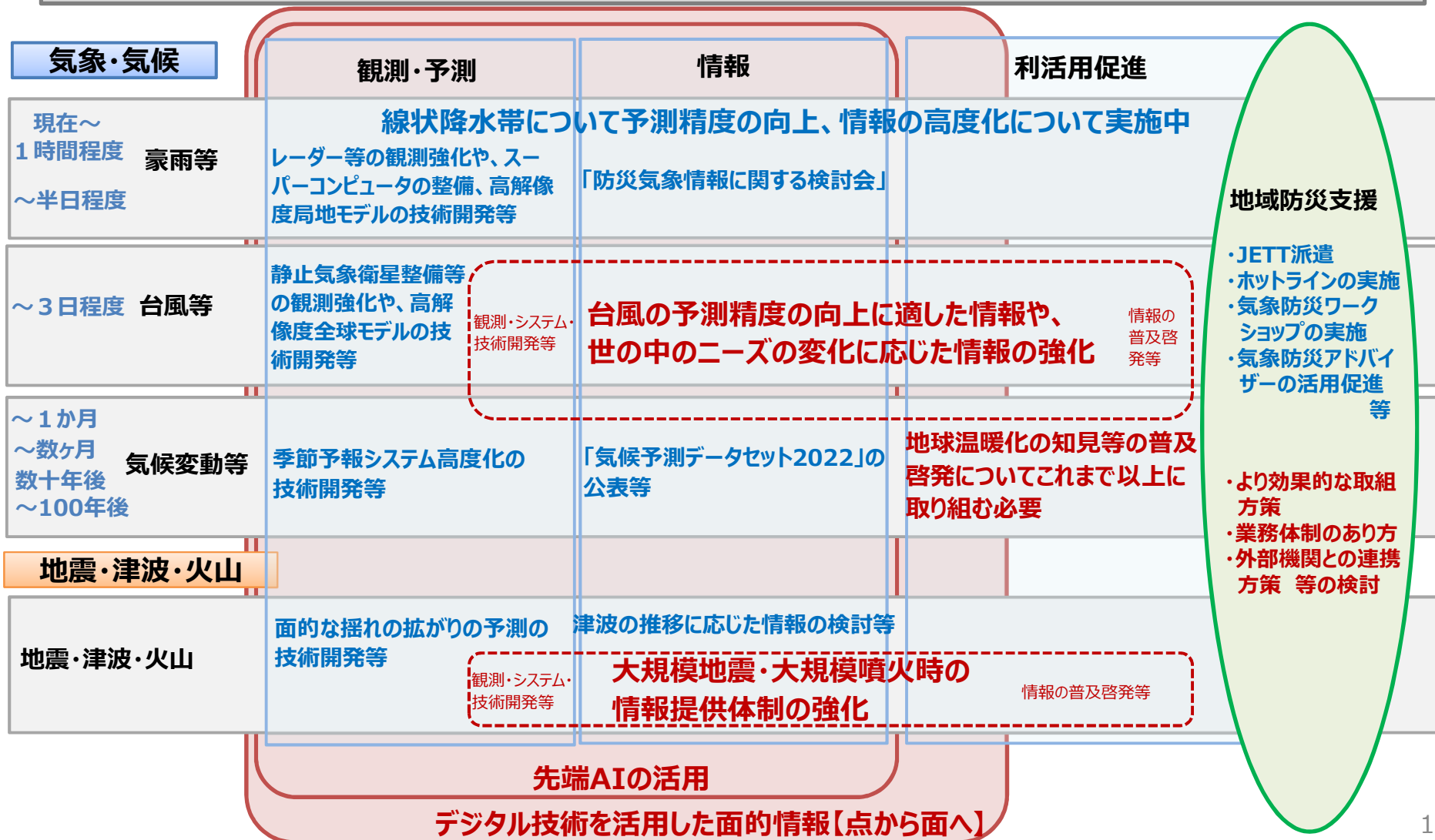
気象業務を取り巻く状況の変化を踏まえた課題

・昨今の気象業務を取り巻く状況の変化等を踏まえると、以下のような観点で「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」等の提言の取組を強化させていくことが考えられる。

【凡例】

・「2030年提言」等に基づいて実施中のもの

・気象業務を取り巻く状況の変化を踏まえた課題



○気象業務が社会的課題の解決へ一層貢献していくため、交通政策審議会気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」等を踏まえ様々な施策を進めてきたところ。今回、これまでの施策の進捗状況や気象業務を取り巻く状況の変化を踏まえ、目標とした2030年までの残り6年間や更にその後を見据え、気象庁が強化して取り組んでいくべき施策の方向性について検討。

気象業務を取り巻く状況の変化

- ・自然災害の激甚化を踏まえ、気象庁は「技術官庁」のみならず「防災官庁」としての責務を果たすことが一層求められていることから、**予測精度向上や利用者ニーズを踏まえた情報提供**について、様々な関係者とも連携して推進することが必要。
- ・**AI技術を活用したDX**が加速している中、気象業務にも**最新技術**を取り込み、**デジタル化した社会に対応した取組の推進**が必要。
- ・GX等の取組が官民をあげて推進されている中、**気候変動の知見等を持つ気象庁の役割**を今後もしっかりと果たしていくことが必要。

現在、推進中の主な施策

線状降水帯に関する予測精度向上



- ・観測体制の強化
- ・数値予報モデルの高度化 等



次期静止気象衛星の整備

- ・令和11年度に運用開始予定



このほか、「2030年提言」等を踏まえ、産学官連携等の様々な施策を実施

地域防災支援

地域防災支援業務の強化

気象や地震・火山による災害時に、地域社会の防災・復旧活動をより一層効果的に支援していくため、これまでの取組を振り返りながら、**より効果的な取組方策、業務体制のあり方、外部機関との連携方策**などについて検討。



今後、強化すべき施策

(Ⅰ) 社会の防災・経済活動に貢献する台風情報の高度化

- ・予測精度向上とともに**利用者ニーズに応じた様々な時間スケールや、よりきめ細やかな情報の提供**を図る。

(Ⅱ) 先端AIと協調した気象業務の強化

- ・気象業務におけるAI活用について、技術開発や実装に向けた取組を一層推進。**実況監視の高度化・予測の高度化・防災情報の高度化**など、気象業務を支える技術全般を強化する。

(Ⅲ) DX時代における点から面の情報への転換

- ・災害時の情報提供も含め、**任意の場所のデータを従来の点の観測データに近い形で入手可能**となるような面的情報を拡充する。

(Ⅳ) GXの推進等の気候変動対応への一層の貢献

- ・当庁の持つ**気候変動関連の情報をわかりやすく強力に発信**する取組を強化する。

(Ⅴ) 大規模地震・大規模噴火対策の推進

- ・大規模地震・大規模噴火時における**地震、津波、広域降灰等に関する情報提供体制**を強化する。