

交通政策審議会第41回気象分科会

令和8年6月30日

【総務課長】 定刻になりましたので、ただいまから、交通政策審議会第41回気象分科会を開催させていただきます。

事務局を務めさせていただく、気象庁総務課長の沼尻でございます。

委員の皆様方におかれましては、お忙しいところ、本分科会に御出席いただき、誠にありがとうございます。

議事に入るまでの進行を務めさせていただきますので、どうぞよろしくお願いいたします。

気象分科会の開催に当たりまして、気象庁長官の野村より御挨拶申し上げます。

【長官】 気象庁長官の野村でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

本日は、委員の皆様、お忙しい中、この気象分科会のためにお時間をつくっていただき、本当にありがとうございます。

臨時委員の先生もいらっしゃいますので、簡単にこの気象分科会を紹介させていただきますと、交通政策審議会という国土交通省にある審議会のうちの気象庁の部分を担当する気象分科会という審議会になっております。気象庁の中には、いろいろと検討する会というのはあるんですけれども、この審議会に相当する分科会は、気象庁の最も基本的な、最も重要な施策を御議論いただく場ということでございます。

そういう意味で、今回、AIをテーマに挙げさせていただきますけれども、後で申し上げるとおり、これが我々にとっては今喫緊の課題であるという認識の下に、皆様方に御議論いただきたいと思っているところでございます。

昨年、気象庁150周年、気象業務150周年ということで、我々もその歴史をいろいろと見させていただくことになりましたけれども、簡単に振り返りますと、1875年に始めた頃は、18世紀、17世紀、16世紀の近代科学によっ

て気圧とか気温が測れるようになったということで、まさに気象を測るということができ、業務を開始することができました。

また、その後、大きな変革の場としては、終戦後、恐らく軍事技術というところの発展も寄与したのかもしれませんが、気象業務の近代化、例えばレーダーの導入、それから宇宙技術の下に気象衛星を導入、それから通信技術の発達、コンピュータの発達により、各地の観測値を自動収集して、自動処理して、また、配信すると、いわゆる通信システムの導入。そして1959年だったと思いますけれども、数値予報も始めるということで、客観的な方法、それから自動化により気象業務が非常に近代化されました。そのおかげで、人がやらなくていいことは機械に任せ、人ができることをしっかりやるというような変革の時代があったと思います。

そういう波があった後、また、久しぶりに、そういう技術の波がやってきたなというような気がいたしております。そういう意味では、その頃のように、気象業務を歴史的に変えるインパクトのある流れが来たと認識しております。

そういうときに、我々の気象業務はどうあるべきか。我々の、数値予報をはじめとする最先端の技術だけではなく、日頃行っている業務についても、恐らくいろいろと革命的に変わっていくかもしれません。そのときに、どういう方向で行けばよいか、どういうことに気をつけるべきかということをしつかりと押さえながら、喫緊の課題ではありますけれども、しっかりとそういうことを見据えながら始めていきたいと思っております。

また、世の中全体がデータ社会になってまいりました。そういう意味では、我々もビッグデータを扱う立場として、どういうマナーでAI社会に接しなければならないのかということも考えていかなければなりません、自ら考えるだけではなかなか狭い良識になってしまいますので、また、先生方に御示唆いただきながら、そういう業務に入ってまいりたいと思っております。

非常に難しい課題もあるかと思っておりますけれども、ぜひ、その御議論を基に我々にいろいろな方向性をお示しいただければと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。

【総務課長】 初めに、各委員の皆様を五十音順に御紹介させていただきます。
各委員の紹介に続けて、一言ずつ御挨拶をいただければと存じます。

多々納裕一委員でございますが、先ほど御連絡がありまして、10分ほど遅れるということなので、また、いらっしゃいましたら御紹介したいと思います。

中村尚委員でいらっしゃいます。

【委員】 東大先端研の中村でございます。当分科会の会長を務めさせていただいております。

今回は、5名の分科会の委員に加えまして、7名の専門家の皆様にも臨時委員として加わっていただきました。AIの動向に詳しい方が多いということで、私もいろいろと勉強させていただきつつ、出席者の間で有意義な意見交換ができるように議事進行を務めたいと思います。

皆様、どうかよろしくお願いいたします。

【総務課長】 羽藤英二委員でいらっしゃいます。

【委員】 東京大学の羽藤でございます。よろしくお願いいたします。

私は、交通の予測などをやっておりますので、ビッグデータを使ってAIということですが、交通の場合は予報を出すと人の行動が変わってしまうということがあるわけですが、気象のほうはそういったことはないわけですが、なかなか予想が難しいということで、今回、議論を楽しみにしておりますのでよろしくお願いいたします。

【総務課長】 ありがとうございます。

なお、鎌田委員及び齊藤委員は、御欠席との御連絡をいただいております。

先ほど分科会長からお話がありまして、本分科会では、今回のテーマである「AI時代における気象業務」を審議するに当たり、臨時委員を任命しております。引き続き、臨時委員の皆様を五十音順に御紹介させていただきます。各臨時委員の紹介に続けて、一言ずつ御挨拶いただければと存じます。

沖理子委員でいらっしゃいます。

【委員】 JAXAから参りました沖と申します。

私どもは、地球観測衛星を使ってグローバルで大量の環境データを得ている立

場にありますが。A I の波ということでは同じ状況にさらされていて、私は、A I の専門というよりは観測ビッグデータの側の立場で、ここに呼ばれたのかなと思っております。

何か貢献ができたと思います。よろしくお願いします。

【総務課長】 北本朝展委員でいらっしゃいます。

【委員】 国立情報学研究所の北本と申します。

私は、情報学の研究者で、個人的に気象データに昔から興味があり、デジタル台風等のいろいろなサービスを提供してきました。情報学の立場で、A I をつくっていく側から、どういった気象分野にA I を使っていくかに関して、御意見を申し上げられるかなと思っています。

よろしくお願いします。

【総務課長】 本日、オンラインから御出席いただいております、杉山将委員でいらっしゃいます。

【委員】 ただいま御紹介いただきました杉山でございます。理化学研究所の革新知能統合研究センターのセンター長と東京大学の教授を務めております。

私は、機械学習の技術の専門でずっと研究してきておりますが、今、いわゆるフロンティアモデル、アメリカの会社がつくったものが中心ですが、が、いろいろ皆さんで使われているわけなんです、そういった最先端のモデルを使った予測と、一方で、昔から使われている信頼性の高い技術をどうやって組み合わせてサービスを提供していくかというのが、A I 時代における気象業務は非常に大きな課題かなと感じております。

この分科会を通していろいろな皆さんと議論させていただけるのを楽しみしております。よろしくお願いいたします。

【総務課長】 長尾大道委員でいらっしゃいます。

【委員】 東京大学地震研究所の長尾大道と申します。

私は、専門分野は地震のほうでして、今年の4月から文部科学省の「情報科学を活用した地震活動・地震動評価技術の高度化」（通称S T A R - E N E X T プロジェクト）という、大体100名規模ぐらいのプロジェクト研究代表者を拝

命させていただきました。この中におられる数名の先生方にも御協力をお願いしているところですが、本日は、気象業務が主ということですが、地震分野においてもA I 技術というのは、今、積極的に導入が進められておりまして、このS T A R - E N E X Tプロジェクトの開発した技術を気象庁様にお使いいただけるような手法を開発するところを目指しております。

本日、微力ながらでございますが、そういった地震とA I 技術の融合という、現在、最先端の分野からも何か御協力ができたらなと思っています。

どうぞよろしくお願いいたします。

【総務課長】 本田匠委員でいらっしゃいます。

【委員】 東京大学情報基盤センターの本田と申します。

私は、気象予測とかデータ同化の研究をしまして、A I も少し触っているところで、私自身もいろいろ勉強させていただければと思っています。

よろしくお願いいたします。

【総務課長】 ありがとうございます。

なお、伊藤委員及び江間委員は、御欠席との御連絡をいただいております。

続きまして、本分科会の成立についてでございます。交通政策審議会気象分科会の定足数につきましては、交通政策審議会令第8条により、委員及び議事に関係のある臨時委員の過半数の出席をもって会議の定足数とされております。本日は、分科会の委員及び臨時委員の総数12名中、現時点で7名でございます。多々納委員が来ていただけると8名、7名の状況でも分科会が成立しておりますことを御報告申し上げます。

続きまして、出席しております気象庁職員を紹介申し上げます。

気象庁長官の野村でございます。

【長官】 よろしくお願ひします。

【総務課長】 気象庁次長の小林でございます。

【次長】 よろしくお願ひします。

【総務課長】 気象防災監の太原でございます。

【気象防災監】 よろしくお願ひいたします。

【総務課長】 情報基盤部長の安田でございます。

【情報基盤部長】 よろしく願いいたします。

【総務課長】 大気海洋部長の石田でございます。

【大気海洋部長】 よろしく願いします。

【総務課長】 地震火山部長の東田でございます。

【地震火山部長】 よろしく願いいたします。

【総務課長】 その他、議事に関係する職員も参加しております。よろしくお願いします。

続きまして、会議資料と公開について御連絡させていただきます。

本日の会議資料は、会議室で御参加の方は、お手元のタブレットから御覧になれます。オンライン参加の方は、T e a m s の画面上で御確認いただけます。会議中に不具合等が生じましたら、随時、事務局のほうにお知らせください。

また、本日の議事及び会議資料については、ウェブにて公開しており、事前に申請があった方が傍聴しております。また、議事録は、会議後、準備でき次第、公開させていただきますので、あらかじめ御承知おき願います。

最後に、御発言いただく際のお願いでございます。会議室で参加の方は、お手数ですが、マイクの台の部分のボタンを押していただき、議事録作成の関係で、お名前をおっしゃっていただいた上で御発言をお願いいたします。また、御発言が終わりましたら、再度ボタンを押しまして、スイッチをお切りいただくようお願いいたします。

オンライン参加の方は、挙手ボタンやチャット機能等で意思表示をしていただき、指名を受けてから、マイクのミュートボタンを解除の上、御発言をお願いいたします。御発言が終わりましたら、再度、マイクのミュートをお願いいたします。

それでは、議事に入らせていただきます。以後の進行につきましては、中村分科会長にお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

【委員】 承知いたしました。それでは、議事を始めさせていただきます。

分科会長の中村でございます。

気象分科会では、令和7年、昨年6月に、2030年の科学技術を見据えた気

象業務の在り方の補強を取りまとめ、取り組むべき追加的施策の1つとして、先端A I 技術の活用が掲げられております。

これを踏まえまして、今次の気象分科会では、気象庁が実施している様々な業務への先端A I 技術の活用方策について議論するとともに、情報・データの収集・提供・利活用の促進を行っている気象庁が、今後どのようにA I 社会に貢献できるかについての議論をしてまいります。

それでは、まず、気象庁より資料の御説明をお願いいたします。

【企画課長】 気象庁企画課長の西潟でございます。よろしくお願いいたします。

それでは、資料に沿って御説明申し上げます。一応、説明の枠は30分ということで事務局では用意しているんですけども、なるべく皆様の御意見をたくさんいただきたいと思いますので、かいつまんだ御説明になるかもしれませんが、御容赦いただきたいと存じます。

では、資料を1枚めくっていただきまして、スライド……。

先生が来られたから、ここで。

【総務課長】 多々納委員、お忙しい中ありがとうございます。

【委員】 いえいえ、すみません。

【総務課長】 今、委員の皆様の御紹介を終えたところでございます。改めまして、多々納裕一委員、今日は、よろしくお願いいたします。

【委員】 よろしくお願いいたします。

大変遅れまして申し訳ありませんでした。

【企画課長】 それでは、改めまして御説明を始めたいと思います。スライドを1枚めくっていただきまして、スライド右下に2と書いてあるところを御覧ください。本日は、主に4つのお話を御説明したいと考えております。まずは、本審議の目的を最初に、そして議論の背景ということで、主に5点、後ほど御説明しますけれども、御用意してございます。それから3点目が論点ということで、我々気象庁から、いろいろ皆様に御意見いただきたいというところをお示ししつつ、4番目に、今後のスケジュール的なところ、分科会の検討の進め方について

御説明差し上げることとしてございます。よろしくお願いいたします。

では、続いて、スライド3を御覧ください。まず最初に、審議の目的について御説明申し上げます。

次のページをお願いします。スライド4でございます。タブレットですと右のほうにフリックしますと、右左で画面がスクロールいたします。まず、審議の目的ですけれども、これは皆様、御承知のとおり、先端A I 技術が急速に進展しているということで、もう世の中、社会の様々な場面で活用されているという状況でございます。

この先端A I 技術は、気象庁が実施している様々な業務で活用することが想定できております。また、こういう多様なデータ、多量のデータが世の中に広がっているというA I 社会に資するように、気象庁の有する情報ですとかデータを収集・提供・利活用を進めるということで、A I 社会に対して気象庁が、まず貢献していくという必要があるとも考えてございます。

一方で、これも皆様御承知のとおり、先端A I 技術の活用ですとか気象データの提供に当たっては、A I に関するリスクなども考慮した対応が必要であるとも考えてございます。

こういった事柄を踏まえまして、一番下に書いています2つの論点を中心に議論いただきまして、気象庁が進むべき道筋を御議論いただければと考えてございます。

まず、本日の議題としましては、1番、気象庁業務への先端A I 技術の活用方策について、それから第3回、今後の議論といたしましては、情報・データの収集・提供・利活用の促進を行っている気象庁がどのようにA I 社会に貢献できるかについて御議論をいただきたいと考えてございます。まず、これが審議の目的でございます。

続きまして、2ポツの背景ということになりまして、まずは、5つのうちの1つ目、A I 技術の進展というところについて御説明差し上げます。これは、かなり皆様御存じのところもありますので、釈迦に説法ではございますけれども、スライド6を御覧ください。

まず、A I というのは、国際的に合意された定義というものはないと存じてございますけれども、ここの議論におきましては、A I を「大量の知識データに対して、高度な推論を的確に行うことを目指したもの」ということで用いていきたいと考えてございます。

人工知能、A I というものの中には、機械学習ということで、これはかねてから行われている取組でございますけれども、さらに機械学習の一種として深層学習というものがあり、かなり深層学習も日々、日進月歩という言葉がもう、もっと早いスピードで進んでいるような状況でございますが、深層学習以降を中心としたA I 技術を、我々はこの場では先端A I 技術と称して御議論いただきたいと考えてございます。

気象庁では、これは後ほども御説明いたしますけれども、従来の機械学習技術というものは、既に主要の業務では活用してございますが、深層学習以降のA I 技術については、まだまだ研究開発段階でございます。

次のページをお願いします。スライド7です。これまでのA I に関する進展ということで、こちらは科学技術振興機構さんの資料を使わせていただいておりますけれども、特にこのA I 技術は、2010年以降、深層学習による技術進展が著しいという状況にありますし、ここ数年でも基盤モデルという考え方が登場してございます。

では、次のページをお願いいたします。具体的には、例えば科学分野では、A I 技術の活用が多様化・高度化してございまして、膨大なデータの分析、情報の抽出ということで言いますと、一例としましては、左下に掲げてございます宇宙観測データ、大量のデータからノイズを除去するというで、よりよいデータをつくるというようなことが進められていると承知してございます。

それから、シミュレーションの高度化・高速化というところの活用につきましては、一例としましては右下、生成A I を活用した車体、車の形ですね、これのデザインを行うというようなことも取り組まれておりまして、製造業であるとか公共分野などの様々な業種において、生成A I などの活用が進められているという状況でございます。

次のページをお願いします。②として政府全体の動向について御説明差し上げます。

次のページをお願いします。スライド10です。通称A I 法というものが、正式名称は資料のとおりですけれども、昨年9月に全面的に施行されました。これは、A I の研究・開発促進を国として行っていく必要があるという動機の下、さらにA I に関するリスクへの配慮というものも必要であり、それを両立させるべく制定されたというものでございます。

目的としましては、A I による国民生活の質を向上ということと、国民経済を発展させることというふうに掲げられてございます。

では、スライド11をお願いいたします。このA I 法で策定が定められているのが、A I 基本計画でございます。これも昨年12月に閣議決定されたものでございまして、目的としましては、信頼できるA I というものを目指すと、追求するということで、4つの柱がございまして。A I 利活用の加速、それからA I 開発力の強化、A I ガバナンスの構築、さらにはA I と人間の協働というものを推進していくということが掲げられてございます。

それぞれの具体としましては、例えばA I 利活用の加速で言いますと、ガバメントA I の源内というものが最近、報道などでも取り上げられてございますが、こういったものをまず政府として活用していこうというようなことも動きとしてございますし、あとは、A I で利活用できるデータをよりよく収集するということも、このA I 利活用の加速の観点で進められてございます。

さらには、A I 開発力の強化というところで言いますと、研究開発に必要な計算資源の確保ということも必要であるとうたわれているところでございます。

こういったA I 基本計画のほか、科学技術・イノベーション基本計画というものが、5年に一度策定されてございまして、これは今、第7期というものが、今年3月に策定され、令和8年から12年という5か年の基本的な計画として定められました。この中では、A I ・先端ロボット分野において、人的・物的資源を国内に確保していくことを目指すべきとされているところでございます。

では、次のスライドをお願いします。こういった政府全体の動向もございまして

れども、我々気象庁といたしましては、海外の気象機関、これは別に気象に限らず地震・火山の分野でもございますが、A I 技術がどのように活用されているかという状況について調べてございます。

スライド13をお願いいたします。まず、気象の分野でございます。近年、先端A I 技術を活用した予測技術が急速に発展しているところでございます。一番下のところに御紹介してございますけれども、A I 気象モデルというものが今どんどん開発が進んでいるところでございます。

2つ目の丸に既存技術とございますが、こちらは左下にあります物理モデルと、我々気象の分野では呼んでいますけれども、解明されている物理法則に基づいて観測データから将来を予測するという、コンピューターでのシミュレーションを行うことで先々を見通すというのが物理モデルでございますが、A I 気象モデルというものは、過去のデータを大量に学習させて、その組合せパターンに基づいて将来を予測するというものでございます。

このA I 気象モデル、今、取組を進めている各国の様子を見ますと、高い予測精度というものが実現していたりですとか、あと計算の高速化、さらには省資源化ができているというようなことになってございます。

ただし、そもそも計算をするに当たっては、学習データが必要ですが、そのデータの学習には膨大な計算機資源が必要でございますし、あとは、過去の気象データを扱うということもありますので、極端な現象、過去にない現象などにつきましては、予測の信頼性がいま一つであるというような、A I 特有の苦手分野もあるという点については留意が必要であると考えてございます。

一部の海外気象機関では、こういった従来の物理モデル、それからA I 気象モデルを併用する形で運用を始めているところが幾つかございます。そういったモデルの予測結果を予報官が両方とも参照しまして、予報作業に活用している状況にあると承知してございます。

次のページをお願いいたします。こういったA I 気象モデルと物理モデルというものを、両方を活用する戦略というものを、多くの海外気象機関が策定しているという状況でございまして、それを実現するために、スーパーコンピューター

の利用についても、A I にフィットするようなG P Uを持つ計算機を導入するであるとか、クラウド基盤を活用するというものを戦略として打ち出しながら、計算機資源の確保に力を注いでいるという状況でございます。

スライド15をお願いいたします。続いて、地震分野・火山分野に関してでございます。例えばアメリカの地質調査所、我々、U S G S と呼んでございますけれども、そういった海外の地震・火山の分析をする機関では、地震波形の読み取りであるとか、火山活動の監視にA I の活用ですとか、それに向けた調査研究が進められてございます。

例えば地震波の読み取りですと、右のほうに波形の絵がございますけれども、そのP波とS波を読み取って、観測点とその震源、震央との距離を見積もるというようなことであるとか、あと右下にございますように、火山で言いますと、火山の近くにカメラで画像を撮りまして、その画像を解析し、噴煙の特徴を抽出するということも一部の国で行われていると承知してございます。

次のページをお願いいたします。そして④番目、では、気象庁では、このA I 技術の活用に向けた取組をどのように行っているかということについて御紹介差し上げます。

次、お願いします。スライド17でございます。一番下に、まさに気象分科会の名前を書いてございますけれども、平成30年に、このタイトルにございますように、2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方ということに関する提言を頂戴いたしました。

その提言の中では、①観測・予測精度向上に係る技術開発というものと、②気象情報・データの利活用促進というものが重点的な取組であるとお示しいたきまして、これを両輪で、相乗効果として先に進めていくということで、世の中には防災対応ですとか支援というものの推進をしていくということを大きな気象庁の柱としてお示しいただいたところでございます。

このうち、先ほど申し上げた1つ目、観測・予測精度向上に係る技術開発というところでは、技術に真に立脚した情報・データ提供のために、最新の科学技術に対応した技術開発を推進していきなさいということでお示しいただいている

ところでございます。ただ、このタイミングでは、まだそのA I というところまでは、具体には踏み込んでなかったという状況でございました。

続いて、スライド18を御覧ください。こちらは、まさに先ほど〇〇委員からも、御挨拶の中でお話しいただきましたように、昨年6月に、先ほど申し上げた2030年に向けての提言に対する補強と我々よく呼んでございますが、近年の社会動向、平成30年にお示しいただいた提言から5年程度経過したので、もとの施策の着実な実施とともに追加的に講じるべき施策もあるであろうということで、補強として取りまとめていただきました。

大きく、下のほうに赤い丸で5つ掲げてございますように、①から③、例えば、①は台風情報の高度化、②は気候変動情報の高度化、③は大規模地震・噴火対策の推進と、それぞれ重要な取組ですということでお示しいただきつつ、分野横断的な施策として、④に先端A I 技術の活用ということで、これは①から③まで全てに関わるものだろうということで、その先端A I 技術の活用を御提言いただいたところでございます。

次のスライドを御覧ください。この先端A I 技術の活用につきまして、もう少し具体的に御紹介したいと思います。2030年までの目標ということで提言をいただきましたけれども、2030年、さらには、その先を見据えて、気象業務全般に最先端のA I 技術を活用するということで、高度化した防災気象情報を適時・適確に提供するということが、防災の対応ですとか行動に貢献することを目指したものでございます。

これらの実現に向けまして、スーパーコンピューターをはじめとした計算機資源の整備であるとか、人的な、それから組織的な体制の拡充などにも取り組むということにしているところでございます。

次のページをお願いいたします。そういった御提言もいただきながら、今、気象庁では、具体的にどういうことを取り組んでいるかということも御紹介できればと思います。

スライド20でございますが、冒頭にも申し上げましたように、気象庁はそもそも、A I という文脈で言えば、1970年代から機械学習を活用しまして、

様々な技術を導入してきてございます。

一方で、この先端A I 技術の活用のためには、今回御参加いただいております〇〇委員の理化学研究所さんと共同研究を実施してございまして、左下のほうに具体例がございしますように、A I 技術を用いてデータノイズの除去を行うという技術を出したりですとか、さらには、右のほうにございしますが、当庁の気象研究所におきまして、A I 気象モデルによる台風予測の利用可能性調査というものを行っているところでございます。

こういった、もともと気象庁が培ってきた技術というものと先端A I 技術というものを融合させることで、気象庁の業務を大きく高度化する可能性を有しているのではないかというのが、この共同研究ですとかの例で見えてくるところでございます。

次のページをお願いいたします。取組の例ということで、もう一つ御紹介いたしますと、先ほど海外の気象機関で、物理モデルとA I 気象モデルをうまく両輪としてという話がございましたけれども、気象庁、我が国でもそのような取組ができないかということで、今、開発を進めているところでございます。

先端A I 技術を用いたモデルを、今まだ開発を進め始めているところでございますけれども、従来の物理モデルと両輪で開発を推進していきたいと考えてございますし、それにおいては、開発をする基盤、スーパーコンピューターですとか、そういったものに関する整備も推進していかなきゃいけないということと、さらには、そもそも産学官の分野と連携していく分野を拡大していく必要があるんじゃないかなということも相まって考えているところでございます。

次、スライド22をお願いいたします。それから、今、次期気象衛星ひまわり10号を整備、打ち上げするべく準備を進めているところでございますが、今、運用しているひまわり8号、9号と比べまして、格段に違うのが、最新のセンサー、我々、赤外サウンダと呼んでございますが、これによる膨大な水蒸気のデータなどが得られるということで、膨大な観測データを得られるのはいいんですけれども、それをどのように分析するかというところについては、まさにA I の活用のしどころではないかと考えてございまして、時空間的に高密度な大気の大

タを推定するということについては、今既に開発に着手しているところでございます。

次のスライド23をお願いします。ここで若干、毛色が変わるんですが、実は気象庁、竜巻などの突風が発生しますと、その現象、何が起きたのかという被害状況を、現地を調査しまして、その現象が、何が起きたのかということと、今後の情報の高度化に、改善に向けた、現地調査を行うこととしてございます。

これは気象台の職員が現地に入ることですけれども、昨年9月、静岡県で、台風の周辺で数多くの突風が発生しまして、かなり広範囲で被害が発生いたしました。その際、現地調査に入った際に、突風の強さを推定するですとか被害の範囲を特定するという事で、かなり作業が難航したという事実がございました。

こういったものを、速やかに調査を行うためにAIの技術を活用しまして、被害の状況の画像ですとか、そういったものから突風の強さを推定する作業というのが、自動化ですとか、補助的に活用できないかということについて、まだ、これは始めたというよりは活用の可能性を検討しているところでございますが、今この調査を始めようとしているところでございます。

続きまして、地震分野についての取組を御紹介いたします。気象庁から緊急地震速報というものを発表いたします中で、各観測点から得られるデータの中には、ノイズが多数ございます。そういったノイズの波形を学習させるということで、データを实际使うかどうかというものを自動化して判定するというプログラムを開発してございまして、これは全ての観測点で、まだ行われているわけじゃないですけれども、どんどん今後、使える観測点を増やしていきたいということで、今もう一部業務には実装済みという状況でございます。

次、スライド25をお願いいたします。こちら地震関係でございますが、地震発生直後は、大きな地震の後、その周辺で起きる地震の活動状況を把握することとはとても重要ですが、左下にございますように、従来の手法ですと、本来この辺で起きているだろうなという地震の活動状況とはやや離れたところで地震が起きているように捉えられてしまう場合があるということで、こうい

った判定精度の向上がとても大事ですが、A I を活用することによりまして、地震波かノイズかということが分析できるということで、左下にあるように、もっともらしい地震の震源位置の決定ということが出来るんじゃないかということで、今、開発に着手しているところでございますし、右のほうは、やや専門的ですけれども、冒頭に発震機構と書いてございますが、要はこの地震が横ずれ断層で起きたのか、逆断層で起きたのかというようなことも分かるような地震の分析について、今までの方法に比べて、A I を用いれば、より高精度に分析できるんじゃないかというようなことで、今この開発も進め始めているところでございます。

続いて、スライド26、これも活用の可能性を検討中という段階ではございますが、気象庁と内閣府、文科省、国交省と連携しながら、火山防災にいかんA I が活用できるかということについて調査が始まっているところでございます。

まず、国内外の技術動向を調査して、例えば画像処理がどのように活用できるかであるとか、関係省庁でどのようにA I の活用ができるかということも今、調査事項の中で進められているところでございます。

こういった気象庁での活用に向けた取組も御紹介しつつ、さらなる活用に向けて、⑤番目のところで取り上げたいと思います。

ここで、突然もともとの気象庁の取組について御紹介することになってしまうんですけれども、そもそも気象庁が世の中に情報、防災気象情報ですとか気候に関する情報を発信するに当たりましては、大きく分けて4つのプロセスを経てございます。

まず、今何が起きているかということを観測いたします。そして、その観測データに基づいて解析をし、さらに将来予測を行い、そして、その結果に基づいて情報を世の中に発信していくということをしてございまして、これは気象に限らず、地震、火山、気候変動、あらゆる分野において共通したフローになってございます。

これら4つの作業について、次のスライドをお願いいたします。スライド29ですが、それぞれにおいて、先端A I 技術の活用というのができるんじゃないか

と、今、気象庁では考えてございます。例えば観測データの品質向上、これは、左側でございます先端A I 技術による高精度化というものと、右側でございます作業支援、両方にかかってくると思ってございますが、これらにより、観測データの品質向上ができるのではないかと。さらには、その観測データを解析することの高精度化であるとか、予測の高精度化、そして、人間が今、職員が行っている作業をA I によって支援をするであるとか、様々なところで活用できるのではということで、気象庁の業務を強化できる可能性があると考えてございます。

次のスライドお願いいたします。こちらは結構具体的に書いてございます。細かくは御説明できませんけれども、例えば観測の分野でありましたらば、データの品質向上、あとは誤ったデータを発信するということの防止にA I を活用できるのではないかと期待してございますし、解析の分野では、高精度な推定、新たな事象の検出、さらには将来予測というところでは、A I 気象モデルなどによる高精度化・高速化というものが活用を期待されるところでございますし、情報の作成・発表というところでは、情報提供するまでの時間を短くするであるとか、作業を標準化するというところでA I が活用できるんじゃないかなと考えてございますが、右のほうで、枠で囲んでいたり囲んでいなかったりしますが、今、気象庁でも既に業務の実装に向けて作業を始めているものもあれば、まだまだ全然手がついていないというところもございます。

ここで、根本的なところに話を移したいと思います。そもそも気象庁がA I を活用していくというところにおいて、どういう理念で進めていくべきかということ、これは気象庁の中で検討したものでございまして、世の中の方々に見ていただいたというものではございませんので、ぜひこちらについても後ほど御意見をいただきたいのですが、気象庁の理念としまして、3つの柱を考えているところでございます。

まず、1つ目、A I と自然科学の共創ということで申し上げますと、先端A I 技術と自然科学の知見に基づく従来技術を融合させる共創ということで、取組を進めていければいいのかなと考えてございます。

それから2つ目、産学官による共創ということで、気象庁は気象庁で持ち味と

いいですか、得意分野がございますけれども、産の分野、学の分野で有する先端 A I 技術の強みというものを活用した、これらの相乗効果による共創を目指せばと考えてございます。

そして 3 点目、人と A I の共創ということで、人間と A I 技術、それぞれの強みを生かした共創というものをを行うことで、従来人間が行っている作業を A I 技術で支援するという一方で、逆に人間でなければできないことが、本来取り組むべきこととしてあるのではということで、そちらに注力できるようにするであるとか、この人と A I の共創というところでは、人間による説明責任というところも適切に確保していく必要があるのではと考えてございます。

こういった 3 つの共創というもので、A I 活用のための基本理念というものを気象庁の中では用意しているところでございます。

その中の一例としまして、学官連携に向けた可能性ということでは、今、国内では、A I を含む情報科学、そして地震学の融合で、新たな科学的知見の獲得が進んでいるところでございます。

これ、実は、先ほど〇〇委員から御紹介をいただきました、ちょうど昨年度まで行われていたプロジェクト、絵をお示ししてございますけれども、まさに今年度からは、「情報科学を活用した地震活動・地震動評価技術の高度化」事業が始まったところでございますので、我々気象庁としても、ぜひこの取組については注視してまいりたいと考えているところでございます。

一方で、A I の活用を進めていく上では、リスクというものも当然ございまして、例えば A I による推論というものは、学習データの品質に依存しますし、不正確の推論ですとかバイアスを生むリスクがあるということですとか、あとは、ハルシネーション、生成 A I が事実と異なることをもつともらしく回答するというところもあると聞いてございますし、あとは判断過程のブラックボックス化ということで、例えば有事に防災面ですとか、そういうときに説明責任を果たせなくなるんじゃないかという懸念もございます。さらには偽情報、誤った情報の拡散ですとか、A I へ過度な依存などのリスクが存在するということについては、留意した上で取組を進める必要があると考えてございます。

他方で、リスクの許容性といいますか、リスクをゼロにできないというところも踏まえつつ、その便益とのバランスを考慮した対応も必要と考えてございます。

ここまでが背景ということで、長く御説明差し上げましたけれども、続いて、論点ということで話を進めさせていただきます。

次のページをお願いします。本日、御議論いただきたい内容としましては、ここまでちょっと時間をかけて御説明差し上げました背景、5つのポツがございまして、1つ目は、A I 技術の進展に関すること、そして2つ目は、政府全体の動向を御紹介いたしました。そして3つ目のポツは、海外気象機関などにおけるA I 技術の活用状況。そして4つ目のポツは、気象庁におけるA I 技術の活用に向けた取組。そして最後のポツ、5つ目につきましては、気象庁におけるA I 技術のさらなる活用に向けた取組としてどういうものがあるべきかということについて背景としてお示ししつつ、下のほうに書いてございますように、本日、御議論いただきたい内容としましては、主に3点、気象庁業務への先端A I 技術の活用方策につきまして、技術の活用に当たっての理念、先ほどのスライドでお示しましたものについての御意見をぜひいただきたいと思っておりますし、2つ目としましては、新たな価値創出という可能性を踏まえた、気象庁が推進していくべき施策についても御意見をいただきたいです。そして3つ目は、A I 技術の活用に際して留意すべき事項についても御意見をいただきたいと考えてございます。

最後に、分科会の進め方の検討ということで、次のスライドをお願いいたします。

今回、第1回目の議論としましては、先ほど申し上げた3点について、ぜひ御意見をいただきたいということと、それから、この年末といいますか、11月頃に向けて4回の分科会を開催いたしまして、次回は、今日、御議論いただいたことを踏まえて中間取りまとめ案の審議をいただければと考えてございます。

そして、その次、3回目では、2つ目のポイント、情報・データの収集・提供・利活用の促進を行っている気象庁が、どのようにA I 社会に貢献できるかという

ことについて御議論いただきたいと考えてございまして、4回目には、その最終取りまとめ案について御審議いただきたいと考えてございます。

こういった形で、分科会の進め方も結構スピーディーになってしまいますけれども、皆様から御意見いただきたいと思っていますのでよろしくお願いいたします。

説明は以上でございます。

【委員】 御説明どうもありがとうございました。

本日は、気象庁業務における先端A I 技術の活用方策が主な議題でございます。気象庁における先端A I 技術の活用に当たっての方針、推進していくべき施策、また、A I 技術のリスクといった側面も含めて、様々な観点から皆様の御意見をいただければと思っております。

それでは、皆さんからの御質問、御意見を受け付けたいと思います。いかがでしょうか。

〇〇委員、お願いします。

【委員】 〇〇と申します。

すみません、事前説明いただいたときにも、多分同じ質問をしましたが、せっかくなので質問させていただきます。物理モデルとA I 気象モデルの併用についてです。併用とおっしゃっているのは、資料13ページの、例えばこの下の2つが即ち物理モデルとA I モデルがあって、恐らく最初のうちは、物理モデルは従来どおりに走らせておいて、A I 気象モデルも横で走らせておいて、その両方の結果を参照して、A I 気象モデルが動いているかなど両方見て、最後、情報の出し方のときに、その2つのモデル結果の比重も変わっていったりするのかな、その道筋のようなものは思い描いていらっしゃるのかについて教えてください。

加えて、併用という場合、先ほどご説明のあった新規のサウンダデータ利用の開発のように、これからやっていく開発が、結構A I に対応したものになると、例えばこの図の左側の物理モデルで使ってくるものの中に部分的にA I がどんどん入ってくるということが想像され、そうすると、両モデルが次第に混然一体となってくるような世界もあるかもしれないですね。要するに併用の姿は今

は完全には見通せないかもしれませんが、開発におけるA I利用の併用についての理念、方針があれば教えてください。今、見通せていなくてもこんなことだろうみたいなことでもいいし、途中、見直していくとかでもいいですし、その点が一番気になります。それは先ほどのリスクのところ、A Iはうそをつくかもしれないというのがあるとすると、ますますそういうことかなと思います。

【情報基盤部長】 情報基盤部長の安田でございます。御質問ありがとうございます。

今まさに〇〇先生がおっしゃったような併用の部分、ちょっと分かりづらいという部分もあるかもしれません。基本的には、物理モデル、今までの、いわゆる数値予報モデル、これを物理モデルと呼んでいる。その中で、いろいろな観測データの処理であったり、中のスキームだったりというところにA Iを使うことはありますけれども、技術開発の中であると思います。基本的には、この数値予報モデル自体が物理モデルといいます。あとA I気象モデル、学習データからA Iで予測をするという、この2つを両方動かして、出た結果、複数の結果を防災気象情報であったり、予報を作業するとき、それらを参照して、より正しいと思われる予測を出すというところが、いわゆる併用と言う部分で、両方走らせて、それを、予報を出すときに人が見て判断をして出すというところになります。

人が見て判断を出すというところについても、非常にデータ量が多くなる、見なきゃいけないものがたくさん出てくるというところで、その部分についてもA Iを使うことによって効率化とか、そういうところができる、人の助けになる部分も開発できると思います。

基本的に併用というのは、いわゆる物理モデル、今までの数値予報モデルとA I気象モデル、これを両方走らす、両方動かす、その結果を見るというのが併用というふうな意味になっています。

現時点では、今そういう形で考えておりますけれども、A I技術が非常に飛躍的に発展している中で、そのやり方についてもしっかり検討しながら進めていきたいと考えているところです。

以上です。

【委員】 ありがとうございました。

ほかに御意見ありますか。

〇〇委員、お願いします。

【委員】 今の〇〇委員の御質問に関しまして、事前説明のときに、私もほぼ同じようなコメントをしたんですけれども、現在、STAR-E NEXTプロジェクト、地震と情報科学の融合プロジェクトでは、サイエンティフィックマシンラーニング、略してSciMLと言うんですが、その技術を地震の分野に生かすという研究テーマが挙がってしまして、そこでは、地震学でももちろん物理モデルが、例えば地震波の伝播は波動方程式で記述されますので、物理モデルを使うというのは昔からあるんですけれども、従来から物理モデルとAIを融合するような技術開発というのをテーマとして挙げているんです。つまり、物理モデルとAIモデルの併用ではなくて、それを融合したような、物理モデルを取り込んだAI技術の開発というのを実施しております。

そういった方向性というのは、いずれ考えられるんですか。つまり、今、〇〇委員からも御質問ありましたとおり、併用となると、それぞれ出た結果をどうやって融合するかというところが、どうしてもさじ加減といいますか、恣意性が入ってしまいますので、そこを、いわゆるサイエンティフィックマシンラーニング、具体的にはPhysics-Informed Neural NetworksというPINNsと呼ばれる技術があって、物理モデルを取り入れたAIモデルというのが数々あるんですけれども、そういった方向性のほうが、ある意味、統一性が取れるのかなという気がしているんですが、その辺りいかがでしょう。

【情報基盤部長】 ありがとうございます。現時点では、先ほど申し上げたような物理モデル、AIモデルという併用で結果を見るという形になっております。

今おっしゃった、AIに物理を組み込むといった形、気象分野においても、観測データ補完する物理法則を加えるということで、現実的な予測がよりできるということで活用できる分野であるとは考えているところでございます。これから我々が進めるAI気象モデルの開発においても、物理法則を学習させるというと

ころの部分の適否については、しっかり検討しながら進めていきたいと考えております。

【委員】 ほかにご意見ありますか。

〇〇委員、お願いします。

【委員】 少し広めの話をさせていただこうと思います。A I をめぐった話で技術的に何らかの改善ができるかできないかという議論は、改善的できるにもう決まっているわけだと思います。あとは信用できる判断ができる人がいるかどうかという問題なだけで、ハルシネーションとかいろいろあるにしても、これはハルシネーションであるということを判断できれば、別にその情報は使わなければいいわけでありますから、したがって、人間の判断能力がそういうことをディテクトできるという楽観的な状況に立てば、間違いなくそれでオーケーだと。

あるいは、併用するにしても、物理モデルの根拠があるものじゃないと使わないと言われれば、多分そこはあまり変わりがない。ただ、物理モデルでも説明できないけれども、ここのA I で出てくるものが何かもっともらしい、なぜそれをもっともらしいと言えるのかという根拠が恐らく要と思いますが、そういった判断をされるのは何かといったら人間なわけでありますから、だからA I を使うことによって改善がなされないと考えること自身はおかしな話だと。ただ、そこでキーとなっている、今の説明でもそうなんですが、人間の能力が高くないという形にはならないということなんです。

それからA I のほうも、ちゃんとトレーニングされているかどうか、ちゃんと検討するような仕組みになっているんでしょうかということです。例えば再解析のモデルとかもありますよね、今。過去の気象がちゃんと物理モデルに従って再現できるかという検討までされているわけで、物理モデルに対しては一定の信頼をしていच्छやると理解するわけです。

ですが、それでもなお説明できないもの、あるいは説明するのにすごく時間かかるものが存在しているとすると、それをターゲットにして、A I 開発を重点化していくのが妥当なんじゃないでしょうか。そこについての検討というのは、どういうふうに行われているんでしょうか。

全体をまとめて言いますと、何かというと、さっきの4つがありましたね。解析とか書いてある4つの業務みたいな議論がありましたが、これです。ここに、情報作成で終わるでしょう。この後どうするんですか。私らの仕事じゃない、多分そうなんです。だけれども、実際、社会は、この後、これに従って何らかの結果が出て、死者が出たり、行方不明者が出たり、あるいは救われたりするわけです。その結果があって、それを解析しなきゃいけないと思うんですけれども、多分ここで言う解析は、ここの情報、どういう情報を出したか、どういう意思決定をしたかということと関係しない解析を指しておられるんじゃないかと思うわけです。

何が言いたいかというと、例えば今のAIを使って同じ情報を出す、あるいは同じ決定をするならAIを使う意味はない。だけれども、同じ決定でないものを出すとするば、そのことによって出てきた結果が違うかもしれない。その結果をちゃんと判断して、評価して、解析して、このAIを使ったことで何がどうよくなったのか、もしくは何があかんのかという、あるいはどういう条件で役に立つかという、そういう解析するループを、ここの研究の仕組みの中につくっておく必要があるのではないかなと、まずは思いました。

それから、もう一つ、AIを使う場合に、やはり人が大事だということですから、何か今みたいな解析を人間がやりますよね、結局。こういうのをやったらどれだけよくなるか、どういうところでAIが役に立つか、あるいは物理モデルはどういうところが得意か、物理モデルをよりよくするためにはどのようなデータの収集が必要かとか、さっきのパラメタリゼーションのところをいかに直すかとか、そういう議論もあると思いますが、それをやるのは人間ですよ。そういう人が膨大に要るんです、多分。気象庁だけにちょっとおられて、それで、今みたいな物理現象を解説できますといたら、ちょっとおられますという議論だけだったら、このフェイクみたいなのが出てきたのと本物と、あるいはここは本当はまずいことを言ってそうだって、判断を誰ができるんですか。そういう方をどうやって養成するんでしょうか。

そのためには、少なくとも研究機能の強化が必要だと思いますし、それぞれ研

究所におられる方々のライセンスなのか何だか分からないけれども、そういったところの中で、今のような、言わば真偽が判定できるとか、社会的な功罪が議論できるとか、そういったことができる方を重点的に養成いただかないと、多分、心配な将来が。

これ、放っておくと何が起きるかという、大学でも起きそうなんです、そうしないようにしてくださいと言っていますけれども、レポートを書くときに、A I にいろいろお願いすれば、答えが出てくるわけです。だから将来予測するだけ、例えば今の気象の天気図が何か入れてやれば、明日の天気が出てくるようになるかもしれません、素人からしたって。それと、気象庁で出される予測がどう違うんだって議論なんです。

だからそのところの話が担保できるような話というふうにするためには、やっぱり気象庁の技術というものをどんどんレベルアップしていく必要があるから、そちらの方向へ向けての議論というのを充実していただきたいなと思いましたということです。

2点です。要するに人間、誰が責任を取るかということに関連して、人間がどれだけの資質を向上できる状況にあって、真偽等まで議論できるようなレベルに達するような道筋が示せるかが1つです。もう一つが、そのためには意思決定の結果、あるいは情報作成の結果から社会に出てくる結果を見て、フィードバックの結果を見て、ちゃんと解析していただいてA I を使う、あるいはほかの今の技術の功罪といった話を議論できるような人材育成をお願いしたい、この2点です。

以上です。

【企画課長】 企画課長の西潟でございます。

今の御意見に、全てに回答できず部分的なところにとどまってしまうかもしれませんが、人とA I の役割分担的なところが、まずあるのかなと考えてございます。

このページでは、実は気象庁が、今、一生懸命取り組んでいるところの部分的なことしか示せていなくて、この情報の作成の発表をした後に、まさに防災とい

うところでは、今、地域の自治体などに、気象庁の職員、平時もなるべく出向くようにしていますし、緊急時、有事の際には、J E T Tということで、職員を派遣して、自治体の防災対応と一緒にやっていこうということで取り組んでいるところでございます。情報を出して終わりではなくて、その情報を使ってもらって、いかに取り組んでいくかということで、今、そちらのほうにも人を多く充てている、職員を増やしているという状況でございます。

先ほど、理念のところでも御説明したとおり、スライド二十幾つかな、これです。人とのA Iの共創と書いてございますように、人間が行っている様々な作業は、もうA Iでできる部分があるんじゃないかということで、一方で職員が、人間が本来取り組むべき業務に注力できるようにするというのが重要と考えてございまして、ただ、それをどうやって判断するんだというところのスキルというところについては、まさにこれから考えていかなければいけないんじゃないかなとは思っているところでございます。

ちょっと全ての答えになり切れていませんけれども、役割分担というところでは、そういったところかなと考えてございます。

【委員】 簡単に言うと、A Iを使って人間があほにならんようにしてほしいと。逆向きです。A Iを使って人間が賢くなっていますと、あるいはすごくいい判断ができるようになっていきますと、そういったことを担保してください。それだけのことなんです。そのための仕組みがどういうふうを考えられているか。それは多分、共創なんだろうけれども、でも、それをどういうふう考えられているのか、あるいは考えたのかみたいな議論が多分大事だろうと思うので、そこを見直していったりしていただけるといいなと思っています。

以上です。

【情報基盤部長】 情報基盤部長の安田でございます。

先ほどの、いわゆるA Iモデル、また、物理モデルというところの役割というところですが、我々物理モデルでこれまで培ってきた数値予報に関する知見、非常に蓄えているというところでは、その中で、物理モデルの中でも得意な部分、不得意の部分というのもございますし、A Iモデル、全てがいいというところ

ころではございません。A I モデルの解釈の部分でも、我々物理モデルで培ってきた知見というのにも活用しながら、どの部分がA I モデル、ここの部分がよくない、この部分がいい、この部分が説明できる、物理としてきちんと説明できるという部分について、我々のこれまで蓄えてきた知見を使う。さらに、物理モデルの開発というのを継続することで、この部分の知見というのをもどんどん高めていくと考えておりますので、決してA I モデルが何でもしてしまうというところではなく、きちんと過去の部分についても検証して、欠点・利点というところも踏まえながら両方で、それを併用と私たちは呼んでいますけれども。

【委員】 もちろん、結構なんですけれども、論文とか、報告書とか、本とか、何かそういうやつにまとめられていますか、そういうのを。

【情報基盤部長】 A I 気象モデルについては、開発については、今、始めたので。

【委員】 そうじゃなくて違いとか、特色とか、このとき当たるとか、当たらないとか。

【情報基盤部長】 物理モデルについては、いろいろ我々のほうで、過去の部分の解析をして、利点、良いところ・悪いところというところは物理モデルについて把握して、報告書にまとめたりというところはあります。

【委員】 いや、物理モデルでやられたのは分かるんです。だからそれと、今度A I モデルでやってどうだとか、あるいはA I のほうが得意な部分、物理モデルで残されている部分とか。

何が言いたいかという、そういうことを知っていただけるのが人間で、それをいろいろ、そういうのを解析して分かっているからこそ、いろいろなことで役に立つ発言ができると思うので、だからそういうものをできるだけ、少なくとも気象庁の中では共有化いただいたり、あるいは研究者コミュニティーとか、あるいは人間のコミュニティーの中では、それを共有いただいて、そういうレベルを持った人がちゃんと、こういうものをハンドルしたり議論できるような形にして。

ともすれば、A I はこんなところは合うけれども、気象モデルは全体としてこういう感じなんだよという言説だけで終わっている場合もあるので、その辺りを

ちゃんと定量化とか、議論をちゃんといただくような方向性を考えていただけるとありがたいなと思います。

【委員】 ちょっと会長から補足しておきますと、今、〇〇委員が示された懸念の一部を解消するような資料というのは、今日の資料の20ページに、台風の予測、物理モデル、AI予測、どっちがどう得意・不得意があるかというところで、もう既に論文発表が気象研からなされているということで、こういう資料をより多く積み重ねていってほしいという、多分そういう趣旨だと私は判断しました。

【委員】 そうですね。

【情報基盤部長】 御意見ありがとうございます。

私どもも自分たちで開発するAI気象モデルについても精度ですね、そういうところもしっかり検証して、取りまとめて、共有しながら、知見を積み上げていきたいと思っております。ありがとうございます。

【委員】 活発な議論ありがとうございます。

どうぞ御発言をお願いいたします。

【委員】 プレゼンテーションありがとうございました。今後の大きな方針として、非常にきれいにまとめていただいて、よかったなと思うんですが、ちょっと技術的なことでいろいろお伺いしたいことがあるんですが、〇〇委員からも既にお話がありましたが、今は物理の法則を取り込んだAI技術を活用するという話がいろいろな分野で進んでいまして、気象のことは、もちろん皆さんは御専門ですのでよく御存じかもしれませんが、既にグーグルとかエヌビディアとか、ああいう規模の国際的なビッグテックが、もうこの5年ぐらい基盤モデルを提案して、そこにもさらに、先ほどのPINNsを組み込んでということをもっと猛烈な勢いでやっている状況かと思います。彼らはもちろん、計算基盤もとんでもないものを持っていますので、日本では残念ながらとても太刀打ちできないようなレベルで議論が進んでいるかと思います。

そんな中で、どうするかというところが重要なんですが、AIという言葉が何を指しているか、よく分からないところが正直なところありますが、いわゆる深

層学習を使って予測するみたいなパラダイムは、多分 2010 年ぐらいにできたもので、それを使って予測精度を上げましょうというのは、当然、基礎となって必要なところではあると思うんですが、その後、トランスフォーマーが 2017 年ぐらいに出てきて、LLM がその後出てきてということで、どんどん発展していますが、今のいわゆる気象系の基盤モデルというのは、LLM なりトランスフォーマーなりを取り込んだようなものがいろいろ使われていて、そこに最近の PINNs を組み込んだモデルが、この三、四年ぐらいですか、いろいろ論文も既にグーグルとかからも出ているかもしれませんが、発展しているところですが、残念ながら、この手の研究で日本が関わっているところはほとんどないです、実態として。

ですので、そこをどう捉えるかということなんですが、もちろん、気象庁内ではとか日本国内で人材育成をしっかりと、キャッチアップして、さらに追いついていくというのは理想論ではあるんですが、現実の研究者の数とか技術者の数、あるいは計算のインフラストラクチャーを考えますと、残念ながら、もう桁違いのところにアメリカはいますので、それを今から簡単にキャッチアップするというのは、ちょっともう難しい状況かなと感じるのが正直なところですよ。

ですので、そう思うと、やっぱりうまくパートナーシップを結んでやっていく必要があるかなという気がするんですが、ここからが質問なんですが、気象庁として、例えば、いわゆるビッグテック、IT 系の、そういう会社と組んで一緒にデータ解析をしたりとか、システム開発をするような方向性の可能性があるのか。それともやっぱりデータをちゃんと守る必要があるので、国内に閉じて開発を続けなきゃいけないのか、その辺についてはどうお考えでしょうか。

【参事官】 技術開発担当参事官、佐藤でございます。御質問ありがとうございます。

そうしたところは、まさに検討課題ということで考えてございます。海外のビッグテックさん、そういったところからお話を伺ったりしているところがございますけれども、その上で、連携等できるかどうか、我々のポリシー的なこともございますので、そういったところの検討が必要ということで考えているところ

でございます。なので、可能性がないというわけではないですけれども、慎重な検討が必要だと考えているところでございます。

すみません、ちょっとお答えになっていないかもしれませんが、現状としては検討課題と考えてございます。以上です。

【委員】 今既に、もちろん気象庁でちゃんとシステムが動いていて、安定した予測をずっとされているかと思うんですが、一方で、グーグルがつくったモデルとか、エヌビディアがつくったモデルというのが、ものすごい性能を一部の状況ではたたき出していて、それがどんどん研究の新しい基盤として発展しているところですが、そういう研究をフォローされている方っていらっしゃるんですか。いない前提でお伺いしているんですが、あんまり情報が出てこないというのもあります。論文だけでは分からないところもあります。

【参事官】 引き続き、佐藤でございます。

そうした研究につきましては、こちらでも公開情報とか公開されているモデルについてフォローして調査等をしているところでございます。

先ほど海外の技術動向調査の結果等が（説明に）ございましたけれども、そうしたところにつきましては、海外の気象機関に職員を取材に行かせていまして、こういった状況なのかとか、その結果も含めて検討しているところでございます。

海外でもビッグテックとちょっとやり取りをしているとか、そういったお話もございますので、そういったところも参考にできればと考えているところでございます。

以上です。

【委員】 ありがとうございます。そこをもうちょっと深いレベルで議論できればいいなという気がするんですが、本当に、例えば『ネイチャー』とか『サイエンス』とか論文が出ているかと思うんですが、そういうものの追試を例えば気象庁内でやっていて、それを日本で使うにはどうすればいいかという検討を本当にされているのか、そこはやっぱりちょっともう違う世界の、全然違うモデルですので、多分、気象庁の研究とか業務と合わないとは思いますが、それを取り

込もうとしているのか、あるいは、今もう別物なので、あくまでも調査をしている段階で、必要によっては共同研究するなり、何か委託するなり、そういう方向でやる感じの検討なんですか。何か全く違う世界にいるような気がしているんですが。

【参事官】 ありがとうございます。全く違う世界ではありますが、公開されているモデルに当庁の気象データを読み込ませて、それでまず動かしてみて、どういったデータが出てくるか、どういった予測精度があるか。先ほどの〇〇先生の御意見もございましたけれども、実際に我々の従来の数値予報モデルを動かすのと、あと公開されているA Iモデルを動かして、出力結果の違いを見るとか、そういったところの追試とか、あとは、公開されているモデルのアーキテクチャーを調べるですとか、公開されている論文を読むですとか、そのようなところを技術開発の担当のほうで実施しているところでございます。

【委員】 本当にキャッチアップできるかどうかというのは、正直よく分からないところではあるんですが、無視するわけにはいかないですので、遅れているならば、やっぱりちゃんとパートナーシップを結ぶなりして、高いレベルで何か合意を結んでちゃんとやるべきだと思いますし、それとも技術者を本当に開発して、育成してやっていくのであれば、そっちの方向にかじを切らないといけないと思いますので、これは結構、喫緊の課題なのかなという気がします。今のペースでやっていくと、むしろ差は開いていくような気がしますので、何らかの決断が必要なのかなと感じました。

以上です。ありがとうございます。

【委員】 ありがとうございます。

では〇〇委員お願いします。

【委員】 〇〇でございます。

〇〇先生の攻め手の後で、大変話しくさはあるんですけども、まず、31ページ目のA I活用のための基本理念ですが、これは率直に、結構よくできているなという感じ。差し障りがないことを書いているようにも見えるんですが、割と本質的なことが、この3点で書かれてあって、これは結構使い回しが効くとい

うか、職員の方も外の人も見て、結構いいなと思いました。

繰り返し P I N N s の話が出ていますけれども、それは恐らく一番上のところの A I と自然科学の共創というところが、見事にすぽっとはまっており、人と A I の共創は、ヒューマンインザループというか、人を中心にして、A I のループの中に入れて、人が判断していく、そういう共創のところ、ここのところがしっかりと表現されています。

問題は、この産官学による共創のところが、これは先ほどから議論になっているところでございまして、右側の図だけ見ると気象庁の強みと産学の強みによる相乗効果というところが書かれておりまして、ここが端的に、先ほどまでの議論の、非常に判断のしどころだろうと思いますが、この気象庁の強みというところをよく読みますと、ここに私、データという言葉が入っていないので、ちょっとあれっとは思ったんですが、よく左を見ると、はっきりとデータ等の強みというふうに書かれておりまして、まさに長年にわたってデータを取り続けてきているという基盤を持ちつつ、さらに、新たなデータを、ドローン等も含めて自ら能動的に取りに行っているというところ、ここが気象庁の A I 活用のための基本理念で最も重要なところではないかということを改めて思った次第です。

〇〇先生が繰り返しを言われていたように、汎化性の高いモデル、大規模なモデルで精度のいいもの、これは G P U とか、データセンターとか、計算資源とか、エネルギー資源を含めて、これはもう、ちょっと話にならないところも現実にはあるんだけど、やはり日本という国土の周辺に起きます様々な気象のデータをいかにして取りに行くかということ、ここのところを、例えば雪の予報なんていくらやっても、何回も私、言いますが、当たらない、難しいわけです。関東。だったらドローンでも飛ばしてみるかとか、いろいろな形でそういう取組が、気象庁であれば観測、どこをどう測りにいくんだ、それがどれくらいのコストがかかるんだ、それを物理モデルにどう組み込むんだというところも、能動的に考えられるわけですので、ここのところをやはり限られた、〇〇先生からも、どういうふうに人を配置していくんだという話ありましたが、この戦略をうまく本当にこの理念に沿って立てたときには、そのデータを取り続けてきているというこ

と、気象庁の本質が、そのこのところの人をやはり重層的にちゃんと割り当てながら、全ての職員の方々が、このA Iをどのように活用していくかというところについては関わっていくというところ、この辺りの戦略を、先ほど論文はちゃんと見ているかとか、取り入れられるかとか、連携はまさに産学官による共創のところに入るとは思います、この戦略づくりも含めて、しっかりと考えていただくというところが重要なと思った次第です。

以上です。

【情報基盤部長】 情報基盤部長の安田でございます。御意見ありがとうございます。

まさにおっしゃっていただいた気象庁が持っているデータ、特に日本周辺、このデータの強みというのは非常に大きいものがあると思います。御指摘のとおり、予測精度を上げるために、どういう部分について観測を注力化するとか、そういう部分も含めて、いろいろな研究も行われていると思いますので、そういう辺りの研究動向も見ながら、全体の中で、A I技術だけではなくて、気象庁全体の業務の中で集中する部分と、そういうところもしっかり考えていく必要があると思っております。

御意見ありがとうございます。

【委員】 ○○委員お願いします。

【委員】 海外にすごい何か強力な企業とかのライバルがいるという状況だと思うんですけども、そういうところの研究論文とかを見ると、大体、ECMWFの再解析データを使っていることがほとんどだと思うんです。何かそういう意味で、再解析データというか学習データを持っていることがすごい何か強力な、強みというか、そういうことになり得るというか、再解析データの重要性が今までとちょっと違う観点で高まりつつあると思うんですけども、そういう観点で何か今後の、領域の再解析を例えば気象庁さんでもやろうと検討されているとか、将来的に方向性とかで何か議論をされているんでしょうか。

【情報基盤部長】 再解析の強み、今までの物理モデルの初期値であったり、実際の今の過去の現象を解析してみるというところの部分に加えて、やはりこの

21ページにも示されていますように、AI 気象モデルの学習データとしての物理モデルの開発というところは非常に重要であると。

そういう意味で、両方、物理モデル、AI 気象モデルを開発していく。物理モデルは、特に学習データの作成、初期値の作成という部分で非常に重要である。開発についても、非常に重要視して進めていきたいと考えております。

再解析まで何していくかということは、まだ検討中というところではありますけれども、しっかりこの部分についても取り組んでいきたいと考えております。

【委員】 ○○委員、お願いします。

【委員】 数値予報モデルについては、○○委員のおっしゃったとおりだと思いますが、差が大きいという話だけだと暗い雰囲気になってしまうので、別の話をします。この資料には、ほかにもAI を使えるところがたくさんあると書いてあり、実際そうだと思うんです。

数値予報モデルには確かに難しい面がありますが、ほかにもできることはたくさんありますので、そうした問題にAI ファーストで取り組んでいくというのが、大きな方向性かなと思います。

そのときに大事になるのは、学習データが使えるようになっているかということです。AI の開発では、モデルに注目が集まることが多いですが、実際には学習データがないと、そもそもモデルをつくれません。また、評価をどうするか。評価データも必要ですし、そもそも評価をどうするかというところから検討していく必要があるわけです。たとえ基盤的なデータを持っていたとしても、いざ使おうとすると、どこにあるか分からないとか、使える状態になってないとか、そのような状況がよく起こります。データ基盤をきちっとつくっていくことがこの資料ではあまり強調されていませんが、過去のデータがきちんと学習できて、AI の開発に使える状態になっていることが、非常に重要だと思います。その辺りの取組についても、ぜひ考えていただければと思います。

もう一点、気象情報の発表という話がありましたが、最終的には市民が一番端にいます。観測から市民までというのが本当のエンド・トゥー・エンドになります。

すが、この資料では市民までは書かれていません。それには何らかの事情があるかもしれませんが、最終的な利用者がいて、それは市民か、行政かもしれませんが、その人たちに使われることが重要です。その場合、提供者的につくりやすい情報と、利用者の使いやすい情報は、形式が違うことがあります。よく、気象情報が一方的に増えるため、利用者が情報を使い切れなくなるという話を聞きますが、提供できる情報と使いやすい情報の変換のような部分は、実はAIが結構得意なところだと思います。また、どのような情報だと使いやすいかとか、どのような情報があれば被害が減るかなどは、評価関数に基づき評価していく必要があります。このあたりの話になるとなかなか難しい面もありますが、利用者目線の研究、ユーザーエクスペリエンスなど、よりユーザーに近い専門家も交えて、そのような問題に取り組むとよいのかなと思いました。

以上2点です。

【企画課長】 企画課長、西潟でございます。ありがとうございます。

今ちょうど画面に表示されているスライド28の絵では、いわゆる市民、住民への情報提供というところについて、何も具体的に記載されていないところは申し訳なかったなと思っておりますが、情報の作成・発表をして以上終了のはずもなく、発表された結果が、例えばテレビなどを通じてアナログ的に伝わるということもあるし、先ほど委員おっしゃったようにデジタル的に伝わって、何かもっと高度に利活用されることもあるんじゃないかというようなことで、我々気象庁としては、様々なチャンネルを通じて住民に情報を伝えると。特に防災気象情報については、そういうことをしてございますけれども、まだまだその部分で、先ほどAIを使える部分じゃないかという御指摘は、すごく我々としては、期待という、自分たちがやらなきゃいけない、頑張れそうな分野だなということが分かってきました。

次々回のテーマとしましては、まさに気象庁がどう貢献できるかというところに、皆さんの御意見をいただきたいと思っておりますので、ぜひそのあたりをディスカッションできるような資料を御用意できればと考えてございます。

ありがとうございます。

【委員】 よろしいでしょうか。

二、三、ちょっと申し上げたいんですけれども、確かに〇〇委員もおっしゃっていましたが、これから追いかけていくという状況にあることは、それはもう認めざるを得ないところだと思います。ですが、〇〇委員から御指摘あったとおり、やっぱり A I の、特に予測の部分もそうなんですけれども、学習データが、どれだけ質のいいものが、それなりの量がそろっているかというところが根本的に重要だと思っています。その意味では、グローバルな再解析、これは気象庁も J R A - 3 Q をつくっていますし、E C M W F から E R A 5 が出ています。こうした全球解析データはもう隠し立てする必要は全くないので、どんどんオープンにされて、それを学習データとすることで、現在の急速な気象分野の A I 予測の進展があるのだろうと個人的には考えています。ですので、やっぱり学習データをまずきちんとそろえることが大事ということです。

そのためには、時間、長期間にわたって高品質で、質がそろっているということが一番大事なので、そういう意味で再解析というデータが、本質的に機械学習、A I の気象予測には重要であると考えられるわけです。手前みそになりますけれども、気象庁と我々のプロジェクトが共同研究として、日本域の領域再解析データを今つくっているところです。E R A 5 が大体 2 5 キロメッシュですので、先ほどの台風の予測の得意・不得意という資料がありましたが、やっぱり品質が非常によいので、台風を流す背景場であるとか、あるいはその台風に伴って起きている積乱雲対流の活動とそれによる周辺場への影響というのが的確に観測データを基に四次元データの中にきちんと入っているので、それを A I が学習すれば、現在の物理モデルよりもさらによく経路を予測できているのであらうと。

だから逆に言うと、まだ我々の物理モデルの中の積雲パラメタリゼーションが、改善の余地がまだまだあるということを示しているのだろうと思います。その部分のまず改良とかに、これはサイエンスの根本的な問題でもあるので、気象庁・気象研としてしっかりとアカデミアとの連携も含めて取り組んでいただきたいなと思います。

その一方で、やっぱり25キロのメッシュ間隔のERA5では、台風の中心付近の構造などはうまく表現はできないのですが、一方我々が作成中の日本域気象再解析データの5キロのメッシュであれば、かなりそれがリアルに表現できているということは、もう我々の試作品で確認しているところです。そうすると、3年分の試作品を学習データとして、公開されているHi-LAMというモデルで予測した結果は、今年の1月に気象学会の学術誌SOLAに我々は論文発表したところですが、それだけでも結構な改善が見られると。ヨーロッパアンセンターのAIモデルに比べるといい成果が出ています。

もう一つ大事なのは、それだけデータが細かくなってくると、学習方法にやっぱり工夫をしないとイケない。変数ごとに、平均二乗誤差ではなく、それぞれに応じた損失関数の定義をきちんとするということが大事になってきて、それを調整すると、予測がさらによくなってくるということも論文発表したところでございます。

日本域再解析データの品質は結構よくて、今、正式版という、将来公開するデータについて10年以上、蓄積が終わってきていて、その9年分に変数ごとに異なる評価関数を導入して学習をさせると、さらによくなって、6時間、12時間予報の台風に伴う降水の分布などが、学習させたデータの6時間、12時間先の再解析の分布にかなり近づいています。ECMWFのやっているERA5に基づくAIモデルよりは、その点ではかなり進歩しているということは確認しております。そういうところもうまく活用しながら、官学連携を進めていけたらいいと思いますし、JAXAの宇宙戦略基金でも、それに関するプロジェクトが今動き出したところですので、その辺りもうまく使って、日本域の、つまり日本の国民が利益を享受できるようなAIの活用予測モデルも含めた活用をしていただきたいなと思っています。

その強みは、気象庁がこれまで培ってきた非常に密度の高い良質な観測のネットワークでありまして、その観測データをきちんと再解析データに取り入れることで、AI学習のための、日本にしかない学習データ、再解析データが実現することです。将来そういうところを使って、気象庁として取り組んでいって

いただければいいのかなと個人的には思っております。

まだ時間がありますので、それでは、本日……。

【委員】 もしよろしければ、もう一言だけよろしいですか。〇〇でございます。

【委員】 〇〇委員、お願いいたします。

【委員】 いろいろ御意見ありがとうございます。なかなか難しいところなんです、いわゆる汎用モデルと特化モデル、どっちがいいかみたいな議論がやっぱりずっとなされていて、例えばC h a t G P Tの大規模言語モデルも、いわゆる海外製の世界対応のモデルと、日本内で作った日本に特化したモデルがあって、どっちがいいかみたいな議論がされていて、一般論としては、日本のデータを使って、日本に合わせたモデルが、日本人にとっては好みだろうということで好まれているわけなんです、一方で、じゃあ海外のモデルが日本語に対して性能が悪いのかというと、実際のところそうではないんです。なので、なかなか難しいところがあるんですが、特化したらいいかというと、必ずしもそうではないというか、むしろそうではなくなっているのが、近年の状況なのかなと感じています。

気象に関しても、ちょっとそこは、私は専門ではないので、ややいい加減な言い方かもしれませんが、やっぱり一般論的なモデルをつくるような話をビッグデータとか例えばやっていて、そこにももちろん気象庁が持っているようなすばらしいデータは入っていないので、日本の周りにはあまり当たらないかもしれませんが、一般的なモデルはもうかなりつくられているわけです。

一方、気象庁では、長い歴史を踏まえて、すごくいいモデルがつくられていて、既に日本近辺では、予測がかなり合っているような状況になっているわけなんです、その優位性がいつまで保てるかというのが、いよいよ過渡期に来ているのかなと感じていまして、なので、本当に可能なのであれば、そういう世界最先端のフロンティアモデルをつくっているところと組んで、日本のデータをそこに入れてもらうことが、国民の利益という意味では最高なのかなと思うんです。予測を当てるという意味では、それが一番いいような気がするんですが、一方で、や

っぱり国が取ったデータであって、それを一企業に公開するわけにはいかないという、海外の企業に公開するわけにはいかないというような話もあるかと思いますので、それをどこまでやるかというのは、ある意味、大きな決断になるわけなんです。今までつくってきたモデルの性能を、さらにいいデータを追加して上げていこうという局所的なアプローチ、特化型のアプローチが、どこまで行けるかというのが、徐々に、今の時代、怪しくなってきたかなと感じるのが正直なところですので、うまく何か、グローバルなアプローチとローカルなアプローチを組み合わせるようなことができていくと、性能の意味では改善していくのかなと感じました。

以上です。ありがとうございました。

【参事官】 ありがとうございます。

一般的に、気象では、全球のモデルと、あと領域のモデルということで、全球は当然、全球をカバーするので、当然、一般的なものになってきます。一方で、領域モデルにつきましては、領域依存というものがどうしても生じるということで、例えばですけれども、それこそ極域ですとか、ヨーロッパの高緯度でつくられたモデルが、熱帯で使ってみるとなかなか性能が出ないとか、そういったところはどうしても生じます。そういったところで地域差というのはあるのかなと思ってはいるところです。

それで、現在、ECMWFで領域、全球モデルの中で一部領域を細かくするような試み等もされていると承知しておりますけれども、それだけで、すぐ持っていったからうまくいくというわけではないということは承知しているところでございます。

その辺りも含めて、様々検討が必要な課題だろうということで考えているところでございます。

佐藤から以上でした。

【委員】 ありがとうございます。

それでは、〇〇委員、お願いします。

【委員】 先ほどの〇〇委員のことで、地震に関することを申し上げますと、

一番分かりやすい例で言えば、地震波形データから P 波、S 波といった地震波を検測するための深層学習モデルというのは、もう世界中でも数多く開発されているわけですが、地震が起こったときに P 波、S 波というものが現れるのは、これは別にどこへ行っても一緒ですので、まず、地震波検測の深層学習モデルをつくるときには、日本以外のデータでトレーニングされたモデルを日本のデータでさらに強化してリトレーニングする、再学習させるということをよくやります。

こういったことを気象の分野でも、そういうところができるのかなと。もし、それができるのであれば、先ほど言った学習データの不足の問題というのがある程度、世界のデータを使えるわけですから、解決する方向になるのかなとは思っているんですけれども、その辺りはいかがでしょう。

【参事官】 佐藤でございます。ありがとうございます。

そういった既に学習されたモデルから、さらにチューニングして自分のところに合わせるような試みというものは、行われていることは承知しています。

例えばですけれども、ECMWF の再解析でつくられたモデルというものは、（他の初期値から）そのまま動かしてもなかなか性能が出ないところです。例えば日本とかアメリカとか、そういったところで解析された初期値は別のものになるので、そこから動かただけじゃ、そのまま持っていったものではなかなか性能が出ず、そういった部分について、追加学習などだったと思いますけれども、何らかチューニングすることによって、自分のところの解析に合わせたような仕組みがつけられるという技術があることは承知してございます。

アメリカでも、記憶によれば、グーグルでつくられたモデルについて、さらにそこで、アメリカの解析値に合わせたようなチューニングを施して運用するか、そういったことが行われているということは承知してございますので、そういったことも開発の 1 つの事例かなということで考えているところでございました。

以上です。

【委員】 それでは、まだ途中なんですけれども、本日、御欠席の委員の方々

から事前にコメントいただいていると伺っていますので、事務局から御紹介いただけますと幸いです。

【企画課長】 ありがとうございます。御欠席の委員からいただいたコメントを御紹介したいと思います。画面のほうを御覧くださいませ。

4名の委員の方が御欠席ですけれども、まず、〇〇委員でございます。4点いただいております、技術の高度化ですとか効率化だけではなくて、それによって国民生活がどのようによくなるかまでセットで検討すべきと。これはまさに次のテーマかなと思っておりますので、取り上げていきたいと考えてございます。

それから、周知や普及啓発等、国民への伝え方について社会科学的な観点からのA Iの活用に関して考えてよいのではないかと。

それから3点目、マーケティングの分野でカスタマージャーニーマップという企業と顧客のタッチポイントを可視化する手法があるということで、私、調べたんですけれども、消費者が、ある商品に気がついて、それはどういうものかというのをいろいろ調べて購入しようかということで、ほかの商品と比較して購入し、最後は、それが顧客になるというビジネスモデルのところを可視化したものということらしいんですが、そういう手法について、業務のどの部分で先端A I技術を活用するのができるのか。人でなければならないところはどのような部分なのかということを議論すべき対象と活用方策が整理されるのではないかとということをお願いしております。

そして4点目としましては、A Iの活用を考える際には、A Iが作業を担うことによって生み出されたマンパワーをどのように業務に振り向けていくことまで考える必要があるんじゃないかと。A Iのアウトプットの精査や最終的な判断は人間が行う必要がある。これは〇〇委員がおっしゃっていただいたところにも共通するかなと考えてございます。

続きまして、〇〇委員からのコメントでございます。こちらも4点いただいております、A Iに関する技術は日進月歩ですということで、A I開発を行う事業者等との連携を進めていく必要があるという、まさに産官学連携のところかと考えてございます。

同じようなところで、産業界との連携については、国内産業の育成であるとか技術の国外流出を防ぐ観点も重要であるという、安全保障の観点というところなのかもしれません。

そして3点目は、サイバー人材・デジタル人材の確保も重要。気象庁の内部での人材育成のほか、外部からの人材確保にも力を入れる必要があるというコメントをいただいております。

そして4点目は、自治体においては、専門的な知見を持つ人材を必ずしも十分に確保できてないこともあります。気象庁は、そのような状況を踏まえて情報提供を行ってもらいたいというところでございました。

そして続いて、〇〇委員からのコメントを御紹介いたします。3点ございまして、先端AI技術と既存の物理モデルや解析を併用して進めていくということについては、気象庁の取組としては、よい方向性と考えているというコメントでございます。

それから2点目は、AIにデータを学習させるときは、気象等のドメイン知識を持つ専門家とAIの技術を持つ専門家がタッグを組んで進める必要があるということで、これもそれぞれの強みを生かしてということではないかと認識してございます。

そして3点目は、リスクについても非常に重要な問題である。民間などで開発されたAIを気象庁で活用する際、そのAIにバイアスなどが含まれている場合は、出力結果の精度にも影響が出る。一方で、気象庁自身で開発を行う場合は計算機資源を要する。リスクを考慮した上で検討する必要があるということで、まさにそのリスクとベネフィットの関係かと考えてございます。

そして、〇〇委員からのコメントを御紹介いたします。大きく2点でございまして、誰がどのように対策を取るのかを意識してリスクの分類を再整理すると、リスクへの対策についてのより進んだ検討につながるのではないかと。安全性を考えると、技術そのものが持つ脆弱性と悪意を持った攻撃は、分けた考え方が望ましいということでございました。

それから2点目は、他の気象機関のモデルに依存せず、各国がそれぞれで開発

を行うことは、特定のモデルの結果への過度な依存を避けており、レジリエンスの観点からも合理的である。政府の方針でも、国内で基盤などを構築していくこととなっているため、ガバナンスや、リスクへの備えの観点からもよい方向性であり、対策としてアピールしてもよいと思うというコメントをいただいております。

以上4名の委員からのコメントでございました。

【委員】 御紹介いただきありがとうございました。

ただいま、欠席の委員からのコメントを御紹介いただきました。これらも踏まえて、引き続き、委員の皆さんから御意見をいただければと思います。いかがでしょうか。

〇〇委員、どうぞ。

【委員】 〇〇でございます。

〇〇委員からの2ポツ目、これです。A Iにデータを学習させるときは、気象等のドメイン知識を持つ専門家とA Iの技術を持つ専門家がタッグを組んで進める必要があるというのは、これは大賛成でございまして、先ほどから申し上げていますS T A R－E N E X Tプロジェクトの前身のS T A R－Eプロジェクトというのがあったんですけれども、これらの地震の関係のプロジェクトには、地震学のドメインの方はもちろん、それから情報科学の方々も多く参入して、特に若手の研究者同士が連携して共同研究するということをやっていたんですが、これが非常にかなりうまくいったということで、お伝えしておきたいと思います。

ですので、今、日本地震学会であるとか、地球惑星科学の地震関係の学会に情報科学の若い方々がどんどん参入してきていて、非常にこれが、地震A I研究を活発化させるために非常にうまくいっていますので、ここ数年にわたって、これはぜひ気象庁様におかれても、開発段階でぜひ御検討というか御考慮いただけたらなと思っております。

コメントです。

【委員】 よろしいですか。

では、〇〇委員、お願いします。

【委員】 私、〇〇委員の２つ目のポチのところが非常に気になったんですが、確かに産官学とか、あるいは日本と他国の技術の連携をどういうふうに考えていくのかというところについては、相当入念なリスクとベネフィットの精査が必要なんだろうという気が改めてしました。

技術開発を共同でやると言えば、最初はいいいんですけれども、気象庁の内部のエンジニアであるとかリサーチというのが、空洞化していくような可能性が一方であるかもしれないし、刺激を受けてより発展的な可能性もある。これが果たしてどういうベネフィットとリスクを持っているのかということは、相当ＡＩについては、劇薬というか甘美ないざないをしておりますので、何か私の研究室なんかでもＡＩにめっちゃ依存している学生さんと、あんまりさせないで議論をやっている人と、研究室の中で結構リスクヘッジするということとあれなんです、やっているようなところもあって、まだ分からないところはあるんですけど、だからといってやみくもに拒否するでもなく、やみくもに突っ込んでいくでもなく。やっぱり大人の方々の責任というのは、ここをちゃんと事前に精査しておくということは、ある程度情報が集まっている状況の中でできると思いますので、この辺りをぜひこの検討会の中でもしっかりやっていただいて、いい戦略に結びつけていただけたらと。この〇〇委員からのコメントは非常に勉強になりました。

ありがとうございます。

【委員】 ほかにいかがでしょうか。

〇〇委員、お願いします。

【委員】 リスクのお話なんですけれども、ＥＣＭＷＦとかがＡＩの予測も並行して運用して、一般人にも見える形にしていると思うんですが、それで例えばＡＩのモデルと物理モデルで予測結果が全然違ったりすると、受け取る側の民間とかはちょっと混乱するようないところもあると思うんですけれども、そこら辺のリスクってＥＣＭＷＦとか、どういうふうに管理されているんでしょうか。

【参事官】 技術開発担当参事官、佐藤でございます。

そこまでちょっと詳細については調べ切れておりません。大変申し訳ございま

せん。ともあれ、まだA Iに全てを頼るといようなわけにはいかないといような情勢ということで理解しているところでございます。

当然、A Iのモデルって、出力時間間隔ですとか、出力の鉛直間隔ですとか、そういったところもなかなかたりません。現在の物理モデルは、動かすために非常に細やかなタイムステップ、細やかな鉛直構造、そういったものを必要としますし、それがゆえに細かい時間ステップの情報等も出しますけれども、片やのA Iモデルというのは、ターゲットとしている時間間隔とか、あとターゲットとしている要素以外を出していないとか、そういったこともございます。そういったところで、基盤モデルとしては、どうしても今現在、従来型の数値予報モデルに頼っている部分あるのかなということで認識しているところでございます。

一方で、台風進路とかそういったところの分かりやすい部分、こういった部分につきましては、もうその台風のトラッキングをきっちりできれば、限られた要請ができるということもありますので、使えるところから使っていくといような、まさにそういったところなのかなということで見ているところでございます。

そういったところで、下流の部分まで含めて考えると、なかなかすぐにA Iモデルが全てできるというわけでは、どう見てもないなということは思っているところでございます。

以上です。

【委員】 ありがとうございます。

お願いします。

【大気海洋部長】 大気海洋部長の石田でございます。

私のところでは、そういう情報とかの結果を使うという立場で、先ほどの質問と似ていて、ちょっと異なるかもしれませんが、少しコメントさせていただきます。

お示ししたポンチ絵的なところで言うと、大きくくりに言って物理モデルがあって、新たにA I気象モデル、今まで1つだったのが2つになるみたいなイメージで、大枠ではそうなんですけれども、実用上は、実は物理モデルというのを複数

運用しております。

気象庁でも、地球全体を全球モデルと日本付近を計算するメソモデル、さらに局地モデルというのもございまして、複数の結果を比べて、どう使うかというところは、現在も人間の判断に資するところでございます。

冒頭のほうで〇〇委員からコメントがありましたように、何も知らないで使っているだけでは駄目で、やっているわけですがけれども、これはA I モデルが入るようになって必要であるという点は御指摘としておっしゃるとおりだなと思っていたところです。

あと、物理モデルとA I モデル、必ずしも全然別々ではないというところがこのスライドにあるように、物理モデルの学習データをA I モデルに学習させているというところで、これだけでP I N Nとは言えないのかもしれませんがけれども、完全に独立ではなくて、ある程度、物理モデルの結果を入れているというところで、それなりにフィジックス・インフォームのところも入っているのかなというところであります。

解説で使っていくというところで、確かに人間、特性を知った上で使っていかなければいけないという御指摘も非常に私、大事だなと心に刺さりましたので、今後の検討で生かしていきたいと思います。

ありがとうございます。

【委員】 どうもありがとうございます。

今年の4月に、ヨーロッパで、非断熱加熱に関するワークショップがあつて、それに私、出たんですが、そこで指摘されたのは、A I モデルはどんどん進化しているけれども、現時点では鉛直分解能がやっぱり十分ではない。例えば積雲対流を表すにも、結果を学習することはできても、実際のプロセスをちゃんとA I がどこまで表現できているのかというところと、それから気象の中には鉛直微分を取るというのが結構あるんです。それは今の物理モデルだと、鉛直層をかなり細かく取っているんで、鉛直微分が関わるいくつかの指標が出てきて、それを基に、ここは不安定であるとか、そういうことも理解したりするんです。けれども、今のA I のモデルでは鉛直解像度が足りないから、そういうところは難しい。こ

うしたことも考えると、現時点ではやっぱり、今日示されたように、物理モデルとA Iモデルのそれぞれいいところを生かして、併用・融合させるというのが肝腎なところかなと個人的に思っています。

でもA Iモデルの一番の特長は、一旦学習させたら予測が速いということなので、それは例えばアンサンブルの数をこれまでより大幅に増やして、ひょっとしたら起こりかねない極端現象のリスクを早めに探知するとか、そういうところに生かせば、防災・減災のために非常に有用なツールになってくるかなと思います。その予測結果をどう最終的に判断すれば良いか、これはまさに、これまで皆さんがおっしゃってきた、人間の判断というのが非常に重要なのかなと思いました。

そういう意味で考えると、計算基盤として、本当にこれからどういう計算基盤を気象庁として確保していくのかというところも、次回からの会合で、もし方針があればお示しいただきたいと思います。また、先ほども出ていましたけれども、今後だんだんと、どういうふうに世の中に役立てるかというところを考えると、出口のところをしっかりと、そこからどうフィードバックを気象庁として得ていくのかというところを、さらに資料を追加していただきたいと思います。さらに、先ほど〇〇委員から御指摘あった、じゃあ物理モデルとA Iモデルで判断が分かれたとき、実際どうする、今どういうふうな指針で、例えばE C M W Fは判断しているのかなといったところ、もし調査できれば、その結果をこの後の会合でもお示しいただければ、いい議論の種になるかなと思いました。

ぼちぼちいい時間なんですけど、よろしいでしょうか。

〇〇委員、お願いします。

【委員】 手短に質問ですが、これまでに出てきた人材の話について、ドメイン知識を持つ専門家は気象庁にいますが、A Iの技術を持つ専門家についてはどうでしょうか。気象庁の内部にそうした人材が必要な面もあると思いますが、実際に気象庁でそのような人材確保の取組をすでにされているかどうか、現状を教えてください。

【企画課長】 企画課長の西潟でございます。

まず、多分、おっしゃっていただいた人材というのは、そういうA Iにもたけ

た人間ということなのではないかと思うんですけれども、まずはそもそも、こういう気象庁としてこの取組を進めていくためには、人の数が必要ということもありまして、昨年度から庁内のA I 技術の活用について、企画立案する職員も配置しながら、庁内職員の育成も同時並行で進めているところでございます。

気象業務に関する基本的な知識を持つ職員が、A I に関する知識を身につけるということが、1 つやり方としてあり得るんじゃないかということで考えてございまして、それに特化した研修を今しているところでございます。

さらに、先ほどからもお話があるように、気象業務に関する知識を持った人間とまた別に、A I 技術に関わる、例えば最先端の知識などを持つ産学との連携というものも、とても重要だというのが、先ほどからの議論でもあったかと思ひまして、引き続き、また外部の御意見もいただきながら、庁内職員の育成もそうすし、あと職員の積極的な確保ということについても努めていきたいと考えているところでございます。

【委員】 お待たせしました。〇〇委員、お願いします。

【委員】 非常に簡単なことすみません。

13 ページですとか14 ページの記述が気になるのですけれども、ECMWF は25 年、NOAA も25 年、2 月と12 月などと、併用でA I 気象モデルの運用を開始したとあります。気象庁さんでは構想について目標年は想定されていますでしょうか。すっかり見逃していた気がして、いつぐらいからおっしゃっていることを、というのが最後の……。

【委員】 実現？

【委員】 実現ですね。

【情報基盤部長】 具体的に何年何月というところはないんですけれども、A I 気象モデルの開発が進んだところから順次導入していきたいと考えています。

【委員】 すみません、進んだところから、例えば……。

【情報基盤部長】 これからやる開発でA I 気象モデル、様々な規模の、短い時間のものから台風であつたり、いろいろありますけれども、そこら辺の開発が進んだところから実用化していきたいと考えています。

【委員】 分かりました。要するに、この13ページの真ん中のECMWFのように、運用開始されるときには運用開始します、というアナウンスがきっとあるのですね。

【情報基盤部長】 運用開始しますという発表を行います。

【委員】 分かりました。

【委員】 ついでの質問なんですけれども、30ページのところで、AI気象モデル・AIガイダンスの開発というのが、取り組むべきところと書いてありますが、降水の短時間予報などは、結構AI技術を生かせるのかなと個人的には思っているんです。なぜならば、1キロメッシュで1時間間隔の解析雨量が気象庁にはそろっていますのでそれをうまくAIが学習すると、その先まで延ばせたり、あるいは領域再解析をそこに加えたりすると、もうちょい先までなんていう見通しも立つや否やと思うんですけれども、その辺りの方針はいかがでしょう。

【大気海洋部長】 ありがとうございます。

将来予測、気象の予測の部分で、AI気象モデルが非常に今進んで目立つので、そういう議論が多く、当庁としてもAI気象モデルのところ、ガイダンスは従前から開発しておりますけれども、取り組んできたところですが、おっしゃるようにナウキャスト、短時間の部分も、確かに技術的に見通しがいいぞという御意見をいただけるのは非常に心強いことですので、ちょっと我々、ナウキャストは我々のほうで開発しているんですけれども、検討して頑張っていきたいと思えます。非常に勇気をいただく発言で、ありがとうございます。

【委員】 それでは、時間がちょっと過ぎてしまいました。皆様、今日は活発な御議論いただいて、本当にありがとうございました。本日予定しておりました議事は以上でございます。

それでは、これにて、第41回の気象分科会を終了とさせていただきたいと思えます。

進行を事務局にお返しいたします。

【総務課長】 分科会長、委員の皆様、本当にありがとうございました。

ここで事務局から御連絡をさせていただきます。2点ほど御連絡させていただきます。

きます。まず、議事録についてですが、委員の皆様には、後日、議事録の案を送付させていただきます。御同意をいただいた上で公開をする予定としております。

次に、次回の予定ですが、本日の資料の最後でも触れておりましたが、第４２回気象分科会を７月から８月頃に開催する予定としております。詳細な日程については、改めて御連絡させていただきますので、よろしくお願いしたいと思います。

事務局からは以上でございます。

その他、委員の皆様から何かございますでしょうか。

【委員】 臨時委員として、ＡＩにお詳しい専門家に何人か入っていただいていますので、もしよろしければ、次とはなるかどうか分かりませんが、御自身、あるいはその近いところでの実際の取組状況、幾つか今日も例が出ていましたけれども、そういう例を簡潔に、この分科会で御紹介をもしいただけると、さらにその後の議論につながるのかなと考えております。ということで、これについてはまた、御相談をさせていただければと思います。

【総務課長】 ありがとうございます。

ほかはよろしいでしょうか。

それでは、これをもちまして、交通政策審議会第４１回気象分科会を終了いたします。ありがとうございました。

—— 了 ——