

日本の気候変動に関する最新動向

経田 正幸

気象庁 大気海洋部 気象リスク対策課 気候変動対策推進室 室長

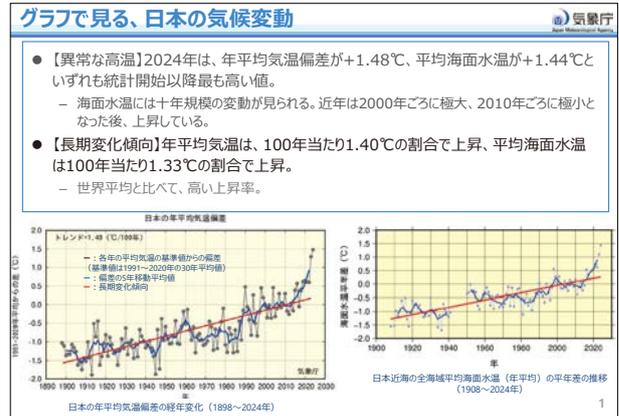
皆さん、こんにちは。私、気象庁にて気候変動業務の計画の立案と推進を担当する部署である気候変動対策推進室にて室長を務めております経田と申します。今日はこのような機会にお招きいただきましてありがとうございます。どうぞよろしくお願ひします。



私からは、本日のテーマ「気候変動を踏まえた海岸保全対策」の前半に関するところで、「日本の気候変動に関する最新動向」と題しまして、対策のための気候変動情報、特に日本の状況についてお話しさせていただきます。

話の流れとしましては、最初に、日本の気候変動の知見の収集や発信が、どうなっているかをご案内させていただき、その後、最新の知見を、グラフを用いながら紹介させていただきます。最後に、気象庁が気候変動対策への一層の貢献を目指して、情報の発信や将来の姿、また、その実現に向けた取組を紹介させていただきます。

本題に入る前に、地球温暖化がどれくらい進んでいるのかと、海岸の保全での対応を概観するためのスライドを2つ用意してきましたので、それぞれ紹介させていただきます。



ここには日本の気候変動を見るための図を2つ持ってきました。

気象庁で観測結果に基づいて解析した結果を図示したもので、左側が日本の平均気温、右側が日本の近海の海面水温の値になっています。

左側の日本の気温の推移は、どこかで必ず皆さんは1度は見たことがあると思っておりますが、私、気象庁の職員がお話ししていますので、少し小ネタも挟みながら一緒にグラフを見ていきたいと思います。

まず、気候というのはある程度長い期間の平均状態を表します。ここでは、長期間にわたる温室効果ガスの増加による変化を見るために、横軸を100年以上と長く取ったグラフでして、点は1年の気温を表します。気温は毎日毎日観測しているのですが、その1年間の結果が1つの点で表されていることとなります。

気候は常に一定ではありません。これは皆さんの実感のとおりだと思います。グラフでみられるように変動しています。長期的に見て、この100年以上にわたって見てみますと、気温は上昇していると、地球温暖化が進行してきたということが見て取れます。赤色直線として補助線を引いてありますが、こちらで傾きを見ますと、100年当たり1.40度上昇となります。

日本の気温を求める際に、計算に用いる地点の選定で工夫をしています。

まず、気温には自然の揺らぎがある中で、地球温暖化の進行を長期的に見てどの程度上がって

るかに関する、先ほど示した数字を求める際には、都市化による影響の比較的小さい国内地点を選んでいます。また、できるだけ長期間から傾向を見いだすために、1898年から観測を継続している地点、あとは、特定の地域に偏らないように地点を選んでいるということになります。

地域の計画を立てる際には、我が町の気温がどうなっているかについて、同じようなグラフを描くことはあると思いますが、その場合は、ここにある変化とはちょっと違った、地域ならではの特徴が表れる可能性はあります。先ほど申し上げた都市化の影響とか、そういったものはあると思います。

もう一つ、ここ最近に目を向けますと、赤線から離れていることが分かっていただけたと思います。近年は高温年が多くて、2023年、2024年と連続して、これまでの最高記録を塗り替えてきたというところがあります。また、今年の夏も、ご記憶に新しいように、暑かったですが、夏に関しては3年連続で記録更新でした。

海洋も大気と同様に、温暖化の進行が見られ、記録の更新があります。

右図の特徴的な点は、まず1940年、このあたり、値がプロットされていません。船による直接観測を用いて点を打っているわけですが、この期間、戦中また戦後に関しては数が少なく、あえて点を打たず解析ができないということです。

もう一つ特徴的な点は、10年程度の周期の変動が海洋にはあるということです。それでも長い目で見れば、100年当たり傾きでいくと1.33度上昇になります。こちらは、日本のこの傾きは世界と比べて高い上昇率であるということと、都市化の影響が小さいところの気温と海洋の傾きで上昇量を見ますと、ほぼ同程度ということが見て取れると思います。

日本の気温や海面水温で見ました、こうした気候変動も踏まえた海岸の保全につきましては、海岸保全に携わっている皆様のご尽力により進められているところ です。

先ほど森先生も触れられていましたとおり、令和2年に提言が行われまして、その後すぐ、同じ年には基本方針が示されます。また、既に設計外力の設定方法といった具体までもが示されているという状況です。

ここで、気候変動を踏まえる、もしくは見込むとした場合、抑さえておきたい点としては、将来の温暖化の進行具合は温室効果ガスの排出に依存するため、どの排出シナリオに沿って対策をするかというのがキーになる点です。先ほどの森先生と同じ話になりますが、この方針では、2℃上昇シナリオと、また4℃上昇シナリオが取上げられているということで、2℃上昇シナリオを前提に、ここでは「悲観的予測」と名づけられています4℃上昇シナリオも考慮ということになっています。

あとは、具体的な設計方法的検討では、気候変動予測には不確実性があるということと、最新のデータ及び知見を基に検討していくということがありますので、ここから本題に入らせていただきますが、気候変動、特に日本の気候変動の最新の知見の収集と発信はどうなっているかという話に移りたいと思います。

日本の海岸保全における気候変動への対応

〇「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言（令和2年7月）の概要より抜粋

- 〇 〇 〇 〇

気候変動対策とその根拠となる科学的知見の充実・活用

- 地球温暖化対策推進法
- 気候変動適応法

まず、我が国の政府が気候変動対策を積極的に進めています。この原動力となっているのは、ここにあります気候変動適応法などの法律と計画です。

科学的知見でも特に自然科学的知見については、こういったプロセスで収集また発信しているかといいますと、中段の赤枠にありますとおり、日本及びその周辺における大気中の温室効果ガスの状

況、また、気候システムを構成する気温、降水、海面水位等を継続的に観測して、先ほどのような長期変化傾向を把握する。あとは予測で、排出シナリオを用いて将来の予測の実施もありますが、予測技術を高度化していくというのも重要な点だと思っています。

あとは、こうしたものを取りまとめて提供することです。森先生をはじめとする有識者の検討会を立ち上げて助言をいただきながら、先ほども登場しました気候予測データセット、また報告書としては「日本の気候変動」、こうしたものが公表され、誰もが手に入るということです。この気候予測データセットの中にd4PDFが含まれるということです。

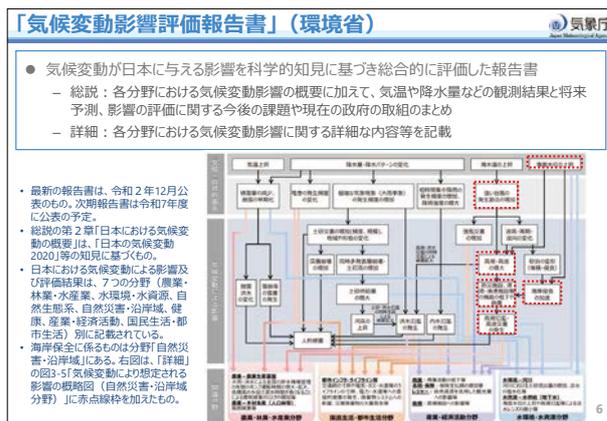


このスライドでは、その報告書を紹介させていただきます。こちらに関しては文部科学省と気象庁が取りまとめた報告書になります。

中央にイメージ図があります。2020年に公開されたものが最初の報告書で、その後継となるものが今年の3月に公開された「日本の気候変動2025」になります。

気候変動適応法が施行されてからは、「気候変動影響評価報告書」の作成、適応計画が策定され、また、地方・地域での計画が作成されています。また、各分野でも各種の計画が見直されたりと進んできたところですが、こうした報告書や計画を作成するに当たっての指針では、この「日本の気候変動」が引用されたり参照されたりします。

今回、「日本の気候変動2025」は3月に公開したのですが、こちらは、「気候変動影響評価報告書」のインプットとなるような時期に発行したというタイミングになります。「気候変動影響評価報告書」はこの冬に新しいものが出ると聞いております。



その影響評価報告書は環境省によりまとめられているものです。こちらを簡単に紹介させていただきますと、こちらは、日本に与える影響を総合的に評価した報告書になりまして、総論と詳細から成るといえるものです。

こちらの総論の2章のところに「日本における気候変動の概要」がありまして、現行のバージョンは令和2年に出たものですから、「日本の気候変動2020」等の知見に基づく内容がここでも書かれているとなっています。

海岸保全に関わる影響は、分野「自然災害・沿岸域」にまとめられていまして、こちらの図はそこにあつた図を持ってきたものです。こちらに、海面水位の上昇と強い台風発生割合の増加によって海岸侵食や高潮等の増大が引き起こされて、施設等への影響がありますといったことがフローチャートという形で示されているところです。

最新版はこの冬に出ると聞いております。



ここからは、「日本の気候変動2025」に載っている最新の知見について紹介させていただきます。

「日本の気候変動2025」の概要

- 日本における気候変動に関し、観測結果（過去～現在）と将来予測（未来）を取りまとめた資料
 - 文部科学省及び気象庁が、有識者の助言を受けながら作成
 - 日本及びその周辺における諸要素の観測結果と将来予測
 - 将来の気候は、2℃上昇シナリオ（パリ協定の2℃目標が達成された世界に相当）及び4℃上昇シナリオ（追加的な緩和策を取らなかった世界に相当）に基づき予測
 - 気候変動対策の立案・決定や普及啓発活動などでの利用を想定
- 以下の資料で構成
 - 本編
 - 詳細編
 - 概要版（プレゼンテーション形式）
 - 都道府県別リーフレット
 - ※補助資料として、解説動画や素材集も掲載
- 公開ページ：
 - <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>

このほか、

- 1.5℃/3℃上昇で起こる将来変化
- 水災害への取組み
- 地域気候変動適応センターにおける取組み
- 気候予測データセット2022
- などに関するコラムも掲載

本編	詳細編	章構成
1		はじめに
2		気候変動とは（概観）
3		大気組成等（温室効果ガス）
4		気温
5		降水
6		降雪・積雪
7		乾燥気圧
8		海水温
9		海面水位
10		海水
11		高潮・高波
12		海洋酸性化
13		大気環境
14		海洋環境

章の構成は、右の表のとおりです。2章に「気候変動とは」といった全体のまとめがありますので、まずはこちら見ていただくと分かりやすいと思います。3章以降は要素ごとになっています。

4章の気温のところは先ほどグラフにて示した内容が書かれています。章の中に節が設けられていまして、観測に基づく部分が1節、その後に来るということ、観測と将来予測が一連に手に入るというような構成になっています。

観測結果は、出来るだけその観測期間のある結果を載せています。将来予測に関しては、先ほど登場した2℃上昇シナリオ、4℃上昇シナリオに基づいて書かれています。

こちらの報告書は、対策の立案・決定、普及啓発などに使っていただくということを目的としておりますので、特に地方公共団体の方々にもご意見いただいて、それを反映して作ってきたというところがあります。

報告書は本編、詳細編、概要版から成っており、自治体の方の意見も取り入れさせていただいたところとしては、例えば概要版に関しては文字を少なく図等を多く、また、そのまま講演でも使えるように、普及活動にも使えるようにとして、プレゼンテーション形式で25枚ぐらいになっています。取っつきやすいものとしています。

本編は86ページ、詳細編は読み応えある400ページぐらいありますが、こちらについても意見を反映させておまして、例えば本編であれば、気候変動の背景や理解の助けになるようなコラムを追加したり、詳細編は用語集も含んでいるところ、そこに振り仮名を振ったりといったことで仕上げをしております。

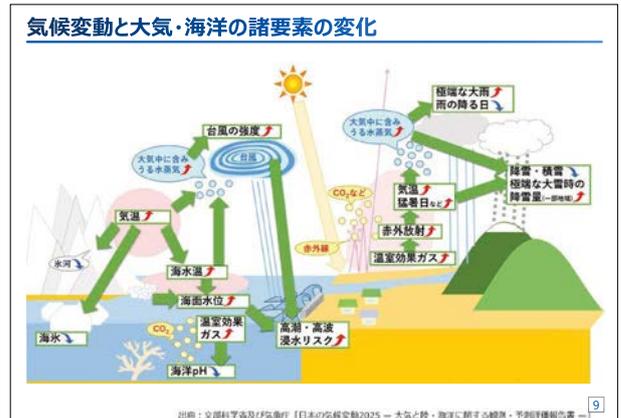
都道府県の値、東京都であれば観測地点東京の

観測結果も載せた資料、リーフレットという形を用意しています。

もう一つ、この概要版に基づく気候変動の内容を解説する動画も用意しています。5分程度と短く、気象キャスターと気象庁職員が対話しながらのもので、講演の仕方等にも参考にもなると思います。

もう一つポイントだと思っていますのは、素材も公開しています。報告書に載せた図そのものも画像ファイルとして取れますし、プロットした観測値の数字自身はCSV形式でも取得できるということです。皆さんの公開資料に活用いただけると思っています。

全て電子形式で公開ページからたどれるようになっておりますので、ぜひご活用ください。



こちらの図は2章に載せているものになります。全体の要素と気候変動と大気・海洋の要素の変化を、一目で分かるような図になっています。

18世紀中頃の工業化以降の人間活動に伴って温室効果ガスは増加しております。そのガスの性質によって、地表からの赤外線を吸収し再放出することで、気温が上がっているということです。

左側の海があるところで見ますと、気温が上がる、地球温暖化が進むことで海水温も上がっているということです。海面水位に注目しますと、気温が上昇することによって陸の氷は融け出すのと、水、海水自身の性質によって膨張し水位が上がっていくということです。

あと、台風は水蒸気をエネルギーにしておりますから、気温が上がることで大気中に含み得る水蒸気が増えるということで、台風自身の強度というのは強まる。ですから、よりシビアな高潮・高波が、この水位の上昇と相まって、浸水リスク

を引き起こすということです。



これから一つ一つの要素を見ていきますが、こちらが海面水位の観測結果になります。

グラフの見方は冒頭と同じですが、色にてプロットの内容が変わっていき、赤線のある1960年以降に関しては16地点、青色のより古い期間に関しては4地点でプロットしています。長い目で見ますと、なかなか長期変化傾向というのは見て取れないということと評価しております。むしろ10年から20年周期の変動が見て取れるとなっております。

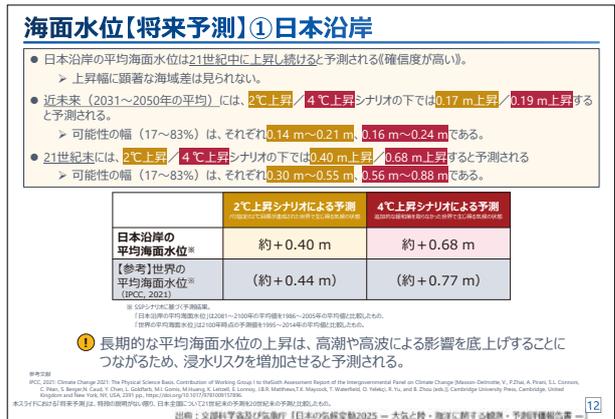
ただ、1980年以降に注目しますと、上昇傾向が現れています。



海域や先ほどの上昇している期間に注目して表にしたものがこちらになります。上が1970年から2018年、下が2006年から2018年です。各海域は、地図に示すⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳとなっています。

期間が短く、領域も狭めますと、ここの括弧で表す誤差、観測の幅というのは大きくはなりませんが、近年上昇という海域が多く、日本域平均で見ますと、やはり最近では上昇しているというのが見て取れます。こちらの上昇の大きさも、世界平

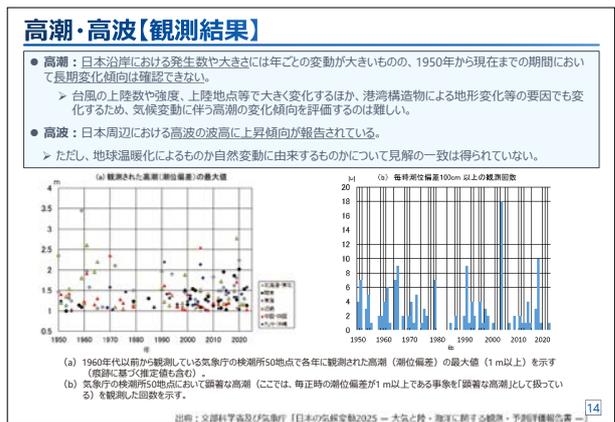
均と比べて、概ね整合的な結果になっているということです。



海面水位の将来予測になります。

日本沿岸では、2℃上昇シナリオと4℃上昇シナリオに分けて書いています。近未来では、2℃上昇シナリオで0.17m、4℃上昇シナリオで0.19m上昇するとしていますが、21世紀末では、2℃上昇シナリオ、4℃上昇シナリオでそれぞれ0.40m、0.68m上昇すると予測されています。

ここでのポイントは、近未来ではシナリオの差がそれほど大きくない。この誤差幅を見ても差が大きいのですが、将来、21世紀末に関しては幅が大きくなるというところなんです。



高潮・高波についてです。高潮の観測結果です。

日本沿岸における発生数や大きさは、年ごとに変動が大きいものの、1950年から現在までの期間においては長期変化が見られないとしています。

左図が、日本の50地点で観測された高潮の最大値をプロットしたのですが、期間の中頃は少ないということで、長期変化傾向は見取れないということになっております。

一方で、顕著なもの、例えば2.5メートル以上をもたらしたとときの事象を見ますと、いずれも台風がもたらしています。高潮は台風の上陸数や強度等で大きく変化することが分かっています。

高波に関しては、日本周辺における高波の波高による上昇傾向が報告されていますが、上昇傾向は観測としては分かっているものの、原因が自然変動に由来するものかについての見解の一致は得られていないということです。

高潮・高波【将来予測】

- **高潮**：日本の三大湾（東京湾、大阪湾、伊勢湾）の高潮は大きくなる（最大潮位偏差は平均的に0.5～1.5 m上昇）と予測される【確信度は中程度】。
 - 大阪湾では、台風の将来変化に応じて、小規模な高潮の発生頻度は減少するものの、低頻度かつ大規模な高潮の発生頻度は増加することが予測される。
 - 大阪湾では、2020年から2050年までに可能最大高潮は約0.5 m増加すると予測される。
 - 大規模な高潮について、東京湾より西の太平洋側のいくつかの地点では大きな変化があるものの、茨城県より北の太平洋側と日本海側では今のところ顕著な増加傾向は確認できない。
- **高波**：日本沿岸では平均波高は低くなると予測される【確信度は中程度】。
 - 台風による極端な波高は多くの海域で高くなる【確信度は低い】。台風経路予測の不確実性及び自然変動の大きさが予測が難しい。

【日本の気候変動2025】本編の図11-2.1「歴史文脈に基づく三大湾の最大潮位偏差の平均値（記号）と分散（—）」参照
【日本の気候変動2025】本編の図11.2.2「台風による極端波高（10年確率値）の将来変化」参照

出典：気候科学普及センター「日本の気候変動2025 — 大気と陸・海に関する観測・予測情報集」

将来予測については、実情としまして、日本の三大湾の高潮は大きくなるという研究が進んでいることで、このことが評価されています。

第一項目の大阪湾の事例は先ほど森先生からお話があった内容ですが、第三項目の大規模な高潮については、東京湾より西の太平洋側が幾つかの地点では大きな変化、この三大湾のことなんですが、こちらの結果としては整合的です。

もう一つ、茨城県より北の太平洋側と日本海側では今のところ顕著な増加傾向は確認できていないと、こうした研究もありますので載せているところです。

高波に関しては、先ほど森先生からありました通り、平均波高は低くなる。南北の気圧傾度が弱くなって風も弱くなるということで、こちらはどのように考えられているところ、実際、観測結果との整合性という意味では確認が取れていないということで、確信度としては中程度という評価です。特に顕著な波高については、先ほど森先生からあった図と同じもので、台風に依存するということになります。

熱帯低気圧（台風など）【観測結果・将来予測】

【観測結果】

- 台風の発生数、日本への接近数に長期的な変化傾向は確認できない。
- 過去40年で太平洋側に接近する台風が増えていると示す研究もある（Yamaguchi and Masita, 2021）。
- 日本付近の台風は、強度が最大となる緯度が北に移動（IPCC, 2021）。

【将来予測】

強度と大きさは異なるが、大きくなるのは、まだよく分かっていません。

- 日本付近の個々の台風強度は強まると予測【確信度は中程度】。
- 地球温暖化に伴う水蒸気量の増加と海水温の上昇が影響するためと考えられる。
- 台風に伴う降水量も増加すると予測【確信度は中程度】（IPCC, 2021）。

台風の発生数・接近数・上陸数の経年変化（1951～2024年）
 縦軸：年ごとの数
 横軸：年（1951～2020年の平均値）

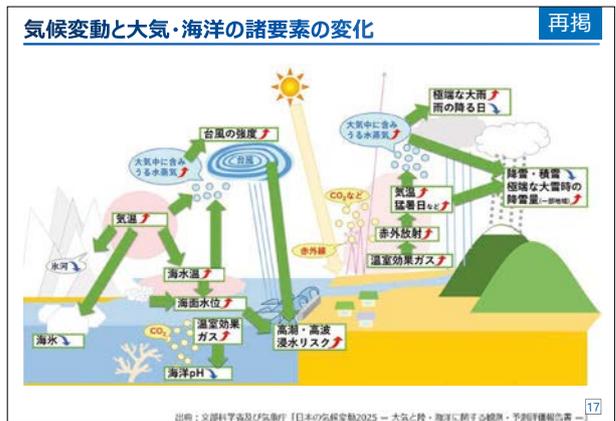
出典：気候科学普及センター「日本の気候変動2025 — 大気と陸・海に関する観測・予測情報集」

その台風の変化傾向に関しては、ここでは観測にあります発生数と接近数・上陸数を持ってきてありますが、こちらも長期変化は見取れないということになります。

ただ、過去40年で太平洋側に接近する台風というのは増えていることを示す研究もあります。

強度に注目すると、最大となる緯度が北に上がっているという結果が見取れるという報告もあります。

将来予測に関しては、日本付近の個々の台風の強度は強まると予測されています。こちらは、水蒸気量の増加、海水温の上昇が影響するためと考えられています。



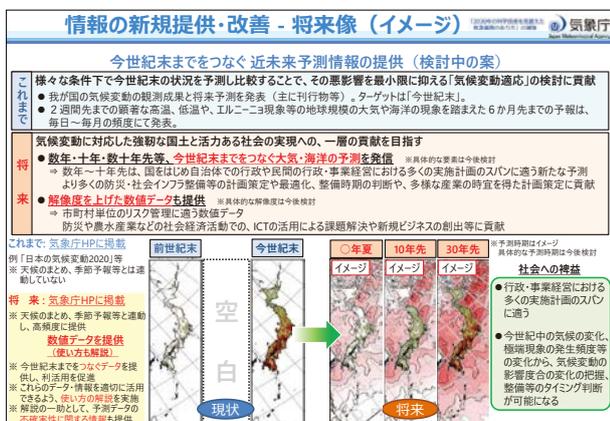
再掲の図にて将来予測を見返しますと、海面水位に関しての不確実性としては、陸にある氷の融け出す速度には不確実性があります。

もう一つは、海面水位は海流の影響も大きく受けますので、ローカルな海流の影響という点も不確実性があります。ただ、全体として見れば、水位が上昇するという予測そのものは確度が高いということです。

高潮・高波に関しては、台風の動向の影響が強く、幅のある予測になります。



これから、気象庁が一層の貢献のために、こういった取組をしようとしているかというをご紹介します。



先ほどの地方公共団体からの意見聞き取りでは、こういった情報が求められているかもいただいており、21世紀末ではなくて近未来、21世紀末までを埋めるような10年先、30年先の結果が欲しいということから、我々、文科省の研究プログラムの成果をなるべくキャッチアップしまして、現状空白となっている部分を埋めていく。また、同じくイメージ図のように、陸だけではなく海上、海岸の情報も出していくということを考えております。



こうした活動に向けては、まずは最新の知見で

ある「日本の気候変動2025」の広報・利活用を進めています。また、高度化する情報を利用者に寄り添ったものとなるように、対話をしております。

先ほどの海面水位の情報につきまして、建設業界の方にもお話をさせていただきますと、建設業界では気候変動への対応はホットな話題となっており、水位数十センチ上がるというのはかなりショッキングな数字だという感想をいただいております。どんな情報が出せるかという点を一緒に検討する機会を含め、対話を継続していきたいことを思っています。また、活用するには、どのように使ったらよいか、メリットがあるかがわかる事例づくりというのも重要だと考えており、データ活用機関とも連携して、優良な活用事例をぜひつくっていきたく思っております。

こちらの写真は気象庁の検討会の様子です。データ活用機関との検討会を昨年度は果樹、今年は電力をテーマに開いており、今後も様々な分野の方と検討会を開いていきたく思っています。



私からの話は以上です。ありがとうございました。