



報道発表
文部科学省
気象庁気象研究所
令和4年9月6日

令和4年6月下旬から7月初めの記録的な高温に
地球温暖化が与えた影響に関する研究に取り組んでいます。
—イベント・アトリビューションによる速報—

文部科学省気候変動予測先端研究プログラムでは、取組の1つとして、気象庁気象研究所と協力し、近年頻発している異常気象に地球温暖化が与えた影響を定量化するための研究を実施しています。今般、新しい手法を適用し、令和4年6月下旬から7月初めの記録的な高温を対象として研究を実施した結果、地球温暖化の影響が大きく寄与していたことの検出に掛かる時間を大幅に短縮することに初めて成功しましたので、詳細を以下のとおりお知らせします。引き続き、今夏の天候を対象として研究を進めてまいります。

1. 概要

文部科学省気候変動予測先端研究プログラムでは、全ての気候変動対策の基盤となる科学的知見の充実を図り、気候変動適応対策の推進に取り組んでおります。その中で、気象庁気象研究所と協力し、極端な気象現象（以下「極端現象」という。）の発生確率及び強さに対する人為起源の地球温暖化の影響を定量化するイベント・アトリビューション（Event Attribution、以下「EA」という。）を実施しています^{*1}。

今般、地球温暖化の影響をより迅速に情報発信するための取組の一環として、文部科学省で開発したデータ統合・解析システム（DIAS）に蓄積されている「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」（d4PDF）^{*2}を活用して、極端現象の発生確率に対する地球温暖化の影響を迅速に見積もる新しいイベント・アトリビューションの手法（予測型EA手法）を考案し、今年発生した極端現象に初めて適用しました。

予測型イベント・アトリビューション（EA）手法

過去再現実験と非温暖化実験の多数の計算例を用いて、特定の極端現象の発生確率に対する地球温暖化の影響を見積もるEAを実施するためには、モデルに与える境界条件を現実の観測データから与える必要があります。予測型EAでは、モデルに与える境界条件を気象庁が提供する3か月予報データから与えることで、予め各時季の数値計算結果を用意することが可能となり、情報発信までに掛かる時間を大幅に短縮できるようになります。

今夏の天候については、先般、気象庁が報道発表^{*3}したとおり、令和4年6月下旬から7月初めに、東日本及び西日本で統計開始以降1位となる記録的な高温となりました。この研究では、今回の高温事例（イベント）に対する発生確率を見積もった結果、昨年から持続している

ラニーニャ現象^{※4}等の影響と地球温暖化の影響が共存する状況下では、5年に1度程度の確率で起こり得たことが分かりました。これに対し、地球温暖化の影響が無かったと仮定した状況下では、同じラニーニャ現象等の影響があったとしても、およそ1200年に1度という非常に稀な事例であったことが分かりました。

※1 本研究は下記の領域課題が連携した合同研究チームにより実施。

- 領域課題1（東京大学）：気候変動予測と気候予測シミュレーション技術の高度化（全球気候モデル）
- 領域課題3（気象業務支援センター）：日本域における気候変動予測の高度化
- 領域課題4（京都大学）：ハザード統合予測モデルの開発

※2 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース (d4PDF)

気候モデルによる過去再現実験や非温暖化実験（1850年以降の温室効果ガス等の人為起源物質が排出されなかったと仮定した場合の境界条件を与えた実験。）、将来予測実験などから得られた気候データが保存されているデータベース。それぞれの実験について多数の計算例（1951年～2022年の計算について100個の異なるシミュレーション結果）が利用できます。多数の計算例を使うことで、気温上昇の影響を確率的に捉えることができます。

※3 気象庁報道発表「6月下旬から7月初めの記録的な高温及びその後の天候の特徴と要因について～異常気象分析検討会の分析結果の概要～」（令和4年8月22日）

<https://www.jma.go.jp/jma/press/2208/22b/kentoukai20220822.pdf>

※4 ラニーニャ現象

太平洋赤道域の日付変更線付近から南米沿岸にかけて海面水温が平年より低くなり、その状態が1年程度続く現象。

2. 研究内容

地球温暖化は喫緊の課題であり、私たちの日々の生活にも影響が現れ始めています。日本では、毎年のように甚大な被害を伴う気象災害が発生していますが、地球温暖化の進行とともに極端現象（いわゆる異常気象と呼ばれるかなり稀な現象を含む）の発生確率と強さが更に増加することが予測されています。

これまで、個別の気象条件下で生じる極端現象に対する長期的な地球温暖化の影響を科学的に定量化することは困難でした。特に日本の猛暑の場合、太平洋高気圧の張り出しや上空ジェット気流の蛇行などは大気が本来持っている「ゆらぎ」が偶然重なった結果発生するため、一つ一つの事例について地球温暖化の影響を分離して定量化することは困難でした。

しかし、近年の計算機能力の飛躍的な発展により、起こり得る大気の流れの状態を、大量の気候シミュレーションによって網羅的に計算するという画期的な方法が誕生しました。気候モデルを用いて、温暖化した気候状態と温暖化しなかった気候状態のそれぞれにおいて、大量の計算結果を作り出して比較する手法を「イベント・アトリビューション (EA)」と呼びます。

文部科学省気候変動予測先端研究プログラムでは、世界に先駆けてこの手法を取り入れ、近年の日本の極端現象に適用してきました。例えば、温暖化影響の検出・評価を目的に設計された「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース (d4PDF)」を用いて、平成30年7月の日本の猛暑の事例に対してEAを実施し、人為起源の地球温暖化がなければこの事例は起こり得なかったことを示しました。

一方で、EAは大量の気候シミュレーションを必要とするため、極端現象発生から結果が出るまでに数か月を要し、社会が求めるタイミングで迅速に情報発信ができないことが最大の課題となっていました。そこで、今般、文部科学省気候変動予測先端研究プログラムの合同研究チ

ームでは、極端現象発生後に迅速に EA を実施するための新しい手法を考案し、今年 6 月下旬から 7 月初めの記録的な高温に初めて適用しました。

今回の予測型 EA 手法で新たに取り入れた点としては、境界条件として与える海面水温や海氷の状態を気象庁の 3 か月予報データから得ることにより、EA に必要な大量のシミュレーションを予め準備しておくことを可能としたことです（今回の事例では 3 か月予報データを 7 月から利用しています）。大気の気候モデルを用いて現実の気候を再現するためには、温室効果ガス等の外部要因に加え、観測データから得られた現実の海面水温と海氷の状態を境界条件としてモデルに与える必要がありますが、これらを事前に用意する手段を考案したことで、情報発信までに掛かる時間を大幅に短縮することに初めて成功したものです。

3. 研究結果

(1) 予測型 EA 手法を令和 4 年 6 月下旬から 7 月初めの記録的な高温に適用した結果、この時期の日本上空の気温の発生確率が現実的な気候条件下では 19.8%まで高まっていたことが分かりました（図 1）。この確率の高まりには、地球温暖化に加えて発生中のラニーニャ現象等が影響を与えていたものと考えられますが、このうち地球温暖化の影響のみを取り除いた場合の実験結果からは、今回の高温事例の発生確率が 0.082%と見積もられました（図 1）。

これは、人為起源の地球温暖化がなければ 1200 年に 1 度しか起こり得なかった非常に稀な現象が、今夏の状況下では約 5 年に 1 度の頻度にまで上昇していたことを意味しています。

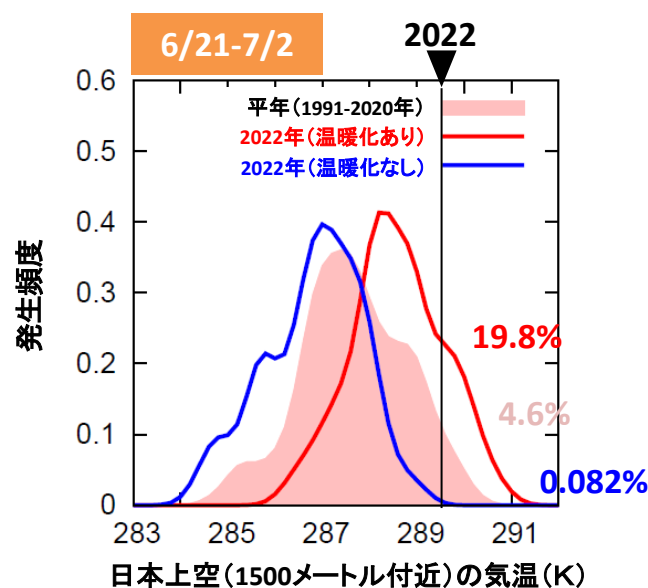


図 1 令和 4 年 6 月 21 日から 7 月 2 日にかけての高温事例の発生確率

横軸は、日本上空（東経 130–150 度、北緯 30–50 度）約 1500 メートルの気温の頻度分布（平均期間は 6 月 21 日から 7 月 2 日）。赤実線は実際の（温暖化がある）2022 年（令和 4 年）の気候条件、青実線は温暖化がなかったと仮定した場合の 2022 年の気候条件。薄赤色の山型は、1991 年から 2020 年の 30 年間を用いた場合の頻度分布。2022 年の実測値を表す黒線の値を超えた面積が今回の高温事例の発生確率を表します。本高温事例は、過去 30 年では発生確率 4.6%程度の稀な現象と言えますが、2022 年はラニーニャ現象等の影響が重なって 19.8%まで発生確率が上昇していました。これに対し、人為起源の地球温暖化がなかったと仮定した条件下では 0.082%と、非常に稀な現象であったと推定されました。

(2) 今回の高温事例の直接的な引き金となったと考えられる、日本付近に高気圧が張り出しているという状況の起こりやすさについても、予測型 EA の結果を用いて地球温暖化の影響を評価しました。この時期、日本の上空は下層から上層まで高気圧で覆われていたが、この状況に対する地球温暖化の影響は非常に小さいことが分かりました(図2)。したがって、今回は、大気が本来持っている「ゆらぎ」に付加する形で、人為起源の地球温暖化が気温を直接底上げする影響を与えていたと考えられます。

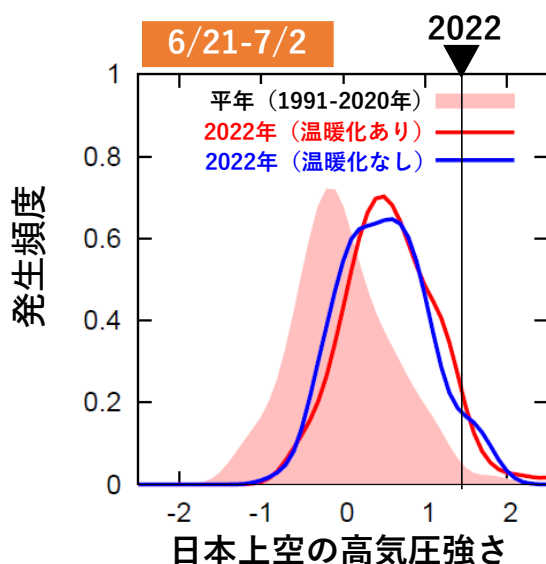


図2 図1と同じ期間における日本上空の高気圧の発生確率

横軸は日本上空の高気圧の強さの頻度分布(グラフの実線等は図1と同様)。平年(1991年から2020年の30年間)に比べて2022年のこの時期は日本上空の高気圧が発達しやすい状況ではありましたが、人為起源の地球温暖化があった場合となかった場合の差は非常に小さいことが明らかになりました。

4. 今後の取組

予測型 EA 手法により、極端現象発生後に EA の研究成果を社会に対して迅速に情報発信することが可能になりました。これにより、地球温暖化が極端現象に与える影響について、一般市民の理解が深まることが期待されます。

引き続き、地域気候モデルを用いて日本域の解像度を上げた実験結果を分析することで、各都道府県の観測地点別の高温事例の発生確率及び強さの評価や、今年7月から8月に発生した大雨等の天候不順を対象とした EA を進めてまいります。

さらに、記録的な高温や大雨などの極端現象に加えて、極端現象に起因する洪水等の水災害まで EA の対象を拡張した研究も進めています。

これらの研究を通じて、人為起源の地球温暖化の影響を社会に対して迅速に情報発信し、一人一人が地球温暖化の進行をより現実のものとして捉えることができるようにすることで、地球温暖化の問題解決に向けた行動につなげていくことを目指していきます。

今後、文部科学省としては、気候変動予測先端研究プログラム等を通じて気象庁気象研究所と協力し、全ての気候変動対策の基盤となる科学的知見の充実を図り、気候変動適応対策の推進に取り組んでまいります。

<本研究に関するお問い合わせ>

気象庁気象研究所

今田 由紀子 電話：029-853-8644/E-MAIL：yimada@mri-jma.go.jp

高薮 出 電話：029-853-8606/E-MAIL：takayabu@mri-jma.go.jp

川瀬 宏明 電話：029-853-8620/E-MAIL：hkawase@mri-jma.go.jp

東京大学 渡部 雅浩 電話：04-7136-4387/E-MAIL：hiro@aori.u-tokyo.ac.jp

京都大学 森 信人 電話：0774-38-4321/E-MAIL：mori.nobuhito.8a@kyoto-u.ac.jp

<担当> 文部科学省 研究開発局 環境エネルギー課
環境科学技術推進官 久芳（内線 4470）
課長補佐 伊藤（内線 4471）
電話：03-5253-4111（代表）
03-6734-4143（直通）
気象庁気象研究所 企画室 広報担当
電話：029-853-8535