

全労済協会 慶應義塾大学経済学部寄附講座

「公共私による新しい福祉価値の創造

～新しい福祉価値をどのように生み出すか～」

第10回 2021年12月14日

「地球温暖化によって猛暑・豪雨はどうなるのか？ 異常気象と地球温暖化の関係を
解き明かす新手法 ～イベント・アトリビューション～」

気象研究所 気候・環境研究部 第1研究室 主任研究官 今田由紀子氏

■地球温暖化の現状

気象研究所の今田と申します。本日は、気象学の中でも比較的新しい研究分野であるイベント・アトリビューション（以下、EA）についてお話ししていきます。EAは地球温暖化の影響を評価する研究の一つですが、これまでの温暖化の研究と異なる点は、一つひとつの異常気象に対して地球温暖化が何%発生確率を上げていたか、数字で示すところです。まず、地球温暖化が起こる仕組みから説明します。地球大気の温度は、太陽光に温められた地表から赤外線が放出され、そのまま宇宙に放出される熱と、温室効果ガスや雲が吸収して地表に戻す熱のバランスによって、適切な温度に保たれています。もし温室効果ガスが存在しなければ、地表から出た熱がより多く宇宙に放出されてしまうため、地球の平均温度はマイナス19度になり、人間が住むには適さない環境になってしまいます。適度なバランスが大事なのですが、人間が自然の法則に反して、より早いスピードで二酸化炭素を放出した結果、急激な気温上昇をもたらしました。地球温暖化の現状ですが、世界の平均気温は、特に1980年代以降、急速に上がっていることがわかっています。その中でも日本の気温は100年で+1.26度上昇と世界の平均気温より速いペースで上昇しており、大雨も増加していることがわかっています。2021年に発刊された国連気候変動に関する政府間パネルの第6次評価報告書では「人間が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことは疑う余地がない」と断言されています。

■気候モデルの仕組み

気候モデルは、大気と海洋を格子状に分割し、一つひとつの格子において物理法則をもとに数値計算を行います。日々の天気予報で使われている数値モデルとほぼ同じですが、日々の天気は大気だけを対象としているのに対し、時間スケールの長い気候変動を再現するためには海洋のモデルも必要になります。気候モデルでは、気温、風速、水蒸気などを物理法則に基づいて計算していきますが、格子サイズより小さな雲などの現象は基本の物理法則ではカバーできないため、物理法則以外にも多くのコンポーネントモデルが含まれています。大気と海洋、そして多くのコンポーネントをバランスよく組み合わせた気候モデルの実現は、ノーベル物理学賞を受賞した真鍋淑郎先生の功績の一つでもあります。一方、気候モデルの範疇を超えて、気候に影響を与える要素もあります。太陽活動度の変化、大規模火山噴火などの自然起源の要素、また、温室効果気体の濃度、成層圏オ

ゾンの濃度変化など人為起源の要素がそれに当たり、これらは境界条件として外から与えないと計算ができません。これらの境界条件を観測された事実に基づいて設定することで、過去から現在までの気候をシミュレートすることが可能になります。

■イベント・アトリビューション (EA) について

EA は真鍋先生の気候モデルを活用するのはもちろんのこと、もう一人の受賞者であるハッセルマン先生が確立したアトリビューションという考え方を応用して行っています。アトリビューションとは、「〇〇のせいにする」という意味で、つまり実際に起こった気候変化の要因をきちんと理解するという事です。観測された気温上昇が本当に人間活動のせいであるのか、きちんと証明する活動のことをアトリビューションといいます。特に、ひとつの異常気象に対して、温暖化がどの程度影響しているのかを証明するのは、実はとても難しいのです。なぜ答えられないのか？ 異常気象の主要因はあくまで、その時たまたま発生した大気の揺らぎ（猛暑であれば高気圧の張り出し、大雨であれば台風や前線など）ですので、偶然起こった要素と地球温暖化による底上げを分離することは、一つのイベントを見ていると不可能です。そこで、EA では疫学の考え方を参考にしました。喫煙が肺癌のリスクを高めることを証明するために、疫学では、毎日同じように喫煙する人の集団と、全く喫煙しない人の集団の中で肺癌になった人数の割合を比較しました。喫煙をしない人でも肺癌になる可能性はあるわけですが、その人数に明らかな差があれば、喫煙がリスクを高めていることを証明することができます。同様の考え方で、EA では、気候モデルを使い、仮想の地球をたくさん作り出します。温暖化が進行している現実の条件と、温暖化しなかったと仮定した仮想の条件において、それぞれ大量の地球を作り出し、何割が観測された極端現象を再現したかカウントして比較することで、温暖化の影響を証明することができるようになります。この手法を用いて、平成30年7月の豪雨と猛暑も、人間活動によって発生確率が増加していたことがわかっています。

■地球温暖化、EA と社会経済活動

EA と社会経済活動がどのように結びついているのかを紹介します。各国の人為起源の温室効果ガスやエアロゾルが地球温暖化にどの程度貢献しているかを見ると、国による違いが見えてきます。エアロゾルは大気汚染物質ですが、地球を冷やす方向に働くことが知られています。これらを指標化してEAの結果と組み合わせると、一つひとつの異常気象で起こった被害に対して、どの国がどれくらい責任を持つべきだという議論ができるようになります。これを Loss and damage（損失と被害）の考え方といい、今後は国際間の交渉に使えるようなデータになるとみられています。この背景には、地球温暖化と地域間不公平性の問題があります。地球温暖化による被害は、もともと気温の高い熱帯域から先に現れる傾向がありますが、熱帯域は途上国が多い地域でもあります。先進国は中・高緯度に位置しているため、CO₂を排出している、責任の大きい国が被害を受けにくいという地域間不公平性の問題が起きているのです。実際にどれくらい不公平性があるのかをEAのシミュレーションから見積もることが可能で、CO₂の排出量が多い国ほど被害が少ないことが証明できます。GDPが高い国ほど被害が少ないこともわかっています。ここまでは、過去から現在まで起こった地球温暖化がどのように異常気象に影響しているかという話でしたが、最後に将来について少しだけ触れたいと思います。

過去についてはデータがあるので検証しやすいのですが、将来については、人間がどのように行動するかによって地球温暖化の結果は変わるので、それを見積もるためにいろいろなシナリオを使ってシミュレートします。シナリオは SSP（共有社会経済経路）という人間社会がどのようなポリシーで気候変動問題に取り組むかを表す 5 パターンを策定し（経済を重視したパターン、国際協力がなされないパターンなど、人口増加、一人当たり所得、食糧安全保障、化石燃料消費などの要素を勘案して作る）、SSP ごとの CO2 等の排出量を想定して、将来予測をします。

<文責：全労済協会調査研究部>