

全労済協会 慶應義塾大学寄附講座

「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－」

講義日：2023年12月26日

「最近の異常気象と地球温暖化」

東京大学大気海洋研究所 准教授 今田由紀子 氏

■地球温暖化と日本の異常気象の現状

私はもともと東京大学理学部地球惑星物理学科を卒業後、大学院で気候モデリングの研究をしていました。自然科学に非常に興味があり、博士課程修了後も大学の研究所や気象庁などで季節予報、気候変動と水災害リスク、異常気象と地球温暖化の研究をしてきました。

今、地球温暖化が社会的な問題となっていますが、気候変動対策はSDGsとのシナジーが多いことから、より注目されるようになっていきます。異常気象については皆さんも経験されている通りで、今年（2023年）の夏の暑さを覚えている方も多いでしょう。地球温暖化について、過去から現在までの観測データをもとに見ると、地球全体の平均気温が100年で0.74度のペースで上昇しています。特に最近の9年で記録が塗り替えられていて、もう前には戻らない異常な事態になっています。日本の平均気温は100年で1.3度上昇しており、地球全体よりも上昇スピードが速くなっています。特に今年の夏は、地球温暖化だけでは説明できない偶然の自然のゆらぎが重なって、過去のデータから見ても突出している異常な状況になっていました。雨についても、平成20年以降はほぼ毎年のように気象庁が名前を付けるほどの豪雨が発生しています。こうした状況が本当に地球温暖化の影響によるものなのかを証明するためには、気候モデルを用いたシミュレーションが有効です。次にシミュレーションの方法を説明します。

■気候モデルを使って異常気象をシミュレートする仕組み

私たちが使っている気候モデルは、大気と海洋を格子状に分割したものです。格子のサイズは細かいものでも60km程度です。一つひとつの格子ごとに連立偏微分方程式を解いて大気の流れの時間変化を計算し、これを積分することで次の時間ステップ（数分から1時間の間くらい）の値を得ます。温暖化シミュレーションではこれを全ての格子で100年以上計算するので、膨大な計算量となります。したがってスーパーコンピュータが不可欠です。さらに、大気の流れの方程式だけでは地球上の全ての気候を再現することはできません。雲や陸面などの影響も加えます。日本域の詳細な気候を分析したい場合には、全球モデルで世界の気候変動を計算した後に、20km～5km格子の地域気候モデルで日本域を用いてダウンスケーリングします。このような気候モデルに、温室効果ガスや人間の社会活動の影響などの境界条件を与えて、温暖化した現実の気候や温暖化しなかった仮想の気候を作り出すことができます。また、シミュレーションをたくさん行って自然の「ゆらぎ」を再現することで、異常気象の分析を行うことができます。

■異常気象と温暖化の関係を明らかにするイベント・アトリビューション

過去から現在の平均的な気温変化のようなトレンドは観測や長期の気候シミュレーションを用いてある程度証明できますが、目の前で起きている1つの異常気象に対して温暖化がどれくらい影

響しているのかを知りたい場合にはイベント・アトリビューションの考え方が必要になります。これは、2021年にノーベル賞を受賞した眞鍋 淑郎先生が作られた気候モデルとクラウス・ハッセルマン先生によって確立された理論のもとに実現したアプローチです。個々の異常気象は偶然の「ゆらぎ」が主要因であり、脇役である温暖化の影響を定量的に答えるのは困難です。そこで私たちは疫学の考え方を参考にしました。喫煙者は肺がんのリスクが高いことは一般には言えますが、特定の人物の喫煙と肺がんの因果関係を断言することはできません。そこで喫煙をする人と、喫煙を全くしない人の集団のデータをそれぞれたくさん集めて比較すると、喫煙によるがんの発生リスクが推定できます。この考え方を気候に適用したのがイベント・アトリビューションです。「温暖化した現実の地球」と「温暖化しなかったと仮定した地球」をそれぞれ大量にシミュレーションで作出し、それぞれの地球の集団で異常気象が発生した地球は何個あるのか数えることで、異常気象の発生確率の違いが数値として表現できます。これがイベント・アトリビューションです。イベント・アトリビューションは高解像度で何百という地球のシミュレーションを実施するため、一般的な温暖化シミュレーションよりも計算量が多いため、スーパーコンピュータの性能が飛躍的に向上した10年ほど前から国際的に行われるようになりました。日本でイベント・アトリビューションを適用した例としては、2013年夏の猛暑、2017年の九州北部豪雨、2018年7月の猛暑などが挙げられます。2013年夏の猛暑では、温暖化した世界と温暖化していないと仮定した世界での発生確率を比較し、温暖化によって発生確率が7倍に上昇していたことが証明されました。イベント・アトリビューションはIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の最新の報告書でも初めて取り上げられ話題になりました。IPCCの報告書は世界の政策決定者が参考にする重要な文献であり、イベント・アトリビューションはloss and damageの問題を定量化する手段としても期待されています。

■将来の異常気象とカーボンニュートラル、地域間不公正性

将来の異常気象に関しては、温暖化とともに日本の猛暑地点数が増えていることがわかっています。パリ協定の1.5度目標が達成されたとしても、猛暑に関しては今よりもひどい状況になると予測されており、状況は深刻です。産業革命以降のCO₂の排出量の増加を考えると、2050年までにCO₂の排出量を実質ゼロに抑えるカーボンニュートラルの達成には相当な努力が必要で、達成確率は30%以下といわれています。CO₂を排出しているのは北半球の中高緯度に多く分布する先進国であり、CO₂排出の影響を受けて温暖化の被害を最初に被るのは、低緯度や南半球に分布する発展途上国です。こうした地域間の不公正性が問題になっており、その責任の重さをイベント・アトリビューションのアプローチによって見積もることができないか、議論が行われていますが、精度の問題から、実際の国際的な責任問題の解決に貢献することはまだ難しいです。

最後に、地球温暖化の議論は行動につながる事が理想です。異常気象の直後にイベント・アトリビューションの情報を迅速に発信できた方が皆さんの実感が高まりますので、時間がかかるイベント・アトリビューションのスピードをいかに上げるかが、我々が全力を上げて取り組んでいる課題となっています。

<文責：全労済協会調査研究部>