

研究課題番号	2-1904
研究課題名	「気候変動影響評価のための日本域の異常天候ストーリーラインの構築」
研究実施期間	令和元年度～令和3年度
研究機関名	東京大学
研究代表者名	高薮 縁

1. 研究開発目的

本課題は、日本域の異常天候に注目して、気候シナリオのばらつきを加味したストーリーライン構築を目的とする。すなわち、多数の気候モデルによる予測実験から、注目すべき異常天候と大規模大気循環場を紐づけ、将来変化のばらつきを代表できる少数のモデルを選択する。そして、それらの情報を用いて、気候シナリオについて不確実性を含め、影響評価研究者や政策決定者等のユーザーにわかりやすく情報提供を行う。

サブテーマ1-1は豪雨をもたらす極端降水現象に関するストーリーライン構築を目的とする。まず衛星データ、地上観測データ、客観解析データを用い、現実の極端降水をもたらす大規模循環場を抽出しメカニズムを議論する。さらにCMIP実験を用いて、大規模循環場の将来変化に伴う極端降水現象の将来変化について不確実性の幅を含め議論する。サブテーマ1-2は、海面水温データ、客観・再解析データなどを用い、猛暑・長雨など月平均程度の間スケールの異常気象のメカニズムや予測可能性についてストーリーラインを議論する。サブ1-1、サブ1-2共に、他のサブグループと協力して既存の気候シナリオの妥当性を検証する。

サブテーマ2は、CMIP5、CMIP6大気海洋結合モデル群の出力データや、気候モデルMIROCを用いて独自に行う数値実験等により、日本域の暖候期と寒候期の降水に関わる気候要素の長期的な変化に対流圏から成層圏にかけての大規模力学場が果たす役割を明らかにし、ストーリーライン研究の枠組みで整理して提供する。

サブテーマ3は、日本域の豪雨、台風、猛暑、豪雪などの異常天候に注目し、日本の気候シナリオおよび影響評価に差をもたらす不確実性の大きいアジアモンスーン気候場の温暖化応答パターンを明らかにすることを目標とする。また、他のサブグループと協力してストーリーラインを構築し、気候変動に伴う変化の仕組みを明らかにする。

サブテーマ4は、影響評価・適応研究との連携推進を目的としている。まず影響評価研究者へのヒアリング等を通じて、日本域で注目すべき異常天候の抽出を行う。さらに既存の気候シナリオの妥当性を検証するとともに、今後の気候シナリオの選択・開発について指針を提案する。

2. 研究目標

2018年7月豪雨やそれに続く猛暑、これまでにない台風の強風や広域豪雨など、近年、我が国で記録的な異常天候が続き、その要因として地球温暖化に伴う気候変動の影響が懸念されている。本課題は、適切な気候変動適応策が可能となるよう、日本域の異常天候に注目して、気候シナリオのばらつきを加味したストーリーラインの構築を目指す。すなわち、多数の気候モデルによる予測実験（CMIP5及びCMIP6）から、注目すべき異常天候と大規模大気循環場を紐づけ、将来変化のばらつきを代表できる少数のモデルを選択する。そして代表的な気候シナリオに伴う異常天候の変化について、不確実性を含め、影響評価研究者や政策決定者等のユーザーにわかりやすいストーリーラインとして情報提供を行う。また、日本域全域を対象とした影響評価・適応研究プロジェクトや地域適応コンソーシアム事業で従来使われてきた気候シナリオをCMIP予測のばらつきの上にマッピングし、影響評価の不確実性評価の偏りや要因を検証すると共に、今後の影響評価・適応研究での気候シナリオの選択・開発への指針を提案する。各サブ課題は以下を受け持つ。

[サブテーマ1] 課題全体と協力し、以下を目標に総括する。注目する日本域の異常天候を選択する。

異常天候と大規模気候場の変動パターンを紐づけ、CMIPモデルでのストーリーラインを構築する。従来利用されてきた気候シナリオのマッピングなど、成果を今後の影響評価・適応研究へ繋げる。

[サブテーマ2] 対流圏上部から成層圏に注目し、日本域の天候の変化に効果的な大規模場要素を抽出する。他サブテーマと協力してストーリーラインを構築し、気候変動に伴う変化の仕組みを明らかにする。

[サブテーマ3] ユーラシア大陸やチベット気候に注目し、ターゲットの変化に効果的な大規模場要素を抽出する。全体と協力してストーリーラインを構築し、気候変動に伴う変化の仕組みを明らかにする。

[サブテーマ4] 影響評価研究者へのヒアリング等を通じて、日本域の適応策検討において優先的なターゲット現象の抽出を行い、ストーリーラインの構築に貢献する。既存の気候シナリオをストーリーラインにマッピングして妥当性について検証するとともに、今後の影響評価・適応研究での気候シナリオの選択・開発について指針を提案する。

3. 研究の進捗状況

[サブテーマ1] 「当初計画以上に進捗した」。大災害をもたらした豪雨に関する大規模場要因の解析研究（成果(a)(b)(c)）、及び、衛星搭載降雨レーダとCMIP5気候モデル実験を組み合わせた豪雨をもたらす降水システムの将来変化の予測研究(d)の成果を3本の査読付き論文として出版し、報道を通して社会にも注目された。さらに、その将来変化についてCMIP5モデルのばらつきの中で推進費S-8、S-18でダウンスケーリングに用いる少数の気候モデルをマッピングし、影響評価研究者に渡す情報を抽出することができた。さらに、猛暑や長雨の月平均程度の時間スケールの現象についてもCMIP5の将来変化のばらつきが議論できた。今後は、本年度整備を進めたCMIP6データに基づくマルチモデル解析に本格的に取り組む予定である。

[サブテーマ2] 「計画通り進捗した」。CMIP5データを用いた研究により、日本の夏季・冬季の降水や積雪に対する大規模場の影響の知見を一通り得ることができた。今後CMIP5データを用いた研究をさらに発展させるとともに、CMIP6を用いた研究を実施する。

[サブテーマ3] 「計画通り進捗している」。まずCMIP5実験の解析から、ユーラシア大陸やアジアモンスーン気候に注目し、ターゲット現象（日本域の豪雨、猛暑など異常天候）に影響を与える夏季東アジアモンスーン将来変化の仕組みを明らかにした。また、夏季アジアの海陸温度コントラスト変化の不確実性が、日本を含む広域アジアの降水および大気循環の不確実性と関係することを明らかにした。日本の猛暑に関しては、フィリピン周辺域の対流活動に対する中緯度の応答（PJパターン）の季節変化を調べ、2018年の猛暑の原因として、PJパターンをもつ年々変動成分と季節進行の位相の一致を指摘した。成果をもとに、サブ4と協力し適応研究者の利用するCMIP5モデルのばらつきを評価した。今後、CMIP6モデルを使った同様の解析やストーリーライン構築のための指標の簡素化を行い、研究目標を達成できる。

[サブテーマ4] 「当初計画以上に進捗した」。まず影響評価研究者にインタビューを行い、ターゲットにすべき気象変数・現象を抽出した。次に日射量将来変化予測に関して、推進費S-8や地域適応コンソーシアム事業で用いられた共通気候シナリオの4GCMは偏りのあるサブサンプルであることを示した。2020年度に始まる推進費S-18の共通気候シナリオを作成するために、CMIP6アンサンプルから偏りの少ないGCMサブサンプルを選択する手法の開発に着手し、初期的な結果を得た。

4. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

[サブテーマ1] (a)-(d)暖候期の豪雨をもたらす大規模場の将来変化について、推進費S-8でダウンスケーリングに用いる少数の気候モデルの特徴をCMIP5のモデル群の中でマッピングし影響評価研究者に渡す情報を抽出できた。衛星観測を利用して豪雨と大規模場を結び付けた成果は、ISCCP AR5では十分に示されなかった日本域の極端降水の将来変化について知見を与え、適応研究および防災に重要な情報を提供すると共にAR6にも貢献できる。(e)ヨーロッパにおけるブロッキング活動の東アジアへの影響について、第6次結合モデル相互比較プロジェクト(CMIP6)の高解像度モデル相互比較(HighResMIP)や、世界気候研究計画(WCRP)気候と海洋-変動・予測可能性・変化(CLIVAR)大規模アンサンブル作業部会に貢献する。(f)我が国に冬の異常気象をもたらすWACEパターンの温暖化に伴う変動を明らかにして農業・経済・防災の観点で貢献すると共に、CMIP6の北極温暖化増幅モデル相互比較(PAMIP)に貢献する。(g)猛暑をもたらした大規模大気循環の予測可能性を示唆し、熱中症予防など保健政策や防災・減災の政策立案の観点から有意義な貢献ができる。

[サブテーマ2] 多数のモデルの出力をもとに将来変化の幅を想定する際のポイントが明らかになった。

[サブテーマ3] 日本域の豪雨・台風・猛暑などの異常天候の気候シナリオおよび影響評価に差をもたらす不確実性の大きい気候場の温暖化応答パターン情報を、影響評価研究者に向けて提示することができた。

[サブテーマ4] 第2次影響評価報告書の根拠となる影響評価研究の多く(例えば地域適応コンソーシアム事業)は、S-8共通気候シナリオと同じ4つのCMIP5 GCMを用いている。これらの影響評価研究の中で、特に日射量変化に敏感なものは偏りが大きいことが示唆された。この経験を生かして、推進費S-18の共通気候シナリオを出来るだけ偏りの少ないものにすべく、S-18総括班らと議論しながら、GCM選択手法の開発を進めている。課題内外と緊密に連携をとりながら、第3次気候変動影響評価報告書(2025)と、そのベースになる気候変動予測データ2022に貢献することを目指している。

[課題全体] 温暖化適応策のための推進費S-18の共通気候シナリオ作成におけるCMIP6モデル選定に貢献する道筋を作った。国民との対話を16件、マスコミ報道を37件実施し、社会への発信に貢献した。

5. 評価者の指摘及び提言概要

ストーリーラインという新しい概念を導入し、異常天候の将来変化に関するモデルシミュレーションの結果に基づき、ばらつきや不確実性の要因を特定し、地域レベルで不確実性の要因を分析することによって、影響評価、適応策の立案に生かそうとする新規性のある提案である。日本を中心とする地域の異常気象について、これまでにない多様な角度から情報収集・解析が行われ、極めて意義深い成果が蓄積されてきている。それぞれのサブテーマごとの研究は順調に進捗し、論文発表数、国民との対話件数も極めて多く、アウトリーチを意識した活発な研究が進められている。今後、ストーリーラインの概念を、ロジカルで具体的なイメージを持たせて有効に社会に提示し、情報発信されることを期待する。

6. 評点

評価ランク：S