

令和 6 年 5 月 20 日現在

機関番号：82101

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20022

研究課題名(和文) 気候変動の適応をめぐる科学と政治の交錯—気候工学と気候移住を事例に

研究課題名(英文) The complex web of science and politics in climate change adaptation - A case of climate engineering and climate migration

研究代表者

朝山 慎一郎 (Asayama, Shinichiro)

国立研究開発法人国立環境研究所・社会システム領域・主任研究員

研究者番号：50726908

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：気候変動の悪影響が顕在化する中、その被害を最小限における適応策の重要性が高まっている。しかし、緩和策の遅れにより、通常の適応策ではカバーしきれない気候影響の残余リスクへの対処のあり方をめぐる政治的な論争が現出しつつある。本研究は、論争的な性格ゆえにこれまで政策枠組みから排除されてきた、気候工学と気候移住の二つのアプローチを適応策の文脈で捉え直し、気候変動対応策としてどのような特徴を持つのかを検討した。気候移住は最近では避難管理という用語を使って適応策の一部または延長として特徴づけられる傾向にあり、気候工学も含めて「気候リスク管理」という大きな枠組みで捉え直されていることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の意義は、論争的な性格ゆえにこれまで政策枠組みから排除されてきた、気候工学と気候移住の二つの対応策について、その特徴と実施に伴うリスクを明らかにし、これまで個別に議論されてきた両者をともに気候リスク管理という共通の枠組みで捉え直したことにある。気候変動の被害が今後さらに拡大し、従来の緩和策・適応策という枠を超えた新たな対応策が必要とされうる中で、気候工学と気候移住という政治的に難しいテーマについての議論を提起したことは、例えば、今後の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)での科学アセスメントでこれら対応策の是非を検討する際に参照点となりうる課題を浮き彫りしたことに意義がある。

研究成果の概要(英文)：As the adverse effects of climate change have become more apparent, the significance of adaptation to minimise the damage from climate change has grown recently. However, due to the slow pace of mitigation, there is an emerging political debate about how to deal with the 'residual risks' of climate change impacts that cannot be addressed within the scope of conventional adaptation approaches. This study looked at two unconventional climate responses - climate engineering and climate migration - which have been excluded from mainstream policy debates given their controversial nature, and examined how they can be characterised as climate change responses in the broader context of adaptation. It was found that climate migration has now been increasingly framed as part of (or an extension of) adaptation strategies, using the term 'managed retreat', and that both climate engineering and climate migration have been reconsidered within the framework of 'climate risk management'.

研究分野：環境政策、科学技術社会論

キーワード：気候変動 気候工学 気候移住 避難管理 太陽放射変化 IPCC リスク管理

## 1. 研究開始当初の背景

人為的な CO<sub>2</sub> 排出による地球平均気温の上昇はさまざまな気候の影響を人間社会に及ぼす。そのため、気候変動の緩和策 (CO<sub>2</sub> 排出削減) を迅速に進めると同時に、その影響による被害を最小限に抑える「適応策」の重要性が近年より強く認識されてきている。緩和策の遅れは適応策のあり方をも左右するため、緩和策と適応策は気候変動の対応策の両輪といえる。他方、気候変動による被害の顕在化とあいまって、途上国における気候影響の被害補償をめぐる国際交渉 (「損失と被害」) の紛糾など、通常の適応策ではカバーしきれない気候変動の残余リスクへの対応のあり方をめぐる政治的な論争が現出しつつある。

こうした < 適応の残余リスク > への対応策として、近年、研究者や政策決定者の間で注目を集めて議論が活発化しているのが「気候工学」と「気候移住」である。気候工学は、地球に入射する太陽光の一部を反射して地球を人工的に冷やす工学的アプローチで、気候移住は気候変動の影響によって居住困難になる地域の人びとを計画的に避難させる社会的アプローチである。そのため、気候工学と気候移住は気候変動対応策として異なる政策的な方向性を持つ一方で、気候影響が人間社会に及ぼす「最悪の事態」を想定し、その被害が顕在化する前に予防的な対応を目指すという点で類似する。また、二つのアプローチは早急な緩和策の“失敗”を前提とし、通常の緩和策・適応策の範囲を超えた対応策として、その是非に政治的論争が必然的に伴う。

このように、気候工学と気候移住は、その論争的な性格がゆえにこれまでの気候変動対応策の議論ではある種のタブーとして位置づけられてきた。しかし、2015 年のパリ協定締結以降も世界全体の CO<sub>2</sub> 排出量は増加傾向が続いており、気温上昇に伴う気象災害 ( 猛暑、熱波、洪水、熱帯低気圧の甚大化など ) が世界中で頻発している。さらに、パリ協定の 1.5 目標の達成が極めて困難になる中で、1.5 の超過は地球の気候システムに急激かつ不可逆的な変化をもたらす気候ティッピングポイント ( climate tipping points ) の懸念も増しており、これまでの緩和策と適応策という枠を超えた、気候工学や気候移住のような新たな対応策の是非を検討の必要性が高まっている。そこで、気候工学と気候移住の二つのアプローチを適応策の文脈で捉え直すことで、気候変動の適応をめぐる人びとの言説の対立を明らかにし、新たな適応の政策的なフレーミングを提示したい、というのが本研究の当初の動機である。

## 2. 研究の目的

本研究では、気候工学と気候移住の二つを事例に、気候変動の適応をめぐる人びとの言説の対立を明らかにし、新たな適応の政策的なフレーミングの提示を企図するために、文献調査と専門家へのインタビュー調査を実施することを想定していた。特に、気候移住のテーマについては先行的な研究が進む欧州に渡航し、現地調査を行うことを当初想定していたが、2020 年度と 2021 年度の最初の 2 年間は新型コロナウイルス感染症の感染拡大によって海外渡航ができなかったことに加えて、2022 年度においても海外への聞き取り調査の見通しを立てることが難しかったために、気候移住のテーマについては文献調査を部分的に行うという形で研究目的の変更をせざるを得なかった。

また、2022 年から 2023 年にかけて「気候変動に関する政府間パネル ( IPCC )」の最新の第 6 次評価報告書 ( AR6 ) が公表されたことで、気候変動対策をめぐる政策的議論や研究環境も大きく変動していたため、当初の研究目的からは少しずれるものの、IPCC における気候変動コミュニケーションの言説形成というより幅広い文脈において、気候工学や気候移住のような論争的な対策手段がどのようにフレーミングされているのかを明らかにすることを目的に本研究を実施した。

## 3. 研究の方法

IPCC はおおよそ 7 年ごとの周期で包括的な国際科学アセスメントを実施し、その評価報告書は政策決定者だけでなく社会における幅広い公共的な議論に重要な情報源としてなっており、報告書で提示される様々な概念枠組みは気候変動問題を理解するための重要な参照点、すなわちフレーミング装置として機能している。本研究では、IPCC の評価報告書を気候変動コミュニケーションのフレーミング装置として理論的に位置づけ、その報告書で提示されるリスク概念やカーボンバジェット概念が気候工学や気候移住の政策的アプローチをどのように特徴づけているのかを主に文献調査を中心に検証した。

## 4. 研究成果

( 1 ) 2022 年に公表された IPCC 第二作業部会による第 6 次評価報告書 ( AR6 ) では、これまでのリスク概念が刷新され、リスクを構成する要素をハザード ( Hazard )、脆弱性 ( Vulnerability )、暴露 ( Exposure )、対応策 ( Response ) の四つに分類し、それぞれの要素間の相互作用の重要性が指摘された。この新たなリスク概念の下では、気候変動の影響リスクは気候変動の対応リスクと深く結びつくために、個別の対応策が気候変動の影響リスクの低減だけでなく、その対応策の実施に伴うリスクも含めて包括的に評価することが重要になる。例えば、

気候移住と気候工学については、沿岸避難管理（Coastal Managed Retreat）と太陽放射管理（Solar Radiation Modification）の二つの代表的な対策について、地理的・時間的なリスクに加えて、ハザード・脆弱性・暴露との相互作用を比較することができる（Andrews et al. 2023）。気候移住はよりローカルな次元の対応策なのに対して気候工学はグローバルな対応策なために、二つの対応策がもたらす対応リスクは大きく異なるものの、両者はともに気候リスク管理という一つの大きな枠組みで捉え直されることが分かった。

表 1 . 沿岸避難管理と太陽放射改変の対応策の比較

対応策に伴うリスク	沿岸避難管理 (Coastal Managed Retreat)	太陽放射改変 (Solar Radiation Modification)
対応策の目的	沿岸の洪水、海面上昇、高潮、浸食、サイクロンなどの危険から人とインフラを遠ざけること	太陽光を反射することで、地球平均気温を安定させるまたは低下させること
実施に伴う地理的リスク	避難する受け入れ先の地域社会・コミュニティへの局所的な影響	生態系や水循環システムの潜在的な混乱を伴う地球規模の影響
実施に伴う時間的リスク	移転による永続的な世代間の変化、地域の生態系と人々の海岸線との関係の破壊	実施終了後にも永続する可能性のある生物物理的システムに対する長期的な影響
ハザードとの相互作用	自然の氾濫原を再建し、人々と海岸線の間で緩衝地帯を導入することで、洪水の危険性を軽減できる	既存の自然災害(例えば、夏のモンスーンシーズンの混乱やオゾン層破壊)を悪化させる
脆弱性との相互作用	社会的に疎外されたコミュニティに対する継続的な不正義(例えば、十分な援助を受けられずに自力での移転ができない場合や、移転先で差別に直面する場合など)	天水栽培の零細農家などの気候変動の影響に脆弱なコミュニティが最も強い影響を被る食糧供給に対する脆弱性の増大
暴露との相互作用	移動が可能な人は被害を減らせる一方で、社会的に最も脆弱な立場の人への被害は増える可能性がある	実施している間はより高い気温レベルにさらされる可能性が減少する
対応策との相互作用	移転ができない人々にとっては、避難元に留まることで生じる適応策の費用が増加する	大幅かつ急速な排出削減に対する持続的な努力を阻害する可能性がある
他のリスクとの相互作用	新しい土地での社会統合や孤独感、土地や遺産の喪失、不動産価格の変動、保険の支払いなどの付随的なリスクが生じる可能性がある	食糧安全保障、水不足、グローバルな貿易網の混乱、大量絶滅、熱波の頻度の増加、猛暑への暴露、屋外労働の生産性の低下など

(出典) Andrews et al. (2023)を基に作成

(2)また、気候工学をめぐる言説形成については、カーボンバジェット概念をフレーミング装置として用いて、気候工学の対応策としての特徴について理論的な検討を行った。それによって、予算(バジェット)という金融用語のメタファーが、地球平均気温の上昇幅によって地球物理的に定められた累積CO<sub>2</sub>排出量を超過した場合に<炭素の負債>が生じることを含意するだけでなく、気候工学はそうしたCO<sub>2</sub>の超過排出によって生じる負債の返済ではなく<負債の貨幣化>(debt monetization)に類似した政策手段としての特徴を有していることを明らかにした。すなわち、気候工学はCO<sub>2</sub>除去技術による負債の返済期限を先延ばしする時間稼ぎの手法として有用性を持ちうる一方で、負債の返済を無期限に延期することができるためにかえって負債の増大を招いてしまうといった大きな危険を伴うことを理論的に示すことができた。さらに、カーボンバジェット概念は、気温上昇がある閾値を超えると急激かつ不可逆的な気候影響を及ぼす気候ティッピングポイント概念と結びつけられて、これらの科学概念が気候変動コミュニケーションにおいて、人びとの間での気候危機の問題認識を規定するメタファーとしての言説的な機能をも果たしていることを明らかになった。

<引用文献>

Andrews et al. (2023) Risk from responses to a changing climate. *Climate Risk Management* 39:100487. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100487>

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Asayama Shinichiro, De Pryck Kari, Hulme Mike	4. 巻 -
2. 論文標題 Controversies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 A Critical Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change	6. 最初と最後の頁 148 ~ 156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/9781009082099.020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Asayama Shinichiro, Hulme Mike, Markusson Nils	4. 巻 167
2. 論文標題 Balancing a budget or running a deficit? The offset regime of carbon removal and solar geoengineering under a carbon budget	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10584-021-03174-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Asayama Shinichiro	4. 巻 167
2. 論文標題 Threshold, budget and deadline: beyond the discourse of climate scarcity and control	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10584-021-03185-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Asayama Shinichiro	4. 巻 3
2. 論文標題 The Oxymoron of Carbon Dioxide Removal: Escaping Carbon Lock-In and yet Perpetuating the Fossil Status Quo?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Climate	6. 最初と最後の頁 673515
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fclim.2021.673515	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Asayama Shinichiro, Emori Seita, Sugiyama Masahiro, Kasuga Fumiko, Watanabe Chiho	4. 巻 16
2. 論文標題 Are we ignoring a black elephant in the Anthropocene? Climate change and global pandemic as the crisis in health and equality	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability Science	6. 最初と最後の頁 695 ~ 701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11625-020-00879-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Asayama Shinichiro, De Pryck Kari, et al.	4. 巻 13
2. 論文標題 Three institutional pathways to envision the future of the IPCC	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Climate Change	6. 最初と最後の頁 877 ~ 880
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41558-023-01780-8	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Shinichiro Asayama
2. 発表標題 Seeing like a carbon budget manager: The promise and peril of using carbon removal as budgeting tools
3. 学会等名 2nd International Conference on Negative CO2 Emissions (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinichiro Asayama
2. 発表標題 The politics of crafting and assessing feasible scenarios: Muddled between 'plausibility' and 'desirability' of projected futures
3. 学会等名 Scenarios Forum 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinichiro Asayama
2. 発表標題 Can carbon removal technologies be compatible with the managed decline of fossil fuels?
3. 学会等名 The International Conference on Fossil Fuel Supply and Climate Policy (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinichiro Asayama
2. 発表標題 Swinging between feasible and desirable futures: Exploring public perception of the narratives of net-zero energy scenarios in Japan
3. 学会等名 RGS-IBG Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shinichiro Asayama
2. 発表標題 Straddle the gap between feasibility and desirability: public perception of net-zero energy scenarios with and without large-scale CDR
3. 学会等名 2023 Radboud Conference on Earth System Governance (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>炭素除去と放射改変のオフセットによるカーボンバジェットの前算管理体制という命題  <a href="https://www.nies.go.jp/social/navi/abstract/balancing_a_budget_or_running_a_deficit.html">https://www.nies.go.jp/social/navi/abstract/balancing_a_budget_or_running_a_deficit.html</a>          気候変動のコミュニケーションにおける欠乏とコントロールの言説を超えて  <a href="https://www.nies.go.jp/social/navi/abstract/Threshold_budget_and_deadline.html">https://www.nies.go.jp/social/navi/abstract/Threshold_budget_and_deadline.html</a>          二酸化炭素除去をめぐる語義矛盾：カーボンロックインから逃れながら化石燃料依存の現状を永續させる？  <a href="https://www.nies.go.jp/social/navi/abstract/oxymoron_of_carbon_dioxide_removal.html">https://www.nies.go.jp/social/navi/abstract/oxymoron_of_carbon_dioxide_removal.html</a></p>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
英国	University of Cambridge	Lancaster University		
スイス	University of Geneva			