

気象制御の導入を巡る未来社会のシナリオワークショップ実践

岩堀卓弥¹・ルプレヒト クリストフ¹・羽鳥剛史¹

Practical Study of a Scenario Development Workshop Concerning the Introduction of Weather Modification Technology into Future Societies

Takuya IWAHORI¹, Christoph RUPPRECHT¹ and Tsuyoshi HATORI¹

Abstract

This paper considers the significance and potential of using a workshop-based scenario development method from futures studies to pluralistically and critically explore future societies in the context of introducing weather modification as a largely unknown technology. Across three experimental scenario workshops, university students (n=148) envisioned future societies with advanced weather modification technology development. We identified six main and 16 sub-patterns from the scenarios created, then examined issues and concerns of participants from which scenarios arose. Lastly, we discuss the significance and issues of employing this kind of scenario workshop as a method for conducting citizen dialogues and workshops on the topic of weather modification.

キーワード：気象制御, シナリオ作成, ワークショップ

Key words: weather modification, scenario development, workshop

1. はじめに

地球規模の気候変動に起因して、豪雨や台風等による気象災害が将来的に激甚化・頻発化する可能性が指摘されている。気象庁(2020)の将来予測においても、今後、温室効果ガスの排出が高い水準を維持したまま推移した場合、今世紀末には、短時間強雨(1時間当たり50ミリ以上の降雨)の

発生頻度が全国平均で前世紀末の2倍以上になると推定されている。一方、日本の社会状況を見るに、都市への人口集中と地方の過疎化に伴い、都市部・地方部ともに気象災害に対する社会的な脆弱性が増大しつつあることが懸念されている(国土交通省, 2022)。こうした中、いかにして気象災害リスクの軽減を図るかが今日的な課題となっ

¹ 愛媛大学社会共創学部
Faculty of Collaborative Regional Innovation, Ehime University

本稿に対する討議は2025年11月末日まで受け付ける。

ている。

このような背景の下、内閣府のムーンショット型研究開発制度は、革新的な技術開発を通じて将来的な社会課題の解決を目指す10個の目標の一つに「気象制御」のテーマ(目標8)を掲げている(科学技術振興機構, 2022)。本目標は、2050年を目標年次として、それまでに激甚化しつつある台風や豪雨(線状降水帯によるものを含む)の強度・タイミング・発生範囲などを変化させる制御技術を開発・実装化することによって極端風水害による被害を軽減することを目指している。具体的には、台風や豪雨の高精度予測に基づいて、気流の収束を弱める洋上風車、飛行機からドライアイスなどを散布するクラウドシーディング、水蒸気の流入を操作する洋上カーテン、熱や気流渦を拡散させる増風機等による能動的な操作を行うことにより、災害につながる気象現象自体の回避や軽減を図ることを見据えている(山口他, 2023)。

気象災害の軽減を目的とした気象制御は世界的にも実施事例が少なく、その導入にあたっては、将来起こり得る様々な事態や課題を見据えて必要な社会的・技術的対策を講じることが肝要である。実際にムーンショット目標8では、気象制御の技術開発だけでなく、それに伴って生じる「倫理的、法的、社会的な課題(Ethical, Legal, and Social Issues; ELSI)」について様々な観点から多角的に検討する取り組みを同時に進めている(科学技術振興機構, 2022)。ただし、気象制御の技術開発は途に就いたばかりであり、現時点において本プロジェクトが見据える2050年という未来社会を一義的に予想することには限界がある。特定の未来を無理に予測しようとする、ともすると気象制御を無批判に容認したり、或いは拒絶したりすることにもなり兼ねない。気象制御の技術開発を適切に進めていく上では、気象制御をめぐる様々な不確実性を考慮し、将来起こり得る「複数の未来」を柔軟かつ批判的に探究するアプローチが求められる。

以上の問題意識の下、本研究では、複数の未来を多元的に探究するための方法として、未来学分野で検討・実践されている「シナリオ手法」に着

目し、大学生を対象として気象制御の技術開発が進展した未来社会を構想するシナリオワークショップを試行的に実施した。そして、このワークショップを通じて、気象制御をめぐる未来社会が辿り得る多様なシナリオのパターンを導出すると共に、その背景にある参加者の関心や課題を検討する。そのために、大学生が作成したシナリオから分類を抽出し、複数の未来に対する反省的態度の観点から、自明視されがちな未来イメージや未来および現代社会の捉え方に注目した検討を行う。併せて、現実の気象制御をめぐる市民対話やワークショップの方法として、本シナリオ作成の、不確実性を持つ未来について前提や常識を問い直す批判的な探求の場づくりとしての意義や課題について検討・考察する。

2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

2.1 シナリオ・アプローチについて

環境問題、食の安全問題、先端技術の導入、災害復興等、様々な政策課題において、不確実な未来を多角的・批判的に検討するツールとしてシナリオ手法が導入・検討されている(Swart et al., 2004, Volkery et al., 2009, Lang et al., 2009, 西村ら 2014)。マックグリービーら(2021)によると、シナリオとは「未来を物語り、ありうる未来の場面や状況を描くもの」(マックグリービーら, 2021, p.47)であり、未来について「考え」「知る」ためのシナリオ作成から、そこに「遊び」「実験」の要素を組み込んだロールプレイング・ゲーム、アートパフォーマンス、インタラクティブ・アート等、多岐に亘る手法が開発・援用されている。シナリオ手法は、起こり得る未来を一義的に予見するのではなく、多様な観点から未来を批判的に検討することにより、我々が前提としている価値観や世界観、及び未来に関する先入観を省察することに主眼を置いている。

本研究に関連するシナリオ手法の特徴として大きく(1)世界の複数性と(2)未来に対する反省的態度を挙げることができる。以下、それぞれの特徴について、既往研究の知見に基づいて説明する。

(1) 世界の複数性

Vervoortら(2015)は、シナリオ手法の実践をネルソン・グッドマン(1978)の「世界制作(worldmaking)」の概念に基づいて捉え直している。この見方によれば、シナリオ作りの実践は、共存する複数の世界を生み出す創造的な活動として捉えられる。西村(2014)も同様に、「シナリオ・プランニングの最大の特徴は、唯一の未来予測という呪縛から離れて、不確実性を中心に『未来を複数考える』という点にある」(西村, 2014, p.233)と端的に述べている。西村(2014)では、こうした世界の複数性を前提とした「シナリオのつくり方」として、以下のような具体的な手順を紹介している。

- ・未来が抱える不確実性の要素をはじめに同定する(例えば、「地球温暖化の進展」「人口減少の進展」)。
- ・不確実性の“両端”を定義した上で、それら不確実性の組み合わせによって生まれる複数の未来世界から成るシナリオ構造をつくる(上述の例では、「地球温暖化が進行×人口減少が進行」「地球温暖化が進行×人口減少が緩和」「地球温暖化が緩和×人口減少が進展」「地球温暖化が緩和×人口減少が緩和」からなる4象限のシナリオ構造)。
- ・シナリオ構造を構成するそれぞれの未来世界をストーリーとして描き出す。

以上の方法によって、未来に対する多角的・複眼的な視点に基づいて、複数の世界を描き出すことが可能となる。

(2) 未来に対する反省的態度

シナリオ手法は未来に働きかける能力を指す「未来リテラシー(future literacy)」と密接に関連している(Mangnus et al., 2021)。ただし、Mangnus et al.(2021)によれば、未来リテラシーは、単に未来を予測したり、未来に介入したりする能力だけでなく、むしろその様に未来を理解したり、介入したりする方法そのものを省察する「反省性(reflexivity)」がその重要な要素となる。すなわち、未来リテラシーにおける反省性は「私たちが未来をどのように理解し、予測し、行動し

ているのか、それが私たちの住む世界をどのように枠付け、形成しているのか、そして現在の私たちの行動にどのような意味を持たせているのかを一貫して問いかける」(Mangnus et al., 2021, p.2)ものである。こうした反省的な問いかけは、我々が自明視していた未来イメージやそれに基づく現在及び未来社会の捉え方について改めて考えることにより、複数の未来に対する批判的な検討に結びつくものと考えられる。

2.2 防災分野における関連研究

一方、防災分野におけるシナリオ手法に類似した取り組みとして「防災小説」を挙げることができる。防災小説は、主に小中学生を対象に、災害を自分事として捉えることを企図して、発災時の状況を作成してもらうものである(大木研究室, 2023)。この取り組みでは、“まだ”起きていない未来の災害を“もう”起きたものとして描くと共に、「希望を持って終わる」ように書き上げることがを要請している点が特徴である(永松, 2018)。

また、防災カードゲーム「クロスロード」(矢守, 2006)もシナリオ手法とその特徴が重複する部分が多い方法と言える。クロスロードでは、カードに書かれた災害時に判断が迫られる状況に対して、その場でYes/Noの判断を行い、他の参加者と共にその判断について検討する。そこでは、「すでに下されてしまった結論(自らの決定)を前提に、過去から現在に広がる広範なコンテキストのなかで、想像の未来において下された決定をセンス・メーカーしようとする」(矢守, 2006, p.520)点に狙いがある。クロスロードでは、作文ではなく口頭での対話の形式を採るなど、シナリオ手法とはアウトプットの形態が異なるものの、未来・現在・過去の時間的コンテキストの中から未来の意味を構築しようとする点において、そうした反省的態度を重視するシナリオ手法と類似している。

2.3 本研究の位置づけ

上述した通り、様々な政策分野においてシナリオ手法の導入が実施されているが、気候工学のような技術的な議論が中心的な分野では、その導入

事例が少ないことが指摘されている (Low & Schäfer, 2019; Oomen, 2021)。特に、気象災害の軽減を目的として気象制御を導入する取り組み自体が世界的に見ても珍しく、このような未知の防災技術を対象にシナリオ手法を適用した事例は見当たらない。一方、防災分野における関連した取り組みにおいても、気象制御のような先端技術の導入という問題は扱われていない。さらに、防災分野の取り組みは、防災意識の向上や災害への備えの促進に向けて、当事者に将来の災害を我が事として捉えてもらうことに主眼を置いており、将来起こり得る「複数の未来」を描き出すことを狙いとしたものではない。

こうした中、本研究では、気象制御をめぐる未来社会を批判的に検討する上で、上述した「世界の複数性」と「未来に対する反省的態度」によって特徴づけられるシナリオ手法が有用であると考え、大学生を対象に本手法を活用したワークショップを実施することとした。その際、Vervoortら (2015) や西村 (2014) に従い、気象制御に関わる不確実性の要素を複数設定し、それらを組み合わせたシナリオ構造から未来社会を描くシナリオ作成課題を行ってもらった。本ワークショップを通じて、気象制御を巡る複数の未来シナリオのパターンを抽出すると共に、未来への反省的態度の観点から本手法の意義を明らかにすることに本研究の狙いがある。

3. シナリオワークショップの方法

愛媛大学生 (学部1年生) を対象とした学部講義の受講者148名に対して、「豪雨制御が実現した未来を考えるワークショップ」を実施した。表1に示すように、2023年の10月から12月にかけて、全3回のワークショップ (WS) を行うと共に、気象制御をめぐる未来社会に関するシナリオ作成課題を課した。また、シナリオ作成課題の前後でアンケートを実施し、気象制御に対する態度の変化を調べた。

3.1 事前講義／第1回WS／第2回WS

シナリオづくりを進める上では、現在と未来の

表1 ワークショップの進行の概要

日付	ワークショップおよび課題
2023年 10月25日	(1) 気象制御についての講義
11月1日	(2) 第1回WS 「気象との関わりについて」
11月8日	(3) 第2回WS 「気象制御の社会・環境的影響について」 →事前アンケートの実施
11月8日 -28日	(4) 気象制御が実現した未来シナリオに関する演習課題 課題1：400字×4個のシナリオ作成 課題2：1,000字程度のシナリオ作成
12月6日	(5) 第3回WS 「気象制御の社会実装のあり方」 →事後アンケートの実施

世界について基本的な理解を培うことが不可欠とされている (Vervoort et al., 2015)。今回の取り組みにおいても、ワークショップの導入として、気象災害の現状や将来傾向、ムーンショット目標8の全体概要、豪雨制御の開発技術の概要等について講義形式で説明し、当該問題に対する理解を深めた。

その上で、第1回WSでは、受講者を15グループに分けて (1グループ8人~12人)、グループごとに、人と気象との関わり合いについて話し合いを行ってもらった。前半では、受講者自身の気象との関わりについて具体的なエピソードを話し合い、後半では、地域社会と気象との関わり合いについて話し合った。いずれのテーマについても、最初に自分の意見を付箋に記入してから、グループ内で付箋を共有し、KJ法に基づいて類似した内容の付箋同士をグループ化する作業を行った。最後に、グループ内で整理した意見を全体で発表し合った。

第2回WSでは、第1回WSと同じグループで、気象制御の社会・環境的影響について話し合ってもらった。第1回WSと同様に、KJ法に基づいたグループワークを実施した。

第1回と第2回WSで各グループが議論した論点を表2に示す。気象と身近な生活との関わりや社会構造と関わる問題について様々なテーマが話

表2 ワークショップで各班がテーマとした論点

第1回 WS	第2回 WS
1班 健康に関する議題。服装や洗濯など生活に関する議題。	1班 経済、農業、交通などに対する影響に関する議題。
2班 気圧による健康に関する議題。雨天により生活が揺らぐという議題。	2班 食品の価格高騰や傘の需要増加という視点
3班 気温と雨による生活が揺らぐという議題。	3班 主に気温に関する議題。災害に関する議題。
4班 行事への被害、個人的生活への被害というデメリット中心の議題。	4班 地球環境の変化に関する議題。農作物の不作という視点。
5班 気分に関する議題。雨による事故に関する議題。	5班 地球温暖化に関する意見。農業、漁業に関する議題。
6班 交通の便が悪くなるという議題。休講になると嬉しいという議題。	6班 農業、漁業に関する議題。仕事に関する意見。
7班 雨や雪による生活の変化に関する議題。天気による景色の議題。	7班 気象と季節の関係を結びつけている視点。
8班 農業や交通への被害などといったデメリット中心の議題。	8班 異常気象による被害や、災害時の SNS の影響という視点。
9班 日常と非日常に分類し、非日常ではデメリット中心の議題。	9班 猛暑と大雨による一次産業の被害に関する議題。
10班 雨を自然の恩恵と災害の観点で捉え、メリットとデメリットの比較。	10班 水力発電は雨があつてこそ成り立っているという意見。
11班 雨に対する日常生活での対策に関する議題。	11班 災害に対する防災対策に関する議題。情報に関する議題。
12班 日常生活における雨の位置づけに関する議題。	12班 エネルギーを通した国際的な課題に関する議題。
13班 主に雨による予定の変更に関する議題。	13班 気象が起因する発電技術に関する視点。一次産業に関する議題。
14班 晴れの日が気分を与える影響という視点。日常生活における気象の位置づけ。	14班 主に交通に関する意見が多い。デメリット中心の議題。
15班 雨、雪、雷、晴れなど幅広い天気についての議題。	15班 雨雲レーダーや天気予報の情報に関する議題。

し合われた様子が窺える。

第2回 WS 後、シナリオ作成課題に取り組む前の事前アンケートとして、気象制御に対する態度を測定した。本アンケートでは、

- ・気象制御に対する賛否意識
「あなたは「豪雨制御」に賛成しますか?」(「強く賛成」「賛成」「どちらとも言えない」「反対」「強く反対」)
- ・気象制御に対する必要性認知
「あなたは「豪雨制御」は必要だと思いますか?」(「とても必要」「必要」「どちらとも言えない」「必要でない」「全く必要でない」)
- ・気象制御に対する危険認知
「あなたは「豪雨制御」は危険だと思いますか?」(「とても危険」「危険」「どちらとも言えない」「安全」「とても安全」)

という3つの質問項目に対してそれぞれ5段階で回答してもらった。

3.2 シナリオ作成課題

先行研究のシナリオ手法に従い、受講者一人ひとりに気象制御をめぐる未来社会についてのシナリオを作成する課題に取り組んでもらった。まず、

表3 課題1で選択を行う7つの不確実性の軸

1. 気候変動による極端災害の激甚化 ⇔ 気候変動の緩和による現状維持
2. 気象制御の開発が実現 ⇔ 気象制御の開発計画が中止
3. 気象制御が大々的に導入(通常の災害でも制御を実施) ⇔ 気象制御が限定的に導入
4. 洪水エリアで都市開発が進展(人工集中) ⇔ 都市開発の緩和、人口の分散
5. 近隣諸国との関係良好 ⇔ 近隣諸国との関係悪化
6. 少子高齢化の加速化 ⇔ 少子高齢化の緩和
7. 従来の治水技術(ダム・堤防など)や防災対策の維持 ⇔ 従来の治水技術・防災対策の衰退
* 2と3の両方を選ぶことはできない。

第1回と第2回 WS の内容を踏まえつつ、気象制御をめぐる未来社会が抱える不確実性の軸として、表3に示す7つの軸を設定した。なお、これらの不確実性の軸については、WSの内容だけでは限定的な論点に留まる可能性があったため、より多様な未来シナリオが作成されることを企図して筆者らの判断により設定した。

以上の設定条件の下、受講者に対して、これら7つの不確実性の軸の中から2つを選んで、気象制御が実現した(実現しなかった)未来に関する2×2の2軸分類図(図1のシナリオ構造)を想定してもらい、4象限のそれぞれに対応する未来



図1 シナリオ作成の課題設定についての2軸分類図

ストーリーをそれぞれ400字程度で記述する課題に取り組んでもらった。さらに、4つの未来ストーリーの中から1つを選び、より詳細に1,000字程度の未来シナリオを作成する課題に取り組んでもらった。本研究ではこの未来シナリオの内容を分析・検討する。

上記のシナリオ作成の手順には、次のような意図と意義がある。学生に対する課題を与える際に、世界像を限定する制約があることで、全く自由にシナリオを描く場合よりもかえって多様な未来世界を構想しやすくする。7つの軸は、技術／社会／自然についてなど気象制御と関連する不確実性のさまざまな側面を大枠で揃えられるように、ワークショップのファシリテータ役を担った社会的意思決定に関する専門家が作成した。7つの軸の中から2軸を選び、4象限を作成することにより、不確実性を多面的に組み合わせたシンプルな形式の条件設定として、予測が困難な複数の未来世界の間での振れ幅の検討が可能になる。4象限のうち1つを選び、より多い文字数のシナリオを描くことで、未来世界に含まれるさまざまな事柄をさらに具体的に吟味できる。学生による軸や象限の選択には、各人の関心や発想についての多様性が現れる。

3.3 第3回WS

最後に、これまでの取り組みを踏まえて、先と同様のグループで各自が作成したシナリオを共有し、気象制御を通じてより良い社会を実現する上で、「どのようなことが必要か」「どのようなこと



写真1 ワークショップの様子

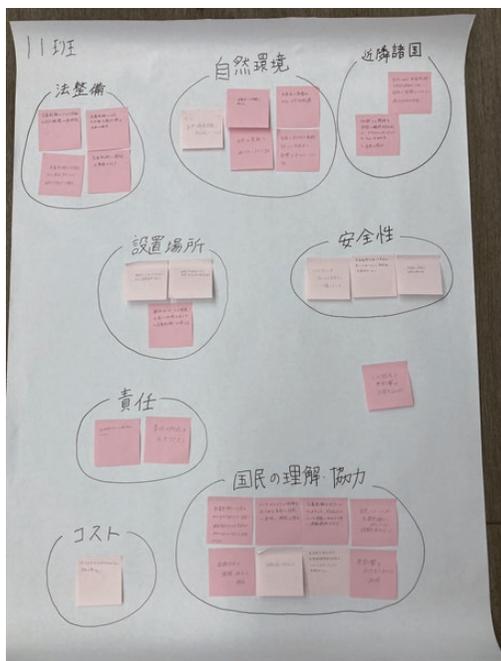


写真2 ワークショップで作成した模造紙の例

に留意すべきか」に関する話し合いを行った。写真1にワークショップの様子を、写真2にワークショップで作成された模造紙の例を示す。

第3回WS後、シナリオ作成後の事後アンケートとして、前回と同様に、気象制御への態度を尋ねる質問項目に回答してもらった。

4. 結果

4.1 シナリオのパターン分類と内容

本課題により受講者が作成した未来シナリオ

(115名, 合計約12万文字) を分析し, 特徴的なパターンを抽出した。作成された115のそれぞれのシナリオに対してその内容やストーリー展開の特徴に基づいて作成したラベルを付け, ラベル間の

類似性に基づいて統合・分類を繰り返した。最終的に図2に示す通り, 6個の大分類/16個の小分類から構成される分類パターンを作成した。115のシナリオのそれぞれは, 6つのうち1つの大分

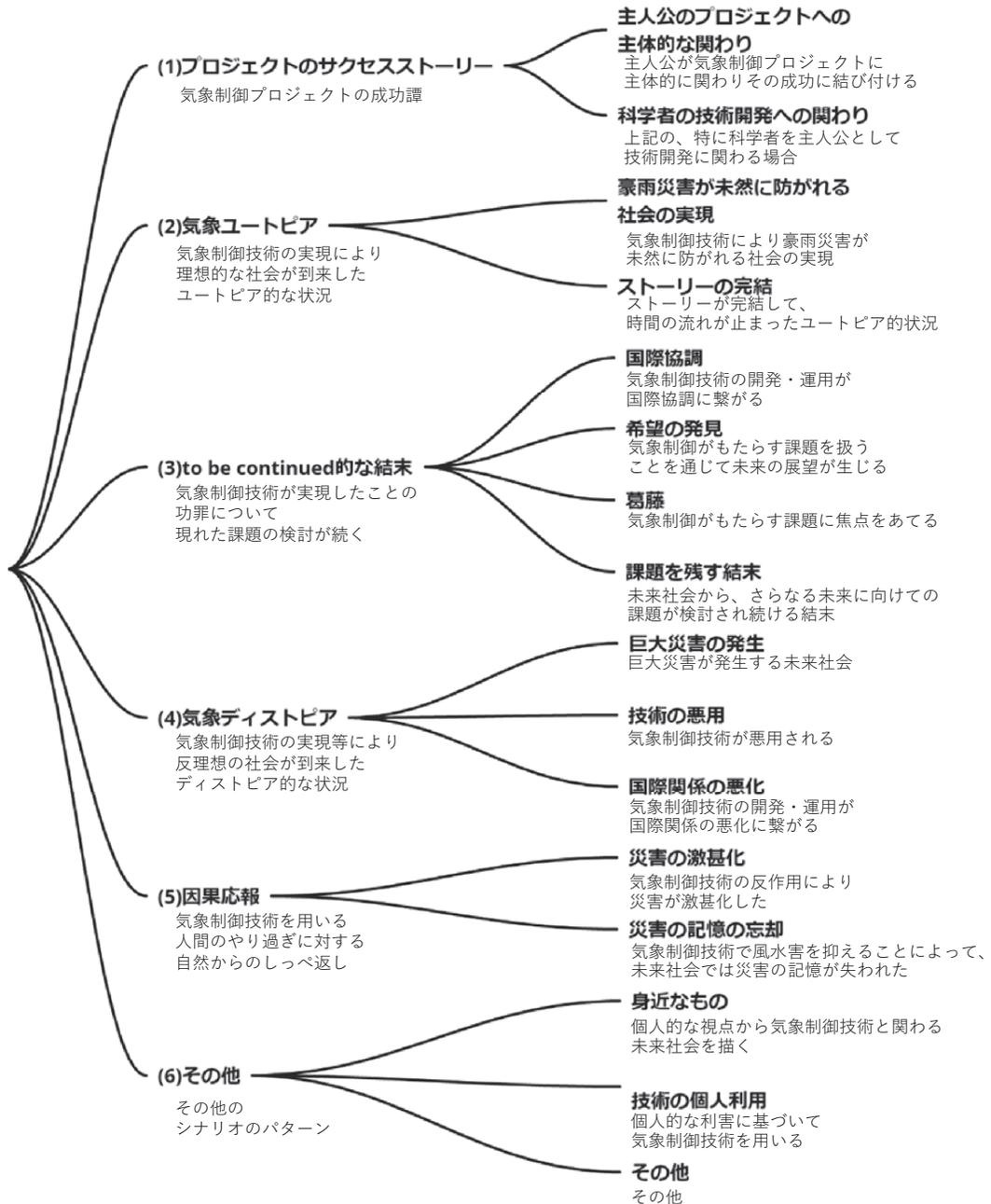


図2 シナリオ分類のパターン (内容について)

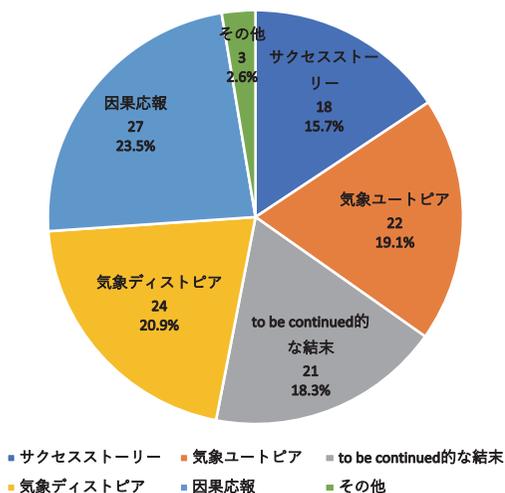


図3 シナリオの内容のパターン分類の集計 (N=115)

類に分けられた。図3に大分類パターンの集計結果を示す。図に示す通り、「プロジェクトのサクセスストーリー」が15.7%、「気象ユートピア」が19.1%、「to be continued的な結末」が18.3%、「気象ディストピア」が20.9%、「因果応報」が23.5%、「その他」が2.6%であった。5つのパターンの出現割合がそれぞれ20%前後となり、異なるシナリオが均等に作成された傾向が読み取れる。

以下では、シナリオの大分類パターンについて、それぞれの特徴的な具体例を示しながら、その内容や形式を対比的に説明する。なお、引用するシナリオ中では、行空けや段落での改行については表記の統一の観点から整理し、誤字については読みやすさの観点から言葉を補う形で、一部修正を行っている。

第1に、「気象ユートピア」は、気象制御の実現により、理想的な社会が到来したユートピア的な未来を描いたシナリオを表す。以下のシナリオ事例1のように、気象災害を抑制する制御技術に対する建設的な期待の現れが読み取れる。

事例1

ある都市にけんたという一人の男が住んでいた。この都市というのは以前まで洪水被害がよく起こる地域だったが気象制御の技術が

進んだことで災害がほとんどなくなり都市開発の対象地域となったことで水辺に広がる新しい都市として発展していった。けんたはこの地域にある大学に通う為引越してきてはや三年が経つ。彼は、都市の水路や運河の景観の美しさに心を奪われており、自分もこの素晴らしい都市を維持しさらに発展させていきたい、貢献したいと思いそれにつながる仕事をすると決心したのであった。(後略) (10班 No.86)

第2に、「気象ディストピア」は、気象制御の実現により、理想に反する社会が到来したディストピア的な未来を描いたシナリオを表す。未知の制御技術が持ち得る破滅的なポテンシャルに対する懸念が、以下のシナリオ事例2からも読み取ることができる。

事例2

ここは現代から数十年後の地球。この数十年で地球温暖化は予想通り進み、世界の平均気温は上昇、降水量は増大。現代とは比べ物にならないほど災害が起こるようになっていた。そのような災害による被害を減らすため政府は気候制御の整備を実施した。しかし、日本全土に気候制御を整備できるほどの財力は政府にはなく、国の中枢機関がそろった東京、大阪などの大都市のみに整備することを決定した。現代に存在しているダムや堤防のような治水技術や防災対策は維持する余裕がなく放置され、その多くが廃墟と化していた。(後略) (11班 No.102)

気象制御がもたらす未来像について、「気象ユートピア」と「気象ディストピア」の2つの未来世界は、当該技術に対する「期待」と「懸念」を対照的な形で表しているものと考えられる。

第3に、「to be continued的な結末」は、気象制御の功罪両面を踏まえて、その導入をめぐる決断を将来まで保留する状況を描いたシナリオを表す。以下の事例3の記述では、主人公が気象制御

の実施を巡って矛盾や葛藤を抱えながら、現実的な判断を迫られる様子が描かれている。そこからは、主人公(ゆうま)やシナリオ作成者の、極端にポジティブにもネガティブにも判断が振れないように具体的に問題解決にあたる、ある種の現実感覚の強さが読み取れる。

事例 3

時は20XX年。かつて数十年、数百年に一度と言われていた大災害が毎年のように起きるようになり、数年に一度はこれまで人類が経験してこなかった未曾有の大災害が起こっている。ただ、今までと大きな違いがあるとすれば、政府主導で開発された気象制御が大々的に導入され、災害を未然に防げるようになったことだろう。

ゆうまは気象庁の職員であり、気象制御を担当している。

(中略)

ゆうまは災害大国の日本で、すべての国民を災害から守りたいと考えており、人命より大切なものはないと考えている。しかし、彼の考えは理想論とも非難される。しかし、気象制御を限定的に導入した場合、気象制御をすれば防げた災害だったと非難されるのもわかっていた。彼は彼なりの正義の下で動いたが、それは見方を変えれば悪にもなり得る行為だ。気象制御の恩恵を受ける人と、損を出す人が出るのは確実であり、ゆうまは常にどちらかを選ばなければならない。気象制御に頼らず、自然と共存していたころの仕事はどれだけ気が楽だったのだろうと、ゆうまは虚ろな目で天井を見上げたのだった。(10班 No.87)

こうした「to be continued 的な結末」は、「気象ユートピア」と「気象ディストピア」に見られる制御技術への「期待」と「懸念」を前提に、その両極の間で決断を迫られる状況を描いたものと解釈できる。

第4に、「プロジェクトのサクセスストーリー」

は、気象制御プロジェクトの成功譚を描いたシナリオを表す。以下の事例4の記述では、気象学者の“主人公”が、生態系への影響を考慮しながら気象制御技術の開発を続けている。その際に、主人公が未来に向けて行動を積み重ねることにより、物語の意味が構成されていく様子が読み取れる。

事例 4

未来の地球、西暦2230年。気候変動の影響が深刻化し、人類は新たな挑戦に直面していた。主人公(しゅじんこう)は気象学者で、未来の地球を救うべく、技術と人間の力を結集していた。人公は幼少期から自然への愛情に満ちており、気象学者としての道を選んだ。彼女は未来の地球を取り巻く環境問題に対処するため、気象制御技術の研究に没頭していた。彼女の目標は、地球の気象を安定させつつ、持続可能な未来を築くことだった。

気象制御技術の進歩により、人公は異常気象の発生を防ぎ、地球環境を安定化させる可能性を見だしていた。しかし、技術の導入には慎重を要し、彼女は倫理的な問題や技術が地球の生態系に与える影響を考慮しながら研究を進めていた。同時に、再生可能エネルギーの推進や環境教育の普及にも力を注いでいた。

(中略)

技術と人間の力が融合し、地球は再び自然と共存する新たな時代を迎えた。人公は未来の世代に向けて、地球環境を守る誓いを果たした。その物語は未来への希望と共に、人類が共に歩む新しい旅の始まりを告げていた。

(3班 No.22)

最後に、「因果応報」は、気象制御を行う人間の過剰な介入により、自然からしっぺ返しを受ける状況を描いたシナリオを表す。以下のシナリオ事例5では、気象制御のお陰で風水害が無くなったことにより、人々が安心しきった社会が実現する一方、予期せぬ事態によってゲリラ豪雨の発生が暗示されている。そして、このことは、気象災

害のあった過去の世界を振り返る曾祖母の語りを通じて示唆されている。

事例 5

「懐かしい風景はうれしいけど本当にこれでよかったんかねえ。」

曾祖母は私との散歩中につぶやいた。川の流れて削られた丸い石ころで曾祖母が転ばないように支えながら、私は辺りを見回した。緑の草木が生い茂る自然豊かな河川敷。河川敷のすぐそばには私達家族が暮らす家も見える。

また、ひいばあちゃんの心配性が出た、とわたしはため息をついた。

「生まれた故郷がダムの底に沈んだ時は悲しかったけど、でも、ダムをよく知ってるからこそ、川のそばに住むのは今でも肝が冷えるねえ。気候制御、大丈夫かねえ。」

「大丈夫に決まってるじゃん、もう何年洪水なんて起きてないと思ってるの。ひいばあちゃん、心配しすぎだよ。」

(中略)

スマホが、ビビッと振動した。

ん？

ニュース速報？

『気候制御システムに不具合発生、緊急点検へ』

不具合？不具合ってなんだろう。

その時、曾祖母が空を見上げて言った。

「あれ、あの雲…雷雲みたいだねえ。ゲリラ豪雨になるよ、これは…」

ゲリラ豪雨ってなんだっけ…レアなら写真とっておいた方がいいかな、と私は空に向かってスマホを掲げた。(4班 No.29)

「プロジェクトのサクセスストーリー」と「因果応報」は、その内容自体の相違もさながら、そのストーリーの形式(橋本, 2017)においても、対極的な時間展開が描かれていることが確認された。すなわち、「プロジェクトのサクセスストーリー」(事例4)では、同一の主人公が、未来に向けて

行動を積み重ねて物語が構成されていた。一方、「因果応報」(事例5)では、ストーリー中の主人公(や登場人物)による(未来から見た)過去の語りを通して未来世界の意味が明らかにされる形で物語が構成されていた。未来のある時点から更に未来へ進むか、或いは過去を振りかえるかの違いについて、両者の間での時間的な展開の相違が明瞭である。特に「因果応報」に見られる特徴的な語りの構造については、次章で改めて考察する。

4.2 気象制御技術に対する態度の変化

(1) 事前・事後アンケート間の態度変化

事前アンケート(n=122)と事後アンケート(n=123)の集計結果を図4に示す。この図に示すように、事後アンケートの方が、事前アンケートに比べて、気象制御に対する賛否意識と必要性認知が共に向上し、危険認知が低下する傾向が示された。この結果は、本WSを通じて気象制御に対する肯定的な態度が促進された可能性を示している。

(2) 態度変化とシナリオパターンとの関連性

事前・事後アンケート間の気象制御技術に対する態度変化の平均値についてシナリオパターンごとに比較した結果を図5に示す。なお、事前アンケート、事後アンケートのいずれにも回答した受講者を分析対象としている(賛否意識についてn=85、必要性認知についてn=87、危険認知についてn=85)。気象制御技術への態度の変化とシナリオのパターンとの関連性を検討するため、態度変化を従属変数、5つのシナリオを説明変数とした分散分析を行った。その結果、いずれの態度についても有意な関連性は認められなかった(賛否意識:F(4, 80)=0.451, p=.771, 必要性認知:F(4, 82)=0.125, p=.973, 危険性認知:F(4, 80)=0.451, p=.781)。この結果に関しては、今回のシナリオ作成に当たり、4つの未来シナリオを事前に作成してもらったことから、どのパターンのシナリオを作成した学生も、気象制御に関わるポジティブな側面とネガティブな側面をある程度バランスよく考慮していた可能性が考えられる。このため、シナリオパターンと態度変化

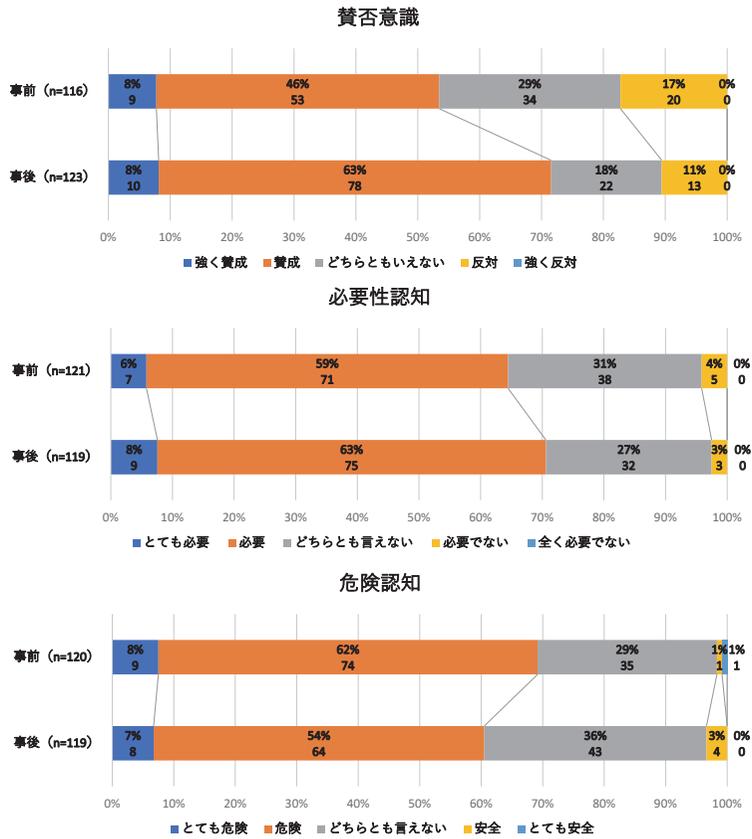


図4 気象制御技術に対する態度の変化

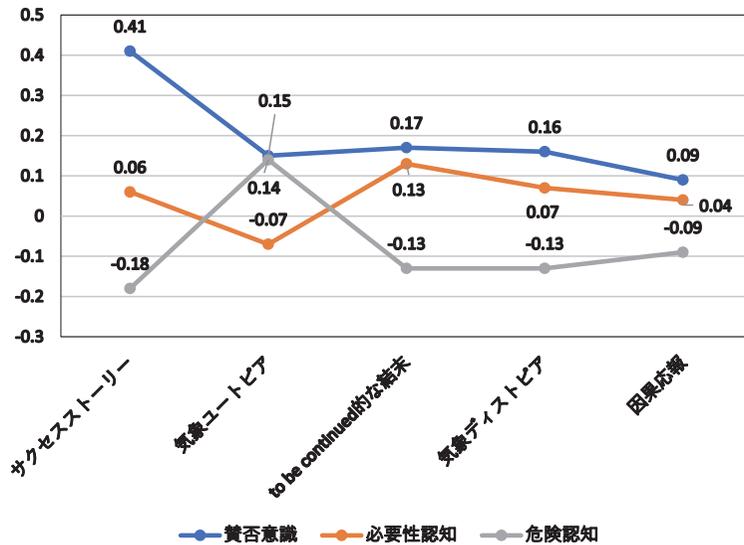


図5 気象制御に対する態度変化のシナリオパターンごとの比較

との間に明瞭な関連性が認められなかった可能性が考えられる。

5. 考察と結論

5.1 シナリオ手法の気象制御の文脈への適応：複数世界のシナリオ作成の意義

本WSを通じて、気象制御をめぐる未来シナリオとして、大きく5つのパターンが抽出された。これら「複数の世界」は、WS受講者が不確実な未来について抱いている様々な関心や価値を反映したものと考えられる。WS受講者が記述した「気象ユートピア」「気象ディストピア」「to be continued的な結末」「プロジェクトのサクセスストーリー」は、気象制御技術がもたらし得る未来について、彼らが「期待」や「懸念」あるいは「矛盾・葛藤」を持って受け止めている様子を端的に表したものと解釈できる。一方、「因果応報」については、制御技術に対する「懸念」を表明したものには相違ないものの、前述した通り、このパターンは「気象ディストピア」よりも複雑な時間展開の形式を有している。以下では、横山(2019)の「仮定法の語り」に関する論考に依拠しながら、「因果応報」のシナリオの意味を考察する。結論を先取りすれば、このシナリオには、Mangnusら(2021)が述べた、未来像を描く際にその未来世界の中にはどのような要素が含まれているのかを吟味・熟考する「批判的介入」の作用が明瞭に見られることを明らかにする。

さて、「因果応報」のシナリオをその形式に着目して再整理すると、表4に示す通り、いずれもシナリオ内に仮想のストーリーが入れ子状に描かれていることが分かる。先に「因果応報」の例として挙げたシナリオ中(事例5)においても、曾祖母の語りは、言わば物語の中の物語であり、仮

表4 シナリオ分類のパターン(形式について：物語中の物語の類型を抜粋)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・未来から見た過去の語り(そこに含まれる「災害の記憶の忘却」の内容) ・気象制御が実施されていれば災害が起らなかったのに(しかし実施されなかったため災害が起こった、とする反実仮想) ・ストーリー中の夢 |
|--|

想のストーリー中のさらなる挿話となっている。この形式が気象制御に対するより直接的な懸念の表明以上に力があるとすれば、それはどのような意味においてであるか。この点に関して、物語が現実に影響を及ぼす意味の生成の観点から検討していく。

こうした「物語の中の物語」構造について、橋本(2017)は「物語の基準点となることを第一次物語言説」、これに対して、物語の中で「語られている部分を第二次物語言説」と分類している。横山(2019)は、この様に複数の世界が入れ子になる語りを通じて、意味の秩序が解体・再構築される過程を論じており、その際にそこで用いられる「仮定法の語り」に着目している^[1]。その論考によれば、我々が依拠していた「前提や常識・通例性の破壊」を伴う喪失体験について、それを「仮定法の語り」として語ることにより、当初の前提の秩序の回復とは違った形で、そこに「肯定的再解釈」の余地が生まれるものとされる。

「因果応報」のパターンの例として挙げたシナリオは、やや単純化して述べれば、物語の中の物語として、未来の気象ユートピアの世界において忘れられた気象ディストピアの世界を想起する語りの形式で描かれている。横山(2019)に従えば、こうしたシナリオは、気象制御を無自覚に受け入れてしまった未来社会の「前提や常識・通例性」の破壊・喪失に対する懸念と自覚が表現されたものと解釈することができる。

他方で、気象制御に対する懸念だけでなく、次のシナリオ事例6のように、気象制御への期待についても同様の形式で描かれているケースも確認された。

事例6

(前略) Tのいる隣町では気象制御が導入されており、大雨が降っても被害を抑えられる。しかし、Kのいる地域ではまだ気象制御が導入されていない。Tは心配してKに連絡をしたがつかない。ますます雨は強くなる。

一方、Kのいる地域では過去に例をみない

ほどの大雨により大洪水が起きていた。Kは建物の中に避難していた。しかし、避難場所をも飲み込んでしまうほどの大洪水に巻き込まれてしまった。

翌日、TはKの訃報を聞いた。絶望で目の前が真っ暗になった。Tはもし気候変動が起きなければ、もし気象制御が全ての地域で導入されていればと思った。けどもうKは戻ってこない。(6班 No.51)

ここで、「もし気象制御が全ての地域で導入されていれば(Kは亡くなることは無かったかもしれない)」とする仮定法の語りは、未来の気象制御に対するシナリオ執筆時点の現在からの期待として捉えられる。

以上、「因果応報」シナリオ(事例5, 事例6)では、それが気象制御に対する懸念と期待のいずれであっても、未来から過去を振り返る形で、気象制御の導入について後悔をする様子が語られていた。こうした語りを通して、現在において自明とされていることの意味の解体と再構築が行われたとするなら、それはまさに、Mangnusが述べる批判的介入に他ならないと言える。すなわち、「想像された未来を非神秘化し、非自然化^[2]し、歴史化し、もっともらしいこと、望ましいこと、可能性についての考え方がいかに自明でも自然でもないかを示す」(Mangnus et al., 2021, p.5) 批判的態度が、仮定法の語りを通して描かれた「因果応報」シナリオから顕著に読み取ることができる。

本WSは、気象制御に関わる専門的知見を有していない大学生を対象としたが、それにも関わらず彼らがこうした内在的な批判の視点を看取している様子を確認できたことは、未来社会に対する批判的な検討の方法として、今回のシナリオ手法の有効性を裏付けるものと考えられる。

5.2 市民参加手法としてのシナリオワークショップの意義

気象制御を巡る市民対話の場では、当該技術のメリットとデメリットの両面を考慮した上で、そのあり方や導入可否について慎重に議論すること

が肝要である。この点に関して、本WS受講者が異なるシナリオをバランスよく作成したことは、本研究で実施したようなシナリオ手法が実際の市民対話の場でも有用である可能性を示唆するものと受け止められる。特に、上述した様に、本WSを通じて、気象制御をめぐる未来社会やそこで自明視された前提や常識に対して批判的な視点が垣間見られた点は、そうした未来に対する批判的な探究の場づくりにおいて、本シナリオ手法が貢献し得る重要な役割であると考えられる。

ただし、今回のWSにおいて、こうした結果が得られた理由として、単にシナリオを無条件に描いてもらうのではなく、気象制御をめぐる不確実性の様々な要素を反映したシナリオ構造を予め設定し、その条件の下でシナリオを作成してもらった点が挙げられる。こうした条件の下で複数の未来を描くように要請したことが、気象制御をめぐる肯定的・否定的側面の両面を含んだシナリオが作成された今回の結果につながった可能性が考えられる。

5.3 今後の課題

本研究は、気象制御という新しい技術の導入を巡る未来社会を構想する上で、未来学分野のシナリオ手法を適用した初めての試みであり、今後に残された課題は少なくない。第1に、本研究では、大学生を対象にシナリオWSを実施しており、この点において、本研究で抽出されたシナリオパターンは限定的である可能性は否定できない。今後は、幅広い世代や属性を持つ人を対象に、どのようなシナリオが描かれるかを検討する必要がある。この点と関連して、第2に、気象制御をめぐる現実の市民対話や合意形成場面において、本シナリオ手法がどのように活用できるかについては、更なる検討が必要である。本研究では、WSの実施に伴い、気象制御に対する態度が肯定的な方向に変化する傾向が示されたが、現実の合意形成場面では、ステークホルダーの間で意見対立が先鋭化する可能性も少なくない。こうした現実の局面において、本研究で着目した様に「複数の未来」の構築を目指すシナリオ手法がどのような役割を

果たすかについて検討することが重要な課題である。第3に、本研究では、標準的なシナリオ手法として、未来社会を物語として記述する方法を採用したが、シナリオ手法には、その他にもロールプレイング・ゲームやインタラクティブ・アート等、様々な方法が提案されている。今後は、上述した現実の合意形成場面への適用を念頭に置きながら、こうした様々なシナリオ手法を実践し、その有効性を検討する必要がある。

謝辞

本研究はJST ムーンショット型研究開発事業(JPMJMS2283)の支援を受けた。

補注

[1] 横山(2019)は、「仮定法の語り」の機能について、以下の具体例を用いて説明している。

都内の小学校に通う10歳の少年の「たけだ君」が、宿泊学習で池からたくさんのイモリを捕まえたが、水槽に入れたイモリが死んでしまったことを振り返った語りを1行ごとに機能を分類して行った横山の分析を、本稿の考察の文脈に即した概略として以下のように要約できる。

「7行：昼になって水そうを見ると、24匹のイモリが死んでいた(前提の破壊)」

(中略)

14行：これで農場の池のイモリは絶滅寸前となったかもしれない(仮定法)

15行：だとすると30匹の近くのイモリが数匹にまで減ったことになる(仮定法に基づく推論)

(中略)

17行：しかし今度のことは僕にとって命を考える大切なチャンスとなった(肯定的再解釈)」

ここでは、第一次物語言説としての語りの文脈の中で、仮定としての世界を言葉で立ち上げる推論(14行, 15行で、「僕」が池のイモリを絶滅寸前に追い込んだとする仮定に基づく)が第二次物語言説としてされている。そして仮定として語られた世界の状況を通して、破壊された前提(7行で、生きているはずのイモリが死んでいた)の秩序の意味を捉える視点を俯瞰的に得ることで、肯定的な再解釈

(17行)に繋げている。言い換えると、物語の中の文脈を離れて、言わばその外の『0次の世界』(現時の生活世界)を生きる今、この語り手の俯瞰的な視点のなかに位置づけなおす過程である。そこには、語り手の「たけだ君」が主体として「不測の事態を何とか理解可能なものにし」意味を獲得することの意義が明らかになる。以上のように、物語の中の物語の構造は、それを仮定法の語りとして捉えることで、次の機能が見い出せる。すなわち、回復不能な「破壊された前提」の意味を物語の中で表現し、再び現実と関わる過程で当初の前提の秩序の回復(例えば、イモリが生き返ること)とは違った形で「精神の平静を取り戻すための修復のダイナミズム」を媒介する形式としての意義である。

[2] 「非自然化」は、denaturalizeの直訳である。ここでは、非自然化に、未来像を「人間のものとする」ことの積極的な意味合いを読み取る解釈ができる。接頭辞de-の「離れて」の意味から、自然の領域から離れることはすなわち人間の領域であること、あるいは、当たり前(natural)で無いものとして自明性を対象化することであると、非自然化の意味が多義的に捉えられる。そのいずれの意味で捉えた場合にも、未来研究の反省的態度において、人間にとっての意味の構築を価値あるものとして提示する意図が現われていると言える。

同様のことが、未来像を、神秘的で無く人間にとって分かり易くすることとしての「非神秘化(demystify)」, および、人間の事情から歴史的産物として作られるものとして位置付ける「歴史化(historicize)」についても指摘できる。

参考文献

- 気象庁：日本の気候変動2020. https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/2020/pdf/cc2020_honpen.pdf (参照年月日：2024年4月2日)。
- 国土交通省：国土交通白書 第I部 気候変動とわたしたちの暮らし 序章 気候変動に伴う災害の激甚化・頻発化, 2022. <https://www.mlit.go.jp/statistics/hakusyo.mlit.r4.html> (参照年月日：2024年4月2日)。
- 科学技術振興機構：ムーンショット型研究開発事業プログラム紹介 ムーンショット目標8, 2022. <https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal8>

- /index.html (参照年月日: 2024年1月26日).
科学技術振興機構: 気象を変化させる技術の例,
2023. <https://www.jst.go.jp/moonshot/sympo/20230222/example.html> (参照年月日: 2024年1月26日).
- Swart R.J., P. Raskin and J. Robinson, The problem of the future: Sustainability science and scenario analysis. *Global Environmental Change*, 14(2), pp.137-146, 2004.
- Volkery A. and T. Ribeiro, Scenario planning in public policy: Understanding use, impacts and the role of institutional context factors. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(9), pp.1198-1207, 2009.
- Lang T., D. Barling and M. Caraher, *Food Policy: Integrating Health, Environment and Society*. Oxford University Press, Oxford, 313p, 2009.
- 西村行功: シナリオ・プランニング, 日本LCA学会誌, 10(3), pp.230-238, 2014.
- マックグリービー スティーブン R・田村典江・ルプレヒト クリストフ D. D.・太田和彦・小林舞・スピーゲルバーグ マキシミアン: 未来を知り, 遊び, 実験する - ソフトシナリオ手法を通じたフードポリシーの共創 -, 環境科学会誌, 34(2), pp.46-65, 2021.
- Vervoort J.M., Roy Bendor, Aisling Kelliher, Oscar Strikand Ariella E.R. Helfgott, Scenarios and the art of worldmaking, *Futures*, 74, pp.62-70, 2015.
- ネルソン グッドマン・菅野盾樹 (訳): 世界制作の方法, 筑摩書房, 305p, 2008. (Goodman, N., *Ways of worldmaking*. Indianapolis, Indiana: Hackett Publishing Company Inc, 148p, 1978.)
- Mangnus A.C., Jeroen Oomen, Joost M. Vervoort and Maarten A. Hajer, Futures literacy and the diversity of the future, *Futures*, 132, pp.1-9, 2021.
- 大木研究室 HP: 「防災小説」<https://www.bosai.sfc.keio.ac.jp/about-bosaishosetsu> (参照年月日: 2024年3月26日).
- 永松冬青: 地震科学の限界を超えるためのコミュニケーション-防災ナラティブの可能性と人を育む防災教育-, 慶應大学大学院政策・メディア研究科修士論文, 2018.
- 矢守克也: 語りとアクションリサーチ-防災ゲームを巡って-, 心理学評論, 49, pp.514-525, 2006.
- Low, S., and Schäfer, S., Tools of the trade. Practices and politics of researching the future in climate engineering. *Sustainability Science*, 14(4), pp.953-962, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00692-x>.
- Oomen, J., *Imagining climate engineering: Dreaming of the designer climate*. New York: Routledge, 232p, 2021.
- 橋本陽介: 物語論 基礎と応用, 講談社, 269p, 2017.
- 山口弘誠・竹見哲也・西嶋一欽・仲ゆかり・萬和明・中北英一・板倉英二・内田孝紀・鈴木善晴・大東忠保・田中智大・羽鳥剛史: ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と共に生きる気象制御に関する初期検討, 水文・水資源学会/日本水文科学会 2023年度研究発表会, 2023.
- 横山草介: ブルーナーの方法, 溪水社, 280p, 2019.

(投稿受理: 2024年8月1日
訂正稿受理: 2024年12月12日)

要 旨

本稿は, 気象制御という未知なる技術の導入をめぐる未来社会を多面的・批判的に探究するための方法として, 未来学分野の「シナリオ手法」に着目し, 本手法を用いたワークショップ実践を通じてその意義や可能性について検討する。具体的には, 大学生 (n=148) を対象として, 気象制御の技術開発が進展した未来社会を構想する全3回のシナリオワークショップを試行的に実施した。そして, 彼らが作成した未来社会シナリオから主たる6つのパターンおよび16のサブパターンを導出すると共に, その背景にある参加者の関心や課題を検討した。最後に, 気象制御をめぐる市民対話やワークショップの方法として, 本シナリオワークショップの意義や課題について考察する。