

第1回 気候変動問題再考 研究会

不確実な未来について どう考えるか？

2026年5月21日

キャノングローバル戦略研究所 渡辺凜



不確実性 = 「分からなさ」

- 天気予報が外れるのも不確実性
- 気候変動の影響（いつ、どこで、どれくらいの確率で、…）も、分からないことが多い
 - 気候変動対策を決めづらく、動きづらくしている



不確実性 ≡ 想定外のリスク

- 例：福島第一原子力発電所事故で争われた、津波の高さの想定
- 想定は「超える vs 超えない」の二択ではない。

たとえば、

- 「やっておいて損はない」対策はないか？
- 一度、想定を固めるとして、どういう場合に、その想定は見直されるべきか？
- その時点での専門家の理解の程度を調べ、追加的な調査が可能なら、その費用と意義を評価しておく



なぜ不確実性に対して、 特別なアプローチが必要なのか：

- 「想定外」への対応は古くから考えられてきた
- しかし、現代社会では、利用する技術システムや、理解のためのモデルがますます高度で複雑になっている

「みんなの理解を組み合わせた、
高度で複雑な理解のための機械」

= 全体像を理解できる人はいない

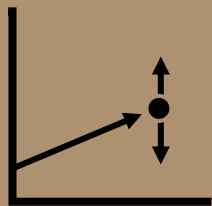
- モデル × 技術の発展によって「分かる」ことが増え、
「分からない」ことが置いてけぼりになっている



不確実性の様々なレベル

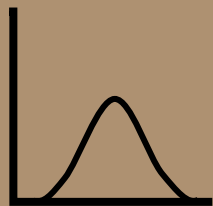
不確実性なし
(と思われている未来)

それなりに
確かな未来



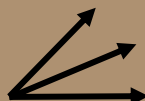
Lv. 1

確率分布の
分かる未来



Lv. 2

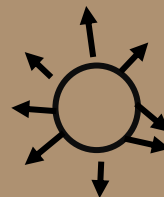
いくつかの
可能性



Lv. 3

「深い不確実性」

未知
Lv. 4b



複数の
可能性
Lv. 4a



Lv. 4

全く未知
の未来

5



Adapted from: Walker, W. E., Harremoës, P., Rotmans, J., van der Sluijs, J. P., van Asselt, M. B. A., Janssen, P., et al. (2003). Defining uncertainty: A conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. Integrated Assessment, 4(1), 5–17.

「不確実性」に対する3つのアプローチ：

- ① 「分からない」なりに、想像力を膨らませる
 - Foresight など
- ② 「わからなさ」を前提として方針や計画を検討する
 - Anticipatory governance、Adaptive planning など
- ③ 「わからなさ」とその意味合いを理解しようとする
 - Exploratory modelling、Scenario discovery、Info-Gap Theory、Engineering Options Analysis など



① 分からないなりに想像力を膨らませる

- 1970年前後から、「未来学」「未来予測」の流行
- SF小説ブーム、SFから想像する
 - 小松左京「日本沈没」など
- 日本政府による科学技術予測調査
 - Delphi法（専門家への聞き取り調査と結果の提示を繰り返し、予測を収斂させる方法）
 - 1971年から約5年ごとに実施
- 他にも様々なForesight「先を見る」ための方法がある
- Worst Case AnalysisやCatastropheに関する研究も



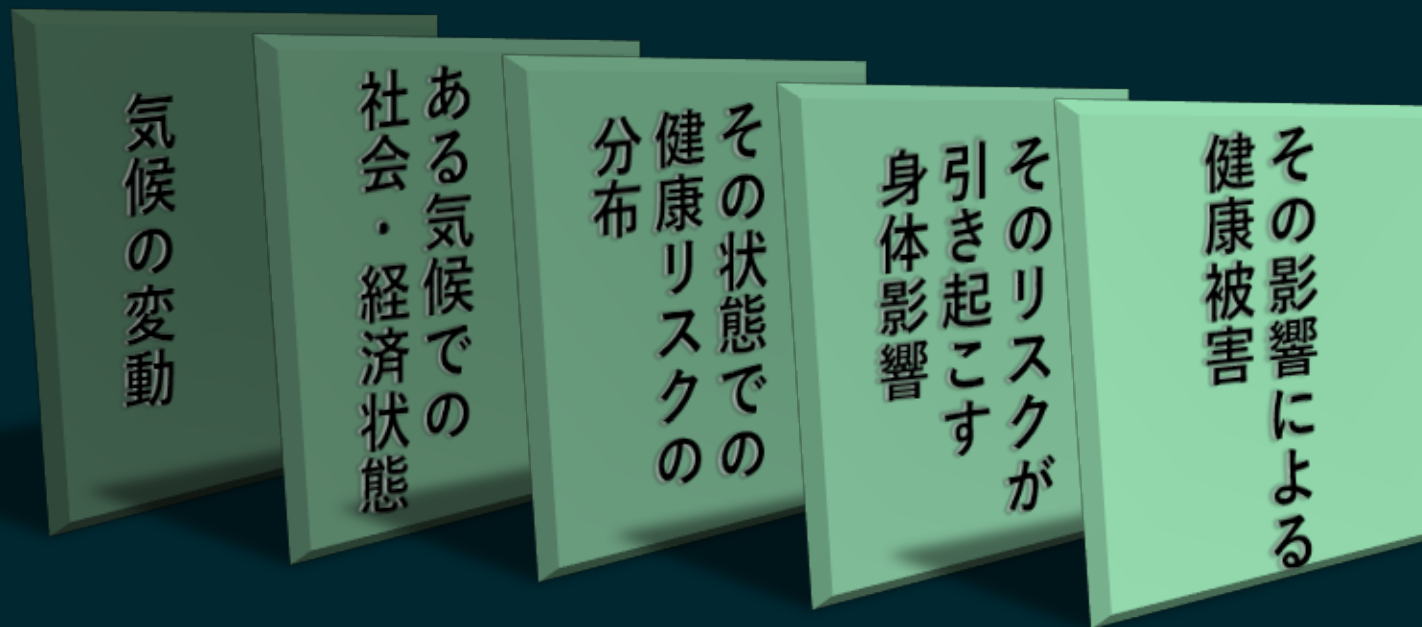
② 分からなさを前提として方針や計画を検討

- Anticipatory governance = 変化／問題を予測しつづける
 - Strategic foresight : 予測し、最適解を見つける → 多様な可能性を踏まえ複線的な戦略を立て、遂行してゆく
 - Forward-looking : これまでの延長で積み上げる → 変化を想定し、出現しつつある状況を注視する
 - Systems thinking : 組織や専門で分担 → 問題状況や関係者を中心に考える
- Adaptive planning = 年月ではなく「状況」に基づいた計画作り
 - Future-proofing : 状況に応じた緩和策、修正策、防御策
 - 何によって計画が変わりうるか、どう変わりうるか
- Robust Decision Making = 最も大失敗しにくい計画
 - 最も多くのありうる未来において後悔しなさそう道はどれか？



③ 分からなさとその意味合いの理解を深める

- 例) 気候変動による健康被害のモデルに関する不確実性



③ 分からなさとその意味合いの理解を深める

- Exploratory modelling = シミュレーションによる探索
 - 計算資源を使い、しばしば何千、何万通りの可能性を探索する
- Scenario discovery = 「失敗するシナリオ」の探索
- Sensitivity analysis = 最も影響の大きそうな不確実性の探索
 - 自分たちが組み立てた現実を理解する「モデル」を、理解する
- Info-Gap Theory = どれくらい想定が外れると計画が失敗するか
- Engineering Options Analysis = 柔軟さの経済価値
 - 多岐にわたるシナリオの下で、判断の先送り、柔軟さ、将来の得られる情報などの経済価値を評価
 - オプション間で何がトレードオフの関係にあるかを分析
 - 望ましくないロックインを減らす



発想の転換

- 「何が問題か」「どうなるか」合意するよりも、「何をすべきか」合意できる方が大事
 - 同床異夢で良い
 - むしろ、全員が同じ方向を向いているのは危険
- “Any job worth doing is worth doing superficially”
 - Steven W. Popper, Reflections: DMDU and Public Policy for Uncertain Times. Chapter 16, p.387, *Decision Making Under Deep Uncertainty*. Vincent A. W. J. Marchau, Warren E. Walker, Pieter J. T. M. Bloemen, Steven W. Popper (Eds.) Springer, 2019.
 - 学術的に問題のない、粗のない分析をすることが目的ではない
 - データがなくとも、検討の価値があるかを検討する価値はある
- 分析や検討、調査や会議の目的の明確化が重要
 - 「より高度な予測／モデル」が自己目的化していないか？
 - 「何さえわかれば判断できるのか？」



万能な意思決定のノウハウは存在しない

- 紹介した以外にも多くの手法はあるが、どれもあくまで議論の一助
- 意思決定の難しさが減じられるわけではない（英断の難しさ、責任の重さ、等）
- そもそも、「未知の未知」もある

でも、

- 意思決定の幅が広がり、整理される
- 調査不足や、選択肢の見落としによる判断の難しさを減らす
- 専門家に任せられない、人々が価値観や直感に基づいて判断するほかない問題を浮かび上がらせる



参考文献

- Vincent A. W. J. Marchau, Warren E. Walker, Pieter J. T. M. Bloemen, Steven W. Popper (eds.), *Decision Making under Deep Uncertainty: From Theory to Practice*. Springer. 2019.
 - <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-05252-2>
- RAND, *Decision Making under Deep Uncertainty* (Webpage). Pardee Center for Longer Range Global Policy and the Future Human Condition.
 - <https://www.rand.org/global-and-emerging-risks/centers/pardee.html>
- UN DESA and UNITAR's E-learning course on 'Anticipatory Governance: Systems Thinking & Strategic Foresight for SDG-Aligned Integrated Planning'
 - <https://event.unitar.org/full-catalog/anticipatory-governance-systems-thinking-and-strategic-foresight-sdg-aligned>



参考文献

- Piret Tonurist, Angel Hanson. *Anticipatory Innovation Governance: Shaping the future through proactive policy making*. OECD Working Papers on Public Governance No. 44.
- Linda O. Mearns, Chris E. Forest, Hayley J. Fowler, Robert Lempert, Robert L. Wilby (eds.). *Uncertainty in Climate Change Research: An Integrated Approach*. Springer, 2025.
 - <https://doi.org/10.1007/978-3-031-85542-9>

参考) 気候変動に関する不確実性の分類例

- 気候システムの本質的な特性としてのランダムさ = **aleatory uncertainty**
 - 相互作用の複雑さ (例: バタフライ・エフェクト)
 - 予測不能の出来事 (例: 火山の大噴火)
- 人類の理解不足や限界による分からなさ = **epistemic uncertainty**
 - 無知 (例: マイクロプラスチックの温室効果について知らなかった)
 - 完璧なモデルは作れない
 - パラメタの設定 (例: 雲はどれくらい太陽光を反射するか?)
 - 用いる理論や計算手法の違い (例: 海氷を考慮するか否か?)
 - 時間や空間の解像度、試行回数の限界 (計算資源の限界)
 - データの不足や偏り
 - 排出シナリオ 誰が、いつ、どれくらい排出するか?
 - 対策シナリオ いつ、どれくらい効果を発揮するか?
 - 社会の不確実性 「危機に対する備えや脆弱さ」は様々
- 不確実性は組み合わさり、増幅される...

