

原子力が本当に活かすべき教訓とは： 科学技術の社会学の知見から

日本学術会議 原子力総合シンポジウム2023

2024年1月22日（月）

東京電機大学 寿楽 浩太

本日本話しする内容

- リスクの「質」と破局性：科学技術の社会学の古典から
- 「リスクガバナンス」論の本当の意義
- 日本でのこれまでの取り組みの限界
- 「革新炉」について語る前に解くべき問い

リスクの「質」と破局性：
科学技術の社会学の古典から

低頻度高帰結リスクとどう向き合うか

- 2011年の1F事故後、ずっと日本社会にとって引っかかっているのは、「低頻度高帰結リスクとどう向き合うか」という論点
- 本日はこれに関してすでに1980年代の社会学の研究から、C. Perrowの「定常事故」論（1984）を紹介する
- 2024年の今日において「社会に貢献する原子力の役割と課題」を考える際には避けて通れない論点

TMI事故から社会学への示唆： ペローの「定常事故」論

- 「定常事故」（ノーマルアクシデント）
（Normal accident: Perrow 1984）
- 高度に最適化された複雑システムにおいては、偶発的な不具合の連鎖によって低確率だが帰結が重大な事象が発生することは不可避と考える
（起こるのが普通→「定常」事故）



TMI原発事故：Perrowの研究の動機、そして対象

- ✦ 1979年3月28日 米スリーマイル島原発事故の発生
 - ✦ 商用原発における初の「炉心溶融」事故
 - ✦ 「起きない」とされていた過酷事故の衝撃
- ✦ 大統領委員会（ケメニー委員会）による調査の実施（1979.4～10）
 - ✦ 「エンジニアリング中心の事故調査に社会科学のインプットが必要」（Marrett、Sillsら）
→レポートの依頼



Charles B. Perrow
(1925-2019, USA)
Image: Yale Univ.

「複雑な」相互作用と「固い」結びつき

- システムの要素間の「複雑な相互作用」が、生じる帰結の多様性を極大にしてしまう
- さらに、「タイト・カップリング」（「固い」結びつき）と呼ばれる要素間の結びつきの強さが、異常が生じた際の実際の対処の余地を小さくしてしまう
- 該当する産業分野の例：
原子力産業、化学産業、航空産業、海運業、宇宙産業...

「定常事故」 発生の原因は...

- 複雑なシステムにおいて要素間のタイト・カップリングがあるとき、複数の故障の（不幸な）相互作用の結果として事故が起きる
- “DEPOSE”: Design, Equipment, Procedures, Operators, Supplies and materials, and Environment

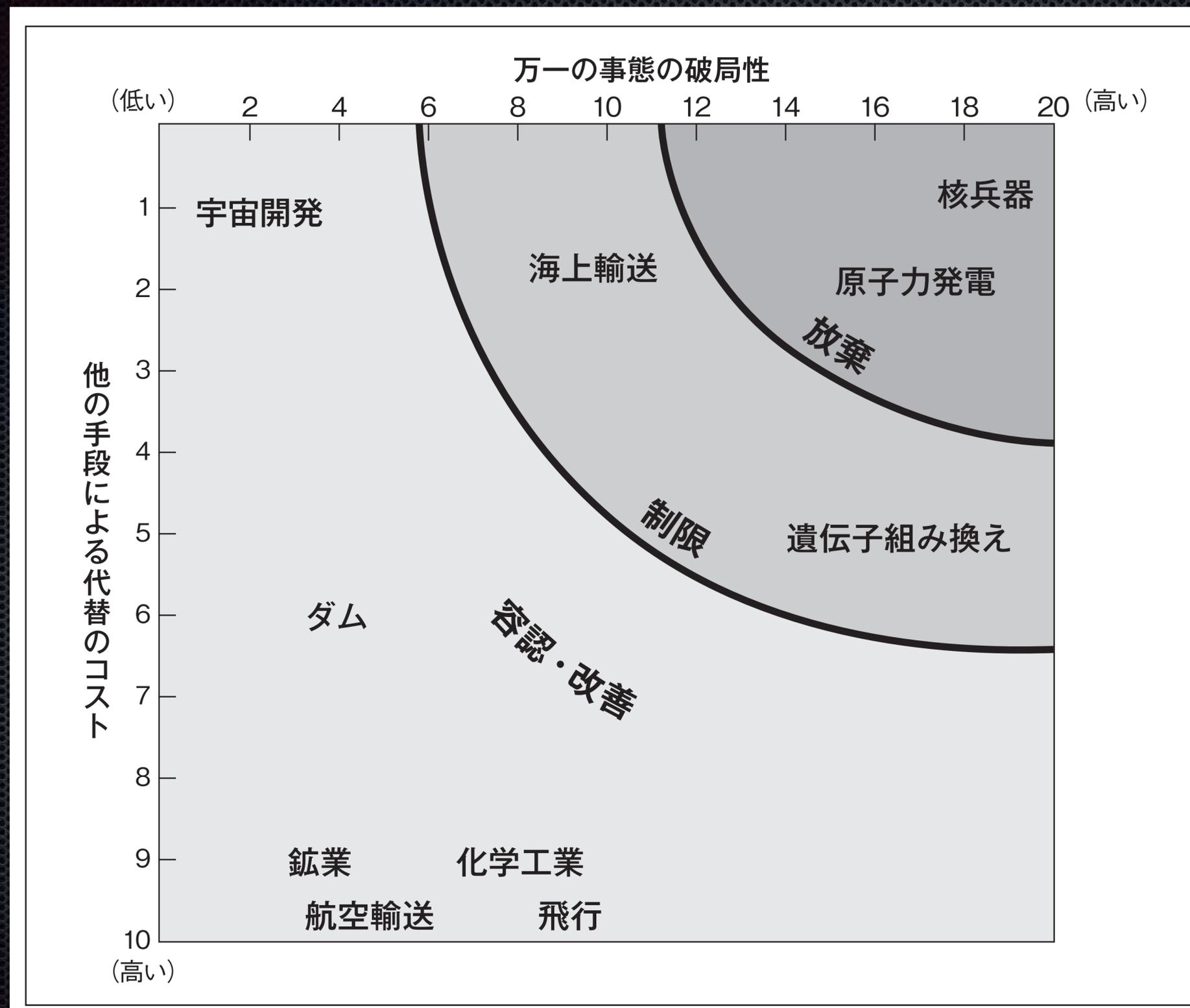
高度先端技術の宿命としての「定常事故」

- この種の事故が起きることは稀ではあるが、しかしそれは“Normal”である。Normalが意味するのは、頻繁に起きると言うことではなく、システムに内在する特性として起きざるを得ないという意味
- 原因究明は可能だが、次に起きる事象はほぼ間違いなく別シナリオになると言っても良い。「対策」が意味を持ちえない

高度先端技術の宿命としての「定常事故」

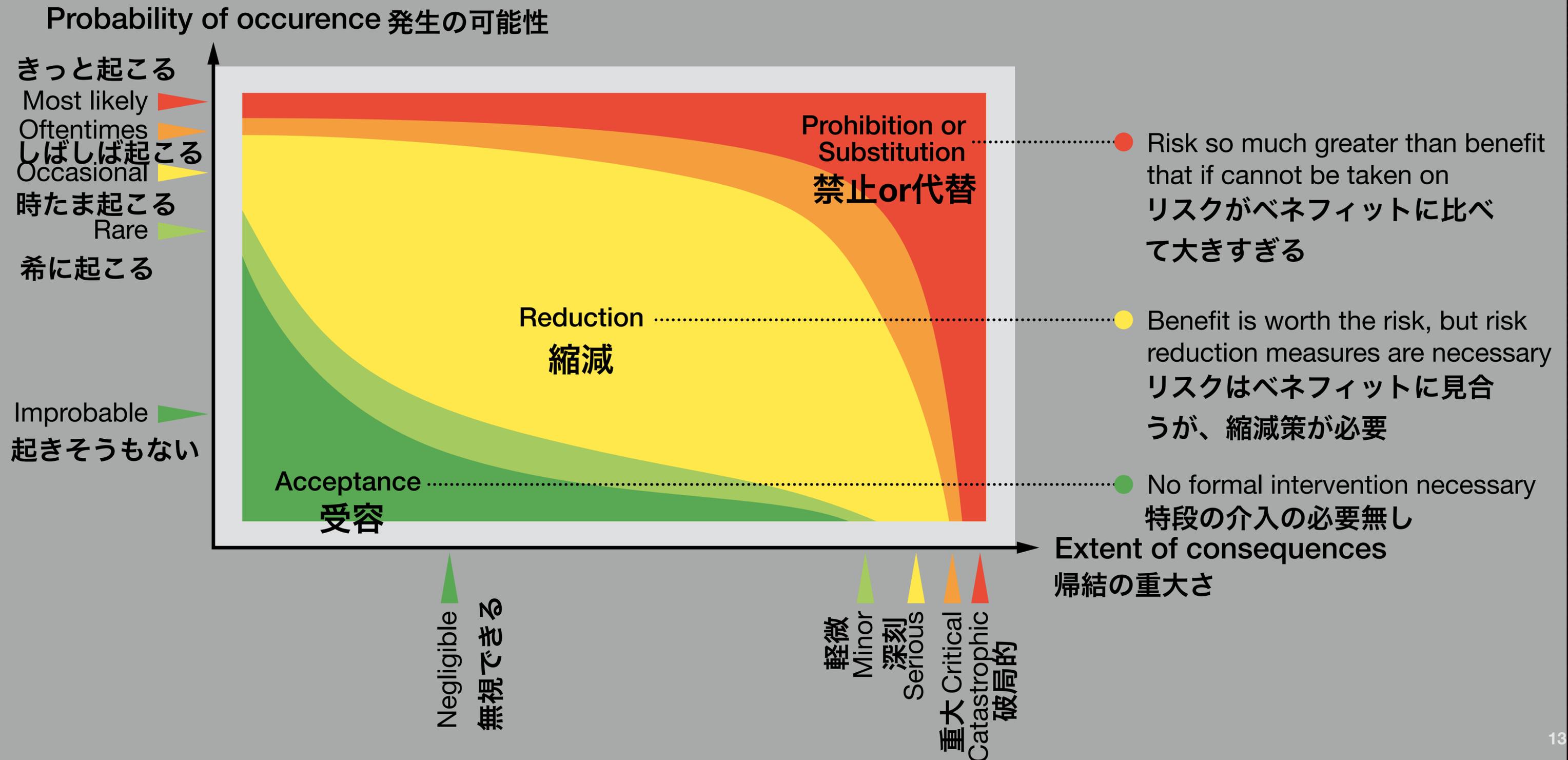
- この考え方に立つと、どんなに努力しても重大な事故の発生は不可避と見なされるから、その深刻な被害も起きて当然だ（防げない）という前提で技術とそのリスクに向き合わざるを得ない
- 万一の事故の際のリスクが破局的で、かつ、代替手段を講じることができうる技術は、利用するのを断念するしかない場合があると主張

潜在的な危険の大きい技術の破局性と代替可能性



「リスクガバナンス」論の本当の意義

リスクの評価結果のプロファイル



リスクガバナンスという見方

- 国際リスクガバナンス評議会 (IRGC) のWebサイトによると...

“Risks accompany change, and are often accompanied by potential benefits and opportunities. Better risk governance implies enabling societies to benefit from change while minimising the negative consequences of the associated risks. The governance of global, systemic risks requires cohesion between countries and the inclusion within the process of government, industry, academia and civil society.

Governance refers to the actions, processes, traditions and institutions by which authority is exercised and decisions are taken and implemented.

Risk governance applies the principles of good governance to the identification, assessment, management and communication of risks”

(下線は講演者が追加)

参加と協働によるリスクガバナンスの必要性

- 専門家が示す複数の選択肢と、民主的な討議と合意によって示される価値判断を突き合わせながら、個々の判断を参加と協働を通して漸進的に行うことが必須
- 誰かが決めたことを他のステークホルダーに伝える、ではない
- そのために行われるコミュニケーションこそが「リスクコミュニケーション」

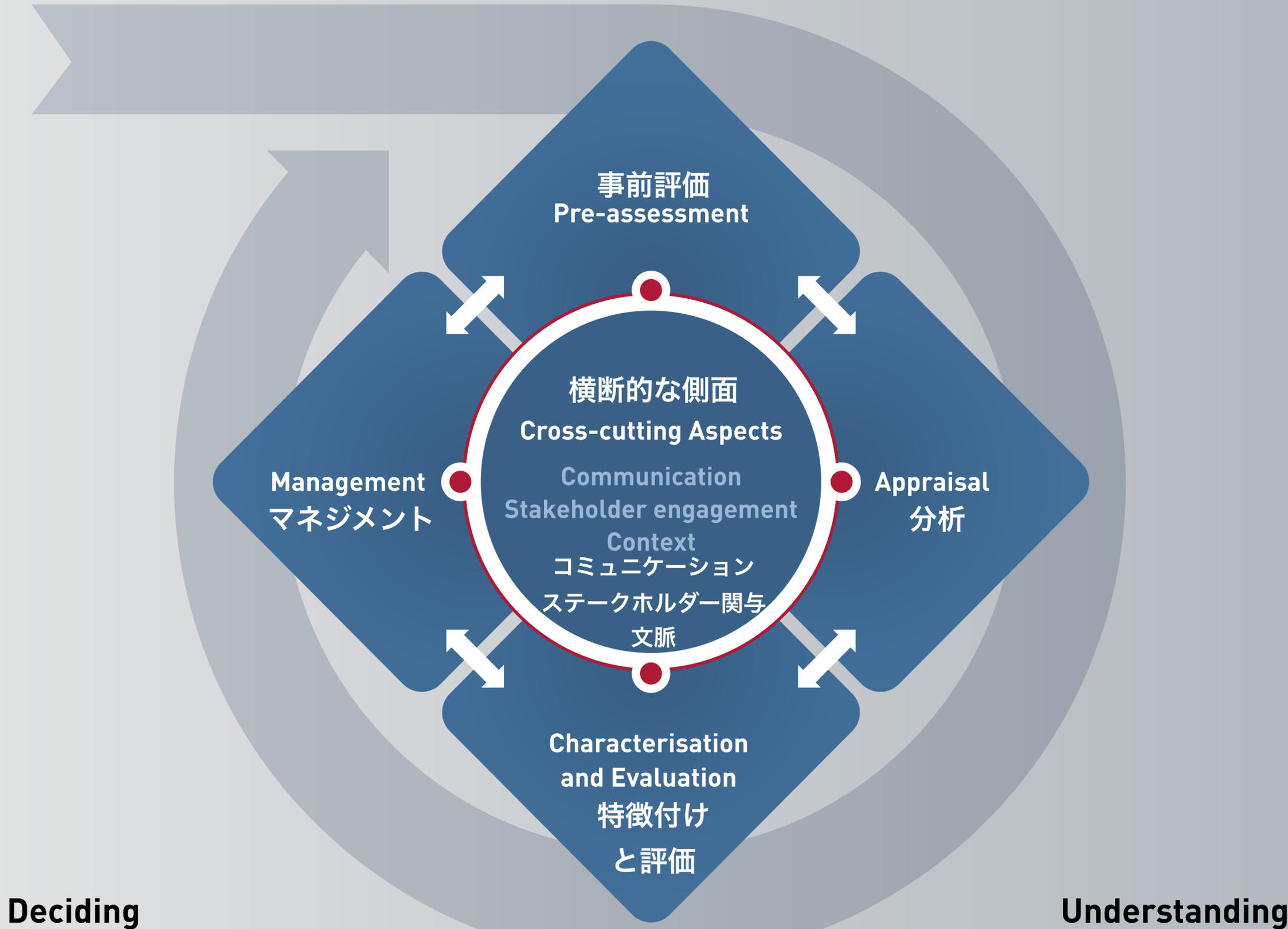
「リスクコミュニケーション」の本来的な意義

IRGCが掲げる「リスクコミュニケーション」の目的

1. リスクとその対処法に関する教育・啓発
2. リスクに関する訓練と行動変容の喚起
3. リスク評価・リスク管理機関等に対する信頼の醸成
4. リスクに関わる意思決定への利害関係者や公衆の参加と紛争解決

(文部科学省「リスクコミュニケーションの推進方策」における邦訳による)

「リスクガバナンス・フレームワーク」



Monitoring & control
Feedback from risk
management practice

Implementation

Management
マネジメント

Decision-making

Risk identification
Risk generation
Risk assessment

Pre-assessment
事前評価

横断的な側面

Cross-cutting Aspects

Communication
Stakeholder Engagement
Context
コミュニケーション
ステークホルダー関与
文脈

特徴付けと評価
Characterisation
and Evaluation

Risk assessment

- Risk characterisation

Risk Assessment

Appraisal
分析

Concern Assessment

- Risk perceptions
- Social concerns
- Socio-economic

リスクの性質とリスク管理の戦略

Target of the strategy 戦略のねらい

Characteristic of the risk リスクの特性

Simplicity 単純

Complexity 複雑

Uncertainty 不確か

Ambiguity 多義的

Impact リスクの影響
of the risk

- exposure
- vulnerability

Strategies directed at the risk absorbing system

Source リスクの発生源
of the risk

- hazard

Agent-based strategies

Routine-based

- ▶ e.g. regulate

仕組みによる (定型的な) 管理

例：規制

Robustness-focused

- ▶ build stronger, contain

頑健性重視の管理
構造強化、閉じ込め

Risk-informed

- ▶ avoid, reduce, transfer, retain

リスクベースの管理
回避、縮減、転移、保持

Resilience-focused

- ▶ prepare to cope with surprises

レジリエンス重視の管理
想定外への備え

Precaution-based

- ▶ be prudent
- ▶ do not make irreversible decisions

予防原則的な管理

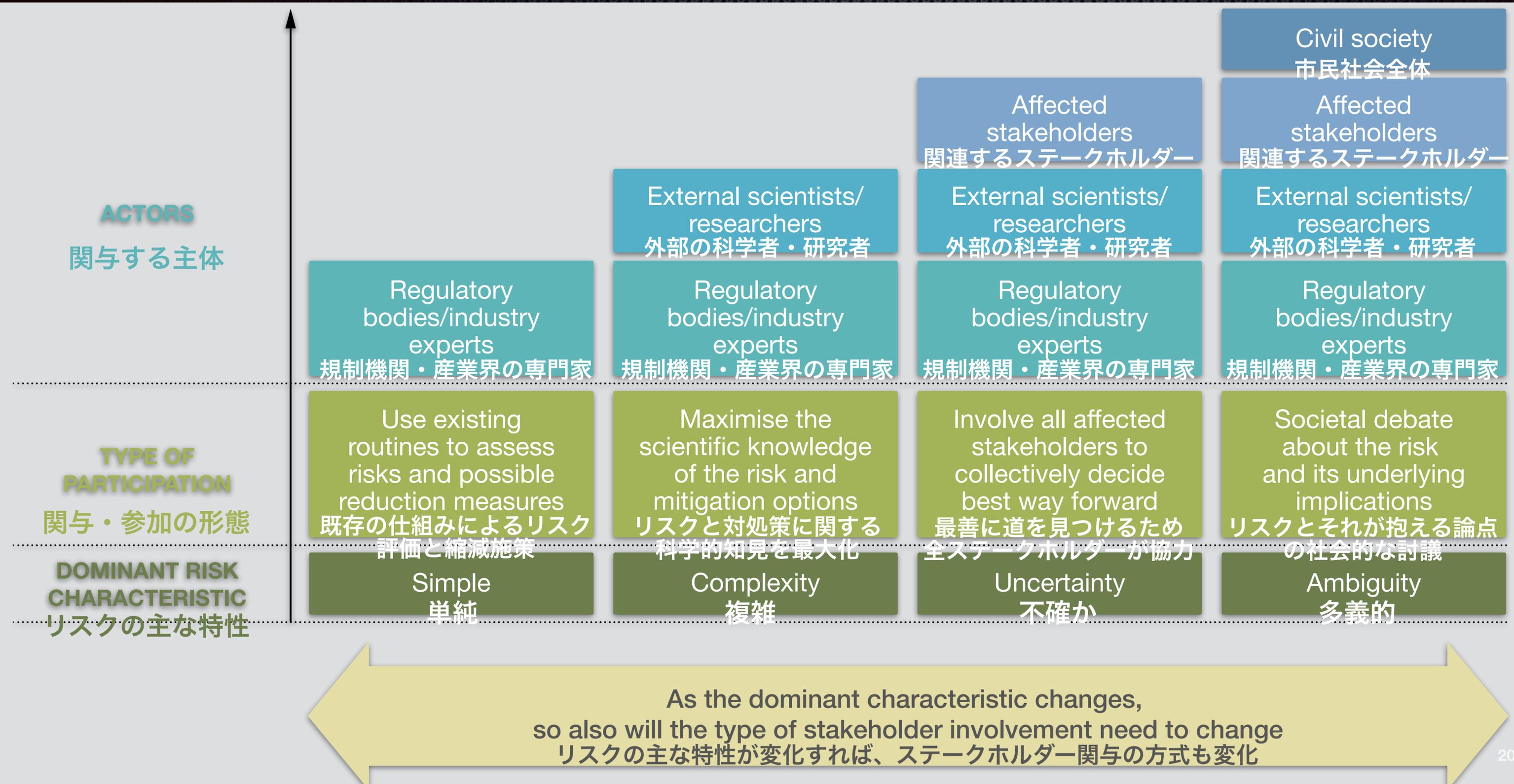
用心深い態度
不可逆な決定を回避

Discourse-based

- ▶ build tolerance, resolve conflicts
- ▶ build confidence & trustworthiness

討議に基づく管理
寛容さの構築、対立の解消
信頼の構築

ステークホルダー関与の「階段」



日本でのこれまでの取り組みの限界

これまでの日本の原子力の課題

- 前掲のIRGCの「階段」の図で言えば...
 - Complexity - uncertaintyあたりまでしか明確に意識されていない？
 - ステークホルダー参加もその段階までにとどまっている
- このため、社会のステークホルダーにとって原子力のリスクの問題はあくまでも 「専門家や政府が決め、責任も取るべきこと」 でしかないことになっているのでは？

日本の原子力に欠けているもの

- その結果、原子力のリスクの破局性と、それに関わる「不確かさ」や「多義性（曖昧さ）」に対して日本社会がどう向き合うのかが明確になっていない
- リスク低減の努力は続いているが、十分性の根拠がないまま
- 要は、「なぜ福島事故を経てもなお我々は原子力リスクの破局性を受け入れるのか」に正面から答えていない
- 「革新炉」はこの問いをそもそも不要にしまうのか？

日本の原子力に欠けているもの

- もちろん、答えは破局性を理由にして原子力利用を諦める、以外にも論理的には大いにあり得る
- しかし、「なぜそれでいいのか、十分なのか」に答えを与えようとしなない限り、水掛け論の論争が続くのは避けられない
- 例：原発の防潮堤の高さ、耐震性、テロ・軍事攻撃対策、etc.

リスクと向き合うためのツール

- 例えば、いわゆる 「安全目標」 (safety goals) はその問い (“how safe is safe enough?”) に答える手がかりを当てるべく生み出された工学あるいは規制上の概念
- 従来は、当該技術がもたらしうる追加的な死者数を定量化し、それが他のリスクと比べて十分小さければ受忍可能なはずと考え、それを表現する工学的な指標として「性能目標」を定めてきた

かつての日本の「安全目標」

- ✦ 日本の安全目標（案）（原子力安全委、2003年）
 - ✦ 「炉心損傷頻度」 (CDF)
 - ✦ 指標値： 10^{-4} /年程度
 - ✦ 「格納容器機能喪失頻度」 (CFF)
 - ✦ 指標値： 10^{-5} /年程度

社会・環境の側からの安全目標

- その後、福島事故の経験は有意な「大規模長期土地汚染」の発生を抑止することも極めて重要、との考え方を導いた
(リスク評価のエンドポイントの追加、転換)
- 「大規模放出頻度」の有効性・重要性
- 「事故時放出量Cs-137換算100TBq超の事故の発生頻度は100万炉年に1回程度に抑制」(規制委員会、2013年)

社会的論議と合意の不在

- ところが、この安全目標の議論は社会に対する問いかけではなく、**技術論として規制委が独立に定めるもの**とされたことは残念
(菅原2021, Juraku and Sugawara 2021)
- 本来はこれこそが**社会的論議に付され、原子力リスクについての合意の基礎となる**べきもの
 - 実際、欧米の原子力規制当局は「安全目標」をそのように用いている
(菅原・稲村2016)

リスク「管理」の十分性は？

- 安全目標が社会的な合意によって基礎付けられて、結びつけられていない結果として...
- 「世界で最も厳しい水準の規制基準」（第四次・第五次「エネルギー基本計画」）はその十分性を示せずにいるのではないか（そうならざるを得ない）

「革新炉」について語る前に解くべき問い

社会的合意の不在がもたらすもの

- リスク管理の十分性の担保がないままでは、リスク事象や社会的・政治的イベントが起きるたびに安全論議が無限に蒸し返され、ランダムウォークに陥る危険性が高い
- 既設炉に係る個別の手続きや合意形成（例：規制審査、地元同意取得、等）を進めても...
- あるいは、革新炉の開発やそれに係る議論を進めても...

社会的合意の不在がもたらすもの

- このままでは、原子力利用には安定性がもたらされず、種々挙げられるメリット、ベネフィットは画餅となる一方、リスク対応のコストが無限に発散する
- 元旦の能登半島地震の原子力発電所への影響に対する社会の反応も、この視点から冷徹に見きわめていただきたい

リスク「管理」のイニシアチブを

- 誰が 「リスク管理」の社会的合意形成のイニシアチブ を取るのか
 - 原子力規制委員会は独立性堅持のために「リスク評価」の立場にとどまろうとしてきたようにも見えるが、それは本当に適切ななのか
 - 安全目標の議論を改めて喚起し、福島事故を経てなお 原子力の破局 リスクを引き受けた上でもなお、利用できることを示す論理を社会に提起 する役割と責任は負わないのか

「革新炉」に何を期待するのか

- 「革新炉」の社会貢献の可能性はその先にこそ、はじめて見えてくるもの
- 「革新炉」は何を解決してくれるのか、くれないのか
- 「炉」だけではなく広く社会的な意味での「技術」（≒リスク・ガバナンスのしくみ）が解決する部分にも目を向けていただきたい

文献

- IRGC (2017) “Introduction to the IRGC risk governance framework,” International Risk Governance Council.
- Juraku, K. and S. Sugawara (2021) “Structural Ignorance of Expertise in Nuclear Safety Controversies: Case Analysis of Post-Fukushima Japan,” *Nuclear Technology*, 207(1), 1-19.
- 寿楽浩太 (2020) 『科学技術の失敗から学ぶということ：リスクとレジリエンスの時代に向けて』, オーム社.
- 文部科学省 (2014) 「リスクコミュニケーションの推進方策」, 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 安全・安心科学技術及び社会連携委員会.
- Perrow, C., *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*, Princeton Univ. Press., 1984=1999.
- 菅原慎悦・稲村智昌 (2016) 「我が国の原子力分野における安全目標の活用——2003 年安全目標案の背景とその実際から学ぶ」, 電力中央研究所研究報告 Y15016, 2016 年 4 月.
- 菅原慎悦 (2021) 「原子力分野における安全目標とその社会的議論の批判的分析：リスク観の転換に向けて」, 『年報 科学・技術・社会』, 第30巻, pp.3-33.
- 菅原慎悦 (2024) 「リスク・ガバナンス：分け過ぎることに抗して」, 『リスク学研究』, 33(3): 113–124.