

## システム研究を通じて不確実な政策意思決定を支援する



若 者

小 島 直 也\*

Decision Making Support by the Systems Approach under Uncertainty

Key Words : Systems Approach, Uncertainty, Environmental Policy, Decision Making

### 1. はじめに

筆者は2006年に大阪大学工学部環境・エネルギー工学科に入学した。新設1年目の学科であり、私は第1期生と言うことで胸を躍らせたことは鮮明に覚えている。そのまま同学の大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻で修士号、博士号を取得し、幸いにも同領域で教員として勤めることとなった。

私が漠然と「環境問題」に興味を持ったきっかけは、小学生の頃に京都議定書が話題となった際であったと記憶している。以降は漠然と「環境問題」というものに取り組みたいという思いを抱き続けてきた。とは言うものの、大学入試1年目当時はITに興味があり、電子・電気系の学科を受け、準備が足りず浪人となった。今になってみると、浪人の経験も悪くはなかった。浪人をしなければ、新設1年目の環境・エネルギー工学部に巡り合えず、また小学生の頃から関心のある分野に真正面から取り組む仕事もできていなかった。こう考えると、今の自分にとっての悪いことは、将来の自分にとっての悪いこととは、全くイコールではない。

### 2. 不確実性問題との出会い

自分が不勉強であったという話題から切り出すこととなったが、人生も環境問題も、将来は不確実であることから逃れられない。学問において、私が

真剣に不確実性に向き合ったのは、修士課程1年の時に開講されていた高度副プログラム：環境リスク管理学を受講した際であった。

環境問題やリスク管理の分野では、評価や意思決定の際に必ず不確実性と向き合う必要性に迫られる。例えば、地球温暖化・気候変動の問題を考えた場合、以下のような不確実性が存在している。

- ① 二酸化炭素の排出が地球の平均気温の上昇をもたらすメカニズムは完全には明らかにされていない。
- ② この温度上昇を再現したシミュレーションモデルに全ての要素は含まれておらず、捨象が存在する。
- ③ モデルの初期値として入力するCO<sub>2</sub>排出量は、産業構造や社会活動の将来像（シナリオ）に依存して決定されるが、将来像は一意には定まらない。
- ④ モデルやシナリオが適切であっても、入力パラメータの誤差や分布は必ず含まれてしまう。
- ⑤ 温度上昇が予想されたとして、そしてそれが正しいとしても、便益を被る集団と、不利益を被る集団で、受け取り方が異なる。

不確実性の定義や分類は研究対象や文脈により複数の定義・分類が存在し、おおよそ以下のように説明されるものである。(U.S. EPA<sup>1)</sup>、やIRGC<sup>2)</sup>、日本リスク研究学会<sup>3)</sup>、など)

- ① 因果関係の不確実性、Complexity、Unknown
- ② モデルの不確実性、Model Uncertainty
- ③ シナリオの不確実性、Scenario Uncertainty
- ④ 誤差、分布、Parameter Uncertainty
- ⑤ 認識の不確実性、Ambiguity

これらは、完全に区別できるものではなく、重なり合う場面も見られる。他にも、確率の不確実性がある。我々はコインを投げれば50%の確率で表（もしくは裏）が出ることを知っている。知っている



\* Naoya KOJIMA

1986年12月生まれ  
大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻博士後期課程 (2016年)  
現在、大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻 助教  
博士(工学) 環境影響評価  
TEL : 06-6879-7678  
FAX : 06-6879-7677  
E-mail : kojima\_n@see.eng.osaka-u.ac.jp

が、次に投げたコインが、表か裏か、は投げてみなければ分からない。

環境問題やリスク管理においては、このような不確実性が意思決定を悩ませる場面が多い。それでも、可能な限りより良い意思決定を行うために、環境リスク管理学が開講されていたと記憶している。

現在は、工学的な観点からのリスクアセスメントが私の主題であるが、このプログラムで社会的な観点からのリスクコミュニケーションや、実務的な観点からの組織マネジメント、等を社会人と一緒に学べたことは非常に良い経験だったと感謝している。また、当プログラムの終了後は、プログラム修了生らでリスクマネージャネットワーク<sup>4)</sup>を組織し、市民講演会を開催するなどの活動が続いている。まさか、私が講演者として招待されること、当時は予想もしていなかった。

### 3. 私の不確実性問題への向き合い方

現在、私は工学的な観点からのリスクアセスメントに取り組んでいると述べた。より具体的には、社会制度や環境政策の支援のために、システムズ・アプローチの観点から政策の実現可能性や影響・効果の評価を行っている。システムズ・アプローチとは、問題に対して部分や要素 (fraction、parts<sup>5)</sup>) の改善ではなく、システム (system) の改善で対応するアプローチである。例えば、図1はヒト健康リスクの評価を例に、システムズ・アプローチの枠組みを表している。「リスク評価モデル」の段はリス

ク評価に必要な中間項、及びそのつながりを表しており、個々のパラメータ設定・算定に当たっては先行研究を精査して、入出力モデルを結合する。また、現状のリスク評価結果と、システムの複数個所で対策を実施した場合のリスク評価結果とを比較することで、政策影響や相乗効果を把握し、政策意思決定の支援に役立てようとしている。

例えば、ヒト健康リスクを90%削減する減らすオプションとしては、物質の使用量を10%減らす案が挙げられる。また別のオプションとして、使用量、排出端での環境排出の削減、ばく露端でのフィルタ導入など、を同時に実施し、各要素を4%減らすことも挙げられる。システムズ・アプローチは社会全体を協力主体として捉え、全体での環境を改善しようとする枠組みと、私は理解する。

そして現実的には、後者の実現可能性が高いと見込まれる場合が多い。そうなると、各要素での削減達成の方策 (インセンティブ、ペナルティ) として過去に行われた成功事例を調査する事や、関連するステークホルダーは誰であるか、などの広範な文献調査が要求されることとなる。一方では、各中間項間の因果関係や将来シナリオが不確実な場合が多く、評価のための仮定を、緻密かつ合理的に説明する必要もある。このような、広さと深さの両方を求められる側面が、システムズ・アプローチの難しさでもあり、学問的な面白さでもあると考える。

また、システムの外側を意識することも、近年の環境問題では重要となりつつあると考える。例えば、

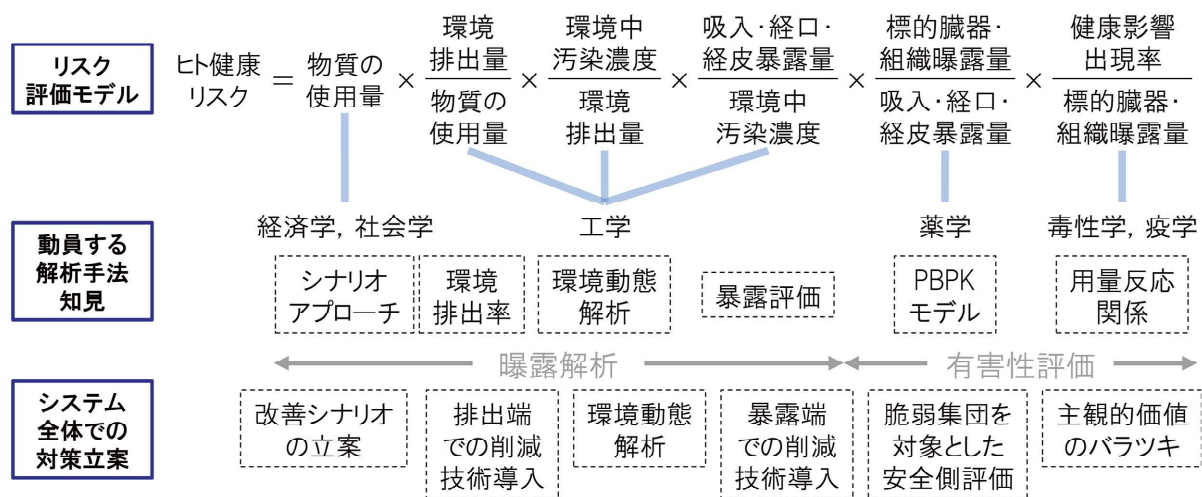


図1 システムズ・アプローチによるヒト健康リスクの評価枠組み

電気自動車の導入という技術対策によって、右辺第二項に該当する、自動車の使用量あたりの大気汚染物質の排出量を減少するため、左辺のヒト健康リスクが低減される。これは、都市という空間を対象とした場合には望ましい方策と考えられる。一方で、都市から離れた発電所周辺では大気汚染物質が増加する懸念がある<sup>6)</sup>。このような例は枚挙に暇がなく、フロンガスはヒト健康が見られないという理由で利用され、オゾン層への影響を評価システムに取り込み損ねたことがオゾン層破壊問題の一因であると捉え直すことができる。

このように、環境問題が対象とする領域は広くなる方向にあり、ますますシステムズ・アプローチの観点で課題解決を図ることが重要になりつつあると実感している。持続可能な開発目標 (SDGs)<sup>7)</sup>で掲げられる、多数の目標をどのようなバランスで実現していくか、将来の社会像を描くために、微力ながら貢献できるように努めたいと思う。

#### 4. おわりに

末筆ながら貴重な執筆の機会を与えてくださった大阪大学大学院工学研究科の栗津邦男教授ならびに関係者の方々に深く感謝の意を表します。また、日頃より厚いご支援、ご指導をいただいております、

私の所属する環境マネジメント学領域の東海教授には、ここに改めて厚く御礼を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) U.S. EPA: Guidelinese for Exposure Assessment, 126 pages, 1992.
- 2) IRGC (International\_Risk\_Governance Council): White paper on Risk Governance towards an Integrative Approach, 156 pages, 2006.
- 3) 日本リスク研究会 (編) リスク学辞典, 阪急コミュニケーションズ.
- 4) (一社) 日本リスクマネージャネットワーク, jrnm.net/ (最終閲覧日: 2018/4/11 accessed).
- 5) Thesaurus.com: antonyms for system, www.thesaurus.com/browse/system (最終閲覧日: 2018/04/11).
- 6) 小島直也, 東海明宏, 中久保豊彦, 交通・発電部門における大気汚染影響を考慮した次世代自動車の普及によるリスク移転影響評価モデルの構築及びNOXを対象としたケーススタディ, 日本リスク研究会誌, 25(3), 131-138, 2015.
- 7) 環境省 HP: 持続可能な開発のための2030アジェンダ/SDGs, www.env.go.jp/earth/sdgs/index.html (最終閲覧日: 2018/4/11).

