JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	システムデザインの技法を用いた科学技術イノベーション政策の可視化と共創 ： 理論的検討
Author(s)	鳥谷，真佐子；調，麻佐志；白川，展之；小泉，周
Citation	年次学術大会講演要旨集，35：501-503
Issue Date	2020-10-31
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17413
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｃ２２

システムデザインの技法を用いた科学技術イノベーション政策の可視化と共創　― 理論的検討

○鳥谷真佐子（慶應義塾大学），調麻佐志（東京工業大学），白川展之（新潟大学），
小泉周（自然科学研究機構）

1. はじめに

科学技術イノベーション(STI)政策は，多様なステークホルダーの関与が前提となる多数の施策群から成り立つ複雑性の高いものであるため，STI システム全体の論理的な構造が掴みにくくなっている。そのため，個別の施策が有効に機能しているかということ以上に，それらの相互作用や，全体としてどのような影響をもたらし得るかという，システム全体としての機能を把握することが難しい。第 5 期科学技術基本計画を例に，システムデザインの考え方・技法を用いた政策の全体構造の可視化・分析を，異なる立場のステークホルダーがシステム全体についての共通認識を持って政策デザインをしていくための有効な方法として提案する。

2. システムデザイン技法の政策分析への応用

本研究は、政策分析にシステムズエンジニアリング（SE）およびシステム思考の手法を適用している点に特徴がある。SE の意義は，多視点において構造化，可視化することで，対象のシステムの実現に向けて設計やプロセスの曖昧性を排除すると同時に，ステークホルダー間の合意形成を容易にするということである。もともと SE は、航空宇宙関連の機器や軍事システムなどの大規模で複雑なシステムのデザインを行うための研究分野として発展してきたもので、「システムの実現を成功させることができる複数の専門分野を束ねるアプローチおよび手段」 (The International Council on Systems Engineering 2015)と定義されている。SE は，ステークホルダーの要求を正しく理解し，制約条件も含めて考えてその要求を落とし込み，複数のステークホルダーが関わる作業を円滑に進めながら，対象の実現を成功させるための経験則やノウハウなど関連した「知恵」を集約した技術体系である。そのため、政策立案過程において多様なステークホルダー間の合意形成を行う際や、政策群の複雑な相互関係を確認し整合性をとるために、SE の考え方が役立つのではないかと考えた。さらに本研究では、システム思考で用いられる主な手法である因果ループ図を用いている。因果ループ図は社会課題などの分析対象に関係する変数を因果の関係で可視化する手法であり、政策分野においても広く活用されてきた。因果ループ図を用いることで、各政策が個別にもたらす影響が相互にどのような関係を持つのか、また政策群全体としてどのような大きな影響をもたらすのかを俯瞰的に捉えることができる。

3. システムデザイン技法を用いた第 5 期科学技術基本政策の構造分析

分析の手順は，①系統図の作成による全体像の把握，②フレームワークを設定した政策体系の階層構造化，③実現に必要な要素（イネーブラー，enabler）の確認，これらの結果を④因果ループ図に可視化することでシステム全体の動態を観察する，という流れで行われる（図 1)。今回、STI 政策に係る政策文書として第 5 期科学技術基本計画を例に、この政策分析手法の有効性を確認することとした（鳥谷・白川・小泉・調 2020a, b)。

① 全体像の把握：第 5 期科学技術基本計画全体に関する項目を目的手段関係に分岐させたツリー図で表現し、作成曼荼羅図の形式で網羅的に可視化した。

②政策体系の階層構造化：政策の階層体系に即して構造化し分析するため，欧州における STI 政策の multi-level の政策体系を示すフレームワーク (René Kemp 2007) (European Commission 2018)を参照し， political，strategic，tactical，operational の 4 層の関係をガバナンスアーキテクチャと呼びフレームワークを設定し，系統図で整理された STI 政策の各項目を対応付けた。さらに，この 4 層のフレームワークを, SE のシステム設計プロセス [The International Council on Systems Engineering 2015] を参考に，(1)政治的（Political）なレベルでの mission（目的）の決定する「政策の基本方針」，(2)目的に対応するステークホルダーの requirement（要求）に基づく戦略的（Strategical）な方針を示す「政

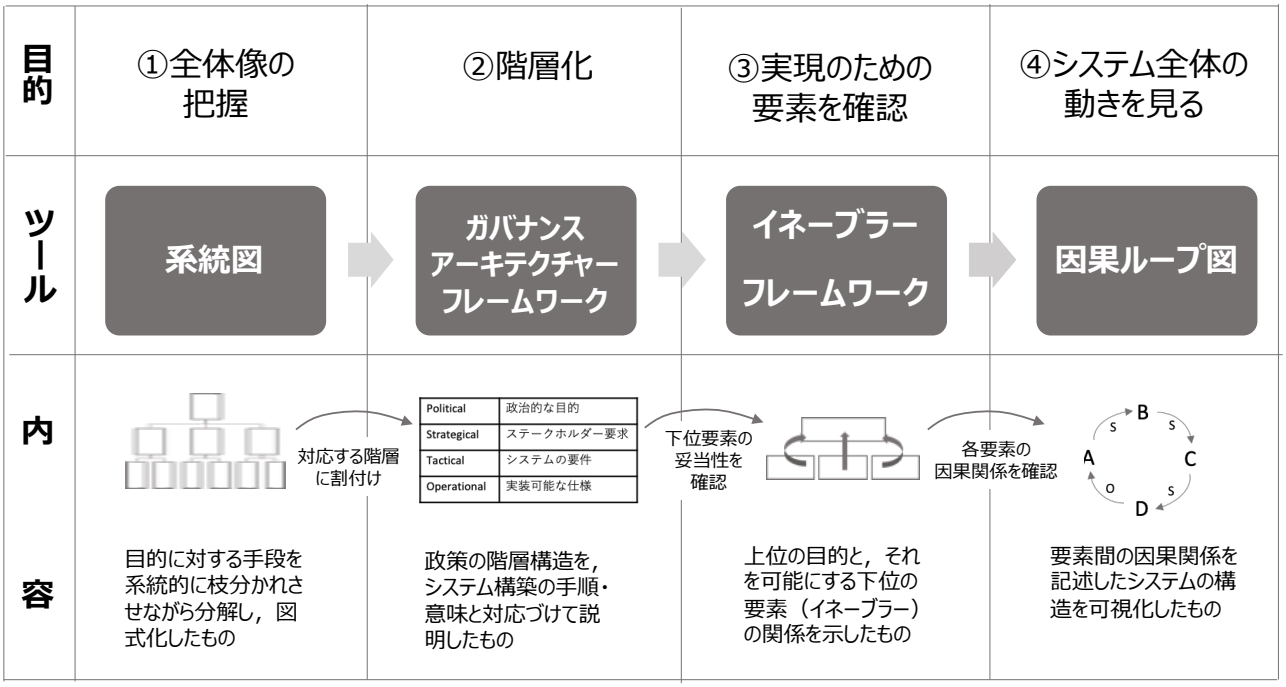

図 1　システムデザイン手法を用いた政策分析手順

策」，(3)ステークホルダー要求を STI システムの requirement（要件 ）に応えて整理し具体的な打ち手（tactical）に必要な方向性に変換した「施策」，(4)STI システム要件をステークホルダーが実現できる操作可能な（operational）仕様へと落とし込んだ「事業」に対応させた。なお，日本の STI 政策の現場においては，　それぞれの各層は(1)国会・内閣・CSTI，(2)CSTI，省・局，(3)局・課，(4)課・室，レベルの意思決定に概ね対応するとみなすことができる（図 2）。

曼陀羅図状に可視化した科学技術基本計画の各項目が、このガバナンスアーキテクチャーフレームワークのうち(1)「政策の基本方針」，(2)「政策」，(3)「施策」，(4)「事業」のどの階層に対応するかを、色別に可視化して表現した（図 3）。

図 3 のように科学技術基本計画の全体像を俯瞰し，4 層構造の枠組みを確認すると，欠落した部分があることがわかった。設定した政策目標に対して具体的な施策や事業が対応している政策とそうではない政策項目がある。例えば，STI 政策がイノベーションを重視した政策に転換が迫られる中，企業の活躍は極めて重要な施策対象であるはずのところ，第 5 期科学技術基本計画において記述が少ないといったことが挙げられる。

③実現に必要な要素（イネーブラー，enabler）の確認：SE のイネーブラーフレームワークの考え方を用いて目的手段関係を分析し，上位の目的を達成するためのイネーブラーとして何が設定されているかということや，本計画に記述されていないが必要と考えられるイネーブラーを確認した。2C23 の報告にて、「若手研究者の育成・活躍促進」施策を取り上げ、具体例として紹介する。

④因果ループ図によるシステム全体の動態の可視化：若手育成・活躍促進施策とシニア研究者の処遇にかかる事業の因果関係を、因果ループ図を用いて可視化した。具体例を同じく 2C23 にて報告するが、若手育成・活躍促進施策とシニア研究者の処遇にかかる施策群を、資金の

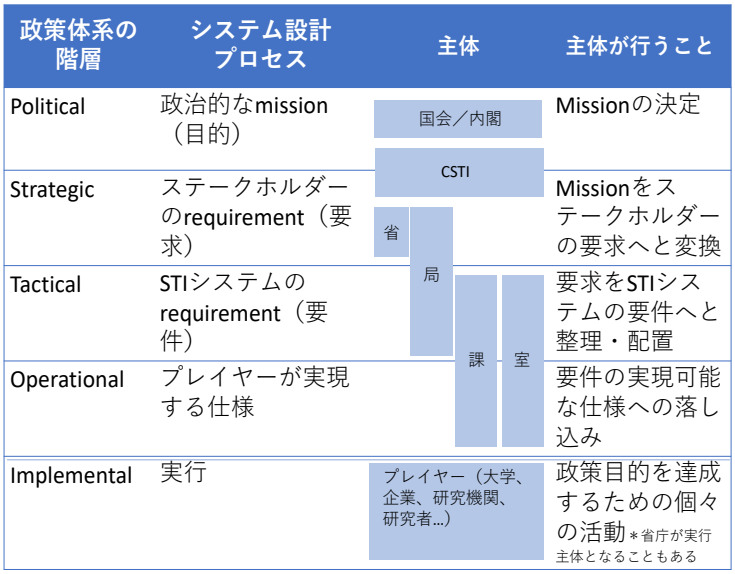

図 1　「若手研究者の育成・活躍促進」施策の構成

観点でトレードオフの関係に位置付けると、かえって若手育成・活躍促進という目的に悪影響を与えうることが示唆された。この事例に見るように、上位のゴールを達成する動態を施策群全体として生み出しているかどうかを確認し、施策や事業のバランスを考える必要がある。

4. おわりに

今回は、科学技術政策分析にシステムデザイン手法がどのように活用できるかという紹介を行ったが、政策分析に留まらず、政策の計画策定の早い段階において関係者間でこうした構造分析を行い，政策的な論点と課題を認識して全体の調整をするという前向きの活用もできると考える。SE およびシステム思考の利点は、全体および詳細を可視化・構造化し、構成要素の関係性を、専門家・非専門家問わずに確認できることである。この特徴により、様々な異なるバックグラウンドを持つステークホルダー間の議論を円滑に進めることができる。前述のように SE は大規模複雑なシステムを多様なステークホルダーらが共に作り上げるために開発された手法である。科学技術政策に関わるステークホルダー（産官学関係者、市民ら）の要求を適切に理解し、設定した目標に向かって、制約条件を踏まえ全体バランスをとりながら、現実的な最適解を政策という形に落とし込むという全てのプロセスにおいて、SE の特徴を大いに活用できるのではないかと考える。

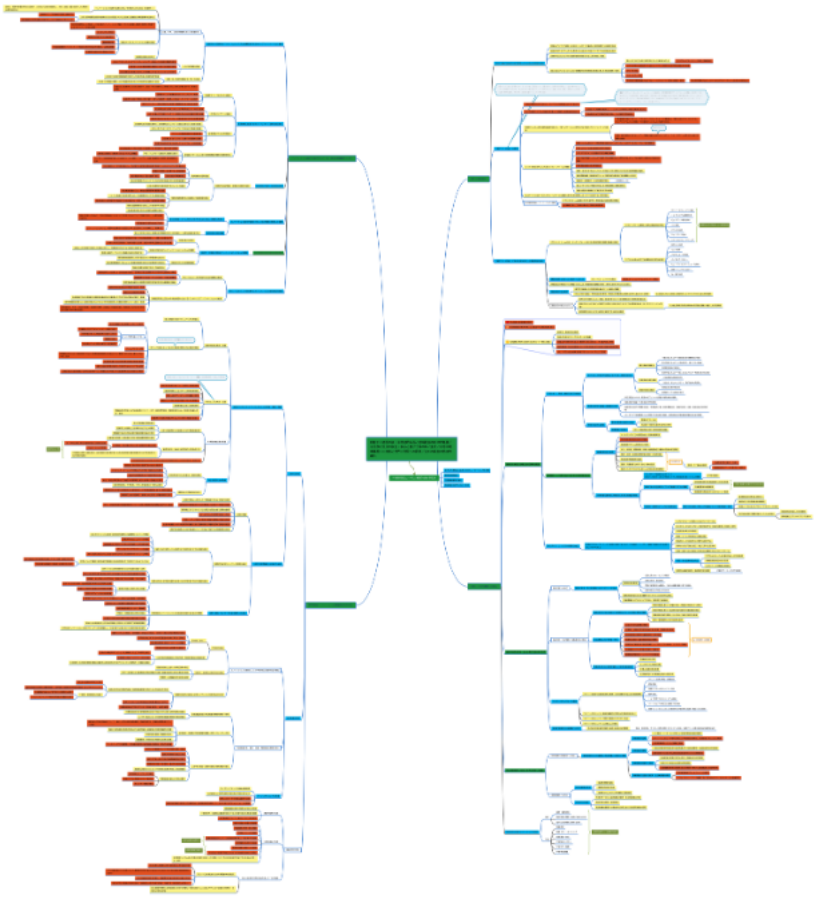

図 2　第 5 期科学技術基本計画全体の構造分析の結果
（https://doi.org/10.15108/data_stih.00218）

参考文献

The International Council on Systems Engineering (2015), INCOSE Systems Engineering Handbook, The International Council on Systems Engineering.

鳥谷・白川・小泉・調 (2020a), システム思考の科学技術イノベーション (STI) 政策 (前編), STI Horizon, 6(2), DOI: https://doi.org/10.15108/stih.00218.

鳥谷・白川・小泉・調 (2020b), システム思考の科学技術イノベーション (STI) 政策 (後編), STI Horizon, 6(3), DOI: https://doi.org/10.15108/stih.00219.

René Kemp Loorbach, Jan Rotmans Derk (2007), The International Journal of Sustainable Development and World Ecology, International Journal of Sustainable Development & World Ecology 14, 1-15.

European Commission (2018), D03.01 Interoperability governance models. European Commission.

M Mutingi Mbohwa, VP Kommula C. 2017, System dynamics approaches to energy policy modelling and simulation, Energy Procedia 141,532-539.