

4.1 STI 政策の政策効果評価の把握のためのフレームワーク

黒田昌裕*

原泰史†

初版発行日：2018 年 8 月 28 日、最終更新日：2019 年 4 月 26 日

リード文

科学技術イノベーション政策は、政策による基礎科学、応用科学、技術開発研究推進の効果とその成果の社会実装による社会の新しい価値創造への影響を一貫性をもって把握し、戦略的に、社会の課題解決にむけて進めることがもとめられる。その基盤としての「科学技術イノベーション政策」を客観的、科学的根拠に基づいて行うという「政策の科学 (Science of Science Policy)」の確立が求められる所以でもある。現代の社会課題の解決には、現代の科学の各分野、領域が複雑な連携性をもつのみではなく、科学の進歩とその社会への導入が自然環境のみならず、社会を構成する人間の価値観の形成環境にまで影響を及ぼす可能性をもつという現状への実体を明確に認識する必要がある。そこでは、各種の科学技術イノベーション政策の実行の社会経済的影響を事前的、事後的に評価することが極めて重要な課題となる。本節では、こうした問題意識のもと、科学技術イノベーション政策の社会経済的影響を評価するにあたっての枠組みと課題を整理しておきたい。

キーワード

政策オプション、政策形成メカニズムと政策科学の共進化

本文

1 政策オプションとは

ある特定の課題を決めて、その政策課題の達成を実施しようとした時、目標達成に向けた政策シナリオに対応して、幾つかの選択可能な政策手段が施策として考えられる。その際、施策に際しての選択される政策手段によって、政策目標の達成度や施策推進にともなう社会経済的影響の差異が

* 慶応義塾大学名誉教授・政策研究大学院大学客員教授

† バリ社会科学高等研究院ミシュランフェロー (前 政策研究大学院大学 SciREX センター専門職)

生じることが予想される。政策の立案と施策の実行に関しては、最終的な責任は、政府当局や行政が責任を負うことは論を俟たないが、政策立案、施行に際して、選択された政策手段によって、それぞれ目標達成度や社会的影響に差異のあることをエビデンスとして示した上で、国民の理解と実施への合意をもとめることも、政策実施者の国民への説明責任であると考えられる。課題解決に向けての政策手段の目標達成度や社会経済的影響を政策実施の事前・事後で評価し、選択可能な政策手段の政策的意味づけを明らかにするための提案を、ここで「政策オプション」と呼んでおこう。もちろん、ここで提案する「政策オプション」の策定の手続きそのものの妥当性を評価する、よりメタなレベルでの評価が必要とされることも考えなければならない。後述の図2で示すように、政策課題設定の妥当性を評価するためのPDCAのサイクルを回す体系が上位概念として前提されていることは念頭に置かなければならない。

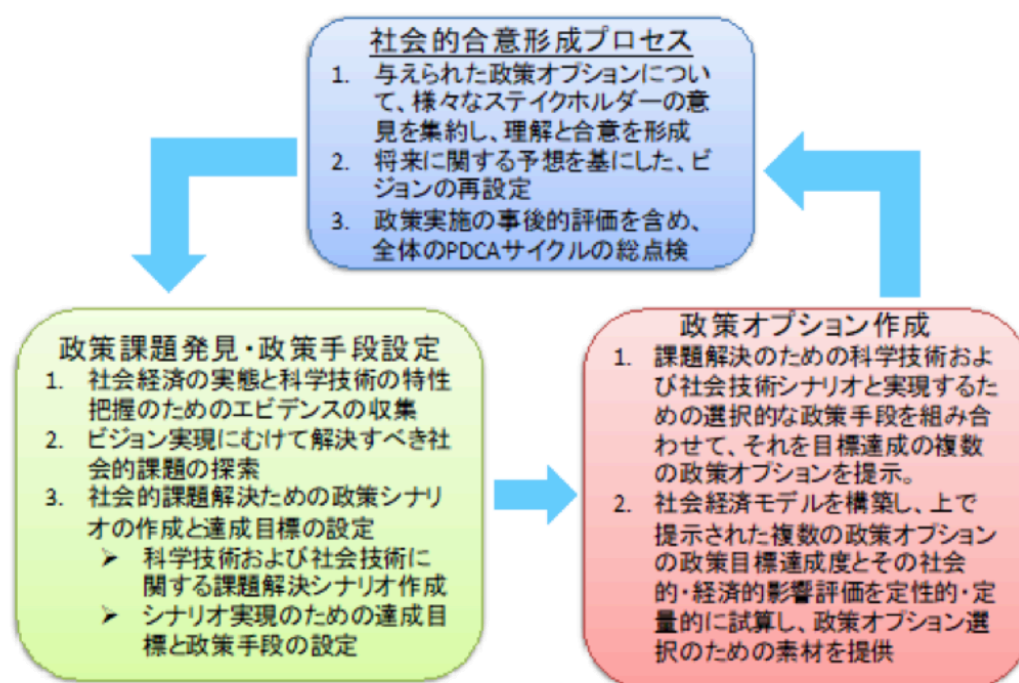


図1 政策オプションと政策プロセスの概念図
出所: 執筆者作成。

2 「科学技術イノベーション政策の科学」における政策オプション作成の意義

人類の哲学的思考が17～18世紀、「神の創造を解説」することから解放されて、「自然の謎を解く」という人類の知的好奇心を満たすもの、いわゆる「Curiosity-driven」の科学(Science)へと進化したことによって、自然科学に革命的な発展を齎し、人類の発展に大きく寄与することになった歴史

的経緯は、多くの科学史の研究の示すところである。さらに 19 世紀から 20 世紀には、古典物理学のパラダイムから、マックスウエル、プランク、アインシュタイン、ボーアなどの近代物理学のパラダイムへの変革を経て、電磁気学、量子力学、生化学、情報科学、材料科学、生理学、医学などの諸分野にわたって、基礎科学のみならず、応用科学、技術開発へと急速な進展を見せてきた。とりわけ、19 世紀末に開花した物質の構造解明は、20 世紀には、新しい材料を生み、情報技術にも浸透して、大量の情報処理を高速で可能にする Computer の開発に結び付いている。いわゆる情報革命の進展である。21 世紀に入って、この情報処理技術は、通信技術とも結び付いて、インターネットという、新しいグローバル世界の情報伝搬・処理技術、さらには、AI（人工知能; 人工頭脳）の開発、量子コンピューターへの進化など、あらゆる科学分野で革命的に深化を招来している。一方で、基礎科学の深化とその応用技術の社会への浸透が、新たに人類に、環境破壊や生態系、さらには、社会の構造にも影響を及ぼし、必ずしも科学の発展が、もはや自然科学の智見ものでは、解決できないと思われる、先験的に予期できない課題を生み出す、いわゆる「トランス・サイエンス時代 (Trans-Science Age)」と呼ばれる世界を生み出している。そこでの人類の科学の分析対象は、もはや、"自然の謎"を解くという素朴な好奇心を満たすことのみを開発の動機とするだけのものでは止まらなくなっている。自然現象の解明を目指した科学の進歩とその知識を礎とする技術の社会への導入が、人類社会の発展過程に加速的变化をもたらし、他方で、その変化の自然現象への反作用が自然環境のバランスに変移を齎している。そこでは、人類が培ってきた倫理感や法の理念にも再構築を余儀なくさせ、更にはまた、新しい科学を生み出して、未解決の課題の解決に取り組まなければならないという不可避的な循環的構造を生み出している。したがって、そこでは、科学技術の発展に人間と自然とを巻き込んだ作用・反作用の連鎖現象を包括的に分析対象とするという視野の拡大を余儀なくさせているのである。科学の領域もこの包括的な分析対象に対応すべく、個別の discipline ベースの科学の領域を超えた、学際的な (Inter-disiplinary)、分野融合的 (Multi-disiplinary) な発想による、課題発見的 ("Issue-driven") かつ 課題解決的 ("Issue-solving") なものへと複合的な変化を遂げつつある。そしてまた、こうした科学の対象領域と分析対象の変化に対応して、科学技術政策もまた、従来の各科学分野での基礎科学から、応用科学、そして開発科学へと単線的で線形の進展を推進するだけではなく、積極的に社会の課題を発見し、その課題発見のための科学的知見を、科学領域を超えて課題の解決に向けて融合し、技術を育み、社会のシステムのイノベーションを戦略的に誘導するという多角性が求められるようになってきている。

各国政府は、「科学技術イノベーション政策の科学」を推進し、客観的根拠（エビデンス）に基づく政策の企画立案、その評価及び検証結果の政策への反映を進めるとともに、政策の前提条件を評価し、それを政策立案等に反映するプロセスを確立することを目指している。わが国でも、平成 23 年度には、「科学技術イノベーション政策の科学の推進 (Science for RE-designing Science, Technology and Innovation Policy : SciREX)」事業が開始され、エビデンス・ベースの科学技術イノベーション政策の構築にむけての科学的方法論の検討とその科学としてのデシプリンの確立をめざして、事業プログラムを進めてきている。科学技術イノベーション政策の科学性の追求は、1) 現代社会の科学技術の俯瞰とその科学特性の把握、2) 現代社会の解決すべき課題の発掘と明確化、3) その課題解決のための社会技術やシステムの変革を含む科学技術イノベーション政策手段の選択と

その影響評価、いわゆる選択可能な政策オプションの作成、そして 4) その政策意図の国民への説明責任と国民各ステークホルダーの理解の醸成、5) 科学技術イノベーション政策を担う人材の養成、さらには、6) これら諸課題にまたがるエビデンスの集積を体系的におこなうデータ・情報システムの開発などの諸課題を軸に進められてきた。この事業の推進の背景には、以下のような基本的考え方がある。

1. 課題解決型科学技術イノベーション政策：科学技術の基礎・応用・開発にわたっての分野横断的な深化とその成果の社会実装による新しい価値創造（イノベーション）によって、その社会が有する課題の解決に資することを目標に、その推進をはかること。
2. **Science of Science Policy** の探求：その推進の事業は、社会の課題発見と現代科学の特性の科学的な認識に関する客観的な観察事実 (Evidences と Facts) に基づいて、科学的な合理性をもって推進されるべきこと。
3. 政策立案過程の透明性と政策推進に際しての国民への説明責任：政策立案過程の透明性とその内容の国民への説明責任を維持し、政策の立案への科学的な助言の役割を担う科学者とその助言に基づいて政策を立案し、実施する政治、行政は、補完的な関係において協働し、政策の科学的な中立性が担保されているべきこと。
4. 政策評価の事前的・事後的評価：政策の立案、実施にあたり、複数の選択可能な政策手段の選択肢を示し、その社会、経済への影響の評価をおこない、それを政策選択のオプションとして示すことによって、政策立案プロセスの透明性を科学的に担保すること。さらには、選択された政策の事後的評価を行い、政策実施の PDCA サイクルを構築すること。
5. 科学者・政策立案者・政策実施者の行動規範の確立：学術・行政・政治のそれぞれが、国民の立場にたって、自ら規範を律し、お互いの立場と役割を尊重して行動し、社会のイノベーションを推進すること。

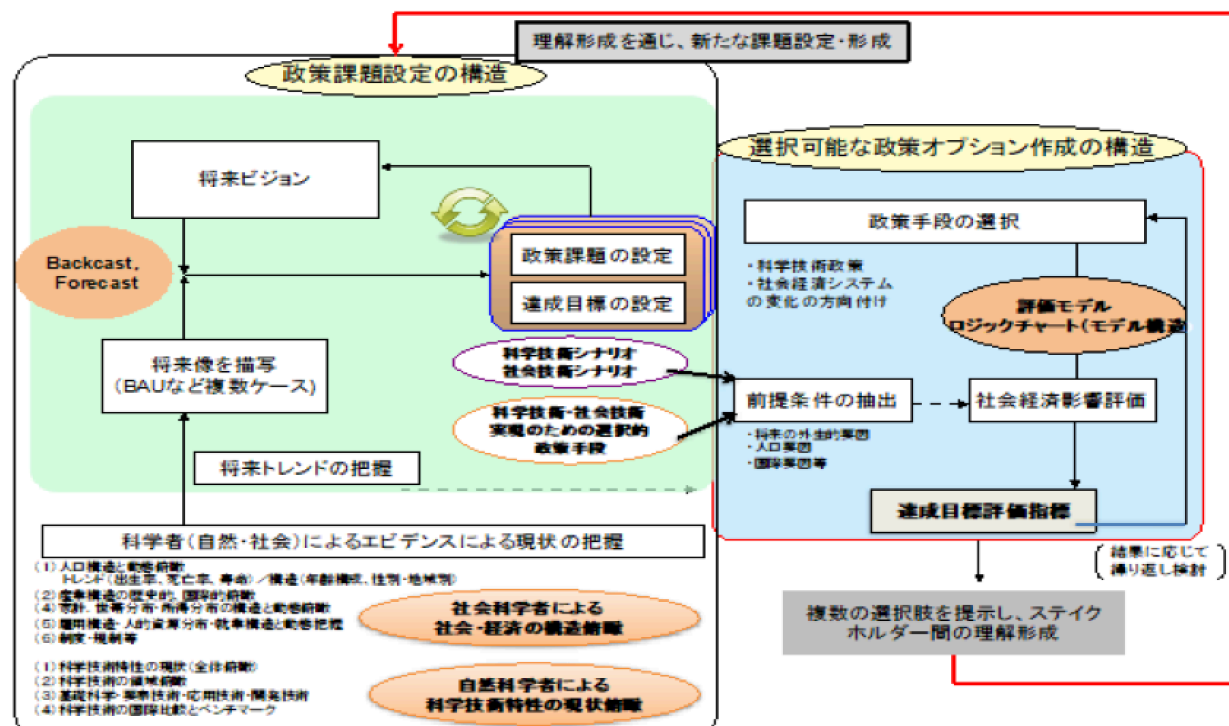


図2 「政策のための科学」における選択可能な政策オプション作成のフレームワーク

出所:執筆者作成：参考 JST-CRDS (2010)

3 政策課題の設定の構造

図2の左側のブロック「政策課題の設定の構造」では、まず、科学技術イノベーションによって解決すべき課題の設定をおこなう。課題の設定は、まず、現状の科学技術の俯瞰とその特性の把握と現状の社会経済の状況の俯瞰的観察によって、科学技術ならびに社会経済の現状の認識を明確にすることから始める。左側のブロックの最下段の「エビデンスによる現状の把握」がそれである。そこでは、『自然科学者による科学技術特性の俯瞰』によって、現状の科学技術の水準、領域間の相互依存性、各科学領域の特性の把握など、各領域の科学者の知見を集約して、現在の科学技術の構造特性を俯瞰する。我が国の科学技術構造特性の俯瞰に際しては、他の先進諸国をベンチマークとして、比較することによって、我が国の特性をより明らかにできるであろうし、各科学領域への研究資金等の配分（Funding）と研究開発の成果を結びつける計量書誌学的なデータによる解析も有効であろう。また成果を論文数や特許数といった形でとらえるだけではなく、各分野の人材育成の状況を把握することも成果を測る重要な指標となり得る。もう一つのこのブロックの観察は、『社会・経済の現状の俯瞰的観察とその構造化』である。これは、現状の社会経済が抱えている顕在的な課題のみならず、潜在的な課題を見いだすことが目的となろう。ここでは、国民一人一人の素朴な実感から見える課題の発見もあり得るし、各種の自然科学者や人文社会科学者によるデータの解析によって発見、解析される課題もあり得る。気象学者が観察によって温暖化現象を発見した

り、人口構造の変化から、産業や企業の労働力需給に関する変化を推察して労働市場の課題を発見したり、グローバル経済の中での産業の国際競争力の課題や産業構造の課題を発見することもあり得る。社会経済の現状把握に関しては、資本、人口（労働）、エネルギー、資源など生産要素の賦存状況、財やサービスの需給状況と産業・企業の生産性の推移、さらには、人々の価値観の変化など、社会学、経済学、人口学等社会経済の現状を把握する体系的なデータの収集が不可欠である。

一方、このブロックでは、この『科学技術特性の俯瞰』と『社会・経済の現状の俯瞰的観察と構造化』を通じて得た現状の課題に対して、将来に向けての解決すべき課題を明確化するプロセスが次に発生する。それは、将来どのような社会を創っていくか？また国民がどのような社会を望んでいるか？という、我が国の将来像に関するビジョンに対比されるものであり、その将来ビジョンにもとづく将来像と現状の社会像とのギャップを埋めることが、政策に課せられた課題であり、目標となる。このプロセスでは、ギャップを埋める施策が、科学技術の深化とその社会システムへの導入によって解決されるべき、もしくは解決可能な課題であるかどうかを見極めることになる。そしてもし科学技術によって解決される課題であると同定された場合には、将来像の実現の時点を設定したうえで、そこで、科学技術に要求される機能を明確にし、その機能を満たすことのできる科学技術の水準への到達が現在の水準からの自然体のトレンドとして、何処まで達成可能か？もし望ましい技術水準とのギャップがあると想定される場合には、どのような政策手段によって、そのギャップを埋めることができるか？を考えることになる。現状からの将来予想と将来のあるべき姿を比較する、予測型 (Forecast) による解析とは逆に、将来あるべき姿を描いた上で、その技術水準にいたるまでの技術の発展経路を将来像から現在に引き戻すかたちで描くことによって、現実の技術水準と将来の望ましい技術水準比較することによって、仮想的な理想の技術水準と現在の技術水準とのギャップを測り、そのギャップを埋めるという将来あるべき姿を実現するために現在をどのように変えていくべきかを、引き戻し型 (Backcast) による解析する方法もあり得る。いずれにしろ、現状の科学技術の水準と将来の技術水準の達成目標とのギャップをうめる科学技術の深化に関しての目標値が時間的な経路をふくめ設定されることになる。これを、課題解決にむけての『科学技術シナリオ』と呼んでおく。そして、その『科学技術シナリオ』の実現に向けては、選択可能な幾つかの政策手段が用意されることになる。選ばれた政策手段の実行が、科学技術推進の開発を促し、望ましい科学技術の進展が実現されるかどうかは、資源配分の領域間の配分や推進の戦略の的確さや開発の成功・不成功の確率的な要素を含んで時間的なロードマップとして想定される。また、一方で、この『科学技術シナリオ』を社会で実装を図るためには、社会制度やその設計に係る『社会技術シナリオ』が併せて用意されなければならない。科学技術研究開発に伴う開発の調達、政府が行うにしろ、民間の経済主体が行うにしろ、その資金調達の方法とその源泉が社会システムとして設計されなければならないし、開発された技術の社会実装には、社会システムの変革が必要な場合が多い。そして、その両シナリオ自体、実現の過程では、不確実性を伴う確率的要素を含んでいることを認識することも重要である。

4 選択可能な政策オプション作成の構造

確率的な要素を含んだ『科学技術シナリオ』と『社会技術シナリオ』のロードマップとそれを実現するための政策手段とが、選択可能な、複数のオプションとして描かれることになる。「政策手段の選択肢として考えられる複数のオプション」から、「どのオプションを選ぶか？」を社会の各種のステークホルダー間で議論し、理解と合意を形成するプロセスへの議論の材料の提供が必要である。そこでの議論の材料は、それぞれの政策オプションの政策手段の実施が、「政策目標を達成しうるかどうか？」、またその政策手段の選択が、「社会的・経済的に如何なる影響を及ぼすか？」に関してのエビデンスを提供できるものでなければならない。それが、図 2 の「政策オプション作成の構造」のブロックの役割である。

前段の「政策課題の設定」のブロックにおいて、同時に課題の達成目標と課題達成のための『科学技術シナリオ』と『社会技術シナリオ』、そしてそのシナリオを実現するための複数の政策手段の選択肢がオプションとして示される。その複数の選択肢に対応した政策目標の達成度と社会的・経済的影響評価をセットとして示すのが、政策オプション作成である。そして政策オプション作成の方法論は、いろいろな手法が考えられる。計量経済学的手法 (Econometric Method) によるモデルによるシミュレーション、多様なステークホルダーの意思決定の多様性を確率的に表現することによって政策手段の影響を測るエージェント・モデル (Agent Model) によるシミュレーション、実験経済学による検証手法、影響評価のサーベイ調査などによる記述的な評価法など各種の方法が考えられる。いずれの方法論を用いるにしろ、ある政策手段の実施による、その社会経済的な影響評価は、体系的な整合性を前提に、定量的、定性的な影響評価指標によって示され、選択可能な複数の選択手段の功罪を評価し、その選択の意味を明らかにし、透明性をもって、政策選択プロセスを進める議論の材料を提供することになる。図 2 の右側最下段に示したように、政策オプションは、各種のステークホルダーの間で、政策への理解と合意を形成することに資するものでなければならない。政策オプションによって、描かれた経済社会への影響評価が、将来ビジョンに照らして、当初の課題設定の時点で想定していた以上の付加的な影響を及ぼすことが示された場合には、政策手段の選択のみならず、課題の設定の再考という可能性もあり得る。

この PDCA のサイクルの過程では、図 3 にしめたように、科学政策の科学 (Science of Science Policy) を担うアカデミアとその助言にもとづいて政策の立案・実施 (Policy for Science) を担う行政者との協働と共進化が期待され、そのプロセスでの明確な説明の説得性と透明性の確保が、政治と国民の間で共有化されることが重要である。以下の図 3 を参照してほしい。

「科学技術イノベーション政策の科学」では、観察と分析による科学技術および経済社会状況の俯瞰、その俯瞰的な観察と分析を踏まえた政策課題の設定、政策目標と『科学技術および社会技術シナリオ』とそれを実現するための複数の政策手段の選択肢の提示、政策オプションによる政策評価、政策決定への理解と合意の形成というプロセスをへて政策の実行にいたるという政策決定のプロセスを考えている。それに政策の実施の事後的影響評価が加わって、合理的な科学技術政策の科学方法論が精度を充実していくことになる。また、そのプロセスでは、解決すべき社会課題の発

見、発掘と科学技術シナリオ、社会技術シナリオの作成、政策手段の抽出、政策オプション作成の各段階において、観察、分析の理論的枠組みとその実験計画のもとでのエビデンス蓄積のためのデータの収集が必要となる。それを整理したものが、表 1 である。

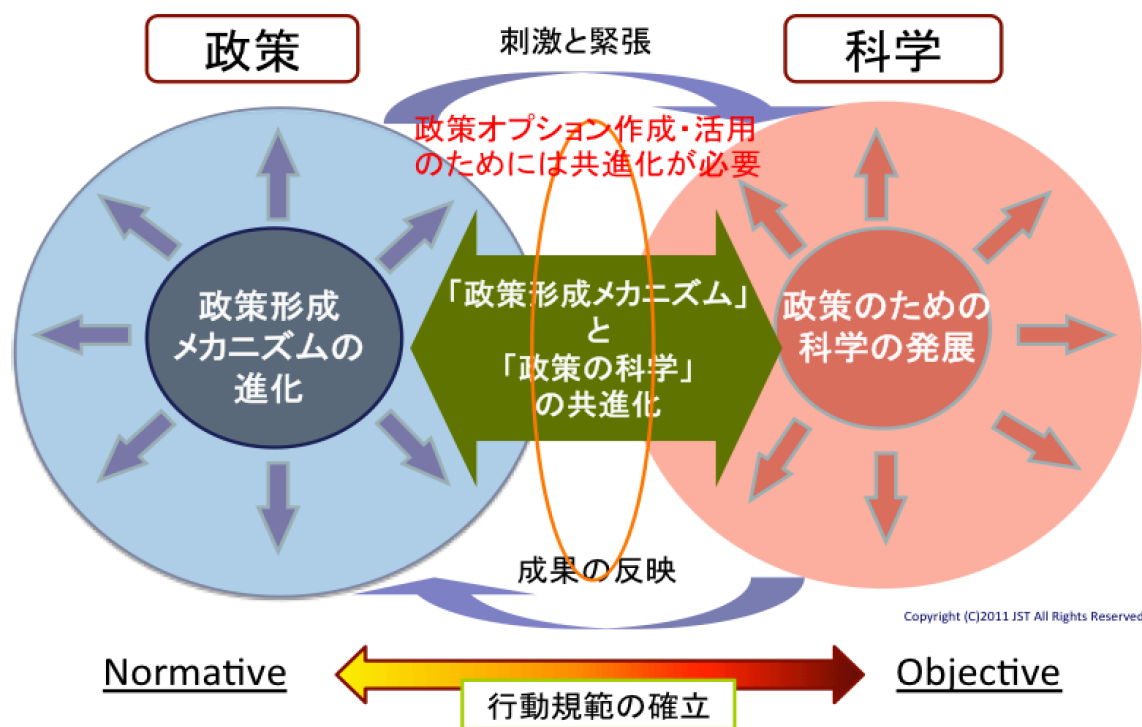


図3 「政策形成メカニズム」と「政策の科学」の新たな連携による共進化
出所: JST-CRDS (2010)

表 1 政策課題の発見、科学技術・社会技術シナリオ作成、政策手段の抽出、政策オプション作成のためのデータ構造: 選択可能な政策オプションの作成とその政策立案プロセスへの反映

	課題の発見・発掘～科学技術・社会技術シナリオ作成		政策オプションの構築
	科学技術の俯瞰と特性 科学技術シナリオ	社会経済の俯瞰と特性 社会技術シナリオ	
現状把握・ 観察型 資料	- Science Knowledge Mapによる科学技術のLinkageの把握: 現状とベンチマーク - 科学技術に関する計量書誌学的分析による科学技術の現状発展段階の把握 - 科学技術FUNDING-論文-特許など INPUT-OUTPUT の実績把握 - 科学技術人材の分布	- 社会経済の現状把握: 人口分布、資源賦存分布、市場の競争条件、産業の供給特性、消費者の需要特性、生産効率性と国際競争力、所得分布と格差 - 社会制度の構造: 法的規制および各種制度設計の現状 - 科学技術の社会実装と制度設計の現状	
現状構造・ 分析型 資料	- 科学技術知識ストックの特性分析 - 科学技術の水準の強弱: 時系列および横断面解析による現状課題に発見 - 科学技術ロードマップ - FUNDINGシステムの課題発見 - 人材育成システムの課題発見 - 課題解決に向けての科学技術による課題解決の可能性の同定	- 社会経済の特性と構造把握 - 社会経済の課題の特定と社会システム、制度の改善改革による課題解決の可能性の同定 - 社会経済の国民の期待の発見	- 国民経済計算、産業連関表等時系列データ - 有形・無形固定資産フロー&ストックデータ - 政策オプション構築のためのシミュレーションモデルの構築 - 政府R&D投資(科学技術関連統計) 政策手段の選択による社会経済的影響評価のシミュレーション実験と政策オプションの作成の関連データ
前提条件 予測型 資料	- 科学技術の発展の将来見通し - 科学技術発展のロードマップ - 科学技術の深化に向けての戦略的重点化領域の特定	- 人口構造の将来分布の予測 - 資源賦存の将来予測 - 国際的社会経済の地政学的予測	- 科学技術シナリオ - 社会技術シナリオ
政策手段 抽出資料	- 科学技術の戦略的重点化領域の選定 - FUNDING 制度の枠組みと提言 - 科学人材の育成プログラムの枠組み	- 科学技術の社会的実装への社会経済的政策手段: 規制緩和、税制等優遇措置等の枠組み - 知財管理制度等の枠組み	

(出所) 執筆者作成

References

- JST-CRDS (2010). エビデンスに基づく政策形成のための「科学技術イノベーション政策の科学」構築—政策提言にむけて—. 戦略提言 CRDS-FY2010-SP-13, JST-CRDS. <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2010/SP/CRDS-FY2010-SP-13.pdf>.
- Zucker, G., Darby, M., and Armstrong, J. (2002). Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1). <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/mnsc.48.1.138.14274>.
- 原泰史, 壁谷如洋, and 小泉周 (2017). ノーベル賞受賞者の特性分析から見える革新的研究の特徴 (特集ノーベル賞と基礎研究: イノベーションの科学的源泉に迫る). 一橋ビジネスレビュー, 65(1):26–40. <https://ci.nii.ac.jp/naid/40021245697/>.
- 原泰史 and 木内満歳 (2017). Elasticsearch と科学技術ビッグデータが切り拓く日本の知の俯瞰と発見. 産業技術大学院大学. <https://www.slideshare.net/yasushihara/elasticsearch-15-spias>.

原田裕明, 小柴等, 池内健太, 原泰史, 黄俊揚, 黒田昌裕, et al. (2017). 科学技術イノベーション政策立案のためのデータプラットフォーム: テキストマイニングによる科学技術分野の同定. In 年次学術大会講演要旨集, volume 32, pages 344–347. 研究・イノベーション学会. https://dspace.jaist.ac.jp/dspace/bitstream/10119/15004/1/kouen32_344.pdf.

池内健太, 元橋一之, 田村龍一, 塚田尚稔, et al. (2017). 科学・技術・産業データの接続と産業の科学集約度の測定. DISCUSSION PAPER 142, 科学技術・学術政策研究所. http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/3161/1/NISTEP_DP142_FullE.pdf.

齋藤裕美 and 牧兼充 (2017). スター・サイエンティストが拓く日本のイノベーション (特集ノーベル賞と基礎研究: イノベーションの科学的源泉に迫る). 一橋ビジネスレビュー, 65(1):42–56. <https://ci.nii.ac.jp/naid/40021245706/>.

関連データ・ソース

-

関連する拠点授業科目、関連する研究プロジェクトの情報

-