

# 将来社会のために先行的に 取り組むべき研究領域の導出 —ドイツにおける試み—

横尾 淑子

## 概 要

科学技術イノベーション政策の検討に当たっては、将来社会の課題解決のため先行して取り組むべき研究領域や制度整備を明確化することが求められている。そのため、社会変化の方向性を捉え、研究開発やイノベーションの芽を見出すための取り組みが各国で行われている。

ドイツでは、2007年から「フォーサイトプロセス」を実施している。このプロジェクトは、技術指向と需要指向という対極にあるプロジェクトの実施を経て設計され、新しい学際領域や将来の社会変化に対応する研究領域に着目して分析が進められている。学際研究トピックの抽出とグルーピング、トレンドを先取りしているリードユーザーの活用による潜在ニーズの抽出など、科学技術と社会の潜在可能性を捉えるための多様な手法が用いられている。また、政策検討に繋げるため、導出された新学際領域について発展的な議論を行う期間が設けられていることが、従来とは異なる新たな取り組みである。

**キーワード**：フォーサイト，学際，ニーズ，ドイツ

## 1 はじめに

科学技術イノベーション政策の検討に当たっては、将来社会における課題を解決するために先行して支援すべき研究領域や整備すべき制度を明確化することが求められている。将来の不確実性が増大し、既存分野内に収まりきれない議論が増加する中であって、多種多様な情報の中から起こり得る社会変化の兆しや方向性を捉え、研究開発やイノベーションの芽を見出すこと、すなわち、「将来社会の需要、潜在的な課題やニーズを想定すること」、「将来社会からの要求に応え得る研究領域を見出すこと」は、フォーサイト活動のテーマの一つとなっている。例えばEUでは、第7次研究枠組み計画（FP7）中のフォーサイト活動の一つである「Blue Sky Research on Emerging Issues Affecting European Science and Technology」下で、起こりつつある事象を観測して示唆を得るホライズンキャンニング（iKnow）、市民などの参加によるビジョ

ン検討（CIVISTI）などの6プロジェクトが実施された<sup>1, 2)</sup>。

一方、国レベルでも同様に変化の兆しを捉えるためのプロジェクトが実施されている。ドイツでは、連邦教育研究省（BMBF）のプロジェクトとして、2007年に「フォーサイトプロセス」<sup>3)</sup>が開始された。このプロジェクトは、先行的に取り組むべき領域を明らかにするため、将来のための新しい学際領域、並びに、将来の社会変化に対応する研究領域に着目して進められている。

本プロジェクトは、1990年代に技術指向のデルファイ調査、2000年代前半に市民を含む広範な関係者の議論を基にリードビジョンの導出を行った需要指向のプロジェクト「Futur」<sup>4)</sup>などの実施を経て設計された。本稿では、こうした技術指向と需要指向という対極にあるプロジェクトの経験を持つドイツにおける取り組みの概要を紹介する。

## 2 フォーサイトプロセスの概要

本プロジェクトは、①研究開発の新しいテーマの特定、②分野横断的領域の明確化、③戦略的協調が必要な領域の探索、④研究開発政策のための優先順位付け、を目的としている。

工程は、科学技術の進展を出発点として検討を行う第1サイクル（2007-2009年）と需要見通しに焦点を当てる第2サイクル（2012-2014年）から構成されている（図表1）。第1サイクルの結果は、政策検討のために広く供されるとともに、科学技術情報として第2サイクルで活用される。

第1サイクル終了後の2年間は政策展開のための期間とされ、この間に、第1サイクルにおいて導出された新しい学際領域についての発展的な議論が行われた。導出領域の一つである「人間と技術の協調」分野に関しては、連邦教育研究省内に「人口構造変化：人間と技術のインタラクション」部署が設置された。また、「プロダクション・コンサ

ンプション 2.0」分野に関しては、関係する他省を含めた議論が行われ、間接的な寄与に留まるものの、国全体の指針である「ハイテク戦略 2020」<sup>5)</sup> で挙げられた将来プロジェクトのうちの一つである「インダストリー 4.0」の議論に繋がった。

### 2-1 第1サイクル：技術指向のアプローチ

第1サイクル<sup>7, 8)</sup>は、科学技術の進展を出発点とした技術指向のアプローチによって、優先度の高い新研究領域を導出することを目的として実施された。ここでは、技術側からのアプローチによりトピック出しを行い、それらを社会への将来インパクト評価等の情報を基に分野に構成する方法が採られた。

具体的には、まず「ハイテク戦略」<sup>6)</sup>や連邦教育研究省のポートフォリオ等を参考に14分野を設定し、ワークショップにおいて研究トピックの検討を行った。異なる分野が交わるところで起こり得る長期的研究課題の議論により、学際的な研究トピック

図表1 フォーサイトプロセスの工程

工程	期間	担当機関	内容
第1サイクル	2007～2009	フラウンホーファー応用研究促進協会システム・イノベーション研究所 (FhG-ISI)、同協会労働経済・組織研究所 (FhG-IAO)	科学技術の進展を出発点とした検討(技術指向)を行い、優先的に取り組むべき新しい学際領域を導出した。
第2サイクル	2012～2014	フラウンホーファー応用研究促進協会システム・イノベーション研究所 (FhG-ISI)、オーストリア技術研究所 (AIT)	将来需要に焦点を当てた検討(需要指向)を行い、将来トレンドを予測した。今後、社会的課題と科学技術の関連付けを行う。

出典：参考文献3を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 新未来分野

分野	概要	研究領域
人間と技術の協調	人間と技術との複雑な相互作用を展望する。	人間性の再定義、機械のエージェント機能(自律、知性、機械間インタラクション)、人間と技術のチーム(より良い関係)、人間と技術の文化
加齢研究	多要因からなる生涯プロセスとして、若年も含め、老年までの過程を対象とし、生物学的変化、脳神経系の変化、認知、感情、精神活動等を研究する。	老年生物学、機能維持と疾病予防、脳の発達とその可塑性、年齢相応の学習、生涯の各段階に適した製品とサービス、加齢プロセスの測定
持続可能な生活空間	人口推移や気候変動などに対応した生活空間の設計。	柔軟な供給・廃棄システム(インフラ)、ダイナミックな居住概念(気候変動への対応、モジュール化、持続可能でリサイクル可能な素材)、ガバナンス(管理・運営形態)
プロダクション・コンサンプション 2.0	持続可能な生産と消費のパラダイムの確立。持続可能なマテリアルフローパタンの変革。	マテリアル循環の持続可能な形態、新しいシステム、パラダイム変換
学際モデルとマルチスケールシミュレーション	複雑なシステムとその挙動に対する横断的アプローチとしての統合的シミュレーションの発展。	バーチャルラボラトリ、社会—生物—認知—情報—技術のシステム連結、人体の総合モデル化、学際モデル
時間研究	「時間」を理解し、管理する(時間に依存する技術、クリティカルな時間軸を持つプロセス)。	超精密時間管理、4D イメージング、時間生物学、プロセスの効率性(同期、並列化)
持続可能なエネルギー問題解決	エネルギー調和(持続可能なエネルギーのための多様な研究の調整)、環境からのマイクロエネルギー利用(エネルギーハーベスティング)	

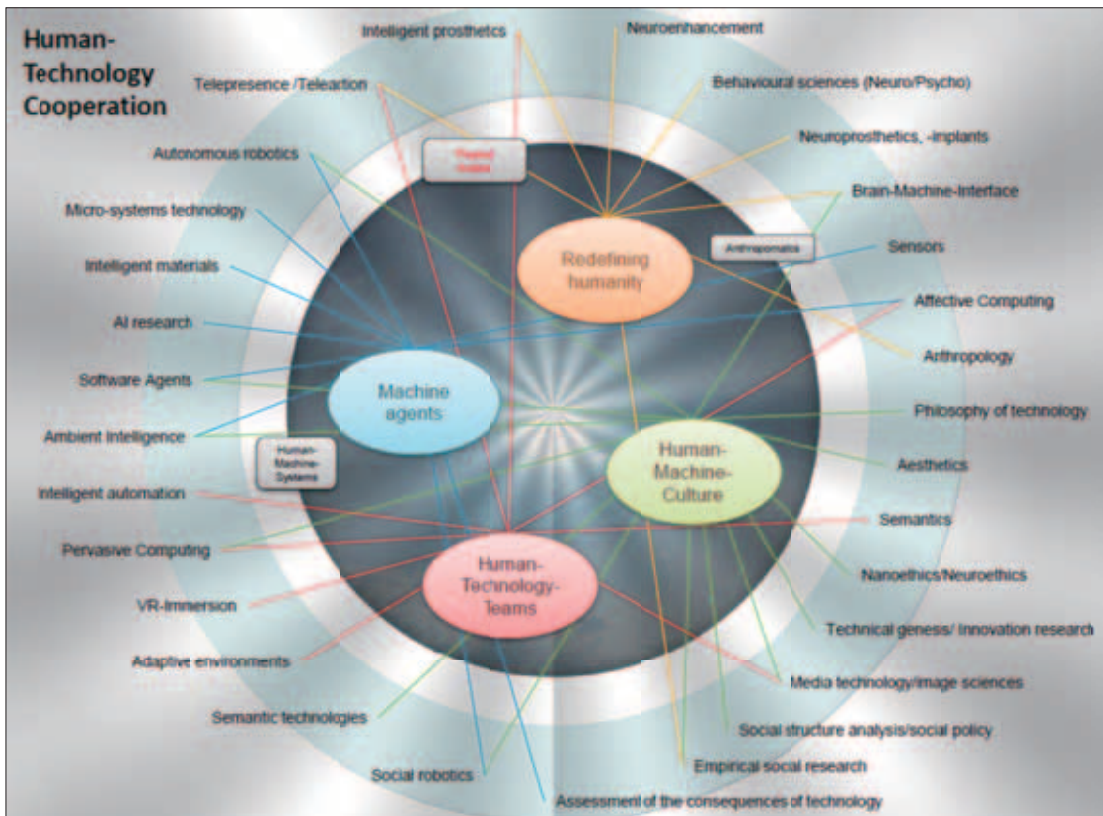
出典：参考文献9を基に科学技術動向研究センターにて作成

も抽出した。文献調査、専門家パネル、インタビュー、アンケート等の既存手法にインベントースカウト（若手発明者の特定とインタビュー）の試みを加え、研究トピックの現状把握、将来展望、インパクト評価等を行った上で、グルーピングが検討された。

最終的に、連邦教育研究省がまだ本格的に支援に

取り組んでいない7つの「新未来分野」が新学際領域として設定された。報告書には、各分野の概要、現状、長期展望、意味合い、具体的なアクター、アクター間の協調が記述されている<sup>9)</sup>。設定された分野を図表2に、結果例を図表3に示す。

図表3 新未来分野  
a) 関連する研究領域（「人間と技術の協調」分野の例）



注：円の外側には現時点の関連領域（人文・社会科学含む）、内側には今回設定された研究領域が配置され、関連を実線で示している。

出典：参考文献9

b) 研究領域と応用可能性（「時間研究」分野の例）

研究領域	応用可能性
超精密・超短時間管理、4Dイメージング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・4Dイメージング／短期観測（例：生物医学検査用コンパクトX線レーザ、人体プロセス）</li> <li>・アト（秒）エレクトロニクス—原子時スケールでのプロセス制御</li> <li>・分子内エネルギー輸送（例：高エネルギー効率エレクトロニクス、分子コンピュータ）</li> <li>・GPS応用（例：精密農業、機械の遠隔メンテナンス）</li> <li>・メディアと無線通信の同期の最適化</li> </ul>
時間生物学・体内時計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人の体内時計の理解：疾病予防、標的治療（時間薬理学）</li> <li>・交代勤務におけるエネルギー消費と肥満の関係、ホルモンの影響、メラトニンの効果</li> <li>・社会的要因の生体リズムへの影響</li> <li>・最適な学習時間帯での集中学習</li> <li>・従来のスケールを超えた時間スケール</li> <li>・少子高齢化社会における新しい時間構造</li> <li>・新しい光源</li> </ul>
並列化・同期化（効率化プロセス）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単に速いだけでなく、より高効率のプロセス</li> <li>・インターネットサーバの同期：スピードと省エネルギー</li> <li>・生産プロセスの同期</li> <li>・イノベーションプロセスの構造化・並列化・始動</li> </ul>

出典：参考文献9を基に科学技術動向研究センターにて和訳

## 2-2 第2サイクル： 需要側からの検討

2030年までの社会的課題（ソーシャルチャレンジ）に対する研究開発およびイノベーションの貢献を明らかにすることを目的として、現在、第2サイクルが実施されている<sup>10)</sup>。まず、2012年5月～2013年6月の期間、様々な社会トレンドを基に社会的課題を導出する試みが実施された。ついで、2013年1月～11月において、第1サイクルの結果や人文・社会科学の観点からの検討を加えて、研究開発の展開を概観する。そして、2013年7月から2014年4月において、それらの結果をもとに研究開発と社会発展との関連を検討する。

図表4に示すように、社会的課題の特定に当たっては、オープントrend、規範trend、隠れたtrendの3つに分けて、社会trendの検討が行われた。隠れたtrendとは、現在というフィルター（限られた情報源、現パラダイムに基づく認識構造、組織慣行）を通るがために認識されないtrendを指す。

隠れたtrendの発見のため、11のニーズ領域（移動、食、健康、等）を設定し、需要のパイオニアやリードユーザー、またこれら先駆者との接触により変化をいち早く感じている人へのインタビューや博士課程学生のワークショップを実施し、将来を展望した。そこでは、個々人の創造力と集合知の活用、多様な視点（相対するtrend、ネガティブな方向性）の提供、多様なバックグラウンドを持つ者の参加など、固定観念や先入観などからの見落としを減らす工夫がなされた。

現在、約200の社会trendの中から選定され

た62のtrendが構造化され、連邦教育研究省内や国内外ボードメンバーからのフィードバックを受けたところである。

## 3 フォーサイトプロセスの特徴

本プロジェクトは、新学際領域および将来社会trendに対応する研究領域の把握のため、多様な手法を併用して検討を重ねたことに特徴があるが、その他の注目すべき点として、以下を挙げることができる。

### 3-1 現時点の枠組みを超える仕組み

○既存の分野概念や一般的な認識の外にある事項に光を当てる

現在の分野構成の中に収まりきらない事項、また、一般に認識される段階に至っていない事象の検討を行うため、いくつかの工夫がなされている。

既存の分野概念からの解放と新しい分野概念の導出のためには、既存分野 × 既存分野のマトリクスを用いた学際的研究トピックの検討、続いて、研究トピックのグルーピング検討を繰り返すことによる新学際領域の導出が行われた。また、一般的な認識の外にある事象を見出すためには、ユーザーイノベーションをもたらす「リードユーザー」を取り込んでいる。ニーズを先取りしており、将

図表4 社会trendの分類

種類	概要
オープントrend	既存情報から得られるtrend。 —フォーサイトやtrendレポートなど、国内外の様々な情報源をスクリーニング。
規範trend	価値観の記述や、市民社会の関係者によるビジョンなど、あるべきtrend。 —中心となる事項（文化の多様性、新しいガバナンスの形、持続可能性と社会発展、社会的一体性、仮想世界等）に関する関係者や研究者のワークショップで議論。
隠れたtrend	パラダイムの根本的変化に関係する小さな兆し。大変化の潜在可能性を明らかにするようなtrend。 —リードユーザー等へのインタビュー実施、専攻や地域性の多様性を考慮した博士課程学生参加のワークショップで議論。 (隠れたtrendの例) 交換文化：商業ベース、福祉、個人ベースなど様々な形態をとって、日用品の交換が一般化する。 市民科学：ICT、オープンデータ、利用可能な実験施設の増加を背景に、市民自身が研究を行い、それらがプロジェクトとして統合される。 公共空間利用：公共空間の社会的意味合いが評価され、都市環境を利用した創造活動やスポーツなど、様々な利用がなされる。

出典：参考文献10を基に科学技術動向研究センターにて作成

来を予測し、新しいアイデアを提供できるリードユーザーの発想力を活用して、潜在可能性の把握に努めている。

#### ○「サイクル」で考える

科学技術を出発点とし、社会需要の観点を入れた評価により重要領域を導出する工程（第1サイクル）と、将来社会需要を出発点とし、科学技術との関連から重要領域を導出する工程（第2サイクル）が、時間において時系列で実施されている。

科学技術も社会も変化し続けるものであり、特に萌芽的な領域や社会変化の潜在可能性といった捉えにくい対象については、様々な手法を取り入れ動的に把握していく必要があると考えられる。現時点で次のサイクルは計画されていないが、継続的議論の必要性が「サイクル」という命名に表れている。

## 3-2 政策検討に寄与する仕組み

政策検討に寄与する将来展望のキーワードとして、embedded、tailor-made、adaptive等の語がしばしば用いられる。本プロジェクトは、特定の政策策定と直接関係づけられたものではないが、実施主体である連邦教育研究省での検討に結び付けやすい調査設計を行っている様子が窺える。例えば、同省の所掌範囲を検討対象としていること、既存政策を基に分野を設定して議論をスタートさせていること、などである。

また、第1サイクル終了後に、政策展開に向けた2年間の期間が設けられていることも注目される。第1サイクルでは研究と分析のみが行われ、その後に社会実装のためのプロジェクトが続いた。導出された新学際領域は、一つの領域として確立されていない、流動的な段階にあると言える。具体的な政策検討の前段階として、幅広い関係者により発展的な議論を行うための期間設定は、こうした新学際領域の性格に見合うものである。

## 4 終わりに

本稿では、新学際領域や潜在ニーズなど、既定路線からの検討では認識されにくい事項を見出そうとするドイツの試みを紹介した。

具体的な商品（技術）が提供されない中で意見を求められる環境、すなわち、マーケティングでの応用場面と異なる条件下で、リードユーザーがどこまで将来の潜在ニーズを発想し得たのかなど、結果が取りまとめられていない現在では評価しにくい部分もある。しかし、インベンタースカウトやリードユーザーの取り込みなどの試みは、潜在可能性を把握する方法として一つの参考となろう。また、予算制限のため一括で実施できなかったという内部事情からの逆転の発想とも言える「サイクル」の考え方、一つの最終結果で終わらずに結果を出し続けるという考え方も、不確実性の高い将来への対応として興味深い。

将来を見通し、今取るべき手段としてどのような選択肢があるのかを見定めるための手法として、当所でも実施しているシナリオ分析やデルファイ調査を始め、様々な手法がある。また、ドイツでは前述のように連邦教育研究省下で、英国ではビジネス・イノベーション・技能省（BIS）政府科学庁（Go-Science）下でフォーサイトが実施されているのを始め、先進国・新興国を問わず、各国で様々なタイプの活動が繰り返されている。当所では、これまで関係機関と随時情報・意見交換を行い、また、共同研究を実施してきた。ここで紹介したドイツのプロジェクトの調査設計に当たっては、長期戦略指針「イノベーション25」（2007年6月1日閣議決定）に示されている目指すべき将来社会の検討<sup>1)</sup>の手法が参考にされた。今後も、国際、国、地域など様々なレベルの活動から得られる知見を学び合いつつ、より政策ニーズに合致した手法の洗練が望まれる。

## 参考文献

- 1) Directorate-General for Research. European Forward Looking Activities: EU Research in Foresight and Forecast. European Commission, 2010.
- 2) van der Giessen, Annelieke; van Schoonhoven, Bas. Policy options for surprising and emerging issues - Workshop report of the EFP Policy Workshop. European Foresight Platform, 2012.
- 3) BMBF ウェブサイト : <http://www.bmbf.de/en/18378.php>

- 4) 丹羽富士雄. 「Futur —ドイツにおける需要側からの科学技術政策の展開」. 科学技術動向, No. 27, 2003年6月号.
- 5) Ideas. Innovation. Prosperity. High-Tech Strategy 2020 for Germany. BMBF, 2010.
- 6) The High-Tech Strategy for Germany. BMBF, 2006.
- 7) Cuhls, Kerstin; Ganz, Walter; Warnke, Philine. Foresight Process -Brief report. FhG-ISI, 2009.
- 8) Cuhls, Kerstin; Ganz, Walter. The BMBF Foresight Process: Second report to the Federal Ministry for Education and Research. FhG-ISI and FhG-IAO, 2008.
- 9) Cuhls, Kerstin; Ganz, Walter; and Warnke, Philine. Foresight Process -New Future Fields. IRB Publishers, 2009.
- 10) Warnke, Philine; Bogenstahl, Christoph; Kimpeler, Simone. "Foresight for Challenge Oriented RTI Policy: Recent Experience from Germany" . PACITA Conference (Prague, March 13-15th, 2013).
- 11) 科学技術政策研究所. 2025年に目指すべき社会の姿. NISTEP REPORT No.101, 2007年.

..... **執筆者プロフィール** .....



**横尾 淑子**

科学技術動向研究センター 上席研究官

科学技術・学術政策研究所にて、資源および科学技術人材に関する調査に従事。現在、科学技術予測に関する調査を担当。