

○清家 彰敏（静岡精華短期大学），清家 正博（高知医科大学）

1. 緒言

本研究は第5回技術予測（科学技術庁(1)）とドイツ連邦研究技術省技術予測(2)のデータ（1149の予測課題は日独ほぼ同じ）をもとに日独の「先端的基盤科学技術（研究開発環境）」の未来について考察する研究プロジェクトの一環である。本報告では、第5回技術予測の1149課題を先端的基盤科学技術の各項目に分類し、試験的分析と今後の解析について考察した。

先端的基盤科学技術の概念は総理諮問第21号（科学技術会議(3)）によっている。なお、先端的基盤科学技術は2つに大別される。1. 研究推進ツール、2. 科学技術融合による問題解決（科学技術融合での解決ツール）である。

前者は研究者の研究環境（計画・実験・整理）へ先端科学技術がどの程度貢献しうるかが問題となる。したがって、計画（1-1 実験計画策定）、実験（1-2 生物実験、1-3 非生物実験）、整理（1-4 実験結果の解析・体系化）の3ステップへの先端的”道具”の提供を行う。

後者は現在および将来の科学技術のさまざまな領域を融合させ、社会における問題を解決するツールの開発である。これは実務への最先端科学技術の貢献を問うものである。したがって、問題解決過程（バーナード&サイモン）の情報・判断・行動の3ステップを支援する”道具”の提供を行う。情報（2-1 情報収集）、判断（2-2 思考判断）、行動（2-3 行動の支援）である。

今後、この分類結果をもとに未来予測に関する日独比較を行い、研究開発環境の動向についての国家間の差異とその理由について考察する。

2. 先端的基盤技術の定義および概要

先端的基盤技術は科学技術大綱（平成4年4月24日閣議決定）で「支援すべき基礎的・先導的な科学技術の一つ」として取り上げられた。その概念は「異なる科学技術分野で共通的に利用される先端的な手法」と定義される。

この先端的基盤技術は研究者の知的活動を支えるツールである。例えば超高精度の計測・分析技術、マイクロマシン・ナノマシン技術、知識ベースを含む総合的な発想・設計の支援技術がある。

先端的基盤技術は、異なる科学技術分野で共通的に利用される先端的な手法であり、科学技術の飛躍的進歩（ブレイク・スルー）をもたらすものである。一分野における技術革新にとどまらず、広い分野波及効果を及ぼし、従来の発想では解決が困難であった課題に新たな解決の手段を提供すると期待されている。

周知のごとく、人類の知的資産の増大と地球規模の環境・資源問題を解決するには、独創的研究による新たな理論や革新的技術が不可欠である。当然のことながら、独創的研究は研究者の発想と努力に負うところが大きい。しかし、解決すべき問題・対象の複雑化・高度化にともない、研究者の知的活動を支えるツール＝先端的基盤技術の重要性が高まり、研究の進展を左右するようになりつつある。

2 種類の先端的基盤技術

先端的基盤技術は「研究推進ツール（ラボラトリーテクノロジー）」と「研究成果を融合して複雑な問題を解決するためのツール（様々な分野の科学技術の融合により複雑な問題を総合的に解決するための基盤となる科学技術＝マルチディシプリナリーテクノロジー）」の2つに分かれる。

（1）研究推進ツール（ラボラトリーテクノロジー）

着想・仮説の展開・検証のツール。具体的には新しい実験系の構築、新しい観察・計測方法の探求。

（2）様々な分野の科学技術の融合により複雑な問題を総合的に解決するための基盤となる科学技術（マルチディシプリナリーテクノロジー）

3. 先端的基盤技術と日独技術予測課題

本研究では上記の日独技術予測1149課題中308課題が先端的基盤科学技術に属すると規定した。内訳（図1）は研究推進ツール253課題、科学技術融合での問題解決ツール55課題である。研究推進ツール253課題は、実験計画策定25・生物実験104（計測画像化81・手法材料23）・非生物実験104（試料作製28・計測構造解析54・極限環境実験22）・実験結果の解析・体系化20となっている。科学技術融合での問題解決ツール55は情報収集12・思考判断13・行動30である。

予測分野	1	2	3	4	5	6	13	15	合計
先端基盤技術区分	材料情報ライヴ宇宙素粒地球通信医療								
研究推進ツール									
1-1 実験の計画策定		12	7		1	3		2	25
1-2(1)生物実験計測画像化	8	7	29		2	5		30	81
(2) // 手法・材料	2		16					5	23
1-3(1)非生物実験試料作製	25	2			1				28
(2) // 計測・構造解析	9	6		6	22	8	3		54
(3) // 極限環境実験	1	2		7	3	9			22
1-4 実験結果の解析体系化		3		3	1	13			20
小 計	45	32	52	16	30	38	3	37	253
科学技術融合での解決ツール									
2-1 情報収集	3	8				1			12
2-2 思考判断	4	9							13
2-3 行動支援	3	19		6		2			30
小 計	10	36		6		3			55
合 計	55	68	52	22	30	41	3	37	308

図1 先端的基盤技術に対応した予測課題

先端的基盤科学技術に属するかどうかは、21号路問の内容から判断した。なお、先端的な科学技術を対象とする以上、回答者が「先端基盤科学技術に分類される」課題を予測しうるにたる能力があるか（主に回答者のマジョリティがハイテクノロジーに対してどの程度の専門性を有するか）どうかを判断に加えている。その結果、7、8、9、10、11、12、14、16分野は今回の分類には事前に除外した。

研究推進ツールに属する課題が多くなったのは、科学技術融合による問題解決ツールに比較して、“未知の”ツール（理論さえ明かでない？）が多く、予測課題として抽出されやすかったとも考えられる。

先端的基盤技術の以下の3つの特色を見ても、“未知の”ツールが多いことが、先端的基盤科学技術の特徴ではないかと思われる。

(1) ユニークな先端的研究には先端的基盤技術が存在する。

(2) 開発した結果、他分野の先端的基盤技術になる例が多い。コンピュータはその例。

なお、予備的分析でも「課題の重要度」が研究推進ツールに比較して科学技術融合による問題解決ツールより、かなり低い傾向がみられた。

次に、図には挙げなかったが、各小区分で最多かまたは課題が10以上属した項目を示す。

研究推進ツールは以下である。実験計画策定は予測解析計算科学技術25である。生物実験は外部に対する生体反応計測36、生体活動のリアルタイム観測・計測19、実験材料培養・保存13である。非生物実験は表面・界面制御技術9、高度ビーム技術20、極微量物質の検出・分析、極微細構造解析技術15、極限環境下における実験技術20である。実験結果の解析・体系化は大量・複雑なデータの高度解析技術15である。

科学技術融合による問題解決は以下である。情報収集は感覚計測技術10、思考判断は総合的発想・設計支援技術10、行動は自律分散システム技術8、自然・生体模倣技術8である。

予測課題が10以上ある小区分は、今後の分析で国際比較の傾向をみる“良いターゲット”であると考えられる。

4. 実現予測時期の試験的分析

技術予測は、プレフォダによると「最も適切な時期に、有益な機能をもたらす

将来を見通す技術革新、科学進歩、科学的発見を予測すること」にあり、プライトによると「技術予測とは、経済的貢献と共に、技術的貢献について定量的な結論（限られた範囲でも）を導き出す論理的解析システム」である。セトロンは「与えられたスケジュールで達成できる技術を予測すること」としている。

上記ほかの定義を受けて具体的に予測は以下の3つに分類できる(4)。

(1)「時間・時期」を予測する場合

(2)「事象」を予測する場合

(3)「度合い」を予測する場合

科学技術庁の第5回技術予測(1)は、各分野の予測課題を抽出する分科会が「事象」の予測を行っている。30年間に現れると考えられる課題が抽出される。事象予測である。

次いで、各回答者に繰り返しアンケート法（デルファイ法・2回繰り返し）で「時期」予測を行わせる。

といった、2段階の予測構造になっている。

科学技術庁(1)の技術予測調査は基本的に「5年の幅」、6選択肢で回答する。例えば「2001年～2005年」「2006年～2010年」である。したがって2.5年日独で差があれば別の選択肢を日独は選んだのではないかと考える。

以下で、2.5年以上日独で差があり、複数の課題で構成される項目を問題とする。

日本側が2.5年以上遅い項目は以下である。

非生物実験

- | | | |
|------------------------|---------------------|-------|
| (1)試料作製 ①原子・分子操作ナノ技術 | (日2006.39,独2003.54) | 2.85年 |
| (2)計測・分析・構造解析 ⑦計測標準高度化 | (日2001.31,独1998.78) | 2.53年 |
| (3)新たな実験環境②極限環境下での実験技術 | (日2006.93,独2004.43) | 2.50年 |
| 実験結果の解析・体系化 | | |
| ②情報の標準化・DB化 | (日2003.77,独2001.07) | 2.70年 |
| 情報収集 | | |
| ②寿命予測・劣化診断 | (日2006.36,独2003.04) | 3.32年 |
| 行動の支援 | | |
| ①知的アッセンブル | (日2011.13,独2008.00) | 3.13年 |

ドイツ側が2.5年以上遅い項目は以下である。

次に、対局的な分析として区分「生物実験104課題」と「非生物実験104課題」を予測時期について試験的に分析した。その結果、生物実験は非生物実験よりも実現時期が遅い傾向がみられる。このことは、今後の分析を待たなければならないが、生物実験における課題実現における「困難度」が大きいことを伺わせる。

5. 今後の課題

今回試験的に分析した予測時期についても、さらに統計的に解析する必要がある。その際は、科学技術庁科学技術政策研究所第2調査研究グループ（総括主任研究官桑原輝隆氏）とジョイントにて、同所の第5回技術予測のデータベースおよびその解析システムを用いて分析を進めることが考えられる。

「共同開発の必要性」「技術水準」「技術的阻害要因」「研究開発体制」「人材の養成・確保」「コスト阻害」「資金阻害」「制度阻害」「文化阻害」が予測のデータとしてデータベースに存在している。

日本の世界への科学技術面での貢献は多くが「製造科学」によるものと考えられる(5)。先端的基盤科学技術、1. 研究推進ツール、2. 科学技術融合による問題解決ツールの開発動向は、大学等の”趣味的・夢的”科学への貢献を問うものである。「基礎研究ただ乗り」と批判された日本の”回答の一つ”でもある。今後のドイツとの比較、他国への考察は意義のあるものではないかと思われる。

参考文献

- (1)科学技術庁(1992)『第5回未来予測』
- (2)NISTEP & ISI(1994), Outlook for Japanese and German Future Technology
(科学技術庁NISTEP REPORT No.33)
- (3)科学技術会議(1994)『諮問第21号「先端的基盤科学技術に関する研究開発基本計画について」に対する答申』科学技術会議(平成6年12月12日)
- (4)清家彰敏(1995)『日本型組織間関係のマネジメント』白桃書房、平成7年
- (5)清家彰敏(1995)「自動車産業のプロセス・イノベーション」野中郁次郎・永田晃也編『日本型イノベーション・システム』白桃書房、平成7年