

原子力分野における基礎的な研究の 推進に係る調査

平成 9 年 7 月 2 5 日

社団法人 日本原子力学会

1. 調査研究の目的

我が国の原子力利用は、その幅広い可能性に着目したニーズの高度化などますます多様化してきている。このような要請に対応するためには、それまでのキャッチアップ型に技術開発を脱し、創造型の開発を。推進しなければならない。すなわち、新しい技術体系を構築し、また科学技術全般への波及効果をもたらすため、広範囲の基礎的な研究を推進する必要性が指摘されている。本調査は、この指摘に基づく基盤技術推進専門部会原子力研究推進方策検討ワーキンググループでの基礎的な研究の推進方策の検討に資することを目的とする。

2. 調査研究の参加者

氏 名	所 属	職 名	調査項目
・ 明 石 真 言	放射線医学総合研究所臨床研究部第3研究室	室 長	
・ 新 谷 聖 法	動力炉・核燃料開発事業団企画部	担当役	
・ 岩 田 修 一	東京大学人工物工学研究センター設計科学部門	教 授	
・ 上 坂 充	東京大学工学部附属原子力工学研究施設	教 授	
・ 殿 治 幹 雄	住友電気工業(株)CAE研究センター	センター長	
・ 代 谷 誠 治	京都大学原子炉実験所	教 授	
・ 数 土 幸 夫	日本原子力研究所高温工学部	次 長	
・ 菅 原 秀 明	国立遺伝学研究所生命情報研究センター		
・ 高 橋 智 子	日本原子力研究所技術情報部国際情報室	室 長	
・ 立 石 裕	電子技術総合研究所企画室	エネルギー研究調整官	
・ 野 田 哲 二	金属材料技術研究所精密励起場ステーション	総合研究官	
・ 萩 原 幸	日本原子力研究所高崎研究所材料開発部	部 長	
・ 長谷川 晃	東北大学工学部量子エネルギー工学科	助教授	
・ 藤 井 保 彦	東京大学物性研究所	教 授	
・ 藤 田 尚 徳	大阪大学レーザー核融合研究センター	助教授	
・ 堀 浩 一	東京大学工学部航空宇宙工学科	助教授	
・ 松 井 一 秋	(財)エネルギー総合工学研究所研究部	部 長	
・ 矢 野 安 重	理化学研究所サイクロトロン研究室	主任研究員	
・ 平 松 伸 章	日本原子力研究所研究情報部	部 長	

・ は原子力学会非会員

3. 調査研究の内容

原子力技術の裾野の拡大をはかるという観点から、キャッチアップ型の技術開発では所与のものであった基礎的知見の集積、キャッチアップ型の技術開発では、省みられなかった新たな可能性を探る研究、原子力技術の推進に必要な調査を行った。

3.1. 原子力技術と関連する基礎的な研究に関する調査

文献データベースを活用して、現在までの原子力研究及び関連する研究の調査を行い、原子力分野とその周辺の基礎的な研究の流れを分析し、原子力技術の成り立ちあるいは原子力技術の波及効果を調べた。

最初に、1) 以下に例示する関連分野の専門家に原子力分野及びその周辺の基礎研究分野の代表的な文献 (Standard Reference; SR) の選択を依頼し、2) 科学技術全分野を対象にして、SRが引用されている文献をSCIデータベースを用いて調査し、3) SRとそれを引用している文献との主題分野の相互関係及びその時間的広がりを図式化し、4) SR毎の調査結果をまとめた。調査対象分野としては、レーザー核融合、計算科学 (第一原理計算、分子動力学)、超伝導、核燃料、中性子・炉物理、RIビーム加速器、二相流と熱伝達、高分子、生物学などを選定し、代表的文献の例示と1974年から1994年までの期間を対象にして公開後の引用件数を基に研究動向を調査した。

調査にあたっては恣意的な結論を避けるため、以下の一般的な歴史認識、事実あるいは先入観と、個々の統計データの意味について明示的に区別して記載することを試みた。

a) 極めてあたりまえのことであるが、一般的には、誰しもが“break through”と認めるようなinnovativeな仕事は予想外の結果であり、計画的に達成されるものではない。しかしながら巨視的にみれば、そうした“break through”の発生する場では適切なレベルの予算、人員、インフラ、時間と自由が“計画的”に手当てされ、また市場、生存あるいは功名心などをかけた競争や知的好奇心など広い意味での進化の原動力となるインセンティブが存在し、そのことが“核”になる人材の育成や日常的な人の交流と情報の発生を活性化し、そうした環境の中で、機が熟すのを待っているかのように偶発的にしかしながらある種の必然性をもって“break through”が達成される。そこでは、“break through”を引き起こすための孵化に必要な時間、組織・体制の整備と維持が必要で、そうした“break through”が引き金となって関連の基礎研究を小波のように活性化し、そうした小波の重なりが科学技術基盤を徐々にかつ着実に変革し、結果的に社会に認知される変化となる。

b) 文献データベースに含意された意味 (semantics) は、そうした小波の統計であり、それは科学技術分野の成果の記録の統計である。本調査では、原子力の広範な分野を対象としている代表的文献データベースであるINIS (International Nuclear Information System) を活用して、研究動向の断面を素描したもので、世界各国の原子力分野の情報専門家が原子力分野に関係するものと考える文献を予算、マンパワーの許す範囲で収録したものである。したがって、他分野の萌芽的な研究をINISの中で発見することは希であろうこと、またINIS収録文献の中から他分野も含めた将来の“break through”につながる萌芽的な研究を見つけることも容易でないため、個々の研究の波及効果についての評価、位置づけについては、立場を明らかにした上での整理を必要とする。そのための参考資料として、過去の“break through”に相当する研究成果についてSCIを活用したSRの引用データとINISでの収録状況、引用状況についての解説を添付することにした。

c) 引用件数の統計に関しては、研究分野あるいは個々の研究内容により大きな差異がある。加速器や高温超伝導材料の事例で例示されるように、優れた成果が突然達成され、関連の科学技術者集団の間であつという間に認められて普通名詞化されてしまう研究や、材料の照射損傷の素過程モデリングのように、文字どおりstandard referenceとして長い間引用され続ける文献もある。繰り返しになるが、いずれにしても先駆的な研究成果を生み出す土壌は日常的な基礎研究支援の体制のなかで育成されるものであった。

d) 今回の調査方法の限界としては次のような問題点がある。例えば加速器技術に関連しては、重要なレポートが内部資料として扱われる場合や、ロシアの論文が勝手に訳出されるなど、Citation Indexでは調べるのが難しい。また重要な文献ほど、その分野の常識となってわざわざ引用することはしなくなったり、SCIはある分野の力学、Scientific Communityの形態や常識を表わすので、これらが固定化した際の動向は見やすいが、社会的価値などと外れてしまう。

e) 一方、原子力発電プラントのように大規模かつ複雑な工学システムの実用化には、その完成に至るまでに多大な人、資本、時間の投入と、粘り強く全体を調整してゆくための組織が重要であり、こうした研究開発の実作業や成果を論文数によってのみ計測することはできない。また、一人の専門家としての人間が、対象となる人工物に関係したすべてのデータ、知識を掌握することはほとんど不可能であるため、個々の“人間”の不完全性と専門家集団の能力・役割を陽表的に意識して、大規模かつ複雑な工学システムのエンジニアリングを行うことが極めて重要である。こうした視点をその体系に取り入れた工学の確

立が要請されているが、こうした新しい方向に関しては、先端分野にのみ目をむけるのではなく、産業現場、教育現場の生々しいニーズを抽出するしくみが必要となろう。このことは、科学技術政策の立案にあたって、工学的分野と理学的分野とに、視点、方策の違いを明確に意識することが重要であることを示している。

f) INISが収録する基礎分野の論文は減少傾向にある。理由は明らかではないが、原子力研究から他分野に影響を与えるようなニーズの提示や内容的に他分野と共通な普遍性を指向する研究が少なくなってきたためか、全科学技術分野の領域化の進行によるものであろう。その意味で領域の融合が要請されるようなニーズが、極めて重要であることは論を俟たない。

3.2. 原子力関連研究の現状と動向する調査

現在、原子力に関連してどのような課題ないしは分野が研究対象として取り組まれているのか、またどのように移り変わりつつあるのかを調査し、多様化するニーズ、原子力利用の潜在的可能性を以下の視点で検討した。

①利用可能なデータベースを用いて、これまでの原子力研究の横観及び将来の方向性を抽出し評価する。

②今後の原子力研究のさらなる発展のための研究のガイドライン、体制を提案する。

調査結果から得られた研究開発体制に関する主な結論は、以下の6点である。

1) イノベーションには継続的な基礎、基盤研究に対する支援とその実用化へのインセンティブが不可欠である。それぞれの学問分野の自律的な発展の中だけでは、分野間の情報交換、さらには個々の成果の普遍化や他分野との接触を介した進展は実現しない。

2) アイデア段階にある個々の技術的な萌芽の育成のためには小規模でも具体的な開発事例を軸にした実践のしかけが必要である。原子力研究の黎明期は様々な概念、アイデアの模索、検証が重要であったため、分野として他分野の科学技術を牽引する中心的な役割を果たしていたが、近年はそうした事例が減少しつつある。巨大技術においては、一般的に、研究の初期には多くの研究が競合し、理学的実証、工学的実証の過程で厳しい淘汰があり、そうした淘汰過程で研究動向が収束してくる。初期の原子力研究は比較的短期間に収束した希な例であり、その後、市場、安全性、社会的受容、その他の理由で、収束領域近傍の極めて狭い領域に活動が限定されてしまっている傾向がある。

3) 新たな挑戦的技術課題を内包した大規模プロジェクトの実施の過程では副産物とし

て多くの成果が生み出されることが多い。近年の原子力分野の研究プロジェクトの問題点は、他の先端技術分野の進展速度の急昇に比較して、技術そのものの特徴を反映してかネットワークが極めて悪いため、他分野の成果の導入に傾斜することが多くなったことである。

4) 異分野の融合は、当然のことであるが、融合が自己目的となるのではなく、具体的な課題を解決する過程で必要に迫られて試みられることが多い。従って異分野の融合が必然的にプロジェクトの完遂と同期する場合は、事例研究としての報告はあっても、事例研究のコレクションを体系化することにはほとんど関心が払われない。

5) 移転可能な科学技術体系としてまとめあげるための努力が原子力分野ではほとんど試みられていない。視点を多様化し、そうした“文化”を育てるためには、各分野における過去50年の範例－マスターピースと呼べるものを集め、参照できるようにすることも有効であろう。

6) 分野別の成果は、近年の研究領域の多様化の中で数多く提示されているが、波及効果としての成果の拡散は十分でない。全体的に“原子力”分野における成果として他分野への技術移転の努力を強化し、その中から科学技術全体さらには社会にたいするインパクトのある成果を抽出し継続的に提示し続けることにより、新たな“核”文明の形成への礎石を築く必要がある。