

「選択と集中」の時代と「学術の多様性」

高村 秀一

名古屋大学大学院工学研究科

第23回プラズマ・核融合学会年会

企画シンポジウム「核融合を支える学術研究－学会提言にむけて」

平成18年11月28日 筑波大学大学会館(つくば市)

はじめに

- 21世紀以降のエネルギー源として、核融合エネルギーは安全性・環境適合性・資源量等の観点で優れた特性
⇒世界の主要国で活発な研究開発が行われてきた
- 我が国では、重要な目標である科学的実証を目指して種々の方式による研究を大学、核融合科学研究所、日本原子力研究所等で実施

- 今後の核融合研究を着実に進めるため
 - ・開発研究⇒物理と工学の統合の進行を制限する項目と課題(クリティカルパス)を定める
 - ・学術研究⇒物理と工学の体系化、スモールサイエンス等へのスピノフ(波及効果)を期待し、学術研究基盤の維持・整備と人材育成にあたる

さらなる発展のため重点化・効率化を検討

核融合研究の重点化

【重点化すべき課題】

- トカマク重点化装置(JT-60)
- 核融合材料試験装置(IFMIF)計画における工学実証・工学設計活動(EVEDA)に着手するための国内実施体制の確立
- 高速点火方式レーザー核融合(GEKKO-XII)
- ヘリカル(LHD)による学術研究

【既存装置の整理・統合】

- JT-60、GEKKO-XII→次期計画の装置建設に合わせて計画を完了
- JT-60、GEKKO-XII、LHD以外の装置→然るべき時期に計画完了(ただし、新設の研究の展開による装置の運転延長の提案は、新たな可能性を目指した研究の候補になりうる)
- 4つの重点化計画での共同利用・共同研究を活性化
独創的なアイデアによる新たな可能性への挑戦への機会を生み出せるような仕組み・研究体制の構築、これらを可能とする新たな措置が必要

共同利用・共同研究の強化

- 核融合科学研究所
⇒大学との強い連携・双方向性の強化等
- 法人化後の大学
⇒研究の展望の的確な把握、振興策の提示
- 日本原子力研究所及び新法人
⇒開発研究に必要な共同研究等の運用体制の確立、人材育成の推進
- 実験装置の整理、重点化・効率化の中での、双方向型共同研究の促進、連携研究の実施等

重点化後の人材育成の在り方

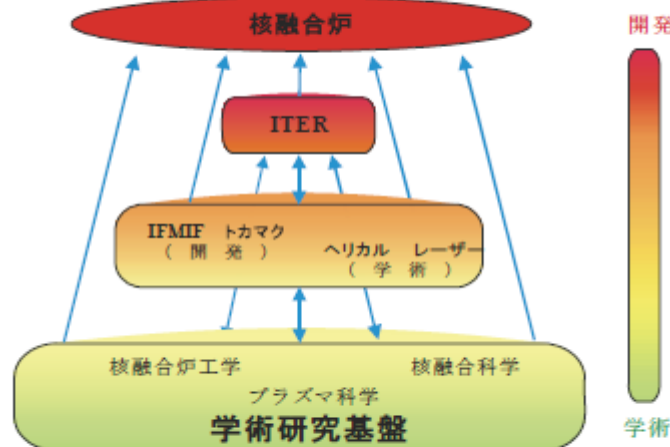
- 共同利用・共同研究の効率的な活用⇒適正な競争的環境の設定、積極的な交流・流動化を可能とする組織制度設計
- 多様かつ魅力ある研究の機会の提供

核融合研究の新しいブランドデザイン

【2つの側面を併せ持つ総合的研究】

- ・ITERとの有機的連携を図りつつ推進すべき核融合炉を目指した開発研究
- ・学理の探求に基づく当該学問分野の学問的体系化を目指す学術研究

核融合炉実現を目指した研究の階層構造



今後の我が国の核融合研究の在り方について(報告)

平成15年1月8日

科学技術・学術審議会 学術分科会

基本問題特別委員会 核融合研究ワーキング・グループ

はじめに：今後、長期に渡って物理と工学の統合を必要とする核融合研究を着実に進めるためには、その進行を制限する項目と課題(クリティカルパス)を定め、開発研究を進める必要がある。同時に、物理と工学の体系化とスモールサイエンス等へのスピノフ(波及効果)が期待できる当該分野の学術研究としての重要性に鑑み、学際化の研究手法等を取り入れつつ、学術研究基盤の維持・整備と人材育成にあたらなければならない。

(2)核融合研究の新しいグランドデザインについて

核融合エネルギーの実現を目指す核融合研究を・ITERとの有機的連携を図りつつ推進すべき核融合炉を目指した開発研究・学理の探求に基づく当該研究分野の学問的体系化を目指す学術研究という2つの側面を併せ持つ総合的な研究として捉え、国の定める核融合研究開発基本計画と整合性を取りつつ展開することが必要である。

(4)共同利用・共同研究促進について

これまで長年にわたりプラズマ研究を担ってきた多数の実験装置を整理、重点化・効率化し、トカマク、ヘリカル、レーザー、炉工学の大型装置による展開、さらには新たな可能性への挑戦を図っていく中で、共同利用・共同研究の推進が極めて重要である。： 双方向的共同研究の促進、連携研究の実施

5. 重点化後の人材育成の在り方

重点化後の人材育成においては、共同利用・共同研究の効率的な活用を踏まえ、研究及び教育が最適化されるような適正な競争的環境の設定、研究及び研究者の積極的な交流・流動化を可能とする組織・制度設計が必要となる。人材育成においては、このような多様かつ魅力ある研究の機会を多くの研究者に提供することが重要である。

「日本の計画 (Japan Perspective)」

日本学術会議 平成14年9月

(4) 「多様性の受容とその上での新たな展開」を図る情報循環の創出

人類の「行き詰まり」を解決する基本的な考え方として、「多様性の受容とその上での新たな展開」を可能にする情報循環システムの構築により、「持続可能性を獲得するための進化」を実現するのが、「日本の計画」が提起するシナリオである。これは人類社会、日本社会ともに当てはまる基本的なパラダイムといえよう。

「行き詰まり」と「多様性」との関係について、行き詰まりの原因の1つが多様性である(例:意見がバラバラなので合意形成困難)ととらえることは適切ではない。むしろ、「日本の計画」では、これまでの議論で明らかなおとおり、行き詰まりを克服する鍵は情報の創造にあり、そのためには多様性を受容するという基本的な考え方を採る以外にないと主張するものである。

「情報の創造」は「情報の伝承・伝播」とは異なり、情報循環に関与する主体の「自律性と自由な発想」を必要不可欠の条件としていることが強調されなければならない。画一的・均質的な思考回路のみが存在する世界では、いかに情報循環が成立しても新しいアイデアが生まれてくる可能性は少ない。我々が多様性を尊重しなければならない理由はそこにもある。

多様性の受容を前提としたとき、そこで想定される情報循環は、一般に次のような「形式」を持っている。すなわち、①相互理解、②相互承認、③相互調整、④一定範囲での合意形成、⑤統合による新たな情報空間の形成などである。多様性の維持それ自体が必要とされ望ましいとされる場合には、相互に排除し合うことなく、①相互理解や②相互承認が成立すればよい。他方、一定の調整・合意が必要な場合には、③相互調整や④一定範囲での合意形成、さらには⑤新たな統合的情報空間の形成が必要になる。



多様性について考える

会長 高村 秀一

前回の本欄において、著者は階層的ネットワークとそれらを立体的かつ有機的に接続するマルチ・プロトコルの考えを論じた[1]。別の機会にもコミュニティの外向けにこのような考えを著したことがある[2,3]。このような考え方の流れと深く関連して、ここ10年以上考え続けていることを表題にして、身勝手な私見を披露させていただき、会員の皆様と一緒に考えてみたいと思う。近年、「多様性」というキーワード（鍵語）が新聞の論説や雑誌の評論等にほとんど毎日現れていると言っても過言ではないのではないか。この鍵語の下に集められた新聞の切り抜きや資料、単行本は我が家の机の周りの一角を占拠しているほどである。

「多様性」が論議されている舞台はそれこそ多岐にわたり、順不同で、教育、生物、文化、宗教、報道、政治、経済、エネルギー、ライフスタイル（価値観）そして科学と、人を取り巻くほとんどすべてに及んでいる。一方、「多様性」に對する概念としては、異質排除、画一性（化）、一元的、唯一主義、過激主義、ファーストフード化などがあり、これらを示すことは逆に「多様性」の意味を際立たせることになるであろう。

例えば大学へ全入の時代における中等教育の問題と職業の選択においては「多様性」の視点に立つと解決のヒントが見出せるのではないか。昔にそうであったように、多様な価値観を認め、種々の職業と多様なキャリアを持つ人への尊敬の念、またひとりひとりが違っていることを互いに認め合う寛容さを持てば、現在のこの面に関する社会的病根の治療法の一部が見えてくるのではないか。

しかし論点は、「多様性は善なり、全て認めよう」という単純なものではない。異なる文化（宗教）を持つ集団（民族）間の争いはグローバル化し、今日における「安全・安心」を確保する場合の最も重要な課題の一つになりつつある。平成12(2000)年夏に開催された九州・沖縄サミットにおいては「文化の多様性」の確保の重要性に関する声明が首脳達によってまとめられた。まさにその1年後の9月11日には、その点について深く考えさせる事件が勃発すると同時にこの問題の難しさを人類に突きつけたのであった。単純な「融合」や「調和」が解決になるのであろうか。

私たち日本人は神道の時代から多様な神を認め、仏教を包含し、なおかつ近代には一神教的である西洋個人主義も取り込んできた。懐の深さを今あらためて再認識しなければならない。このような多元的世界観がこれからの我が国の文化観の一つの可能性であるとは山折哲雄の言である。「未来はしなやかで多様で、かつ普遍性と土着性を兼ね備えた「世界化」という論（平成10(1998)年5月4日朝日社説）もある。これらは21世紀における文化、宗教、価値観を考えていく材料になるであろう。

さて、話を科学に転じよう。熱・統計力学において多様な解とそれに伴う構造またそれらの間の遷移を論じたのはブリゴジンであった。彼は非線形熱力学という形で時間の矢を示すとともに物理学における多様性を意識した嚆矢ではなかったか。2002年10月に仏国リヨンで開催されたIAEA主催の核融合エネルギー国際会議に出席したとき、ホテルが一緒であった吉田善章先生（現当学会編集委員長）と表題について話し合うチャンスがあった。「多様性」に凝っているのだと、吉田先生は科学を横断的にこの問題を捉え、その後2005年1月に「多様性の起源と維持のメカニズム」（国際高等研究所）と題して種々の研究グループの成果を冊子にまとめられた。科学に現れる多様性を数理的に表現できないかという挑戦的な試みであり、私も大変興味深く読ませていただいた。ぜひ会員諸氏も一読されることをお勧めしたい。

文部科学省においても科学技術・学術審議会の学術分科会が「研究の多様性を支える学術政策」に関して審議をしている。第1次報告では研究支援の多様性ということで資金のあり方に重点が置かれていて、特に社会科学的観点から手薄であるのが残念であるが、これからは長期的視点に立ち、国としてのロバスト性を確保するための科学全体の観点からの戦略が求められるところであろう。

科学と倫理のあり方については村上陽一郎氏が「科学と倫理の問題についても唯一の理想や絶対的な価値があるという考え方をやめなければならない。唯一の理想や大義をぶつけ合っていたのでは前に進めない。…欧米的な基準だけに頼ることの限界が見えてきた。アジアにも通用する新しい倫理と一緒に考えなければならない。日本がその役割を担うことは重要な国際貢献になる。」と、9.11の2ヶ月後に述べているが前述の山折氏の考えと通じるところがあって感慨深い。

さて、議論がやや発散気味であるので、最後にプラズマ・核融合に舞台を移して論じよう。まず、会員の皆さんが感じているように、プラズマの魅力は何よりもその多様性あるいは複雑性にあるのではないか。それ故にいろいろな意味で未知のポテンシャルを内包しており、我々をわくわくさせてくれるのであろう。この多様性は媒質の非線形性や時空の階層性からもたらされるのであろうが、もう一つ、原子・分子過程やプラズマ-表面相互作用に関連した豊かな素過程群が背景にあることを認識するのも大切である。応用面においてはこの面が特に重要であろう。

次に、核融合エネルギー研究に関連して少し視点を変え、炉心プラズマ関連プロジェクト研究体制という側面から見よう。プロジェクトといえども、プラズマの魅力について述べたように、我々が予想しないような挙動を示す可能性が多々あり、新しい発想・アプローチや発見がプロジェクト研究にも伴わないと大きな飛躍が期待できないという面が重要である。したがって研究を展開していく上で、目標に向かってのプロジェクト的運営と研究者集合体個々の多様な個性を生かしていく面の両方の整合性を図っていかなければならない。生物に見られるようにシステムの維持に必要なのは多様性であり、多様な人材・思考が未来を切り拓いていくことを忘れてはいけない。

参考文献

- [1] 高村秀一：「会長就任にあたって」プラズマ・核融合学会誌 79, 7, 639 (2003).
- [2] 高村秀一：「連携からフロンティアへ」名古屋大学太陽地球環境研究所 STEL Newsletter No.39, p.5 (November 2004).
- [3] 高村秀一：「学会間の連携を」加速器 1, No.1, 22 (2004).



学術の多様性

—提言(案)より—

核融合エネルギーの実用化という開発研究の目的と、純粋な真理の探究という科学の目的は、本来異なる方向性をもつ。学術の地平は、こうした異なる方向性によって展開される高次元の空間であり、そこに繁茂する**多様性**こそが学術の進化の証である。

ここにいう**学術の多様性**とは、単に様々な実験方式の多数性を意味するものではない。固有の実験体系を超越した、一般化可能な知を媒介とする重層的な「**ネットワーク**」を指すのである。開発の最前線をリードする巨大プロジェクトも、まだ生まれたばかりの新しいアイデアの芽も、**このネットワークを通じて知の循環を生み出し、学術の森を生き続けさせる**であろう。さらに、ネットワークは私たちの分野を他の近隣分野へと繋ぐ広がりを作り出すであろう。

学術の多様性

—担保するための必要条件—

(巻頭言より)

- 学術のネットワーク(森)を育てることのできる資金
 - 大学等における研究や研究機関との共同研究を支える。
- 健全な森を育てるための人材の育成
 - 「炉心プラズマ関連プロジェクト研究体制という側面から見よう。プロジェクトといえども、プラズマの魅力について述べたように、我々が予想しないような挙動を示す可能性が多々あり、新しい発想・アプローチや発見がプロジェクト研究にも伴わないと大きな飛躍が期待できないという面が重要である。したがって研究を展開していく上で、目標に向かってのプロジェクト的運営と研究者集合体個々の多様な個性を生かしていく面の両方の整合性を図っていかなければならない。生物に見られるようにシステムの維持に必要なのは多様性であり、多様な人材・思考が未来を切り拓いていくことを忘れてはいけない。」