

## On the Symposia on Research and Development of Accelerators in Atomic Energy Science

M. Matoba<sup>1</sup>

Faculty of Engineering, Kyushu Sangyo University, 2-3-1 Matsukadai, Higashiku, Fukuoka, 813-8503

### Abstract

The symposium 'Research and Development of Accelerators in Atomic Energy Science' was held in August 2001 and the 2<sup>nd</sup> symposium is planned in this August 2004. This activity is based on emerging development of the field on accelerators and their applications. The problem on changing of national universities from governmental to independent agency in this year is also a background of this activity. Here, the basic motivation of the author for these symposia will be discussed.

### 「原子力分野における加速器の研究開発」シンポジウム I、II を企画して

#### 1. はじめに

加速器は、原子核物理学分野の研究用装置として発明され、その後素粒子物理学研究用として大きな発展を遂げた。現在は、非常に幅広い基礎・応用分野の研究用装置として利用され、さらに医学および産業用としての利用も目覚ましい。加速器自体の利用とともに、加速器の要素として開発された様々な技術の波及も大きな影響を与えている。我々はこの分野を加速器・ビーム科学分野と名付け、検討を行ってきた。ここでは、この分野に関する基本的考えを整理し、計画中のシンポジウムを紹介し、この分野に関わる多くの研究者のご批判を受け、今後の発展に資することを期待したい。

本報告の内容は、既に京都大学原子炉実験所報告<sup>[1]</sup>、日本原子力学会誌<sup>[2]</sup>、日本原子力学会日韓シンポジウム<sup>[3]</sup>等で一部報告している。

#### 2. 加速器・ビーム科学分野の大きな発展

加速器・ビーム科学分野の現在の状況を整理すると、次のようになっていることが見てとれる。

まず第一に、ある分野のための加速器としての発展であり、物理学、医学、放射光、・・・など「のための加速器」として、現在も極めて重要な位置を占めている。我が国の多くの国家プロジェクトから大学や企業の小型の装置まで、様々な加速器がこの目的で建設され、利用され、また計画されている。この分野は、古く素粒子や原子核の実験用として始まり、利用の目的毎に多数のグループが形成され、討論が活発に行われている。

第二に、加速器の種類として独特の発展を遂げていることである。例えば、

- 電子加速器、電子線形加速器

- 静電加速器、タンデム型静電加速器
- サイクロトロン、等時性サイクロトロン
- シンクロトロン、弱・強収束シンクロトロン
- 蓄積・衝突加速器

などのような各種の加速器に関して、それぞれ独自の分野を形成している。それぞれの発展について、研究会などが組織化され、活発に活動がなされている。

第三に、加速器とビームに関する学術と言うべき概念である。例えば

- ビームの発生、加速、収束、輸送、蓄積
- ビームの性質の制御、スピン偏極、位相、時間構造
- 電磁界、真空、精密加工、表面、制御
- ビームと電磁場・物質場との相互作用
- 超伝導、高周波、極低温、レーザー

など様々なテーマから構成される学問分野として、重要な役割を果たしている。近年、強力な研究グループが組織化され、活発に活動している。

第四に、加速器とビームの利用の大きな広がりである。この中には、

- 学際利用、イオンビーム、電子ビーム、放射光、FEL、エネルギー、核融合
- 産業利用、X線照射、電子照射、イオン照射、RI製造、材料、微細加工
- 医学利用、診断、治療、RI製造・利用
- 基礎科学研究、素粒子・原子核・物性・宇宙・地球・材料・生命
- ビーム加速要素技術の波及

など、基礎から応用までの極めて幅広い分野が関係している。この分野は、利用の目的毎に、様々な学会の組織や研究会で幅広く議論されている。

第五に、加速器・施設の基盤技術の問題がある。加速器の利用の広がりや、基盤、コスト、あるいは安全の視点から支えるものである。例えば、

<sup>1</sup>matoba@ip.kyusan-u.ac.jp

- 放射線遮蔽、線量計測
- システム制御、信頼性の確保
- 運転管理、省エネルギー
- 施設建設、環境制御
- 放射線管理、安全一般

などの分野が考えられる。この分野は、加速器の利用をバランスよく進めるには不可欠な分野である。地味であるが、熱心に活動が続けられている。

以上のような状況を反映して、現在我国だけでも十指を越える加速器関連の研究者・技術者団体が活動している。これらの団体の活動は、それぞれ上記の5つの概念のどれか、あるいはいくつかに当てはめることが出来よう。

最近の動きをみると、原研-K E K 統合プロジェクトあるいは理研 R I ビームプロジェクトなど、我国の国家予算が極めて困難な状態になっているにもかかわらず推進が決まっておき、これらは加速器の他の様々な経常的な国家プロジェクトの実施とともに我国の社会に大きな影響を与えている。

原子力発電分野では、核燃料サイクルの確立と核廃棄物の処分、高速炉、プルサーマルなどの問題がいずれも困難な状況にある中で、加速器と原子炉を組み合わせた加速器駆動型原子炉の開発が注目されており、21世紀の半ばにおける核廃棄物の核変換処理と新エネルギー生産システムのオプション実現に向けて、様々な議論が始まっている。

医療や産業への放射線利用では、その経済規模が GDP にして4～8兆円と原子力発電のそれを越える規模になっていると指摘されており、社会に大きな影響を及ぼし始めている。

このような多様な活動を支えているのは多く大学で学んだ研究者・技術者である。また、小型の装置からも様々な分野で多様な成果が得られていることを忘れてはいけない。しかし、大学のこの分野の研究環境が極めて厳しい状況になっていることが指摘されている。

以上のような状況を考えると、これからの加速器やビームを利用する分野の役割は次のようにまとめることが出来よう。(第1図)

- ①国家的大型プロジェクトの推進  
未来の人類、あるいは国民の負託に応える。
- ②産業・医療応用の広がり  
現代社会からの要請に応える。
- ③加速器基盤科学技術  
新しいビームの物理と安全・遮蔽に関する研究を推進する。
- ④地域の産業と文化の振興  
地域の人々の期待に応える。
- ⑤多様な基礎科学研究と人材育成  
多様な基礎・応用学際研究を推進し、人材を育成する。

特に、大学における研究の特徴として、大学には様々な学術分野が互いに近くに存在していることから、理工系だけでなく幅広い分野での利用の可能性を有していることに注意しよう。

### 3. ワーキンググループの活動とシンポジウムの開催

このような状況の下で、日本学術会議(第17-18期)核科学総合研究連絡委員会 原子力基礎研究専門委員会に「原子力分野における加速器の研究開発」ワーキンググループ(座長: 的場 優)が設置され、特に加速器の研究開発を担っている研究機関の動向と21世紀のこの分野の在り方について幅広く議論が行われ、その一環として、2001年8月に京都大学原子炉実験所において「原子力分野における加速器の研究開発 - 21世紀における加速器・ビーム科学の研究開発のあり方 -」をテーマとするシンポジウム(京大炉ワークショップ)が開催された。このシンポジウムでは、

- ①大型の国家プロジェクトについては、もう少し広く、かつ大きな場での議論が不可欠である、
  - ②設置台数の多い医療・産業分野などにおける業務用加速器については、その利用が極めて幅広くなっており、別に検討すべきである、
- との観点から、まず大学と地域の研究所における研究活動に焦点を当て、国家プロジェクトを推進している大きな研究所については、大学などとの連携に関わる問題を中心に幅広く議論することを目指し、これまで開催されることが少なかった「多様な視点を含む横断的な」研究会として企画・実施された。

シンポジウムでは多くの研究機関からの参加者を得て活発な議論が行われ、有意義な会合になった。その成果は、京都大学原子炉実験所報告書に報告されている。特に、従来の縦割りのあるいは分断された状況を克服すべく、出来るだけ多くの関連研究機関からの参加を期待し、幸いにも20以上の研究機関からの参加と報告を実現することが出来ている。特に、加速器自体を研究している研究者、加速器と関連施設の利用の拡がりを支えている研究者、および加速器を幅広く利用している研究者が一堂に会し議論したことは、我が国では最初のことかと思われる。この点でも本シンポジウムの意義は大きい。逆に、講演時間がタイトになって個々の機関の問題が十分には議論できないという結果にもなったが、参加者各位のご協力、実のある議論が行われ、最初としては十分な成果が得られたと考えている。

このような観点からの会合は我が国ではあまり例がなく、参加者は互いに認識を新たにすることが出来たが、議論は始まったばかりであり、近い将来に

再度会合を持ちたいとの要望が多くあった。

#### 4. 新たな展開

その後、「小型加速器に関する横断的な研究会」が開始され、とかく大プロジェクトの影に隠れてしまう地道な小型の研究開発にも目が向けられるようになってきている。更に、2004年度には、「日本加速器学会」が設立された。本学会の設立については、この分野の学術の広がりや極めて大きく、これまでのような個々の研究会に閉じこもった状態を打破すべきであるとの認識が関係者間で確認された結果、不定期に開催される分野別の研究会ではなく、経常的な活動を行い、社会的にも責任のある発言を行っていくべき「学術団体」として設立されることになったと考えることが出来る。

更に、2004年度からの国立大学法人化の動きの中で、一定規模以上の施設と装置を導入し維持する必要があるこの分野は、大研究所はともかく、大学などの中小研究施設は今後存立し得ないのではないかと危惧があることも忘れてはならない。

また、大きく利用が広がる加速器に関する学術は、①自然現象と装置に関する学術とともに、②産業、医療などへの応用の一層の広がりとその支援、③コストと安全性、④社会的責任と受容性、そして、⑤（研究者を目指す学生以外をも念頭に置いた）人材育成など、好むと好まずとに関わらず議論が必要とされる問題を多く抱える原子力分野に共通なテーマであると認識されている。

以上のような状況を踏まえ、前回のシンポジウム呼びかけ人の中から、再度、シンポジウム（京大炉ワークショップ）の開催が提案され、申請の結果、開催が認められ、2004年8月10-11日に京都大学原子炉実験所で開催される。現在、末尾に記した研究機関に参加を呼びかけ、準備を進めてきている。シンポジウムでは、内容を深め、実のある議論が行われることが期待されており、各方面からのご支援ご協力をお願いする次第である。

本報告は、日本学術会議の柴田徳思氏（KEK）、

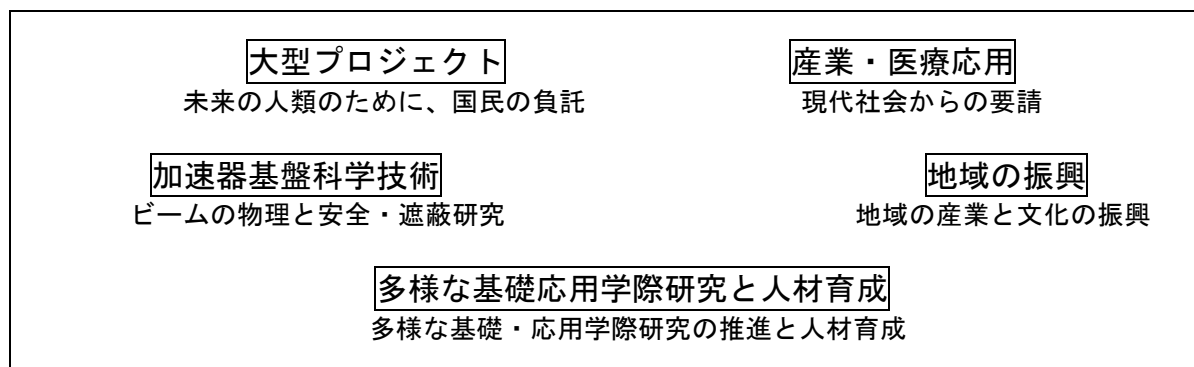
田川精一氏（阪大）、京都大学原子炉実験所の川瀬洋一氏をはじめ、多くの関係者の方々と議論をしていただいた結果を基礎としたものであることを記して、お礼の言葉としたい。

#### 参考文献

- [1] 的場 優、池田伸夫、川瀬洋一編纂、原子力分野の加速器の研究開発ワークショップ報告書、京都大学原子炉実験所報、KURRI-KR-68,2001
- [2] 的場 優、柴田徳思、連載講座：加速器・ビーム科学 第1回「加速器・ビーム科学の新しい展開を目指して」、日本原子力学会誌、Vol.44, No.1, 90-105, 2002
- [3] M. Matoba, Accelerators and their applications in Japan, Proceedings of the Korea-Japan Meeting on Accelerator and Nuclear Energy System, Mar.27-28, 2003, Sasebo / Gensikaku Kenkyu, Vol.48, No.2, 7-11

#### シンポジウム参加呼びかけ機関

国・地方の研究機関、全国共同利用施設等  
日本原子力研究所、高エネルギー加速器研究機構、理化学研究所、放射線医学総合研究所、産業技術総合研究所、分子科学研究所、若狭湾エネルギー研究センター、S P ring 8、九州シンクロトロン光研究センター、東京大学原子力研究総合センター/工学部原子力工学研究施設、京都大学原子炉実験所、大阪大学核物理研究センター  
大学  
北海道大学、東北大学、筑波大学、東京理科大学、東京大学、東京工業大学、日本大学、名古屋大学、立命館大学、京都大学、大阪大学、大阪府立大学、神戸大学、兵庫県立大学、広島大学、九州大学



第1図 これからの加速器・ビーム科学の役割