

話 題

加速器技術を産業技術へ

— 加速器に関する産学連携の取り組み —

藤井 啓文

Transfer of Accelerator Technologies to Industries

Hirofumi FUJII *¹

Abstract

The technical explanation meeting about the large-scale upgrade plan of the advanced accelerator, KEKB was held. The explanation was made from the viewpoint of technology transfer of advanced accelerator technologies to industries through industry-academia collaborations.

1. はじめに

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) は、最先端加速器を利用した学術研究を推進するための大学共同利用機関法人です。

今回 2008 年のノーベル物理学賞に輝いた小林・益川理論の実証実験という大役を果たした世界最強強度を誇る電子・陽電子衝突型加速器 KEKB, および Belle 測定器は、それぞれ SuperKEKB 加速器, BelleII 測定器へと大規模なアップグレードがスタートしました。KEK 産学公連携室では、これを機会に文部科学省の大学等産学官連携自立化促進プログラムの支援を受け、従来とは少し異なる内容で企業向け技術説明会を開催しました。

本稿では、加速器技術の産業化に関する話題提供するという意味で、その説明会の開催に至るまでの考え方の経緯を紹介したいと思います。

なお、筆者は KEK の産学公連携室長を勤めておりますが、ここで述べる内容は、あくまで筆者の個人レベルでの考えや意見であることをお断りしておきます。

2. KEK における産学公連携の歩み

加速器やその関連技術などは一般に開発には長期、多人数、多額の費用がかかります。また研究に求められる加速器や測定器などは研究の進行とともに大型化、

精密化が求められており更なる高度な開発が日常的に必要とされています。

一方、このような大型施設は建設や運転費だけでなく、最先端を維持するための開発にも多額の経費が必要です。その大部分が国税でまかなわれているわけですから、世界トップレベルの学術成果を出すことはもちろんですが、先端大型施設の開発・維持がどのように社会還元されるのか、どのように社会還元しようとしているのかを示すことも重要な使命です。

KEK では平成 16 年 4 月に知的財産室を立ち上げ、また平成 19 年 4 月には産学公連携室を立ち上げ加速器やその関連技術の産業化に努めてきました。

3. 加速器の産業応用の分類

法人化や産学公連携室の立ち上げよりずっと以前から KEK において産業化への努力はなされてきました。大型の加速器や測定器の開発や建設は民間企業の協力無しにはなし得ないものだからです。KEK における体制や制度の整備は、従来からあったこれらの活動を加速させ、より早く、より多数の産業移転を行うためです。そこで今までに行われている例や今後可能性のあるものについていくつか列挙してみます。

物質構造の研究から

- ・医療・医薬 (たんぱく質など)

*¹ 高エネルギー加速器研究機構 KEK, High Energy Accelerator Research Organization
(E-mail: Hirofumi.Fujii@kek.jp)

- ・材料開発（燃料電池など）
- ・微量分析（環境対策など）

加速器・測定器技術から

- ・電磁石・高周波技術
- ・極低温・超伝導技術
- ・高真空技術
- ・表面処理, 表面加工技術
- ・精密工作技術
- ・精密設置技術
- ・放射線計測（高精度位置検出）技術
- ・放射線防護技術

これらの内容から、一つは加速器そのものから出るビームを利用するもの、もう一つは加速器や測定器の要素技術の展開という二つに大別して考えてみます。

4. 加速器の産業・医療利用

加速器を産業や医療の道具として利用することは早くから試みられてきました。まずは、この利用にいたるまでに、日本においてどの程度の時間を要したのかを大雑把に見てみたいと思います。

電子加速器からの放射光を用いた実験は日本では1965年頃東京大学原子核研究所の電子シンクロトロンで開始され、専用の放射光リングが設置されたのが1975年、KEKのフォトンファクトリーがスタートしたのが1982年、産業利用も明確に目的とされたSPring-8がスタートした1997年です。

放射光同様、物質の構造を見る強力な道具として現在着目されているパルス中性子の利用が日本で始まったのは1980年、産業利用も明確に意識されたJ-PARCの中性子ラインがスタートしたのは2008年です。

医療関係では、例えば陽子線治療が日本で開始されたのは放射線医学総合研究所で70 MeVの陽子を用いて1979年にスタート、筑波大学がKEKの陽子加速器を用いて250 MeVの治療をスタートしたのが1982年、筑波大学に陽子線治療専用の加速器が導入されたのが2001年です。

こうしてみると実験的なスタートから実際に広く利用されるようになるまで20年から30年前後の歳月を要しているようです。しかも現時点でも小型放射線源や小型中性子源などは開発研究段階であり、これらが歯医者さんのレントゲン装置のように当たり前に使われるようになるには更に月日を要するでしょう。つまり加速器やその周辺技術の社会還元と言ったときに最先端加速器そのものに出口を求めるのは時間がかかります。別の出口も考慮する必要があります。

5. 段階的産業化と技術説明会

前節で最先端加速器そのものを産業化への出口と考えると多大な時間を要することを見ました。そこで開発の途中の段階でも産業化の試みを行うモデルを考えます。第3節で分類した要素技術の産業展開です。この場合も単一の要素から複合した要素まで様々なレベルが考えられます。いずれにせよ段階的な展開が可能という意味で、図1には目的とKEKにおける現行制度も合わせて図示してあります。

様々な要素を複合させた最終形態が目的とする加速器ですから、そこに至るまでの様々な組み合わせが候補になりえますが、複合すればするほど実現までに時間がかかるようになることは言うまでもありません。そこで比較的早い段階で産業展開できるのは要素技術、それも他との組み合わせが少ない技術となるわけですが、ここで別の側面の問題があります。

昨今のグローバル化に伴い、日本企業といえども日本で生産を行っているとは限らなくなってきました。特に汎用品の大量生産などは人件費の安い開発途上国

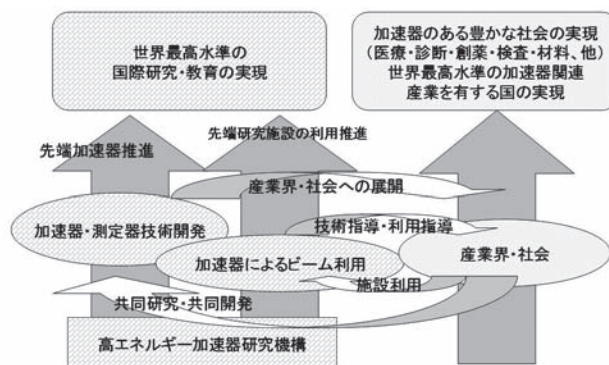


図1 産学公連携の考え方



図2 SuperKEKB 加速器 / BelleII 測定器アップグレード技術説明会

で生産を行うのが一般化してきています。またそれに伴い、関連技術も国外へ流出する傾向にあります。要素技術の移転と言っても、どこでも簡単にできるような技術が人件費の安い国へ流れていくことを止めるのは困難です。しかしながら、技術流出が続けば開発を支える基盤技術が失われることになり、今後国際協力で大型の加速器施設を作る際にも、基盤技術の集積している国に作る方が効率がよいということになり、結局は加速器技術そのものを失いかねません。グローバル化の中で、この問題の解を見つけることは容易ではありませんが、基本的には人件費の差に見合うだけの技術開発力を持つ以外に解はないのではないかと思います。

このような状況の中で今回世界最強強度を誇った KEKB 加速器のアップグレード計画がスタートしました。世界最強強度の加速器を更にアップグレード（衝突輝度を 40 倍に）しようとするわけですから当然技術開発を伴います。個々の要素を必要な性能、必要な精度にまで引き上げる必要があります。つまり個々の技術開発や複合システムの開発が一度に起こる機会でもあるわけです。これを基盤技術を支えてきた企業の技術開発力増強の機会とできないだろうかという発想で技術説明会を企画しました。

6. 中小企業も参加しやすい説明会へ

従来から KEK では大型加速器や先端加速器の開発には大企業のみならず中小企業の協力を得て行われてきました。基盤技術の中には中小企業で支えているものも数多くあります。しかしながら、新たな企業、特に中小企業に興味をもってもらうことは並大抵のことではないことも、これまでの活動の中で実感していました。

もともと加速器やその関連科学は一般に理解しづらい代物であるように思われます。宇宙開発であればロケットが炎をあげながら空高く上がっていくのが見えますし宇宙ステーションからは無重力状態の映像や宇宙から見た地球の映像が送られてきます。深海艇は海の底の映像を送ってきます。このような映像を見せられ資源探査に使うことができますと言われれば、詳細はわからないまでも、ああそうだろうとなんとなく納得できます。ロボット開発でも人間がやってきた作業を代行する姿を見れば、ああ人間の作業を手助けしてくれるのだと納得できます。ところが加速器は動きもしなければ音もしません。黙って静かに電気を食いつまわっているだけのように見えます。更にそこで得られるデータは視覚化されたデータでも素粒子や原子・分子の構造をモデル化した絵や、宇宙の進化の絵といっ

た、本当にそんな風に見えたのですかと問われると答えに窮するようなものが大部分です。このため、最先端加速器を有する意義を一般に説明するのに、これらから何がわかるのかという科学的意義や、原子・分子の構造が私たちの生活にどのように結びついているのかということに非常に重点を置いて説明してきています。

ところが加速器の要素技術の産業化という視点から見ると、必要なのは科学的意義ではなく、具体的にどのような技術が必要とされているのか、技術課題にはどのようなものがあるのか、どう解決しようとしているのかという説明です。そこで今回は大型先端加速器の大規模アップグレードを技術的視点から説明することを試みることにしました。

従来、加速器関連技術に関心を持ってこなかった企業に対しても広報するため、特に中小企業のネットワークを構築している近隣地方自治体や非営利団体などへ協力を依頼し、こころよく引き受けていただきました。この過程で、科学技術振興機構（JST）イノベーションサテライト茨城から JST の支援制度の説明を加えてはどうかとの提案を受け、説明講師の派遣を含め協力いただけることになりました。共同開発研究では企業にも負担をいただくことになるわけですが、支援制度の説明を加えることでより関心を持ってもらえたのではないかと思います。

7. 技術説明会の開催と結果

技術説明会は 2011 年 2 月 22 日、つくば国際会議場（つくば市）の中会議室で開催しました。講演者には可能であれば過去の共同開発の事例も含めることをお願いしました。プログラムを表 1 に示します。

参加者は 80 名で、単独で開催するこのような説明会としては予想を大きく上回るものでした。また、アンケートも実施し、54 名から回答をいただきました。アンケート結果について図 3 に示すようにご回答いただいたほとんどの参加者の方から好意的な評価をいただいています。

講演後の質問やアンケートの意見欄には更に個別に具体的な話を聞きたいとか、今後もタイムリーに、このような企画を行って欲しいという要望の他、中小企業が共同研究しても開発時の少ロットの受注だけでは経費の回収は困難だという指摘も出されました。技術やノウハウの取得をどう評価するかという点はありませんが、企業にとって経費の回収は避けて通れない問題です。そのための一つの解として公的支援制度の説明をプログラムに入れたのですが、これだけでは十分とは言えないと思われます。

表1 技術説明会プログラム

SuperKEKB 加速器/BelleII 測定器アップグレード計画 技術説明会	
主催：高エネルギー加速器研究機構 社会連携部 産学公連携室	
日時：平成23年2月22日（火）10:00-17:00	
場所：つくば国際会議場 202 中会議室 〒305-0032 茨城県つくば市竹園2-20-3	
プログラム	
10:00-10:10	開会挨拶
	産学公連携室長 藤井 啓文
10:10-10:50	SuperKEKB 加速器および BelleII 測定器アップグレード計画について
	測定器開発室長 素粒子原子核研究所 幅 淳二
10:50-11:30	SuperKEKB 電磁石システムの要素技術と開発協力
	加速器研究施設 増澤 美佳 (昼食 11:30-13:00)
13:00-13:40	企業の技術 — KEKB から SuperKEKB へ — 真空技術に関して
	加速器研究施設 金澤 健一
13:40-14:20	加速空洞とマイクロ波源に関する製造技術
	加速器研究施設 吉田 充宏
14:20-15:00	測定器の技術課題と開発計画
	素粒子原子核研究所 宇野 彰二 (休憩 15:00-15:30)
15:30-15:50	高エネルギー加速器研究機構における 共同研究制度について
	産学公連携室 藤井 啓文
15:50-16:30	JST の産学連携に対する公的支援制度について
	JST サテライト茨城 科学技術コーディネータ 宮本 宏 様
16:30-16:40	つくば市からのお知らせ
	つくば市経済部 産業振興課 課長 中山 薫 様
16:40-16:50	閉会挨拶
	産学公連携室長 藤井 啓文

この技術説明会の中で思いつき閉会挨拶で述べた提案として、技術見学会があります。企業にとって共同研究を行うことは開発費の負担もあり、リスクも伴います。そこで企業が共同研究を行うか否かを判断する

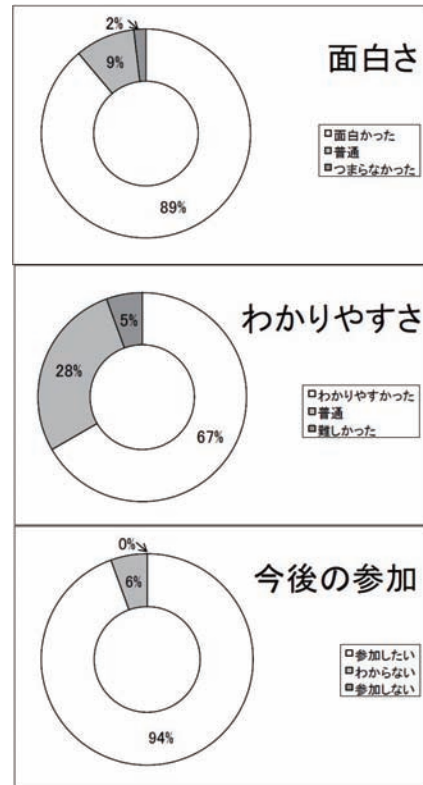


図3 技術説明会アンケート結果（回答数 54 名）

機会として、技術見学会を開いてはどうかというわけです。通常の見学会は研究成果を説明することが主体ですが、使われている技術や開発中の技術を主体にして説明を行う見学会です。これには自治体や中小企業支援の公的機関が賛同してくださっており、今後、実現へ向けて取り組んでいきたいと考えています。

8. 今後へ向けて

ここまで見てきたように、大型最先端加速器の大規模アップグレードを産業基盤技術力の強化の機会と捉え、特に中小企業の参加も意識した試みの第一歩は成功したと思っています。一方、アンケートの自由記載方式で求めた回答の中には、今後への要望として、もっと技術要素を分け更に具体的な説明をして欲しいという要望がかなりありました。そうすると、実際の現場で現物を見ながら説明しないとなかなか困難と思われ、現場見学を兼ねた説明会などが必要かも知れません。いずれにせよ、この先へ進むには更なる工夫が必要です。ここで言う工夫は技術上の工夫とは異なり、研究装置としての最先端加速器の技術開発がどのようなやり方なら産業上の技術力強化にうまく結びついていくのかという工夫です。本稿が、研究に疲れた時に、このような方向に知恵をめぐらせてみるきっかけになってくれれば幸いです。