

## 1. はじめに

栗屋委員  
J. J. Thomson が陰極線が粒子であるとの結論を題したのは 190 であること、また、加速器という概念は当時なかったわけなので加速器を用いたというのは、少し言い過ぎに思える。

永宮座長

20 世紀の自然科学の発展を俯瞰すると、加速器は其中で大きな役割を果たしていることに気づく。19 世紀の終わりに J. J. Thomson により、陰極線を構成するのがマイナスの電荷を持つ微粒子（電子）であることが明らかにされたが、この陰極線管の原理は振り返って見ると、簡単な加速器のミニチュアともいえる。20 世紀になって、（この原理による）初期の研究としては、陰極管と呼ばれる単純な加速器を用いた J. J. Thomson による電子の発見に始まり、コックロフトワルトン型静電加速器の発明によりによる人工放射能の生成が可能となった。等があり、これらは、未熟な加速器としては初期の未熟な段階にあったが、ではあったが当時の科学のフロンティアを築いた。

加速器が本格的に稼働を始めたのは第 2 次世界大戦終結後のことである。加速器を用いることによって、反陽子の発見、原子核や陽子の形状の決定、多種類の素粒子の発見、クォークの発見、相互作用の解明、等々、物質のミクロな描像が次々と解明されていった。加速器を用いた基礎科学研究に与えられたノーベル賞の数も、戦後だけで 10 件以上に上る（表 1-1 参照）。そして、よりミクロな世界を研究するために、「加速器の高エネルギー化」が志向され、ひいては、加速器の大型化へと進展してきた。

永宮座長

一方、20 世紀の後半 4 半世紀になると、加速器は、単にミクロな自然現象の解明のみにとどまらず、科学そのものの拡がりや応用性を志向する方向へと進展を始めた。典型的な例は、電子ビームが円形軌道を描く際に放射される「放射光」をビームとして利用した研究である。また、陽子加速器から得られる中性子ビームやミュオンビームによる物質・生命科学研究も始まり、これらのビームも放射光ビームと並んで有用な手段となりつつある。このような新しい研究領域は「加速器の大強度化」によって創り出された領域であり、「加速器の高エネルギー化」の方向とは異なる。

20 世紀の後半 4 半世紀におけるもう一つの特徴は、がん治療用加速器といった社会のニーズに直接に答える「社会還元型」加速器の登場である。医療用加速器として重イオン加速器が活躍し、また、陽子加速器を用いた陽子線がん治療装置も各地で稼働している。さらに、サイクロトロンを用いた医療装置、植物産業に直接応用されている加速器、等々、続々と特殊目的用加速器が登場した。日本には大小合わせて千台を越す加速器が存在するといわれているが、その内の大半

はこの「特種目的に特化」された加速器であり、特に医療用と産業用のものが多い。

さらに、大学や研究機関に加速器が設置されるにつれ、加速器は教育面でも大いなる威力を発揮している。特に、大学や大学共同利用研究機関においては、学部学生や大学院生の教育に、加速器は重要な役割を果たしてきた。未来の人材育成への多大な貢献も、加速器の中で見のがしてはならない側面である。

表1-1：加速器から生まれたノーベル賞

受賞年	受章者	受賞理由	加速器の所在地
1939	E. O. Lawrence	サイクロトロン の発明と 人工放射性元素の研究	カリフォルニア大学 (米)
1951	J. D. Cockcroft E. T. S. Walton	加速荷電粒子による原子核変換	キャベンディッシュ研 (英)
1951	G. T. Seaborg E. M. McMillan	超ウラン元素の発見	カリフォルニア大学 (米)
1959	E. Segre O. Chamberlain	反陽子の発見	カリフォルニア大学 (米)
1961	R. Hofstadter	電子散乱による核子の形状	スタンフォード大 (米)
1968	L. W. Alvarez	水素泡箱による多数の素粒子発見	カリフォルニア大学 (米)
1976	S. C. C. Ting B. Richter	J/ $\psi$ 粒子の発見	ブルックヘブン国立研 (米) スタンフォード大 (米)
1980	J. W. Cronin V. L. Fitch	K 中間子崩壊における CP 対称性の破れの発見	ブルックヘブン国立研 (米)
1984	C. Rubbia S. van der Meer	弱い相互作用を担う粒子 W と Z の発見	CERN (スイス)
1988	L. Lederman M. Schwartz J. Steinberger	ミューニュートリノの発見と レプトンの二重構造	ブルックヘブン国立研 (米)
1990	J. I. Friedman H. W. Kendall R. E. Taylor	電子深部散乱による クォークの発見	スタンフォード大 (米)
1995	M. L. Perl	タウレプトンの発見	スタンフォード大 (米)

このように、加速器は科学研究を大きく進歩させるために欠くことのできない重要な装置となっている。またさらに近年は、その応用性の高さから、加速器に

よる研究が、物質科学・材料科学・生命科学などの分野への拡がりを見せつつある。さらに、医療用加速器のように、直接人々の暮らしに還元される加速器や、大学等に付置された教育に寄与する加速器もあり、加速器の応用分野は多様化している。

永宮座長

一方、原子力を中心とする我が国の戦後の科学技術の進展を辿ると、原子力という原子炉を中心とする実用的なエネルギー開発の側面が強調されがちであり、加速器が原子力先端的研究として重要視され始めたのは、ごく最近のことであつたある。重視された理由は、原子力のもつ潜在的可能性を考慮すれば、原子力を単なる実用的エネルギー生産技術としてだけでなく、現代社会を支える総合的科学技術として推進することが肝要であり、加速器を用いた科学の推進も、その中の重要分野として位置付けるべきであるという観点である視点が生まれたためである。加速器で得られる高エネルギー放射線や高出力レーザー光による原子核・素粒子物理、さらには、それらを用いた原子核から物質科学、生命科学にわたる広い科学技術分野の基礎的、応用的研究開発は、まさに、原子力先端的研究として重視され、注目されるべき分野となりつつあるなつた。

永宮座長

このような観点を踏まえ、平成12年11月策定の原子力長期計画では、加速器や高出力レーザーを利用する先端的研究開発を「未踏領域への挑戦」として位置づけ、原子力開発研究の中での加速器を用いた科学技術研究開発の推進が示されて提言されている。そして

永宮座長

栗屋委員

「さらに... 上昇し」る。(図1-1参照)は行を変えた方が良くはないだろうか。このままだと、加速器関係の予算とレーザー関係の予算が一緒なのか区別されているのかが明確ではない。また、もし一緒に組み込まれた結果増えたというのならそのように書くべきではないか

さらに、原子力予算に限ってみるとの推移を眺めると、平成12年度には原子力関連一般会計予算の10%が加速器関連の予算に充当されていたが、平成15年度には17%へと上昇している。(図1-1参照)

さらに、原子力委員会は、このような国内外の情勢や加速器は科学技術の発展の一翼を担うものであるとの社会の期待を踏まえ、加速器分野における研究開発の着実な推進を図るため、研究専門部会の下に加速器検討会を設置し、調査審議を行うこととした。

原子力科学技術は、直接的に人類に豊かさを与えるだけでなく、知ること(自然認識)のもたらす精神的な豊かさを人類社会に与えてきた「総合科学技術」である。我が国は、現代社会を支える数々の先端科学技術を生み出す基盤を構築する総合科学技術として、この原子力科学技術を今後とも推進していくことが必要である。

永宮座長

本報告書は、「まえがき」にも述べたように、加速器はなぜ必要かという素朴な疑問に始まり、加速器の種類や我が国における加速器の現状を把握し、述べ、その方向性を探ると共に、原子力科学技術における今後の加速器の研究開発のあり方について述べるまとめたものである。また、原子力と加速器のつながりにも触れ、原子力予算によって推進されている4つの大型加速器のフォローアップも行なう。

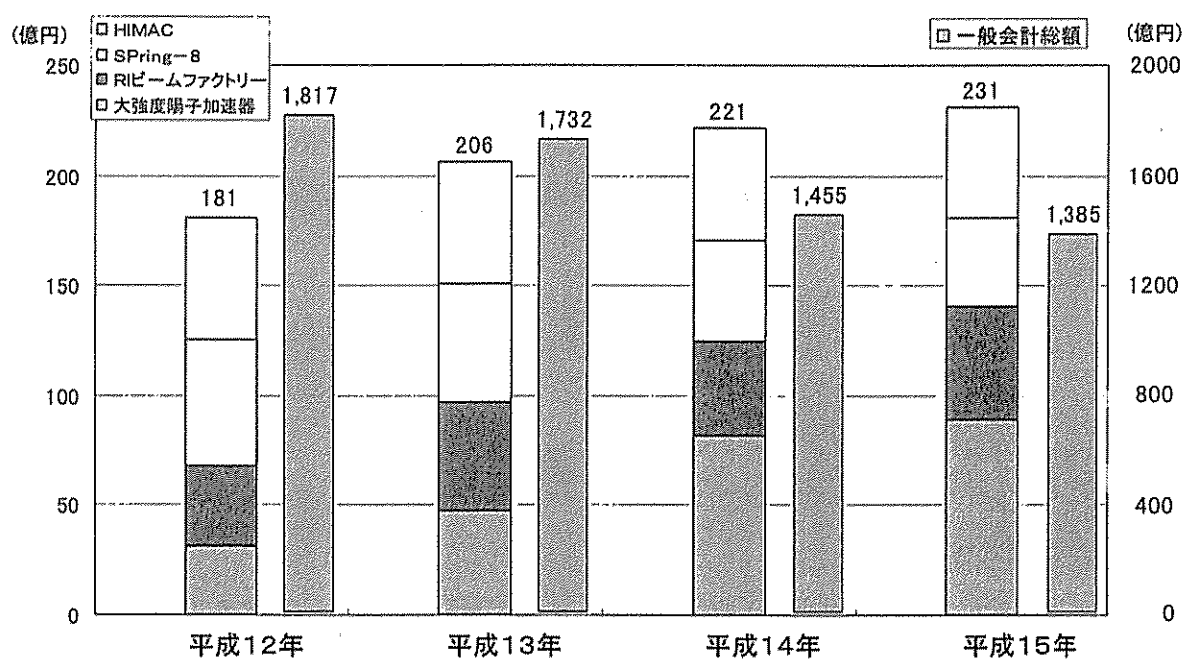


図1-1: 原子力関係一般会計の推移と加速器への予算配分の推移