

加速器学の展開と深化への期待

榊 裕之*

Hiroyuki SAKAKI

このたびの日本加速器学会の発足に際し、学術的な関連の深い応用物理学会を代表し、祝辞と期待の言葉を述べさせて頂く。

タイム誌は、2000年の特別号で、事件に満ちた20世紀を回顧し、Man of the Centuryを検討し、アインシュタインを選出した。2005年は、このアインシュタインが主要論文を発表してから100周年に当たるため、「物理年」として、世界の各地で様々な催しが企画されている。この百年間の物理学の進展を振り返るに留まらず、21世紀における学術文化や技術体系の在りかたを再吟味する機会として活かすことは、意義深いことであろう。

周知のように、1900年のプランクの講演と1905年のアインシュタインの論文を嚆矢として、量子力学や相対論が生み出され、その飛躍的な進展に伴って、人類は、物質世界の諸現象の本質を把握するための新しい枠組みを築き上げた。同時に、物理現象を人工的に制御する多様な手法が案出され、物理学を基盤とした技術体系が著しく拡大整備され、人間生活や社会を大きく変革しつつある。この科学技術の発展の中で、種々の加速器は、物の本質を明らかにするための不可欠な学術実験用の機器としてだけでなく、新技術を拓き活用するための有力な機器としても、貴重な役割を果たしてきている。

例えば、この半世紀に驚異的な進展を遂げ、社会を一変させた情報通信（IT）分野では、LSIが不可欠な役割を果たしているが、その実現のためには、半導体物理学に加えて、加速・収束された電子を利用してナノ精度の回路パターンを描画する技術、加速されたイオンを用いた不純物の注入や選択加工技術などの加速器関連の諸技術が、重要な役割を果たしている。また、バイオ・医療技術分野でも、加速電子線で発生させたX線を活用したCT診断、各種のX線を用いた生

体分子の分光計測や構造決定に加え、加速粒子線による腫瘍の治療法など、加速器を応用した応用物理学的な手法が大きな貢献を果たしてきている。

上記のように、加速器に関する科学と技術は、順調で多様な発展を遂げてきており、研究者の数だけでなく応用領域も大きく拡大してきている。こうした状況を考慮すると、独自の学会を発足させ、学術交流のチャンネルを拡大することは、誠に時宜にかなったことと思われる。今回新たに生まれた貴学会が、順調に発展し、科学技術の新たな領域を開く学術交流の場としても、次代の人材を育成・陶冶する場所としても、大きな役割を果たすことを祈念している。

さて、科学・技術とそれを取り巻く社会は、20世紀の飛躍的な進展を経て新たな段階に入りつつあり、今後の科学技術の推進には、新しい取り組みや工夫が不可欠になっていると、筆者は考えている。特に、学術の基盤の深化と進化に関しては、物理学に留まらず、化学・物質・生命・情報などの諸領域をも含んだ統合的な視点や手法が極めて重要になっている。このため、大学でも学会でも門戸を開放し、異分野の研究者が自由に往来し、共同作業をしなくなる知的空間を築くことが必須となろう。また、今後の技術体系を、人間社会・地球環境などの諸課題に適用し、有効な手法として発展させるには、個別の技術のニーズやシーズの検討に留まらず、医療や福祉や教育、経済や財政、都市化や環境保全、国際的な競争と協調などの諸要素までを、人文科学や社会科学的な視点から広く吟味し、その上で将来の方向を予測し選択してゆくことが欠かせない状況となっている。応用物理学会もそうした視点に立ち、関連する学会とは相互の乗り入れや補完的な協力を積極的に進め、学術の進展に貢献することを目指している。新生加速器学会において、同様な視点が共有され、開かれた運営や学会間の協力がなされ、学際的かつ国際的な視点で新しい活力を持った学術研究が誘発・推進され、人類社会の質的な向上に寄与されることを期待している。

* 応用物理学会会長（東京大学）
The Japan Society of Applied Physics
(E-mail: sakaki@iis.u-tokyo.ac.jp)

日本加速器学会のスタートを祝して

山藤 馨*

Kaoru YAMAFUJI

本日を期しての日本加速器学会の発足，まことにおめでとうございます。

私たちの低温工学協会は，極低温と超電導に関する科学・工学技術を専門分野とする社団法人で，1966年に発足しました。協会内には，この分野のアカデミックな研究開発を担当する部門としての「低温工学会」を擁しています。この学会は，「低温工学—超電導学会」と称する研究発表会を毎年春秋2回開催し，月刊の学会誌「低温工学」の発行を行っています。

超電導リニアモーターカーや磁気共鳴画像診断装置(MRI)などで既に実用化され身近なものになっている超電導応用技術は，それを支える極低温技術と共に，省エネルギー・環境適応型技術の代表的なものとして評価されており，21世紀を支えるキーテクノロジーの一つとして大きな期待を寄せられています。その応用分野は，核融合開発・高エネルギー加速器などの大型プロジェクトから，超電導送電・発電機・エネルギー貯蔵装置(SMES)などの電力応用，或いは各種

の超電導エレクトロニクス素子を用いた情報通信分野・医療診断分野など，先端科学技術の研究開発から産業分野に至るまで，極めて広範囲な広がりを見せつつあります。

したがって，当協会の専門分野である低温工学—超電導科学・工学は，貴学会の専門分野である加速器科学のキーテクノロジーの一つに当たるものと理解しております。例えば，クライオポンプは高真空を得るための手段の一つであり，サブケルビン・テクノロジーは物性研究に究極の環境を提供します。また，近年急速に発達した超電導科学・工学技術は，超電導マグネット技術など，高周波加速器における必要不可欠な基盤技術の一つになってきていると思われます。

このような観点からは，加速器科学と低温工学—超電導科学・工学は学問の縦糸と横糸のような関係にあるようにも思われます。

お互いに手を携え，切磋琢磨しながら，21世紀の平和で環境に優しい高度な社会を築き上げていきたいものです。

新しく発足された日本加速器学会の今後のご発展を心からお祈りいたします。

* 低温工学協会会長（九州大学名誉教授）
Cryogenic Association of Japan
(E-mail: kayamafuji@helen.ocn.ne.jp)

日本加速器学会設立によせて

田畑 米穂*

Yoneho TABATA

加速器との付き合いは，過去約半世紀近くにさかのぼる。1950年代末設立された放射線高分子研究協会に設置されたヴァン・デ・グラフでの電子線照射が最初である。

海外では，1964年フランスの原子力庁サクレー研

究所シンクロトロン，“サチューン”3 GeV, H⁺, ジュネーブにおける CERN（欧州核研究センター）サイクロトロン，600 MeV H⁺ の利用が大型加速器利用の最初の経験であった。1971年には，米国メリーランド大学でのサイクロトロンよりの，80 MeV H⁺,

1979年には、ベルリン、ハーンマイトナー研究所における大型サイクロトロンよりの各種重イオンビームの利用である。1980年初頭には共同研究者がバンクーバー・TRIUMFで中間子ビームによる実験を行った。当時、国内では、大型加速器による実験が困難であったので、国際協力の有り難さが身に染みた。

理研の重イオン、日本原子力研究所におけるライナックからの高エネルギー電子、KEKの中間子科学研究施設のミュオン・ビームなどについては、間接、直接に協力を頂いて利用することが出来た。

一方、1962年より、東京大学におけるダイナミトロンの導入、建設に深くかかわった。ビームの発生迄に長期間を要し、加速器取り扱いのむずかしさを実感した。この加速器は学内共用施設として使用された。

さらに1974年から、東京大学原子力研究施設（東海村）にS-バンド線形加速器の建設を担当し、当時として、世界最短のピコ秒パルスの発生に漕ぎつけた。国内の共同利用に供するだけでなく、海外より多くの研究者が来日、滞在し、共同研究が行われた。1960年代から1970年代にかけて、外国の設備を使わせて貰ったお返しが出来たと思っている。

1981年度よりスタートした東京大学原子力研究総合センター（東海村）における重イオン加速器（HIT）の建設に責任者として、その任にあたった。学内の加速器専門家の御協力を頂いた。

筆者は加速器の専門家ではないが、主として利用する立場で、いろいろな側面から加速器をみて来た。

長期に亘る海外、国内の加速器の利用や共同研究および自分自身による加速器の建設と共同利用への提供をとおして、この分野における国内異機関の間での交流、協力、また国際協力が如何に重要であるかを痛感している。

協力と協調、それに競争により、相互に補い、刺激し合うことによって、加速器の性能の向上や新しい提案、その利用は急速な進歩を遂げているものと思う。

極限の条件下で、ブレイク・スルーとなるような研究は、目的にあったビームの性能とそれにマッチする最適な計測系がなくてはならない。ビーム利用者側と提供者側（加速器）の強い相互作用、相互協力があるのみ実現が可能になる。特化された先端的な技術と、総合的・横断的な加速器技術の融合が必要になることを実感した。

さて、現在の我が国における加速器の開発や利用は

多岐に亘っており、数々の成果を生みつつあり、世界でも最も高いレベルにあると思う。

日本原子力研究所高崎研のイオン照射研究施設（TIARA）は、1993年7月に完成し、4台の加速器を連動して使用出来る総合的ビーム利用施設で材料と生物の分野を中心に高度利用が展開されている。

放医研では1994年6月以来シンクロトロン施設（HIMAC）よりの炭素イオンのビームを利用したがん治療が行われており、症例数が2000に達しようとしている。

現在、HIMACの簡易小型化のプロジェクトが進行中で、シンクロトロン直径がHIMACの1/2に目標を置いて、コストの格段の低減、効率化を狙っている。普及型加速器として、全国に2ケタ台(?)の設置を期待しているようである。

また、更に小型化を進める医療用先端小型加速器開発体制が文科省支援のもと、放医研を中心にオール日本で生まれ、プロジェクトが進行中である。フェムト秒TWレーザーがビーム源として使用される。

放射光施設については、1980年代に建設された高エネルギー物理学研究所KEK（当時、現高エネルギー加速器研究機構）によるフォトン・ファクトリーに継いで、1997年に完成した世界最高の電子エネルギーのスーパー光リングSPring-8（8 GeV）が稼働中で数々の成果を挙げている。最近の話題の一つは、同施設のレーザー電子光施設（LEPS）で得られるガンマ線を用いた研究で、クォーク5個からなる新粒子ペンタクォーク penta-quark の発見であろう。（平成15年度、仁科記念賞、阪大中野教授）新しい粒子の世界への窓を開いたとされている。

理研の重イオンサイクロトロンよりのビームにより不安定核の高速粒子、即ちRIビームを発生させ、それを用いて散乱や反応を起こさせる新しい方法が理研グループの手で開発された。RIビームは原子核の研究で新しい分野を開拓しつつある。 ^{10}He などの発見により、中性子ハローや中性子スキンの存在を始めて明らかにし、新しい様相の原子核の存在が予言されるようになった。理研では、世界最強のビームを供給するRIビームファクトリー計画が進行している。

高エネルギー加速器研究機構（KEK）と日本原子力研究所の共同チームによってJ-PARC（Japan Proton Accelerator Research Complex）計画が実施に移され、建設が急ピッチで進んでいる。400 MeVの陽

子線形加速器, 3 GeV のラビッドサイクルシンクロトロン (RCS, 出力 1 MW), 50 GeV のプロトンシンクロトロンから構成される. 中性子スペクトロスコピー, アクチニド・バーニングを含む核変換および素粒子物理学が主対象である. ターゲットや強い放射能発生への対応では, 原子力工学の分野も深く広く関連してくるであろう.

筆者は, 1991 年より 6 年余に亘る原子力委員の任期の間, 上記の加速器のプロジェクトについては, その意義と重要性について, 原子力研究開発長期計画に

* 日本アイソトープ協会副会長 (東京大学名誉教授)
Japan Radioisotope Association
(E-mail: konwakai@jaif.or.jp)

明確に位置付け, 進行中のプロジェクトについては, より一層の推進を計るべく, 微力を尽くしたつもりである. 現在, 世界に誇る先進的大型加速器の建設が我が国で行われ, 多大の成果を挙げつつあり, また計画・実施が進行中であることは, よろこびに耐えない.

いくつかの新しい将来計画もスタートし, 今後も革新的な加速器開発が, 国のプロジェクトとして推進され, また産業界の努力によってなされようとしている.

加速器による科学の進歩や産業発展への寄与は計り知れない. 横断的で多面的な国内および国際協力が求められている.

この時期に日本加速器学会が発足することは, 誠に意義深いものがあると思っている.

日本加速器学会の設立を祝して

西村 恒彦*

Tsunehiko NISHIMURA*

医学・医療において, 放射線医学ほど「加速器」のお世話になっている分野はありません. とりわけ私共の核医学 (Nuclear Medicine) は, 放射性同位元素 (Radioisotope: RI) を診断および治療に応用するもので, 加速器による RI 製造がないと殆ど成り立たない学問体系といっても過言ではありません.

核医学診断法は平たくいえば, X 線 CT や MRI が組織や臓器の形態を表現する (形態画像) のに対し, 生体の種々の機能や代謝を表現する標識化合物を創薬し, これらの人体における分布 (機能・代謝画像) を生きたままでみるものです. これには大きく分けて, 短半減期のガンマ線核種 (^{99m}Tc , ^{123}I など) を用いる単光子放出断層シンチグラフィ (single photon emission computed tomography; SPECT) と超短半減期の陽電子核種 (^{11}C , ^{18}F など) を用いる陽電子放出断層シンチグラフィ (positron emission tomography; PET) になります.

たとえば, SPECT を用いて脳や心臓における血流・機能が画像化できることから痴呆や心筋梗塞の程度が大変よくわかるようになってきました. また,

^{18}F -FDG (fluorodeoxyglucose) と PET を用いて糖代謝が画像化できるようになり, 代謝の変化から X 線 CT や MRI より早期に癌を見つけることが可能になってきました. 最近はやりの PET 癌検診は, この展開の中で大きく脚光を浴び, “癌を早くみつけ, 切らずに治す” ことにより, 健康寿命の延伸が求められています.

一方, 核医学治療は, 末期癌の患者様においてストロンチウムを用いた疼痛緩和療法やヨード・シーズを用いた前立腺癌の密封小線源治療など Quality of Life の面からみて, 素晴らしい治療法として発展しつつあります.

このように核医学診療は, もはや医療の中で不可欠なものとなっております. たとえば, 1 年間に全国で心臓核医学検査は約 44 万件, 骨シンチグラフィは約 56 万件行われております. また, PET 癌検診で早期癌がみつかる確率は約 1~2% とされており, 従来のどの検診に比較しても, 格段に検出率が高いものであります. 今や PET 検診センターが全国で増加しつつあり, まさに「医療ビジネス」としてさえ成立しつつ

あります。

このように核医学は加速器とともに発展を続け、日本核医学会は昭和39年に設立以来約40年の歴史を有し、現在約3,500名の会員数を抱えております。また、年8回の英文誌(Annals of Nuclear Medicine)

* 日本核医学会会長(京都府立医科大学大学院医学研究科放射線診断治療学)

Japanese Society of Nuclear Medicine

(E-mail: nisimura@koto.kpu-m.ac.jp)

と4回の邦文誌(日本核医学会誌)を刊行しています。とくに英文誌は、Impact Factor 0.561(ISI社、2002年)と国際的にも高く評価されております。このような観点からみますと、今後、加速器学会がその設立の遅れを取り戻すかのように、年度を追うことに“加速”され、指数関数的に成長されていかれることを願っております。

日本加速器学会の設立、大変おめでとうございます。貴学会の発展を心からお祈り致します。

日本加速器学会への期待

村上 正紀*

Masanori MURAKAMI

この度の日本加速器学会の設立に際し、お祝いを申し上げますと同時に、貴学会と当学会が強く連携させて頂ける事をお願い申し上げます。

社団法人日本金属学会(<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jim>)は、「金属に関する理論ならびに工業の進歩発達をはかること」を目的として、昭和12年に発足し、金属材料に関する会員の情報交換および啓発を目的とした学術支援活動に関する多くの事業を行ってまいりました。昨今の急速に進展する時代の要請にともない、近年は金属のみならず、セラミックス等の非金属材料の領域まで研究対象が広がっています。

材料は生きています。いつも最も安定な状態ではなく、少し不安定な状態、いわゆる「非平衡」の状態では多くの材料は使用されています。例えば、鉄鋼材料の製造プロセスに代表される「熱処理」は、その材料に対する要件を満たすために材料を加熱冷却することにより、強制的に材料を「非平衡」状態にさせる方法です。また、新たな磁性材料として注目されているアモルファス材料は、急速冷却により、やはり材料を「非平衡」状態にさせて、高性能を引き出しています。こ

のように、材料開発においては、如何に、物質を非平衡状態(準安定状態)で特性を発揮させるかが、開発のポイントになっています。

加速器は、材料の準安定状態を創成するための極めて有効な装置と位置づけられています。高エネルギー粒子線を材料に照射しますと、安定な状態からは予想のつかない新たな特性をもった不安定相が出現したり、また逆に通常では非常に起こりにくい不安定状態から安定状態への遷移が促進され、照射後直ちに安定相が形成される場合があります。そのため、日本金属学会では、「第1分科会：エネルギー材料」の中に、「エネルギービーム利用材料」研究分野を設け、加速器を用いた材料の学術基礎研究ならびに応用開発研究の学際的活動を支援しております。

このような観点から、この度の貴学会設立は、加速器研究者と材料研究者の情報交換の場を提供することにより先進材料の開発研究の発展が大きく促進される事が期待されます。また、加速器の有効利用はさまざまな形で実現されていると思いますが、加速器の共同利用を通じて、わが国の優れた加速器研究者ならびに材料研究者の連携を深めることにより、両学会員の研究が飛躍的に発展することを期待しております。

近年、学際的な研究活動の必要性が高まっており、学協会の連携の重要性が指摘されております。日本金

* 社団法人 日本金属学会会長

The Japan Institute of Metals

(E-mail: masanori.murakami@materials.mbox.media.kyoto-u.ac.jp)

属学会では、日本原子力学会や日本鉄鋼協会と連携協力して、セミナー、シンポジウムおよび学会講演共同セッションなどを開催し、学会員の要望に応じてきました。貴学会におかれましても、このような状況を鑑

み、学協会の連携協力を積極的に行って頂ける様、お願い申し上げます。

最後に、貴学会の今後のご発展を祈念し、お祝いのご挨拶といたします。

日本加速器学会の設立を祝して

齋藤 伸三*

Shinzo SAITO

日本加速器学会の設立、誠にめでとうございます。心よりお祝いを申し上げます。

日本原子力学会は、昭和34年、原子力の平和利用に関する学術および技術の進歩をはかり、原子力の開発、発展に寄与することを目的として設立されました。爾来、原子力は総合科学技術であるがゆえに、核データ、炉物理、核燃料、材料、熱流動、計測制御、遮蔽等の要素技術から、システムとしての原子力発電、核燃料サイクル、放射性廃棄物処理・処分、核融合炉や炉化学、放射線応用等幅広い分野を対象としてきました。その中には、貴学会と密接な関連を有するものとして、加速器・ビーム科学部会、放射線工学部会等が活発な活動を続けております。

弊学会の加速器を利用した分野としては、数10年来、原子炉等の設計に必要な核データや原子分子データの取得、材料の放射線損傷等の研究や機能性材料の創成などが行われてきました。また、ラジオアイソトープの生産や放射線の生物学的効果等の研究への加速器利用も一般的です。さらに、最近では、加速器からのシンクロトロン放射光や中性子ビーム、イオン

ビームを用いた生命や物質の研究も原子力研究の一分野として広く認知されるようになって来ております。

一方、将来の可能性として、原子炉の使用済燃料の再処理から出てくる長寿命放射性核種を加速器を用いて短寿命核種に核変換し、廃棄物処分に伴う環境への負荷を軽減する技術開発が進められているところです。

このように、弊学会が進めております原子力研究開発分野では、加速器が有する可能性に大きな期待が寄せられているところです。貴学会の英知を結集された先進的な加速器技術開発やユニークでバラエティーに富んだ加速器の提案や建設は、これらの夢を実現する上で大きな力となることが期待されます。また、弊学会が培って参りました大型施設建設に関わるシステム工学、計測技術、マン・マシンインターフェイスなどの知見は、新型加速器の提案や建設にとって有用なものと思われ、相互にご協力出来るところが多いものと存じます。貴学会との密接なパートナーシップの確立を期待するところ大であります。

日本加速器学会の設立を祝し、ご発展を心からお祈り申し上げます。

* 日本原子力学会会長（原子力委員会委員長代理）
Atomic Energy Society of Japan
(E-mail: atom@aesj.or.jp)

日本加速器学会の設立を祝して

小野 雅敏*

Masatoshi ONO

貴学会の創立にあたり、心からお祝いの言葉を贈らせていただきたいと思います。

その設立趣意書に述べられております人類への貢献という大きな志は、加速器そのものとその発展に尽くしてこられた方々が今まで果たしてこられた、科学技術の先導と広範な社会への寄与から考えますと、誠にふさわしいものと思われま

す。真空の科学技術も加速器という推進力の恩恵を受けると同時に、その進展に寄与してきたものとも考えることもできます。こうした相互の良い関係をこれからも維持し、発展させて行くことが可能であり、必要なことと考えております。

さて、世界の真空協会・学会について振り返って見ますと、実験科学の推進役であることに思い至ります。例えば、本年6月開催の国際会議は、第16回真

空国際会議、第12回固体表面国際会議、第8回ナノメータースケール科学技術国際会議という3つを総合したものとなっており、開催回数が真空学会の進展の方向を示しています。これは、表面からナノへと向かう技術の潮流を示しており、材料技術と計測技術などにおける今後の大きな進歩を予感させるものであります。より強力で高性能、かつ省資源性を備えた次の世代の加速器においてはそうした技術が役立つことが大いに期待されます。

こうした相互に波及しあう発展は、それを担う研究者や技術者の交流と協力によってさらに充実したものになるでしょう。これを育むのも学会の重要な役割と思われま

す。そして、設立の中核となられる方々のお名前を拝見いたしますと、貴学会の今後の発展と大目標の達成は約束されたものと思われま

* 日本真空協会会長（舩船井電機新応用技術研究所 取締役 CTO）

The Vacuum Society of Japan

(E-mail: ono.masatoshi@nifty.ne.jp)

「日本加速器学会」の設立を祝して

藤井 保彦*

Yasuhiko FUJII

関係者の皆様の熱い思いが一つに結晶化した「日本加速器学会」の設立、誠にありがとうございます。

高中性子束を必要とする中性子ビーム実験は、原子炉を本格的な中性子線源としてスタートした歴史的経緯があるため、我が国での実験は当時の欧米先進国に遅れること約20年、1960年代初頭に始まりました。しかし驚くべきことに、1960年代半ばには東北大核

理研の電子線形加速器を寄生的に用いて発生させた中性子による中性子回折実験に世界に先駆けて成功しました。この我が国が誇るパイオニア的成果は、国際的な中性子コミュニティにはよく知られています。その後、より効率的に中性子を発生させることのできる陽子の核破砕反応を利用した専用の中性子源が、1980年に高エネルギー物理学研究所（KEK）に設置され

ましたが（現在の KENS）、これまた世界初の専用パルス中性子源でした。それ以来、より高出力の核破碎中性子源が諸外国に設置され、パイオニアであった我が国は欧米の後塵を拝することになりました。しかし幸い、4年前から大強度陽子加速器計画（J-PARC）の一つの中核的施設として、1 MW のパルス中性子源が建設されています。このように、中性子科学技術と中性子産業利用を支える中性子源は、原子炉とともに加速器に大きく依存しており、加速器の進展なくして、夢を語ることはできません。

このような Neutron Flux Frontier とも言うべき National Facility としての高出力加速器中性子源と

* 日本中性子科学会会長
（日本原子力研究所中性子利用研究センター長）
The Japanese Society for Neutron Science
（E-mail: fujii@neutrons.tokai.jaeri.go.jp）

もに、利用者の裾野を広げるテーブルトップ型小型加速器による実験室系中性子源 Laboratory Source の出現が待ち望まれます。原子炉中性子源を必要とする中性子科学研究は、かつて Small Science at Large Facility の唯一の分野でしたが、近年は放射光も同じ状況にあります。しかし、中性子に比べ後者が一般ユーザーに馴染み深いのは、大学の学生実験など、実験室系 X 線源による X 線利用経験があることにより

ます。このように中性子線源、中性子輸送・制御・検出系等の開発研究、それらを用いた幅広い基礎・応用両面の学術研究や産業利用を視野に入れて日本中性子科学会は活動しておりますので、今後益々貴日本加速器学会との繋がりは深まることとなります。両学会が、お互いにより影響を与えながら益々発展することを期待しております。

加速器学会への期待

中川 晴夫*

Haruo NAKAGAWA

このたび日本加速器学会が設立の良き日を迎えることとなりましたことは、誠に喜ばしく存じます。これまで設立に尽力された方々に深く敬意を表するとともに、あわせて一言お祝いの言葉を申し述べます。加速器の技術は 20 世紀後半に入って飛躍的に発展してきましたが、その応用範囲は科学技術の分野に留まらず、今後は広く社会生活に役立つ分野へと範囲を広げていくことが期待されています。例えば最近登場してきた普及型がん治療用加速器は専門家の間で大きな関心事項となっていますが、今後これが一般社会に対してどのようなエポックメイキングな出来事として受け入れられていくかは工業界にとっても重大な関心事であります。

さて、再度到来した加速器への熱い期待を背景に、私ども社団法人 日本電機工業会では、本年 2 月に産業用小型加速器懇談会を新設し、加速器に関する業界活動を開始いたしました。今年度中は当工業会原子

力部の原子力業務委員会の傘下とし、主として講演会や勉強会を通じた情報収集活動を展開しております。まずは当工業会の取扱品目の拡充を目指して業界活動として取り組む対象機器の確定を行います。具体的には「カタログ交換会」を実施し、各社が商品化し市場投入している加速器をデータという形で互いに集積、共有し、業界活動の屋台骨を組み上げようとするものです。これに平行して、官庁に対して諸々の提言を行うほか、加速器の規格基準作り、海外との交流、調査統計、広報活動等、幅広い活動を行う予定です。

我々が目指す工業会事務局の業界活動は、1 社ではなかなかまともにくい情報や、発信しにくい情報を収集・分類・整理・発信し、その核となることです。加速器はその発展の経緯から、またその特有な性質から、当工業会が扱ってきた家電品や重電品とは異なる製品であり、業界活動の推進の過程ではこれまでに経験しなかった場面に遭遇することも考えられます。専

門家は自己の技術情報を他の専門家と「共有化」し、これを「培養」することを常としています。しかし、いかなる分野でも同様ですが、生活者自らは専門家と同様のレベルの商品知識を得る状況にはほとんどありません。また、その商品から派生するサービスを楽しむ立場にはあるものの、直接自己の欲求を自己実現することはできません。したがって専門家は自己の技術を絶えず社会の眼に晒し自己改革をして行く覚悟が

* 社団法人日本電機工業会原子力部長，博士（エネルギー科学）

The Japan Electrical Manufacturers' Association
(E-mail: haruo_nakagawa@jema-net.or.jp)

必要です。その意味では加速器の普及生活化が進捗すればするほど、一般生活者への理解促進活動にも注力することが肝要となります。

以上の活動を円滑に実施するには、会員メーカー自身の努力は勿論のこと、これに加えて学識経験者の皆様からのご指導ご鞭撻にも期待するところ大であり、特に今般設立された加速器学会には格別のご支援を頂きたいと願っています。前述した業界諸活動を展開していくためにも、「知のフォーラム」としての加速器学会との二人三脚による産学連携活動を展開し、より社会に受け入れられる工業会に成長していく所存です。

日本加速器学会への期待

松下 正*

Tadashi MATSUSHITA

日本加速器学会の設立・発足に際し、日本放射光学会を代表してお祝いの言葉を述べさせていただきます。日本放射光学会会員の研究活動は、加速器科学・技術の進歩の恩恵を直接受けるといっても過言でなく、日本加速器学会の設立により日本の加速器科学者・技術者の活動がますます盛んになることを期待しています。

日本国内には共同利用を行っている放射光用加速器を持つ施設は KEK-PF（つくば）、UVSOR（岡崎）、SPring-8（西播磨）、HiSOR（広島）、Rits-SR（滋賀）と5施設あり、また一般共同利用ではないがある手続きを経てユーザーを受け入れている New SUBARU（西播磨）、現在建設中の佐賀シンクロトロンがあります。また、いくつかの機関、地域において建設の提案あるいは希望があることも事実です。ユーザーの実数は、PF で年間約 2700 人、SPring-8 で約 3000 人、UVSOR で約 380 人、HiSOR で約 90 人、Rits-SR で約 250 人、が登録されていると同時に、PF では年間の有効課題（2年間有効）が 650~700、SPring-8 では実験実施課題（半年間有効）が年間 1000 以上という例に見るように極めて多数で多彩な

研究課題が実施され、分野の広さが際立っています。

このような放射光科学の発展は、国内では 1960 年代に東京大学原子核研究所の電子シンクロトロンにより発生する放射光を寄生的に利用したパイオニア的研究から始まっています。このとき加速器研究者あるいは高エネルギー物理学者が物性研究に理解を示し協力をして頂いたことは放射光分野の先輩から何度となく聞いた話です。このような加速器研究者と物性研究者をはじめとするスモールサイエンスといえる分野の研究の接点は、放射光専用加速器である PF 2.5 GeV リングが建設されたところから急激に拡大してゆきました。それと同時にユーザーがあまりにも増えたために、一部のユーザーと加速器研究者の心理的距離が大きくなっている場合も見受けられるようにも思えます。加速器学会の発足を契機に、日本放射光学会と共同で放射光ユーザーと加速器研究者の間の交流・意見交換を促進できるような企画などが実現できるとよいと願っています。

ユーザーにとって加速器は関連する研究分野を支えかつ新しい展開を切り開き研究者の夢を実現するツールといってもよいと思います。別の言い方をすれば研

究者の夢を乗せる乗り物という見方もできるのではないのでしょうか。乗り物という例えをさらに進めて自動車にたとえると、素粒子物理学のための加速器は極めて先端的性能を要求されることから F1 レース用の車といえると思います。一方、放射光源のような極めて多様なスモールサイエンス分野の多くのユーザーのニーズに対応する加速器は、極めて快適かつ高性能のリムジンバスに例えられるのではないかと思います。それも、そんじょそこらのリムジンバスではなく、多くの人の夢を乗せてセルシオの乗り心地をもち（私はセルシオに乗ったことはありませんが）かつ時速 200

km でも快適に走れるスーパーリムジンバスのようなものに相当するように思います。F1 レース用の車を開発するのも、スーパーリムジンバスを開発するのも、どちらにも挑戦的要素があると思います。加速器学会の皆様が、スーパーリムジンバスに相当する放射光源加速器の開発に興味を抱き、放射光ユーザーのニーズを先取りする形で新しい可能性を示唆して頂けることを願っています。

繰り返しになりますが、放射光科学の発展のためには加速器科学・技術の発展が不可欠です。また、加速器科学発展のためには、優れたユーザーコミュニティの存在が不可欠であり、放射光コミュニティがそのような役割の一端を担いたいと思いますので、よろしく願いいたします。

* 日本放射光学会会長（高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所）
Japanese Society for Synchrotron Radiation Research
(E-mail: tadashi.matsushita@kek.jp)

X 線発見から重粒子線治療まで—放射線治療の変遷

大野 達也, 辻井 博彦*

Tatsuya OHNO Hirohiko TSUJII

レントゲンによるエックス線発見から 100 年以上経った現在、放射線治療は手術や化学療法と共にかん治療の 3 本柱として認識されるようになった。その需要は年々増加しており、今年年間約 13 万人で日本のがん患者の 4 人に 1 人が放射線治療を受けていると推定されている。ここでは、「標的（がん）に放射線を集中させ、正常組織を温存する」治療が発展した歩みを振り返ってみたい。

文献上の最初の放射線治療は、鼻咽頭がんに対して X 線を照射して除痛効果が得られたという Voigt の報告（1896 年）であるが、これはレントゲンによる放射線発見の翌年であった。その後は、まだ生物学的知識が不十分で、照射法も手探り状態の上に、主に進行癌を相手にしていたこともあって、いくら治療しても皮膚障害ばかりでがんは治らないという状態が続いた。当時の 100 kV 足らずの X 線では透過力が低く、そのほとんどが皮膚で吸収されて深部のがんには十分な線量が届かなかったからである。

深部のがんを治療するため、物理的には、エネルギーの高い X 線を使用し、多方向から照射をして正常組織の障害をなるべく分散させる治療法が発達した。

Perthes は、X 線管にアルミのフィルターを用いると、皮膚線量が減って深部強度が相対的に増すことを明らかにした（1904 年）。また、Coolidge が真空 X 線管を発明した（1913 年）ことによって、エネルギーの高い安定した 200 kV 程度の X 線が得られるようになった。この発明は、1920 年代の技術革新の要因となり、その後の X 線診療全般に必要不可欠となっている。一方、人工放射性同位元素である Cobalt-60 からは 1.17 MeV と 1.33 MeV の γ 線が放出されるが、これを用いた外部照射治療装置（テレコバルト装置）の開発（1952 年）は、本格的な高エネルギー放射線治療時代の幕開けとなった。後に回転式治療装置が出現して多方向からの照射が可能となると、がんに対する根治性はさらに高まった。同年、医療用として 8 MV 直線加速器（Linac）が、イギリスの Hammer-

smith 病院に初めて設置され、その 12 年後に日本に第 1 号機が設置された。その後、加速器 Linac の小型化が進み、エネルギーもコバルトより大きな装置が出現して、さらなる深部線量の増加と皮膚線量の低下が得られるようになった。その結果、Linac はコバルト装置に代わり、現在の放射線治療装置の主役となっている。

多方向から病巣をねらう照射法の変遷は、Perthes の十字照射 (1904 年)、Kohl の集光照射 (1906 年) に始まる。当時、X 線管を動かしながら照射する運動照射法も考案されたが、アイデアが先行して装置の開発は追い付かなかった。後に、Flax の振子照射装置 (1937 年)、Neuman と Wachsmann の回転照射装置 (1942 年) の開発でようやく実用化された。Takahashi が 1960 年に発表した原体照射法は、回転照射中にビームの入射角度に応じて照射野が腫瘍にマッチした形状をとるため、腫瘍に相似した線量分布が得られ、今日の強度変調放射線治療 (Intensity Modulated Radiation Therapy, IMRT) の原形となっている。これは、日本が世界に誇るべき開発の一つである。

近年では、ガンマナイフや Linac を用いた定位放射線照射、IMRT、陽子線治療などの高精度照射技術の開発が進み、がん病巣への放射線集中性が飛躍的に高

まった。そのおかげで、早期がんであれば手術と同等の治療成績も可能になっている。また、種々の進行がんにおける無作為化臨床試験の結果、化学療法と放射線治療を同時期に併用する Chemoradiation の有効性が次々と明らかとなっている。我が国では、炭素イオン線を用いた重粒子線治療が放医研で開始され (1994 年)、X 線や γ 線に抵抗性である腺癌、腺様嚢胞癌、悪性黒色腫、肉腫などに対しても良好な治療成績が認められている。これは、線量分布の良さに加えて、生物学的に細胞致死作用が強いという重粒子線治療の利点が活かされた結果といえる。

がんに対する放射線治療は、目覚ましい発展を遂げてきたが、これを支えてきたのは、何といても加速器の発展が中心で、これに、線量測定、治療計画、さらには、放射線生物学、画像診断学、腫瘍学といった幅広い学問の進歩が加わっている。近年、我が国の放射線治療患者数は増加が著しく、日本放射線腫瘍学会の 2001 年定期構造調査によれば、年間約 13 万人の新患が放射線治療を受けたと推定されている。また、CT シミュレータや治療計画装置の台数も増加中で、放射線治療にも IT 化の波は押し寄せている。治療患者数だけでなく、複雑で高度な治療が増えつつあることから、これからは物理工学や生物学の専門家を加えた幅広い分野で人材や資源を確保し、より良質な放射線治療を提供していく必要がある。高性能の乗物ほどチームワークよく訓練しなければならないように、ハイテクの放射線治療にたずさわる我々にも日々の研鑽が求められているといえよう。

* 日本放射線腫瘍学会会長 (放射線医科総合研究所重粒子医科学センター)
Japanese Society for Therapeutic Radiology and Oncology
(E-mail: tsujii@nirs.go.jp)

学会間の連携を

高村 秀一*

Shuichi TAKAMURA

4 月 17 日に設立総会と設立記念講演会が東京の三ツ橋記念講堂で行われたと伺いました。日本加速器学会の設立まことにおめでとうございます。

加速器科学は物質の根源を極め宇宙誕生の謎に迫る

という知的興味と、これまで開発されてきた加速器技術の産業応用等との両面において多様な研究の発展を目指していると聞きしており、新しい展開が大いに期待される分野であると思います。

振り返って見ますと、我が国においては経済の高度成長期をピークに比較的規模の小さい専門的研究集団ごとに学会を構成してきた歴史があります。しかし昨今では学際的研究等の要請に対応するよう求められています。欧米では IEEE に代表されるような巨大な学会組織でその要請に応えようとしているかと思えます。我が国ではその再編に遅れがあるように見られる場合もありますが、私共プラズマ・核融合学会では学会間の連携やネットワークの重要性を訴え活動を起こしつつあります。このような動きが我が国の特徴にな

るのではないかと思います。

折りしも、貴学会の設立にあたり木原会長は「キーワードは連携です。ネットワーク、人と人との関係を作ることが人づくりにも重要」と指摘されています。学会内では、産学の連携、研究者同士の連携を、学会外では知的成果を幅広く社会に還元するための連携を目的に掲げられ、さらには研究機関を横断した学会活動の重要性を説いておられます。

このようにネットワークと連携を重視する考えは基本的には我々と同じです。学会間の連携もその重要なネットワーク構成の一つであると信じております。我田引水の部分もごさいますが、機会を見つけて貴学会との共同企画等の試みができればと考えます。貴学会のこれからの発展を祈念する次第でございませう。

* プラズマ・核融合学会会長 (名古屋大学工学研究科)
The Japan Society of Plasma Science and Nuclear
Fusion Research
(E-mail: takamura@ees.nagoya-u.ac.jp)

日本加速器学会の設立に際しての期待

豊田 浩一*

Koichi TOYODA

高度に進歩した現代社会においては、科学技術の成果を享受しない社会生活を考えることが困難である。そのように、科学技術の進歩は目覚しく、その応用分野も多方面に広がっている。私共のレーザー学会は、昨年、設立 30 周年を迎えましたが、レーザー応用はいまや、産業応用はもとより、情報通信、先端医療、ナノテクノロジーなど社会の隅々にまで活用され、我々の日常生活の基盤を支えているとって過言ではありません。今回設立された日本加速器学会は、加速器に関する科学技術を中心として、加速器を取り巻く広範な科学技術において広い分野の研究者・技術者が一堂に会する場を提供されるわけで、これを契機として、更なる発展が期待されます。その趣旨に沿って大勢の方々賛同され、新しい学会設立されたことに対して、心より敬意を表します。またそのような機運を

支えてきた加速器の学問的集積、社会・産業への底辺の広がりを中心強く思う次第です。

現代の高度化した社会においては、あらゆる面において、加速器応用など高度の物理的手法が必要となっており、学会設立はそのことを象徴するものと感じている。また、異分野交流や、若い人たちの積極的参加で新風を吹き込むなど大いに期待するものです。

レーザーにしても加速器にしても、それらの応用分野は多様化し、専門技術の高度化と細分化が進んで行く。しかし、利用する側の社会にはそのような区別はなく、社会の発展に役立つことが重要視されます。異分野交流や学際研究が重要性を増す所以であると思えます。異分野交流などを通じ、新分野を開拓する機会が増えてくると思います。学会も力をつけて、学会間の協力でそれを後押しできる位にしたいものです。世代間ギャップや組織の制度疲労などいろいろ問題も多いが、本学会のスタートが、そのような問題点を打破する新風となればと期待します。

* 社団法人レーザー学会会長 (東京理科大学基礎工学部)
The Laser Society of Japan
(E-mail: toyoda@euva.or.jp)