

学会賞報告

第 12 回日本加速器学会賞報告

古屋 貴章*^{1,2}Report on the 12th Prize of the Particle Accelerator Society of JapanTakaaki FURUYA *^{1,2}

1. はじめに

第 13 回日本加速器学会年会在 8 月 8 日から 10 日に開催され、9 日午後には日本加速器学会総会に引き続いて第 12 回日本加速器学会賞の発表と授与式が行われた。学会賞の募集は 2 月 29 日から 3 月 31 日に行われ、5 月 11 日に開催された選考委員会で審議の末、奨励賞 1 名、技術貢献賞 1 名、特別功労賞 2 名が推薦された。その後、評議員会の承認を経て 6 月 10 日に決定した。授与式では 1 人ずつ壇上に上がり業績を紹介された後、会長から賞状が授与された。また授与式の後に記念講演が行われた。以下に学会賞選考委員会による推薦理由を掲載する。

2. 奨励賞

氏名：藤本 哲也

所属：加速器エンジニアリング株式会社

業績：加速を伴う遅い取り出しビームのエネルギー変動補正に関する研究

＜推薦理由＞

シンクロトロンを利用した粒子線がん治療装置では、線量管理の観点から遅いビーム取り出し法が採用されている。その中で、エネルギー加速（減速）による遅いビーム取り出し法は、治療照射法の一つである拡大ビーム照射（ワブラー）法に用いられてきた。一方、この遅いビーム取り出し法では、エネルギーの変化に伴い体内飛程も変化す

るために 3 次元スキニング照射には用いることはできなかった。この問題を解決するために、藤本哲也氏は、回転型エネルギーアブソーバーを使用するエネルギー変動補正方法を考案し、その実現可能性をシミュレーションによって示すとともに、群馬大学の重粒子線がん治療装置において、治療ビームを用いて本補正方法を検証することに成功した。これにより、エネルギー加速（減速）型遅いビーム取り出し法においても 3 次元スキニング照射が可能であることを実証した。これにより、2016 年 3 月、群馬大学より博士号を授与された。

遅いビーム取り出し法には主に 3 つの方法、すなわち、①チューンを共鳴に近づけながら取り出す方法、②ビームエミッタンスを増大させる方法



藤本哲也氏

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

*² 総合研究大学院大学 SOKENDAI, Graduate University for Advanced Studies

(RF-KO法), ③エネルギー加速(減速)法がある。これまで3次元スキニングに応用されてきた①と②の方法に加え, 藤本氏の研究成果により, ③の遅いビーム取り出し法でも3次元スキニングに適応できるようになった。これにより, すべての遅いビーム取り出し法で3次元スキニングを適応することが可能となり, 藤本氏の研究成果は日本の加速器技術の向上に多大な貢献をなしたといえる。

以上のように, 藤本哲也氏の研究は, 本賞に十分に値する業績と考え, 第12回日本加速器学会賞(奨励賞)に推薦する。

3. 技術貢献賞

氏名: 山口 由高

所属: 国立研究開発法人 理化学研究所

業績: 世界初の重イオン蓄積リング個別入射方式の開発

<推薦理由>

山口由高氏は, 2014年理研RIビームファクトリー(RIBF)において完成したサイクロトロン型重イオン蓄積リング「稀少RIリング」において, 超高速応答キッカーシステムを開発し, 世界で初めて重イオン蓄積リングへの個別入射方式を完成させた。

稀少RI蓄積リングは, 宇宙元素合成過程rプロセスの経路を解明するために1日に1個程度しか生成できない極稀少な不安定核(稀少RI)の質量を1ppmというこれまでにない精度で決定するという目的に特化した重イオン蓄積リングである。高精度等時性磁場構造を実現することによって, 稀少RIのリングへの入射から約2000ターン周回させて取り出すまでの飛行時間からその質量を決定する。したがって生成された稀少RIを逃さずにリングに入射することがきわめて重要である。個別入射方式とは不安定核生成分離器(超伝導RIビーム生成分離装置, BigRIPS)で生成された直後に核種を同定された稀少RI自身が, リングへ入射するためのキッカー電磁石を直接トリガするという仕組みである。稀少RIがトリガ信号を作り, それをリングのキッカー電磁石に伝送してRIがキッカー位置に到達する時刻に合わせてキッカー磁場を励磁し, 狙ったRIを



山口由高氏

確実にリングに入射する。これを実現するには超高速で応答するキッカーシステムの開発が必須であり, トリガ信号を受けてから400nsという速い応答で磁場を立ち上げる必要がある。さらにこのシステムには入射から約700 μ s後の取り出しのための再励磁を可能にする高速充電機能, 繰り返し最大100Hzでの入射取り出し動作, 生成時刻を予想できない稀少RIに備えるための常時100%充電, および磁場の安定性1%以内という厳しい性能が要求される。立ち下がりもまた高速である必要があり, 粒子が1ターンする300ns後には残留磁場が1%以下でなければならない。

山口氏は, 2005年より稀少RIリングの開発に参加し, この個別入射方式の開発を担当した。高速FETと高速パルストランスを組み合わせたグリッドパルサー回路を開発してキッカーの超高速応答をなし遂げ, 高速の正弦波主充電と500kHz共振充電を組み合わせたハイブリッド充電方式の開発により高速充電, 常時100%充電および充電電圧の高精度化にも成功した。キッカーの高速化を達成したことにより, 当初キッカー励磁を粒子到着に間に合わせるために大きく迂回させていたビーム輸送ラインは大幅に縮小することが可能となり, 建設予算の削減にも貢献した。

山口氏の開発した個別入射方式は, 2014年稀少RIリング完成直後に実施した α 線を用いたリングの動作テスト実験から設計通りに稼働し, 続く2015年6月のビームコミッションングでは $^{76}\text{Kr}^{36+}$ の1粒子の個別入射, 蓄積, 取り出しを成功に導いた。これにより完成した稀少RIリン

グがほぼ設計通りに動作することが示された。さらに同年12月のビーム試験においては³⁶Ar、³⁵Clを用いて個別入射方式によって質量測定が可能であることを実証した。これらの一連の実験の成功は、完成した稀少RIリングがrプロセス核の精密質量測定をなし得るポテンシャルを持つことを証明するものである。実験を成功に導いた主な要因の一つが山口氏の主導した個別入射方式の確立と超高速応答キッカーシステムの開発であり、山口氏の技術的貢献は非常に大きく、技術貢献賞に値するものと評価できる。

以上の理由により、山口由高氏を第12回日本加速器学会賞（技術貢献賞）に推薦する。

4. 特別功労賞

氏名：藤縄 雅

所属：国立研究開発法人 理化学研究所

業績：加速器施設に世界初の熱電併給装置(CGS)導入他

<推薦理由>

藤縄雅氏は、企業のエンジニアとして電力プラント建設の経験を積んだ後、加速器に関しては、1988年放射線医学総合研究所の重粒子線がん治療装置(HIMAC)の建設に初めて参画された。HIMAC建設ではプラント建設の経験を加速器分野で生かし、機器担当者および土木建設業者間との調整業務を担当された。その後、兵庫県立粒子線医療センター(HIBMC)建設の取りまとめを担当された。1999年に理化学研究所に移り、RIBF建設に計画段階から参画し、特に加速器付帯設備の開発から施工に至るまで、幅広く取り組まれている。

RIBFでは、環境規制や予算的制約から計画遂行が懸念されたが、加速器施設の受電・配電システムに天然ガスを燃料とする熱電併給装置(CGS: Co-Generation System)の導入を提案し、大型加速器施設で初めてとなる適用を実現させた。ガスタービン発電機からの電力を系統電力と連携し、停電時は系統と切り離し無停電電源として運用するとともに、タービンからの排気ガスを熱源とする吸収式冷凍機を用い、加速器装置の冷却水と建屋の空調に利用している。これは、初期設備費用の合理化と運転経費削減の経済性を備え、ま



藤縄雅氏

た環境適合性に優れている。さらに大容量の無停電電力の供給が可能なることから、超伝導機器をはじめとする、加速器システムの安定運転に寄与している。

この成果を学会誌「加速器」や国際会議 WAO 2007 (Workshop on Accelerator Operations) で講演するなど話題を提供し、CGSを採用する事例(イタリア、トリエステシンクロトロン放射光施設, ELETTRA)が見られるようになった。電力系統に限らず、ケーブル、クレーン、冷却系などの加速器施設に即した付帯設備の技術開発に取り組み、また国際リニアコライダー(ILC)の環境適合性検討へも積極的な提言を行っている。こうした活動は、付帯設備の技術開発を通し加速器分野の発展に大きく貢献しており、高く評価されるべきものである。

以上のような理由により、藤縄雅氏を第12回日本加速器学会賞（特別功労賞）に推薦する。

氏名：高田 栄一

所属：国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所

業績：粒子線がん治療用加速器の信頼性向上と運転維持管理活動

<推薦理由>

高田栄一氏は、医療用加速器としてHIMACを円滑に稼働させるために、加速器およびその構成機器の原理に基づいた運転手法を運転員に教育し、故障時においてもその場しのぎの対応に陥る



高田栄一氏

ことを避け、根本原因を取り除くことを目指した技術指導を行ってきた。さらに、その維持にあたっては、故障予防的な維持活動を計画し着実に実行してきた。その結果、20年以上にわたり、HIMAC 加速器の稼働率 99%以上という高信頼性

運転を達成し、HIMAC を用いた重粒子線がん治療の臨床研究および共同利用研究が国際的に高い評価を得ることに多大な貢献をなした。この成果は粒子線がん治療の普及においても、安全性と信頼性の両面で重要な役割を果たしたといえる。さらに、高田氏は、このような運転維持管理手法を HIMAC だけに留めることなく、粒子加速器運転の信頼性に関する国際ワークショップ ARW (Accelerator Reliability Workshop) および WAO の旗振り役の一人として、科学的手法に基づいた加速器の運転維持を国際的にも推し進めてきた。こうした粒子加速器の高信頼性運転に向けた活動は、加速器科学分野において非常に重要であり、科学的見地に立ち、国際的な連携をとって推進する高田氏の取り組みは高く評価されるべきものである。

以上のような理由により、高田栄一氏を第12回日本加速器学会賞（特別功労賞）に推薦する。

休憩室

ベオグラードのトラム

ベオグラードは旧ユーゴスラビアの首都であり、現在でもセルビア共和国の首都である。大河が合流する交通の要衝に位置する町は、それにより発展してきた一方、歴史的にはその地をめぐる紛争に幾度となく巻き込まれてきた。町は大きく新市街と旧市街にわけることができる。ドナウ川にサバ川が合流する南岸に広がるベオグラードは、サバ川の東が旧市街、西が新市街である。トラムの7番線に乗ると、巨大な高層住宅が公園のような敷地に広がる新市街を車窓に眺めることが可能だ。高層住宅は立方体ではなく、階段状の形をしており、日本の高層タワーマンションにくらべても、先進性を感じる。ひたすら広がる広大な風景に最初は圧倒されるが、そのうち退屈さを感じてもくる。そんなころ終点に到着する。一方、旧市街は丘の上に広がり、どこからいくにも坂を上らなければならない。ベオグラード中央駅からトラムの2番線に乗ると、しばらくサバ川沿いを走った後、ユーゴスラビア時代から使われる旧型車両は、急ターンした後に100%はあろうという急勾配をもともせず、坂を上っていく。2番線は旧市街を一巡したあと、ベオグラード駅に戻る環状線である。3番線はサバ川の東岸を南に走り、緑豊かな田園地帯を走る。終点にはひなびた食堂やカフェ数軒がある。トラムでありながら、ちょっとした小旅行を楽しむことができる。まずベオグラードに行ったならば、トラムの2, 3, 7番線を完乗することだ。(K)

「休憩室」への投稿は下記まで
加速器学会事務局 学会誌「休憩室」係
E-mail: gakkai@kasokuki.com