

## 学会賞報告

# 第 10 回日本加速器学会賞報告

鎌田 進\*

Report on the 10th Prize of the Particle Accelerator Society of Japan

Susumu KAMADA\*

### 1. はじめに

第 11 回日本加速器学会年会において、第 10 回日本加速器学会賞の授与式が行われ、奨励賞 1 件 (1 名)、技術貢献賞 3 件 (8 名) そして特別功労賞 1 件 (1 名)、計 10 名の受賞者が表彰されました。加速器学会総会に引き続き授賞式が行われ、またその後、受賞者による記念講演が行われました。以下に、受賞者の氏名、受賞対象となった業績、および学会賞選考委員会による推薦理由の要約を掲載します。



坂上氏

### 2. 奨励賞

氏名：坂上 和之

所属：早稲田大学理工学術院

業績：光陰極高周波電子銃の高度化に関する研究

#### <推薦理由>

光陰極高周波電子銃は、低エミッタンスで輝度が高い数ピコ秒程度の短パルス電子ビームを発生できる小型装置である。更に短いフェムト秒パルスを発生するには、通常、電子バンチにエネルギー変調を与え、磁場中の行路長差によりパルスを短縮する磁気パルス圧縮法が用いられる。

坂上和之氏は、低エネルギーの電子バンチにエネルギー変調を与える新しいタイプの RF 電子銃を開発し、磁気パルス圧縮法を使わず電子銃単体で、電子の速度変調を通じフェムト秒パルス電子ビームを生成する小型装置を実現した。さらに、狭帯域テラヘルツ検出器を用いて測定したコヒー

レント放射の強度変化から、発生バンチ長が 500 フェムト秒 (標準偏差) 以下であることを示した。

開発した小型装置は、超短パルス電子ビームやコヒーレント放射の利用研究の発展に寄与することが期待される。

### 3. 技術貢献賞

氏名：永井 良治

所属：原子力機構

氏名：西森 信行

所属：原子力機構

氏名：山本 将博

所属：高エネルギー加速器研究機構

業績：500 kV 直流光陰極電子銃の開発

#### <推薦理由>

低エミッタンスビームを大電流で生成する直流

\* 庶務幹事／高エネルギー加速器研究機構 KEK, High Energy Accelerator Research Organization  
(E-mail: susumu.kamada@kek.jp)



左より永井氏，西森氏，山本氏



青氏

光陰極電子銃は，さまざまな加速器プロジェクトのために重要である．低エミッタンスビームの生成を可能にするためには，電子銃を高い電圧で動作させることが望ましいが，これまでの最高電圧は 350 kV であった．

電子銃の高電圧化を阻んできた要因のひとつは，電界放出電子が放電を生じ，セラミック管を破損することである．永井良治氏は，セラミックを保護する方法を考案し，500 kV の長時間印加に世界で初めて成功した．

電子銃の高電圧化を阻んできたもう一つの要因は，帯電微細粉塵が陰極に固着して発生する暗電流である．西森信行氏は，微細粉塵の帯電にイオン化ガスが発生させる 2 次電子も関与するという仮説を立て，陰極および陽極の周囲を非蒸発型ゲッターポンプで覆い，ガス発生を抑制する工夫を行った．これにより暗電流問題が解決され，エネルギー 500 keV，最大 2 mA のビーム供給に成功した．

光陰極には負電子親和力の表面を持つ GaAs が採用されている．GaAs の取り扱いには，500 kV 電子銃の完成に先立ち名古屋大学で山本将博氏を中心として行われた 200 kV 電子銃に関する研究成果が生かされている．

本研究チームが開発し習得した技術と知見は，世界の直流光陰極電子銃開発に広く貢献すると期待される．

氏名：青 寛幸

所属：日本原子力研究開発機構 J-PARC



熊谷会長から賞状を受ける菅野氏

氏名：菅野 東明

所属：三菱重工業株式会社

業績：J-PARC・ACS 空洞の開発

<推薦理由>

青寛幸氏と菅野東明氏は，これまで KEK で行われてきた ACS 加速構造 (Annular-ring Coupled Structure) の基礎研究を基に，実用に向けた開発研究を精力的に進めた．

ACS 空洞をはじめとする高  $\beta$  加速空洞では，複数のモード周波数を調整する必要があり量産に困難がつきまとっていた．青寛幸氏は，結合セル用の回転式チューナーの開発，高周波窓の品質管理方法の確立など，また，菅野東明氏は，5 軸加工機を用いた高度な製造技術の確立，超精密旋盤を用いた高い加工精度の安定的実現を成し遂げ，J-PARC での実用に向けた量産，調整，品質管理技術を確立することに成功した．

この成果により、ACS空洞の量産が始まり、全ての空洞を予定通り完成することができ、さらに400 MeVまでのビーム加速を確認した。これはACS空洞として、世界初のビーム加速である。

両氏は、粘り強い開発を継続し様々な技術的困難を克服して、短期間での加速管製作・ビーム加速へと結びつけた。

氏名：岩下 芳久

所属：京都大学・化学研究所

氏名：早野 仁司

所属：高エネルギー加速器研究機構

氏名：渡邊 謙

所属：高エネルギー加速器研究機構

業績：超伝導加速空洞・表面仕上げシステムの開発

#### <推薦理由>

超伝導高周波加速空洞の高加速電界化が、世界の加速器研究機関および産業界によって取り組まれている。加速電界の達成記録は着実に進展してきたが、個々の空洞性能のバラツキが大きく、低温試験や空洞内壁面の全面的再処理の繰り返しを要するなど、歩留まりの改善が重要な課題になっている。

本研究開発は、空洞内壁面状態を非接触で可視化する「超伝導加速空洞の内面検査システム」を発展させ、「空洞内面の欠陥と空洞性能限界の相関解明」、「欠陥局所補修プロセスの確立」、「補修後空洞性能向上の実証」を世界に先駆けて成し遂げたものである。

早野仁司氏は、欠陥診断とそれを承けた局所的補修の手法を提唱し、欠陥除去および表面処理法の基本概念を構築した。また、日本、欧州そして米国の異なる研究機関で異なる手法で開発された加速空洞に、本手法を適用して実績を示し、本手法が国際的に認知される道を拓いた。

岩下芳久氏は、「超伝導加速空洞の内面検査システム」の高度化を図るとともに、シリンダー内部に収納できる空洞内面局所研磨装置の具体的な設計・製造を主導し、研磨条件の定量化など改善を重ね、有害欠陥除去に道を拓いた。

渡邊謙氏は、本検査・補修システムを用い、空洞性能限界と欠陥形状・寸法との相関を見出した。



左より渡邊氏，早野氏，岩下氏

また、欠陥除去やその後の表面処理を含めたプロセス全体の最適化を図るとともに、診断・補修ノウハウを各研究機関の製造した加速空洞に適用し、空洞性能改善における有効性を示した。また、空洞製造プロセスにおける欠陥の発生防止策や品質保証システムの構築にも道を拓いている。

この研究開発の成果は、ILC計画における工程リスクの低減、建設コスト算定精度の向上に大きく寄与しプロジェクト推進に貢献することが期待される。

#### 4. 特別功労賞

氏名：岡本 正

所属：元 東芝株式会社

業績：大電力CWおよびパルスクライストロン製作技術確立に関する功績

#### <推薦理由>

岡本正氏の特筆すべき加速器への貢献はTRISTAN加速器用の連続出力1.2 MWクライストロン開発を主導しその製作技術を確立したことである。当時、日本のクライストロン製作能力は連続出力200 kWが最大で、計画が要求する1 MW級の製作技術は存在せず、世界でもバルボ社の800 kWが唯一のものであった。

真空封止や真空排気そして真空コミッションングの方法など、真空に関わる問題を解決。セラミック出力窓の損傷に対して、セラミック内マイクロ波損失による熱歪みが原因と突き止め、電界を極力下げた構造を採用し損失を低減。表面のマルチパクタリングによる損傷に対して、形状最適化でマルチパクタリングを抑制すると共に、熱応力に強い高純度セラミックを開発。このように、様々



岡本氏

な技術開発を集大成して、要求性能を実現しかつ高い信頼性を有する 1.2 MW クライストロンの製作技術を確立した。現在でも世界最高性能であ

る 1.2 MW クライストロン製造は顕著な功績である。

一方、線型加速器に用いられる S-band などパルスクライストロンの大電力化にも取り組み、信頼性の高いクライストロンの供給を実現した。その技術は、J-PARC 線型加速器や自由電子レーザー SACLA の大電力パルスクライストロン製作にも引き継がれている。

岡本正氏が主導して開発した技術は、KEKB や SPring-8/SACLA, J-PARC など最先端加速器システムに必須な基盤技術であり、このことを通じて、素粒子物理や放射光科学など科学の発展に大きく貢献したと言える。同氏は長年に渡って大電力クライストロンを始めとするマイクロ波電子管の開発に尽力するとともに、有能な後継者を育成し、現在もマイクロ波応用技術に関するコンサルティング業務に携わっている。