

## 会議報告

## 第6回日本加速器学会年会報告

吉川 博\*

Report on 6<sup>th</sup> Annual Meeting of the Particle Accelerator Society of Japan

Hiroshi YOSHIKAWA\*

## 1. はじめに

8月5日から7日までの三日間、茨城県東海村の日本原子力研究開発機構 (JAEA) で開催された、第6回日本加速器学会年会の開催状況について報告する。加速器技術に関する報告内容については、以下の URL から参照できる。

<http://beta.pasj.jp/MaKaC/conferenceDisplay.py?confId=0>

## 2. 組織

この年会は、日本加速器学会主催、JAEA 及び東京大学大学院工学系研究科原子力専攻の共催で開催された。開催地となった東海村にある JAEA の原子力科学研究所には、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) と JAEA が共同プロジェクトとして建設を行った、完成したばかりの J-PARC がある。よって年会運営組織は KEK スタッフを含めた J-PARC 関係者と JAEA の FEL, タンデム及び東大原子力のメンバを主に構成した。安東愛之輔委員長以下 33 名の組織委員会のもと、23 名のプログラム委員会 (上坂充委員長)、11 名の実行委員会 (吉川博委員長) で運営を行った。

6年前にリニアック技術研究会と併設する形で始まった日本加速器学会年会を、統合する形で日本加速器学会の単独開催とするか否かについて、第一回組織委員会で議論した。学究的指向性を打ち出すべき学会と、加速器固有の経験やノウハウを共有するための重要な場と位置づけるリニアック技術研究会との方向性の違いについて、統合の是非から方法まで意見が出され、今回から年会のみをタイトルとする単独開催となった。リニアック技術研究会の主旨を尊重して取り込

むため、学会細則 13 条に開催目的を明示し、年会に技術研修会を併設することが決議された。

## 3. 会期, 場所

開催の時期については、加速器関連の国際会議、大学の試験や夏休み、大型加速器施設の運転スケジュール等の状況からほぼ必然的にこの時期になった。三日間という期間については、参加者の増加や発表希望件数、地の利の悪さからくる移動時間等を勘案すると短いであろう事は予測された。事前の参加登録者は前回比 150% に達し、発表希望登録を締め切った時点で、初日午前中を移動や登録の時間に当てることはできないことが明白になった。またポスター発表のみの時間も設定できなかった。

複数の原子炉を有し、厳格な入域管理を行うことが義務づけられた JAEA 原子力科学研究所の構内で数百人規模の学会を開催することは、各種問題があったが、水戸までを範囲として候補施設の収容人員や費用を調査したところ適切な解が無く、会場費に多額の経費をかけ過ぎることは以後の年会開催にも影響が出ると思え、やめた。

これらの状況と、参加者の宿泊は水戸駅周辺が主になるであろうことを勘案し、

- 構内出入り管理の簡略化
- 駅と会場間の移動手段確保
- 食事の確保

を、原子力科学研究所構内を会場にすることによる固有の問題として解決策を講じることにした。

## 4. プログラム編成

リニアック研究会を統合し、ビーム物理研究会の要望も取り入れた、今回の年会プログラム編成をどのよ

\* 日本原子力研究開発機構, J-PARC センター Japan Atomic Energy Agency, J-PARC Center  
(E-mail: Hiroshi.yoshikawa@j-parc.jp)



写真1 大講堂の中の様子



写真2 第二会場となった大会議室

表1 発表の分類毎の件数

セッション	発表形式	申込件数
運転	口頭発表	28
	ポスター発表	31
粒子源	口頭発表	7
	ポスター発表	21
ビーム加速	口頭発表	18
	ポスター発表	63
電磁石	口頭発表	5
	ポスター発表	23
真空	口頭発表	1
	ポスター発表	8
ビーム診断	口頭発表	10
	ポスター発表	39
制御	口頭発表	2
	ポスター発表	25
ビーム理論・制御	口頭発表	9
	ポスター発表	15
光源	口頭発表	8
	ポスター発表	20
加速器土木・放射線管理	口頭発表	5
	ポスター発表	13
加速器応用	口頭発表	12
	ポスター発表	11

うにするか、第一回プログラム委員会で議論し、

- 大分類に加速器種別をおかない。
- コンポーネント分類と、横断的テーマの分類を設ける。
- 横断的テーマ分類として、運転、ビーム理論、加速器土木、加速器応用を設ける。

などが決まった。固有の機器の開発に閉じられない、分野複合的な研究が増えており、分類が難しくなっている。発表申込時に、分類の単語だけではプログラム委員会のねらいが十分に伝わらなかったと見られるものがあり、もっと工夫が必要であった。

口頭発表については、総数105件。プログラム委員会全員が半日をかけ、申し込み案件すべてについてアブストラクトを基に分類と順序を確定させた。発表申込件数が増加していて、年会開催期間内の時間に納められるかどうか心配される状況であったため、発

表適正も勘案して御辞退頂くものをだすか否かも議論された。最終的には、内容の適否とは別の事情でポスターに変更して頂いたものが2件あっただけで、これまでの年会に準じて、口頭発表ポスター発表とも、申し込みのあった案件はすべて発表して頂くことになった。今後、発表案件選択の是非について、学生の発表については特に、国際会議等での発表の予行としての意味合いもあることなど、広い視点で今後議論し、早急に結論をだすべき課題である。

ポスター発表については、総数269件。同じ分類の口頭発表と日時が重ならないようにしたが、説明者の都合で分類とは異なる場所での掲示を希望する案件等もあり、アブストラクトによる内容の確認も十分に時間がとれなかった面があったため、やや曖昧な配置となった。なお、ことわり無くポスター掲示がなされ



写真3 ポスター発表会場



写真4 RCS 見学の様子

なかったものが1件、プロシーディングスをそのまま掲示しただけのものが1件あった。

## 5. 時間割

口頭発表は、初日の施設状況報告のみ20分でプレナリーとし、他はすべて1件15分のパラレルで行った。発表件数が多く会期日程に収まらず、学会賞の受賞講演も本来であれば受賞のポイントが十分説明できる時間をとれたかったが、やむを得ず15分とした。

ポスター発表は、三日間日替わりで設定した。初日の午前中は受付と企業展示の準備、二日目の午後は特別講演や学会総会、三日目の午後は学会賞受賞講演と見学会、となっており、実質それぞれの日の半日のみがポスター展示時間となった。口頭発表が常に平行して、しかもパラレルで行われており、ポスター発表だけの時間を設定できなかったため、どの発表を聞くか悩んだ方も多かったであろう。またポスター発表のコアタイム設定を求める声もあった。半日ポスター発表で張り付きになると、その間の口頭発表を、そのポスター発表者がまったく聞くことができなかつたり、聞きたいポスター発表の説明者がたまたま不在であったりすることを無くす手段として有効であろう。

いずれの問題も発表件数が会期日程に収まらない状況になっていることが根本原因であるので、会期伸張や発表案件選択について、議論しなければならない。

## 6. 技術研修会

リニアック技術研究会の精神を継承するため、二日目と三日目の午前中、技術研修会を併設した。技術研修会の名目であると大学技術系職員の出張旅費が捻出しやすいのではという二次的な目論見もあったが、実

際はこの名目を利用して参加した方はいなかった。初回となった今回のテーマが“電源”であり、「加速器を動かす」という現場で最も高い頻度で話題になる内容だったため、大変な盛況であった。前述の目論見は別にして、技術的開発改良や経験、対処法、の情報交換のニーズが極めて高いことを示しており、この研修会を第一の目的として年会に参加した方が6名いた。今後、年会発表との併設の是非を含めて、適切なテーマ選択などの議論の元、継続的に開催すべきものとする。

## 7. 見学会

三日目の午後にJAEA タンデム、東大原子力、J-PARC、の見学会を行った。3時間で、全員がすべての場所を見学することは不可能なので、2カ所をまわるコースを6つ設定し、事前に希望を伺った。かなりのばらつきがあったが、完成したばかりのJ-PARCは、放射化区域が少ない今、見て頂くべきと考え、希望通りのコースを見て頂くことにしてバスの配車などを行った。放射線管理区域の見学立入については、放射線安全セクションの理解と適切な指示により、過剰な防護をすることなく、加速器本体を間近に見て頂くことができた。

管理区域立入と各コース参加者の管理をリンクさせるために、コース選択を事前にアンケートしたが、これがかえって参加者を混乱させ、土砂降りのなかのバス乗車でご迷惑をかけた。このように見学箇所が多数になるケースはあまり無いかもしれないが、受付でチケット制にしたほうがよかった。

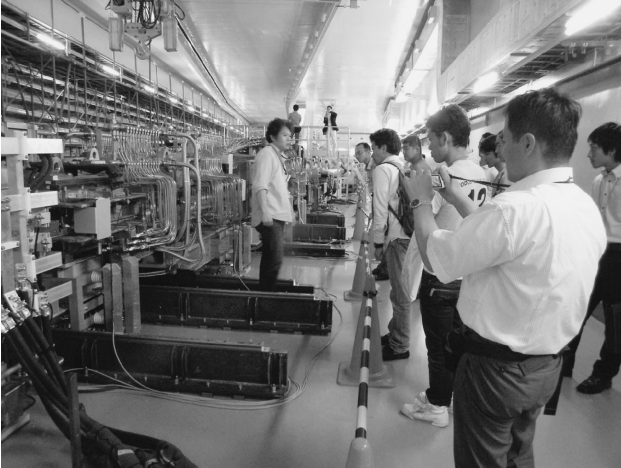


写真5 MR 見学の様子



写真7 企業展示会場(1)

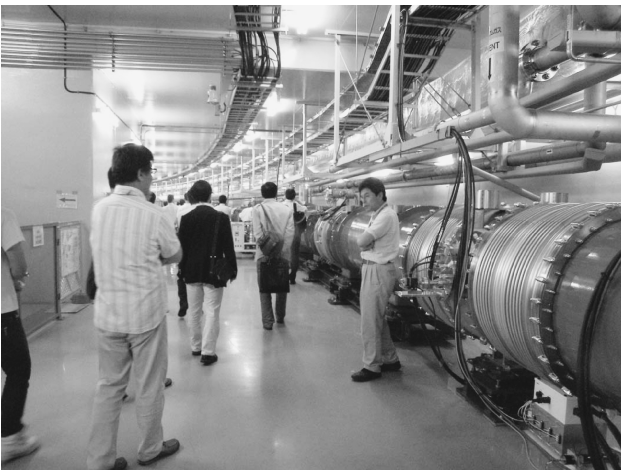


写真6 ニュートリノライン見学の様子

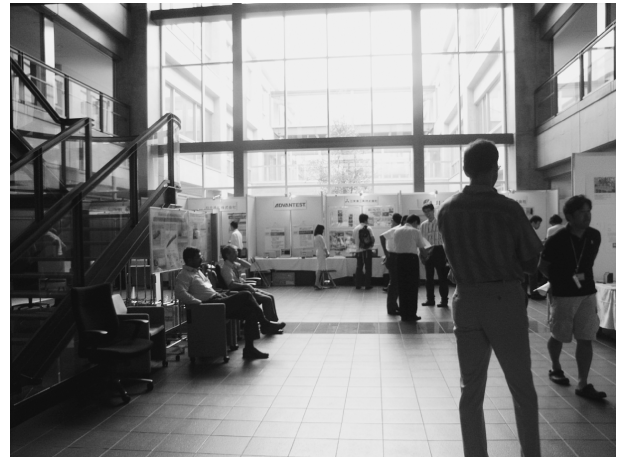


写真8 企業展示会場(2)

## 8. 企業展示

今回企業展示は、38社という多数の参加を頂いた。不景気の折り、出展料を頂ける会社が少ないのではと予想していたが、だからこそ公共事業でという思いもあったかもしれない。複数社共同で出展頂いたり、原則展示会参加を認めない本国本社を口説き落として出展頂いた外資系などもあった(写真7, 8)。

展示ブースに人の流れができるよう、ポスター発表の場所と組み合わせ、やや奥まった場所のブースも目を引くことができた。

展示会参加キットを用意している会社も多く、ブースは一般的なものにしておかないと、設営に手間取ることもあるだろう。

## 9. 入構手続きと輸送

原子炉を複数有する JAEA の敷地内で、多数が参加する会議を開催する最大の問題点は、入構管理である。今回は、出入り毎に記帳する通常の方法に代えて、事前登録制と参加証を兼ねた入構証による運用を認めて頂いたため、大学などでの開催とさほど差異のない便宜がはかれた。

今回会場費が一切かからないので、駅から会場までの交通の便が悪い点をカバーするためにバスを配車したが、必要となる時間帯が通勤ラッシュの時間帯であるため、予定のような運用ができず、駅でお待たせすることがあった。また、所用で中途退場する方々の足は確保できなかった。

## 10. 食事、懇親会

昼食の場所がないことも、JAEA 敷地内で開催する

ときの悩みの種であった。構内食堂もあるが、日々の許容人数を大きく越えることに対応できず、近隣にも店が少ないため、弁当販売を手配したが、数の見積もりが合わずご迷惑をお掛けした。今回、はからずもコンビニが予想以上にフレキシブルであることがわかった。

懇親会は、二日目の夜、水戸駅前の三の丸ホテルで開催した。予測 200~250 に対し、300 を越える参加で、会場はいっぱいとなった。年会会場からの移動を要したため開始時間が遅れてしまったが、閉会后そのまま多くの方が水戸に繰り出して親睦を深められたので、東海で行うよりはよかった。

## 11. Indico の利用

今回の年会の、表に見えない一番の特徴は、Indico を使用した点である。Indico は、ワークショップでの利用を想定して開発されたマネージメント用データベースで、日本語の会議で初めて使用された。加速器関連の国際会議で使われる JACoW の SPMS と組み合わせて使用するものであるが、日本語化の問題がク

リアできず、今回は Indico のみを使用した。これにより、参加登録やアブストラクト、プロシーディングスの管理が省力化できたが、Indico の管理運用にエキスパートが掛かりきりとなった。健全な運用に係わる作業量は、研究者が片手間に行う量を超えている。WEB サイト用サーバ管理も含めて IT 対応を適切に行うため、レンタルサーバによるサーバ管理のアウトソーシングや、WEB デザインと Indico 運用などを一括継続して行うスタッフの確保が急務と考える。

## おわりに

予測数を大きく超える 600 余名の参加登録となった第 6 回日本加速器学会は、初の単独開催としてこれまでと違う点を多数盛り込みながらも、大きなトラブル無く無事開催することができ、加速器技術に関する幅広い情報交換を行うことができた。これは JAEA 関係部署、J-PARC 関係者、量子ビームセンターなど様々な方々の御協力によるものであり、ここに心より感謝の意を表します。

## 第 5 回日本加速器学会賞

第 6 回日本加速器学会において、第 5 回日本加速器学会賞授賞式が行われ、6 名の受賞者が表彰された。また、学会 3 日目には、受賞者による講演が行われた。受賞者の氏名、受賞の対象となった業績、および学会賞選考委員会による推薦理由の要約は以下の通りである。

**奨励賞受賞者：高井良太氏**

(高エネルギー加速器研究機構)

**【業績】** ビーム物理専用の非中性プラズマトラップシステムの設計・製作

**【推薦理由】** 高井氏は、広島大学大学院在学中にビーム物理専用の非中性プラズマトラップシステムの設計・製作を行った。これはビーム物理学における理論や数値解析結果の実験的検証や可視化を実現するシステムである。氏は装置の製作とトラップの 3 次元構造を考慮した粒子軌道シミュレーションを実施するとともに、窒素やアルゴンイオンを使った実験では約 1 千万個の粒子を安定に捕捉することに成功した。またトラップの動作点を掃引することでプラズマのチェーンサーベイを実施し、非線形共鳴による危険なストップバンドの存在を実証した。さらに、共鳴の発現と捕獲粒子数の関係を詳細にサーベイし、空間電荷効果によるチェーン降下率の系統的实验を行った。

高井氏はリーダーとして研究室メンバーを指導して

このようなシステムを製作した。高井氏の卒業後も、後輩たちが本装置を活用してレーザー冷却や空間電荷効果といったビーム物理の研究分野で注目すべき成果を上げつつある。大学においてこのようなトラップビーム物理の実証・可視化装置が存在することは、学生に対するビーム物理・加速器科学に関する教育効果という点においても意義がある。

**奨励賞受賞者：中村啓氏**

(ローレンスバークレー国立研究所)

**【業績】** レーザープラズマ加速器による GeV 電子ビームの診断

**【推薦理由】** 現在、超高強度レーザー技術を応用したレーザープラズマ加速器が国内外で精力的に研究されている。この種の実験では、同一の装置を用いたとしてもレーザーとプラズマのパラメータのわずかな違いにより電子ビームのエネルギーが何桁も変化するため、実験による特性の理解やパラメータの最適化には

大きな困難が伴う。中村氏は、この困難を克服するために10 MeV から1100 MeV までの電子をシングルショットで計測することが可能な超広帯域スペクトロメーターを開発した。この装置は超広帯域でありながら%レベルの分解能を有し、電子ビームの発散角も同時に測定できる優れた性能を持っている。

バークレーの研究グループは、中村氏が開発したスペクトロメーターを用いて、世界で初めてレーザープラズマ加速器による GeV 電子ビームの生成を達成している。さらに、中村氏はレーザーとプラズマの条件を変えながら実験を繰り返し、加速電子の安定性を定量的に議論した。これらの実験成果は、レーザープラズマ加速器の研究開発における顕著な業績であると高く評価することができる。

#### 技術貢献賞受賞者：壁谷善三郎氏

(三菱重工業株式会社プラント・交通システム事業センター接合製品事業部)

【業績】J-PARC の DTL/SDTL 及び RCS セラミック真空ダクトの開発

【推薦理由】壁谷氏は J-PARC の Drift-Tube Linac (DTL/SDTL) の建設においてドリフトチューブに内蔵する4極電磁石の小型化、ライナックタンク内面の銅メッキの新たな方式の開発、さらには RCS で大規模に採用されたセラミック真空ダクトの開発において、幾多の技術的課題を解決した。これらの成果は J-PARC 加速器の順調な立ち上げに寄与したばかりでなく、今後の建設される加速器においても貴重な成果として生かされることが期待される。

大電力 RF 源として極めて信頼性の高いクライストロンを採用するには、従来よりも高い周波数に対応する、より小型のライナックの開発が必要になる。小型化への大きな課題は DT に内蔵する4極磁石の小型化であるが、壁谷氏は、電鍍とワイヤカッティング法を駆使してコンパクトな水冷コイルを製作する技術を開発することにより、四極電磁石の小型化を実現させた。またタンクのメッキにおいては、周期的に極性を反転させる銅電鍍法を開拓し、従来のメッキ法では不可能であった、無酸素銅に匹敵する電気伝導を持ち、かつガス放出の少ないメッキ層の製作に成功した。

一方、RCS で計画されたセラミック真空ダクトは、従来と比較して大口徑で長尺でありながら厚さが薄く、かつ表面には電磁遮蔽を持つという先端的な設計案であった。さらに、フランジとの接合部の機械的強度と耐放射線性の確保、低ガス放出率化、二次電子発生抑制等の、多くの技術的課題があったが、壁谷

氏はその解決に大きく貢献した。

これらの広い範囲にわたる技術開発は、J-PARC 加速器の建設における量産化に適用された。その後の加速器の運転実績から判断しても、それぞれが極めて高い完成度に到達していると言えよう。

#### 技術貢献賞受賞者：佐藤真二氏

(放射線医学総合研究所・重粒子医科学センター・物理工学部)

【業績】HIMAC シンクロトロンにおける取り出しビーム強度変調システムの開発

【推薦理由】現在、粒子線がん治療の分野では、高精度照射法として3次元スキニング法が既に実用化されているが、呼吸とともに変動する肺や肝臓の治療に対しては、この方法は適用されていない。標的が変動する場合、従来の3次元スキニングではスポット毎に決められた線量を正確に照射することが著しく困難になるためである。

佐藤氏は、RF-KO ビーム取り出し法における位相空間でのビーム拡散モデルにもとづいて RF-KO 電圧の最適値を設定し、マイクロコンピュータチップを利用したフィードフォワード制御によってビーム強度を制御できるシステムを開発した。さらに、フィードフォワードと実際とのずれをフィードバックで補正することにより、きわめて信頼性の高いビーム強度変調システムを構築した。これにより、粒子線がん治療において、照射線量率を自由に制御することが可能となり、世界にも例のない呼吸同期可能な3次元ペンシルビームスキニング照射法の実用化に向けた重要な技術開発を成し遂げた。

#### 技術貢献賞受賞者：渡川和晃氏

(理化学研究所・X線自由電子レーザー計画推進本部)

【業績】CeB<sub>6</sub> 単結晶熱カソードを用いた低エミッタンス電子銃の開発

【推薦理由】高品質・高強度を目指す最先端加速器にとって、電子や陽子等を作る電子銃およびイオン源の高性能化は不可欠な時代となってきているが、渡川氏は、X線自由電子レーザーの実現に不可欠な高輝度熱電子銃を開発した。この技術開発は、高輝度電子源として最適な熱カソード材の選定から始まり、1500°Cの高温でカソードを一様に加熱できるとともに発生した電子ビームの品質を劣化させないヒーター構造の最適化、空間電荷効果を抑制し高品質電子ビームを実現するために500 kVに達するパルス高電圧による電子ビーム引き出し運転を長時間に渡って安定に継続できる電極構造と絶縁材の採用等、ビーム利用に必須

なシステムの完成を目指した取り組みであった。渡川氏は、これら課題を一つずつ解決し、パルス当たり1 nC、規格化エミッタンス  $0.7 \pi \text{mm} \cdot \text{mrad}$  で、かつビーム強度が安定で約2万時間という長寿命を持つ高性能電子銃を実現した。

この熱電子銃は、8 GeV X線自由電子レーザー施設の先行機である SCSS に導入されて SASE 発振の成功に大きく貢献したとともに、SCSS が国内外の利用者から世界で最も安定な SASE 発振（波長 50–60 nm）との評価を受けている最大の要因の一つにもなっている。また、渡川氏によって高品質と高強度を併せ持つ高輝度電子銃が開発されたことで、機能分離型である熱電子銃システムの優れた特性が見直され、国内外の類似した施設においても導入に向けた検討が進みつつある状況である。このように渡川氏の熱電子銃に関する研究・技術開発は、今後 FEL や ERL, ILC 等の先端的加速器分野や加速器応用分野の進展に大きく貢献するものとして高く評価できる。

**特別功労賞受賞者：**山下 毅氏  
(平和電源株式会社)

**【業績】** 加速器の高安定度直流電源開発に関する功績  
**【推薦理由】** 山下氏は 1964 年から 45 年間の長きにわたって民間企業（東京電気精機株式会社、東京電子株式会社（現株式会社 IDX））のエンジニアとして加速器の高安定度直流電源の開発に携わってきた。製作納入した施設は、電総研、東大核研、東大物性研、放医研、理研、SPring-8、阪大核物理研究センター、原研、東北大、京大化研、筑波大、姫路工大、KEK、J-PARC、京大原子炉、兵庫がんセンター、静岡がんセンター等、加速器

を有する（有した）ほとんどの主要施設をカバーしている。

山下氏の特筆すべき業績は、その時代のユーザーの要求に応じて新たな技術開発を行ってきたことである。1972 年ごろに開発した放医研の AVF サイクロトロン用メインコイル電源では、可飽和リアクトル + Tr ドロップ + 間接水冷マンガニン SH 方式で  $\pm 1 \times 10^{-5} / 8 \text{ Hr}$  の安定度を達成した。この方式はその後、理研、阪大核物理研究センター、原研高崎研、東北大サイクロトロン RI センターのサイクロトロンの電源の基本回路方式として採用された。理研のリングサイクロトロン用メインコイル電源では 1983 年当時としては最高の  $\pm 5 \times 10^{-6} / 24 \text{ Hr}$  の安定度のものを製作した。また、1982 年にはトリスタンで 12 相サイリスタ方式を採用し、加速器施設における高調波の抑制に努めた。超伝導マグネット電源においても、KEK 低温研究センター用  $\pm 15 \text{ V} / 5000 \text{ A}$  電源を 1975 年に製作したが、ここでの技術はその後の超伝導電源においても基本的な方式として採用されている。

一方、山下氏は納入後年月の経った電源の更新に関する提案をする等、アフターケアにも並々成らぬ情熱を持っている。現在多くの加速器施設においてビームが安定に供給されているのも山下氏によるこのような技術開発・アフターケアのたまものであると言っても過言ではない。

また、現在も企業において技術指導を行いながら NMR 用超高安定度 ( $10^{-7}$  台) 電源や高安定度 ( $10^{-5}$ ) スイッチング電源の開発に意欲的に取り組んでいる。