

会議報告

会議報告：第17回イオン源国際会議 (ICIS 2017)

神藤 勝啓*

Report of the 17th International Conference on Ion Sources (ICIS 2017)

Katsuhiko SHINTO*

1. 会議の概要

2017年10月15日から20日まで、第17回イオン源国際会議 (ICIS 2017) がスイス連邦ジュネーブ市で開催された。本会議は2年に1回開催されており、第3回以降アジア、北米、欧州とほぼ持ち回りで開催されている（日本では第8回 (1999年) に京都、第15回 (2013年) に幕張で開催）。今回は290名の参加登録（内学生が65名）があり、293件の発表（口頭発表47件、ポスター発表246件）の申し込みがあった。地域別にみるとアジアが約6割と最も多く、欧州33%、北米7%、アフリカ諸国1%であり、国別では日本が全体の1/6の参加者数で、国別では最多だった。写真1に今回の会議場である Centre International de Conférence de Genève を示す。



写真1 Centre International de Conférence de Genève

2. 会議報告

本会議では、発表内容により8つのカテゴリーに分類され、この分類を基に口頭発表のセッションまたはポスター発表の発表日が振り分けられた。表1に各カテゴリーの発表件数をまとめる。

本会議は、15日（日曜日）に受付と歓迎レセプションがCERNのGlobe of Innovationで開催され（筆者は15日夜にジュネーブに到着で不参加）、16日より口頭発表（招待講演18件を含む）及びポスター発表が行われた。最初の3日間（16日～18日）は8時半から19時まで会議が行われた。19日は午前中の1時間半の間に発表などが行われた後、Outingとして3ヶ所（Aiguille du Midi, Gruyere, Chamonix）に分かれて、参

表1 発表カテゴリーと発表件数(括弧内は口頭発表)

1	Fundamental processes in ion sources, plasma	24(6)
2	Production of high intensity ion beams	28(5)
3	Production of highly charged ion beams	34(4)
4	Negative ion sources	44(6)
5	Ion sources for fusion	35(6)
6	Polarized ion sources, radioactive ion beams and charge breeders	30(6)
7	Beam formation, extraction, transport and diagnostics	49(6)
8	Industrial and medical application of ion sources, other related technologies	50(6)
-	Others (Brightness Award, Highlights)	2(2)

* 日本原子力研究開発機構 JAEA, Japan Atomic Energy Agency
(E-mail: shinto.katsuhiko@jaea.go.jp)

加者はそれぞれの目的地で観光を楽しんだ。その後バンケット会場であるシヨン城（Chateau de Chillon, **写真2**）に集まった。到着後、参加者は飲み物（ワイン）で喉を潤しチーズをつまみながらアルプホルンによるスイス民謡（**写真3**）を鑑賞し、その後に絶品のディナーを味わった。20日は午前中前半に3件の口頭発表の後、今回の会議のハイライト（まとめ）、次回の開催地の報告、後半には午後の施設見学の前習としてCERNの加速器や実験施設が紹介されて、会議は閉会した。

2.1 口頭発表

口頭発表会場（**写真4**）には約300名がこの会場に集まり発表報告を聞き、議論した。

核融合プラズマ加熱用負水素（ H^- ）イオン源では、量研（QST）が0.97 MeV, 190 A/m², 60秒の H^- ビーム生成の成功を示した。今回は電源の上限でパルス長60秒の実証だったが、ITER（国際熱核融合実験炉）に向けて1,000秒のパルス長を実証するための電源改造を進めたことを示した。仏国CEAは生成された H^- ビームを H^0 に中性化して核融合プラズマに入射するために、リ

ングキャビティ法による光中性化セルの原理検証実験について報告した。日本の核融合研（NIFS）はイオン源で生成された H^- の引き出し領域での輸送機構についての報告や、大型ヘリカル装置（LHD）での重水素プラズマ実験開始に伴って D^- ビーム入射によるプラズマ加熱の初期実験の結果を報告した。

ECRイオン源の報告では、第4世代（運転周波数40 GHz以上、約1.5 T以上の磁場を用いた）ECRイオン源の開発が報告された。中国近代物理研究所（IMP）が最初の第4世代ECRイオン源の1つである45 GHz ECRイオン源の開発状況を報告し、仏国立科学センター（CNRS）は60 GHz ECRイオン源の開発状況を報告した。

加速器用 H^- イオン源として、米国ORNLがSNS用外部アンテナによる高周波 H^- イオン源の開発状況を報告し、J-PARCが高周波 H^- イオン源より H^- ビームと共に引き出される電子電流の低減化を報告した。

シミュレーション研究では、CERNのLINAC4用高周波駆動 H^- イオン源の開発過程で、イオン源内プラズマ及びビーム引き出しについてPIC（Particle-In-Cell）法を用いた粒子シミュレーションに高周波電磁場解析としてFDTD（Finite Difference Time Domain）法を合わせた3次元でのシミュレーションが報告された。

QSTの北川氏は、2016年4月に放医研（NIRS）と原子力機構（JAEA）の一部研究部門（量子ビーム、核融合）との統合による新組織QSTでのビーム源の研究開発状況を紹介した。今回の報告ではQSTが非常に広範囲のビーム源の研究開発を進



写真2 シヨン城とレマン湖



写真3 アルプホルンによるスイス民謡の演奏



写真4 口頭発表会場



写真5 ICIS 2017の集合写真

めていることが示された。

2.2 ポスター発表

16日～18日の夕方は、連日80件以上のポスター発表が行われた。16時に口頭発表が終了し30分間のコーヒブレイク後、16時半からポスター発表開始の予定だった。しかしながら実際は16時過ぎの時点で既にほとんどの参加者はコーヒを片手にポスターを挟んで議論が始まるという状況で、発表者は19時までの約3時間の長丁場に耐えるだけの足腰が必要だった。16日は表1のカテゴリー番号1～3と4の一部、17日は番号4～6と7の一部、18日は番号7と8の発表があった。以下に筆者が興味を持った報告（偏りがあるが…）について、いくつか紹介する。

レーザーアブレーション法を用いたイオン源開発の報告があったが、アルミナをターゲットにした酸素イオン (O^+) の生成など興味深い発表が若手研究者から報告された。

負イオン生成では、フラーレン (C_{60}) の負イオン生成で電子付着型の新方式の負イオン源の開発の報告がされた。

H^- イオン源ではイオン源内プラズマに接する電極（プラズマ電極）にバイアスを掛けることによる効果は引き出される H^- と電子の電流比の制御の他に、ビーム光学を決めるパラメータと成り得ると予想され、それを実験により系統的に調べた結果について報告された。筆者が携わっているJ-PARCの H^- イオン源は高周波駆動型のイオン源であるが、プラズマ電極にバイアスを掛ける工

夫を検討する興味深い内容であった。

2.3 Awards

本会議ではイオン源の物理と技術において、最近の革新的で顕著な業績に対して2003年より毎回「Brightness Award」が授与されている（日本人は2011年に2件が受賞）。今回は、粒子加速器用高周波負水素イオン源の先駆的研究・開発を行ってきた米国オークリッジ国立研究所のSNS (Spallation Neutron Source) のイオン源グループ (M. P. Stockli, R. F. Welton, B. X. Han の3氏) が受賞した。彼らの受賞は、J-PARCで同じ加速器用高周波負水素イオン源の研究開発を行っている筆者も非常に励みになる受賞だった。

また今回は博士課程学生及び3年以内のポスドク研究者を対象とした「Young Scientist Award」が設けられた。研究内容の独創性とプレゼンテーションの質を基に審査が行われ、3名の若手研究者に授与された（残念ながら日本人は受賞せず）。

3. おわりに

今回のICISは2019年9月初めに開催予定で、場所は中国蘭州 (Lanzhou), 中国科学院近代物理研究所 (Institute of Modern Physics, Chinese Academy of Science) が主催する。

報告の最後として、写真5に会議場前で撮影した集合写真を示す。今回の会議を成功へと導き、また本報告への写真使用を快諾して下さったICIS 2017 議長の Jacques Lettry 氏 (CERN) に感謝します。