会議報告

第12回高輝度高周波電子銃研究会 会議報告

坂上 和之*

Report of the 12th High Brightness/rf Electron Gun Workshop

Kazuyuki SAKAUE*

1. はじめに

2015年1月20日・21日の2日間の日程で第12回高輝度高周波電子銃研究会が早稲田大学西早稲田キャンパスにて開催された．この研究会は毎年関係機関が持ち回りで開催しており，今年度で12回を数える．電子銃に関わる研究に携わっている機関の関係者が集まり，活発な議論を交わすことのできる場である．電子銃関連と一括りで言っても，DC電子銃やRF電子銃，電子銃の重要なコンポーネントとしてのカソードの研究，光電子を生成するためのレーザーの開発，電子銃を利用した応用研究など多岐に渡る講演があった．主催側の都合により，卒業論文・修士論文等の発表会が迫る中での開催であったが，全体で15件の講演があり，計41人の参加者により活発な議論が交わされた．ご参加いただいた諸氏に感謝申し上げたい．

2. 会議報告

初日の前半のセッションは主に電子銃周りにおけるビームダイナミクスに関する講演があった．まずはJASRI 水野氏より空間電荷効果によるエミッタンスリダクションに関する講演があった．以前より空間電荷効果によってエミッタンスが減少するという現象をKUAD2コードにおいて観測されており，この現象に関する説明がなされた．また，実際のSCSS電子銃やRF電子銃においても同様の現象が確認できるとの報告であった．ごく最近本研究に関する論文（Nucl. Instrum. Meth. A774 (2015) 51-59.）が出版されたそうなので，詳しくはこちらをご参照いただくのが良いだろう．つづいて京都大学 野儀氏より水野氏の発表を受けて同様の検討を様々なパラメータにて行っているという報告があった．エミッタンスの減少効果を起こすためのパラメータに関して多角的な検討がなされていた．早稲田大学 高橋氏からはRF偏向空胴を用いた1.6 Cell RF電子銃から得られる電子ビームの位相空間分布計測の報告と偏向空胴中における電子バンチが受けるエネルギー拡がりのバンチ長計測への影響に関して議論がなされた．数MeV程度のエネルギーの電子バンチの計測ではこの偏向空胴におけるエネルギー広がりが非常に大きく影響することが確認されているとのことである．

コーヒーブレイクを挟み後半のセッションでは電子銃の応用等に関する講演があった．まず

写真1 研究会の様子

* 早稲田大学理工学術院総合研究所 Research Institute for Science and Engineering, Waseda University
(E-mail: kazuyuki.sakaue@aoni.waseda.jp)

（株）AET 田辺氏より小型加速器におけるイノベーションの歴史とその社会貢献に関して講演があった．田辺氏の米国における経験や AET を立ち上げ，現在に至るまでの歴史を振り返る非常に興味深い講演であった．今回は一般講演という形であったが，より長い時間を確保した招待講演という形でご依頼できればと後悔する内容であった．次に大阪大学（東京大学）の室屋氏より東京大学における極限状態下のピコ秒パルスプローブシステムの高度化に関する報告があった．RF 電子銃をファイバレーザーによって駆動することによって安定化を図り，非常に検出の難しい極限状態下（高温・高圧）における化学反応プロセスの計測が可能になったとの報告であった．大阪大学 菅氏からは極短電子バンチ計測・コヒーレント放射計測のための大口径光伝導アンテナの製作に関する報告があった．大口径光伝導アンテナによる電子バンチ計測の高度化や電子バンチから得られるテラヘルツコヒーレント放射をプローブとしたポンプ・プローブ計測などの展開が期待される．KEK 福田氏からは KEK 小型電子加速器における X 線源の開発に関する報告があった．レーザーコンプトン散乱による小型 X 線源を開発しており，これまでに 3.6 Cell RF 電子銃と定在波管によって 1000 bunch/train のマルチバンチビームを生成しているとの報告があり，このマルチバンチビームとのレーザーコンプトン散乱の実施の様子が示された．（株）光子発生技術研究所 長谷川氏からは 0.2 mm の焦点サイズを実現したマイクロトロン型加速器に関する報告があった．電子源一体型のマイクロトロンはその周回条件によってエネルギー選択性があり，これから得られる電子ビームは電子銃＋アルファマグネットという構成と類似しており，電子銃としての利用が可能である．講演ではこれによって得られた X 線によるイメージ，CT イメージに関する紹介と解像度評価に関する報告があった．

20 日の夕刻には早稲田大学西早稲田キャンパス内竹内記念ラウンジにて懇親会が開催された．ほどよくお酒も入り，当日の講演に関することのみにとどまらず，今後の研究協力に関する議論や本研究会の立ち上げ時に関する話などに及び，非常に良い懇親会であった．有志メンバーは本会後にさらに懇親を深めたと聞き及んでいる．

写真 2　懇親会の様子

2 日目の前半のセッションは光カソードに関する講演があった．広島大学 清宮氏からはマルチアルカリカソードの研究開発に関して報告があった．マルチアルカリカソードの劣化機構に関する検討や量子効率分布の計測，UVSOR における光電子分光によるカソードの元素比の計測結果などが示された．京都大学 栂村氏からは Cs-Te フォトカソード長寿命化のための CsBr 保護膜作成に関する研究に関して報告があった．Cs-Te フォトカソードでは量子効率が劣化する現象が確認されているため，保護膜として CsBr を塗付する研究を開始し，CsBr の膜を生成することを実証したとの報告であった．膜の組成の解析にはラザフォード後方散乱法を用いており，ほぼ制御された膜を生成するに至っていた．名古屋大学 山本氏からは歪補償型超格子フォトカソードによるスピン偏極電子源の量子効率改善に関する報告があった．超格子層の井戸層と障壁層に導入する歪みの量を同程度に調整することによって，これまでの限界であった 0.5%を大きく上回る 1.6%の量子効率かつスピン偏極度 92%を達成する成果を得ているとの報告であった．

後半のセッションでは電子銃開発に関連する報告があった．まず大阪大学 楊氏より，高周波電子銃による高圧電子顕微鏡に向けた 1 kHz 繰り返しの RF 電子銃開発に関する講演があった．1 kHz 繰り返しで動作させる RF 電子銃空胴の検討と設計，及び製作状況に関して報告があった．特にアイリス部の形状に関して温度変化の影響を最小にする設計が新たに検討されていた．次に筆者より極短バンチを生成するための高周波電子銃の現状

と今後の展望に関して報告した．従来の電子銃にエネルギーを線形に変調するセルを付加した空胴を用いることによって約 300 fs の電子バンチの生成に成功している．この電子銃から得られるバンチはバンチ長が速度差によって圧縮されるため，横方向を電磁石で収束することによってある 1 点で 3 次元的に圧縮することが可能であり，この電子銃の今後の展望に関して報告した．日本大学 境氏からは 2.6 セルクライオ光陰極高周波電子銃の試験空胴に関する報告があった．高純度の銅で製作した電子銃空胴を 20 K まで冷却することによって Q 値の大幅な向上が期待できる．これまでに試験機を製作し，冷却試験を行い，常温で Q 値 11000 の空胴が 20 K において 64000 ほどまで向上していることが確認されているとのことであった．現在は実機用の設計を進めているとの報告であった．本研究会最後の講演として，京都大学 Torgasin 氏より三極管型熱陰極高周波電子銃開発に関する報告があった．試験空胴を製作し，試験を開始している．現在は空胴とのカップリングを操作するためのインピーダンストランスフォーマーを追加し，動作試験を終了しているとのことである．ビーム試験を行うための準備はほぼ完了しており，今後の展開に期待したい．

研究会終了後には早稲田大学加速器施設の見学会を開催した．12 月としては非常に寒く，雪も混じる天気の中，喜久井町キャンパスまで徒歩 20 分程度の移動をお願いしての開催であったが，20 名近くの参加者をいただくことができた．現場を見ながら様々な議論を交わすことができ，非常に有意義な時間であった．このような機会は研究会を主催することでしか得られない貴重な時間であることを再認識し，主催を承諾いただいた関係者各位に感謝申し上げたい．

3. おわりに

本研究会は関係機関の持ち回りで開催されており，来年度は京都大学と名古屋大学で相談の上，開催場所が決定されるという形となった．毎年 12 月～ 2 月頃に開催されるため，来年度もこのあたりでアナウンスがあるものと認識している．参加者数 40 ～ 50 人と，比較的こぢんまりとした研究会であるが，その分全員の顔が見渡せ，忌憚のない議論ができる場として非常に有意義な研究会であるように思う．これまでに参加していないが，関連のご研究をされている方々にはぜひご参加いただき，議論に加わっていただければと思う次第である．

最後に非常に忙しい時期にも関わらず本会にご参加いただいた方々，早稲田大学での主催にご賛同いただいた皆様，そして無償で研究会運営の手伝いをしてくれた学生諸氏に再度感謝申し上げ会議報告とさせていただきたい．