

会議報告

VASSCAA-7 会議報告

谷本 育律*

Report of the VASSCAA-7

Yasunori TANIMOTO *

1. はじめに

第7回真空・表面科学アジア・オーストラリア会議 (The 7th Vacuum and Surface Sciences Conference of Asia and Australia; VASSCAA-7) が2014年10月5日(日)から9日(木)まで、台湾の新竹 (Hsinchu) 市にある国立清華大学で開催された。会議の議長は Taiwan Vacuum Society 会長で National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) の真空グループを率いる熊高鈺 (Hsiung Gao-Yu) 氏が、International Steering Committee の委員長は KEK の齊藤芳男氏がそれぞれ務められた。参加総数は約250人で、うち日本からの参加者は約35人であった。ちなみに、会議の略称 VASSCAA は「バスカ」と発音する。

会議の主旨はアジア・オーストラリア地区において真空や表面科学および関連する技術に関して議論する場を設けることである。対象となる分野は、真空科学技術、表面科学、表面工学、応用表面科学、電子材料とプロセス技術、ナノ構造と光触媒、薄膜、プラズマ科学技術、バイオインターフェイス、再生可能エネルギー技術と多岐にわたる。2010年を境に開催間隔が3年から2年に短縮され、これまで日本では、1999年に東京で VASSCAA-1 が、2008年に松江で VASSCAA-4 が開催されている。次回の VASSCAA-8 は2016年に韓国の釜山で後述の IVC-20 と併せて開催される。会議のプロシーディングスは、査読の後、VACUUM 誌または Applied Surface Science 誌より出版される。

同様の主旨の会議は、欧州では2年ごとに European Vacuum Congress (EVC) とほぼ毎年 European Conference on Surface Science (ECOSS) が、北米では毎年 AVS (Science and Technology of Materials, Interfaces, and Processing; 旧 American Vacuum Society) International Symposium and Exhibition が開催されている。また、世界規模では International Union for Vacuum Science Technique and Application (IUVSTA) の主催で、3年ごとに International Vacuum Congress / International Conference on Solid Surface (IVC/ICSS) が開催されている。

加速器が主体の大型真空システムに関する発表や情報交換の場としては、3年ごとの Workshop on Operation of Large Vacuum systems (OLAV) があり、2014年は4月に OLAV-4 が台湾の NSRRC で開催されたばかりであった。主催者は VASSCAA-7 と同じ熊高鈺氏であった。OLAV-5 は2017年に DESY で開催予定である。

2. 加速器真空システムに関する口頭発表

加速器真空システムに関する発表は真空科学技術のセッションに属し、口頭発表が4日目の午前中に組まれていた。まず、プレナリーの招待講演として、日本原子力研究開発機構 (JAEA) の金正倫計氏により、「Status of J-PARC Accelerator」と題する、J-PARC 各施設の概要および3 GeV リング真空システムの詳細な紹介が行われた。特に、2011年の震災による被害とその後の復旧作業に参加者の関心が高い様子であった。

* 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 KEK, High Energy Accelerator Research Organization

一般口頭発表として、最近の加速器の真空システムに関する発表が5件あった。1件目は、米国 Brookhaven National Laboratory の薛孝泉 (Hseuh Hsiao-Chaun) 氏が、高輝度放射光源 NSLS-II (National Synchrotron Light Source-II) の真空システムの設計や建設、コミッショニングについて発表を行った。豊富な経験に基づいて、第3世代リング真空システムのレビューや真空システムを設計する上で考慮すべき基礎的な項目を解説した後、NSLS-II で採用して成功した真空技術を紹介しており、放射光源加速器の真空を担当している筆者にとって大いに役立つものであった。具体的には、ビームダクトを電磁石磁極とのクリアランス 1 mm に収め、ビーム位置モニタ (BPM) を 100 μm の精度で設置して変動を 100 nm 以下に抑えるために、長尺押出成形アルミ合金を円弧軌道に沿って曲げ加工し、100 μm の精度で機械加工を施し、電磁石ガーダー上に安定に設置する技術、オゾン雰囲気での熱処理により炭化水素系残留ガスを低減させる技術などである。会期直前の9月30日に約30年間運転してきた NSLS のシャットダウンを祝う「Light-off Party」を行い、2015年にはNSLS-IIが世界最高輝度の放射光源リングとなることを目指してコミッショニングを進めているとのことであった。

続いて KEK の末次祐介氏による、電子陽電子コライダー SuperKEKB の真空システムにおける開発項目の紹介とリング建設進捗状況についての報告があった。2010年に運転を停止した KEKB の40倍のピークルミノシティを実現するためにビームサイズの縮小化や大電流化が求められており、4 GeV 陽電子リングでは電子雲効果を抑えるために、また7 GeV 電子リングのウィグラーセクションでは放射光によるガス放出の影響を低減するためにビームダクトにはアンテチェンバ型の断面形状を採用し、さらに陽電子リング用のアルミ合金製ダクトの内面には2次電子放出係数の低い TiN コーティングを施したとのことである。また、低インピーダンス真空コンポーネントの開発の例として、そのアンテチェンバ型断面形状に合わせたベローズやゲートバルブに KEKB で実証された櫛歯型の RF シールドを採用したとのことである。

3件目は、台湾 NSRRC の熊高鈺氏による

Taiwan Photon Source (TPS) 真空システムの設計と建設に関する発表であった。TPS は周長が 518 m であり、24 の Double Bend Achromat (DBA) セルで構成される。真空システムの大きな特徴は、各ユニットセルの真空ダクトを 14 m の一体物で製作している点である。アンテチェンバ型の複雑な形状のビームダクトを、オイルフリー環境で時間をかけて 50 μm 以下の精度で機械加工した後、オゾン水で洗浄し、自動溶接機を用いて精密に溶接していた。14 m に連結された状態で輸送や真空試験、設置作業を行っており、変形を避けるためにバランスに気を配りながら慎重に行った様子も紹介していた。

4件目は筆者が Compact Energy Recovery Linac (cERL) 真空システムの紹介を行った。cERL は、KEK が JAEA や国内の幾つかの大学と共同で、ERL をベースとした放射光源の実証を主目的として 2013年に建設、運転を開始した小型加速器である。高電荷 (7.7 ~ 77 pC/bunch) や短バンチ (0.03 ~ 0.3 mm) の低エミッタンス (<1 mm·mrad) ビームを周回させるため、ビームダクトには低インピーダンス性が要求される。そのため、ビームダクトを繋ぐフランジにはビームからギャップや段差の見えない特殊構造を採用し、スクリーンモニタやファラデーカップの可動モニタでは使用しないときに両側のダクトをスムーズに繋ぐ RF シールドを開発した。また、超伝導加速空洞の周辺部に非蒸発型ゲッター (NEG) 材をコーティングしたビームダクトを設置し、残留ガス分析により性能評価を行った結果を紹介した。

最後は、韓国の Taekyun Ha 氏による PAL-XFEL の真空システムの現状に関する発表であった。2016年のビーム運転開始を目指して現在建設中とのことである。圧力に対する要求が厳しいフォトカソード RF 電子銃では、ステンレス材の表面に 1 nm の Cr_2O_3 膜を生成して水分子の吸着と水素ガスの放出を抑える目的で、Vacuum Thermal Oxidization (VTO) と呼ばれる、 1×10^{-7} Pa の酸素雰囲気中で 450°C、24時間の熱処理を加える手法を採用した。また、アンジュレータ部ビームダクトには厳しい低インピーダンス性が求められており、表面粗さを 200 nm 以下、酸化層厚さを 5 nm 以下に抑える必要があるとのこ

とである。アルミ合金製ビームダクトの押出加工を行う際に、空気に触れるのを防ぐためアルゴン90%と酸素10%の雰囲気中で行う手法を用い、化学研磨により上記低インピーダンス性能を満足させたとのことである。

3. TPS リング見学

建設されたばかりのTPSリング見学ツアーが最終日の午後に生まれ、実際に14mの長尺ビームダクト製作や設置の努力を自分の目で確かめることができた。夏からコミショニングを行ってきたが、ブースターリングでうまくビームが回らず苦労しているとのことであった。ビームロスの原因がまだ特定できておらず、対策の一つとして補正電磁石の追加作業がリングトンネル見学時にも行われていた。場合によってはビームダクトの改造が必要になるかもしれないとのことであった。

ブースターでの周回と加速が順調に進めば、2014年内にメインの蓄積リングのコミショニング



写真1 TPSリングツアーで丁寧に説明されている熊高鈺氏

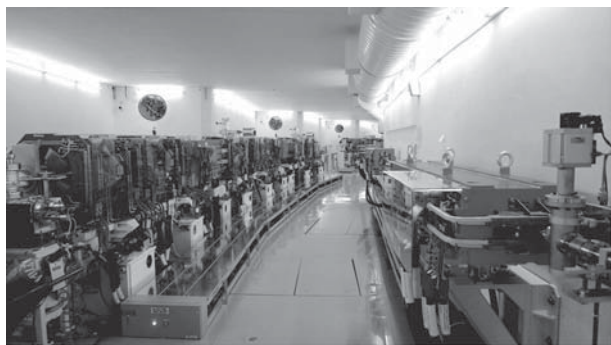


写真2 コミショニング中のブースターリング（右側）と、設置が完了してビーム入射を待つ蓄積リング（左側）

ングを開始し、2015年の初めに数ヶ月の停止期間を設けて、挿入光源や超伝導加速空洞を設置したいとのことであった。今回のツアーではインストール待機中の真空封止型アンジュレータ2台も見学させてもらった。挿入光源担当者は、真空封止型7台、外真空型3台の挿入光源を運転初期段階で設置したいが、2015年は4、5台が限度ではないかと言っていた。現時点でのユーザー運転開始予定の目標は、2015年10月ごろとのことであった。

4. おわりに

台湾を訪れるのは初めてであったので、多くの文化的な相違と類似を実感した。特に会議の半日エクスカージョンで新竹市近郊の歴史ある街を幾つか訪れる機会をいただき、台湾客家（Hakka）文化の中心とも呼ばれる北埔（Beipu）では「東方美人茶」の製法と歴史を学び、海岸の美しい南寮（Nanliao）漁港では夕日と地元の珍味を楽しむことができた。新竹市はビーフンが有名とのこと、ホテル周辺の散策でふらっと立ち寄った小さいお店で食べた鴨肉入りビーフンは初めて味わう絶妙な味付けで大変美味しかったのを覚えている。

宴会のときにVASSCAA-7議長の熊高鈺氏に会議ホストのお礼と、2つの真空会議成功のお祝いをお伝えしたところ、「まずは一安心している」と笑顔で答えられたのが印象に残っている。ただ、前述のようにTPSリングのビーム周回という大きな目標に向けて努力を続けるとのこと、早く台湾から良いニュースが送られてくることを望んでいる。



写真3 南寮漁港の夕日。ちょうど皆既月食の日で、満月の大潮ということもあり、遠くまで潮が引いていた。