

会議報告

会議報告 : 6th Asian Forum for Accelerators and Detectors (AFAD 2015)

柏木 茂^{*1}・日出 富士雄^{*1}・宇野 彰二^{*2}・神門 正城^{*3}

Report of 6th Asian Forum for Accelerators and Detectors (AFAD 2015)

Shigeru KASHIWAGI^{*1}, Fujio HINODE^{*1}, Shoji UNO^{*2} and Masaki KANDO^{*3}

1. 会議の概要

2015年1月26日～27日に第6回アジア加速器・測定器フォーラム(6th Asian Forum for Accelerators and Detectors: AFAD 2015)が台湾放射光研究センター(NSRRC)で開催された。本会議は2009年に中国・北京においてJAAWS(Joint Asian Accelerator Work Shop)として発

足し、インドで開催された2012年よりAFADとなり、加速器に関連した研究開発、検出器開発、またそれらに関連した医療や産業などの応用分野のアジア太平洋地域における連携と発展を目的としたものである。今年は台湾や日本をはじめとするアジア太平洋地域から約160名の研究者や企業関係者が参加した。特に日本からの参加者が多かったように感じた(写真1)。



写真1 AFAD 集合写真

*¹ 東北大学電子光物理学研究センター Tohoku University, Research Center for Electron Photon Science
(E-mail: kashiwagi@lns.tohoku.ac.jp, hinode@lns.tohoku.ac.jp)

*² 高エネルギー加速器研究機構 KEK, High Energy Accelerator Research Organization
(E-mail: shoji.uno@kek.jp)

*³ 日本原子力研究開発機構 JAEA, Japan Atomic Energy Agency
(E-mail: kando.masaki@jaea.go.jp)

AFAD 2015 は台湾放射光研究センター長である果尚志氏 (Shangir Gwo 氏) の挨拶から始まり, Plenary session で幕を開けた. 本会議が開催された台湾放射光研究センター NSRRC では, 昨年末に 3 GeV 放射光施設 (TPS : Taiwan Photon Source) のビームコミッショニングが開始され, 2014 年 12 月 31 日の大晦日に TPS 蓄積リングから最初の放射光が観測された. タイムリーと言えば聞こえはいいが, 会議の準備はさぞ大変だったことであろう. 初日のプレナリートークの一つのハイライトは, もちろん NSRRC の Ping J. Chous 氏による TPS のコミッショニングの最新状況であった. KEK の鈴木厚人機構長は, “fixer” (媒介者) をキーワードに, ヒッグス粒子 (真空の物理の fixer) の解明に挑むには, 多国間, そして多分野が協力して国際リニアコライダーを実現させる必要があり, AFAD はアジア諸国間, そして産業界との “fixer” にならなくてはいけない, といつもながらウイットに富むプレゼンであった.

その後はテーマ毎に加速器・測定器関連の 7 つのグループに分かれ, パラレルセッション形式で行なわれた. 本会議報告では, 執筆を担当した 4 名が 3 つのワーキンググループにそれぞれ参加していたため, 7 つ全てのセッションを網羅した報告でないことをご了承頂きたい.

2. 会議報告 (パラレルセッション)

会議のパラレルセッションは以下のように 7 つのカテゴリーに分かれ 2 日間にわたって行なわれた.

1. Accelerator & its related technologies for photon science
2. Detector technology development
3. Accelerator technologies for industrial & medical applications
4. Innovative accelerator techniques
5. Accelerator & its related technologies for Hadron (Neutron) science
6. Network & Computing
7. Cryogenic

本稿では, 都合上, WG1, WG2, WG4 の 3 つのセッションについて報告する. また, 他のセッションについては AFAD 2015 のホームページ[†]

から情報を得ることができる.

WG1 (加速器および光科学関連技術)

本セッションでは, 2 日間にわたり 13 件の発表が行われ, 台湾から 3 件, ロシアと韓国, インドから各 1 件, 残り 7 件が日本からであった. 紙面の都合上, 各報告の詳細は割愛するが, FEL 関連, そして広い意味での短パルス電子ビーム生成に関する話題が大半を占めた. いかにコヒーレント光源を実現するのか, が共通の課題であると言ってもよいだろう. 台湾でも VUV/THz FEL の開発研究が進められており, 現在は 100 MeV photo injector が建設中であることが Lau 氏 (NSRRC) より紹介された. アジア諸国でも第三世代光源の次の先進的光源として FEL の存在感が増していることが見て取れる. 浦川氏 (KEK) からは, 逆コンプトン散乱による準単色 X 線, ガンマ線源開発が紹介された. 光源としてみた場合, 準単色性や可変性などの特長の一方で, フラックスの低さが課題であるが, レーザー蓄積空洞, 超放射, レーザーに FEL を用いる案など, 様々なアプローチでそれを克服するアイデアが紹介された. コミッショニング運転を開始した TPS からは, 高周波加速システムの現状や真空封止アンジュレータ部での熱負荷の検討などの報告がなされた. TPS 主リングの高周波システムとしては, ブースター同様に RF 周波数 : 500 MHz で, 5 cell の PETRA cavity を用いてコミッショニングを進めているが, 今後は KEKB の SRF モジュールを導入する予定で, 更に将来的には 825 kW 以上 (対応ビーム電流 500 mA 以上) の放射損失への対応を目指すとのことで, 今後の進展も注視したい.

WG2 (検出器技術開発)

毎年 WG2 では放射線検出器の多岐にわたる話題を議論しているが, それぞれの年で特徴が出るようにも配慮している. 今年は, 中性子関連の講演が多いことから初めての試みとして WG5 との合同セッションの時間をもうけた. WG5 の人たちがどんな施設でどんなことを測定しようとしているかも分かり, また多くの質問も有り, よい試みであった. その合同セッションではホウ素中性子補足療法 (BNCT) 向けの検出器の講演が大学, 企業からあり, この分野が産学連携で医療分野へ

[†] <http://www.nsrcc.org.tw/afad-2015/#>

の応用として発展していく可能性を感じられた。次に2次元中性子検出器の講演があり、多くの質問が寄せられ、関心の高さがうかがえた。2日目には大小2つの中性子施設の建設現状の講演があり、施設の増加に伴う検出器の必要性を感じられた。さらに、まったく違う2つの応用の講演があった。1つは、パルス中性子源を利用した物質構造を調べる応用で、もう1つが建造物の非破壊検査への応用であった。それぞれ、実際の応用分野が理解できて興味深いものであった。

合同セッション以外では、最近、毎年話題となるニュートリノ検出器に関する2講演があった。1つ目は、韓国で行われている液体シンチでのガンマ線・中性子弁別の向上の話、2つ目は中国で独自に進めている大型の光電子増倍管の開発現状で、世界中が注目している分野であり、これからも目が離せないものであった。2つ目のトピックスは放射光応用を目指すSOI半導体検出器で、放射線損傷のメカニズムをきちんと理解しようとするものと実際にXFEL用に検出器として開発したものの2講演があった。放射光施設で行われた会議であったので、台湾の人にもよい話題提供となった。

台湾からは、ガス光電子増倍管の開発状況、シャワー粒子からの電波を捉える巨大実験装置、陽子ビーム位置モニター、ダイヤモンドX線ビーム位置モニターの4つの別々の講演があった。これらの講演はAFADならではのあり、普段はあまり知ることのない開催地の現状を理解する上で貴重なものであった。

WG4 (先端加速器技術)

WG4では、先端的な加速器に関連したワーキンググループで、加速器の先端的な分野は別にレーザーに限った話ではないが、主に高強度・超短パルスレーザーを用いた粒子加速に関する発表が10件、誘電体壁面加速法に関する発表が1件あった。中国からの参加者はビザの関係からか、キャンセルが1件。参加人数は、20名前後であった。

台湾をはじめ中国、韓国における主に高強度レーザーを用いた電子加速についての結果が報告された。日本からはKEK, JAEA, 大阪大学, 東京大学, JSTから実験報告と計画について報告があり、アジアにおけるレーザー加速法のアクティ

ビティの高さを再認識した。台湾からはAcademia SinicaのJ. Wang氏、中国からはInstitute of High Energy PhysicsのJ. Gao氏、韓国からはGwangju Institute of Science and Technology (GIST)のH. Suk氏が各機関の成果をまとめて発表した。台湾中央大学には、100 TWのレーザーが稼働中で、レーザー電子加速により準単色の300 MeV (分散13%), 80 pC, 発散角2.5 mradの電子ビームを発生させている。アクシコンなどを用いたプラズマ密度分布を巧みに制御している技術は特異なものである。中国科学院高能物理研究所の発表では、中国にある2 TWから200 TWのレーザーを用いた電子加速の結果及び電子が航跡波の中で蛇行することにより生じるシンクロトロン放射光(ベータトロン放射とこの分野では呼ばれる)の結果が報告されていた。韓国のGISTでは、レーザー進行方向に密度が高くなる、通常とは逆の密度勾配を持つターゲットを開発していた。これはバブル加速を考慮したもので、この密度勾配で問題ないとのことであった。日本からは、大阪大学から3件、細貝氏が磁場を用いたレーザー電子加速の制御、中新氏のレーザー加速電子を用いた電子線回折実験結果、益田氏が径方向偏光レーザーを用いたポンデロモータティブ電子加速法の計算と実験計画を報告した。KEKの吉田氏は、7 GeV リニアックを70 fs程度に短パルス化し、レーザーと組み合わせて1 GeV程度の加速を行うアフターバーナー計画の紹介とレーザー開発状況が報告された。東大の神野氏は誘電体壁加速法による小型イオン加速器開発の進捗について報告があった。原子力機構の神門はレーザーによるX線発生機構についてレビューし、特に非線形航跡波を用いる飛翔鏡法や相対論的高次高調波について報告した。

全体を聴講した感想としては、100 TW級のレーザーはいまや珍しくなく、商用で購入できるが、それらを安定に稼働させるにはまだまだレーザーの完成度が足りない。レーザー加速による準単色電子発生も珍しくはなく、極めて多くの研究機関で再確認されている。しかし、実用面を考えると、単色性や再現性においてまだ既存の加速器とは開きがある。大阪大学の細貝氏らの結果はこれを向上させるブレークスルーであるが、単色性についてはまだ課題を残している。今後は特に単

色性や再現性のさらなる向上が重要となり、本当にレーザー加速器となれるかが試されていくことであろう。この方向を牽引する大きなプロジェクトがJSTの佐野氏のImPACTプログラムである。5年間で小型X線自由電子レーザーに使えるような安定なレーザー加速電子法と小型アンジュレータ開発などを行うという発表があった。今後の発展が期待される。

パラレルセッションでは本稿で報告しきれていないハドロン(中性子)科学, 加速器の産業・医療応用, 計算機関係, 低温技術など, 加速器・検出器に関連した多くの発表と議論がなされた。本稿で報告できなかったセッションについては, 本会議の詳しいプログラムや発表スライドが掲載されているAFAD 2015のホームページ[†]を参照して頂きたい。

3. 施設見学

ラボツアーは2日目午後に生まれ, NSRRCの新・旧の放射光加速器施設であるTPSとTLSを2時間かけてじっくりと見学することができた。ツアーでは加速器のビームラインだけでなく, 電磁石やアンジュレータの磁場測定を行なう施設や超伝導空洞用の冷凍機設備などまで見ることができた。TPS蓄積リングの14m長尺真空チェンバーやその架台のアクティブムーバーシステムなどは特徴的で印象に残っている(写真2)。また, TPSコントロールルームでは昨年末に達成された3 GeVビーム蓄積と放射光観測までの苦労をビームコミッショニングのメンバーの1人が熱く語ってくれた。今回のTPS見学において日本の挿入光源や超伝導空洞の技術が採用されているのを見聞きし, 日本と台湾の協力・連携の成果が最先端の放射光施設の一部になっていることを実感した。

4. おわりに

本会議は昨年末にビーム蓄積に成功したTPSの停止期間の非常にいいタイミングに行われ, 加速器ビームラインを見学することができた。会議



写真2 TPS 加速器トンネル
(右: Booster ring, 左: Storage ring)



写真3 復元されたアジア初の加速器
(コッククロフト・ウォルトン型加速器)

期間中, 参加者はホストのNSRRCから多くの手厚いサポートがあった。朝夕には新竹市内のホテルから会場であるNSRRCまでバスの送迎があり, バンケットではNSRRC近隣の女学生らによる民族楽器の生演奏など温かい歓迎を受けた。最終日のエクスカージョンでは, 国立台湾大学(旧台北帝国大学)において復元された台湾初の加速器(アジア初でもある)を見学した(写真3)。コッククロフト-ワルトン加速器は, 当時台北大で教鞭をとっていた荒勝文策(京都大化研)の提案によるものであり, 台湾との縁を示す逸話である。次回のAFADは日本で開催される予定である。