

会議報告

WAO2012 ワークショップ報告

猪口 宏洋^{*1}・齋藤 俊輔^{*2}・佐々野 利信^{*2}・高田 栄一^{*1}・内藤 富士雄^{*3}
長澤 育郎^{*4}・藤縄 雅^{*5}・古川 和朗^{*3**}・涌井 崇志^{*6}

Report on WAO2012 (Workshop on Accelerator Operations)

Hiromi INOKUCHI^{*1}, Shunsuke SAITO^{*2}, Toshinobu SASANO^{*2}, Eiichi TAKADA^{*1}, Fujio NAITO^{*3}
Ikuro NAGASAWA^{*4}, Tadashi FUJINAWA^{*5}, Kazuro FURUKAWA^{*3**} and Takashi WAKUI^{*6}

1. はじめに

加速器のオペレーションに関するワークショップ、WAO2012 (The 8th International Workshop on Accelerator Operations) が、8月6～10日の日程で、米国のSLACにおいて、SLAC (SLAC National Accelerator Laboratory) とLBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) の共催により開催された。この会議の内容・感想などについて、国内からの参加者がオムニバスのように報告する。

WAOは、第1回が1996年にJLab主催で開催されて以来、1998年TRIUMF、2001年CERN、2003年KEK、2005年Fermilab、2007年ELETTRA、そして前回は2010年に韓国の大田(テジョン)においてKAERI/PEFPとPOSTECH/PALの主催、というようにほぼ隔年で開催されている¹⁾。今回は第8回目ということになる。参加者は、主に加速器オペレータおよびマネージャで、各国から約110名が集まり、日本からは、放医研とAEC合わせて4名、KEKから2名、理研から1名、東北大学から2名の総員9名の出席となった。

WAOはワークショップと称するとおり、加速器の現場で実際にオペレーションに携わって「どの様な問題に直面して、どの様に解決したか」といったことに重点をおいた発表が多く、我々も身近な問題として捉

えることが出来る会議である。WAOの前夜祭として行われたWelcome Receptionの場面でも、Steering Groupのメンバの一人と談笑していた際に、うっかりと「Conference」の言葉を発したとたんに、「Workshop!」と強く訂正されたことから、WAOを単なる成果発表の場ではなく、形式に囚われず有意義な情報交換・問題解決の場としたい、という意味が強く感じられた。

2. 会議の概要

会議は、次に示すテーマによるセッションで構成されており、各セッションに数名が発表、またテーマによっては自由発言によるディスカッションが行われた。今回の会議のテーマは、以下の通りであった。

- 加速器のオペレーションについて
- 安全性と規則について
- 災害対策について
- オペレータの成長・発展について
- 加速器の開発について(自動化, 超伝導, コントロールルームの配置など)
- 加速器のコミッションング/デ・コミッションングについて
- 信頼性について
- コミュニケーション(加速器対人, 人対人)

*1 放射線医学総合研究所 (NIRS)

*2 加速器エンジニアリング株式会社 (AEC)

*3 高エネルギー加速器研究機構 (KEK) (** E-mail: kazuro.furukawa@kek.jp)

*4 東北大学 電子光物理学研究センター (LNS)

*5 理化学研究所 (RIKEN)

*6 東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター (CYRIC)

各々の発表の詳細は、発表で使用した資料なども含めて既に Web ページで紹介されているので参照をお願いしたい²⁾。

3. 参加者の報告と感想

ここから参加者毎の報告と感想を順に載せていくことにする。記述を統一していないが、このワークショップの受け持ち範囲の広さを感じていただきたい。

3.1 WAO の経験と今回

WAO に初めて参加したのは、2005 年米国イリノイ州シカゴ近郊であった。Miscellaneous のセッションで、コ・ジェネレーションの説明を行った。その時、理研 RIBF の交流電源システムは世界的に見て一流であると感じた。その後今回まで連続で 4 回の参加をしている。

2007 年は伊トリエステで、信頼性のセッションにおいて、自慢の「交流電源」の説明を行った。このころより知り合いも徐々に増え居心地も良くなったが、日本からの参加は放医研の高田氏と AEC のみであった。自身の発表は、評価が高かったように感じた。このトリエステは観光地であったが、朝から晩まで連日の会議で名所旧跡の訪問はほとんど出来なかった事が心残りであった。この 2 つの加速器施設は両方ともフェルミ (Fermi) を名乗っているのが印象的であった。

次は 2010 年で 2 年毎の筈が 3 年目となり、場所は韓国大田市となった。大田市は万博も開かれた街で、日本でいえば筑波のような町だろうか、京城より大田まで韓国 TGV が運行しており、新幹線との乗り比べも楽しめた。日本からは常連の他、KEK と運転担当の三菱電機システムサービス、東北大等多くの参加があった。自身は「教育」で仁科センタの Training Syllabus と題して口頭発表を行った。この時初めてマッコリを賞味した。



図 1 SLAC Kavli Auditorium での会議の様子。

今回は、“RIKEN Nishina Center’s Response to Fukushima Daiichi Nuclear Disaster” と称して、福島でスクリーニングをしたり、電気が不足した話をした。セッションは、今回新たに採用された“Disaster”であった。現在 ILC 計画にも参加しているので、このセッションにおける CERN の大停電の話は興味深く聴講した。今回も日本からは 5 組織 9 名と、比較的多くの参加があり、良い傾向にあると思われる。残念な事に、次回参加できる可能性は低いが、WAO の更なる発展を祈念する。(藤縄)

3.2 How We Do Business と信頼性

まず 1 日目の“How We Do Business”のセッションにおいて、いくつか紹介があった加速器の運転体制の話が印象に残った。HIMAC の場合、加速器グループとしては入射器グループやシンクロ/HEBT グループなどの仕切りはあるものの、加速器 R&D (ビーム調整運転) から機器製造メーカーとのメンテナンスにおける内容調整・現場対応、トラブルの対応など一貫して担当する体制がとられている。このセッションにて紹介された施設ではオペレーションとメンテナンスを大別して担当しているケースがいくつか紹介されており、専門分野に特化したグループということでのどのような専門技術を持っているのか非常に興味を沸かした。一方でオペレーションにおける技術的な面において、オペレーションと機器の知識は切り離せない問題であるように感じた。

もう一件印象に残った発表は信頼性のセッションの中のミシガン大学の NSCL で導入している Web での在庫管理システムであった。バーコードによる管理を行い、在庫置き場をかなり細分化して管理されている様子に驚かされた。加速器の多種多様な予備部品の管理については HIMAC でももっと改善の必要があると感じた。

全体を通して議論が身近なテーマであることから興味を持てる内容が多い印象であった。中でも最終日に発表のあったビーム位置モニターのノイズ対策の発表などは問題点から調査、改善などの流れに非常に共感の持てる発表となっており、技術面や手法についても学ぶべき所が多く、WAO の発表が加速器関連で働く人により広まっていけば技術の向上に繋がるように感じられた。(齋藤)

3.3 オペレータの育成

オペレータの育成 (Operator Development) のセッションでは加速器オペレータの技術維持・技術向上のために各施設で様々な取り組みが紹介された。LANL/LANSCE では海軍原子力オペレータ経験者を



図2 見学で訪れた SLAC LCLS の制御室. 複数種類のプログラムが同じハイ・コントラストの色使いでオペレータに情報を提供する.

長年に渡り雇用している報告があった. 海軍では複雑な機械を扱う技術的なスキルや操作訓練を受けており加速器オペレータに向いているとの話であった. Jefferson Lab でも同様な話が聞かれた. 前者とは対照的に ANL/APS では加速器未経験者を採用しオペレータに必要な訓練プログラムと各認定試験を充実させることでオペレータを養成しているといった内容や2年毎に再認定試験を行い, 不合格者は再訓練と再試験合格までオペレータ資格を失うという厳しい対応も紹介された. IHEP/BEPCII では約5年間隔で全オペレータを対象にした加速器物理・ソフトウェア・制御(電源, RF)・安全の集中研修を, 2~3週間掛けて実施している紹介もあった. また, 自動制御化する事でオペレータの負荷軽減と操作ミスを防ぐことが出来るが, 反面自動制御に慣れてしまう事での監視能力低下, 技術低下をどの様に防ぐか活発な議論が飛び交い, これまでの自分の考え方と違う側面の意見も聞けて大変参考になった.

WAO では地位や年齢に関係なくオペレータ視点という共通点で活発な意見交換が行われている事に非常に感銘した. この様な活発な意見交換の場が国内及び各施設でも行われれば, 加速器業界全体の向上にも繋がるのではと感じた. (佐々野)

3.4 デコミッションングとポスターセッション

WAO への参加は初めてだが, おそらく本ワークショップの特徴が大きく出ていたのは, デコミッションング (Decommissioning) についての話とポスターの一部でなされた各種トラブル, 失敗の事例であるように思う. その中で自身が特に興味を持った事項について簡単に解説したい.

まずデコミッションングのセッションでは最初に

TRIUMF の陽子実験ホール内設備の解体の話があった. 実験ホール内の古い設備を撤去し, 新しい機器を設置できる空間にした際に検討した事項の骨子を説明してくれた. 特に捨てる物と再利用する物の区分(汎用性, 放射化レベル, 再生費用等を考慮して)に関する詳しい紹介があった.

2つ目は Bevatron の解体の話であり, 解体手順や実施時の問題点が解説された. Bevatron は1993年に廃止され多くの優秀な人材は他へ移ったが建家や機器はそのままであった. そして2008年に解体が開始された. 加速器本体や遮蔽及び建家の解体は放射化レベルも予想しやすいので大きな問題なく進んだようだが, 土台の放射化物を含むがれきや予想外にトリチウムを含有した土などの処理にはかなり手こずったようだ. しかし何とか処理し, 更地となった跡は駐車場になっている. (LBNL のサイクロトロンの見学の途中で該当する駐車場を見る事ができた.)

2つの話とも個人的には聞く機会が今までになかった種類の話だったので, 非常に面白く拝聴できた.

次いでポスターセッションの件である. ここでの白眉は ISIS のポスターであった. そこでは, 焼けこげたキッカー用同軸コネクタ, 振動で折れて水を吹く冷却水配管, 吹き飛んだ高圧配線, 融けた RF 源の RF 接触部, など現場に携わった経験のある者ならば必ず経験するであろう事象の写真が多数展示されていた. 似たような紹介は HIT (Heidelberg Ion beam Therapy center) のポスターにもあった. そちらには接触不良で焦げて一部融けかかった電磁石ケーブル接続部と目詰まりしたホローコンダクターの解説があった.

物を作る時も, 運転を長く続けた時もトラブルは必ず起こる. その当たり前の事を明白に提示し, 何が原因で如何に対処したかを教えてもらえる機会は非常に重要である. しかし残念ながら最近のコンファレンスでは殆ど見かけないポスターである. この WAO だからこそ得られる情報だと思う. これを知った事が参加して得た最大の成果だったかもしれない. ずいぶん前の「リニアック研究会」が WAO に似た感じであった気がするが, 規模が拡大するにつれ徐々に面白味が失せ, 今では加速器学会に吸収されてしまった. 失敗談を忌憚なく議論できる WAO 程度の規模の会合が日本にも必要であろう. (内藤)

3.5 制御室と招待講演

今回初めて WAO に参加する機会を得た. 参加した率直な印象は, 成果発表の場ではなく, 日常的に現場で生じる様々な事柄について自由に情報や意見を交換する場であるという事が徹底され, しかもそれが 16

年間（8回）にわたって貫かれていることへの驚きであった。私自身、同様な趣旨で立ち上げられた（複数の）研究会に参加した経験があるが、いずれも回を重ねるごとに成果発表にシフトしてしまい、魅力が失われていくのを目の当たりにしてきたからだ。加速器施設はそれぞれ、規模やお国柄、研究所か大学ベースかといった違いによって状況が大きく異なるものの、日常的に直面しがちな問題には共通点も多い（ということが今回分かった）。それらを意識して意見や情報を自由にそして気楽に交換する雰囲気が心地よく、また大いに参考になった。

特に印象に残ったのは、制御室に関する話題であった。加速器施設には新旧大小と状況が異なる様々な施設があるが、各所の現状を踏まえたうえで、理想的な制御室はどのようなものであるかについて話題の提供と議論が行われた。そこでの話題は、運転情報の表示方法や情報量（密度）の最適化から、（今までは考えもしなかったが）制御室の温度設定や配色、配光、コンピュータの騒音や見学者への対応にまでおよんだ。加速器をいかに効果的・効率的に運用するかを念頭に、ここまで幅広く検討している事が新鮮であった。

もう一つ印象に残ったのは、招待講演であった。招待講演というと、その分野の大御所か波に乗っている人が呼ばれるものだというイメージであったが、このワークショップでは、睡眠の専門家（医者）という分野が全く異なる人が呼ばれていた。講演では、睡眠に関する基本的な事柄から、不眠に対する具体的な対策案までがカバーされていた。加速器オペレータの多くは、日勤と夜勤を繰り返し、生活が不規則になりがちである。そうした中で、十分な睡眠をとり、ミスを予防することは重要である。講演は参加者からの関心も高く、具体的な質問が活発に行われていた。このような招待講演を入れたプログラム委員会や主催者の着眼点や意識に脱帽した。（涌井）

3.6 自動化

自動化（Automation）のセッションでは、加速器運転での自動化に関する報告があった。

加速器は起動してから、研究に求められる品質のビーム出力が可能となるまでに多くの操作手順が存在し、この実行に掛る時間は馬鹿にならない。加速器操作の自動化により加速器の起動からビームが利用可能となるまでの時間短縮や施設の稼働率の改善がなされ、研究活動を円滑に進めるうえで自動化が占める役割は大きい。特に最近の大規模な加速器では、複雑かつ膨大な操作手順を人力で行うことは非常に時間が掛かる上、ヒューマンエラーが装置などに与える影響を

考えると、もはや操作の自動化を行わずに装置を運用するのは不可能である。とはいえ、自動化にもデメリットが存在し、特に加速器のオペレータの加速器に関する知識・技術水準の低下などが懸念されている。

このセッションでは、デメリットの対応も含め各施設での自動化の方針・構成・現状などを知ることができた。発表を行った施設は CERN, Fermilab, LBNL, BNL の 4 施設である。CERN からの発表では、過去 20 年の CERN における加速器制御系の変遷、高エネルギー大強度の操作にヒューマンエラーの入り込む余地を減らし、ビームを安全かつ効率的に運用するために自動化が必須になっていること、実際に自動化のために SPS や LHC で利用しているソフトウェアの紹介、自動化がオペレータにもたらすデメリットへの対応策などが報告された。オペレータの知識・技術水準の低下へ対応すべく、実際の運転以外にも訓練する機会を設けており、また制御系の表示やインターフェースを工夫して装置がブラックボックスとなることを避ける工夫をしているようだ。

Fermilab, BNL など CERN と同様に自動化が確立されている加速器からの発表では、自動化を実現している構成要素やソフトウェアの紹介、自動化がオペレータにもたらすデメリットへの対応策など、細かい内容は異なるが、共通している箇所も多く、たとえば自動化にシーケンサと呼ばれるソフトウェアを利用していること、自動化のメリットとしてビームの調整や最適化に要する時間の短縮や出力されるビームの品質が向上したこと、そしてデメリットとしてオペレータの知識・技術水準の低下が懸念されるが、それに対しては別途訓練を行うなどの対策をとっていることなどである。

これに対して、LBNL の発表では歴史ある 88 インチサイクロトロン（Cyclotron）の自動化の現状が報告された。このサイクロトロンは 1960 年代から稼働している加速器で、未だアナログ装置が多く、自動化に移行するためには予算など様々な障壁があり、数ある制御装置の中から何を自動化すべきかなどといった、古い施設の自動化の際に発生する問題に関する内容であった。

以上のように自動化のセッションでは自動化が確立され運用されている施設では稼働率向上や加速器のセットアップに要する時間の短縮、またはビームの用途に応じて利用されているツールとその機能の紹介がなされ、また、歴史があり大量のアナログ装置を有する施設が如何に自動化していくべきかなど背景や事情の異なる各施設における自動化の現状を知ることができた。（長澤）



図3 見学で訪れたLBNLの88インチサイクロトロン制御室、加速粒子やエネルギーを変更する場合には、10分程度でノートに記録されているパラメータを1つずつ設定し、微調していく。1960年代から変わらない。

3.7 自動化と規則対創造性

この項の筆者自身は加速器についての知識も経験も素人ではあるが、日本航空に約40年在席し整備部門の品質保証部として航空機整備の仕組み作りに取り組んだ経験を生かし、現在HIMACの整備システムの構築をAEC社とともに取り組んでおり、今回のWAOに出席することとなった。

「自動化 (Automation)」および「規則と独自性 (Rule vs. Creativity)」(Web ページではフリー・ディスカッションとして紹介)のテーマについては、航空機の設計や整備の仕組みなどとも共通項が数多く見られ加速器にも参考できると思われたので、筆者の航空機整備の経験も含めてディスカッションや発表の内容を紹介する。

自動化は多くの新しい加速器で必須のものだが、運転・オペレータの知識や障害解決力には負の影響を与えないかといった問題意識で設定された「自動化」セッションでは、オペレータ自身にとっても利益となりうるという報告が殆どだった。そして、「自動化」検討時点からのオペレータの関与、理解が不可欠であり、ブラック・ボックスにしないこと、継続的に再教育・訓練を行なうことが必要と指摘されていた。

規則と創造性は、単純化すれば、マニュアル順守か試行錯誤か、となる話で、加速器の運転に両要素が必要とした上で、夫々の施設で何を奨め、どうバランスをとっているのか、をテーマにオープンディスカッションが行われた。一概には言えないが趨勢としては、ルールを重視する意見とルールに代わるものとして職能訓練を重視する意見の議論となった。

筆者が前職において外国航空機の整備作業受託のための認可取得に際して各国航空局の指導を受けた経験からいえば、航空機の運航や整備で今回の議論と同様のルールやマニュアルを重視するアメリカ連邦航空局 (Federal Aviation Authority) に対してヨーロッパ諸国の航空局では訓練を重視する傾向が見られた。しかし、

1985年に起きたJL123便の圧力隔壁の修理ミスによる御巣鷹山の墜落事故などに代表されるような人的ミスに起因する事故などの過去の痛い経験から、ルールが重視される傾向が強まった。現在では、アメリカ連邦航空局はもちろんのこと欧州航空安全局 (European Aviation Safety Agency) も守りやすいルール作りとルールの遵守を重視している。

さて、前職において整備ミスを防止する仕組みの構築に携わった際に、人間工学やヒューマンファクタの研究者から、必須で守らなければならないルールと、人の判断に委ねるルールの2種類があると教えられた。作業方法や手順などは必須のルールに該当するもので、作業のやり方から使用する工具やネジの締付けトルクまで事細かに定める必要がある。一方で、例えば車の運転で出会い頭の衝突などの回避操作などは完全に文章化できるものではなく人の判断を求めるルールと言える。一般的に事前に停止して安全を確認して進むなどのルールはあるものの、ハンドルを切る量やブレーキを踏むタイミングなど状況により異なり、結局のところ人の判断に委ねる部分が多い。咄嗟の場合の判断には知識や経験値により個人差と言う独自性がでるもので、的確な判断を求めるには教育・訓練が重要である。判断の個人差は訓練により補うことで精度の高い適切な判断を生み出す、という言葉が非常に印象に残ったし、今回の議論でも訓練重視の立場の背景を示しているように思う。

更に言えば、独自性は、新しい物の創造や改善・改良を進めるには必要不可欠なものであり否定するものではない。加速器の運転などにおいても、独自の方法は携わる者全員の合意のもとにルール化を図り、更に独自の方法で改善を進めるなどの Plan → Do → Check → Action のサイクルを回すことが大切であると考えられる。ルール、訓練および独自性はバランス良く配置されていることが重要と思われる。

最後に、「自動化」での人間工学的な視点の重要さ

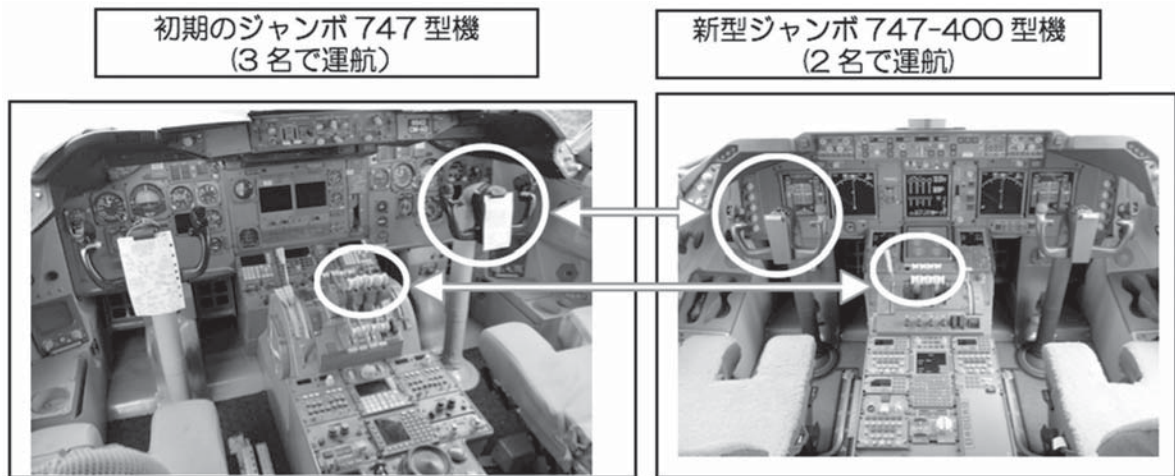


図4 新型のジャンボ 747-400 型機では、操縦室の計器類はアナログ計器から液晶のフラットパネルに代わり、エンジンコントロールなどもコンピュータ制御が採用されている。

について、もう一例紹介したい。民間の航空機は年代とともに自動化が進められているが、世代を超越して形状や配置などが全く変わらないものがある。例えば、実際にはコンピュータによって制御されているにもかかわらず、操縦桿（Control Column）やエンジンの推力を調節するスラストレバー（Thrust Lever）などの形状は、本年7月に就航したボーイング 787 型機でも同様に全く変化していない。

1970年代初期のジャンボ 747 型機と1990年代に外観は同じであるが、大幅にコンピュータ制御を採用した新型のジャンボ 747-400 型機の操縦室（図4）を参照いただきたい。これは、航空機に対してヒューマンファクタの研究が進められ、操縦士が操作する操舵輪やスラストレバーなどは航空機の動きと操作感覚を一致させる、また錯覚しにくい形状などを採用しており人間工学を考慮した設計がなされているためである。

自動化を優先するあまりに招いた事故の代表として、1994年に名古屋空港で起きた中華航空エアバス A300-600 型機の事故がある。この事故は、名古屋空港に着陸する際、副操縦士が誤って自動操縦装置の着陸復行（急上昇）のレバーを操作した。その後機長は、自動操縦装置を解除しないまま着陸を続行するために、操縦桿で機首下げ操作を行ったことで機体が制御不能に陥り結果として墜落に至った事故である。以前にボーイング 747 型機のパイロットを務めていた機長は、操縦桿を手動で操作すると自動操縦装置は自動的に解除されると思いこんでいたが、エアバス社の機種では解除されない設計であった。この事故後、エアバス社は自動操縦装置を解除してパイロットの操作を優先させる設計変更をおこなった。この事故は、人は錯

覚を起こしやすい動物であり、緊急の事態に遭遇した時特に錯覚が起きやすいので、自動化は人間工学的な点も考慮した設計が必要であるとして航空機の世界では語り継がれている。

実際に加速器においても、今回 WAO 最終日の LBNL/ALS 見学で、Pot 回転ツمامミが使われていて、人が使いやすい人間の感覚を優先した自動化が行われている事例と思われた。（猪口）

3.8 サイクロトロン関連施設

サイクロトロン施設からも多くの参加・発表があり、例えば、MSU/NSCL では、年間の運転時間は 2500 時間分が予算付けされており、実際の運転時間は 2200 時間弱との紹介があった。また、高い Availability を維持するために品質管理システムを導入しており、2008年には ISO9001 の認証を受けたとのこと。継続的な改善を実現する、チーム計画、チーム生成、ユーザーからのフィードバックの3要素をリンクしたシンボルが示された。TRIUMF では、昨年 93.7% の Availability（目標は 90%）を達成したとの報告があった。

施設ではないが、カナダ原子力安全委員会（CNSC: Canadian Nuclear Safety Commission）から RI 製造に関する報告があった。CNSC は、それまでの原子力管理局（Atomic Energy Control Board）に変わって 2000 年に設置されたそうで、その業務は原子力エネルギー関連をはじめ、RI や放射線を利用した診断装置やガン治療装置などにも及んでいる。本ワークショップでは、医療用アイソトープの不足問題とその解決に向けたカナダ政府の対応が紹介された。2008年から2009年にかけて医療用の RI を製造している NRU（National Research Universal）炉がトラブルから停止し、深刻

な医療用アイソトープ不足が発生した。この問題への対応策の一つとして、原子炉を使わず、加速器を使った RI 製造方法の研究・開発も進められているとのことであった。これは具体的には NISP (Non-reactor-based Isotope Supply Contribution Program) と呼ばれ、2年間で4つのプロジェクト(2台のサイクロトロンと2台のリニアック)が予算化されたそうである。日本の状況について少し調べてみると、核医学検査で広く使われている ^{99m}Tc の親核である ^{99}Mo は100%が輸入されており、そのうち実に70%がカナダからの輸入に頼っている。NRU 炉の停止の際には通常の40%分しか流通していなかったそうで、我々にとっても深刻な問題であるように思う。

フランスの ARRONAX (Accelerator for Research in Radiochemistry and Oncology at Nantes Atlantique) からは施設の全体的な紹介があった。この施設は2008年に開設されたばかりで、医療用の RI 製造や核化学、材料や核データなどの物理応用といった幅広い分野を視野に入れている。加速器は、IBA の C70 サイクロトロンで、水素、重水素、ヘリウムを加速している。水素の場合、エネルギーは30~70 MeV で、強度は300 μA とのことである。運転やメンテナンス要員は6名で、通常は平日の昼間のみ運転であるが、月に1回程度の24時間運転を実施する週を設けているそうである。24時間運転はこれまで3回ほど試行されており、シフトは約8時間の3交代で各シフトには固定された1名が入るほか、もう1名が日勤に加わる4人体制で実施したとのこと。その結果、運転そのものはうまくいったものの、オペレーターへの疲労感を感じるほか、運転情報の一部が失われるなどの問題が発生しているようである。メンテナンスは、IBA と共同のものが年に4週間設けられているほか、毎週月曜日には、サイクロトロンとビームラインの目視点検が実施されている。また、マシンの不具合については電子ログブックに記録されているとの紹介があった。(涌井)

3.9 X線 FEL

今回は災害対策、診断、デコミッションング、X-FEL などのセッションが新たに設けられ、質問も多

かったように思われる。SLAC と DESY は数年前、素粒子実験から X 線実験に軸足を移したが、その中でオペレータの意識の改革が必要とされた。素粒子実験用の加速器では毎週のように小さな試行錯誤による最高性能の追求がなされ、そこではオペレータが重要な役割を担っていた。しかし、新しい加速器では運転が高度化し、最初からビームフィードバックを含めたソフトウェアによる自動化が準備され、最高性能よりも安定化が求められる。オペレータは On-the-job-training の機会を失い、これまで以上に明確な運転技術文書や訓練計画の充実が求められる。以前は試行錯誤の中である程度の誤りが許され、楽しみながらの運転があり得たが、現在は厳格な運転と感じられる。このような違いには加速器の進展と利用者の構成や実験期間の違いも関わっているが、新しいやりがいに適応する重要性が指摘された。(古川)

4. ま と め

いつものことながら幅広い知識を短時間で入手でき、深く議論できる貴重な会議であると感じさせられる。参加者は、加速器の現場で実際にオペレーションに携わっているクルーチーフやマネージャなどで、そのぶん“失敗”や“事故”など現実に即した発表が多く行われた。また日本からの発表は東日本大震災の影響からの復旧といったテーマが多かったがやはり現実の問題として多くの関心を集めていた。先に書いたように発表資料は招待講演も含めて Web に載っており、参考にさせていただきたい。次回の WAO は2014年に GSI 重イオン研究所主催で予定されている。また関連するワークショップ ARW (Accelerator Reliability Workshop) が2013年4月にメルボルンのオーストラリア放射光施設で開催される³⁾。今後もより多くの加速器関係者の参加を期待したい。

参考文献

- 1) 古川和朗, “WAO2010 ワークショップ報告”, 「加速器」, Vol.7, No.2, 2010, p.152.
- 2) <<http://www-conf.slac.stanford.edu/wao2012/>>.
- 3) <<http://arw2013.com/>>.