

会議報告

ARW2013 ワークショップ報告

門脇 徹人*・山口 浩司*

Report on ARW2013 (Accelerator Reliability Workshop)

Tetsuhito KADOWAKI* and Koji YAMAGUCHI*

Abstract

The 4th Accelerator Reliability Workshop (ARW2013) was held in Melbourne, Australia on April 14–19. The purpose of this workshop is to discuss how to achieve high accelerator reliability. The brief summary of the workshop is reported.

1. はじめに

第4回 Accelerator Reliability Workshop (ARW)¹⁾が2013年4月14日から19日まで、オーストラリアのメルボルンで Australian Synchrotron の主催により開催された(写真1, 2)。ARWは第1回が ESRF の主催により2002年に開催され²⁾、その後2009年 TRIUMF³⁾、2011年 iThemba LABS⁴⁾の開催を経て今回で4回目となる。

主な参加者は加速器の運転者や管理者であるが、加速器運転全般について広く議論する WAO (Workshop on Accelerator Operations) と異なる

り、議題を加速器の信頼性向上や評価といった点に絞り深く掘り下げて議論することを目的としている。過去の ARW 及び WAO については「加速器」に掲載された各会議報告を参照していただきたい^{5,6)}。

今回の参加者はオーストラリアから23名、ヨーロッパから29名、アメリカ、カナダから16名、アジアから20名の計88名となった。日本からの参加者は放医研から3名、東北大から3名、理研から2名、AECから2名、KEKから1名、三菱電機システムサービスから1名の計12名であった。



写真1 主催の Australian Synchrotron



写真2 会場の National Centre for Synchrotron Science

* 加速器エンジニアリング株式会社 Accelerator Engineering Corporation
(E-mail: kadowaki@aec-beam.co.jp)

2. 会議概要

会場となる Australian Synchrotron はメルボルン空港よりタクシーで 40 分程度、中心街からは 30 分程度の郊外にある。付近の通り沿いには大学や企業が立ち並び、その名前は我々日本人にはなじみのある企業もたくさんあった。日本と同様の左側通行の道路を歩き交差する車を見てもかなりの数の日本車が走っており、その数は「オーストラリアに来た」という実感を持たせないほどであった。

ホテルから会場までの道を確認した後メルボルンの中心街に足を運び、「Flinders Street Station」というメルボルンでは一番栄えている駅に降りた(写真3)。駅舎を出るとイギリス風の建物、馬車、トラムが目に入り、やっと異国情緒を感じる事が出来た。街を歩くとおしゃれなオープンカフェやショッピング街やスポーツバーなどが立ち並び活気に満ちていた。また、丁度フットボールの試合が付近で行われており、チームのユニフォームを着た人たちがあふれていた。短い時間ではあったが、色々な魅力にあふれている街の雰囲気を楽しむ事が出来た。

4月14日夜にワークショップ会場にて Welcome Reception が催され、翌15日より会議が開始された。今回は50件の口頭発表と12件のポスター発表が行われた(写真4)。口頭発表は

- How do we measure reliability
- Engineering and design reliability

- Failure analysis
- Systems reliability
- Major system reliability
- Control software reliability
- Machine protection and interlock system
- Case studies: Improving reliability
- Run till break / Preventive maintenance
- How to maximize reliability on medical accelerators
- Radiation and reliability
- Check list
- Improving reliability
- Process to assist in achieving high reliability
- Is new technology better than old technology?

のセッションに分類され、またそれとは別に1日目朝に SNS の G. Dodson より reliability の理論と応用に関する講義があった。Failure Rate Function として電気部品、機械部品等に適用可能な Weibull Distribution はじめいくつかのモデルとその有用性が示された。またこれらの分布を用いて加速器施設のコンポーネントをモデル化する手順の一例が紹介された。

会場ではポスターセッションの展示と並んで、各施設で発生したトラブル事例の写真展示も行われた。

口頭発表のスライド及びポスターセッションの資料は ACAS (Australian Collaboration for Accelerator Science) のサイト⁷⁾よりダウンロード可能なので、興味のある方はアクセスしていただきたい。



写真3 メルボルン中心街 Flinders Street Station



写真4 発表会場の様子(休憩中)

以下、印象に残った発表を筆者の独断で紹介したい。

3. 会議報告

3.1 How do we measure reliability

その施設を特徴づけるポイント(ビーム供給目的, 実験内容等)は何か?という観点からユーザーのニーズを定量化(「Happy User Index」という表現を用いていた)してみてもどうかという発表がPSIのA. Luedekeにより行われた。信頼性といえばまず稼働率やMTTR等の数値があげられるが、同じ5分間のビーム停止でも治療供給と実験供給では重要度が異なるのは当然であり、信頼性を議論する際に単なる数値の比較に終始してはならないと認識した。

またIFMIF(International Fusion Materials Irradiation Facility)の施設設計段階においてRAMI(Reliability, Availability, Maintainability and Inspectability)分析を活用した実例がCIEMATのJ. M. Arroyoにより示された。設計段階で重要なポイントとなる部分を認識するために施設の全コンポーネントについて故障率やMTTRをシミュレーションにより算出し、目標とする稼働率を達成できることを実証するという手法は非常に興味深かった。

3.2 Failure analysis

ISISで運用されているFirst Line Diagnosisシステムの紹介がJ. Browerにより行われた。フォルト発見や解析のためのツールであり、WEB上でのトラブル発生の際の対処手順を示すフローチャートの表示、オシロスコープ映像や現場機器などの情報予備品の在庫や保管場所の表示、キーワードによる検索等の機能などが統合されている。このツールによって1年あたり12.5%ビームダウンタイムを削減できたとのこと。過去のトラブルをデータベース化し、トラブル対応のために利用する施設は多いが、ここまで系統的かつ包括的なトラブル対応ツールは珍しく、参考になった。

3.3 Major system reliability

SLAC LCLSのRF制御において、システムの複雑さが原因で復旧に必要な以上の時間がかかったトラブル事例の紹介がSLACのM. Stanekにより行われた。後日ソフト、ハード、オペレータの

訓練、ドキュメントの改良などを行い対処したとのこと。エキスパートでないオペレータでも復旧できるか?という視点から、トラブル発生時にキーとなるdiagnosticsを考えるべき、という思想はどの施設においても重要であろう。

3.4 Control software reliability

CERNのTechnical Infrastructureの制御システムの紹介がP. Sollanderにより行われた。「No alarm ≠ No problem」という意識はオペレータとして忘れてはならないことであると再認識した。1日で 10^6 の何らかのイベントが発生するが、実際に問題となるのはその1%であるという。原始的ではあるが、各システムが正常に稼働しているかどうか確認するための「heartbeat」は有効であるように思えた。

3.5 Case studies: Improving reliability

TRIUMFのISACにおけるRF立ち上げ自動ルーチンやビーム強度調整に関する紹介がT. Angusにより行われた。自動化ルーチンが導入されている操作において、ルーチンが正常に作動しない場合にオペレータがどのように判断し対処するかという問題は常に存在する。オペレータが適切に教育、訓練されることによりトラブルの際にエキスパートの手を借りる必要がなくなり、結果としてavailabilityが向上したという結果が報告された。

3.6 Poster session

ポスターセッションでは12件のポスター発表があった。冷却水に関する信頼性、RF systemに関する信頼性、availabilityの改善など多岐にわたった内容が発表され、それぞれのポスターの前で議論が交わされた。

運転開始後20年になるイタリアのELETTRAからは、RFシステムに組み込まれているクライストロンのlife time, RFのMTBF, RFシステムのトラブルの回数が、メンテナンスを行う事で改善した結果の紹介がされていた。

フランスのSOLEILからは、6年間の運転で経験された主なトラブルと対策が紹介されていた(ビームラインの上にある冷却水配管から冷却水が漏れ、60時間ビームが止まった例や、IGBTの爆発が頻発し、その対策としてIGBTのサイズの拡大や冷却装置の再設計をした例など)。

加速器オペレータにとって馴染み深い話題が多

く、発表者と議論する事で同様の体験談を共有したり、新たなトラブル対処法を得たりすることができ、非常に有意義な経験であった。

3.7 Run till break / Preventive maintenance

TRIUMF でダウンタイムを減らすために実施されている Preventive maintenance の紹介が D. Prevost により行われた。容易にスペアを用意できるものに関しては故障するまで使用し、(コスト等の問題で)スペアを用意しにくいものは Preventive maintenance を行う、というポリシーで運用している。

3.8 Check list

Diamond Light Source で実際に使われているチェックリストの紹介が V. Kempson により行われた。チェックリストを電子化し LAN 上の Wiki や電子ログブックと連動させるシステムが既に稼働しており、さらにタブレット PC を用いて所内どこからでもチェックリストの結果をサーバに反映させるシステムをテスト中とのこと。メンテナンスの際の加速器本体室での流量点検時などに再入力の手間を防ぐなど、メリットは大きいと思われる。チェックリスト作成の際の注意点として、実際に使う人の意見を取り入れること、チェックリスト自体を何度もテストすること、定期的に更新すること等が挙げられた。その他にも参考書籍や(笑い話の様でもあるが)「チェックリストのチェックリスト」なるものが紹介された。加速器の立ち上げ時や停止時にチェックリストを使用する施設は多いと思われるが、忘れてはいけないのは、安易にチェックリストを作りチェックリストをコンプリートすることが目的になってしまっていないとオペレータが意識する事であろう。

3.9 Process to assist in achieving high reliability

SNS で使用されている Integrated Maintenance Program の紹介が G. Dodson により行われた。Reactive Maintenance, Preventive Maintenance, Predictive Maintenance を対象機器毎に使い分けてメンテナンスの計画を立てることの重要性が示された。また現在稼働中のメンテナンス計画用システムはドキュメント管理システムや電子ログブック、予備品管理システムといったその他の管理システムともリンクしているとのことで、大量のデータを相互にリンクして無駄なく活用する良い事例であると思われた。

3.10 その他

ポスターセッション会場において、同時に各施設から提供のあったトラブル事例写真の展示が行われた。内容はコンデンサバンクの破裂やケーブルの焼損など、加速器オペレータであれば目にする機会の多いものから、水害による浸水や上空を飛ぶ野鳥が落としたエサに起因する電源トラブルなど珍しいものまで多様な事例が示された。ある意味 ARW ならではの独特な展示であり、興味をひいた。

3日目の会議終了後には、Australian Synchrotron からバスで20分程の距離にある Mount Dandenong 山頂のレストラン Sky High にてバンケットが開催された(写真5)。会場到着時に丁度日没となり、メルボルン市街が夕闇に包まれ夜景へと変貌してゆく様を眺めながらの素晴らしいバンケットとなった。

またこの場において、3日目に行われたポスターセッションとトラブル写真の投票結果が発表され、ポスターセッションでは AEC の山口による「Reliability of cooling water system」、トラブル写真では DESY の M. Bieler による「Flying Gas Bottle」が得票数1位となり、表彰及び記念品贈呈が行われた。

4. まとめ

連日朝8時半から17時近くまで発表や施設見学等のイベントがスケジュールされており、非常に盛り沢山で充実した5日間であった。反面、会場がメルボルン市街から離れている事もあり、会議終了後ちょっと市街まで、ということがなかなか



写真5 バンケット会場の様子

かできなかったのが心残りではある。

研究者、オペレータを問わず、等しく「加速器」に関わる立場の人間として交流を深め、意見交換できるのは良い経験であり、WAO, ARW がここ最近は交互に毎年開催されているとは言え貴重な機会である。

今回の参加者には加速器の専門家だけでなくエレクトロニクスや RF, 電源の専門家などもおり, また他業種を経験してから加速器業界に入ってきたオペレータや管理者も増えてきている。多様な技術の集大成である加速器を扱う Workshop として, 多くの異なるバックグラウンドを持つ参加者が増えるというのは望ましい傾向であると言える。

第 5 回 ARW は 2015 年に Oak Ridge National Laboratory の主催で行われることになった。また WAO は 2014 年にドイツで開催される。今回

の ARW は日本から 12 名参加と比較的多い方だったと思われるが, 今後もさらに多くの方の積極的な参加を期待したい。

参考文献

- 1) <http://www.arw2013.com/>
(accessed 2013.05.14).
- 2) <http://www.esrf.eu/events/conferences/ARW/>
(accessed 2013.05.14).
- 3) <http://www.triumf.info/hosted/ARW/>
(accessed 2013.05.14).
- 4) <http://www.arw2011.tlabs.ac.za/arw2011/>
(accessed 2013.05.14).
- 5) 猪口宏洋等, 加速器 9 巻 3 号 178 (2012).
- 6) 高雄勝, 加速器 8 巻 2 号 108 (2011).
- 7) <http://accelerators.org.au/indico/conferenceDisplay.py?confid=55>
(accessed 2013.05.29).