

## 会議報告

## PAC09 会議報告

山本 康史\*

## PAC09 Report

Yasuchika YAMAMOTO\*

2009年5月4日から8日の期間にカナダのバンクーバーで行われたPAC09 (Particle Accelerator Conference '09)は全参加者1,309名, 企業展示数74, 口頭発表数197, ポスター発表数1,625 (いずれも主催者発表に基づく)と, まさに世界最大規模の加速器の国際会議であった<sup>1)</sup>. 会議の2週間前ぐらいから今も世界を騒がせている新型インフルエンザが流行し始めており, その最中での開催であったため直前の取り消しが相次いだようであるが, 無事開催された (直前に主催者側から安全宣言らしきものも出された). 会場はバンクーバー中心地にあるFairmont Hotel (初日午前の plenary session でのみ使用) と Hyatt Hotel の2箇所であった. バンクーバーは落ち着いた街で市内のそこかしこに桜が咲いており, また食事もおいしく (日本食レストランが非常に多い) 大変雰囲気の良い街であった.

初日午前の plenary session は, Fairmont Hotel の大ホールで行われた. 初めに, バンクーバー市内にある TRIUMF 研究所の新所長に就任した N. Lockyer 氏による開催宣言の後, S. Koscielniak 氏より TRIUMF 研究所の歴史が簡単に説明された. 1968年に設立され, 昨年が丁度40周年記念であった. TRIUMF 研究所の研究内容は最後にラボツアーのところで述べる. その後, フェルミ研究所 (FNAL) における Tevatron の RUN II の状況と, CERN における LHC のコミッショニングの状況が報告された. 今年は energy frontier 加速器が Tevatron から LHC へと移行する時期に当たり, 今回の会議も節目となるものになるであろう. 現在 Tevatron ではヒッグス粒子の発見を最大目標に掲げ, マシンチューニングを精力的に行っており, RUN II 以後の積分ミノシティが着々と増えている (最終的に RUN I における積分ル



図1 バンクーバーの街並み. 右奥に見えるのが会場となった Hyatt Hotel.



図2 初日に行なわれた plenary session の様子.

ミノシティの60倍に達する予定). 一方, LHC の方は昨年9月に beam commissioning が行われビーム周

\* 高エネルギー加速器研究機構 High Energy Accelerator Research Organization  
(E-mail: yasuchika.yamamoto@kek.jp)

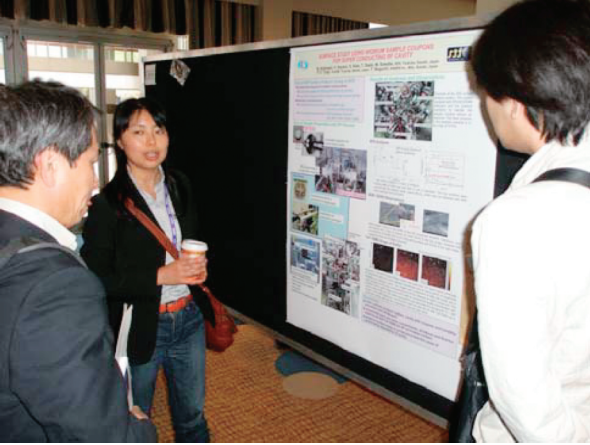


図3 ポスターセッションの様子.



図6 TRIUMF 研究所内の実験ホールエリアの一部. 雰囲気は KEK 内の PS 東カウンターホールに似ている.

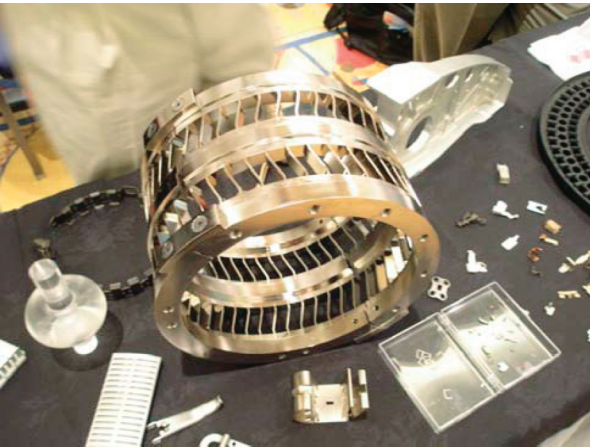


図4 コーネル大学の ERL 入射部用超伝導空洞に用いられているブレードチューナー (企業展示ブースより).



図7 Robert Laxdal 氏より超伝導  $\lambda/4$  共振器の説明を受ける面々. 奥に見える角型の物体が超伝導空洞が納められているクライオスタット.

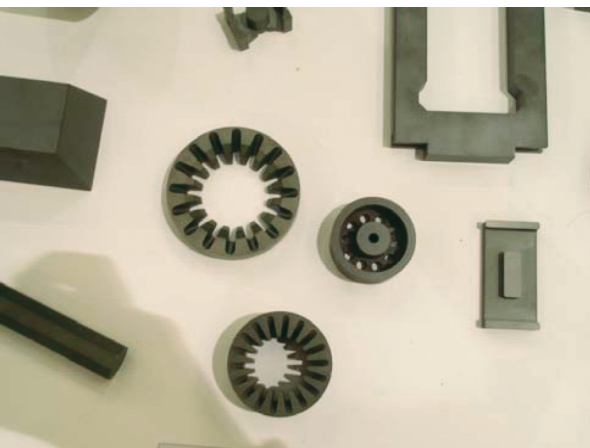


図5 フェライトで作られた様々な形状の吸収体 (企業展示ブースより).

回や RF capture は成功したが、わずか 10 日後にセクター 3-4 にある超伝導の dipole と quadrupole 電磁石を繋いでいる bus bar における電気接触の不具合 (と考えられている) により大きなクエンチが発生し、マグネットが損傷してしまった<sup>2)</sup>。事故発生時、断熱真空層へ何と 6 トンものヘリウムが流れ出したとのことであった。測定データからは事故発生時に局所的に異常に高い抵抗値を示していたことが分かっており、他の箇所も調べてみたところセクター 1-2 にも異常に高い抵抗値を示した場所が見つかったとのことであった。接合部に対するテストは今年のも最優先課題に挙げられており、今のところ全体の約 60% のところまで終了しているとのことであった。現在は復旧作業及び改善作業中であり、今年の 9 月までに全ての

作業を終了させ、それから運転を再開する予定である。最初の Physics Run はビームエネルギーを 5 TeV に下げて始めるようで、そこから徐々にマシンスペックの 7 TeV を目指してビームエネルギーを上げていくようである（ただし、そこに到達するまでには約 1,000 回ものクエンチを伴うトレーニングを要するとのことであった）。午前の最後は、Y. Yamazaki 氏による J-Parc の報告であった。昨年末に陽子ビームを 30 GeV まで加速することに成功し、今年 4 月にはニュートリノビームの生成を開始しており徐々に完成しつつあるという印象を受けた。インフルエンザの影響を極力避けるため、この会議の参加者を選別したとのことで、この対応は実際に帰国後に本機構の方針として 3 日間の自宅待機が命ぜられたことから正しい判断であったといえる。

初日午後の parallel session では K. Oide 氏より KEKB の現状が報告された。この 2 日前に冬のメンテナンスで新たに導入された新 skew 6 極の調整によりルミノシティの世界最高記録を更新したばかりで、まさにグッドタイミングの発表であった（その後、さらに記録は伸びて、現在ピークルミノシティが  $21.083 \text{ nb}^{-1}\text{s}^{-1}$  に達している<sup>3-5)</sup>。

2 日目の午後の parallel session では超伝導空洞に関する発表が行われた。Cornell 大学の M. Liepe 氏により Cornell 大学における次期計画である ERL (Energy Recovery Linac) の現状が報告された。2 セルの超伝導空洞を用いた入射部はすでに完成しており、現在稼働中である。Argonne 研究所の M. Kelly 氏からは陽子加速器用の超伝導空洞の現状が報告された。Jefferson 研究所の R. L. Geng 氏からは ILC (International Linear Collider) に向けた各研究所の超伝導空洞の開発・研究が報告された。1.3 GHz の 9 セル空洞の開発・研究は最も活発に行われている分野で、ほぼ半年毎に何らかの進展が見られるほどである。最後は、KEK の E. Kako 氏から昨年に第一期計画が終了した STF (Superconducting rf Test Facility) の Phase-1 の結果が報告された。4 台の内の 1 台が ILC スペックを超える 32 MV/m に達したことで、ローレンツ離調の観測やそれによる加速勾配の低下に対してピエゾ素子を用いて補償する方法を確立するなど様々な成果を上げた。ただし、いくつかの問題も生じており、来年行われる S1-Global Project (後述) に向けた改良も行っている<sup>6,7)</sup>。

最終日の午前には先端加速器開発の現状及び既存の加速器のアップグレードに関する発表が行なわれた。CERN の R. Tomas 氏からは CLIC (Compact Linear

Collider) の現状が、FNAL の S. Holmes 氏からは Project X の現状が報告された。CLIC と ILC は次世代の高エネルギー加速器として「友好的なライバル関係」にあり、いくつかの分野では共同研究も行っている。CLIC からはこの会議に計 50 本近くの発表が発表されており、非常に活発な研究を行っているという印象を受けた（LHC を行っている傍らでこれだけの activity が示せるのだから驚く）。一方、アメリカが威信をかけて臨んでいるのが Project X 計画で、これは長基線ニュートリノ振動実験のために 60–120 GeV の 2 MW 陽子ビームラインを FNAL に建設するというものである。入射部の最終段におけるビーム加速 (1.3→8.0 GeV) のために ILC でも用いられる 1.3 GHz の 9 セル空洞が約 300 台も導入される計画で (DESY が行っている XFEL 計画では 800 台)、単なる超伝導空洞の試験開発だけでなく、それを用いたビームラインの建設も行い、物理実験に結び付けようという野心的な計画である。その先にはさらに野心的なミュオンコライダーというオプションまで含めている。CERN の F. Zimmermann 氏からは LHC のアップグレード計画と LHC 後の次期計画に挙げられている LHeC 計画の概要が発表された。アップグレードにはルミノシティを 10 倍に上げるオプション (SLHC) とエネルギーを 2 倍に上げるオプション (DLHC) があり、それぞれの可能性を検討しているようである（実際にはエネルギーを上げることは、用いられている超伝導電磁石の全数交換を意味するため難しいと思われる）。LHeC 計画とは、DESY で行われていた HERA 実験のアップグレードとも言うべきもので、陽子ビームと 60–140 GeV の電子（陽電子オプションもある）ビームと衝突させるというものである。電子用のビームラインは、リングあるいは Linac のどちらのオプションも検討しているようである。

SLAC の A. Chao 氏からは “Galactic Stability” と題された興味深い発表が行なわれた。非回転の銀河形成にまつわる不安定性とビーム力学における不安定性とを対比させて議論を進めており、growth rate がどのような条件なら銀河の不安定性が生じるかという結論を導いていた。同氏の著名な教科書 “Physics of Collective Beam Instabilities in High Energy Accelerators” を用いて数年前にゼミを行っていたこともあり、Landau damping, dispersion relation, stability diagram といったお馴染みの単語が次々に出てきて懐かしかった。

企業展示ブースも盛況で、色々なサンプル製品が展示されており、興味深いものも多々あった。インフル

エンザの影響で国内のメーカーが一社しか参加していなかったのはやや残念であった。

最後の講演は DESY の N. Walker 氏 (ILC 国際設計チームの 3 名の Project Manager の内の一人) で、ILC 計画の現状と今後の予定が示された。16,000 台以上製作される超伝導空洞の歩留まりを如何にして上げていくかという試みが世界中で行われており、31.5 MV/m の達成率が最終的に 90% 以上となることを目標にしている。来年には、KEK の STF (Superconducting rf Test Facility) にて DESY, FNAL, KEK の 3 極から届いた空洞を 1 つのクライオモジュール (KEK と INFN とで分担する) に収納し、冷却およびハイパワー試験を行う S1-Global Project が行われることになっている。これは、ILC スペックを満たす最初のクライオモジュールとなる予定である。

会議終了後の翌日は TRIUMF 研究所ツアーが行なわれ、100 名ほどが参加した。TRIUMF には有名な 500 MeV のサイクロトロンがあり、陽子ビームを用いた様々な実験が行なわれている。ツアーではサイクロトロンそのものは見られなかったが、それを覆うコンクリートシールドには上がる事ができて、入射ビームラインを見学できたり、漏れ磁場を体感できるようなデモンストレーションがあった。ビームは様々な用途に用いられるため、低、中、高エネルギーの 3 段階に分けられており、高エネルギーセクションには超伝導の  $\lambda/4$  共振器が設置されている。ここの超伝導 RF グループを率いているのが Robert Laxdal 氏で、ご本人に伺った話では将来的に ERL (Energy

Recovery Linac) を行なうための新たなビームラインの建設計画があるとのことであった。複数台の L バンド (1.3 GHz) 空洞が用いられる予定で、ビームラインについては single pass と double pass の両方を検討しているとのことであった。

1,000 人規模の国際会議に出席するのは今回が初めてであったが、異種分野の研究者達と知り合いになったのが最大の収穫であったと言える (最近の傾向として狭い研究領域での会合が増えており、視野が狭く感じるが多い)。全ての発表内容を網羅するのは不可能であるが、このような総合的な会議も必要なのだと実感した。来年 5 月には欧州、北米、アジアの PAC を統合した IPAC (International Particle Accelerator Conference) の初会合が京都で行なわれる予定である。他方、PAC は北米地域の会議として今後とも存続することになっており、2011 年 3 月にはブルックヘブン研究所のホストでニューヨークにて開催されるとのことであった。

#### 参考文献

- 1) <http://www.triumf.info/hosted/PAC09/>
- 2) 高エネルギーニュース, Vol. 27, No. 3, p. 163-171.
- 3) <http://www-acc.kek.jp/kekb/index.html>
- 4) KEK のホームページより迎えます。  
(<http://www.kek.jp/ja/news/topics/2009/KEK-Bluminosity2.html>)
- 5) CERN COURIER, Vol. 49, No. 5, p. 5.
- 6) <http://lcdev.kek.jp/STF/>
- 7) STF Phase-1 Activity Report, KEK Report 2009-3, April, 2009, A.