

会議報告

IBIC2013 会議報告

金枝 史織^{*1}・サハ プラナブ クマル^{*2}

Report on IBIC2013 (International Beam Instrumentation Conference)

Shiori KANAEDA ^{*1} and Pranab Kumar SAHA ^{*2}

1. はじめに

2013年9月16日から19日の4日間の日程で、イギリスのオクスフォードにある Said Business School においてビーム診断国際会議 IBIC2013 が開催された。IBIC は DIPAC (European Workshop on Beam Diagnostics and Instrumentation for Particle Accelerators) と BIW (Beam Instrumentation Workshop) とが統合した会議であり、昨年から開催されている。記念すべき第一回目は日本のつくば市で行われ、今回は第二回目である。本会議は招待講演 (11 件)、口頭発表 (21 件)、特別講演 (1 件)、ポスター発表 (226 件) が行われ、企業展示 (27 社) に

よる参加も含め約 340 人の関係者が集まった。日本からは KEK, JAEA, SPring-8 などから約 20 人が参加した。会議のプログラムや発表内容は <http://ibic2013.org/> でプリプレスプロシーディングも含め閲覧が可能である。興味のある方は是非そちらをご覧ください。会議の集合写真を写真 1 に示す。

2 日目の夜には Oxford Hall にてバンケットが行われた。バンケット会場の様子を写真 2 に示す。バンケット前には KEK の三橋氏が会場の奥 (写真 2 中央) にあるパイプオルガンで生演奏をし、会場を大いに盛り上がらせた。写真 3 はその様子である。



写真 1 集合写真

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

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



写真2 バンケット会場



写真3 三橋氏によるオルガン演奏

2. 会議報告

口頭発表、ポスター発表共に以下の7つのテーマに分類され発表が行われた。

- BPMs and Beam Stability
- Beam Charge Monitors and General Diagnostics
- Beam Loss Detection
- Beam Profile Monitors
- Collider Specific Instrumentation
- Overview and Commissioning
- Time Resolved Diagnostics and Synchronization

日本からは口頭発表の部では J-PARC の橋本義徳氏によるビームプロファイルモニタについての発表があり、招待講演の部では SPring-8 の冨澤宏光氏による三次元バンチ電荷分布モニタについて、KEK の Photon Factory (PF) の帯名崇氏による光ファイバを用いたロスモニタについての発表があった。

本報告で全てのセッションについて詳細に報告

することは不可能であるので、著者らが印象に残った発表について報告する。

はじめにエレクトロンマシンについて報告する。2日目に SLAC の P. Krejcik 氏より LCLS (Linac Coherent Light Source) のコミッショニングについての発表があった。LCLS ではアンジュレータの下流部に新しい X バンドの横方向偏向空洞 (XTCAV) がインストールされ、2013 年 5 月から運転が始まった。120 Hz のマシン周波数で運転する XTCAV は、4.7 GeV のビームで 1.3 fs という高時間分解能を達成できた。また、現在はフォトンユーザー向けに、ユーザーの実験に関係するような測定データをより速く転送するため、速いデータの取得へのアップグレードが計画されている。

3日目に APS (Advanced Photon Source) の G. Decker 氏より、ビーム位置モニタ (BPM) についての発表があった。発表では、Cornell ERL, LCLS, European-XFEL (E-XFEL), SwissFEL, APS 等の放射光施設で使われている BPM の種類や処理方法、高い要求分解能を満たすために行われている最近の傾向など、BPM の測定方法について報告がなされた。主に使われている BPM として、APS で利用されている 1 つのフランジに対して 2 つの電極が取り付けられているボタン電極型 BPM やフィードバック用水平方向ストリップライン型 BPM, LCLS や E-XFEL で使われているキャビティ BPM 等が紹介された。筆者 (S. Kanaeda) は 1 つのフランジに対し 1 つの電極が取り付けられているボタン電極型 BPM を担当しているため、これらの BPM についてのトークはとても興味深い内容であった。各研究施設や企業が使用しているデータの取得方法とその電子回路のトポロジーについて紹介があり、信号処理には主にダウンコンバーターが多く利用されていた。また最近の加速器では 100 nm 以下のビーム安定性を要求されてきているため、温度や機器による不安定性の補正を行わなければならない、CPU や FPGA を用いた速いサンプリングのデジタイズが必要になってくる。

3日目の午後には PF の帯名氏による光ファイバを利用したビームロスモニタについてのサマリートークがなされた。光ファイバを使ったビームロスモニタは 2.5 GeV の PF において入射ビー

ムのロスの場所を Turn-by-Turn で特定するために開発され、真空チェンバに沿ってインストールされている。高エネルギーの加速器では多種のビームロスモニタがあるが、光ファイバはリング全体をカバーでき、ビームロスの場所を特定するのに最適である。検出方法は以下のように、まず高エネルギー電子が壁にあたりシャワーが生成され、それが光ファイバ内にチェレンコフ放射光等を発生する。それを上流部にある光電子倍增管 (PMT) で検出することでビームロスが起こった場所を特定する。これらは 30 cm 程度の間隔であれば容易に判別できる位置分解能を持つ。PF 以外でも計測が行われ、cERL (compact Energy Recovery Linac) のコミッションングの期間には、約 5 MeV のビームエネルギーでのビームロスを計測した。更にこの光ファイバのロスモニタは SuperKEKB にも使われる予定である。

ここからはハドロンマシンについて報告する。ハドロンマシンでの主要なビーム計測器は BPM システムだが、BPM のより幅広い利用法として longitudinal 方向のバンチプロファイルや twiss parameter の計測、大強度マシンのフィードバックシステムやインスタビリティの計測などがあげられた。ビームプロファイルモニタ、ならびにそれらの最新の用途においても多数の発表があり、速いビームロス検出システムについての新しいアイデアなども紹介された。

今後 10 年間で建設、運転開始が計画されている ESS (European Spallation Source) についてもいくつか発表があった。ESS は、世界で最も高い 5 MW の陽子ビームパワーを持つ次世代の中性子発生施設であり、2 GeV の超伝導線形加速器から生成標的までの総合的なビーム計測の概念等についてポスター発表が行われた。このような高いビームパワーを扱うことについての挑戦や新しい構成について口頭発表が行われた。その他、大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) を含む欧州原子核研究機構 (CERN) からの発表が比較的多く、最先端技術のビーム計測システムについて、多数のポスター発表がなされていた。

CERN の J. L. Gonzalez 氏より SPS (Super Proton Synchrotron) での Multi Orbit Position System (MOPOS) に用いる Log-amp を使った front-end 回路のプロトタイプについての報告が

あった。この開発の目的は、陽子と鉛イオンビームとで 70 dB 以上異なるシグナル強度に対応した広いダイナミックレンジの達成と、ビームのマルチバッチ構造や各条件下での数 ns から 100 ns 以上のバンチ間隔の観測である。このシステムによる位置分解能は Turn-by-Turn で 375 μm , orbit mode で 80 μm と見積もられている (図 1)。

また、ワイヤスキャナーやレーザーワイヤビームプロファイルモニタ、電流モニタ、イメージセンサなどのさまざまな技術を使ったビームプロファイルモニタについても多数のポスター発表と口頭発表があった。その中でも一番多かったのが、ここ最近で高分解能、高ダイナミックレンジを達成している OTR (Optical Transition Radiation) の計測技術についてだった。

J-PARC の橋本氏により、高ダイナミックレンジを持つ二次元ビームプロファイル計測について 2 つの報告がなされた。一方は、チタンフォイルスクリーンとアルミフォイルスクリーンを用いた 2 つの OTR と、アルミナ蛍光スクリーン (FL) から成るマルチスクリーンモニタについての口頭発表であり、もう一方は、窒素分子のシート状のジェットビームについてのポスター発表である。図 2 は、マルチスクリーンモニタ技術より得られた結果であり、横方向に tail to tail で 100 mm 程度の大きさを持つビームプロファイルについて、6 桁以上のダイナミックレンジが得られており、この分野において間違いなく最先端のものであ

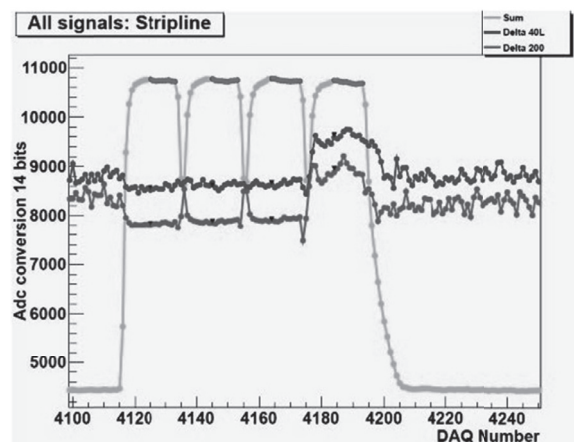


図 1 SPS での陽子ビームのシグナル強度と位置のデータ (J. L. Gonzalez). 横軸は時間に相当. 条件は 4 バッチ目の入射期間中のもので、1 バッチに 50 ns の間隔で 36 個のバンチがある。

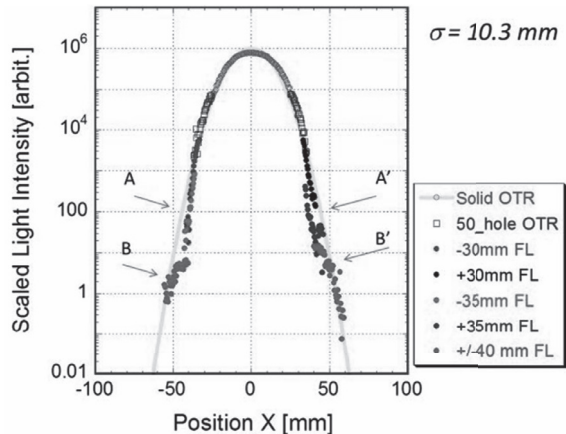


図2 マルチスクリーンモニタにより得られた J-PARC MR へのビーム輸送ラインでのビームプロファイル (Y. Hashimoto). A, A'では OTR の近似曲線よりも位置が狭まっており, B, B'ではカットされたビームが新たなハローを生成した影響で位置が広がっている。

る。またその他に, CERN の S. Burger 氏による SPS と LHC での Turn-by-Turn ビームプロファイルについての発表や, 重イオン研究所 (GSI) の M. Schwickert 氏による同研究所での新プロジェクト FAIR (Facility for Antiprotons and Ions Research) における重イオンビームのプロファイルについてのポスター発表がなされた。

W. Blokland 氏によりオークリッジにある SNS (Spallation Neutron Source) で使用する新しい差動・逸脱ビーム電流モニタ (DBCM) の実装と開発について発表があった。これは, リニアックの 2 カ所の電流モニタ間の差信号や 1 つ前のパルスとの比較によりビームの変動・損失を時間的に検出する。逸脱ビームは通常の運転パターンから外れた SNS 標的を傷つけるほどの高いピーク濃度を持つビームであり, LEBT (Low Energy Beam Transport) チョッパーの不具合やパルスの消失, 電流の低下, 高いロスなどが原因で起こる。ビームロスモニタ信号に基づいたビームアポートシステムの時間応答は $20 \mu\text{s}$ であるが, 例えば異常逸脱ビームによる SCL (Superconducting Linac) 空洞が損傷を受けるまでの時間は $15 \mu\text{s}$ であるため, このシステムの時間応答では遅すぎてしまい機器が損傷を受けてしまう。新しいシステムは FlexRIO をベースとし, LabVIEW でプログラムされる FPGA をもつ



写真4 DLS 見学の様子

PXIe のハードウェアであり, 最終的な目標はビームアポートの時間応答をこれまでの 4 倍速い $5 \mu\text{s}$ にすることである。このような異常ビームについて詳しく研究することにより, 加速器性能のさらに深い理解にもつながる。

3. 施設見学

最終日の午後に施設見学が行われ, 参加者は DLS (Diamond Light Source), ISIS, CLF (Central Laser Facility) の中から参加登録時に選んだ 1 つを見学した。筆者 (S. Kanaeda) が見学した DLS は 2007 年から運転が始まった施設であり, ガラス張りのオフィスが見える吹き抜けのエントランスや, 整理整頓されたトンネル内の様子などから真新しさを感じた。また SuperKEKB に比べて加速器トンネル内にアース線が張り巡らされていたことが特に印象に残った。写真 4 は見学風景である。

4. 終わりに

IBIC は毎年開催されるアクティブな会議であり, アジア, ヨーロッパ, 北米を順次に巡り, 来年は SLAC の主催でモンレーで開催される。再来年はオーストラリアのメルボルンでの開催が, 3 年後は再びヨーロッパでの開催が決まっている。今後もより多くの加速器関係者の参加を期待したい。

最後にこの会議に参加し貴重な経験をさせていただいた KEK 加速器研究施設に心から感謝致します。