

# Mechanical Engineering Design of Synchrotron Radiation Equipment and Instrumentation (MEDSI2016) 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
光源・光学系部門 高橋 直

## 1. はじめに

MEDSI (“メディシ”と発音) は、Mechanical Engineering Design of Synchrotron radiation equipment and Instrumentation の略で、加速器やビームラインの装置設計に関わる(主にメカニカル)エンジニアが集い、議論する会議であり、2000年から2年に1回の頻度で開催されている。2006年にはSPRING-8がホストを務めた。9回目の今回はALBAが主催母体となり2016年9月12日~16日までスペインのバルセロナで開かれ、SPRING-8からは青柳、高橋の2名が参加した。会場はバルセロナの繁華街から少し離れた新市街にある自然科学館(Cosmo Caixa)で、びっくりするほど精巧なインシュタイン(図1右)とダーウィンの人形がインフォメーションデスクで迎えてくれる。外観は煉瓦造りで歴史を感じさせるが、中に入ると一転モダンな造りでアマゾンの森を再現したジャングルやプラネタリウムが楽しめる。交通の便が悪いため、会場とホテル街とはシャトルバスでの移動となった。その他の国内施設からは、KEK/PF(5名)、UVSOR(2名)、東北大学(1名)の参加があった。



図1 会場となった Cosmo Caixa 入口のインフォメーションデスク。

## 2. 会議報告

初日の Tutorial は、パラレルセッションが午前・午後に各2.5時間ずつ生まれ、筆者は、“Advanced Computational Methods for Vacuum Technology with Application to Synchrotron Radiation Light Sources”と、“Finite Element Analysis in Design of Synchrotron Instrumentation”に参加した。前者は CERN の R. Kersevan 氏がまずガス放出、排気速度、コンダクタンス等、gas dynamics の基礎や光脱離ガス(PSD)について講義を行った後、SynRad や MolFlow+ 等のシミュレーションコードの説明があった。CAD を使った ray tracing から始まり、SynRad でフォトンアブソーバへのフラックスやパワー分布を求めた後、PSD を考慮した圧力分布計算を MolFlow+ で行うという一連の作業が紹介された。一方後者は ANL の B. Brajuskovic 氏が FEA (有限要素法) を機器設計に用いる際に注意すべき点として、特に現実を反映した境界条件の設定と解析結果の評価が重要である(決して結果を鵜呑みにしない)ことを説いていた。特に放射光分野で用いられる FEA コードとして一般的な ANSYS 社(<http://www.ansys.com>)がここ数年間で、ユーザーの裾野を拡げるために、3次元 CAD からモデルを直接取り込んでメッシング(要素分割)をほぼ自動で行い、境界条件の設定も GUI から手軽に行える Workbench 環境の整備に邁進した。PC 性能の向上も相まって一般の装置設計者が気軽に FEA を扱えるようになり、今回の会議でも FEA をメインとした発表が多数行われたが、その中には、不自然で歪な節点解の空間分布を示す結果がいくつか見受けられ、Brajuskovic 氏の指摘の重要性を再認識した。なお、その他の Tutorial として、“Optics and Mechanics of Mirror Benders”と、“Accelerator Physics”が企画された。

初日の夕方には IOC (International Organizing Committee) ミーティングに参加した。SPRING-8

とは異なり、海外のほとんどの放射光施設では Mechanical Engineering Division なる組織が存在し、基本的に加速器からエンドステーション周りまでのエンジニアリングワークを専門的に担当している。IOC メンバーのほとんども Mechanical Engineering Division に所属しており、現在16名で構成されている。元々 MEDSI は SRI のような大規模な学会とは一線を画し、少々マニアックなエンジニアやアナリストが活発に議論する参加者100名程度のこぢんまりとしたワークショップ形式であった。ところが2012年に IOC 議長が交代した頃から拡大路線に舵を切り、今回の参加者は200名を超える規模となった。また今回からプロシーディングを Joint Accelerator Conference Website (JACoW) から発行することになり、さらにフォーマルな International Conference に成長している。ミーティングでは、事前に準備された MEDSI の組織運営のガイドラインの内容について議論し、今後新たな施設から IOC メンバーを招き入れ、21名まで増やすこと等が決まった。

2日目以降のオーラル発表は全てプレナリーセッションで行われた。オーラルのスロット数は42で、セッションタイトルとスロット数の内訳は以下の通りである（括弧内はスロット数を示す）。Precision Mechanics (10)、Facility Design & Upgrades (3)、Calculation, Simulation & FEA Methods(4)、Core Technology Developments(3)、Light Sources (7)、End Stations and Sample Environments (6)、Optics (8)。施設別に見ると、ANL/APS と ESRF が各7スロットで、DLS の5スロットと SLAC/LCLS の4スロットを合わせると全スロットの半分を超える。ESRFからはアップグレード計画である EBS (Extremely Brilliant Source) に関する発表が5件あった。まず、P. Marion 氏がプロジェクトの概要と Engineering Challenges について講演した。EBS は Hybrid 7 Bend Achromat ラティスで水平エミッタンスを現状の4,000 pmrad から140 pmrad まで減らす設計になっている。2014年6月にゴーサインが出され、2019年1月～12月に現リングの解体と新リングの建設が行われた後、2019年12月からは蓄積リングのコミッションが開始される予定とのことである。アップグレード予算は低コスト化を目指したため、100百万ユーロと現 ESRF の年間予算と同額であるとの報告

があった。Engineering Challenges として省スペース化、精度や安定性、Magnets tight tolerances (特にコンバインドマグネット) についての説明があり、磁石架台の振動安定性が現 ESRF よりも2.2倍要求される等の説明があった。続いて、F. Thomas 氏が EBS 用フォトンアブソーバについて発表を行った。設計基準として弾性範囲での使用に限定した点、材料を従来の Glidcop (アルミナ分散強化銅) ではなく CuCr1Zr を全面的に使用した点が注目された。当該材料については、NSLS-II の S. Sharma 氏が別途詳しくオーラル発表した。Glidcop は価格や納期の問題、また他材料との接合が容易でないことから CuCr1Zr をターゲットにしたとのこと。ただし、一旦高温に曝されると強度が極端に低下する欠点を考慮してロー付けや溶接を一切行わず、CuCr1Zr にコンフラットフランジのエッジ加工を施している。講演後に真空気密性についての懸念を質問したが、十分な試験を行い問題ないとの回答であった。この方式によるフォトンアブソーバ関連の研究はポスター発表でもいくつか見られ、台湾の TPS でも使われており、海外施設間同士の密な連携が見られた。

4日目の午後には、同時期にバルセロナで開催された IBIC16 (International Beam Instrumentation Conference) の参加者と合同で開催された ALBA への施設見学に参加した。20～30名を1グループとして、「制御室」（と言っても窓の外から覗き見る程度）、「マシン収納部」、「実験ホール」、「機械室 (Technical Building)」の4箇所各10分ずつ説明を受けるもので、駆け足での見学となった。ALBA は2012年から共用開始が始まった3 GeV の放射光



図2 ALBA のマシン収納部内。右側が蓄積リングで左側がブースターシンクロトロン。



リングで低エミッタンス化（水平エミッタンス:4.5 nmrad）が図られており（図2）、33本のビームラインの取り出しポートが準備されている。Phase IIIで新たに6本の建設が認められたとの説明があったが現状は8本しか設置されておらず実験ホールはがらんとした印象を受けた。今回珍しく電源や冷却水供給施設のある建屋が見学ルートに入っていることも MEDSI ならではの感想。

初日からの3日間は、プレナリーセッション終了後の17:00~18:00までの1時間がポスターセッションに割り当てられた。ポスター会場は企業展示会場（仮設のテント小屋）に併設され、またランチや coffee break もこの小屋で提供されるためかなり混雑していた。ポスター発表者は当日の午前10:50までに貼り終える義務があるため、終日ポスターを見られるようになっていた。なお、全ポスターからベストポスター賞（何と賞金1,000ユーロ）とベストヤング（30歳以下）ポスター賞が選ばれた。



図3 ポスター会場、兼企業展示会場。さらにこのテント小屋で昼食や coffee break のサービスを受けた。ランチでは2日間かなり美味なお寿司が提供され日本人参加者は大喜びだった。

Social Event として2日目にファブラ天文台で Welcome Reception が、4日目に海洋博物館で Gala Dinner が開催された。いずれも21:00頃から始まり、終わりが23:30過ぎと日本人の感覚では考えられない時間帯であったが、特にファブラ天文台で観た夜景は素晴らしく綺麗だった。



図4 Gala Dinner の開始前に、お洒落な庭でタパスをおつまみに Cava（スペインのスパークリングワイン）で乾杯。

### 3. おわりに

会議中に次回の開催地を決める IOC ミーティングが開かれ、APS（米国）、MAX IV（スウェーデン）、SOLEIL（フランス）が立候補した結果、SOLEIL が主催母体となり2018年10月にパリで開かれることになった。今回の報告は上流側のトピックスに重点を置いた内容となっているが、最近の MEDSI は SRI と同じく参加者や発表の割合が加速器から下流側に移っている傾向にあり、ビームライン側の機器開発に携わっている研究者／エンジニアの方でも MEDSI に興味を持った方がおられれば、是非参加をお願いしたい。

（MEDSI ホームページ：<https://medsi.lbl.gov/>）

高橋 直 TAKAHASHI Sunao

（公財）高輝度光科学研究センター 光源・光学系部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1  
TEL : 0791-58-0831  
e-mail : takahasi@spring8.or.jp