

## ■会議報告

## Synchrotron Radiation in Polymer Science III (SRPS3) 報告

実行委員長・櫻井伸一 (京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科)

Synchrotron Radiation in Polymer Science III (SRPS3) は、第13回小角散乱国際会議 (SAS2006 Kyoto) のサテライトミーティングとして、SRPS3 組織委員会の主催で、高輝度光科学研究センターに共催いただき、本年7月6日～8日、SPring-8を会場にして行われました。また、日本放射光学会、SPring-8利用者懇談会、PF懇談会、等の各種団体に協賛して頂くこともできました。お陰を持ちまして、海外から35名(9ヶ国)、国内から85名の参加者を得て、招待講演17件、オーラル講演15件、ポスター37件の研究発表を頂くことができました。

SRPSは、放射光を用いた高分子研究に携わっている研究者が集い、交流することを目的に開催されるもので、今回は3回目になります。これまでは不定期に開催されてきて、今回は、イギリス・シェフィールド大学のA. J. Ryan教授がオーガナイザーで2002年9月にシェフィールドで開催されました。発表件数、参加人数とも今回は前回とほぼ同程度の規模でありましたが、ヨーロッパ以外の地域で初の開催(初回は1995年ドイツ・ハンブルグ)となりました。写真1は、7月7日の午後にSPring-8の普及棟前広場で撮影された集合写真です。また、写真2はオープニングアドレスを行っている筆者です。

高分子研究における放射光利用は、第2世代の放射光施設が整備された当初から進んできました。特に、結晶性高分子の構造解析を目的に、X線散乱による研究が盛んに行われてきました。近年の放射光施設の充実と比較的新しい測定技法の定着、一般ユーザーにも共同利用がしやすくなったことなどが功を奏して、放射光を利用した高分子/ソフトマター分野における研究対象は飛躍的に広がりを見せています。一方、高分子材料はわれわれの身の回りに溢れ、その需要は加速度的に増大していますが、環境問題など克服していかないと行けない問題も多々あります。高分子材料の性能や機能に対するデマンドも細緻かつ多様を極め、高性能・高機能化は近年ますます加速する傾向にあります。環境に優しい素材開発もその一つですが、それを実現させるためには精密な構造解析が必須です。このような状況ゆえ、近年、放射光を利用した構造物性の研究の重要性は増加する一方です。高分子分野では、基礎研究と産業利用研究が車の両輪のように相補的に発展を遂げて来ましたが、世界的に見ても日本における高分子研究のアクティビティーは高く、日本の放射光施設から世界に向けて情



写真1



写真2

報発信することの重要性を痛感しておりました。したがって、今回のSRPS3開催はまさに絶好のタイミングでありました。サイエンスと応用研究のみならず、放射光を利用した評価技術、マイクロビームや視斜角入射X線回折(GIXD)あるいは視射角入射小角X線散乱(GISAXS)、X線イメージング技術などについても広く研究発表を募集しました。その結果、広角X線散乱、小角X線散乱といった従来のオーソドックスな手法に加え、小角/広角X線散乱同時測定の研究発表が肩を並べるほどあり、また、マイクロビームやGIXDあるいはGISAXS、X線イメージングのみならず、小角/広角X線散乱/熱測定(DSC)

の同時測定、160 m 級ロングパスを用いた超小角 X 線散乱、X 線光子相関分光法といったような、かなり特徴的な技法による研究発表も種々ありました。

研究対象としては、高分子科学がカバーする領域を網羅していたと言えますが、特に研究のトレンドとしましては、結晶性高分子の高次構造形成やそれら高次構造の外場（伸長など）による変形や破壊過程をリアルタイムで捉える、あるいは、ブロックコポリマーのミクロ相分離構造の外部刺激応答や配向メカニズムの解析を放射光を利用して行う、というようなものでした。また、環境問題を配慮した研究（生分解性の高分子材料）もありました。さらには、マイクロビームを用いた小角 X 線散乱や GISAXS、同時測定（小角/広角 X 線散乱の同時測定あるいは小角/広角 X 線散乱/DSC の同時測定）といった、ここ10年ぐらいのあいだに確立された測定技法による研究成果も多々あり、それらは研究技法として定着している感を受けました。

新規に整備されつつある、あるいは、新規にすでに整備済みの放射光ビームラインについての報告もあり、それらの実験ステーションにおいて目指すサイエンスや測定オプションのスペックの紹介、GISAXS 測定装置や反射率測定装置が整備されつつある状況などを知ることができました。これらの測定手法は比較的新しいにもかかわらず、新規に整備される実験ステーションに標準装備されようとしていることは、画期的なことです。それらの有用性が認識され、広く浸透しつつあるゆえんでありましょう。

とはいえ、全般的には、測定技法の開発にかかわるテーマよりも、前述したような比較的新しい技法やオーソドックスな散乱測定手法により、いわゆるナノ構造を解析するという研究が主流でした。ソフトマター全般に研究対象が広がり、高分子分野においても実に様々な研究に対して「放射光」が有効に活用されている、という印象を強く持ちました。「放射光」利用人口が激増し、研究対象のすそ野が飛躍的に広がっていることを裏付ける結果でしょう。対象とする系は、結晶性高分子、ブロック共重合体、ポリマーブレンド、 dendroliマー、ゲル、ナノフィラー充填ゴム材料、高分子溶液（高分子鎖の広がり）、高分子媒体中にナノパーティクルやカーボンナノチューブを分散させた系、有機（高分子）薄膜、誘電材料、等々です。また、対象となるサイエンスは、相転移、構造転移、構造変形、構造再編・再構築、破壊、シシカバブのような特徴ある高次構造形成、拘束空間における結晶化、モルホロジー転移、磁場配向、流動場下での構造形成、等々でした。

招待講演では、イギリス・レディング大学の I. W. Hamley 教授によるブロック共重合体の秩序化過程の研究やフランス・メーン大学の A. Gibaud 教授による GISAXS を用いた溶媒蒸発過程での界面活性剤分子の凝集構造形成の研究、フランス・グルノーブルのヨーロッパ放射光施設（ESRF）の W. Bras 博士によるオランダ・ベルギー（フランダース地域の研究評議会）共同ビームライン



写真 3

（DUBBLE at ESRF, BM26B）における研究の紹介（30テスラ級パルス磁場発生装置を備えた小角/広角 X 線散乱同時測定装置の紹介が印象に残っています）、住友化学工業の桜井孝至氏によるポリオレフィンフィルムの延伸過程における構造変形の X 線散乱同時測定による解析、住友ゴム工業の岸本浩通氏によるガラスファイバーを充填したタイヤの氷上グリップ状態を可視化した X 線イメージング研究が興味深いものでしたが、なかでも、韓国・ポハン科学技術大学の M. Ree 教授による GISAXS 散乱理論の精巧な体系化とそれに基づく薄膜中のナノ構造定量解析への応用（低誘電率材料開発研究）が特に興味深く、印象的でした。

このように、基礎的なテーマばかりでなく、新規材料開発をにらんだ研究もかなりのウェイトを占めていました。これは高分子分野における研究動向の特徴が如実にあらわれたものと言えます。したがって本会議では、基礎科学から産業利用まで幅広い研究発表・交流を通して、今後の高分子分野における構造物性研究に対する放射光利用の新しい展開について展望することができたのではないかと思います。

冒頭に述べましたように、SRPS3 の会期は 3 日間でしたが、その前日の 7 月 5 日に、welcome party、7 月 6 日の夕刻にはバンケットを、最終日 7 月 8 日には Sayonara party を催しました。また 7 月 7 日の午後には、ほとんどすべての参加者を対象に SPring-8 のビームラインツアー（BL40XU, BL40B2, BL45XU）を実施しました。写真 3 はその様子を撮影したもので、高輝度光科学研究センターの八木直人博士が BL40XU の説明をされているシーンです。

また、会期中の事務会議において、次回 SRPS4 開催地がオランダ・マーストリヒトに決定され、2009 年に ESRF の W. Bras 博士とベルギー・ルーバン大学の B. Goderis 博士をオーガナイザーとして開催されることになりました。写真 4 はバンケットの時に撮影したもので、中央が前回 SRPS2 オーガナイザーの A. J. Ryan 教授、両脇



写真 4

が次期 SRPS4 オーガナイザーの W. Bras 博士（左）と B. Goderis 博士（右）です。第14回小角散乱国際会議も

同年2009年に開催される（イギリス・オックスフォード；新しい放射光施設 Diamond Light Source 近郊）ため、次回もサテライトミーティングになる可能性が高いですが、確定ではありません。このように、これまでは不定期に開催されてきた SRPS を、今回からシリーズ化して3年周期で開催する礎を築くことができましたことは、今後の SRPS の発展に寄与するところが大きであると確信しております。

最後になりましたが、SRPS3 開催にあたり、共催いただきました高輝度光科学研究センターに感謝申し上げます。また、協賛いただきました日本放射光学会、SPRING-8 利用者懇談会、PF 懇談会に対しまして、この場をお借りして感謝申し上げます。さらには、会議の準備から会期中の運営、会議後の事務処理に至るまで、大変お世話になりました実行委員の皆様方に厚く御礼申し上げます。ありがとうございました。

## ■ 会議報告

### 第13回小角散乱国際会議 (SAS2006Kyoto) 報告

藤澤哲郎 (独立行政法人 理化学研究所 播磨研究所 放射光科学総合研究センター)

1965年の第1回から数え、13回目となる小角散乱国際会議 (XIII International Conference on Small angle Scattering, SAS2006) を2006年7月9日(日)より13日(木)の期間、京都市左京区宝ヶ池の国立京都国際会館にて開催した。本会議は約3年ごとに開催され、放射光のみならず中性子、実験室系の X 線発生装置の光源を用いた非結晶散乱・回折いわゆる小角散乱を使ったサイエンスを広く網羅するものである。本会議の特徴は、(i)物理学、化学、生物学、材料科学・工学等様々な学問分野からの参加者から構成され、極めて学際性が豊かであること、(ii)研究の対象となる系は、金属、セラミックス、生物・生体系、ソフトマター（複雑液体）を包含し、極めてスペクトルの幅が広いこと、ソフトマター自体、高分子、液晶、コロイド、膜、界面活性剤等幅広い体系から成る、(iii)これらの様々な系の表面、界面、バルク等様々な状態を対象とすること、(iv)これら様々な学問分野が対象とする様々な系と状態に対する小角散乱研究は、共通してナノメートルからマイクロメートルにわたるメゾスケールの構造及びその静的・動的側面を解明すること。(v)更に、系に加えられた刺激に対する系のマクロな応答とメゾスケールの構造要素の応答との因果律を明らかにすること等が挙げられる。このように小角散乱研究は、極めて普遍性が高く、様々な分野における基礎研究の発展の基盤であると共に、新先端材料の開発の為の基盤でもある。その中でも特に放射光の占める割合が

年々大きくなっている。第13回目を数える本会議も、従来、欧米での開催がほとんど（ブラジルで1回のみ）であり、今回が初のアジアでの開催となったため、「異なる専門分野の融合」、「特徴あるトピックス・セッションの企画」、「アジア・オセアニア諸国の小角散乱研究の振興」の三つの課題を設けて会議の企画・運営に努められたそうである。

日程および開催セッションは以下の通りである。

日程：

7/ 9(日) 登録受付、レセプション

7/10(月) 開会式、口頭発表、ポスターセッション、機器展示

7/11(火) 口頭発表、ポスターセッション、機器展示

7/12(水) 口頭発表、ポスターセッション、機器展示、ミーティング（次回開催地決定、Young Scientist 賞表彰式）、バンケット

7/13(木) 口頭発表、機器展示、学生ポスター賞表彰式、閉会式

開催セッション：

一般テーマ Polymer I, II, III, Instrumentation, I, II, III, Biological Solution Scattering I, II, III, Colloids & Surfactants I, II, Alloy & Ceramics, Magnetic Materials, Non-Crystalline Materials, Surface & Interface, GI-SAS, Theory & Modeling, Fiber Diffraction



#### 特定テーマ Hierarchy I, II, Dynamics, New Methods, External Field

この会議の面白い点は、様々な研究分野の研究が「小角散乱現象」という共通のキーワードのもとに専門分野の垣根を超えて一つの場で発表・討論できる事である。更には、与えられた1つの研究系に対してX線、中性子、光等の入射ビームを協調的に利用し、各々のビームによるSAS研究の成果を互いに強め合う「複合小角散乱研究」(“Combined SAS Study”)又は、「コンサート(協調)小角散乱」研究(“SAS Concert”)を提唱し、プログラムに反映されていた。特定テーマのセッションでは、dynamicsがダイナミクス・キネティクスに関するSAS研究及び動的SASと静的SASの協調研究、Hierarchyが広範な波数領域での散乱を利用した、階層構造に関する研究、New Methodが光学系、検出器、コントラスト変調、マイクロビーム等、新しい測定技術に関する研究、External Fieldが様々な外場の印加を伴う非平衡開放系の散逸構造形成に関する研究等の研究発表がなされた。

以下、基調講演に関して簡単に述べる。SAS2006最初の基調講演はフランス・グルノーブルのJean-Paul SIMONによる金属・無機材料評価に関する講演が「Contribution of Synchrotron Radiation to SAXS studies in Hard Condensed Matter」の演題でおこなわれた。会議二日目はEMBO HASY LabのDmitri Svergun氏による彼のグループが開発したATSASという解析ソフトパッケージを使用したタンパク質溶液散乱解析例の講演が行われた。彼らのソフトは業界標準であり、多くの聴衆の関心を集めた。APSのTom Irving博士は、第3世代放射光を使い、生きた昆虫を用いた高速時分割X線回折法による昆虫(ハエ)骨格筋の収縮機構の解明に用いた。ILLのRoland May博士は、中性子小角散乱装置の歴史、現状と将来計画、最新の研究成果に関して行われた。京都大学太

田隆夫教授は、ブロック共重合体の構造変化過程を理論とシミュレーションを用いた結果に関する内容だった。SSRLのJan Luning教授は小角干渉性X線によるナノスケール材料の画像化についての講演があった。最終基調講演のS. K. Sinha教授は「Studies of Structure and Dynamics at Polymer Surfaces and Interfaces using Synchrotron X-ray Scattering」という演題でシリコンウエファー上のポリエチレン薄膜表面の毛細波に関する光子相関スペクトロスコピーによる研究が紹介された。

本会議には、33カ国以上の国から540人(国内254名、海外286名)の参加者が集まり、大盛会であった。当初は、前回2002年のベニス(イタリア)会議と同等の400名ほどの参加を見込んでいたため、期待以上の盛会であった。発表件数は、口頭125件、ポスター発表413件、合計538件を数えた。前回に比し、件150近くの増であった。そのため、急遽、第2ポスター会場を新設し、さらに口頭発表会場の追加も行った。各会場とも、多数の参加者を得、活発な議論が交わされていた。また、特定テーマ会場やポスター会場では、本会議の特徴である、異分野の研究者間の交流が図られた。筆者は生物関連しか分からないが、科学的に極めて高いレベルの国際会議である印象を受け、多くの海外の知人も同じ意見だった。参加者の各々が、各グループ、研究所、大学を代表するものであることを考慮すれば、本会議の波及効果は極めて大きいであろう。また4つの特別セッションの企画に対する評価は、新しいSAS研究の展開として参加者から極めて高い評価を得ていたように思われる。次回第14回SAS国際会議の開催国は英国のオックスフォード大に於けるSAS2009 Oxfordに引き継がれる予定である。

また、SASの伝統に基づきSAS2006組織委員会と国際結晶学会小角散乱委員会は、小角散乱の分野で抜きん出た貢献のあった研究者に授与する賞(A. Guinier Prize)を

ドイツの Heinrich B. Stuhrmann 教授に授与された。さらに、SAS2006に参加している若手研究者（学位取得後6年以内）3人に対しても、若手奨励賞（SAS Young Scientist Prize）が Maxim Petoukhov 博士（ドイツ）、秋山修志博士（日本）、Byeongdu Lee 博士（アメリカ）に贈られた。Guinier 賞の Stuhrmann 博士、若手賞の Maxim Petoukhov 博士（ドイツ）、秋山修志博士（日本）と蛋白質溶液散乱の専門家が選ばれた事は、現在の小角散乱分野におけるタンパク質研究の比重の大きさが象徴される出来事であった。

最後に、「アジア・オセアニア地区の科学振興と発展」

が本会議の重要なテーマの一つとなっていた。実際、日本（254名）、韓国（28名）から多くの参加者を得たが、他に、台湾、オーストラリア、中国、インド、インドネシア、フィリピンからも参加者を得ることが出来た。前回、ペニス会議では参加者の無かった国がほとんどである。全参加者540名中、アジアからの参加者は、306名を占めた。なお、レセプション、バンケット等でも日本文化・京都の古典文化を紹介する試みが行われた。いずれも大盛会で好評であった。以上のように、本会議は、学術レベルを下げることなく予想以上の参加者を得て大成功であったといえよう。

## ■ 会議報告

### 「ICM（第17回磁性国際会議）」 17<sup>th</sup> International Conference on Magnetism

組頭広志（東京大学大学院工学系研究科）

第17回磁性国際会議（International Conference on Magnetism; ICM）が2006年8月20日から25日までの6日間、京都市の京都国際会議場で開催された。この会議は3年おきに開催されている磁性研究に関する伝統的な会議であり、第16回はイタリア・ローマで、また第15回はブラジル・レシーフェ（Recife）で開催されている。ICMは、磁性に関する研究なら磁気デバイスからナノ磁性体、強相関電子系まで何でも O.K. とした、磁性研究に関する Highlight を集めた「お祭り」的な会議である。参加者は、2000名を超え、また、この会議に前後して研究領域を絞った七つものサテライト会議が行われた。国内で行われた国際会議にもかかわらず、京都という開催地のためか(?) 海外からの参加者が目立った。

ところで何故、磁性の会議を放射光学会誌で取り上げるのか？ 一般的に磁性（磁性材料）研究と放射光（分光・電子分光）研究との組み合わせと言われてもあまりピンと来ないかもしれない。しかしながら、大方の予想に反して放射光を用いた研究成果は数多く発表されている。その発表内容は、大きく2つに分けることが出来る。一つは、いわゆる強相関電子系（遷移金属酸化物、重い電子系）の電子状態・構造物性研究と、もう一つは磁気円二色性（MCD）を用いた磁性研究・および磁気イメージング研究である。特に、後者においては、近年トンネル磁気抵抗素子などの磁気デバイス開発現場において、光を用いた表面・界面の磁性評価が切望されている現状を反映していると思われる。これは、容積の少ない磁性薄膜やナノ磁性体においては、従来の超伝導量子干渉素子（SQUID）や各磁気共鳴（NMR）を用いた磁化測定、および中性子散乱な

どの磁気構造計測手法が適用できないことが問題となっているからである。今回の学会においては、「Magnetic imaging and nano-scale magnetism」という主に放射光を用いた磁気ドメイン観察の特別セッションが設けられたことから放射光に対する期待の強さが伺える。このセッションでは、P. Fischer 氏（ALS）による MCD を利用した X 線透過顕微鏡（MTXM）による磁性多層膜の磁気イメージングおよびそのダイナミクス観察、W. Kuch 氏（Freie）から投影型光電子顕微鏡（PEEM）を用いた界面磁性イメージング、J. Vogel 氏（CNRS）から同じく PEEM を用いた磁区ドメインのダイナミクス観測の報告があった。特に、MTXM では Fresnel zone plate を利用した軟 X 線ナノビームにより世界最高レベルの15 nm の空間分解能で磁気イメージが観測されており、特にその磁場中でのダイナミクス観察は圧巻であった。この手法は磁場下の測定も可能である点から、磁気デバイスの解析ツールとしての今後の発展が期待される。「あるがままを見る」イメージング技術重要性を再確認した発表であった。今後ますます高密度化する磁気記録素子の開発に向け、表面・界面磁性の重要性が増し、高い空間分解能での時間分解測定などの解析ツールの開発が必要になるものと予想される。また、イメージング以外にも MCD を用いた磁性研究に関する研究発表が相次いだ。今後の放射光利用研究として、光を用いた磁気構造の研究がますます重要になるとの印象を強く受けた。磁性研究や磁性材料研究は日本のお家芸と呼べる世界を圧倒的にリードしている分野なので、今後放射光磁性研究におけるますますの発展が望まれる。

一方、強相関電子系については、Z. X. Shen 氏（スタ

ンフォード大)と A. Fujimori 氏 (東大) から高温超伝導体の角度分解光電子分光の最近の成果について発表があった。さらに、その後に行われたポスターセッションの一角は放射光学会と間違えてしまうほど光電子分光の発表が行われていた。この分野における放射光研究の Activity の高さを実感した。また、「X-ray analysis of correlated electrons」のセッションでは、Y. Murakami 氏 (東北大) と D. J. Huang 氏 (台湾放射光) から、それぞれ共鳴 X 線散乱と共鳴軟 X 線散乱を用いた遷移金属酸化物の軌道秩序の研究報告が行われた。遷移金属 2p-3d 吸収端を用いる共鳴軟 X 線散乱は遷移金属 3d 軌道の秩序状態を直接観測

可能な実験手段であるため、兄貴分の共鳴 X 線散乱と共に今後発展する分野との認識を強くした。

今回の ICM は物質・材料開発研究者が放射光利用研究にどのような期待を持っているかを実感できる会議であった。放射光に課せられた期待は大きい。一方で、磁性材料・素子開発研究者が持つ放射光に対する期待と、実際の放射光研究との間にはかなりのギャップがあることも実感した。たまには別の角度から放射光利用というものを見てみるのも有意義かと思われる。次回の ICM は2009年ドイツのカールスルーエ (Karlsruhe) で行われる。

## ■ 会議報告

### FEL2006 (28th International Free Electron Laser Conference) に参加して

大竹雄次 (独立行政法人理化学研究所)

筆者は、2006年の8月27日から9月1日の間、ドイツのベルリンで開催された自由電子レーザーの国際会議 FEL2006に参加する機会を得ました。BESSY と FZ Rosendorf により開催された会議でした。筆者は SCSS 加速器開発グループのメンバーであり、参加した日の約一ヶ月前に、ようやく理化学研究所の播磨研究所に建設していた試験加速器で約50 nm 自己増幅型放射光の発振に成功したばかりでありました。またこの年の4月には、X線レーザーの発振を目指した8 GeV 加速器の建設予算が認められたという状況でありました。このような慌ただしいなか、多くの方の理解により今回の会議に参加する機会を得ることができました。

前置きはさておいて、2年前にこの加速器の開発に参加した筆者は、自慢にも FEL の知識が豊富とはいいたのですが、今回の会議では、FEL に対する何がしかの自身の中にある断片的な知識を繋ぐことができました。今回の会議で一番印象的なのは、DESY の FLASH (旧 TTF) に関連した研究開発の進展ぶりです。日本にいたときに思い描いていた姿とは大違いです。我々が発振したことによる影響もあるかもしれませんが、一緒に行きました矢橋さん曰く「大きな恐竜が我々に「ガガ…」と吠えている」との印象で、同感でした。また個々の研究発表を聞いていると、さすがに TTF の頃から研究を続けている長年の研究の厚みと人の層の厚さ、またヨーロッパとアメリカの協力関係の強さを感じさせられました。参加者は全部で約332名でありました。もちろんヨーロッパは参加者が一番多くて、ドイツの国内が36%、イタリアが6.5%、イギリスが4.3%、他はアメリカが22.4%、日本が9.9%、ほか各国で

した。日本からの参加者も32名の方が参加していて、アジア系では一番でした。

会議は、旧東ベルリン側のフンボルト大学の近くの Deutsche Telekom Representative Office, Berlin と言う古いビルを近代的に改装した会場で開かれました。新旧が混ざり合う独特の雰囲気でした。ドイツには以前に一ヶ月ほど滞在する機会がありましたが、旧東ドイツ側は行ったことがなかったので、興味津々でした。会議の様子は図1の写真で感じ取っていただければ、うれしく思います。会場は、古いビルと近代的なガラス張りの建物がうまく調和していることと、大型天井走行クレーンのブームに支えられている発表に使用する超大型 LED ディスプレー「昼が何昼分だろうか」、および音響効果の良さに驚かされまし



図1 コンファレンス会場の様子



図2 会場の外とポスター会場

た。図2には、会場の外と同じビルのパスター会場の様子を載せます。

会議は28回も続いている伝統的なもので、そのわりには肥大化せず発表のセッションが一つです。このことによりほぼ全ての領域の発表が聞けたことは、筆者にとっては効率が良かったと思います。オーラルの発表は55件で、ポスター発表は197件でした。発表のなかで印象深かったのは、レーザーの発振を安定させ短い距離で飽和させようとするオプティカル・クライストロンする方法であります。また現在主に筆者が研究している領域は、ポンプ・プローブ実験およびX線自由電子レーザーのフェムト秒幅の光において重要な、フェムト秒精度のタイミング分配、それに同期した加速器駆動用の高周波分配であります。この関連のMITの研究発表が非常に参考になりました。これはレーザーのリングファイバー共振器を使用したモードロックレーザーで、光コムパルスが発生するマスター発振機などに関する研究であります。性能そのものは、我々が開発した試験加速器用の電気式のものを遥かにしのぐものではありませんでした。しかしタイミングパルスの光伝送システムは、これから建設する大きな加速器とアンジュレーターの複合物である1 km 近い長い装置では必須で、この開発を既に積極的に進めている点は目を見張るものがありました。その進展ぶりと、この研究がアメリカのMIT、LCLS (スタンフォード) DESY 間の密接な協力で進められていることが印象的でした。

光の測定器系では、パイロ検出器を放射状に並べてテラヘルツ分光器からの光のスペクトルをリアルタイムに取得

するシステムが面白く思われました。またX線自由電子レーザーでは、フェムト秒の極短大強度光による回折実験において、観察資料(特にたんぱく質)のダメージが心配されるどころです。このための評価実験がFLASHの13 nm くらいの光を使用して行われていることでした。それが、光をあてた金属スリットにおけるエッジの鈍化の評価などにより行われていることは、先に言いましたFLASHの研究開発の歴史と進捗を思い知らされる部分でした。

他の領域の研究で目を見張ったのは、赤外光を発生する自由電子レーザー装置の開発が私の想像より盛んなことです。見学に行ったFZ Rossendorfはそのための装置で、発生したTHz領域(10-150  $\mu\text{m}$ )の光が強磁場下の物理(たとえばNMRなど)に活用されようとしています。末席でも自由電子レーザーを研究している筆者としては、自由電子レーザーの研究・応用領域が広がるという意味で歓迎すべきものでした。

筆者にとっては、色々な意味で見識を広げることができた会議でありました。特に、先に述べた多国間の協力関係やFLASHの研究の進展ぶりを支える過去の研究時間と人員の豊富さ、このようなことを補うことと日本国内の協力体制を確立することが急務であると感じた点であります。現在この分野の研究を行う一人として、微力ながら、この点について努力したいと思っております。

今回のFEL会議は2007年にBINP、ロシアで開催され、2008年はPAL、韓国、2009年はDaresbury laboratory、イギリスで開催され、ほぼ同時期の8月末から9月あたりに予定されています。