

### PF 研究会「高エネルギー X 線・縦偏光を用いる先端研究の現状と将来の展望」報告

放射光科学第二研究系 岸本俊二

2016年11月11日(金)4号館1階セミナーホールにて標記のPF研究会を開催した。本研究会は、PF-ARで実施されている高エネルギーX線領域を利用する研究やPFリングBL-14の超伝導ウィグラーを光源とする世界で唯一の垂直偏光を用いた研究の現状と将来について議論する場として準備された。秋の共同利用の最中にも関わらず40名を超える方々に参加していただくことができた。現在、BL-14では超高感度・大視野の大型干渉計などによるX線イメージング、精密トポグラフィ、高エネルギーX線領域を利用する検出器開発など、特徴ある放射光利用研究が展開されている。PF-ARでは、NE1A、NE5C、NE7Aでの白色・単色による高エネルギーX線を活かした高圧科学、NW10Aでの40keVを超えるエネルギーまでのXAFS測定が実施されている。しかしながらPFリング・PF-ARともに老朽化が進み、とくに超伝導ウィグラーは2011年の東日本大震災によるダメージによりリング全体に影響を及ぼしかねない深刻な真空漏れの問題をビームダクト部に抱えている。今後も放射光共同利用を支えるために次期光源計画の具体化は急務であり、KEKは加速エネルギー3GeVの蓄積リング型高輝度放射光施設の建設を提案している。次期光源計画に照らし合わせて、これまでの高エネルギーX線・縦偏光を用いる研究をどのように展開するのかについても早急に検討することが必要となっている。

研究会の冒頭、村上PF施設長から次期光源計画の準備状況の説明と本研究会開催の意義を確認する挨拶をいただいた。続いて最初の講演ではKEK加速器第七研究系の野上隆史氏より、超伝導ウィグラーの真空リークへの対処・運転を維持する大変なご苦労、それも限界にあり2017年

3月以後に真空漏れに対する本格的な対処を予定していることについての説明が行われた。その後、本研究会の前半では、現在の高エネルギーX線・縦偏光を用いる研究の特長やその成果についてまとめられた。東北大学・多元研の坂倉輝俊氏からBL-14Aの水平型四軸回折計による精密構造解析について、APD検出器と多重散乱回避による測定法の開発により軌道波動関数によるモデリングも可能になっていると報告された。日本女子大学の秋本晃一教授からはBL-14Bで行われている縦偏光を活かした精密トポグラフィによる半導体結晶の評価研究について紹介された。PF-ARで実施されている大容量プレス実験を中心とする高圧力科学研究の説明がKEK物構研の船守展正教授によって行われ、新光源の輝度を活かしたイメージングや縦偏光利用への期待が述べられた。PF-ARのNW10Aでの研究としてアモルファス酸化物半導体の局所構造をXAFSで探る報告が東京工業大学のKim Junwang氏によって行われた。

後半では、今後の進展が期待される特徴ある研究や次期放射光施設での光源の可能性とビームライン光学系について議論された。京都大学医学部の山田重人教授にはBL-14Cの大型干渉計を使って行われている位相イメージング法によるヒト胚子の3次元撮像の予備研究と今後の本格的なデータベース化に向けた構想について講演していただいた。日立製作所の米山明男氏から同じ大型干渉計を使って行われているリチウムイオンバッテリーの電解液の挙動を充放電中に可視化する研究の紹介をいただき、今後の実用化への期待を語っていただいた。BL-14Aで実施されている検出器開発テーマとしてガンマ線バーストの偏光観測を国際宇宙ステーションで行うプロジェクトの紹介が山形大学の郡司修一教授により行われた。そのプロジェクトのための検出器の地上キャリブレーションを2019年度から行いたいと説明があった。これらの要求にこたえる光源を設置できる可能性が次期光源計画にあるかどうか、KEK加速器第七研究系の阿達正浩氏からは縦偏光ウィグラーを含む多極ウィグラーの検討例が示された。リング輝度を損なわずに高エネルギー領域で現在のウィグラーよりもフラックスでも上回る可能性が示され、今後の検討に期待が高まった。また、縦偏光が光源で実現できない場合に備えて移相子を利用して縦偏光を得る場合や分離型X線干渉計を水平偏光で使う場合の検討結果がKEK物構研の平野馨一氏によって示された。

この後、雨宮健太・PF放射光科学第一研究系主幹より「KEK放射光」計画の進捗状況についての説明を受けたあと、各研究分野からの次期光源での光源や研究環境への要求をあらためて提案し実現の可能性について議論が行われた。この議論の中で高圧力科学の立場から白色光利用の必要性が指摘されたことはPFでのサイエンス展開の要求が



図1 集合写真

幅広いことを思い出させ印象的であった。研究会の最後には、本研究会の提案代表者として米山氏により議論をまとめていただいた。高エネルギーX線による研究が物質全体を見渡すうえで重要な役割を果たすこと、縦偏光は重力が観測系の回転に及ぼす影響をキャンセルするのに有利なので高速測定やナノ領域までの高精度化に役立つことが指摘された。高エネルギー・縦偏光利用のような多様性を次期放射光施設でも維持することの大切さを締めくくりの言葉としていただいた。本報告の最期に、研究会終了後に行われた懇親会にも若手を含め多数の方に参加していただき、今後の高エネルギーX線・縦偏光利用の議論が盛り上がったことを付け加えておきたい。

(研究会ホームページ：<http://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20161111/>)

## PF 研究会「PF 挿入光源ビームライン BL-19 の戦略的利用に関する研究会」開催報告

放射光科学第一研究系 小野寛太

2017年1月16, 17日に小林ホールにて「PF 挿入光源ビームライン BL-19 の戦略的利用に関する研究会」を開催しました。PF の挿入光源ビームライン BL-19 は、1987 年より東京大学物性研究所の真空紫外・軟X線領域ビームラインとして設置され、数々の輝かしい研究成果を創出した後に、2014 年に共同利用ビームラインとしての役割を終えました。現在は PF の施設スタッフの主導で装置開発・測定手法開拓を推進するためのテストビームラインとして利用されており、BL-19 の挿入光源であるリボルバー型アンジュレータは老朽化による装置上の問題を抱えており、新しい利用プロジェクトを開始するためには挿入光源の更新が不可欠な状況です。一方、PF リングの直線部増強により、BL-19 の挿入光源を設置可能な直線部の長さは 4 m となり、高性能型挿入光源を設置することが可能となっております。将来の高輝度 3 GeV クラス蓄積リングの実現およびそこで展開されるサイエンスを視野に入れ、BL-19 の戦略的利用としてサイエンスケースとビームラインのハードウェア実装に関する議論を進めることを目的として研究会は開催されました。主に顕微分光、軟X線散乱、軟X線分光の分野について、それぞれの分野で成果を挙げられている先生方にご講演いただき議論を行いました。

最初に、PF 村上施設長よりご挨拶を頂いた後、足立主幹より BL-19 の現状に関する紹介と本研究会の趣旨説明がありました。その後、KEK 加速器の土屋氏により BL-19 に設置可能な挿入光源の使用についての発表がありました。次の顕微分光のセッションでは主に走査型透過X線顕微鏡 (STXM) についての研究発表が行われました。はじめに東京大学の髙橋嘉夫氏から「STXM 炭素学の必須性：太陽系の誕生から地球環境の将来まで」と題して講演

がありました。STXM を用いた有機物の局所状態分析手法により「STXM 炭素学」と呼ぶことのできる重要な研究分野が開拓でき、その分野は地球惑星の進化、生命の誕生・進化、微生物の機能、石油・石炭などの資源、現在の地球温暖化や環境問題から現代社会を支える炭素材料にわたる広いものであることについて大変分かりやすく説明していただくとともに、ハイスループットかつ適用範囲が広い STXM を BL-19 に設置することの意義についての議論も行われました。愛媛大学の光延聖氏は「STXM を用いた微生物-金属-鉱物相互作用の解明」と題して、STXM を用いたバイオリチングの研究の紹介がありました。広島大学の菅大暉氏は「隕石中の有機物分析における STXM の役割と重要性」という題で、国際宇宙ステーションやはやぶさ 2 で得られた地球外物質の有機物分析という非常に夢のあるテーマについて、STXM による解析の重要性や限られた試料から最大限の情報を取り出す研究のあり方について若手の立場から熱く議論していただきました。海洋研究開発機構の諸野祐樹氏は「海底下環境、および海底下生命圏を紐解く鍵となる STXM 分析」と題し海底下の深さ数千メートルに至り海底下生命圏という地球最大規模の生命圏が存在すること、それを紐解く鍵となるのは STXM による細胞単位での詳細解析であることを紹介していただきました。そこから 2 名の産業界で研究されている方からのご講演がありました。東レリサーチセンターの辻淳一氏から「有機材料及び蓄電材料の STXM 評価」と題し、ポリマー材料やリチウムイオン電池などの材料解析に STXM が有用であることをご紹介いただきました。次に新日鐵住金の原野貴幸氏は「炭素繊維強化プラスチックの顕微化学状態解析」と題し、炭素繊維強化プラスチックの解析には放射光の偏光を利用した STXM 観察が重要であることをご説明いただきました。初日の最後の講演は KEK 物構研の武市泰男氏より「BL-19 における STXM の検討と応用研究」というテーマで BL-19 で STXM を定常運用する場合の光学系の提案と、期待される性能について議論していただきました。その後の懇親会では若手を含め多数の方に



図1 会場の様子



図2 集合写真

ご参加いただき、生命科学、環境科学から炭素材料、物性研究までの広い分野の参加者で今後のビームライン利用の議論が盛り上がりました。

2日目の1/17の前半のセッションは軟X線散乱に関する研究発表が行われ、東京大学の有馬孝尚氏から「軟X線領域の共鳴散乱研究の今後への期待」と題し、軟X線領域での研究における今後の研究の方向性として、自己組織化の性格が強く出るソフトマター、相分離、超構造などに分野に広がっていき、軟X線領域のコヒーレンスを活かした実空間イメージングを目指すべきであることについて大変わかりやすくご紹介いただいた。東京大学の和達大樹氏には「軟X線散乱・磁気円二色性の時間分解測定への展開」についてご講演いただき、超高速ダイナミクス的重要性と新しい実験によりダイナミクス計測が可能になっていることを紹介していただきました。大阪大学の高橋幸生氏は「コヒーレントX線回折イメージングの今後の可能性」と題し、コヒーレントX線回折イメージングの現状の紹介とコヒーレントX線回折と吸収分光を融合させたX線タイコグラフィ-XAFS法という新しい手法について紹介していただいた。東京大学の山崎裕一氏には「共鳴軟X線コヒーレント回折イメージングの現状と展開」と題し共鳴軟X線コヒーレント回折イメージングを用いたスキルミオンの観察についてご紹介いただくとともに、今後はスパースモデリングなど情報科学手法を取り入れたデータ解析が重要であることについて議論されました。

最後のセッションでは軟X線分光に関する研究発表が行われ、分子研の長坂将成氏は「軟X線吸収分光法による液体と液液界面のオペランド観測」と題し、液体の軟X線分光研究をご紹介いただいたのち、溶液の関わる様々な化学反応について液液界面でのオペランド観測が重要であることについて説明していただいた。立命館大学の浅井智広氏は「透過型軟X線顕微鏡によるシアノバクテリアの元素選択的な細胞内構造の観察」について講演していただき、空気中の分子状窒素を窒素化合物として固定するシアノバクテリアの研究には元素選択的に生きた細胞を観察できる軟X線顕微鏡が極めて有用であることを分かりやすく説明していただいた。量子科学技術研究開発機構の藤井健太郎氏は「軟X線分光を用いた放射線生物研究と今後の展望」に

ついて、DNA損傷のメカニズムを明らかにするためには放射光を用いた放射線生物研究が必要であることを議論していただいた。兵庫県立大学の村松康司氏には「放射光軟X線分光法と第一原理計算による炭素機能材料の構造解析と産業利用への展開」と題し、産業利用も含め炭素機能材料の構造解析のニーズは近年高まっており、これらの解析を進めるためには第一原理計算と組み合わせた新しいデータ解析が重要であることについて議論していただきました。

最後は、全ての参加者の総合討論（BL-19の戦略的利用について）となり、実験装置だけではなく、幅広い分野のユーザのニーズを満たすためには温度変化をはじめとして様々な試料環境を準備することや、オペランド観察の重要性、さらには情報科学を活用した新しいデータ解析技術の重要性について白熱した議論が行われました。

本研究会でご講演を拝聴するとともに参加者と議論させていただき、従来の軟X線利用研究と比べ非常に幅広い分野の方が興味を持っていることを実感しました。また、最先端の物質や材料の解析など産業界にとって重要な解析技術となっているだけではなく、宇宙や海底下の生命の研究にまで活躍する夢のツールとなりつつあり、このような分野の研究の急速な進展が期待されます。BL-19をこのような成長著しい分野の研究に活かせるようユーザとともに今後も考えていきたいと考えております。最後になりましたが、本研究会の開催にあたり、世話人および事務局/秘書室の方々をはじめとしたPF関係者の皆様には多大なご協力を頂きました。この場を借りて深くお礼申し上げます。（研究会ホームページ：<http://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20170116/index.html>）

## PF研究会「測定しているけど見えていない情報を引き出すためには？～不可逆反応、不均一反応での情報科学/計算科学×計測技術の融合～」開催報告

放射光科学第二研究系 木村正雄

「測定しているけど見えていない情報を引き出すためには？～不可逆反応、不均一反応での情報科学/計算科学×計測技術の融合～」というPF研究会を、2017年1月19日に高エネ研・4号館セミナーホールにて開催しました。

量子ビームの計測技術（検出器や計数系）や基盤設備（施設の高度化）などの進歩により、従来の平均・静的な測定方法に加えて、ナノメートルオーダーの空間分解能とフェムト秒の時間分解能での計測が可能となっています。これにより、ある物理量の時間発展を速度論的に解釈することで反応時定数だけでなく反応メカニズムの解明や、反応起点のサイトを特定する観察、といったことが出来るようになっていきます。

その一方、得られる測定データは、エネルギー、空間、



図1 会場の様子

時間、等の多次元となり、これまでとは比較にならない膨大な量のデータ (big data) となります。こうした big data を最大限活用するには、単に従来の個別分解型の解析法だけでなく、教師無し学習的な方法による相関因子の抽出といった新たな取り組みが必要です。そのため、スパースモデリング、画像解析、信号処理等の広範な逆解析技術等の情報科学・統計数理による計測対象の特徴量解析手法や、大量データの迅速・高精度解析手法を開発し、それらを計測技術と融合することが大きな課題となっています。

こうした背景を踏まえて、計測分野と情報科学/計算科学のそれぞれの分野でご活躍の先生方にご講演頂き、議論を行うため、本研究会を開催しました。

最初に、PFの村上施設長よりご挨拶を頂いた後、木村より本研究会の趣旨説明を行いました。その後、前半のセッション：「実験で時空のヘテロがどこまでわかるか」を行いました。KEK/物構研の一柳光平氏から「物質の衝撃応答における不均一性」と題して、X線パルスを用いた物質の衝撃応答を測定する時間分解X線回折測定の紹介があり、物質の衝撃応答における不均一な構造変化過程と不均一性解の理解に向けた研究展開について議論しました。量子科学技術研究開発機構の大和田謙二氏から「リラクサー強誘電体に見られるナノドメイン、ヘテロ相ゆらぎ」と題して、リラクサー強誘電体における分極ドメインの形成過程とそれらのゆらぎ、また、ゆらぎと相転移や応答との関係に関する研究の紹介がありました。京都大学の内本喜晴氏から「電気化学エネルギー変換デバイス特性の理解～電流・電位と量子ビーム計測結果との融合～」と題して、放射光を用いた種々な先端的 operando 計測技術の開発と、それを用いた特性支配因子の特定による材料設計指針の提示の成功例の紹介がありました。KEK/物構研の木村から「構造材料の階層構造～微細組織を変数として考えるアプローチ～」と題して、多次元の微細組織 (heterogeneity) を材料のマクロ特性を決める一種の変数と考え、応用数学や情報処理の力を借りて、人力に頼らずその関係性を明らかにする試み (複合酸化物の還元反応における trigger sites の探索) の紹介がありました。

引き続いて後半セッション：「実験で明らかになった時

空のヘテロを如何にして情報処理するか」を行いました。東北大学 WPI-AIMR の大林一平氏から「パーシステントホモロジーによる材料科学データの空間構造解析について」と題して、位相的データ解析の一手法と機械学習の手法を組み合わせる新たなアプローチの研究と材料科学への展開について紹介され、焼鉱石のX線CTの画像データの重要な空間構造を捉える試みが報告されました。産総研人工知能研究センターの永田賢二氏から「ベイズ推定に基づくスペクトルデータからの情報抽出」と題して、ベイズ推定の枠組みおよびそれを実現するアルゴリズムであるレプリカ交換モンテカルロ法について、スペクトル分解等の実例を交えて紹介があり、基底関数の非線形性やモデルの階層性に起因する局所最適解の問題、基底関数の個数を与えられたデータのみからいかにして客観的に決定するか、の二点を中心に議論がなされました。NIMSの袖山慶太郎氏からは、「マテリアルズ・インフォマティクスによるLiイオン電池の高濃度電解液探索」と題して、電池の有機溶媒に第一原理分子動力学 (DFT-MD) 計算を行い、高濃度電解液における溶媒分子の耐還元耐性向上メカニズムおよびLiイオンの高速拡散機構について検討した結果が紹介されました。

東北大学の石原純夫氏からは、「強相関係のヘテロ時空ダイナミクスと構造物性」と題して、電荷フラストレーションにおける実空間時間ダイナミクス、および二重交換系における電荷・スピン時空間ダイナミクス、についての理論研究の紹介があり、フラストレーションをはじめとした時空間不均一状態に関する議論が行われました。

その後、自由討論+懇親会を開催しました。先生方のご発表を総括した発表を行う予定でしたが、お酒と軽食をつまみでの活発な議論が自発的に始まったので急遽そのまま、各自で話や議論を進めて頂くこととしました。

先生方のご講演や参加者との活発な質疑を拝聴させて頂き、「物性や材料研究のアプローチが大きく変わるかもしれない時期になっている」という問題意識を皆さんがもっていることを改めて実感しました。KEK放射光計画をはじめとして計測手法は高度化・汎用化の両面でますます変わっていく一方、情報科学/計算科学/応用数学の実学へ



図2 集合写真



図3 懇親会の様子

の応用はどんどん加速されていくと考えられます。本研究会での議論・つながりが契機となり新たな研究者のネットワーク形成につながれば幸いです。何年か後に同様の研究会をさらに盛大に開催できれば、さらにうれしいことです。

なお、本研究会のホームページには、ご講演内容の概要を紹介する予定です。

<http://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20170119/index.html>

最後になりましたが、本研究会の開催にあたり、世話人および事務室/秘書室の方々をはじめとしたPF関係者の皆様には多大なご協力を頂きました。この場を借りて深くお礼申し上げます。

## 80th IUVSTA Workshop Ultra Low Emittance Light Source Vacuum Systems 参加報告

放射光科学第一研究系 間瀬一彦  
 加速器第七研究系 本田 融  
 加速器第七研究系 谷本育律

2016年10月24日(月)～27日(木)に80th IUVSTA Workshop Ultra Low Emittance Light Source Vacuum Systems (<http://iuvsta-80.nsrcc.org.tw/>) が NSRRC (National Synchrotron Radiation Research Center, 台湾, 新竹) にて開催された。この会議は IUVSTA (International Union for Vacuum Science, Technique and Applications) が協賛した第80回目の国際ワークショップであり、超低エミッタンス放射光施設における真空技術について最先端の情報を交換することを目的としている。トピックは、

1. Facility reports and project reviewing for the light sources with emittance  $< 0.5$  nm-rad
2. Design concepts of the vacuum systems for the ultra-low emittance light source
3. Surface engineering and treatments for the ultra-low surface outgassing rate

4. NEG-coating technologies, development and applications
5. Critical vacuum components accommodate high beam current operation
6. Methodology of the Manufacturing and Construction
7. Pressure distribution

の7件であった。全参加者数は50名(図1)、日本からの参加者は SPring-8/JASRI:2名(大熊さん(招待), 大石さん(招待)), 物材機構:1名(板倉さん), KEK:4名(末次さん(招待), 谷本, 本田, 間瀬)の合計7名であった。ポスター発表はなく、すべて30分あるいは15分の口頭発表(合計33件)であった。

口頭発表のうち最も多かったのは、MAX IV, ESRF-Extremely Brilliant Source (ESRF-EBS), SOLEIL, DIAMOND-II, CERN, Institute of High Energy Physics (IHEP), Taiwan Photon Source (TPS), APS-Upgrade, ALS, NSLS-II, PLS-II, SPring-8, SPring-8-II, SuperKEKB, KEK 放射光など最近の高輝度放射光源および計画中の放射光源、加速器施設の紹介、真空システムや新しい真空技術に関する発表であった。いずれも内容が豊富で、短時間で最先端の情報を集めることができた。

MAX IV の3 GeV 光源リングは世界で初めて Multi-Bend Achromatic Lattice を採用し、現状で世界一の低エミッタンス  $0.3$  nm rad を実現している。電磁石の開口、ボア直径は  $25$  mm と小さく、アーク部のビームダクトは低濃度の Ag を含有する無酸素銅製、内径  $22$  mm の細い円管で製作されている。2015年8月から3 GeV リングのコミッションングが開始され、2017年春のユーザ運転開始を目指して調整が続いている。これまでの最大蓄積電流値は約  $200$  mA に達し、リング真空の光焼き出しも順調に進んでいることが紹介された。建設当初からリング全周のビームダクト内面に NEG コーティング(後述)を施した世界初の放射光リングでもあり、光照射の影響に関わる貴重なデータが蓄積されている。

NSLS-II と TPS の2つの3 GeV 光源リングは、第三代放射光源リングで多用された Double Bend Achromatic Lattice を採用した最新のリングで、約  $1$  nm rad の低エミッ



図1 TPSの入口ホールで撮影した参加者集合写真。後ろの壁に色とりどりのパネルで「光」という漢字が描かれている。

タンスを実現している。共に2014年にコミッショニングを開始し、2016年秋の時点ではそれぞれ250 mA、300 mAの蓄積電流値でユーザ運転を行っている。

ESRFでは現行のリングを2019年から2020年にかけて改造しエミッタンスを4 nm radから0.14 nm radに改善する計画が着々と進行中である。SPRING-8はエネルギーを8 GeVから6 GeVへ下げ、エミッタンスを0.14 nm radへ改善するアップグレードに備えてビームダクトなどの設計開発が進められている。やはり6 GeVにエネルギーを下げ0.1 nm radより小さいエミッタンスの実現を目指すAPS-Upgradeの真空システム設計、2018年建設開始を目標に開発を進めている北京放射光計画(6 GeV, 1300 m, 60 pm rad)も紹介された。

最先端の真空技術として特に印象深かったのは、非蒸発ゲッター(Non-Evaporable Getter, NEG)コーティングである。1990年代後半にCristoforo Benvenuti(CERN)らによって開発されたマグネトロンスパッタリングによるTi-Zr-Vコーティングは、すでに世界中の10を超える放射光施設で利用されており、着実に成果を挙げている。SOLEILでは10年間運転した結果、蓄積リング中の圧力が順調に下がり、NEGコーティングによる不具合は特にないとのことであった。MAX IVでは上述のように蓄積リングにNEGコーティングを全面的に採用している。一方で、実施するにはCERNのライセンスが必要、高度な製造技術が必要などの問題のため、ESRF-EBS、DIAMOND-II、SPRING-8-IIのように短期間で真空システムを構築する必要のある計画では、採用しないか部分的な採用に留まるケースが多いようである。また、CERNで開発されたモンテカルロ法に基づく真空シミュレーション技術のMolFlowや放射光シミュレーション技術のSynRadに関して、開発者自らによる有用性の紹介に加え、APS-UpgradeやKEK放射光などにおける応用例も紹介され、新しい放射光施設の真空システム構築に欠かせない技術になりつつあるという印象を受けた。また、FMB社、SAES Getters社、VACOM社、VAT社、Wave Power Technology社など真空システム製造業者による発表では、製造者と研究者の視点の違いを認識させられ、また、加速器建設時の大量生産で



図2 TPSトンネル内見学の様子。右側の壁に沿ってブースターリングが設置されている。

はとりわけ初期の緊密な情報交換による装置開発が重要であることが強調された。

本田は26日に『Design Concept of KEK Light Source Based on HMBA Lattice』というタイトルで、KEK放射光計画に関する30分の口頭発表を行った。同じ日に谷本は『A Simulation Study on Beam Lifetime Evolution for KEK Light Source』というタイトルで、KEK放射光計画におけるビームダクト内圧力の経時変化、いわゆる光焼出し効果によるビーム寿命進展のシミュレーション研究に関する15分の口頭発表を行った。間瀬は27日に『Low-Cost, High-Performance Non-Evaporable Getter (NEG) Pumps for Synchrotron Light Facilities』というタイトルで、光学素子の炭素汚染除去およびNEGポンプ開発に関する30分の口頭発表を行った。

最終日(27日)の最後の1時間のセッションはさらに議論が必要と思われるトピックについて全員参加で活発な議論が行われた。その一つに、近年シミュレーション技術は飛躍的に向上してきたが、その計算条件として用いるビームダクトの光刺激脱離係数には測定条件の多様性による不確かさが残っていることが指摘された。現在、PFのBL-21は光刺激脱離係数を系統的に測定している数少ない装置であり、その成果が大いに期待されているとのことであった。最後に、このような最先端の真空技術について情報を交換する国際ワークショップを定期的に開催することを確認して閉会となった。

TPSの見学では蓄積リングの真空システムを中心に見学し、詳しい説明を受けた。先行する放射光施設において開発された技術を十分活かすとともに、独自の工夫も加えていて、KEK放射光計画の参考になる事柄が多く、非常に勉強になった。

ソーシャルプログラムも充実しており、24日の夜には滞在ホテルでの歓迎パーティ、25日夜には新竹市の下町散策、26日午後には国立故宮博物院、台北101観光、26日晩には新竹市の海の近くの海鮮料理屋でカンファレンスディナー、27日晩には新竹市の客家料理店でディナーが開催された。こうしたディナーやコーヒープレイク、ランチの時間を通して多くの参加者と情報を交換することができた。

本ワークショップの口頭発表資料は参加者限定で公開されているので、関心のある方は筆者らに連絡いただきたい。本ワークショップでは多くの真空システム担当者、技術者と知り合うことができた。本会議で学んだことはKEK放射光計画および現PFの改良等に役立てる予定である。