

研究会等の報告／予定

第25回PFシンポジウムのお知らせ

PFシンポジウム実行委員長 東 善郎 (KEK・PF)

第25回PFシンポジウムを3月18日(火)、19日(水)に開催致します。今回のシンポジウムでは、KEK機構長によるKEK-Roadmapおよび機構組織改革のお話、また、International Science Advisory Committeeおよび電子物性分科会、医学イメージング分科会等の報告のセッションも設けました。また例年通り、施設報告、ポスター、PFの運営についてのセッションと6件の招待講演(それぞれ30分)を用意しました。ユーザーの方々と施設のスタッフが情報と意見を密に交換できる良い機会ですので、お誘い合わせのうえ是非ご参加下さい。なお、以下は現時点における暫定プログラムですので多少の変更もあり得ることをご承知おきください。

主催：放射光科学研究施設、PF懇談会

会期：2007年3月18日(火)9時～19日(水)16時

場所：高エネルギー加速器研究機構

国際交流センター交流ラウンジ1・2

参加申し込み方法：

ホームページ (<http://pfwww.kek.jp/pf-sympo/25/>) の参加申込フォームにてお申し込み下さい。

参加費：500円 (PF懇談会会員の方は無料です。)

懇親会：3月18日(火) KEK内レストラン「くらんべりい」

プログラム：

3月18日(火)(1日目)

8:30 受付開始

09:00-10:05 施設報告 [座長：東 善郎] (65分)

所長挨拶 (下村 理)

施設長報告 (若槻壮市)

放射光源研究系報告 (春日俊夫)

放射光科学第一、二系報告 (野村昌治)

構造生物学研究センター報告 (加藤龍一)

10:05-10:45 KEK-Roadmap および機構組織改革について
鈴木厚人機構長 (40分) [座長：下村 理]

10:45-11:00 休憩 (15分)

11:00-12:10 ERL 関連、Compact-ERL および研究会報告
[座長：春日俊夫] (70分)

進捗状況 (河田 洋)

電子銃 (羽島良一・原研機構)

RF-cavity (古屋貴章・加速器)

レーザー (小林洋平・産総研)

ビーム力学 (坂中章悟)

討論

12:10-13:10 昼食 (60分)

13:10-14:10 招待講演 (30分ずつ, 2件)

14:10-15:10 ISAC 報告 [座長：未定] (60分)

電子物性分科会 (柳下 明)

医学イメージング分科会 (河田 洋)

ISAC 本委員会 (若槻壮市)

15:10-16:15 PF/PF-AR 開発状況と今後の整備計画光源系
[座長：未定] (65分)

進行方向 feedback (帯名 崇)

トップアップ (三橋利行, 佐藤政則 (KEK 加速器))

挿入光源 (山本 樹)

16:15-16:30 休憩 (15分)

16:30-17:25 PF/PF-AR 開発状況と今後の整備計画利用系
[座長：野村昌治] (55分)

BL-16 (雨宮健太)

BL-3A (若林裕助)

NE1, NE3, BL-1 及び BL-8 (伊藤健二)

BL-13B 表面化学 (間瀬一彦)

17:25-18:25 招待講演 (30分ずつ, 2件)

18:35- 懇親会 (くらんべりい)

3月19日(水)(2日目)

08:30-10:15 ポスターセッション (105分)

10:15-10:30 休憩 (15分)

10:30-10:40 課題申請システム (小林克己)

[座長：野村昌治] (10分)

10:40-11:40 招待講演 (30分ずつ, 2件)

11:40-12:10 PF 懇談会総会 (30分)

12:10-13:10 昼食 (60分)

13:10-14:30 ビームライン新設統合廃止の方針, グループ化,
プロジェクト XYZ, Areas of Excellence, その他
[座長：組頭広志 (東大工)] (90分)

14:30-15:30 PF の運営について (60分)

[座長：村上洋一・PF 懇談会会長・東北大理]

15:30-15:35 閉会の挨拶 (若槻壮市) (5分)

15:35 閉会

(プログラムの最新版はホームページに随時掲載致します。)

招待講演者リスト：(敬称略)

岩田 想 (Imperial College of London, 京大)

加藤政博 (分子研)

唯美津木 (東大)

彦坂泰正 (分子研)

松下 正 (PF)

足立伸一 (PF)

PFシンポジウムに関するご意見ご要望の連絡先：

東 善郎 (yoshiro.azuma@kek.jp)

第 25 回 PF シンポジウム実行委員（五十音順・敬称略）：
安達弘通 (PF), ◎東 善郎 (PF), 井田 隆 (名工大),
宇佐美徳子 (PF), 川崎政人 (PF), ○組頭広志 (東大),
小出常晴 (PF), 杉山 弘 (PF), 土屋公央 (PF), 手塚泰久
(弘前大), 沼子千弥 (徳島大) (◎委員長, ○副委員長)

PF 研究会「時間分解 XAFS 研究の 動向と展望」開催のお知らせ

放射光科学第一研究系 稲田康宏

短寿命反応中間体の構造や電子状態の解明をはじめ、化学反応のダイナミクス研究など、時間分解 XAFS が重要な役割を果たす研究がありますが、従来の時間分解 XAFS はミリ秒から分以降の時間スケールがほとんどでした。しかし近年のパルス X 線検出技術などの進歩により、サブナノ秒までの時間分解能を持つに至り、PF の NW2A では波長分散型光学系を有する DXAFS 装置を、NW10A では Quick XAFS 潮定システムをそれぞれ開発し、様々な化学・材料研究へ適用できる方法論を提供しています。

本研究会では、既に時間分解 XAFS を用いて展開されている研究や、今後、時間分解 XAFS の適用によって大きなブレークスルーが期待される研究を概観し、国内における時間分解 XAFS 研究の動向と近未来の展望を探ることを目的としています。

2004 年 12 月に「硬 X 線を用いたダイナミック構造解析の可能性」と題して開催した PF 研究会は NW10A の建設を視野に入れた応用研究の検討の性格が強いものでしたが、それに対して本研究会では、その後の技術の進歩を踏まえ、実際に行われた（行われている）利用研究の現状と近未来の展開をそれぞれの立場の研究者を集めて議論することを目的としています。

興味のある方はどうぞご参加下さい。

開催日：平成 20 年 3 月 1 日（土）、2 日（日）

場 所：高エネルギー加速器研究機構、
国際交流センター 交流ラウンジ

申込方法：研究会ホームページ (<http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/xafs.html>) にあります参加申込フォームにてお申込下さい。

プログラム：

3 月 1 日（土）

- 13:30 「開会挨拶」稲田 康宏 (KEK-PF)
- 13:35 「PF での *in situ* QXAFS」小池祐一郎 (KEK-PF)
- 14:00 「PF-AR NW2A における Dispersive XAFS」
丹羽 尉博 (KEK-PF)
- 14:25 「SPring-8 における時間分解 XAFS の現状と今後」
宇留賀朋哉 (高輝度光科学研究センター)
- 14:50 「PF-AR NW14A における 100 ピコ秒時間分解 X 線
吸収実験」

- 野澤 俊介 (科学技術振興機構・KEK-PF)
- 15:15 休憩
- 15:35 「固体表面化学と時間分解 XAFS (仮)」
朝倉 清高 (北大触媒化学研究センター)
- 16:00 「金属カルコゲナイドナノ結晶の合成と物性制御」
河合 壯 (奈良先端科学技術大学院物質)
- 16:25 「無機ナノ粒子の結晶構造変化による機能発現」
寺西 利治 (筑波大院数理物質)
- 16:50 「金ナノロッドの生成メカニズム」
新留 康郎 (九大院工)
- 17:15 「表面非線形分光法 SFG を用いたピコ秒ダイナミクスと時間分解 XAFS への期待」
久保田 純 (東大院工)
- 18:30 懇親会

3 月 2 日（日）

- 09:10 「排ガス浄化触媒の *in situ* 時分割 XAFS 解析の現状と展望」堂前 和彦 ((株) 豊田中央研究所)
- 09:35 「時間分解 XAFS で分かるダイナミック触媒挙動—触媒自身の速度論と分子レベル触媒設計—」
岩澤 康裕 (東大院理)
- 10:00 「シングルサイト光触媒の設計と応用」
山下 弘巳 (阪大院工)
- 10:25 休憩
- 10:45 「金属錯体の光化学研究からの時間分解測定への期待」
石谷 治 (東工大院理工)
- 11:10 「2 核ルテニウム錯体による水の 4 電子酸化反応と酸素—酸素結合生成過程について」
田中 晃二 (分子科学研究所)
- 11:35 「単結晶 X 線回折法による光励起分子の構造解析」
小澤 芳樹 (兵庫県立大院物質理)
- 12:00 昼食
- 13:00 「発光分光分析による固体金属錯体のダイナミクス」
篠崎 一英 (横浜市立大院国際総合)
- 13:25 「有機保護金クラスターのサイズ選択合成と触媒作用」佃 達哉 (北大触媒化学研究センター)
- 13:50 「放射光利用 XAFS 測定の電気化学分野への応用と時間分解 XAFS への展望」
近藤 敏啓 (お茶の水女子大院人間文化創成)
- 14:15 「超小型パルスマグネットによる強磁場 X 線吸収分光」松田 康弘 (東北大金属材料研究所)
- 14:40 「おわりに」野村 昌治 (KEK-PF)

「ERL サイエンス研究会 1」開催のお知らせ

放射光科学第二研究系 河田 洋

PF/KEK では蓄積リング型放射光施設の限界を超えると同時に、多くの放射光科学の展開を可能とする立場から将来光源の方向性を ERL (エネルギー回収型リニアック) に定めて昨年度 ERL 計画推進室を機構内に設置しました。この推進室を中心として、KEK の加速器研究施設、日本原子力研究開発機構、東京大学物性研究所、UVSOR、SPring-8 等の加速器研究者との協力のもと、光源加速器としての ERL の実現性、開発項目の検討と試作を進めています。昨年 7 月には ERL 研究会「コンパクト ERL が拓く世界」を開催し、報告集 (PDF) を Web でも公開しています (http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/ERL/ERL_07July.html)。また、現状に関しては現在 Web 上で公開しております、アクティビティーレポート 2006 の ERL プロジェクトの記事 (http://pfwww.kek.jp/pfacr/part_a/pf06af11.pdf) を参照していただければ幸いです。

上記 Web 記事にもありますように、ERL は蓄積リングでは無く基本的にリニアックですので、蓄積リング型加速器において定常 (平衡) 状態で形成される電子ビームの広がり無く、5 GeV-ERL ではエミッタンスが 10 pmrad、パンチ幅は 0.1~1 psec が実現できることが期待されます。すなわち、現状の第 3 世代光源と比較して輝度で約 2~3 桁の増大、光パルス幅で約 2~3 桁の短パルス化という非常に高品質の電子ビームを得ることが出来ます。その結果、軟 X 線、X 線領域における回折限界光の実現が可能であると同時に、サブピコ秒の短光パルスの定常的利用が可能となり、ダイナミクスを初めとする従来の第 3 世代光源の延長線上の研究だけではなく、新たな展開が大きく期待されます。一方既に進行している SASE-FEL と比較いたしますと、著しい違いはその繰り返し周波数とピーク輝度にあります。SASE-FEL は 100 Hz 程度の繰り返し周波数であるのに対して ERL では 1.3 GHz と通常の蓄積リング型放射光源 (概ね 500 MHz) と同程度の繰り返しであり、ある意味で CW の光源です。SASE-FEL は基本的にパルス光源ですがピーク輝度が 10^{33} phs/s/mm²/mrad²/0.1%D. W. に達し、1 ショットで実験データを取る実験に対して非常に威力を発揮することが期待されています。一方その高いピーク輝度による試料のクーロン爆発のため試料を常に交換することが基本となります。逆に ERL では基本的に 1 ショットにおけるクーロン爆発は無く、非破壊的な繰り返し実験が可能となり、試料環境を十分にコントロールした状態で測定が可能となります。この観点で、SASE-FEL と ERL は相補的な関係にあるものと理解できます。また、少し遠い将来ですが、ERL で開発された超伝導リニアックは高繰り返しの運転が可能ですので、高繰り返しの SEEDDED-FEL へ向けての展開も ERL の技術開発によって可能となるものと考えています。

このような ERL の特徴ある光を用いた新たな研究のブ

ラッシュアップの第一歩として 3 月 16 日、17 日に第 1 回の ERL サイエンス研究会を開催し、広く皆様の提案を頂く場を持ちたいと考えております。年度末、および日曜日にかけてのスケジュールでまことに恐縮ですが、ERL 実現に向けてサイエンスのブラッシュアップにご協力いただければと思っております。

開催日: 平成 20 年 3 月 16 日 (日)、17 日 (月)

場所: 高エネルギー加速器研究機構、
国際交流センター 交流ラウンジ

申込方法: 研究会ホームページ (<http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/ERL/ERLScience1/>) の参加申込フォームにてお申込下さい。

プログラム:

【3 月 16 日】

13:45 所長挨拶 下村 理 (KEK, IMSS)

13:50-14:50 イントロダクション

[座長: 春日俊夫 (KEK, PF)]

13:50 「ERL プロジェクトのビジョン、位置付け」
河田 洋 (KEK, PF)

14:20 「ERL 放射光源の概要と加速器の開発状況」
坂中章悟 (KEK, PF)

14:50-17:50 方法論

[座長: 飯田厚夫, 河田 洋 (KEK, PF)]

14:50 「硬 X 線ミラーの現状とその応用 (仮題)」
松山智至 (阪大院工)

15:20 「X 線顕微鏡」(仮題)
青木貞雄 (筑波大院数理物質)

15:50-16:10 休憩

16:10 「X 線コヒーレント回折顕微鏡 (仮題)」
西野吉則 (SPring-8)

16:40 「電子線コヒーレント回折顕微鏡 (仮題)」
郷原一寿 (北大院工)

17:10 「放射光を用いたダイナミクス研究
~サブナノ秒からサブピコ秒へ~」
足立 伸一 (KEK, PF)

18:30-21:00 懇親会

3 月 17 日

09:00-10:30 コヒーレンス (ナノビーム) & 生命科学

[座長: 若槻壮市 (KEK, PF)]

09:00 「分子分解能電子顕微鏡イメージング」
岩崎憲治 (阪大・蛋白研)

09:30 「膜超分子モーター (V 型 ATPase) の X 線結晶
構造解析とその展望」 村田 武士 (京大院医)

10:00 「コヒーレント X 線によるオルガネラ・細胞の
イメージング (仮題)」 前島一博 (理研和光)

10:30-10:50 休憩

10:50-12:20 コヒーレンス (ナノビーム) & 物質科学

[座長: 村上洋一 (東北大院理)]

10:50 「界面における電子状態—何を測りたいか (仮題)」

- 大友 明 (東北大・金材研)
- 11:20 「界面における電子状態—何が測れるようになるか (仮題)」 尾嶋正治 (東大院工)
- 11:50 「高圧地球科学における ERL 光源の活用」 近藤 忠 (阪大院理)
- 12:00-13:30 昼食
- 13:30-15:00 ダイナミクス&生命科学
[座長: 足立伸一 (KEK, PF)]
- 13:30 「V-ATPase の回転触媒機構」 横山 謙 (ICORP 吉田 ATP 合成制御プロジェクト)
- 14:00 「時間分解分光法で観る生体分子のダイナミクス (仮題)」 水谷 泰久 (阪大院理)
- 14:30 「時分割 X 線小角散乱によるシアノバクテリア 時計タンパク質の離合集散ダイナミクス計測」 秋山修志 (理研播磨・さきがけ)
- 15:00-15:20 休憩
- 15:20-16:50 ダイナミクス&物質科学
[座長: 腰原伸也 (東工大院)]
- 15:20 「X 線スペックルによる時空間相関と相転移ドメインのダイナミクス」 並河一道 (学芸大教)
- 15:50 「時間分解 XMCD-PEEM 磁区のダイナミクスからスピンのダイナミクスへ (仮題)」 木下豊彦 (JASRI)
- 16:20 「フェムト秒パルスレーザー光によって引き起こす超高速相転移 (仮題)」 岡本博 (東大院新領域)
- 16:50-17:20 総合討論 [座長: 並河一道]
「まとめの報告」 河田 洋

プログラムの詳細については決まり次第研究会ホームページに掲載します。多くのユーザーの皆様から ERL の向けてのサイエンスの提案、コメントをいただきたいと思っております。どうぞご参加ください。

PF 研究会「放射光高圧研究における実験技術の新展開」の報告

物質・材料研究機構 中野 智志
放射光科学第二研究系 亀卦川卓美

2007 年 11 月 8～9 日の二日間にわたり、PF 研究会「放射光高圧研究における実験技術の新展開」が、日本高圧力学会の協賛を得て、高エネルギー加速器研究機構交流ラウンジ 1 にて開催されました。高圧ユーザーグループの提案による PF 研究会は久しぶりの開催で、50 名の参加により活発な討論が行われました。

放射光を用いた高圧研究においては、圧力発生や入射光の絞り込みはもちろんのことですが、固体により密閉された超高压空間から必要な情報を持つ光をいかに取り出すかが実験上の大きなポイントであり、試料周りの構成や観測技術の開発が研究の重要な核をなしています。本研究会で

は、プレス型高圧装置を用いた実験におけるダイヤモンド・カプセルや、ダイヤモンド・アンビル・セル (DAC) の実験における新しいガスケット材料など、最近開発された試料周り的高圧実験技術に焦点を当て、放射光ユーザー間で新技術の共有をはかるとともに、これらの技術開発により可能となってきた高圧科学の新しい方向を議論することを趣旨としました。

まず、近藤忠氏 (阪大理) から開会挨拶があり、高圧ユーザーグループの趣旨を再確認するとともに、今回の研究会の趣旨について説明がありました。その後、初日は特に新たに開発されつつあるカプセル材やアンビル材に焦点を当て、その開発状況やそれを用いた研究成果に関する報告として、以下のような題目で講演がありました。

11 月 8 日 (木) 講演プログラム

- 「高温高圧下でのイメージング実験」 鈴木昭夫 (東北大院理)
- 「HIP 合成したダイヤモンド・SiC アンビルを用いた高温高圧発生」 大高 理 (阪大院理), 下埜 勝 (龍谷大理工)
- 「cBN アンビルを用いた非晶質物質の高圧構造研究」 服部高典 (原子力機構放射光)
- 「液体金属・半導体の構造」 辻 和彦 (慶應大理工)
- 「スクッテルダイト化合物の結晶成長」 関根ちひろ (室蘭工大工)
- 「レーザー加工による液体回折実験用ダイヤモンドカプセルの製作と実験結果」 松浦文恵, 浜谷 望 (お茶大院人間文化)
- 「ダイヤモンドカプセルを用いた粉末 X 線回折実験」 青木真由, 浜谷 望 (お茶大院人間文化)
- 「含水系地球科学物質の単結晶ダイヤモンドカプセルを利用した放射光 X 線その場観察実験」 井上 徹, 山田明寛, 吉見 勇 (愛媛大地球深部セ)
- 「ダイヤモンドカプセルを用いた珪酸塩メルトの X 線吸収密度測定」 浦川 啓 (岡山大理), 逆巻竜也 (東北大理)

その後、休憩を挟んで「新高圧ビームライン AR-NE1 と今後の PF 高圧ビームラインについて」というテーマで、



研究会での様子

各ビームラインからの利用・開発状況の報告があり、ユーザーグループ総合討論が行われました。まず、近藤忠氏から、2009年に移転予定のBL-13Aの現状報告とメスバウアー測定を含む新しい高温高压地球科学ビームラインAR-NE1の意義、移転スケジュールが報告され、亀卦川卓美(物構研)からはビームライン建設計画とRayTraceシミュレーションによるAR-NE1のポテンシャルについて説明がありました。鈴木昭夫氏からは、BL-14C2で進行中のS2型課題「X線イメージング法による融体の研究とその地球・惑星内部への適用」について説明があり、白色X線と単色X線の双方が使用可能であることや縦に広いビームなど、高温高压イメージング実験の条件を満たすビームラインは現在BL-14C2のみであることが強調されました。BL-18Cについては中野智志(物材機構)から、DACを用いた地球科学以外の実験で、物質・材料・構造物性に関する課題は主にBL-18Cで行われている状況や、協力ビームライン化を視野に9月に行われたBL整備の集まりに関して、報告がありました。既に協力ビームラインとして運営されているAR-NE5Cについては、来年度改組予定のメンバーと高压装置の現状、今後の予定について、草場啓治氏(東北大金研)から報告がありました。討論では、現ビームラインのいくつかの問題点の改善を期待して、新しいAR-NE1の能力や利用に関する意見交換が行われました。それを念頭に、各高压ビームラインでの研究展開と運営の方向性について、議論が行われ、野村昌治氏(物構研)からコメントをいただきました。

夜はレストラン「くらんべりい」で懇親会が行われ、プログラムでの質疑や総合討論に十分な時間が取れなかったこともあり、参加者の意見交換・討論に花が咲きました。その席で、今年度の日本高压力学会功労賞を受賞された、山本明氏((株)アール・デー・サポート)と大澤昭夫氏((有)オーサワシステム)のお二人に対して、放射光高压研究者一同より感謝を込めた記念品が贈られました。高压装置や実験補助装置の製造・改造はもとより、素材・部品の調達や加工に至るまで、商売を度外視して研究者にお付き合いしてくださったお二人のような方がおられなければ、高压研究は成り立ちません。高エネ研にも何度も足をお運びいただいております、PF研究会でお礼の場が持てたことは、大変意義深いものでした。

翌日は、単に圧力封止だけでなく様々な条件・用途が求められるガasketに焦点を当て、以下のような講演が行われました。

11月9日(金) 講演プログラム

「MAX80を用いた静水圧実験」草場啓治(東北大金研)
 「パイロフェライトに代わる低温用キュービックアンビル装置のためのガasket」竹下直(産総研)
 「プラスチックガasket(トロイダル)」
 寺崎英紀(東北大院理)
 「ドリッカマーセルの大容量化の試み」亀卦川卓美(物構研)
 「非金属-金属複合ガasket(ドリッカマー型高压力発

生装置)」後藤弘匡(東大物性研)
 「DAC実験でのボロンガasketとダイヤモンドガasket」岡田卓(東大物性研)
 「ダイヤモンドアンビル装置用c-BNガasketの開発とその応用」船守展正, 佐藤友子, 松尾俊彦(東大院理)
 「赤外放射光を用いた高压下赤外顕微反射分光法」
 難波孝夫(神戸大院理), 入澤明典(神戸大院自然)
 「小型キュービックアンビルによる核共鳴散乱実験」
 深井有(物構研),
 河内泰三, 岡野達雄(東大生産研)

その後の総合討論では、放射光を用いた高压研究の方向性について、前日に引き続いて議論が行われました。その中で、PFの全体的な状況やERL計画、J-PARCをめぐる情勢も話題の焦点となり、下村理氏(物構研), 河田洋氏(同)からコメントをいただきました。

今回のPF研究会は、単に近年の個別研究成果の報告ではなく、カプセル材とガasket材という高压要素技術に焦点を当てて開催されました。高压実験が各研究者の多くの小さな開発要素の積み重ねの上に発展してきていることを再確認させるとともに、その内容が研究室や研究者個人の中だけに秘匿されることなく公開され、失敗を含めた情報が高压研究コミュニティの中で共有されることで、その発展の土壌を作っていることを強く感じさせるものでした。特に今年は高压ユーザーグループの主要なメンバーでもある八木健彦氏(東大物性研)がBridgeman賞(AIRAPT)を、大谷栄治氏(東北大理)がBowen Award(AGU)を受賞するという、高压科学と地球科学の最高の栄誉を受けるという快挙を上げたことは、我が国の高压放射光科学の水準の高さを示す成果であると思います。

以上のように、高压ユーザーグループにとって久しぶりのPF研究会でしたが、非常に内容の濃いものとして盛会のうちに終了しました。他の学会・国際会議なども重なる中、本研究会に参加・ご協力いただきました多くの方々へ感謝いたします。

紙面の関係上、この報告では各講演の具体的な内容には触れられませんが、詳細をお知りになりたい方は報告書がKEKプロシーディングスとして発行されておりますので、PFホームページ「出版物バックナンバー」(<http://pfwww.kek.jp/publications/pfpubl.html>)よりお申込下さい。またPF研究会のHPに報告集へのリンクを掲載致しましたので、そこからPDFをダウンロードされても結構です(<http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/koatsu.html>)。

なお、高压ユーザーグループでは、メタユーザーグループ化に合わせ、PFの他のビームラインで高压実験を行っている方々や、新たに高压実験を行う計画のある方々と相互協力・交流を進めていきたいと考えています。ぜひコンタクトを頂ければと思います。

最後になりましたが、研究会の準備や受付をしてくださった放射光科学研究施設秘書室並びに事務室の皆様にお礼申し上げます。

PF 研究会 「X線位相利用計測の将来展望」の報告

東京大学大学院新領域創成科学研究科 百生 敦
放射光科学第二研究系 平野馨一

去る平成20年1月17日(木)、18日(金)の二日間にわたり、KEK 4号館セミナーホールにてPF研究会「X線位相利用計測の将来展望」を開催いたしました。「位相利用計測」の研究会は、平成14年秋および平成17年春に続いて今回3回目をかぞえます。講演者26名を含め、70名の方々の参加をいただき、下記のプログラムに基づき、最新の成果報告と活発な議論が交わされました。

【1月17日(木)】

- 10:30 開会の挨拶
10:35 「PFの次期光源計画について」
河田 洋 (KEK・PF)
11:00 「XFELと位相計測」矢橋牧名(理研・XFEL)
11:25 「X線スペックルによる磁性体・誘電体の微細構造の観察」並河一道(東京学芸大学)
11:50 「X線光子相関法のソフトマターへの応用」
篠原佑也(東京大学)
(昼食)
13:15 「X線ビームの波数ベクトル分布とコヒーレンス関数の診断」山崎裕史(JASRI)
13:40 「硬X線 Young 干渉計を用いた放射光の空間コヒーレンス評価」辻 卓也(兵庫県立大学)
14:05 「コヒーレント EUV スキャタリング顕微鏡による CD 評価」岸本淳生(兵庫県立大学)
(休憩)
14:45 「コヒーレント X線回折顕微鏡の材料科学応用に関する取り組み」高橋幸生(大阪大学)
15:10 「試料中の局所透過率を求めるコヒーレント X線回折顕微鏡」香村芳樹(理研播磨)
15:35 「均一視野ゼルニケ型位相コントラスト X線顕微鏡の開発」竹内晃久(JASRI)
16:00 「マルチ keV X線位相差顕微鏡への展開」
星野真人(筑波大学)
(休憩)
16:40 「タルボ効果を利用した高分解能 X線位相イメージング」武田佳彦(東京大学)
17:05 「X線微分位相顕微鏡による骨微細構造の解析」
松尾光一(慶応義塾大学)
17:30 「X線暗視野法による屈折型トモシンセシスの現状」
島雄大介(茨城県立医療大)
(懇親会)

【1月18日(金)】

- 09:00 「X線顕微干渉計による高感度・高空間分解能位相イメージング」籠島 靖(兵庫県立大学)
09:25 「軟X線フーリエ変換ホログラフィ」

小野寛太(KEK・PF)

- 09:50 「X線ホログラフィーで判る半導体材料における特異な局所構造」林好一(東北大学)
10:15 「硬X線結像ホログラフィー顕微鏡」
鈴木芳生(JASRI)
(休憩)
10:55 「ゾーンプレート硬X線干渉顕微鏡による3次元位相トモグラフィ」渡辺紀生(筑波大学)
11:20 「コヒーレント X線回折顕微鏡法の生物応用」
西野吉則(理研播磨)
11:45 「硬X線 Sub-10nm ビーム形成のための集光波位相計測」山内和人(大阪大学)
(昼食)
13:10 「位相コントラスト X線イメージング法を用いた南極氷コア中のエアハイドレートの可視化と定量解析の試み」米山明男(日立製作所)
13:35 「位相差 X線 CT を用いた動脈硬化プラークの評価 - 不安定プラーク検出の試み」
篠原正和(神戸大学)
14:00 「X線 Talbot 干渉計の実用化に向けて」
百生 敦(東京大学)
(休憩)
14:40 「X線屈折コントラスト法によるチタン中の水素の拡散係数の決定」水野 薫(島根大学)
15:05 「X線 HARP 検出器の位相型イメージングへの応用」
平野馨一(KEK・PF)
15:30 全体討論

ERLやXFELといった次の光源(河田氏、矢橋氏)を用いるサイエンスにおいて、コヒーレンス活用は常に強調される側面です。並河氏および篠原氏のX線スペックルの活用、あるいはX線光子相関法はX線源の発達に伴い強力に推進すべき分野だと感じます。特に高輝度化が進んで時間軸方向の早い相関が見られるようになれば、物質のダイナミクス研究に有効なアプローチとなるでしょう。

X線源の発展にはコヒーレンス評価技術の発展も伴う必要があります。今回、山崎氏および辻氏よりそれぞれ新しい取り組みが示されました。

コヒーレント回折顕微鏡は次世代光源を活用する手法の目玉として世界中で精力的な研究が進められています。本研究会でも回毎に講演数が増え、今回は4人の方(岸本氏、高橋氏、香村氏、西野氏)に最新の成果を発表いただきました。生体組織やナノ材料への応用が増える一方、手法としての高度化が進んでいます。

結像型のX線顕微鏡開発においても、位相コントラスト化が様々な方法で図られています。ゼルニケ型(竹内氏、星野氏)、干渉顕微鏡(籠島氏、鈴木氏、渡辺氏)、Talbot型(武田氏)といったバリエーションが報告されました。また、位相トモグラフィによる三次元観察がどの手法においても試みられるようになってきていることには注目されます。松尾氏から骨組織観察に関する応用成果が報告されま



研究会の様子

興味深い講演と討論が続き、有意義な2日間であったと思われま。これまでを上回る数の方々が参加くださり、主催側としてあらためて感謝申し上げます。2年半周期だとすれば平成22年の秋に第4回目を開ければと思いますが、それを前倒ししたくなる程にこれまでに増してこの分野が活況を呈することを期待します。

最後になりますが、講演いただいた先生方、サポートや会場の準備などにご協力くださったPF秘書室の皆様、および、東大・百生研究室のスタッフ・学生に、この場を借りて深く感謝申し上げます。

したが、今後多くの応用展開を期待したいところです。

X線顕微鏡における極限的な空間分解能を狙った光学素子の開発も活発です。本研究会では山内氏より文字通りのナノビーム形成を目標としたミラー製作の現状を紹介いただきました。ミラーの形状誤差をX線位相計測で測定し、それを形状補正にフィードバックする技術は驚異的であり、位相計測から位相制御への展開として注目されます。

今回、かなりの講演が硬X線領域のものでしたが、小野氏から円偏光軟X線フーリエ変換ホログラフィの研究計画についてBESSYでの実験参加を含め紹介がありました。この領域では我が国は遅れを取っており、光源問題が大きく影響していると思いますが、軟X線領域位相利用計測技術の挽回が急がれます。

林氏には毎回蛍光X線ホログラフィの成果を報告いただいております。半導体試料において応用成果が紹介されました。結晶干渉計やアナライザ結晶を使う方法などの位相コントラストイメージング（顕微鏡以外）も早い時期から開発が進められてきたこともあり、エアハイドレート（米山氏）、動脈硬化プラーク（篠原氏）、Ti水素化物（水野氏）、軟骨診断（島雄氏）をはじめとして、本研究会では取り上げることができなかった他の多くの成果も含め、応用フェーズの研究が増えてきています。「位相利用計測」は「コヒーレンス利用計測」とは同義ではないと思っております。すなわち、必ずしもコヒーレンスが高くないX線を活用する「位相利用計測」も重要です。究極的には、著者（百生）が報告したX線Talbot干渉計の実用化計画のように、コンパクトなX線源による位相計測／位相イメージングへの波及も「位相利用計測」発展のひとつの方向だろうと思えます。

最後に平野氏が紹介したX線HARPは、位相イメージングに限らず広くX線画像科学に寄与する高感度検出器として期待されています。光源・手法・検出器が三位一体となって位相利用計測が発展するとすれば、どうも検出器発展の話題が少ないと個人的には感じています。感度、空間分解能、視野（画素数）、スピード等、今後の発展に強く期待を寄せるところです。

1日目に降った初雪が残る中、寒さも疲れも忘れるほど