

X線結像光学ニューズレター

No. 47 2018年4月発行

軟X線自由電子レーザービームライン SACLA BL1

高輝度光科学研究センター 大和田 成起

1. はじめに

大型放射光施設 SPring-8 サイト内に建設されたX線自由電子レーザー (X-ray Free Electron Laser: XFEL) SACLA は、世界初のコンパクトXFELとして硬X線のFELビームラインBL3を軸に、2012年3月にユーザー運転を開始し、続く2015年4月には2本目の硬X線FELビームラインBL2の利用が開始された [1]。さらに2017年9月からは、電子ビーム高速振り分け運転によるBL2・BL3の同時利用が可能になるなど、さらなるXFEL利用の拡大へ向けた取り組みが続けられている [2]。その一方で、軟X線領域のFELも利用可能とするために、我々はSCSS試験加速器 [3] を増強しながらSACLA光源棟へ移設し、軟X線FEL専用加速器 (SCSS+) として整備した。そして2016年7月からは、軟X線FELビームラインBL1 [4] の本格的なユーザー運転が開始され、SACLAは2つの独立したFELが同時に稼働する世界初の施設となった。本稿では、SACLA BL1の現状について報告する。

時の250 MeVから約800 MeVへと増加した。この下流には、Cバンド加速器を更に最大で6台追加できるだけのスペースがあり、将来的にはさらに高エネルギー領域にて運転することも可能である。6台の加速ユニットを追加した場合、電子ビームエネルギーは1.7 GeV程度まで増加し、このとき光子エネルギーはK値2.1で約470 eV、K値1.5では約710 eVが見込まれる。

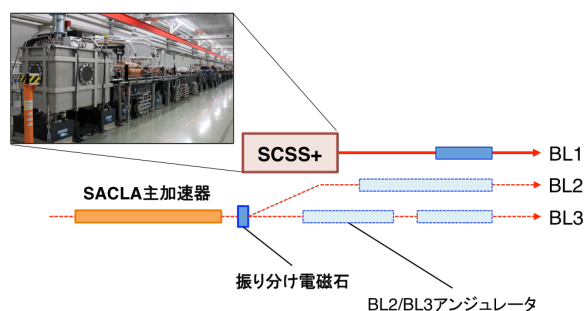


図1 SACLA アンジュレータホール図

2. 軟X線FELの構成

2.1. 光源

長尺アンジュレータを収納するSACLA光源棟内には、BL1振り分け部に上流約100mの空きスペースが存在した。ここに、別の建屋に設置されていたSCSS試験加速器を移設し (図1)、さらに、3台のCバンド加速ユニットを追加した。この結果、現在 (2018年2月) では合計5台の加速ユニットで運転しており、最大電子ビームエネルギーは試験加速器

2.2. 光ビームライン

BL1のビームラインには、光学ハッチ内にアライメント用のYAGスクリーン、ガス強度モニターやガスアッテネーター、基本波と高調波を選別するための金属薄膜フィルターなどがインストールされている (図2)。これらのビームライン機器は、BL2/3と同様に実験ステーションの端末からGUI等を通じて、各ユーザーが操作することが可能である。

ビームライン最下流部には実験ステーションを設置し、波長可変フェムト秒同期レーザーシステムお

およびKB集光ミラーを基幹実験装置として常設した。直径 200 μm の金ワイヤーによるナイフエッジスキャン法による測定では、光子エネルギー120 eVにおける集光ビームサイズは約 5 μm (FWHM)となっている。

また、FEL と同期レーザーの到着時間ジッターを測定するためのタイミングモニターの開発が進められており [5]、2018年5月末には、ビームラインへのインストールとコミッショニングを開始する予定である。

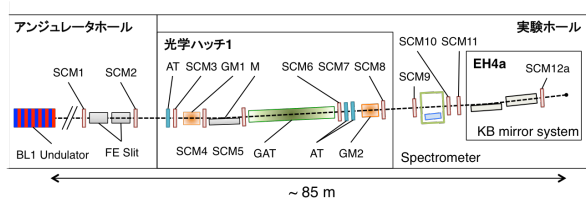


図 2 ビームライン概略図

2.3. 光性能

2018年2月現在では、アンジュレータ K 値 (1.5 から 2.1) と、500 MeV から 800 MeV までの電子ビームエネルギーの組み合わせにより、光子エネルギーとして 40 eV から 150 eV 程度の範囲が利用可能となっている。光子エネルギー100 eV (電子ビームエネルギー: 800 MeV、 K 値: 2.1) においては、実験ホール内にてパルスエネルギー約 80 μJ 、FWHM バンド幅約 2 eV の FEL 出力となっている。パルスエネルギーはビームラインに常設のガス強度モニターで計測を行ない、モニターの較正には、産総研で開発された常温型カロリメーター [6] を使用した。またスペクトロメーターは、He ランプおよびアルミニウムの L 吸収端により較正したものを用いた。

図 3 に示すように、高調波のパルスエネルギーは、100 eV において基本波の 0.3 % 程度となっている。2.2 節で述べたように、金属薄膜フィルターとガスアッテネーターを組み合わせることで、3 次高調波を取り出すことが可能となっている。例えば基本波が 100 eV のときでは、KB ミラー後で数十 nJ の 3 次

光が利用できる。

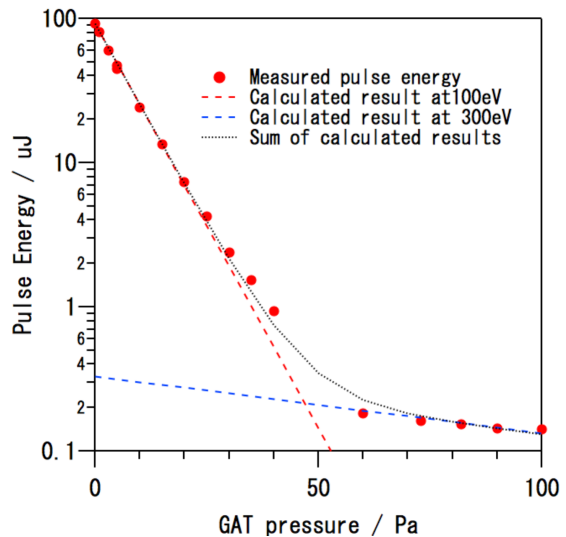


図 3 パルスエネルギーのガスアッテネーター圧力依存性

3. ビームラインの利用状況

現在 BL1 では、原子・分子・光科学 (AMO) 分野を中心に、物質科学、EUV リソグラフィのための基礎研究などの分野の実験が行われている。また、前述したタイミングモニターや回転楕円ミラーを用いた sub- μm 集光装置 [7] など、ビームライン高度化のための開発も継続して行われている。各ユーザーの実験は、真空チャンバーのベークなど超高真空実験のための準備時間と、5 から 7 シフト程度のビームタイム (1 シフト = 12 時間) を併せて、1 課題あたり 1 週間前後のサイクルで行われていることが多い。

4. まとめ

SACLA BL1 は、2016年7月より軟 X 線 FEL の利用運転を開始した。ユーザー運転と並行して、加速器や光ビームライン高度化のための研究・開発も続けられている。本ビームラインの最新の情報は、SACLA ホームページ (<http://xfel.riken.jp>) を通じて随時発信していくので、参照されたい。

謝辞

本プロジェクトは、理化学研究所放射光科学総合研究センターと高輝度光科学研究センターを中心とするタスクフォースによって実施された。

参考文献

- [1] T. Ishikawa *et al.*, *Nat. Photon.* **6** (2012) 540.
- [2] T. Hara *et al.*, *Phys. Rev. Accl. Beams* **19** (2016) 020703.
- [3] T. Shintake *et al.*, *Nat. Photon.* **2** (2008) 555.
- [4] S. Owada *et al.*, *J. Synchrotron Rad.* **25** (2018) 282.
- [5] S. Owada *et al.*, *J. Synchrotron Rad.* **25** (2018) 68.
- [6] T. Tanaka *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **86** (2015) 093104.
- [7] H. Motoyama *et al.*, *Proc. SPIE* **10386** (2017) 1038609.

ピコ秒軟X線レーザーが起こすアブレーション

量子科学技術研究開発機構 石野 雅彦、長谷川 登、錦野 将元

1. はじめに

可視・赤外領域のレーザーパルスを固体表面に照射するとレーザーと物質との直接的な相互作用によってアブレーションが起こり、照射部分には穴などの不可逆的な損傷が形成されます。このようなレーザーアブレーションは、機能性材料の創製や材料分析、表面精密微細加工などにも応用することが可能です [1]。我々は、波長 13.9 nm、パルス幅 7 ps の軟X線レーザーが起こすアブレーションについての研究を実施しています。図 1 は種々のレーザーパルスをフッ化リチウム (LiF) に照射したときのアブレーション閾値 (損傷閾値) を示しています。図から波長 13.9 nm の軟X線レーザーに対するアブレーション閾値が、他のレーザーに比べて、格段に低いことがわかります [2,3]。また、軟X線レーザーパルスをアルミニウム (Al) 表面に照射した時には、図 2 に示す特徴的な突起状のナノ構造を内包する損傷が部分的に出現することを見出しました [4]。

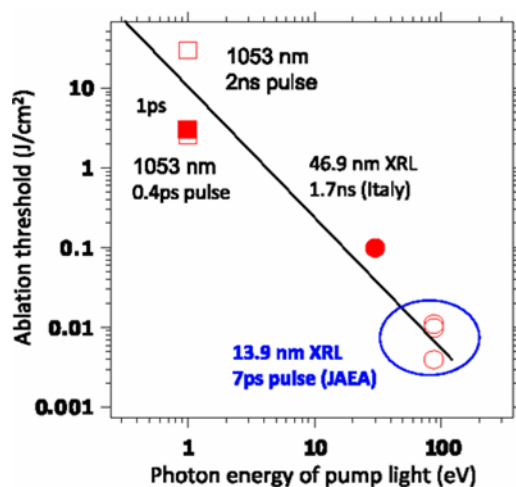


図 1 各種レーザーが示す LiF 結晶に対するアブレーション閾値 [2]

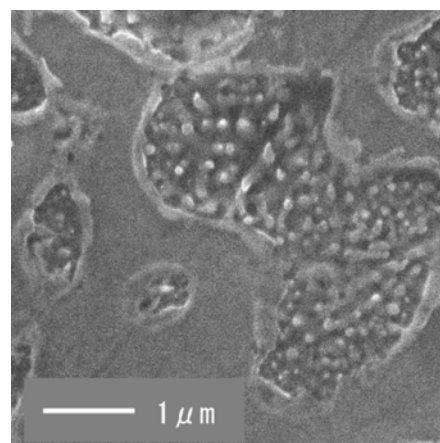


図 2 軟X線レーザー照射により Al 表面に出現した突起状の構造物を内包する損傷 [4]

アブレーション閾値程度の低照射フルエンスの軟X線レーザーによって特徴的なナノ構造が形成される過程を解明することは物理的な興味である一方、アブレーション閾値が低いことは物を削るという点で効率的な加工につながる可能性あり、応用を考える上でも重要な点となります。本稿では、軟X線レーザーが起こすアブレーションについて、今までに得られている実験結果と理論モデルを紹介します。

2. アブレーション実験

本稿で述べる軟X線レーザーは、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構の関西光科学研究所で開発したレーザー生成プラズマを発振媒質とする実験室規模のコヒーレント軟X線光源を指します。軟X線レーザーの発振媒質は、高強度の赤外レーザーパルスを銀ターゲットに照射することで生じる銀プラズマです。2つのプラズマ媒質をシード (発振器) と増幅器として用いることにより、高い

空間可干渉性（コヒーレンス）を実現しています。これにより、発振波長 13.9 nm、パルス幅 7 ps の空間的にほぼ完全なコヒーレンスを有する軟 X 線レーザーが発生します。本軟 X 線レーザー装置の詳細については、文献 [5-7] も参照して下さい。

図 3 に軟 X 線レーザーによるアブレーション実験の配置図を示します。軟 X 線レーザーを曲率 1000 mm の Mo/Si 多層膜反射鏡によって試料表面に集光、照射します。球面鏡は光源から約 2640 mm の位置にあり、試料表面に光源の縮小像を形成します。光源と球面鏡の間にはガラス板または複数のジルコニウム (Zr) 薄膜の光学フィルターが挿入できるようになっており、Zr フィルターによってプラズマ光源からの可視光成分および散乱 X 線を遮るとともに、Zr フィルターの厚さや組み合わせを変えることによって照射強度を調整します。一方、ガラス板を挿入した場合には、軟 X 線レーザーはガラス板で全て吸収され、銀プラズマから発せられる可視光成分のみが試料表面に到達することになります。本配置により、おおよそ $10 \sim 30 \text{ mJ/cm}^2$ 程度の照射フルエンスでの実験が可能となっています。軟 X 線レーザーの照射実験はもちろん真空中で行われ、真空の外からは熔融石英の窓を通して軟 X 線レーザーの照射面を観察できるようにカメラを設置しています。アブレーション実験では、このカメラを用いて照射時のプラズマ発光の観察も試みました。

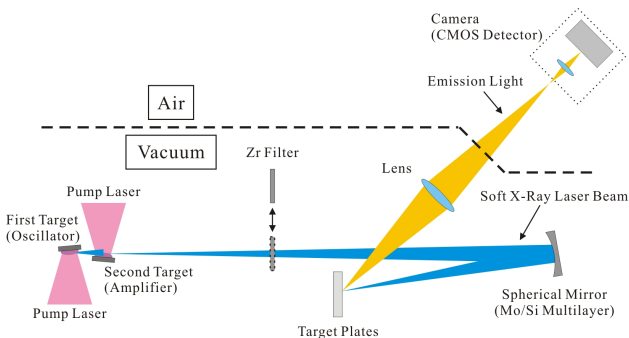


図 3 アブレーション実験の概略図

図 4 に軟 X 線レーザーを照射した Al、金 (Au)、シリコン (Si) の表面を観察した走査型電子顕微鏡写真を示します [8]。図 5 には Al と Au、比較のた

めの LiF に対する損傷の平均的なスケールと損傷閾値を示します [9]。損傷の外観は球面鏡によって縮小されたプラズマ光源部のレーザー利得領域の形状を再現しています。Al 表面には中央部の大きな穴状の損傷を囲むように、照射フルエンスの低い領域に突起状の特徴的な構造をもつ損傷が形成されています。一方、Au の照射領域には Al の様な突起状構造物は見られず、波状の損傷痕が確認できます。ここには示していませんが、Cu や Ni 表面にも Au と同様の波状の損傷痕が出現します [8,10]。

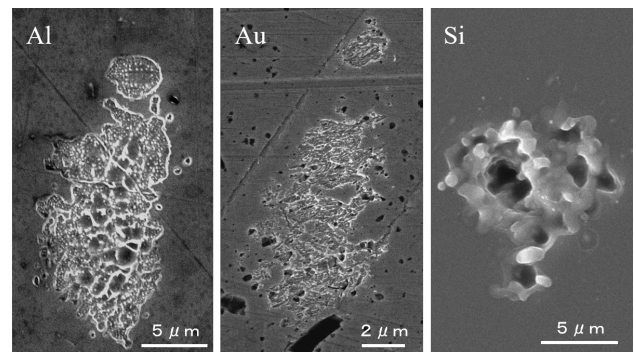


図 4 軟 X 線レーザー照射によって Al、Au、そして Si の各表面に出現した損傷 [8]。Al および Au はシングルショット、Si は 10 ショット積算した後の損傷構造

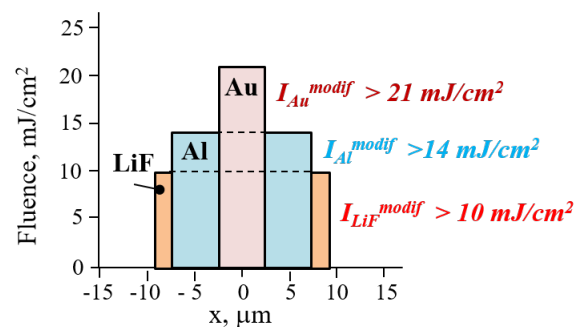


図 5 軟 X 線レーザーに対する各物質のアブレーション閾値 [9]

Al 表面に現れた突起状の構造物は、実験に用いた物質の中では Al 表面のアブレーション痕中のみ形成された特有の構造であり、100 nm 前後の直径をもちます [4]。Au (Cu や Ni も含む) に現れる波状

構造物もナノメートルスケールの浅い損傷を形成しています。Al や Au に形成されたこれらの損傷領域の深さ方向のスケールは、20 ~ 40 nm 程度でした。

図 4 のシリコン (Si) 表面に形成された損傷構造は、軟 X 線レーザーを 10 ショット積算した後に現れたものです。Si 表面に現れた損傷構造は、先に示した金属ターゲットのものとは全く異なっており、溶けたような構造の中に数百 nm にもなる深い穴が形成されています。深い穴状構造が出現する原因として軟 X 線レーザーの Si への侵入長の長さが挙げられます。すなわち、Si の内殻吸収端 (L 殻吸収端 : ~ 12.4 nm) が軟 X 線レーザーの発振波長 (13.9 nm) の直近にあることから、吸収率が小さくなり、その結果、侵入長が長くなります (~ 590 nm)。このことが侵入長程度の深さを持つ穴状構造の形成につながっていると考えられます。

以上に示したように、軟 X 線レーザーの照射によって各ターゲット表面には、物質独自の構造が形成されることが分かりました。各ターゲット表面に現れる構造の違いは、物質の軟 X 線に対する吸収率や融点、または熱伝導度などの違いが反映されていると思われます。損傷構造の観察は、アブレーション研究の基本ですが、このような実験的手法と並んで、理論的な研究もアブレーションを解明するための重要な研究です。次項では、アブレーションの理論的考察について紹介したいと思います。

3. アブレーションの理論モデル

理論計算からは軟 X 線レーザーのアブレーション、特に閾値近傍での低アブレーションについては、破碎的なアブレーション (スパレーション) が提案されています [4, 11]。図 6 に分子動力学シミュレーションが予測する金属に対するスパレーションモデルの時間発展を示します [4]。軟 X 線レーザーの照射 (エネルギーの注入) によって、最初に表面直下の電子系がエネルギーを受け取り、表面近傍の浅い領域に「膨張の核」を生成します。その後、エネルギーは電子-イオン-格子へと移動するとともに格子内の温度が上昇します。温度の上昇と共に

核が成長し、核の成長が格子の結合エネルギーを超えると表面層が剥離し、最終的に薄い表面層が吹き飛びます。核の成長は温度とともに上昇する内部応力とその駆動力となっています。モデル計算によると、この核は軟 X 線レーザー照射中 (ピコ秒) に生成が始まると予想されており、しかも、スパレーション過程はレーザーの照射が終わった後も継続し、一連の過程は数百 ps または数 ns にも及ぶと予測されています。本モデルに従うと、Al や Au 表面に形成される複雑な形状をしたナノメートルサイズの構造物は、表面が吹き飛んだ後に溶けた部分が固まって形成されたと解釈できます [12]。しかし、図 5 に示す実験結果は計算値が予測するアブレーション閾値よりもかなり低い照射フルエンスで損傷が起こることを示しています。そのため、実験結果を理解するために、スパレーションモデルの改良が必要となっています。図 7 は分子動力学シミュレーションから導出した、Al と Au の照射フルエンスに対するアブレーション深さと溶融層の厚さを示したグラフです [9]。図にはアブレーションが起こらないと予測されている低い照射フルエンスでも、表面に溶融層が形成されることを示すグラフが描かれています。これらのことから、Al や Au に出現する浅いナノメートルサイズの損傷構造は、溶融した表面層が飛び散ることで形成されたと考えられています。実験結果が示す損傷の面積は、シミュレーションが予測する溶融閾値を超えた照射フルエンスの領域と同程度になっていることが確認されています [9]。

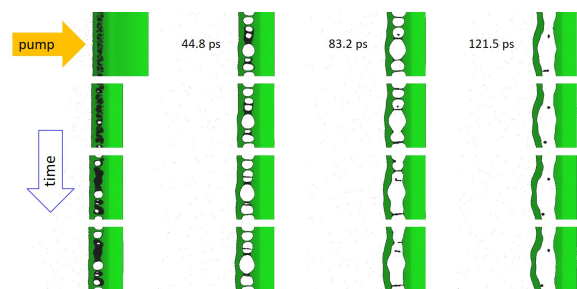


図 6 軟 X 線レーザーによるスパレーションモデル (時間発展) [4]

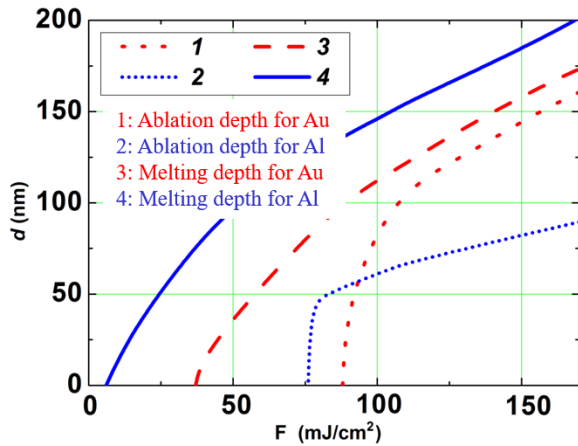


図 7 照射フルエンスと Al および Au 表面の損傷厚との関係を示したグラフ [9]

最後に、軟 X 線レーザーの照射時に発生する加熱物体からの発光観察と電子温度の見積もりを行ったので、その結果を紹介します [13]。発光観察実験では図 3 に示したカメラを用いて発光の観察を試みました。軟 X 線レーザーを LiF、Al、そして Cu の各表面に照射すると損傷構造は形成されましたが、表面からの発光は観察されませんでした。この事実は、軟 X 線レーザーによるスパレーションは、かなり低い電子温度で起こる現象であることを示唆しています。明瞭な発光を伴わないことを利用して、軟 X 線レーザーの照射によって加熱されるターゲット表面の電子温度を見積もりました。結果を図 8 に示します。条件としては、加熱された物質に黒体放射と電子温度の時間発展にはガウス型の関数を仮定しています。黒体放射の継続時間を、最短で熔融層が飛び散るであろうと思われる 100 ps とし（スパレーション時の表面層の剥離を参考にした）、最長で加熱部分の温度が周辺部と平衡に達するであろう 1,000 ps と仮定した場合、電子温度は 0.4 ~ 0.7 eV となりました。低照射フルエンスの軟 X 線レーザーによるアブレーション現象は、明瞭なプラズマ発光を伴わない、低温での物理現象と言えます。

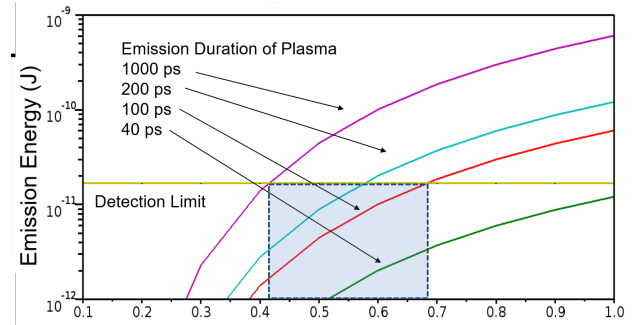


図 8 軟 X 線レーザーの照射によって加熱される照射部の電子温度の見積もり [13]

4. まとめ

本稿では、軟 X 線レーザーのアブレーションについて紹介しました。今後のアブレーション研究としては、損傷形成の時間発展や空間発展の観察を通して、損傷の形成過程の解明を目指します。

アブレーション現象の利用として、表面加工への展開が考えられます。実用化のためには大面積の加工が必要ですが、軟 X 線レーザーを照射するだけでナノ構造が出現することは大きなメリットと考えています。また、軟 X 線レーザーの高い空間コヒーレンスを利用することで、干渉効果を利用した加工への展開が考えられます。軟 X 線レーザーの発振波長は可視・赤外レーザーに比べて短いことから、精細なパターンを描画することに優れています。しかも、アブレーション閾値程度の低照射フルエンスによって形成される損傷の深さがナノメートルスケールであることから、軟 X 線レーザーの特徴（短波長と高空間コヒーレンス）を最大限利用することで、目的とするナノスケールの三次元構造をシングルショットで形成することも考えられます。目下、軟 X 線レーザーによる材料表面の直接ナノ加工実現に向けた研究を展開中です。

謝辞

本章で紹介した研究成果は、Prof. Anatoly Faenov, Dr. Tatiana Pikuz, Prof. Nail Inogamov, Dr. Igor Skobelev 他のロシア科学アカデミーの皆様、奈良女子大学の保智己教授の皆様のご協力により得られたものです。特に、故 Faenov 大阪大学教授には研究全般に渡り暖かいご支援とご協力を頂きました。深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 例えば, 岡田龍雄, 杉岡幸次, プラズマ・核融合学会誌 **79** (2003) 1278
- [2] A. Ya. Faenov *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **94** (2009) 231107
- [3] N. A. Inogamov *et al.*, *Appl. Phys. A* **101** (2010) 87
- [4] M. Ishino *et al.*, *J. Appl. Phys.* **109** (2011) 013504
- [5] M. Tanaka *et al.*, *Opt. Lett.* **28** (2003) 1680
- [6] M. Nishikino *et al.*, *Phys. Rev. A* **68**, (2003) 061802(R)
- [7] M. Nishikino *et al.*, *Appl. Opt.* **47** (2008) 1129
- [8] M. Ishino *et al.*, *Appl. Phys. A* **110** (2013) 179
- [9] S. V. Starikov *et al.*, *Appl. Phys. B* **116** (2014) 1005
- [10] N. A. Inogamov *et al.*, *Eng. Fail. Anal.* **47** (2015) 328
- [11] N. A. Inogamov *et al.*, *Contrib. Plasma Phys.* **49** (2009) 455
- [12] N. A. Inogamov *et al.*, *J. Phys.: Conf. Ser.* **510** (2014) 012041
- [13] M. Ishino *et al.*, *J. Appl. Phys.* **116** (2014) 183302

第 14 回 X 線結像光学シンポジウムの会議報告

現地実行委員長 筑波大学 渡辺 紀生

X 線結像光学研究会主催の X 線結像光学シンポジウムを 2017 年 11 月 29 日、30 日に筑波大学、大学会館国際会議室において開催致しました。本シンポジウムは X 線結像光学の基盤技術及び応用に関する最新の成果発表と研究者間の交流を深めるのが目的で、今回は 14 回目となります。前回の名古屋大学でのシンポジウムで渡辺が実行委員長を仰せつかり、実行委員（敬称略）として牧村（筑波大）、東口（宇都宮大）、桜井（物材研）、三村（東大）、鈴木（東大）、武市（KEK）、兵藤（KEK）を加えたメンバーで準備に当たりました。シンポジウムは従来の形式に従って 2 日間の国内会議形式とし、会場とした筑波大学との共催と致しました。また、科研費基盤研究（C）（代表者：籠島靖）から予稿集印刷費の援助を受けました。

プログラムの決定は従来の方法を踏襲し、口頭発表はすべて招待講演とし、ポスター発表と企業展示を加えた三本立てと致しました。招待講演は幹事の方々による推薦を頂いて候補者を決定し、講演を依頼致しました。招待講演者の方々には、ご多忙の中講演のご快諾を頂きました。この場をお借りしてお礼を申し上げます。ポスター発表は会員から広く募集を行い、X 線ミラーや多層膜等の要素技術を中心とした様々な分野の申し込みを頂きました。最終的に、招待講演 23 件、ポスター発表 22 件、企業展示は 5 企業（内 1 企業は広告のみ）に参加して頂きました。参加者数は 84 名となり、前回のシンポジウムから 10 名ほどの減でした。

企業展示は株式会社イマジスタ、ツジ電子株式会社、株式会社ルクスレイ、神津精機株式会社の 4 社に参加して頂きました。講演会場隣のコーヒークラブ用の部屋に各社およそ $2 \times 2 \text{ m}^2$ の空間をポスタ

ー展示で用いたものと同じパネル（幅 0.9 m、縦 2.1 m）で仕切って展示用ブースとしました。また、株式会社 ASICON には、企業広告の予稿集への印刷と折込み広告の配布という形でご参加いただきました。

シンポジウム初日は 13:30 から開始し、X 線結像光学研究会代表 籠島靖先生による開会の挨拶、及び筑波大学数理物質系長 伊藤雅英先生による主催地を代表しての挨拶の後、口頭講演を開始致しました。最初は X 線望遠鏡セッションで多重像干渉計、CCD、SOI、ひとみ衛星のその後についての 4 件の講演がありました。ひとみ衛星については打ち上げ後の不幸な事故により短命に終わってしまいましたが、埼玉大 田代先生により初期観測における卓越した成果と 2020 年打ち上げ予定の 0.3 ~ 12 keV 軟 X 線撮像・分光望遠鏡を搭載した X 線天文衛星代替機 (XARM) 計画が示されました。続くイメージングセッションでは、タイコグラフィー、パルス状コヒーレント X 線溶液散乱、軌道角運動量の可視化、高圧その場 X 線ラミノグラフィーに関する 4 件の講演があり、それぞれの手法の応用範囲を広げる最近の成果が発表されました。

口頭講演終了後、16:55 から国際会議室前のホールに続くスペースでポスターセッションを行いました。ポスターでは新しいアイデアに基づく X 線光学素子と評価システム（長焦点深度 ZP、多層膜 KB ミラー、タンデムウオルターミラー、準集光素子、新型回折格子等）や高分解能検出器など、興味深い発表がありました。続いて講演会場と同じ建物内にある多目的ホールで懇親会を行いました。最初に前代表 柳原先生の挨拶と木下先生の乾杯の音頭で開始し、最後に 2 代前の代表 青木先生の締めの挨拶で終了するまで、食事とお酒を楽しみながらお互いの

交流を深めることが出来ました。懇親会への参加者は、学生アルバイトも含めて60名でした。

2日目は9:30から口頭講演を開始し、最初に光学素子関係、Advanced KB ミラー、回転楕円ミラー、アポダイゼーションFZPについて3件の講演がありました。続くイメージング関係のセッションでは、ERATO プロジェクトの進展とその Talbot-Lau 干渉計を顕微鏡に適用した位相 CT の2件、走査型透過軟 X 線顕微鏡2件の計4件の講演が行われました。午後の最初のセッションはEUV 顕微鏡、コヒーレント回折イメージングによるマスク検査装置、電子顕微鏡用軟 X 線分光器、高次高調波に基づく微小コヒーレント軟 X 線源に関する4件の講演が行われました。最後のセッションでは、X 線レーザー-SACLA がもたらした大強度フェムト秒パルス X 線による新しい科学、利用技術として分割遅延光学系、フェムト秒 EUV パルスによる多層膜損傷及び有機薄膜アブレーションについて4件の講演が行われ、SACLA の威力を示す最近の成果が示されました。

なお、2日目の昼食時に幹事会が開かれ、今回の決算（予定）の報告をしました。会場費が無料であったこと、企業展示による収入などで若干の余裕が出たことを報告しました。また、前回にも話題になった開催形式（日本光学会などとの共催）についても議論しましたが、結論は得られませんでした。

本シンポジウムでは、口頭講演・ポスター講演それぞれの講演内容を1~2ページにまとめたフルカラー83ページの予稿集を作成致しました。残部が少しありますので、ご希望の方がいらっしゃいましたら筆者またはニュースレター編集部までご連絡下さい。また、シンポジウムプログラムの詳細については、(<https://www.xio2017.info/>) のシンポジウムホームページをご参照下さい。次回のシンポジウムは

2019年に東北大学 百生敦先生を実行委員長として開催が予定されています。

本シンポジウムの開催には、準備・運営に際して多くの方々にご協力頂きました。特別顧問 青木貞雄先生には準備期間を通して過去のつくばでの開催経験を踏まえた的確なご指摘・ご指導を頂き、当日はシンポジウムの運営についても助けて頂きました。ここに、ご協力頂いた全ての関係者の皆様にお礼申し上げます。



大学会館国際会議室における講演の様子



編集部より

【[The 13th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation](#)】

会期：平成 30 年 6 月 10 日 ~ 15 日

場所：Taipei International Convention Center, Taipei, Taiwan

【[The 14th International Conference on X-ray Microscopy \(XRM2018\)](#)】

会期：平成 30 年 8 月 19 日 ~ 24 日

場所：Saskatoon, Saskatchewan, Canada

【メーリングリスト（登録メールアドレスの変更などについて）】

本ニュースレターは原則、メーリングリスト（xio-nl@prec.eng.osaka-u.ac.jp）によるメール配信となっております。メールアドレス変更などの際には、お手数ですが、編集部（xioedit@prec.eng.osaka-u.ac.jp）までご連絡ください。メーリングリストは、研究会のお知らせなど、会員全員に情報を配信したいときなどにも便利なので、積極的にご活用ください。

X線結像光学ニュースレター
No.47（2018年4月）

発行 X線結像光学研究会
（代表 兵庫県立大 籠島靖）
編集部 山内和人（大阪大）、齋藤彰（大阪大）、矢代航（東北大）、
松本浩典（名古屋大）、東口武史（宇都宮大）
E-mail: xioedit@prec.eng.osaka-u.ac.jp

『平成 30 年度 X 線結像光学研究会運営組織』

- ・代表者：籠島 靖（兵庫県立大）
- ・事務局担当者：高山 裕貴（兵庫県立大）
- ・編集局責任者：山内 和人（大阪大）
- ・編集局委員：齋藤 彰（大阪大）、矢代 航（東北大）、松本 浩典（名古屋大）、
東口 武史（宇都宮大）、籠島 靖（兵庫県立大）、豊田 光紀（東北大）
- ・幹事：

伊藤 敦（東海大）	太田 俊明（立命館大）	大東 琢治（分子研）
籠島 靖（兵庫県立大）	加道 雅孝（原研）	木下 博雄（兵庫県立大）
國枝 秀世（名古屋大）	鈴木 芳生（東京大）	竹内 晃久（JASRI）
田原 譲（名古屋大）	常深 博（大阪大）	難波 義治（中部大）
西野 吉則（北海道大）	西村 博明（大阪大）	羽多野 忠（東北大）
兵藤 一行（KEK）	牧村 哲也（筑波大）	百生 敦（東北大）
森田 繁（核融合研）	矢橋 牧名（理研）	山内 和人（大阪大）
渡辺 紀生（筑波大）		
- ・特別顧問：

波岡 武（東北大名誉教授）	青木 貞雄（筑波大名誉教授）	柳原 美廣（東北大名誉教授）
---------------	----------------	----------------