

# 第一回日本放射光学会若手研究会 「ナノ集光技術研究会」報告

矢代 航 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)

日本放射光学会第一回若手研究会「X線ナノ集光技術研究会」が平成21年8月10日(月)および11日(火)の二日間にわたり大阪大学吹田キャンパス(理工学図書館3階図書館ホール)において開催されました。100名定員の会場がほぼ満席になる約90名の方にご参加いただき、大盛況のうちに無事閉会しました。まずはこの場を借りて関係者の方々に感謝の意を表したいと思います。

本研究会は、今年度から初めて行われることになった日本放射光学会主催の若手研究会に応募、採択されることによって実現されました。公募の趣旨は「若手研究者のリーダーシップの育成、および、研究会で議論されるサイエンスを通じた新しいネットワークに貢献するとともに、独創的・萌芽的な研究テーマの発掘およびその研究の推進に寄与する」というもので、代表申請者、共同申請者(共同申請者が複数いる場合については少なくとも一人)の年齢が40歳以下であり、かつ学会会員であるという条件でしたので、研究を介して親交のあった勲高輝度光科学研究センターの竹内晃久氏と私で、X線の集光技術をテーマとした研究会を計画させていただきました。当初は二人で申請の準備を進めていましたが、応募締切の数日前に大阪大学工学研究科の三村秀和氏に発起人に加わっていただき、さらに大阪大学グローバルCOE(高機能化原子制御製造プロセス教育研究拠点)代表の山内和人先生に共同開催の形でご協力いただけるということになりました。結果的に三村氏、山内先生のご協力なしには本研究会の成功はありえなかったわけで、両氏にはたいへん感謝しております。

研究会のタイトルは「X線ナノ集光技術研究会」としました。硬X線のナノ集光技術は、その放射光科学における重要性にもかかわらず、その将来ビジョンについての議論の場がこれまであまり提供されてこなかった、という問題提起のもとに、本研究会では5~10年後といったやや遠い将来に実現されると予想される1ナノメートルスケールの硬X線集光技術をキーワードとして、若手研究者の間で分野横断的なディスカッションを行うことを趣旨としました。次世代の1ナノメートル硬X線集光の実現には、X線光学の専門家による斬新な設計と、マイクロ・ナノ構造制御技術の専門家による新しい技術の提供が不可欠です。さらにそのユーザーによる多様なニーズがあっはじめて、将来に向けたベクトルが共有されるでしょう。本研究会ではこのような異なる分野の第一線で活躍している研究者でプログラムを構成することを試みました。

また、通常の研究会にはない特長として、本研究会では成果報告というよりも、むしろ将来に向けた議論に重点を置くこととしました。

申請書は上記三名の発起人と、開催にご賛同いただいた38名の方々をメンバーとして提出され、平成21年3月28日に行われたヒアリング審査の結果、「議論および交流を深めるために一泊二日のスケジュールでの開催を検討する」という条件付で採択されました。ご賛同いただいた方々には改めてこの場を借りて御礼申し上げます。

採択直後は、まずは開催日程および会場の手配、講演者および学会から提供された50万円の使途の決定、さらに開催までのスケジュールの決定などに着手しました。開催日程については、放射光施設の運転が休止中で、かつ他の会議となるべく重ならない8月のお盆前としました。開催場所については、賛同者の重心に近く、さらに施設見学が一つの目玉になるということで、大阪大学吹田キャンパスにさせていただきました。

プログラムは、第一日目については、X線光学の研究者、放射光ユーザーの講演を中心に、X線集光技術およびその利用についての将来展望を議論することとしました。第二日目はマイクロ・ナノ構造制御技術の研究者の講演を中心として、当該分野の最先端の話題について紹介していただくことにしました。それぞれの日の冒頭で、X線集光技術の現状(世界的動向)についての知識を共有するために、筑波大学の青木貞雄先生、およびNTT-AT ナノファブリケーション(株)の竹中久貴氏に、専門外の方や学生にも分かりやすい内容の基調講演をお願いしました。第二日目の午後のセッションでは、各分野の将来の研究テーマに対して、互いにどのようなソリューションが提供できるのかについて、いくつかの具体的な例に絞って議論することとしました。

学会から提供された開催費については、基調講演者の方の旅費・宿泊費、その他の講演者の方々の旅費、宣伝のためのチラシ作成費、さらに学生参加者優遇のため、申込の先着順で学生の宿泊費の補助に使用させていただきました。その他の諸費用については、同程度の額を大阪大学グローバルCOEプログラムにご負担いただきました。お陰様で、参加費および懇親会費の無料化が実現でき、結果的に多くの学生および若手研究者にご参加いただくことになりました。学会事務局の佐藤亜己奈さんには、旅費の計算や当日の旅費・宿泊費の支払いなどでたいへんお世話にな



図1 研究会第一日目夕方に撮影した全体集合写真。

りました。

講演の抽象の締切は開催日1ヶ月前の7月10日とさせていただきます。講演者の方々の高いアクティビティを反映して、ご多忙にもかかわらずほぼすべての講演者の方々から締切前に原稿を提出していただきました。参加申込の受付にあたっては、大阪大学GCOEプログラム事務局に日本放射光学会第一回若手研究会事務局を臨時開設させていただき、事務補佐員の安藝円さんにご対応いただきました。参加申込の締切は7月24日(金)となりましたが、実際は開催日直前まで申込があり、安藝さんには名札や参加者名簿の準備などぎりぎりまでご苦労をおかけしました。

研究会当日は、折しも兵庫県内で甚大な被害をもたらした台風9号によって朝から雨で、交通機関への影響が懸念されましたが、幸い参加者の方々にはほとんど影響がなく、午後の開催時間前には無事に到着されました。集合写真(図1)を撮影した第一日目の夕方にはすでに雨がやんでいたと記憶しています。余談ですが、二日目の早朝には静岡県で震度6弱を記録する地震があり、こちらも大きな被害をもたらしましたが、研究会が閉会した時間帯には、やや遅れはあったものの交通機関はすでにほぼ復旧して、私は無事東京方面行きの新幹線に乗車できました。二つの天災の中にありながら、研究会への影響がほとんどなかったのは、実はたいへん幸運であったかもしれません。

研究会は午後1時から予定通り開始されました。はじめに私から研究会の趣旨の説明と講演者の紹介をさせていただき、次に山内先生から開会の挨拶をいただきました。最初の講演として青木先生から「X線顕微鏡の現状と今

後の期待」というタイトルでお話いただきました。X線顕微鏡の開発の歴史と今後の予測についての分かりやすい内容で、最後に示されたX線の集光サイズとその開発にかかわる研究者人口の関係を漫画的に表現したスライドは、今後10年、20年の研究の新たな潮流を聴衆に実感させたいへん大事なメッセージであったと思います。

休憩をはさんで次のセッションでは、放射光ユーザーのニーズと題して、勲高輝度光科学研究センターの木村滋氏、東京農工大学工学部の遠藤理氏、大阪大学大学院工学研究科の高橋幸生氏、同研究科の松山智至氏、東京大学総括プロジェクト機構の水谷治央氏、東京大学大学院新領域創成科学研究科の篠原佑也氏にご講演いただきました。

木村氏には「表面・界面・ナノ構造解析の将来展望」というタイトルで、集光ビームを利用した表面・界面・ナノ構造解析の現状と、将来のナノサイズ集光ビームの利用方法や技術的課題について興味深いお話をいただきました。遠藤氏からは「XAFSの将来展望」ということで、一つの応用例として、グラファイト表面上の鎖状有機化合物について、ナノ集光の実現によって、個々のナノ微粒子ごとの構造、分子ごとの配向、分子内の同種元素の区別など新たな視点が供給できる可能性があることとお話されました。開口数の大きい集光素子の実現されれば、深さ方向にも空間分解能を与えられるはずで、将来的に非常に大きな発展が期待される応用分野と考えられます。高橋氏からは「集光X線を利用した高空間分解能回折顕微鏡の開発」というタイトルでご講演いただきました。現在の世界記録である空間分解能3nmが実現できているということで、それ自体もたいへん興味深かったのですが、X線集光素子

の将来的な利用価値についてもとても有意義なお話をさせていただきました。

松山氏からは「ミラー集光光学系を用いた走査型 X 線顕微鏡の開発」というタイトルで、走査型蛍光 X 線顕微鏡の現状と将来展望についてご講演いただきました。走査型蛍光 X 線顕微鏡も XAFS 法と並んで今後非常に重要な地位を占めると考えられます。現状のすばらしい応用例と今後の高度化への期待についてお話いただきました。水谷氏からは「バイオイメージングにおける X 線ナノビームの活用」と題して、純粋にナノ集光ビームの一人のユーザーとしての立場から、神経生物学分野において高感度のナノイメージングが実現された場合に、それがいかにインパクトを与えるものであるかについて、生物分野の専門外の聴衆にもとても分かりやすいお話をさせていただきました。篠原氏には「小角 X 線散乱法におけるナノビーム応用」でご講演いただきました。小角 X 線散乱法におけるナノ集光 X 線の利用価値については、原理的な理由から、現状ではそれを見出すこと自体が研究テーマであるとのことでした。小角 X 線散乱の分野の最先端で活躍されている方からの問題提起であったわけですが、成果発表スタイルの通常の研究会ではなかなか聞く機会がないという意味でたいへん有意義であったと思います。全体にスケジュールがタイトで、予定の開始時刻をかなり過ぎていたのですが、残り時間に柔軟に応じてお話をまとめられるという高度なご講演でした。

全体で集合写真(図1)を撮影した後、施設見学として、参加者の方々に超精密科学研究センター(ウルトラクリーン実験施設)を見学いただきました。現在集光サイズとしては世界最小を記録している硬 X 線ミラー製作の現場が見学できるということで、楽しみにしていらっしゃった方が多くいらしゃったと聞いています。クリーンウェアを着用していただく更衣室の広さなどの制約から、一班六人程度のグループに分かれていただき、順次ウルトラクリーンルームに入室いただきました。参加者多数のため二日目の昼も見学ツアーに割り当てました。本見学ツアーはたいへん好評で、見学後多くの方から参加してよかったなどのご感想をいただいています。

懇親会では、冒頭で雨宮慶幸会長からご挨拶いただき、続いて青木先生に乾杯の音頭をいただきました。閉会の挨拶は山内先生にいただきました。雨宮先生からは、若手研究会の提案を募集するに至った経緯などのお話がありました。本研究会の開催にあたっては、雨宮先生その他放射光学会の幹部の方のご尽力に心から感謝いたします。また、本研究会が関係者の皆様のご協力により、ご期待に添う形で実り豊かであったことにとっても大きな喜びを感じています。

懇親会後は、バスで JR 茨木駅の近くの主催者側で用意させていただいたホテルに移動し、「若手親睦会」と称して若手どうし親交を深めさせていただきました。30~40

名の多くの学生、若手研究者の方々が出席下さいました。一人一人から自己紹介という形で前に出てお話いただいたのですが、個性溢れる方々ばかりで、とても思い出に残る会となりました。学会行事幹事の山本雅貴さんには、年齢的にはややオーバー(?)であったにもかかわらず、本当に楽しいご挨拶をいただきました。

二日目の午前中は、まず基調講演として、NTT-AT ナノファブリケーション棟の竹中久貴氏に「X 線集光素子作製技術の現状と将来展望」のタイトルでご講演いただきました。専門外の方々にも分かりやすいよう配慮されたたいへん見事なご講演で、午後のディスカッションのセッションにもつながる有意義な議論も行われました。

次の「マイクロ・ナノ構造制御技術の最前線」のセッションでは、東北大学工学研究科の戸田雅也氏、兵庫県立大学高度産業科学技術研究所の野田大二氏、JST/ERATO 高原ソフト界面プロジェクトの渡邊宏臣氏、物質・材料研究機構の三木一司氏、大阪大学大学院工学研究科の三村秀和氏、東北大学多元物質科学研究所の津留俊英氏にご講演いただきました。戸田氏からは「ナノ・マイクロマシニングとその構造体」というタイトルで、現在 NEMS & MEMS (Nano & Micro Electro Mechanical Systems) の分野で世界を牽引する東北大学工学研究科の江刺研究室における最先端の微細加工技術についてご紹介いただきました。野田氏からは「LIGA プロセスの最前線」というタイトルで、X 線リソグラフィ技術や鍍金技術についての現状と将来展望についてご講演いただきました。渡邊氏には「ナノの厚みとマクロな面積を有する巨大ナノメンブレンの創製」というタイトルでご講演いただきました。10 ナノメートルスケールの厚さの機械的に強く無欠陥の機能性薄膜の開発についてのお話でたいへん興味深かったです。三木氏には「ナノアーキテクチャー技術の最前線」というタイトルで、さらに遠い将来の 1 ナノメートルサイズの集光、あるいはその先を見越して、原子スケールの構造制御技術についてお話いただきました。三村氏からは「ミラー光学素子による硬 X 線ナノ集光システムの開発」ということで、現在世界で最も進んだ集光技術でかつ将来的にも有望である硬 X 線集光ミラーおよびその制御システムについての最先端のお話を聞かせていただきました。津留氏には「軟 X 線顕微鏡用精密多層膜ミラーの開発」というタイトルで、1 ナノメートルサイズの集光を目指す上で一つのキーテクノロジーになると考えられる多層膜ミラー作製技術について、分かりやすい丁寧なご講演をさせていただきました。

二日目の午後の「ディスカッション」のセッションでは、私および竹内氏から「将来の 1 ナノメートル集光の実現について」、「X 線顕微鏡の安定性・耐久性について」の二つのテーマを挙げて、それぞれ 40~50 分くらいの時間をかけてディスカッションを行いました。最後に「10 年後の将来ビジョンについて」と題して、若手の方から夢を

---

語っていただきました。遠い将来にやってみたいことや比較的近い将来の話など若手の方数名から積極的な発言をいただきました。閉会の時間が最後には1時間オーバーしてしまっただにもかかわらず、特別にご都合の悪い方を除いてはほぼすべての方々が最後まで会場に残って下さいました。

なお、受付では学会会員申込の受付と新刊本「放射光ビームライン光学技術入門」の販売が行われました。学会会員については4名の新規申込が、また新刊本については7冊の売り上げがありました。

また、本研究会終了後に本研究会のメーリングリスト(Xray-focus@googlegroups.com)を立ち上げさせていただきました。参加者かどうかにかかわらず、もし登録をご希望される方がいらっしゃいましたら矢代(yashiro@mml.k.u-tokyo.ac.jp)までご連絡下さい。

研究会を終えて、最後に一言だけメッセージがあります。私が代表として、このテーマで開く若手研究会は今回が最初で最後ですが、たった一度きりでも、若手研究会の真の意味に、遠い将来きっと私たち自身が気づかされることになると思います。もちろん異分野の若手どうしのネットワークといっても、研究社会全体から見れば限られたごく少人数のもので、それがどんな意味を持つのか、疑問に持たれる方も多くいらっしゃるでしょう。しかしながら、この小さな「種」がやがて人の想像を遙かに超えて成長す

るのが人間社会のおもしろさだと思います。私たち若手世代が将来世界を相手に競争していくために、本研究会を通して知り合った仲間はかけがえのないものとなるでしょう。そしてまた、本研究会が若手主体で行われたということに、大きな意味を感じていただけたらと思います。その意味で、今回の記念すべき第一回の若手研究会はまさに歴史的な第一歩であったと思います。発案下さった方の慧眼に敬意を表するとともに、今後第二回、第三回と続くことを願っています。

最後に、雨宮慶幸会長をはじめとして若手研究会開催に向けてご尽力いただいた学会関係者の方々、そして大阪大学の山内和人先生にまずは心より御礼申し上げます。また貴重な時間を割いてアブストラクトや資料の準備をして下さった青木先生、竹中久貴氏をはじめとするご講演者の方々にも厚く御礼申し上げます。全般にわたって、大阪大学GCOEプログラム事務局事務補佐員の安藝円さん、学会行事幹事の山本雅貴さん、同事務局の佐藤亜己奈さんには多大なご協力をいただきました。会場では、山内研究室の学生の方々、精密科学コースの教員の方々にたいへんお世話になりました。そして何より最初から最後まで強力なサポートをいただいた三村、竹内両氏にはこの場を借りて感謝の意を表したいと思います。