

## 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ 第39回PFシンポジウム，第13回MLF シンポジウム」開催報告

量子ビームサイエンスフェスタ 副実行委員長  
中尾裕則

量子ビームサイエンスフェスタは、PF および MLF 施設スタッフとユーザーとの情報交換の場であるとともに、放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子といった異なるプローブを用いる研究者間の交流を通して、将来の量子ビーム利用研究のあり方を考える場として2015年度より開催されてきました。今年度の『2021年度量子ビームサイエンスフェスタ，第39回PFシンポジウム，第13回MLFシンポジウム』は、KEK 物質構造科学研究所，J-PARC センター，総合科学研究機構（CROSS），PF ユーザーアソシエーション（PF-UA），J-PARC MLF 利用者懇談会の共同主催で、茨城県，つくば市，東海村の後援と21の学術団体の協賛のもと，2022年3月7日（月）～9日（水）の3日間にわたってオンラインで開催されました。昨年度に引き続きオンラインでの開催となりましたが，当日の参加数は595名とほぼ例年通りとなりました。多くの方々に参加頂き，有意義な会と出来たこと，感謝いたします。以下，何点か報告します。

今年度は，小惑星探査機「はやぶさ2」が採取した小惑星リュウグウの試料の量子ビームによる分析が本格的に行われてきたこともあり，東京大学の高橋嘉夫氏に基調講演での講演をお願いしました。マイクロプローブによる分析から，地球・太陽系の成り立ちに関わる大きなことや，身近なSDGsに繋がることまで，聴衆を引き付ける興味深い講演をしていただきました（図1）。

また今回は，科学技術振興機構 研究戦略センター（JST-CRDS）で最近取りまとめられた戦略提案である「機能解明を目指す実環境下動的計測の革新～次世代オペランド計測～」とコラボレーションしたパラレルセッションを企



図1 基調講演中の高橋嘉夫氏（東京大学）



図2 パラレルセッション「オペランド1, 2」の講演者の記念撮影（上段左から）赤木浩氏（JST-CRDS），山崎裕一氏（NIMS），篠原武尚氏（JAEA J-PARC）（下段左から）ハルヨ・ステファヌス氏（JAEA J-PARC），朝倉清高氏（北海道大学），太田元基氏（日立金属/島根大学）

画しました。最初に，JST-CRDS の赤木浩氏に，量子ビームを用いた実環境下動的計測への期待を紹介してもらったのちに，PF・MLF などでの実環境下動的計測の現状と将来展望を各講演者の方々に発表いただきました。様々な量子ビームを駆使した最先端の研究成果を一挙に紹介いただき，大変勉強になるとともに，研究の将来展開を考える良い機会となりました（図2）。

最終日は，PF シンポジウムおよび SPF 施設報告が行われ，施設とユーザーのコミュニケーションが図られたものと思います（図3）。特に，午後のPF 将来計画のセッションの長期計画報告で紹介された「ハイブリッドリング」は，PF ユーザーの長年の希望が実現できる計画であり，ユーザーとして今後の進展に期待するとともに，スタッフとしては計画の推進を目指しています。また，例年通りPF-UA 総会が開催されるとともに，PF 同窓会について説明がありました。本同窓会は，フォトンファクトリーにて勤務，研究，実験をした経験がある者を有資格者としており，興味を持たれたユーザーの方は，こちら（[http://pfwww2.kek.jp/alumni\\_association\\_of\\_pf/](http://pfwww2.kek.jp/alumni_association_of_pf/)）をご覧ください（図4）。

また今回は2回目のオンライン開催ということで，昨年度の反省のもとに実行委員会として改善してきました。特



図3 PF シンポジウム / SPF 施設報告 記念撮影



図4 PF-UA 総会, PF 同窓会の記念撮影

にポスター発表は、対面でのポスター発表より良くなることはないと思いつつも、より良いものをとということで1番議論となりました。まず、昨年度1番の不満だったポスター講演時間を延長し、コアタイム数も増加させました。その結果、初日、最終日にもポスターセッションが行われ、自分の利用していない施設の研究成果との接触、新たな発見もあったと期待します。関連して、学生奨励賞の審査は、初日に行い、2日目には受賞発表を行いました（受賞者一覧はこちら、p.34）。その後、学生ポスターのコアタイムが設定されるということで、受賞ポスターを見に行くということも可能でした。コロナ下で研究の議論をする機会が少ない学生さんに、メリットがあったものと思います。また昨年度はPFのユーザー運転中の開催となり、スタッフ・ユーザーともにバタバタしておりましたが、今年度の後半2日間はマシンスタディの日としてもらいました。これにより、量子ビームサイエンスフェスタに集中し、楽しむことが出来たものと期待します。来年度も3月に、量子ビームサイエンスフェスタを開催する予定です。次回こそは、対面での開催を、と願っております。

最後になりましたが、準備から当日まで長期にわたって活動していただいた実行委員の方々、そして、事務手続きおよび運営全般を円滑に進めて頂き、本サイエンスフェスタを献身的に支えて下さいました事務局の方々に深く感謝致します。

2021年度サイエンスフェスタホームページ：

<https://mlfinfo.jp/sp/qbs-festa/2021/>

物構研トピックス：

<https://www2.kek.jp/imss/news/2022/topics/0307QBSF/>

## PF 研究会「X線画像検出器の現状と将来展望」開催報告

九州シンクロトロン光研究センター  
米山明男

レントゲンやX線CTなどX線を利用したイメージングにおいて、X線画像検出器（X線カメラ）は、イメージングの空間分解能、感度、及び測定時間を左右する重要な計測機器です。現在、同検出器は、半導体センサー等でX線を直接的に検出する方式（直接方式）と、蛍光体を用いて可視光に変換した後に可視光カメラで間接的に検出する方式（間接方式）があり、前者の代表的な検出器としてフォトン・カウンティング型検出器、直接型フラットパネルディテクター、及び背面照射型画像センサー等が、後者としてレンズカップリング及びファイバーカップリング型検出器等が広く利用されています。上記方式に加えて、視野、空間分解能、及び対応エネルギーなどその性能も多岐にわたるため、目的とするX線イメージングに最適な画像検出器を選択することはとても重要になっています。

本研究会は、各方式の画像検出器を研究開発されている方々にお集まり頂いて、構成、性能、及び特徴などについて詳しく御講演頂くことで、参加者と情報共有を図ることを目的として2022年1月13日に開催致しました。また、実際の計測において検出器選択の一助となるように、PF-UAが主催となり各民間企業の方々から、開発及び取り扱っている製品をご紹介頂くセッションも設けました。さらに、パネルディスカッションとしてPF、あいちシンクロトロン光センター、および九州シンクロトロン光研究センターで実施されているイメージング計測について、ハードウェアからソフトウェアまでご紹介頂きました。なお、新型コロナウイルス感染予防の観点から、当初予定していたオンサイト参加及び企業展示は中止とさせて頂き、全てオンラインでの開催と致しました。開催直前に開催方法の変更となり、多くの方々にご迷惑をお掛け致しましたこと、この場をお借りしてお詫言申し上げます。

本研究会では初めに物質構造科学研究所の小杉所長にご挨拶を頂いた後、放射光実験施設の船守施設長にPFの現状や将来計画などをご説明して頂きました。続いて、JASRIの亀島氏からは「SPRING-8/SACLAにおけるレンズ結像型X線画像検出器の開発」というタイトルで、間接検出型の画像検出器について200nmのパターンを解像できる高空間分解能のシンチレータの開発、10nm以下の分解能に向けた蛍光体と後段レンズ系の計画、回折限界を超えるX線光子局在化法の原理、さらにSPRING-8で導入予定の検出器やデータ収集システムについてご紹介頂きました。続いてJASRIの豊川氏から「フォトンカウンティング型2次元検出器の特徴と先端応用」というタイトルで、各種検出器の原理と特徴、ハイブリッド型ピクセル検出器の特徴、回路系の詳細、放射光を用いた各種評価結果や2波長同時計測の応用例等についてご紹介頂きました。午前中最後の

御講演では、KEK 物構研の西村氏から「二次元半導体検出器 SOIPIX を用いた X 線カメラの開発と応用について」というタイトルで、KEK で開発している SOIPIX の概要、開発経緯、現状の仕様等について、またフレネルゾーンプレートを用いた結像光学系と組み合わせた撮像結果等についてご紹介頂きました。

午後の特別講演では、東北大学の須川先生から「高性能コヒーレント軟 X 線回折イメージセンサ sXCMOS の開発」というタイトルで、はじめに CMOS センサの基礎的な動作原理をご説明頂いた後、次世代の東北放射光施設におけるコヒーレント X 線回折用に開発されている広ダイナミックレンジ、低ノイズ、高放射線耐性、高フレームレートの sXCMOS センサについて、LOFIC や高密度 Trench 容量等の各種先端技術、開発状況、及び特性評価結果等について御講演頂きました。続いて、静岡大学の青木先生から「フォトン - 電荷カウンティング型信号処理を用いた CdTe 二次元 X 線イメージセンサ」というタイトルで、受光素子で電荷を直接カウントしてデジタル化する電荷フォトン・カウンティング型検出器の原理、各種の特徴、及び試作された検出器を用いた撮像結果等についてご紹介頂きました。最後に、東北大学の矢代先生より「高速 X 線画像検出器が切り拓く 4D 時空間領域のフロンティア」というタイトルで、位相コントラスト X 線イメージングの原理や撮像例、高速 3 次元撮像に向けたこれまでの研究経緯とゴムなどを対象とした高速観察の結果、さらにマルチビーム光学系を用いたサンプルの回転を必要としないサブ ms 時間分解能の CT の原理と観察例をご紹介頂きました。

上記学術講演の後、PF-UA が主催となり民間企業 10 社の方から、開発や取り扱っている各種の X 線画像検出器について、原理や特徴、観察例などについてご紹介頂きました。最後に、パネルディスカッションとして、本研究会世話人である PF の平野氏、あいちシンクロトロン光センターの花田氏、九州シンクロトロン光研究センターの米山から、各施設における放射光イメージングの現状、利用している画像検出器、観察例、そしてイメージングにおける課題等について話題提供させていただき、短い時間ですが画像検出器や画像データの取り扱い等について、現在のそれぞれの施設での状況を情報共有させていただきました。

本研究会の登録者は 170 名を超え、当日の参加者数は最大 134 名でした。オンライン開催とは言え、PF 研究会では過去最高の参加者となり、非常に多くの方々が画像検出器にご興味をお持ちであると言うことを改めて認識致しました。今後はデジタル改革（放射光イメージングの DX 化）に向け、画像検出器本体に加えて、画像データや計測条件をどのように保存し、活用するか等ソフトウェア的な取り組みも必要になると思います。進め方或いはフォーマットに関して、いろいろなお意見があるかと思いますが、待ったなしの社会的な状況ですので、個人的には各放射光施設や PF-UA のユーザーグループなどで、できるところから検討を始めてはどうかと考えます。そして、いずれは各分野の学会や産業界も巻き込んで医療用の

スタンダードフォーマットである DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) のサイエンス版となる DICOS (Digital Imaging and Communications in Science) を構築できれば、SDGs の実現に向けた高機能材料や省電力デバイスの開発から、貴重な化石や文化遺産のデジタル・アーカイブに至る様々な分野に広く貢献できるのではと期待しております。本研究会が上記取り組みの一つの出発点となれば、提案代表者の一人として嬉しい限りです。

コロナウイルスの影響によりいろいろと翻弄された本研究会ですが、提案者代表者の東北大学の矢代氏、あいちシンクロトロン光センターの花田氏、PF 世話人の兵藤氏、平野氏、PF 秘書室の高橋氏、三隅氏、PF-UA 事務局の石川氏の多大なるご協力の下に無事に開催することができました。この場を借りて深くお礼申し上げます。