

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2019年06月10日採択

申請者氏名	朝倉一統 (会員番号 7279)
連絡先住所	〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1
所属機関	大阪大学
職あるいは学年	M2
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会でのポスター発表
講演・観測・研究題目	X-ray Imaging Polarimetry with a 2.5 μm Pixel CMOS Sensor for Visible Light at Room Temperature
渡航先 (期間)	イタリア (2019年9月7日~9月14日)

私は今回、日本天文学会早川幸男基金のご支援のもと、イタリアで開催された国際学会、「X-ray Astronomy 2019 –Current Challenges and New Frontiers in the Next Decade–」に参加し、「X-ray Imaging Polarimetry with a 2.5 μm Pixel CMOS Sensor for Visible Light at Room Temperature」というタイトルでポスター発表を行いました。本学会ではX線天文学での主要な観測対象である活動銀河核や銀河団等の解析結果と共に、これから打ち上げる予定のX線天文衛星の計画、将来展望の発表の枠があり、私はその枠組みとして、可視光用の微小ピクセルCMOSセンサーが過去最高の位置分解能をもつX線偏光検出器になり得るという趣旨の内容を報告してきました。

天文学において、撮像や分光観測の他、天体の磁場や幾何学情報を得る手段として有効なのが偏光観測です。X線天文学では偏光観測の重要性が指摘されながらも観測的進展がない状態が長らく続いていましたが、近年になり20 keV以上の硬X線分野で様々な偏光検出器が打ち上げられるようになりました。2021年にはImaging X-ray Polarimetry Explorer (IXPE) が軟X線(2–8 keV)のエネルギー帯の偏光撮像を初めて行う予定であり、X線偏光観測を更に進展させる見込みです。しかしながら、その間隙である10–20 keVのX線偏光観測に関しては、最適な検出器が存在しませんでした。そこで我々はその間隙を縫う検出器の開発として、可視光用の微小ピクセルCMOSセンサーに着目しました。半導体検出器にX線が入射した場合、光電吸収により光電子が放出され、その放出方向は入射光の偏光方向に依存しています。つまり光電子の飛跡を追跡できれば、入射光の偏光方向、偏光度を測定できることに繋がります。このCMOSセンサーはピクセルサイズが従来のX線CCDよりも非常に小さいのが特徴で、我々はもしこの可視光用CMOSセンサーでX線が検出できれば、10–20 keVのX線が入射した際の光電子の飛跡を追跡し、X線偏光測定ができるのではないかと考えました。

実際に常温大気中でCMOSセンサーにX線を照射した結果、室温にも関わらずノイズレベルが数 e^- RMS と非常に少ない状態でX線の撮像分光に成功し、我々はこの可視光用CMOSセンサーがX線に対しても有用であることを実証しました。そこで、センサーをシンクロトロン放射光施設、SPring-8に持ち込み、高い偏光度のX線(12.4 keV, 24.8

keV) を照射して、偏光検出が可能であるか実験を行いました。光電子が2ピクセルに跨ったX線イベントを抽出して解析した結果、12.4 keV、24.8 keVでは Modulation Factor がそれぞれ $7.63 \pm 0.07\%$ 、 $15.5 \pm 0.4\%$ の精度でX線偏光検出に成功しました。これまでのX線偏光検出器の中では過去最高の位置分解能を誇り、他の検出器では観測が難しいエネルギー帯を補うことができます。

同じくX線偏光撮像を可能とするIXPEに関するポスターが自分のポスター展示の近くにあり、IXPEでの具体的な観測提案や搭載装置の性能について色々と学ぶことができました。装置開発に関する口頭、ポスター発表は少数派でしたが、ポスターを見にきてくださった方には声をかけ、いくつか質問やコメントをいただくことができました。自分の向かい側にポスターを展示していた方とも互いに質問、議論をする機会があり、英語の議論に不慣れな自分にとっては良い刺激になりました。それと同時に、多くの方の天体解析の発表を聞く中で、自身の装置開発の研究を今後の観測に応用すると具体的に何がどれだけ見えるのかをもっと定量的に評価しないと有意義な議論に繋がらないと感じました。今後発表を行う際にはその点も考慮して天体解析の専門家の方々にも面白いと思ってもらえるよう尽力したいです。

また、同じCMOSセンサーを用いることから、指導教官が本学会の口頭発表で紹介した「多重像X線干渉計(MIXIM)」の実験及びその解析も担当しており、その発表にいくつか反響があったことも今回の渡航で嬉しく感じたことの一つです。現在は原理実証の段階ですが、これからも解析を続けることで少しでも実際の観測の実現に近づければと考えています。次に国際学会に参加する際には議論の幅が広げられるよう、帰国後はこちらの解析にもより一層励む予定です。

自身にとって初めての国際学会であり反省点も幾つかありましたが、非常に充実した時間を過ごすことができました。最後になりますが、本国際会議での発表に際し、多大な援助をいただきました日本天文学会早川幸男基金及びその関係者の皆様に、厚く御礼申し上げます。