

アンジュレータ放射の空間構造とその応用の可能性

Spatial Structures of Undulator Radiation and their Possible Applications

広島大¹, 分子研² °加藤 政博^{1,2}

Hiroshima Univ.¹, Institute for Molecular Science², °Masahiro Katoh^{1,2}

E-mail: mkatoh@hiroshima-u.ac.jp

放射光は赤外線・テラヘルツ波から X 線に至る幅広い領域で高い強度と指向性、優れた偏光特性を有する光であり様々な分野において利用されている。特に近年では高エネルギー電子を蛇行運動させることでより輝度の高い放射光を発生するアンジュレータと呼ばれる装置が光源の主力となり、また、加速器もアンジュレータの高輝度特性を最大限引き出せる設計となっている。アンジュレータ放射は、そのスペクトル強度や位相、さらには偏光が特異な空間分布を示すことは古くから知られているが、そのような空間構造は分光法などの一般的な利用法ではむしろ邪魔になることから、中心付近の均一性の高い部分のみを切り出して利用する。一方、光学の分野では、近年、光渦やベクトルビームと呼ばれる特異な空間構造を有する光ビームの生成やその利用が注目されている。光渦はドーナツ状の強度分布、らせん状の位相構造を有し、スピンとは別に軌道角運動量を運ぶとされる。一方、ベクトルビームではその偏光が空間的に変調する。放射光分野でも円偏光型と呼ばれるアンジュレータからの放射の一部が光渦であることが理論的に指摘され [1, 2, 3]、その後実験的に検証されたことで [4, 5, 6]、次第に注目されるようになり、最近では光渦アンジュレータ光を重ねることでベクトルビームの生成も行われた [7]。これらの実証実験は紫外から極端紫外の領域で行われているが、更に波長の短い X 線領域への拡張に原理的な困難はない。ただし、アンジュレータ光が本来持っている空間特性を有効に利用するには回折限界光源と呼ばれる高性能光源加速器の利用が必要と考えられる。現在、世界各地で回折限界を目指す光源の検討や建設が進められており、近い将来、放射光の空間構造の積極的な利用に注目が集まる可能性がある。本講演では、分子科学研究所の小型放射光施設 UVSOR において行われた実験結果を中心に、空間構造を有するアンジュレータ光の生成に関する最近の研究成果を紹介し、そのイメージング技術への応用の可能性を展望する。

参考文献

- [1] O. Chubar *et al.*, NIM A435 (1999) 495
- [2] S. Sasaki & I. McNulty, PRL 100, 124801 (2008)
- [3] M. Katoh *et al.*, PRL 118(9) 094801 (2017)
- [4] J. Bahrdt *et al.*, PRL 111, 034801 (2013)
- [5] M. Katoh *et al.*, SREP 7, 6130 (2017)
- [6] T. Kaneyasu *et al.*, J. Synchrotron Rad. 24(5) 934-938 (2017)
- [7] S. Matsuba *et al.*, APL 113, 021106 (2018)