

次世代放射光施設のレーザーコンプトン散乱ガンマ線ビームラインの提案

Proposal of laser Compton scattering gamma-ray beam line in the next generation of synchrotron radiation facility

*早川 岳人¹、川瀬 啓悟¹、静間 俊行¹、永井 良治¹、沢村 勝¹、藤原 守¹、羽島 良一¹ QST

現在、日本で計画中の 3GeV 次世代放射光施設において、光子の本質的な研究から、ガンマ線による核物質の非破壊測定技術の研究まで広い分野で研究を行うためのレーザーコンプトン散乱ガンマ線の提案と概要について議論する。

キーワード： ガンマ線、レーザーコンプトン散乱ガンマ線、放射光、核共鳴蛍光散乱

1. 緒言

MeV 領域のレーザーコンプトン散乱 (LCS) ガンマ線は、1990 年にデューク大学(米)の自由電子レーザー施設及び、電気技術総合研究所（現在は、産業技術総合研究所）の放射光施設 Teras に設置されて、この 2 施設が先駆的な役割を果たしてきた。この 2 施設では、MeV 領域の原子核物理学研究の他、核共鳴蛍光散乱による核種（同位体）の非破壊分析や、ガンマ線 CT の基礎研究も行われてきた。これらの目的の一部は、核セキュリティにおける核物質検知や、保障措置やバックエンドにおける使用済核燃料・熔融燃料等の非破壊分析である。また、2005 年ごろから、SPring-8 内の NewSUBARU 放射光施設（兵庫県立大）でユーザー利用可能な装置が運用され始めた。また、UVSOR-III(分子科学研究所)でも研究が行われている。しかし、産総研のガンマ線施設が東日本大震災以降閉鎖され、現在ユーザー利用可能な主な施設は、世界でデューク大と NewSUBARU の 2 か所のみである。

これまでの先行研究の成果によって、LCS ガンマ線の潜在的な価値が高く評価され、世界的に次世代の LCS ガンマ線装置を建設する機運が高まった。EU では世界最高輝度の LCS ガンマ線装置 ELI-NP-GBS をルーマニアに建設中である（2019 年に稼働予定）。アメリカでは、次世代レーザーコンプトンガンマ線装置の検討が行われている。世界的に次世代の LCS ガンマ線源の開発がすすみ、MeV 以上の領域の光物理学は新しい時代に入ろうとしている。このような中、日本において 3GeV の次世代放射光が計画されており、そのビームラインの一つとして、光の量子力学的な性質の追及及び、光と物質の相互作用を研究するためのレーザーコンプトン散乱ガンマ線ビームラインの建設を提案している。

量子電磁力学において、光子は電磁力を媒介する粒子である。しかし、量子電磁力学では古典電磁気学では発生しない様々な現象を予言しており、その一つが光子と光子の相互作用である。その相互作用は近年になって実験的な検証が可能になってきた。最近、理論的にその現象の一つデルブリュック散乱（光子と仮想光子の散乱現象）を、直線偏光した高輝度ガンマ線で検証可能であることが理論的に予言された[1]。このような光子の本質的な性質の追及から、ガンマ線を用いた核物質の非破壊検知までの広い領域を研究するためのビームラインの建設を提案し、その概要を議論する。

参考文献

[1] J. K. Koga and T. Hayakawa, “Possible Precise Measurement of Delbrück Scattering Using Polarized Photon Beams”, Phys. Rev. Lett. 118, 204801 (2017).

*Takehito Hayakawa¹, Keigo Kawase¹, Toshiyuki Shizuma¹, Ryoji Nagai¹, Masaru Sawamura¹, Mamoru Fujiwara¹, RyoichiHajima¹

¹QST