

高強度レーザー電磁場による非線形QED素過程研究

瀬戸 慧大

核融合科学研究所

<http://www.nifs.ac.jp>

近年は各国で高強度レーザー建設が盛んである．たとえば欧州のフラッグシップレーザー研究所 Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics (ルーマニア) [1] は 10 PW レーザーシステムを 0.1 Hz のパルス繰り返しで運転することに成功している．このようなレーザーを利用することで、相対論的レーザープラズマの研究や、それを応用したレーザー電子加速・レーザーイオン加速など二次粒子ビーム生成を目指している．これらの研究と同程度に活気をもって研究されているのが高強度レーザー電磁場を用いた素粒子散乱過程の研究，すなわち非線形量子電磁力学 (quantum electrodynamics; QED) の研究 [2] である．通常の素粒子衝突実験では、2つの粒子を衝突させて生成される粒子群ジェットを測定し、散乱断面積を検証する．一方、非線形 QED 散乱過程は、電子・陽電子と背景レーザー電磁場中の超多数のレーザー光子との衝突過程だと言えよう．この際に生じる超多光子吸収が”非線形”と名付けられた所以である．さらに非線形 QED 過程は、レーザー強度と各粒子の運動量で定義される Lorentz 不変量に依存する散乱確率に従う．この散乱確率はレーザー強度が高まるにつれ有効な値となる．ゆえに、非線形 QED 実験には高強度レーザーが必要だと考えられている．今回の発表では、この非線形 QED の概要的な数理について論じたい．特に基礎数理に基づき、非線形 Compton 散乱と QED 真空の物理について触れる．

[1] <https://www.eli-np.ro/>; S. Gales, et. al., Rep. Prog. Phys. **81**, 094301 (2018); C. Radier, et. al., High Power Laser Sci. Eng. **10**, e21 (2022).

[2] たとえば A. Di Piazza, et. al., Rev. Mod. Phys. **84**, 1177 (2012).

[講演者略歴]

2013 年 大阪大学大学院工学研究科 博士後期課程修了 博士 (工学)
2013 年 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター 特任研究員
2014 年 Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics (ELI-NP) Post-Doc.
2016 年 Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics (ELI-NP) Research Scientist
2022 年 日本原子力研究開発機構 敦賀総合研究開発センター 研究員
2024 年 日本原子力研究開発機構 敦賀総合研究開発センター 研究副主幹
2025 年 核融合科学研究所 准教授