

レーザーコンプトン散乱ガンマ線によるデルブリュック散乱

Delbruck scattering by laser Compton scattering gamma-rays

*早川 岳人¹, James K. Koga¹, 静間 敏行¹, 全 炳俊², 紀伊 俊輝², 大垣 英明²,
藤本 将輝³, 加藤 政博³

¹量研, ²京大エネ研, ³分子研

最近、直線偏光ガンマ線を用いることで、デルブリュック散乱の振幅を選択的に測定可能なことが理論的に指摘されている。その実証のために、UVSOR-III 放射光施設において、最大エネルギー約 1MeeV のレーザーコンプトン散乱ガンマ線の生成を行った。

キーワード: QED, デルブリュック散乱, レーザーコンプトン散乱ガンマ,

1. 緒言

これまで、デルブリュック散乱の振幅を選択的に計測する手段がなかったが、最近の理論研究によって直線偏光ガンマ線で選択的に計測できる条件が発見された。そこで、原理実証を行うために、分子研のUVSOR-III 放射光施設で炭酸ガスレーザーを導入してレーザーコンプトン散乱ガンマ線の開発をすすめ、最大エネルギーが約 1MeV の LCS ガンマ線を生成した。

2. 研究方法

古典電磁気学にはない量子電磁力学(QED)固有の現象の検証のため、デルブリュック散乱の反応断面積の計測が行われてきた。この研究には大強度の単色ガンマ線が必要であり、従来は原子炉で製造した高レベルの放射性同位体のガンマ線、中性子捕獲反応ガンマ線が入射ビームとして用いられてきた。しかし、ガンマ線の弾性散乱として、デルブリュック散乱以外にも、レーリー散乱、原子核トムソン散乱、原子核巨大共鳴などがあり、実験的に計測できる反応断面積はこれらの振幅の和の2乗に比例する物理量であった。そのため、振幅の符号が確かでないため、デルブリュック散乱の振幅のみを計測することができなかった。2017年、J.K.Koga と T.Hayakawa[1]は、直線偏光したガンマ線を入射ビームとして用いた場合には、選択的にデルブリュック散乱の振幅を計測できる条件を発見した。その原理実証のため、電子エネルギーが750MeV のUVSOR-III 電子蓄積リングに、約 10 μ m の波長の炭酸ガスレーザーを導入して、レーザーコンプトン散乱ガンマ線を生成した。ガンマ線のエネルギーを臭化ランタンシンチレーション検出器で計測して、最大エネルギーを評価した。

3. 結論

生成した LCS ガンマ線の最大エネルギーは期待した通りに最大エネルギーは約 1 MeV であった。デルブリュック散乱には、リアルに対生成を経由する過程と量子力学の不確定性関係で許される仮想的な過程がある。本研究によって、仮想的なデルブリュック散乱の測定が本手法で可能なことが判明した。

参考文献

[1] J.K. Koga and T. Hayakawa, Phys. Rev. Lett. 118, 204801 (2017)

* Takehito Hayakawa¹, James K. Koga¹, Toshiyuki Shizuma¹, Heishun Zen², Toshiteru Kii², Hideaki Ohgaki², Masaki Fujimoto³
Masahiro Katoh³

¹QST, ²IAE, Kyoto Univ., ³IMS