

## 高エネルギー電子加速器と高強度レーザーによる非線形 QED 実験の提案

量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所 神門正城

高強度・極短パルスレーザー技術が進展し、その光強度は  $10^{23}$  W/cm<sup>2</sup> に到達し、その電場強度は、 $E_L = 9 \times 10^{14}$  V/m に到達する。これは Ti サファイアレーザー（波長 800 nm）、ピークパワー 2.7 PW のレーザー光を約 1  $\mu$ m（半値全幅）に集光することで達成されている。この強度は、量子電磁気学(QED)が予測する臨界電場に相当する臨界電場強度  $E_C = 1.3 \times 10^{18}$  V/m に比べればまだ低い、高エネルギーの電子と組み合わせることで実行的には極めて高い場が実現できる。実際、8 GeV クラスの高エネルギー電子 ( $\gamma=15700$ ) と 0.5 PW レーザーを組み合わせることで量子非線形パラメータ  $\chi = \gamma E_L / E_C \geq 1$  が実現できる。 $\chi > 1 \geq 1$  は未踏の領域であり、理論上でも数値上でも、非線形、非摂動の QED を試すことのできる新たな実験領域に到達できる。

このように、高エネルギー電子とレーザーを組み合わせる実験は、高強度レーザーの研究所 (ELI-NP、ELI-BL) など計画されているが、どれも高エネルギー電子 (>数 GeV) はレーザー航跡場加速により作り出す計画となっている。実際、英国で行われた実験（これは非線形 QED 到達が目標ではないが）では、電子エネルギーの単色性、再現性が低いことから定量性を述べる実験となっていない。ここで、我々は、安定な既存の高エネルギー加速器と、モダンな高出力レーザーを組み合わせることを提案する。この種類の実験は、1990 年代に行われた E144 まで遡ることになるが、当時よりも格段に安定な電子加速器、はるかに高出力なレーザーを用いることで、非線形・非摂動の QED を「定量的に」調べることができる。また、このような取り組みから、光子と結合するような新しい粒子の探索にもつながるであろう。

講演では、まだアイデア段階である計画を紹介するとともに、検出器など、専門家からの FB や、議論が深まることを期待している。