

A26a 超高強度レーザーによる真空崩壊と電子対プラズマ生成

加藤 恒彦 (広島大学)

近年、これまでのレーザーの強度を遥かに凌ぐ超高強度レーザー実験施設の建設計画が欧州 (ELI 計画) や阪大レーザー研 (激光エクサ計画) などで進められている。レーザーの強度は 10^{25-26} W/cm² の達成が目標とされており、この場合、レーザーの電場は 10^{13-14} V/cm に達する。シュウィンガー電場 ($m^2c^3/e\hbar = 1.3 \times 10^{16}$ V/cm) には届かないため、超高強度電場により完全な真空から電子・陽電子を作り出す「真空崩壊」の実験は難しいが、このような高強度レーザーを利用することで、QED カスケードと呼ばれる電子・陽電子とガンマ線が関係したカスケード現象を起こせる可能性がある。

電子、陽電子に高強度レーザーが入射すると、これらの粒子は強力なレーザー電場により相対論的なエネルギーにまで加速され、シンクロトロン放射やレーザー光子との非線形コンプトン散乱により複数のガンマ線光子を生成する。ガンマ線光子はレーザー光子と相互作用して電子・陽電子対を生成する (多光子 Breit-Wheeler 過程)。生成された電子・陽電子はまた同じようにしてレーザー電場により加速されてガンマ線光子を放出する。このようにして、電子・陽電子とガンマ線光子の雪崩的な生成が起きる。

このような実験は、また、宇宙の相対論的プラズマ現象の地上模擬実験への道を開く。QED カスケードの結果、最終的に相対論的な電子・陽電子プラズマが生成されれば、例えば、パルサー風の中の相対論的な無衝突衝撃波の形成の模擬実験などに応用できる可能性がある。

講演では、超高強度レーザーによる QED カスケード生成実験についての研究の最近の進展と、宇宙物理への応用の可能性などについてお話しする予定である。