

高強度超短パルスレーザーによる 極限状態操作と観測

Towards the Control and the Observation of the Extreme state by an Intense Ultrafast Pulse Lasers

乙部智仁

JAEA X線レーザー応用研究グループ

1990年代まで、高強度超短パルスレーザー開発は非線形・超高速現象の研究がテーマであった。しかし、現在では超短パルスレーザーと大強度レーザーは明確に違う方向性を持つようになっている。レーザーの大強度化は国家プロジェクトレベルに達しており[1]、新しい核物理研究のツールとしても期待されている[2]。一方、パルス光の時間幅は20~100eVのエネルギー領域で数十アト秒 (10^{-18} 秒) まで到達している[3]。これは電子運動の時間領域であり、このようなパルスレーザーを使うことで物理量の時間平均値から時間に依存する値の観測が可能となっている[4, 5]。

上記のような最先端のレーザーを利用した実験研究が進むに従い、理論面でも従来の手法だけでは不十分になってきている。我々は2008年頃から時間依存密度汎関数法 (TDDFT) の基礎方程式である時間依存Kohn-Sham (TDKS) 方程式を実時間法で解くことにより、レーザーと物質の相互作用の第一原理シミュレーションに取り組んできた[6, 7]。近年になって本手法による数値解析と実験の相補的成果が得られるようになり、アト秒科学及びアト秒領域での物性研究が進展している [4]。

本講演では高強度超短パルスレーザーによるこれまでの成果とともに、これから期待される発展について紹介したい。

[1] <http://www.eli-beams.eu>

[2] A. Palffy and H. A. Weidenmüller PRL 112, 192502 (2014)

[3] M. Hentschel et. al, Nature 414, 509 (2001), Martin Schultze, et. al, Nature 493, 75 (2013)

[4] Martin Schultze, et. al, Science 346, 1348 (2014)

[5] T. Otobe, et. al, PRB to be published

[6] T. Otobe, et. al, PRB 77, 165104 (2008)

[7] K. Yabana, et. al, PRB 85, 045134 (2012)