

単一アト秒パルスを用いた内殻電子の双極子応答計測法の確立

Establishing measurement of dipole response with inner shell using isolated attosecond pulse

NTT 物性基礎研¹, 東京理科大² ○増子 拓紀¹, 小栗 克弥¹, 山口 量彦^{1,2},
須田 亮², 後藤 秀樹¹

NTT Basic Research Laboratories¹, Tokyo University of Science²

○Hiroki Mashiko¹, Katsuya Oguri¹, Tomohiko Yamaguchi^{1,2}, Akira Suda², Hideki Gotoh¹

E-mail: mashiko.hiroki@lab.ntt.co.jp

双極子応答は物質の量子状態を調査する上で重要な知見である。我々は、これまでに単一アト秒パルスとスペクトル位相干渉分光法 (SPIDER 法) を組み合わせた内殻電子の双極子応答 (緩和時間、双極子位相、双極子振動) の再構成法を提案した[1]。本講演では、近赤外領域フェムト秒パルスを用いて緩和時間の実時間計測を行い、先の再構成法の実証性を確認したので報告する。

図 1(a)にネオン原子におけるエネルギー準位を示す。極端紫外領域単一アト秒パルス (パルス幅: 192 as) は、s 軌道の内殻電子 $2s^2 2p^6$ を非占有外殻準位 $2s 2p^6 (^2S_{1/2}) 3p$ へと光励起する (遷移エネルギー: 45.5 eV) [1]。同時に、p 軌道に存在する外殻電子 $2s^2 2p^6$ を連続準位 $2s^2 2p^5$ へと励起する。これらの 2 つの遷移に伴う双極子応答は、それぞれの光放射を伴いスペクトル干渉波形として分光器により検出される。図 1(b)の実線は、スペクトル位相干渉法 (SPIDER 法) により再構成された双極子応答を示す。緩和時間は 35 fs (半値全幅) を示している。次に我々は、緩和時間を直接観測する為に、フェムト秒パルス (パルス幅: 7 fs) の時間掃引を用いて実時間計測を行った。近赤外領域フェムト秒パルスは、非占有外殻準位 $2s 2p^6 (^2S_{1/2}) 3p$ に存在する電子を連続準位 $2s 2p^6$ へと光励起する。これは $3p$ 準位における遷移確立を光操作することを意味し、結果として、計測された緩和時間は 35 fs であった【図 1(b)の円環プロット】。これはスペクトル位相干渉法を用いた結果と良く一致しており、本講演においては固体材料中への応用実験についても報告する。

本研究は、科研費 25706027 の助成を受けて行ったものである。

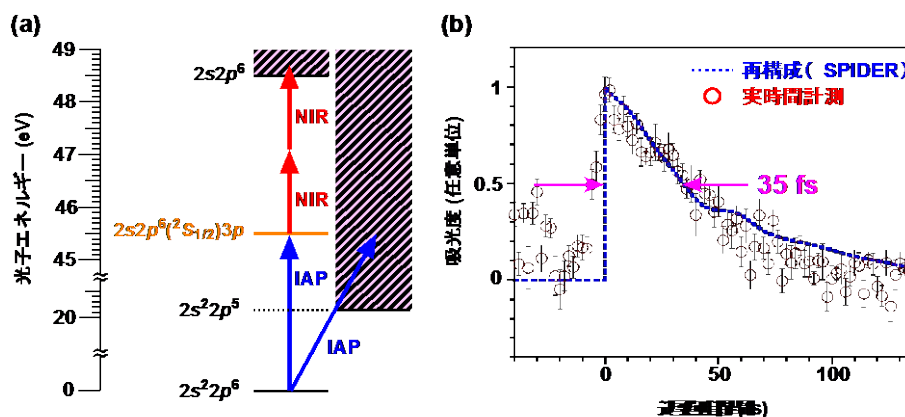


図 1 (a)ネオン原子中のエネルギー準位。(b)SPIDER 法による再構成された緩和波形 (破線) およびフェムト秒パルスを用いた実時間計測による緩和波形。

[1] H. Mashiko et al., Nature commun. 5, 5599 (2014).