

円偏光超短パルスレーザーによる Kr 原子のトンネルイオン化過程の光電子スペクトルに現れる極小構造



Spectral minimum in photoelectron spectra of Kr atoms by intense ultrashort circular polarization laser pulses

理研, ○^(PC)水野智也, 金井恒人 東俊行

RIKEN, ○^(PC)Tomoya Mizuno, Tsuneto Kanai, Toshiyuki Azuma

E-mail: t-mizuno@riken.jp

近年の高強度超短パルスレーザーの発展によりトンネルイオン化、非逐次二重イオン化、高次高調波発生(HHG)など強レーザー場中で起こる特徴的な現象が明らかになってきている。例を挙げれば、HHG における電子捕獲過程は一光子の光イオン化過程の逆過程であることから光電離断面積と同様に HHG スペクトルに Cooper minimum が存在することが判明している[1]。Cooper minimum とは波動関数の動径方向の節によって電離断面積を光子のエネルギーでプロットした時現れる極小構造のことである。この事は、HHG スペクトルは波動関数の情報を有していることを意味している。

他方でトンネルイオン化過程においては ADK model など簡便なモデルで比較的良好に実験結果を再現できているが水素様の波動関数を用いているためパラメーターはイオン化ポテンシャルのみである。ごく最近の理論研究によるとトンネルイオン化過程の光電子スペクトルの中にも波動関数の動径方向の節による極小が現れることが予想されている[2]。この事はトンネルイオン化による光電子スペクトルからも電子の波動関数の情報を抜き出せることを意味し非常に重要である。

そこで本研究では超短パルスレーザー中($10^{14} \sim 10^{15} \text{ W/cm}^2$, 800 nm, 25 fs)でのトンネルイオン化過程を飛行時間型光電子分光器を用いて Kr と CO の直線偏光と円偏光での光電子スペクトルの測定を行った。(Kr と CO のイオン化ポテンシャルは 14.0 eV でほとんど等しい。) $4.4 \times 10^{14} \text{ W/cm}^2$ では直線偏光、円偏光ともに直接トンネルイオン化領域のスペクトルは一致した。直線偏光による再衝突過程によって起こる高エネルギー光電子に関しては後方弾性散乱断面積の違いを反映して顕著な違いが表れている。更に光強度を $1.9 \times 10^{15} \text{ W/cm}^2$ で実験を行った結果、直線偏光、円偏光ともに直接トンネルイオン化領域においても顕著な違いが現れることが明らかになった。特に円偏光における Kr の光電子スペクトルにおいては Cooper minimum にあたる領域で極小が存在していることが判明した。現在この極小構造が波動関数の動径方向の節に起因するものなのか解析中である。

参考文献

- [1] H. Woerner *et. al. Phys. Rev. Lett.*102,(2009)103901
 [2] J. Zhang *et. al. Phys. Rev. Lett.*110,(2013)063002