

アト秒多原子分子ダイナミクスのポンプ・プローブ計測のための フラグメント分解運動量画像法の開発 II

Development of Fragment-resolved Momentum Imaging Method for Attosecond-pump and Attosecond-probe Measurement of Polyatomic Molecules II

○ 沖野 友哉^{1,2}、鍋川 康夫¹、緑川 克美¹(1. 理研光量子, 2.JST さきがけ)

○ Tomoya Okino^{1,2}, Yasuo Nabekawa¹, Katsumi Midorikawa¹ (1.RIKEN RAP, 2.JST PRESTO)

E-mail: tomoya.okino@riken.jp

【序】高強度のアト秒パルス列とイオン運動量画像法を組み合わせることによって二原子分子の量子波束の観測¹およびそれを用いた反応の制御²を行うことが可能となっている。しかしながら、従来の MCP/phosphor 検出器を用いるイオン運動量画像法では、複数のフラグメントイオンの運動量画像を同時に観測することは不可能であり、多原子分子の超高速ダイナミクス計測を行うことは困難であった。本研究では、多原子分子内の超高速過程をアト秒パルスを用いたポンプ・プローブ計測にて明らかにするために、全てのフラグメントイオン種の運動量画像を同時に観測することが可能な計測手法であるフラグメント分解運動量画像法の開発を行った。

【原理】図 1(a) に示すように、フラグメントイオンの運動量画像は MCP/Phosphor 検出器で蛍光画像としたのち、その蛍光画像を 2 台のカメラと PLZT を用いて光強度時間変調装置 1 台を用いてフラグメントイオンの検出器への到着時間を復元し、全フラグメントイオン種の運動量画像の同時観測を実現する。光強度時間変調装置は、蛍光強度の透過率をフラグメントイオンの到達時間に 1 対 1 対応するように単調に変調することが可能である。2 台のカメラを用いるのは、MCP の電子増倍率が広い分布を有するためであり、片方のカメラから得られる運動量画像を参照信号として規格化することで各輝点について透過光強度 $J(x, y) = I_{\text{sig}}(x, y)/I_{\text{ref}}(x, y)$ を算出する。

【実験と結果】二酸化炭素分子の場合には 3 種類のフラグメントイオン (C^+ , O^+ , CO^+) が存在し、その検出器への到達時間は図 1(b) に示すとおりである。蛍光強度の透過率を図 1(b) に示すように単調に変調することで、フラグメントイオンごとに異なる透過率を実現することができる。実際に得られた蛍光強度の透過率の分布を図 1(c) に示す。3 つのピークに分離できていることから、3 種類のフラグメントイオンの運動量画像が同時観測可能であることを示している。

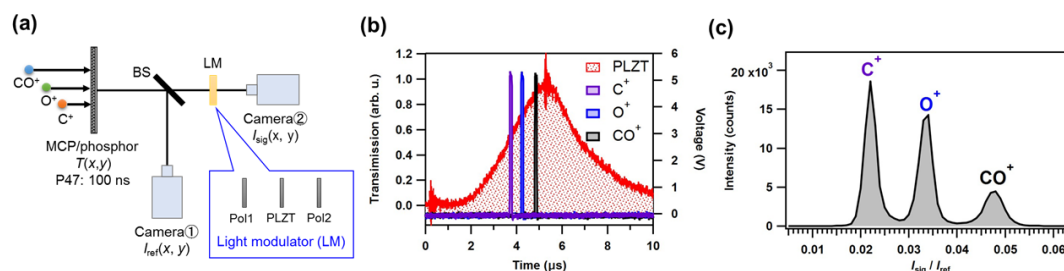


図 1: (a) フラグメント分解運動量画像法の概念図, (b) 光強度変調素子の透過光強度と CO_2 分子のフラグメントイオンの飛行時間, (c) 蛍光強度の透過率分布分布

[1] T. Okino *et al.*, *Sci. Adv.* **1**, e1500356 (2015).

[2] Y. Nabekawa *et al.*, *Nat. Commun.* **7**, 12835 (2016).