

偏光カメラを用いたマルチフラグメント運動量画像法の開発

Development of Multi-Fragment Momentum Imaging using Polarization Camera

理研¹, JST さきがけ² ○沖野 友哉^{1,2}, 緑川 克美¹

RIKEN¹, JST PRESTO², °Tomoya Okino^{1,2}, Katsumi Midorikawa¹

E-mail: tomoya.okino@riken.jp

【序】レーザーパルスを用いた分子ダイナミクス計測において、イオン運動量画像計測は標準的な計測手法の一つである。運動量画像計測では、MCP と Phosphor から構成される検出器を用いてイオンを検出し、Phosphor 上の蛍光画像を CMOS 等のイメージセンサーで撮像する。フラグメントイオンの種類を区別できないため、MCP をパルス動作させて単一のフラグメントイオン種を選別し運動量画像の観測が行われる。分子サイズが大きくなるにつれて、解離性イオン化過程で生成するフラグメントイオンの種類が増加するため、計測時間を短縮することができる全フラグメントイオン種の運動量画像を同時に観測できる計測手法の開発が望まれる。本研究では、電気光学光変調器を用いて蛍光の偏光を時間変調し、フラグメントイオンの飛行時間 (TOF) と光の偏光角度 (AoLP) を一対一対応させる手法で TOF 情報を復元し、全フラグメントイオンの運動量画像の同時観測が可能なマルチフラグメント運動量画像計測法の開発を行った。

【原理と開発装置】図 1 に装置の概要を示す。MCP/Phosphor 検出器からの蛍光を、直線偏光子を透過させ直線偏光とする。次に、透光性セラミックス PMN-PT を用いた電気光学光変調器で光の AoLP を時間とともに単調に変化させ、フラグメントイオンの TOF と AoLP の一対一対応を得る。4 方位のワイヤグリッド偏光子から 1 画素が構成される偏光カメラを用いて AoLP を画像計測し、フラグメントイオン種の同定を行う。本開発手法では、Phosphor P47 の蛍光寿命 (~100 ns) でフラグメントイオンの TOF の復元が可能である。時間幅 100 ns は、フラグメントイオンのニュートン運動量球の有する時間広がりより短いため、フラグメントイオンの 2 次元運動量画像を計測するに十分な時間分解能である。蛍光寿命が短い Phosphor を用いることで時間分解能は約 10 ns まで向上が可能である。また、マルチプレックス計測を行っているため、同一画素に 4 種類の異なる TOF を有するイオン種が入射した場合でも選別が可能であり、マルチヒットに対応する。さらに、同様の目的で開発された PImMS カメラ¹⁾や TimePix カメラ²⁾よりも低コストで画素数が多いため、高解像度計測が可能であることが本開発手法の特徴である。

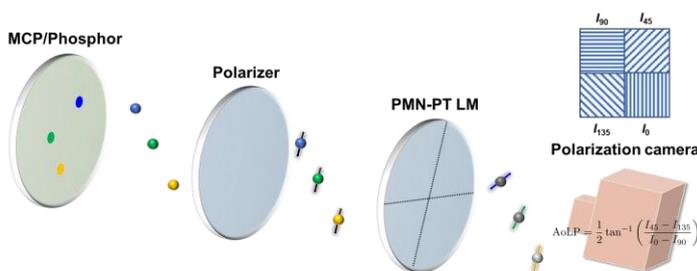


Fig. 1: Schematic drawing of multi-fragment momentum imaging.
LM: light intensity modulator

1) K. Amini *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **86**, 103113 (2015).

2) A. Zhao *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **88**, 113104 (2017).