

SPring-8 における小数バンチ利用研究への期待

Expectation for experiments at SPring-8 with a single-bunch operation

上田 潔

Tohoku University, Katahira 2-1-1., Sendai 980-8577, Japan.

*e-mail: ueda@tagen.tohoku.ac.jp

SPring-8 での単バンチでは、光パルス間の時間間隔が $4.8 \mu\text{s}$ となる。2バンチ運転はすでに試験的に行われ、光パルス間の時間間隔は $2.4 \mu\text{s}$ であった。この時間間隔は現存する放射光施設では最長である。SPring-8 で単バンチあるいは少数バンチ運転のユーザー利用が開始されるとこの時間間隔をフルに生かしたさまざまな実験が可能になる。本発表ではこのような実験をいくつか紹介する。

第1の例は電子・イオン多重同時計測実験である [1-3]。本実験は、現在、SPring-8 におけるマルチバンチトレーンと複数のシングルバンチを組み合わせた複合セベラルバンチ運転モードを利用して行っている。しかし、この複合セベラルバンチ運転モードを用いる限り、マルチバンチトレーンで生成されるイオンに由来する信号が測定結果の S/N と測定系の許容する計数速度を制限する。従って、本実験で少数バンチを用いると測定データの S/N の飛躍的な向上と測定時間の大幅な短縮が期待される。

第2の例はキラル分子の自然円二色性と解離の円二色性実験である [4]。解離の円二色性は解離イオンの運動量分布の入射光進行方向に対する前後方向の非等方性に観測される [5]。自然円二色性は双極子・4重極子相互作用項により出現するが、解離の円二色性は双極子相互作用項により出現するので、自然円二色性に比べて2桁強くなると期待される。本実験ではイオンの位置検出を伴う飛行時間測定による運動量計測 [6] を行うが、この測定は SPring-8 の複合セベラルバンチでは不可能である。BESSY の単バンチを用いた予備的な実験では解離の円二色性を検出するに至っていない [4]。

SPring-8 の単バンチ、2バンチを用いた実験の新たな展開として、レーザーとの同期実験がある。単バンチと2バンチは $\sim 200\text{kHz}$ と $\sim 400\text{kHz}$ に相当する。一方、増幅したチタンサファイアレーザーは $100\sim 300\text{kHz}$ での発振が可能である。外部トリガーで同期を取るには、現在の技術では 1kHz が限界であるが、近い将来、

$100\sim 200\text{kHz}$ での同期実験を実現することは十分に可能性がある。以下にいくつかの同期実験の例を考える。

赤外レーザーを用いて赤外活性な分子振動を励起し、放射光による吸収分光、光電子分光を行うことは、現在の熱励起分子を用いた実験 [7] をより制御して行うことに対応する。振動励起状態を用いると始状態の振動波動関数が広がるので、より広範囲の電子励起状態ポテンシャルをプローブでき、振電相互作用に関する詳細な知見も得られる。

紫外レーザーを用いて電子励起した分子を対象として放射光による吸収分光・光電子分光を行うと、これまで観測されなかったパリティの異なる励起状態やイオン化状態を観測することができる。パリティの変化は特に光電子の分子座標系における角度分布を一変させる [2]。

レーザーポンプ・放射光プローブとの時間差を制御する時間分解分光の時間分解能は放射光のバンチ長によって制限され、現時点では 30 ps 程度であるが、将来的には 5 ps 程度まで短く出来る可能性がある。レーザー誘起した機能性有機分子・ナノ構造体の異性化反応・構造変化を、放射光をプローブ光とする時間分解光電子分光・時間分解 X 線回折で追跡することも十分可能な実験となろう。

References

- [1] Y. Morishita *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **96**, 243402 (2006).
- [2] X.-L. Liu *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **101**, 023001 (2008).
- [3] X.-L. Liu *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **101**, 109901 (2008).
- [4] G. Prümper *et al.*: *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **40**, 3425-3434 (2007).
- [5] A. N. Grum-Grzhimailo *et al.*: *J. Electr. Spectrosc. Relat. Phenom.* **155**, 104-108 (2007).
- [6] G. Prümper *et al.*: *Rev. Sci. Instrum.* **78**, 083104 (2007).
- [7] T. Tanaka *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **95**, 203002 (2005).