

未来を拓く軟X線利用技術

Soft X-ray Techniques for Future Advanced Studies

軟X線利用技術研究会
Soft X-ray Techniques Research Group

上田 潔, 東北大学
金島 岳, 大阪大学
Kiyoshi Ueda, Tohoku University
Takeshi Kanashima, Osaka University

はじめに

内殻励起原子・分子の光化学過程の研究を更に発展させるために、軟X線ビームラインの計測計等の性能向上は非常に重要である。また、最近は産業利用も非常に注目されており、製品評価をするために熟練を要することなくある程度のデータを得られるようにすることも必要である。さらに、光の応用として材料加工・薄膜作製なども注目されている。これら研究を推進させるためには装置の高度化が必要である。このような観点から本研究会は1989年発足の軟X線アンジュレーターサブグループ、2001年改組の軟X線光化学BLSGの活動を継承し、軟X線を用いた原子分子の光化学過程と軟X線励起のCVDプロセスに関連する研究を推進して行くために、光学系、計測系を含めた利用技術の高度化を効率的に実現するための活動を行っている。

高度化に向けて

内殻励起原子・分子、軟X線CVDなどにおいては種々の気体を取り扱う必要があるため、ガス供給・排気システムの導入、分析装置などが導入されてきたが、更なる高度化のために、下記の項目が重要と考えている。

- (1) SR-Laser Double Resonance 測定：SR と Laser を組み合わせて短寿命の内殻励起状態の化学反応を探索する
- (2) 多価イオンと分子とのイオン分子反応探索のための装置開発と研究を推進する
- (3) 位置敏感型検出器を活用する測定法の効率化・高度化を推進する
- (4) 反応性ガスにより幅広く対応した実験ステーションへと高度化し、多種多様なガスによる新物質創製を探索する
- (5) サンプル部における軟X線空間密度を高めるため、水平・垂直方向とも集光可能な光集光鏡を設置し、サンプル上で現在の500倍の空間密度フォトンが照射可能な新物質創製ステーションの仕様を検討する

内殻励起状態の寿命はフェムト秒程度であるが、レーザーとの同期実験が実現できると内殻励起状態ダイナミクスの研究の新たな展開が開けていくと考えられる。またマイクロフォーカス化することで発光分光、運動量分光等の高分解能化が期待できる。位置敏感型検出器をさまざまな計測に導入することで実験の高度化、高効率化が期待できる。

光による加工や薄膜作製においても光の高密度化は重要であると考えられる。これにより、反応性の低い物質の微細加工や反応制御が可能となり、応用範囲が拡大していくものと期待できる。放射光を使うことでPTFE (polytetrafluoroethylene)に非常にアスペクト比の高い微細構造を作れることが報告されており、放射光の直進性を用いることで従来では困難であった加工が可能となっている。そして、光密度を大きくすることで現状では反応性が低い材料にも適応範囲が広がり微細加工の幅広がっていくと考えられる。また、光のエネルギーにより有機金属分子の特定のサイトを切断することができることが報告されているが、これを薄膜作製など産業利用に応用していくためには、希望するフラグメントの比率を高めることが重要である。これも光の高密度化はそのひとつの方法として期待される。しかし、光を小さくすればするほどアライメントの困難さという問題が生じる。特に照射対象が固体であれば試料ごとに照射位置を正確に制御することが必須となり、研究を進展させるためには光学系、いいかえると、必要な光を作る装置開発はもちろん重要であるが、それらを実際に使うためのしきいを下げるための実験技術の発展もまた必須となる。新たなサイエンス・産業利用を進展させるためには今までの枠組みに捕らわれず放射光を専門としないユーザに対しても広くその利用を推進する必要がある、限られたビームタイムにおいて効率的に研究を進められるようユーザーフレンドリーな装置開発も重要であると考えられる。そして、多くの持ち込み試料（ガス、固体）などに対応できるように装置を高度化してゆくことで、新たなアイデアを実証するための制限を下げていくための改良・改造を進めていくことが必要であると考えられる