

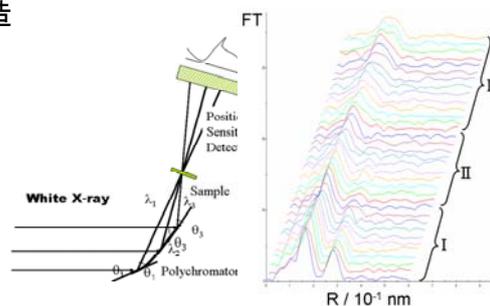
ディビジョン番号	12
ディビジョン名	触媒化学

大項目	1. 触媒キャラクタリゼーション
中項目	1-1. 種々の触媒解析法
小項目	1-1-1. 時分割 XAFS

概要（200字以内）

EXAFS は X 線吸収分光法であり、その場での触媒構造の変化を追跡できる手法である。エネルギー分散型および角度高速掃引型 EXAFS が開発され、秒以下の測定ができるようになった。

実用触媒反応の実験も可能となり、脱硫触媒、自動車触媒、燃料電池等の開発に EXAFS が広く使われている。さらに今後高速、高空間分解能が達成され、一活性点の反応中の構造変化を追跡できると期待される。



分散型 XAFS 装置と Ni₂P の構造の時間変化測定

現状と最前線

時分割 XAFS 法には、3 種類に分類される。

1. 高速 XAFS (Quick XAFS)
2. 分散型 XAFS (Dispersive XAFS)
3. Pump-Probe

さらに、それらの組み合わせである。

1 に関しては、モノクロメータを高速に回転させて行う物で、一般には秒オーダの時間分解能が得られる。機械的な回転があるため、時間分解能に限界がある。(ms 程度) 一方で、蛍光 XAFS や電子収量法などとも組み合わせることができるため、高感度、高表面選択あるいは位置選択的測定が可能となる。分散型 XAFS 法に比べて、比較的サンプルに対する均一性の制限が小さいため、均一性の低いサンプルや in-situ 測定時に原料の濃度むらが起こるような時には、有効である。

2に関しては、70年代後半に日本で本来開発された手法であり、ms オーダの時間分解能が実現されている。モノクロメータの代わりに少しずつX線の波長を経路に応じて変化させ、サンプル上に集光するポリクロメータが用いられ、その後再発散した光を位置敏感検出器で検出して、全スペクトルを同時に測定する手法である。原理的には、検出器の時間分解能（データ転送速度を含める）で、時間分解能が決定される。透過法 XAFS のみの適用になったり、サンプルの均一性に対する要求が大きい。

3は、ある刺激を与えた後、遅延において XAFS を一点ずつ測定する方法であり、励起源としてパルスレーザなどを用いることで、ps 程度の時間分解能が達成できる。しかし、繰り返し反応ができることが必須条件となる。

これら以外に、1 と 3 を組み合わせて、時間分解能を高めたり、2 とスリットを高速で動かすターボ XAFS などが報告されている。この結果、NOx 自動車の時分割 in-situ 構造解析、脱硫触媒の in-situ 構造解析、燃料電池触媒の in-situ 構造解析など、次世代の環境エネルギー触媒の構造解析に大きな力を発揮し、新しい触媒開発の指針を与える触媒分野では欠かすことのできない手法になっている。また、産業界からも多くの注目を集め、実用触媒への適用もなされている。

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

一過性現象のマイクロ秒時間分解能の実現。Pump-probe 法によるピコ秒時間分解能の実現

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

XFEL, ERL を利用した fs 時間分解能の達成。時空間エネルギー分析型 XAFS システム

キーワード

分散型 XAFS, 高速掃引 XAFS, XFEL, ERL, in-situ XAFS, pump-probe 法

(執筆者：朝倉清高)