

量子ビームのモノ作りへの活用と将来への期待

堂前和彦：豊田中央研究所

量子ビームを用いた分析・計測を用いることにより実験室の装置では得られない様々な情報を得ることができる。我々はトヨタグループの基礎研究部門を担う研究所として2000年前後から放射光、ミュオンおよび中性子を用いた材料解析を実施してきた。解析対象は、自動車に用いられている排ガス浄化触媒、二次電池を始めとして、各種の金属、半導体、樹脂材料まで、ありとあらゆるものを対象としている。量子ビームを利用する上で特に注目している特徴は、非破壊で材料中の特定の元素の電子・化学状態を調べたり、結晶構造から部品の内部構造まで計測したりする能力、すなわち、機能性材料のオペランド計測や、材料内部の構造やひずみの3次元情報を取得できることである。主な例として、前者は排ガス浄化触媒や二次電池のオペランド解析、後者はパワーエレクトロニクスデバイス中のひずみ分布や破壊過程観察がある。特に放射光に関しては、その有用性が認められて2009年にSPring-8に専用施設(BL33XU；豊田ビームライン)を建設するに至った。

ものづくりの観点から最も有効であったものは排ガス浄化触媒開発への適用である。従来の触媒開発・改良では勘や経験により材料や作成法を選定してトライアンドエラーを進めていたため、性能の良い物ができても、なぜ良くなったのかの説明ができず、その知見を次世代の開発・改良に引き継ぐことができなかった。放射光のオペランド解析手法を導入することで、貴金属の化学状態と触媒活性の関係を明確化することが可能となり、開発・改良の知見を次世代に引き継いで活用することが可能となった。これにより、触媒の開発・改良が勘や経験に頼らず、科学的な根拠に基づいた触媒設計へと開発手法そのものの改善ができた。

我々は比較的先行して産業利用への量子ビーム利用を始めたため、測定に必要な機器や解析手法等を自ら開発せざるを得ないことが多々あった。具体的には、BL33XUの特徴である高速XAFS計測システムや走査型3次元XRD計測システムに加えて、各種のオペランド測定用のセルであり、解析手法としては μ SRのイオン拡散係数測定への適用や高速XAFS測定に対応したXAFS解析手法などである。近年、各種オペランド測定は多くのビームラインで簡便に実施できるほどに一般的になってきており、多くのユーザーが利用している。このように量子ビームの有用性が上がってくると、より先端的な測定や実用製品そのものの計測に対するニーズが高まってくると予想される。施設側には、このようなニーズへの対応を一層期待したい。一例として、最近では2次元検出器を用いることによって1回の実験でテラバイトレベルのデータが得られることがあるが、このような多量データの取扱いはハードウェア以上にソフトウェアの対応が重要と考えられる。検出器利用の汎用化を含めて、データのハンドリング手法の確立が望まれる。