

触媒化学からのマイクロビームへの期待と ERL への展望

朝倉清高

北海道大学触媒化学研究センター

序

多くの触媒は、大きさがナノからミクロンオーダの担体と呼ばれる酸化物上に金属ナノ粒子を担持して用いられる。触媒反応の本質は不均一であり、各部が相互関連し合いながら進んでいる。このため、マクロレベルからはその平均の情報を得られ、複雑な様相を呈する。したがって、マイクロレベルさらにナノオーダまでその空間分解能が改善されると、各部の触媒作用や反応の進行の度合いを分離して観察できると期待される。

BL15 のショートギャップアンジュレータから放出されるビームを $10\mu\text{m}$ 程度に絞ることができるという。そこで、本稿では、こうした不均一な反応で特徴づけられる触媒表面からの研究展開について、のべ、さらにナノビームへの期待と述べたい。

PEEM-XAFS

PEEM はナノオーダの空間分解能を持つ光電子顕微鏡である。図 1 にその概念図を示す。視野 $10\text{ }\mu\text{m}$ から放出される光電子を拡大し、結像することで、ある一定の入射エネルギーに依存した表面マッピングを取ることができる。電極表面で起こる拡散やそれに伴う触媒の構造分布がわかると期待され、燃料電池触媒の高度化に寄与する。

表面 1 原子層からの蛍光 XAFS

10^{11} photon が $10\mu\text{m}$ 四方に集光する。1 原子層の原子密度は 1×10^{15} 個/ $\text{cm}^2 = 1 \times 10^{-9}$ mol/ cm^2 であるから、 $\mu/\rho = 100$ と近似すると、 $\mu t = 10^{-5}$ となる。 10^6 光子の吸収がおり、 0.1% の効率で検出できれば、毎秒 10^3 photon 検出され、 100s である程度解析に耐えるデータの取得ができるようになる。さらに、バルクからの散乱 X 線を低下するために、通常は全反射を組み合わせるわけだが、それでは照射面積が増大する。そこで、蛍光 X 線集光光学系を設け、焦点を一致させ、表面からの X 線のみを検出する。さらに集光光学系と分光器を結びつけることで、2 重に S/B を上げることができる。これにより、平坦基板上のナノ粒子のマイクロ領域の解析や異なるドメインからなる多相触媒の拡散過程を追跡できると期待される。

ERL への期待

こうした手法は、光源の高度化により、さらに可能性が広がる。理想的には、 1nm の微粒子一つの XAFS が測定できることであろうが、計算上は可能となる。そうすると、さらに詳細な触媒粒子一つ一つの情報をできるだけ短時間で測定できれば、原子オーダの反応追跡がいよいよ現実味を帯びる。

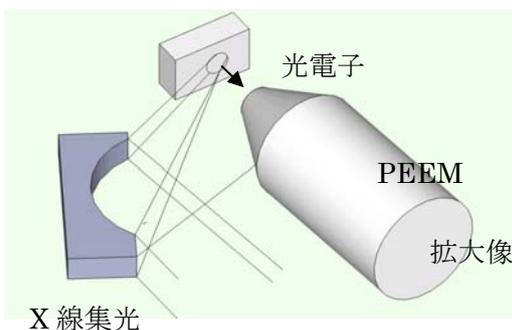


図 1 X 線集光光学系と PEEM の組み合わせ、