

若手放射光ユーザーの視点：その場観察光電子分光の現状と希望

View from a young SR user: states of "*in-situ*" photoelectron spectroscopy and its hope

東北大多元研, °小川 修一

IMRAM, Tohoku Univ., °Shuichi Ogawa

E-mail: ogasyu@tagen.tohoku.ac.jp

光電子分光法は固体表面から放出された光電子の平均自由行程を確保するために真空の利用が不可欠である。その一方で、超高真空ではなく、高真空 ($10^{-1} \sim 10^{-5}$ Pa) あるいは中真空 ($10^{-2} \sim 10^{-1}$ Pa) 中で光電子分光を行いたいという要望は古くからあった。しかしながら、通常の光電子分光装置では、試料温度を室温まで低下させ、且つ酸素ガスを排気してからでないと測定ができない。例えば、Si の熱酸化プロセスにおいて、試料温度を酸化反応中の高温から室温まで低下させると熱歪みが発生する[1]。歪みによる欠陥発生は組成に影響を与えることが示唆されているため[2]、初期の結果にはクエンチによる熱歪みの影響が含まれている。そこで、高温・酸素雰囲気中で Si 酸化反応が進行中のその場を光電子分光で時間分解測定しようという「その場観察光電子分光」が提案され、試料加熱方法の変更や酸素ガスの逆流を防ぐ差動排気機構の装備など、改良が加えられた。さらに二次元電子検出器の利用や検出器のマルチチャンネル化によって光電子スペクトルの高速測定が可能となった。これによってスペクトルの時間変化を追跡することが可能となり、酸化状態と酸化速度を関連づけて議論できるようになった。この「リアルタイム測定」によって Si 熱酸化反応では点欠陥発生が重要な役割を果たしていることが明らかとなった[3]。

以上のように、「その場観察光電子分光」は化学組成の解明に加えて、化学反応速度も測定できる強力な手法である。世界に目を向けると、光電子分光装置に可燃性ガス（プロピレン）を導入し、金属表面でのグラフェン成長過程を時間分解で追跡する研究[4]や、Rh 表面における CO 吸着過程を 100 ms の時間分解能で測定する研究[5]も行われている。その一方、日本国内にて放射光を使った光電子分光測定中に酸素などの反応性ガスを導入できる供用装置は SPring-8 の BL23SU に設置された表面化学実験ステーション以外ないのではないかとと思われる。その場観察光電子分光実験ビームラインは、磁場／電場を発生しない加熱方法、差動排気系、ガス除害装置など、既に開発済みのコンポーネントを用いて建設可能である。今後検討される次世代放射光施設には「その場観察光電子分光」を想定したビームラインが建設され、その場観察光電子分光がより一層実験しやすい環境になることが一若手放射光ユーザーの希望である。

[1] E. Kobeda and A. Irene, J. Vac. Sci. Technol. B **7** (1989) 163.[2] S. Ogawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **46** (2007) 3244.[3] S. Ogawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **52** (2013) 110128.[4] W. Zhao *et al.*, J. Phys. Chem. Lett. **2** (2011) 759.[5] A. Baraldi *et al.*, Surf. Sci. Rep. **49** (2003) 169.