

山本悠太 氏 名古屋大学技術職員(超高压電子顕微鏡施設) 工学修士

最先端電子顕微鏡を用いた材料計測/ 解析による研究支援

Research Supports of Advanced Measurement/Analysis Using State-of-the-art Electron
Microscope



山本悠太氏は、2011年1月に技術職員として、名古屋大学エコトピア科学研究所(現未来材料・システム研究所)超高压電子顕微鏡施設に採用された。同氏はこれまで、施設が保有し共用機器として学内外に開放している電子顕微鏡や試料作製装置などの機器の、保守・管理・修理・オペレート・操作補助に尽力し、施設の機器運用において重要な役割を果たしてきた。

同氏はそれらと並行して、原子分解能電子顕微鏡(HRTEM)を用いたナノ/サブナノ構造観察、組成・電子状態分析を行う技術を基軸とした種々の材料計測/解析による研究支援を、学内外の様々な化学分野(光触媒、金属酸化物触媒、金触媒、カーボンナノチューブ・グラフェン、リチウムイオン電池、燃料電池など)の研究者へ行き、研究推進に大きく貢献している。

また同氏は、名古屋大学独自の電子顕微鏡内部でのガス環境下の試料の反応を直接観察可能な大型装置・反応科学超高压電子顕微鏡の卓越した観察技術を用いた計測による研究支援を学内外の様々な化学分野の研究者へ行っており、多大な研究推進の功績がある。

さらには研究者のニーズに応じた新規・独自のデータ解析手法の開発による研究支援も行っており、その手法は、同氏が主著の原著論文や学会発表などの形で広く世に情報開示し、ほかの技術者の啓発に資している。以下に、山本氏が創意工夫で突破した、特に際立った研究支援の業績を記す。

1. 中温作動固体酸化物型燃料電池(IT-SOFC)の電極材の電顕試料作製法の考案

物質・材料研究機構の森らグループは、貴金属蒸着IT-SOFCの電極材であるNi-YSZ複合体内部のどこかに、ごく微量分散していると考えられる白金(Pt)の分散状態の、HRTEM観察による可視化を望んでいた。しかしこの複合電極材は、機械的強度の強さと、多数の内部連通孔の存在のため、通常の如何なるTEM試料作製法でもHRTEM観察に供せる試料に加工できなかった。

山本悠太氏は、内部孔を樹脂で包埋することを発想し、包埋後に収束イオンビーム(FIB)装置により試料作製する高度な工夫を行った。HRTEM観察は、試料が薄いほど良好な観察結果が得られるが、FIB装置での過剰な薄片化は観察視野をも削り失う危険が伴う。そこで、別のFIB/走査電子顕微鏡(SEM)装置を用いて、SEM像と相関を取りつつ、FIBで試料を可能な限り薄く仕上げ、非常に難易度の高い追加工に挑戦した。同氏はその試料をHRTEM観察し、Pt蒸着後に還元した電極材において、PtとPtOが、複合体のNi部分の表面から2nm

程度の範囲にのみ存在することを明らかにした。

2. 全固体リチウムイオン電池(ASS-LIB)の複合電極(CE)中のポイド解析法の考案

山本悠太氏は、名古屋大学の入山グループに、FIB/SEM装置を用いた3次元(3D)構造解析の研究支援を行い、エアロゾルデポジションで成膜したASS-LIBのCE内に、多数の微小なポイドを発見した。ポイドはCE内のリチウムイオン伝導を阻害するため、その分布の評価が望まれたが、3Dデータ内ポイドへの手作業でのマークは、1試料から取った1データあたり数ヵ月かかるため現実的ではなく、3Dデータへの単純な画像フィルター処理では、ポイドのみをすべて網羅できなかった。

山本悠太氏は、3Dデータに様々な画像解析フィルターをパラレルにかけ、得られたそれぞれの3Dデータを和集合の論理演算で統合する画像解析方法を考案し、実施した。その結果、ごく短時間でCE中のポイドのみを余すことなく取り出せるようになり、可視化や体積の定量評価に成功し、CE評価の新規評価軸を確立する業績を挙げた。

3. 担持金サブナノクラスター(SNC)触媒の粒子径計測のための画像解析法の考案

名古屋大学の薩摩・大山グループは、酸化物に担持した金SNC触媒粒子の酸化触媒活性と粒子径の相関の調査を望んでおり、山本悠太氏によるHRTEM観察の研究支援の結果得られた大量の画像データから、莫大な手間/時間をかけて手作業で粒子径情報を得ていた。

山本悠太氏は、形状選択的な画像処理が可能なモフォロジー演算に着目して、粒子径計測に応用することを発想し、それを駆使した一連の画像処理工程を考案・構築した。その結果、半自動/高速で定量的な金SNCの粒径分布の取得が可能になり、再現性が非常に良く、計測精度が高い粒子径計測方法の確立に成功した。その手法を基軸として粒子径と反応の相関を調べた結果、アルデヒドやニトロ化合物の水素化反応における、担持金SNC触媒粒子の反応の活性点と各反応に効果的な粒子径が発見された。

以上のように、山本悠太氏は、電子顕微鏡やその周辺の電子顕微鏡用試料作製装置等の装置操作や性能管理において、技術の向上に向けて研鑽を積み、知識を深め、研究支援を通して経験を蓄積し、柔軟な発想を駆使して、国内の様々な化学分野の研究者の研究を支援し、推進させる貢献をしてきた。よって、同氏の業績は日本化学会化学技術有功賞に十分に値するものと認められた。