

研究室紹介

大阪公立大学 工学研究科 物質化学生命系専攻
化学工学分野 材料プロセス工学研究グループ
齊藤丈靖

1. 研究室の概要

大阪公立大学は、2022年4月に大阪府立大学と大阪市立大学が統合して誕生しました。この統合により、全国の公立大学としては最大、国公立大学でも全国3位の規模になることは度々報道されました。大阪に4つの主力キャンパスができる計画です。我々の研究室が位置する中百舌鳥キャンパスは、大阪の大動脈である御堂筋を通る大阪メトロ御堂筋線で新大阪、梅田、なんばに行けるため、交通の便が良いキャンパスです。2024年3月に化学工学会第89年会が開催予定ですので、整備が進むキャンパスをご覧頂けると思います。キャンパス周辺は、比較的自然も豊かで、2019年にユネスコ世界文化遺産に登録された百舌鳥古墳群を散策することもできます。2023年度の研究室メンバーは、教員2名(齊藤丈靖・岡本尚樹准教授)と大学院博士後期課程3名、博士前期課程8名、学部4年生6名、事務補佐員3名の合わせて22名です。

2. 研究の内容

エレクトロニクス・エネルギー材料を中心に、材料工学・電気化学・反応工学・流体力学・熱力学・伝熱工学を基盤とした研究をおこなっています。

2.1 エレクトロニクス分野に関する研究

ここ数年、半導体不足による電子機器や自動車の納期遅れが話題となっていました。その中で、日の丸半導体の復活、Rapidus社の設立や世界最先端である3 nmテクノロジー品種の量産開始などが大きく注目されています。また、経済産業省と文部科学省による半導体人材教育の必要性も話題になっています。

半導体デバイスの製造プロセスは、トランジスタ形成(Front End of Line, FEOL)、配線形成(Back End of Line, BEOL)、パッケージング(後工程)と大きく3つに分けられます。我々は主にBEOLと後工程の研究をしています。世界最先端の半導体では、20 nm程度の配線幅に銅配線、銅の拡散防止層、絶縁膜を精密に作り込むことが必要ですが、銅を含む各種材料自体の限界が見え始めており、銅に代わる配線材料として、ルテニウム、コバルト、MAX化合物(遷移金属(M)、A族元素(IIIA, IVA, VA, VIA属)およびX元素(炭素または窒素)で構成される層状化合物)などが注目されています。このような材料を物理気相成長、化学気相成長(CVD)、電解もしくは



無電解めっきで薄膜化し、プロセス、構造と各種機能の関係を考察しています。CVDでは原料や流束、励起方法や基板温度に注目し、めっきでは基板の前処理、液の流動や添加剤の種類・濃度、添加物の吸脱着挙動や電気化学的挙動と析出形態に注目しながら研究しています。

また、最先端パッケージ内部に用いる樹脂材料の信頼性改善を目的とした真空紫外(VUV)光を用いた表面修飾などの研究をしています。

2.2 蓄エネルギー・創エネルギーデバイスに関する研究

電気二重層キャパシタのエネルギー密度改善に向けた活性炭の比表面積増大、細孔径分布および表面官能基の制御に関する研究をしています。植物由来炭素から熱硬化性樹脂まで材料の対象を広げていますが、細孔形成や表面官能基の制御は不思議なことが多く、未だに興味深いです。また、リチウム二次電池、ナトリウム二次電池、マグネシウム二次電池の金属系負極材のめっきによる合金化、微細構造制御や三次元構造化などで充放電容量とサイクル特性を改善する試み、硫化物半導体の組成・構造制御による量子ドット型の太陽電池応用など、電気化学的手法による安価な大量合成技術を研究しています。

3. 研究室の特徴

パワーデバイスや強誘電体向け電極材料、ハードコーティング材料など薄膜ならびに表面・界面が機能性材料の性能に大きく寄与する分野でも研究しています。関西のエレクトロニクス業界は企業と関わる事が多く、COVID-19以前は研究室メンバーでの工場見学や外部講師による講演会など、学生が社会人と接する機会を多く設定してきました。学生が自分の研究内容と社会実装との関係を意識するのが重要と考えているので、今後も積極的にこのような機会を増やす予定です。また、2022年度から企業とのコンソーシアムを始め、2023年度からは3Dヘテロ集積アライアンス(3DHI)として横浜国立大学の井上研究室と連携して半導体の高密度実装技術分野で企業間プロジェクトの活性化などの社会貢献に取り組んでいます。