

2023 年度年次報告書

物質探索空間の拡大による未来材料の創製

2021 年度採択研究代表者

伊藤 喜光

東京大学 大学院工学系研究科

准教授

電場による非平衡反応場を利用した合成化学

研究成果の概要

電極表面に接している溶液は、電極界面において、電位に応じたバルクとは異なる空間を形成する。本研究では、このような動的な非平衡空間を利用した、従来の電気化学的手法では得る事ができない新しいナノ構造材料合成法の開発を行う。得られた材料の構造解析を通じて電極上の非平衡空間の実体を明らかにすると同時に、革新的機能をもつ新奇な有機及び無機材料の開発を目指す。

今年度は、電極表面上で得られた自立多孔質ナノ薄膜に関して高いヤング率(11 GPa)と低密度(0.5 g/cm³)を併せ持つ素材であることをこれまでの研究で明らかにしてきた。従来の軽量ポリマー(密度<0.7 g/cm³)はすべてヤング率<2 GPaであることを考えると、過去に報告例がない硬いポリマー材料である。一方で靱性が低く、乾燥したときの収縮に耐えられずにすぐに破けてしまうという問題があった。この問題に対して長鎖のポリマーをモノマーとして導入することで、ヤング率>5 GPa、密度<0.6 g/cm³を保ったまま引張強度 45 Mpa、極限伸び 3%を実現できた。これまでは乾燥させると比較的短時間で破断してしまっていたものが、圧力をかけてふくらませることができるほど改善できたことは、材料の実用性という点で大きな前進である。

本研究のもう一つのトピックである電極表面を利用した無機材料への展開について、ゾルゲル反応を利用した検討を行った。その結果電極表面上で電圧印加時にのみ反応が進行する条件が明らかになり、ハイドロゲルを得ることができた。今後は電場の効果によるシリカネットワークの配向などを精査する予定である。

また、申請研究が想定以上に進んでいるため、さきがけ領域内で様々なディスカッションを通じて醸成された全く異なる方向性のアイデアに基づいたテーマに着手している。