

## 金属有機構造体による環境課題解決とシリコン/黒鉛シート複合体を用いたリチウムイオン電池の創製

Metal organic frameworks for environmental remediation and fabrication of Si/graphite sheet anodes in Li ion batteries

**研究分野**  
Department

環境・エネルギーナノ応用  
Metal organic material science

**研究者**  
Researcher

松本健俊  
T. Matsumoto

**キーワード**  
Keyword

金属有機構造体、吸着、分解、放出、リチウムイオン電池、シリコン切粉、黒鉛シート  
metal organic framework, adsorption, decomposition, release, Li ion battery, Si swarf, graphite sheet

**応用分野**  
Application

土壌改善、農業、緩効性施肥、金属有機構造体被膜、エネルギー貯蔵、電動移動体  
soil improvement, agriculture, controlled-release fertilizer, metal organic framework layer, energy storage, electric vehicle

**研究開発段階**

基礎

実用化準備

応用化

### 背景

有機フッ素化合物や農薬、産業廃棄物、過剰な施肥等による環境問題が、世界的に報道されています。低濃度でも健康被害や生態系破壊につながる可能性も指摘されています。リチウムイオン電池の高容量負極の材料として、シリコンが研究されています。充放電時の体積変化により、破壊されやすい欠点もあります。

### 概要・特徴

土壤中の化学物質の選択的除去・分解と、緩効性施肥が可能な金属有機構造体を探索します。シリコン切粉/極薄黒鉛シート複合体負極により、リチウムイオン電池の充放電特性が向上しました。

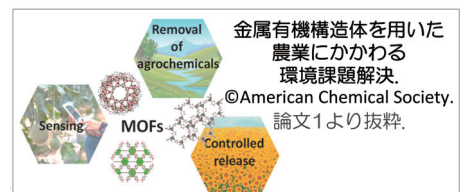
### 技術内容

- 金属有機構造体の安定性、吸着挙動や化合物の選択性を評価し、反応メカニズムを解明します。
- 金属有機構造体からの化合物の放出速度の制御法を研究します。
- 金属有機構造体の吸着化学物質の分解方法を探索します。
- フレーク状のシリコン切粉と極薄黒鉛シートを溶媒中で分散、ろ過し、複合体を作製します。
- シリコン/極薄黒鉛シート複合体負極を十分に充電し、放電容量を制限することで、サイクル寿命が向上します。
- 厚いシリコン負極を用い、高容量・高電流密度での充放電と、電池の軽量・低コスト化が可能です。

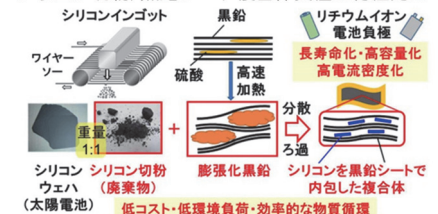
### 社会への影響・期待される効果

金属有機構造体の利用について、水資源や農業分野での報告例が少なく、今後、食料・環境問題を解決するために、より多くの研究成果が必要です。これらの分野において、安心・安全な生活環境の実現が期待されています。簡便な化学物質の検出技術の研究・開発も加速しています。

シリコン切粉は、世界で年間約10万トンも発生する廃材として扱われましたが、ワイヤーソーの砥粒固定法や冷媒が改良され、水洗のみで利用可能です。極薄黒鉛シートは、膨張化黒鉛や黒鉛シートの副産物を分散し、室温でシリコンと複合化でき、循環型経済に寄与します。有機構造体被膜のシリコン負極への効果も検証します。



### シリコン切粉/黒鉛シート複合体負極の特性向上



電極	理論容量 (mAh/cm <sup>2</sup> )	面積容量 (mAh/cm <sup>2</sup> )	サイクル	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )
nanoSi/FLG	8.8	5.2~4.2	120	2.4
Si/黒鉛シート	10	4	≥75	5
	2	0.8	901	1

### 【論文 Paper】

- [1] ACS Appl. Mater. Interfaces 14 (2022) 16983. (DOI: 10.1021/acsami.2c00615)
- [2] J. Electrochem. Soc. 168 (2021) 020521-1-14. (DOI: 10.1149/1945-7111/abdd7e)
- [3] J. Alloys Compd. 720 (2017) 529-540. (DOI: 10.1016/j.jallcom.2017.05.228)
- [4] J. Electrochem. Soc. 164 (2017) A995-A1001. (DOI: 10.1149/2.0361706jes)
- [5] Sci. Rep. 7 (2017) 42734-1-10. (DOI: 10.1038/srep42734)

### 【特許 Patent】

- [1] 特許第7489087号.