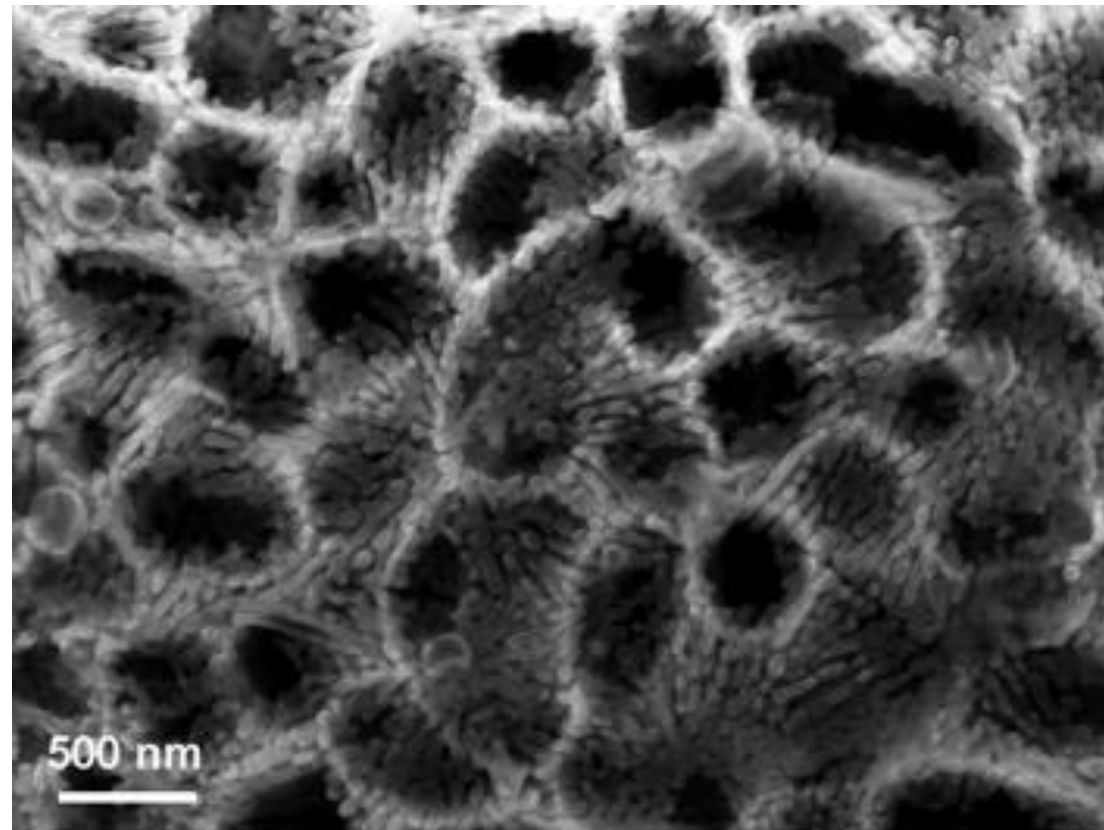


量産が容易な多孔質アモルファスシリコン

東北大学 金属材料研究所 結晶材料化学研究部門
准教授 岡田 純平

2024年7月9日

東北大学で開発された新材料「多孔質アモルファスシリコン」



試料の拡大写真(1万倍)

アモルファスシリコン

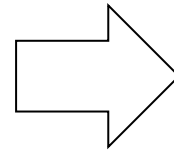
- 太陽電池
- 薄膜半導体（液晶パネルの一部）
- センサ
- リチウムイオン電池の負極材

2次電池(充電式電池)の重要性

- ・エネルギー貯蔵

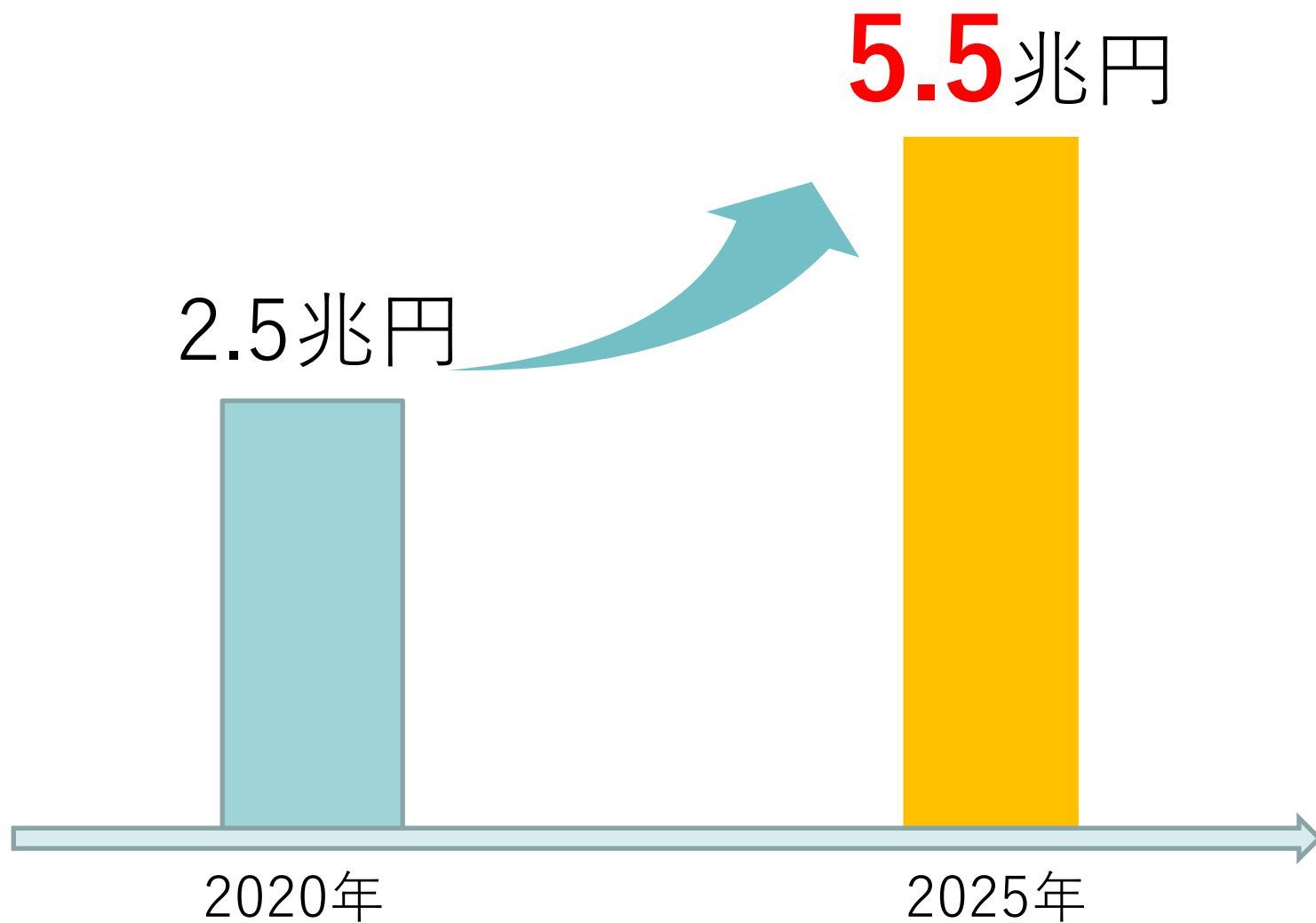
- ・ポータブルデバイス

- ・電気自動車(EV)

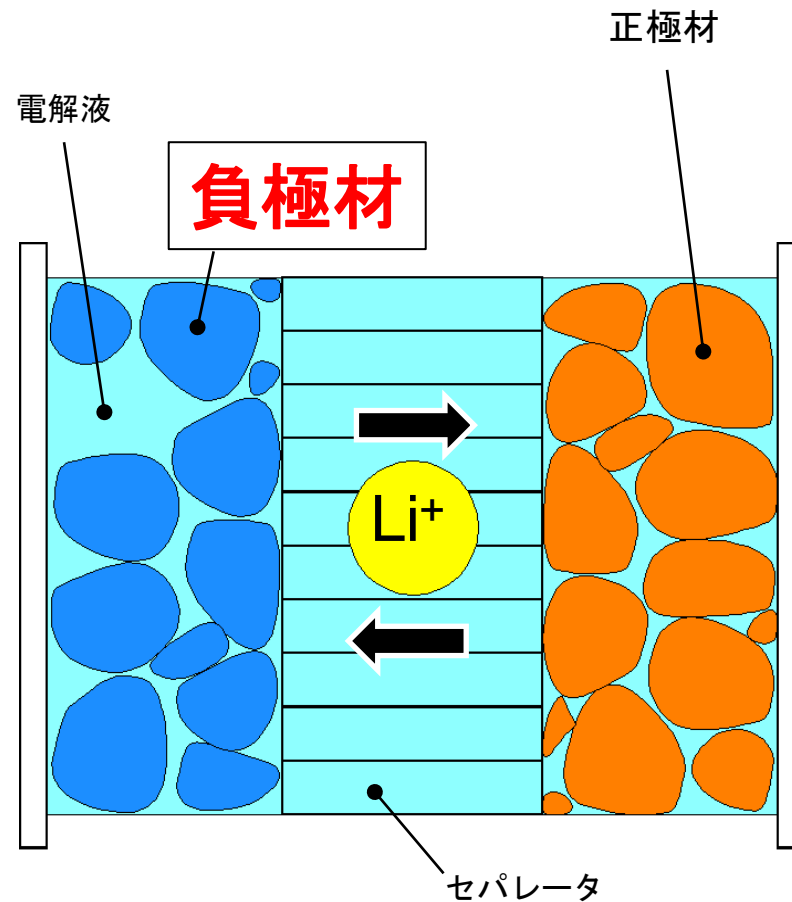


リチウムイオン電池

リチウムイオン市場



液体リチウムイオン電池の構造



現在の負極材：カーボン (372 mAh/g)

シリコン (3579 mAh/g)

シリコン負極の問題点

充放電に伴う化学反応



充放電に伴い、シリコンの体積が
4倍以上変化

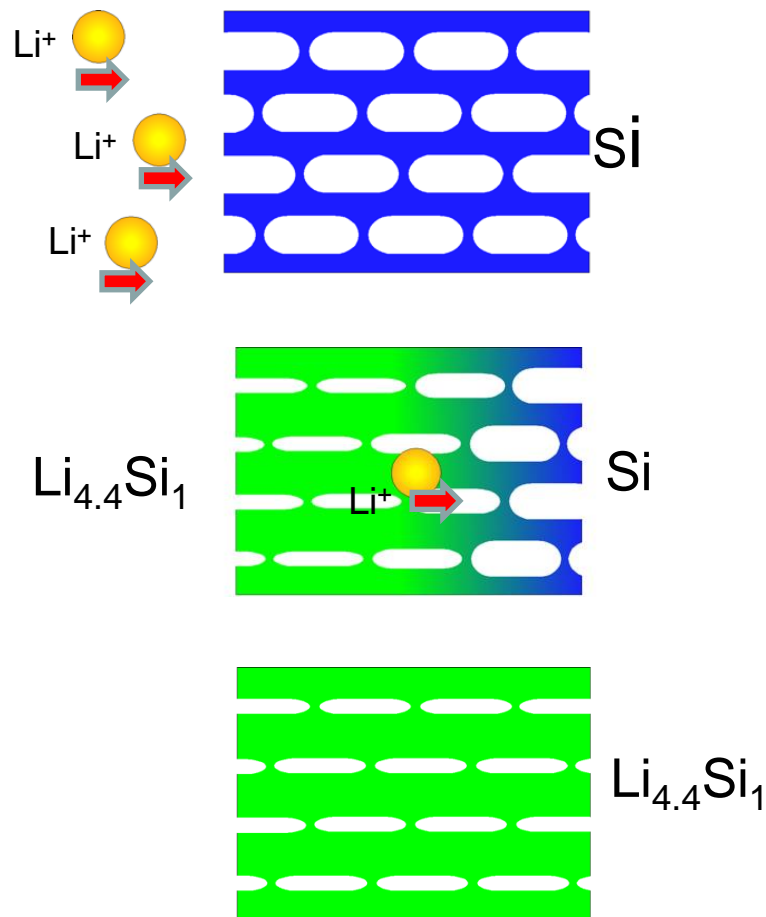
⇒ 電極(負極)が崩壊

⇒ 電池寿命が短くなる

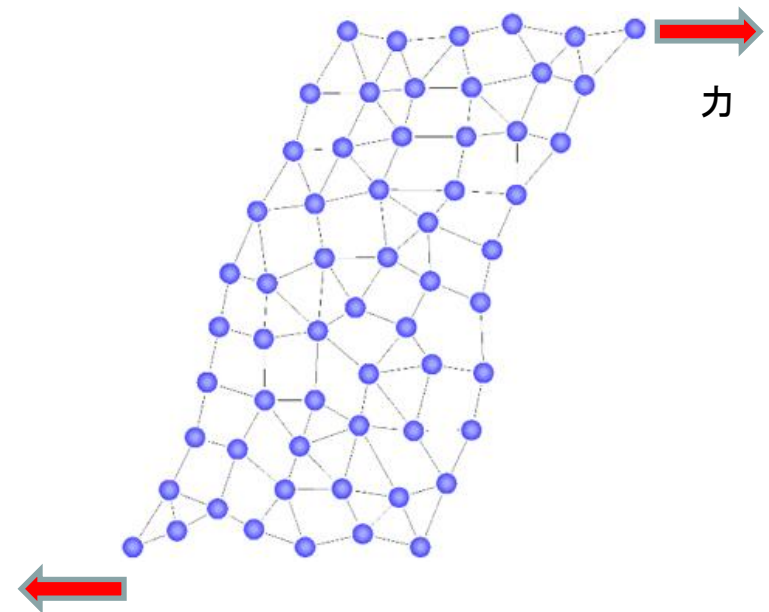
多孔質アモルファスシリコン

- 2018年に物質材料研究機構が、多孔質アモルファスシリコンを用いれば、高容量・高寿命を実現できることを報告

多孔質による体積膨張の緩和

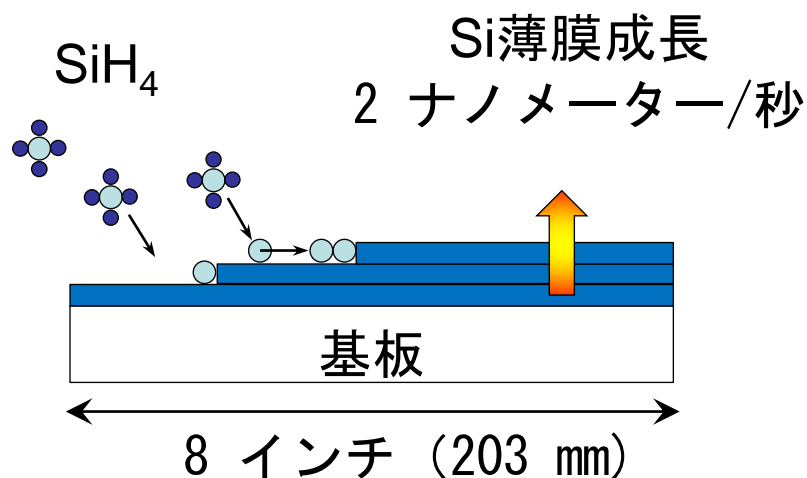


アモルファス物質の優れた機械的性質



作製法(気相成長法)の問題点:量産性

従来のアモルファスSi作製
(気相成長法)

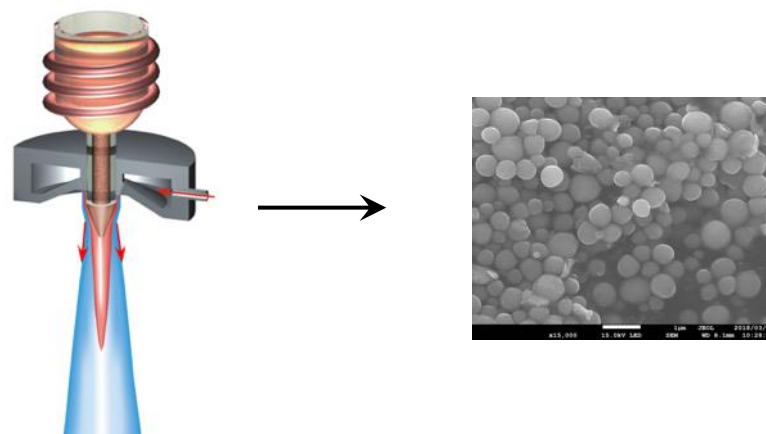


生産量 : 12.6 g / 日

- ・ 薄膜形状
- ・ 有毒ガスを使用
- ・ 量産のスケールアップが困難

液体急冷法:アモルファス物質を量産できる方法

ガスアトマイズ法(冷却速度 10^4K/sec)の場合、112万トン/年の材料が生産



問題点:液体シリコンからアモルファスシリコンを作ることは困難

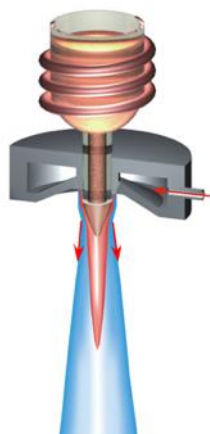
アモルファスシリコンを作るためには
超高速急冷(10^9K/sec)が必要

⇒ 10nmの超微粒子

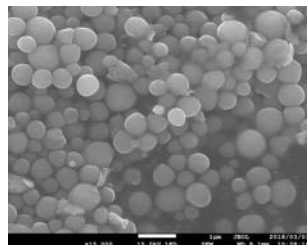
解決策：量産可能なアモルファスシリコンの新製法

液体シリコン（Si）ではなく、液体Si合金を利用

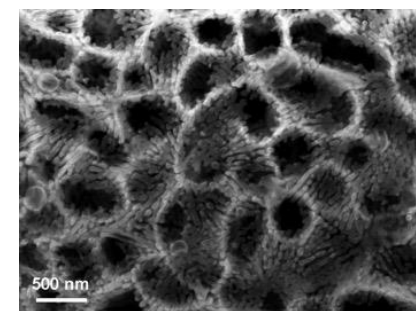
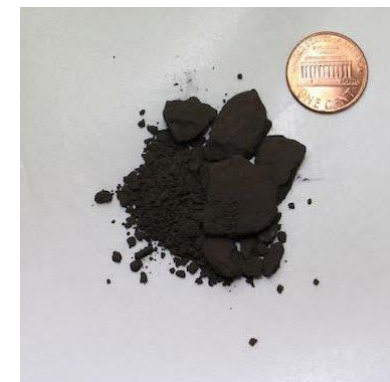
液体Si合金



合金粉末



金属の溶出



多孔質アモルファスSi

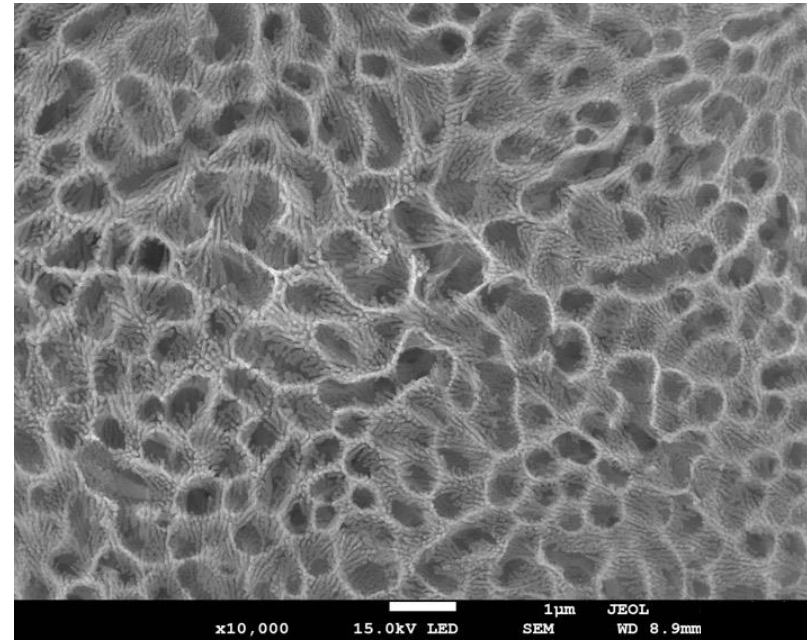
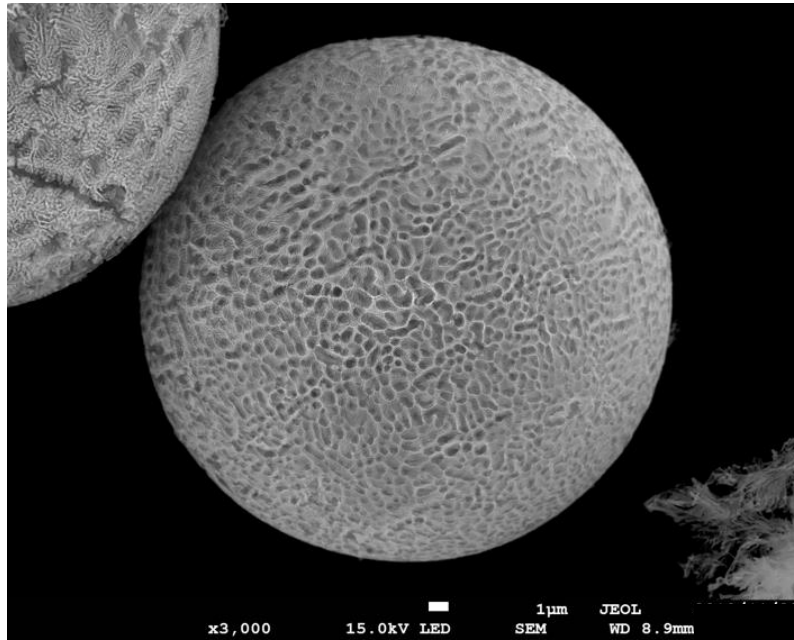
生産量：1.0 kg/日

パイロットプラントレベル（100L反応槽）

生産量：200 kg/日

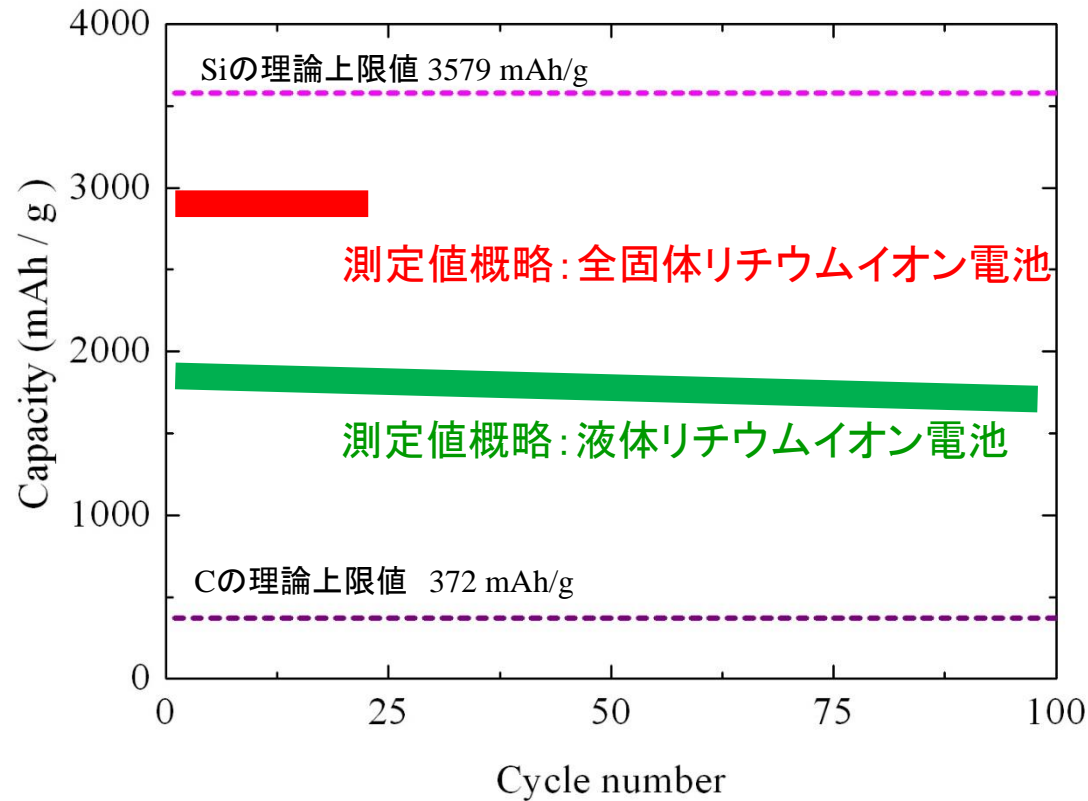
プラントレベル（20000L反応槽）

多孔質アモルファスシリコンの拡大写真



性能評価

多孔質アモルファスSiを用いてハーフコイン型電池を作製、評価



充放電時の体積変化率は、結晶Siに比べ約3割減

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、量産性を改良することに成功した。
- 従来はアモルファスSiの製法は気相成長法に限られていたが、液体Si合金から作製することが可能となり、量産性が大幅に向上した。

想定される用途

- リチウムイオン電池の負極材料。
- 液体電池だけでなく固体電池の負極材料にも適している。
- 多孔質性に着目すると、負極材料以外の用途もあり得る。

実用化に向けた課題

- 多孔質アモルファスSiの作製法は確立。量産についても目途が立っている。しかし、電池のアセンブリ工程に関する知見が不足。
- 特に、固体電池に関する知見が不足。
- 実用化に向けて、電池として最適な多孔質アモルファスSiの構造を確定する必要もあり。

企業への期待

- Si負極の実用化を進めるために、リチウムイオン電池開発に注力している企業との共同研究を希望。
- 特に、固体電池開発を進める企業との共同研究を希望。
- 負極材以外の用途開拓。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 多孔質アモルファスシリコン、多孔質アモルファスシリコンの製造方法および二次電池
- 出願番号 : PCT/JP2019/036199
移行国 : JP, US, EP, CN
- 登録番号 : 特許第6896261号 (JP)
- 出願人 : 東北大学
- 発明者 : 岡田純平、中山幸仁、和田武

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : リチウムイオン二次電池用の負極合剤、
およびリチウムイオン二次電池
- 出願番号 : PCT/JP2021/035172
移行国 : JP, US, EP, CN
- 出願人 : 東北大学
- 発明者 : 岡田純平、中山幸仁

産学連携の経歴

- 2019年-2021年 東北大学 BIP事業に採択
- 2021年-2022年 JST SCORE事業に採択

お問い合わせ先

東北大学

産学連携機構 ワンストップ窓口

問い合わせフォーム

<https://www.rpip.tohoku.ac.jp/jp/aboutus/form>

TEL 022-795-5275