

DGシリコンを用いた高容量負極の開発と電池特性



TMC株式会社

○岩成大地，吉田一馬，田中一誠



独立行政法人 産業技術総合研究所 関西センター
ユビキタスエネルギー研究部門

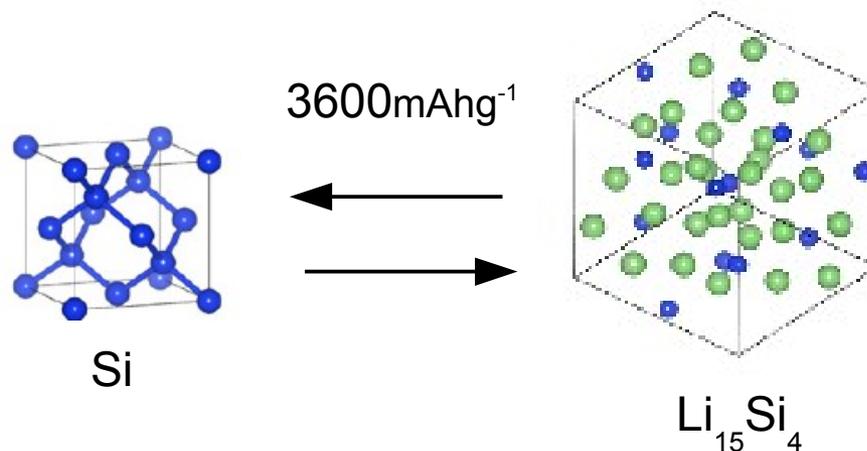
向井孝志，境哲男

Si負極の利点と課題

Siを負極活物質として用いることの利点

理論容量が大きい

原料が枯渇する心配がない



Siを負極活物質として用いるための課題

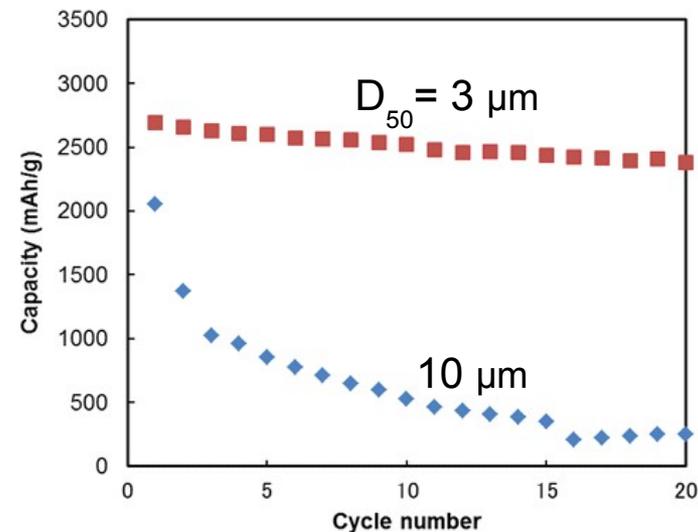
寿命特性の改善

原料Si粉末の粒径と電極特性

原料Si粉末に求められること

粒径 粒径の小さなSi粉末を用いるとより良好な負極特性を示す

コスト 従来のSi製造法ではSi粉末の粒径を小さくしようとするとき粉砕コストが上昇する

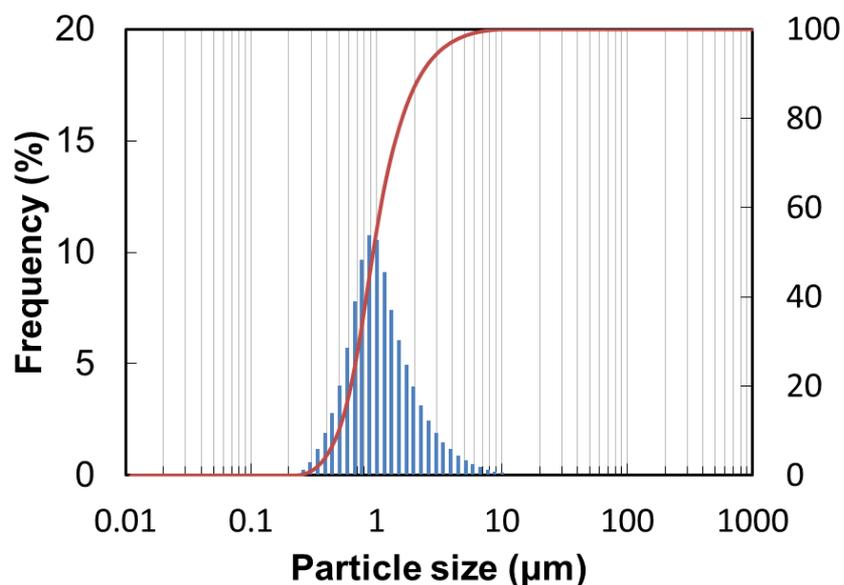


Si微粉末をより安価に製造する方法が求められる

DGシリコンの粒径及び結晶性

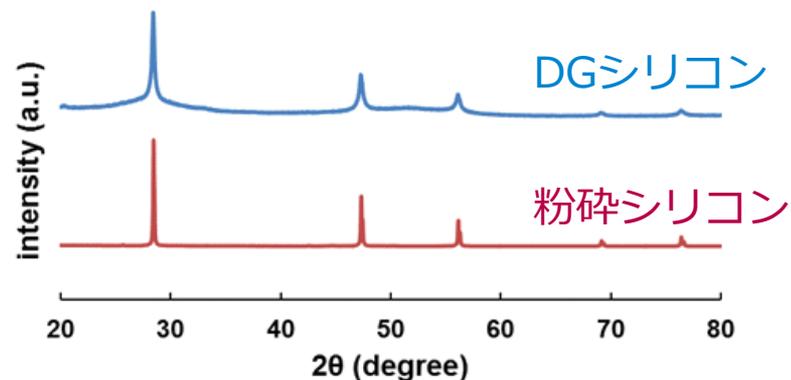
DGシリコン

高純度シリコンウエハの製造工程から粉砕工程を経ることなく
得られたシリコン微粉末



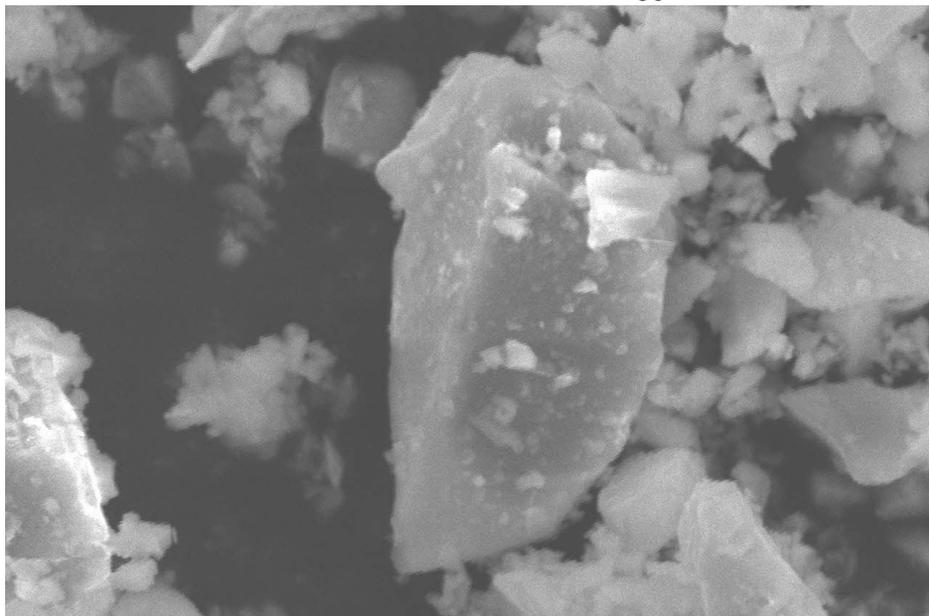
$$D_{50} = 1.3 \mu\text{m}$$

$$\text{比表面積} = 21 \text{ m}^2/\text{g}$$



DGシリコンの走査型電子顕微鏡像

粉碎シリコン ($D_{50}=3\mu\text{m}$)



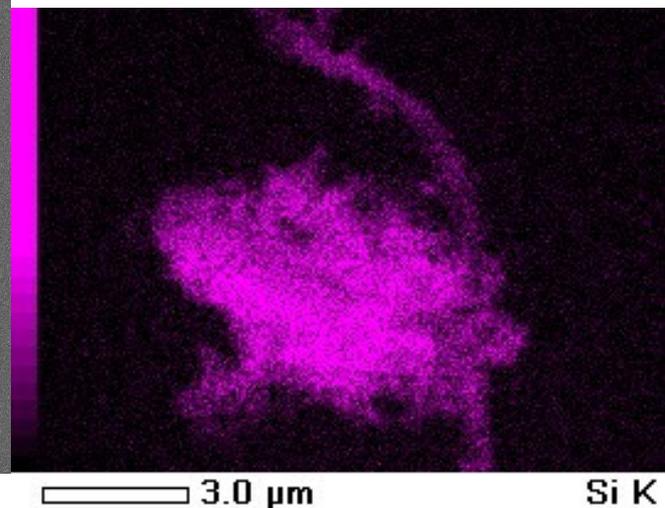
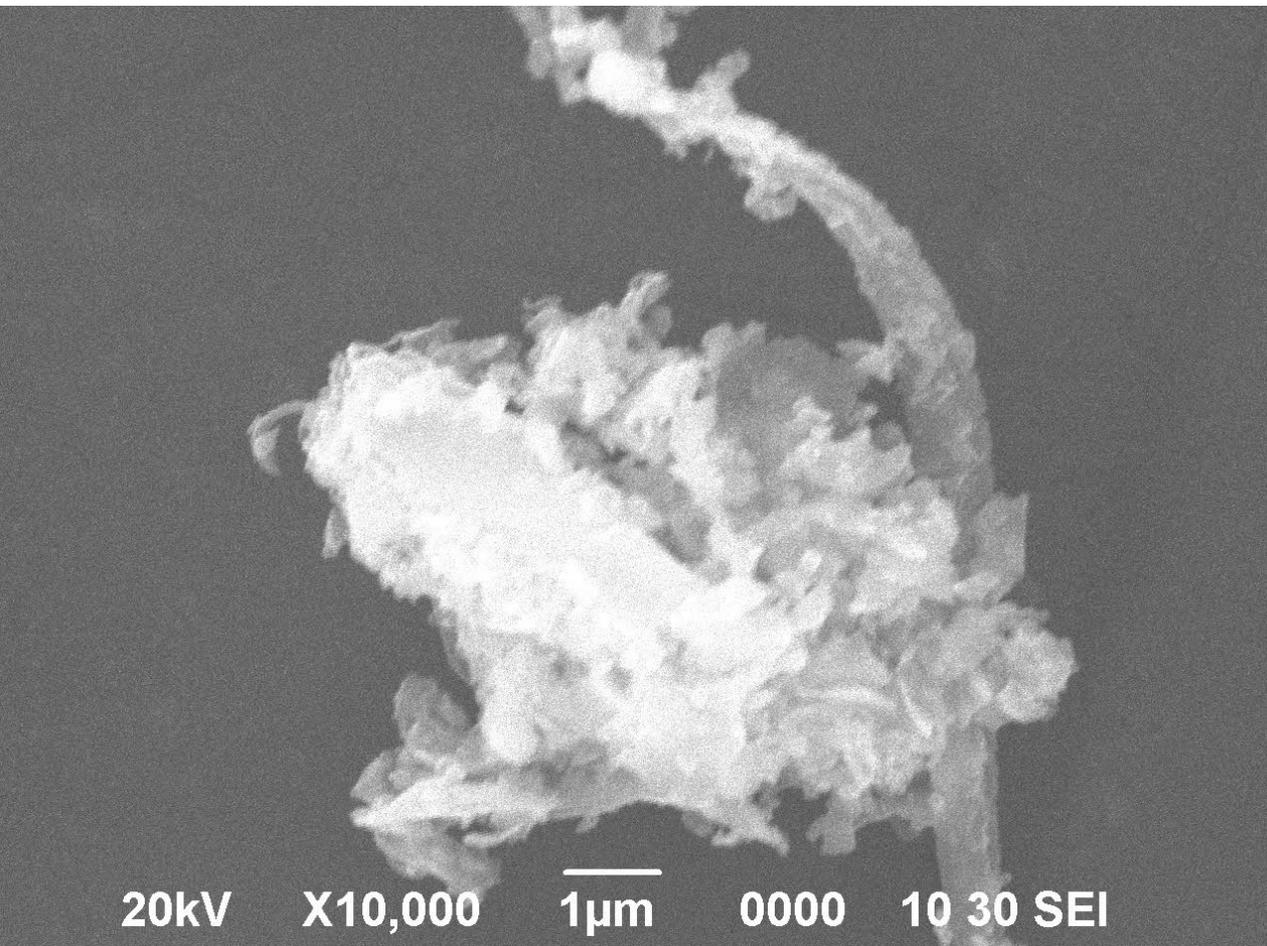
$\times 10000$ — 1 μm

DGシリコン ($D_{50}=1.3\mu\text{m}$)



$\times 10000$ — 1 μm

DGシリコンへのEDX元素マッピング



電極作製

電極作製手順

シリコン粉末, 導電助剤(ケッチェンブラック, VGCF), バインダー(ポリイミド)を以下の比率で混練し, スラリーを調製.

Si : KB : VGCF : PI = 79 : 1 : 2 : 18

スラリーを40 μ m厚の片面粗化銅箔に塗工.

塗布された電極に対し, 250 $^{\circ}$ C, 3hの真空乾燥.



原料Si粉末の違いと電極の粗さ

プレス前

プレス後

DG
シリコン

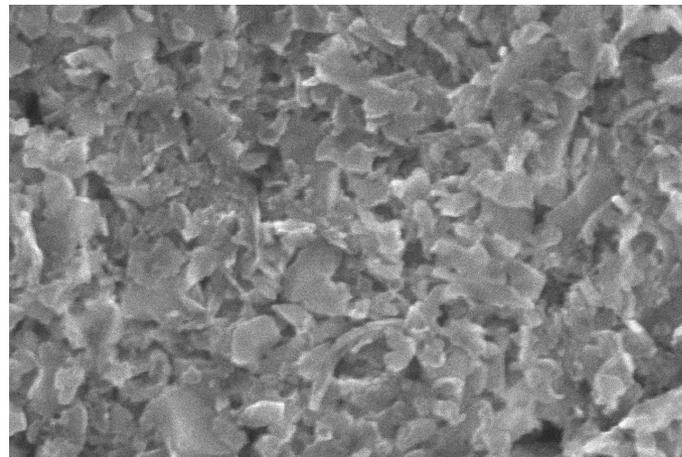
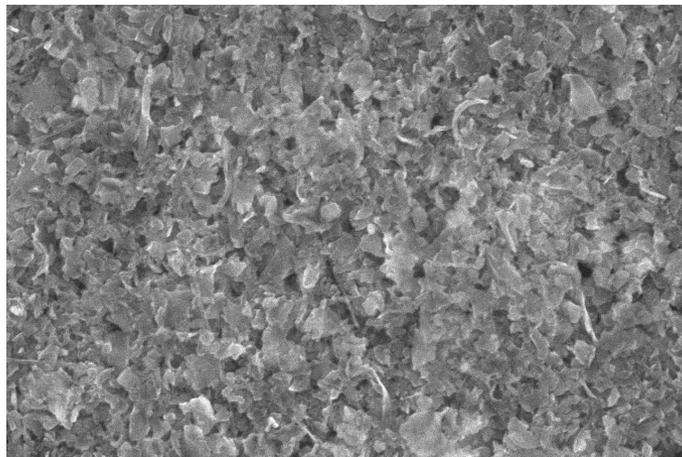


粉碎
シリコン

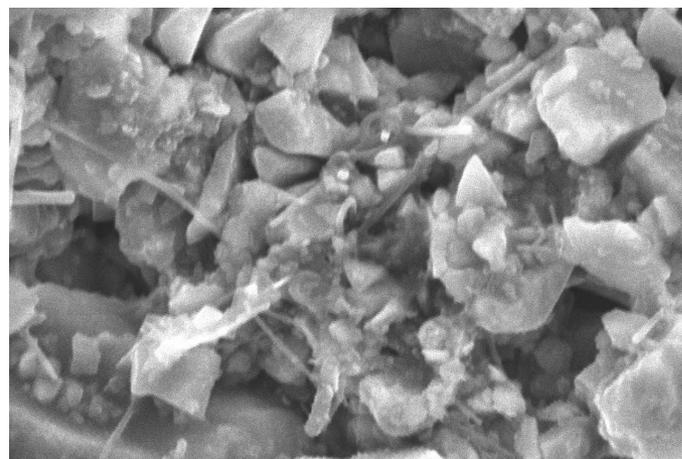
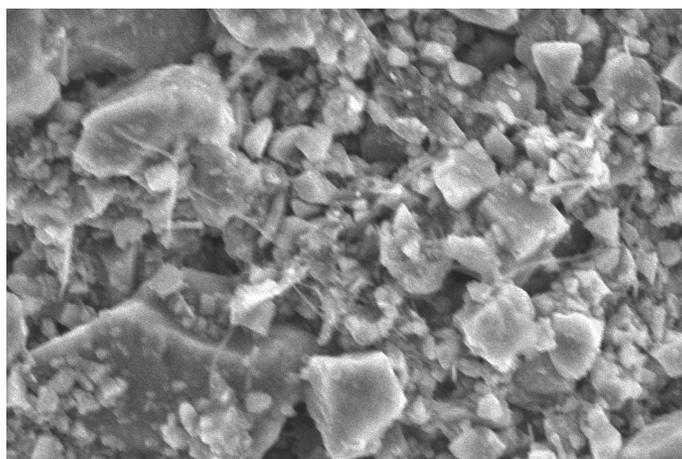


DGシリコン電極表面のSEM像

DG
シリコン



粉碎
シリコン



×5000 — 5 μm

×10000 — 1 μm

電気化学測定およびキャラクタリゼーション

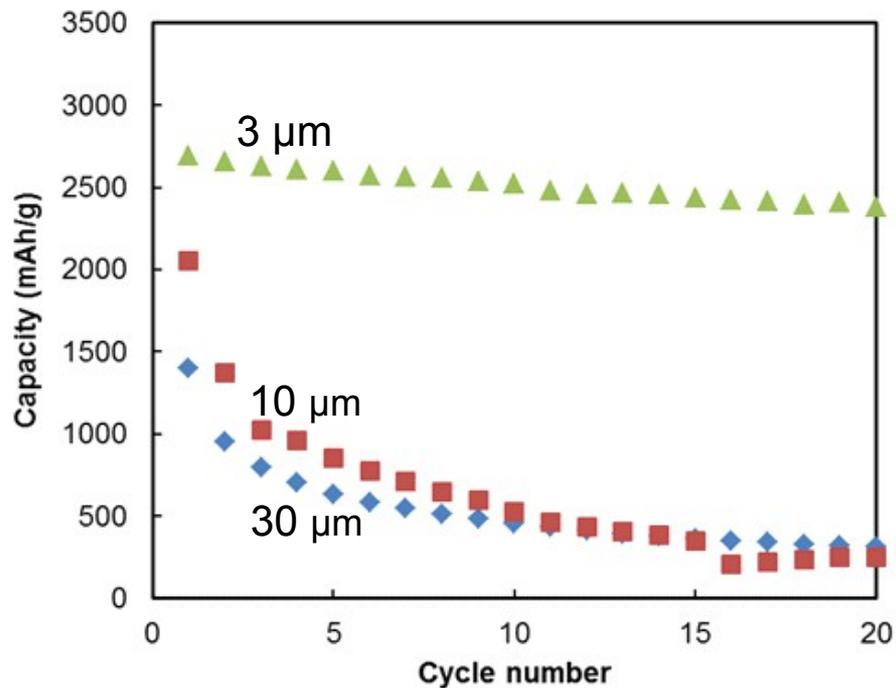
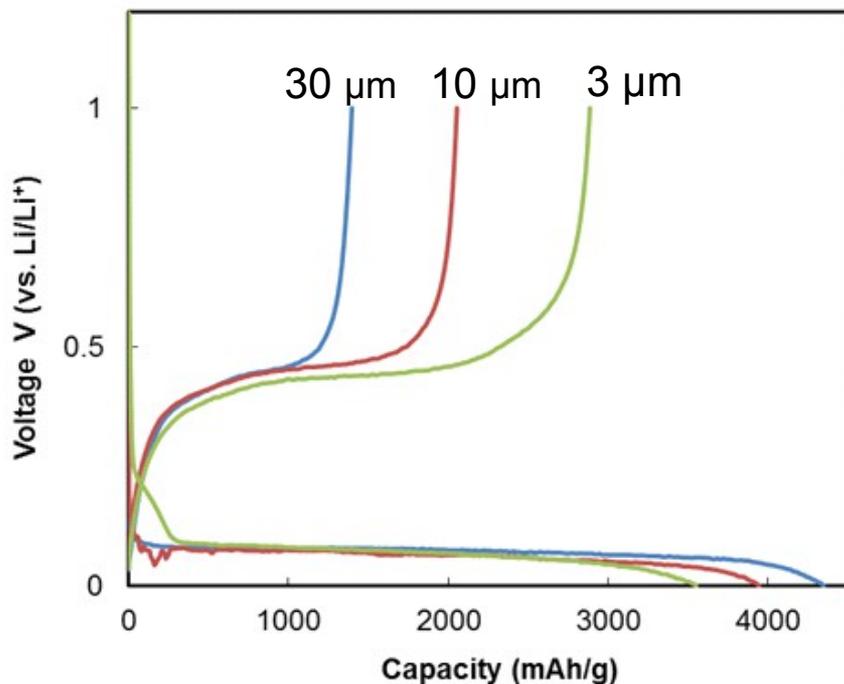
充放電試験条件

セル	CR2032コイン型セル
電極サイズ	11φmm
電解液	1 M LiPF ₆ EC:DEC (1:1 vol%)
セパレーター	ガラスセパレーター
カットオフ	0-1V vs. Li/Li ⁺
電流	0.5 CA
試験温度	30℃

キャラクタリゼーション

X線回折
レーザー回折粒度分布計
走査型電子顕微鏡

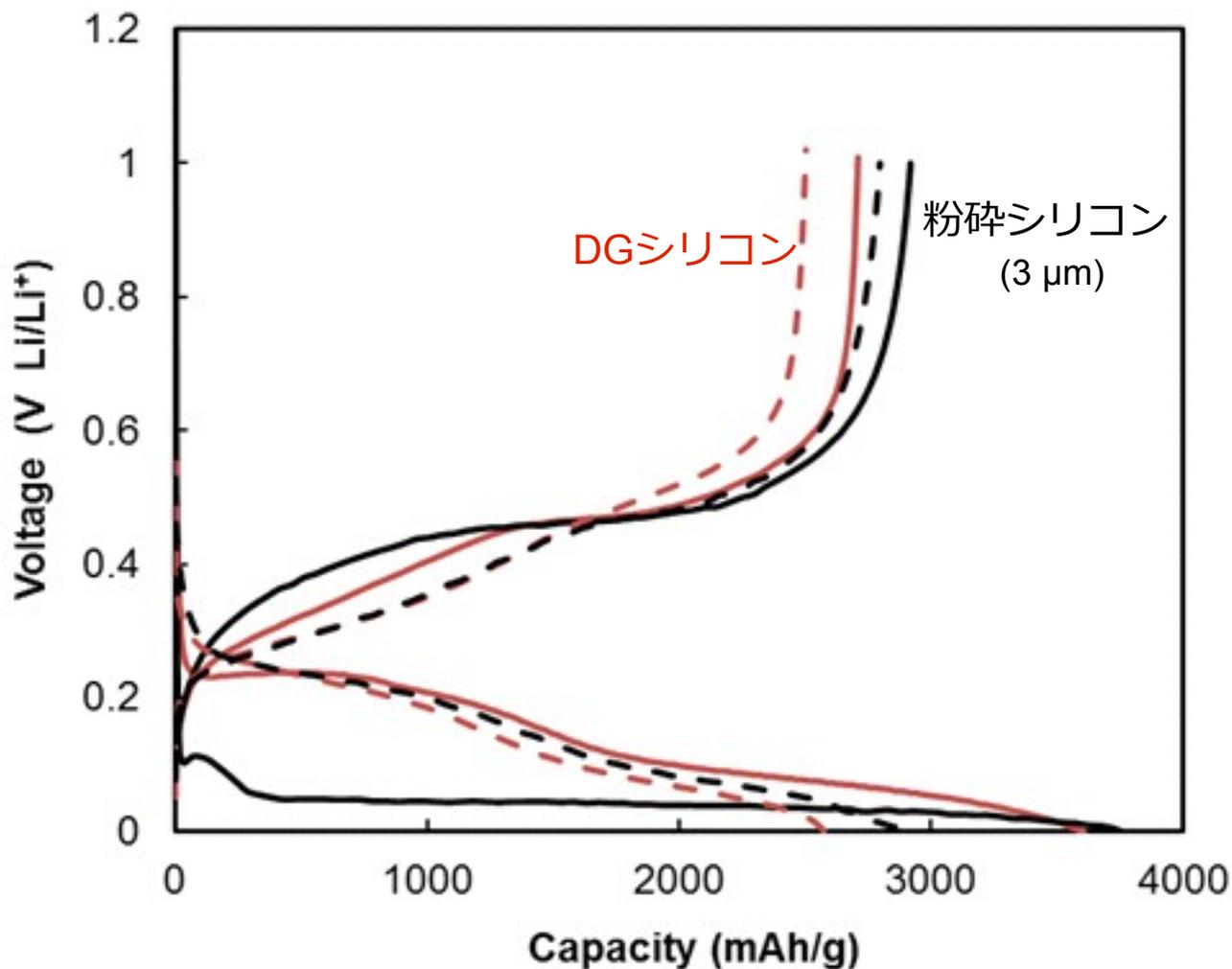
粉砕シリコンの粒径と電極特性



電流 0.2 CA

容量 3.0 mAh/cm²

DGシリコン負極の充放電曲線



— 1 st

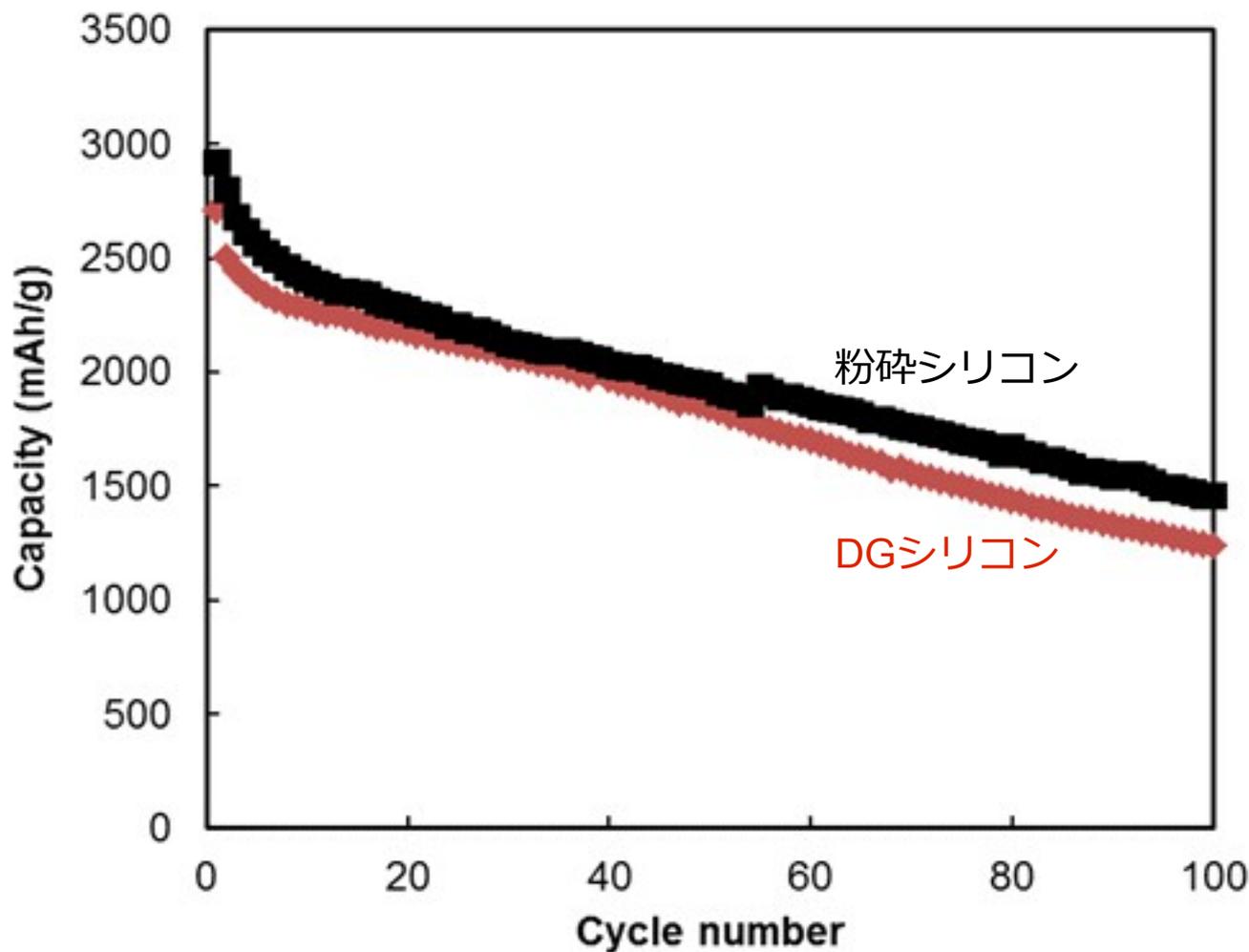
- - - 2 nd

電流 0.5 CA

活物質層厚み 7 μm

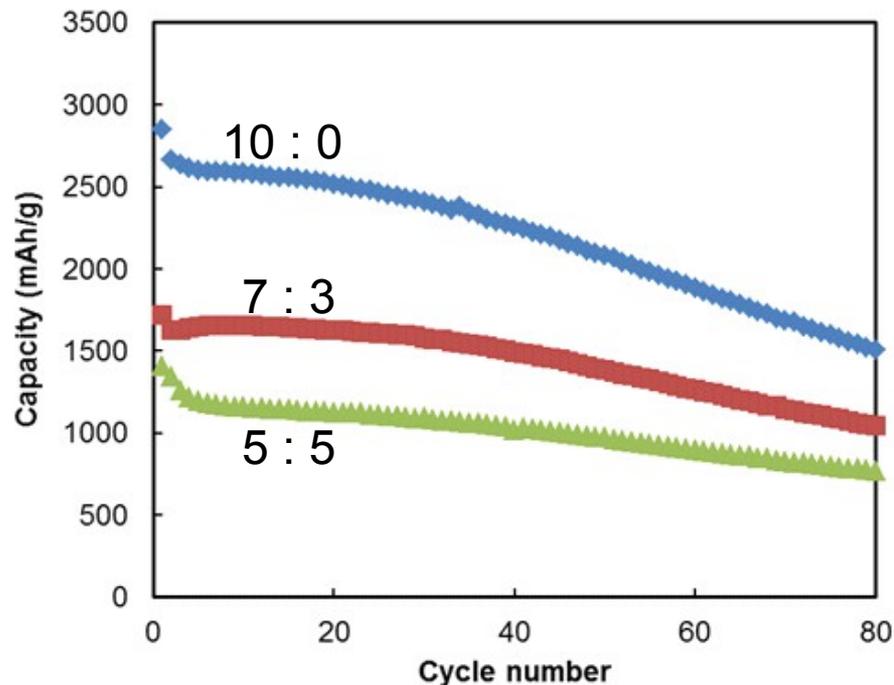
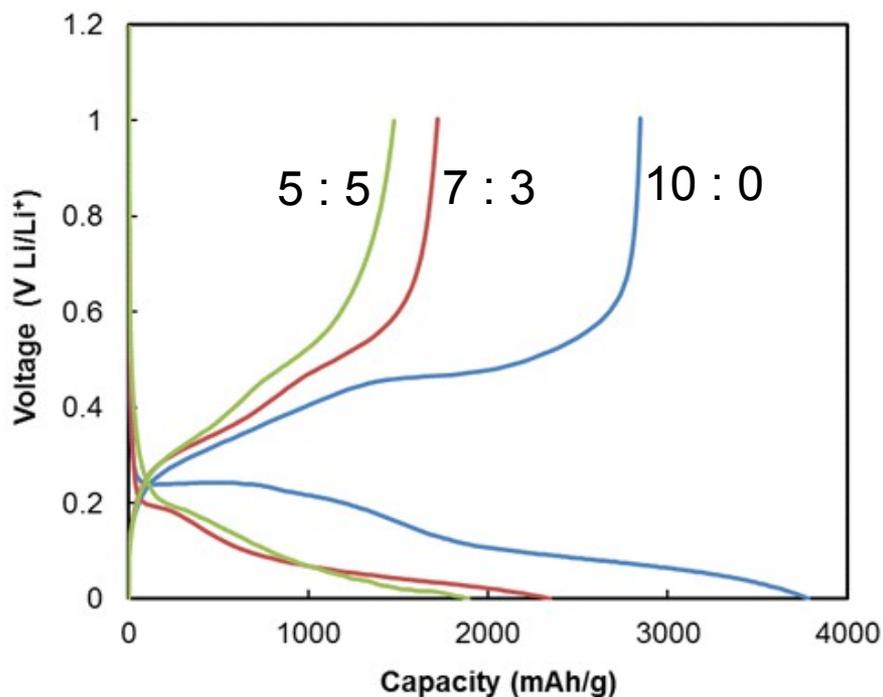
容量 3.0 mAh/cm²

DGシリコン負極のサイクル特性



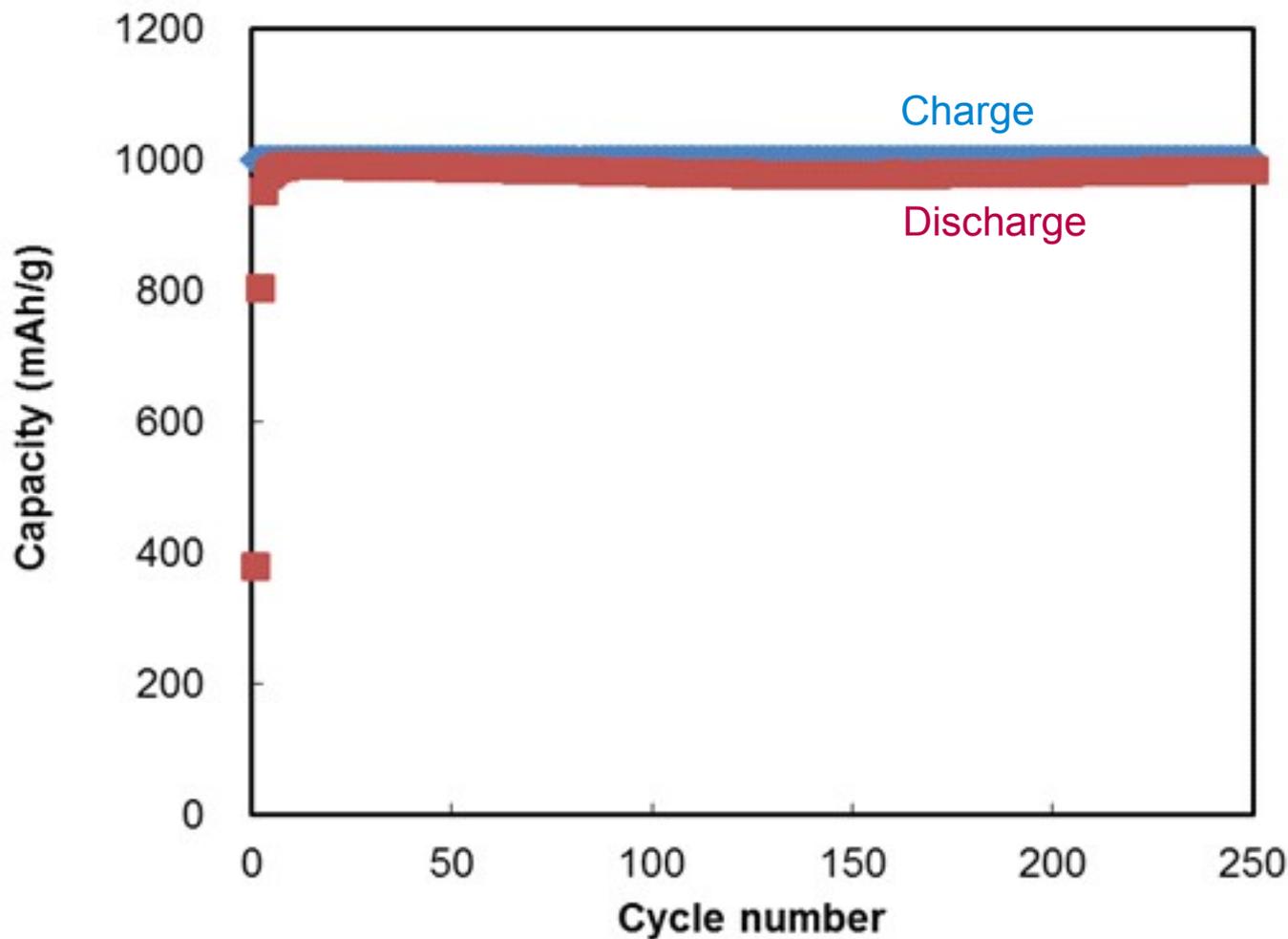
電流 0.5 CA
活物質層厚み 7 μm
容量 3.0 mA/cm²

ソフトカーボンとの複合化によるサイクル特性改善の試み



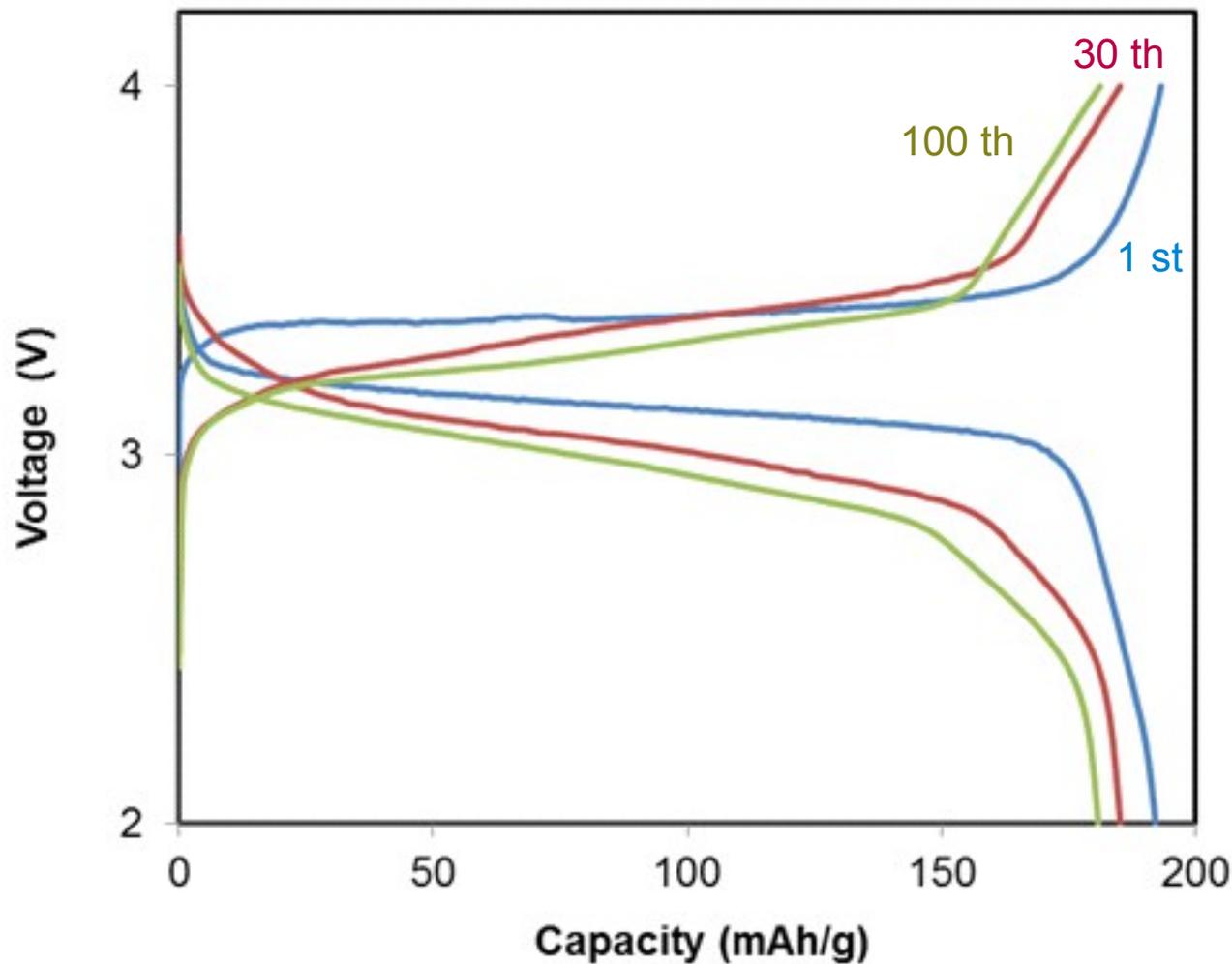
	Si : C wt. %	厚み μm	容量 mAh/cm ²
	10 : 0	7	3.0
	7 : 3	15	3.0
	5 : 5	17	3.0

容量規制によるサイクル寿命の改善



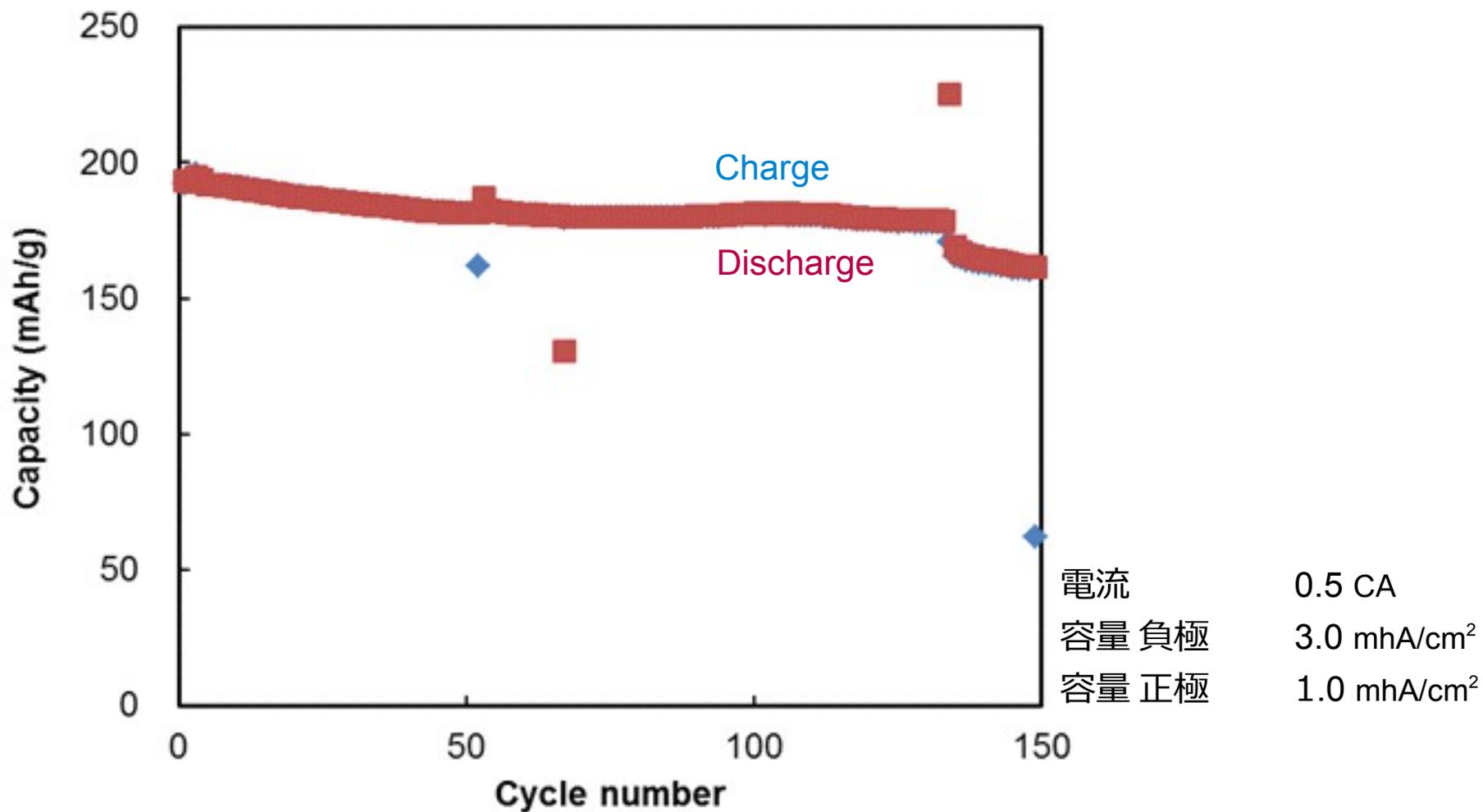
電流 0.5 CA
活物質層厚み 7 μm
容量 3.0 mAh/cm^2

LiFePO₄正極を用いた全電池の充放電曲線

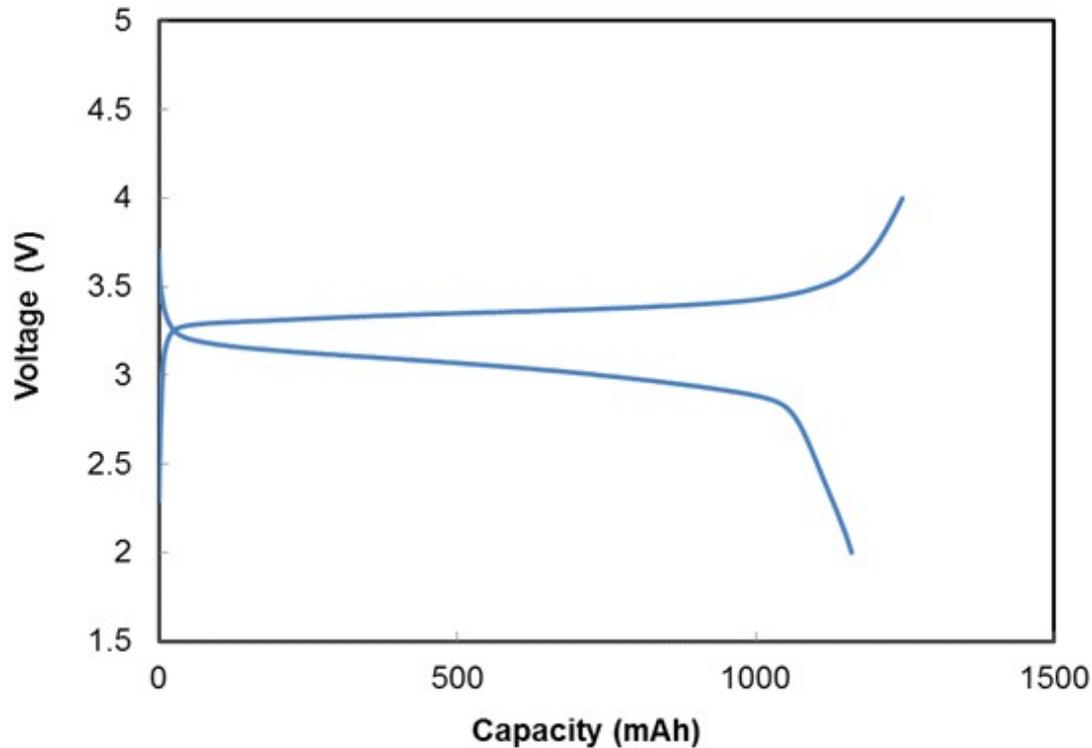


電流 0.5 CA
容量 負極 3.0 mAh/cm²
容量 正極 1.0 mAh/cm²

LiFePO₄正極を用いた全電池のサイクル特性



1 Ahクラスのラミネート型全電池による試験



電流 0.1 CA
容量 負極 3.0 mAh/cm²
容量 正極 1.0 mAh/cm²



まとめ

粉砕することなく得られたDGシリコンは、平均粒径が $1.3\mu\text{m}$ の細かい粒子からなるシリコン粉末であった。

DGシリコンを用いた電極の表面は、粉砕シリコンを用いた場合より滑らかであった。

DGシリコン負極には、初回サイクルの活性化過程が無かった。また、そのサイクル性能は粉砕シリコンと同等であった。

ソフトカーボンとの複合化や、容量規制によりDGシリコン負極の寿命特性を改善できることがわかった。

ご清聴ありがとうございました。

ご興味をお持ちの方は・・・

TMC株式会社

住所 大阪府東大阪市吉田本町3-5-53

電話番号 072-966-0400

T.M.C TOWN
MINING
CO.,LTD.


National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST