

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo. 601-1-05

**新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業
社会課題解決枠フェーズB（蓄電池利用促進分野）
独自ブレドープ法によるシリコン系負極材の基盤研究開発**

発表：2026年7月21日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 北野 高広

団体名 テックワン株式会社

問い合わせ先 テックワン株式会社 E-mail:t-kitano@tecone.co.jp TEL:090-4329-5099

会社概要

会社名: テックワン株式会社

住所: 石川県能美市浜町又161-4

設立: 1965年6月

事業内容: 合繊織物染色整理加工

売上高: 35億円 (2025)

従業員: 130名

主要取引先:

東レ(株)、帝人フロンティア(株)、東洋紡(株)、
ユニチカレーディング(株)、旭化成(株)、
伊藤忠商事(株)、三井物産(株)、蝶理(株)、
丸紅(株)、豊田通商(株)ほか

Head office



R&D center



1. 研究開発の動機・背景(1)

【内容】

高容量と高初期効率を両立できるリチウムイオン電池(LIB)用負極材料を開発する。

【背景・経緯】

一酸化ケイ素は高容量の負極材料であるが、初期効率が低いため添加量に上限があり更なる高容量化に対応できない。

【狙い、波及効果】

初期効率を改善しLIBの高容量化に寄与する

【事業期間】

社会課題解決枠フェーズB(蓄電池利用促進分野) 2021年8月～2023年7月

【事業化】

負極材メーカーとして電池メーカーに負極材を販売する。



1回の充電で長距離走りたい



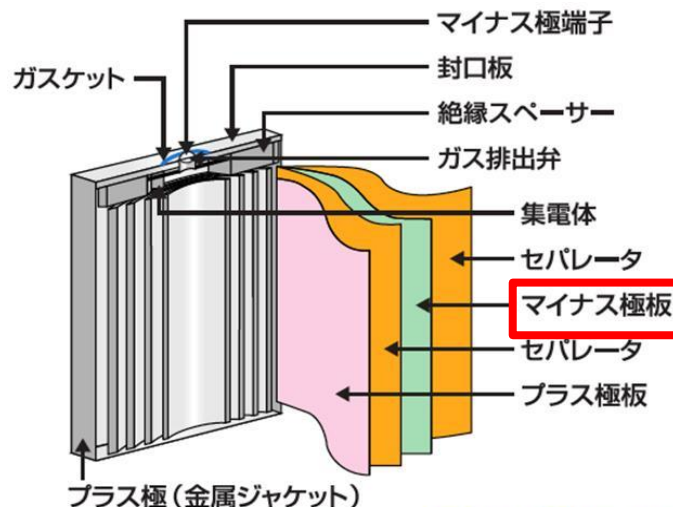
ドローン、産業機器

1回の充電で長距離飛びたい
多くの荷物を運びたい

電池の「高容量化」が必要

1. 研究開発の動機・背景(2)

リチウムイオン電池の構造



マイナス極(負極)板の構成

負極材(10-100 μ m厚)
黒鉛/シリコン系負極材/
バインダー等の混合物



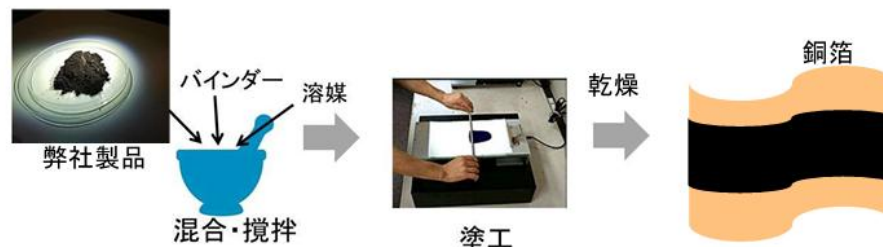
銅箔(10 μ m厚)

出典: (社)電池工業会

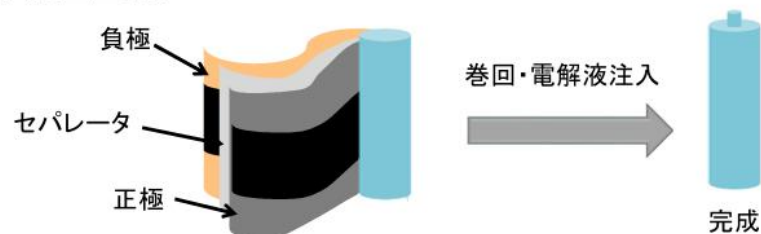
電解液: 有機電解液

シリコン負極材と電池製法

1. 負極板の製造



2. 組立工程

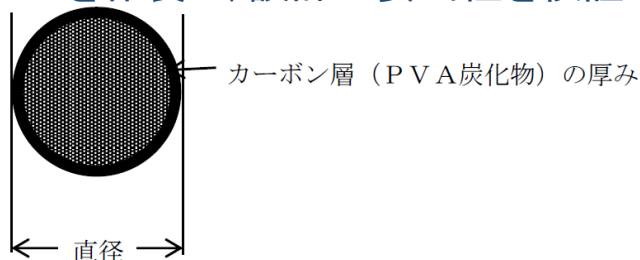


2. 研究開発の目的・内容(1)

研究開発の実績

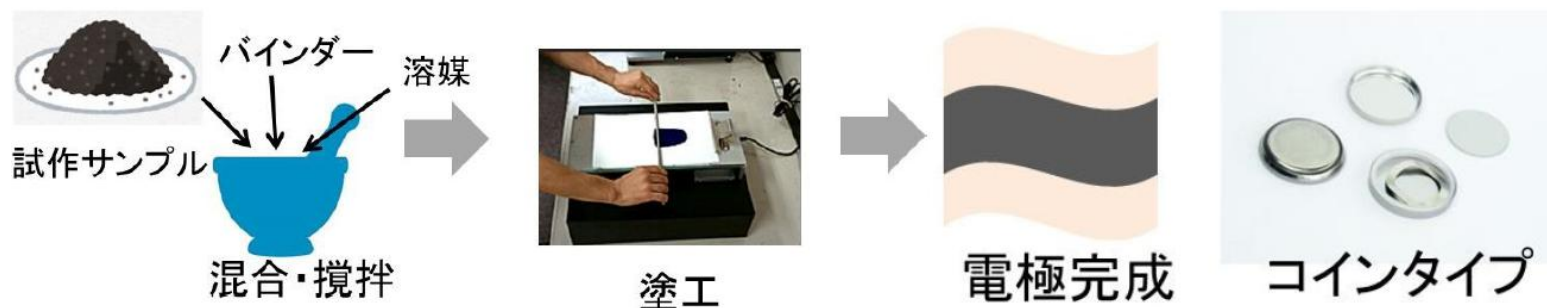
①負極材の粒子設計と原理確認

- 予備検討を行ったMgに加えてTi、Alも候補材料として数gのサンプルを作製し、金属種を決定する
- 目標達成のための最適な直径とカーボン層の厚みをこれまでの開発の知見を基に設計し、数gのサンプルを作製し、設計の妥当性を検証した



②電池評価条件の決定及び指導

- 負極材組成、電解液組成、セルサイズ、電池評価条件(開始電圧、終止電圧、充電レート、放電レート等)を決定した
- 集電極を銅箔とし試作サンプル、導電材、バインダー等を用いて決定した負極材組成で電極を作製、電極を打ち抜いてセパレータ、対極(リチウム箔)と組み合わせて、決定した電解液を注入しコインセルを作製、このコインセルを用いて決められた測定条件で電気化学評価した



2. 研究開発の目的・内容(1)

研究開発の実績

③製品原価低減

- 量産設備を用いて、サンプルを試作し得られた試作結果を基に量産時の製造原価を試算した。プレドープ工程の連続化による原価低減を図った
- 各工程ごとに量産機を保有する企業に外注し、テックワン株式会社が原料を納入、加工条件を指定して、加工品を引き取った。プレドープ工程は予備検討ではバッチ炉を使用していたが、連続炉に変更し生産性向上による原価低減を行った
- 連続炉での処理条件を決める際等の予備試験はバッチ炉を使用した。試作に際し各工程に必要な備品(焼成さや等)購入、設備改良があれば適宜行った

連続炉イメージ写真



④製品評価項目の決定

- 電池メーカーに納める本事業の製品は粉体なので、製品として担保すべき粉体評価項目の設定とこれを満たす測定方法の選定を行った。設計上必要な評価項目とユーザーニーズを踏まえ評価項目の取捨選択を行った
- プレドープ元素の測定を原子吸光分析、XRD測定にて行った。カーボン量を炭素硫黄分析にて行った。BET比表面積測定を行った

2. 研究開発の目的・内容(1)

研究開発の実績

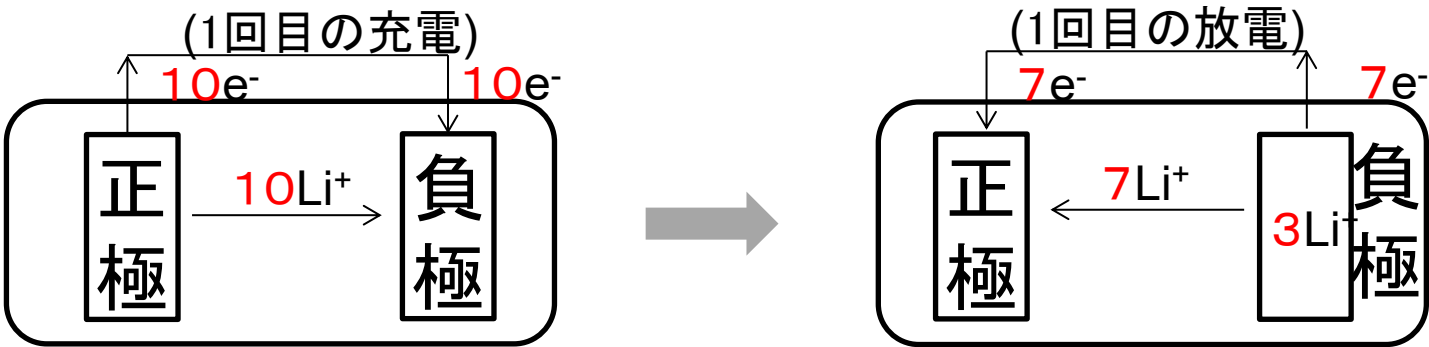
⑤ビジネスプランの作成

- 量産可能なサンプルとこれを用いた評価結果を基にリチウムイオン電池メーカーと面談し彼らのニーズにマッチしているか確認した。これらの活動を通じて目標とする性能や販売価格に変更が必要であれば見直した。
- 国内は直接、中国、韓国、台湾など海外メーカーへは電池関連の実績のある商社や調査会社を通じて本製品の紹介を行い、本開発品の性能を発揮できる用途を特定し、その用途のスペックに適合するか把握した。サンプル評価の依頼があれば、提供した。

SiO(一酸化ケイ素)の課題＝初期効率の向上

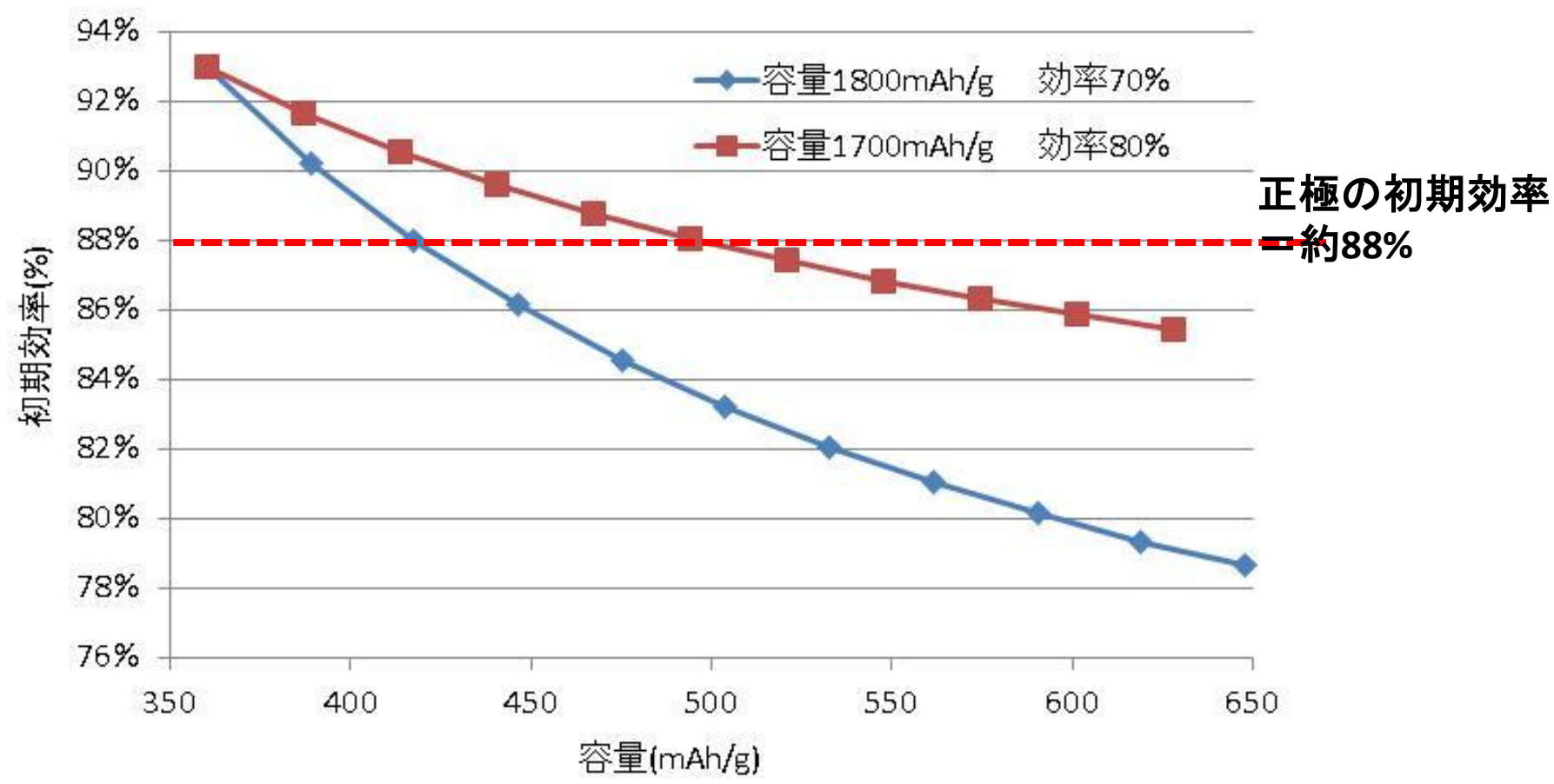
	黒鉛	金属Si	SiO	本開発
容量	☆	☆☆☆	☆☆	☆☆
寿命	☆☆☆	☆	☆☆	☆☆
初期効率	☆☆☆	☆☆	☆	☆☆

初期効率について(初期効率70%の例)



2. 研究開発の目的・内容(2)

SiOと黒鉛を混合した時の容量と初期効率の関係



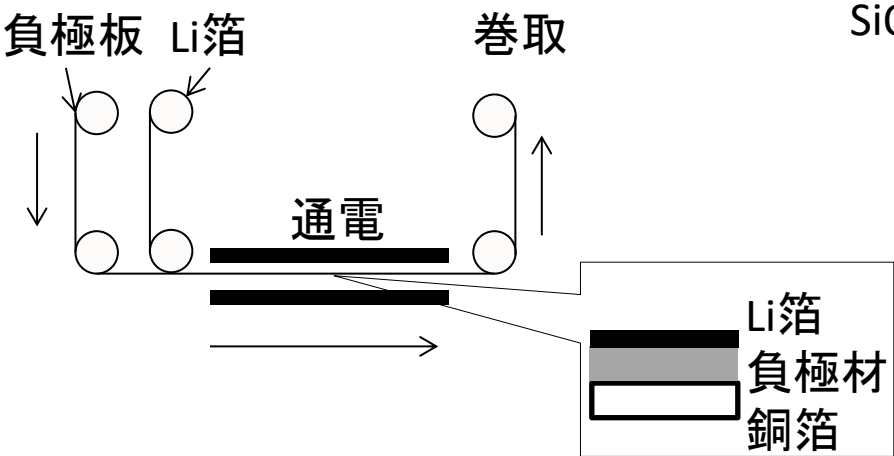
⇒ 初期効率の高いSiOを用いた方が**高容量の電池**を作ることができる

2. 研究開発の目的・内容(3)

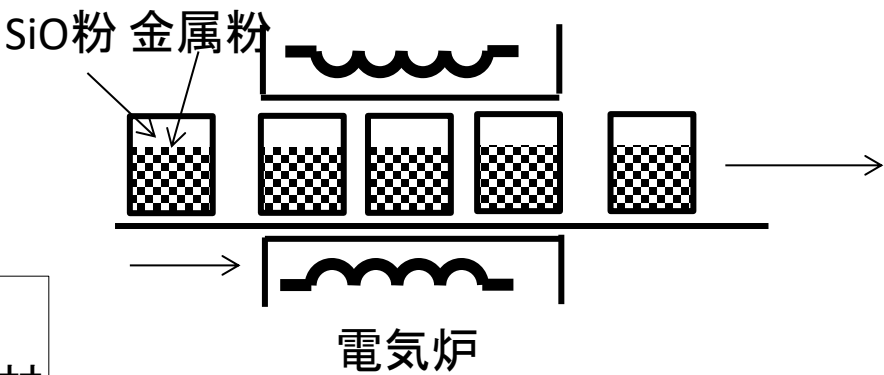
競合技術との比較(初期効率改善技術)
原理: SiOの金属による還元

	競合技術①	競合技術②	本技術
処理対象	電極シート	SiO粉体	SiO粉体
プレドーピング金属	Li	Li	Mg
生産効率・収率	×	○	○
量産性	×	×	○
コスト競争力	×	×	○

競合技術①



競合技術②、本技術



3. 研究開発計画

3. 1. 研究開発の目標(1)

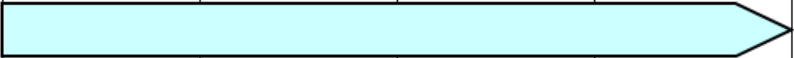
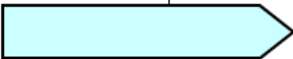
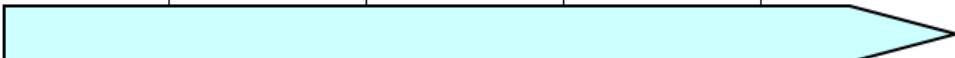
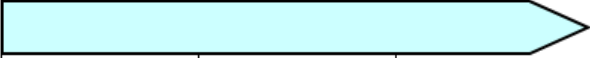
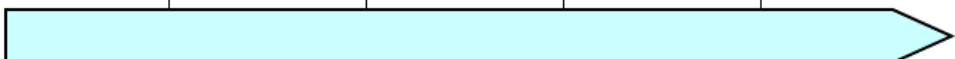
事業化する際の 最終目標	フェーズBの 達成目標 (本提案)	フェーズB終了 1年目の 達成目標	フェーズB終了 2年目の 達成目標
目標1:(製品性能) 放電容量1,700mAh/g 以上かつ 初期効率80%以上	同 1,400mAh/g 以上かつ 同80%以上	同1,500mAh/g 以上かつ 同80%以上	同1,700mAh/g 以上かつ 同80%以上
目標2:(製品原価) 製造原価10,000円/kg 以下	同15,000円 /kg以下	同13,000円/kg 以下	同10,000円/kg 以下

3. 研究開発計画

3. 1. 研究開発の目標(2)⇒達成済み

項目	目標（値）	実施担当者
①負極材の粒子設計と原理確認	放電容量 1,400mAh/g以上 初期効率 80%以上	
(a) 粒子設計	同上	信州大学
(b) 金属種選定・サンプル試作	同上	テックワン（株）
②電池評価条件の決定及び指導	容量、初期効率の測定法確立	
(a) 評価条件の決定	同上	北陸先端大
(b) 評価法試験	同上	テックワン（株）
③製品原価低減	15,000円/kg以下	テックワン（株）
④製品評価項目の決定	測定項目の選定と評価方法確立	
(a) 評価項目の決定	同上	石川県工業試験場
(b) 補足評価	同上	テックワン（株）
⑤ビジネスプランの作成	ユーザーニーズの確認	テックワン（株）
⑥技術動向調査	目標値を凌駕する技術の確認	信州大学、北陸先端大

3. 2. 実用化までの計画

助成期間終了後 実用化開発項目	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	予想される 重大な障害
① 製造技術開発						①収率低下による製造コストの上昇
② サンプル評価		◇継続／中断を判断				②要求特性を満足できない(評価期間の再延長)
③ 生産						③委託先の事故による納期遅延
④ 生産能力増強						④委託先の生産能力不足による生産量の減少
⑤ 販売						⑤代替技術の進歩による販売量の減少
投資金額（百万円）	10	0	0	0	0	
売上高（百万円）	1	108	194	437	787	
収益（百万円）	0	11	24	75	164	
直接新規雇用者数（累積人）	0	1	2	3	4	
間接雇用数を含む新規創出雇用者数（累積人）	10	10	10	42	74	

3. 3. 目標設定の根拠・理由

	本開発品	競合製品
構成成分	SiO/Mg	SiO/Li
初期効率(%)	80	85
放電容量(mAh/g)	1, 700	1, 600
価格(¥/kg)	10, 000	20, 000
工程通過性	○	×
保存安定性	○	×

①最終目標1(容量)の設定理由

市場での競合製品を踏まえて実現可能かつユーザー要求を達成できる値としてユーザーヒアリングの結果を基に設定した。

②最終目標2(価格)の設定理由

市場での競合製品を踏まえて実現可能かつユーザーにアピールできる値(現行比50%)としてユーザーヒアリングの結果(日立マクセル等)を基に設定した。

(ヒアリング先)

車両メーカー:  HYUNDAI

電池メーカー:  maxell  Envision  AESC  LG Chem  国軒高科 GOTION JAPAN  BAK 

SVOLT、天津力神、microvast、Amprius、他4社

4. まとめ(1)

■事業の目的・目標

【目的】

独自開発のプレードープ法を用いて高容量と高初期効率を両立できるリチウムイオン電池用負極材料を開発する。具体的にはマグネシウムを一酸化ケイ素 (SiO) にプレードープし、初期効率を改善させたシリコン系負極材を開発する。本開発品はエネルギー密度が高く競合技術に比べ生産性、価格競争力に優れているので今後市場が拡大する電気自動車向けや風力発電等の蓄電池に適している。これらを通じて再生可能エネルギーの導入普及に資する。

【目標】

製品性能：放電容量 1 5 0 0 mAh/g以上かつ初期効率 8 0 %以上

■事業の主な成果

目標を超える材料を開発、量産に成功した。

■課題と今後の取組

SiO 系に加え Si/C 系のニーズも発生しつつあり、これらへの対応も必要

■実用化・事業化の見通し

量産開始、事業化を開始し少量販売の実績を積み重ねている。

4. まとめ(2)

■ 特許取得状況

	CO	Patent No.	Title
1	JP	JP 4697901	process of making a carbon fiber...
2	US	US8,808,609 B2	process of making a carbon fiber...
3	DE	DE2527504	process of making a carbon fiber ...
4	CN	CN 102713039 B	process of making a carbon fiber ...
5	CN	ZL201410265803.X	process of making a carbon fiber ...
6	KR	KR 1422370	process of making a carbon fiber ...
7	JP	JP 5376530	Anode materials ...
8	JP	JP 5489184	Branched carbon fiber...
9	JP	JP 5510970	carbon fiber, method of ...
10	JP	JP 5334278	carbon fiber material...
11	US	US9,149,747 B2	carbon fiber material...
12	DE	DE2703530	carbon fiber material...
13	KR	KR 1400974	carbon fiber material...

	CO	Patent No.	Title
14	JP	JP 6142332	carbon fiber, method of ...
15	DE	DE3252193	carbon fiber, method of ...
16	CN	CN106537668 B	carbon fiber, method of ...
17	KR	KR1810439	carbon fiber, method of ...
18	JP	JP 6283801	carbon fiber, method of ...
19	JP	JP 6283800	carbon fiber, method of ...
20	KR	KR2006707	carbon fiber, method of ...
21	US	US.10720638.B2	carbon fiber, method of ...
22	CN	CN109923707B	carbon fiber, method of ...
23	JP	JP 6229245	carbon-silicon composite material...
24	KR	KR 1865633	carbon-silicon composite material...
25	CN	CN.107820645.B	carbon-silicon composite material...
26	JP	JP7220942	Composite material and method ...

5. 研究成果(進捗概要)

②電池評価条件の決定及び指導

- 評価に用いる電解液組成をカーボネート系電解液を中心に数種評価を実施
- フッ素系カーボネートを微量添加する組成が本評価系に最も適していることが分かった
- 導電材としてカーボンブラック、カーボンナノファイバー等を比較しカーボンブラックではアセチレンブラックが最も効率がよく、さらに微量のカーボンナノファイバーを添加することでより正確に材料評価を行うことができた
- 充電(負極材にリチウムイオンが入る反応)は定電流に加え定電圧を行う方法(CCCV)が最も正確に評価できることが分かった
- その他本材料に適した条件(充電レート、放電レート、終止電圧等)を決定した

③製品原価低減

- 量産設備を用いて、サンプルを試作し得られた試作結果を基に量産時の製造原価試算を実施
- 製造工程は工程1(SiO解砕)、工程2(プレドープ)、工程3(PVA処理)、工程4(炭化)、工程5(製品解砕)
- 本フェーズでは工程2(プレドープ)を従来のバッチ方式から連続炉に変更することで原価低減を図った
- 結果、量産時の原価試算は13,978円/kgであり、本フェーズの目標を達成した

5. 研究成果(進捗概要)

事業化する際の 最終目標	フェーズB 達成目標	フェーズB終了1年目 達成目標	フェーズB終了2年目 達成目標
目標1:(製品性能) 放電容量1700mAh/g 以上、かつ初期効率 80%以上	放電容量1400mAh/g 以上、かつ初期効率 80%以上	放電容量1500mAh/g 以上、かつ初期効率 80%以上	放電容量1700mAh/g 以上、かつ初期効率 80%以上
目標2:(製品原価) 10,000円/kg 以下	15,000円/kg 以下	13,000円/kg以下	10,000円/kg以下

①負極材の粒子設計と原理確認

- ドープ金属であるマグネシウムの添加量を検討しSiOの重量に対し10wt%の添加量が最適であることが分かった
- これ以上添加すると初期効率は上がるものの容量が大きく低下することが分かった
- マグネシウム以外の金属種を検討したところアルミニウムも初期効率向上の効果が得られることが分かったが、ドープ量に対する初期効率向上効果を考慮するとドープ金属種としてはマグネシウムが最適であった
- その他の設計項目として粒子径とカーボン層の厚みを設計／試作し、放電容量1,460mAh/g、初期効率80.1%であり、本フェーズの目標を達成することができた

5. 研究成果(進捗概要)

④製品評価項目の決定

- 電池メーカーに納める本事業の製品は粉体なので、製品として担保すべき粉体評価項目の設定と、これを満たす測定方法の選定を行った
- 設計上必要な評価項目とユーザーニーズを踏まえ評価項目の取捨選択を行った
- この結果、比表面積(BET法)、炭素含有量、粒径(D50)を必要項目として選定した

⑤ビジネスプランの作成

- 事業化に際しては、テックワン株式会社は材料メーカーとして、シリコン系負極材を電池メーカーに販売する
- 事業全体の管理はテックワン株式会社が実施する
- 各工程の管理は委託先が実施する

⑥今後の課題と取組み

- SiO系に加えSi/C系のニーズも発生しつつあり、これらへの対応も必要

⑦実用化・事業化の見通し

- 量産開始、事業化を開始し少量販売の実績を積み重ねている

5. 研究成果(進捗概要)

1500mAh/g

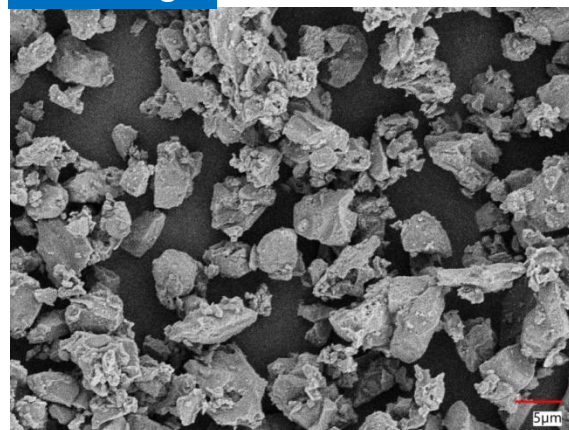
放電容量

87%

初期効率



SEM image



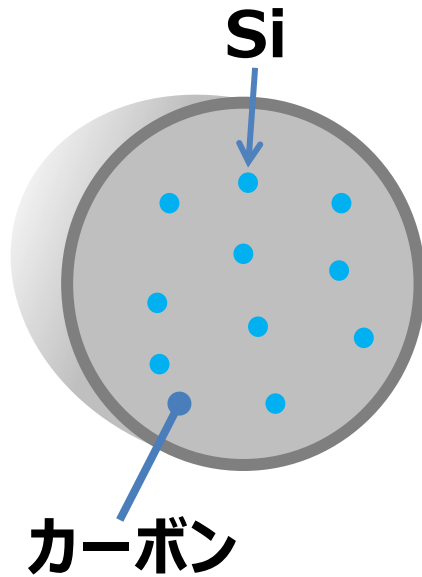
SPECIFICATION

粒径(D50)	6.0μm
比表面積	2.2m ² /g
炭素量	10wt%

供給能力: 1,000kg/月

5. 今後の技術課題: Si/C系材料のニーズ

粒子構造



物性比較

