

新エネルギー技術開発プログラム／次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発

「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発事業」 (中間評価)

(2007年度～2009年度 3年間)
プロジェクトの詳細説明(公開)

(2) 要素技術開発(電池構成材料開発)

NEDO技術開発機構
燃料電池・水素技術開発部 蓄電技術開発室
2009年 8月7日

1. 事業の目的(基本計画の抜粋)

<研究開発の必要性>

蓄電池技術は、燃料電池自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車等の次世代クリーンエネルギー自動車に共通するコア技術であり、多様な自動車エネルギー技術の中でも基盤的な性格を持つ。そこで、これらの次世代クリーンエネルギー自動車の早期実用化を促進するために、リチウムイオン電池等の高性能化・低コスト化のための要素技術開発、および電池制御装置やモーター等の格段の高性能化に資する周辺機器の技術開発を行う。

<研究開発の目的>

高性能リチウムイオン電池とその構成材料並びに周辺機器(モーター、電池制御装置等)の開発。

<実施内容>

2) 電池構成材料開発および電池反応制御技術の開発: 2015年以降での実用化を目途に、高性能なリチウムイオン電池の構成材料の開発、基本原理の解明などを行う。

<運営方法>

- ・ 初年度に公募により実施者を選定するが、2年目以降も必要に応じて公募を行う。
- ・ “2) 電池構成材料開発及び電池反応制御技術の開発”については、研究開発の進捗に応じて、“1) 電池開発”の実施者等との連携を求める場合がある。
- ・ 安全性の技術開発目標については、研究開発項目③「基盤技術開発」の安全性試験法や安全性評価基準策定の進捗に応じて、内容の高度化や具体化を求める場合がある。

2. 事業の概要(開発目標の位置づけ)

自動車用電池の開発の方向性

○ 改良、先進、革新の3フェーズで定められた開発戦略における開発目標

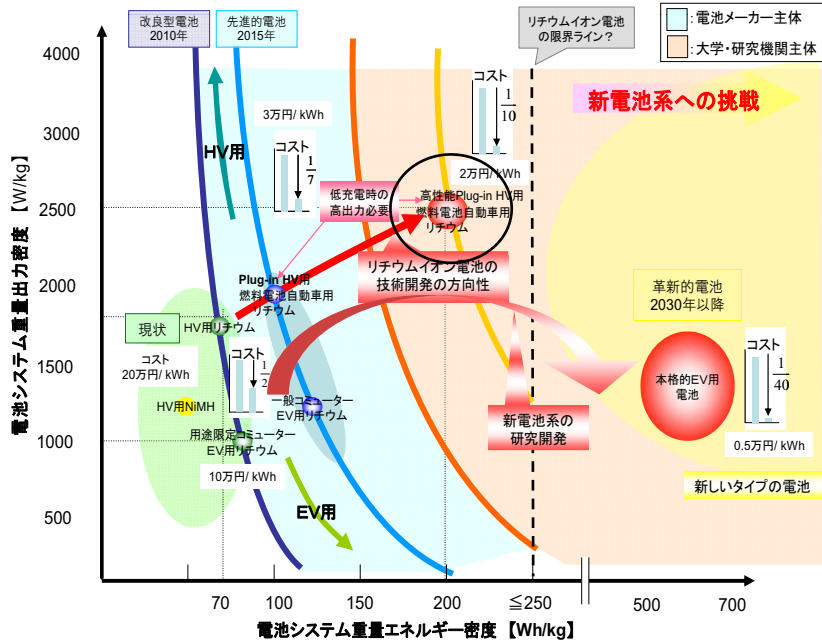


図3-19 要素技術開発(電池構成材料)の開発ターゲット

2. 事業の概要

次世代自動車(HEV、EV、FCV等)の早期実用化に資するために、高性能かつ低コストの二次電池及びその周辺機器の開発を実施。

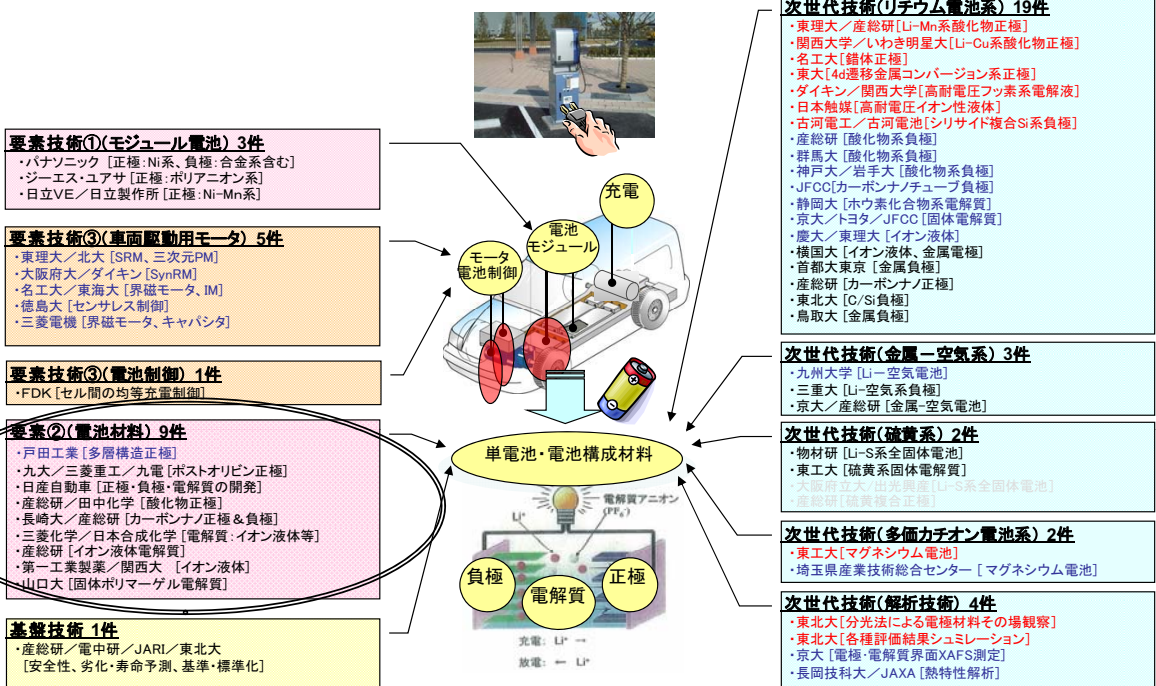


図3-20 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の研究内容(平成21年度)
(本研究開発項目の対象テーマは太枠で囲われている)

2. 事業の概要 & 3. 研究開発実施スケジュール

	正極	電解質	負極
電池構成材料開発	九州大/三菱重工/九州電力 ・MF ₃ フッ化金属ヘロ7スルチ系 ・LiMnPO ₄ 、Li ₂ MPO ₄ F(フッ素化) ・Li ₂ MSiO ₄ (ケイ酸化)	三菱化学/日本合成化学工業 ・ヘテロ元素(F,S,P等)含有溶媒 ・イオン液体・ゲル化	日産自動車 ・Li-Si系
	日産自動車 ・固溶体系、珪酸塩系、遷移金属4配位系	関西大/第一工業製薬 ・FSA(FSI)アニオン系イオン液体	長崎大/産総研 ・グラファイトナノ多孔体 ・Liホスト金属(Sn,Si,Li) ・カーボンナノ複合多孔体
	産総研/田中化学 ・Li ₂ MO ₃ (M: Mn and Fe) ・Li _{0.44+x} MO ₂ (M: Mn and Ti)	産総研 ・非対称パーフルオロアニオン系イオン液体	
	戸田工業 ・Li(NiCoAl)O ₂ ・Li _{1+w} (Ni ₃ Co ₃ Mn ₂) _{1-w} O ₂	山口大 ・固体ポリマーゲル電解質	
	長崎大/産総研 ・カーボンナノ複合多孔体 (V ₂ O ₅ , LiMnPO ₄ , LiFePO ₄ , LiMn ₂ O ₄)		

図3-21 要素技術開発(電池構成材料開発)の開発ターゲット

	平成19年度	平成20年度	平成21年度 (中間評価)	平成22年度	平成23年度
①要素技術開発 (電池構成材料開発 および電池反応制御 技術の開発)	公募 → (8)	(8)	延長審査 → (8)	→	→
	公募 → (1)	(1)	延長審査 → (1)	→	→

図3-22 プロジェクトの年度計画(要素技術開発:電池構成材料開発)

3. 研究開発実施スケジュールと予算

表3-8 研究予算一覧表(要素技術開発:電池構成材料開発)

委託先	研究予算(百万円)			
	H19fy	H20fy	H21fy	総額
(国)九州大学/三菱重工業(株)/九州電力(株)	124.7	123.3	71.8	319.8
(独)産業技術総合研究所/(株)田中化学研究所	49.9	57.1	76.4	183.4
戸田工業(株)	-	68.0	50.7	118.7
日産自動車(株) [再委託](学)神奈川大学/(国)東京工業大学	131.0	167.9	105.0	403.9
(国)長崎大学/(独)産業技術総合研究所	40.0	40.0	40.0	120.0
三菱化学(株)/日本合成化学工業(株)	136.6	107.7	55.4	299.7
(学)関西大学/第一工業製薬(株) [再委託]エレクセル(株)	99.4	82.7	43.8	225.9
(国)山口大学	16.6	22.2	9.4	48.2
(独)産業技術総合研究所	40.0	50.0	55.0	145.0
	638.2	718.9	507.5	1864.6

4. 研究開発目標と達成度

単電池(ラミネートセル~円筒型セル相当)を作製し、以下の目標(性能目標は3 kWh級パック電池の換算値)を満足すること

- ・重量エネルギー密度: 200 Wh/kg
または
- ・重量出力密度: 2500 W/kg
のいずれか一方を満足し、
他方については見通しを示す。
- ・コスト: 3 万円/kWhの見通しを示すこと
(100 万パック/年生産時)
- ・安全性: 車載時の濫用に耐えること

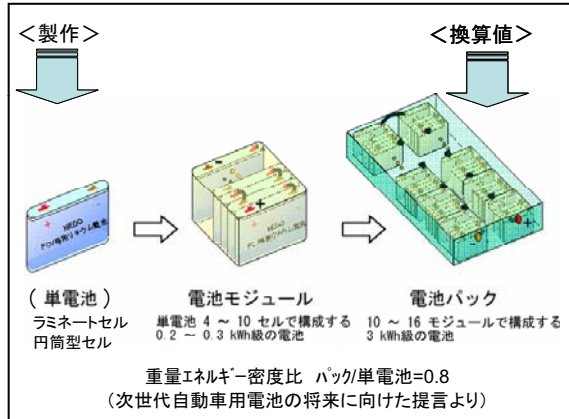


図3-23 電池パックから単電池への重量エネルギー密度の換算イメージ図

表3-9 電池パックの重量エネルギー密度並びに重量出力密度を NEDO目標値に設定した際の単電池の換算値

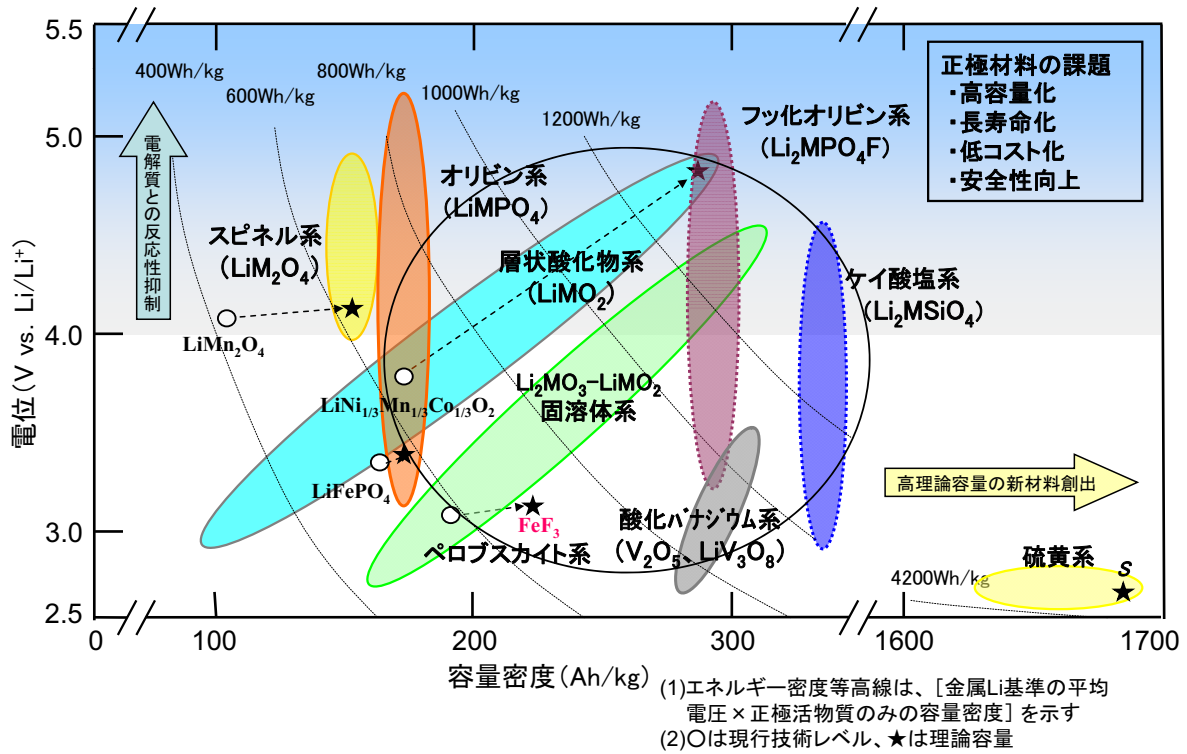
	単電池	電池パック
重量エネルギー密度 (Wh/kg)	250 (=200/0.8)	200
体積エネルギー密度 (Wh/L)	500 (=250x2)	240 (=200x1.2)
重量出力密度 (W/kg)	3,125 (=2,500/0.8)	2,500
体積出力密度 (W/L)	6,250 (=3,125x2)	3,000 (=2,500x1.2)

4. 研究開発目標と達成度

項目	中間目標	達成度	最終目標(18650相当のセル)
正極材料	活物質レベル中心での、 ・重量エネルギー密度 ・重量出力密度 ・サイクル寿命 ・低温特性 ・粒径 ・コスト ・安全性 等の目標を各委託先が設定	○	小型単電池を作製し、以下の目標(性能目標は3kWh級パック電池の換算値)を満足することとする。なお、下記エネルギー密度及び出力密度のバック値から単電池への換算は、2006年8月経済産業省報告書「次世代自動車用電池の将来に向けた提言」 < http://www.meti.go.jp/report/data/g60824bj.html >を参照
負極材料	活物質レベル中心での、 ・重量エネルギー密度 ・重量出力密度 ・サイクル寿命 ・コスト 等の目標を各委託先が設定	○	重量エネルギー密度: 200 Wh/kg または 重量出力密度: 2500 W/kg のいずれか一方を満足し、 他方については見通しを示す。
電解質材料	新規電解質の合成 ・イオン伝導度 ・Li ⁺ イオン輸率 ・電位窓 ・安全性 ・計算科学の利用 等の目標を各委託先が設定	○	コスト: 3 万円/kWhを見通しを示すこと (100 万パック/年生産時) 安全性: 車載時の濫用に耐えること

H21年度末時点での、達成度(○:達成済または見込み、△:達成には大幅な特性改善が必要、×:達成困難)

5. 研究成果(正極材料)



5. 研究成果(正極材料)

■フッ素化鉄ペロブスカイト材料の開発

三菱重工業/九州大学/九州電力

LiFeF₃のインターカレーション反応(Li⁺+e⁻+FeF₃→LiFeF₃)の理論容量237 mAh/g、コンバージョン反応(3Li⁺+3e⁻+FeF₃→Fe+3LiF)で理論容量711 mAh/g、エネルギー密度1,400 Wh/kgを見込めることから、3電子反応まで可逆なコンバージョン系を組める有望な系であることが判明(図3-24)。FeF₃の合成方法について湿式法での検討結果、材料コスト約1,700円/kg以下を達成の目処(図3-25)。

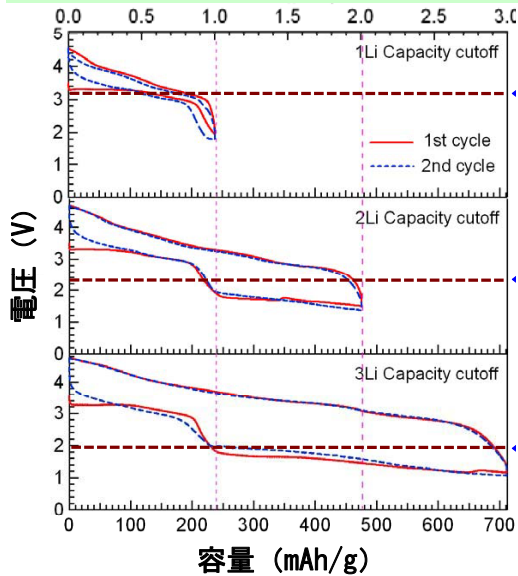


図3-24 FeF₃の対Li充放電特性サイクル深度依存性

化学的Li処理によりLiFeF₃の合成に成功。化学的に挿入されたLiが電気化学的活性を保って充放電動作可能なことを確認。

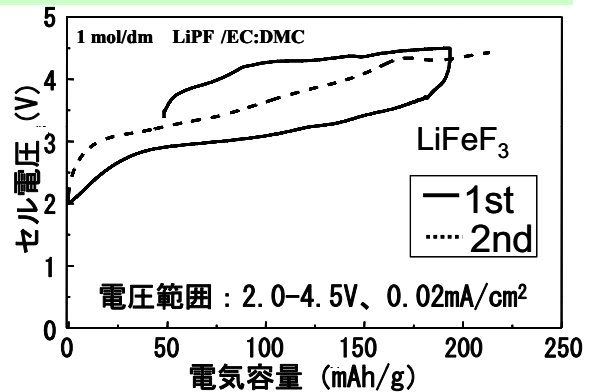


図3-25 ケミカルLiプレドープ処理により合成したLiFeF₃の充放電特性

5. 研究成果(正極材料)

■新規酸化物正極材料の開発

産総研／田中化学

①新規酸化物正極材料の開発

Li₂MO₃系では鉄含有Li₂MnO₃に対して空気酸化工程を見直し、鉄含有量を10-50%の試料を作製、Fe固溶により初期充電電位が低減され、30°C、1.5-4.8 Vの範囲で初期放電容量が250 mAh/g以上を見出した。また、Ti含有Li₂MnO₃も見出し、同じ電位範囲で初期充放電容量が250 mAh/g以上を見出した。

Li_{0.44+x}MO₂系では、田中化学研究所製Mn-Ti複合水酸化物を出発原料とするナトリウム酸化物合成-Na/Liイオン交換-Liイオン挿入の素材合成技術に加え、室温条件下でのリチウム処理プロセスを適用し、電圧範囲2.3-4.8 Vで初期充放電効率を83%から99%に改善。

このLi挿入処理品Li_{0.44+x}Mn_{0.51}Ti_{0.49}O₂は、電圧範囲2.0-4.8 Vで初期放電容量253 mAh/g、初期放電エネルギー密度814 mWh/gを見出した(図3-26)。

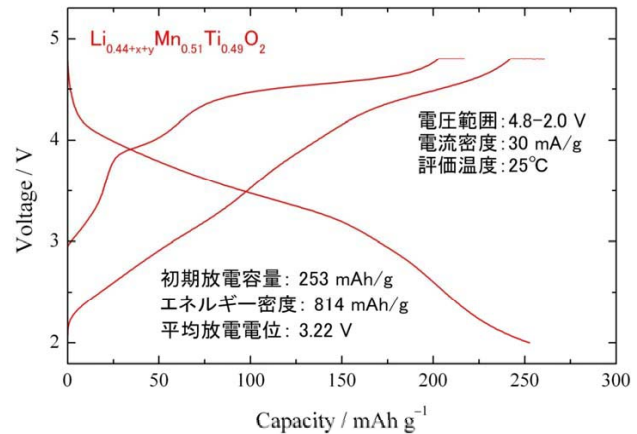


図3-26 Li_{0.44+x}MO₂のLi対極での充放電プロファイル

5. 研究成果(正極材料)

②電極素材特性評価

産総研／田中化学

鉄含有Li₂MnO₃系について、充放電初期特性を支配し得る因子を見出すために、分析電子顕微鏡による構造解析では実空間での構造評価を行った。X線回折法との相補的な構造解析により、一次粒子内の鉄、マンガンの分布状態と構造を調べ、共通の酸素格子に対してナノスケールの遷移金属(Fe、Mn)濃度分布を有するLiFeO₂-Li₂MnO₃ナノドメイン構造となっていることがわかった。また、Liの分布を可視化することに成功し、充放電におけるLi脱離・挿入と遷移金属分布との相関を調べ、電気化学的不活性相と考えられてきたLiFeO₂ドメインよりLi脱離が優先的に進行することなど、ナノドメイン構造の役割を明らかにした(図3-27、図3-28)。

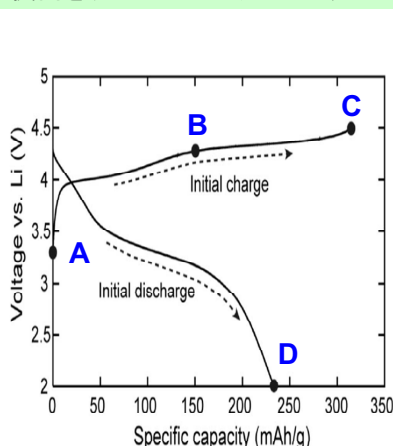


図3-27 鉄含有Li₂MnO₃系正極材料のLi対極での充放電特性

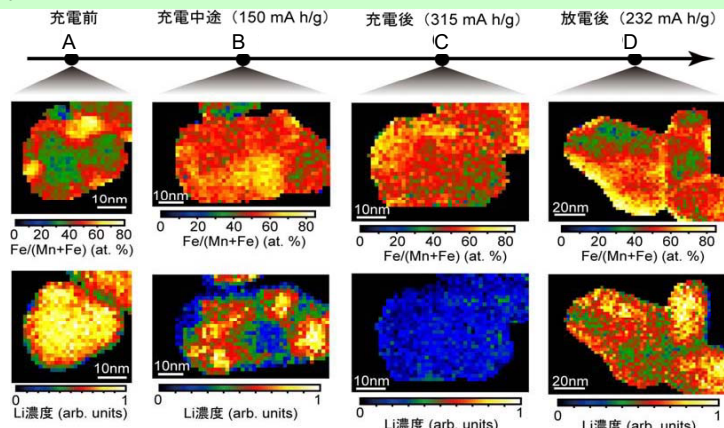


図3-28 鉄含有Li₂MnO₃系正極材料粒子の充電・放電の各過程(左から右、図3-27のA~Dに対応)での遷移金属元素濃度分布図(上図)とリチウム元素濃度分布図(下図)

5. 研究成果(正極材料)

■ 多層構造正極材料の開発

戸田工業

放電容量: LiMnNiCoO_2 系材料は、 $0.4\text{Li}_2\text{MnO}_3 \cdot 0.6\text{LiMn}_{0.44}\text{Ni}_{0.36}\text{Co}_{0.20}\text{O}_2$ の組成について各充電電圧に対する放電容量を確認したところ、充電電圧4.5V以上で250mAh/g以上の高い放電容量を達成(図3-29&図3-30)

熱安定性: $\text{Li}(\text{NiCoAl})\text{O}_2 < (1-x)\text{Li}_2\text{Me}^{4+}\text{O}_3 \cdot x\text{LiM}^{3+}\text{O}_2$ composite material $< \text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$



コア及びシェル用の正極材料組成と電池基本性能の関係については、放電容量、レート特性、熱安定性から $\text{Li}(\text{NiCoAl})\text{O}_2 < \text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2 < (1-x)\text{Li}_2\text{Me}^{4+}\text{O}_3 \cdot x\text{LiM}^{3+}\text{O}_2$ composite materialの優位性を確認

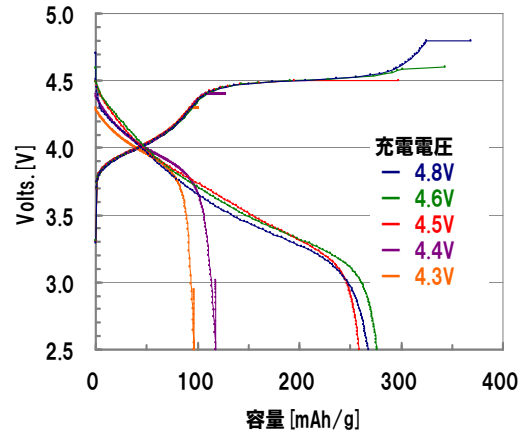
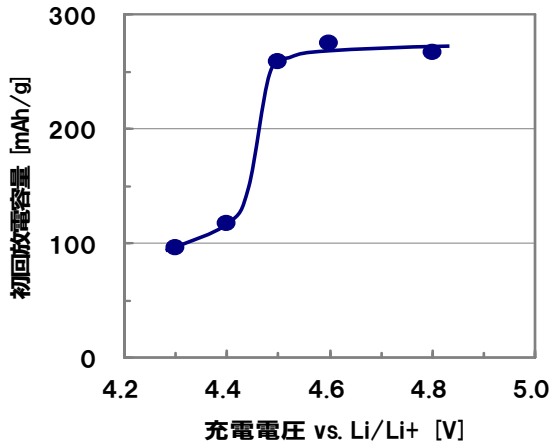


図3-29 初回充電電圧を変更した場合の放電容量

図3-30 初回充電電圧を変更した場合の充電・放電曲線

5. 研究成果(正極材料)

■ Li_2MnO_3 - LiMO_2 系材料の開発

日産自動車

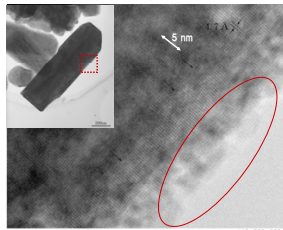
劣化メカニズム解明:

通常の処理をしたサンプルは、50サイクル後には一次粒子の表面がアモルファス化していたが、段階的電気化学前処理をすると、粒子にマイクロクラックも、結晶の乱れも観察されなかった(図3-31)。この前処理は、充放電初期過程における結晶構造の変化をマイルドに進行させるため、構造破壊が抑制されたと考えた。



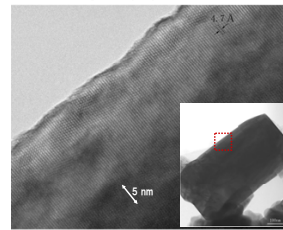
放電容量: 最大容量252mAh/g、100サイクル後の容量保持率93%を示すことが明らかになった(図3-32)。

未処理試料の明視野像



表面層がアモルファス化

前処理試料の明視野像



表面層のアモルファス化抑制

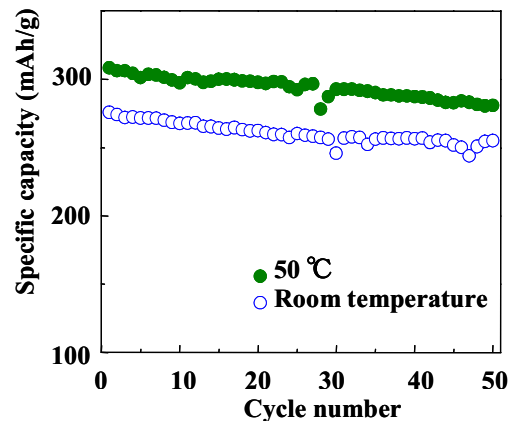


図3-31 50サイクル後 $\text{Li}[\text{Ni}_{0.17}\text{Li}_{0.2}\text{Co}_{0.07}\text{Mn}_{0.56}]\text{O}_2$ の格子像

図3-32 $\text{Li}[\text{Ni}_{0.17}\text{Li}_{0.2}\text{Co}_{0.07}\text{Mn}_{0.56}]\text{O}_2$ の充電サイクル特性

5. 研究成果(正極材料)

■ 燐酸マンガンリチウム系の開発

長崎大学/産総研

① 超臨界流体を用いたナノ結晶合成法の開発

超臨界流体を用いて、従来の固相合成法等に比べ格段に低い反応温度(400°C程度)、短い反応時間(10分以内)でオリビン型 LiMnPO_4 のナノ結晶を得る合成法を開発(図3-33)。 LiFePO_4 については、濃度や温度等の条件最適化により、結晶サイズを精密に制御できることを明らかにした。 LiMnPO_4 についても、超臨界流体中での合成によりナノ結晶を得ることに成功した。

② LiMnPO_4 ・カーボン複合ナノ多孔材料の開発

LiMnPO_4 とカーボンの複合壁からなるナノ多孔体を合成することに成功し、関連研究の中で最も優れた充放電特性を得た(図3-34)。

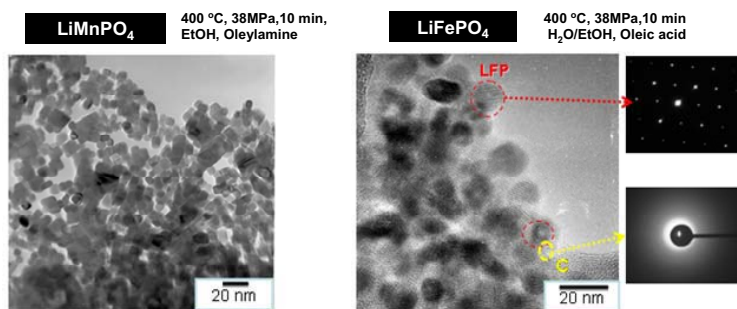


図3-33 超臨界流体を用いた LiMnPO_4 ナノ結晶

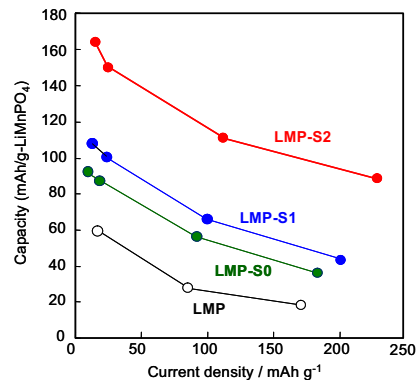
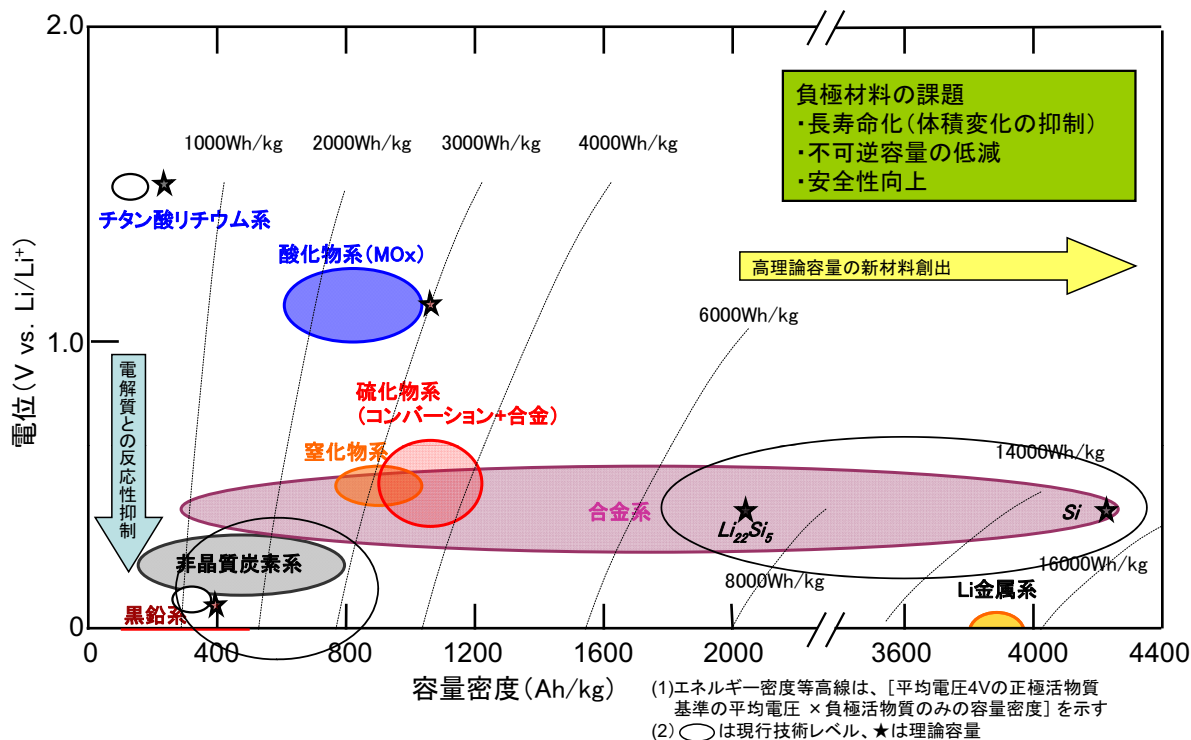


図3-34 LiMnPO_4 ナノ多孔体のレート特性¹⁵

5. 研究成果(LIB用負極材料の技術マップ)



5. 研究成果(負極材料)

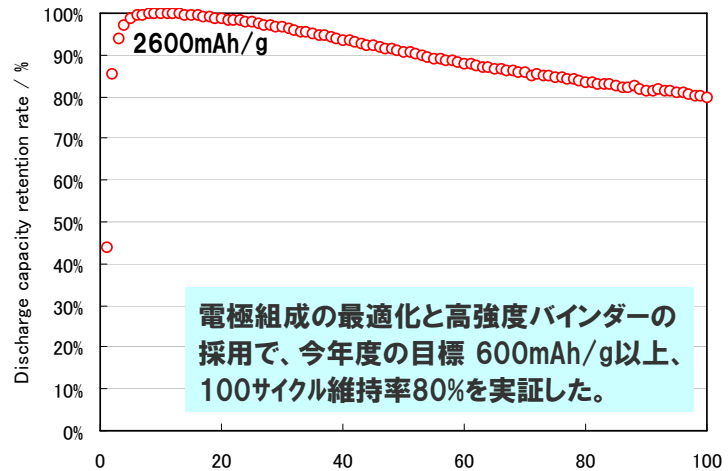
日産自動車

■負極材料 (Si系材料)

- (1) サイクル耐久性の向上を目的としたシリコン合金負極の探索、最適化の効率化のため、コンビナトリアル電極製作装置を導入、ハイスループット実験のプロセスを確立。
- (2) シリコン粒子の電子伝導性が高いほど、導電助剤の割合が増加するほど、無機酸化物を用いてシリコン粒子を複合化処理することで、サイクル特性が向上。

サイクル特性改善負極材料は、充放電後、シリコン粒子の微粉化やSEI形成に伴う劣化が抑制。

100サイクルでの容量600mAh/g以上、容量維持率80%以上を実証(図3-35)。



電極組成の最適化と高強度バインダーの採用で、今年度の目標 600mAh/g以上、100サイクル維持率80%を実証した。

図3-35 複合化処理したシリコンの充放電特性

5. 研究成果(負極材料)

長崎大学/産総研

■負極材料 (マクロ多孔グラファイト材料)

マクロ多孔グラファイト材料を合成し、バルク黒鉛材料よりも大幅な高速充放電特性の向上を明らかにした(図3-36)。

触媒を用いて、低温(1000°C以下)でハードカーボン系原料からもマクロ多孔グラファイト材料を得ることに成功。さらに、多孔カーボンとLiホスト金属(Sn, Si, Li)のナノ複合化技術の開発も実施。

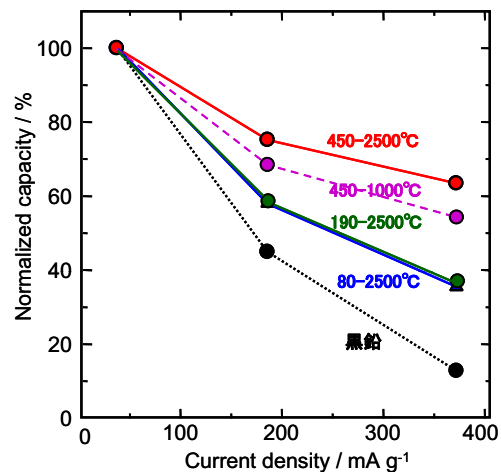
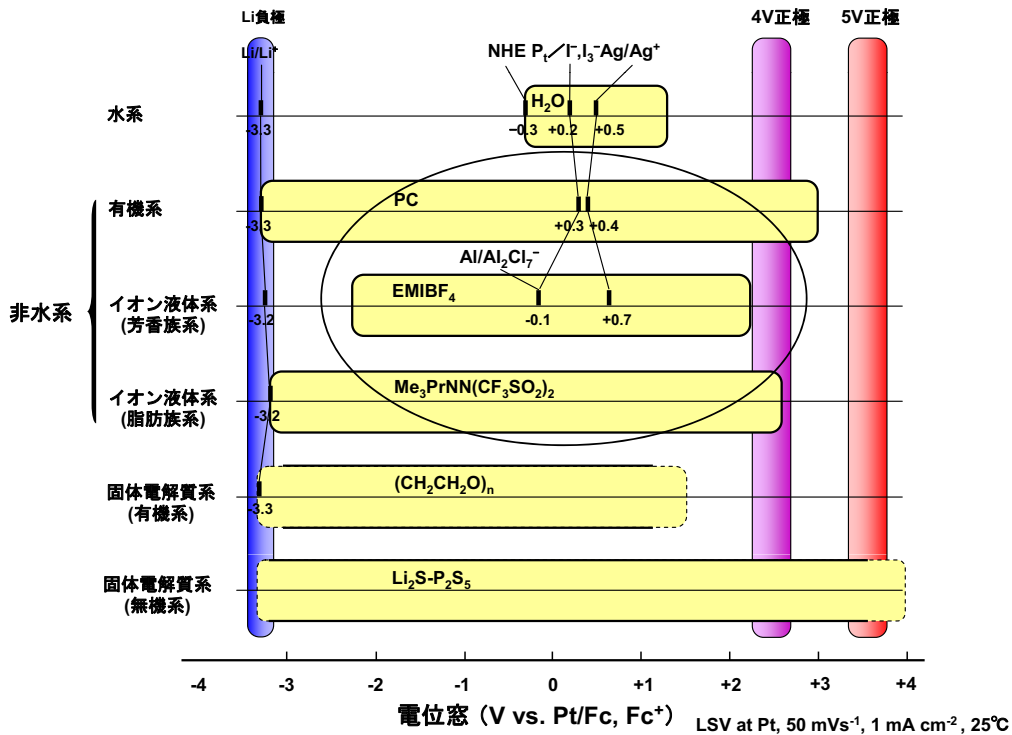


図3-36 グラファイト化ナノ多孔体のレート特性

5. 研究成果 (LIB用電解質材料の技術マップ)



5. 研究成果 (電解質材料)

三菱化学・日本合成化学

■ヘテロ元素含有電解液

カーボネート系電解液と同等の出力特性を維持しながら、低発熱特性を有する新規電解液の開発に成功した。上記電解液を用いた電池の発熱挙動を、弊社保有の電池シミュレータに入力して、15 Ah級角型電池を想定した模擬的な車載用単電池の短絡ジュール熱耐性について精査した。

短絡部出力を800 Wに想定した際、カーボネート系電解液では1.5秒で熱暴走に至る(図上)。一方で新規開発品では、広い温度領域で発熱速度が低く電池内部での急激な発熱が抑制されたため、電池内部の温度は徐々に上昇することからセパレータのシャットダウン機能が作動し、熱暴走モードに突入しないという事実を見出した(図下)。

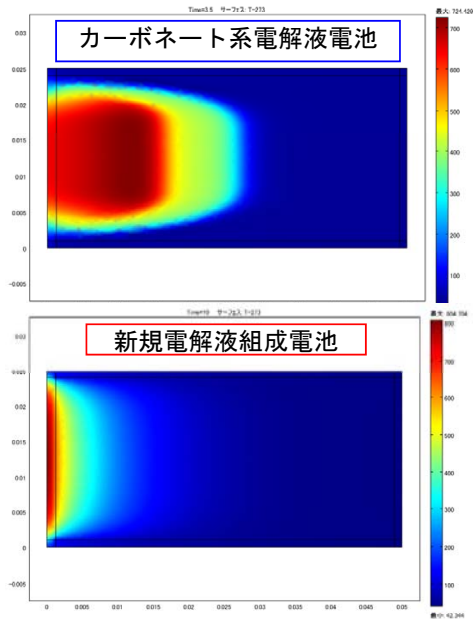


図 5Ah級角型電池の釘刺しシミュレーション結果 (短絡出力: 800W)

5. 研究成果(電解質材料)

三菱化学・日本合成化学

■機能性イオン液体の創成

新規イオン液体を15化合物合成。イミダゾリウム系カチオンと、アセチルアセトナート系アニオンやシアノホスフェイト系アニオンを有するイオン液体等。
 イオンクロマト質量分析計による化合物の同定や不純物の分析を実施(表3-11)。
 安全性に関しては、DSCによる充電正極活物質との接触熱分解試験を実施、イオン液体間での比較や有機溶剤との比較を実施。

表3-11 新規イオン液体の基礎物性

	中間目標	開発品A	開発品B
融点	0 °C	17 °C	-6 °C
粘度(25°C)	32 mPa·s	38 mPa·s	65 mPa·s
イオン伝導度(25°C)	14 mScm ⁻¹	4 mScm ⁻¹	3 mScm ⁻¹
イオン伝導度(-30°C)	0.1 mScm ⁻¹	0	0.04 mScm ⁻¹
電位窓	5 V	3 V	5 V
安全性 (発熱開始温度) (累積発熱量)	≥200 °C ≤800 J	210 °C 2000 J	140 °C 2400 J

5. 研究成果(電解質材料)

第一工業製薬/関西大学

■FSA(FSI)系イオン液体の開発

電池性能改善の取り組み:

EMI-FSIイオン液体を電解質として用いたリチウムイオン電池について、特性が異なるセパレーターを用い、電池性能の検討を実施した。標準の有機溶媒系を電解液として用いた電池ではどのセパレーターを用いても、初回放電容量、レート特性に大きな差が見られなかったのに対し、イオン液体を電解質として用いた電池ではセパレーターの諸特性によって、電池性能が大きく異なることが分かった。

その結果、容量1.0 Ahのセルで重量エネルギー密度70 Wh/kg、重量出力密度を1,800 W/kgを達成した。また、1C充放電サイクル試験の結果、1,000サイクル後の容量保持率80%を達成しており、有機溶媒系とほぼ同等の性能を示した(図3-38)。

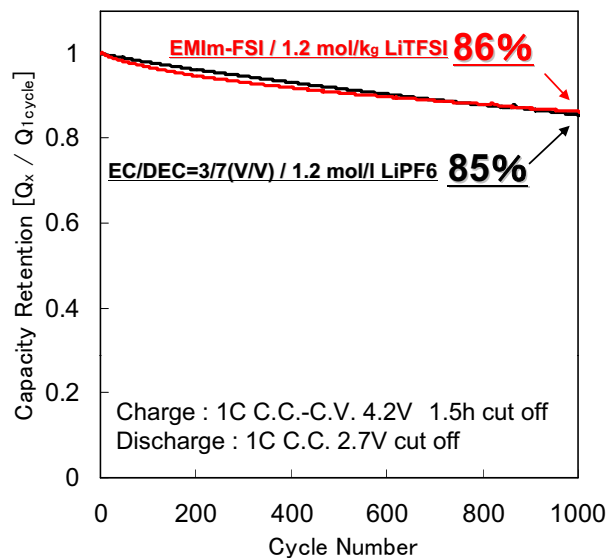


図3-38 イオン液体電解質及び有機溶媒電解液を適用したリチウムイオン電池の充放電サイクル特性 : 測定温度 20°C

5. 研究成果(電解質材料)

山口大学

■不燃性ゲル電解質の開発

①不燃性イオン液体ゲル電解質の研究開発

トリメチレンオキシド(TMO)骨格を有する新規ポリマーの合成、固体高分子電解質の作製に成功。LiCoO₂正極の充放電反応進行を確認。ポリエチレンオキシド側鎖を含むポリマーマトリックス(PEO-PMA)、イオン液体およびECから成るゲル電解質を作製。金属リチウムを負極とする場合、四級アンモニウムイオン液体を含む系で改善効果。ECを30% 添加した液相を適用したゲル電解質において、黒鉛系負極は約80 mAh/g の可逆的な充放電容量確認。

②リン酸エステル含有不燃性ゲル電解質の研究開発

従来の有機溶媒電解液にTEPを添加した液相から調製したゲル電解質は、室温で 1.8×10^{-3} S/cmのイオン伝導度、LiMn₂O₄正極および黒鉛系負極が安定かつ可逆的に作動(図3-39)。

断熱型熱分析装置(TSC)で実用上十分な熱安定性を確認。

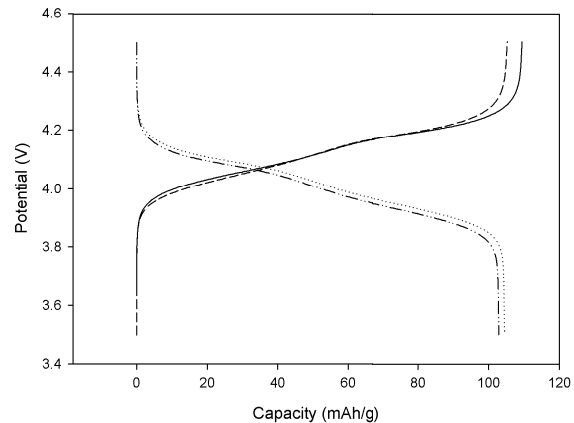


図3-39 不燃性ゲル電解質中でのLiMn₂O₄正極の定電流充放電挙動

5. 研究成果(電解質材料)

産総研

■FTA(FTI)系イオン液体の開発

FTAアニオン原料を用い、電気化学安定性に優れたスピロ型アンモニウムカチオンとの組み合わせを検討し(図3-40)、室温で液体となること、導電率は38 °Cで10 mS/cm、解離性の指標であるイオン性は0.8の高い値を示すことが分かった。

→ Li/LiCoO₂セル、室温25°C、50%容量維持率において5C (1.0 mA/cm²)、55°Cでは、13C (2.6 mA/cm²)での充放電が可能=有機溶媒電解液同程度の特性

EMI⁺カチオンイオン液体において、FTAイオン液体では、室温25°Cでは7C (1.4 mA/cm²)、55°Cでは20C (4.0 mA/cm²)での充放電レート特性=FSAアニオンに匹敵

酸素を含有するポレートアニオンについて、パーフルオロアルキルトリフルオロポレートアニオン(図3-41)では固体のカチオン種をも容易に液体化し、低い粘性を示す事が分かった。

EMI⁺からなる塩では室温で9.1mS/cmとほぼ目標値を達成。DSCを用いた電池構成材料共存下での熱安定性評価の結果、アミド系よりも小さい総発熱量を得た。

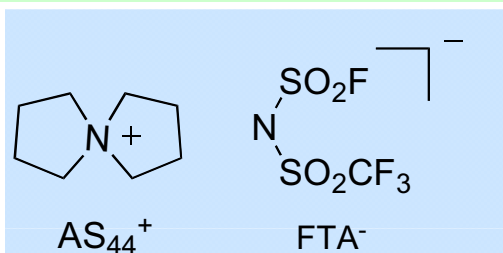


図3-40 新規FTAイオン液体の構造

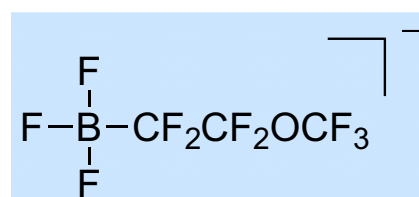


図3-41 新規ポレートアニオンの構造

6. 成果の普及

表3-12 外部発表の実績（平成21年4月末時点での成果）

研究テーマ名	実施者	特許 出願	論文 発表	講演 発表
ポスト鉄オリビン系高性能リチウム二次電池の研究開発	三菱重工業 九州大学 九州電力	2	9	29
高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発	産業技術総合研究所 田中化学	4	7	38
多層構造粒子設計による高出力リチウムイオン電池用正極活物質の研究開発	戸田工業	1	0	1
高容量電池の研究開発	日産自動車 (再)神奈川大学 (再)東京工業大学	5	1	13
活物質/カーボンナノ複合構造制御による高出力・大容量Liイオン二次電池の研究開発	長崎大学 産業技術総合研究所	0	4	22
大型リチウム二次電池用高安全性電解質の研究開発	三菱化学 日本合成化学	6	1	14
高出力・高安全性リチウムイオン電池の開発	第一工業製薬 関西大学 (再)エルクセル	1	2	15
高出力リチウムイオン電池用の不燃性固体電解質の研究開発	山口大学	0	2	15
リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発	産業技術総合研究所	3	3	22
		22	29	169

25

7. 最終目標達成の見込み

【正極材料】

正極材料としては、フッ化金属ペロブスカイト系、オリビンマンガン系、フッ素化またはケイ酸オリビン類縁系、層状マンガン系、層状 Li_2MnO_3 - LiMO_2 系、多層正極材料等について研究開発を実施してきている。フッ化鉄ペロブスカイト系、層状 Li_2MnO_3 - LiMO_2 系、多層正極材料を中心に、250Ah/kg以上の容量を示す有望な材料も見いだされており、今後の技術開発の進展により最終目標を達成できる見通しである。

【負極材料】

負極材料としては、Si系、マクロ多孔グラファイト材料等について研究開発を実施してきている。600Ah/kg程度の容量を示す有望な材料も見いだされており、今後の技術開発の進展により最終目標の達成を目指す。

【電解質材料】

有機電解液系としてはヘテロ元素含有溶媒、イオン液体としてはFTAアニオン系、FSIAアニオン系、シアノホスフェイトアニオン系やシアノスルホニルアミドアニオン系等、ゲル電解質としてはイオンゲルおよびリン酸エステル含有の種々の電解質系についての研究開発を実施してきている。5V級の電位窓が期待できる機能性イオン液体や長期サイクルが可能なFTAアニオンを用いたイオン液体等が見いだされてきており、今後の研究開発の進展による特性改良が進めることで最終目標を達成する見通しである。ただ、コスト目標の達成はかなり難易度が高いものと予想される。

8. 実用化の見通し(要素技術開発②電池構成技術開発)
 【開発した電池材料をラミネートセルレベルの電池に適用することを実用化イメージとする】

■事業化までのシナリオ

電池メーカーと共に開発電池の設計仕様に適合した実用的な条件での評価試験を積み重ねることで、製造プロセスの検討を通じてコストダウンを実現するとともに、耐久性並びに安全性の確保を行うことが事業化への課題となる。表4-2に事業化への年度展開例を示す。

表4-2 事業化への年度計画例－要素技術開発(電池構成材料開発)－

項目	～H21年度 (～FY2009)	～H23年度 (～FY2011)	～H25年度 (～FY2013)	～H27年度 (～FY2015)	～H30年度 (～FY2018)
研究段階	○				
開発段階	○	○			
製品化段階		○	○		
市場出荷段階			○	○	○
他の企業との連係等 ライセンス・合弁等		○	○	○	○

8. 実用化の見通し(要素技術開発②電池構成技術開発)
 【開発した電池材料をラミネートセルレベルの電池に適用することを実用化イメージとする】

■実用化へのイメージ

本プロジェクト中に、開発段階へシフトし、順次、製品化段階、市場出荷段階に移行することで実用化する。また、製品化段階以降では、他の企業との連係(共同研究等)が想定される。図4-3に実用化へのイメージ図を示す。

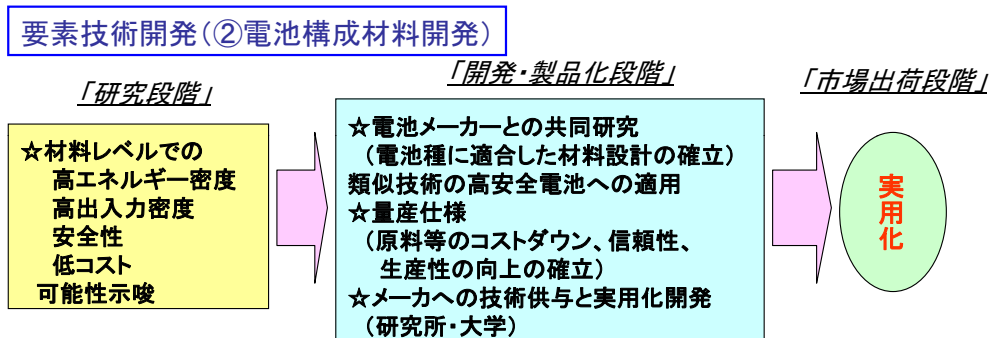


図4-3 実用化へのイメージ図－要素技術開発(電池構成材料開発)－