

2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

分科会資料一部修正 平成21年8月19日

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)
プロジェクトの概要説明(公開)

- (1) 事業の位置づけ・必要性
- (2) 研究開発マネジメント
- (3) 研究開発成果
- (4) 実用化・事業化の見通し

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

事業原簿-p.2

1. 事業の位置づけ・必要性

1. はじめに(エネルギー対応)

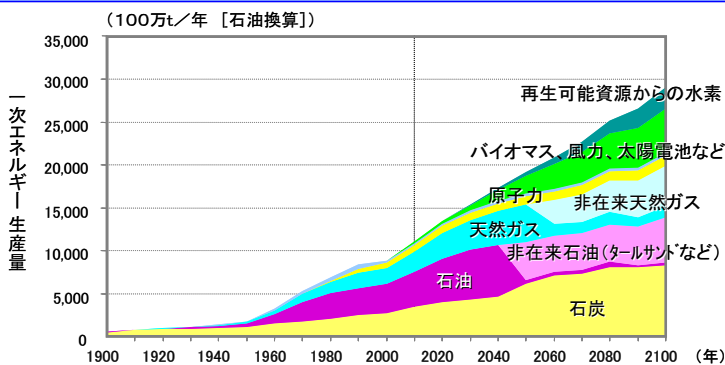


図 一次エネルギーの生産量の今後の展望

将来は、化石燃料枯渇と需要構造の変化により一次エネルギーの多様化が予測される
↓
石油製品の国内需要の37%が自動車用需要

自動車社会の持続的発展のためには
エネルギー対応が必要

■石油製品の用途別国内需要(2007年度)

用途	製品	ガソリン	ナフサ	ジェット燃料油	灯油	軽油	重油	原油	LPガス	潤滑油	合計
自動車		58,982				34,161			2,855	683	96,681
航空機		5		5,916							5,921
運輸・船舶						406	4,404			164	4,975
農林・水産					2,190	727	3,838				6,756
鉱工業		89			4,733	64	15,762		7,315	1,091	29,053
都市ガス									1,531		1,531
電力						199	14,256	11,348	858		26,661
家庭・業務					15,749		8,449		14,424		38,621
化学用原料			48,548					825	6,087		55,461
合計		59,076	48,548	5,916	22,672	35,557	46,710	12,174	33,069	1,939	265,660

(注): 1. 記入用途例は、産業活動および国民生活のうち「身近なもの」の一例
2. 四捨五入の関係により合計が 数れない場合がある

2. 事業の必要性について(エネルギー対応)

アクションプラン ～研究開発戦略

○ さらに、研究開発戦略を ①改良 ②先進 ③革新 の3フェーズに分け、本格的電気自動車用電池の開発の目標を明確化。

<パッケレベルでの電池の性能目標>

	現状	改良型電池 (2010年)	先進型電池 (2015年)	(2020年?)	革新的電池 (2030年)	
	電力会社用 小型EV	用途限定 コンピューターEV 高性能HV	一般コンピューターEV 燃料電池自動車 Plug-in HV自動車	高性能 Plug-in HV自動車	本格的EV	
性能*	1	1	1.5倍	3倍	7倍	
EV用	重量エネルギー密度[Wh/kg]	100	100	150	—	700
	重量出力密度[W/kg]	400	1000	1200	—	1000
HV用	重量エネルギー密度[Wh/kg]	70	70	100	200	—
	重量出力密度[W/kg]	1900	2000	2000	2500	—
コスト	1 20万円/kWh	1/2倍 10万円/kWh	1/7倍 3万円/kWh	1/10倍 2万円/kWh	1/40倍 0.5万円/kWh	
開発体制	民主導	民主導	産官学連携		大学・研究機関	

本事業での研究開発領域

※重量エネルギー密度で比較

図1-1 自動車用蓄電池開発のアクションプラン

(出典: 経済産業省「次世代自動車用電池の将来に向けた提言」)

2. 事業の必要性について(エネルギー対応)

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

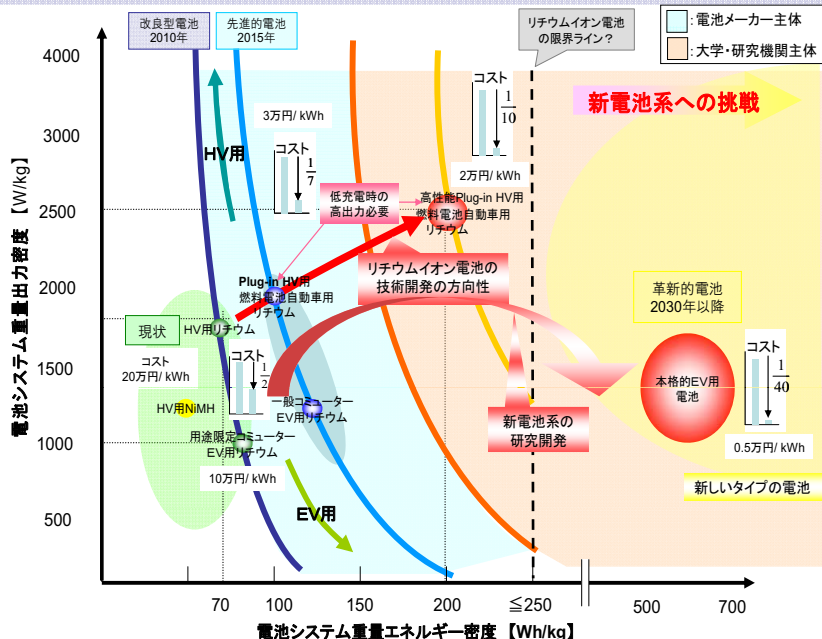


図1-2 自動車用蓄電池の開発の方向性

(出典: 経済産業省「次世代自動車用電池の将来に向けた提言」)

2. 事業の必要性について(CO₂削減)

— 重点的に取り組むべきエネルギー革新技術 —

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO₂大幅削減を可能とする「21」技術を選定。

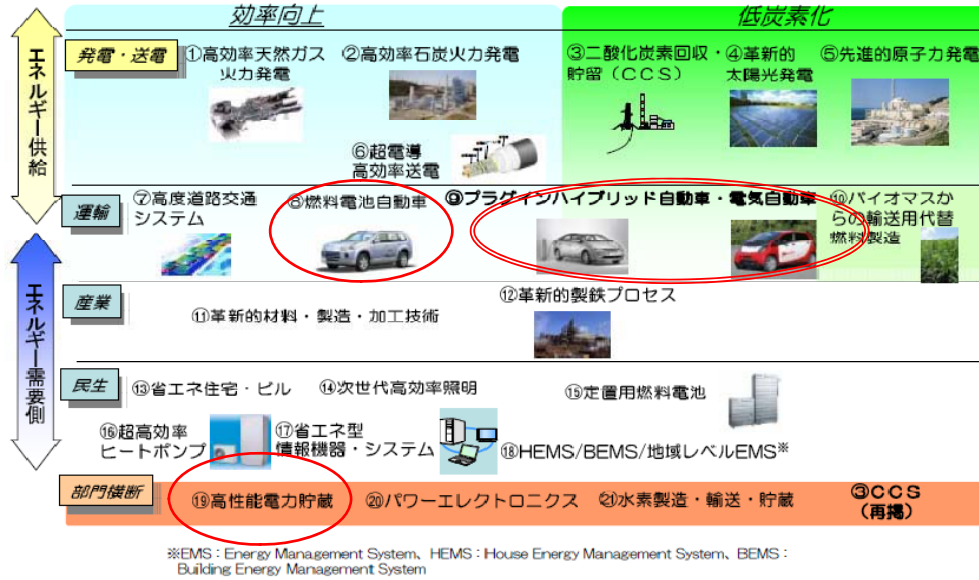


図1-3 重点的に取り組むべきエネルギー革新技術
(出典: 経済産業省「Cool Earth—エネルギー革新技術 技術開発ロードマップ」)

2. 事業の必要性について(CO₂削減)

日本の二酸化炭素の排出量の
20%は運輸部門

⑨ プラグインハイブリッド自動車 (PHEV)・電気自動車 (EV)

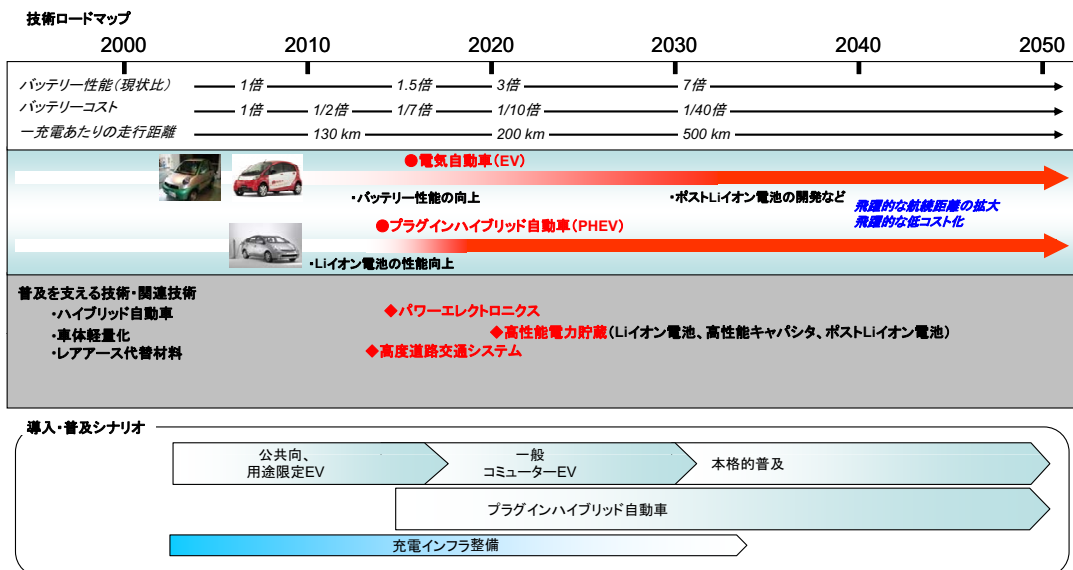
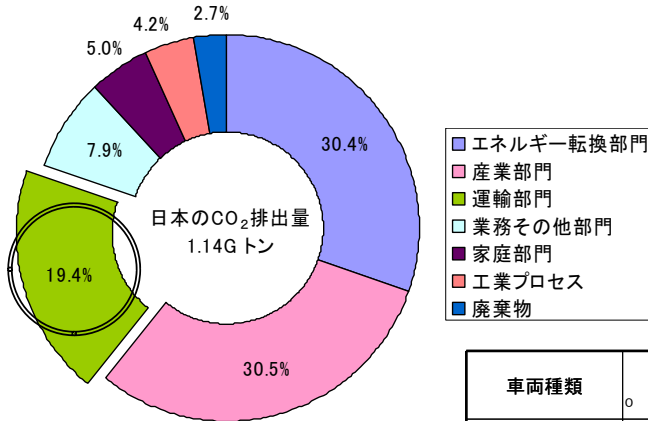


図1-4 プラグインハイブリッド自動車・電気自動車のロードマップ
(出典: 経済産業省「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」)

2. 事業の必要性について(CO₂削減)



CO₂排出量の約20%が運輸部門
↓
電動車両化により大幅なCO₂削減が可能

自動車社会と環境の調和のためには、CO₂対策が必要

図1-5 部門別二酸化炭素排出量
(出典: 国立環境研究所データベースよりNEDO作成)

車両種類	1km走行当りCO ₂ 総排出量(10・15モード) 単位:g-CO ₂ /km				
	0	50	100	150	200
FCV現状	[Bar chart showing ~85 g-CO ₂ /km]				
FCV将来	[Bar chart showing ~65 g-CO ₂ /km]				
ガソリン	[Bar chart showing ~120 g-CO ₂ /km]				
ガソリンHEV	[Bar chart showing ~95 g-CO ₂ /km]				
ディーゼル	[Bar chart showing ~115 g-CO ₂ /km]				
ディーゼルHEV	[Bar chart showing ~85 g-CO ₂ /km]				
CNG	[Bar chart showing ~105 g-CO ₂ /km]				
PHEV	[Bar chart showing ~75 g-CO ₂ /km]				
EV	[Bar chart showing 0 g-CO ₂ /km]				

電力構成: 日本の平均電源構成

図1-6 車両種類による1km走行当りCO₂総排出量
(出典: JHFC資料に一部加筆)

2. 事業の必要性について(モータ開発)

新エネルギー政策の新たな方向性
—新エネルギーモデル国家の構築に向けて—

(3) 次世代自動車の抜本的導入拡大

i) 研究開発

まず、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車の性能向上・価格低減に不可欠なキーテクノロジーである蓄電池のさらなる研究開発が必要である。このため、総合的な研究開発拠点の整備等を含め、重点的な技術開発を強化・拡充する必要がある。**蓄電池のみならず、モーターの技術開発を併せて行うことにより、蓄電池とモーターをあわせたシステムとしての高性能化や低価格化を実現するというアプローチも重要である。**さらに、これまでの技術の改良を超えた、全く新しい発想や材料による革新的な蓄電技術を模索するための基礎科学的な研究も必要となろう。また、近年、燃料電池自動車の技術進歩はめざましいが、引き続き研究開発が重要である。

図 新エネルギー政策の新たな方向性—新エネルギーモデル国家の構築に向けて—
(出典: 経済産業省「総合資源エネルギー調査会 新エネルギー部会 緊急提言」)

2. 事業の必要性について(NEDOの関与の必要性)

・本プロジェクトは、資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組むことを目的に、経済産業省がまとめた「エネルギーイノベーションプログラム」の一環である。

・現在、市場が立ち上がろうとしている自動車用蓄電池の開発は、電動車両(プラグインハイブリッド自動車、電気自動車等)の動力源として必要不可欠であり、蓄電池技術が今後の自動車産業の生命線となると考えられている。そのため、蓄電池技術開発について欧米で国家主導での激しい開発競争が繰り広げられている。また、電動車両の普及は、エネルギー多様化、CO₂削減等の経済的、社会的な影響が大きい。



NEDOが中・長期的観点から技術開発をサポートする必要がある

3. 波及効果(自動車用蓄電池)

世界需要予測: 約21,000 MWh (2017年)

世界市場規模: 約6,300億円

(仮に、2015年頃のNEDOロードマップのコスト目標である、3万円/kWhと仮定)

➡ 経済効果は極めて大(2008年の民生用蓄電池の世界市場規模である約9,000億円の7割の規模に到達)

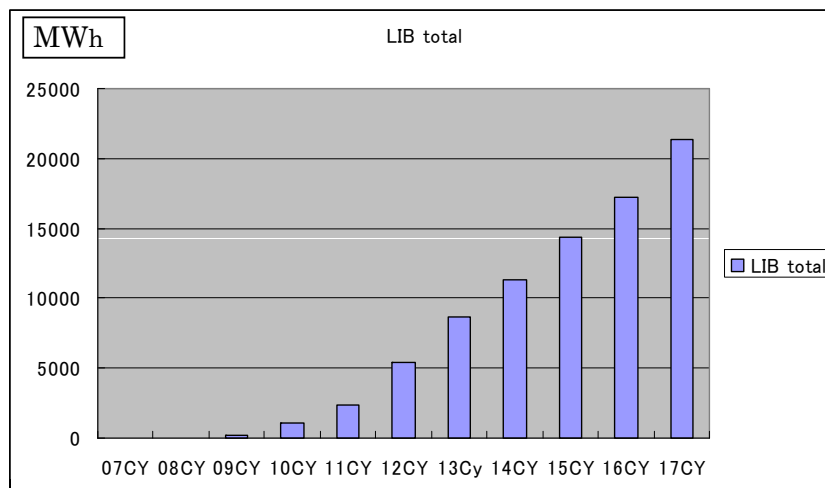


図1-8 自動車用リチウムイオン電池の世界市場予想
(出典:IT総研資料よりNEDO作成)

3. 波及効果(民生用蓄電池)

民生用蓄電池の分野では、

日本:世界のリチウムイオン電池の生産量の半分以上(1位三洋、3位ソニー、7位パナソニック)
 韓国や中国:の企業:シェアを大幅に伸ばしてきている(2位サムスン・5位LG化学)
 米国:国際市場で1%のシェアを確保(14位A123システム)

→ 現時点での、民生用蓄電池の分野における日本の優位性を維持するために大きく貢献できることが期待できる。

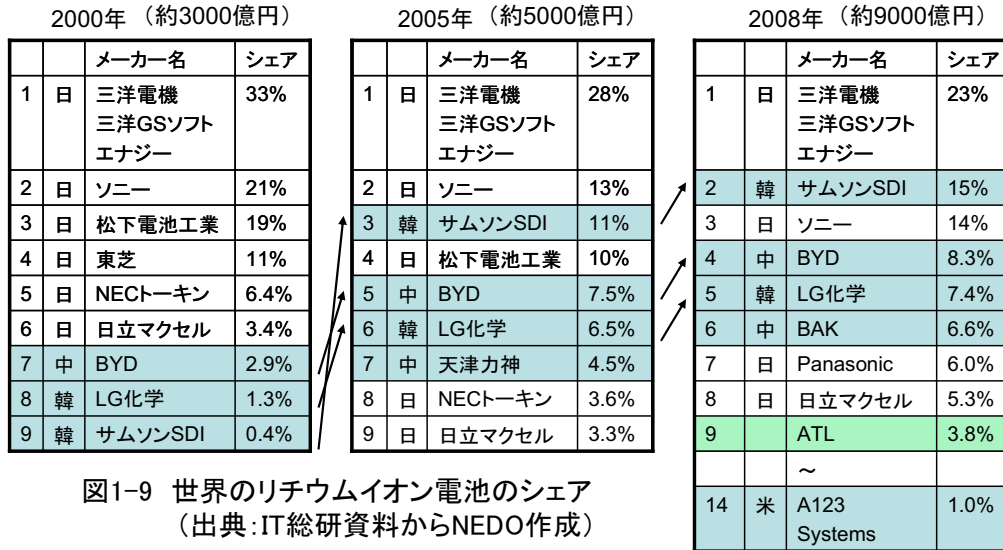


図1-9 世界のリチウムイオン電池のシェア (出典:IT総研資料からNEDO作成)

4. 国内外の情勢について (自動車用LIB開発へのNEDOの取り組み)

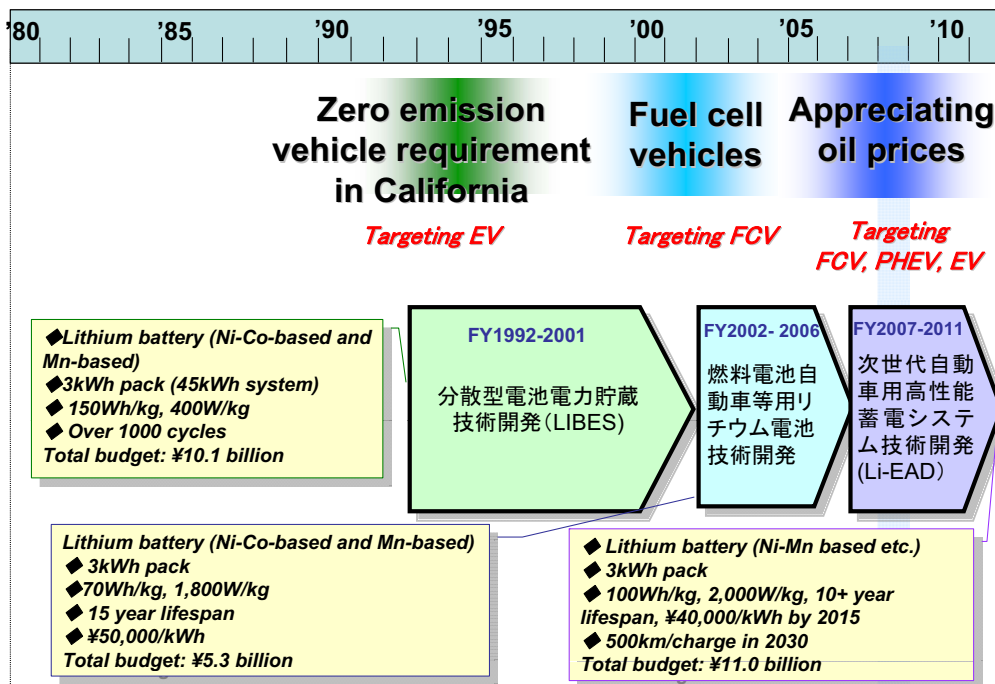
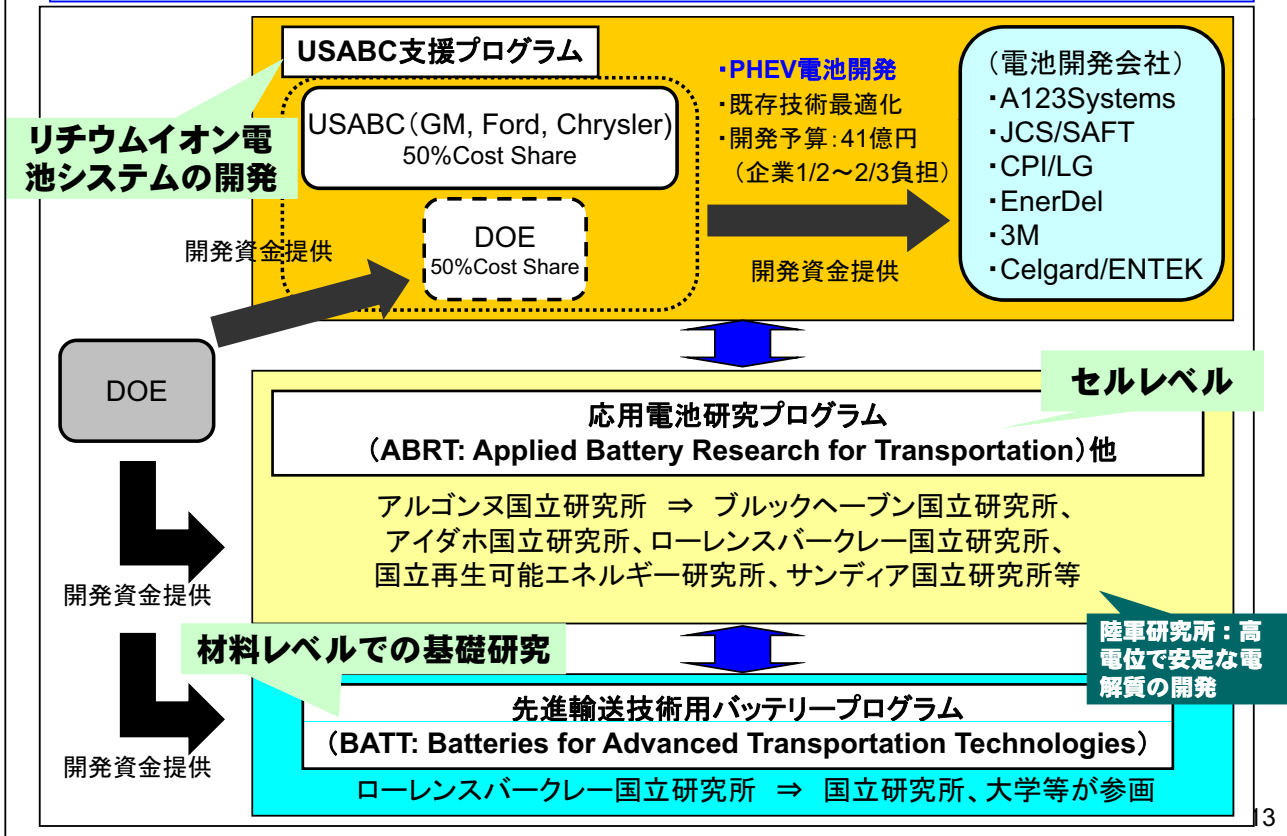


図1-10 経済産業省およびNEDO技術開発機構で実施した主な自動車用蓄電システム開発関連プロジェクト

4. 国内外の情勢について(DOEのBattery技術開発のスキーム)



1. 研究開発の概要

(1) 要素技術開発

- ①電池開発: 2015年を目途に、目標値の特性を有するリチウムイオン電池の実用化を目指す。
- ②電池構成材料開発: 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。
- ③周辺機器開発: 格段の高性能化(高効率化・軽量化・コンパクト化)に資する電池制御や急速充電等の材料・システム技術開発を行う。

高性能モータの開発

- ・レアアース: 零; 総合効率: 同等; 出力密度: 同等
- ・レアアース使用量: < 50%; 総合効率: ≥ 同等; 出力密度: ≥ 150%

(2) 次世代技術開発

2030年以降を念頭に、革新的な二次電池を開発する。電池の反応制御技術、新規の概念に基づく電池の構成材料等の研究開発を実施する。

(3) 基盤技術開発

現状のリチウムイオン電池における寿命診断、電池性能評価・安全性試験方法などの基準策定や規格化に資する提案とデータ取得を行う。さらに、技術開発の効率化につながる反応メカニズムの解析手法の確立等、基盤的な技術開発を行う。

2. 研究開発目標(蓄電池)

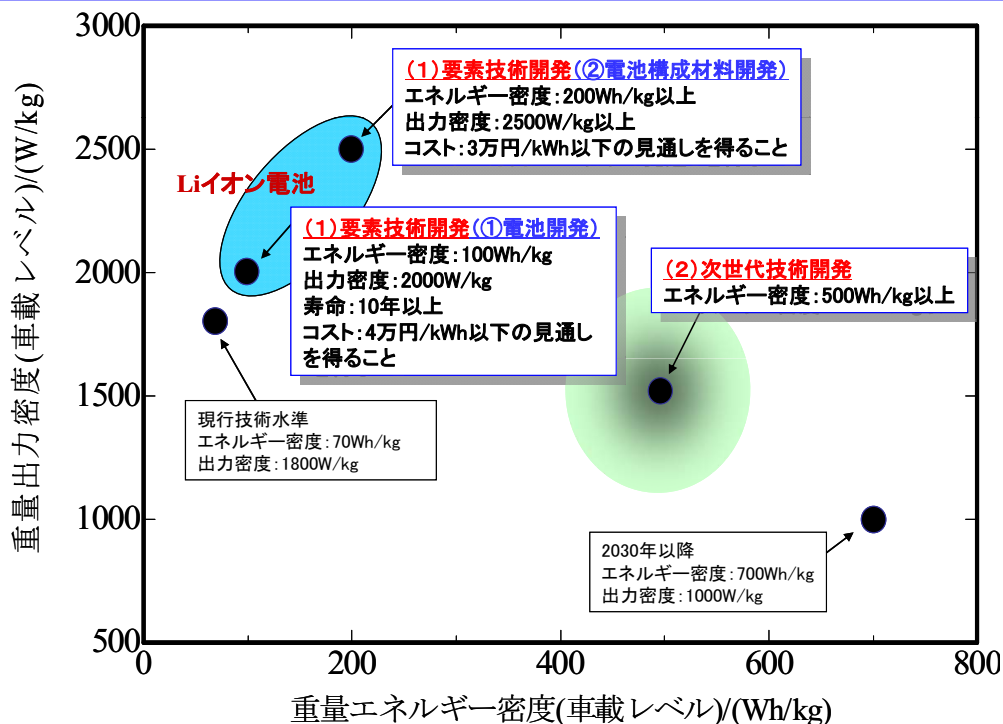


図2-1 「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 (Li-EADプロジェクト)」の開発目標値

2. 研究開発目標(目標と根拠)

研究開発項目	研究開発目標	根拠
要素技術開発 a)電池開発	0. 3kWh級モジュール(3kWh級パック電池の換算値) ・重量エネルギー密度: 100Wh/kg ・重量出力密度: 2000W/kg ・体積エネルギー密度: 120Wh/L ・体積出力密度: 2400W/L ・寿命: 10年以上 ・充放電効率: 95%以上 ・コスト: 4万円/kWh(100万パック/年生産時) ・安全性: 車載時の濫用に耐える	2015年を目途にコンピューター型電気自動車(航続距離150km程度、4人乗り)、燃料電池自動車、プラグインハイブリッド自動車の量産が可能な電池性能として目標を設定 ・エネルギー密度が現状の約1.5倍 ・コストが現状の約1/7 (参考)現状の蓄電池性能 ・電池システム重量エネルギー密度: 70Wh/kg ・電池システムコスト: 20万円/kWh
要素技術開発 b)電池構成材料の開発	小型単電池 (少なくともどちらか一方を満たし、他方は見通しを示すこと) ・重量エネルギー密度: 200Wh/kg以上 ・重量出力密度: 2500W/kg以上 ・コスト: 3万円/kWh以下(100万パック/年生産時) ・安全性: 車載時の濫用に耐えること	2020年頃、高性能プラグインハイブリッド自動車 ・エネルギー密度が現状の約3倍 ・コストが現状の約1/10

2. 研究開発目標(目標と根拠)

研究開発項目	研究開発目標	根拠
要素技術開発 c)周辺機器開発	車両駆動用モータ ・総合効率:従来技術と同程度 ・出力密度:従来技術と同程度 ・レアアース使用量:零 又は、 ・総合効率:従来技術以上 ・出力密度:従来技術の150%程度 ・レアアース使用量:従来技術より50%程以下	・磁石材料のレアアースが資源的に貴重で高価であると共に、世界の供給量の100%近くを中国に依存し中国の戦略物資になっていて将来的な供給が危ぶまれるため
次世代技術開発	・重量エネルギー密度500Wh/kg	2030年頃、本格的EV ・エネルギー密度が現状の約7倍
基盤技術開発	・加速寿命診断法の確立 ・高SOC保持時、高温保存時、高出力時、長期サイクル時等の劣化要因の解明とその抑制手法の提案 ・車載用電池安全性試験法の策定 ・電池性能を向上させる因子の解明	・走行実態、使用環境などに適し、公正に蓄電池性能を評価出来る試験方法が必要である。 ・短期間で寿命を判定できる加速寿命試験開発に劣化要因の解明が必要であり、同時に抑制方法の提案が開発促進に必要である。 ・実用化・普及促進にあたっては走行時ならびに長期保管時の安全性の確保、研究開発の効率化を図りながら、標準化・規格化を進めて市場を形成することが重要である。

3. 研究開発計画(スケジュール)

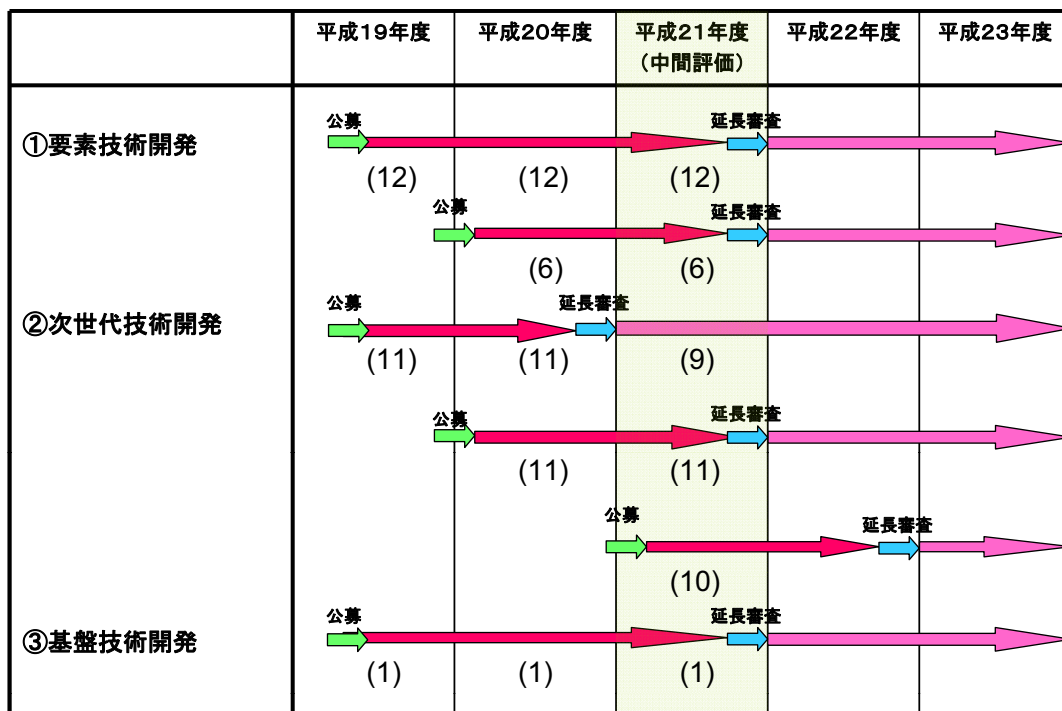


図2-2 プロジェクトの年度計画(括弧内は実施テーマ件数)

3. 研究開発計画(実施内容)

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。

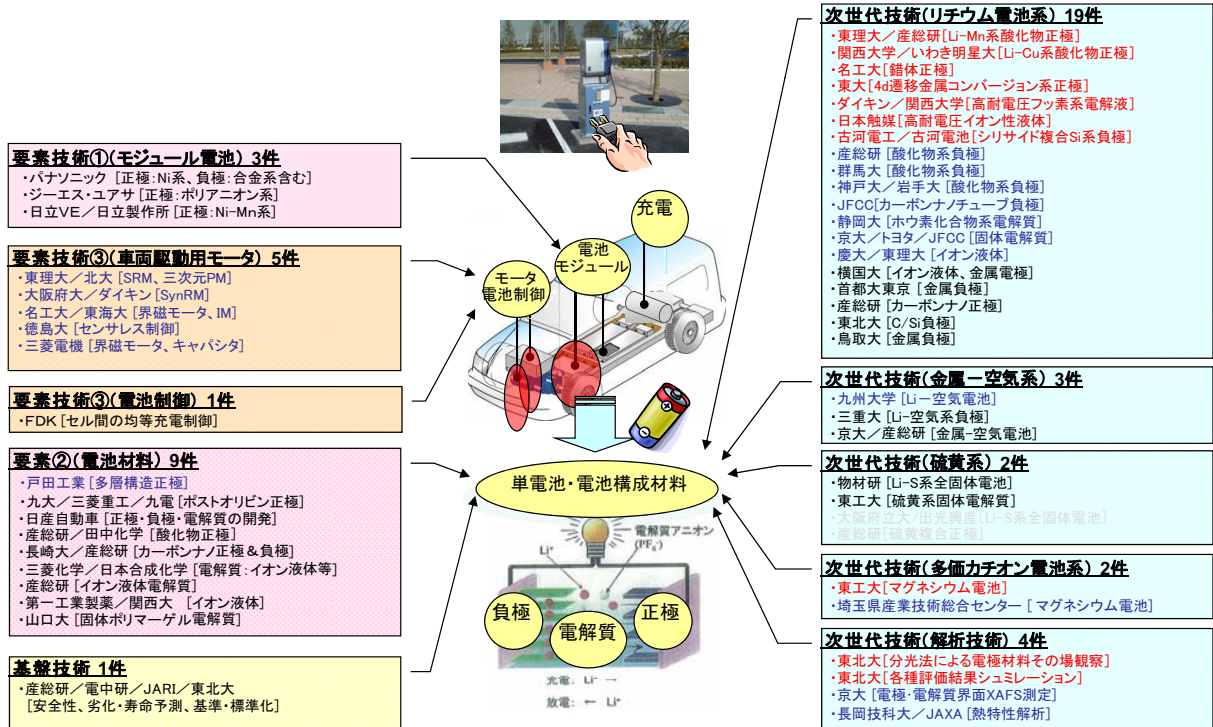


図2-3 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の実施内容(平成21年度)

3. 研究開発計画(予算配分)

研究開発予算総額 (管理費等を含むためテーマ毎総計と一致しない)

	H19年度	H20年度	H21年度	合計
予算 (百万円)	1,805	2,743	2,485	7,033

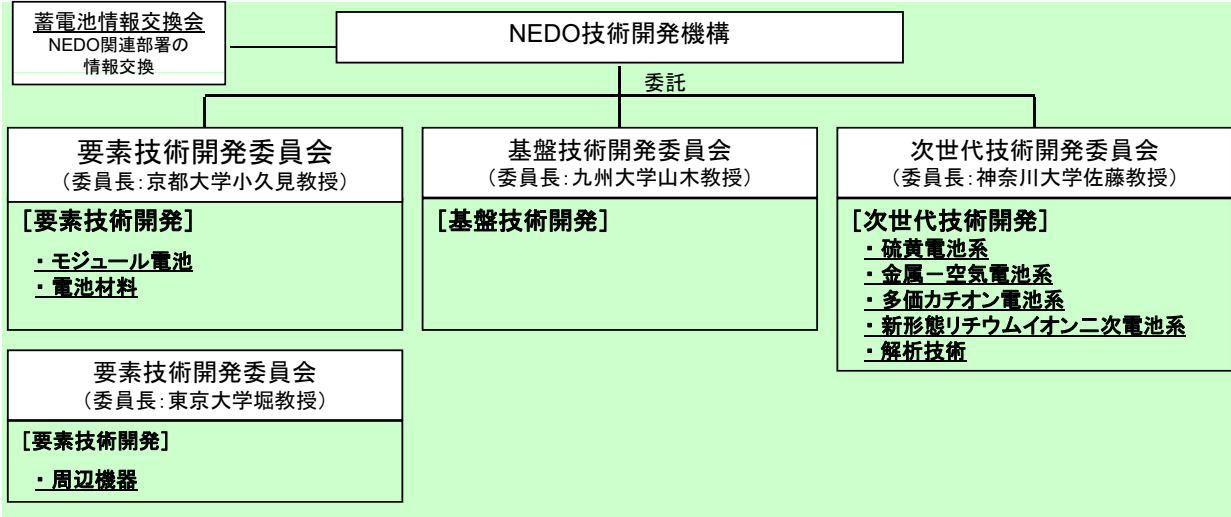
各技術開発項目毎の予算 (管理費等を含むためテーマ毎総計と一致しない)

	開発費用(百万円)			
	H19fy	H20fy	H21fy	総額
要素技術開発(①電池開発)	520.1	524.2	523.5	1567.8
要素技術開発(②電池構成材料開発)	638.2	718.9	507.5	1864.6
要素技術開発(③周辺機器開発)	39.8	366.9	347.8	754.5
次世代技術開発	219.9	439.2	568.4	1227.5
基盤技術開発	386.6	693.9	537.9	1618.4
	1804.6	2743.1	2485.1	7032.8

4. 研究開発の実施体制

本プロジェクトの実施体制

- (1) NEDO技術開発機構
プロジェクトを推進し、目標達成に向けて研究開発全体のマネジメントを実施。
- (2) 委託先
79の実施者が委託先または再委託先として研究開発を実施(平成21年度7月現在)。
- (3) 技術委員
外部有識者から成り、第三者の立場で研究開発の方向性や技術的内容について審議を実施。



21

4. 研究開発の実施体制(委託先間の連携)

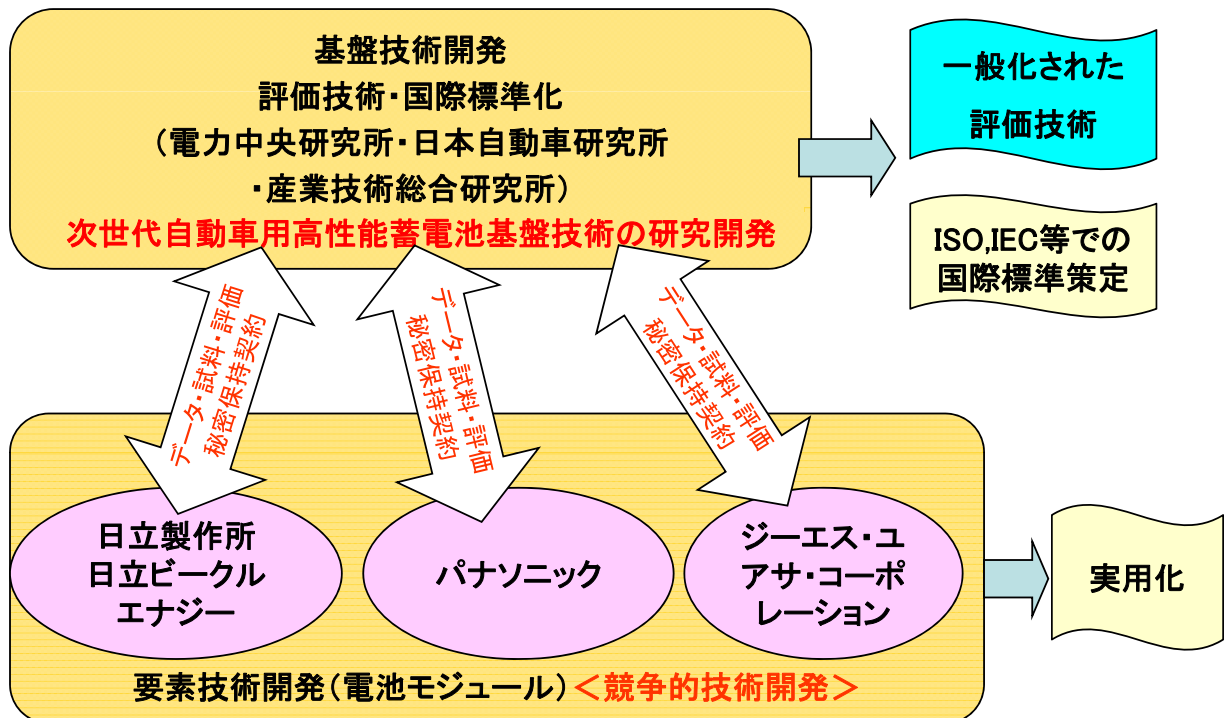


図2-5 要素技術開発(電池開発)と基盤技術開発の連携

22

5. 研究開発の運営管理

(1) 技術委員会の開催

外部有識者から技術委員を選任して、研究開発の進捗報告や問題点について議論する技術委員会を年1～2回開催している。委託先間の連携強化の役割も果たしている。

(2) 延長審査の実施

平成21年1月、次世代技術開発におけるステージゲートとして外部有識者が参加し、平成19年度から2年間実施した次世代技術開発の各テーマの延長審査を行なった。この結果、11件ある研究開発テーマのうち9件が延長を認められ、2件が終了となった。

(3) 成果の普及

プレス発表、特許出願、論文発表、講演発表でプロジェクトで得られた成果について、各委託先から情報発信

(4) 情報の共有化

「系統連係円滑化蓄電システム技術開発」と連携して報告会を開催することで、同じ蓄電池の技術開発を実施している委託者間の情報等の機会を提供。

- ・ 研究成果報告会研究・研究計画発表会
- ・ 電池討論会でのNEDOシンポジウム
- ・ 海外調査報告会

(5) 国内外の情勢変化への対応

- ・ 国際標準化活動の積極的に推進
- ・ 加速財源投入による成果の加速

5. 研究開発の運営管理(技術委員会の開催)

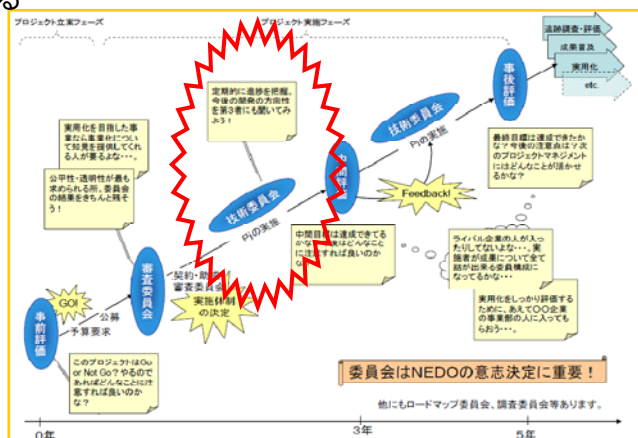
目的：委託研究の推進

技術委員会＝推進委員会≠評価委員会

- ・ 研究推進のための技術ディスカッションの場
 - ・ 研究者同士の情報共有
(技術委員会ごとに委託先内でオープンな場とし、ワークショップ形式とし開催)
(基盤技術委員会は委託先内でオープンな場とし、ワークショップ形式とし開催)
 - ・ 他研究者や委員からのアドバイスを得る
 - ・ 課題の整理、解決策の検討

開催回数

- ・ 要素技術委員会 2回
(電池モジュール+電池構成材料)
- ・ 要素技術委員会 1回
(モータ+制御装置)
- ・ 次世代技術委員会 4回
- ・ 基盤技術委員会 3回



5. 研究開発の運営管理(延長審査の実施)

目的: 委託研究の選択と集中による効率的な推進

・ 延長審査委員会の進め方

- ①実施者からのプレゼン【20分】
- ②質疑応答【10分】
- ③実施者退出
- ④再評価
(評価点、評価の理由を赤で修正)【5分】
(11テーマの実施者毎に①～④を繰り返す)
- ⑤全委託先評価結果集計
- ⑥総合審査【60分】

表2-3 次世代技術開発延長審査における審査基準および審査のポイント

		審査のポイント	重み付け
平成19年～20年度の 研究成果	A-(1)	研究開発の目標 【目標の達成度】	成果は目標を達成しているか？ 2.0
	A-(2)	研究開発成果 【成果のレベル】	達成した目標、得られた知見は国際水準 から見て優れた成果と言えるか？ 1.5 得られた成果、知見は新規性、革新性 のある成果と認められるか？ 1.5
平成21年～23年度の 研究計画	B-(1)	研究開発目標 【目標設定の妥当性】	最終目標に向け、年度目標は適切な レベルに設定されているか？ 1.0
	B-(2)	研究計画および 研究内容の 新規性、技術的優位性 【目標設定の妥当性】	課題解決に向けた効果的なアプローチ が示されているか？ 2.0

・ 判断基準

- ①評点は1～5点
(0.5点刻みでも可)
- ②6名の総合評価点の平均が3点以上 かつ 4名が3点以上のテーマが延長候補

6. その他

(1)ロードマップ策定に向けた取り組み

わが国蓄電池技術開発において取り組むべき技術課題を明確にし、NEDO技術開発機構の技術開発の方向性を示すとともに、本分野における産官学の効率的かつ的確な研究開発への取り組みを先導するための参考に供するために、次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発ロードマップ2008を策定(これまで、蓄電池に関するロードマップはNEDOには存在していなかった)。

(2)学会・シンポジウム等でのNEDO事業についての成果発信

学会、シンポジウムでの講演依頼・執筆依頼を積極的に受けることで、国内外にわたって当該事業に関する成果発信

発表件数 学会・シンポジウム 国内 7件 海外 2件
論文 国内 1件 海外 0件

(3)国際連携への対応

①国際エネルギー機関(IEA)へのオブザーバー参加:

ハイブリッド自動車の実施協定(IA-HEA)のEx-Co会議並びにAnnex XVにオブザーバー参加することで、各国での電動車両等についての政策(研究開発、実証試験並びに普及)の動向について情報収集を実施。

②EUとの連携:

第2回日独環境フォーラムの開催に際し、ワークショップII(効率的な蓄電技術)でLi-ion電池技術についての技術交換を実施。また、日欧の協力関係の可能性についても日欧専門家会議を通じて協議していく予定。

6. その他(ロードマップ策定に向けた取り組み)

<技術的視点>

プラグインハイブリッド自動車(PHEV)、電気自動車(EV)、燃料電池自動車(FCV)等用の蓄電池技術開発における課題の洗い出し、その解決のためのスケジュール明確化

<政策的視点>

・「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」においては、プラグインハイブリッド自動車(PHEV)、電気自動車(EV)が、2050年の大幅な二酸化炭素削減に向けて重点的に取り組むべきエネルギー革新技術に位置付けられており、政策的にもより期待が高まっていることから、それらの導入時期等と技術課題の解決の相関をよりわかりやすい形でロードマップ化。

ロードマップの構成

「概要版」

次世代自動車用蓄電池の技術開発の方向性を、エネルギー密度、出力密度、コストを指標として記述

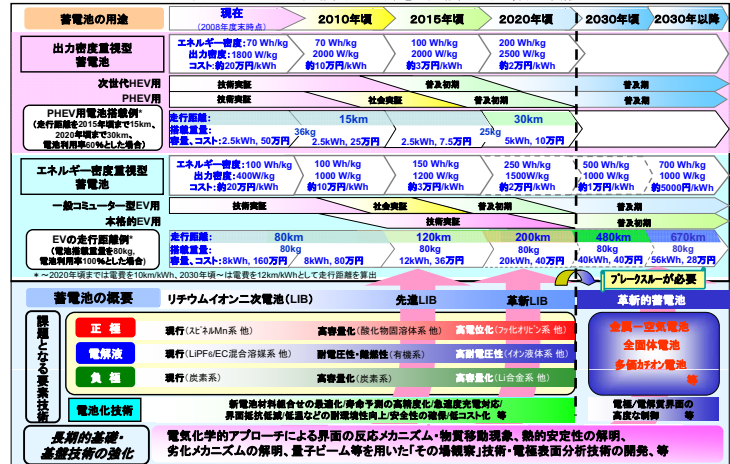
「材料技術マップ版」

現在実用化されているもの、研究開発が行われているものを中心としてまとめて記述

「詳細版」

各材料並びに電池系の詳細な特徴について記述

次世代自動車用蓄電池技術開発ロードマップ2008
～プラグインハイブリッド自動車(PHEV)、電気自動車(EV)の普及へ貢献～



1. 研究開発体制(実施内容)

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。

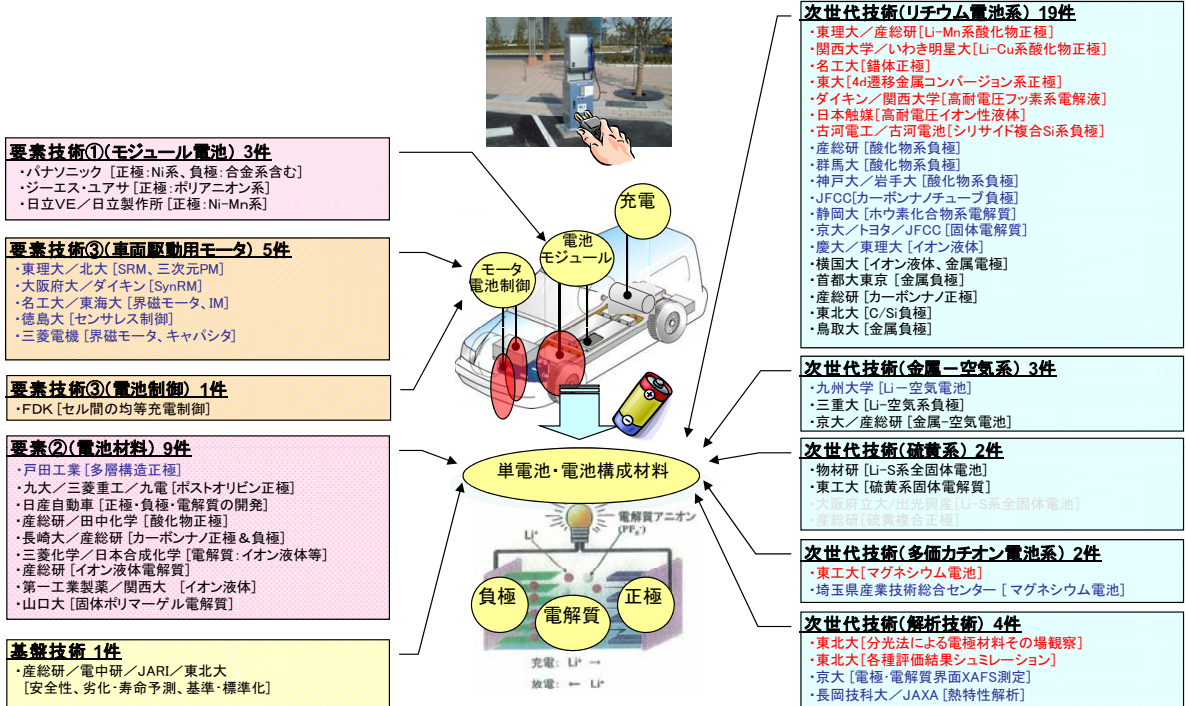


図2-3 次世代自動車用高性能蓄電池システム技術開発の実施内容(平成21年度)
(本研究開発項目の対象テーマは太枠で囲われている)

2. 研究開発内容と計画(要素技術開発:①電池開発)

	正極	電解質	負極
電池開発	パナソニック ・Li(NiCoAl)O ₂	有機電解液	・黒鉛材+Si材料
	ジーエスアサコーポレーション ・複合系ポリアニオン材料(LiFe(Mn)PO ₄)	有機電解液	・黒鉛材
	日立製作所／日立ビークルエナジー ・NiリッチNi-Mn系	有機電解液	・黒鉛材

図3-3 要素技術開発(電池開発)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 (電池開発)	公募 → (3)	(3)	延長審査 → (3)	→	→
	公募 → (0)	(0)	延長審査 → (0)	→	→

図3-4 プロジェクトの年度計画(要素技術開発:電池開発)

2. 研究開発目標と達成度(要素技術開発:①電池開発)




項目	中間目標	達成度	最終目標(モジュール)
パナソニック	(単セル) 重量エネルギー密度: 130 Wh/kg 体積エネルギー密度: 270 Wh/L 重量出力密度: 2,600 W/kg 体積出力密度: 5,400 W/L 充放電効率: 95 %	○	0.3 kWhモジュールを作製し、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: 100 Wh/kg 体積エネルギー密度: 120 Wh/L 重量出力密度: 2,000 W/Kg 体積出力密度: 2,400 W/L 充放電効率: 95 %以上 寿命: 10年以上 コスト: 4万円/kWhを見通す 安全性: 車載時の濫用に耐える
ジーエス・ユアサコーポレーション	(性能目標は3 kWh級パック電池の換算値) 重量エネルギー密度: 100 Wh/kg または 体積エネルギー密度: 120 Wh/L (基本設計) 重量出力密度: 2,000 W/kg または 体積出力密度: 2,400 W/L (基本設計)	○	
日立製作所／日立ビークルエナジー	(単セル) 重量エネルギー密度: 115Wh/kg 重量出力密度: 2,500 W/kg 寿命: 7年以上 安全性: 安全性試験の実施	○	

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)

2. 研究成果(要素技術開発:①電池開発)

表3-5 開発された単電池の仕様

	パナソニック	ジーエス・ユアサ ・コーポレーション	日立製作所/日立 ビークルエナジー
正極活物質	NiCoAl系	複合システム	Ni-Mn系
負極活物質	黒鉛	黒鉛	黒鉛
容量	10 Ah	11.5 Ah	14 Ah
重量エネルギー密度	142 Wh/kg	127 Wh/kg	115 Wh/kg
重量出力密度	4,093 W/kg	2,130 W/kg	2,800 W/kg
サイズ	154 mm (W) × 12 mm (D) × 80 mm (H)	113.1 mm (W) × 20.6 mm (D) × 74.2 mm (H)	120 mm (W) × 23 mm (D) × 97 mm (H)
写真			

2. 研究開発内容と計画(要素技術開発:②電池構成材料開発)

	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 ₂ フッ化金属ヘロスカ体系 ・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 _{1-x} Co _x Mn _{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

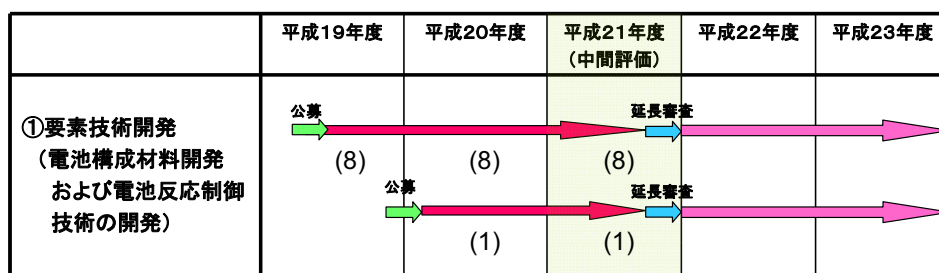


図3-22 プロジェクトの年度計画(要素技術開発:電池構成材料開発)

2. 研究開発目標と達成度(要素技術開発:②電池構成材料開発)

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)

2. 研究成果の一例(要素技術開発:②電池構成材料開発)

■正極活物質の開発
(三菱重工業、九州大学、九州電力)

- 理論容量は237mAh/g
- コンバージョン反応で3電子反応が進行
(容量711mAh/g、エネルギー密度1,400Wh/kg)
- コスト推計 1,700円/kg

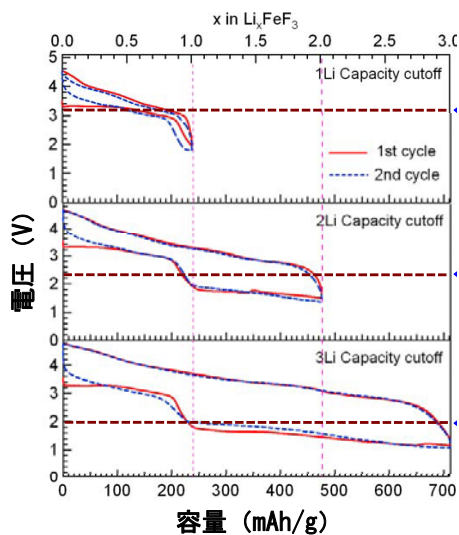


図3-24 FeF₃の対Li深度充放電特性

■正極活物質の開発
(日産自動車、再委託先:神奈川大学)

- 初期の可逆容量として305mAh/gが実現された
- 電気化学的な前処理によりサイクル寿命が顕著に改良された

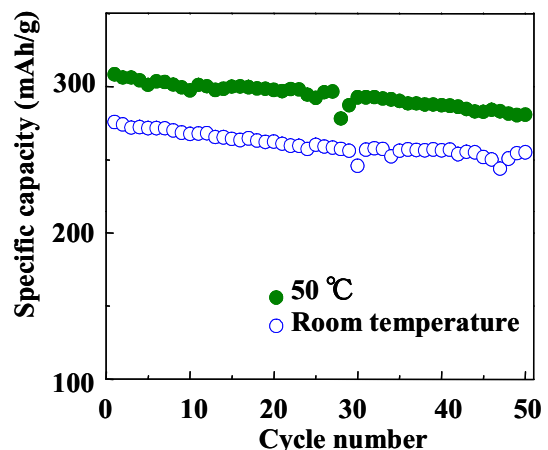
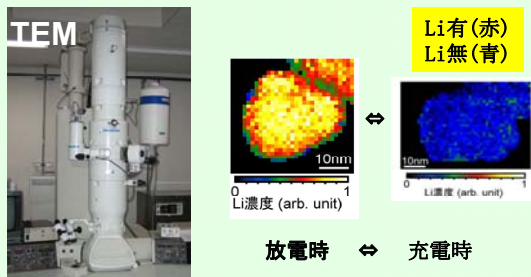


図3-32 Li[Ni_{0.17}Li_{0.2}Co_{0.07}Mn_{0.56}]O₂の充電サイクル特性

2. 研究成果の一例(要素技術開発:②電池構成材料開発)

2008/8/8:プレス発表 産総研、NEDO
「高容量・低コスト新規酸化物正極材料
の開発」(産総研・田中化学)

平成20年8月19日
化学工業新聞 朝刊 5面
平成20年8月19日
日経産業新聞 朝刊 9面
平成20年8月19日
電気新聞 朝刊 4面
平成20年8月19日
日刊工業新聞 朝刊 21面
平成20年8月21日
フジサンケイビジネスアイ 朝刊 6面
に掲載されました。



2009/2/25-27:
FC-EXPO2009にて展示

2009/3/30:
化学工業日報 朝刊 1面 掲載
「高出力・高安全性リチウムイオン
電池の開発」(関西大学・第一工業
製薬)



FC-EXPO2009
NEDOブースにて展示
(2009/2/25-27)

3. 研究開発内容と計画(要素技術開発:③周辺技術)

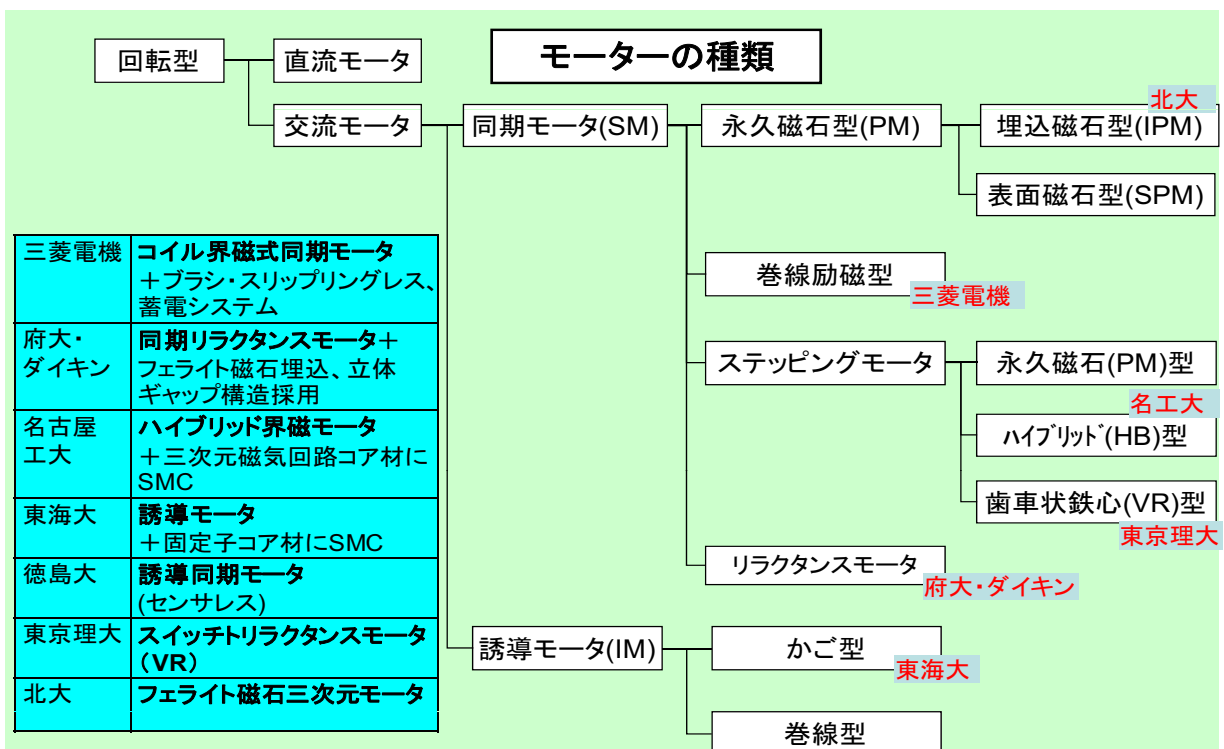


図3-43 モーターの種類

3. 研究開発内容と計画(要素技術開発:③周辺技術)

	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 (周辺機器開発)	公募 → (1)	(1)	(1) 延長審査	→	→
		公募 → (5)	(5) 延長審査	→	→

図3-44 プロジェクトの年度計画(要素技術開発:周辺機器開発)

3. 研究開発目標と達成度(要素技術開発:③周辺技術)

項目	中間目標	達成度	最終目標
脱レアアースモータ	<ul style="list-style-type: none"> 出力密度 出力 トルク密度 効率 回転数 トルク密度 解析による検証 連続制御特性 キャパシタ特性 等の目標を各委託先が決定	○	<ul style="list-style-type: none"> 総合効率: 従来技術と同等程度 出力密度: 従来技術と同等程度 レアアース使用量: 零 又は、 <ul style="list-style-type: none"> 総合効率: 従来技術以上 出力密度: 従来技術の150%程度 レアアース使用量: 従来技術より50%程度以下
省レアアースモータ	<ul style="list-style-type: none"> 出力密度 磁石使用量 トルク密度 等の目標を各委託先が決定	○	
制御回路	<ul style="list-style-type: none"> 低損失磁性材料開発 ≤ 2,000 kW/m³ 低損失インダクタの開発 ≥ 160 W/cc SOC均等化回路開発 セル電圧精度: ±0.3 % 	○	<ul style="list-style-type: none"> 低損失磁性材料開発 1,500 kW/m³ 低損失インダクタの開発 200 W/cc SOC均等化回路開発 セル電圧精度: ±0.3 %

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)

3. 研究成果の一例(要素技術開発:③周辺技術)

2009/7/8:
 化学工業日報 朝刊 10面 掲載
 「等価狭ギャップ構造による脱レア
 アース高性能リラクタンストルク応用
 モータの研究開発」(大阪府立大学・
 ダイキン工業)

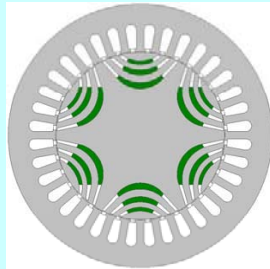


図3-50 第1次設計モデル

2008/9/30-10/4: CEATEC
 JAPAN2008にて展示
 「高効率制御回路を用いた電池電力利
 用技術の研究開発(FDK)

次世代自動車用 高性能蓄電システム技術開発

開発中

電池電力利用技術開発

自動車用蓄電システム

開発技術

- 電池がアンバランスになると作動し、バランスすると自動停止する制御回路を開発、電池電力の有効利用に効果
- 高周波で低損失なパワーインダクタを開発、高周波化することで小型化可能

【新回路】

【効果】

動作原理

- ・O1とO2が交互に同じ時間ONすると電圧の高い電池から低い電池に電力が回生

【課題】

- ・バランス回路による損失がある
- ・モジュール数が多く小型化必要

均等化回路による効果

- ・プラグインハイブリッドを想定したシミュレーション「寿命末期電池使用」で、約10%の航続距離延長の効果を待た

本研究は、新エネルギー産業技術開発機構(NEDO)からの委託研究として実施されています。

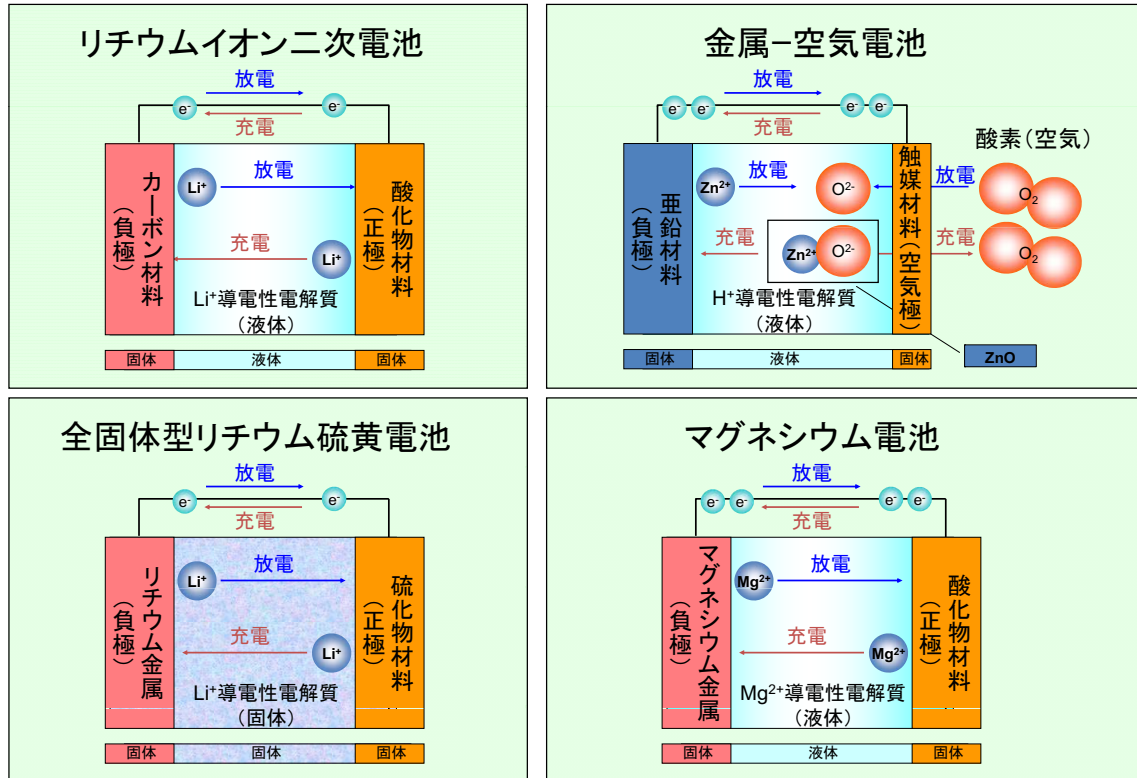
FDK

4. 研究開発内容(次世代技術開発)

イオン	負極	電解質	正極			
Li ⁺	C	東北大 Si/C	ダイキン/関大 フッ素系電解液	産総研 VO ₂ , LiMn ₂ O ₄ 等	酸化物	
	Si系	古河電工/古河電池 シリサイド/Si	鳥取大 遷移金属/Si合金	横国大 錯体-Li塩 イオン液体		東理大/産総研 Li-Mn系酸化物
	酸化物	物材研 Li ₂ SiS ₃ 等	群馬大 SiO/Fe ₂ O ₃	静岡大 ホウ化物	東大/いわき明星大 Li-Cu系酸化物	S (硫黄系)
	合金	神戸大/岩手大 SnO _x 等	産総研 Fe ₂ O ₃ 等	京大/トヨタ/JFCC 無機固体	名工大 錯体	
金属	首都大 Sn合金/Li	日本触媒 Li TCBイオン液体	東工大 チオリシコン S/C	東大 4d遷移金属酸化物	O ₂ (空気系)	
Zn ²⁺	京大/産総研	アルカリ液/アニオン交換膜 アルミニウム極 イオン液体	九大 Li イオン液体 ケル触媒			
Al ³⁺			三重大 Li 固体電解質 リザーバ			
Mg ²⁺			埼玉産技セ 硫黄ドーピング酸化物	東工大 Mn複合酸化物	Mg化合物	
解析	長岡技科大+JAXA 熱解析	京大 界面解析	東北大 電極劣化解析	東北大 シミュレーション		

図3-63 次世代技術採択テーマの技術分野マップ

4. 研究開発内容(次世代技術開発)



4. 研究開発目標と達成度(次世代技術開発)

項目	中間目標	達成度	最終目標(コインセル相当)
金属-空気電池	<ul style="list-style-type: none"> ・デンドライト析出制御 ・充放電容量 ・重量密度 ・充放電効率 ・電解質膜の開発 等の目標を各委託先が設定	○	重量エネルギー密度: 500 Wh/kgの見通しを示すこと
リチウム硫黄電池	<ul style="list-style-type: none"> ・初期放電容量(活物質) ・サイクル寿命(活物質) ・出力特性(固体電解質) ・電位窓(固体電解質) ・輸率(固体電解質) ・イオン伝導率(固体電解質) 等の目標を各委託先が設定	○	
多価カチオン電池	<ul style="list-style-type: none"> ・初期放電容量 ・サイクル寿命 等の目標を各委託先が設定	○	
解析技術	<ul style="list-style-type: none"> ・XAFS測定・解析技術 ・反応速度パラメーター 等の目標を各委託先が設定	○	

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)

4. 研究開発目標と達成度(次世代技術開発)

項目	中間目標	達成度	最終目標(コインセル相当)
新形態リチウムイオン二次電池	<ul style="list-style-type: none"> ・初期放電容量(活物質) ・サイクル寿命(活物質) ・出力特性(固体電解質) ・電位窓(イオン液体&有機電解液等) ・輸率(イオン液体&有機電解液等) ・イオン伝導率(イオン液体&有機電解液等) ・バインダーの探索 ・計算化学(無機固体電解質等) 等の目標を各委託先が設定	○	重量エネルギー密度:500 Wh/kgの見通しを示すこと

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. 研究開発内容と計画(基盤技術開発)

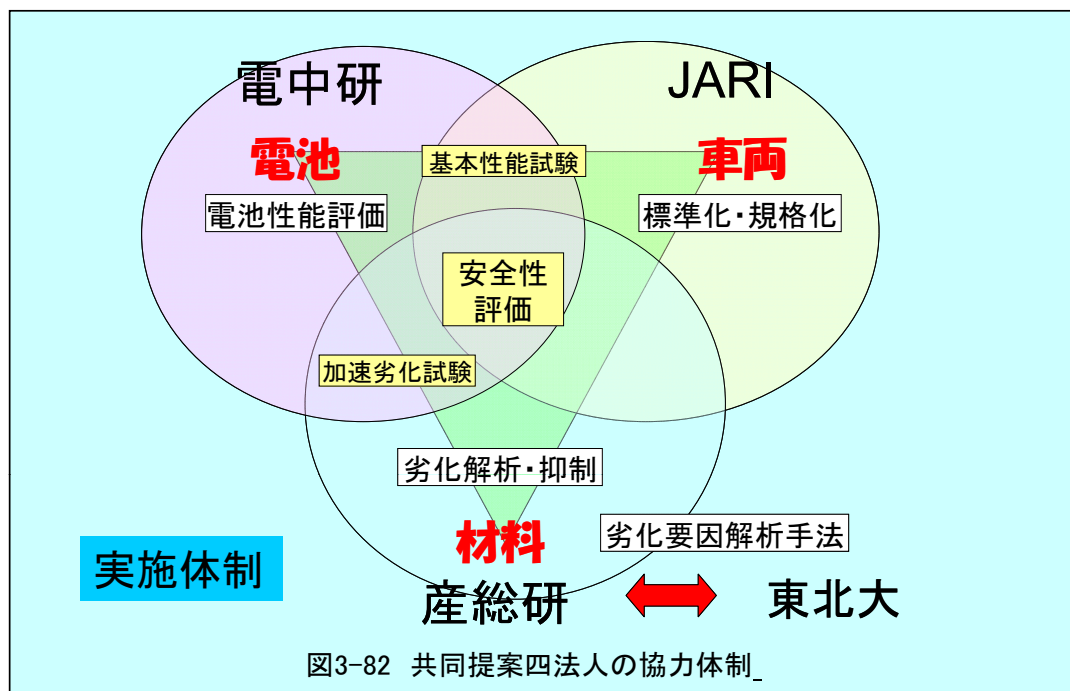


図3-82 共同提案四法人の協力体制

-
- ・電池の劣化メカニズムの解明
 - ・電池試験方法・評価基準の提案
 - ・国際標準への取り組み(標準試験法・国連輸送規制)

5. 研究開発内容と計画(基盤技術開発)

次世代自動車用蓄電池(Li-ion電池)評価試験方法の標準化・規格化を推進するため、Li-ion電池性能評価法の研究開発および安全性評価の研究開発を行う。

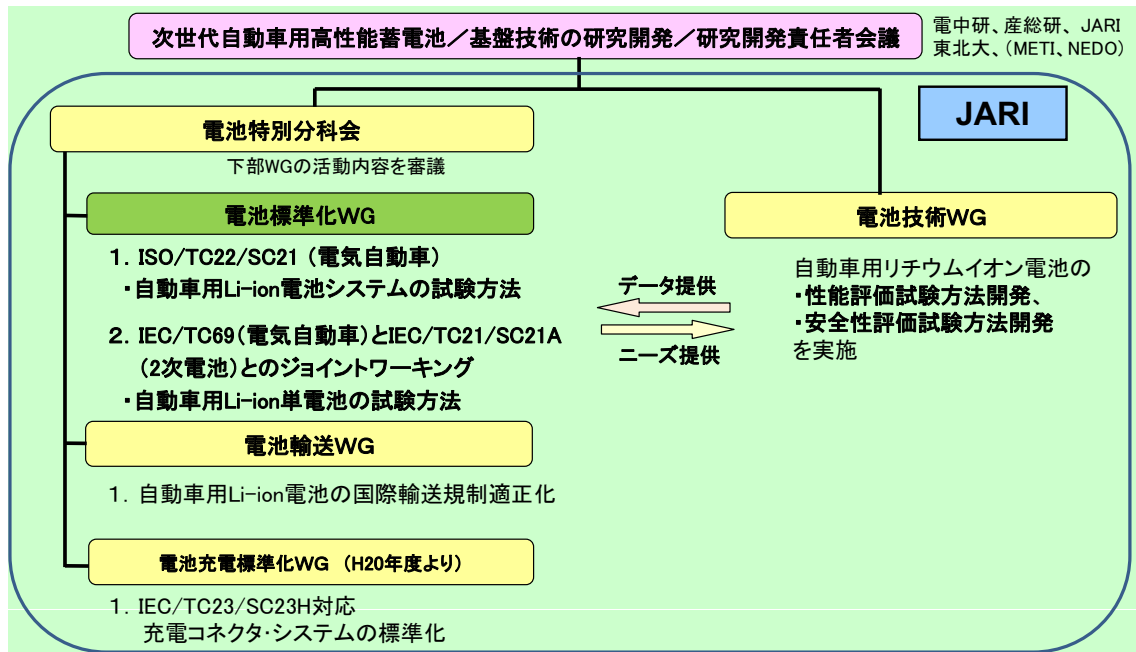


図3-85 国際標準化活動の体制図

5. 研究開発目標と達成度(基盤技術開発)

項目	中間目標	達成度	最終目標
① 基本性能評価試験方法の選定	<ul style="list-style-type: none"> ●電池の基本性能評価に必要な用語の定義 ●電池開発目標の評価項目・試験条件の選定と検証 ●各電動車両について、種々の走行条件における蓄電池運用条件を調査 ●各電動車両について、蓄電池試験条件二次案を作成 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●電池の基本性能評価試験方法の提案 ●各電動車両について、車両走行時の代表的な蓄電池運用条件を抽出 ●作成した蓄電池試験条件並びに定義した用語をIEC/ISOへ反映
② 加速劣化試験による寿命評価手法	<ul style="list-style-type: none"> ●2倍以上の試験期間短縮で寿命予測が可能な加速劣化試験条件の選定・試験着手 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●5倍以上の試験期間短縮で寿命予測が可能な加速劣化試験方法の提案
③ 劣化要因解明とその抑制手法	<ul style="list-style-type: none"> ●小容量セルを用いてPHEVを模擬した試験条件下で電池劣化の主要過程を引き起こす劣化因子(劣化要因)を選定。また、保存時の劣化反応の反応速度式を求める。 ●複数の測定手法による実電池材料における測定データと劣化挙動との相関の明確化 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●実規模セルに小容量セルで得られた知見を適用することで、劣化要因を検証するとともに、小容量セルでの結果を実規模セルに適用するための補正係数を算出 ●複数のin situ測定手法による実電池材料における劣化挙動を検出する新しい計測技術の確立

5. 研究開発目標と達成度(基盤技術開発)

項目	中間目標	達成度	最終目標
④ 安全性評価試験方法	<ul style="list-style-type: none"> ●蓄電池および蓄電池の車両搭載時の安全性評価試験内容の整理 ●安全性試験(過充電、過放電、外部短絡、貫通、圧壊、振動、類焼、熱衝撃、衝撃試験等)の検証を行い、試験方法を作成 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●材料レベル、単セルレベル、モジュールレベルからの濫用時の安全性の評価 ●代表的な電池系における安全性要因の解明 ●次世代自動車用蓄電池安全性評価試験方法を作成し、IEC/ISOへ反映
⑤ 次世代自動車用蓄電池評価試験方法の標準化・規格化	<ul style="list-style-type: none"> ●ISO12405-1 DIS ●IEC61982-4,-5 CDV ●国連輸送規制の適正化(2009年勧告に適正化反映) ●IEC62196-2 CDV ●IEC61851 FDIS 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●ISまたは適正化達成

国際規格制定手順

1. 提案段階: NWP (New Work Item Proposal)
2. 作成段階: WD (Working Draft)
3. 委員会段階: CD (Committee Draft)
4. 紹介段階: DIS (Draft International Standard: ISO) CVD (Committee Draft for Vote: IEC)
5. 承認段階: FDIS (Final Draft international Standard)
6. 国際規格: ISO, IEC (International Standard)

5. 研究成果の一例(基盤技術開発)

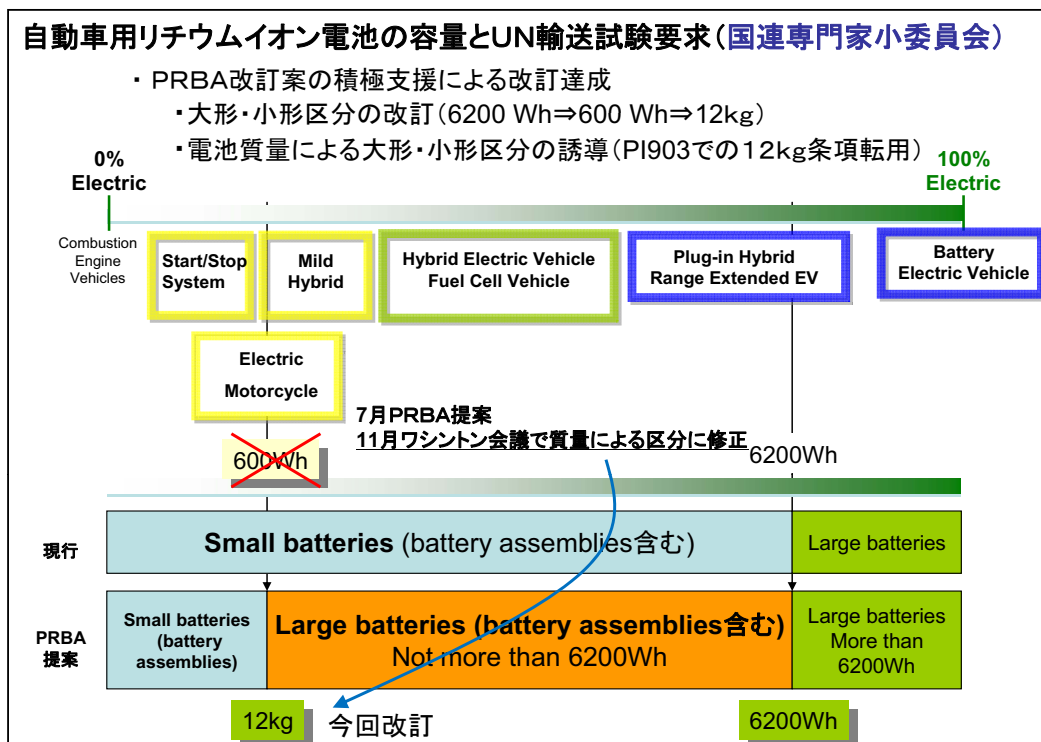


図3-95 自動車用リチウムイオン電池の容量とUN輸送試験要求

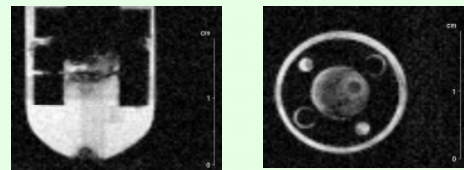
5. 研究成果の一例(基盤技術開発)

2009/7/7:

プレス発表 東北大学、NEDO
 「次世代自動車用高性能蓄電池基盤
 技術の研究開発」
 (電中研、JARI、産総研、東北大学)

MRI でリチウム電池の内部撮影に成功
 ーリチウムイオンの分布を画像化ー

平成21年7月13日
 日本経済新聞 朝刊 12面
 平成21年7月13日
 日経産業新聞 朝刊 10面
 平成21年7月13日
 電気新聞 朝刊 3面
 平成21年7月13日
 日刊工業新聞 朝刊 24面
 平成21年7月14日
 化学工業日報 朝刊 5面
 に掲載されました。



上の図は、モデルリチウム電池の縦断面と横断面をリチウムイオンの濃度分布として画像化したものである。白い部分がリチウムイオン濃度の高い部分で、黒い部分は殆ど無い部分

6. 成果の普及

表2-4 外部発表の実績(平成21年4月末時点での成果)

		特許出願	論文発表	講演発表
要素技術開発	電池開発	26	0	7
要素技術開発	電池構成材料開発	24	29	169
要素技術開発	周辺機器開発	8	2	10
次世代技術開発		16	30	158
基盤技術開発		1	3	39
		75	64	383

7. 実用化・事業化の見通し(要素技術開発:①電池開発)
 【開発したモジュール電池を製品化して実車に搭載することが実用化、事業化イメージ】

表4-1 事業家への年度計画例—要素技術開発(電池開発)—

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					○
他の企業との関係等 ライセンス・合弁等			○	○	○

要素技術開発(①電池開発)

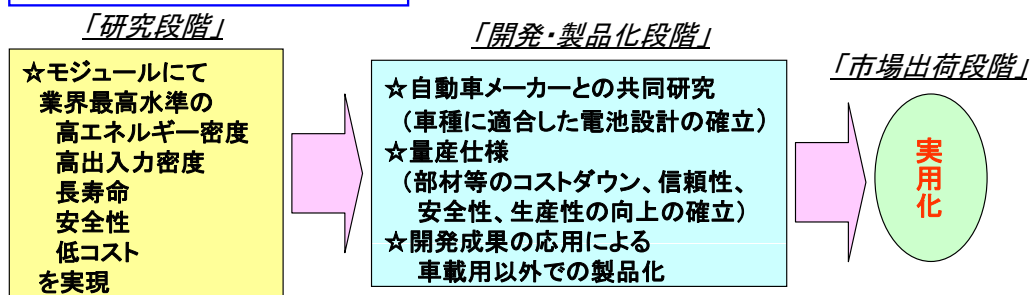


図4-1 実用化へのイメージ図—要素技術開発(電池開発)—

7. 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】

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			○	○	○
他の企業との関係等 ライセンス・合弁等		○	○	○	○

要素技術開発(②電池構成材料開発)

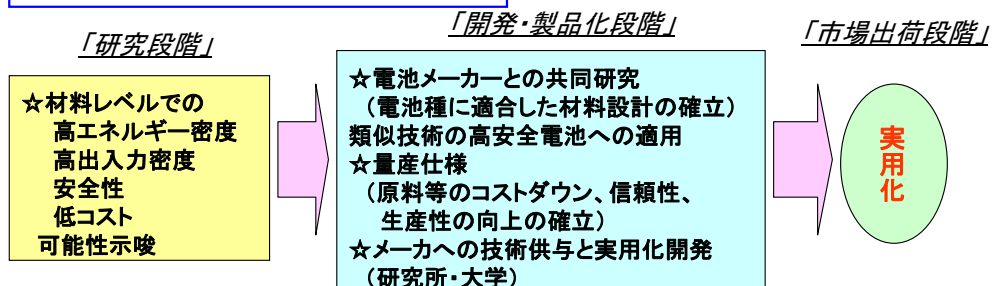


図4-3 実用化へのイメージ図—要素技術開発(電池構成材料開発)—

7. 実用化の見通し(要素技術開発③周辺機器開発)
 【開発した周辺機器を製品化して実車に搭載することを実用化イメージとする】

表4-3 事業化への年度計画例－要素技術開発(周辺機器開発)－

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					○
他の企業との連携等 ライセンス・合弁等				○	○

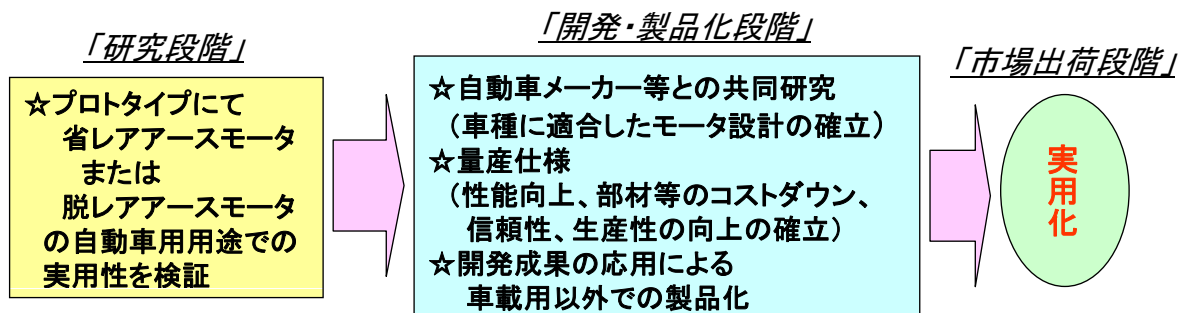


図4-4 実用化へのイメージ図－要素技術開発(周辺機器開発:モータ)－

7. 実用化の見通し(次世代技術開発)
 【開発した電池材料をコインセルレベルの電池に適用することが実用化イメージ】

表4-4 事業化への年度計画例－次世代技術開発－

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					
他の企業との連携等 ライセンス・合弁等					○

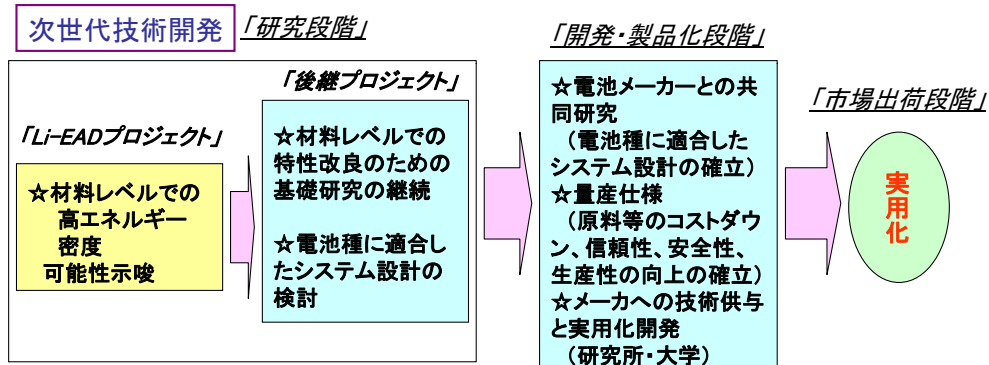


図4-5 実用化へのイメージ図－次世代技術開発－

7. 実用化の見通し(基盤技術開発)

【電池材料または電池セル、モジュールに対して、標準的に適用可能な各種評価・解析方法を確立すること、さらには、確立された評価法を国際標準・規格に反映することが実用化イメージ】

表4-5 自動車用リチウムイオン二次電池評価試験方法の標準化への年度展開例

実施内容	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度
ISO/TC22/SC21 ドイツ案に対し 修正案を提案	調査・検討 ドイツ: NWIP 提案◎ 日本: 単電池を分離提案◇	修正案提案 ★	修正案提案 ★		(IS発行: 仮) ★
IEC/TC21/SC21A/ TC69 /JWG 日本から新規提案	調査・検討	単電池の試験 標準NWIP 提案 ★	日本提案承認		(IS発行: 仮) ★

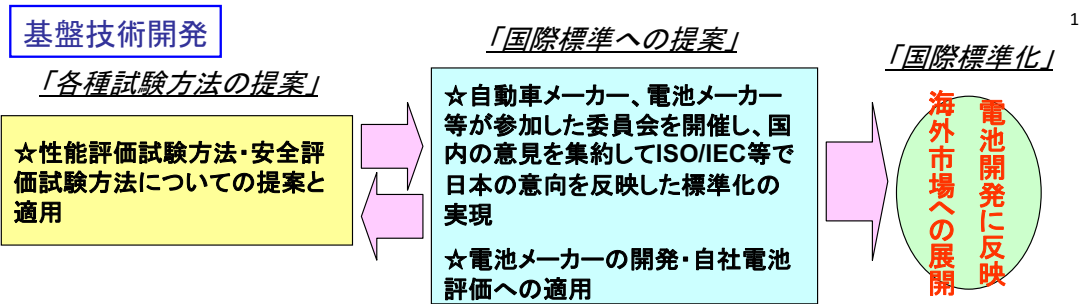


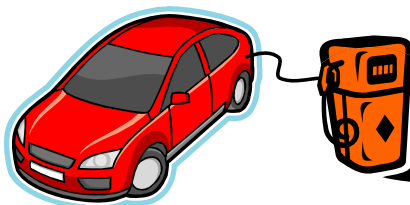
図4-6 実用化へのイメージ図—基盤技術開発—

8. 波及効果

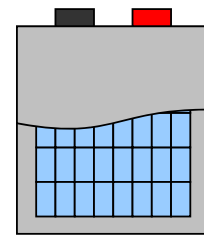
EV「アイ・ミーブ(三菱自動車)」
2009年2000台、2010年5000台想定
PHEV「プラグインステラ(富士重工)」
2009年170台

EV「日産」
2010年秋5万台、
2012年後半世界20万台立ち上げ
HEV「プリウス(トヨタ)」
2009年6月2. 2万台販売
HEV「インサイト(ホンダ)」
2009年10万台超販売目標

高性能リチウム二次電池



電動車両
(EV、PHEV、HEV etc.)
の普及



評価データ
ノウハウ

電動車両用リチウムイオン
二次電池の国際標準・規格

ロボット・介護機器・電動工具
自然エネルギー発電標準化
スマートグリッド



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)

(1) 要素技術開発(電池開発)

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>

1) 電池開発: 2015年を目途に、別紙の目標特性を有するリチウムイオン電池の実用化を目指すための電池開発を行う。

<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。

1. 事業の目的(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

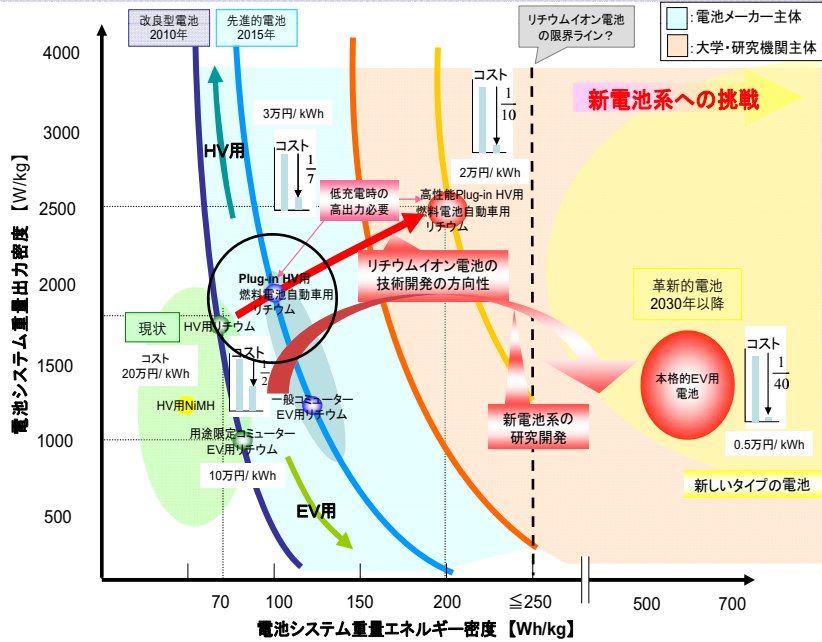


図3-1 要素技術開発(電池開発)の開発ターゲット
(出典:経済産業省「次世代自動車用電池の将来に向けた提言」)

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。

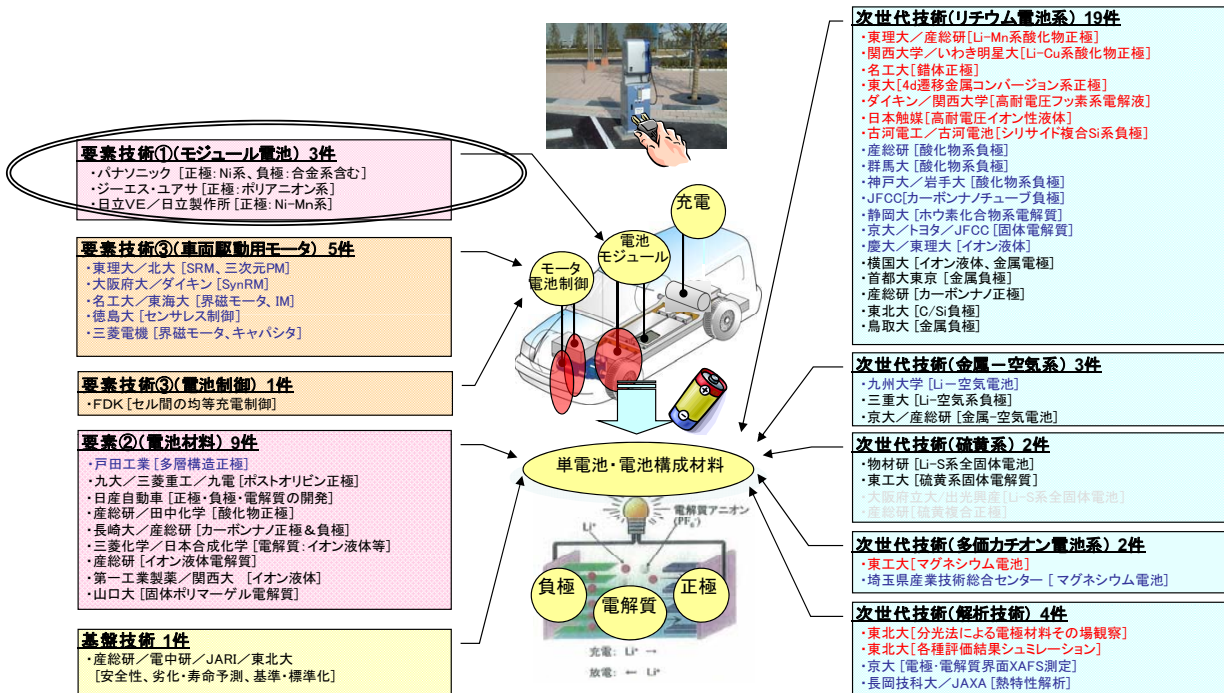


図3-2 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の実施内容(平成21年度)
(本研究開発項目の対象テーマは太枠で囲われている)

2. 事業の概要

	正極	電解質	負極
電池開発	パナソニック ・Li(NiCoAl)O ₂	有機電解液	・黒鉛材+Si材料
	ジーエスアサコーポレーション ・複合系ポリアニオン材料(LiFe(Mn)PO ₄)	有機電解液	・黒鉛材
	日立製作所/日立ビークルエナジー ・NiリッチNi-Mn系	有機電解液	・黒鉛材

図3-3 要素技術開発(電池開発)の開発ターゲット

2. 事業の概要(実施者間の連携)

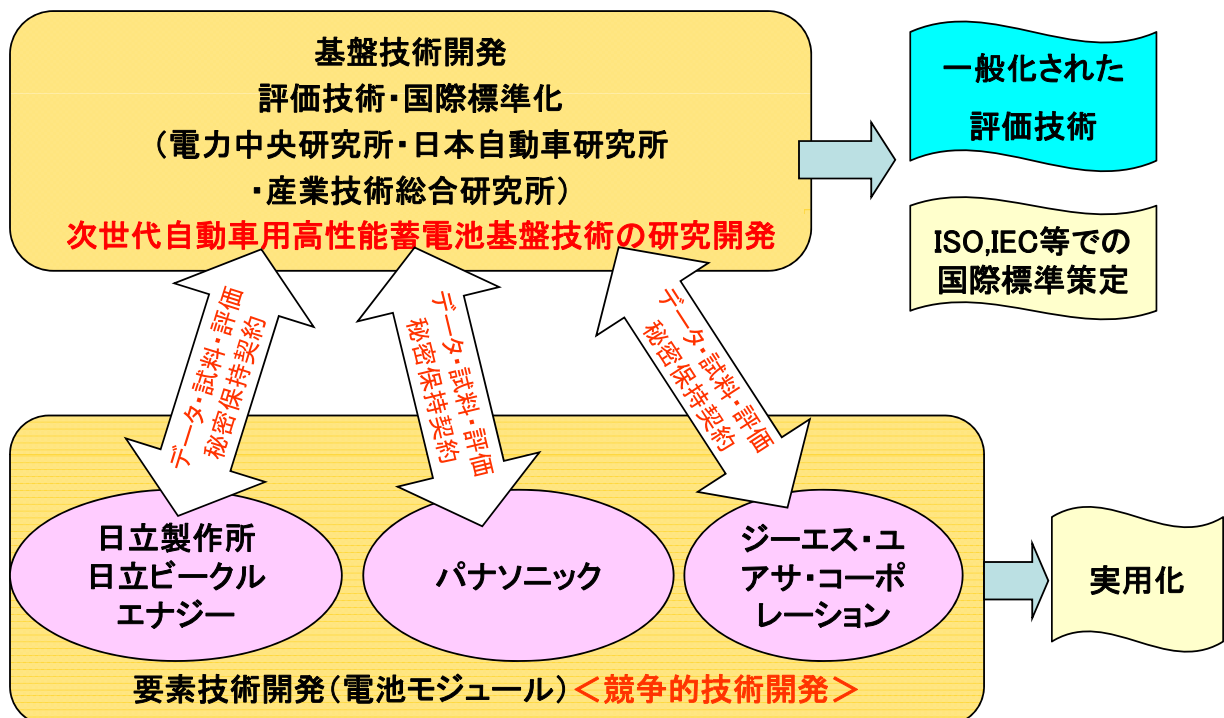


図2-5 要素技術開発(電池開発)と基盤技術開発の連携

3. 研究開発の実施スケジュールと予算

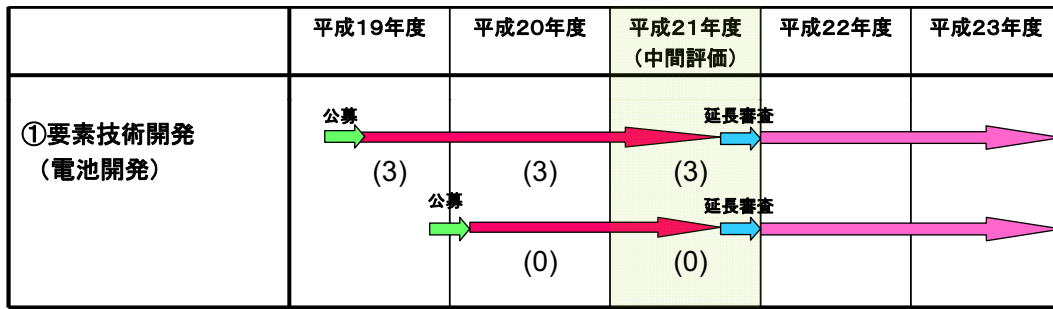


図3-4 プロジェクトの年度計画(要素技術開発:電池開発)

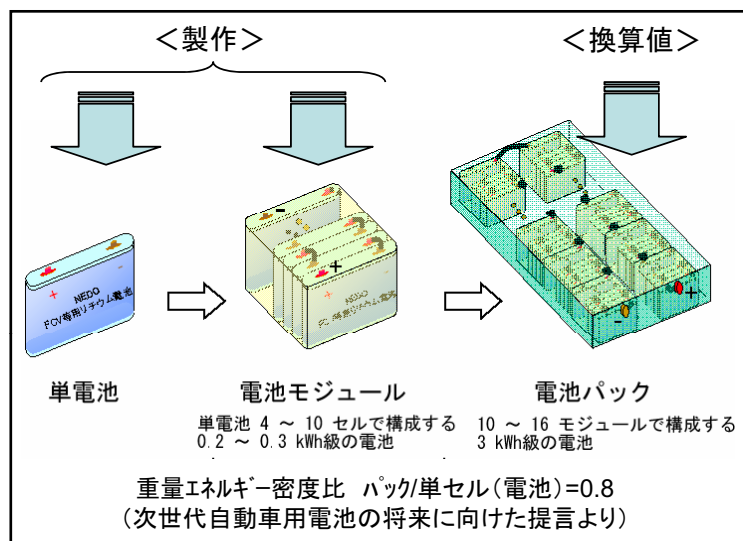
表3-2 委託先の研究予算一覧表(要素技術開発:電池開発)

委託先	研究予算(百万円)			
	H19fy	H20fy	H21fy	総額
パナソニック(株)	186.1	197.1	197.5	580.7
(株)ジーエス・ユアサ コーポレーション	135.1	128.2	127.1	390.4
(株)日立製作所/日立ビークルエナジー(株)	198.9	198.9	198.9	596.7
	520.1	524.2	523.5	1567.8

4. 研究開発目標と達成度

0.3 kWhモジュールを作製し、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:
100 Wh/kg
- ・重量出力密度:2000 W/kg
- ・体積エネルギー密度:
120Wh/L
- ・体積出力密度:
2400W/L
- ・寿命:10年 以上
- ・充放電効率:95 %以上
- ・コスト:4 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

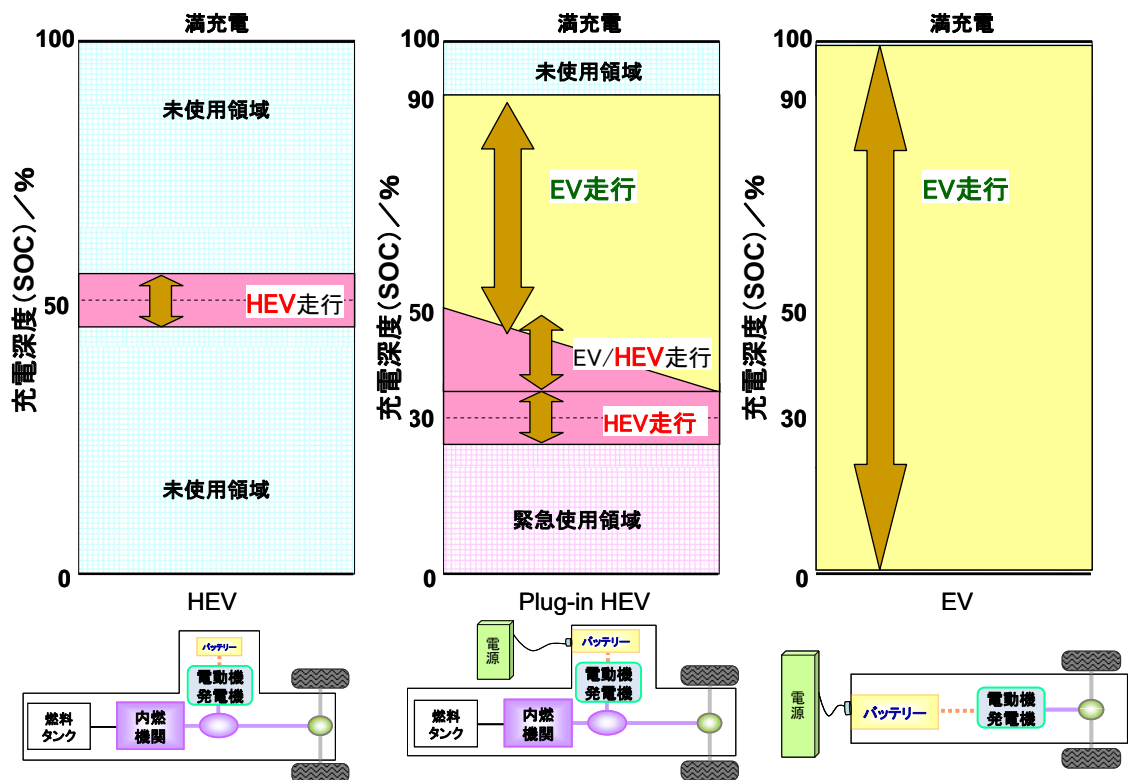


4. 研究開発目標と達成度

	LIBES (1992~2001)	FCV (2002~2006)	Li-EAD(2007~)
対象車種	電気自動車 (高エネルギー密度)	燃料電池自動車 (ハイブリッド自動車) (高出力密度)	プラグインハイブリッド自動車 (高エネルギー密度) (高出力密度)
組電池	3 kWh	3 kWh	3 kWh
重量エネルギー密度	150 Wh/kg	70 Wh/kg	100 Wh/kg
出力エネルギー密度	400 W/kg	1,800 W/kg	2,000 W/kg
効率	> 85 %	> 96 %	> 95 %
寿命	1000 サイクル	15年 使用期間+保存期間	10年 使用期間+保存期間
コスト	-	50,000 円/kWh	40,000 円/kWh

1. 「効率・寿命」については、基盤技術開発担当法人から提案される「標準試験法」に従う
2. 「コスト」については、100万パック/年 生産時を見積もりの前提条件とする

4. 研究開発目標と達成度



4. 研究開発目標と達成度

項目	中間目標	達成度	最終目標(モジュール)
パナソニック	(単セル) 重量エネルギー密度: 130 Wh/kg 体積エネルギー密度: 270 Wh/L 重量出力密度: 2,600 W/kg 体積出力密度: 5,400 W/L 充放電効率: 95 %	○	0.3 kWhモジュールを製作し、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: 100 Wh/kg 体積エネルギー密度: 120 Wh/L 重量出力密度: 2,000 W/Kg 体積出力密度: 2,400 W/L 充放電効率: 95 %以上 寿命: 10年以上 コスト: 4万円/kWhを見通す 安全性: 車載時の濫用に耐える
ジーエス・ユアサコーポレーション	(性能目標は3 kWh級パック電池の換算値) 重量エネルギー密度: 100 Wh/kg または 体積エネルギー密度: 120 Wh/L (基本設計) 重量出力密度: 2,000 W/kg または 体積出力密度: 2,400 W/L (基本設計)	○	
日立製作所/日立ビークルエナジー	(単セル) 重量エネルギー密度: 115Wh/kg 重量出力密度: 2,500 W/kg 寿命: 7年以上 安全性: 安全性試験の実施	○	

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(パナソニック)

正極開発: 高容量Ni系正極活物質

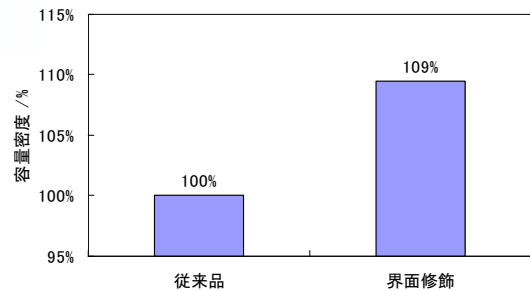
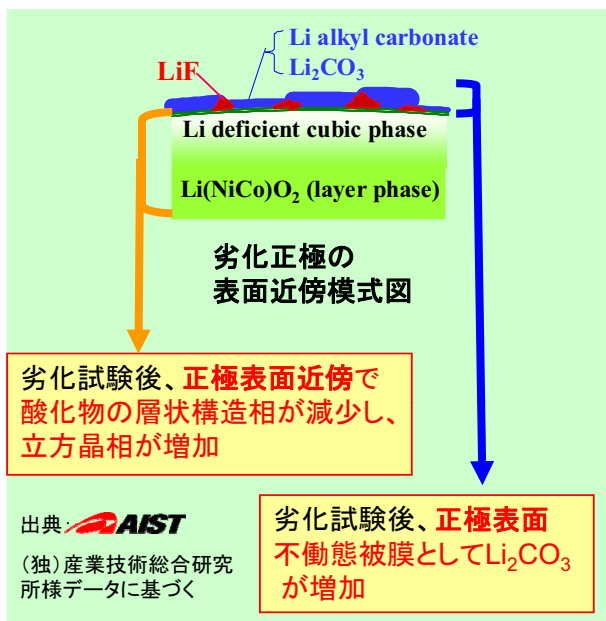


図3-6 正極界面修飾の効果(初期容量)

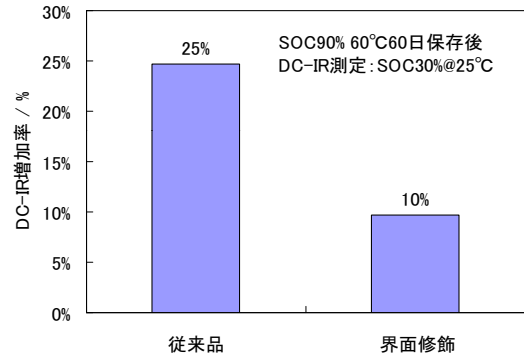


図3-7 正極界面修飾の効果(抵抗上昇)

同じAl量で10%の高容量化と高温保存時の抵抗上昇の大幅な抑制が同時に実現!

5. 研究成果(パナソニック)

正極開発: 高容量Ni系正極活物質

図3-8: ニッケル酸リチウム正極ならびに黒鉛系負極を組み合わせたセルの長期耐久性を検証した。開発材料により保存試験時およびサイクル試験時の両者においてもDC-IR増加の抑制がみられた。

図3-9: 保存後の負極では導電面積率の低下が著しい

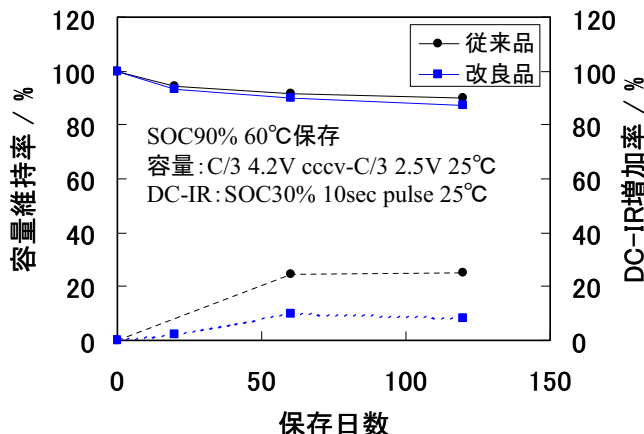


図3-8 正極改良による保存(SOC90% 60°C)特性の評価

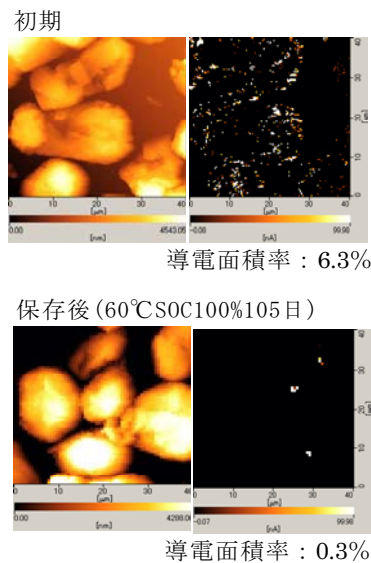


図3-9 SPMIによる負極の観察



劣化要因を明らかにすることで、特性改良への指針を得る!

5. 研究成果(パナソニック)

セルおよびモジュール設計開発・充放電制御システム

- 正極活物質としてニッケル酸リチウム、負極活物質として黒鉛系材料を用いた電極設計(合剤組成、合剤厚み、密度など)、極板化プロセス(合剤ペーストの調整方法など)、防爆弁構造など電池構造・組立プロセスの検討を実施。
- 開発セルの安全性評価を実施し、誤用時の安全レベルの把握と現象確認実施。

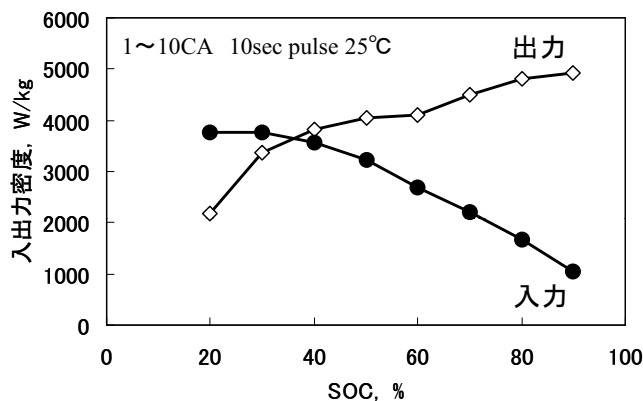


図3-10 開発品の入出力特性



得られた実電池は容量が10Ahで、開発目標の達成を確認(上図)

5. 研究成果(ジーエス・ユアサ コーポレーション)

正極開発:「高電位ポリアニオン」正極活物質

- 「高電位ポリアニオン」材料として、リン酸鉄リチウムの鉄の一部をマンガンで置換したものの開発を推進中。

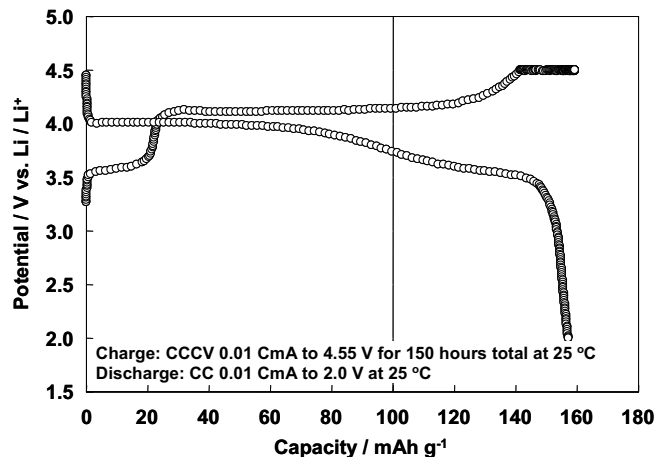
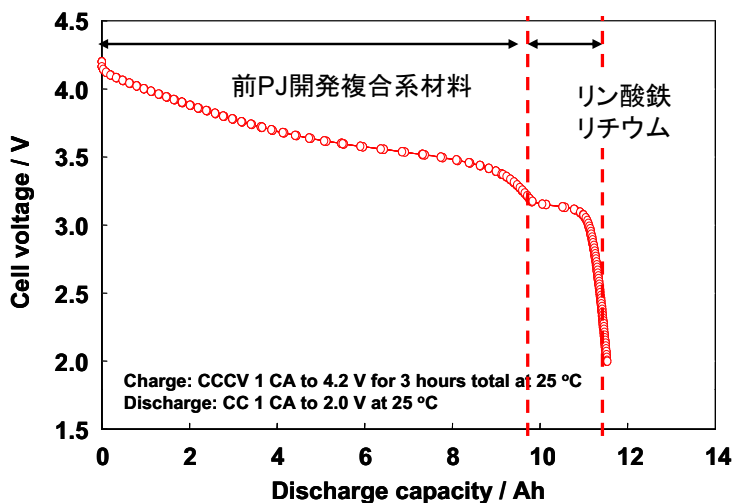


図3-11 「高電位ポリアニオン正極」の初期充放電曲線

種々の検討の結果から、可逆電位が約3.9 V、初期放電容量が約157 mAh/gのものが得られた(図3-11)。

5. 研究成果(ジーエス・ユアサ コーポレーション)

単電池開発:「複合システム」正極電極/グラファイト負極電極



正極に「複合システム」電極を、負極にグラファイトを使用した11.5 Ah級単電池で、127 Wh/kgの重量エネルギー密度を達成。

図3-12 平成20年度開発モデル単電池の初期放電曲線

3 kWh級パック電池の換算値で、重量エネルギー密度: 100 Wh/kg
 または、体積エネルギー密度: 120 Wh/L
 さらに、重量出力密度: 2,000 W/Kgまたは体積出力密度: 2,400 W/L
 が可能となる基本設計を確立した。

5. 研究成果(ジーエス・ユアサ コーポレーション)

モジュール電池開発

①回路要素技術開発 ②モジュール電池要素技術開発
 柔軟性材料によるハーネスレス化を検討。「Flexible Printed Circuits(FPC)」を採用し、ハーネスレスで電池、サーミスタを接続。単電池と電池監視回路基板(図)を段差配置しても電池監視システムは動作可能であることを確認。



図3-13
 平成20年度開発電池監視回路基板



必要な機能を有しながらも軽量かつコンパクトなモジュール化のための基本設計を確立

5. 研究成果(日立製作所/日立ビークルエナジー)

正極材料開発: Ni-Mn系正極活物質

●熱安定性の向上を図ることを目的に異種元素置換の正極材料の開発を推進中

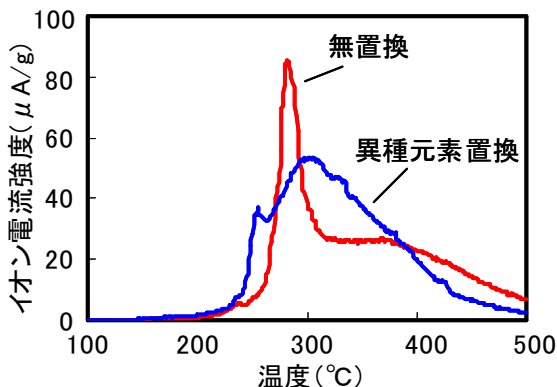


図3-14 正極材料の昇温脱離酸素ガス分析

Mn酸化物より結合力が強い異種元素を対象に元素置換を試みた。

満充電状態での異種元素置換正極材の昇温脱離酸素ガス分析により、急激な酸素ガスの脱離を抑制するなどの制御が可能なのを見いだした(図3-14)。

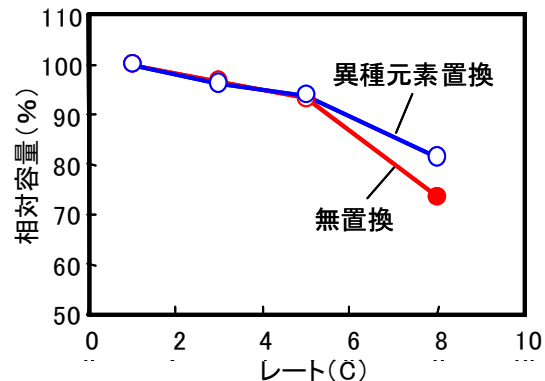


図3-15 小容量電池の負荷特性

異種元素置換正極材を用いた小容量電池は、無置換材料に比較して放電容量が約6%小さくなったものの、負荷特性は置換材料の電池の方が良好

車載用電池に要求される高負荷特性が異種元素置換により損なわれないことがわかった(図3-15)。

5. 研究成果(日立製作所/日立ビークルエネルギー)

負極材料開発: 黒鉛系負極活物質

単電池の構造の改良: 集電及び端子構造とガス放出弁の改良

● 貯蔵劣化抑制を目的に負極材用の開発を推進中

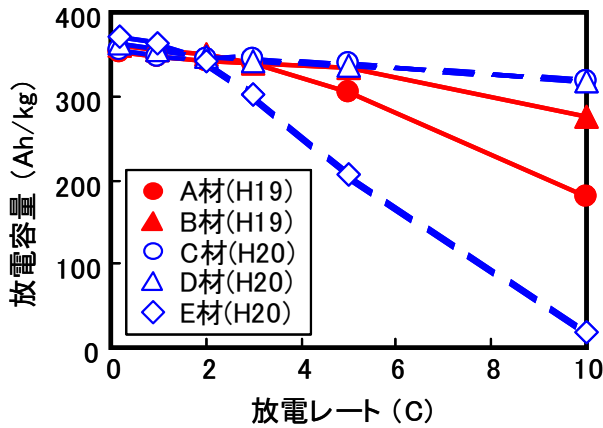


図3-16 黒鉛負極の負荷特性

- 正負極端子の絶縁
- ガス放出弁の総面積の拡大



図 10Ah級単電池の外観

負極は貯蔵劣化抑制を目的に、平成19年度選定(B材)の負極と同等の負荷特性を有する低比表面積の黒鉛材(D材)を選定した(図3-16)。

5. 研究成果(日立製作所/日立ビークルエネルギー)

単電池開発: Ni-Mn系正極活物質/黒鉛系負極活物質

● 開発したNi-Mn系正極材料と黒鉛系負極材料を用いた10Ah級試作電池を作製

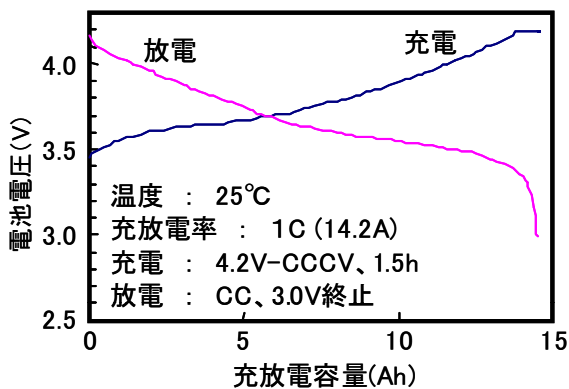


図3-17 10 Ah級単電池の充放電特性

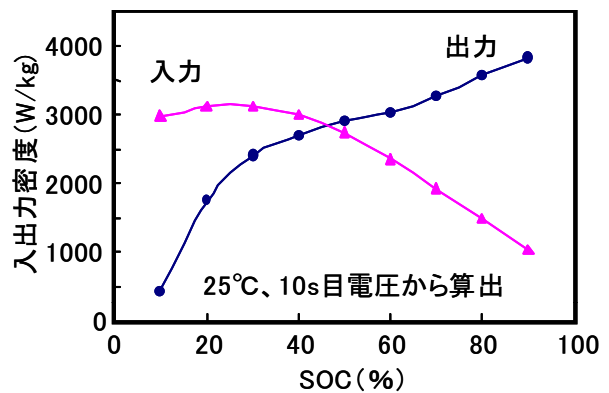





図3-18 10 Ah級単電池の入出力特性

エネルギー密度は、115 Wh/kgを達成
 出力密度(50% SOC)は、2800 W/kgを達成
 (平成21年度自主目標値をそれぞれ超えている)

5. 研究成果(まとめ)

表3-5 開発された単電池の仕様

	パナソニック	ジーエス・ユアサ コーポレーション	日立製作所/日立 ピークルエナジー
正極活物質	NiCoAl系	複合システム	Ni-Mn系
負極活物質	黒鉛	黒鉛	黒鉛
容量	10 Ah	11.5 Ah	14 Ah
重量エネルギー密度	142 Wh/kg	127 Wh/kg	115 Wh/kg
重量出力密度	4,093 W/kg	2,130 W/kg	2,800 W/kg
サイズ	154 mm (W) × 12 mm (D) × 80 mm (H)	113.1 mm (W) × 20.6 mm (D) × 74.2 mm (H)	120 mm (W) × 23 mm (D) × 97 mm (H)
写真			

21

6. 成果の普及

表3-6 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
高耐久形高容量・高出力リチウム二次電池の研究開発	パナソニック	8	0	7
高性能リチウムイオン電池(複合システム)の研究開発	ジーエス・ユアサ コーポレーション	6	1	3
高出力可能な高エネルギー密度型リチウムイオン電池の研究開発	日立製作所 日立ピークルエナジー	12	0	3
		26	1	13

22

7. 最終目標達成の見込み

中間目標はほぼ達成されており、最終目標である重量エネルギー密度、重量出力密度等については達成の見通しが得られている。今後、安全性試験結果を踏まえた電池構造の改良を進めることで安全性を確保していくこと、劣化機構の解明とともに活物質、電解液、セパレーターなどの電池材料の総合的対応により寿命の改善を図ることで、安全性、寿命についても最終目標の達成は可能である。また、コスト、充放電効率については最終目標値の難易度が高いが達成を目指して研究開発を実施する。

8. 実用化・事業化の見通し(要素技術開発:①電池開発)

【開発したモジュール電池を製品化して実車に搭載することが実用化、事業化イメージ】

■事業化までのシナリオ

自動車メーカーと共に開発車種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、電池構成材料や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4-1 事業家への年度計画例－要素技術開発(電池開発)－

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					○
他の企業との関係等 ライセンス・合弁等			○	○	○

(注1) 研究段階：材料等要素技術研究(ラボスケール研究)段階、特許出願

(注2) 開発段階：製品化に向けた研究、量産化技術研究、無料サンプル提供

(注3) 製品化段階：量産化技術確立、量産設備投資検討段階、サンプル出荷

(注4) 市場出荷段階：製品の販売、損益分岐点を超える段階

(注5) 他の企業との関係(共同研究・合弁事業、ライセンス供与、アライアンス、販売提携等等)の計画

8. 実用化・事業化の見通し(要素技術開発:①電池開発)
 【開発したモジュール電池を製品化して実車に搭載することが実用化、事業化イメージ】

■実用化へのイメージ

本プロジェクト終了後に、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、開発段階以降では、他の企業との連係(共同研究・合併事業等)が想定される。図4-1に実用化へのイメージ図を示す。

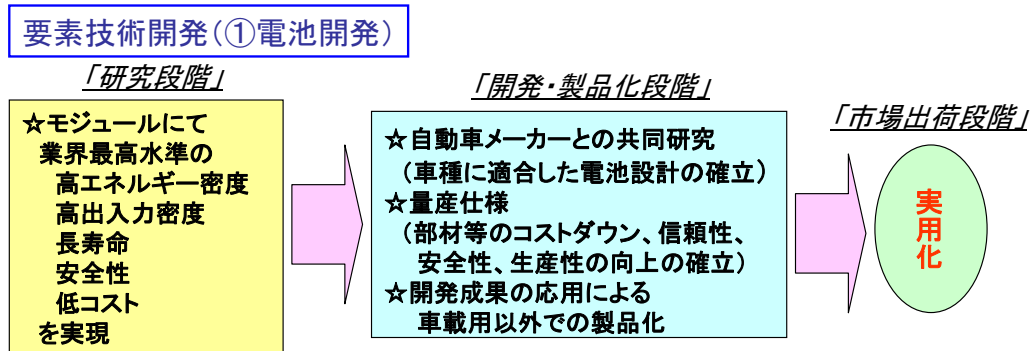


図4-1 実用化へのイメージ図—要素技術開発(電池開発)—

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

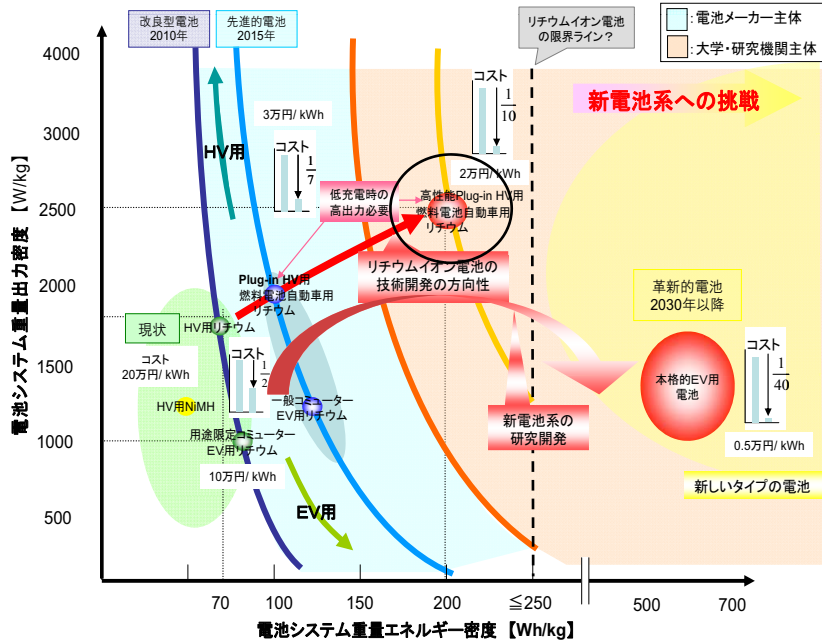


図3-19 要素技術開発(電池構成材料)の開発ターゲット

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。

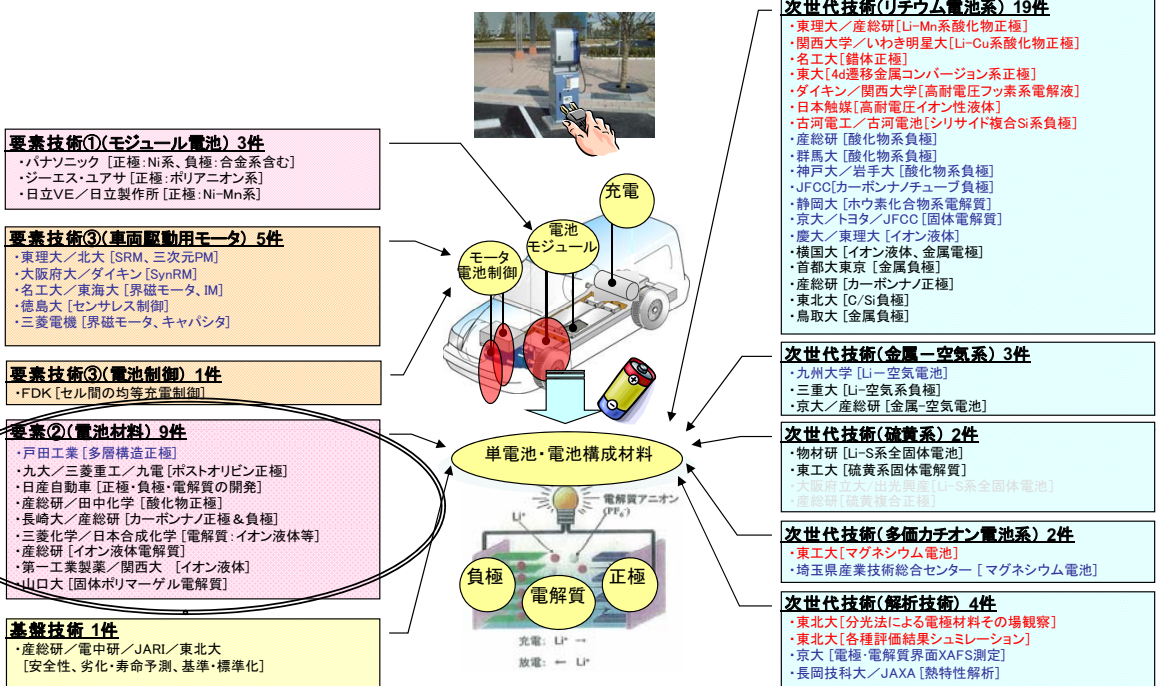


図3-20 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の研究内容(平成21年度)
(本研究開発項目の対象テーマは太枠で囲われている)

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 フッ化金属ヘロアイト系 ・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

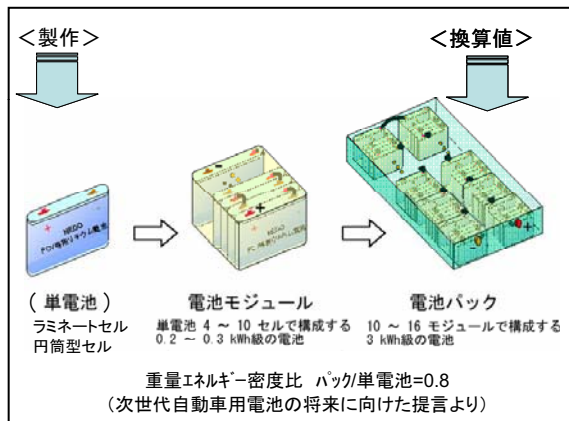


図3-23 電池パックから単電池への重量エネルギー密度の換算イメージ図

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)

7

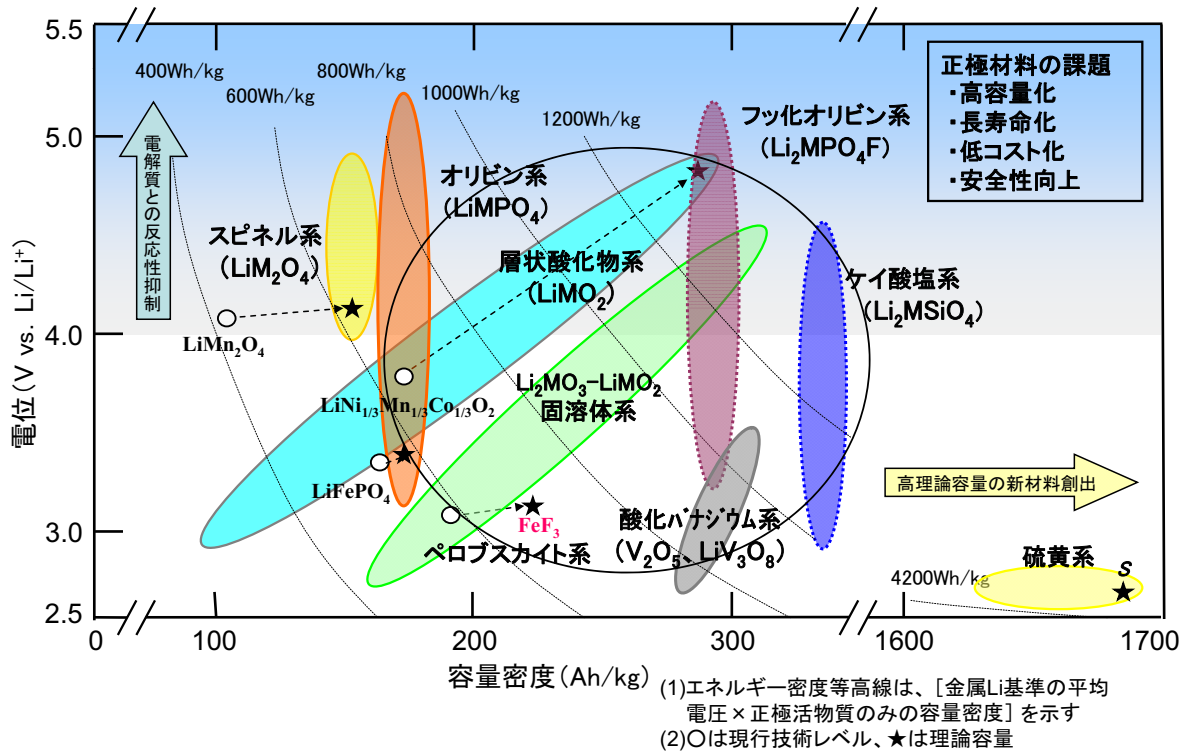
4. 研究開発目標と達成度

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)

8

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

LiFeF_3 のインターカレーション反応($\text{Li}^+ + e^- + \text{FeF}_3 \rightarrow \text{LiFeF}_3$)の理論容量237 mAh/g、コンバージョン反応($3\text{Li}^+ + 3e^- + \text{FeF}_3 \rightarrow \text{Fe} + 3\text{LiF}$)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)。

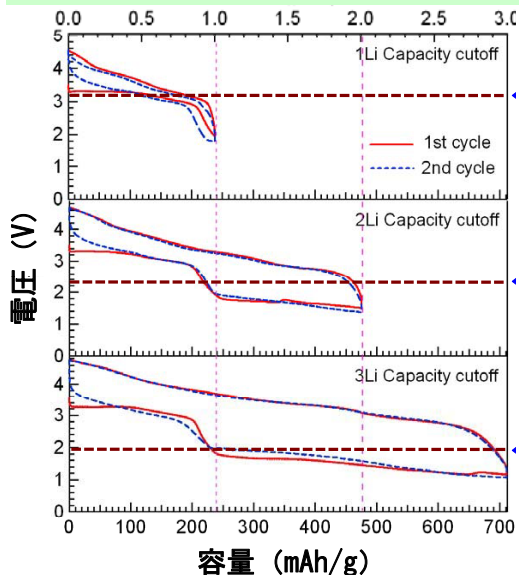


図3-24 FeF₃の対Li充放電特性サイクル深度依存性

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。

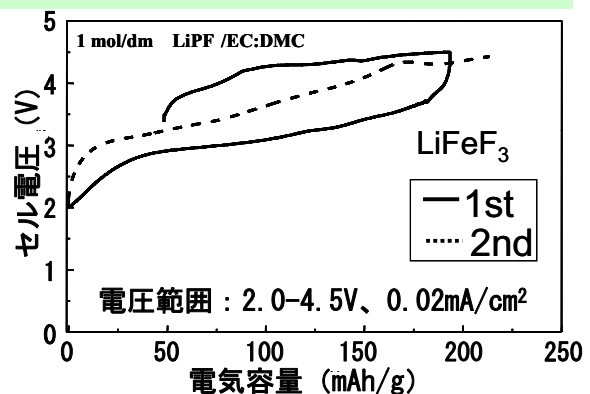


図3-25 ケミカルLiプレドープ処理により合成したLiFeF₃の充放電特性

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)。

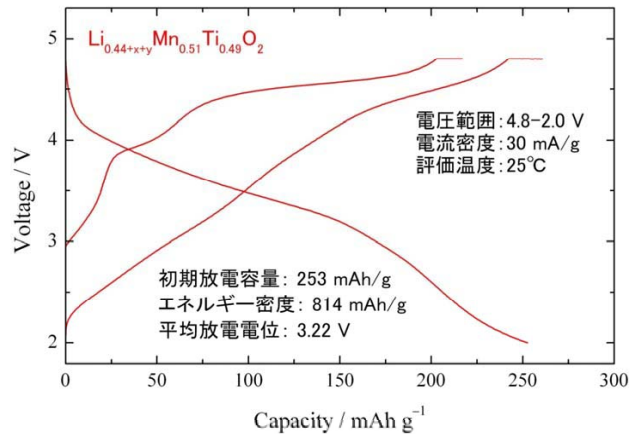


図3-26 Li_{0.44+x}MO₂のLi対極での充放電プロファイル

5. 研究成果(正極材料)

産総研／田中化学

②電極素材特性評価

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)。

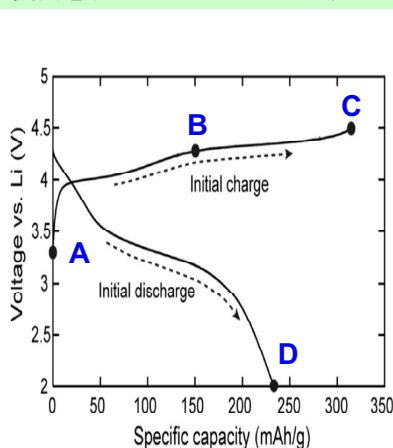


図3-27 鉄含有Li₂MnO₃系正極材料のLi対極での充放電特性

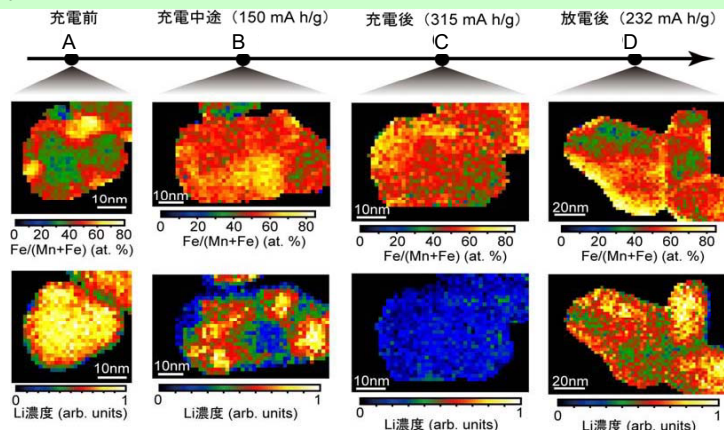


図3-28 鉄含有Li₂MnO₃系正極材料粒子の充電・放電の各過程(左から右、図3-27のA~Dに対応)での遷移金属元素濃度分布図(上図)とリチウム元素濃度分布図(下図)

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

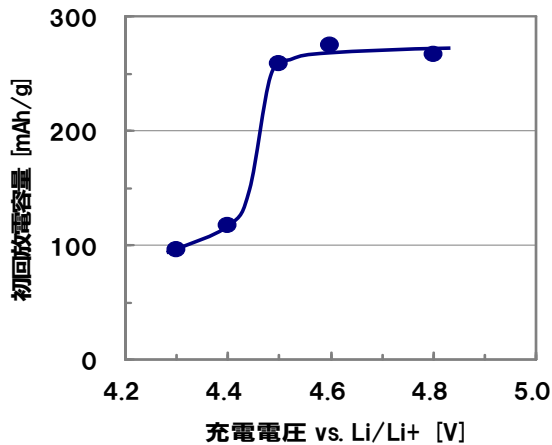


図3-29 初回充電電圧を変更した場合の放電容量

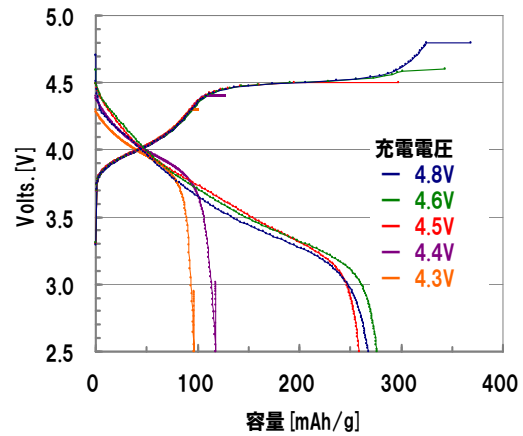


図3-30 初回充電電圧を変更した場合の充電・放電曲線

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

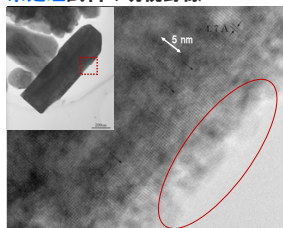
劣化メカニズム解明:

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。



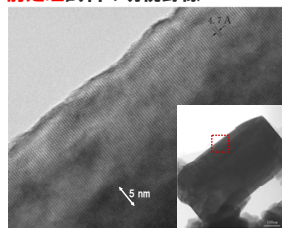
放電容量: 最大容量252mAh/g、100サイクル後の容量保持率93%を示すことが明らかになった(図3-32)。

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

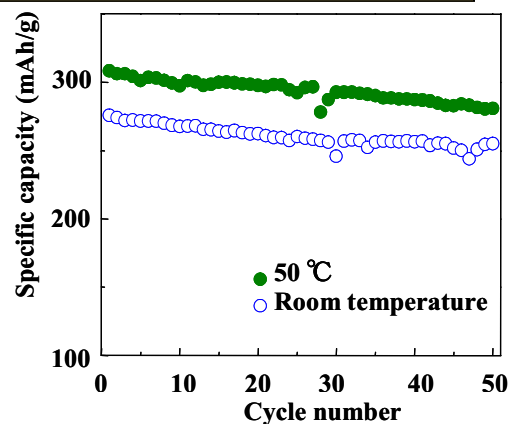


図3-32 $\text{Li}[\text{Ni}_{0.17}\text{Li}_{0.2}\text{Co}_{0.07}\text{Mn}_{0.56}]\text{O}_2$ の充電サイクル特性

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)。

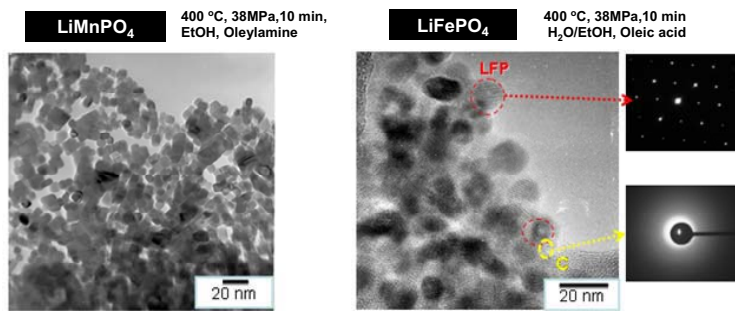


図3-33 超臨界流体を用いた LiMnPO_4 ナノ結晶

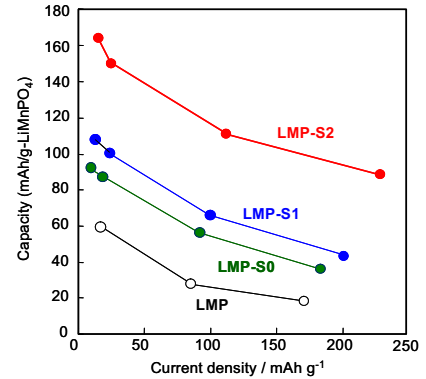
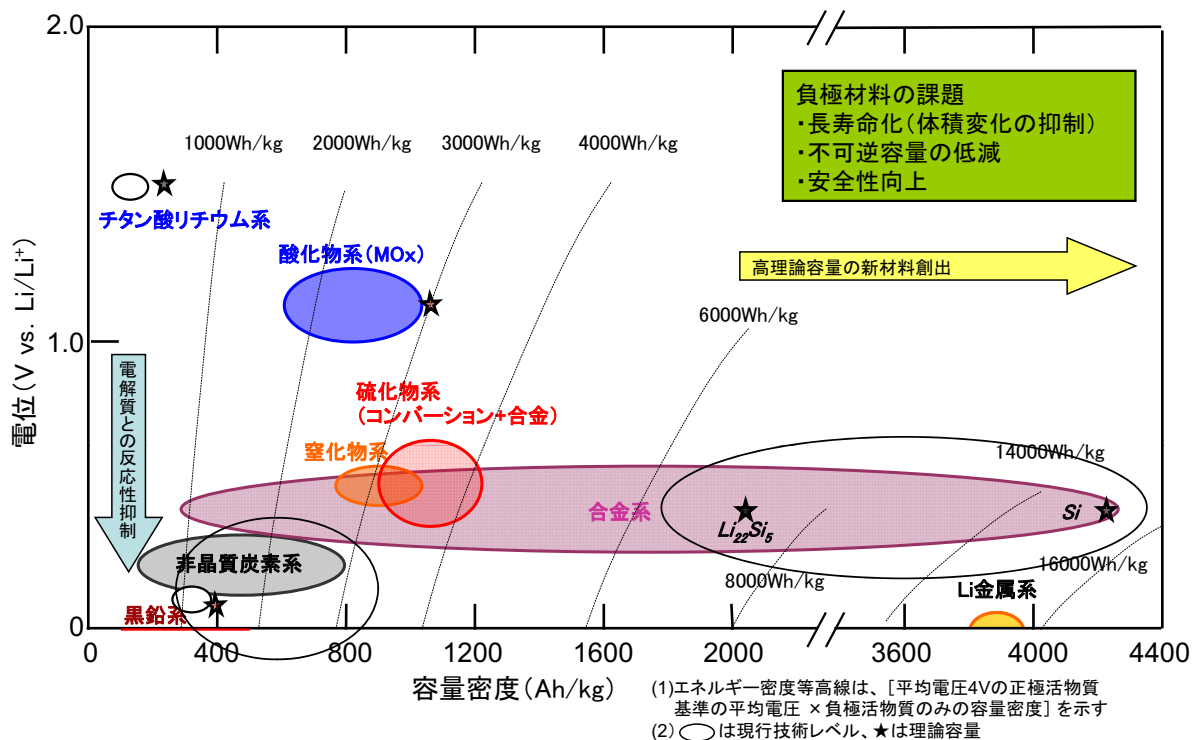


図3-34 LiMnPO_4 ナノ多孔体のレート特性¹⁵

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

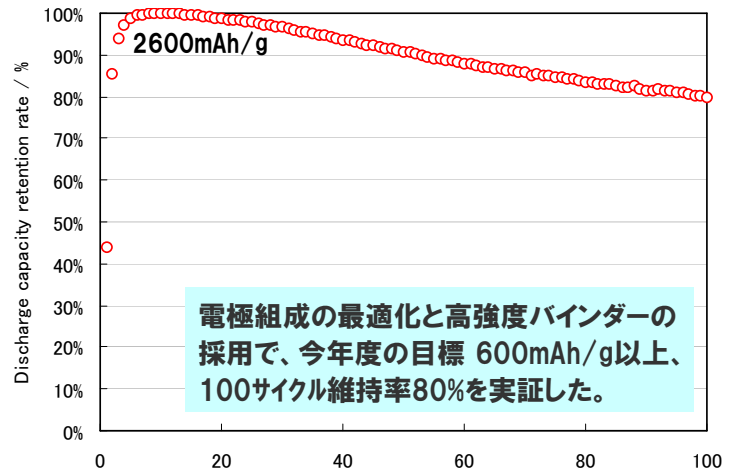
■負極材料 (Si系材料)

- (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。

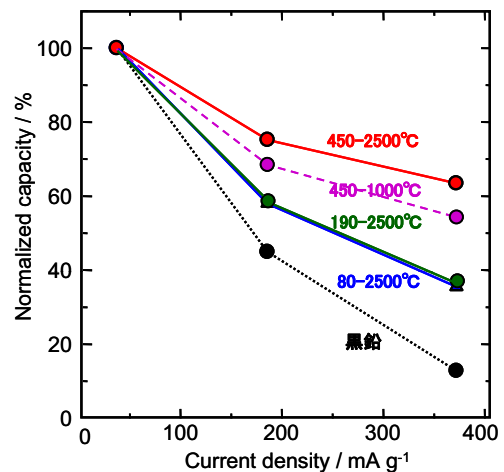
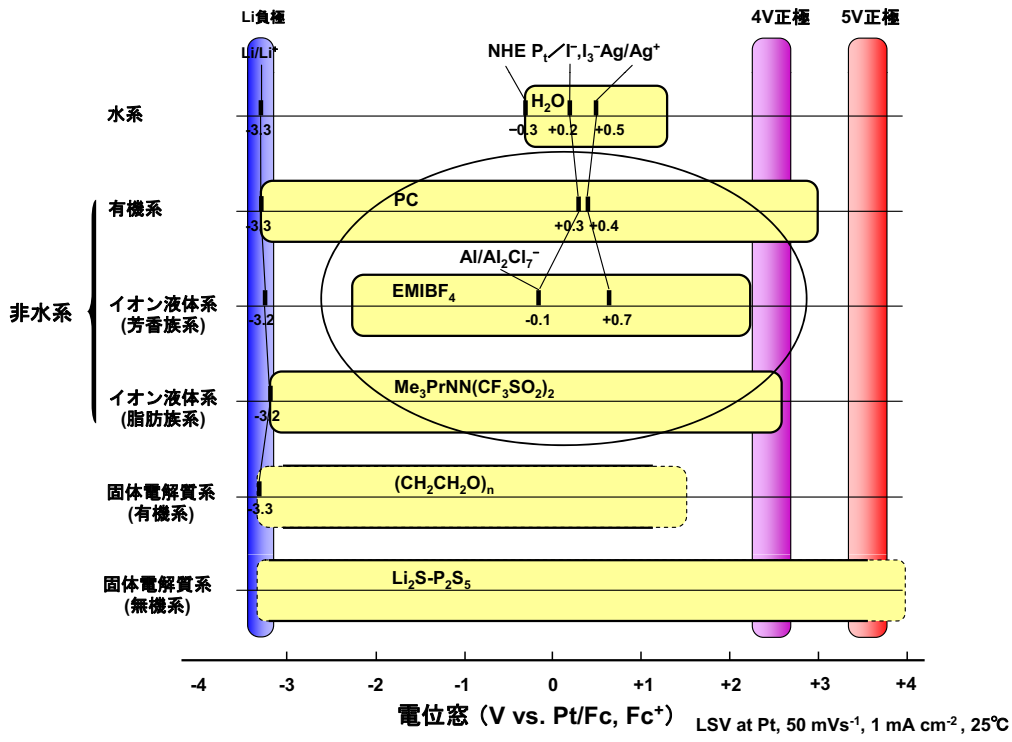


図3-36 グラファイト化ナノ多孔体のレート特性

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)。

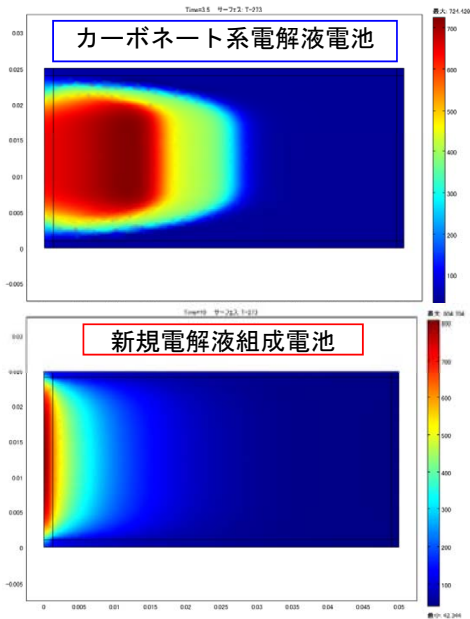


図 5Ah級角型電池の釘刺しシミュレーション結果 (短絡出力: 800W)

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)。

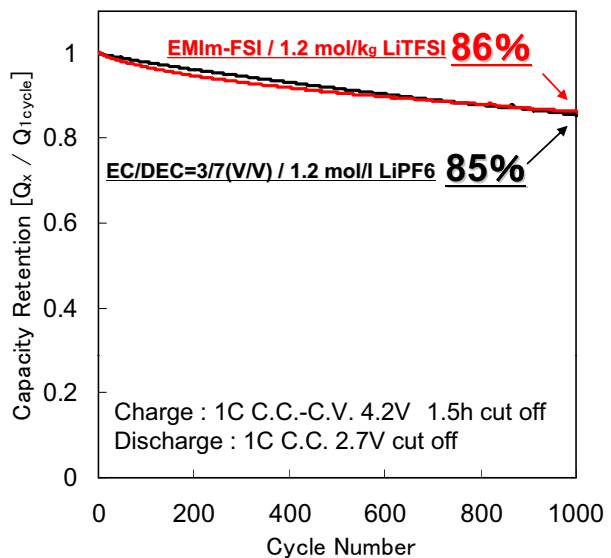


図3-38 イオン液体電解質及び有機溶媒電解液を適用したリチウムイオン電池の充放電サイクル特性：測定温度 20°C

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。

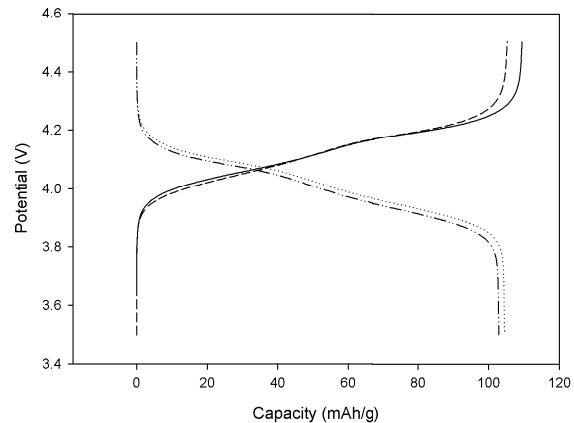


図3-39 不燃性ゲル電解質中でのLiMn₂O₄正極の定電流充放電挙動

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

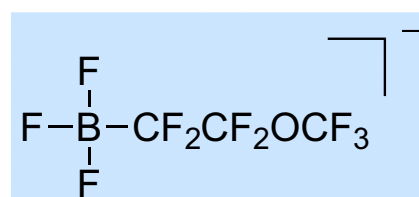


図3-41 新規ポレートアニオンの構造

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、今後の技術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。

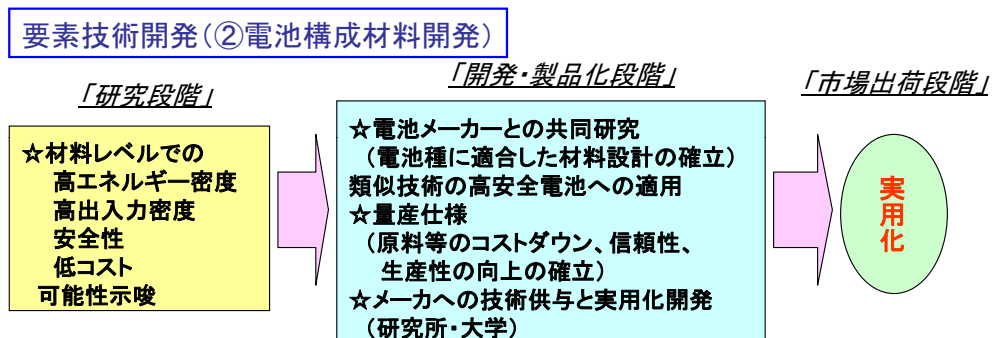


図4-3 実用化へのイメージ図－要素技術開発(電池構成材料開発)－

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)

(3)要素技術開発(周辺機器開発)

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>

3)周辺機器開発:格段の高性能化(高効率化・軽量化・コンパクト化)に資する電池制御やモーター等の周辺機器の技術開発を行う。

<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。

1. 事業の目的

表1-3 国産の電動車両のエンジン並びにモータ特性

車名	EV		HEV		
	i-MiEV (三菱自動車)	Plug-in STELLA (富士重工業)	LEXUS HS250H (トヨタ)	新型プリウス (トヨタ)	インサイト (ホンダ)
全長×全幅 ×全高	3,395×1,475 ×1,600 mm	3,395×1,475 ×1,660 mm	4,700×1,785 ×1,505 mm	4,460×1,745 ×1,490 mm	4,390×1,695 ×1,425 mm
車両重量	1,080 kg	1,010 kg	1,640 kg	1,350 kg	1,190 kg
乗車定員	4名	4名	5名	5名	5名
エンジン種類	---	--	直列4気筒 DOHC	直列4気筒 DOHC	直列4気筒 SOHC
総排気量 cc	---	---	2362	1794	1339
最高出力 kW (ps) / rpm	---	---	110 (150) / 6000	73 (99) / 5200	65 (88) / 5800
最大トルク Nm (kgfm) / rpm	---	---	187(19.1) / 4400	142(14.5) / 4000	121(12.3) / 4500
モータ種類	交流同期電動機 (永久磁石式 同期型モータ)	交流同期電動機 (永久磁石式 同期型モータ)	交流同期電動機	交流同期電動機 (永久磁石式 同期型モータ)	交流同期電動機 (薄型DCブラシ レスモータ)
モータ(最高出力)kW (ps)	47 (64)	47 (---)	105 (143)	60 (82)	10 (14)
モータ(最大トルク)Nm (kgfm)	180 (18.4)	170 (---)	270 (27.5)	207 (21.1)	78 (8.0)

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。

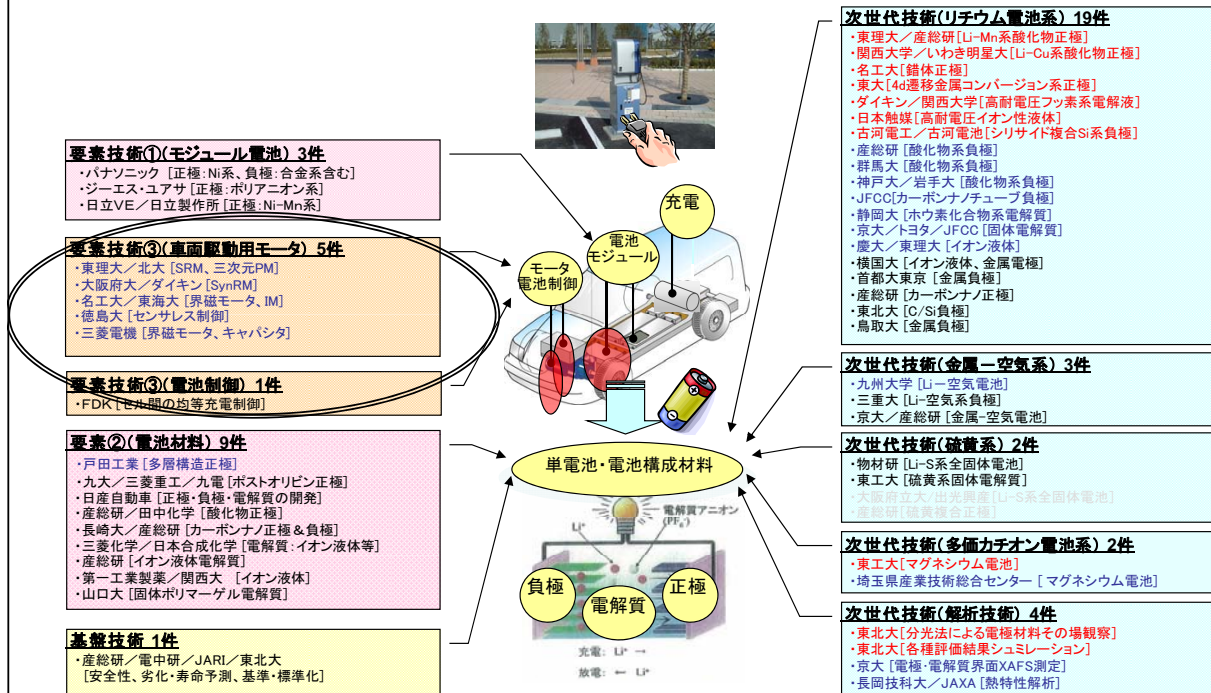


図3-42 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の研究内容(平成21年度)
(本研究開発項目の対象テーマは太枠で囲われている)

2. 事業概要

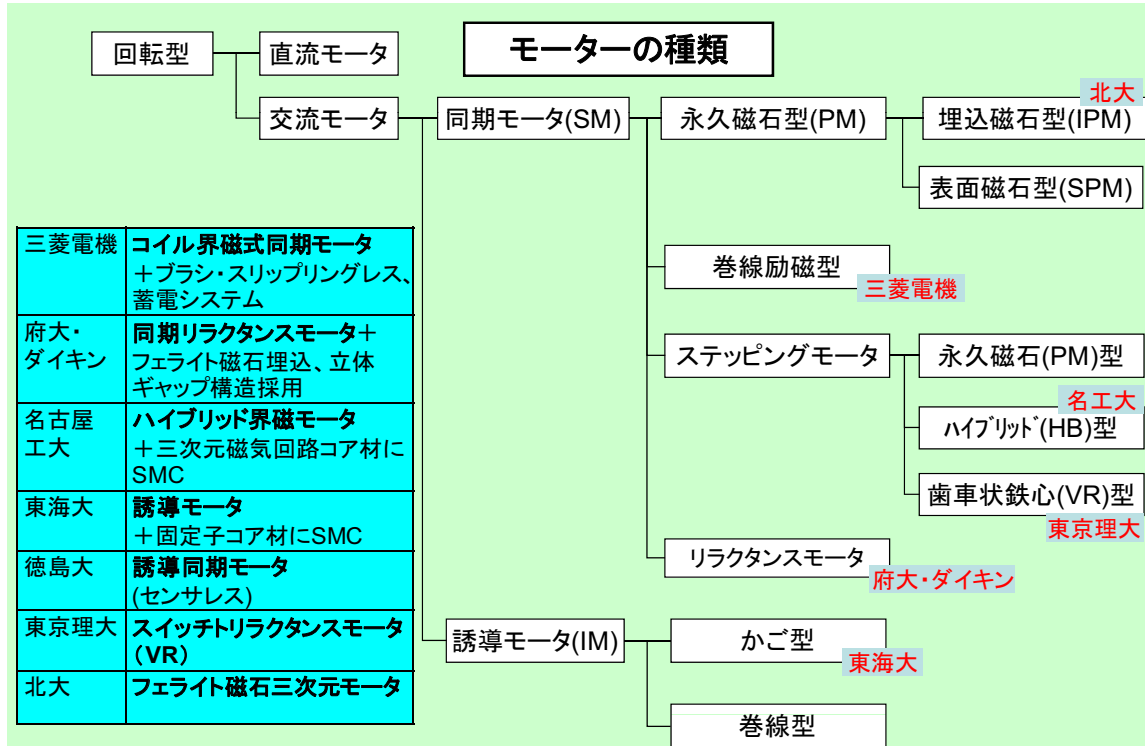


図3-43 モーターの種類

3. 研究開発実施スケジュールと予算

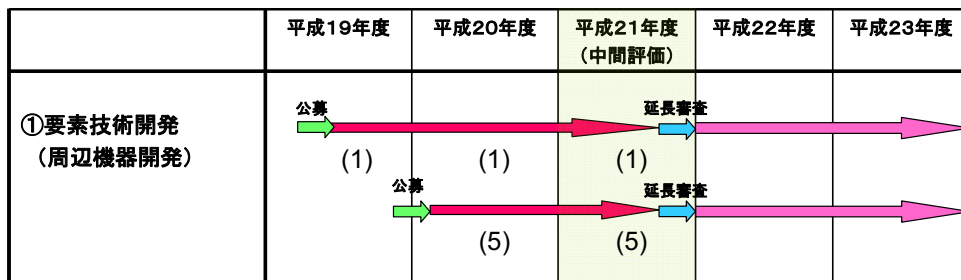


図3-44 プロジェクトの年度計画(要素技術開発:周辺機器開発)

表3-15 研究予算一覧表(要素技術開発:周辺機器開発)

委託先	研究予算(百万円)			
	H19fy	H20fy	H21fy	総額
三菱電機(株)	---	166.5	167.9	334.4
(公)大阪府立大学/ダイキン工業(株)	---	60.1	41.7	101.8
(学)東京理科大学/(国)北海道大学	---	36.6	44.0	80.6
(国)名古屋工業大学/(学)東海大学	---	32.6	12.5	45.1
(国)徳島大学	---	17.7	19.8	37.5
FDK(株)	39.8	53.4	61.9	155.1
	39.8	366.9	347.8	754.5

4. 研究開発目標と達成度

表3-16 脱レアアース型モータの研究開発ロードマップ
(レアアースを使わず、既存モータ(PM)と同等程度の出力密度、効率を目指す)

	現状	参考:改良型モータ (2010年)	先進型モータ (2015年)	革新型モータ (2020年)
総合効率	1.0	1.0	1.0	1.1
出力密度	1.0	1.2	1.0	1.2
レアアース使用量	1.0	1.0	0	0
開発体制	民主導	民主導	産学官連携	大学・研究機関

表3-17 省レアアース型モータの研究開発ロードマップ
(永久磁石同期モータ等の省レアアース化を実現しながら、格段のコンパクト化、高効率化を目指す)

	現状	参考:改良型モータ (2010年)	先進型モータ (2015年)	革新型モータ (2020年)
総合効率	1.0	1.0	1.1	1.2
出力密度	1.0	1.2	1.5	2.0
レアアース使用量	1.0	1.0	0.5	0.5
開発体制	民主導	民主導	産学官連携	大学・研究機関

(注)現状および改良型モータは、現在車両駆動用モータの主流である永久磁石式同期モータを意味する。また、表中の数字は、現状を1.0とした場合の比率を表す。

4. 研究開発目標と達成度

項目	中間目標	達成度	最終目標
脱レアアースモータ	<ul style="list-style-type: none"> 出力密度 出力 トルク密度 効率 回転数 トルク密度 解析による検証 連続制御特性 キャパシタ特性 等の目標を各委託先が決定	○	<ul style="list-style-type: none"> 総合効率:従来技術と同等程度 出力密度:従来技術と同等程度 レアアース使用量:零 又は、 <ul style="list-style-type: none"> 総合効率:従来技術以上 出力密度:従来技術の150%程度 レアアース使用量: 従来技術より50%程度以下
省レアアースモータ	<ul style="list-style-type: none"> 出力密度 磁石使用量 トルク密度 等の目標を各委託先が決定	○	
制御回路	<ul style="list-style-type: none"> 低損失磁性材料開発 ≤ 2,000 kW/m³ 低損失インダクタの開発 ≥ 160 W/cc SOC均等化回路開発 セル電圧精度:±0.3% 	○	<ul style="list-style-type: none"> 低損失磁性材料開発 1,500 kW/m³ 低損失インダクタの開発 200 W/cc SOC均等化回路開発 セル電圧精度:±0.3%

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(モータ)

■ 高性能モータ蓄電パワエレシステムの開発

三菱電機

コイル界磁型同期モータ要素技術および蓄電パワエレ部要素技術の研究開発を進め、10 kW級コイル界磁型同期モータ要素試験機の研究開発およびモータータルシステムの研究開発を行う

- (1) 軽量コンパクトな高出力ランデル型基本構造の研究開発
- (2) 3次元鉄損現象の解明と対策および磁気/電気装荷配分の研究開発
- (3) ブラシレス・スリップリングレス給電構造の研究開発
- (4) 車載用瞬発キャパシタの研究開発
- (5) 回転子コイルから瞬発キャパシタを用いて回生し界磁電流として用いるシステムの研究開発
- (6) モータの性能(総合効率、出力密度)の確認

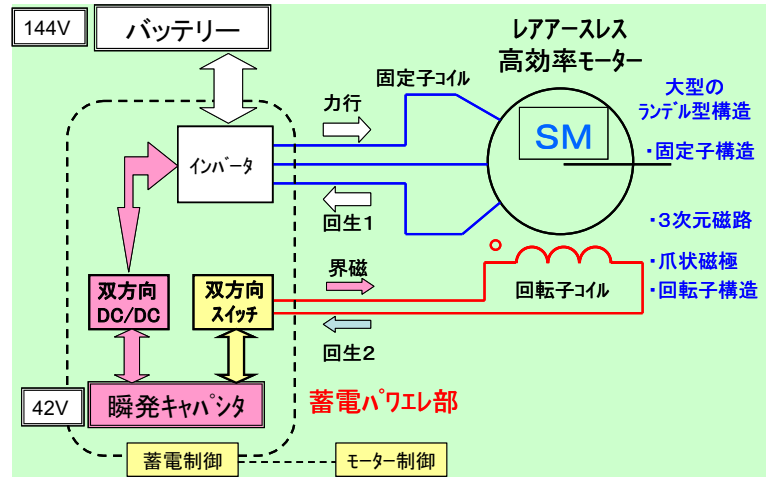


図 研究開発の全体像(電圧は参考値)

5. 研究成果(モータ)

■ コイル界磁型同期モータ要素技術の研究開発

三菱電機

ランデル型モータは、同一トルク仕様に対して固定子コイルと回転子界磁コイルの電流の割合を変えることが可能。1次試作機(図3-46)にて両者の損失変化状況を把握。磁気的機能部品の重量を合計した値22.6 kg。フレーム、ベアリング、端子等が加わり全体で33 kg以下に構成することにより中間目標であるトルク密度3 Nm/kgの見通し。

■ 蓄電パワエレ部要素技術の研究開発

瞬発キャパシタ小型セル(9cm²級)で2500万回のサイクル寿命を実証(図3-48)。また、双方向DC/DCコンバータについては、アクティブクランプ技術を開発し、試験した結果、電圧サージを抑えた上で、降圧動作時、出力電流18 A、電圧降圧率7.5～15%の条件下において、90.5～93.5%の効率が得られた。



図3-46 試作機概観図 固定子(左)と回転子(右)

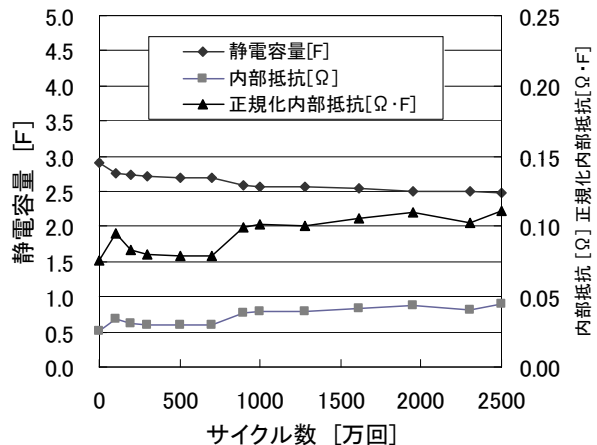


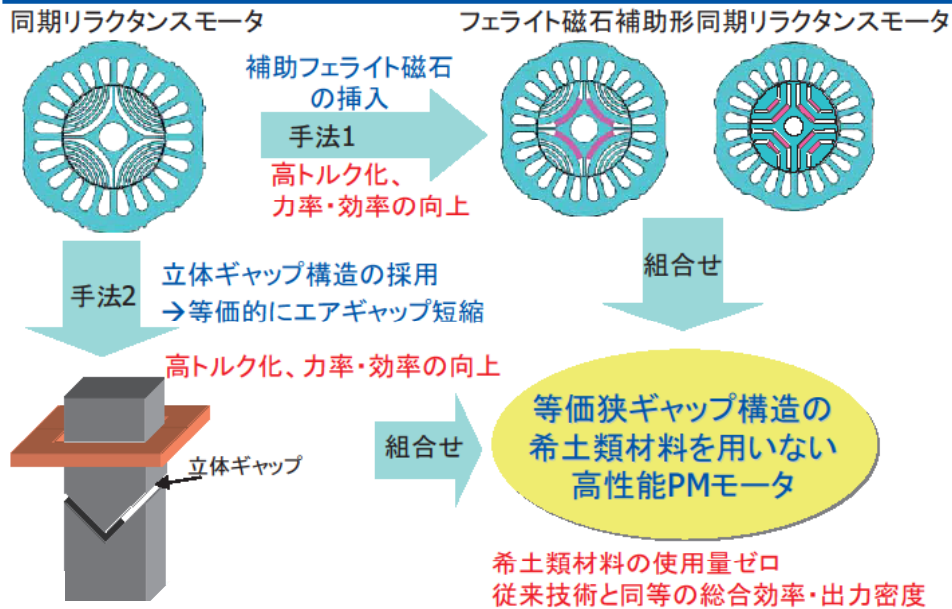
図3-48 瞬発瞬発形キャパシタの静電容量、抵抗変化

5. 研究成果 (モータ)

大阪府立大 / ダイキン工業

■リラクタンストルク応用モータの開発

研究開発モータのコンセプト



11

5. 研究成果 (モータ)

大阪府立大 / ダイキン工業

■高トルク構造の開発

高トルク化に適した極数・フラックスバリア構造・磁石埋込方法を有限要素法による磁界解析で検討。図3-49に示すように10 A (定格) および20 A (最大電流) におけるPMASynRMの発生トルクは、シンクロナスリラクタンスマータ (SynRM) と比べて20 %～30 %向上、6極構造のトルクが最も大きいことが明らかになり、この構造を第1次設計モデルとした (図3-50)。ギャップ長を第1次設計モデルの70 %に短縮した解析モデルについて磁界解析によりトルク特性を検討。その結果、定格トルク10.0 N・m、最大トルク20.4 N・mを得た。

■等価狭ギャップ構造の性能把握と課題抽出

有限要素法による磁界解析の結果、立体ギャップ構造にすることで実ギャップ長の70%のギャップ長の平面ギャップ構造と同等の磁束密度が得られ、立体ギャップ構造による等価的なギャップ長短縮効果が確認できた。また、鉄損解析の結果、立体ギャップ構造によるモータ全体の損失増加は約5%と概算された。

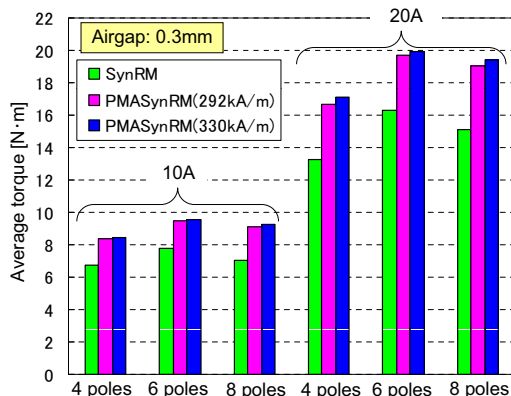


図3-49 平均トルクの比較

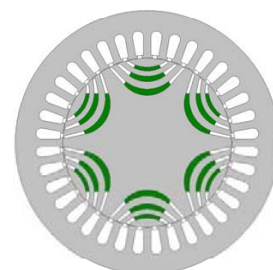


図3-50 第1次設計モデル

12

5. 研究成果(モータ)

■スイッチドリラクタンスモータの設計

東京理科大

Jmagソフトウェア、ワークステーションなどの導入によりコンピュータ解析を行い、軸出力50kWで効率95%程度のスイッチドリラクタンスモータ1台を設計。
 目標とするIPMモータとほぼ等しいトルク密度も実現できること、必要になるインバータの容量は2割増加程度で済むことを明らかにした。

■フェライト磁石を用いた2次元モータを設計

北海道大

2次元有限要素法非線形解析を大規模に行い、図3-51に示すようなインセット型の回転子形状にフラックスバリアを追加することで、レアース使用量をゼロの磁石保持力の弱いフェライト磁石を用いても、実用に耐える十分な耐減磁特性を備えると同時に、十分な機械強度を備えている回転子形状を設計できた。

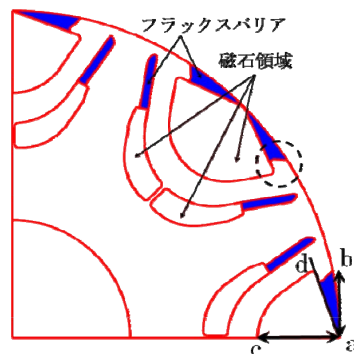


図3-51 設計した回転子断面図

13

5. 研究成果(モータ)

■ SMCコアを利用したHEMの研究開発

名古屋工大

希土類系磁石使用量を500[g]程度に抑え水冷方式下で最大出力密度6[kW/kg]、かつ現行ハイブリッド自動車搭載のモータ効率マップ水準を実現し、必要な設計・材料要素技術を明らかにする。
 (1)極数とスロット数と巻線方式、(2)磁石形状、(3)ロータ内周SMC外径と電機子巻線ターン数をパラメータにステータ/ロータ形状と対応する界磁極形状を決定する設計手順を決め、三次元有限要素磁場解析による試行錯誤設計を実施(図3-52)。

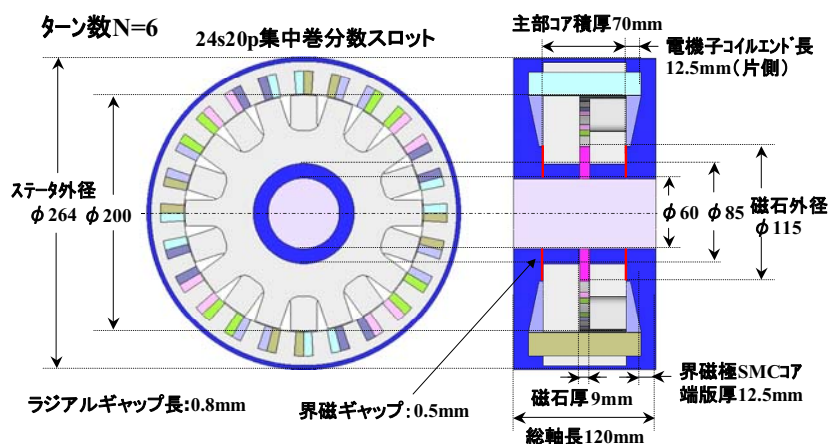


図3-52 目標出力密度を達成するHEM設計形状図面

14

5. 研究成果(モータ)

■ SMCコアを利用した誘導モータの研究開発

東海大

誘導モータでは、自動車用を想定した空冷仕様の設計試作モータで最大出力密度1[kW/kg]超を実現し、かつ定格点での効率90%超を実現し、必要な設計・材料要素技術を明らかにする。圧粉磁心を用いた試作機と積層鋼鉄を用いた従来型誘導モータを負荷試験し測定により比較評価。ロータに圧粉磁心を採用するのは特性的には不利であることが明らかになった(図3-53)。設計検証機を設計・製作し、それに基づき圧粉磁心誘導モータの設計係数を導出。設計計算ではコア内部の磁束密度が関係するパラメータにはSMC係数1/0.8を掛ければ従来の設計計算式がそのまま使えることを明らかにした。

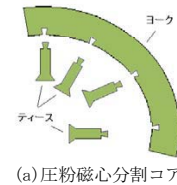
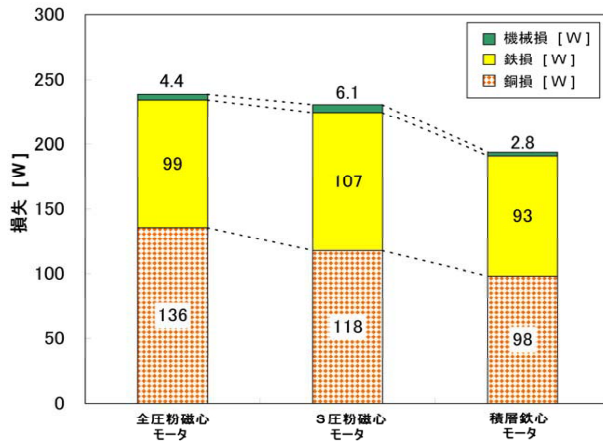


図3-54 最適設計機の設計基本方針

図3-53 定格出力時の損失比較(商用電源)

5. 研究成果(モータ)

■ レアアース電動機に適用可能なセンサレス制御

徳島大

センサレス制御に適した誘導同期電動機の解析に基づく試作電動機を高速回転させ、始動から高速運転まで連続的に制御出来ることを実証すると共に、電気自動車として求められる制御目標を達成する技術開発を行う。

400W程度の試作誘導同期リラクタンス電動機のセンサレス運転特性。本研究センサレス制御により、始動時の正弦波の電圧波形から高速時の方形波電圧波形駆動まで連続的に制御でき、発生トルクの脈動も伴うことなく、始動時の位相追従特性や方形波駆動時の位相特性等安定制御を確認(図3-57)。

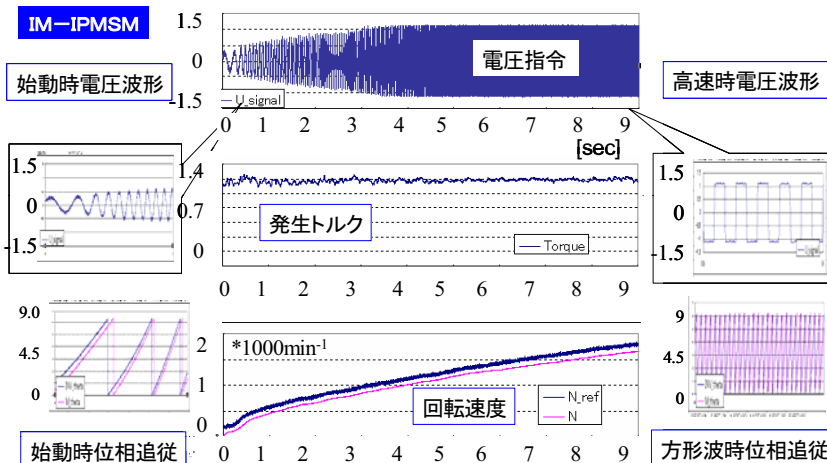


図3-57 センサレス制御システムの制御特性

5. 研究成果(制御回路)

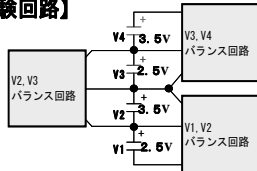
■コンバータ方式のSOC均等化回路の開発

FDK

制御回路部の大きさと損失で支配的なインダクタを高周波化により超小型にすると同時に、磁性素材と巻線構造にまで遡って開発することで低損失化を実現。

試験した回路と試験結果を図3-58に示す。8分で約25 mVの偏差の中にバランスを納めることができおり、回生電力変換効率は4A出力の条件で目標の92%を達成している。コンバータ方式実用化の課題であるバランス後の消費電力削減についても、新しい制御回路を開発しシミュレーションによる効果の検証を行なった。バランス補正のシミュレーション結果を図3-60に示す。

【実験回路】



【試験条件】

- 電池の代わりに大容量キャパシタ使用
容量：2000F/3.8V
- 定電流設定値 10A
- 温度 25℃

コンバータ方式実用化の課題であるバランス後の消費電力削減について、新しい制御回路を開発しシミュレーションによる効果の検証を行なった。

【結果】

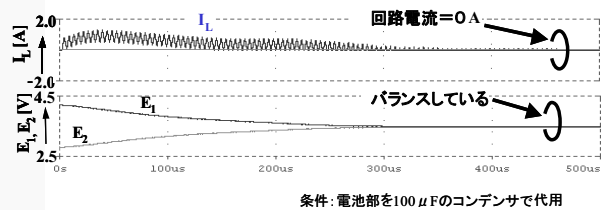
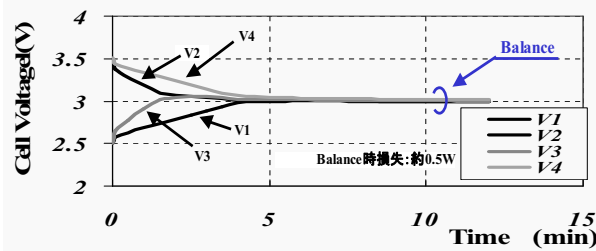


図3-58 原理試作品での評価

図3-60 シミュレーション結果

6. 成果の普及

表3-20 外部発表の実績(平成21年4月末時点での成果)

研究件名	実施者	特許出願	論文発表	講演発表
次世代自動車用高性能モータ蓄電パワエリシステムの研究開発	三菱電機	3	0	2
等価狭ギャップ構造による脱レアアース高性能リラクタンストルク応用モータの研究開発	大阪府立大学 ダイキン工業	1	0	1
脱レアアース次世代モータの研究開発(高速スイッチドリクタンスモータおよび3次元モータの研究開発)	東京理科大学 北海道大学	0	2	2
脱レアアースを目指す自動車用モータの研究開発	名古屋工業大学 東海大学	0	0	1
レアアースレス電動機に適用可能なセンサレス制御に関する研究開発	徳島大学	0	0	3
高効率制御回路を用いた電池電力利用技術の研究開発	FDK	4	0	1
		8	2	10

7. 最終目標の達成の見込み

【脱レアアースモータ】

●リラクタンストルク応用モータ、高速スイッチドリラクタンスマータおよび3次元モータ、SMCコアを利用した誘導モータ等について研究開発を実施している。

同期モータに関しては、コンピュータによる解析と実物製作実験では大きな開きが発生するおそれがある。そのため、モータ設計においては、中間成果の最適設計をもとにしてスケールアップに応じた最適構造について磁界解析および試作機による試験評価などを繰り返して検討を行っていることで最終目標の達成が見込まれる。

誘導モータに関しては、弱め界磁制御による効率低下が少ないことが大きな特徴であり、目標の効率が得られれば自動車の高速運転領域では従来のレアアースを大量に使ったモータよりも高い効率が得られることから、最終目標の達成が見込まれる。

●モータ蓄電パワエレシステムについても研究開発を実施しており、(1)非接触回転子給電を実現したコイル界磁型同期モータ(10 kW級)の作製、(2)モータ性能、(3)瞬発キャパシタモジュール、(4)蓄電パワエレ部のエネルギーマネジメント用アルゴリズム、等の目標達成は可能であり、極めてハードルの高い目標ではあるが、(5)総合効率の最終目標の達成は可能であると推察する。

●レアアース電動機に適用可能なセンサレス制御技術についても、研究開発を実施しており、レアアースレス電動機をセンサレス制御で高速回転させることで、最終目標である、高い電動機出力密度(0.5 kW/kg以上)と高い運転効率(90%以上)が達成できる見通しがたっている。

7. 最終目標の達成の見込み

【省レアアースモータ】

●SMCコアを利用したハイブリッド界磁モータについて、研究開発を実施している。一般に高出力密度化すれば効率の低下は避けがたいため、最終的な実スケールでの計算機仮想実験効率評価結果を基に、薄板電磁鋼板や低損失SMCコアの導入による効率改善策を視野に入れ、目標効率達成可能性を明らかにすることで最終目標達成を目指す。

【制御回路】

●現在の課題で主な内容として①科学的未解明な残留損失低減と②超小型化実現のための回路のLSI化がある。残留損失低減については先進のマイクロマグネティックスを用いたCAE技術の活用により、スピンの反転挙動を解明し対策に取り組む予定であり、回路のLSI化については実機検証を行う中で課題を抽出しLSI化する場合に必要な仕様要件を整理する予定である。最終目標としての電池利用効率向上については、実際の電池を用いた検証結果と電池性能調査、回路シミュレーションを駆使して達成したいと考えている。

8. 実用化の見通し(要素技術開発③周辺機器開発)
 【開発した周辺機器を製品化して実車に搭載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**

モータの事業化に対しては、上記実用化開発の課題を明らかにした後、量産設備、工法、振動・騒音対策、放熱・冷却対策等を行うことで見通しを得られる。表4-3に事業化への年度展開例を示す。

表4-3 事業化への年度計画例－要素技術開発(周辺機器開発)－

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					○
他の企業との関係等 イセンス・合弁等				○	○

8. 実用化の見通し(要素技術開発③周辺機器開発)
 【開発した周辺機器を製品化して実車に搭載することを実用化イメージとする】

■**実用化へのイメージ**

本プロジェクト終了後に、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、他の企業との関係(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。

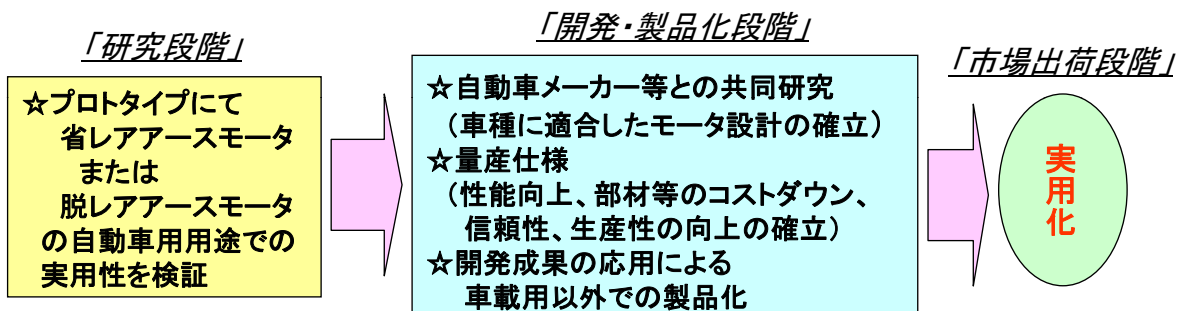


図4-4 実用化へのイメージ図－要素技術開発(周辺機器開発:モータ)－

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)

(4)次世代技術開発

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>

次世代の蓄電池に要求される、コスト、寿命、安全性、エネルギー密度、出力密度等での圧倒的な性能向上のためには、現状の技術レベルの延長線上にある技術開発だけではなく、新たな電池系の提案や構成材料レベルでのブレークスルーが期待できる新しい原理・構造の技術開発が不可欠である。そこで、現状レベルでのコストや性能向上の見通しを打破するような新規の正極、負極材料や電解質等、材料レベルの革新的な技術開発等を実施する。

<研究開発の目的>

革新的な二次電池の構成とそのため材料開発、及び電池反応制御技術の開発。

<実施内容>

2030年以降を念頭に、革新的な二次電池を開発する。電池の反応制御技術、新規の概念に基づく電池の構成材料等の研究開発を実施する。

<運営方法>

- ・原則として毎年度、研究テーマを公募する。
- ・各研究テーマについては2年目に技術評価を実施し、3年目以降の研究継続の可否を判断する。

1. 事業の目的(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

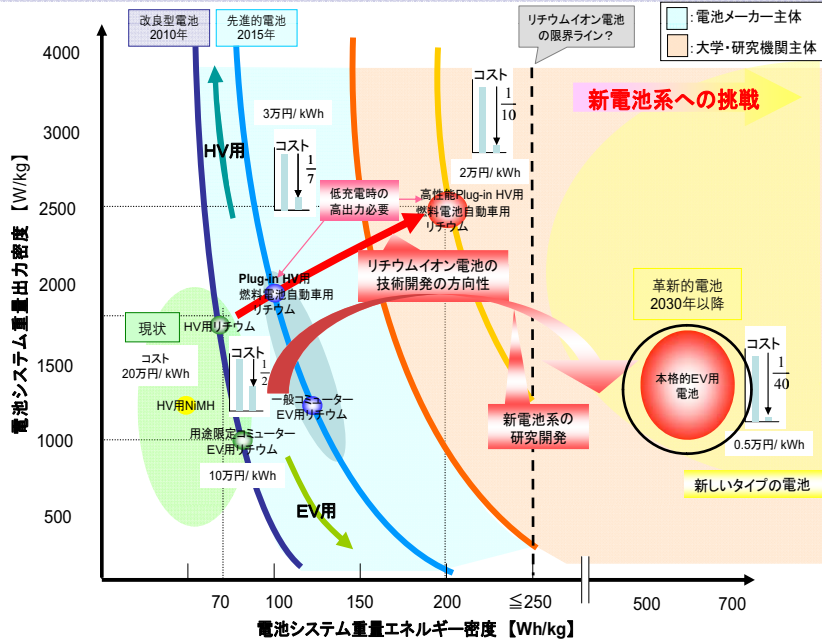


図3-61 次世代技術開発の開発ターゲット

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。

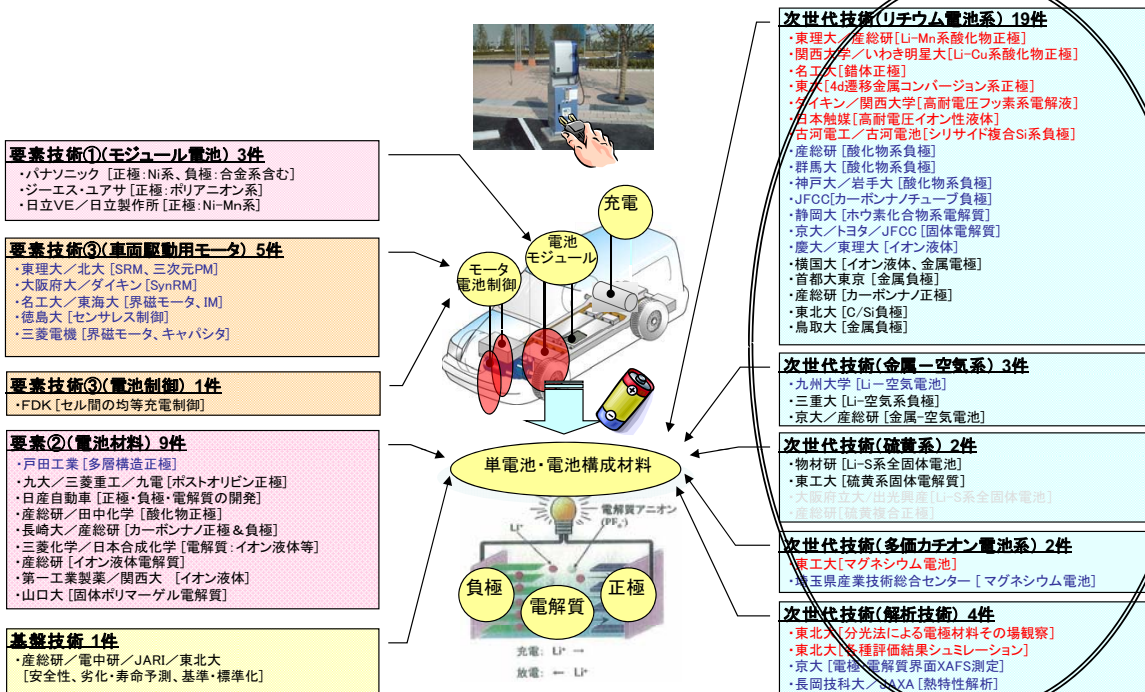


図3-62 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の実施内容(平成21年度)
(本研究開発項目の対象テーマは太枠で囲われている)

2. 事業の概要

イオン	負極	電解質	正極		
Li ⁺	C	東北大 Si/C JFCC/京大/名大 CNT	ダイキン/関大 フッ素系電解液	産総研 VO ₂ , LiMn ₂ O ₄ 等	酸化 物
	Si系	古河電工/古河電池 シリサイド/Si 鳥取大 遷移金属/Si合金	横国大 鋳体-Li塩 イオン液体	東理大/産総研 Li-Mn系酸化物	
	酸 化 物	物材研 Li ₂ SiS ₃ 等 群馬大 SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	慶応大/東理大 添加剤/界面修飾	関大/いわき明星大 Li-Cu系酸化物	
	合 金	神戸大/岩手大 SnO _x 等 産総研 Fe ₂ O ₃ 等	静岡大 ホウ化物	名工大 鋳体	
	金 属	首都大 Sn合金/Li	京大/39/JFCC 無機固体	東大 4d遷移金属酸化物	
Zn ²⁺	京大/産総研 ZnO	日本触媒 Li TCBイオン液体	テオリシコン S/C 東工大	S (硫黄系)	
Al ³⁺		九大 Li イオン液体 ゲル触媒		O ₂ (空気系)	
Mg ²⁺		三重大 Li 固体電解質 リザーバ			
解析	長岡技科大+JAXA 熱解析	京大 界面解析	東北大 電極劣化解析	東北大 シミュレーション	Mg化合物

図3-63 次世代技術採択テーマの技術分野マップ

2. 事業の概要

表3-22 革新的蓄電池のまとめ

	空気電池		Mg電池	LiS電池	
	Zn	Li		(全固体)	(液体系)
エネルギー密度 (理論容量) Wh/kg	1350 (酸素を含まない)	11966 (酸素を含まない)	513 (MgMn ₂ O ₄ : ロッキング チェアタイプ)	4350	4350
主な課題	空気極触媒の性能向上 サイクル特性・低温特性 デンドライトの析出抑制		ホスト化合物・ 電解質の探索 サイクル特性 最適な電池構 成の構築	電子導電性の確保 水との反応によるH ₂ S生成	
実施例	一次電池として は実用化 (補聴器)			固体電解質界面 での反応制御	有機電解液 へのSの溶出

3. 研究開発の実施スケジュールと予算

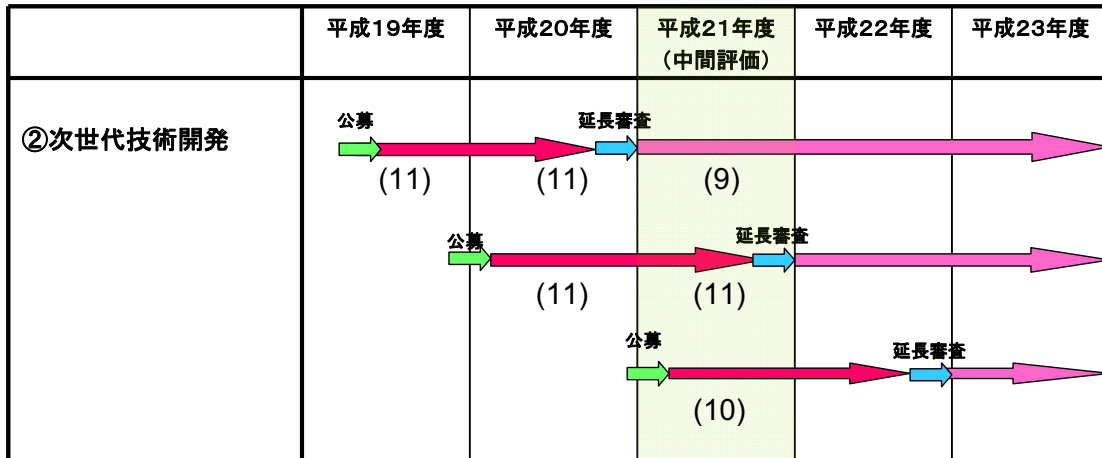


図3-64 プロジェクトの年度計画

次世代技術開発については、原則としてテーマ毎に1年間で2000万円を上限として予算を割り当てた。

4. 研究開発目標

項目	中間目標	達成度	最終目標(コインセル相当)
金属-空気電池	<ul style="list-style-type: none"> ・デンドライト析出制御 ・充放電容量 ・重量密度 ・充放電効率 ・電解質膜の開発 等の目標を各委託先が設定	○	重量エネルギー密度: 500 Wh/kgの見通しを示すこと
リチウム硫黄電池	<ul style="list-style-type: none"> ・初期放電容量(活物質) ・サイクル寿命(活物質) ・出力特性(固体電解質) ・電位窓(固体電解質) ・輸率(固体電解質) ・イオン伝導率(固体電解質) 等の目標を各委託先が設定	○	
多価カチオン電池	<ul style="list-style-type: none"> ・初期放電容量 ・サイクル寿命 等の目標を各委託先が設定	○	
解析技術	<ul style="list-style-type: none"> ・XAFS測定・解析技術 ・反応速度パラメーター 等の目標を各委託先が設定	○	

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)

4. 研究開発目標

項目	中間目標	達成度	最終目標(コインセル相当)
新形態リチウムイオン二次電池	<ul style="list-style-type: none"> 初期放電容量(活物質) サイクル寿命(活物質) 出力特性(固体電解質) 電位窓(イオン液体&有機電解液等) 輸率(イオン液体&有機電解液等) イオン伝導率(イオン液体&有機電解液等) バインダーの探索 計算化学(無機固体電解質等) 等の目標を各委託先が設定	○	重量エネルギー密度:500 Wh/kgの見通しを示すこと

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(金属-空気電池)

三重大学

■ 空気電池のための安定なLi負極の開発

ガラスセラミックス粉末をスパッタリング法により、ガラスセラミックス板上に薄膜として析出させその上にバッファー層として、ポリマー電解質の適用を試みた。ここではポリエチレンオキシド(PEO)-リチウムイミド塩 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ 系ドライポリマー電解質を用いた。Li/PEO/LATP/PEO/Li対称セルを作成し、インピーダンスを計測したところ抵抗の経時的増大は認められず、Lipon同様に安定な界面の形成が示された。バッファー層にポリマー電解質を用いたLi/PEO₁₈LiTFSI/LATP/1M LiCl aq./Ptセルを作成し、複合負極の作動を検証した。

セル抵抗の経時的な増加は観測されず、開路電圧は60°Cで3.7 Vであった。60°Cでの充放電特性において、0.25 mA/cm²の充放電でも大きな分極は認められなかった(図3-65)。リチウム金属が可逆的に作用することが確認され、複合負極の有効性が証明された。

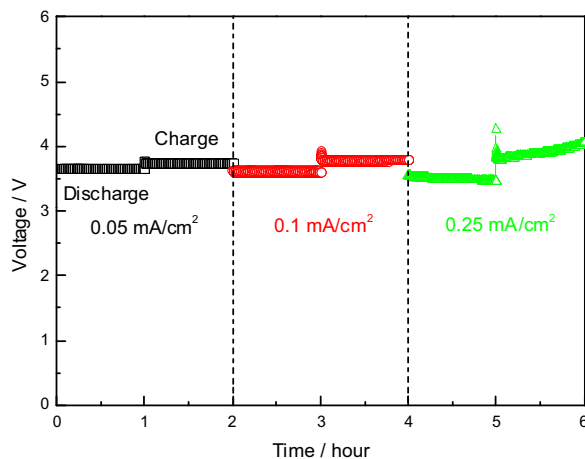


図3-65 Li/PEO₁₈LiTFSI/LATP/1M LiCl aq./Pt cell の充放電特性

5. 研究成果(金属-空気電池)

京都大学 / 産総研

■電気化学振動現象とデンドライト析出との相関性

図3-66、3-67: 電気化学振動現象とデンドライト析出に関する相関性を調べて、添加剤が振動現象に及ぼす影響を調べ、カチオン性の界面活性剤が亜鉛表面に吸着し、デンドライト成長を抑制することを明らかにした。

■空気電池のための可逆空気極の開発

図3-68: 空気極における反応過電圧低減のための触媒探索を行った。PtとIrとを任意の割合で混合し、アニオン交換樹脂を加えて薄膜化した後、さらにAEMと一体化して固体高分子形空気極とした。Irの添加により、酸素還元電位はほとんど変化しなかったが、酸素発生反応に対する過電圧低減が顕著であり、充放電効率が大幅に向上した。

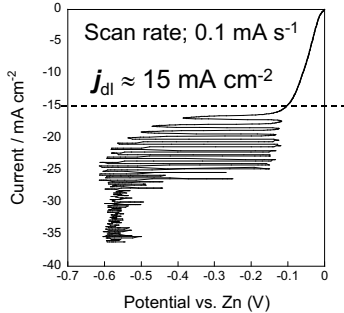


図3-66 添加剤が存在しないときの振動現象 (走査速度0.1 mA/s)

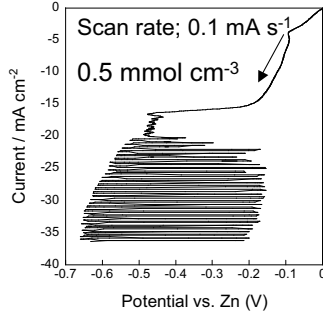


図3-67 添加剤 (0.5 mmol / cm³ CTAB) 存在下での振動現象 (走査速度0.1 mA/s)

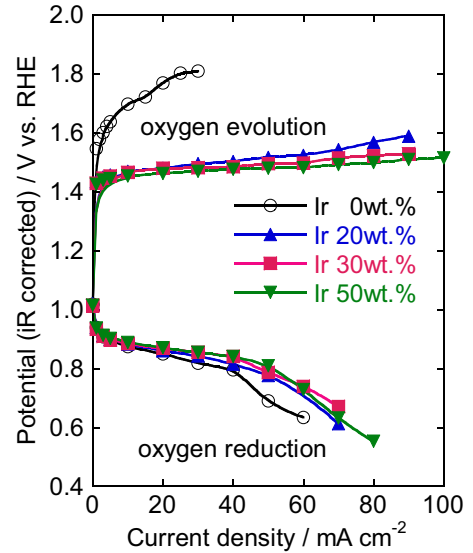


図3-68 Pt-Ir触媒の酸素還元および酸素発生の性能 (電極面積: 2 cm²)

5. 研究成果(リチウム硫黄電池)

東京工業大学

■新規な固体電解質の開発

リチウム欠陥の導入、拡散経路中のボトルネックの制御を目的として、チオリシコンのLi位置にLaを置換することで、 $Li_{3-x}La_xPS_4$ の新規相を見出した。四面体連結様式がイオン導電に対応していることが明らかになった(図3-69)。

■電池開発

図3-70: ABとCMK-3複合体の充放電曲線。CMK-3複合体の初期放電容量は、ほぼ硫黄の理論容量が得られており、20サイクル後でも可逆容量600 mAh/gと、アセチレンブラックよりも良好な電池特性を示した。硫黄を高分散させた規則配列メソ構造体は、硫黄の電気化学活性を著しく向上させた。

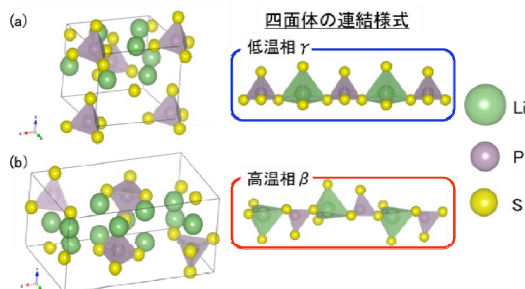


図3-69 Li_3PS_4 の γ 相と β 相の PS_4 四面体チェーンの配置

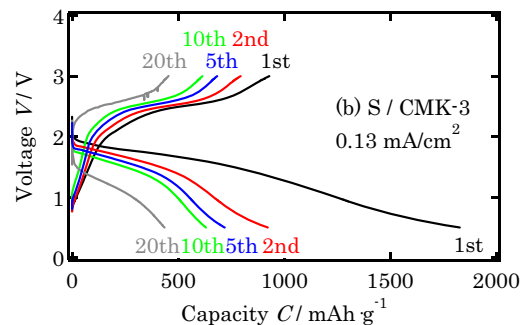
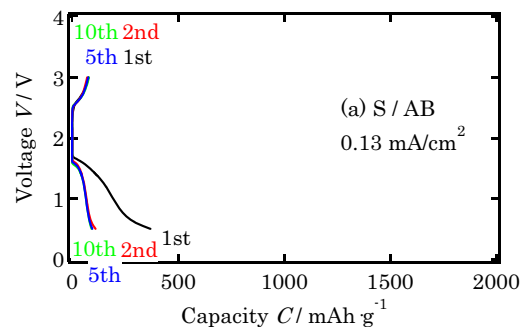


図3-70 (a) S/AB, and (b) S/CMK-3の組成の際の充放電曲線

5. 研究成果(リチウム硫黄電池)

■ 新規な負極材料の開発

物質・材料研究機構

図3-71: パルスレーザー堆積法により薄膜化した試料について評価。膜厚1000 nmとした試料でクーロン効率率は約25%に対し、100 nmとした試料では約50%に向上。電子導電材を添加した電極においてLi₂SiS₃の粒子径が数十ナノメートルの範囲で高いクーロン効率。

図3-72: 活物質と導電材の混合物をレーザーアブレーションにより原子レベルまで分解、導電材をも微粒子化。その結果、2.6 μmの膜厚においてクーロン効率率は100%を示し、Li₂SiS₃が高い容量を示す電極活物質として作用。

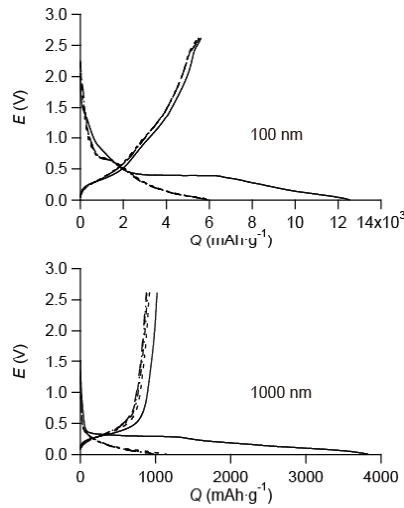


図3-71
Li₂SiS₃薄膜の充放電曲線 (0.4mA/cm²)

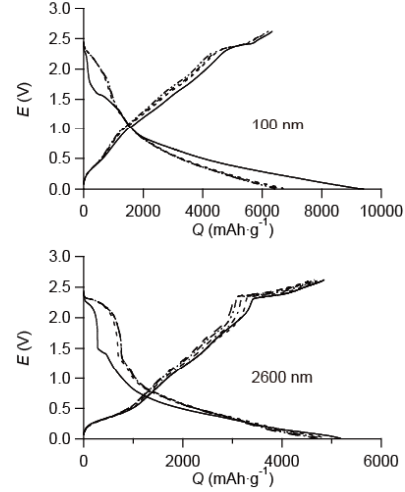


図3-72
FeSを10重量%添加したLi₂SiS₃薄膜の充放電曲線 (0.4mA/cm²)

5. 研究成果(新形態リチウムイオン二次電池)

■ 3DOM構造を用いたリチウム金属負極の検討

首都大学東京

図3-73: エネルギー密度を損なわず、十分な電極上の構造規制効果を得るために、粒子の規則配列体の逆構造となる3-dimensionally ordered macroporous (3DOM) 構造電極の設計を行った。3DOMセパレーターが配置されたLi電極の充放電効率を示す。3DOM構造はLiデンドライト発生の抑制に効果的に働き、200サイクル目においても1サイクル目と同等の充放電特性が維持された。

図3-74: 3DOMセパレーターと集電体との間にLiが層状に析出することが明らかとなった。100サイクル後も析出したLiは均一でデンドライト状の形状は観察されなかった。安定なサイクル性は、Liのこのような析出形態によるものと考えられる。電極界面の構造制御により、Liデンドライトが生成しない電池を実現できる可能性を見出した。

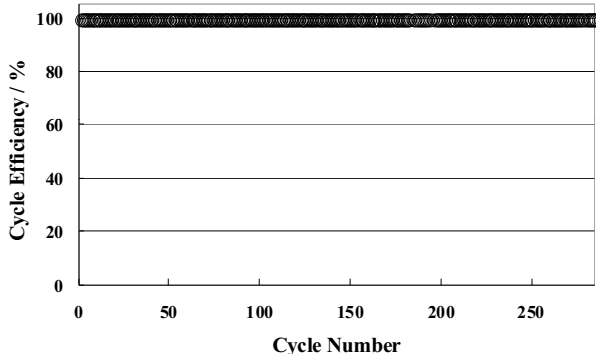


図3-73 3DOMセパレーターが配置されたLi電極の1 mol/dm³ LiPF₆/EC:EMC = 3:7 (vol 中)におけるサイクル特性(2mA/cm²)

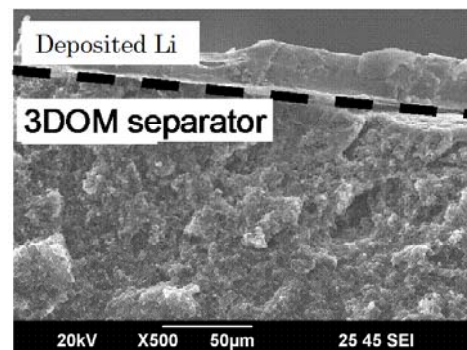


図3-74 充放電試験100サイクル後の3DOMセパレーターが配置されたLi電極のSEM写真

5. 研究成果 (新形態リチウムイオン二次電池)

横浜国立大学

■ 新規イオン液体並びに炭素系ナノ負極の研究開発

図3-75: リチウム塩 $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ (LiTFSI) とトリグライム (G3) 及びテトラグライム (G4) の等モル錯体が室温付近で液体状態であり、低蒸気圧、難燃性、高イオン伝導性といったイオン液体類似特性を示す事を見出した。グライム-リチウム塩の1:1錯体を電解液に用いて、コインセル LiCoO_2 の充放電で200サイクル以上安定して充放電可能。

図3-76: リチウムイオン液体に適合する負極開発で次元方向に規則性メソ孔をもつSBA-15、およびケージ同士が三次元的につながってメソ孔を形成しているKIT-5の2種のメソポーラスシリカを鋳型としてメソポーラスカーボンを合成。有機電解液中でメソポーラスカーボンの初期の放電容量は1600 mA h g^{-1} 、10サイクル後1200 mA h g^{-1} 以上を維持。

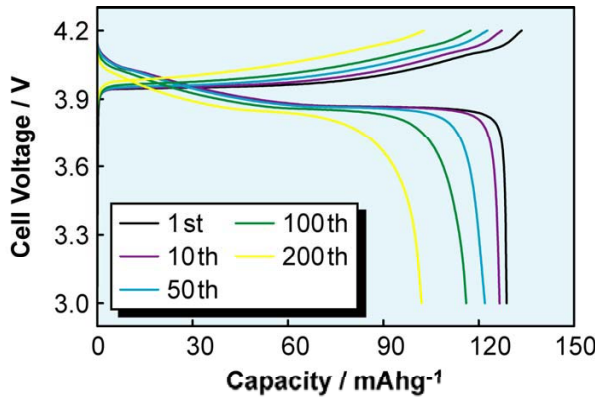


図3-75 30°Cにおけるリチウム二次電池Li / [Li(G3)1] [TFSI] / LiCoO_2 の充放電曲線(1/8C)

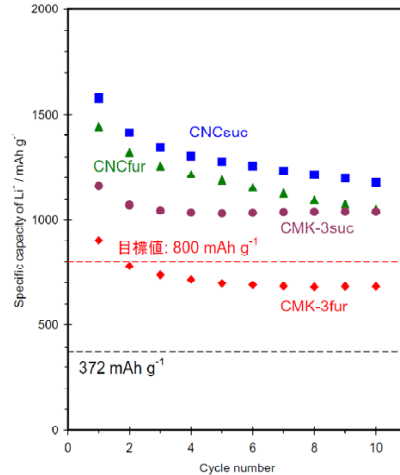


図3-76 メソポーラスカーボンの定電流充放電サイクル試験の結果

5. 研究成果 (新形態リチウムイオン二次電池)

東北大学

■ 鋳型法を利用した高容量負極材料を開発

図3-77、図3-78示す2つのタイプの高容量負極材料を開発、負極材料として高容量かつ長寿命を実現する炭素/Si複合体の理想構造を提案。



表3-23: 炭素被覆によりクーロン効率が向上することが示された。
エッジ構造の有無はキャビティ容量のクーロン効率に殆ど影響しないことがわかった。

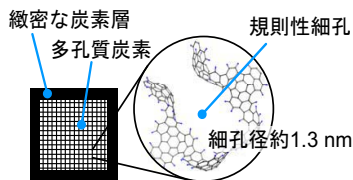


図3-77 緻密な炭素層で被覆した多孔質炭素微粒子の概念図

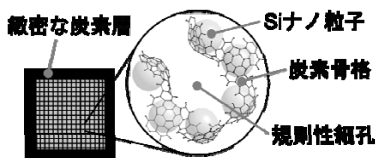


図3-78 緻密な炭素層で被覆した炭素/Si複合微粒子の概念図

表3-24 各試料の BET 表面積、充放電容量、クーロン効率

試料	BET 表面積	1 st 充電容量	1 st 放電容量	1 st クーロン効率	3 rd 放電容量	3 rd クーロン効率
	(m^2/g)	(mAh/g)	(mAh/g)	(%)	(mAh/g)	(%)
未処理鋳型炭素	3610	2340	717	31	554	83
被覆炭素①	0	837 ^b	395 ^b	47 ^b	354 ^b	91 ^b
被覆炭素②	690	968	407	42	322	91
600°C処理	3150	3140	1143	36	881	85
800°C処理	2130	1897	828	44	653	88
1500°C処理	1690	1736	530	31	356	83
エッジ少	1940	2107	683	32	499	85

^a 電解液に 1M $\text{LiPF}_6/\text{EC} \cdot \text{DEC}$ (1:1) を用い、対極と参照極に Li 金属を用いた 3 極式セルで定電流充放電測定を行い、充放電容量を求めた。ここでは、負極へのリチウム挿入を充電、負極からのリチウム放出を放電と定義する。充電は初期電位から 0.001 V まで、放電は 0.001V から 2.5 V まで行った。^b 初期電位から 0.01 V までは定電流充電し、電位 0.01 V 以下においては電流値が 10mA 以下になるまで定電位充電した。放電は 0.01 V から 1.5 V まで行った。

5. 研究成果(新形態リチウム二次電池)

■「ガスデポジション法」を利用した高容量負極材料開発

鳥取大学

新しい電極作製法としてガスデポジション(GD)法を採用することにより活物質粒子間および粒子-集電体基板間の密着性を格段に向上させた電極を創製
無電解析出(ELD)法によりSi粒子表面に部分的にCuを析出させ、これを原料としてGD法によりコンポジット厚膜負極電極を作製



図3-79: Cu被覆 SiコンポジットGD厚膜電極の放電(Li脱離)容量の充放電サイクル依存性。Cu/Siコンポジット電極は1000サイクルを経ても黒鉛電極を大きくしのぐ放電容量を有する。サイクル安定性が大きく向上。サイクル特性向上の理由としては、被覆したCuがSi粒子の崩壊を抑制し、ひいては膜電極そのものの崩壊を抑制すると考察。

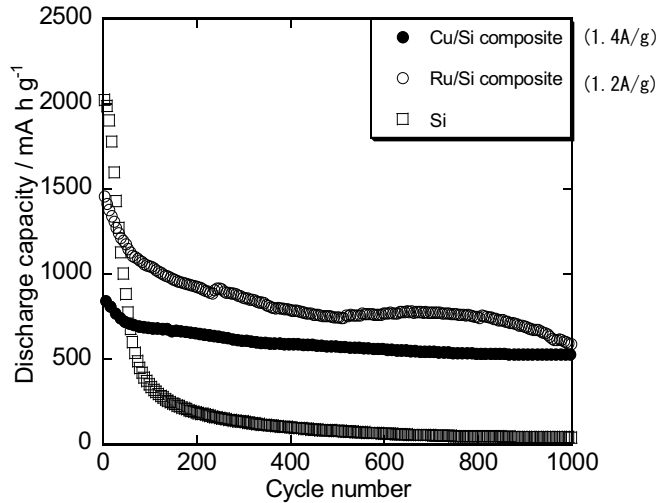


図3-79 Cu/Si, Ru/Si コンポジット厚膜電極, および Si 単独厚膜電極の放電容量の充放電サイクル依存性

5. 研究成果(新形態リチウム二次電池)

■ナノサイズ正極活物質

産総研

活物質のナノサイズ合成に取り組み、大きな表面疑似容量を発現させて、容量密度を飛躍的に向上させることを目的



直径約150nmのLiV₃O₈ナノベルトを合成。低いレート(0.02 A/g)で充・放電した場合、初期放電容量は350 mAh/g、15サイクル後には380 mAh/g。平均電位を約2.5 Vと仮定して計算すると、正極単極の活物質の重量エネルギー密度は950 Wh/kg。現時点では、20サイクル後においても、容量の劣化が認められない。サイズが150 nmから数十ナノまで下がると、充・放電容量の更なる増加が期待される。

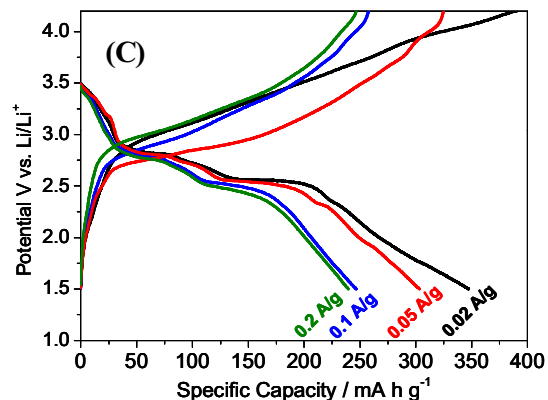
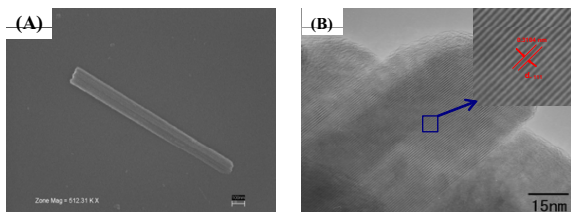


図3-80 LiV₃O₈の(A)走査型電子顕微鏡の像、(B)透過型電子顕微鏡の像、(C)充電・放電プロファイル

6. 成果の普及

表3-25 外部発表の実績(平成21年4月末時点での成果)

H19年度採択研究テーマ名	実施者	特許 出願	論文 発表	講演 発表
リチウム空気二次電池用リチウム/固体電解質複合負極の研究開発	三重大学	1	3	9
エネルギー密度の革新を目指した金属-空気電池の二次電池化	京都大学 産業技術総合研究所	2	0	8
全固体電池のための固体電解質および三次元メソ構造体の研究開発	東京工業大学	2	3	20
全固体型リチウム電池における高容量負極の開発	物質・材料研究機構	0	10	15
還元雰囲気通電焼結プロセスを用いた高容量含硫黄複合正極材料の研究開発 (H20年度で終了)	産業技術総合研究所	8	1	7
Li-硫黄系高容量全固体電池の研究開発 (H20年度で終了)	大阪府立大学 出光興産	0	4	9
リチウムイオン液体を用いた安全性と高性能を兼ね備える蓄電システム構築	横浜国立大学	0	3	27
構造規制型新規金属負極の研究開発	首都大学東京	1	1	8
ナノ界面制御による高容量電極の研究開発	産業技術総合研究所	0	2	1
鋳型法を利用した革新的リチウムイオン電池負極材料の開発研究	東北大学	0	0	3
電極作製にガスデポジション法を利用したリチウム二次電池の研究開発	鳥取大学	1	0	18
		15	27	125

19

7. 最終目標達成の見込み

【金属-空気電池】

現在、亜鉛-空気電池、アルミニウム-空気電池、リチウム-空気電池について研究開発を実施している。空気極については、固体高分子形空気極の構造設計、触媒のスクリーニングが実施されてきている。活性の優れた酸化物触媒を見いだすことで、コスト面も含めた実用化の可能性が見いだすことができる。負極については、亜鉛、アルミニウム、リチウムとそれぞれ異なる解決すべき課題を抱えている。エネルギー密度の観点からは、リチウム空気電池が最も魅力的であり、水溶液系・有機溶媒系のいずれでも電池設計が可能である。500 Wh/kg以上のエネルギー密度を実用電池として利用するには、セル抵抗、サイクル特性、新規固体電解質、容量密度が重要な要因となる。水溶液系においては、リザーバーの候補として酢酸を見出しているが、今後の電極構造や電池構造も含めて研究を進捗していくことで、最終的に優れた性能を発揮するリチウム空気電池を開発することで目標を達成する見込みである。

【リチウム硫黄電池】

高エネルギー密度化の実現のために硫黄の高い理論容量に目をつけた研究開発が実施されてきている。一般に、硫黄は有機電解液に溶ける問題点がある。一部、硫黄の溶出を押さえる興味深い現象も観測されたものの、現在は、全固体電池を目指した研究開発を遂行している。新規な高イオン伝導体の探索、新規な高容量負極の探索、新規電極構造の創出を目指すことで、高出力と高エネルギー密度を兼ね備えた全固体電池を実現する。加えて、放射光や中性子を用いた解析法で高度な分析をし、その結果を材料設計等にフィードバックし、特性改良を加速化することで、最終目標を達成することを見込む。一方で、硫化物の低い電子伝導性に起因する出力特性の問題、それを改善するための電子伝導性付与の処理の影響による低エネルギー密度化なども本質的な課題として依然として存在しており、実用化を目指すためには、さらなる、基礎研究が必要と思われる。

20

7. 最終目標達成の見込み

【多価カチオン電池】

高エネルギー密度化の実現のために種々の正極材料について特性を検討してきているが、現在までのところ高容量化が実現できていない。放電容量の増大やサイクル特性の向上のため、微細粒子や置換元素の変更等について検討を進めていくことで容量の向上を図る予定である。また、Mgイオン電池の場合、単セルを構成する電解液、セパレーターおよび負極等にも課題があるため、最終目標の到達にはこれらについても、適切な材料の調査、選定を行う必要があり、長期的な基礎研究が必要な電池系と思われる。平成21年度に委託先を追加しており、委託者間のシナジー効果を利用することで最終目標の達成を目指す。

【新形態リチウムイオン二次電池】

高エネルギー密度化の指針として、酸化物系極材料、合金系負極材料、カーボン負極（ナノチューブ、鋳型、ナノ構造）など多くの負極材料についての研究開発を行ってきている。特性改善のための方策としては、組成の最適化、カーボンコート、ナノ粒子化、バインダーの種類の検討、添加剤の利用等でサイクル特性の改善を図ってきている。また、リチウム金属について取り組んでいるテーマもある。一方、新規な5V級電解液、イオン液体や高イオン伝導性固体電解質の設計などで電位幅を広げることによる、エネルギー密度向上を目指してきているテーマもある。これまでのところ、おおむね中間目標を達成してきており、研究開発を進めることで最終目標の達成が期待できる。また、平成21年度に正極材料のテーマについて重点的に委託先を追加した。研究開発の中で見いだされた高性能材料（正極材料、負極材料、電解質材料）を組み合わせることによって、既存のリチウムイオン二次電池系の限界を超えた高容量のみならず高性能な新形態リチウムイオン二次電池のコンセプトを提案できる可能性もあると期待している。

7. 最終目標達成の見込み

【解析技術】

「モデル電極／電解質界面を用いた深さ分解XAFS測定技術の開発」に関しては、その場測定、かつ、深さ分解測定が可能な革新的二次電池（硫黄系電池）を作製することで、最終目標の達成を目指す。また、「電池反応速度パラメータ熱制御技術の研究開発」では、スタティックな状態およびダイナミックな状態のいずれについても、長期間の使用によるセルの性能変化と安全性の変化との相関を得ることで最終目標の達成を目指す。平成21年度に委託先を追加しており、500Wh/kg級のポテンシャルを持つ革新的電池の種々の課題の解明に役立つ高度な解析技術を開発することで、次世代技術開発の最終目標の達成に資する。

8. 実用化の見通し(次世代技術開発)
 【開発した電池材料をコインセルレベルの電池に適用することが実用化イメージ】

■事業化までのシナリオ

プロジェクト終了後に、開発段階に入るものが存在する可能性もあるが、今後とも、長期にわたる基礎研究を継続する必要があるため、事業化については長期的な視点で見守る必要がある。表4-4に事業化への年度展開例を示す。H30年度までの市場出荷段階への到達は難しいものと想定している。また、製品化段階以降では、他の企業との連携(共同研究等)が想定される。

表4-4 事業化への年度計画例－次世代技術開発－

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					
他の企業との連携等 ライセンス・合弁等					○

8. 実用化の見通し(次世代技術開発)
 【開発した電池材料をコインセルレベルの電池に適用することが実用化イメージ】

■実用化へのイメージ

H30年度までの市場出荷段階への到達は難しいものと想定している。製品化段階以降では、他の企業との連携(共同研究等)が想定される。、図4-5に実用化へのイメージ図を示す。

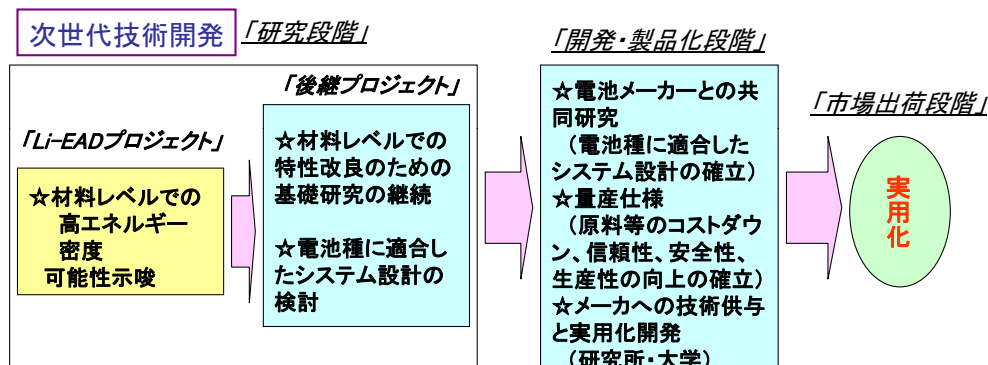


図4-5 実用化へのイメージ図－次世代技術開発－

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)

(5) 基盤技術開発

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>

高性能蓄電池の実用化にあたっては、**安全性を確保**するとともに**標準化**を進め、研究開発の**効率化を図る**ことが重要である。

<研究開発の目的>

加速寿命試験法の開発、**劣化要因**の解明、電池**性能向上因子**の抽出、並びに、**安全性基準**および**電池試験法基準**の策定等。

<実施内容>

現状のリチウムイオン電池における寿命診断、電池性能評価・安全性試験方法などの**基準策定**や**規格化に資する提案とデータ取得**を行う。さらに、技術開発の効率化につながる**反応メカニズムの解析手法の確立等、共通・基盤的な技術開発**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、必要に応じて2年目以降も公募を行う。
- ・ 安全性試験法や安全性評価基準の策定については、研究開発項目①「要素技術開発」における安全性技術開発の進捗に応じて、内容の変更や修正を求める場合がある。

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。

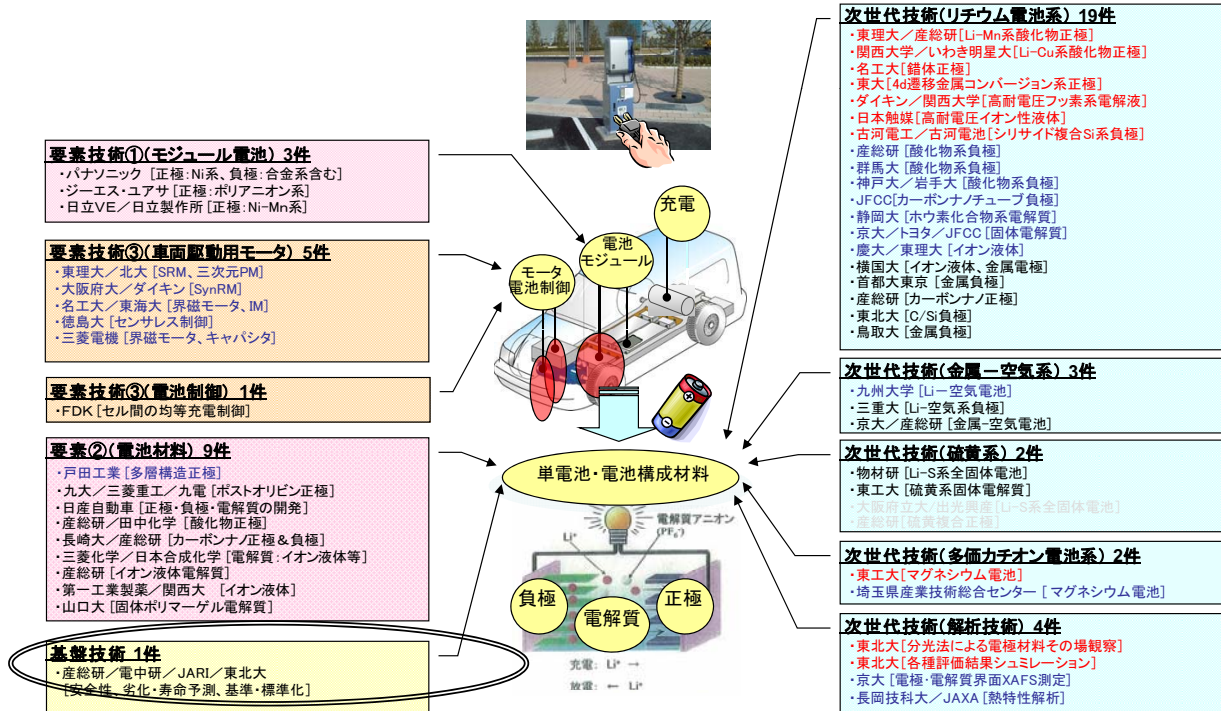


図3-81 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の実施内容(平成21年度)
(本研究開発項目の対象テーマは太枠で囲われている)

2. 事業の概要

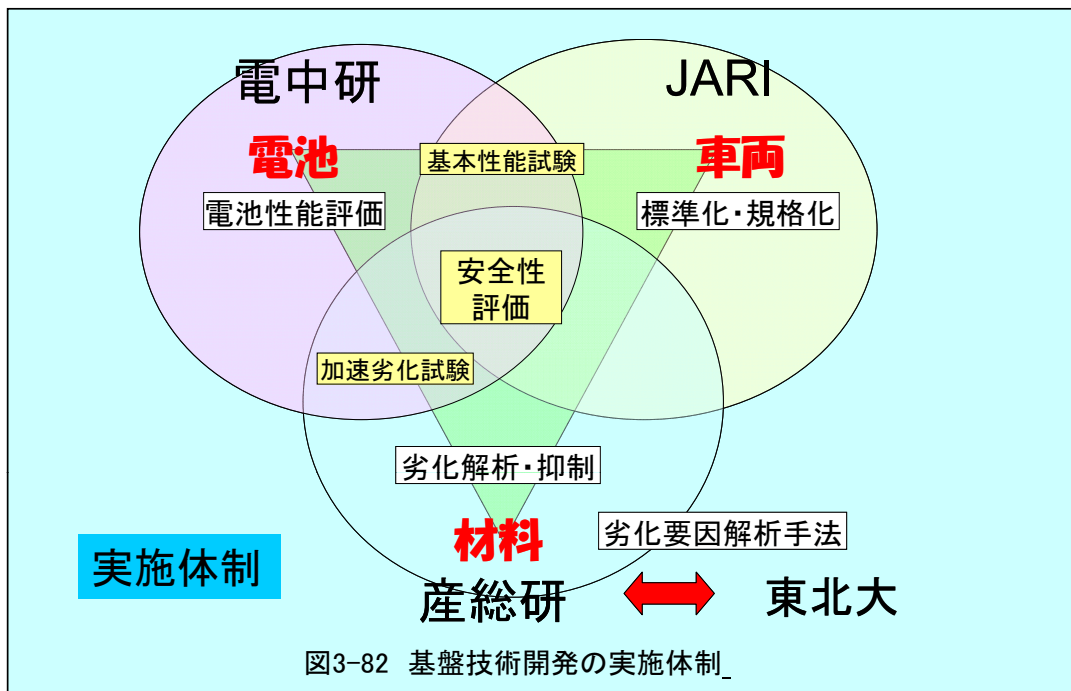


図3-82 基盤技術開発の実施体制

- ・電池の劣化メカニズムの解明
- ・電池試験方法・評価基準の提案
- ・国際標準への取り組み(標準試験法・国連輸送規制)

2. 事業の概要

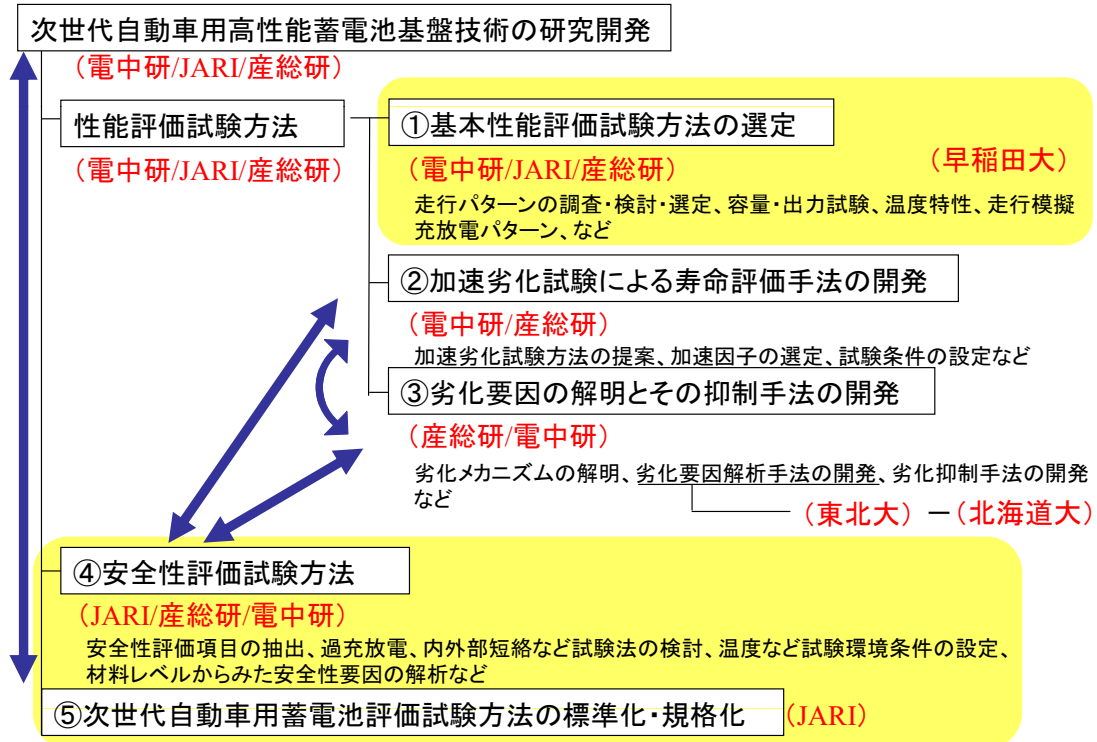


図3-83 実施計画書における研究開発スキーム

2. 事業の概要

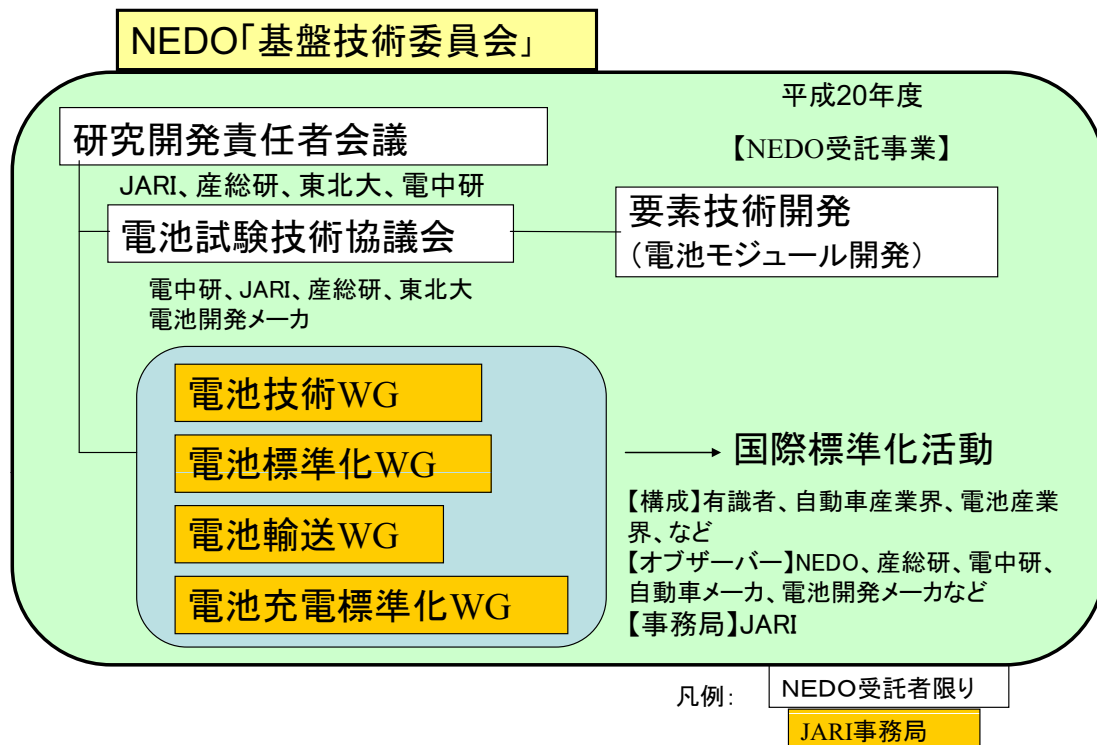


図3-84 基盤技術委員会のスキーム

2. 事業の概要(委託先間の連携)

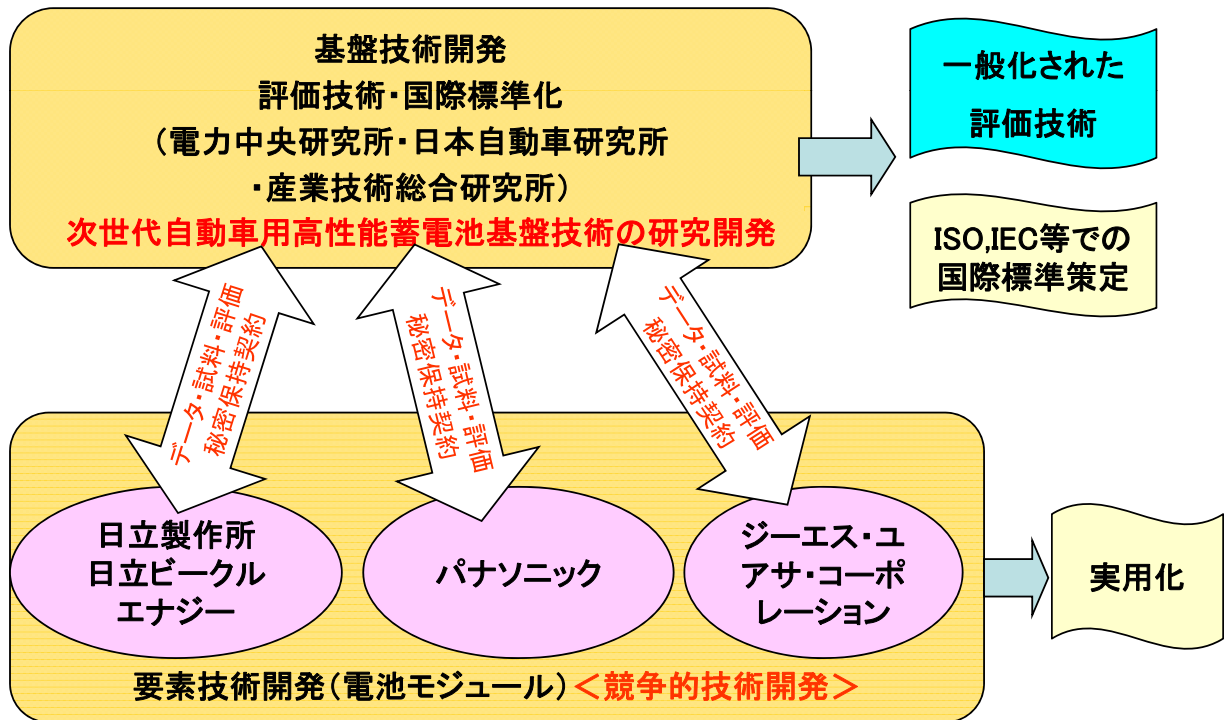


図2-5 要素技術開発(電池開発)と基盤技術開発の連携

3. 研究開発の実施スケジュールと予算

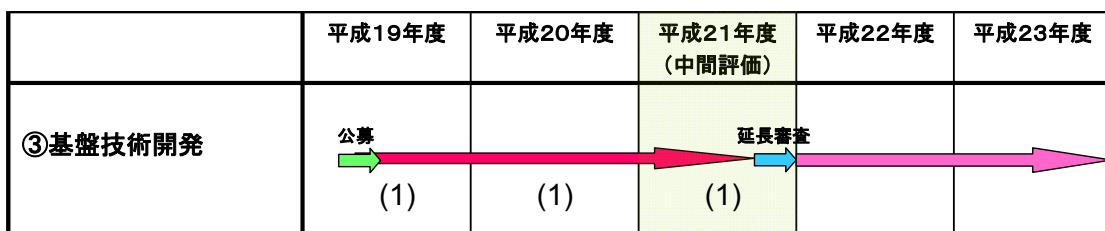


図3-86 プロジェクトの年度計画

表3-27 研究予算一覧表(基盤技術開発)

委託先	研究予算(百万円)			
	H19fy	H20fy	H21fy	総額
(財)電力中央研究所 (財)日本自動車研究所[再委託](学)早稲田大学 (独)産業技術総合研究所 (国)東北大学[再委託](国)北海道大学	386.6	693.9	537.9	1618.4

4. 研究開発目標と達成度

項目	中間目標	達成度	最終目標
① 基本性能評価試験方法の選定	<ul style="list-style-type: none"> ●電池の基本性能評価に必要な用語の定義 ●電池開発目標の評価項目・試験条件の選定と検証 ●各電動車両について、種々の走行条件における蓄電池運用条件を調査 ●各電動車両について、蓄電池試験条件二次案を作成 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●電池の基本性能評価試験方法の提案 ●各電動車両について、車両走行時の代表的な蓄電池運用条件を抽出 ●作成した蓄電池試験条件並びに定義した用語をIEC/ISOへ反映
② 加速劣化試験による寿命評価手法	<ul style="list-style-type: none"> ●2倍以上の試験期間短縮で寿命予測が可能な加速劣化試験条件の選定・試験着手 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●5倍以上の試験期間短縮で寿命予測が可能な加速劣化試験方法の提案
③ 劣化要因説明とその抑制手法	<ul style="list-style-type: none"> ●小容量セルを用いてPHEVを模擬した試験条件下で電池劣化の主要過程を引き起こす劣化因子(劣化要因)を選定。また、保存時の劣化反応の反応速度式を求める。 ●複数の測定手法による実電池材料における測定データと劣化挙動との相関の明確化 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●実規模セルに小容量セルで得られた知見を適用することで、劣化要因を検証するとともに、小容量セルでの結果を実規模セルに適用するための補正係数を算出 ●複数のin situ測定手法による実電池材料における劣化挙動を検出する新しい計測技術の確立

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)

9

4. 研究開発目標と達成度

項目	中間目標	達成度	最終目標
④ 安全性評価試験方法	<ul style="list-style-type: none"> ●蓄電池および蓄電池の車両搭載時の安全性評価試験内容の整理 ●安全性試験(過充電、過放電、外部短絡、貫通、圧壊、振動、類焼、熱衝撃、衝撃試験等)の検証を行い、試験方法を作成 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●材料レベル、単セルレベル、モジュールレベルからの濫用時の安全性の評価 ●代表的な電池系における安全性要因の解明 ●次世代自動車用蓄電池安全性評価試験方法を作成し、IEC/ISOへ反映
⑤ 次世代自動車用蓄電池評価試験方法の標準化・規格化	<ul style="list-style-type: none"> ●ISO12405-1 DIS ●IEC61982-4,-5 CDV ●国連輸送規制の適正化 (2009年勧告に適正化反映) ●IEC62196-2 CDV ●IEC61851 FDIS 	○	<ul style="list-style-type: none"> ●ISまたは適正化達成

国際規格制定手順

1. 提案段階: NWP (New Work Item Proposal)
2. 作成段階: WD (Working Draft)
3. 委員会段階: CD (Committee Draft)
4. 紹介段階: DIS (Draft International Standard: ISO) CVD (Committee Draft for Vote: IEC)
5. 承認段階: FDIS (Final Draft international Standard)
6. 国際規格: ISO, IEC (International Standard)

10

5. 研究成果(①基本性能評価試験方法の選定)

表3-28 基本性能評価方法 単電池(実規模セル)の性能試験項目(案)

評価項目	開発目標*1)	試験項目	備考
質量エネルギー密度 (Wh/kg)	100	電池容量試験	定電流放電。 放電電流は、想定される負荷条件に適した値とする。 本NEDOプロ開発電池の性能評価に適用する放電電流は原則として1時間率電流とする。
体積エネルギー密度 (Wh/L)	120		
充放電効率 (%)	95		
質量出力密度 (W/kg)	2,000	電流電圧 (I-V) 特性に基づく出力特性試験	SOC50%における10秒後の出力値で代表させる。
体積出力密度 (W/L)	2,400		
寿命 (年)	10	別途「加速劣化試験による寿命評価手法の開発」で検討	実規模セルの連続PHEV充放電試験*2)、保存試験の結果から寿命を推定する。

* 1) 0.3kWhモジュールを作製し、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、* 2) PHEV充放電パターン(別途定める)による連続充放電と充電の繰り返し

5. 研究成果(①基本性能評価試験方法の選定)

用語の共通化とIEC およびISO への反映を目的に、既存規格について用語比較表を作成し、主要な用語を抽出した(表3-29)。電動車両用リチウムイオン電池の用語(2009年7月9日版)として平成20年度果報告会で配布した(巻末の参考資料2を参照のこと)。

表3-30 電池試験方法の標準化のための用語の抽出例

- 1. 電池一般: リチウムイオン電池、駆動用電池、電気自動車用電池、ハイブリッド電気自動車用電池、プラグインハイブリッド電気自動車用電池
- 2. 電池のレベル: 単電池(単セル)、電池モジュール、電池パック(組電池)
- 3. 構成部品等: 電池管理システム
- 4. 特性・性能: 容量、定格容量、時間率、定格放電電流、定格電圧、放電終止電圧...

参考資料2
電動車両用リチウムイオン電池の用語(2009年7月9日版)

財団法人電力中央研究所
独立行政法人産業技術総合研究所
財団法人日本自動車研究所

ここに挙げる用語は、電動車両用リチウムイオン電池の性能評価等を行う場合に必要となる用語を中心に記載した。NEDO プロジェクト(LI-EAD) 基盤技術開発において、要素技術開発(モジュール)で開発された電池等を試験するにあたり、共通化して使用するため用語を選択し、次の分類により整理した。

1. 電池一般
2. 電池のレベル
3. 構成部品等
4. 特性・性能

1. 電池一般
 - 1-1 リチウムイオン電池、リチウムイオン二次電池、リチウムイオン蓄電池 (lithium-ion battery, secondary lithium-ion battery, rechargeable lithium-ion battery)
得られる電気エネルギーが、正極・負極間のリチウムイオンの授受反応に由来する二次電池。
 - 1-2 駆動用電池 (traction battery, propulsion battery)
電動車両の駆動に供する電池。
 - 1-3 電気自動車用電池 (traction battery for battery electric vehicle, propulsion battery for battery electric vehicle)
電気自動車に供する駆動用電池。
 - 1-4 ハイブリッド電気自動車用電池、ハイブリッド自動車用電池 (traction battery for hybrid electric vehicle, propulsion battery for hybrid electric vehicle)
ハイブリッド電気自動車に供する駆動用電池。
 - 1-5 プラグインハイブリッド電気自動車用電池、プラグインハイブリッド自動車用電池 (traction battery for plug-in hybrid electric vehicle, propulsion battery for plug-in hybrid electric vehicle)
プラグインハイブリッド電気自動車に供する駆動用電池。
2. 電池のレベル
 - 2-1 単電池、単セル (cell)

5. 研究成果(②加速劣化試験による寿命評価手法の開発)

- ・ 寿命試験用充放電パターンの基礎データとするために、駆動方式や車両サイズの異なるHEV 3台およびPHEV 1台について、日米欧各国の認証走行パターン等を用いて台上試験を行い、電池の電流、電力、温度等の充放電データを測定。
- ・ 実車データの補間を目的として、シミュレーション計算により制御方式の異なるPHEVの充放電データを取得(早稲田大学再委託)。
- ・ 実車の充放電パターンを基に寿命試験用充放電パターンを作成するロジックを検討し、その有効性を単セル試験によって確認。



このロジックを台上試験とシミュレーションによって取得した充放電データに適用し、PHEV(図3-87)、HEVおよびBEVそれぞれについて寿命試験用充放電パターン一次案を作成。

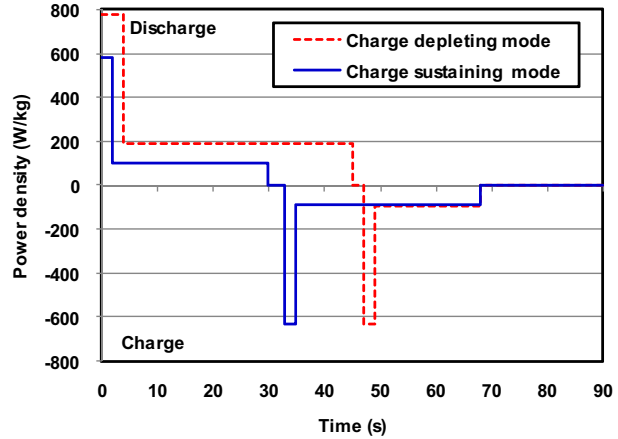


図3-87 PHEV用充放電パターン一次案

5. 研究成果(②加速劣化試験による寿命評価手法の開発)

要素技術会開発(電池開発)から提供を受けた3電池系の小容量セルを用いて、SOCと温度依存の保存寿命データ等を蓄積した(図3-88)。また、小容量セルを用いた基本充放電性能(1C充放電)は約400サイクル時点で、容量90%程度となること確認した。実規模セルを用いた試験パターンの検証するため、JARI提案の充放電パターン(Ver.4)のCD(charge depleting)モードとCS(charge sustaining)モードの切替条件などを検討した結果、動的な“充電状態30%相当電圧”による切替が妥当との見通しを得た。

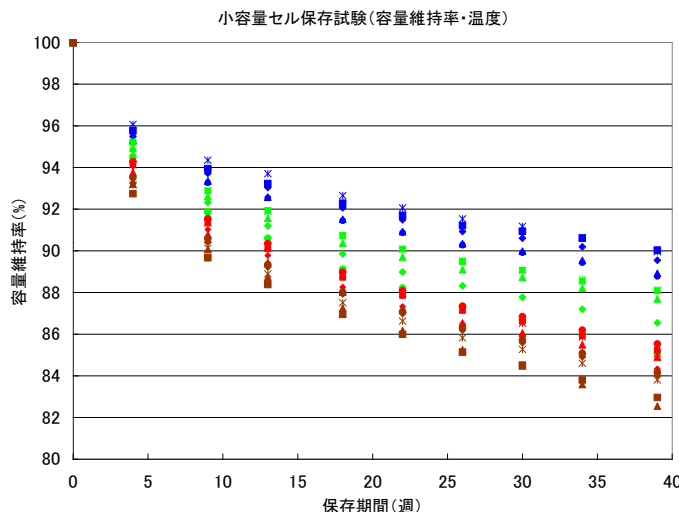


図3-88 保存試験(SOC90%)における温度の効果
(青:25°C, 緑:40°C, 赤:50°C, 茶:60°C)

5. 研究成果(③劣化要因の解明とその抑制手法の開発)

要素技術開発(電池開発)から提供を受けた小容量セルを用いた充放電試験と保存試験を実施し、電池特性(容量、出力)の変化についてデータを取得し、蓄電池運用条件での劣化を加速する因子の抽出を進めた。通常の設定電流充放電サイクルでは、明瞭な容量劣化に伴うACインピーダンス解析円弧成分の増大が認められた(図3-90)。

正極材料にLi(NiCoAl)O₂ (NCA)、負極材料にハードカーボンを用い、高出力型の小容量モデルセル(18650型)の製作し、サイクル試験による加速パターン試験終了後、セルを解体し電極の状態評価を進めた。SPring-8/BL47XUIにおいて、硬X線光電子分光測定(HX-PES)で電極試料をアルゴンガス下で取り扱う手法を確立し、正極のみならず負極についても高分解能のスペクトルを取得することが可能になった(図3-91)。

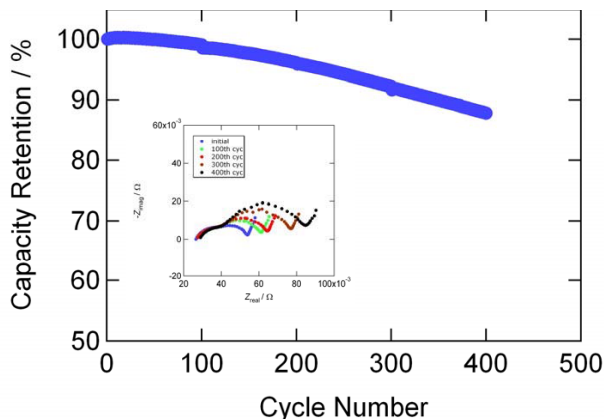


図3-90 サイクル経過とACインピーダンス測定(小容量セル)

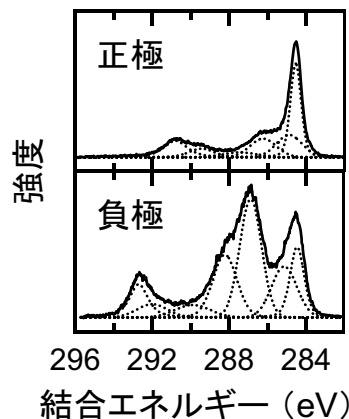


図3-91 25 °Cで保存した電池の硬X線光電子分光測定(C 1s)

5. 研究成果(③劣化要因の解明とその抑制手法の開発)

電池の安全性にも通ずる電極材料の熱的な安定性について評価を実施。

(試料最表面の情報である全電子収量法(TEY)とバルクに近い情報である蛍光法(FY)を比較)

150 °Cおよび550 °C: スペクトル形状は類似

350 °C: 明確な差異が観測

→正極材料の熱分解が、表面とバルクでは異なる挙動を示すことが明らかになった。

電極で生じている表面状態の変化を選択的に解析可能な手法の一つとしてXAFS測定が有力。

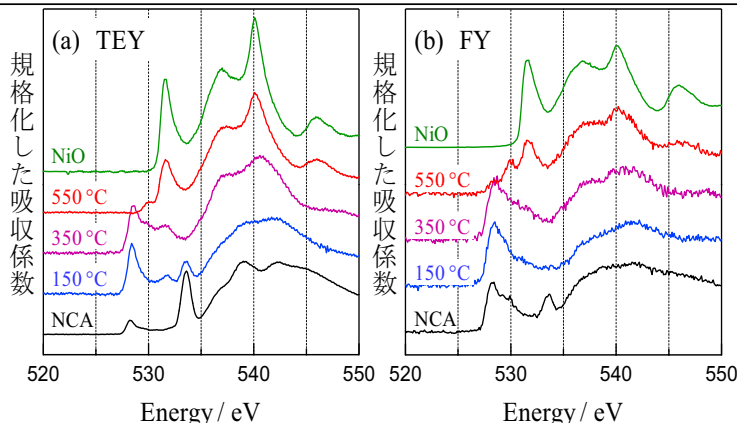


図3-92 XANES(O-K端)による正極(小容量モデルセル)の表面状態の分析: (a)TEY法 (b)FY法 SOC70%の電池から取り出した正極Li(NiCoAl)O₂ (NCA)について、150-550 °Cで熱処理後測定したO-K端XANESスペクトル。比較のためにNCAとNiOのスペクトルも示している。

5. 研究成果(③劣化要因の解明とその抑制手法の開発)

2009/7/7:

プレス発表 東北大学、NEDO
 「次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発
 (電中研、JARI、産総研、東北大学)」

MRI でリチウム電池の内部撮影に成功
 —リチウムイオンの分布を画像化—

平成21年7月13日
 日本経済新聞 朝刊 12面
 平成21年7月13日
 日経産業新聞 朝刊 10面
 平成21年7月13日
 電気新聞 朝刊 3面
 平成21年7月13日
 日刊工業新聞 朝刊 24面
 平成21年7月14日
 化学工業日報 朝刊 5面
 に掲載されました。

NMR装置中に設置するモデルリチウム電池を試作し、NMRマイクロイメージング法によるリチウム電池内部の画像取得に世界で初めて成功した(図3-92)。PC+LiClO₄電解液に負極として金属リチウムを用いたセルではリチウムと接触した部分からゲル化が進行する事がマイクロMRI画像と局所選択NMR法により分った。

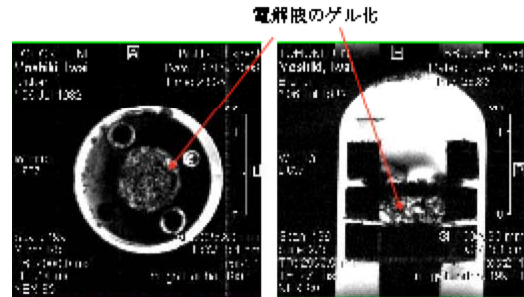


図3-93 モデル電池のNMRマイクロイメージング(Li電極, PC電解液 2月後)

4. 研究成果(③劣化要因の解明とその抑制手法の開発)

b)アコースティックエミッション法による電極破壊機構の解明

市販の18650電池と、産総研から提供された18650型電池について、充放電過程でのAE信号検出に成功した(図3-94)。市販の電池は放電末期に二段階で特徴的なAE信号を発生し、産総研の電池は比較的AEが少ない結果を得た。また、製造後エージング等の前処理を行う際にも多数のAE信号が発生する事が分った。

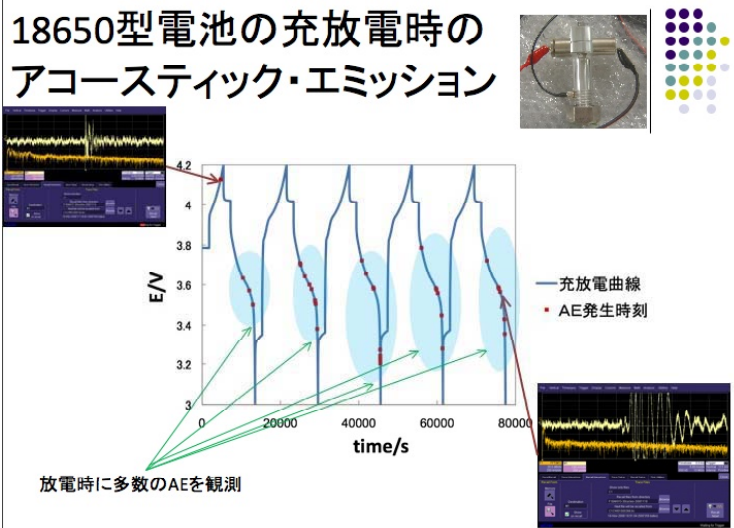


図3-94 18650型実用電池からのAE信号

5. 研究成果(④安全性評価試験方法)

- ・安全面から考慮すべき事象をリストアップした上で、想定される標準化項目を抽出。
- ・確認すべき試験項目と試験条件を整理した上で、14項目の安全性評価試験を行い、蓄電池への影響を調査。
- ・取得した試験データに基づき、過充電、過放電、外部短絡、貫通、圧壊および振動の各試験方法の作成に着手。



図3-95 安全性評価試験標準化項目の調査

5. 研究成果(⑤自動車用蓄電池評価試験方法の標準化・規格化)

次世代自動車用蓄電池(Li-ion電池)評価試験方法の標準化・規格化を推進するため、Li-ion電池性能評価法の研究開発および安全性評価の研究開発を行う。

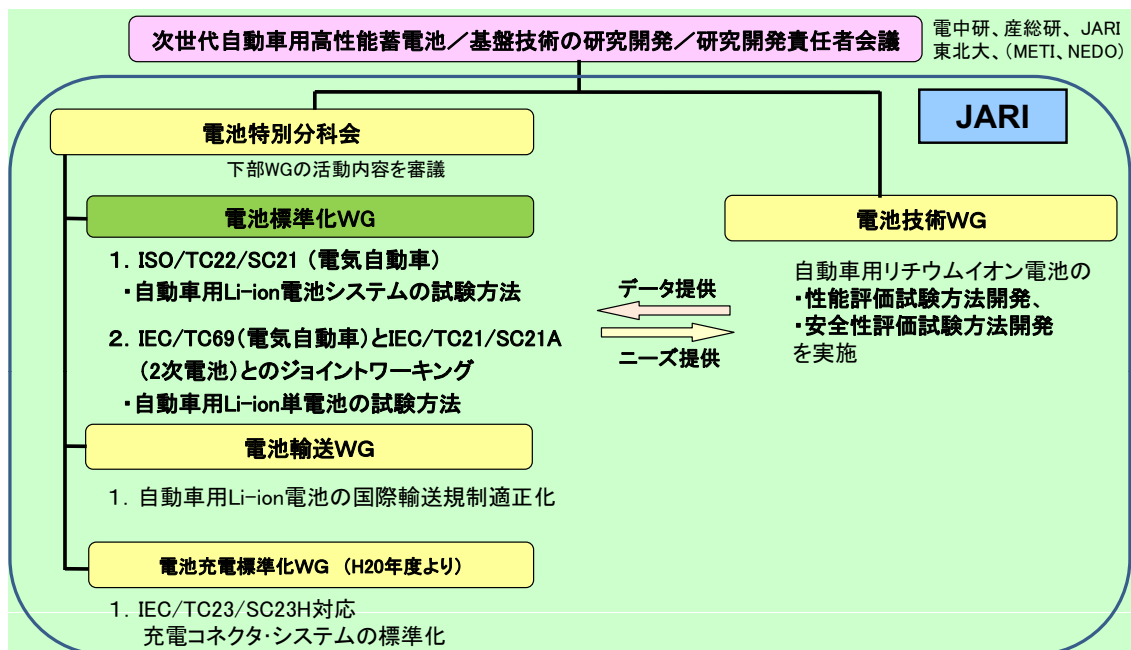


図3-85 国際標準化活動の体制図

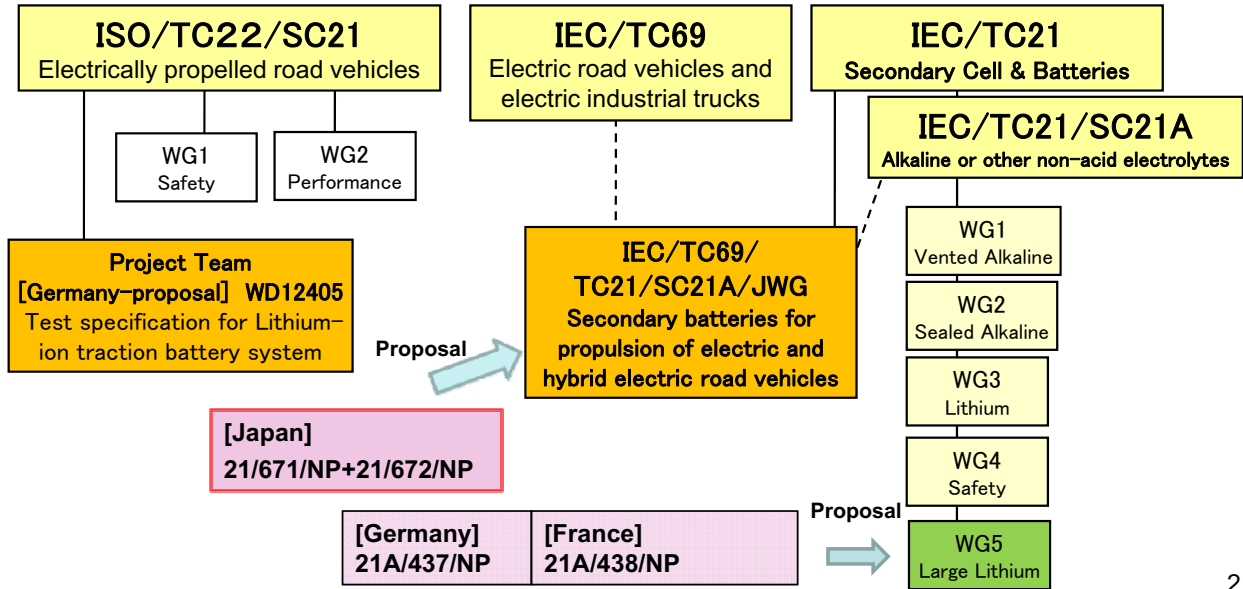
5. 研究成果 (⑤自動車用蓄電池評価試験方法の標準化・規格化)

リチウムイオン二次電池についての国際標準化活動

ISO TC22 SC21: Electrically propelled road vehicles / WG1

IEC TC69/TC21/SC21A/JWG: Secondary batteries for propulsion of electric and hybrid-electric road vehicles

IEC: International Electrotechnical Commission; ISO: International Organization for Standardization



5. 研究成果 (⑤自動車用蓄電池評価試験方法の標準化・規格化)

<現状>

- 独、仏からIEC/TC21/SC21A/WG5に提案されていた自動車用及び定置用リチウムイオン電池の新規提案と日本(JARI)の新規提案の取扱いに対する調整会議(11/6,7開催)の結果は下記の通り。
 - IEC/TC21/SC21A/TC69/JWGにて自動車用リチウムイオン電池セルの標準化活動を日本の案をベースに行う。(JWG主査を日本が担当)
 - なお、ISO/TC22/SC21/PTLIB(自動車用リチウムイオン電池システム)と協力して行うことも確認された。
 - IEC/TC21/SC21A/WG5にて自動車用以外の大型リチウムイオン電池標準化活動を独、仏の案をベースに行う。
- 独案をベースにしたISO/TC22/SC21/PTLIBに於いて、下記内容を展開中。
 - 認証行為を含む試験手順と、これに合格したものを電池メーカーが供給するという内容を削除。
 - 各種Abuse Testは電池セルにて実施する。
 - 規格内容についての独との溝は埋まらず。

実施内容	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度
ISO/TC22/SC21 ドイツ案に対し 修正案を提案	調査・検討 ドイツ: NWIP提案 ◎ 日本: 単電池を分離提案 ◇	調査・検討 修正案提案 ☆	修正案提案 ☆		(IS発行: 仮) ☆
IEC/TC21/SC21A/ TC69 /JWG 日本から新規提案	調査・検討	単電池の試験 標準NWIP提案 ◎	日本提案承認 ☆		(IS発行: 仮) ☆

5. 研究成果 (⑤自動車用蓄電池評価試験方法の標準化・規格化)

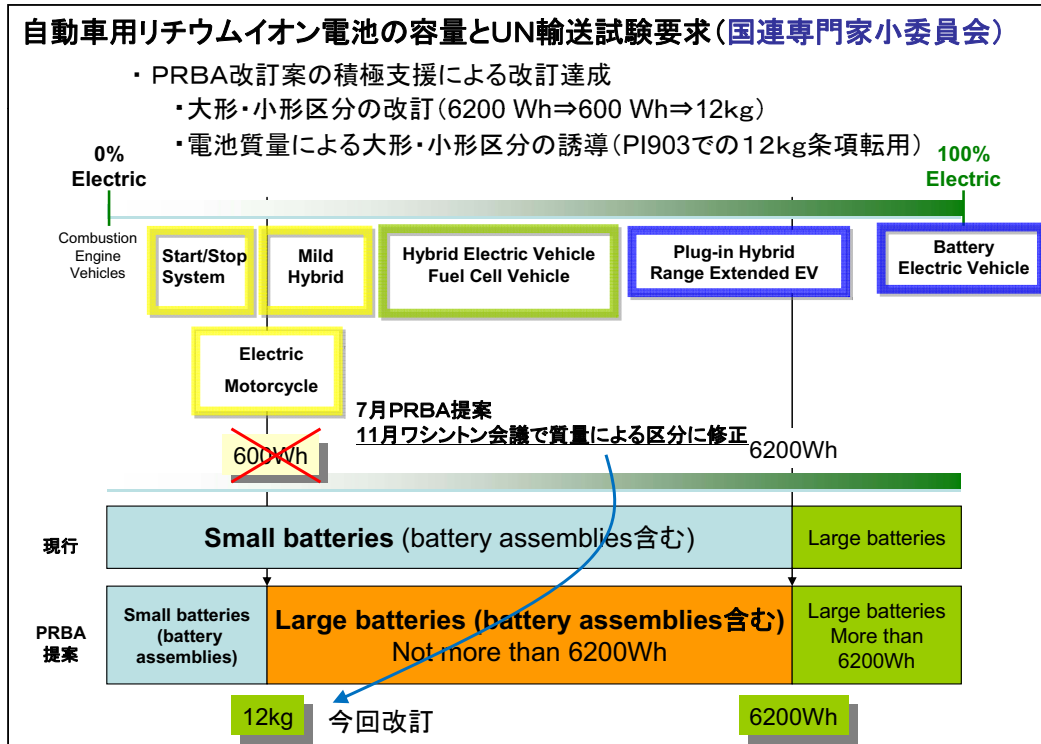


図3-95 自動車用リチウムイオン電池の容量とUN輸送試験要求

6. 成果の普及

表3-31 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
次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発	電力中央研究所 日本自動車研究所 産業技術総合研究所 東北大学	1	3	39

自動車研究 (発行:日本自動車研究所)

「自動車関連企業への情報発信」(ホームページ上からも閲覧可能)

- 第30巻第4号(平成20年4月1日)
NEDO次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発プロジェクトへのFC・EVセンターの取り組み
- 第30巻第7号(平成20年7月1日)
次世代自動車用電池性能試験方法の開発(第1報)
－プラグインハイブリッド電気自動車用電池充放電パターンの検討－
自動車用リチウムイオン電池の安全性について－安全性評価試験(類焼試験)の実施－
- 第31巻第6号(平成21年6月1日)
自動車用リチウムイオン電池の安全性評価規格について
自動車用リチウムイオン電池の安全性評価試験－機械的試験法の調査－
自動車用リチウムイオン電池の安全性評価試験－電気的試験法の調査－
- 第31巻第7号(平成21年7月1日)
次世代自動車用電池性能試験方法の開発(第2報)
－簡易サイクル寿命試験プロファイル作成方法の検討－

7. 最終目標達成の見込み

①基本性能評価試験方法の選定

電池の基本性能評価試験方法並びに各電動車両の車両走行時の代表的な蓄電池運用条件をIEC/ISOへ提案していくことで、日本主導による標準化が可能となる。

②加速劣化試験による寿命評価手法の開発

内部抵抗変化など非破壊計測や電池解体・分析に基づく材料劣化情報を、加速劣化試験条件との対応で寿命推定精度を向上させていくことで、期間短縮5倍以上となる加速寿命診断等の最終目標を達成できる見込みである。また、寿命に関しては、開発目標の10年間に対して、5倍の加速劣化試験が可能になったとしても2年間の試験期間を要することとなり、プロジェクト全期間からしても、開発途中段階(例えば、平成21年度末)の供試セルの試験から、「要素技術開発(電池モジュール)」担当法人の電池製造ポテンシャルを推定し、短期間で寿命推定が求められる最終開発電池との隙間を埋めることが必要である。

7. 最終目標達成の見込み

③劣化要因の解明とその抑制手法の開発

今後、実規模セルに小容量セルで得られた知見を適用することで、劣化要因を検証するとともに、小容量セルでの結果を実規模セルに適用するための補正係数を算出する。また、複数のin situ測定手法による実電池材料における劣化挙動を検出する新しい計測技術の確立する。中間目標をほぼ達成できており、最終目標達成についても見通しがついたと考えている。

④安全性評価試験方法

中間目標はほぼ達成しており、今後は電池系を増やしてデータを蓄積、解析を行う段階となる。材料レベル、単セルレベル、モジュール電池レベルでの安全性評価試験結果を比較検討することにより安全性要因の解明が可能になること、また、実際の試験データに基づいた合理的かつ標準的な試験方法をIEC/ISOへ提案するとことで、最終目標の達成が期待できる。

⑤次世代自動車用蓄電池評価試験方法の標準化・規格化

自動車用リチウムイオン電池パック/システム試験方法、単セルの性能、安全性試験方法、さらに車両カプラかん合部形状の寸法互換性などについてISO、IEC、SAE(米国自動車技術会)会議で各国と協調しながら日本の意見、考え方を主張し日本の主導による国際標準を作成する。また国連危険物輸送専門家小委員会において関係団体と意見調整し輸送関連の規制条件を適正化し、自動車リチウムイオン電池輸送の普及を図る。以上の活動の実施により、最終目標の達成が期待できる。

8. 実用化の見通し(基盤技術開発)

【電池材料または電池セル、モジュールに対して、標準的に適用可能な各種評価・解析方法を確立すること、さらには、確立された評価法を国際標準・規格に反映することが実用化イメージ】

■標準化へのシナリオ

国際標準・規格化への成果の反映のため、試験方法・手順を公開し、実データに基づくパラメータ設定の影響を明らかにしていく。最近電動車両用のリチウムイオン電池に係わるISO/IECの動きも活発化しており、日本主導により、国際標準化できる見通しである。非常に高度な機能を有する充放電装置などを必要とする高価な設備投資や、長期の充放電設備占有を避ける実用的な視点から、基本性能評価試験方法・加速劣化寿命評価試験方法等を適宜、改良し見直し、国際規格・標準との整合性を図る必要がある。表4-5に自動車用リチウムイオン二次電池評価試験方法の標準化への年度展開例を示す。

表4-5 自動車用リチウムイオン二次電池評価試験方法の標準化への年度展開例

実施内容	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度
ISO/TC22/SC21 ドイツ案に対し 修正案を提案	調査・検討 ドイツ: NWIP 提案◎ 日本: 単電池を分離提案◇	修正案提案 ドイツ提案承認			(IS発行: 仮)★
IEC/TC21/SC21A/ TC69 /JWG 日本から新規提案	調査・検討	単電池の試験 標準NWIP 提案◎	日本提案承認		(IS発行: 仮)★

1

8. 実用化の見通し(基盤技術開発)

【電池材料または電池セル、モジュールに対して、標準的に適用可能な各種評価・解析方法を確立すること、さらには、確立された評価法を国際標準・規格に反映することが実用化イメージ】

■実用化へのイメージ

現在までに、おおむね中間目標が達成されてきており、最終目標の達成も十分に見込める。一方、ISO/IECにおいて2011年度のIS発行を現段階では目指しているが、今後のISO/IEC会議等での議論の展開によっては調整に時間がかかることも予想され、プロジェクト終了後にずれ込む可能性もある。また、図4-6に実用化へのイメージ図を示す。

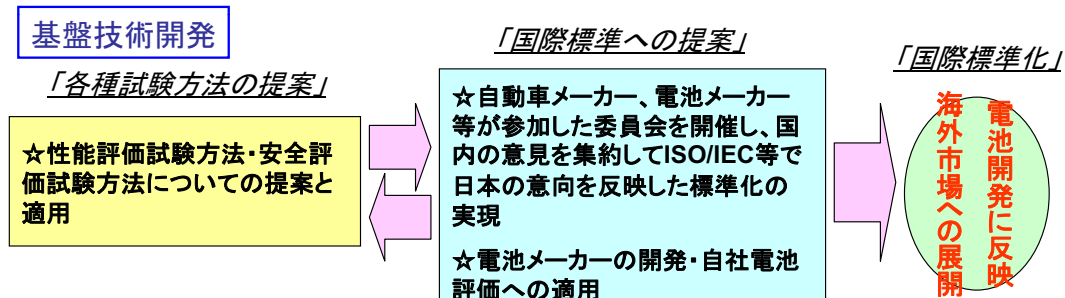


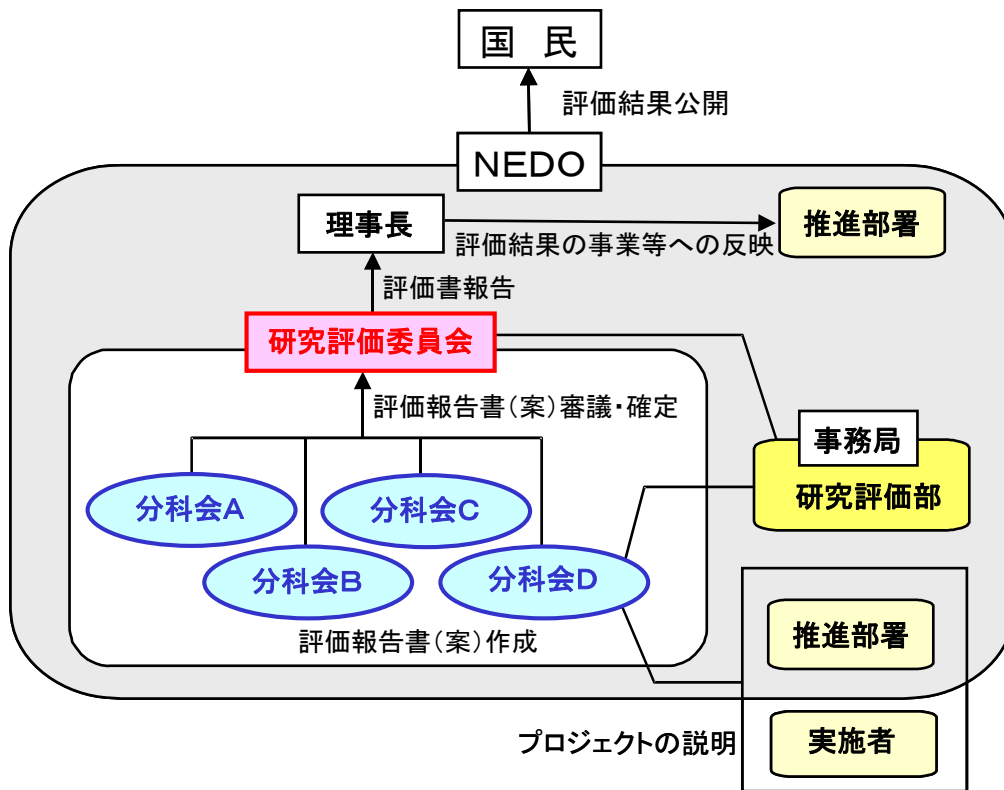
図4-6 実用化へのイメージ図－基盤技術開発－

参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、
経済・社会ニーズを取り込む
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を
促進する

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題その他社会的ニーズ
関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある7名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構研究評価広報部が担当した。

3. 評価対象

平成19年度に開始された「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべき者である。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料 1-8 頁参照）をもとに改定案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ エネルギーイノベーションプログラムの目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3) 研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われ

る体制となっているか。

- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。

- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

* 開発項目①-1「要素技術開発（電池モジュール）」については

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

* 開発項目①-2「要素技術開発（電池材料）」、①-3「要素技術開発（周辺機器）」、
②「次世代技術開発」及び③「基盤技術開発」については

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。

- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

標準的評価項目・評価基準（中間評価）

2008. 3. 27

【中間評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第17回研究評価委員会（平成20年3月27日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1・・・、2・・・、3・・・、4・・・が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)・・・、(2)・・・が標準的評価基準、それぞれの基準中の・・・が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの中間評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。

- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

*基礎的・基盤的研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

* 知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S 化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注) 国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）研究評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成21年10月

NEDO 技術開発機構

研究評価部

統括主幹 竹下 満

主幹 寺門 守

担当 森山 英重

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO 技術開発機構のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162