

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

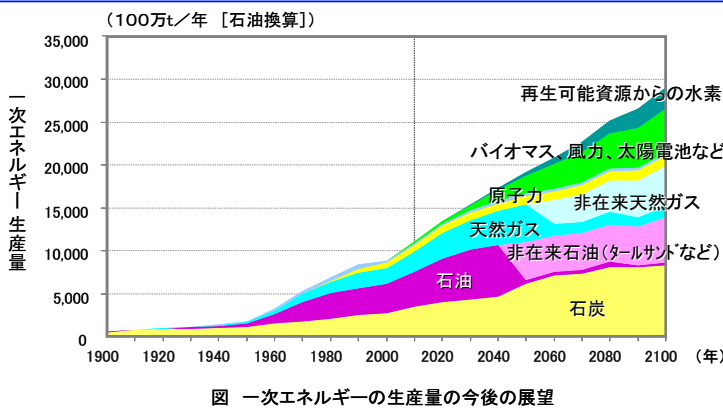
# 「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発事業」 (中間評価)

(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

## 1. はじめに(エネルギー対応)



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 コムーターEV 高性能HV	一般コムーター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

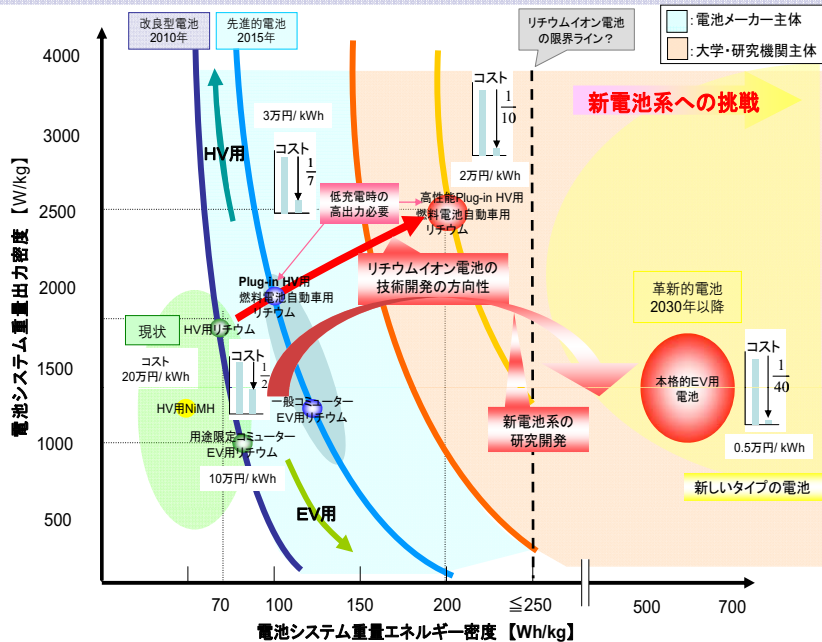


図1-2 自動車用蓄電池の開発の方向性

(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(CO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>大幅削減を可能とする「21」技術を選定。

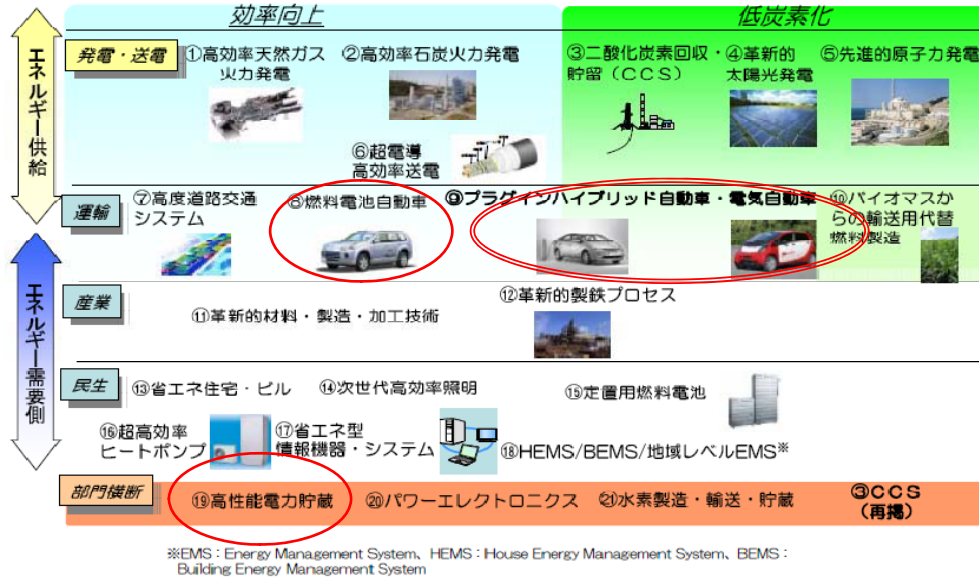


図1-3 重点的に取り組むべきエネルギー革新技術  
(出典: 経済産業省「Cool Earth—エネルギー革新技術 技術開発ロードマップ」)

## 2. 事業の必要性について(CO<sub>2</sub>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)

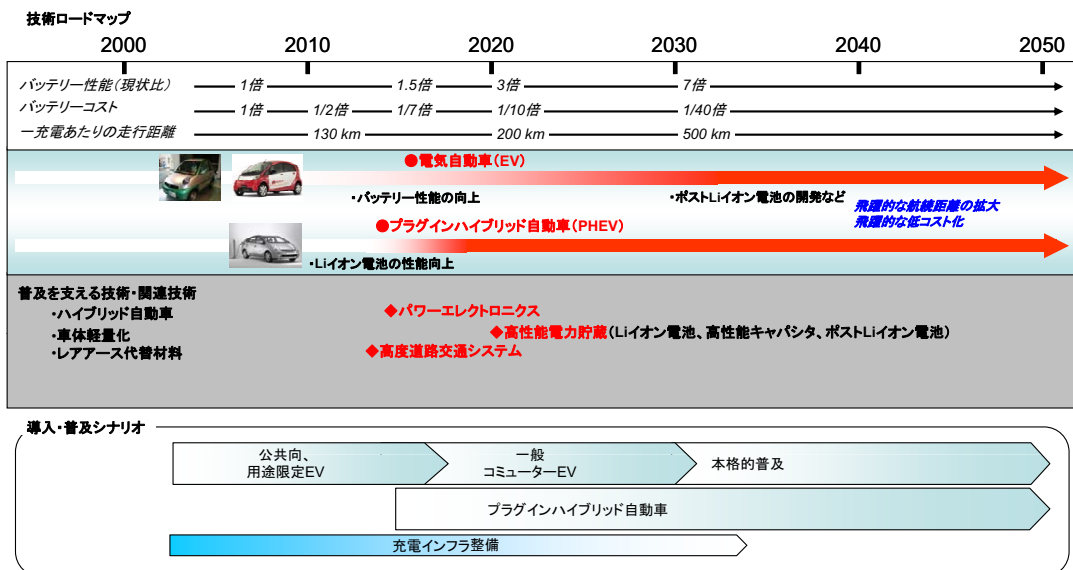
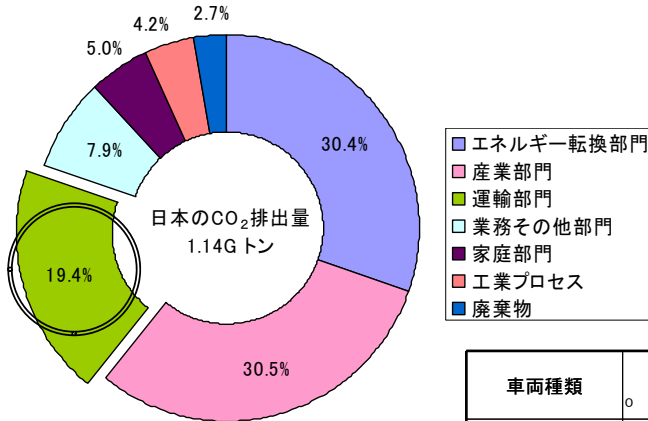


図1-4 プラグインハイブリッド自動車・電気自動車のロードマップ  
(出典: 経済産業省「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」)

## 2. 事業の必要性について(CO<sub>2</sub>削減)



CO<sub>2</sub>排出量の約20%が運輸部門  
↓  
電動車両化により大幅なCO<sub>2</sub>削減が可能

自動車社会と環境の調和のためには、CO<sub>2</sub>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 <sub>2</sub> 総排出量(10・15モード) 単位:g-CO <sub>2</sub> /km				
	0	50	100	150	200
FCV現状	[Bar chart showing ~80 g-CO <sub>2</sub> /km]				
FCV将来	[Bar chart showing ~60 g-CO <sub>2</sub> /km]				
ガソリン	[Bar chart showing ~120 g-CO <sub>2</sub> /km]				
ガソリンHEV	[Bar chart showing ~90 g-CO <sub>2</sub> /km]				
ディーゼル	[Bar chart showing ~110 g-CO <sub>2</sub> /km]				
ディーゼルHEV	[Bar chart showing ~85 g-CO <sub>2</sub> /km]				
CNG	[Bar chart showing ~100 g-CO <sub>2</sub> /km]				
PHEV	[Bar chart showing ~70 g-CO <sub>2</sub> /km]				
EV	[Bar chart showing ~0 g-CO <sub>2</sub> /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CO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>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)

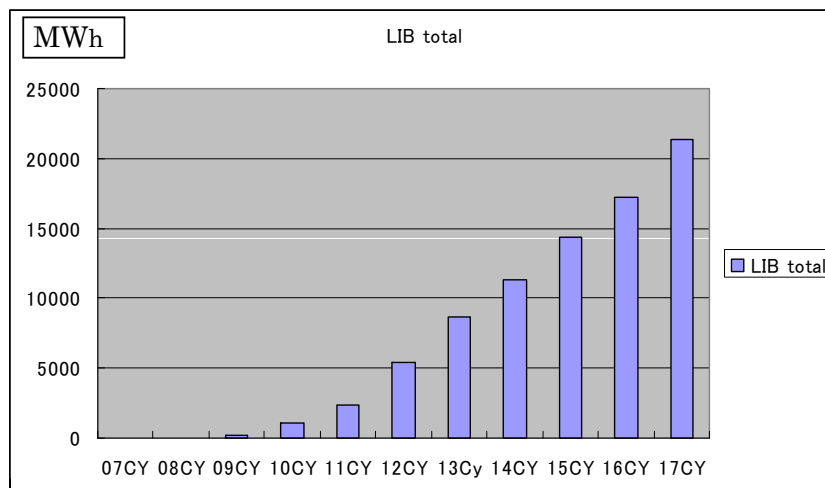


図1-8 自動車用リチウムイオン電池の世界市場予想  
(出典:IT総研資料よりNEDO作成)

### 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。

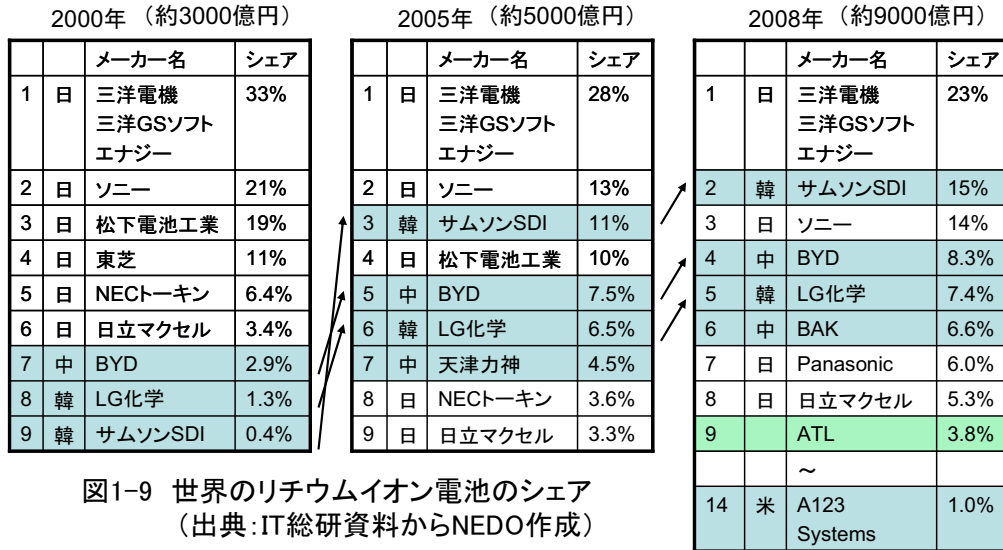


図1-9 世界のリチウムイオン電池のシェア (出典:IT総研資料からNEDO作成)

### 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)

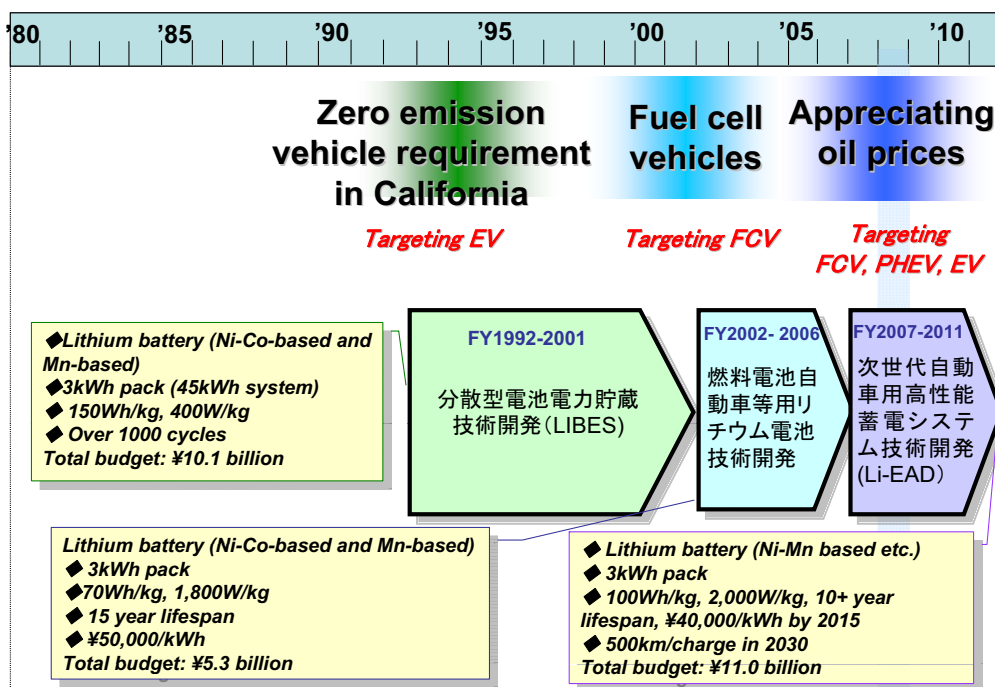
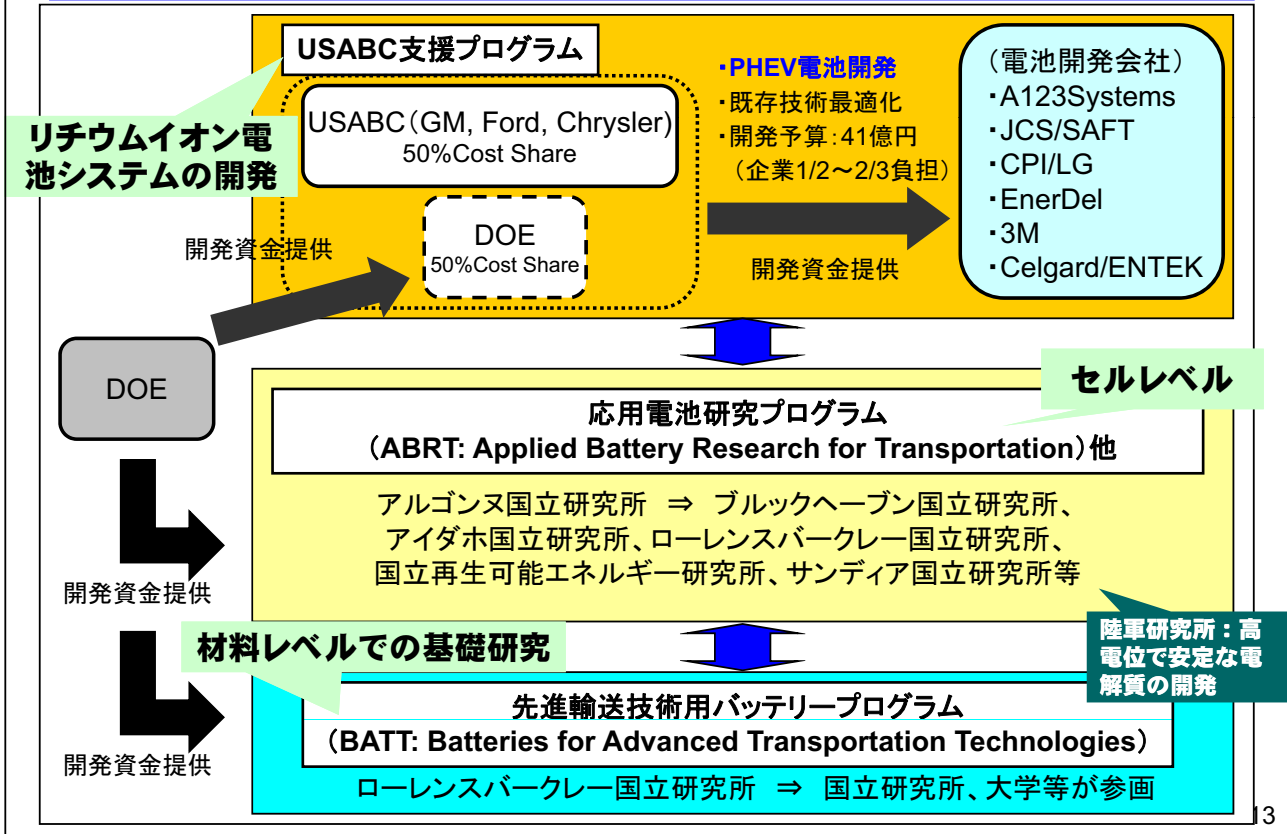


図1-10 経済産業省およびNEDO技術開発機構で実施した主な自動車用蓄電システム開発関連プロジェクト

### 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)

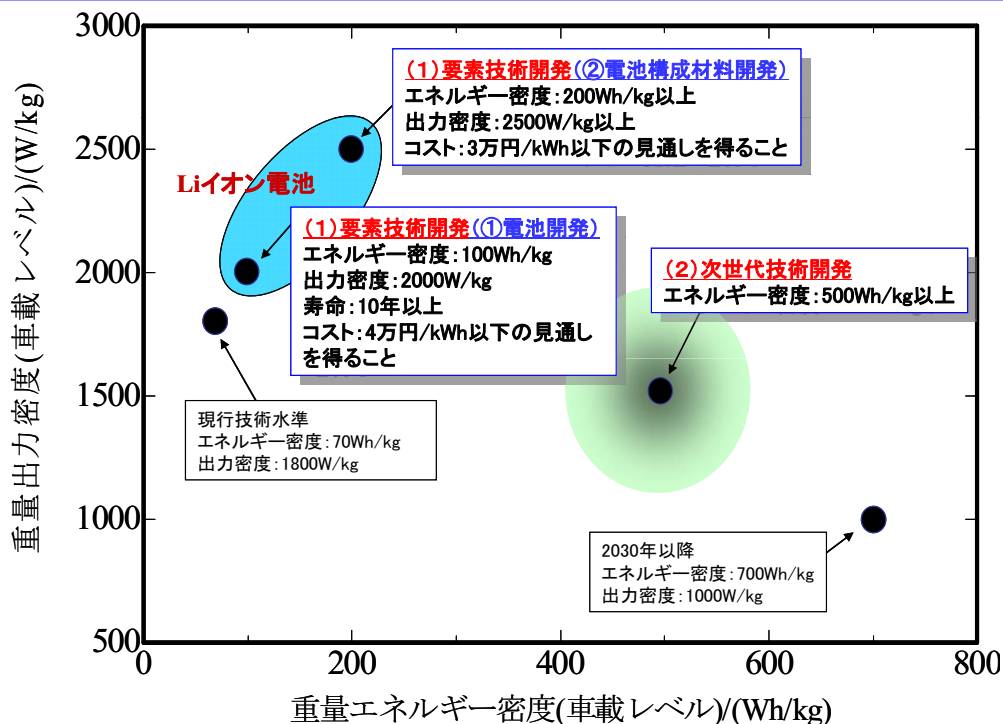


図2-1 「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 (Li-EADプロジェクト)」の開発目標値

## 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。

17

## 3. 研究開発計画(スケジュール)

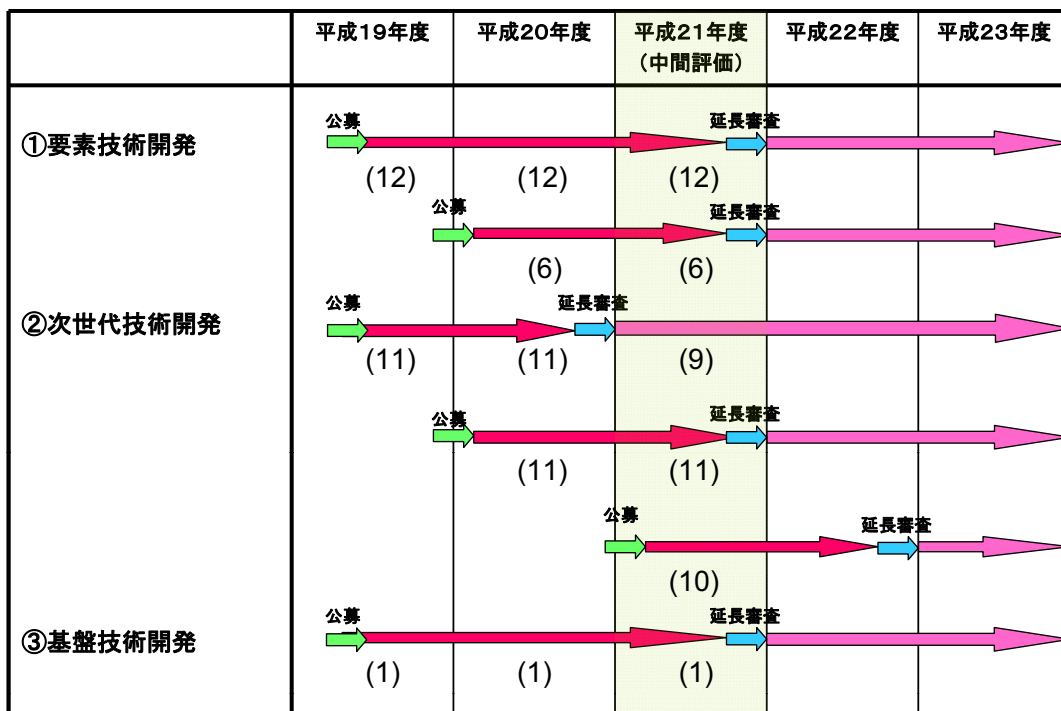


図2-2 プロジェクトの年度計画(括弧内は実施テーマ件数)

18

### 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。

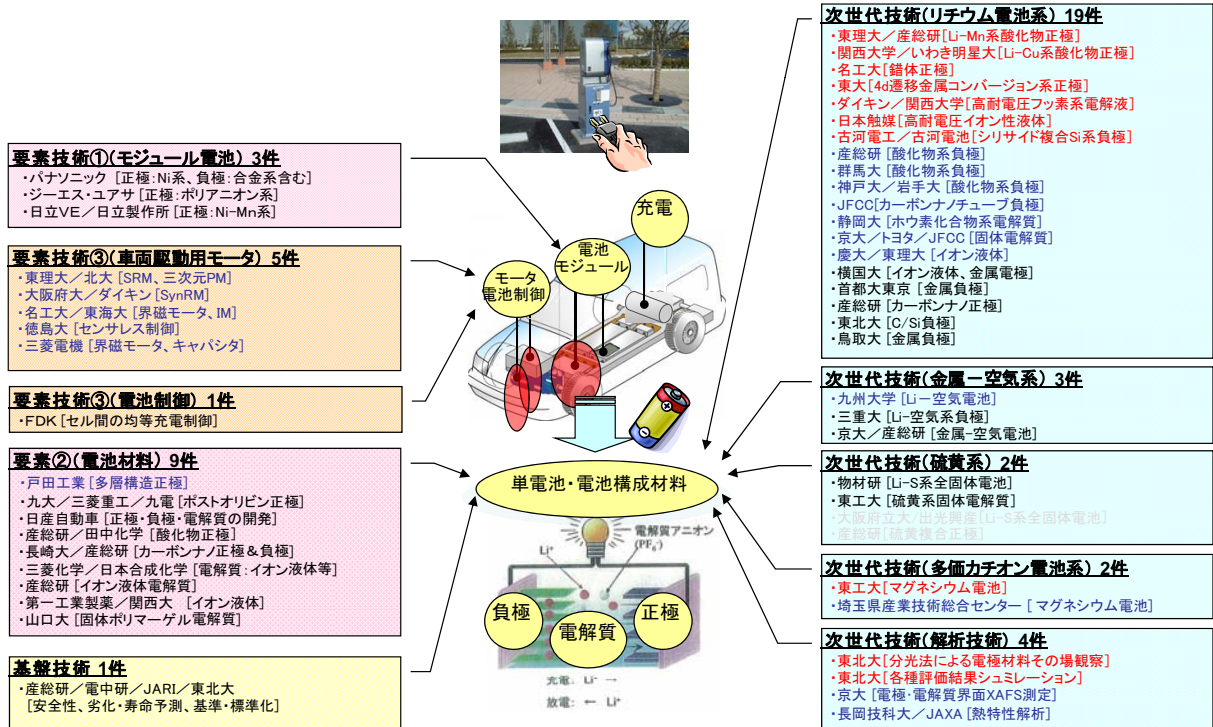


図2-3 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発の実施内容(平成21年度)

### 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

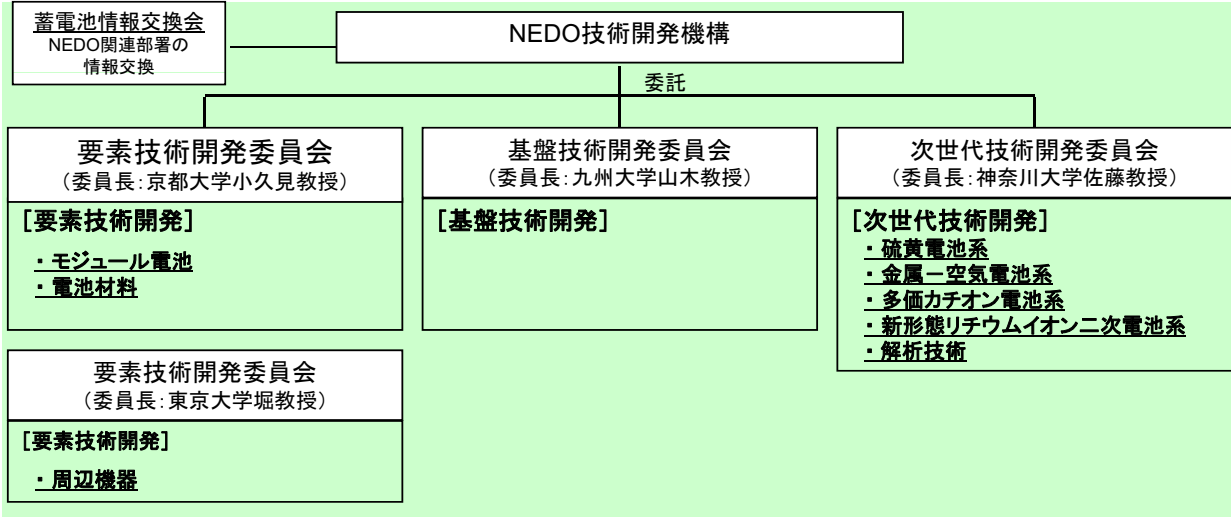
各技術開発項目毎の予算 (管理費等を含むためテーマ毎総計と一致しない)

	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)

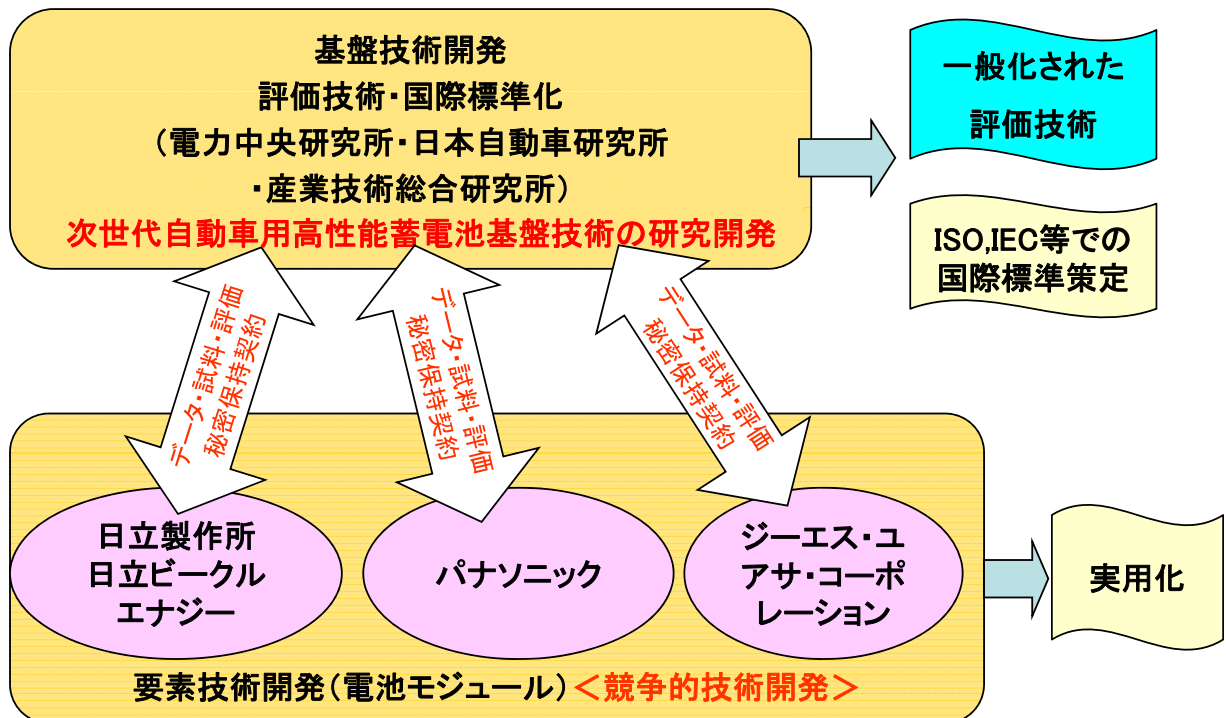


図2-5 要素技術開発(電池開発)と基盤技術開発の連携

### 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)

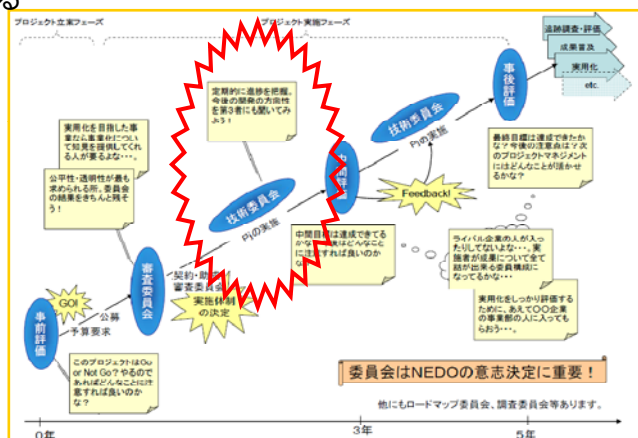
目的：委託研究の推進

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

25

## 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。

26

## 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

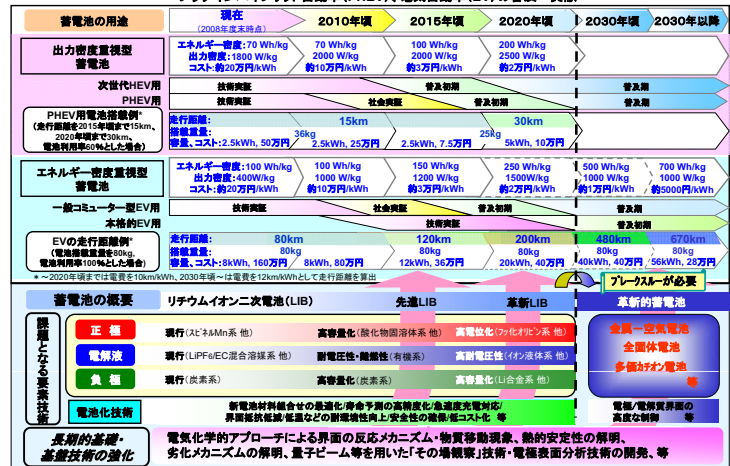
#### 「材料技術マップ版」

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。

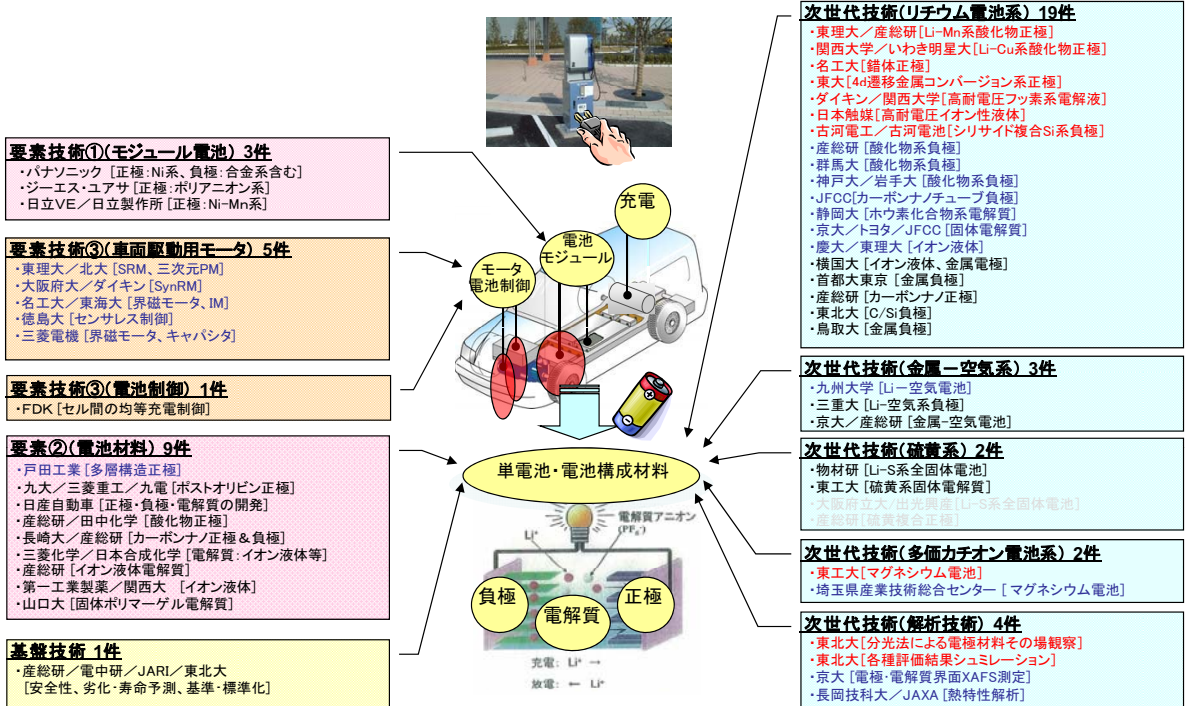


図2-3 次世代自動車用高性能蓄電池システム技術開発の実施内容(平成21年度)  
(本研究開発項目の対象テーマは太枠で囲われている)

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 <sub>2</sub>	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 <sub>4</sub> )	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)


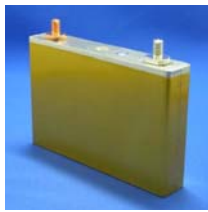

項目	中間目標	達成度	最終目標(モジュール)
パナソニック	(単セル) 重量エネルギー密度: 130 Wh/kg 体積エネルギー密度: 270 Wh/L 重量出力密度: 2,600 W/kg 体積出力密度: 5,400 W/L 充放電効率: 95 %	○	0.3 kWhモジュールを作製し、以下の目標(性能目標は3 kWh級パック電池の換算値)を満足すること  重量エネルギー密度: 100 Wh/kg 体積エネルギー密度: 120 Wh/L 重量出力密度: 2,000 W/Kg 体積出力密度: 2,400 W/L 充放電効率: 95 %以上 寿命: 10年以上 コスト: 4万円/kWhを見通す 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 <sub>3</sub> フッ化金属ヘロスカ体系 ・LiMnPO <sub>4</sub> 、Li <sub>2</sub> MPO <sub>4</sub> F(フッ素化) ・Li <sub>2</sub> MSiO <sub>4</sub> (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 <sub>2</sub> MO <sub>3</sub> (M: Mn and Fe) ・Li <sub>0.44+x</sub> MO <sub>2</sub> (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 <sub>2</sub> ・Li <sub>1+w</sub> (Ni <sub>1-x</sub> Co <sub>x</sub> Mn <sub>1-w</sub> )O <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 、LiMnPO <sub>4</sub> 、LiFePO <sub>4</sub> 、LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )		

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)	公募 → (8)	延長審査 → (8)	延長審査 →	延長審査 →

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」 < <a href="http://www.meti.go.jp/report/data/g60824bj.html">http://www.meti.go.jp/report/data/g60824bj.html</a> >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 <sup>+</sup> 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

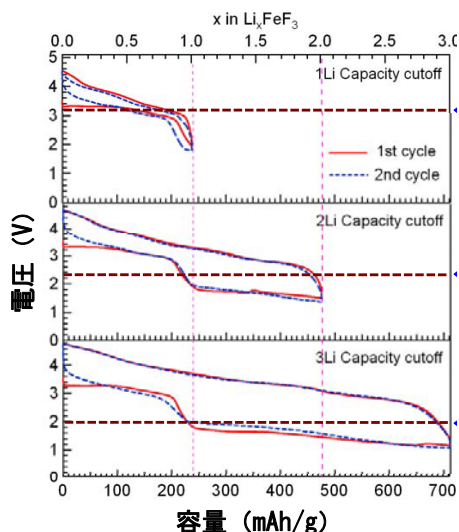


図3-24 FeF<sub>3</sub>の対Li深度充放電特性

■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

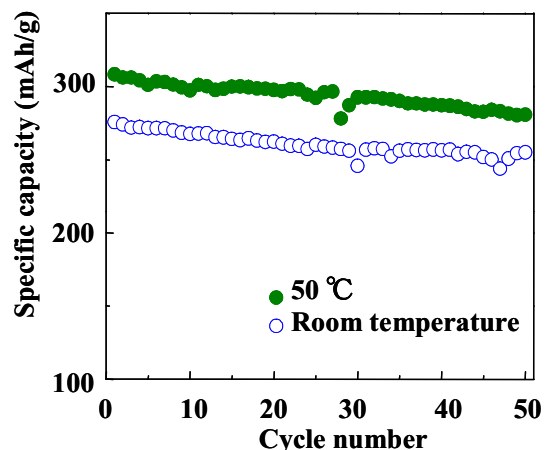
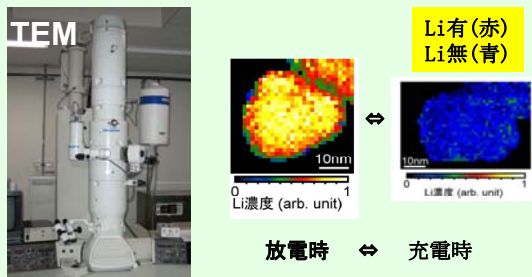


図3-32 Li[Ni<sub>0.17</sub>Li<sub>0.2</sub>Co<sub>0.07</sub>Mn<sub>0.56</sub>]O<sub>2</sub>の充電サイクル特性

## 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)

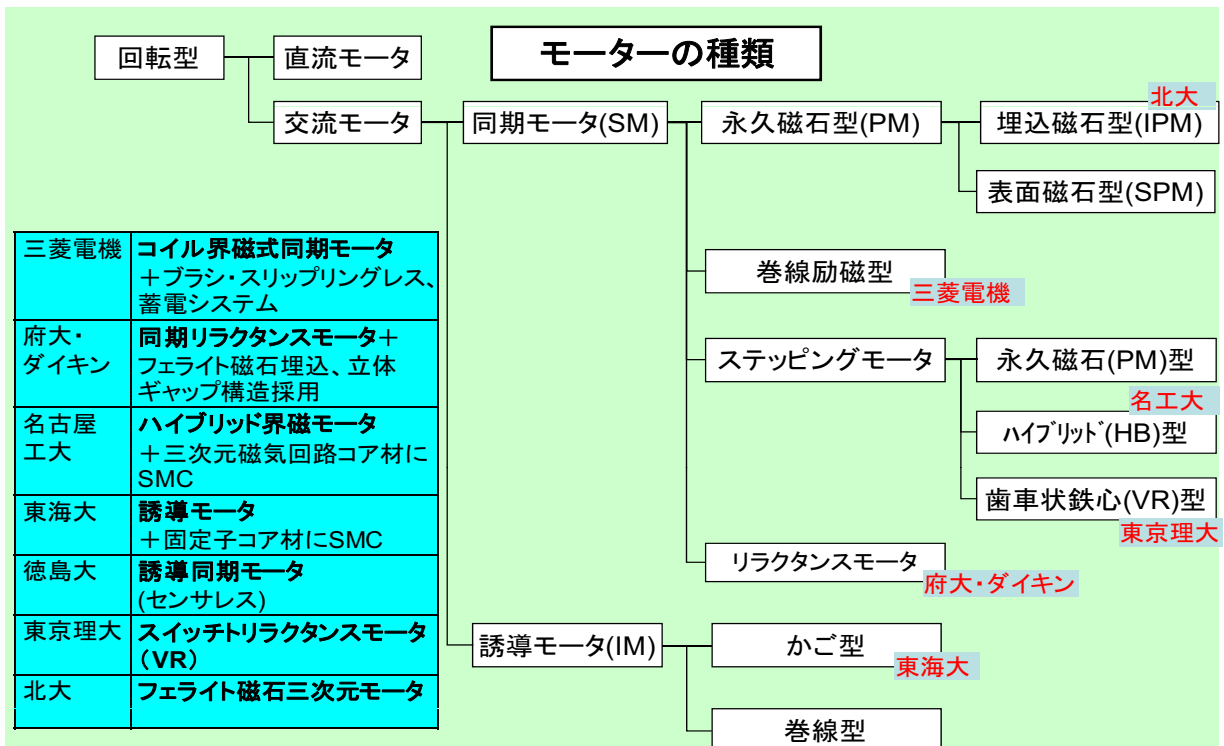


図3-43 モータの種類

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"> <li>出力密度</li> <li>出力</li> <li>トルク密度</li> <li>効率</li> <li>回転数</li> <li>トルク密度</li> <li>解析による検証</li> <li>連続制御特性</li> <li>キャパシタ特性</li> </ul> 等の目標を各委託先が決定	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>総合効率: 従来技術と同等程度</li> <li>出力密度: 従来技術と同等程度</li> <li>レアアース使用量: 零</li> </ul> 又は、 <ul style="list-style-type: none"> <li>総合効率: 従来技術以上</li> <li>出力密度: 従来技術の150%程度</li> <li>レアアース使用量: 従来技術より50%程度以下</li> </ul>
省レアアースモータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>出力密度</li> <li>磁石使用量</li> <li>トルク密度</li> </ul> 等の目標を各委託先が決定	○	
制御回路	<ul style="list-style-type: none"> <li>低損失磁性材料開発  <math>\leq 2,000 \text{ kW/m}^3</math></li> <li>低損失インダクタの開発  <math>\geq 160 \text{ W/cc}</math></li> <li>SOC均等化回路開発                          セル電圧精度: <math>\pm 0.3 \%</math></li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>低損失磁性材料開発  <math>1,500 \text{ kW/m}^3</math></li> <li>低損失インダクタの開発  <math>200 \text{ W/cc}</math></li> <li>SOC均等化回路開発                          セル電圧精度: <math>\pm 0.3 \%</math></li> </ul>

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)

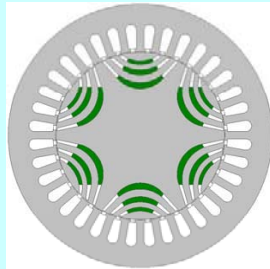


図3-50 第1次設計モデル

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

**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

**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%の航続距離延長の結果を得た

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。

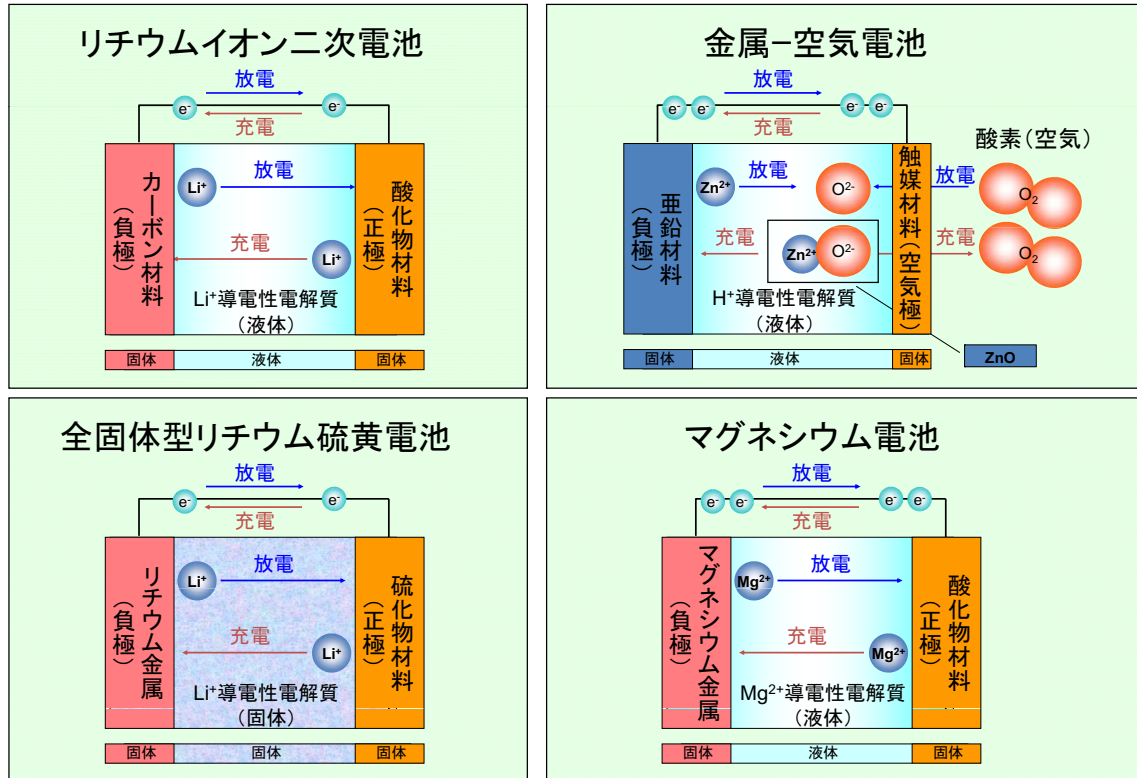
FDK

### 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 <sup>+</sup>	C	東北大 Si/C	ダイキン/関大 フッ素系電解液	産総研 VO <sub>2</sub> , LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 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 <sub>2</sub> SiS <sub>3</sub> 等	群馬大 SiO/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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 <sub>x</sub> 等	産総研 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 等	京大/トヨチ/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 <sub>2</sub> (空気系)	
Zn <sup>2+</sup>	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 <sup>3+</sup>			三重大 Li 固体電解質 リザーバ			
Mg <sup>2+</sup>			埼玉産技セ 硫黄ドーブ酸化物	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"> <li>・デンドライト析出制御</li> <li>・充放電容量</li> <li>・重量密度</li> <li>・充放電効率</li> <li>・電解質膜の開発</li> </ul> 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"> <li>・初期放電容量(活物質)</li> <li>・サイクル寿命(活物質)</li> <li>・出力特性(固体電解質)</li> <li>・電位窓(固体電解質)</li> <li>・輸率(固体電解質)</li> <li>・イオン伝導率(固体電解質)</li> </ul> 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"> <li>・初期放電容量</li> <li>・サイクル寿命</li> </ul> 等の目標を各委託先が設定	○	
解析技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・XAFS測定・解析技術</li> <li>・反応速度パラメーター</li> </ul> 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"> <li>・初期放電容量(活物質)</li> <li>・サイクル寿命(活物質)</li> <li>・出力特性(固体電解質)</li> <li>・電位窓(イオン液体&amp;有機電解液等)</li> <li>・輸率(イオン液体&amp;有機電解液等)</li> <li>・イオン伝導率(イオン液体&amp;有機電解液等)</li> <li>・バインダーの探索</li> <li>・計算化学(無機固体電解質等)</li> </ul> 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)

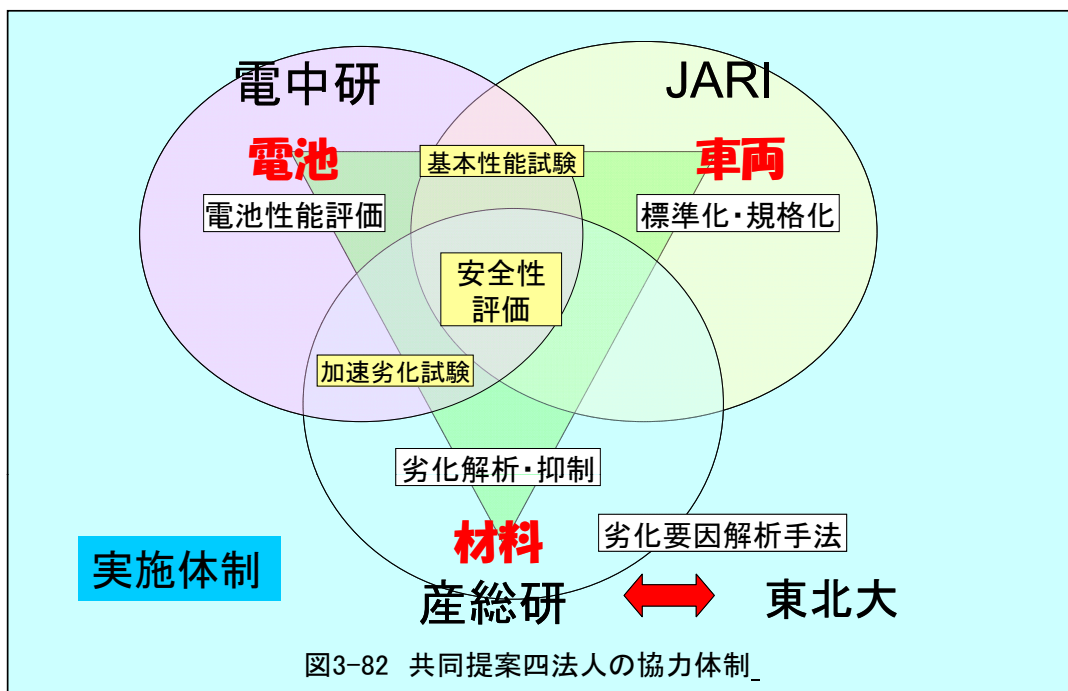


図3-82 共同提案四法人の協力体制

- 
- ・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。

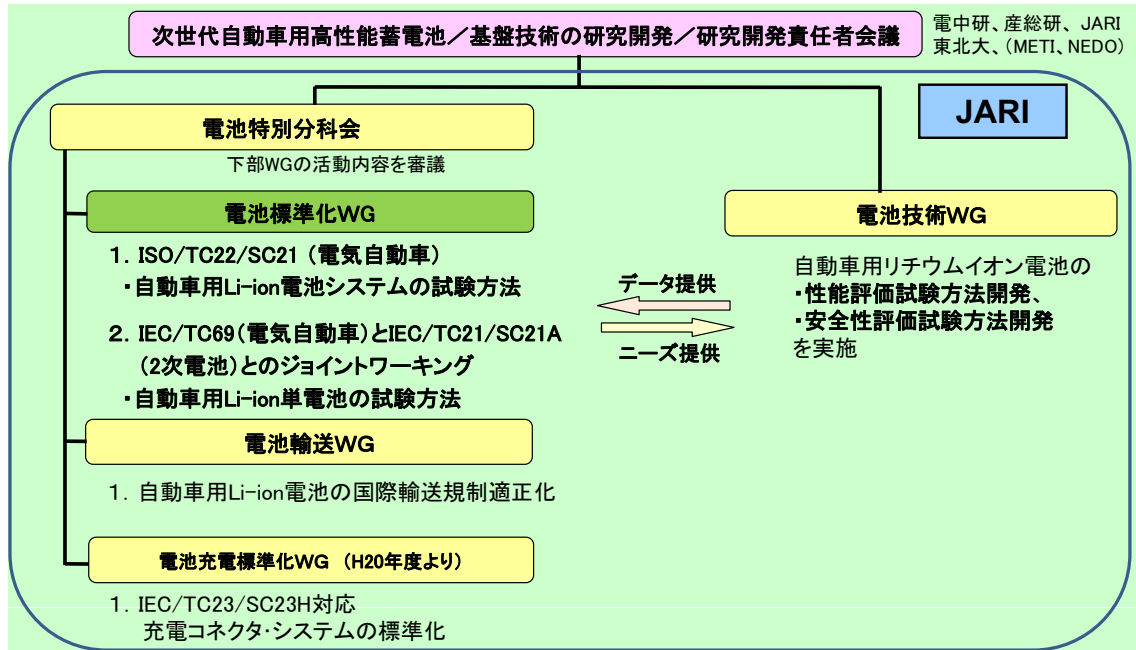


図3-85 国際標準化活動の体制図

### 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"> <li>●電池の基本性能評価に必要な用語の定義</li> <li>●電池開発目標の評価項目・試験条件の選定と検証</li> <li>●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</li> <li>●各電動車両について、蓄電池試験条件二次案を作成</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●電池の基本性能評価試験方法の提案</li> <li>●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</li> <li>●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</li> </ul>
② 加速劣化試験による寿命評価手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●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</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●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</li> </ul>
③ 劣化要因解明とその抑制手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●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。</li> <li>●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</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●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</li> <li>●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</li> </ul>

### 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"> <li>●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</li> <li>●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</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●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</li> <li>●代表的な電池系における安全性要因の解明</li> <li>●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</li> </ul>
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"> <li>●ISO12405-1 DIS</li> <li>●IEC61982-4,-5 CDV</li> <li>●国連輸送規制の適正化(2009年勧告に適正化反映)</li> <li>●IEC62196-2 CDV</li> <li>●IEC61851 FDIS</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ISまたは適正化達成</li> </ul>

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)

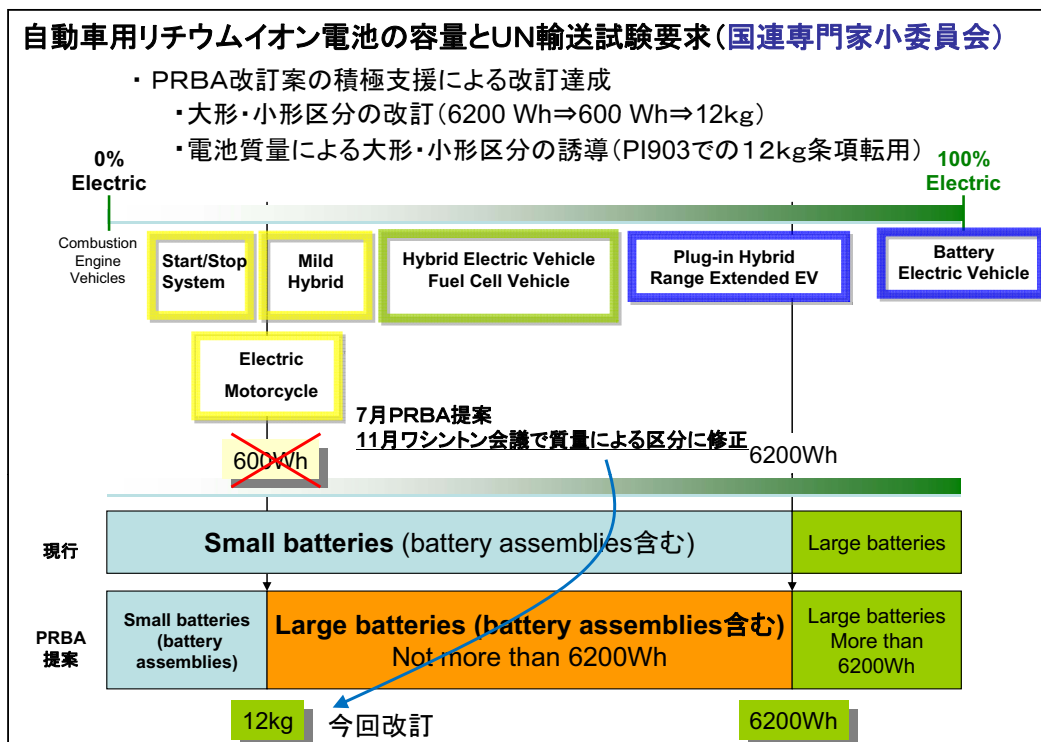


図3-95 自動車用リチウムイオン電池の容量とUN輸送試験要求



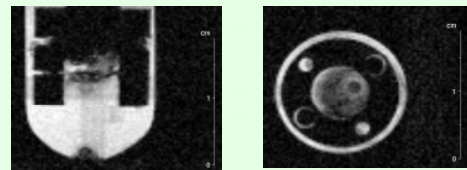
### 5. 研究成果の一例(基盤技術開発)

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)

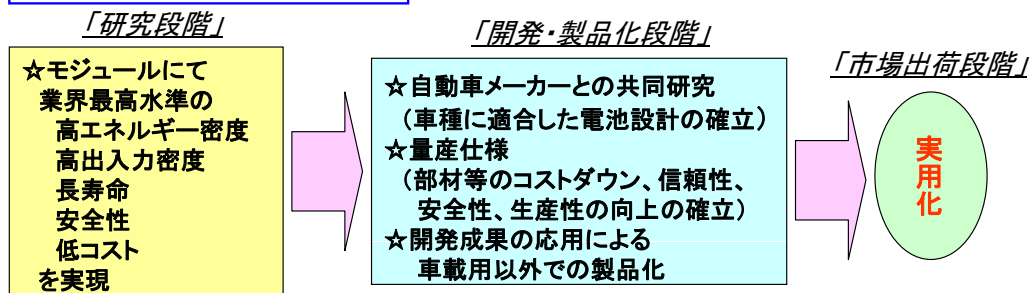


図4-1 実用化へのイメージ図—要素技術開発(電池開発)—

**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)

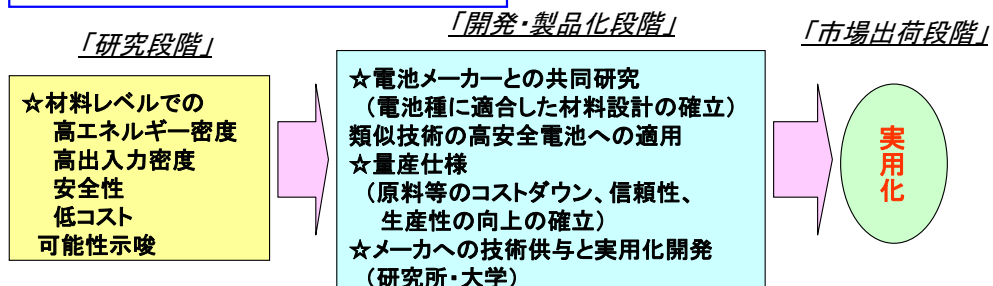


図4-3 実用化へのイメージ図—要素技術開発(電池構成材料開発)—

**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				○	○

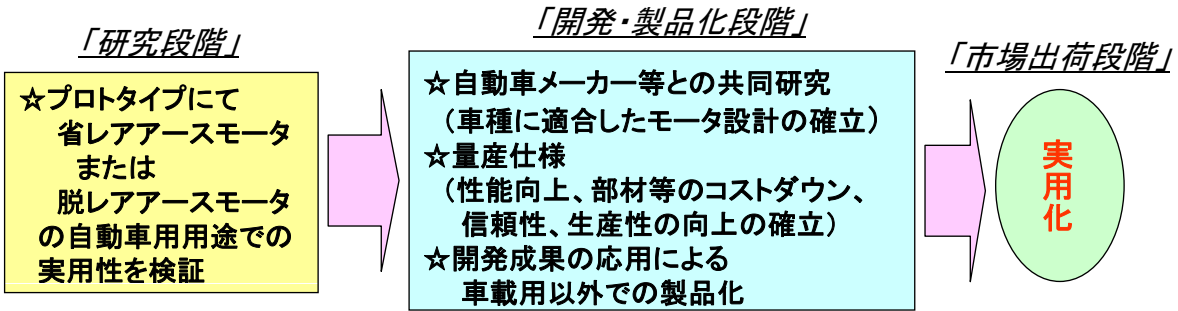


図4-4 実用化へのイメージ図－要素技術開発(周辺機器開発:モータ)－

**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					○

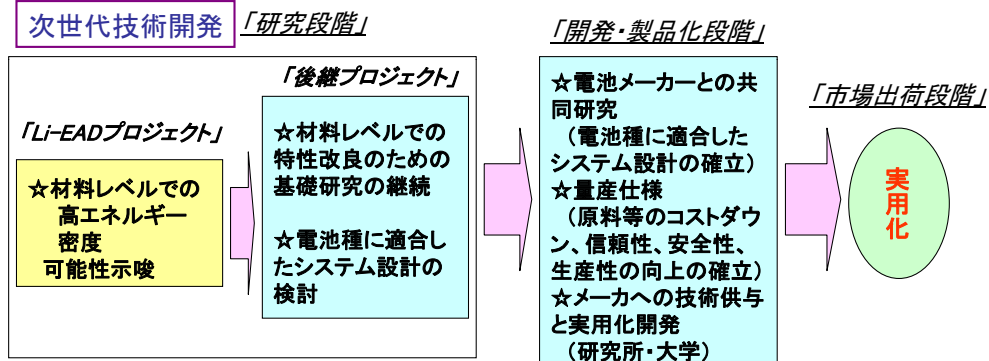


図4-5 実用化へのイメージ図－次世代技術開発－

## 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) ★

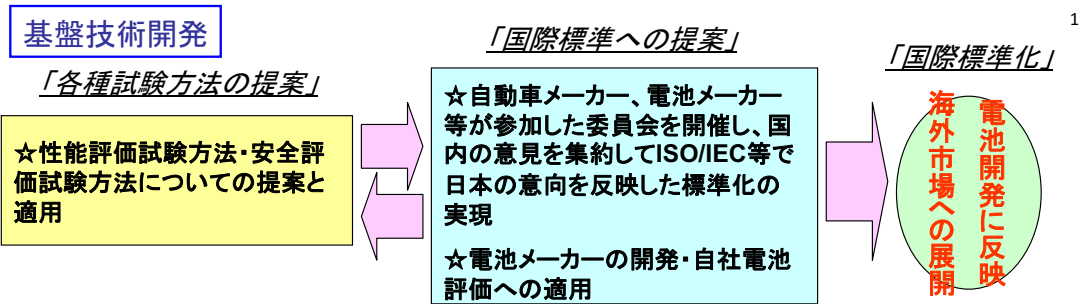


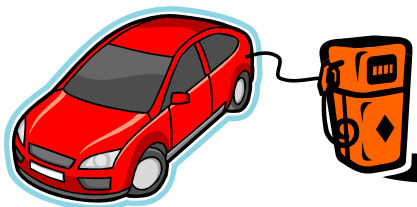
図4-6 実用化へのイメージ図—基盤技術開発—

## 8. 波及効果

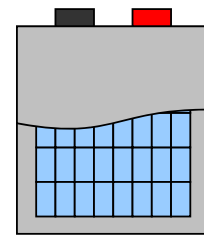
EV「アイ・ミーブ(三菱自動車)」  
2009年2000台、2010年5000台想定  
PHEV「プラグインステラ(富士重工)」  
2009年170台

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平準化  
スマートグリッド

