

「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	6

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第31条に基づき研究評価委員会において設置された「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業（中間評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成26年7月29日）及び現地調査会（平成26年7月18日））において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第39回研究評価委員会（平成26年10月27日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成26年10月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」分科会
（中間評価）

分科会長 豊田 昌宏

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成26年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	とよだ まさひろ 豊田 昌宏	大分大学 工学部応用化学科 機能物質化学講座 教授/学部長
分科 会長 代理	みやしろ はじめ 宮代 一	一般財団法人 電力中央研究所 材料科学研究所 エネル ギー変換・貯蔵材料領域 上席研究員
委員	あらかわ まさやす 荒川 正泰	株式会社N T Tファシリティーズ総合研究所 バッテリー 技術部 部長
	い てもと やすし 井手本 康	東京理科大学 理工学部 工業化学科 教授
	いなば みのる 稲葉 稔	同志社大学 理工学部 機能分子・生命化学科 教授
	いまにし のぶゆき 今西 誠之	三重大学大学院 工学研究科 分子素材工学専攻 教授
	さくらい ようじ 櫻井 庸司	豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 電気システム 工学分野クリーンエネルギー変換研究室 教授

敬称略、五十音順

「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」（中間評価）

評価概要（案）

1. 総論

1. 1 総合評価

日本が特に強みをもつ自動車産業と電池産業の強化と共に、新たな分野の産業を生み出す可能性を持つものであり、日本の上位施策への寄与はもちろん、環境問題の解決にも資する事業であり、国がリードして行うべき重要な研究開発である。日本の技術力を維持するためにも、また、国内での雇用を創出していくためにも、本事業（先端技術開発）は、是非、継続していただきたい。

実施者はこれらの産業において高い能力と実績を有する企業で構成されており、事業自体の実効性は十分に高く、事業化への道筋も明確である。研究開発目標とその開発スケジュールの設定は、これら参画事業者の既存事業における開発ニーズに立脚して具体的に策定されており、開発目標が達成されれば日本の電池技術の発展と競争力の強化に充分寄与することが期待される。本事業は、技術開発だけでなく事業化における低コスト化のインセンティブとなり、日本企業の競争力強化に大きく貢献すると思われる。

事業のマネジメントは計画、予算、成果・知財の管理、進捗評価など多岐にわたっており、適切に行われている。セルレベルで目標値の 300Wh/kg のエネルギー密度をクリア、あるいはほぼ近い値を実証している実施者が複数ある等、複数テーマ各々の中間目標はほぼ達成され、総体的に順調に推移していることから、最終目標の達成及び実用化・事業化に高い期待がもたれる。

1. 2 今後に対する提言

本事業で開発された技術のレベルは世界を抜きんでており、あと 2 年間の研究期間で最終目標またはそれ以上のレベルを達成し、国際的競争力の高い技術・製品の開発につなげてほしい。柱となっていく蓄電池の事業化を実現し、海外からの追い上げに打ち勝ち、日本ならではの事業として各実施者により展開されることが強く望まれる。

日本の電池産業が今後も世界をリードして行くためには、コストだけでは測れない独自技術を確立していくことが重要であり、本プロジェクトを活用した知的財産確保と、開発成果のタイムリーな発信による技術的優位性の可視化が重要と考える。

諸外国との新蓄電池開発競争は非常に厳しいものになると予想されることから、耐久性や安全性といった標準化に関連する項目の情報を実用化・事業化に早期に反映する企業内の体

制の構築が重要と思われる。開発した蓄電池の耐久性、安全性に関しても早急に評価、実証を進めてほしい。知的財産戦略の中で、特に海外に対しての技術流出を防ぎ、かつ先進性を誇れるような企業戦略を、各実施者が立てていくことが重要である。標準化は両刃の剣であるので、将来的に不利にならないように慎重に対応することが望まれる。

NEDO 以外にも、幾つかのプロジェクトが遂行されている。それぞれ国の大きな予算を投入していることから、省庁間の枠を超えて、意見交換を計画されると良いと考える。本プロジェクトの最終開発段階では、RISING で開発された高度解析技術の活用は非常に大きな武器になるものと考えられる。他の蓄電池に関する NEDO 施策との連携も強化していくことが望まれる。

本事業の最終目標達成のためには、実施者グループごとに一つの電池として全ての開発目標を達成することが必要であり、開発の方向性（材料、量産化技術）の早期の絞り込みが重要である。一方、将来の芽として派生技術を育てることも重要であり、絞り込んだ後の技術による目標達成に加えて、派生技術を評価する枠組みも必要と考える。

本事業の自動車用蓄電池、蓄電システム等の構築でも、最終的には、価格競争になってしまうことは避けられないが、国内で産業を維持し、雇用を継続していくためにも、コスト競争に係る状況を常に把握しておくことが重要である。

本事業終了後、開発技術の展開状況を継続的にウォッチングしてプロジェクトの成否を確認し、もし実用化・事業化できないのであれば何が問題でできないのか調査して、今後の事業計画に反映できるプログラムがあれば望ましいと思われる。

本事業は自動車用の蓄電池開発であるが、設定されている目標はエネルギー密度、出力密度、寿命等の電池単体に関するもので、自動車搭載時・作動時の要求性能は特に目標に掲げられていない。本事業終了時、円滑に市場化へと進めるようなプログラムが本来もう一つあってもよいと思われる。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

次世代自動車の開発は、公共性の高いものであり、国の経済活動とも密接に関わるものであるとともに、日本のエネルギー利用効率を向上させるためにも不可欠と考える。電気自動車の普及拡大に向けて本格的に世界が動き出した現在のタイミングで、日本の技術面での優位性を維持するための研究開発に対して NEDO がマネジメントを行うことは、タイムリーかつ有効な手段である。

複数の企業が、ベクトルを併せることで目標の達成に向けて事業化を進めることは、現在

の蓄電池関係の国際競争力の状況からみれば、当該事業を実施することによりもたらされる効果は大きいと考えて良い。RISINGで開発された高度解析技術の活用が実現すればNEDO主導のプロジェクトに参加している実施者以外では実現不可能な成果につながり、NEDO事業ならではの評価が得られるものとする。

2. 2 研究開発マネジメントについて

研究開発目標は、諸外国の動向等詳細な調査を基に、2020年以降の実用化が期待される次世代自動車に求められている数値を設定しており、十分に戦略的な目標となっている。なお、指標の定義を明確にすることが必要である。また、エネルギー密度の目標値として、重量あたりだけでなく体積あたりの数値を例示した方が良いと思われる。

各実施者の研究開発計画は適切である。また、本事業の予算は、それぞれの実施内容に従って適切に配分されている。

実施体制は明確に確立されている。各実施者は、自動車、電池産業で実績があり、研究開発から事業化までを担う能力を有している。ただし、委託先に関して、その成果が事業化に貢献するかをきちんと見極めて、実施内容や構成を絞り込んだ方が良いテーマもみられた。

実用化・事業化に向けたNEDOのマネジメントは、各実施者の個別の戦略を重視しつつ、事業全体の目標達成を目指した適切なものになっている。実施者はいずれも技術開発力が高く事業化実績豊富な企業であり、実用化・事業化に向けたシナリオ・戦略も良く練られている。プロジェクトの残り期間を考慮した重点化とともに、将来の技術の育成にも配慮したマネジメントに、今後とも配慮してほしい。なお、組織を構成するメンバーが多いテーマの中に、さらに連携を強化するマネジメントの必要性が感じられるものもある。

事業化に向けた知的財産権の確保も、ノウハウとしての保持を含めて戦略的に計画されている。大学への委託においても、将来的な国益にもつながる可能性のある新規電池材料・プロセス技術の権利化にも積極的に取り組んでいただきたい。

事業開始後より蓄電池開発を取り巻く情勢にはおおむね変化がなく、むしろ早期普及への要望は高まっていると思われる。加速できる部分があれば、さらに加速するなどして、最終目標の早期達成を目指して欲しい。

ヨーロッパ、アメリカ、さらにアジアの技術開発動向等についても調べられており、それを基にして、計画は立てられていると考えて良い。NEDOは、「蓄電池戦略」に基づき「二次電池技術開発ロードマップ2013」を策定し、当該事業の情勢の変化は、それに基づき対応していることになっていると思うが、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向等は、刻々と変化しており、もっと短い年度間隔で考えた方が良いと思われるし、当該事業を実施することによりもたらされる効果については、各年度で確認をしながら進めた方が良いと考えられる。

2. 3 研究開発成果について

各実施者ともに中間目標をほぼ達成しており、最終目標に向けての方向性も明確に示されていることから、最終目標達成の可能性は高いと思われる。達成した成果及び設定している最終目標は、他国との競争を考えた場合に十分な優位性を有するものであり蓄電池シェアの拡大に資するものである。

全固体電池開発に関しては、他の電池系に対して実用化が先の研究であり、また克服しなければならない課題も多い。固体電解質として酸化物系、硫化物系それぞれに課題とその解決策を整理し、目標達成のための筋道をつけるべきである。また、テーマによっては、特性改善のためにコスト増になっているものや、最終目標の全ての項目を一つの材料系で達成できるかどうか現状で判断できないものもあり、留意が必要である。

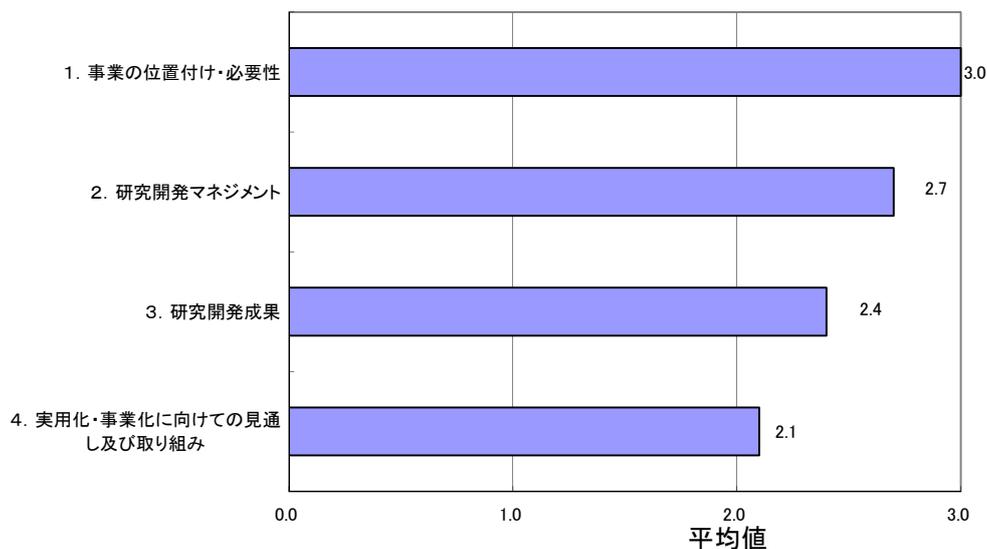
知的財産権の確保はノウハウとしての保持を含めて戦略的に行われている。中間評価の段階で特許出願は 180 件を超えるほど活発に行われており、また、その約半数が外国出願であることが特筆すべき事項として挙げられる。

2. 4 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

本事業では、実用化に向けて課題が予め明確にされ、それに向けての実施体制が構築されている。各実施者とも、高い電池技術を有し、かつ、自動車に電池を搭載あるいは供給した実績を有している。また、既存の自社事業をベースに、戦略的な開発目標及び開発スケジュールを策定しており、市場ニーズや市場規模の設定には現実性があると同時に、事業化を見据えてコストも含めた現実的な課題抽出が行われている。そのため、開発が成功すれば比較的早期に実用化・事業化につながることを期待される。

なお、特性改善を目指して材料系の開発を進めてきたテーマについては、材料の絞り込みやコスト目標の達成にも留意することが必要である。また、実用化・事業化の観点から、大学に委託されているいくつかのテーマについては適用可能性を再度検討する必要がある。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.7	B	A	B	A	A	A	A	A
3. 研究開発成果について	2.4	B	B	B	A	A	A	A	B
4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	2.1	B	B	C	B	A	A	A	B

(注) A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当であるが、課題あり →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

研究評価委員会
「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」(中間評価)
分科会

日 時：平成26年7月29日(火) 10:00～18:00

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

〒105-6103 東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル 3階

－ 議 事 次 第 －

【公開セッション】

- | | |
|---|--------------------|
| 1. 開会、資料の確認 | 10:00 ～ 10:05(5分) |
| 2. 分科会の設置について | 10:05 ～ 10:10(5分) |
| 3. 分科会の公開について | 10:10 ～ 10:15(5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 10:15 ～ 10:30(15分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 (説明35分、質疑30分) | |
| 5-1. 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて | 10:30 ～ 10:45(15分) |
| 5-2. 研究開発成果および実用化・事業化に向けての見通し
及び取り組みについて | 10:45 ～ 11:05(20分) |
| 5-3. 質疑応答 | 11:05 ～ 11:35(30分) |

(昼食 休憩)

11:35 ～ 12:35(60分)

【非公開セッション】〈実施者入替制による〉

- | | |
|--|--------------------|
| 6. プロジェクトの詳細説明 | |
| 6-1. 高性能リチウムイオン電池技術開発 | |
| 6-1-1. 高容量Si合金負極の研究開発<日産自動車(株)>
(説明15分、質疑20分、入替5分) | 12:35 ～ 13:15(40分) |
| 6-1-2. 電極のナノコンポジット化による高性能全固体電池の
研究開発<トヨタ自動車(株)、(株)豊田中央研究所>
(説明15分、質疑20分、入替5分) | 13:15 ～ 13:55(40分) |
| 6-1-3. 高容量・低コスト酸化物正極を用いた高エネルギー密度
リチウムイオン電池の研究開発
<日本電気(株)、積水化学工業(株)、(株)田中化学研究所>
(説明15分、質疑20分、入替5分) | 13:55 ～ 14:35(40分) |
| 6-1-4. PHEV用高電圧充電リチウムイオン電池の研究開発
<パナソニック(株)>(説明15分、質疑20分) | 14:35 ～ 15:10(35分) |
| (休 憩) | 15:10 ～ 15:20(10分) |
| 6-1-5. 高エネルギー密度・低コストセル開発および
高入出力パック開発<(株)東芝>
(説明15分、質疑20分、入替5分) | 15:20 ～ 16:00(40分) |

6-1-6. 高性能材料の電池化と実装技術による高エネルギー型 リチウムイオン電池の開発 ＜（株）日立製作所、日立オートモティブシステムズ（株）＞ （説明15分、質疑20分、入替5分）	16:00 ～ 16:40(40分)
6-2. リチウムイオン電池応用技術開発	
6-2-1. 港湾設備を中心とした産業用機械のEV/HEVを実現する 大型蓄電池の実用化開発 ＜三井造船（株）、エレクセル（株）、三井造船システム技研（株）＞ （説明15分、質疑20分、入替5分）	16:40 ～ 17:20(40分)
7. 全体を通しての質疑	17:20 ～ 17:35(15分)
(公開セッション準備)	17:35 ～ 17:40(5分)
【公開セッション】	
8. まとめ・講評	17:40 ～ 17:55(15分)
9. 今後の予定、その他	17:55 ～ 18:00(5分)
10. 閉会	18:00

以 上

研究評価委員会

「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」(中間評価)分科会による

現地調査会

日 時 :平成26年 7月18日(金) 14:10~16:00

場 所 :日立オートモティブシステムズ株式会社
(茨城県ひたちなか市)

【議事次第】

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| 1. 開会 | 14:10 |
| 2. 挨拶・現地調査会の概略説明 | 14:10~14:20(10分) |
| 3. 日立製作所及び日立オートモティブシステムズの事業概要 | 14:20~14:55(35分) |
| 4. 調査設備のご説明・見学施設現地説明 | 14:55~15:40(45分) |
| 5. 質疑応答 | 15:40~15:55(15分) |
| 6. ご講評 | 15:55~16:00(5分) |
| 7. 閉会 | 16:00 |

以上

概要

		最終更新日	2014年7月15日
プログラム（又は施策）名			
プロジェクト名	リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業	プロジェクト番号	P12003
担当推進部/担当者	スマートコミュニティ部 細井 敬（2012年5月～現在）、平松 星紀（2013年4月～現在） 木内 幸浩（2014年1月～現在）、高橋 悟（2014年4月～現在） 森山 英樹（2014年3月～現在）、安井 あい（2014年5月～現在） 近藤 あさ美（2014年4月～現在）、松村 光家（2011年7月～2013年3月） 田中 博英（2011年7月～2013年7月）、木村 英和（2011年7月～2013年12月） 釘野 智史（2011年7月～2014年3月）、佐藤 丈（2011年5月～2014年4月）		
0. 事業の概要	運輸部門における石油依存度を低減し、CO2 排出量を削減するために電気自動車 (EV) やプラグイン・ハイブリッド自動車 (PHEV) 等の次世代自動車の普及拡大が期待されており、そのために電動走行距離を延伸する高性能な車載用蓄電池技術の開発・実用化の国際競争が加速している。 本プロジェクトでは、EV や PHEV に搭載するリチウムイオン電池 (LIB) の高エネルギー密度化、安全性の向上、低コスト化のための技術開発に取り組むとともに、更に先を狙い、全固体電池についても世界に先駆けて実用化を図る。また、LIB の量産化によりコスト削減を図るため、自動車以外の用途拡大のための技術開発を行う。 これらの取り組みにより、2020 年代における次世代自動車の大量導入と車載用蓄電池市場での国際競争力の強化を図る。		
I. 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 以下に示す「関連する上位施策の目標達成への寄与」、「NEDO 関与の必要性」、「実施の効果」より NEDO の事業として妥当である。 1.1 関連する上位施策への寄与 本プロジェクトは上位施策である下記 (1)～(3) の目標達成に寄与する。 (1) エネルギー基本計画（第四次計画：2014年4月、閣議決定） エネルギー基本計画には施策・目標が以下に示すように記載されている。 ① 技術開発、国際標準化等により低コスト化・高性能化を図っていくことで、2020年までに世界の蓄電池市場規模（20兆円）の5割を国内関連企業が獲得することを目標に、蓄電池の導入を促進していく。 ② 次世代自動車の普及・拡大に当たっては、研究開発に加え、官民が協力してEV及びPHEVに必要な充電インフラの普及に努める。 ③ 次世代自動車については、2030年までに新車販売に占める割合を5割から7割とすることを目指す。 (2) 次世代自動車戦略2010（2010年4月、経済産業省策定） 次世代自動車戦略2010の「全体戦略」及び「電池戦略」には、以下に示す目標・施策が記載されている。 ① 全体戦略 EV及びPHEVの普及目標として、新車販売に占める割合を2020年に15～20%、2030年に20～30%を設定。また、アクションプランの一つとして、蓄電池、電池マネジメント技術等について、重点的に研究開発を推進。 ② 電池戦略 LIBの新材料についても引き続き幅広い基礎研究が必要。2006年の「次世代自動車用電池の将来に向けた提言」でまとめられた「電池の性能とコストを2015年までに1.5倍と1/7倍にする」という目標達成に向け、先進的・革新的LIBの研究開発を進める。また、自動車以外の分野でのアプリケーションにおける蓄電池システムの活用を目指す。 (3) 蓄電池戦略（2012年7月、経済産業省策定） 戦略全体の目標として、2020年に世界全体の蓄電池市場規模（20兆円）の5割のシェアを我が国関連企業が獲得することが掲げられており、車載用蓄電池にはその40%が割り当てられている。また、その施策として、技術開発によりコスト低減を図るとともに、現在120km～200kmであるEVの航続距離を2020年までに2倍にし、次世代自動車の普及を図るとしている。		

1.2 NEDO 関与の必要性

下記①～④の理由より、本プロジェクトへの NEDO の関与は適当である。

- ① NEDO は、経済産業省と緊密に連携しつつ、第一線級の実力を有した民間企業、大学・公的機関の技術開発能力を最適に組み合わせ、基礎・基盤研究から応用・実用化開発まで戦略的かつ包括的に、蓄電技術開発プロジェクトをマネジメントしている。また、過去においても、「分散型電池電力貯蔵技術開発」（1992～2001 年度）において当時黎明期にあった LIB の技術開発を世界に先駆けて実施するとともに、「燃料電池自動車等リチウム電池技術開発」（2002～2006 年度）、「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発」（2007～2011 年度）において車載用 LIB の技術開発を実施し、これらプロジェクトの成果を我が国民間企業における車載 LIB の実用化・事業化や ISO/IEC の国際規格の制定等に繋げてきた。このようなナショナルプロジェクトの推進等を通じて蓄積された蓄電池の技術及び産業・市場に関する知見や研究開発マネジメントの経験・ノウハウ等を有効活用することができる。
- ② 本プロジェクトのように、ビジネス上、競合関係や買い手と売り手の関係にある複数の民間企業が参画したプロジェクトにおいて、各実施者に対し、公平な予算配分管理や進捗管理等を行い、日本全体としての競争力を向上させていく必要がある。
- ③ NEDO は、2013 年に経済産業省・産業技術環境局、文部科学省・研究開発局が中心となって設置された「文部科学省・経済産業省ガバナリングボード（蓄電池）」の構成メンバーとなっている。NEDO はこのガバナリングボードでの活動を通じ、文部科学省所管の「戦略的創造推進事業／先端的低炭素化技術開発（ALCA）／次世代蓄電池研究開発プロジェクト」や「元素戦略プロジェクト＜研究拠点形成型＞／触媒・電池材料」等において、我が国の大学・研究機関等が実施している蓄電池の研究内容とその研究進捗を把握しつつ、必要に応じて、これら大学等の先進的な有望技術について産業界とのマッチングを図ることも念頭に置きながら、プロジェクトを推進できる。
- ④ NEDO は、米国の蓄電池の研究開発で中心的な役割を果たしているアルゴンヌ国立研究所、ドイツにおいて様々な蓄電池の研究開発プロジェクトを所管する連邦教育・研究省（BMBF）と蓄電池分野での情報交換に関する覚書（MOU）を締結している。この覚書に基づき、NEDO は、アルゴンヌ国立研究所及び BMBF と共同ワークショップを開催する等して、蓄電池を重点分野と定めて研究開発投資を拡大し、LIB の技術でキャッチアップを図っている米国及びドイツの研究状況を把握しながらプロジェクトを推進することができる。

1.3 実施の効果

(1) 経済効果

欧米を中心として主要各国は、次世代自動車の普及拡大を図る国家計画を策定しており、今後、LIB を搭載した次世代自動車の市場投入が相次いでいくものと予想される。「蓄電池戦略」においては、2020 年の世界全体の蓄電池市場規模 20 兆円のうち、40%の 8 兆円を車載用電池の市場規模として想定している。また、調査会社においても、次世代自動車の車載電池の市場規模として、2020 年が約 4 兆円、2025 年が約 7 兆円との予測が為されている。本プロジェクトで開発の対象としている LIB は車載用電池の主流であり、本プロジェクトの経済効果への期待は大きい。

本プロジェクトの実施者が開発した製品の事業化後 5 年間の売上見通し（事業化後 5 年分）は、蓄電池のみで約 4 兆 7,000 億円、自動車等の製品システムを含めると約 8 兆 6,000 億円である。これに対して、本プロジェクトの 5 年間の予算総額（NEDO 負担分）は 83 億円であり、十分な費用対効果が有る。

(2) CO2 削減効果

本プロジェクトの実施によって車載用 LIB の高性能化や低コスト化等が進展し、その結果として、「次世代自動車戦略 2010」等に掲げられた EV・PHEV の普及目標が達成された場合の CO2 削減効果として、2020 年～2029 年の 10 年間で約 4,900 万トン-CO2/年が期待できる。

(3) 波及効果

① V2H・V2G の普及

本プロジェクトにおける高エネルギー密度化や低コスト化等の技術開発によって、蓄電容量が増大した EV・PHEV の普及拡大が図られることは、上記した V2H・V2G の普及課題の解決にも繋がる。さらに、電力システム改革による小売全面自由化の進展と相俟って、EV・PHEV の電気充電に最も適したサービスを行う事業者が輩出されることが期待される。

② 定置用蓄電池のビジネス展開

本プロジェクトの実施者の多くは、LIB を適用した大型蓄電池及び定置用蓄電池のビジネスを実際に展開している。車載用 LIB と定置用 LIB とはセルを含め、共通する部分も多い。本プロジェクトの成果は各実施者の定置用 LIB の高性能化・低コスト化技術としても活用され、そのビジネス展開にも寄与する。

③ 若手工学技術者の育成

蓄電池技術は化学、電気化学、材料（有機・無機材料）、電気、機械等、広範囲で高度な設計技術の裾野を必要とし、かつ高度な製造技術も必要となる。本プロジェクトの実施を通じ、技術立国日本の将来を担う若手工学技術者の育成を促進できる。

2. 事業目的の妥当性

本プロジェクトは、車載用 LIB の高性能化・低コスト化に資する技術開発を行い、2020 年代における次世代自動車（EV・PHEV）の本格普及と我が国自動車・蓄電池産業の競争力を強化することを目的としている。

本プロジェクトに関連する国内外の政策動向、技術開発動向、市場・産業動向、特許・標準化動向は以下に示す通りであり、これらの動向に照らし見て本プロジェクトの目的は妥当である。

2.1 EV・PHEV、車載電池に係る政策動向

主要各国の政府は、運輸部門における環境・気候変動・エネルギー政策の一環として、EV・PHEV等を2020年までに100万台規模で普及させる目標を掲げ、その目標達成のため、EV・PHEV及び充電インフラの導入支援とその実証プロジェクトの実施、自動車・蓄電池産業に対する開発・設備投資支援等、各種インセンティブ施策を積極的に実施している。

- 米国：One Million Electric Vehicle by 2015（2011年）
- ドイツ：National Electromobility Development Plan（2009年）
- フランス：Plan national pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables（2009年）
- 中国：省エネルギー・新エネルギー自動車産業発展計画（2012年）
- 韓国：電気自動車産業活性化案（2009年）
- 日本：次世代自動車戦略2010（2010年、経済産業省）、環境対応車普及戦略（2010年、環境省）

2.2 車載用電池の技術開発の動向

主要各国の政府は、車載用電池の技術開発を積極的に支援している。

(1) 米 国

DOE 自動車技術局（VTO）が年間2億ドル規模の予算を拠出し、総合的な車載電池の開発プロジェクト「Vehicle Technologies Battery R&D」を推進中である。

- 電池コスト目標：300ドル/kWh@2015年、125ドル/kWh@2020年
- 性能目標@2020年：エネルギー密度250Wh/kg（400Wh/L）、出力密度2,000kW/kg

ビッグスリー（USABC）主導の下、Johnson Controls、3M、Maxwell等の米国メーカーに加え、LG Chemical、SK Innovation、Kokam、Saft等の海外メーカーもプロジェクトに参加し、次世代車載LIBの開発を実施している。

また、エネルギー先端研究計画局（ARPA-E）でも車載電池の開発を実施している。

(2) 欧 州

EU、欧州投資銀行、産業界等から官民パートナーシップ「欧州グリーンカー・イニシアティブ」（EGCI）に対して拠出される資金を使い、数多くの車載電池の開発プロジェクトを推進している。1つのプロジェクトに対して、EU加盟国から様々な企業、大学、研究機関が参加している。主要な参加企業はDaimler（独）、Ford（独）、Renault（仏）、PSA（仏）、Volvo（Sweden）、Fiat（伊）、Saft（仏）、Umicore（Belgium）等である。

LIBの高性能化・低コスト化技術を取り扱うプロジェクトが多いが、LIBの量産プロセス、リサイクル技術の開発やリチウム硫黄電池、リチウム空気電池の開発を行うプロジェクトもある。車載LIBの開発目標は、コスト150ユーロ/kWh、エネルギー密度200～300Wh/kg、サイクル寿命3,000～5,000回、カレンダー寿命10年となっている。

(3) ドイツ

ドイツ政府は、EGCIとは別に、車載電池の開発プロジェクトを実施している。BASF、BOSCH、EVONIK、LiTec、VW等が参加するイノベーション連合「LIB2015」では、企業とBMBFが拠出する資金を使い、高性能なLIBの実現を目指す多数のプロジェクトを実施している。

また、ドイツの電池産業発展のため、企業と応用研究機関のネットワーク「KLIB」を結成している。BASF、Evonik、BOSCH、Li-Tec、SB-LiMotive、Umicore、ZSW、Karlsruhe工科大等、

25の企業・研究機関が参加し、LIBのパイロット生産施設をUlmに建設した。

さらに、研究開発拠点として、MEET（ミュンスター電気化学エネルギー技術センター）とHIU（ヘルムホルツ電気化学エネルギー貯蔵ウルム研究所）が設立されている。

(4) 中国

車載電池の開発は、「国家ハイテク研究発展計画」（863計画）の第12次5ヶ年計画（2011年～2015年）の枠組みで実施している。2012年には、次世代自動車に特化した新プログラム「Industrialization Technology Innovation Project of New Energy Vehicles」を立上げている。開発予算総額は約2億元である。

車載電池の開発目標@2020年は、コスト1,500元/kWh（2.5万円/kWh）、エネルギー密度300Wh/kg、サイクル寿命3,000回となっている。正極ではリン酸金属塩リチウム、三元系、リチウム過剰マンガン系固溶体、負極材では黒鉛、シリコン系、チタン酸リチウム（LTO）等を用いたLIBの開発が行われている。

(5) 韓国

韓国政府は、2010年、二次電池を基幹産業へと育成することを目指した「二次電池の競争力強化に向けた統合ロードマップ」を発表した。この計画においては、韓国は小型民生用LIBの競争力では日本と同等であるが、2020年までにはEV用等の中大型LIBの市場が急拡大することが見込まれるが、中大型LIBの技術力は日本に相当に劣るとし、中大型市場を狙った研究開発に4～5兆ウォンを投資するとしている。

2.3 EV・PHEVに係る市場・産業動向

2011年～2013年の過去3年間における世界販売はEVが約21万台、PHEVが約14万台、合計で約35万台である。

2013年の世界販売は、EVが約14万台、PHEVが約6万台、合計で約20万台である。EV、PHEVともに米国販売が最多であり、EVが約7万台（世界全体の約50%）、PHEVが約2.6万台（世界全体の約40%）である。国内販売はEVが約1.7万台（世界全体の約12%）、PHEVが約1.3万台（世界全体の約21%）である。

EVの世界販売トップは日産LEAFの約4.7万台（世界シェア約33%）であり、GM VOLT、TESLA Motors Model Sが続く。また、PHEVの世界販売トップはトヨタPRIUS PHVの約2万台（世界シェア約31%）であり、三菱OUTLANDERが約1.8万台で続く。

2.4 車載電池に係る市場・産業動向

車載用LIBの世界市場の規模は、2012年が生産量3,100MWh、販売金額1,400億円、2013年が生産量4,400MWh、販売金額1,720億円である。

2013年の日系メーカ6社トータルのシェア（販売金額ベース）は約56%であるのに対して、韓国メーカ3社トータルのシェアは約30%であり、車載用LIBの市場において日系メーカは競争力を十分に有している。

2.5 港湾荷役機械に係る市場・産業動向

現在、港湾コンテナターミナルで使用されているヤードクレーン及びトラクターヘッドはディーゼルエンジン方式であるが、省エネルギーや環境負荷低減への配慮から電動化が強く求められている。

ヤードクレーンの既設保有数は世界全体で約1万1,000基あり、約750基/年の更新需要が見込まれ、市場規模は750～2,250億円/年と見積もられる。一方、トラクターヘッドは既設保有数が約4万4,000台で、4,400台/年の更新需要が見込まれ、市場規模は880～1,100億円/年と見積もられる。

ヤードクレーンについてはLIBとディーゼルエンジンを組み合わせたハイブリッドシステムを国内外の荷役機器メーカが実用化しているが、完全電動化したクレーンは無い。また、一方、電動トラクターヘッドについても米国メーカが中国製LIBを用いて製品化しているが、充電レートが0.25C程度と遅いため、215Whと大量にLIBを搭載しており、電費とコストの課題がある。

2.6 特許・標準化動向

(1) LIBの特許動向

1998年～2007年（10年間）、2006年～2010年（5年間）におけるLIBの出願人国籍別の特許出願件数はそれぞれ約2万7,000件、約2万2,000万件である。特許出願件数は日本が圧倒的に多く、66%、53%を占める。ただし、特許は実質的に技術を公開することに繋がり、特許の登録件数がグローバル市場の競争力に直結しないケースもあることに留意が必要である。

2006～2010年で用途をEVとした特許は全体の2割を占める。正極が最多で8,143件、次いで負極が6,406件となる。

	<p>(2) 標準化動向</p> <p>車載 LIB のセル単体の標準化は IEC/TC21 (二次電池) が担当し、車載 LIB の電池パック・システムの標準化は ISO/TC22/SC21 (電気自動車) が担当している。</p> <p>発行済みの国際規格としては、LIB 単セルの試験法が IEC 62660-1 (性能試験)、IEC62660-2 (信頼性・誤用試験)、LIB パック・システムの試験法が ISO 12405-1 (高出力用 LIB の試験仕様)、ISO 12405-2 (エネルギー用 LIB の試験仕様) である。これら規格は日本が主導して策定されたものであり、NEDO プロジェクト「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発～Li-EAD～」(2007～2011 年度) の「次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発」における試験法の開発成果が国際規格として反映されたものである。</p> <p>現在は、IEC 62660-3 (安全要件)、ISO 12405-3 (安全要件) が検討されている。内部短絡により車載 LIB が熱暴走に至った場合でも外部に被害を生じさせないように、熱連鎖の防止が主要な課題となっており、内部短絡や熱連鎖を評価する試験法の検討が進められている。なお、国連欧州経済委員会 (UN/ECE) の自動車基準調和世界フォーラム (WP29) の「Electrical Vehicle Safety - Global Technical Regulation」(EVS-GTR) においても、車載 LIB の内部短絡試験及び熱連鎖試験の検討が始まっており、上記規格の審議でも考慮が必要になってくる。</p>
--	---

II. 研究開発マネジメントについて

	<p>研究開発項目①高性能リチウムイオン電池技術開発 (NEDO 負担率 2/3)</p> <p>[最終目標] (平成 28 年度末)</p> <p>高性能材料電池化技術開発では、2020 年から 2025 年頃に車載用電池パックとして EV 用途性能目標と PHEV 用途性能目標のいずれかともコスト目標の達成を見込める技術を確認し、その技術で小型実用電池を試作・評価する。</p> <p>製造プロセス技術開発については、EV 用途性能目標、PHEV 用途性能目標、コスト目標のいずれかの実現に資する電池製造技術確立の目処を得る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● EV 用途性能目標 <ul style="list-style-type: none"> 質量エネルギー密度: 250Wh/kg 質量出力密度: 1,500W/kg ● PHEV 用途性能目標 <ul style="list-style-type: none"> 質量エネルギー密度: 200Wh/kg 質量出力密度: 2,500W/kg ● コスト目標: 2 万円/kWh <p>研究開発項目②リチウムイオン電池応用技術開発 (NEDO 負担率 1/2)</p> <p>[最終目標] (平成 28 年度末)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 開発した電池パックを実環境下で使用した場合の効果を実証する。 ● 想定するアプリケーションにおける要求性能を満足する電池セルまたは電池パック実用化の目処を得る。 						
事業の計画内容	主な実施事項	H24FY	H25FY	H26FY	H27FY	H28FY	
	研究開発項目①「高性能リチウム電池技術開発」	←				→	
	研究開発項目②「リチウムイオン電池応用技術開発」	←				→	
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位: 百万円)	会計・勘定	H24FY	H25FY	H26FY	H27FY	H28FY	総額
	一般会計						
	特別会計 (電源)						
	特別会計 (需給)	2,000	2,200	2,500			6,656
	総予算額	2,000	2,200	2,500			6,656
	契約種類: ○をつける 委託 () 助成 (○) 共同研究 ()	(助成) : 助成率 2/3	1,948	2,158	2,457		
(助成) : 助成率 1/2	52	42	43				
(共同研究) : 負担率							

開発体制	経産省担当原課	製造産業局 自動車課、資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課、商務情報政策局情報通信機器課
	プロジェクトリーダー	—
	委託先（*委託先が管理法人の場合は参加企業数及び参加企業名も記載）	(1) 研究開発項目①「高性能リチウム電池技術開発」 日産自動車、トヨタ自動車、豊田中央研究所、日本電気、積水化学工業、田中化学研究所、パナソニック、東芝、日立製作所、日立オートモティブシステムズ (2) 研究開発項目②「リチウムイオン電池応用技術開発」 三井造船、エレクセル、三井造船システム技研
情勢変化への対応	2012年7月、経済産業省は、2020年に「蓄電池戦略」を策定・発表した。この戦略においては、今後、大きな市場拡大が想定される電力系統用、需要家用及び車載用の蓄電池に関して、コスト・技術面の課題、制度面の課題及びこれらの課題解決に向けた施策等が示された。この戦略策定を受けて、NEDOは、2013年4月～6月にかけて、産官学の外部有識者で構成される委員会を設置・運営し、同年8月、「NEDO二次電池技術開発ロードマップ2013」を策定・公開した。このロードマップの検討過程において、本プロジェクトに係る技術開発シナリオや開発目標値等について点検を行い、特に見直し等は必要ないことを確認した。	
中間評価結果への対応	—	
	中間評価	H26年度 中間評価実施
	事後評価	H28年度 事後評価実施（予定）
Ⅲ. 研究開発成果について	<p>研究開発項目①「高性能リチウム電池技術開発」</p> <p>(1) 高容量 Si 合金負極の研究開発（日産自動車） 本テーマでは、平成24年度～平成28年度の5年計画でEV用LIBを開発している。 LIBの高容量化を行うために、負極に用いるSi合金材料を開発するとともに、Si合金負極を適用した電池特性評価や4Ah大型セルで安全性の検証を行った。加えて、電極の微細構造解析からSi合金の材料設計指針を得て、導電助材やバインダーの物性が電池の耐久性向上に効果的であることも確認した。</p> <p>(2) 電極ナノコンポジット化による高性能全固体電池の研究開発（トヨタ自動車、豊田中央研究所） 本テーマでは、平成24年度～平成28年度の5年計画でEV用全固体電池を開発している。 電極活物質を微粒化する焼成条件の開発や固体電解質界面の構造解析に加えて電池化の開発を行った。また、低温焼成できる固体電解質材料や正極材料と固体電解質の共焼結などを検討した。これらに加えて電極活物質へのガラスコーティング方法の開発などにより中間目標であるエネルギー密度：600Wh/Lのセルを実証した。</p> <p>(3) 高容量・低コスト酸化物正極を用いた高エネルギー密度リチウムイオン電池の開発（日本電気、積水化学工業、田中化学研究所） 本テーマでは、平成24年度～平成28年度の5年計画でEV・PHEV用LIBを開発している。 MnもしくはFeを主な成分とする新規高容量・低コストの酸化物正極材料技術を活用し、さらに適した負極、電解液、セパレータを新規に開発することによって、エネルギー密度が320Wh/kg以上となる見通しを得た。</p> <p>(4) PHEV用高電圧充電用リチウムイオン電池の研究開発（パナソニック） 本テーマは、平成24年度～平成28年度の5年計画としてPHEV用LIBを開発している。 活物質の材料組成検討により中間目標である170Wh/kgの高エネルギー密度化を達成するとともに、高電圧化に対応できる耐酸化性電解質を開発して18650円筒型電池で開発電池の特性を検証した。加えて、高安全化の要素技術として高電圧充電時に発生する燃焼ガスの解析手法を確立し、発生ガスの低減方法も開発した。</p> <p>(5) 高エネルギー密度・低コストセル開発及び高入出力パック開発（東芝） 本テーマは平成24年度から平成27年度の4年計画で、EV・PHEV用及びISS用LIBを開発している。 EV・PHEV用途では、セルでの容積エネルギー密度275Wh/L、コスト30円/Whを最終目標とし、その達成のための中間目標として、平成25年度に容積エネルギー密度225Wh/L、セルコスト現行比40%減を設定し、高エネルギー密度化及び低コスト化を行った。さらに、PHEV用途では、</p>	

	<p>パックでの入出力特性向上を目指し、パック冷却要素技術の開発を行った。ISS 用途では、セルでの出力密度 3,200W/L、コスト 30 円/Wh を最終目標として開発を推進した。出力密度に関してはすでに達成していることから、平成 25 年度の中間目標としてセルコスト現行比 40%減を設定し、低コスト化を行った。</p> <p>(6) 高性能材料の電池化と実装技術による高エネルギー型リチウムイオン電池の開発（日立製作所、日立オートモティブシステムズ）</p> <p>本テーマは、平成 24 年度から平成 28 年度の 5 年計画で高性能 EV 用電池パックの実用化に向けた開発を行っている。</p> <p>本プロジェクトの最終目標であるの 250Wh/kg パックの見通しを得るため、パック内のセルの重量比を 0.8 として、セルの最終目標値を 320Wh/kg 以上に設定した。このため、中間目標として、平成 26 年度末に、高容量正極の開発、高容量負極の開発、厚膜電極電池化技術の選定、セルのエネルギー密度 270Wh/kg の見通しを得ること等を目指した。また、汎用性が高く、組み立て性にも優れる角形セルにて、エネルギー密度 200kW/kg と出力密度 1,500W/kg の両立を最終目標値とし、中間目標をセルのエネルギー密度の目標値を 175Wh/kg に設定して開発を進めた。</p> <p>研究開発項目②「リチウムイオン電池応用技術開発」</p> <p>(1) 港湾設備を中心とした産業用機械の EV/HEV を実現する蓄電池の実用化開発（三井造船、エレクセル、三井造船システム技研）</p> <p>本テーマは、平成 24 年度から平成 26 年度までの 3 年計画で、EV とは異なる仕様を持つヤードクレーンやトラクターヘッド等への応用を目的に、リン酸鉄リチウムを正極材に用いて長寿命・急速充放電に特化した大型電池システムを開発している。</p> <p>アプリケーションの負荷計測と負荷に基づくシミュレーションによる最適電池システムの仕様を算定し、この結果をもとに、正極材の最適化、仕様(急速充放電性と寿命特性)に合致した電池セル及びモジュールの開発を行い、荷役機器用途の電池システムを構築した。</p> <table border="1" data-bbox="438 985 1509 1155"> <tr> <td>投稿論文</td> <td>7 件（うち査読付き 3 件）</td> </tr> <tr> <td>特 許</td> <td>「出願済」184 件（うち国際出願 88 件）</td> </tr> <tr> <td>その他の外部発表 (プレス発表等)</td> <td>「プレス発表」2 件 「展示会への出展」2 件</td> </tr> </table>	投稿論文	7 件（うち査読付き 3 件）	特 許	「出願済」184 件（うち国際出願 88 件）	その他の外部発表 (プレス発表等)	「プレス発表」2 件 「展示会への出展」2 件
投稿論文	7 件（うち査読付き 3 件）						
特 許	「出願済」184 件（うち国際出願 88 件）						
その他の外部発表 (プレス発表等)	「プレス発表」2 件 「展示会への出展」2 件						
<p>IV. 実用化・事業化の見通し及び取組みについて</p>	<p>1. 実用化・事業化の見通しについて</p> <p>研究開発項目①「高性能リチウムイオン電池技術開発」の各実施者は、EV・PHEV 又は車載 LIB の実用化・事業化の能力を十分に有した自動車メーカ、蓄電池メーカ等である。日産自動車、トヨタ自動車はそれぞれ LEAF、PRIUS PHV を製造・販売し、社会に普及させてきた実績がある。NEC、パナソニック、東芝、日立製作所は EV、PHEV、HEV 用 LIB を製造し、国内外の自動車メーカに供給している。また、各実施者が掲げている開発目標は 2020 年代の本格普及を目指した EV・PHEV の諸元に見合ったものであり、最終目標が達成された場合、製品化は確実に進むと言える。なお、各実施者は大半の中間目標をクリアするとともに、最終目標達成に向けた課題解決の方針を明確化している。加えて、一部の実施者は、本プロジェクトで現状、得られている成果に基づいて、製品設計やユーザー等へのコンタクト等を既に開始している。</p> <p>研究開発項目②「リチウムイオン電池応用技術開発」の実施者である三井造船、三井造船システム技研、エレクセルについても、港湾荷役機械や特殊用途 LIB の製造・販売実績を有する。また、本プロジェクトで開発した 10kWh 級モジュール試作品を用いた実フィールドテストの計画を現在、進めている。</p> <p>以上のことから、本プロジェクトの成果については実用化・事業化の見通しがあると言える。</p> <p>2. 実用化・事業化に向けた具体的取組み</p> <p>研究開発項目①「高性能リチウムイオン電池技術開発」の各実施者は、自社の事業部門も検討に参加して、製品開発～量産設備導入～量産～販売の具体的な計画を立てている。大半の実施者が本プロジェクト終了後、5 年以内に販売開始の計画であるが、中には 1 年後に販売開始の計画を立てている企業もある。</p> <p>研究開発項目②「リチウムイオン電池応用技術開発」については、ヤードクレーンをプロジェクト終了後、1 年目にフィールドテストを行いながら製品設計を進め、3 年後に販売開始するとの計画を立てている。電動トラクターヘッドは、プロジェクト終了後、2 年目からフィールドテストを開始し、製品設計と生産設備投資を経て、4 年後に販売開始するとの計画を立てている。</p>						

V. 基本計画に関する事項	作成時期	2012年4月 作成
	変更履歴	なし

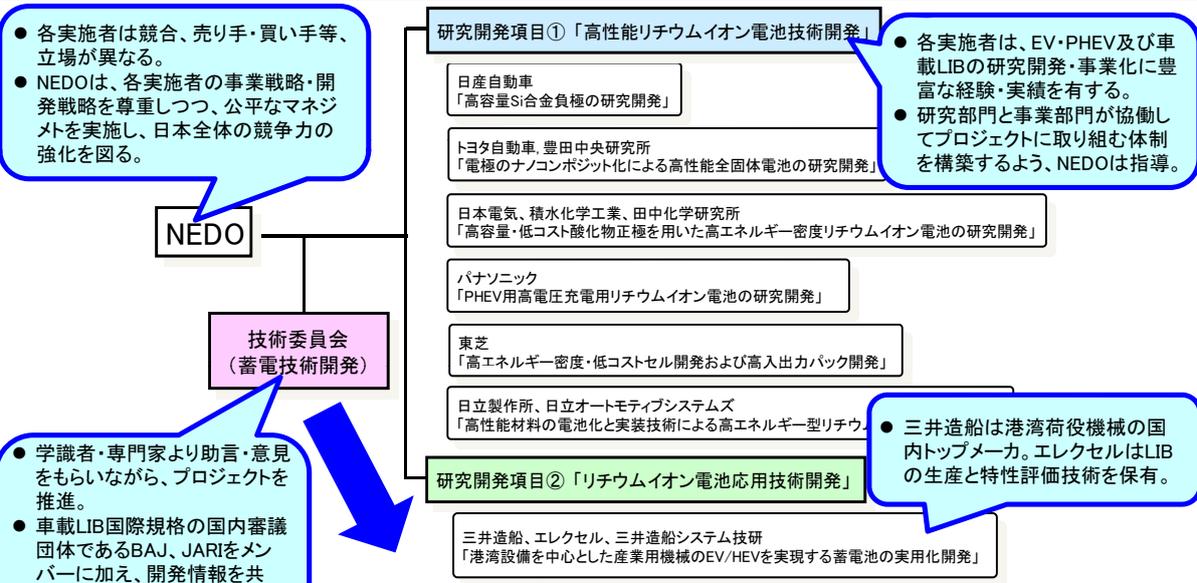
研究開発スケジュール

- 研究開発項目①「高性能リチウムイオン電池技術開発」の6テーマは、各実施者が自らの事業化計画に基づいて、研究期間を設定。
⇒ 各テーマの研究開発フローは「非公開の部」において各実施者より報告。
- 研究開発項目②「リチウムイオン電池応用技術開発」の1テーマは、研究開発期間が3年で、平成26年度が最終年度。
- 4年間以上のテーマについては、中間評価結果を踏まえ、平成26年度以降の継続可否を判断する予定。

研究開発の全体スケジュール

研究開発項目及び実施者	H24FY	H25FY	H26FY	H27FY	H28FY
研究開発項目①「高性能リチウムイオン電池技術開発」(NEDO 負担率 2/3) ・日産自動車 ・トヨタ自動車、豊田中央研究所 ・日本電気、積水化学工業、田中化学研究所 ・パナソニック ・東芝 ・日立製作所、日立オートモティブシステムズ	公募 	中間評価			
研究開発項目②「リチウムイオン電池応用技術開発」(NEDO 負担率 1/2) ・三井造船、エレクセル、三井造船システム技研					

研究開発実施体制



	氏名	所属、役職
委員長	佐藤 祐一	神奈川大学 工学研究所 客員教授
委員	山木 準一	京都大学 産官学連携本部 特任教授
	齋島 真一	群馬大学大学院 工学系研究科 教授
	辰巳 国昭	産業技術総合研究所 ユビキタスエネルギー研究部門 副部門長
	松本 孝直	電池工業会 部長
	三田 裕一	電力中央研究所 材料科学研究所 上席研究員
	森田 賢治	日本自動車研究所 FC・EV研究部 主任研究員