

「次世代蓄電池材料評価技術開発」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	7
評点結果	10

はじめに

本書は、第31回研究評価委員会において設置された「次世代蓄電池材料評価技術開発」（中間評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成24年6月14日）、及び現地調査（平成24年6月14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32回研究評価委員会（平成24年10月10日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成24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「次世代蓄電池材料評価技術開発」分科会
（中間評価）

分科会長 美浦 隆

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

「次世代蓄電池材料評価技術開発」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成24年6月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	みうら たかし 美浦 隆	慶應義塾大学 理工学部 応用化学科 教授
分科会長 代理	わたなべ まさよし 渡邊 正義	横浜国立大学 大学院 工学研究院 教授
委員	いでもと やすし 井手本 康	東京理科大学 理工学部 工業化学科 教授
	かんの りょうじ 菅野 了次	東京工業大学 大学院 総合理工学研究科 物質電子化学専攻 教授
	なおい かつひこ 直井 勝彦	東京農工大学 大学院 工学研究院 応用化学部 門 教授
	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
	やまだ しんじ 山田 真治	株式会社 日立製作所 日立研究所 材料研究センター センタ長

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

最終更新日 2012年5月23日

プログラム名	エネルギーイノベーションプログラム		
プロジェクト名	次世代蓄電池材料評価技術開発	プロジェクト番号	P10009
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）、 丸山陽一（2010年7月～現在） 松村光家（2011年3月～現在） 白神昭（2010年7月～2011年2月）		
0. 事業の概要	<p>我が国では、二酸化炭素総排出量の約2割を占める運輸部門において、低環境負荷で走行することが可能な電気自動車（EV）、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）、燃料電池自動車等（FCV）等の次世代自動車の早期普及が期待されており、そのキーとなる蓄電池に対する注目度が高まっている。</p> <p>一方、NEDOでは蓄電池開発関連事業として、2006年度から5年間「系統連系円滑化蓄電システム技術開発」、2007年度から5年間「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発」を実施した。また、2009年度から7年間「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」においてリチウムイオン電池等の基礎的な反応原理・反応メカニズムを解明し、革新型蓄電池の実現等を目指している。</p> <p>これら高性能蓄電池の実用化のためには、開発した新しい蓄電池材料の性能や特性について、的確かつ迅速に評価し、高性能蓄電池開発にフィードバックしていく体制と評価技術の確立が求められている。</p> <p>本プロジェクトでは、高性能蓄電池のために開発された新しい蓄電池材料の性能や特性について、的確かつ迅速に評価できる技術の確立を行う。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>(1) 政策上の位置付け</p> <p>我が国が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・普及により世界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必要があるが、エネルギー技術開発には長期間と大規模投資を必要とするとともに、将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的に取り組むことは容易ではない。このため、政府が長期を見据えた技術進展の方向性を示し、官民双方が方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施を可能にすることを旨とし、「エネルギーイノベーションプログラム」が制定されている。</p> <p>また、情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなど、あらゆる分野に対して高度化あるいは不連続な革新（ジャンプアップ）をもたらすナノテクノロジー及び革新的部材技術を確立するとともに、その実用化や市場化を促進することで、我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服等を可能とすることを目的として、「ナノテク・部材イノベーションプログラム」が制定されている。</p> <p>本プロジェクトは、上記した「エネルギーイノベーションプログラム」及び「ナノテク・部材イノベーションプログラム」の一環として実施する。</p> <p>(2) NEDOが関与する意義</p> <p>本プロジェクトは、高性能蓄電池に用いられる新材料の標準的手法の確立に取り組むものであり、我が国の蓄電池産業の海外競争力強化を図る知的基盤整備の研究開発に該当することから、NEDOの関与は適当である。また、NEDOは高性能・次世代型蓄電池の技術開発プロジェクトを基礎から応用まで様々な形で推進しており、プロジェクト間の連携によりシナジー効果の創出が可能である。</p> <p>(3) 実施の効果</p> <p>本プロジェクトの実施によって、各材料メーカーと電池メーカーとの擦り合わせ期間が短縮され、高性能蓄電池用材料開発の効率が抜本的に向上・加速化されることが期待できる。さらには電池設計の視点から、材料に求められる要件、組み合わせに関する知見が蓄積されることにより、高性能蓄電池の早期開発が期待できる。</p> <p>その結果として、新材料を用いた次世代蓄電池のEV市場への投入が3年早期化されたと仮定すると、経済効果は蓄電池販売額の増加分として134億円、省エネルギー効果は9,600万リットル、CO2削減効果は18万トンが期待される。</p>		

		(i)					
II. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	<p>本プロジェクトでは、次世代蓄電池に用いる新規材料の性能や特性について、的確かつ迅速に評価できる技術を確立することを目標とする。</p> <p>○中間目標（平成24年度） 高性能蓄電池に用いられる新材料評価に関する課題とアプローチ手法を明確化するとともに評価手法案を作成する。</p> <p>○最終目標（平成26年度） 高性能蓄電池に用いられる新材料評価に関する技術を確立し、標準的手法として産業界、学術関係者等からプロジェクト目的に資するものであることの評価を得る。</p>						
事業の計画内容	主な実施事項	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	
	(1) 評価基準書一次版作成	←	→				
	(2) 評価基準書二次版作成				←	→	
	(3) 評価シミュレーション技術			←	→		
	(4) 部材提案・実用化				←	→	
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	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	総額
	一般会計						
	特別会計（需給）	133	250	283			666
	総予算額						
	契約種類 ○をつける (委託()、助成(○)、共同研究())						
	(委託)						
	(助成) : 助成率 2/3	133	250	283			666
(共同研究) : 負担率△/□							
開発体制	経産省担当原課	製造産業局 化学課					
	プロジェクトリーダー	-					
	助成先（*委託先が管理法人の場合は参加企業数も記載）	<p>○技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター 【組合員：旭化成(株)、石原産業(株)、(株)カネカ、(株)クラレ、(独)産業技術総合研究所、JSR(株)、住友ベークライト(株)、ダイキン工業(株)、大日本印刷(株)、(株)田中化学研究所、JNC(株)、東レ(株)、戸田工業(株)、凸版印刷(株)、(株)日東電工、(株)日本触媒、日本板硝子(株)、日本ゼオン(株)、富士フイルム(株)、三井科学(株)、三菱化学(株)】</p> <p>○(株)住化分析センター</p>					
情勢変化への対応	特になし						
中間評価結果への対応	-						
評価に関する事項	中間評価	24年度 中間評価実施					
	事後評価	27年度 事後評価実施予定					

Ⅲ. 研究開発成果について	<p>主な開発成果を下記(1)～(6)に示す。</p> <p>(1) 標準構成電池モデルとして、コイン形電池5種類、ラミ形電池4種類の合計9種類を策定した。なお、ラミ形電池については、用途を意識した2つのサブモデル、すなわちエネルギー密度を志向した「容量型」と高出力を志向した「出力型」を策定しており、サブモデルベースでは合計8種類のモデルを策定した。</p> <p>(2) 標準構成電池モデルの標準作製法を検討し、「試作仕様書」として策定し、組合員企業に展開した。なお、「試作仕様書」に記載の電池作製法は、電池メーカーが実際に適用している作製法に極めて近いものとなっており、材料メーカーが作製する電池であっても実用電池とほぼ同様なものが作製できるため、材料メーカーにとって新材料の開発の短縮に大きく寄与する。</p> <p>(3) 標準構成電池モデルの電気特性評価法を検討し、用途に則した特性評価が可能となるよう「汎用用途」、「定置用途」、「BEV用途」、「HEV用途」の4つの「性能評価手順書」を策定し、組合員企業に展開した。</p> <p>(4) 上記(1)～(3)の成果に基づき、組合員企業が開発した新材料の評価を実施した。平成22年度は8社から評価依頼を受け、47の電池試作を行い、28の評価報告書を作成した。また、平成23年度は10社から評価依頼を受け、91の電池試作を行い、88の評価報告書を作成した。さらに、平成24年度は5月時点で9社からの評価依頼を受け、30の電池試作を行い、10の評価報告書を作成した。</p> <p>(5) 上記(4)の評価において注目すべき特性を示した正極活物質について、アドバイザー委員会で紹介したところ、アドバイザー委員の所属する電池メーカー6社が興味を示した。</p> <p>(6) 電極構造の空隙構造、導電ネットワーク、バインダー分布に着目し、これらと電極特性との相関性の把握を進めた。その結果、バインダー分布が電極乾燥条件(乾燥方法と乾燥速度)によって変化し、乾燥速度が大きくなると負荷特性が低下し、電池内部抵抗が増大することを見出した。また、負極に導電助剤として気相成長炭素繊維(VGCF)を添加すると、負極の多孔度が増加し、またそのポアの孔径分布が小さくなり、寿命やレート特性が改善されることを見出した。さらに、空隙構造、導電ネットワーク、バインダー分布についての顕微鏡観察画像を客観的に評価するための数値化方法の開発を進めた。なお、これら知見は電池メーカーのノウハウであり、通常は材料メーカーに開示されないものであり、材料メーカーの開発には有益なものである。</p>	
	投稿論文	0件
	特許	「出願済」 1件
	その他外部発表	講演10件、展示会への出展2件
Ⅳ. 実用化の見通しについて	<p>本事業の成果である標準構成電池モデルとその試作仕様書、電気特性評価法、および電極製造法—電極構造—電気化学特性の関連性に関するデータベース、評価シミュレーション技術等は、技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センターの組合員企業等(旭化成㈱、石原産業㈱、㈱カネカ、㈱クラレ、(独)産業技術総合研究所、JSR㈱、住友ベークライト㈱、ダイキン工業㈱、大日本印刷㈱、㈱田中化学研究所、JNC㈱、東レ㈱、戸田工業㈱、凸版印刷㈱、日本板硝子㈱、日東電工㈱、㈱日本触媒、日本ゼオン㈱、富士フイルム㈱、三井化学㈱、三菱化学㈱)における次世代蓄電池用の新材料開発に活用される予定である(成果の一部は既に活用されている)。</p> <p>また、㈱住化分析センターにおいては、次世代蓄電池材料に関する新規簡易構造解析法を用いた分析サービスを2015年以降に商品化する予定である。本サービスの特徴は、電極材料、電極構造および電池性能の関係を明確に示すことにより従来困難であった電極材料開発から電池製造プロセスに至るまでの総合解析サービスを提供する点にある。</p>	
Ⅴ. 基本計画に関する事項	作成時期	平成22年3月制定
	変更履歴	平成22年3月、推進部の変更及び「ナノテク・部材イノベーションプログラム」を追加

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料6より抜粋)

I. 事業の位置付け・必要性について 1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性

公開

エネルギー政策上の位置づけ(1)

「第3期科学技術基本計画」(2006年3月閣議決定)において、「電源や利用形態の制約を克服する高性能電力貯蔵技術」が戦略重点科学技術として明記。

第3期科学技術基本計画 分野別推進戦略 V. エネルギー分野 (3) 戦略重点科学技術
⑨電源や利用形態の制約を克服する高性能電力貯蔵技術

エネルギーの安定供給や地球環境問題に対応するためには、実用性のある再生可能エネルギーを大規模に導入することは極めて重要であるが、出力変動が激しい再生可能エネルギーを有効に利用するためには、出力変動を調整する蓄電システムが不可欠である。また、今後複雑になる電力ネットワークを安定化するためには、大規模な高性能蓄電システムが必要である。さらに、石油燃料を必要としない電気自動車の実用化、あるいは、現在普及が進むハイブリッド車の本格普及のためには、低コストで高出力・高エネルギー密度、高耐久性の蓄電システムが不可欠である。このため、従来の電力供給システムを刷新し電気の利用形態を抜本的に変えることが可能な、飛躍的に性能が向上した蓄電技術を、最新の超電導技術やナノテクノロジーなどを駆使して開発する。

「経済成長戦略大綱」(2006年7月財政・経済一体改革会議決定)において、産学官連携による世界をリードする新産業群の創出として次世代自動車用電池の必要性、世界最先端のエネルギー需給構造の実現として次世代クリーンエネルギー自動車の技術開発の重要性が明記。

1. 我が国の国際競争力の強化

(2)産学官連携による世界をリードする新産業群の創出

「新産業創造戦略」(平成16年5月)における燃料電池、～略～、**新世代自動車向け電池**、～略～などの潜在的な新産業群の実現を目指す。

3. 資源・エネルギー政策の戦略的展開

(1)世界最先端のエネルギー需給構造の実現

②運輸エネルギーの次世代化

燃費基準改定などを通じた自動車の燃費改善促進、～略～、**電気自動車**や燃料電池車など**次世代クリーンエネルギー自動車に関する技術開発**と普及促進などを通じ、現在ほぼ100%石油に依存している運輸エネルギーの石油依存度を、2030年までに80%程度とする環境を整備する。

事業原簿 p.1

4/42

I. 事業の位置付け・必要性について 1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性

公開

エネルギー政策上の位置づけ(2)

「Cool Earth—エネルギー技術革新技術計画」(2008年3月 経済産業省)において、**プラグインハイブリッド自動車・電気自動車及び高性能電力貯蔵**が重点的に取り組むべきエネルギー革新技術として選定されている。



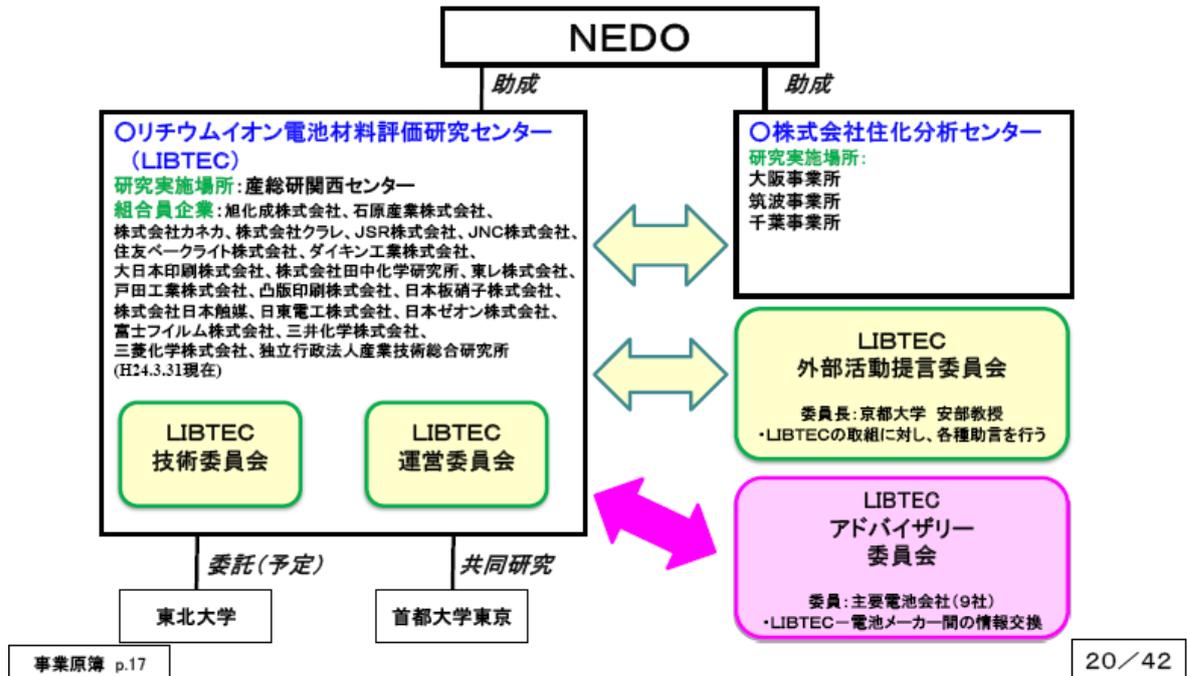
事業原簿 p.2

5/42

「次世代蓄電池材料評価技術開発」

全体の研究開発実施体制

材料メーカーと蓄電池メーカーが連携・協調した体制で進める本事業の取組みは効果的であり、かつ日本独自の取組みであり、諸外国では見当たらない新規性、先進性を有している。



「次世代蓄電池材料評価技術開発」（中間評価）

評価概要（案）

1. 総論

1) 総合評価

材料メーカーが電池メーカーに材料を売り込む際に必要となる電池評価について、電池メーカーも納得できる共通的な評価方法を開発し、それを利用して電池メーカーと材料メーカーとのすり合わせ期間の短縮を狙っている。この方法は、材料メーカーにとっても有益であり、良い開発手法であると評価できる。

目標に向かったの研究開発マネジメントも、体制構築や運営において、積極的かつ着実に進められており、ほぼ計画通りの成果が上げられ、高く評価できる。また、組合には、これまで電池メーカー等で指導的役割を果たしてきた電池メーカーOBを中心とするエキスパートが集結しており、これらの人材が継続的にコンサルタント役を勤めることにより、効果的な材料評価が期待できる。

一方、企業間の利害もからむ難しい問題であるが、材料そのものの詳細情報がない状態で評価を行うことは、材料に合った性能を引き出すような評価ができない可能性もある。特に新規な材料にはその傾向が出る可能性が高い。守秘義務の整備と共にこの課題を解決する仕組みを整えていただければ、なお良いものとなるであろう。

2) 今後に対する提言

材料開発側が単純な試行錯誤に陥ることがないように、コンサルティング的アドバイスを残りの期間でより強化することが望ましい。また、次世代蓄電池用部材に対する提案をしていくには、今後より幅広い材料の評価を早急に行なっていくべきであり、そのためには材料のキャラクタリゼーションをしっかりと行った上で、進めていく必要がある。材料メーカーOBもスタッフに加えて意見を取り入れていくのも一つの案である。

シミュレーション技術は、材料、セル、条件含めて対象範囲を広くし、次世代の開発に役立つような技術開発を望む。

成果を科学の部分と技術の部分を上手に切り分け、科学の部分では世界をリードする成果を発信し、技術の部分では我が国の産業育成に成果をどう生かすかの熟慮が必要である。

本事業での取組みをサステナブルなものとするために、LIBTECの今後について、何らかの形で材料メーカーと電池メーカー、もしくは自動車メーカーに役立つ組織として運営できるような方策の検討を願う。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

電池材料開発は、日本の電池技術・事業の競争力向上において最重要課題の一つである。電池材料開発の特徴として、評価に際して電池に関わる深い理解やノウハウが必要であること、高額な設備投資が必要なことから、材料メーカーが独自に対応することは容易でない。また、材料メーカーは、電池メーカーからの評価のフィードバックが非常に少ないため、開発の方向性を絞れず、高性能化の技術を持ちながらその機会を逸している。本取り組みはそれに対応する事業として高く評価できる。

また、この様な組織を民間で作ったとしても、民間組織では利害関係等で有意義な活動をするのは困難であり、NEDO 事業として実施することの重要性が最も顕著に現れているプロジェクトと考える。

2) 研究開発マネジメントについて

利害関係にある材料メーカーや電池メーカーの保持するノウハウに触れる機微な情報管理と、プロジェクトの効率的な推進は相反する部分が多いと考えられるが、各社の利害関係を調整しつつ計画を推進し、成果を挙げている点は高く評価できる。

また、標準的な評価法の確立、材料メーカーへの個別コンサル、LIBTEC での人材育成、電池メーカーと材料メーカーの関係作りなど、技術研究組合ならではの取組みで高く評価できる。電池開発を熟知している電池メーカーOB を活用しているのは非常に良い。

一方、本プロジェクトは研究開発目標を可能な限り定量的に設定する努力がなされていないように見受けられる。定量化が難しくとも、できるだけ具体的に、達成度を測定・判断するための適切な指標をつくるのが今後の課題である。また、この事業が終わったあと、すべての化学メーカーが同様な設備を導入して評価を続けられるかには疑問も残る。電池材料の基礎科学に基づく、簡易評価法なども並行して考えて行く必要があると考える。

3) 研究開発成果について

共通的な評価手法の開発とそれを用いた新材料の評価が目標になっているので、達成度の評価は困難であるが、ラミネートセル、コインセルの双方の電池作製設備、付随的な評価装置も揃い、いくつかの解析結果も出ている。中間目標は概ね達成されており、材料評価を実電池において行い、電池メーカーへの橋渡しをするという当初の目的は十分達成している。日本の電池材料開発の促進につながるものであり、電池産業のみならず、電池を必要とする諸産業分野への波及効果は大きい。

成果に汎用性があるかどうかについては、今後の活動次第である。電池特性は、電極作成プロセス、材料相互の相性、使用条件に依存する。評価方法の統一・共通化がどこまで有効か、また、個別の材料に対してどこまでプロセス等を最適化して評価するのか、方針を固めるべきである。その点からも材料の中身がわからない評

価は、本質的な特性が埋もれた評価になる可能性があるので、うまくその問題を克服していくことが重要である。また、今後は、電池材料の評価のポイントを基礎科学的に明らかにする評価手法の開発も進めて頂きたい。

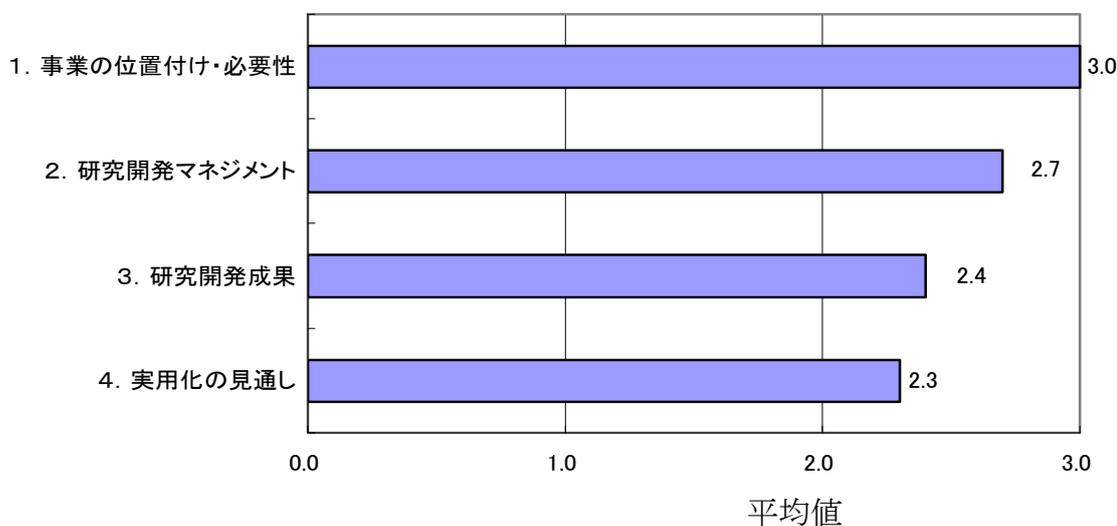
一方、知的財産権等の取扱いに関し、事業戦略と併せて明確にする必要がある。また、プロジェクト終了後の知財の維持形態（拒絶対応の責任者、維持費の負担者、権利の保有者等）も明確にしておく必要がある。

4) 実用化の見通しについて

提案された材料について材料評価を行うだけでなく、アドバイザー委員会を通じて公平に電池メーカーに紹介する手法は非常に効果的であり、実用化を強くイメージしたものである。材料メーカーに指針を与えることができれば、材料ベースの電池性能の向上が飛躍的に加速されるものと期待され、電池開発分野への大いなる波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものである。また、材料メーカーにおける人材育成等を促進するなどの波及効果を生じている。

今後、電池のユーザーである自動車メーカーも含めて、すり合わせの短縮になるような評価項目の設定、共通化が展開できるかが課題であり、実現できればメリットは大きい。また、次世代材料を含む多様な材料にいかに対応していけるかもキーとなり、共通的评价法に革新的次世代電池にも対応できるような基礎的側面を導入したら良いのではないかと期待される。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	B	B
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	A	B	A	A	A	B	A	
3. 研究開発成果について	2.4	B	B	A	A	A	B	B	
4. 実用化の見通しについて	2.3	A	A	B	B	B	B	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. 実用化の見通しについて
・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