

「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32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」（事後評価）の研究評価委員会分科会（平成29年11月30日）及び現地調査会（平成29年10月26日 於 日本電気株式会社筑波研究所及び一般社団法人日本自動車研究所つくば研究所）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33条の規定に基づき、第55回研究評価委員会（平成30年3月16日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成30年3月

国立研究開発法人新エネルギー・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
（事後評価）

分科会長 豊田 昌宏

国立研究開発法人新エネルギー・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」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成29年11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 理工学部 共創理工学科応用化学コース／機能 物質化学講座 教授／理工学部長
分科 会長 代理	いでもと やすし 井手本 康	東京理科大学 理工学部 先端化学科 教授／理工学部長
委員	いしはら たつみ 石原 達己	九州大学大学院 工学研究院 応用化学部門 教授
	こばやし よう 小林 陽	一般財団法人電力中央研究所 材料科学研究所 電気化学領域 上席研究員
	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 教授
	にしな たつお 仁科 辰夫	山形大学大学院 理工学研究科 物質化学工学専攻 教授
	やまだ あつお 山田 淳夫	東京大学 工学系研究科 化学システム工学専攻 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」（事後評価）

評価概要（案）

1. 総合評価

電池と自動車は我が国が強みを持つ産業であり、環境問題の解決にも資する産業である。特に電池は他国の追い上げが激しく、更なる技術力強化が必要な分野であり、本事業は **NEDO** が主導すべき重要な研究開発といえる。中間評価時点では、技術要素の絞り込みが不十分なテーマもみられたが、指摘事項に対して迅速・的確に対応し、全ての開発テーマにおいて、概ね最終目標に到達している。当初予定よりも早く開発テーマを終了し、速やかに本事業で得られた成果を適用した製品を実用化した事例は評価できる。また、国際標準化についても、我が国がリードできる技術的提案を支える成果が得られており、今後につながる素晴らしい成果といえる。

一方、各開発テーマでは独自の技術開発に終始した感がある。困難であると思われるが、もっと積極的に各テーマ間の技術連携を図り、共通の課題克服を行ってもよかったのではないか。また、成果普及の取組に関しては、知的所有権を確保したのちはもっと積極的に成果をアピールしてもよかったと思われる。

なお、全固体電池を始め、いくつかの電池では、継続的な開発が求められる課題もみられる。今後を担う新しい電池の開発等への支援については、他省庁との連携を図りつつ、引き続き行ってほしい。また、試験評価法については、海外に対して日本の有益性につながる国際標準、国際技術基準に早急につなげることが望まれる。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

近年、環境問題等から **EV**（**Electric Vehicle**）への強い期待があり、自動車のパワーシステムのシフトが加速している。本事業は、エネルギー需給、市場及び内外技術の動向、さらに国際競争力等を鑑みても公共性が高く、国の経済活動にも密接に関連しており、我が国のエネルギー状況とそれに対する政策、さらには経済成長を考えても重要である。特に、**EV**、**PHEV**（**Plug-in Hybrid Electric Vehicle**）用電池の実用化推進を目的に進められており、高い電池性能目標と我が国の目指す市場シェア目標を堅持・達成する上で、国内のキープレイヤーが参画した本事業は時宜を得たものである。また、民間企業のみで取り組むにはリスクが大きいことから、**NEDO** の関与は極めて妥当であり、十分な費用対効果も期待される。

2. 2 研究開発マネジメントについて

研究開発目標は、実用化のうえで要求される性能や、諸外国の動向、詳細な調査を基に数値を設定しており、野心的かつ戦略的なものとなっている。研究開発計画及び事業予算は妥

当で、中間評価結果を受けて新規テーマ「車載用リチウムイオン電池の試験評価法の開発」を設定し、電池の安全性評価技術に精通する日本自動車研究所（JARI）を体制に組み入れ有用な知見を得たことは評価できる。実施体制についても、企業の得意分野と技術に対する思想を明確に認識し、住みわけも適切になされており、妥当である。進捗管理は、設定目標が達成されていることから、適切に行われたと判断する。また、国際標準化を意識し海外出願もされており、特許戦略は概ね妥当である。

一方、各開発テーマが横並びで行われた感がある。競争領域であるため困難かもしれないが、知的権利を確保したのちに共通課題について技術を開示し、他のチームの開発を加速するなどの方策が望ましかった。また、各実施者が設定した目標基準に電池重量と体積が混在するなど、統一性に欠ける点が見られた。少なくとも目標値は統一した基準のもとで設定されることが望ましく、今後の新たな事業設定の際には考慮してほしい。

なお、蓄電技術については様々なフレームワークで支援が行われているため、単なる特定技術への資金増資になっていないか、何らかのチェック機構が必要と思われる。また、全固体電池等は、将来的な国益につながる可能性があるため、材料・プロセス技術の権利化にも積極的に取り組むことが望まれる。

2. 3 研究開発成果について

各開発テーマにおいて、最終目標を概ね達成しており、今後に向けての方向性も示されている。新規材料や新しい電池構造の開発が行われ、得られた成果は世界的に見ても優位性が高い。試験評価法の開発は中間評価後に立ち上がったものであるが、2年間という短期間にもかかわらず十分な成果が得られ、今後の国際標準化への寄与が期待される。また、知的財産権の確保はノウハウとしての保持を含め、外国出願も行われていることから、戦略的に行われたと判断される。

一方、成果の公表についてはやや少なく、知的所有権を確保したのちは成果をもっと積極的にアピールしてもよかった。

なお、今後の各国の状況を考えると、液系電池開発においては更なる高性能化が必要であり、今後も積極的に開発を進めることが望まれる。また、全固体電池開発については、酸化物系及び硫化物系、それぞれの課題とその解決策を整理し、継続して開発を推進してほしい。

2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

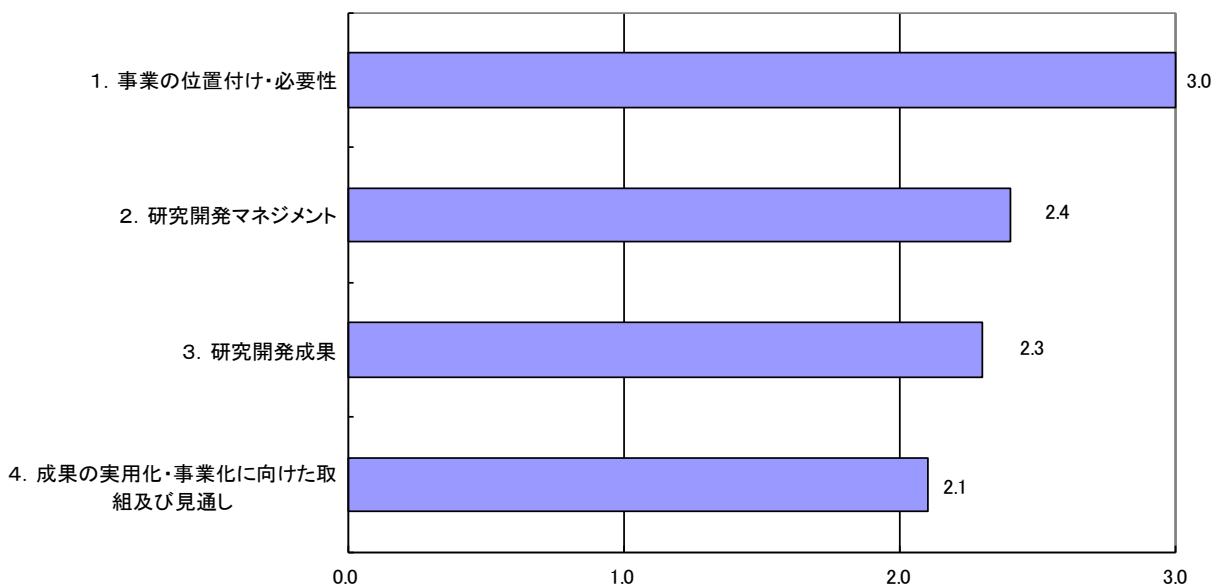
電池技術開発に関しては、既存の自社事業をベースに、戦略的な開発目標及び開発スケジュールを策定しており、事業化を見据えてコストも含めた現実的な課題抽出が行われている。ほとんどの企業において、2020年代初頭に製品化を計画しており、概ね事業化計画として妥当と考えられる。また、プロジェクト終了を待たずして最終目標をクリアし、事業化を行った企業もあり、高く評価できる。開発された電池については、EV、PHEVの性能の飛躍的な向上に寄与することから、実用化すれば、経済効果への貢献は大きい。また、試験評価法の開発では、耐久性や安全性に関しての評価及び実証が進められ、既に国際標準・国際技術基準への採用や今後の採択に向けた議論・提案活動の実績も多く、国際標準化に対して積

極的な働きかけを行っている。

一方、本開発での性能目標はおおよそクリアしているが、量産設備導入、販売に向けての課題を有している開発テーマもみられた。実用化・事業化に向けては、より一層の開発が必要と思われる。

なお、他省庁所管の国プロとの有機的連携を図りつつ、研究開発を更に加速させるとともに、海外との競争を考慮し、より販売時期を早める努力も必要であろう。試験評価法については、国際標準・国際技術基準に確実に反映されるよう、積極的な取組を継続してほしい。

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	A	A
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	2.4	A	A	B	A	A	B	C	
3. 研究開発成果について	2.3	A	A	A	B	B	C	B	
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	2.1	B	B	A	B	B	B	B	

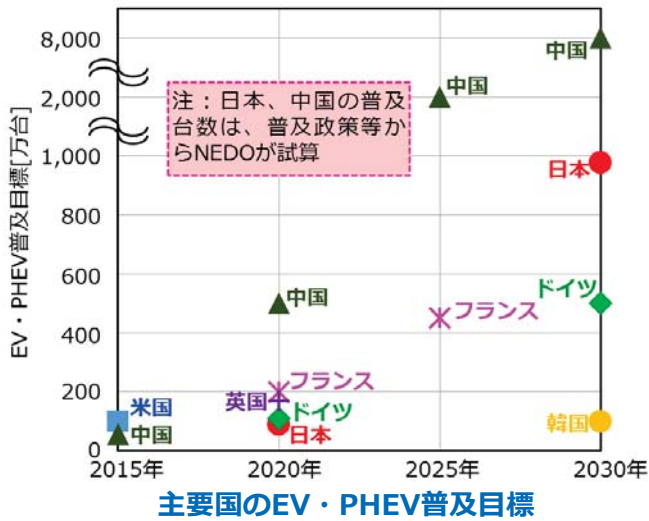
(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈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. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

主要国のEV・PHEV普及政策

➤ 主要各国は、環境・気候変動・エネルギー政策の一環として、EV・PHEVを2020年から2030年にかけて数100万～数1,000万台規模で普及させる目標を掲げている。その目標達成のため、EV・PHEV購入者に対する補助金支給・税控除や充電インフラの導入支援等、様々なインセンティブ施策を積極的に推進中。



主要国のEV・PHEV普及目標

- 米国：One Million Electric Vehicles by 2015 (2011年)
- ドイツ：National Electromobility Development Plan (2009年)
- フランス：The National Plan to Development Electric and Plug-in Hybrid Vehicles (2009年)
- 英国：Carbon Plan (2011年)
- 中国：省エネ車と新エネ車の技術ロードマップ (2016年)
- 韓国：新エネルギー産業戦略 (2015年)
- 日本：エネルギー基本計画 (2014年)、未来投資戦略2017 (2017年)

米中のEV・PHEV導入規制

- 米国カリフォルニア州：ZEV(Zero Emission Vehicle)規制**
 - ・メーカー販売台数の一定割合のEV・PHEV等の導入が必要。
 - ・大規模メーカー(販売量2万台超)はそのうちEVだけで達成する制限あり。
 - ・台数はEVモードの走行距離に応じて、一定の係数を掛けて計算可能。
 - ・達成できない場合は罰金、あるいは他メーカーからクレジット購入が必要。
- 中国：NEV(New Energy Vehicle)規制**
 - ・2019年より導入予定。生産及び輸入台数が3万台/年以上のメーカーが対象。
 - ・販売台数に応じたNEVの導入、罰金等は米国ZEV規制と同様。

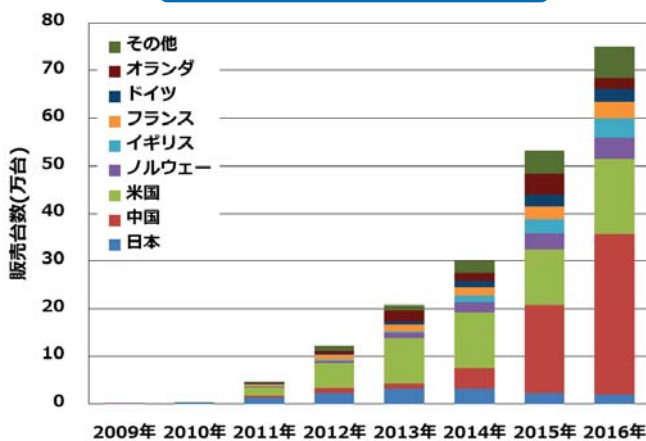
主要国のEV・PHEV普及に向けた施策

国	施策の内容
米国	購入時税控除
ドイツ	購入時補助金、自動車保有税の免除、専用駐車場の設置、バスレーンの優先利用等
フランス	ボーナス・マルス制度 CO ₂ 排出量の低い車両(EV等)にはボーナス CO ₂ 排出量の高い車両にはマルス(課税)
英国	購入時補助金、バスレーンの開放等
中国	購入時補助金、無料ナンバープレート取得等
韓国	購入時補助金
日本	購入時補助金

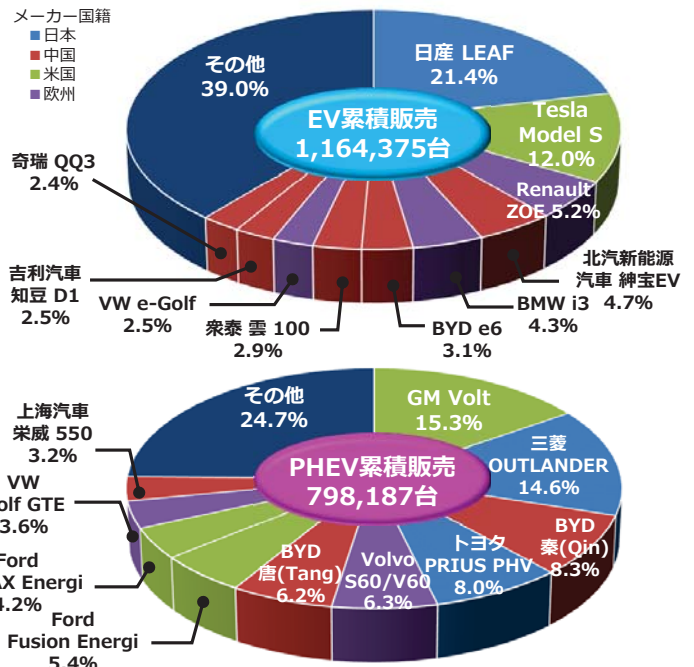
EV・PHEVの市場動向

- EV・PHEVの単年度販売台数は増加傾向。中国での販売が普及政策により急増、世界販売の約半分を占める。
- 累計販売台数はEVは約120万台、PHEVは約80万台、EV・PHEVの合計では、約200万台に到達。
- EVでは日産 LEAF、Tesla Model S、PHEVではGM Volt、三菱 OUTLANDERといったEV・PHEV投入で先行したメーカーの販売台数が多いが、中国市場の拡大に伴い中国メーカーが増加。
- 欧州各国のガソリン・ディーゼル車規制の動きで、欧州メーカーはEV・PHEVの積極展開の方針。

EV・PHEV国別単年度販売推移

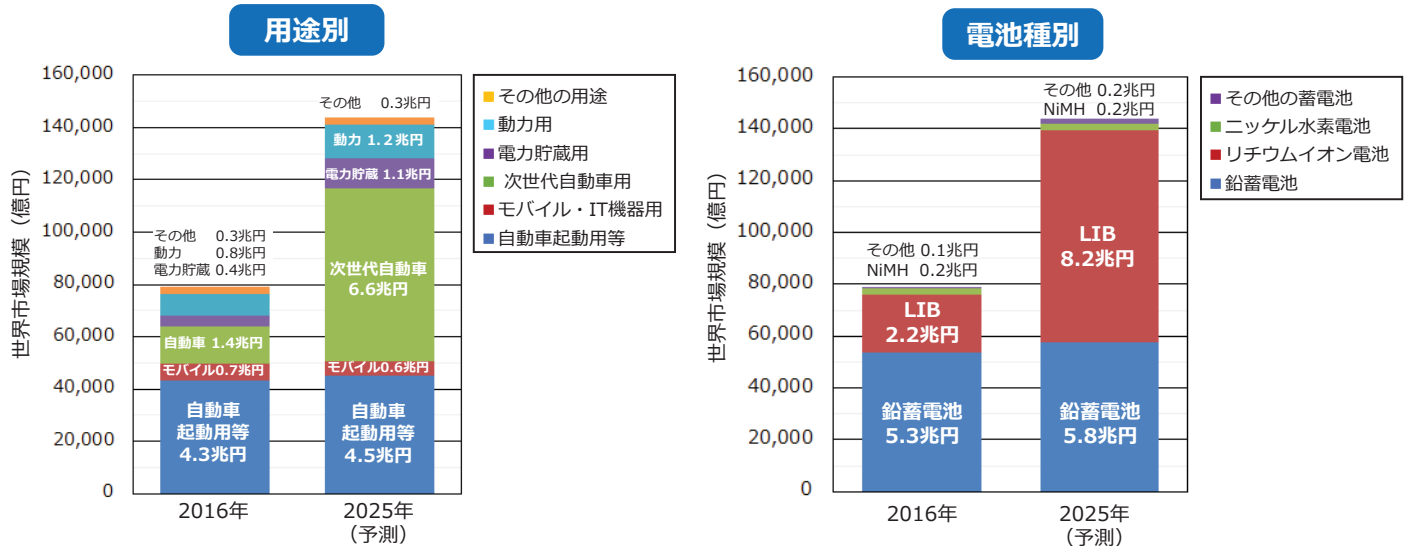


EV・PHEVモデル別累計販売シェア (2009-2016年)



蓄電池市場の現況と将来予測

- 蓄電池の世界市場規模@2016年は約8兆円。今後、多用途に及ぶ需要開拓が想定され、約11兆円@2020年、約14兆円@2025年へと成長。
- 用途別での市場成長率は次世代自動車用が最大。約1.4兆円@2016年から約4兆円@2020年、約6.6兆円@2025年へと成長。
- 蓄電池種別では現状鉛蓄電池が始動用としてシェアが高いが今後は横ばい傾向であり、市場成長率はリチウムイオン電池が最大。約2.2兆円@2016年から約5.1兆円@2020年、約8.2兆円@2025年へと成長。



出典：「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2017」（株式会社富士経済）等に基づきNEDO作成

関連する上位政策・戦略への寄与

エネルギー基本計画・第四次計画（2014年4月、閣議決定）

- 蓄電池はエネルギーの需給構造の安定性強化に貢献する大きな可能性を持った技術であり、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としている。
- 次世代自動車(HEV、EV、PHEV、FCV、CDV等)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割とすることを旨とする。

次世代自動車戦略2010（2010年4月、経済産業省策定）

- 「全体戦略」として、2030年の新車販売のうち、EV・PHEVの割合を政府目標として20~30%とすることを旨とする。
- 「電池戦略」として、電池の性能とコストを、2015年までに1.5倍と1/7倍に、2020年までに3倍と1/10倍にする。

自動車産業戦略2014（2014年11月、経済産業省策定）

- 技術開発の効率化とより高度な組み合わせを実現するために産産・産学で協調して研究開発を進める重点分野の一つとして蓄電池が選定されている。

未来投資戦略2017（2017年6月、閣議決定）

- 車載用蓄電池については、現在の液系リチウムイオン電池よりも安全面等で性能が高い全固体リチウムイオン電池等の開発・実用化を加速する。
- EV・PHEVの普及台数を2020年までに最大100万台とすることを旨とする。
- 2020年に国内企業による車載用・電力貯蔵用の先端蓄電池の市場で、年間5,000億円(世界市場の5割程度)を獲得することを旨とする。

これら政策・戦略に対し、本プロジェクトの成果は直接的に寄与。

NEDOバッテリーRM2013 ~自動車用~



二次電池の課題	現行LIB	先進LIB	ブレークスルーが必要	革新電池
課題となる要素技術	スピネルMn系 他 炭酸エステル系混合溶媒 他 炭素系 微多孔膜	高容量化・高電位化等 難燃性・高耐電圧性等 高容量化等 複合化、高次構造化・高出力対応 等		金属-空気電池 (Al, Li, Zn等) 金属負極電池 (Al, Ca, Mg等) 等
電池化技術	新電池材料組合せ技術/電極作製技術/固-液・固-固界面形成技術 等			
長期的基礎・基盤技術の強化	界面の反応メカニズム・物質移動現象の解明、劣化メカニズムの解明、熱的安定性の解明、「その場観察」技術・電極表面分析技術の開発、等			
その他課題	システムとしての安全性・環境性の向上、V2HV2G、中古利用・二次利用、リサイクル、標準化、残存性能の把握、充電技術 等			

プロジェクトの目的・目標

<プロジェクトのねらい>

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競争力強化に向け、車載用リチウムイオン電池の高性能化・低コスト化のための技術開発を推進する。

研究開発項目①

「高性能リチウムイオン電池技術開発」
【助成事業（NEDO負担率 2/3）】

<目的>

車載用電池の高性能化を実現する電池材料、セル化技術等を開発する。

<目標>

- EV用途性能目標*
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*
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

*：2020年代の実用化段階での電池パックの目標



研究開発項目②

H26年度で終了

「リチウムイオン電池応用技術開発」
【助成事業（NEDO負担率 1/2）】

<目的>

産業用動力や大型移動体用動力等への適応を念頭に置いたリチウムイオン電池の応用技術開発を行う。

<目標>

- 開発した電池パックをフィールドテスト等よって実証する。
- 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の実用化の目処を得る。



研究開発項目③

「車載用リチウムイオン電池の試験評価法の開発」
【委託事業（NEDO負担率 1/1）】



<目的>

国際標準化・基準化に反映される試験評価法を開発する。

<目標>

- 国際規格、基準に反映される内部短絡試験法及び熱連鎖試験法を開発する。
- 国際規格に反映される寿命試験法を開発する。

研究開発スケジュールと研究開発費用

- 研究開発項目①及び研究開発項目②は、5年間のテーマが5件、4年間のテーマが1件、3年間のテーマが1件。研究開発項目③はH27年度から2年間実施。
- 研究開発費用は合計で約96.0億円。

(単位：百万円)

研究開発項目	実施者	H24fy	H25fy	H26fy (中間評価)	H27fy	H28fy	合計
研究開発項目① 高性能リチウムイオン電池技術開発 【2/3助成】	(1) 日産自動車	74	110	135	171	47	537
	(2) 日本電気、積水化学工業、 田中化学研究所	320	283	234	204	140	1,181
	(3) 東芝インフラシステムズ	90	525	563	554	H27未で 終了	1,733
	(4) パナソニック	180	175	203	201	188	947
	(5) 日立製作所、 日立オートモティブシステムズ	461	365	266	388	240	1,720
	(6) トヨタ自動車、 豊田中央研究所	367	636	858	321	234	2,416
研究開発項目② リチウムイオン電池応用技術開発 【1/2助成】	三井造船、エレクセル、 三井造船システム技研	52	42	43	H26未で 終了		137
研究開発項目③ 車載用リチウムイオン電池の 試験評価法の開発【委託】	日本自動車研究所、 産業技術総合研究所			H27から 開始	483	442	925
	合計	1,544	2,136	2,302	2,322	1,291	9,595

成果の普及及び知的財産権等の確保に向けた取組

- 競争力向上に結び付く戦略的な特許出願を推進。本プロジェクト全体での特許出願件数は501件。
- 事業化を見据え積極的な海外出願を推奨。欧米・中国を中心に273件を海外出願。
- 本プロジェクトの成果をユーザー・関連企業等に向けて情報発信することで実用化・事業化を促進するため、技術情報の流出に配慮しつつ、成果の発表・公開を進めた。情報発信件数は、論文が42件（うち査読付き31件）、研究発表・講演が142件、新聞雑誌等への掲載が14件、展示会への出展が5件。
- NEDOも、成果の実用化・普及の観点で有効な国内外の学会・セミナー・シンポジウム等における講演、専門誌への寄稿等、合計で23件の情報発信を行った。

実施者	特許出願 (うち外国出願)	論文 (査読つき)	研究発表 ・講演	新聞・雑誌等 への掲載	展示会 への出展
日産自動車	121 (66)	0 (0)	7	0	0
日本電気、積水化学工業、田中化学研究所	34 (20)	4 (0)	22	1	0
東芝インフラシステムズ	54 (29)	2 (1)	5	0	0
パナソニック	103 (58)	0 (0)	0	0	0
日立製作所、日立オートモティブシステムズ	71 (48)	4 (4)	18	6	3
トヨタ自動車、豊田中央研究所	113 (52)	26 (26)	77	7	0
三井造船、エレクセル、三井造船システム技研	5 (0)	5 (0)	3	0	2
日本自動車研究所、産業技術総合研究所	0 (0)	1 (0)	10	0	0
合計	501 (273)	42 (31)	142	14	5