

「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) 第1回分科会

資料6



「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(2012年度～2014年度 3年間)

プロジェクトの概要説明資料 (公開)

2014年 7月 29日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室



第Ⅰ章 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 2. 事業目的の妥当性
第Ⅱ章 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 2. 研究開発計画の妥当性 3. 研究開発実施体制の妥当性 4. 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性
第Ⅲ章 研究開発成果 について	1. 目標達成度、今後の課題と課題解決の見通し 2. 知的財産の取得、成果の普及
第Ⅳ章 実用化・事業 化に向けての見通し 及び取組みについて	1. 実用化・事業化の見通しについて 2. 実用化・事業化に向けた具体的取組み

上位施策の目標達成への寄与 ～エネルギー基本計画～

第4次計画(2014年4月) 第3章／第8節からの抜粋

1. 電気をさらに効率的に利用するためのコージェネレーションの推進や蓄電池の導入促進

～省略～

(2) 蓄電池の導入促進

～省略～

最近の安全性の向上や充放電効率の増加による性能向上によって、従来の用途に加え、車載用、住宅・ビル・事業用等の定置用の用途へも広がりつつあるが、引き続き、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. 自動車等の様々な分野において需要家が多様なエネルギー源を選択できる環境整備の促進

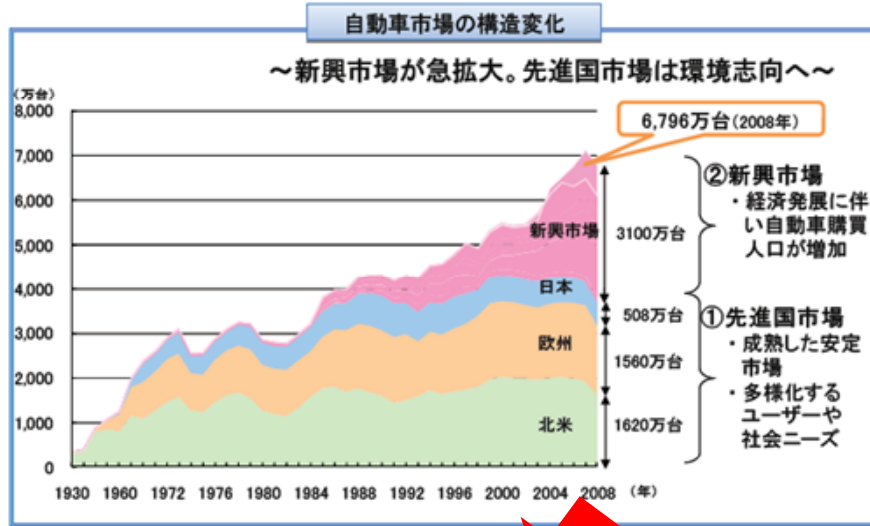
～省略～

次世代自動車(ハイブリッド自動車、電気自動車、プラグイン・ハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル自動車、CNG自動車等)の普及・拡大に当たっては、研究開発に加え、官民が協力して電気自動車及びプラグイン・ハイブリッド自動車に必要な充電インフラの普及に努める。また、電気自動車の場合、電力システム改革による小売全面自由化によって、電気自動車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。燃料電池自動車については、規制見直しや官民の適切な費用負担等によって水素ステーションの整備を促進することで対応を進める。こうした取組により、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。

～省略～

上位施策の目標達成への寄与 ～次世代自動車戦略2010～

次世代自動車戦略2010（経済産業省、2010年4月策定）



乗用車車種別普及目標(政府目標)

○次世代自動車の普及加速のため、政府が目指すべき車種別普及目標を設定。
○2020年の乗用車の新車販売台数に占める割合は最大で50%。
○この目標実現のためには、政府による積極的なインセンティブ施策が求められる。

	2020年	2030年
従来車	50～80%	30～50%
次世代自動車	20～50%	50～70%
ハイブリッド自動車	20～30%	30～40%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	15～20%	20～30%
燃料電池自動車	～1%	～3%
クリーンディーゼル自動車	～5%	5～10%

6つの戦略

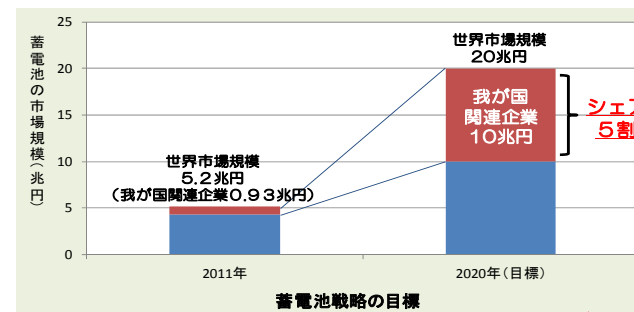
	全体戦略	電池戦略	資源戦略	インフラ整備戦略	システム戦略	国際標準化戦略
目標	日本を次世代自動車開発・生産拠点に	世界最先端の電池研究開発・技術確保	レアメタル確保+資源循環システム構築	普通充電器200万基 急速充電器5000基	車をシステム(スマートグリッド等)で輸出	日本主導による戦略的国際標準化
アクションプラン	<ul style="list-style-type: none"> 普及目標(2020年・2030年)の設定 -次世代自動車:2020年最大50% -先進環境対応車(次世代車+環境性能に特に優れた従来車):2020年最大80% 燃料多様化 部品の高付加価値化 低炭素型産業立地促進 	<ul style="list-style-type: none"> リチウムイオン電池の性能向上 ポスト・リチウムイオン電池開発 電気自動車普及による量産効果創出 電池二次利用のための環境整備 <p>電池研究開発目標(2006年策定)</p>	<ul style="list-style-type: none"> (上流) 戦略的資源確保 (中流) レアメタルフリー電池・モーター開発 (下流) 電池リサイクルシステム構築 <p>資源戦略ロードマップ</p>	<ul style="list-style-type: none"> 市場準備期の計画的集中的インフラ整備 -EV・PHVタウンを中心に 本格普及期への道筋構築 -EV・PHVタウンベストプラクティス集策定 -民間(CHAdEMO協議会)との連携 <p>インフラ整備ロードマップ</p>	<ul style="list-style-type: none"> EV・PHVタウンでの新たなビジネスモデル創出 次世代エネルギー社会システム実証事業での検証 検証結果を踏まえた国際標準化・ビジネスへの展開 <p>国際標準化ロードマップ</p>	<ul style="list-style-type: none"> 電池性能・安全性評価手法の国際標準化 充電コネクタ・システムの国際標準化 官民による標準化検討体制強化 標準化人材育成

上位施策の目標達成への寄与 ～蓄電池戦略～

蓄電池戦略（経済産業省、2012年7月策定）

蓄電池戦略の目標

- 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(足下は18%のシェア)を我が国関連企業が獲得すること。
内訳は、大型蓄電池35%、定置用蓄電池25%、車載用蓄電池40%を想定。
- 安心な社会をつくるため、住宅やビルは建設段階から蓄電池を備えるとともに、病院等の施設を建設する際には蓄電池の設置を原則とすることにより、集権型から分散型のエネルギーシステムへの移行を図る。



蓄電池普及に向けた施策

(1) 電力系統用大型蓄電池

- 現時点から蓄電池の技術を積極的に用いて、マーケットを人為的に創造することで、技術を「こなしていく」。
- 代替手段である揚水発電と同額の設置コストである2.3万円/kWhを2020年までに達成することを具体的目標として設定し、コスト低減を推進する。



■NAS電池(現状、4万円/kWh)

(2) 定置用蓄電池

- 関係各省との連携により、市場を創造することで、量産効果によるコスト低減を図る。
- 蓄電池の系統連系を円滑化するために系統連系に係る認証制度を構築するとともに、大型リチウムイオン電池の安全性を確立すべく規格を策定し、国際会議の場に持ち込み国際標準化を推進する。



■家庭用リチウムイオン電池(現状、20万円/kWh)

(3) 車載用蓄電池

- 技術開発によりコスト低減を図り、現在120km~200kmである電気自動車の航続距離を2020年までに2倍にするとともに、次世代自動車を普及拡大する。
- 電池性能を補完する充電設備については、2020年までに普通充電器200万基、急速充電器5,000基を加速的・計画的に整備する。
- 2015年の燃料電池自動車の市場投入に向けて、4大都市圏を中心に100箇所の水素供給設備を先行整備する。



■電気自動車及び充電器

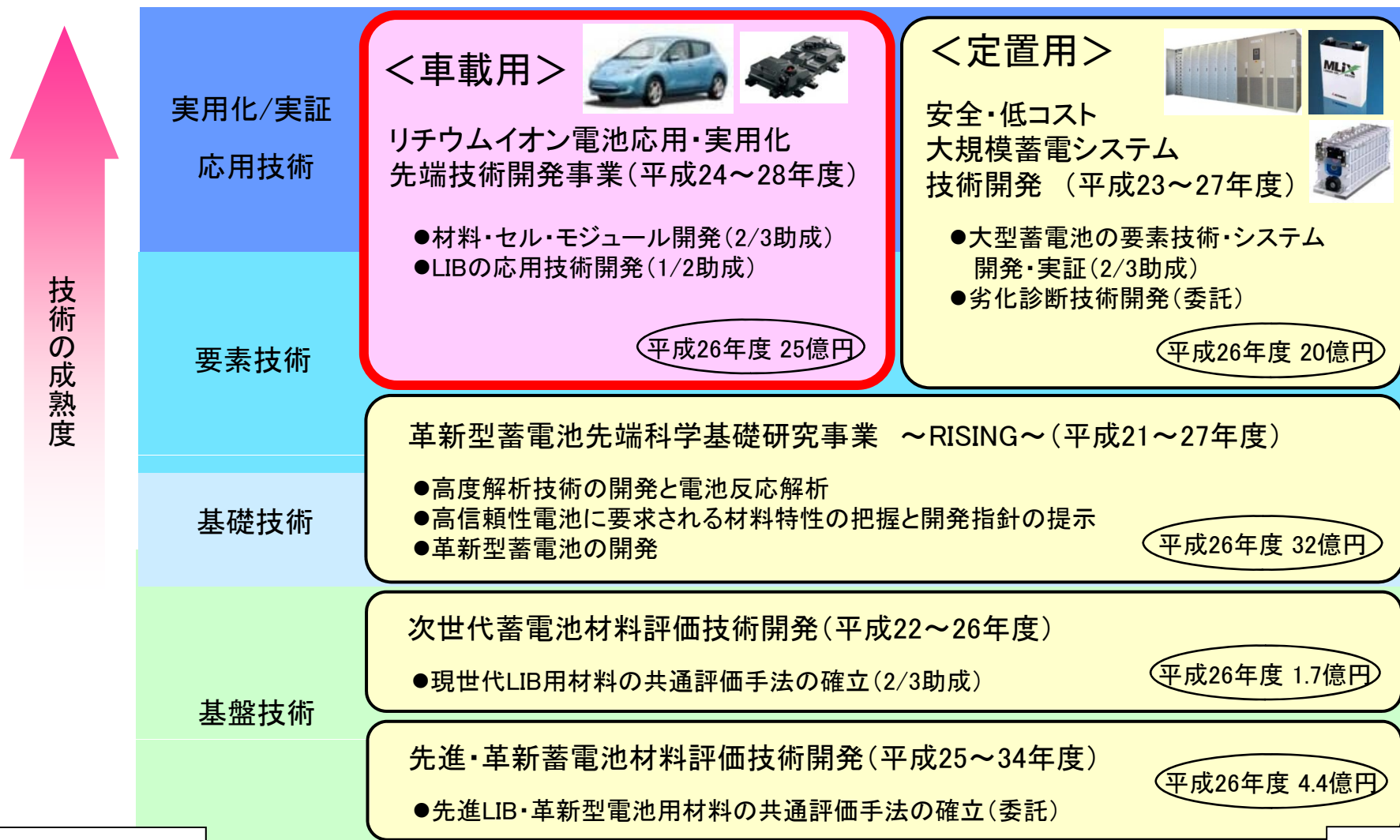


■燃料電池自動車及び水素供給設備

- (4) 生産技術の改善による低コスト化に重点を置いた研究・技術開発、原料調達・資源確保、リユース・リサイクルに取り組む。

NEDOの関与の必要性

- NEDOは、産学の英知を結集した蓄電技術開発プロジェクトを包括的にマネジメント。
- ステークホルダーのベクトルとスピード感を合わせつつ、日本全体の競争力を向上させるマネジメントを推進。

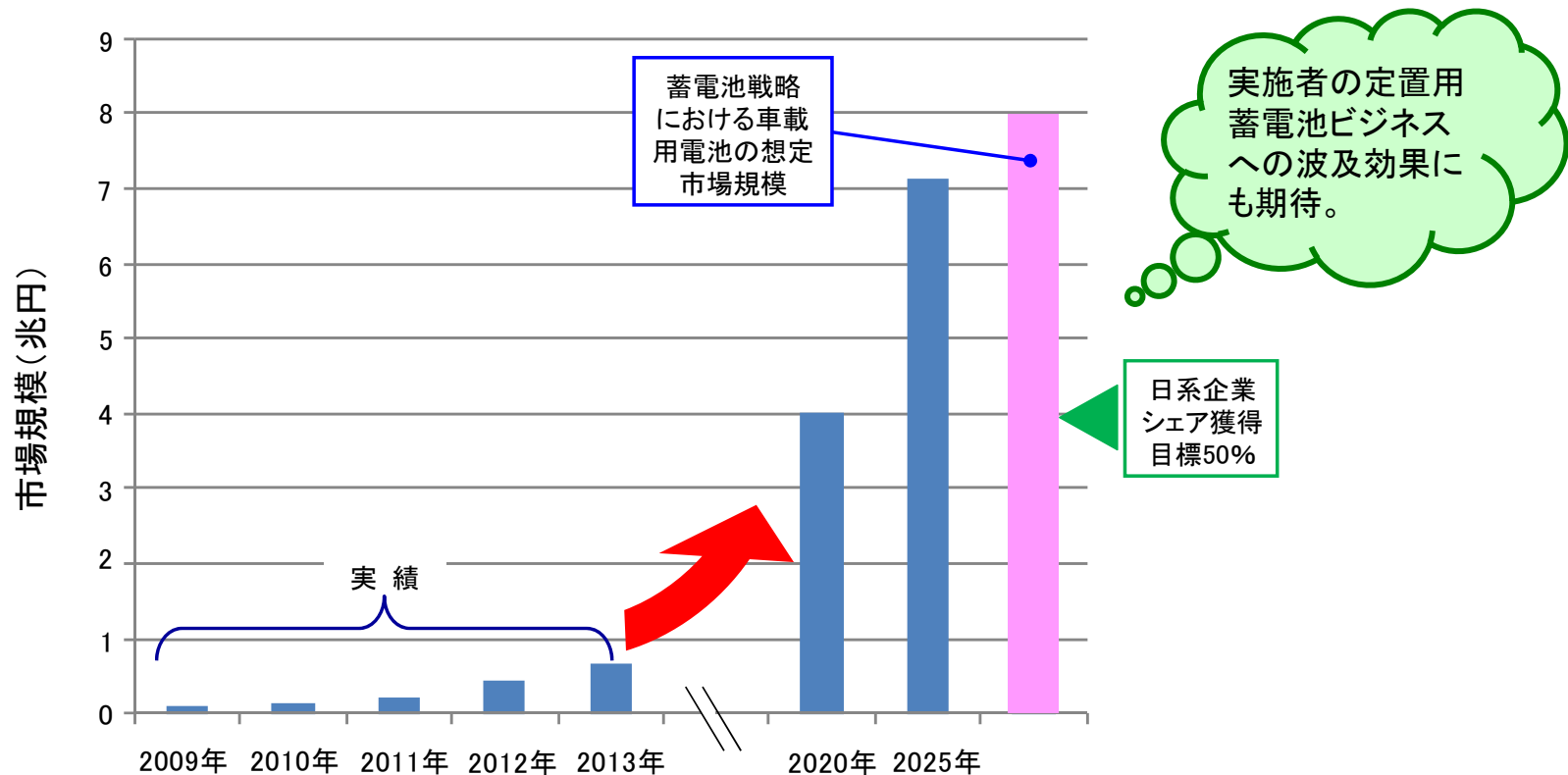


実施の効果 ～経済効果～

- 主要各国は、次世代自動車の普及拡大を図る計画を持っており、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。

車載電池の市場規模予測) 蓄電池戦略:8兆円、富士経済:4兆円@2020年、7兆円@2025年

- 参加企業の事業化後5年分の売上げ見通しは、蓄電池で約4.7兆円、自動車等の製品システムを含めると約8.6兆円。一方、プロジェクトの予算総額は約83億円であり、十分な費用対効果がある。



車載電池の世界市場規模の実績推移と予測

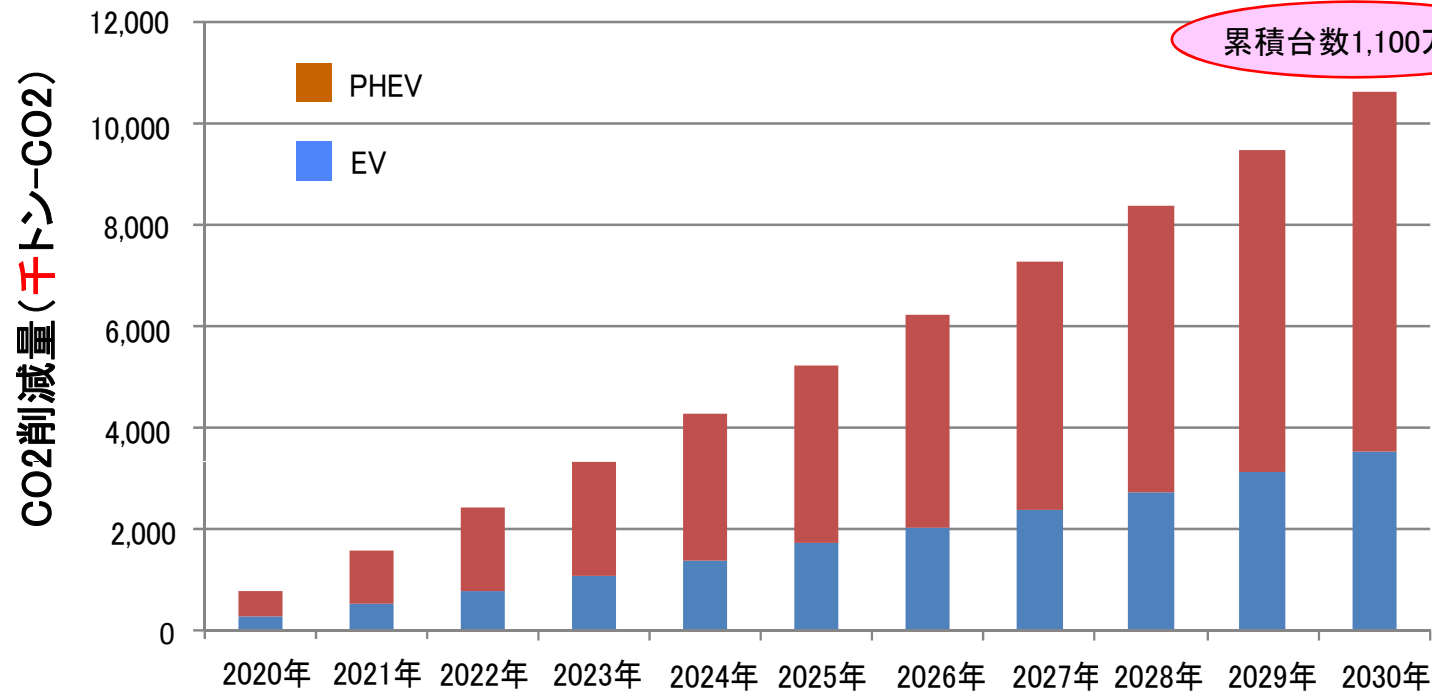
出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2014」(株式会社富士経済)

実施の効果 ～CO₂削減効果～

➤ EV・PHEVは CO₂削減ポテンシャルの高いエコカー。

年間削減量) EV: 1,063 kg-CO₂/年、PHEV: 929 kg-CO₂/年 ※Tank to WheelのNEDO試算値

➤ 政府目標「新車販売台数に占めるEV・PHEVの割合を2020年で20%、2030年で30%とする。」が実現した場合、2020年～2029年の平均で約**490**万トン-CO₂/年の削減効果が期待できる。



V2H、V2G普及への貢献による省エネ・CO₂削減効果、新ビジネス輩出等の波及効果にも期待。

EV・PHEV普及によるCO₂削減効果の試算

試算条件

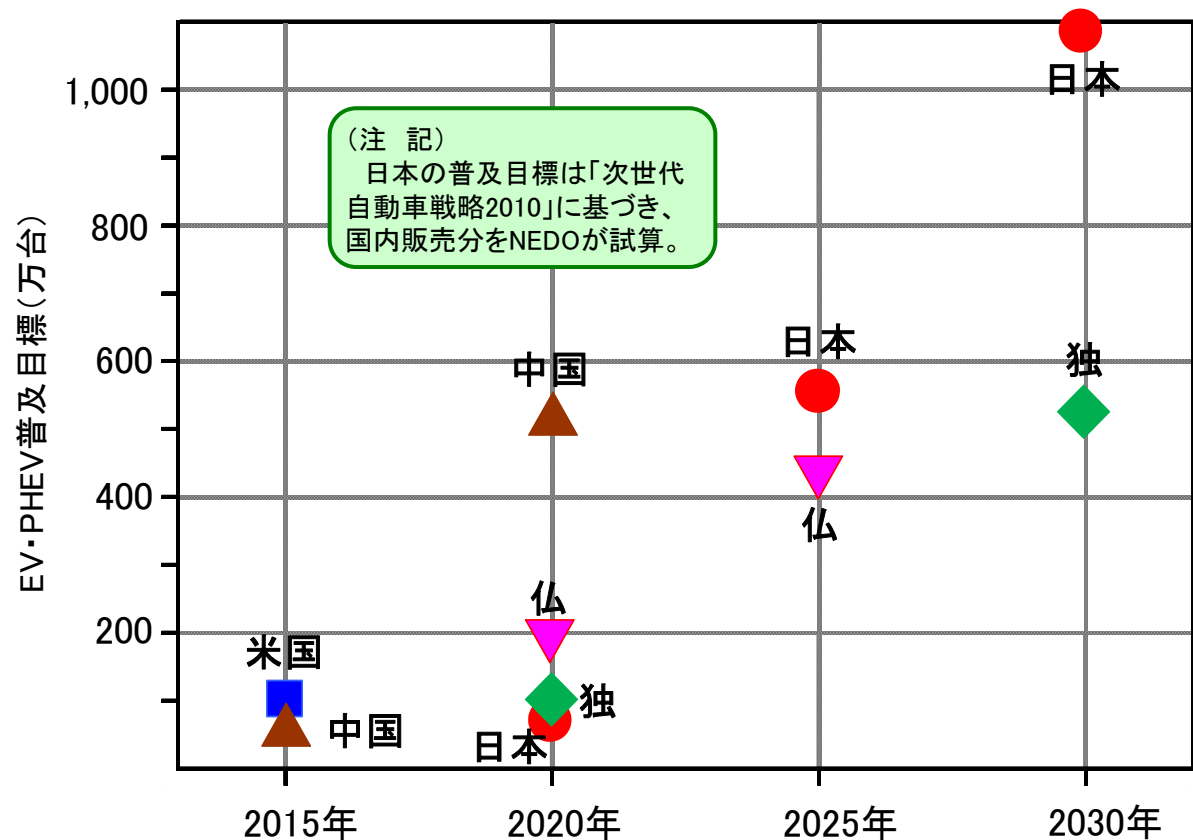
- EV走行モード電費: 日産リーフの0.114kWh/km(JC08モード)の1/0.7倍と仮定。
- HEV走行モード燃費: トヨタ自動車プリウスの30.4km/ℓ(JC08モード)の0.7倍と仮定。
- 電力CO₂排出係数: 0.487kg-CO₂/kWh (2012年度実績値)
- ガソリンCO₂排出係数: 2.322kg-CO₂/ℓ (経済産業省・環境省令第三号)
- 新車販売400万台/年で一定。販売比率EV:PHEV=3:7

政策動向

- 主要各国の政府は、環境・気候変動・エネルギー政策の一環として、EV・PHEVを100万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及び充電インフラの導入支援(補助金制度)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・設備投資の支援等、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普及政策

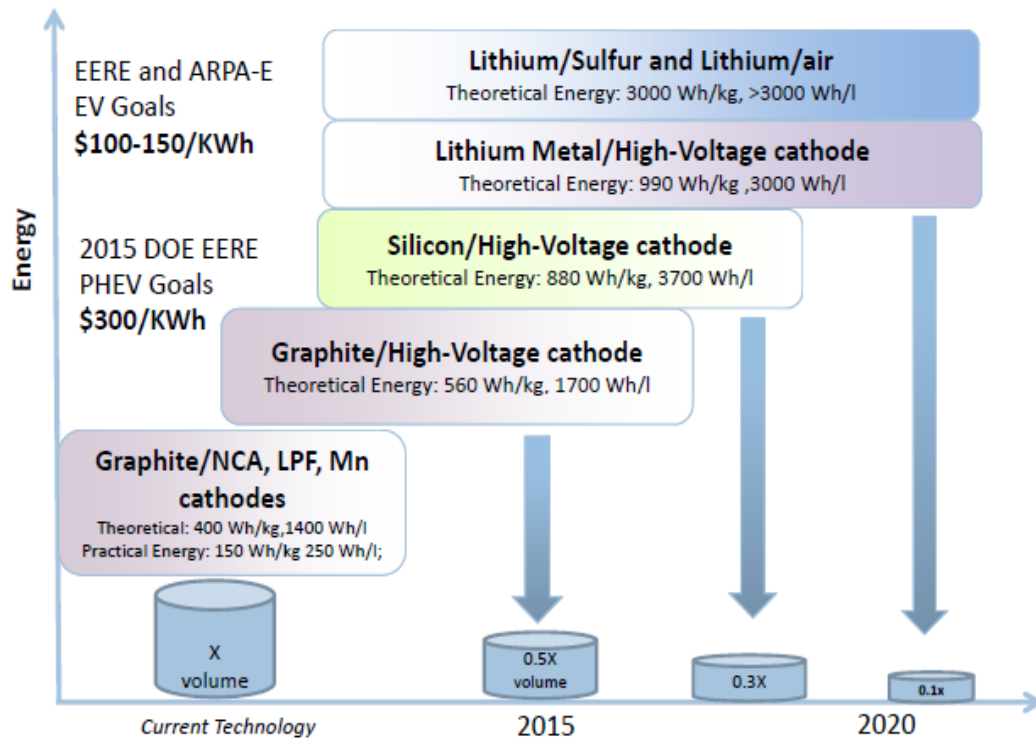
- 米国: One Million Electric Vehicle by 2015 (2011年)
- ドイツ: National Electromobility Development Plan (2009年)
- フランス: Plan national pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables (2009年)
- 中国: 省エネルギー・新エネルギー自動車産業発展計画 (2012年)
- 韓国: 電気自動車産業活性化案 (2009年)
- 日本: 次世代自動車戦略2010 (2010年、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



主要国のEV・PHEV普及目標

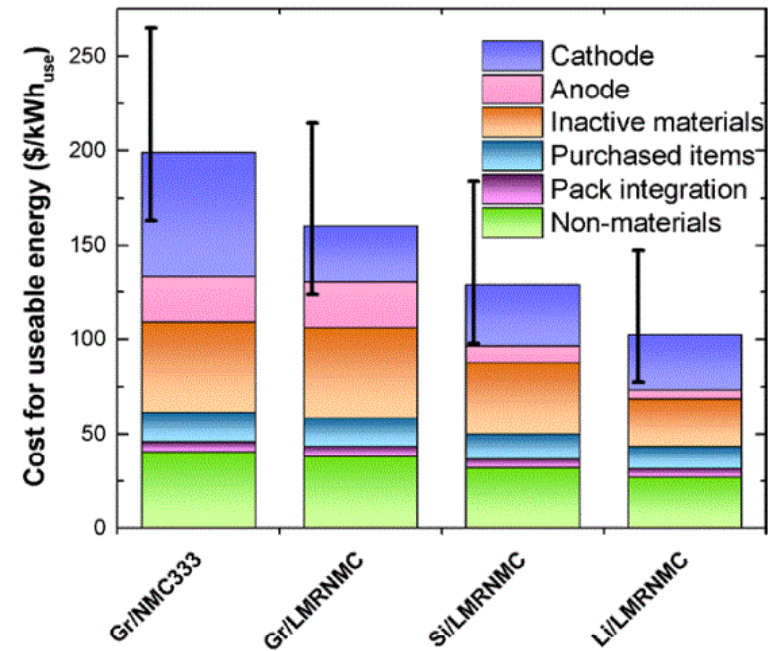
技術開発動向 ～米国～

- DOE自動車技術局(VTO)が年間2億円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。
 - 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2,000W/kg
- ビッグスリー(USABC)主導の下、Jonson 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。
- 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。



DOEの開発ロードマップ

出典: 「Fiscal Year 2013 Annual Progress Report for Energy Storage R&D」(2014年2月、DOE)



DOEの車載電池のコスト試算

技術開発動向 ～欧州、ドイツ～

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。
- 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。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。
- 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。また、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：
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。

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。
- 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。
- 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。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。LIBのパイロット生産施設(試験生産施設)をUlmに建設。
- 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)を設立。

技術開発動向 ～中国、韓国～

中国

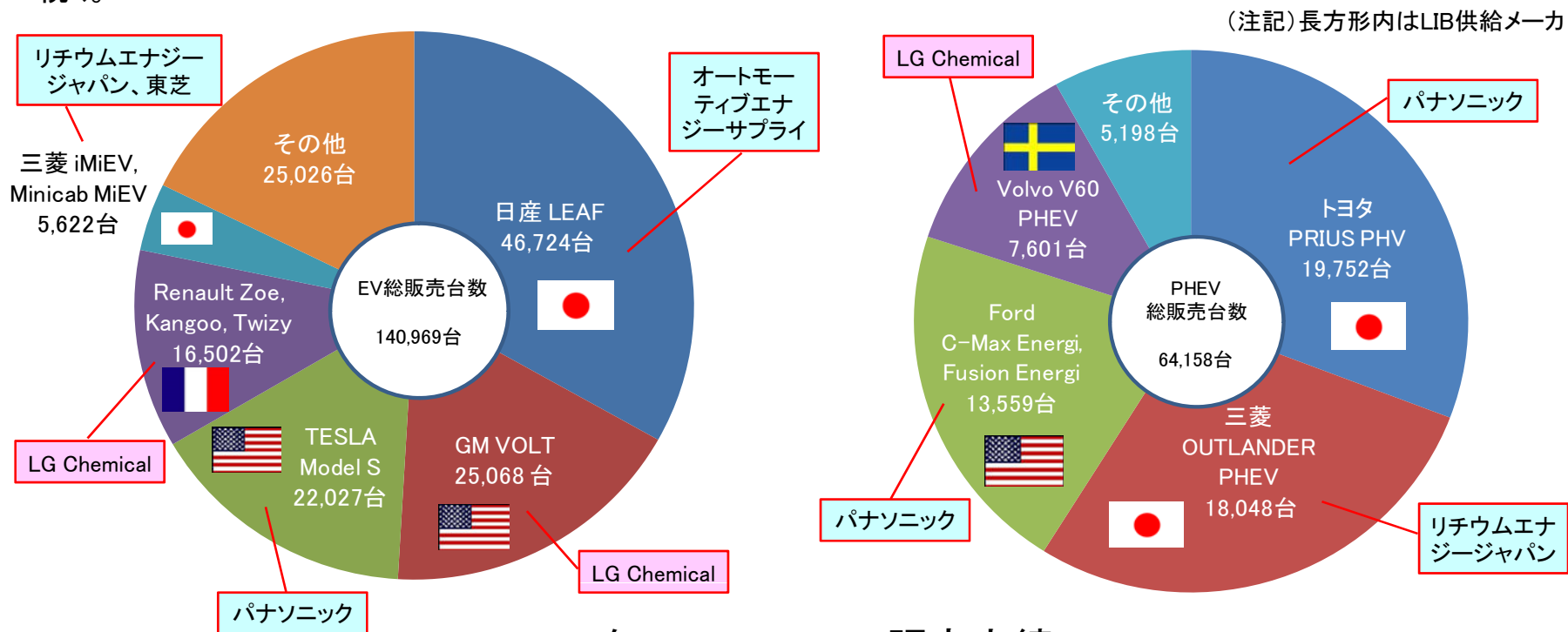
- 車載電池の開発は、「国家ハイテク研究発展計画」(863計画)の第12次5ヶ年計画(2011年～2015年)の枠組みで実施。2012年には、次世代自動車に特化した新プログラム「Industrialization Technology Innovation Project of New Energy Vehicles」を立上げ。開発予算総額は約2億元。
- 車載電池の開発目標@2020年:
 - コスト1,500元/kWh(2.5万円/kWh)、エネルギー密度300Wh/kg、サイクル寿命3,000回
- 正極ではリン酸金属塩リチウム、三元系、リチウム過剰マンガン系固溶体、負極材では黒鉛、シリコン系、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。

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。
- 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。

市場・産業動向 ～EV・PHEV～

- 2011年～2013年の過去3年間における世界販売はEV約21万台、PHEV約14万台、合計で約35万台。
- 世界販売@2013年は、EVが約14万台、PHEVが約6万台、合計で約20万台。EV、PHEVともに米国販売が最多で、EVが約7万台（世界全体の約50%）、PHEVが約2万6,000台（世界全体の約40%）。
- 国内販売@2013年はEVが約1万7,000台（世界全体の約12%）、PHEVが約1万3,000台（世界全体の約21%）。
- EVの世界販売トップは日産LEAFの約4万7,000台（世界シェア約33%）、GM VOLT、TESLA Motors Model Sが続く。
- 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%）、三菱OUTLANDER が約1万8,000台で続く。



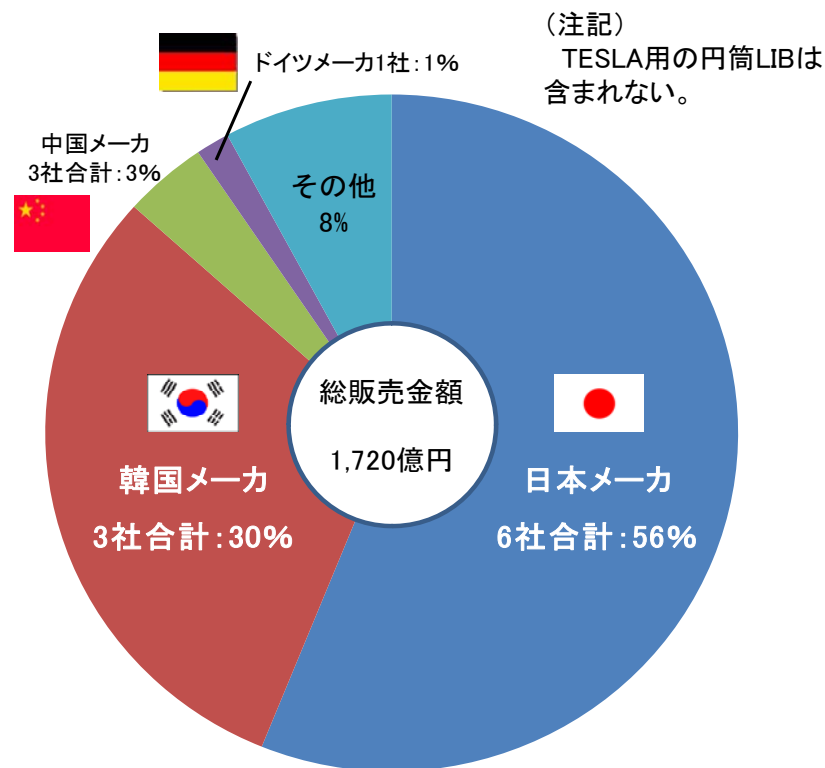
2013年 EV・PHEVの販売実績

出典: EVobsession、MARKLINES自動車産業ポータル等

市場・産業動向 ～車載LIB～

市場動向

- 現時点では日系メーカーは競争力を有している。韓国メーカーがLIBを供給する欧米自動車メーカーも積極的な販売計画を立てており、追い上げに注意が必要。



2013年 国別メーカーシェア (金額ベース)

海外蓄電池メーカーの動向

- **LG Chemical**
GM、Ford、Renault、現代にLIBを供給。セルはMn系正極、ハードカーボン負極、ポリマー電解質、セラミック被覆セパレータで構成されるラミネート形が標準。DOEプロジェクトでは、Mnリッチ層状岩塩構造正極を開発中。
- **Samsung SDI**
BMW、VW、FiatにLIBを供給。独BOSCHとの合併事業は解消。NMC正極の角形セルで事業展開しているが、TESLAに円筒LIBの採用を働きかけていると見られている。
- **SK Inovation**
現代、起亜、Daimler、三菱ふそうにLIBを供給。独Continentalと合併でLIB組立会社をドイツに設立。セルは、NMC正極の角形又はラミネート形。DOEプロジェクトではコアシェル安定化材料で被覆した正極材を開発中。
- **Johnson Controls**
Daimler、FordにLIBを供給。仏Saftとの合併事業は解消。円筒形にはNAC正極、角形にはNMC正極を使用。DOEプロジェクトでは、NiリッチNMC正極とLi過剰層状岩塩構造正極を開発中。

特許・標準化動向

特許動向

- 特許出願件数は日本が圧倒的に多い。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。
- 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8,143件、次いで負極が6,406件。

出願人国籍別の特許出願件数

	1998年～2007年 (10年間)		2006年～2010年 (5年間)	
	件数	割合	件数	割合
日本	17,781	66.1%	11,625	52.7%
米国	2,149	8.0%	1,585	7.2%
欧州	1,587	5.9%	1,668	7.6%
中国	1,289	4.8%	2,921	13.2%
韓国	3,704	13.8%	3,906	17.7%
その他	378	1.4%	362	1.6%
合計	26,888	100%	22,068	100%

出典:「平成21年度特許出願技術動向調査ーリチウムイオン電池ー」(特許庁)
「平成24年度特許出願技術動向調査ーリチウム二次電池ー」(特許庁)

標準化動向

- 発行済みのIEC 62660-1,2及びISO 12405-1,2はNEDOのLi-EADプロジェクトの成果が反映されたもの。
- IEC/ISO/PAS 16898(セル寸法)の審議において、ドイツより車種別・形状毎に単一の寸法と容量を設定するとの提案があった。技術開発を阻害する虞、コスト低減効果が期待薄との日本の主張に他国が同意。
- 現在、IEC 62660-3及びISO 12405-3が検討されている。内部短絡による熱暴走に至った場合の熱連鎖の防止が主要な課題。車両設計によって電池システムも異なってくるため、慎重な議論が必要な状況。

車載電池の主な国際規格

LIBセル
 IEC 62660-1* 性能試験
 IEC 62660-2* 信頼性・誤用試験
 IEC 62660-3 安全要件
 IEC/ISO/PAS 16898* セル寸法

※印は発行済み。

LIBパック・システム
 ISO 12405-1* 高出力用試験
 ISO 12405-2* 高エネルギー用試験
 ISO 12405-3 安全要件
 ISO 18300 LIB・キャパシタシステム



<p>第Ⅰ章 事業の位置 付け・必要性について</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. NEDOの事業としての妥当性 2. 事業目的の妥当性
<p>第Ⅱ章 研究開発 マネジメントについて</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究開発目標の妥当性 2. 研究開発計画の妥当性 3. 研究開発実施体制の妥当性 4. 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性
<p>第Ⅲ章 研究開発成果 について</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目標達成度、今後の課題と課題解決の見通し 2. 知的財産の取得、成果の普及
<p>第Ⅳ章 実用化・事業 化に向けての見通し 及び取組みについて</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 実用化・事業化の見通しについて 2. 実用化・事業化に向けた具体的取組み

本プロジェクトの研究開発目標 ～基本計画の記載～

◆ 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)

次世代リチウムイオン電池として2020年～2025年頃のEV用及びHEV/PHEV用の主動力を想定し、下記目標を基本とするが、個別の目標(中間目標及び最終目標)は提案者が公募時に技術開発テーマ及び事業化計画とともに提案し、採択決定後にNEDOと協議の上、個別に実施計画に定める。

[最終目標](平成28年度末)

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PHV用途性能目標のいずれかとコスト目標の達成を見込める技術を確立し、その技術で小型実用電池を試作・評価する。

製造プロセス技術開発については、EV用途性能目標、PHV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。

- 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
- PHV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

専門家・学識者を交えて議論・策定した「NEDO二次電池技術開発ロードマップ2013／自動車用二次電池ロードマップ」の目標値と整合。

◆ 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)

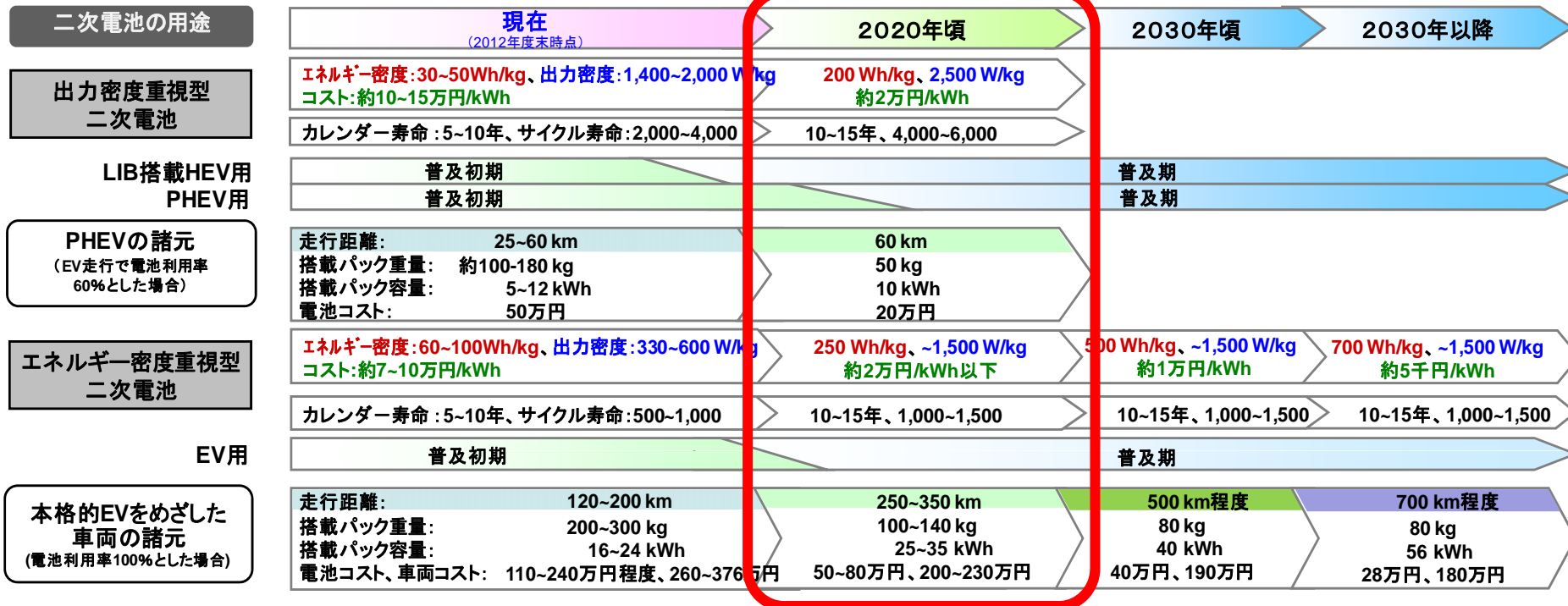
下記目標を基本とするが、各開発の年度目標は提案者が公募時に技術開発テーマ及び事業化計画とともに提案し、採択決定後にNEDOと協議の上、個別に実施計画に定める。なお、目標値に対する評価は、個別に想定するリチウムイオン電池の設計仕様に基づいて評価する。

[最終目標](平成28年度末)

- 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フィールドテスト等によって実証する。
- 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セルまたは電池パック実用化の目処を得る。

NEDO Battery RM2013 / 自動車用二次電池ロードマップ

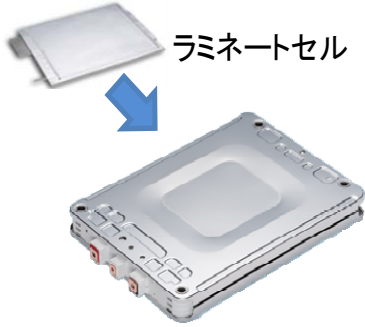
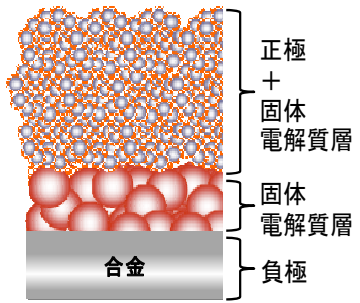

(BMU等を含むパックでの表記)



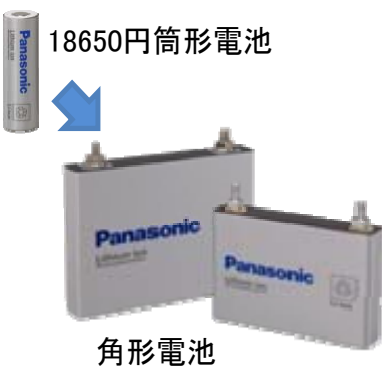

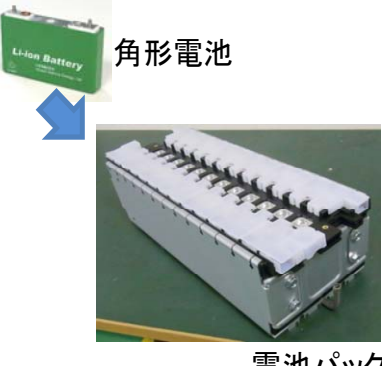
二次電池の課題	現行LIB	先進LIB	ブレークスルーが必要	革新電池
課題となる要素技術	スピネルMn系他	高容量化・高電位化等		金属-空気電池 (Al, Li, Zn等)
正極	炭酸エステル系混合溶媒他	難燃性・高耐電圧性等		金属負極電池 (Al, Ca, Mg等) 等
電解液	炭素系	高容量化等		
負極	微多孔膜	複合化、高次構造化・高出力対応 等		
セパレータ	新電池材料組合せ技術 / 電極作製技術 / 固-液・固-固界面形成技術 等			
電池化技術	界面の反応メカニズム・物質移動現象の解明、劣化メカニズムの解明、熱的安定性の解明、「その場観察」技術・電極表面分析技術の開発、等			
長期的基礎・基盤技術の強化	システムとしての安全性・耐環境性の向上、V2H/V2G、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			
その他課題				

「高性能リチウムイオン電池技術開発」 各実施者の開発概要

- 3グループがEV用、1グループがPHEV用、2グループがEV用及びPHEV用のLIB開発を実施。
- 本プロジェクトの目標達成の可能性を有した電極・電解質材料、セル・パック化技術等、車載LIBのキー技術を取り上げている。また、実用化が狙えない基礎研究フェーズの技術や産業としての実現性に乏しい技術は取り上げていない。加えて、各要素技術間の関係、順序も適切。




項目	日産自動車(株)	トヨタ自動車(株) (株)豊田中央研究所	日本電気(株) 積水化学工業(株) (株)田中化学研究所
対象	EV用リチウムイオン電池	EV用全固体電池	EV用リチウムイオン電池
概要	量産工法に基づく高容量Si合金負極材料及びそのセル化技術の開発	安全性ポテンシャルの高い全固体電池をEV用の高エネルギー密度型電池として開発	高容量・低コスト酸化物系正極を用いた高エネルギー密度電池を開発
開発項目	①高性能Si合金負極活物質の合成方法開発 ②高性能Si合金負極の開発 ③3Ah級ラミネートセルの開発及び放射光を用いた高度解析	①固体電解質と正極・負極材料の開発 ②電極/電解質間の固体界面作製方法と評価技術の開発 ③量産合成方法の検討と電池試作評価	①正極材料(Li過剰系等)・負極材料(Si合金等)の開発 ②電解液及び高耐圧セパレータの開発 ③開発材料を適用した8Ah級ラミネートセルの開発
開発対象イメージ	 <p>ラミネートセル</p> <p>電池パック</p>	 <p>正極 + 固体電解質層</p> <p>固体電解質層</p> <p>合金</p> <p>負極</p> <p>全固体電池セル</p>	 <p>NEC</p> <p>ラミネートセル</p> <p>電池パック</p>

「高性能リチウムイオン電池技術開発」 各実施者の開発概要 ～ 続き ～

項目	パナソニック(株)	(株)東芝	(株)日立製作所 日立オートモティブ システムズ(株)
対象	PHV用リチウムイオン電池	EV、PHV用リチウムイオン電池	EV、PHV用リチウムイオン電池
概要	PHV用高電圧充電電池の開発	チタン酸化物を負極に用いた高エネルギー密度セル及び高入出力電池パック(EV、PHV用)を開発	高容量正負極材料を用いた電池化要素技術及び電池パックの高密度化実装技術開発
開発項目	<ul style="list-style-type: none"> ①高容量正極活物質(Li過剰系等)及び電極の開発 ②耐高電圧及び高電導電解液の開発 ③開発材料を適用した18650円筒形電池と角形電池の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ①高容量正極(三元系等)・負極(チタン酸リチウム等)の開発 ②低コストプロセス開発 ③冷却パックの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ①高容量正極(Ni含有系等)・負極材料(黒鉛系等)の開発 ②開発材料を適用した30Ah級実規模電池の開発 ③高密度化実装技術の開発
開発対象イメージ	 <p>18650円筒形電池</p> <p>角形電池</p>	 <p>30Ah級</p> <p>現状のセルを高容量化</p> <p>電池パック</p>	 <p>角形電池</p> <p>電池パック</p>

「高性能リチウムイオン電池応用技術開発」 実施者の開発概要


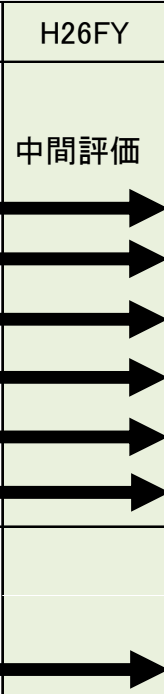

- 港湾設置のヤードクレーン、トラクターヘッド用LIB(セル、モジュール等)の開発を実施。
- 省エネルギーや環境負荷低減への配慮からコンテナヤードの電動化が強く求められる状況。また、数千億円規模の市場が存在することから、LIBの用途拡大を図るテーマとして適切。
- 実施者は、先行して製品化されているハイブリッド式ヤードクレーン、トラクターヘッドの技術課題(急速充放電)を解決するための開発項目を取り上げている。

項目	三井造船(株), エレクセル(株), 三井造船システム技研(株)		
対象	港湾荷役機械		
概要	ヤードクレーン、トラクターヘッド等の港湾荷役機械の電動化に適用するための急速充放電が可能な電池モジュールの開発		
開発項目	① 実機電池システムの仕様検討 ② リン酸鉄リチウム正極材料の高性能化 ③ ハイレート電池モジュールの開発 ④ 電池セルの劣化特性の評価		
開発対象イメージ	 <p>ハイレート電池モジュール</p>	 <p>ヤードクレーン</p>	 <p>トラクターヘッド</p>

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					

研究開発予算

- 前半3年間の予算総額は約58.5億円。
- 後半2年間の予算総額は約24.5億円。5年間合計の予算総額は約83億円となる見込み。

研究開発予算(NEDO負担額)

[単位:百万円]

研究開発項目	実施者	H24FY	H25FY	H26FY	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	95	(123)	(47)	(449)
	(2) トヨタ自動車	354	627	643	(267)	(249)	(2,140)
	豊田中央研究所	14	52	31	(18)	(18)	(133)
	(3) 日本電気	120	100	80	(80)	(80)	(460)
	積水化学工業	140	130	100	(66)	(46)	(482)
	田中化学研究所	60	53	35	(27)	(25)	(200)
	(4) パナソニック	189	189	189	(189)	(188)	(944)
	(5) 東芝	246	492	521	(381)	-	(1,640)
	(6) 日立製作所	168	166	110	(123)	(107)	(674)
	日立オートモティブシステムズ	293	199	136	(285)	(133)	(1,046)
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)	(7) 三井造船	10	15	15	-	-	(40)
	エレクセル	36	17	15	-	-	(68)
	三井造船システム技研	6	10	13	-	-	(29)
合計		1,710	2,160	1,983	(1,559)	(893)	(8,305)

研究開発実施体制

- 各実施者は競合、売り手・買い手等、立場が異なる。
- NEDOは、各実施者の事業戦略・開発戦略を尊重しつつ、公平なマネジメントを実施し、日本全体の競争力の強化を図る。

NEDO

技術委員会
(蓄電技術開発)

- 学識者・専門家より助言・意見をもらいながら、プロジェクトを推進。
- 車載LIB国際規格の国内審議団体であるBAJ、JARIをメンバーに加え、開発情報を共有。
- 他NEDOプロジェクトのPLもオブザーバー参加。

研究開発項目①「高性能リチウムイオン電池技術開発」

日産自動車
「高容量Si合金負極の研究開発」

トヨタ自動車, 豊田中央研究所
「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」

日本電気、積水化学工業、田中化学研究所
「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」

パナソニック
「PHEV用高電圧充電用リチウムイオン電池の研究開発」

東芝
「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」

日立製作所、日立オートモティブシステムズ
「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研究開発」

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
「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」

- 各実施者は、EV・PHEV及び車載LIBの研究開発・事業化に豊富な経験・実績を有する。
- 研究部門と事業部門が協働してプロジェクトに取り組む体制を構築するよう、NEDOは指導。

- 三井造船は港湾荷役機械の国内トップメーカー。エレクセルはLIBの生産と特性評価技術を保有。

	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
	鳶島 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

実用化・事業化戦略、プロジェクト運営マネジメント

実用化・事業化戦略

- 各実施者は、成果の実用化・事業化戦略及びシナリオを「課題設定型産業技術開発費助成金交付申請書」に「企業化計画書」を添付し、NEDOに提出済み。
- 各実施者は、本プロジェクト終了以降の製品設計～量産設備投資～販売までの計画、売上げ見通し等を「企業化計画書」に明記。⇒「非公開の部」で各実施者が報告。

「企業化計画書」の構成

1. 研究開発を行う製品・サービス等の概要
 - (1) 内容
 - (2) 用途(販売予定先)
2. 研究開発への取組み
 - (1) 研究開発を考えるに至った経緯(動機)
 - (2) 事業として成功すると考えた理由
 - (3) 事業化のスケジュール
3. 市場の動向・競争力
 - (1) 市場規模(現状と将来見通し)／産業創出効果
 - (2) 競合が想定される他社の開発動向とそれに対する優位性の根拠
 - (3) 価格競争力
4. 売上見通し
 - (1) 売上見通し
 - (2) 売上見通し設定の考え方

プロジェクト運営マネジメント

- NEDOは実施者の開発進捗を常に把握するとともに、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義、事業化の可能性等を随時、確認しながら、プロジェクトを運営・管理。
 - 4半期に1回、実施者と開発進捗会議を開催。
 - 年2回、実地調査を実施。開発現場を訪問し、試作品、研究開発設備等を確認。
 - 毎月、予算執行状況を確認。
- 上記したマネジメントを進める中、研究開発・事業化の加速や開発品の付加価値向上等を図るため、NEDOは次のような対応を取ってきた。
 - 研究計画の変更(追加予算の配賦):6社8件
 - 「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」プロジェクトにおける全固体電池のテーマ化。
 - 三井造船グループに対して、「安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発」における早稲田大学／劣化診断技術の紹介。

知的財産・標準化に係るマネジメント

知的財産

- 助成事業であることから、個々の実施者の知財戦略は尊重しつつ、アウトカムの最大化を図るマネジメントに取り組んでいる。

基本的な考え方

- 市場シェアアップに結び付く戦略的な特許出願。
- 積極的な海外出願。
- 技術情報流出防止の徹底。
- 各実施者の特許出願・権利化状況を逐次、把握。

- 平成26年6月末現在のプロジェクト全体の特許出願は184件（うち外国出願88件）。
- 特許庁・技術動向調査班ともコンタクトを取りながら、海外勢の特許出願動向の把握に努めている。

標準化

基本的な考え方(1)

- グローバル市場で競争力を獲得するには、知的財産(新技術)と標準化を組み合わせたビジネス戦略が必要。
- 標準化で主導権を確保するには、標準化機関への提案を早く始める必要がある。そのためには、研究開発関係者と標準化関係者との緊密な連携が必要。

基本的な考え方(2)

- 日本企業が強みとする摺合せ型ブラックボックス領域（車載LIB及び電池システム）はオープン標準化しない。

- 経済産業省が実施中の国際標準化事業にオブザーバーで参加し、国際標準化の動向を把握。
- 「NEDO技術委員会」のメンバーには、国内審議団体であるBAJ、JARIを加え、開発情報を共有。
- 現在、ISO/IECやEVS-GTRにおいて、安全性試験・評価法（内部短絡、熱暴走、熱連鎖）が議論されているが、日本にとってどのような取組みが必要であるかを自動車業界関係者等と議論中。

第Ⅰ章 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 2. 事業目的の妥当性
第Ⅱ章 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 2. 研究開発計画の妥当性 3. 研究開発実施体制の妥当性 4. 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性
第Ⅲ章 研究開発成果 について	1. 目標達成度、今後の課題と課題解決の見通し 2. 知的財産の取得、成果の普及
第Ⅳ章 実用化・事業 化に向けての見通し 及び取組みについて	1. 実用化・事業化の見通しについて 2. 実用化・事業化に向けた具体的取組み



高容量Si合金負極の開発（日産自動車）

開発成果と達成度

開発項目	中間目標	成果	達成度
高性能Si合金負極活物質の量産化	Si合金活物質の合成方法を開発し、ハーフセルで電極性能を実証。	<ul style="list-style-type: none"> 遊星ボールミル及び急冷ロール合成法を開発。 合成したSi合金活物質で負極を作製し、ハーフセルで900mAh/gを達成。 	○ ◎
高性能Si負極複合材	負極設計指針の獲得。	導電助材及びバインダーポリマーの物性と電池の耐久性の間に相関を得た。	○
高度解析	Si合金活物質の材料設計指針の獲得と材料合成へのフィードバック。	Si合金の微細構造解析の結果、電池の耐久性とSi配位数の間に相関性を得た。この結果を基に耐久性に優れたSi合金活物質の材料組成を見出した。	◎
電池セル試作、評価	<ul style="list-style-type: none"> 50mAh小型ラミネートセルにてエネルギー密度300Wh/kg以上。 3Ah大型セルにてエネルギー密度270Wh/kg以上。 釘刺試験で発火しないこと。 	<ul style="list-style-type: none"> 50mA小型ラミネートセルにてエネルギー密度300Wh/kgを達成した。 4Ah大型セルにてエネルギー密度270Wh/kgを達成。 釘刺試験にて発火しないことを検証。 	○ ○ ○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

高容量Si合金負極の開発（日産自動車）

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題解決の見通し
高性能Si合金負極活物質の量産化	Si合金活物質の合成方法絞り込みとプロセス適正化。	Si合金活物質合成方法の量産対応と品質安定性。	少量の合成方法は開発済み。バッチサイズ、冷却速度等の最適化により量産性と品質安定性に対応する見込み。
高性能Si負極複合材	負極の材料仕様決定と複合化粒子の合成方法開発。	複合化粒子の量産対応と品質安定性。	少量の合成方法は開発済み。開発した合成方法のスケールアップにより量産対応する見込み。
高度解析	耐久性を満足するSi合金の微細構造/化学状態の特定。	活物質・電極・セルの品質仮目標値設定による負極の実用化。	透過型電子顕微鏡観察及び放射光解析によりSi周辺の微細構造解析を行い、Si合金の品質を確保する見込み。
電池セル試作、評価	<ul style="list-style-type: none"> •3Ah級ラミネートセルを用いて、エネルギー密度300Wh/kg以上を実証。 •釘刺試験で発火しないこと。 	<ul style="list-style-type: none"> •高エネルギー密度化に対応した電解液の選定。 •大型ラミネートセルの電池諸特性評価。 	平成25年度までに開発した複合化粒子、バインダー、導電助材と電解液の特性最適化により、300Wh/kg級セルを実証する見込み。

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)

開発成果と達成度

開発項目	中間目標	成果	達成度
電極及び固体電解質層の作製プロセスの確立	エネルギー密度600Wh/Lセルの実証。	正極活物質と固体電解質の粒径最適化、コーティング技術・界面抵抗低減技術の適応によりエネルギー密度600Wh/Lを達成。	○
電極抵抗の低減と固体電解質の低温焼結化	正極活物質と固体電解質の界面抵抗200Ω cm ² 以下。	正極活物質と一体焼成できる低温焼結型の高イオン電動固体電解質を開発し、界面抵抗200Ω cm ² を達成。	○
正極活物質の微粒子化技術の開発	正極活物質を100nm以下にする微粒子化技術の確立。	焼成条件を適正化し、粒子径100nm以下の正極活物質を得た。	○
電極界面形成用ガラス固体電解質の開発	活物質上に薄膜形成できるガラスコーティング溶液の開発。	転動流動法でコーティングできるガラスコーティング溶液を開発。	○
正極活物質への単粒子コーティング	超微粒子に対応できる流動装置の開発。	超微粒子へのコーティングを実現するための装置を開発し、超微粒子へのコーティングを実証。	○
全固体電池における固体界面の作製と評価	正極活物質の利用率が90%以上の電極作製技術の開発。	充填度が90%以上の電極を用いた全固体電池において、正極活物質の初期利用率93%を達成。	○
サイクル特性に優れた高容量な合金負極の開発	初期容量1,500mAh/g以上の負極の開発。	複数の材料系で2,000mAh/gを超える初期容量を確認。	○

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)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題解決の見通し
電極及び固体電解質層の作製プロセスの確立	エネルギー密度600Wh/Lセルの実証。	出力特性の改善と、高電圧正極材料と新規負極材料の適応。	正負極材料組成の適正化により、最終目標を達成する見込み。
電極抵抗の低減と固体電解質の低温焼結化	正極活物質と固体電解質の界面抵抗200 Ω cm ² 以下。	低融点固体電解質の導電率向上と、正極活物質との界面形成。	固体電解質組成の改良により、導電率の向上と焼結温度の低温下とのバランスを図り、目標を達成する見込み。
正極活物質の微粒子化技術の開発	正極活物質を100nm以下にする微粒子化技術の確立。	量産にも対応出来る噴霧熱分解製造方法の開発。	焼成条件及び噴霧ノズル等の検討により、目標を達成する見込み。
電極界面形成用ガラス固体電解質の開発	活物質上に薄膜形成できるガラスコーティング溶液の開発。	ガラスコーティング膜と活物質との反応性確認。	TEM等の状態分析により反応性を確認する。
正極活物質への単粒子コーティング	超微粒子に対応できる流動装置の開発。	超微粒子へのコーティング膜形成安定化。	粒子分散機構の開発により目標を達成する見込み。
全固体電池における固体界面の作製と評価	正極活物質の利用率が90%以上の電極作製技術の開発。	初期不可逆容量の低減とサイクル特性の向上。	活物質の微粒子化と密着性に優れたコーティング膜の形成技術により目標を達成する見込み。
サイクル特性に優れた高容量な合金負極の開発	初期容量1,500mAh/g以上の負極を開発。	粉体Siをベースとした合成法の開発。	材料組成の最適化で高容量とサイクル性能を両立する見込み。

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)

開発成果と達成度

開発項目	中間目標	成果	達成度
電池パックのエネルギー密度向上	エネルギー密度250Wh/kg	低コストリチウム過剰層状岩塩構造酸化物正極及び高容量シリコン化合物負極を用いて高エネルギー密度化を確認。	○
高容量密度正極材料	容量240mAh/g vs. Li/Li ⁺	<ul style="list-style-type: none"> 前NEDOプロジェクトの成果を発展させ最終目標に近い容量密度を実現。 製造プロセスを見直し低コスト化の目処を得た。 	○
高容量密度負極材料	容量1,300mAh/g	シリコン化合物を最適化することで最終目標に近い容量密度を実現。	○
低コスト化	価格2,000円/kWh	<ul style="list-style-type: none"> 8Ah級セルを用いた電池パックを試作、コスト試算を実施。 エネルギー密度の向上、セル設計、パック構造の最適化により、目標達成の目処を得た。 	○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

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)

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題解決の見通し
電解液の分解抑制	5.3V vs. Li/Li ⁺ 分解ガス発生無し	電解液の開発と並行して電極での分解反応を抑制。	正極、負極をコートすることで分解反応を抑制及びイオン液体など新たな電解質の開発により課題達成の見込み。
電池パック最適化	各2チームの正極及び負極開発体制から各1チームに絞り込みを実施。電池パックとしての最適化。	正極・負極を選定した後に電解液、セパレータとのマッチングを検証、最適化を図る。	平成26年度末に正極・負極を選定する。並行して電解液、セパレータの開発、セル化、統合技術開発を行う。

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）

開発成果と達成度

開発項目	中間目標	成果	達成度
高エネルギー密度化要素技術	エネルギー密度170Wh/kg	遷移金属酸化物を中心に正極活物質の材料組成の適正化と粉体圧縮流動性改善による電極の高密度化により、185Wh/kgを達成。	◎
高安全化要素技術	燃焼ガス解析手法の確立	安全性を評価する手法として燃焼ガスの解析手法を開発した。また、耐熱性極板の開発により、燃焼ガスの発生抑制を確認。	○
長寿命化要素技術	500サイクル後の容量維持率70%以上（充電電圧：4.6V）	<ul style="list-style-type: none"> • サイクル劣化のメカニズム解析を行い、電解液の酸化劣化と容量維持率に相関性を得た。 • 新たに開発した耐酸化性溶媒を電解液に適用し、4.6V充電電圧で700サイクル後に70%の容量維持率を実証。 	○
高出力化要素技術	出力密度2,100W/kg	電解液組成の適正化により、18650円筒型電池で2,100W/kgを達成。	○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

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）

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題解決の見通し
高エネルギー密度化要素技術	エネルギー密度 200Wh/kg以上	<ul style="list-style-type: none"> 電極の高密度化プロセス セパレータ、集電体等の軽量化 	活物質の形状、粒径の適正化及び電極高圧縮プロセスの開発による電極の高密度化と、セパレータ及び集電体の薄体化等による電池の軽量化で目標を達成する見込み。
高安全化要素技術	内部短絡時に破裂発火しないこと。	安全性確保のため、活物質の適正化、新規溶媒、耐熱層の開発。	結晶性制御や表面修飾等の適正化により活物質の熱安定性向上を図る。また、耐熱層の厚みや材料の適正化により内部短絡試験時の発熱を抑制し、安全性を確保する見込み。
長寿命化要素技術	製品仕様の容量維持率70%以上	活物質の高強度化	充電電圧の適正化するとともに、結晶性制御や元素置換等により活物質の高強度化を行う。また、電解液組成の適正化により、目標値を達成する見込み。
高出力化要素技術	出力2,500W/kg以上	電解液添加剤の選定と新電極構造の開発。	電解液添加剤の適正化と結着剤の適正配置した新電極構造を開発し、目標を達成する見込み。

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）

開発成果と達成度

開発項目	中間目標	成果	達成度
EV用途： 高エネルギー密度化・ 低コスト化	<ul style="list-style-type: none"> 負極LTOセルでの225Wh/Lの達成。 セルコスト現行比40%減の達成。 	<ul style="list-style-type: none"> 活物質組成の最適化等により現行セルサイズで容量20%増の24Ahセル（225Wh/L）を達成。 電極構造低コスト化開発等により、セルコスト目標値を達成する要素技術を確立。 	○
PHV用途： 冷却パックの開発	冷却パック開発の要素開発終了。	冷却方式毎の冷却効果を定量的に検証し、パック冷却要素技術を確立。	○
ISS用途： 低コスト化	負極LTOセルにおいて、現行出力性能を維持してセルコスト現行比40%減の達成。	電極構造低コスト化開発に加え、薄塗り塗工プロセスの生産性向上技術開発によりセルコスト目標値を達成する要素技術を確立。	○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

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）

今後の課題と課題解決の見通し

開発項目	最終目標	今後の課題	課題解決の見通し
EV用途： 高エネルギー密度化・ 低コスト化	<ul style="list-style-type: none"> •275Wh/Lの達成。 •セルコスト30円/Whの達成。 	<ul style="list-style-type: none"> •新規活物質の開発、材料組成最適化等による高容量化。 •電極構造開発等の量産化技術開発及びその検証。 	<ul style="list-style-type: none"> •新規活物質の材料ミクロ解析による性能ポテンシャル評価及び現行材料系での高容量化により高容量化を達成する見込み。 •製造装置からの一貫したプロセス開発によりコスト目標を達成する見込み。
PHV用途： 冷却パックの開発	冷却パックの開発完了。	冷却パックの開発	実機での冷却要素技術の検証を行い、開発を完了する見込み。
ISS用途： 低コスト化	出力性能を維持してセルコスト30円/Whの達成。	電極構造開発等の量産化技術開発及びその検証。	製造装置からの一貫したプロセス開発によりコスト目標を達成する見込み。

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)

開発成果と達成度 ～日立製作所～

開発項目	中間目標	成果	達成度
高容量正極	高容量正極材料の1次選定	高Ni含有正極材料と、Li過剰層状正極材料を有望な候補材として選定。正極材料の1次選定を完了。	○
高容量負極	高容量負極材料の1次選定	非炭素系負極材料として1種類のSi合金を選定した。負極材料の1次選定を完了した。	○
厚膜電極・電池化	<ul style="list-style-type: none"> 厚膜電極仕様の1次選定 エネルギー密度270Wh/kg以上に目処。 	<ul style="list-style-type: none"> 厚膜電極仕様の1次選定を完了した。 エネルギー密度320Wh/kgに目処を得た。 	○ ◎
セルコン一体化	セルコントローラ、バッテリーコントローラ無線、制御回路の設計。	セルコントローラ、バッテリーコントローラ間の無線方式、仕様を策定し。	○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

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)

開発成果と達成度 ～日立オートモティブシステムズ～

開発項目	中間目標	成果	達成度
正極・負極電極構造の高エネルギー化	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー密度 $\geq 175\text{kWh/kg}$ 出力密度 $\geq 1,500\text{W/kg}$ 寿命10年に見通し 安全性・信頼性: 車載時の濫用に耐えること。 Si含有黒鉛負極電極の1次設計完了。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成25年度1次仕様にて188Wh/kgを達成。 平成25年度1次仕様にて2,200W/kgを達成。 容量寿命は目標達成。出力寿命は5年と未達。 実規模セルにて加熱、外部短絡はOK。釘刺し、過充電の対策方針を立案。 小型セルにてSi系材料の課題抽出。 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ ◎ △ △ △
スラリー作製、塗工工程の高速化	<ul style="list-style-type: none"> 現有設備での正極、負極のスラリー及び塗工仕様の確立。 試作分散機、高精度塗工機の効果検証。 	<ul style="list-style-type: none"> スラリー混練、塗工仕様の確立。 高精度塗工機の機能試作と導入を完了。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ △
高密度化実装技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> パック中セル重量比 ≥ 0.75 パッカー一体化セルコンセルコントローラの1次評価完了と通信無線化、ハイブリッドICの原理試作完了。 	<ul style="list-style-type: none"> パック中セル重量比0.7を達成。 パッカー一体化セルコントローラの1次評価完了。通信無線化、ハイブリッドICの原理試作を完了。 	<ul style="list-style-type: none"> △ ○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

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)

今後の課題と課題解決の見通し ～日立製作所～

開発項目	最終目標	今後の課題	課題解決の見通し
高容量正極	セルのエネルギー密度 320Wh/kgの見通しを得ること。	低抵抗化と長寿命化	活物質への被覆や添加剤の検討で解決する見込み。
高容量負極		低抵抗化と長寿命化	活物質への被覆や添加剤の検討で解決する見込み。
厚膜電極・電池化		低抵抗化と長寿命化	<ul style="list-style-type: none"> 分析技術適用による電極仕様の2次選定で解決する見込み。 電極仕様の最適化で解決する見込み。
セルコン一体化		無線通信の高速化	高速輻輳制御方式(通信スロット固定型時分割通信)の適用で解決する見込み。

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)

今後の課題と課題解決の見通し ～日立オートモティブシステムズ～

開発項目	最終目標	今後の課題	課題解決の見通し
正極・負極電極構造の高エネルギー化	EV用セルとして エネルギー密度200Wh/kg、 (自主目標 出力密度 1,500Wh/kg)	エネルギー密度200Wh/kgの達成	以下の諸策により課題可決する見込み。 <ul style="list-style-type: none"> •高容量活物質での電極仕様を確立。 •高Ni含有正極に起因する劣化要因を対策。 •釘刺し対策として機能膜、過充電対策として電流遮断機構を検討。 •Si系材料の改善と電極仕様の最適化。
スラリー作製、塗工工程の高速化		<ul style="list-style-type: none"> •改良スラリーのサイクル特性向上の発現メカニズムの解明、詳細評価分析 •塗工高速化技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> •量産検証を進め生産性を向上。 •高精度塗工により塗工を高速化。
高密度化実装技術の開発		<ul style="list-style-type: none"> •試作した基本パックを用いた安全性と信頼性試験の確認 •重量減とコスト低減効果の最大化 	<ul style="list-style-type: none"> •セル重量比0.75に向けて構造及び材料を改良。 •パッカー一体化セルコントローラについて日立製作所での検討結果を受けて無線化、ハイブリッドIC化。

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)

開発成果と達成度

開発項目	最終目標	成果	達成度
実機電池システム の仕様検討	実機電池システム仕様決定	電池及び実機の負荷データを取得し、電池実特性を含む電池アプリケーションモデルを構築した。シミュレーションにより電池システム仕様検討に寄与した。	○
リン酸鉄リチウム正 極材料の高性能化	<ul style="list-style-type: none"> 粉体圧縮導電率10^{-2} S/cm以上 極板伝導率10^{-1} S/cm以上 	合成条件の調整及び小粒径化により、高出力化を実現。	○
ハイレート電池モ ジュールの開発	<ul style="list-style-type: none"> 容量維持率80%以上(6C、SOC10-90%、5,000回後) 容量維持率80%以上(20C、SOC40-60%、25万回後) 	<ul style="list-style-type: none"> ハイレート特性に優れる5Ahセルを開発し、2kWhモジュール構成用に150セル以上を量産。 大型(20Ah)セルを開発し、10kWhモジュール用の量産に着手。 	○
電池セルの劣化特 性の評価	劣化予測式の構築	既存セルの劣化試験結果に基づき、劣化予測式を構築。劣化予測スキームを獲得。	○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

特許出願件数、論文件数、情報発信等の実績

- 2014年6月末時点での本プロジェクト全体の特許出願件数は184件(うち外国出願88件)。
- 成果の普及について、NEDOは、技術情報流出に配慮しつつ、実用化・事業化を促進するため、ユーザ・関連企業等に向けた情報発信を行うように指導。
- NEDO自身も、実用化・普及の観点で有効な学会・シンポジウムでの講演、専門誌への寄稿等を行っている。2014年6月末時点で14件。

実施者	特許出願 (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	68 (32)	0 (0)	0	0	0
トヨタ自動車 豊田中央研究所	5 (0)	2 (2)	10	0	0
NEC、積水化学、 田中化学研究所	11 (4)	0 (0)	4	1	0
パナソニック	23 (13)	0 (0)	0	0	0
東 芝	37 (14)	0 (0)	2	0	0
日立製作所 日立オートモティブ	32 (19)	1 (1)	7	1	0
三井造船、三井造船 システム技研、エクセル	6 (6)	4 (0)	2	0	2
合 計	184 (88)	7 (3)	25	2	2

第Ⅰ章 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 2. 事業目的の妥当性
第Ⅱ章 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 2. 研究開発計画の妥当性 3. 研究開発実施体制の妥当性 4. 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性
第Ⅲ章 研究開発成果 について	1. 目標達成度、今後の課題と課題解決の見通し 2. 知的財産の取得、成果の普及
第Ⅳ章 実用化・事業 化に向けての見通し 及び取組みについて	1. 実用化・事業化の見通しについて 2. 実用化・事業化に向けた具体的取組み






実用化・事業化の見通し


◆ 実用化・事業化の定義

本プロジェクトで開発された車載LIB、車載LIBを搭載したEV・PHEV等の試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、また、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することを言う。

- 各テーマの実用化・事業化の見通しについては、「非公開の部」で実施者より報告。
- 各実施者は、EV・PHEV及び車載LIBの実用化・事業化の能力を有する。また、中間目標をクリアしており、最終目標達成に向けた課題解決方針を明確化している。
- さらに、製品設計、ユーザー等へのコンタクト、フィールドテストの計画等を進めている。

実施者の 事業化実績

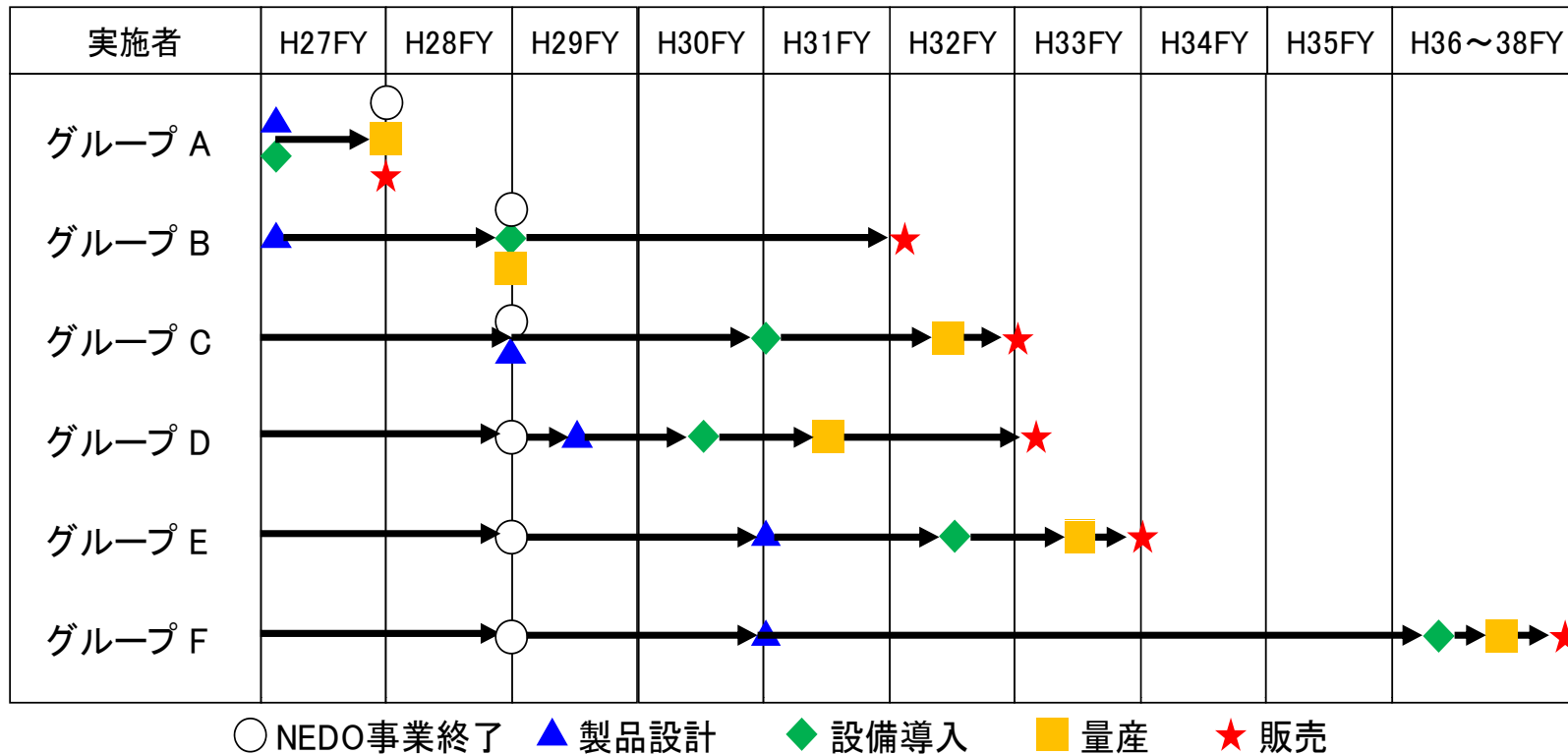
実施者	日産自動車(株)	トヨタ自動車(株) (株)豊田中央研究所	日本電気(株) 積水化学工業(株) (株)田中化学研究所
実施例	 LEAFを開発	 Prius PHVを開発	 LEAFに電池を供給

実施者	パナソニック(株)	(株)東芝	(株)日立製作所 日立オートモティブ システムズ(株)
実施例	 Prius PHVに電池を供給	 i-MiEVに電池を供給	 GMのHEVに電池を供給

各実施者の事業化スケジュール (1/2)

- 各実施者は、自社の事業部門も検討に加え、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。

研究開発項目①「高性能リチウムイオン電池技術開発」 実施者の事業化スケジュール



各実施者の事業化スケジュール (2/2)

- 電動コンテナクレーンについては、プロジェクト終了後、1年目にフィールドテストを実施しながら製品設計を進め、3年後に販売開始の計画を立てている。
- 電動トラクタヘッドについては、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年後に販売開始の計画を立てている。

研究開発項目②「リチウムイオン電池応用技術開発」 実施者の事業化スケジュール

