



### 3. 研究開発成果について

## 「系統連系円滑化蓄電システム技術開発」研究開発成果のまとめ

項目	目標(実施計画より抜粋)	結果	目標達成までの課題、成果の普及への課題等
実用化技術開発	1MW級の蓄電システムを構築し、試験設備等において6ヶ月以上の実証試験を行い、安全性、運転効率等の条件の確保を確認し、コスト見通し、寿命を評価する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1MW級への展開を想定した蓄電システムを開発し、6ヶ月以上の実証試験を3カ所で実施した。</li> <li>・風力・太陽光発電出力安定化機能を確認した。</li> <li>・安全性は、セル等の監視と適切な充放電制御によってシステム全体として確保されていることを確認した。</li> <li>・事業化へ向けての課題を抽出</li> </ul>	達成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・高出力のシステムの場合、変換器のコストが課題となる。</li> <li>・リチウムイオン電池を使用した蓄電システムにおいては、寿命、効率の問題で温調が必要となり、システム全体の効率が低下するので、より広い温度範囲で使用可能な電池を開発する。</li> </ul>
要素技術開発	5～20kW(放電レート1C程度の条件のもと)程度の電池モジュールで評価を行い、開発目標のコスト、寿命を達成する。コスト4万円/kWh以内、寿命10年。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムで4万円/kWhのコストを見通した(1000kWh/年量産時)。</li> <li>・電池寿命10年を見通した。</li> <li>・セル単体での安全性を確認し、かつ開発したBMSにより、モジュール、システムでの安全性も確認した。</li> </ul>	達成 <p>本格量産に至るまでの、継続的なコスト低減、より一層の安全性向上及び性能向上の検討を要する。</p>
共通基盤研究	蓄電技術に関するモジュール/システムレベルの評価手法を確立すると共に、性能評価に必要な環境整備を行った上で、本プロジェクトで開発する蓄電技術の評価に適用する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各種評価手法の開発が遅れ平成22年8月に評価手法を確立。その後、本プロジェクトでの開発品の評価に適用した。</li> <li>・本研究の成果が蓄電池評価手法の標準化へつながるよう、各種の活動。</li> </ul>	達成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・寿命予測技術の検証等を行う。</li> <li>・本評価手法は、手順書として完成しており、これらを適切な方法で公開し、成果の普及、標準化を図る。</li> </ul>
次世代技術開発	個別テーマの目標による。	将来(2030年頃)に1.5万円/kWh、寿命20年を実現に寄与する基礎技術の確立がなされた。	達成 <p>事業化までの支援体制が必要</p>

## 実用化技術開発の代表的な成果

項目	川崎重工業	北陸電力-エナックス	三菱重工業-九州電力
システム外観			
実施内容	大型蓄電システムの製作と6ヶ月以上の実機検証を行い、安全な大型システムと所望の出力制御を実現することを確認した。	100kWh級蓄電システムを構築し、風力サイトにて6ヶ月間の実証試験を実施	実使用データに基づき冷却方法を改善した66kWh×2系列からなるシステムを製作し、太陽光発電に接続し実証試験を行った。
成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニッケル水素電池のセル・モジュールの量産化技術を開発</li> <li>・パワコン750 kVA、制御弁式ニッケル水素電池 102 kWhのシステムを西目風力発電所に設置して実証試験を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風力出力の平滑化効果の実証確認した。</li> <li>・FRT・DVSが実際のシステムの電圧低下において機能することを実証した。</li> </ul>	100kW太陽光発電設備の出力平滑化に必要な蓄電池容量が25kWh以上であることを確認し、出力安定化に必要な蓄電池容量を提案した。








実証試験により、再生可能エネルギーの系統連系平滑化技術に関する貴重なデータが得られた。今後はこれらのデータの更なる積み上げ、解析により、実用化への開発を継続する。

# 実用化技術開発における実証試験の実施概要

実施期間＝平成22年度夏～6ヶ月間以上  
→23年度継続研究にてデータ取得継続

項目	川崎重工業	北陸電力-エナックス	三菱重工業-九州電力
定格出力	100kW	100kW	120kW
公称容量	100kWh	100kWh	120kWh
システム構成	200Ah-12Vスタック×48直列	40Ah-53.2Vパック×6直列 ×8並列	96Ah-14.8Vモジュール×28直列 ×4並列
電池種類	ニッケル水素電池電池 (密閉型)	リチウムイオン電池 (ラミネート型)	リチウムイオン電池 (積層角形)
実証場所	西目風力発電所 1850kW(秋田県) 	志賀風力発電設備 275kW(石川県) 	諫早太陽光発電設備 100kW(長崎県) 

## 要素技術開発の成果と目標達成度

実施者	内容	開発品	システム効率	推定寿命	コスト	安全性
川崎重工	大型Ni-MH電池の開発、システム化		基準以上	目標達成。 10年程度の寿命見通し。	目標達成。 開発外の変換機、変圧器のコスト高	セル単体、システムでの安全性を確認
北陸電力／エナックス	ラミネート型Li-ion電池の開発、システム化		基準以上	目標達成。 SOC使用電圧範囲を制約することで10年の耐久性。	高機能PCSにより、目標未達。 セル単体では現状の市場価格より低コストを達成。	状態監視機能、セルバランス機能等により、安全なシステムを構築
三菱重工／九州電力	大容量積層型Li-ion電池の開発、システム化		基準以上	目標達成。 予想寿命10年を見通しつつある。	目標達成。 PCSの容量を最小限とした。	セル単体での基本的、及びUN勧告試験で安全性を確認
日清紡	大容量EDLCの開発と、ニッケル水素電池との組電池システムの開発		基準以上	目標達成。 10年の期待寿命	目標達成。 1000MWh/年の量産時予測	キャパシタセルが全ての基準をクリアした。
日立製作所	大容量円筒型Li-ion電池の開発、モジュール化		—	目標達成。 サイクル寿命の経時換算による。	目標達成。 1000MWh/年の量産時予測	セル単体、モジュールでの安全性を確認



開発した電池は寿命、コストの目標値、システム効率、安全性の各基準をクリアし、目標達成した。

## 次世代技術開発の成果

実施者	内容	成果
電力中央研究所	全固体型リチウム二次電池の開発	新規な高分子電解質を開発し、有機電解液を使用しない全固体コインセル、3スタックラミネートセルにて特性を評価、安定したサイクル特性を実現
鶴岡工専／京大	高イオン伝導性イオンチャンネルポリマー電解質を開発し、電池、キャパシタを試作	イオンチャンネルを利用した高いイオン伝導性をもつ新規な固体電解質を開発して、セパレータレスのバイポーラ型リチウムイオン電池、電気二重層キャパシタを試作してその可能性を実証
大阪大学	低障壁イオン伝導性固体高分子電解質の開発	低障壁イオン伝導固体電解質を設計、合成してその特性を詳細に検討して、電解質としての可能性を示した
東海カーボン／産総研	炭素微小球体負極を開発	新規な微小球体黒鉛を開発して、特性向上の検討をした。その構造及び電池構成時の表面皮膜の構造解析を行った。最終的に電池にて特性の評価を行った
同志社大学	高電位負極を用いる次世代リチウムイオン電池の研究開発	新規なチタニア系高電位負極を開発し、フルセルで評価し、高容量、低コスト、高安全性、高耐久性を実証した。
東京工業大学	磷酸マンガンリチウム球状ナノ構造体粒子の製造技術開発	低温噴霧熱分解法と湿式ボールミルによるLiMnPO <sub>4</sub> /Cナノ構造粒子の合成に成功し、合成したLiMnPO <sub>4</sub> /Cの初期の高放電容量を確認した。
東京大学	XII, XIV族元素による安定化高容量正極材料の研究開発	全く新規なSi系、B系の正極活物質を検討し、合成法を確立した。さらに合成した正極活物質の結晶構造を決定し、それぞれ高可逆容量を確認した。



従来の概念にとらわれない新しい材料・構造・製造方法等についての探索的、革新的な研究を行い、2030年時点の量産において、コスト1.5万円/kWh, 寿命20年を見通した。

## 共通基盤研究の成果

項目	研究開発内容	成果	成果の意義、残された課題、標準化への取組、成果の普及等
(1)コスト評価手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>蓄電システム導入量の推定を進めつつ、量産効果推定モデルを開発</li> <li>セル、モジュール、システムの各レベルのコスト評価手法、ツールを開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>量産化効果評価モデルの熟度を高めたMW級システムの評価手法を確立した。</li> <li>基盤データを整備した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エクセルベースの評価表を完成したことにより、容易にコスト推定が可能となった。</li> <li>公開方法が課題(知財保護)</li> <li>今後継続して基盤データを更新していくこと。</li> </ul>
(2)寿命・性能評価手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>セル、モジュール、システムの各レベルの寿命評価手法を開発</li> <li>手法の妥当性を確認すべく、確認試験を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>加速劣化評価試験方法を確立した。</li> <li>モジュール・システムレベルの評価手法を完成し、その妥当性を検証した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>劣化電池(劣化した蓄電システム)について、その劣化レベルを評価する技術開発が不可欠である。</li> <li>今後の蓄電システムの導入拡大に伴い多様化する運用方法を考慮した、様々な運用方法向けの評価方法開発が望まれる。</li> </ul>
(3)加速劣化試験の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>リチウムイオン電池の開発品を対象に共通の加速劣化試験を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>寿命推定方法、加速劣化試験方法へのフィードバックを行った。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>継続的な加速劣化試験による、寿命評価のより長期での妥当性検証(実寿命到達までの長期データ取得、実運用を考慮した試験データ蓄積)</li> </ul>
(4)安全性評価手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>セル、モジュール、システムの各レベルの安全性評価手法を開発</li> <li>開発した安全性評価方法に基づく確認試験の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モジュール・システムレベルの評価手法を完成し、その妥当性を検証した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定置用電池システム全体のリスクの洗い出しを行い、安全のための必要要件は何か、日本の技術的優位点の活用余地はどこか、という視点で標準化を検討すること</li> </ul>

## 成果の普及

成果普及の内容	実用化技術開発・ 要素技術開発	次世代技術 開発	共通基盤 研究	合計
特許	45	11	—	56
講演発表	98	115	10	223
論文発表 (うち査読有り)	23	29	—	52
	13	27	—	40
プレスリリース等	4	9	4	17



大変多くの成果普及の活動が行われており、また論文発表52件のうち40件は査読を経て掲載された論文である。





## 4. 実用化、事業化の見通しについて

# 1. 実用化・事業化とは？

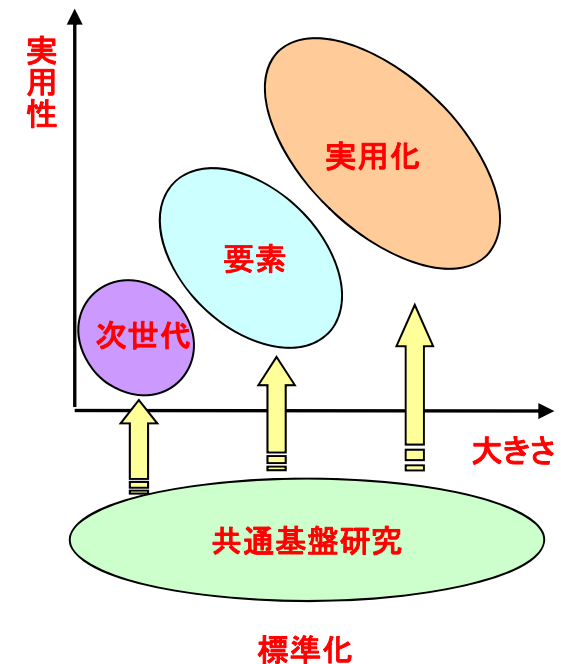
## 実用化・事業化の定義

本プロジェクトでは、各技術開発項目で開発ステージ、開発対象が異なるため、実用化・事業化について一律にかつ具体的に規定することは難しい。このため、実用化・事業化を以下の通り、概念的に定義する。

「プロジェクトで得られた成果をプロジェクト終了後の研究および企業活動に適用すること」

この定義を以下のように各テーマに適用することとする。

- (1) 実用化技術開発  
自然エネルギー発電用の大型蓄電システムを製品化すること
- (2) 要素技術開発  
低コスト化および長寿命化技術を確立し、それを大型蓄電システム等に適用すること
- (3) 次世代技術開発  
材料等のさらなる高性能化のための課題やその方策を明確にして、新たな研究開発を実施すること
- (4) 共通基盤研究  
蓄電システム標準的な評価方法を確立した後、標準化の議論にスムーズに移行できるような状況を導くこと



## 2. 実用化、事業化の見通し(1)

### 実施機関の取り組み姿勢(実用化)

- ・ 実用化、事業化に向けた技術開発を継続する予定であり、各実施者の事業戦略上の位置付けも明確。
- ・ 社内開発部門と事業部門の連携や、重電、電力等との協力体制の構築も想定。
- ・ プロジェクト終了時点から5年程度を目処に、風力発電あるいは太陽光発電の出力平滑化用蓄電システム、ピークシフト・ピークカット、分散電源電力貯蔵などへの応用を想定。

### 実施機関の取り組み姿勢(要素)

- ・ 実用化技術開発の成果へ適用し、実用化、事業化を目指すか、開発成果をベースに自社内で独自に技術開発を継続し、実用化、事業化を狙う。
- ・ 既存製品の置き換え需要狙い、事業部門やグループ企業等との協業、参入製品の段階的な大型化など、市場参入に向けたシナリオがある。
- ・ 東日本大震災を受けての、太陽光電力蓄電システム及び非常用バックアップ用電源、又は都市部の分散型電力貯蔵用電源、さらにはスマートグリッドを形成するための蓄電システムなど、長寿命で低コストの優位性を活かす事業展開もありえる。

## 2. 実用化、事業化の見通し(2)

### 実施機関の取り組み姿勢(次世代)

- 研究成果の学会・展示会等でのピーアール活動を通じ、本開発技術に興味を持つ企業を探索し、パートナーとして技術の実用化、事業化を目指す。
- 工業生産プロセス開発をパートナー企業と開始しているケースや、研究の進展によって材料メーカーおよび電池メーカーを体制に組み込み、垂直連携により実用化、事業化を促進しているケースもある。

### 実施機関の取り組み姿勢(共通基盤)

- 本研究期間内にも、本開発成果を周知アピールし、国内の蓄電システム関係者から広く意見を頂く機会として、国内の関係者を対象にワークショップを定期的開催し、開発内容のコンセンサスづくり。
- 欧州委員会との専門家会合で安全性評価、寿命評価等、評価手法に関する協力体制構築に向け2009年3月、2010年9月には日欧ワークショップを開催。
- 蓄電システムにおいても、機能安全規格IEC61508をベースに、運用段階を含めた安全性に関する標準化検討が進むものと予想されるが、その際に本研究の成果であるシステムアシュアランスアプローチによる対応が有効となるので、周知活動を進める。

### 3. 実用化、事業化に向けた課題(1)

#### 実用化技術開発

- ・ セルの安定した量産化技術、大型化に向けた最適なシステムの設計、安全性や寿命管理上重要な充放電管理(SOC管理)、温度管理、保守管理技術等について開発を継続。
- ・ 低コスト化
  - 温調機の不要化(高効率化→ランニングコスト削減)
  - インバーター、コンバータなどのパワーコンバージョンシステム(PCS)の低コスト化
- ・ システムの安全性確立(機能安全の導入)

#### 要素技術開発

- ・ 電池、キャパシタの更なる低コスト化、高性能化、長寿命化を目指した、材料系の見直し、生産技術の改良と開発、さらにはリサイクルなども含めた継続的検討
- ・ 今回抽出した安全性の確認項目、又はそれ以外の内容について、さらなる安全性の継続的検討

## 3. 実用化、事業化に向けた課題(2)

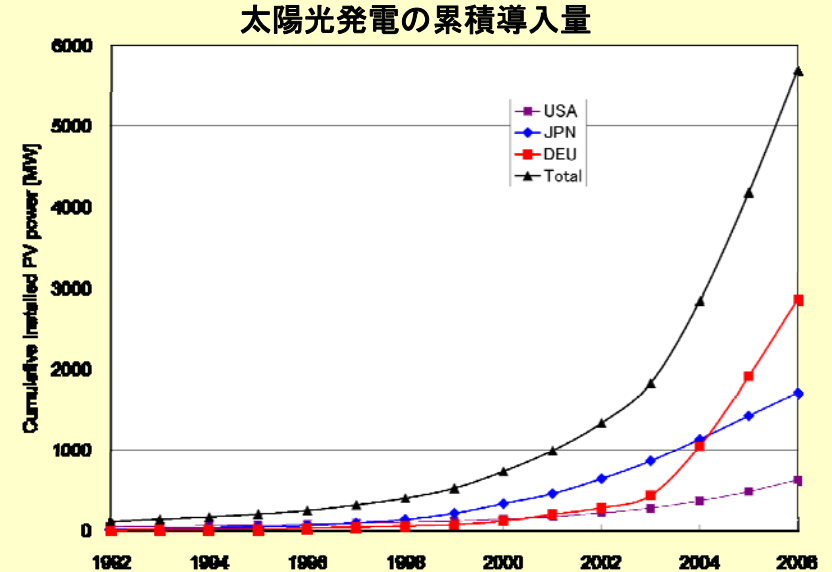
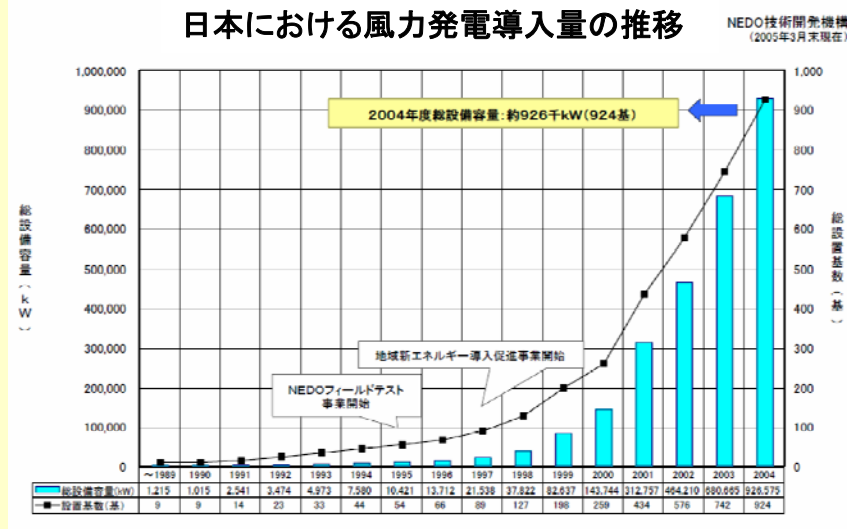
### 次世代技術開発

実施者	今後の課題
東京大学	今回検討した以外の新規材料も視野にいれつつサイクル安定性を確保した前提での高電位化、高活性化、さらなる高容量化を検討する。
東京工業大学	ハーフセルでの容量とフルセルでの容量の差があり、フルセルで容量を出すことが必要
鶴岡高専／京都大学	電解質自体のイオン伝導性の更なる向上と、膜強度の向上、電解質膜の工業生産プロセス確立
電力中央研究所	開発した電池のより長期でのサイクル試験と大型化の実証を進め、広く定置型用途としての展開を進める。
大阪大学	低障壁イオン伝導固体高分子電解質を実電池に適用するにあたって、電解質/活物質界面のインターフェイスを開発すること
東海カーボン／産総研	炭素微小球体の設計指針を明らかにし、安価で作製できる技術開発を行うこと
同志社大学	TiO <sub>2</sub> (B)負極材料のタップ密度を上げ、電極の密度が上げられるようにすること

### 共通基盤研究

- ・ 太陽光発電や風力発電事業者等のユーザー、蓄電池関連企業や業界団体等による協力体制を構築し、評価手法に対する要望等の情報を共有化し議論すること
- ・ 国際標準化を目指すにあたって海外機関との連携体制の構築

# 4. 波及効果



### 蓄電システムの累積導入設置量(新エネ併設:定置型)

2000      2005      2010      2015      2020      2030

#### 風力発電

電力需要(全国)	173GW	184GW	201GW	220GW
”(7電力※)	57GW	55GW	60GW	66GW
風車導入目標		3GW	4.5GW	6GW
必要電池容量 (7hとして)		220MWh	1500MWh	2700MWh
年間市場		513MWh/年	896MWh/年	840MWh/年

注: 5%超の0.4% × 55GW

#### 太陽光発電

電力需要(全国)	173GW	184GW	201GW	220GW
PV導入目標		4.87MW (2.6%)	34.26GW (17%)	102GW (46.3%)
必要電池容量 (4hとして)			24000MWh (予測値)	91000MWh
年間市場			96000MWh/年	364000MWh/年

#### 【市場規模試算】

◆市場規模計算(2010~2030年の平均)  
 17.1GWh/年  
 約5,130億円(3万円/kWhと仮定)

出典)平成18年5月12日開催 二次電池等技術シンポジウム資料「新エネ併設蓄電技術について」