

主な技術分野の研究開発に係るこれまでの取組状況

平成30年1月18日

太陽光エネルギー利用（太陽光発電）	1
風力発電	3
地熱発電	5
海洋エネルギー利用	7
高性能電力貯蔵（次世代蓄電池）	9
水素	1 1
エネルギーマネジメントシステム	1 3

【概要】

太陽電池には、素材や構造の違いによって様々な種類があり、その特性も異なる。現行のNEDO事業等で研究開発が行われている代表的な種類は以下の通り。

< 結晶シリコン系 >

単結晶/多結晶シリコンインゴット(シリコンの塊)をスライスして作製。世界市場の90%以上を占めている。

< CIS系 >

銅・インジウム・セレン等を原料とする薄膜型。設計の自由度が高く、高温時の出力低下が少ない。

< - 族系 >

ガリウムや砒素、インジウム、リンといった原料からなる。高い変換効率を持つが、現状では高コスト。

< ペロブスカイト系 >

ペロブスカイトと呼ばれる結晶構造の材料を用いる。

廉価な材料を用いて塗布という簡易な方法で大量生産が可能。大面積化や耐久性等が課題。

また、文科省ではこのほかに、有機薄膜系、シリコンナノワイヤー系の研究開発に取り組んでいる。

【これまでの開発期間】

発電コスト7円/kWhの達成に向けた技術開発を2015年度から実施。

(経産省)

JST-ALCAにおける太陽光発電に関する研究開発を2010年度から実施。

(文科省)

【研究開発投資額】

合計144億円の内数(経産省)

(2015~2017年度予算額)

合計224億円の内数(文科省)

(2010~2017年度予算額)

【これまでの成果】

世界トップレベル技術は以下の通り。

< 結晶シリコン系 >

結晶シリコン太陽電池(ヘテロ接合バックコンタクト型)セルにおいて、実用サイズ(180cm²)のセルで変換効率26.6%を達成(世界最高)。変換効率24.37%を実用サイズモジュール(面積13,177cm²)で達成(世界最高)。(NEDO)

標準的な量産レベルの結晶系モジュールの変換効率(2016年):15~21%。

< CIS系 >

1cm角のセルで世界最高変換効率 22.9%の変換効率を達成するとともにサブモジュール(841cm²)で変換効率19.2%を達成(世界最高)。(NEDO)

< - 族系 >

31cm角のモジュールで変換効率31.2%を達成(世界最高)(NEDO)

< ペロブスカイト系 >

・1cm角のセルで変換効率 18.2%を達成。(2016年3月当時、世界最高)。(NEDO)

・3mm角のセルで変換効率21.6%を達成。(2017年1月当時、世界最高レベル)。(JST)

< 有機薄膜系 >

・0.16cm角のサイズで、半導体ポリマーを塗布して作る有機薄膜太陽電池のエネルギー変換効率10%を達成。(2015年5月当時、世界最高レベル)(理化学研究所)

・0.16cm角のサイズで、新たに開発したn型半導体材料を用いて太陽電池素子を作成し、高い性能(利用可能な波長領域(近赤外領域)・解放電圧(1.0V)・電子移動度(10⁻⁴cm²/Vs程度)・光電変換効率(8%)など)を実証。(2016年、世界最高レベル)(理化学研究所)

太陽光エネルギー利用（太陽光発電）（2/2）

【普及状況（海外）】

・世界での太陽電池モジュール市場のうち我が国のシェアは約**5%程度**（2005年当時は市場の約5割）。**中国及び台湾企業が約7割**を占める。（出典：資源総合システム「太陽光発電マーケット2017」ほか）

・2016年の年間導入量は約75GW、累積導入量は303GW。
（出典：IEA PVPS Snapshot Report 2016）

【普及状況（国内）】

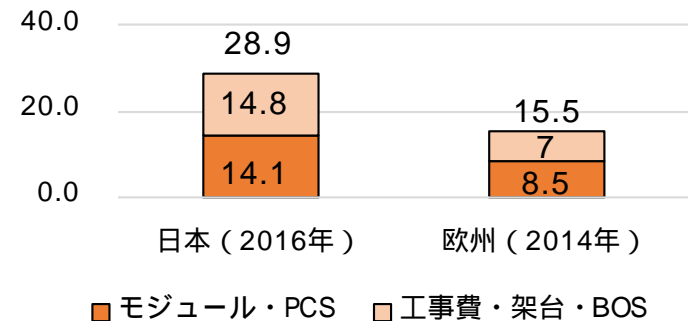
・国内での太陽電池モジュール市場のうち、**国産メーカーのシェアは住宅用は約8割、非住宅用は約5割**。

（出典：太陽光発電協会（JPEA）太陽電池出荷統計）

・2016年度の年間導入量は約6GW、累積導入量は約39GW（2017年3月時点）。

【コスト（海外との比較を含む）】

万円/kW 日欧のシステム費用比較(非住宅)



（出典：太陽光発電競争力強化研究会報告書）

【現在のステージ（基礎研究・基盤研究・実証・実用化・事業化）】

結晶シリコン系 …… 事業化

CIS系 …… 事業化

- 族系 …… 実用化（宇宙用やソーラーカーレース用など）

ペロブスカイト、有機薄膜、シリコンナノワイヤー …… 基礎研究～実証

【ベンチマークの対象】

・**2020年**に業務用電気料金並の**発電コスト(14円/kWh)**の達成

・**2030年**に従来型火力電源以下の**発電コスト(7円/kWh)**の達成

【今後の見通し（何がキーテクノロジーで、どのようにイノベーションを起こすのか。）】

・今後拡大が見込まれる住宅用市場や車載、ZEB等の新市場では、従来の太陽電池よりも高効率なタイプの普及が予想される。NEDOプロの成果を世界に先駆けて量産化し、これら市場の獲得に繋げる。

・また、20-30年後のパネルリプレイス時に上記の（価格的にも競争力を持った）太陽電池により市場の再獲得を目指す。

・次世代太陽電池であるペロブスカイト系やシリコンナノワイヤー系等の開発により、**劇的な低コスト化や超高効率化(現在の太陽電池の2倍以上の変換効率)**の実現が期待される。

【概要】

我が国の風力発電コストは海外と比較し高額であるため、設備利用率が下がらないよう長期安定的に運転し、発電コスト低減に資する等の以下の研究開発及び、水深の深い海域に設置可能な**浮体式洋上風力発電の実証事業**等を行う。

（着床式洋上風力：NEDO）我が国の海象条件等に適した風車及び構造設計・施工技術の開発を行うため、**着床式洋上風力発電設備を海域へ設置し、各種データ取得等**を行う。

（風車の部品開発：NEDO）風力発電設備の設備利用率向上のため、ブレード、発電機等の**風車主要コンポーネントの開発**を行う。

（スマートメンテナンス：NEDO）風車の故障事故やメンテナンス等による停止時間を低減し、設備利用率を向上させるため、**高効率メンテナンス技術の開発**等を行う。

（浮体式洋上風力：環境省等）浮体に鉄鋼とコンクリートを用いた**世界初となるハイブリッド・スパー型浮体式洋上風力発電設備を海域へ設置し、実用化に向けたデータ取得等**を行う。

【これまでの開発期間】

経産省事業（NEDOプロジェクト）として平成21年度から実施。

環境省の委託事業として平成22から27年度まで実施。また、補助事業として平成28年度から実施。

【研究開発投資額】

NEDO洋上風力発電等技術研究開発
平成21～27年度：273億円

NEDO風力発電高度実用化研究開発
平成25～27年度：43億円

NEDO洋上風力発電等のコスト低減に向けた研究開発事業 28年度～：138億円

環境省洋上風力発電実証事業（委託）
平成22～27年度：91億円

環境省低炭素型浮体式洋上風力発電低コスト化・普及促進事業（補助）平成28～：50億円

【これまでの成果】

（着床式洋上風力：NEDO）平成21年度から28年度まで、**日本初となる着床式洋上風力発電設備を福岡県北九州市沖（2MW）及び千葉県銚子沖（2.4MW）に設置し、運転・コストデータ等の取得と分析を実施した。**また、着床式洋上風力の概要として、定義と種類、ポテンシャル等の基礎情報及び、計画を策定する上で参考資料となる導入手引き内容等をまとめ、平成27年9月に「NEDO着床式洋上風力発電導入ガイドブック（第一版）」を公開した。

（風車の部品開発：NEDO）平成25年度から28年度まで、高速スレンダーブレード及び中速ギアの開発を行い、**発電効率が約20%向上したことを確認した。**

（スマートメンテナンス：NEDO）平成25年度より、故障予知が可能な風車状態監視システム（CMS）の技術開発を実施しており、実際に風車へ取り付けて、データの取得し及び検証中。なお、本システムを導入することで、**国内風車における設備利用率を平均20%から23%以上を目指している。**

（浮体式洋上風力：環境省等）**ハイブリッド・スパー型浮体式洋上風力発電設備（2MW）を長崎県五島市椛島沖に設置し、実証した結果、風速53m/s・波高17mの非常に強い台風の直撃に耐える高い耐久性を確認し、風況が強い時は40%を超える高い設備利用率を確認した。**また、平成28年度より、浮体式洋上風力においてコストが割高な施工費用及び環境負荷の低減のため、施工手法の改良に取り組んでいる。

風力発電 (2/2)

【普及状況 (海外)】

国内風車メーカーの風車導入量は世界市場で見ると少なく、例えば平成26年度で**国内最大企業1社の74MW**に対し、**世界最大企業(欧州)1社は6,276MW**で80倍以上の差がある。(なお国内メーカーの風車は海外での導入実績がほぼ無い)

世界における風力発電の累積導入量(平成27年度)のうち、**我が国は1%未満**。1位が中国34%程度で、2位がアメリカ17%程度で、3位がドイツ10%程度。

(出典：平成28年10月 風力発電競争力強化研究会報告書)

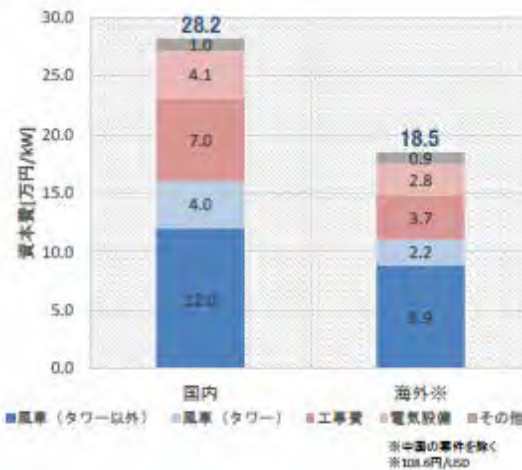
【普及状況 (国内)】

国内の風力発電のうち、**国内風車メーカーの風車の累積導入量(平成27年度)は31%程度**。

(出典：平成28年3月末 NEDO風力発電導入実績調査を基に算定)

【コスト (海外との比較を含む)】

国内及び海外の資本費(風車価格、工事費用等)の内訳(陸上風力発電)



(出典：平成28年10月 風力発電競争力強化研究会報告書)

【現在のステージ (基礎研究・基盤研究・実証・実用化・事業化)】

着床式洋上風力(NEDO)・・・着床式は、複数の事業計画が立ち上がり、事業化が進んでいる。

風車の部品開発(NEDO)・・・ブレードの軽量、長翼、中速ギアの実用化に移行中。

スマートメンテナンス(NEDO)・・・風車状態監視システム(CMS)を風車実機に設置、実証中。

浮体式洋上風力(環境省等)・・・**ハイブリッド・スパー型浮体式は事業化**が進んでいる。それ以外の浮体式は、着床式と比べ発電コストが割高であり、引き続き、実証が必要。

【ベンチマークの対象】 (出典：平成29年3月 平成29年度以降の調達価格等に関する意見)

陸上風力発電(20kW以上)・・・**2030年までに発電コスト8~9円/kWhを実現**。FITから自立した形での導入を目指す。

洋上風力発電・・・導入環境整備を進めつつ、FITからの中長期的な自立化を図る。

【今後の見通し (何がキーテクノロジーで、どのようにイノベーションを起こすのか。)]

発電コスト8~9円/kWhの実現を目指し、風車部品の故障による停止時間を縮小させるための**メンテナンスシステムの開発**を行う。また、今後、大量導入が期待される着床式洋上風力の資本費の半分を占める洋上工事のコストを低減させるため、**基礎工事に係る施工技術の開発**を行う。

さらに、我が国の再エネの中でもポテンシャルの大きい浮体式洋上風力発電の普及のため、浮体式洋上風力の資本費を低減させるための**低コスト浮体式発電実証**や、**施工(係留・ケーブル敷設等)の低コスト化**等に向けた技術開発の支援を行う。

【概要】
2030年度のエネルギーミックスにおける地熱発電の導入目標（約100万kW増）の達成に向けて、事業リスク低減・開発期間短縮や、設備利用率の向上等による発電コストの低減が必要。そのため、主に以下の点について、研究開発に取り組むことで、地熱開発を加速化する。

【これまでの開発期間】
平成25年度～

【研究開発投資額】
総額108.8億円

事業リスク低減・開発期間短縮：地下構造の探査精度の向上、掘削機材の開発
設備利用率等の向上：蒸気量の維持管理、発電システムの高性能化

さらに、地熱発電の大型化のため、次世代の地熱発電である「超臨界地熱発電」についても、2050年ごろの実用化を目指し、技術検証を実施中。

【これまでの主な成果】

2030年のエネルギーミックス達成に向けた開発

地下構造の探査精度の向上

人工的な振動を発生させて、その反射波を測定（弾性波探査）することで、地下の断層構造を、高い精度で把握することが可能となる見込み。



また、金属用に確立された電磁探査手法を地熱用に改良し、探査精度の向上を確認済み。

掘削機材の開発

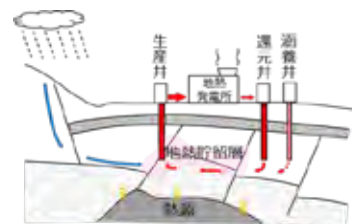
高温かつ固い地盤を効率的に掘削するための、掘削機材を開発中。現在、試作品を用いた掘削試験を実施中。



PDCビット
(ダイヤモンドでコーティングしたビット)

蒸気量の維持管理

人工的に地下に注水し、蒸気量を維持管理する技術等を開発中であり、効果が見込まれる状況。



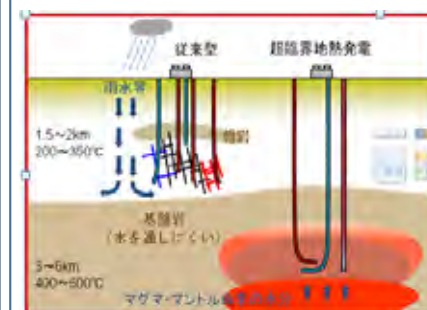
発電システムの高性能化

熱水中の不純物（シリカスケール）の回収や配管への付着防止に関する技術等を開発中。

2050年に向けた開発

超臨界地熱発電の開発

地下深部に存在する超高温・高圧の蒸気を利用することで、地熱発電の高出力化を可能とする技術の検証を実施中。



地熱発電（2/2）

【普及状況（海外）】

2015年時点で、米国では約360万kW、フィリピンでは約192万kWが導入済み。海外の地熱タービンの日本企業のシェアは、約70%。

【普及状況（国内）】

我が国は、世界第3位の地熱資源量（約2,347万kW）を有しているが、現時点での導入量は約53万kW。

国内の地熱タービンの日本企業のシェアは、約100%。

地熱発電の導入加速化のため、技術開発のほか、新規開発地点の開拓のための地熱ポテンシャル調査など、多面的に支援中。

【コスト（海外との比較を含む）】

我が国のFIT制度において、地熱発電の買い取り価格は、15,000kW未満が40円/kWh、15,000kW以上が26円/kWhとなっている。

一方、海外のFIT制度においては、イタリアが10円/kWh程度であるなど、日本と比較して安い価格水準となっているが、一部の国を除いて、地熱発電の導入量は限定的である。

なお、我が国の地熱ポテンシャルの高い地域は、山間部が多いため、諸外国と比較して、開発コストがかかる傾向にある。

【現在のステージ（基礎研究・基盤研究・実証・実用化・事業化）】

		基礎研究	基盤研究	実証	実用化	事業化
2030年 向け	探査精度の向上			既に掘削した井戸を利用して、探査精度を更に向上する技術を検証中。	弾性波探査手法をほぼ確立するとともに、金属用の電磁探査手法の活用により探査精度の向上を実現。	
	掘削機材の開発			試作品を用いた掘削試験を実施中。		
	蒸気量の維持管理			人工涵養技術に関するデータ取得等を実施中。		
	発電システムの高性能化			シリカスケール対策や、これによる熱回収量の増加（バイナリー発電）等の開発を実施中。		
2050年 向け	超臨界地熱発電	地熱流体の存在形態の解明や、高耐食性の素材の検討などを実施中。				

【ベンチマークの対象】

エネルギーミックス達成のためには、開発期間を、現状の約14年から約10年に短縮することが必要。これに対し、環境アセスの迅速化により、約2年の短縮が見込まれることから、探査精度向上（30%程度改善）や、掘削期間短縮（20%程度短縮）によって、更に約2年の短縮を目指す。

また、天然ガス火力など、他の大規模電源と同等の発電コストまでコスト低減することを目指し、人工涵養技術の確立などに取り組む。

さらに、超臨界地熱発電については、1件あたり、従来型地熱発電の約5倍の出力（約15万kW）を目指し、技術開発に取り組む。

【今後の見通し（何がキーテクノロジーで、どのようにイノベーションを起こすのか。）】

探査・掘削技術については、2020年頃の実用化を目指し、石油・金属などの他分野での先進技術を、地熱開発に適した形で活用する。発電コスト低減の技術については、海外の人工涵養技術の成功事例の分析などを進め、2030年の地熱発電の本格導入時に活用することを目指す。

超臨界地熱発電については、2050年頃の実用化を目指し、地熱流体の存在形態の解明を進めるとともに、国内で超臨界地熱資源が存在すると見込まれる有望地域の抽出等を行うことで、開発可能性を検討していく。

【概要】

海洋エネルギー発電技術としては、波力、海流、潮流、海洋温度差などがある。

日本における海洋エネルギー発電技術の研究開発は、エネルギー基本計画及び第二期海洋基本計画に位置づけられているところ。

経済産業省においては、実用段階に比較的近い海洋エネルギーを活用した発電装置の向上等を目指し、平成23年度から波力、海流、潮流、海洋温度差に関して全18案件（実証研究9件、要素技術開発9件）を採択し、研究開発を実施。

環境省においては、平成28年度から潮流（1件）に関する商用スケール（2MW）での大規模実証を実施。

【これまでの開発期間】

NEDOプロジェクトとして、平成23年度から実施（経済産業省）。

国プロとして、平成28年度から実施（環境省）。

【研究開発投資額】

平成23～29年度の予算額：計115億円（経済産業省）

平成28～29年度の予算額：計21億円の内数（環境省）

【これまでの成果】

【経済産業省】

実証研究

採択件数全9件中、「空気タービン式波力発電」、「機械式波力発電」、「海洋温度差発電」及び「水中浮遊式海流発電」の4件について実海域での実証試験を完了。スケールアップ等課題は残るが、試算上は事業化時40円/kWh（離島用電源として十分な経済性が得られるレベル）以下が達成可能という成果が得られた。なお、「水中浮遊式海流発電」の実証については、海流発電としては世界初の成果。

要素技術開発

海洋エネルギー発電の高性能化・信頼性向上等に係る要素技術開発として、採択件数全9件で要素試験（曳航試験や水槽試験等）を実施。「相反転プロペラ式潮流発電」では、1/7スケールモデルにより実海域で曳航試験を実施し、設計値を上回る43.1%の発電効率を確認。事業化時の試算で発電コスト20円/kWh以下を見通せることを確認した。

【環境省】

○実証研究

「潮流発電」について実海域での実証試験を実施。地元関係者の理解を得た上で、潮流・土質・生物付着等の各種調査ならびに発電機・海底ケーブル・施工方法の詳細設計等を実施。

海洋エネルギー利用 (2/2)

【普及状況 (海外)】

海外において事業化に至った海洋エネルギー発電技術は、**潮汐力発電のみであり、フランス、韓国、カナダにおいて商用発電が行われている。**

その他の発電方式は実証レベルであるが、**英国等を中心に波力及び潮流発電のフルスケール実証の段階へと進行しつつある。**

【普及状況 (国内)】

国内において海洋エネルギー発電技術は、**実証の段階であり、事業化に至った事例はない。**

【コスト (海外との比較を含む)】

国内では、実証研究を通じて事業化時の試算で概ね40円/kWh以下が達成可能であることを確認。

海外では、実証段階の発電コストとして、**波力23～74円/kWh、潮流23～52円/kWh、海洋温度差39～72円/kWhという算定事例がある (*1)。**

(*1) OES International Levelised Cost Of Energy for Ocean Energy Technologies (2015) (1\$=110円で計算)

【現在のステージ (基礎研究・基盤研究・実証・実用化・事業化)】

【実証】

波力発電：事業化時の1/13～1/5スケールモデル (3～15kW)

海流発電：事業化時の1/3スケールモデル (100kW)

海洋温度差発電：事業化時の1/10スケールモデル

潮流発電：商用スケール (2MW)

【ベンチマークの対象】

2020年以降、海洋エネルギー発電システムが離島用電源として十分な経済性 (発電コスト40円/kWh以下)、施工・メンテナンス性、耐久性 (20年以上の見通し) を備えるなどの実用レベルを達成する。

【今後の見通し (何がキーテクノロジーで、どのようにイノベーションを起こすのか。)】

- ・世界的に**日本が技術的優位性を有している発電方式 (海流発電等) について、実海域における長期間実証 (1年以上) を行うことで、実用化に必要な各種データ収集 (システム信頼性、環境影響等) を実施し、将来の事業化につなげる。**
- ・商用スケールでの実証が進行中の潮流発電について、国内での展開のために必要な気象・海象等に対応した、発電・施工手法の確立を行う。

【概要】再生可能エネルギーの発電電力を一時的に貯蔵できる蓄電システムは、出力安定や余剰電力対策に資する技術の一つとして期待されている。

近年、コンパクトで軽く、大きな出力が得られるという利点から、民生品を中心にLiイオン電池が普及している。Liイオン電池の高性能化に並び、電気自動車(EV)や大規模な蓄電システムへの適用等を目指したさらなる高性能な革新型(次世代)蓄電池の開発も進められている。

革新的(次世代)蓄電池 例

- ・全固体電池:電解液を用いないため安全性に優れ小型化可能でEV用途。
- ・Li硫黄電池、Li空気電池:大容量化、低コスト化が可能のため定置用途。
- ・マグネシウム電池:2価イオンが移動イオンとなる安全、大容量の次々世代電池。
- ・Naイオン電池:希少元素を用いない蓄電池。

【これまでの開発期間・研究開発投資額】
合計212.4億円の内数(文部科学省)
(2012-2017年度予算額)
合計294.9億円(経済産業省)
(2009-2017年度予算額)
合計87.5億円の内数(環境省)
(2010-2017年度予算額)

【これまでの成果】
Liイオン電池

・Liイオン標準電池モデル(1Ah級・50mAh級等)の作製、標準電池モデルの試作仕様書・性能評価手順書の策定により、統一的な電池材料の評価が可能となった。(経済産業省 蓄電池材料評価基盤技術開発事業)

・車載用の大容量Liイオン蓄電池について、従来比1.5倍(開発当時)の長寿命化を実現し、実際の販売車両に搭載した。(環境省 地球温暖化対策技術開発・実証研究事業)

・セルロースナノファイバーを適用した車載用リチウム蓄電池の実用化に向けた実証を行い、始動用の鉛蓄電池と比較して、自動車一台に必要な電池重量を約1/3に軽量化を達成した。(環境省 セルロースナノファイバー(CNF)等の次世代素材活用推進事業)

革新的次世代蓄電池

・硫化物型全固体電池では、世界トップレベルの導電率(数 mScm^{-1})をもつ固体電解質を開発、シート型電池で現行Liイオン電池と同程度のエネルギー密度(100Wh/kg)を達成した。(文部科学省 JST ALCA-SPRING事業)

・Li硫黄電池では硫黄化合物の電解液への溶解を抑制するイオン液体の開発等、Li空気電池ではスタック化により高エネルギー密度(600Wh/kg)を達成した。(文部科学省 JST ALCA-SPRING事業)

Naイオン電池・Liイオン電池

「消火機能」を備える有機電解液を開発。既存の有機電解液と同等以上の高い電圧耐性を有し、長い充放電サイクル(200回未満劣化 1200回性能維持)を達成した。(文部科学省 元素戦略プロジェクト(研究拠点形成型))

ハイブリッド蓄電池システム

再エネ発電量の「速く小さな変動」の吸収に相性が良いリチウム蓄電池と「遅く大きな変動」の吸収に相性が良いNAS電池を組合せたハイブリッド蓄電池システムの実証を実施した。(環境省 離島の低炭素地域づくり推進事業)

高性能電力貯蔵（次世代蓄電池）（2 / 2）

【普及状況（国内外）】

モバイル用は2000年代初頭に日本が約90%のシェアを有していたが、コスト競争の結果、近年は中国・韓国勢にシェアを奪われている。定置用の市場はモバイル用、車載用などに比べるとまだ小さく、実証が行われている段階。

日本は車載用Liイオン電池において国際競争力があり、市場シェアは、パナソニックが首位（3割）も、直近3年では、中韓勢が2割から4割に拡大。EVの航続距離向上のため次世代型蓄電池の開発競争が活発化している。

（電気自動車は2016年時点で海外：累計約120万台、国内：累計約9万台を販売。出典：IEA global outlook 2017）

【コスト（海外との比較を含む）】

		現 状	2020 年代	2030 年代
EV	航続距離	120~200 km	250~350 km	500 km 以上
	車両価格	300 万円以上	230 万円	190 万円
電 池 バック	蓄電池タイプ	LIB	先進 LIB	革新型蓄電池
	エネルギー密度	100 Wh/kg	250 Wh/kg	500 Wh/kg
	コスト	7 万円/kWh	1.5 万円/kWh	1 万円/kWh
	研究開発体制	産主導 (垂直連携)	産学連携 (垂直連携を基本)	産学連携 (水平連携)

出典：TSC Foresight 2015車載用蓄電池

【現在のステージ（基礎研究・基盤研究・実証・実用化・事業化）】

全固体電池：我が国の基礎・基盤研究は世界をリード、一部NEDOによる実証段階に移行。

Li硫黄電池、：大型セルでの容量増加、サイクル特性向上のNEDOによる実証準備中。

Li空気電池、マグネシウム電池：次々世代電池として基礎・基盤研究段階。

Naイオン電池：Liイオン電池以上のエネルギー密度を有する電池の一部実証段階。

セルロースナノファイバーを適用した車載用リチウム蓄電池：ハイブリッド自動車・電気自動車で実証中。

ハイブリッド蓄電池：リチウム蓄電池2,000kWとNAS電池4,200kWを用いてハイブリッド蓄電池システムを実証中。

【ベンチマークの対象】

車載用蓄電池の性能について、2030年頃にはエネルギー密度で500Wh/kg、価格で1万円/kWh、2030年以降には700Wh/kg、0.5万円/kWhを目標(NEDO二次電池技術開発ロードマップ2013)。中国では2030年に350Wh/kg、1.4万円/kWhを目標。

【今後の見通し（何がキーテクノロジーで、どのようにイノベーションを起こすのか。）】

次世代蓄電池のエネルギー密度（ベンチマークは上記参照）、伝導率、長寿命化（長い充電サイクル）、安全性などのより一層の向上を図り、1回の充電で500km以上走行可能で蓄電時間も大幅に短縮できるEVやPHEVの普及が図られるとともに、出力変動が大きい太陽光発電、風力発電等をより一層導入するために必要となる電力量の平準化対策としても利用拡大が図れる。これにより低炭素社会の実現に多大な貢献が見込める。

【概要】

水素は、我が国の一次エネルギー供給構造を多様化させ、大幅な低炭素化を実現するポテンシャルを有する手段。水素利用の本格普及に向け、水素の「製造」、「輸送・貯蔵」、「利用」に至るまで様々な研究・開発、実証、実用化を進めている。

(水素の製造)

褐炭ガス化、水電解等による水素製造

(水素の輸送・貯蔵)

液化水素、有機ハイドライド、アンモニア等による輸送・貯蔵

(水素の利用)

水素発電、定置用燃料電池、モビリティ(FCV、FCバス、FCフォークリフト、FCトラック、FC船)、

水素ステーション(ST)

【これまでの開発期間】

(経産省) NEDO事業として2010年から、国プロとして2014年から実施

(内閣府) 国プロとして2014年から実施

(文科省) JST事業等として2010年から実施

(環境省) 委託・補助事業として2011年から実施

【研究開発投資額】

合計640億円(経産省)

合計137億円(内閣府)

合計117億円(文科省)

合計101億円(環境省)

【これまでの成果】

(水素の製造)

・褐炭ガス化における前処理、ガス化炉に関する開発(経産省 未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業)

・大規模・高耐久アルカリ型水電解装置の開発(経産省 水素利用等先導研究開発事業)

・希少金属を用いず中性の水を用いた水分解により水素製造につながる手法を開発(文科省 理化学研究所)

(水素の輸送・貯蔵)

・液化水素運搬船、有機ハイドライドに係る高効率脱水素触媒の開発等(経産省 未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業)

・窒素分子の切断と水素化を常温・常圧で実現(文科省 理化学研究所)

・再エネ由来水素を用いたアンモニア製造実証試験装置の建設・試運転、再エネ由来水素利用に適した専用触媒開発。液化水素用ローディングシステムで用いる緊急離脱機構を開発(内閣府 SIP)

(水素の利用)

・2025年頃のFCV用セルスタック(PEFC)の実装に向け、低白金のコアシェル触媒の製造方法を確立。業務・産業用燃料電池(SOFC)の市場投入を達成(経産省 次世代燃料電池の実用化に向けた低コスト化・耐久性向上等のための研究開発事業)

・パッケージ型の再エネ由来水素ST、FCフォークリフト、FCバスの市場投入。FCパッカー車の実証走行試験、FC船の開発・実証を実施。(環境省 再エネ等を活用した水素社会推進事業等)

・水素ST設備(圧縮機、蓄圧機、ホース等)の低コスト化(経産省 超高压水素技術等の社会実装に向けた低コスト化・安全性向上等のための研究開発事業)

・世界初の1MW級の水素CGSを完成、実証開始。大規模な発電事業用ガスタービンでの検証実施に向けた燃焼器の研究開発(水素混焼が燃焼速度等に与える影響を確認するシミュレーション、逆火現象の発生を確認する実圧燃焼試験等)(経産省 未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業)

・2MW級ガスタービン用ドライ低NOx燃焼器の設計・試作を実施(経産省 水素利用等先導研究開発事業)

・アンモニアの直接燃焼については、既設石炭火力発電所におけるアンモニア混焼試験を実施。小型ガスタービンにおけるアンモニア専焼及びアンモニア/メタン混焼に成功(内閣府 SIP)

・液体燃料を活用でき、希少金属を用いないコンパクトで低コストな燃料電池の技術を開発(文科省 JST-ALCA)

水素 (2 / 2)

【普及状況（海外）】

・FCVは、アメリカの約3000台、日本の約2200台が突出して多い。この他にフランスや韓国等においては数百台程度。(2017年12月時点) FCバスは、欧米で導入進む。FCフォークリフトは、北米で累計1万5000台以上導入。(2017年12月末)
・水素ST整備数は、日本が100箇所世界最多、次にアメリカ・ドイツの約50箇所。(2017年11月時点)
・エネファームは、ドイツで約2000台が普及する見通し。(2017年度末見込み)

【普及状況（国内）】(2017年12月時点)

・FCV: 約2200台 ・FCバス: 5台
・FCフォークリフト: 約40台 ・水素STは年度内に100箇所開所
・エネファーム普及台数は約22万台

【コスト（海外との比較を含む）】

将来的には、環境価値を含めて既存のエネルギーコストと同等のコスト競争力の実現を目指す。

(コストの現状と将来の目標)

現在: ~100円/Nm³ 2030年: 30円/Nm³ 将来: 20円/Nm³

(参考) 米・DOEの水素コスト目標

2020年までに、クリーンな国内資源で製造した水素コスト約40円/Nm³、水電解による水素製造コスト約23~30円/Nm³

【現在のステージ（基礎研究・基盤研究・実証・実用化・事業化）】

(水素の製造) 褐炭ガス化(実証)、水電解(基礎研究~実用化)、水分解(基礎~基盤研究)
(水素の輸送・貯蔵) エネルギーキャリア技術(基礎研究~実証)、水素ST(実証~実用化)
(水素の利用) 水素発電(基盤研究~実証)、定置用燃料電池(基礎研究~実用化)、モビリティ(実証~実用化)

【ベンチマークの対象】

将来的に環境価値を含め、従来エネルギーと同等のコスト競争力を実現する。

(水素の製造) 水電解システムコスト5万円/kW(将来)、水素コスト20円/Nm³(将来)

(水素の輸送・貯蔵) 水素発電単価12円/kWh(将来)

(水素の利用) 水素ステーションの自立化(2020年代後半)、FCV80万台、エネファーム530万台、FCバス1200台、FCフォークリフト1万台(2030)

【今後の見通し（何がキーテクノロジーで、どのようにイノベーションを起こすのか。）】

(水素の製造) 安価かつ安定的に大量の水素を製造する技術の開発(褐炭ガス化、高効率・低コストな水電解の開発等)

(水素の輸送・貯蔵) 低コストかつ高効率なエネルギーキャリア技術の開発(液化水素輸送船、液化水素タンクの大型化開発等)

(水素の利用) 水素利用の多用途展開に向けた技術開発(コンパクト・高効率・低コストな燃料電池の開発、水素専焼発電実現に向けた技術開発等)

【概要】

再生可能エネルギーなどの分散型エネルギーの普及拡大に伴い、新たなエネルギーシステムへの移行・集中型とのインテグレーションに係る取組を進めている。

・需要家側の分散型エネルギーリソース(発電設備、蓄電池、電気自動車(EV)、ヒートポンプ給湯器、ダイヤモンドリスポンズ等)をIoT技術を活用して統合的に制御し、あたかも一つの発電所(バーチャルパワープラント:VPP)のように機能させ、電力の需給バランス調整に活用する実証を行う。

- 需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業費補助金(VPP実証)(経産省)

・再生可能エネルギーをはじめとした多様なエネルギー源と様々な利用者をつなぐエネルギー管理システムにおいて、エネルギー需給を最適制御するための理論、数理モデル及び基盤技術の創出に取り組んでいる。

- JST CRESTにおける「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」(文科省)

【これまでの開発期間】

・平成28年度より実証を実施(経産省)

・JST事業として2012年から実施(文科省)

【研究開発投資額】

合計69.5億円(経産省)

合計2,934億円の内数(文科省)

【これまでの成果】

(分散型エネルギーリソースの需要制御技術の確立等)(経産省)

・指令に応じて空調や冷凍庫等の分散型エネルギーリソースの需要量を制御し、指令から1時間以内に応答する技術を確立(時間単位の制御技術)。また、15分以内に応答する制御技術を検証する実証試験を開始(分単位の制御技術)。

・蓄電池等を遠隔制御することで、需要を創出する技術の検証も実施。

(分散協調型エネルギー管理システム構築)(文科省)

・太陽光発電が大量導入された「電力システム」へのサイバー攻撃を、リアルタイムで検知する新手法の開発。これまで、電力網へのサイバー攻撃の研究は送電システムが中心であったところ、配電システムへのサイバー攻撃を検知する新たなアルゴリズムを開発し、有効性を検証。

・国内で初めて、実際の配電網を活用した電力損失最小化に向けた実証試験を開始。

・風力発電の大量導入のもとでも電力の安定供給を実現するプラグイン型制御技術を開発。

エネルギーマネジメントシステム (2 / 2)

【普及状況（海外）】

(VPP)

・米国最大の系統運用者であるPJMのエリアでは、全供給力182,447MWのうち、8,750MWをDR及びVPPが占めている(2016年度)。

【普及状況（国内）】

(VPP)

・2017年度に実施された調整力公募において、DRが参入可能な公募枠(電源I')において、募集量合計約1,327MWの内、958MW分を落札。

【コスト（海外との比較を含む）】

(VPP)

・日本で2017年度に実施された調整力公募におけるDRのエリア毎の平均落札価格は、1,196円～5,250円/kW。
・DR以外の電源も含まれる等条件が異なるため単純な比較とはならないが、PJMにおける平均価格は約1,600円/kW(2016年)。

【現在のステージ（基礎研究・基盤研究・実証・実用化・事業化）】

- ・VPP構築(実証)
- ・分散協調型エネルギー管理システム構築(基礎・基盤研究(一部実証))

【ベンチマークの対象】

(VPP)

2020年を目処に整備予定の需給調整市場等でのビジネス展開を目指す。

【今後の見通し（何がキーテクノロジーで、どのようにイノベーションを起こすのか。）】

(VPP構築)

・VPPのビジネス化に向けては、多数かつ多種多様な分散型エネルギーリソースの制御可能量を常時把握しつつ、複数のリソースを統合して制御し、需給バランス調整に必要な制御量を高精度に提供する制御システムの確立が必要となる。
・更に、今後EVが大量普及した社会を見据え、複数台のEVから充放電スタンドを通じて系統側と電力を融通することで、需給バランス調整や配電網の安定化に活用する技術(Vehicle to Grid)を開発する。

(分散協調型エネルギー管理システム構築)

・現在は、2030年に向けたメガソーラーを中心とした再エネ増加を見据えて、エネルギー需給を最適制御するための理論、数理モデル及び基盤技術の創出に取り組んでいるが、今後は2050年に向けた一般家庭へのPV等大量導入に伴い、一般家庭とつながる低圧配電系ネットワーク(100/200V)を集中管理型から自律分散型に置き換えることを実現するため、電力潮流制御、情報通信技術、市場取引などのサービス(制度含む)、全体システム、さらには主体となるプロシューマの行動に関する研究が必要である。