

**政策討議**  
**「環境エネルギー・水素戦略」**  
**補足説明資料**

平成30年1月18日

内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）  
エネルギー・環境担当

# パリ協定と発効後の世界の動向

## パリ協定

「京都議定書」に代わる**2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組み**  
2015年12月、気候変動枠組条約締約国会議（COP21）で採択（2016年11月発効）  
世界共通の長期目標として「**2 目標**」の設定。1.5 に抑える努力を追及することに言及  
主要排出国を含む**すべての国が削減目標を5年毎に提出・更新**  
**イノベーションの重要性**の位置付け 等

## 世界の動向

- 【米国】 ・2017年6月：トランプ政権、**パリ協定脱退方針表明**。
- 【G7,G20】 ・2017年5月：「G7タオルミーナ首脳コミュニケ」で“**パリ協定を迅速に実施する**”との**強固なコミットメント**を再確認。
  - ・2017年7月：「G20ハンブルク・サミット」で、米国を除くG20各国の代表らは**パリ協定は後戻りできないものであると表明**、「**成長のための気候・エネルギーに関するG20行動計画**」（首脳宣言の付属文書）に合意。
- 【中国】 ・2017年9月：2019年に**NEV規制**（新エネ車義務付け規制）導入正式決定。
- 【自治体】 ・2017年1月：気候変動とエネルギーに関する「**世界首長誓約**」（7,494自治体）
  - ・2017年11月：自治体首長による気候サミット、「**ボン・フィジー宣言**」
- 【企業】 ・2017年9月：「**EV100**」（企業による電気自動車の使用や環境整備促進を目指す国際ビジネスイニシアチブ）発足。
  - ・「**RE100**」（事業運営を100%再エネで調達することを目標に掲げる企業が加盟するイニシアチブ）2017年12月7日時点で、世界全体で117社加盟。

# 論 点

## 論点(1)これまでの環境エネルギー分野の科学技術・イノベーション政策・研究開発の実態と課題

### < 本分野に関する計画・戦略 >

【問題意識】我が国の環境エネルギー分野の各種計画・戦略は、整合性が取れているか、また、国際的に勝てるものとなっているか。

【対象計画・戦略】 「エネルギー・環境イノベーション戦略」(NESTI2050)、「エネルギー基本計画」、「エネルギー革新戦略」、「水素基本戦略」、「地球温暖化対策計画」

【説明事項】計画・戦略の概要、国際比較、達成目標、役割分担の規定状況、コスト、LCA、海外マーケット、Society 5.0の視点からの規定状況

LCA : Life Cycle Assessment

### < 主な技術分野の研究開発に係るこれまでの取組状況 >

【問題意識】我が国では、長期間にわたり多額の国費を投じて様々な環境エネルギー分野の研究開発を進めてきたが、国内での事業化や海外マーケットの獲得につながっているのか

【対象分野】太陽光エネルギー利用(太陽光発電)、風力発電、地熱発電、海洋エネルギー利用、高性能電力貯蔵(次世代蓄電池)、水素、エネルギーマネジメントシステム

【説明事項】研究開発の概要、期間と投入した費用、これまでの成果と現在のステージ、普及状況(国内・海外)、コスト、ベンチマークの対象、今後の見通し

## 論点(2)環境エネルギー分野におけるSociety5.0の実現に向けた基盤の構築

【問題意識】様々な分野で共通基盤との連携を検討し始めているが、環境エネルギー分野はどうか。電力ネットワーク等エネルギーネットワークに係る取組状況はどうなっているのか。

【対象省庁】総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省・資源エネルギー庁、国土交通省、環境省

【説明事項】取組の概要、各省との連携状況、国際的取組みとの比較、共通基盤との連携についての考え

# パリ協定と環境エネルギー関係の計画・戦略

2014.4

2015.12

2016.4

2016.4

2016.5

2016.11

2017.12

①  
エネルギー  
基本計画  
(第四次)

パリ協定採択

②  
エネルギー  
革新戦略

③  
エネルギー・  
シヨン戦略  
環境イノベ

地球温暖化  
対策計画

パリ協定発効

水素  
基本戦略

計画・戦略名	決定	概要	備考
エネルギー基本計画(第四次)	2014年4月11日 閣議決定	エネルギー政策基本法に基づき策定する、エネルギーの需給に関する施策の長期的、総合的かつ計画的に推進するための計画	2014年10月 RM 策定,第5 次計画審議中
エネルギー革新戦略	2016年4月18日 経済産業省決定	2030年度のエネルギーミックス実現に向け、徹底した省エネ、再エネの拡大、新たなエネルギーシステムの構築等を柱とし、関連制度を一体的に整備する戦略	
エネルギー・環境イノベーション戦略	2016年4月19日 CSTI決定	2050年を見据え、削減ポテンシャル・イノベーションが大きい有望な革新技术を特定し、長期的な研究開発の推進、体制を取りまとめた戦略	2017年9月 RM 策定
地球温暖化対策計画	2016年5月13日 閣議決定	地球温暖化対策法に基づき策定する、我が国の地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するための計画	
水素基本戦略	2017年12月26日 再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議決定	世界に先駆けて水素社会を実現するための2050年を視野に入れたビジョン及び2030年までの行動計画	今後、RM 改訂予定

# 環境エネルギー関係計画等における各技術の目標設定状況及び国際比較

政策議論の対象分野

目標設定 無し または 海外より低い	目標設定 無し または海外より低い	目標設定 海外より高い	目標設定 海外より高い
世界の中の日本の立ち位置 劣位	日本の立ち位置 優位	日本の立ち位置 優位	日本の立ち位置 劣位

国内・海外とも具体的な目標設定が無い等の理由により、分類が困難な項目

創エネルギー

① 太陽光エネルギー利用 (太陽光発電)	日本の立ち位置 優位	高効率石炭 火力発電
② 風力発電		高効率天然ガス 発電
③ 地熱発電		
④ 海洋エネルギー利用		
⑤ バイオマス利活用		

中長期的な取組	短期的・普及段階の取組
宇宙太陽光発電	再生可能エネルギー熱利用
資源開発技術	
メタン ハイドレート	
海底熱水鉱床	

蓄エネルギー

⑤ 高性能電力貯蔵 (次世代蓄電池)		
		水素製造*
		水素輸送・貯蔵
		水素利用

	蓄熱・断熱等技術
--	----------

省エネルギー

⑦ エネルギーマネジメントシステム	高効率エネルギー産業利用	次世代自動車* (燃料電池自動車)
	環境調和型製鉄プロセス	次世代自動車 (HV・PHV・EV・クリーンディーゼル等)*
	環境調和型石油精製プロセス	
	革新的セメント製造プロセス	
	高効率ヒートポンプ	

超電導送電	コージェネレーションシステム
低燃費航空機	省エネ住宅・ビル
	高度道路交通システム

CO2 固定化・原料化

	人工光合成	二酸化炭素回収・貯留 (CCS)
--	-------	------------------

各技術分野の名称は、エネルギー関係技術開発ロードマップの名称を使用。

システム基盤技術

世界の中の日本の立ち位置については技術面、コスト面、国内導入、海外展開状況を踏まえ判断。	革新的デバイス (パワエレ)	革新的デバイス (情報家電、ディスプレイ)
	革新的構造材料	

\*:平成30年1月19日 会議後修正

HV : Hybrid Vehicle, PHV : Plug-in Hybrid Vehicle



# < 參考資料 >

# 太陽エネルギー利用（太陽光発電）

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

- ・研究開発は実用化の技術革新を含め、主として日本、欧州、米国の3極で進められている。
- ・中国、韓国における研究開発は現段階では実用化された分野の開発成果の吸収・国産化に主眼が置かれているが、**今後中国勢の台頭が一層顕著になると予想される。**
- ・2015年時点の**太陽光発電生産量1位は中国で69%、日本は3位で5%。**（2003年末までは日本は世界最大の太陽光発電導入国）

## < 課題 >

- ・コスト低減、系統制約解消による導入量拡大、自立化、海外戦略

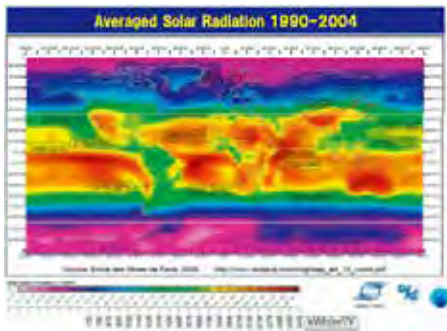
計画等		計画中のKPI		
		コスト（2020年）	コスト（2030年）	KPI : Key Performance Indicator その他
海外	米 (1ドル110円で換算)	-	・住宅用：5.5円/kWh ・商業：4.4円/kWh ・ユーティリティ規模：3.3円/kWh*1	
	欧	・20%以上削減 (2015年比) (ターンキーコスト)*2	・50%削減 (2015年比) (ターンキーコスト)*2	・モジュール変換効率(2015年比) 2020年：20%向上 2030年：35%向上*2
	中	-	-	2020年に太陽エネルギー規模を1.1億kW以上にする*3
国内	エネルギー基本計画 (エネルギー関係技術開発ロードマップを含む)	14円/kWh (発電コスト)	<b>7円/kWh</b> (発電コスト)	・モジュール変換効率 2020年：20%、2030年：40%
	エネルギー革新戦略	-	-	
	エネルギー・環境イノベーション戦略	-	-	2050年に向けて ・現在の2倍以上の変換効率を実現。
	地球温暖化対策計画	-	-	-



# 太陽エネルギー利用（太陽光発電）

## 導入ポテンシャル

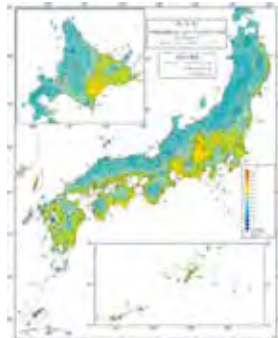
世界の年間日射量マップ



出典：SoDa ホームページ, [http://www.soda-is.com/img/map\\_ed\\_13\\_world.pdf](http://www.soda-is.com/img/map_ed_13_world.pdf) (NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版)

米国南西部や中東, アフリカ, 豪州, 南欧, インド, メキシコ, 南米などの賦存量が大

日本の年間最適傾斜角の斜面日射量

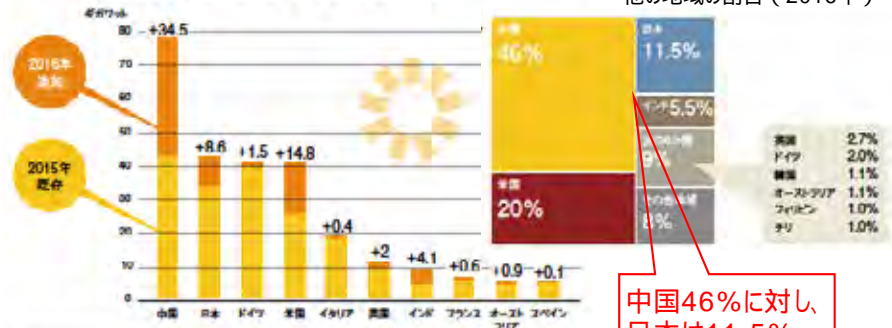


出典：NEDO 日射量データベース, <http://www.nedo.go.jp/library/niss-haryou.html> (NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版)

日本では特に山梨県や長野県, 静岡県南西部, 和歌山県南部, 高知県, 宮崎県などの日射量が豊富

## 導入実績等

太陽光発電容量および追加容量 上位10か国（2016年）



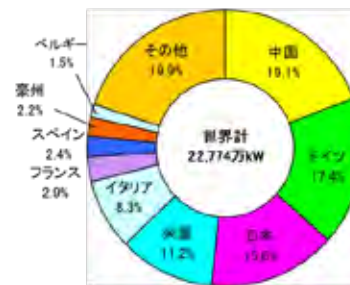
世界の太陽光発電の追加容量、上位10か国およびその他の地域の割合（2016年）

中国46%に対し、日本は11.5%

出典：自然エネルギー世界白書2017

新規発電設備容量の46%を中国が占めた

世界の累積太陽光発電設備容量 (2015年末)



世界の太陽電池(モジュール)生産量 (2015年)

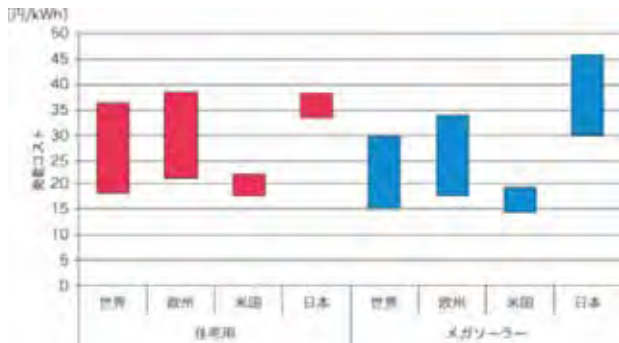


出典：IEA Photovoltaic Power Systems Programme 'Trends 2016 in Photovoltaic Applications' を基に作成 (エネルギー白書2017)

日本は中国、ドイツに次ぐ世界第3位の累積導入量 (2015年末時)  
日本の生産量は世界第3位、世界の太陽電池(モジュール)生産量に占める割合は5%

## コスト

世界および主要国の発電コスト



出典：世界Solar Energy Perspectives (2011, IEA) ; 欧州Solar Photovoltaics competing in the energy sector (2011, EPIA) ; 米国SunShot Vision Study (2012, DOE) よりNEDO 作成 (NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版)

日本の発電コストは、システム価格が欧米などと比べて高いこと、日照条件がやや悪いことなどによって、**欧米と比較すると高い水準**

# 風力発電

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

- ・日本は浮体式洋上風力発電の実証の応用研究・開発でトップレベルを維持している。
- ・日本の風力発電導入量は世界第18位（2015年時点）。諸外国に比べて平地が少なく地形も複雑なこと、電力会社の系統に余力がない場合があること等の理由から、風力発電の設置が進みにくい。

## < 課題 >

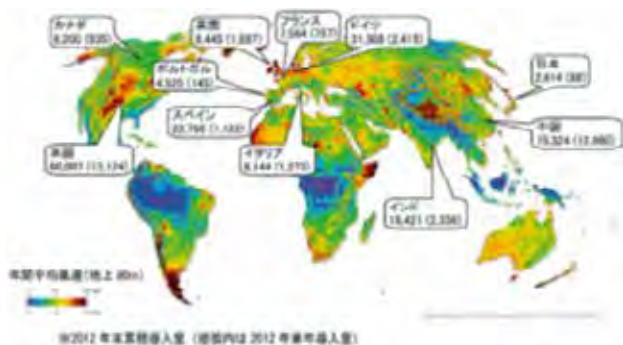
- ・コスト低減、系統制約解消による導入量拡大、海外戦略

計画等		計画中のKPI		
		コスト（2020年）	コスト（2030年）	その他
海外	米 (1ドル110円で換算)	地上風力:6.6円/kWh <sup>*4</sup>	洋上風力:15.4円/kWh <sup>*4</sup>	-
	欧 (1ユーロ135円で換算)	洋上風力(固定) :13.5円/kWh <sup>*2</sup>	洋上風力(固定) :9.45円/kWh 洋上風力(水深50m以上) :12.15円/kWh <sup>*2</sup>	-
	中	風力と石炭の連携価格を ほぼ同じに <sup>*3</sup>	-	2020年に設備容量を2.1億 kW以上に。 <sup>*3</sup>
国内	エネルギー基本計画 (エネルギー関係技術開発 ロードマップを含む)	現状コストの半分程度まで コスト低減	-	-
	エネルギー革新戦略	-	-	-
	エネルギー・環境イノベーション戦略	-	-	-
	地球温暖化対策計画	-	-	-

# 風力発電

## 導入ポテンシャル

世界の年間平均風速分布 [ MW ]

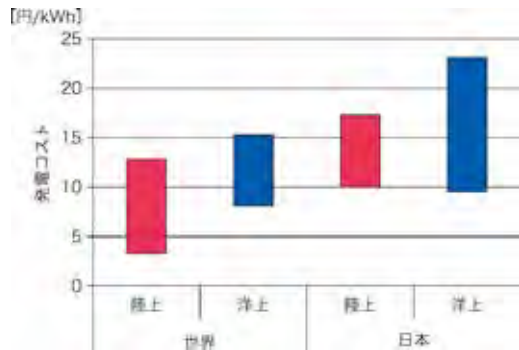


出典：3TIER ホームページ及び“Global Wind Report Annual Market Update2012”（2013, GWEC）よりNEDO作成（NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版）

特に米国中央部や中国西部，英国，アルゼンチン南部などが風況に恵まれている

## コスト

世界と日本の風力発電の発電コスト比較



出典：NEDO 作成資料（NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版）

世界の陸上風力の発電コストは、おおむね10 円/kWh 前後  
日本の陸上風力は好条件が揃った場合で約10 円/kWh, 洋上風力については9.4 ~ 23.1 円/kWh (試算)

## 導入実績等

風力発電容量と追加容量上位10か国（2016年）



出典：自然エネルギー世界白書2017

風力タービン製造  
上位10社による市場  
占有率（2016年）



出典：FTI Consulting.  
（自然エネルギー世界白書  
2017）

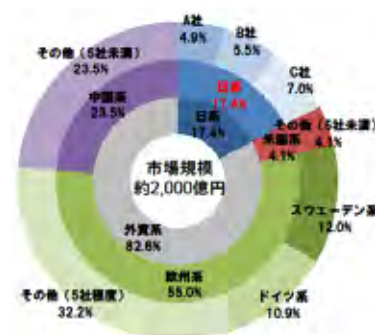
風力発電導入量の国際比較  
(2015年末時点)



出典：Global Wind Energy Council  
「Global Wind Statistics 2015」を基  
に作成（エネルギー白書2017）

日本の風力発電導入量は、  
2015年時点で**世界第18位**

風車用ベアリングの企業別シェア（2014）



出典：平成27年度日本企業の国際競争  
ポジションに関する情報収集事業結果  
を基にNEDO技術戦略研究センター作成  
（NEDO, 2017）（第4回長期地球  
温暖化対策プラットフォーム「海外展開  
戦略タスクフォース」資料）

風車用軸受等、日本が高い  
シェアを有する要素部品あり

# 地熱発電

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

- ・我が国の得意分野であり、地熱発電システム市場シェア57%を誇る。地熱蒸気タービンや次々に開発中の小型バイナリー発電設備技術、各種センサや地震学的应用による革新的地下探査技術、高温掘削技術など、要素技術は高いレベルにある。
- ・世界の地熱発電導入量のうち、2015年の日本シェアは4%程度（世界第10位）。

## < 課題 >

- ・コスト低減、国内導入量拡大

計画等		計画中のKPI		
		コスト（2020年）	コスト（2030年）	その他
海外	米 (1ドル110円で換算)	・熱水資源からの地熱発電：11円/kWh <sup>*4</sup>	・地熱増産システム（EGS発電）：6.6円/kWh <sup>*4</sup>	2020年までに5MWの地熱増産システム（EGS発電） 貯留層を開発する能力を実証 <sup>*5</sup>
	欧	-	-	2030年に合計設備容量20GWe <sup>*6</sup>
	中	-	-	2020年 地熱エネルギー利用規模を7000万トン（標準炭換算）以上にする <sup>*3</sup>
国内	エネルギー基本計画 (エネルギー関係技術開発ロードマップを含む)	-	-	-
	エネルギー革新戦略	-	-	-
	エネルギー・環境イノベーション戦略	-	-	-
	地球温暖化対策計画	-	-	-



# 地熱発電

## 導入ポテンシャル

主要国における地熱資源量及び地熱発電設備容量

国名	地熱資源量 (万kW)	地熱発電設備容量 (万kW) 2015年末時点
米国	3,000	360
インドネシア	2,779	140
日本	2,347	54
ケニア	700	61
フィリピン	600	192
メキシコ	600	89
アイスランド	580	67
ニュージーランド	365	97
イタリア	327	92
ペルー	300	0

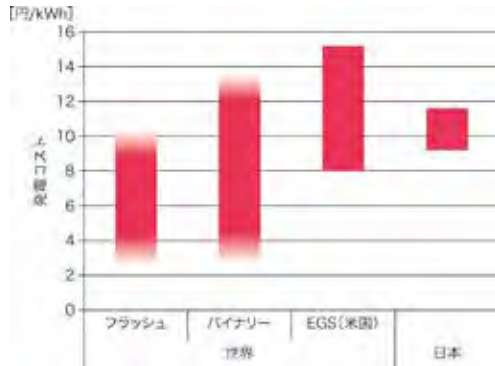
発電設備容量  
は地熱資源量  
の2.3%

出典：JICA作成資料(平成22年)及び産業総合技術研究所作成資料(平成20年), BP  
「Statistical Review of World Energy 2016」等より抜粋して作成(エネルギー白書2017)

日本は世界第3位の資源量(2,347万kW)を有する

## コスト

地熱発電の現状の発電コスト試算例

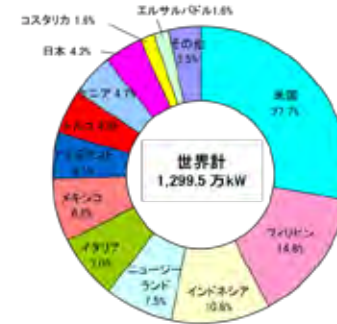


出典：NEDO 作成 (NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版)

日本では9.2 ~ 11.6 円/kWhと、世界より比較的高く試算されている

## 導入実績 等

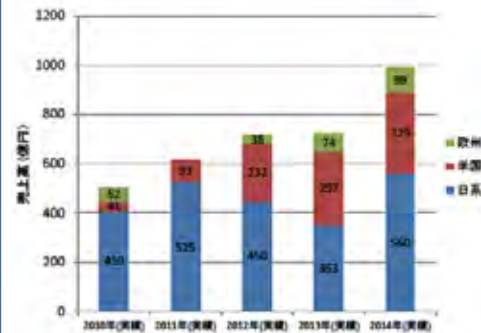
地熱発電導入量の国際比(2015年末時点)



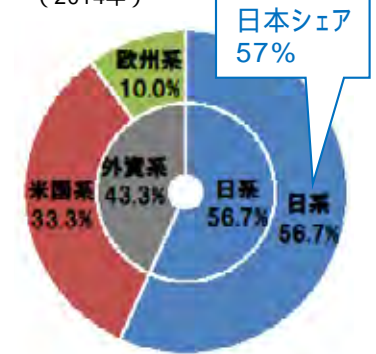
出典：BP「Statistical Review of World Energy 2016」を基に作成

世界の地熱発電導入量のうち、日本のシェアは4%程度となっており、世界第10位の規模となる

地熱発電システムの企業国籍別売上高の推移



地熱発電システムの市場シェア (2014年)



出典：平成27年度日本企業の国際競争ポジションに関する情報収集事業結果を基にNEDO技術戦略研究センター作成 (NEDO, 2017) (第4回長期地球温暖化対策プラットフォーム「海外展開戦略タスクフォース」資料)

蒸気発電式では日本企業は高いシェアをキープしているものの、近年バイナリー発電式の市場が拡大しつつあり、それに伴い全体のシェアは低下傾向

# 海洋エネルギー利用

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

- ・波力及び潮流発電について、日本は沿岸浅海域から波エネルギーの高い沖合いの大水深の場所に設置して設備稼働率を高めるために、浮体設置式を中心に開発が進められている。欧米では、特に英国がリーダーシップをとり可動物体型など実用性の高い装置を開発しており、2020年頃にかけて、**欧州を中心に初期市場が形成される可能性**がある。
- ・**海洋温度差発電**については、日本は技術面で世界に先行しているが、**導入目標値は掲げられていない**。
- ・潮汐力発電については古くから実用化されているが日本の潮汐力発電のポテンシャルは小さいことから、国内で稼働しているプラントはない。

## < 課題 >

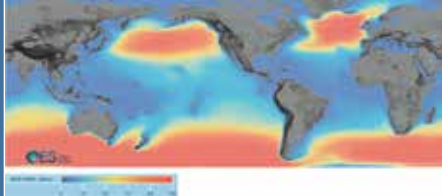
- ・目標値設定、国内導入拡大

計画等		計画中のKPI		
		コスト（2020年）	コスト（2030年）	その他
海外	米 (1ドル110円で換算)	-	・波力：29.7円/kWh ・潮流：30.8円/kWh*4	-
	欧 (1ユーロ135円で換算)	-	・波力：20.25円/kWh ・潮流：13.5円/kWh*7	-
	中	-	-	-
国内	エネルギー基本計画 (エネルギー関係技術開発ロードマップを含む)	発電コスト（2020年以降） ・実用化時：40円/kWh 以下 ・要素技術：20円/kWh以下	-	
	エネルギー革新戦略	-	-	-
	エネルギー・環境イノベーション戦略	-	-	-
	地球温暖化対策計画	-	-	-

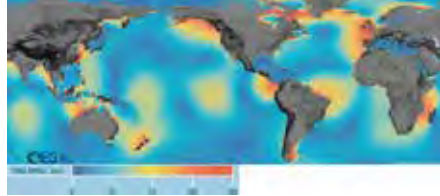
# 海洋エネルギー利用

## 導入ポテンシャル

世界の波力エネルギーの分布（年平均：  
[ kW/m ]）



世界の潮位分布（M2 分潮，主太陰半日周潮）



出典：“An International Vision for Ocean Energy”（2012, IEA-OES）よりNEDO 作成

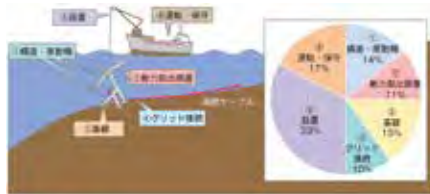
日本は波力エネルギー密度が沿岸で10kW/m 未満，沖合で10～20kW/m 未満と，諸外国と比較して大きくない

2010 年度のNEDO による「海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務」では，潮流エネルギーの賦存量は約22GW と試算

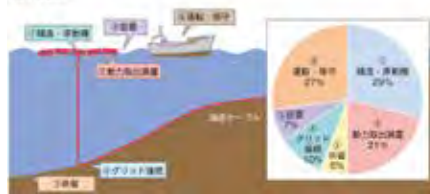
## コスト

潮流発電，波力発電のコスト内訳例

潮流発電



波力発電



出典：“Accelerating marine energy”（2011, Carbon Trust）よりNEDO 作成  
（NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版）

潮流発電と波力発電（浮体式）を比較すると，潮流発電は構造体（構造および原動機，動力取出装置）に係る割合が約25%であるのに対し，波力発電は約50%と大きい

## 導入実績等

潮流発電システムは，研究開発もしくは実証研究の段階にあり，**現在，商用プラントの稼働なし**

波力発電については，欧州海洋エネルギーセンター（EMEC）において，PelamisII の実証試験が進行中

日本の潮汐力発電のポテンシャルは小さく，国内**稼働プラントなし**

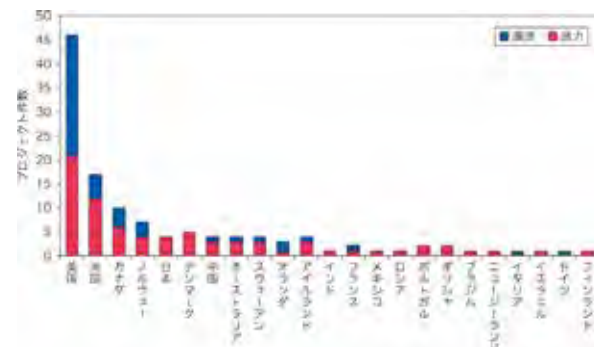
世界の主要な潮汐力発電所

発電所	発電力
ランス潮汐発電所（フランス）	1967年からフランスのランス川河口（平均潮位差 8.5 m）にて発電を開始。最大定格出力は 240MW、年間の発電量は約 500,000 MWh、平均出力は約 68 MW
アンナポリス発電所（カナダ）	1984年にカナダのファンディーク（最大潮位差 16.4 m）で 20 MW の潮汐発電所が運転を開始。
オスラヤ潮汐発電所（ロシア）	1968年に北極圏のコラ半島ムルマンスク北西 80 km の入り江にオスラヤ潮汐発電所も建設。最大出力は 400 kW
江厦潮汐発電所（中国）	1980年に運転開始した、中国初の大規模な潮汐発電の実験プラント。平均潮位差 5 m の双方向発電方式。最大出力は 3.9 MW
始華潮汐力発電所（韓国）	2011年に運転開始。最大出力は 254 MW で、世界最大規模。

出典：各種資料よりNEDO 作成（NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版）

海洋エネルギー発電の技術開発は，欧州（特に英国）や米国が中心  
日本では過去に基礎的研究で世界を主導していたが，近年は実用化に向けた技術開発の進度が欧米に10年遅れているといわれている

各国の主要な海洋エネルギー技術開発件数



出典：“Accelerating marine energy”（2011, Carbon Trust）よりNEDO 作成  
（NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版）

# 高性能電力貯蔵（次世代蓄電池）

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

- ・日本が世界をリードしている研究領域として挙げられるが、蓄電池の特許出願件数を国別にみると、2012年以降、中国がトップで、日本が二番手。蓄電池の発表論文件数を国別にみると、中国、米国が大きく先行している。
- ・英・仏が2040年までにガソリン車やディーゼル車の販売を禁止方針。中国は2019年から新エネルギー車規制導入。
- ・米カルフォルニア州では2018年からゼロエミッション規制でHVを除外。

## < 課題 >

- ・コスト低減、海外戦略

計画等		計画中のKPI		
		コスト（2020年）	コスト（2030年）	その他
海外	米	—	—	蓄電池、キャパシタ、フライホイール等、貯蔵技術を対象に研究開発が行われている* <sup>8</sup>
	欧	—	—	ドイツではBMWi、BMUB、BMBFでエネルギー貯蔵システムに関する研究プログラムを実施中。* <sup>8</sup>
	中 (1元17円で換算)	EV用リチウムイオン電池 1元/Wh以下 (約1.7万円/kWh)* <sup>9</sup>	—	・EV用リチウムイオン電池 300～350Wh/kg以上（セル単体） ・PHEV用リチウムイオン 200～250Wh/kg以上* <sup>9</sup>
国内	エネルギー基本計画 (エネルギー関係技術開発ロードマップを含む)	—	—	世界の蓄電池市場規模の5割を国内関連企業が獲得する
	エネルギー革新戦略	—	—	—
	エネルギー・環境イノベーション戦略	—	—	・現在の10分の1以下のコストで7倍以上のエネルギー密度 ・1回の充電で走行距離700km以上
	地球温暖化対策計画	—	—	—



# 高性能電力貯蔵（次世代蓄電池）

## 導入ポテンシャル

### 各蓄エネルギー技術の比較

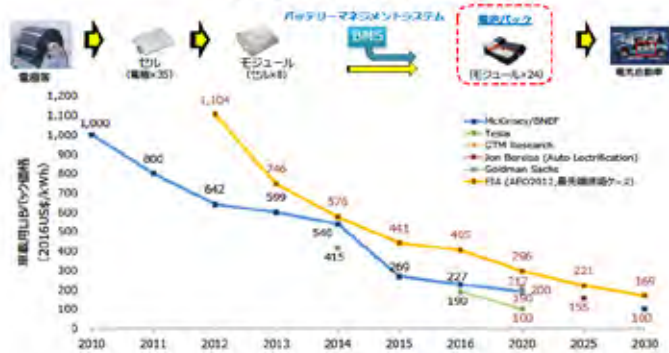
蓄電技術名	エネルギー密度 /出力密度	充放電 効率	サイクル 寿命	運用性	システム 適合
i) 鉛蓄電池	○/○	○	○	要均等化充電	○
ii) NaS 電池	○/△	○	○	ヒータロス有	○
iii) ニッケル水素電池	○/○	○	○	要均等化充電	○
iv) リチウムイオン電池	○/○	○	○	なし	△
v) パナジウムレドックス フロー電池	○/△	○	○	ポンプロス有	○
vi) 圧縮空気エネルギー貯蔵 (CAES)	○/△	△	○	立地制約有	○
vii) 揚水発電 (参考)	△/△	△	○	立地制約有	○

[凡例] ○：特に優れている △：優れている □：やや劣る

出典：NEDO 作成資料（NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版）

## コスト

### 車載用蓄電池のバリューチェーン（日産LEAFの事例）

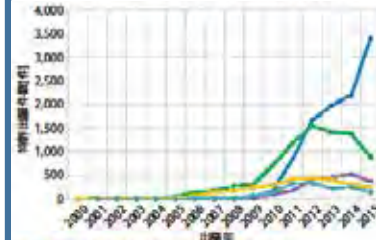


出典：第1回再生可能エネルギーの大量導入時代における政策課題に関する研究会資料（資源エネルギー庁、2017）

○世界の車載用蓄電池市場の拡大により、車載用リチウムイオン電池パックの価格は大きく低下するとの予想

## 導入実績等

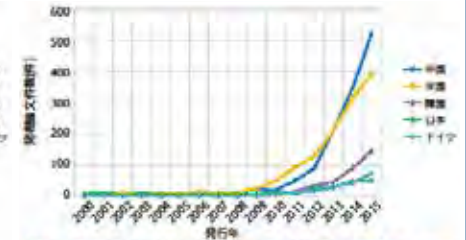
### 蓄電池に関する特許出願件数の推移（国別）



注) 2015年の値は未確定値  
出典：Thomson InnovationTM での検索結果を基にNEDO 技術戦略研究センター作成（2017）（NEDO TSC Foresight vol.20）

○蓄電池の特許出願件数を国別にみると、2010年以降、中国の件数増加が著しく、近年は日本が2番目

### 電力貯蔵システムにおける蓄電池に関する発表論文件数の推移（国別）



出所：Web of Science™ での検索結果を基にNEDO 技術戦略研究センター作成（2017）（NEDO TSC Foresight vol.20）

○蓄電池の発表論文件数を国別にみると、中国、米国が多い

### 諸外国の蓄電池に関する市場と施策 - 市場の特徴と施策の概要 -

	米国・加州	米国・ハワイ	ドイツ	オーストラリア
市場の特徴	蓄電池の調達義務に加え、導入補助や市場取引制度等の施策によって特に家庭用蓄電池の導入が進んでいる	元々電気料金が高かったことに加え、余剰電力買い取り制度が廃止された影響で自家消費のニーズが向上	導入補助（現在は2割程度）および低金利融資により蓄電池導入を後押し	系統電力価格の高騰および日中価格の下落、FIT制度の廃止の影響で、自家消費のニーズが向上
規制・制度	AB2514（製造義務） DRAM（市場取引制度）	×	×	×
税制・金融	×	×	+	×
財政支援	+	×	+	+
上記の施策を補償する理由	PVの大量導入に当たって調整力を確保するため 家庭用蓄電池を系統への調整力に使うため 長期間の家庭用蓄電池を普及させるため、補助金設計をWebベースに実装 DRとして家庭用蓄電池を利用するための市場取引（DRAM）の開始	PV自家消費を促進するToIの導入を検討中 PVの普及拡大に伴う系統への影響を緩和するため ToI導入により、PV+Btの事業性が向上し、系統での自家消費が促進	PVの大量導入に伴う系統への影響を緩和するため（自家消費促進）	蓄電池に対する直接的な施策は少なく、電力価格、FIT制度の状況等によって市場の魅力は大きく変わる
日本への示唆				

出典：株式会社三菱総合研究所作成資料（2017）（定置用蓄電池の普及拡大及びアプリケーションサービスへの活用に関する調査報告書、経済産業省）

# 水素（その1 水素製造）

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

- ・日本は、**世界最大級の水電解装置**を用い、再生可能エネルギー由来水素製造実証を進めている。
- ・海外では**再エネ発電コストも低く**、ガスのインフラも整っており、欧州ではエネルギー政策や天然ガスグリッドの整備状況を背景に、**Power-to-gasの実証が進み**、建設中も含めこれまで約30箇所での実証事業が実施されている。
- ・また、Gasに限らないPower-to- Xの技術開発も進む。

## < 課題 >

- ・コスト削減、戦略推進体制

計画等		計画中のKPI（水素製造）		
		コスト（2020年）	コスト（2030年）	その他
海外	米	—	—	—
	欧（1ユーロ135円で換算）	—	2030年までに水電解システムのCAPEXを580～760€/kWまで低減（7.8～9.9万円/kW） <sup>*10</sup>	—
	中	—	—	—
国内	エネルギー基本計画 （エネルギー関係技術開発ロードマップを含む）	—	—	—
	エネルギー革新戦略	—	—	2020年までに、1万kW級の水電解装置を用い、再エネからの水素製造実証を行う。
	エネルギー・環境イノベーション戦略	—	—	—
	地球温暖化対策計画	—	—	—
	水素基本戦略	【水電解システム】 2020年までに5万円/kWを見通すことのできる技術の早期確立を目指す。	【水素コスト】 2030年頃に30円/Nm <sup>3</sup> 程度 水素発電は、2030年頃で17円/kWhのコストを目指す。	【水電解システム】 輸入水素並のコストを目指す。 【水素コスト】将来的に20円/Nm <sup>3</sup> 程度まで水素コスト低減

# 水素（その2 水素輸送・貯蔵）

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

・水素キャリア技術（液体水素、有機ハイドライド、アンモニア）において、我が国の技術は世界最高水準のレベル。

## < 課題 >

・コスト削減、戦略推進体制

計画等		計画中のKPI（水素輸送・貯蔵）		
		コスト (2020年)	コスト (2030年)	その他
海外	米	—	—	—
	欧	—	—	—
	中	—	—	—
国内	エネルギー基本計画 (エネルギー関係技術開発ロードマップを含む) エネルギー革新戦略 エネルギー・環境イノベーション戦略 地球温暖化対策計画	—	—	—
	水素基本戦略	—	<p><b>【水素コスト】</b> 2030年頃に30円/Nm3程度の水素コストの実現を目指す。 水素発電は、2030年頃17円/kWhのコストを目指す。</p>	<p><b>【液化水素】</b>2020年度までの日豪間の液化水素サプライチェーン構築実証を通じて基盤技術確立し、商用化への道筋を立てる。2030年頃の商用化に向けて、2020年代半ばまでに商用化実証を行う。このため、2020年初頭までに大容量の輸送・荷役・貯蔵技術の確立と受入関連施設の整備を進める。 <b>【有機ハイドライド】</b>2020年度までの日プルネイ間の有機ハイドライドサプライチェーン構築実証を通じて基盤技術確立し、商用化に向けた道筋を立てる。2025年以降、国内の水素需要に応じた規模での商用サプライチェーン構築に向け、実証終了後より商用化の計画、建設開始を目指す。 <b>【アンモニア】</b>2020年代半ばまでのCO<sub>2</sub>フリーアンモニア導入利用開始を目指す。</p>

# 水素（その3 水素利用）

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

- ・エネファーム（2009年）や水素ステーション・FCV（2014年）に代表されるように、我が国は世界に先駆けて水素・燃料電池技術を実用化。
- ・水素発電用ガスタービンやアンモニア直接利用等において、我が国の技術レベルは引き続き世界最高水準のレベルにある。

## < 課題 >

- ・コスト削減、戦略推進体制

計画等		計画中のKPI（水素利用）		
		コスト (2020年)	コスト (2030年)	その他
海外	米	—	—	【水素ステーション】カリフォルニア州：2023年約100箇所、北東部：2025年約110～120箇所。 <sup>*11</sup>
	欧	—	—	【水素ステーション】(独)2023年までに400ヶ所設置。 <sup>*11</sup>
	中	—	—	2030年までにFCV100万台、水素ステーション1,000箇所。 <sup>*11</sup>
国内	エネルギー基本計画 <small>(エネルギー関係技術開発ロードマップを含む)</small>	—	—	【燃料電池】2020年140万台、2030年530万台導入。 <sup>*11</sup>
	エネルギー革新戦略 エネルギー・環境 イノベーション戦略 地球温暖化対策計画	—	—	—
	水素基本戦略	【エネファーム】 PEFC型標準機 については80万円 SOFC型標準機 については100万円 の価格を実現。	【水素コスト】 ・30円/Nm3 程度の水素コ ストの実現を 目指す。 ・水素発電は、 17円/kWhの コストを目指す。	【FCV】2020年4万台程度、2025年20万台程度、2030年80万台程度。 【水素ステーション】 ・2020年度までに160箇所、2025年度までに320箇所の整備。 ・再エネ水素由来水素ステーションは2020年度100箇所程度整備。 【FCバス】2020年度100台程度、2030年度1200台程度導入。 【FCフォークリフト】2020年度500台程度、2030年度1万台程度の導入。 【アンモニア直接利用】 ・2020年頃までに石炭発電所でのアンモニア混焼発電の開始。 ・2030年頃までにガスタービン等への利用拡大。



## 導入ポテンシャル

将来の水素導入シナリオ



出典：川崎重工株式会社作成（第9回水素・燃料電池戦略協議会資料）

## 導入実績等

欧州におけるPower-to-gas実証プロジェクト

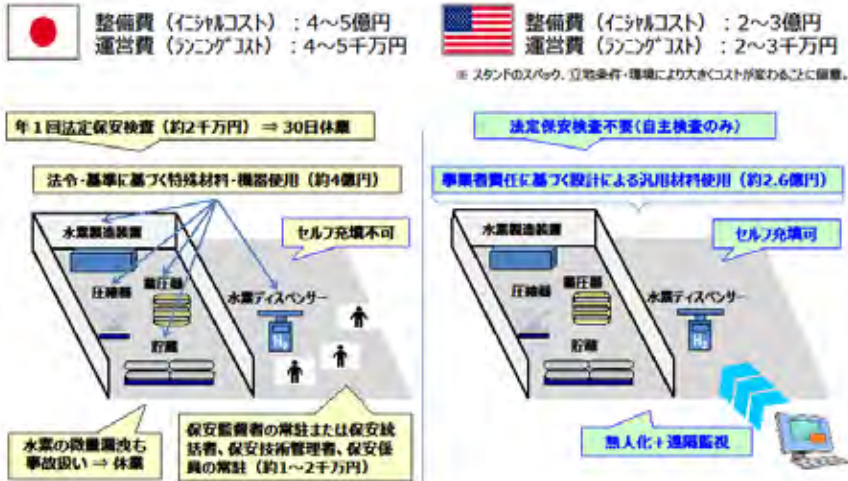


出典：The European Power to Gas Platform Webサイト  
(CO2フリー水素WG報告書、平成29年)

## コスト

水素ステーション 日米比較

約2倍



出典：資源エネルギー庁作成（第1回水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会資料）

国内における水素パイプラインの敷設事例

	水素タウンモデル事業	地域連携・創産技術実証事業	水素タウンプロジェクト
敷設イメージ			
実証場所	山口県周南市江口地区内	・周南市地方卸売市場 ・道の駅「ソレーネ南市」	福岡県北九州市 八幡中央区東田地区
導入期間	2007年4月～2010年3月	2015年4月～2020年3月	2009年7月～2011年3月
建設事業者	山口商工ガス社	晋谷瓦斯株式会社/テクノウェル	西部ガス社
パイプライン総延長	300m（埋設部分のみ）	・200m（周南市地方卸売市場） ・150m（道の駅「ソレーネ南市」）	1.2km
敷設コスト	-	-	-
安全対策	圧力配管用炭素鋼管、溶接継手、二重管（埋設部分）、常時監視、漏し検知センサー	SUS304管、溶接継手、定期点検	炭素鋼管管、常時監視、電気防食、振動検知、付臭

出典：各種公開資料から 資源エネルギー庁作成（第5回 CO2フリー水素WG資料）

# エネルギーマネジメントシステム

## < 世界の中の日本の立ち位置 >

- ・バーチャルパワープラントにて重要な技術となる蓄電池やエアコンなど機器を遠隔で制御する通信プロトコルは、日本が国際標準化を主導。
- ・日本で始まった行動経済学に基づくデマンドレスポンス実証データ分析は、米国ではすでに実用化済み。

## < 課題 >

- ・目標値設定、社会実装、共通基盤連携

計画等		計画等中のKPI		
		2020年	2030年	その他
海外	米	分散型エネルギー資源が、分配システム全体で最大50%の電力を平均して供給できるようにするために必要な技術とツールを開発して実証	—	—
	欧	—	・ピーク負荷を25%削減することができるデマンドレスポンスの管理ツール開発 ・火力発電所の50%を再エネに適合できるよう、負荷変化速度を2倍、部分負荷運転の効率損失半減、最低負荷の30%低減 ・再エネ予測精度10%向上	—
	中	・総合利用規模を1000万kWのスマート・エネルギー・モデル団地の建設	—	—
国内	エネルギー基本計画 (エネルギー関係技術開発ロードマップを含む)	・スマートメーターを全世帯・全事業所に導入。(2020年代早期に)	—	—
	エネルギー革新戦略	バーチャルパワープラントの自立化を目指す。	—	—
	エネルギー・環境イノベーション戦略	—	—	2050年にむけて、エネルギー・システム全体の最適化を可能にする技術の開発
	地球温暖化対策計画	—	—	—

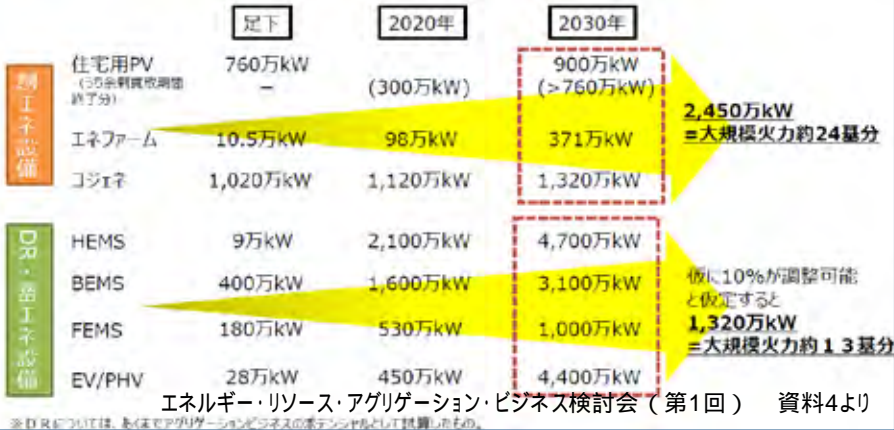


# エネルギー・マネジメントシステム

## 導入ポテンシャル

(日本国内)

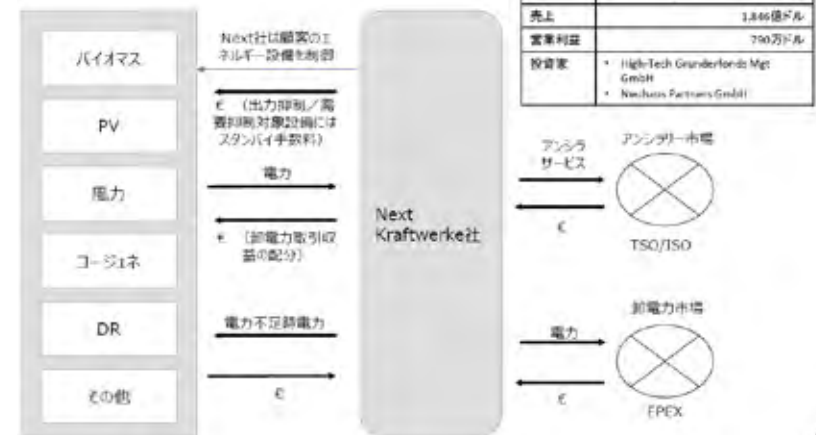
- ・2030年に向けて、**需要家側に相当程度のエネルギーリソースが導入される見込み**
- ・従来の大規模集中型エネルギーシステムに加えて、**需要家側エネルギーリソースの効果的な活用を検討すべき**



## 導入実績 等

(海外導入実績)

- ・Next Kraftwerke (ドイツ) : 顧客の**分散電源及び負荷設備をプールとして群制御して、卸電力市場等**と取引
- ・Enbala Power Networks Ltd. (カナダ)  
あらゆる**需要家機器の直接自動制御により、負荷削減量をアグリゲート**



エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会 (第1回) 資料4より

(海外施策)

## コスト

(日本国内)

ネガワット取引の経済性等に関する検討会において、**短期断面と長期断面におけるネガワット取引の効果 (ネガワット取引による発電設備の回避費用)、ネガワット取引の費用 (ネガワットを創出するためのコスト) をkWベースで検討**

ネガワット取引 効果	ネガワット取引 費用
<p>短期: 約3,000 ~ 6,500 円/kW/年 長期: 約3,500 ~ 9,000 円/kW/年</p> <p>【前提】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 需要削減の持続可能時間を2~6時間の範囲で設定。</li> <li>・ 対応要請時間を年間需要上位時間数として10~100時間の範囲で設定。</li> </ul> <p>【備考】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 今後の電源と需要の関係により、ネガワット取引の効果は“短期”から“長期”にうつる。(今後、再生可能エネルギーの導入増加により、火力発電による電力の取引が減少し、火力発電が維持できなくなるなどにより、供給力が減少することで、“長期”の効果となる)</li> </ul>	<p>約700 ~ 7,000 円/kW/年</p> <p>【前提】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実運用における費用を想定 (制御需要量が最大需要の1% (1.6GW) の場合)</li> <li>・ 1時間前予告メニューを想定</li> </ul> <p>【備考】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実運用時には、以下の費用の増減要素がある。</li> <li>・ 運用実績蓄積等による費用低減</li> <li>・ 運用ルール厳格化・システム堅牢化に対応するための費用増加</li> </ul>

エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス検討会 (第2回) 資料4より

## 米国

- 電力自由化の推進とともに景気対策・新産業創出の取組として積極的に推進。
- 再生・再投資法の下、スマートグリッド事業に対し44.6億\$の補助金が投じられた (2009年-2016年)。
- エネルギーだけでなく建築環境、交通・輸送、上下水、健康・生活サービスを含む「スマートシティ」への展開も活発である。

## 欧州連合

- 2002~2014年のスマートグリッドプロジェクトの総事業費は31.5億€。
- Horizon2020 (2013年12月) では、温室効果ガスを2020年20%、2050年80~95%削減 (1990年比) に向けた予算約175億€のなかで、再エネ、燃料電池、グリッド、CCS、ストレージ、効率改善、スマートシティ研究を推進。

## ドイツ

- 脱原発政策や再エネ大量導入政策に伴う課題の解決手段としてスマートグリッドへの期待が高まっている。
- 地域単位の需要との総合管理による再エネ活用を促す“E-Energy project” (2008~2012年) には1.4億€の補助金が投じられた。

## イギリス

- 安定供給、安価な電気料金、CO2削減を目的とし、風力発電の大量導入、それに向けたスマート送配電システムの増強、2020年末の全世帯スマートメーター設置に取り組む。
- 2010~2015年に5億£を実証・実用化プロジェクトに投入。2015年からは新送配電料金方式で、効率化に必要な設備投資を促す。

次世代エネルギー・社会システム協議会 (第18回) 資料4より

## < 計画値中のKPIの出典 >

- \* 1 Goals of the Solar Energy Technologies Office  
( <https://energy.gov/eere/solar/sunshot-initiative-goals> )
- \* 2 Transforming the European Energy System through INNOVATION  
( [https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated\\_set-plan/declaration\\_action4\\_energy\\_systems.pdf](https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated_set-plan/declaration_action4_energy_systems.pdf) )
- \* 3 エネルギー発展第13次五カ年計画（一般公開文）  
( [https://www.iges.or.jp/jp/china-city/pdf/trend\\_pdf/20161226.pdf](https://www.iges.or.jp/jp/china-city/pdf/trend_pdf/20161226.pdf) )
- \* 4 2016–2020 STRATEGIC PLAN and Implementing Framework  
( [https://energy.gov/sites/prod/files/2015/12/f27/EERE\\_Strategic\\_Plan\\_12.16.15.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/2015/12/f27/EERE_Strategic_Plan_12.16.15.pdf) )
- \* 5 DOE Strategic Plan 2014-2018  
( [https://energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f14/2014\\_dept\\_energy\\_strategic\\_plan.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f14/2014_dept_energy_strategic_plan.pdf) )
- \* 6 NEDO再生可能エネルギー技術白書（第2版 17、18）  
( <http://www.nedo.go.jp/content/100544820.pdf> )
- \* 7 SET Plan – Declaration of Intent on Strategic Targets in the context of an Initiative for Global Leadership in Ocean Energy  
( [https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated\\_set-plan/declaration\\_of\\_intent\\_ocean\\_0.pdf](https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated_set-plan/declaration_of_intent_ocean_0.pdf) )
- \* 8 電力貯蔵分野の技術戦略策定に向けて – NEDO  
( <http://www.nedo.go.jp/content/100866310.pdf> )
- \* 9 中国化学物理電源産業協会の蓄電池産業“十三五”開発計画  
( <http://www.ciaps.org.cn/news/show-htm-itemid-23549.html> )
- \* 10 "Development of Water Electrolysis in the European Union"  
( [http://www.fch.europa.eu/sites/default/files/study%20electrolyser\\_0-Logos\\_0\\_0.pdf](http://www.fch.europa.eu/sites/default/files/study%20electrolyser_0-Logos_0_0.pdf) )
- \* 11 水素基本戦略  
( <http://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002-1.pdf> )