



# NEDO再生可能エネルギー技術白書の概要

～新たなエネルギー社会の実現に向けて～

平成22年7月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

- ✓ NEDO再生可能エネルギー技術白書策定の目的
- ✓ NEDO再生可能エネルギー技術白書の構成
  1. 再生可能エネルギー導入拡大の必要性
  2. 太陽光発電
  3. 風力発電
  4. バイオマスエネルギー
  5. 太陽熱発電
  6. 波力発電
  7. 海洋温度差発電
  8. その他の再生可能エネルギー等の技術の現状
  9. スマートグリッド
  10. スマートコミュニティ
  11. おわりに
- ✓ NEDO再生可能エネルギー技術白書策定委員会名簿
- ✓ 技術ロードマップ集

# NEDO再生可能エネルギー技術白書策定の目的

## ◆背景

- 世界的に地球温暖化対策が強く求められる中、再生可能エネルギーへの期待が増大
- 我が国のエネルギー安全保障の強化の観点から、国産である再生可能エネルギーの開発へ期待
- 再生可能エネルギー関連産業における我が国の競争力の維持・強化により、グローバルマーケットへの展開を拡大、我が国の経済成長の一翼を担うとの期待
- 未利用エネルギー技術や、再生可能エネルギーの大量導入を支えるスマートグリッド等も含め、総合的な検討を進めることが重要

## ◆目的

- NEDOでは、今後の再生可能エネルギーの導入拡大、国際競争力の強化に向けた政府や産業界の検討等に資することを目的として、各種再生エネルギーやスマートグリッドについて、分野毎の現状と課題を調査し、目指す姿の実現に向けた技術ロードマップを策定、「再生可能エネルギー技術白書」として取りまとめた。
  - ✓ 主力の太陽光発電、風力発電、バイオマスエネルギー
  - ✓ 新たな担い手として世界的に注目を集めている太陽熱発電、波力発電、海洋温度差発電およびその他の再生可能エネルギー等
  - ✓ 再生可能エネルギーの導入拡大を支えるスマートグリッド、次世代エネルギー社会スマートコミュニティ

# NEDO再生可能エネルギー技術白書の構成

## ◆目次

- 3  
〜  
7  
お  
よ  
び  
9  
章  
も  
同  
様  
の  
構  
成
1. 再生可能エネルギー導入拡大の必要性
  2. 太陽光発電の技術の現状とロードマップ
    - 2.1 技術を取りまく現状
      - 2.1.1 技術の俯瞰
      - 2.1.2 ポテンシャル
      - 2.1.3 導入目標量例
      - 2.1.4 導入実績
      - 2.1.5 技術開発動向
      - 2.1.6 システム価格、発電単価等
      - 2.1.7 推進施策・関連法令
      - 2.1.8 ビジネスモデル
      - 2.1.9 国内技術の競争力
    - 2.2 技術ロードマップ
      - 2.2.1 目指す姿
      - 2.2.2 目指す姿の実現に向けた課題と対応
      - 2.2.3 技術開発目標と技術開発の内容
  3. 風力発電の技術の現状とロードマップ
  4. バイオマスエネルギーの技術の現状とロードマップ
  5. 太陽熱発電の技術の現状とロードマップ
  6. 波力発電の技術の現状とロードマップ
  7. 海洋温度差発電の技術の現状とロードマップ
  8. その他の再生可能エネルギー等の技術の現状
    - 8.1 太陽熱冷暖房
    - 8.2 中小水力発電
    - 8.3 地熱発電
    - 8.4 温泉熱発電/熱利用
    - 8.5 雪氷熱利用
    - 8.6 海流・潮流発電
    - 8.7 潮汐力発電
    - 8.8 熱電発電
    - 8.9 圧電発電
    - 8.10 工場等排熱利用
    - 8.11 温度差熱利用
  9. スマートグリッドの技術の現状とロードマップ
  10. スマートコミュニティの構築に向けて

# 1. 再生可能エネルギー導入拡大の必要性

我が国が3Eの実現を図っていく中で、再生可能エネルギーの導入拡大は、地球温暖化対策、エネルギー自給率向上、エネルギー源多様化、環境関連産業育成等の観点から、より一層重要となっている。



## ◆「エネルギー基本計画」における目標

「2020年までに国内一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの比率を10%に」

## ◆「新成長戦略」における目標

再生可能エネルギーの普及拡大やスマートグリッド構築の推進などにより、2020年までに、「50兆円超の環境関連新規市場」、「140万人の環境分野の新規雇用」、「日本の民間ベースの技術を活かした世界の温室効果ガス削減量を13億トン以上」

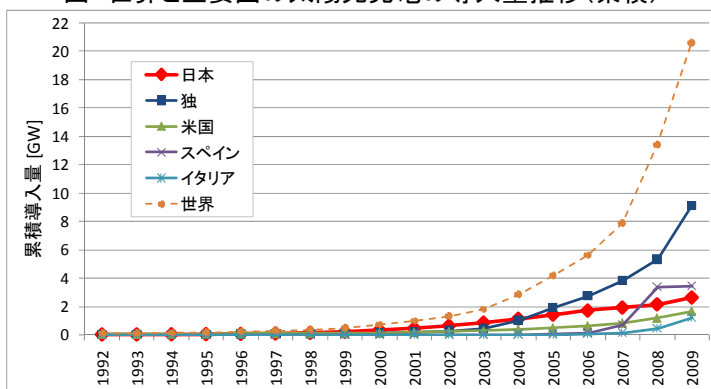
## 2. 太陽光発電 ～技術を取りまく現状(1)～

近年、世界の太陽光発電市場は急速に拡大し、国際競争が激化。我が国では、高い導入目標の達成と、関連産業の国際競争力の強化に向けて、NEDOを中心として、各種太陽電池の発電コストの低減や、革新的太陽電池の開発を目指した研究開発等を進めている。

### 導入実績

- 世界の太陽光発電市場は急成長
- 日本は2005年以降累積導入量世界一の座を明け渡す

図 世界と主要国の太陽光発電の導入量推移(累積)

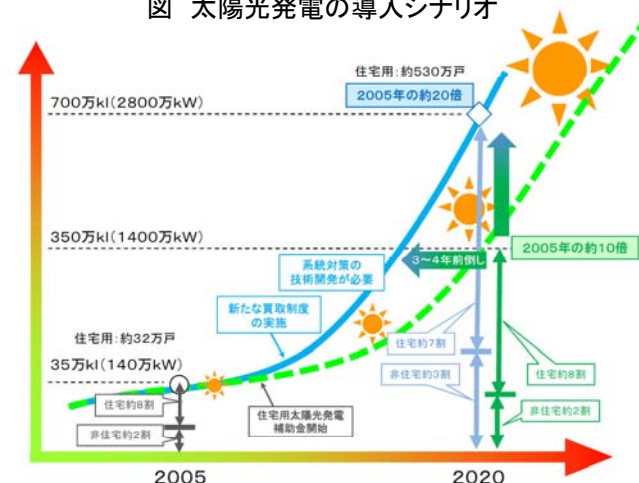


出典: "Trends in photovoltaic applications. Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2008" (IEA-PVPS)、EPIAプレスリリース(2010年4月)

### 導入目標

- 日本の導入目標: 2020年までに20倍(28GW)

図 太陽光発電の導入シナリオ



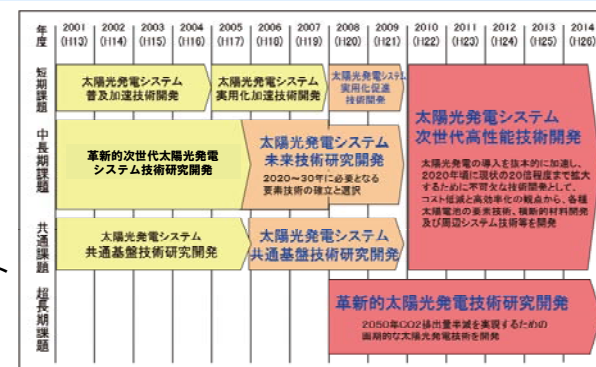
出典: 「新エネルギー部会 中間報告」(2009, 総合資源エネルギー調査会)

### 技術開発

- 「太陽光発電システム次世代高性能技術開発」プロジェクトでは、2020年の導入目標達成に向けた技術開発を実施
- 「革新的太陽光発電技術研究開発」プロジェクトでは、変換効率40%超を目指す

図 NEDOの太陽光発電技術開発プロジェクト

出典: NEDO資料



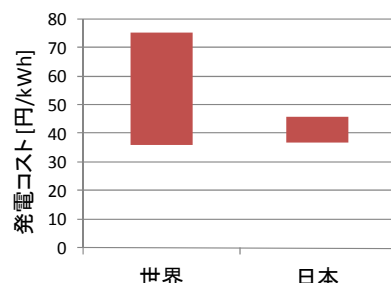
## 2. 太陽光発電 ～技術を取りまく現状(2)～

太陽光発電のビジネスは、サプライチェーンを構成する各機器の製造・販売、発電事業など裾野が広い。高い技術力を背景に日本の存在感は大きいですが、欧米や中国等の猛追を受け、太陽電池の生産量はシェアを落としており、今後の取組み強化が必要。

### 発電コスト

- 日本における住宅用太陽光発電の発電コストは約37～46円/kWh

図 世界と日本における太陽光発電の発電コスト



出典: World Energy Outlook 2009(IEA)、経済産業省資料(2010年3月)

### 推進施策

- ドイツ等欧州ではフィードインタリフ制度により導入が加速
- 日本では補助金に加え、新たな買取制度を実施

表 太陽光発電の余剰電力の買取価格

用途	買取価格
住宅用(出力10kW未満)	48円/kWh
その他の住宅・建築物用	24円/kWh

出典:「平成22年度 太陽光発電の新たな買取制度について」(2010, 資源エネルギー庁)

### ビジネスモデル

- 製造・販売ビジネスでは、サプライチェーンの垂直統合の動きが強まる
- 発電ビジネスでは、欧米におけるIPP(独立系発電事業者)事業に日本企業も参入

図 太陽光発電産業のサプライチェーン(結晶シリコン系)

- シリコン原料の長期供給契約から、川上から川下までの一貫供給体制の傾向
- 垂直統合、事業統合、サプライチェーンへの資本参加なども活発

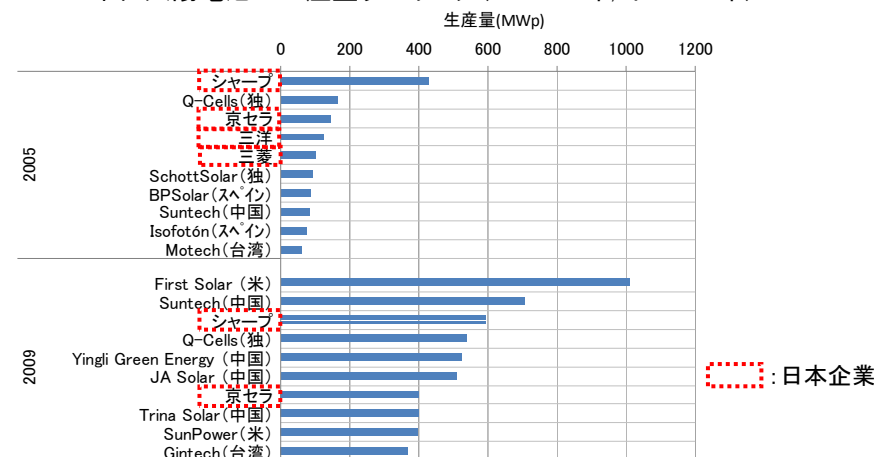


出典:「太陽光発電産業の現状と取組みについて」(2008, JPEA 第2回低炭素電力供給システムに関する研究会資料)

### 国内技術の競争力

- 日本メーカは外国勢に追い上げられ世界シェアを落とす

図 太陽電池の生産量ランキング(上: 2005年, 下: 2009年)

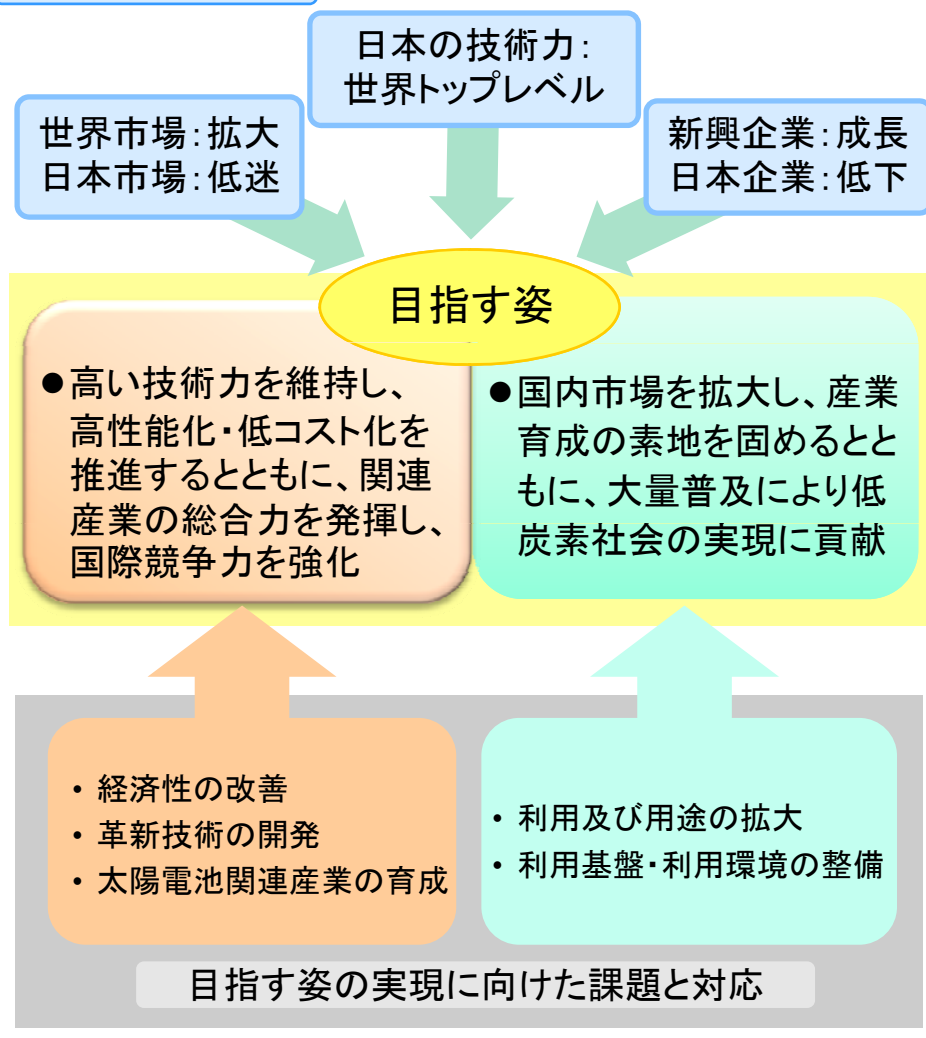


出典: PV News Volume 28, Number 4(2009.4, Prometheus Institute, Greentech Media)

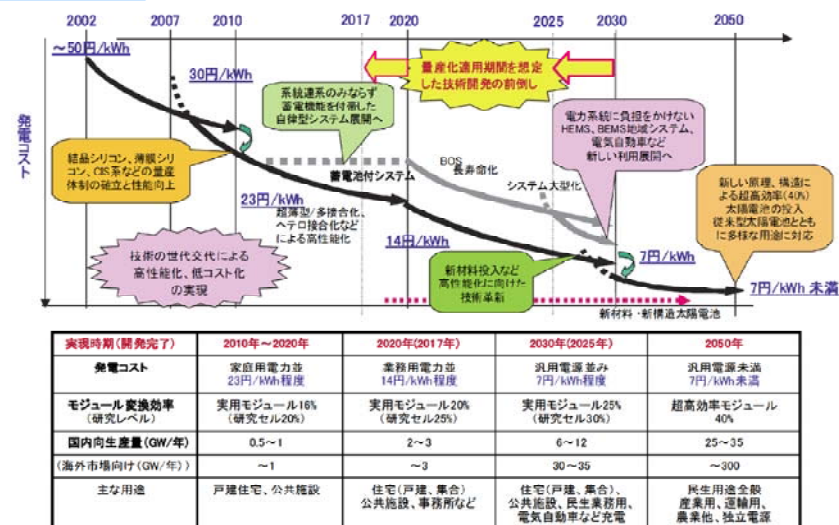
## 2. 太陽光発電 ～技術ロードマップ～

我が国は、高い技術力を維持して国際競争力を強化するとともに、国内産業を育成し、低炭素社会の実現に貢献することを目指す。そのために、世界市場も見据えて、各種太陽電池の高効率化、低コスト化、耐久性の向上、システム技術の開発などに取り組んでいく。

### 目指す姿、課題と対応



### 技術開発目標



### 技術開発の内容

技術課題	解決策・要素技術
結晶シリコン系	低コストソーラーグレードシリコン製造技術 等
薄膜シリコン系	高性能多接合太陽電池開発、高度光閉じ込め技術 等
CIS系太陽電池	高性能・低コスト・大面積・高生産性製造プロセス技術 等
集光型太陽電池	Ⅲ-V系多接合太陽電池用新材料(4～5接合用) 等
色素増感・有機薄膜	高性能・高耐久性・低コストセル構造開発 等
モジュール関連技術	低コスト・高耐久性モジュール製造技術 等
管理・運用	低コスト・高性能・高耐久性インバータの開発 等



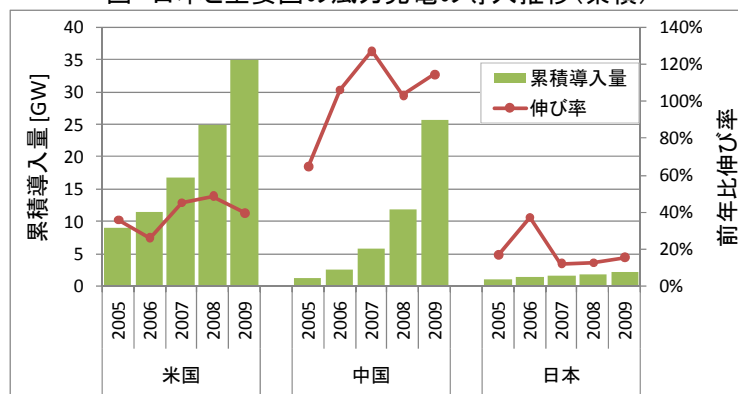
### 3. 風力発電 ～技術を取りまく現状(1)～

風力発電は、欧米、中国などをはじめとして、世界的に導入量が急速に拡大。我が国の導入量は世界第13位であるが、年率10%台で増加中。各国で技術開発も進められており、我が国でも、NEDOが2010年より洋上風力の実証研究を開始するなど、取組みを強化。

#### 導入実績

- ・ 世界では米中欧印で風力発電市場が成長(特に中国は倍増ペース)
- ・ 日本の導入量は世界第13位だが、年率10%台で増加中

図 日本と主要国の風力発電の導入推移(累積)

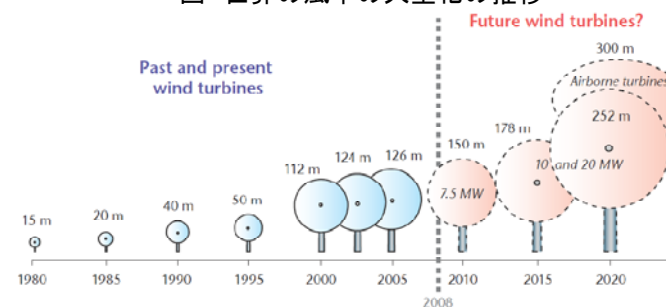


出典: "Global Wind 2009 Report" (GWEC)、NEDO資料より作成

#### 技術開発

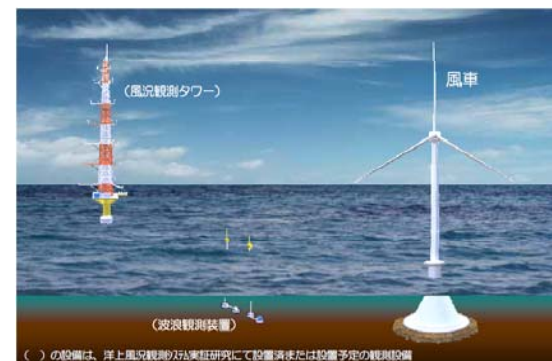
- ・ 世界的に、低コスト化に向けて、超大型風車や洋上風車(着床式・浮体式)等に係る技術開発が行われている
- ・ NEDOは2010年度より「洋上風力発電システム実証研究」を開始、また、日本の自然環境に対応するための研究を実施

図 世界の風車の大型化の推移



出典: "Technology Roadmap Wind energy" (2009, OECD/IEA)

図 NEDO「洋上風力発電システム実証研究」設備完成予想図



出典: 東京電力プレスリリース(2010年5月19日)

#### 導入目標

- ・ 日本の導入見通し: 2020年に5GW(最大導入ケース)

表 日本における導入目標量例

出典		2020年	2030年
資源エネルギー庁	長期エネルギー需給見通し(再計算)(H 21)	最大導入ケース	5.0 GW
		現状固定ケース・努力継続ケース	4.1 GW

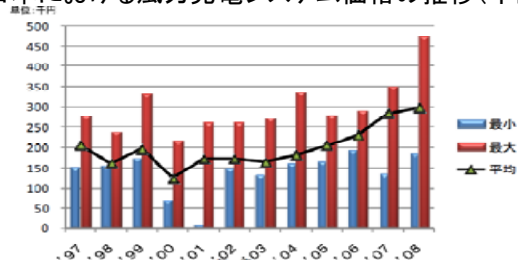
### 3. 風力発電 ～技術を取りまく現状(2)～

風力発電のビジネスは、構成部材の製造・販売、風力発電システムの製造・販売、発電ビジネスなどが挙げられる。日本は後発だが、今後のシェア拡大が期待される。軸受や増速機、発電機、部材では炭素繊維など、日本企業の高度な技術力により、国際競争力を有する技術も多い。

#### システム価格

- 日本の風力発電システム価格は近年上昇傾向

図 日本における風力発電システム価格の推移(千円/kW)



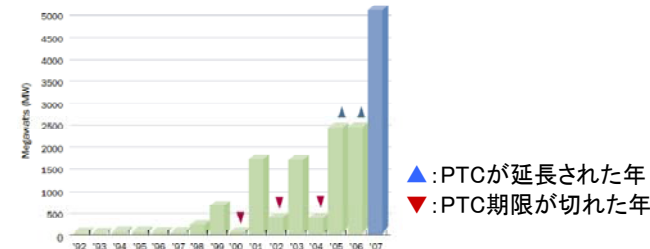
注：「風力発電システム」は風力発電システム全体の価格を示す。価格は風力発電システムの補助申請額から算出。最大・最小は当該年度の補助申請額コストの最大・最小値を示す。平均は当該年度の補助申請額コストの平均値を示す。  
 出典：総合資源エネルギー調査会新第29回エネルギー部会 資料3-1(2008年11月)

出典：総合資源エネルギー調査会新第29回エネルギー部会 資料3-1(2008年11月)

#### 推進施策

- 米国ではPTC(連邦発電税控除)が風力発電導入量に大きな影響を与えている

図 米国におけるPTCの延長と風力発電の新設容量の推移

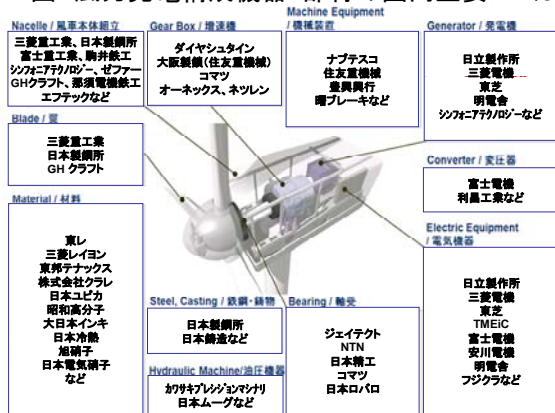


出典：“Wind Power Outlook 2008”(AWEA)

#### ビジネスモデル

- 製造・販売ビジネスでは、重電メーカーがサプライチェーンの水平・垂直統合により事業拡大
- 軸受や増速機、発電機、部材では炭素繊維など、日本企業が国際競争力を有する技術も多い。
- 発電ビジネスでは、IPP事業の他、CDM等による環境価値を販売するビジネスが行われている

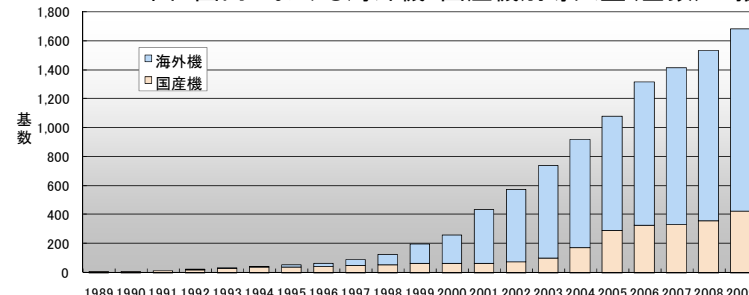
図 風力発電構成機器・部材の国内主要メーカー



#### 国内技術の競争力

- 風力発電システムの国内外市場において、現状では日本メーカーの存在感は小さいが、近年シェアは伸びている
- 軸受や今後利用が期待される炭素繊維の世界市場で日本メーカーは高度な技術力により大きなシェアを有する

図 国内における海外機・国産機別導入量(基数)の推移

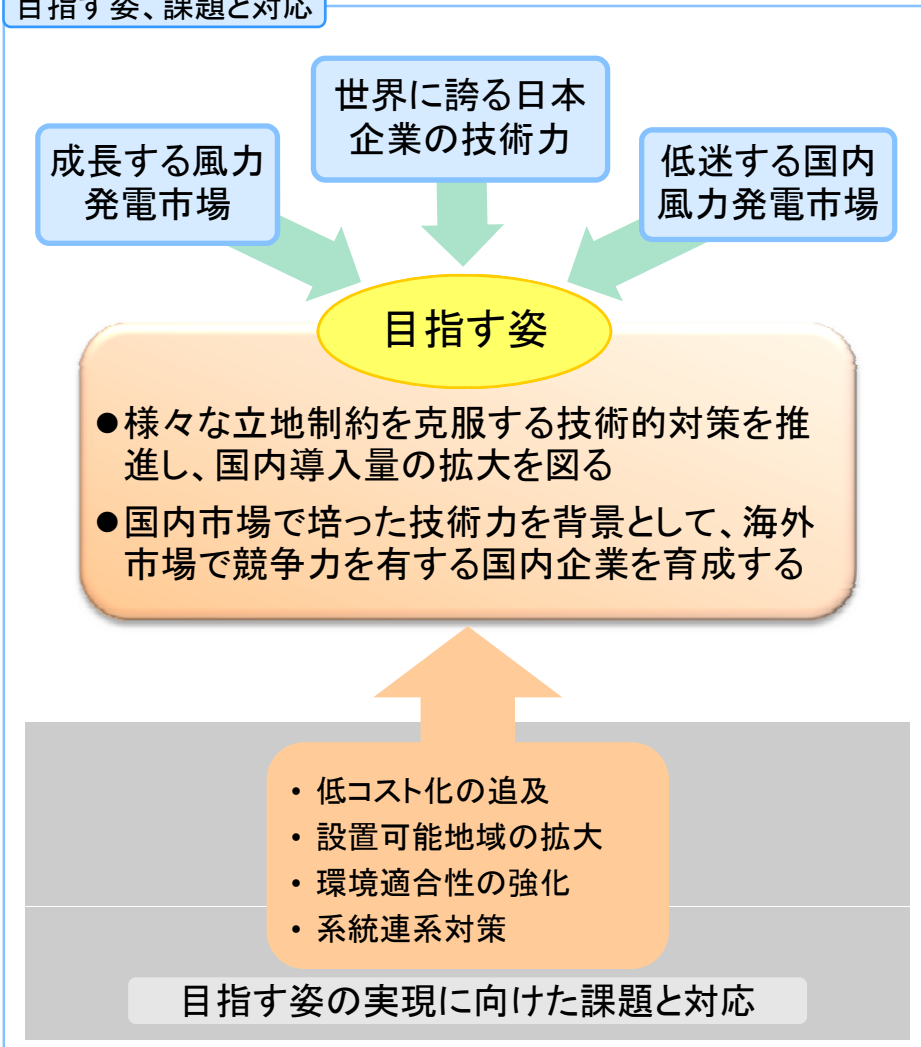


出典：NEDO資料

### 3. 風力発電 ～技術ロードマップ～

風力発電の目指す姿は、立地制約を克服しての国内導入量の拡大、それをベースとした海外市場への展開である。これを実現するために、陸上・洋上の双方を視野に、①低コスト化の追求、②設置可能地域の拡大、③環境適合性の強化、④系統連系対策、の各技術開発を進める。

目指す姿、課題と対応



技術開発目標

	2009年	2020年	2030年
陸上風力 発電コスト(円/kWh)	9～15	7～11	5～8
洋上風力 発電コスト(円/kWh)	—	12～17	8～11
系統連系の整備により供給される風力発電電力量の対全発電電力量比 (2005年実績)	0.5%	1.7%	3.6%

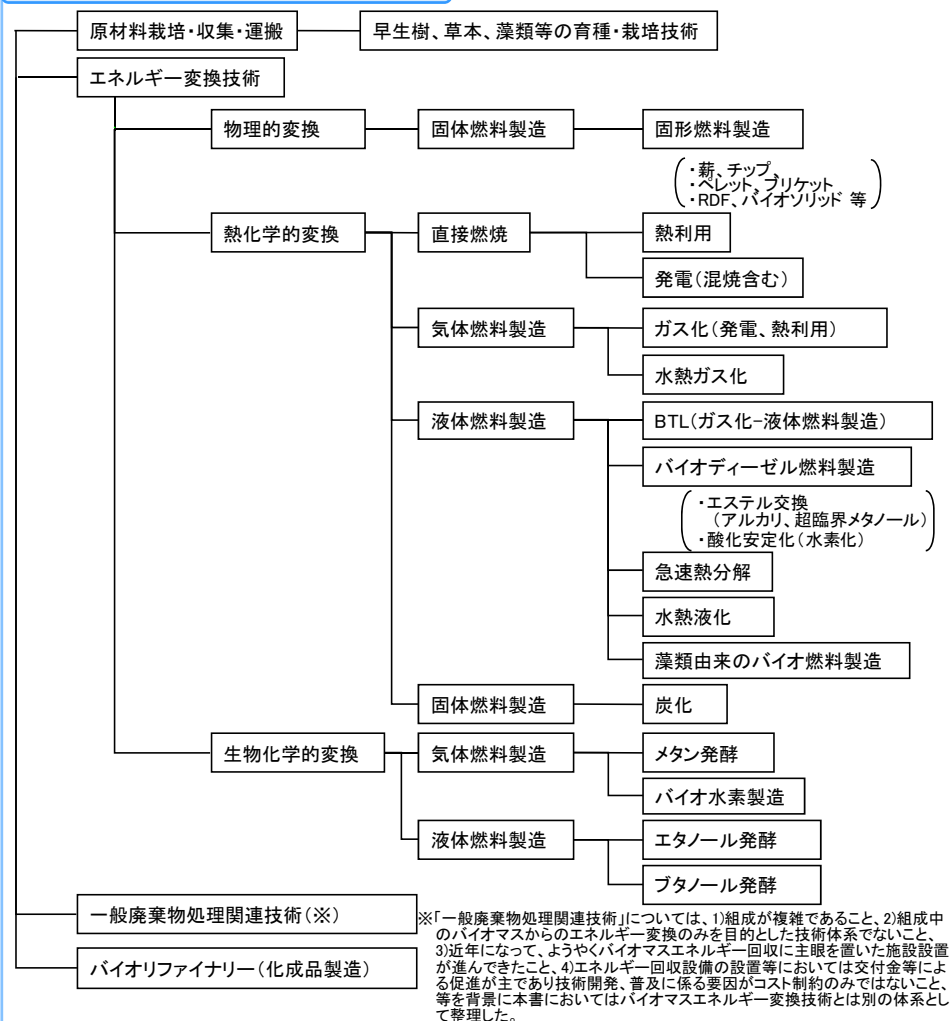
技術開発の内容

技術課題		解決策・要素技術
発電コスト低減化の追及	高性能風車・要素の開発	マルチメガワット風車用要素技術の開発 等
	メンテナンス費の削減	監視システムの高度化 等
	耐久性の向上	制御システム技術の高度化、材料開発 等
	発電量の増加	新素材長大翼、低風速対応発電システム 等
	設備費の削減	量産化システム技術(機械化・自動化)
	施工費の削減	輸送・建設技術の高度化 等
の設置可能地域の拡大	我が国の立地環境への対応	複雑地形風モデルの開発、落雷・台風保護対策 等
	洋上への展開	連成振動解析技術、気象・海象予測シミュレーション技術、大水深・浮体式支持構造、洋上変電所 等
	自家発電・独立電源系	低コスト化、高安全性・高信頼性化 等
の環境適合性の強化	風車音発生抑制	低風車音風力発電システム 等
	生態系への影響の緩和	鳥類・海生生物モニタリング技術 等
対系統連系	電力の安定化	出力平滑化技術、蓄電池システムの高度化、高精度発電量予測技術、大規模集中制御システム 等

# 4. バイオマスエネルギー ～技術を取りまく現状(1)～

バイオマスエネルギーの技術体系は、原材料栽培・収集・運搬、エネルギー変換技術(物理的変換、熱化学的変換、生物化学的変換)、一般廃棄物処理関連、バイオリファイナリーと幅が広い。林地残材等の未利用バイオマスの有効な回収システムの確立などが大きな課題である。

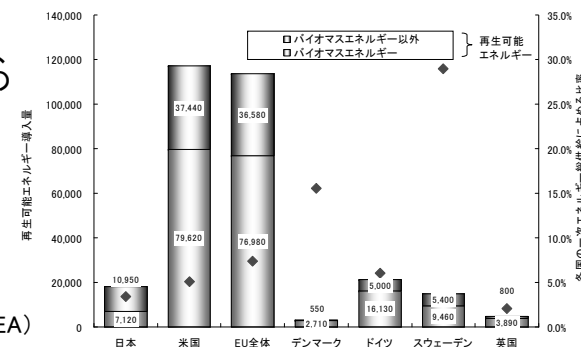
## バイオマスエネルギー技術体系



## 導入実績

日本は再生可能エネルギーの中に占めるバイオマスエネルギーの導入比率が低い

図 主要国における再生可能、バイオマスエネルギー等の導入実態

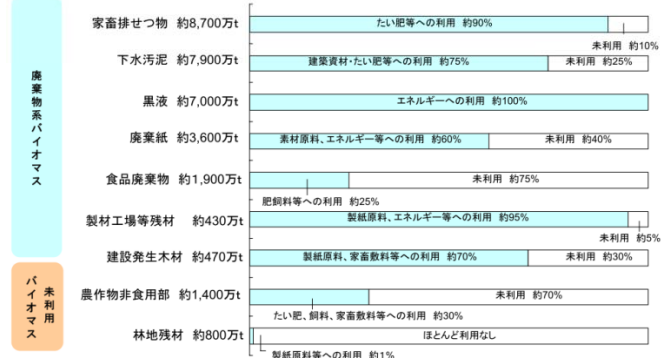


出典: "Energy Balances of OECD Countries (2009 Edition)" (IEA)

## ポテンシャル

廃棄物系バイオマスはリサイクル義務等により利用率が向上しているが、林地残材等の未利用系は有効な回収システムが未確立である等の理由により利用率は低い

図 日本のバイオマス貯存量・利用率(2008年)



出典: 「第12回バイオマス・ニッポン総合戦略推進会議およびバイオマス・ニッポン総合戦略推進アドバイザリーグループ会合同会議 参考資料」(2009)

## 4. バイオマスエネルギー ～技術を取りまく現状(2)～

エタノール発酵、BTL、微細藻類、バイオディーゼル、ガス化、メタン発酵などの技術分野にて、世界各国で技術開発が進められており、我が国も十分な技術開発力を有している。NEDOでは、「セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業」などの取組みを進めている。

### 導入目標

- 日本の導入目標: 2020年にガソリン3%相当以上

表 バイオ燃料の導入目標

	導入目標	根拠
日本	2020年にガソリン消費3%以上のバイオ燃料導入	「エネルギー基本計画」
米国	2022年にバイオ燃料360億ガロン(約1億1,400万kL)	2007年「エネルギー自立・安全保障法」
EU	2020年までに輸送用燃料の10%を再生可能燃料	2009年「再生可能エネルギー導入促進に関する欧州指令」

出典:「バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第3版)」(2010, NEDO)等より作成

### 技術開発動向

主な技術	国内外の技術開発動向
エタノール発酵	<ul style="list-style-type: none"> <li>各国でセルロース系資源を利用するための実用化技術の開発を精力的に推進</li> <li>前処理段階、C5糖・C6糖同時利用等高効率発酵プロセスなどの研究開発</li> <li>国内では、セルロース系資源作物について、栽培から燃料製造までの一貫生産システムの技術開発を実施中</li> </ul>
BTL (Biomass To Liquid)	<ul style="list-style-type: none"> <li>噴流床ガス化炉: システムが単純でコスト面に優れ、欧州数ヶ国で商業化を目指す</li> <li>流動床型ガス化炉: バイオマス収集量に応じた設計が可能であり、フィンランド、米国、日本などで開発中</li> </ul>
微細藻類	<ul style="list-style-type: none"> <li>米国: 国立研究所での研究を再開、大学での基礎研究、ベンチャー企業等による藻類生産の実用化研究も活発</li> <li>日本: 現状はラボスケールの研究開発に止まるが、保有する藻類の種類や過去の研究レベルは米国と遜色ない</li> </ul>
バイオディーゼル	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術面では確立</li> <li>副生成物のグリセリンの有効活用や原料調達が今後の課題</li> </ul>
メタン発酵	<ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術は概ね確立</li> <li>現在はコジェネ中心だが今後、ガス供給を想定したオフサイト利用も積極的に推進中</li> </ul>
ガス化	<ul style="list-style-type: none"> <li>米国、欧州: 固定床等の小型システムから噴流床等の大型システムまで幅広く技術開発が行われている</li> <li>国内では、コジェネレーションを目的とした小・中規模のシステム開発が中心</li> </ul>

### 技術開発プロジェクト

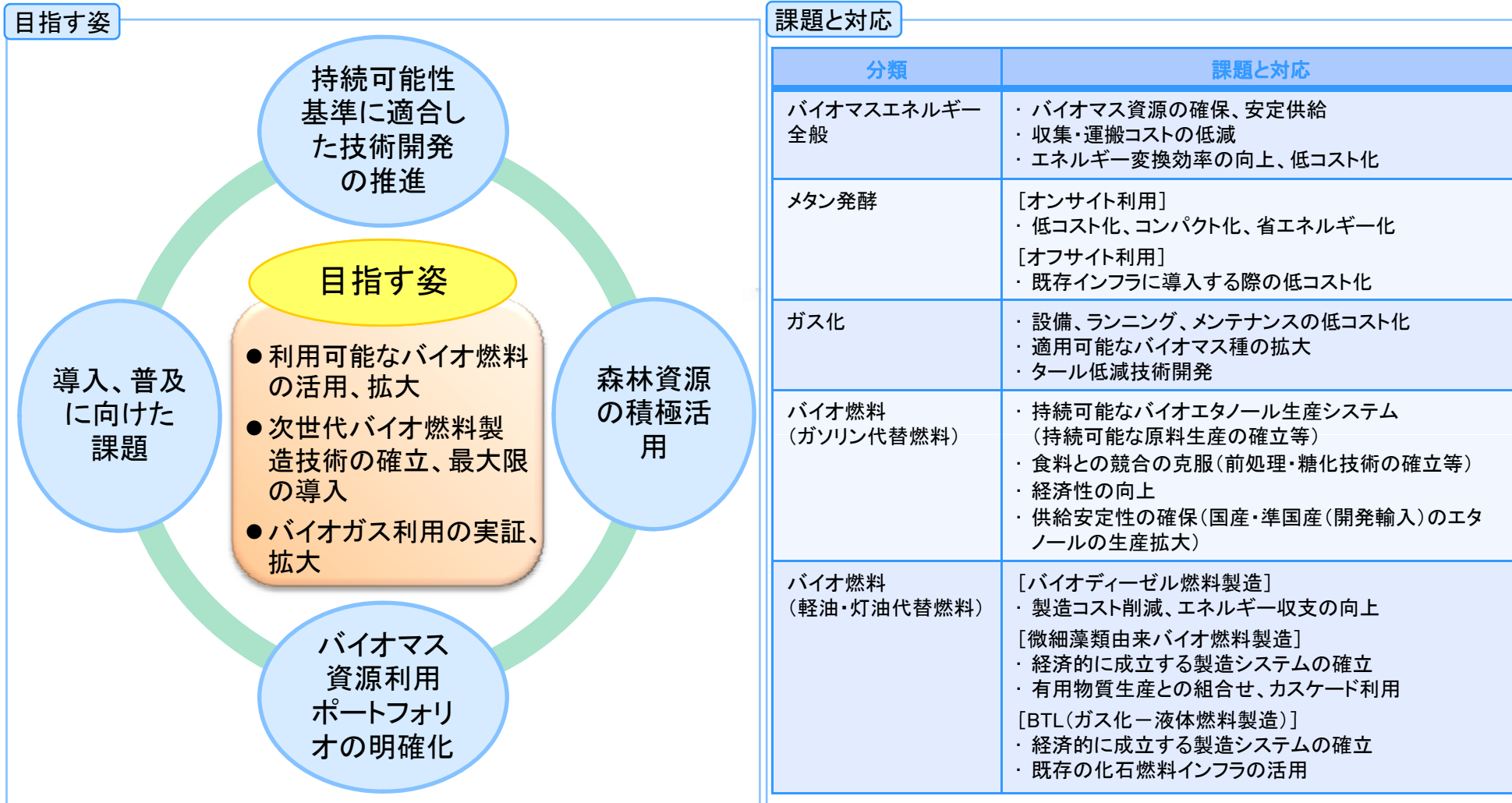
- NEDO「セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業」で食料と競合しないエタノール一貫生産システム構築



出典:「バイオ燃料技術革新計画」(平成20年3月、バイオ燃料技術革新協議会)

## 4. バイオマスエネルギー ～技術ロードマップ～

将来に向けて、食料との競合、生物多様性、経済性・供給安定性などの諸課題を克服しつつ、利用を促進していく。国内では利用可能なバイオマス資源を最大限に活用する技術開発、海外では大規模生産を行い、原料または燃料を開発輸入するための技術開発を行う。



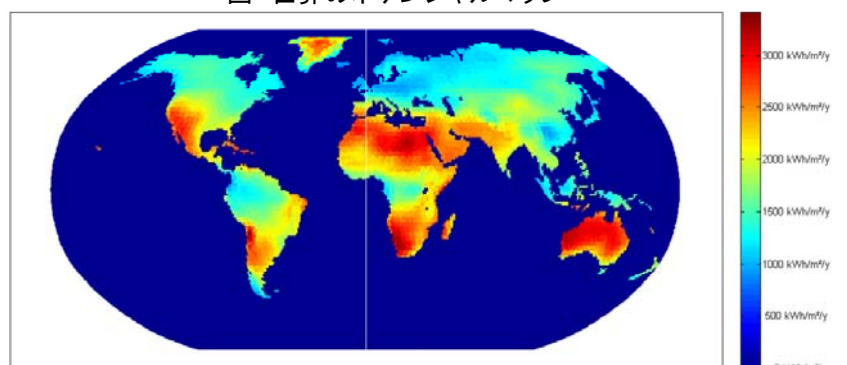
## 5. 太陽熱発電 ～技術を取りまく現状(1)～

太陽熱で作った蒸気でタービンを回して発電するシステム。世界のサンベルト地帯で導入計画が相次いでいる。現在主流のトラフ型に加え、タワー型や、フレネル型の技術開発が進められている。ベース電源利用に向けて、蓄熱システムの開発が鍵となっている。

### 技術俯瞰とポテンシャル

- ・ 太陽熱により作った蒸気でタービンを回して発電するシステム
- ・ 直達日射量の多い北アフリカ、南アフリカ、中東、インド北西部、米国南西部、インド北西部、中国西部等が適地

図 世界のポテンシャルマップ



出典: Solar PACES資料

### 技術開発

- ・ 形式はトラフ型、フレネル型、タワー型、ディッシュ型
- ・ ベース電源利用に向けて、出力平滑化、発電時間帯の調整、発電効率の向上、設備の低コスト化が主要課題。
- ・ キーテクノロジーは、蓄熱技術。高信頼性・低コスト蓄熱システムの開発が重要課題。また、発電効率の向上のため、高温蓄熱技術・熱流体の高温化等も重要となる。

### 技術開発(続き)

図 トラフ型

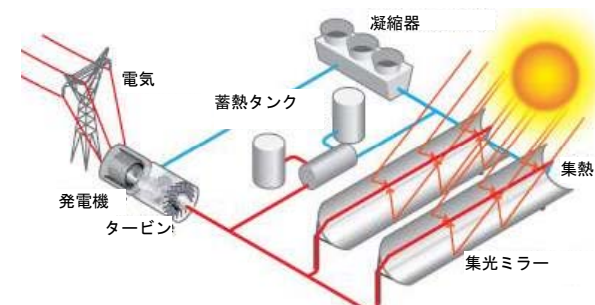


図 フレネル型

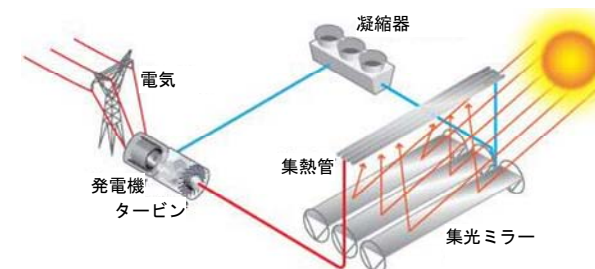
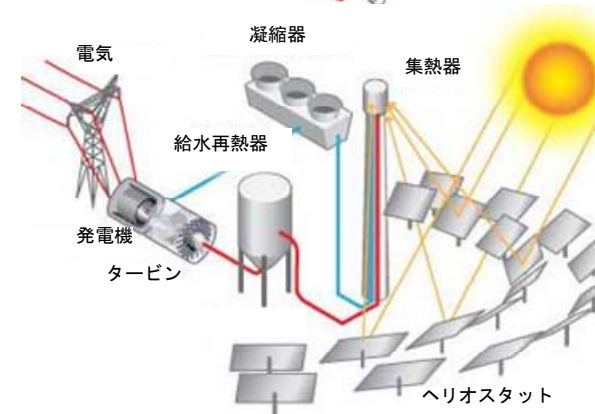


図 タワー型



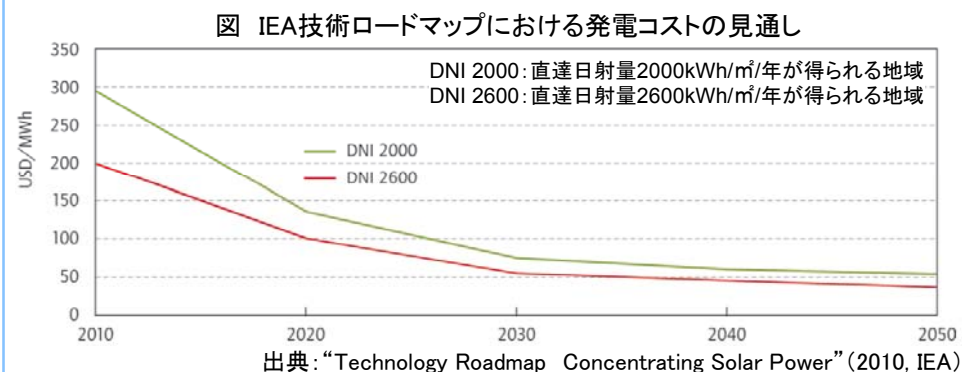
出典: DOEホームページ

## 5. 太陽熱発電 ～技術を取りまく現状(2)～

関連ビジネスとしては、日本の既存技術を活用した太陽熱発電プラントの製造・販売、要素機器・設備の製造販売、新システム・技術の開発等が挙げられる。海外市場が主ターゲットであり、我が国企業も積極的に参入を検討しているところ。

### 発電コスト

- 2020年にミドル電源、2030年にはベース電源として既存電力と競争力を持つことを想定。2020年には10～15円/kWh程度、2030年には5～7円/kWh程度の見通し



### 国内技術の競争力

- 我が国の取組みとして、アブダビにて東工大のビームダウン型システムの実証試験あり
- 技術開発拠点として国内実証試験サイトの整備が必須



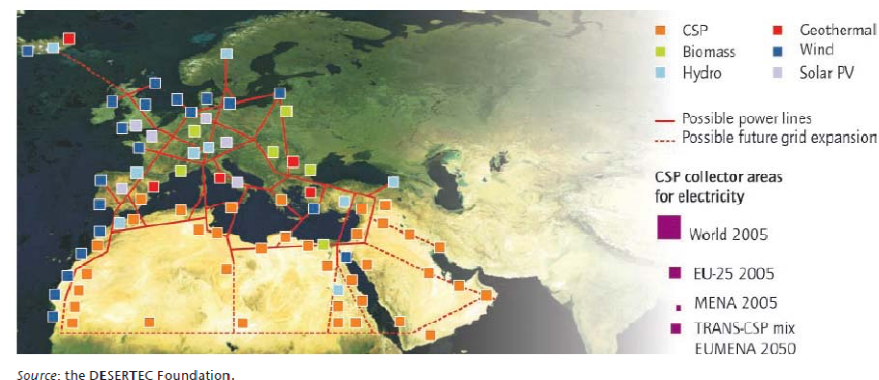
図 ビームダウン型太陽熱発電システム (アブダビ実証試験サイト)

出典: 東京工業大学資料

### ビジネスモデル

- 日本の既存技術を活用した太陽熱発電プラントの製造・販売、要素機器・設備の製造販売、新システム・技術の開発、太陽熱発電による発電ビジネス等が挙げられる
- 日本企業・大学も新システムを考案しているほか、要素機器・設備を様々なメーカ、ベンチャー企業等が開発
- Siemensは主力のタービン技術で事業展開。太陽熱発電プラント向けに50機近くのタービンを供給。バリューチェーン確立に向けた動きあり
- ドイツのDESERTEC構想は要参考

図 DESERTEC (EU-中東-北アフリカ スーパーグリッド構想)



出典: "Technology Roadmap Concentrating Solar Power" (2010, IEA)



## 5. 太陽熱発電 ～技術ロードマップ～

太陽熱発電の目指す姿は、キーテクノロジーの技術開発を進め、世界市場における日本企業の競争力を高めることである。高信頼性・低コスト次世代型蓄熱システム、高温蓄熱技術・熱流体の高温化、新システム開発等の技術開発を、早期に推進する必要がある。

### 目指す姿、課題と対応

- 世界で拡大する太陽熱発電市場
- 我が国が保有する太陽熱発電関連の技術ポテンシャル

### 目指す姿

- 日本独自の太陽熱発電システム、および蓄熱技術をはじめとする太陽熱発電のキーテクノロジーの技術開発を進め、太陽熱発電市場における日本企業の国際競争力を高める。
- 日本技術の世界展開により、CO<sub>2</sub>削減に係る日本の中期目標達成、および世界の低炭素化に貢献する。

- ・蓄熱技術をはじめとするキーテクノロジーの開発支援
- ・実証試験サイトの整備
- ・コスト競争力の強化
- ・海外プロジェクトへの参画支援

### 目指す姿の実現に向けた課題と対応

### 技術開発目標

	2015年	2020年	2030年
国際競争力の強化	実証試験サイトの整備	商用プラントの海外展開	海外市場シェアの拡大
供給形態	—	ミドル電源利用	ベース電源利用
発電コスト	15～30円/kWh程度	10～15円/kWh程度	5～7円/kWh程度

### 技術開発の内容

技術課題	解決策・要素技術
蓄熱による出力調整 (平滑化・安定化・発電時間の調整)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高性能・低コスト次世代型蓄熱システム               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 温度躍層単槽式</li> <li>- セラミック蓄熱システム 等</li> </ul> </li> </ul>
発電効率の向上 発電量の増大	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高温蓄熱技術・熱流体の高温化               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 高温レシーバ</li> <li>- 高性能集光制御システム</li> <li>- DSGシステム</li> <li>- 高効率集熱管、高効率熱媒</li> <li>- 高反射集光ミラー 等</li> </ul> </li> <li>・新システム開発               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 日本独自システムの開発</li> <li>- 線形フレネル・タワー型の高性能化 等</li> </ul> </li> </ul>
設備費の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低コスト・高効率空冷式冷却システム</li> <li>・低コスト材料開発</li> </ul>

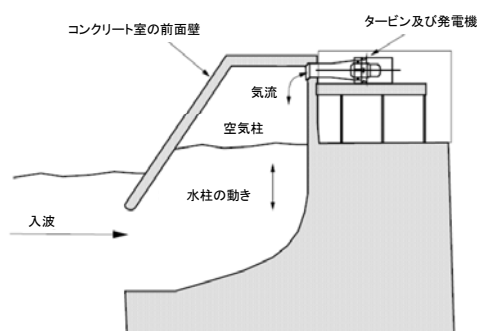
## 6. 波力発電 ～技術を取りまく現状(1)～

波力発電は、波のエネルギーを利用した発電システム。様々な技術を用いた波力発電装置が各国で開発されている。現時点で実用化されているものは少ないが、そのポテンシャルの大きさから、将来における普及が期待されている。

### 波力発電技術の俯瞰

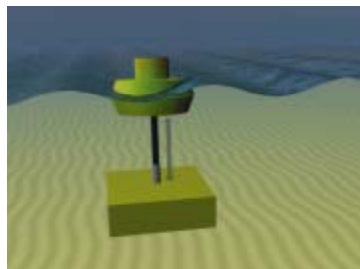
#### 振動水柱型

海面の上下動により生じる空気の振動流でタービンを回転し発電



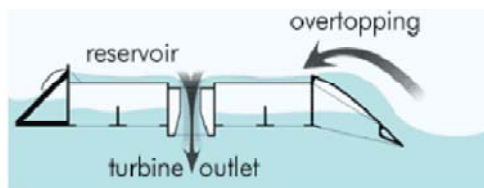
#### 可動物体型

可動物体を介して波エネルギーを機械的な運動エネルギーに変換し、ピストンを動かして発電



#### 越波型

波を貯水池等に越波させて貯留し、排水する際に水車を回して発電



### ポテンシャル

- ・ 沖合ほど波力エネルギー密度(kW/m)は高い。日本沿岸では本州中央部が比較的大きい

図 日本近海の波力エネルギー



出典：前田久明 木下健「波浪発電」  
(1979, 生産研究31巻11号)

図 日本沿岸の波力エネルギー



出典：「波力発電の動向について」(2009, OEA-J資料)

### 導入実績

- ・ 波力発電システムで実用化されているものは少ない
- ・ 2008年、ポルトガル沖にPelamis波力発電装置を用いた総出力2,250kW(750kW×3機)の商用プラントが運開したが、現在改修中の模様

図 Pelamisプラント  
(Agucadoura Wave Farm) 外観



出典：Pelamis Wave Power社ホームページ

## 6. 波力発電 ～技術を取りまく現状(2)～

現状、研究開発の中心は欧州・米国。日本は過去に基礎研究で世界を先導していたが、実用化段階の研究で遅れを取っている。近年、日本においても再び研究開発の気運が高まっている。我が国の高度なものづくり技術を活かした取組みが期待される。

### 技術開発動向・国内技術の競争力

- ・ 現在、波力発電の研究開発は、欧州(特に英国)や米国を中心に進められている
- ・ 日本は過去、基礎的研究で世界を先導したが、実用化段階の研究が進んでいない
- ・ 近年日本でも再度開発機運が高まっている。日本のものづくり技術・浮体技術の水準は高く、国際競争力を持つ技術が育つ可能性は十分にある

図 EMEC(欧州海洋エネルギーセンター)



出典:EMECホームページ

### 欧州

- ・ スコットランドのオークニー諸島に整備されているEuropean Marine Energy Centre(EMEC)やポルトガルのWave Energy Centre など実証試験サイトがあり企業のR&Dを後押し

図 「PowerBuoy」外観



出典:Ocean Power Technologies社ホームページ

### 米国

- ・ Ocean Power Technology社が「Power Buoy」で先導しており、米国ニュージャージー州沿岸、ハワイ沖、スペイン等において、実証試験を実施・計画

図 ジャイロ式波力発電装置



写真提供:(株) ジャイロダイナミクス

### 日本

- ・ 2003年以降、大規模な実証プロジェクトはなし
- ・ 近年は、ジャイロ式波力発電装置や、人工筋肉を用いたEPAM波力発電装置、東海大の超波型波力発電装置等、日本の独自技術の開発が進む

## 6. 波力発電 ～技術ロードマップ～

波力発電の目指す姿は、日本の自然条件下で成立する発電装置の開発、国際競争力を有する装置開発、国内企業の育成である。発電効率向上、コスト低減、維持管理・故障の防止、海洋環境への対応、送電・電力輸送、出力の平滑化に向けた技術課題を解決していく必要がある。

### 目指す姿、課題と対応

波力発電を取りまく環境

我が国の保有する波力発電技術

目指す姿

- 日本の自然条件下で成立する高効率・高信頼性・低価格の波力発電装置の開発
- 日本の高度な技術力を活かし、海外市場で競争力を有する装置開発・国内企業育成を図る

- ・ 高効率・高信頼性波力発電装置の開発
- ・ 低コスト化の実現
- ・ 分散型電源としての実用化、国内導入促進
- ・ 国内外の大規模システムへの導入、海外展開

目指す姿の実現に向けた課題と対応

### 技術開発目標

	2015年	2020年	2030年
国内企業の育成、国際競争力の強化	実証試験サイトの整備	・ 小規模・分散型電源の実用化 ・ 国内導入の促進	・ 大規模システム化 ・ 海外市場への展開
単機出力	—	0.5～1MW	2MW
発電コスト	—	20円/kWh以下	5～10円/kWh

### 技術開発の内容

技術課題	解決策・要素技術
発電効率の向上	・ 適地の選定 ・ タービン、発電機等の高効率化 等
設備の維持管理・故障の防止	・ モニタリングシステム、遠隔操作システム ・ 海洋環境の予測システム
海洋環境への対応	・ 海洋生物の付着防止技術 ・ 塩害・さび防止技術(防食塗料の塗布等) 等
環境への影響	・ 実証試験による基礎データの収集 等
イニシャルコストの削減	・ 低コスト材料の開発 ・ 係留・送電線コストの削減 等
ランニングコストの削減	・ メンテナンスコストの削減
送電・電力輸送	・ 送電技術の高度化 等
出力の平滑化	・ エネルギー貯蔵 等

## 7. 海洋温度差発電 ～技術を取りまく現状(1)～

海洋温度差発電は、表層水と深層水の温度差を利用して発電する技術。我が国が先進的な研究開発を行っており、現在、佐賀大学において、世界で唯一本格的な実証試験を実施中。近年、欧米・アジア各国においても、技術開発の気運が高まっている。

### 技術俯瞰とポテンシャル

- ・ 海洋温度差発電は表層水と深層水との温度差を利用
- ・ オープンサイクル、クローズドサイクル、ハイブリッドサイクルの3方式
- ・ 温度差は赤道近くで24℃と特に高い

図 世界の海の表層と深層1,000mとの平均温度差分布



出典:佐賀大学海洋エネルギー研究センターホームページ

### 技術開発

- ・ 70年代の石油危機以降、日米欧にて研究開発を実施
- ・ これまでの実証研究は100kW級である一方、実用化には1MW以上の実証試験が不可欠
- ・ 我が国では佐賀大学が先導的に研究開発を行い、1994年にウエハラサイクルを開発、現在も世界で唯一稼働している伊万里実験プラントにおいて実証試験実施中

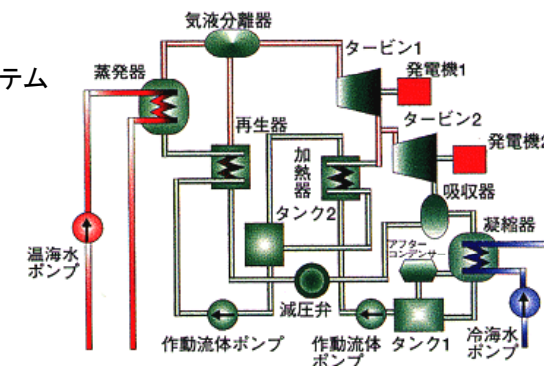
### 技術開発(続き)

- ・ 欧州ではフランスが技術開発を本格的に再開。10MW規模の海洋温度差発電プロジェクトを計画
- ・ 米国ハワイ州でも10MW級の実証試験を計画。DOEの支援で2013年の運転開始を目指す
- ・ その他、インド、台湾、インドネシア等で技術開発の気運が高まる

図 インドSAGAR SHAKTHI 実証プラント



図 ウエハラサイクルシステム



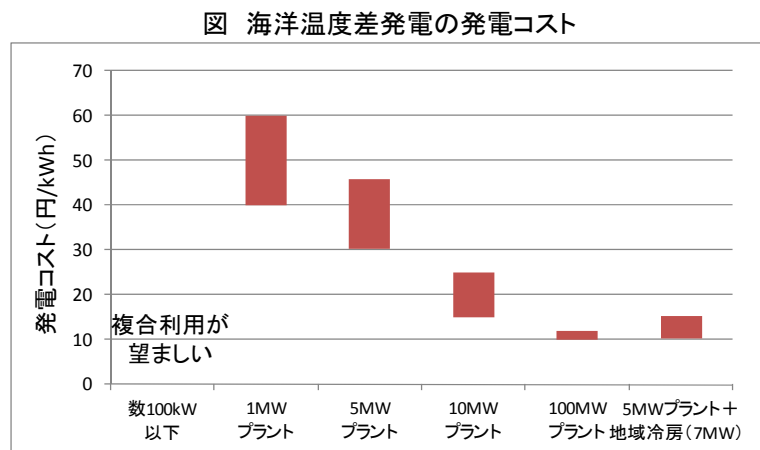
出典:佐賀大学海洋エネルギー研究センターホームページ

## 7. 海洋温度差発電 ～技術を取りまく現状(2)～

小規模プラントにおいては、発電に加え、海水淡水化、漁場造成、冷熱利用、リチウム回収などの複合利用が有効。発電コストの削減には大規模化が鍵であり、将来的には沖合浮体式の大規模プラントが有望。また、工場等の温排水を利用した発電も有効である。

### 発電コスト

- ・ 経済性を確保するために複合利用、大規模化が必要



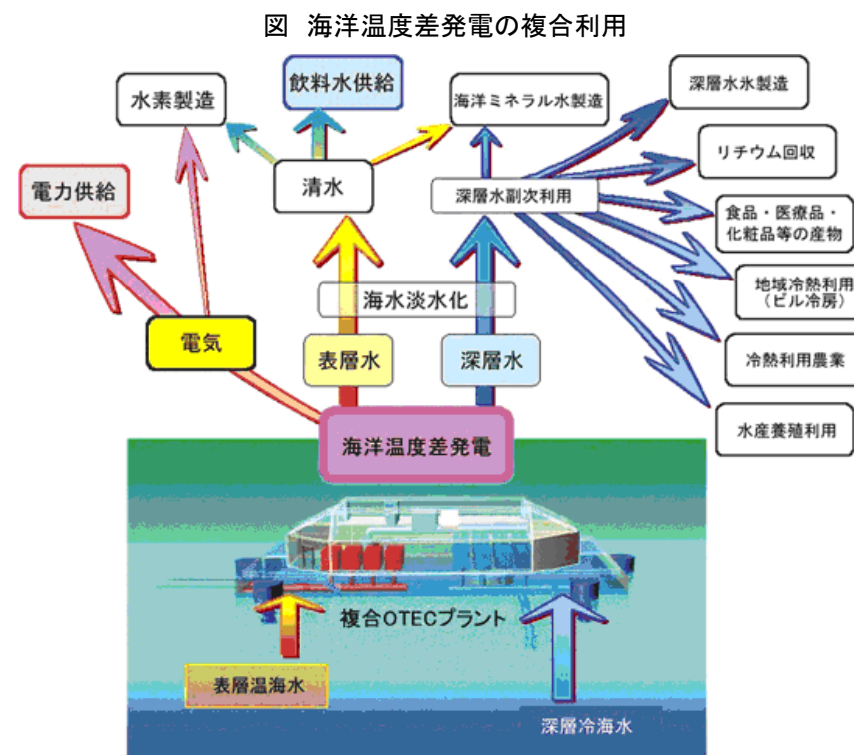
出典: 海洋エネルギー資源国際フォーラム資料等

### 国内技術の競争力

- ・ 海洋温度差発電の実証サイトは佐賀大学が世界唯一であり、世界最高水準の熱交換サイクルの開発など、日本は技術シーズを有する
- ・ 一方、米国、欧州、アジア各国で、近年では研究開発を再開する動きあり
- ・ 我が国の技術競争力を保ち世界シェアを獲得するために、実証試験の実施とコア技術の研鑽が急務

### ビジネスモデル

- ・ 小規模プラントにおいては、海水淡水化、漁場造成、冷熱利用、リチウム回収などの複合利用が有望
- ・ 将来的には沖合浮体式の大規模プラントが有望
- ・ 工場等の温排水を利用した発電も有効



出典: 海洋政策研究財団ホームページ

# 7. 海洋温度差発電 ～技術ロードマップ～

海洋温度差発電の目指す姿は、世界最先端の技術的地位の維持、国内での導入促進および新規産業の育成である。そのために、技術開発や実証の推進により、信頼性の向上、コア技術の確立、複合プラントとしての事業性の確保を進めていく必要がある。

### 目指す姿、課題と対応

- 実証研究では世界トップレベル
- 世界各国で関心が高まり、研究開発が再開

### 目指す姿

- 商用化に向けた技術開発を加速し、世界最先端の技術的地位を維持し、競争力を有する装置開発・国内企業育成
- 国内産業の育成、低炭素社会の実現、エネルギーセキュリティ等の観点から、国内での導入促進、新規産業の育成

- ・ MW級プラントの実証試験による技術開発の推進、信頼性の向上
- ・ コア技術の確立
- ・ 事業性の向上、発電コストの低減

### 目指す姿の実現に向けた課題と対応

### 技術開発目標

	2015年	2020年	2030年
国内企業の育成、国際競争力の強化	1MWプラントの実証試験	・ 商用プラントの運用開始 ・ 国内導入の促進	・ プラント出力の大型化 ・ 世界市場シェアの拡大
プラント規模	～1MW	～10MW	～50MW
発電コスト	40～60円/kWh程度	15～25円/kWh程度	8～13円/kWh程度

### 技術開発の内容

	技術課題	解決策・要素技術
コア技術の確立	イニシャルコストの削減	・ 低コスト材料の開発 ・ 低コスト施工技術
	発電効率の向上	・ サイクル熱効率の向上 ・ 高効率作業流体 ・ 高効率新サイクルの開発
プラント運用技術の確立	プラントの維持管理・故障の防止	・ モニタリングシステム ・ 海洋環境の予測システム ・ 遠隔操作システム
	海洋環境への対応	・ 海洋生物の付着防止
	環境影響評価	・ 実証試験による基礎データの収集 ・ シミュレーションによる影響予測
事業性の向上	温排水源の有効利用	・ 工場排水、発電所排水等の利用
	海洋深層水の複合利用	・ 海水淡水化技術、海洋深層水による漁場形成、冷熱利用(空調など)、水素製造、リチウム回収 等

# 8. その他の再生可能エネルギー等

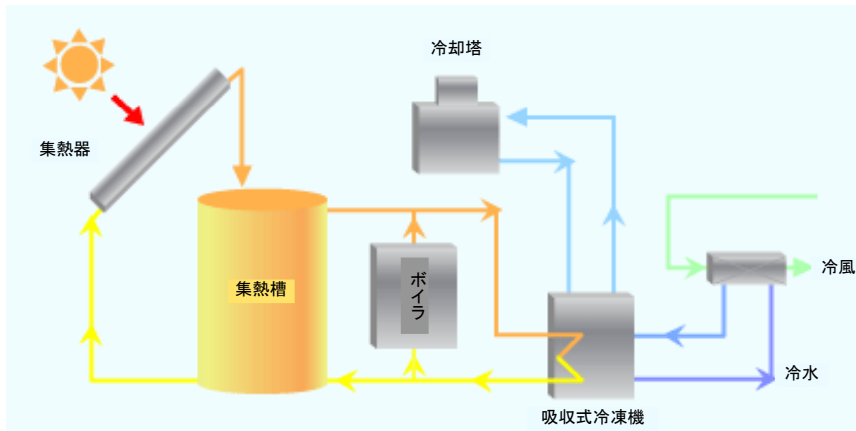
## ～太陽熱冷暖房・中小水力発電～



### 太陽熱冷暖房

- ・ 冷房システムについて、吸収式冷凍機、吸着式冷凍機を用いたシステムはコスト高であり、低コスト化が必要
- ・ 高効率化の技術課題は集熱効率、機器効率、システム効率の向上

図 太陽熱冷暖房システムの概念図



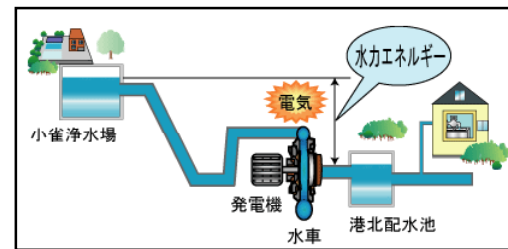
出典: NEDOホームページ

技術課題		解決策・要素技術
イニシャルコストの削減	設備費・施工費の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大量生産による量産効果</li> <li>・ システムの簡素化・コンパクト化</li> <li>・ 設計手法の見直し、施工方法の標準化等</li> <li>・ システムのパッケージ化</li> <li>・ 建材一体型集熱器</li> </ul>
高効率化	集熱効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 集熱器の効率向上</li> <li>・ 貯湯タンクの断熱性能向上</li> </ul>
	冷凍機効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機器効率の向上</li> <li>・ 高性能デシカント材料の開発</li> </ul>
	システム効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ システムの大規模化</li> <li>・ 太陽光発電システムとのハイブリッド化</li> </ul>
管理・運用	導入効果の見える化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計量・表示システム(ソーラーモニター)</li> </ul>

### 中小水力発電

- ・ 技術的には実用化の域にある。小規模であるため、水車・発電機等の費用割合が大きく、割高となることから、徹底した低コスト化が必要

図 港北排水池小水力発電(上水道利用)



出典: 東京電力、横浜市ホームページ

技術課題		解決策・要素技術
発電コストの削減	発電効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水車・発電機の高効率化</li> </ul>
	イニシャルコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 標準化による設備費の削減</li> <li>・ 施工費の削減</li> </ul>
	ランニングコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ メンテナンスコストの削減</li> </ul>
管理・運用	水量の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取水口への土砂堆積、ゴミの目詰まり等の防止(金網等の設置等)</li> </ul>



# 8. その他の再生可能エネルギー等

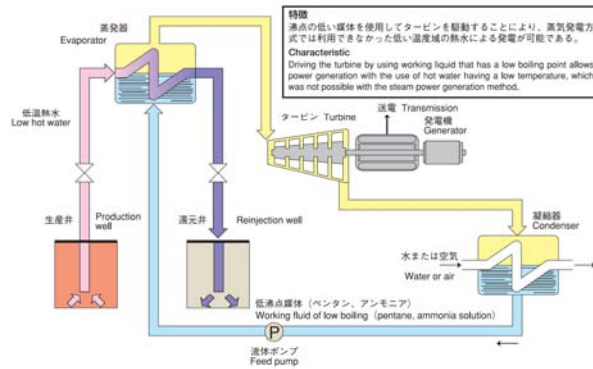
## ～地熱発電・温泉熱発電/熱利用～



### 地熱発電

- ・ フラッシュ方式、バイナリー方式が商用運転
- ・ 日本は地熱大国だが、設備容量では世界第8位に留まる
- ・ 地熱のさらなる普及に向けて、地熱探査技術の向上や貯留層管理技術等が重要

図 地熱発電 (バイナリー方式) 概念図



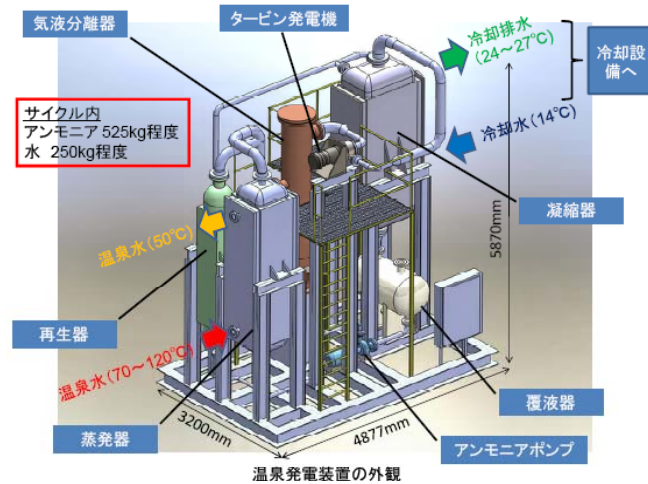
出典: NEDOホームページ

技術課題		解決策・要素技術
低コスト化	地熱探査技術の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地質調査</li> <li>・ 地化学調査</li> <li>・ 物理探査(温度、電気・電磁波、地震、重力、磁気)</li> </ul>
	スケール対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地熱熱水からのシリカ除去</li> </ul>
高効率化	貯留層管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プラント出力の適正化</li> <li>・ 地熱井涵養技術</li> <li>・ 蒸気条件変化への対応(タービン翼のフレキシビリティ)</li> </ul>
高耐久化	耐食性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 耐食性材料</li> <li>・ コーティング</li> </ul>
利用可能資源の拡大	未利用温度帯利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バイナリー発電</li> <li>・ 高温岩体発電</li> </ul>
管理・運用	有害物質対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 砒素等除去</li> </ul>

### 温泉熱発電/熱利用

- ・ 発電利用では小型発電装置の開発が必要
- ・ 熱利用では蒸発器等でのスケール対策、アンモニア循環系内の腐食対策、低コスト化が必要

図 50kW級温泉発電装置



温泉発電装置の外観

出典: カーリーナサイクル方式を用いた地熱・温泉発電の原理 (2009, 地熱技術開発(株))

技術課題		解決策・要素技術
高効率化	発電効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ タービンの小型化・高効率化</li> <li>・ 低沸点媒体の探求</li> </ul>
	熱交換効率の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蒸発器におけるスケール付着防止対策</li> </ul>
低コスト化	イニシャルコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ システム設計の最適化</li> <li>・ 施工費の低減</li> </ul>
	ランニングコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ メンテナンスコストの削減</li> <li>・ 熱交換器等の腐食対策</li> <li>・ 遠隔制御</li> </ul>
管理・運用	安全性・防音性の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 密閉式筐体</li> </ul>

# 8. その他の再生可能エネルギー等 ～雪氷熱利用・海流・潮流発電～



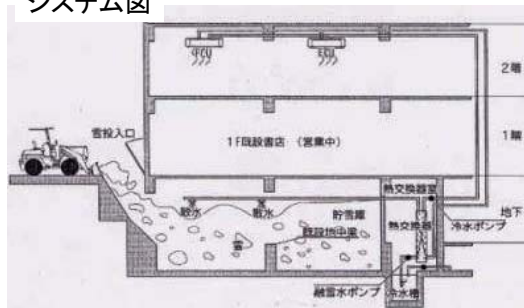
## 雪氷熱利用

- ・ 導入普及に当たっての最大の課題は低コスト化
- ・ 副次的効果の活用が有効(臭気除去、脱塵、野菜の適温保存等)

図 雪氷熱利用の事例:旭川豊岡センタービル  
施設概観



システム図



出典: NEDOホームページ

技術課題		解決策・要素技術
低コスト化	設備費・施工費の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存建物の転用</li> <li>・ 建物と貯雪庫の一体化</li> </ul>
	収集費・輸送費の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地産地消</li> <li>・ 人工降雪機の活用</li> </ul>
	冷熱回収コストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ システムの大規模化</li> </ul>
高効率化	熱貯蔵効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 貯蔵設備の断熱性能の向上</li> <li>・ 貯蔵設備構造の工夫</li> </ul>
	熱交換効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熱交換器の高効率化</li> </ul>

## 海流・潮流発電

- ・ 海水の運動エネルギーにより発電
- ・ 海流は比較的安定したエネルギー源
- ・ コスト削減、高耐久化、管理・運用が課題



図 潮流発電の事例: SeaGenのシステム概念図(MCT社より)

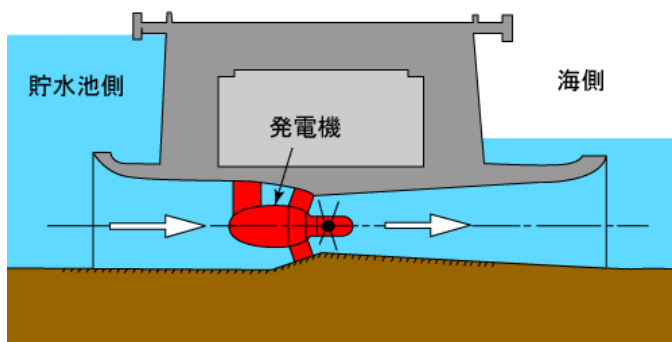
技術課題		解決策・要素技術	
発電 コスト の削減	発電効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電機の高効率化</li> <li>・ 適地の選定(海洋環境の調査・モニタリング、マップ化)</li> <li>・ ヨー角の最適制御</li> </ul>	
	イニシャルコストの削減	設備費の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大量生産による量産効果</li> <li>・ 材料の低コスト化</li> <li>・ 係留コストの削減</li> <li>・ 送電線コストの削減</li> </ul>
		施工費の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低コスト施工技術の確立</li> </ul>
	ランニングコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ メンテナンスコストの削減</li> </ul>	
高耐久化	海洋環境への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海洋生物の付着防止(防汚塗料の塗布、音・超音波システム、オゾンガスの海水混合等)</li> <li>・ 塩害・さびの防止(防食塗料の塗布等)</li> <li>・ 漏水防止、密閉技術</li> </ul>	
	機器にかかる負荷の緩和	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ キャビテーションの防止</li> <li>・ 乱流強度、乱流状況の把握</li> </ul>	
管理・運用	出力の平滑化(主に潮流発電)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エネルギー貯蔵(フライホイール、油圧アキュムレータ、圧縮空気タンク、電池、熱エネルギー等)</li> </ul>	
	設備の維持管理・故障の防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モニタリングシステム、遠隔操作システム</li> <li>・ 海洋環境の予測システム</li> <li>・ 海中中の浮遊物の除去</li> </ul>	
	環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証試験による基礎データの収集</li> </ul>	

# 8. その他の再生可能エネルギー等 ～潮汐力発電・熱電発電～

## 潮汐力発電

- ・ 潮汐に伴う潮位差を利用してタービンを回し発電
- ・ フランスのランス発電所は40年の実働実績あり
- ・ 発電コストの削減、高耐久化、運用・管理が技術課題

図 潮汐力発電システムの例

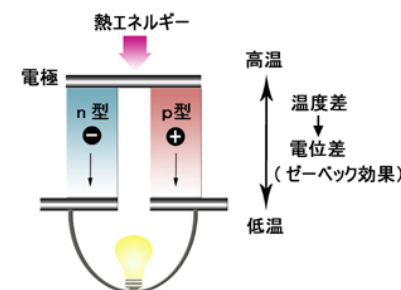


出典: エネルギー総合工学研究所ホームページ

## 熱電発電

- ・ 2種類の金属又は半導体を接合し両端に温度差を設けると熱起電力が発生する「ゼーベック効果」を利用し、熱電変換素子により発電する技術。
- ・ 変更効率が低く実用化に至らず。高効率化、低コスト化、製造加工技術の確立が重要

図 熱電発電の原理



出典: 産業総合研究所ホームページ

技術課題		解決策・要素技術
発電コストの削減	発電効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 適地の選定</li> <li>・ 高効率な水車形状の開発</li> </ul>
	イニシャルコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工費の削減</li> </ul>
	ランニングコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ メンテナンスコストの削減</li> </ul>
高耐久化	海洋環境への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海洋生物の付着防止(防汚塗料の塗布、音・超音波システム、オゾンガスの海水混合等)</li> <li>・ 塩害・さびの防止(防食塗料の塗布等)</li> </ul>
	機器にかかる負荷の緩和	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ キャビテーションの防止</li> <li>・ 乱流強度、乱流状況の把握</li> </ul>
運用・管理	環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境アセスメント</li> </ul>
	設備の維持管理・故障の防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モニタリングシステム</li> </ul>

技術・課題		解決策・要素技術
高効率化	発電効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 性能指数ZTの高い熱電変換材料の開発</li> </ul>
	伝熱性能の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 伝熱効率の高い構造、設置方法の開発</li> </ul>
低コスト化	高耐久化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高温領域における酸化劣化の防止</li> <li>- セラミックス(金属酸化物)系材料</li> </ul>
	材料費の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 希少元素のリサイクル</li> <li>・ セラミックス系材料</li> <li>・ 製造時の端材ロスの削減</li> </ul>
	モジュールコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低コスト製造技術</li> <li>・ 量産化による製造コストの削減</li> </ul>
製造技術	モジュール化技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電極接合技術</li> <li>・ 電気絶縁・良熱伝導並立技術</li> <li>・ 熱応力緩和技術</li> <li>・ 雰囲気封止技術</li> <li>・ 組立技術</li> </ul>

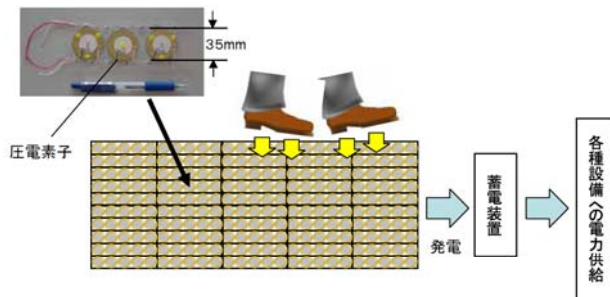
# 8. その他の再生可能エネルギー等 ～圧電発電・工場等排熱利用～



## 圧電発電

- ・ 圧力により変形する際に電圧を発生する圧電変換素子を用いた発電方式
- ・ コスト削減と高効率化、希少元素や有害物質を用いない材料開発が必要

図 圧電発電の事例：発電床（音力発電）



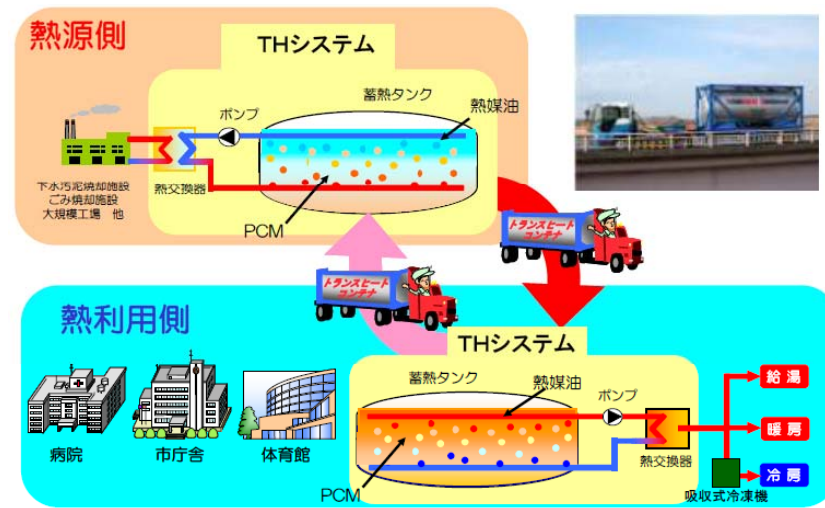
出典：JR東日本

技術・課題		解決策・要素技術
高効率化 低コスト化	材料特性の改善	・ 金属元素のドーピング
	新動力源	・ 発電床 ・ 橋梁振動発電
安全性	鉛フリー材料	・ セラミックス系材料 ・ ポリマー系材料

## 工場等排熱利用

- ・ 熱の発生地と需要地との地理的ギャップ、既存街区への導入の困難さ、高いイニシャルコストが課題

図 トランスヒートコンテナ システム概要



出典：EPOC

技術・課題		解決策・要素技術
低コスト化	開発・施工費の削減	・ 開発区域のコンパクト化 ・ 配管敷設時の共同溝の利用
	ランニングコストの削減	・ 機器のメンテナンス費の削減
高効率化	熱源機器の効率化	・ 高効率吸収式冷凍機 ・ 高効率ヒートポンプ
	配管熱損失の低減	・ 供給地と需要地のマッチング ・ 配管の断熱性能の向上
供給形態の 多様化	蓄熱による熱供給	・ トランスヒートコンテナ
	発電利用	・ 排熱回収スターリングエンジン ・ 小型温度差発電システム

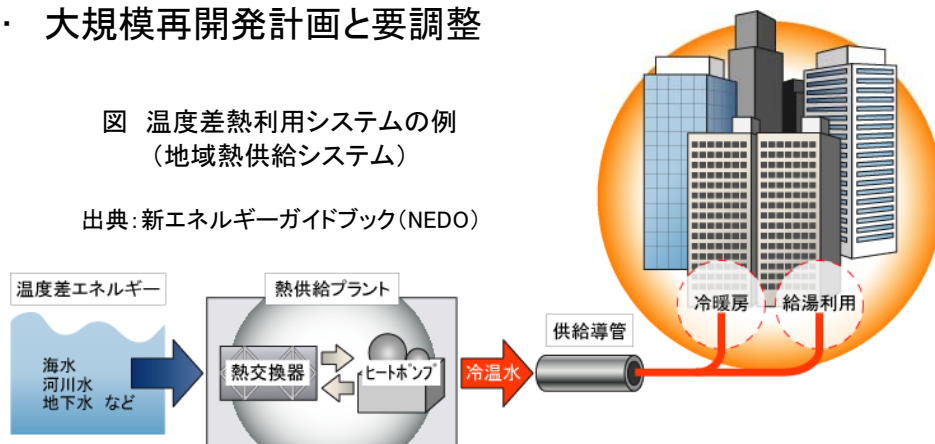
# 8. その他の再生可能エネルギー等 ～温度差熱利用～

## 温度差熱利用

- ・ 既存街区への導入困難さ、高いイニシャルコストが課題
- ・ 大規模再開発計画と要調整

図 温度差熱利用システムの例  
(地域熱供給システム)

出典:新エネルギーガイドブック(NEDO)



技術・課題		解決策・要素技術
低コスト化	開発・施工費の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 開発区域のコンパクト化</li> <li>・ 共同溝の利用</li> <li>・ 土壌掘削費の削減(地中熱利用)</li> <li>・ 建物の支持杭(鋼管杭)の利用</li> </ul>
	ランニングコストの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機器のメンテナンス費の削減</li> </ul>
高効率化	熱源機の高効率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高効率ヒートポンプ</li> <li>・ 高効率ターボ冷凍機</li> </ul>
	配管熱損失の低減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配管の断熱性能の向上</li> <li>・ 供給地と需要地のマッチング</li> </ul>
	河川・海洋環境への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ スケール・スライム対策</li> </ul>
	適地の選定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熱源のモニタリング</li> </ul>
高耐久化	河川・海洋環境への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熱交換器の腐食防止</li> </ul>
運用・管理	生態系への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海洋生物の付着防止</li> <li>・ 河川流況、水温変化、地中温度等のモニタリング</li> </ul>

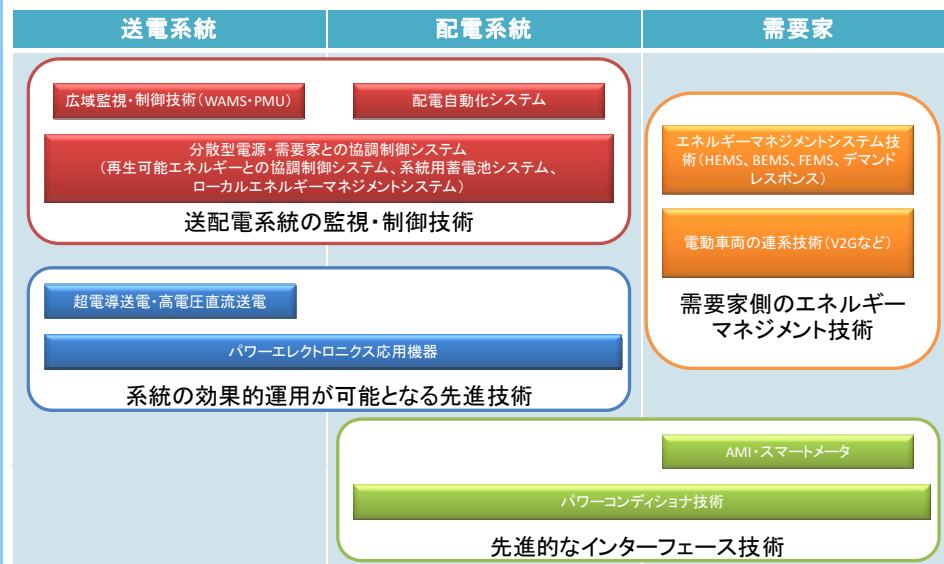
## 9. スマートグリッド ～技術を取りまく現状(1)～

スマートグリッドは、集中型電源、送電系統、分散型電源、エンドユーザーを情報通信ネットワークで統合し、高効率、高品質、高信頼度の電力供給システムを目指すものである。世界各国で実証が進められ、NEDOも日米スマートグリッド共同実証研究などの取組みを進めている。

### 技術俯瞰

- ・ スマートグリッド＝従来からの集中型電源と送電系統との一体運用に加え、情報通信ネットワークにより分散型電源やエンドユーザーの情報を統合・活用して、高効率、高品質、高信頼度の電力供給システムを目指すもの
- ・ ①送電系統の監視・制御技術、②需要家側のエネルギーマネジメント技術、③系統の効果的運用が可能となる先進技術、④先進的なインターフェース技術、に分類

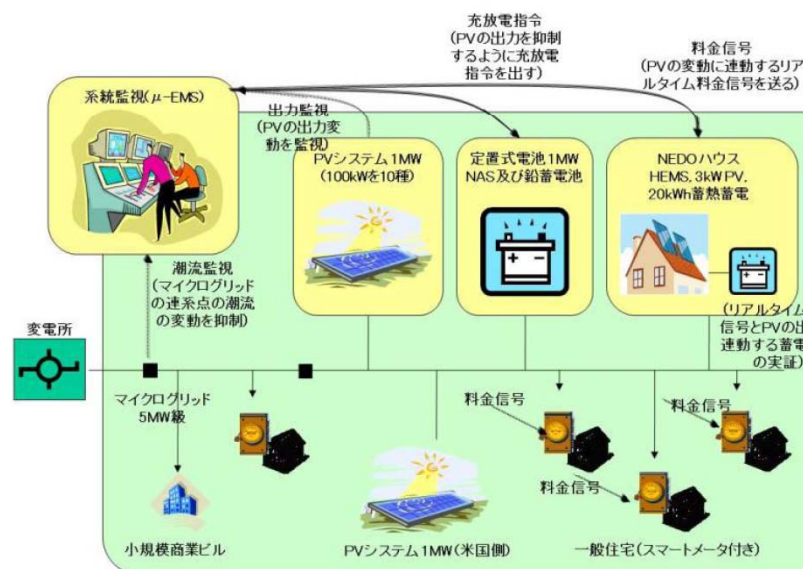
図 スマートグリッド技術の導入先



### 技術開発

- ・ NEDOは日米スマートグリッド共同実証研究を実施
- ・ ローカルEMSとは、需要家設備や分散型電源を含む電力系統の下流側設備の監視・制御を行うとともに、HEMSやBEMS、さらに基幹系の制御システムとの協調制御を行うシステム
- ・ このローカルEMSの実証研究をロスアラモスとアルバカーキで実施

図 ロスアラモス郡における実証マイクログリッド



出典：NEDO海外レポート No.1054、2009.11.4

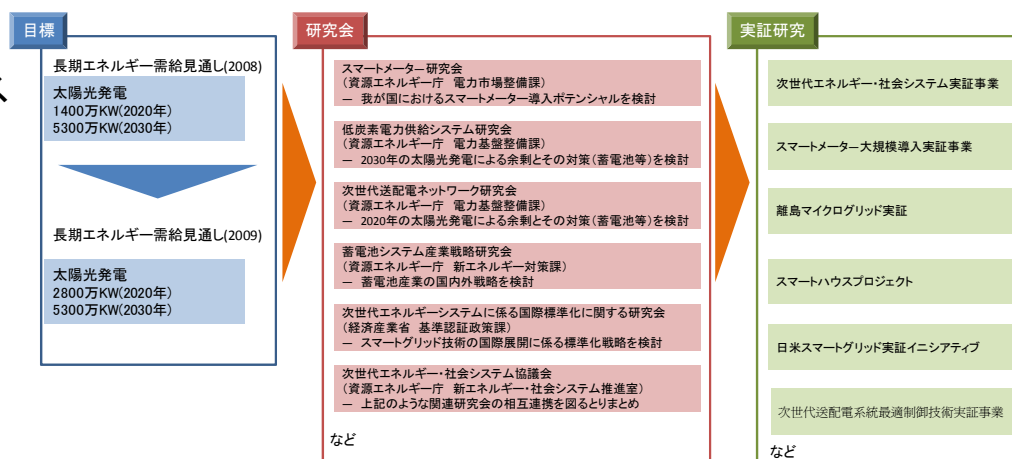
## 9. スマートグリッド ～技術を取りまく現状(2)～

スマートグリッドに関連した多くの新ビジネスが創出される見込みである。電力品質の維持等に向けた我が国の技術は高いが、海外の取組みも盛んである。そうした中、我が国では、各種研究会での活発な議論を進めつつ、国内外での実証事業が開始。

### 推進施策

- ・ スマートグリッド関連の政府系研究会が開催
- ・ 次世代送配電系統最適制御技術実証事業が開始
- ・ NEDOが官民連携のスマートコミュニティアライアンスを発足
- ・ 新たなエネルギー基本計画等でも言及されており、スマートグリッドの重要性が増大

図 日本におけるスマートグリッドへの取組み状況



### ビジネスモデル

- ・ スマートグリッドに関連した新ビジネスが出現

表 需要家サービスによる経済メリットの例

関係者	経済メリットの例
需要家	<ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネによる電気料金削減</li> <li>・アンシラリーサービスの提供による対価の受領</li> </ul>
電力会社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・負荷平準化等による設備運用効率化</li> </ul>
サービスプロバイダ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マネジメントサービスの提供による対価受取</li> <li>・見える化画面等への広告掲載による広告料収入</li> </ul>

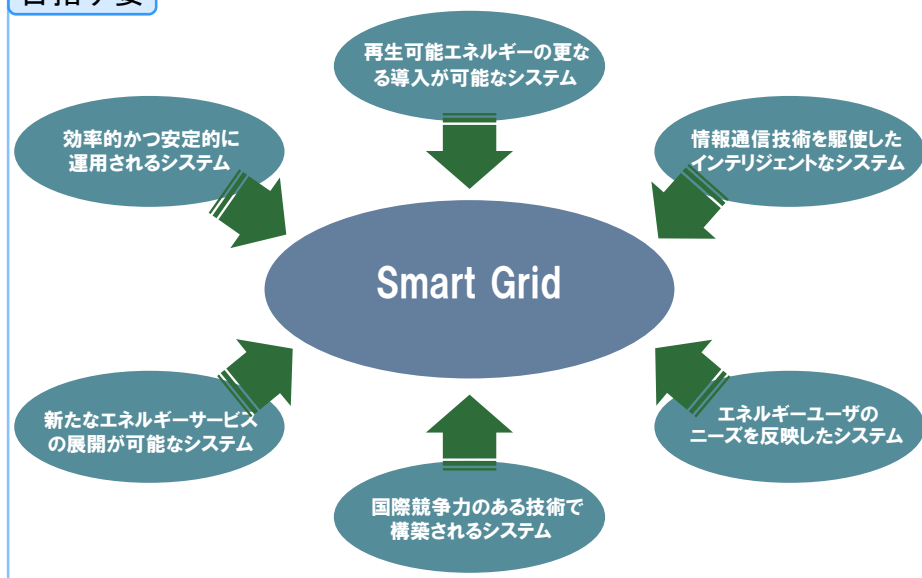
### 国内技術の競争力

- ・ 高品質・高信頼性を担保する技術では、国際競争力を有しているが、他国も研究開発を推進中
- ・ 再生可能エネルギー普及に向けた技術では、機器毎の要素技術では高いレベルにあるものの、統合システムでは実証研究などの実績が必要
- ・ 需要家情報を利用する技術では、各国一斉に検討中

## 9. スマートグリッド ～技術ロードマップ～

スマートグリッドの目指すべき方向性は、再生可能エネルギーの導入拡大、それを支える情報通信技術を駆使したシステムの確立、新たなサービスなどの同時達成。そのために、システム全体、送配電ネットワーク、需要サイドにおける双方向通信その他の技術開発・実証を推進する。

### 目指す姿



### 課題と対応

#### (1)再生可能エネルギー導入に伴う課題

①太陽光発電による余剰電力の発生／②電力の需要と供給ミスマッチによる周波数変動／③需要家太陽光発電の導入による配電電圧上昇

#### (2)需要家情報の利用に係る課題

①需要家情報を活用したビジネスアイデアの実現にかかる課題／②発電から需要家まで一体となった情報通信システムの構築

### 技術開発目標

#### (1)システム全体

2015年頃より既存の電力流通システムに双方向通信インフラを敷設

#### (2)送配電ネットワーク

2020年までは蓄電池、電圧制御装置等による安定化対策であり、2020年以降は双方向通信システムを活用して、分散型電源、需要家も交えた一体型管理へと移行

#### (3)需要サイド

2015年頃からの双方向通信インフラの敷設開始に備えてスマートインターフェースを開発

### 技術開発の内容

技術	技術開発内容
送配電システムの監視・制御技術 ・広域状態監視・制御 ・分散型電源・需要家との協調制御システム ・配電自動化システム	・広域監視制御の方法検討 ・電力システムシミュレータ開発 ・系統用蓄電池の制御システムの開発・テスト ・ローカルEMSの地域フィールド実証 ・IT化技術を活用した配電自動化の高度化等
需要家側のエネルギーマネジメント技術 ・EMS技術 ・電動車両の連系技術	・需要家設置のエネルギー機器マネジメントシステムの開発 ・制御対象家電・制御方法の検討 ・スマート充電システム実証等
システムの効果的運用が可能となる先進技術 ・超電導送電・高電圧直流送電 ・パワーエレクトロニクス応用機器 ・電圧制御機器	・超電導ケーブル技術実証 ・パワーエレクトロニクス応用機器の新型機器の利用方法の検討 ・PCSの無効電力制御方式開発・実証等
先進的なインターフェース技術 ・PCS ・AMI・スマートメーター	・カレンダー式出力抑制の開発 ・スマートメーター大規模導入実証等



# 10. スマートコミュニティ ～スマートコミュニティの必要性～

我が国として3Eを達成し、サステナブルな社会を実現するためには、エネルギー、交通システム、市民のライフスタイルの転換などを複合的に組合せたスマートコミュニティの実現が不可欠。各国でもスマートシティやエコシティなどの取組みが進んでいる。

## スマートコミュニティ像

- 我が国として3Eをバランスよく達成しサステナブルな社会を実現するためには、低環境負荷であり、自然資源・エネルギー・廃棄物の流れをできるだけ閉鎖系にして無駄を少なくした「スマートな社会」を実現する必要あり
- このような社会を構築するためには情報通信技術等による効率化が不可欠
- スマートコミュニティ＝電気の有効利用に加え、熱や未利用エネルギーも含めたエネルギーを地域単位で統合的に管理し、交通システム、市民のライフスタイルの転換などが複合的に組み合わされる地域社会

図 我が国におけるスマートコミュニティのイメージ



出典：経済産業省「次世代エネルギー・社会システム協議会(2010年1月)」

## 各国の取組み

- 先進国および新興国において、「スマートシティ」や「エコシティ」といった新たな都市インフラシステム(スマートコミュニティ)の形成に向けたプロジェクトが多数開始
- スマートコミュニティが国際展開していくためには、国際標準化が必須

表 主な次世代都市インフラシステムの構築プロジェクト

コンセプト	実施場所	備考
スマートシティ (Smart City)	ボルダー(米国)	スマートグリッド技術を活かした新たな都市造り
	アムステルダム(オランダ)	各セクターにスマートグリッド関連の取組み
	マルタ	電力・ガス・水道で共用のスマートメーター導入
	マラガ(スペイン)	スマートグリッド技術の実証試験
	シドニー(オーストラリア)	スマートグリッド技術の実証試験
エコシティ (Eco-City)	天津他12都市(中国)	再生可能エネルギー、地域熱供給、資源循環、省エネなど
	上海市他(中国)	サステナブルな都市造り
環境共生都市	ストックホルム他(スウェーデン)	自然資源、エネルギー、廃棄物の流れを閉鎖的にする街づくり
CO <sub>2</sub> ニュートラルシティ	マサール(UAE)	100%再生可能エネルギーの街づくり

# 10. スマートコミュニティ ~2030年のスマートコミュニティ像(1)~

スマートコミュニティの構築は、次世代の社会システムづくりそのものであり、裾野が広い。そのため、長期的な視点に立ったロードマップ(社会像)を提示し、その実現に向けた技術開発や実証、インフラ整備などを進めていくことが重要である。

## ロードマップ

- スマートコミュニティの構築は社会システムづくりそのものであり、裾野が広い
- その実現に向けて、長期的なロードマップ(社会像)を提示し、その実現に向けた技術開発・導入、インフラ整備を進めていくことが有効
- 経済産業省の次世代エネルギー社会システム協議会のロードマップを作成し、NEDOが運営するスマートコミュニティ・アライアンスがブラッシュアップ。主にエネルギーシステムの立場からスマートコミュニティの実現に向けた取組みを提示

### ■ 次世代エネルギー・社会システム ロードマップ (改訂版) ~3E (Environment・Energy Security・Economy) を達成する次世代エネルギー・社会システムの実現に向けて~

~本ロードマップについて~

- 3Eの同時達成に向けて、エネルギー供給面では、原子力発電を中核としつつ、再生可能エネルギーの大幅な導入拡大を図ることが不可欠である。出力が不安定な再生可能エネルギーを安定的に電力系統に組み入れるためには、蓄電池の活用や出力抑制なども必要となる。あわせて、負荷追従などのために必要な火力発電についても高効率化を図り、電源のベストミックスを実現の上、総合的に低炭素化を加速していくことが重要である。
- 本ロードマップは、このようなマクロのエネルギー供給の姿を前提として、再生可能エネルギーや蓄電池を活用した地域レベルでのエネルギー・マネジメントと電力系統全体との関係や、家庭やビルなどの需要サイドにおける我々の生活の変化などに着目し、今後目指すべき我が国のエネルギーシステム・社会システムの姿を描いたものである。
- エネルギー基本計画の見直し、新成長戦略、スマート・コミュニティアライアンスでの検討を踏まえて改訂。

	【現状】	【2020年】	【2030年】
人口	1.27億人	1.23億人	1.15億人
GDP	541兆円	656兆円	739兆円
原油CIF価格	79 \$/bbl	121 \$/bbl	169 \$/bbl
関連新規市場規模・雇用創出効果(国内)	0.9兆円・10万人	3.6兆円・40万人	5.4兆円・60万人
海外動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU指令(2009年6月)により、スマートメーターを2020年までに80%以上導入。</li> <li>大手企業が日本でも家庭用EMSの展開開始。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EUでエネルギー需要全体に占める再生可能エネルギーの割合20%達成。</li> <li>EUスマートグリッド化(ETP Smart Grids)</li> <li>2025年までに中、印では原子力発電の需要が増す。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全米スマートグリッド化(Grid2030)</li> <li>韓国全土をスマートグリッド化。</li> <li>2050年までに欧州の電力需要の約15%を北アフリカのサハラ砂漠での太陽熱発電で賄う(DESERTECプロジェクト)。</li> </ul>

	現在~2020年	2020年~2030年	2030年~
家庭・業務を中心とした地域レベルでのエネルギー・マネジメントと全体システムとの関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅用だけでなく、コスト負担余力のある事業者による太陽光発電の導入が大幅に進む。これにより太陽光パネルの価格が次第に低下していく。</li> <li>これに伴う安定供給対策は、系統側が中心。土地確保が可能な変電所には蓄電池の設置も。</li> <li>一方で、地域における電力と熱の統合的なエネルギー・マネジメントシステムに関する実証が進み、系統側との相互補完関係のあり方を、技術、ノウハウの蓄積により地域のエネルギー・マネジメントシステムが実現可能。</li> <li>需要家との双方向通信が可能な送配電ネットワークの構築が本格化。</li> <li>蓄電池に関して、劣化メカニズムの解明等の技術開発・実証が進み、低コスト化が進む。</li> <li>置には需要抑制、春・秋には再生可能エネルギーを出力抑制するなど季節毎のマネジメントも実施。</li> <li>太陽熱、コジェネ熱の熱融通が普及。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光パネルの価格低下を受け、住宅用太陽光発電のコストも低下。設置が進む。</li> <li>これにより、出力抑制のみならず、家庭で発電した再生可能エネルギーを有効活用する地域でのエネルギー・マネジメントが必要となる。</li> <li>それまでに、地域でのエネルギー・マネジメントシステムのための技術が確立・実用化。HP給湯器、コジェネ、燃料電池とともに、価格が低下した蓄電池の普及が進み、地域でのエネルギー・マネジメントが可能。</li> <li>HPを利用した工場排熱回収が実現。(清掃工場排熱等)</li> <li>水素ST近傍の集合住宅等への水素供給開始。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化石燃料価格が現在の2倍以上に上昇し、再生可能エネルギーが相対的にコスト競争力を有する。原子力をベースとしつつ、再生可能エネルギーを優先的に活用。集中電源と分散電源の最適MIXを実現。</li> <li>再生可能エネルギーの導入状況に応じ、経済性や安定性の面で、系統側と地域が最適なバランスを有するエネルギー供給システムが確立。</li> <li>一日のうち、電力供給が余るときはEV充電やHPなどで需要を創出し、電力供給が逼迫するときには系統に供給するなど、エネルギー・マネジメントを実施。</li> <li>電力、熱、再生可能/未利用エネルギーを組み合わせて供給を最適化するスマートコミュニティを実現。</li> <li>水素インフラの実用化が進む。</li> <li>中大型水素製造装置、燃料電池からのCO2の回収・処理が実現(CCS)。</li> </ul>
ハウス	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートメーターによる遠隔検針や消費電力量、消費熱量の「見える化」の導入開始。</li> <li>HEMSの普及開始。PV、太陽熱給湯、HP給湯器、コジェネ、蓄電池、燃料電池の導入が進む。</li> <li>ホームサーバが一部の家庭で導入開始。</li> <li>テンドレスポンズの実証を開始し、省エネ・負荷平準化の効果を検証。</li> <li>V to H、H to GなどのEVの実証スタート。</li> <li>高断熱等の省エネハウスが増加。</li> <li>フレキシブル機能の拡張(車・自動車・充電インフラ等)</li> <li>DCスマート家電の進展。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>需要家側のエネルギー供給情報を詳細に把握し、家庭内の様々な機器を制御するシステムが本格的に普及。家庭で電気を熱を融通に無駄なく利用。</li> <li>ホームサーバを活用した様々なサービスが普及。</li> <li>HEMSと地域EMSが連携。</li> <li>暮らしと調和した形のEVの蓄電機能の活用が進展。</li> <li>DC対応家電の普及</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フルオートメーション型HEMSの実現。</li> <li>太陽熱とHP、コジェネ、蓄電池、燃料電池の組み合わせなど、電気と熱の総合的な有効活用が実現。</li> <li>エネルギーサービス以外の広がりとして、例えば、HEMSを住宅管理システムにも応用</li> </ul>
ビル	<ul style="list-style-type: none"> <li>ZEBの導入が開始し、PV、太陽熱利用システム、蓄電池、大型HP給湯器・コジェネ、燃料電池、熱の効率的利用の導入も進む。</li> <li>高断熱等の省エネビルの普及</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築公共建築物等でZEBを実現。</li> <li>燃料電池コジェネが普及</li> <li>社会のエネルギーシステムの一部として機能するビル(ポジティブ・エネルギービル)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築建築物全体の平均でのZEB実現を目指す。</li> <li>燃料電池・タービンコンバインドシステムが普及</li> </ul>
交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>PHEV、EVが普及</li> <li>ICT発達により自動車のネットワーク化が進む</li> <li>燃料電池自動車・水素STの普及開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車の多くがICTネットワークを搭載</li> <li>燃料電池自動車・水素STの本格普及</li> <li>超小型EVの普及</li> <li>静的非接触充電の進展</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高効率電気交通システムの普及</li> <li>交通用無線給電インフラの普及</li> <li>高耐圧パワーデバイスが普及</li> <li>動的非接触充電の進展</li> </ul>
海外展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内技術実証と並行し、海外プロジェクトにも本格参加。各地域特有のEMSのノウハウを蓄積。日本の技術の強みを生かす戦略的標準化を推進。</li> <li>日本の優れた技術を生かし、海外(特にアジア)でのシステム需要を獲得。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マスタープランの策定、個々の機器や技術の選定、プロダクトサポート等を含んだシステム全体で我が国のプレゼンスを発揮、世界シェアを獲得。</li> </ul>	

### 2030年の次世代エネルギー社会における1シーン

**● QOL(生活の質)が高まるスマートライフ**

マイホームに太陽光パネルとHEMSを導入。エネルギーを「消費する家」から「供給する家」へシフト。

外出先から家電や家庭ロボットを操作。便利だけでなく防犯や火災、機器故障も検知。田舎に住む両親の家をエネルギー使用状況から生活音を確認し、ひと安心。

HEMSの進展に伴い、RT(ロボット技術)も活用しつつ、QOL(生活の質)向上サービスが盛んに。食事や運動、生活リズムのモニター結果から、最適な生活環境や健康管理を実現。

暖房や給湯は太陽熱温水器や地域コジェネなどを利用。ごみ焼却場の廃熱も利用し高効率な省エネを実現。

**● 都会で自然を身近に感じるオフィス**

原子力をベースとしつつ、グリーン証書なども含めた再生可能エネルギーも最大活用。

オフィス地区全体でエネルギーをマネジメント。ビルのZEB化、HP給湯器やEVの普及が進んで、ヒートアイランド現象が軽減。街を歩いていて、自然の風を感じる。

自然光を採り入れたオフィス内は照明、温度・湿度、空気の流れをコントロール。ZEB化とともに快適な執務環境を実現。

社員食堂にはビル内構造物で再生可能エネルギーにより栽培した野菜が並び、廃棄物はアルコル化して利用。

都会のオフィスで自然の恵みを感じる。

**● 臨海工業地帯が電力生産地に**

工場やタウクの屋根等を利用して、広大な太陽光発電プラントを設置。大量の排熱をHP技術により回収。工業地帯で生産した電力や熱は工場でも利用することも都市へ送る。エネルギーの大消費地から生産地へ転換。

**● 道人道車のモーダルシフトが実現**

都市ではスマートグリッドの発達に伴い、LRTやEVカーシェアが発達。鉄道も大容量蓄電池を備え、ラッシュ時に活用。地方ではセカンドカーからEV化。通勤や買物など街乗りは大活躍。お年寄りや身障者も電動アシスト車椅子により活動範囲が広がる。

物流はエネルギー・マネジメントの観点から、高度なモーダルシフトを実現。長距離/集配トラックは、EV、PHEV、FCV等、最適な動力を選択。

# 10. スマートコミュニティ ～2030年のスマートコミュニティ像(2)～

## ロードマップ(続き)

	現在～2020年	2020年～2030年	2030年～
社会システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートコミュニティ実証(含海外実証)</li> <li>次世代エネルギーシステムにつき、26の重点アイテムの国際標準化への取り組み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統側と地域が最適なバランスを有するエネルギー供給システムの検討・実証</li> </ul>	
送配電ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートインターフェイスの開発</li> <li>太陽光発電等の出力予測手法の高度化・システムへの適用検討</li> <li>出力抑制機能を備えたPV用PCSを開発</li> <li>FRT機能や単独運転防止機能の認証ルール化とその機器開発</li> <li>通信品質とセキュリティレベルの技術開発</li> <li>通信インターフェイスとプロトコルの標準化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>双方向の通信システムインフラの整備</li> <li>需要家機器制御に係る技術開発</li> <li>蓄電池と火力・水力との協調制御技術の開発</li> <li>通信を用いた出力抑制機能付PCS等の機器普及</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高度な天気予報等を活用し精度の高い需給予測を実現</li> </ul>
熱ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱の需給最適制御技術開発</li> <li>清掃工場排熱等の高効率輸送技術開発</li> <li>電力と熱の総合的な有効活用を実現する技術開発・実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱ネットワーク技術のコストダウン</li> <li>電力・熱の統合的な需給最適制御技術開発</li> <li>電力と熱の総合的な有効活用を実現する技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力・熱の統合的な需給最適制御技術のコストダウン</li> </ul>
水素・CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素製造・供給技術の開発</li> <li>水素ST実証、水素タウン・CSの小規模実証</li> <li>CO2有効利用技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギー由来の水素製造・輸送の小規模実証</li> <li>中大型水素製造装置・燃料電池からのCO2の回収・処理技術の開発・実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギー由来の水素製造・貯蔵・輸送のコストダウン</li> <li>水素インフラと熱電供給システムとを総合的に制御するエネルギーマネジメント技術の開発</li> </ul>
蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>蓄電池スペックや充電システムの実証</li> <li>蓄電池の制御技術の開発</li> <li>PV導入対策として蓄電池を設置(一部地域)</li> <li>蓄電池のライフサイクルを見据えたエネルギーシステムの検討</li> <li>蓄電池長時間使用時の安全確保技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大容量・長寿命・低コストな蓄電池の開発</li> </ul>	
燃料電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>小型高効率燃料電池の長寿命化・コストダウン</li> <li>中大容量高温型燃料電池(MCFC,SOFC)の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>タービンコンバインドシステムの開発</li> <li>中大容量高温型燃料電池の長寿命化・コストダウン</li> </ul>	
HP	<ul style="list-style-type: none"> <li>高効率・排熱回収・低環境負荷冷媒技術開発</li> <li>機器の小型化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高効率HP給湯器の実用化</li> </ul>	
需要サイド 家庭・ビル	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートメーター大量導入実証</li> <li>ガススマートメーターの開発・実証</li> <li>DC対応家電の開発・実証</li> <li>家庭・ビル内でのDC給電の標準化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域EMSと連携する業務ビルDSMの普及</li> <li>家庭・ビル内でのDC給電システムの実用化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DC超電導等ロスレス給電システムの実用化</li> </ul>
交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートモビリティ実証(EVとエネルギーシステムのコミュニケーション技術実証)</li> <li>燃料電池自動車の開発・実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各地域に適したスマートモビリティの開発</li> <li>V to Gを実現する技術確立</li> <li>燃料電池自動車のコストダウン</li> <li>静的非接触充電の実用化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動的非接触充電の実用化</li> </ul>

取組・対策

### 【用語】

- ・EMS : Energy Management System エネルギー管理システム
- ・HEMS : Home Energy Management System 家庭エネルギー管理システム
- ・BEMS : Building Energy Management System ビルエネルギー管理システム
- ・ZEB : Net-Zero Energy Building ネット・ゼロ・エネルギー・ビル
- ・V to H : Vehicle to House  
電気自動車に搭載された蓄電池のエネルギーを宅内で利用すること
- ・V to G : Vehicle to Grid  
電気自動車を電力系統に連系し、車と系統との間で電力融通を行うこと
- ・FRT : FRT: Fault Ride Through  
瞬間的な電圧低下や周波数変動等の乱れに対して、系統から解列せずに運転を継続し、系統の安定性を確保する機能
- ・PCS : Power Conditioning System 交直変換装置
- ・MCFC : Molten Carbonate Fuel Cell 熔融炭酸塩形燃料電池
- ・SOFC : Solid Oxide Fuel Cell 固体酸化物形燃料電池
- ・HP : Heat Pump ヒートポンプ
- ・CCS : Carbon Dioxide Capture and Storage CO2回収・貯留
- ・EV : Electric Vehicle 電気自動車
- ・PHEV : Plug-in Hybrid Electric Vehicle プラグインハイブリッド車
- ・FCV : Fuel Cell Vehicle 燃料電池自動車
- ・LRT : Light Rail Transit 次世代路面電車
- ・AC : Alternating Current 交流
- ・DC : Direct Current 直流
- ・ICT : Information and Communications Technology 情報通信技術
- ・RT : Robot Technology ロボット技術
- ・ST : Station ステーション
- ・テレマティクス : 移動体通信システムを利用した情報提供サービス
- ・インターフェイス : 二つのもの間に立って情報のやり取りを仲介するもの
- ・プロトコル : 作業の手順や相互の約束事
- ・超電導 : 電気抵抗が急激にゼロになる現象
- ・非接触充電 : 電磁誘導方式等により接点なしで充電する技術
- ・QOL : Quality of Life 生活の質

2010年7月

# 11. おわりに

NEDO再生可能エネルギー技術白書においては

- ①再生可能エネルギーの技術を取りまく現状を整理
- ②目指す姿の実現に向けた技術ロードマップを策定

## 再生可能エネルギーの国内導入拡大と国際展開に向けて

### 再生可能エネルギーの導入拡大

エネルギー基本計画では、2020年までに、一次エネルギー供給に占める**再生可能エネルギーの割合を10%**にまで増加させる目標を立てている。

最大の課題は**コスト低減**である。将来に向けて、技術開発や社会システムの変革により、コストを引き下げ、自立的に導入が進む状況をつくる必要がある。**グリッドパリティ**を実現し、真の実力を持つことにより、再生可能エネルギー大量普及に向けての離陸がなされることとなる。

既に実用化された**既存技術を高度化**していくとともに、長期的な視点から**革新技術**の研究開発を進めて、コスト低減を実現していくことが重要である。

### 国際展開を念頭に置いた競争力強化

エネルギー基本計画では、我が国に優位性があり、かつ今後も市場拡大が見込まれるエネルギー関連の製品・システムの国際市場において、**我が国企業群が最高水準のシェアを維持・獲得**するとの目標が掲げられた。

再生可能エネルギーのマーケットはグローバル化の一途をたどっており、大競争時代が到来している。**関連産業の育成・振興**を図りつつ、我が国の国際競争力を強化することが重要。

我が国には、再生可能エネルギー分野においても、**世界的に遜色の無い水準の先端技術が存在**している。今後は技術力を維持・強化しつつ、戦略的にシステムとしての海外展開を推進していく必要がある。

# NEDO再生可能エネルギー技術白書 策定委員会名簿



委員長	柏木 孝夫	東京工業大学統合研究院ソリューション研究機構	教授 (全体)
	池上 康之	佐賀大学海洋エネルギー研究センター	准教授 (7.海洋温度差発電)
	牛山 泉	足利工業大学	学長 (3.風力発電)
	木下 健	東京大学生産技術研究所機械・生体系部門	教授 (6.波力発電)
	黒川 浩助	東京工業大学統合研究院ソリューション研究機構	特任教授 (2.太陽光発電)
	玉浦 裕	東京工業大学炭素循環エネルギー研究センター	教授 (5.太陽熱発電)
	横山 明彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻	教授 (9.スマートグリッド)
	横山 伸也	東京大学	名誉教授 (4.バイオマスエネルギー)

## ●風力発電検討ワーキンググループ

座長	今村 博	株式会社風力エネルギー研究所	取締役
	飯田 誠	東京大学教養学部附属教養教育開発機構	特任講師
	中尾 徹	イー・アンド・イーソリューションズ株式会社	社長付
	山口 敦	東京大学大学院工学系研究科社会基盤専攻	特任助教

## ●バイオマスエネルギー検討ワーキンググループ

座長	横山 伸也	東京大学	名誉教授
	藤吉 秀昭	財団法人日本環境衛生センター	常務理事
	熊崎 實	日本木質ペレット協会	会長

(敬称略)



# NEDO再生可能エネルギー技術白書の概要

～新たなエネルギー社会の実現に向けて～

## 技術ロードマップ

- ・太陽光発電
- ・風力発電
- ・バイオマスエネルギー
- ・太陽熱発電
- ・波力発電
- ・海洋温度差発電
- ・スマートグリッド
- ・スマートコミュニティ

平成22年7月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

# 太陽光発電技術ロードマップ(1/2)



目指す姿

- 世界トップクラスの技術力を維持し、高性能化と低コスト化の双方を推進するとともに、日本の太陽電池関連産業の総合力を発揮し、国際競争力を強化する。
- 国内市場を拡大し、国内産業の育成の素地を固めるとともに、太陽光発電の大量普及により低炭素社会の実現に貢献する。

課題と対応

## 1. 国際競争力の強化

経済性の改善 → 製造コスト、生涯発電量、設置・施工費等の削減

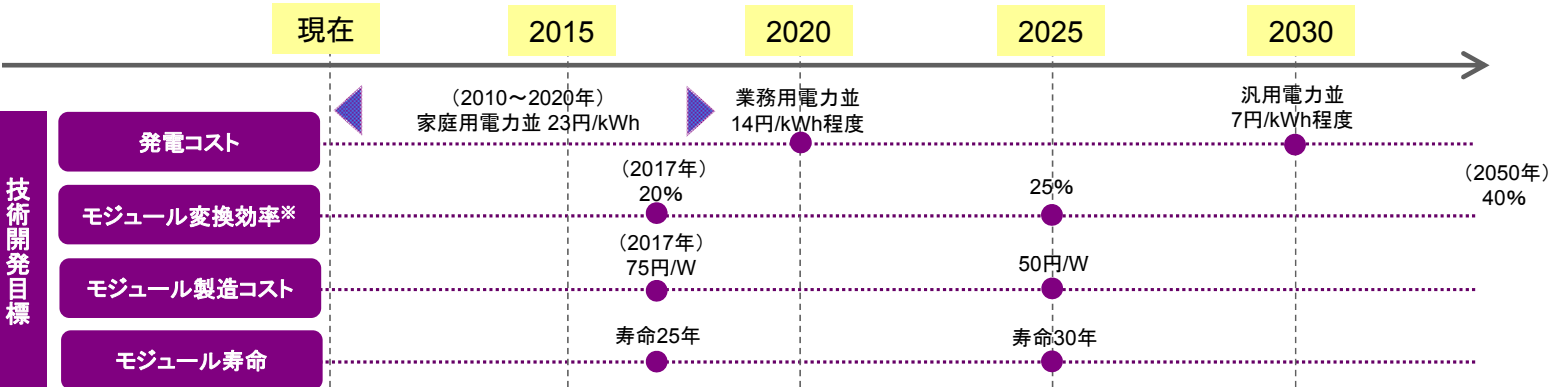
革新技術の開発 → 高効率多接合型太陽電池、量子ナノ構造太陽電池等

太陽電池関連産業の育成 → モジュール構成部材、インバータ、蓄電池

## 2. 国内市場の拡大

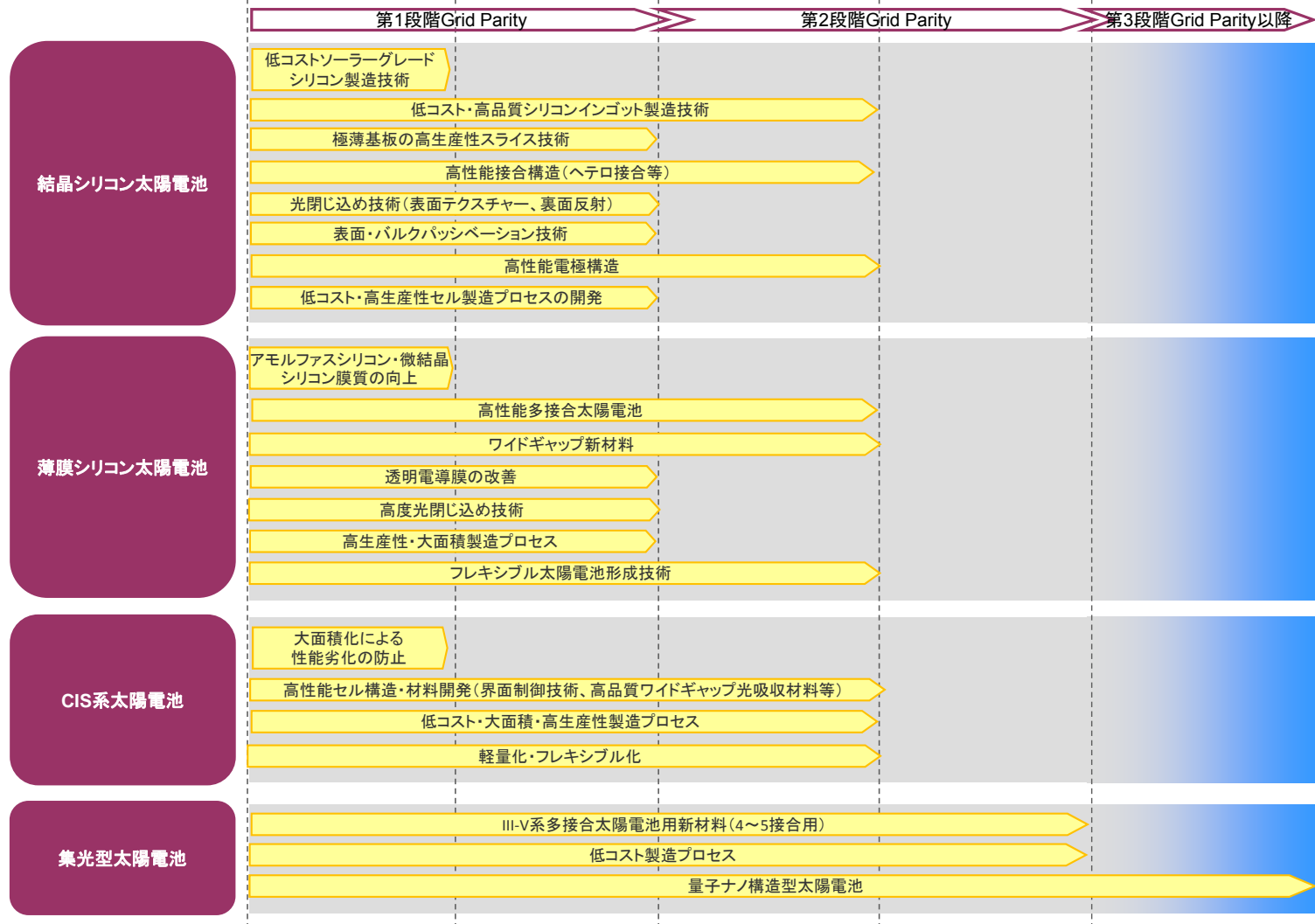
利用及び用途の拡大 → 系統電力や周辺のエネルギーシステムとの連系、蓄電機能等

利用基盤・利用環境の整備 → 信頼性、評価技術、実用性能表示等の確立



※ 目標年度におけるモジュール変換効率目標は、各太陽電池種別の中で最高効率を挙げている。但し、化合物系については集光により変換効率を上げていますので対象外とする。

技術開発内容



# ■ 太陽光発電技術ロードマップ(2/2)



現在

2015

2020

2025

2030

技術開発内容

第1段階Grid Parity      第2段階Grid Parity      第3段階Grid Parity以降

色素増感太陽電池  
有機薄膜太陽電池

- 高性能・高耐久性・低コストセル構造開発
- モジュール製造技術
- 大面積化
- 多接合化技術
- 高効率固体型色素増感太陽電池

太陽電池モジュール

- 低コスト・高耐久性モジュール製造技術
- 機能モジュールの開発  
(フレキシブル、軽量モジュール等)
- 建材一体型モジュール
- リサイクル・リユース技術

太陽光発電システム技術

- 低コスト・高性能・高耐久性パワーコンディショナ
- 低コスト・高性能・高耐久性太陽光発電用蓄電池
- 単独運転検出・解列・自律運転技術
- 発電量予測技術
- 自律度向上型地域システム開発(スマートグリッド、電力需給調和技术等)
- 独立型システム開発

基盤整備・環境整備

- 発電量評価技術の開発、実用的な評価指標の策定
- 太陽光発電システムの安全性の確立
- 認証体制の確立、規格制定
- 故障診断技術



# 風力発電技術ロードマップ



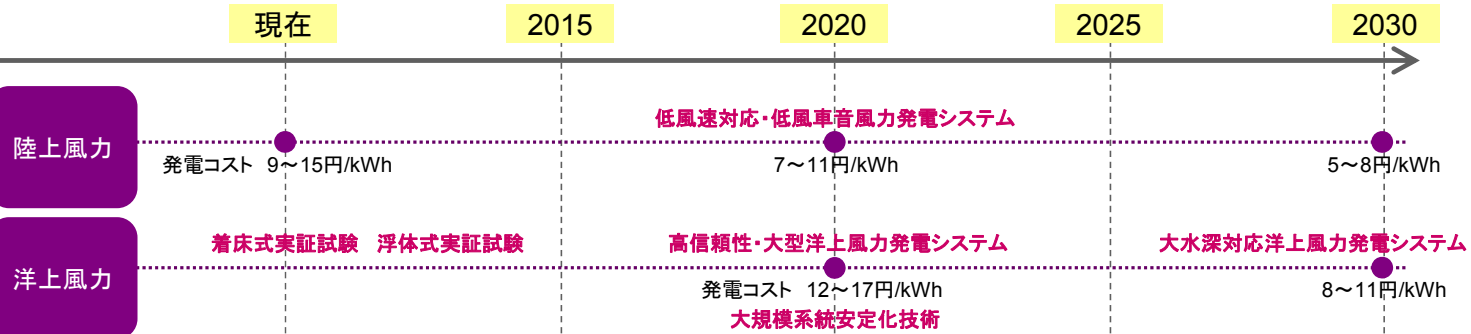
目指す姿

- 風力発電を取りまく様々な立地制約を克服する技術的対策を推進し、国内導入量の拡大を図る。
- 国内市場で培った技術力を背景として海外市場で競争力を有する国内企業を育成する。

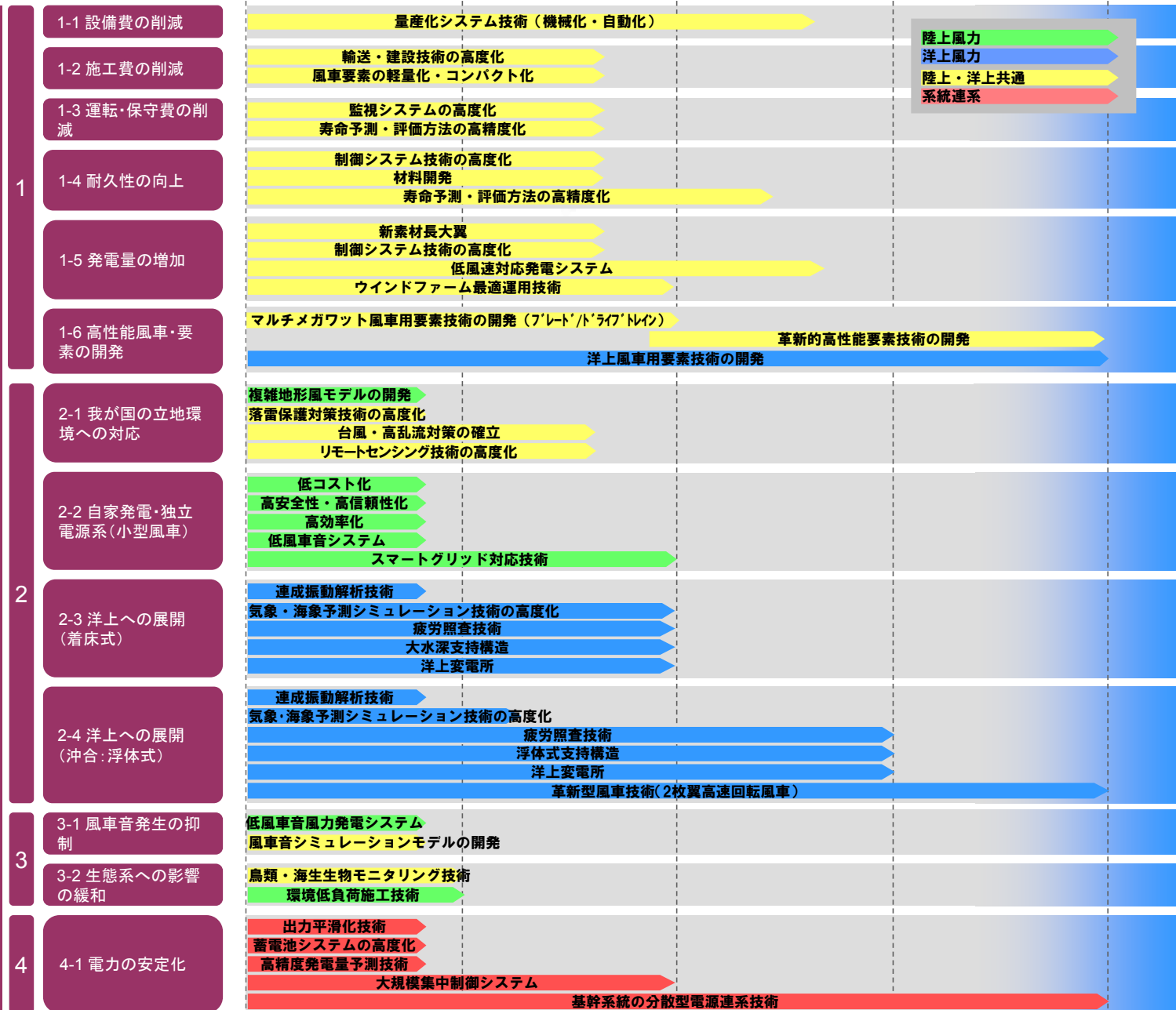
課題と対応

- 低コスト化の追及 ▶▶▶ 設備費の削減、施工費の削減、メンテナンス費の削減、耐久性の向上、発電量の増加、高性能風車・要素の開発
- 設置可能地域の拡大 ▶▶▶ 我が国の立地環境への対応、自家発電・独立電源系、洋上への展開(着床式/浮体式)
- 環境適合性の強化 ▶▶▶ 風車音発生抑制、生態系への影響の緩和
- 系統連系対策 ▶▶▶ 電力の安定化

技術開発目標



技術開発内容



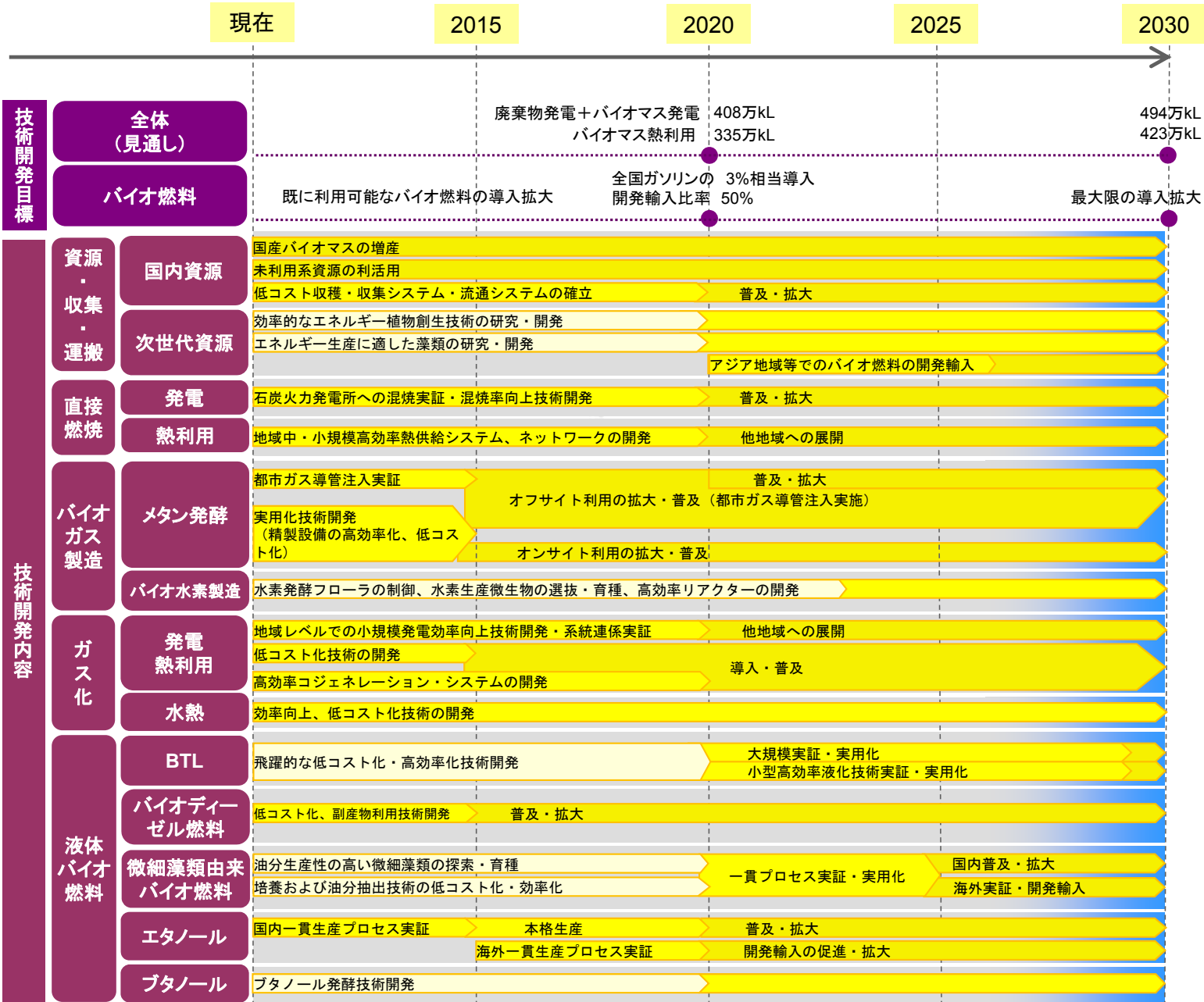
## バイオマスエネルギーロードマップ(全体版)

### 目指す姿

- 利用可能なバイオ燃料の活用、拡大
- 次世代バイオ燃料技術の確立、実証、最大限の導入
- バイオガス利用の実証、拡大

### 課題と対応

1. バイオマス資源の確保、安定供給
2. 収集・運搬コストの低減
3. エネルギー変換効率の向上、低コスト化



### 凡例

- 研究開発フェーズ
- 実証・実用化技術開発フェーズ
- 普及・拡大フェーズ

## バイオマスエネルギーロードマップ 生物化学的気体燃料製造(メタン発酵)

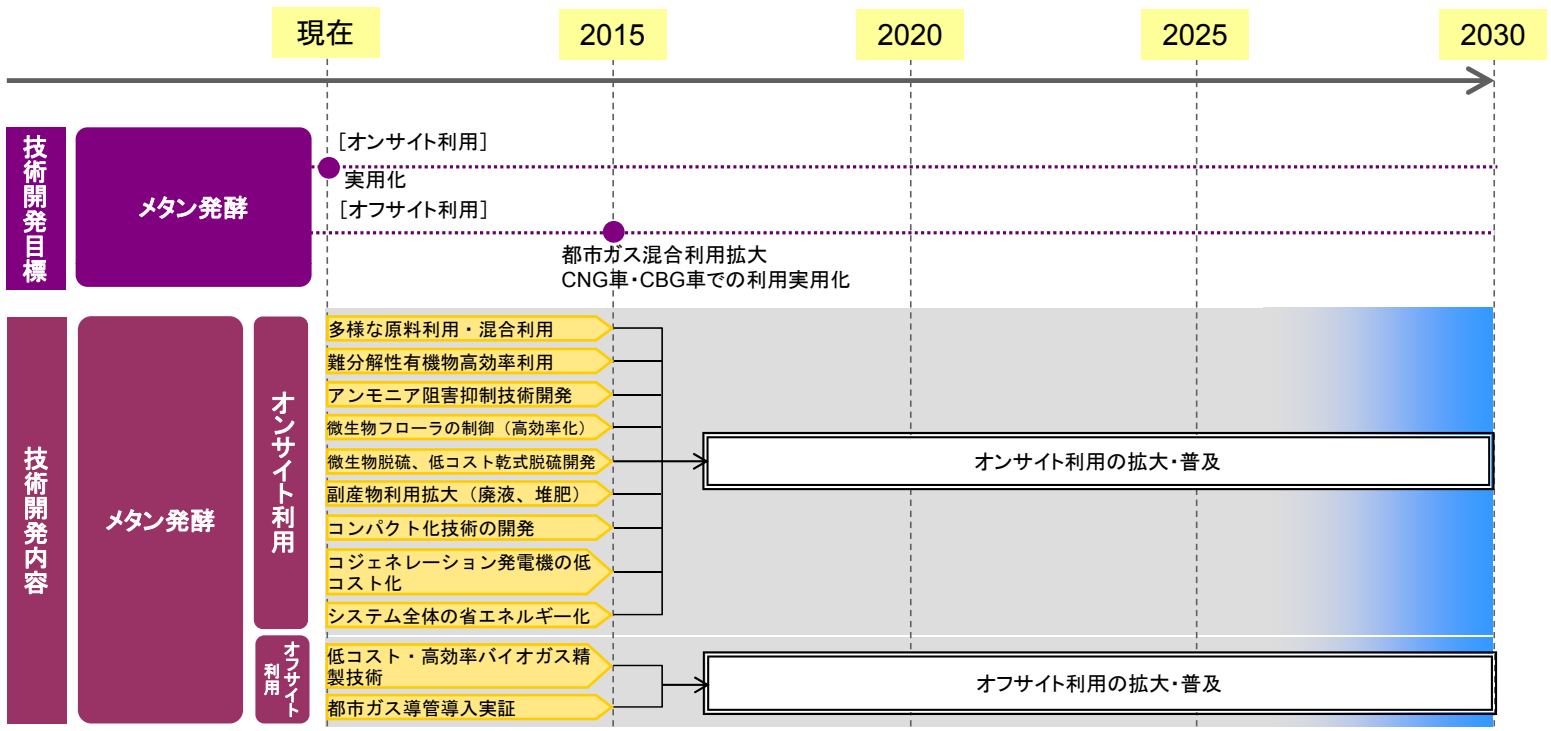
目指す姿

- オンサイト利用の拡大・普及(コジェネレーションの高効率化、原料種類の多様化)
- オフサイト利用の拡大・普及(バイオガスの都市ガス混合利用、バイオガス利用インフラの拡大)

課題と対応

メタン発酵

- [オンサイト利用]
  1. 低コスト化、コンパクト化、省エネルギー化
- [オフサイト利用]
  2. 既存インフラに導入する際の低コスト化



## バイオマスエネルギーロードマップ 熱化学的気体燃料製造(ガス化)

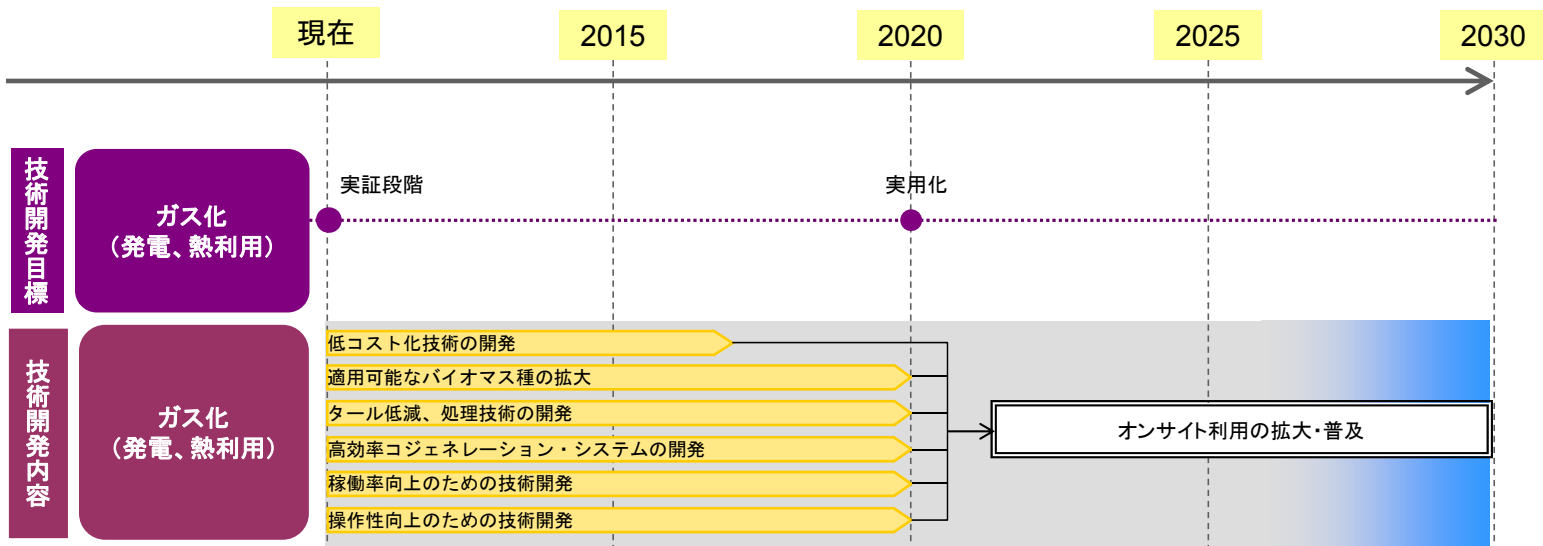
目指す姿

- オンサイト・小規模プラントの実用化、利用拡大

課題と対応

ガス化  
(発電、熱利用)

1. 設備、ランニング、メンテナンスの低コスト化
2. 適用可能なバイオマス種の拡大
3. タール低減技術開発



技術開発目標

ガス化  
(発電、熱利用)

技術開発内容

ガス化  
(発電、熱利用)

低コスト化技術の開発

適用可能なバイオマス種の拡大

タール低減、処理技術の開発

高効率コジェネレーション・システムの開発

稼働率向上のための技術開発

操作性向上のための技術開発

オンサイト利用の拡大・普及

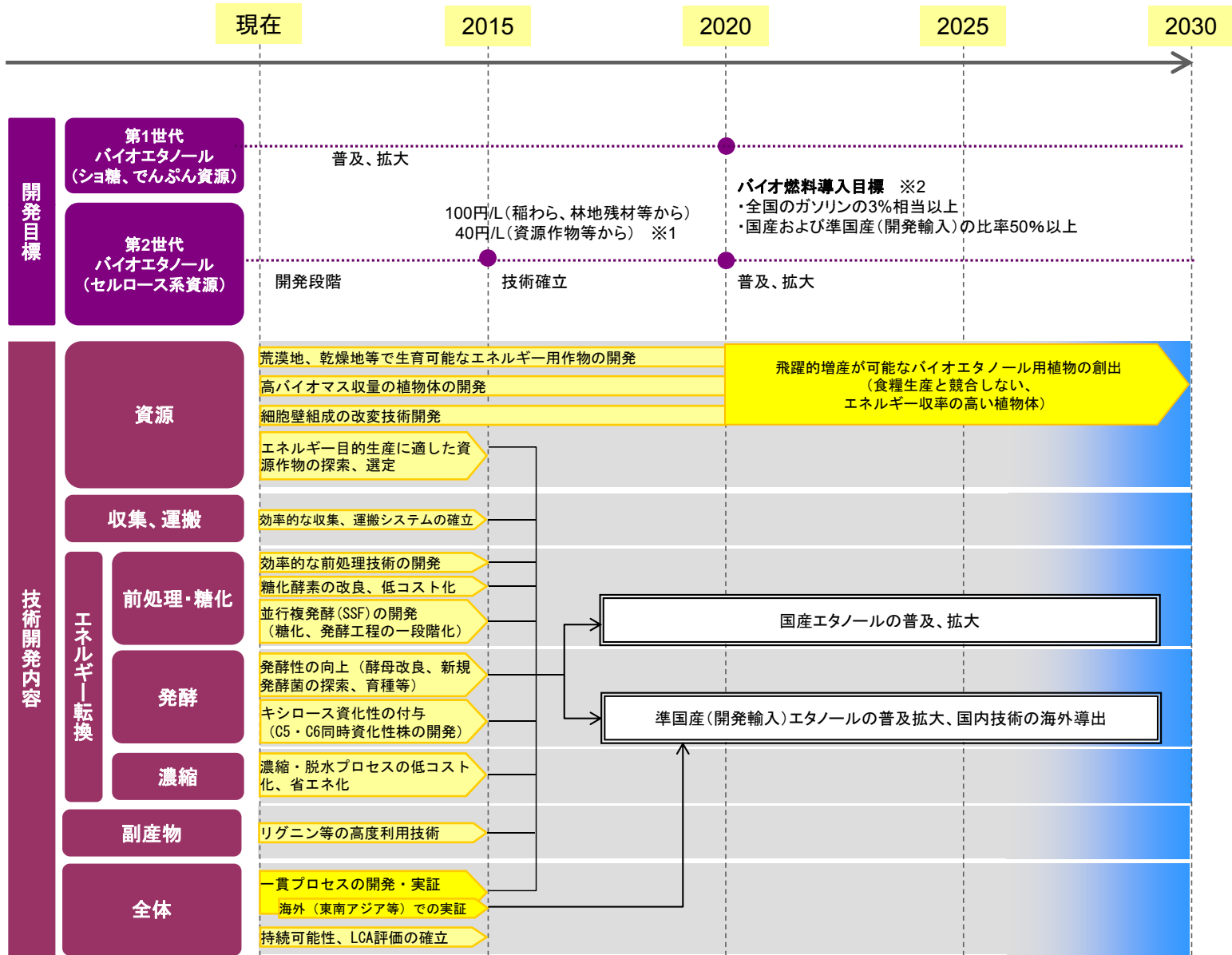
## バイオマスエネルギーロードマップ バイオ燃料製造(ガソリン代替燃料)

目指す姿

- 持続可能なバイオ燃料製造システムを確立し、ガソリン代替燃料として普及、拡大を図る

課題と対応

持続可能なバイオエタノール生産システム（持続可能な原料生産の確立、LCAのGHG削減）  
 食料との競合の克服（セルロース系資源の前処理・糖化技術の確立、食糧生産不適地で栽培可能な資源作物の開発）  
 経済性の向上（低コストでエネルギー効率の高いプロセスの確立）  
 供給安定性の確保（我が国の技術力を活用し、国産・準国産（開発輸入）のエタノールの生産拡大をはかる）



※1: 経済産業省「バイオ燃料技術革新計画」(平成20年3月、バイオ燃料技術革新協議会)  
 ※2: 経済産業省「エネルギー基本計画」(平成22年6月)

## バイオマスエネルギーロードマップ バイオ燃料製造（軽油・灯油代替燃料）

目指す姿

- 持続可能なバイオ燃料製造システムを確立し、軽油および灯油燃料の代替燃料として普及、拡大をはかる

課題と対応

バイオディーゼル燃料製造

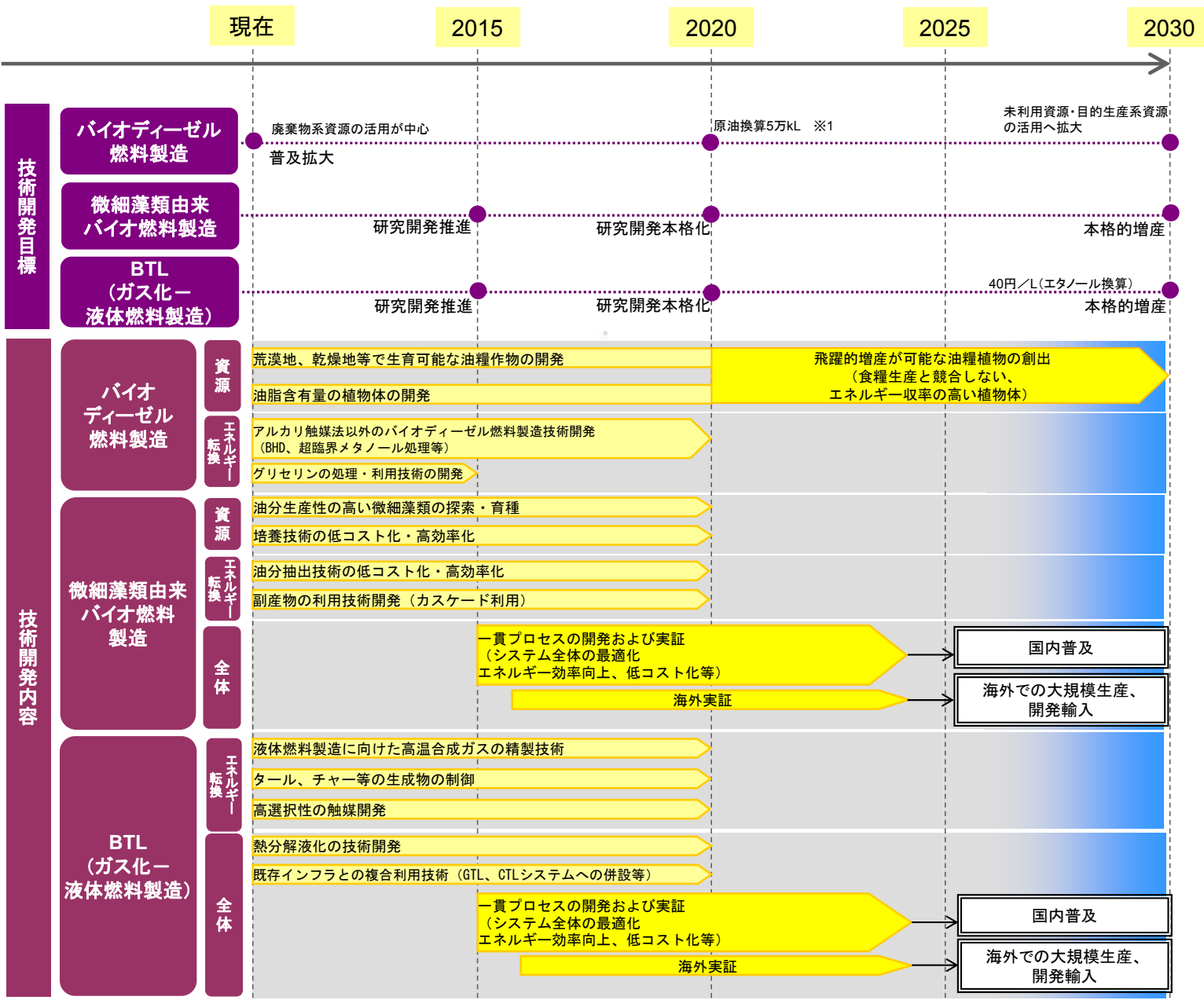
製造コスト削減、エネルギー収支の向上（副産物の処理・利用技術、適用資源の拡大）

微細藻類由来バイオ燃料製造

経済的に成立する製造システムの確立（要素技術のブラッシュアップ → 一貫プロセス開発、実証）  
有用物質生産との組合せ、カスケード利用

BTL（ガス化ー液体燃料製造）

経済的に成立する製造システムの確立（要素技術のブラッシュアップ → 一貫プロセス開発、実証）  
既存の化石燃料インフラの活用



※1: 経済産業省 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会(第35回)-配付資料 我が国の技術力を活用したセルロース系バイオ燃料等の生産可能性(試算)について(2020年のセルロース系バイオ燃料等の生産量試算検討会)

# 太陽熱発電技術ロードマップ



目指す姿

- 日本独自の太陽熱発電システム、および蓄熱技術をはじめとする太陽熱発電のキーテクノロジーの技術開発を進め、太陽熱発電市場における日本企業の国際競争力を高める。
- 日本技術の世界展開により、CO<sub>2</sub>削減に係る日本の中期目標達成、および世界の低炭素化に貢献する。

課題と対応

- 蓄熱技術をはじめとするキーテクノロジーの開発支援
- 実証試験サイトの整備
- コスト競争力の強化
- 海外プロジェクトへの参画支援
- 日本国内における太陽熱発電の導入可能性検討

現在

2015

2020

2025

2030

技術開発目標

国際競争力の強化

実証試験サイトの整備  
実証試験の実施

商用プラントの海外展開

海外市場シェアの拡大

供給形態

ミドル電源利用

ベース電源利用

発電コスト

15~30円/kWh程度

10~15円/kWh程度

5~7円/kWh程度

技術開発内容

蓄熱による出力調整  
(平滑化・安定化・  
発電時間の調整)

**高信頼性・低コスト次世代型 蓄熱システム**

- ・温度躍層単槽式
- ・セラミック蓄熱システム 等

発電効率の向上  
発電量の増大

**高温蓄熱技術・熱流体の高温化**

- ・高温レシーバ
- ・高性能集光制御システム
- ・DSGシステム
- ・高効率集熱管、高効率熱媒
- ・高反射集光ミラー 等

**新システム開発**

- ・日本独自システムの開発
- ・フレネル型、タワー型の高性能化

設備費の削減

**低コスト・高効率空冷式冷却システム**

**低コスト材料開発**

# 波力発電技術ロードマップ

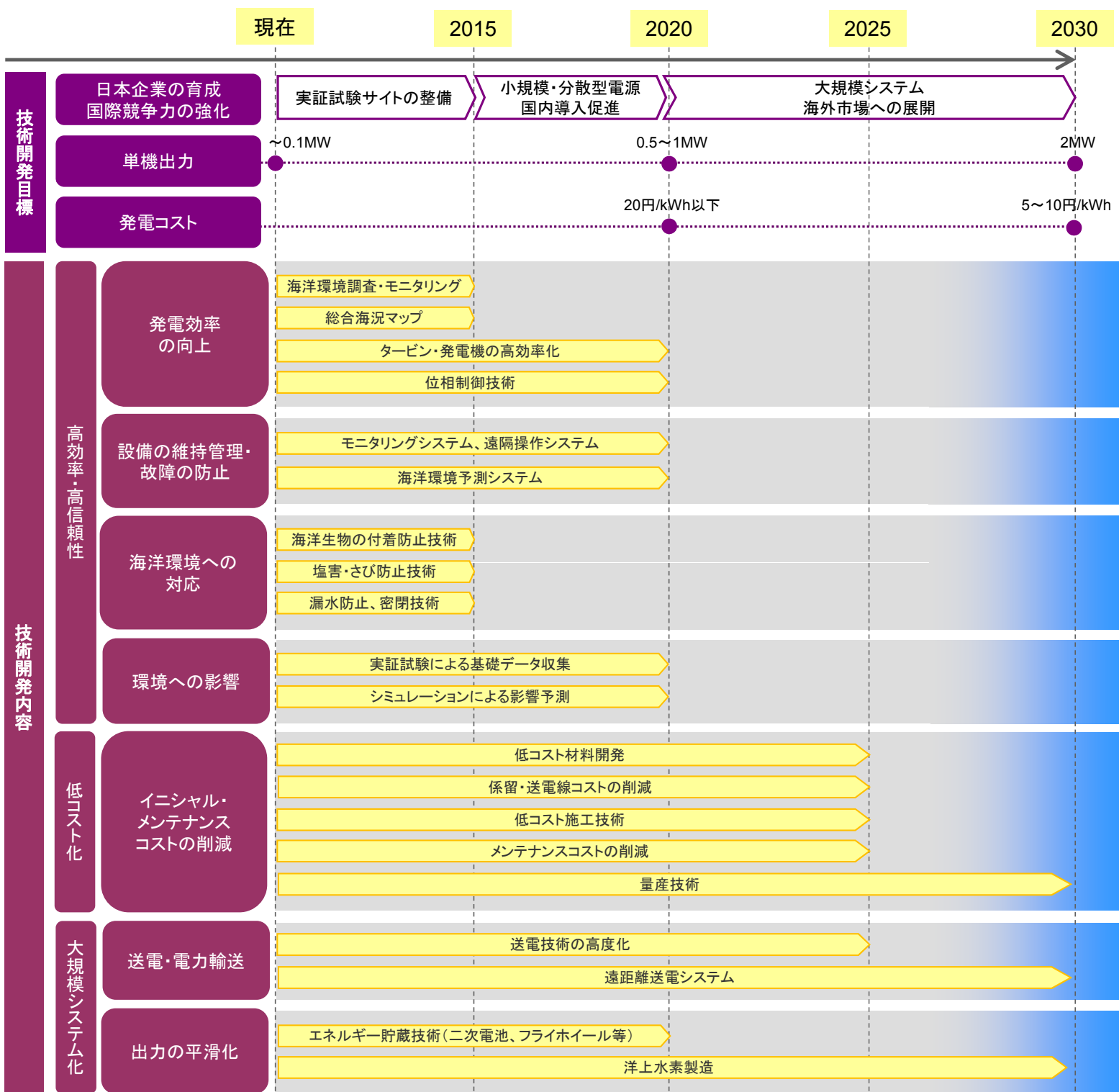


目指す姿

- 日本の自然条件下で成立する高効率・高信頼性・低価格の波力発電装置を開発する。
- 日本の高度な技術力を活かし、海外市場で競争力を有する装置開発・国内企業育成を図る。

課題と対応

1. 高効率・高信頼性波力発電装置の開発
2. 低コスト化の実現
3. 分散型電源としての実用化
4. 国内外の大規模システムへの導入



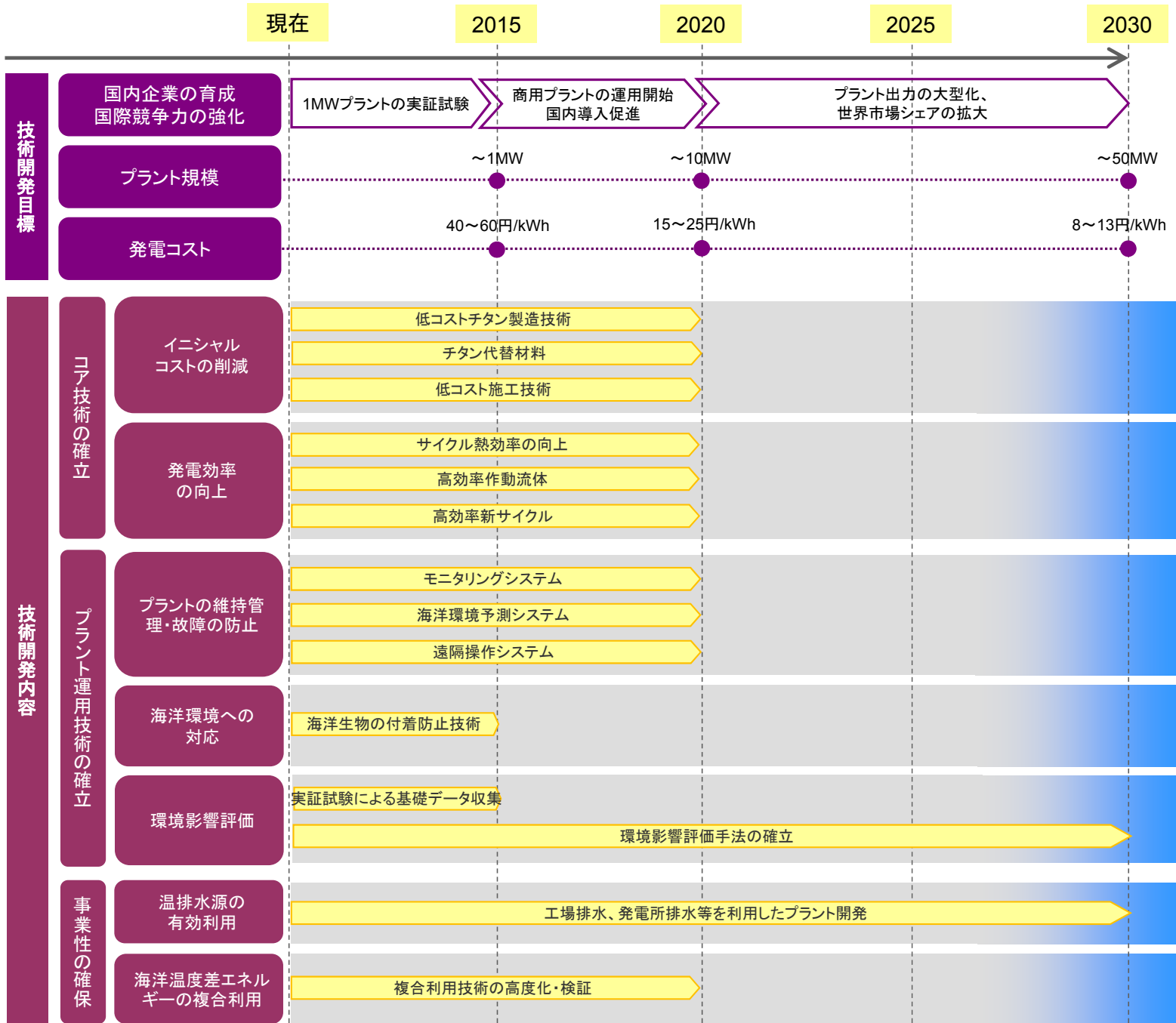


目指す姿

- 海洋温度差発電の商用化に向けた技術開発を加速し、海外市場を創出するとともに世界最先端の技術的地位を維持し、国内企業の育成、国際競争力の強化を図る。
- 国内産業の育成、低炭素社会の実現、エネルギーセキュリティ等の観点から、国内での導入促進、新規産業の創出を実現する。

課題と対応

1. MW級プラントの実証試験による技術開発の推進、信頼性の向上
2. コア技術の確立
3. 事業性の確保、発電コストの低減



# スマートグリッド技術ロードマップ



目指す姿

- 再生可能エネルギーの更なる導入が可能なシステム
- 情報通信技術を駆使したインテリジェントなシステム
- エネルギーユーザのニーズを反映したシステム
- 新たなエネルギーサービスの展開が可能なシステム
- 効率的かつ安定的に運用されるシステム
- 国際競争力のある技術で構築されるシステム

課題と対応

再生可能エネルギー導入に伴う課題

- 太陽光発電による余剰電力の発生
- 電力の需要と供給ミスマッチによる周波数変動
- 需要家太陽光発電の導入による配電電圧上昇

需要家情報の利用に係る課題

- 需要家情報を活用したビジネスアイデアの実現にかかる課題
- 発電から需要家まで一体となった情報通信システムの構築

技術開発目標

技術開発内容

系統の效果的運用が可能となる先進技術

先進的なインターフェース技術

**システム全体**

**送配電ネットワーク**

**需要サイド 家庭・ビル**

**広域状態監視・制御**

**送配電系統の監視・制御技術**

**分散型電源・需要家との協調制御システム**

**再生可能エネルギーとの協調制御システム**

**系統用蓄電池システム**

**ローカルEMS**

**配電自動化**

**IT化技術を活用した配電自動化の高度化**

**国際規格に適合した製品開発**

**実フィールドでの実証**

**EMS技術**

**需要家側のエネルギーマネジメント技術**

**ホームサーバ、サービスプロバイダ等のアーキテクチャ仕様の検討**

**需要家設置のエネルギー機器マネジメントシステムの開発**

**ローカルEMSの統合システムの開発**

**制御対象家電・制御方法の検討**

**制御システムの開発**

**制御コントローラーの開発**

**スマート家電の技術実証**

**スマートハウスとの連携実証**

**電動車両の連系技術**

**スマート充電システム実証**

**充電電力制御**

**充電時間帯の検討**

**充電電力制御システム運用への貢献方策の検討**

**系統への放電も含めたシステム運用への貢献方策の検討**

**超電導送電 高電圧直流送電**

**超電導ケーブル技術実証**

**超電導ケーブルの長尺・高電圧・大電流・低コスト化等の技術開発**

**自励式直流送電の実証**

**パワーエレクトロニクス応用機器**

**新型機器の利用方法の検討**

**制御システムの開発**

**実システムでの実証**

**LPCの実証**

**パワーエレクトロニクス機器の低コスト化、高効率化**

**PCSの無効電力制御方式開発・実証**

**SVC・SVRの低コスト化・コンパクト化**

**PCS**

**カレンダー式出力抑制の開発**

**FRT機能の開発**

**疑似同期化力の具備**

**通信式出力抑制機能の開発**

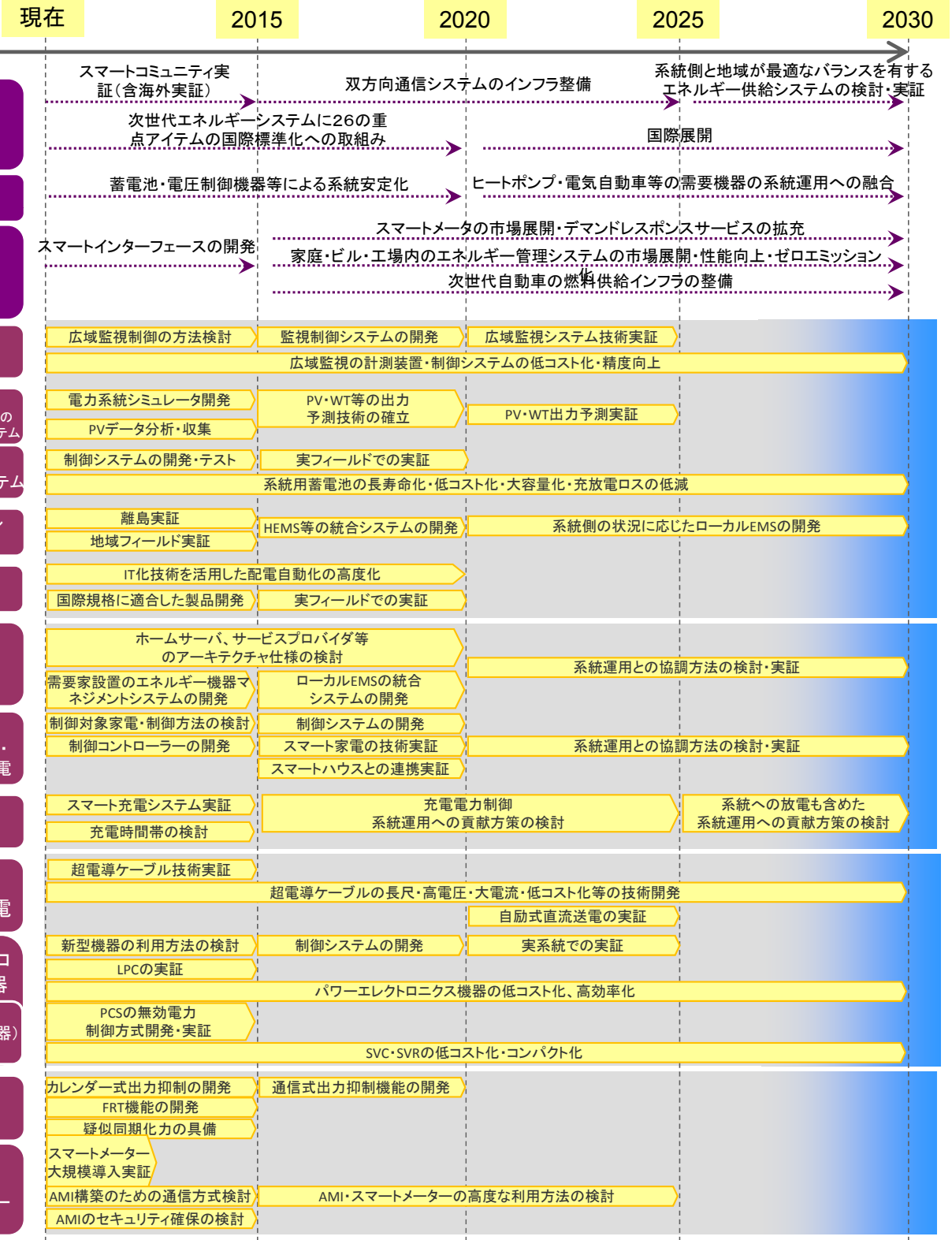
**AMI・スマートメーター**

**スマートメーター大規模導入実証**

**AMI構築のための通信方式検討**

**AMIのセキュリティ確保の検討**

**AMI・スマートメーターの高度な利用方法の検討**



## 次世代エネルギー・社会システム ロードマップ（改訂版） ～3E（Environment・Energy Security・Economy）を達成する次世代エネルギー・社会システムの実現に向けて～

～本ロードマップについて～

- 3Eの同時達成に向けて、エネルギー供給面では、原子力発電を中核としつつ、再生可能エネルギーの大幅な導入拡大を図ることが不可欠である。出力が不安定な再生可能エネルギーを安定的に電力系統に組み入れるためには、蓄電池の活用や出力制御などが必要となる。あわせて、負荷追従などのために必要な火力発電についても高効率化を図り、電運のベストミックスを実現の上、総合的に低炭素化を加速していくことが重要である。
- 本ロードマップは、このようなマクロのエネルギー供給の姿を前提として、再生可能エネルギーや蓄電池を活用した地域レベルでのエネルギーマネジメントと電力系統全体との関係や、家庭やビルなどの需要サイドにおける我々の生活の変化などに着目し、今後目指すべき我が国のエネルギーシステム・社会システムの姿を描いたものである。
- エネルギー基本計画の見直し、新成長戦略、スマート・コミュニティアライアンスでの検討を踏まえて改訂。

	【現状】	【2020年】	【2030年】
人口	1.27億人	1.23億人	1.15億人
GDP	541兆円	656兆円	739兆円
原油CIF価格	79 \$/bbl	121 \$/bbl	169 \$/bbl
関連新規市場規模・雇用創出効果(国内)	0.9兆円・10万人	3.6兆円・40万人	5.4兆円・60万人
海外動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU指令（2009年6月）により、スマートメーターを2020年までに80%以上に導入。</li> <li>大手企業が日本でも家庭用EMSの展開開始。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EUでエネルギー需要全体に占める再生可能エネルギーの割合20%達成。</li> <li>EUスマートグリッド化（ETP Smart Grids）</li> <li>2025年までに中、印では原子力発電の需要が増大。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全米スマートグリッド化（Grid2030）</li> <li>韓国全土をスマートグリッド化。</li> <li>2050年までに欧州の電力需要の約15%を北アフリカのサハラ砂漠での太陽熱発電で賄う（DESERTECプロジェクト）。</li> </ul>

### 現在～2020年 2020年～2030年 2030年～

領域	現在～2020年	2020年～2030年	2030年～
家庭・業務を中心とした地域レベルでのエネルギーマネジメントと全体系統との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅用だけでなく、CO<sub>2</sub>負担余力のある事業者による太陽光発電の導入が大幅に進む。これにより太陽光パネルの価格が次第に低下していく。</li> <li>これに伴う安定供給対策は、系統側が中心。土地確保が可能な家屋敷には蓄電池の設置も。</li> <li>一方で、地域における電力と熱の総合的なエネルギーマネジメントシステムに関する実証が進み、系統側との相互連携関係のあり方を含め、技術、ノウハウの蓄積により地域のエネルギーマネジメントシステムが実現可能に。</li> <li>需要家との双方向通信が可能な送配電ネットワークの構築が本格化。</li> <li>蓄電池に関して、変化メカニズムの解明等の技術開発、実証が進み、低コスト化が進む。</li> <li>夏には需要抑制、春・秋には再生可能エネルギーを出力抑制するなど季節毎の需要調整も実施。</li> <li>太陽熱、コジェネ排熱の熱融通が普及。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光パネルの価格低下を受け、住宅用太陽光発電のコストも低下。設置が進む。</li> <li>これにより、出力抑制のみならず、家庭で発電した再生可能エネルギーを有効活用する地域でのエネルギーマネジメントが必要となる。</li> <li>それまでに、地域でのエネルギーマネジメントシステムのための技術が確立・実用化。</li> <li>HP給湯器、コジェネ、燃料電池とともに、価格が低下した蓄電池の普及が進み、地域でのエネルギーマネジメントが可能に。</li> <li>HPを利用した工場排熱回収が実現。</li> <li>都市排熱を活用する熱ネットワークが普及。</li> <li>水素ST近隣の集合住宅等への水素供給開始。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化石燃料価格が現在の2倍以上に上昇し、再生可能エネルギーが相対的にコスト競争力を有する。</li> <li>原子力をベースとしつつ、再生可能エネルギーを優先的に活用。集中電源と分散電源の最適MIXを実現。</li> <li>再生可能エネルギーの導入状況に応じ、経済性や安定性の面で、系統側と地域が最適なバランスを有するエネルギー供給システムが確立。</li> <li>一日のうち、電力供給が余るときはEV充電やHPなどで需要を創出し、電力供給が逼迫するときは系統に供給する。再生可能エネルギーマネジメントを実施。</li> <li>電力、熱、再生可能/未利用エネルギーを組み合わせて蓄電池を最適に制御するスマートコミュニティを実現。</li> <li>水素インフラの実用化が進む。</li> <li>中大型水素製造装置・燃料電池からのCO<sub>2</sub>の回収・処理化（CCS）。</li> </ul>
ハウス	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートメーターによる遠隔検針や消費電力量、消費熱量の「見える化」の導入開始。</li> <li>HEMSの普及と開始。PV、太陽熱給湯器、HP給湯器、コジェネ、蓄電池、燃料電池の導入が進む。</li> <li>ホームサーバの一部が家庭で導入開始。</li> <li>デマンドレスポンスの実証を開始し、省エネ・負荷平準化の効果を検証。</li> <li>V to H、V to GなどのEVの実証スタート。</li> <li>高断熱等の省エネハウスが増加。</li> <li>テレメティクス機能の拡張（家・自動車・充電インフラ等）</li> <li>DCスマート家電の進展。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>需要家側のエネルギー供給情報を詳細に把握し、家庭内の様々な機器を制御するシステムが本格的に普及。</li> <li>家庭で電気を熱を最適に無駄なく利用。</li> <li>ホームサーバを活用した様々なサービスが普及。</li> <li>HEMSと地域EMSが連携。</li> <li>暮らしと調和した形でEVの蓄電機能の活用が進む。</li> <li>DC対応家電の普及。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フルオートメーションHEMSの実現。</li> <li>太陽熱とHP、コジェネ、蓄電池、燃料電池の組み合わせと、電気と熱の総合的な有効活用が実現。</li> <li>エネルギーサービス以外の広がりとして、例えば、HEMSを住宅環境管理システムにも応用。</li> </ul>
ビル	<ul style="list-style-type: none"> <li>ZEBの導入が開始し、PV、太陽熱利用システム、蓄電池、大型HP給湯器・コジェネ、燃料電池、熱の効率的導入も進む。</li> <li>高断熱等の省エネビルの普及。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築公共建築物等でZEBを実現。</li> <li>燃料電池コジェネが普及。</li> <li>社会のエネルギーシステムの一部として機能するビル（ボジティブ・エネルギービル）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新築建築物全体の平均でのZEB実現を目指す。</li> <li>燃料電池・タービンコバインドシステムが普及。</li> </ul>
交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>PHEV、EVが普及。</li> <li>ICT発達により自動車のネットワーク化が進む。</li> <li>燃料電池自動車・水素STの普及開始。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車の多くがICTネットワークを搭載。</li> <li>燃料電池自動車・水素STの本格普及。</li> <li>超小型EVの普及。</li> <li>静的非接触充電の進展。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高効率電気交通システムの普及。</li> <li>交通用無線給電インフラの普及。</li> <li>高効率パワーtrainの普及。</li> <li>動的非接触充電の進展。</li> </ul>
海外展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内技術実証と並行し、海外プロジェクトにも本格参加。各地域特有のOEMSのノウハウを蓄積。日本の技術の強みを生かす戦略的標準化を推進。</li> <li>日本の優れた技術を生かし、海外（特にアジア）でのシステム需要を獲得。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マスタープランの策定。個々の機器や技術の選定、プロダクトサポート等を含んだシステム全体で我が国のプレゼンスを発揮、世界シェアを獲得。</li> </ul>	

### 2030年の次世代エネルギー社会における1シーン

- QOL（生活の質）が高まるスマートライフ  
マイホームに太陽光パネルとHEMSを導入、エネルギーを「消費する家」から「供給する家」へシフト。  
外出先から家電や家電ロボットを操作、便利だけでなく防犯や火災、機器故障も検知。田舎に住む両親の家のエネルギー使用状況から生活ぶりを確認し、ひと安心。  
HEMSの連携に伴い、RT（ロボット技術）も活用しつつ、QOL（生活の質）向上サービスが盛んになり、食育や運動、生活リズムのモニタリング結果から、最適な生活環境や健康管理を実現。  
暖房や給湯は太陽熱温水器や地域コジェネなどを利用。こまめな排熱も利用し高効率な省エネを実現。
- 都会で自然を身近に感じるオフィス  
原子力をベースとしつつ、グリーン証書なども含めた再生可能エネルギーも最大活用。  
オフィス全体でエネルギーをマネジメント。ビルのZEB化、HP給湯器やEVの普及が進んで、ヒートアイランド現象が軽減。街を歩いている、自然の風を感じる。  
自然光を取り入れたオフィス内は、照明・温度・湿度、空気の流れをコントロール。ZEB化とともに快適な職場環境を実現。  
社員食堂にはビル内緑地場で再生可能エネルギーにより栽培した野菜が並び、廃棄物はアルコル化して利用。  
都会のオフィスで自然の恵みを感じる。
- 臨海工業地帯が電力生産地  
工場やタンクの屋根等を利用して、広大な太陽光発電プラントを設置。大量の排熱をHP技術により回収。  
工業地帯で生産した電力や熱は工場でも利用するとともに都市へ送る。エネルギーの大量消費地から生産地へ転換。
- 遠人連年のモータードライブに伴い  
都市ではスマートグリッドの発達に伴い、LRTやEVカーシェアが急速。  
鉄道も大容量蓄電池を備え、ラッシュ時に活用。  
地方ではセカンドカーからEV化。通勤や買い物など商業的に大活躍。  
お年寄りや身体障害者も電動アシスト車椅子により活動範囲が広がる。  
物流はエネルギーマネジメントの観点から、高度なモータードライブを実現。  
長距離・集配トラックは、EV、PHEV、FCV等、最適な動力を選択。

社会システム	スマートコミュニティ実証（含海外実証）	系統側と地域が最適なバランスを有するエネルギー供給システムの検討・実証
送配電ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートインターフェイスの開発</li> <li>双方向の通信システムインフラの整備</li> <li>太陽光発電等の出力予測手法の高度化・システムへの適用検討</li> <li>出力抑制機能を備えたPV用PCSの開発</li> <li>需要家機器制御に係る技術開発</li> <li>蓄電池と火力・水力との協調制御技術の開発</li> <li>FRT機能や単独運転防止機能の認証・ルール化とその機器開発</li> <li>通信を用いた出力抑制機能付PCS等の機器普及</li> <li>通信品質とセキュリティレベルの技術開発</li> <li>通信インターフェイスとプロトコルの標準化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高度な天気予報等を活用し精度の高い需給予測を実現</li> </ul>
熱ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱の需給最適制御技術の開発</li> <li>清掃工場排熱等の高効率輸送技術の開発</li> <li>電力と熱の総合的な有効活用を実現する技術開発・実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱ネットワーク技術のコストダウン</li> <li>電力・熱の総合的な需給最適制御技術の開発</li> <li>電力と熱の総合的な有効活用を実現する技術の確立</li> </ul>
水素・CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素製造・供給技術の開発</li> <li>水素ST実証、水素タウン・CSの小規模実証</li> <li>CO<sub>2</sub>有効利用技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギー由来の水素製造・輸送の小規模実証</li> <li>中大型水素製造装置・燃料電池からのCO<sub>2</sub>の回収・処理技術の開発・実証</li> <li>再生可能エネルギー由来の水素製造・貯蔵・輸送のコストダウン</li> <li>水素インフラと熱供給システムとを総合的に制御するエネルギーマネジメント技術の開発</li> </ul>
蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>蓄電池スベックや充電システムの実証</li> <li>蓄電池の制御技術の開発</li> <li>PV導入対策として蓄電池を設置（一部地域）</li> <li>蓄電池のライフサイクルを見据えたエネルギーシステムの検討</li> <li>蓄電池長寿命使用時の安全確保技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大容量・長寿命・低コストな蓄電池の開発</li> </ul>
燃料電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>小型高効率燃料電池の長寿命化・コストダウン</li> <li>中大容量高効率燃料電池（MCFC, SOFC）の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>タービンコバインドシステムの開発</li> <li>中大容量高効率燃料電池の長寿命化・コストダウン</li> </ul>
HP	<ul style="list-style-type: none"> <li>高効率・排熱回収・低環境負荷冷凍技術開発</li> <li>機器の小型化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高効率HP給湯器の実用化</li> </ul>
需要サイド 家庭・ビル	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートメーター大量導入実証</li> <li>ガススマートメーターの開発・実証</li> <li>DC対応家電の開発・実証</li> <li>家庭・ビル内でのDC給電の標準化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域EMSと連携する業務ビルDSMの普及</li> <li>家庭・ビル内でのDC給電システムの実用化</li> <li>DC超電導等ロスレス給電システムの実用化</li> </ul>
交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートモビリティ実証（EVとエネルギーシステムのコミュニケーション技術実証）</li> <li>燃料電池自動車の開発・実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各地域に適したスマートモビリティの開発</li> <li>V to Gを実現する技術確立</li> <li>燃料電池自動車のコストダウン</li> <li>静的非接触充電の実用化</li> <li>動的非接触充電の実用化</li> </ul>

### 【用語】

- EMS: Energy Management System エネルギー管理システム
- HEMS: Home Energy Management System 家庭エネルギー管理システム
- BEMS: Building Energy Management System ビルエネルギー管理システム
- ZEB: Net-Zero Energy Building ネット・ゼロ・エネルギー・ビル
- V to H: Vehicle to House  
電気自動車に搭載された蓄電池のエネルギーを宅内で利用すること
- V to G: Vehicle to Grid  
電気自動車を電力系統に連系し、車と系統との間で電力融通を行うこと
- FRT: FRT: Fault Ride Through  
瞬間的な電圧低下や周波数変動等の乱れに対して、系統から解離せずに運転を継続し、系統の安定性を確保する機能
- PCS: Power Conditioning System 変換装置
- MCFC: Molten Carbonate Fuel Cell 熔融炭酸塩型燃料電池
- SOFC: Solid Oxide Fuel Cell 固体酸化燃料電池
- HP: Heat Pump ヒートポンプ
- CCS: Carbon Dioxide Capture and Storage CO<sub>2</sub>回収・貯留
- EV: Electric Vehicle 電気自動車
- PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle プラグインハイブリッド車
- FCV: Fuel Cell Vehicle 燃料電池自動車
- LRT: Light Rail Transit 次世代路面電車
- AC: Alternating Current 交流
- DC: Direct Current 直流
- ICT: Information and Communications Technology 情報通信技術
- RT: Robot Technology ロボット技術
- ST: Station ステーション
- テレメティクス: 移動体通信システムを利用した情報提供サービス
- インターフェイス: 二つのもの間に立って情報のやり取りを仲介するもの
- プロトコル: 作業の手順や相互の約束事
- 超電導: 電気抵抗が急激にゼロになる現象
- 非接触充電: 電磁誘導方式により接点なく充電する技術
- QOL: Quality of Life 生活の質