

環境・エネルギー分野の俯瞰活動の概要と  
主要国の研究開発政策動向からみる  
国際ベンチマーク

平成28年4月11日（月）  
JST研究開発戦略センター（CRDS）  
環境・エネルギーユニット  
上席フェロー 佐藤順一



## 1. CRDSのあるべき姿

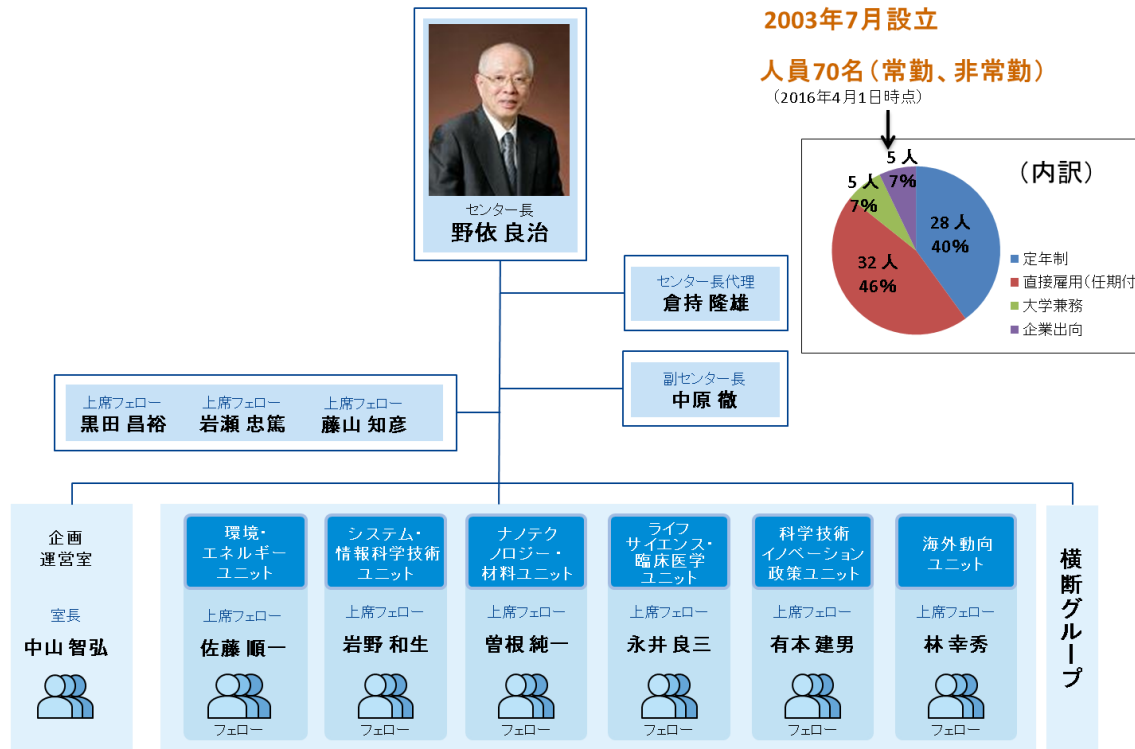
CRDSは我が国社会経済の持続的発展のため、科学技術イノベーション創出の先導役となるシンクタンクを目指します。

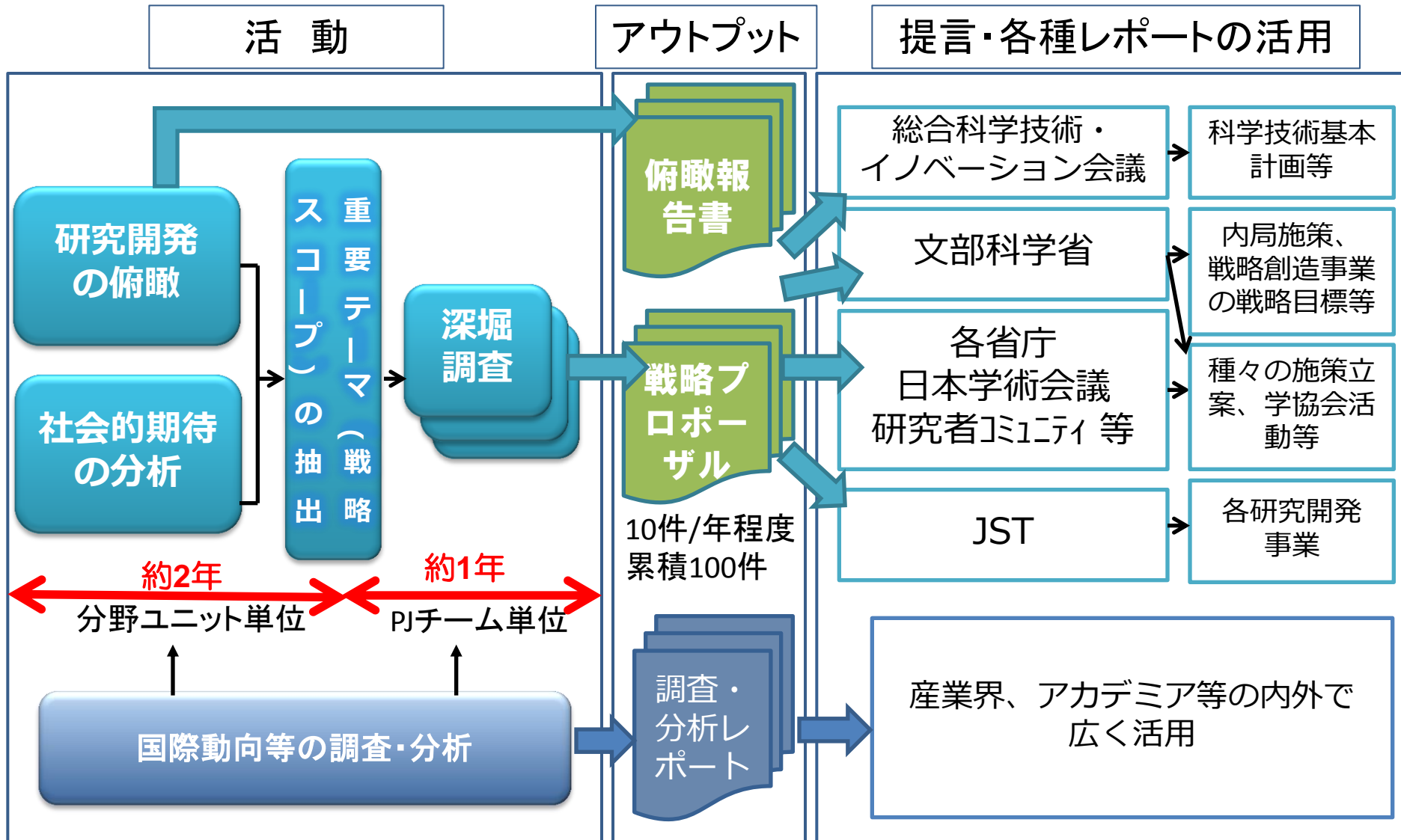
## 2. CRDSの任務

- ① CRDSは国内外の社会や科学技術イノベーションの動向及びそれらに関する政策動向を把握し、俯瞰し、分析します。
- ② これに基づき、CRDSは課題を抽出し、科学技術イノベーション政策や研究開発戦略を提言し、その実現に向けた取組を行います。

## 3. 任務の実行にあたって

CRDSは我が国産学官の関係者、社会のステークホルダー、更には外国関係機関と積極的に連携、情報・意見交換を行います。





※「俯瞰報告書」は、研究開発戦略立案の基礎として、各科学技術分野における研究開発の現状の全体像、国際的な潮流を把握し、分野ごとに今後のあるべき方向性を展望するもの。

※「戦略プロポーザル」は、今後国として重点的に取り組むべき研究開発の戦略や、科学技術イノベーション政策上の重要課題についての提案をまとめたもの。

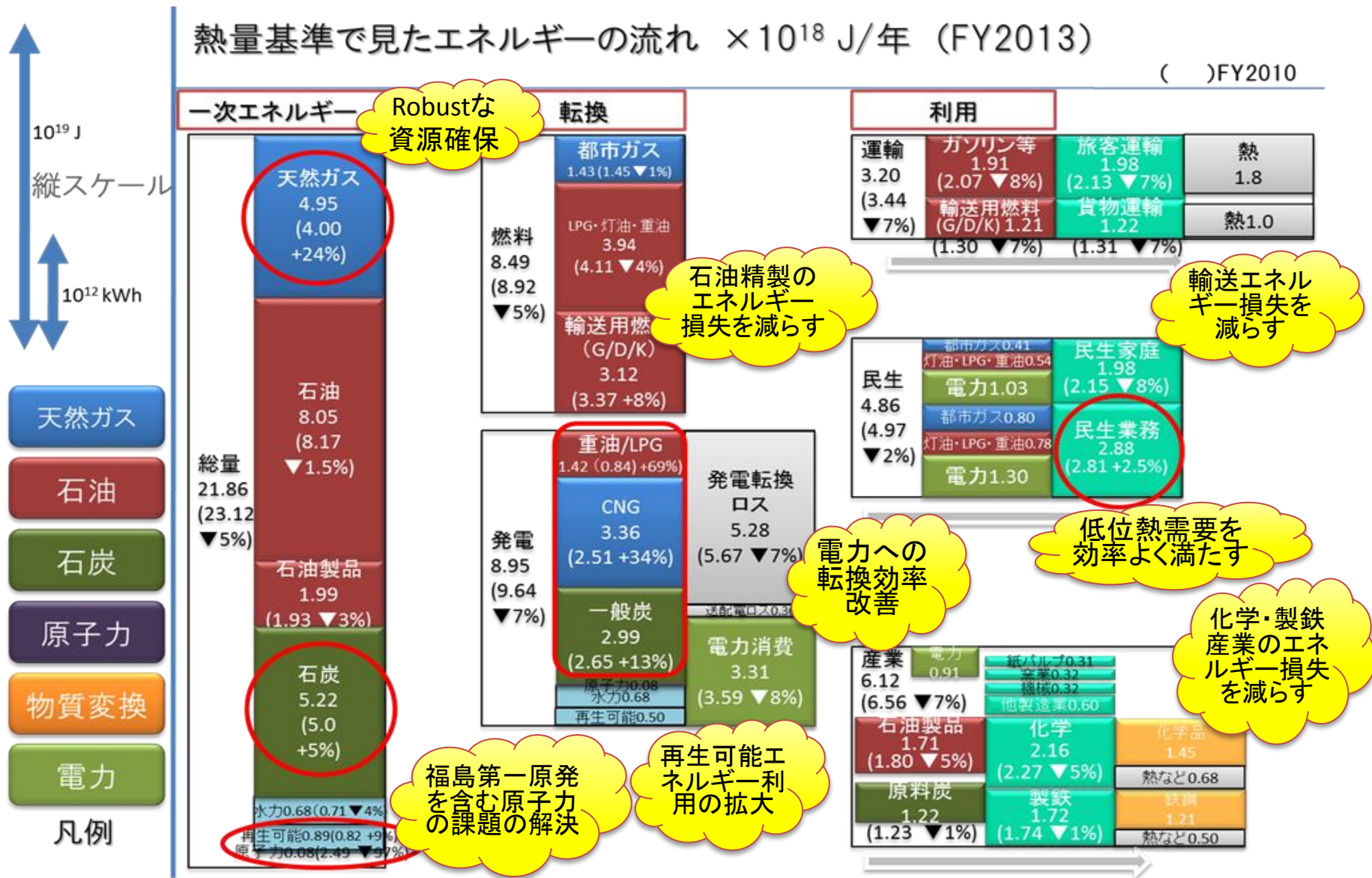
## ■ 府省施策への活用・波及例

年度	タイトル	事業
2013	再生可能エネルギーの輸送・貯蔵・利用に向けたエネルギーキャリアの基盤技術	SIP「エネルギーキャリア」(H26-) CREST「再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための革新的基盤技術の創出」(H25-)
2013	データ科学との連携・融合による新世代物質・材料設計研究の促進 (マテリアルズ・インフォマティクス)	NIMS-JST「情報統合型物質・材料研究拠点」(H27-) さきがけ「理論・実験・計算科学とデータ科学が連携・融合した先進的マテリアルズインフォマティクスのための基盤技術の構築」(H27-)
2006 2010	「主要国のナノテクノロジー政策と研究開発・共用拠点」 「自立志向型共同利用ナノテック融合センターの設置」 「我が国の研究開発拠点構築に資する主要各国のナノテックインフラ投資戦略調査」	文部科学省「ナノテクノロジープラットフォーム」(H23-)、「ナノテクノロジーネットワーク (ナノネット支援)」
2007	元素戦略	文部科学省「元素戦略」(H19-) 経済産業省「希少金属代替材料開発プロジェクト」 CREST「元素戦略を基軸とする物質・材料の革新的機能の創出」(H22-)

## ■ JST事業への活用・波及例

年度	タイトル	事業
2014	次々世代二次電池・蓄電デバイス基盤技術	ALCA「次世代蓄電池」(H25-) , 他
2010	エネルギー高効率利用社会を支える相界面の科学	CREST「エネルギー高効率利用のための相界面科学」(H23-)
2009	空間空隙制御材料の設計利用技術	CREST「超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製」(H25-)
2009	分子技術	CREST「新機能創出を目指した分子技術の構築」(H24-)
2008	太陽光エネルギーの利用拡大基盤技術	CREST「太陽光を利用した独創的クリーンエネルギー生成技術の創出」(H21-)

# エネルギー需給と社会的課題



# 社会的課題からみた研究開発の方向性

1. カントリーリスクを考慮した資源確保
2. 電力設備（発電、送配電）の効率向上
3. 原子力問題の解決
4. 再生可能エネルギーの利用拡大
5. エネルギー消費の高効率化・省エネルギー
6. 低位熱・エネルギーの有効利用
7. 電力自由化、再生可能エネルギーの拡大を考慮したIoTの活用による、エネルギーネットワークの高度化
8. その他（基盤技術を含む）

持続可能な社会の実現（社会的期待）に向けて、**3E+S** の同時克服を目指した研究開発が必要

**3E+S** : 安全性 (**S**afety) , エネルギーの安定供給(**E**nergy security), 経済効率性の向上(**E**conomic efficiency), 環境への適合(**E**nvironment)



# エネルギー分野の研究開発の俯瞰図

定義

「安定供給」、「経済効率性の向上」による低コストでのエネルギー供給および需給バランス調整を実現し、同時に「環境への適合」を図る、いわゆる「3E+S」を同時に克服するための研究開発

## エネルギー供給 (資源開発/エネルギー・物質変換)

### 化石

#### 高効率火力発電

- 全負荷帯高効率化
- 高温材料

#### 燃料電池発電

- SOFC耐久性/効率向上
- IGFC発電

#### 低品位炭改質

- 乾燥/脱水 ・ 改質

#### CCUS

- CO2分離・貯留
- CO2利用技術

### 原子力

#### 安全技術

#### 原子炉技術

- ・ 新型炉

#### 燃料管理・処分技術

- ・ バックエンド

#### 資源開発

- ・ 海底資源探査/採掘
- ・ メタンハイドレイド

### 再生可能

#### 太陽光

- ・ 光電池材料 ・ 集光型
- ・ 人工光合成

#### 風力

- ・ 洋上発電
- ・ 調整力向上技術

#### 地熱

- ・ バイナリ発電 ・ EGS発電

#### 水力

#### 海洋エネルギー

#### バイオマス

- ・ 藻類バイオマス燃料
- ・ バイオリファイナリー

## エネルギー利用 (高効率利用/高度利用)

### 産業

#### 新規プロセス技術

- ・ 中低温作動電解質反応
- ・ 高付加価値化

#### 天然ガスの高効率利用

- ・ トリジェネレーション
- ・ LNG冷熱利用

#### 石油の高度利用

- ・ 重油の化学品利用
- ・ バイオ混合利用

#### 製鉄技術

- ・ 水素利用
- ・ 省エネ技術

### 運輸

#### 次世代自動車

- ・ パワートレイン
- ・ 軽量化
- ・ 蓄電池
- ・ 燃料電池

#### 次世代輸送機器 (自動車以外)

- ・ 軽量化
- ・ 排気対応 (航空機/船舶)

#### 次世代交通運輸システム

- ・ 自動運転(自動車)
- ・ 高度地図情報 ・ ITS

### 民生

#### 熱利用機器

- ・ コージェネ: 燃料電池
- ・ ヒートポンプ ・ 空調
- ・ 太陽熱/地中熱利用
- ・ 蓄熱技術

#### 断熱・遮熱・調光技術

- ・ 断熱技術
- ・ 調光窓 ・ 固体照明

#### 建物・地域の統合的高効率化

- ・ HEMS/BEMS/CEMS
- ・ ZEH/ZEB
- ・ センシング

### 電気

## エネルギーネットワーク (発電電・エネルギー配送/配電・熱供給/需要家内)

#### 出力調整技術

- ・ 在来型電源の出力調整
- ・ 変動電源の出力調整

#### 電力系統運用技術

- ・ 最適運用モデル
- ・ PV/風力発電予測技術

#### 送配電

- ・ 高圧直流送電
- ・ 超伝導ケーブル
- ・ 潮流安定化技術 (FACTS)

#### 広域監視・制御技術

#### 配電/家屋内

- ・ 直流化
- ・ デジタル化、パケット化

#### パワエレ・応用機器

- ・ PCS ・ FACTS

#### 蓄エネルギー

- ・ 蓄電池 (キャパシタ含む)
- ・ 蓄電(蓄電池以外) CAES/フライホイール/揚水
- ・ 蓄熱

### 熱・燃料キャリア

#### エネルギーキャリア

- ・ 水素 ・ アンモニア
- ・ 有機ハイドライド

#### 分散協調型EMS

- ・ デマンドレスポンス
- ・ EVとの連携
- ・ 階層的システム制御

#### エネルギーシステム予測・評価

- ・ 最適化モデル
- ・ 需要予測モデル

### 社会技術

・ 評価法 (コベネフィットなど)、制度設計、方法論 (トラジションマネジメントなど)、行動科学など

### エネルギー材料 (ナノ材料)

- ・ 光電池: ヘロプスカイト/有機薄膜 ・ 固体イオニクス材料
- ・ 蓄電材料: 伝導性ナノシート ・ パワー半導体材料
- ・ 調光素子: クロミック材料 ・ 超伝導材料
- ・ 固体照明素子: 有機EL
- ・ 断熱材料: フォノン制御 ・ 軽量材料: チタン、樹脂
- ・ 耐熱材料: Ni合金 ・ 分離膜:

### 反応制御技術

- ・ 光反応触媒
- ・ 固体触媒: 複合アニオン化学物
- ・ 電気化学触媒:
- ・ 反応速度解析/熱力学解析

### 製造プロセス技術

- ・ ナノ材料製造技術
- ・ デバイス製造技術

### 計算科学/数理モデル

- ・ 第一原理計算
- ・ 流体拡散/反応シミュレーション
- ・ 構造解析シミュレーション
- ・ 複雑系ネットワーク理論
- ・ 最適化
- ・ 制御理論

### 計測技術

- ・ In-Situ分析
- ・ 衛星観測

### ICT/ビッグデータ活用

- ・ センシングデータ処理技術
- ・ 大規模データ解析技術
- ・ サイバーセキュリティ

### システム技術

- ・ システム設計
- ・ システム制御技術
- ・ 建物/都市システム設計
- ・ システム最適化評価
- ・ エンジニアリング

共通要素技術

学術研究

- 【社会科学】社会学、政治学 (政策論、国際関係論)、エネルギー経済学、環境経済学 等
- 【応用科学】熱機関工学、機械工学、化学工学、プラント工学、材料工学、原子力工学、資源工学、電気電子工学、土木工学、建築工学、環境学 等
- 【基礎科学】熱力学、燃焼学、伝熱学、流体力学、電磁気学、電気化学、触媒化学、原子核物理学、地球物理学、生態学 等
- 【基盤】物理学、統計力学、化学、生物学、情報学、計算科学 等

# エネルギー分野の研究開発領域

定義

「安定供給」、「経済効率性の向上」による低コストでのエネルギーを図る、いわゆる「3E+S」を同時に克服するための研究開発

**社会課題と科学技術の動向に鑑み、**  
**・ マスを考えたときに寄与の大きいもの**  
**・ 今後も研究開発要素の大きいものを研究開発領域として抽出。**

11.分散協調型EMS	NW・利用	
12.エネルギーシステム評価	供給・NW・利用	
13.スマートビル・ハウス	利用	
蓄エネルギー	14.蓄熱技術	供給・NW・利用
	15.蓄エネルギー(力学)	供給・NW・利用
	16.蓄電池	供給・NW・利用
17.エネルギーキャリア	供給・NW・利用	
18.燃料電池	供給・利用	
19.パワーエレクトロニクス	供給・NW・利用	
20.直流送電・超電導送電	NW・利用	
21.熱利用機器(ヒートポンプ、空調、エクセルギー)	供給・利用	
22.照明	利用	
23.遮熱・調光	利用	
24.燃焼	供給・利用	
25.トライボロジー	供給・利用	
26.触媒	供給・利用	
27.分離	供給・利用	
28.モータ材料(磁石材料)	供給・利用	
29.耐熱材料	供給・利用	
30.高強度軽量材料	供給・NW・利用	

構成技術

共通要素技術

学術研究

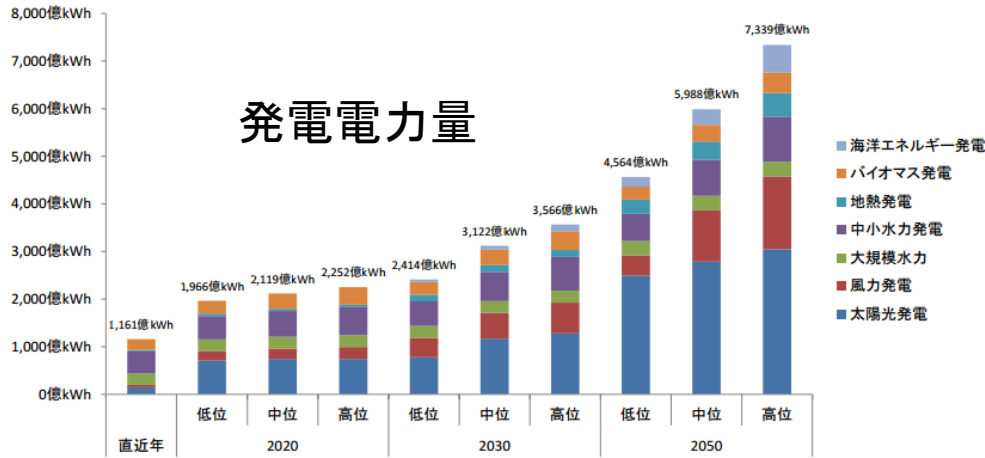
1.資源開発	供給	低品位炭改質 貯蔵/取水 改質	バックエンド	地熱 ・バイナリ発電 ・EGS発電
2.火力発電	供給			
3.CCUS	供給・利用			
原子力	4.原子力安全			エネルギー
	5.原子力炉	供給		家屋内
	6.燃料管理・処分			パケット
7.太陽光	供給・利用			応用機 TS
8.風力発電	供給			制度設
9.地熱発電	供給			
10.バイオマス	供給・利用			術
<ul style="list-style-type: none"> <li>光電池：ペロブスカイト/有機薄膜</li> <li>蓄電材料：伝導性ナノシート</li> <li>調光素子：クロミック材料</li> <li>固体照明素子：有機EL</li> <li>断熱材料：フォノン制御</li> <li>耐熱材料：Ni合金</li> <li>固体イオニクス材料</li> <li>パワー半導体材料</li> <li>超伝導材料</li> <li>軽量材料：チタン、樹脂</li> <li>分離膜</li> <li>固体触媒：複合アニオン化学</li> <li>電気化学触媒</li> <li>反応速度解析/熱力学解析</li> </ul>				
<p><b>製造プロセス技術</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ナノ材料製造技術</li> <li>デバイス製造技術</li> </ul>				
<p>【社会科学】社会学、政治学（政策論、国際関係論）、エネルギー経済学、環境経済                  【応用科学】熱機関工学、機械工学、化学工学、プラント工学、材料工学、原子力工                  【基礎科学】熱力学、燃焼学、伝熱学、流体力学、電磁気学、電気化学、触媒化学、                  【基盤】物理学、統計学、化学、生物学、情報学、計算科学 等</p>				



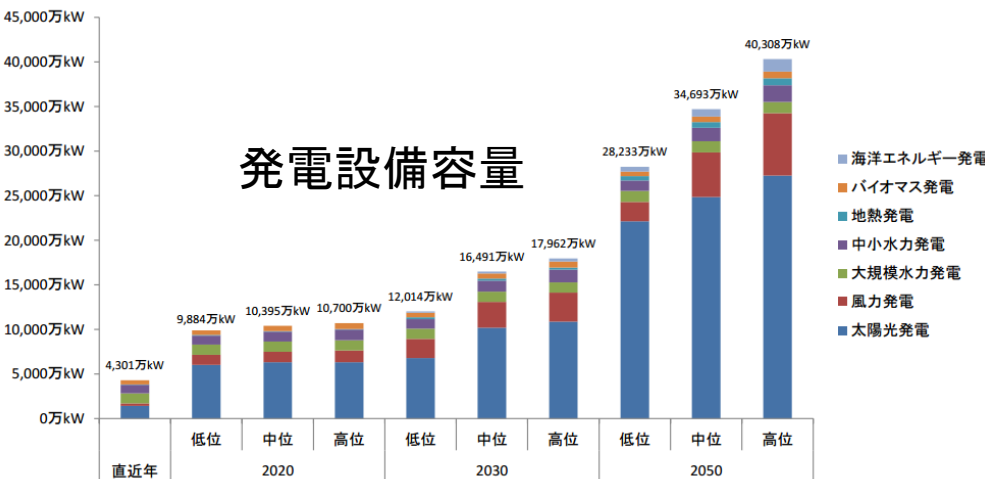
# 日本の再生可能エネルギー導入見込量と世界CO2排出量の見込み

- 2050年に再生可能エネルギーの総発電量に占める割合は50%を超える可能性がある。
- 2013年の総発電量は約9,400億 kWh。

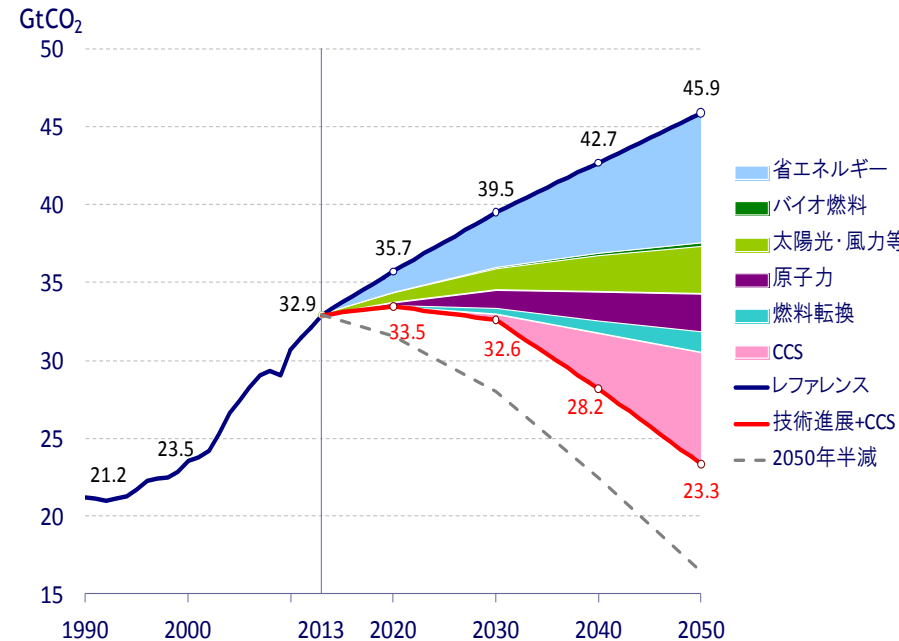
## 発電電力量



## 発電設備容量



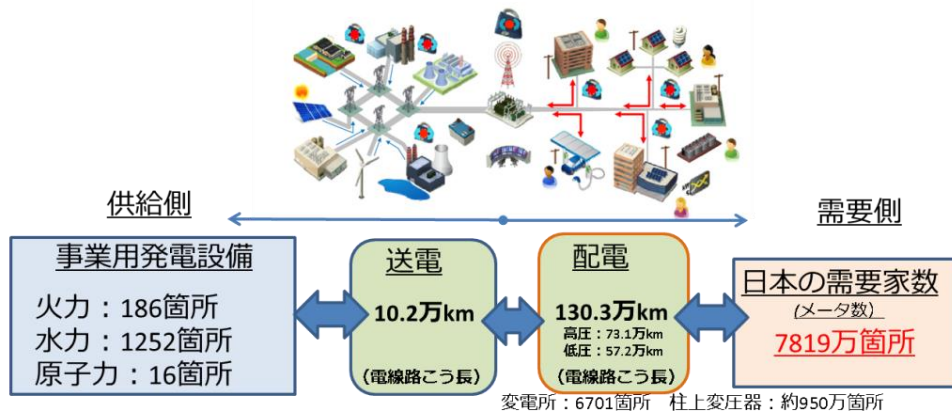
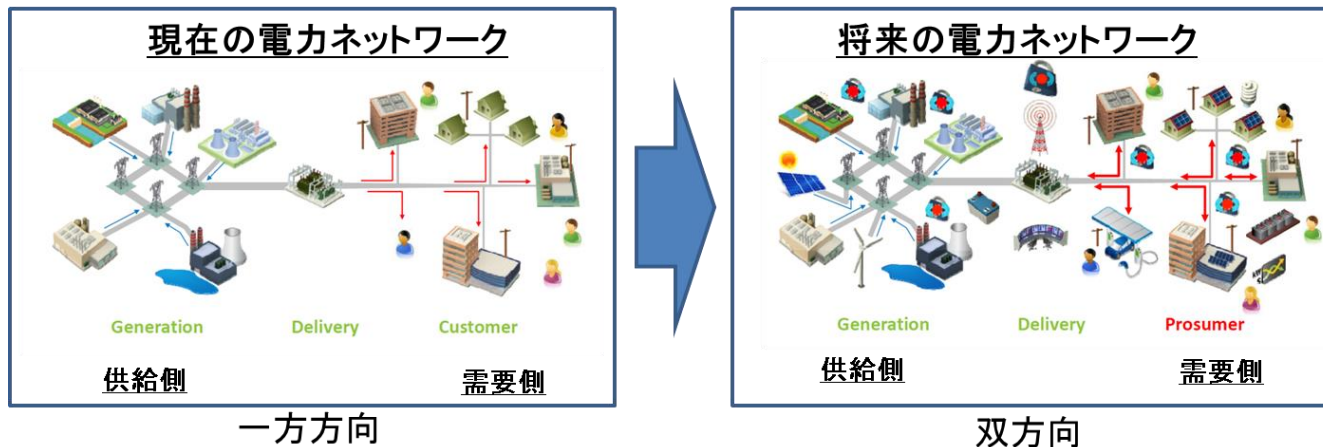
- 技術進展ケースにおける世界のCO2排出量は2020年以降減少
- 2050年における世界のCO2削減量のうち、省エネルギーによるものが最大で、次いで再生可能エネルギー
- 先進国による非OECDへの低炭素技術の支援が重要



出典：日本エネルギー経済研究所  
アジア/世界エネルギーアウトック 2015

# 電力ネットワークを取り巻く動向

- 現在、社会的に変革の時期にあり、制度改革と新たな技術課題への対応が迫られている
  - ✓ 電力完全自由化 →2016.4小売自由化／2020年頃 発送電分離
  - ✓ FITによる再生可能変動電力の導入拡大 →電力システムの柔軟性・調整力向上が必要
- COP21（パリ協定）も踏まえ、日本のGHG排出量削減目標（2030年度に2013年度比で-26.0%）を実現させるためには、中長期的には脱化石資源が進み、再生可能エネが50%を超えること、各家庭がEV（電気自動車）や太陽光発電を所有する時代になることが想定される。



将来的に供給側（発電）が超分散型になり、需要側が太陽光発電やEV等をもつことで需要家自身が分散的に発電し、電力を売る状況が進展・拡大し、システムが不安定になることも想定される