

# 環境エネルギー技術に関する 研究開発の推進について

平成25年5月29日

## 総理指示を踏まえた環境エネルギー技術の研究開発の推進

○1月25日の日本経済再生本部において、総理から環境大臣及び関係大臣に対して、①2020年の温室効果ガス排出削減目標の見直しと②技術で世界に貢献する外交戦略作りを二本柱とする「地球温暖化対策の見直し」が指示された。

○我が国の技術面での貢献の一つとして、2008年の「環境エネルギー技術革新計画」を総合科学技術会議において改訂(調整中)し、2050年に世界で温室効果ガス排出量を半減(先進国は8割減)するとの長期目標実現のため、時間軸を意識して環境エネルギー技術の研究開発を加速することが必要。

### 総理指示

環境大臣と関係大臣が協力して、11月の地球温暖化対策の会議(COP19)までに、25%削減目標をゼロベースで見直すとともに、技術で世界に貢献していく、攻めの地球温暖化外交戦略を組み立てること。

## (参考)既存の技術開発ロードマップ等について

○地球温暖化対策に関する中長期的な技術に関する既存の主な計画等は以下のとおり。

- ・「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」(平成20年経済産業省)
- ・「環境エネルギー技術革新計画」(平成20年総合科学技術会議)
- ・「技術戦略マップ」(平成22年経済産業省)
- ・「環境研究・環境技術開発の推進戦略について」(平成22年中央環境審議会)
- ・「革新的エネルギー・環境戦略」(平成24年9月エネルギー・環境会議)

### 「環境エネルギー技術革新計画」の概要

- 国際的な低炭素社会の実現とともに、エネルギーの安全保障、環境と経済の両立、開発途上国への貢献も実現。
- 低炭素社会実現に向けた我が国の技術戦略として、短期的な対策に必要な技術と中長期的対策に必要な技術の開発を進め、社会への普及策と必要な制度改革を進めるべき。また、革新的環境エネルギー技術開発の推進方策として、研究開発投資の充実、研究開発体制の強化を進めるべき。
- 国際的な温室効果ガス削減策への貢献策として、環境エネルギー技術の国際展開や国際的枠組み作りへの貢献を進めるべき。

### 「環境エネルギー技術革新計画」の技術項目

#### ①エネルギー供給技術

高速増殖炉サイクル  
次世代軽水炉  
(軽水炉の高度利用含む)  
中小型炉  
高効率天然ガス火力発電  
高効率石炭火力発電  
太陽光発電  
風力発電(洋上発電)  
超電導送電  
水素製造  
バイオマス利活用

#### ②エネルギー需要技術

ハイブリッド・電気自動車  
燃料電池自動車  
高効率鉄道車両  
低燃費航空機(低騒音)  
高効率船舶  
水素還元製鉄  
革新的製造プロセス  
高効率照明  
高効率ヒートポンプ  
定置用燃料電池  
省エネ家電・情報機器(グリーンIT)  
省エネ住宅(断熱材・断熱ガラス)  
パワーエレクトロニクス

#### ③社会システム技術

高度道路交通システム(ITS)  
HEMS/BEMS等  
テレワーク  
環境性能評価技術  
(CASBEE等)  
高性能電力貯蔵  
水素貯蔵・輸送

#### ④二酸化炭素固定技術

二酸化炭素回収・貯留(CCS)  
植性による固定(スーパー樹木)

#### ⑤その他の技術

超長期住宅  
その他(メタン等)温室効果ガス削減技術  
温暖化適応技術  
地球観測・気候変動予測

## 技術開発・普及の進展状況について

○「環境エネルギー技術革新計画」(平成20年総合科学技術会議)で想定されていた技術の開発や普及は、多くの分野で想定通りに進展している。主な分野の進展状況は、以下のとおり。

### 高効率火力発電

高効率石炭火力発電については、空気吹IGCCの商用転用や、酸素吹IGCCの技術開発・実証が実施されている。A-USCの要素技術も2008年から継続的に開発中。高効率天然ガス発電については、1600℃級のガスタービンの開発が完了し、2013年10月から関西電力の姫路第二発電所にて営業運転を開始予定。

### 高効率照明

高効率照明の技術開発は、「次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発」として、LED照明向けGaN結晶成長技術や、有機EL照明向け高効率青色燐光材料及び高速製造プロセス技術の開発等、早期事業化に向けた体制作りや、国際標準化に資する評価方法等の開発を行っている。

LED照明の普及は加速しており、2011年度の照明器具の販売数は約1,000万台と市場の1/6を占めるまでに拡大している。有機ELは、一部のテレビや携帯電話、一般照明等において市場投入が始まったところである。

### 燃料電池

家庭用燃料電池システム(エネファーム)は、2009年に世界で初めて一般販売し、2012年度末における累積導入台数は約4万台となっている。燃料電池自動車(FCV)についても、2015年に市場投入が計画されており、現在は一部でリース車や実証用のバスが導入されている。

### 二酸化炭素回収・貯留(CCS)

2012年より苫小牧において年10万トン以上のCO<sub>2</sub>の回収・貯留を一貫して行う実証事業を開始した。

分離・回収技術については、化学吸収液をベースにした新規固体吸収材の開発及び化学吸収法のプロセスシミュレーション技術の高度化に関する研究を実施している。

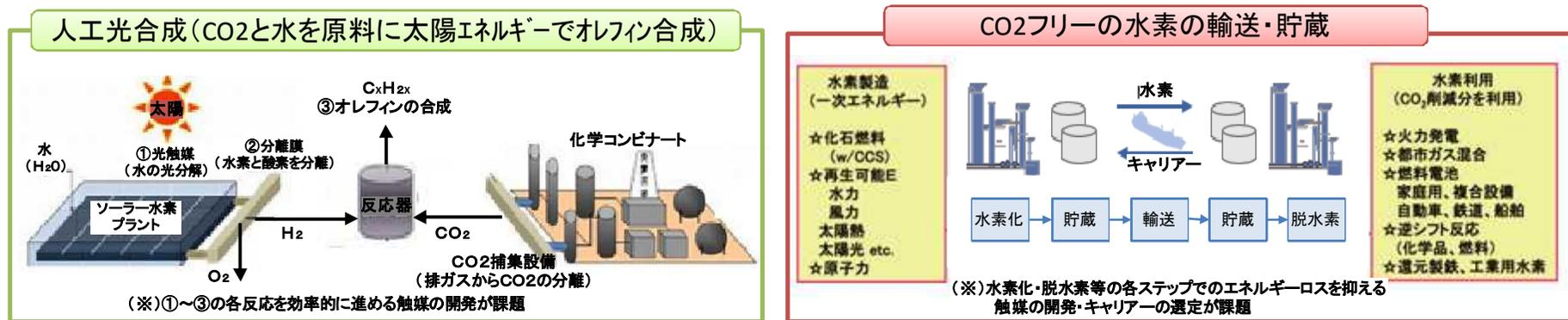
また、安全性評価技術の確立を目指し、2020年頃からの実用化に向けて、「二酸化炭素回収・貯留安全性評価技術開発事業」として、我が国の地質実情を踏まえて研究を実施している。

# 今後の革新的な環境エネルギー技術の開発・導入への取り組み

- 平成20年の「環境エネルギー技術革新計画」の基本的な方向性は変わらない。
- 一方、策定以降の5年間で有望と考えられるようになってきた技術や技術開発の進展を現実的なものとすべきものがあるとともに、国際的な展開が一層重要になってきており、これらを踏まえた取り組みが必要。

## ①革新技術のアップデート

人工光合成等のCCUS(二酸化炭素の回収・利用・貯留)や水素の輸送・貯蔵技術等の技術の追加



## ②普及に向けた実効性の高い制度改革等の施策

短期、中長期における普及に向けた具体的な国内制度改革

## ③国際的な展開への施策

インフラ輸出等の国際的な普及施策、国際的な連携の推進

## ④用途や市場を明確にした技術開発の推進

制度改革等と合わせて用途や市場を明確にイメージした技術開発の推進

## 想定される新たな技術項目(例)

### 海洋エネルギー発電

波力や潮流、海流、海洋温度差等から得られたエネルギーを用いて発電を行う技術。様々な発電方式の開発・実証が進められている。海洋に囲まれた我が国においては、将来的に有望なエネルギー源となりうる。

### バイオマス燃料(藻類)

藻類の中には搾るとバイオ燃料を採取できるものがあり、食料と競合しないため、ジェット燃料代替等としての利用が期待されている。単位面積当たりの生産量が多い。

### 地熱発電

発電時のCO2排出量がほぼゼロであり、環境適合性に優れているほか、自然公園内における立地に関する規制緩和も進み、クリーンエネルギーとしてその重要性が再認識されている。

### 革新的構造材料

自動車や航空機等の輸送機器の燃費の向上には軽量化が有効であり、新たな構造材料(チタン合金、革新鋼板、炭素繊維複合材料等)の開発を進める。

### 太陽熱発電

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。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。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中。

### 革新的触媒技術(人工光合成等)

様々な原料から効率的にエネルギー・化学品の生産を図る革新的触媒技術。経済産業省では「人工光合成プロジェクト」等の中で、二酸化炭素と水を原料に太陽エネルギーで基幹化学品を製造する触媒等を開発中。

## 2050年に向けた研究開発の考え方

○2050年に世界で温室効果ガス排出量半減(先進国は8割減)の目標実現には、現在想定されている通り技術革新が進んだとしても、なお膨大なコストが必要。削減量の増加に伴い限界削減費用が上昇した場合、化石燃料等を燃焼する場合のCCSの導入、再生可能エネルギー等の一層の導入やそれに伴う系統対策等が見込まれる。また、需要側のCO2の排出削減のため、次世代自動車等を導入することが見込まれる。

○費用対効果を最大限に高めて、低炭素化を進めるには、どのような研究開発に重点を置くべきか。

(例)

	産業	運輸	業務	民生
需要側	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高効率化</li> <li>・熱の有効利用</li> <li>・水素、バイオマス、CCSの活用 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・次世代自動車</li> <li>・ITS 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電化の推進</li> <li>・蓄電池・水素の活用</li> <li>・高効率化</li> <li>・熱の有効利用 等</li> </ul>	
供給側	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電源の低炭素化(化石燃料+CCS、再生可能エネルギー、原子力)</li> <li>・水素供給システムの整備 等</li> </ul>			

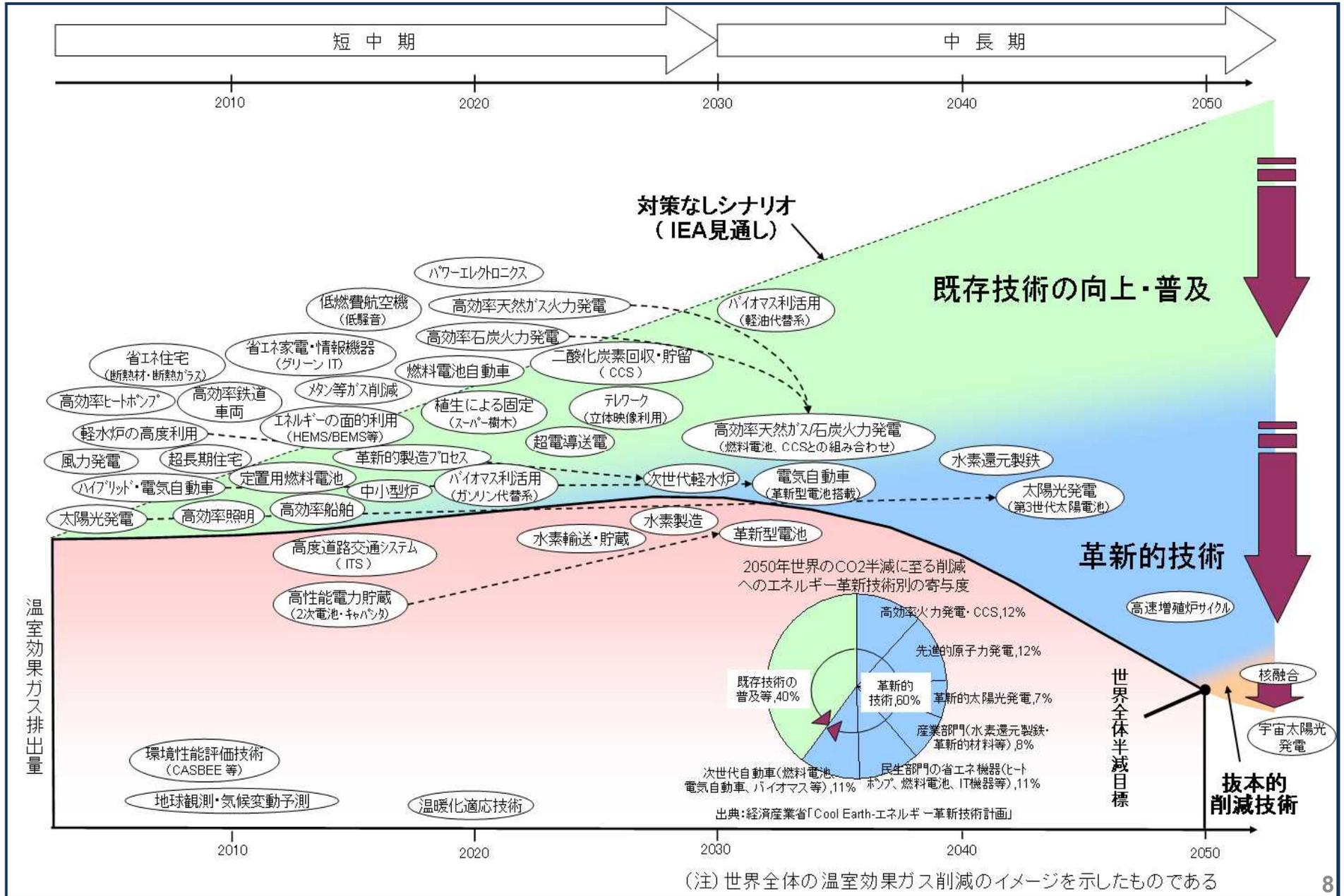
○その際には、複数の技術の組合せ等により社会システム自体を革新していくこと等、将来の普及も視野に入れた取り組みが重要ではないか。

○その他、新たな革新的技術をどのように発掘すべきか、また、そのための研究開発の仕組みや在り方はどのようにあるべきか。

# 環境エネルギー技術革新計画

(平成20年5月19日総合科学技術会議決定)

# 環境エネルギー技術革新計画



## 4. 高効率天然ガス火力発電

### 技術の概要

- 天然ガスを燃料とし、ガスタービンおよび蒸気タービンによる複合発電や高温分空気利用ガスタービン技術
- 現在は1500℃級複合発電（発電効率52%、送電端・HHV）を実用化している。
- 主要要素技術は、高温ガスタービン技術、高耐熱材料技術、高負荷圧縮機・タービン技術、先進冷却・燃焼・遮熱技術
- 燃料電池との組み合わせにより更なる発電効率の向上が見込まれる
- CCSとの組み合わせにより、二酸化炭素排出をほぼゼロにすることが可能

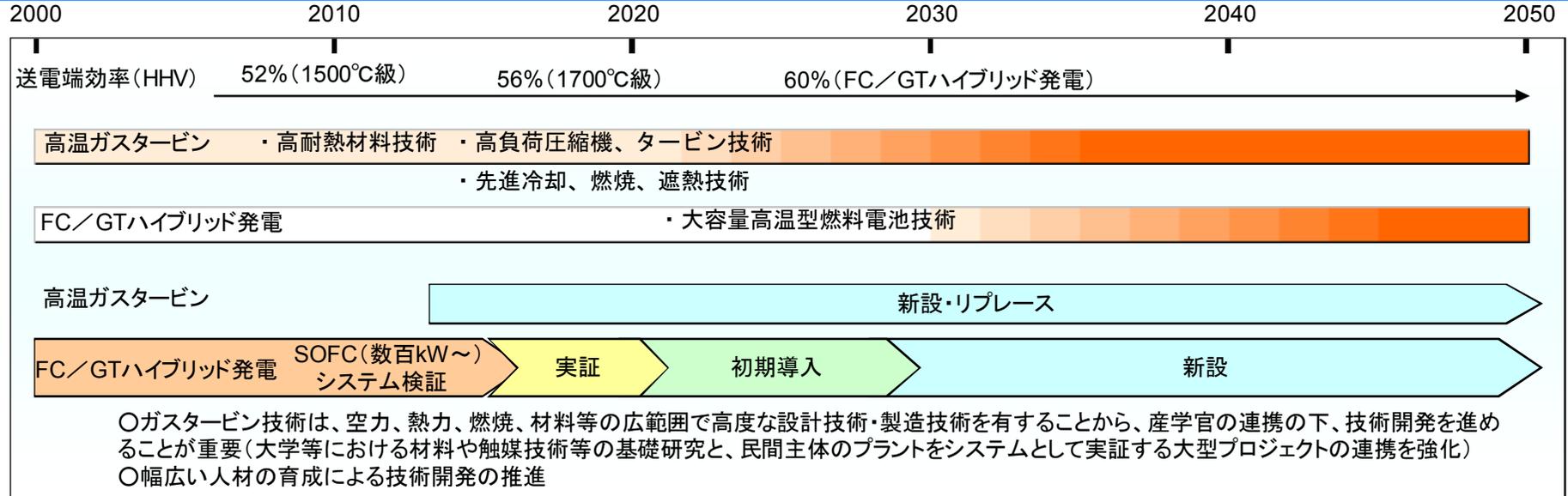
### 温室効果ガス削減効果

○2030年時点で、技術開発目標は発電効率60%となっており、既設の発電効率40%と比較した場合、約3割削減可能である。仮に100kWの天然ガス火力発電の発電効率が40%から60%まで向上すれば約100万t-CO<sub>2</sub>/年の削減になると試算される。

○世界の火力発電所の熱効率が現在の日本のトップランナー機種と同程度になったと仮定すると2.3億t-CO<sub>2</sub>の排出削減が達成可能（出典：NEDO）

（注）2020年に向けて、現在の火力発電設備が日本で導入されている最も発電効率のよい設備（BAT）に更新されるケースを想定。その効率改善に伴う化石燃料消費量抑制量に相当するCO<sub>2</sub>排出量を削減ポテンシャルとした。

### 技術ロードマップ／普及シナリオ



### 国際競争力

- 1500℃級ガスタービンは世界に先駆けて実用化
- 1700℃級ガスタービン  
海外と比べても技術的に最も実用化に近いレベルにある
- 高温分空気利用ガスタービン  
パイロットプラントによるシステム成立性の検証は日本が最初に到達

### 国際展開

○知的財産を保護した上で、先進国さらには電力需要の伸びが予想される新興国（アジア、アフリカなど）へ技術・ノウハウ等を提供し、海外における高効率天然ガス発電を普及促進

## 5. 高効率石炭火力発電

### 技術の概要

○現在実用化されている超々臨界圧発電(USC、発電効率42%)を超える発電システムとして、以下の技術開発を実施

- 先進的超々臨界圧発電(A-USC)：USCの蒸気条件を更に高温、高圧化
- 石炭ガス化複合発電(IGCC)：石炭をガス化し、ガスタービンと蒸気タービンによる複合発電
- 石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)：IGCCに燃料電池を組み合わせる

○CCSとの組み合わせにより、二酸化炭素排出をほぼゼロにすることが可能

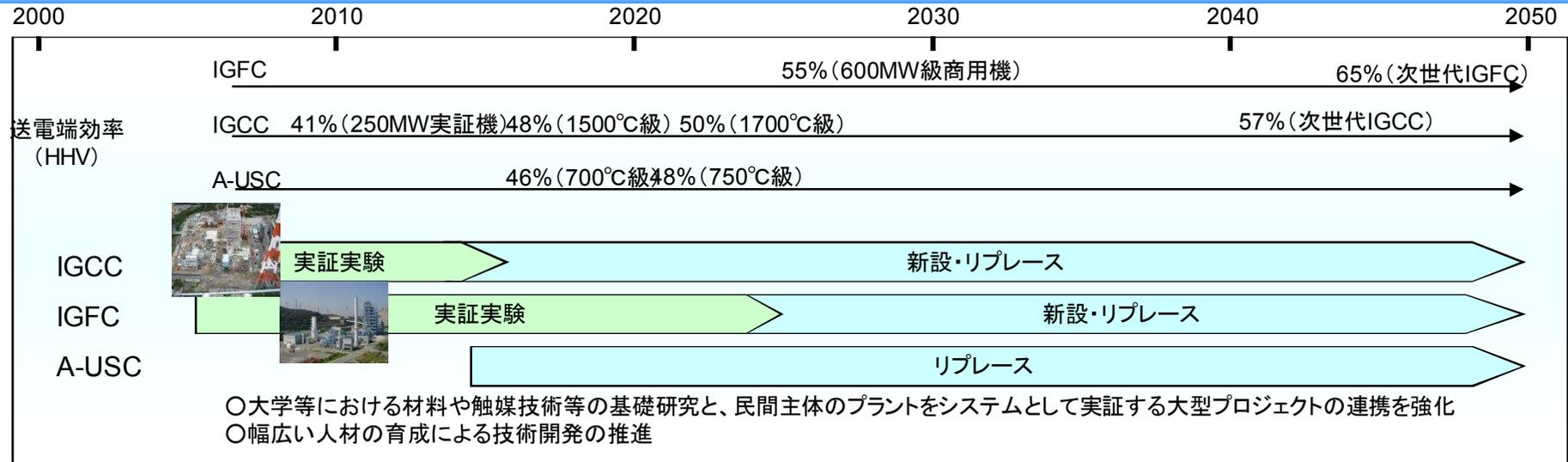
### 温室効果ガス削減効果

○2030年時点で、技術開発目標は発電効率50%となっており、既設の石炭火力の発電効率40%と比較して約2割削減可能である。仮に100万kWの石炭火力発電の発電効率が40%から50%まで向上すれば約120万t-CO<sub>2</sub>/年の削減になると試算される。

○世界の火力発電所の熱効率が現在の日本のトップランナー機種と同程度になったと仮定すると14.2億t-CO<sub>2</sub>の排出削減が達成可能(出典：NEDO)

(注)2020年に向けて、現在の火力発電設備が日本で導入されている最も発電効率のよい設備(BAT)に更新されるケースを想定。その効率改善に伴う化石燃料消費量抑制量に相当するCO<sub>2</sub>排出量を削減ポテンシャルとした。

### 技術ロードマップ／普及シナリオ



### 国際競争力

#### ○A-USC

- 欧州：700°C級の技術開発中
- 米国：760°C級の材料に関する基礎研究
- 日本：700°C級をメーカーで検討中  
750°C級を視野に入れた開発が2008年度より開始

#### ○IGCC

空気吹きIGCCは我が国が世界に先駆け実用化に向け実証試験を実施。現在の実証試験が成功すれば、商用機の送電端効率で欧米を凌ぐ

### 国際展開

○海外(特に中国・インド等石炭火力の割合が多い国)ではかなりの削減ポテンシャルが見込まれる。IGCC、IGFCは二酸化炭素回収貯留(CCS)と組み合わせることで、ゼロエミッション石炭火力発電が可能であり、一部の国で各国で実証試験が計画されている。

○アジア太平洋パートナーシップ(APP)等を通じ、エネルギー効率維持・向上に向けた技術者間のピア・レビューを通じた技術・経験の共有、技術協力の推進等を実施。

(出典)電気事業連合会2007/11/16

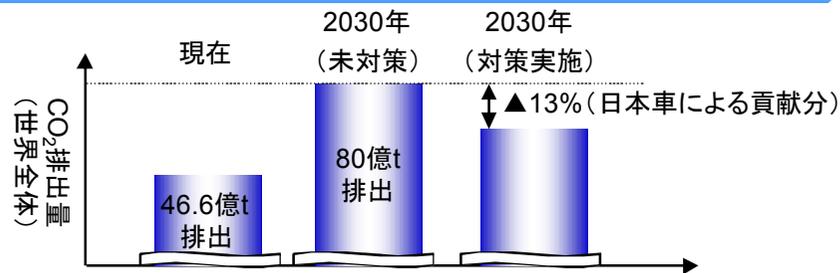
# 13. 燃料電池自動車

## 技術の概要

- 水素を燃料として、燃料電池により発電した電気を用いて走行する自動車。
- 既存ガソリン車に比べ、CO<sub>2</sub>排出を1/3程度に削減することが可能※。また、燃料である水素は原子力・再生可能エネルギーの割合の高い電力を用いること等により、製造工程におけるCO<sub>2</sub>排出量を大幅削減することが可能。
- 高性能燃料電池、高容量水素貯蔵技術及び水素供給インフラの整備が課題。

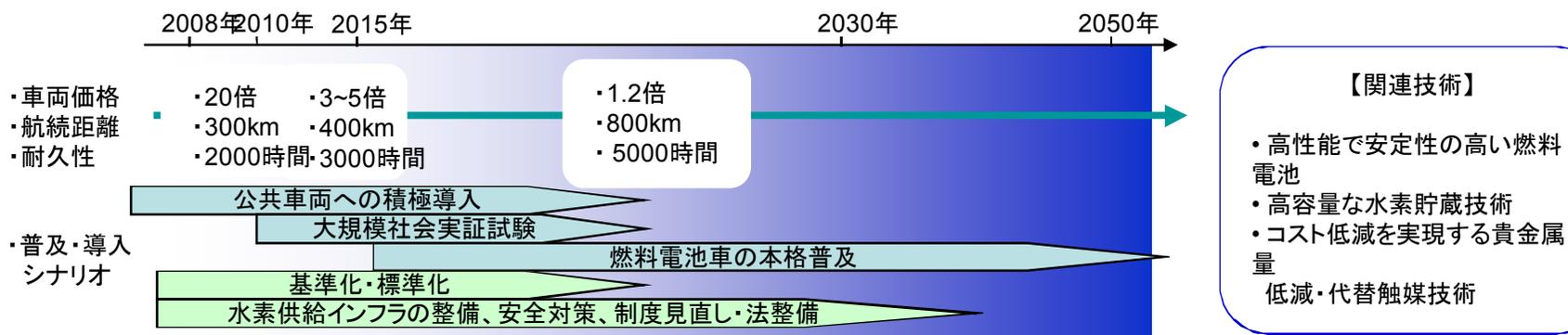
※ 「JHFC総合効率検討結果」報告書

## 温室効果ガス削減効果



※ CO<sub>2</sub>排出量はWBCSD資料に基づく、全自動車より排出されるCO<sub>2</sub>  
 ※ CO<sub>2</sub>削減量は、日本車シェア約2割分がCO<sub>2</sub>排出量約1/3の燃料電池自動車に置き換わった場合の試算

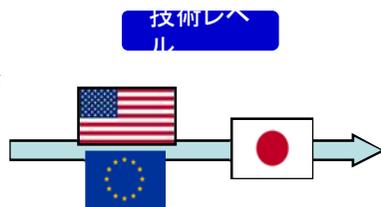
## 技術ロードマップ／普及シナリオ



## 国際競争力

○燃料電池自動車の実現は、高性能燃料電池の実現と水素等の燃料供給インフラの整備に大きく依存しており、各国で技術開発が繰り広げられている。

○2015年前後の商業化を目指し、日米欧各社がほぼ同一線上でしのぎを削っているが、国内自動車メーカーがガソリン車に匹敵する航続距離を有する車両の開発に成功するなど、世界トップの技術力を有する。



## 国際展開

○我が国の自動車産業は世界をリードしており、日本製自動車に対する信頼は高い。また、コスト低廉化後は、自動車の普及著しい途上国においても普及が見込め、市場規模はきわめて大きい。

○世界各地の都市で大気汚染が問題になっており、CO<sub>2</sub>削減のみならず、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>等の環境汚染物質を出さない燃料電池自動車への期待は大きい。一方、水素ステーション等のインフラ整備が課題。

○普及・展開には、規格・標準において国際的なイニシアティブをとることが重要であり、国際標準化機構・国際エネルギー機関等での活動を強化することが重要。

## 21. 定置用燃料電池

### 技術の概要

○ 水素などの燃料と酸素などの酸化剤の電気化学反応により熱を経由せずに直接電力を取り出す技術。化学エネルギーから直接電気エネルギーへ変換するため、理論的な発電効率がが高く、システム規模の大小にあまり影響されないことから、コジェネシステムとして高い総合効率(>80%HHV)が可能となるものもあり、二酸化炭素排出削減に貢献することが期待できる技術。ノートパソコン、携帯電話などの携帯機器から、自動車、民生用・産業用コジェネ、発電所まで多様な用途・規模をカバーするエネルギー源として期待されている。電解質として高分子膜を用いて作動温度が低い固体高分子形燃料電池(PEFC)と、セラミックスを電解質に用いて作動温度が高く発電効率が低い固体酸化物形燃料電池(SOFC)などを中心に開発が進められている。

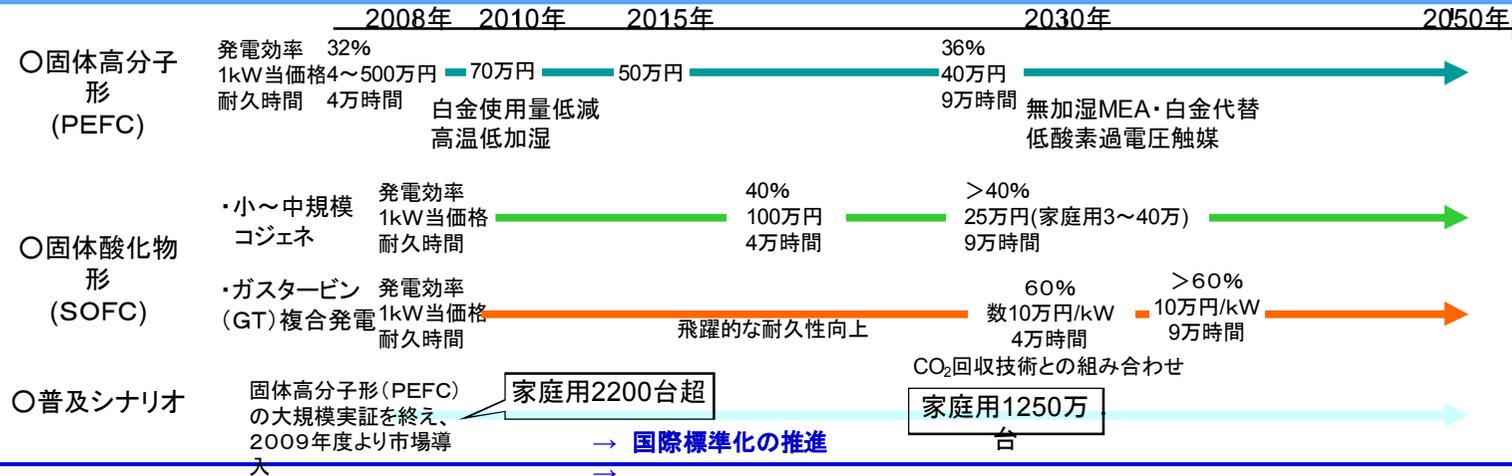
### 温室効果ガス削減効果

○ 国内の削減効果について  
定置用1kWあたりで年間約1.4tの削減効果。2030年には定置用1kW級が1250万台普及したとして、全体で、1,750万tの削減。(火力平均排出原単位で試算)

【出典】

- 1) 産業構造審議会環境部会地球環境小委員会・中央環境審議会地球環境部会 合同会合(第14回)
- 2) 資料2 京都議定書目標達成計画の個別対策・施策の進捗状況
- 3) 燃料電池実用化戦略研究会(第12回)

### 技術ロードマップ／普及シナリオ



### 国際競争力

- 我が国では、着実な技術開発により性能の向上が図られ、2007年度末までに2200台超の家庭用PEFCによる大規模実証試験が実施された。
- 2009年度より世界に先駆けて市場導入が行われる予定であり、定置用燃料電池の実用化に関してはもっとも先行していると考えられる。

【出典】

「わが家のハッピープロジェクト」家庭用燃料電池システム 平成19年度第1版

### 国際展開

- 我が国は国際標準化機構・水素技術(ISO/TC197)において定置用燃料電池の国際展開に向けて必要な国際標準化と企業の技術開発・競争力の強化を推進している。
- 国際エネルギー機関・水素実施協定(IEA-HIA)においても、水素経済社会の実現に向けて、安全・環境を配慮した世界共通の水素技術関連情報の共有、総合的な水素研究開発と分析活動を支援している。
- 水素経済のための国際パートナーシップ(International Partnership for the Hydrogen Economy, IPHE)を利用して、米国や欧州における政策に関する情報交換を強化している。

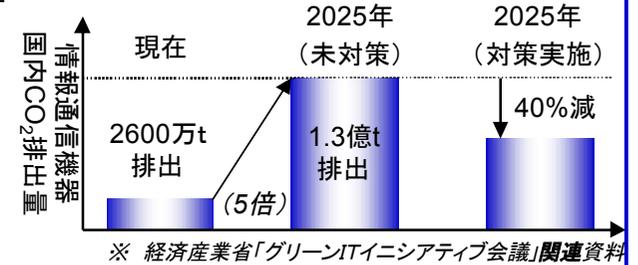
## 22. 省エネ家電・情報機器(グリーンIT)

### 技術の概要

- 情報通信技術には、物流・人の流れを最適化しエネルギー効率を上げる効果があるが、機器そのものが新たにCO<sub>2</sub>発生源となる。
- 特にネットワークを流れるデータ量の大幅な増加に伴い、情報通信機器による消費電力の増大が予想される。これを抑えるため、半導体の微細化、光技術の活用、新たなディスプレイ開発、ネットワークシステム全体の最適制御の技術開発等、いわゆる「グリーンIT」を推進し、CO<sub>2</sub>排出を半分程度に削減。
- また、ライフスタイルの変化、機器の大型化、サービスの高度化により、待機電力も含め、家電のCO<sub>2</sub>排出も増加傾向。

### 温室効果ガス削減効果

- 現状で情報通信機器によるCO<sub>2</sub>排出量は国内総排出量の約5%
- 今後、社会で扱う情報量が2025年には約200倍に増加すると予想されており、未対策の場合、CO<sub>2</sub>排出量は5倍に増加



### 技術ロードマップ／普及シナリオ

	2010	2020	2030	2040	2050
家電	(液晶ディスプレイ) 2.7kWh/年・インチ (有機ELディスプレイ) 発光効率70lm/W	寿命5万時間	本格普及	1.6kWh/年・インチ	
情報通信機器	(システム全体) 家電制御標準化 外部から制御(待機電力削減)	(個別機器) 通信量に応じた制御(消費電力30%減)	光ルータ(消費電力1/50)		
半導体	(コア設計等) ヘテロジニアス・メニーコア	hp45nm	hp11nm(消費電力1/10)		光コンピュータ
推進方策	○産学官連携による研究開発の推進 ○協議会、国際シンポジウム等による啓蒙活動		○税制優遇、融資 ○トップランナー制度のさらなる推進		

### 国際競争力

- 半導体
  - 省エネネットワーク機器
  - 省エネ家電
  - 有機ELディスプレイ
- 我が国は省エネ技術全般、家電、光通信技術において世界をリードしているが、その他の分野では、各国がしのぎを削っている状態。

### 国際展開

- 今後、情報通信・データ処理量は爆発的に増加することが見込まれており、関連機器の省電力化は全世界でニーズがある。また、日本製薄型テレビ・家電製品は省エネ性能に優れており、製品展開上優位である。
- 近年は、電力消費量が機器の性能向上に影響を与えており、省エネルギー化は性能向上のためにも必須。このため、我が国の省エネルギー技術が注目されている。
- 国際シンポジウムの開催、他国コンソーシアムとの連携等を通じ、グリーンITの取組強化、国際標準策定への貢献、各国の研究開発状況の把握が重要。

# 31. 二酸化炭素回収・貯留(CCS)

## 技術の概要

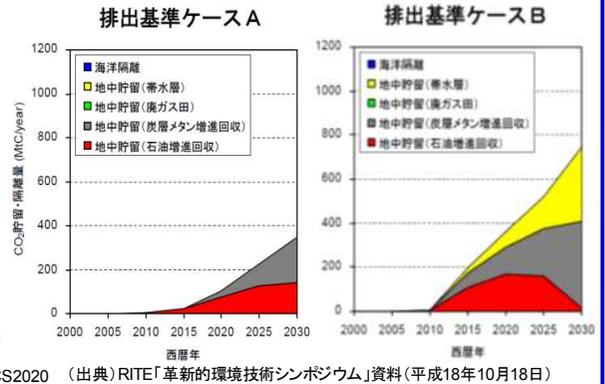
○二酸化炭素回収・貯留(CCS: Carbon Dioxide Capture and Storage)は、火力発電等の大規模排出源の排ガスからCO<sub>2</sub>を分離・回収し、それを地中または海洋に長期間にわたり貯留または隔離することにより、大気中へのCO<sub>2</sub>放出を抑制し、世界のCO<sub>2</sub>排出大幅削減に貢献する技術。

○CCSは、分離・回収、輸送、圧入及び貯留という4つの機能から構成され、技術開発の中核となるのは、分離・回収技術と貯留技術である。分離・回収には、化学吸収法、物理吸収法、膜分離法、物理吸着法及び深冷分離法がある。貯留には地中貯留と海洋隔離があり、地中貯留には、帯水層貯留、石油・ガス増進回収、枯渇油・ガス層貯留及び炭層固定がある。また、海洋隔離には、溶解希釈(固定式、移動式)及び深海底貯留隔離がある。

## 温室効果ガス削減効果

○世界  
IPCC特別報告書によれば、地中貯留だけで約2兆トンものポテンシャルが見込まれる。2030年の削減効果としては、APP6カ国の回収・貯留量として約3~7億炭素トン(二酸化炭素換算で約11~26億トン)という試算がある(出典及び詳細は右記グラフ参照)。

○日本  
貯留ポテンシャルは、背斜構造を持つ帯水層のうち基礎試錐データがあるものに限っても52億トン程度、帯水層全体では約1,500億トンもの量が見込まれる。(出典)経済産業省CCS2020 (出典)RITE「革新的環境技術シンポジウム」資料(平成18年10月18日)

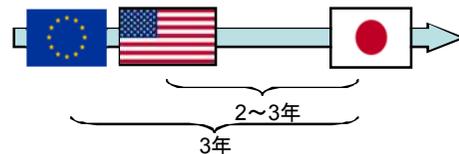


## 技術ロードマップ／普及シナリオ



## 国際競争力

○分子ゲート機能CO<sub>2</sub>分離膜  
 米国内のチャンピオンデータ  
 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>選択性=10  
 日本  
 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>選択性=30を既に達成



## 国際展開

○APP(クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ)やCSLF(炭素隔離リーダーシップフォーラム)等を通じ、CCS技術のうち先進的な技術(分離膜やモニタリング技術)の開発にかかる連携を強化する。

○Callide A(豪州)といった海外実証プロジェクトにおいて、官民一体の枠組みにより、我が国技術の優位性を実証していくとともに、海外の研究機関や実証プロジェクトとの連携を強化する。

○IEA等を通じ、環境影響評価や社会的受容性の確保といった技術の普及面での環境整備について連携を強化する。

# 2013年以降の対策・施策に関する報告書 技術WG

(平成24年6月 中央環境審議会地球環境部会)・抄

# 社会・経済シナリオ／ケース設定

- 2050年の推計に当たり、昨年度のロードマップ検討において2020年・2030年検討に用いた社会や経済の延長上にある社会を前提とした。

	1990年	2010年	2050年
国内総生産(実質)	454兆円	538兆円	837兆円
人口	1億2361万人	1億2765万人	9700万人
世帯数	4116万世帯	5232万世帯	4820万世帯
業務床面積	12億8500万m <sup>2</sup>	18億3400万m <sup>2</sup>	18億9600万m <sup>2</sup>
粗鋼生産量	1億1200万トン	1億1100万トン	8500万トン
セメント生産量	8680万トン	5610万トン	5000万トン
旅客輸送量	1兆1300億人km	1兆2900億人km('08)	1兆1400億人km
貨物輸送量	5470億トンkm	5580億トンkm('08)	6870億トンkm

注) 業務床面積、貨物輸送量についてはGDPの増加に伴い活動量も増加すると想定したため、2010年よりも増加している。

- 技術による削減可能性の検討のため、以下の2つのケースの推計を行い、比較を行った。

- **ストック固定ケース**: 基準年における技術効率や技術の普及率が基準年のまま将来にわたり普及すると想定したケース。削減要素ごとの削減量を算定する上で比較対象として推計。
- **対策ケース**: 低炭素社会の実現に資する技術について、効率改善の経路と機器の寿命を踏まえて、2050年のストック平均効率と導入可能量を想定し、2050年の削減可能性について検討した。なお、経済性については導入の判断基準としていない。

# 低炭素社会の構築に向けた技術の方向性

GHG削減のタイプ	民生部門	産業部門	運輸部門	エネルギー供給部門
①ライフスタイルの見直し	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シェアハウスの開発と普及</li> <li>・照度や冷暖房温度・湿度の見直し</li> <li>・業務の再生可能エネルギーの豊富な地域への移動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーの豊富な場所への移動</li> <li>・サービスの見直しによる素材利用量削減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ unnecessary移動・輸送を省略化する技術・システム</li> <li>・移動目的の見直しによる移動量削減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネ・節電に継続的に取り組むための社会システムの改革</li> </ul>
②満足あたり必要サービス削減技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レンタル・リース機器の普及・拡大</li> <li>・自然の光を取りこむ技術</li> <li>・建物内の暖気・冷気を逃がさない建築技術の適用範囲の拡大</li> <li>・浴槽・浴室内の熱を逃がさない技術</li> <li>・無駄な機器稼働を徹底的に排除する技術・システムの低コスト化・適用範囲の拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素材利用量を削減する技術およびシステム</li> <li>・電炉鋼から高付加価値製品が生産できるような技術およびシステム</li> <li>・需要に応じ無駄な生産・調達・在庫を減らすSCM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レンタル・リースの普及・拡大</li> <li>・効率的な輸送手段の組み合わせを行う移動・輸送調整システム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・需要側の満足度を維持しつつ供給条件を緩和する技術の開発</li> </ul>
③サービスあたりエネルギー消費削減技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LED・有機EL等の次世代照明の超高効率化・適用範囲の拡大</li> <li>・ヒートポンプ技術の高効率化・適用範囲の拡大</li> <li>・家電やオフィス機器の超省エネ化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界トップランナーのエネルギー効率を達成する革新的技術の開発</li> <li>・汎用的な加熱機器や動力機器の世界トップランナー効率の実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モータ駆動式自動車の低コスト化・脱レアメタル依存・長距離輸送の実現</li> <li>・車体全体の工夫による実走行燃費の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界トップランナーの発電効率を実現する革新的火力発電技術の開発</li> </ul>
④低炭素エネルギー技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化石燃料を燃焼する機器から低炭素エネルギー利用機器への転換</li> <li>・太陽光発電の高出力化・低コスト化・安全管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産業部門のCO2大規模発生源に設置できるCCS技術の開発</li> <li>・高温熱はガス利用、低温熱はヒートポンプとなる新技術の利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・次世代自動車・鉄道用エネルギーの供給インフラの構築</li> <li>・食糧生産や森林を脅かすことのないバイオ燃料の生産方法の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自然エネルギーを最大限に活用できるような多様な再生可能エネルギー発電技術の開発</li> <li>・エネルギー供給部門のCO2大規模発生源に設置できるCCS技術の開発</li> <li>・限りなくゼロエミッションの熱供給</li> </ul>
⑤低炭素エネルギー利用管理技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマートメータを通じた需要調整や消費者による低炭素電源選択を可能にするシステムの開発</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気自動車用バッテリーに再生エネ発電の負荷調整機能を担わせるシステムの開発</li> <li>・レアメタル使用率の極めて小さい省エネ機器の開発、レアメタルを容易にリサイクル・リユースできるシステムづくり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーを最大限に活用し、限りなくゼロエミッションな電源に近づくことを目指す電力需給調整システムの開発</li> <li>・レアメタル使用率の極めて小さい機器の開発、レアメタルを容易にリサイクル・リユースできるシステムづくり</li> </ul>

# 2050年 低炭素社会を構築する主たる技術

削減要素	ものづくり	すまい オフィス・店舗など	交通・物流	エネルギー 供給
①ライフスタイルの見直し			カーシェアリング エコドライブ	
②満足あたり必要サービス削減技術 (=無駄なエネ消費の根源を削減)	高加価値製品開発	建物の断熱化 ・全ての住宅・建築物が高断熱 HEMS・BEMS ・全ての住まい・オフィスに設置	SCM 公共交通機関 モーダルシフト	
③サービスあたりエネルギー消費削減技術 (=省エネ機器の更なる省エネ改善)	革新的技術 ・水素還元製鉄 ・内部熱交換型蒸留塔(石化) ・低温焼成(セメント)など	高効率電気機器 ・高効率家電・動力機器・情報機器 高効率照明 ・照明効率 現状蛍光灯比 2倍超 ヒートポンプ給湯 ・現状比 1.5倍超	次世代自動車 ・100% 次世代自動車(乗用車) 高効率貨物車 ・高効率 ディーゼル貨物自動車 電池電車・路面電車 ハイブリッド電車	高機能火力 ・高効率石炭火力 (A-IGCC, A-IGFC) ・高効率ガス火力 ・高効率石油火力
④低炭素エネルギー技術 (=低炭素エネルギーの徹底利用)	ガス化・電化 ・高温熱需要: 石炭・石油→ガス ・低温熱需要: ヒートポンプ CCS ・鉄鋼, セメント, 石油化学	太陽光・熱 ・太陽光発電 約2億5000万kW (メガソーラー含む) ヒートポンプ利用 ・空調・給湯器・乾燥機	電化促進 バイオ燃料 ・自動車用燃料 20%混合	再生可能エネ ・太陽光, 風力, 地熱, 中小水力, バイオマス, 海洋エネなど 新燃料技術 CCS ・全ての火力発電所に設置
⑤低炭素エネルギー利用管理技術	分散EMS技術	分散EMS技術 分散EV技術管理技術 ・揚水発電、バッテリー、スマートメータ、ヒートポンプ給湯器、再エネ出力予測技術、再エネ出力制御機能など	交通管理技術 充電管理技術	PV・風力発電予測技術 PV・風力運用管理技術
その他	フロンガスのゼロエミッション化			
2050年の姿	世界トップランナー効率によるものづくり	ゼロエミッション住宅 ゼロエミッション建築物	低炭素交通網・物流網 次世代自動車100%	ゼロエミッション電源