

## 温室効果ガス削減中長期ビジョン検討会 とりまとめ

2015年12月17日

## 1. 2050年80%削減に向けて

(科学的知見)

- 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書（AR5）では、気候システムに対する人為的影響は明らかであるとされている。温室効果ガスの継続的な排出は、人々や生態系にとって深刻で広範囲にわたる不可逆的な影響を生じる可能性が高まることにつながる。
- こうした中、世界の平均気温の上昇を工業化以前に比べ2℃未満に抑えるということは、世界全体の目標となっており、高い可能性で2℃未満に抑えるためには、1870年以降の全ての人為起源の発生源からの二酸化炭素累積排出量を約2兆9000億トン未満に留めることを要する（2011年時点で既に約1兆9000億トンを排出）。これを達成する可能性が高い緩和経路は複数あるが、これらの経路の場合には、二酸化炭素及びその他の長寿命温室効果ガスについて、今後数十年間にわたり大幅に排出を削減し、21世紀末までにほぼゼロにすることが必要である。
- 例えば、この中の一つのシナリオである温室効果ガス濃度が2100年に約450ppmCO<sub>2</sub>換算又はそれ以下となる排出シナリオは、世界全体の人為起源の温室効果ガス排出量が2050年までに2010年と比べて40～70%削減され、2100年には排出水準がほぼゼロ又はそれ以下になるというものである。

(世界の潮流)

- 2015年のG7エルマウサミットにおいても、世界の平均気温の上昇を2℃未満に抑えるという世界全体の目標（global goal）が改めて確認されるとともに、最新のIPCCの結果を考慮しつつ、今世紀中の世界経済の脱炭素化のため、世界全体の温室効果ガス排出の大幅な削減が必要であるとされ、世界全体の温室効果ガス排出削減目標に向けた共通ビジョンとして、2050年までに2010年比で最新のIPCC提案の40%から70%の幅の上方の削減とされた。また、長期的な各国の低炭素戦略を策定することもコミットされた。
- さらに、11月30日から12月13日までフランス・パリで開催されたCOP21に

において、新たな法的枠組みとなる「パリ協定」が採択された。「パリ協定」においては、世界共通の長期目標（long-term temperature goal）として2℃目標が設定されるとともに、気温上昇を1.5℃以下に抑える努力をすることが規定された。また、この長期気温目標を達成するため、世界排出ピークをできるだけ早期にすること、今世紀後半に温室効果ガスの排出と吸収のバランスを達成するため、急速な削減に取り組むことを目指すとされた。さらに、全ての国が長期の温室効果ガス低排出開発戦略を策定・提出するよう努めることとされた。

#### 【長期目標の例】

- ・ EUは、2050年までに1990年比80-95%の温室効果ガス削減という長期目標を設定（2011年3月欧州委員会）。
- ・ 英国は、2050年排出削減目標として1990年比80%削減以上を法的に位置付け（気候変動法（Climate Change Act 2008））
- ・ ドイツは、気候変動・エネルギーに関する目標として温室効果ガス排出量を2050年までに80~95%削減（エネルギー・コンセプト（Energy Concept））
- ・ フランスは、温室効果ガス排出量を2050年までに75%削減（グリーン成長のためのエネルギー転換法（energy transition for green growth act））

（我が国の状況）

○第4次環境基本計画（平成24年4月27日閣議決定）において、持続可能な社会の姿を目指すこととしており、地球温暖化に関する取組の長期的な目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すこととしている。

## 2. 2050年80%削減の低炭素社会の方向性について

（本検討会における検討）

○世界全体の大幅削減を実現するためには、世界の国々が、2050年やさらにそれ以降といった長期の共通の目標（一人当たり排出量やGDP当たり排出量等）を共有することが重要である。また、気温上昇を2℃未満にとどめるとともに、1.5℃未満に向けた努力をするための世界全体の大幅削減に我が国が先導的な役割を果たすため、さらには、我が国の2050年80%削減目標の達成のためには、大胆な社会変革が不可欠である。本検討会では、目指すべき低炭素社会の姿、そうした社会を支える削減対策等について、2050年までを対象と

して主に技術的観点から検討を行った。

- 2050年という長期のビジョンを検討する際、今後我が国が直面するであろう人口減少や高齢化、情報通信技術等の進展による産業構造の変化、国民の価値観の多様化等の時代の潮流をとらえた上で検討を行うことが重要である。また、2050年以降についても、排出水準がほぼゼロ又はそれ以下となることを目指した検討が重要である。
- 本検討会で以下にとりまとめる低炭素社会の方向性については、技術の進展や社会の変化等に応じて適時見直していくことが必要である。

#### （エネルギー消費量の削減）

- 我が国の発展のためにエネルギーの使用は必須のものであるが、直近年（平成25年度）で考えても、温室効果ガス排出量14億800万トンの約9割をエネルギー起源CO<sub>2</sub>が占めている。我が国において温室効果ガスの80%削減を実現するためには、まずはライフスタイルの見直しや建物の断熱性能の向上等を通じて可能な限りエネルギー需要を削減することが重要である。
- その上で、エネルギーを消費する機器を使用する場合には、エネルギー消費効率の良いものが選択されるとともに、エネルギー消費の効率改善が継続的に実施してされていく必要がある。

#### （エネルギーの低炭素化）

- 現在、社会で消費するエネルギーの大宗は化石燃料に由来しており、これが大量の温室効果ガスの排出の原因となっている。2050年80%削減に向けては、最終エネルギー消費部門で消費されるエネルギーを可能な限り非化石燃料に置き換えることで、化石燃料への依存を限界まで少なくしていく必要がある。
- 最終エネルギー消費部門で消費される電気は、ほぼ全て低炭素電源により供給される必要がある。この低炭素電源としては再生可能エネルギー発電やCCS付き火力発電、安全性が確認された原子力発電等が含まれる。また、最終エネルギー消費部門で消費される熱は、可能な限り太陽熱や地中熱、バイオマス等の再生可能エネルギー熱である必要がある。

(再生可能エネルギーの利用拡大に伴って必要な措置)

- 2050年80%削減に向けて発電部門において再生可能エネルギーを最大限導入することが必要である。再生可能エネルギー電気を最大限活用するためには、比較的安定的な運用が可能な地熱発電や水力発電、バイオマス発電に加え、発電の変動性が高い太陽光発電や風力発電などを安定的に利用できるような対応が必要である。そのためには、需給量に応じた需要量の自律的な制御、需要側と供給側の双方に存在する蓄電装置の効率的な稼働など、需要・供給の横断的な取組を実施すべきである。また、広域連系によって変動を少なくする「ならし効果」を利用することも可能である。さらに、再生可能エネルギーから水素を製造し、それを利用する機器を普及させることは、再生可能エネルギーが大量導入された社会において、発電の変動性を吸収する手段として有効である。
- 太陽熱や地中熱、バイオマス等の再生可能エネルギー熱については、需要地と供給地のミスマッチが存在する場合等も考えられることから、地域の特性に応じた適切な活用が必要となる。

(CCS付き火力発電)

- 再生可能エネルギーの最大限の導入を図るに当たって、電力を安定的に供給することが困難な場合は、火力発電による電力供給が維持されることとなる。その場合であっても、2050年及びそれ以降の炭素制約を考えると、火力発電についてはCCSが行わなければならない、それが実現できなければ、その他の低炭素電源にエネルギー源を求めることとなる。CCSの導入が前提となれば、現在の火力発電は経済的優位性が損なわれることで将来にわたる投資リスクが生じうる。

(利用エネルギーの転換)

- 再生可能エネルギーの大量導入やCCS普及等により低炭素化した電力が確保できるようになれば、エネルギー消費に占める電力の割合(現状30%程度)を向上させることは2050年80%削減に向けて現実的かつ有効な対策になりうる。特に、電気は輸送が容易であること、様々な用途に用いることが可能であること、ヒートポンプ等を利用することで効率的なエネルギー利用にもつなが

ること、需要の自律的な制御によって再生可能エネルギー電気の導入促進につながることも等々様々なメリットを持つものであり、こうしたポテンシャルを十分に活用すべく、電力利用への転換を一層進める必要がある。

- しかしながら、社会の全エネルギー需要を電力でまかなうことも現実的ではない。また、電気は低コストな貯蔵が難しいというデメリットをもつ。そのため、太陽熱、地中熱等の再生可能エネルギー熱、再生可能エネルギー発電の変動性を吸収するための水素利用、バイオマスや水素を用いたコージェネレーション等による分散型エネルギーシステム、B A T (Best Available Technology) 等の活用を行うとともに、今後の技術革新を通じて、温室効果ガスの排出を最低限のものとしていく必要がある。

(長期的視点に基づく対策の実施)

- また、発電設備や住宅・建築物・輸送システムのような構造物や都市インフラ、都市構造などは寿命が長く、現在の意思決定が長期にわたって影響を及ぼし続けるため、CO2 排出量が高止まり（ロックイン効果）することのないよう長期的視点に立って対策を進めていく必要がある。また、将来のイノベーションの普及に向けた障壁を生じることがないようにすることも重要である。

### 3. 2050年の具体的な絵姿

2. で述べた方向性に沿って考えると、2050年80%削減が実現した社会の絵姿の一例を以下のとおり描くことができる。

#### ○エネルギー転換部門

発電部門については、再生可能エネルギー等の低炭素電源が大量に導入され、火力発電所にはCCSが設置されている。

需要と供給のバランスについては、高度情報化された通信システムが双方の情報から、需給量に応じた需要量の自律的な制御、双方に存在する蓄電装置の効率的な稼働、揚水発電や火力・水力発電所の調整能力を用いて再生可能エネルギー発電を最大限活用する等需要・供給の横断的な取組が実施されている。

また、再生可能エネルギー電気とその変動を吸収する仕組み（例えば蓄電装置、水素等）を組み合わせたシステムのコストは、火力発電や安全性が確認さ

れた原子力発電のそれと十分に競争できるようになっており、コスト面で再生可能エネルギー電気の導入普及の障壁はなくなっている。

#### ○家庭部門

断熱性の向上等の住宅本体の工夫、省エネ機器の利用等によって、無駄を省き必要最小限のエネルギーを利用することで低炭素な住まいが普及している。また、家庭で消費されるエネルギー需要の多くは、低炭素化した電力や水素、再生可能エネルギーでまかなわれており、家庭部門のゼロエミッション化がほぼ達成されている。さらに、HEMSや情報通信技術を用いつつ、電気自動車やヒートポンプ式給湯機等を活用して、エネルギー需要とエネルギー供給が連動した低炭素なエネルギーシステムが成立している。

#### ○業務部門

断熱性の向上等の建物本体の工夫、省エネ機器の利用等によって、無駄を省き必要最小限のエネルギーを利用することで低炭素な建物が普及している。また、業務部門で消費されるエネルギー需要の多くは、低炭素化した電力や水素、再生可能エネルギーでまかなわれており、業務部門のゼロエミッション化がほぼ達成されている。また、BEMSや情報通信技術を用いつつ、電気自動車等を活用して、エネルギー需要とエネルギー供給が連動した低炭素なエネルギーシステムが成立している。

#### ○運輸部門

乗用車ではモーター駆動の自動車が主流となっており、そのエネルギー源は低炭素化した電力や水素である。また、貨物車やバスでは、燃費改善やバイオ燃料、電力や水素をエネルギー源とするモーター駆動の自動車の普及より、石油製品の消費は大幅に削減されている。

都市構造の変革や効率的な輸送手段の組み合わせ、モーダルシフト等によって、人や貨物の移動は大幅に合理化されている。また、先進的な情報通信技術等を通じて高度な自動車利用がなされている。

さらに、電気自動車のバッテリーや燃料電池自動車が消費する水素は電力需給の調整力としても機能している。

## ○産業部門

産業部門のCO<sub>2</sub>大規模発生源にはCCSが設置されている。素材産業の分野では、CCSだけで温室効果ガス排出量の削減を図るのではなく、製造工程のエネルギー効率改善を実現する革新的技術や、循環可能な資源の有効利用、低炭素な原料（例えばバイオマス資源利用など）による代替等を通じて、新たな素材生産プロセスが確立されている可能性がある。さらに、軽くて強い素材など、使用段階においても低炭素社会を支える製品が開発され、それが普及することが必要である。業種横断的な技術についても、高効率モーターやインバータ制御がなされるとともに、産業用ヒートポンプの導入や低炭素燃料への転換等により温室効果ガス削減が進んでいる。

## 4. 具体的な絵姿を達成するためのイノベーション

- 具体的な絵姿を達成するためには、社会経済構造の大転換・変革が必要である。様々な関係者が十分なコミュニケーションをはかりつつ、気温上昇を2℃未満にとどめるための世界大幅削減、2050年80%削減という目標を共有し、それに向かってイノベーションを引き起こしていくことが必要である。
- 本検討会では、イノベーションとして、技術、ライフスタイル及び経済社会システムを3本柱として考えた。なお、これらの柱は、互いに独立して存在しているわけではなく、相互に影響を与え合って、2050年の具体的な絵姿の達成に貢献している。
- 我が国の2050年を考える場合、気候変動に関する課題のほか、人口減少や高齢化、地域活性化等多数の解決すべき課題が考えられる。2050年の具体的な絵姿を達成するためには、こうした様々な課題についても考慮の上、それらとの解決と統合的な政策を採用していくことが必要である。
- 低炭素社会の構築およびそのためのイノベーションの誘発には数十年単位の年月を必要とする場合もあるため、国が長期にわたる国家戦略やビジョンを策定して目指すべき社会像を提示するとともに、全ての主体がそれに向かって取組を進めていくことが重要である。

## 【技術のイノベーション】

### ○要素技術の開発

低炭素社会の構築は現状の技術水準では十分でなく、更なる技術開発が不可欠である。そのために、低炭素技術のイノベーションを誘発させる技術開発を推進するための取組や規制の適正化が必要である。

### ○複数技術の組み合わせ等を通じたシステム全体の変革

先進的な要素技術の開発に加え、既存の要素技術の組み合わせや情報通信技術等を用いた要素技術の有機的連動なども技術のイノベーションにつながるものであり、そのようなデザイン（設計）をすることによってシステム全体での変革を引き起こしていくことも重要である。

### ○世界の低炭素社会づくりへの貢献

世界全体の大幅削減を実現するに当たり、我が国よりも大幅な削減が求められる国々においては、我が国の低炭素技術が大いに活躍しうると考えられる。我が国は、大幅削減の鍵となるような低炭素技術を磨き上げ、世界に先んじて実装していくことが重要である。さらに、それらを世界全体に普及させていくことで、世界全体の低炭素社会作りに貢献するだけでなく、次なるイノベーションのための資金を世界から調達することも可能となる。

## 【ライフスタイルのイノベーション】

### ○低炭素な商品・サービス・行動の選択

社会の低炭素化に向けて、国民が低炭素な商品・サービス・行動を選択することが必要であり、その選択を促すムーブメントを起こし、定着させていく必要がある。そのためには、例えば、人々の行動を変えるための情報が様々な媒体を通じて国民に提供されることが必要である。こうした情報は、例えば気候変動の影響に関する科学的な評価といったものからエコラベルのような商品やサービスの低炭素度合いの表示に関するもの、インターネットなどを通じて収集される各人のエネルギー使用状況に応じてカスタマイズされた情報まで様々なものを含みうる。こうした情報を有効に活用し、国民一人ひとりの選択につなげていくためには、企業、NPO、メディア、地方公共団体、国等のステークホ

ルダーが効率的に協働することが重要である。

○温暖化対策のコベネフィット（健康面、安全性など）を追求した相乗効果

断熱性の優れた住宅・建築物の普及、コンパクトなまちづくりなどは、高齢化社会における対応としても必要な取組である。これは、例えば快適な生活、暮らしの質の向上を実現させることで、省エネを直接的な目的としていなくとも、エネルギー効率を向上させる機会を増加させることにつながるものである。また、再生可能エネルギーの普及はエネルギー自給率を増加させ、エネルギー安全保障や地域経済の面から見ても有益である。さらに、自然災害時などエネルギー面のレジリエンスの向上にもなる。地球温暖化以外の社会的課題に対する取組の観点からも技術普及が行われるような働きかけを行うことが効果的である。

#### 【経済社会システムのイノベーション】

○都市圏・地方圏の政策との連携

都市や地方におけるエネルギーの消費形態やエネルギーシステム、域内にあるエネルギー資源の状況等が温室効果ガスの排出削減に大きな影響をもたらすことになる。また、都市形態や都市インフラが固定化（ロックイン）すると、低炭素社会の実現に向けた将来的な障壁となりうる。このため、低炭素社会への変革に向けて、インフラのリプレイス等の様々な機会を活用して、都市圏や地方圏の政策とも十分に連携を図っていくことが必要である。

○複数の対策・施策の組み合わせ

例えば、電力供給の低炭素化とエネルギー利用の電力転換のように、異なる分野の政策をまとめて実施することによって、個別に政策を実施していた場合よりも政策の有効性が向上することにつながる場合がある。また、運輸部門における温室効果ガス削減のために電気自動車を普及させるとともに、そのバッテリーを調整力として使用することも有効な施策の組み合わせの例である。このように、複数の政策を組み合わせることによって、当該技術の社会へのより確実な定着が見込まれる場合がある。

### ○市場のグリーン化

市場において温室効果ガスの排出が少ない主体や削減した主体が相対的に得をし、温室効果ガスの排出が多い主体や削減を行わない主体が相対的に損をするようなルールづくりを行っていくことが必要である。特に、投資家の投資判断に投資先企業の低炭素社会に向けた取組が含まれ、低炭素型企业に積極的な投資がなされるという低炭素化が評価される環境が実現していることが重要である。

### ○人材育成

経済社会の低炭素化は、国民各界各層が進めていかなければならない。このためには、科学的・技術的知見に関する深い理解を有する人材だけでなく、システム全体として俯瞰できる横断的視点を有した人材等の多様な人材がコミュニケーションを図っていくことが必要であり、そのための人材育成が不可欠である。

以上

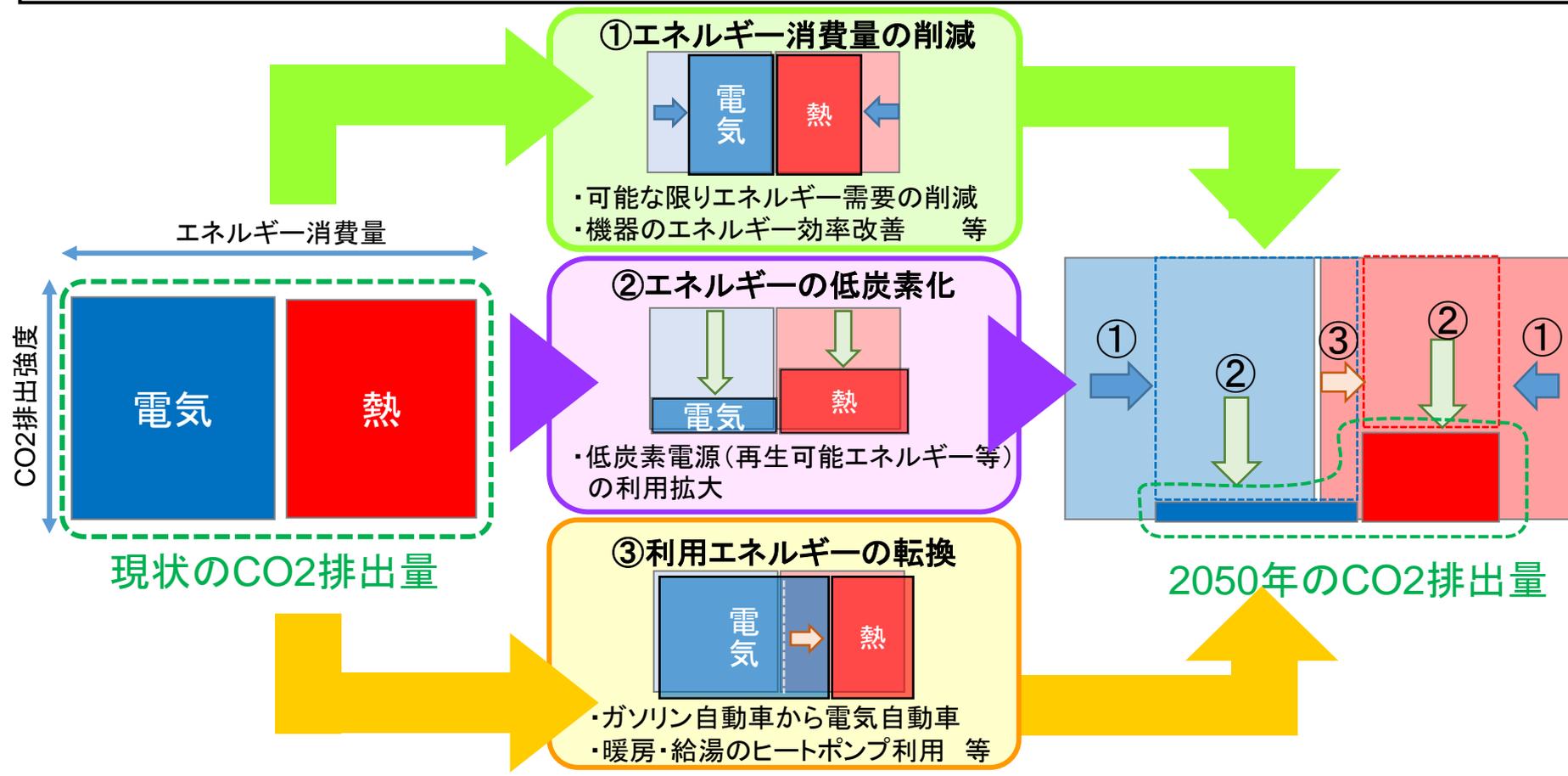
## 温室効果ガス削減中長期ビジョン検討会 委員名簿

(敬称略・50音順、全10名)

赤井 誠	産業技術総合研究所 名誉リサーチャー／客員研究員
一方井 誠治	武蔵野大学 教授
伊原 学	東京工業大学 教授
荻本 和彦	東京大学 特任教授
金田 尊男	栃木県環境森林部長
倉持 壮	地球環境戦略研究機関 (IGES) 主任研究員※ ※10月まで
小林 辰男	日本経済研究センター 主任研究員
杉山 範子	名古屋大学 特任准教授
増井 利彦	国立環境研究所 室長
座長 安井 至	持続性推進機構 理事長

# 2050年80%削減の低炭素社会実現に向けた方向性について(イメージ図)

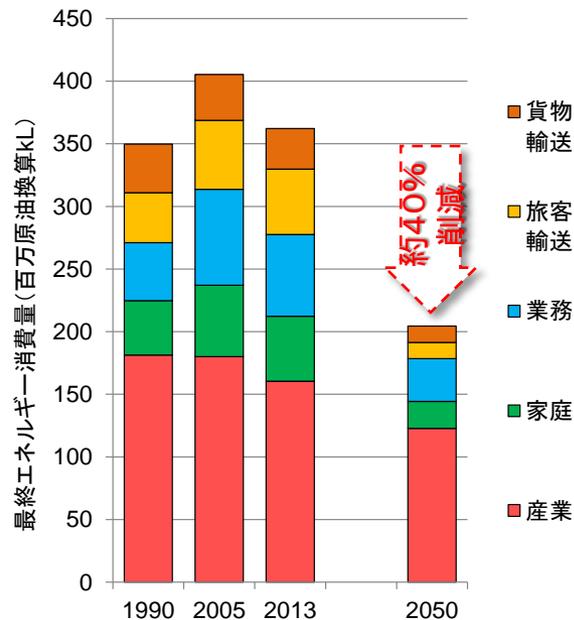
- 2050年80%削減の低炭素社会を実現するためには大幅な社会変革が必要不可欠である。①エネルギー消費量の削減、②使用するエネルギーの低炭素化、③利用エネルギーの転換を総合的に進めていくことが重要である。
- 構造物や都市インフラ等は寿命が長く、現在の意思決定が長期にわたって影響を及ぼし続けるため、2050年80%削減を実現していく時間軸を意識して、長期的視点に基づく対策の実施が重要である。
- 本検討会でとりまとめる低炭素社会の方向性については、技術の進展や社会の変化等に応じて適時見直していくことが必要である。



# (参考資料) 2050年80%削減に向けた試算の一例

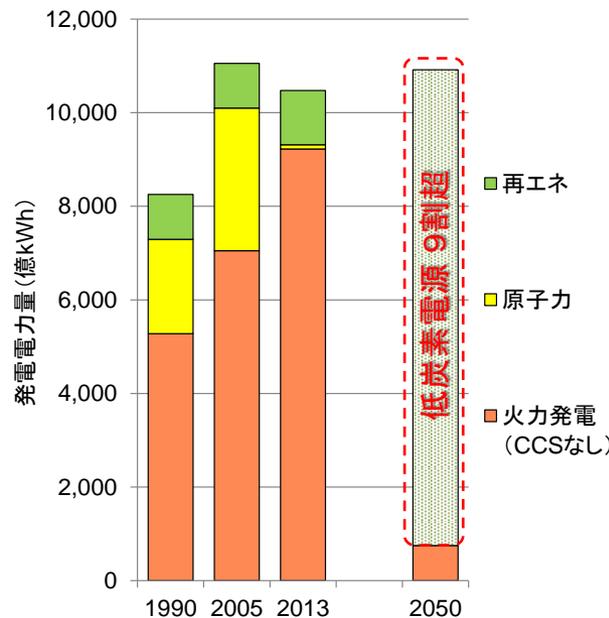
- 2050年に向けて、エネルギー消費量の削減、使用するエネルギーの低炭素化、利用エネルギーの転換等による温室効果ガス80%削減の可能性について検討を行った。
- その結果、試算の一例として、以下のような技術的可能性を見出すことができた。
- こうした低炭素型社会への大転換・変革を進めるため、**技術やライフスタイル、経済社会システムのイノベーション**を引き起こしていくことが必要である。

## 最終エネルギー消費量



産業: 農林水産業, 鉱業, 建設業, 製造業  
 業務: 商業・飲食・宿泊・公務・娯楽・教育研究・医療保健福祉などサービス業

## 発電電力量



## 温室効果ガス排出量

