



公益社団法人 日本技術士会  
5月度技術士CPDミニ講座（第61回）

**先導的低炭素技術（L2-Techリスト）の使い方について**

# **第1部**

## **気候変動と我が国の温暖化対策**

平成27年5月13日

環境省地球環境局地球温暖化対策課  
市場メカニズム室 室長補佐 峯岸律子

# 目次

---

1. 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の概要
2. 温室効果ガス排出の世界的動向
3. 日本のエネルギー使用の現状と課題
4. さらなる低炭素化（省エネ・省CO<sub>2</sub>）の可能性

# **1 . 気候変動に関する 政府間パネル ( IPCC ) の概要**

# 地球温暖化の原因：温室効果ガス

- ◆二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ )
- ◆メタン ( $\text{CH}_4$ )
- ◆亜酸化窒素 ( $\text{N}_2\text{O}$ )
- ◆フロン類 など

- 石炭や石油など化石燃料の燃焼により排出される $\text{CO}_2$ 排出量が最も大きく、地球温暖化への影響も大きい
- 一旦大気中に排出されると、すぐには分解されず、長期間滞留する

# 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)

- ◆ 国連環境計画(UNEP)・世界気象機関(WMO)により1988年設置された政府間機関。
- ◆ 世界の政策決定者等に対し、正確でバランスの取れた科学的知見を提供し、気候変動枠組条約の活動を支援。
- ◆ 気候変動に関する国際交渉の節目に統合報告書を公表。2014年11月に第5次評価報告書統合報告書を公表。
- ◆ 2007年にノーベル平和賞を受賞。

写真 2014年3月に横浜で開催されたIPCCの会議



# 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書

(2014.11.2 第40回総会 (コペンハーゲン) にて承認・公表)

## 総合報告書における主なポイント

### 1. 観測された変化及びその要因

- 気候システムの温暖化には疑う余地がなく、世界平均気温は上昇している
- 人為起源の温室効果ガスの排出が、温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高い

### 2. 将来の気候変動、リスク及び影響

- 今世紀末の気温上昇について、厳しい温暖化対策が取られなかった場合は現在と比較し 2.6 ~ 4.8 、厳しい温暖化対策を取った場合は 0.3 ~ 1.7 上昇するとの予測
- 現状を上回る緩和努力がなければ、今世紀末までの温暖化による影響に至るリスクが高くなる

### 3. 適応、緩和、持続可能な開発に向けた将来経路

- 温暖化を抑制する緩和経路は複数あるが、2 達成のシナリオでは今後数十年間にわたり大幅に排出を削減し、今世紀末までに排出をほぼゼロにする必要がある
- 温暖化緩和努力の遅延や、鍵となる技術が利用できない場合に課題が増大する

### 4. 適応及び緩和

- 将来のエネルギー供給について、CO2排出量を2040年~2070年までの間に2010年度比90%以上削減すること、低炭素エネルギーの割合を2050年までに80%以上へと引き上げること、2100年までにCCS無しの火力発電をゼロにすることが必要となる

# 地球の気温の上昇

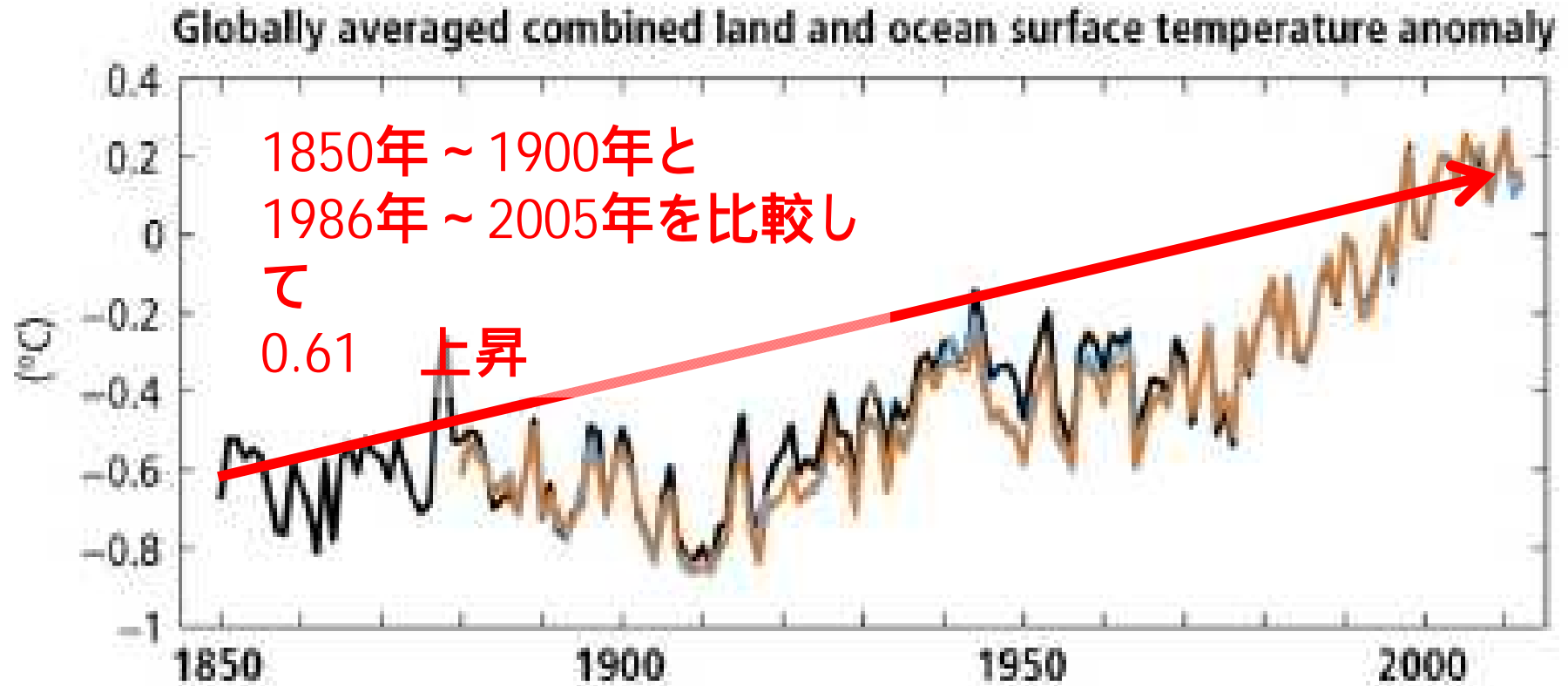


図.陸域と海上を合わせた世界平均地上気温偏差  
基準はどちらも1986-2005年の平均

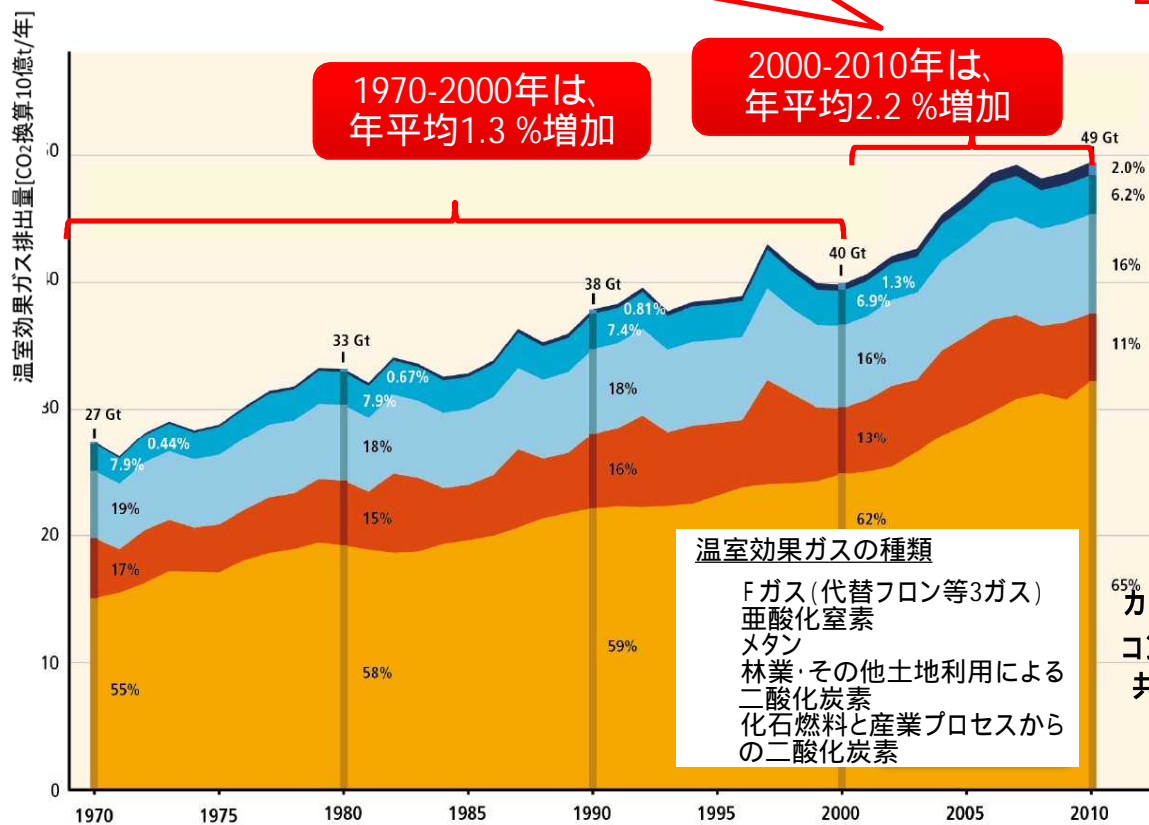
(出典) IPCC第5次評価報告書統合報告書

# 温室効果ガス排出の世界的動向と我が国の位置づけ

- 人為起源の温室効果ガス排出量は、1970年から2010年の間にかけて増え続けている。直近の10年間(2000～10年)の排出増加量は平均して2.2%/年であり、これは途上国の排出増によるもの。
- 我が国の温室効果ガスの排出量シェアは **2.6%**。

2000年から2010年までの排出量は史上最高となった

2000年から2010年 +90億トン  
先進国 7億トン 途上国 +97億トン



各国別の温室効果ガス排出量シェア

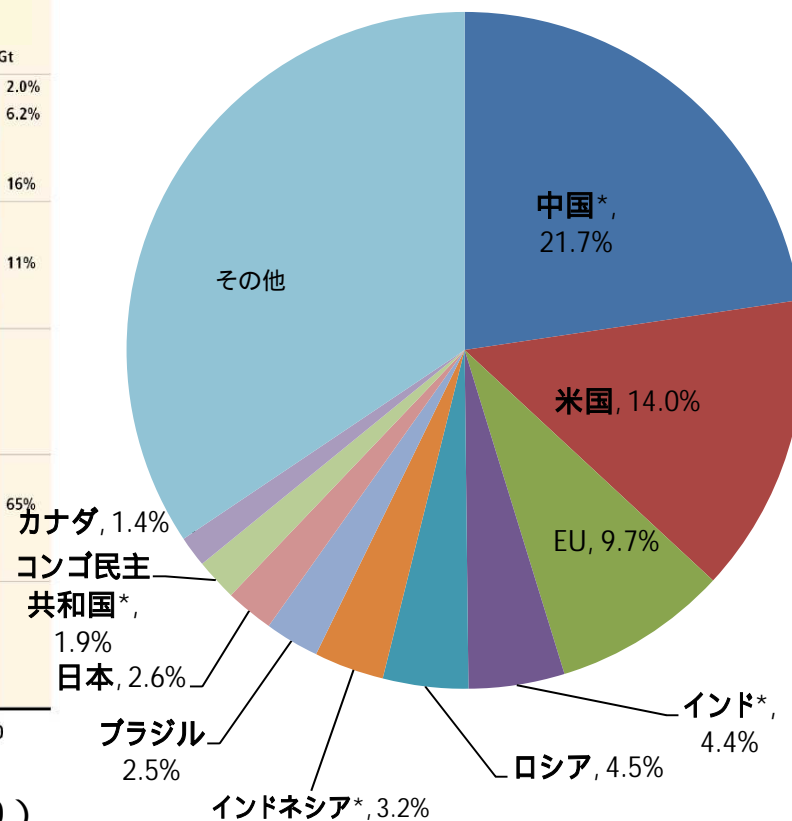


図. 年ごと・ガス種ごとの全人為起源GHG排出量 (1970-2010)

(出典) IPCC第5次報告書第三作業部会報告書

(出典) 2010年時点 UNFCCCデータ等から算出。\*印の国はIEA作成データ。

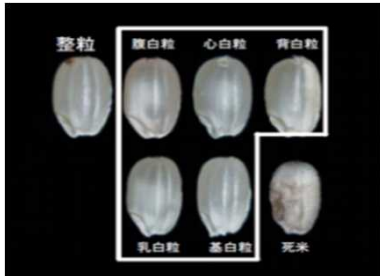




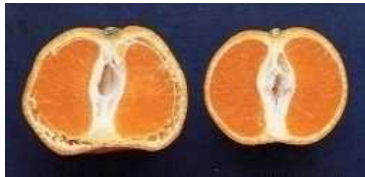
# 我が国において既に起こりつつある気候変動の影響

## 米・果樹

米が白濁するなど品質の低下が頻発。



水稲の登熟期(稲刈り時期)の省日平均気温が27℃を上回ると玄米の全部又は一部が乳白化したり、粒が細くなる「白未熟粒」が多発。特に、登熟期の平均気温が上昇傾向にある九州地方等で深刻化。



図：みかんの浮皮症 (写真提供：農林水産省)

成熟後の高温・多雨により、果皮と果肉が分離する。(品質・貯蔵性の低下)

## 異常気象・災害



図：洪水被害の事例 (写真提供：国土交通省中部地方整備局)

日降水量200ミリ以上の大雨の発生日数が増加傾向

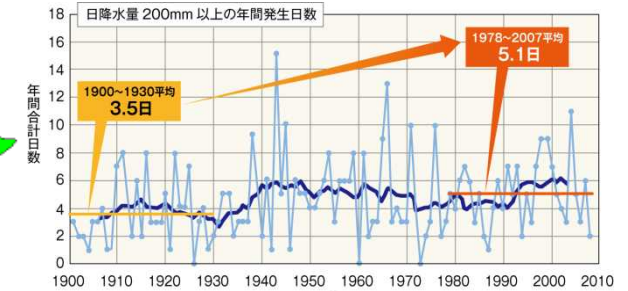


図 日降水量200ミリ以上の年間発生日数と長期変化 (国土交通省資料より作成)

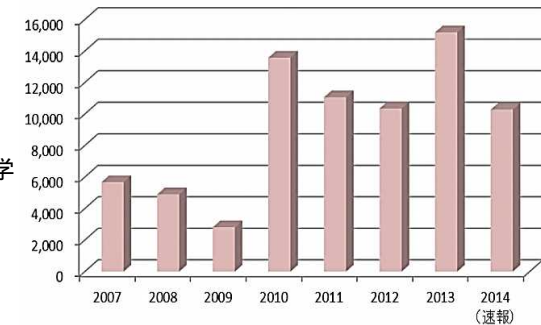
デング熱の媒介生物であるヒトスジシマカの分布北上



図 ヒトスジシマカ (写真提供：国立感染症研究所 昆虫医科学部)

## 熱中症・感染症

2013年夏、20都市・地区計で15,189人の熱中症患者が救急車で病院に運ばれた。(速報) (国立環境研究所 熱中症患者速報より)



サンゴの白化・ニホンジカの生息域拡大



図 サンゴの白化 (写真提供：環境省)



(写真提供：中静透)

## 生態系

農林産物や高山植物等の食害が発生

農山村の過疎化や狩猟人口の減少等に加え、積雪の減少も一因と考えられる。

# 地球温暖化への対応策

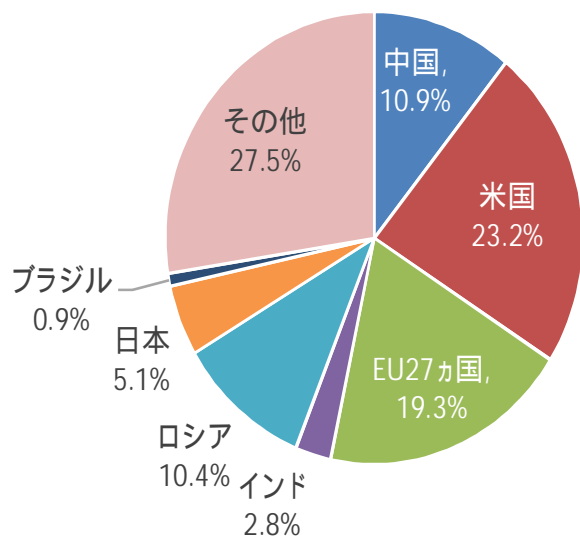
1. 気候変動の**緩和策 (mitigation)** : 地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を抑制
  - ◆ 省エネルギー
  - ◆ 二酸化炭素を排出しないエネルギー(例 . 再生可能エネルギー)の利用
  - ◆ 二酸化炭素の吸収(例 . 森林保全)
2. 気候変動への**適応策 (adaptation)** : 既に起こりつつある、あるいは起こりうる温暖化の影響に対して、自然や社会のあり方を調整
  - ◆ 海面上昇に対応した堤防整備
  - ◆ 高温に耐えるよう、農作物の品種改良
  - ◆ 異常気象に対応した早期警報ネットワークの整備 など

## **2 . 温室効果ガス排出の世界的動向**

# 世界のエネルギー起源CO2排出量の推移

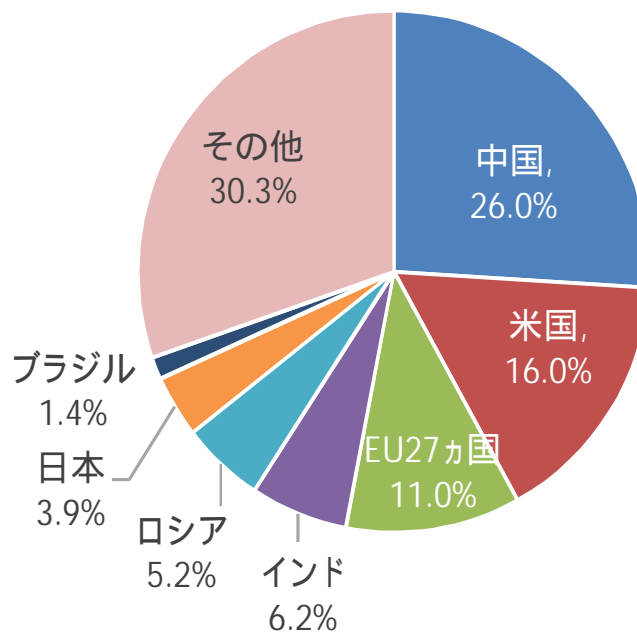
- ◆ 世界全体の温室効果ガス排出量のうち、米中2カ国で世界の40%以上を排出。
- ◆ 今後の排出量は、先進国は微増なのに対し、途上国は急増する見込み。

1990年



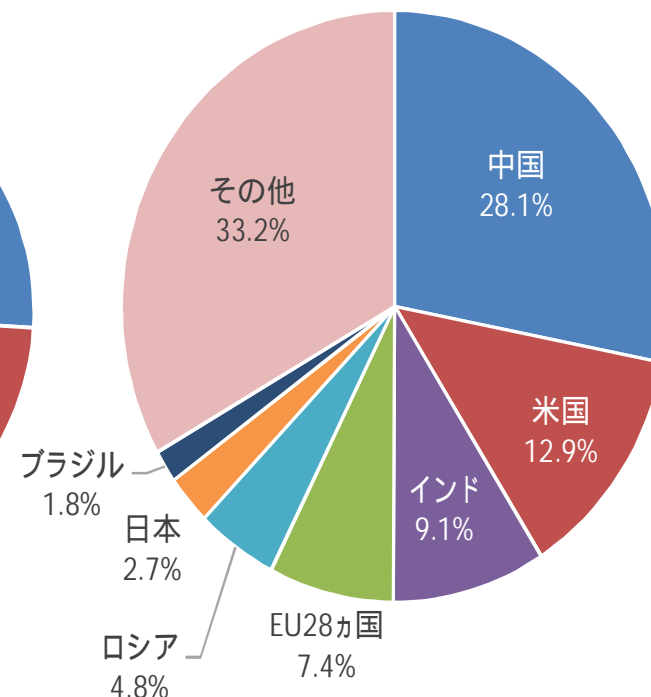
210億トン

2012年(現状)



317億トン

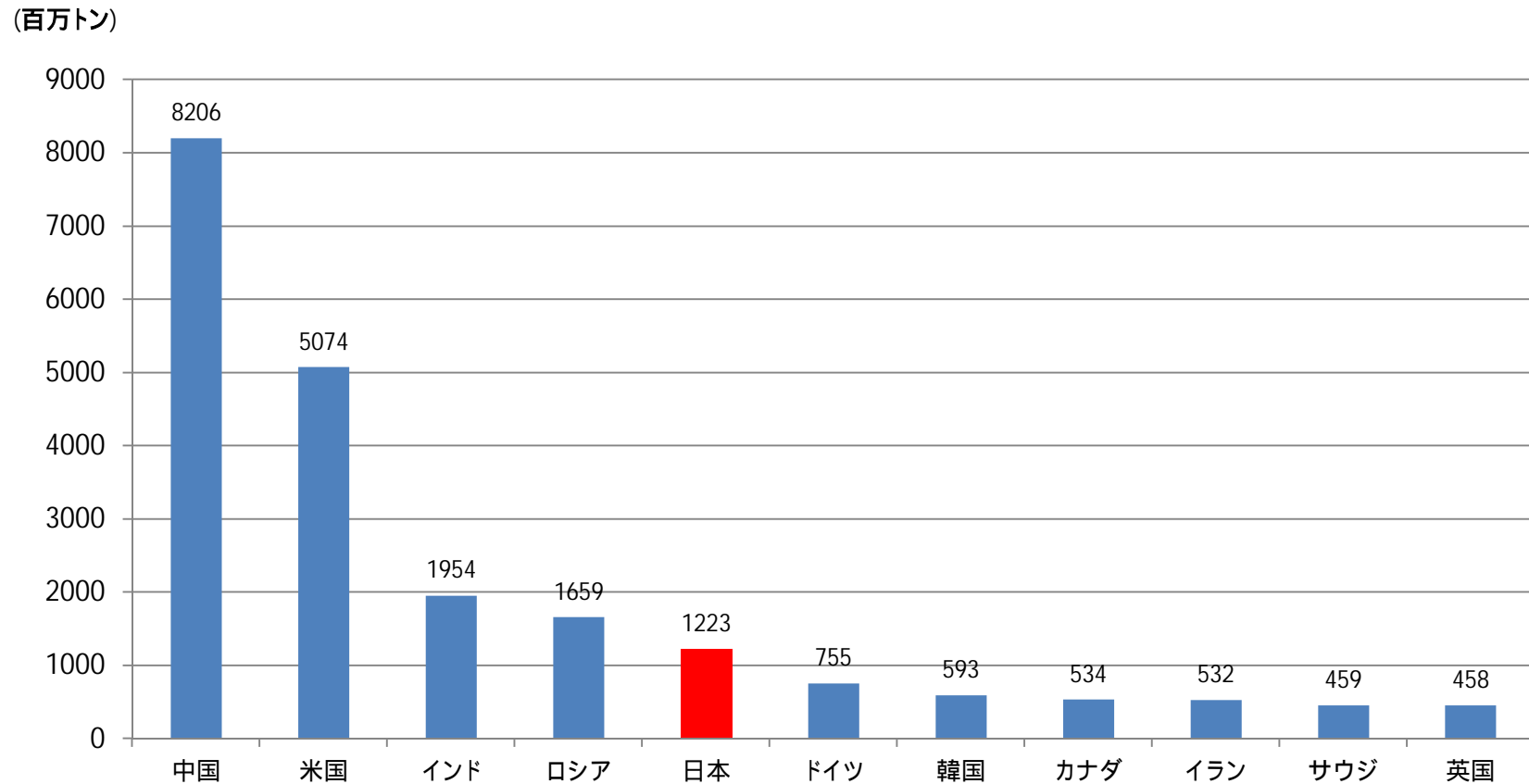
2030年(予測)



365億トン

# 各国のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量(2012年)

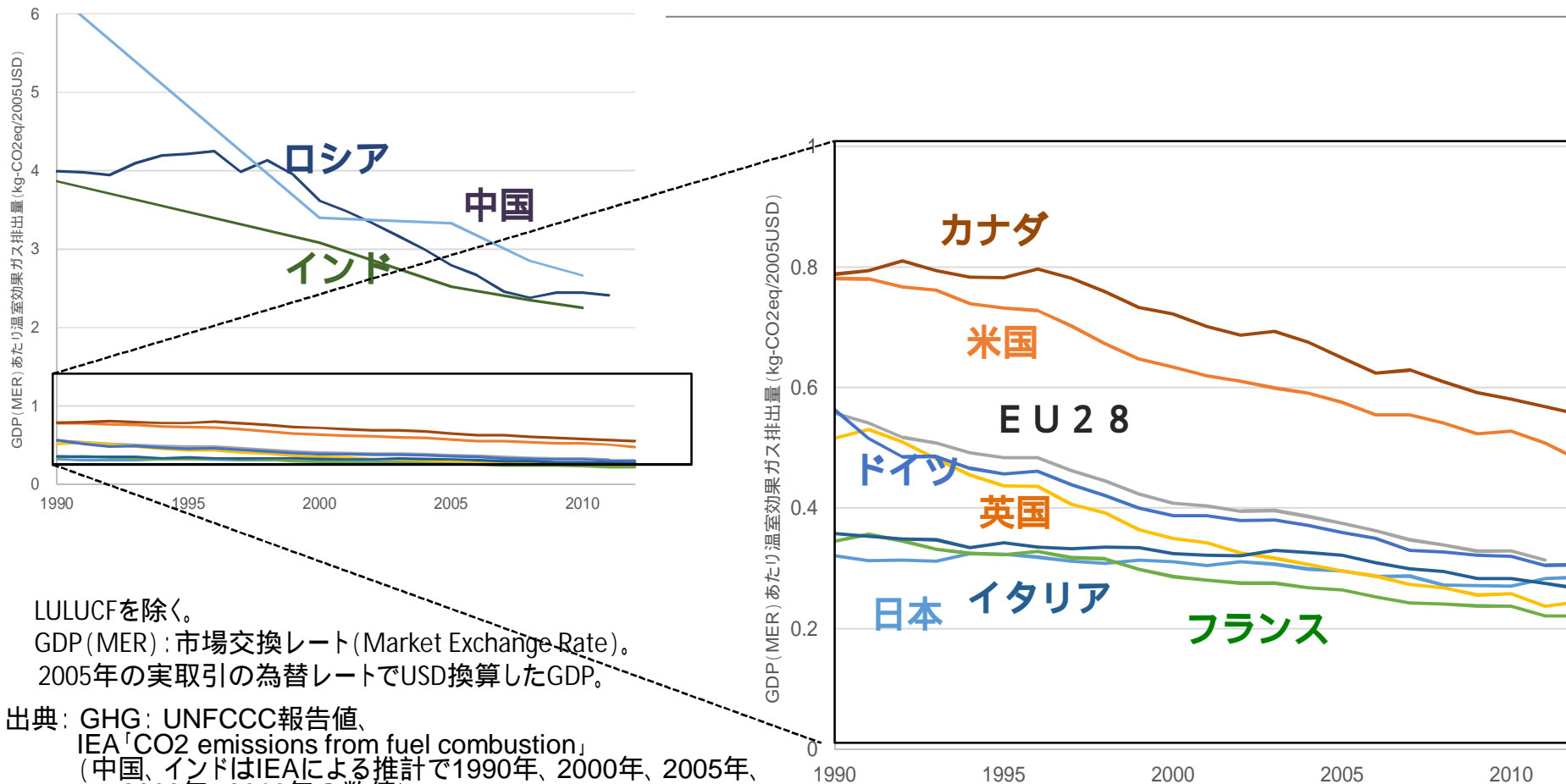
気候変動枠組み条約の締約国194カ国のうち、日本の排出量は世界第5位。



IEA「CO<sub>2</sub> Emissions From Fuel Combustion (2014 Edition)」に基づいて環境省作成

# GDP当たり温室効果ガス排出量

日本は石油危機のあった1970年代より、省エネルギーに精力的に取り組んできており、GDP(MER)当たり排出量は世界トップレベル。一方、1990年以降、欧州は着実に減少し、日本の水準に近づきつつあるが、米国とはまだ開きがある。



LULUCFを除く。

GDP(MER) : 市場交換レート(Market Exchange Rate)。

2005年の実取引の為替レートでUSD換算したGDP。

出典: GHG: UNFCCC報告値、

IEA「CO2 emissions from fuel combustion」

(中国、インドはIEAによる推計で1990年、2000年、2005年、2008年、2010年の数値)

GDP: IEA「Energy Balances of OECD Countries」

「Energy Balances of Non-OECD Countries」

# 中長期的な温室効果ガスの排出削減

## 【中期的な排出削減】国連気候変動枠組条約事務局に2013年11月29日に登録

- ✓ カンクン合意（注）履行のため、また、COP19までに25%削減目標をゼロベースで見直すとの総理指示を踏まえ、新たな2020年削減目標を、2005年度比3.8%減とする。原発による削減効果を含めずに設定した現時点での目標。今後、エネルギー政策やエネルギーミックスの検討の進展を踏まえて見直し、確定。

（注）カンクン合意（COP16。2010年）：2020年に向け、先進国は国別排出削減目標、途上国は国別の適切な削減行動を条約事務局に提出し、国際的に登録。

- ✓ 新目標は、現政権が掲げる経済成長を遂げつつも、「最終エネルギー消費を2005年度実績から更に4,400万kL削減し、世界最高水準のエネルギー効率を更に20%改善」「再エネ導入を含めた電力の排出原単位の改善」「二国間クレジット制度の活用」等により達成。

## 【長期的な排出削減】第4次環境基本計画（平成24年4月閣議決定）

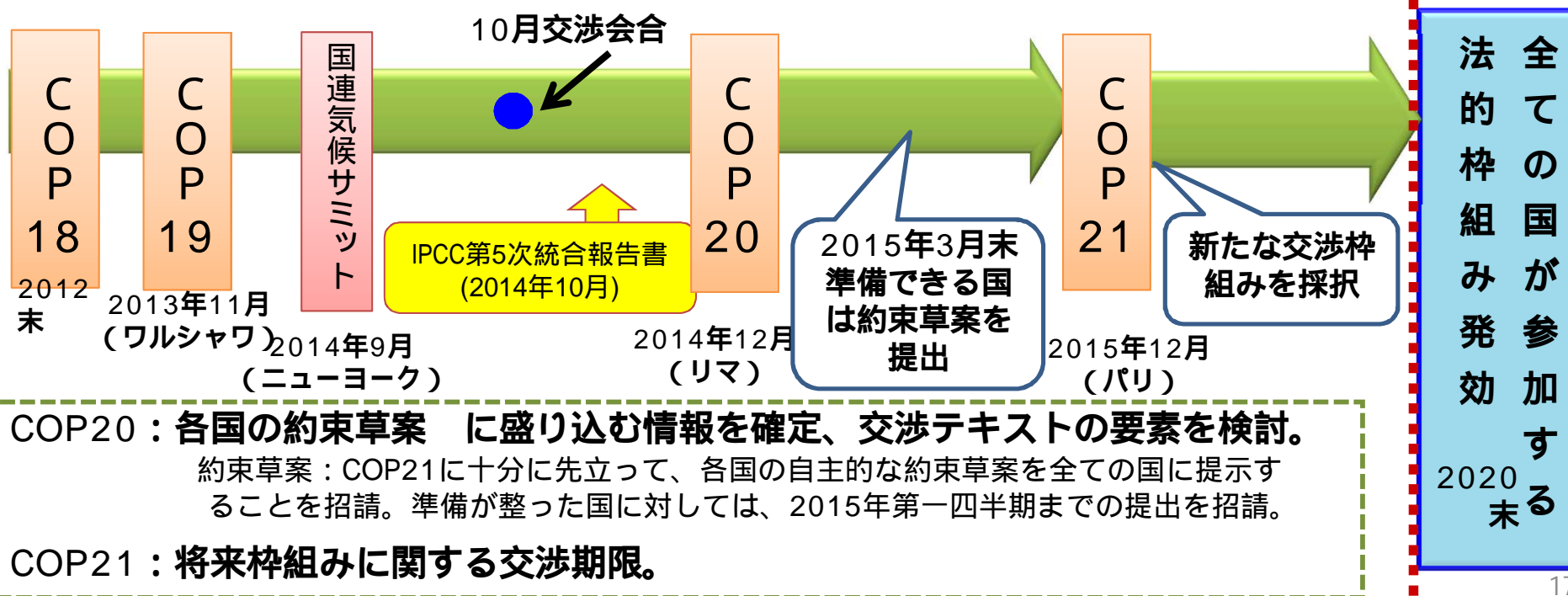
- ✓ 産業革命以前と比べ世界平均気温の上昇を2℃以内にとどめるために温室効果ガス排出量を大幅に削減する必要があることを認識し、2050年までに世界全体の温室効果ガスの排出量を少なくとも半減するとの目標をすべての国と共有するよう努める。
- ✓ また、長期的な目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。



# COP21に向けた国際交渉のスケジュール

国際社会は2015年のCOP21において、2020年以降の気候変動に関する国際枠組みに合意することとしており、2013年のCOP19で、全ての国に対し、COP21に十分先立ち（準備できる国は2015年第1四半期までに）2020年以降の約束草案を示すことが招請された。

我が国の約束草案については、その提出時期を含め、COP19での決定、各国の動向や将来の枠組みにかかる議論の状況、エネルギー政策やエネルギーミックスにかかる国内の検討状況等を踏まえ検討する。 <地球温暖化対策推進本部 京都議定書目標達成計画の進捗状況（2014年7月1日）>



# 約束草案の検討加速化のための合同専門家会合

2020年以降の約束草案について、COPでの決定、各国の動向や将来の枠組みに係る議論の状況、エネルギー政策やエネルギーミックスに係る国内の検討状況等を踏まえ検討する。

昨年10月の設置以降、現在までに7回開催し、我が国の約束草案提出に向けて、検討を進めてきたところ。

- 第1回 合同専門家会合 10月24日(金)
  - ・ 地球温暖化対策・国際交渉の現状について
  - ・ エネルギー政策の現状について
  - ・ 今後の予定について
- 第2回 合同専門家会合 11月12日(水)
  - ・ IPCC第5次統合報告書の報告
  - ・ 非エネルギー起源温室効果ガス対策
  - ・ 低炭素社会実行計画
- 第3回 合同専門家会合 12月 5日(金)
  - ・ エネルギー需要対策(省エネ対策)
  - ・ 国民運動
- 第4回 合同専門家会合 1月23日(金)
  - ・ エネルギー供給対策
- 第5回 合同専門家会合 3月5日(木)
  - ・ エネルギー需要対策について
  - ・ 低炭素社会実行計画について
- 第6回 合同専門家会合 3月30日(木)
  - ・ エネルギーミックスの検討状況について
  - ・ 二国間クレジット制度について
  - ・ 森林吸収源対策等について 等
- 第7回 合同専門家会合 4月30日(木)
  - ・ 約束草案の要綱について 等

# 約束草案の提出に関する各国の状況(2015年4月28日時点)

2015年4月28日時点で、7か国1地域(EU28カ国)が約束草案を提出(世界の温室効果ガス排出量の約3割を占める)。

		内容
提出済	米国	2025年に-26%~-28%(2005年比)。28%削減に向けて最大限取り組む
	EU(28カ国)	2030年に少なくとも-40%(1990年比)
	ロシア	2030年に-25~-30%(1990年比)が長期目標となり得る
	メキシコ	2030年に温室効果ガス等を-25%(対策無しケース比)
	ノルウェー	2030年に少なくとも-40%(1990年比)
	スイス	2030年に-50%(1990年比)
	リヒテンシュタイン	2030年までに-40%(1990年比)
	ガボン	2025年に少なくとも-50%(対策無しケース比)
主要な未提出国	カナダ	-
	豪州	- (2015年の中頃に発表)
	NZ	- (各国は少なくとも6月交渉会合の前までに提出すべき)
	中国	(2030年頃にCO2排出量のピークを達成すること、そしてピークを早めるよう最善の取組を行うことに加え、エネルギー消費における非化石燃料の割合を2030年までに約20%とすることを表明。)
	インド	-
	インドネシア	-
	ブラジル	-
	韓国	-
	南アフリカ	-

(平成27年4月30日 中央環境審議会地球環境部会2020年以降の地球温暖化対策検討小委員会・産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会約束草案検討ワーキンググループ合同会合(第7回))資料より

## 主要国の約束草案の比較

	1990年比	2005年比	2013年比
日本 (審議会要綱案)	18.0% (2030年)	25.4% (2030年)	26.0% (2030年)
米国	14 ~ 16% (2025年)	<u>26 ~ 28%</u> (2025年)	18 ~ 21% (2025年)
EU	<u>40%</u> (2030年)	35% (2030年)	24% (2030年)

米国は2005年比の数字を、EUは1990年比の数字を削減目標として提出

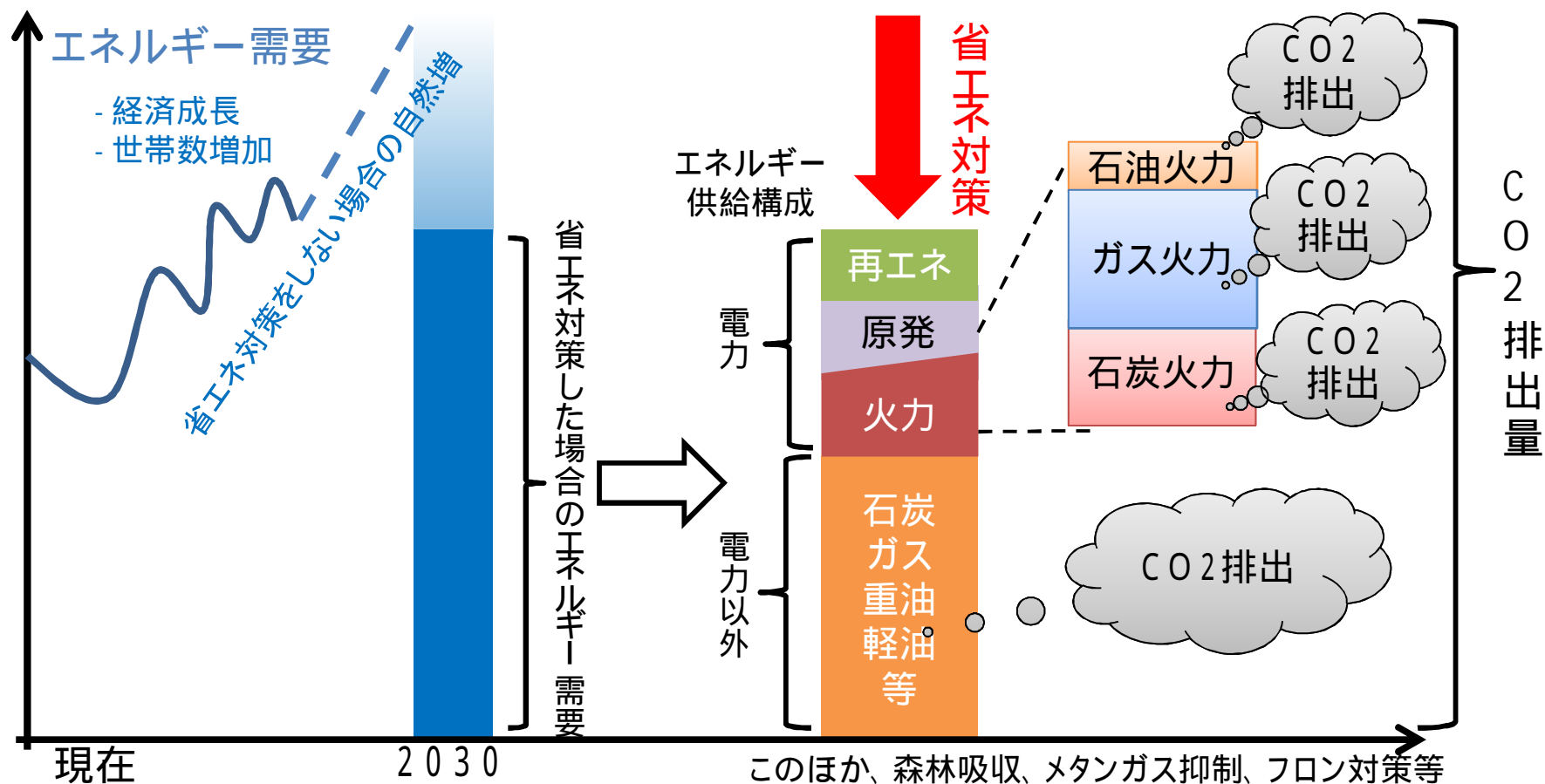
(平成27年4月30日 中央環境審議会地球環境部会2020年以降の地球温暖化対策検討小委員会・産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会約束草案検討ワーキンググループ合同会合(第7回))資料より

# 排出削減目標の構造

第一に、省エネによりエネルギー需要の抑制

第二に、ゼロエミッション電源やCO2の少ないエネルギーの選択

第189回国会安倍総理施政方針演説：「あらゆる施策を総動員して、徹底した省エネルギーと、再生可能エネルギーの最大限の導入を進めてまいります。」

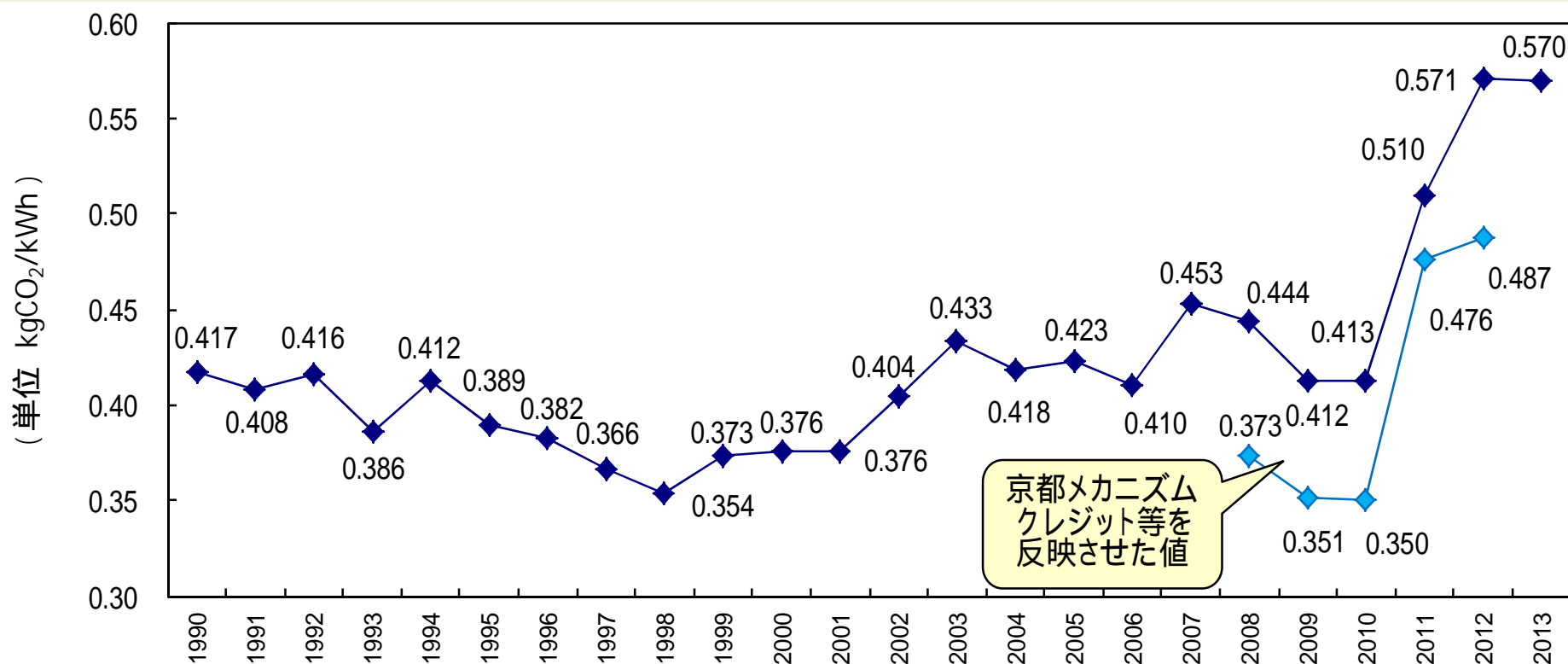


### **3 . 日本のエネルギー使用の現状と課題**

# 電力の二酸化炭素排出原単位の推移

2011年度以降、火力発電量が大幅に増加したことにより、電力の二酸化炭素排出原単位が大幅に悪化した。

電力の二酸化炭素排出原単位(使用端)の推移(一般電気事業者10社計、他社受電分含む)



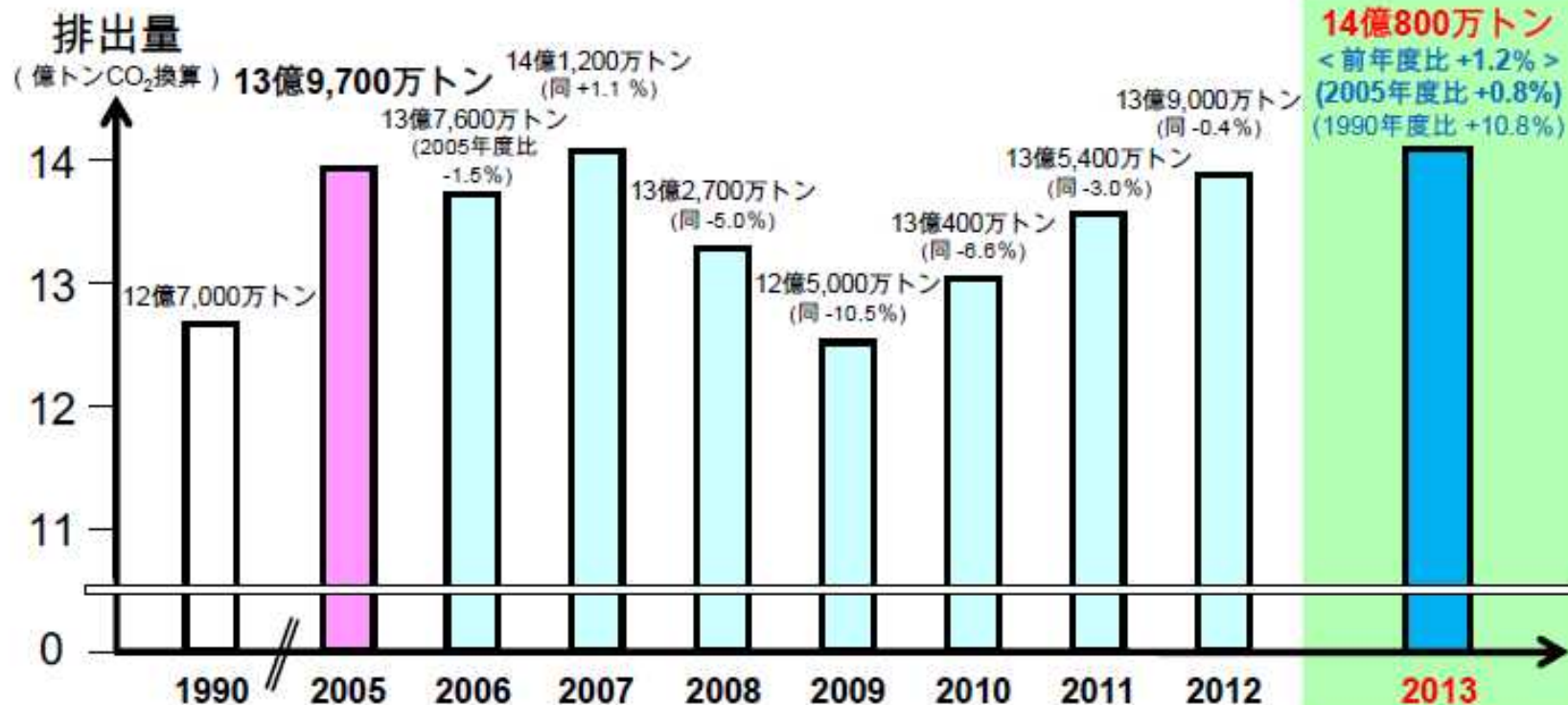
< 出典 > 「電源開発の概要」(資源エネルギー庁)、(年度)

「電気事業における環境行動計画」(電気事業連合会、2014年9月)、  
 産業構造審議会環境部会地球環境小委員会資源・エネルギーワーキンググループ(2012年度)  
 資料4-1「電気事業における地球温暖化対策の取組」(電気事業連合会)を基に環境省作成。

電事連の自主行動計画における目標値：2008 2012 年度の平均で、使用端CO<sub>2</sub>排出原単位を0.34kgCO<sub>2</sub>/kWh程度まで低減。

# 我が国の温室効果ガス排出量(確報値)

- 2013年度の総排出量は14億800万トン(前年度比+1.2%、2005年度比+0.8%、1990年度比+10.8%)
- 前年度と比べて排出量が増加した要因としては、火力発電における石炭の消費量の増加や、業務その他部門における電力や石油製品の消費量の増加によりエネルギー起源CO<sub>2</sub>の排出量が増加したことが挙げられる。
- 2005年度と比べて排出量が増加した要因としては、オゾン層破壊物質からの代替に伴い冷媒分野からのハイドロフルオロカーボン類(HFCs)の排出量が増加したこと、火力発電の発電量の増加に伴う化石燃料消費量の増加によりエネルギー起源CO<sub>2</sub>の排出量が増加したことが挙げられる。



- 注1 「確報値」とは、我が国の温室効果ガスの排出・吸収目録として気候変動に関する国際連合枠組条約(以下、「条約」という。)事務局に正式に提出する値という意味である。今後、各種統計データの年報値の修正、算定方法の見直し等により、今回とりまとめた確報値が変更される場合がある。
- 注2 今回とりまとめた排出量は、条約の下で温室効果ガス排出・吸収目録の報告について定めたガイドラインに基づき、より正確に算定できるよう一部の算定方法について更なる見直しを行ったこと、2013年度速報値(2014年12月4日公表)の算定以降に利用可能となった各種統計等の年報値に基づき排出量の再計算を行ったことにより、2013年度速報値との間で差異が生じている。
- 注3 各年度の排出量及び過年度からの増減割合(「2005年度比」等)には、京都議定書に基づく吸収源活動による吸収量は加味していない。

「2013年度(平成25年度)の温室効果ガス排出量(確報値)について」より



# エネルギー起源CO<sub>2</sub>の部門別排出量(電気・熱配分後)の推移



(カッコ内の数字は各部門の2013年度排出量の2005年度排出量からの増減率)

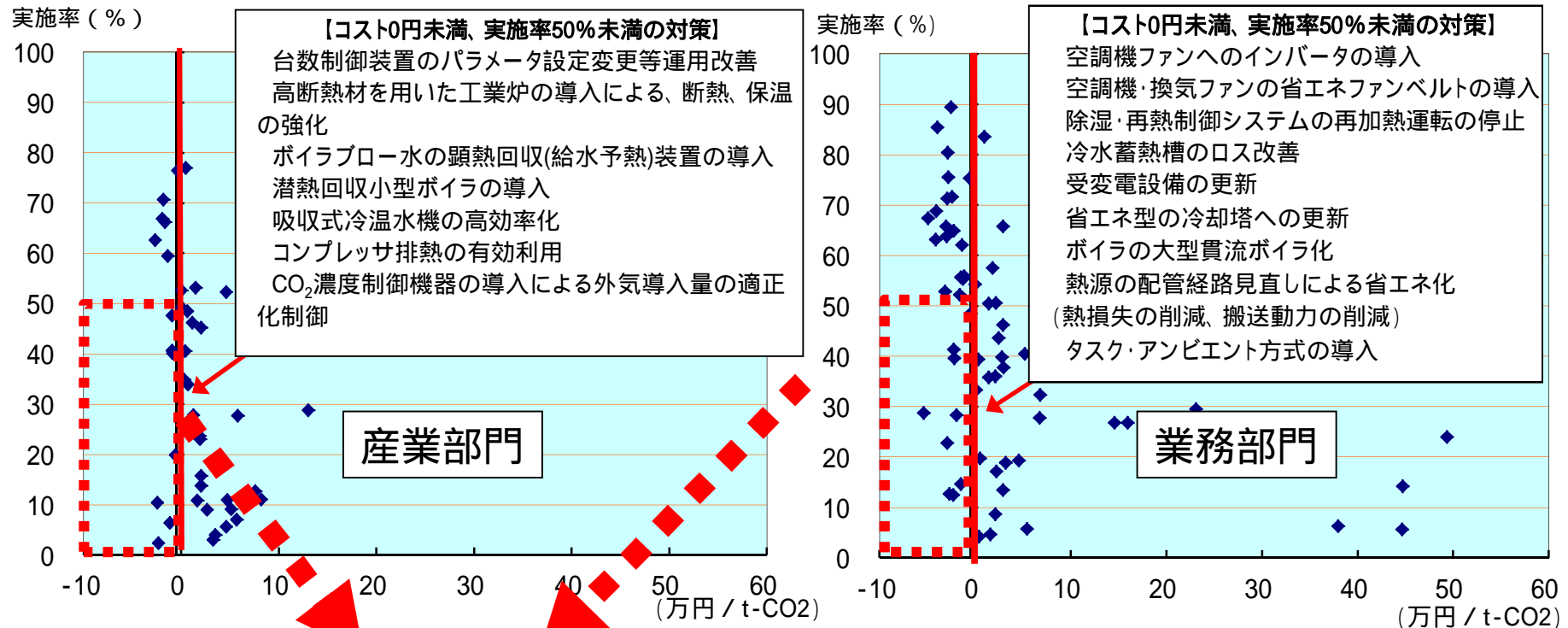
## 4 . 低炭素化（省エネ・省CO<sub>2</sub>）の可能性

# 更なる省エネルギーのポテンシャル

## 削減コストが低いにも関わらず導入率が低い技術

個別の削減対策について、削減ポテンシャル（対策の実施により想定される削減量）と削減コスト（CO<sub>2</sub>を1トン削減するために要する削減コスト）を把握し、実施率を調査（下図）。

産業部門、業務部門ともに、3年以内の投資回収が可能な対策でありながら導入されていない対策（技術）も存在。



**3年以内に投資回収可能**

< 出典 >  
平成22年度二酸化炭素削減ポテンシャル診断事業結果

# 省エネルギーの課題

## 隠れたコスト：省エネメリットが投資額を上回っても対策導入が進まない要因(例)

隠れたコストの類型	具体例
設備導入に付随して発生する費用。製造費用の一部として計上されるべきであるが、サイト特有の費用であるため見過ごされやすい。	機器の設置費用（配管の設計変更等）、電源容量の変更、生産ラインの一時的停止 等
エネルギー効率の追求と引換えに損なわれる別のメリット。投資決定の際にはエネルギー効率より重視されがち。	騒音、設備の維持・運転制御のしやすさ、製品の質の低下 等
エネルギー財・サービスに関する不完全情報のために市場で発生する探索費用や市場取引にかかる諸費用。	情報収集、設計及び入札、交渉、鑑定 等
投資の意思決定やプロセス変更に必要な様々な手続きのための費用及びこれらの進行を阻害する組織の慣例や構造的要因。	エネルギー管理体制の整備、意思決定、習慣化された諸手続き 等



これらの課題を解決するため、あらゆる施策を実施し、徹底した省エネ・低炭素化の実現へ

# 省エネルギーに関する環境省の方針（産業部門）

## IPCC第5次評価報告書（抜粋）

産業部門のエネルギー原単位は、利用可能な最高の技術（best available technologies）の大規模な改善や更新、導入により、特にこれらの技術が利用されていない国々や非エネルギー集約型産業において、現状比約25%まで直接に削減し得る（証拠：頑健、見解一致度：高）。さらに、エネルギー原単位の約20%削減が、技術革新により実現される可能性がある（証拠：限定的、見解一致度：中）。

企業や部門を横断する全体的アプローチや連携した活動は、エネルギーと資源の消費、温室効果ガスの排出を削減する（証拠：頑健、見解一致度：高）。大規模なエネルギー集約型企业と中小企業のいずれにおいても、横断的な技術（例えば、高効率モーター）や措置（例えば、空気や蒸気の漏出削減）の導入により、プロセス性能とプラント効率を費用効果的に改善できる。例えば、工業団地のような企業間や部門間の協力には、インフラ、情報、排熱利用の共有が含まれ得る。＜出典＞ IPCC第5次評価報告書 第3作業部会 政策決定者向け要約（環境省仮訳）

### 施策の方向性

BAT（best available technologies）の普及

技術の開発・実証の推進

### 環境省の取組

排出抑制等指針の策定・公表  
L<sup>2</sup>-Tech（先導的低炭素技術）の普及  
促進

CO<sub>2</sub>削減ポテンシャル診断  
先進対策の効率的実施によるCO<sub>2</sub>排出  
量大幅削減事業

# 省エネルギーに関する環境省の方針（民生部門）

## IPCC第5次評価報告書（抜粋）

最近の技術、ノウハウ及び政策の進歩は、今世紀半ばまでの世界の建築(buildings)部門におけるエネルギー使用を安定させ、または削減する機会を提供する(証拠：頑健、見解一致度：高)。

ライフスタイル、文化及び行動は、建築物におけるエネルギー消費に大きく影響する(証拠：限定的、見解一致度：高)。

建築物に係るほとんどの温室効果ガス削減策は、エネルギーコスト節約に加えて、相当な、かつ、多様なコベネフィットをもたらす(証拠：頑健、見解一致度：高)。

利害の不一致(例：テナントと建築主)のような強い障壁、分断された市場、情報と金融への不十分なアクセスは、費用効果的な機会の市場ベースでの導入を妨げる。障壁は、建築物・設備のライフサイクル全体に対応した政策の実施により克服され得る(証拠：頑健、見解一致度：高)。

第4次評価報告書以来、省エネルギー政策のポートフォリオ構築とその実施は、かなり進展した。建築物や家電に係る基準は、適切に設計され、履行されれば、最も環境に良く、費用効果的な排出削減措置となっている(証拠：頑健、見解一致度：高)。

<出典> IPCC第5次評価報告書 第3作業部会 政策決定者向け要約（環境省仮訳）

### 施策の方向性

経済性の高いCO<sub>2</sub>削減対策技術等の情報提供

先進的な対策技術への投資に対する補助及び運用改善

ライフスタイルの転換促進

### 環境省の取組

排出抑制等指針の策定・公表  
L2-Tech（先導的低炭素技術）の普及促進  
先進対策の効率的実施によるCO<sub>2</sub>排出量  
大幅削減事業

CO<sub>2</sub>削減ポテンシャル診断  
家庭向けエコ診断制度  
住宅・建築物の低炭素化の促進  
国民運動の推進

# 省エネルギー推進に関する環境省の取組

「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づく排出抑制等指針を事業者に向けて策定・公表し、各部門の地球温暖化対策を促進。

平成26年3月に「L<sup>2</sup>Tech・JAPANイニシアティブ」を公表。先導的な低炭素技術（Leading & Low-carbon Technology）を「L<sup>2</sup>Tech」と位置付け、設備・機器の情報をリストにまとめ、それを活用しつつ、先導的な低炭素技術の開発・導入・普及を推進。

オフィスビル等のCO<sub>2</sub>排出量を効率的に削減する先進的な対策技術への投資に対して、補助及び運用改善を促す事業（「先進対策の効率的実施によるCO<sub>2</sub>排出量大幅削減事業」）を実施。

工場やビル等における既存設備の導入・運用状況等を無料で計測・診断し、経済性の高いCO<sub>2</sub>削減対策技術等の情報を提供する「CO<sub>2</sub>削減ポテンシャル診断」を全国的に実施。

省CO<sub>2</sub>・省エネに関するアドバイスを行う「家庭向けエコ診断制度」