

日本における2050年の温室効果ガス排出量を 80%削減する経路の検討

—DDPPにおける日本の分析結果から—

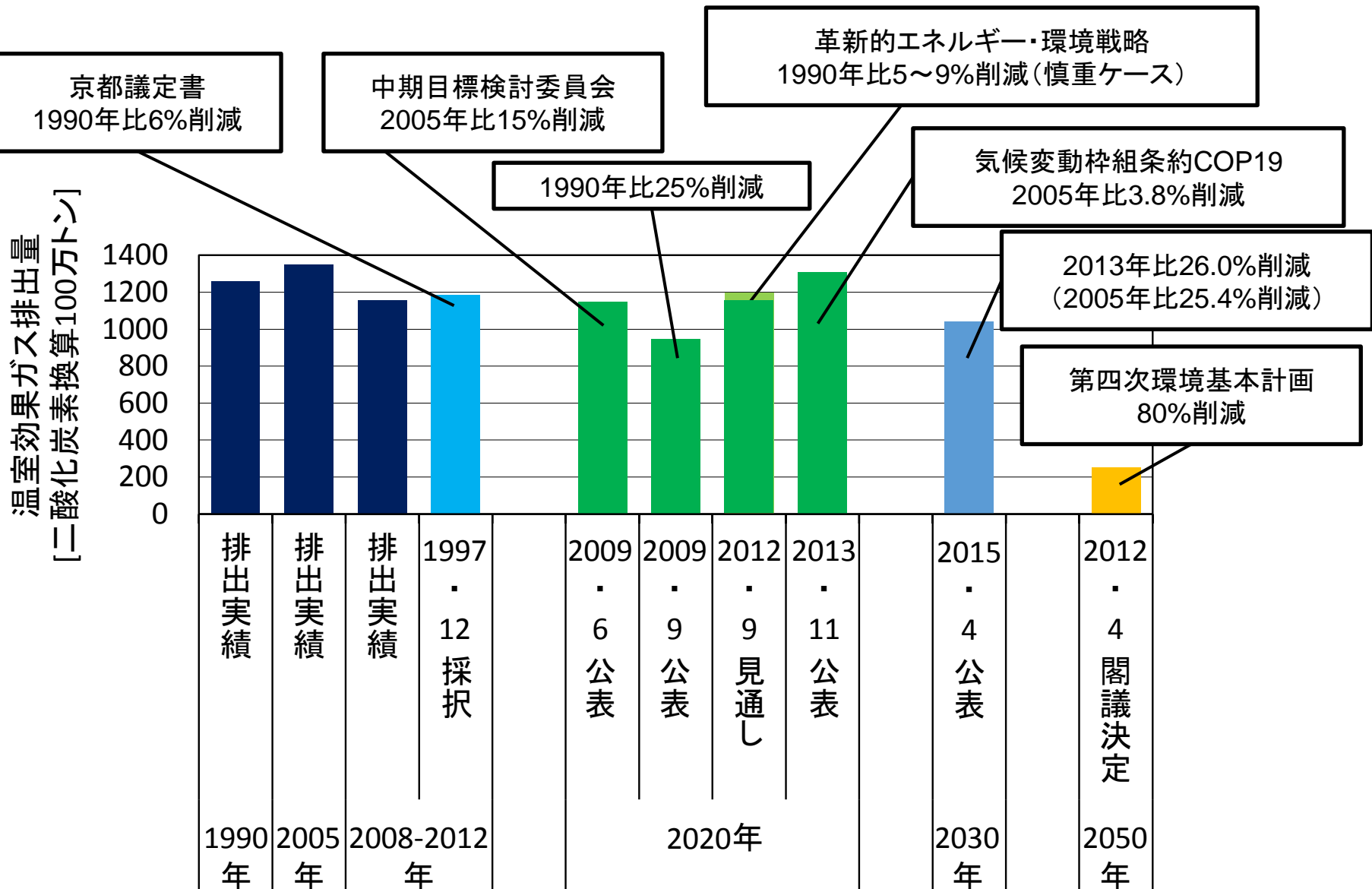
増井利彦

国立環境研究所

キャノングローバル戦略研究所 地球温暖化国内シンポジウム
日本の地球温暖化抑制の2050年ビジョンとその実現
新丸ビルコンファレンススクエア901会議室

2015年7月23日

低炭素社会の実現に向けて日本はどうか？



2050年のGHG大幅削減に向けての国際的な動き

- 【2007年】安倍首相(当時)による「美しい星へのいざない」の演説で、**世界全体のGHG排出量を現状から2050年までに半減**することを提唱。
<http://www.kantei.go.jp/jp/abespeech/2007/05/24speech.html>
- 【2007年】G8ハイリゲンドラムサミットにおいて、**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**することなどを真剣に検討する。
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/heiligendamm07/g8_s_gai.html
- 【2008年】G8洞爺湖サミットにおいて、「我々は、**2050年までに世界全体の排出量の少なくとも50%の削減**を達成する目標というビジョンを、UNFCCCのすべての締約国と共有し、かつ、この目標をUNFCCCの下での交渉において、これら諸国と共に検討し、採択することを求める」という議長総括を発表。
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/toyako08/doc/doc080709_09_ka.html
- 【2009年】G8ラクイラサミットにおいて、**世界全体の温室効果ガス排出量を2050年までに少なくとも50%削減**するとの目標を再確認するとともに、**先進国全体として、50年までに80%又はそれ以上削減**するとの目標を支持。
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/italy09/sum_gai.html
- 【2010年】COP16(カンクン)で「カンクン合意」を採択し、**工業化以前に比べ気温上昇を2°C以内に収める観点からの大幅な削減の必要性を認識**。

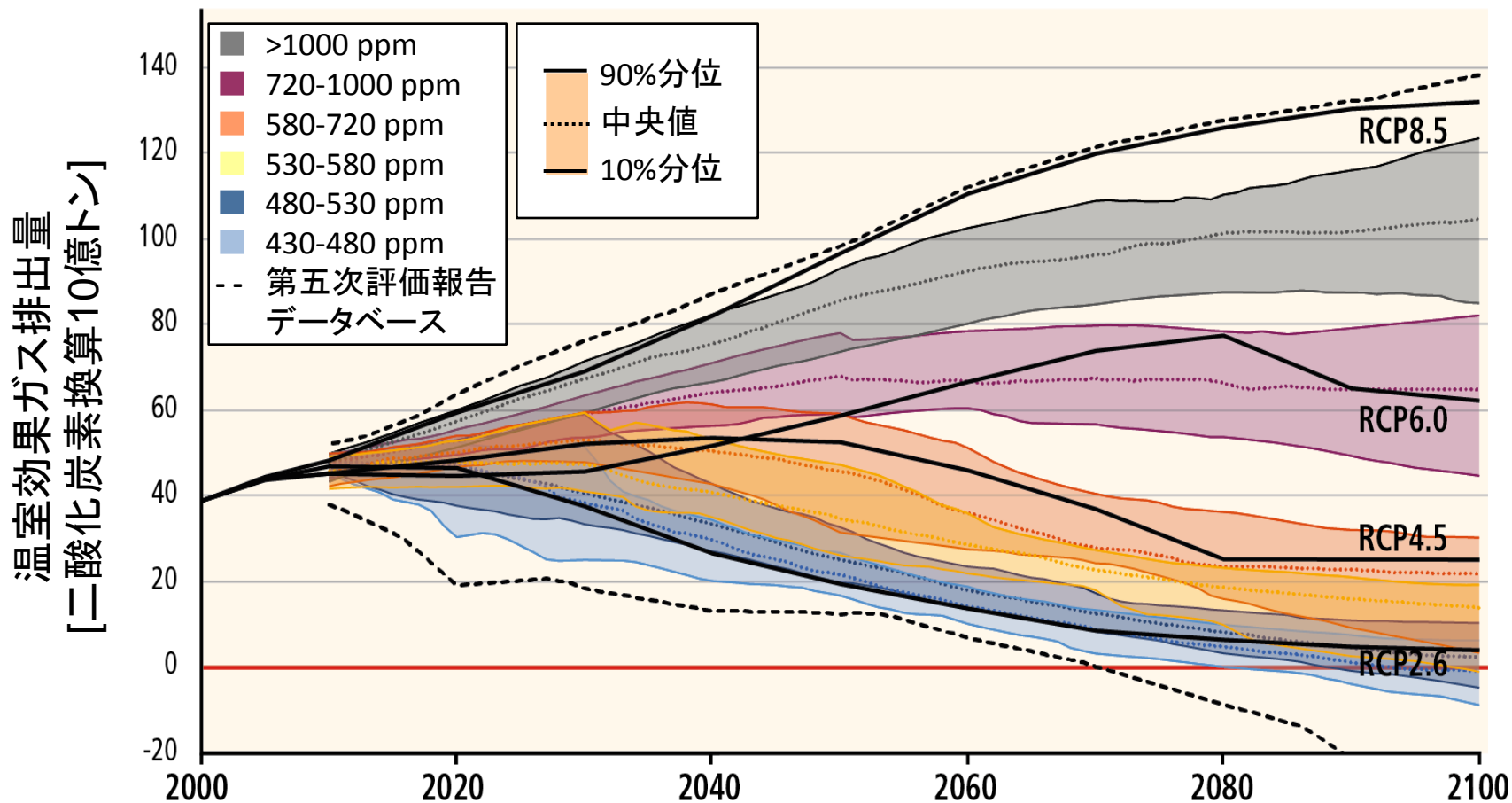
2050年のGHG大幅削減に向けての国内の言及

- **第四次環境基本計画**において、「産業革命以前と比べ世界平均気温の上昇を2°C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。」と記載。
- 改正温対法の附帯決議(2013年5月16日参議院環境委員会)において「国連気候変動枠組条約第16回締約国会議の決定を踏まえ、産業革命以前と比べた世界の平均気温の上昇幅を2度未満に抑えるには世界における温室効果ガス排出の大幅な削減が必要であることを認識し、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全ての国と共有するよう努めるとともに、**2050年までに80パーセントの温室効果ガスの排出削減**を目指すという長期的な目標を前提とした地球温暖化対策計画を策定し、長期的展望に立って積極的に地球温暖化対策を実施すること」と記載。

2050年のGHG大幅削減に向けての日・欧での言及

- **日英共同宣言**(2014年5月1日):我々は、世界の気温の上昇を摂氏2度以下に抑えるという観点から、世界の温室効果ガス排出量の大幅な削減が求められていることを理解する。この目的のため、**日英両国は、世界全体での排出を2050年までに50%削減するという目標の一部として、他の先進諸国と共に合計80%あるいはそれ以上排出を削減するという長期的な目標を再確認する。**
- **日仏共同プレスリリース**(2014年5月5日):両国は、フランス共和国が2015年に開催する国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)において、主要排出国を含む全ての国に適用される国際的な合意が採択されるよう、積極的に協力していくことを再確認する。また、両国は、科学に沿った形で、**産業化以前の水準と比べて、世界全体の気温上昇を摂氏2度より下に効果的にとどめるための両国の役割を果たすとの視点に立って、気候変動に対処する取組を継続する。**
- **OECD閣僚理事会**(2014年5月6日):**産業化以前の水準と比べて世界全体の気温の上昇を摂氏2度より下にとどめるために自らの役割を果たし、同時に、経済・金融危機からの回復を支援することを目的として、野心的で費用対効果の高い政策を追求できるようにするため、我々のこれまでの取組を強化するとともに、OECDのグリーン成長戦略を含むOECDの研究及び事実に基づく分析を活用する。**
- **第22回日EU定期首脳協議共同プレス声明**(2014年5月7日):我々は、気候変動がもたらす問題の深刻さについて同意する。我々は、日EUが主導的な役割を果たす国々の中にあり、**世界の平均気温の上昇を産業革命以前のレベルから摂氏二度以内におさえる軌道に世界を乗せるために世界の温室効果ガスの排出を削減する観点から、全ての締約国による緊急、大幅かつ持続的な温室効果ガスの削減が求められていることを認識する。**

IPCC第五次評価報告書に示された将来のGHG排出経路



430-480ppm(2100年、CO₂換算)が、2°C目標を達成する可能性が高い(66%以上)に相当する。

2050年の温室効果ガス排出量を2010年比41-72%削減、2100年には同78-118%削減することが必要と示唆。

2015年G7エルマウ・サミット首脳宣言(仮訳、抜粋)

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第五次評価報告書において示されたように、気候変動に対処するために、緊急かつ具体的な行動が必要である。我々は、今年12月にパリで行われる気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)において、野心的、強固、包括的かつ変化する国の状況を反映し、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の下で全ての締約国に適用される議定書、他の法的文書または法的拘束力を有する合意成果を採択するという、我々の強い決意を確認する。

この合意は、時間の経過に伴い野心の向上を促進する目標の達成に向けた進展をたどるために、その中核としての拘束力のあるルールを含め、透明性と説明責任を強化すべきである。これにより、全ての国が、**世界の平均気温の上昇を摂氏2度未満に抑えるという世界全体の目標**に沿って、低炭素かつ強じんな開発の道を進むことが可能となる。

我々は、この目標に留意し、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ことを強調する。それに応じて、我々は世界全体での対応によってのみこの課題に対処できることを認識しつつ、**世界全体の温室効果ガス排出削減目標に向けた共通のビジョンとして、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することをUNFCCCの全締約国と共有することを支持する**。我々は、2050年までにエネルギー部門の変革を図ることにより、革新的な技術の開発と導入を含め、長期的にグローバルな低炭素経済を実現するために自らの役割を果たすことにコミットするとともに、全ての国に対して我々のこの試みに参加することを招請する。このため、我々はまた、長期的な各国の低炭素戦略を策定することにコミットする。

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000084024.pdf>

DDPP (Deep Decarbonization Pathways Project)を通じた 長期の排出経路の検討

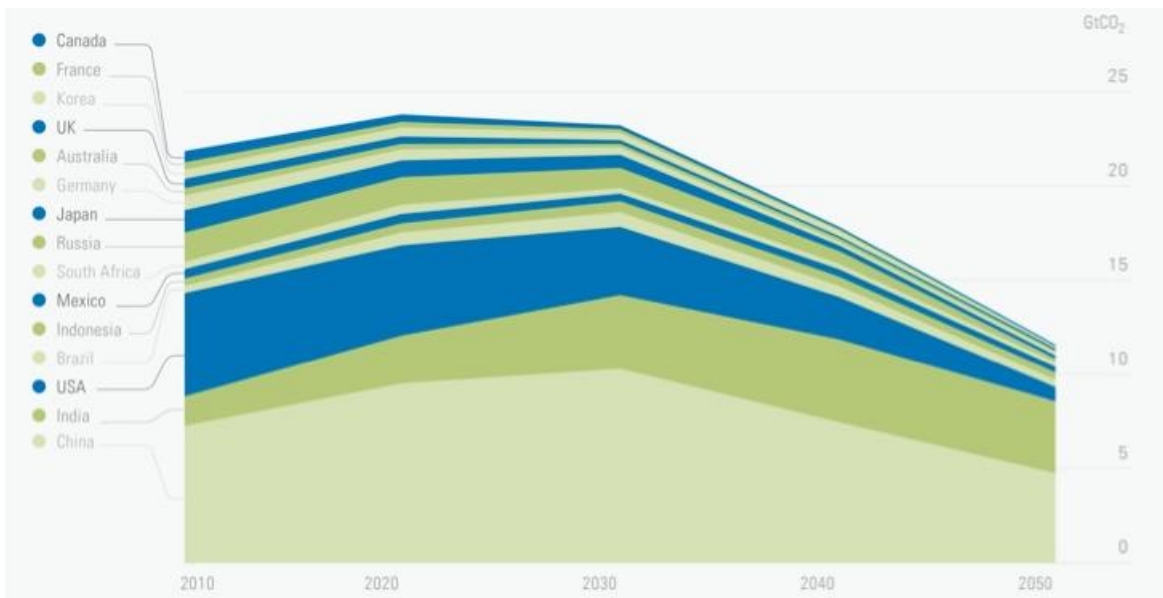
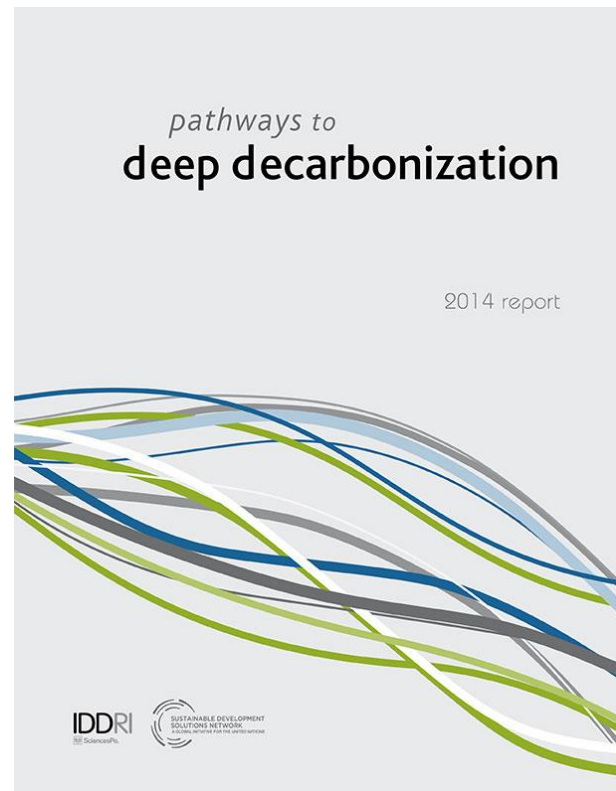
DDPPとは？

- 全球平均気温の上昇を産業革命前から2°C未満に抑えるという目標を達成するために、世界各国が取り組むべき方策を提示することを目的として、2013年にSDSN (Sustainable Development Solutions Net Network; 持続可能な開発ソリューション・ネットワーク)と、IDDRI (Institute for Sustainable Development and International Relations; 持続可能開発・国際関係研究所)が中心となって開始された国際研究プロジェクト。日本を含む15カ国、IEA (International Energy Agency; 国際エネルギー機関)などの国際機関が参加。
- 2014年9月に国連本部で開催された国連気候変動サミットにおいて、SDSNのディレクターでもあるコロンビア大学のジェフリー・サックス教授から、技術的に可能な温室効果ガス排出量が各国別に推計された結果(中間報告)が報告された。
- <http://unsdsn.org/what-we-do/deep-decarbonization-pathways/>

DDPPに参加する15カ国

オーストラリア	ドイツ	ロシア
ブラジル	インド	南アフリカ
カナダ	インドネシア	韓国
中国	日本	英国
フランス	メキシコ	米国

※ 日本からは、国立環境研究所とみずほ情報総研が参加



- 各国に共通する施策：
- ① エネルギー効率改善
 - ② 低炭素電力の普及
 - ③ 需要部門における燃料転換

日本におけるDDPの検討

- 第四次環境基本計画で明記されている2050年80%削減を目標として設定。
- 技術選択モデル(AIM/Enduse[Japan])を用いて分析。

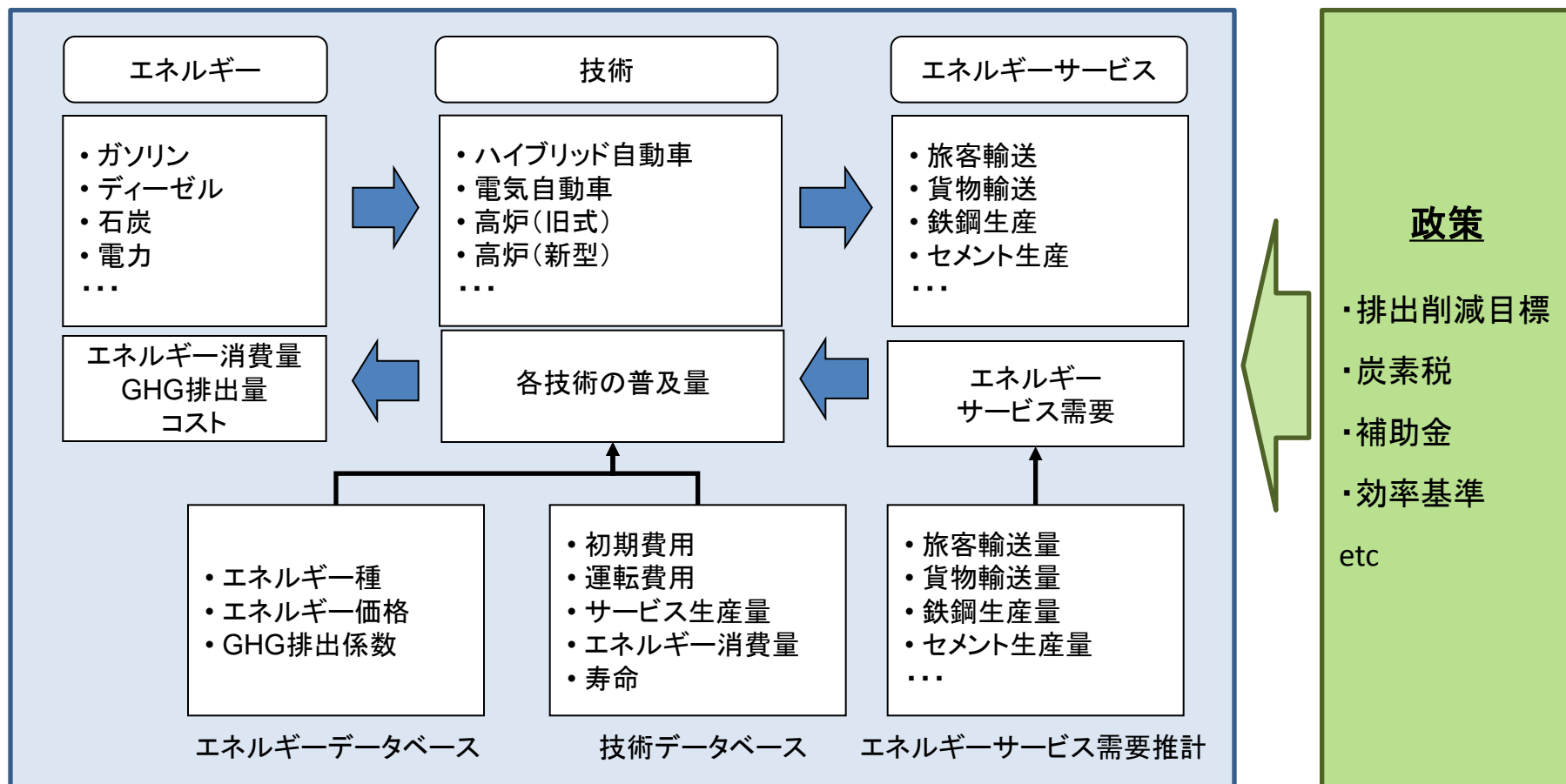
- 逐次動学による将来推計。
- 日本を10地域に分割したモデルを用いて分析。
- モデルの詳細は、以下を参照。

大城賢, 増井利彦 (2014) わが国を対象とした多地域エネルギー技術選択モデルによる2050年までの温室効果ガス削減シナリオ分析, エネルギー・資源学会論文誌, Vol. 35, No. 4, pp. 31-39

モデルの10地域	47都道府県
北海道	北海道
東北	青森, 岩手, 宮城, 秋田, 山形, 福島, 新潟
関東	茨城, 栃木, 群馬, 埼玉, 千葉, 東京, 神奈川, 山梨
中部	長野, 静岡, 愛知, 岐阜, 三重
北陸	富山, 石川, 福井
関西	滋賀, 京都, 大阪, 兵庫, 奈良, 和歌山
中国	鳥取, 島根, 岡山, 広島, 山口
九州	福岡, 佐賀, 長崎, 熊本, 大分, 宮崎, 鹿児島
沖縄	沖縄

技術選択モデル(AIM/Enduseモデル)の概要

- 将来のエネルギーサービス需要量(鉄鋼生産量、輸送量、冷暖房需要量等)を所与として、それらを満たすために使用される技術の組み合わせを、システム費用(固定費用+運転費用)最小化の枠組みで推計。



試算にあたっての前提(1)

マクロフレーム

	2010年	2050年
GDP(2000年価格兆円)	538	837
総人口(100万人)	128	97
粗鋼生産量(万t)	11,079	8,500
セメント生産量(万t)	5,605	5,000
世帯数(万世帯)	5,336	4,429
業務床面積(百万m ²)	1,834	1,896
旅客輸送量(億人km)	12,640	11,400
貨物輸送量(億tkm)	5,356	6,870

試算にあたっての前提(2)

将来導入可能な技術

産業	高効率古紙パルプ製造技術, 高効率黒液回収ボイラー, セメント廃プラ利用, セメント製造時のCCS, 革新的セメント製造プロセス, フェロコークス, 高炉CCS, 高炉廃プラ利用, 直流式電炉, 次世代コークス炉, 内部熱交換型蒸留, ナフサ接触分解, 高効率自家発電, 高性能工業炉, 産業用HP, 高性能ボイラー, 高効率モータ, 産業用コジェネ, 農機具の省エネ, 漁船の省エネ, ハイブリッド建機
家庭/業務	高効率エアコン, 潜熱回収型給湯器, 電気HP給湯器, 家庭用燃料電池, 高効率照明, 高効率家電・動力, 省エネ住宅・建築物, HEMS, BEMS
運輸	高効率ガソリン車, 高効率ディーゼル車, ハイブリッド自動車, プラグインハイブリッド自動車, 電気自動車, バイオ燃料, エコドライブ, 鉄道・船舶・航空の省エネ化
発電	石炭ガス化複合発電(+CCS), 石炭ガス化燃料電池複合発電(+CCS), 高効率LNG複合発電(+CCS), LNG燃料電池複合発電(+CCS), 太陽光発電(住宅用・メガソーラー), 風力発電(陸上・洋上), 地熱発電, バイオマス発電, 水力発電, 揚水発電, 地域間連系線増強
その他	有機性廃棄物の直接埋立禁止, 施肥量削減, HFCs冷媒の廃棄時回収, 半導体製造ラインのFガス除去装置, マグネシウム溶解時のSF6フリー化

試算にあたっての前提(3)

その他の前提

- 原子力

- IEA WEOの新政策シナリオに準拠し、1990年までに運転開始した発電所は寿命40年、それ以外は50年。新設3GWを想定。
- 設備利用率は70%と想定。2050年の発電電力量は500億kWh。

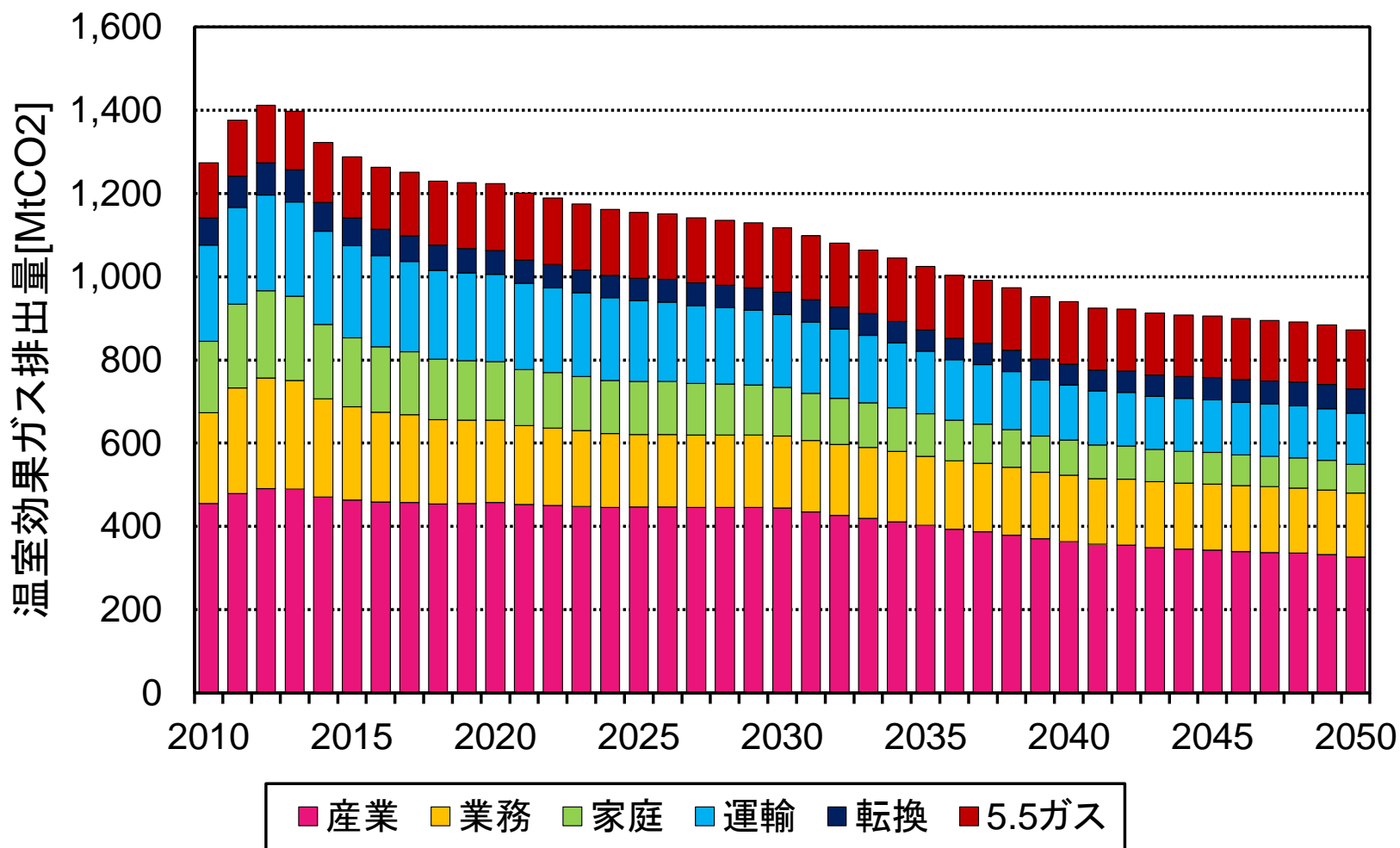
- CO₂貯留量

- 中環審※の想定に基づき、CCS関連技術は2025年より利用可能と想定し、2050年の年間貯留量を200Mt-CO₂に設定。

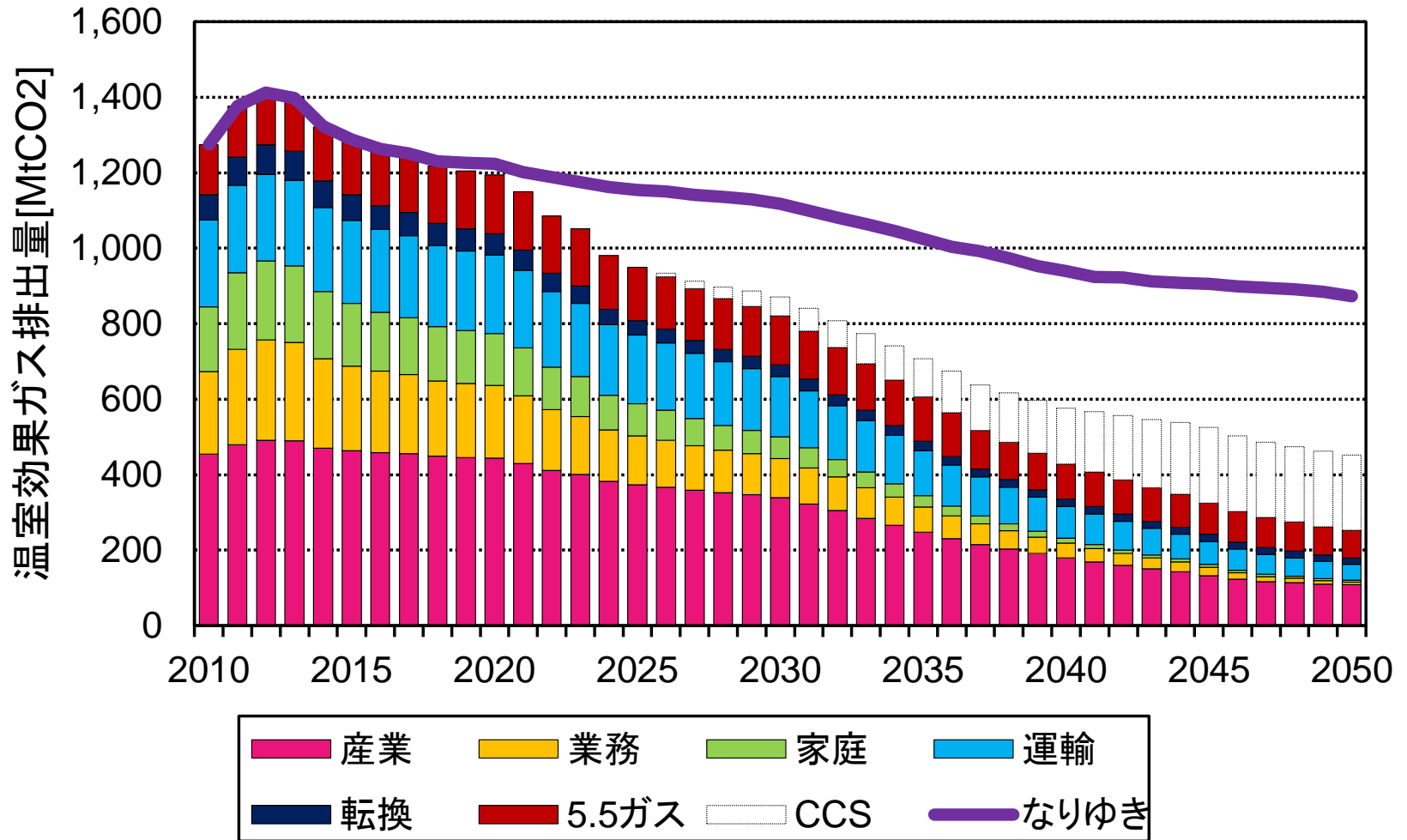
想定した将来シナリオ

- なりゆきケース: 温暖化対策を行わないケース。
- 代表的ケース: 様々な施策、対策を導入するケース。
- 原子力0ケース: 原子力の再稼働を行わないケース。
- CCS半分ケース: CCSによるCO₂固定量を代表的ケースの半分と仮定したケース。

なりゆきケースの結果：温室効果ガス排出量

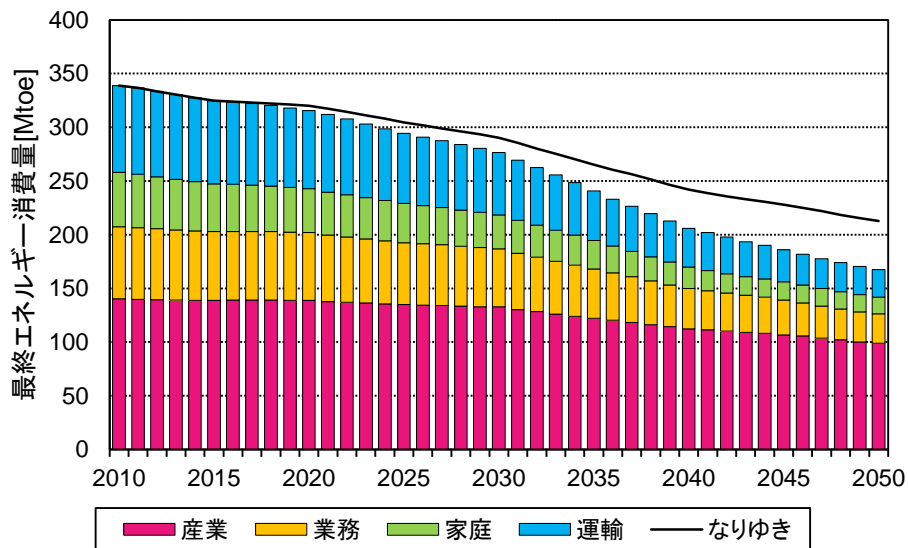


代表的ケースの結果：温室効果ガス排出量

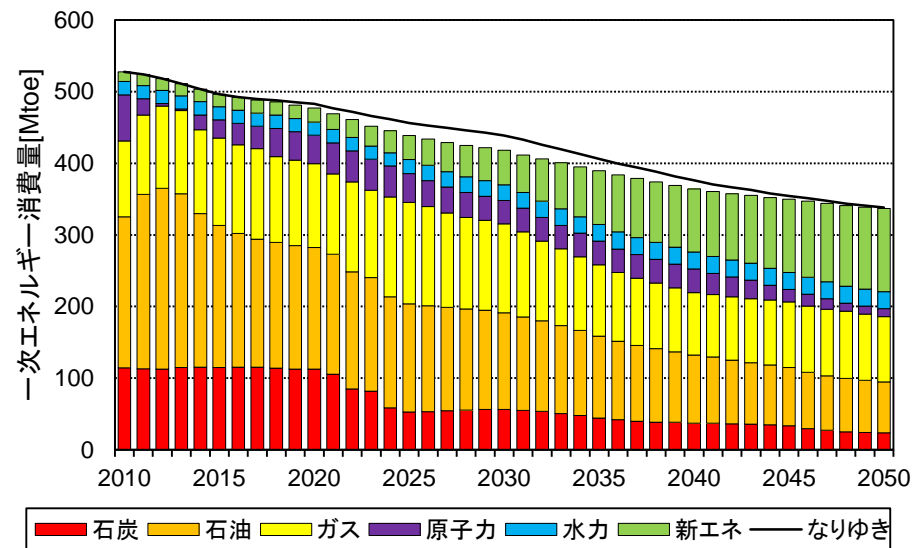


代表的ケースの結果：エネルギー

最終エネルギー消費量



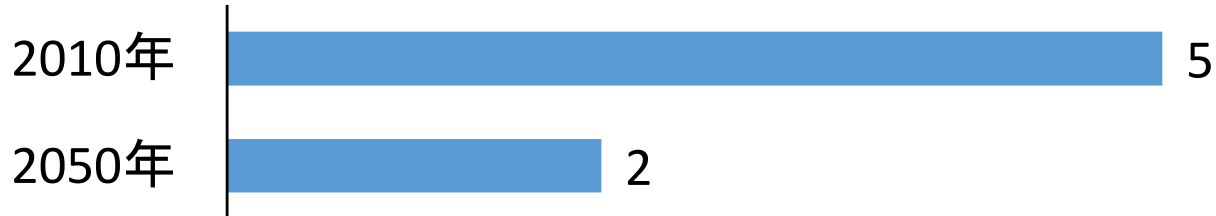
一次エネルギー消費量



代表的ケースにおけるCO2削減の主要因

エネルギー効率

(GDPに対するエネルギー強度; MJ/\$)

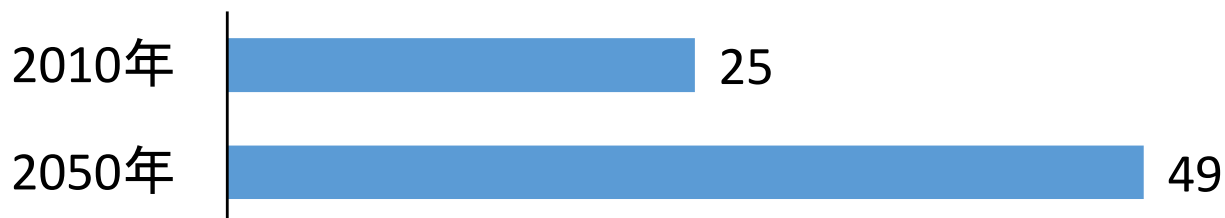


電力の脱炭素化

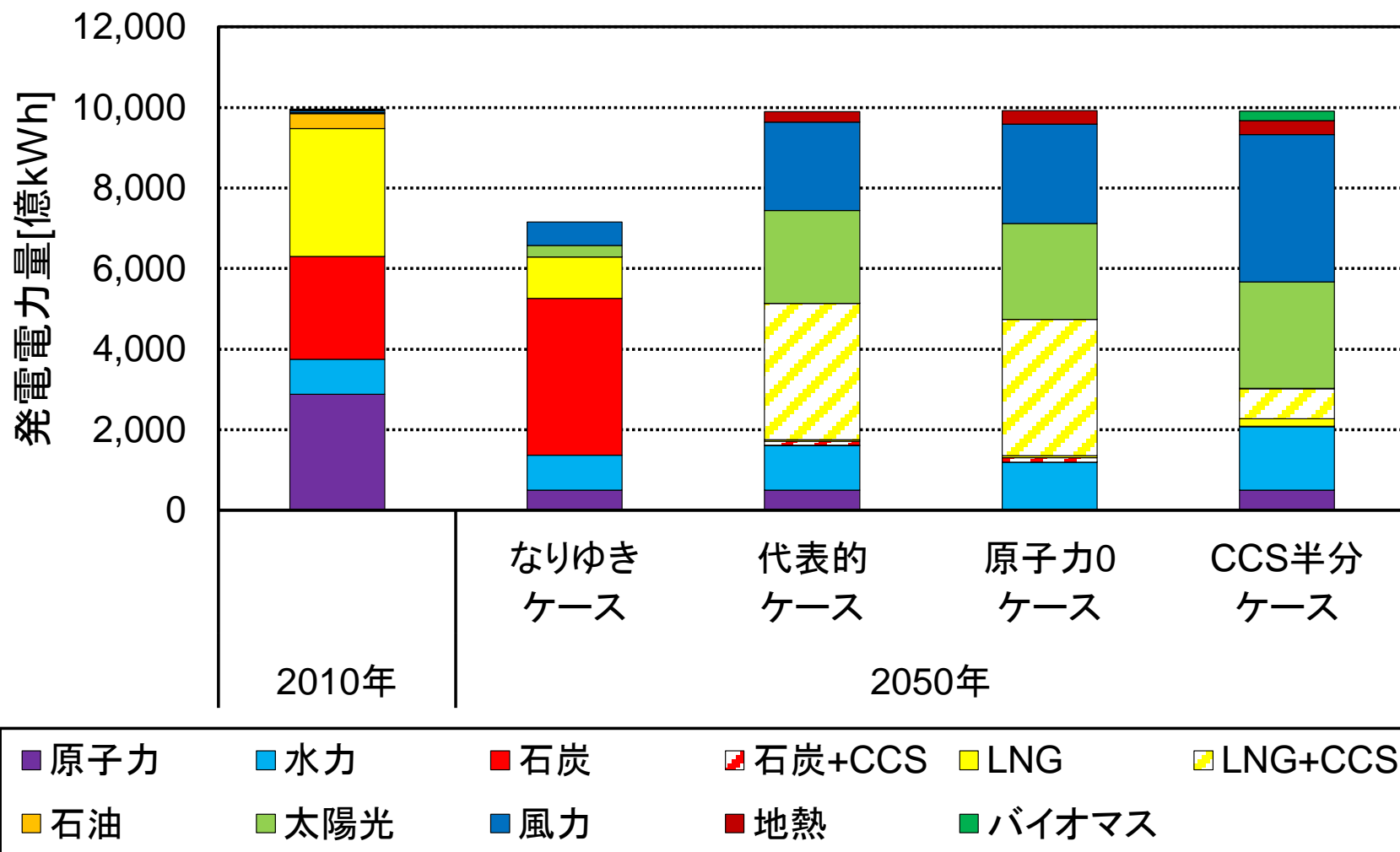
(電力の排出係数; gCO2/kWh)



最終用途における電力比率 (%)



各ケースの2050年の電源構成の姿



2050年の炭素価格 (\$/tCO₂)

530

550

695

80%削減の実現に向けて(1)

- 今回の試算結果から、2050年の温室効果ガス80%削減は容易ではないが、技術的に実現可能。
- 以下のような取り組みは、今回の分析では対象外となっており、これらもあわせて導入することで、温室効果ガス排出削減の取り組みが容易となる。
 - エネルギーサービス需要そのものを減少するようなライフスタイルへの転換や物質需要の削減。
 - エネルギー消費量を抑制するように計画された都市への再開発。
 - 排熱など未利用エネルギーの利用が可能となるような産業配置。
- 2014年10月に日本で行ったDDPPの報告会の資料は、以下から入手可能。
http://www-iam.nies.go.jp/aim/event_meeting/2014_ddpp/2014_ddpp_j.html

80%削減の実現に向けて(2)

- 国民的な議論が必要。
日本では、2011年3月11日の東日本大震災以降、温暖化の議論が注目されることはあまりない。この現状をどう克服するか？
- 長期的にぶれることのない目標(ビジョン)を議論することができるか？
 - INDC(2030年を対象とした約束草案)はその第一歩。
目標として決まった以上、着実に実現できるように準備することが必要。より長期を見据えて、様々な対策を導入しやすい社会に転換するために必要なことは何か？
 - ビジョンの実現に向けて、何が障壁なのかを明確にして、それを乗り越えるための方策を検討することが重要。問題の先送りではなく、時間を有効に使えば、取り組みも拡大できる。
 - 取り組みの共有(国内外、特にアジア)。そのためにもオープンな議論を。