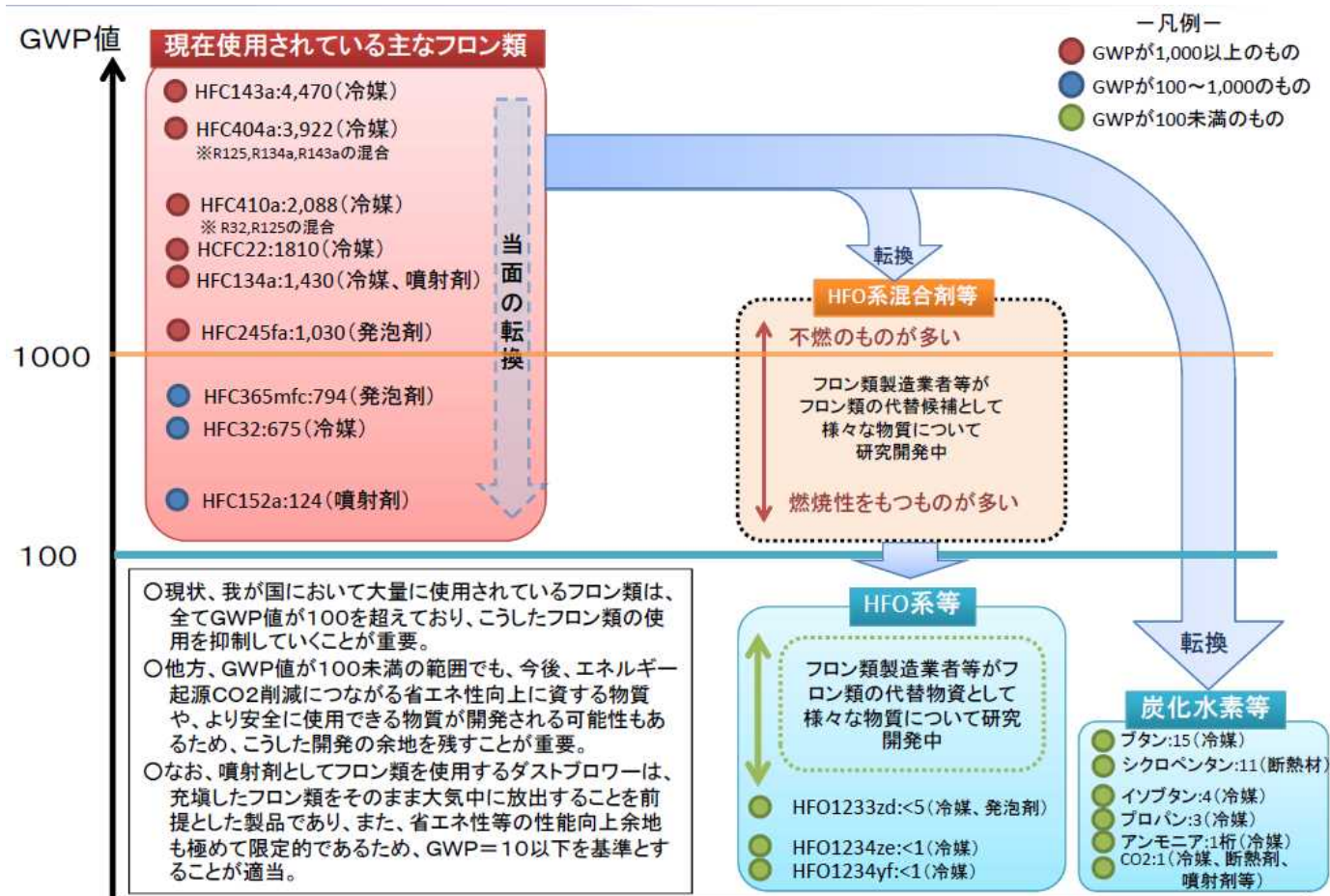


非エネルギー起源の温室効果ガスの削減

- 非エネルギー起源の温室効果ガス排出についても、省エネと環境性能の両立を図ったノンフロン・低GWP製品の開発・普及や廃棄物管理の低炭素化、農林水産業における低炭素化を通じて、排出量が大幅に減少している。

【フロン類使用製品が最終的に目指すべきGWP値】

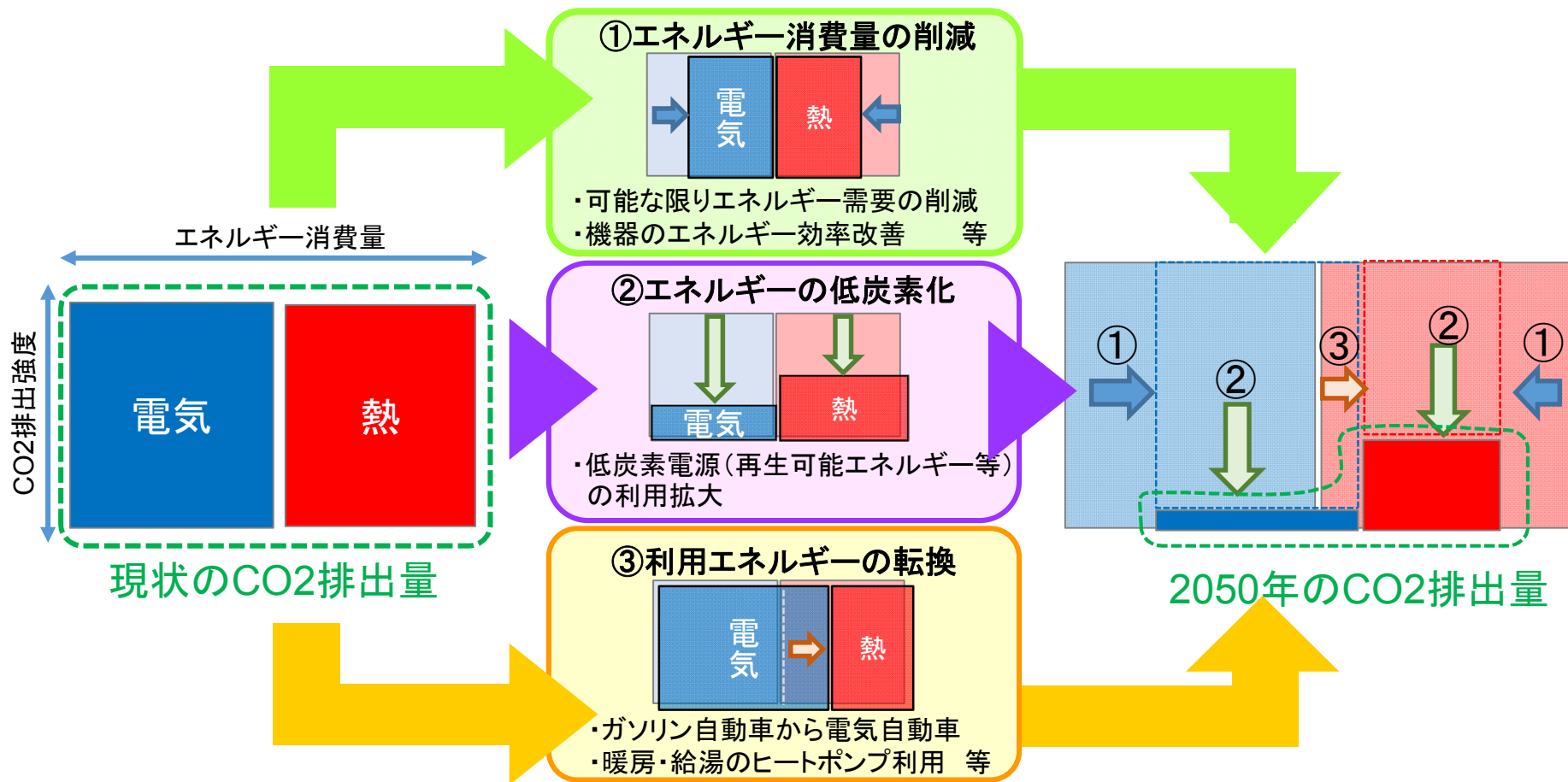


※GWP値は基本的に全てIPCC Fourth Assessment Report (AR4)の値を採用している。ただし、HFO系物質はAR4にGWP値の掲載がないため、IPCC Fifth Assessment Report (AR5)の値を採用している。

エネルギーの低炭素化・利用エネルギーの転換

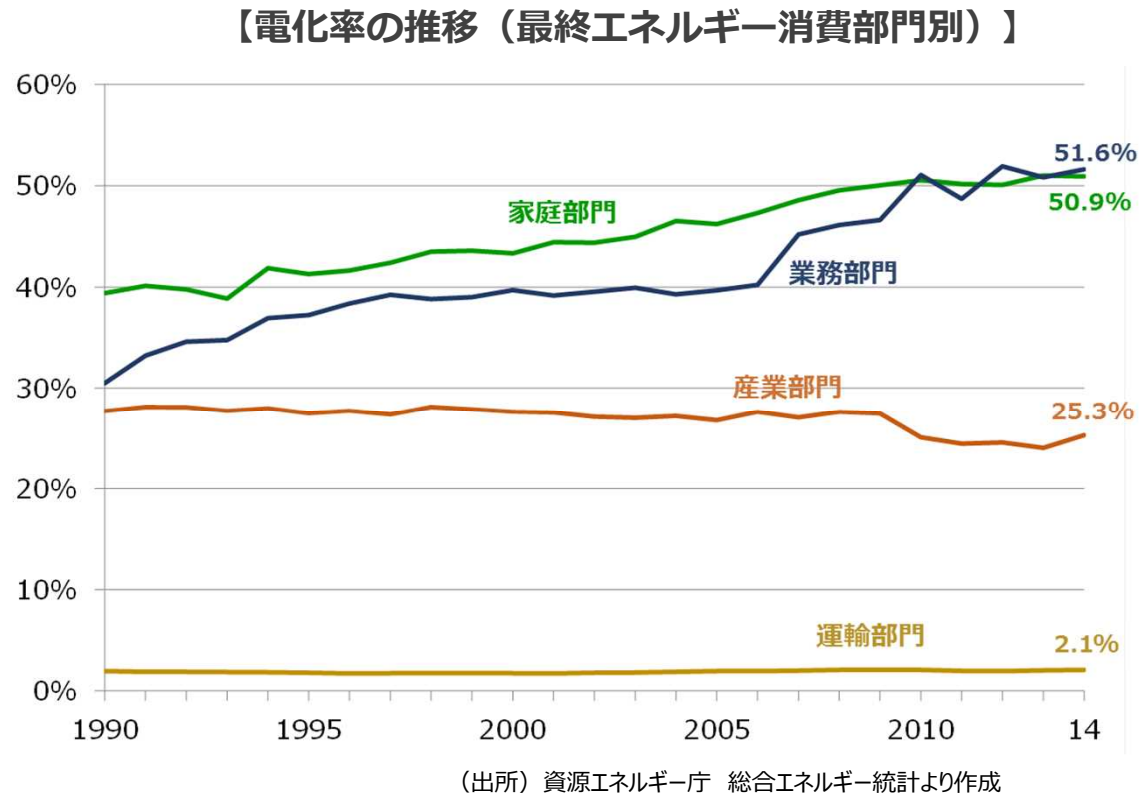
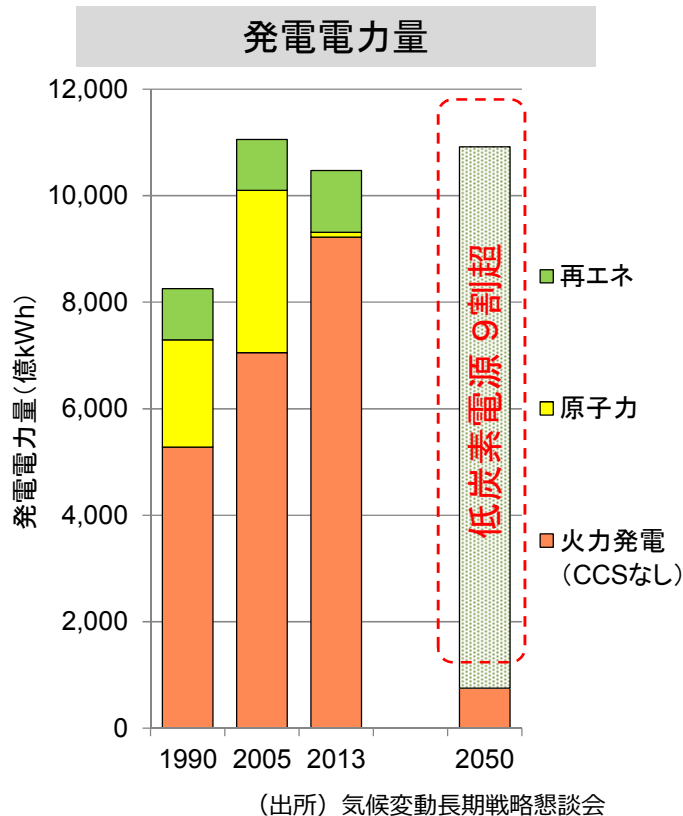
- 2050年80%削減の低炭素社会を実現するためには大幅な社会変革が必要不可欠である。①エネルギー消費量の削減、②使用するエネルギーの低炭素化、③利用エネルギーの転換を総合的に進めていくことが重要である。

【2050年大幅削減の方向性】



2050年80%削減に向けた絵姿

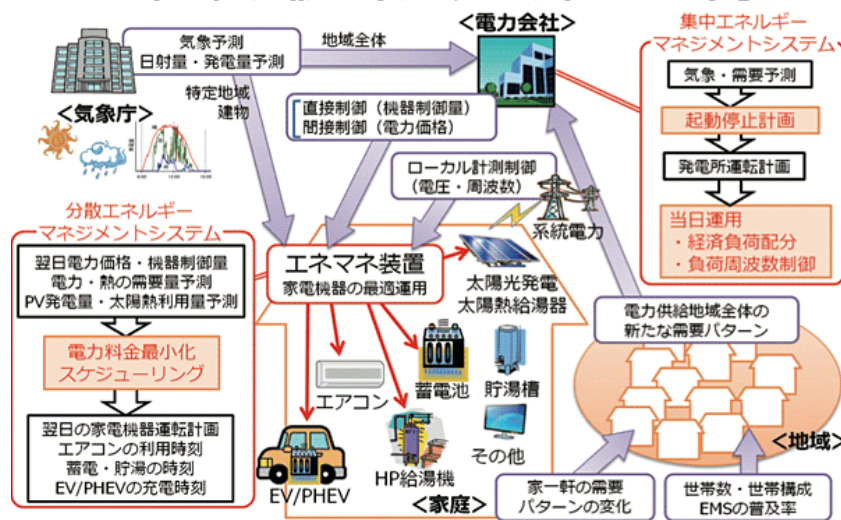
- 電力については、低炭素電源（再生可能エネルギー、CCS付火力発電、原子力発電）が発電電力量の9割以上を占めている。
- あらゆる分野で電化・低炭素燃料への利用転換が進み、最終エネルギー消費の多くは電力によってまかなわれ、化石燃料消費は一部の産業や運輸等に限定されている。特に、現在、その大半が石炭火力発電である産業部門の自家発電についても燃料転換の取組が進められている。



系統安定化

- 自家消費の上で、地域内や地域間の電力網の強化や運用改善、高度な情報システムによる需給の制御、揚水発電などの水力発電所や低炭素化された火力発電所などの大規模調整力の活用により、系統が安定した状態で運用されている。
- 再生可能エネルギーが大量導入された社会における安定的な電力供給のため、需給調整・周波数調整に貢献する様々な技術（蓄電池、水素、蓄熱、デジタルグリッド等）の研究開発が進められ、それが社会に大量に普及している。また、産業活動における電力需要も再生可能エネルギーの発電地に電力を多く消費する事業が集積する等地域の状況に応じた運用がなされ、系統への負荷が最小化されている。

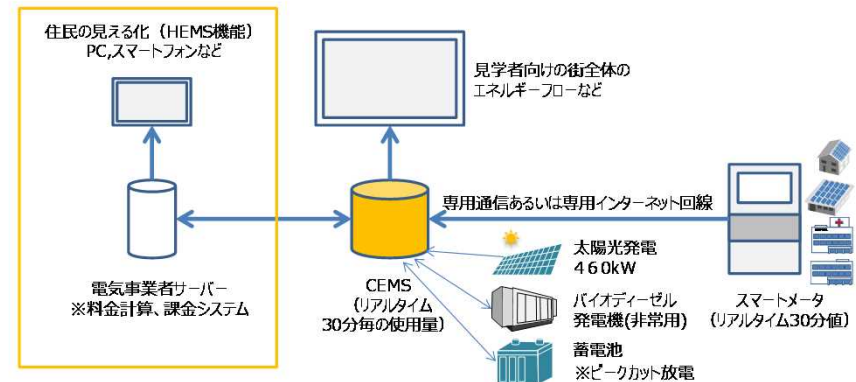
【集中／分散エネルギーマネジメント】



電力会社における集中エネルギー・マネジメントでは、供給地域全体のPV（太陽光）発電量や電力需要量を予測して、最適負荷配分を決定。一方、分散エネルギー・マネジメントは、電力会社から送られてくる翌日の電力価格などの情報や、電力・給湯の需要量予測、その地点における翌日のPV発電量予測などを基に、住・働環境の快適性を損なわない範囲で、経済的な機器の運転計画を行う。

(出所) 東京大学エネルギー工学連携研究センター荻本研究室

【CEMS(Community Energy Management System)】



●CEMS(Community Energy Management System)の機能

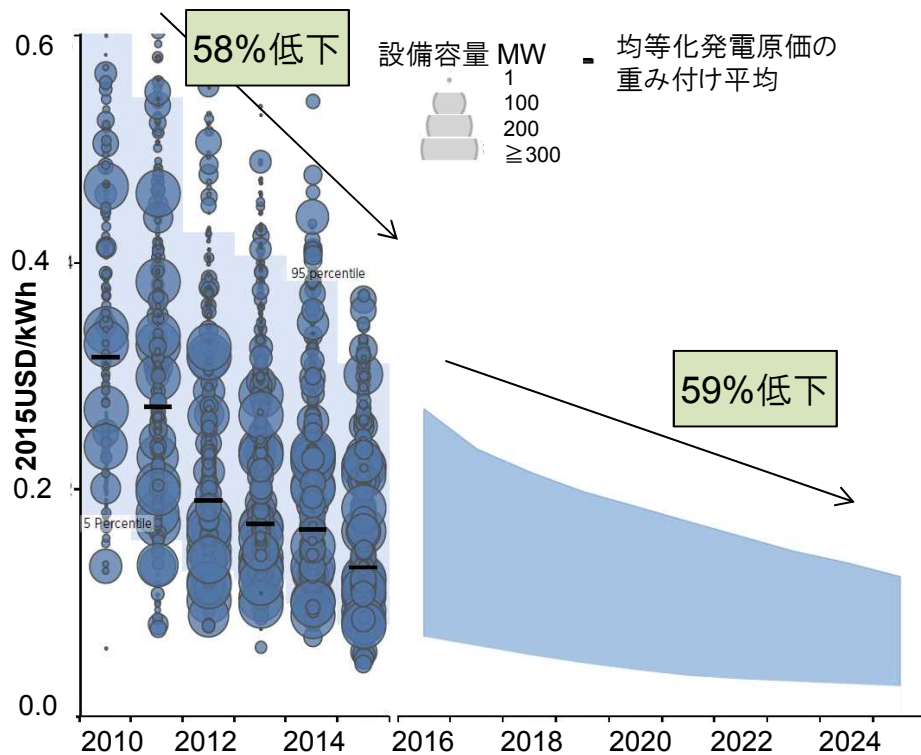
- 【平常時】スマートメータにより電力量を計測し、①エリア全体・個別の電力見える化、②個別機器の発電量・需要量の測定と電気事業者へのデータ送付、③蓄電池の充放電によるピークカット、④請求書等の発行を実施する。
- 【非常時】公共系統が停電した際、エリア内でバイオディーゼルの起動し、蓄電池、太陽光発電と共に電力の需給バランスを制御する。

(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第5回) 東松島市 復興政策課長 高橋氏 御提供資料

再生可能エネルギーの最大限の活用

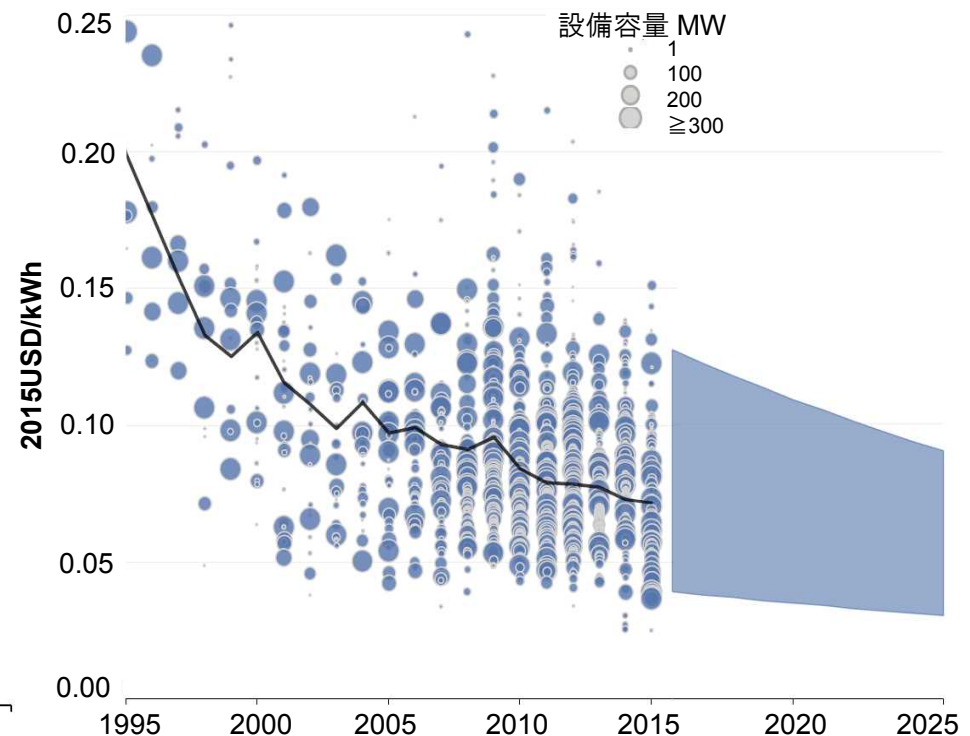
- 再生可能エネルギーについては、環境負荷を低減しつつ、高効率で需要家近接型の太陽光発電やポテンシャルの大きい風力、安定的な中小水力、地熱、バイオマス等が最大限導入されるとともに、海洋エネルギー発電等の実証・開発・活用等がなされている。また、地域の状況に応じた再生可能エネルギー発電が行われ、それらが増強された系統によって供給されている。
- 再生可能エネルギーの技術開発や大量導入による設備費低減のほか、災害からの安全も確保するような施工・メンテナンス等に関する工事費用の低減など、ハード・ソフトを含め再生可能エネルギー関連産業が価格競争力を有している。

【大規模太陽光の発電コスト推移と今後の見通し】



(出所) IRENA (The International Renewable Energy Agency, 国際再生可能エネルギー機関) 「Power to Change 2016(電力の変化)」48ページ

【陸上風力の発電コスト推移および今後の見通し】

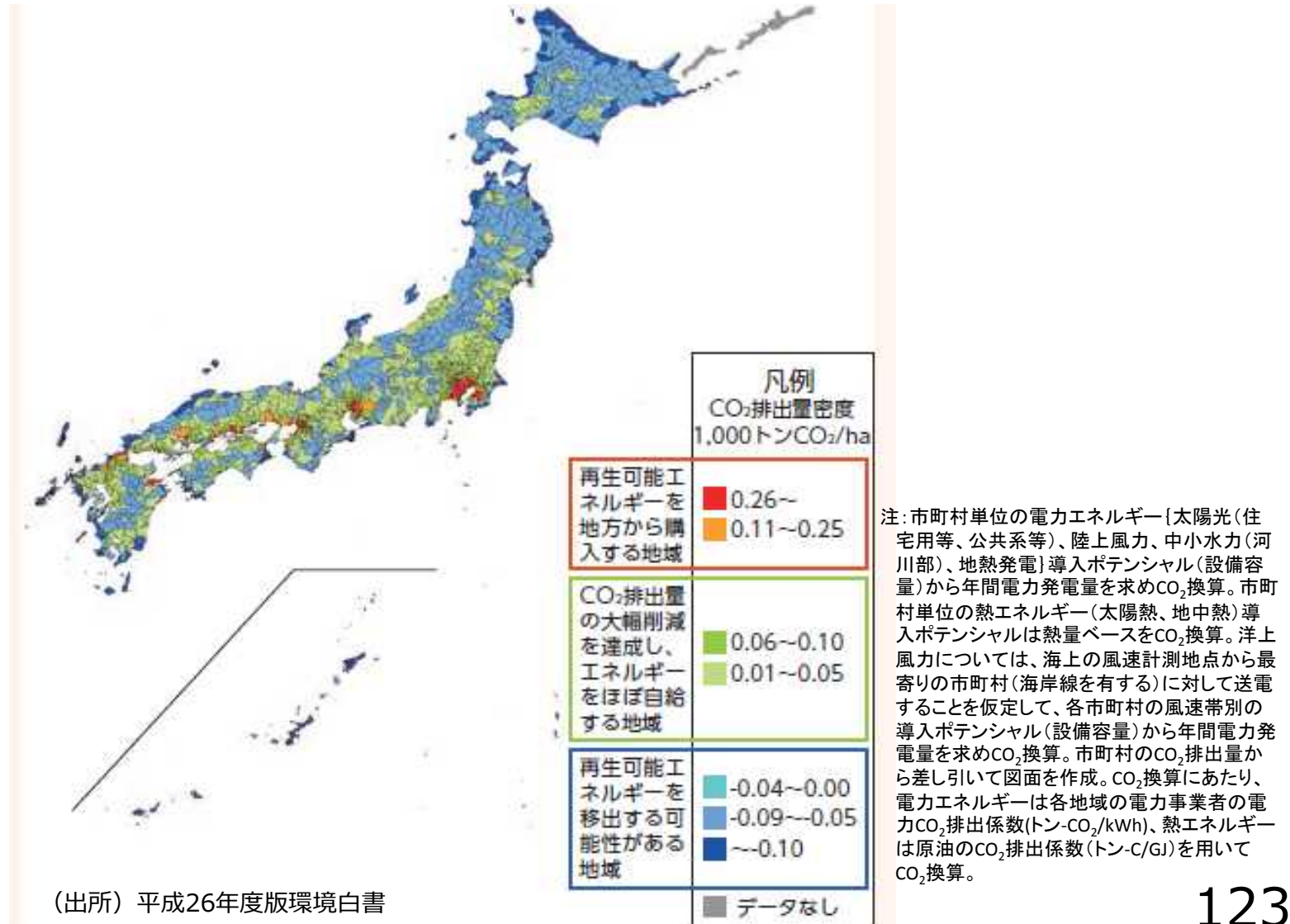


(出所) IRENA (The International Renewable Energy Agency, 国際再生可能エネルギー機関) 「Power to Change 2016(電力の変化)」68ページ

再生可能エネルギー関連産業の普及がもたらす地域経済への影響

- 再生可能エネルギー関連産業が全国に普及し、定着することにより、地方に安定的な雇用が創出され、国内総生産に占める割合も増加し、地域間の所得格差が小さくなっている。

【再生可能エネルギーを導入した場合の面積当たりCO₂排出量】



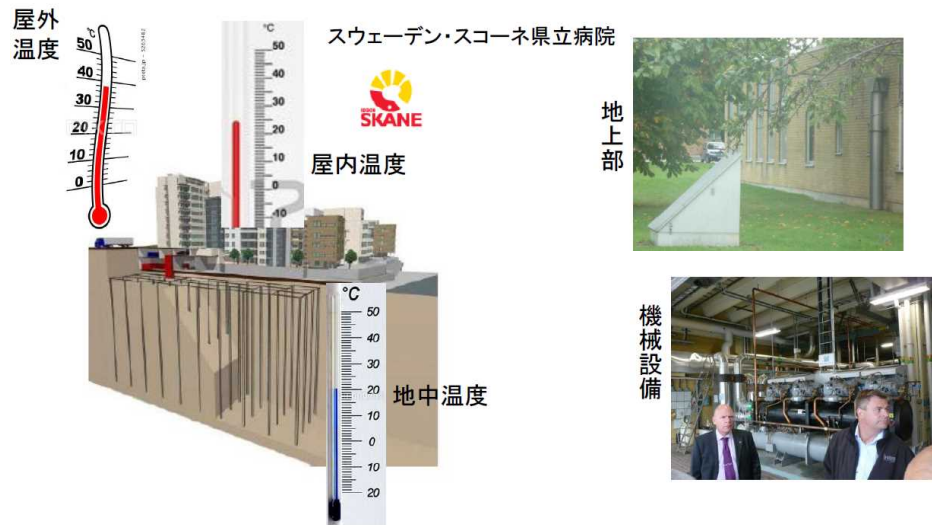
再エネ熱の活用

- 太陽熱やバイオマス、地中熱等の再生可能エネルギー熱が最大限活用される地域や再生可能エネルギーから作られる水素を用いたコージェネレーションや都市部への供給を行う地域など、地域の状況に応じたエネルギーシステムが成立している。

【熱利用 地中熱で大規模病院の冷暖房】

18度前後(年中一定)の地中熱をヒートポンプで室内に供給

夏は高温、冬は低温の外気を取り入れる空気熱タイプより高効率



出典: 現地取材、CleanMedEurope2011発表資料(左下イラスト)にグーグル画像の温度計を筆者追加
写真2点(スウェーデン・スコネ県立病院)は筆者撮影。イラストは同病院提供

【熱利用 木質バイオマス利用の地域冷暖房+発電】

全家庭の9割分(人口8万人の寒冷自治体)を供給 スウェーデン・ベクショー市

Principle district heating and cooling

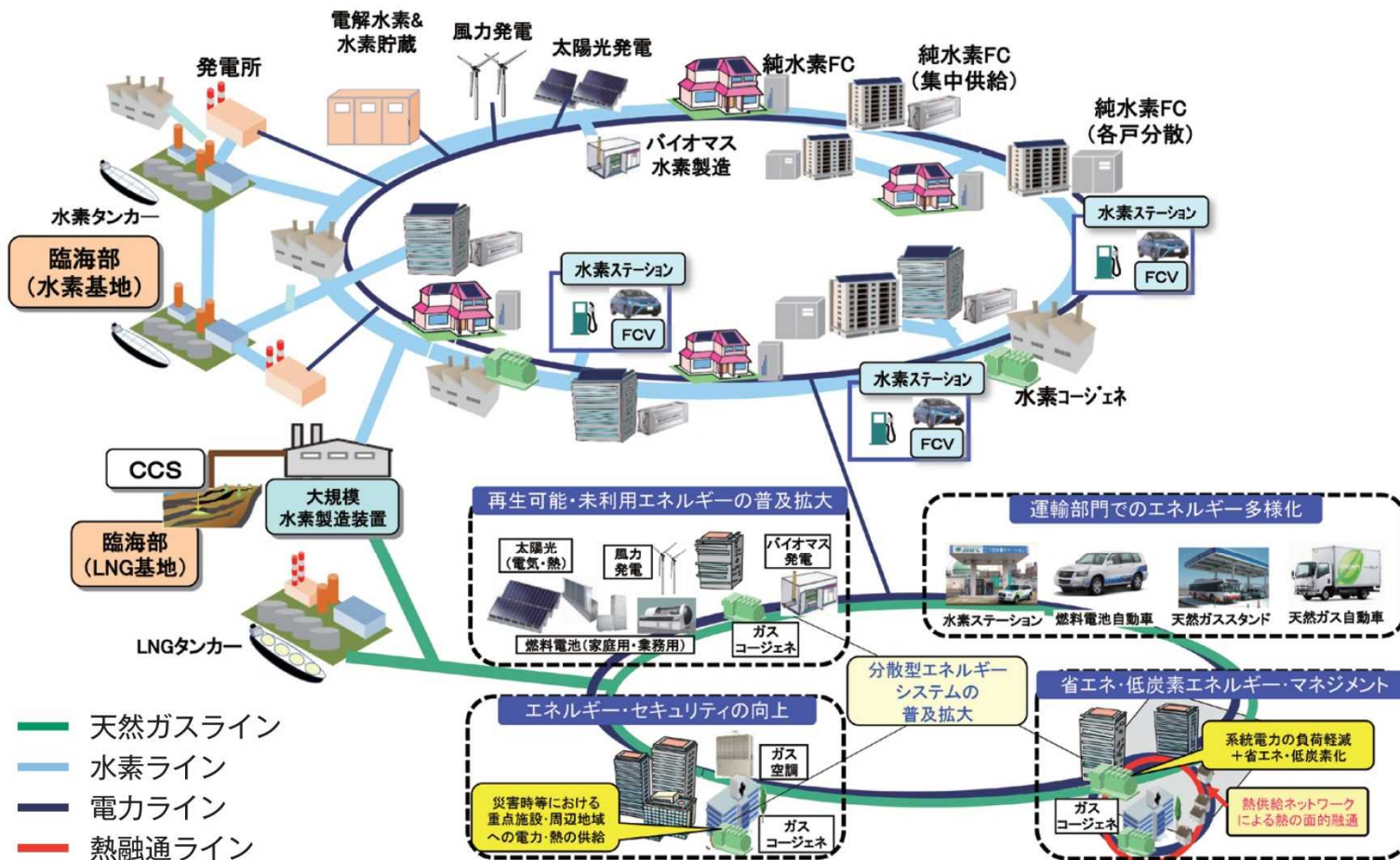


(出所) 両図とも 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第3回)
日本環境ジャーナリストの会 会長 水口氏御提供資料

水素の活用

- 利用時又は水素製造時まで含めてCO2を排出しない水素（CO2フリー水素）が供給されている。

都市ガス業界が貢献できる水素社会

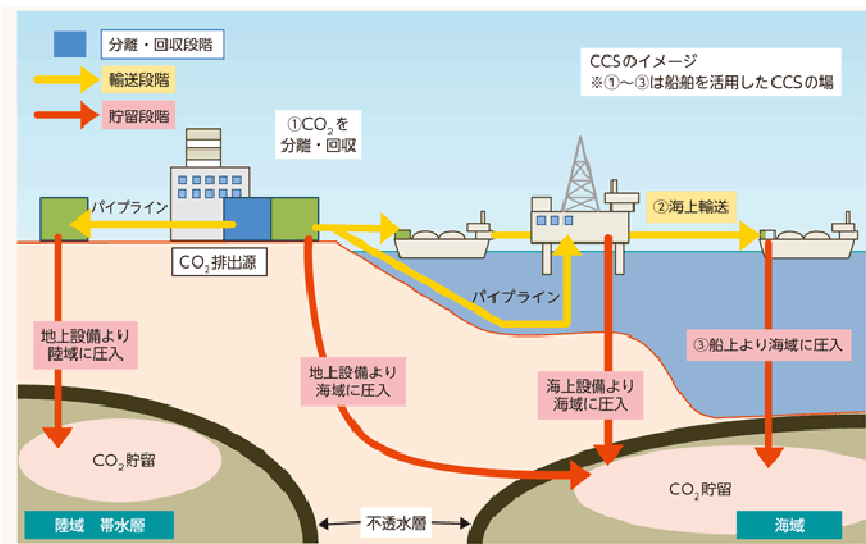


CCSの普及

- 一部産業における化石燃料消費や調整電源としてのほとんどの火力発電においては、CCSや長期的に二酸化炭素を固定させるCCUが実装されている。

CCS : Carbon Capture and Storage (炭素隔離貯留) CCU : Carbon Capture and Utilization (炭素隔離利用)

【CCSにおける分離回収から貯留までの流れ】



(出所) 環境省 平成26年度 図で見る環境・循環型社会・生物多様性白書

【燃烧後CO₂分離回収パイロットプラント（東芝）】



革新的技術の研究開発

- 一層の低炭素で安定したエネルギー供給体制を築くべく、産官学が連携し、長期的視点に立った継続的な研究開発投資によりイノベーションを創出するなど研究開発が効率的、効果的な形で進められている。

【削減ポテンシャル・インパクトが大きい有望な革新的なエネルギー・環境技術】

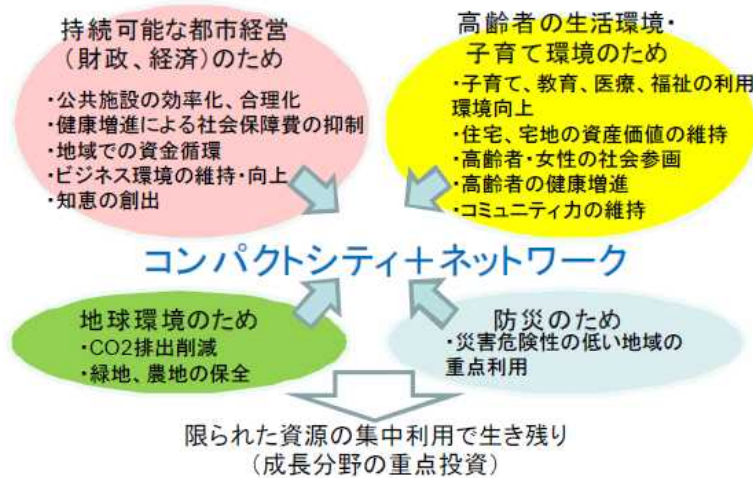
エネルギーシステム 統合技術	○革新技術を個別に開発・導入するだけでなく、ICTによりエネルギーの生産・流通・消費を互いにネットワーク化し、 デマンドレスポンス（DR） を含めてシステム全体を最適化。 AI、ビッグデータ、IoT 等を活用。		
システムを構成する コア技術	○ 次世代パワエレ ：電力損失の大幅削減と、新たなシステムの創造 ○ 革新的センサー ：高耐環境性、超低電力、高寿命でメンテナンスフリー ○ 多目的超電導 ：モーターや送電等への適用で、電力損失を大幅減		
分野別革新技術	省エネルギー 	1 革新的 生産プロセス	○高温高圧プロセスの無い、革新的な素材技術 > 分離膜や触媒を使い、20～50%の省エネ
	蓄エネルギー 	2 超軽量・ 耐熱構造材料	○材料の軽量化・耐熱化によるエネルギー効率向上 > 自動車重量を半減、1800℃以上に安定適用
	創エネルギー 	3 次世代 蓄電池	○リチウム電池の限界を超える革新的蓄電池 > 電気自動車が、1回の充電で700km以上走行
	7 CO₂固定化・ 有効利用	4 水素等製造・ 貯蔵・利用	○水素等の効率的なエネルギーキャリアを開発 > CO ₂ を出さずに水素等製造、水素で発電
	5 次世代 太陽光発電	6 次世代 地熱発電	○新材料・新構造の、全く新しい太陽光発電 > 発電効率2倍、基幹電源並みの価格
	6 次世代 地熱発電	○現在は利用困難な新しい地熱資源を利用 > 地熱発電の導入可能性を数倍以上拡大	○新材料・新構造の、全く新しい太陽光発電 > 発電効率2倍、基幹電源並みの価格
	7 CO₂固定化・ 有効利用	○排ガス等からCO ₂ を分離回収し、化学品や炭化水素燃料の原料へ転換・利用 > 分離回収エネルギー半減、CO ₂ 削減量や効率の格段の向上	

(出所) 内閣府「「エネルギー・環境イノベーション戦略」の概要」(2016)

都市のコンパクト化

- まちの魅力が継続的に向上されるよう、例えばまちのコンパクト化による徒歩や自転車での移動の割合の増加が相まって、健康的で長寿な地域社会が築かれるとともに、「適応」も見据えた地域産業やまちづくりにより、安全・安心な地域社会を享受できている。

【コンパクトシティの構築】



先行自治体における取組 ~富山市~
 ○富山市においては都市マスタープランにおいて「コンパクトなまちづくり」を位置付け、これに基づき、中心市街地活性化や公共交通の活性化の取組を実施

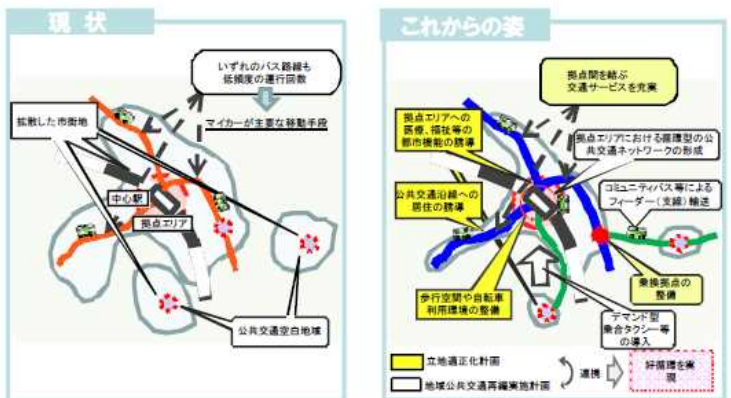
中心市街地地区

公共交通沿線 居住推進地区

居住推進地区内の人口比率を
 28% (H17年) → 42% (H37年) とする目標。
 (これにより地区内の人口密度を維持)

公共交通軸

- LRTの整備と、乗継ぎ環境の向上
 - ・富山ライトレール線の駅にフィーダーバスを接続
- おでかけ定期券事業
 - ・市内各地から中心市街地への公共交通の利用料金を100円とする割引 (市内在住65歳以上)
- 公共交通沿線への居住の推進
 - ・まちなかへの市営住宅の整備
 - ・まちなか居住への支援
 - ※共同:70万円/戸、戸建:30万円/戸 等
 - 公共交通沿線居住推進地区では平成24年より転入超過に転換
- 小学校跡地を活用し、介護予防施設を整備



(出所) 国土審議会 第2回計画部会・配布資料 (2014年10月24日)

都市における集積とイノベーションの創造

- 様々な人や情報等が交錯し、「対流」することによって、新たなイノベーションの創造につながるなど、積極的な生産活動が行われている。

【知の創発拠点の事例（ナレッジキャピタル）】

- 梅田貨物駅を中心とした大阪駅北側において『「知」をベースに、新しい価値創りと社会変革を。』をコンセプトとして再開発
- 主な施設：関西大学、大阪大学、(独)医療基盤研究所等

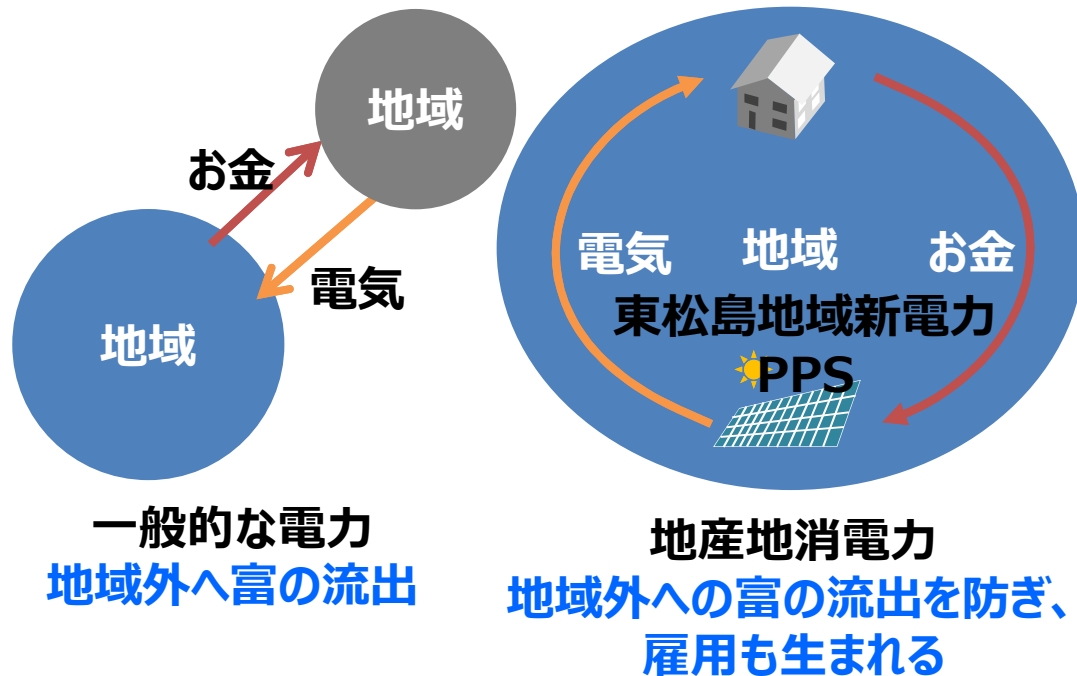


(出典)ナレッジキャピタルHPより作成

脱炭素化社会、地域経済活性化、国土強靱化

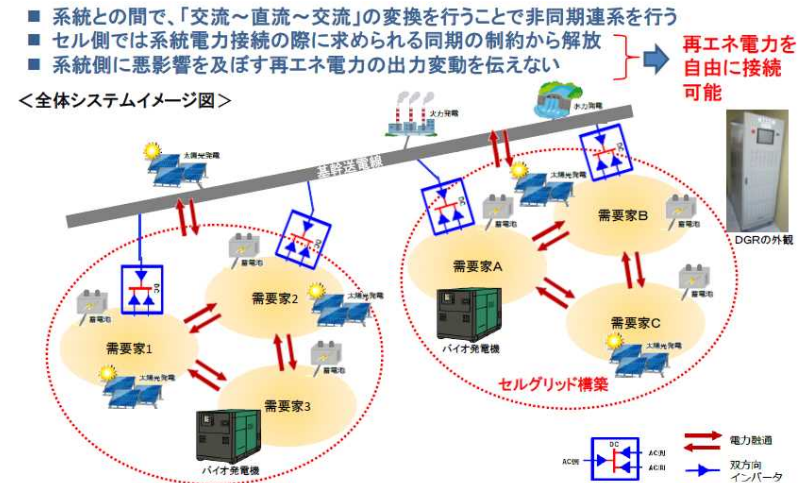
- 地域ごとに自立した分散型エネルギーとして再生可能エネルギーが導入されているため、災害が生じた際にも必要なエネルギーを迅速に供給することができるなど、国土強靱化と低炭素化で統合的な取組が進められている。

【東松島スマート防災エコタウン】



(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会
(第5回) 東松島市 復興政策課長 高橋氏 御提供資料

【デジタルグリッド】



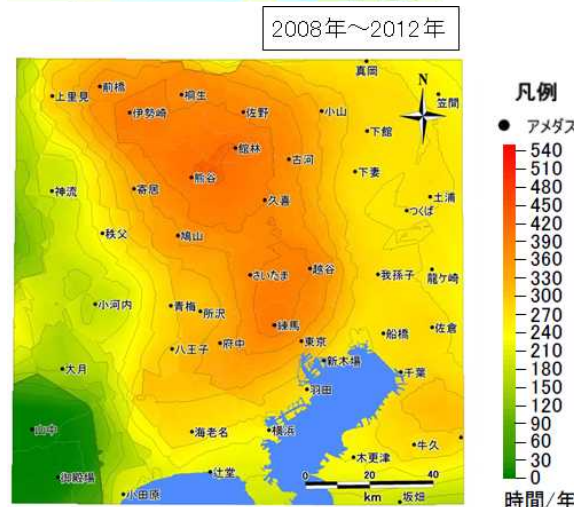
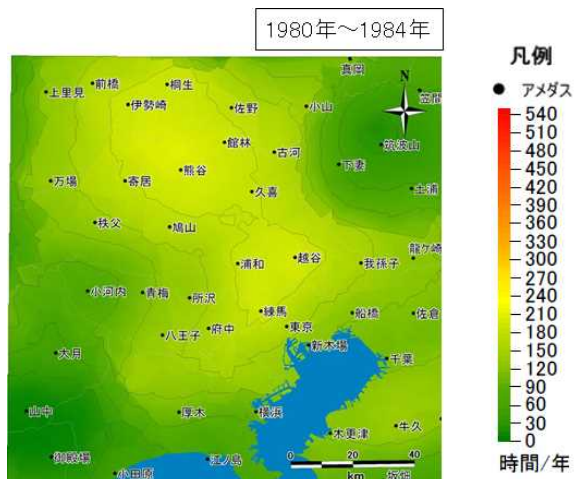
(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会
(第3回) 東京大学 特任教授 阿部氏 御提供資料

→不安定な再生可能エネルギーを使いこなすために、大型蓄電池やデジタルグリッドで安定化

ヒートアイランドの緩和

- 都市部においては、エネルギー効率の向上による人工排熱の低減、水辺や緑地といった自然資本の組み込み等によりヒートアイランド現象が緩和されるなど、快適性が増している。

【30℃以上の合計時間分布図】



(出所) 環境省資料

【ヒートアイランド対策の模式図】




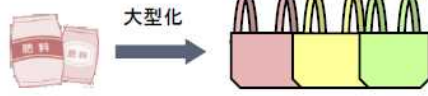






(出所) 環境省「ヒートアイランド対策ガイドライン平成24年度版」

農林水産部門における温暖化対策

- 農林水産業における高効率な機器、照明などの導入や、温室効果ガス排出量の少ない施肥・水管理技術の開発や導入による適切な農地管理、飼料の転換による畜産の低炭素化など、人と自然が持続可能な形で関わりあう社会となっている。

【農業における省資源生産・省エネ技術】

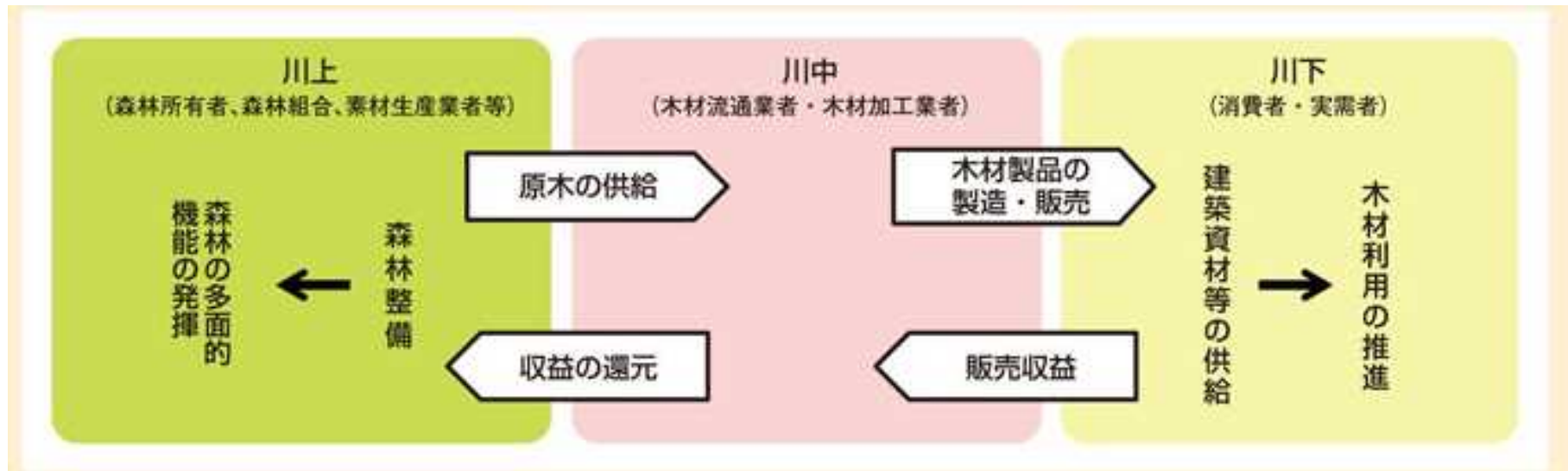
技術確立	省資源生産技術	未利用資源に含まれる肥料成分を活用した肥料やフレキシブルコンテナの輸送に対応した肥料の製造法の開発等の省資源生産技術の確立を支援 【検討事例】 家畜由来の未利用資源の活用に向け、家畜糞尿からのリン回収技術等の実用化や肥料原料としての品質等を検証	 肥料化	省エネ技術	他分野で製品化・実用化されている省エネ等技術のうち農業転用が可能な技術の確立を支援 【検討事例】	 熱出力: 10万kcal 大型、高価格	転用技術	 熱出力: 4万kcal 小型、低価格化
	フレキシブルコンテナ利用による肥料の取回しや施肥量やコストを削減する施肥法など、適用地域・作物等を拡大するため、最適な組合せ・標準化等が必要な省資源生産技術の現場実証・実用化を支援 【検討事例】 フレキシブルコンテナでの輸送・保管・利用時における肥料の固結、被覆破損、中型機械化体系への適応等に関する課題を実証	 大型化	省電力技術		電気利用設備の電気消費量を削減するため、省電力で効果的な加温技術の組合せ等について、現場実証・実用化を支援 【検討事例】 電気の消費量を削減するため、高効率な加温機の利用と補完的な加温等技術		+	 局所加温
体系確立	追肥技術について、元肥と追肥を組合せた施肥方法など適正化・省力化技術の確立・実証							

(出所) 農林水産省生産局農業環境対策課「平成28年度予算の概要」

森林の適切な保全・管理、林業の維持・発展

- 中山間地においては、森林が適切に保全・管理され、素材をはじめとする国産材の利活用が促進されていることにより、林業が維持・発展している。こうした国産材が住宅や建築物、道路等の社会インフラ全体に活用されている。

【国産材の安定供給における川上、川中及び川下のイメージ】



(出所) 農林水産省「平成27年度 森林・林業白書」

自治体の取組事例：岡山県真庭市（バイオマス産業都市の推進）

- 「バイオマス産業都市」の推進（平成26年3月にバイオマス産業都市認定）
- 「自然」、「連携」、「交流」、「循環」、「協働」の5つのキーワードを踏まえ、4つのプロジェクトを重点的に展開し、多様な事業の連携・推進により「真庭バイオマス産業都市」を目指す。

【4つのプロジェクト】

バイオマス 産業都市

1

真庭バイオマス
発電事業

H27年4月稼働

木質バイオマス発電所



出所：真庭市資料より環境省作成

2

木質バイオマス
リファイナーリー事業

高付加価値新素材
の開発など

CLT(直交集成板)専用工場

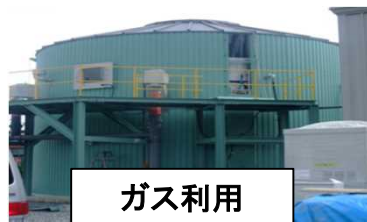


← CLT

3

有機廃棄物
資源化事業

生ごみ資源化事業と
農業との連携



ガス利用



堆肥利用

4

産業観光
拡大事業

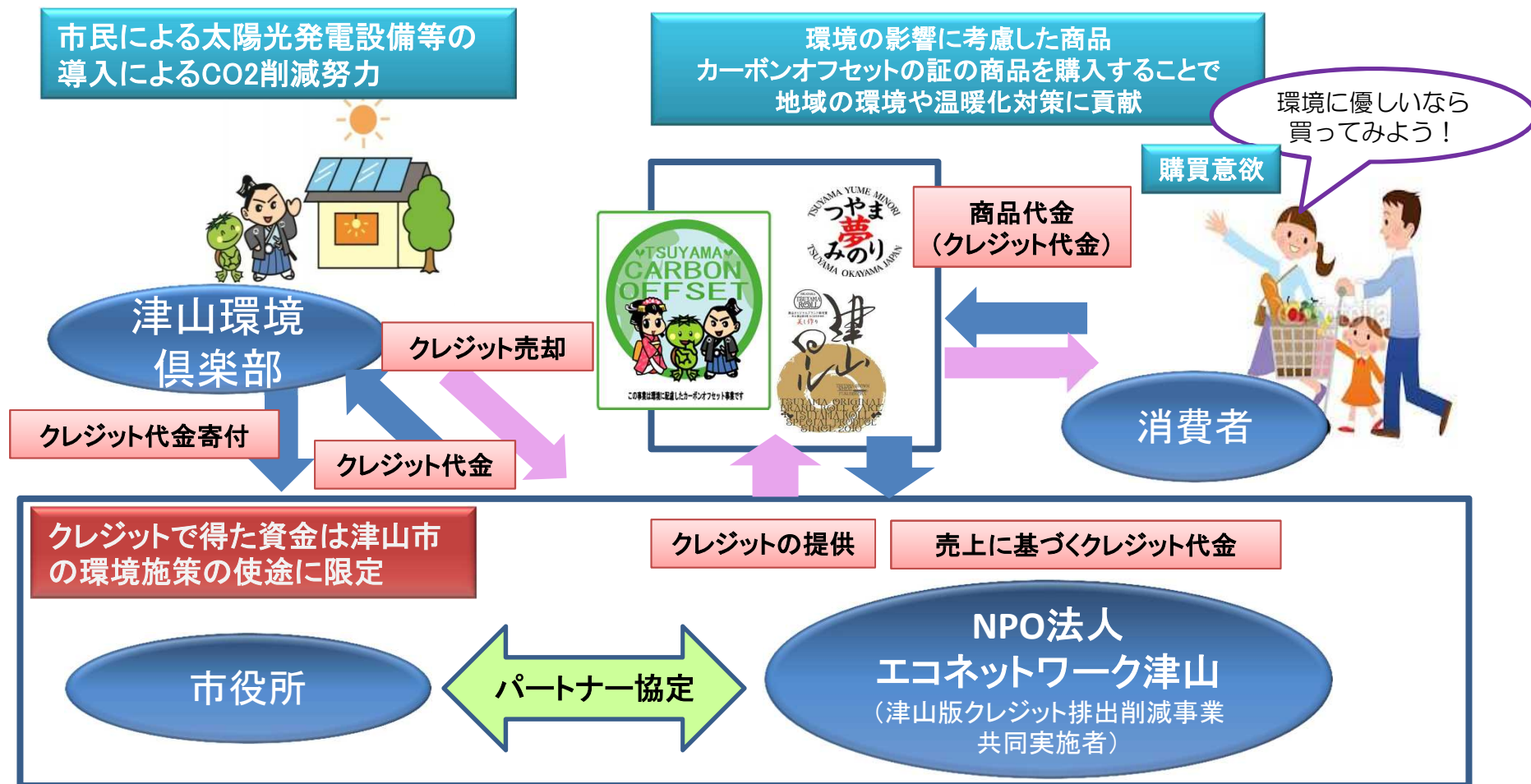
バイオマスツアーや
ペレットクッキー
CLTチョコレート
の製造販売

バイオマスツアーの様子



自治体の取組事例：岡山県津山市（津山産クレジットと津山産品）

- 津山市で生まれた環境価値を津山産品（津山産原材料使用商品、津山製造商品、津山を代表する商品）に付加。
- 該当商品を購入することで地域の環境や温暖化対策に貢献。



出所：津山市資料より環境省作成

自治体の取組事例：徳島県（気候変動対策推進条例）

- 脱炭素社会に向けた新たな羅針盤である『気候変動対策推進条例』

新条例のポイント

- 「脱炭素社会」「気候変動」を条例に規定
- 脱炭素社会の実現に向け、「緩和策」と「適応策」を両輪とした気候変動対策の展開
- 「自然エネルギー」「水素エネルギー」の最大限導入
- 未来を守る「適応策」の本格導入

水素エネルギーを
条例に規定

新条例の基本理念

- 「緩和策」と「適応策」を両輪とした気候変動対策の展開
→あらゆる政策に緩和と適応の視点を組み込み、緩和と適応の相乗効果を創出
- 「県民総活躍」による社会的気運の醸成
→県民、事業者が主役となる「県民総活躍」により、県を挙げて、脱炭素社会の実現に向けた社会的気運の醸成
- 「地域資源」を最大限活用し、地域課題の解決に貢献
→自然エネルギーや森林資源など、本県ならではの多様な地域資源を積極的に活用するとともに、対策を通じ地域課題の解決に貢献

FCVの普及拡大



適応策の基本方針を
条例に位置づけ



自然災害に備えた
防災・減災

社会的気運の醸成

- 「カーボンオフセット」、「エシカル消費」の日常化
- 幼少期から体系的に環境学習を実施
- 人材の育成と活動・交流の機会創出
- 脱炭素型ロールモデルの情報発信・普及浸透
- 「環境活動連携拠点」の整備
- 「徳島県地球環境を守る日」の創設



気候変動に対応した
品種開発等

自治体の取組事例：長野県（自然エネルギー施策パッケージ）

- 固定価格買取制度を活用して、自然エネルギーを地域主導で普及する。

① 自然エネルギー普及の地域主導の基盤を整えます。



自然エネルギー信州ネットと連携し、自然エネルギーの情報や知見の広範な共有を進めます。地域協議会の活動も促進します。



1村1自然エネルギープロジェクトを通じて、地域での自然エネルギー事業の経験を促進し、情報提供や専門家派遣等、リスク軽減の取組を進めます。

県有施設や未利用地等を活用して、公共性の高い地域主導型のビジネスモデルの創出を促進します。また、地域環境エネルギーオフィスの創出やファイナンスの仕組みづくり等、自然エネルギー事業に係る人材育成やノウハウの蓄積を推進し、事業の知見を生み、改良していきます。



県有施設屋根貸し第1号
豊田終末処理場

② 自然エネルギー種別ごとの促進策を講じます。

〈太陽光発電〉

自然エネ導入検討制度
屋根貸しモデル構築
事業化支援



〈小水力発電〉

小水力発電キャラバン隊
水利権相談窓口
事業化支援



〈バイオマス〉

信州F・POWERプロジェクト
事業化支援
林業高度化促進



〈グリーン熱〉

（太陽熱・地中熱・温泉熱等）
自然エネ導入検討制度
調査費・設備費の支援

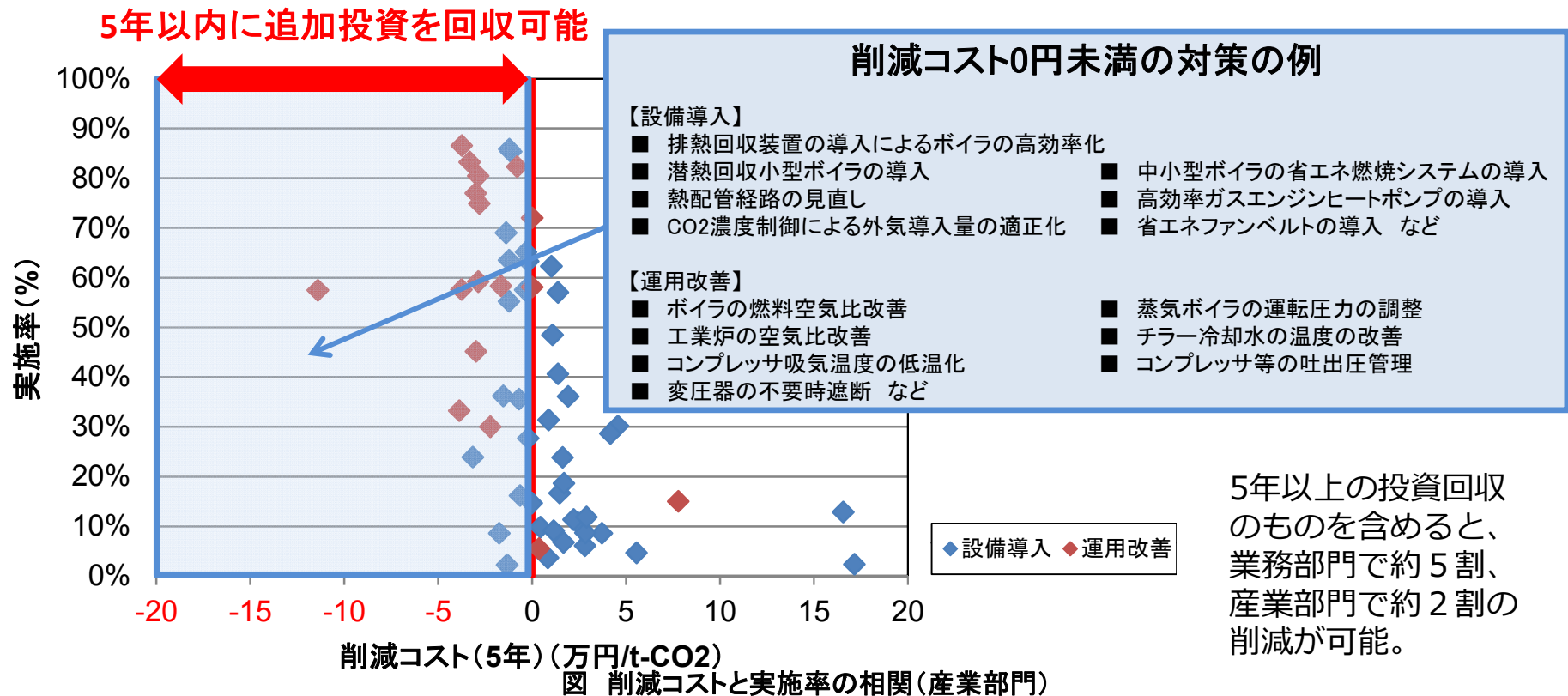


第6章

長期大幅削減の実現に向けた 政策の方向性

我が国の削減ポテンシャル

- 環境省が平成22年度より実施している「CO2削減ポテンシャル診断事業」（対象は約1400件）によれば、**5年以内に追加投資が回収できるにも関わらず実施率が低い対策も存在し、それら未実施の対策を全て実施した場合、業務部門で約28%、産業部門で約9%の削減が見込まれる。**



注釈) 削減コストとはCO2排出量を1t-CO2削減するのに要するコストであり、ここでは評価期間を5年として以下の式で算出

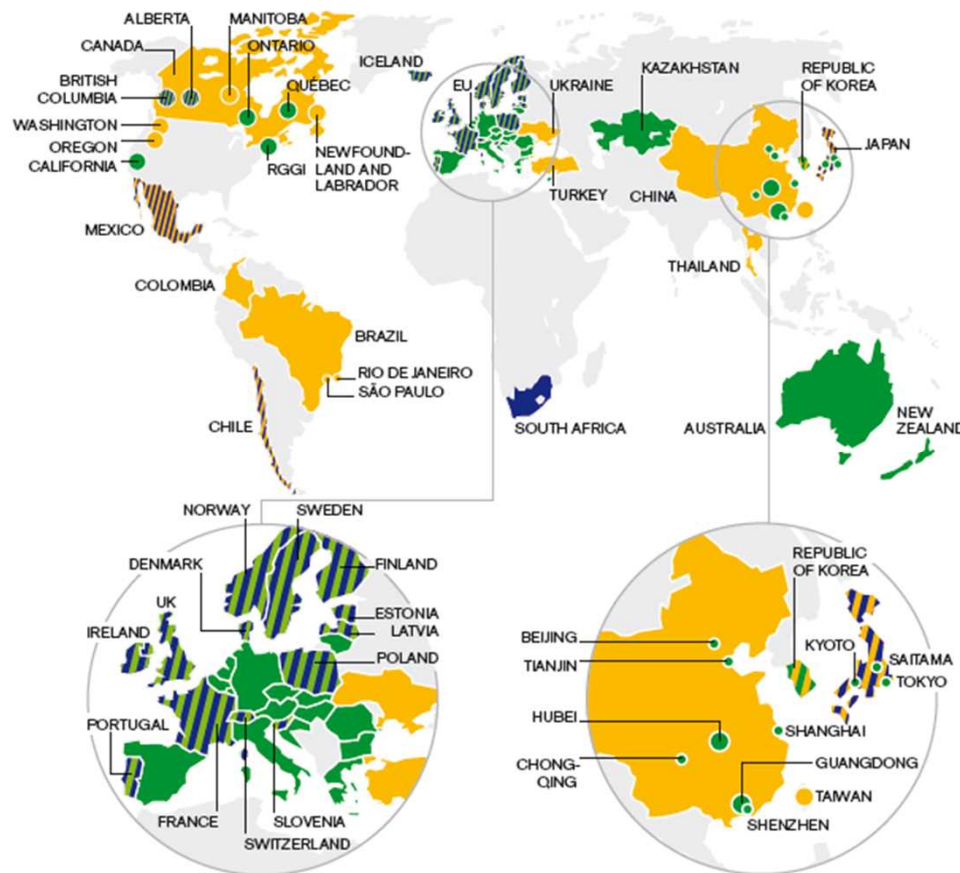
$$\text{削減コスト}[\text{円}/\text{t-CO}_2] = (\text{初期コスト追加額}(\text{追加投資額})[\text{円}] - \text{運用コスト削減額}[\text{円}/\text{年}] \times \text{評価期間}[\text{年}]) \div (\text{CO}_2\text{削減量}[\text{t-CO}_2/\text{年}] \times \text{評価期間}[\text{年}])$$

出所) 実施率は算定報告公表制度対象事業所を対象に平成27年度に実施したアンケート調査結果、削減コストは平成22～平成26年度CO2削減ポテンシャル診断事業結果より作成

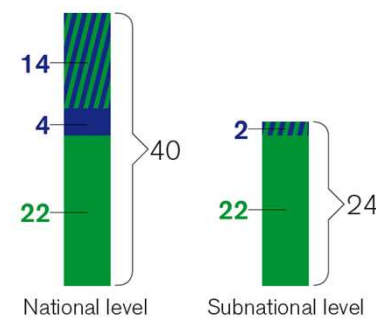
世界で広がるカーボンプライシング

- 長期での大幅削減を見据えて、費用効率的に削減を進めるため、多くの国・地方公共団体がカーボンプライシングを導入している。

国・地方公共団体におけるカーボンプライシング導入状況



Tally of carbon pricing initiatives



- ETS implemented or scheduled for implementation
- Carbon tax implemented or scheduled for implementation
- ETS or carbon tax under consideration
- ETS and carbon tax implemented or scheduled
- ETS implemented or scheduled, tax under consideration
- Carbon tax implemented or scheduled, ETS under consideration

(出典) 世界銀行 (2016) State and Trends of Carbon Pricing 2016

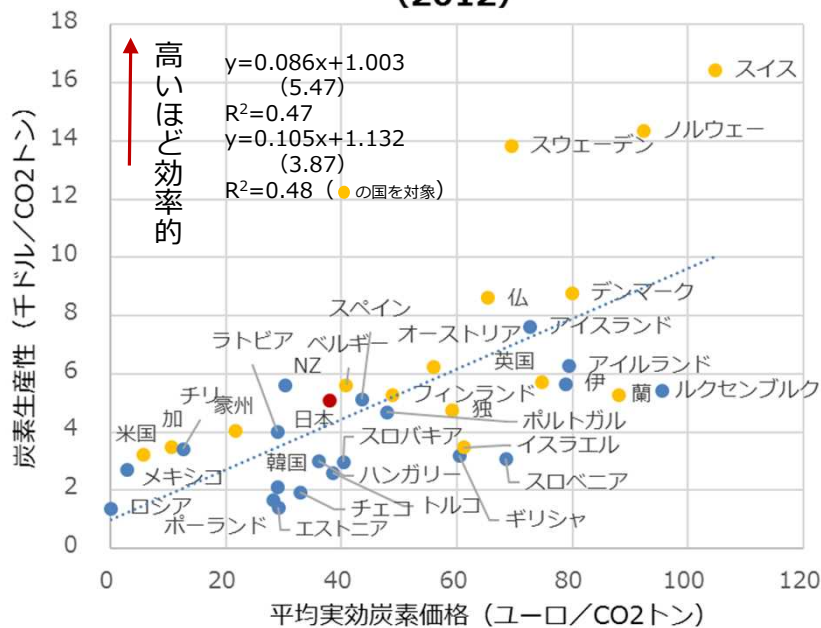
実効炭素価格と炭素生産性

実効炭素価格が高い国は、炭素生産性が高い傾向にある（左図）。

※実効炭素価格（Effective Carbon Rates）： OECDは、炭素税、排出量取引制度、エネルギー課税を合計した炭素価格を「実効炭素価格」として、2012年4月現在における各国の比較・評価を行っている。なお、我が国の温対税（炭素価格289円/CO2トン）は導入前で含まれていない。

- なお、我が国の炭素生産性や一人当たり排出量はグラフ上の近似曲線付近にあり、実効炭素価格に含まれない既存制度による暗示的な炭素価格が他国の制度に比べて特に削減に寄与している、**すなわち、グラフ全体の趨勢から乖離して、他国と同レベルの実効炭素価格でありながら、他国より特に高い炭素生産性を示して十分に長期大幅削減に近づいている位置を占めているという現象は確認できない。**

炭素生産性と平均実効炭素価格との関係 (2012)



(注) 日本のGDPは、平成28年12月に内閣府によって基準改定された数値を用いている。
 ● OECD諸国が対象
 ● OECD諸国のうちで、人口500万人以上の国で、かつ、日本より一人当たりGDPが高い国

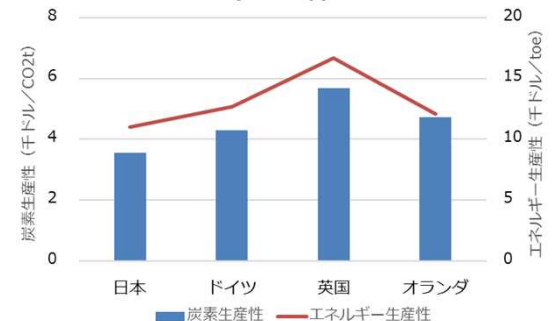
(出所) OECD (2016) Effective Carbon Rates Pricing CO2 through Taxes and Emissions Trading Systems, IEA (2016) CO2 emissions from fuel combustion 2016 IEA, World Energy Balances 2016 より作成

- ✓ 「スイス、ノルウェー、スウェーデンは、水力発電が豊富なために炭素生産性が高い」との指摘があるが、**スイスのエネルギー生産性はOECD諸国で最も高い（我が国の約2.5倍）**。またノルウェーもOECD諸国で第4位のエネルギー生産性を誇る。
- ✓ スウェーデンについては、**1991年の炭素税導入以来、バイオマスを中心に水力以外の再エネの供給量が3倍に増加し、一次エネルギー供給に占める割合が20%を占めるに至っている**（水力は10%程度）。結果として、90年代から炭素生産性は2倍以上（自国通貨実質GDPベース）に上昇した。
- ✓ また、風力発電の比率が高い**デンマークは、エネルギー生産性についても、スイスに次いでOECD内で2位（我が国の約2倍）**。

左図において、ドイツ、英国、オランダについては、「我が国より実効炭素価格が高いにもかかわらず炭素生産性が我が国と同程度しかない」との指摘が可能である。左図の対象である2012年は、年平均1ドル79.8円との歴史的な円高であり、我が国の炭素生産性は現在より相当高めに表示されている。

2014年（1ドル106円）では、ドイツ、英国、オランダとも我が国より炭素生産性が高く、かつ、エネルギー生産性も高い。（右図）

炭素性先とエネルギー生産性 (2014年)



独英蘭の各国は、95年時点では我が国の半分程度の炭素生産性しかなかったが、2000年代以降改善を続け我が国を追い抜いた。

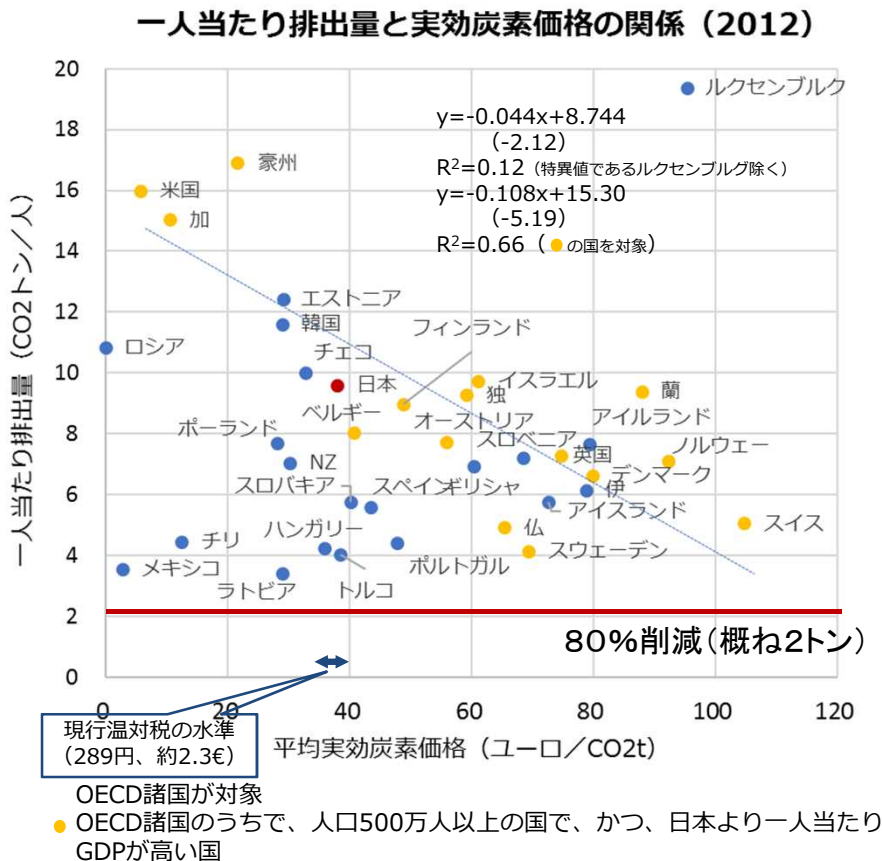
(注) グラフの平均実効炭素価格とは、OECDの部門別に出された実効炭素価格を各国の部門別排出量で加重平均して、一国平均の実効炭素価格を求めたもの。

実効炭素価格と一人当たり排出量

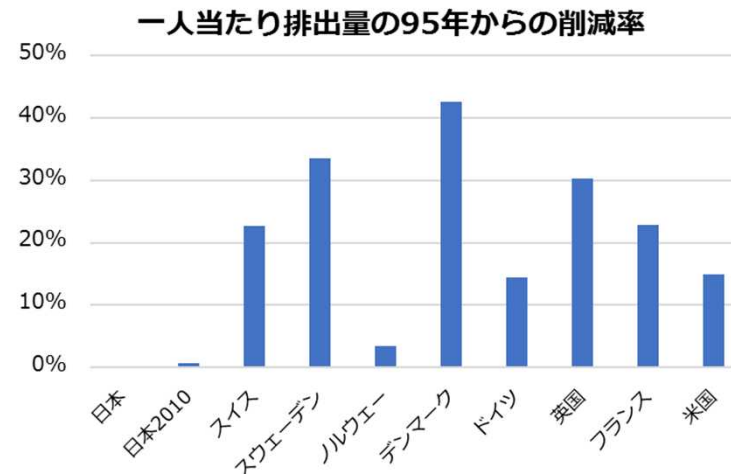
実効炭素価格が高い国は、一人当たり排出量が低い傾向にある（左図）。

※実効炭素価格（Effective Carbon Rates）： OECDは、炭素税、排出量取引制度、エネルギー課税を合計した炭素価格を「実効炭素価格」として、2012年4月現在における各国の比較・評価を行っている。なお、我が国の温対税（炭素価格289円/CO2トン）は導入前で含まれていない。

- 特に、我が国より一人当たりGDPが高い国で既に大幅な削減を実現している国は、我が国より相当程度実効炭素価格が高い。2050年80%削減（一人当たり排出量概ね2トン）やその先の脱炭素化に向けて、カーボンプライシング制度の有効性が示唆される。



- ✓ スイス、スウェーデンについては一人当たり排出量が少ないのは、水力発電が豊富だからである、との指摘がある。事実そうであるが、**両国は、元々少ない排出量の水準から、更に大幅な削減を実現している。（下図）**
- ✓ **スイスのエネルギー生産性はOECDで一番高い。**また、**スウェーデンについては、1991年の炭素税導入以来、バイオマスを中心に水力以外の再生エネの供給量が3倍に増加し、一次エネルギー供給に占める割合が20%を占めるに至っている（水力は10%程度）。**
- ✓ また、**ドイツ、英国、デンマークについては、90年代には我が国より一人当たり排出量が多かったが、2000年代に入って逆転し、特に英国とデンマークは、現在は我が国より3割程度少ない。**



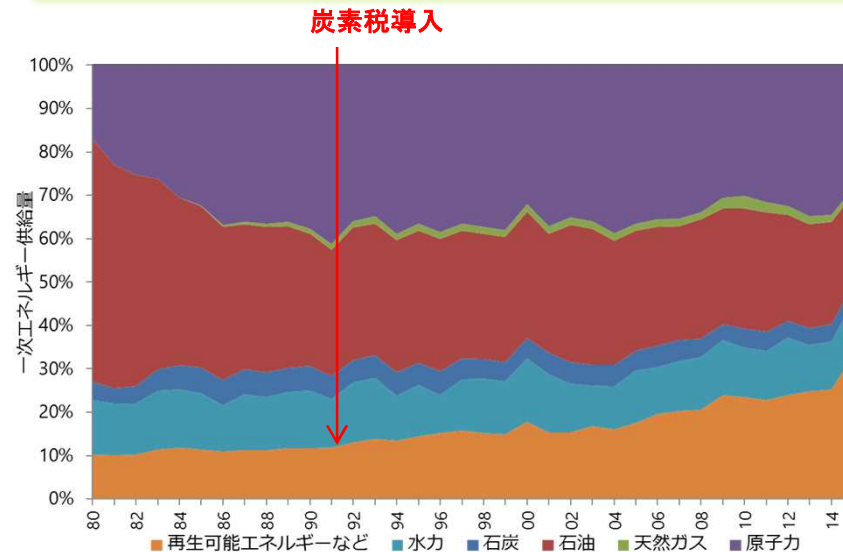
(出所) OECD (2016) Effective Carbon Rates Pricing CO2 through Taxes and Emissions Trading Systems, IEA (2016) CO2 emissions from fuel combustion 2016 より作成

(注) グラフの平均実効炭素価格とは、OECDの部門別に出された実効炭素価格を各国の部門別排出量で加重平均して、一国平均の実効炭素価格を求めたもの。

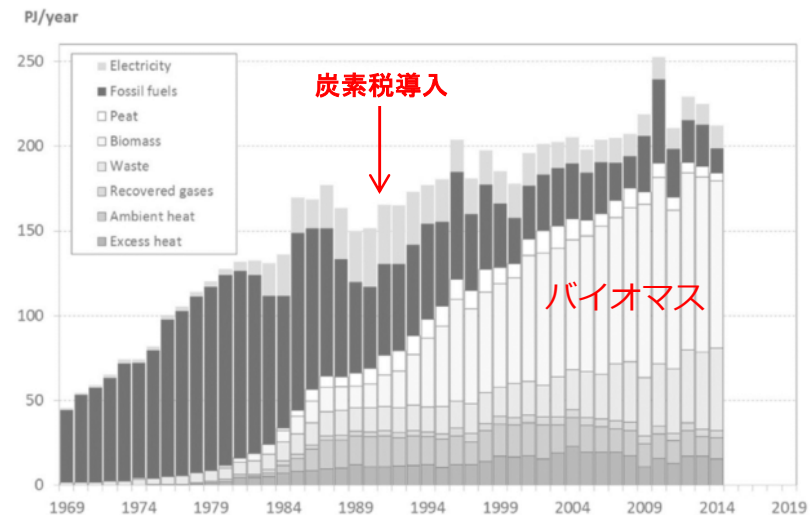
スウェーデンにおけるカーボンプライシングの効果の例

- 炭素税導入後、一次エネルギー供給に占める水力を除く再エネの比率が拡大（2015年には水力の約3倍）。特に、化石燃料と価格が逆転したことによって、地域熱供給におけるバイオマスの活用が拡大。
- スウェーデン環境庁は、1995年のCO2排出量について、税制改革を実施しなかった場合（1990年当時の政策がそのまま続けられていた場合を仮定）と比べると約15%減少されたとしている。
- 一方で、元々エネルギー税等の税率が低く設定されている産業部門ではコストにあまり差が出ず、税制改革による影響は小さくなっている。

【一次エネルギー供給の比率の推移】



【地域熱供給に使われるエネルギー推移】



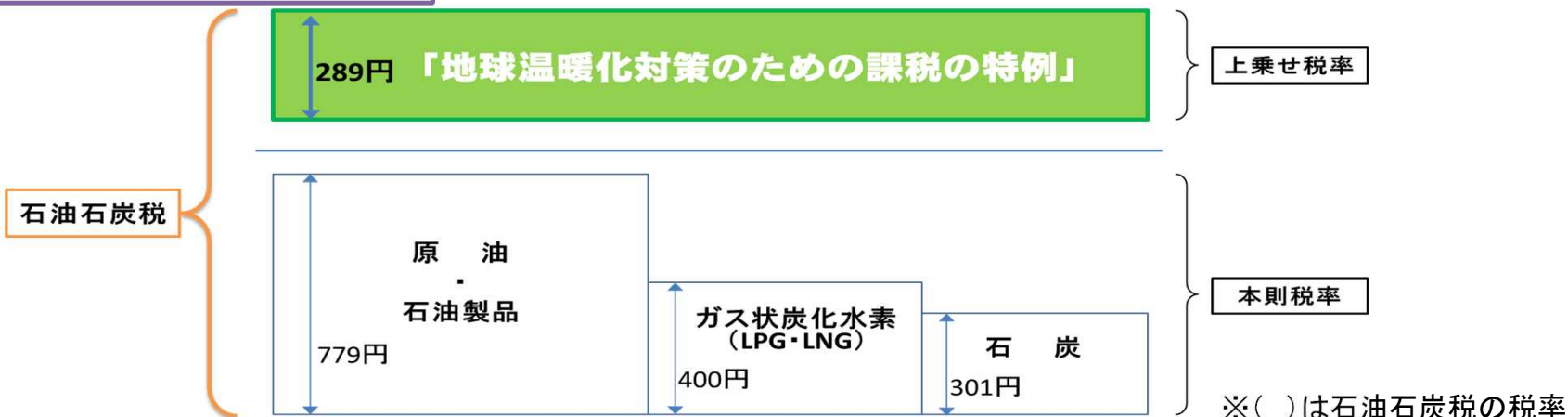
(出典)

Karin Ericsson , Sven Werner, 2016, The introduction and expansion of biomass use in Swedish district heating systems
Johansson B , Swedish Environmental Protection Agency(2000) Carbon Tax in Sweden
IEA, Energy Balances of Countries

我が国のカーボンプライシング制度：地球温暖化対策のための税

- 全化石燃料に対してCO₂排出量に応じた税率（289円/CO₂トン）を上乗せ
- 平成24年10月から施行し、3年半かけて税率を段階的に引上げ(平成28年4月に最終段階に到達)
- 石油石炭税の特例として、歳入をエネルギー特会に繰り入れ、我が国の温室効果ガスの9割を占めるエネルギー起源CO₂排出抑制対策に充当

CO₂排出量1トン当たりの税率



段階施行

課税物件	本則税率	H24年10/1～	H26年4/1～	H28年4/1～
原油・石油製品 [1kl当たり]	(2,040円)	+250円 (2,290円)	+250円 (2,540円)	+260円 (2,800円)
ガス状炭化水素 [1t当たり]	(1,080円)	+260円 (1,340円)	+260円 (1,600円)	+260円 (1,860円)
石炭 [1t当たり]	(700円)	+220円 (920円)	+220円 (1,140円)	+230円 (1,370円)

(注)例えば、ガソリンの増税分760円を1ℓあたりで換算すると0.76円相当(平成28年4月～)となる。

税収

H25年度：約900億円 / H26・H27年度：約1,700億円 / H28年度以降(平年)：約2,600億円

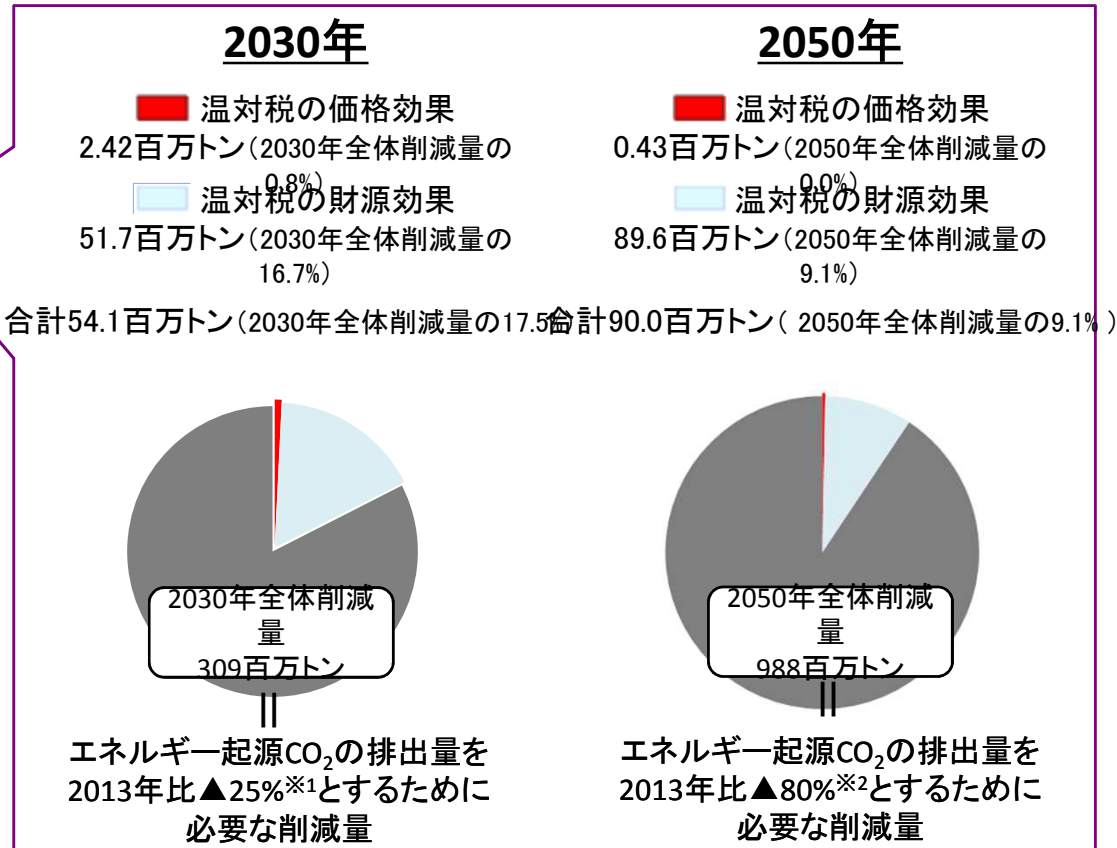
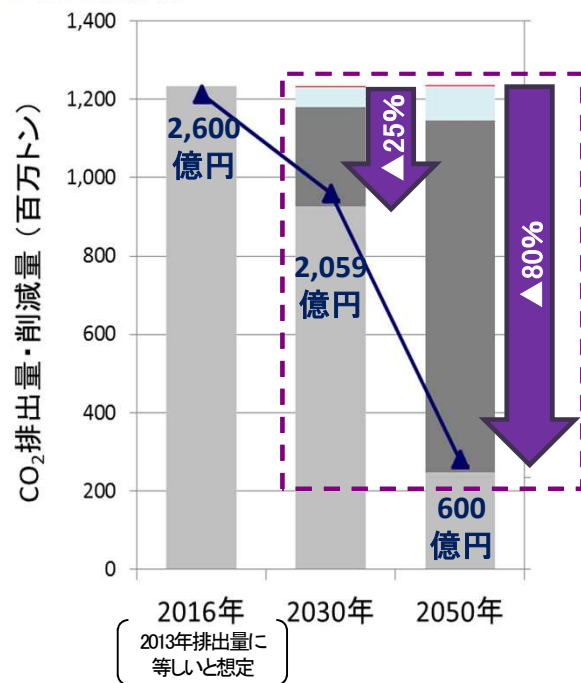
➡ 再生可能エネルギー大幅導入、省エネ対策の抜本強化等に活用 144

地球温暖化対策の効果の長期的目標への寄与

- 温対税には一定のCO2削減効果があると言える一方で、CO2削減に伴う税収減少によって、長期的には効果は減衰。
- 温対税の効果のほとんどは財源効果であり、価格効果は極めて小さい。

* なお、地球温暖化対策の推進に関する法律（平成10年法律第117号）においては、「政府は、少なくとも三年ごとに、我が国における温室効果ガスの排出及び吸収の量の状況その他の事情を勘案して、地球温暖化対策計画に定められた目標及び施策について検討を加えるものとする。」とされ、温対税を含む各施策について評価・見直しが行われることとなっている。

■ 温対税の価格効果 ■ 温対税の財源効果
 ■ それ以外の削減量 ■ エネ起CO2排出量
 ▲ 温対税税収



※1 長期エネルギー需給見通しにおける想定。 ※2 地球温暖化対策計画を参考に想定。

注1 2050年の価格効果は、2030年と同様の価格弾力性を用いて推計。将来のGDP成長率や原油価格、部門別CO₂排出量構成などの想定は、各種資料を参考に設定した。

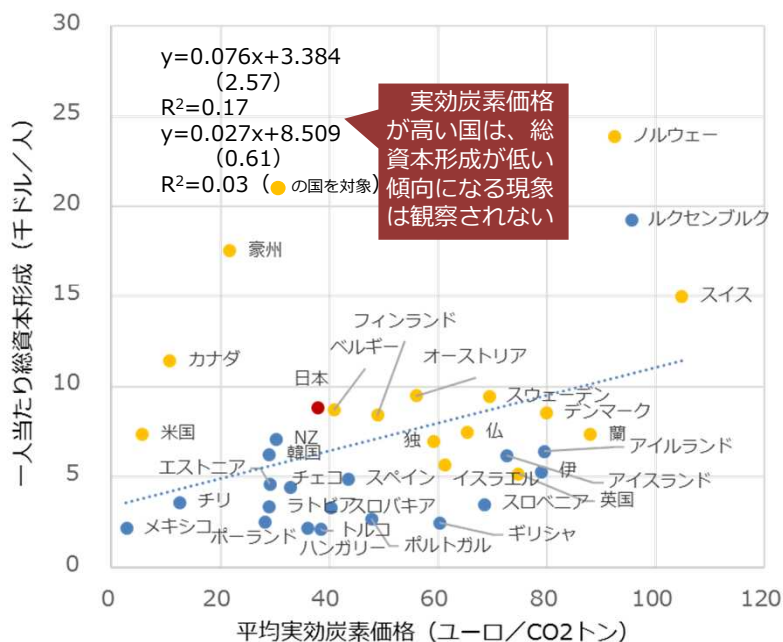
注2 2050年の財源効果は、2030年と同様に行政事業レビューのCO₂削減目標から、各事業の単年削減量を算出し、それらの積み上げにより推計した。

実効炭素価格と投資・高付加価値化との関係

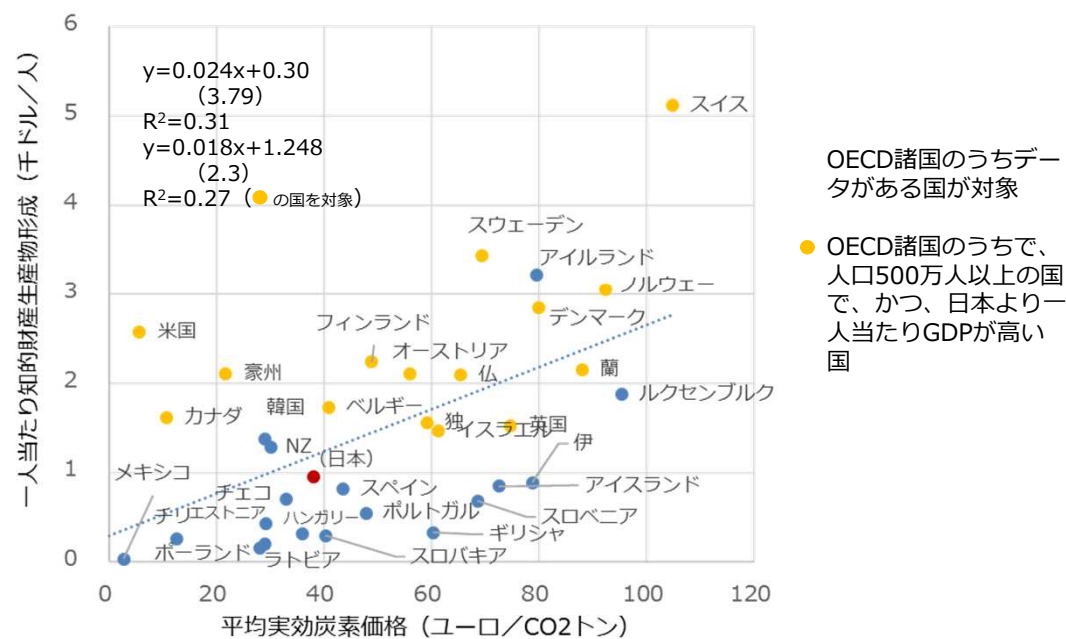
- **実効炭素価格が高い国は一人当たりの総資本形成（GDPに計上されるいわゆるフローの投資額）が停滞している現象は観察されず、多い国も存在する（左図）。**
- また、実効炭素価格と、一人当たりの総資本形成のうちの知的財産生産物形成（※）との間で正の相関が観察される（右図：因果関係を示しているものではない）。**カーボンプライシングが、イノベーションを促進するとの指摘（G7富山大臣会合コミュニケなど）と矛盾する現象ではないと考えられる。**

※ 国連のGDP計算の基準であるSNA2008より導入された概念（Intellectual Property Products）。いわゆる「無形資産」のうち、コンピューター・ソフトウェア、娯楽、文芸、芸術作品の原本等に加え、SNA1993では中間消費とされていた「研究開発」を含む資産項目。**近年、この「無形資産」への投資がイノベーションを促進するものとして注目されている（平成28年版労働経済白書など）。**

一人当たり総資本形成と実効炭素価格との関係 (2012)



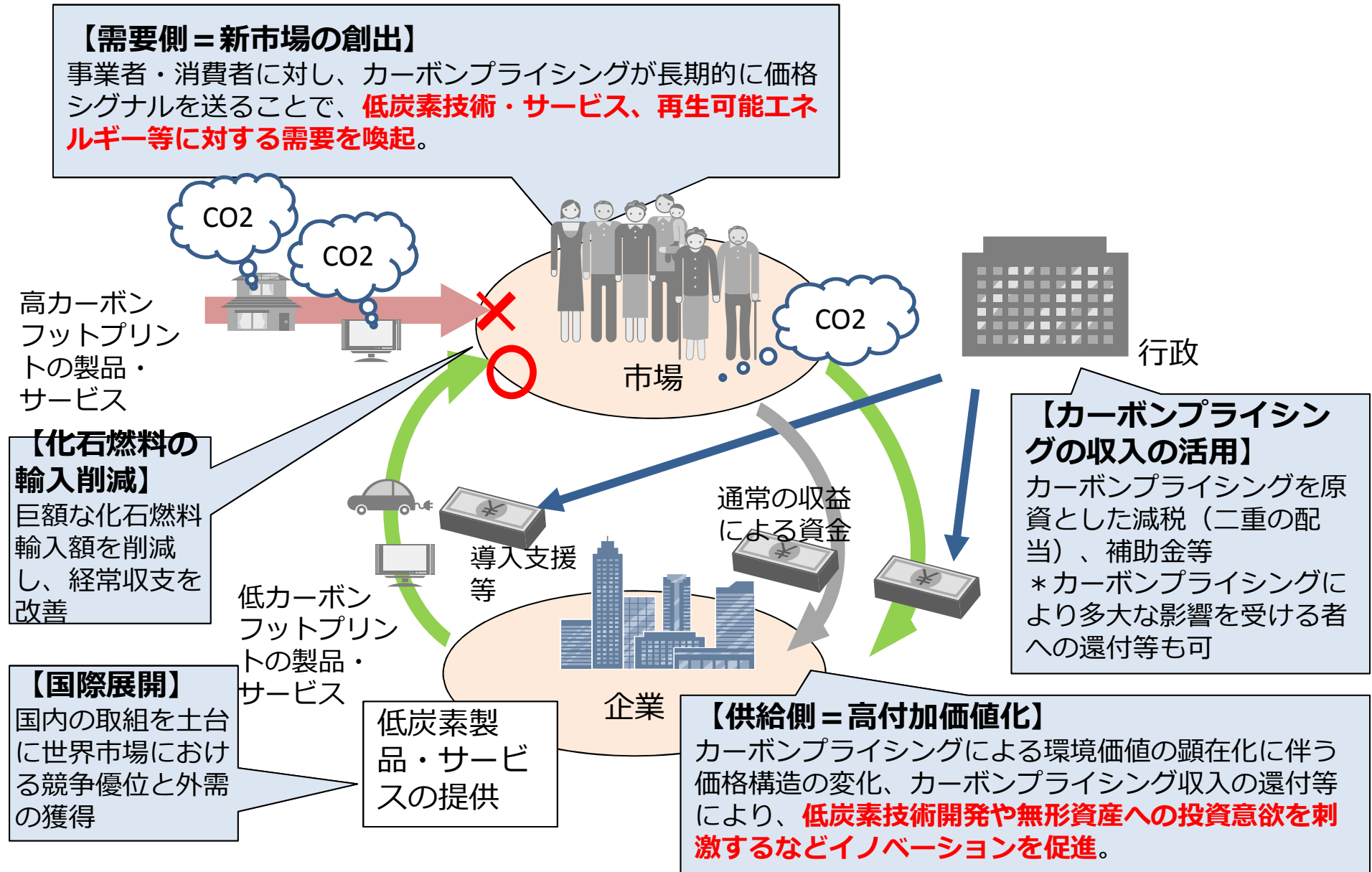
一人当たり知的財産生産物形成と平均実効炭素価格との関係 (2012)



(注) 日本のGDP統計の2008基準への対応は、2016年12月になされたため、現時点のOECD統計には反映されていない。そのため、日本の総資本形成及び知的財産生産物形成は、2012年段階で総額で17兆円程度少なく見積もられていると考えられる。

(出所) OECD (2016) Effective Carbon Rates Pricing CO2 through Taxes and Emissions Trading Systems, OECD Statistics より作成 (注) グラフの平均実効炭素価格とは、OECDの部門別に出された実効炭素価格を各国の部門別排出量で加重平均して、一国平均の実効炭素価格を求めたもの。

カーボンプライシングによる同時解決のイメージ

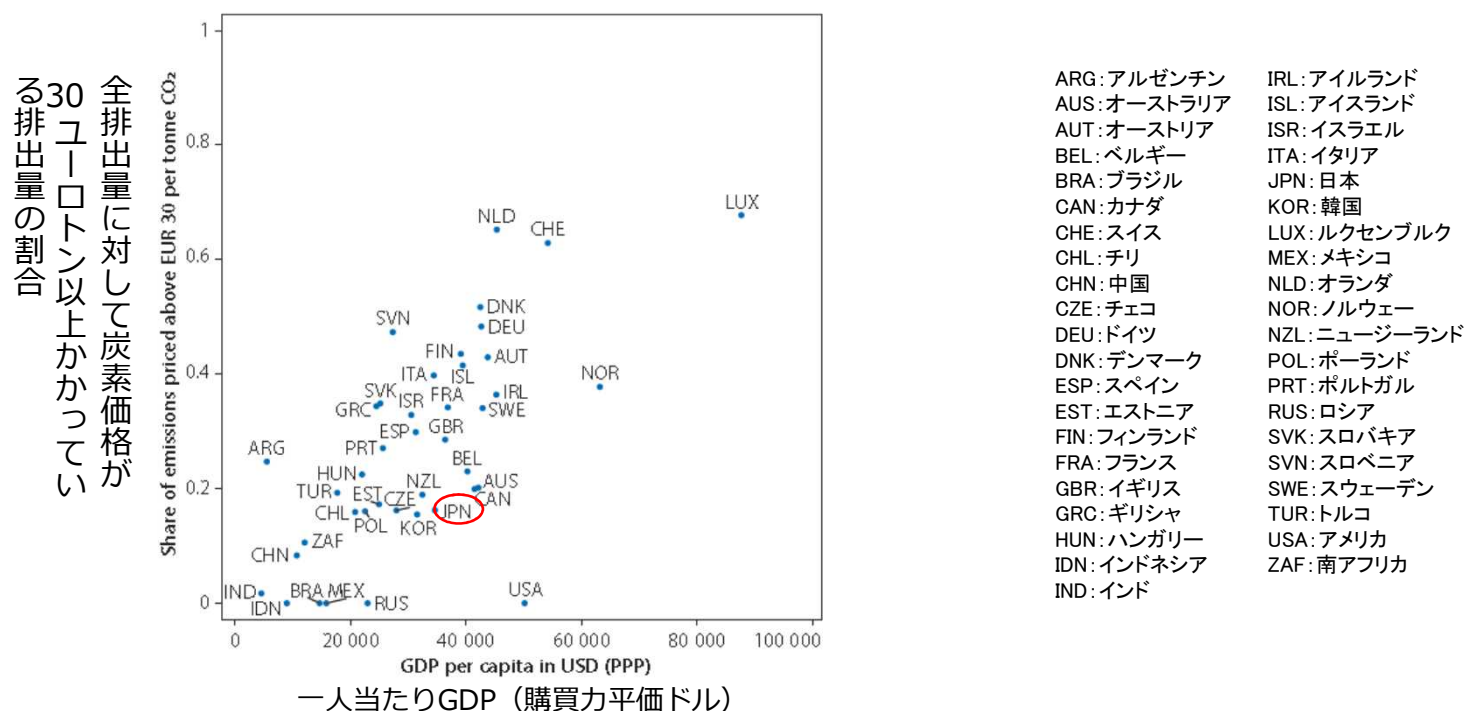


※カーボンプライシングによるコスト上昇等による負の影響があることにも留意が必要

実効炭素価格と一人当たりGDPとの関係

- OECDの分析によれば、一人当たりGDPが高い国は、全排出量に対して30ユーロ/CO2トン以上（我が国の温対税の10倍以上）の実効炭素価格がかかっている排出量の割合が高い傾向にある。
- この図からは、**実効炭素価格の相当程度の上昇が、マクロ経済に悪影響を与えている現象は確認できず、温室効果ガスの長期大幅削減と経済的課題の同時解決の可能性が示唆される。**

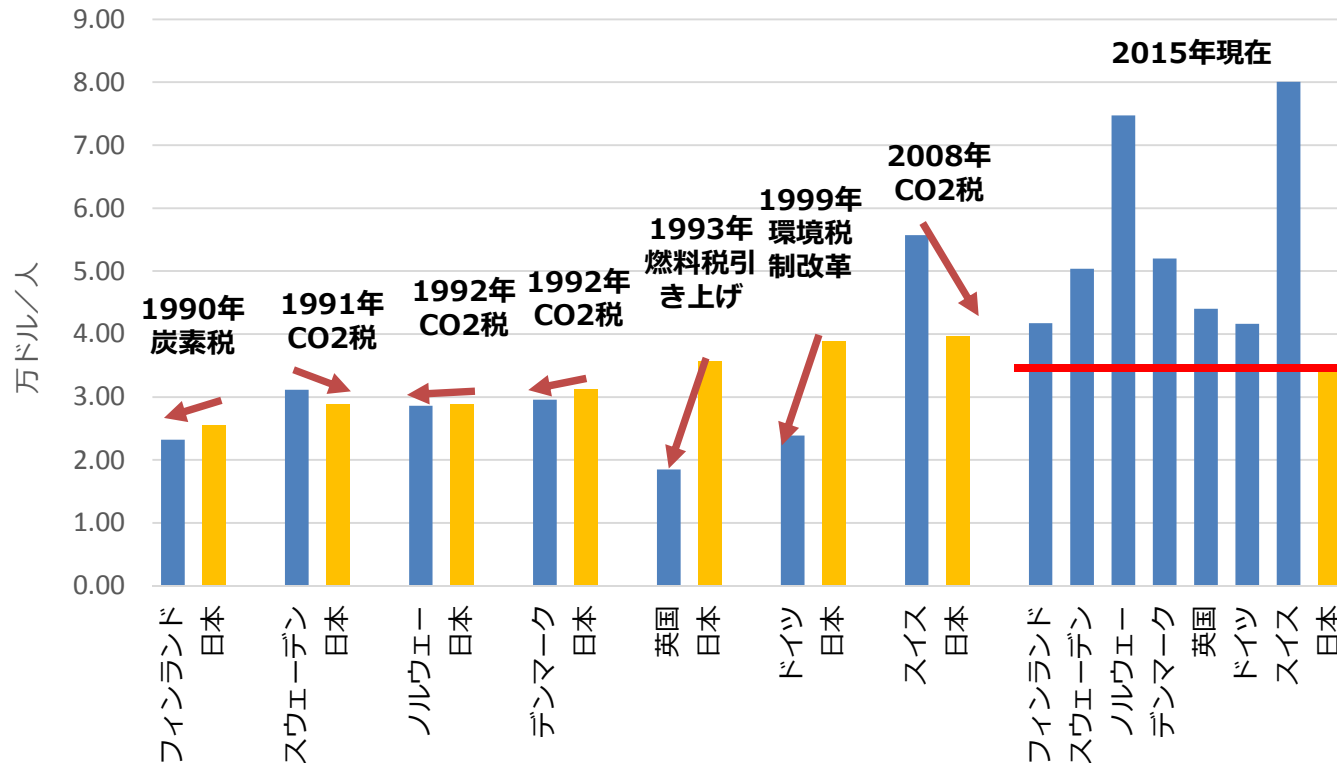
全排出量に対して炭素価格が30ユーロトン以上かかっている
排出量の比率と一人当たりGDPとの関係



炭素税等導入時の一人当たりGDP

- 1990年代初頭フィンランド、スウェーデン、デンマーク等が炭素税を導入した頃は、それらの国の一人当たりGDPは我が国とほぼ同じで、**英国やドイツが1993年や2000年に税制改革を行った頃は、両国の一人当たりGDPは我が国より相当程度少なかった。**「もともと経済成長しているから炭素税等を導入できた」というわけではない。
- 他方、スイスが2008年に炭素税を導入した際は、我が国より一人当たりGDPは高かった。
- 各国とも炭素税等を導入した後も堅調に経済成長を続け、我が国の一人当たりGDPを逆転し、又は更に差を広げている。

各国の炭素税等導入時の一人当たりGDPの比較



(出所) UNFCCC, GHG Data, International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2016、より作成