

低炭素な行動変容

・無理、無駄のないスマートなライフスタイルが普及しており、行動科学の知見等も踏まえた低炭素な行動変容を一人ひとりが楽しみながら自発的に実践している。

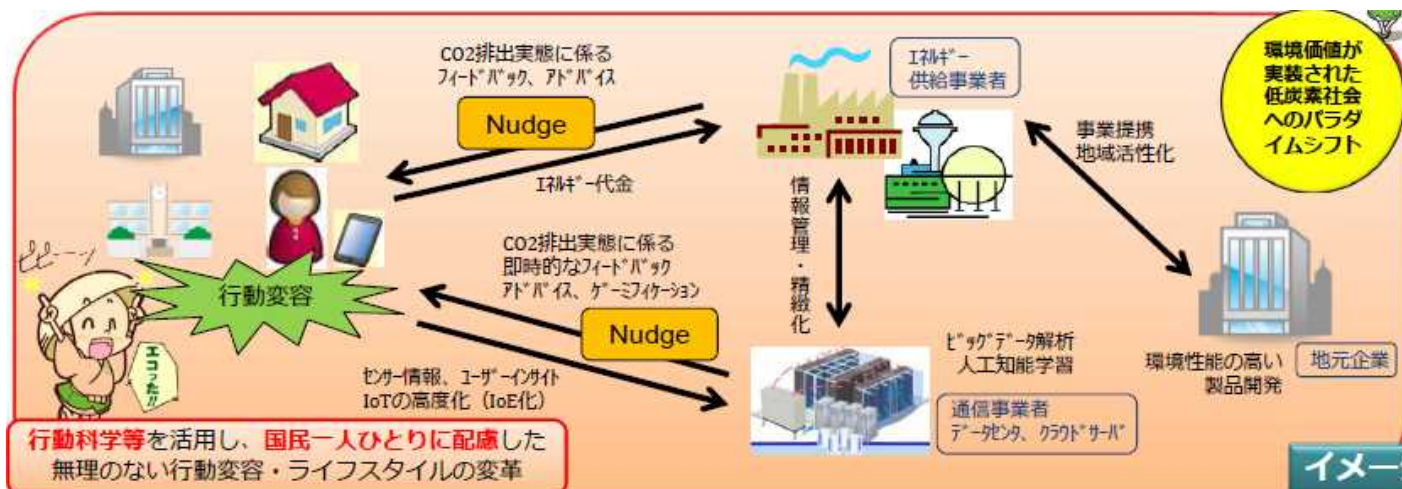
認知的プログラム	コミュニケーション活動	一般広告	ケーブル・放送TV、ラジオ、看板、その他の広告メディア	計数的プログラム	フィードバック	リアルタイム 非同期
		標的広告	高度化請求書、ダイレクトメール、請求書同封広告、ユーザーフレンドリーな請求書		ゲーム	競争 挑戦 抽選
	ソーシャルメディア	Facebook	社会的交流プログラム		インセンティブ	現金 リベート 補助金
		Twitter			家庭用省エネ診断	診断のみ 診断プラス
Tumblr ブログ	技術導入	直接導入 DIY				
教育とトレーニング	学校教育	幼稚園から高校、それ以上		ヒューマンスケール	コミュニティベースの社会マーケティング 個人対個人 仲間同士の競争 エコチーム	
会社・公共機関	業務部門、産業部門	オンラインフォーラム 贈り物				

(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6回)
住環境計画研究所
代表取締役会長 中上氏
御提供資料

出所： Mazur-Stommen, S. & Farley, K. ACEEE Field Guide to Utility-run Behavior Programs. (2013).

© 2016 Jvukankvo Research Institute Inc.

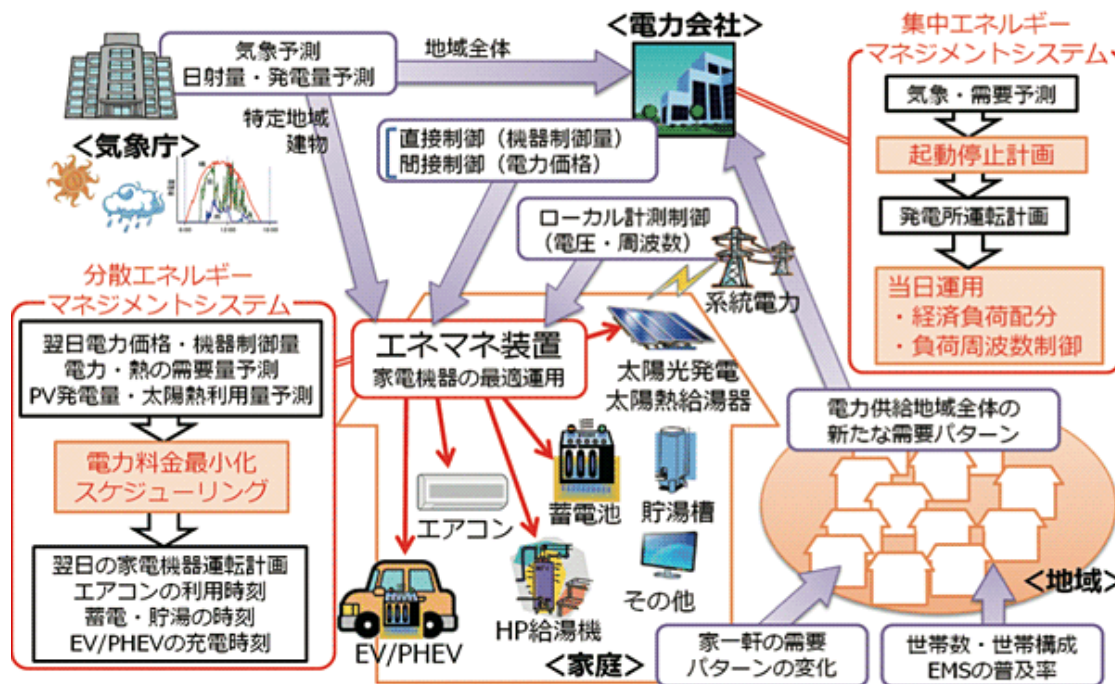
【低炭素型の行動変容を促す情報発信(ナッジ)による家庭等の自発的対策】



低炭素電源に対応する需要の姿

- ・エネルギー需要は自ら発電する再生可能エネルギーから主にまかなわれ、需要超過分のエネルギーは融通又は蓄電や水素として貯蓄され、必要なときにいつでも自家消費又は融通できるようになっている。特に業務用施設などエネルギー需要の大きい建築物におけるエネルギー供給については、低炭素化された電力が優先的に活用され、又は近接する建築物等から低炭素化した電気や熱、水素等が融通されている。
- ・HEMS、BEMS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器等が活用されるとともに、大量に導入された再生可能エネルギーの供給状況によって変動する市場の電力価格に応じて行動するライフスタイルが定着する等して、エネルギー需要サイドとエネルギー供給サイドが効果的に連動した低炭素なエネルギーシステムが成立している。

【集中／分散エネルギーマネジメント】



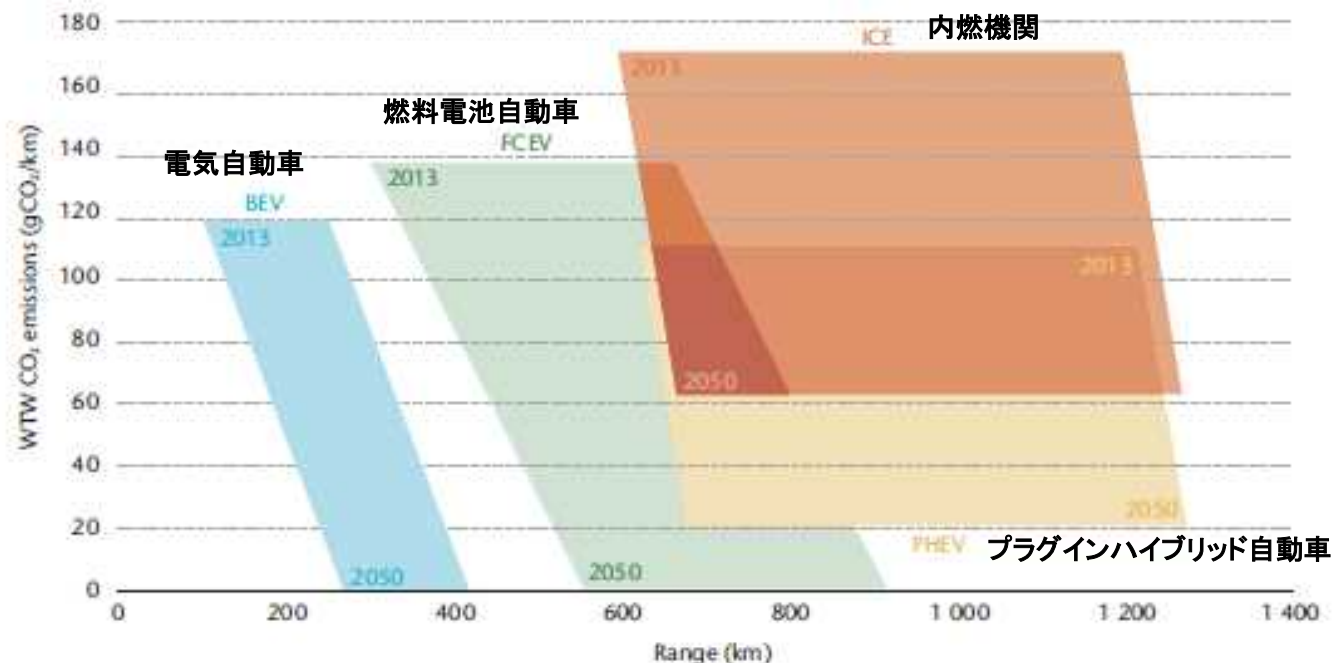
電力会社における集中エネルギー・マネジメントでは、供給地域全体のPV（太陽光）発電量や電力需要量を予測して、最適負荷配分を決定。一方、分散エネルギー・マネジメントは、電力会社から送られてくる翌日の電力価格などの情報や、電力・給湯の需要量予測、その地点における翌日のPV発電量予測などを基に、住・働環境の快適性を損なわない範囲で、経済的な機器の運転計画を行う。

(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

次世代自動車

- 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、再生可能エネルギーにより生産される水素が主となっている。家庭で充電される電気自動車は、充放電を通じて、電力の需給バランスの調整や災害対応に貢献している。
- 貨物車等大型車両では、燃費改善やバイオ燃料、電力や再生エネルギー由来の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により、移動の動力源としての石油製品の消費は大幅に削減されている。

【Well-to-WheelのCO2排出量と航続距離との関係】



Notes: gCO₂/km = grams carbon dioxide per kilometre; WTW = wheel-to-wheel; the upper range of BEV emissions takes into account today's average world power generation mix, the lower range is based on 100% renewable electricity; the upper range of FCEV emissions takes into account a hydrogen production mix of 90% NG SMR and 10% grid electricity, the lower range is based on 100% renewable hydrogen; the lower range of PHEV emissions takes into account 65% electric driving; by 2050, a biofuel share of 30% is assumed for PHEVs and ICEs.

セルロースナノファイバー

- セルロースナノファイバー※など軽くて丈夫な素材の普及により車両は安全性を増しながら軽量化し、エアロダイナミクスを取り入れた車体、抵抗の少ない歯車やタイヤなどの導入、バイオミクリ（生物模倣）の活用、一人乗り自動車等の開発・普及等により、効率が大幅に向上している。 ※植物由来の素材で鋼鉄の5分の1の軽さで5倍の強度等の特性を有する

【木材からセルロースナノファイバーになるまでの過程】



【環境省 NCVプロジェクト】 (Nano Cellulose Vehicle)

2020年までにCNF強化樹脂を導入することが可能で、かつ、エネルギー起源CO₂削減が期待され、CNFの特徴を活かすことができる自動車部位を検討する。

- CNFの特徴**
- ◆鋼鉄の5倍の強度、5分の1の軽さ
 - ◆低線膨張（石英ガラス並み）
 - ◆可視光の波長より微細
 - ◆高リサイクル性
 - ◆再生可能資源
 - ◆植物由来カーボンニュートラル



樹脂系材	内装材・外装材の既存樹脂系材は限りなく代替 ・PP/PA系材を使用する部分は限りなくCNF複合材で代替 ・弾力性改善による軽量化を実現
金属材料	外板（ドア等）を代替。可能であればボディー、エンジン、構造部材へ ・重量材料より比重が小さいことを生かす ・強度・耐熱性を兼ね備えた材料が好ましい
その他	タイヤ、ガラス等 ・タイヤをCNFを樹脂化したカラータイヤへ ・ガラスをCNFにより強化 ・樹脂物を生かした成形材の活用

部材をCNF強化樹脂で試作し強度等の性能評価

実現可能なCNF強化樹脂代替部材について製品活用時のCO₂削減効果の評価・実証

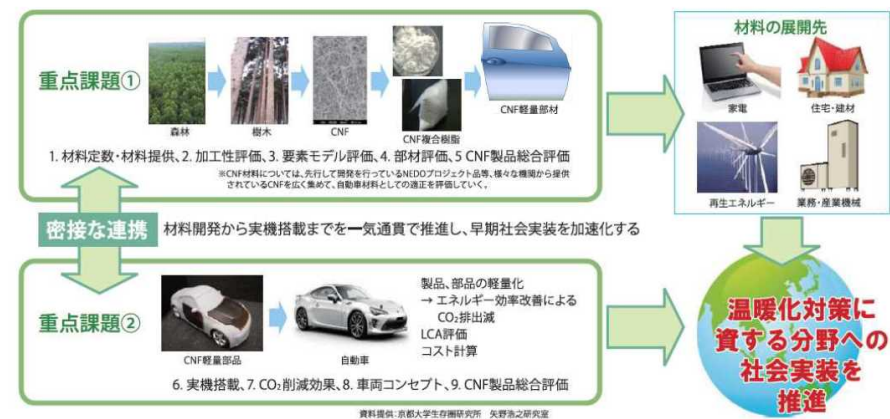
(出所) 林野庁「平成27年度 森林・林業白書」

【日本における主要なバイオミメクス製品】

大分類	中分類	製品	模倣したもの	用途	開発企業
分子・材料	親水性・疎水性材料	99%クラリティコーティング	蓮の葉の表面構造	超撥水性表面を有する成形物	シチズンセイモツ株式会社
		マイクロガード加工タイル	カタツムリの殻の表面構造	タイル建材	株式会社イナックス（現株式会社LIXIL）
		撥水ウィンドウ	蓮の葉の表面構造	自動車用撥水ガラス	日産自動車株式会社
構造発色材料	モルフォテックス	蝶の羽の積層構造	化学繊維		帝人ファイバー株式会社 日産自動車株式会社 田中貴金属工業株式会社
		モスマイト	蝶の眼の表面構造	反射防止フィルム	三菱レイヨン株式会社
光学材料	ヤモリテープ	ヤモリの足の表面構造	分析用粘着テープ		日東電工株式会社
		EG-VX500 他 スクリュープレスサイクロン	ネコ科動物の舌の表面構造	サイクロン掃除機	シャープ株式会社
医療・生体適合材料	ランセット針	蚊の針の形状	注射針		株式会社ライトニックス
		低抵抗・低摩擦材料	WATER GENE マリンコンブ	カジキの体表のしわ、尾びれの形状	競泳水着
防汚材料	A-LF-Sea	マグロの体表の構造	超低燃費型船体防汚塗料		日本ペイントマリン株式会社
		低抵抗	ES-GE80L他 ドルフィンバル	イルカの表皮のしわ、尾びれの形状	洗濯機
構造体	500系新幹線	カワセミのくちばしの形状	新幹線の先端形状		西日本旅客鉄道株式会社

出典：各種資料から株式会社富士通総研作成

(出所) 特許庁 平成26年度特許出願技術動向調査報告書（概要）

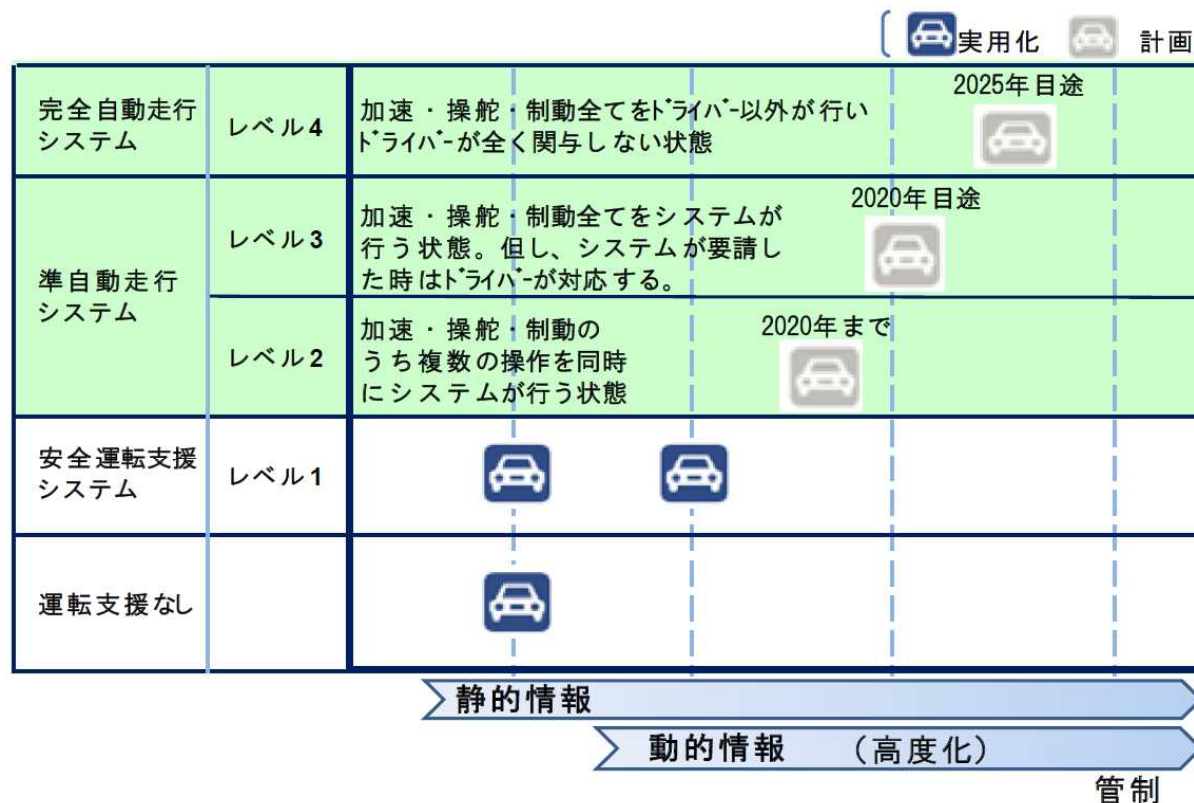


(出所) 環境省「NCVプロジェクト」（平成28年12月）

自動運転

- ICT技術やビッグデータの活用により自動運転が実現しており、エコドライブや渋滞のない最適ルートを選択などが自動的になされ、安全で無駄のない移動が一般化している。

【自動走行システムの実現期待時期】



自動運転レベルは道路環境に応じて変化

いずれのレベルにおいても、ドライバーはいつでもシステムの制御に介入することができるが前提。準自動走行システム(レベル3)及び完全自動走行システム(レベル4)については、民間企業による市場化が可能となるよう、政府が目指すべき努力目標の時期として設定。

自動運転＋電気自動車

- 自動運転化した電気自動車は、地域包括ケアシステムが構築された社会において、高齢者が必要な時に自宅から病院等まで安全に移動できる手段となるとともに、未使用時は電気自動車の蓄電池が電力の需給調整機能を果たすなど、高齢世帯において有効に活用されている。

【電気自動車が生み出す新たな価値】

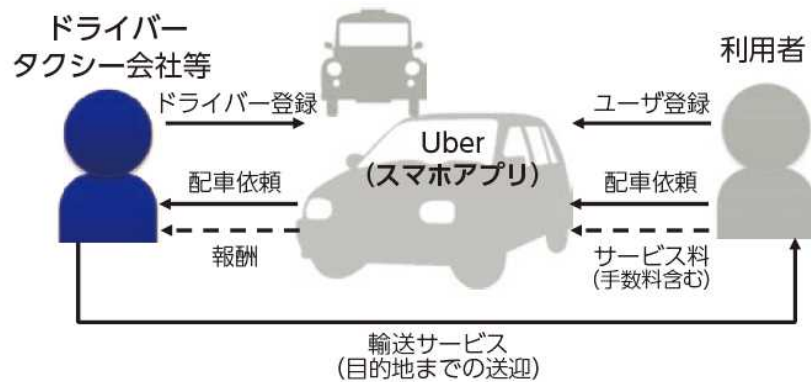


(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第8回)
日産自動車株式会社 エキスパートリーダー 朝日氏 御提供資料

ライドシェア・カーシェア

- ライドシェア等による乗車率の向上やカーシェアリングなど利用したいときだけ利用できる仕組みもさらに普及しており、社会全体として移動手段が必要な範囲で合理的に確保されている。

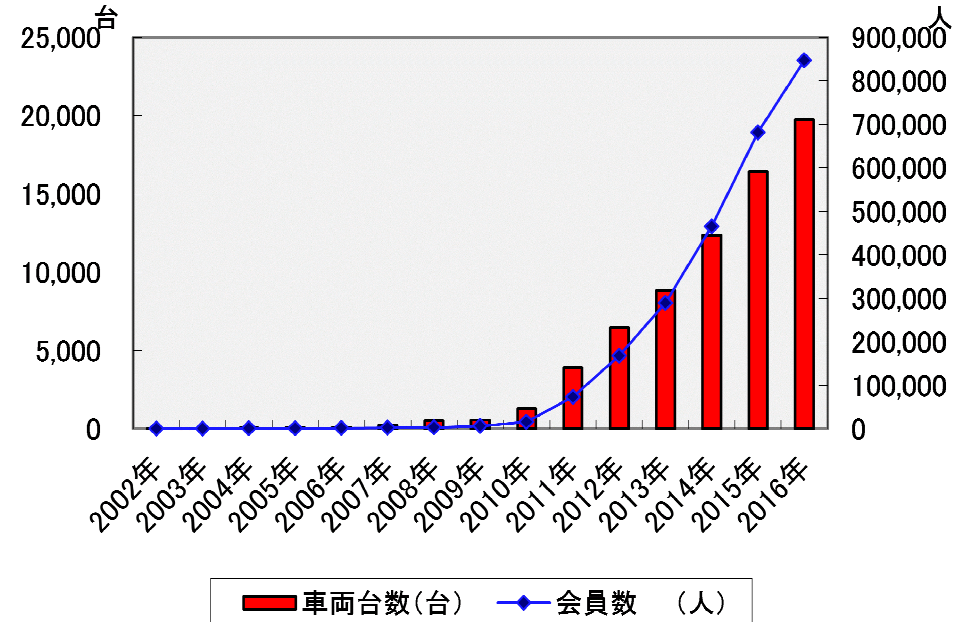
【Uberのサービスイメージ】



(出典) 総務省「社会課題解決のための新たなICTサービス・技術への人々の意識に関する調査研究」(平成27年)

(出所) 総務省「平成27年度 情報通信白書」

【カーシェアリング車両台数と会員数の推移】

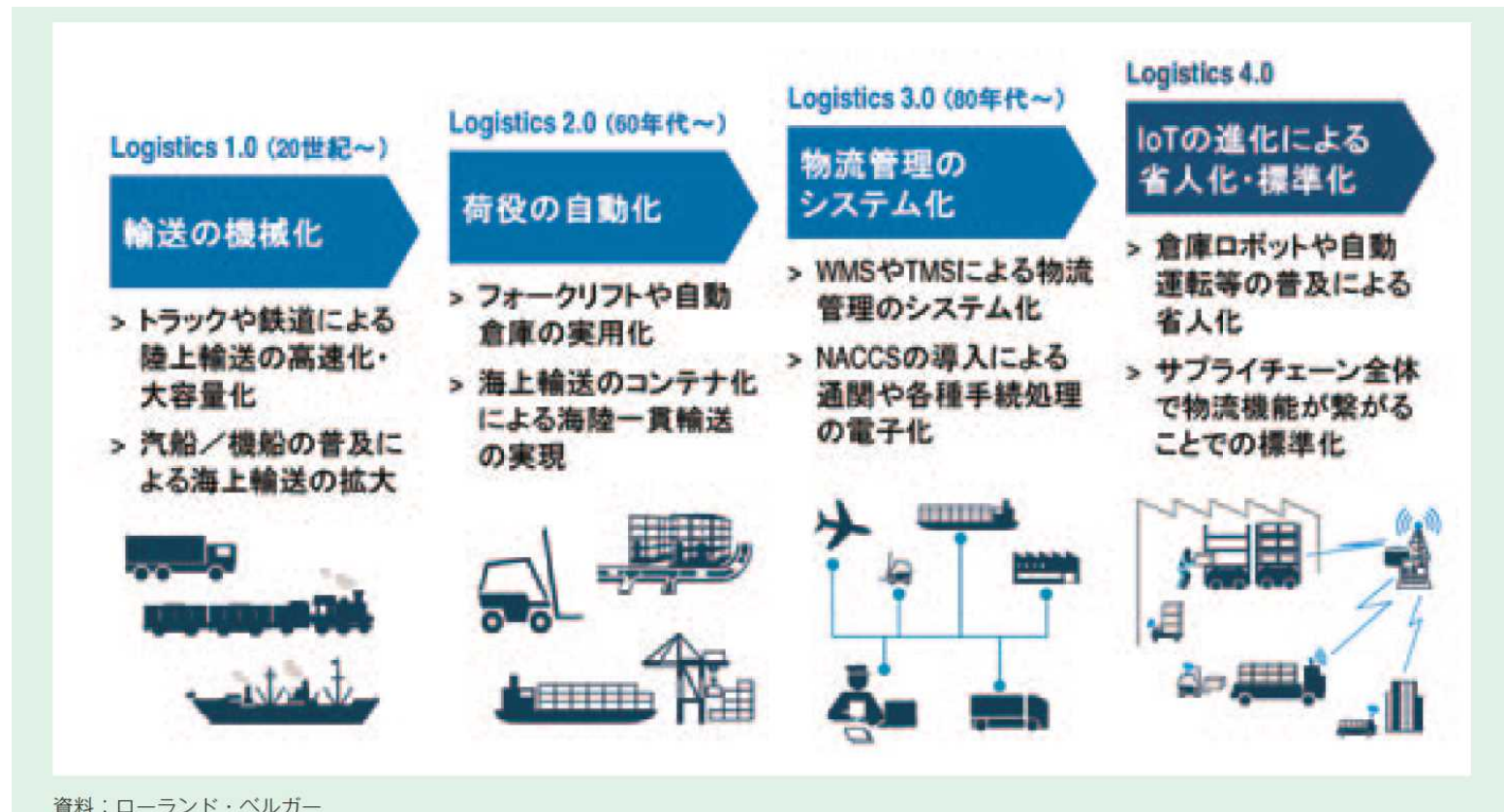


(出所) 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団HP

物流の効率化

- 貨物についても、生産拠点と消費地の距離の短縮化による輸送量の減少のほか、AIやIoT技術を活用した物流の情報化や荷主の協力、積載率の向上、物流サービス利用者の意識変革等によって、効率的な低炭素型の物流が実現している。

【ロジスティック4.0※】



(出所) 経済産業省「平成28年度 ものづくり白書」

※ ロジスティクス4.0：フラウンフォーファーIML（物流・ロジスティクス研究所）やドイツを中心とする複数の民間企業が推進するもので、IoTを製造業の物流部門に適用するもの。

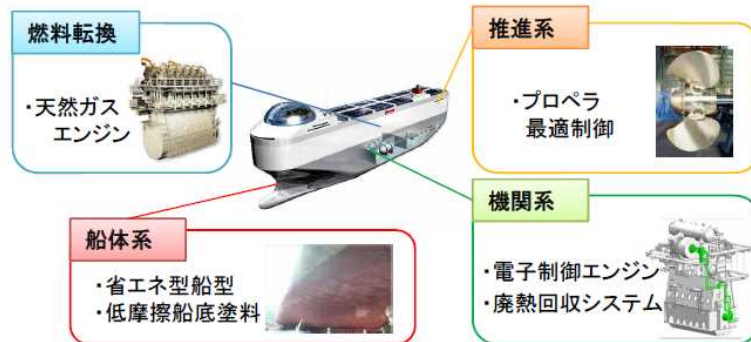
鉄道、船舶、航空の低炭素化

- 鉄道、航空、船舶における省エネ機能が向上し、長距離輸送など用途に応じた効率的な利用が普及している。また、運航の効率化などの運用面での適正化、再生可能エネルギー由来の水素やバイオ燃料の導入などの動力源の低炭素化が実現している。

【鉄道、船舶、航空の低炭素化】

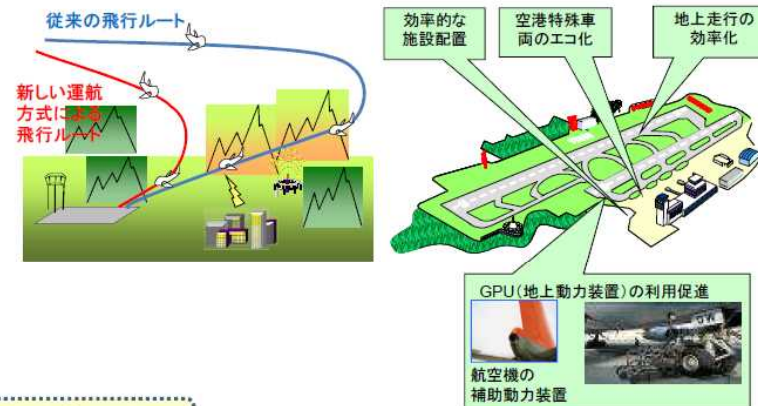
内航船舶の省エネ化

- 省エネルギー船舶の普及を促進。



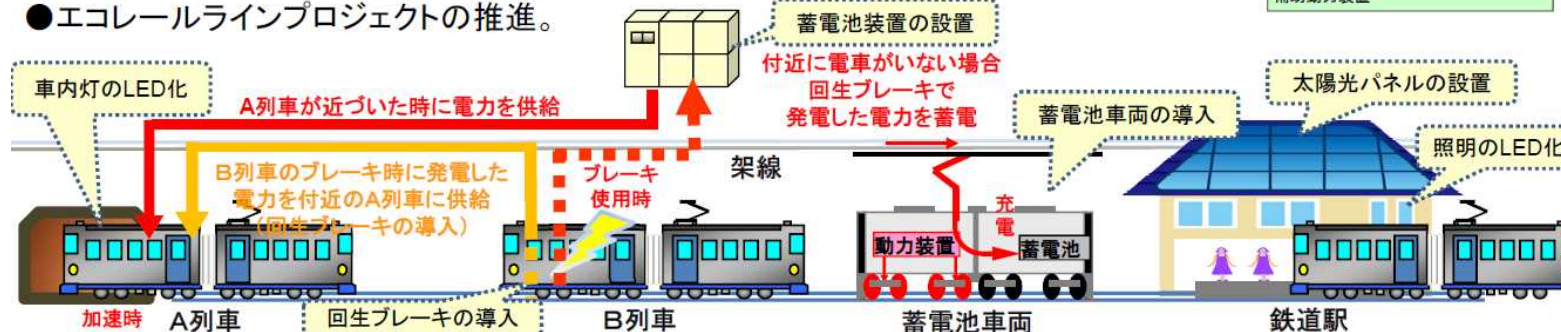
国内航空の省エネ化

- 航空機の運行方式の効率化を促進。
- エコエアポートにおける空港施設の低炭素化を促進。



鉄道の省エネ化

- エコレールラインプロジェクトの推進。



約束された市場

- 企業は低炭素型の製品/サービスの提供に取り組み、それらが普及することによって我が国の経済成長力の向上につなげるとともに、そのような製品/サービスを国外に展開することで世界のマーケットを獲得している。

【 IEA WEO2016における世界のエネルギー供給への累積投資額（2016-2040、10億USD₂₀₁₅）】

	2010-15	新政策シナリオ		現行政策シナリオ		450シナリオ	
	(年間)	(累積)	(年間)	(累積)	(年間)	(累積)	(年間)
化石燃料	1,112	26,626	1,065	32,849	1,314	17,263	691
再生可能エネルギー	283	7,478	299	6,130	245	12,582	503
電力ネットワーク	229	8,059	322	8,860	354	7,204	288
その他の低炭素エネルギー**	13	1,446	58	1,259	50	2,842	114
エネルギー供給合計	1,637	43,609	1,744	49,098	1,964	39,891	1,596
省エネルギー	221	22,980	919	15,437	617	35,042	1,402

* 省エネルギー投資は、2014年の最終消費部門別の効率水準を基準とした手法による。この行に示されている省エネルギー投資額は2015年のみの値。

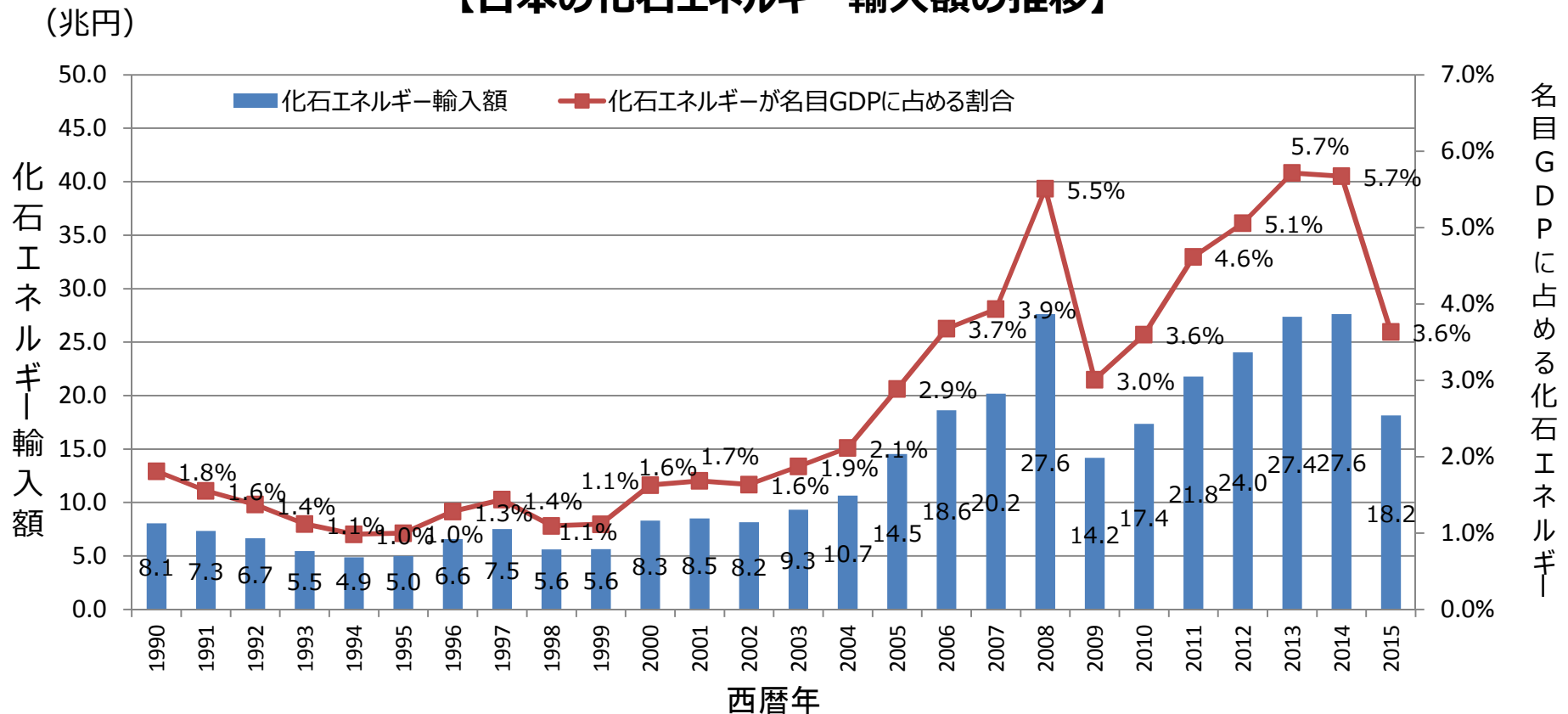
** 原子力とCCSが含まれる。

(出所) IEA World Energy Outlook 2016

再エネの普及、化石燃料輸入額の減少

・再生可能エネルギーの普及により、化石燃料を購入するために国外に流出していた資金が低炭素型製品/サービスの普及開発を行う国内企業の活動の原資となり、それがさらに世界市場での我が国の位置づけを高めるといふ好循環が実現している。

【日本の化石エネルギー輸入額の推移】



(注) 化石エネルギー輸入額は、石炭・原油・LNGなどの化石エネルギー輸入額より、非エネルギー用途と考えられる潤滑油及びグリースを除外

(出所) 財務省貿易統計、概況品別推移表、<http://www.customs.go.jp/toukei/info/>、(2016.11.16時点)
 内閣府、国民経済計算 (GDP統計) 統計表一覧 (2016年7-9月期 1次速報値)
 内閣府、国民経済計算 (GDP統計) 平成12年基準 (93SNA)

IoTによる労働生産性・炭素生産性の向上

- ICTの進展により、ペーパーレス化や在宅勤務などが一般化している。個人のライフスタイルに応じた労働形態が可能となり、労働生産性・炭素生産性がともに向上している。
- IoTやAIなどのICT技術を活用した生産性の向上はオフィスワークのみならず、例えばものづくり、インフラ産業や介護福祉など、効率、安全や健康長寿といった効用をもたらしつつ、低炭素にも資する形で展開している。
- IoTやAI等の技術の進展により、気象データが産業活動やエネルギー供給において有効に活用され、生産性の向上を通じて低炭素社会の構築に貢献している。

「スマートに手に入れる」将来像の広がり和社会への影響（光と影）

	個人	社会
国内	<ul style="list-style-type: none"> ○欲しいモノが必要な時に適正価格で手に入るようになる ○新需要の開拓、製造等拠点の国内立地の競争力が高まれば、働き口の維持・拡大【有効求人倍率(生産工程の職業) 1.23倍(平成28年2月)】 ●労働者のスキル転換の必要性、国際競争力が低下すれば働き口の縮小懸念(例：機械→IT) 	<ul style="list-style-type: none"> ○生産工程での無駄ゼロ実現（国際競争力の強化、環境負荷の低減）【産業部門(工場等)のCO2排出量約4.3億トン(全体の32.8%)】 ○高度なモノづくり拠点の国内立地の促進（新たな雇用の創出、地域経済への経済波及）【製造業の海外生産比率 24.3%(2014年)】 ○モノのネットワーク化による、廃家電の不法投棄等の抑制【不法投棄された廃家電を回収した台数(推計値) 74,600台】
海外	<ul style="list-style-type: none"> ○欲しいモノが必要な時に適正価格で手に入るようになる可能性 ○世界の廃棄物量の削減【年間21億トン】 	<ul style="list-style-type: none"> ○スマート工場システムの海外展開により国際貢献と我が国企業の市場開拓を両立【世界のGDP比率 Manufacturing 約16%】 ○アップサイクル、リサイクル、部品回収等による、捨てられている素材価値の回収【1.3兆ドルの市場ポテンシャル（2030年に向けてのアクセントリア試算）】

出所：資源・リサイクル促進センター「一般廃棄物・産業廃棄物の統計データ」、経済産業省「静脈産業の現状と課題について」、農林水産省/食品ロス統計調査・世帯調査（平成26年度）、環境省「平成26年度廃家電の不法投棄等の状況について」、Planet Aid、第3回新産業構造部会 アクセシビリティ研究会長レゼンテーション、厚生労働省/一般職業紹介状況（平成28年2月分）について、環境省/2013年度（平成25年度）の温室効果ガス排出量（速報値）について、経済産業省/海外事業活動基本調査、McKinsey/“Manufacturing the future: The next era of global growth and innovation”

炭素リスクの情報開示/脱炭素に向けた資金の流れ

- ・炭素価格が市場経済に組み込まれており、事業者の投資判断のみならず、銀行や機関投資家の投融資判断に当たって、炭素リスクも含めた事業性の評価が一般的となっている。
- ・事業者は、財務情報とともに炭素情報を開示すること等が一般化しており、機関投資家から個人投資家まで社会全体が、ESG投資などを通じ、脱炭素を念頭に大幅削減に資するよう資金を振り向けている。

【金融安定理事会 気候関連財務ディスクロージャータスクフォース】

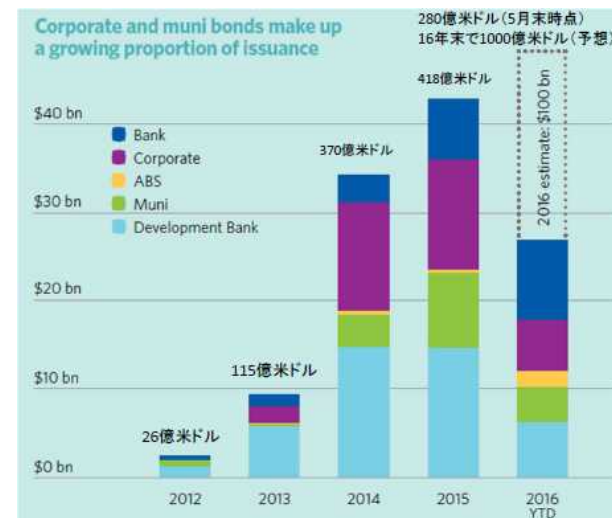
- 2015年4月 G20財務大臣・中央銀行総裁会合は、金融安定理事会（FSB）に対し、気候関連課題について金融セクターがどの様に考慮していくべきか、官民の関係者を招集することを要請。
- 2015年12月 FSBはマイケル・ブルームバーグ元ニューヨーク市長を座長とする、「気候関連財務ディスクロージャータスクフォース（Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD）」設立を公表。
- 2016年3月 気候関連財務ディスクロージャーの目的やスコープ、原則を明確にした「フェーズ1レポート」を公表。
- 2016年12月 将来へ向けた恒久的な枠組となるフェーズ2の「気候関連の財務情報開示に関する提言」を公表、2017年2月12日までパブリックコンサルテーションを実施中。
- 2017年初旬 最終版公表予定。
- 企業が投資家、銀行、保険会社その他関係者へ情報提供する際に用いるための、任意で一貫性のある気候変動関連金融リスク情報の開示を進める。

(出所) TCFDホームページ、Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD, 2016)、及び中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会（第4回）東京海上ホールディングス（株） 経営企画部部長兼CSR室長 長村氏御提供資料より作成



【グリーンボンドの発行額（2016年5月末時点）】

- グリーンプロジェクトに要する資金を調達するために発行される債券であるグリーンボンドの発行額は年々増加している。
- 気候ボンドイニシアチブ（CBI）によると2015年までの累計でグリーンボンドは約1,180億米ドル発行されている。また2016年単年のグリーンボンド発行額は1,000億米ドルと予想されている。
- 起債額増加の背景には、民間企業や地方自治体等、発行体の多様化が挙げられる。また2015年以降は、インドや中国といったアジア新興国における発行額が急増している。



(出所) 環境省 グリーンボンドに関する検討会 第1回 資料4

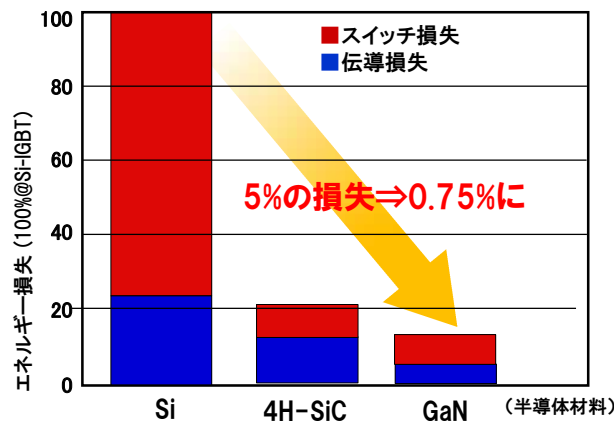
革新的技術～超高効率デバイス

・超高効率デバイスがあらゆる機器に実装されるとともに、高効率な産業用ヒートポンプの活用や低炭素なエネルギー源への転換等により、業種横断的に産業活動における徹底的な省エネが実現している。

【電流変換に伴う電力損失】

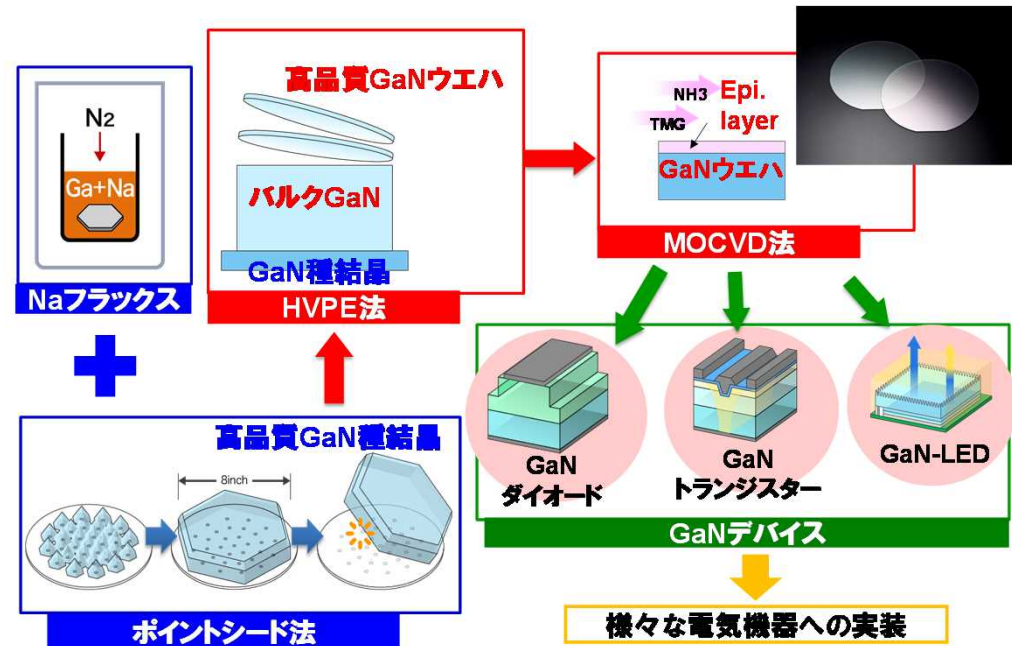


【窒化ガリウムの利用による電力損失の低減】



【環境省 超高効率デバイスの設計・開発・検証事業】

(未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業)



(出所)

左上・左下：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6回) 名古屋大学 教授 天野氏 御提供資料

右：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6回) 大阪大学 教授 森氏 御提供資料

革新的技術～高機能素材

・建築物や車等に従来使用していた素材に代替する軽くて丈夫な素材の開発・普及により、ライフサイクルにおけるエネルギー消費の大幅削減とともに、使用時における効率向上をも実現している。こうした素材には高い付加価値が認められ、素材産業における我が国の強みが維持されている。

【高機能素材の例】

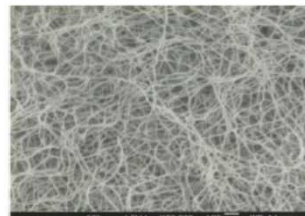
＜新素材の例＞



炭素繊維



カーボンナノチューブ分散複合材



セルロースナノファイバー



有機EL

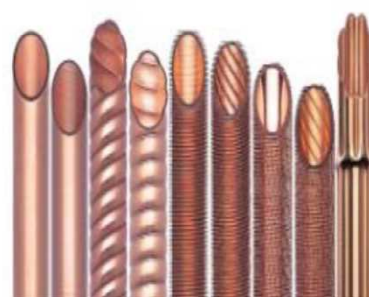


ファインセラミックス

＜既存の素材の高機能化の例＞



高張力鋼板
(日経テクノロジーonline)



伸銅

＜複合素材の例＞

(炭素繊維強化プラスチック(CFRP)、セラミックス複合材(CMC))

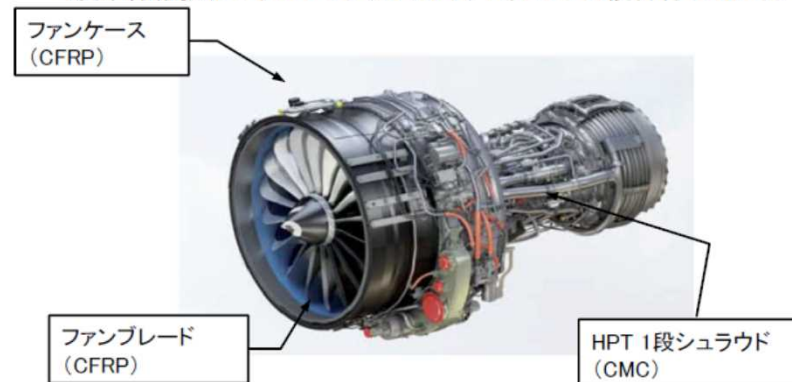


図: <http://www.cfmaeroengines.com/files/brochures/LEAP-Brochure-2013.pdf>

都市鉱山

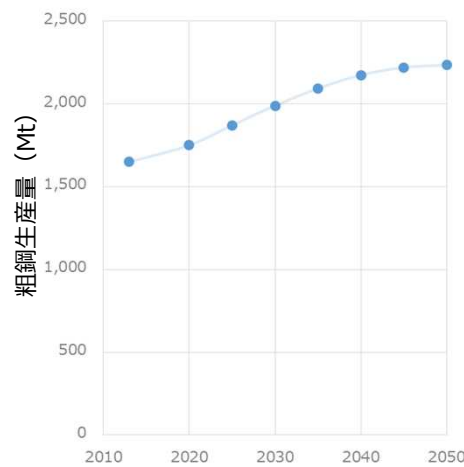
- ・我が国においても都市鉱山をはじめとする循環可能な資源の有効利用が徹底されている。
- ・我が国の社会インフラをはじめとする人工構造物に蓄積した資源は既に大きく、賦存する潜在的な資源を適切に回収し、新規需要に対応するといった循環型社会が確立している。
- ・回収資源で賄えない輸出資材については、国際競争力の確保に留意が必要であるが、国内で回収された循環資源に加え、各国から輸入した廃棄物が、我が国のより高度かつ低炭素な製造工程により再生され、産業構造が全体として低炭素・循環型の産業に移行している。

【日本の鉄鋼蓄積量】



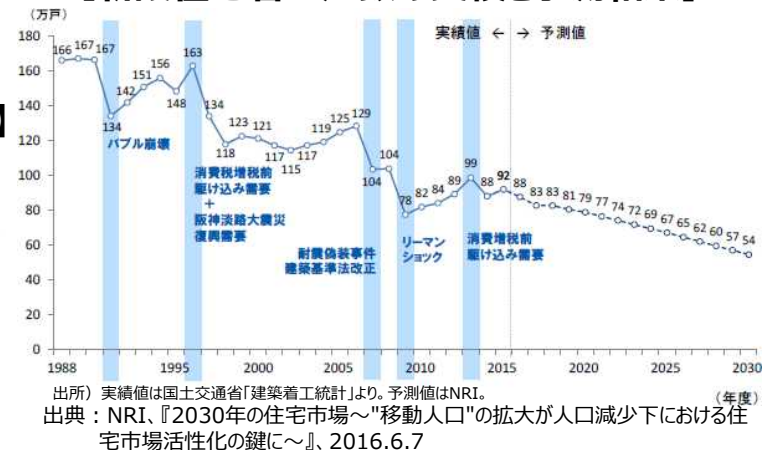
(出所) 鉄源協会 統計データより作成

【世界の粗鋼生産量見通し】



(出所) IEA[Energy Technology Perspective 2014]より作成

【新設住宅着工戸数の実績と予測結果】



出所) 実績値は国土交通省「建築着工統計」より。予測値はNRI。
出典：NRI、『2030年の住宅市場～"移動人口"の拡大が人口減少下における住宅市場活性化の鍵に～』、2016.6.7

【都市鉱山】

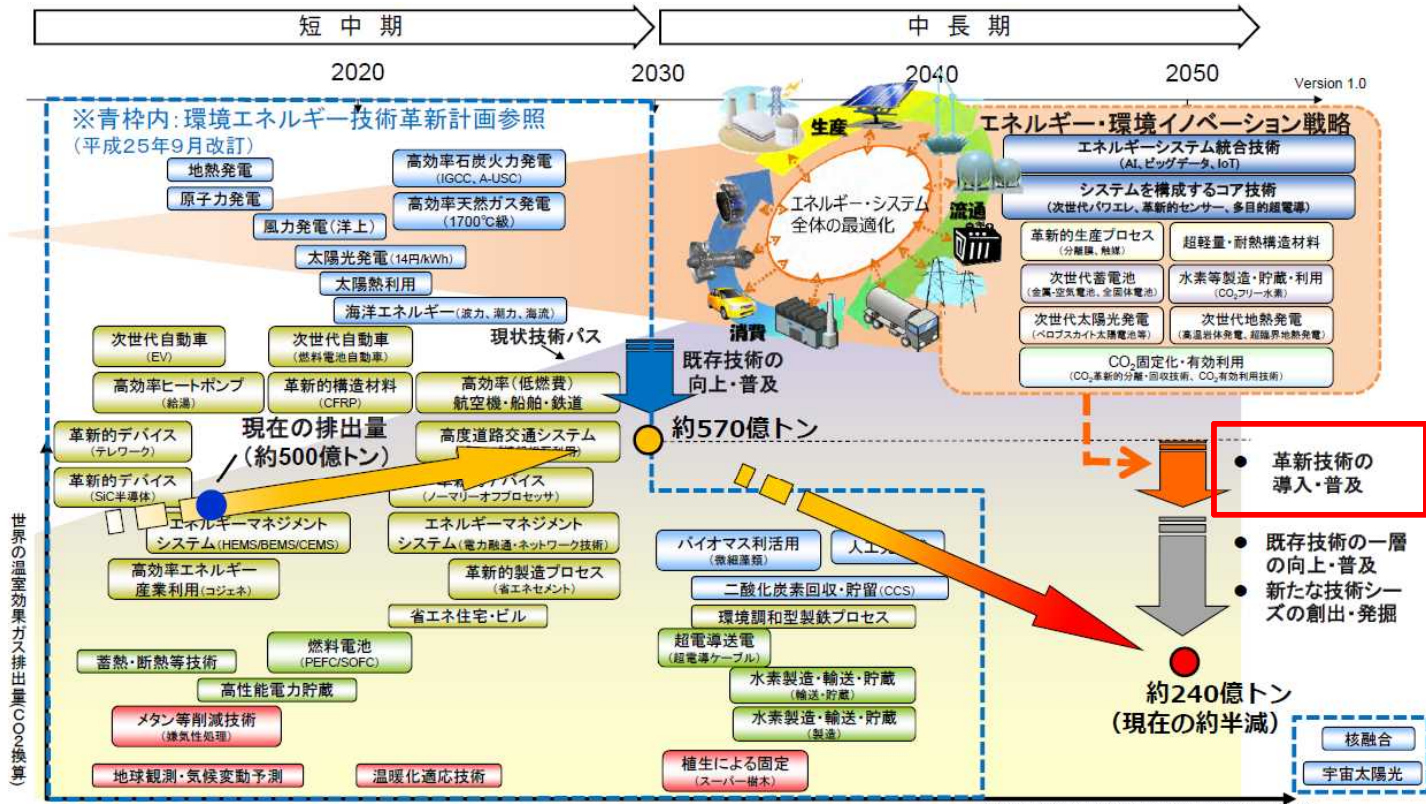


(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第6回) ㈱三菱総合研究所 理事長 小宮山氏 御提供資料

革新的技術

・エネルギー多消費産業においては、世界最高効率の技術が導入され、更に革新的技術が実装され、エネルギーのカスケード利用が徹底されること等により、可能な限りの効率化が図られているとともに、CCUSの設置が順調に進み、稼働を始めている。（プロセスイノベーション）

【2050年までの世界の温室効果ガス削減のイメージ】



※1 環境エネルギー技術の横軸上の位置は、各技術のロードマップを踏まえ、本格的な普及のおおよその時期を示すものである。
 ※2 「現状技術パス」は、各種技術の効率(例えば、石炭火力発電の発電効率)が変化しない場合の世界全体のおおよその排出量を示すものである。
 ※3 「既存技術向上・普及」及び「より革新的な技術普及」の矢印は、世界全体で排出量半減の目標を達成するためには、既存技術の向上・普及だけでなく、より革新的な技術の普及による削減が必要であることを示すものであり、それぞれの技術による厳密な削減幅を示すものではない。
 ※4 2030年、2050年に向けた排出量の推移はイメージであり、必ずしも線形に変化することを示すものではない。

凡例

- 生産・供給分野
- 消費・需要分野
- 流通・需給統合分野
- その他の技術
- エネルギー・環境イノベーション戦略

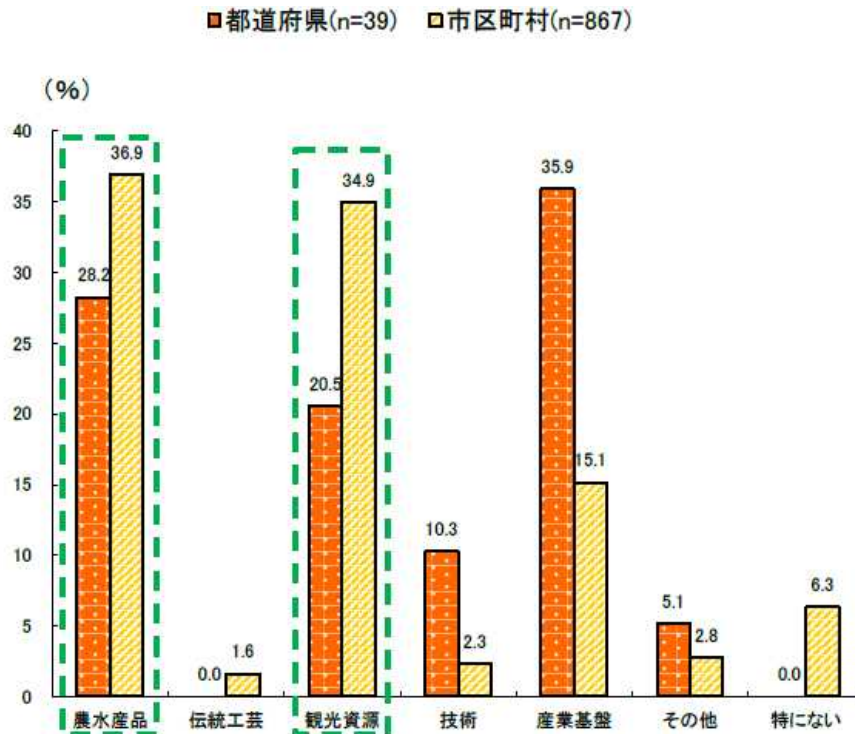
※1 枠の横幅の中ほどが本格的な普及のおおよその時期を示す
 ※2 括弧内は、各項目における技術の一例を抜き出したもの

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

地域資源の活用

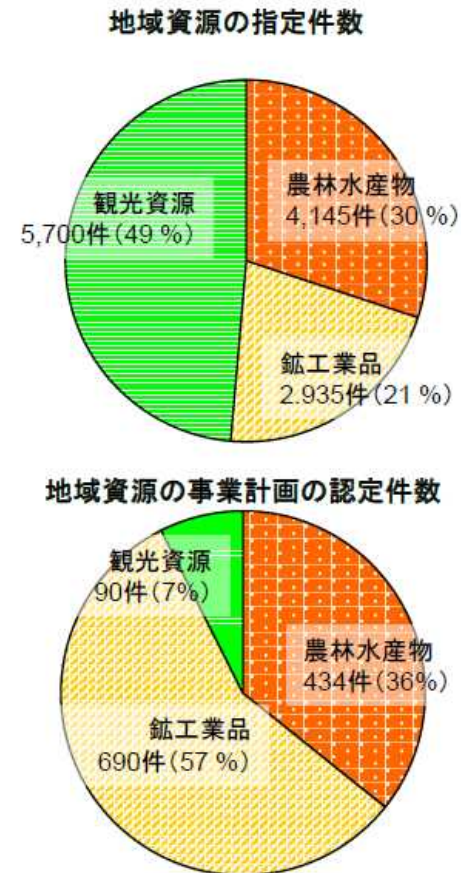
- 飲食業や観光業などのサービス産業や地域の地場産業においては、地域産材や地域固有の資源（人材、文化財、自然環境・エネルギー、飲食、商店街、工場など）を活用し、高付加価値化させた材・サービスを提供することにより生産性が向上している。これにより、域外からの資金を呼び込みつつ、地域経済が循環する地域社会が実現している。

【地域活性化の切り札となる地域資源】 （地方自治体を対象としたアンケート）



出所：中小企業庁委託「自治体の中小企業支援の実態に関する調査」
(2013年11月、三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株))

【地域資源の指定と事業計画の認定の状況】



(出所) 経済産業省 日本の「稼ぐ力」創出検討会 第3回 資料3

CO2削減診断・アドバイス

・様々な場面において省エネや創エネを実現するための診断や専門的なアドバイスを実施する事業が発展している。

【AIを活用した法人向け省エネルギーサービス】

[サービスイメージ]



- ① 情報集約 : スマートメータからの電力データ、気象情報に30分ごとに自動収集・整理 (建物情報は随時)
- ② 解析 : 収集したデータを解析・モデリング。建物運用の課題を検出し重要度の高いものから抽出。
- ③ 情報共有 : ご登録頂いた担当者のスマートフォン・タブレットに抽出した課題への対策・削減ポテンシャルをご連絡。
- ④ アクション : 対応状況についてもモニタリングし、解消した課題が再発した場合は再度ご連絡。省エネ運用の定着をサポート。

(出所) エネット プレスリリース

【環境省 CO2削減ポテンシャル診断事業における対策効果検証事例(診断時と対策実施後)】

実施済み対策の内容	実施状況等	診断時の見込	事後検証された効果	
		CO2削減量 (t-CO2/年)	CO2削減量 (t-CO2/年)	削減コスト (千円/t-CO2)
高効率空冷チャラーの採用	既設空冷チャラー・水冷チャラーを高効率空冷チャラーに更新した。(システム全体については、現在も設備更新工事を実施中。)	56.0	4.1	1,409
冷水ポンプのINV制御	高効率空冷チャラー導入(2015年6月に実施)に伴い、冷水ポンプにINVを導入。ポンプ負荷を15kWから5.5kWに変更した。(システム全体については、現在も設備更新工事を実施中。)	17.0	42.3	-13.8
導入外気量の低減	AHU-8外調機ファン(15kW×1台)にINVを追加設置し、風量調整を行うことで外気量の低減を図った。	5.0	3.5	144.4
高効率照明器具の採用	執務室系を適正な照度設計を行い、現行使用している蛍光灯(FLR40W)を高効率なHF照明に更新し、消費電力の低減を図る。	47.0	63.8	1.7

(出所) 環境省 平成27年度経済性を重視したCO2削減対策支援事業に係るCO2削減対策分析等委託業務 フォローアップ調査事例集 116

バイオプラスチック

- 日用品の低炭素化も進んでおり、例えば、使い捨て容器の使用が大幅に削減され、バイオプラスチックが普及するとともに、廃棄された場合でも適正にリサイクルされることによって、ネットCO₂排出量はマイナスとなっている。
- 日用品等の利用において、必要最小限の高品質な製品を多くの人がシェアし、各個人は機能・サービスを楽しむスタイルが普及している。

【バイオプラスチックの商品例】



【バイオプラスチック製品国内出荷量】

(単位：トン)

(年度)	2005	2010	2011	2012	2013	2014
PLA (ポリ乳酸)	517	2,125	2,169	2,544	3,069	3,035
バイオPE	0	55	2,188	5,951	27,025	33,209
バイオPET	0	50	80	2,819	11,875	11,916
酢酸セルロース	11,935	46,682	41,451	21,763	18,475	17,888
セロハン	9,954	12,737	12,823	11,931	11,764	12,584
澱粉	0	36	167	145	205	701
木粉・竹粉	2,340	1,199	1,403	962	828	826
その他	43	5	1	0	252	317

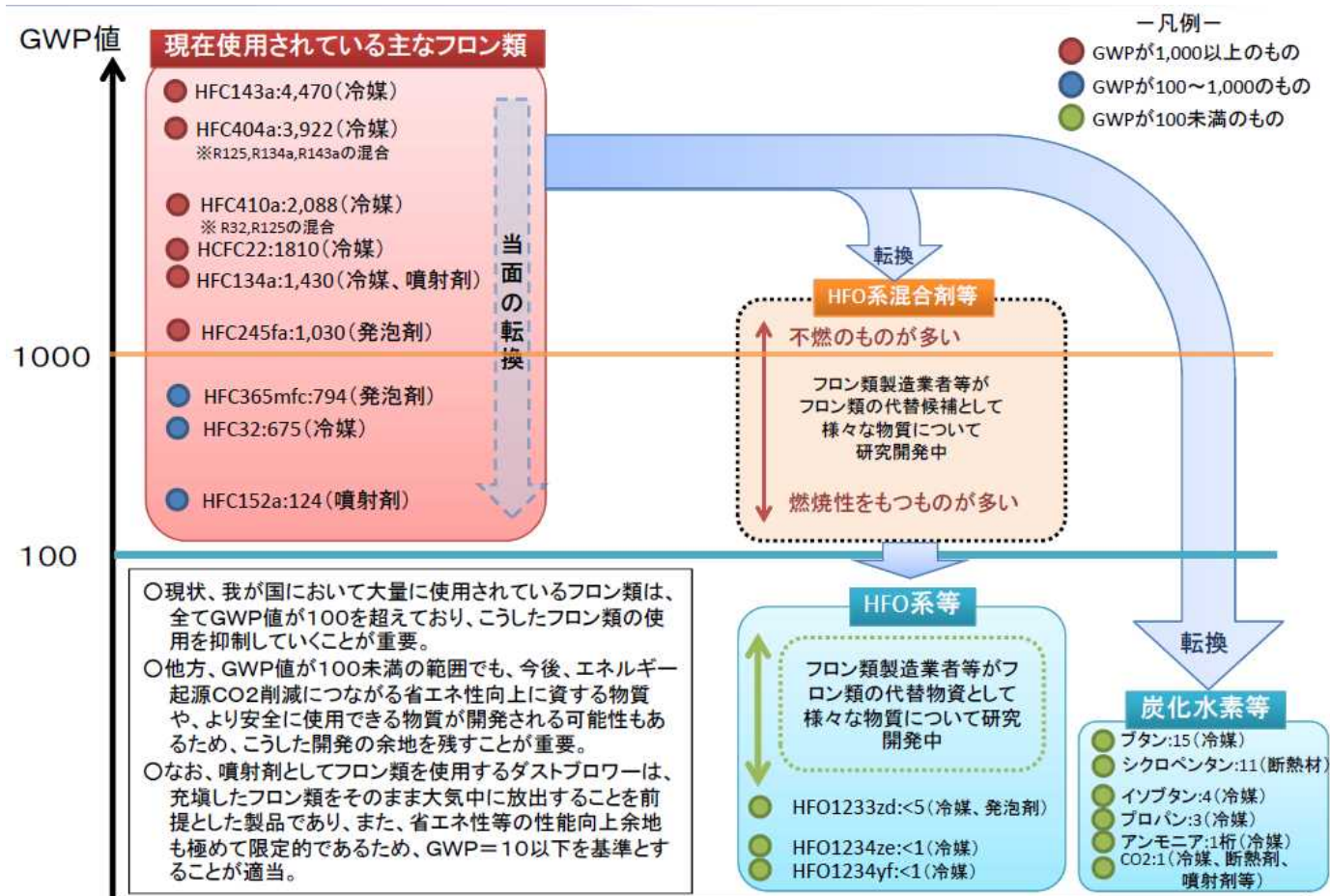
(出所) 平成23年度 環境・循環型社会・生物多様性白書

(出所) 環境省 平成28年3月 温室効果ガス排出量算定方法に関する検討結果
廃棄物分科会資料より作成

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。

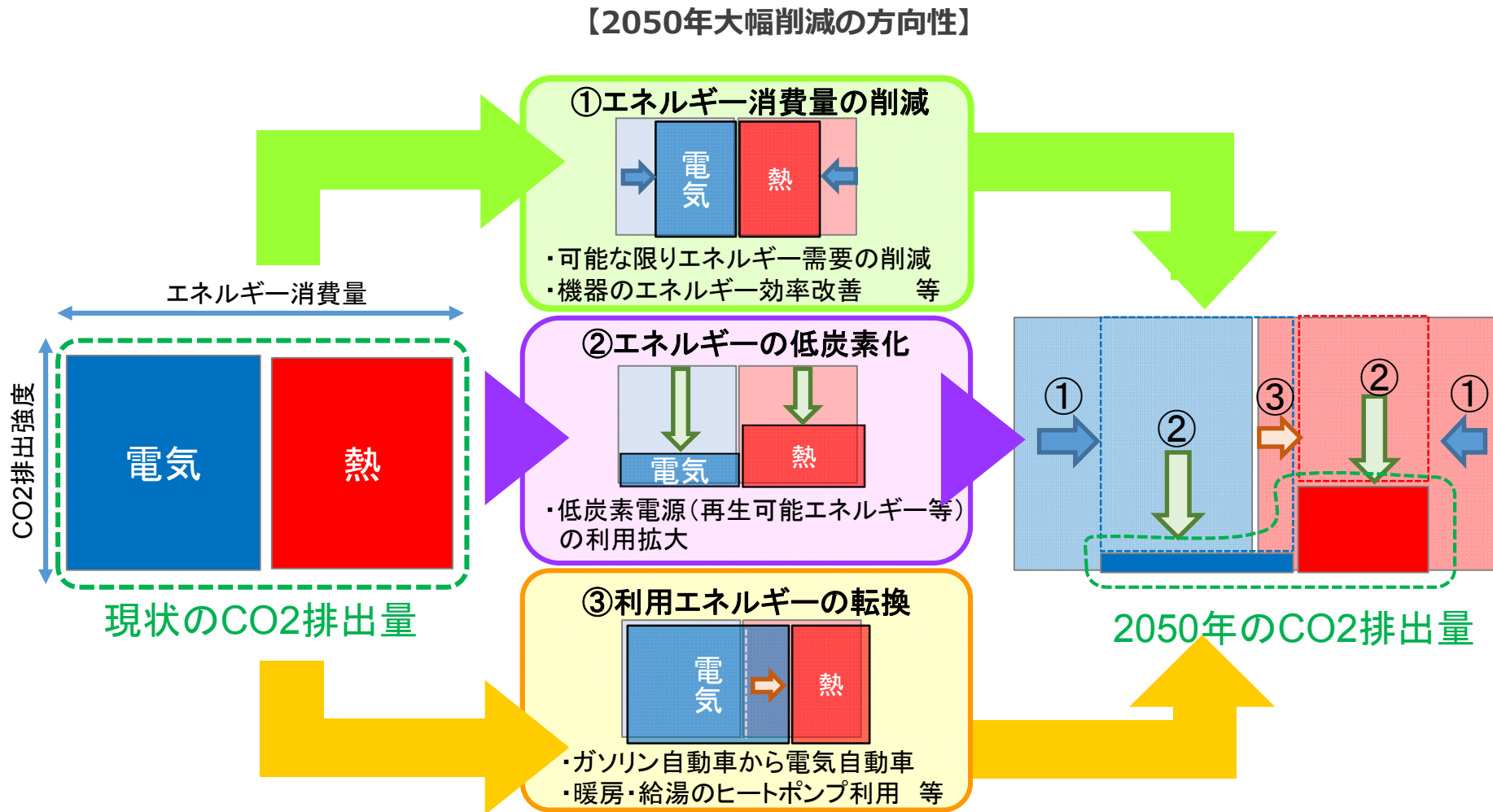
【フロン類使用製品が最終的に目指すべきGWP値】



※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。

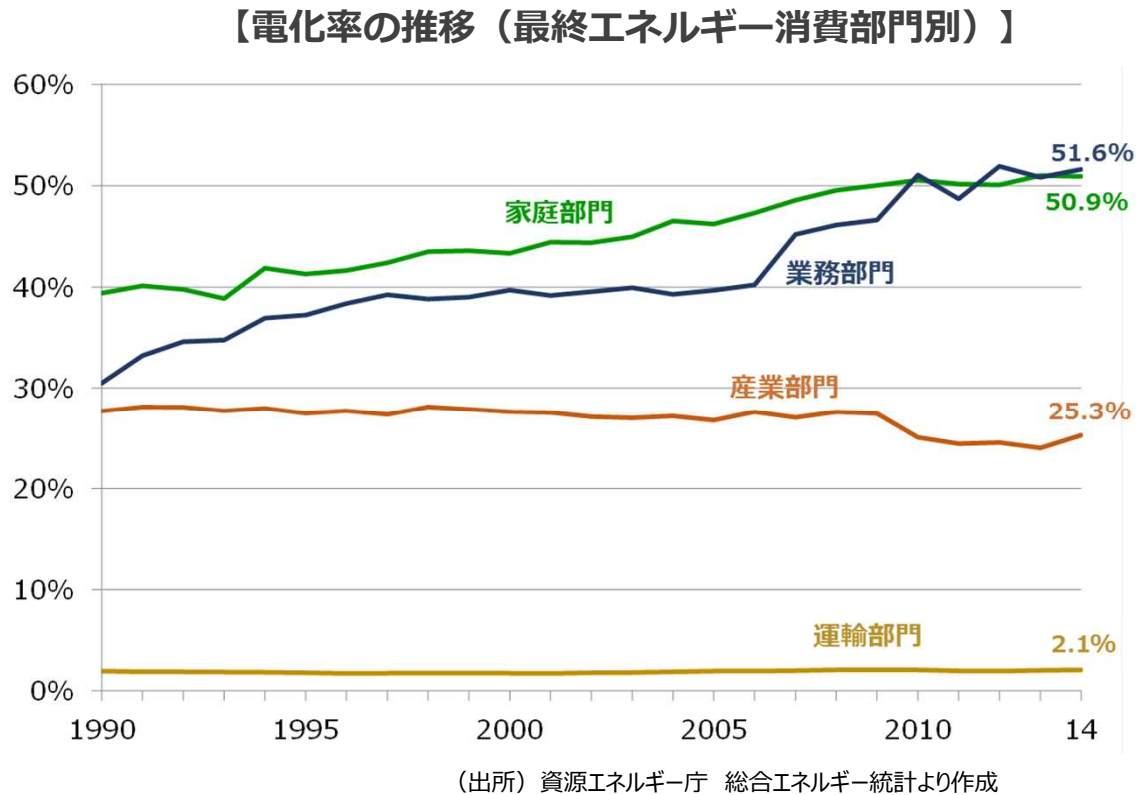
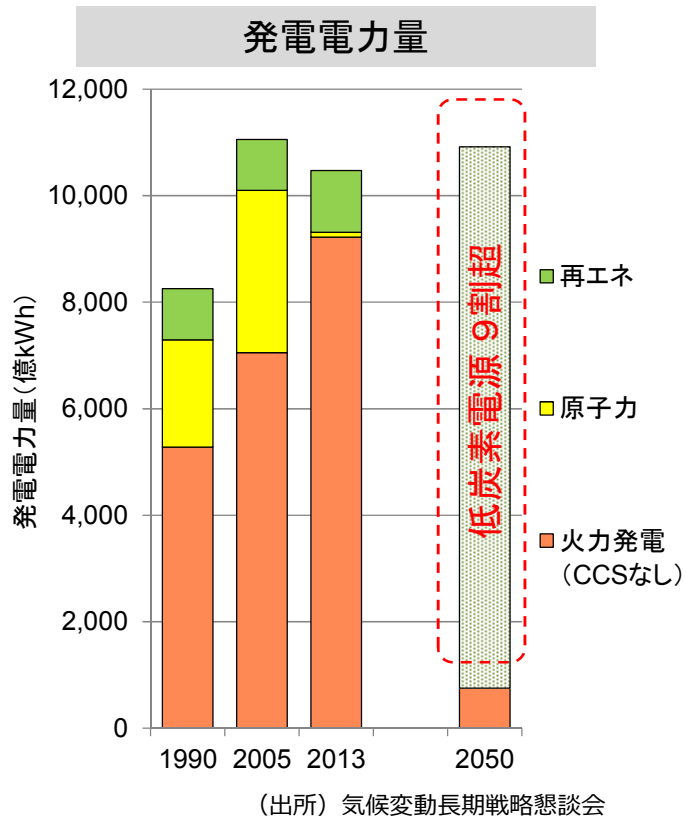
エネルギーの低炭素化・利用エネルギーの転換

- 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

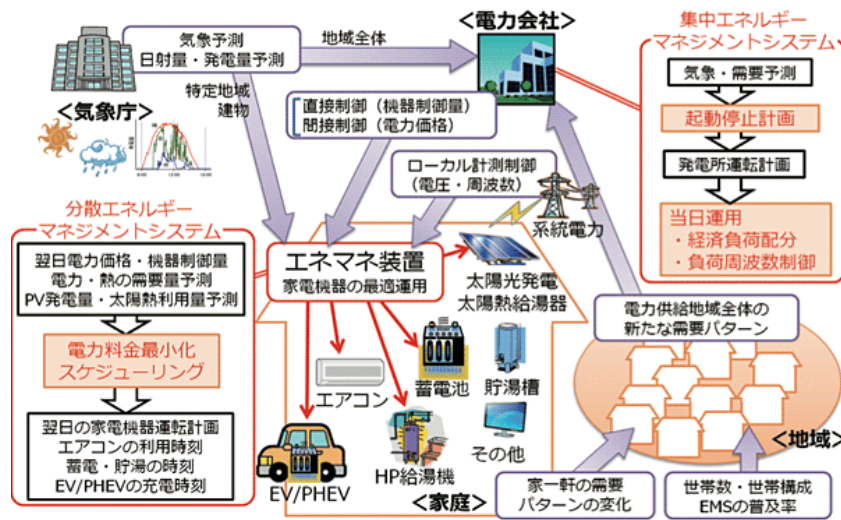
- 電力については、低炭素電源（再生可能エネルギー、CCS付火力発電、原子力発電）が発電電力量の9割以上を占めている。
- あらゆる分野で電化・低炭素燃料への利用転換が進み、最終エネルギー消費の多くは電力によってまかなわれ、化石燃料消費は一部の産業や運輸等に限定されている。特に、現在、その大半が石炭火力発電である産業部門の自家発電についても燃料転換の取組が進められている。



系統安定化

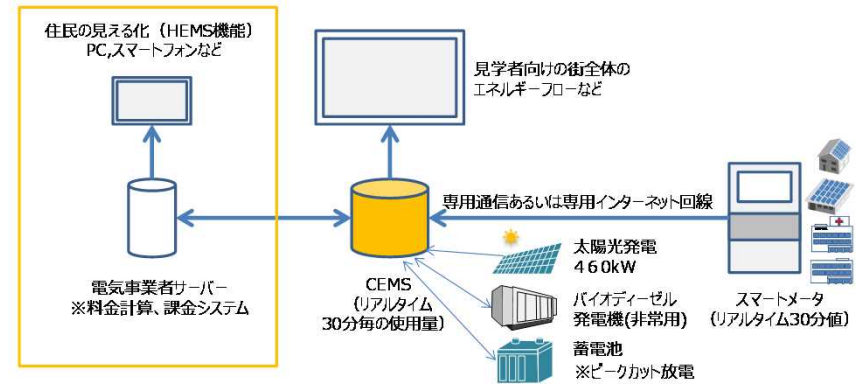
- 自家消費の上で、地域内や地域間の電力網の強化や運用改善、高度な情報システムによる需給の制御、揚水発電などの水力発電所や低炭素化された火力発電所などの大規模調整力の活用により、系統が安定した状態で運用されている。
- 再生可能エネルギーが大量導入された社会における安定的な電力供給のため、需給調整・周波数調整に貢献する様々な技術（蓄電池、水素、蓄熱、デジタルグリッド等）の研究開発が進められ、それが社会に大量に普及している。また、産業活動における電力需要も再生可能エネルギーの発電地に電力を多く消費する事業が集積する等地域の状況に応じた運用がなされ、系統への負荷が最小化されている。

【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。

【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。

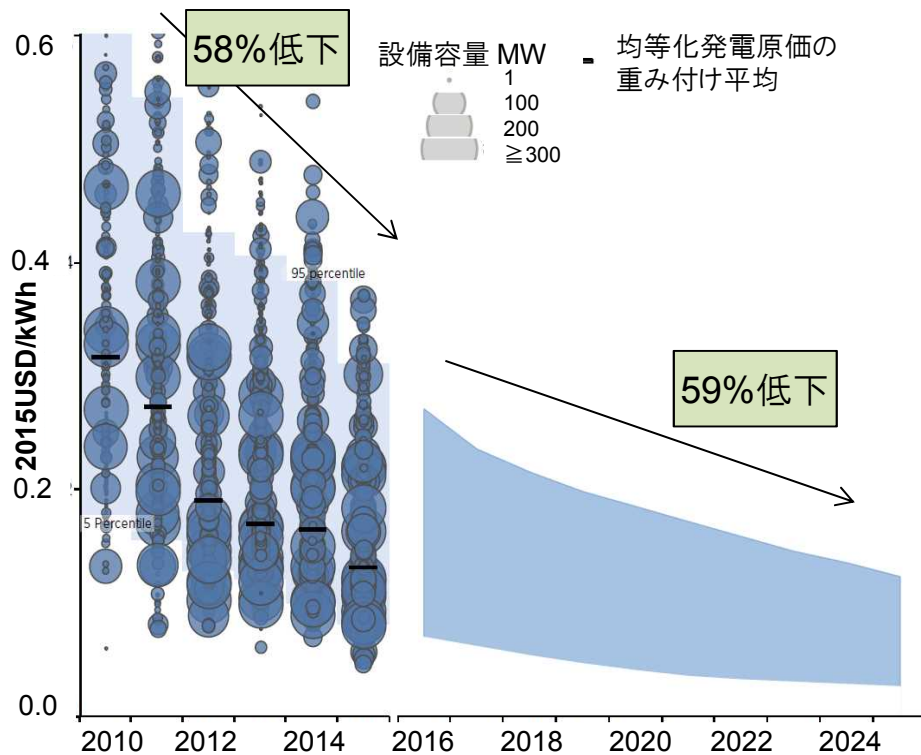
(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第5回) 東松島市 復興政策課長 高橋氏 御提供資料

(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

再生可能エネルギーの最大限の活用

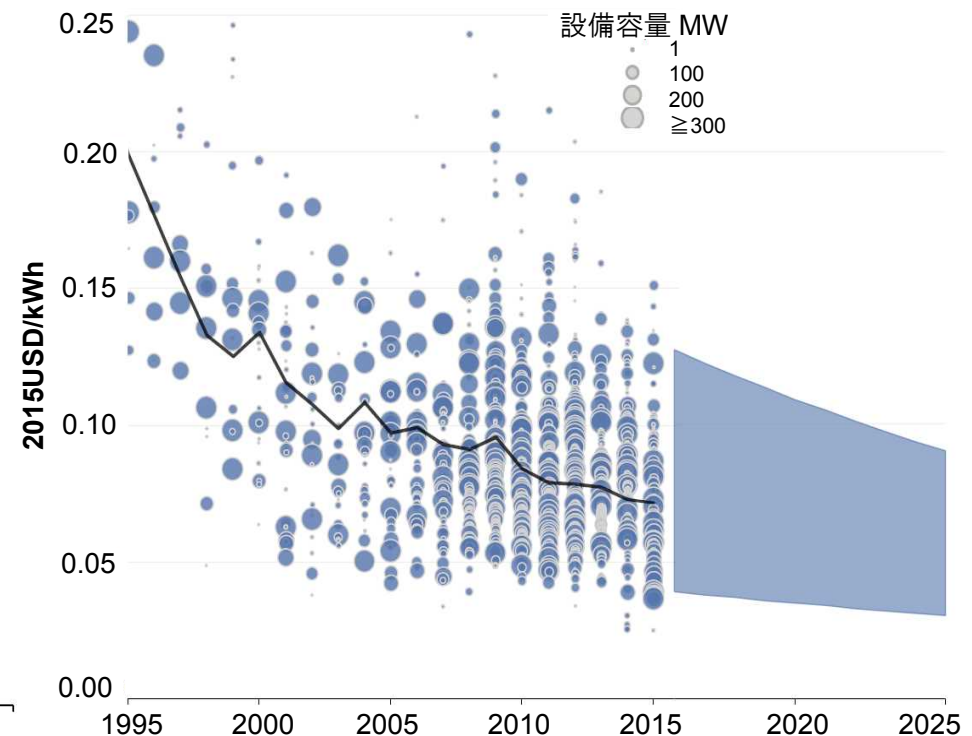
- 再生可能エネルギーについては、環境負荷を低減しつつ、高効率で需要家近接型の太陽光発電やポテンシャルの大きい風力、安定的な中小水力、地熱、バイオマス等が最大限導入されるとともに、海洋エネルギー発電等の実証・開発・活用等がなされている。また、地域の状況に応じた再生可能エネルギー発電が行われ、それらが増強された系統によって供給されている。
- 再生可能エネルギーの技術開発や大量導入による設備費低減のほか、災害からの安全も確保するような施工・メンテナンス等に関する工事費用の低減など、ハード・ソフトを含め再生可能エネルギー関連産業が価格競争力を有している。

【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】

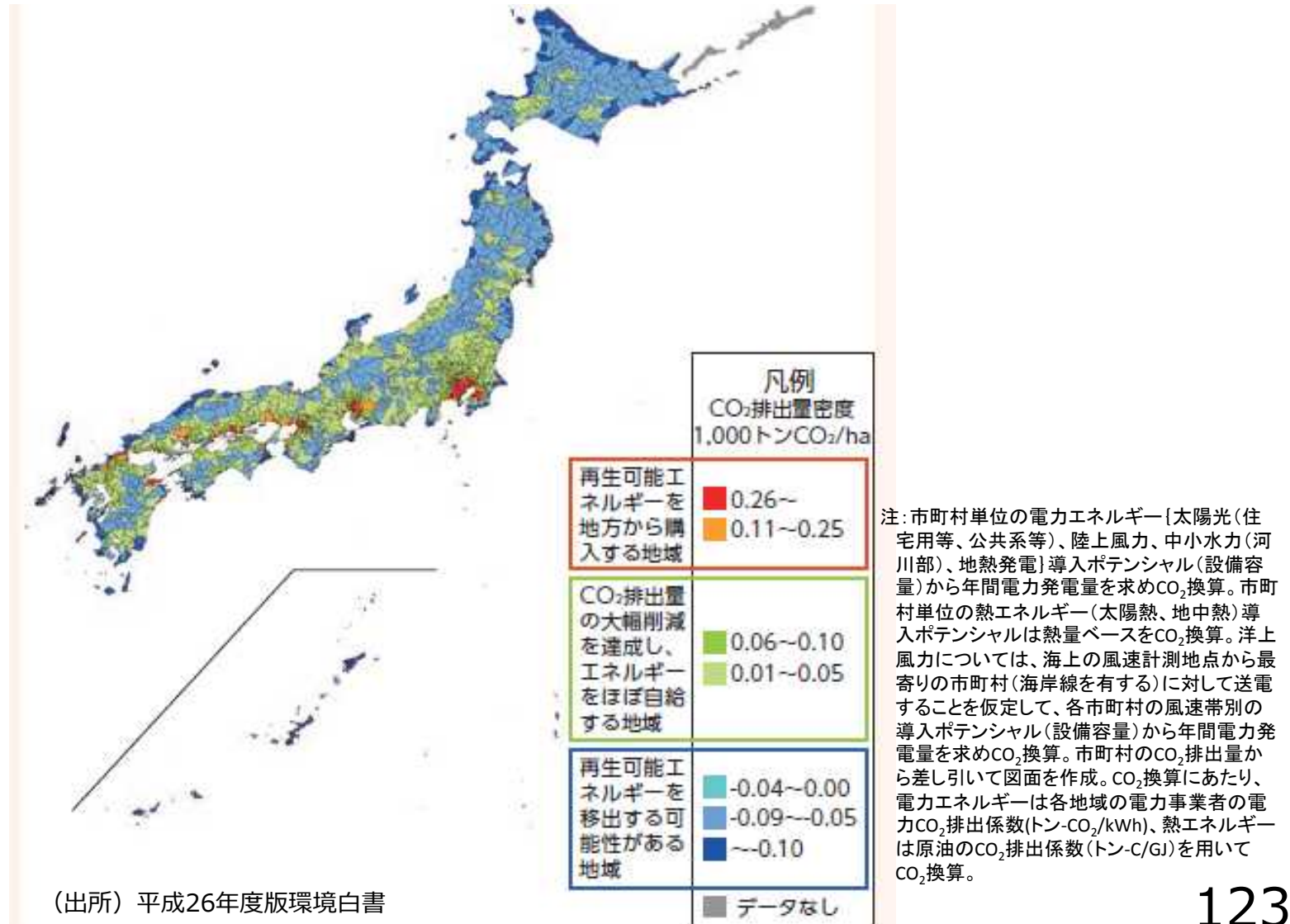


(出所) IRENA (The International Renewable Energy Agency, 国際再生可能エネルギー機関) 「Power to Change 2016(電力の変化)」68ページ

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】



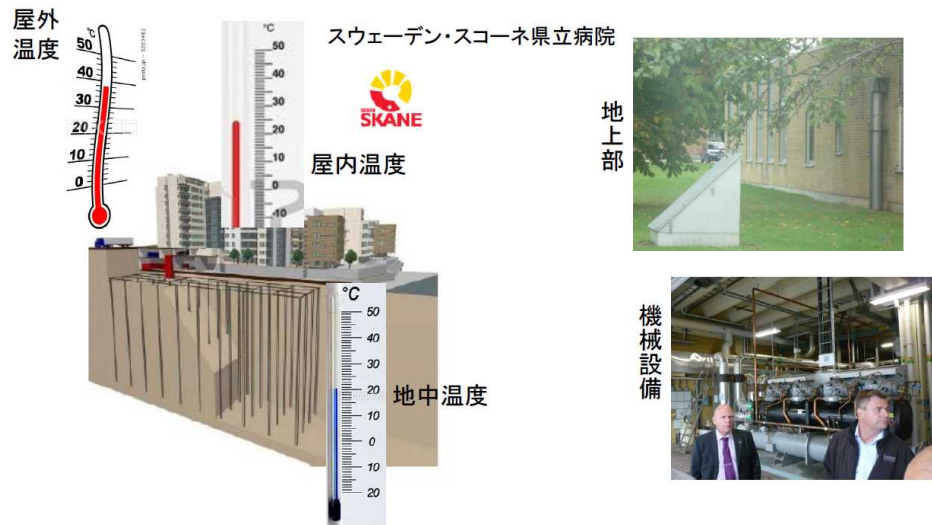
再エネ熱の活用

- 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

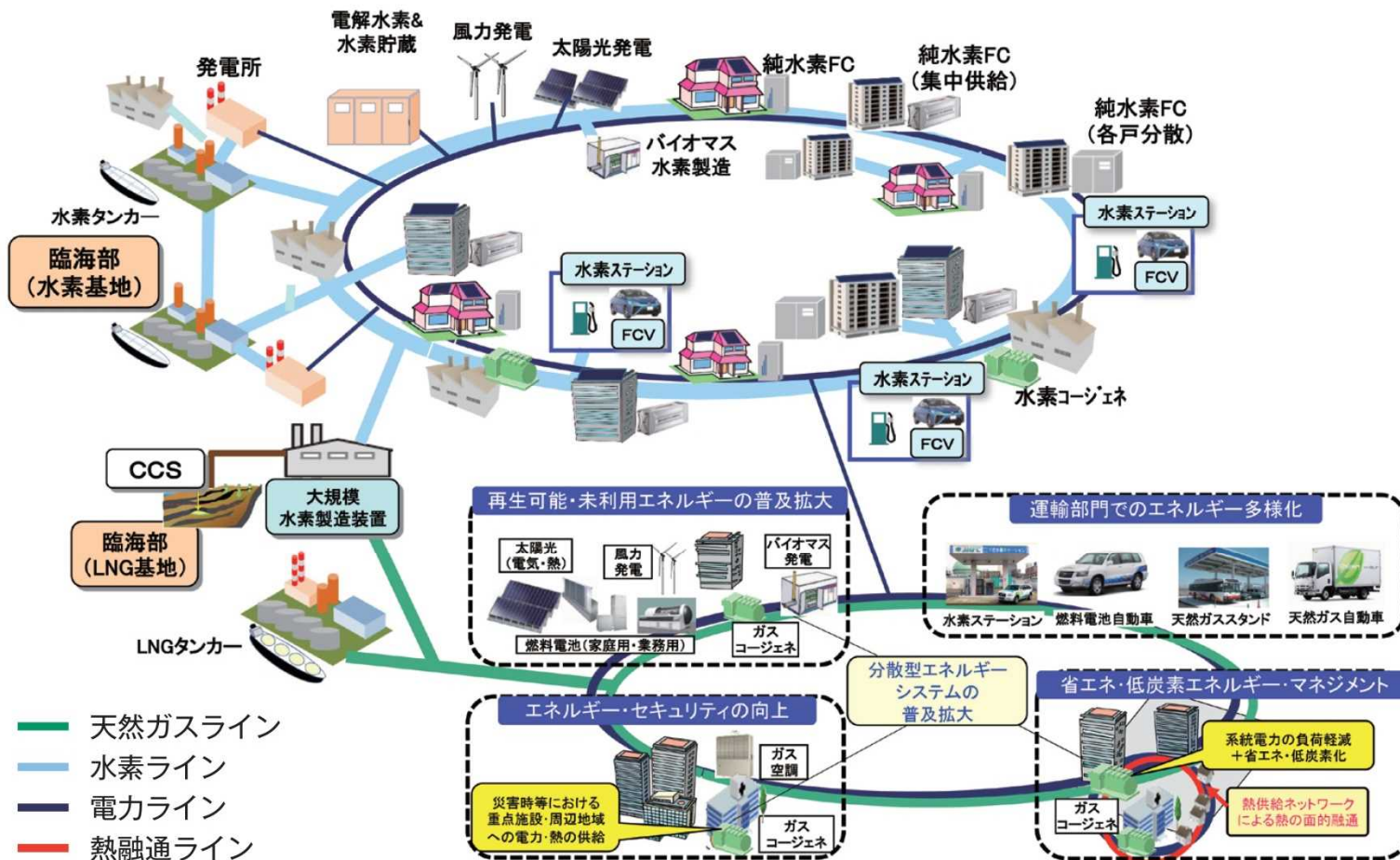


(出所) 両図とも 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第3回)
日本環境ジャーナリストの会 会長 水口氏御提供資料

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

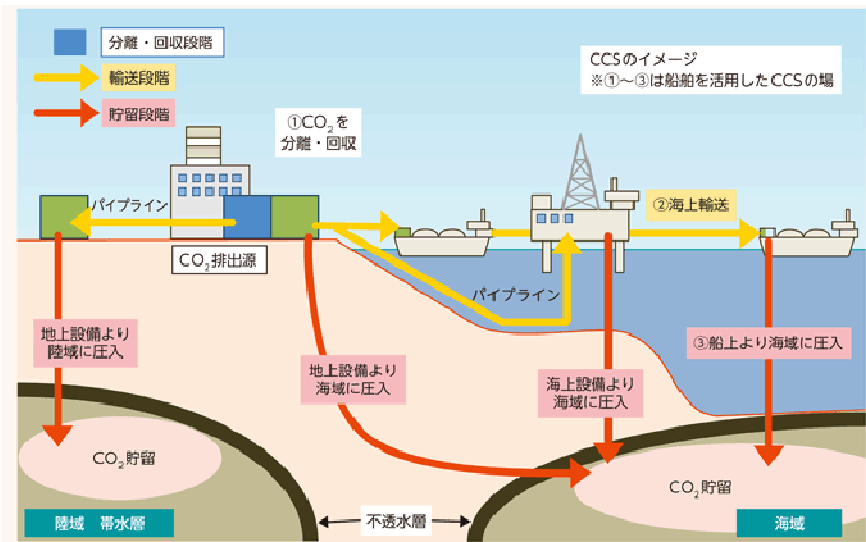


CCSの普及

- 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】

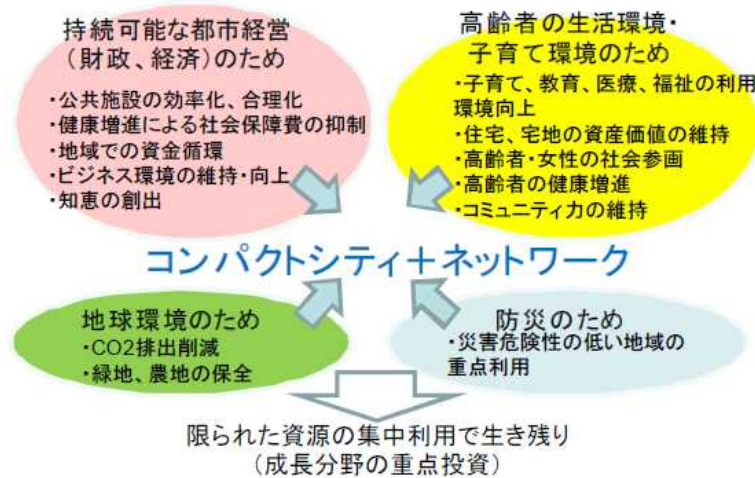
エネルギーシステム 統合技術	○革新技術を個別に開発・導入するだけでなく、ICTによりエネルギーの生産・流通・消費を互いにネットワーク化し、 デマンドレスポンス（DR） を含めてシステム全体を最適化。 AI、ビッグデータ、IoT 等を活用。		
システムを構成する コア技術	○ 次世代パワエレ ：電力損失の大幅削減と、新たなシステムの創造 ○ 革新的センサー ：高耐環境性、超低電力、高寿命でメンテナンスフリー ○ 多目的超電導 ：モーターや送電等への適用で、電力損失を大幅減		
分野別革新技術	省エネルギー 	1 革新的 生産プロセス	○高温高圧プロセスの無い、革新的な素材技術 > 分離膜や触媒を使い、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

