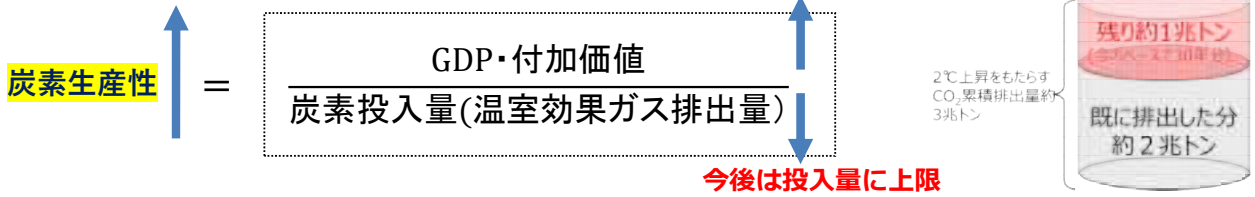


## 第4章 脱炭素社会の構築を見据えた 長期大幅削減に向けた基本的考え方

# 炭素生産性の向上

- パリ協定に2℃目標が盛り込まれ、炭素投入量（GHG排出量）が世界全体で残り1兆トンに限られる中で一定の経済成長を続けていくには、少ない炭素投入量で高い付加価値を生み出し、炭素生産性（炭素投入量当たりの付加価値）を大幅に向上させなければならない。
- そのためには、「量ではなく質で稼ぐ経済」への転換が重要となる。

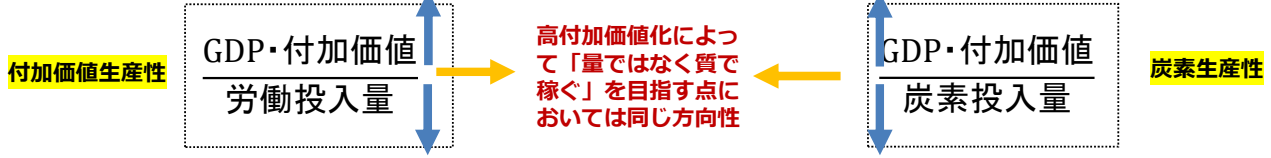


2050年には、GDPを約1.2倍以上（2020年の政府目標である600兆円以上と仮定）、炭素投入量を80%減（5分の1）とする  
と、我が国の炭素生産性は現在の6倍以上と大幅な向上が必要。

- パリ協定に2℃目標が盛り込まれ、炭素投入量が残り1兆トンに限られる中で一定の経済成長を続けていくには、少ない炭素投入量で高い付加価値を生み出し、炭素生産性（炭素投入量当たりの付加価値）を大幅に向上させることが不可欠。**高い炭素生産性を実現できる国が持続的な経済成長を実現できると考えられる。**
- 既に、我が国を含めて先進国を中心に炭素投入量を削減しながらGDP成長が起きる「デカップリング」が観察されているが、今後はその動きを加速させる必要。
- 「炭素生産性の大幅な向上」のためには、以下の取組が必要と考えられる。
  - **【炭素生産性の分子】炭素投入量の増加を伴わずにGDP・付加価値を増加させることが可能となるよう経済の体質改善が必要。**具体的には、一般的に炭素投入量の増加を伴う財・サービス供給の量的拡大に頼るのではなく、**財・サービスの高付加価値化によって質で稼ぐ構造を追求することが、「デカップリング」を加速化させる上で重要。**（高付加価値化に際しても炭素投入の増加はゼロではないことに留意が必要。量的拡大との相対的な評価。）
  - **【炭素生産性の分母】炭素投入量の削減のための取組（再エネ・省エネ・都市構造対策等）を、更に強化しなくてはならない。**

# 経済成長の「量から質へ」の転換

中長期的な労働制約や炭素制約に対応するためには、「量から質への転換」が共通の課題



## II. 製造業とサービス業の特性を踏まえた成長メカニズム

### (1) 今後の成長メカニズムのあり方

- 中長期的な労働、エネルギー・資源、環境等の制約を踏まえると、製造業・サービス業ともに、「量のみで成長することには限界があり、価値・価格を高め（交易条件を改善し）、所得（購買力）を増やしていくことが成長メカニズムの最重要課題。
- 潜在需要に応える新サービス・新製品を開拓すること（プロダクト・イノベーション、それを担う人材、新サービスを可能にする規制改革、企業活動を活性化させる法人税制改革）が極めて重要。

	製造業(モノ中心)	サービス業(サービス中心)
産業の特性	生産物は貿易可能	生産物は大半が貿易不能
競争力・成長の源泉	技術革新(プロセス・イノベーション)や資本設備率引上げを通じて労働生産性を高めることが、同時に需要(内需・輸出)の拡大をもたらす。経済全体を成長させる(労働生産性上昇)に応じて賃金が上昇、かつ、就業数も増加	サービスの大半は貿易が困難なため、労働生産性が高まって価格が低下しても、需要全体は地味需要に制約され、成長余地に限界(労働生産性上昇に応じて賃金は上昇するが、就業数は減少)
成長を促すポイント	競争力向上をもたらす技術革新、設備投資等が主要な課題。それを促す環境整備が重要。コッロッセイ・イノベーションを促進 労働力・賃金・エネルギー制約等の存在を考慮すれば、製品の価値・価格の向上をもたらすプロダクト・イノベーションの実現、それを支える人材育成、新製品開発を促す規制改革、知的財産の適切な保護も重要	サービス部門の成長には、①国内消費者の潜在需要に応える新サービスの提供、②より需要が拡大する優良なサービスによる労働生産性向上も重要(特に、労働力の減少局面)、③中でも海外需要を取り込める分野(観光、金融サービス等)は製造業と同様に労働生産性の向上が重要 ④直接投資による新規参入企業による新規雇用の促進と潜在需要の開拓 ⑤なお、燃料費(コロンビニ、宅配等)は空気を汚染せず、所得を拡大

190国会安倍総理施政方針演説（抄、平成28年1月）

**経済が成長すれば、労働コストは上がる。公害も発生します。「より安く」を追い求める、デフレ型の経済成長には、自ずと限界があります。**

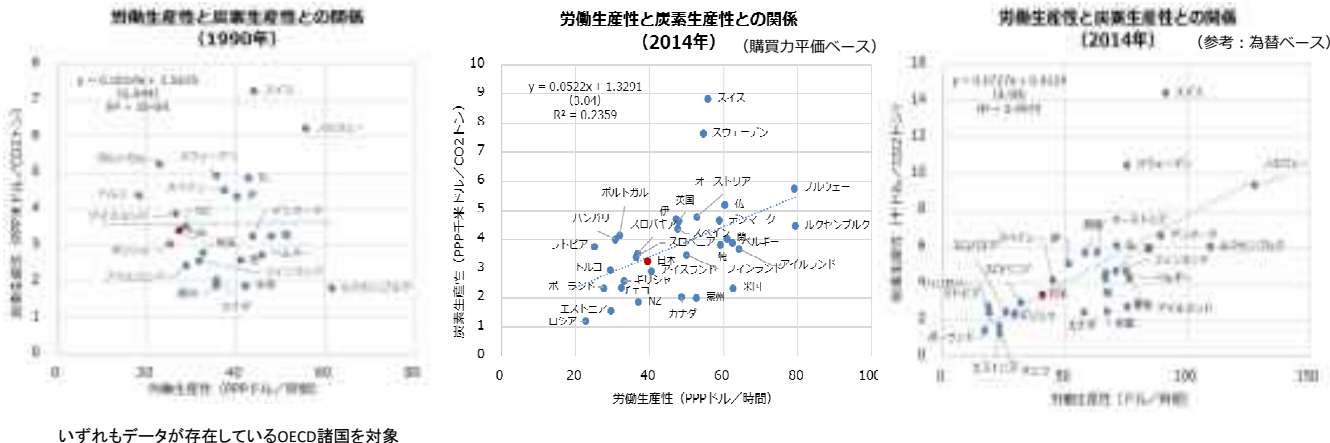
そのリスクが顕在化する前に、世界が目指すべき、新しい成長軌道を創らねばなりません。

**イノベーションによって新しい付加価値を生み出し、持続的な成長を確保する。「より安く」ではなく、「より良い」に挑戦する、イノベーション型の経済成長へと転換しなければなりません。**



# 労働生産性（付加価値生産性）と炭素生産性との関係

- 1990年では労働生産性（付加価値生産性）と炭素生産性との相関は確認できなかったが、2014年には労働生産性が高い国は、炭素生産性が高いとの現象が観察される（因果関係を示しているわけではない）。
- 上記の現象は、労働生産性の上昇要因として、（炭素投入量の増加をあまり伴わない）無形資産のシェアが大きくなり、また、特に近年は、イノベーションを起こすために無形資産の役割が増加している、との指摘（平成28年労働経済白書など）とは矛盾しないと考えられる。



- ◆ 我が国における付加価値の状況を見ると、①1990年代後半以降IT投資を始めとする資本投入の寄与が減少していること、②1970年代、80年代と比較してTFP（※注 全要素生産性：イノベーションの指標として用いられる。）の寄与が減少していることが主な要因で付加価値が1990年代後半以降上昇していない。
- ◆ 我が国のTFPの寄与について確認すると、国際比較ではTFP上昇率は無形資産投資の上昇率と相関があるが、我が国は無形資産投資の上昇率が弱いため、TFP上昇率が弱い。

OECD 「GDP per hour worked (indicator)」 「National Accounts」、UNFCCC, GHG Data, New reporting requirements, National Inventory Submissions 2016) より作成 **77**

# 経済的課題解決とパリ協定への対応との関係（イメージ）

- パリ協定への対応のための気候変動対策（脱炭素化に向けた炭素生産性の大幅向上）が、我が国の経済的課題の解決に結びつく可能性。**

## <経済的課題解決の主な方向性>

本格的な人口減少社会へ対応した付加価値生産性の向上（労働力制約等）

### 潜在成長率の向上（供給面）

- 無形資産等を活用したイノベーションの創出（量的拡大から質的向上による付加価値創出）※1
- 第4次産業革命等による効率向上※2

### 潜在需要の喚起（需要面）

- 新分野開拓やプロダクトイノベーション（新製品・サービスの創出）によって、単価を引き上げながら潜在需要を掘り起こし※3
- 現預金を積み増している企業における投資促進※4
- 上記利益の適切な分配（賃上げ等）※5

### 国際展開

- 新興国などの外需の取り込みによる内需制約の打破※6
- 交易条件の改善（化石燃料輸入の削減、輸出価格の向上）※7
- 海外所得の拡大

無形資産など質的要素の重要性が高まる

「約束された市場」と現状の延長線上ではないイノベーションの必要性の提供

低炭素製品・サービスの海外獲得、化石燃料の輸入削減

## <パリ協定への対応の主な方向性>

炭素生産性の大幅な向上（炭素投入量に上限）

### GDP成長と炭素投入量増加との構造的な切り離し（炭素生産性の分子）

- 炭素投入を伴う量的拡大ではなく質的向上による付加価値の創出の強化
- 生産効率の改善（炭素生産性の分母対策でもある。）

※質の向上に当たっての炭素投入の増加は必ずしもゼロではないことに留意が必要。量的拡大に比べて追加炭素投入量が相対的に少ないと考えられるとの趣旨

### 炭素投入量の削減（炭素生産性の分母）

- 電化促進と低炭素電源の導入、再エネ熱の導入、関連インフラの整備【新需要創出と生産・投資促進、国内で培った技術・ノウハウによる外需の獲得】
- 高効率機器の導入【同上】
- 市街地のコンパクト化など交通・都市構造対策、住宅・建築物対策【同上】
- 新素材などの革新的技術開発と導入・海外展開【上記全体の不断のプロダクトイノベーション等を含む】

※炭素投入量削減行動によるコスト上昇等による悪影響もあることに留意が必要

矢印の関係は図に示されてたものに限定されるわけではない。また、地域経済については記述していない。

※1 5 厚生労働省「平成28年版労働経済白書」など  
 ※2 6 経済産業省「産業構造審議会新産業構造部会 新産業構造ビジョン中間整理」（平成28年4月）など  
 ※3 3 内閣府「経済の好循環実現検討専門チーム中間報告」（平成25年11月）など  
 ※4 4 内閣府平成27年版経済財政白書など  
 ※7 7 内閣府平成26年版経済財政白書など

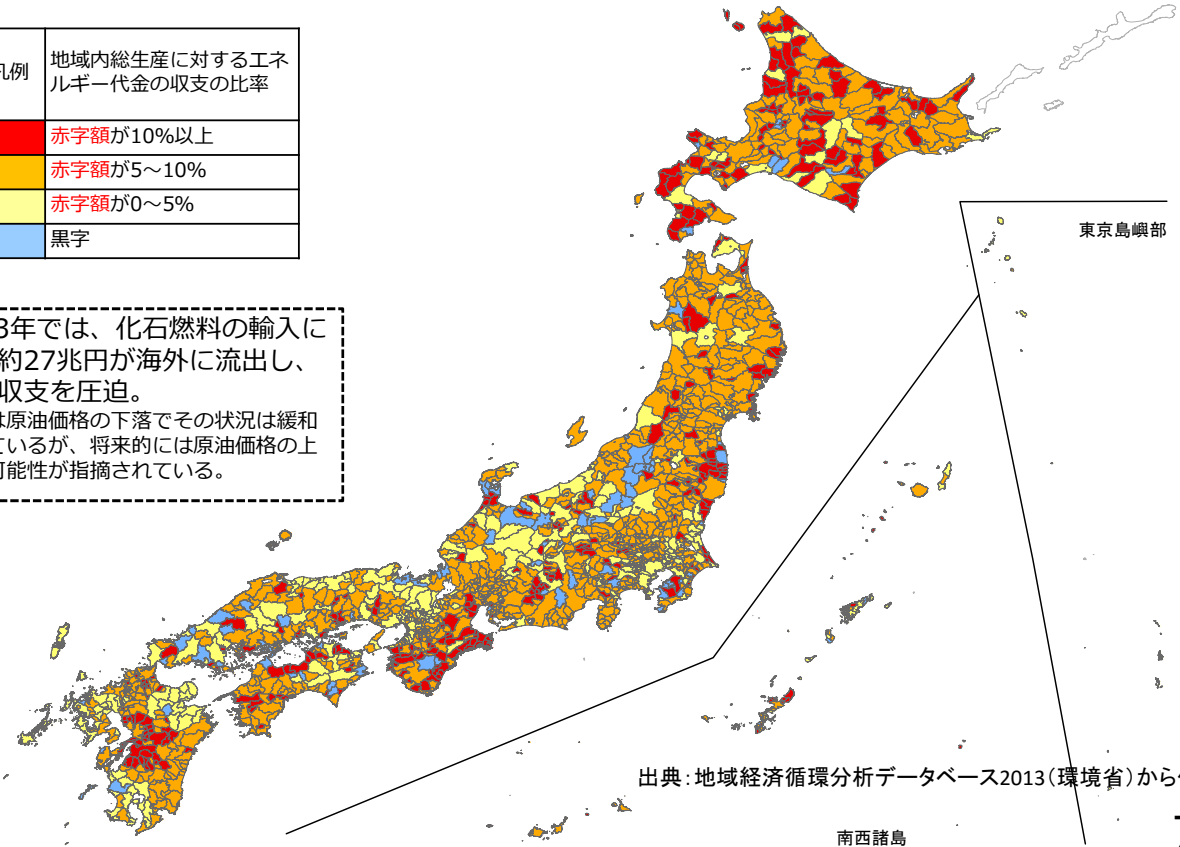
## 地域内総生産に対するエネルギー代金の収支の観点

- 全国の自治体のうち95%が、エネルギー代金（電気、ガス、ガソリン等）の収支が赤字。8割が地域内総生産の5%相当額以上、379自治体で10%以上の地域外への資金流出を招く。

凡例	地域内総生産に対するエネルギー代金の収支の比率
赤	赤字額が10%以上
黄	赤字額が5～10%
黄緑	赤字額が0～5%
青	黒字

2013年では、化石燃料の輸入に伴い約27兆円が海外に流出し、経常収支を圧迫。

現在は原油価格の下落でその状況は緩和されているが、将来的には原油価格の上昇の可能性が指摘されている。



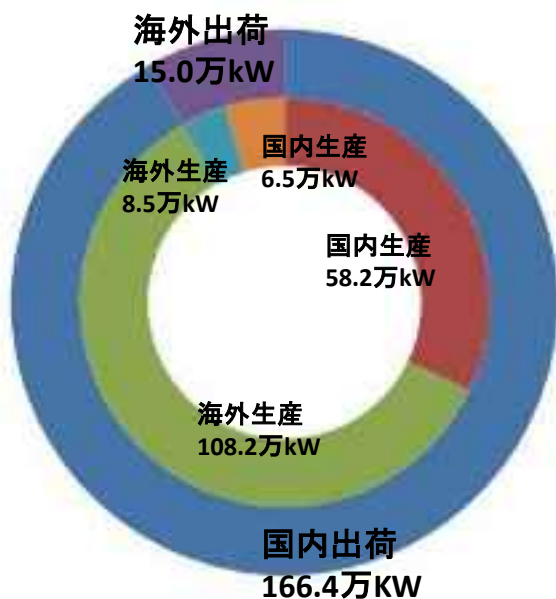
出典：地域経済循環分析データベース2013(環境省)から作成

南西諸島

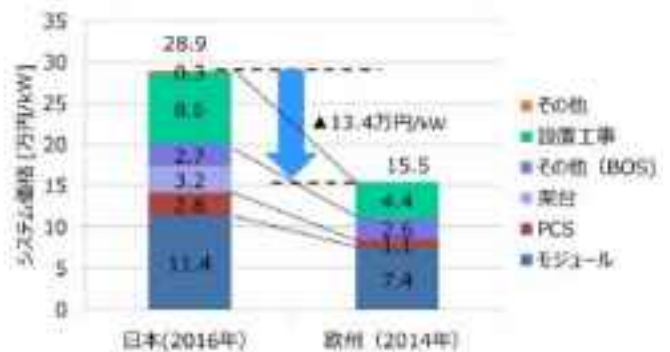
79

## 太陽光発電のシステム費用について

- 国内に出荷される太陽光モジュールの65%が海外生産。
- ただし、太陽光のシステム費用の39%はモジュール代であるが、残りの費用やモジュールの国内生産分の多くは国内に循環すると考えられる。



【非住宅太陽光のシステム費用の内外比較】



出典：JPEA「日本における太陽電池出荷量(2016年度2四半期)」

調達価格等算定委員会(第25回)資料

[http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu\\_kakaku/pdf/025\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu_kakaku/pdf/025_01_00.pdf)

## 再生可能エネルギーの導入に伴う雇用創出について

- ・ 地域特性に応じた再生可能エネルギーの導入により、関連事業に新たな仕事・雇用が生まれる。

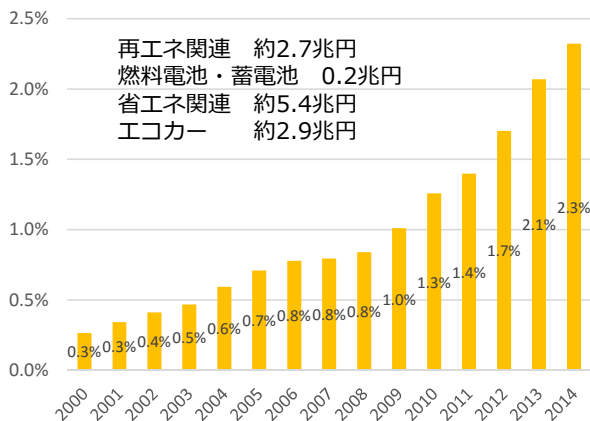
	出所	電源	推計時点	雇用効果 (万人)	備考
1	JPEA PV OUTLOOK 2030 2030年に向けた確かな歩み (太陽光発電協会、2015年)	PV	2013	29.5	直接雇用(モジュール、パワーコンディショナ、架台、工事関連、土地関連、系統関連、運転維持関連)+間接1次(原材料等の中間需要によって起こる生産波及効果)+間接2次(誘発された雇用者所得のうち消費支出分の生産)雇用を含む
2	JWPA Wind Vision Report ～真に信頼される電源をめざして～ (日本風力発電協会、2016年)	陸上風力	2030	8.1	「JWPAビジョンV4.3」ベースに想定した将来の風力発電の導入シナリオが実現するものと仮定し、年別の導入コスト+O&Mコストを基に推計
			2050	8.9	
		着床式洋上風力	2030	5.7	
			2050	9.9	
浮体式洋上風力	2030	5.9			
	2050	10.2			
3	低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言 (環境省低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及拡大方策等検討会、2013年)	PV	2030	24.9	維持管理及び設備費・工事費等に起因するものの合計。また、国外への機器輸出入、大規模火力における燃料投入減による負の影響を含む。
		風力	2030	11.3	

81

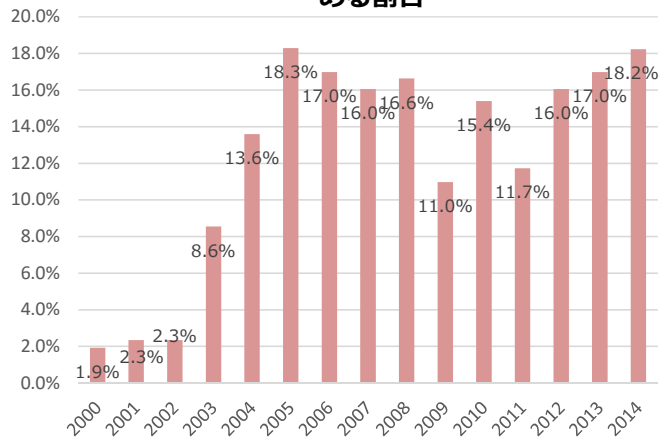
## 我が国の気候変動関連産業の市場規模（現状）

- ・ 我が国の気候変動関連産業（再エネ・省エネ・エコカー関連）の付加価値は年々増加し、**2014年の付加価値総額は、約11.3兆円で我が国のGDPの2%を超える。再生可能エネルギー等のビジネスは、今やGDPの無視し得ない構成要素になりつつある。**（電気機械・電子部品産業に匹敵する規模。炭素生産性の分母の削減要因だけでなく、分子の上昇に影響に貢献する可能性がある。）
- ・ 2014年度においては、**再エネ賦課金は6520億円であるが、設備投資や売電ビジネス・管理業務等により生み出された再生可能エネルギー関連の付加価値は約2.7兆円。**加えて、化石燃料の輸入削減によって国内に帰属する付加価値は更に大きいと考えられる。
- ・ また、気候変動関連産業の輸出額は約14兆円（輸入額は約2.6兆円）。**輸出総額の約18%を占める。**

気候変動関連産業の付加価値のGDPに占める割合



気候変動関連産業の輸出額の全輸出額に占める割合



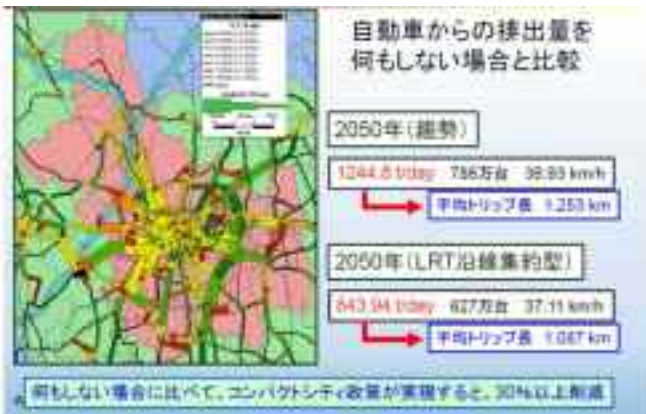
(出典) 環境省「環境産業の市場規模・雇用規模等に関する報告書」(平成28年3月)

82

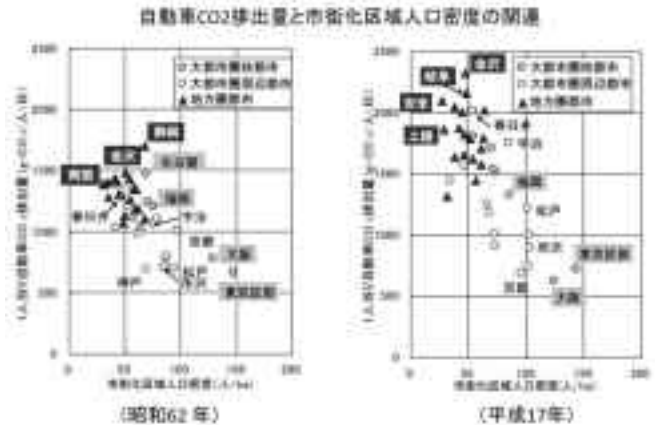


## 地域構造のコンパクト化

- 地域構造をコンパクト化することは、温室効果ガス排出量の削減に寄与。



(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4回)  
早稲田大学教授 森本氏 御提供資料



(出所) 谷口守・松中亮治・平野全宏(2008)都市構造からみた自動車CO2排出量の時系列分析、都市計画論文集、No.43、pp.121-126.

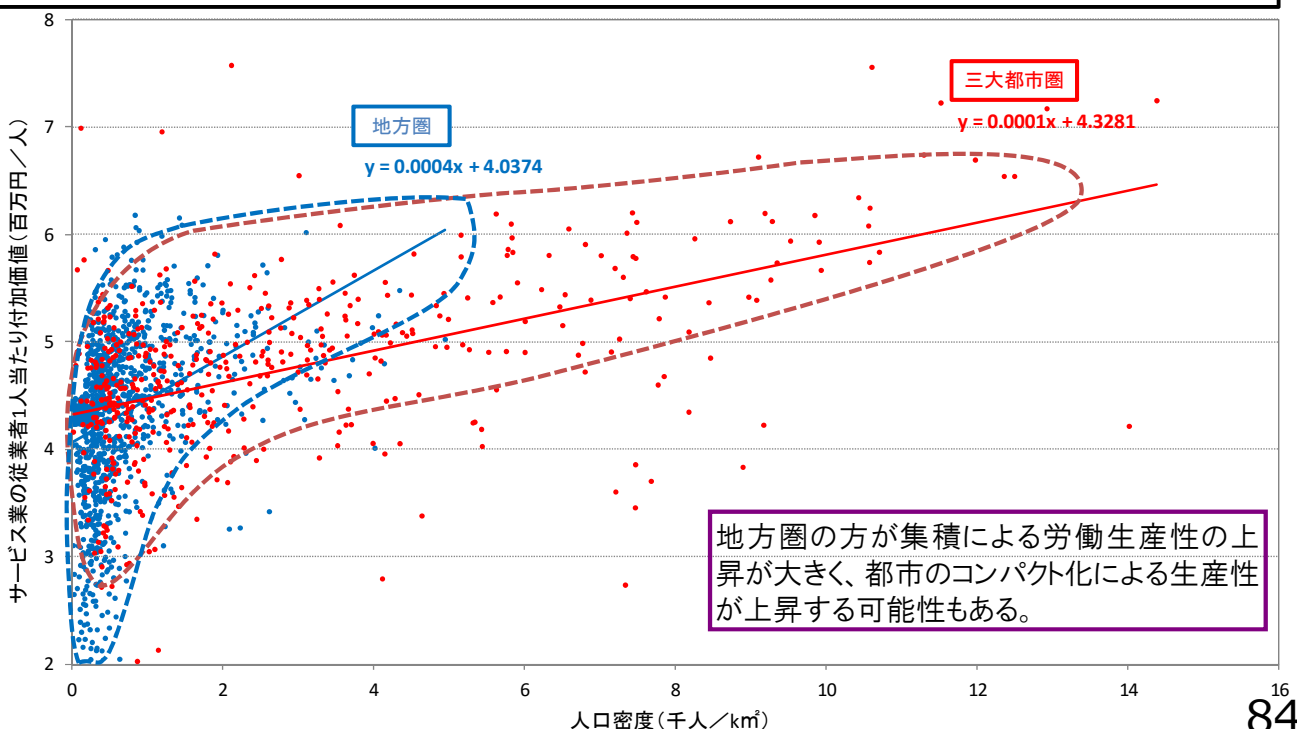
### 国土形成計画（全国計画）（平成27年8月14日閣議決定）

地域の個性と連携を重視する「対流促進型国土」及びそのための重層的かつ強靱な「コンパクト+ネットワーク」の国土構造、地域構造の形成は、各地域の固有の自然、文化、産業等の独自の個性を活かした、これからの時代にふさわしい国土の均衡ある発展を実現することにつながっていく。

83

## 【参考】コンパクト化と労働生産性

- 人口密度が高い地域ほど、サービス業の労働生産性（従業者1人当たり付加価値額）が高い。
- サービス業は輸送や在庫を蓄えることが困難な産業であり、直接来店する人に対してサービスが提供・販売されるため（生産と消費が同時）、多くの来店者数が見込める人口密度が高い地域はサービス業の労働生産性が高くなる。

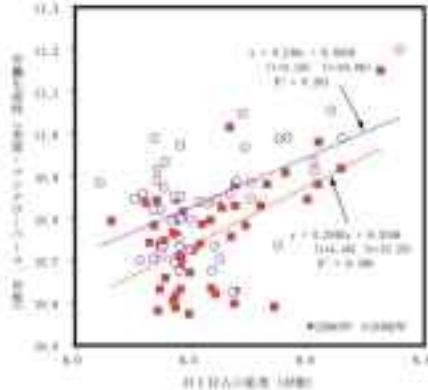


84

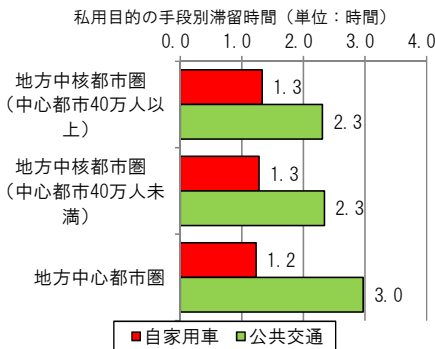
## 【参考】コンパクトシティは地域の「稼ぐ力」に寄与

- 地域のコンパクト化はサービス業等の生産性の向上とともに、地域内の消費増加につながる。
- 公共交通機関の利用促進は地域住民の駅周辺での滞留時間増加につながり、滞留時間の増加は小売販売額の増加につながる。
- 公共交通機関を骨格としたコンパクトシティの構築によって中心市街地が活性化し、域内消費の増加につながるものと考えられる。

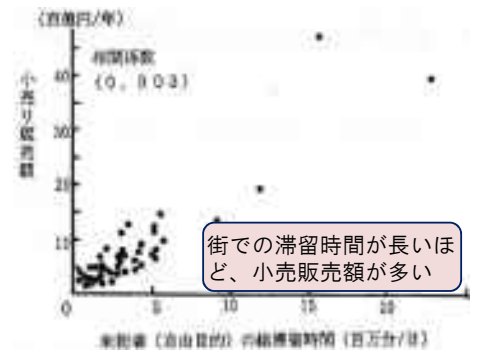
### コンパクトシティと生産性



### 私用目的の交通手段別滞留時間



### 滞留時間と小売販売額



出所: 内閣府「地域の経済2012—集積を活かした地域づくり—」p188

出所: 全国都市交通特性調査 (H17、平日データ) より作成

出所: 戸田、谷口、秋元(1990)「都心地区における来街者の滞留行動に関する研究」, 都市計画論文集NO. 25, pp79-84

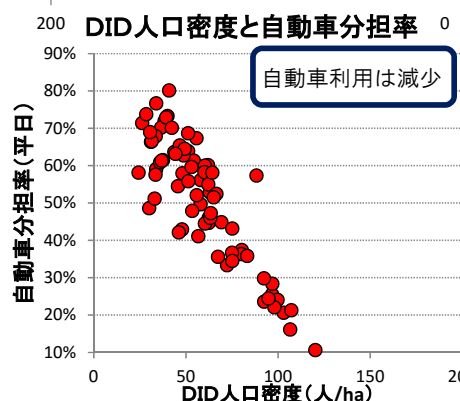
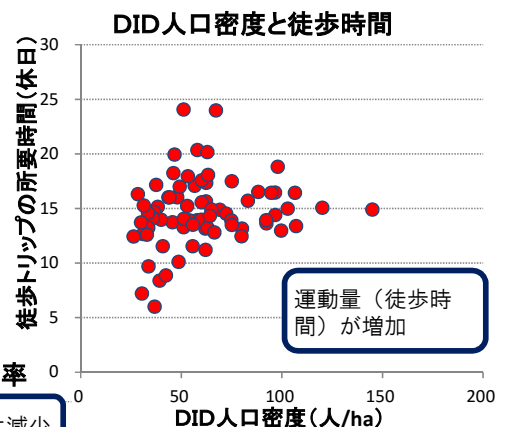
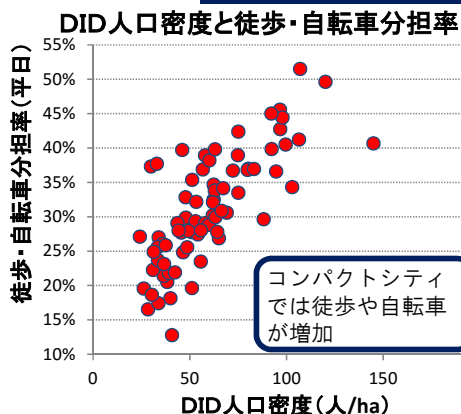
- 地域のサービスレベルに関わらず中心市街地での購入を促進するのではなく、大型SCやロードサイド店と競争可能な状態に中心市街地を変容させることが重要である。
- そのためにも、公共交通機関と地域の商店等、まちの拠点との綿密な連携による相乗効果を発現させることが重要である。超高齢化社会において、モータリゼーションの過度な進展を抑制させ、都市のスプロール化を抑制することにつながると考えられる。

85

## 【参考】コンパクトシティ化と徒歩・自転車による運動量の増加

- コンパクトシティ (D I D人口密度が高い) では、徒歩・自転車分担率が高く、自動車分担率が低いため、徒歩時間が長く、日常の生活の中で、自然に運動量が多くなると考えられる。

### 都市構造と運動量



出所: 国勢調査、平成22年全国都市交通特性調査

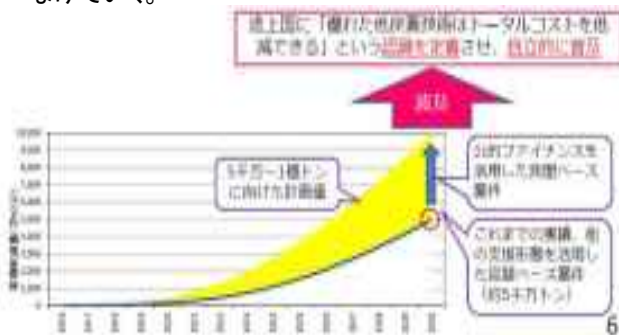
86

## 世界全体での排出削減

- 我が国の有する優れた技術を積極的に海外展開することは、世界全体での温室効果ガス技術の削減につながる可能性。
- 企業のライフサイクルでの削減についての貢献を「見える化」する取組は、技術やノウハウの普及にも資するものと考えられる。
- 国内における大幅削減を達成すること大前提であり、それにより蓄積した技術・ノウハウ・制度等の蓄積によって、長期にわたる海外への貢献が可能となる。

### ○海外削減の施策例：二国間クレジット制度 (Joint Crediting Mechanism: JCM)

- JCMの構築・実施により、2030年度までの累積で5千万～1億tCO<sub>2</sub>の国際的な排出削減・吸収量を目指している。
- トータルでの経済性での評価が定着されてきた国・技術では、速やかに民間ベース案件を促進するため、設備補助以外の支援形態(リース補助、出資、ADBを活用したツーステップローン等)により、民間主導のJCMを促進し、将来的には民間資金による事業展開へとつなげていく。



### ○サプライチェーン全体での排出量削減

- 企業で作られた製品が私たちに届き、廃棄されるまでの一連の流れ(サプライチェーン)で発生する温室効果ガス排出量を把握することが重要
- 多様な事業者による連携取組の推進などのより効果的・効率的な削減対策や、透明性を高め、環境格付の向上等を図ることが可能と考えられる
- さらに、我が国の技術やノウハウの普及にも資するものと考えられる

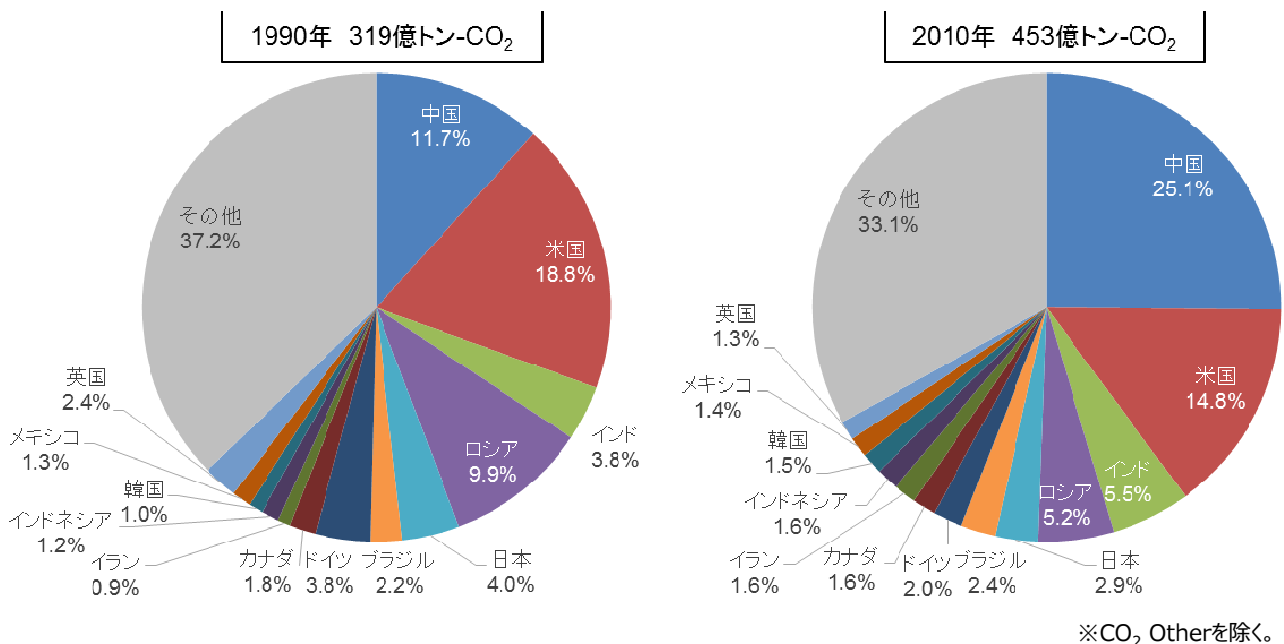


87

## 我が国の温室効果ガス排出量

- 2010年における日本の温室効果ガス排出量は世界5位

### <国別温室効果ガス排出量 (1990・2010年) >



(出所) IEA "CO<sub>2</sub> Emissions From Fuel Combustion (2016 Edition)"より作成

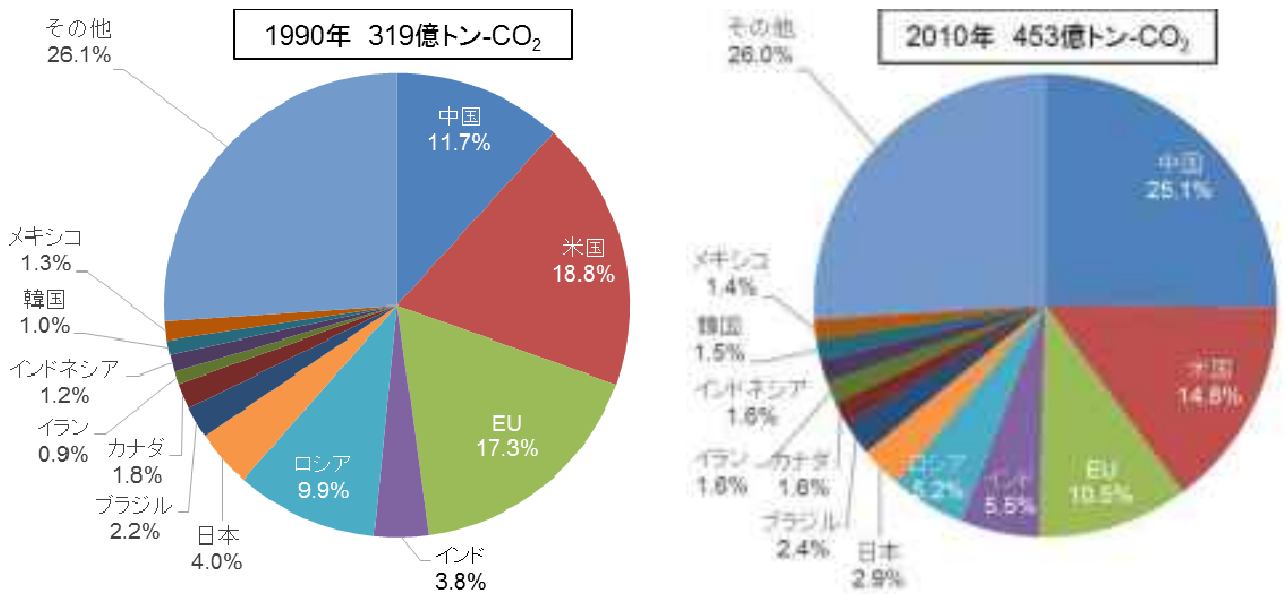
88



## 我が国の温室効果ガス排出量（EU加盟国を統一）

- EU加盟国を一つの地域と考えた場合、日本より排出量の少ない国々を合わせた総排出量（日本を含む）は全世界の約4割となる

<国別温室効果ガス排出量（1990・2010年）>

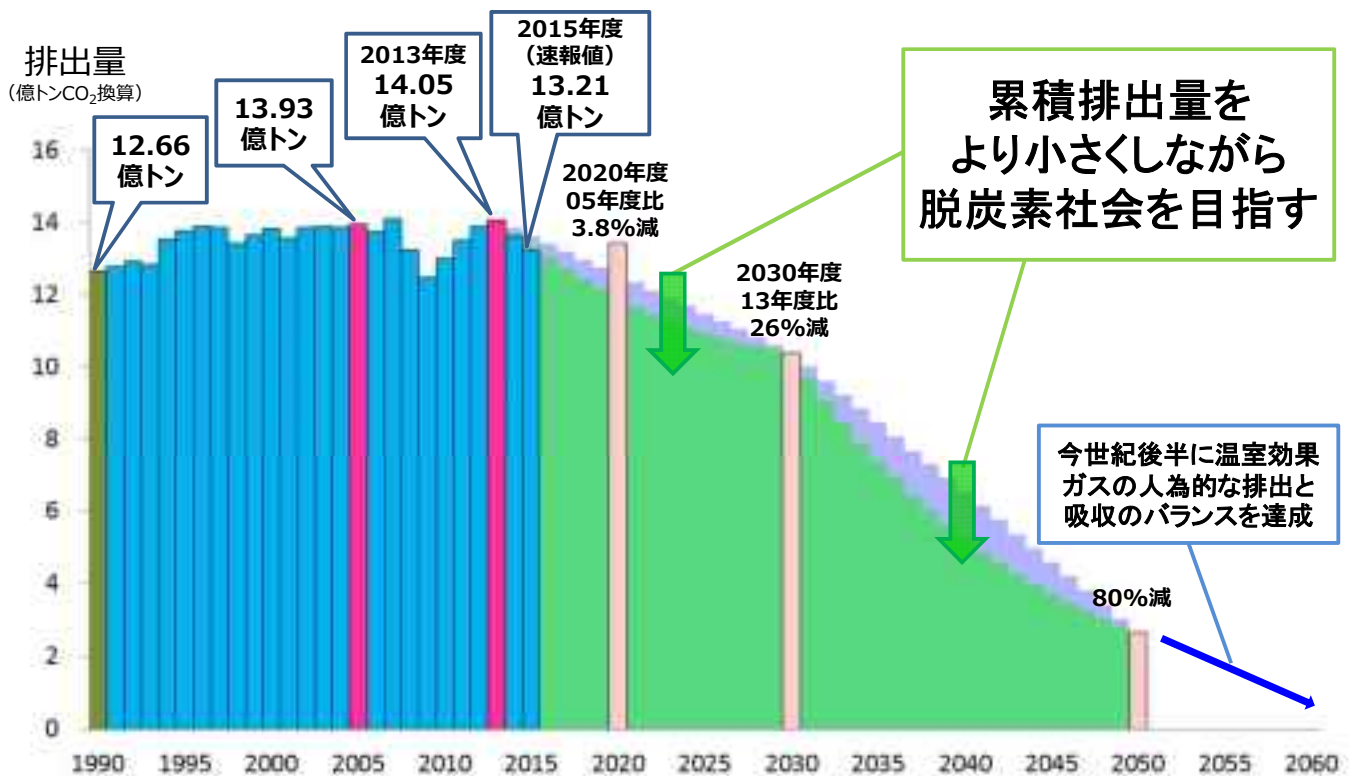


※CO<sub>2</sub> Otherを除く。

(出所) IEA "CO<sub>2</sub> Emissions From Fuel Combustion (2016 Edition)"より作成

89

## 累積排出量の考え方について



(出所) 「2015年度の温室効果ガス排出量（速報値）」及び「地球温暖化対策計画」から作成

90

# インフラ等のロックイン回避

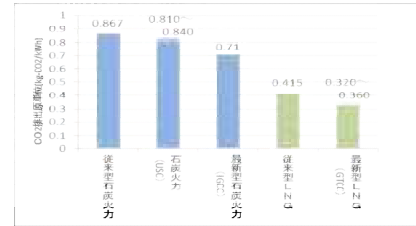
- インフラのうち、温室効果ガスの多量排出を招き得るものは、一度整備されると排出量が高止まり（ロックイン）するとともに、その影響が長期にわたって生じる。

都市構造（市街地の拡散）が社会に及ぼす影響

同じ発電量当たりのCO<sub>2</sub>排出量は、石炭はLNGの約2倍

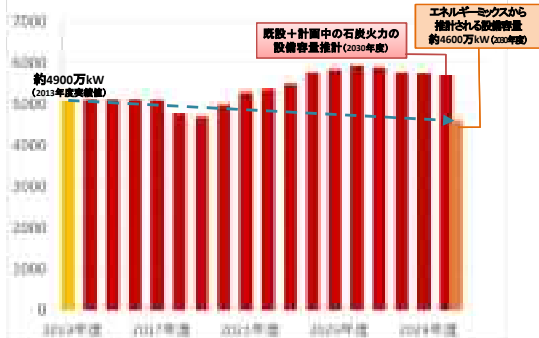


【環境面】  
1人当たりの自動車CO<sub>2</sub>排出量は、宇都宮市の方が1.7倍高い。



石炭火力の設備容量の推移（2017年2月時点）

- 現在計画中の石炭火力がすべて計画通り建設されると、2030年度のエネルギーミックスから推計される設備容量（約4600万kW）を大幅に超える。
- 石炭火力は一度建設されると長期的に稼働・排出を行う可能性が高い。



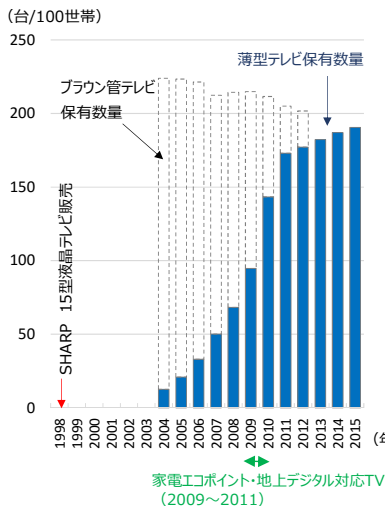
※推計値 2017年2月現在公表されている石炭火力以外新設計画はないものとし、運用後45年で廃止したものとして推計（2013年度以降で運用後45年以上経過しており、かつ2017年1月で稼働中の発電所は、2018年10月（2018年度）廃止として推計（計画廃止は除く。）。）  
※エネルギーミックスから推計される設備容量：エネルギーミックスは石炭の発電電力量を2810億kWh（稼働率70%と設定）としているため、割り戻して計算。

（出所）平成27年版環境白書

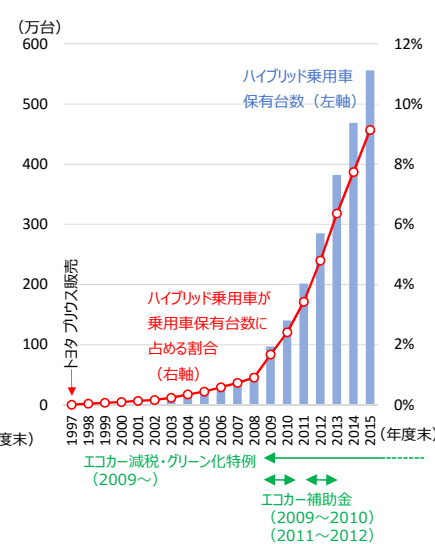
# 普及に要する時間の観点について

- 新しい技術の普及には、一定の時間が必要。
- 普及を後押しする施策により、普及が加速した事例がある。

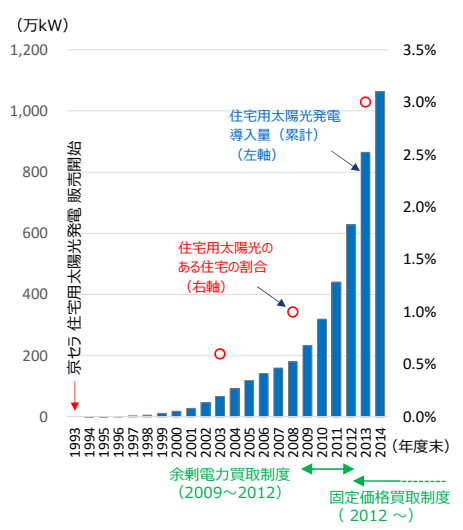
## 【薄型テレビ保有数量の推移】



## 【ハイブリッド自動車保有台数の推移】



## 【住宅用太陽光発電導入量の推移】



（出所）内閣府「消費動向調査」、自動車検査登録情報協会「ハイブリッド車・電気自動車の保有台数推移表」、「車種別（詳細）保有台数表」、資源エネルギー庁「エネルギー白書」、内閣府「住宅・土地統計調査」より作成

# 第5章 長期大幅削減の絵姿

93

長期大幅削減の絵姿（街のイメージ）



94

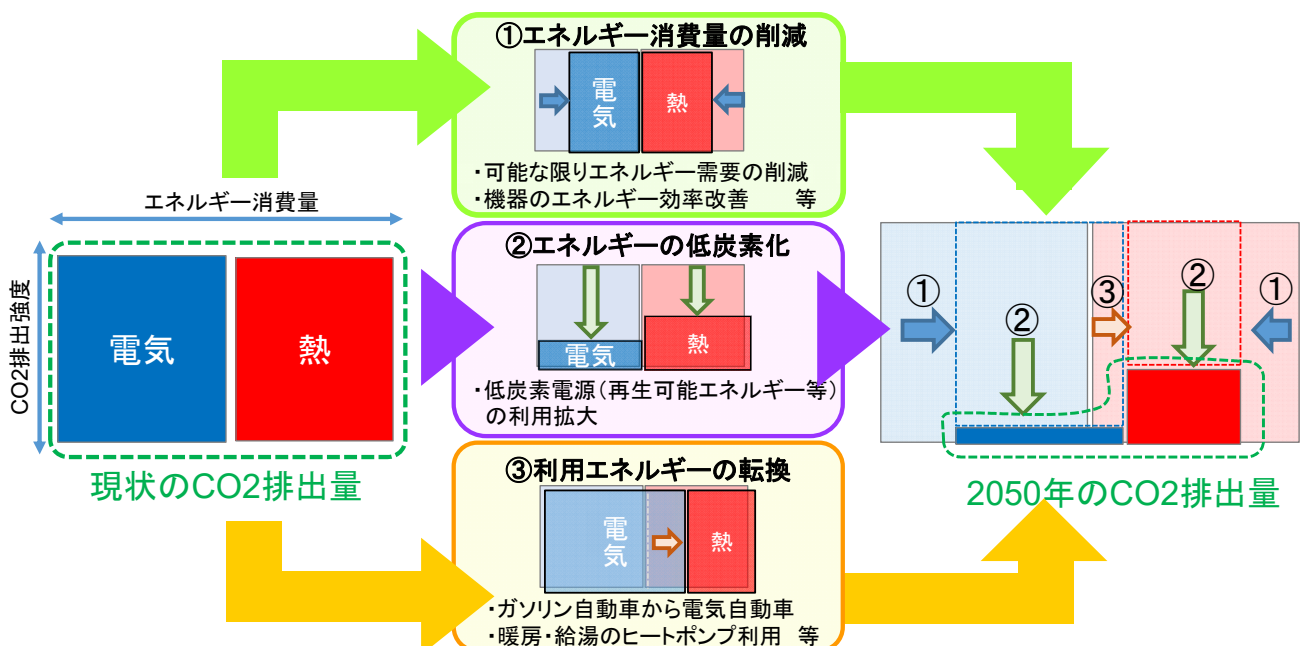




## エネルギーの低炭素化・利用エネルギーの転換

- 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。

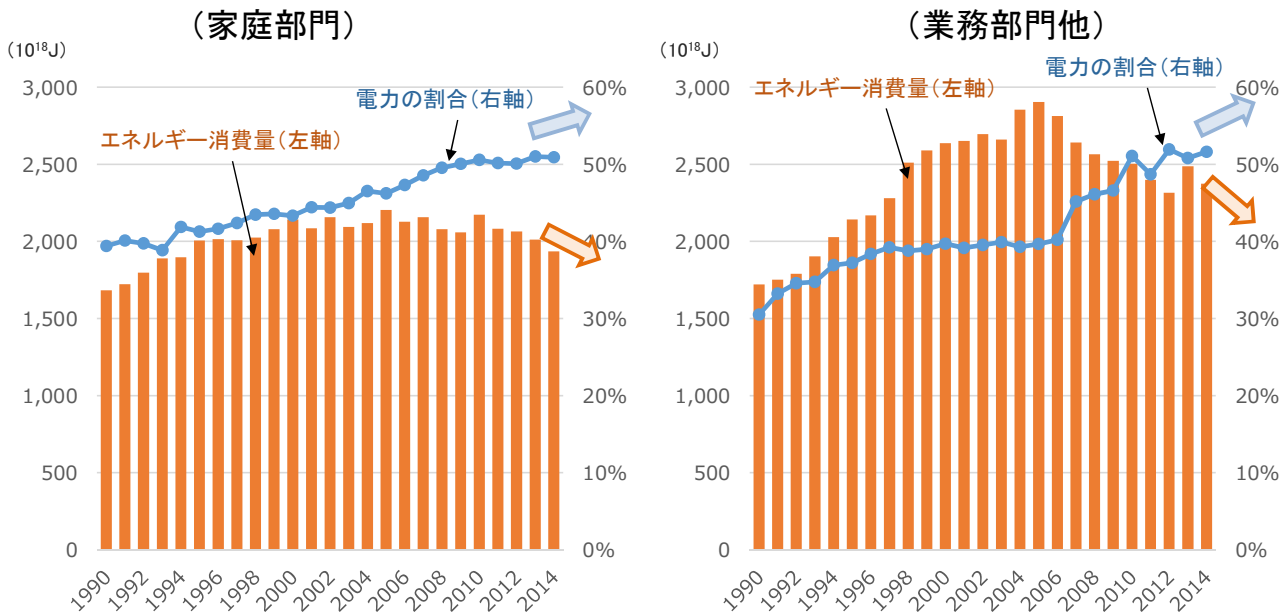
【2050年大幅削減の方向性】



## 省エネと電化

・住宅やビルなどの建物は、徹底した省エネ、使用する電力の低炭素化、電化・低炭素燃料への利用転換が一般化しており、ICT(情報通信技術)も有効に利活用しながら、我が国全体のストック平均でもゼロエミッションに近づいている。

### 【民生部門のエネルギー消費量と電化率の推移】

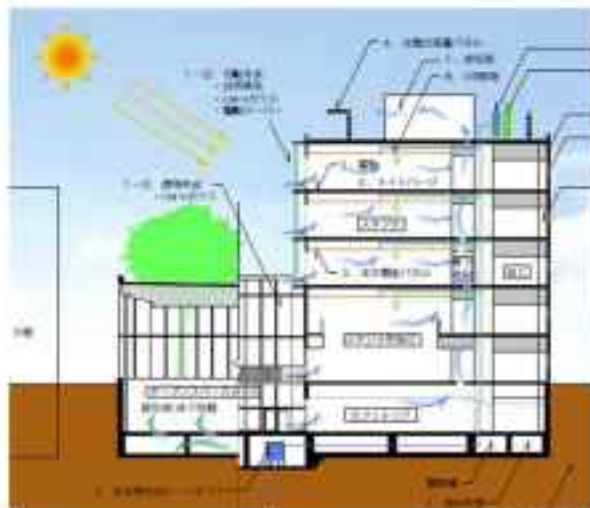


(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より作成

97

## 住宅・建築物の省エネ

- ・耐震、耐火といった安全面に加え、断熱性が高く、光や風などの地域固有の条件を最大限活かすなどのパッシブ設計が一般化するとともに、エネルギー利用効率が最大化された省エネ機器が評価・選択され、一般化しており、必要最小限のエネルギーのみを利用する低炭素な室内空間が普及している。
- ・こうした室内空間がそこに暮らす人々の健康性向上や快適性向上等の生活の質 (QOL) の向上に貢献している。



- (1) 可動ルーバーを利用したダブルスキン構造
- (2) 地中熱・地下水利用ヒートポンプ空調システム
- (3) 放射パネル暖冷房
- (4) 躯体蓄熱システム
- (5) 橋突効果を利用した自然換気システム
- (6) ヒートポンプ排熱を利用したダシカント除湿システム
- (7) LED照明システム
- (8) 雨水利用を含む節水システム
- (9) 太陽光発電パネル
- (10) AIネットワークによる建物・空調・照明の統合マネジメントシステム

特に、  
地中熱・地下水利用ヒートポンプ空調システム  
放射パネル暖冷房  
AIシステムの効果は大きいことを明らかにした

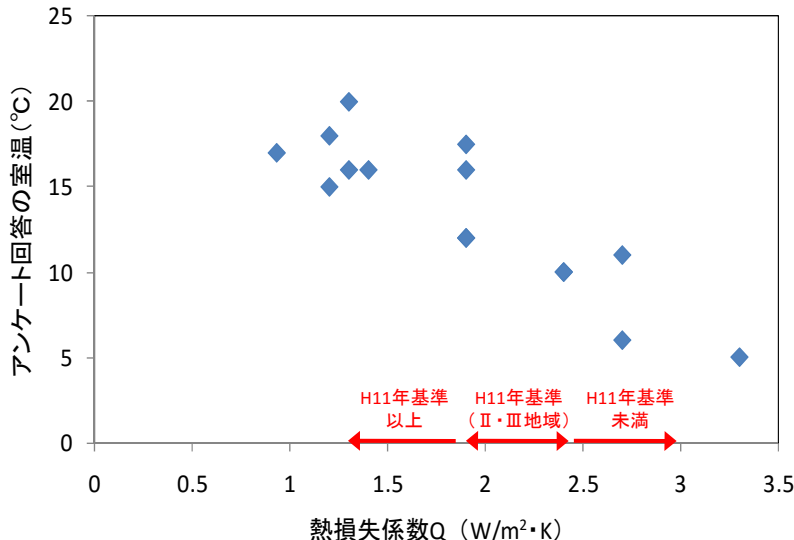
(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第8回) 東京大学 教授 野城氏 御提供資料

98

## 停電時に暖房を使用しなかった世帯における熱損失係数と室温の関係

- こうした建物は、断熱性、健康性、遮音性等が高く、日々の快適性や労働生産性を向上させる。また、災害時において外部からのエネルギー供給が途絶えた場合でも、通信や照明、空調等の生活に必要な最低限の需要を一定期間自給することが可能となる等強靱性も併せ持つこととなり、安全・安心な日常生活が確保された社会が実現されている。
- 建物のオーナーは、こうしたコベネフィットを享受するため、断熱改修等のリフォームを積極的に行い、ストック建築対策がなされている。

### 【停電時に暖房を使用しなかった世帯(被災地)における熱損失係数と室温の関係】



※1: アンケート結果一覧をもとに作成。室温の回答に幅がある場合は、平均値を採用。  
 なお、H11年基準未満の住宅のQ値は、H4年基準レベルと仮定。

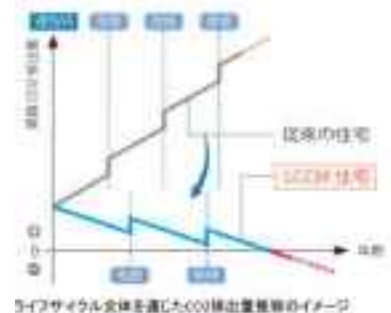
※2: 青森、岩手、宮城の3県において、3月に実施した調査の結果。  
 グラフには、調査戸数54件のうち、停電後1~5日間の室温に関して定量的な回答があったもののみを記載。なおアンケート回答より、外気温は-5~8°C程度と推測。

(出典) 南雄三(2011)「ライフラインが断たれた時の暖房と室温低下の実態調査」,(財)建築環境・省エネルギー機構 CASBEE-健康チェックリスト委員会資料より作成

## ライフサイクル・カーボン・マイナス住宅 : LCCM住宅

- 新築住宅については、資材製造や建設段階から解体・再利用までも含めたライフサイクル全体で、カーボン・マイナスとなる住宅 (LCCM住宅) も普及している。

### 【LCCM住宅の概要及びCO2排出のイメージ】



(出所) 今後の住宅・建築物の省エネルギー対策のあり方について(第一次答申)、参考資料集、2015年1月



## 断熱性能向上によるコベネフィット

- 既築建物などについても、断熱投資や省エネ機器・創エネ機器の導入が価格面のみならず、快適性や健康性など多面的なコベネフィットを有するという価値が一般的になっているため、低炭素化に資する建築改修技術の向上とともに、省エネ・創エネ投資が普及し、最大限に低炭素化されている。

### 【断熱性能の向上がもたらすコベネフィット(EB・NEB)の例】

EBとNEB ステークホルダー	省エネの便益 (EB: Energy Benefit) (+は正の便益、-は負の便益(費用増加率)を意味する)	省エネ以外の便益 (NEB: Non-energy Benefit)
1. 居住者	+ 光熱費削減	+ 健康性向上 + 快適性向上 + 遮音性向上 + 安全性向上 + メンテナンス費用削減 + 知的生産性向上 - 住宅購入費/改修工事費の増加
2. 住宅供給業者	- 建設に要するエネルギー量の増加	+ 建物の付加価値の増加 + CSR(企業の社会的責任)の推進 - 建設コストの増加
3. 行政/社会	+ 化石エネルギー輸入量の減少 + CO <sub>2</sub> 排出削減	+ 環境政策推進への貢献 + 環境政策に対する市民の意識向上 + 産業活性化の推進 + 雇用創出 + 経済的な乗数効果

(出所) 村上周三 「健康・省エネ住宅のすすめ 断熱向上による温熱環境の改善がもたらす経済的便益」, 健康・省エネ住宅推進議員連盟会議

101

## 木材の活用・活用に向けた技術開発

- 地域の特性に応じた建物が一般化しており、地域木材が十分に活用されるとともに、直交集成板 (CLT) 等の木質新素材の開発・普及が進められている。

### 【今後住宅を建てたり、勝手利する場合に選びたい住宅】



### 【木材製品利用拡大に向けた技術開発】

- CLTは欧米を中心に様々な建築物の壁や床等に利用されており、我が国においても新たな木材需要を創出する新技術として期待されている。
- 木造住宅の分野では、国産材ツーバイフォー工法用部材、スギ大径材からの心去り構造材、国産材合板によるフロア合板、高断熱の木製サッシ等の部材等の開発・普及が進められている。
- 中大規模建築物の分野では、一般流通材を用いたトラス梁、製材を用いた縦ログ工法、国産材合板等による高強度耐力壁等の開発・普及が進められている。

(出所) すべて平成27年度森林・林業白書より作成。

### 【国が整備する公共建築物における木材利用推進状況】

取組及び評価項目	単位	24年度	25年度	26年度
基本方針に対して積極的に木材化を促進するとされている施策(国庫等以下)の公共建築物* <td>棟数 (A)</td> <td>98</td> <td>118</td> <td>100</td>	棟数 (A)	98	118	100
	延べ面積 (㎡)	26,583	21,157	11,789
	棟数 (B)	40	24	30
うち、木造で整備を行った公共建築物	延べ面積 (㎡)	7,744	5,088	4,047
	木造化率 (B/A)	42.9%	28.9%	38.1%
うち、国庫等に対して木造化を推進している国庫等として整備された公共建築物	棟数	28	24	7
うち、国庫等に代わって整備された公共建築物	棟数	34	70	61
内閣府の木材活用推進一た公共建築物**	棟数	258	161	172
木材の活用率**	㎡	6,137	6,826	2,726

注1: 基本方針に対して積極的に木材化を促進するとされている施策の公共建築物とは、従来型とする公共建築物(国庫等)から、上下に定まる公共建築物を除いたもの。

注2: 国庫等以下の公共建築物のうち、国庫等に代わって整備された公共建築物は、国庫等に代わって整備された公共建築物。

注3: 国庫等に代わって整備された公共建築物のうち、木造化に資する木材製品を有する公共建築物とされている公共建築物。

注4: 木造化を推進している公共建築物の棟数(注1)にのみ集計。

注5: 国庫等に代わって整備された公共建築物において、木造化及び木質による木材活用は、木造で整備を行った公共建築物から、使用量の中核となるもの、2024年10月までの調査結果。また、内閣府に木材活用推進一た公共建築物で、国庫等に代わって整備された公共建築物は、注1に集計されていない。

資料: 農林水産省「森林資源の積極的利用に関する意識・意向調査」(平成27(2015)年10月)

102

## システム全体の省エネ

- ・エネルギー効率の高い機器が広く一般に普及している。また、新しい材料や技術、生産システムの開発や省エネルギー型の設計を通じて、機器の省エネ化が極限まで進められている。さらに、個々の要素技術だけではなく、それら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システム全体での省エネも進展している。



103

## 住宅建築物・機器の性能表示

- ・消費するエネルギーや使用する機器等が低炭素社会にどの程度貢献するものであるかといった情報が分かりやすく容易に入手できるように提供されている。
- ・こうしたことが進んだ結果、人々はそうした情報を十分に活用して積極的に選択することで、暮らしの中で低炭素なエネルギーや機器が広く普及している。

### 【住宅・建築物における性能表示例】



(出所)国土交通省(2016)「住宅・ビル等の省エネ性能の表示について:建築物省エネ法に基づく表示制度」

### 【機器における性能表示例】



(出所)資源エネルギー庁「省エネ性能カタログ2016年冬版」

104



# 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	一般広告	ケーブル・有線TV、コジブ、郵便、その他広告メディア	計算的プログラム	フィードバック	リアルタイム
	認知的広告	高度化調子音、ダイレクトメール、請求書宛先広告、ユーザーフレンドリーな請求書		ゲーム	学習機
	ソーシャルメディア	Facebook		インセンティブ	電子辞書
	教育とトレーニング	学校教育、幼稚園から高校、それ以上		家庭用電子辞書	学習機
社会的実践プログラム	学校教育	幼稚園から高校、それ以上	社会実践プログラム	学習機	学習機
	多文化共生	多文化共生	社会実践プログラム	学習機	学習機
	多文化共生	多文化共生	社会実践プログラム	学習機	学習機
	多文化共生	多文化共生	社会実践プログラム	学習機	学習機

(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

## 【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。

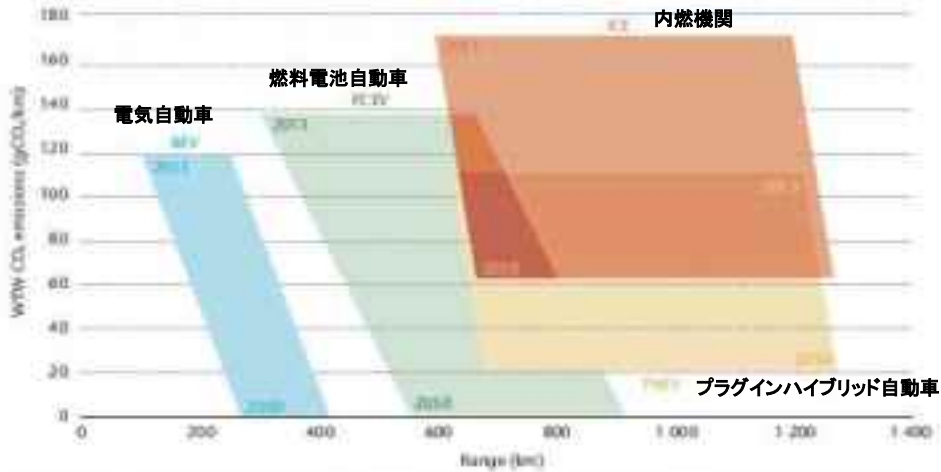
(出所) 東京大学エネルギー工学連携研究センター 荻本研究室



## 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】**



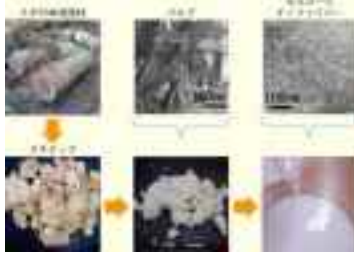
Note: gCO<sub>2</sub>/kWh = grams carbon dioxide per kilowatt-hour; WTW = wheel-to-wheel; the upper range of BEV emissions takes into account today's average grid power generation mix, the lower range is based on 100% renewable electricity; the upper range of FCEV emissions takes into account a hydrogen production mix of 90% HC (H<sub>2</sub>) and 10% grid electricity, the lower range is based on 100% renewable hydrogen; the lower range of PHEV emissions takes into account 40% electric driving; by 2030, a biofuel share of 30% is assumed for FCEVs and ICEs.

(出所) IEA "Technology Roadmap -Hydrogen and Fuel Cells-"

## 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、バイオミメックリ（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】**



(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ックス製品】**

製品名	開発者	特徴	用途
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品
バイオミメックス	株式会社富士通総研	軽量で丈夫な素材	自動車部品

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)

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



(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】



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ことが前提。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。

(出所) 内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動走行システム研究開発計画 (2016)

109

## 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

110

## 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。

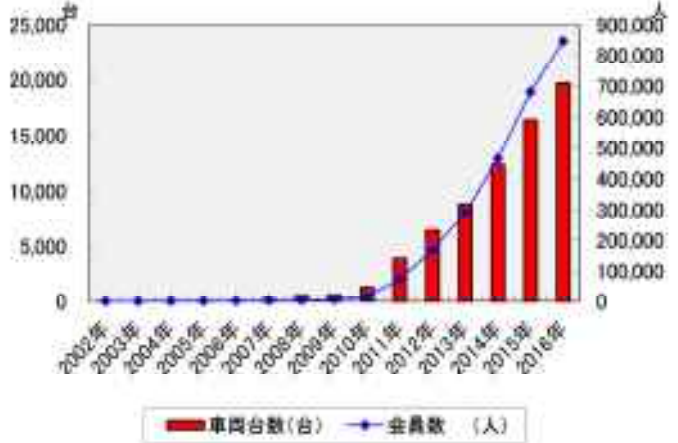
【Uberのサービスイメージ】



【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】



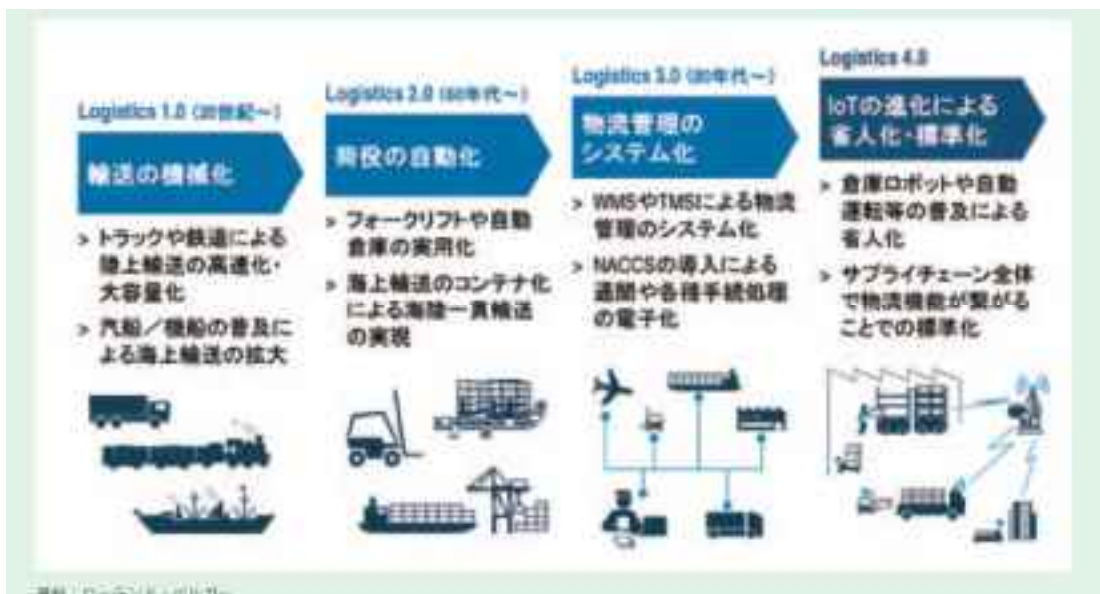
(出所) 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団HP

111

## 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。

112



## 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】



(出所) 国土交通省「国土交通分野における今後の地球温暖化対策（緩和策）について」（平成27年3月）

113

## 公共交通機関の利用促進・モーダルシフトの推進

- 都市構造のコンパクト化による一定の範囲の徒歩・自転車の活用や効率的な輸送手段の組み合わせ、公共交通の整備や利便性の向上、低炭素な交通機関へのモーダルシフト等によって、人や貨物の移動は快適さを高めながら、大幅な合理化を実現している。

### 【公共交通の利用促進・モーダルシフト】



(出所) 国土交通省「国土交通分野における今後の地球温暖化対策（緩和策）について」（平成27年3月）

114

・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USD<sub>2015</sub>）】

	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
<b>エネルギー供給合計</b>	<b>1,637</b>	<b>43,609</b>	<b>1,744</b>	<b>49,098</b>	<b>1,964</b>	<b>39,891</b>	<b>1,596</b>
<b>省エネルギー</b>	<b>221</b>	<b>22,980</b>	<b>919</b>	<b>15,437</b>	<b>617</b>	<b>35,042</b>	<b>1,402</b>

\* 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。

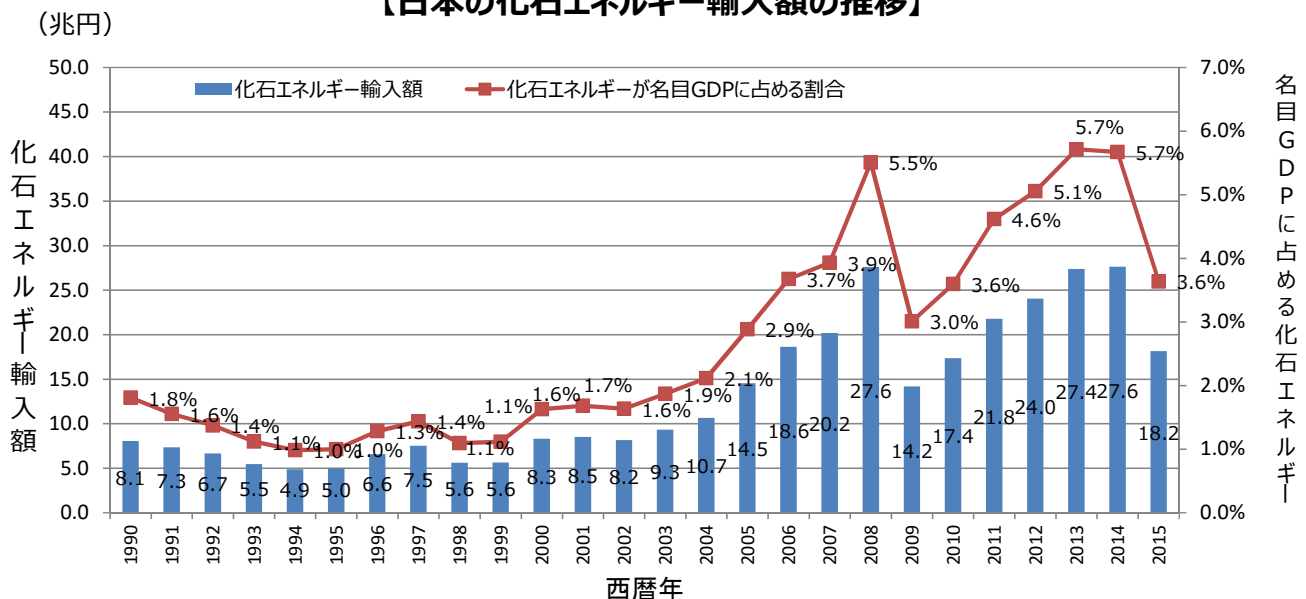
\*\* 原子力とCCSが含まれる。

(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)

- 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
<b>国内</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>〇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</li> <li>〇新需要の開拓、若者世代の消費行動の顕著化が期待される（例：モノの所有から共有へ移行）</li> <li>【有効求人倍率（生産工程の縮減）1.23倍（平成28年2月）】</li> <li>●労働者のスキル転換の必要性、技能継承の必要性が浮き彫りにされる（例：機械→IT）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>〇生産工程での無駄の削減（生産競争力の強化、環境負荷の削減）</li> <li>【産業部門（工場等）のCO2排出量約4.3億トン（全体の32.8%）】</li> <li>〇高度なモノづくりの国内立地の促進（新たな雇用創出、地域経済への波及効果）</li> <li>【製造業の海外生産比率 24.3%（2014年）】</li> <li>〇モノのネットワーク化による、廃棄物の不法投棄等の抑制</li> <li>【不法投棄された廃棄物の回収コスト約74,600円】</li> </ul>
<b>海外</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>〇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</li> <li>〇世界の産業競争力の向上</li> <li>【年額21億トン】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>〇スマート工場システムの海外展開による国際競争力と我が国企業との連携促進</li> <li>【世界のGDP（半導体・製造業）約16%】</li> <li>〇IoT・AI・クラウド、サイバー空間等による、製造業の生産性向上の促進</li> <li>【1.3兆円（2016年）の市場規模（2020年に向けて2兆円を目指す）】</li> </ul>

（注）本図は、産業競争力会議「IoT・AI活用による生産性向上の促進に関する調査報告書（平成28年2月）」を基に作成された。また、本図は、産業競争力会議「IoT・AI活用による生産性向上の促進に関する調査報告書（平成28年2月）」を基に作成された。

（出所）産業構造審議会 新産業構造部会「新産業構造ビジョン中間整理」（平成28年4月）

## 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】

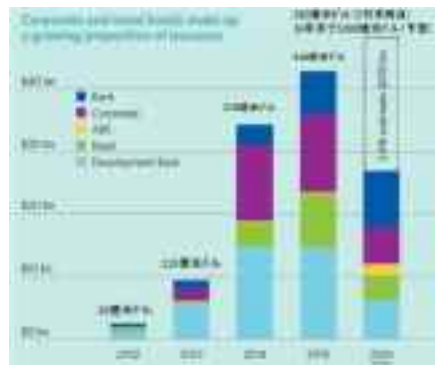
- 2015年4月 G20財務大臣・中央銀行総裁会合は、金融安定理事会（FSB）に対し、気候関連課題について金融セクターがどの様に考慮していくべきか、官民の関係を招集することを要請。
- 2015年12月 FSBはマイケル・ブルームバーグ元ニューヨーク市長を座長とする、「気候関連財務ディスクロージャータスクフォース（Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD）」設立を公表。
- 2016年3月 気候関連財務ディスクロージャーの目的やスコープ、原則を明確にした「フェーズ1レポート」を公表。
- 2016年12月 将来へ向けた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



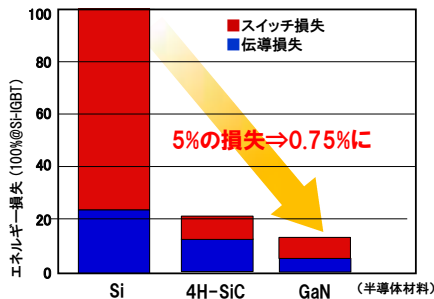
## 革新的技術～超高効率デバイス

・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 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 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

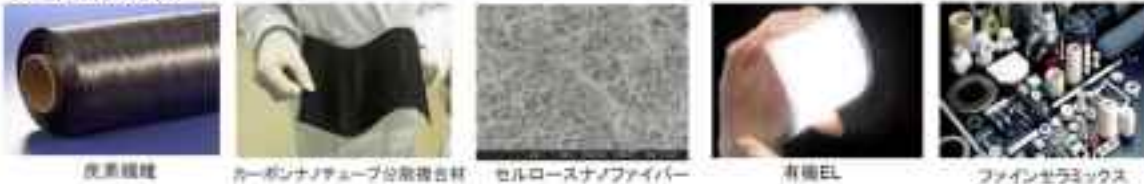
119

## 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>



#### <既存の素材の高機能化の例>



#### <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.chnrc.org.cn/files/brochure/LEAP-brochure-2013.pdf>

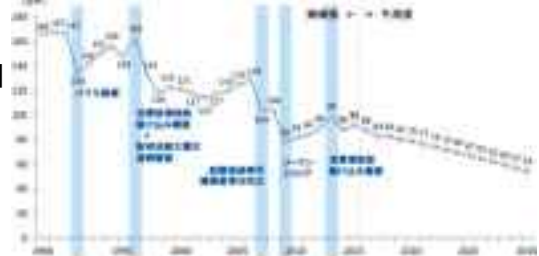
(出所) 経済産業省 製造産業局 鉄鋼課・非鉄金属課「金属素材産業の現状と課題への対応」

120

# 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。

## 【新設住宅着工戸数の実績と予測結果】



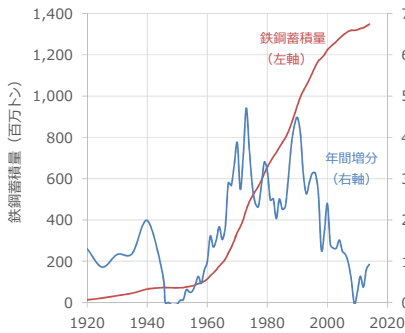
出所) 実績値は国土交通省「建築着工統計」より、予測値はNRI。  
 出典：NRI、『2030年の住宅市場～"移動人口"の拡大が人口減少下における住宅市場活性化の鍵に～』、2016.6.7

## 【都市鉱山】



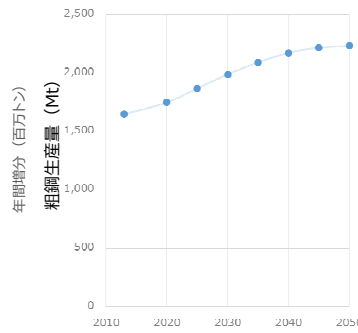
(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第6回) ㈱三菱総合研究所 理事長 小宮山氏 御提供資料

## 【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

# 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】



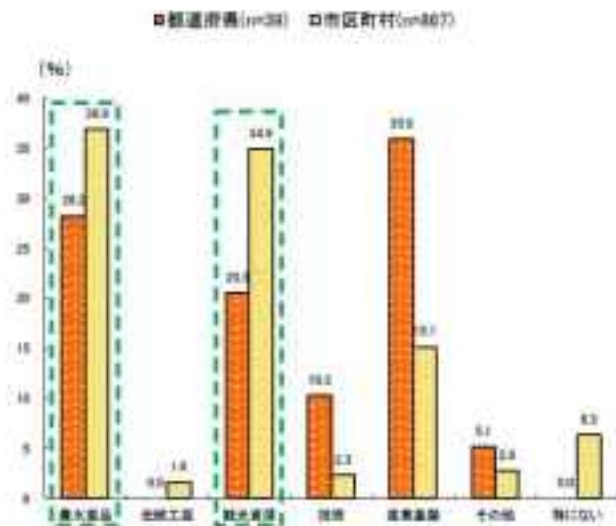
革新的技術の貢献

(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：自治体実行委員会「自治体の中小企業支援の実態に関する調査」  
（2021年11月、全国707自治体からアンケート実施）

（出所）経済産業省 日本の「稼ぐ力」創出検討会 第3回 資料3

**【地域資源の指定と事業計画の認定の状況】**



## 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】**



（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	削減効果		
		診断時の見込 CO2削減量 (t-CO2/年)	事業開始された 効果 CO2削減量 (t-CO2/年)	削減率 (%) (削減率) (%)
高効率空調システムの採用	既存空調システムを高効率空調システムに更新した。 (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	1,400
冷水ポンプのkW削減	高効率空調システム導入(2015年6月に実施)に伴い、冷水ポンプにkWを導入。ポンプ負荷を15kWから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
導入の気量の削減	空調機の送風ファン15kWを1台にkWを追加設置し、調整運転を行うことで外気量の削減を図った。	5.0	3.5	144.4
高効率照明器具の採用	執務室を適正な照明設計を行い、現在使用している蛍光灯 (FL40W)を高効率なLED照明に更新し、消費電力の削減を図る。	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 124



# 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CO<sub>2</sub>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・サービスを享受する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

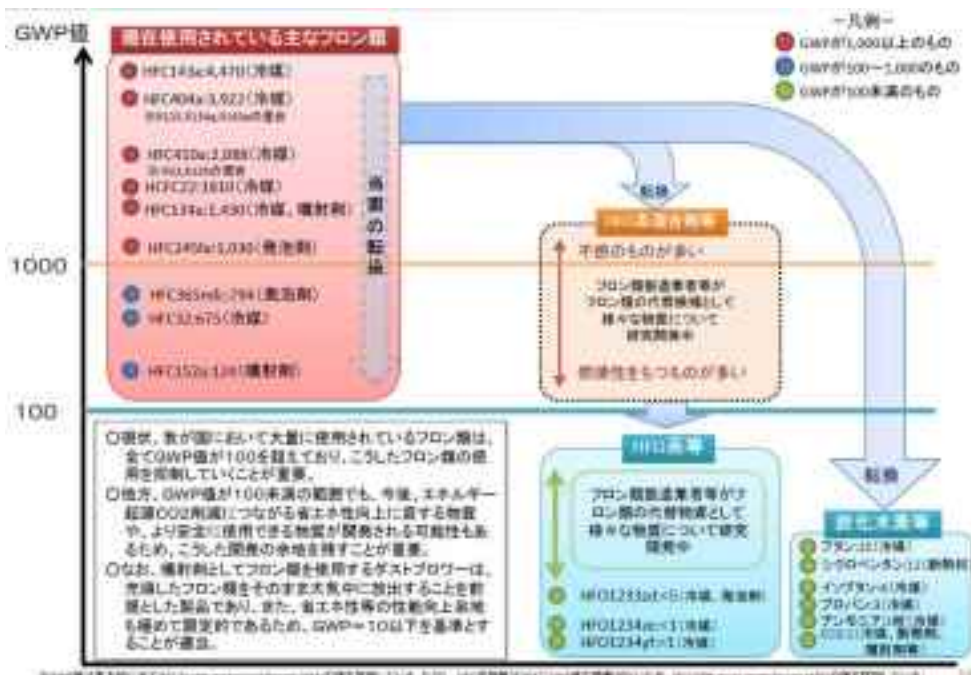
(出所) 平成23年度 環境・循環型社会・生物多様性白書

(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。

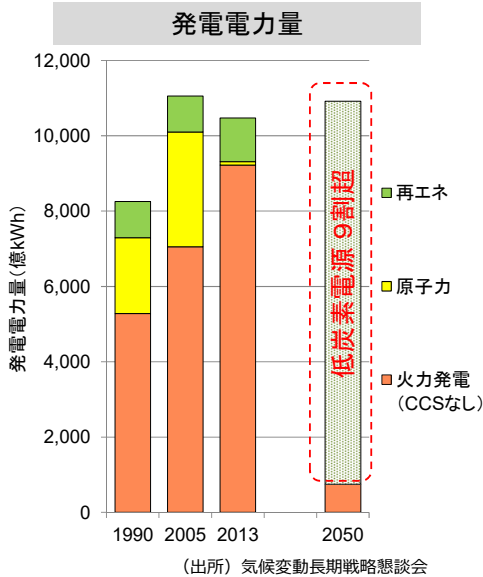
## 【フロン類使用製品が最終的に目指すべきGWP値】



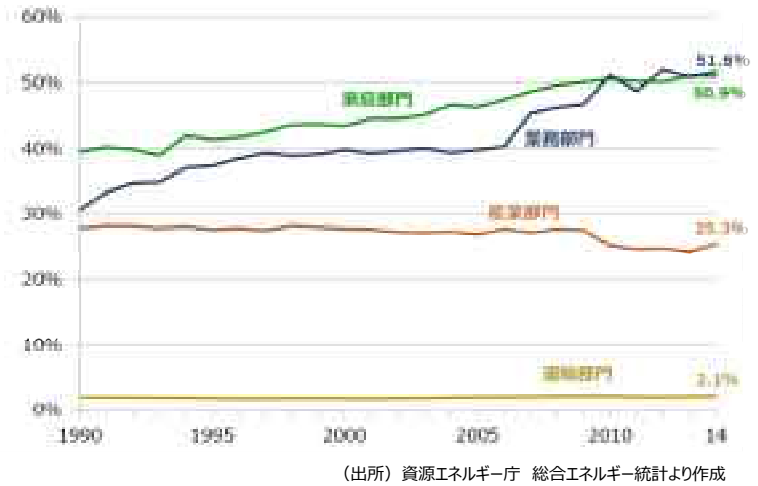
(出所) 環境省・経済産業省「フロン排出抑制法の概要」(2015年1月)

## 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、化石燃料は一部の産業や運輸等で使用されている。自家発電についてもより低炭素な燃料への転換が進められている。



【電化率の推移（最終エネルギー消費部門別）】

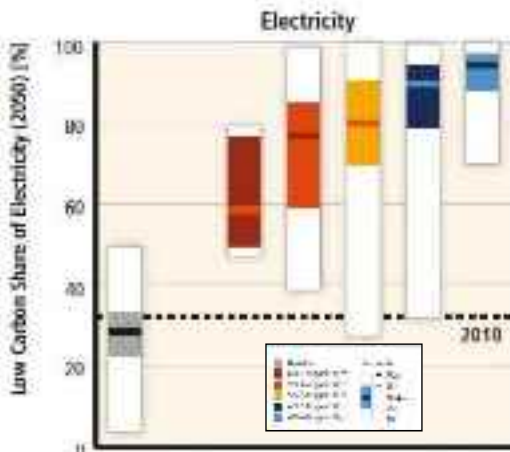


127

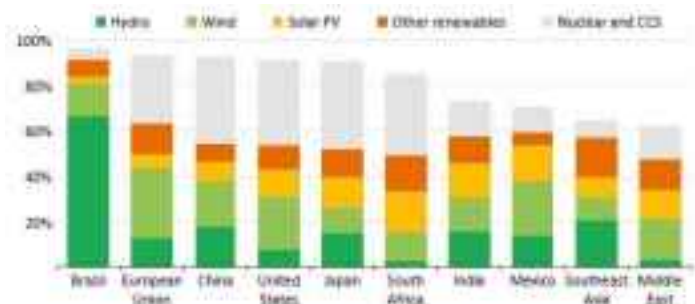
## 2050年80%削減に向けた絵姿

- 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、化石燃料は一部の産業や運輸等で使用されている。自家発電についてもより低炭素な燃料への転換が進められている。

参考（世界全体での2050年時点の電力に占める低炭素電源の割合）



参考（450シナリオにおける2040年時点での低炭素電源からの電力供給割合）



128

## 系統安定化

- 自家消費の上で、地域内や地域間の電力網の最適や運用改善、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、電力会社から提供され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萩本研究室

【CEMS(Community Energy Management System)】



【甲種時】スマートメータにより電力量を計測し、①エリア全体・個々の電力見える化、②個別機器の発電量・消費量の測定と電気事業者へのデータ送信、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。  
【非稼働時】公共系統が停電した際、エリア内でバイオディーゼルの発電機、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。

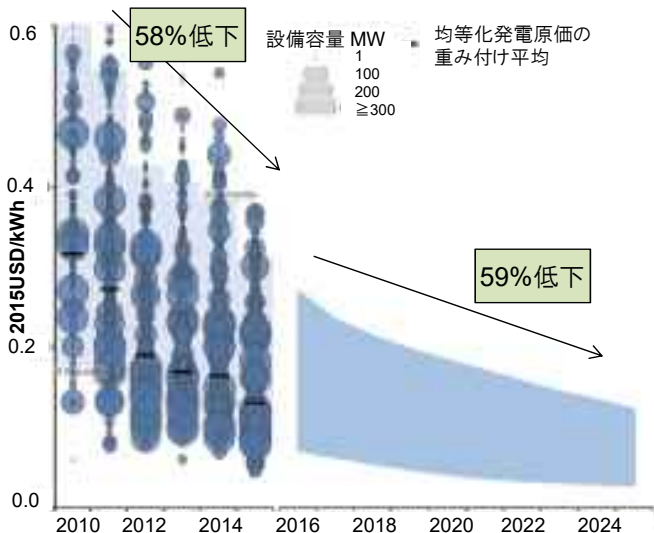
（出所）中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会（第5回）東松島市 復興政策課長 高橋氏 御提供資料

129

## 再生可能エネルギーの最大限の活用

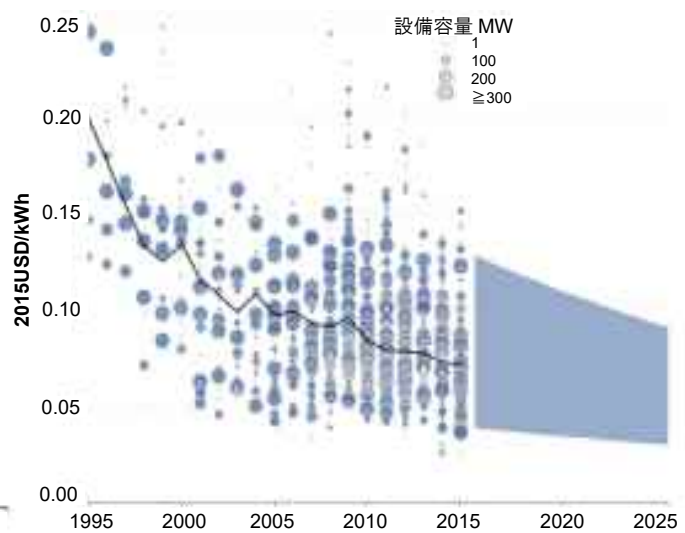
- 再生可能エネルギーについては、環境負荷を低減しつつ、高効率で需要家近接型の太陽光発電やポテンシャルの大きい風力、安定的な水力、地熱、バイオマス等の各地域の資源が最大限利用されるとともに、海洋エネルギー発電等の実証・開発・活用等がなされている。また、地域の状況に応じた再生可能エネルギー発電が行われ、それらが最適化されたシステムによって供給されている。
- 再生可能エネルギーの技術開発や大量導入による設備費低減のほか、災害からの安全も確保するような施工・メンテナンス等に関する工事費用の低減など、ハード・ソフトを含め再生可能エネルギー関連産業が価格競争力を有している。

【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

130





## 水素の活用

- 利用時又は水素製造時まで含めてCO<sub>2</sub>を排出しない水素（CO<sub>2</sub>フリー水素）が供給されている。



(出所) 日本ガス協会「都市ガス業界が貢献できる水素社会」 133

## 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】



【燃焼後CO<sub>2</sub>分離回収パイロットプラント（東芝）】



(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



# 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】



(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】



(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

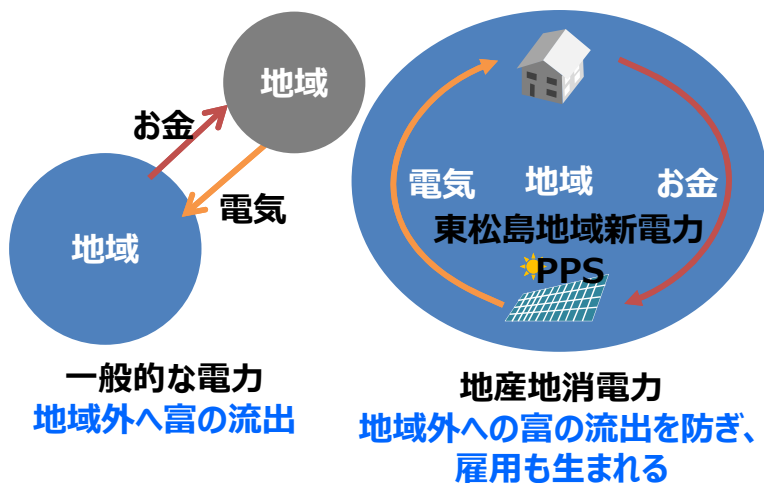


(出所) 国土審議会 第3回計画部会・配布資料 (2014年11月7日)

## 脱炭素化社会、地域経済活性化、国土強靱化

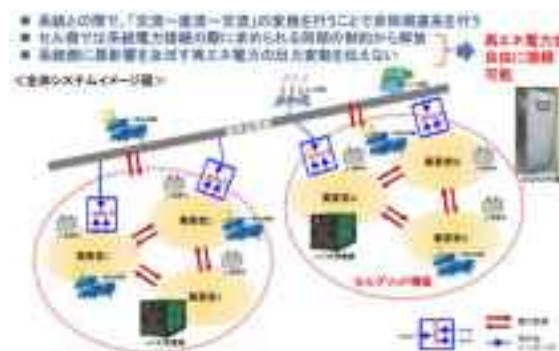
- 地域ごとに自立した分散型エネルギーとして再生可能エネルギーが導入されているため、災害が生じた際にも必要なエネルギーを迅速に供給することができるなど、国土強靱化と低炭素化で統合的な取組が進められている。

### 【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】



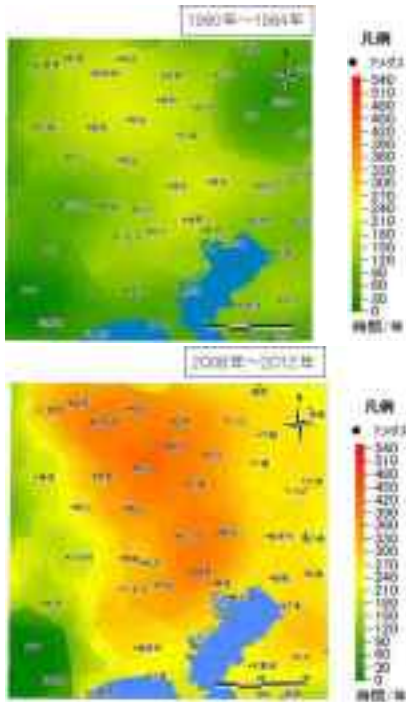
(出所) 中央環境審議会 地球環境部会 低炭素長期ビジョン小委員会 (第3回) 東京大学 特任教授 阿部氏 御提供資料

→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】



(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」

- 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。

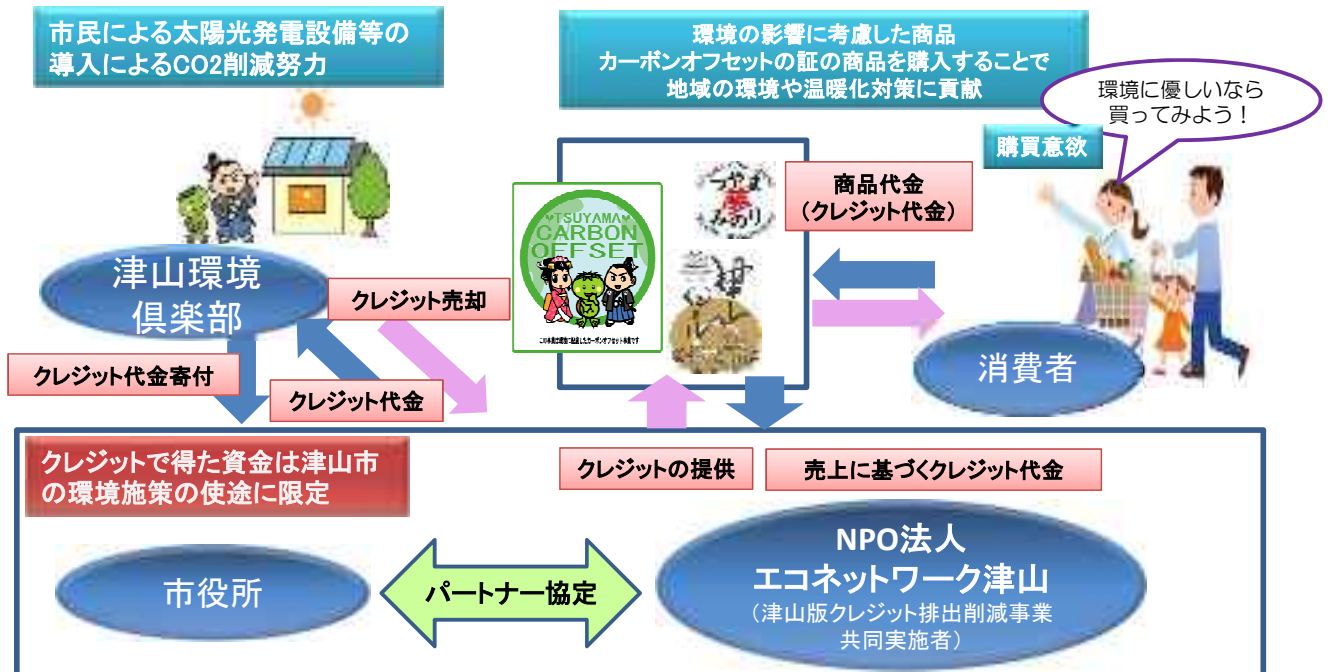
【4つのプロジェクト】





## 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。



143

## 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

出所：徳島県資料より環境省作成

144