

# 炭素生産性の低迷の要因②（炭素生産性の分母）

- 排出量の増加要因が重なり炭素生産性が低迷したと考えられる。具体的には以下の事象が挙げられる。経済成長に直接的に連動していなかった要素の影響が小さい。
  - **1990年以来、石炭火力からの排出量が約1.7億トン増加。現在の家庭部門全量に匹敵する量が増加した。**
  - 道路整備や都市計画に係る規制緩和等によって、都市の拡散が進み、自動車走行量と床面積が増加。（現在は、都市の拡散によって様々な問題が発生しているため、政府全体でコンパクトシティの必要性が認識されている。）

石炭火力からのCO2排出量の推移



（出所） エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量（1990年度～2015年度）：温室効果ガス排出・吸収目録（2015年度速報値）、エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量（2030年度）：長期エネルギー需給見直し 関連資料（資源エネルギー庁）、発電に伴うCO<sub>2</sub>排出量（1990年度～2015年度）：総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）より作成（事業用発電及び自家発電を対象）  
 発電に伴うCO<sub>2</sub>排出量（2030年度）：長期エネルギー需給見直し 関連資料（資源エネルギー庁）より作成、燃料種別発電力別に、各電源の排出係数を乗じて算出したCO<sub>2</sub>排出量も、長期需給見直し関連資料に定める電力由来エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量に追加して算出。なお、排出係数は、石炭に電力中央研究所「日本の発電技術の50年」のCO<sub>2</sub>排出量評価（2010年7月）をより採用。  
 ※現状追認ケース：石炭の発電容量約160万kW、各社公認データによる約20,507万kW発電設備を想定。45年廃止想定は390万kW廃止に於いて、2013年時点の約126万kWの増設。  
 ※2014年以降稼働した石炭火力が計110万kW、石炭のCO<sub>2</sub>排出量が約2.9～3.0億トン、エネルギーミックスの石炭火力の排出量から、発電容量に応じて比例しと仮定して計算。

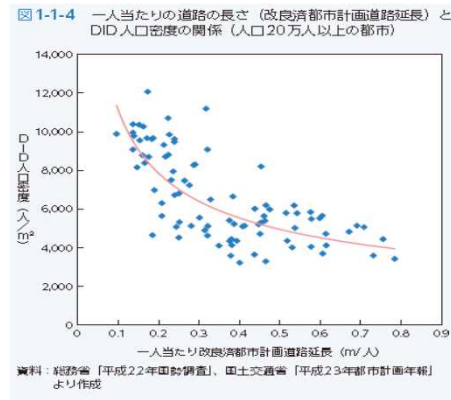


図1-1-4 一人当たりの道路の長さ（改良済都市計画道路延長）とDID人口密度の関係（人口20万人以上の都市）  
 資料：経済省「平成22年国勢調査」、国土交通省「平成23年都市計画年報」より作成

図1-2-6 市街化区域の人口密度と一人当たり自動車CO<sub>2</sub>排出量の関係

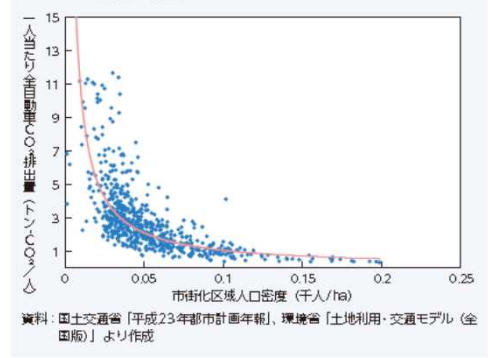
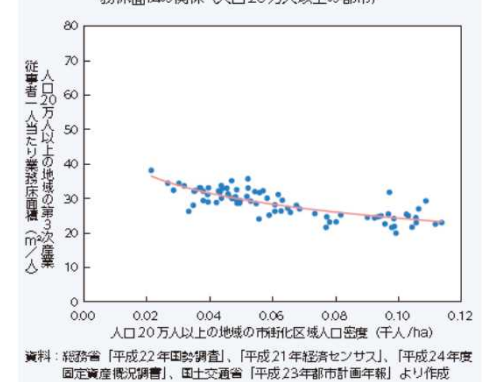
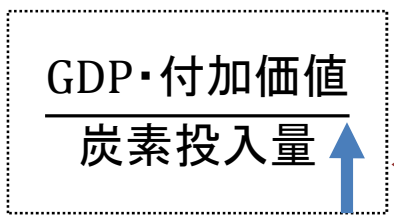


図1-2-8 市街化区域の人口密度と第3次産業従業員一人当たり業務床面積の関係（人口20万人以上の都市）



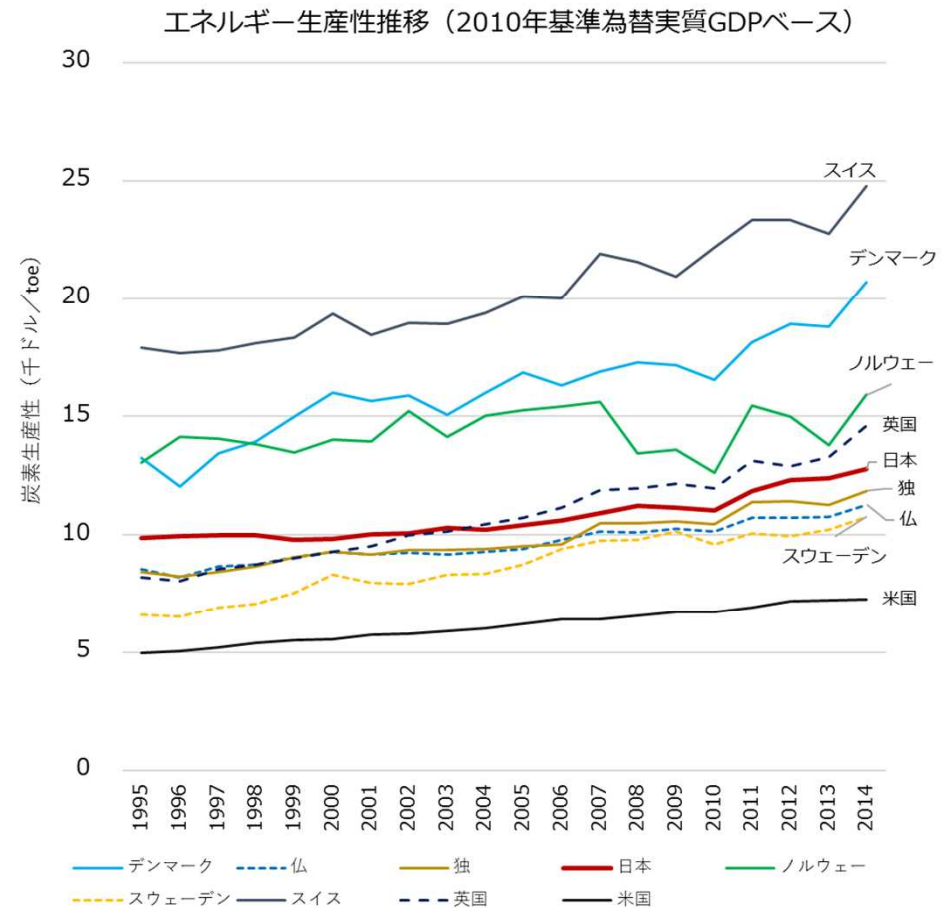
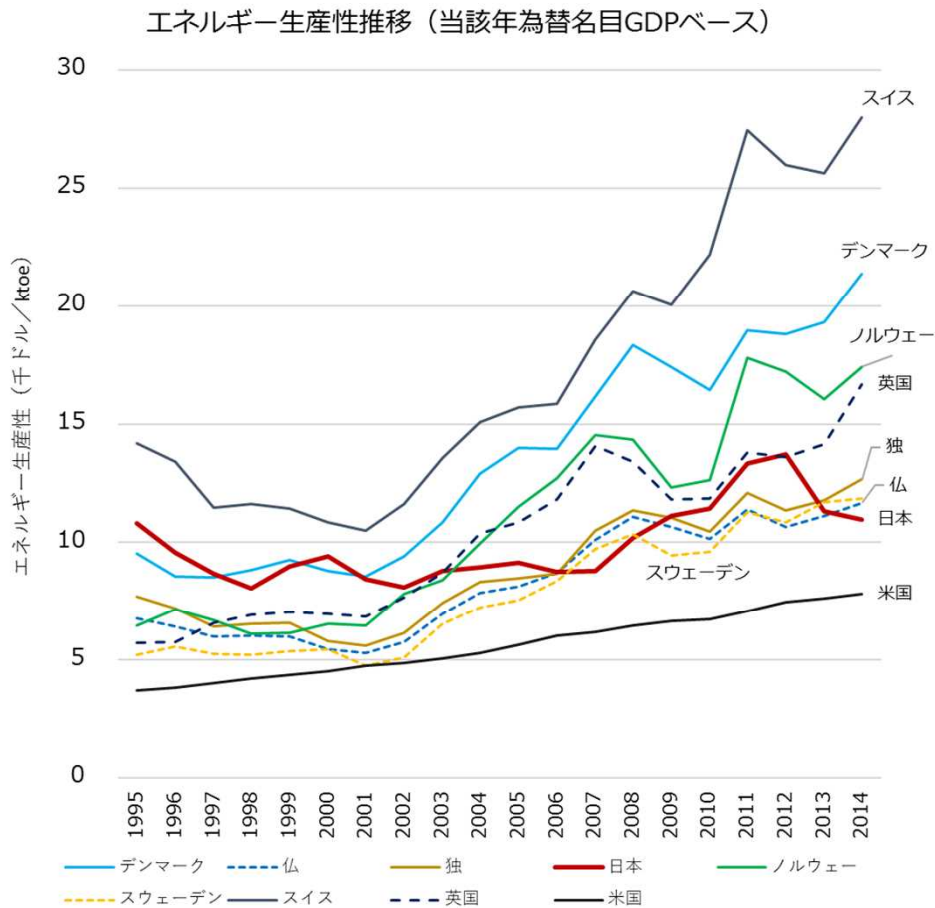
資料：経済省「平成22年国勢調査」、「平成21年経済センサス」、「平成24年度固定資産概況調査」、国土交通省「平成23年都市計画年報」より作成



経済成長に直接的に連動しない要素で相当程度増加した。

# エネルギー生産性の推移

- 1995年時点では、我が国のエネルギー生産性は、OECD全体で、スイスに次いで2位の世界最高水準だった。2000年を過ぎる頃から他国に抜かれ、直近では、英国、ドイツ、フランスに追い抜かれている。（左図）
- 物価と為替の影響を除いて観察した場合においても、我が国のエネルギー生産性の伸びは、震災前はほぼ横ばいであった。他方で、震災後はエネルギー生産性が大きく上昇している。（右図）

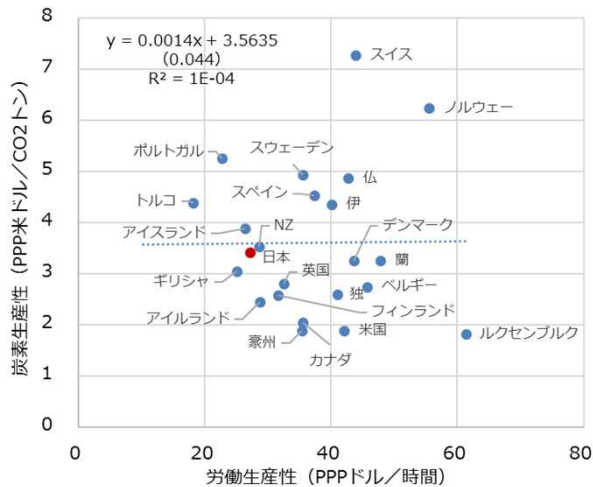


※基準年である2010年の為替レートは、1ドル=87.8円

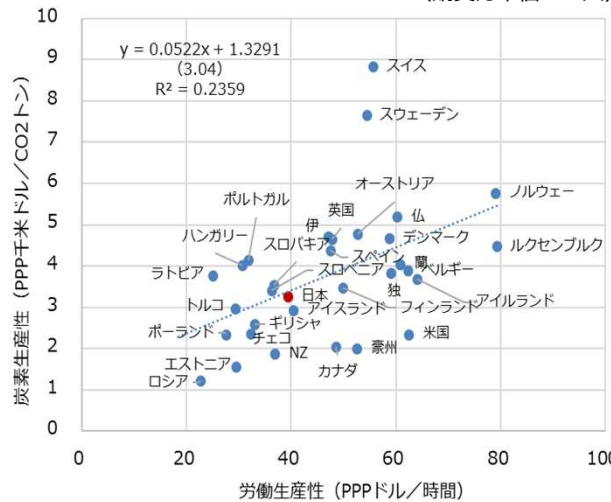
# 労働生産性（付加価値生産性）と炭素生産性との関係

- 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、（一般的に炭素投入量の増加を伴う）生産設備などの有形固定資産のシェアが低下し、（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。

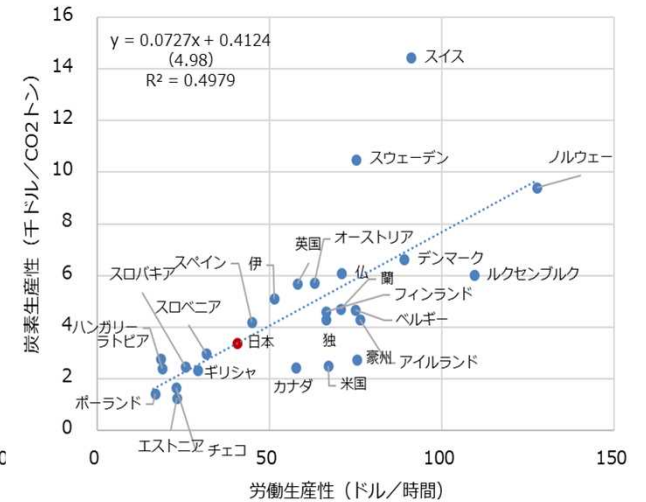
労働生産性と炭素生産性との関係  
(1990年)



労働生産性と炭素生産性との関係  
(2014年) (購買力平価ベース)



労働生産性と炭素生産性との関係  
(2014年) (参考：為替ベース)







いずれもデータが存在しているOECD諸国を対象

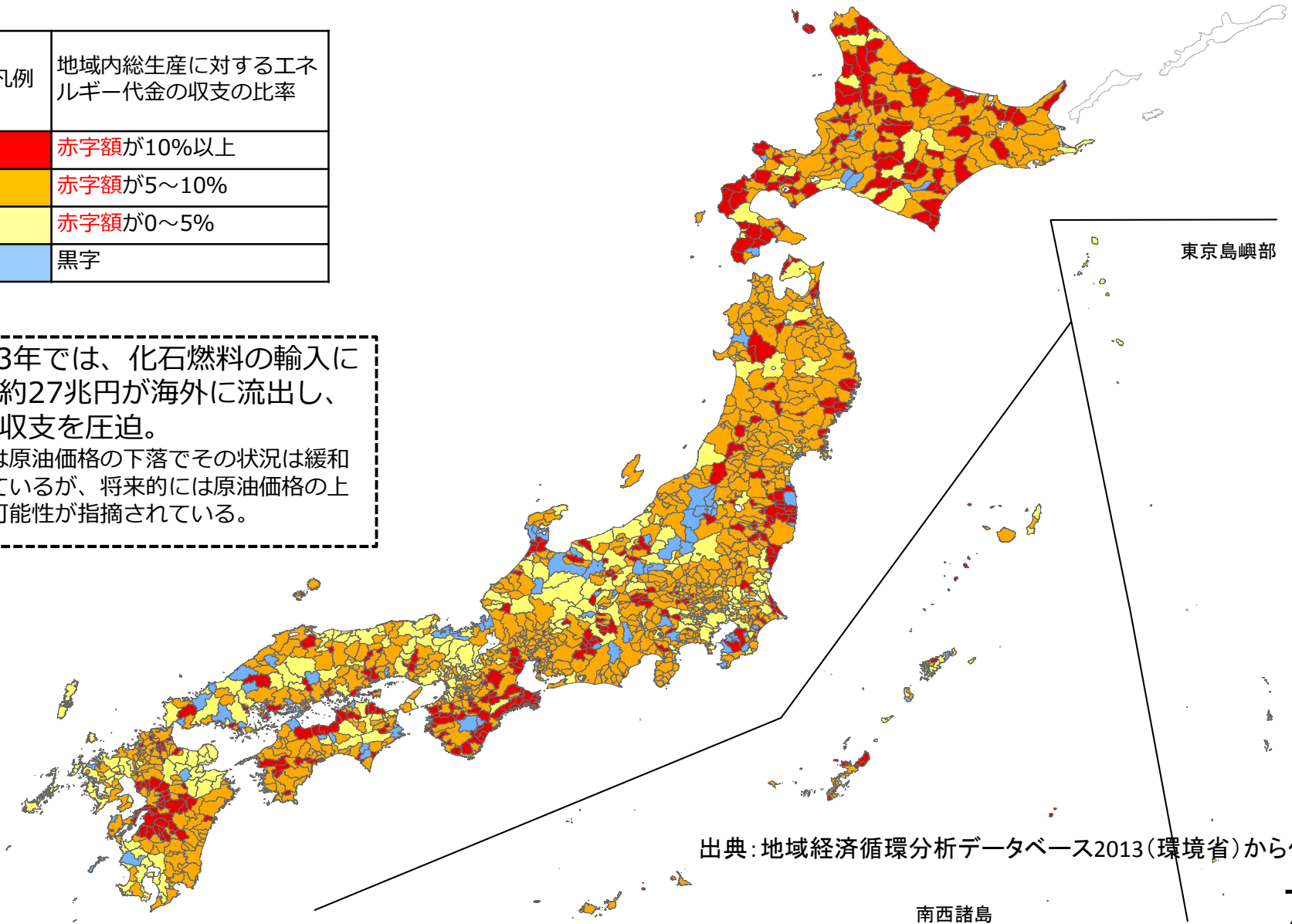
- ◆ 我が国における付加価値の状況を見ると、①1990年代後半以降IT投資を始めとする資本投入の寄与が減少していること、②1970年代、80年代と比較してTFP（※注 全要素生産性：イノベーションの指標として用いられる。）の寄与が減少していることが主要な要因で付加価値が1990年代後半以降上昇していない。
- ◆ 我が国のTFPの寄与について確認すると、国際比較ではTFP上昇率は無形資産投資の上昇率と相関があるが、我が国は無形資産投資の上昇率が弱いため、TFP上昇率が弱い。

## 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
	赤字額が10%以上
	赤字額が5～10%
	赤字額が0～5%
	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。

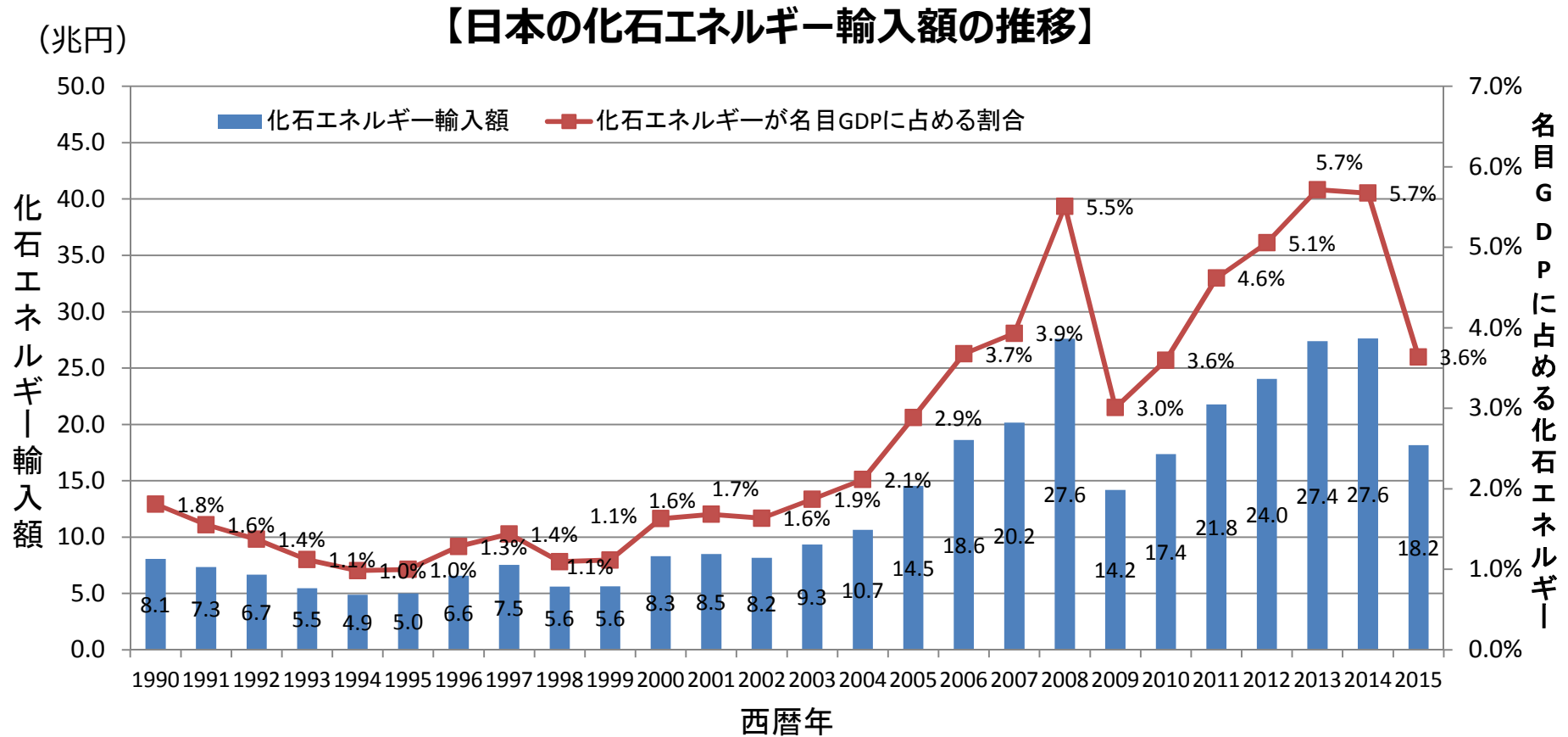


出典：地域経済循環分析データベース2013(環境省)から作成



# 日本の化石エネルギー輸入額の推移

- 化石エネルギー輸入額は2015年時点で18.2兆円。名目GDPに占める割合は3.6%。

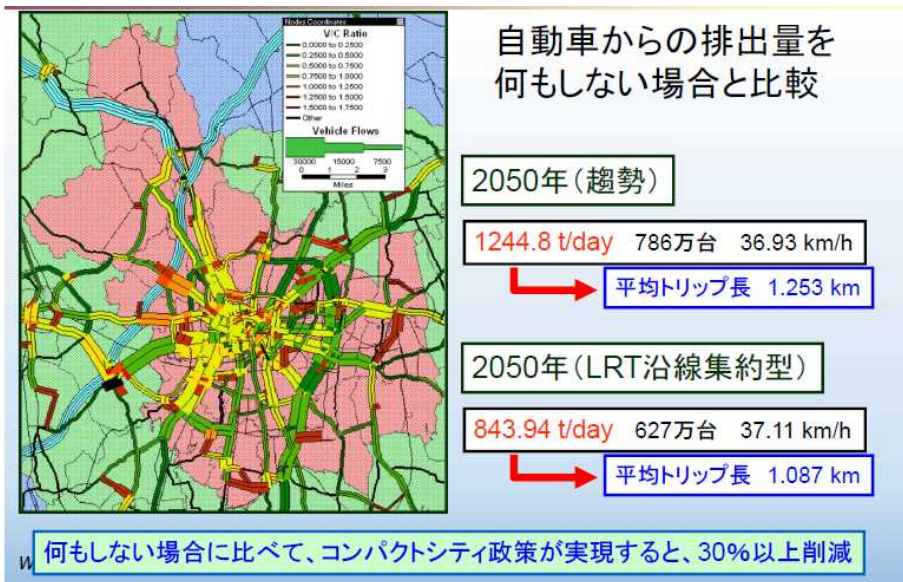


(注) 化石エネルギー輸入額は、石炭・原油・LNGなどの化石エネルギー輸入額より、非エネルギー用途と考えられる潤滑油及びグリースを除外

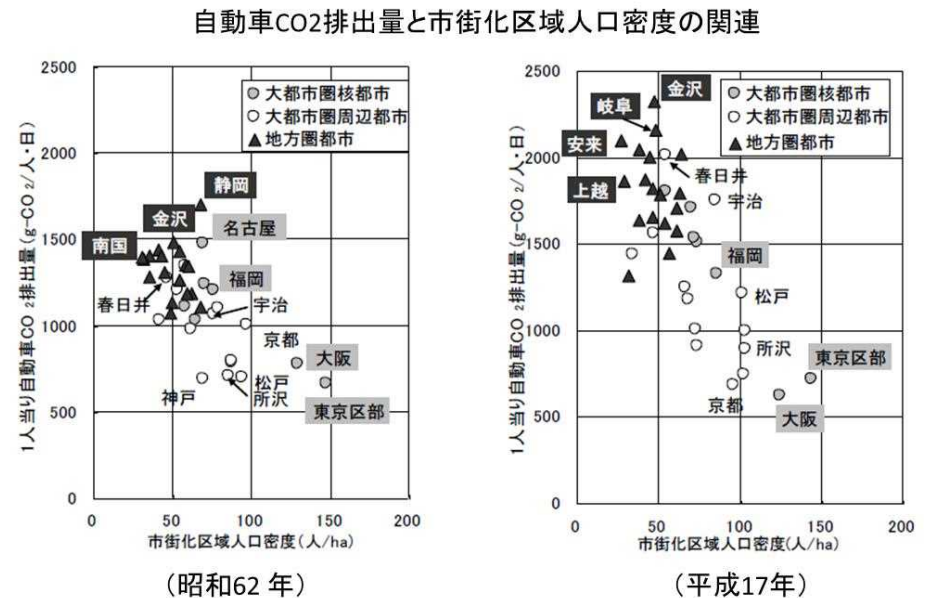
(出所) 財務省貿易統計、概況品別推移表、<http://www.customs.go.jp/toukei/info/>、(2016.11.16時点)  
 内閣府、国民経済計算 (GDP統計) 統計表一覧 (2016年7-9月期 1次速報値)  
 内閣府、国民経済計算 (GDP統計) 平成12年基準 (93SNA)

# 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



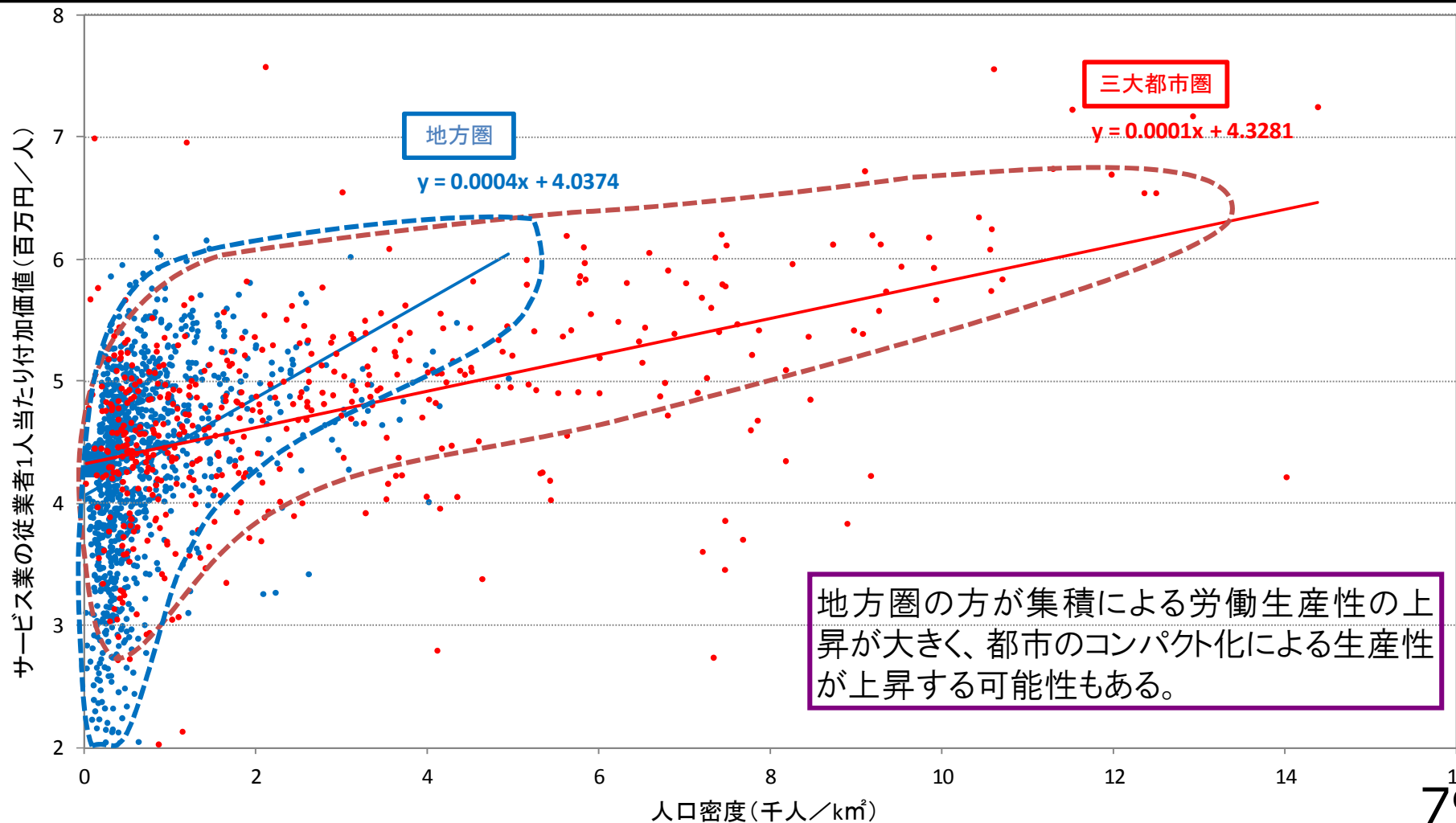
(出所) 谷口守・松中亮治・平野全宏(2008)都市構造からみた自動車CO<sub>2</sub>排出量の時系列分析、都市計画論文集、No.43、pp.121-126.

## 国土形成計画（全国計画）（平成27年8月14日閣議決

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る。

## 【参考】コンパクト化と労働生産性

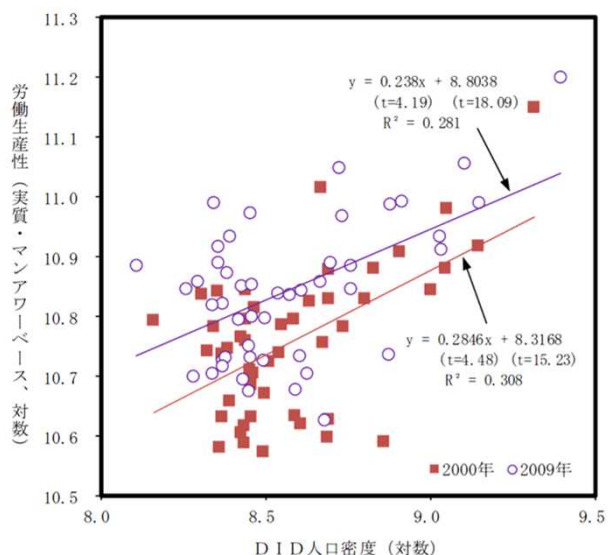
- 人口密度が高い地域ほど、サービス業の労働生産性（従業者1人当たり付加価値額）が高い。
- サービス業は輸送や在庫を蓄えることが困難な産業であり、直接来店する人に対してサービスが提供・販売されるため（生産と消費が同時）、多くの来店者数が見込める人口密度が高い地域はサービス業の労働生産性が高くなる。



## 【参考】コンパクトシティは地域の「稼ぐ力」に寄与

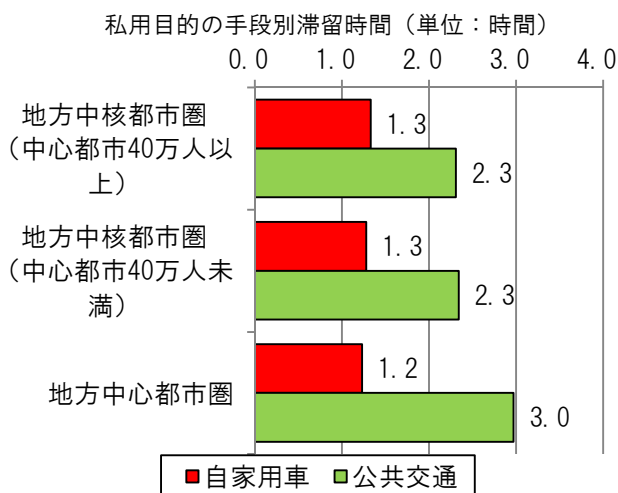
- 地域のコンパクト化はサービス業等の生産性の向上とともに、地域内の消費増加につながる。
- 公共交通機関の利用促進は地域住民の駅周辺での滞留時間増加につながり、滞留時間の増加は小売販売額の増加につながる。
- 公共交通機関を骨格としたコンパクトシティの構築によって中心市街地が活性化し、域内消費の増加につながるものと考えられる。

### コンパクトシティと生産性



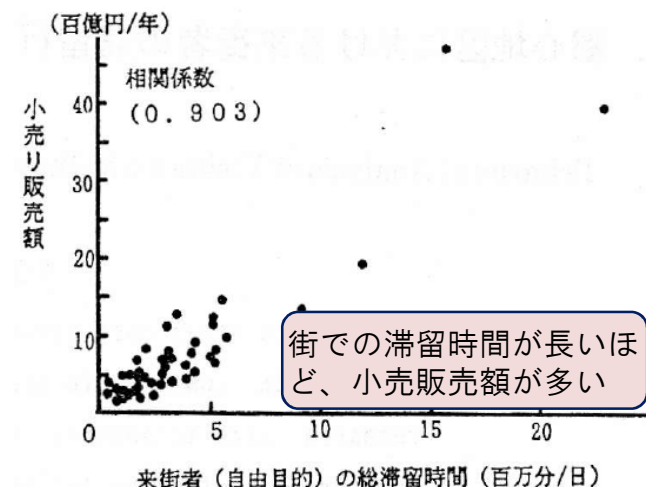
出所：内閣府「地域の経済2012—集積を活かした地域づくり—」p188

### 私用目的の交通手段別滞留時間



出所：全国都市交通特性調査（H17、平日データ）より作成

### 滞留時間と小売販売額



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

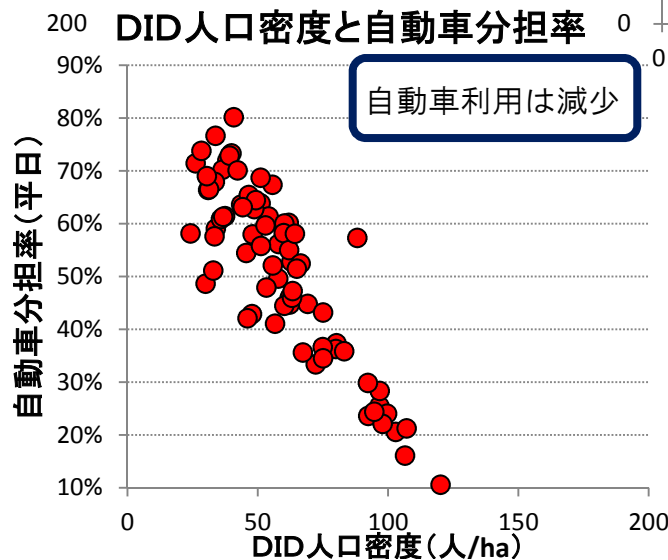
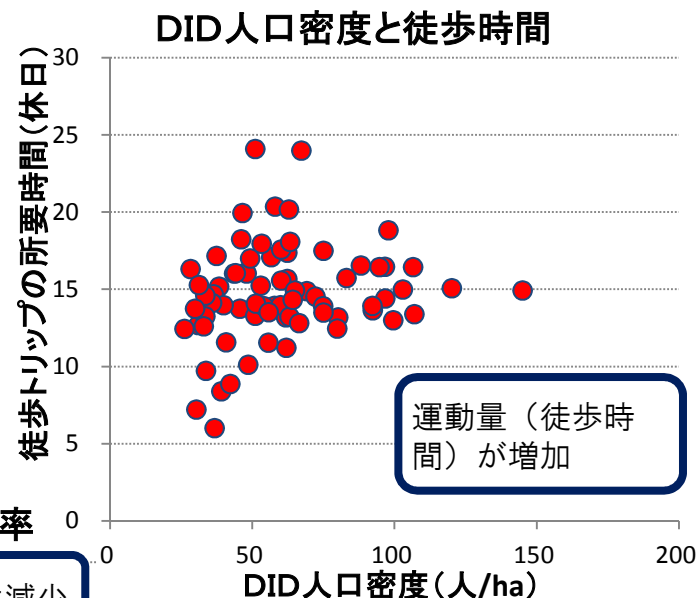
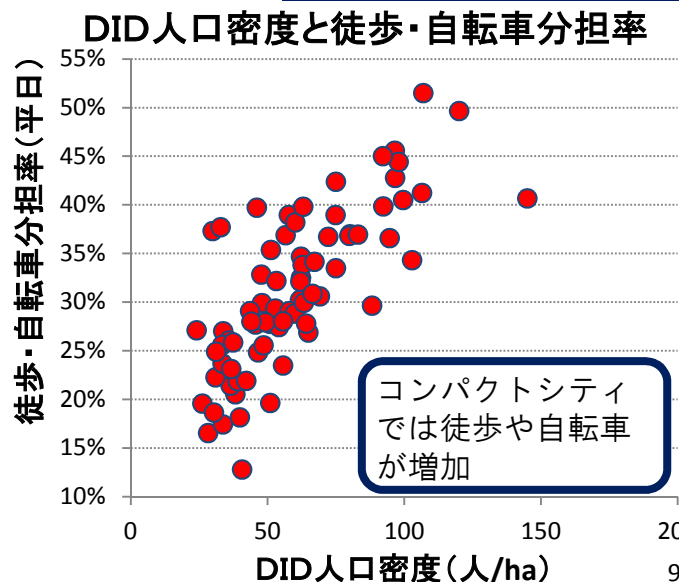
- 地域のサービスレベルに関わらず中心市街地での購入を促進するのではなく、大型SCやロードサイド店と競争可能な状態に中心市街地を変容させることが重要である。
- そのためにも、公共交通機関と地域の商店等、まちの拠点との綿密な連携による相乗効果を発現させることが重要である。超高齢化社会において、モータリゼーションの過度な進展を抑制させ、都市のスプロール化を抑制することにつながると考えられる。



## 【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（DID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

# 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)

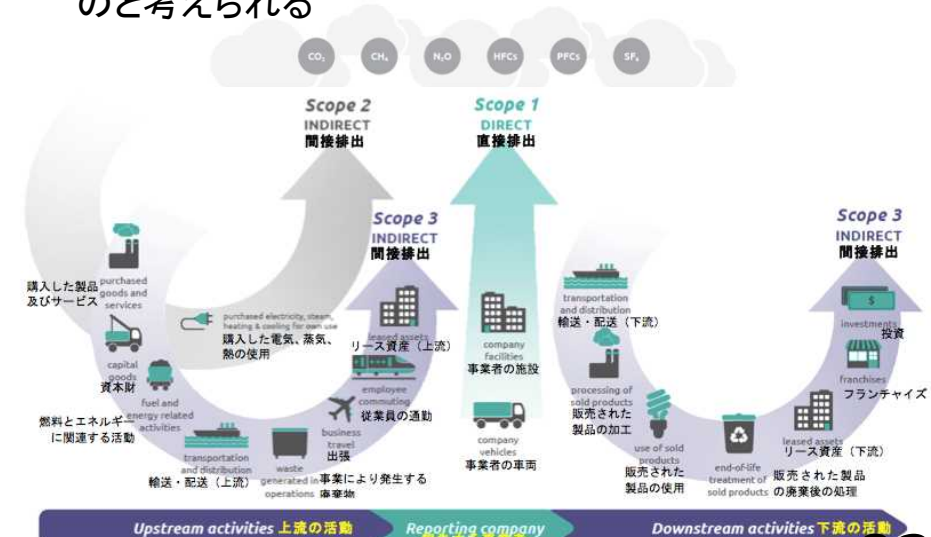
- JCMの構築・実施により、2030年度までの累積で5千万～1億tCO<sub>2</sub>の国際的な排出削減・吸収量を目指している。
- トータルでの経済性での評価が定着されてきた国・技術では、速やかに民間ベース案件を促進するため、設備補助以外の支援形態(リース補助、出資、ADBを活用したツーステップローン等)により、民間主導のJCMを促進し、将来的には民間資金による事業展開へとつなげていく。

途上国に「優れた低炭素技術はトータルコストを低減できる」という認識を定着させ、**自立的に普及**



## ○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

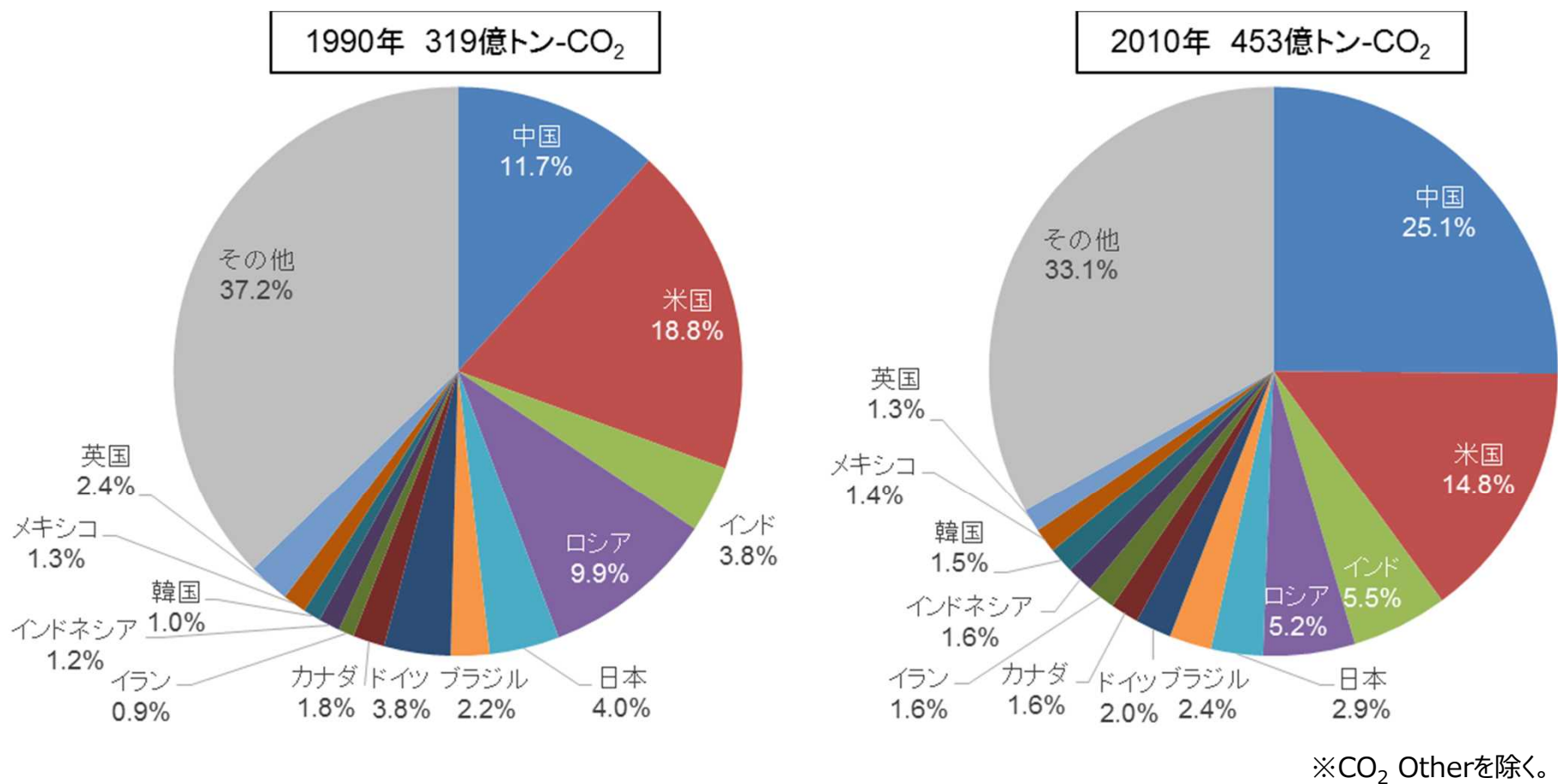


出所: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard(2011)をもとに作成

# 我が国の温室効果ガス排出量

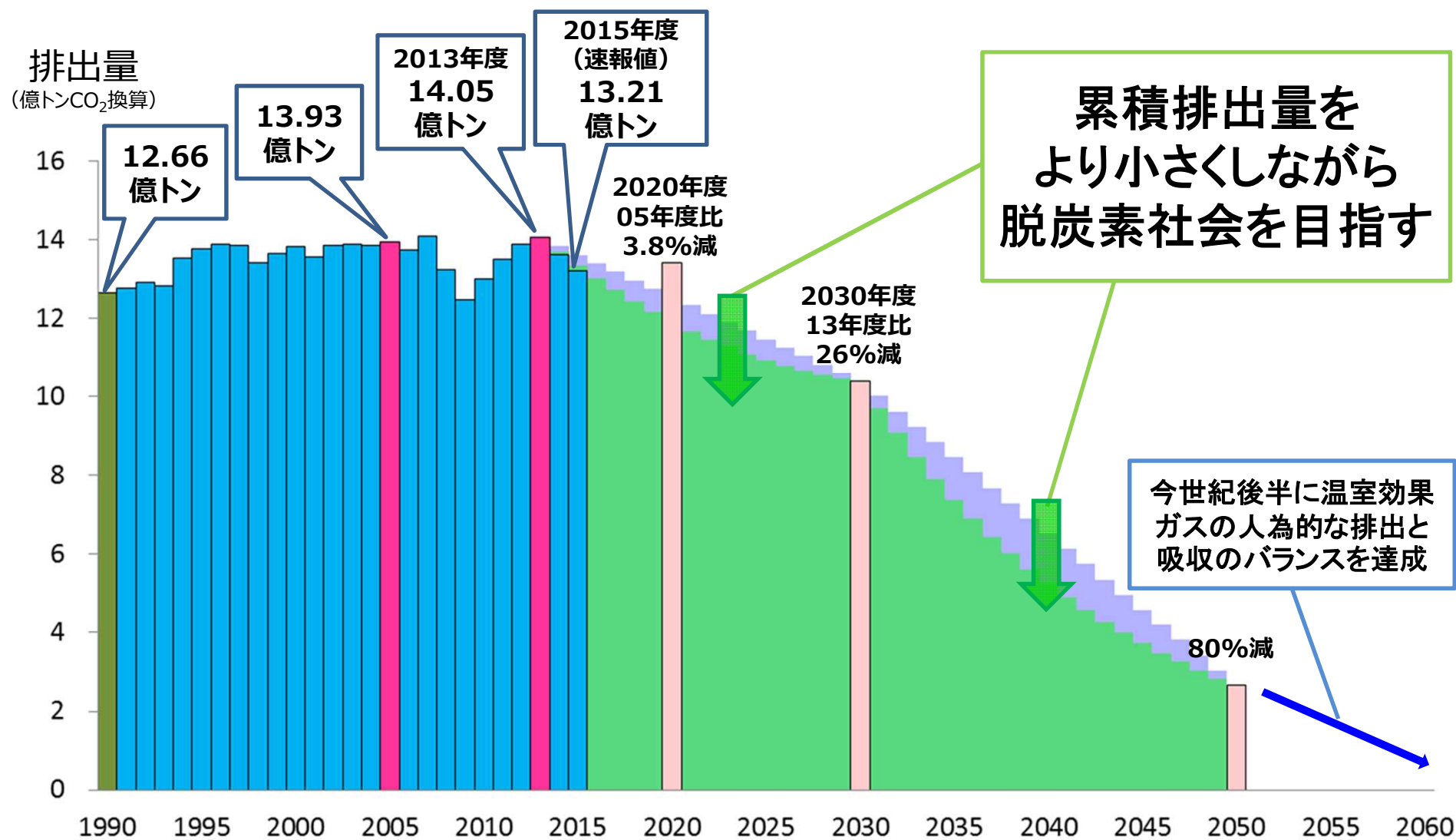
- 2010年における日本の温室効果ガス排出量は世界5位

<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

# 気候変動問題に関する取組の方向性⑤ (脱炭素社会に向けて)



(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

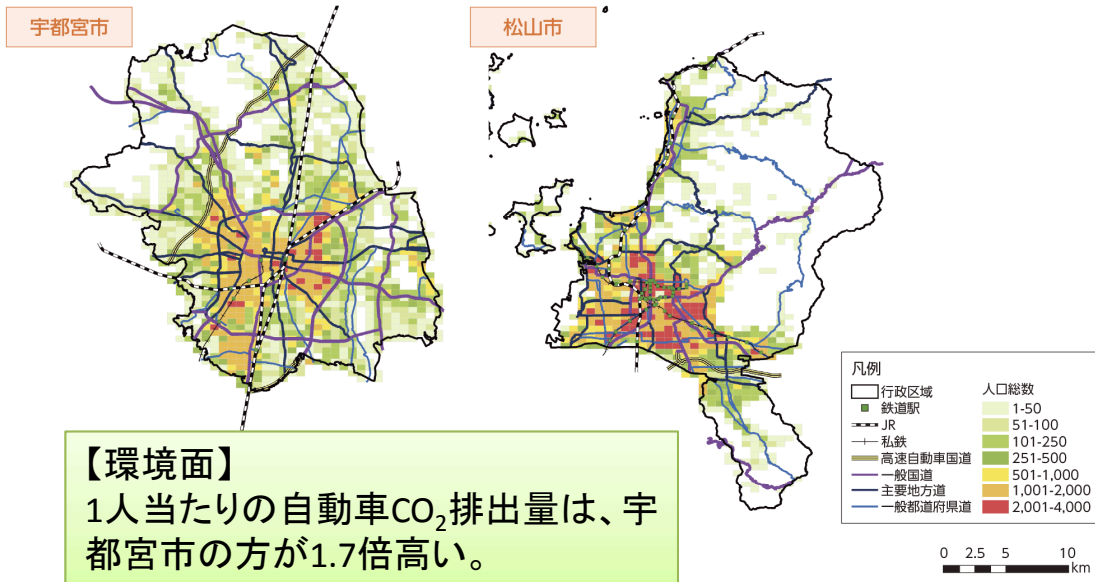


# インフラ等のロックイン回避

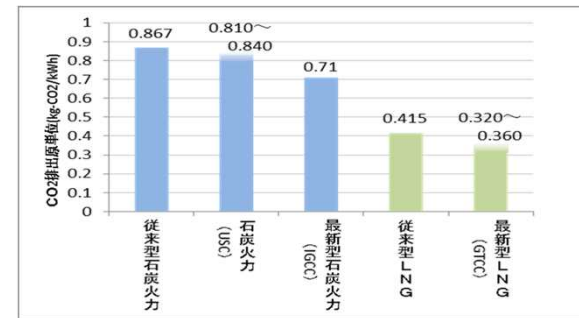
- インフラのうち、温室効果ガスの多量排出を招き得るものは、一度整備されると排出量が高止まり（ロックイン）するとともに、その影響が長期にわたって生じる。

## 都市構造(市街地の拡散)が社会に及ぼす影響

松山市と宇都宮市の比較

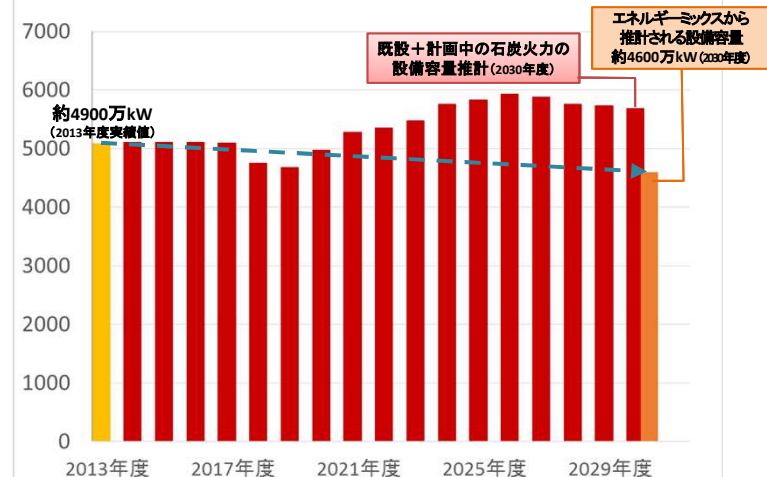


同じ発電量当たりのCO<sub>2</sub>排出量は、石炭はLNGの約2倍



## 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。

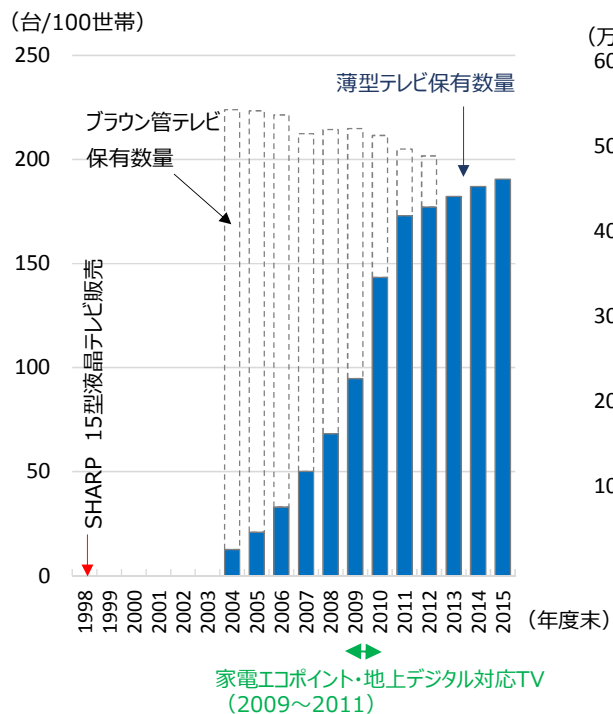
	項目	宇都宮	松山
基本	人口(人)	511,739	517,231
	面積(km <sup>2</sup> )	417	429
	市街化区域面積(ha)	9,199	7,029
	市街化区域人口(千人)	422.9	445.5
運輸	市街化区域人口密度(人/km <sup>2</sup> )	4,631	6,349
	DID人口密度(人/km <sup>2</sup> )	5,414	6,307
	一人当たり自動車保有台数(台)	0.67	0.54
	自動車分担率(%)	66.2	49.9
	徒歩・自転車分担率(%)	26.1	38.2
	公共交通機関分担率(%)	6.4	4.0
業務	一人当たり自動車CO <sub>2</sub> 排出量(tCO <sub>2</sub> /人)	2.2	1.3
	一人当たり道路延長(m/人)	6.0	4.0
	①市街地間、②市街地と市内農村部等の間、③市街地と市外との貨物の発着回数(万回)	① 897、② 295、③ 655	① 1,106、② 391、③ 335
	業務床面積(m <sup>2</sup> )	6,509,585	6,326,805
家庭	第3次産業従事者一人当たり業務床面積(m <sup>2</sup> /人)	30.7	27.6
	昼間人口一人当たり商業床面積(m <sup>2</sup> /人)	1.4	1.2
	小売り売上効率(円/m <sup>2</sup> )	812,829	889,601
医療・福祉	共同住宅世帯割合(%)	39.0	41.2
財政	高齢者外出頻度	11.4	13.3
	人口一人当たり維持補修費(千円)	4.19	2.40

(出所)平成27年版環境白書

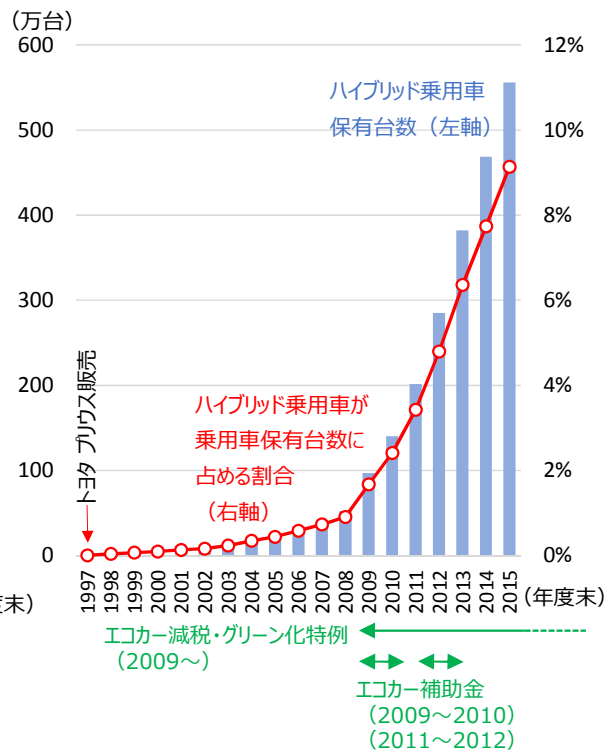
# 現時点からの取組が鍵

- ・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。

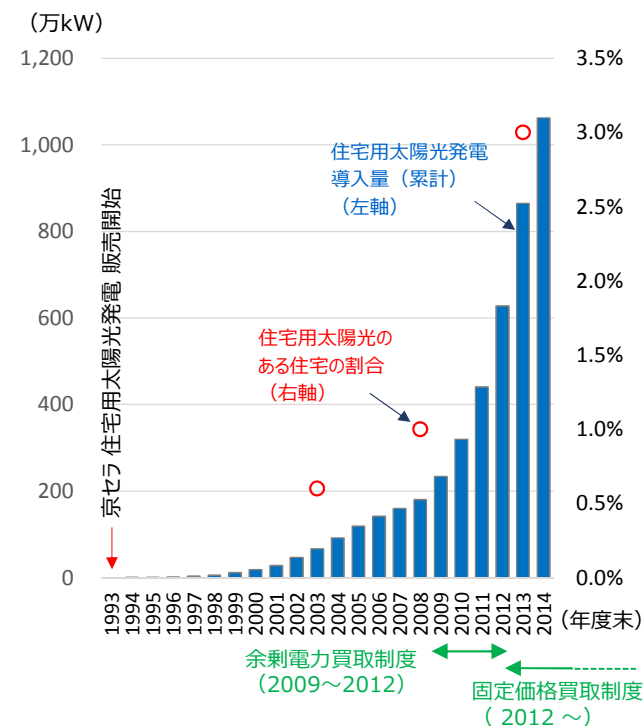
【薄型テレビ保有数量の推移】



【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

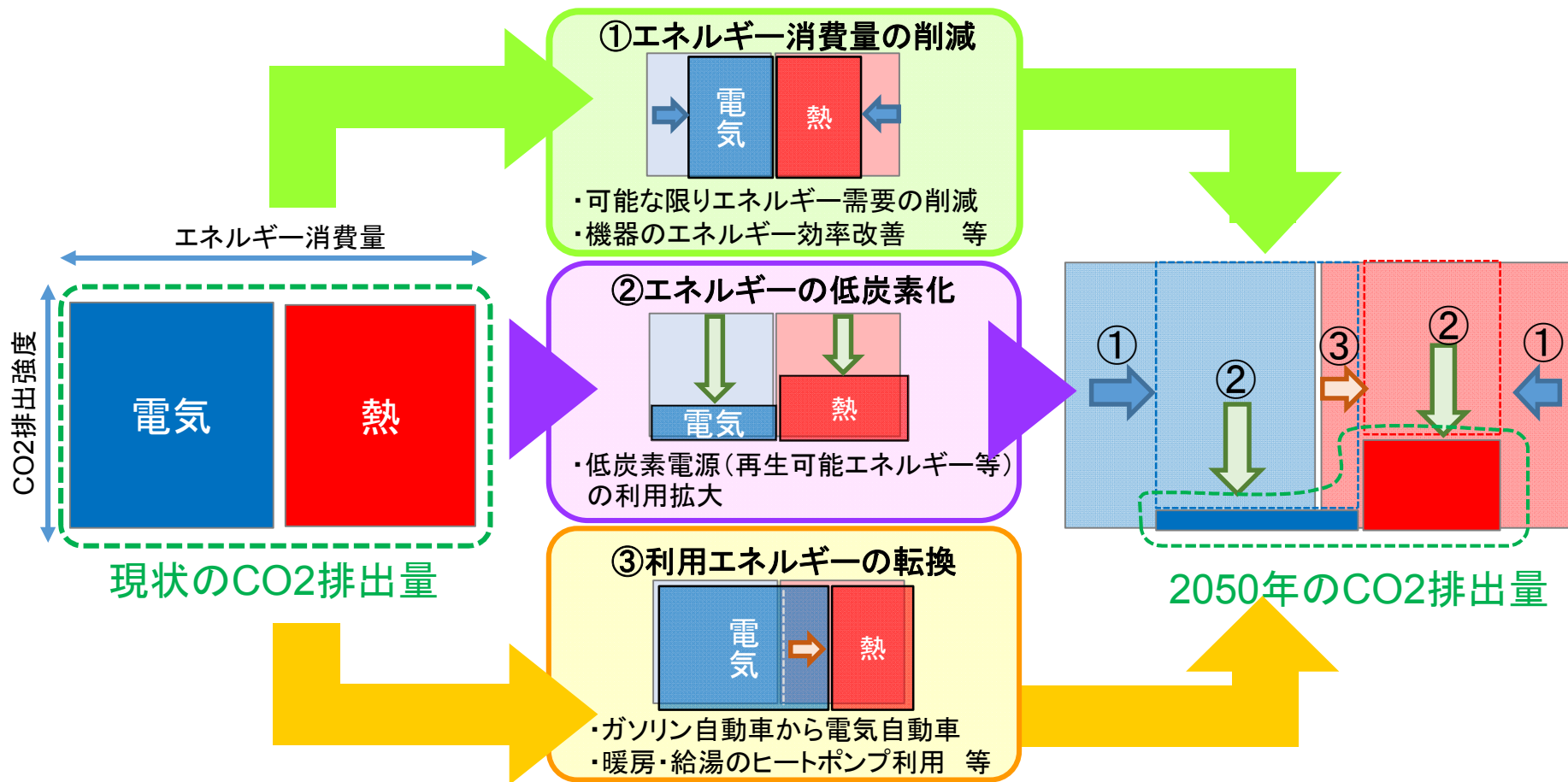
# 第5章

## 長期大幅削減の絵姿

# 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】

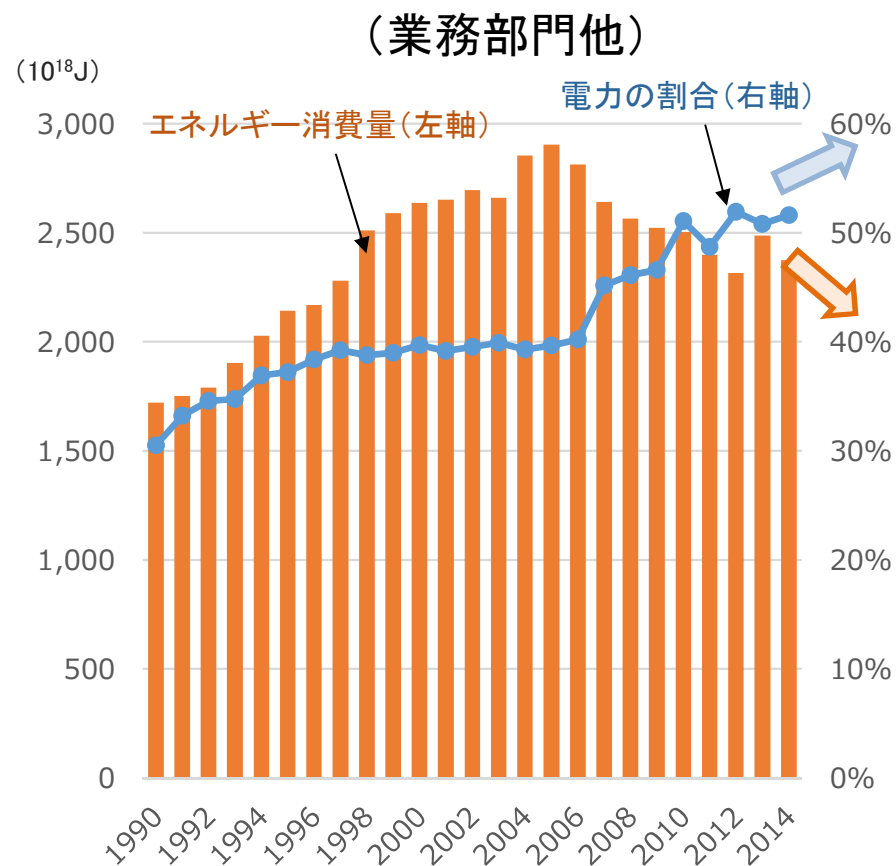
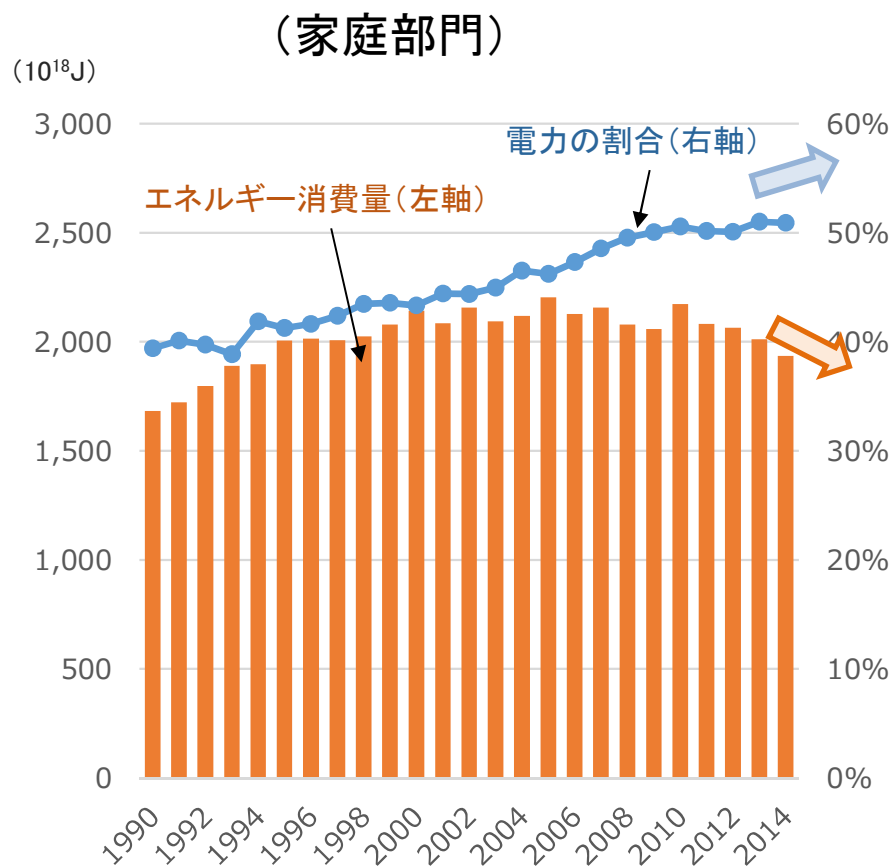




# 省エネと電化

・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。

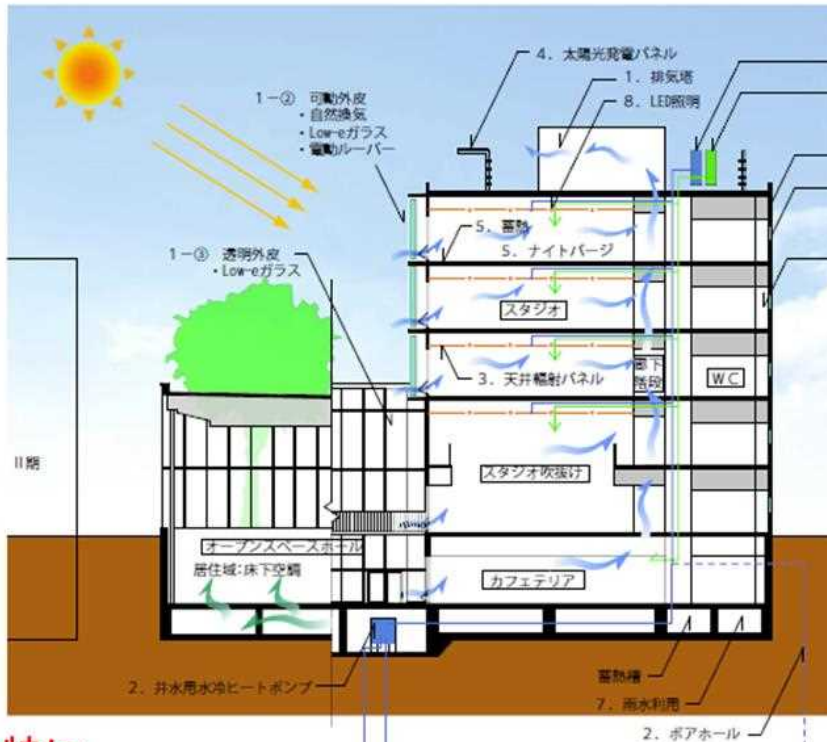
### 【民生部門のエネルギー消費量と電化率の推移】



(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より作成

## 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) 煙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デ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、

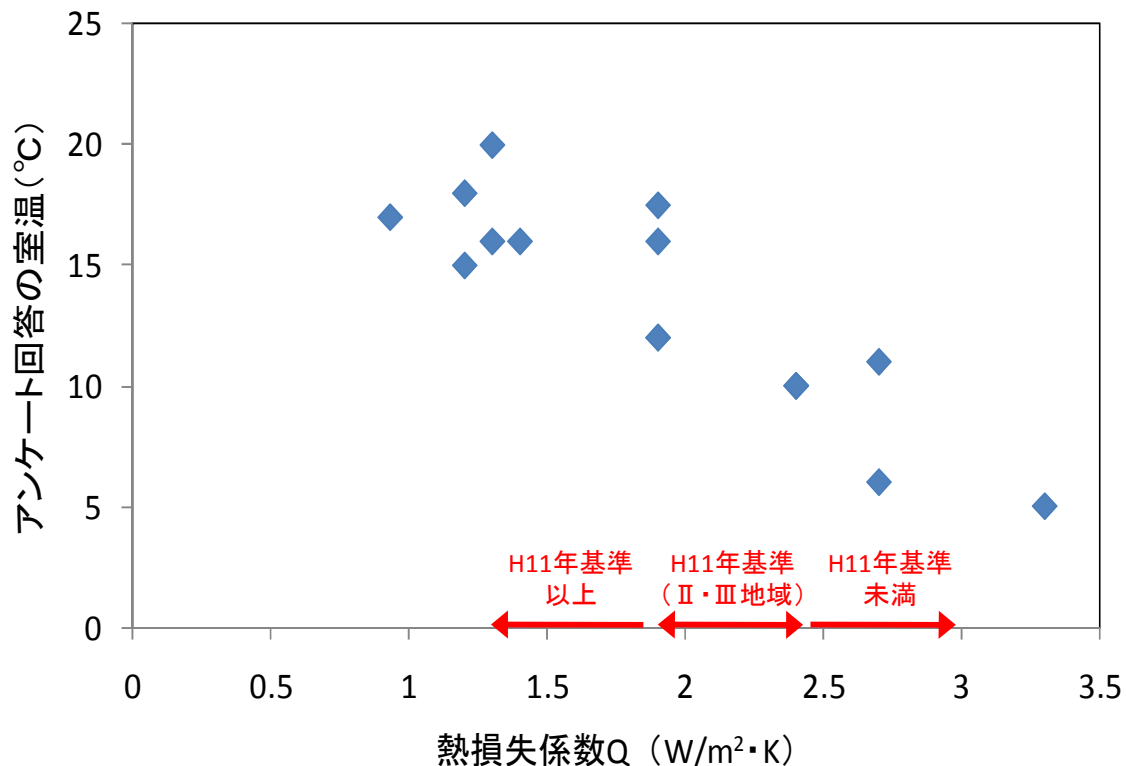
特に、  
**地中熱・地下水利用ヒートポンプ空調システム**  
**放射パネル暖冷房**  
**AIシステムの効果は大きいことを明らかにした**

(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

## 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年基準未滿の住宅の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



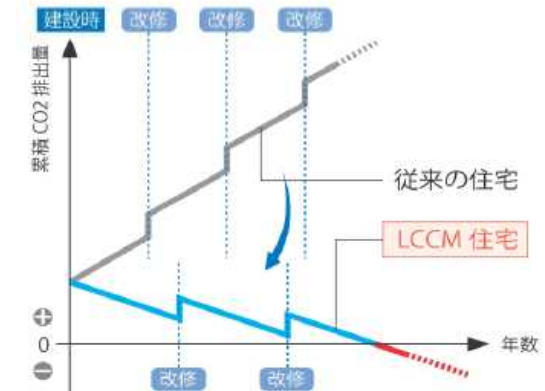
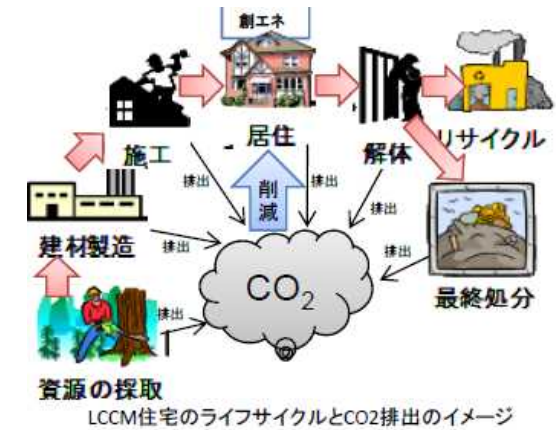
# ライフサイクル・カーボン・マイナス住宅：LCCM住宅

・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】



※ライフサイクルカーボンマイナス住宅・研究開発委員会



ライフサイクル全体を通じたCO2排出量推移のイメージ

(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