



エネルギーに配慮した都市に関する3つの視点

(効率的なエネルギー利用に向けた都市の在り方検討会)

2026.3.18

大阪大学 大学院工学研究科
環境エネルギー工学専攻

下田 吉之



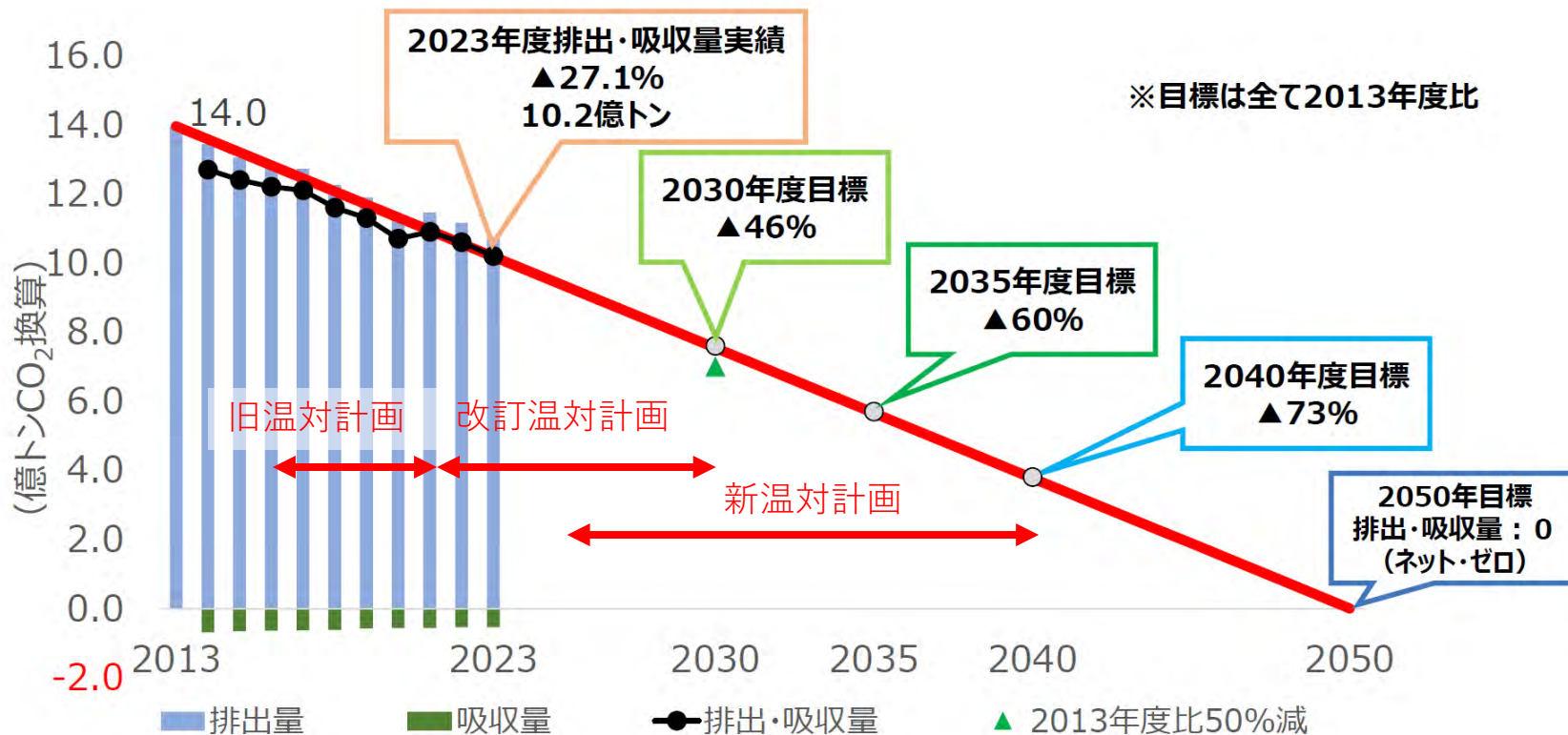
目次

- エネルギー・温暖化の視点
- 産業・GXの視点
- まちづくりの視点
 - コベネフィットも含め、エネルギーに配慮したまちづくりをブランディングする。



(1) エネルギー・温暖化の視点：

2050年カーボンニュートラルに向けた日本の排出削減経路と実績



中央環境審議会地球環境部会地球温暖化対策計画フォローアップ専門委員会・
産業構造審議会イノベーション・環境分科会地球環境小委員会 合同会合 (第3回) (2025/7/28)



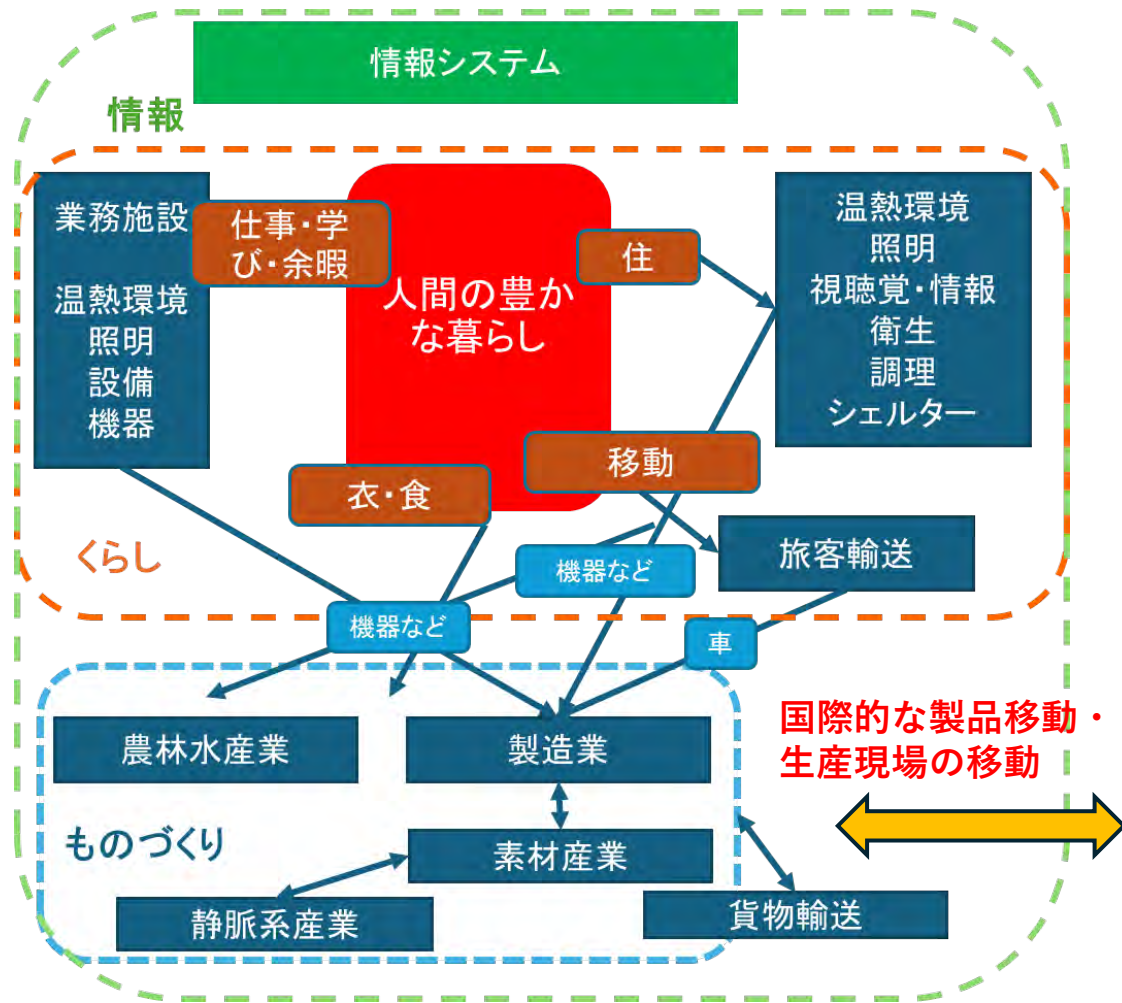
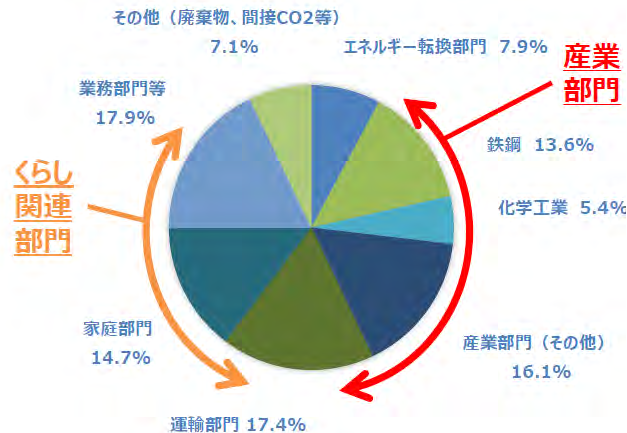
くらし分野:まちづくりGXの重要性

人々の豊かな暮らしを支えるエネルギーサービス

近年くらしの温室効果ガス排出の比率が増加
民生：産業 = ほぼ1：1に。

都市内でのモビリティや、建築・土木のアップフロントカーボンを考慮すればかなりの割合に

【電気・熱配分後】の排出量内訳

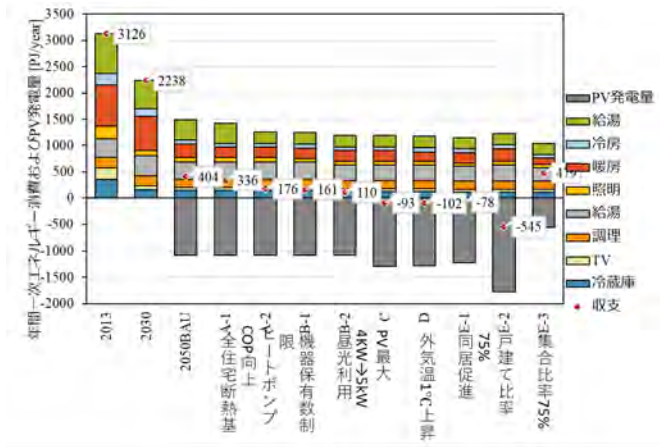




エネルギーシステムのCNの条件

- 年間のエネルギーバランス (年間合計)

カーボンフリーエネルギー = エネルギー需要



家庭部門は現在利用可能な技術で50%程度の省エネが可能。屋根置きPVでポジティブエネルギー化も可能。

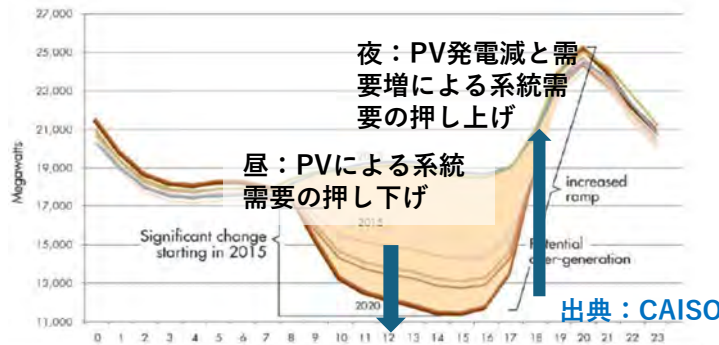
Shimoda et al. Applied Energy (2021)

	2023年度 (速報値)	2040年度 (見直し)	
エネルギー自給率	15.2%	3~4割程度	
発電電力量	9854億kWh	1.1~1.2兆kWh程度	
電源構成	再エネ	22.9%	4~5割程度
	太陽光	9.8%	22~29%程度
	風力	1.1%	4~8%程度
	水力	7.6%	8~10%程度
	地熱	0.3%	1~2%程度
	バイオマス	4.1%	5~6%程度
	原子力	8.5%	2割程度
火力	68.6%	3~4割程度	
最終エネルギー消費量	3.0億kL	2.6~2.8億kL程度	
温室効果ガス削減割合 (2013年度比)	22.9% <small>※2022年度実績</small>	73% (注)	

エネルギー基本計画：脱炭素電源の割合は省エネでも上がる

- 電力システムの需給バランス (瞬時)

カーボンフリー電力の供給 = 電力需要

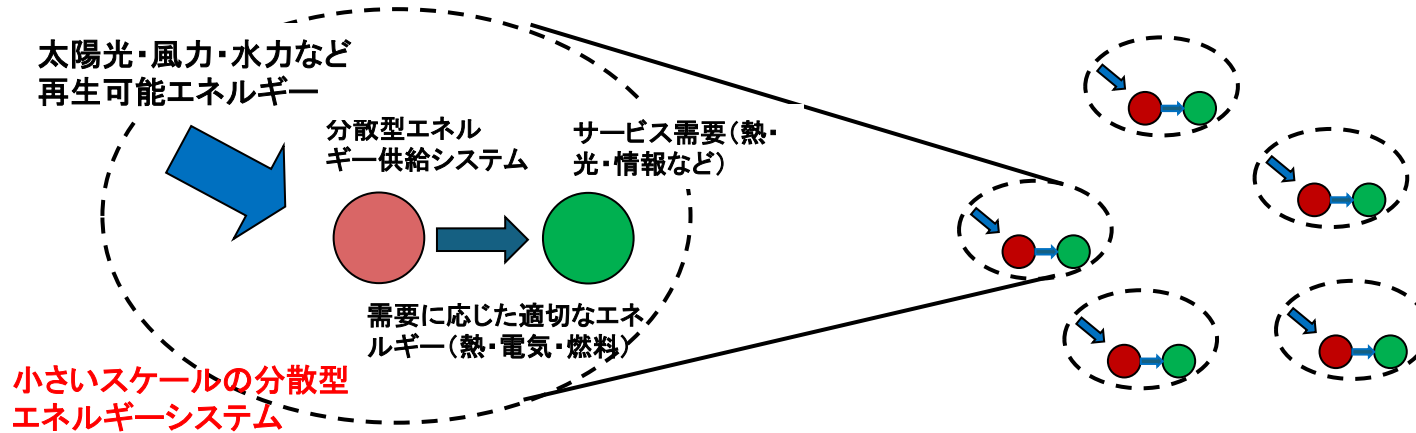


太陽電池の大幅な普及と電気自動車の充電需要増加によって夕方の電力需給が不安定に。



エネルギーシステムに空間の概念を入れる

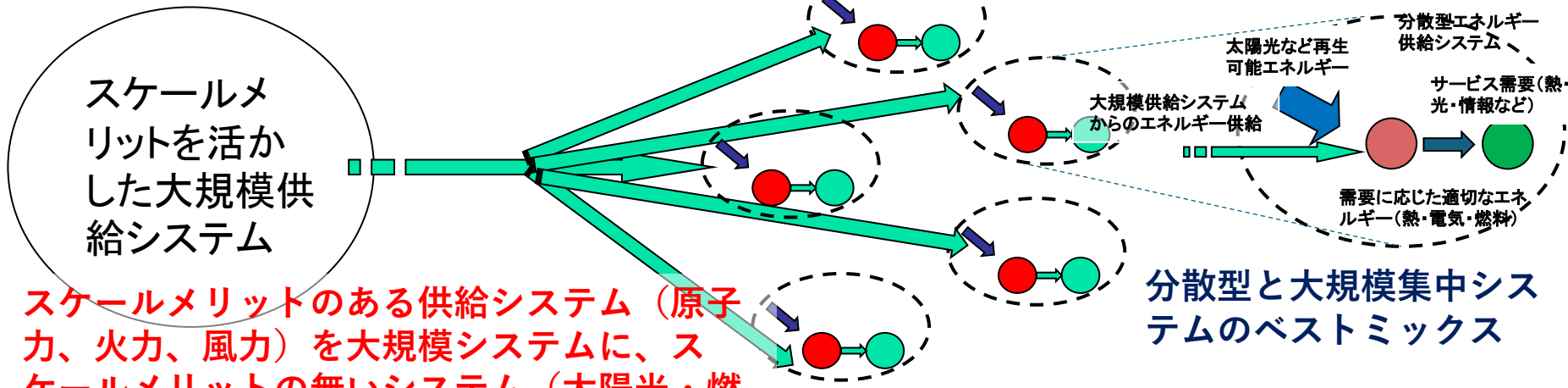
ソフト・エネルギーパス (エイモリー・ロビンズ:1977)



地域ごとに小規模分散型エネルギーシステムが存在:

小規模による安定性・変動性の問題、供給可能性

ホロニックパス (茅陽一:1988)

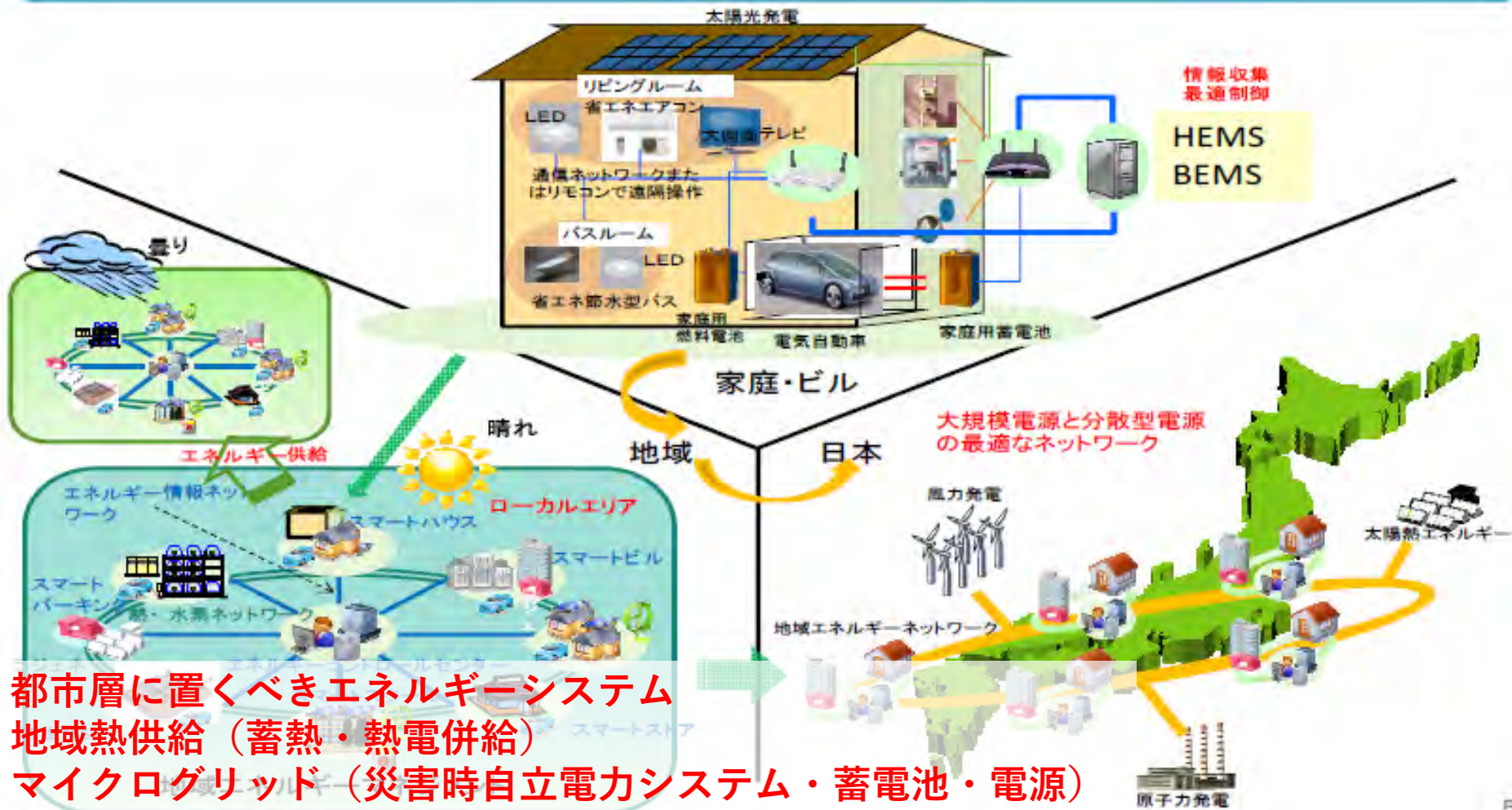


分散型と大規模集中システムのベストミックス

スケールメリットのある供給システム(原子力、火力、風力)を大規模システムに、スケールメリットの無いシステム(太陽光・燃料電池)を小規模分散型システムに



日本型スマートグリッド



都市層に置くべきエネルギーシステム
 地域熱供給（蓄熱・熱電併給）
 マイクログリッド（災害時自立電力システム・蓄電池・電源）
 供給処理システム（上下水・廃棄物）との一体化
 情報ネットワーク
 水素？



土地利用・街区の形状とエネルギー

• 低密度地産地消型

- 太陽光発電や冬期の日射の有効利用等の太陽エネルギー利用のためには、南向きの屋根が取れるような敷地の配置や、日射遮蔽を防ぐために高さ・密度の制限が必要になる。
- 通風を積極的に利用したパッシブ住宅・建築が性能を発揮するためには、緑化や騒音防止のため、周囲に十分なオープンスペースが必要。
- ヒートアイランド防止・温暖化適応の効果も期待できる。
- モビリティのエネルギー消費に留意が必要。

• 高密度高効率エネルギーシステム型

- 地域熱供給を効率よく使用できる。
- 供給処理施設（清掃工場）の立地も重要
- 比較的小さな居住面積でエネルギー消費を低減。
- 一般にモビリティのエネルギー消費は小さい。

• テレワークやe-commerceはコンパクトから分散居住？



(2) 産業・GXの視点

まちづくりとエネルギーに係わる日本の優れた技術

- 住宅・建築の設計・施工技術
 - プレハブ住宅技術
 - 地域の気象条件を活用した環境共生建築デザイン
 - 設備技術
 - パッケージエアコン
 - 大型冷凍機・空調関連技術
 - 照明技術 LED
 - 分散型発電技術 燃料電池
 - 蓄電技術 リチウムイオン電池、レドックスフロー電池など
 - ペロブスカイト太陽光発電
- } アジア・アフリカの冷房の拡大の中で特に重要な技術。
- 自動車 電気自動車、水素自動車
 - 家電・建築設備・窓ガラス・サッシ
 - 上下水道・廃棄物・送配電など
 - 個々の技術だけで無く、まちとしてパッケージ化することで国内・世界で技術に対する需要を創出する。
 - 家電・自動車企業がまちづくりの実験を主導する事例は世界的にも珍しい？



GX投資支援策の主な実行状況

<p>革新技术 開発</p>	<p>既に 3兆円 規模を措置</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・脱炭素効果の高い革新的技術開発を支援する「グリーンイノベーション基金」による代表例： <ol style="list-style-type: none"> ①次世代太陽電池（ペロブスカイト）について開発を進め、25年から市場投入 ②水素還元製鉄について実証機導入は26年から開始 ③アンモニア専焼に成功し、マレーシアで26年から商用化（MOU締結）等 <ul style="list-style-type: none"> ※アンモニア船のR&D支援（加えて、ゼロエミッション船等への生産設備支援）あり ・革新的GX技術創出事業(GteX)により大学等における基盤研究と人材育成を支援 ・電力消費を抜本的に削減させる半導体技術（光電融合）の開発支援 等
<p>多排出産業 の構造転換</p>	<p>10年間で 1.3兆円～</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「革新電炉」等への製鉄プロセスの転換、ケミカルリサイクル・バイオリファイナリー・CCUS等
<p>くらしGX</p>	<p>3年間で 2兆円～</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭の断熱窓への改修（住宅の熱の出入りの7割を占める窓の断熱性を強化） ・高効率給湯器（ヒートポンプ等）の導入 ・電動車/蓄電池の導入支援 等
<p>水素等</p>	<p>15年間で 3兆円～</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・水素等の価格差に着目した支援策 等
<p>次世代再エネ</p>	<p>10年間で 1兆円～</p>	<p>年間数兆円規模の再エネ導入支援策（FIT/FIP制度）等に加え、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ペロブスカイト、浮体式洋上風力、水電解装置等のサプライチェーン構築支援と、ペロブスカイトの導入支援の検討（GI基金に加え、10年間で1兆円規模を措置）
<p>中小企業・ スタートアップ等</p>	<p>3～5年間で 1兆円～</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・中小企業等の省エネ支援（3年間で7,000億円規模を措置） ・GXスタートアップ支援（5年間で2,000億円規模を措置） 等
<p>税制措置</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・グリーンスチール、グリーンケミカル、SAF、EV等の生産・販売量に応じた税額控除を新たに創設 	

中央環境審議会地球環境部会地球温暖化対策計画フォローアップ専門委員会・
産業構造審議会イノベーション・環境分科会地球環境小委員会 合同会合（第3回）



(3) まちづくりの視点

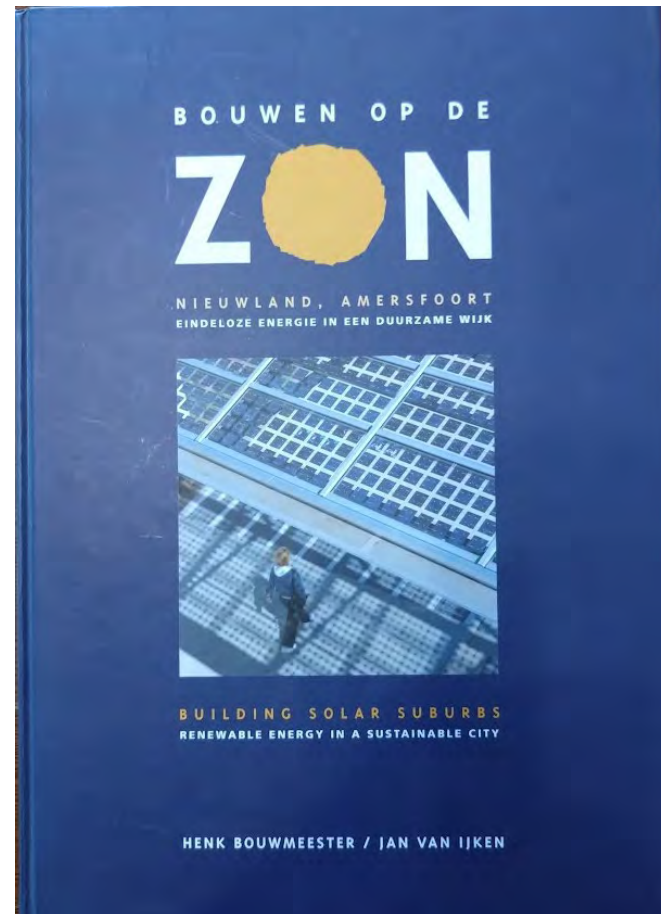
エネルギー配慮まちづくりを成功させる鍵は？ コベネフィットを含めたブランディング

- 我が国のエネルギー配慮まちづくりの課題
 - 各要素を都市・コミュニティ全体で最適に組み合わせる **システム化技術**
 - **脱炭素化のみならず SDGs 全体に配慮し、景観など魅力あるまち・ライフスタイルを創造するデザイン力**
- 脱炭素化技術が、GHG 削減性能のみで表現される「**レストランのメニューのカロリー表**」から、**コベネフィット**を含め、それ自身が国民を惹きつける「メニュー」自身にならないければ、脱炭素まちづくりの成功は望めない。
- 脱炭素まちづくりを表現する様々な名前が出ては消えていくのは、人々の心をつかみ切れていない証拠。ポジティブでインパクトのある **ブランディング** が必要。
 - エコポリス、環境共生都市、環境調和型都市、低炭素都市、スマートコミュニティ、スマートシティ、ゼロカーボンシティ、Positive Energy District、地域循環共生圏、脱炭素先行街区



まちづくりの事例 (1) ニューラント地区 (オランダ、アメルスフォールト市)

- 1998年に完成。太陽光発電システムの実験都市。
- 649戸の住宅に総計1,351kWの発電設備を有し、消費電力の約54%を太陽光発電で賄う。
- 市民に再生可能エネルギーの時代の到来を印象づけるべく、住宅のデザインについて特に注力。住民へのインタビューでも、この町は太陽光発電で有名であることを認識。
- チョコレートケーキにみかんを数切れのせたからといって、フルーツケーキになるわけではない。同様に、都市計画の中で太陽光発電が考慮されなければ、太陽光発電を組み込むことはできない。(Prof. Duijvestein)







14





事例 (2) Noorderplassen-West (オランダ アルメール)



出典 IEA-Annex51 日本委員会資料

「再生可能エネルギーの時代の到来を市民に示すために、景観として見せる (Energy Scape) ことが重要」



事例 (3) ソーラーシティ (オーストラリア、リンツ市)





- **事例(4) Lehen地区 (オーストリア、ザルツブルグ市)**
 - 元々はガスタンクの跡地。
 - 大規模な太陽熱を活用した暖房システム。熱のマイクログリッドを実現 (太陽熱システムで自立も可能)。地上に蓄熱タンクを有する。





Lehen地区のまちづくり面の特徴

- Social Housing の視点。所得の低い人はザルツブルグの中心部に住めないのを公営住宅により積極的に市内居住を促進。
- 駐車場を地下に設置、1階部分は全て店舗にすることで周辺の住民を積極的に市内に呼び込む。





ご清聴有り難うございました。