

スマートシティ官民連携プラットフォーム内  
共有用抜粋資料

# スマートシティ 官民連携プラットフォーム

## 第2回 ネット・ゼロ スマートシティ検討分科会

25<sup>th</sup> Oct, 2021



# 第1回分科会の振り返り およびネット・ゼロに向けた地域ごとの対応の方向性



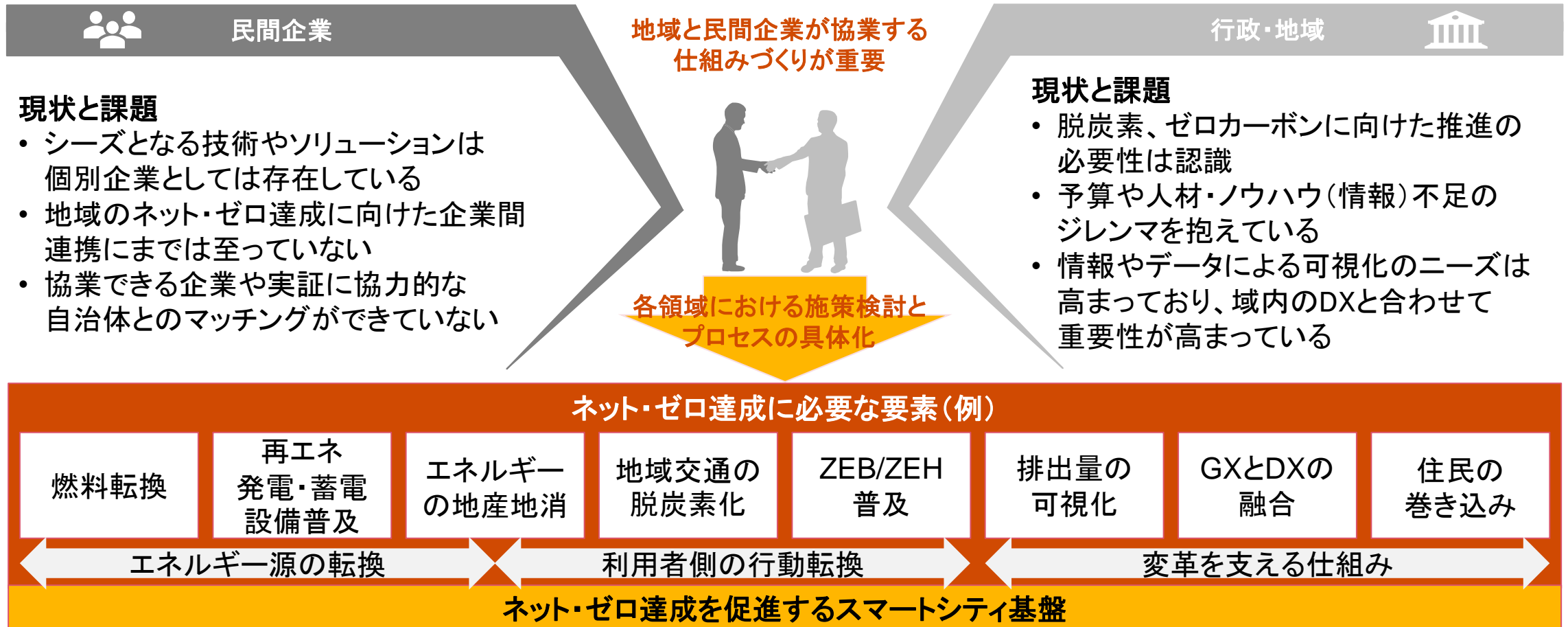
藤平 寛人 マネージャー  
エネルギー・資源・鉱業事業部  
PwCコンサルティング合同会社



# 第1回分科会におけるディスカッションから見えてきたこと

地域のネット・ゼロ達成に必要な要素を検討し、現状と課題および民間企業が貢献可能な領域を整理する中で行政と民間企業が協業したネット・ゼロスマートシティの促進の可能性が見えてきました。

次のステップでは、具体的な要素、施策、各ステークホルダーが果たすべき役割、および支える仕組みについて議論していくことが重要となります。



# 地域のネット・ゼロに向けたGHGプロトコルの適用

地域のネット・ゼロ達成に向け温室効果ガス排出量を算定するため、GHGプロトコルの自治体版ともいえるGPCに定義された算定手法を活用する自治体も出てきています。

## GPC (Global Protocol for Community-Scale GreenhouseGas Inventories)

### 概要

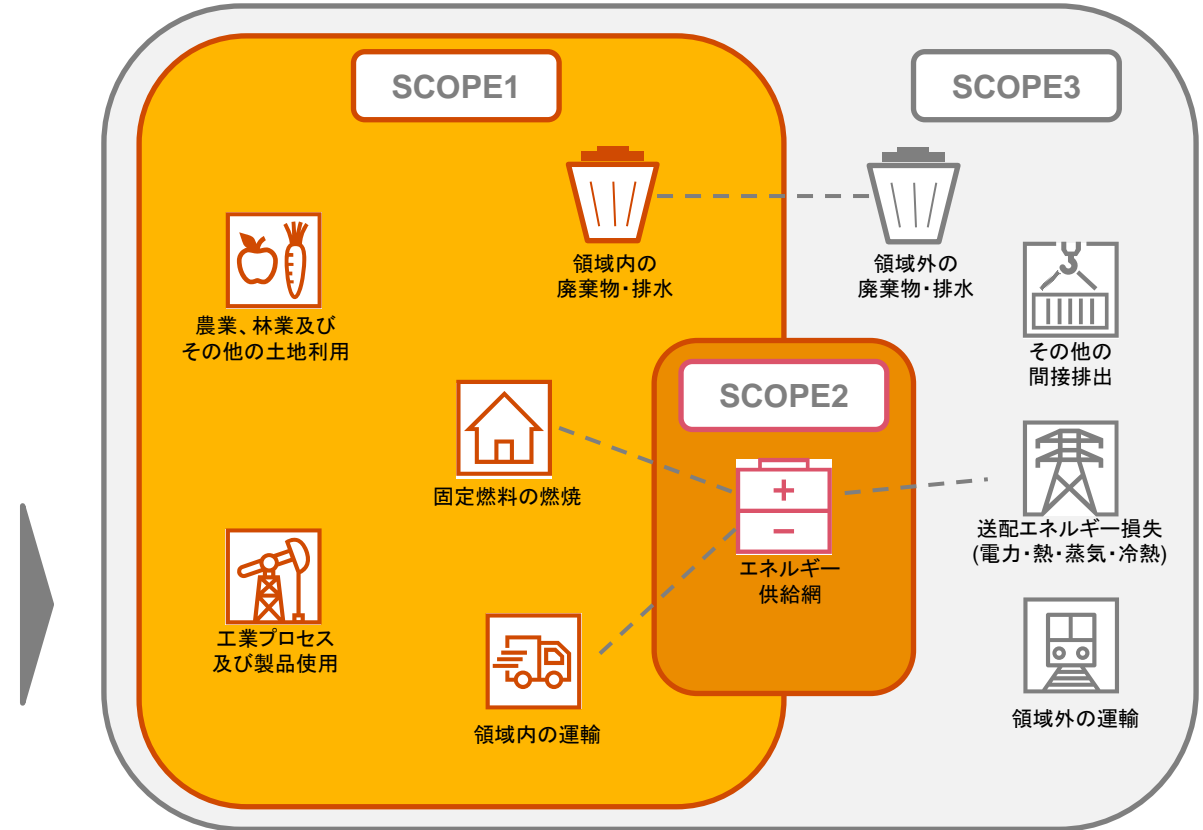
- 自治体活動に起因する温室効果ガス排出量算定手法
- 気候変動政策に関する自治体の国際的なネットワークである Compact of Mayorsでも採用されている (日本からは東京都、横浜市などが加入)
- 算定範囲は都市活動によって発生する全ての排出量
- 部門分類は6つのセクター(算定部門)と28つのサブセクター(算定分野)から構成されている

### 作成団体

ICLEI – Local Governments for Sustainability, World Resources Institute, C40 Cities Climate Leadership Group の三者の連携によって作成

### 算定範囲

SCOPE 1	自治体領域内で排出された温室効果ガス
SCOPE 2	域内外から供給を受けた電気・熱・蒸気・冷熱の生成に伴う温室効果ガス
SCOPE 3	上記以外の域内活動に起因して域外で排出(誘発)された温室効果ガス



出所: イクレイ「自治体の温室効果ガス排出量算定方法の国際的プロトコルGPCの導入の手引き」を参照し、PwCにて作成  
<http://japan.iclei.org/about/japan-activity-report//article/gpc.html>

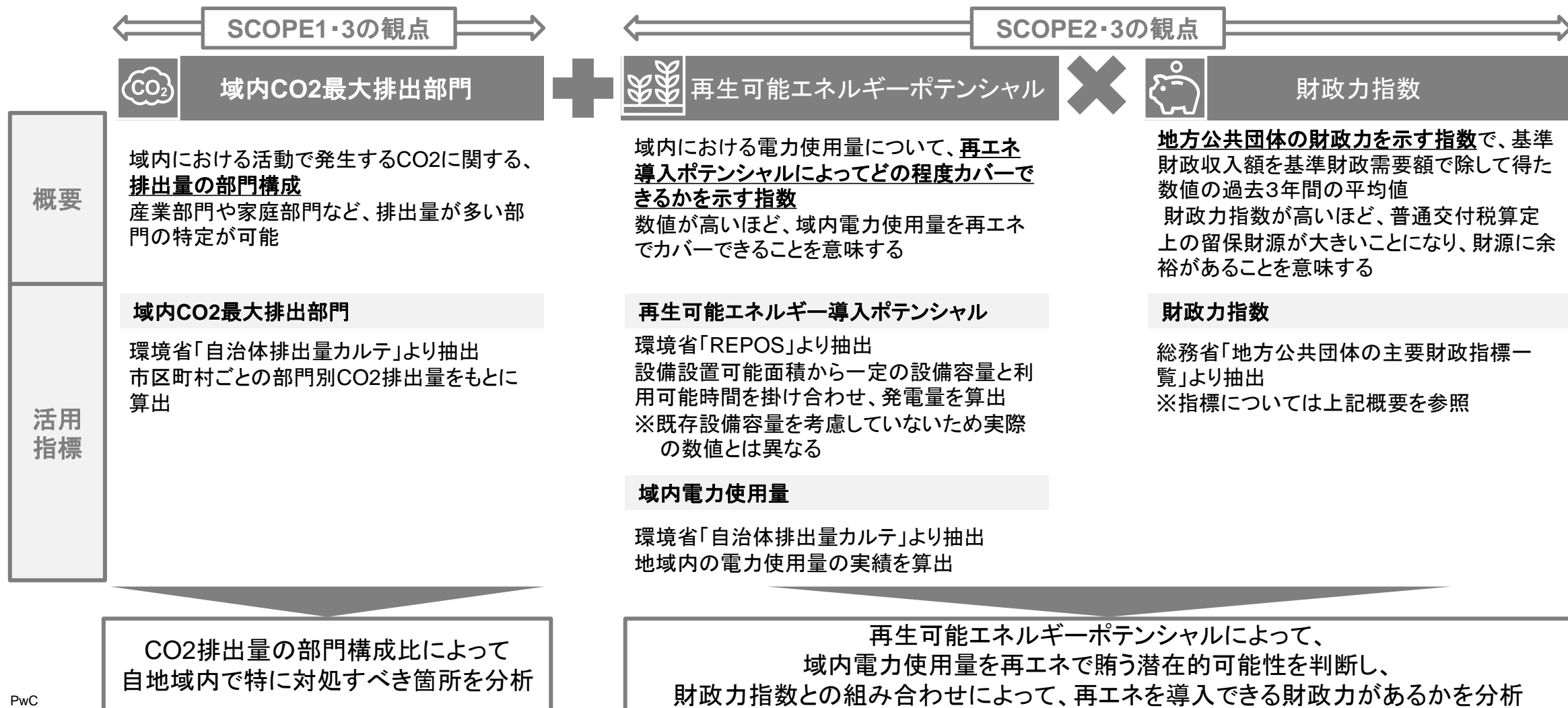
# 【参考】GPCにおけるセクターとサブセクター

セクター(算定部門)	サブセクター(算定分野)
固定エネルギー (Stationary Energy)	民生家庭 Residential buildings
	民生業務 Commercial and institutional buildings and facilities
	製造業・建設業 Manufacturing industries and construction
	エネルギー産業 Energy industries
	農林水産業 Agriculture, forestry, and fishing activities
	その他の排出源 Non-specified sources
	石炭の採掘、加工、貯蔵、輸送に伴う漏出 Fugitive emissions from mining, processing, storage, and transportation of coal
	石油及び天然ガスシステムからの漏出 Fugitive emissions from oil and natural gas systems
運輸 (Transportation)	自動車 On-road
	鉄道 Railways
	船舶 Waterborne navigation
	航空 Aviation
	特殊運輸媒体 Off-road

セクター(算定部門)	サブセクター(算定分野)
廃棄物 (Waste)	都市境界内で発生した固形廃棄物の処理 Solid waste generated in the city
	都市境界内で発生した廃棄物の生物処理 Biological waste generated in the city
	都市境界内で発生した廃棄物の焼却と野焼き Incinerated and burned waste generated in the city
	都市境界内で生成した排水の処理と放出 Wastewater generated in the city
工業プロセス及び製品使用 (Industrial processes and product use-IPPU)	工業プロセス Industrial processes
	製品使用 Product use
農業、林業及びその他の土地利用 (Agriculture, forestry, and other landuse-AFOLU)	畜産 Livestock
	土地利用 Land
	農耕土地からの温室効果ガス Aggregate sources and non-CO2 emission sources on land
その他のスコープ3 (Other Scope3)	その他のスコープ3 Other Scope3

# 解決に向けた地域の状態把握

地域のネット・ゼロ達成に向け抱える課題に対応していくためには、CO2排出量の部門構成やエネルギー消費の状態など自地域の特性をおさえたいうえで、特性に応じた対応手段を選択することが必要です。

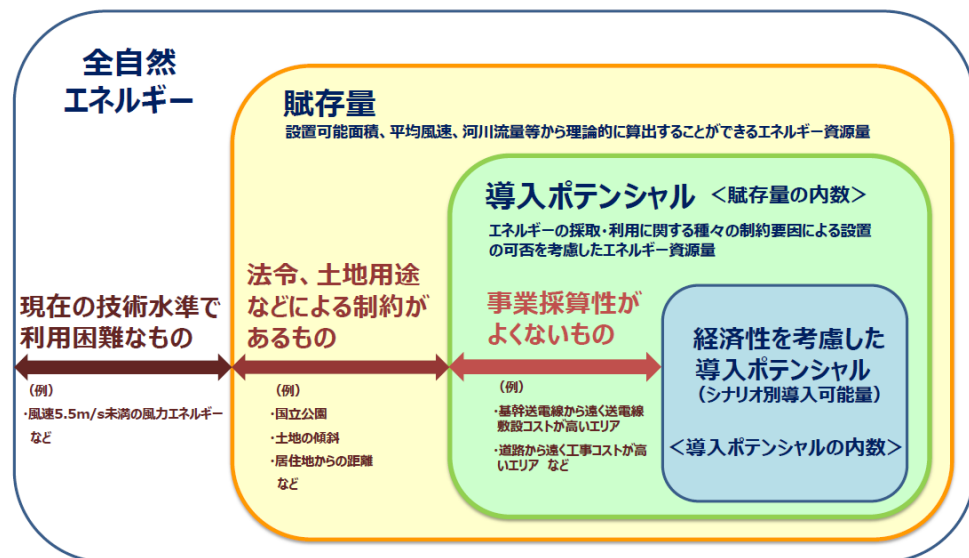


# 【参考】REPOS – 再生可能エネルギー導入ポテンシャル

再生可能エネルギーの導入ポテンシャルに関するデータを提供するツールであるREPOSの活用においては、地域の状態と照らし合わせたデータの確認が必要になります。

## 再生可能エネルギー導入ポテンシャル

- 導入ポテンシャルは、下記図の**賦存量**、**導入ポテンシャル**、**シナリオ別導入可能量**を推計



(考慮されていない要素の例)  
・系統の空き容量、賦課金による国民負担  
・将来見通し(再エネコスト、技術革新)  
・個別の地域事情(地権者意思、公表不可な希少種生息エリア情報) 等

## 注意事項

- 現状既に導入されている再生可能エネルギーの容量も、REPOSが提示する導入ポテンシャルの中に含まれる点、留意が必要
- 設備容量の導入実績について数値を考慮して算入しているのではなく、一律面積に応じた導入可能量を掛け合わせて算出している
- 一部の再エネ種別については都道府県単位や設備容量としてのデータしかないため、自地域に適用する場合は類推での計算が必要
- 一部の再エネ種別についてはシナリオ(L1~3)によってポテンシャルが段階分けされている点、留意が必要

自地域としてカスタマイズし、正しい状態把握が必要

# 域内CO<sub>2</sub>最大排出部門

域内CO<sub>2</sub>排出量が多い部門については、各自治体においてさらなる削減余地の可能性が最もある領域といえます。対象部門への優先的な施策の検討や域内関連関係者への働きかけなど、削減に向けた活動について優先度をつけて検討することが考えられます。

## 自治体ごとのCO<sub>2</sub>最大排出量部門

- 自治体ごとの部門別CO<sub>2</sub>排出量をもとに、域内で最も排出割合の高い部門を特定

最大排出部門	排出対象	自治体数 (総計:1741)	自治体例	構成比				
				産業	業務 その他	運輸	家庭	廃棄物
産業部門	製造業、建設業・鉱業、農林水産業	870	岡山県倉敷市	87%	4%	5%	4%	0%
			千葉県市原市	93%	2%	3%	2%	0%
業務その他部門	事務所・ビル、商業・サービス施設のほか、 いずれの部門にも帰属しないエネルギー消費 に伴う排出	84	大阪府大阪市	18%	43%	15%	21%	3%
			愛知県名古屋市	21%	35%	21%	22%	1%
運輸部門	自動車、船舶、航空機、鉄道におけるエネルギー消費に伴う排出	668	三重県志摩市	13%	26%	35%	25%	1%
			京都府亀岡市	19%	20%	35%	24%	2%
家庭部門	家庭におけるエネルギー消費に伴う排出	119	北海道旭川市	22%	26%	21%	31%	0%
			東京都世田谷区	3%	33%	20%	40%	3%
廃棄物分野	-	0	-	-	-	-	-	-
【参考】全国のCO <sub>2</sub> 排出構成比				44%	19%	19%	17%	1%



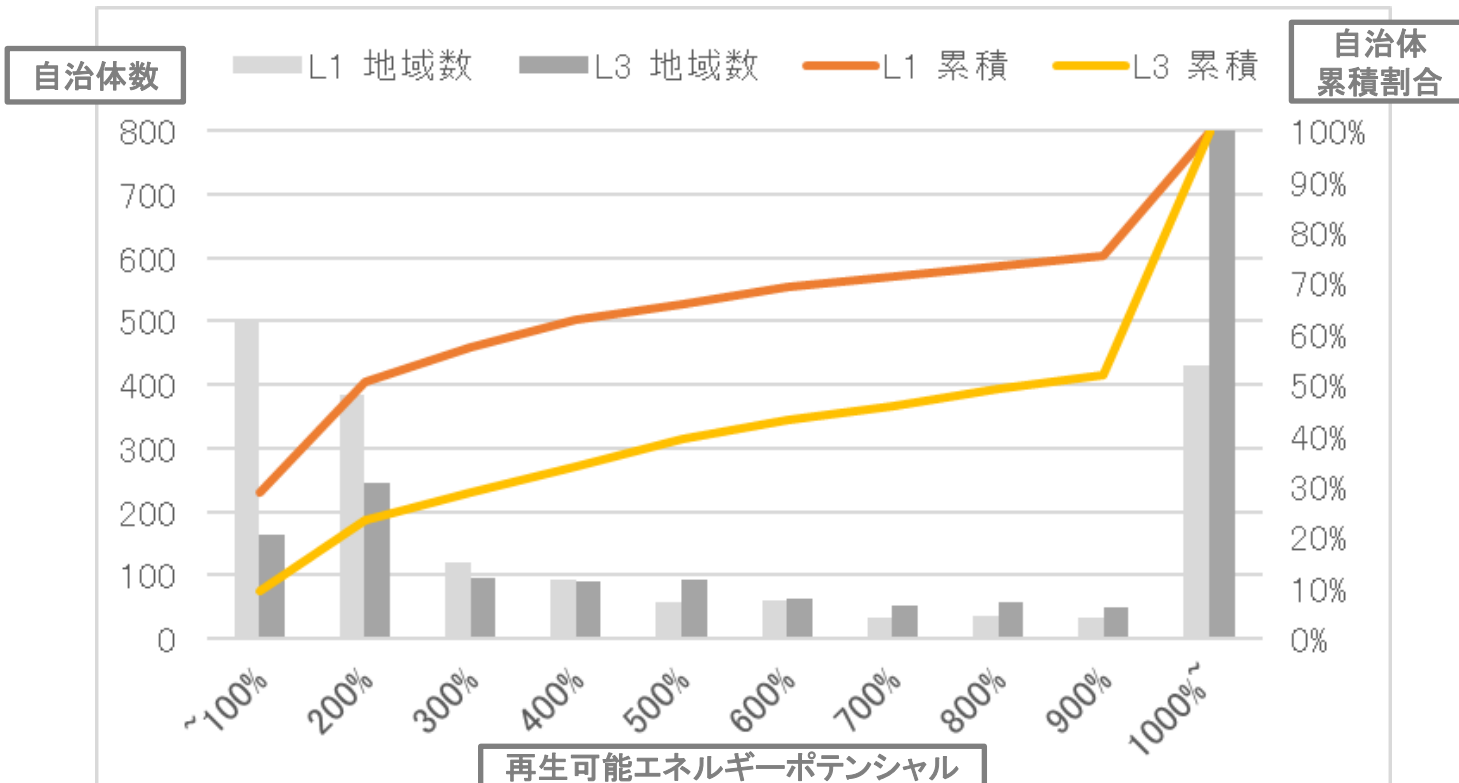


# 地域ごとの再生可能エネルギーポテンシャルの状態

再生可能エネルギーポテンシャルを参照すると、約7~9割の自治体では域内電力使用量を全て再生可能エネルギーで賄うポテンシャルを有している状態となっています。

## 再生可能エネルギーポテンシャルと自治体数(L1・L3)

- 再生可能エネルギーポテンシャル  
自地域の消費電力量について、域内の再生可能エネルギー導入ポテンシャル量でどの程度賄うことができるかを示した数値  
100%以上の場合、全てを賄うことができるポテンシャルを保有していることを意味する



- L1では約7割の自治体が、L3では約9割の自治体がポテンシャル100%を超える状態**
- 全てのポテンシャルを開発できるとは限らないため、**電力使用量を再エネですべてカバーする際には100%のポテンシャルでは不足する可能性が高い**
- ポテンシャルが特に高い箇所は域内面積が大きい地域や人口密度が低い地域が該当
- 100%を超えない自治体については、三大都市圏や各都道府県の中核都市が中心 (東京23区、埼玉県さいたま市、広島県広島市など)



# (参考)L1の再生可能エネルギーポテンシャル上位/下位10自治体

- ポテンシャルが特に高い箇所は域内面積が大きい地域や人口密度が低い地方の自治体が該当し、ポテンシャルが低い箇所は人口が多い都会の自治体が該当する。

## ポテンシャル上位10自治体

No.	自治体名	ポテンシャル
1	北海道 中川町	81001.0%
2	北海道 幌延町	70481.2%
3	北海道 猿払村	68014.7%
4	北海道 遠別町	62960.8%
5	北海道 中頓別町	60432.5%
6	北海道 幌加内町	58175.1%
7	福島県 葛尾村	56087.2%
8	北海道 音威子府村	55470.3%
9	北海道 初山別村	45063.4%
10	北海道 枝幸町	41506.9%

## ポテンシャル下位10自治体

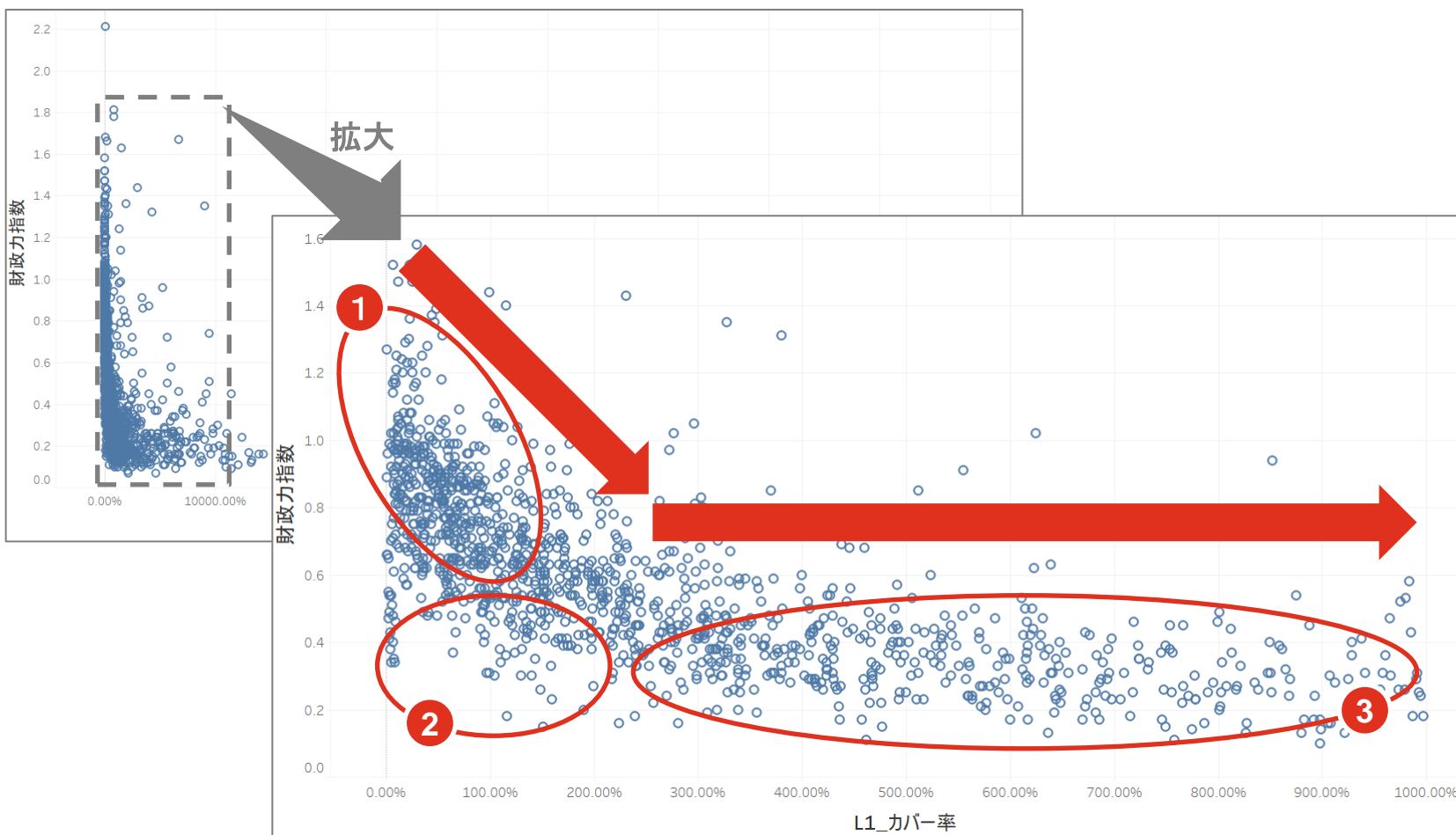
No.	自治体名	ポテンシャル
1	東京都 千代田区	0.7%
2	東京都 中央区	0.9%
3	東京都 港区	1.3%
4	東京都 新宿区	1.8%
5	東京都 渋谷区	2.1%
6	東京都 台東区	2.4%
7	東京都 文京区	2.8%
8	東京都 品川区	3.0%
9	東京都 豊島区	3.1%
10	東京都 江東区	3.4%



# 再生可能エネルギーポテンシャル(L1)×財政力指数の分析

前頁の再生可能エネルギーポテンシャルと財政力指数を掛け合わせて分析すると、財政力指数が高いほどポテンシャルが低く、財政力指数が低くなるにつれ徐々にポテンシャルが上昇する関係性が見られます。

再生可能エネルギーポテンシャル(L1)と財政力指数の相関関係



- L1~L3どれも同様の相関があり、大きく3つに分類が可能
- ① 再エネ導入 困難地域(高財政力)  
財政力指数:高×ポテンシャル:低
- ② 再エネ導入 困難地域(低財政力)  
財政力指数:低×ポテンシャル低
- ③ 再エネ導入 高潜在力地域  
財政力指数:低×ポテンシャル:高





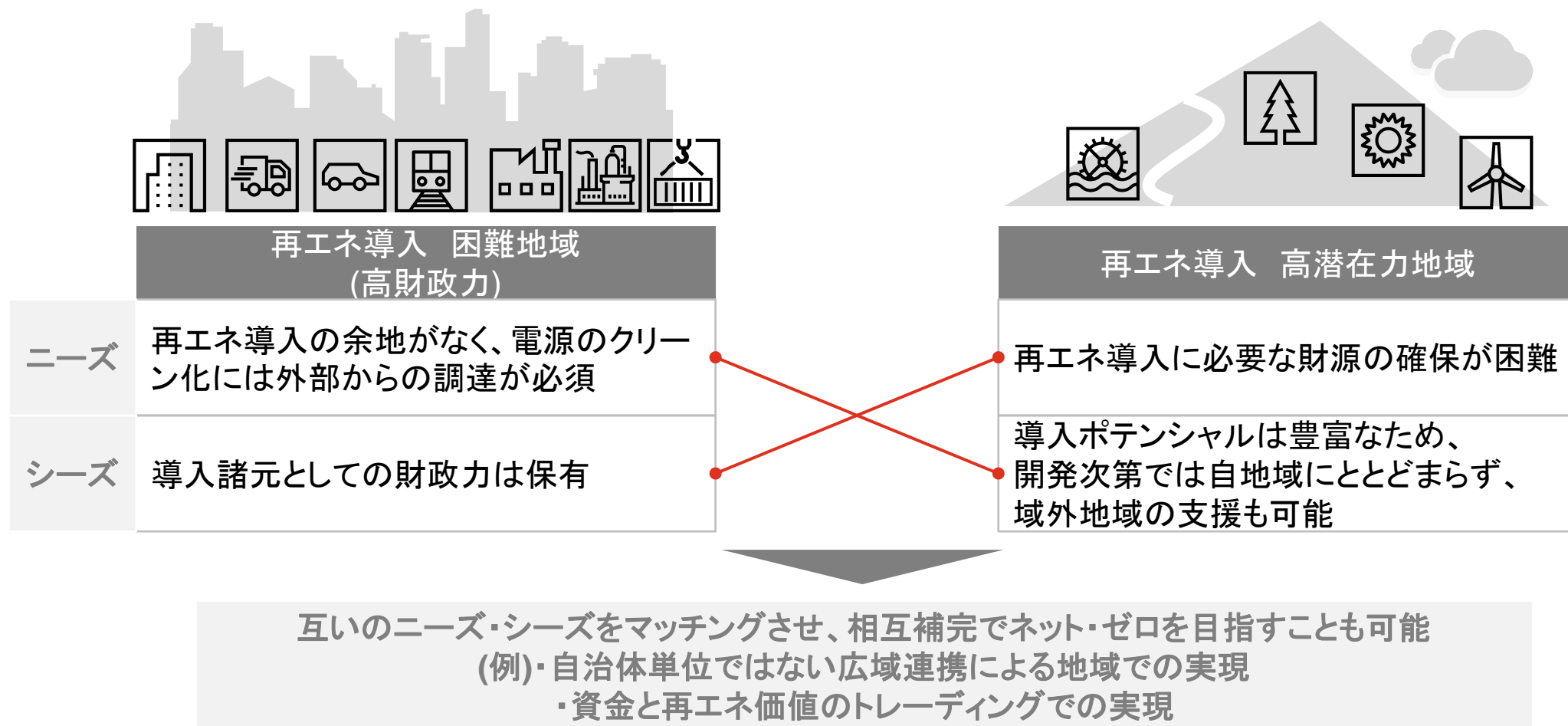
# 地域の類型ごとの特性

財政力指数が高く、再生可能エネルギーポテンシャルが低い自治体については逆の立場である自治体との協力によるネット・ゼロを推進する機会があるといえます。一方で、財政力指数も再生可能エネルギーポテンシャルも低い自治体については独自の取り組みによる対応が求められると考えます。

	① 再エネ導入 困難地域 (高財政力)	② 再エネ導入 困難地域 (低財政力)	③ 再エネ導入 高潜在力地域
分類	財政力指数:高 × ポテンシャル:低	財政力指数:低 × ポテンシャル:低	財政力指数:低 × ポテンシャル:高
特性	再エネ導入時に活用できる財政状況はあるものの、導入余地がないため、エネルギー生産・調達の観点から見ると、外部に依存せざるを得ない。	再エネ導入時に活用できる財政状況も、導入余地もないため、自地域内で活用できる資源の確保が困難な状態。	再エネ導入時に活用できる財政状況はないものの、導入余地が高いため、エネルギー生産・調達の観点から見ると、自地域以上にカバーできるポテンシャルを含む。
対応の方向性	再エネ価値の購入による間接削減 ポテンシャル:高の地域との連携	地域新電力など地域経済の活性化による内需の拡大 財政を整備した後、①と同様の対応へ	域内エネルギー使用手段の電化推進および再エネ導入による削減 財政力指数:高の地域との連携
自治体例	東京都港区、東京都渋谷区、千葉県浦安市など	東京都荒川区、奈良県安堵町、和歌山県太地町など	島根県雲南市、北海道南富良野町、千葉県いすみ市など

# 相互補完によるネット・ゼロの実現

GHG排出量削減に向けては単一の自治体のみで取り組むほか、資金や再エネポテンシャルなど互いの資源を相互補完的にやりとりすることで、広い範囲でのネット・ゼロの実現が可能。



# ネットゼロ達成に向けたステップと施策検討 ～電力部門、非電力部門の具体施策とオフセット～



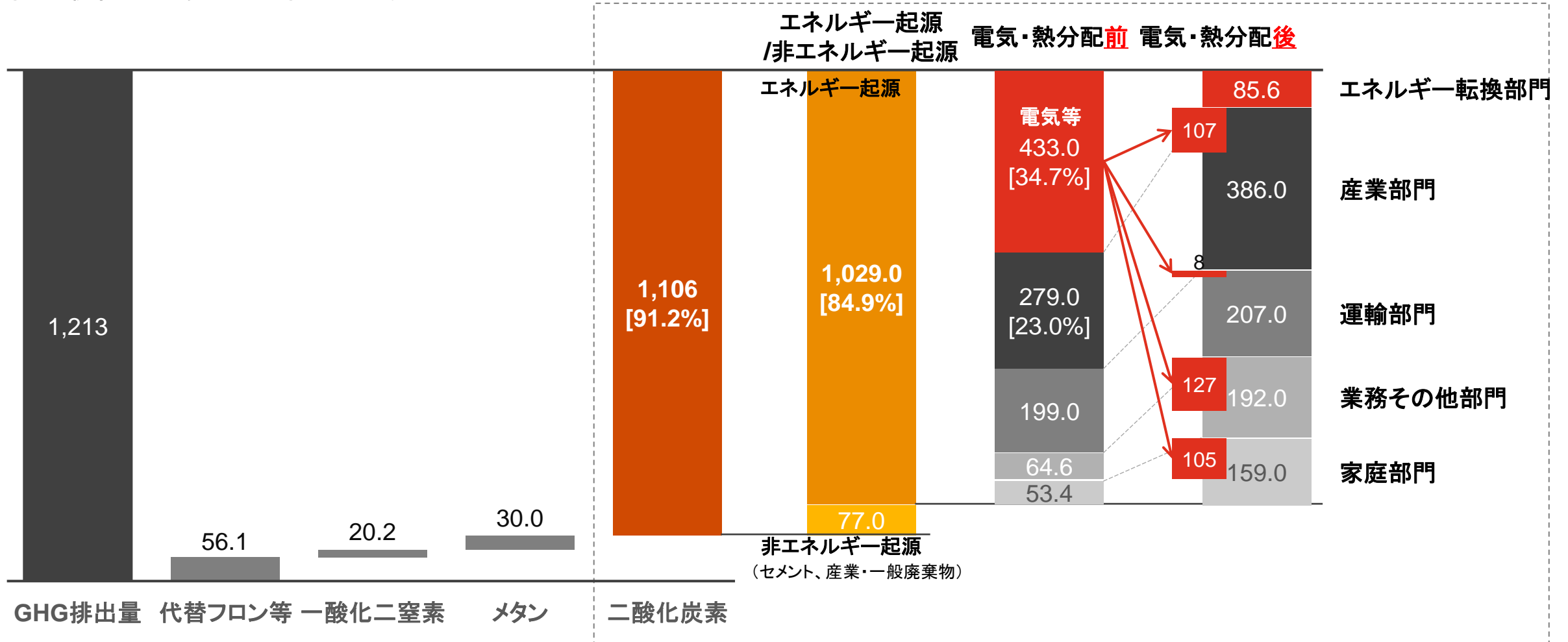
内藤 陽 シニアマネージャー  
エネルギー・資源・鉱業事業部  
PwCコンサルティング合同会社





# 部門別の温室効果ガス排出量

温室効果ガス(GHG)の排出量(2019年度速報値)は、排出量を算定している1990年度以降、前年度に続き最少を更新しているが、排出量のほとんどがエネルギー起源に由来し、その中でも電力・熱の占める割合が最も高いため、その対策が最初に必要な対策となる。



# (参考)2019年度 温室効果ガス(GHG)の排出量 速報値

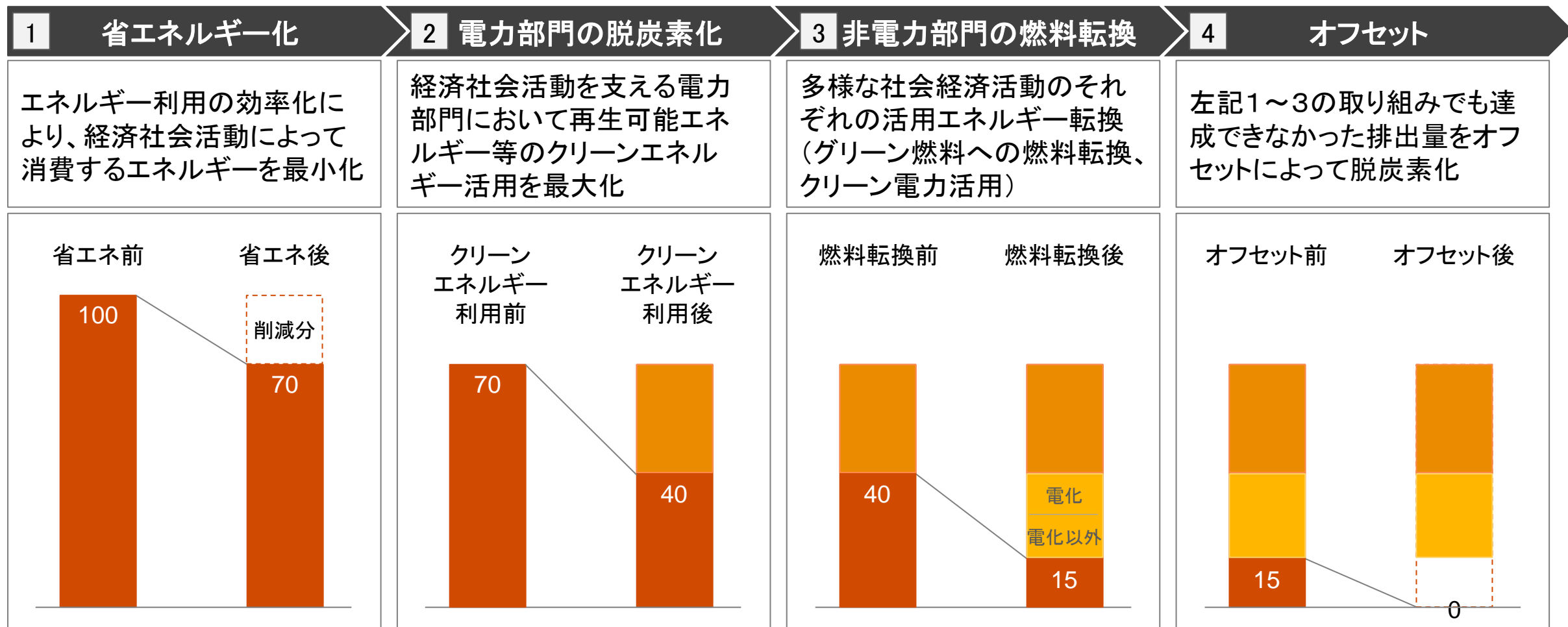
温室効果ガス全体、特にエネルギー起源の二酸化炭素排出量は1990年以降で前年度に続く最小値を更新

(単位: 百万トンCO2換算)

	1990年度 排出量 〔シェア〕	2005年度 排出量 〔シェア〕	2013年度 排出量 〔シェア〕	2018年度 排出量 〔シェア〕	2019年度(速報値)			
					排出量 〔シェア〕	変化量 《変化率》		
						2005年度比	2013年度比	2018年度比
合計	1,276 〔100%〕	1,382 〔100%〕	1,410 〔100%〕	1,247 〔100%〕	1,213 〔100%〕	-169.2 《-12.2%》	-197.3 《-14.0%》	-34.0 《-2.7%》
二酸化炭素(CO <sub>2</sub> )	1,164 〔91.2%〕	1,293 〔93.6%〕	1,317 〔93.4%〕	1,144 〔91.7%〕	1,106 〔91.2%〕	-186.8 《-14.4%》	-210.6 《-16.0%》	-37.2 《-3.3%》
エネルギー起源	1,068 〔83.7%〕	1,201 〔86.9%〕	1,235 〔87.6%〕	1,065 〔85.4%〕	1,029 〔84.9%〕	-171.0 《-14.2%》	-205.8 《-16.7%》	-35.8 《-3.4%》
非エネルギー起源	96.3 〔7.6%〕	92.7 〔6.7%〕	81.7 〔5.8%〕	78.4 〔6.3%〕	77.0 〔6.3%〕	-15.8 《-17.0%》	-4.8 《-5.8%》	-1.4 《-1.8%》
メタン(CH <sub>4</sub> )	44.4 〔3.5%〕	35.8 〔2.6%〕	32.5 〔2.3%〕	30.1 〔2.4%〕	30.0 〔2.5%〕	-5.8 《-16.3%》	-2.5 《-7.8%》	-0.11 《-0.4%》
一酸化二窒素(N <sub>2</sub> O)	31.9 〔2.5%〕	25.0 〔1.8%〕	21.5 〔1.5%〕	20.2 〔1.6%〕	20.2 〔1.7%〕	-4.7 《-19.0%》	-1.3 《-6.0%》	+0.01 《+0.1%》
代替フロン等4ガス	35.4 〔2.8%〕	27.9 〔2.0%〕	39.1 〔2.8%〕	52.9 〔4.2%〕	56.1 〔4.6%〕	+28.2 《+101.1%》	+17.0 《+43.6%》	+3.3 《+6.2%》
ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)	15.9 〔1.2%〕	12.8 〔0.9%〕	32.1 〔2.3%〕	47.0 〔3.8%〕	50.4 〔4.2%〕	+37.6 《+294.4%》	+18.3 《+57.1%》	+3.4 《+7.2%》
パーフルオロカーボン類(PFCs)	6.5 〔0.5%〕	8.6 〔0.6%〕	3.3 〔0.2%〕	3.5 〔0.3%〕	3.4 〔0.3%〕	-5.2 《-60.3%》	+0.14 《+4.3%》	-0.06 《-1.9%》
六ふっ化硫黄(SF <sub>6</sub> )	12.9 〔1.0%〕	5.0 〔0.4%〕	2.1 〔0.1%〕	2.1 〔0.2%〕	2.0 〔0.2%〕	-3.0 《-60.2%》	-0.07 《-3.6%》	-0.05 《-2.6%》
三ふっ化窒素(NF <sub>3</sub> )	0.03 〔0.003%〕	1.5 〔0.1%〕	1.6 〔0.1%〕	0.28 〔0.02%〕	0.26 〔0.02%〕	-1.2 《-82.2%》	-1.4 《-83.8%》	-0.02 《-7.4%》

# 脱炭素に向けたステップ

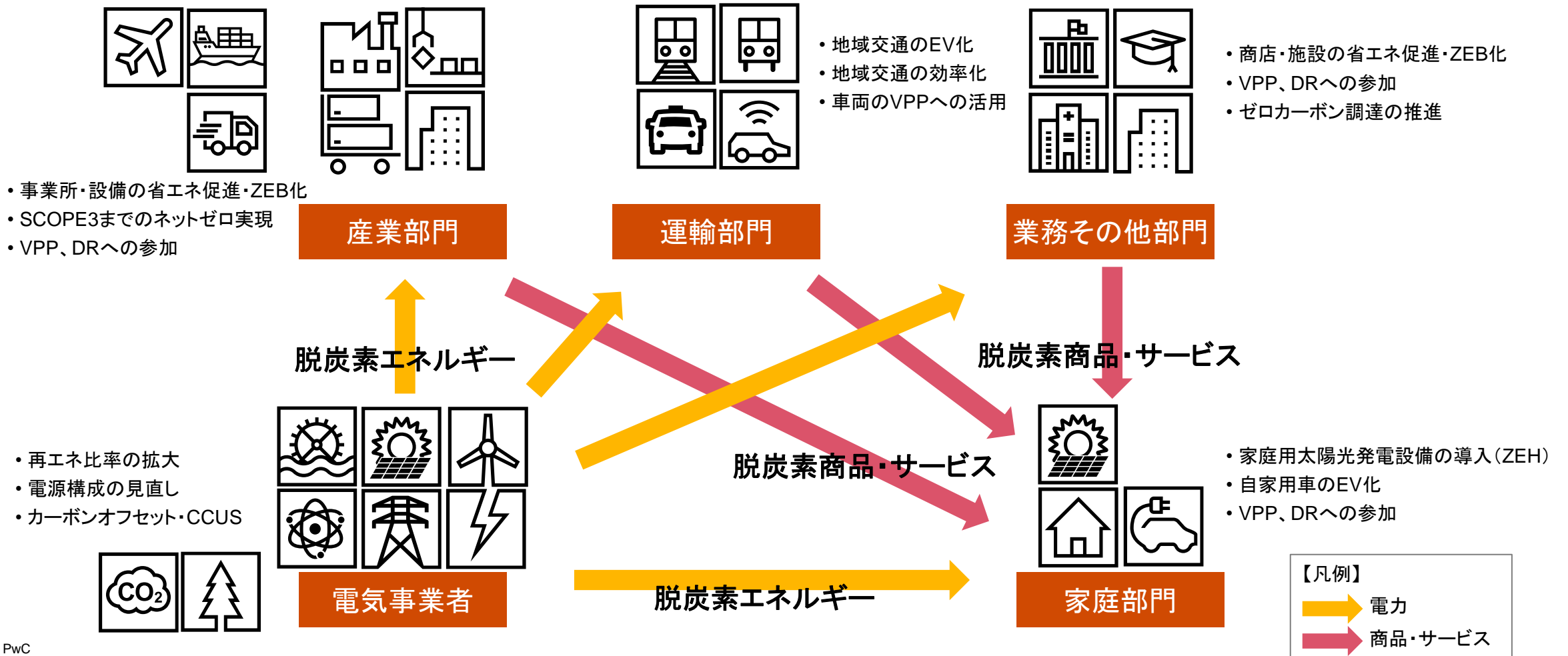
脱炭素に向けて取り組むべき順番としては、利用エネルギーを最小化しつつ、電力を皮切りにGHG排出のないエネルギーへの転換を図る必要がある。ただし、社会経済活動をすべて脱炭素化することは難しいため、排出権の取引のような形で、排出量をオフセットすることが必要





# ネットゼロ推進のための相関図

地域においてネットゼロを推進するためには、スマートシティの特徴の一つであるデータ活用基盤に地域のエネルギー消費および温室効果ガス排出に関するデータを連携させることが有効である。これにより、的確な現状評価、モニタリングおよびマネジメントが可能になる



# エネルギー転換部門(電力部門)

地域で活用するエネルギーを非化石燃料由来のものとするために、地域の再生可能エネルギーのポテンシャルを最大限活かす取り組みがまず第一で重要となり、更にそれを地域内で活用する仕組み(地域新電力等)を整備することで、経済循環と脱炭素化を同時に推進することが可能となる

## 定義

製油所・発電所等における自家消費分及び送配電ロス等に伴う排出

## 《具体的な推進内容例》

### 分散型(再エネ)電源の開発

多様な環境下で発電可能な技術が実用化されており、日々効率も改善しているため、地域で導入可能な分散型電源のポートフォリオを検討、導入することが必要

太陽光発電



風力発電



水力発電



バイオマス発電



地熱発電



波力発電

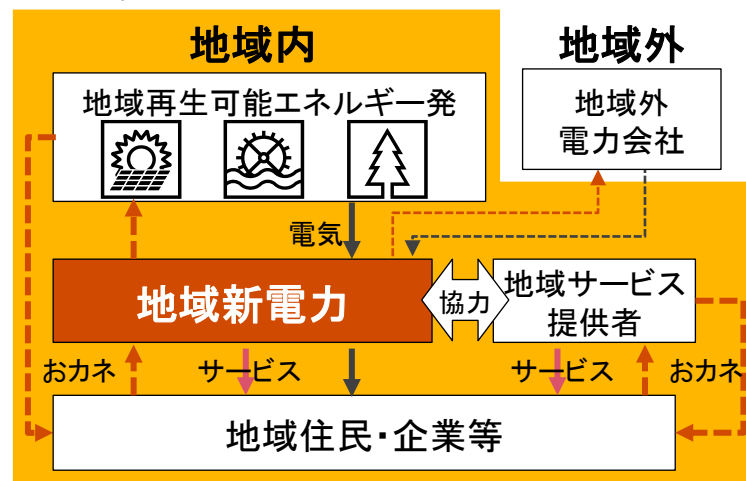


太陽熱発電



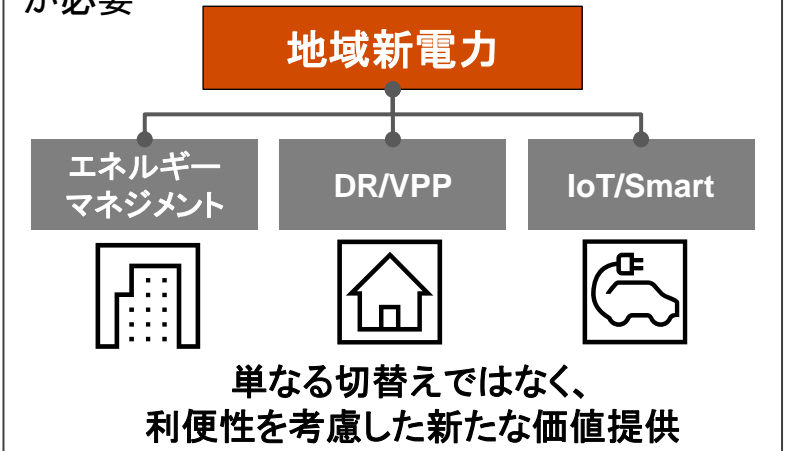
### 地域新電力の推進

地域内への再投資に繋げるため、地域での循環性を高めて、エネルギー利用を効率化を推進していくとともに、利用者と連携した仕組み作りが重要



### 他分野との連携

電力部門は、他分野への影響力が大きい分野であるため、電化等のエネルギー転換を可能とする仕組みと共に、エネルギーの効率利用に必要なエネルギーサービス(EaaS)の構築等が必要



# 産業部門(非電力部門)

電気・熱分配後のエネルギー消費量が最も多い産業部門では、エネルギー利用の効率化と共に、自家発電設備を含めたエネルギー転換を図ることが重要である。同時に、原材料の脱炭素化も含めた代替原料の活用を積極的に進めることで、自社だけではなく自社の商品等の顧客の脱炭素推進にも貢献する

## 定義

製造業、農林水産業、鉱業、建設業におけるエネルギー消費に伴う排出  
第三次産業は含まれない(第三次産業業務その他部門に計上)

## 《具体的な推進内容例》

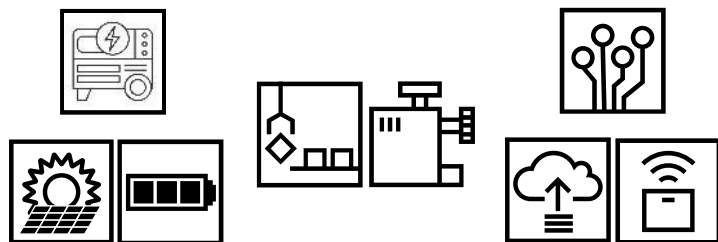
### エネルギー需要低減・効率利用

エネルギーの効率化は、単に消費を制限するだけではなく、自社外からのエネルギー調達を減らすあらゆる手段を検討する必要がある。創エネ・蓄エネ設備導入、設備更新によるエネルギー消費低減、運用効率化等がある

創エネ、蓄エネ  
設備の導入

設備更新

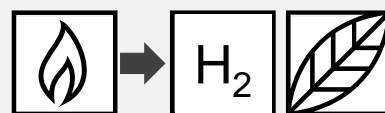
IoT・センサー  
・AI導入



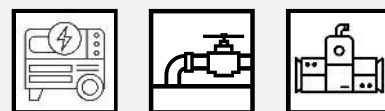
### エネルギー転換(電化・燃料転換)

産業部門は自家発電等の創エネ機器を持つことも多く、重油や軽油等の化石燃料利用割合が高い。そうした機器の燃料転換や、冷暖房機器の電化、設備の外部化等により、エネルギー消費の構造を変革することが重要

燃料転換



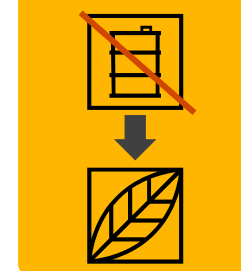
設備機器の更新  
設備の外部化



### 代替原料

産業部門でも、鉄鋼、石油化学等の原材料に大量の化石燃料を使用する業界は、大きな転換点に差し掛かっており、合成化学素材の活用や、製造プロセスの変更に伴う原料・素材の変更等により、脱炭素化を推進

原料・素材



製造/  
生産/  
建築  
プロセス

商品等

# 運輸部門(非電力部門)

MaaSサービス等をはじめとする根本的な事業モデルの変革期を迎えているが、移動そのものを低減する仕組みと組み合わせることや、テクノロジーを活用した効率的な運用、更にはクリーンエネルギーへの転換などを通じて、最適なモビリティ活用を推進する

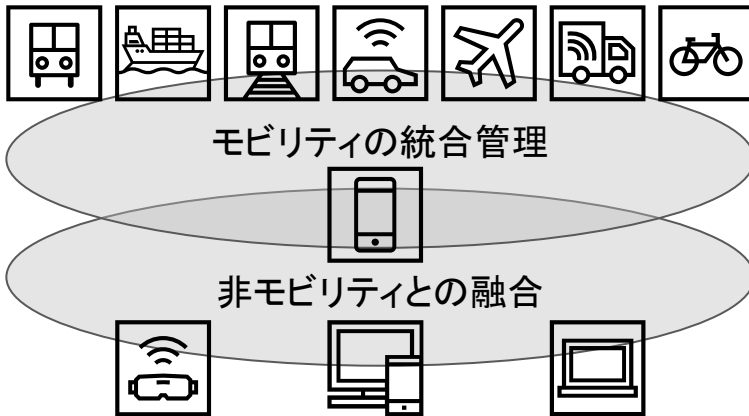
## 定義

自動車、船舶、航空機、鉄道における国内移動のエネルギー消費に伴う排出  
自動車は、営業用に加え自家用のもの(マイカー、社用車等)

## 《具体的な推進内容例》

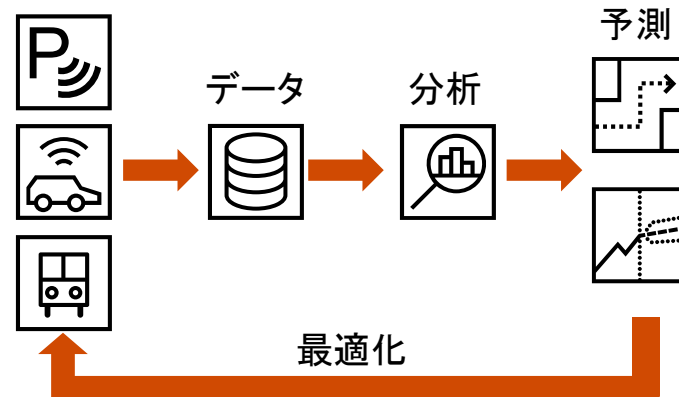
### エネルギー需要低減

自転車を含む低エネルギー消費のモビリティへのモーダルシフトや、移動以外の選択肢と組み合わせることで、移動に係るエネルギー需要そのものを低減させることも重要な施策である



### エネルギー効率利用

5G、IoT、センサーなどのデータの取得により、より効率的なルート・距離の検討、人流に合わせたモビリティの準備、AIなどによる相乗り、混載等の効率的な運用支援により、エネルギー消費量を低減することが可能となる



### エネルギー転換(電化・燃料転換)

現時点では、EVやFCVの普及率は限定的であり、軽油・ガソリン等の石油製品を燃料としているため、クリーンなエネルギーへの転換が有効な手段となる

#### 【EV化】

欧米の自動車会社では、2025~30年にかけて全車種EV化等も掲げられており、EV化かつ、再エネ電源の活用によりCO2排出量をゼロにすることが可能となる

#### 【燃料転換】

近年では、低炭素、またはカーボンフリーの以下のような燃料が活用可能

- ・グリーンLNG/CNG
- ・バイオガス・バイオディーゼル
- ・グリーン水素

# 業務その他部門(非電力部門)

業務部門は最も電力依存が高く、エネルギーマネジメントシステムの導入やZEBの普及など、電力の効率利用が進みつつある。ただし、より安価になりつつあるIoT・センサー・AI等のテクノロジーを十分に活用し、冷温熱設備等の電力以外のエネルギー需要の最適運用により、脱炭素化推進を後押し可能である

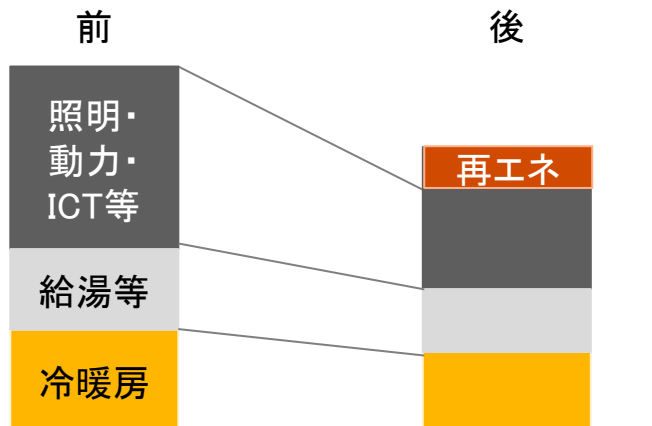
## 定義

事務所・ビル、商業・サービス業施設のほか、他のいずれの最終エネルギー消費部門にも帰属しないエネルギー消費に伴う排出

## 《具体的な推進内容例》

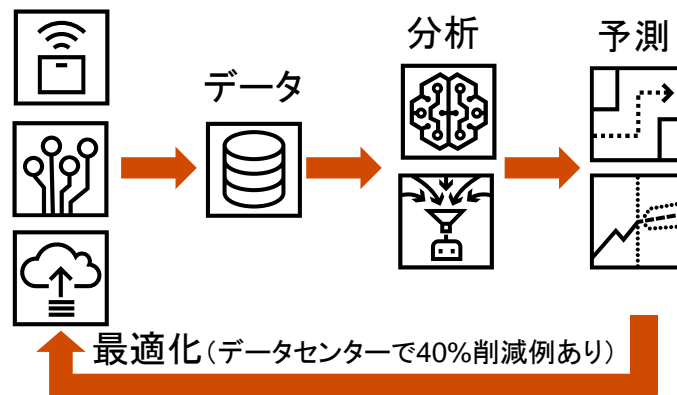
### エネルギー需要低減

最も電力依存度が高いため、分散型電源の導入や、より効率のよい設備(ヒートポンプ等)への切り替え・更新、断熱性能、循環性の向上によるエネルギー需要の低減が非常に効果的といえる



### エネルギー効率利用

IoT・センサー、AIの活用等によりエネルギーマネジメント機能を高度化し、消費エネルギーを最小化するとともに、創エネ・蓄エネ機器の最適化をすることで、大幅なエネルギーコスト削減が想定できる  
アウトプット



### エネルギー転換(電化・燃料転換)

重油や軽油等の化石燃料を活用していた設備の電化、外部化、または燃料転換により、低炭素、脱炭素化を推進可能

#### 【電化・外部化】

設備の電化や、冷温熱機器の外部化により建物内の電化を進めることで、不要な燃料利用の設備を最小化することができ、脱炭素化に資する

#### 【燃料転換】

コジェネの活用を含め、重油・軽油等からクリーン燃料転換を行う事で、低・脱炭素化を推進可能

- LNG/CNG
- バイオガス・バイオディーゼル
- グリーン水素・メタン



# 家庭部門(非電力部門)

家庭部門は、最終消費者として購入する商品(電力含む)やサービスをカーボンニュートラルなものに変更することで削減は可能であるが、根本的にエネルギー消費量を減らすとともに、創エネ、蓄エネ機器の導入により宅内のエネルギー利用効率を高めることにより、脱炭素社会に貢献可能である

## 定義

家庭におけるエネルギー消費に伴う排出  
(自家用自動車(マイカー)からの排出は、運輸部門で計上)

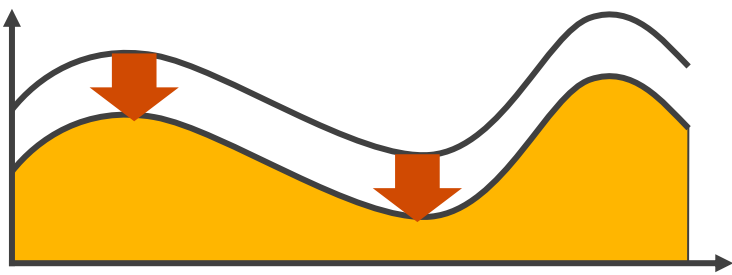
## 《具体的な推進内容例》

### エネルギー需要低減

住宅におけるエネルギーの多くは電力に依存しており、断熱性能の向上や、行動変容等により電力を含むエネルギー需要そのものの低減がまず重要である

創エネ、蓄エネ、省エネ機器導入、断熱性能等の導入

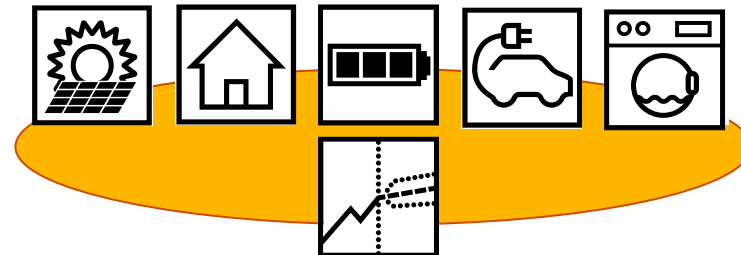
起床時間、共同利用等のライフスタイル変容



### エネルギー効率利用

単に消費を制限するのではなく、IoT機器やAI等のテクノロジーを活用してより効率的なエネルギー利用を推進することで、消費を低減する

- ・Connected Home
- ・IoT活用による省エネルギー化
- ・ヒートポンプ(家電の更新)



エネルギー需要設備のオーケストレーション

### エネルギー転換(電化・燃料転換)

家庭においては、電力以外にもガス(都市ガス、プロパン)の利用や、一部過程においては灯油ストーブ等を活用しており、そうしたエネルギーの燃料転換が重要となる

#### 【電化】

活用機器の電化により他の電力機器との協調運転が可能になるとともに、再エネ電力活用により完全なカーボンニュートラル達成が可能

#### 【燃料転換】

カーボンニュートラルガスの購入や、水素燃料等の代替燃料への切り替えにより、脱炭素化が可能

# カーボンオフセット/トレーディング

社会経済活動の中でどうしても出てしまう温室効果ガスの埋め合わせのため、オフセットという仕組みによりクレジットを取引することは、排出量のネットゼロを成立させるために重要な施策である。同時に、クレジットを通じて間接的にGHG排出量を減らすことになるため、社会的インパクトを持っている

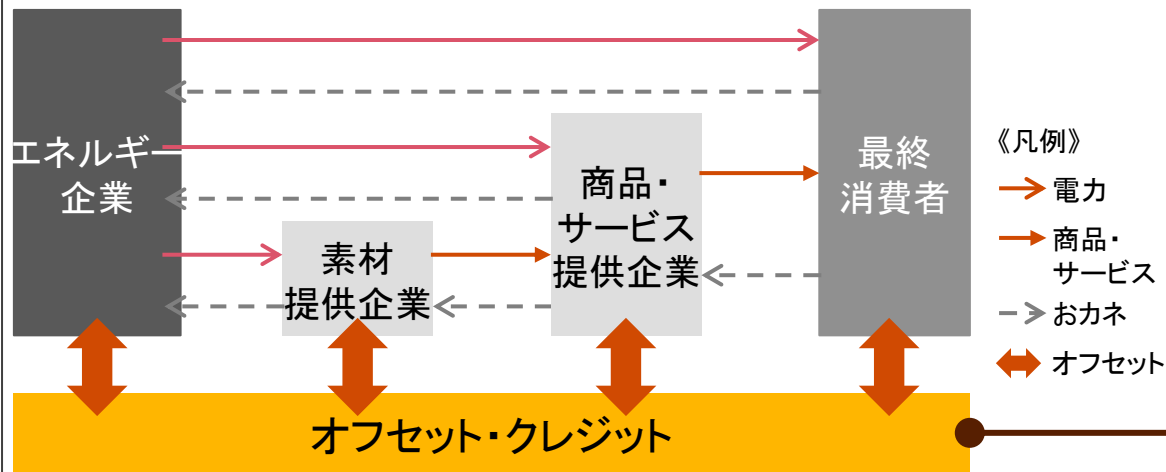
## 定義

経済社会活動において排出されるCO<sub>2</sub>等の温室効果ガスについて、どうしても削減できない排出量を、別の場所で実施された排出削減・吸収量(クレジット)を購入することにより、埋め合わせするという考え方

## 《具体的な推進内容例》

### カーボンオフセットとは

最終消費者に提供される商品・サービスについて、企業が脱炭素商品・サービスを提供するための手段としてオフセットを活用し、更には最終消費者も含めて脱炭素化に向けて、サプライチェーンの多様なポイントでオフセットが可能となっている



### カーボンオフセット手段

#### 市場流通型

二国間  
クレジット等  
(t-CO<sub>2</sub>)

クリーン開発メカニズム(CDM)などを通じて開発途上国の炭素排出削減プロジェクトが、認証された排出削減クレジットを獲得

J-クレジット  
(t-CO<sub>2</sub>)

オフセット・クレジット(J-VER)制度と国内クレジット制度が発展的に統合し、2013年に運用が開始された温室効果ガス排出削減・吸収量認証制度

非化石価値  
(kWh)

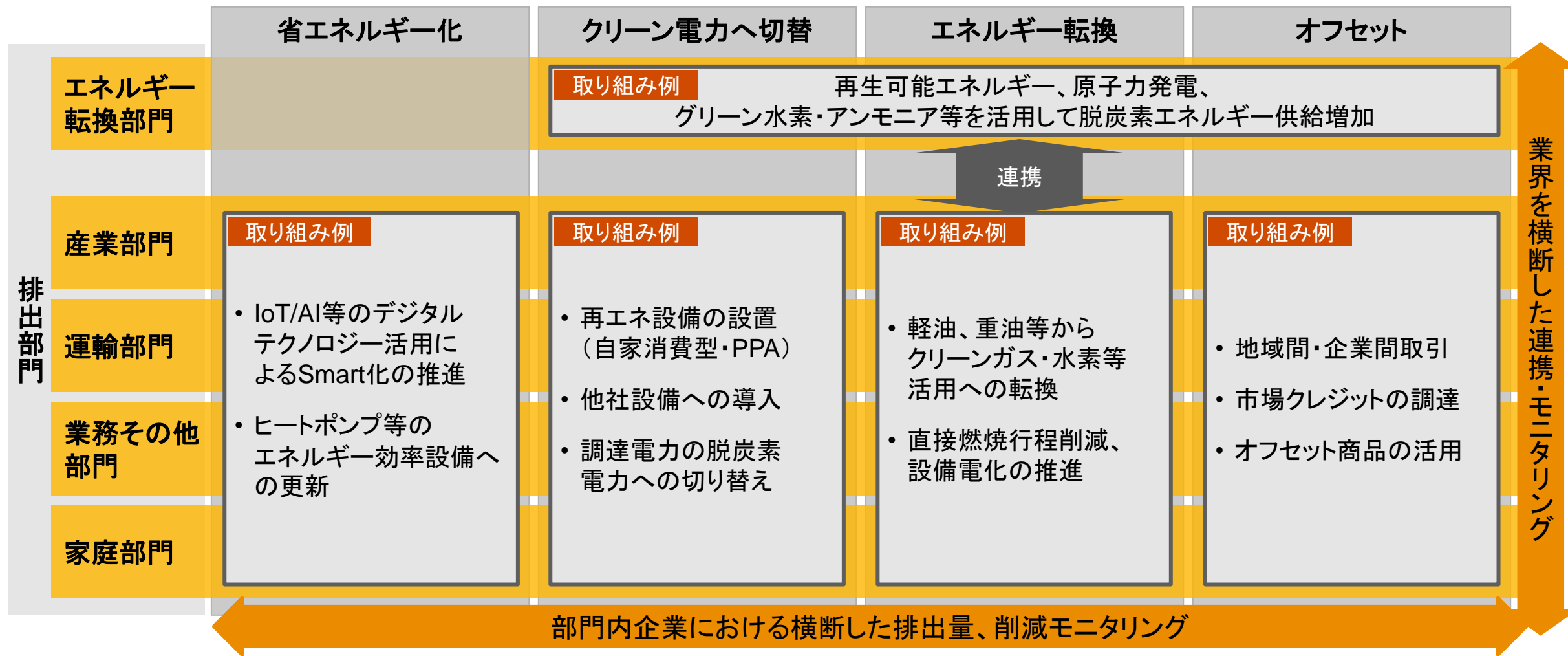
非化石電源(再エネ、原子力等)に由来する電気の「非化石価値」を証書化し取引する非化石価値取引市場で取引される証書

#### 非市場流通型 (特定者間完結型)

特定のカーボン・オフセットの取組を行う者と排出削減・吸収活動を行う者との間で合意された、もしくは自らが他の場所で植林等の排出削減・吸収活動を実施することで実現したクレジット

# 脱炭素に向けた縦横断的な取り組みと連携関係構築

地域の脱炭素に向けては、単一領域のみの取り組みでは達成は難しく、多様な取り組みをポートフォリオとして持って推進していくことが重要となる。同時に全排出部門における脱炭素の取り組みとそれらの連携が必須と言える



# まとめ

1. 自治体、企業・団体、個人はそれぞれ自己の領域においてカーボンニュートラルに向けて取り組むべき領域と方法が存在し、またお互いに協力していく必要がある
2. まずエネルギー消費を最小化することからスタートし、そのうえで消費エネルギーのクリーン化、脱炭素化を図っていくことが重要である
3. 再生可能エネルギー由来の電力が、脱炭素化におけるの起点として重要な役割を果たす
4. クレジット活用自体が、間接的に脱炭素化に向けたポジティブなインパクトを及ぼすものであり、活用価値がある

# ネットゼロ実現に向けたモニタリング ～実行性を考慮したシステム化および標準化の指針～



奥野 和弘 ディレクター  
テクノロジー事業部  
PwCコンサルティング合同会社





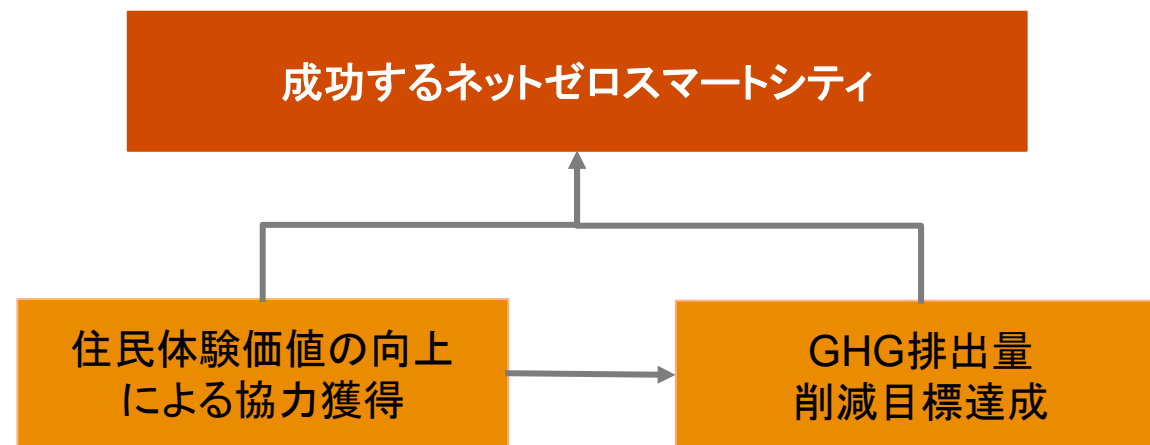
# Society 5.0の目標と照らし合したモニタリングの指針

スマートシティは「Society 5.0の先行的な実現の場」と定義されている。Society 5.0が「経済的発展と社会課題の解決を両立」することを目指していることに鑑みると、GHG排出量削減という社会課題の解決への取り組みのみならず、その経済的発展への寄与、その前提となる街に住む人々の「体験価値の向上」にも目を向ける必要がある。



内閣府作成

出所：内閣府ホームページ ([https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/))



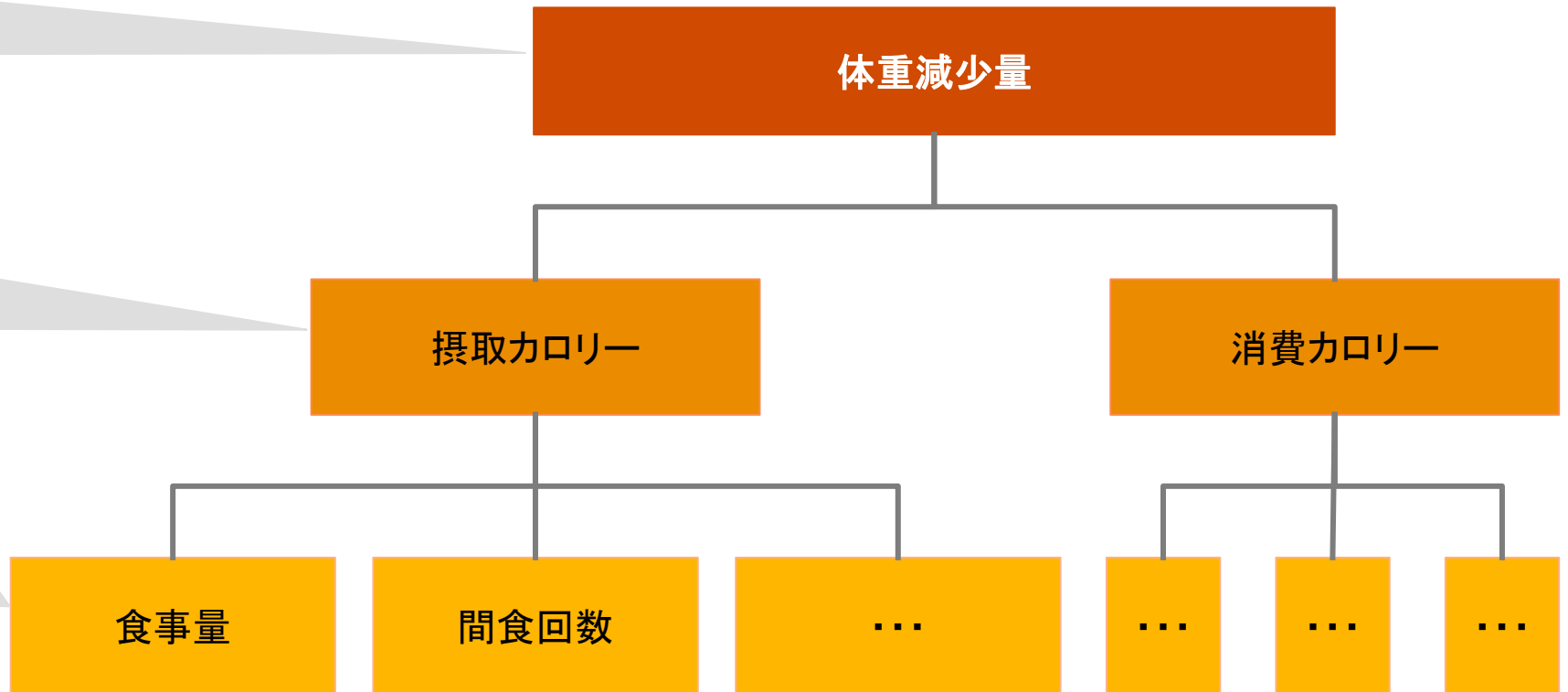
GHG排出量削減の進捗を可視化したとしても、各ステークホルダーの積極的な参加・協力が無い限り、ネットゼロ達成は不可能である。

その意味で、ネットゼロ達成は「結果」に過ぎず、重要なのは施策の優先度を評価する仕組みと、各施策のパフォーマンスをモニタリングする仕組みの構築である。

# 目標(結果)指標、先行指標、行動指標によるKPIツリーを作る

目標達成のためには、目標指標、先行指標、行動指標からなるKPIツリーを設計し、行動指標をモニタリングすることで、必要な行動を識別し実行することが重要である。なお、行動指標については、MECEに(重複、抜け洩れなく)列挙することは困難であるため、個々人の体質や生活様式に合わせて、特に重要な指標を選択する必要がある。

## ダイエットを行う場合のモニタリング指標設計



### 目標(結果)指標

達成すべき目標の進捗を測る指標。様々な取り組みの結果として合われる結果指標でもある。

### 先行指標

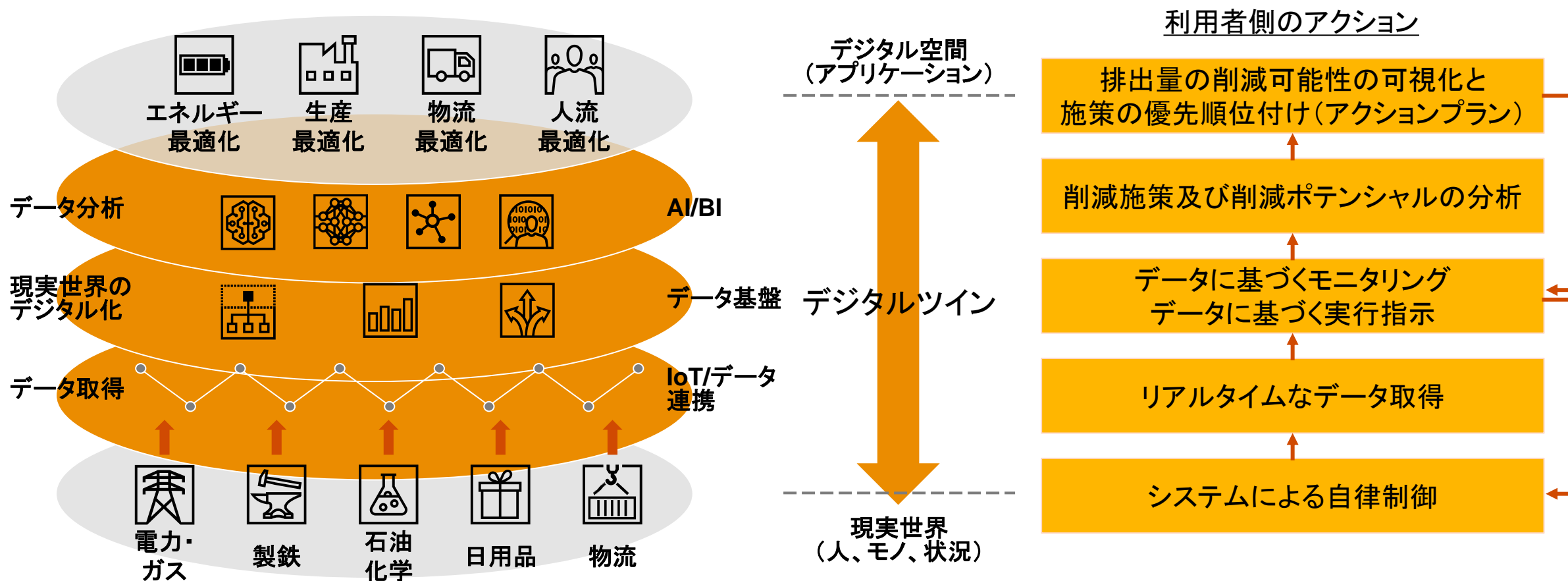
達成目標の変動に影響を与える因子を測る指標。目標指標に先行し、今後の目標達成の確からしさを示す。

### 行動指標

先行指標の変動に景況を与える具体的な行動に関する指標。改善のための具体的な行動に関する示唆を与える。

# 施策の優先度を評価するための仕組みを都市基盤に組み込む

スマートシティにおいては、①現実世界からのデータの取得、②データに基づくデジタル空間における現実空間の再現、③デジタル空間に再現された現実世界の「映し」を活用した分析、シミュレーション、④その結果を活用した優先施策の決定が必要である(デジタルツイン)。こうした仕組みが都市基盤に組み込まれていることが重要である。



# 自治体と企業のGHG排出量情報連携にはデータ標準化が必須

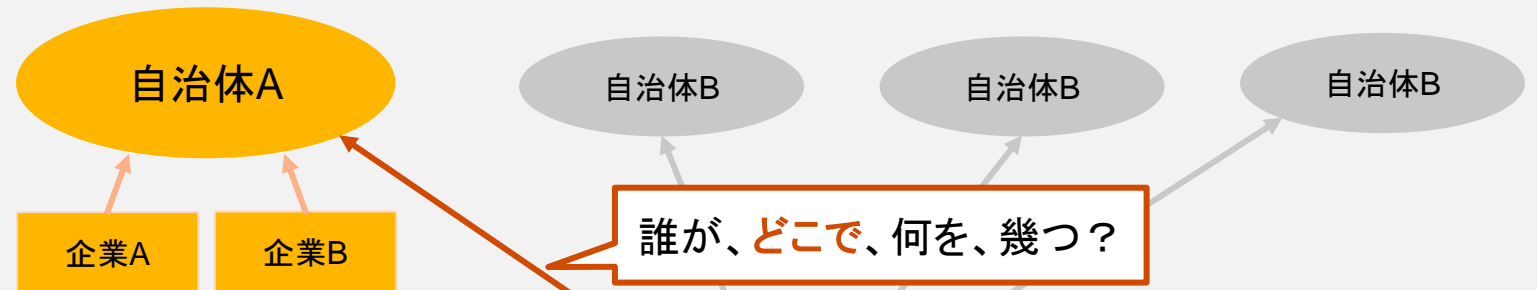
自治体と企業では、GHG排出量を算出する際の切り口(ディメンジョン)が異なる。企業はモノを1つ作る(または売る)際のGHG排出量を算出し、それを「何を幾つ作ったか？」で合計すれば良い。一方で自治体目線では「どこで」という目線が必須となる。

自治体と企業の間でGHG排出量に関する情報を連携する際には、「どこで」という情報が付与されている必要がある(ディメンジョンの整合)。

更に「どこで」という情報の粒度に関するルールも必要である。例えば、「日本」という粒度では国内の総排出量は測れても、都道府県や市町村単位では測れない。

こうした課題を克服するために、GHG排出量に関するデータの標準化が必要となる。

## 自治体目線でのGHG排出量追跡



## 企業目線でのGHG排出量追跡



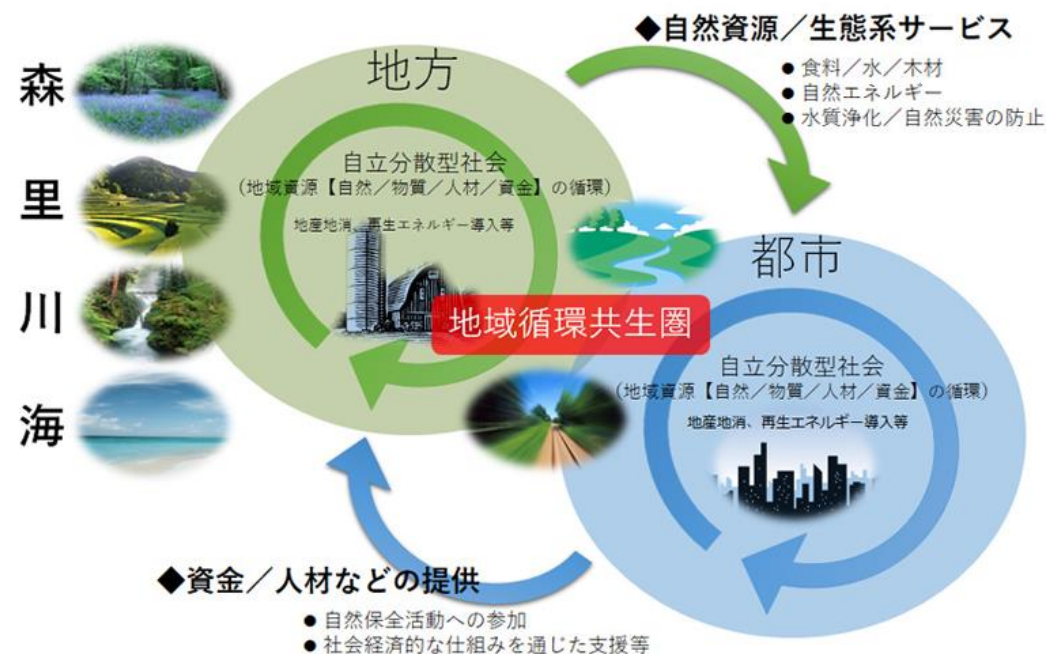
# 全自治体がネットゼロを達成可能な現実的な施策の検討が必要

自治体が置かれている状況によって、ネットゼロ達成の難易度には差異がある。ネットゼロ達成を目指していく際の境界(範囲)を市町村単位に限定するのではなく、地域間の連携を通して、全体としてネットゼロを達成していくという考え方も必要と思われる。

人口が少ない山間部にあるような自治体と、経済活動が活発な大都市圏の自治体を比較すると明白なように、**自治体の置かれている状況によってネットゼロ達成の難易度に隔たり**がある。

山間部の自治体では、域内でのカーボン・オフセットの取り組みなどを通してネットゼロの達成は比較的になるが、それを推進するための十分な財源がないといった課題がある。

こうした状況に鑑みた際に、ネットゼロを達成する際の境界(範囲)を必ずしも個々の自治体に限定するのではなく、山間部と都市部の自治体が相互に連携するなど、**自治体間の連携について検討することは一つの解決策**であると考えられる。環境省が推進する「地域循環共生圏」のような考え方が参考になる。



地域循環共生圏とは ~地域が自立し、支え合う関係づくり~

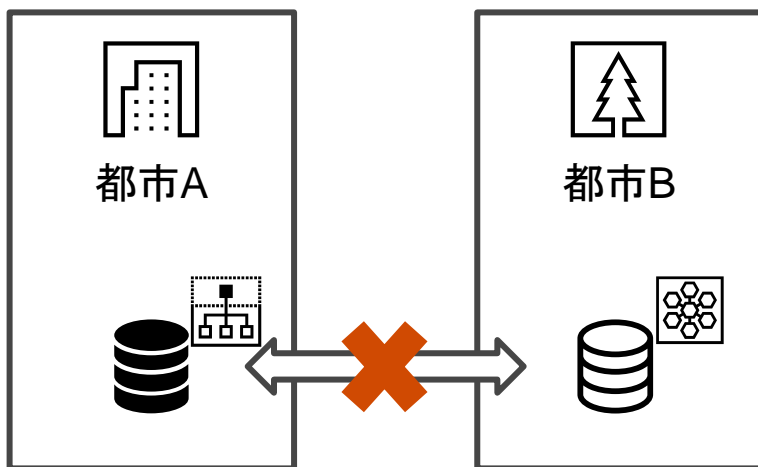
出所: 環境省「第五次環境基本計画の概要と地域循環共生圏の概要」  
([https://www.env.go.jp/seisaku/list/kyoseiken/pdf/kyoseiken\\_01.pdf](https://www.env.go.jp/seisaku/list/kyoseiken/pdf/kyoseiken_01.pdf))



# 地域間連携を前提に都市基盤のアーキテクチャを検討すべき

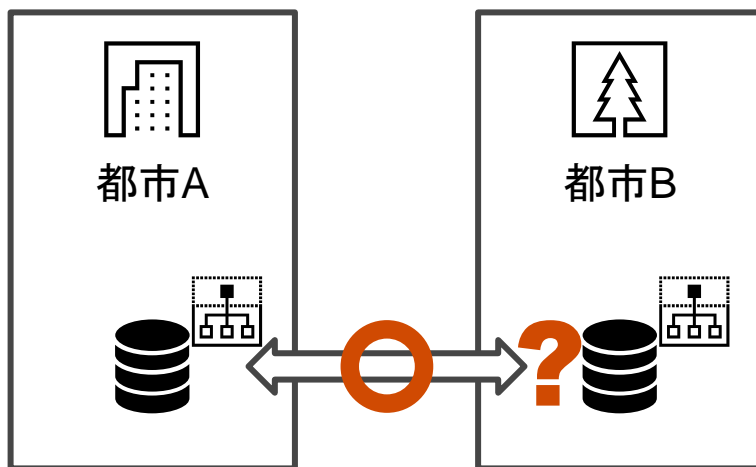
都市基盤間でデータモデルとAPIが標準化されていれば、地域を跨いだGHG排出量の計算が可能であるが、財源の限られた自治体にとっては都市基盤の導入自体が高いハードルとなる。こうした課題は都市基盤の仮想化などによる導入コスト低減、さらにはカーボンクレジットと都市基盤の相互提供などによって解決できる可能性がある。

データモデルとAPIが都市基盤間で標準化されていないケース



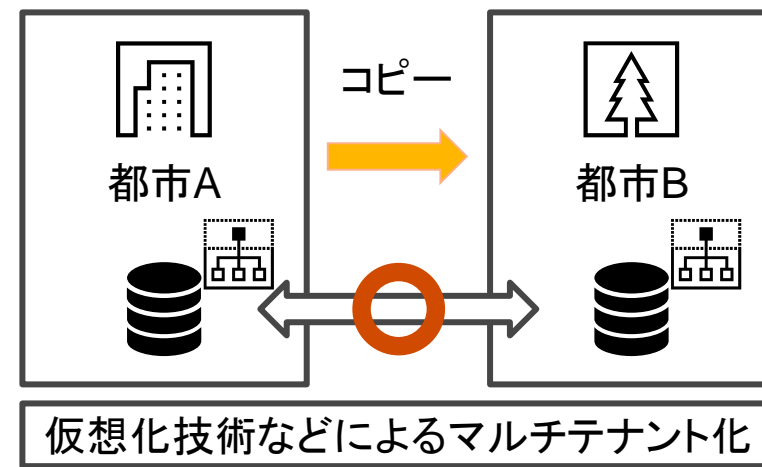
地域を跨いだ計測は困難であり、地域間連携が阻害される恐れがある。

データモデルとAPIが都市基盤間で標準化されているケース



地域を跨いだ計測が可能ではあるが、財源が限られた山間部の自治体が都市基盤を導入できるか実行性に疑問が残る。

都市基盤間が仮想化され容易にコピーできるケース



コピーによる都市基盤の低コスト導入と地域を跨いだ計測が可能。カーボンクレジットと都市基盤を相互に提供するなどの都市部と山間部の連携が促進される。

# 投資対効果に照らしてモニタリングの方法を考えるべき

GHG排出量測定は各施策の効果を測定する上で重要だが、その可視化自体がネットゼロを達成するものではない。ネットゼロ達成へ向けて予算を優先的に投下すべきはGHG削減施策であり、どこまで精緻にGHG排出量を測定する必要があるかは、投資対効果に照らし合わせて慎重に検討すべきである。

1. どの程度の誤差は容認できるか、必要な精度はどの程度か？
2. 何を計測する必要があるか、何は計測から除外しても問題ないか？
3. どのような粒度（メッシュ）で計測する必要があるか？
4. 測定困難な数値について、比較的測定が容易な数値から推計する方法はないか？

# まとめ

ネットゼロへ向けたモニタリングの、実行性を考慮したシステム化および標準化の指針は次の通りである。

- ネットゼロは「結果」である。先行指標と、先行指標に影響を与える行動指標を測定することで、優先的に取り組むべき施策を識別するとともに、改善のために取り組むべきアクションを理解することが重要である。よって、先行指標と行動指標を測定するための仕組みは目標達成のためにより重要である。
- 自治体と企業でGHG排出量情報を連携するためには、データモデルの標準化が必要である。
- ネットゼロをどの範囲で達成するかについては議論が必要である。
- 財源が限られた自治体でも導入できるよう、都市基盤の仮想化などについても検討すべきである。
- モニタリングの精度については投資対効果の観点から検討すべきである。

# Thank you

[pwc.com/jp](https://www.pwc.com/jp)

© 2021 PwC Consulting LLC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see [www.pwc.com/structure](https://www.pwc.com/structure) for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.