

自然エネルギーによる熱の脱炭素化への課題と展望

脱炭素をドライブさせる、エネルギーデザインの 実践

2024年9月17日

東北大学 中田 俊彦

エネルギー需給データベース：<https://energy-sustainability.jp>



TOHOKU
UNIVERSITY

ENERGY SUSTAINABILITY LABORATORY

Four approaches to the interrelationship between industrial society and the environment

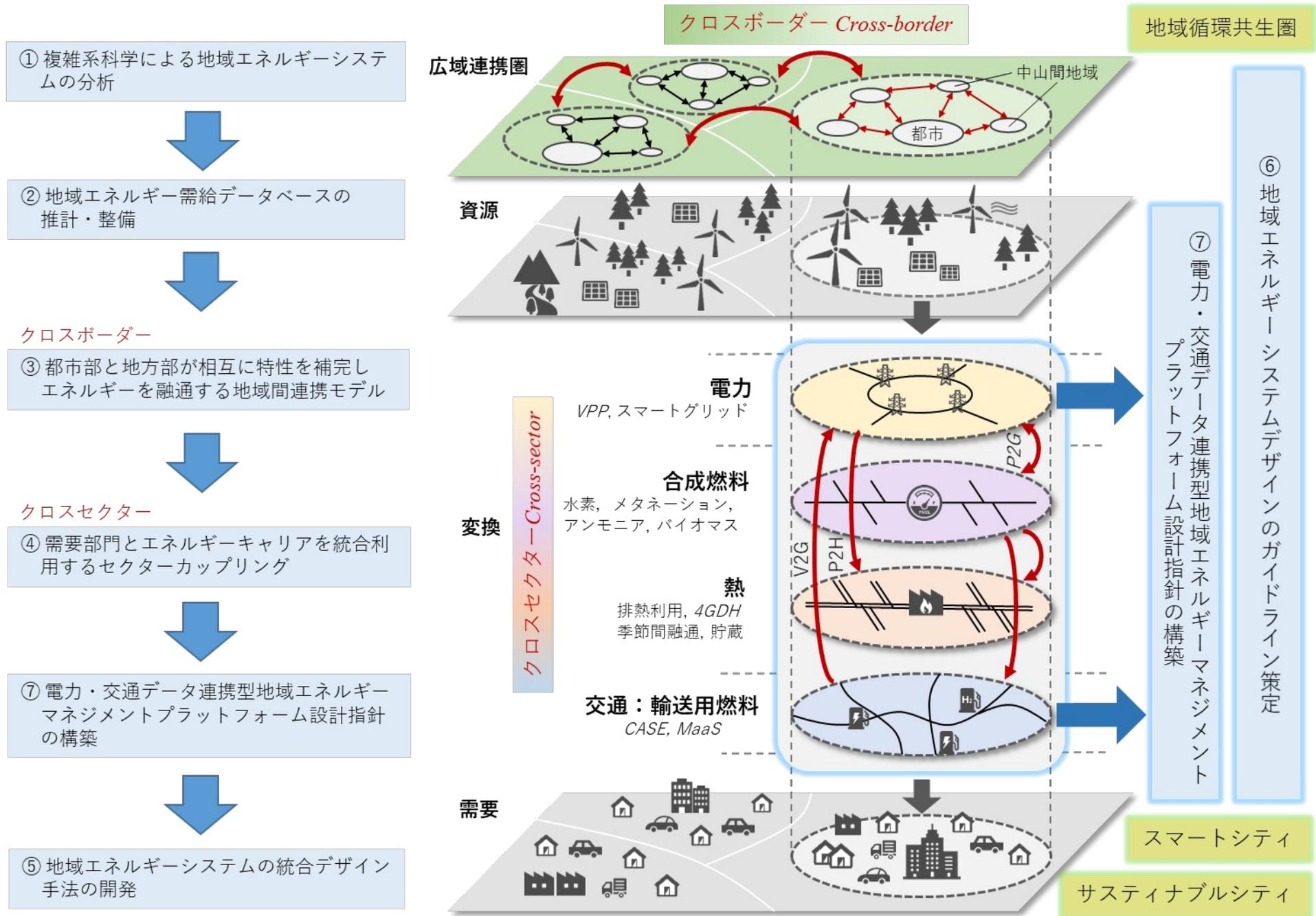
産業社会と環境の相互関係における四つのアプローチ

Direction to take とるべき方向	Views on technology 技術に対する考え方	Precondition 前提事項
Radical Ecology ラジカル・エコロジー	A retrospective on low technology. ローテクノロジーへの回顧。	Population ruin is inevitable. Economic, technological, and cultural collapse. 人口破滅は不可避。経済・技術・文化的破綻。
Deep Ecology ディープ・エコロジー	Appropriate technology. Low-tech where possible. 適正技術。可能な限りローテク。	Lower population levels than now. Significant modifications to the economic, technological and cultural status quo. 今より低い人口レベル。経済・技術・文化的現状をかなり修正。
Industrial Ecology 産業エコロジー	Depend on technological progress under environmental constraints, not low-tech. 環境制約の下での技術進展に依存、ローテクにこだわらない。	Somewhat larger population than now. Significantly modified economic, technological, and cultural status quo. 多少今よりも多い人口。経済・技術・文化的現状かなり修正。
Continuing Status 現状維持路線	Adopted individual regulations, etc. No effect on the overall trend. 個別規制などを採用。全体の傾向には影響なし。	Population ruin is inevitable; economic, technological, and cultural collapse. 人口破滅は不可避、経済・技術・文化的な破綻。

エコロジーの理念を産業社会に取り入れようとする際には、生態系をモデルにしたり、あるいは生態系と対比することで、その方向性を探る動きがある。人間社会の循環システムの方角性は、生態系の循環システムになぞらえて、Radical Ecology、Deep Ecology、Industrial Ecology、および現状維持路線に大きく分類される。

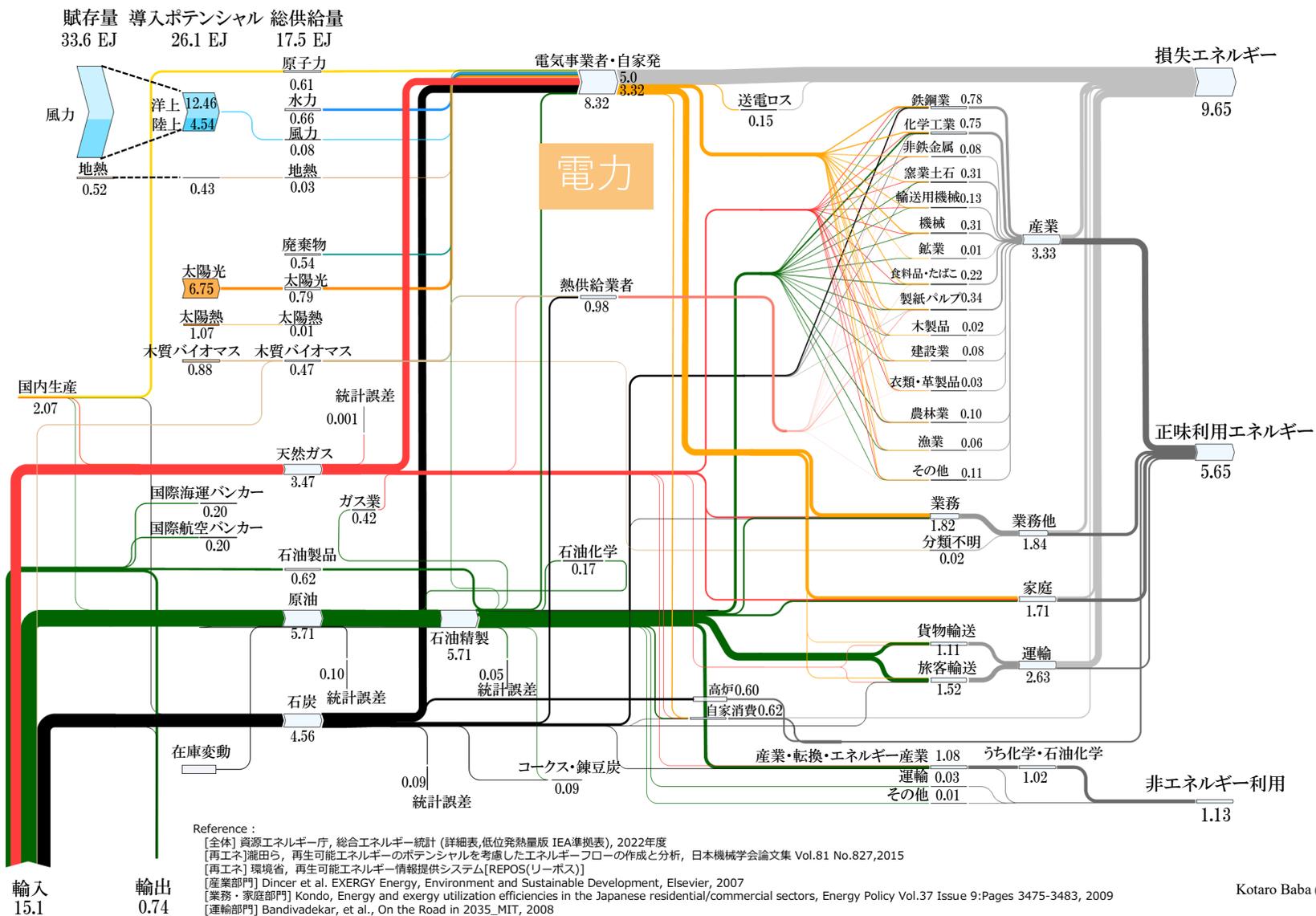
When trying to incorporate the philosophy of ecology into an industrial society, there is a movement to explore the direction of the system by using the ecosystem as a model or by contrasting it with the ecosystem. The direction of the circulation system of human society can be broadly categorized into Radical Ecology, Deep Ecology, Industrial Ecology, and the status quo, in analogy with the circulation system of ecosystems.

OUR COMMON FUTURE 1987→2022→2050





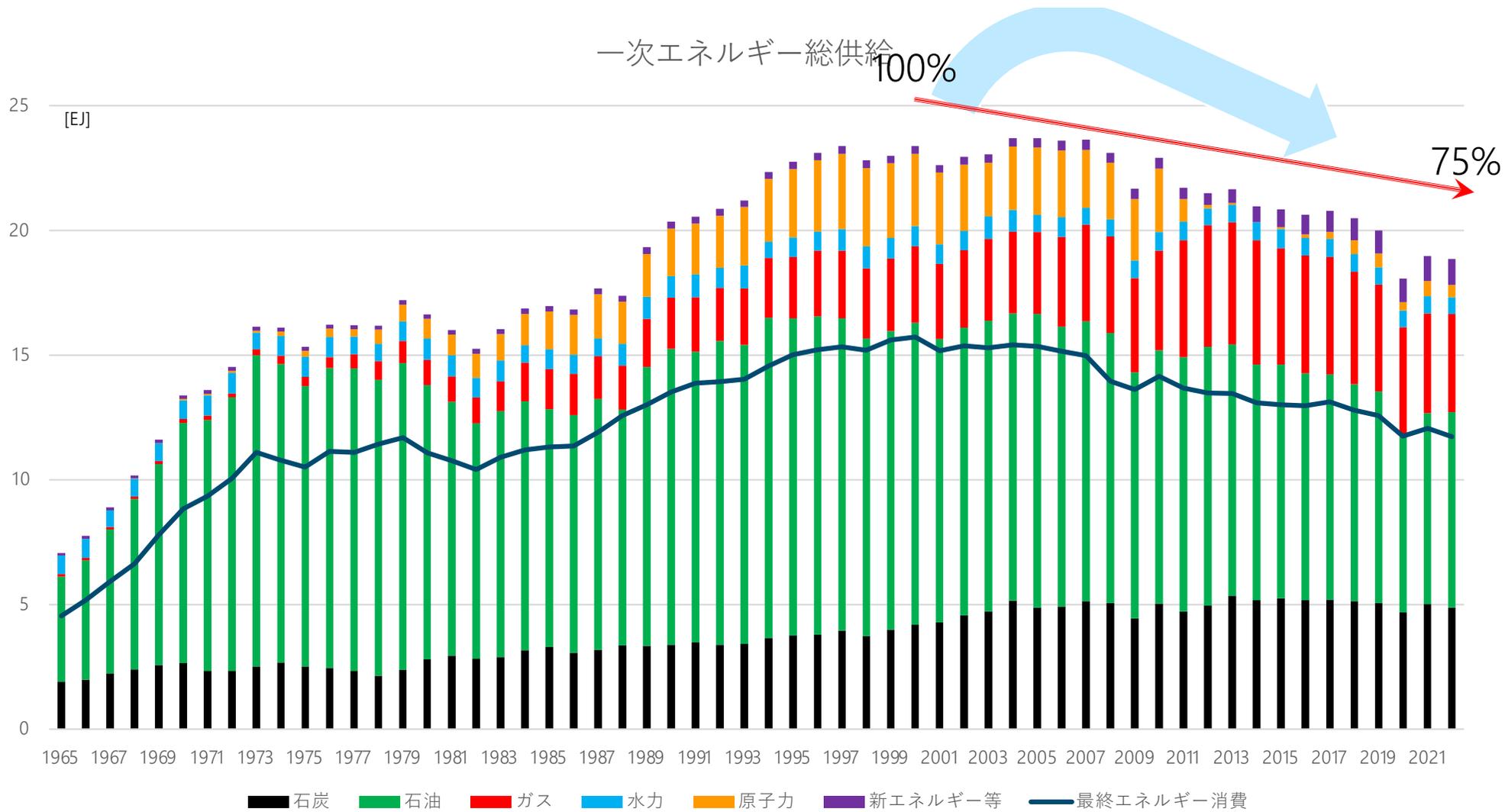
日本のエネルギーフロー 2022年度



資源／供給 (つくる)

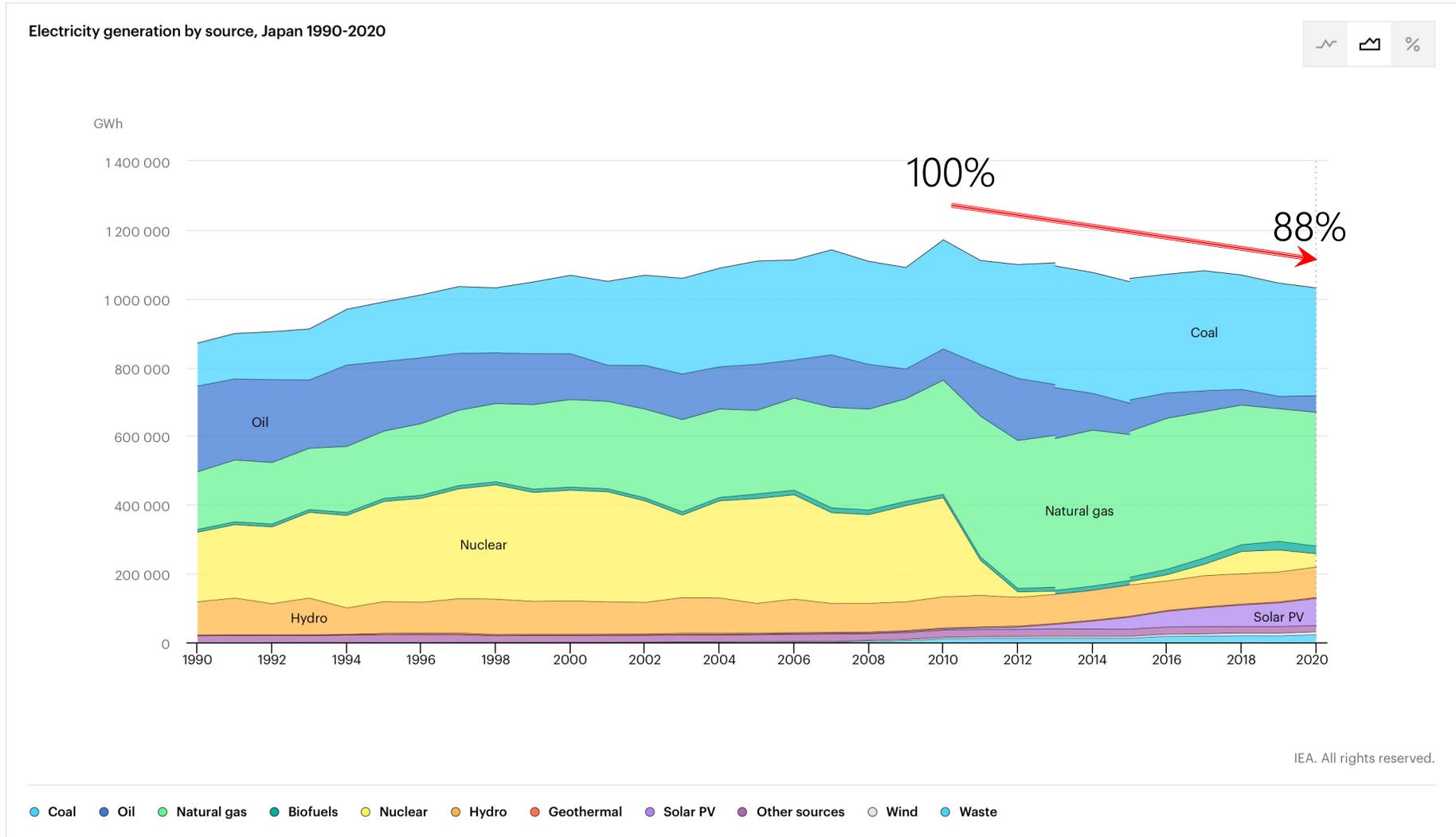
変換 (おくる)

消費／需要 (つかう)



Reference : EDMCエネルギー・経済統計要覧2024,2020,2000

電力供給の推移





- ① 夜間連系太陽光発電
- ② 小規模分散型太陽光発
- ③ マイクログリッド構築
- ④ 中型風力発電
- ⑥ 住宅用太陽光発電、蓄電池導
- ⑦ 公共施設太陽光発電等

• 資源／供給（つくる）



- ⑦ 蓄電池導入
- ⑩ 公共施設充電設備整備
- ⑬ 再エネ由来水素供給網構築

• 変換（おくる）



- ⑧ 戸建住宅省エネ
- ⑨ 公共施設ZEB
- ⑩ 公用車EV等導入
- ⑪ 自家用車・業務用車EV等導入、V2H等導入
- ⑫ グリーンスローモビリティ導入
- ⑭ 無料省エネ診断
- ⑮ スマートメーター体験プログラ

• 消費／需要（つかう）

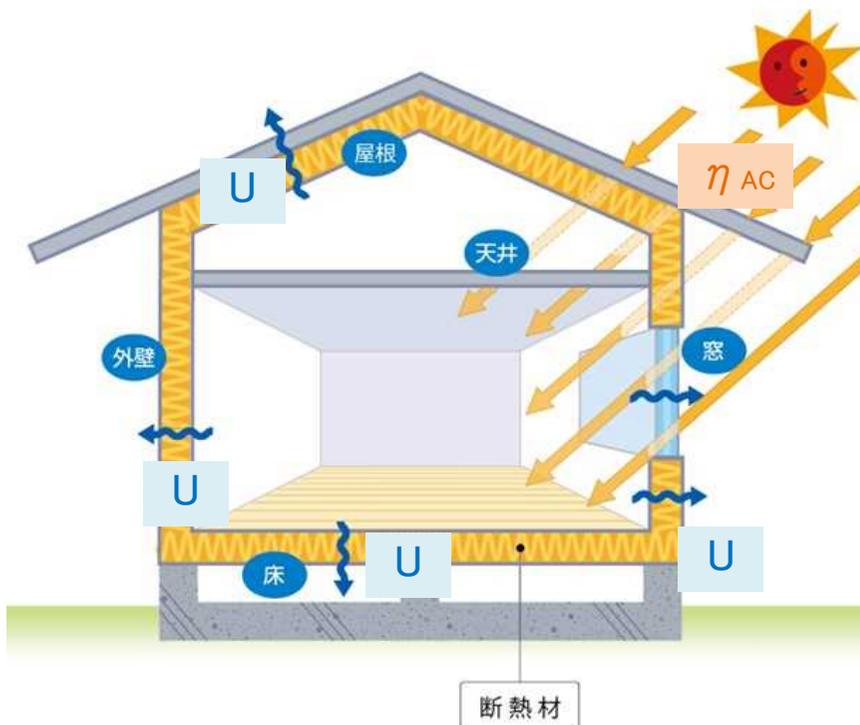


宮古市 脱炭素

1. すまいづくり

Planning

- 住宅の外皮性能は、UA値と η_{AC} 値により構成され、いずれも、地域区別に規定されている基準値以下となることが必要。
- 算出にあたっては、建築研究所等のHPで公開されている外皮性能計算シート（excel形式）が広く活用されている。



ユー・エー

◎ 外皮平均熱貫流率 (UA)

- 室内と外気の熱の出入りのしやすさの指標
- 建物内外温度差を1度としたときに、建物内部から外界へ逃げる単位時間あたりの熱量※を、外皮面積で除したもの。
※換気による熱損失は除く
- 値が小さいほど熱が出入りにくく、断熱性能が高い

$$U_A = \frac{\text{単位温度差当たりの外皮総熱損失量}}{\text{外皮総面積}} \quad (\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

地域区分	1	2	3	4	5	6	7	8
外皮平均熱貫流率の基準値： U_A [W/(m ² ·K)]	0.46	0.46	0.56	0.75	0.87	0.87	0.87	—

イー・タ・エー・シー

◎ 冷房期の平均日射熱取得率 (η_{AC})

- 太陽日射の室内への入りやすさの指標
- 単位日射強度当たりの日射により建物内部で取得する熱量を冷房期間で平均し、外皮面積で除したもの。
- 値が小さいほど日射が入りにくく、遮蔽性能が高い

$$\eta_{AC} = \frac{\text{単位日射強度当たりの総日射熱取得量}}{\text{外皮総面積}} \times 100$$

地域区分	1	2	3	4	5	6	7	8
冷房期の平均日射熱取得率の基準値： η_{AC} [-]	—	—	—	—	3.0	2.8	2.7	6.7 ※

※ R2年4月より、3.2 → 6.7に見直し

表示方法基準

表示事項	適用範囲	表示方法	説明事項	説明に用いる文字
5-1 断熱等性能等級	一戸建ての住宅又は共同住宅等	等級（一戸建ての住宅にあつては1、2、3、4、5、6又は7（7は地域の区分が8地域以外の地域である場合に限る。）、共同住宅等にあつては1、2、3、4又は5）による。この場合においては、地域の区分を併せて明示する。また、一戸建ての住宅にあつては等級7（地域の区分が8地域である場合にあつては等級6）、共同住宅等にあつては等級5の場合に、外皮平均熱貫流率（単位をW/(m ² ・K)とし、地域の区分の8地域を除く。）及び冷房期の平均日射熱取得率（地域の区分の1、2、3及び4地域を除く。）を併せて明示することができる。	等級7	熱損失等のより著しい削減のための対策が講じられている
			等級6	熱損失等の著しい削減のための対策が講じられている
			等級5	熱損失等のより大きな削減のための対策が講じられている
			等級4	熱損失等の大きな削減のための対策（建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令に定める建築物エネルギー消費性能基準に相当する程度）が講じられている
			等級3	熱損失等の一定程度の削減のための対策が講じられている
			等級2	熱損失の小さな削減のための対策が講じられている
			等級1	その他

外皮平均熱貫流率(U_A)及び冷房期の平均日射熱取得率(η_{AC})の基準

- 暖冷房にかかる一次エネルギー消費量の削減率(概ね30%削減、概ね40%削減)を目安として水準を設定。
- 8地域については、等級6を上回る現実的な日射遮蔽対策が想定されないため、等級7は設定を行わない。

<戸建住宅の断熱等性能等級6・7の基準>

等級		地域区分							
		1 (夕張等)	2 (札幌等)	3 (盛岡等)	4 (会津若松等)	5 (水戸等)	6 (東京等)	7 (熊本等)	8 (沖縄等)
等級7 (戸建住宅)	UA	0.20	0.20	0.20	0.23	0.26	0.26	0.26	—
	η_{AC}	—	—	—	—	3.0	2.8	2.7	—
等級6 (戸建住宅)	UA	0.28	0.28	0.28	0.34	0.46	0.46	0.46	—
	η_{AC}	—	—	—	—	3.0	2.8	2.7	5.1
等級5	UA	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	—
	η_{AC}	—	—	—	—	3.0	2.8	2.7	6.7
等級4	UA	0.46	0.46	0.56	0.75	0.87	0.87	0.87	—
	η_{AC}	—	—	—	—	3.0	2.8	2.7	6.7
等級3	UA	0.54	0.54	1.04	1.25	1.54	1.54	1.81	—
	η_{AC}	—	—	—	—	4.0	3.8	4.0	—
等級2	UA	0.72	0.72	1.21	1.47	1.67	1.67	2.35	—
	η_{AC}	—	—	—	—	—	—	—	—

性能の目安 断熱等級 7

Q1.0住宅	Lv3
UA値	0.26 W/m ² K
Q値	0.9 W/m ² K
η AC値	0.6
C値	0.7 cm ² /m ²
暖房負荷	7.31 kWh/m ²
冷房負荷	13.9 kWh/m ²

横浜

品確法等級	西方設計 断熱レベル	断熱水準		地域区分 (W/m ² K)	
				5 地域	6 地域
断熱等級 4		H4 年基準	Q 値	2.70	2.70
			UA 値	0.87	0.87
断熱等級 5 ZEH 基準		HEAT20 G1	Q 値	1.90	1.90
			UA 値	0.60	0.60
等級 6	標準下限	Q1 住宅 L1 HEAT20 G2	Q 値	1.70	1.70
			UA 値	0.46	0.46
等級 6.5	標準	Q1 住宅 L2 HEAT20 G2.5	Q 値	1.20	1.20
			UA 値	0.30	0.30
等級 7	推奨	Q1 住宅 L3 HEAT20 G3	Q 値	1.05	1.05
			UA 値	0.26	0.26
		Q1 住宅 L4			
		パッシブハウス			

断熱等級 4 以外の Q 値 : 西方設計案

G2.5 の UA 値 : 西方設計案

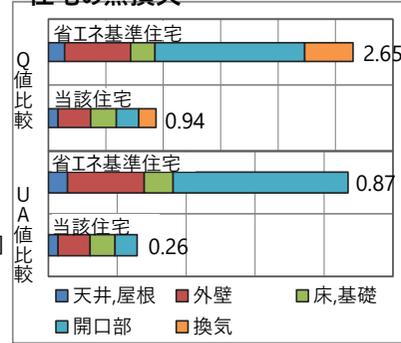
性能計算結果（全消費エネルギー）（横浜）

Serial No.0053

住宅性能計算結果

- ・Q値 0.94 [W/m²K]
 - ・UA値 0.26 [W/m²K]
 - ・ηA値 0.6 [-]
 - ・暖房負荷 807 [kWh]
 - ・冷房負荷 1528 [kWh]
- 1㎡当たり
- ・暖房エネルギー 7 [kWh/m²K]
 - ・一次エネルギー合計 502 [MJ/m²K]

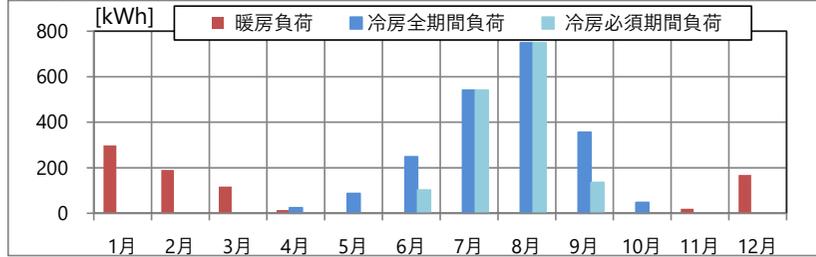
住宅の熱損失



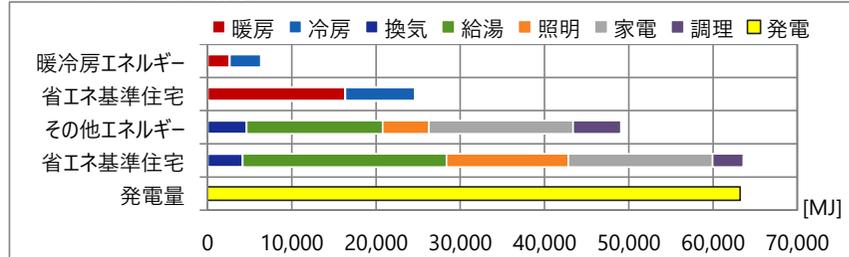
一次エネルギー計算結果

	当該住宅 [MJ]	省エネ基準 基準値[MJ]	低炭素住宅 基準値[MJ]	エネルギー価格[円]	
				当該住宅	基準住宅
暖房	2,626	16,336	14,702	9,415	58,573
冷房	3,729	8,285	7,457	13,371	29,711
換気	4,652	4,173	3,756	16,683	14,964
給湯	16,127	24,195	21,775	24,786	37,185
照明	5,504	14,454	13,008	19,738	51,832
家電	17,110	20,781	20,781	61,359	74,524
調理	5,669			20,330	
合計	55,418	88,224	81,479	165,682	266,788
発電	63,231	-	-	103,658	-

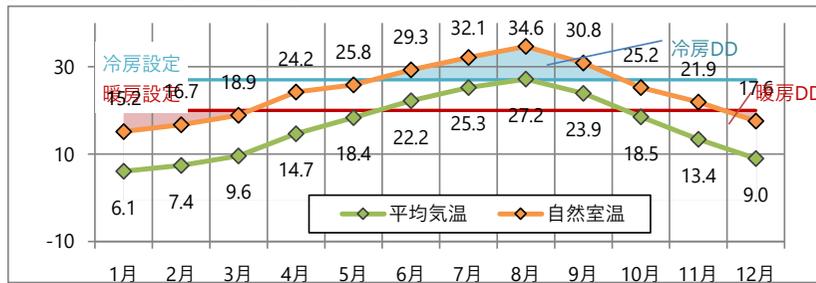
月別暖冷房エネルギー



一次エネルギー計算結果

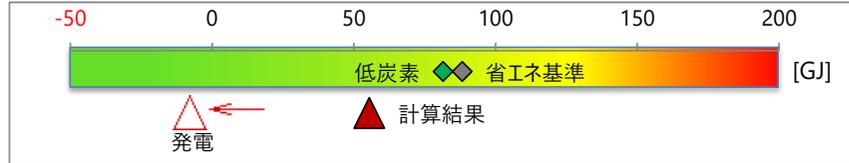


各月の平均外気温と平均室温



※自然室温：空調なしでの、日射取得と室内発熱による月平均室温です。
暖冷房負荷は熱損失と上記暖房(冷房)DDより計算します。

住宅の省エネ性能



仕様概要

- 屋根：HGW16K 105&105mm+HGW16K 105mm
- 外壁：HGW16K 105&210mm
- 基礎：ビーズ法PSF1号(旧JIS:特号) 100mm + なし mm
- 暖房設備：ヒートポンプ 効率3
- 換気設備：ダクト式第一種 熱交換あり
- 照明設備(主居室)：全てLED
- サッシ：YKK APW430
- ガラス：ECLAZ Ar10トリプル Ar10
- ※窓は南面1窓を表示
- 冷房設備：ルームエアコン 効率4
- 給湯設備：電気ヒートポンプ給湯機
- 太陽光発電：6.5kW 調理設備：電気

ガス		電気		灯油		LPガス	
13A一般契約 仙台市ガス局		60アンペア契約 東北電力		みやぎ生協		みやぎ生協	
月基本料金	¥ 647.90	月基本料金	¥ 1,925.00	月基本料金	¥ -	月基本料金	¥ 1,760.00
従量料金単価 (1m3あたり)	¥ 195.86	従量料金単価 (1キロワット時あたり)	¥ 18.58	従量料金単価 (1リットルあたり)	¥ 115.00	従量料金単価 (1m3あたり)	¥ 579.70
同上 東京ガス (参考)	¥ 145.31	同上 120キロワット時超過分	¥ 25.33			同上 10m3超過分	¥ 557.70
同上 山形ガス (参考)	¥ 245.46	同上 300キロワット時超過分	¥ 29.28			同上 20m3超過分	¥ 535.70
同上 福島ガス (参考)	¥ 238.28	燃料費調整単価 (1キロワット時)	¥ 3.36			同上 30m3超過分	¥ 513.70
同上 弘前ガス (参考)	¥ 344.29	再エネ発電課金 (1キロワット時)	¥ 3.45				
月使用量 (m3)	3	月使用量 (キロワット時)	333	月使用量 (リットル) 2ヶ月分	70	月使用量 (m3)	10
月使用量 (メガジュール)	135	月使用量 (メガジュール)	1198.8	月使用量 (メガジュール)	2554	月使用量 (メガジュール)	1010
月使用量 (kcal)	32,265	月使用量 (キロカロリー)	286,513	月使用量 (キロカロリー)	610,478	月使用量 (キロカロリー)	241,390
従量料金	¥ 588	従量料金	¥ 8,845	従量料金	¥ 8,050	従量料金	¥ 5,797
エネルギー単価 (円/メガジュール)	¥ 4.35	エネルギー単価 (円/メガジュール)	¥ 7.38	エネルギー単価 (円/メガジュール)	¥ 3.15	エネルギー単価 (円/メガジュール)	¥ 5.74
エネルギー単価 (円/kcal)	¥ 18.2	エネルギー単価 (円/kcal)	¥ 30.9	エネルギー単価 (円/kcal)	¥ 13.2	エネルギー単価 (円/kcal)	¥ 24.0
基本料金込み総計	¥ 1,235	基本料金込み総計	#####			基本料金込み総計	¥ 7,557
エネルギー単価 (円/メガジュール)	¥ 9.15	エネルギー単価 (円/メガジュール)	¥ 9.97			エネルギー単価 (円/メガジュール)	¥ 7.48
エネルギー単価 (円/kcal)	¥ 38.3	エネルギー単価 (円/kcal)	¥ 41.7	エネルギー単価 (円/kcal)	¥ 13.2	エネルギー単価 (円/kcal)	¥ 31.3

都市ガスの熱量は 45 MJ/m3
 1 MJ=239 kcal
 HHVベース

仙台市ガス局2022.07月 ¥ 200.78

電気の熱量は 3.6 MJ/kWh

灯油の熱量は 36.49 MJ/l
 8718 kcal/l

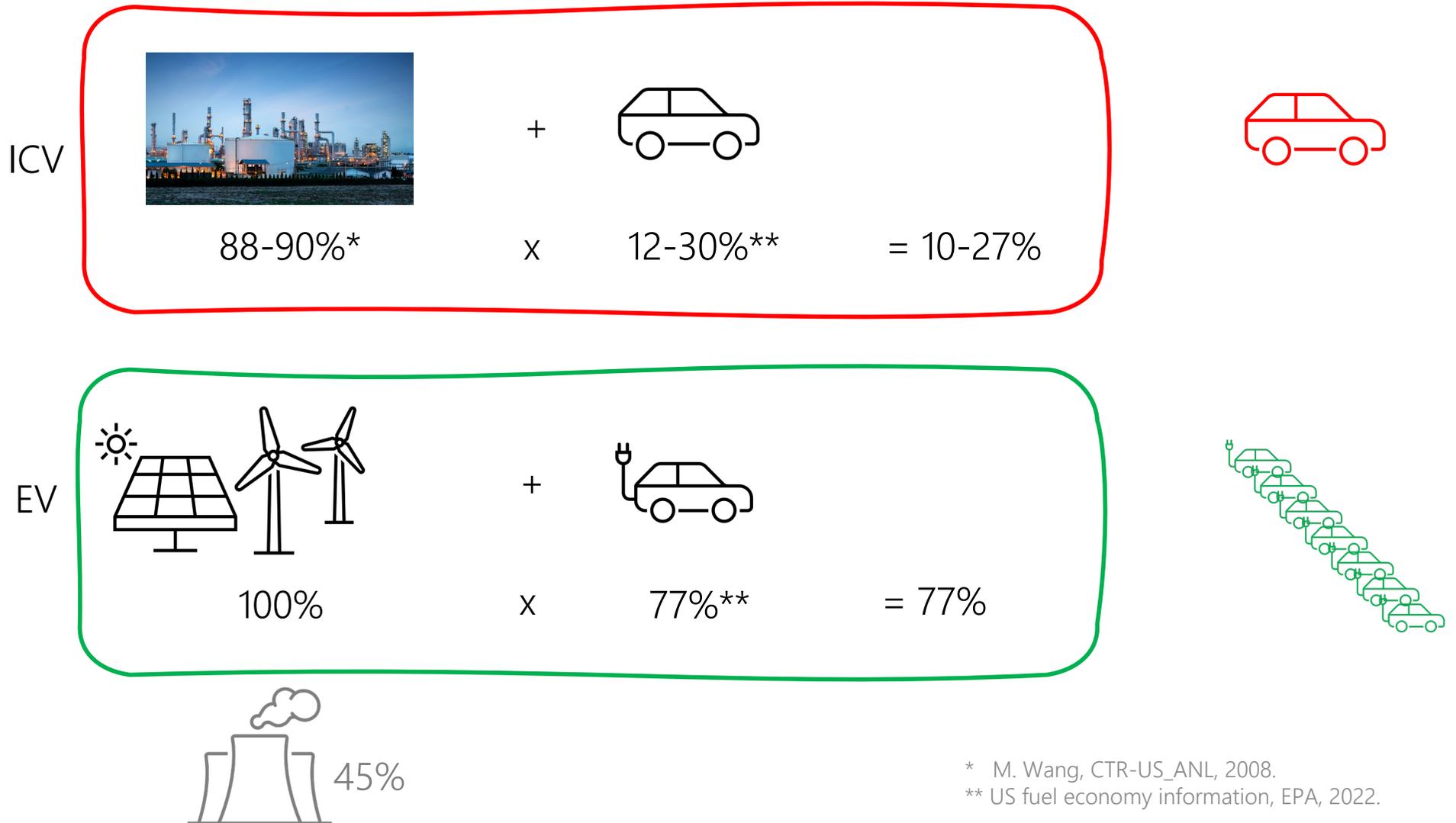
LPガスの熱量は 101 MJ/m3
 1 MJ=239 kcal

2. くるま選び



Plannning

自動車の総合エネルギー効率 η



3. 地域計画づくり



Planning

① デジタル情報（携帯位置情報、スマートメータ）を活用したエネルギー需給分析



② 地域エネルギー需給データベース作成



クロスボーダー

③ 都市部と地方部が相互に特性を補完しエネルギーを融通する地域間連携モデル

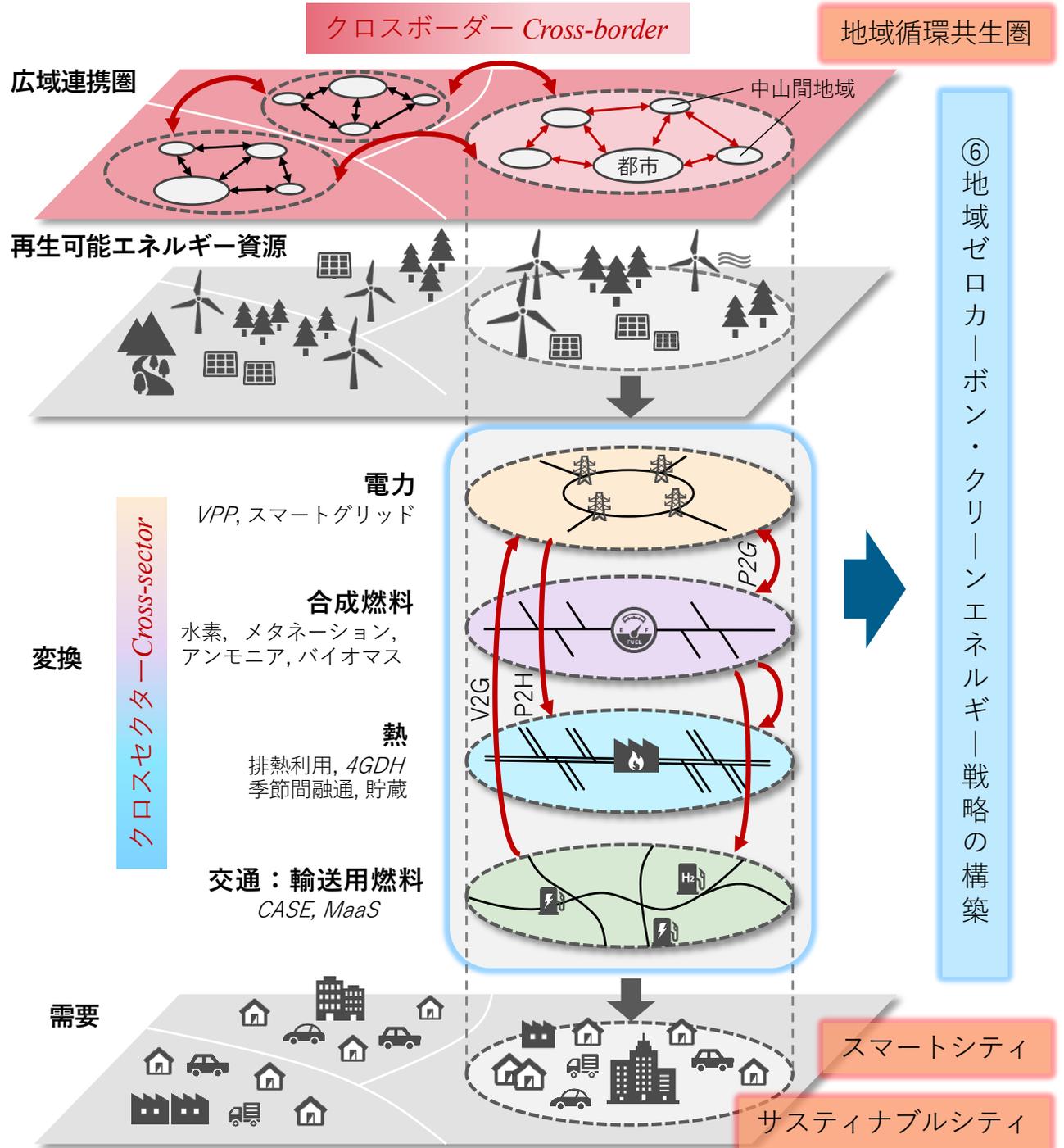


クロスセクター

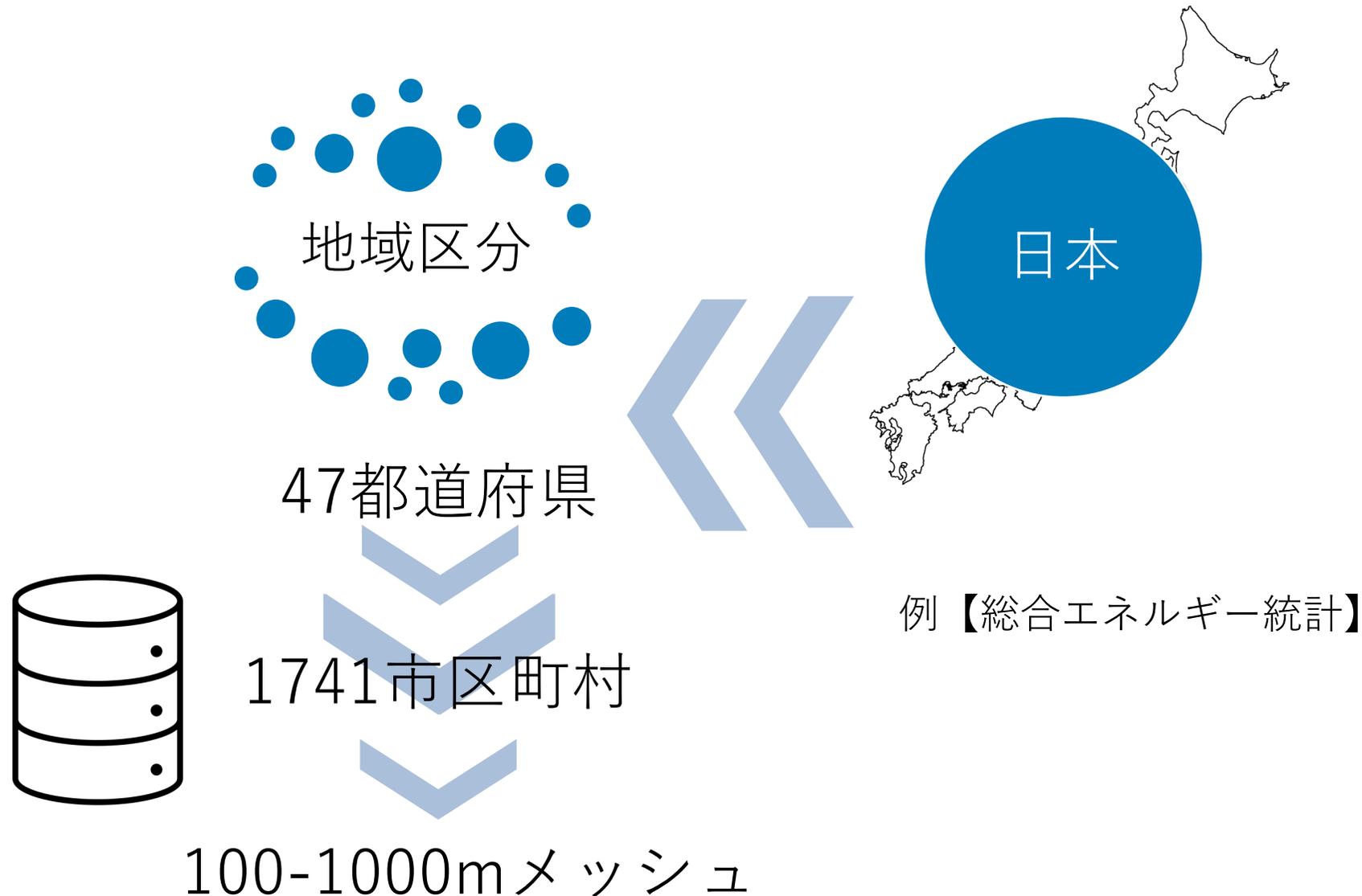
④ 需要部門とエネルギーキャリアを統合利用するセクターカップリング



⑤ 地域エネルギーシステムの統合デザイン



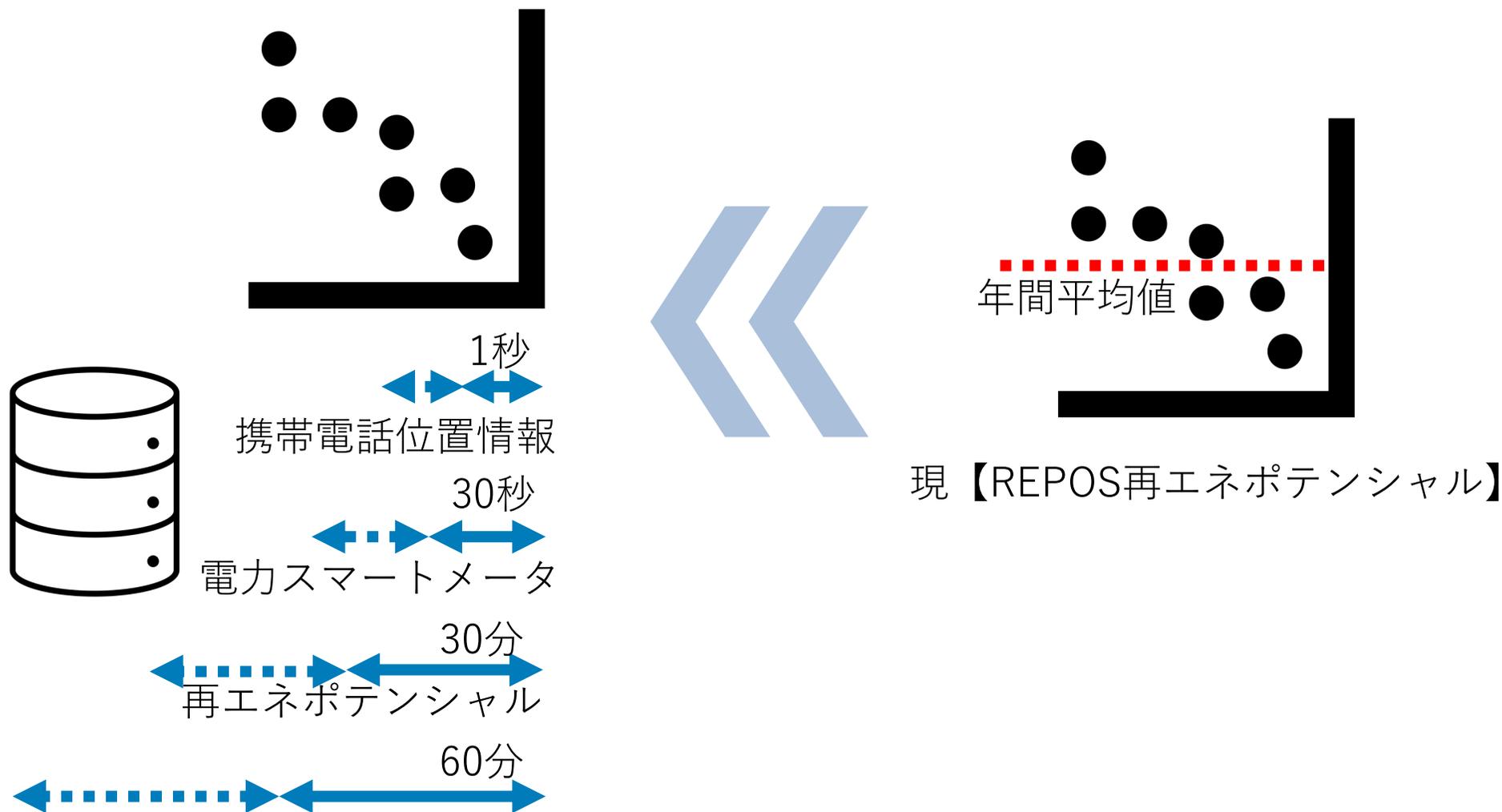
課題1 データ空間解像度の向上



GIS地理情報システムと連動したデータ可視化とオープンアクセス環境の整備。

課題2 データ時間解像度の向上

変動特性を表す個データ把握こそ、再エネ導入の基本。



ビッグデータの整備とオープンアクセス環境が必須。



買電



1D

1M

1Y



2024年8月30日



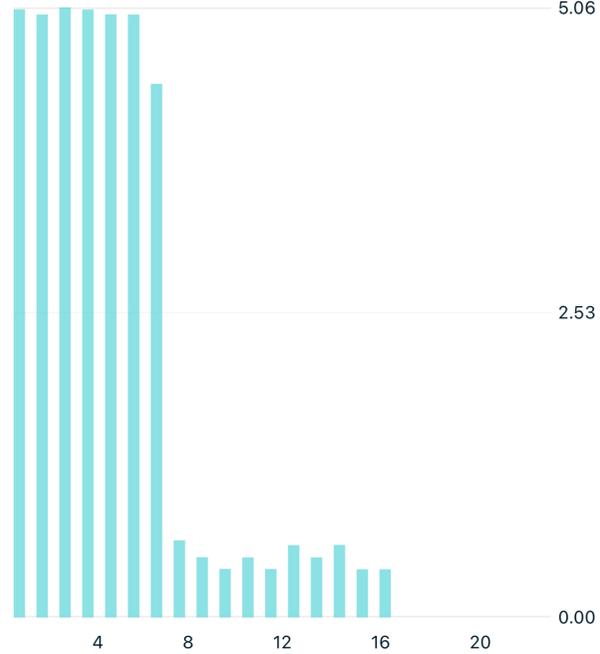
午後5時

0.000 kWh

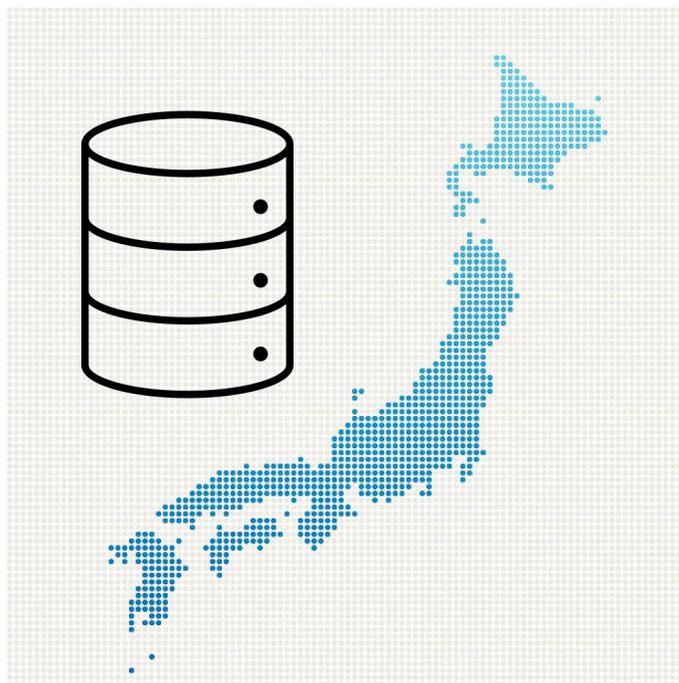
kWh
5.06

2.53

0.00



課題3 データ推定手法の向上

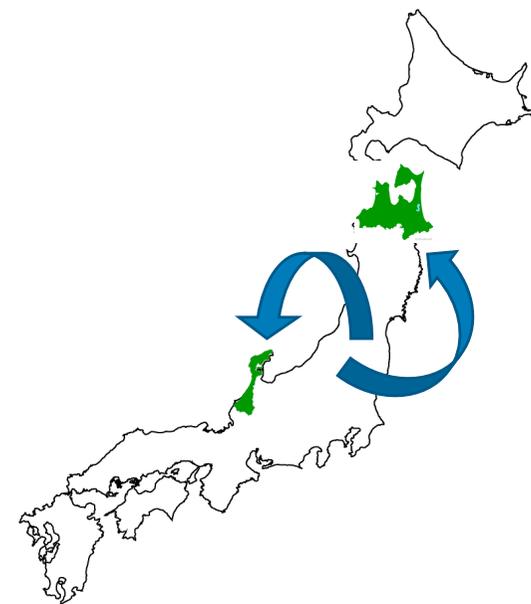
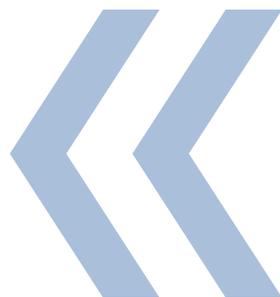


【積み上げ法】

個データのエビデンス*を取得して、これを積算して各地域データを特定。

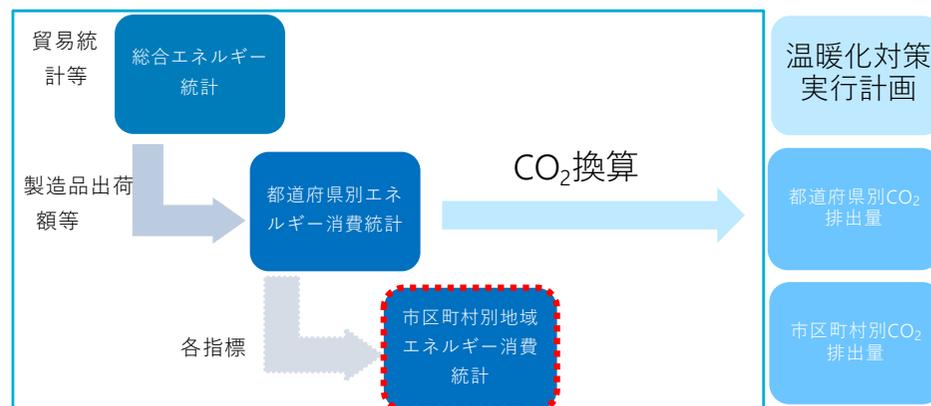
* 電力スマートメータ、携帯位置情報などの最新のビッグデータ。

個データの収集、分析、推定、地域エネルギーデータベース構築に反映可能。



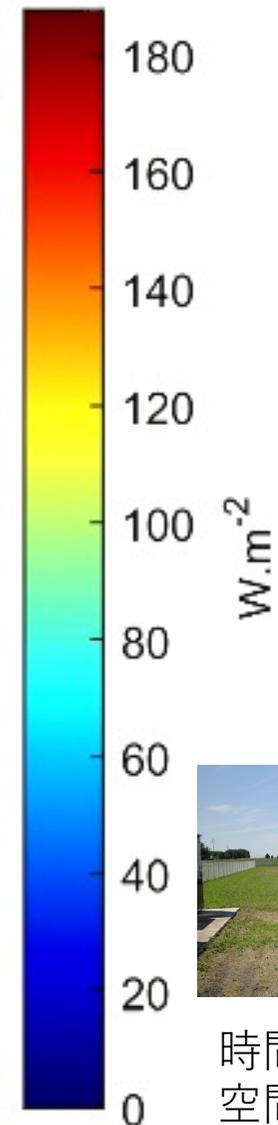
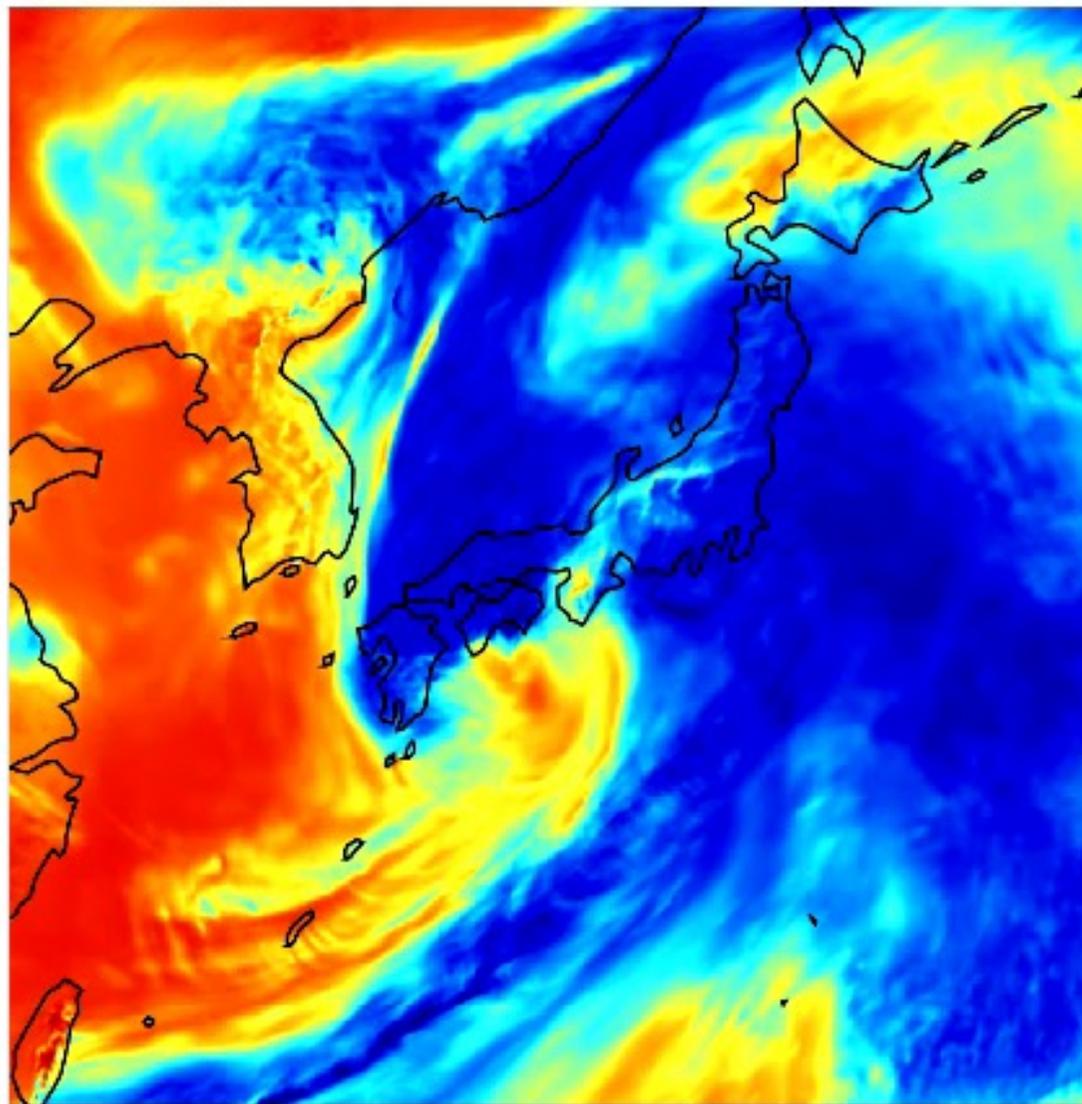
現【按分法】

全国値を按分指標で割り出して地域データを推定。



課題 4 太陽光発電ポテンシャルの推定

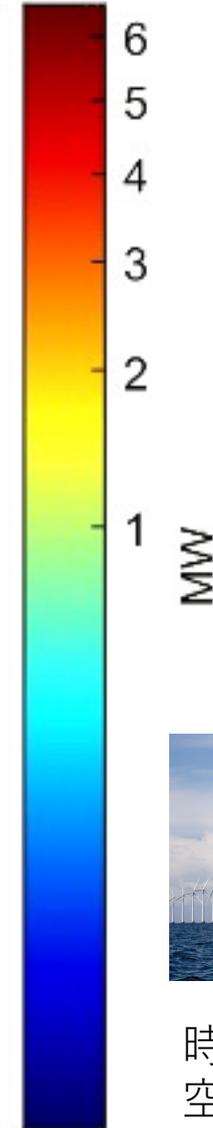
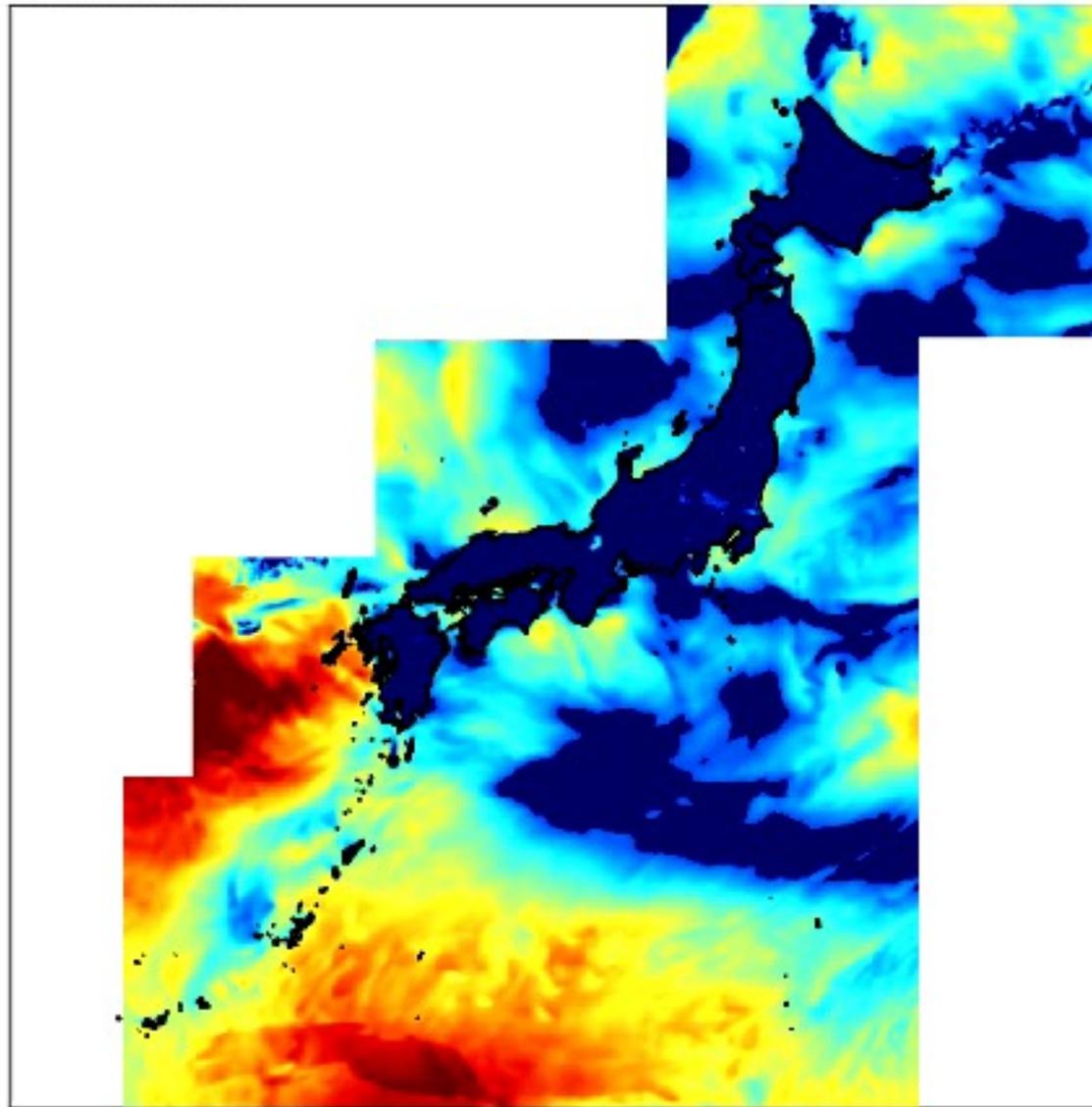
2019/06/15



時間解像度 : 30分
空間解像度 : 1 km
期間 : 年間

課題 5 風力発電ポテンシャルの推定

2019/08/26



時間解像度 : 30分
空間解像度 : 1 km
期間 : 年間

市区町村別エネルギー消費量 公開イメージ

(例) 北海道函館市のエネルギー消費統計表

エネルギー資源・キャリア

2015FY	Code	100	150	200	250	250A	250B	400	450	500	550	600	700	800	900	910	920
Code	Energy Unit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2015FY	Display Unit	石炭+ TJ	石炭製品+ TJ	原油+ TJ	石油製品+ TJ	軽質油製品 TJ	重質油製 TJ	天然ガス+ TJ	都市ガス+ TJ	再生可能・ TJ	非事業用水力+ TJ	原子力発電 TJ	電力+ TJ	熱+ TJ	合計 TJ	エネルギー TJ	非エネルギー TJ
500000	Final Energy Cons 最終エネルギー消費	626.7	130.9	0.5	13,089.4	11,551.1	1,538.3	177.0	3,169.9	182.5	0.0	0.0	5,432.9	133.5	22,943.2	22,573.5	369.7
600000	Industry 企業・事業所他	626.7	83.3	0.5	1,229.4	464.8	764.6	177.0	888.6	104.8	0.0	0.0	626.7	17.1	3,754.1	3,388.4	365.6
610000	ABCD Agricultu 農林水産鉱建設業	0.0	0.0	0.0	303.4	136.0	167.3	32.7	3.6	0.1	0.0	0.0	50.0	0.0	389.7	341.8	48.0
611000	AB Agricultu 農林水産業	0.0	0.0	0.0	144.1	28.4	115.7	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	22.4	0.0	167.4	161.6	5.8
612000	C Mining, C 鉱業他	0.0	0.0	0.0	50.3	47.5	2.9	32.7	0.7	0.0	0.0	0.0	15.7	0.0	99.3	99.3	0.0
615000	D Constru 建設業	0.0	0.0	0.0	108.9	60.2	48.7	0.0	2.1	0.1	0.0	0.0	11.9	0.0	123.0	80.8	42.2
620000	E Manufac 製造業	626.7	83.3	0.5	926.1	328.8	597.2	144.4	885.0	104.7	0.0	0.0	576.7	17.1	3,364.4	3,046.7	317.7
621000	E09-10 Manufa 食品飲料製造業	0.7	2.3	0.0	521.6	44.8	476.7	22.8	570.3	44.7	0.0	0.0	327.8	1.8	1,491.9	1,491.9	0.0
622000	E11 Manufa 繊維工業	1.3	0.0	0.0	15.4	1.5	14.0	0.0	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.4	35.4	0.0
623000	E12-13 Manufa 木製品・家具他工業	0.0	0.0	0.0	5.2	4.5	0.6	0.0	0.4	21.7	0.0	0.0	3.7	0.0	31.1	31.1	0.0
624000	E14 Manufa パルプ・紙・紙加工品製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
625000	E15 Printin 印刷・同関連業	0.0	0.0	0.0	1.6	0.7	1.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	9.4	9.4	0.0
626000	E16-17 Manufa 化学工業(含石油石炭製品)	0.0	0.4	0.5	299.8	258.2	41.6	4.9	219.5	0.6	0.0	0.0	12.2	0.7	538.5	225.6	313.0
627000	E18-20 Manufa プラスチック・ゴム・皮革製品製造業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
628000	E21 Manufa 窯業・土石製品製造業	168.5	1.3	0.0	22.8	4.4	18.4	0.0	2.3	20.0	0.0	0.0	7.8	1.1	223.9	223.9	0.0
629000	E22-E24 Manufa 鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	456.2	79.2	0.0	23.3	2.2	21.2	6.5	9.7	17.6	0.0	0.0	39.6	12.7	644.8	640.1	4.7
630000	E25-E31 Manufa 機械製造業	0.0	0.0	0.0	31.6	10.7	21.0	110.2	60.5	0.0	0.0	0.0	175.0	0.8	378.1	378.1	0.0
641000	E32 Miscell 他製造業	0.0	0.0	0.0	4.7	2.0	2.8	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	11.1	11.1	0.0
650000	F-S Commer 業務他(第三次産業)	0.0	47.6	0.0	1,783.5	1,009.8	773.7	0.0	1,223.8	77.7	0.0	0.0	2,563.7	87.6	5,784.0	5,779.9	4.1
651000	F Electrici 電気ガス熱供給水道業	0.0	0.0	0.0	7.0	1.1	5.9	0.0	9.8	56.8	0.0	0.0	125.6	0.0	199.2	199.2	0.0
652000	G Informat 情報通信業	0.0	0.0	0.0	3.0	2.8	0.3	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	116.8	0.2	132.6	132.6	0.0
653000	H Transpo 運輸業・郵便業	0.0	0.0	0.0	149.9	138.9	11.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	90.7	0.4	246.9	246.9	0.0
654000	I Wholesal 卸売業・小売業	0.0	0.0	0.0	155.9	135.5	20.4	0.0	132.6	0.0	0.0	0.0	750.6	9.0	1,048.2	1,048.2	0.0
655000	J Finance 金融業・保険業	0.0	0.0	0.0	7.2	3.9	3.3	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	21.3	0.4	33.2	33.2	0.0
656000	K Real Est 不動産業・物品賃貸業	0.0	0.0	0.0	83.7	25.6	58.0	0.0	11.4	0.0	0.0	0.0	29.0	10.4	134.4	134.4	0.0
657000	L Scientifi 学術研究・専門・技術サービス業	0.0	0.0	0.0	13.5	12.0	1.5	0.0	12.9	0.0	0.0	0.0	25.5	2.2	54.1	54.1	0.0
658000	M Accom 宿泊業・飲食サービス業	0.0	0.0	0.0	452.4	272.5	180.0	0.0	337.8	0.1	0.0	0.0	558.3	5.8	1,354.5	1,354.5	0.0
659000	N Living R 生活関連サービス業・娯楽業	0.0	2.8	0.0	258.4	100.3	158.1	0.0	179.3	0.2	0.0	0.0	245.1	0.0	685.8	685.8	0.0
660000	O Educatio 教育・学習支援業	0.0	0.0	0.0	66.2	43.8	22.4	0.0	156.4	6.4	0.0	0.0	165.6	0.5	395.1	395.1	0.0
661000	P Medical 医療・福祉	0.0	0.0	0.0	274.7	135.9	138.8	0.0	287.6	0.3	0.0	0.0	268.8	6.3	837.8	837.8	0.0
662000	Q Compou 複合サービス事業	0.0	0.0	0.0	3.7	3.6	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	10.2	10.2	0.0
663000	R Miscella 他サービス業	0.0	44.6	0.0	157.7	80.7	77.1	0.0	40.8	13.8	0.0	0.0	103.2	3.2	363.2	359.1	4.1
680000	S Governn 公務	0.0	0.2	0.0	141.6	51.0	90.6	0.0	12.7	0.0	0.0	0.0	49.1	0.4	204.1	204.1	0.0
699999	Unable t 業種不明・分類不能	0.0	0.0	0.0	8.6	2.2	6.3	0.0	19.1	0.0	0.0	0.0	8.3	48.7	84.6	84.6	0.0
700000	X Resident 家庭	0.0	0.0	0.0	4,133.5	4,133.5	0.0	0.0	1,057.4	0.0	0.0	0.0	2,242.4	28.8	7,462.2	7,462.2	0.0
800000	Transpo 運輸	0.0	0.0	0.0	5,942.9	5,942.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,942.9	5,942.9	0.0
810000	Passeng 旅客	0.0	0.0	0.0	3,963.8	3,963.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,963.8	3,963.8	0.0
811000	Freight T 貨物	0.0	0.0	0.0	1,979.1	1,979.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,979.1	1,979.1	0.0

需要部門

(例)

家庭部門の
年間石油消費量

(例)

産業部門・機械製造業の
年間電力消費量

部門別エネルギー消費構成による市区町村の類型化

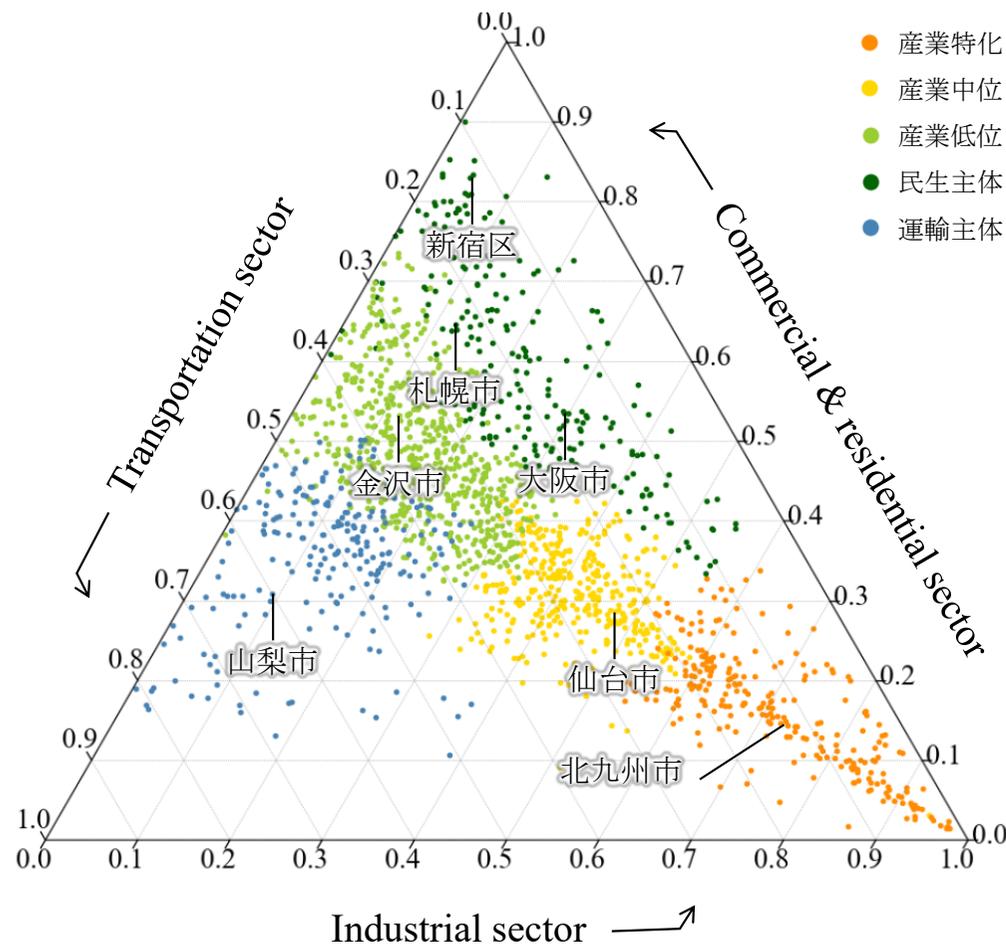


図 三角グラフ

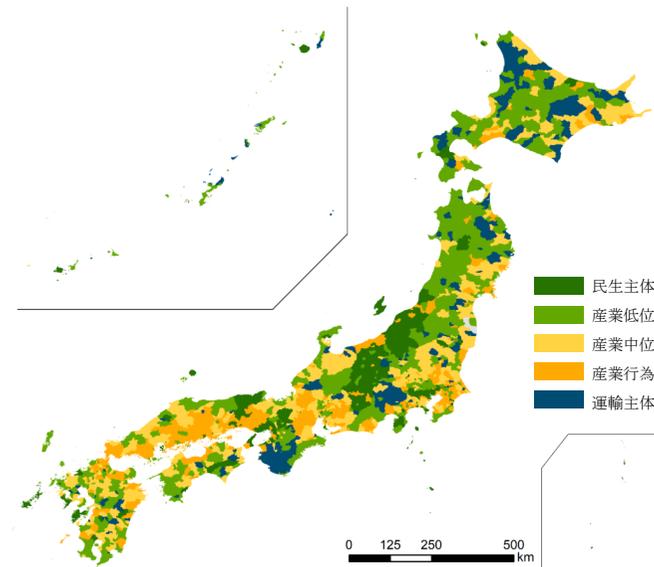


図 地理分布

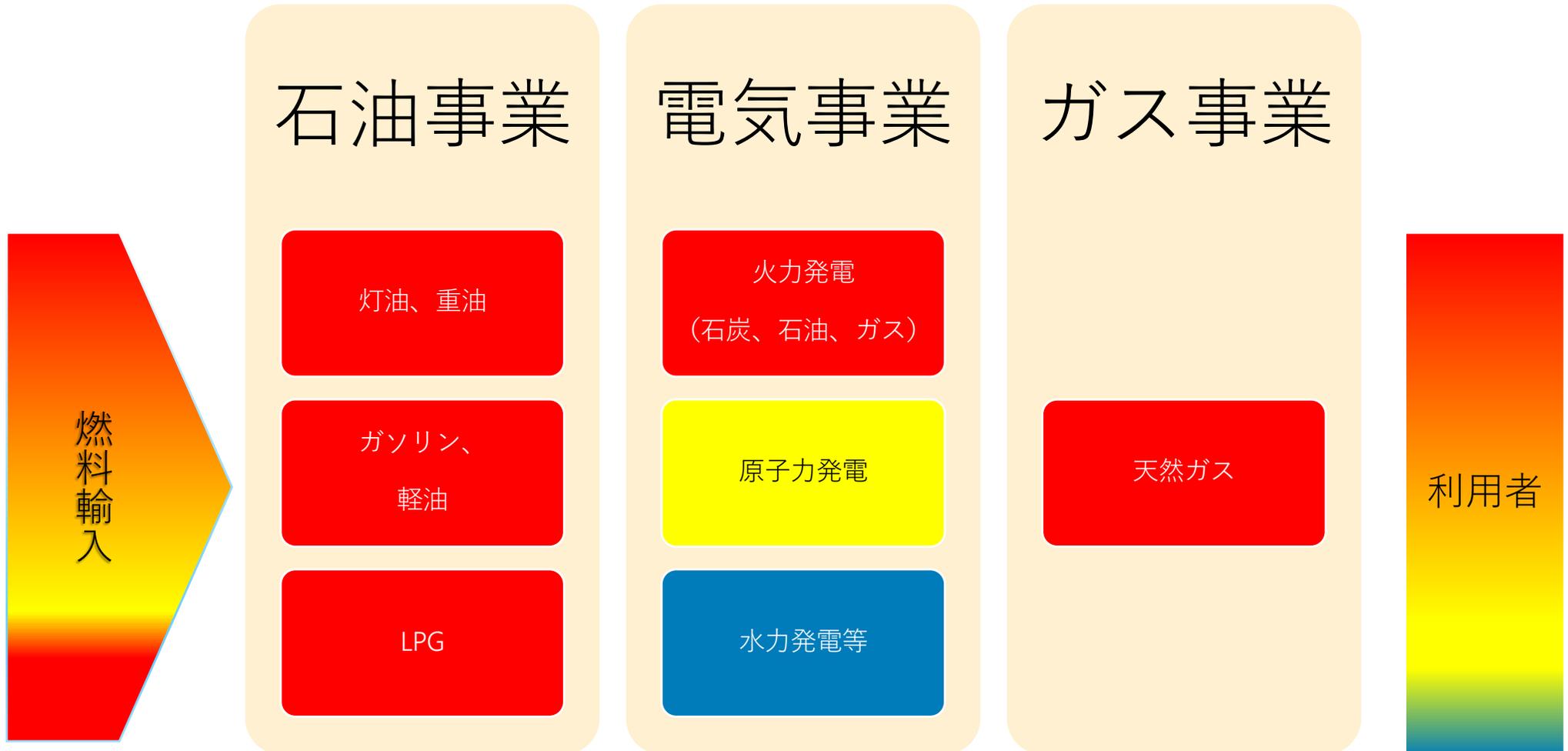
TFEC [PJ]	産業特化 クラスター	産業中位 クラスター	民生主体 クラスター	産業低位 クラスター	運輸主体 クラスター	地域数 合計
5.0~	191 北九州市 (工業地域)	145 横浜市 (中核市)	89 東京特別区 (大都市)	109 札幌市 (県庁所在地)	12 南アルプス市	546
1.0~5.0	60 大衡村 (工場立地)	177 寒河江市	76 軽井沢町 (観光地)	270 小国町	52 六ヶ所村	635
0.5~1.0	5 奥多摩町	36 南三陸町	30 草津町 (観光地)	115 ニセコ町	52 平泉町	238
~0.5	5 渡名喜村	14 日野町	42 渡嘉敷村 (離島)	137 橋原市	118 西粟倉村	316
地域数合計	261	372	237	631	234	1,735

類型化手法：階層的クラスター分析 (Ward法)
 分類指標：TFECに占める産業，業務，家庭，運輸部門の割合

目 標



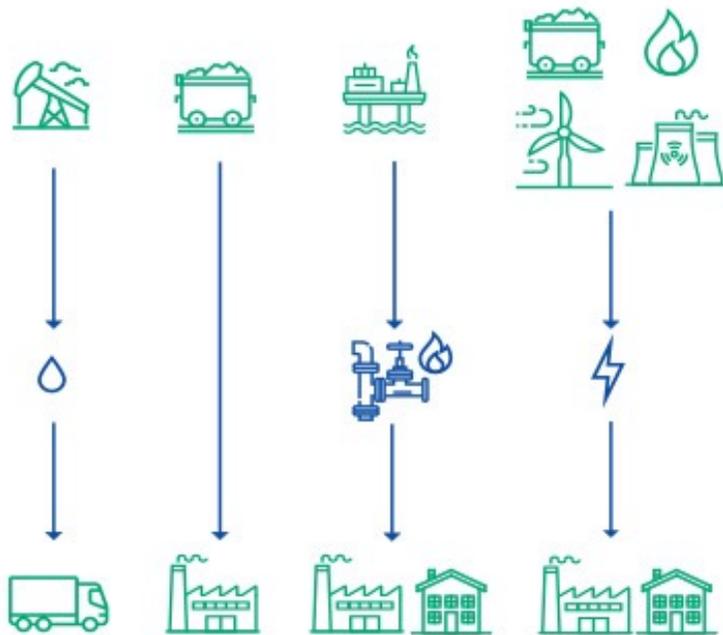
現状のエネルギーシステム



エネルギーシステムの統合戦略

The energy system today :

linear and wasteful flows of energy, in one direction only

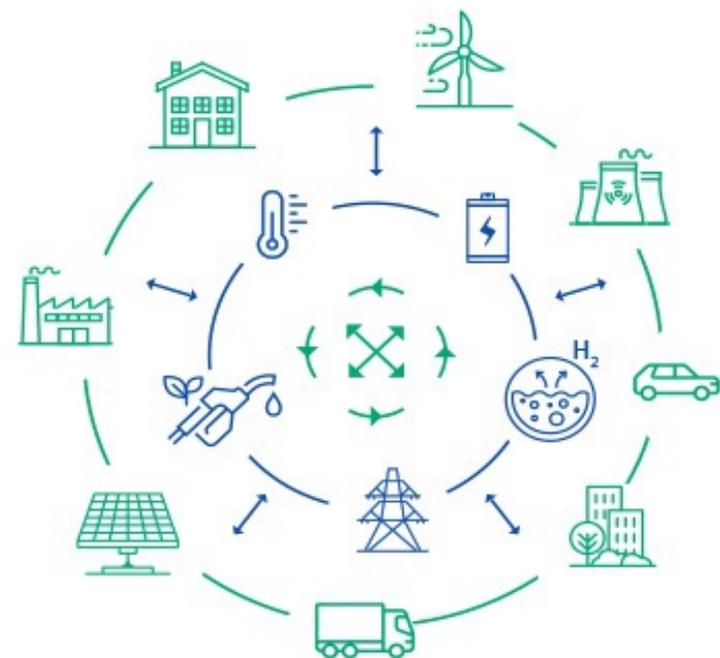


現状

燃料種毎の局所最適化

Future EU integrated energy system :

energy flows between users and producers, reducing wasted resources and money

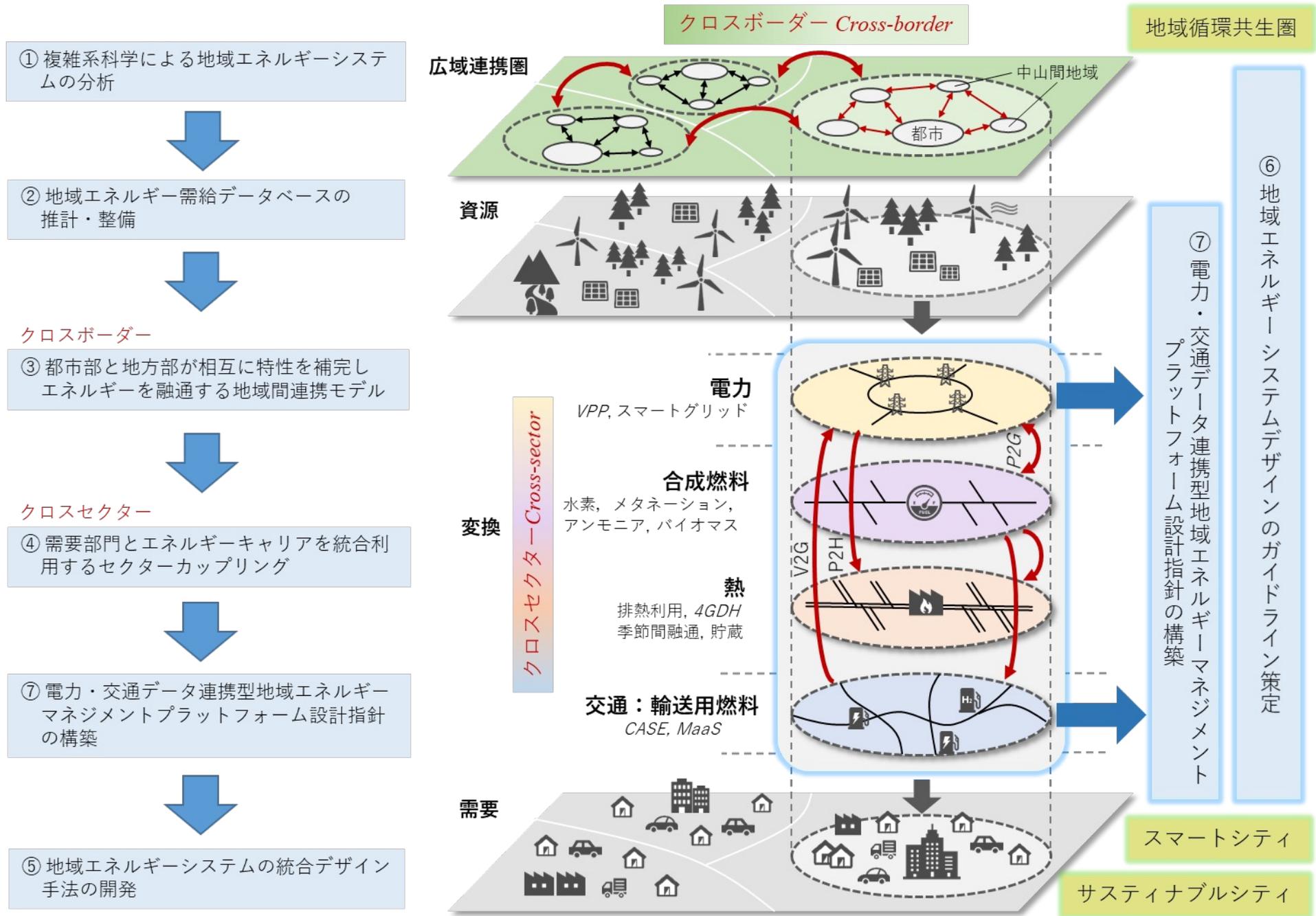


次世代

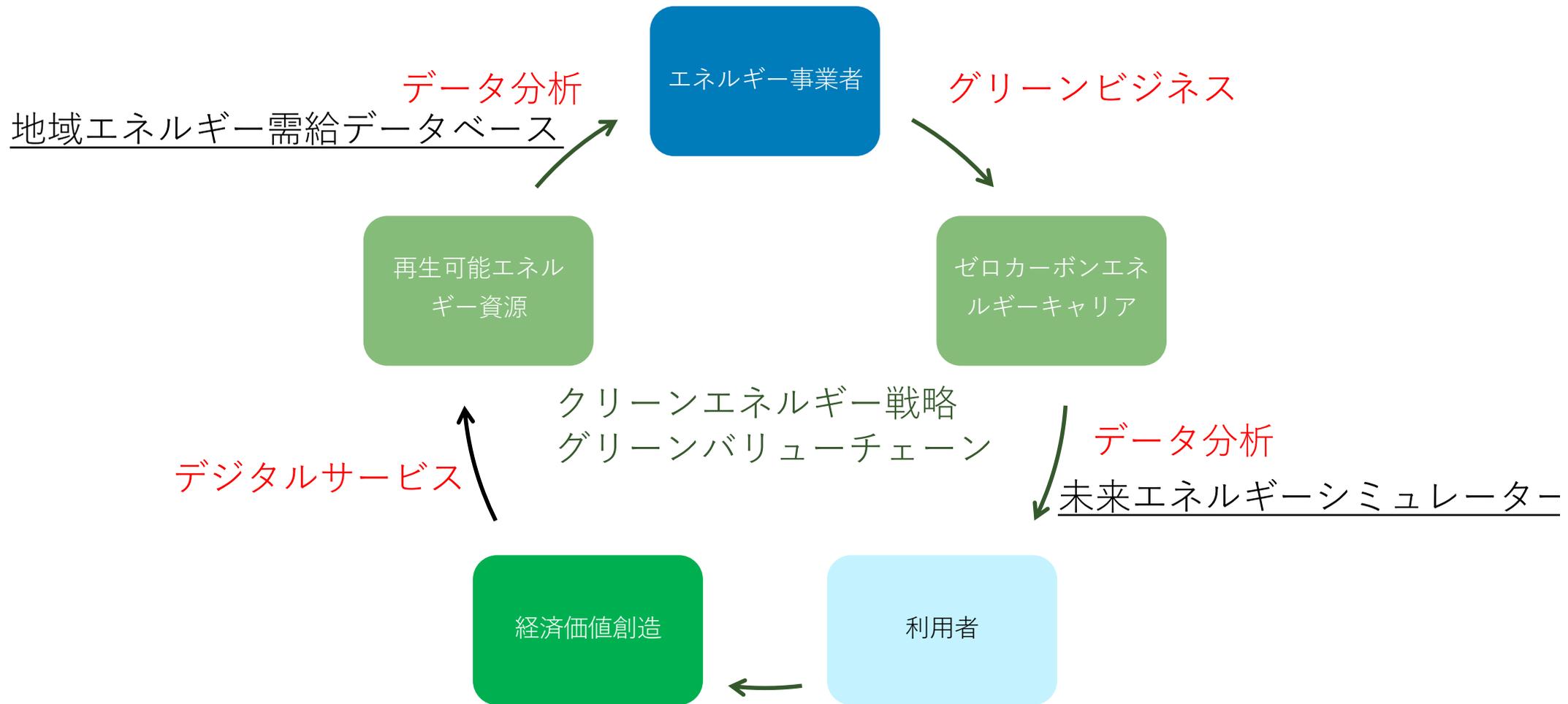
全体最適化の解とした持続可能社会

EU strategy on energy system integration (2020)

OUR COMMON FUTURE 1987 → 2022 → 2050



カーボンニュートラル社会へのイノベーション

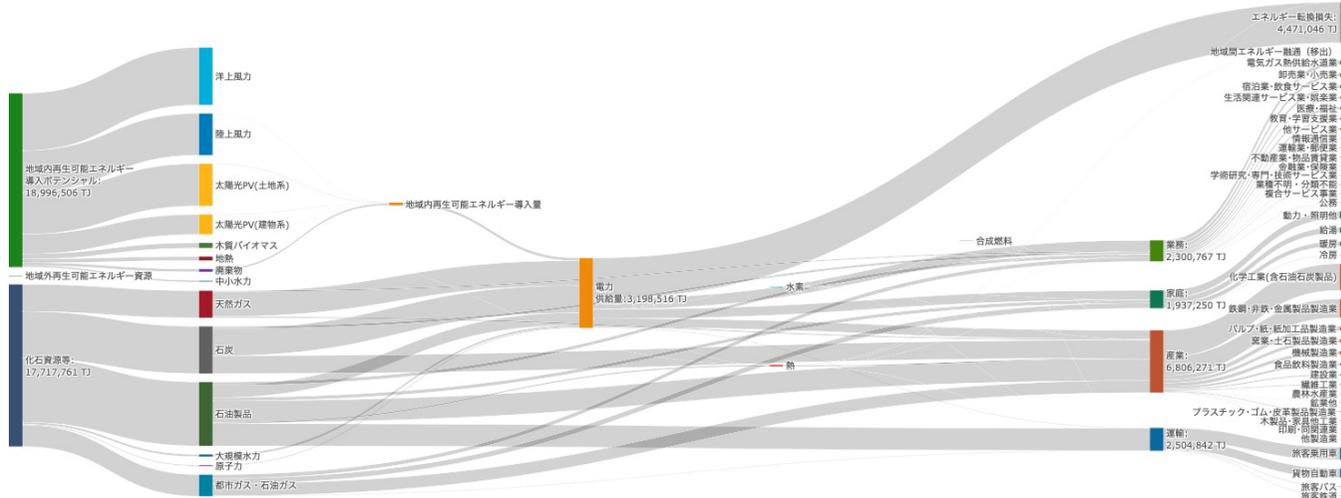


地域エネルギー需給データベース Japan Energy Database

- 47都道府県・1,741市区町村のオープンエネルギーデータと分析
ツール -

2013年 2019年

エネルギーフロー Energy Flow



JP 日本語 詳細表示

シミュレーションパラメータ Parameters for simulation

リセット Reset

再生可能エネルギー導入量 [TJ/年] Installation of Renewable Energy

陸上風力 Onshore Wind 21,488 / 4,544,904 TJ

洋上風力 Offshore Wind 0 / 6,261,693 TJ

太陽光PV (建物系) Solar PV - Building 28,072 / 2,154,715 TJ

太陽光PV (土地系) Solar PV - Utility scale 41,192 / 4,598,480 TJ

中小水力 Run of River 4,084 / 179,752 TJ

地熱 Geothermal Energy 22 / 415,501 TJ

木質バイオマス発電 Woody Biomass Power 12,169 / 550,922 TJ

木質バイオマスボイラー Woody Biomass Boiler 0 / 538,753 TJ

廃棄物 Municipal Solid Waste 195,387 / 290,538 TJ

エネルギー消費の想定 部門別電化率 Assumptions for Energy Demand Technology

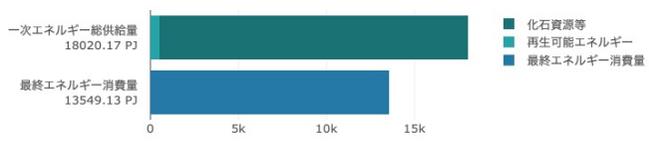
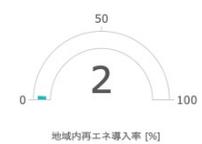
運輸部門電化率 Electrification Rate in Transportation Sector 2%

産業部門電化率 Electrification Rate in Industrial Sector 14%

業務部門電化率 Electrification Rate in Commercial Sector 51%

家庭部門電化率 Electrification Rate in Residential Sector 52%

燃料代替率



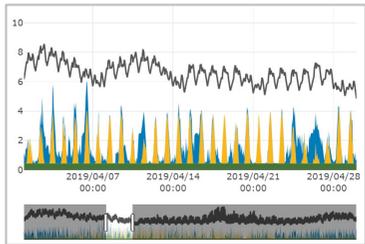
地域のカーボンニュートラル実現に貢献するエネルギーデータと分析ツール



市区町村別エネルギー消費統計表 Local Energy Consumption Data

公開中

1,741市区町村の業種別・エネルギー種別エネルギー消費量の推計データを整備



市区町村別再生可能エネルギー発電特性 Renewable Energy Characteristics

公開中

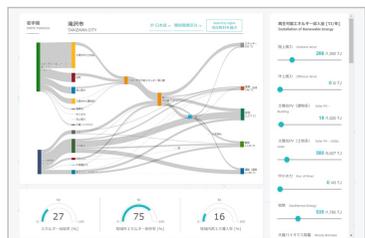
1,741市区町村の太陽光・風力発電の出力変動を時系列グラフにより可視化



エネルギー需給マップ Energy Supply/Demand Map

公開中

1,741市区町村のエネルギー消費量と再エネ資源量を地図上に可視化



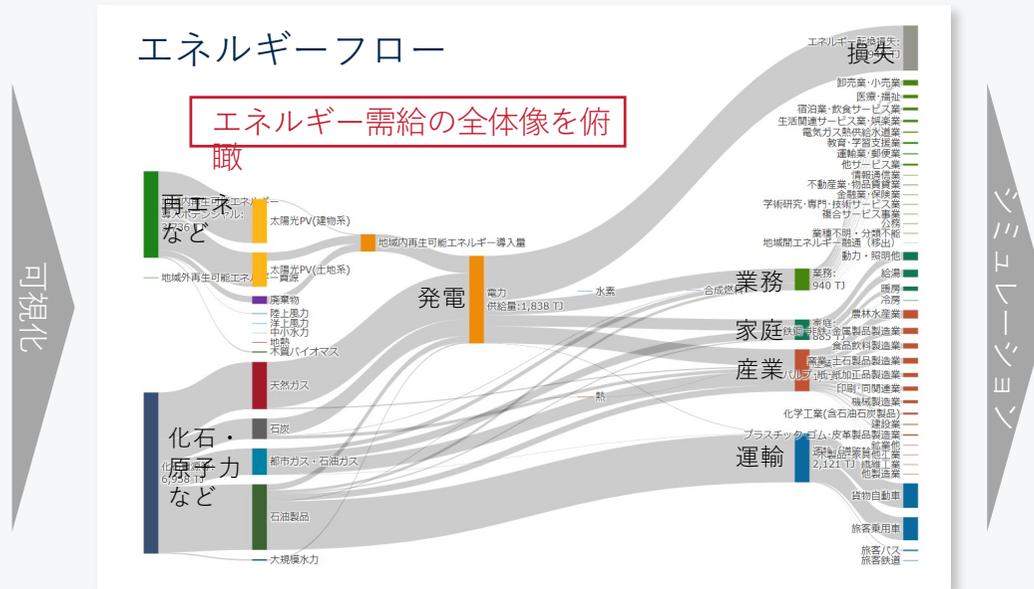
地域エネルギー需給シミュレーション Local Energy System Simulation

公開中

1,741市区町村や日本全体のエネルギー需給を誰でも簡単にシミュレーション

地域エネルギー需給データベース Japan Energy Database

- 1,741市区町村を対象に、エネルギー消費量と再生可能エネルギー資源量のデータ(地域エネルギー需給データ)を掲載。
- 各地域のエネルギー需給構造をエネルギーフロー図として可視化し、多面的な指標を用いて定量評価。
- 将来の脱炭素化を想定したエネルギー需給構造(エネルギーシステム)のシミュレーションが可能。



掲載コンテンツ

エネルギー消費量(統計表・市区町村マップ), 再生可能エネルギー導入ポテンシャル(マップ), 再生可能エネルギー移出ポテンシャル(マップ), エネルギーフロー図, 太陽光・風力発電出力変動特性, エネルギー起源CO₂排出量(概算), エネルギー自給率, エネルギー経済収支, 再生エ発電コスト 他

掲載URL

<https://energy-sustainability.jp>

掲載地域

47都道府県, 1,741市区町村 (特別区を含む。政令指定都市は行政区ごとに区分しない。)

ライセンス

クリエイティブ・コモンズ 表示-非営利 4.0 国際 パブリック・ライセンス



エネルギー消費統計表の概要と読み方

- エネルギー消費統計表は、エネルギー種別、需要部門別の年間エネルギー消費量をとりとめた表。
- どのエネルギー種が、どの需要部門でどれだけ消費されているかを把握し、将来の電化や燃料代替等といったエネルギー施策・脱炭素施策の効果を定量評価するための基礎データとして活用可能

エネルギー種の内訳

※札幌市の例

Code	100	150	200	250	250A	250B	400	450	500	550	600	700	800	900
Code	石炭	石炭製品	原油	石油製品	軽質油製品	重質油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー	事業用水	原子力発電	電力	熱	合計
Code	Coal	Coal Prod.	Oil	Oil Product	Light Oil	Heavy Oil Products	Natural Gas	City Gas	New & Ren.	Large-Sca	Nuclear	Er Electricity	Heat	Total
500000	8,114.5	707.3	1.5	75,046.3	68,539.5	6,506.8	1,818.5	15,372.5	1,226.4	0.0	0.0	37,285.4	897.8	140,470.0
610000	4,942.4	671.0	1.5	4,925.7	1,928.3	2,997.4	179.8	1,361.4	665.6	0.0	0.0	2,133.5	157.1	15,038.0
620000	4,942.3	670.8	1.5	2,110.6	767.1	1,343.5	155.3	1,306.0	665.5	0.0	0.0	1,720.4	157.1	11,729.5
629000	3,538.9	662.8	0.0	340.3	21.5	318.8	43.9	79.3	154.9	0.0	0.0	439.0	100.2	5,359.3
630000	0.0	0.6	0.0	25.3	6.1	19.2	84.1	44.4	0.2	0.0	0.0	170.8	1.6	327.0
641000	0.0	0.0	0.0	6.4	4.1	2.3	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.9
700000	0.0	0.0	0.0	28,091.2	28,091.2	0.0	0.0	5,513.4	138.8	0.0	0.0	15,794.4	220.0	49,757.8
800000	0.0	0.0	0.0	35,998.6	35,998.6	0.0	0.0	841.5	0.0	0.0	0.0	880.0	0.0	37,320.1
811000	0.0	0.0	0.0	22,932.3	22,932.3	0.0	0.0	841.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23,773.8
813000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,008.8
851000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	880.0	0.0	880.0

需要部門の内訳

最終エネルギー消費量

家庭部門の年間石油消費量

産業部門・機械製造業の年間電力消費量

※ エネルギー量の単位には、SI単位系のジュール(J)を採用しています。

1 TJ = 1,000,000 MJ ≒ 277,778 kWh

※ 発熱量には、低位発熱量を採用しています。

地域エネルギーシステムシミュレーションモデル

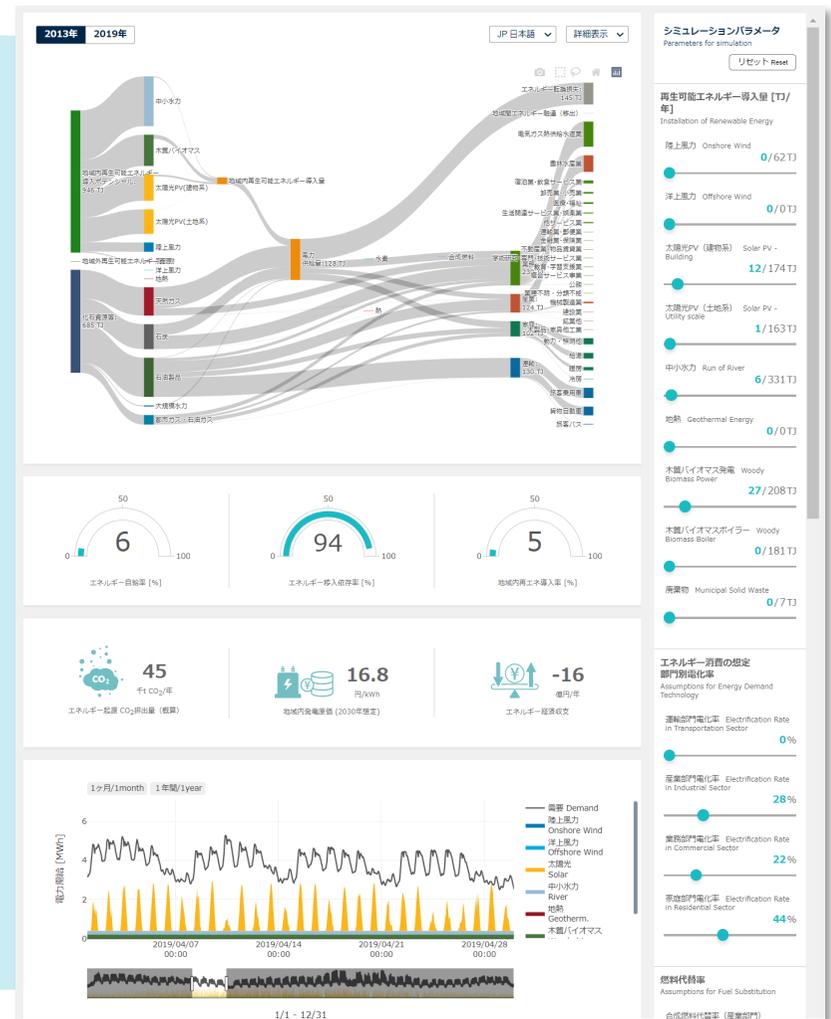
- 再エネの導入や需要家の電化、地域間連携によるエネルギーの移出入などの各種方策による地域エネルギー需給構造への影響を動的に計算するシミュレーションモデルを開発。
- エネルギーフロー図により計算結果を可視化しながら、エネルギー自給率やCO₂排出量、エネルギーコスト、エネルギー経済収支などの多面的指標を用いて地域エネルギーシステムを定量評価。

操作可能なパラメータ

- 再生可能エネルギー導入量
 - 陸上風力、洋上風力、太陽光PV、中小水力、木質バイオマス、廃棄物を考慮。
- 部門別電化率
 - 産業部門、業務部門、家庭部門、運輸部門の電化率をそれぞれ考慮。
- 燃料代替率（水素・合成燃料の想定）
 - Hard-to-abateセクターの脱炭素化に向けた水素や合成燃料の製造を考慮。
- 社会経済指標増減率（マクロフレーム）
 - 産業部門、業務部門、家庭部門、運輸(道路輸送)部門にそれぞれに対応した社会経済指標を考慮。
- 地域間エネルギー融通量
 - 連携した他地域からの電力融通量を想定。

多面的評価指標

- エネルギーフロー図**
地域のエネルギー需給の全体像を可視化。
- エネルギー自給率**
エネルギー需要に対する地域内再エネ供給量。
- 地域外エネルギー依存率**
エネルギー需要に占める地域外化石燃料等の割合。
- 地域内再エネ導入量**
再エネ導入ポテンシャルに対する導入量。
- 一次エネルギー総供給量**
- 最終エネルギー消費量**
- エネルギー起源CO₂排出量**
- 地域内再生可能エネルギー発電コスト**
- 地域エネルギー経済収支**



地域エネルギー需給データベースの利用状況

アクセス状況

2022/03/31 - 2022/12/31

表示回数：34,900 回（平均: 127回/日）

ユーザー数：9,452 人（日, 米, 中, 独, 英, 韓, 豪 他）

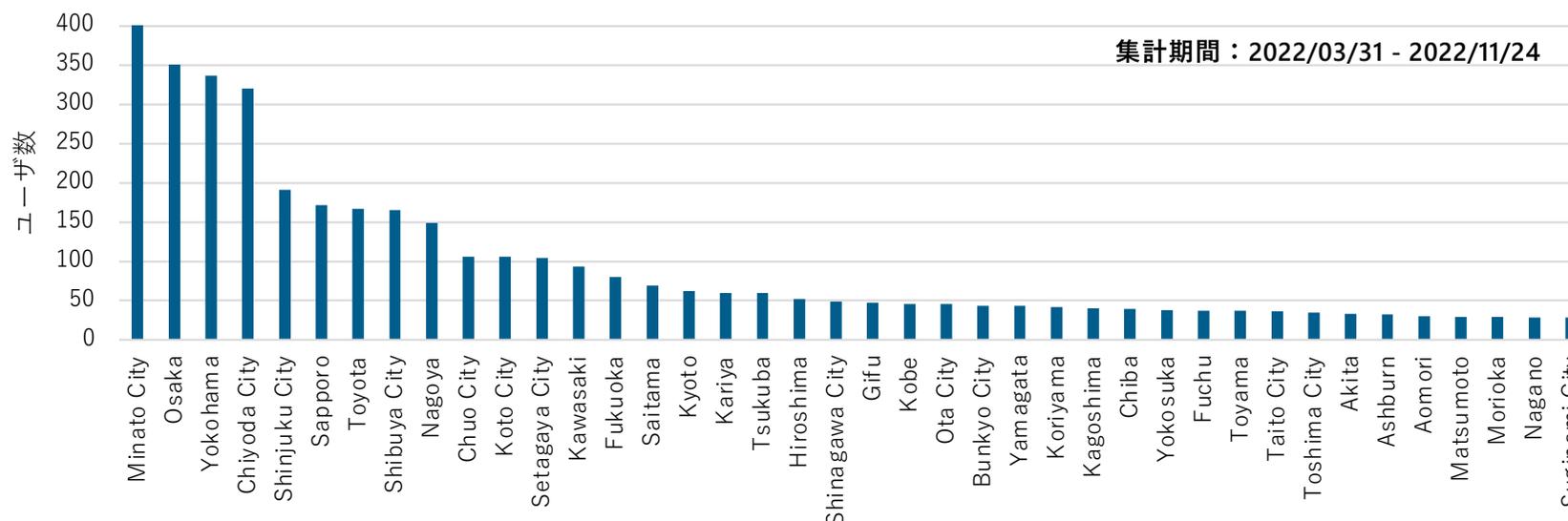
ダウンロード数：10,465 回

アクセス元地域数：573 市区町村 ※アクセスした端末の推定所在地

活用事例

※把握している事例のみ

- ・岩手県, 群馬県, 和歌山県, 山形県, 奈良県, 福岡県の市区町村：脱炭素先行地域の計画に活用
- ・新潟県I市：自治体新電力会社設立可能性調査に活用
- ・長野県I町：木質バイオマスエネルギー供給事業導入計画策定に活用
- ・大分県N市：地域エネルギー政策の立案に活用
- ・神奈川県Y市：水素利用の実現可能性調査に活用
- ・福島県F市：脱炭素社会実現実行計画の改定に活用
- ・神奈川県C市：公式HPにて引用掲載
- ・シンクタンクD社, H社：北海道内の複数市区町村のエネルギー政策立案等に活用
- ・シンクタンクB社：石油需要に関する調査に利用
- ・大手メーカーT社：スマートシティ構築に向けた分析に利用



レポート課題

対象地域を一つ選んで、脱炭素を実現するエネルギーフロー図を描きなさい。作図では、「地域エネルギー需給データベース」を用いることを勧めます。