

「2050年実質ゼロカーボン/地域自立エネルギーシステム・ロードマップ」研究

課題代表者名 高野雅夫

（名古屋大学大学院環境学研究科教授・附属持続的共発展教育研究センター長）

令和3年度～令和4年度

【重点課題⑦】気候変動の緩和策に係る研究・技術開発

行政要請研究テーマ（行政ニーズ）（1-1）持続的な脱炭素社会の実現に必要な革新的技術・社会変革の実現可能性評価に関する研究

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科

高野 雅夫、竹内恒夫、谷川 寛樹、杉山 範子

中部大学高等学術研究所

福井弘道

1. 研究背景

「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明した自治体が増えている。表明自治体数934（2023年3月31日現在）。しかし、表明した自治体のゼロカーボンへ向けたロードマップはほとんど作られていない



多くの自治体はエネルギー政策の専門部署がなく、専門性のある職員がいない



専門性がない職員にもわかりやすくロードマップを描ける支援ツールが必要

2. 研究目的

1. 市区町村ごとにエネルギー需給シナリオと再生可能エネルギー導入のシナリオを設定して、エネルギー需給とCO₂排出量のシミュレーションができるツールを作成する
2. それをビジュアルにわかりやすく提示する手法を開発する
3. エネルギー貧困に関するヨーロッパの動向を整理し日本の政策課題を明らかにすること

これらを通じて自治体によるゼロカーボン社会に向けてのロードマップ作成を支援するツールを開発することを目的とする。

3. 研究目標

市区町村ごとのロードマップ（系統電力活用型）作成ツールの開発、同ロードマップ（地域自立型）類型別モデルの開発、エネルギー貧困への対応のグッドプラクティスの整理を行い、これらを活用して市区町村ごとの「2050 年実質ゼロカーボン/地域自立エネルギーシステム・ロードマップ」を作成し、提示する。

4. 研究開発内容

1. ゼロカーボン地域シナリオ分析ツールの開発
2. GISを利用したカーボンニュートラル・ロードマップ作成支援・可視化ツールの開発
3. 地域エネルギーマネジメントに関する500mメッシュデータベース構築とその応用
4. エネルギー貧困政策についてのヨーロッパの動向把握と日本における課題整理

5-1 成果の概要

1) ゼロカーボン地域シナリオ分析ツールの開発 アルゴリズム

2030年、2040年、2050年の値

① 市区町村別エネルギー消費量 (BAU)

エネルギー種別・部門別消費量

全国エネバラ表から従業者数などで按分した
2013年の市区町村別の消費量に、全国エネバ
ラ表の2000年からの消費量の近似曲線によっ
て推計された各年の部門・業種別の2013年比
減少率を市区町村ごとにあてはめて推計。

② 市区町村別エネルギー消費の化石燃料から 再エネへの転換

- ・ 各種再エネ導入量
- ・ 家庭・業務・一部産業の電力化率
- ・ エネルギー多消費産業等のバイオマス転換等

① 市区町村ごとに2013年～2020年のトレ
ンドを延長

② 市区町村独自の計画等に応じて①のトレ
ンドの値を変更

③ 自動車のエネルギー転換（全国一律）

2035年からガソリン車等の販売禁止。以後、
車齢に応じてEVに転換

2040年：ガソリン車57%転換、軽油車44%転換

2050年：ガソリン車100%転換、軽油車100%転換

④ 市区町村別エネルギー消費量（転換後）

エネルギー源別・部門業種別消費量

系統電力の排出係数（全国）

市区町村ごとの再エネ発電量（自家消費量を除く）を総計し、系統電力需要に足りない量はLNG火力、石炭火力、
原子力（2030年4%程度）が発電。排出係数＝化石燃料消費量/系統電力需要。

⑤ 市区町村別エネルギー起源CO₂排出量

エネルギー源別・部門業種別排出量

5-1 成果の概要

1) ゼロカーボン地域シナリオ分析ツールの開発

入力するシナリオパラメータ：デフォルト値入力済み

愛知県 美浜町	バイオマス熱（業務） ペレットストーブ台数	太陽熱（家庭） 太陽熱温水器台数	自動車電力化率 電力消費量/エネルギー 消費量	業務電力化率	家庭電力化率	製鉄/コジェネ・水素・メタン 等消費量（40年代以降）GJ	水素・メタン等消費（船舶/ 航空）GJ	コジェネ電力GJ
2013	32	170	0.001	0.513	0.545	0	0	0
2030	32	238	0.001	0.608	0.598	0	0	0
2040	32	277	0.186	0.663	0.642	0	0	0
2050	32	317	1.000	0.719	0.687	0	0	0

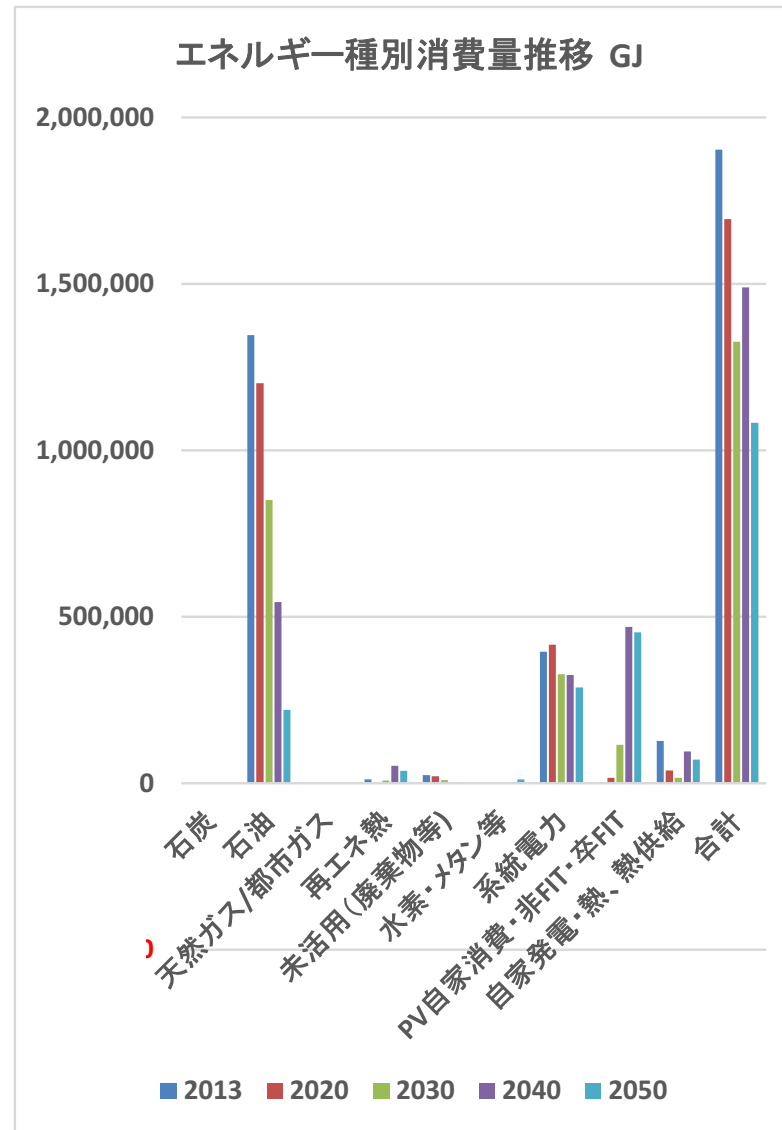
太陽光発電 GJ					陸上風力 GJ	洋上風力 GJ	中小水力 GJ	地熱 GJ		バイオマス GJ						
10kW 未満PV		10-50kW PV		50kW 以上PV				15,000kW 未満	15,000kW 以上	メタン発酵ガス	未利用木質2,000kW 未満	未利用木質2,000kW 以上	一般木材	建設廃材	一般廃棄物	
発電電力量	自家消費	発電電力量	自家消費	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	FIT 買取量(系統)	
6,437		2,790		3,984	9,101	0										
26,170	12,494	165,883	33,177	22,213	250	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	
27,196	12,984	269,984	53,997	32,168	5,487	0	0	5,487	0	0	4	0	0	0	0	
36,370	17,363	359,619	71,924	30,190	7,316	0	0	7,316	0	0	5	0	0	0	0	

非FIT発電電力量	非FIT発電電力量	非FIT発電電力量	卒FIT買取	卒FIT買取	卒FIT買取	卒FIT電力買取 （陸上風力）	水力卒FIT 電力買取	地熱卒FIT 電力買取	バイオマス卒 FIT電力買取	配電事業/マイクログリッド FIT電力買取（除PV自家消費）	再エネ負荷調整電源 蓄電池	再エネ負荷調整電源 コジェネ
PV10未満	PV10-50	PV50以上	PV10未満	PV10-50	PV50以上	風力	水力	地熱	バイオマス			
13,085	35,439	11,106	8,892	535	535	0	0	0	0	168,846	0	0
13,598	87,489	16,084	10,367	69,859	220,999	250	0	0	0	267,859	0	0
18,185	132,307	15,095	11,288	165,167	21,976	250	0	0	0	344,214	0	0

5-1 成果の概要

1) ゼロカーボン地域シナリオ分析ツールの開発 市区町村ごとにエネルギー種別の消費量推移が出力される

愛知県美浜町



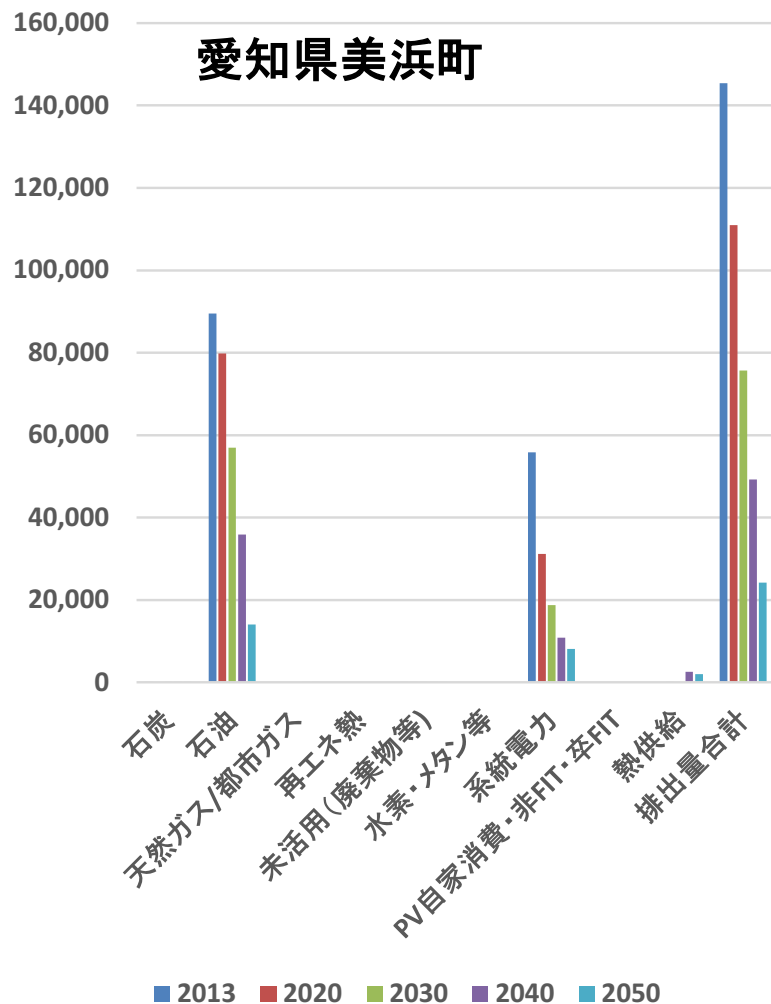
5-1 成果の概要

1) ゼロカーボン地域シナリオ分析ツールの開発

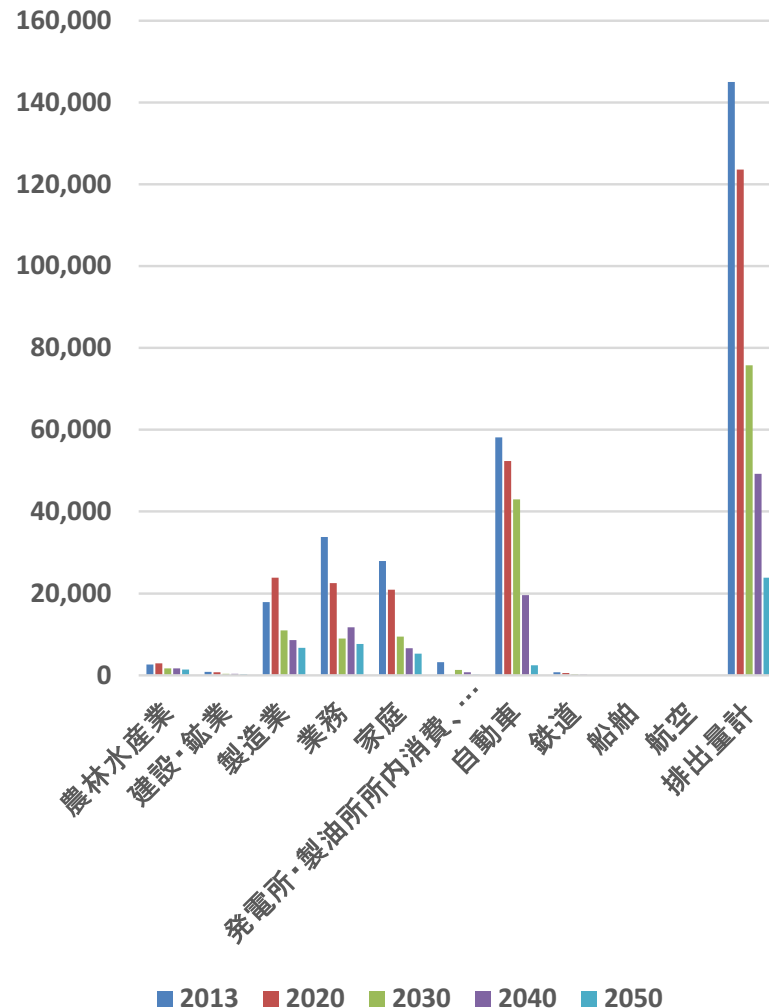
エネルギー種別・部門業種別にCO₂排出量推移が出力される

エネルギー種別CO₂排出量推移 CO₂-t

愛知県美浜町



部門別・業種別CO₂排出量推移 CO₂-t



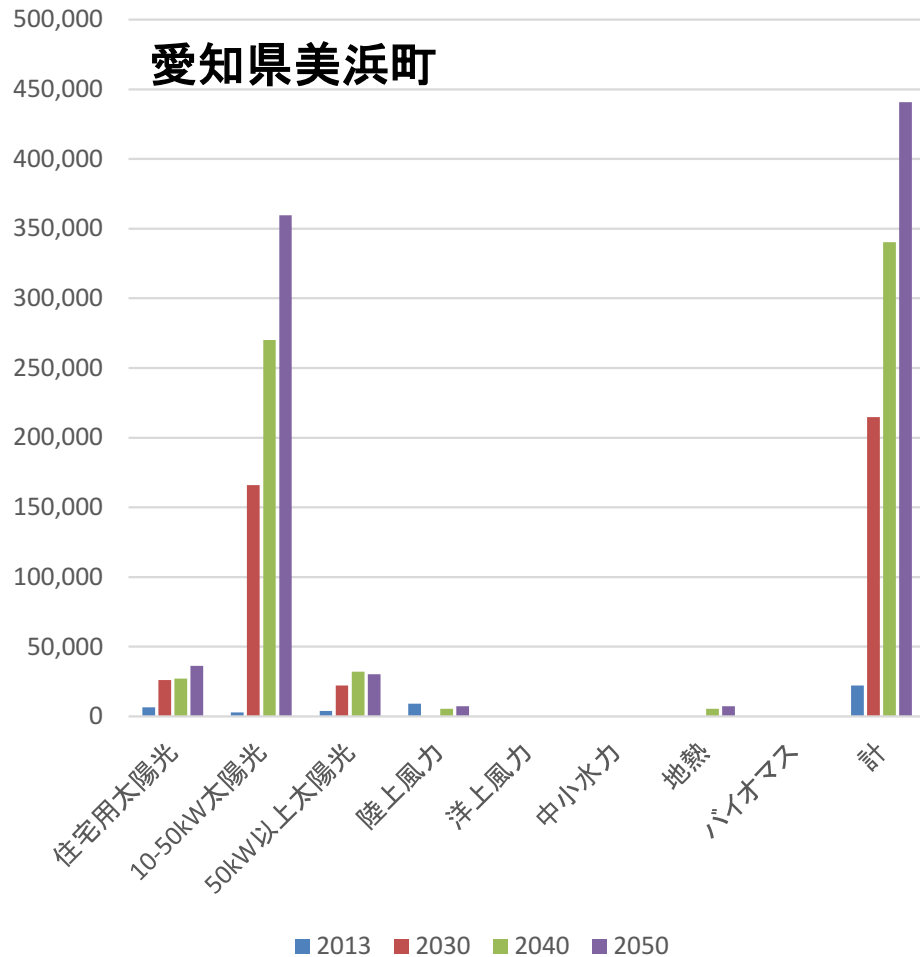
5-1 成果の概要

1) ゼロカーボン地域シナリオ分析ツールの開発

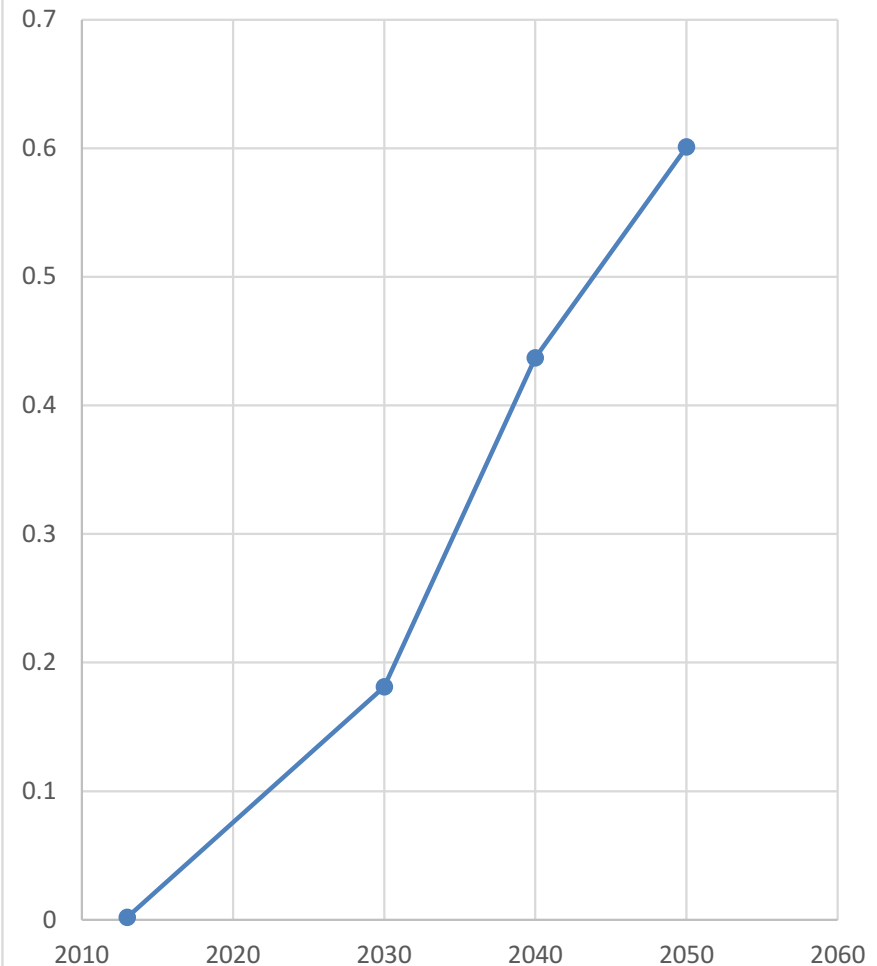
地域再エネ発電量、地産地消割合の推移が出力される

④ 域内再エネ発電量 GJ

愛知県美浜町



⑤ 地産地消計/総エネルギー消費



5－1 成果の概要

1) ゼロカーボン地域シナリオ分析ツールの開発 自治体関係者に配布開始→58件ダウンロード（2023年3月末）

<https://zerocarbon.jp/index.html>



2050年実質ゼロカーボンの実現へ

本ツール（ゼロカーボン地域シナリオ分析ツール）は、各市区町村において担当職員の方自らが2050年実質ゼロカーボンを実現するための**2030年、2040年、2050年**におけるCO₂削減目標の見極めや目標達成のためのポリシーミックスを検討する際に利用でき、**各市区町村のゼロカーボン・ロードマップの作成に資する**ために開発されました。



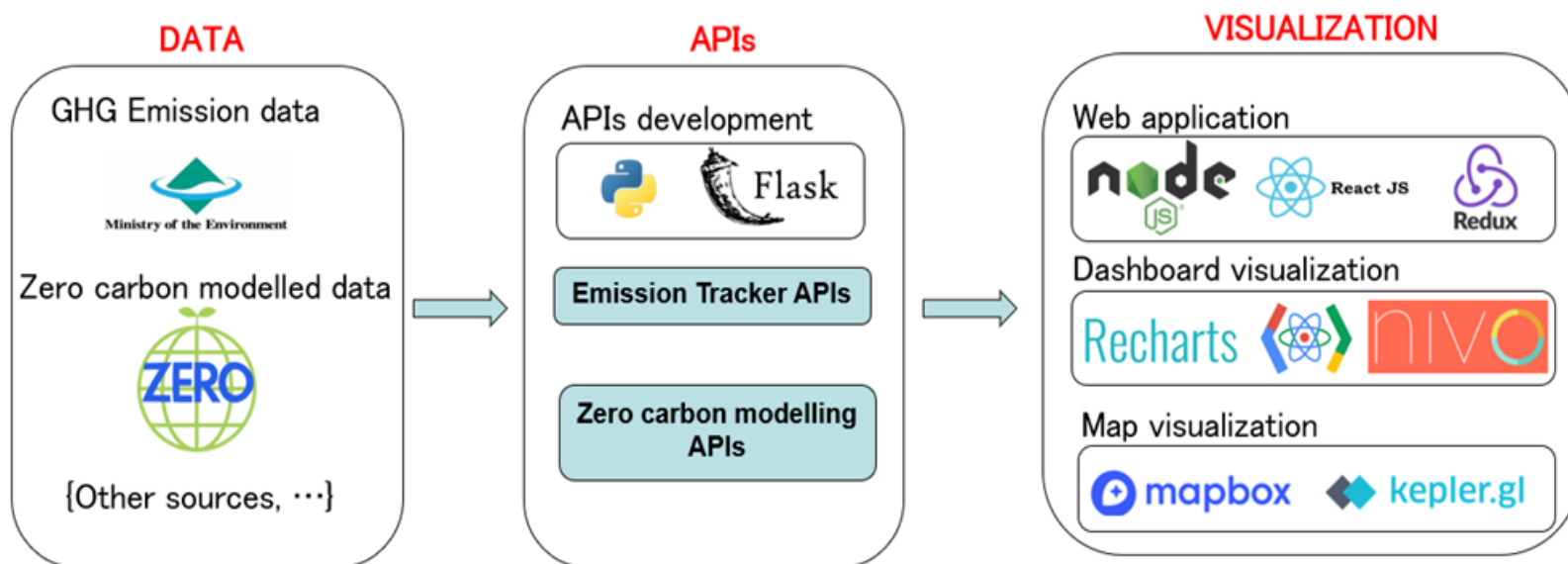
5-1 成果の概要

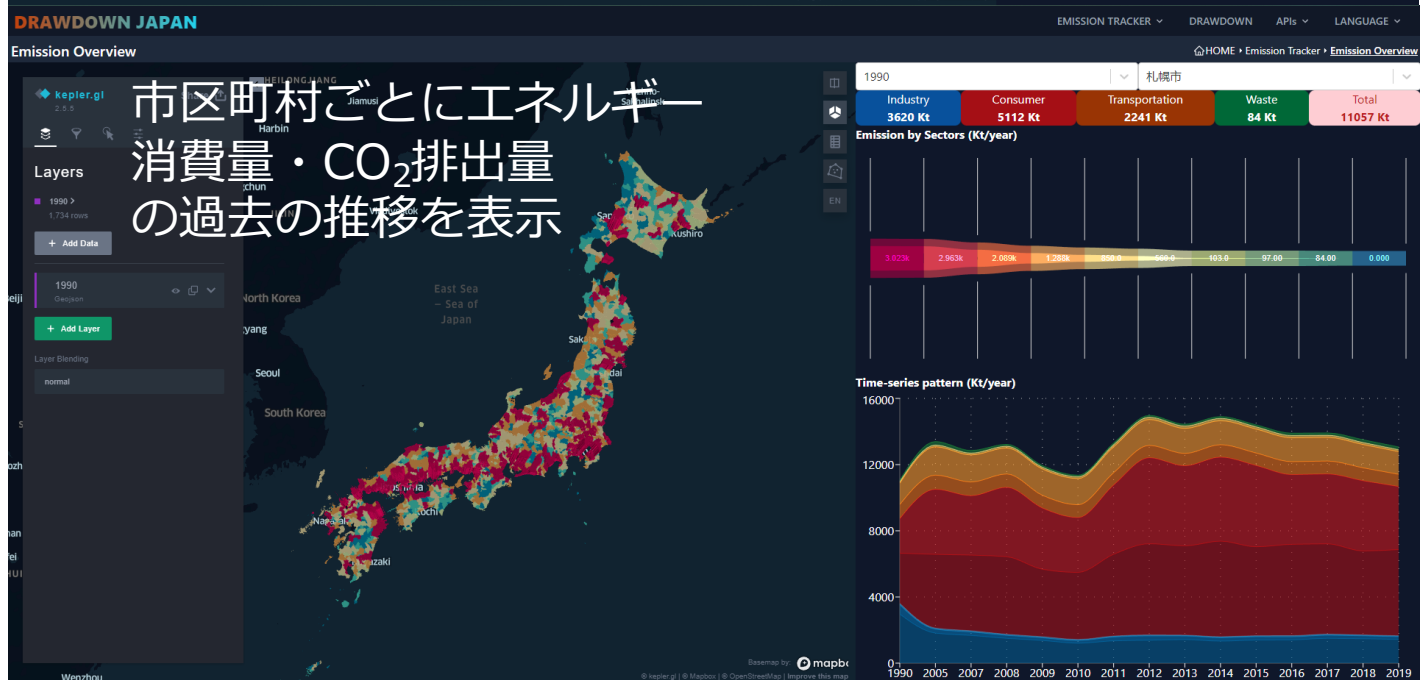
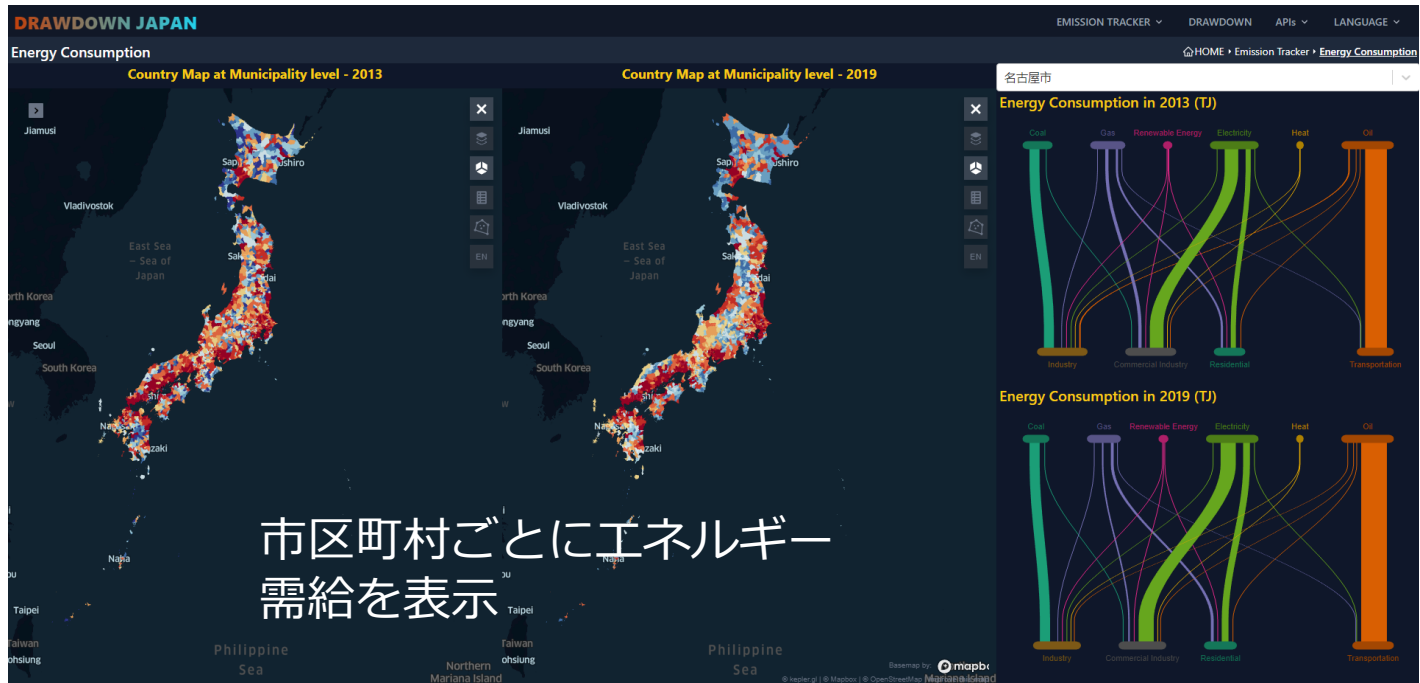
2) GISを利用したカーボンニュートラル・ロードマップ 作成支援・可視化ツールの開発

Drawdown Japan

開発のプロセスと利用したデータ・ツール類

<http://de14.digitalasia.chubu.ac.jp/>

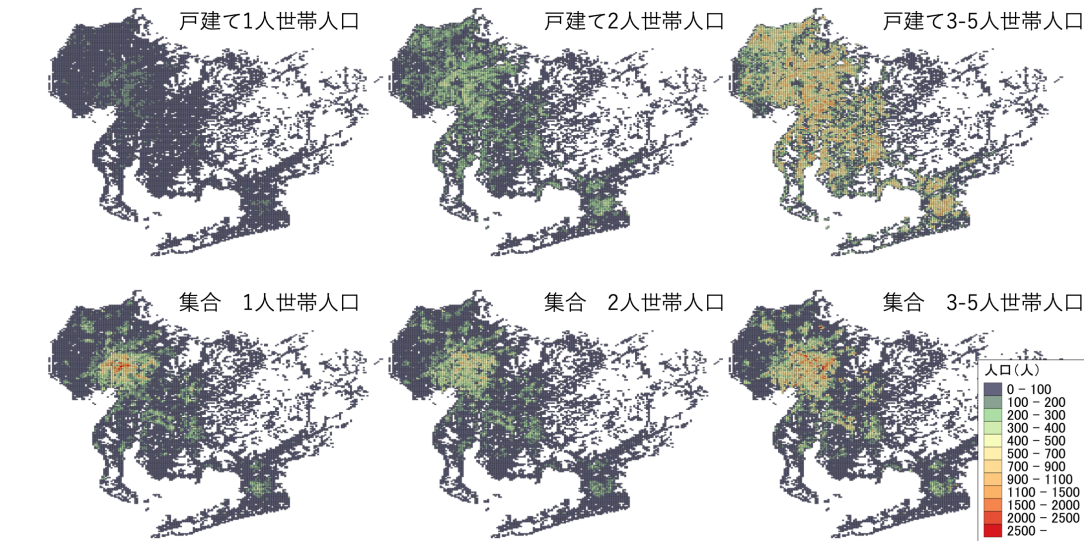




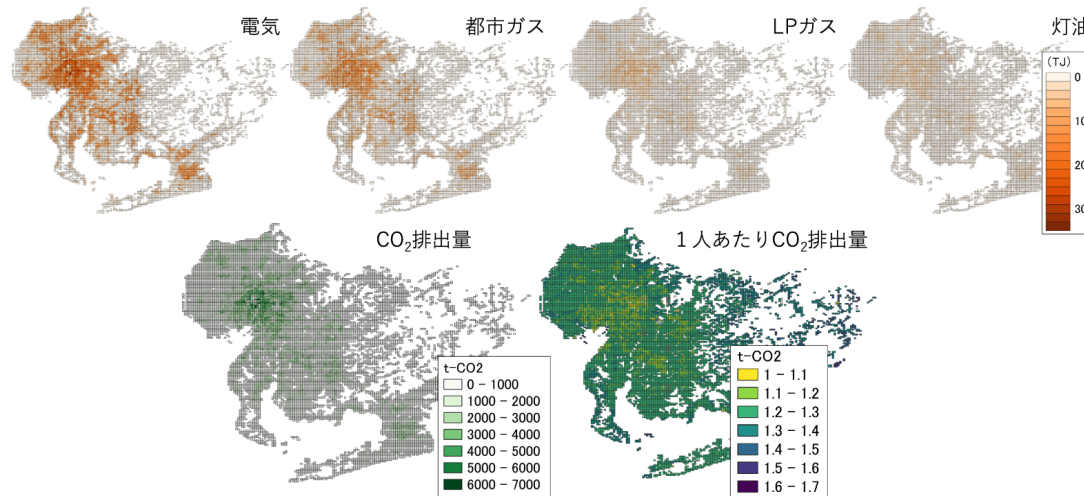


5-1 成果の概要

3) 地域エネルギーマネジメントに関する500mメッシュデータベース構築とその応用 家庭エネルギー消費/CO₂排出量推計の精緻化に向けて

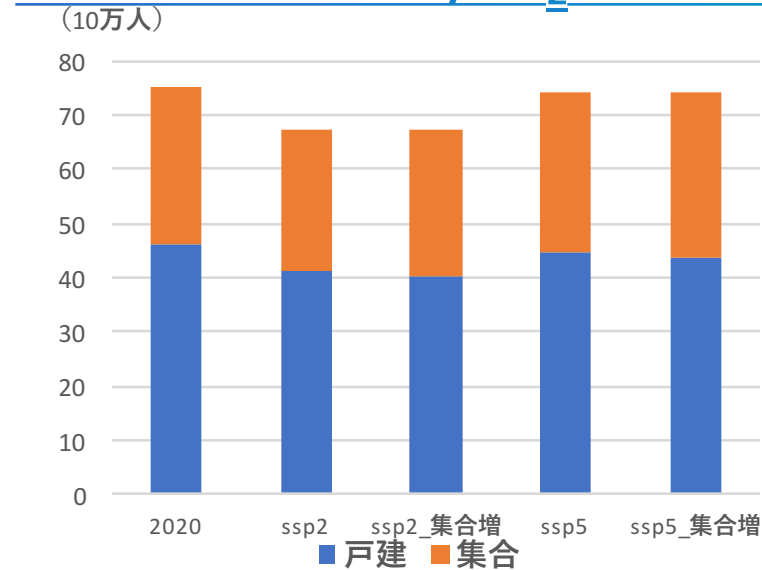


戸建て/集合住宅
世帯人数別の分布

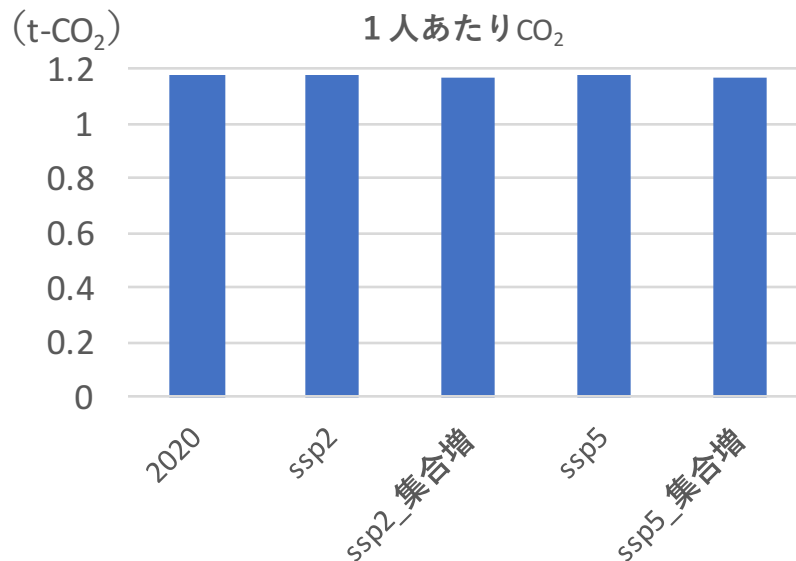


5-1 成果の概要

3) 地域エネルギーマネジメントに関する500mメッシュデータベース構築とその応用 家庭エネルギー消費/CO₂排出量推計の精緻化に向けて



戸建て/集合住宅人口推計
(2050年)



戸建て/集合住宅人口推計
に応じた一人当たり
CO₂排出量 (2050年)



どのシナリオでもそれほど
変わらない

5－1 成果の概要

3) エネルギー貧困政策についてのヨーロッパの動向把握と日本における課題整理 ヨーロッパでは様々な指標で把握されている

各国で収集されているエネルギー貧困の指標

指標のタイプ	実施国
「エネルギー消費/可処分所得」の比率	ギリシア、イギリス（北アイルランド、ウェールズ）
「収入とエネルギー関連支出」の指標	ベルギー、スペイン、フランス、イタリア、イギリス（スコットランド）
寒冷への感覚（寒さ）に関する指標	ベルギー、スペイン、フランス
暖房措置への制限に関する指標	ベルギー、スペイン、ギリシア、イタリア
低収入、低エネルギー効率	イギリス（イングランド）
エネルギー貧困ギャップ（快適な室温を維持するために追加に必要なエネルギー消費量）	イギリス（イングランド、スコットランド）
未払いの請求書	スペイン

出典：ONPE “*Brochure Contexte et dispositifs de lutte contre la précarité énergétique*”

5－1 成果の概要

3) エネルギー貧困政策についてのヨーロッパの動向把握と日本における課題整理 グッドプラクティス

グッドプラクティス：

ヘント市（ベルギー）のエネルギー貧困の現状と取り組み

- ✓ エネルギー貧困の状況把握（予備軍である「隠れエネルギー貧困」についても考慮）を行い、フランダース地域で5軒に1軒が該当すると推定
- ✓ 冬が長く寒さが厳しいため、冬の期間中は仮にエネルギー料金の支払いが滞ってもエネルギー供給を停止しないと法律で定めている。
- ✓ こうした世帯を対象に、プリペイド式の電力スマートメーターを設置し、返却のローンを組むアドバイスをしている。
- ✓ 歴史的な街であり、石造りの建物が多く、エネルギー効率が低い→住宅の改修や公営住宅の増加。
- ✓ エネルギー改修のアドバイザーとして、失業者をトレーニングして派遣するなど福祉施策との融合も。

5－1 成果の概要

3) エネルギー貧困政策についてのヨーロッパの動向把握と日本における課題整理 日本における課題

- ①基礎自治体レベルでエネルギー貧困の現状を把握できるためのデータ収集のありかたを検討する
 - ②エネルギー貧困の定義またはターゲットとなる層を定める
 - ③エネルギー貧困の現状を把握し、効果的な対策を検討する
-
- ✓ 電力供給事業者やNPO、市民団体などと連携し、複数のチャンネルから取り組むことが必要
 - ✓ エネルギー貧困は経済的な要因に留まらず、健康被害や住環境整備など行政の複数の部署にまたがるため、行政内での横断的な連携も不可欠

5－2．環境政策等への貢献

＜行政等が活用することが見込まれる成果＞

- ✓ 本研究によって開発されたゼロカーボン地域シナリオ分析ツール及び Drawdown Japan を活用して、市区町村ごとに地域内の将来のエネルギー供給シナリオを設定しシミュレーションを繰り返すことで、現実的な成果が期待できるゼロカーボン社会に向けたロードマップを作成することができる。
- ✓ そのプロセスを住民や企業とともに実施することで、ゼロカーボン社会実現に向けた合意形成と担い手育成に役立たせることができる。
- ✓ エネルギー貧困についての問題意識を持ち、対策を考えるきっかけとなることが期待される。

5-2. 環境政策等への貢献 同様な公開ツールとの比較

千葉大学 「カーボンニュートラルシミュレータ」
東北大学 「地域エネルギー需給データベース」

本研究で開発した「ゼロカーボン地域シナリオ分析ツール」の特徴

1. 地域のエネルギー需給の全体像を把握できる。産業部門を含めて特にエネルギー種別、部門別にエネルギー需給が把握されるので、地域の全体像をつかみやすい。
2. デフォルト値として過去のトレンドに基づいたパラメータがあらかじめ入力されているので将来ロードマップがすぐに出力される。ユーザーはデフォルト値を基準に必要なパラメータを動かしてシミュレーションできるので、より将来の姿を把握しやすい。
3. Drawdown Japanを用いれば、結果がビジュアルにわかりやすく表示される。
4. 経済指標の計算はしないので、ゼロカーボンへの取り組みの地域経済に対するインパクトを知りたいときには他のツールを使う必要がある。

5－3．研究目標の達成状況

1. 市区町村のロードマップ（系統電力活用型）作成ツールの開発に成功し、結果を可視化するWebアプリケーションの開発にも成功した。また家庭部門のエネルギー消費の予測の精緻化をはかる方法論を開発した。この点については**目標を上回る成果**を上げることができた。
2. 地域自立型類型別モデルの開発については、電力価格が高騰したことで新電力会社が経営に行き詰まる事例が多数見られたことを背景に、自治体の地域新電力などへの関心が非常に低いことが明らかになったため、現実的なモデル構築は困難と判断し、**目標を達成することはできなかった**。作成したツールの中で地域の自立度を表示できるようにした。
3. エネルギー貧困対策についてのヨーロッパにおけるグッドプラクティスを把握することができ、日本の自治体の課題も明らかになった。これについては**目標どおりの成果を達成**することができた。
4. これらの結果として、「2050 年実質ゼロカーボン/地域自立エネルギーシステム・ロードマップ」を作成し、提示するという**目標どおりの成果を達成**できたものと考えられる。

6. 研究成果の発表状況

- ✓ ゼロカーボン地域シナリオ分析ツール
自治体関係者がダウンロードできるよう公開
58件のダウンロード（2023年3月末現在）
- ✓ Drawdown Japan 公開