

特集 3 / 基礎自治体レベルでの低炭素化政策検討支援ツールの開発と社会実装に関する研究

## 低炭素化社会経済オプション導入シナリオ作成と 低炭素政策検討支援ツールの開発

千葉大学大学院人文社会科学研究科教授

倉阪 秀史・李 想

千葉大学国際未来教育基幹 特任助教

岡山 咲子

千葉大学大学院人文社会科学研究科特任研究員

宮崎 文彦

本特集では2019年度から、環境省の環境研究総合推進費を取得し実施している、「基礎自治体レベルでの低炭素化政策検討支援ツールの開発と社会実装に関する研究」(OPoSuM-DS: Open Project on Supporting-tools for Municipalities towards De-carbonized Societies) について、2020年度の成果報告を各サブテーマごとに行うものである。

**サブテーマ 1** 低炭素化社会経済オプション導入シナリオ作成と低炭素政策検討支援ツールの開発 (千葉大学 倉阪秀史、李想、岡山咲子、宮崎文彦)

### 1. 研究全体の目標

本研究プロジェクト全体の目標としては、2050年までの脱炭素戦略を自治体別に検討できるよう低炭素化政策検討支援ツールを全自治体に提供するとともに、自治体や地域人材育成の現場において社会実装を図ることにある。支援ツールは、「低炭素政策シミュレータ」と「気候変動リスク情報」からなる。さらに、

さまざまな技術オプションも見られるようにする。

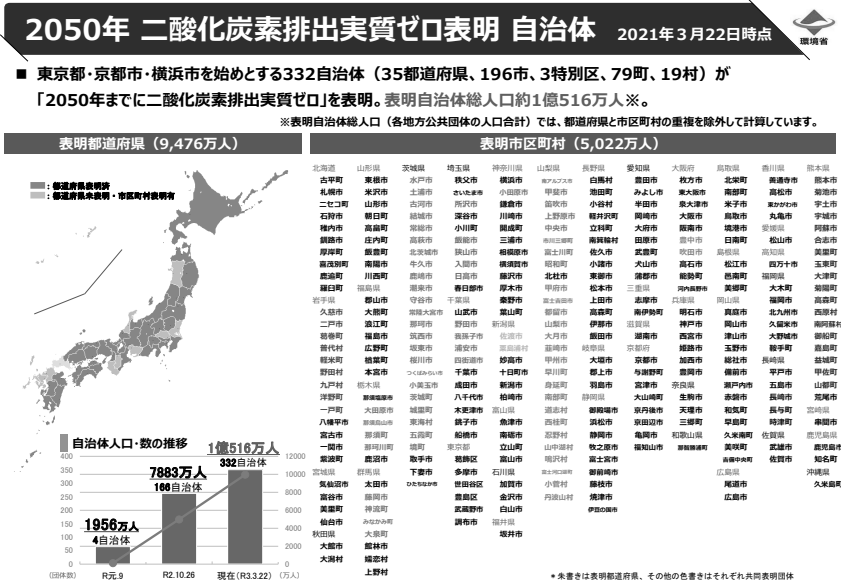
## 2. 研究の全体概要

本研究では、第1に基礎自治体別にカスタマイズされた「低炭素化政策検討支援ツール」を開発する。支援ツールは、「低炭素化政策シミュレータ」と「気候変動リスク情報」からなる。このうち「低炭素化政策シミュレータ」は、選択した基礎自治体の人口、土地利用・建造物、産業構造等の現状と将来見通しを用いて、当該自治体の風土・連繋線などの状況に応じた低炭素化技術システムオプションの導入シナリオを提供するものである。地域の雇用創出・人口維持への寄与、地域の放置林や耕作放棄地の解消など、地域課題に関する結果も出力可能とする。また、「気候変動リスク情報」は、温暖化に伴う気温や降水量の変化によって生産量低下が予測される作物に関する情報や、熱中症に関するリスク情報をまとめたものとなる。「低炭素化政策検討支援ツール」は、ワークショップの場面でインタラクティブに用いることができる簡易版も作成する。

第2に、「低炭素化政策検討支援ツール」の自治体や地域人材育成の現場での社会実装を図る。まず、自治体職員など緩和・適応政策形成に携わる人々が「低炭素化政策検討支援ツール」を用いて政策オプションを検討する手法を提案する。また、地域を担う若者や中高生を対象として、簡易版を用いた「将来世代ワークショップ (WS)」の手法を開発する。WSを核として、学習指導要領における位置づけを明確化した教育プログラムも併せて開発する。

「低炭素化政策検討支援ツール」は全自治体に適用可能なものとするが、その社会実装を個別フィールドで試行する。2019~20年度は、個別フィールドにおける試行を行いつつ、「低炭素化政策検討支援ツール」の設計・開発を進める。フィールドは、これまでの研究プログラムで交流のある鹿児島県西之表市、千葉県八千代市、山形県置賜地域、和歌山県とする。最終年度は、全国の基礎自治体別に適用可能な「低炭素化政策検討支援ツール」と、その活用マニュアルを公開する。

【図1】「2050年二酸化炭素排出実質ゼロ自治体」



(出典) 環境省 [https://www.env.go.jp/policy/zero\\_carbon\\_city/01\\_ponti\\_210322.pdf](https://www.env.go.jp/policy/zero_carbon_city/01_ponti_210322.pdf)

### 3. 研究の背景——2050年カーボンニュートラルの流れ

国レベルでは、菅総理大臣が2020年10月の所信表明演説の中で、「我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします」と述べた。これを受けて、環境省は2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロを表明する自治体を増やそうと働きかけを行っており、2020年12月17日時点で、28都道府県、197市町村（110市、2特別区、47町、10村）が「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明した。環境省は、表明した自治体を合計すると人口は約9,014万人となったとしている（【図1】参照）。

しかしながら、カーボンニュートラル宣言を行っている自治体が、先進的な

【表1】二酸化炭素排出実質ゼロを表明した自治体の再生可能エネルギーによる地域的電力自給率 (2020年11月24日時点)

市町村名	電力自給率	市町村名	電力自給率	市町村名	電力自給率
北海道札幌市	1.7%	栃木県那珂川町	178.2%	静岡県浜松市	23.4%
北海道ニセコ町	269.2%	群馬県太田市	36.8%	静岡県御殿場市	15.5%
北海道古平町	9.5%	群馬県藤岡市	50.9%	愛知県岡崎市	12.0%
岩手県宮古市	29.4%	群馬県神流町	48.0%	愛知県半田市	17.0%
岩手県久慈市	12.1%	群馬県みなかみ町	137.2%	愛知県豊田市	33.5%
岩手県二戸市	25.4%	群馬県大泉町	18.1%	愛知県みよし市	16.0%
岩手県八幡平市	170.5%	埼玉県さいたま市	3.8%	三重県志摩市	53.1%
岩手県葛巻町	232.0%	埼玉県秩父市	86.1%	滋賀県湖南市	13.5%
岩手県普代村	4.9%	埼玉県所沢市	4.6%	京都府京都市	3.8%
岩手県軽米村	20.2%	千葉県千葉市	4.9%	京都府宮津市	10.0%
岩手県野田村	583.8%	千葉県野田市	19.9%	京都府大山崎町	4.1%
岩手県九戸村	5.3%	千葉県成田市	18.7%	京都府与謝野町	7.8%
岩手県洋野町	126.7%	千葉県我孫子市	5.6%	大阪府枚方市	5.5%
岩手県一戸町	286.5%	千葉県浦安市	2.2%	大阪府泉大津市	12.4%
山形県山形市	4.2%	千葉県四街道市	9.2%	大阪府東大阪市	5.2%
山形県米沢市	20.1%	千葉県山武市	63.0%	兵庫県明石市	10.8%
山形県東根市	6.7%	東京都世田谷区	2.9%	奈良県生駒市	7.1%
山形県朝日町	158.8%	東京都葛飾区	3.9%	鳥取県北栄町	65.0%
山形県高島町	26.2%	東京都多摩市	3.3%	鳥取県南部町	27.0%
山形県庄内町	29.3%	神奈川県横浜市	2.8%	岡山県真庭市	120.1%
福島県郡山市	21.1%	神奈川県川崎市	10.7%	広島県尾道市	19.5%
福島県大熊町	-	神奈川県相模原市	4.6%	香川県善通寺市	14.6%
福島県浪江町	-	神奈川県鎌倉市	3.9%	愛媛県松山市	11.7%
茨城県水戸市	15.4%	神奈川県小田原市	6.7%	福岡県北九州市	13.0%
茨城県土浦市	17.2%	神奈川県三浦市	4.7%	福岡県福岡市	2.8%
茨城県古河市	17.2%	神奈川県開成町	4.8%	福岡県大木町	23.5%
茨城県結城市	23.9%	新潟県佐渡市	5.6%	佐賀県佐賀市	19.4%
茨城県常総市	30.1%	新潟県十日町市	0.3%	佐賀県武雄市	23.1%
茨城県高萩市	76.4%	新潟県妙高市	99.2%	長崎県平戸市	83.1%
茨城県北茨城市	71.4%	新潟県粟島浦村	0.0%	熊本県熊本市	6.5%
茨城県取手市	6.0%	富山県魚津市	85.9%	熊本県菊池市	87.8%
茨城県牛久市	22.3%	富山県南砺市	10.8%	熊本県宇土市	25.5%
茨城県鹿嶋市	43.7%	富山県立山町	117.7%	熊本県宇城市	36.5%
茨城県潮来市	56.7%	石川県金沢市	4.9%	熊本県阿蘇市	18.8%
茨城県守谷市	14.2%	石川県加賀市	14.2%	熊本県合志市	33.1%
茨城県常陸大宮市	44.8%	山梨県南アルプス市	42.1%	熊本県美里町	71.9%
茨城県那珂市	33.5%	山梨県甲斐市	21.2%	熊本県玉東町	38.2%
茨城県筑西市	45.2%	山梨県笛吹市	29.6%	熊本県大津町	109.9%
茨城県坂東市	43.1%	山梨県上野原市	20.5%	熊本県菊陽町	13.9%
茨城県桜川市	91.8%	山梨県中央市	16.5%	熊本県高森町	73.9%
茨城県つくばみらい市	34.4%	山梨県市川三郷町	39.4%	熊本県西原村	130.6%
茨城県小美玉市	67.4%	山梨県富士川町	15.8%	熊本県南阿蘇村	40.3%
茨城県茨城市	65.3%	山梨県昭和町	10.8%	熊本県御船町	67.6%
茨城県城里町	46.4%	長野県小諸市	38.9%	熊本県嘉島町	13.1%
茨城県東海村	15.9%	長野県佐久市	38.2%	熊本県益城町	74.3%
茨城県五霞町	32.2%	長野県軽井沢町	22.6%	熊本県甲佐町	97.5%
茨城県境町	29.1%	長野県立科町	40.1%	熊本県山都町	243.4%
栃木県大田原市	41.1%	長野県南箕輪村	36.2%	鹿児島県鹿児島市	14.3%
栃木県那須塩原市	67.0%	長野県池田町	20.4%	鹿児島県知名町	7.2%
栃木県那須烏山市	140.7%	長野県白馬村	97.9%		
栃木県那須町	99.2%	長野県小谷村	318.8%		

(出典) 倉阪秀史「2050年脱炭素に向かう社会」『月刊地球温暖化』2021年1月号

自治体出るかといえば、実態は必ずしもそうではない。

【表1】に、二酸化炭素排出実質ゼロを表明した自治体の再生可能エネルギーによる地域の電力自給率も記載した。地域の電力自給率は、千葉大学倉阪研究室と認定NPO法人環境エネルギー政策研究所が共同で実施している「永続地帯研究」において、その自治体に置かれている再生可能エネルギー発電設備から得られる電力が、その自治体の民生用と農林水産業用の電力需要の何パーセントに当たるかを計算したものである。

この表において、太字になっている16自治体は、住み続けるために必要な電力を区域内の再エネ電力で計算上賄える自治体であるが、これは宣言市町村の10.6%に過ぎない。全国1741市町村の中では、このような自治体は186市町村であり、やはり全体の10.7%である。このことから、現状において、再生可能エネルギーによる自給が進んでいる自治体が脱炭素宣言を行っているというわけではないことがわかる。

#### 4. サブテーマ1の研究目標

以上の現状を踏まえたうえで、サブテーマ1では2050年のカーボンニュートラルを目指す自治体を支援するための、低炭素化政策検討支援ツールを使用マニュアルとともに2022年2月までに公開することを目標とする。このツールにおいては、2050年までの脱炭素戦略を、表計算ソフトを用いて簡易に基礎自治体別にシミュレーションできるようにする。3年間の研究計画は以下の通りである。

##### 【2019年度】

全自治体に広げることを想定しつつ、初年度は、西之表市・八千代市のデータに基づき、低炭素型の社会経済シナリオを構築する。社会経済シナリオには、建物更新にあわせたZEH・ZEB普及シナリオ、輸送ニーズに応じた低炭素モビリティ普及シナリオ、人工林・農地の存在量と農林業人口に応じた営農型太陽光・植林普及シナリオ、地域雇用創出・人口確保シナリオ等を盛り込む。サブテーマ2の成果を統合して、西之表市・八千代市の「低炭素化政策検討支援

ツール」を開発する。

#### 【2020年度】

全市町村に適用可能な「低炭素化政策検討支援ツール」を設計するとともに、各自治体の統計データの整理と入力、気候変動リスク情報の組み入れを進める。また、サブテーマ3からのフィードバックに基づき、「低炭素化政策検討支援ツール」を改善する。

#### 【2021年度】

全自治体別にカスタマイズされる形で情報提供する「低炭素化政策検討支援ツール」を開発し、その使用マニュアルとともに公開する。

### 5. 中間報告時の進捗——これまでの結果及び考察

これまでの進捗状況は以下の通りである。

- ①現状の自治体別再生可能エネルギー供給量の基礎自治体別の把握
  - ②エネルギー需要（民生・農林水産・輸送）の基礎自治体別の推計
  - ③住宅・法人所有建築物の現存量・更新量・屋根面積の基礎自治体別の把握
  - ④法人所有低・未利用地・耕作放棄地の面積の基礎自治体別の把握
  - ⑤農業生産量の把握ならびに基礎自治体別の食料自給率の算出
  - ⑥基礎自治体別のエネルギー支出の推計
  - ⑦人口・世帯数の将来シナリオの作成
  - ⑧住宅・建築物の将来シナリオの作成
  - ⑨上記のデータを用いての低炭素政策検討支援ツール簡易版プロトタイプの実成
  - ⑩人口減少に伴う地域課題の同時解決を検討できる形での「未来カルテ 2050」作成（【図2】）ならびに公開
  - ⑪低炭素政策検討支援ツール簡易版プロトタイプを用いての、八千代市担当課ミーティング・市町村アカデミーでのワークショップの実施
  - ⑫必要ケア労働量の試算と資本基盤のケア労働に関する理論的検討の推進
- 以上の研究成果から、以下の2点が明らかになった。

【図2】 未来カルテ 2050 より



(出典) <https://opossum.jp.org/> 未来カルテ 2050/)

- ・人口が大きい都会型の自治体においては、太陽光発電のみでは2050年脱炭素が難しいものの、今後の建築物の更新量が大きく、建築物の更新時における確実なZEB/ZEH化が脱炭素シナリオの鍵になる。
- ・人口が減少している地方型の自治体においては、建物の屋根や低・未利用地を活用した太陽光発電のみでも2050年の脱炭素戦略を描けるものの、今後の建築物の更新必要量が小さい(建物が余る)ため、ZEB/ZEH化による省エネ可能量は少ない。

とくに今年度の進捗としては、以下の3点である。

①種子島脱炭素シミュレータの作成

種子島について2050年までに脱炭素を実現するための省エネ・再エネ投資オプションを検討する「種子島脱炭素シミュレータ」を作成。2020-2029、2030-2039、2040-2049の3回にわたる投資決定(物理的上限と投資予算額(消費支出の2%以内))を行って、2050年の脱炭素を目指す脱炭素シミュレーションゲームとした。また、サブテーマ2からインプットをもらい「省エネ・再エネ投資オプション」を作成、脱温暖化投資による地域活性化効果を同時に検討できるようにした。

②種子島脱炭素シミュレーションゲームの試行

2020年8月19日に、鹿児島県西之表市において「にしのおもて未来ワークショップ」を開催した。詳細についてはサブテーマ2の報告をお読みいただき

【図3】 脱炭素シミュレータ結果表示画面



たいが、サブテーマ1に関する部分としては、とくに「脱炭素シミュレーションゲームの実施」があげられる。この実施にあたり、20台のタブレットPC/Ipadを用意して、それを参加者間で回して数値を入力してもらった形とした。ゲームの結果、7割の班が、2050年に脱炭素を実現できたが、ゲームの意味を理解させるだけの十分な説明ができず、午後の政策提言において、脱炭素に関する政策提言はほとんどみられないという結果となった。シミュレーションの内容、伝え方などを改善することが必要であるが、各市町村において、2050年に脱炭素を実現している状況を構築して、そこからバックキャストで考える形に改良することを考えている。

### ③全国脱炭素シミュレータの作成と試行

全国のデータと紐付けることによって、市町村コードを入力すれば、すべての市町村で脱炭素シミュレーションゲームを実施できるようにした。まだ、省エネ、太陽光と太陽熱の再エネ以外の投資オプションは採用していない。

このゲームを2020年10月16日に市町村アカデミーにおいて実施した「環境



政策論」の講義内で試行した。全国 13 市町村から、15 人が参加した。市町村ごとに 1 台、タブレット PC をつかって、それぞれの市町村コードを入力して、それぞれの市町村のデータを用いた脱炭素シミュレーションゲームを体験した。

一部のリンクに不備があってデータがでてこない項目があったが、すべての市町村において、結果画面まで表示することができた。受講生からは「脱炭素化シミュレーションを用いた演習は今後の政策決定の際に参考になると思った。未来カルテ 2050 には大変興味がわいた。」との感想があった。

市町村アカデミー「環境政策論」の講義参加市町村は、以下の通りである。

岩手県盛岡市、山形県新庄市、宮城県柴田町、埼玉県日高市、千葉県千葉市、千葉県柏市、千葉県富里市、神奈川県相模原市、愛知県豊明市、三重県四日市市、大阪府東大阪市、香川県高松市、長崎県長崎市、熊本県天草市

さらに、その後、改良を重ね 2021 年 1 月 27 日開催の千葉県白井市での市職員研修（12 名参加）、同年 2 月 22 日の和歌山大学の学生を対象とした「わかやま脱炭素未来ワークショップ」（7 名参加）、同年 2 月 24 日の鹿児島県西之表市での「にしのおもて脱炭素未来ワークショップ」（市職員、市民対象 13 名参加）、同年 3 月 8 日山形県米沢市私立九里学園高校でのワークショップ（同校生徒 1 年生 23 名、2 年生 13 名参加）で、シミュレーションを実際に体験してもらった。

とくに若い世代を対象とした和歌山ならびに米沢でのワークショップについては、オンラインでの実施にも関わらず（和歌山は参加学生もオンライン、米沢は参加生徒は対面実施）、シミュレーションに対する反応が高く、和歌山では 7 割以上の参加学生が「脱炭素シミュレーションゲームを体験することで、脱炭素への道筋がより深く理解できた」とのアンケートに「とてもそう思う」「まあそう思う」に回答があり、米沢の九里学園でのワークショップも生徒たちの反応の高さが担当教諭から伝えられた。操作性などの課題は残されているものの、ワークショップにおいてシミュレータを活用する展望が拓かれたと感じている。

以上の試行を経て、2020 年 3 月上旬での現状版においては、15,000 人以上の自治体については、シミュレートが可能な状態になっている。今後、以下のような改良を加えていく予定でいる。

今後の作業予定としては、太陽光と太陽熱以外の再エネオブションの組み入れ（サブテーマ2の成果との接合）、環境省の再生可能エネルギー情報提供システム〔REPOS（リーポス）〕との整合性の確保（各種原単位をREPOSと合わせる）、各市町村での2050年脱炭素状況の構築（性能・価格などの原単位の改善が見込まれるため、REPOSにおいて、現状での経済性評価によってポテンシャルを絞っている部分は緩和させる）、気象リスク情報の組み入れを考えている。

#### ④気候変動リスク情報の組み入れ

気候変動リスク情報の組み入れについては、現下、以下の作業を実施しており、今年度中に完了させる予定である。

気象変動情報については、気象庁の過去の気象データから、過去20年の月別平均気温、月降水量、60分間降水量の月最大値と、月別平均気温と月降水量の平年値（1981年～2010年の30年平均値）をダウンロードし、過去20年の月別値のトレンドを自動計算させる。また、当該市町村に最も近い気象台あるいはアメダスの値が表示されるようにプログラムする。

一方の気象変動リスク情報については、まず総務省消防庁の「夏季における熱中症による救急搬送人員の調査」結果（2008年～2020年）のデータ（都道府県別）と都道府県別の救急搬送人員調査月の平均気温の対照表を作成するとともに、東京都建設局の「過去の水害記録」から過去20年の各水害記録の60分間最大降水量と浸水面積・浸水棟数との対照表を作成する。他地域の水害記録についても調査して対照表を作成する。

これは過去のトレンドから将来の気候変動状況を把握するとともに、熱中症救急搬送人数と、水害被害状況を参照して、将来の気象リスクを実感させることが狙いである。熱中症発生可能性など、さまざまな予測式が提案されているが、可能な限り、原データに近いデータを提供し、そのまま、各市町村の温暖化適応計画に掲載できるようにしたいと考えている。

（くらさか ひでふみ）（り そう）

（おかやま さきこ）（みやざき ふみひこ）