

# BE1 再生可能エネルギー・ミックスの組合せ最適化計算ツールによる 地域連携効果の多目的評価

Multi-Purpose Evaluation of Regional Integration Effect by Renewable Energy Mix Optimization Tool

地球循環共生工学領域 08E16046 田中健太郎 (Kentaro TANAKA)

**Abstract:** Under the Paris Agreement, Japan pledged 26 % reduction of CO<sub>2</sub> emissions compared to 2013 by 2030. Therefore, renewable energy was set as a main energy resource in the 5th Strategic Energy Plan. Under the depopulating trend in Japan, the regional integration plan must be envisioned in terms of not only economy, city functions and civilian services but also renewable energy utilization. In this study, a renewable energy optimization tool was employed to evaluate the regional integration effect. The 207 Living Areas proposed by MLIT was selected as a regional integration plan. An optimization of renewable energy introduction was conducted and six indicators were evaluated; renewable energy ratio, economic balance, CO<sub>2</sub> reduction ratio, potentially impacted ecosystem area, unutilized biomass resources circulation ratio and energy diversity index. As the result, the regional integration significantly contributed to improve renewable energy ratio and CO<sub>2</sub> reduction ratio.

**Keywords:** renewable energy, regional integration, optimization calculation, multi-purpose evaluation

## 1. 背景・目的

パリ協定の下、日本は 2030 年度までに 2013 年度比 26 % の CO<sub>2</sub> 削減を公約した。そのため、第 5 次エネルギー基本計画では、再生可能エネルギーの主力電源化が設定された。現在、人口減少社会に直面する日本では、主に経済、都市機能、生活サービス面から地域集約の構想が提案されているが<sup>1)</sup>、今後はこれらの面に加えて再生可能エネルギー利用の観点からも効果的な地域集約構想を策定しなければならない。よって本研究では、再生可能エネルギー・ミックスの最適化計算ツールを基に、地域集約化の効果を多目的に分析するためのシステムを開発し、既存の地域集約構想を評価することを目的とした。

## 2. 研究手法

### 2. 1 地域スケールの設定

本研究では、国土交通省が地域集約構想に策定している 207 生活圏<sup>2)</sup>を用いた。集約前の地域スケールには 2010 年度の全市区町村区分である 1742 基礎自治体スケールを用いた。図 1 (a) に示す 1742 の基礎自治体を、図 1 (b) に示す 207 の生活圏スケールに集約した場合の効果を評価した。

### 2. 2. 最適化計算ツールを用いた地域集約化効果の評価

本研究では、Hori. K et al. (2016) が開発した基礎自治体スケールで再生可能エネルギー・ミックスを最適化計算するツール<sup>3)</sup>を改良し、地域を集約した 207 生活圏スケールで再生可能エネルギー導入量の最適化計算と付随する効果・影響の多目的評価ができるシステムを開発した。本システムは、再生可能エネルギー導入量とそれに伴う再生可能エネルギー利用率、経済収支、CO<sub>2</sub> 排出削減率、未利用バイオマス資源循環率、生態系影響面積、再生可能エネルギー多様性指数の 6 つの指標が評価できる。今回の分析では、電力は地域内と地域外への供給が可能であり、熱は地域内のみ供給可能と仮定した。最適化計算では利用可能資源量を制約条件とし、再生可能エネルギー利用率を目的関数として最大化した。地域スケール別の最適化計算の結果間で、再生可能エネルギー導入量と 6 つの評価指標の比較を行った。

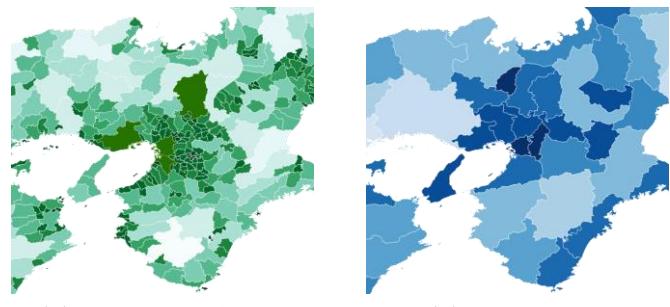


図 1 地域スケールの設定

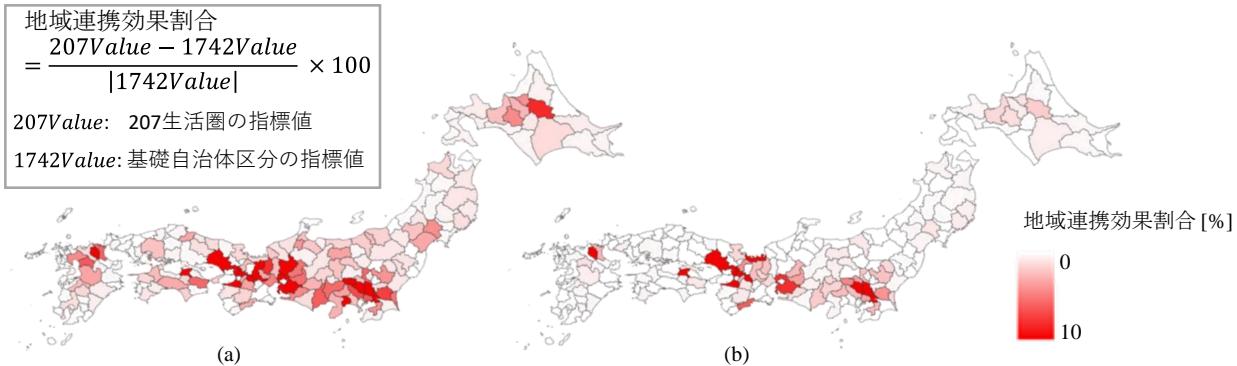


図 2 (a) 再生可能エネルギー利用率と (b) CO<sub>2</sub>削減率の地域連携効果

表 1 日本におけるエネルギー需要量と再生可能エネルギー導入量

エネルギー種	需 要 量	導 入 量	
		207 生活圏	基礎自治体区分
電力 [億 kWh/年]	17,248	31,589	31,702
熱 [PJ/年]	11,434	4,436	4,038

### 3. 結果と考察

#### 3. 1. 地域連携効果分析

図 2 は地域スケール別の連携効果割合 [%] を表し、6つの目的関数の中で特に連携効果が顕著だった (a) 再生可能エネルギー利用率、(b) CO<sub>2</sub>削減率を示す。再生可能エネルギー需給の観点から、特に首都圏、中京圏、近畿圏の三大都市圏で地域集約効果は顕著になった。207 生活圏スケールではエネルギー需要が大きい都市部とエネルギー資源が豊富な周辺地域が集約したため、周辺地域が持つ未利用エネルギー資源を利用することで再生可能エネルギー利用率が増加した。また同時に、これらの地域では再生可能エネルギーの導入に伴い、化石燃料の代替が促進されるため CO<sub>2</sub>削減率も向上した。

#### 3. 2. 全国スケールでの再生可能エネルギー導入量の比較

地域スケール別に、再生可能エネルギー導入量を地域別で最適化した結果を日本全国に集計した際のエネルギー需要量と再生可能エネルギー導入量を表 1 に示す。207 生活圏スケールでは基礎自治体スケールと比較して再生可能エネルギー導入量が増加した。電力では、地域連携効果が軽微であった。これは、地域スケールの規模に関わらず全国で電力が共有されたためである。一方で熱導入量は207 生活圏スケールの方が約 10 % 増加した。これは、熱需要が大きく熱エネルギー資源が乏しい地域と余剰な熱エネルギー資源がある周辺地域が集約したことによって地域内の熱エネルギー資源が共有されたためである。

### 4. 今後の課題

今後、①総務省が提案している「連携中枢都市圏構想」<sup>1)</sup>などの他の地域集約構想との比較を行うこと、②地域集約によって人口減少が加速化する可能性を考慮すること、③人口減少に伴って各地域のエネルギー需給が変動することを考慮した需給データベースを構築することの 3 つが課題である。

### 参考文献

- 1) 総務省：連携中枢都市圏構想 <[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/jichi\\_gyosei/renkeichusutoshiken/index.html](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/renkeichusutoshiken/index.html)> (2019.12.9 閲覧).
- 2) 国土交通省：第 5 回(2010 年度)全国幹線旅客純流動調査 50 都道府県ゾーン <<http://www.mlit.go.jp/common/000992202.pdf>> (2019.11.11 閲覧).
- 3) Hori K. et al. : Development and Application of the Renewable Energy Regional Optimization Utility Tool for Environmental Sustainability: REROUTES, *Renewable Energy*, 93, 548-561. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.051>.