

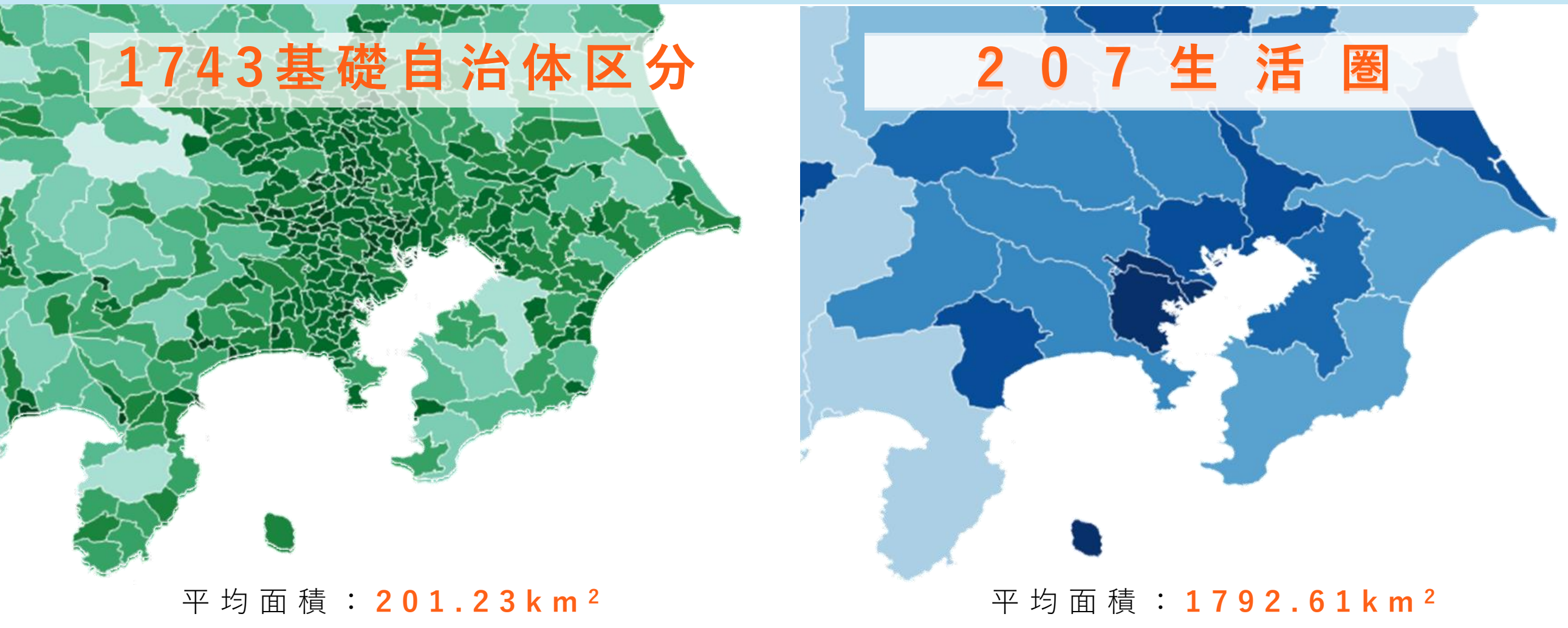
再生可能エネルギーミックスの組合せ最適化計算ツールによる地域連携効果の多目的評価

田中 健太郎¹・堀 啓子²・芳賀 智宏¹・松井 孝典¹・町村 尚¹
 ¹ 大阪大学大学院工学研究科,  ² 国連大学サステナビリティ高等研究所

はじめに Background

脱炭素社会 パリ協定（COP21）で日本は2030年度までに2013年度比でCO₂排出量の26 %削減が義務付けられた。そのため政府はパリ協定長期戦略と第5次エネルギー基本計画で**再生可能エネルギーの主力電源化**を目標に定め、同時にエネルギーミックスを達成し強靱なエネルギーインフラの構築を目指している。

解析方法 Material and Method



□ **1743基礎自治体区分とは？**： REROUTESモデルで使用されている2014年度の日本の全市区町村の区分

□ **207生活圈とは？**：国土交通省の全国旅客純流動調査で使用されている日本を207個の地域に分割したもの

□ **解析方法**：207生活圈と1743基礎自治体区分にREROUTESモデルで再生可能エネルギー利用率を最大化する**最適化計算**を行った。

結果 Results

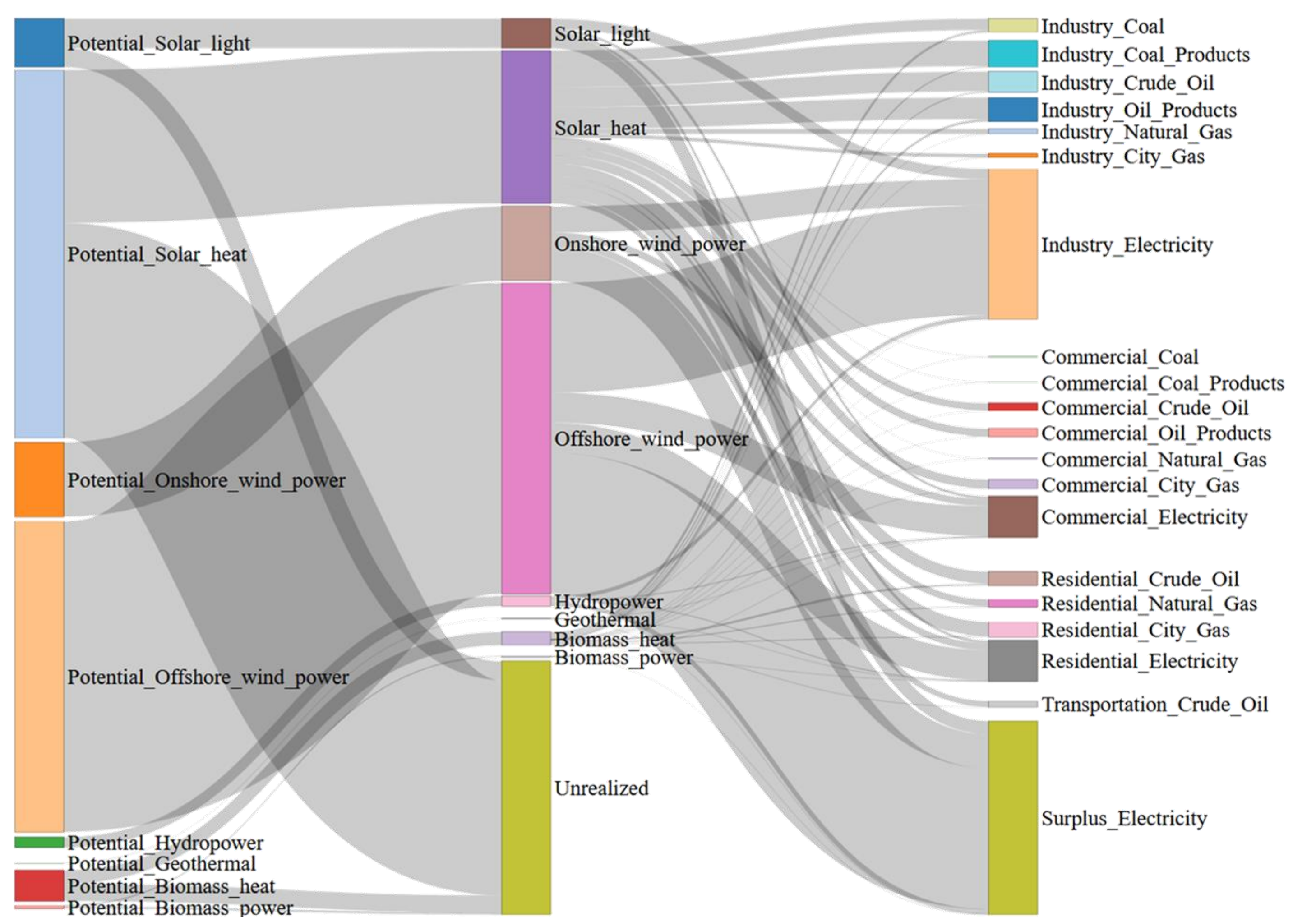


図1. 207生活圈エネルギーフロー

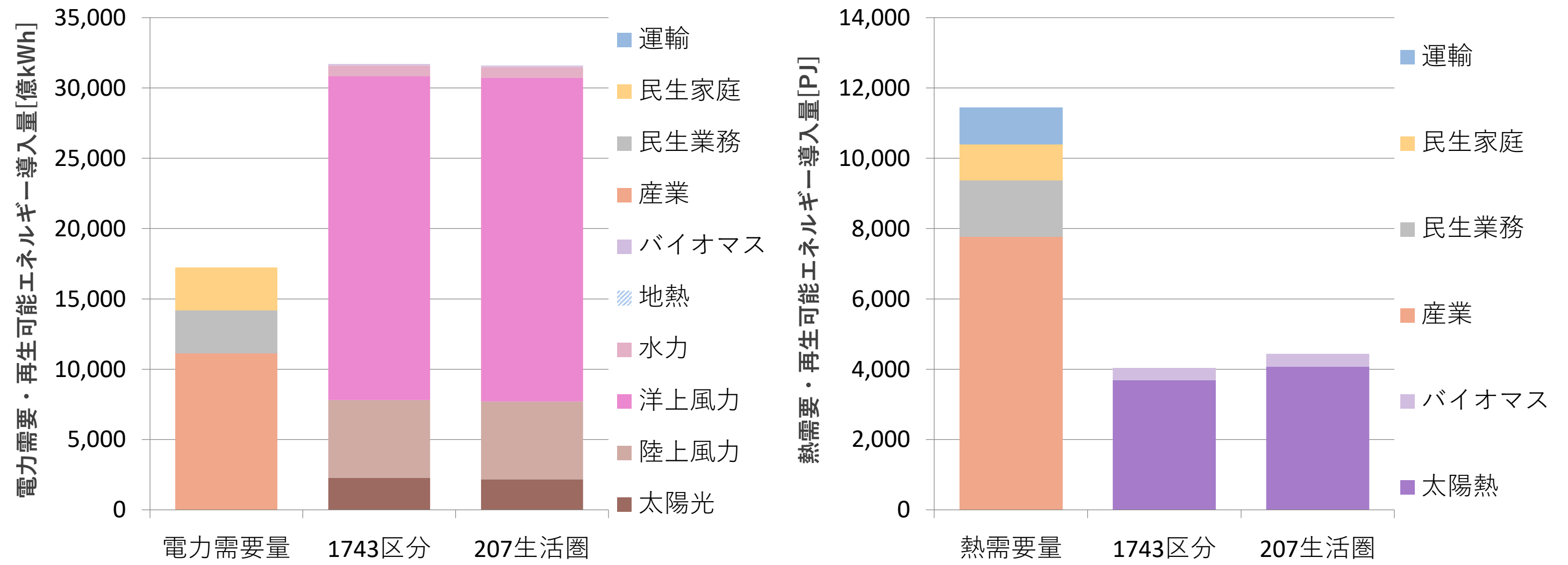


図2. 最適電気導入量 [億kWh/年]

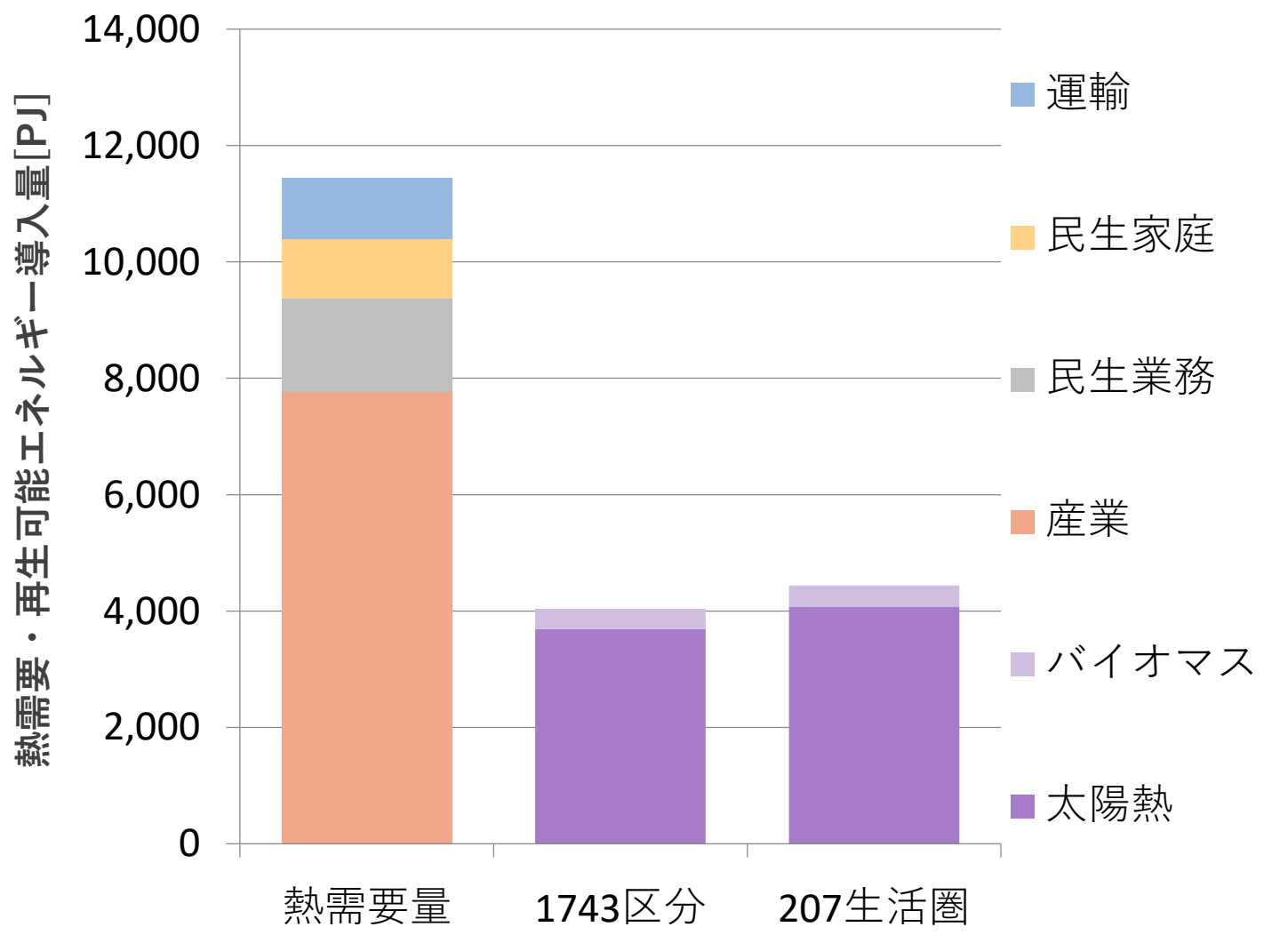


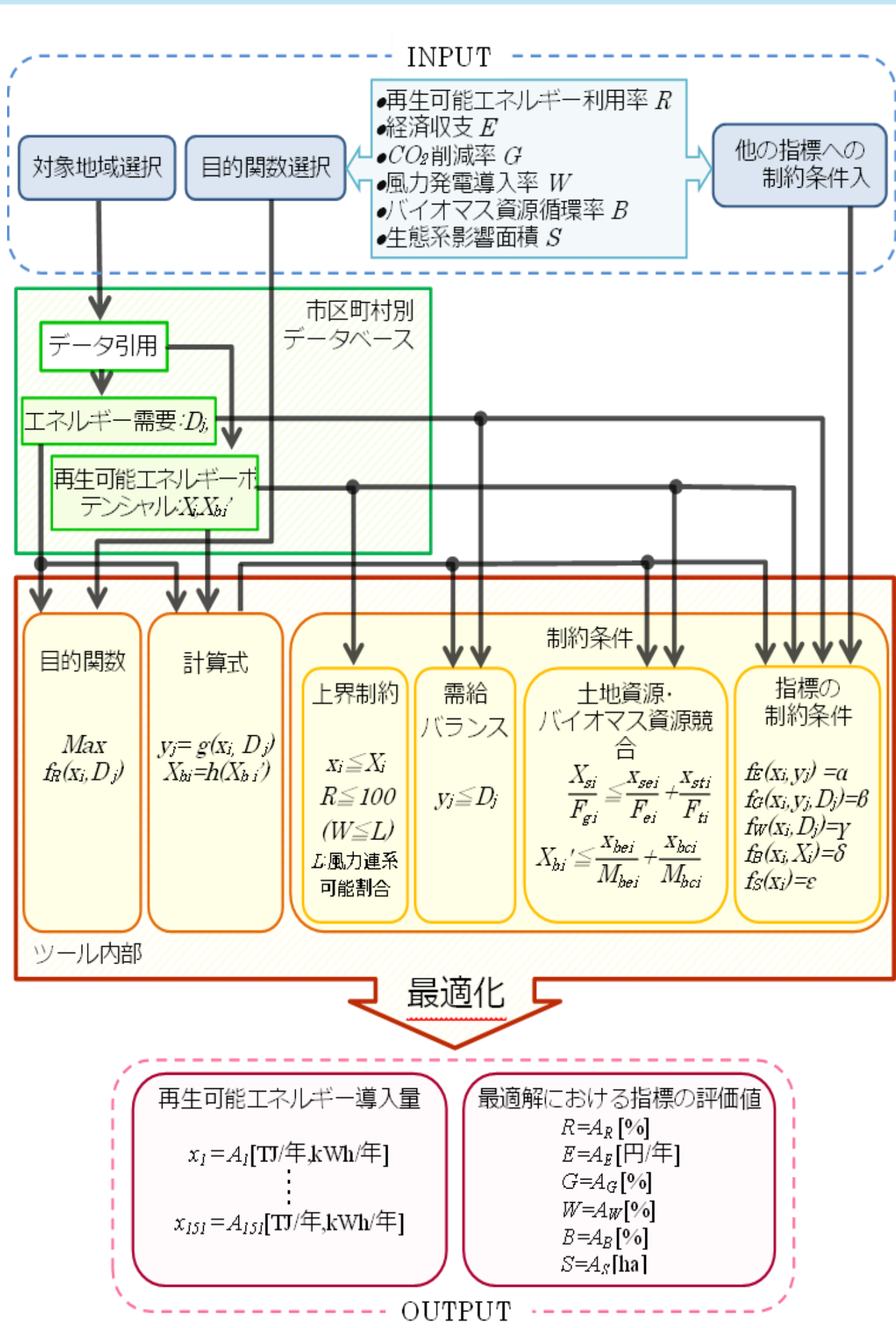
図3. 最適熱導入量 [PJ/年]

考察 Discussions

- 地域集約を考えた207生活圈でも**余剰電力**を持つ地域が存在し、エネルギー需要が大きく再生可能エネルギー資源が乏しい地域でさらに集約をかけるとエネルギー利用率は増加し、連携効果はさらに高まる。
- 熱の最適導入量だけでみると**約10 %の連携効果**があったが、バイオマスの余剰熱供給ポテンシャルを連携できればさらに集約効果は表れる。
- 地域連携により2030年度目標である**CO₂の26 %削減**を達成することができた。
- 再生可能エネルギー利用率を最大化したためどちらも国家予算の2割相当の20兆円越えの赤字を出しており、別の最適化の方法を熟慮する必要がある。

地域連携 また人口減少社会の日本では効果的な**地域集約化**も考えていかなければならないが、その際、**エネルギー需給の観点からも生活圏のコンパクト化**を行い、地域資源である再生可能エネルギーの需給を連携させることが必要である。

REROUTESモデル Renewable Energy Regional Optimization Utility Tool for Environmental Sustainability



	再生可能エネルギー利用率 [%]	$\frac{\text{再生可能エネルギー導入量}[J]}{\text{対象地域の需要量}[J]} \times 100$
	経済収支 [円/年]	$\frac{\text{売電収入}[\text{円/年}] + \text{化石燃料代替利益}[\text{円/年}] - \text{運転費用}[\text{円/年}] - \text{初期費用}[\text{円}]/\text{耐用年数}[\text{年}]}{}$
	CO ₂ 排出削減率 [%]	$\frac{\sum_i x_i a_i}{\sum_i x'_i a_i} \times 100 - 100$
	生態系影響面積 [ha]	$\sum_i x_i b_i$
	未利用バイオマス資源循環率 [%]	$\frac{\text{廃棄バイオマス利用量}(Dw-t)}{\text{廃棄バイオマス利用可能量}(Dw-t)} \times 100$
	エネルギー多様性指数 [-]	$1 - \sum_i \left(\frac{x_i}{\sum_i x_i} \right)^2$

□ 電力供給は蓄電や系統による制限を受けないと仮定。
□ 熱はオンサイトデマンドのみ供給可能とする。

参考文献：Hori K. et al. (2016), Development and Application of the Renewable Energy Regional Optimization Utility Tool for Environmental Sustainability: REROUTES, *Renewable Energy*, 93, 548-561.

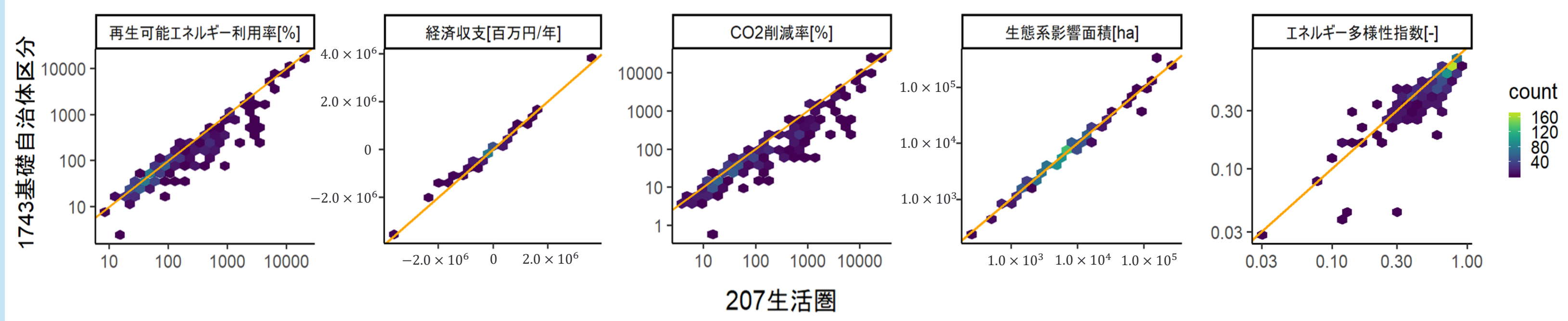


図4. 複数指標の各生活圈比較ヒートマップ

評価指標		1743区分	207生活圈
再生可能エネルギー利用率	[%]	41.4	58.6
経済収支	[兆円/年]	-20.03	-24.83
CO ₂ 排出削減率	[%]	17.4	30.3
生態系影響面積	[Mha]	2.30	2.40
未利用バイオマス資源循環率	[%]	100	100
エネルギー多様性指数	[-]	0.38	0.41

図5. 複数指標値の全国比較



207生活圈「成田」の地域連携効果

評価指標		1743区分	207生活圈
再生可能エネルギー利用率	[%]	19.8	54.5
経済収支	[兆円/年]	-0.14	-0.15
CO ₂ 排出削減率	[%]	8.5	69.7
生態系影響面積	[Mha]	0.18	0.18
未利用バイオマス資源循環率	[%]	100	100
エネルギー多様性指数	[-]	0.26	0.47

成田生活圈は千葉県成田市や銚子市などを含む20の市区町村から構成される。沿岸部の市区町村では**洋上風力発電量**が地域の需要を上回っており、地域集約により内陸の需要の大きな成田市に電力を連携できたため再生可能エネルギー利用率が大きく上昇した。

今後の課題 Future Perspectives

- **市区町村合併により人口減少が加速**している地域があるという報告もあり、生活圈周縁部では地域集約効果が見込めない可能性もある。本研究で使った207生活圈ではなく、より最適な地域集約方法を考慮する必要もある。(日弁連 <https://www.nichibenren.or.jp/library/ja/opinion/report/data/2018/opinion_181024.pdf> 2019/11/22 参照)
- 電力、熱の**供給力や需要は時間的に変化**していくものであり2030年や2050年の将来評価をする上で考慮すべき点である。また再生可能エネルギー利用率ではなく他の指標を目的関数にした場合の評価を行う必要がある。
- 再生可能エネルギー導入時の波及効果を多目的最適化・多次元可視化する。