

再生可能エネルギーネクス Renewable Energy Nexus

松井 孝典 (Matsui, Takanori)

Key Message: Harmonizing Carbon Neutrality and Nature Positivity through Renewable Energy Nexus.

References

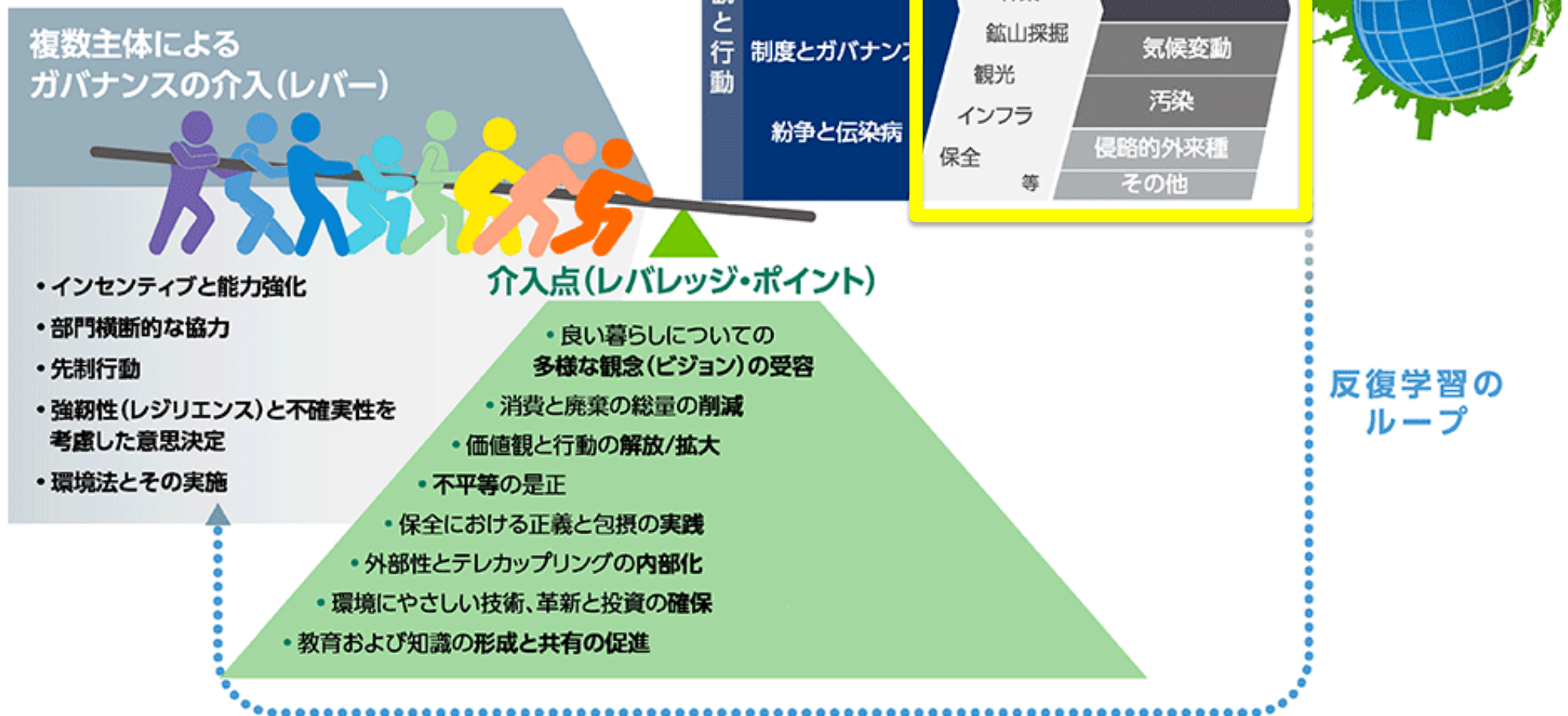
1. 松井孝典, 芳賀智宏, 堀啓子, 橋本禪, 石濱史子, 臼田裕一郎 (2025), 再生可能エネルギー大規模導入のカーボンニュートラルとネイチャーポジティブの 同時達成に向けた論点整理, 土木学会第53回環境システム研究論文発表会講演集, 53-62.
2. 小野寺弘晃, 芳賀智宏, 増田惟吹, 東出天舞音, 三井健矢, 堀啓子, 松井孝典, 松橋啓介(2025), カーボンニュートラルとネイチャーポジティブを両立する再生可能エネルギー導入戦略の検討,, 第41回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集 574-579.
3. 芳賀智宏, 増田惟吹, 東出天舞音, 三井健矢, 堀啓子, 松村悠子, 山口容平, 松井孝典, 石濱史子, 臼田裕一郎, 橋本禪 (2025), 日本全国の太陽光発電施設と導入ポテンシャルの空間分布のギャップの分析, 環境情報科学学術研究論文集38, 141-147.
4. Tanaka, K., Haga, C., Hori, K., & Matsui, T. (2022). Renewable energy Nexus: Interlinkages with biodiversity and social issues in Japan. Energy Nexus, 6, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100069>.
5. Hori, K., Kim, J., Kawase, R., Kimura, M., Matsui, T., & Machimura, T. (2020). Local energy system design support using a renewable energy mix multi-objective optimization model and a co-creative optimization¹ process. Renewable Energy, 156, 1278-1291. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.11.089>.

Key Message: Achieving transformative change requires systemic leverage points, not just siloed actions.

図 1-3-6 地球規模の持続可能性のための「全社会の変革」を表す図 NP&CNな土地利用ってなに?

IPBES-GA1(2019) SPM9

特に介入点(レバレッジ・ポイント)で適用される、統合的、順応的、情報に基づく、包摂的なガバナンスアプローチ(スマートな政策の組み合わせを含む)



注：生物多様性の損失を止めるには、損失の直接要因に対処するだけでは不可能であり、重要な介入点(レバレッジ・ポイント)に焦点を当てた統合的、順応的、包摂的なガバナンス介入(レバー)により、様々な人間活動の基となる間接要因やその根底にある価値観と行動の変化を引き起こす「社会変革」が必要。

資料：IPBESの地球規模評価報告書政策決定者向け要約より環境省作成 <https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r02/html/hj20010103.html>

Green vs. Green



自然環境に負の影響を及ぼす太陽光発電事業（イメージ）



自然に配慮した太陽光発電事業（イメージ）

Key Message: National data (REPOS) suggests abundant renewable potential, driven by solar and wind.

REPOS

本文へ | ご意見・お問い合わせ | アンケート | サイトマップ | ログイン | 環境省

REPOSとは

メインメニュー

分析ツール

データ

ヘルプ

ユーザー登録



再エネ導入ポテンシャル（地図）



色々研究しているうちにわかったことを皆様とシェアしたい

環境省：再生可能エネルギー情報提供システム REPOS, <https://repos.env.go.jp/web/>

KeyFindings1:

REPOS上では導入ポテンシャルは豊富に見える

Key Message: National data (REPOS) suggests abundant renewable potential, driven by solar and wind.

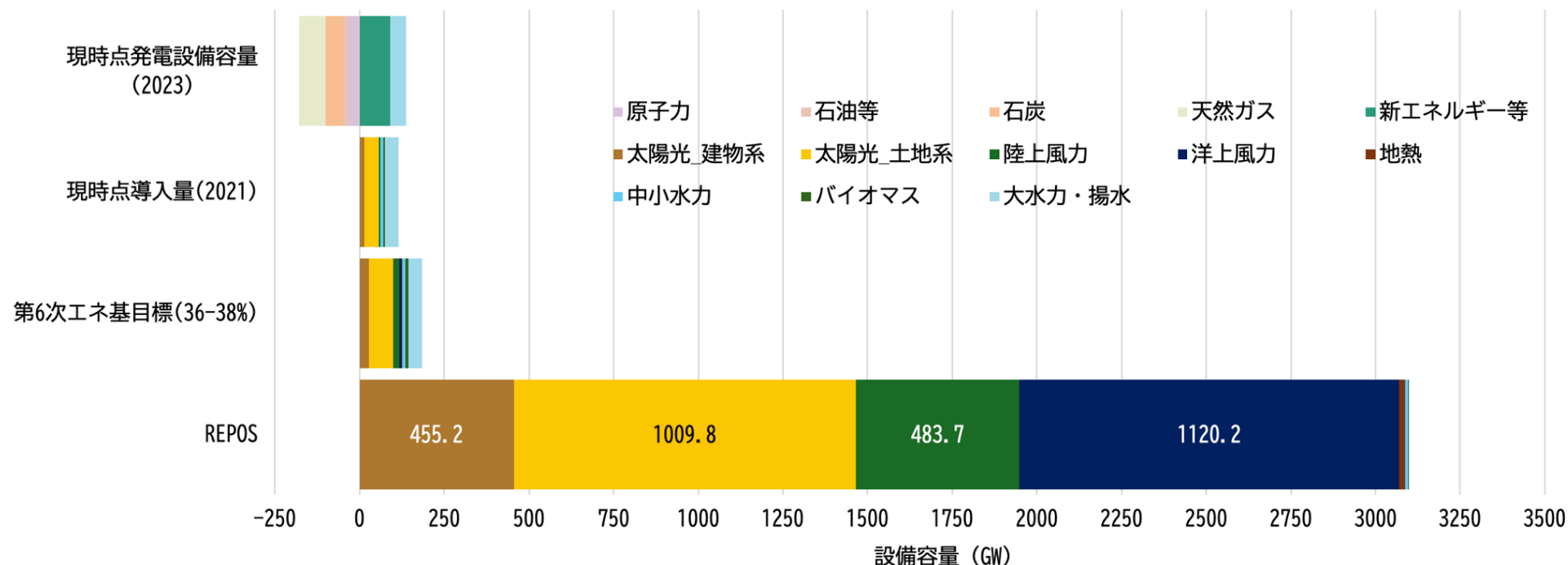


図-1 再生可能エネルギーの現時点導入量, 目標値, 導入ポテンシャルの比較

これに加えて...

- ・陸域：森林上にPVパネル
- ・海洋：EEZ

KeyFindings2:

主戦場はやはり太陽光と風力っぽい

Key Message: National data (REPOS) suggests abundant renewable potential, driven by solar and wind.

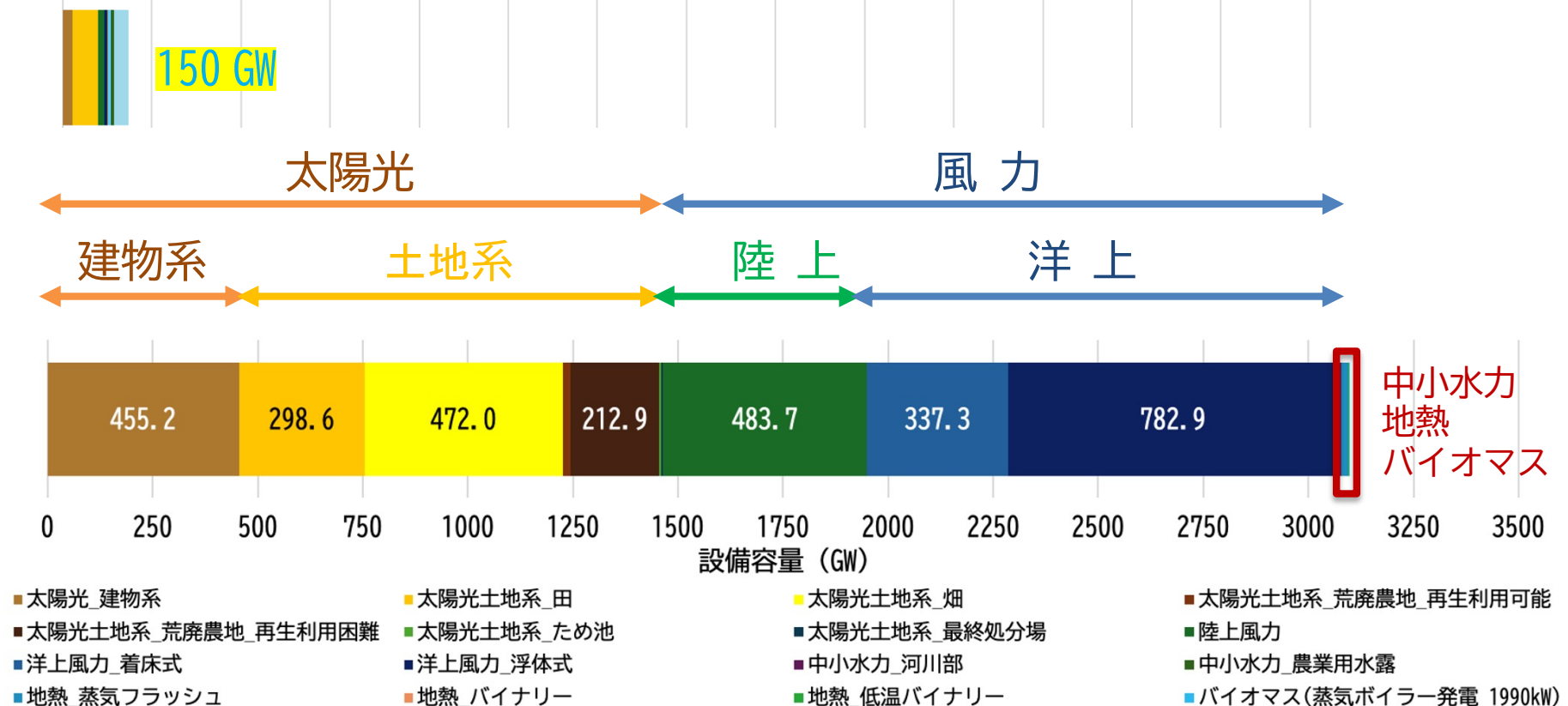


図-4 REPOS の再生可能エネルギー導入ポテンシャル

でも、ポテンシャルが大きすぎる？

松井孝典, 芳賀智宏, 堀啓子, 橋本禅, 石濱史子, 臼田裕一郎 (2025), 再生可能エネルギー大規模導入のカーボンニュートラルとネイチャーポジティブの 同時達成に向けた論点整理, 土木学会第53回環境システム研究論文発表会講演集, 53-62.

KeyFindings3:

REPOSは最大出力に近く、過大推計気味

Key Message: Theoretical potentials are often overestimated, neglecting real-world social and local constraints.



図 REPOS のポテンシャル推計の説明図

KeyFindings4:

実際の現場の促進地域・共生地域の想定はもっと狭い

Key Message: Bridging the gap between national targets and local implementation through co-creative zoning.



図 地域脱炭素のための促進区域設定等に向けた

ハンドブックでのポジティブゾーニングの考え方

REPOSが地域に届くまでに、ネガティブゾーニングが足りない？

KeyFindings4:

実際の現場の促進地域・共生地域の想定はもっと狭い

Key Message: Bridging the gap between national targets and local implementation through co-creative zoning.



環境省: 脱炭素地域づくり支援サイト,
https://policies.env.go.jp/policy/roadmap/local_keikaku/sakutei/map.html#map_sokushin

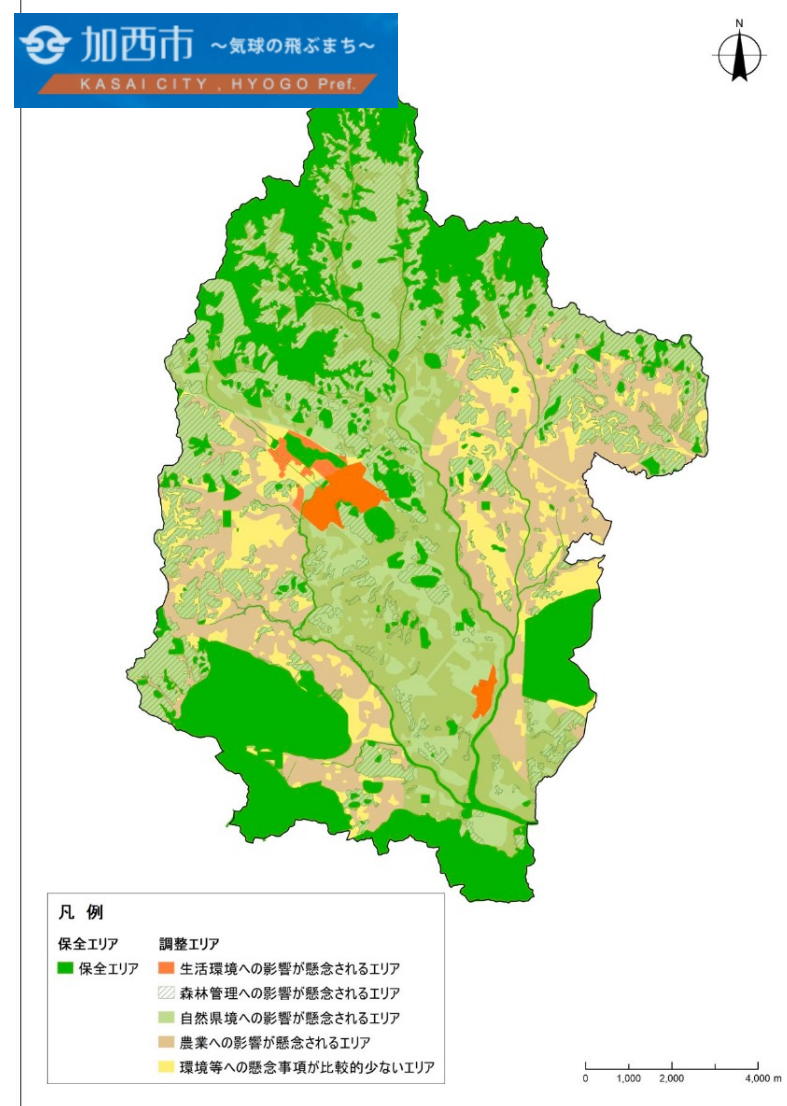


図 5.4 ゾーニングマップ (案)

加西市再生可能エネルギー導入促進に関するゾーニング報告書の公表
について, <https://www.city.kasai.hyogo.jp/site/keikaku-sesaku/39584.html>

KeyFindings5:

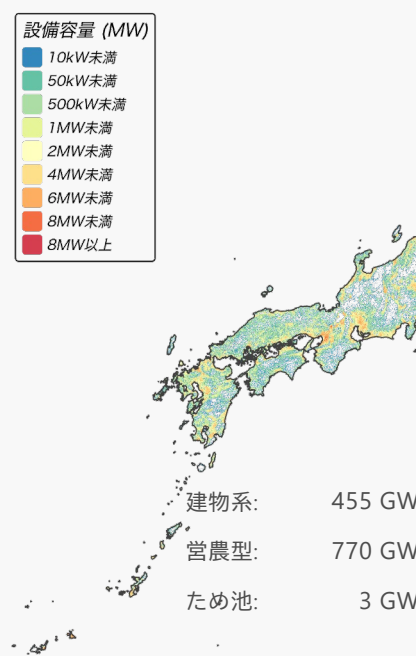
10

では、どこを保全・保護するの？

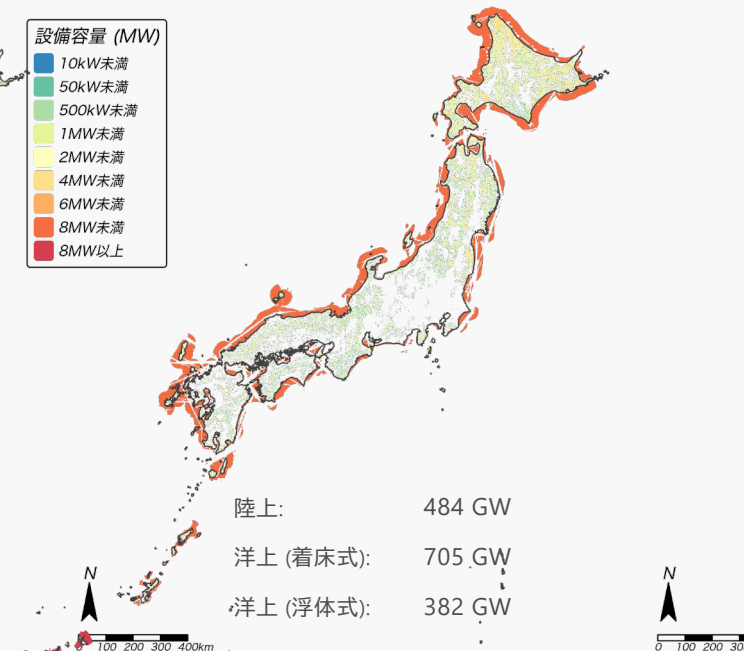
Key Message: Securing initial biodiversity baselines by aligning energy deployment with Protected Areas and OECMs

保全ケース：REPOSの想定 = 環境関連法

太陽光PVの設備容量



陸上・洋上風力の設備容量



設備容量合計: 2,799 GW

KeyFindings5:

11

では、どこを保全・保護するの？

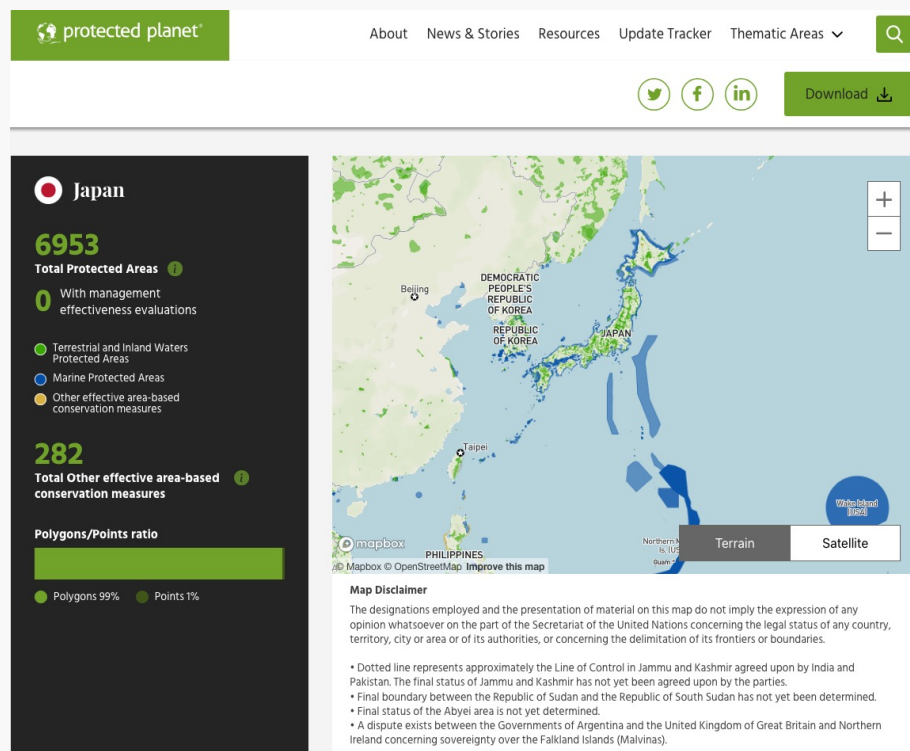
Key Message: Securing initial biodiversity baselines by aligning energy deployment with Protected Areas and OECMs

保全優先地域の設計方法

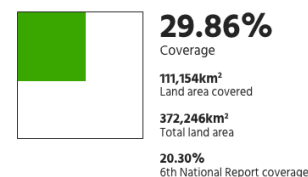
iam-b

<https://iam-b.jp/>

陸域・海域共通: Protected Area (PA) / OECM

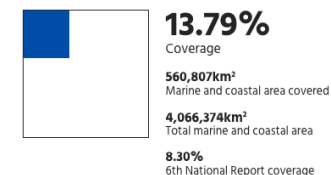


Terrestrial and inland waters protected area & OECM coverage



PAME
0% With management effectiveness evaluations
0km² Areas assessed

Marine protected area & OECM coverage



PAME
0% With management effectiveness evaluations
0km² Areas assessed

根拠: 日本国内の陸域・海域の保護区・OECM

出典: <https://www.protectedplanet.net/country/JPN>

注: ↑のProtected Planet (IUCN/UNEP-WCMC) では、個々のPA・OECMを重複集計している環境省の正式な公表値: 陸域20.5%・海域13.3% <https://policies.env.go.jp/nature/biodiversity/30by30alliance/documents/flyer30by30.pdf>

KeyFindings5:

12

では、どこを保全・保護するの？

Key Message: Securing initial biodiversity baselines by aligning energy deployment with Protected Areas and OECMs

保全ケース： PA/OECM

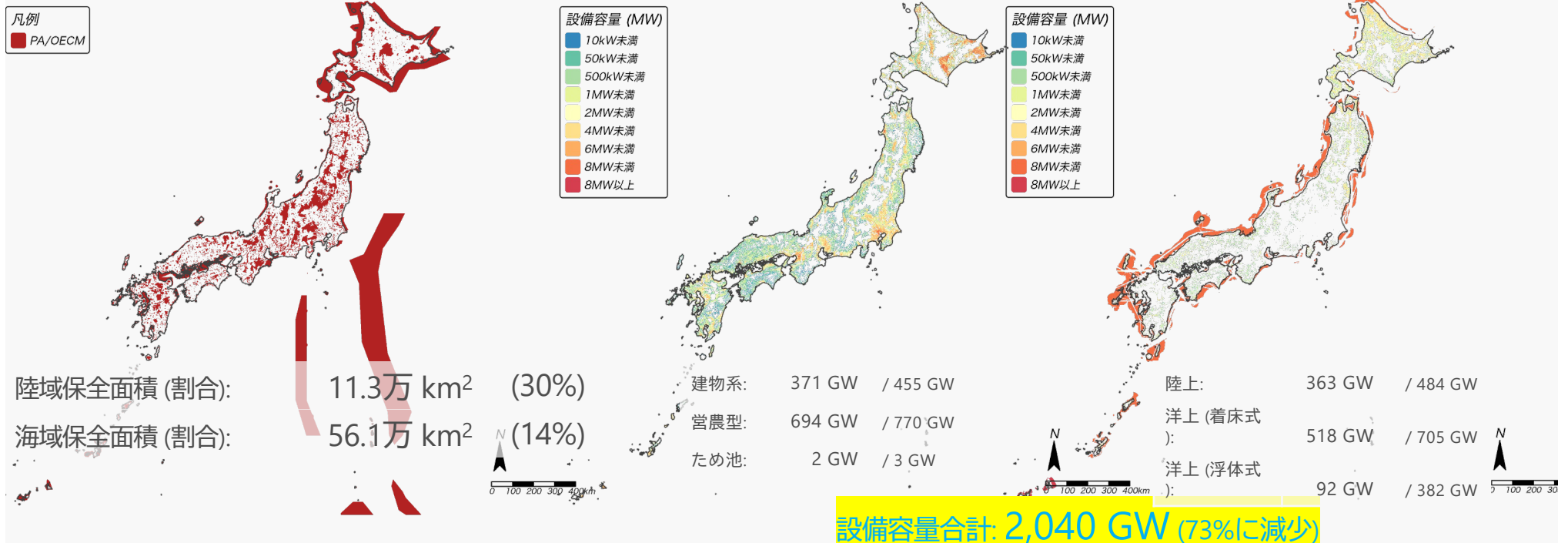
iam-b

<https://iam-b.jp/>

保全優先地域の分布と根拠

太陽光PVの設備容量

陸上・洋上風力の設備容量



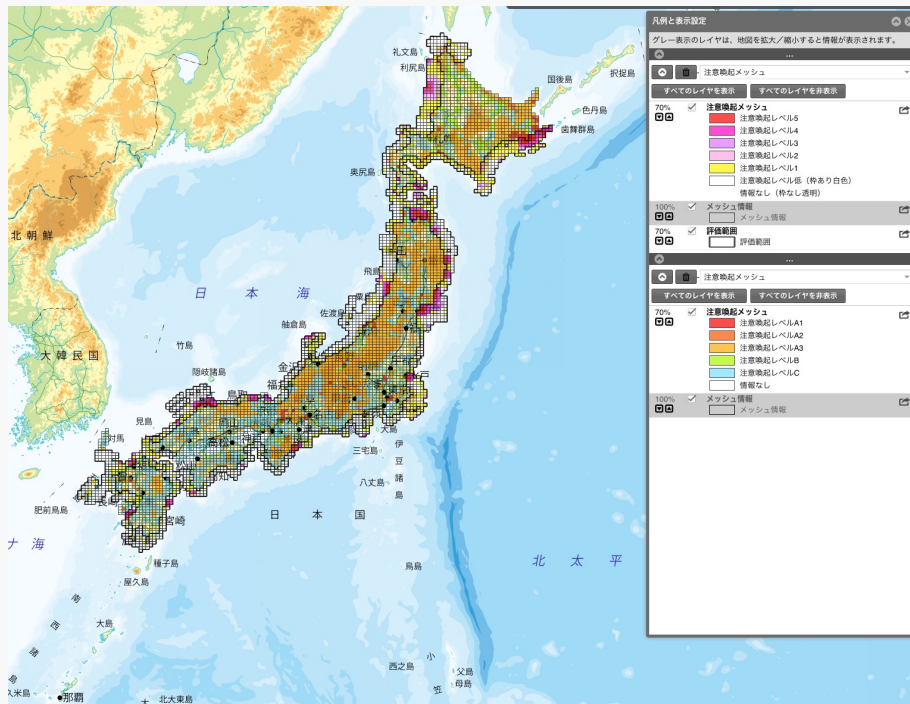
でも30 by 30に足りていないので...

注：保全面積は重複を除外した後の面積を独自に推計した。ただし、再エネの設備容量は、REPOSのデータの空間解像度の500m別に保全地域との重複の有無を調査し推計した。また、Protected Planetでは一部の海域保護区のGISデータが非公開のため、一部図中に表示されていない。

では、どこを保全・保護するの？

Key Message: Integrating multi-layered ecological data to define robust, science-based conservation priorities.

陸域・海域共通：鳥類のセンシティブティマップ



環境省
Ministry of the Environment

本文へ > English キーワード検索 検索 ヘルプ

ホーム 環境省について 政策 法令 報道・広報 白書・統計 申請・手続き

自然環境・生物多様性

ホーム > 政策 > 政策分野一覧 > 自然環境・生物多様性 > 風力発電施設と野生生物保護 > 風力発電における鳥類のセンシティブティマップ

風力発電における鳥類のセンシティブティマップ

再生可能エネルギーの一つである風力発電の導入促進と自然環境保全の両立を図るためには、事業者が事業計画検討の初期段階において、鳥類への影響を考慮すべき区域を認識し、事業実施区域の選定を含む効率的な影響の回避・低減を進めることが極めて重要です。

そのため、事業者が風力発電を設置しようとする際に、鳥類の生息状況を事前に把握する際の参考として活用していただくことを目的に、環境省は、風力発電に対する鳥類への影響が懸念される区域を示した「センシティブティマップ」を作成しました。センシティブティマップは「環境アセスメントデータベース」EADAS（イーダス）」に公開しています。

根拠: 風力発電の導入する際の参考情報

出典: <https://eadas.env.go.jp/eiadb/webgis/index.html>

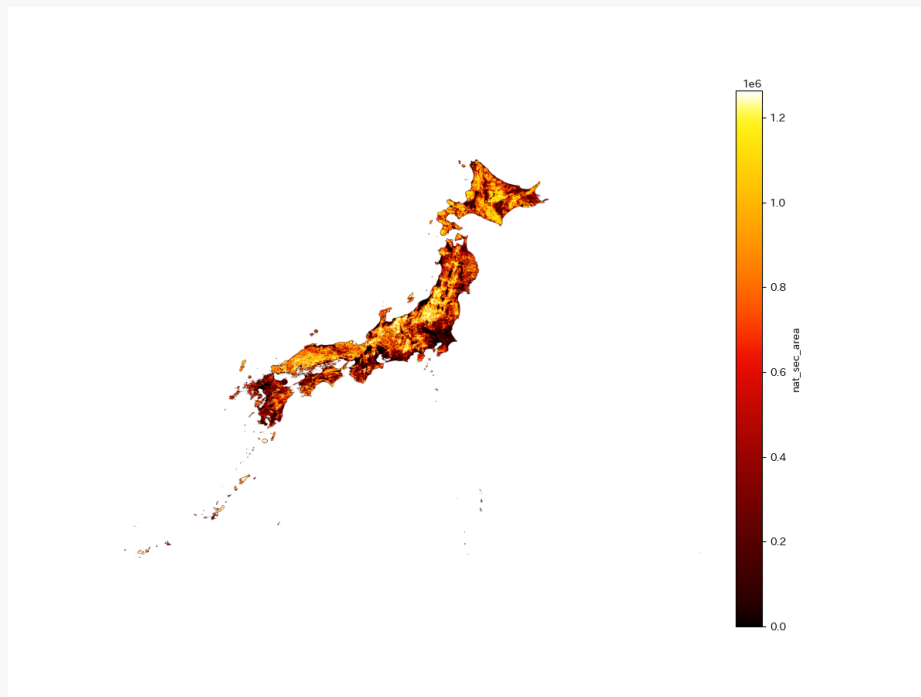
KeyFindings5:

14

では、どこを保全・保護するの？

Key Message: Integrating multi-layered ecological data to define robust, science-based conservation priorities.

陸域：1/2地域メッシュ内の自然植生・二次的植生の密度



国立研究開発法人 国立環境研究所
生物多様性領域
Biodiversity Division, NIES, Japan

Site Map 交通アクセス English

国立研究開発法人
国立環境研究所
National Institute for Environmental Studies

Home 組織概要 研究概要 データベース/ツール 広報 連携活動

Home > データベース/ツール > 日本全国標準土地利用メッシュデータ

日本全国標準土地利用メッシュデータの公開について

日本全国標準土地利用
メッシュデータ

根拠: 自然・半自然性の高い森林・草地を保全

出典: <https://www.nies.go.jp/biology/data/lu.html>

KeyFindings5:

15

では、どこを保全・保護するの？

Key Message: Integrating multi-layered ecological data to define robust, science-based conservation priorities.

海域：生物多様性の観点から重要度の高い海域

生物多様性の観点から重要度の高い海域
~Ecologically or Biologically Significant marine Areas identified by Japan~

ホーム 背景 海域の抽出 ▼ FAQs (よくある質問) 沿岸域 沖合表層域 沖合海底域 ダウンロード

環境省ホーム > 政策分野・行政活動 > 政策分野一覧 > 自然環境・生物多様性 > 生物多様性の観点から重要度の高い海域

生物多様性の観点から重要度の高い海域とは

周囲を海に囲まれている日本は、古くから海と深く関わってきました。海産物といった恵みはもちろんのこと、鉱物資源やエネルギー、また海運や様々なマリンスレジャーなど、豊かな海は私たちにも多様な恩恵をもたらしてくれま。さらに、海は地球規模の気候の安定や物質の循環にも大きく貢献し、私たちの暮らしを支えています。

このように非常に重要な海は、一方で沿岸域等の開発や資源の乱獲、汚染、水温上昇、酸性化などの影響を受けてその環境が悪化しており、国際的にも国内においても海洋環境の保全を進めることが強く求められています。

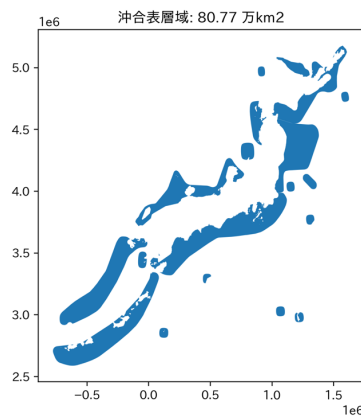
こうした状況を踏まえ、海洋の生物多様性の保全と持続可能な利用の推進に資することを目的に「生物多様性の観点から重要度の高い海域」が抽出されました。この、「生物多様性の観点から重要度の高い海域」は、わが国周辺海域の生物多様性を保全していく上で重要度が高い海域を、生態学的及び生物学的観点から、科学的そして客観的に明らかにしたものです。平成23年度からの3年間にわたる検討の結果、沿岸域では270カ所、沖合表層域では20カ所、沖合海底域では31カ所が抽出されました。

今後の各種施策の推進等に当たり、「生物多様性の観点から重要度の高い海域」が活用されることが期待されます。

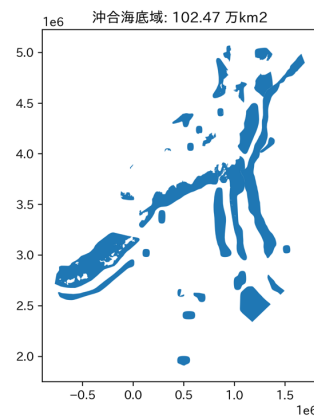
地図を見る 使い方

沿岸域 沖合表層域 沖合海底域

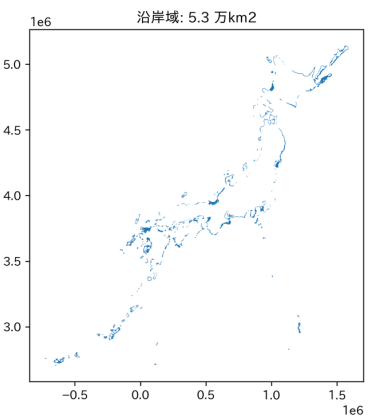
表層



海底



沿岸



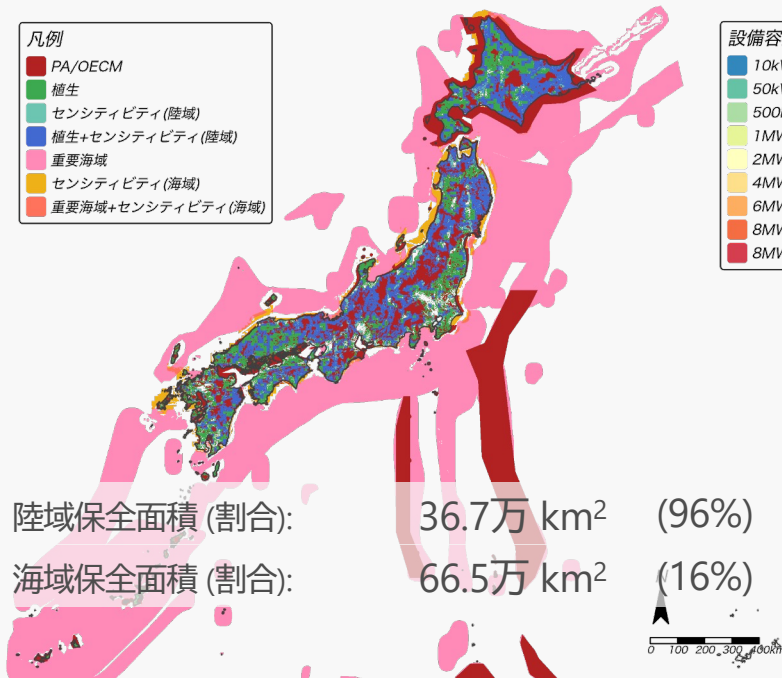
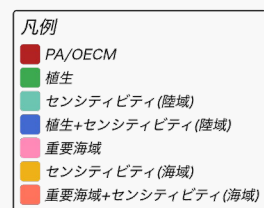
根拠: わが国周辺海域の生物多様性を保全していく上で重要度が高い海域
出典: <https://www.env.go.jp/nature/biodic/kaiyo-hozen/kaiiki/index.html>

では、どこを保全・保護するの？

Key Message: Maximizing nature conservation scales down renewable capacity to 19%—Can we still balance both?

保全ケース：保全最大

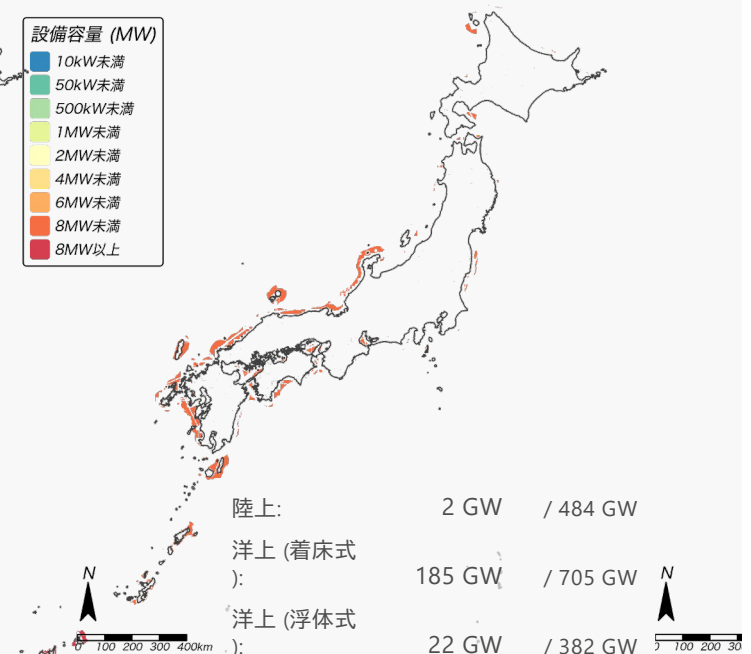
保全優先地域の分布と根拠



太陽光PVの設備容量



陸上・洋上風力の設備容量



設備容量合計: 524 GW (19%に減少)

これならネイチャーポジティブとカーボンニュートラルは両立可能？

KeyFindings6:

もっと厳しくても良いかもしれないが...

Key Message: Strictest ecological preservation may challenge the economic rationality of energy systems.

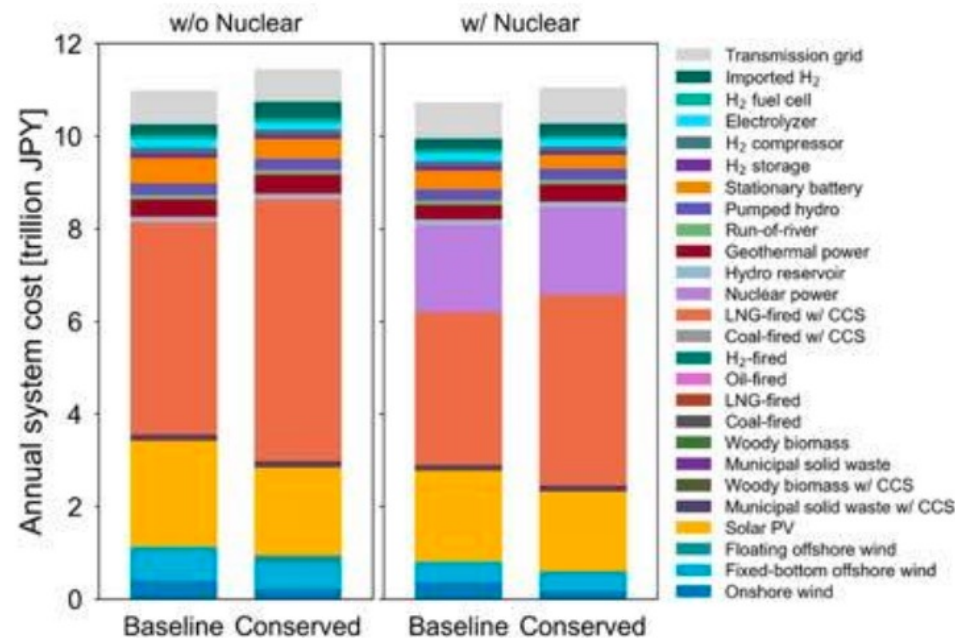
例えば電力システムの的にそれが望ましいかどうかはまた別

22 - 2

2025.1.26~29
第41回エネルギーシステム・
経済・環境コンファレンス
講演論文集

カーボンニュートラルとネイチャーポジティブを両立する 再生可能エネルギー導入戦略の検討

A Renewable Energy Strategy that Achieves Carbon Neutrality and Nature Positivity



(b) システムコスト

小野寺弘晃*・芳賀智宏**
Hiroaki Onodera Chihito Haga
増田 惟吹**・東出天舞音**・三井健矢**
Ibuki Masuda Amane Higashide Kenya Mitsui
堀 啓子***・松井孝典**・松橋啓介*
Keiko Hori Takanori Matsui Keisuke Matsuhashi

is, concerns about its ecological impacts are growing. This study aims to
ugh evaluating resource potential and requirements of renewable energies
les aligned with the 30by30 target as well as CO₂ emissions constraints
nd and marine use restrictions for biodiversity conservation resulted in a
shore wind, and offshore wind by 24.5%, 65.7%, and 53.8%, respectively.
i Prefecture and offshore wind near Chiba Prefecture, were substantially
LNG power in the metropolitan area and offshore wind in Akita Prefecture,
2.9% increase in system costs. These findings demonstrate that prioritizing
amework has slight impact on decarbonization costs while effectively
le pathway to harmonize carbon neutrality and nature positivity.

newable energy potential, Energy system optimization

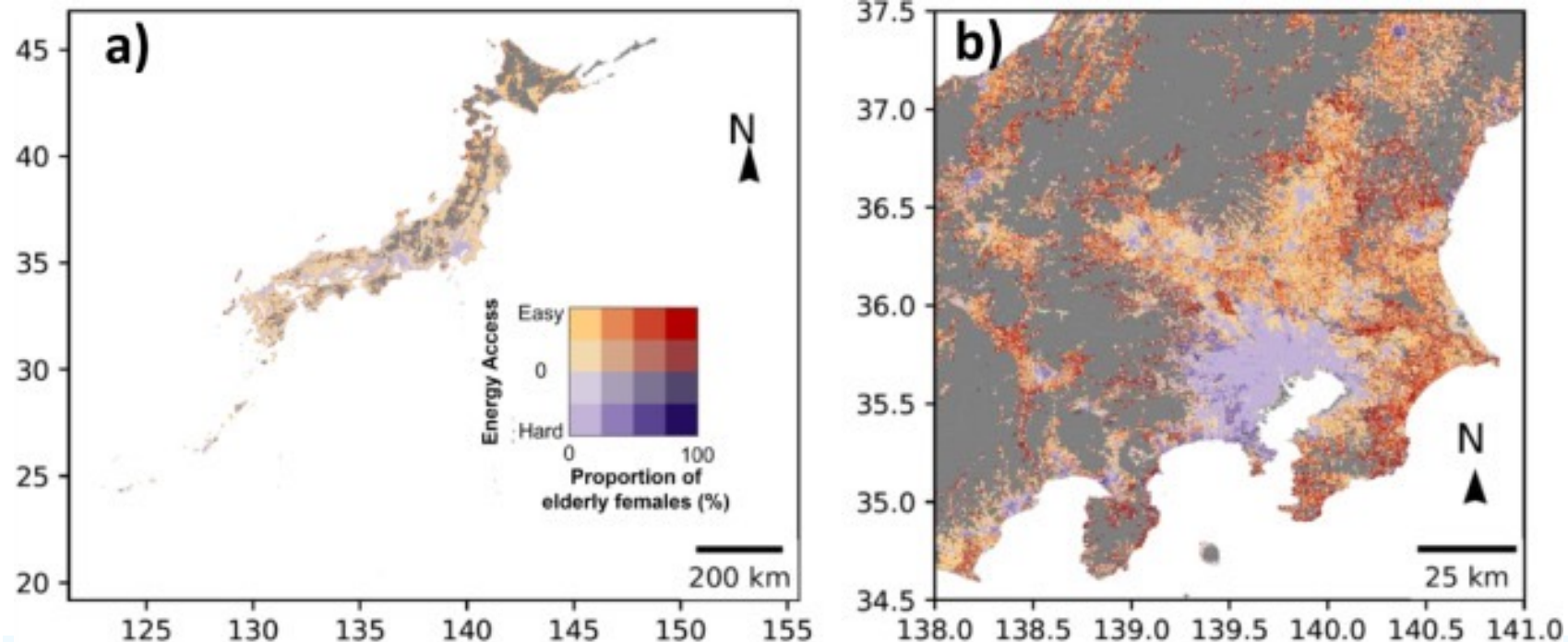
KeyFindings6:

もっと厳しくても良いかもしれないが…

Key Message: Socio-economic justice: Urban energy limits must not burden vulnerable populations with soaring costs.

例えば公平性的にそれが望ましいかどうかはまた別

エネルギー貧困（再エネアクセスと高齢女性に注目して）



都市部では再エネアクセスが困難であり，貧困率の高い
女性高齢者が電力価格の高騰の影響を受ける可能性あり？

Final Remarks: つまりはSDGs Nexus

Final Remarks: In short, it is the SDGs Nexus.



The SDGs wedding cake, <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>

謝辞:本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF23S12100, JPMEERF23S12140, JPMEERF23S12116, JPMEERF20251004), JSPS科研費24H00769により実施した。