

気候変動の緩和策と適応策の統合的展開

2050年の社会像を見据えた 再生可能エネルギー利用拡大への道筋

研究課題番号: 2-1804

研究実施期間: 平成30年度～令和2年度

横浜国立大学 大学院環境情報研究院

本藤 祐樹

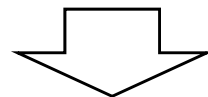
本研究の背景

パリ協定：低炭素社会そして脱炭素社会の実現

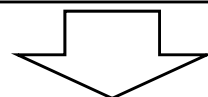
- 2030年度に温室効果ガス26%削減、今世紀後半を展望した**長期戦略**提出の招請
- **再生可能エネルギーの大幅な利用拡大が不可欠**である

地域循環共生圏：地域特性を生かした持続可能な経済の実現

- 地域資源（自然、社会、文化など）の活用による地域経済の強靱化
- 化石燃料の燃焼によるCO₂の削減に加えて、**地域資源のひとつである再エネを用いた地域の活力の維持・発展**が望まれる



「全国一律」「導入量拡大」から「**地域特性**」「**効果最大化**」に軸足を移した
再エネ普及政策・施策の立案



中長期の再エネ普及に関する詳細なシナリオ分析研究が不可欠

本研究の目的

異なる将来社会像に応じた中長期の再エネ技術導入シナリオを提示し、再エネ利用拡大に向けた政策・戦略の方向性を明らかにすること



本研究の特徴

- 発電だけではなく、直接熱利用や海洋エネルギー利用など幅広い**再エネ技術**の可能性を考慮

再エネ技術と地域の特徴を踏まえた適材適所



再エネ**発電**

海洋再エネ

再エネ**熱**

輸送・貯蔵

本研究の特徴

- 日本の将来社会像を想定して、再エネ技術の導入によって生じる**コベネフィット**を考慮

例：安価なエネルギー供給を重視するのか、地域経済への貢献を重視するのか

再エネ導入がもたらす様々な価値の軽重

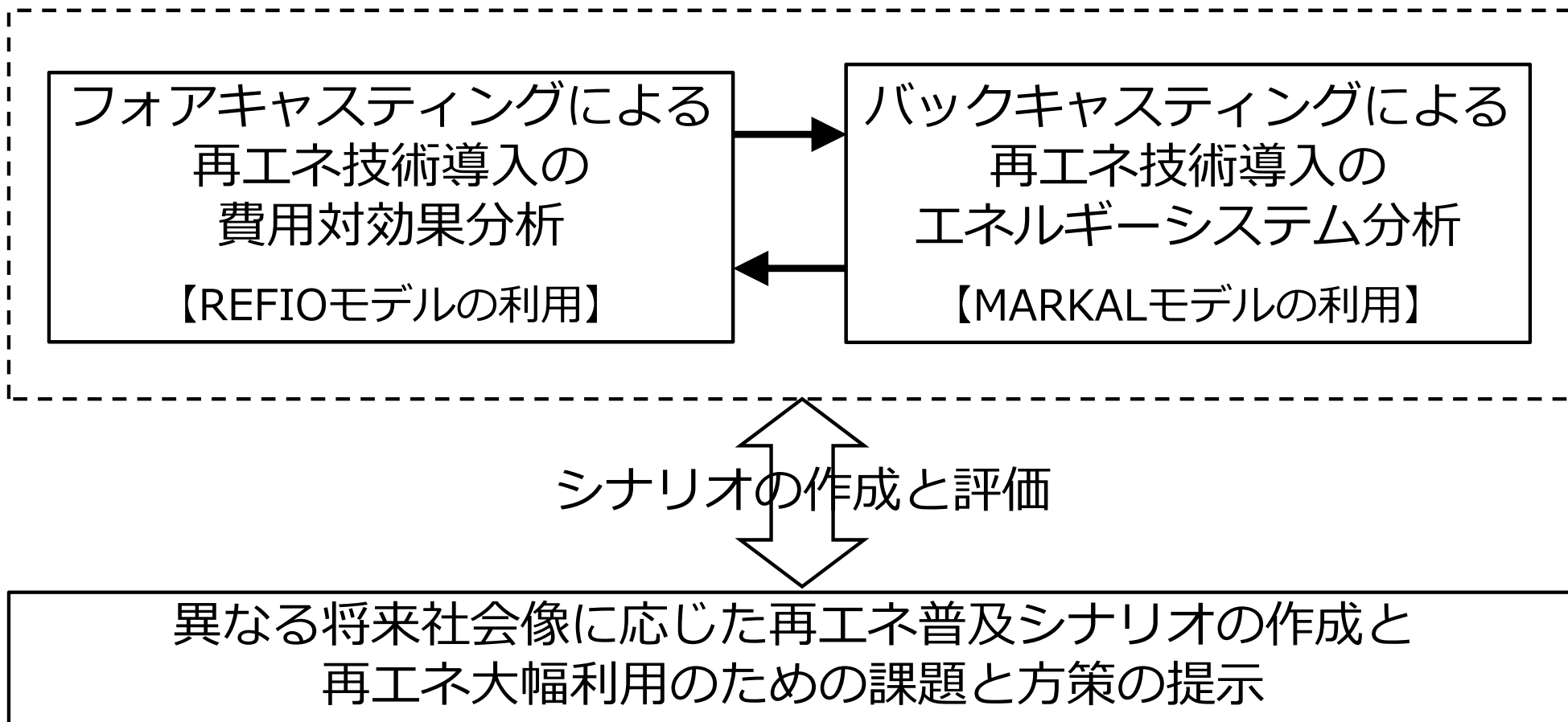


| | |
|---------|-------|
| エネルギー供給 | 低炭素化 |
| 雇用創出 | 新産業創出 |
| 地域活性化 | 防災 |

研究方法の概略と研究体制

【サブテーマ1】
横浜国立大学

【サブテーマ2】
産業技術総合研究所

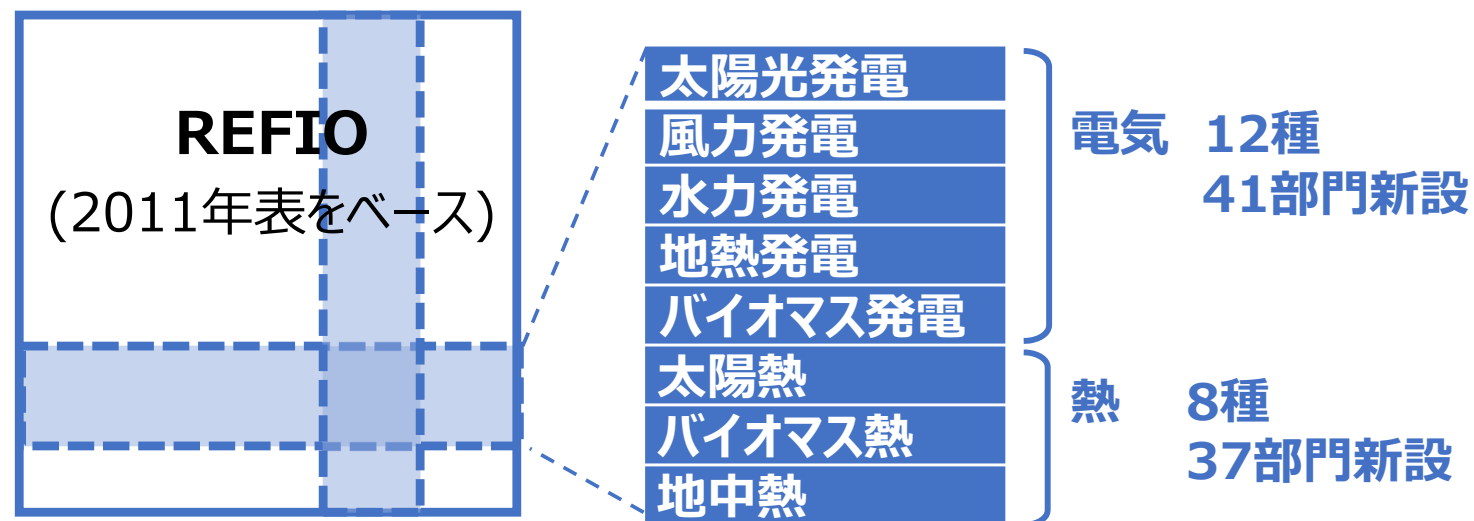


これまでの研究成果のご紹介

- 再生可能エネルギー部門拡張産業連関表
 - ライフサイクルCO₂削減コスト
- 再エネ直接熱利用技術
 - 太陽熱温水器を例に
- 海洋エネルギー発電技術
 - 海洋温度差発電を例に
- 再エネ発電技術のコベネフィット
 - 雇用の創出ポテンシャルとシフト

再生可能エネルギー部門拡張産業連関表 Renewable Energy-Focused Input-Output Table (REFIO)

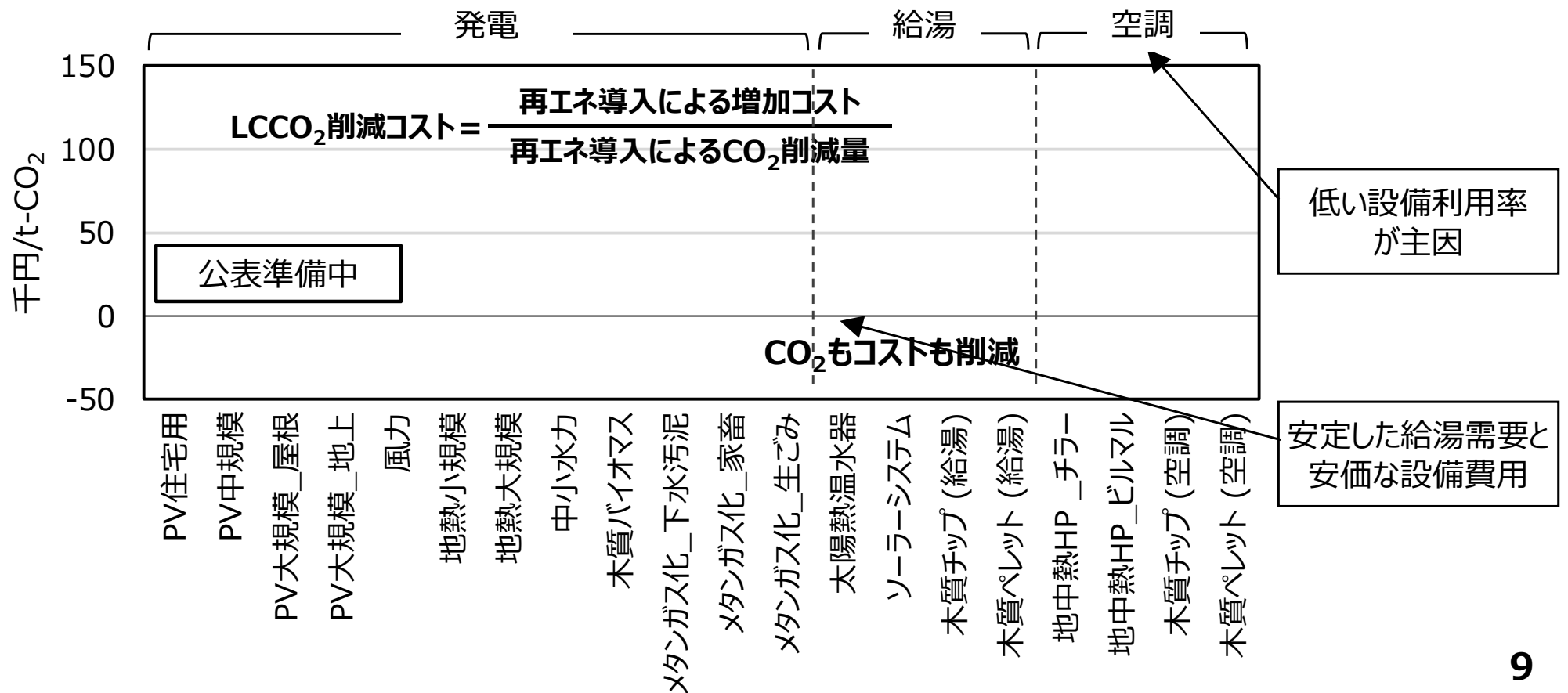
- 既存の産業連関表に**再エネ関連部門を新設**することで、様々な再エネ技術の導入効果を同一フレームにおいて分析・評価可能
- **12種の発電技術**、ならびに、**8種の直接熱利用技術（給湯、空調）**を対象
- 各技術の**機器製造、建設、運用、燃料製造**の各段階に対応する部門を新設
- 「再エネに係わる活動を広く網羅すること」と「実態を反映した精緻な推計」との両立



出所: 森泉, 本藤, 中野 (2017) 日本エネルギー学会誌, 96(1):16-27
森泉, 本藤, 中野 (2019) 日本エネルギー学会誌, 98(12) in press

再エネ技術のライフサイクルCO₂削減コスト

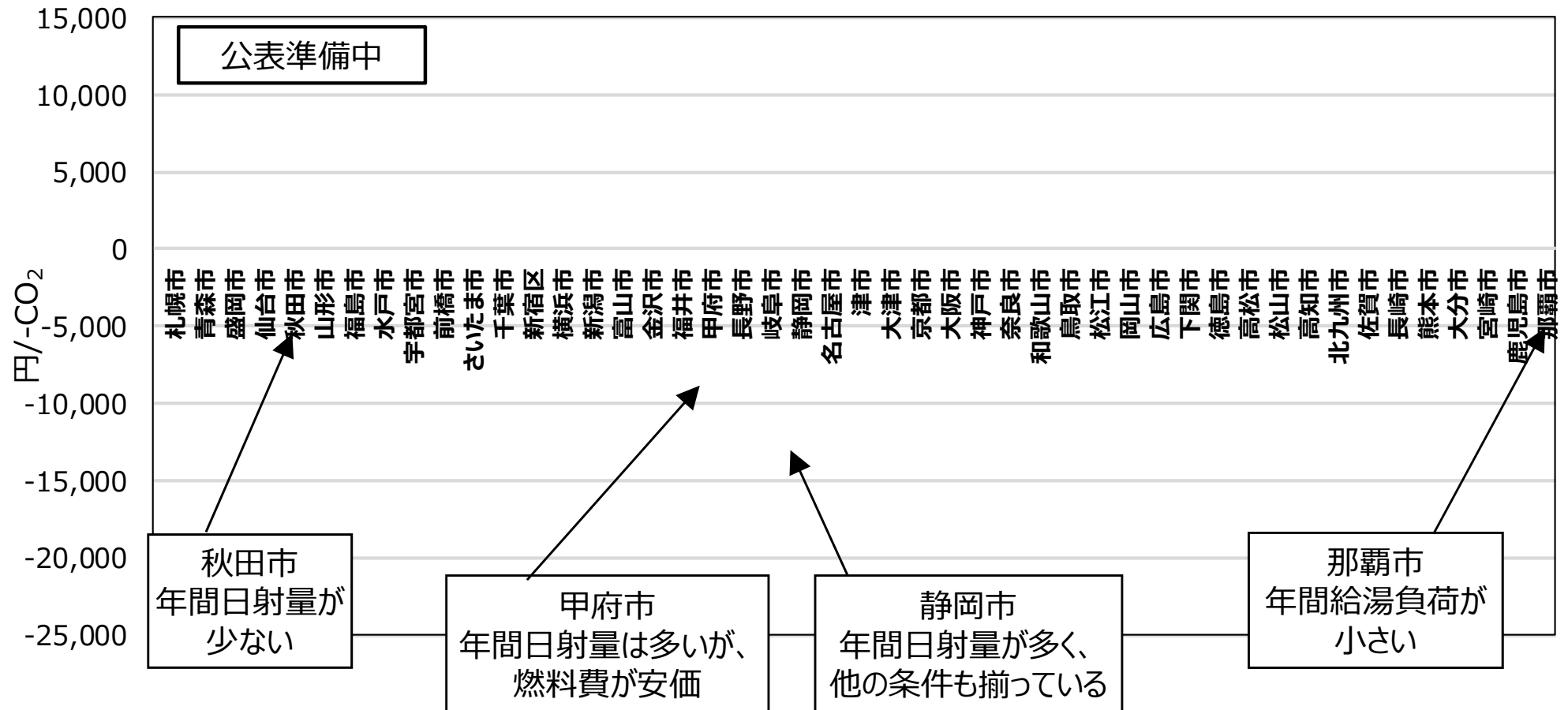
- REFIOを用いて**20種の再エネ技術（発電、給湯、空調）**の**LC-CO₂削減コスト**（日本の平均的な条件下）を試算
 - 発電：系統電力をベースラインとして削減コストを評価
 - 給湯・空調：既設の従来型給湯・空調設備の代替を想定して削減コストを評価（例：太陽熱温水器の場合は、その導入によって代替されるガス給湯器による給湯をベースライン）



地域特性を考慮したライフサイクルCO₂削減コスト

- 日射量や気温などの**自然条件**、既存の給湯・空調機器の種類やエネルギー価格などの**社会条件**を考慮し、**導入地域別にLC-CO₂削減コスト**を試算

例：住宅用太陽熱温水器（自然循環型）のLC-CO₂削減コスト



海洋エネルギー発電のライフサイクルCO₂排出原単位

- インベントリデータの情報源
 - 現地調査およびヒアリング調査
 - NEDO、環境省、文科省等のデータ
 - 国内外の論文および報告書
- LC-CO₂排出量の試算方法
 - 文献記載数値の抽出および設計図等から物量データ取得
 - LCAデータベース「IDEA v2.2」を使用

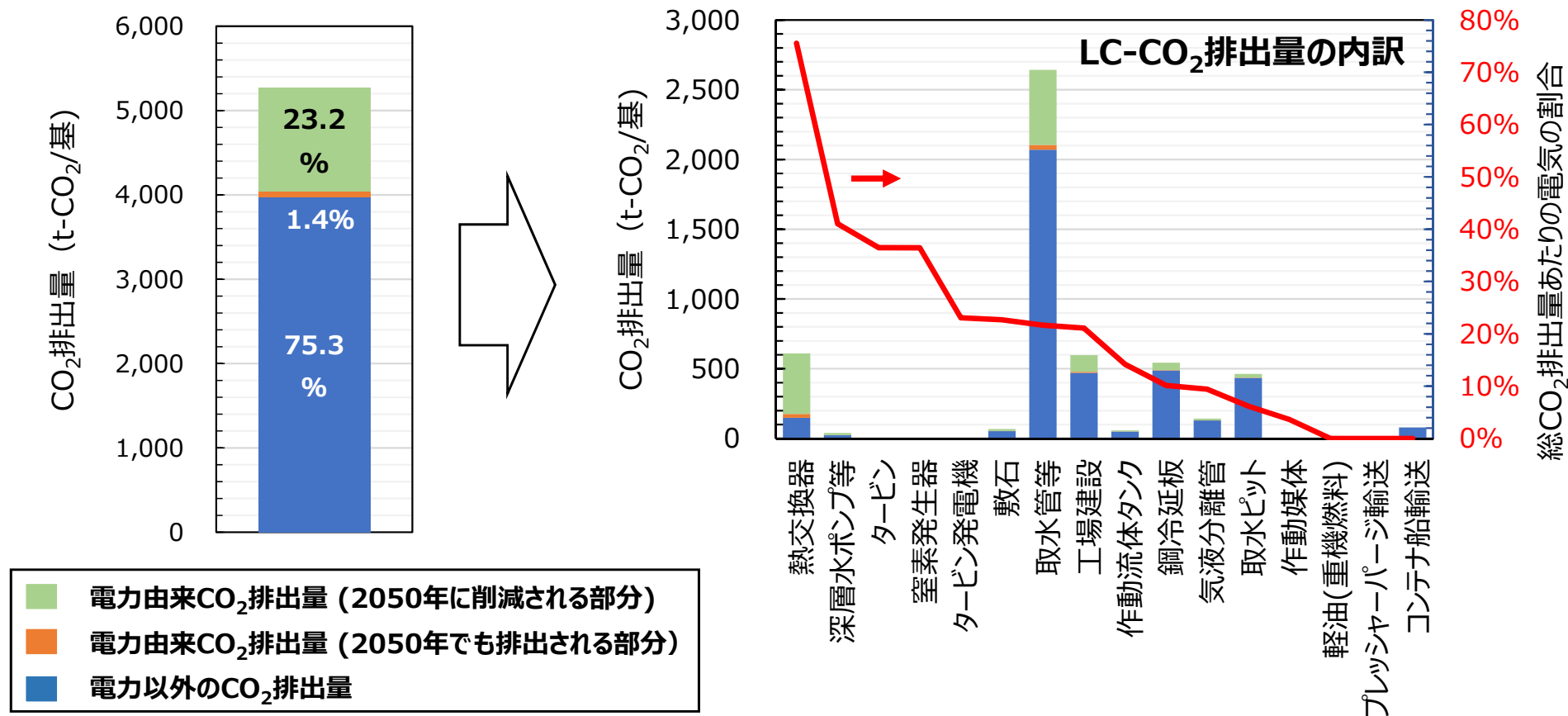
海洋エネルギー発電に関するインベントリ収集結果とLC-CO₂排出原単位の試算値

| 発電技術 | 想定国 | サンプルサイズ | LC-CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /kWh) | 種類 |
|-------|-----|---------|--|----------------------------|
| 洋上風力 | 日本 | 7 | 公表準備中 | 陸上、着床式、浮体式 |
| | 海外 | 8 | | 浮体式、モノパイル式 |
| 波力 | 日本 | 19 | | 振動水柱式、越波式、可動物体式 |
| | 海外 | 5 | | 振動水柱式、Tapchan channel |
| 潮力 | 日本 | 7 | | 橋脚利用式、油圧式、他 |
| | 海外 | 5 | | Openhydro、Fullmill、SR250、他 |
| 海洋温度差 | 日本 | 4 | | 陸上、浮体式 |
| | 海外 | 2 | | 陸上、浮体式 |
| | 計 | 57 | | |

電源の低炭素化が海洋エネルギー発電のLC-CO₂排出原単位に与える影響

- 2050年の電源構成（RITEの値*を使用）に基づき、IDEAを用いて試算
 - 電力由来のCO₂排出は、2013年比で94%減

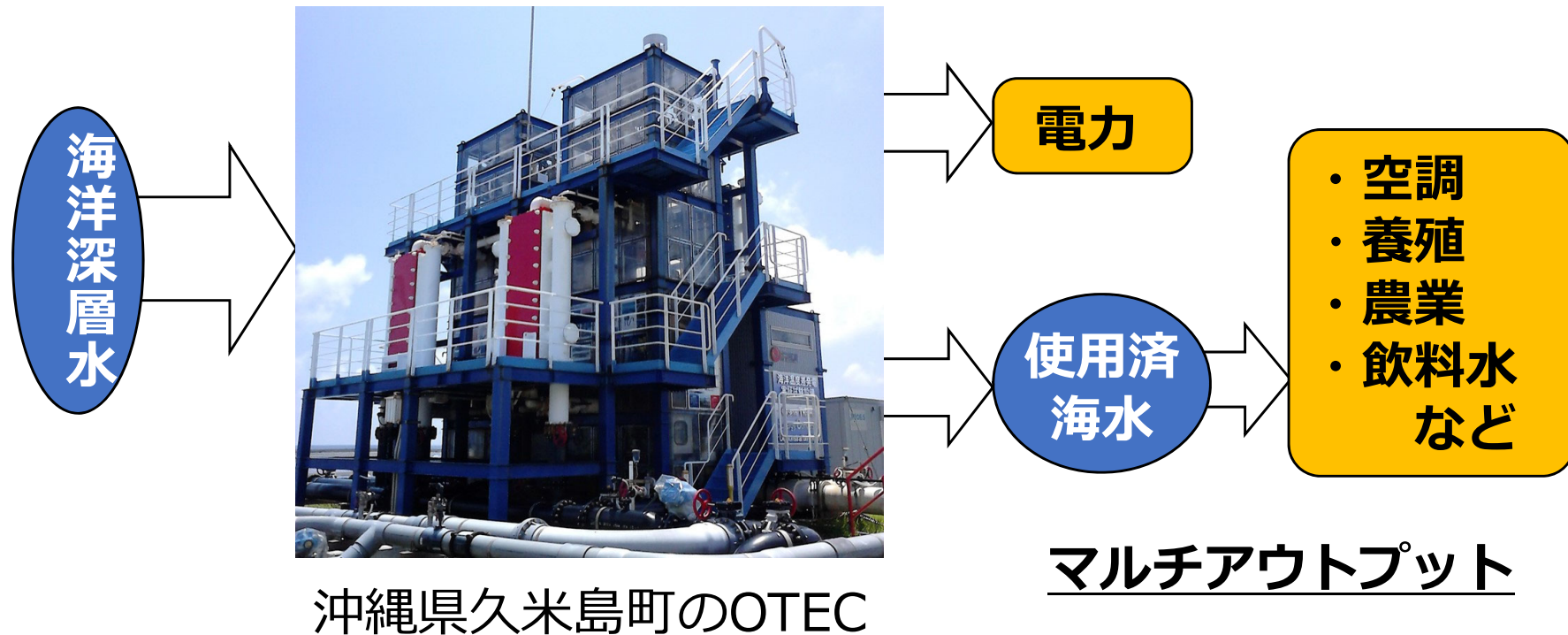
例: 1MW 海洋温度差発電



*佐野史典、秋元圭吾 (2016): 2℃目標と我が国の2050年排出削減目標との関係、RITE

海洋温度差発電(OTEC)と海洋深層水の複合利用システム

海洋の表層水と深層水の温度差を利用した発電

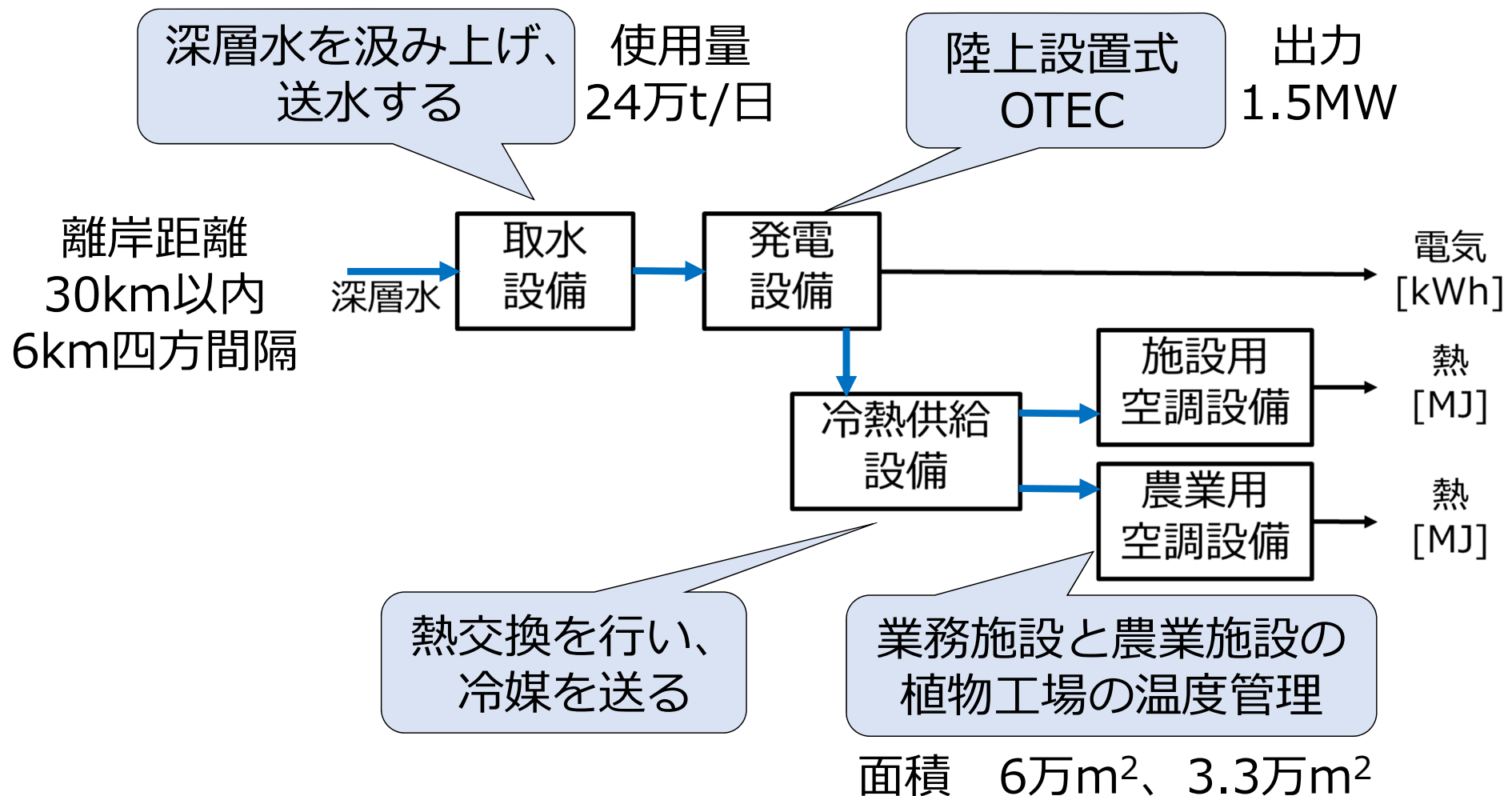


沖縄県久米島町のOTEC

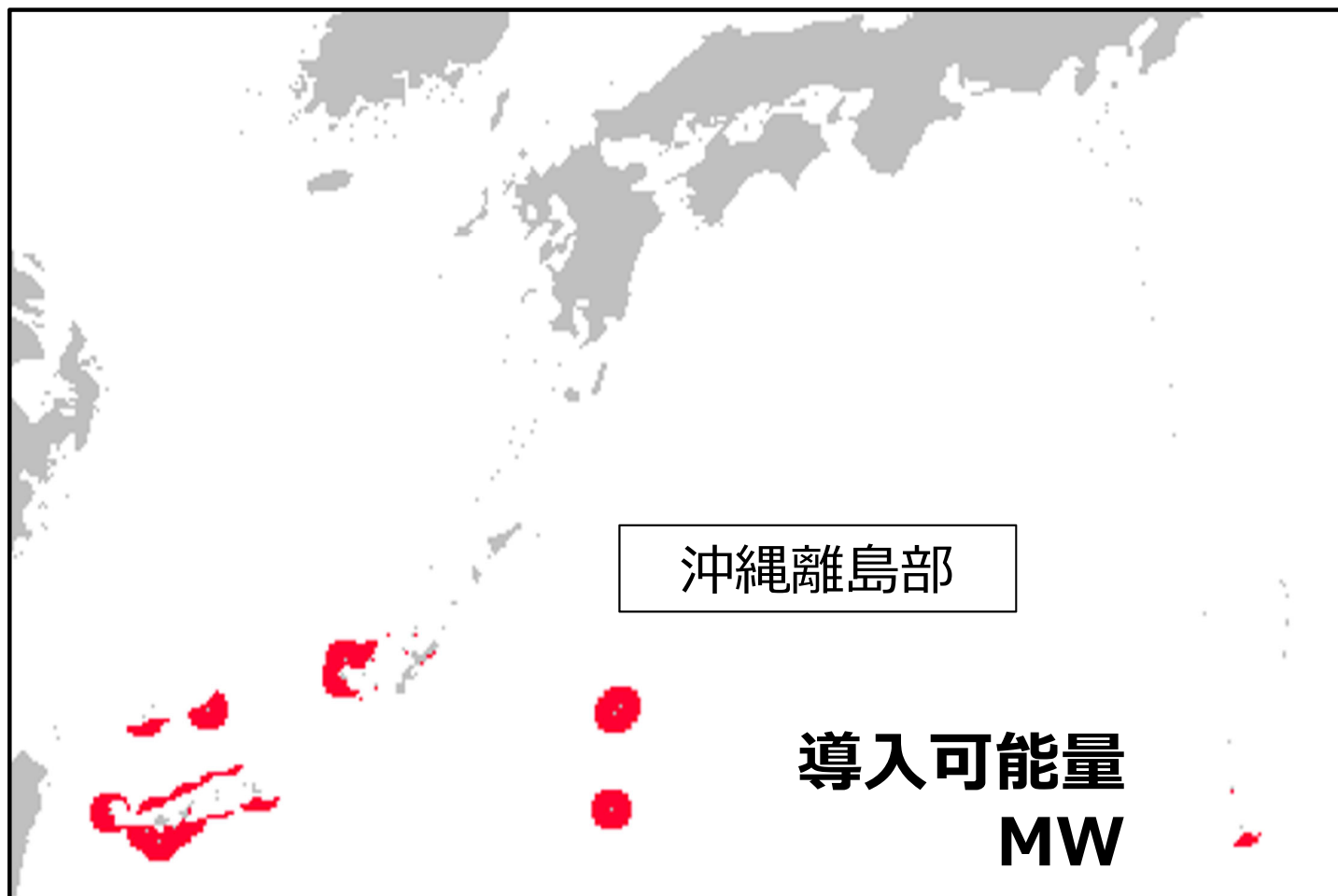
- 電力だけではなく空調や養殖などに海洋深層水を利用するシステムが、**地域エネルギーシステムの核**となる可能性

海洋深層水を用いた電力・冷熱供給システムの費用対効果

- 地域の自然・社会条件を考慮して、電力と空調用冷熱を供給するシステムの事業採算性（総収益－総費用）に基づき導入可能性を検討

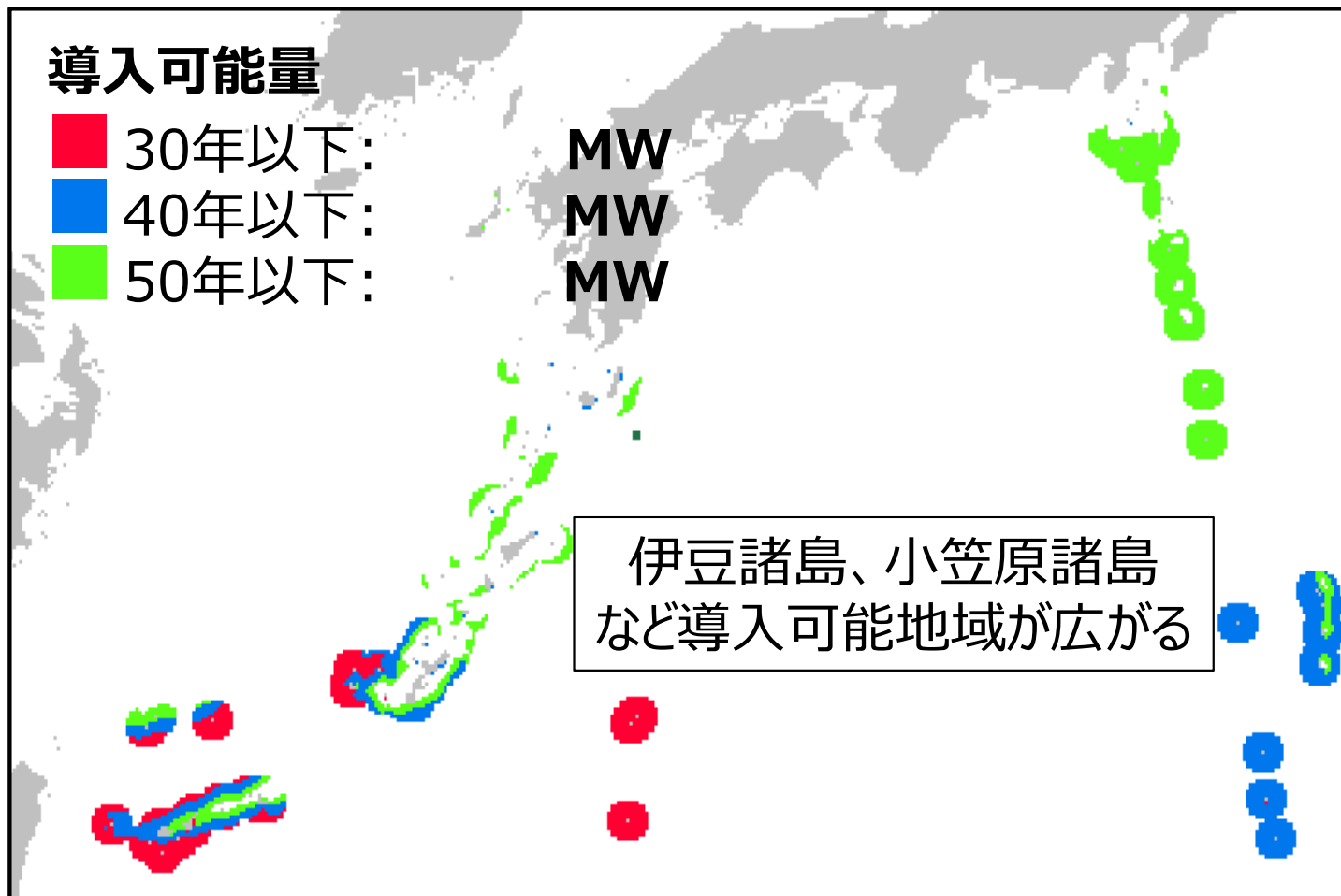


投資回収年数30年以下における導入可能地域・量



- 沖繩離島部において導入が期待
- 導入可能量は日本全体の発電容量の約0.5%

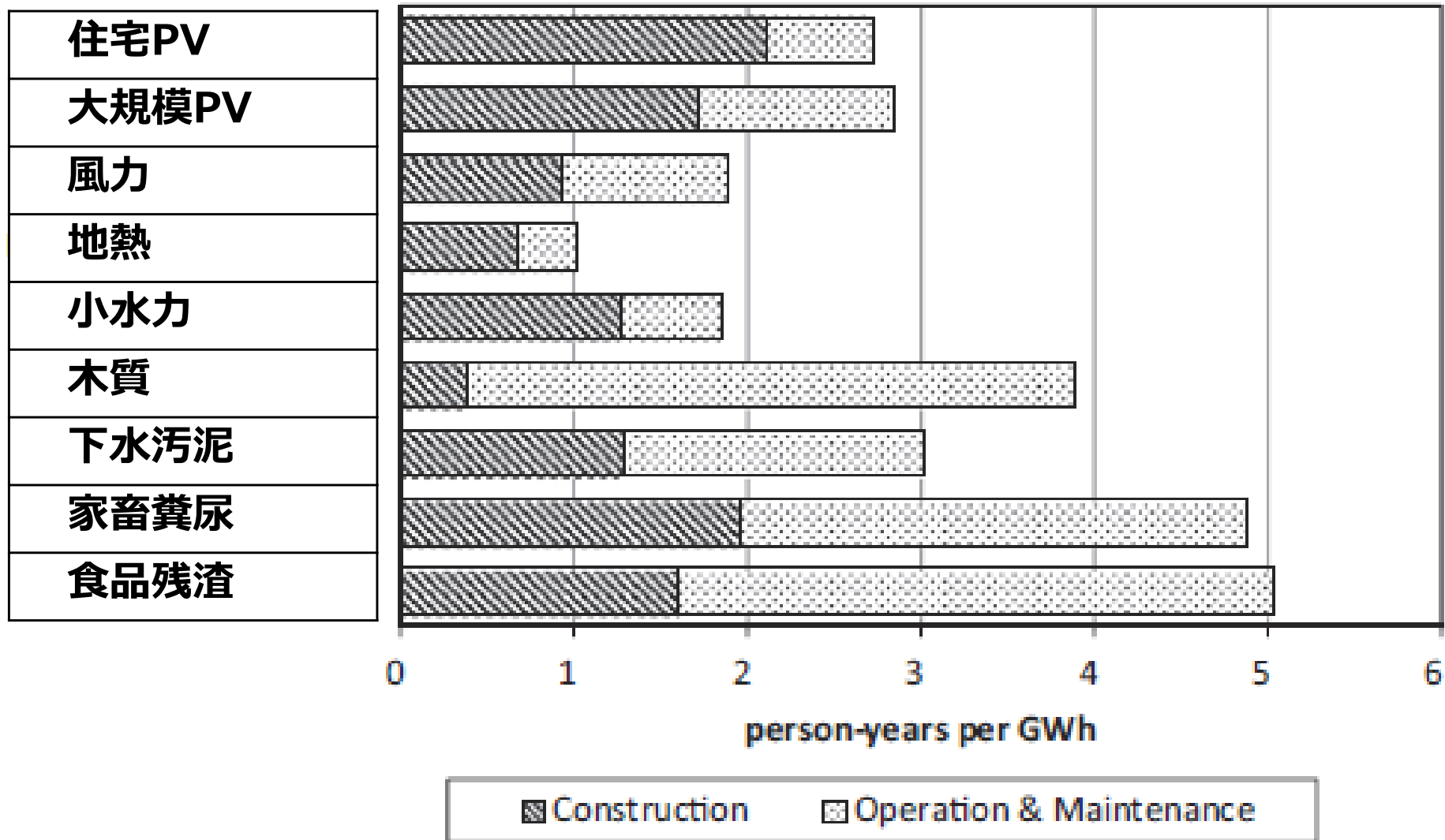
投資回収年数50年以下における導入可能地域・量



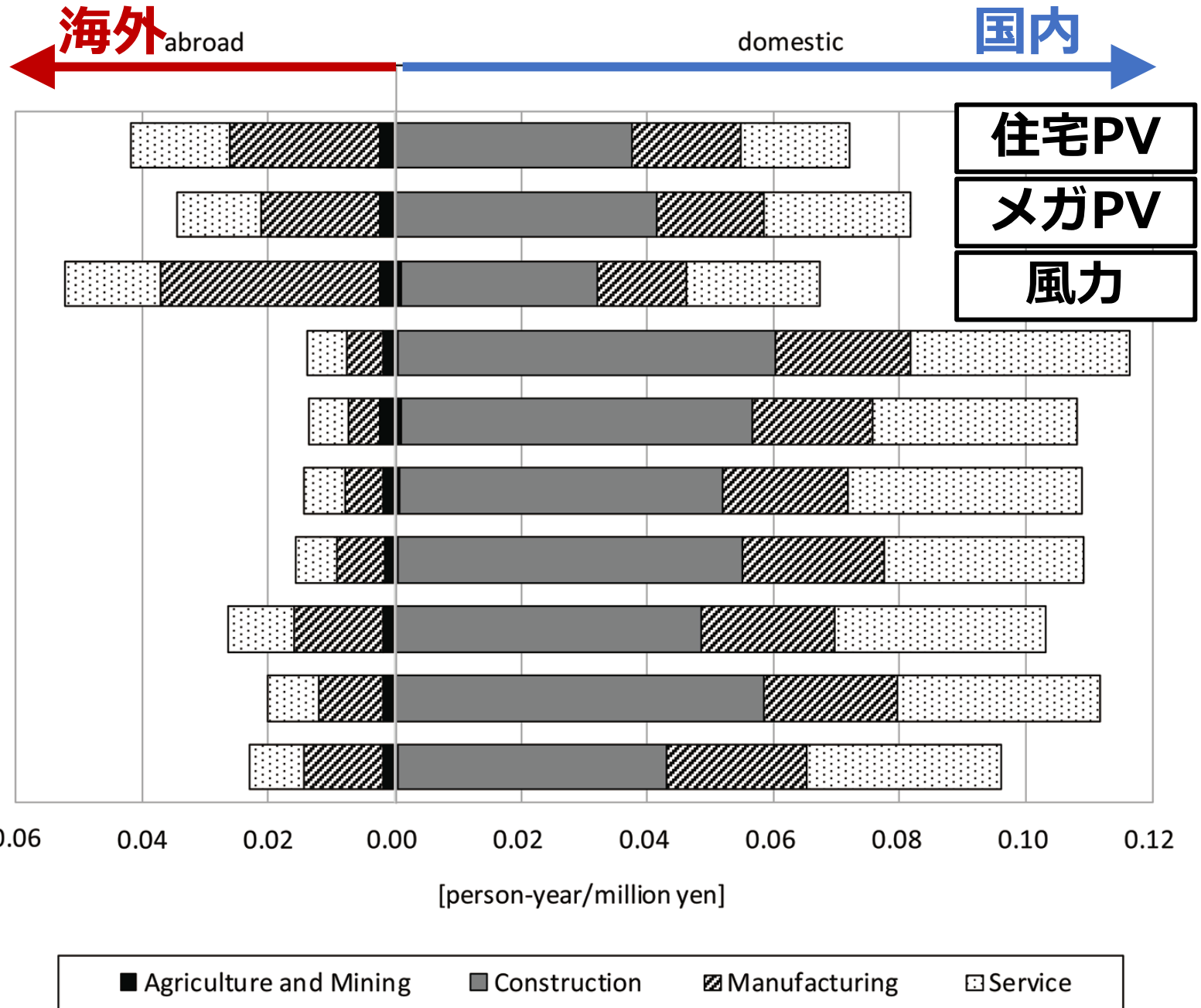
- 低緯度の離島地域ほど事業採算性が高い
 - 低緯度地域ほど温度差が高く、発電量が多い
 - 低緯度地域ほど冷熱需要が大きい
 - 離島部の売電価格が高い

再エネ発電技術の雇用創出ポテンシャル

- 各種再エネ発電技術の導入に伴いライフサイクル全体で直接間接に生み出される1GWhあたりの仕事量（人・年）

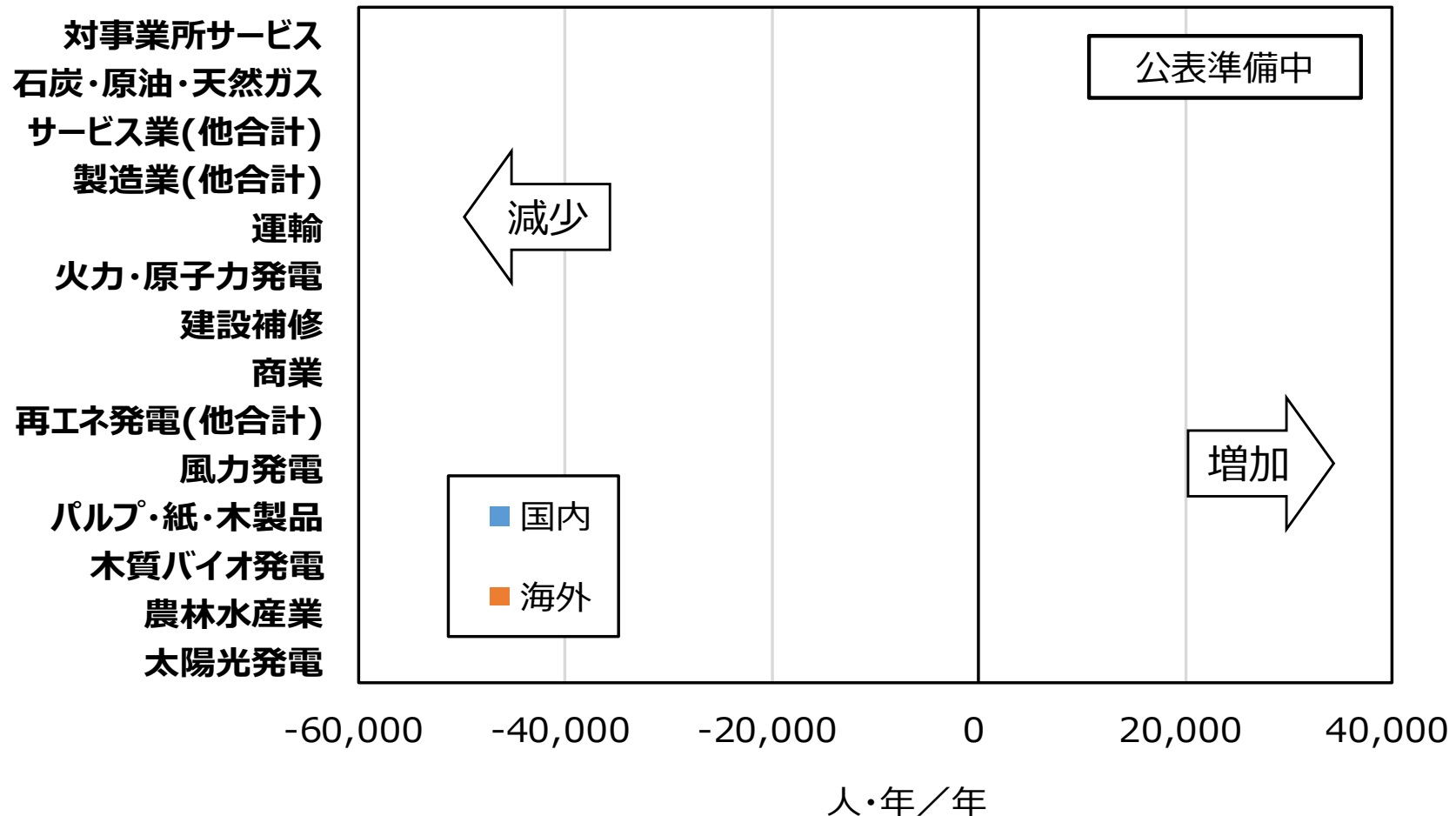


再エネ発電設備の建設に伴う国内外における雇用創出



再エネ発電技術導入による雇用創出・シフト

- 雇用の総量だけでなく、国内外の如何なる産業で、如何なる職種の雇用が増減するのか、を試算
- 経済産業省の長期エネルギー需給見通しで示されている2030年の電源構成を想定し、2016年から2030年までの**電源構成の変化により生じる雇用の変化**



見込まれる環境政策への貢献

パリ協定に基づく成長戦略
としての長期戦略 実践

地域循環共生圏 構築

「全国一律」「導入量拡大」から「**地域特性**」「**効果最大化**」に軸足を移した
再エネ普及政策・施策の立案

本研究の期待される成果

- 地域資源（木質バイオマス、島嶼地域の海洋深層水など）の活用による
地域エネルギーシステムの形成可能性
- 再エネ技術導入に伴う雇用のシフト、メンテナンス・リサイクル関連産業等の
創出による**地域経済システムの強靱化の可能性**
- 将来の不確実性を考慮した複線シナリオに基づく、長期的な**エネルギーイン
フラ整備の方向性**