東京財団政策研究所オンラインシンポジウム
「ブルーエコノミーの推進に向けて　～海洋温度差発電（OTEC）からのレッスン～」

社会的受容性を構築する海洋温度差発電

新しいステージに向かう「KUMEJIMA MODEL」と「知の世界展開」

令和5年2月1日

国立大学法人　佐賀大学　海洋エネルギー研究所
池 上 康 之

「写真提供：沖縄県商工労働部産業政策課」

海洋温度差発電

24時間安定して発電可能
（ベース電源としての役割を目指す）
純国産の技術として世界を牽引
「知の世界展開」へ

第2次 開発ブーム期に
<u>世界で先駆けて発電開始</u>。
（2013より）
海洋エネルギーとして日本で最初に系統連系

【写真提供：沖縄県商工労働部産業政策課】

海洋温度差発電　通電式

2013年6月 通電式

講演内容

1. 海洋温度差発電（OTEC）とはなにか

2. ブルーエコノミーとしての海洋温度差発電のポテンシャル

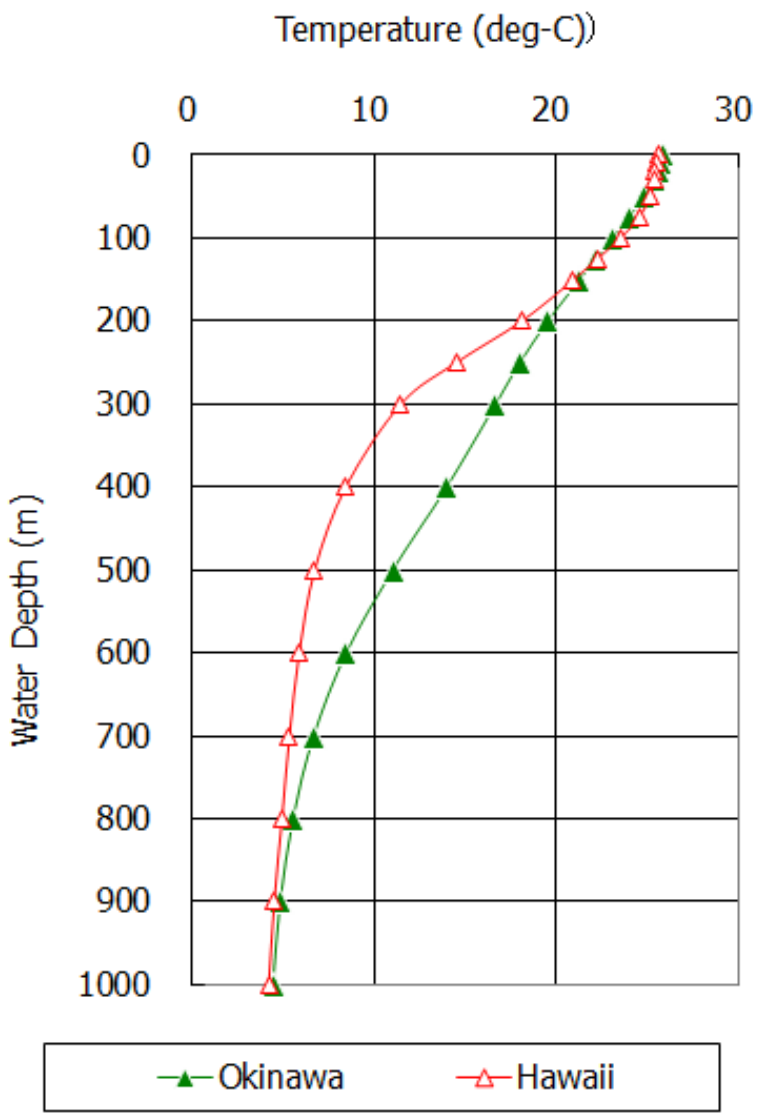
3. 世界の開発・導入状況（UNIDOやADBを事例として）

4. 日本のポテンシャル（地域貢献を促す久米島モデルの紹介含む）

１．海洋温度差発電（OTEC）とはなにか？

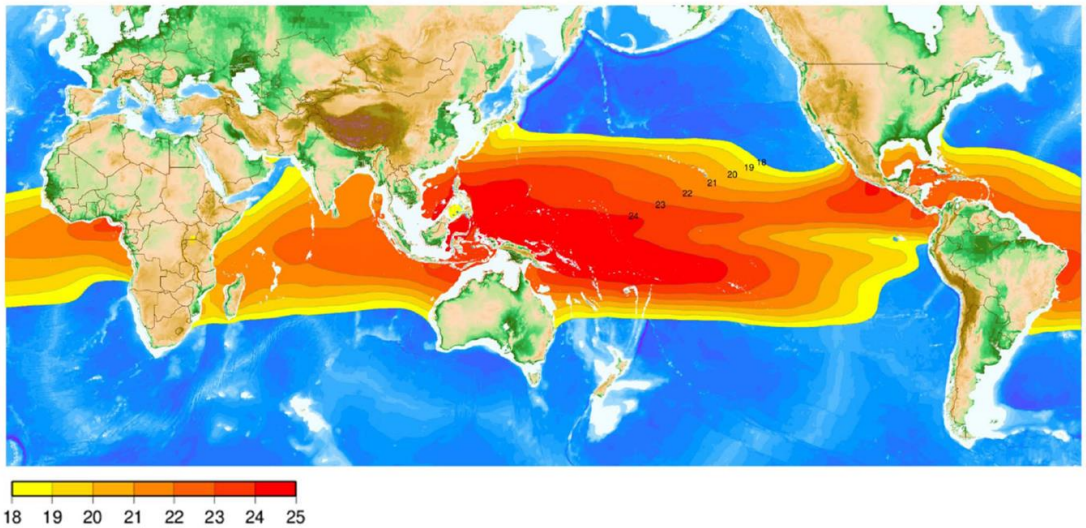
海洋温度差発電とは

海水温の鉛直分布（沖縄・ハワイ）



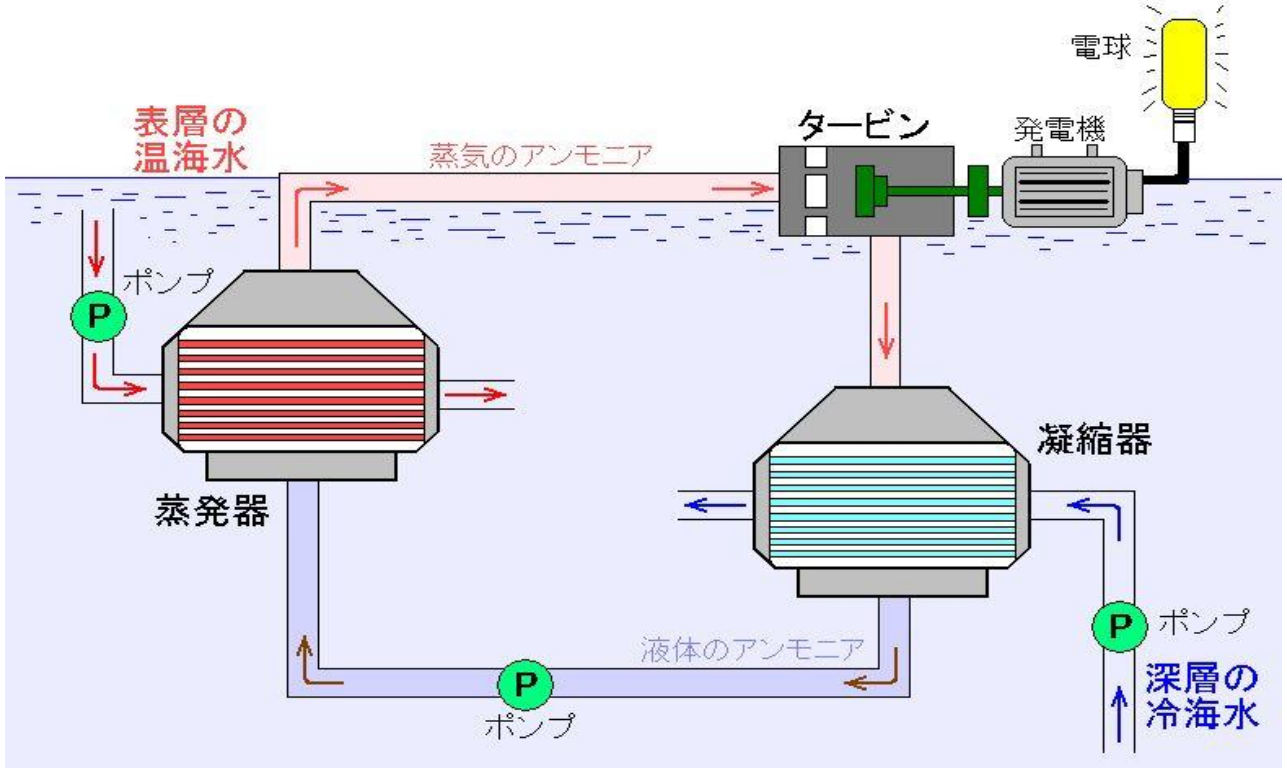
海洋温度差発電とは
（OTEC: Ocean Thermal Energy Conversion）

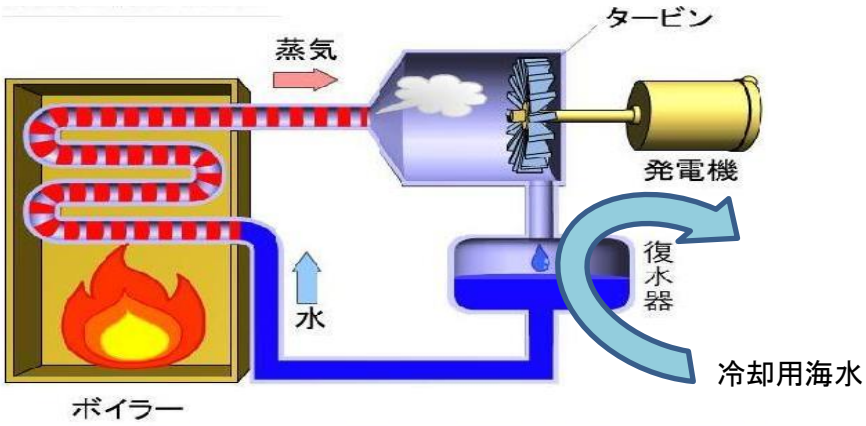
海洋の表層部の温海水と深層部の冷海水の温度差を利用して発電するシステム



海洋の表層と深層（水深1000m）の温度差

海洋温度差発電のしくみ





火力発電の原理　　出典：電気事業連合会

他の蒸気タービン発電との比較

発電方法	石炭火力	地熱ﾊﾞｲﾅﾘｰ	海洋温度差
高温熱源	石炭の燃焼熱 (600℃～)	地熱水 (70～120℃)	表層海水 (25～30℃)
低温熱源	表層海水	河川水・地下水等	深層海水 (5～8℃)
温度差	数百度	50～100℃	20～25℃
作動媒体	水	代替ﾌﾛﾝ、ｱﾝﾓﾆｱ等	ｱﾝﾓﾆｱ等

海洋温度差発電の開発再開の背景

30年前と何が違うのか？

化石燃料の高騰とCO2排出量削減の他の要因は？

関連技術の成熟

- 低温の未利用熱を用いた発電技術（ﾊﾞｲﾅﾘｰ発電）の進歩
- 海洋構造物分野（海底油田開発分野）における、大型化、大水深化の進展
- 熱交換器技術の高度化

技術的信頼性の向上

ほぼ既存技術の組み合わせで発電プラントを建設・運営できる。

コスト試算の信頼性の向上

既存発電プラント、既存海洋構造物のシフトで、建設費やO&M費を推定できる。

新しいステージに向かう海洋温度差発電

海洋温度差発電のメリット

再生可能エネルギーの最大導入・主力電源化を見据えたメリット

1. 出力の短期的変動がほとんど無い安定電源（24H安定）

・出力の季節差はあるものの、短期的変動・日間変動はほとんどない
　⇒ 周波数安定化や、日間変動をカバーするための蓄電施設、
　　バックアップ電源の削減が可能。

・ 設備利用率が高いため、ピーク出力対応のための電力系統増強も不要

2. 設置面積の小ささ

・景観保護や、豪雨等災害への強さの意味合いでもメリットが相対的に大きい。

3. 国際競争力を有する再生可能エネルギーのひとつ

・要素技術の性能、実証の実績、特許等知的資産などで世界をリード

4. 既存技術であるタービン発電機による発電

・周波数変動に対するｶﾞﾊﾞﾅﾌﾘｰ・LFC/AFC運転も可能（一般的なタービンと
　同様に、周波数調整を自律的・自動で行える）

・主力電源化した場合に必要となる回転の慣性力や短絡強度も提供できる。

5. 発電利用後の海水の副次利用による、カーボンフリーな産業振興効果 ⇒次頁に詳述

海洋温度差発電のメリット

５．発電利用後の海水の副次利用による、カーボンフリーな産業振興効果

- 海からの再生可能エネルギー（海洋温度差発電）で一次産業を振興（エネルギー起源CO2排出のない産業へ）
- エネルギー効率の高い冷熱利用による省エネ化（空調、データセンターなど）
- 気候変動により懸念が増した食糧・プロテインクライシスに対するリスクヘッジ。
- 育てる漁業推進による水産資源保全
- 熱帯・亜熱帯地域・島嶼地域の地産地消：フードマイレージの削減によるGHG排出削減
- 藻類の増殖と利用による直接的な炭素固定
- 次世代につなぐ地域教育・環境教育への活用

海洋エネルギー研究所の紹介

海洋エネルギー研究所の概要

○ 世界は今、新たな海洋再生可能エネルギー産業（海洋温度差・波力・潮流・洋上風力発電）の勃興期 ➡ **発電装置の開発**は、**熾烈な世界競争**

○ 政府が掲げる**「温暖化ガスの排出量を 2050年に実質ゼロにする目標」**において、最も期待されている再生可能エネルギーの一つである**「海洋再生可能エネルギー」**は、**我が国のエネルギー政策上（GXおよびカーボンニュートラル）の極めて重要な課題**

⇒ **佐賀大学「海洋エネルギー研究所」**は、**我が国唯一**の海洋エネルギーに関する科学技術を戦略的に推進する**先導的な共同利用・共同研究拠点**として、**世界的な海洋エネルギー産業の発展に資する研究開発・人材育成に貢献**

研究所の沿革

2002年（平成14年）
学内共同利用施設 海洋エネルギー研究センター

1973年（昭和48年）
海洋温度差発電
研究開始

2005年（平成17年）
全国共同利用施設

2005年（平成17年）
波力発電
研究開始

2010年（平成22年）
共同利用・共同研究拠点認定（第2期）

（主な活動）
- 沖縄県久米島50ｋｗ発電成功
- 世界最高効率の高効率空気タービンの開発
- 水素貯蔵タンク国際標準規格に採用　等

2014年（平成26年）
潮流・洋上風力発電
研究開始

2016年（平成28年）
共同利用・共同研究拠点認定（第3期）

（主な活動）
- 空気タービンを世界的普及に貢献
- 洋上風力浮体式風車の新しい提案・最適化
- 研究体制の改組　等

2022年（令和4年）
共同利用・共同研究拠点認定（第4期）

2022年（令和4年）
海洋エネルギー研究所
改称

研究所の全体像

(1)海洋温度差発電：理論効率世界最高の新機種の開発
(2)波力発電　：世界最高のタービン効率達成
(3)潮流発電　：新機種の提案と世界トップレベルの効率達成
(4)洋上風力発電　：新コンセプトを提案・低コスト化に目途

実績
・共同研究70件以上へ拡大
・大型競争的資金採択決定
（SATREPS：佐賀大学OTEC技術の国際展開，マレーシア）

研究

我が国の海洋エネルギー創成・応用の先導的共同研究拠点

IOES　国立大学法人　共同利用共同研究拠点
佐賀大学海洋エネルギー研究所

コミュニティ形成拠点（産学連携）
① 海洋エネルギー資源利用推進機構（OEAJ）
②国際海洋資源・エネルギー利活用推進コンソーシアム
③海洋再生可能エネルギー実証フィールド

教育

コミュニティ情報共有

(1)海洋エネルギーシンポジウム
(2)共同利用・共同研究成果発表会
(3)海洋エネルギーに関する国際セミナー
(4)ひらめき☆ときめきサイエンス -海からエネルギーを取り出そう海洋エネルギーで作る未来！（小中高生対象）
(5)マスコミ報道等108件（平成28～令和2年度）

情報発信

コミュニティ情報共有

国際交流

(1)海洋エネルギー国際機関(IEA,IEC)活動へ日本代表参画
(2)日米政府間協定（海洋ｴﾈﾙｷﾞｰ）の支援
(3)フランス、オランダ、マレーシア、韓国、中国、インドネシア等の大学との学術交流協定等

(1)若手研究者のための海洋エネルギーに関する国際プラットフォーム人材育成事業（最大19ヶ国、毎年開催　計7回）
(2)日中韓大学若手研究者セミナー（最大6大学、毎年開催　計18回）

世界トップレベルの総合的・国際的研究拠点へ

研究所の体制

教員28名（専任12名、併任13名、特任3名）　（令和5年2月1日現在）

学長

理事（研究担当）

研究所協議会

技術専門委員会

所長

研究所運営委員会

海洋熱エネルギー	温度差エネルギーシステム ｜海洋温度差発電・海水淡水化技術 熱エネルギー変換基盤 ｜伝熱・熱エネルギー基礎 海洋深層水利用 ｜海洋深層水の有効利用
海洋流体エネルギー	波浪エネルギーシステム ｜波力発電 潮流・海流エネルギーシステム ｜潮流発電 洋上風力エネルギーシステム ｜浮体式風力発電
学　際	海洋エネルギー環境情報 ｜リモートセンシング 海洋エネルギー貯蔵 ｜水素貯蔵・輸送 海洋エネルギー制御 ｜遠隔監視・電力変換 海洋エネルギー物質創生 ｜リチウム回収等 海洋エネルギー人材育成 ｜海洋教育

※　平成29年10月には、研究体制の重点化を図るため、新たに洋上風力エネルギー分野を設置。また、令和2年11月には、社会実装への応用的研究が発電装置の個々の基礎技術だけでなく、システム全体の性能を考慮した開発が重要とし、分野にエネルギーのみから「システム」という名称を追加し統一

佐賀大学における海洋温度差発電研究の実績とロードマップ

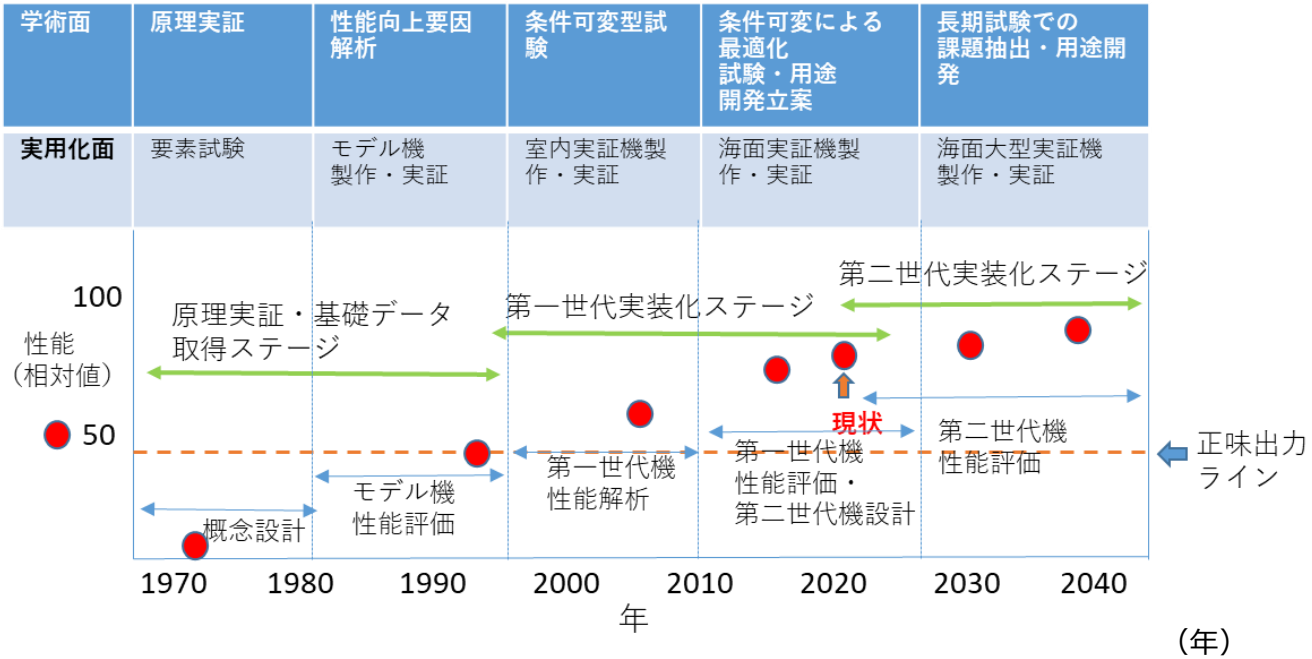
海洋温度差発電

- 海洋温度差発電装置（30KW）の開発、**正味出力の確認**【**世界初**】➡　有効性を証明
- **世界最高水準の研究設備の評価**（『再生可能エネルギー白書』）
- 世界に先駆けて、実海水のみを用いた海洋温度差発電実証設備（沖縄県久米島：発電機100KW）の開発協力・**発電成功**【平成25年～30年:当時**世界唯一：5年連続運転に成功**】
  ➡　実用化促進に貢献
- 新しいシステム（多段ランキンサイクル）を開発し、二段ランキンサイクルに関する実証実験を実施【**国際特許取得（平成30年・米国）**】
- 研究成果を活かした国際プロジェクトに採択（**SATREPS**※1・令和元年、**CTCN**※2・令和２年）

二段ランキンサイクルシステム

久米島プラント
【海洋深層水利用学会賞】

※1　SATREPS:　JST/JICAの地球規模課題対応国際科学技術協力
※2　CTCN：国連関連機関である「気候技術センター・ネットワーク」



海洋温度差発電研究のロードマップ

２．ブルーエコノミーとしての海洋温度差発電のポテンシャル

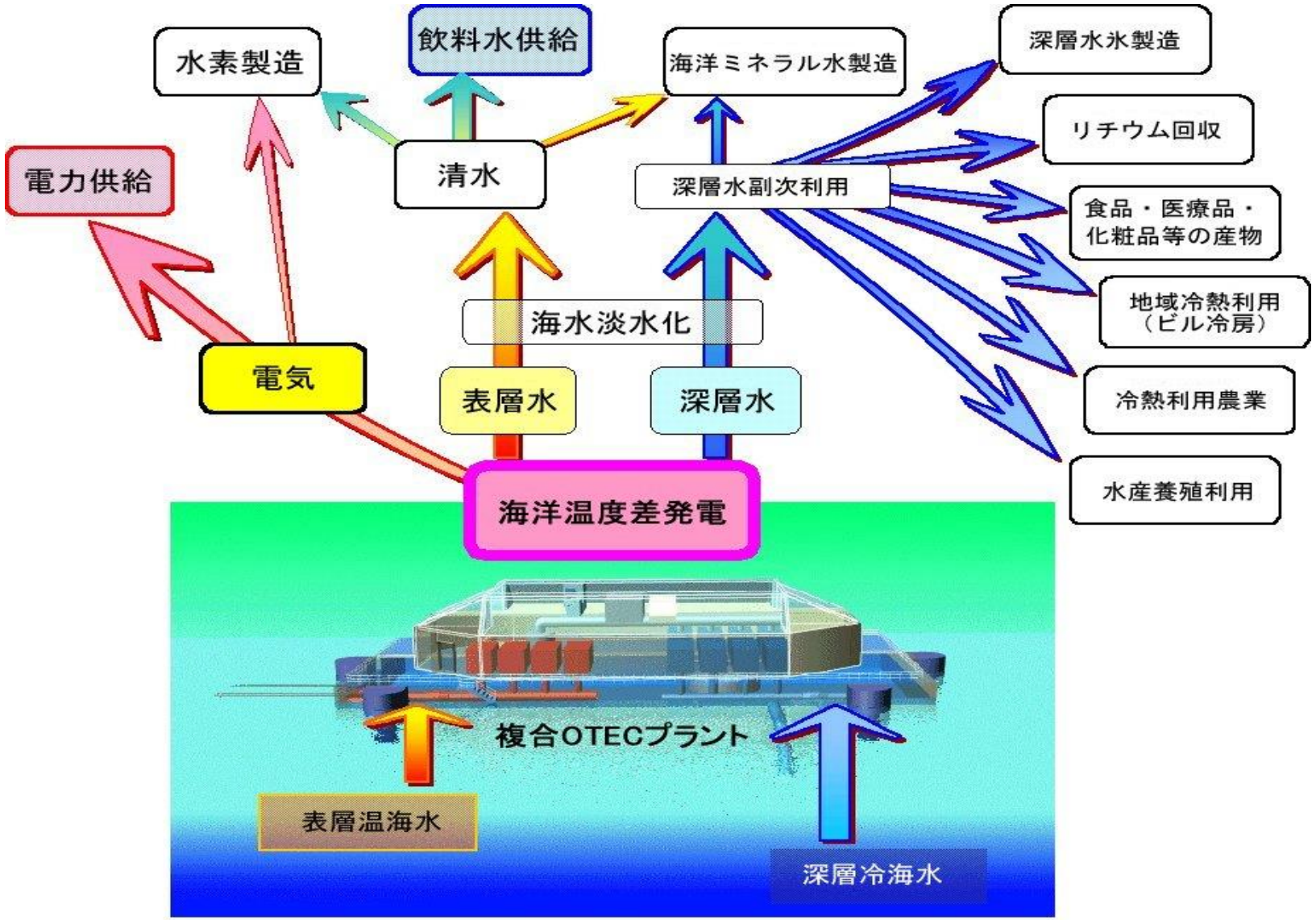
ブルーエコノミーとしての海洋温度差発電

1. ２４H安定的に発電可能な特性を活かし、島嶼地域などの再生可能エネルギー最大導入としての新しいブルーエコノミー社会実装モデル、さらに、島嶼地域強靱化モデルとして貢献

2. エネルギーのみならず複合利用、環境保全としてのGXに貢献できる新産業および雇用創出

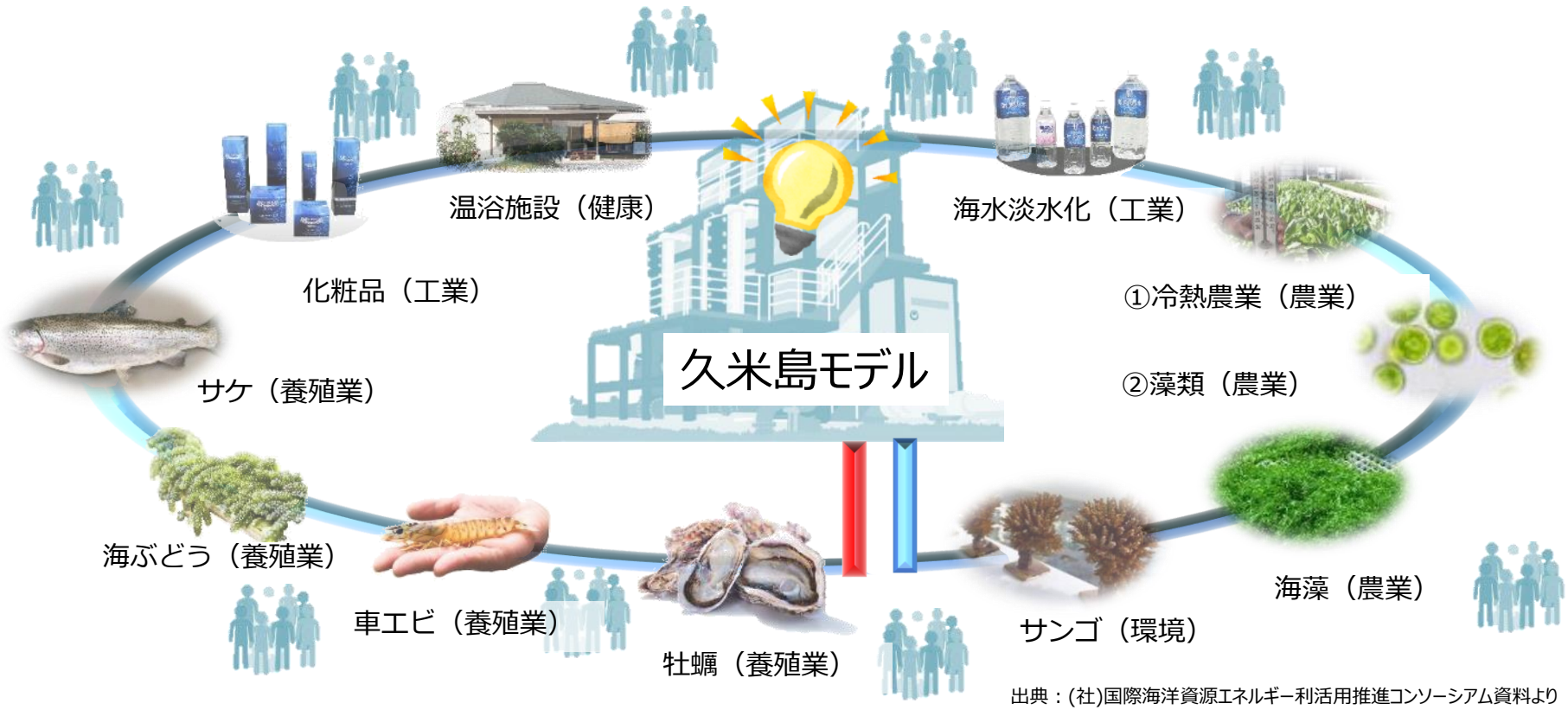
3. 世界をリードする我が国の産業界の実績を活かし、世界に貢献できるGX基盤インフラ輸出として国際的にブルーエコノミーを牽引

ブルーエコノミーとしての海洋温度差発電を核とした持続可能な社会構築のための複合利用



海洋温度差発電を核とした持続可能な社会モデルの実践とブルーエコノミー

沖縄県・久米島における利用高度化・大規模化と将来計画



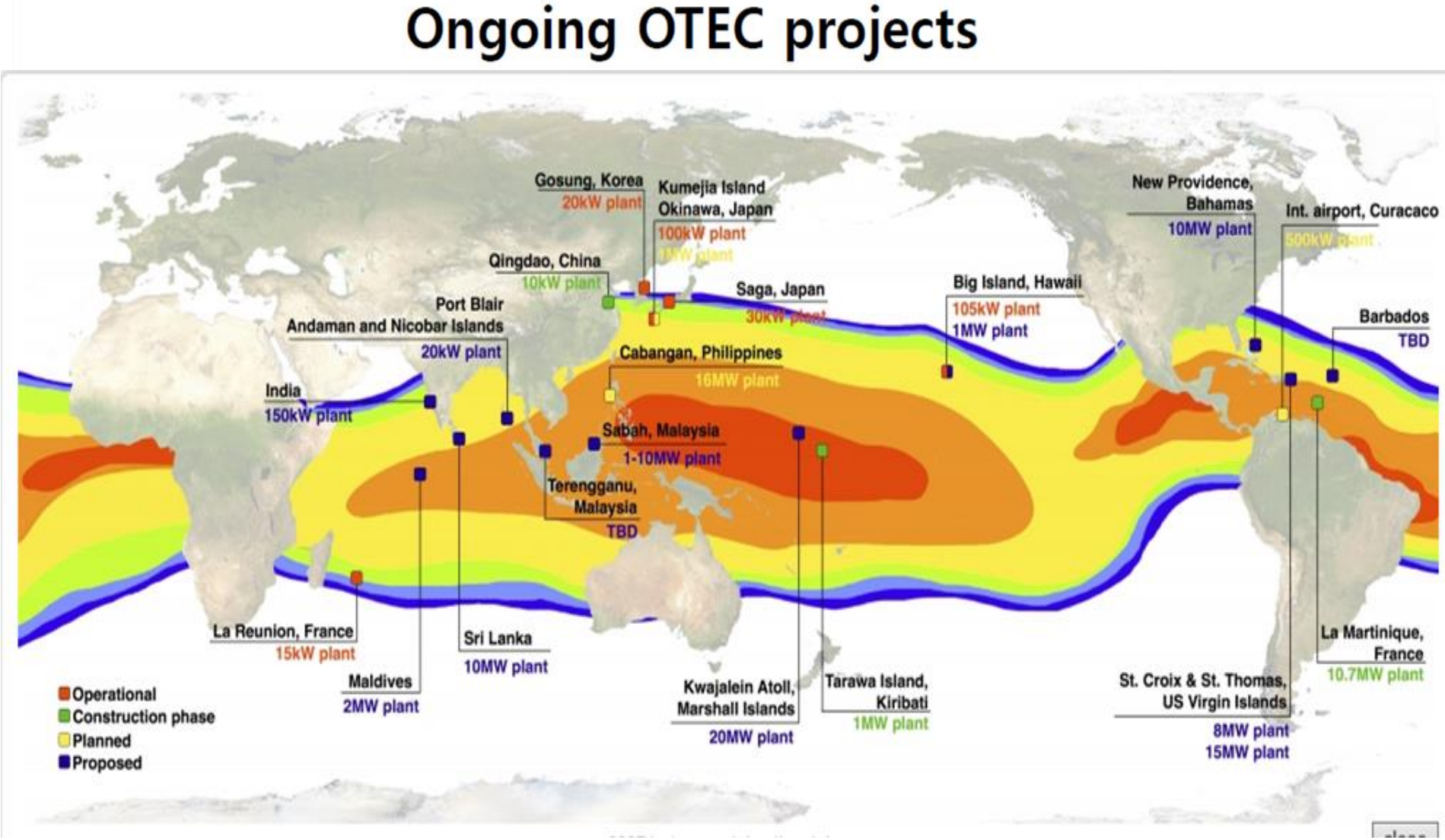
出典：(社)国際海洋資源エネルギー利活用推進コンソーシアム資料より

３．世界の開発・導入状況

（UNIDOやADBを事例として「知の世界展開」）

世界の商用化開発の動向

IEA OES（国際エネルギー機関・海洋エネルギー実施委員会）による
世界の海洋温度差発電プロジェクトマップ(計画中含む)



出典：IEA OES （International Energy Association, Ocean Energy Systems）

近年の商用化を目指した開発プロジェクト

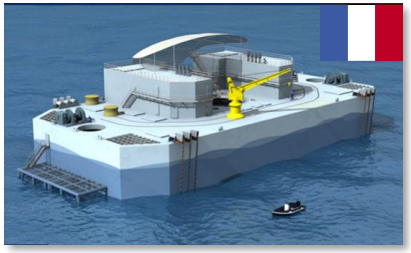
海外の動向

OTEC Project in the World

2015- Hawaii105kW Demo.（USA, Makai）

(Plan)Chinese 10MW（USA Lockheed Martin）

2013- Okinawa 100kW Class



2019(Plan) Martinique10MW（Fr. DCNS）

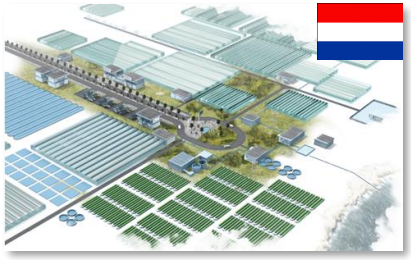
2019(Plan) Martinique 5MW （Fr. DCNS）

2011- Pulau Layang Layang (5MW) （Malaysia）

2013- IOES Double Rankine

2015- 20MW Andaman & Nicobar Islands（In. NAVY）

2020(Plan) Kiribati OTEC Complex（Kr. KRISO）

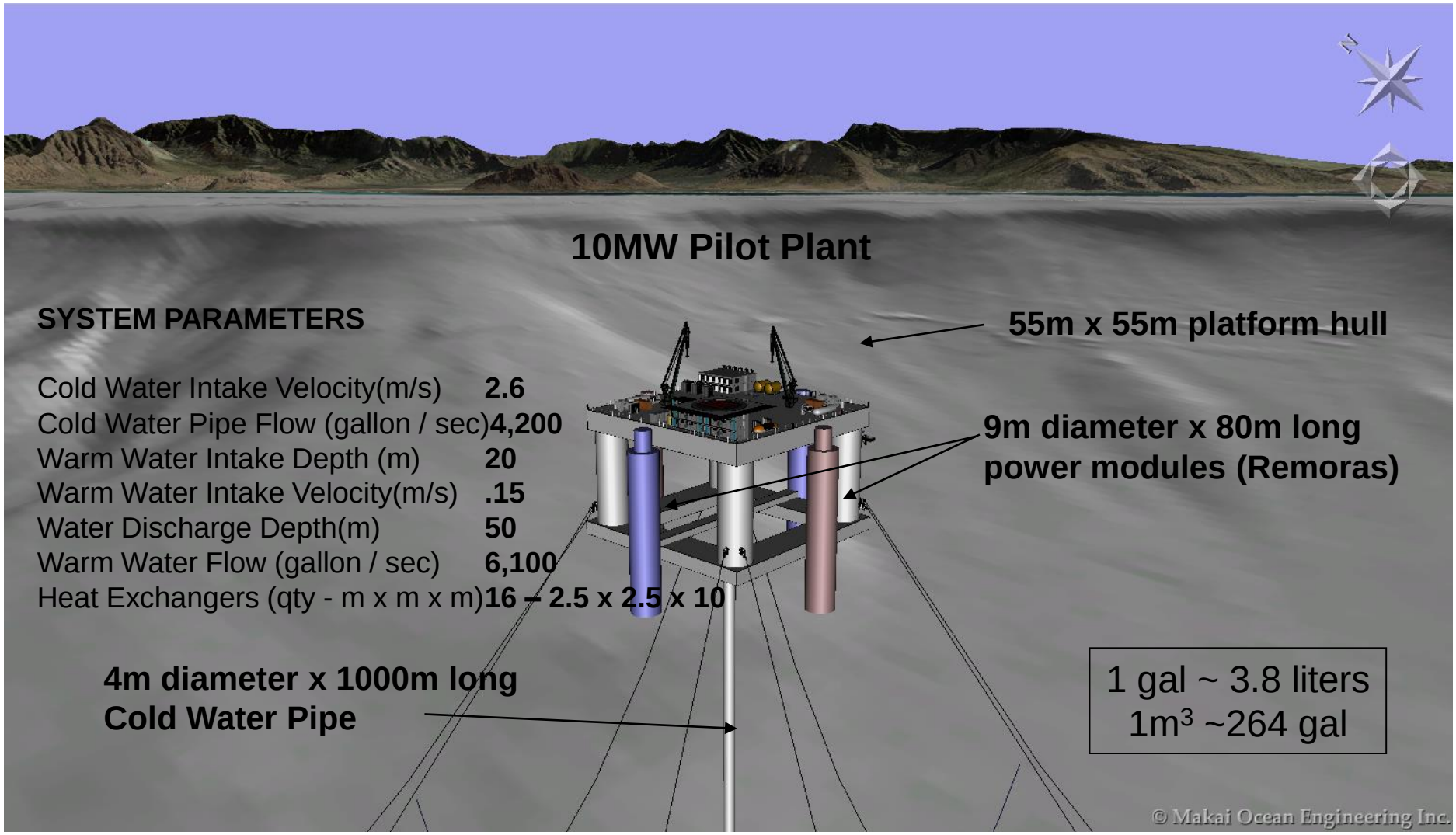


(Plan)Curaçao DSW OTEC Complex（Du）

Source: Press Releases from Each Organization or Presentations at 3rd International OTEC Symposium, Sept. 2015

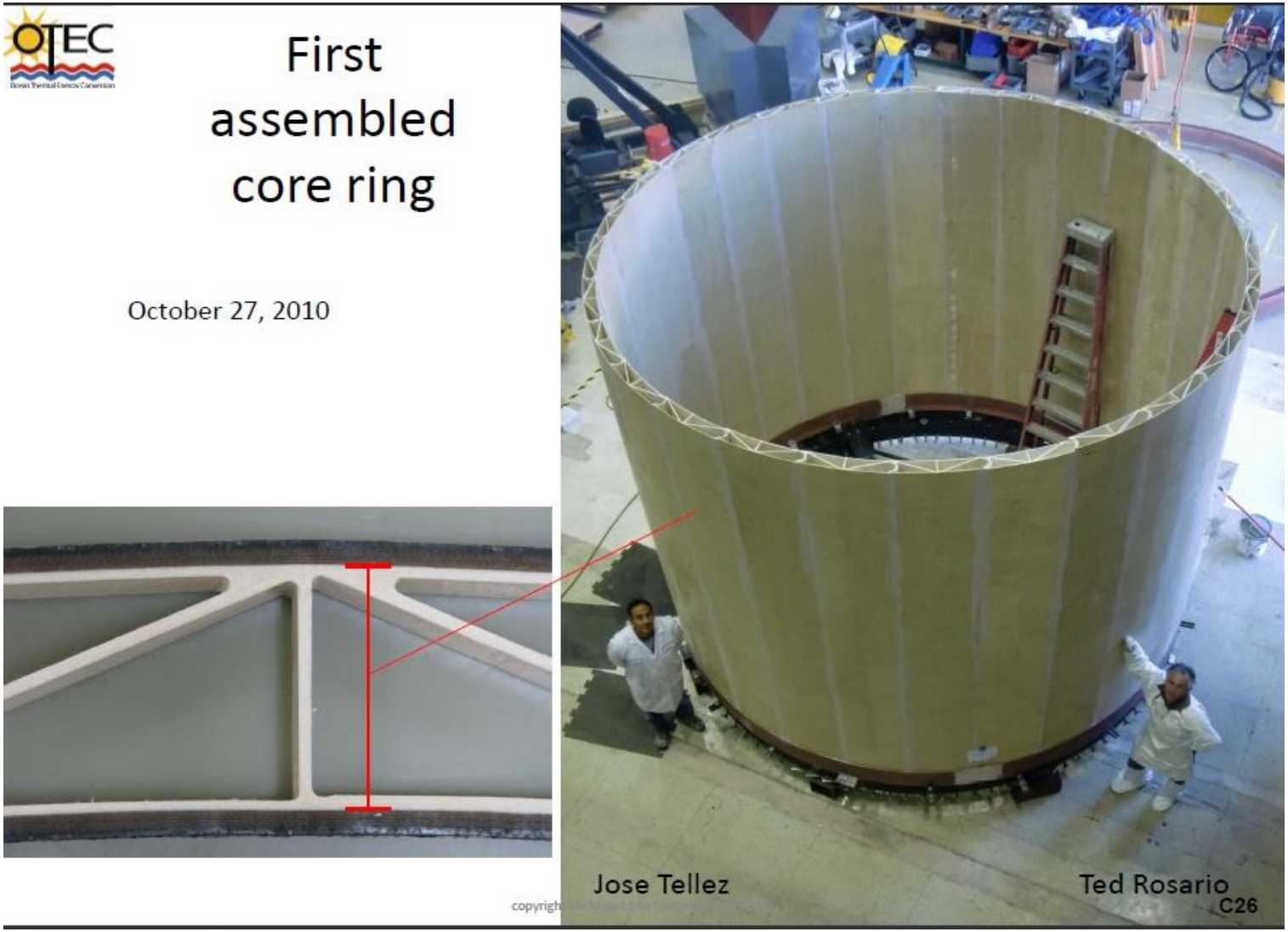
米国の海洋温度発電プロジェクトの概要(1/3)

Getting a Feel for an OTEC Plant



出典：WEB of Lockheed Martin

米国の海洋温度発電プロジェクトの概要(2/3)



出典:WEB of Lockheed Martin

米国の海洋温度発電プロジェクトの概要(３/３)

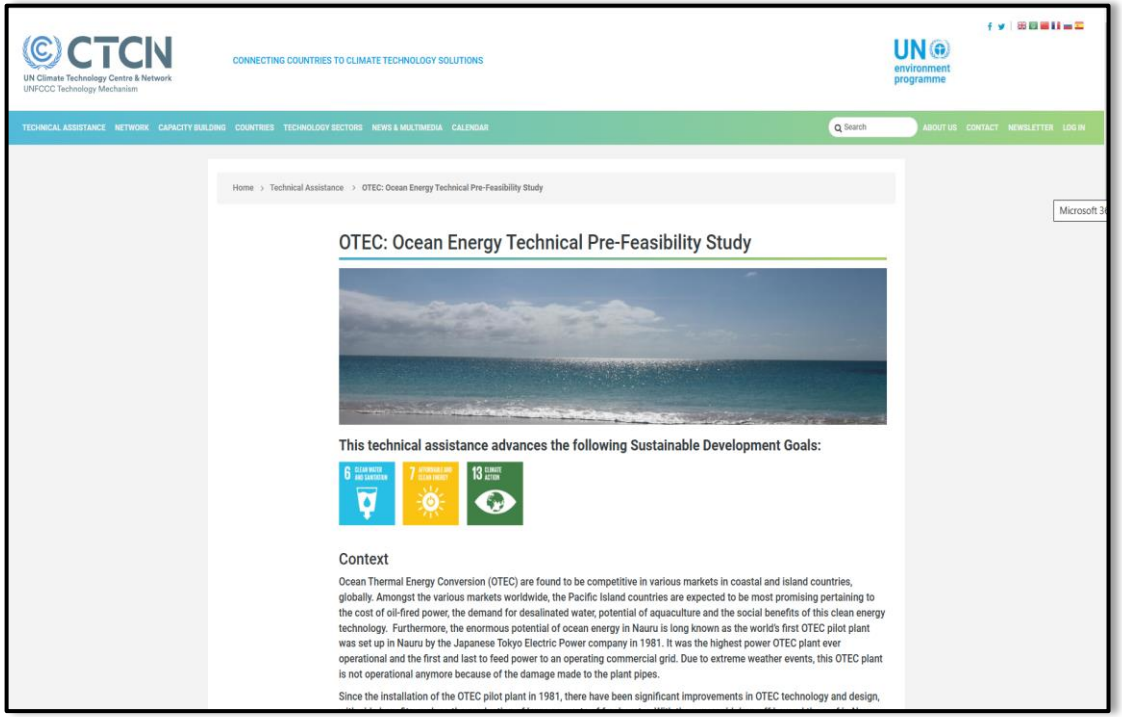
水素製造およびアンモニア製造として
１００MWOTECプラント事業を目指す米国

出典：WEB of Lockheed Martin

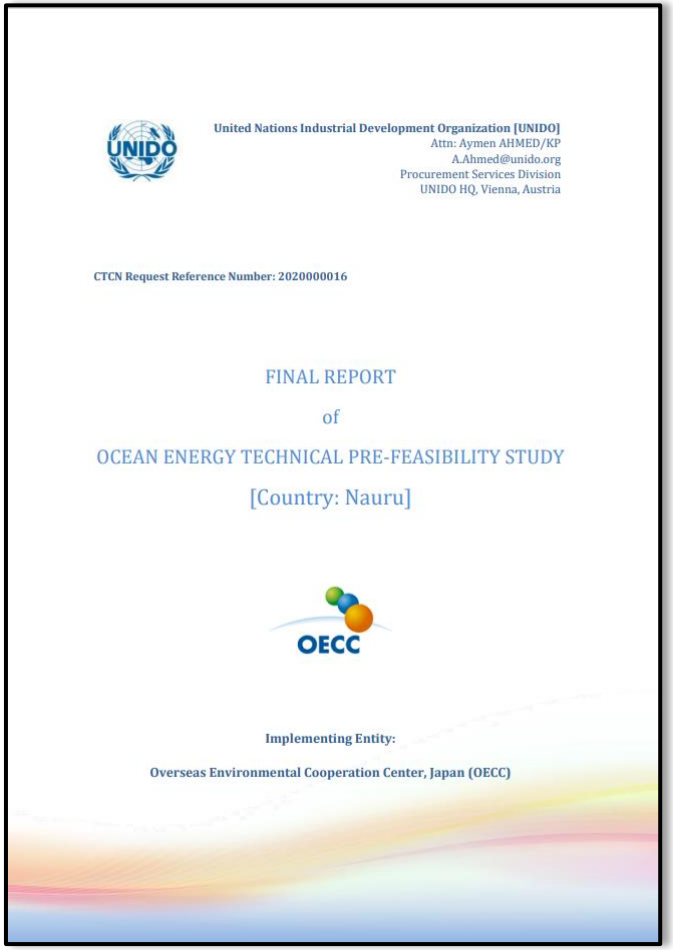
海洋温度差発電に関する「知の世界展開」の最近のトピックス

国連関連機関（UNIDO）の再エネ事業に採択

気候技術センター・ネットワーク（Climate Technology Centre ＆ Network：CTCN）のナウル共和国でのOTECのFS＜国際公募＞



https://www.ctc-n.org/technical-assistance/projects/otec-ocean-energy-technical-pre-feasibility-study



UNIDOのナウルにおける海洋温度差発電導入のための可能性調査報告書

我が国の自然エネルギーの技術として初　採択

https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/CTCN_Nauru_Pre-Feasibility_Report_0.pdf

国連関連機関（UNIDO）の再エネ事業に採択

Nauru Ocean Energy Technical Pre-Feasibility Study

United Nations Industrial Development Organization

TERMS OF REFERENCE (TOR)

Title: Ocean Energy Technical Pre-Feasibility Study

CTCN request reference number 2020000016

Countries: Nauru

27 July 2020

CTCN：気候技術センター・ネットワーク（Climate Technology Centre ＆ Network：日本政府から約12.7百万米ドルが拠出されている（2021年3月時点）
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ctcn.html

GCF：緑の気候基金（Green Climate Fund：：先進国及び開発途上国（計43か国）からGCFへの拠出表明総額が約103億米ドル、日本は15億米ドル（約1,540億円）を拠出
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gcf.html

GCFプロジェクトの規模

- 極小規模（micro）：総事業費1,000万米ドル以下
- 小規模（small）：総事業費1,000万～5,000万米ドル
- 中規模（medium）：総事業費5,000万～2.5億米ドル
- 大規模（large）：総事業費2.5億米ドル以上

UNIDO (United Nations Industrial Development Organization)

↓

CTCN※1 (Climate Technology Centre & Network)
As an executing agency to promote technology transfer related to climate change, it was decided to establish it at COP16 (2010) and started operation and service provision in 2013.

↓

※1： Government of Japan contributes $4.6 million

The Japan Team (OECC, IOES, University of Tokyo cooperating) is the first in Japan to adopt for renewable energy

↓

CTCN and the Nauru government aim to put OTEC into practical use with support of the GCF※2(Green Climate Fund)

※2： Government of Japan contributes $1.5 billion

東京電力によるナウル共和国　海洋温度差発電プロジェクト(1981年)

複合利用PJT：SATREPSマレーシアPJT

SATREPS 国際科学技術共同研究推進事業　地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム

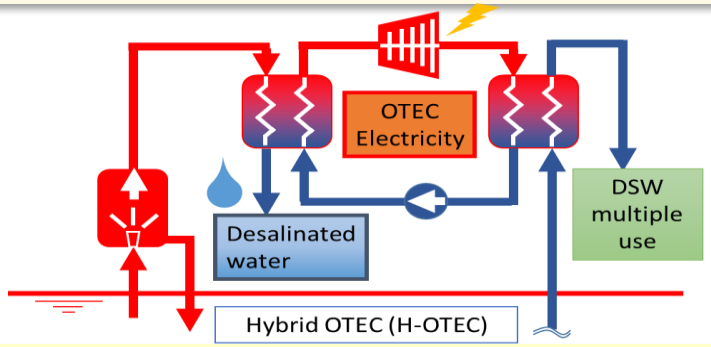
Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development

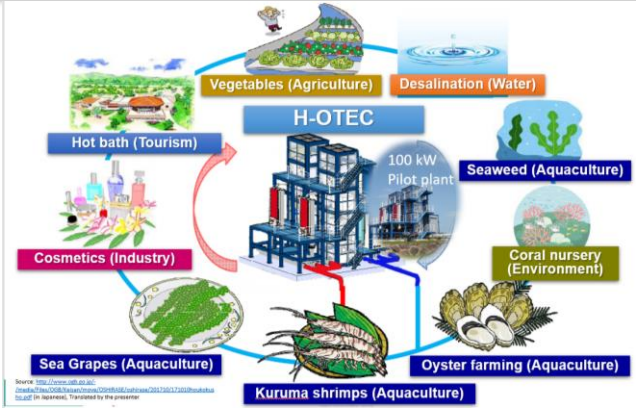
マレーシアにおける革新的な海洋温度差発電（OTEC）の開発による低炭素社会のための持続可能なエネルギーシステムの構築

<期間>2019年4月 – 2024年3月

<研究開発目標>

- ハイブリッド OTEC（佐賀大学特許出願）の技術確立
- ハイブリッド OTEC を用いた海洋深層水複合利用（マレーシアモデル）の確立
- マレーシアにおける若手人材育成



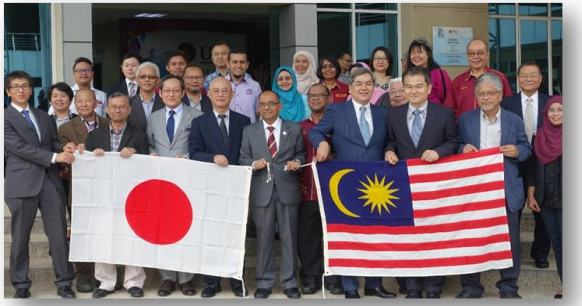


ハイブリッドOTECを用いた海洋深層水複合利用
（マレーシアモデル）

<実施体制>

代表機関　日本側　佐賀大学　：　マレーシア側　UTM

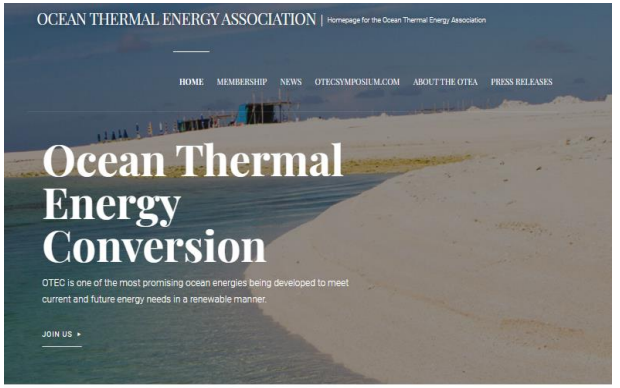
Saga University	UTM
Saga University (SU)	**Universiti Teknologi Malaysia (UTM)**
University of Tokyo (UT)	Universiti Putra Malaysia (UPM)
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	Universiti of Malaya (UM)
Xenesys Inc.	Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM)
	Universiti Malaysia Terengganu (UMT)
	Infrakomas



キックオフ会議（SU & UTM Vice-presidents・在マレーシア日本大使 等）

国際海洋温度差発電協会設立
（OTEA：Ocean　Thermal　Energy　Association）

1. 設　　立：2020年10月
2. 参加国：40以上の国と地域（アメリカ、イギリス、中国、台湾、韓国、日本など）
3. 参加者：500人以上（研究者、企業、政府系機関など）
4. 活　動：
   - ・海洋温度差発電に関する情報共有と情報発信
   - ・国際的な海洋温度差発電のR＆Dの推進および支援
   - ・海洋温度差発電の実用化の推進と支援
   - ・国際海洋温度差発電シンポジウムの開催と支援
   - ・国際的な学会賞の選考・授賞（“Uehara　Prize”）
     （海洋温度差発電分野では国際的に最も権威がある賞）
   - ・その他
5. 組　織：
   会長：日本（本研究所）
   副会長：イギリス（欧米地区）、
   　　シンガポール（アジア太平洋地区）
   ExCO: 17の国と地域の代表



The Ocean Thermal Energy Association

The Ocean Thermal Energy Association (OTEA) is a volunteer non-profit organization providing a means for collection, coordination, and dissemination of information for stakeholders. Its membership and observers include individuals and organizations with interest in the development of Ocean Thermal Energy technology and closely related activities.

OTEA
Ocean Thermal Energy Association

Ocean Thermal refers to the naturally-occurring temperature difference in the surface and deep layers in the ocean. The surface of the ocean is warmed by radiation from the sun, while deep water remains cold and pristine. This vast ocean resource can be safely and cleanly converted to electricity via technologies such as Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC). In addition to electricity, other useful products and services can be supported by the ocean water and temperature outflows associated with Ocean Thermal Energy. Researchers, governments, and companies around the world are working to establish and expand operational facilities for island and coastal regions. The OTEA will support their efforts.

What is Ocean Thermal Energy?

http://www.ocean-thermal.org/

ADBとの連携により南太平洋島嶼地域への社会実装

ADB Knowledge Events

Search
Subscribe

Visit also
Development Asia

Find Events | Topics | Organizers | Upload Content

Series: ADB Data Room: Marine Aquaculture, Reefs, Renewable Energy, and Ecotourism for Ecosystem Services

High-Level Investor Forum on The New Ocean Energy Economy

07 February 2023

The Asian Development Bank (ADB) approved the **Knowledge and Support Technical Assistance (TA) 6619:Marine Aquaculture, Reefs, Renewable Energy, and Ecotourism for Ecosystem Services (MARES)** in 2019.

The TA will facilitate future investment in sustainable ocean economy development through two main activities:

- assessment of marine resource commercialization prospects (including energy, seafood, and tourism) and identification of potential investment projects in selected developing member countries (DMCs); and
- stakeholder engagement and knowledge management on mechanisms to facilitate large-scale investments and to accelerate financing of selected projects.

ADB, in partnership with Indonesia Malaysia-Thailand-Growth Triangle (IMT-GT) Subregional Program, will be hosting a High-Level Investor Forum (HLIF) on The New Ocean Energy Economy on 7 February 2023 in Kuala Lumpur, Malaysia. The proposed HILF is a key milestone of the TA.

Over 120 participants will convene at the Forum to discuss project opportunities, constraints, and implementation strategies. With the theme **"Introducing the New Ocean Energy Economy,"** the Forum's main purpose is to support and promote substantial cooperation for innovative but scalable integrated ocean energy solutions and regenerative business activities in coastal states and communities.

The key focus of the Forum will be on policies, measures, and best practices for the Blue Economy and marine renewable energy, marine renewable energy technologies, related regenerative activities, market solutions, regional cooperation and integration, and future marine spatial planning.

For more information on how to join, contact mares@adb.org.

Event Coordinator/s

- Stephen Peters

Related

Full Agenda

ADB Organizer/s

- Energy Sector Group

Partner Organization/s

- Indonesia Malaysia-Thailand-Growth Triangle (IMT-GT)
- NLA International Ltd
- Green Hydrogen

出典：https://events.development.asia/learning-events/high-level-investor-forum-new-ocean-energy-economy

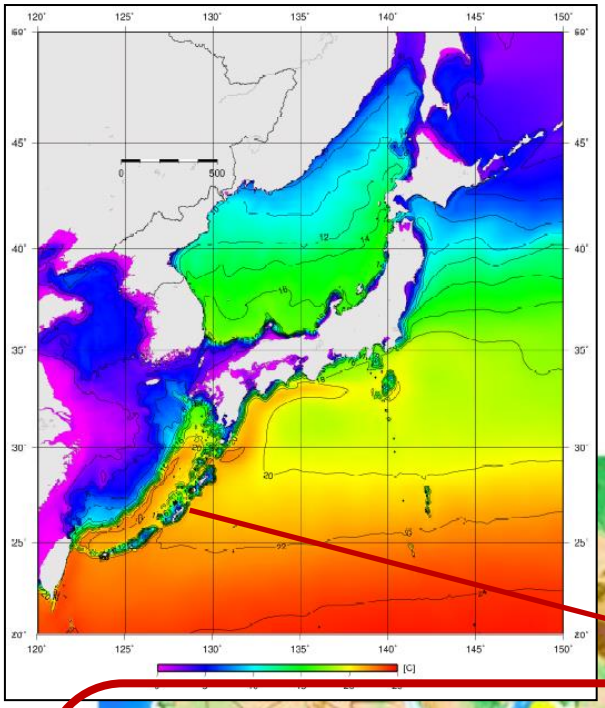
ADBとの連携により南太平洋島嶼地域への社会実装

The forum will also see the pitching and selection of a winning project from the shortlisted projects below.

Description	Submitter	Country	Others
Peleliu Oceanic Nursery	Tom Bowling	Palau	Food security and restoration of wild fish stocks.
Savusavu Blue Town Model	Bright Tide	Fiji	Replicable 'blue town' model and waste management solutions for island states in Asia/Pac
Aquaculture "Fish Farming"	Pan Ocean Aquaculture	Thailand	Farming the sea concept, repurposing decommissioned O&G rigs, renewable energy and generates water
Deep Water Intake Infrastructure powered by MW-scale OTEC	Japan Industrial Academic Consortium including Institute of Ocean Energy Saga U. (IOES) and Xenesys Inc.	Palau	Deep ocean water (DOW) resource
Republic of the Marshall Islands Climate Proof Fuel Storage	Dan Millison	Republic of Marshall Islands	Alternative solution to polluting scrapping of decommissioned oil tankers
Rigs to Reefs (R2R) Program for IMT-GT	Government of Malaysia Malaysian Green Technology and Climate Change Centre	Malaysia	Alternative solution to the conventional decommissioning of O&G rigs
Blue-Cooking	University of Southampton	Bangladesh	Aligns well with Bangladesh Government's Mujib Climate Prosperity Plan
Ongedaol Nature Resort Palau or Primal Resort Palau	Poshtel	Palau	Interesting ecotourism pilot project for Palau; cross cutting with aquaculture, agriculture and renewable energy.
SEA TURTLE = South-East Asia's Technological Underwater Reefs That Lessen Erosion	Joint CCell Renewables/QRS Aqua Team	Philippines	Digital modelling of coastal dynamics to inform coastal erosion risk management and artificial reef design. CCell Sense = digital monitoring of artificial reef habitats
Subic Bay Marine Resource Center	Joint CCell Renewables/QRS Aqua Team	Philippines	Renewable Energy, Aquaculture (Full-Cycle Aquarium and Food Fish), Ecotourism, coral reef restoration

出典：https://events.development.asia/learning-events/high-level-investor-forum-new-ocean-energy-economy

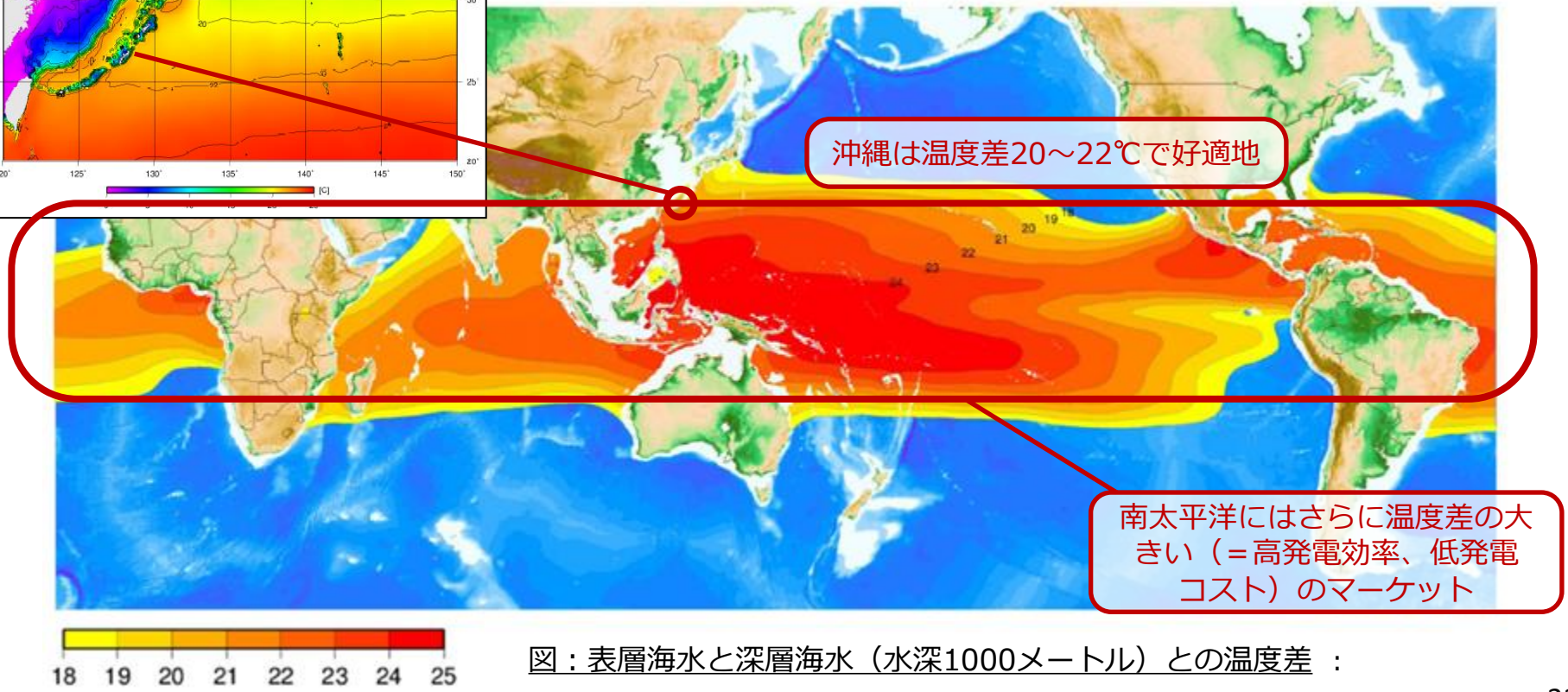
GXのためのグリーンインフラとしての今後の市場展開の可能性



沖縄から世界へ … 東アジア、太平洋地域に巨大市場

海洋温度差発電が経済的に成立する適地は、表層海水と深層海水との温度差が約20℃を超える地域です。日本では、沖縄周辺および鹿児島奄美諸島、南伊豆・小笠原諸島、沖ノ鳥島、南鳥島等の島々、黒潮の流域となる奄美大島から宮崎、高知、和歌山を経て八丈島に至る海域が相当します。

さらに南下すれば、より大きな温度差が得られる巨大な市場が存在し、グリーンインフラ輸出への展開が期待できます。



図：表層海水と深層海水（水深1000メートル）との温度差 ：

４．日本のポテンシャル

（地域貢献を促す久米島モデルの紹介含む）

海洋温度差発電の発電ポテンシャル

発電ポテンシャル：現状技術で173,569MW, 離岸距離を考慮して5,952MW（日本）

海洋温度差発電は、海洋に蓄積される太陽光からの熱エネルギーを駆動源とするため、太陽光発電や太陽熱発電と同様に、発電ポテンシャルは膨大です。

海洋温度差発電の導入ポテンシャル（MW）

出典：NEDO 「海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務」, 平成23年3月

電力管区	シナリオ1(※1)		シナリオ2a(※2)		シナリオ2b(※3)	
	15℃以上	20℃以上	15℃以上	20℃以上	15℃以上	20℃以上
北海道電力	11	0	31	0	44	0
東北電力	609	0	1,692	0	8,072	0
東京電力	2,450	880	6,806	2,444	139,625	83,294
北陸電力	232	0	644	0	4,475	0
中部電力	239	0	664	0	4,475	644
関西電力	178	30	494	83	8,558	1,139
中国電力	203	0	564	0	7,981	0
四国電力	215	23	597	64	6,583	1,928
九州電力	1,351	203	3,753	564	26,225	15,572
沖縄電力	1,628	1,007	4,522	2,797	74,453	70,992
合　計	7,116	2,143	19,767	5,952	280,491	173,569

※1）沿岸固定、離岸距離 30km 以内
※2）沖合浮体、離岸距離 30km 以内
※3）沖合浮体、離岸距離制限なし

表層海水温度の高い南伊豆・小笠原地域（東京電力管内）および沖縄地域のポテンシャルが大きい。次が九州！

九州のほとんどが、鹿児島県海域のポテンシャル

c.f. 沖縄電力の
合計発電設備容量：
約1,900MW

c.f. 東京電力の
合計発電設備容量：
約60,000MW

日本における適地

久米島、石垣島、宮古島等の沖縄地域の離島、沖縄本島、南伊豆・小笠原諸島、沖ノ鳥島、南鳥島等

海洋温度差発電が経済的に成立する適地は、表層海水と深層海水との温度差が約20℃を超える地域です。日本では、沖縄周辺および鹿児島奄美諸島、南伊豆・小笠原諸島、沖ノ鳥島、南鳥島等の島々、黒潮の流域となる奄美大島から宮崎、高知、和歌山を経て八丈島に至る海域が相当します。

奄美大島
人口：約6万8千人
現有発電設備容量：85.7MW

徳之島
人口：約1万2千人
現有発電設備容量：30.5MW

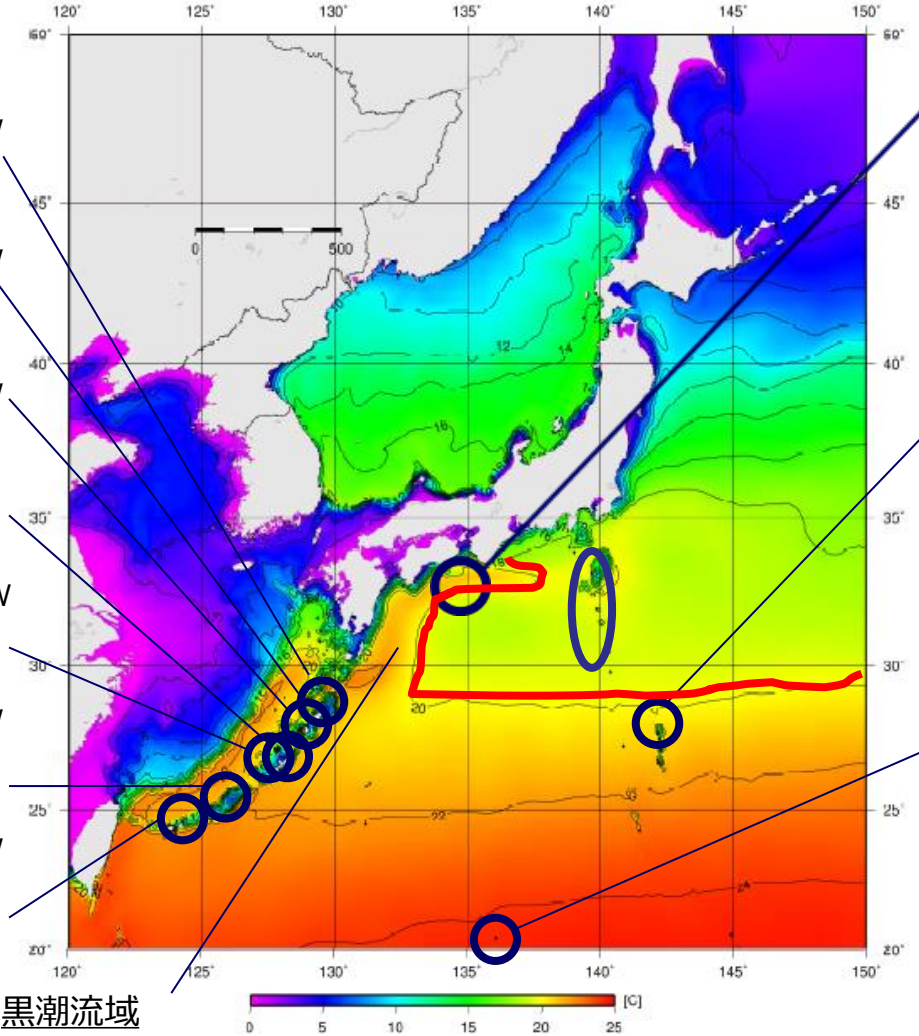
沖永良部島
人口：約1万3千人
現有発電設備容量：19.1MW

沖縄本島
人口：約129万人
現有発電設備容量：1733MW

久米島
人口：約9千人
現有発電設備容量：19.2MW

宮古島
人口：約5万人
現有発電設備容量：76.5MW

石垣島
人口：約4万5千人
現有発電設備容量：69MW



黒潮流域
将来的な本州地域への送電

将来的なターゲット

表層海水と深層海水（水深1000m）との温度差

父島
人口：約2千人
現有発電設備容量：4.3MW

南鳥島
（左図範囲外 北緯24度17分、東経153度59分）

沖ノ鳥島

出典：NEDO「海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務」（平成23年3月）における温度差分布図（5年間平均値）に追記

海洋温度差発電を核とした
カーボンニュートラル社会実証への国際的貢献モデル
ーKUMEJIMA　MODELー
久米島モデル

注目を集める「久米島モデル」

沖縄県 海洋深層水複合利用（発電＋産業利用）プロジェクトへの見学・視察

視察受け入れ数：　約12,000名（2012.6 発電開始から）

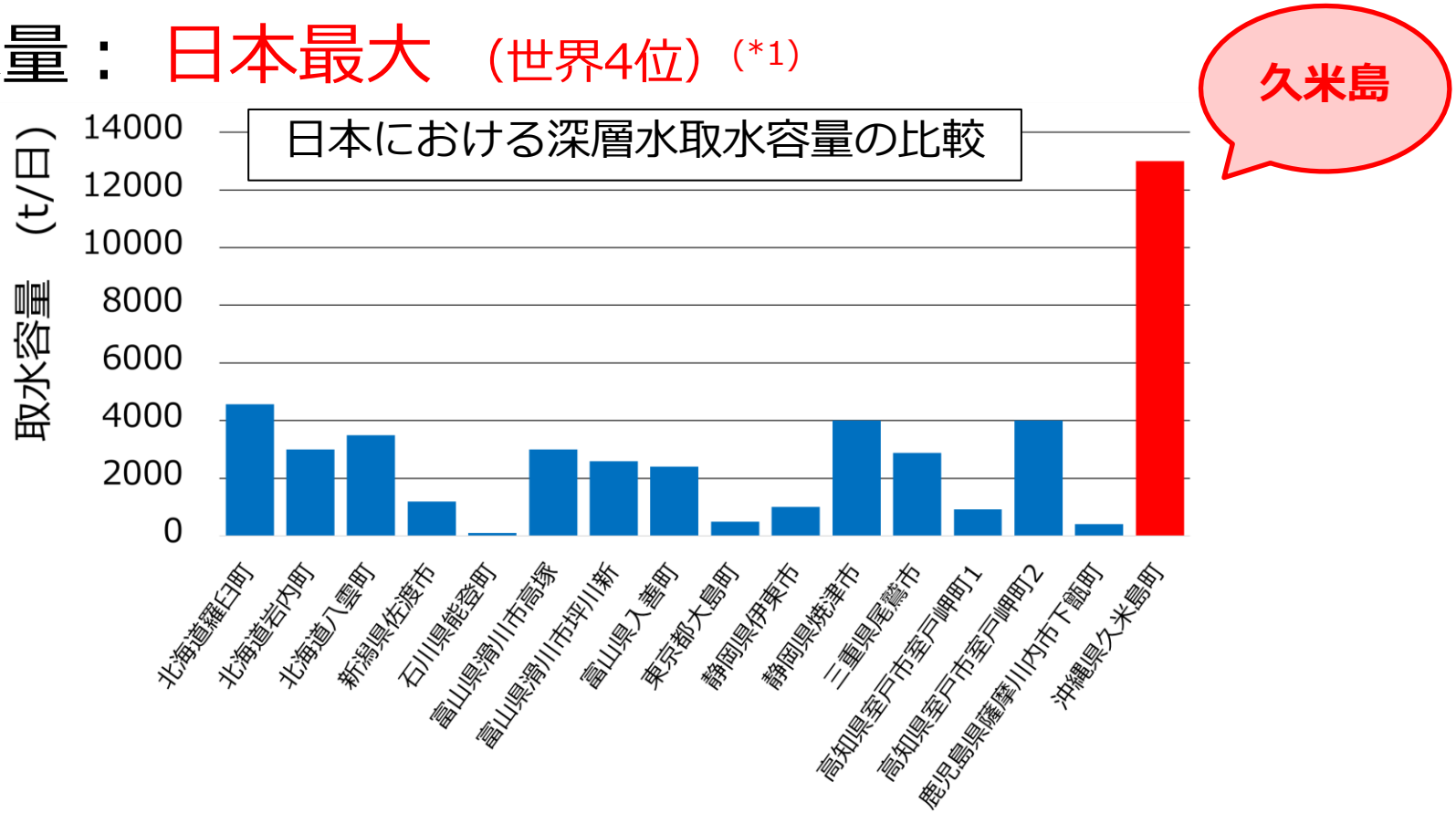
視察受け入れ国数：69カ国（　〃　）

行政視察件数：　沖縄県内 1 位 (2018年度 日経BP調べ)

世界各国から多数の視察

久米島の海洋深層水取水設備

取水量： 日本最大 （世界4位）（*1）



取水深度： 日本で第2位 （世界第8位）（*2）

（*1）GOSEA調べ： 1位 ハワイ州自然エネルギー研究所、2位 韓国 江原道高城郡、3位 台湾 花蓮/光隆

（*2）GOSEA調べ： 1位 仏領タヒチBrighton Hotel (960m)、2位 ハワイ州自然エネルギー研究所 (915m)、3位 仏領タヒチIntercont’ Hotel (914m)、4位 仏領タヒチTaon病院 (880m)、 5位 伊豆赤沢DHC（800m）6位 台湾 花蓮/台湾肥料（662m）、7位台湾 花蓮/光隆（618m）

久米島における深層水産業利用の現状

久米島における深層海水利用

沖縄県海洋深層水研究所(2000～)

水産業・農業を対象とした沖縄県所属の研究施設

冷熱利用農業研究

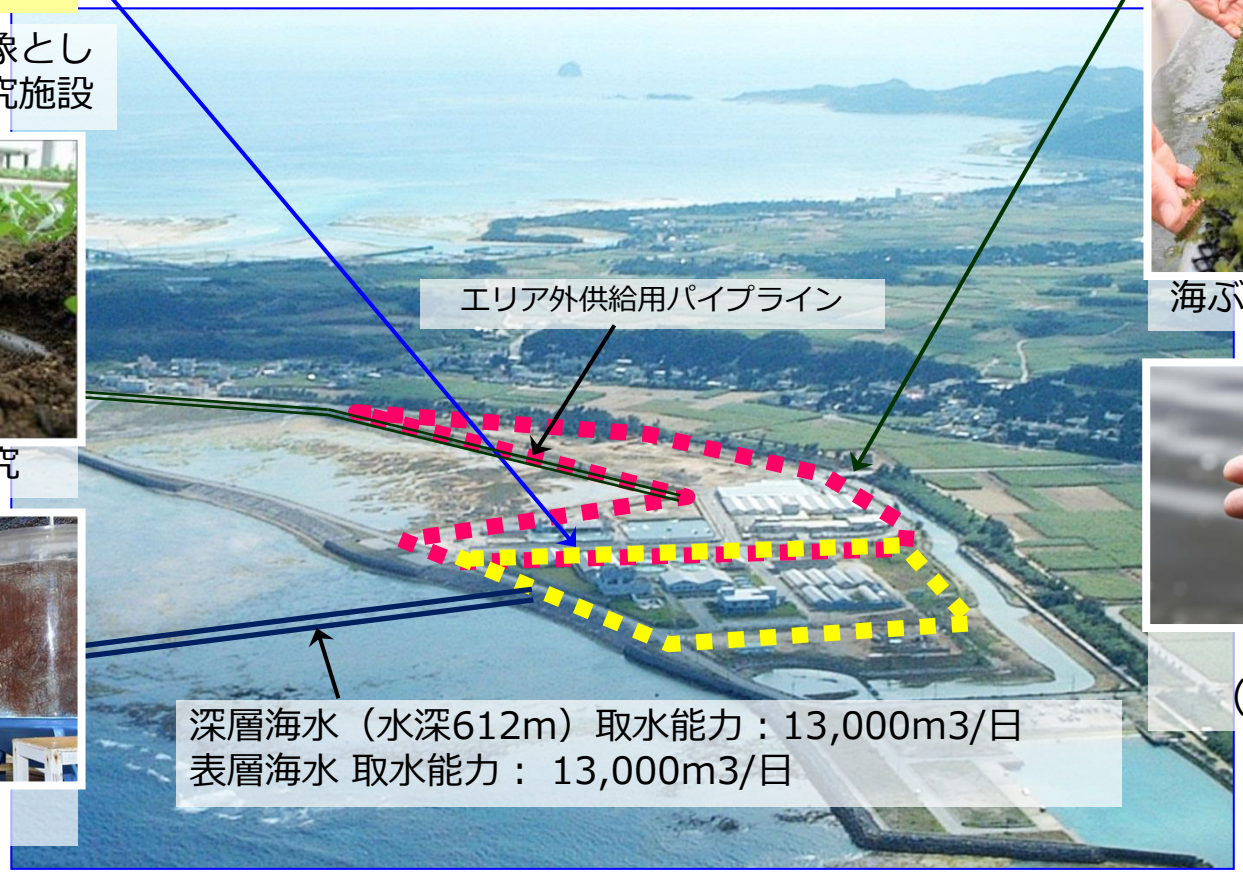
水産研究

技術移転

深層海水利用企業

海ぶどう(全国ｼｪｱ1位)

車えび種苗
(全国ｼｪｱ1位)

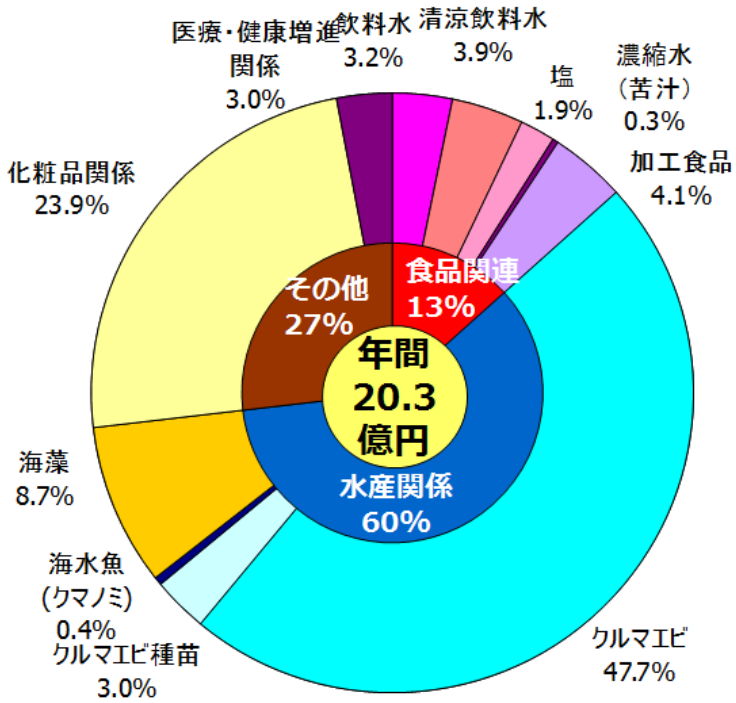


- 深層海水関連企業18社の生産額は年間20億円。新規雇用者数は140名で、久米島における一大産業となっている。
- 深層海水使用量の多い水産業(海ぶどう陸上養殖・車えび種苗育成)は、いずれも深層水の冷熱をエネルギー利用している。

久米島の深層水利用産業の概況

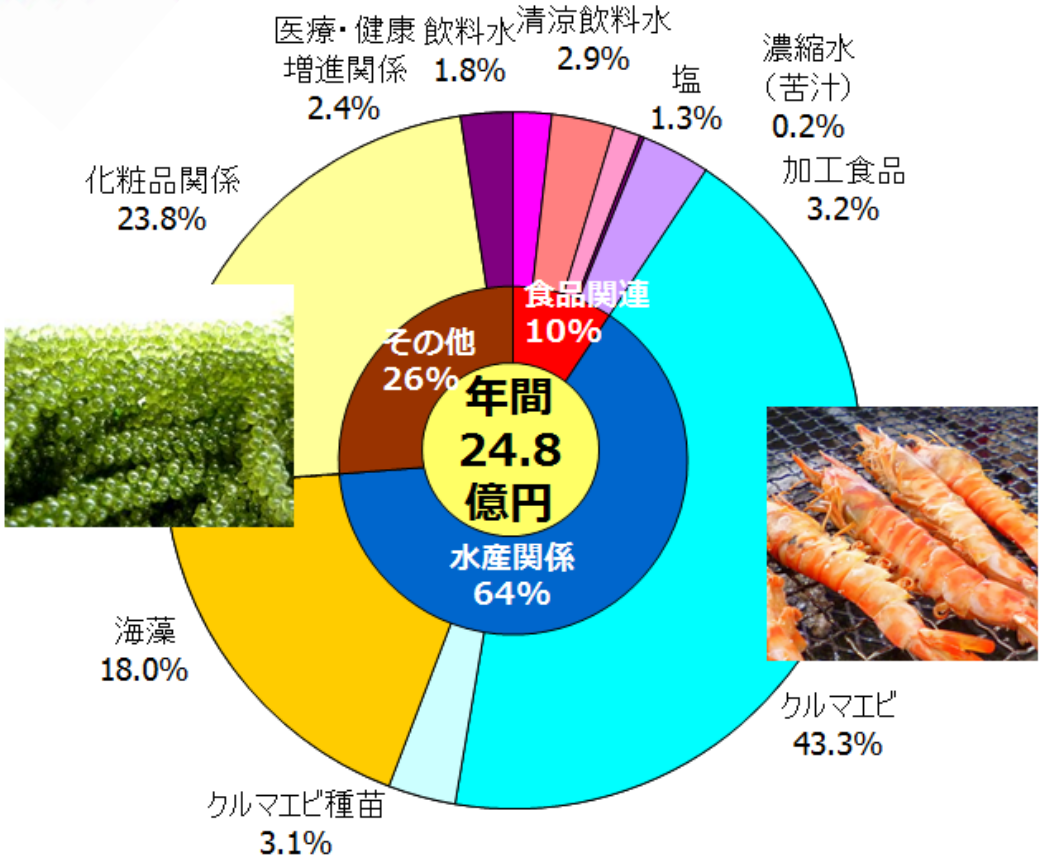
深層海水関連企業18社の深層水関連製品の生産額は年間25億円、新規雇用者数は140名以上（関連企業雇用者全体で300名以上）。久米島における一大産業として成長を続けている。

平成21年度生産額
年間20.3億円



出典：「海洋深層水複合利用基本調査」調査報告書，平成23年3月、久米島町

平成27年度生産額
年間24.8億円

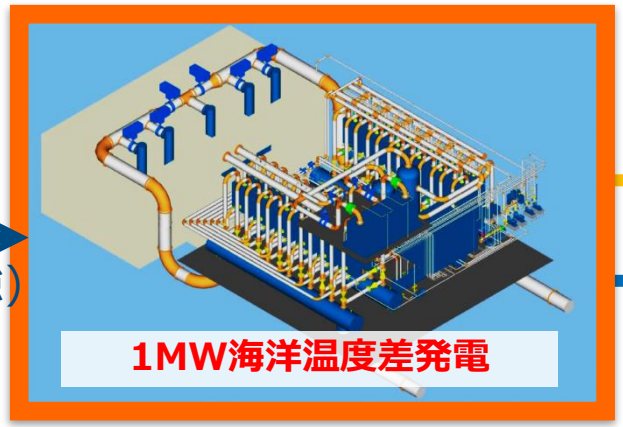


出典：久米島海洋深層水協議会調査，平成28年8月

久米島におけるエネルギー・水・食糧自給のモデル地域構想

現状の10倍の規模取水施設増設（世界最大級）
× 多段階利用の最適化 × **1MW 発電**

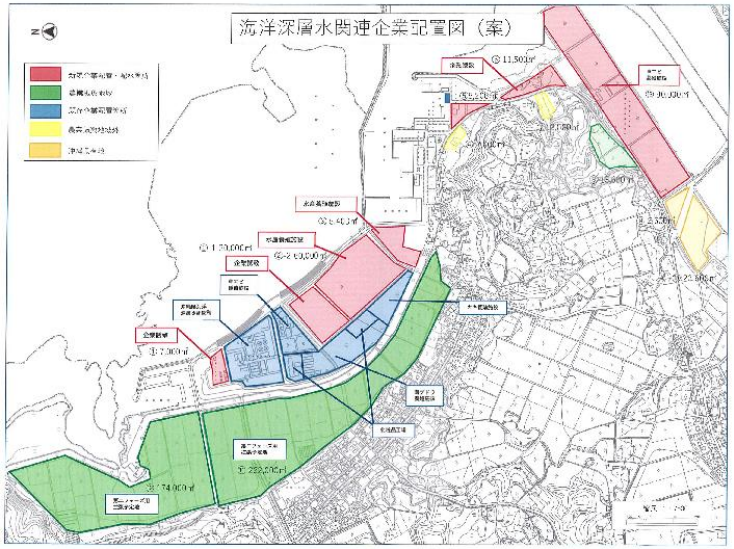
深層水
(設備増強)



電力（1MW）

深層水

余剰分は
商用系統へ



深層水利用事業

既存事業の拡張

技術と販売ルートが確立しており、
確実な拡張が見込める分野

車えび

海ぶどう

葉野菜栽培

食品・化粧品等

実証から商用へ

現在久米島で実証
中の分野

牡蠣陸上養殖

藻類育成

技術ﾃﾞﾓﾝｽﾄﾚｰｼｮﾝ

他地域へのモデル
としての技術デモ

海水淡水化

空調利用

技術開発

将来需要が高い分
野の研究開発

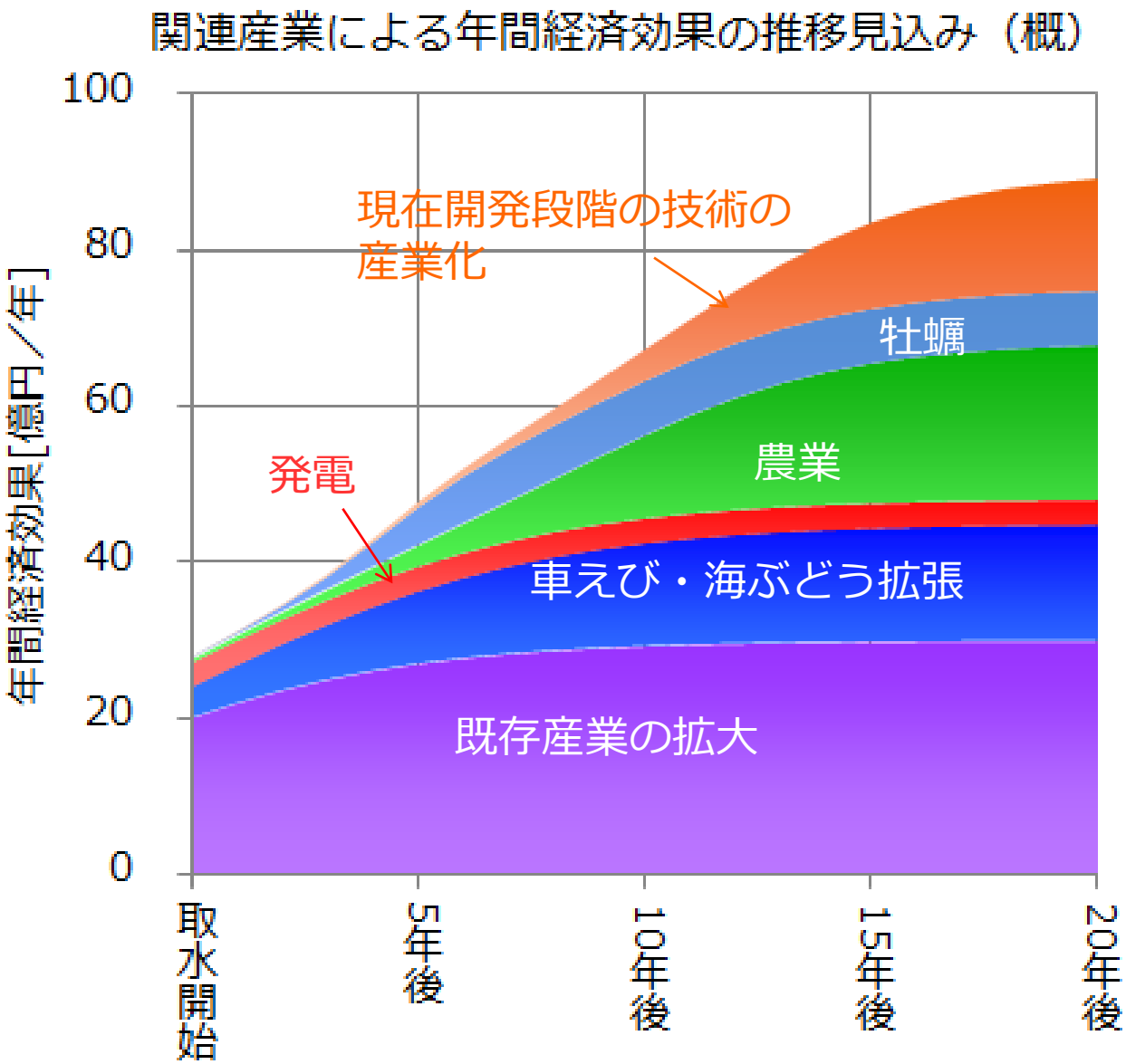
リチウム回収

バイオ利用

持続的な経済自立地域

現実的かつ広がりのある展開に向けて

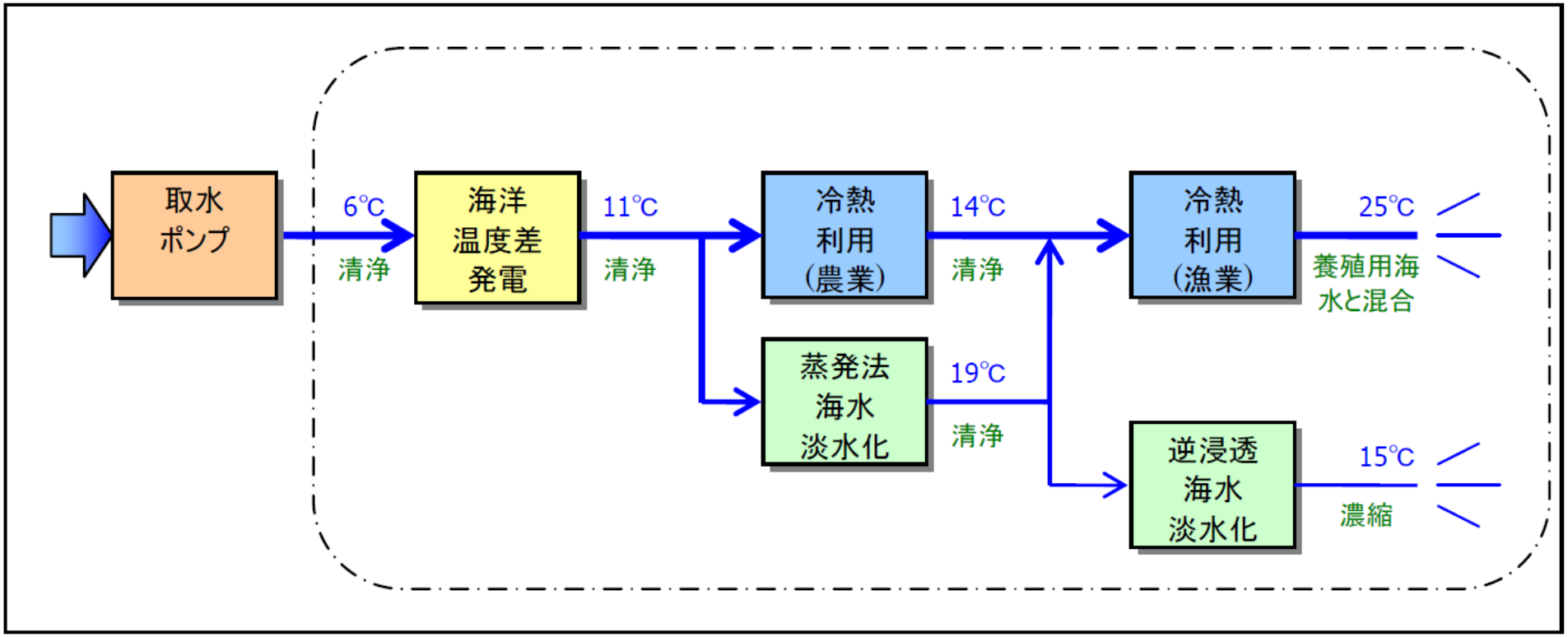
2014年7月
久米島モデル推進のための産学官連携の取り組み
「国際海洋資源エネルギー利活用コンソーシアム」を立ち上げ、計画の具体化を図っています。



様々な分野からの新規事業の提案（一例　マグネシウム生産拠点など）

高度利用の手法

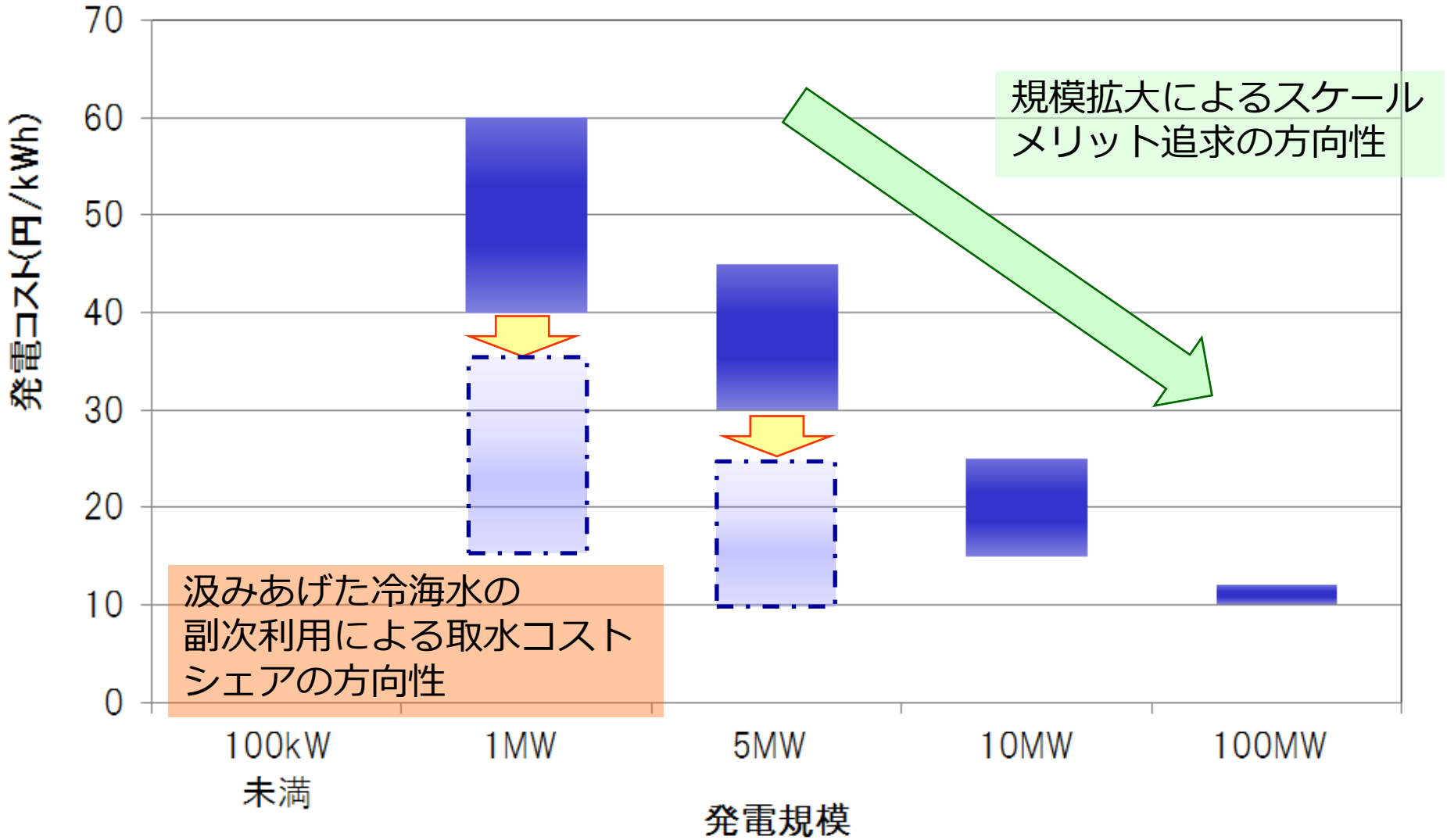
基本手法：カスケード利用（直列接続）による無駄の削減



商用化に向けて：発電コストの見通し

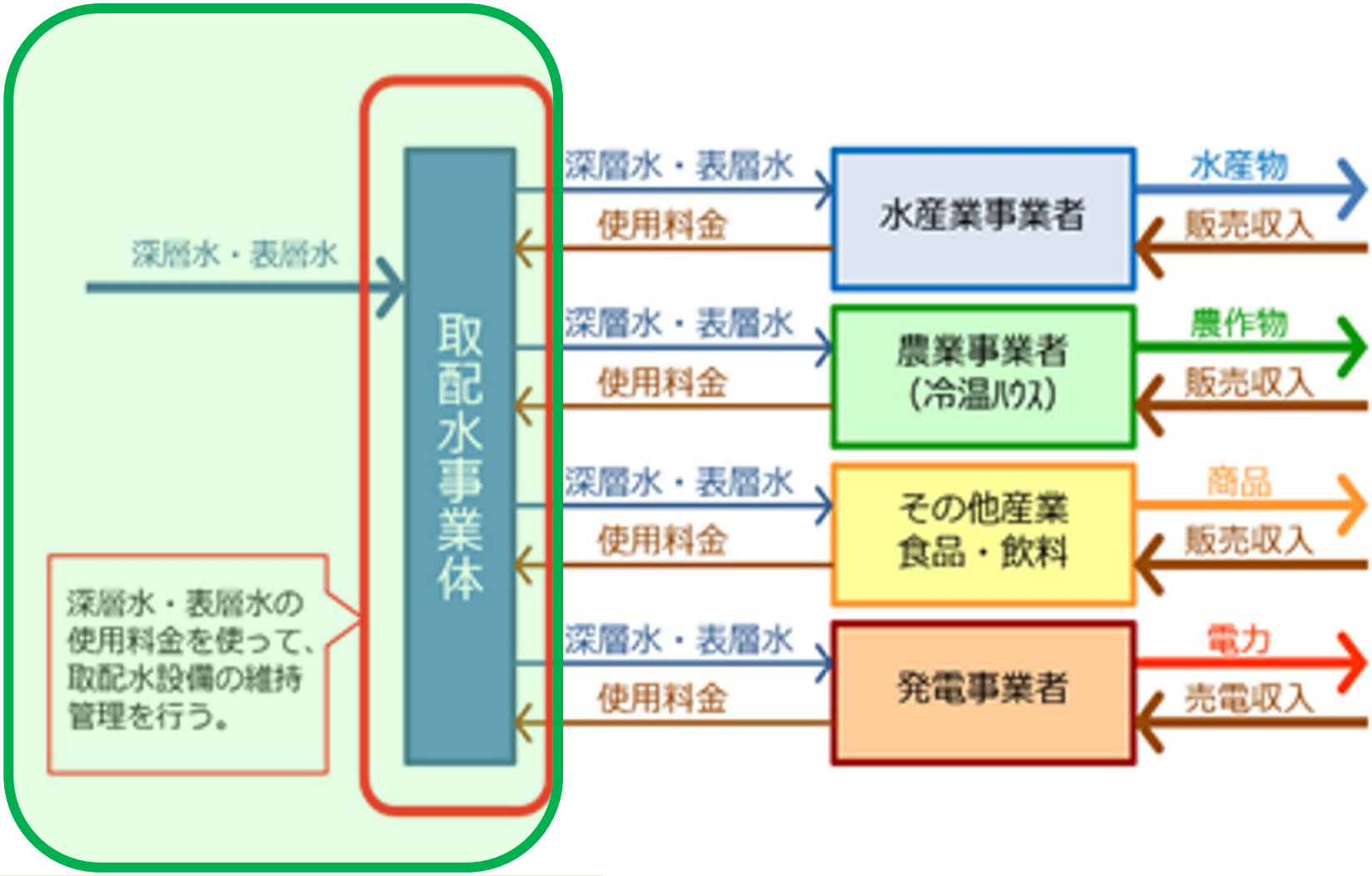
海洋温度差発電の発電コスト見通し

（OEA-J 海洋エネルギー資源利用推進機構による試算値）



グラフ出典：NEDO 「再生可能エネルギー技術白書」第2版, 平成25年12月

【提案】ブルーエコノミーを加速化させ、我が国主導で国際的な離島振興と離島カーボンニュートラル実現強化のための海洋深層水取水管の公共インフラ整備に向けて



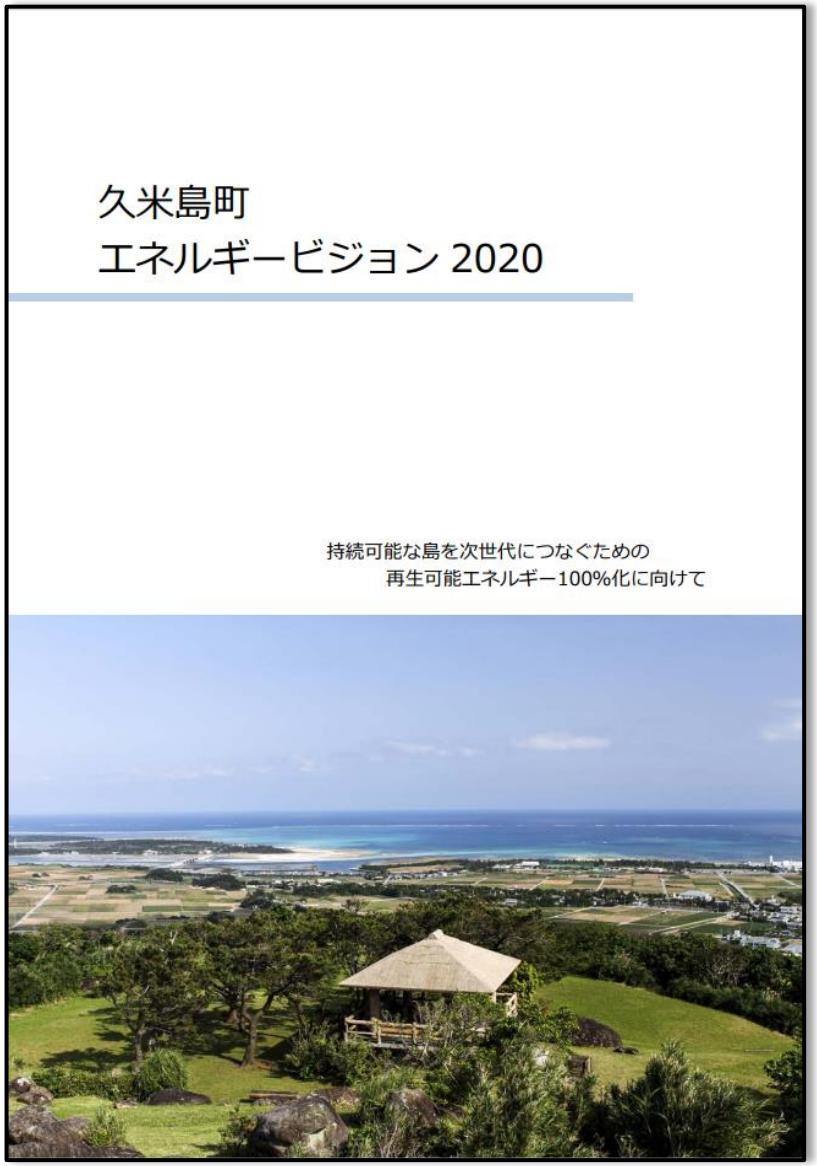
公共インフラとして整備
（利用者負担として：上下水道、高速道路のように）

図出典：久米島エネルギービジョン2020（2020年3月）

新しいステージへ：久米島の目指すところ

目指すところ

久米島の持続可能性をエネルギーから支える

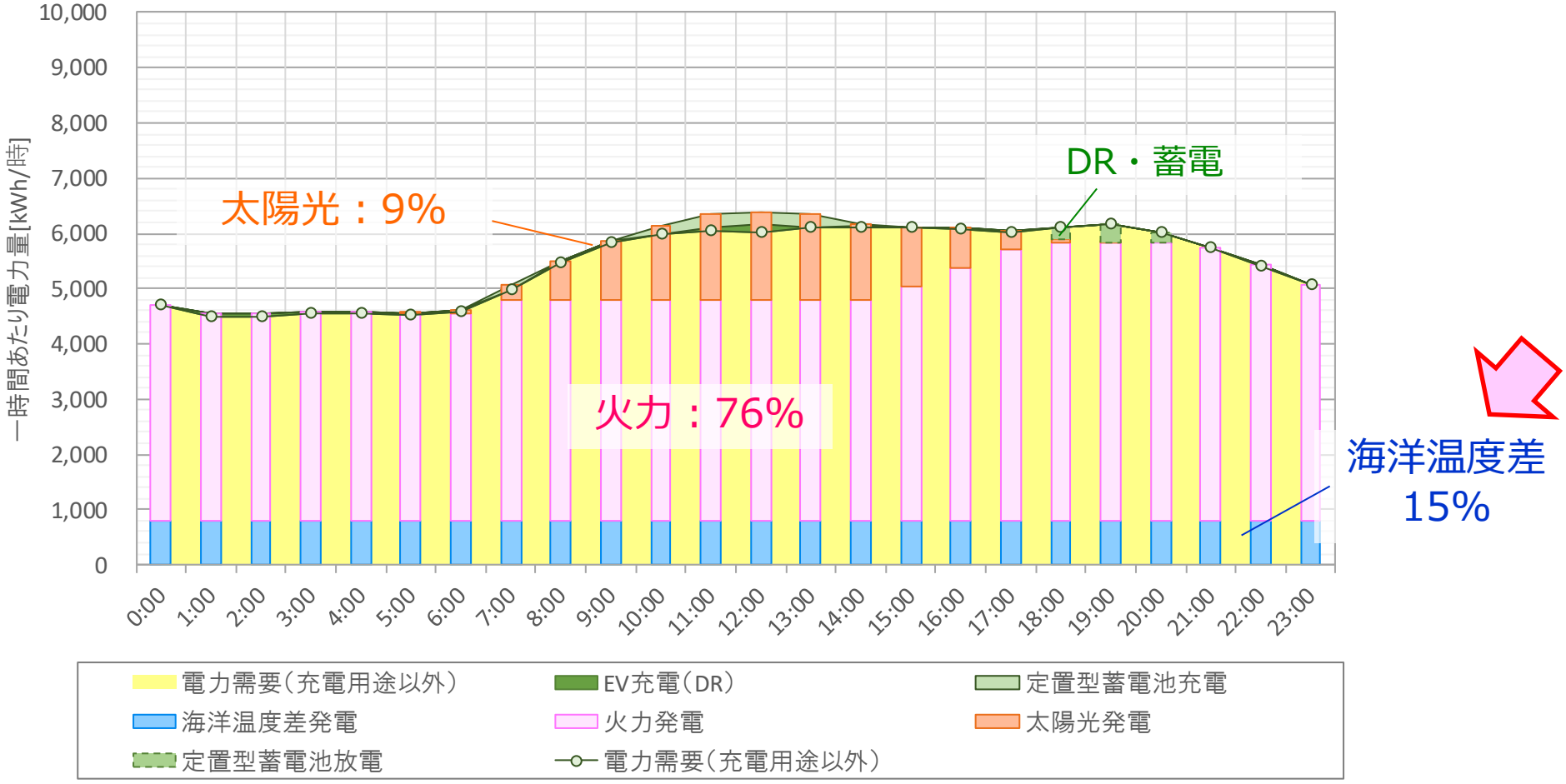


図出典：久米島エネルギービジョン2020（2020年3月）

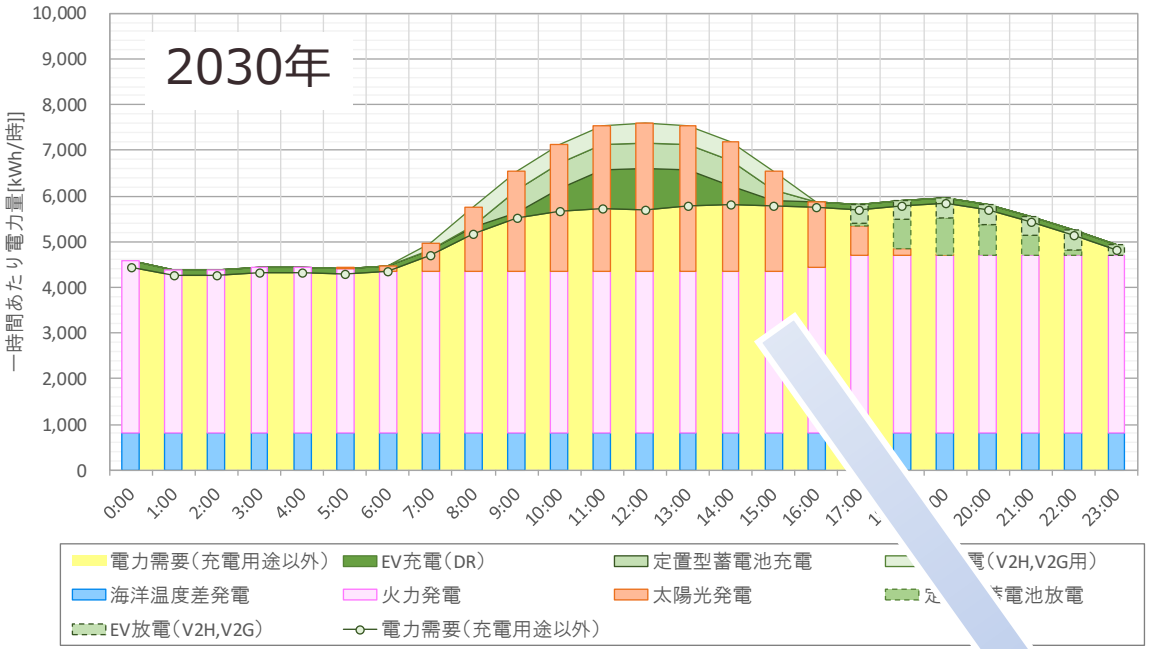
将来シナリオ：久米島での海洋温度差発電の位置づけ

1MW規模：島の15%の電力を担う再エネベース電源

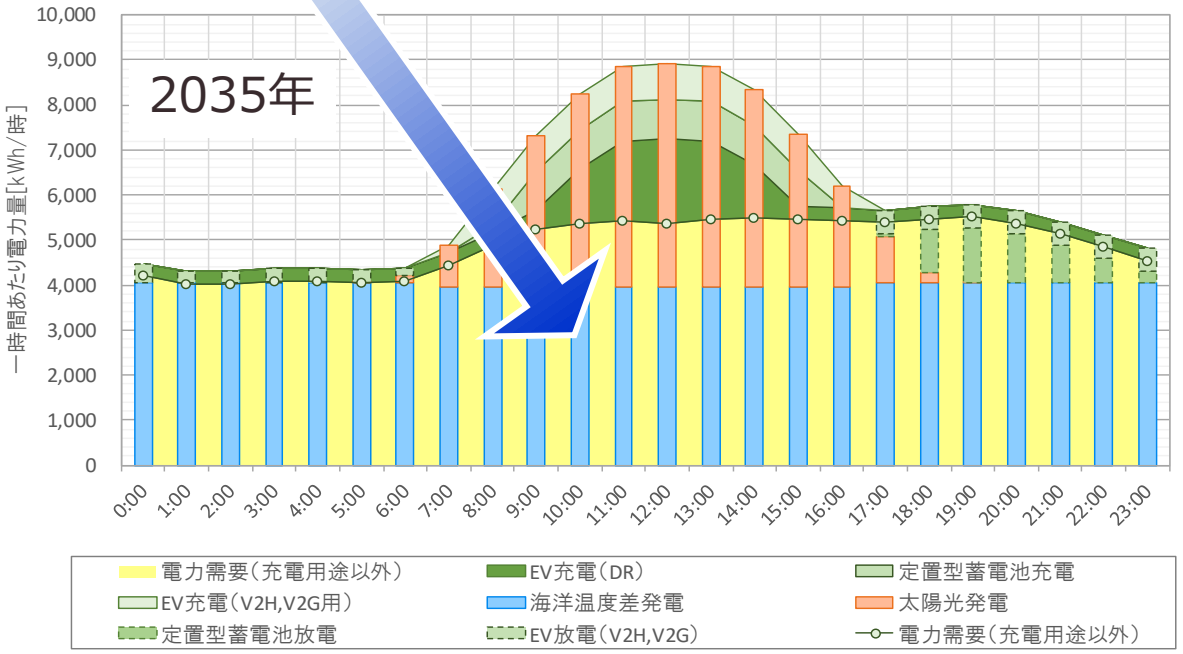
2026年の日間電力需給バランス（年平均）



図出典：久米島エネルギービジョン2020（2020年3月）



【2035年】
既存火力発電を
出力6MWの
海洋温度差発電で
代替



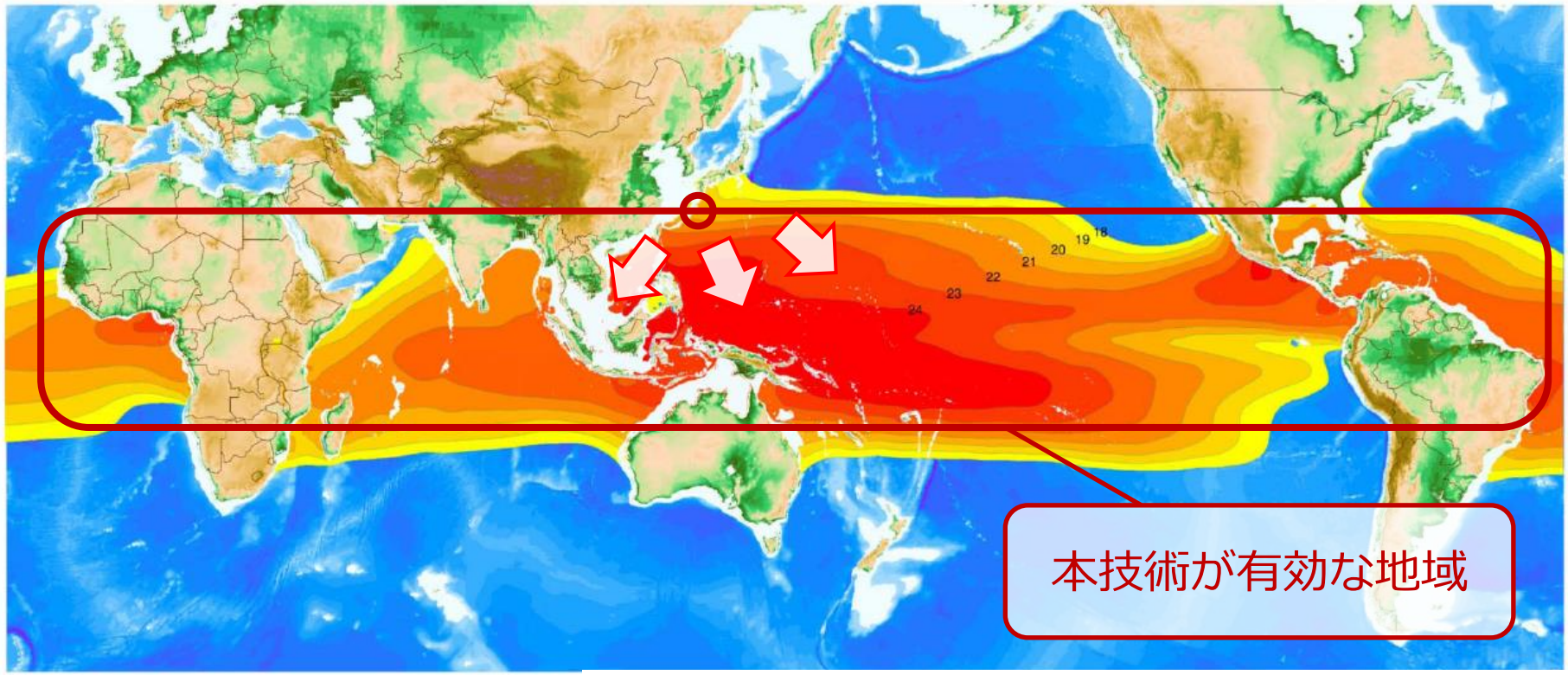
【2040年】
エネルギー
完全自給の
島へ

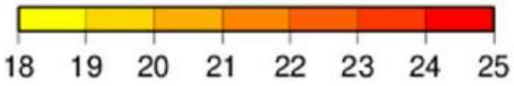
図出典：久米島エネルギービジョン2020（2020年3月）

亜熱帯諸国へのブルーエコノミーのモデルパッケージとして「KUMEJIMA　MODEL（久米島モデル）」

我が国の海洋温度差発電を核としたGXモデルで、海洋の再生可能資源・エネルギーを利活用したエネルギー・水・食糧自給を目指す島嶼地域への国際貢献

表層海水と深層海水（水深1000メートル）との温度差





ご清聴ありがとうございました。