

海洋温度差発電の 実用化への加速

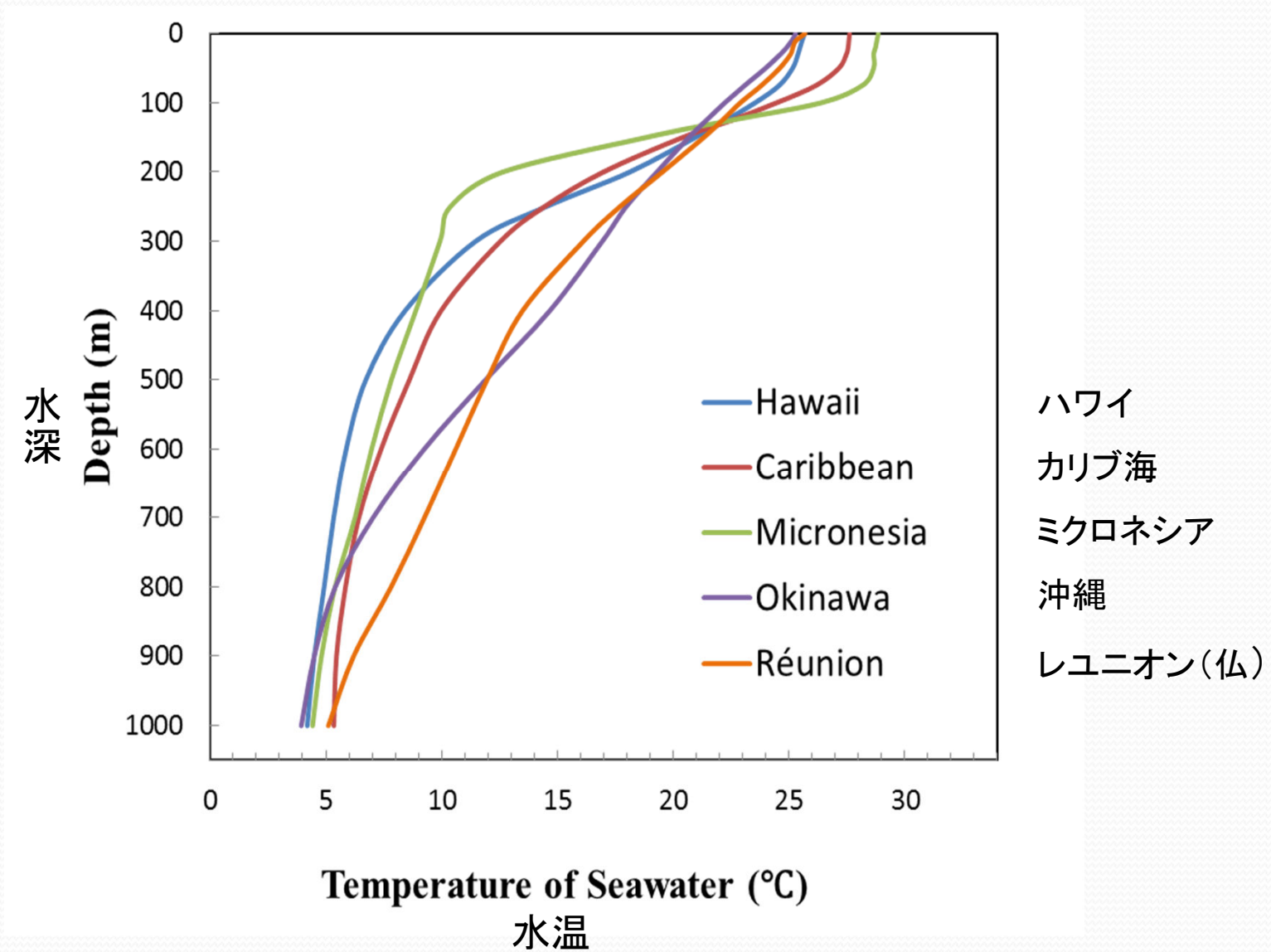
NPO法人 海洋温度差発電推進機構

理事長

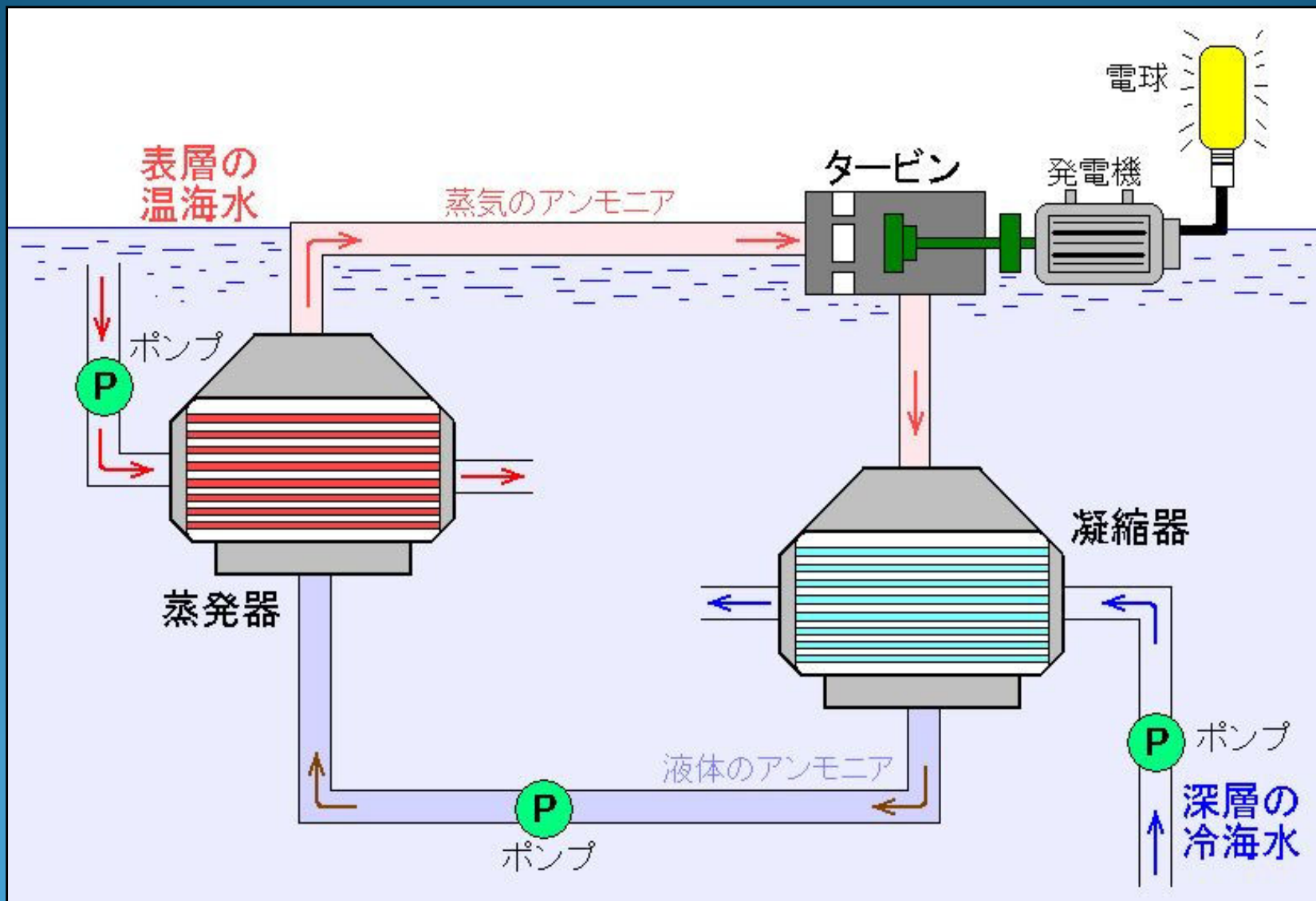
上原春男

海洋温度差発電とは何か？

海の温度分布



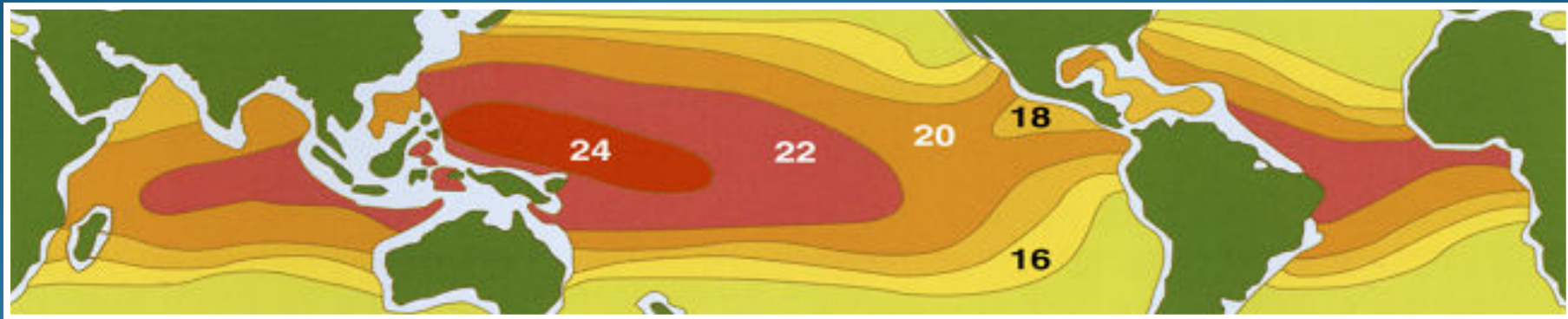
海洋温度差発電の原理図



なぜ温度差があると発電できるのか

- 熱と仕事はともにエネルギーの一種である
- 熱は温度差によるエネルギー
- 仕事は温度差によらないエネルギー

世界の海の表層と 深層1000mの温度差分布



海洋の海水の表層と深層はかなりの温度差があります。赤道近くでは24°Cと高くなっています。この温度差を日本の経済水域360km（沿岸200カイリ）の範囲に限って、発電量を計算すると、年間約1000×10¹¹kWh（キロ・ワット時）になります。これは石油に換算すると、約86億トンに相当します。日本の経済水域内には膨大なエネルギーが埋蔵されているのです。

海洋温度差エネルギー

海洋の表層温海水(20~30°C)と水深800~1000mの深層冷海水(4~5°C)の温度差による熱エネルギー

日本の経済水域内:石油換算 約86億トン

※なお、日本で利用されているエネルギーは石油換算で約6億トン(2000年度、一次エネルギー)

全世界:

海洋に入射する太陽光エネルギーの2%利用で1兆kWの発電可能



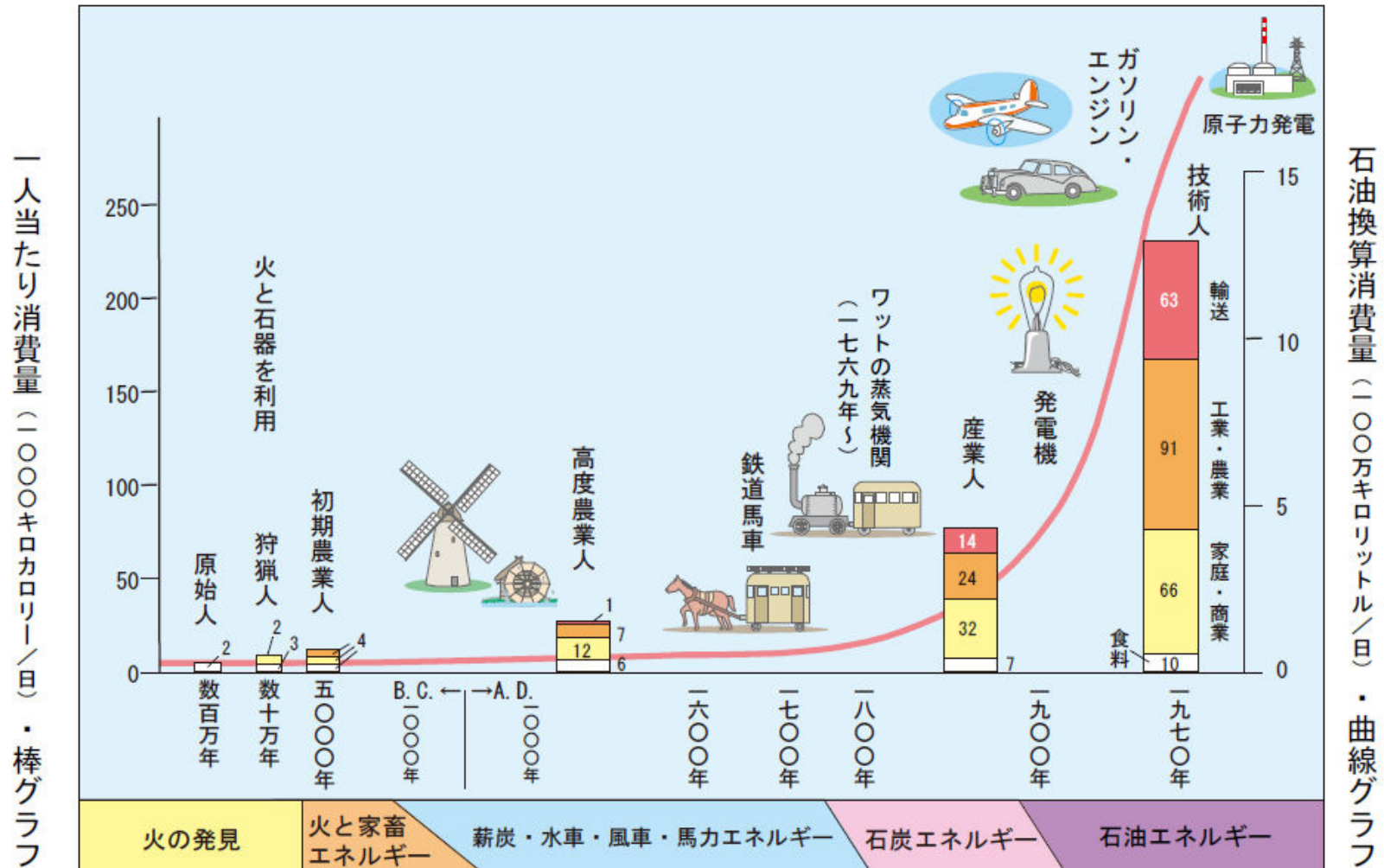
エネルギーとは何か？

エネルギーとは・・・「仕事をする能力」

エネルギーは人間に何を与えるのか？

- 1) 時間
- 2) 時間の加速度
- 3) 心地良さ
- 4) 人間の脳を活性化する

人間とエネルギーのかかわり



原始人 百万年前の東アフリカ、食料のみ。
 狩猟人 十万年前のヨーロッパ、暖房と料理に薪を燃やした。
 初期農業人 B. C. 5000年の肥沃三角州地帯、穀物を栽培し家畜のエネルギーを使った。

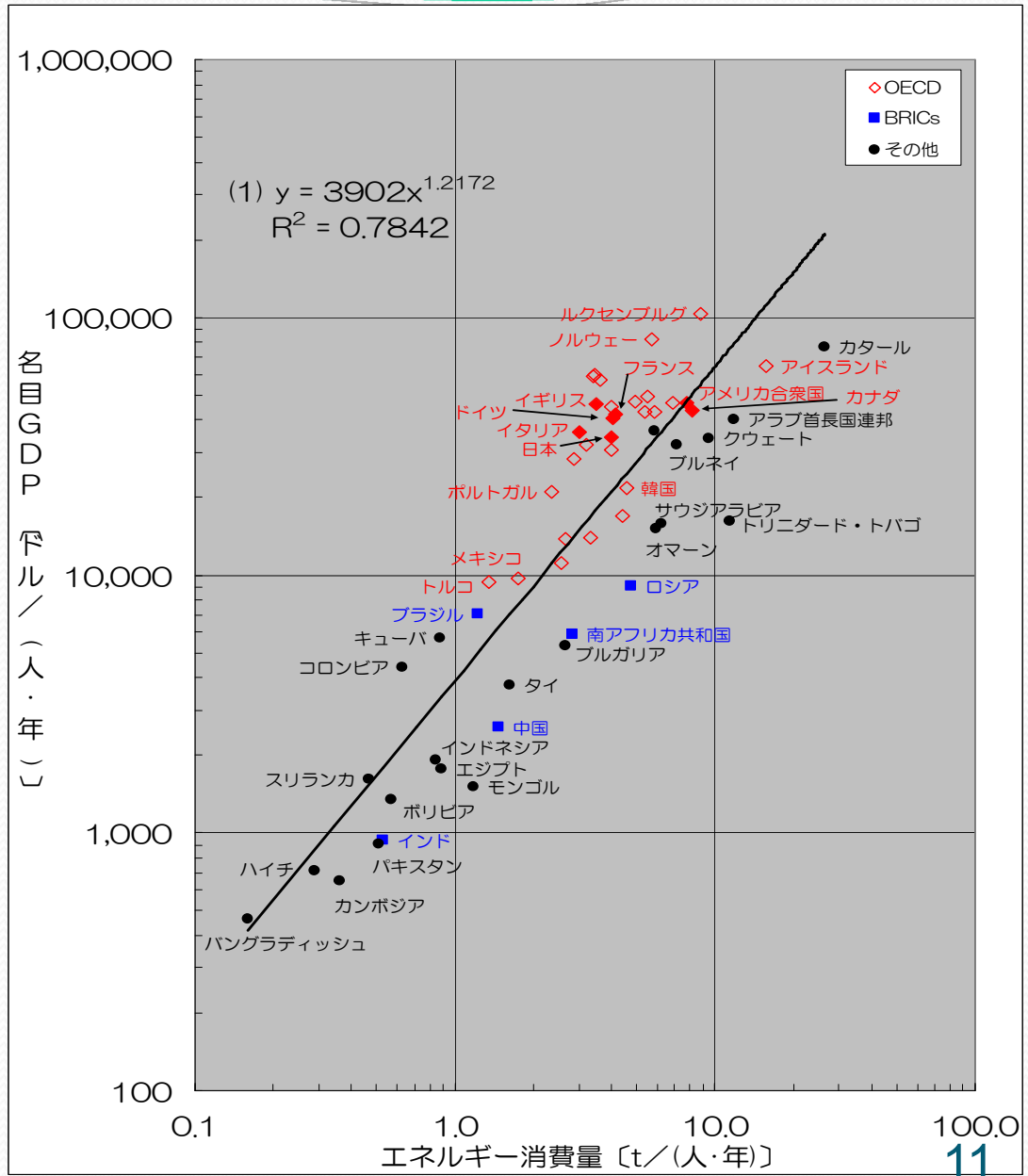
高度農業人 1400年の北西ヨーロッパ、暖房用石炭・水力・風力を使い、家畜を輸送に利用した。
 産業人 1875年のイギリス、蒸気機関を使用していた。
 技術人 1970年のアメリカ、電力を使用、食料は家畜用を含む。

1人当たりのエネルギー消費量とGDPの関係

2007年		TPES/pop (toe/capita)	GDP/pop (\$/capita)
アフリカ	北アフリカ	エジプト	0.89 1,771
	南アフリカ	南アフリカ共和国	2.82 5,922
東アジア		中国	1.48 2,560
		日本	4.02 34,287
		モンゴル	1.18 1,503
		韓国	4.59 21,653
		ブルネイ	7.11 31,901
東南アジア		インドネシア	0.84 1,915
		カンボジア	0.36 649
		シンガポール	5.83 36,384
		タイ	1.63 3,743
		バングラディッシュ	0.16 464
南・中央アジア		インド	0.53 942
		パキスタン	0.51 905
		スリランカ	0.47 1,623
		クウェート	9.46 33,760
		オマーン	5.95 15,180
西アジア		カタール	26.54 76,374
		サウジアラビア	6.21 15,825
		トルコ	1.35 9,422
		アラブ首長国連邦	11.83 40,147
		ブルガリア	2.65 5,302
東ヨーロッパ		チェコ	4.43 16,880
		ハンガリー	2.66 13,785
		ポーランド	2.55 11,157
		スロバキア	3.31 13,924
		デンマーク	3.60 56,923
北ヨーロッパ		フィンランド	6.90 46,836
		アイスランド	15.74 64,833
		アイルランド	3.46 59,940
		ノルウェー	5.71 82,276
		スウェーデン	5.51 49,554
南ヨーロッパ		イギリス	3.48 45,922
		ギリシャ	2.88 28,145
		イタリア	3.00 35,963
		ポルトガル	2.36 21,102
		スペイン	3.21 32,153
西ヨーロッパ		オーストリア	3.99 44,843
		ベルギー	5.37 43,033
		フランス	4.15 41,940
		ドイツ	4.03 40,480
		ルクセンブルグ	8.79 103,591
ラテンアメリカ・カリブ海地域	カリブ海	キューバ	0.88 5,699
		トリニダード・トバゴ	11.46 16,133
	中央アメリカ	メキシコ	1.74 9,693
		ハイチ	0.29 711
	南アメリカ	ボリビア	0.57 1,352
	ブラジル	1.23 7,107	
	コロンビア	0.63 4,377	
北アメリカ	カナダ	8.17 43,404	
	アメリカ合衆国	7.75 46,674	
オセアニア	オーストラリア	5.87 42,864	
	ニュージーランド	4.01 30,453	
旧ソ連諸国	ロシア	4.75 9,103	

計56カ国

一次エネルギー総供給量 TPES : Total Primary Energy Supply
 【TPES/pop】 出典 : IEA - KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2009
 【GDP/pop】 出典 : IMF - World Economic Outlook(2009年10月版)
 赤字 : OECD
 青字 : BRICs



再生可能エネルギーで日本を救う

- 1) 海洋温度差発電
- 2) 太陽光発電
- 3) 風力発電
- 4) バイオマス発電
- 5) 間伐材の利用
- 6) 電気自動車
- 7) 燃料電池
- 8) キャパシタ

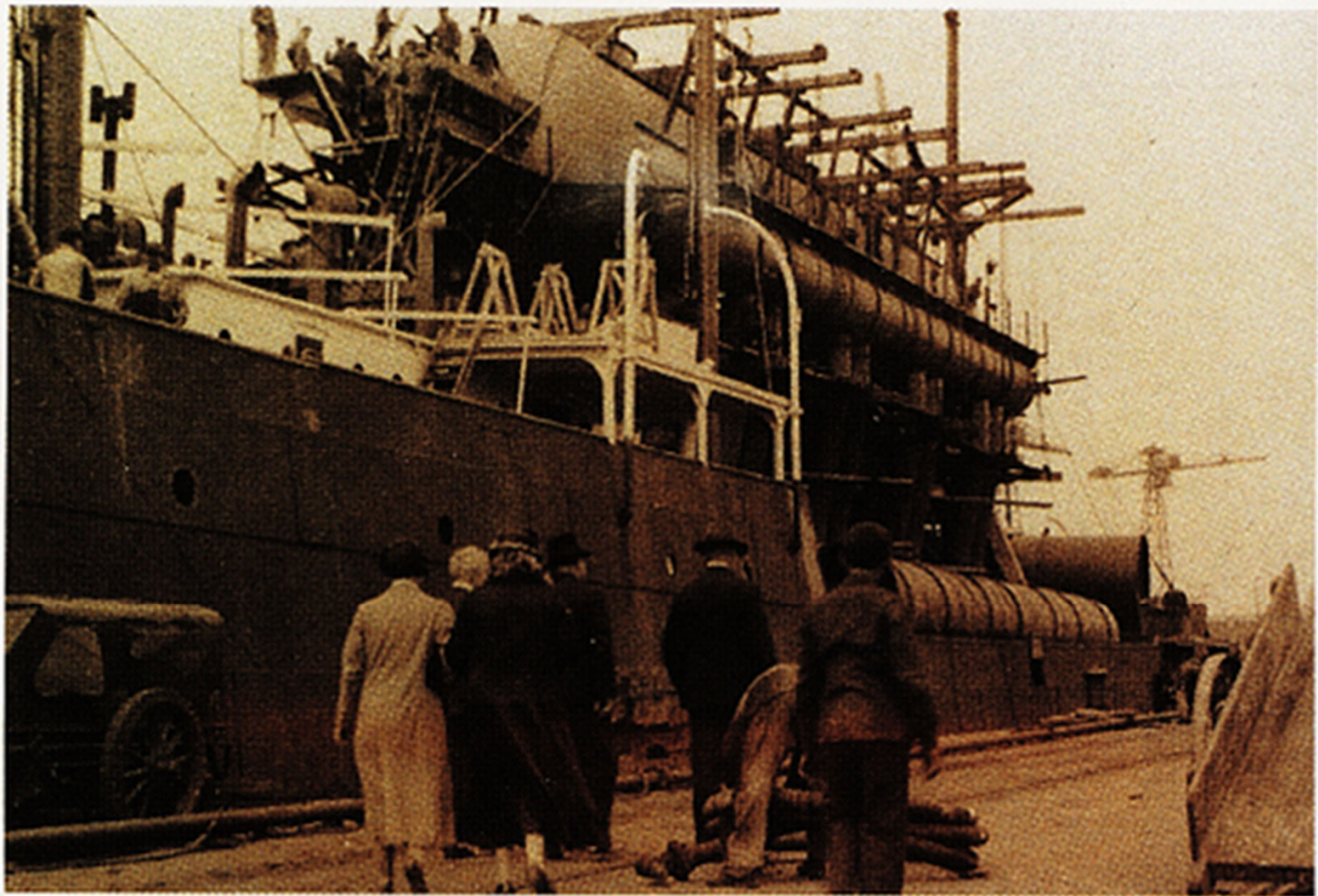
海洋温度差発電開発の歴史

1881年	ダルソンバール（フランス）海洋温度差発電を考案
1926年	クロード（フランス）、実用化に向けて研究を開始
1933年	クロード1200kWの発電船を建設
1964年	アンダーソン、海中発電所を提案（特許）
1970年	新発電方式調査会（日本）、海洋温度差発電の調査
1973年	佐賀大学で海洋温度差発電の実験開始
1974年	サンシャイン計画（日本）で海洋温度差発電の研究開始
1974年	ERDA計画（アメリカ）で研究開始
1974年	第1回OTEC会議（アメリカ）
1977年	佐賀大学で1kWの発電に成功
1979年	Mini-OTEC（アメリカ）50kWの発電に成功
1980年	佐賀大学、島根県沖で海上実験
1981年	東電、東電設計、ナウル共和国で120kWの発電に成功
1982年	九電、徳之島で50kWの発電に成功
1985年	佐賀大学に75kWの発電プラント完成
1988年	「海洋温度差発電研究会」が発足 （日本の電力会社、エンジニアリング会社、建設会社など25社）

海洋温度差発電開発の歴史

1989年	富山湾で世界初の洋上型深層水利用実験（科学技術庁が中心）
1990年	IOA(International OTEC Association)を設立（台湾、アメリカ、日本）
1993年	オープンサイクルを用いた実証サイクル（210kW） アメリカ・ハワイ島のコナ海岸に完成
1994年	佐賀大学の新サイクルプラント建設
1995年	佐賀大学の新サイクルプラント実験開始（4.5kW） （カーリーナサイクル、ウエハラサイクル）
1997年	インドの研究所において、OTECを建設（1000kW）
2003年	佐賀大学に複合OTECプラント完成（30kW）（伊万里市）
2003年 ～	中近東、サウジアラビア、クウェート、UAE、カタール、アメリカ、フランス、台湾でOTEC/DTECの建設計画が進行
2009年	新ウエハラサイクル発明（上原春男）
2010年	タヒチで10MW OTECプラントのFS開始
2012年	マーシャル諸島共和国で現地調査
2013年	バルバドスにおけるSIDS会議でOTECの建設決定
2014年	沖縄県久米島 50kW実証プラント稼働開始

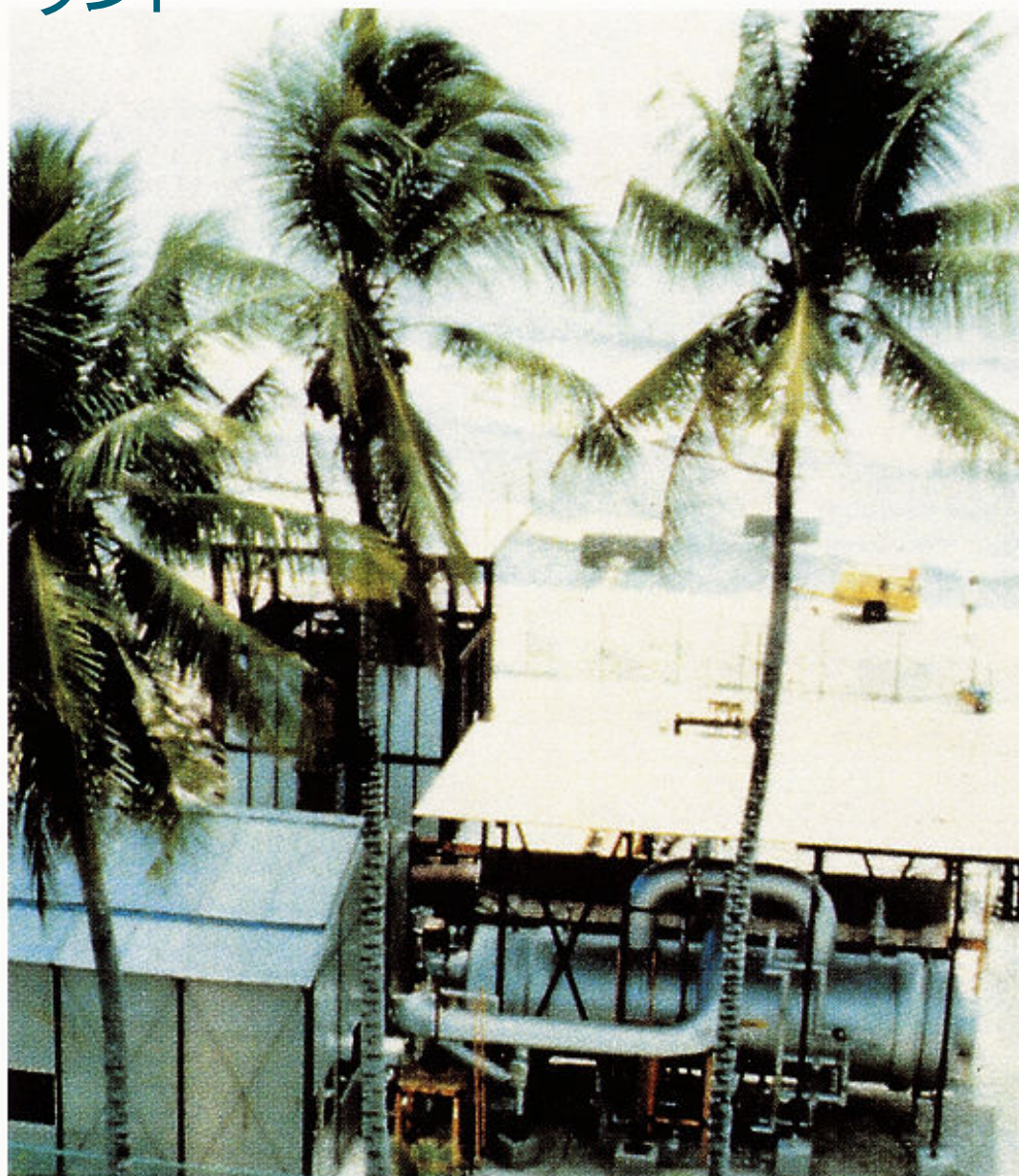
クロードの1200kWプラント



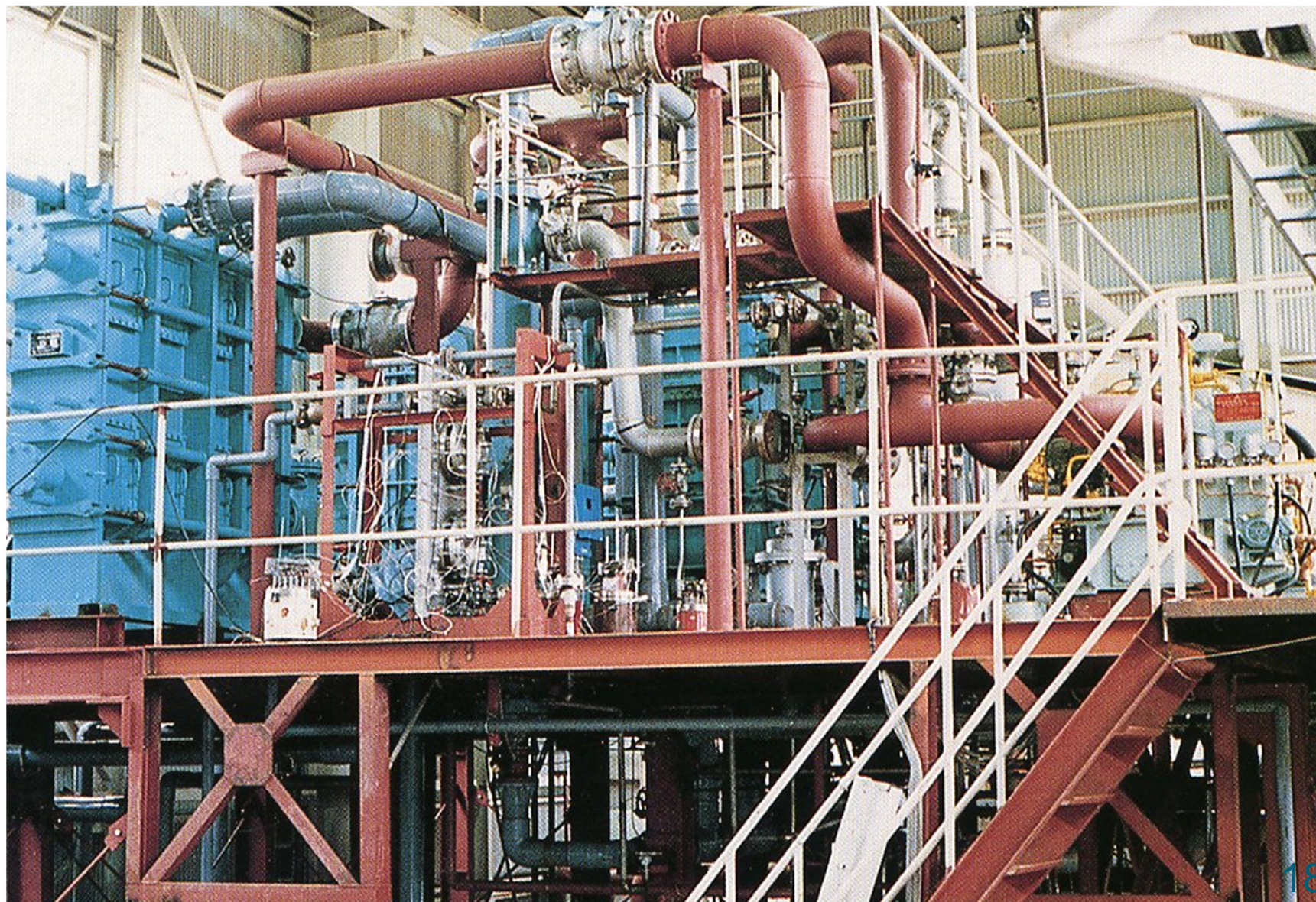
ミニオテック



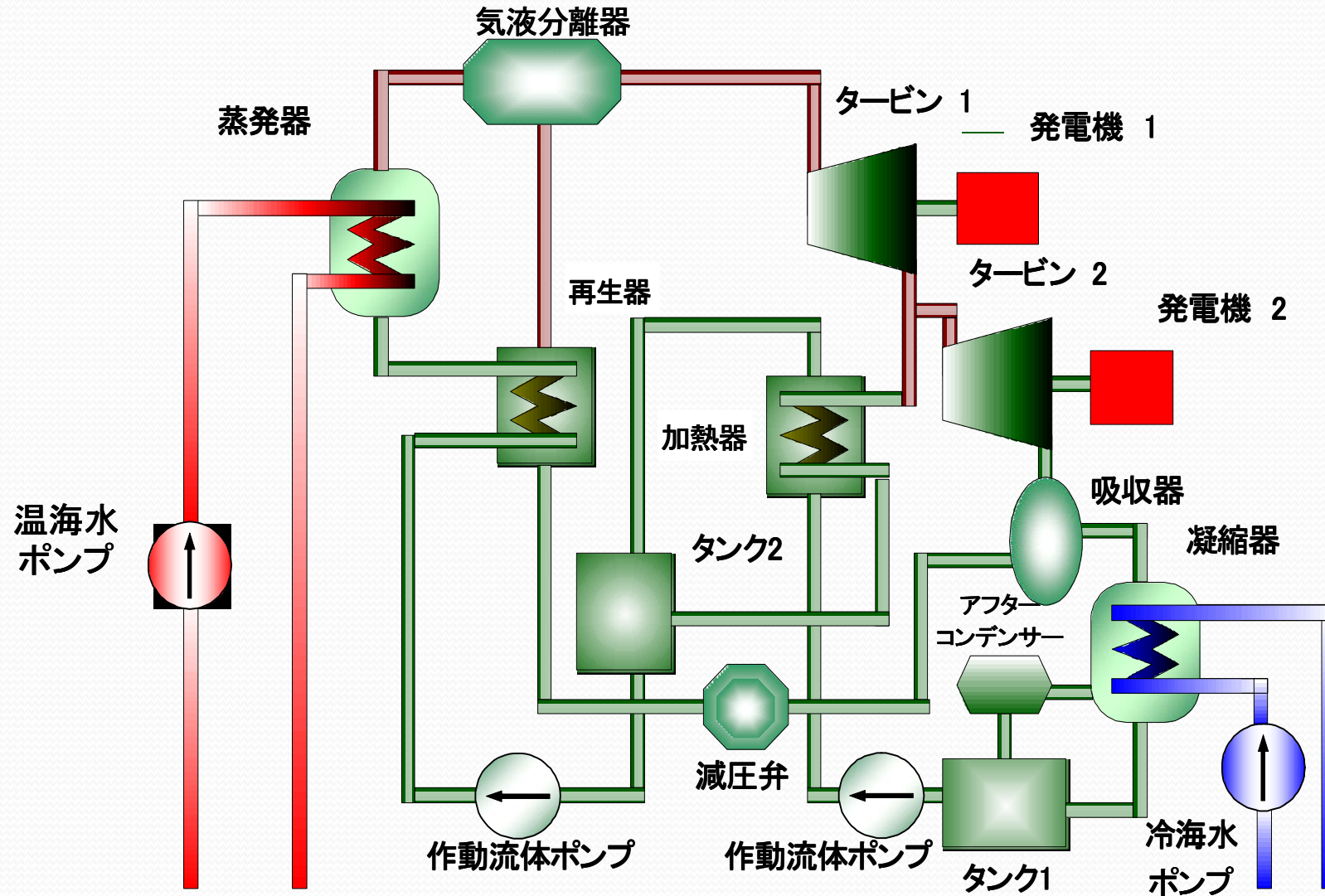
ナウルプラント



佐賀大学プラント



ウエハラサイクル



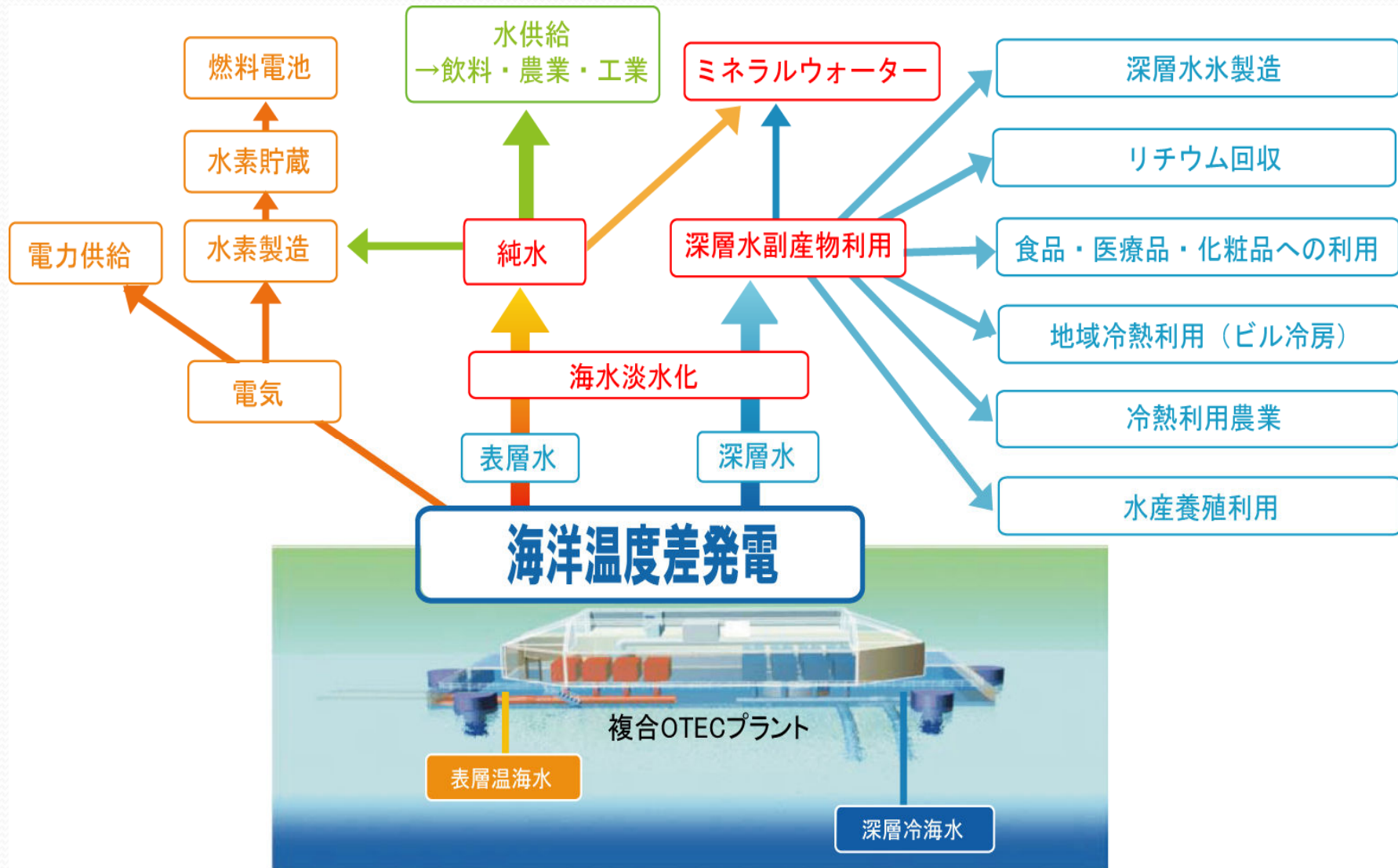
海洋温度差発電の特徴

- クリーンで再生可能なエネルギー
- 多量なエネルギー
- 安定したエネルギー
- 地球環境問題に貢献

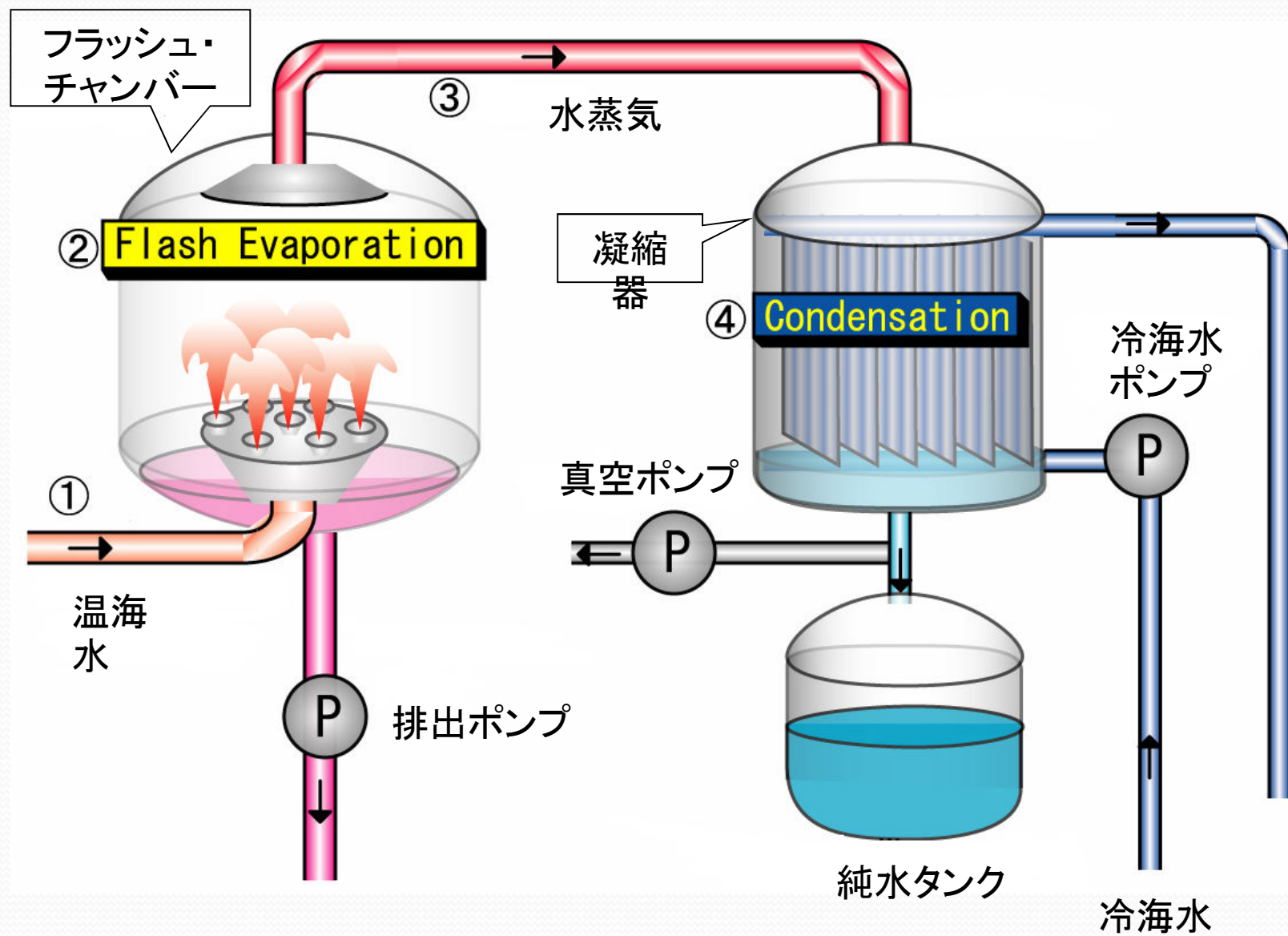


30kW ウエハラサイクル
OTECプラント

海洋温度差発電は新たな産業を創出します



フラッシュ淡水化の原理



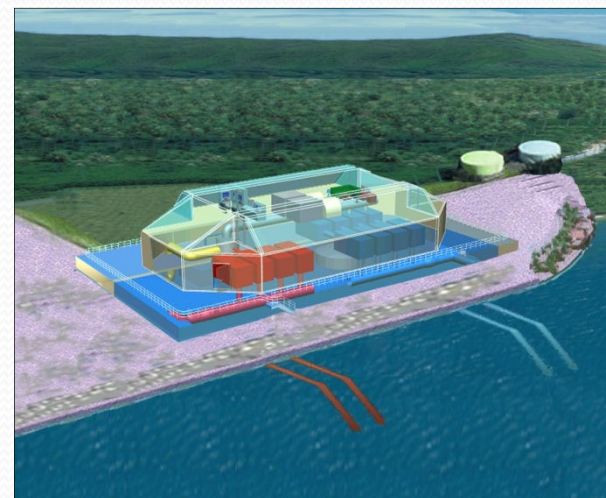
フラッシュ蒸発現象



多目的プラントの構成



洋上型（船型）



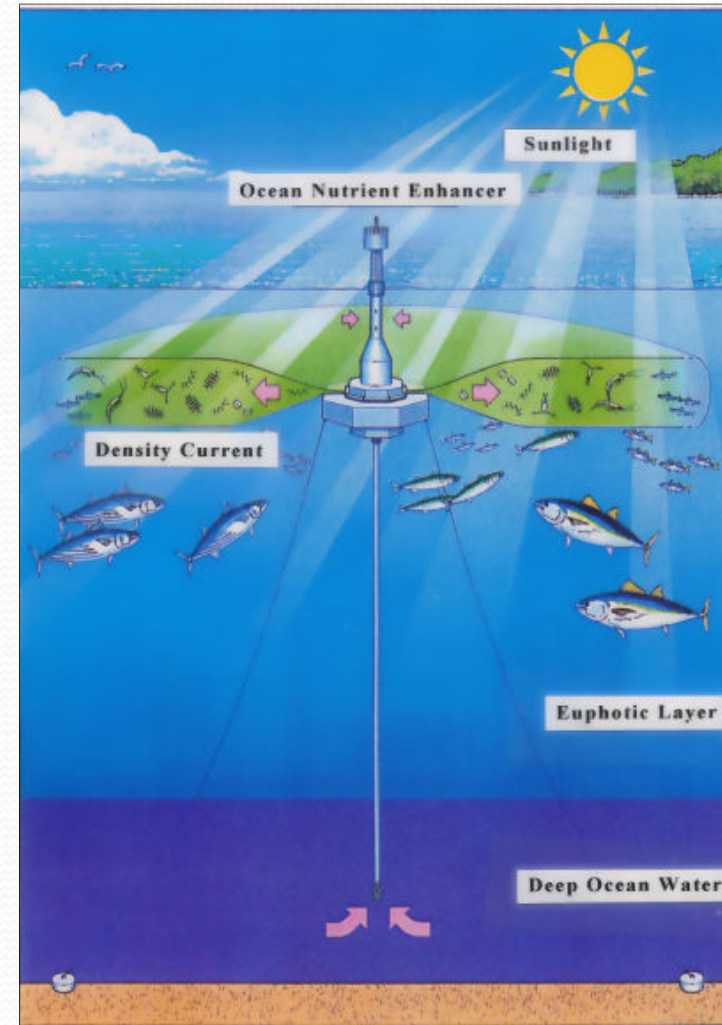
陸上型



洋上型（半潜水型）

漁場造成

海洋温度差発電では大量の深層海水を扱って、最後に海に放水します。この深層海水には栄養塩が豊富に含まれているため、周辺海域の漁場造成に活用でき、漁業の生産性の向上にも寄与することができます。

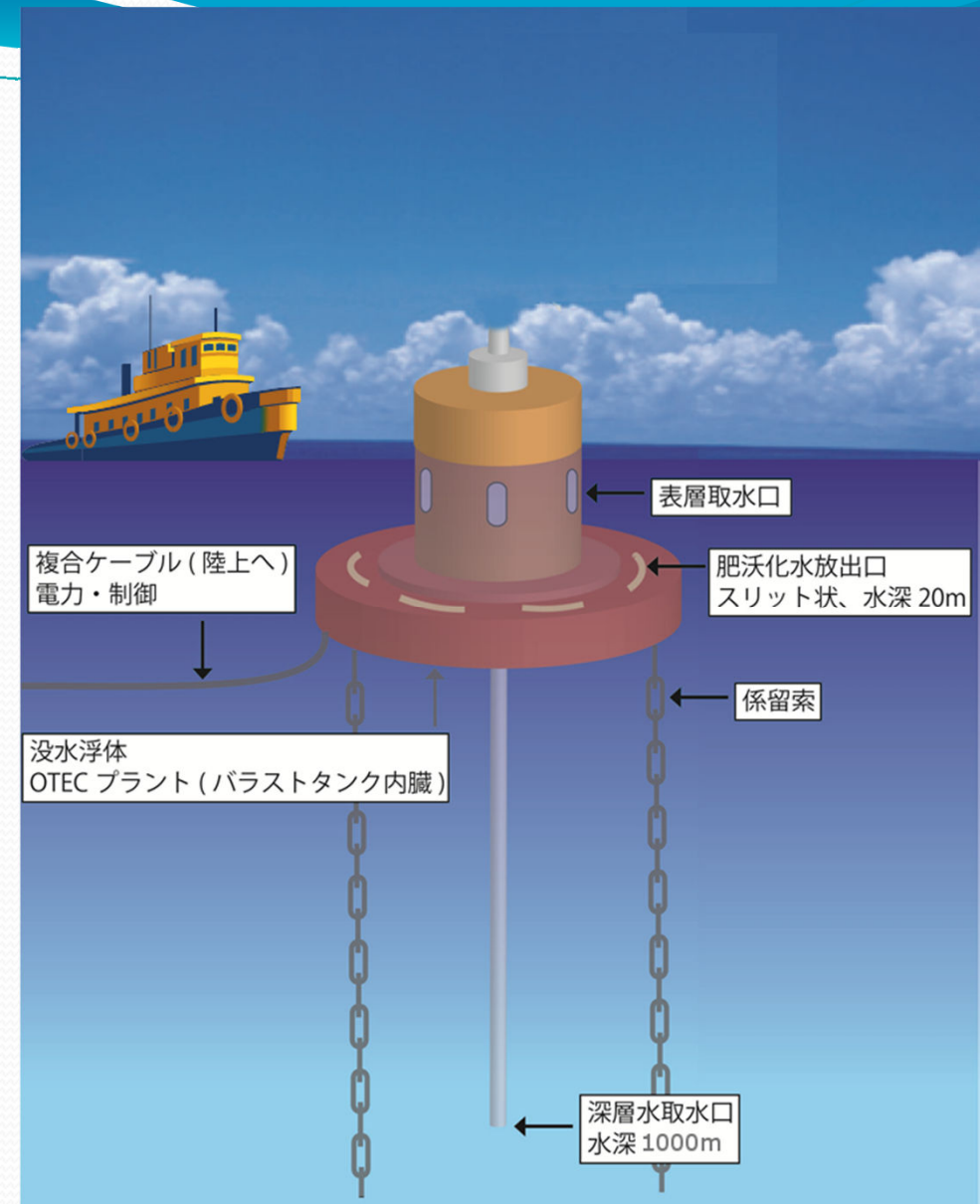


海洋肥沃化装置概念

深層海水と表層海水を 混合して海洋に放流し 漁場をつくる

対馬沖での放流量と漁獲高の資産例

放流量	50万m ³ /日	100万m ³ /日
魚類増加量 (イワシ換算)	873t/年	1746t/年

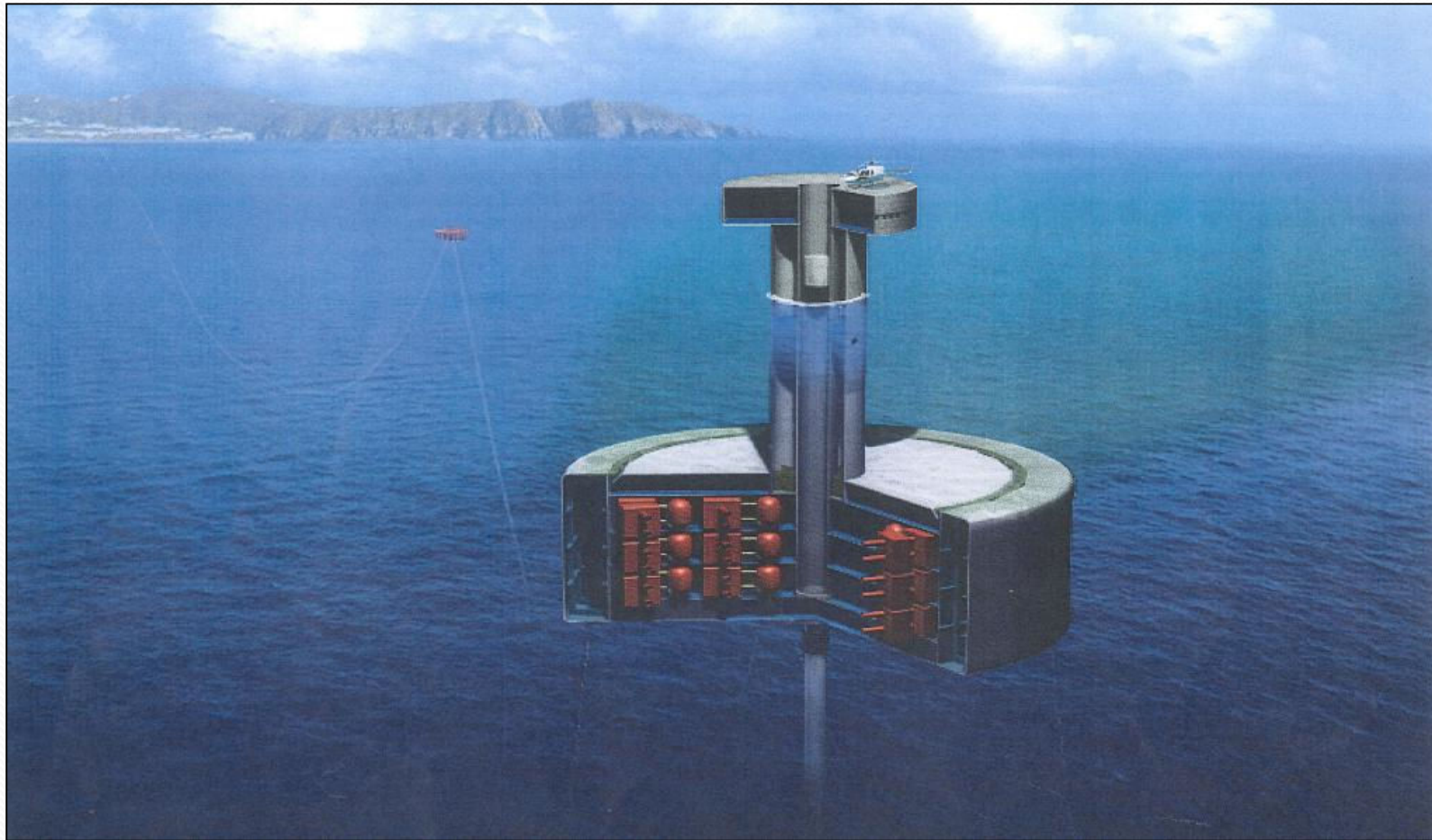


海洋温度差発電プラント イメージ図

海洋肥沃化実海域実験装置「拓海」



対馬沖 海洋温度差発電プラント概念図



リチウム回収実験室



水素エネルギー



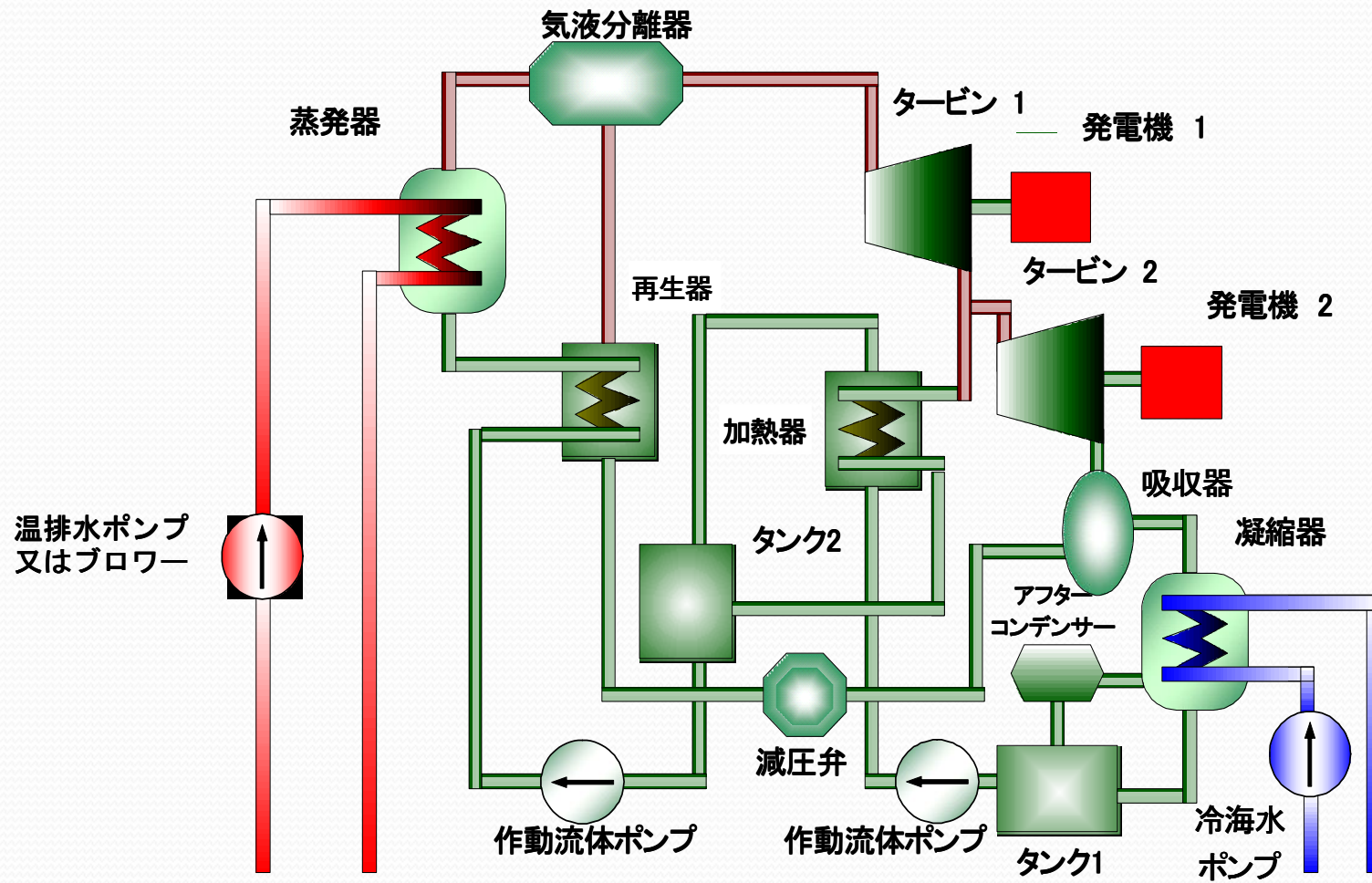
海洋温度差発電と組み合わせた淡水コスト試算

OTEC発電端出力 (MW)	1	10	100
造水規模 (m^3 /日)	1,200	12,000	120,000
年間稼働率 (日)	335日 (24時間連続運転)		
償却期間 (年)	20年		
発電単価 (円/kWh)	21	10	8
造水コスト (円/ m^3)	194	92	66

備考

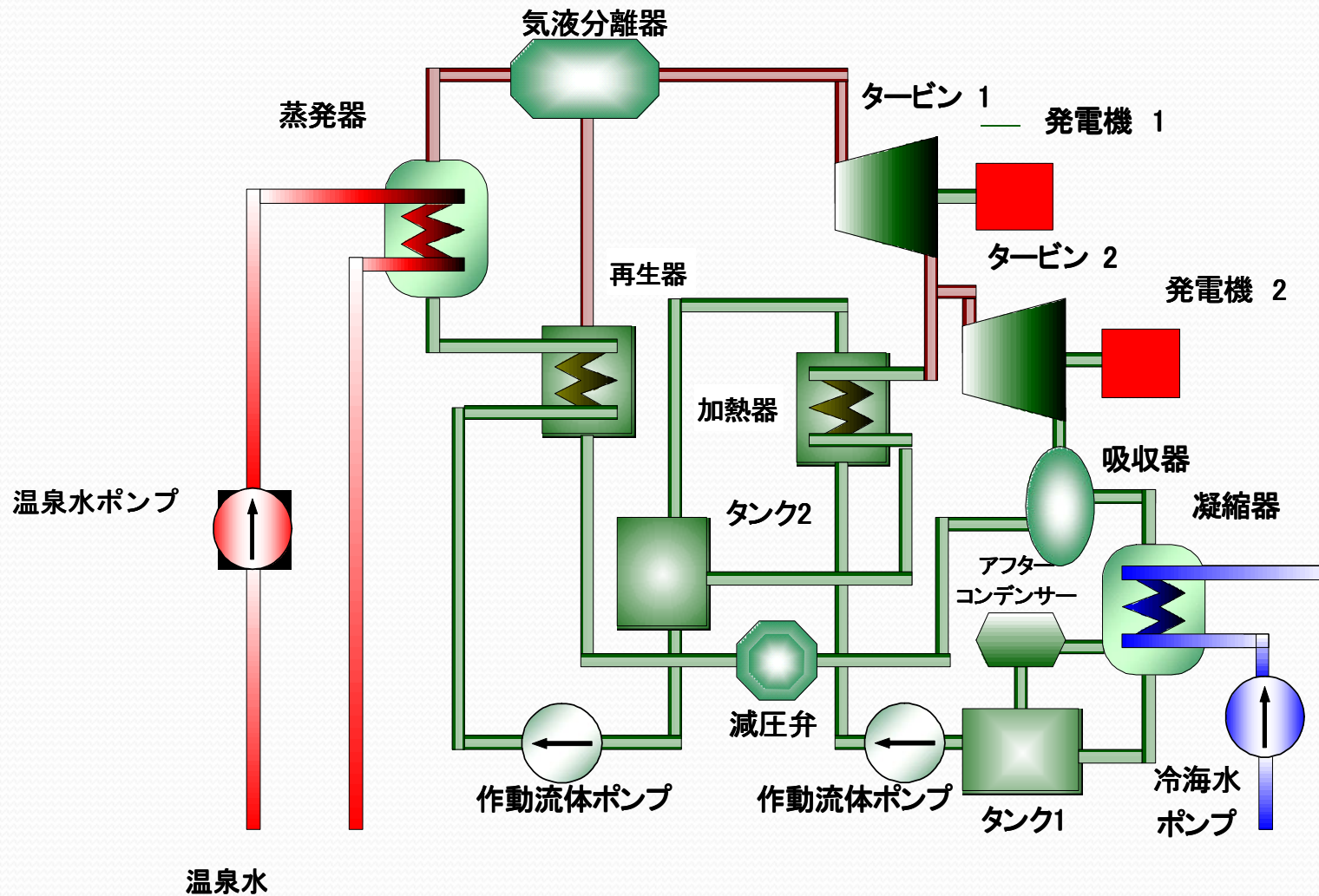
- 1) 発電単価はインド国立海洋研究所(NIOT)の試算をベースに推定。
- 2) 金利, 諸税, 保険料はなし。
- 3) 年間運転費は電力費のみ計上。

ウエハラサイクル排熱温度差発電(DTEC)



排水 又は
排ガス

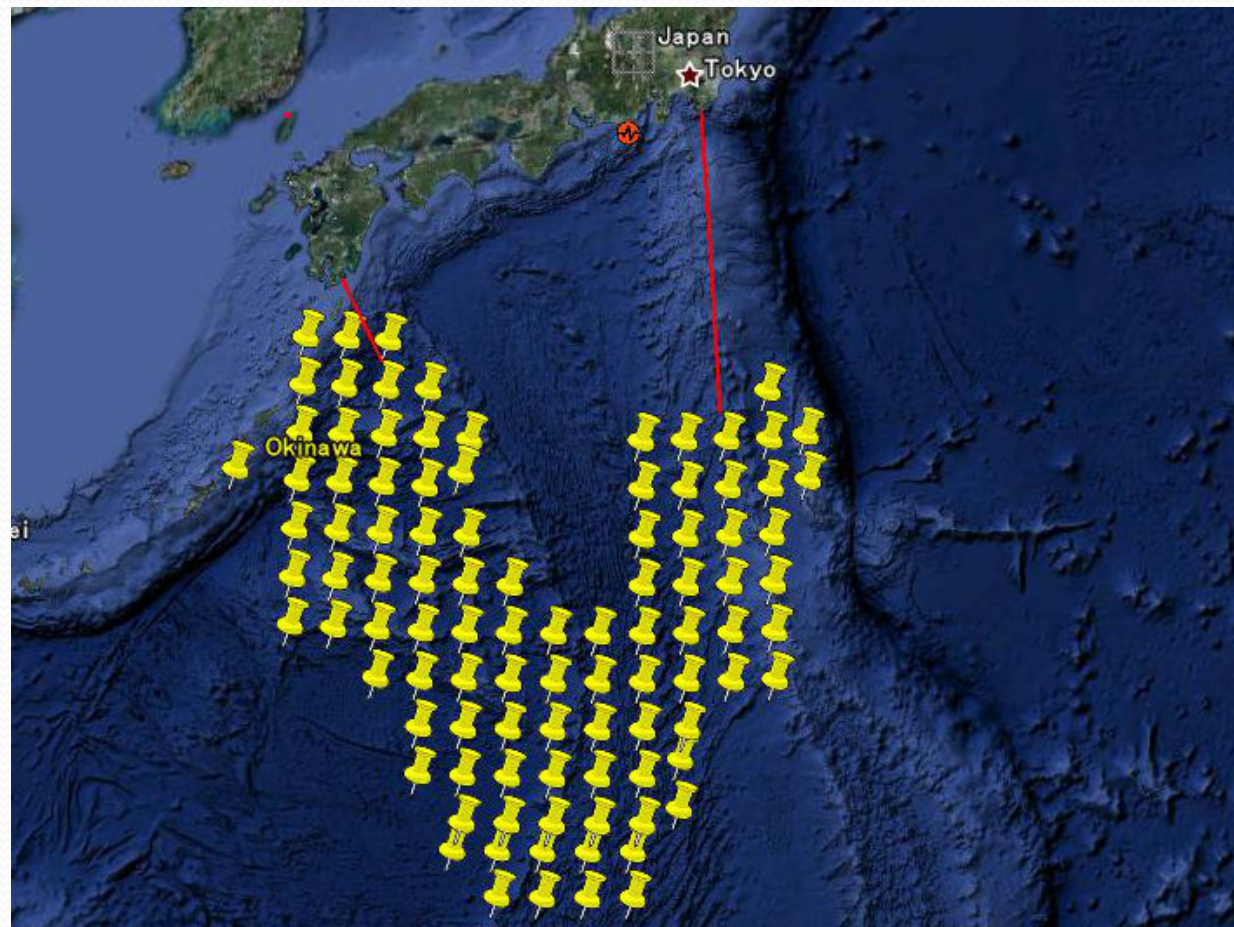
ウエハラサイクル温泉水バイナリー発電 (STEC)



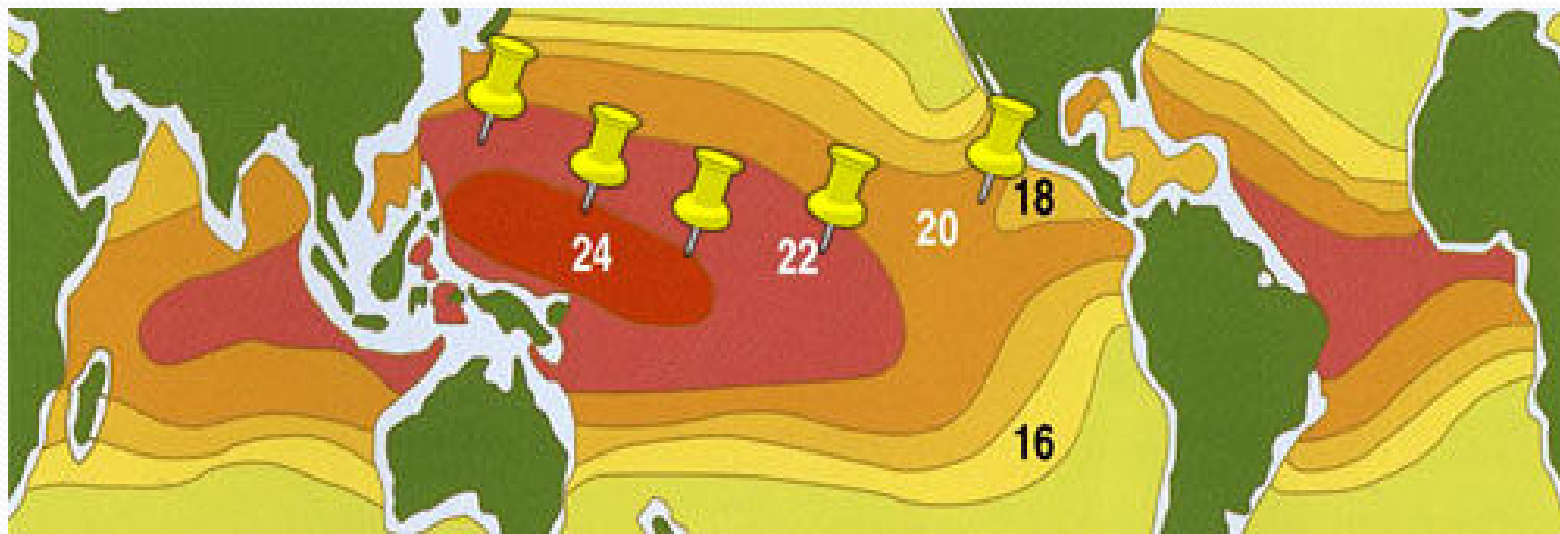
富士石油株式会社 排熱温度差発電プラント (千葉県袖ヶ浦)



日本の海洋温度差発電の設置可能域



世界の海洋温度差発電の設置可能域



OTECプラントの建設候補地

マーシャル諸島共和国、ジャマイカ、ベリーズ
バルバドス、セントルシア、カーボベルデ
セーシェル共和国、パラオ共和国、ドミニカ共和国
モーリシャス共和国、ミクロネシア連邦
サモア独立国、バハマ国

ほか、赤道周辺のカリブ海・インド洋・太平洋の海域の
国々が適地である。

コフィー・アナン元国連事務総長（モーリシャスにて）

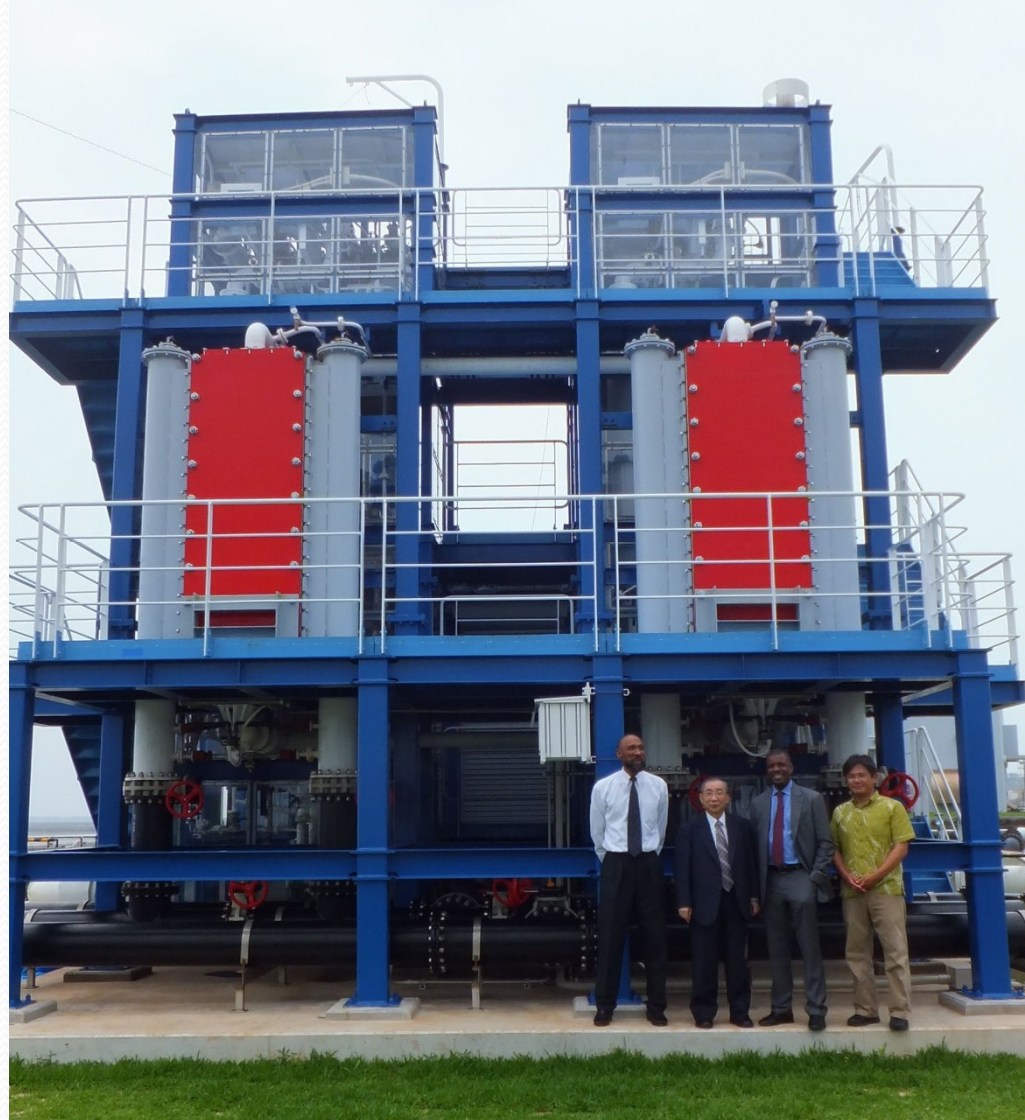


マーシャル諸島共和国

クリストファー・ロヤック大統領（マーシャルにて）



沖縄県久米島 海洋温度差発電実証プラント



日本は無限の可能性がある