

# 小型浮体式海洋温度差発電（OTEC） の導入に関する調査研究

～国境離島の経済安定と海洋の安全保障に  
寄与するエネルギーインフラ～

令和 7 年 9 月

特定非営利活動法人 海ロマン 21

海洋資源・エネルギー研究会



まえがき

われわれ人類が、現在この地球上で極めて良質で快適な生活・活動を享受しているのは、大量のエネルギーを消費出来ることが基盤となっている。特に 20 世紀に入ってからには石炭・石油・天然ガス等炭化水素系のエネルギー源を大量に採取し、上手に使い、コントロールするための科学技術が大いに発展し、炭化水素系燃料の消費が飛躍的に増大してこれを支えている。しかし乍ら、21 世紀に入ってからには、これらに伴い排出される CO2 などの地球温室化ガスの急激な増大が、地球温暖化・気候変動・海面上昇など、地球環境に少なからず影響を及ぼしている事が判明してきており、将来の人類の生存を脅かしかねないところまで変化してきていることが危惧されている

NPO 海ロマン 21 においては、これらの地球環境問題への対処技術として、化石エネルギーである炭化水素エネルギー源に代えて、再生可能エネルギーである太陽光・太陽熱・風力・海洋波・海洋温度差・潮汐・海流など自然エネルギーの大量利活用が強く求められるという観点に立って、低温の海洋深層水と高温の海洋表層水の温度差をエネルギー源とした海洋温度差発電 (OTEC) が、有力な解の一つであることを認識し調査・研究を行ってきた。特に、我が国においては四面を深い海に囲まれ、EEZ に温度差の大きい亜熱帯海域を有し、更にはその南には OTEC を最も効率的に運用できる西太平洋・東南アジアの広大な熱帯海域が広がっており、地政学的にも我が国は有利な立地に恵まれている。

OTEC は、19 世紀末にフランスのダルソンバール氏によって発明された技術であるが、取水管を海底面に這わせて設置するタイプの小規模の実証プラントとしての 1 MW 程度の実施例はあるものの、これらの取水システムのコンセプトを大型発電施設にも適用することは難しく、未だ大規模発電インフラとして実用化に至っていない。

本委員会では、大型発電インフラの実用化につながっていくシステムとして、係留した沖合浮体内部から約 1,000m の取水管を垂下させ、浮体内部に OTEC プラントを内蔵して、その発生電力を海底パワーケーブルで陸上に供給する浮体式 OTEC システムを検討することとし、この新しいコンセプトに基づくプロトタイプとして 750kW 及び 500kW 出力（ネット）を持つ 2 つのケースについて、その要目、仕様、性能、設置工法・コストについて、我が国の国境離島である南鳥島及び与那国島を例にフィジビリティスタディを行った。

NPO 海ロマン 21

海洋資源・エネルギー研究会

委員長 大内一之／(株)大内海洋コンサルタント



## 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| まえがき                        |    |
| 報告書の要旨                      | 1  |
| 第1章 調査研究の方針・背景と委員会の開催       | 4  |
| 1.1 令和6年度の調査研究の方針           | 4  |
| 1.2 調査研究の背景                 | 4  |
| 1.3 委員会委員の名簿                | 5  |
| 1.4 委員会の開催日程                | 6  |
| 第2章 海洋・国境離島に関する3つの政策        | 7  |
| 2.1 第7次エネルギー基本計画            | 7  |
| 2.2 海洋基本計画と離島の海洋性再エネの導入政策   | 8  |
| 2.3 海洋・国境離島の安全保障            | 8  |
| 第3章 OTECに関する国際技術開発競争        | 12 |
| 3.1 OTECの導入に関する国際間の技術開発競争   | 12 |
| 3.1.1 陸上式 OTEC              | 12 |
| 3.1.2 浮体式 OTEC              | 13 |
| 第4章 ケーススタディ                 | 15 |
| 4.1 半没水型小型浮体式 OTEC の規模      | 15 |
| 4.2 国境離島の選択                 | 15 |
| 4.2.1 南鳥島                   | 15 |
| 4.2.2 与那国島                  | 17 |
| 4.3 浮体式 OTEC の設置海域          | 17 |
| 4.3.1 南鳥島の海底地形と OTEC の設置海域  | 17 |
| 4.3.2 与那国島の海底地形と OTEC の設置海域 | 18 |
| 4.4 海域の海水温の変化               | 19 |
| 4.4.1 南鳥島周辺海域の海水温の変化        | 19 |
| 4.4.2 与那国島周辺海域の海水温の変化       | 21 |
| 4.5 年間発電量                   | 22 |
| 4.5.1 月別発電出力                | 22 |
| 4.5.2 年間発電量                 | 23 |
| 4.5.3 カーボンのクレジット取引額の算定      | 24 |
| 第5章 浮体式 OTEC の構成要素の仕様       | 26 |
| 5.1 発電設備                    | 26 |
| 5.2 浮体の仕様                   | 29 |
| 5.3 深層水取水管の仕様               | 31 |
| 5.4 係留系の仕様                  | 31 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 5.5 半没水型の浮体式 OTEC のイラスト（イメージ図） | 31 |
| 第 6 章 小型浮体式 OTEC の概算整備費用       | 33 |
| 6.1 発電設備の製作費用                  | 33 |
| 6.2 浮体の建造費用                    | 33 |
| 6.3 深層水取水管の製作費用                | 33 |
| 6.4 係留設備の製作費用                  | 34 |
| 6.5 OTEC 施設の施工費用               | 34 |
| 6.5.1 南鳥島海域に設置する施設の施工計画        | 34 |
| 6.5.2 与那国島海域に設置する施設の施工計画       | 35 |
| 6.5.3 取水管の施工方法の検討              | 35 |
| 6.5.4 施工費用                     | 35 |
| 6.6 整備費用の総額                    | 37 |
| 6.7 発電コストの試算                   | 37 |
| 付属資料 1 海洋温度差発電（OTEC）の仕組み       | 39 |
| 付属資料 2 発電設備の設備仕様               | 41 |
| 付属資料 3 OTEC の施工方法の検討、概算金額の試算   | 48 |
| あとがき                           |    |

報告書の要旨

本報告書では、国境付近に立地する離島市町村の経済的安定性や地産地消の再生可能エネルギーの確保ならびに当該離島の周辺海域の海洋安全保障体制の確立という課題に対応するとともに、海洋温度差発電という新技術に関する海外の動向を踏まえて、小型浮体式の海洋温度差発電（OTEC）の導入を提案した。

1. 半没水型浮体式 OTEC

この浮体式 OTEC は図-1 のイラスト（イメージ）で示されるように、波浪や風の影響を軽減するため海面下 10m に設置された半没水型の浮体に発電設備を内蔵した構造になっている。

離島の沿岸から数キロメートルの水深 800m～1,000m の海域に 3 点で係留設置され、高温の表層水と冷温の深層水の温度差を利用して発電し、電力は海中送電線により陸上に送電される。図-1 下に 500kW の OTEC の概略の仕様を示した。

2. 小型 OTEC の規模と発電量

整備にかかる初期投資額を極力抑えて実現の可能性を高めるとともに将来の大型商用発電施設に展開が可能な実用性のあるプロトタイプの規模を考慮することとし、ネットの発電出力を 500kW および 750kW の 2 ケースを想定した。

年間発電量は表-1 に示すように、南鳥島では、約 3,100MWh～4,700MWh に、与那国島では、約 3,200MWh～4,800MWh となった。

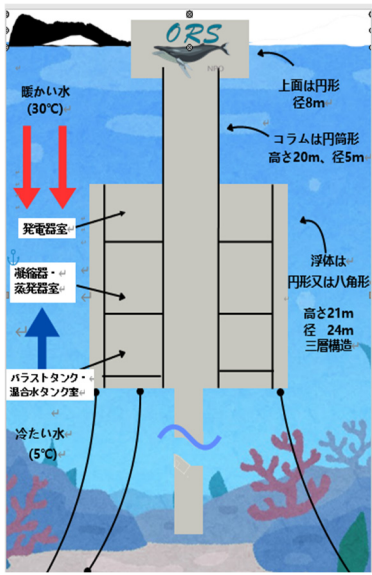
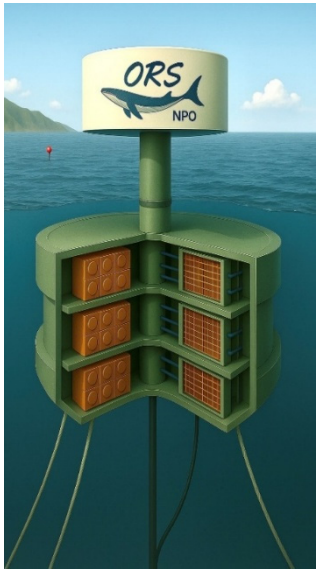


図-1 半没水型の浮体式 OTEC のイラスト

表-1 規模別年間発電量

|             | 南鳥島   |       | 与那国島  |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
|             | 500kW | 750kW | 500kW | 750kW |
| 年間発電量 (MWh) | 3,103 | 4,663 | 3,210 | 4,822 |

この年間発電量は我が国の標準家庭の平均電力消費量で換算すると、約 790 世帯～1,220 世帯の年間電力消費量に相当する。また、近年、カーボンクレジット取り引きが注目されて

きているが、この OTEC による発電量は、石炭火力発電による発電量あたりの CO2 発生量に換算するとおおむね 2～3 千万円/年相当のカーボンクレジット取引量になる。

### 3. 配備する海域

配備される海域は、我が国東端の国境離島である南鳥島および西端の国境離島である与那国島の周辺海域の水深 800m～1000m 付近を OTEC の設置候補地として検討する。

### 4. 整備費用の総額

小型浮体式 OTEC を我が国東端および西端海域に設置する費用を算定した結果を表-2 に示す。

整備費用は、OTEC 発電設備の建設費、浮体の建造費、深層水取水管の製作費、浮体を係留するロープ・チェーン・アンカーの製作費およびそれらの設備を現場に運搬・曳航・据え付けなどの施工費用等の合計金額で表される。

東端の南鳥島海域における整備費用は、500kW の場合 85 億 4100 万円、750kW の場合には 100 億 8400 万円と見込まれた。

西端の与那国島海域における整備費用は、500kW の場合 84 億 4300 万円、750kW の場合には 99 億 8600 万円と見込まれた。なお、施工費用の検討にあたっては沖縄本島からの運搬曳航を想定した（一部作業船は本土から回航する）。

また、与那国島と 110 km の最短の距離にある台湾の基地港を想定した場合（表-2 では基隆外港を想定）の費用は、500kW の場合 77 億 7100 万円、750kW の場合には 93 億 1400 万円と見込まれた。

表-2 整備費用の総額

(億円)

|             | 南鳥島 海域 |        | 与那国島海域 |       |
|-------------|--------|--------|--------|-------|
|             | 500kW  | 750kW  | 500kW  | 750kW |
| 発電設備建設費     | 27.46  | 36.54  | 27.46  | 36.54 |
| 浮体建造費       | 22     | 28     | 22     | 28    |
| 取水管製作費      | 3.79   | 4.14   | 3.79   | 4.14  |
| 係留設備製作費     | 9.9    | 9.9    | 9.9    | 9.9   |
| 施工費         | 22.26  | 22.26  | 21.28  | 21.28 |
| 施工費（台湾基地）   |        |        | 14.56  | 14.56 |
| 整備費総額       | 85.41  | 100.84 | 84.43  | 99.86 |
| 整備費総額（台湾基地） |        |        | 77.71  | 93.14 |

## 5. 発電コスト

整備費用および運転費を考慮して発電コストを試算した結果、稼働年数を 40 年とした場合、500kW では約 70 円～73 円/kWh、750kW では約 56 円～58 円/kWh と試算され、稼働年数を 25 年とした場合には、500kW では約 109 円～114 円/kWh、750kW では約 87 円～91 円/kWh と試算された。

## 6. OTEC の仕組み

OTEC の仕組みを図-2 に示す。

OTEC は表層の温海水と深層の冷海水との温度差エネルギーを利用して、海洋に蓄えられた熱エネルギーを電気エネルギーに変換するシステムである。

表層の海水温度が高い北緯 30 度（日本近海では黒潮流域の北緯 35 度付近）～南緯 30 度の範囲の海域で発電することが可能であると言われており、我が国の EEZ 内の南海域には膨大なエネルギー資源として存在し、年間を通じて比較的安定した電力供給が可能になる。

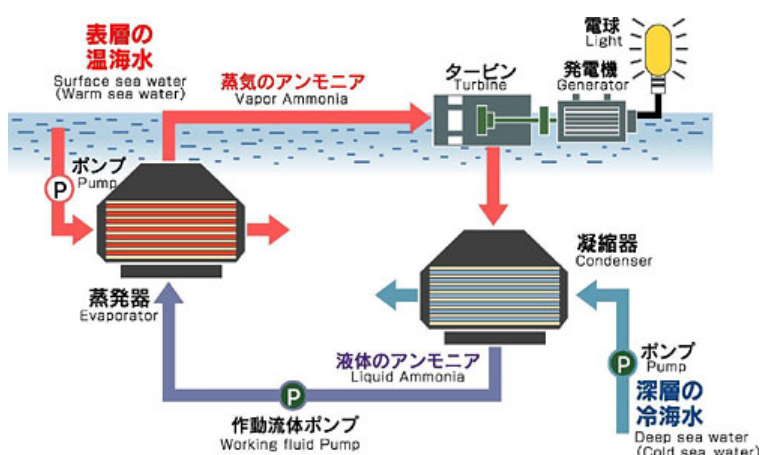


図-2 OTEC の仕組み

これは天候や日照時間に左右されて発電出力が不安定な風力発電や太陽光発電などの他の自然エネルギーに比べ際立った特徴である。

また、国際エネルギー機関(IEA)は、OTEC の基本的な発電プロセスシステムはシンプルで、ハワイや沖縄久米島での実証試験によりその信頼性が証明されていて、10MW(1 万 kW)未満の規模の OTEC は既存の技術で対応できるとしている。(2021 年 OTEC 白書)

## 第1章 調査研究の方針・背景と委員会の開催

NPO 海ロマン 21 海洋資源・エネルギー研究会では 10 年以上、再生可能エネルギーの利用拡大の観点から、海洋深層水の利活用方策の検討および海洋温度差発電（OTEC）の実現について鋭意調査研究を行ってきた。大型の浮体式 OTEC の技術的経済的検討、離島を対象にしたプロトタイプの陸上式 OTEC の検討、OTEC からの放出水による二酸化炭素の吸収効果の算出および放出深層水による海水温低下が台風に与えるインパクトなどである。

しかし、2012 年に 100kW の実証試験が開始し先行している沖縄県久米島町や FS を実施し地元の導入希望が強い鹿児島南西諸島においても小規模な OTEC すら未だ実現していない。脆弱な財政基盤を圧迫する初期投資額に加えて高額で高品質の深層水取水管の整備費用が大きな壁になっていることが原因である可能性がある。

しかし、海洋政策やエネルギー政策、我が国の安全保障政策等が大きく変化していることを踏まえて、あらためて当研究会では令和 6 年度に下記の方針に基づいて小型浮体式 OTEC の整備に関する調査研究に取り組むことにした。

### 1.1 令和 6 年度の調査研究の方針

#### 1.1.1 対象型式と規模

500～750 kW の実用的なプロトタイプの小型浮体式 OTEC を想定し、国境離島の経済安定と海洋の安全保障に寄与し、さらに、より規模の大きい商用の浮体式 OTEC への道筋を付けて行く。

#### 1.1.2 検討事項

発電設備、浮体設備、取水管、係留設備および施工方法等についてそれらの規模、構造様式等を検討し、発電量および概算投資額を算定する。

#### 1.1.3 対象海域

我が国東端の国境離島である南鳥島および西端の国境離島である与那国島の周辺海域を想定する。

### 1.2 調査研究の背景

海洋や国境離島に関係するわが国の 3 つの政策の変化ならびに浮体式 OTEC に関する国際的な技術開発競争が今回のテーマを取り上げた背景として考えられる。

令和 5 年に策定された第 4 期海洋基本計画において、海洋の安全保障体制の整備強化が主要な政策の柱として位置づけられ、離島の生活・経済の安定確保に向けての政策の達成が明記された。さらに、海洋エネルギーの利用促進を図る観点から洋上風力の整備や温度差エネルギー技術の開発促進を図ることが盛り込まれた。

また、令和 7 年に策定された第 7 次エネルギー基本計画において、将来の電力供給（エネルギーミックス）に占める再生可能エネルギー比率を大幅に引き上げることが決定された。

また、最近、陸上式および浮体式 OTEC の導入整備に関する海外の動向にも大きな進展があることも判明した。

これらの詳細については第 2 章および第 3 章で詳しく記述するが、我が国の海洋にかかる政策の動向や海外の OTEC 技術開発の進展状況を勘案し、今年度の調査研究を実施することとした。

### 1.3 委員会委員の名簿

委員会および関係者は以下の方々に構成される。

#### 委員

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| ◎大内 一之  | 大内海洋コンサルタント                    |
| ○井上 興治  | NPO 海ロマン 21                    |
| 上 蘭 晃   | 元港湾空港技術研究所                     |
| 北小路結花   | ジャパンマリンユナイテッド株式会社              |
| 玄間千映子   | NPO 海ロマン 21                    |
| 小池 勲夫   | NPO 海ロマン 21                    |
| 酒 匂 敏次  | 東海大学                           |
| 佐 貫 宏   | 五洋建設株式会社                       |
| 實 原 定幸  | 株式会社ゼネシス                       |
| 杉 野 浩茂  | NPO 海ロマン 21                    |
| 高 橋 正征  | 日本科学協会                         |
| 多 部 田 茂 | 東京大学                           |
| 谷 伸     | 国際水路機関・ユネスコ政府間海洋学委員会           |
| 長 野 章   | 元（一社）全日本漁港建設協会                 |
| 久 富 真悟  | 東洋建設株式会社                       |
| 皆 川 幸弘  | 東亜建設工業株式会社                     |
| 善 見 政和  | NPO 海ロマン 21                    |
| 米 山 治男  | 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所 |

#### アドバイザー

|        |        |
|--------|--------|
| 池 上 康之 | 佐賀大学   |
| 加 藤 茂  | 日本水路協会 |

#### 委員会運営

雅楽川昌則 （一財）沿岸技術研究センター

◎ 委員長      ○ 主査

#### 1.4 委員会の開催日程

##### 第1回委員会

令和6年9月26日に開催し、昨年度の成果報告および今年度の調査方針等を審議した。

##### 第2回委員会

令和6年12月4日に開催し、対象海域の海底地形および浮体型 OTEC の仕様等を審議した。

##### 第3回委員会

令和7年2月28日に開催し、OTEC 設備配置計画案、浮体の仕様（仮題）および係留系の施工計画概案等を審議した。

##### 第4回委員会

令和7年5月9日に開催し、小規模浮体式海洋温度差発電設備、浮体の建造費用、浮体型 OTEC 整備の概算費用の検討等を審議した。

##### 打ち合わせ担当者会議

令和7年5月24日に開催し、取水管、係留設備製作費および施工計画等を審議した。

##### 第5回委員会

令和7年7月4日に開催し、浮体型 OTEC 整備の概算費用の検討等を審議した。

## 第2章 海洋・国境離島に関係する3つの政策

最近数年の間に政府決定された海洋に関係する重要な政策を以下に紹介する

### 2.1 第7次エネルギー基本計画

本計画は令和7年2月に閣議決定された。東日本大震災後の原子力発電の在り方や地球温暖化防止の観点から世界的にも批判が多い石炭火力の今後の推移など我が国の生活や産業の根幹をなすエネルギーの見通しに関する基本計画である。エネルギー審議会基本政策分科会が取りまとめた2040年度エネルギー需給の見通し（エネルギーミックス）（暫定値）を表-2.1に示す。

2040年の発電電力量は現在の12～22%増の1.1～1.2兆kWhと予測しており、再生可能エネルギーは現在の23%から4～5割に倍増させるとしている。太陽光発電の占有率は22～29%程度と現状の最大3倍、風力発電は4～8%と現状の最大7倍に拡大させるとしている。特に、洋上風力発電については、2030年に1,000万kW、2040年に3,000万kW～4,500万kWの案件形成目標を掲げている。

表-2.1 2040年度エネルギー需給の見通し（エネルギーミックス）（暫定値）

出典：基本政策分科会

|                                 |             | 2023年度<br>(速報値)                          | 2040年度<br>(見通し)      |
|---------------------------------|-------------|------------------------------------------|----------------------|
| <b>エネルギー自給率</b>                 |             | <b>15.2%</b>                             | <b>3～4割程度</b>        |
| <b>発電電力量</b>                    |             | <b>9854億kWh</b>                          | <b>1.1～1.2兆kWh程度</b> |
| <b>電源構成</b>                     | <b>再生エネ</b> | <b>22.9%</b>                             | <b>4～5割程度</b>        |
|                                 | 太陽光         | 9.8%                                     | 22～29%程度             |
|                                 | 風力          | 1.1%                                     | 4～8%程度               |
|                                 | 水力          | 7.6%                                     | 8～10%程度              |
|                                 | 地熱          | 0.3%                                     | 1～2%程度               |
|                                 | バイオマス       | 4.1%                                     | 5～6%程度               |
|                                 | <b>原子力</b>  | <b>8.5%</b>                              | <b>2割程度</b>          |
|                                 | <b>火力</b>   | <b>68.6%</b>                             | <b>3～4割程度</b>        |
| <b>最終エネルギー消費量</b>               |             | <b>3.0億kL</b>                            | <b>2.6～2.8億kL程度</b>  |
| <b>温室効果ガス削減割合<br/>(2013年度比)</b> |             | <b>22.9%</b><br><small>※2022年度実績</small> | <b>73%</b> (注)       |

我が国は、2050年にはカーボン・ニュートラルを目指すことを国際公約として掲げている。また、膨大な電力供給が求められる人工知能 AI やデータセンターの普及拡大は予想を大幅に上回る速度で進展していることを考慮すると、太陽光や風力等の再生可能エネルギーの供給体

制の整備が急務であることに加えて更なるエネルギー源の確保に取り組むことが必要になると思料される。

## 2.2 海洋基本計画と離島の海洋性再エネの導入政策

令和5年に策定された第4期海洋基本計画において、再生可能エネルギーの利用促進、離島のエネルギー利用に関して次のように記述されている。

「持続可能な海洋の構築」の基本的な方針において、我が国は「2050年カーボン・ニュートラル」や「2030年度温室効果ガス46%削減（2013年度比）、更に50%の高みに向けて挑戦を続けていく」といった高い目標を設定しており、この目標の実現に当たって、海洋分野も重要な役割を果たしていくことが期待されている。海洋由来のエネルギーに関して、既に着実に事業化が進められている洋上風力に加え、潮流、海流、温度差等を利用した発電技術の開発が行われてきているとしている。

政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策のうち、カーボン・ニュートラルへの貢献を通じた国際競争力の強化等として洋上風力発電と潮流・海流・温度差等が海洋由来の再生可能エネルギーとして取り上げられ、後者に関して、実用化の見通しが高い技術を見極めながら、経済性の改善、信頼性の向上等の技術開発、実証試験及び環境整備に取り組みつつ、電力供給コストが高い離島においては、長期連続運転に係る性能や信頼性、コストデータ等の実証研究を推進し、離島振興策との連携を図る。また、離島における海洋深層水等の地域資源を活用した産業の振興を通じて、海洋産業の振興を図るとともに、再生可能エネルギーの利用の促進を図るとされた。

また、離島においても各市町村の総合計画の策定にあたって自然エネルギーや再生可能エネルギーの利用促進を盛り込んでおり、ある離島では再生可能エネルギー・新エネルギーの自給率向上に取り組むとし、海洋温度差発電を基に太陽光、風力、小水力等の導入促進を図っている。

## 2.3 海洋・国境離島の安全保障

第4期海洋基本計画の政府決定に際して担当大臣は、海洋政策上の喫緊の課題についてまず「総合的な海洋の安全保障」を柱とし、安全保障の観点から海洋政策を幅広く捉えた取組を政府一体となって進めることとすることを表明した。

同計画において、次のように記述している。海洋をめぐる最近の情勢を概観すると、我が国の領海等における国益はこれまでになく深刻な脅威・リスクにさらされている。中国海警船による領海侵入、中露艦艇の連携した航行、大和堆等における外国漁船等による違法操業、外国調査船による我が国のEEZ内での我が国の同意を得ていない海洋調査活動等が頻発している。そして、海洋の安全保障に貢献する施策として、領海及びEEZ等の外縁を根拠付ける国境離

島の保全・管理と経済安全保障が提示されている。

### 2.3.1 領海及びE E Z等の外縁を根拠付ける国境離島の保全・管理

排他的経済水域及び大陸棚の保全及び利用の促進のための低潮線保全法等に基づき、低潮線保全区域における状況調査、南鳥島及び沖ノ鳥島における特定離島港湾施設の整備・管理、沖ノ鳥島における海岸保全施設の維持・整備等を継続的に実施している。

有人国境離島地域については、我が国の領海・E E Z等に関する活動の拠点としてその保全等に寄与するものである。そのため、「有人国境離島法」に基づき、特定有人国境離島地域の地域社会の維持を支援するための交付金制度を運用している。

### 2.3.2 経済安全保障

安全保障と経済を横断する領域で様々な課題が顕在化する中、自律性の確保と優位性ひいては不可欠性の獲得に向けて、経済施策を一体的に講ずる「経済安全保障推進法」が施行された。

#### (1) 我が国の領海等における国益の確保

##### ア 防衛力及び海上法執行能力の向上

○ 国家安全保障戦略、国家防衛戦略及び防衛力整備計画に基づき防衛力の抜本的強化を実現していく。特に、南西諸島を含む島嶼部への部隊配備等により、島嶼部における防衛態勢・体制の充実・強化を図る。

○ 特に南西地域における空港・港湾等を整備・強化する。

○ 「海上保安能力強化に関する方針」に基づき、巡視船・航空機等の整備といったハード面での取組に加え、新技術の積極的な活用や、警察、防衛省・自衛隊、外国海上保安機関等の国内外の関係機関との連携・協力の強化といったソフト面の取組も推進する。

○ 離島の周辺地域等における外部からの武力攻撃に至らない侵害や武力攻撃事態への対応については、有事を念頭に平素から警察や海上保安庁と自衛隊との間で訓練や演習を実施し、特に武力攻撃事態における防衛大臣による海上保安庁の統制要領を含め、必要な連携要領を確立する。

また、離島の保全・管理に関する項立て箇所では以下のように記述されている。

#### (1) 離島の保全等

##### ア 国境離島の保全・管理

##### ① 国境離島及び低潮線の安定的な保全・管理の推進

○ 国境離島の保全・管理に当たっては、各国境離島について、その機能が損なわれた場合の影響度等に応じた重み付けを行い、特に重点的な確認が必要と考えられる国境離島について、状況把握の取組を強化するとともに、対応策を検討する。

○ 国境離島を含む我が国の領土を明示し、日本の領土についての正確な理解が国内外に広がるよう、離島における地理空間情報の整備をいっそう推進する。

○ 排他的経済水域等の外縁を根拠付ける低潮線の保全のため、低潮線保全法及び排他的経済水域及び大陸棚の保全及び利用の促進のための低潮線の保全及び拠点施設の整備等に関する基本計画に基づき、低潮線保全区域内の海底の掘削等の行為規制を行う。

○ 低潮線の保全を確実にかつ効率的に実施していくため、低潮線の所在する離島に係るデータベースを維持・更新し、低潮線に関する各種情報を一元的に管理する。

○ 国土保全上極めて重要であり国が直轄管理している沖ノ鳥島については、海岸法に基づき人為的損壊等を防止するための行為の規制を行うとともに、島の基盤をなすサンゴ礁を保全する。

○ 海洋資源の開発及び利用や海洋調査等の諸活動を、本土から遠く離れた離島や海域においても安全かつ安定的に行うことができるよう、人員、物資等の輸送や補給に必要な拠点施設として、特定離島（沖ノ鳥島及び南鳥島）において、特定離島港湾施設の整備を推進するとともに、国による港湾の管理を実施し、その利活用を図る。

### 2.3.3 総合的な防衛体制の強化に資する取組（公共インフラ整備）

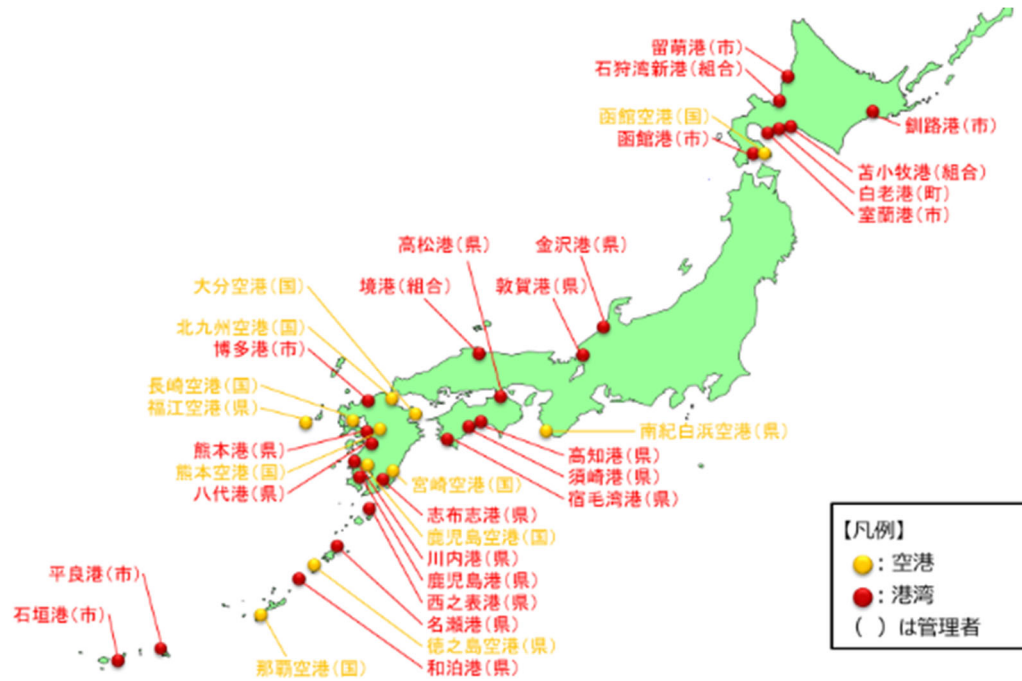
令和4年に策定された国家安全保障戦略において、「総合的な防衛体制の強化の一環として、自衛隊・海上保安庁による国民保護への対応、平素の訓練、有事の際の展開等を目的とした円滑な利用・配備のため、空港・港湾等の公共インフラの整備や機能を強化する政府横断的な仕組みを創設する」こととしている。

安全保障環境を踏まえた対応を実効的に行うため、南西諸島を中心としつつ、その他の地域においても、自衛隊・海上保安庁が、平素から必要な空港・港湾を円滑に利用できるよう、インフラ管理者との間で「円滑な利用に関する枠組み」を設ける。これらを「特定利用空港・港湾」とする。

安全保障環境を踏まえた対応を実効的に行うため、南西諸島を中心としつつ、その他の地域においても、「特定利用空港・港湾」においては、民生利用を主としつつ、自衛隊・海上保安庁の艦船・航空機の円滑な利用にも資するよう、必要な整備又は既存事業の促進を図る。

令和7年4月に発出された総合的な防衛体制の強化に資する取組（公共インフラ整備）において指定されている特定利用空港・港湾は図-2.1に示すように11空港および25港湾が指定されている。

図-2.1 特定空港・特定港湾の指定状況



## 第3章 OTEC に関する国際技術開発競争

### 3.1 OTEC の導入に関する国際間の技術開発競争

#### 3.1.1 陸上式 OTEC

##### ① アメリカ

ハワイの Makai Ocean Engineering Heat Exchanger Test Facility において 2011 年から 100kW の実証試験が実施されている。将来、1 MW～100MW の容量のプラントの建設が構想されている。ただ、詳細は不明だが同施設が解体されるとの情報がある。

写真-3.1 ハワイ島の実証試験設備



##### ② 日本

沖縄県久米島において 2012 年から 100kW の実証試験が実施されており 10 年を超える期間正常な運転が行われ、発電システムの高い信頼性が確認されている。また、同時に水産養殖、飲料水利用、バイオメディカル利用など深層水の複合利用により地域産業の増進、雇用の増加などに貢献している。久米島町ではさらに 1000kW への拡大を目指す久米島モデルの促進に鋭意取り組んでいる。

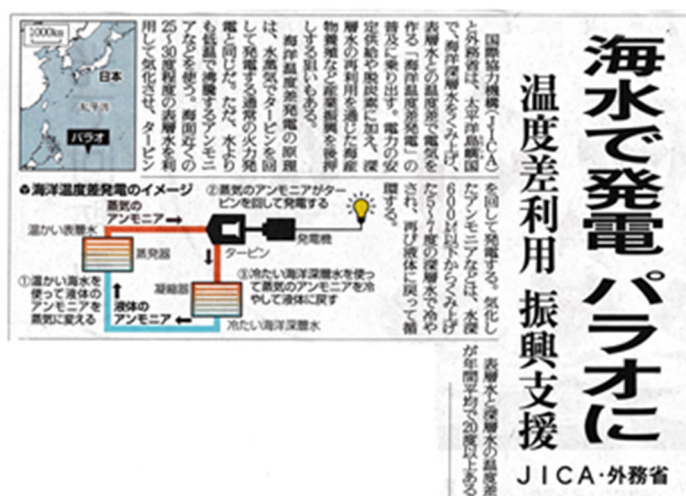
写真-3.2 久米島の実証試験設備



また、国際協力機構（JICA）では太平洋島嶼国に電力の安定供給、脱炭素、産業振興を図るため OTEC の導入を進める方針を立て、まずパラオ共和国において事業展開のための調査に着手した。

写真-3 JICA プロジェクト

(令和 6 年 9 月 3 日読売新聞夕刊)



### ③ 韓国

南太平洋キリバス国との協定に基づき、1000kW の設備を建造し現在同国内に係船待機している。韓国では OTEC を将来の海洋産業に発展させる意図があり、この成果を踏まえて大型商用 O T E C の開発を目指すとしている。写真は国際エネルギー機関の年報の表紙に掲載されたバージ搭載の OTEC である。

写真-4 国際エネルギー機関の年報の表紙に掲載されたバージ搭載の OTEC



### 3.1.2 浮体式 OTEC

#### ① 日本

我が国では、2013 年にジャパンマリンユナイテッドが 10MW 級の半没水型 OTEC の概念設計を行い、日本海事協会の AIP（Approval In Principle）を取得している。また、2014 年～2017 年にかけて NEDO において 10MW 級の検討を目指した水槽試験等が行われたが実海域での実績はまだない。

#### ② 英国グローバル OTEC 社の開発

公表された資料によると、2023 年に中央アメリカの離島国であるサントメ・プリンシペ政府は英国 Global OTEC 社および Enogia 社と 1.5MW 浮体 OTEC プラットフォームの開発に関する基本合意書を締結した。

写真-5 サントメ・プリンシペの位置図



この「ドミニク」プロジェクトは、UN 認定の SIDS DOCK（小島嶼国支援機構）とも連携した官民パートナーシップで進められており、最終的な完成は 2025 年頃を予定している。

同社のプラットフォーム設計は英国ロイズ・レジスタ社から原則承認（Approval in Principle）を取得した。将来的には追加のプラットフォームで出力 10MW への拡張も可能と計画されている。

写真-6 ドミニクプロジェクト



ただ、別の情報によると整備計画に必要な資金確保の目処が立っていない状況にあり完成時期の見通しは不透明のようである。

### ③ 中国

2024 年に、南シナ海の水深 1900 メートルの海域で中国初の浮体式海洋温度差発電の海上試験を行った。試験発電の総時間は 4 時間超、最大発電出力は 16.4 キロワットを記録した。実施した中国地質調査局によると、今回の試運転により、自主開発した海洋温度差発電システムの原理の実行可能性が証明されただけでなく、発電の実用性も検証されたとしている。

海洋温度差発電は、各種海洋エネルギーの中で潜在力が最も高く、中国の海洋は温度差発電の潜在力に富み、開発の将来性がとても大きいとされている。

(CGTN Japanese/AFPBB News)



## 第4章 ケーススタディ

### 4.1 半没水型小型浮体式 OTEC の規模

発電規模は 500kW（発電端出力 670kW）と 750kW（発電端出力 1,010kW）の 2 種類とし波浪の影響を軽減する半没水型の浮体とする。

現在、100kW 規模の陸上式 OTEC は沖縄県久米島において 2012 年から実証試験が行われていて発電システムの信頼性は確認されている。一方、浮体式 OTEC については海外でも技術開発が進められているが、我が国では、2013 年に概念設計とそれに基づく水槽実験が行われたが実機による洋上実証試験は行われていない。本格的な商用タイプの発電施設は 1 万 kW 規模以上が求められるが、それまでのロードマップを考慮してその中間規模の実用的なプロトタイプの浮体式発電システムを目指すこととする。

### 4.2 国境離島の選択

ケーススタディの対象離島として、我が国の東端の島南鳥島と西端の島与那国島を選出した。

#### 4.2.1 南鳥島

##### 4.2.1.1 概況

南鳥島は、本州から 1,800km 離れた日本国の最東端の島である。日本列島の東側の太平洋を南北に走る日本海溝を隔てた唯一の島である。現在は防衛省（海上自衛隊）、国土交通省（関東地方整備局および気象庁）の職員が常駐している。

写真-4.1 南鳥島全景



##### 4.2.2.2 地形

一辺が約 2 キロメートルの三角形の平坦な島であり、面積は 1.47 平方キロメートルで、

最高地点の標高は 9 メートル。島の周囲はサンゴ礁で浅くなっているが、潮流が速い。この海域は北西太平洋海盆に含まれ、島の周囲は深い海に囲まれており、他のどの陸地からも 1,000 キロメートル以上離れている。サンゴ礁の外側は水深 1,000 メートルの断崖となる。

##### 4.2.1.3 自然条件

海洋温度差発電装置および海洋深層水取水管の設置に必要な国境離島周辺海域の風、波浪、流れ、海底地質については、当研究会平成 29 年度調査研究報告から一部抜粋した。

##### 4.2.1.3.1 風

気象庁観測データ（期間 1970 年～2017 年）によると、最大風速 37.6m/s、最大瞬間風速 57.2m/s（1977 年 10 月 25 日、台風 197717 号（IVY））である。

##### 4.2.1.3.2 波浪

#### ①波浪観測データに基づく波浪の推定

観測データでは最大有義波高は 6m を超えている。最大波高を有義波高の 1.8～2.0 倍として考えると、10.8～12.0m 程度が最大波高と推定される。

波周期は、80%が 8s 未満であるが、12s 以上の波周期となることもある。長周期側の波としては、少なくとも 12s は想定する必要がある。(2013 年 2 月～2015 年 10 月(2 年 9 か月))

#### ②波浪推算

山口ら(2006)\*によると、国境離島付近の 50 年確率波高は 15～17m 程度であると推定される。なお、台風(台風 197717 号(IVY))の風速(37.6m/s)と暴風域の最大半径(280m)を用いて推算した結果は 12.0m、周期は 12.5s である。

\* 山口・畑田・野中・大福：わが国周辺海域における波高の極値の推定、工学ジャーナル、第 5 巻、愛媛大学工学部、pp.153～162、2006 年

#### 4.2.1.3.3 流れ

北緯 22°～26°、東経 152°～156°の対象範囲(約 440km×約 410km)における海流観測データ(期間 1954 年～2005 年)によると、水深 50m 以浅における海流速の最大値は 2.5m/s、平均値は 0.3m/s である。

#### 4.2.1.3.4 海底地質

表層部はサンゴ礫やサンゴ砂で構成された砂礫層が層厚 0.0～5.0m 程度で分布しており、一部汀線近くでは露岩が観察された。また、砂礫層下部の石灰岩層はセメント化した硬い部分と砂礫状を呈する部分が交互に出現する互層を成している。粘性土を挟む土層は皆無(細粒分はすべて 10%以下)であり、石灰岩層中で極端に N 値が低下する(N 値が 10 以下となる)傾向はなかった。これは島が大洋上の孤島であることに起因していると考えられる。

#### 4.2.1.4 レアアース

周辺海域で賦存が確認されているレアアース泥については、第 4 期海洋基本計画において以下のように記述されている。

将来の開発・生産を念頭に、第 3 期 SIP「海洋安全保障プラットフォームの構築」において、資源量の精査及び生産技術等の開発・実証に向けた取組を行うとともに、海洋鉱物資源の調査等に広く活用可能な、AUV 調査技術や広域海洋環境モニタリングシステムの開発・実証に向けた取組を進める。また、安全保障上重要な海洋観測・監視、海洋の保全及び利活用を進めるためのプラットフォームの構築も見据え、更なる技術開発に取り組むとされている。

この方針に基づいて令和 7 年度から深海 6000m の揚泥管接続試験を開始することが表明されている。また、採泥の実証試験を行っている研究者は、OTEC との組み合わせによる電力エネルギーの確保についても検討している。

## 4.2.2 与那国島

### 4.2.2.1 概況

日本最西端の島で、東京からの直線距離は約 2,000 キロメートルを超え、日本の領土の中で東京から最も離れた島である。

日本の国家安全保障上重要な位置にあるため、2016 年に陸上自衛隊の与那国駐屯地が開設されて沿岸監視隊が配備された。これにより、自衛隊員とその家族約 250 人が移り住み、人口の 15% 近くを占めるようになった。

写真-4.2 与那国島全景



### 4.2.2.2 地理

面積は 28.82 km<sup>2</sup> で、人口は 2024 年 11 月 30 日時点で 1,672 人である。年平均気温 23.8°C、年間降水量 2,353mm で、石垣島からは約 127 km の国境の島で、台湾までは約 111 km しかなく、澄んだ日には、水平線上に台湾の山々を望むことができる。島は東西に細長く、ちょうどサツマイモのような形をしていて、起伏は激しいものの自転車でも 3～ 4 時間で一周が可能な大きさである。

島の成因はサンゴ礁の隆起ではなく、地質は主に第三紀堆積岩から成る。面積は小さいながら、200 m 級の山があるなど起伏が大きい。また、島の南海岸は波で浸食され、断崖絶壁が多数ある。南側の太平洋からは一年を通じて強い風が吹くが、中央の山地によって遮られ、高地までは影響があるものの、島の北側では風はそれほど強くない。島の東端には東崎、西端には西崎の 2 つの岬がある。

### 4.2.2.3 社会状況

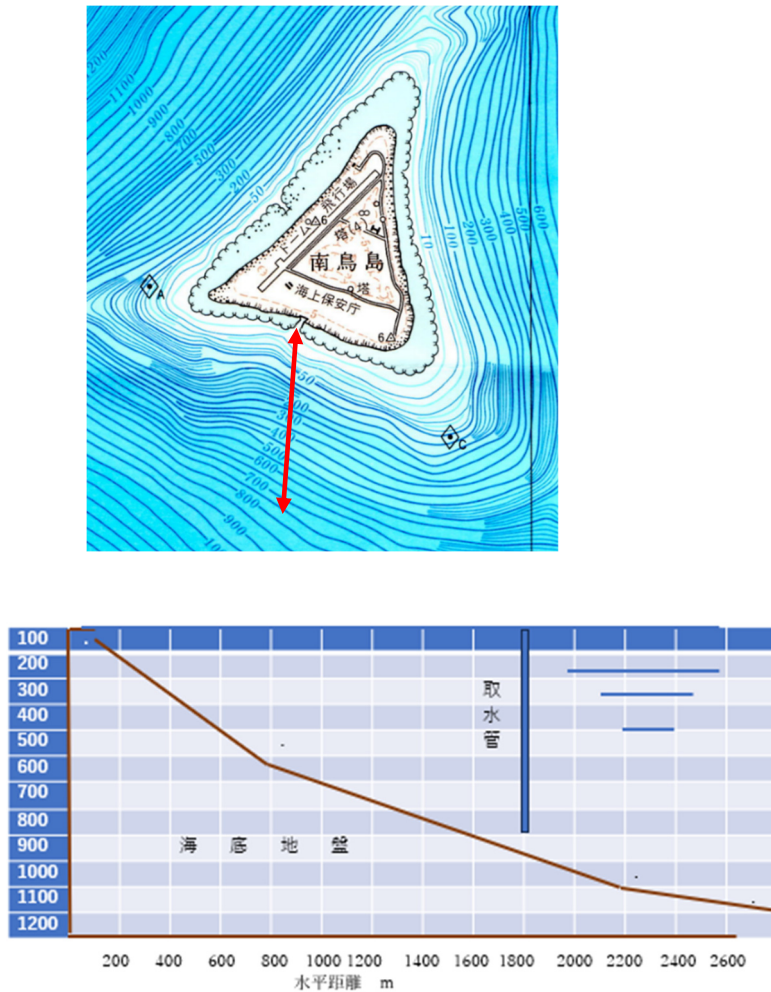
中央北部に祖納、西部に久部良、南部に比川の 3 つの集落があり、町役場は祖納にある。主な産業は、漁業、サトウキビ農業、畜産、観光で島の南半分および東崎では牛馬が放牧されており、比川の近くにはエビの養殖場もある。また、島の南海域にはカツオ、マグロ等の蛸集装置のパヤオが配備されている。

## 4.3 浮体式 OTEC の設置海域

### 4.3.1 南鳥島の海底地形と OTEC の設置海域

島の南東側は、外縁を構成するリーフから沖合 800m 付近までは 1 : 0.7 くらいの急峻な海底地形となっており、その先は幾分緩勾配になるが 2.2 km 沖合で水深 1100m に達する。その南東部海域約 1.8 km 沖の水深 1000m 付近を OTEC の設置候補地として検討する。

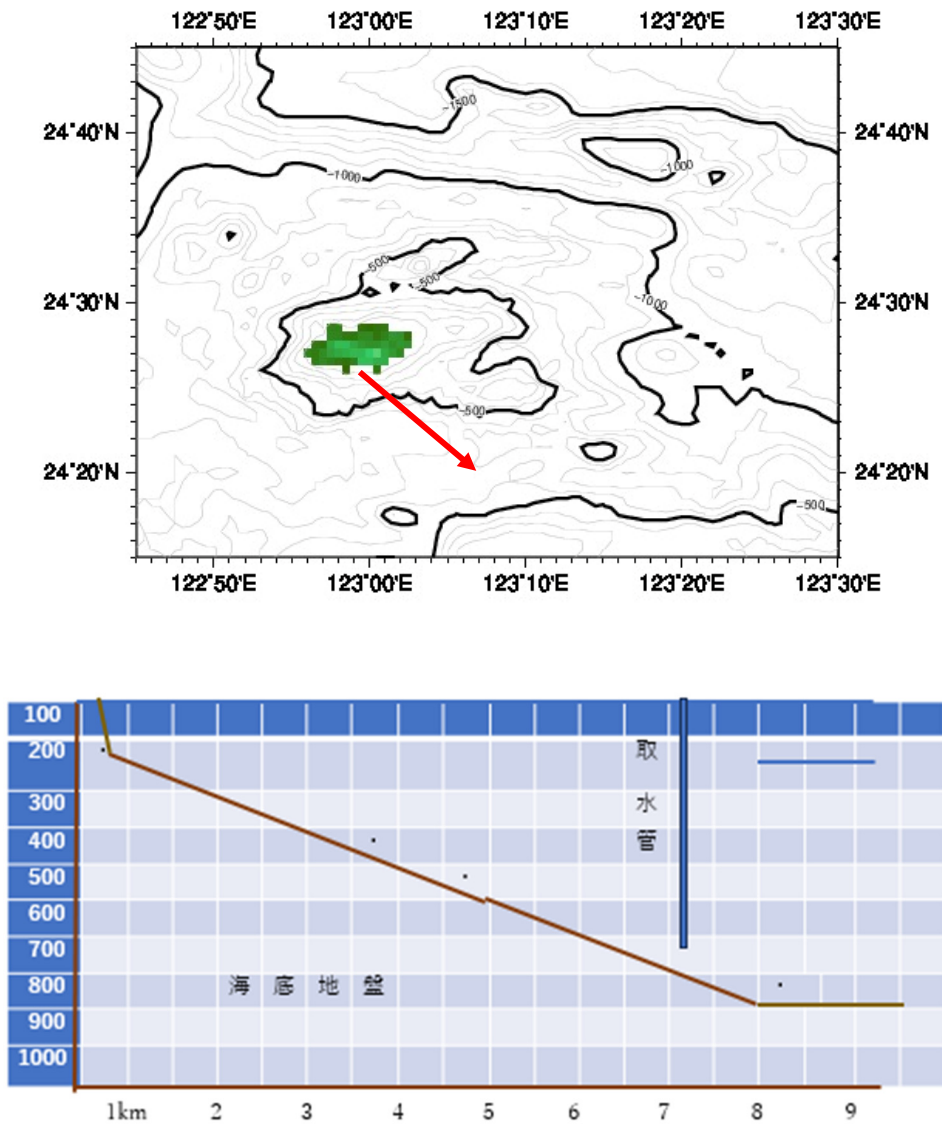
図-4.1 南鳥島周辺海域の海底地形



#### 4.3.2 与那国島の海底地形と OTEC の設置海域

与那国島周辺海域は比較的緩勾配の海底地形となっており、島の 5 km 沖で水深 500m 程度である。島の北から東側は徐々に深くなり水深 1000m を超えるが、南側では 1000m を超す海域はない。西から北側海域には速い海流の黒潮が北上している。また、南側にはカツオ類の蛸集施設であるパヤオが設置されていて、OTEC からの冷温の放出水による海域の水温が 1℃程度低下することが予想される。この程度の水温低下が大型魚種に与える影響はあまりなさそうだが今後の検討課題との専門家のコメントがある。そのため、黒潮の影響やパヤオを避けて島の南東部約 7 km 沖の水深 800m 付近を OTEC の設置候補地として検討する。

図-4.2 与那国島周辺海域の海底地形



#### 4.4 海域の海水温の変化

##### 4.4.1 南鳥島周辺海域の海水温の変化

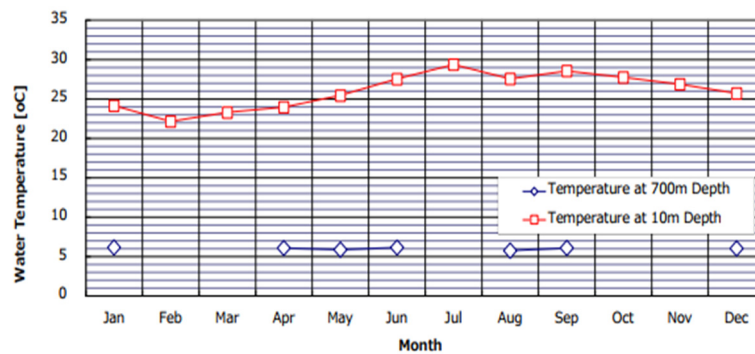
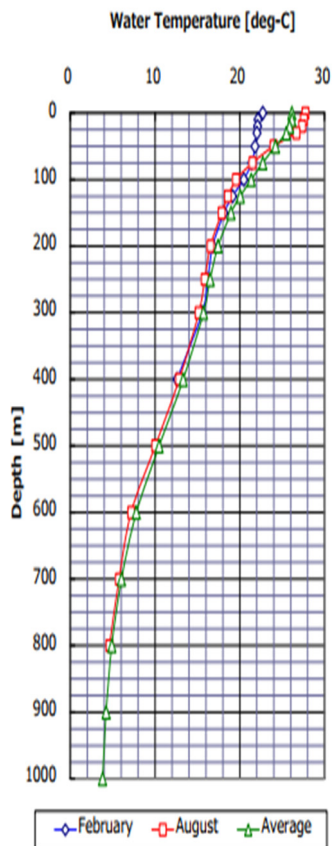
南鳥島周辺海域の海水温の鉛直ごとの月別変化を J-DOSS より作成した。

水深の鉛直分布を見ると、水深 800m では 6°C、1000m では 4°C である。また、表層水温の月別変化を見ると、厳冬期には 23°C、最高温期には 30°C、平均 26°C となっている。

図-4.3 南鳥島周辺海域の海水温の変化

経度: 24.00N - 25.00N 経度: 153.00E - 154.00E

| 水深 <sup>②</sup> | Jan <sup>②</sup> | Feb <sup>②</sup> | Mar <sup>②</sup> | Apr <sup>②</sup> | May <sup>②</sup> | Jun <sup>②</sup> | Jul <sup>②</sup> | Aug <sup>②</sup> | Sep <sup>②</sup> | Oct <sup>②</sup> | Nov <sup>②</sup> | Dec <sup>②</sup> | 全年 <sup>②</sup> |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0               | 24.19            | 22.71            | 23.35            | 24.42            | 25.61            | 27.87            | 30               | 27.76            | 28.64            | 27.8             | 26.91            | 25.61            | 26.14           |
| 10              | 24.16            | 22.16            | 23.29            | 23.96            | 25.46            | 27.55            | 29.38            | 27.56            | 28.54            | 27.76            | 26.88            | 25.73            | 26.15           |
| 20              | 24.11            | 22.1             | 23.11            | 23.61            | 25.25            | 26.88            | 28.63            | 27.37            | 28.47            | 27.72            | 26.71            | 25.57            | 25.87           |
| 30              | 24.05            | 22.02            | 22.93            | 23.07            | 24.88            | 25.78            | 27.5             | 26.67            | 28.27            | 27.64            | 26.58            | 25.58            | 25.5            |
| 50              | 23.91            | 21.8             | 22.58            | 22.31            | 23.52            | 23.91            | 25.55            | 23.99            | 26.01            | 26.29            | 26.33            | 25.39            | 24.22           |
| 75              | 23.59            | 21.4             | 21.74            | 21.54            | 21.99            | 22.36            | 24.25            | 21.51            | 22.81            | 24.55            | 24.84            | 24.88            | 22.72           |
| 100             | 22.37            | 20.48            | 20.51            | 20.77            | 20.86            | 21.04            | 23.3             | 19.57            | 21.1             | 22.08            | 22               | 23.63            | 21.35           |
| 125             | 20.51            | 19.15            | 20.08            | 20.03            | 19.92            | 20.14            |                  | 18.6             | 19.73            | 20.17            | 20.51            | 21.55            | 20.06           |
| 150             | 19.24            | 18.14            | 19.36            | 19.23            | 18.96            | 19.27            |                  | 17.87            | 18.73            | 19.09            | 19.25            | 20.05            | 18.96           |
| 200             | 17.61            | 16.81            | 18.18            | 17.59            | 17.41            | 17.96            |                  | 16.55            | 17.33            | 17.72            | 17.51            | 17.84            | 17.44           |
| 250             | 16.63            | 16.22            | 17.11            | 16.69            | 16.43            | 16.88            |                  | 15.86            | 16.41            | 16.69            | 16.67            | 16.72            | 16.5            |
| 300             | 15.86            | 15.57            | 16.18            | 15.72            | 15.52            | 15.97            |                  | 15.16            | 15.49            | 15.92            | 15.96            | 16.12            | 15.72           |
| 400             | 13.69            | 12.59            |                  | 13.37            | 13.1             | 13.47            |                  | 12.85            | 13.09            | 13.61            | 13.59            | 13.4             | 13.32           |
| 500             | 10.92            |                  |                  | 10.79            | 10.13            | 10.81            |                  | 10.04            | 10.38            |                  | 11.08            | 10.22            | 10.49           |
| 600             | 8.22             |                  |                  | 7.74             | 7.65             | 7.95             |                  | 7.18             | 8.08             |                  | 8.34             | 7.51             | 7.79            |
| 700             | 6.17             |                  |                  | 6.07             | 5.87             | 6.14             |                  | 5.75             | 6.1              |                  |                  | 6.03             | 6.04            |
| 800             | 5                |                  |                  | 4.92             | 4.8              | 4.96             |                  | 4.63             | 4.98             |                  |                  | 4.85             | 4.9             |
| 900             | 4.19             |                  |                  | 4.26             | 4.18             | 4.28             |                  |                  | 4.26             |                  |                  | 4.18             | 4.22            |
| 1000            | 3.8              |                  |                  | 3.9              | 3.79             | 3.82             |                  |                  | 3.95             |                  |                  | 3.62             | 3.81            |



#### 4.4.2 与那国島周辺海域の海水温の変化

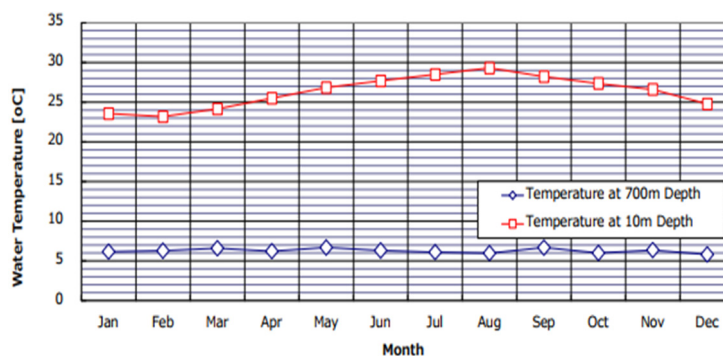
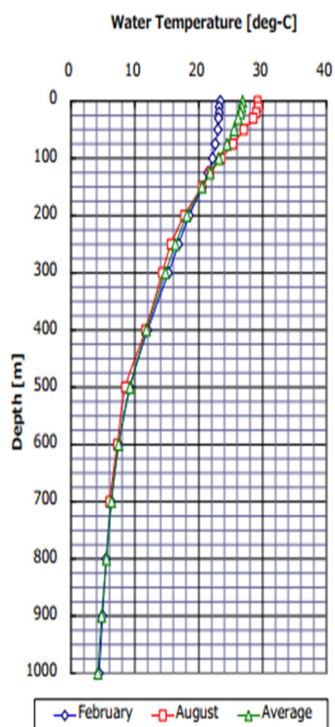
与那国島周辺海域の海水温の鉛直ごとの月別変化をJ-DOSSより作成した。

水深の鉛直分布を見ると、水深700mでは7°C、800mでは6°Cであり、表層水温の月別変化を見ると、厳冬期には23°C、最高温期には29°C、平均27°Cとなっている。

図-4.4 与那国島周辺海域の海水温の変化

緯度: 24.00N - 25.00N 経度: 122.00E - 123.00E

| 水深   | Jan   | Feb   | Mar   | Apr   | May   | Jun   | Jul   | Aug   | Sep   | Oct   | Nov   | Dec   | 全年    |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0    | 23.61 | 23.35 | 24.08 | 25.64 | 27.12 | 27.97 | 28.75 | 29.22 | 28.27 | 27.34 | 26.58 | 24.79 | 26.86 |
| 10   | 23.55 | 23.19 | 24.16 | 25.49 | 26.83 | 27.67 | 28.48 | 29.3  | 28.22 | 27.36 | 26.6  | 24.77 | 26.73 |
| 20   | 23.48 | 23.21 | 23.98 | 25.26 | 26.54 | 27.36 | 28.11 | 29    | 28.04 | 27.37 | 26.59 | 24.7  | 26.53 |
| 30   | 23.44 | 23.11 | 23.73 | 24.91 | 26.13 | 26.88 | 27.5  | 28.54 | 27.89 | 27.34 | 26.56 | 24.66 | 26.16 |
| 50   | 23.23 | 23    | 23.39 | 24.35 | 25.24 | 25.82 | 26.11 | 27.06 | 26.88 | 27.02 | 26.31 | 24.61 | 25.55 |
| 75   | 22.66 | 22.57 | 23.31 | 23.49 | 23.77 | 24.47 | 24.61 | 25.37 | 25.38 | 25.9  | 25.3  | 24.42 | 24.43 |
| 100  | 21.93 | 22.15 | 22.38 | 22.22 | 22.7  | 22.96 | 22.71 | 23.51 | 23.66 | 24.23 | 23.49 | 23.78 | 23.16 |
| 125  | 21.11 | 21.43 | 21.47 | 21.08 | 21.9  | 21.55 | 21.32 | 21.8  | 22.11 | 22.46 | 21.66 | 22.35 | 21.78 |
| 150  | 20.09 | 20.55 | 20.37 | 20.05 | 21.08 | 19.88 | 20.05 | 20.49 | 20.74 | 20.44 | 20.23 | 20.9  | 20.5  |
| 200  | 17.99 | 18.51 | 18.27 | 18.04 | 18.98 | 17.65 | 17.95 | 17.73 | 18.48 | 18.05 | 17.94 | 18.4  | 18.15 |
| 250  | 16.24 | 16.84 | 16.58 | 16.13 | 17.26 | 15.82 | 16.19 | 15.65 | 16.38 | 16.21 | 16.33 | 16.58 | 16.34 |
| 300  | 14.8  | 15.25 | 15.36 | 14.79 | 15.62 | 13.92 | 14.45 | 14.27 | 14.71 | 14.3  | 14.63 | 15.11 | 14.78 |
| 400  | 12.47 | 11.99 | 12.38 | 11.61 | 12.32 | 11.57 | 11.48 | 11.64 | 11.45 | 11.51 | 11.78 | 11.91 | 11.79 |
| 500  | 10.13 | 9.22  | 9.53  | 8.97  | 9.74  | 8.77  | 9.07  | 8.51  | 9.33  | 8.89  | 9.22  | 9.37  | 9.25  |
| 600  | 7.7   | 7.44  | 7.7   | 6.72  | 7.84  | 7.22  | 7.25  | 7.22  | 7.68  | 7.05  | 7.64  | 7.5   | 7.47  |
| 700  | 6.16  | 6.28  | 6.58  | 6.23  | 6.69  | 6.32  | 6.11  | 5.99  | 6.68  | 6     | 6.36  | 5.82  | 6.34  |
| 800  | 5.45  | 5.49  | 5.69  | 4.92  | 5.95  | 5.51  | 5.41  |       | 5.43  | 5.3   | 5.65  |       | 5.56  |
| 900  | 4.83  | 4.93  | 4.95  | 4.26  | 4.95  | 4.95  | 4.77  |       | 4.54  | 4.73  |       |       | 4.77  |
| 1000 | 4.42  | 4.39  | 4.32  | 3.9   | 4.22  | 4.46  | 4.2   |       | 4.1   | 4.28  |       |       | 4.23  |



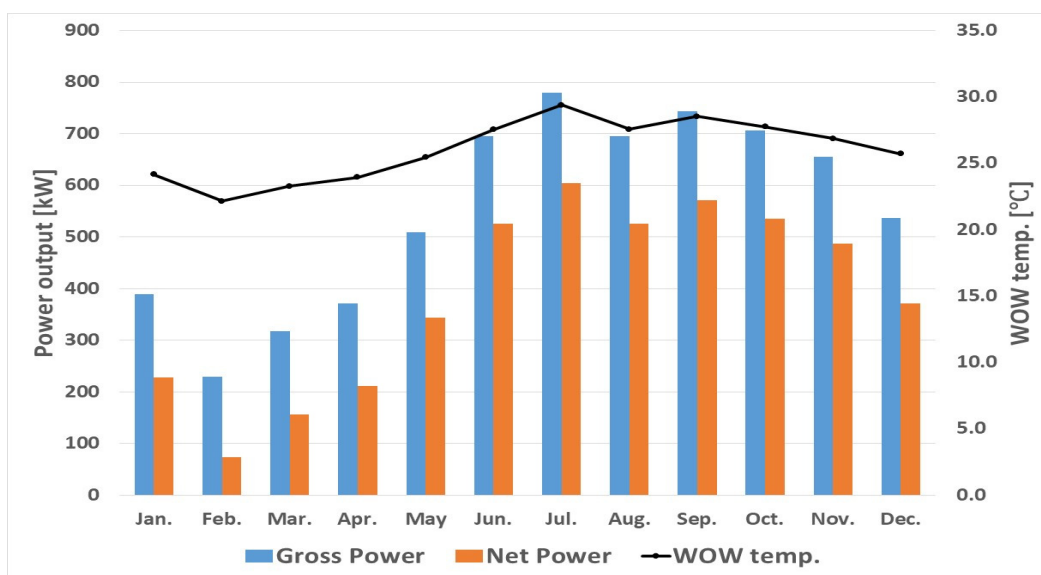
## 4.5 年間発電量

### 4.5.1 月別発電出力

南鳥島、与那国島における正味 500kW および 750kW 発電設備の月別平均発電出力を下図に示す。表層水温度は、水深 10m における各月の平均温度とし、深層水は 7°Cとした。

図 - 4.5 南鳥島海域の月別発電出力

● ケース 1 - A；南鳥島正味 500kW



● ケース 1 - B；南鳥島正味 750kW

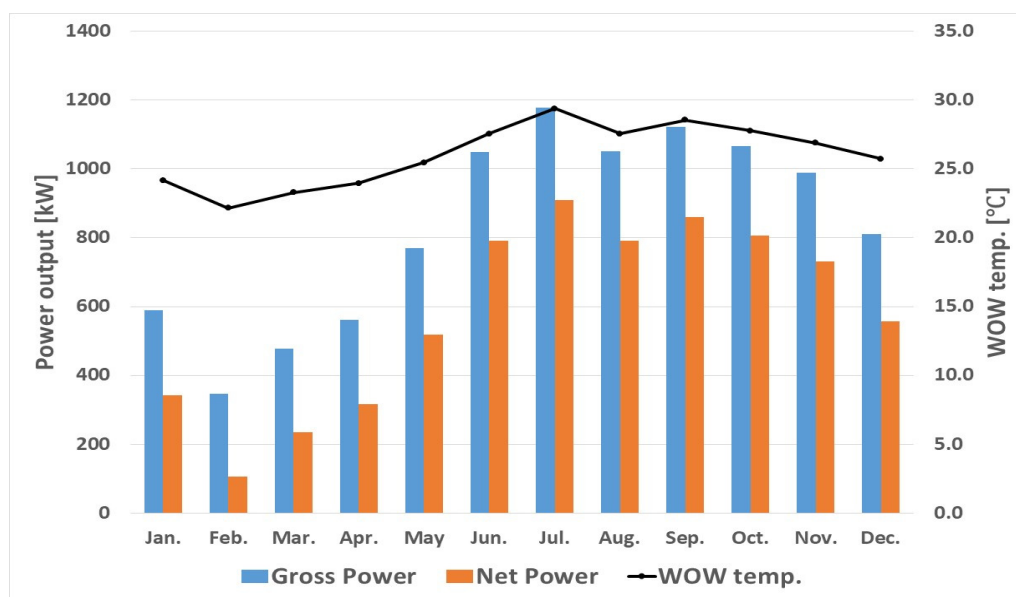
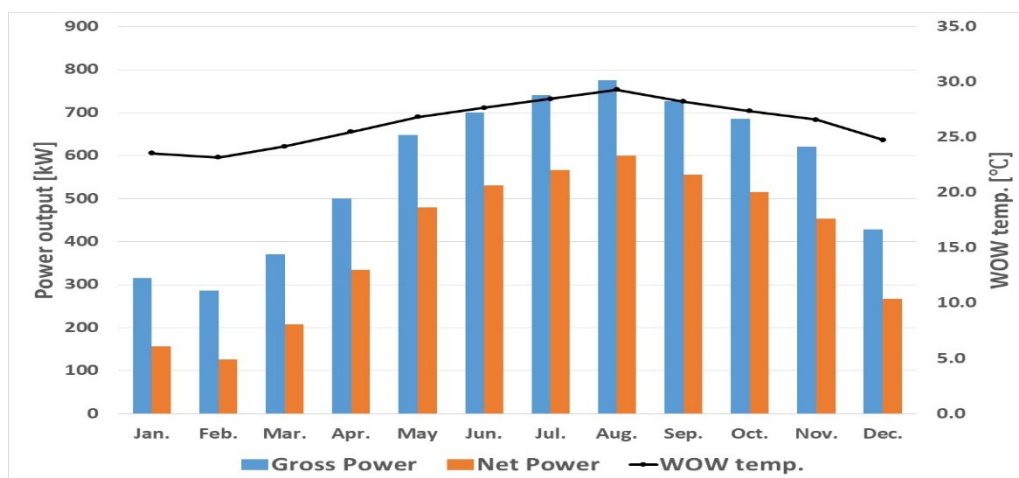
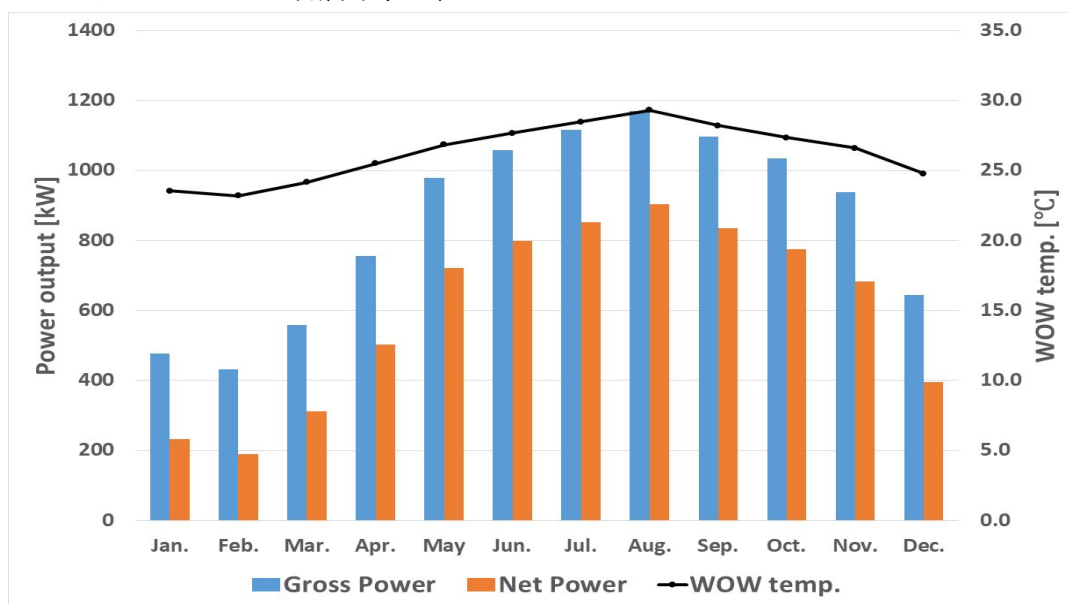


図-4.6 与那国島周辺海域の月別発電出力

● ケース 2 - A；与那国島正味 500kW



● ケース 2 - B；与那国島正味 750kW



#### 4.5.2 年間発電量

月別発電出力をもとに各月の発電量ならびに年間発電量を表-4.1 に、稼働率を年平均 0.9 とした発電量を表-4.2 に示す。

南鳥島では、送電端発電出力（ネット）500kW で年間発電量は約 3,100MWh、750kW では約 4,700MWh となる。また、与那国島では、送電端発電出力（ネット）500kW で年間発電量は約 3,200MWh、750kW では約 4,800MWh となる。

この年間発電量は我が国の標準家庭の平均電力消費量で換算すると約 790 世帯～1,220 世帯の年間電力消費量に相当する。

表-4.1 南鳥島周辺海域および与那国島周辺海域の年間発電量

|     | 南鳥島          |              |              |              | 与那国島         |              |              |              |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|     | 500kW        |              | 750kW        |              | 500kW        |              | 750kW        |              |
|     | 発電出力<br>(kW) | 発電量<br>(MWh) | 発電出力<br>(kW) | 発電量<br>(MWh) | 発電出力<br>(kW) | 発電量<br>(MWh) | 発電出力<br>(kW) | 発電量<br>(MWh) |
| 1月  | 228          | 170          | 342          | 254          | 156          | 116          | 233          | 173          |
| 2月  | 73           | 54           | 107          | 80           | 126          | 94           | 189          | 141          |
| 3月  | 157          | 117          | 234          | 174          | 208          | 155          | 312          | 232          |
| 4月  | 211          | 157          | 316          | 235          | 335          | 249          | 503          | 374          |
| 5月  | 344          | 256          | 518          | 385          | 480          | 357          | 721          | 536          |
| 6月  | 526          | 391          | 791          | 589          | 531          | 395          | 798          | 594          |
| 7月  | 605          | 450          | 910          | 677          | 567          | 422          | 853          | 635          |
| 8月  | 526          | 391          | 792          | 589          | 600          | 446          | 903          | 672          |
| 9月  | 571          | 425          | 859          | 639          | 555          | 413          | 835          | 621          |
| 10月 | 535          | 398          | 806          | 600          | 516          | 384          | 776          | 577          |
| 11月 | 487          | 362          | 731          | 544          | 453          | 337          | 682          | 507          |
| 12月 | 371          | 276          | 558          | 415          | 267          | 199          | 396          | 295          |
| 合計  | —            | 3,448        | —            | 5,181        | —            | 3,567        | —            | 5,358        |

表-4.2 南鳥島周辺海域および与那国島周辺海域の年間発電量（ネット）

|                | 南鳥島   |       | 与那国島  |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
|                | 500kW | 750kW | 500kW | 750kW |
| 稼働率            | 90%   |       | 90%   |       |
| 年間発電量<br>(MWh) | 3,103 | 4,663 | 3,210 | 4,822 |

#### 4.5.3 カーボンのクレジット取引額の算定

近年、カーボンのクレジット取引が注目されてきている。図-4.7 に示すように石炭火力発電により発生する二酸化炭素発生量は kWh あたり 864 g -co<sub>2</sub> になっている。

500kW～750kW の小型 OTEC による発電量は約 3100～4800MWh であるので、OTEC による石炭火力代替 CO<sub>2</sub> 期待削減量は、

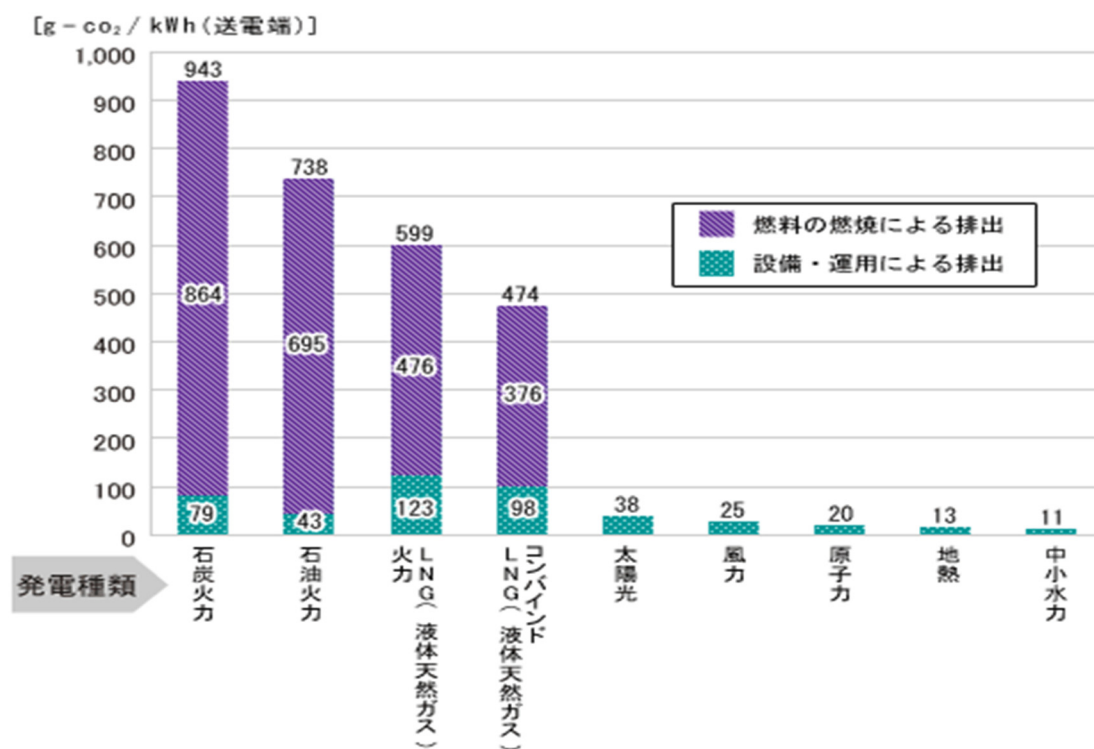
$$864 \text{ g -co}_2 \times 3100 \sim 4800 \times 10^3 \text{ kWh} = 2,680. \sim 4,150 \text{ ton/年}$$

になる。再生可能エネルギーのカーボンクレジットの取引額は令和 7 年 8 月現在 6500 円/ton なので

$$6500 \text{ 円/ton} \times 2,680 \sim 4,150 \text{ ton/年} = 17,400 \sim 27,000 \text{ 千円/年}$$

すなわち、カーボンクレジット取引額はおおむね 2 千万円～3 千万円/年と見込まれる。

図-4.7 発電種類別 CO2 排出原単位



発電種類別 CO2 排出量 (中部電力資料より)

## 第5章 浮体式 OTEC の構成要素の仕様

浮体式 OTEC を構成する発電設備、浮体、深層水取水管および係留設備の仕様を以下に示す。

### 5.1 発電設備

ネット出力 500kW および 750kW の設備仕様を表-5.1 に示す。また、Heat and Masse Balance および発電設備配置計画案については巻末の付属資料 2 に掲載した。

ケース A は発電端出力 670 kW（送電端出力ネット 500kW）とした。表層水は約 13 万 m<sup>3</sup>/日、深層水は約 10 万 m<sup>3</sup>、深層水の取水深度 700m とした。

ケース B は発電端出力 1,010 kW（送電端出力ネット 750kW）とした。表層水取水量は約 20 万 m<sup>3</sup>/日、深層水は約 15 万 m<sup>3</sup>/日、深層水の取水深度 700m とした。

表-5.1 発電設備の仕様

|          |      | 設 備 仕 様                                                |                                                        |         |
|----------|------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|
|          |      | ケース A                                                  | ケース B                                                  | 備 考     |
| 設置場所     |      | 南鳥島および与那国島                                             |                                                        |         |
| 海水温度     | 表層水  | 27 °C                                                  |                                                        | 発電装置入口部 |
|          | 深層水  | 7 °C                                                   |                                                        | 発電装置入口部 |
| 海水取水深度   | 表層水  | 10 m                                                   |                                                        |         |
|          | 深層水  | 700 m                                                  |                                                        |         |
| 発電出力     | 正味   | 500 kW                                                 | 750 kW                                                 |         |
|          | 発電端  | 670 kW                                                 | 1,010 kW                                               |         |
| 海水取水量    | 表層水  | 5,460 m <sup>3</sup> /h<br>(131,000 m <sup>3</sup> /d) | 8,240 m <sup>3</sup> /h<br>(198,000 m <sup>3</sup> /d) |         |
|          | 深層水  | 4,230 m <sup>3</sup> /h<br>(102,000 m <sup>3</sup> /d) | 6,390 m <sup>3</sup> /h<br>(153,000 m <sup>3</sup> /d) |         |
| 深層水取水管内径 |      | φ 1,000 mm                                             | φ 1,200 mm                                             |         |
| ポンプ動力    | 表層水  | 65 kW                                                  | 100 kW                                                 |         |
|          | 深層水  | 85 kW                                                  | 125 kW                                                 |         |
|          | 作動流体 | 20 kW                                                  | 30 kW                                                  |         |

Project No.:

Customer:

500kW OTEC

# 機器リスト

Preliminary

500kW および 750kW の発電設備の機器リストを以下に示す。  
表-5.2 500kW の機器リスト

| Item No.  | Item                      | No.                                                                                                                                                                                                                                                      |   |    |     |       |                                                                                                | Specifications    | Remarks | 概算重量 [kg] |         |         |         |
|-----------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-----|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|-----------|---------|---------|---------|
|           |                           | 1系列あたり                                                                                                                                                                                                                                                   |   | 共通 | 系列) | Total | 一基あたり                                                                                          |                   |         | 合計        |         |         |         |
|           |                           | A                                                                                                                                                                                                                                                        | B |    |     |       | 空                                                                                              |                   |         |           | 運転時最大   |         |         |
|           |                           |                                                                                                                                                                                                                                                          |   |    |     |       |                                                                                                |                   |         |           |         | 空       | 運転時最大   |
| P-01/P-02 | SOW Intake Pump           | -                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 3  | 3   | 3     | Mixed Flow Pump<br>3,000 m3/h x 4.0mTH<br>Size:600mmφ×5mH                                      | For the reference | 2,200   | 4,100     | 6,600   |         |         |
| P-11/P-12 | DOW Intake Pump           | -                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 3  | 3   | 3     | Mixed Flow Pump<br>2,500 m3 x 10.0mTH<br>Size: 800mmφ×7mH                                      | For the reference | 3,000   | 4,500     | 9,000   | 13,500  |         |
| E-21      | Evaporator                | 6                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 | -  | 12  | 12    | All Welded Plate Heat Exchanger<br>Size: W1.0m x D1.0m x H2.8m                                 | For the reference | 7,700   | 8,510     | 92,400  | 102,120 |         |
| E-22      | Condenser                 | 8                                                                                                                                                                                                                                                        | 8 | -  | 16  | 16    | All Welded Plate Heat Exchanger<br>Size: W1.0m x D1.0m x H2.8m                                 | For the reference | 7,700   | 8,320     | 123,200 | 133,120 |         |
| P-21      | Working Fluid Pump        | 1                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | -  | 2   | 2     | Working Fluid : Ammonia<br>Size : 0.4mq x L1.7m                                                | For the reference | 430     | 450       | 860     | 900     |         |
| TG-21     | Turbine Generator         | 1                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | -  | 2   | 2     | Rated Power : 400 kW<br>Synchronous, 60Hz-6,600V<br>W2.5m x L7m x H2.5m                        | For the reference | 2,000   | 2,100     | 4,000   | 4,200   |         |
| SP-21     | Vapor / Liquid Separator  | 1                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | -  | 2   | 2     | Design Press. (F.V.) - 1,400kPaG<br>Design Temp : 0°C-38°C<br>Size: ID 1.6mφ. x H2.75m (TL-TL) | For the reference | 3,500   | 4,580     | 7,000   | 9,160   |         |
| D-21      | Condensate Drum           | 1                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | -  | 2   | 2     | Design Press. (F.V.) - 1,400kPaG<br>Design Temp : 0°C-38°C<br>Size:ID 2.0m φ x L3.5m (TL-TL)   | For the reference | 4,100   | 8,020     | 8,200   | 16,040  |         |
|           | Other accessory equipment | Sump Pump (1), Cooling Water Circulation Pump (2), Cooling Water Cooler (2), Nitrogen Generator (1), Heat Exchanger Antifouling Unit (1), Evaporator Inlet Header(1), Evaporator Outlet Header(1), Condenser Inlet Header(1), Condenser Outlet Header(1) |   |    |     |       |                                                                                                | For the reference | -       | -         | 44,340  | 194,227 |         |
|           |                           |                                                                                                                                                                                                                                                          |   |    |     |       |                                                                                                |                   | 合計      | 295,600   |         |         | 485,567 |

C.F. Common Facility

※本紙に記載の機器サイズ、重量は未確定のため注意

Project No.:  
Customer:  
Project:

750kW OTEC

機器リスト

Preliminary

表-5.3 750kW の機器リスト

| Item No.  | Item                      | No.                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |   |            |                                                                                               | Specifications    | Remarks | 概算重量 [kg] |         |         |  |
|-----------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|-----------|---------|---------|--|
|           |                           | 1系列あたり                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |   | 共通<br>C.F. | Total                                                                                         |                   |         | 一基あたり     |         | 合計      |  |
|           |                           | A                                                                                                                                                                                                                                                                                | B  | 空 |            |                                                                                               |                   |         | 運転時最大     | 空       | 運転時最大   |  |
|           |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |   |            |                                                                                               |                   |         |           |         |         |  |
| P-01/P-02 | SOW Intake Pump           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                | -  | 3 | 3          | Mixed Flow Pump<br>4,500 m3/h x 4.0mTH<br>Size:700mmφx5mH                                     | For the reference | 2,500   | 4,400     | 7,500   | 13,200  |  |
| P-11/P-12 | DOW Intake Pump           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                | -  | 3 | 3          | Mixed Flow Pump<br>3,500 m3 x 10.0mTH<br>Size: 900mmφx7mH                                     | For the reference | 3,500   | 5,000     | 10,500  | 15,000  |  |
| E-21      | Evaporator                | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                | 9  | - | 18         | All Welded Plate Heat Exchanger<br>Size: W1.0m x D1.0m x H2.8m                                | For the reference | 7,700   | 8,510     | 138,600 | 153,180 |  |
| E-22      | Condenser                 | 12                                                                                                                                                                                                                                                                               | 12 | - | 24         | All Welded Plate Heat Exchanger<br>Size: W1.0m x D1.0m x H2.8m                                | For the reference | 7,700   | 8,320     | 184,800 | 199,680 |  |
| P-21      | Working Fluid Pump        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  | - | 2          | Working Fluid : Ammonia<br>Size : 0.4mφ x L1.7m                                               | For the reference | 450     | 470       | 900     | 940     |  |
| TG-21     | Turbine Generator         | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  | - | 2          | Rated Power: 550 kW<br>Synchronous, 60Hz-6,600V<br>W2.5m x L7m x H2.5m                        | For the reference | 2,800   | 2,900     | 5,600   | 5,800   |  |
| SP-21     | Vapor / Liquid Separator  | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  | - | 2          | Design Press. (F.V.) - 1,400kPaG<br>Design Temp: 0°C-38°C<br>Size: ID 2.0mφ x H2.75m (TL-TL)  | For the reference | 5,600   | 9,710     | 11,200  | 19,420  |  |
| D-21      | Condensate Drum           | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  | - | 2          | Design Press. (F.V.) - 1,400kPaG<br>Design Temp.: 0°C-38°C<br>Size: ID 2.5m φ x L3.5m (TL-TL) | For the reference | 6,200   | 12,800    | 12,400  | 25,600  |  |
|           | Other accessory equipment | Sump Tank (1), Sump Pump (1), Cooling Water Circulation Pump (2),<br>Cooling Water Cooler (2), Nitrogen Generator (1), Heat Exchanger<br>Antifouling Unit (1), Evaporator Inlet Header(1), Evaporator Outlet<br>Header(1), Condenser Inlet Header(1), Condenser Outlet Header(1) |    |   |            |                                                                                               | For the reference | -       | -         | 65,559  | 288,547 |  |
| 合計        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |   |            |                                                                                               |                   | 437,059 |           | 721,367 |         |  |

C.F. Common Facility  
※本紙に記載の機器サイズ、重量は未確定のため注意

## 5.2 浮体の仕様

発電設備を内蔵する浮体の規模を以下に示す。

|    | 500kW OTEC               | 750kW OTEC               |
|----|--------------------------|--------------------------|
| 高さ | 21m (5m 4m 4m 4m 4m の5層) | 25m (6m 5m 5m 5m 5m の5層) |
| 外幅 | 24m                      | 26m                      |
| 内幅 | 18m                      | 20m                      |

図-5.1 500kW OTEC Hull Arrangement

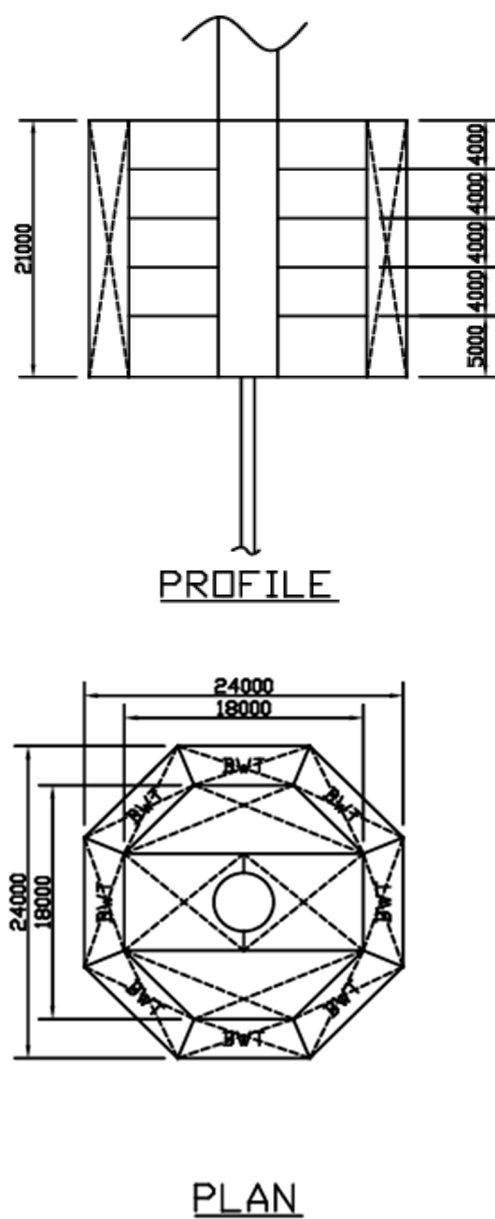
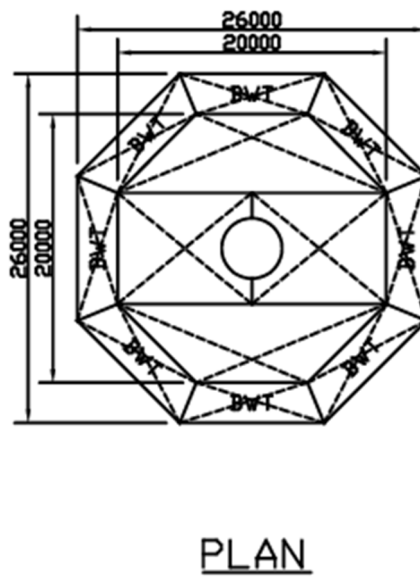
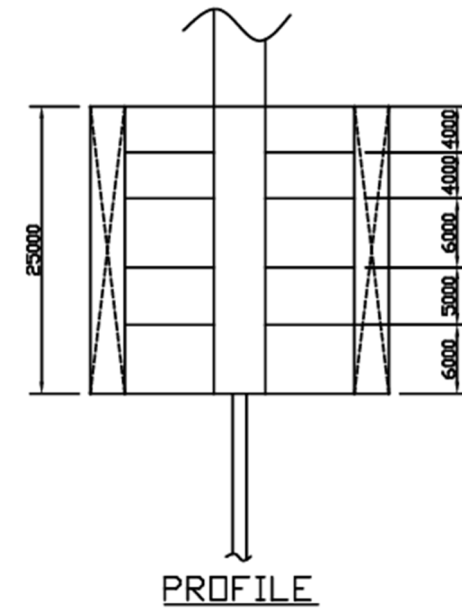


図-5.2 750kW OTEC Hull Arrangement



なお、浮体の重量、容積、バラストタンクの容量等の詳細については今後さらに検討することとする。

### 5.3 深層水取水管の仕様

深層水取水管の口径は 500kW では 1000mm、750kW では 1200mm とし、補強材を巻いた市販の量産品(HDPE 管)を活用することとした。また、製作サイトで 700m に溶着しコンクリートウエイトを取り付けて設置海域に曳航する工法を検討した。

図-5.3 500kW の深層水取水管の仕様

|         | 規格     | 単位 | 数量  |
|---------|--------|----|-----|
| 取水管 1 式 | φ 1000 | mm | 700 |
| 取水管溶着   | 資機材込み  | 式  | 1   |
| ウェイト    | コンクリート | 箇所 | 13  |

図-5.4 750kW の深層水取水管の仕様

|         | 規格     | 単位 | 数量  |
|---------|--------|----|-----|
| 取水管 1 式 | φ 1200 | mm | 700 |
| 取水管溶着   | 資機材込み  | 式  | 1   |
| ウェイト    | コンクリート | 箇所 | 13  |

### 5.4 係留系の仕様

浮体式 OTEC を 3 点係留することとして、ダイニーマロープ、チェーンおよびアンカーの仕様を以下の通りとした。

- ・チェーン φ 70～80mm 長さ 700m 3 本
- ・ダイニーマロープ φ 50mm 長さ 700m 3 本
- ・アンカー 3 基

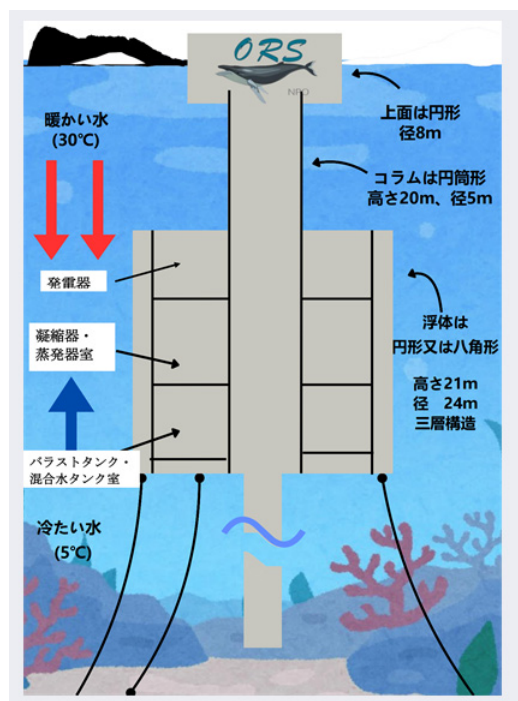
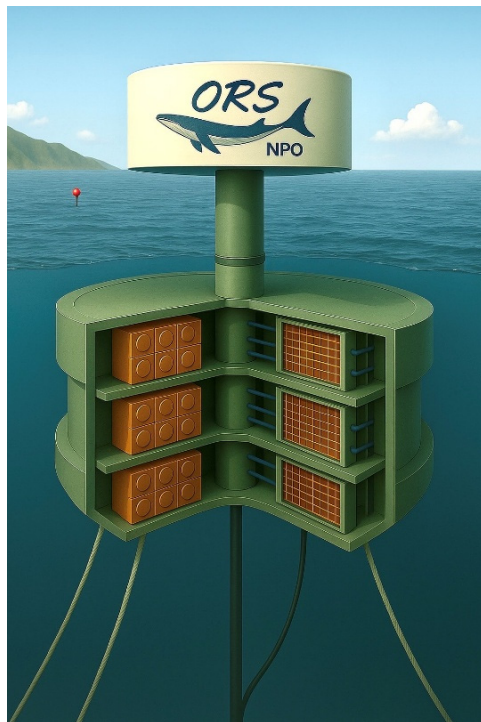
### 5.5 半没水型の浮体式 OTEC のイラスト（イメージ図）

波浪の影響を軽減するため、本体を水深 10m 以下に置き 3 点係留とする半没水型の浮体式 OTEC のイメージ図を作成した。

図-5.5 に 500kW の OTEC の内部設備の配置と仕様の概要を示した。浮体は 3 層で構成

され、上層部には発電器、中層部には凝縮器と蒸発器を配備する。また、下層部にはバラストタンク、表層水と深層水の混合水タンク等を設置する。

図-5.5 半没水型浮体式 OTEC のイメージ図



## 第6章 小型浮体式 OTEC の概算整備費用

### 6.1 発電設備の製作費用

500kW の発電設備の建設費は 27 億 4600 万円、750kW の建設費は 36 億 5400 万円と算定した。

表-6.1 発電設備の整備費用

|          | 南鳥島   |       | 与那国島  |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|
|          | 500kW | 750kW | 500kW | 750kW |
| 建設費（百万円） | 2,746 | 3,654 | 2,746 | 3,654 |

### 6.2 浮体の建造費用

表-6.2 に示すように、500kW の浮体建造費は 22 億円、750kW の建造費は 28 億円と算定した。

表-6.2 浮体の建造費

| (単位：百万円) |            |            |
|----------|------------|------------|
|          | 500kW OTEC | 750kW OTEC |
| 建造費用     | 2,200      | 2,800      |

### 6.3 深層水取水管の製作費用

仕様に基づいて算出した製作費用は、表-6.3 に示すように、500kW では約 3 億 8000 万円、750kW では約 4 億 1000 万円と見込まれた。各項目の規格、数量、単価、金額を参考資料として掲載した。

表-6.3 深層水取水管の整備費用

| 仕様         | (500kW) | (750kW) |
|------------|---------|---------|
| 取水管製作費     | 3.79    | 4.14    |
| HDPE 管     | 1.75    | 2.10    |
| コンクリートウェイト | 0.04    | 0.04    |
| 溶着・ウェイト取付  | 2.00    | 2.00    |

(参考)

|              |        |    |     |             |             |
|--------------|--------|----|-----|-------------|-------------|
| <b>参考</b>    |        |    |     |             |             |
| 500kW 取水管製作費 |        |    |     |             |             |
|              | 規格     | 単位 | 数量  | 単価          | 金額          |
| 取水管 1 式      | φ 1000 | m  | 700 | 250,000     | 175,000,000 |
| 取水管溶着        | 資機材込み  | 式  | 1   | 200,000,000 | 200,000,000 |
| ウェイト         | コンクリート | 箇所 | 13  | 300,000     | 3,900,000   |
|              |        |    |     |             | 378,900,000 |
| 750kW 取水管製作費 |        |    |     |             |             |
|              | 規格     | 単位 | 数量  | 単価          | 金額          |
| 取水管 1 式      | φ 1200 | m  | 700 | 300,000     | 210,000,000 |
| 取水管溶着        | 資機材込み  | 式  | 1   | 200,000,000 | 200,000,000 |
| ウェイト         | コンクリート | 箇所 | 13  | 300,000     | 3,900,000   |
|              |        |    |     |             | 413,900,000 |

#### 6.4 係留設備の製作費用

浮体式 OTEC を 3 点係留することとして、チェーンの長さ 700m、ダイニーマロープの長さ 700m とした。その結果、製作費用は表-6.4 に示すように 500kW、750kW とともに 9 億 9000 万円と見込まれた。

表-6.4 係留設備の製作費用

| 仕様       | 500kW | 750kW |
|----------|-------|-------|
| 係留索製作費   | 9.90  | 9.90  |
| チェーン     | 7.35  | 7.35  |
| ダイニーマロープ | 1.05  | 1.05  |
| アンカー     | 1.50  | 1.50  |

#### 6.5 OTEC 施設の施工費用

##### 6.5.1 南鳥島海域に設置する施設の施工計画

浮体は関東東海岸の港湾で整備し、工場製作された発電設備を内蔵したうえで南鳥島まで曳航する。取水管は同港湾付近で長さ 700m に溶着し現地まで海中曳航する。係留設備、送電設備等の設備は作業船で現地に運搬し施工する。それらの施工工程図を付属資料 3 に掲載する。

### 6.5.2 与那国島海域に設置する施設の施工計画

浮体は沖縄本島の港湾で整備し、工場製作された発電設備を内蔵したうえで与那国島まで曳航する。取水管は同港湾付近で 700m に溶着し現地まで海中曳航する。係留設備、送電設備等の設備は作業船で現地に運搬し施工する。それらの施工工程図を付属資料 3 に掲載する。

また、与那国島に近い台湾の港湾を利用する場合の施工計画についても検討した。

### 6.5.3 取水管の施工方法の検討

長尺の取水管の施工方法については、基地港付近で溶着し完成品にして現地まで海中曳航する方法、現地で作業船を使って溶着し浮体と接合する方法あるいは基地港から運搬される取水管を離島内で溶着し引き出して現場で浮体と接合する方法などが考えられ検討した結果、基地港から現場まで曳航する案を採択することとした。

### 6.5.4 施工費用

#### 6.5.4.1 南鳥島海域における施工費用

南鳥島海域に設置される OTEC 施設の施工費用を表-6.5 に示す。500kW、750kW とも 22 億 2600 万円と見込まれた。

表-6.5 南鳥島海域における施工費用

| 場所          | 九十九里⇒南鳥島 |         |
|-------------|----------|---------|
|             | (500kW)  | (750kW) |
| 仕様          |          |         |
| 施工費用        | 22.26    | 22.26   |
| 浮体・ライザー管曳航費 | 6.62     | 6.62    |
| 作業船曳航施工費    | 10.12    | 10.12   |
| 自航船         | 5.22     | 5.22    |
| ケーブル敷設船     | 4.30     | 4.30    |
| ダイバー船       | 0.46     | 0.46    |
| 着火船         | 0.14     | 0.14    |
| 管理費等        | 5.52     | 5.52    |

#### 6.5.4.2 与那国島海域における施工費用

与那国島海域に設置される OTEC 施設の施工費用を表-6.6 に示す。500kW、750kW とも 21 億 2800 万円と算定された。

表-6.6 与那国島海域における施工費用

| 場所          | 糸満⇒与那国島 |         |
|-------------|---------|---------|
| 仕様          | (500kW) | (750kW) |
| 施工費用        | 21.28   | 21.28   |
| 浮体・ライザー管曳航費 | 5.85    | 5.85    |
| 作業船曳航施工費    | 10.16   | 10.16   |
| 自航船         | 5.40    | 5.40    |
| ケーブル敷設船     | 4.30    | 4.30    |
| ダイバー船       | 0.35    | 0.35    |
| 着火船         | 0.11    | 0.11    |
| 管理費等        | 5.28    | 5.28    |

与那国島海域に設置される浮体式 OTEC 施設の基地港を台湾にした場合の施工費用は表-6.6 に示すとおり 500kW、750kW とともに 14 億 5600 万円と見込まれた。

表-6.6 基地港を台湾と想定した場合の施工費用

| 場所          | 参考（基隆外港ですべての船団が手配可能な場合） |         |
|-------------|-------------------------|---------|
|             | 基隆外港⇒与那国島               |         |
| 仕様          | (500kW)                 | (750kW) |
| 施工費用        | 14.56                   | 14.56   |
| 浮体・ライザー管曳航費 | 4.47                    | 4.47    |
| 作業船曳航施工費    | 6.48                    | 6.48    |
| 自航船         | 3.96                    | 3.96    |
| ケーブル敷設船     | 2.10                    | 2.10    |
| ダイバー船       | 0.32                    | 0.32    |
| 着火船         | 0.10                    | 0.10    |
| 管理費等        | 3.61                    | 3.61    |

## 6.6 整備費用の総額

小型浮体式 OTEC を我が国東端および西端海域に設置する費用を算定した結果を表-6.7 に示す。

南鳥島海域における費用は、500kW の場合 85 億 4100 万円、750kW の場合には 100 億 8400 万円と見込まれた。

与那国島海域における費用は、500kW の場合 84 億 4300 万円、750kW の場合には 99 億 8600 万円と見込まれた。

また、与那国島海域に最短の台湾の基地港を想定した場合の費用は、500kW の場合 77 億 7100 万円、750kW の場合には 93 億 1400 万円と見込まれた。

表-6.7 整備費用の総額

(億円)

|                    | 南鳥島 海域       |               | 与那国島海域       |              |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|                    | 500kW        | 750kW         | 500kW        | 750kW        |
| 発電設備建設費            | 27.46        | 36.54         | 27.46        | 36.54        |
| 浮体建造費              | 22           | 28            | 22           | 28           |
| 取水管製作費             | 3.79         | 4.14          | 3.79         | 4.14         |
| 係留設備製作費            | 9.9          | 9.9           | 9.9          | 9.9          |
| 施工費                | 22.26        | 22.26         | 21.28        | 21.28        |
| 施工費（台湾基地）          |              |               | 14.56        | 14.56        |
| <b>整備費総額</b>       | <b>85.41</b> | <b>100.84</b> | <b>84.43</b> | <b>99.86</b> |
| <b>整備費総額（台湾基地）</b> |              |               | <b>77.71</b> | <b>93.14</b> |

## 6.7 発電コストの試算

整備費用および運転費を考慮して発電コストを試算した結果を表 6.8 に示す。

南鳥島海域における費用は、500kW の場合、稼働年数を 40 年として 72.7 円/kWh、稼働年数を 25 年として 114 円/kWh、750kW の場合には稼働年数 40 年で 58.2 円/kWh、稼働年数 25 年で 90.5 円/kWh と見込まれた。

与那国島海域における費用は、500kW の場合、稼働年数を 40 年として 69.7 円/kWh、稼働年数を 25 年として 109 円/kWh、750kW の場合には稼働年数 40 年で 55.8 円/kWh、稼働年数 25 年で 86.7 円/kWh と見込まれた。

表 6.8 発電コスト

|                | 南鳥島   |      |        |      | 与那国島  |      |       |      |
|----------------|-------|------|--------|------|-------|------|-------|------|
|                | 500kW |      | 750kW  |      | 500kW |      | 750kW |      |
| 年間発電量 (MWh)    | 3,103 |      | 4,663  |      | 3,210 |      | 4,822 |      |
| 整備費用総額 (百万円)   | 8,541 |      | 10,084 |      | 8,443 |      | 9,986 |      |
| 稼働年数           | 40 年  | 25 年 | 40 年   | 25 年 | 40 年  | 25 年 | 40 年  | 25 年 |
| 資本費 (百万円／年)    | 213   | 341  | 252    | 403  | 211   | 338  | 250   | 399  |
| 運転費 (百万円／年) *1 | 12.7  | 12.7 | 19.2   | 19.2 | 12.7  | 12.7 | 19.2  | 19.2 |
| 発電コスト (円／kWh)  | 72.7  | 114  | 58.2   | 90.5 | 69.7  | 109  | 55.8  | 86.7 |

\* 1 ; NEDO 実証事業でのメンテナンスコストの検証結果【19 千円/kW(発電端定格)/年を使用

\* 2 ; 取水管、浮体、係留設備のメンテナンスコストについては含まれていない

## 付属資料1 海洋温度差発電（OTEC）の仕組み

### 1. OTEC の原理と特性

海洋性再生可能エネルギーである OTEC は表層の温海水と水深 600～1000m の深層の冷海水との温度差エネルギーを利用して、海洋に蓄えられた熱エネルギーを電気エネルギーに変換するシステムである。熱交換設備に関する技術開発が進展し、現状では温度差が 16℃ 以上あれば発電出力の 70% 程度を外部へ送電することが可能になった。

表層の海水温度が高い北緯 30 度（日本近海では黒潮流域の北緯 35 度付近）～南緯 30 度の範囲の海域では、表層の温海水の温度も季節的変動は小さく、昼夜の変化も少ない一方、深層の冷海水の温度は年間を通してほぼ一定であるため OTEC による発電に適合した海域と言われている。

我が国の EEZ 内の南海域には、このように温度変化の少ない海水の熱エネルギーが膨大に存在しており、それを活用した OTEC 発電量は我が国の年間電力消費量に匹敵する資源量であるとの報告も出されている。このように、年間を通じて比較的安定した電力供給が可能な OTEC は、天候や日照時間に左右されて発電出力の変動が大きい風力発電や太陽光発電などの他の自然エネルギーを利用した発電に比べ際立った特徴である。

### 2. 発電設備の構成機器と発電の仕組み

発電設備の主な構成機器は、蒸発器、タービン・発電機、凝縮器、作動流体ポンプ、深層水ポンプ、表層水ポンプなどである。これらは配管で連結され、その中には作動流体として表層の海水温度で蒸発が可能な低沸点流体が封入されている。この作動流体は、1980 年代までは、アンモニアやフロンなどの純物質であったが、近年ではアンモニアと水の混合物も使われている。液体の作動流体は、循環ポンプにより蒸発器に送られる。そこで、表層の温海水に温められて蒸気になり、その蒸気がタービンを回し発電機で発電する。タービンを出た蒸気は凝縮器に入り、冷たい深層海水で冷やされて液体に戻る。このサイクルを繰り返すことで海水の温度差を利用した発電が可能になる。

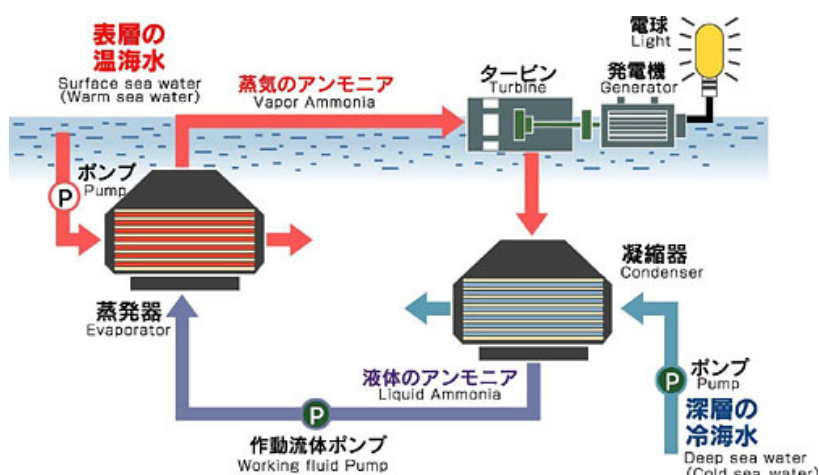


図 OTEC の仕組み

### 3. OTEC の技術開発の推移と評価

開発当初の 1970 年代～80 年代における OTEC では、発電した電力の大部分が熱源水となる深層海水と表層海水をくみ上げるためのポンプ動力に消費され、外部には発電出力の 30%程度しか送電することができなかったため、経済的な理由で実用化は困難とみられていた。しかし、現在では作動流体にアンモニアと水の混合媒体を用いるカーリーナサイクルやウエハラサイクルなど発電サイクルの工夫や熱交換技術の進歩により、発電出力の 70%程度を外部へ送電できるまでになってきている。

我が国では佐賀大学の海洋エネルギー研究センターが技術開発を主導しており、2013 年からは沖縄県と民間企業の協力により久米島において写真に示す出力 100 kW の実証試験装置が建設され、長期の実証試験が開始された。

その後の長期の稼働試験の結果、目標の発電効率の達成、設備の長期安定性、メンテナンスの容易性などが確認されている。

久米島町では、この成果を踏まえて町内の電力供給に対する OTEC による再生可能エネルギー比率を 15%に高めることを目標に 1000kW 規模に拡大する「久米島モデル」の推進に取り組んでいる。

また、2021 年 10 月に国際エネルギー機関(IEA)の海洋エネルギー・ユニット (OES) は、OTEC の基本的な発電プロセスシステムはシンプルで、ハワイ自然エネルギー研究所と沖縄海洋深層水研究センターの両方で信頼性が証明されていて、OTEC 技術のより広範な

採用に対する最大の障壁は、特に 10MW 未満の規模では、技術的なものではなく、財政的なものであるとし、さらに、小規模な実証プラントを超えて、より大規模な商用規模の発電施設への投資を促進するためには、必要な運用パフォーマンスデータを提供する商用化前のプロトタイプユニットに移行するための財政的保証が求められるとする OTEC 白書を公開している。

我が国のみならず、海外においても米国、韓国、台湾、中国、中央アフリカのサントメ・プリンシペなどの国において商用発電に向けての技術開発が進められている。



写真 沖縄県久米島に設置されている OTEC 実証試験機

付属資料 2 発電設備の設備仕様

1 設備仕様

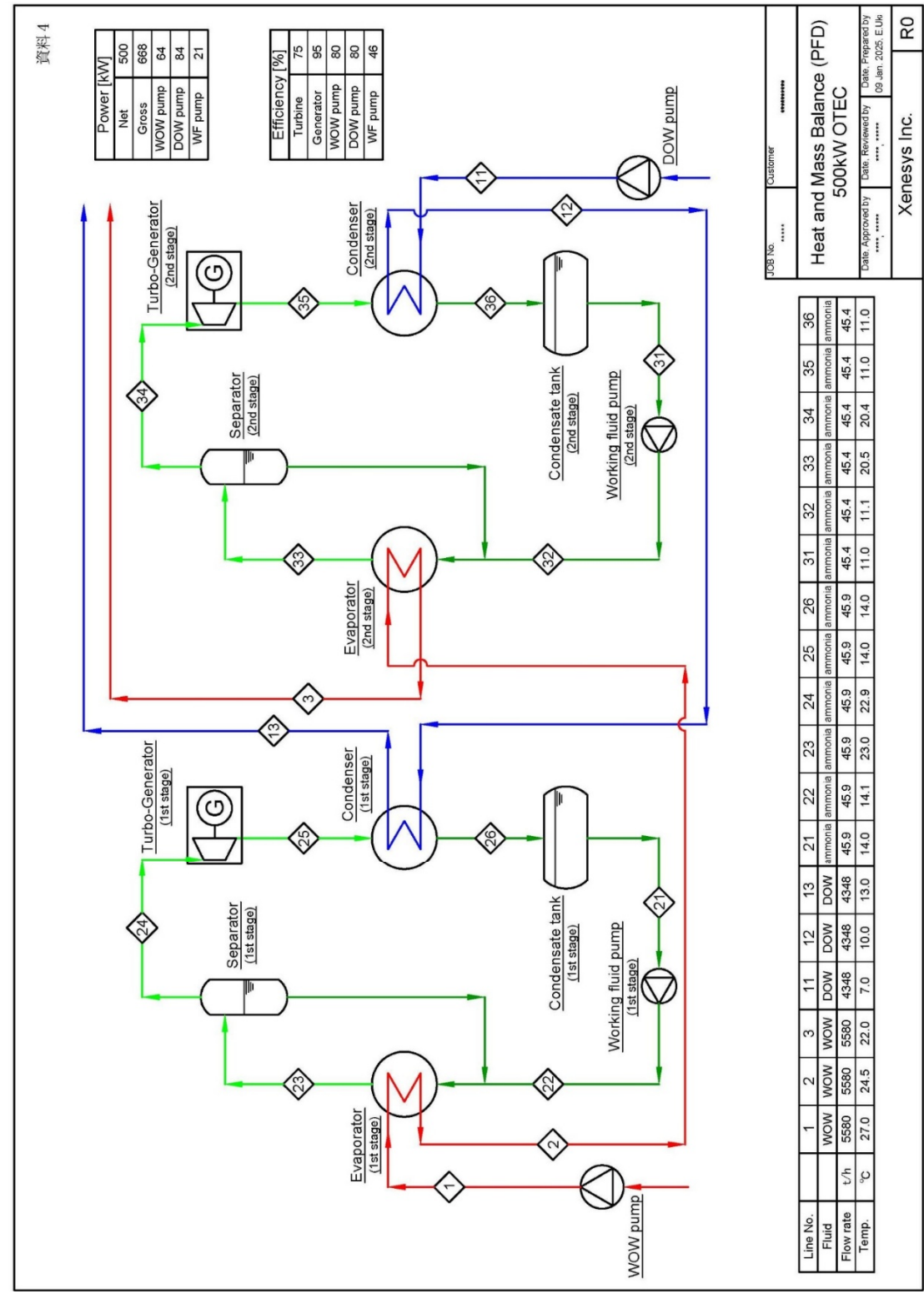
小規模浮体式海洋温度差発電設備

**設 備 仕 様**

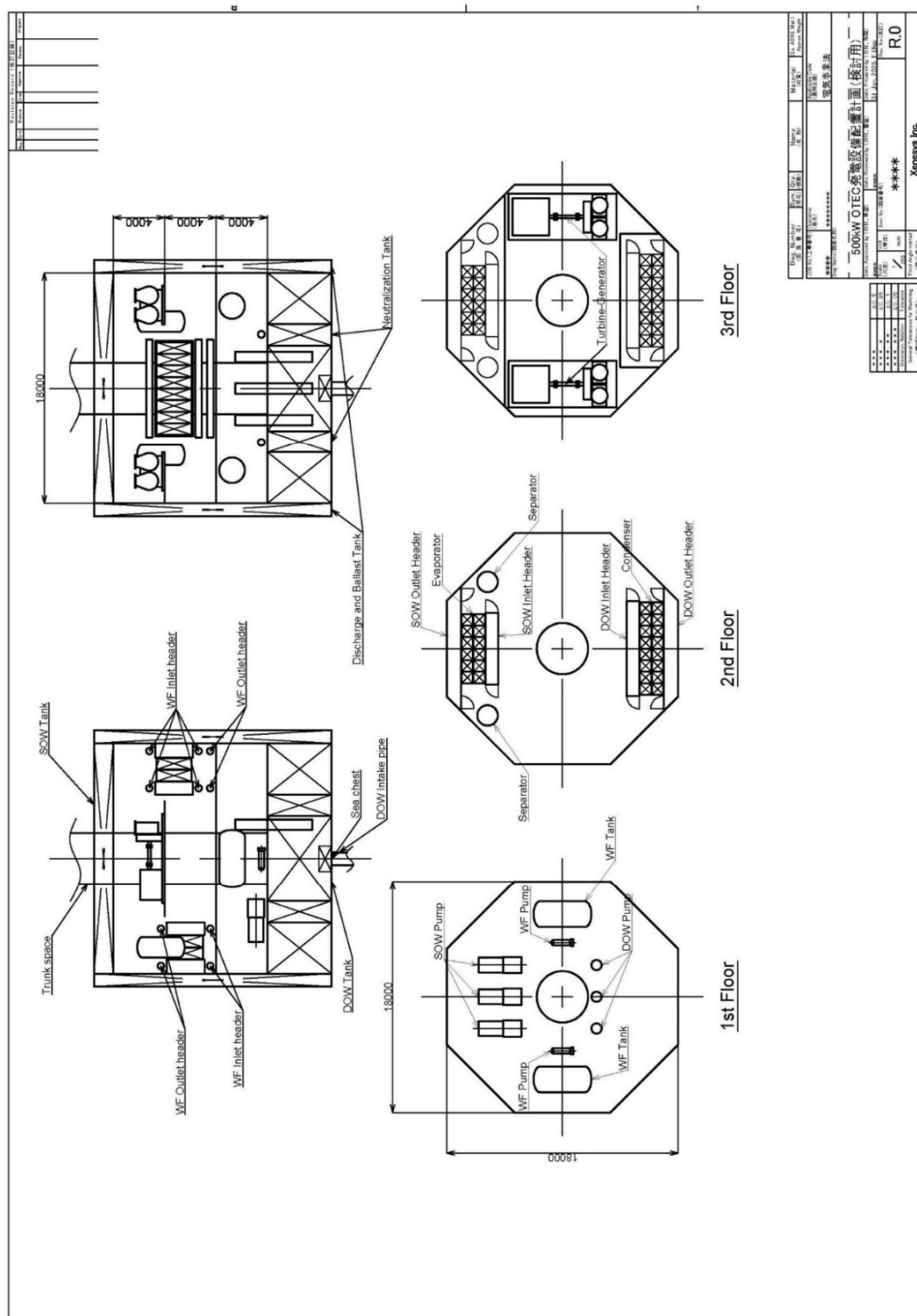
|          |      | ケース A                                                  | ケース B                                                  | 備 考     |
|----------|------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|
| 設置場所     |      | 南鳥島および与那国島                                             |                                                        |         |
| 海水温度     | 表層水  | 27 °C                                                  |                                                        | 発電装置入口部 |
|          | 深層水  | 7 °C                                                   |                                                        | 発電装置入口部 |
| 海水取水深度   | 表層水  | 10 m                                                   |                                                        |         |
|          | 深層水  | 700 m                                                  |                                                        |         |
| 発電出力     | 正味   | 500 kW                                                 | 750 kW                                                 |         |
|          | 発電端  | 670 kW                                                 | 1,010 kW                                               |         |
| 海水取水量    | 表層水  | 5,460 m <sup>3</sup> /h<br>(131,000 m <sup>3</sup> /d) | 8,240 m <sup>3</sup> /h<br>(198,000 m <sup>3</sup> /d) |         |
|          | 深層水  | 4,230 m <sup>3</sup> /h<br>(102,000 m <sup>3</sup> /d) | 6,390 m <sup>3</sup> /h<br>(153,000 m <sup>3</sup> /d) |         |
| 深層水取水管内径 |      | φ 1,000 mm                                             | φ 1,200 mm                                             |         |
| ポンプ動力    | 表層水  | 65 kW                                                  | 100 kW                                                 |         |
|          | 深層水  | 85 kW                                                  | 125 kW                                                 |         |
|          | 作動流体 | 20 kW                                                  | 30 kW                                                  |         |

2 500kW の設備仕様

2.1 Heat and Mass Balance



## 2.2 発電設備配置計画案



## 2.3 機器リスト

Preliminary

Project No.:  
Customer:  
Project: 500kW OTEC

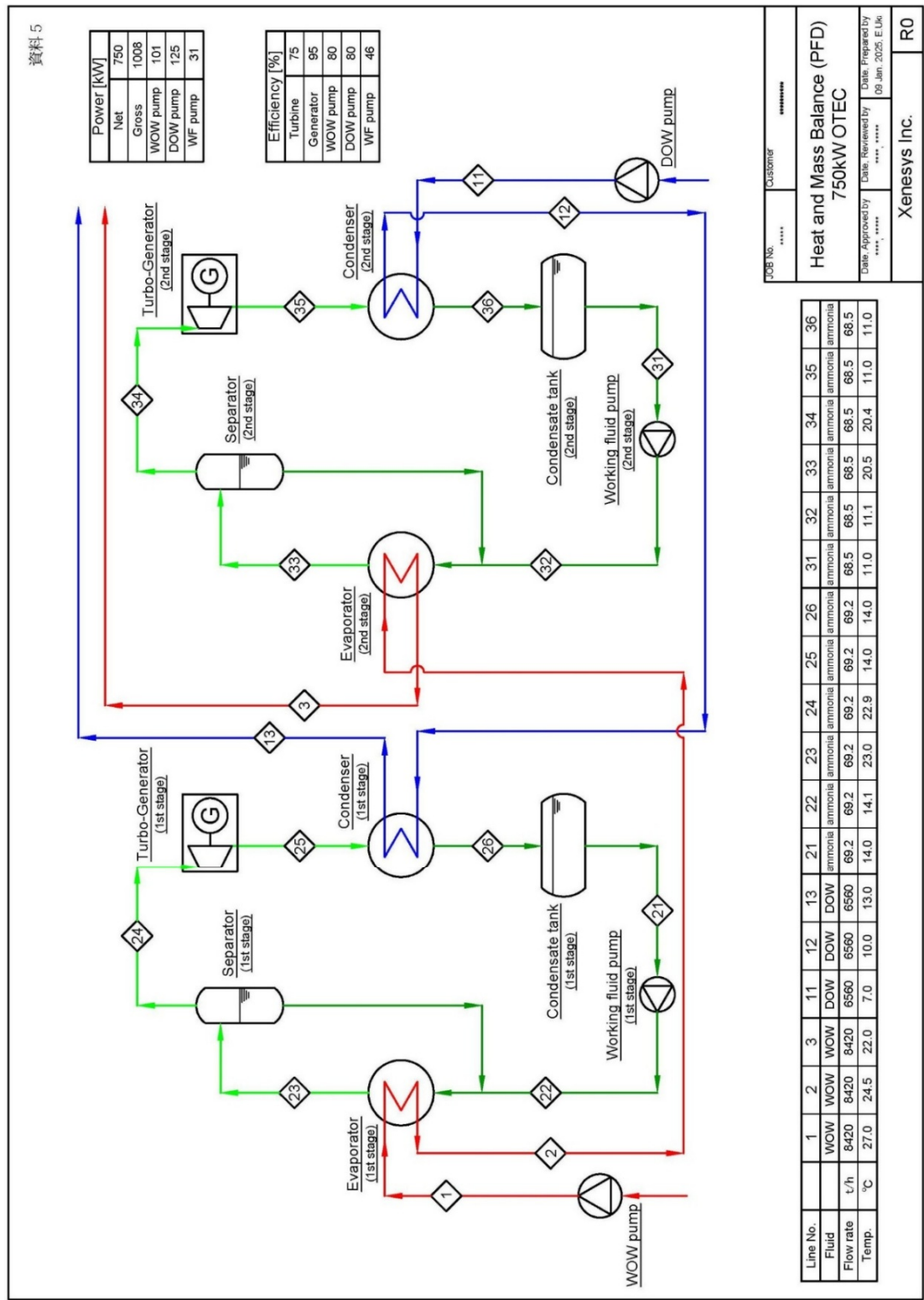
### 機器リスト

| Item No.  | Item                      | No.                                                                                                                                                                                                                                                      |   |    |      |    |       | Specifications                                                                              | Remarks           | 概算重量 [kg] |       |         |         |
|-----------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|------|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-------|---------|---------|
|           |                           | 1系列あたり                                                                                                                                                                                                                                                   |   | 共通 | 系列)  |    | Total |                                                                                             |                   | 一基あたり     |       | 合計      |         |
|           |                           | A                                                                                                                                                                                                                                                        | B |    | C.F. | 小計 |       |                                                                                             |                   | 空         | 運転時最大 |         | 空       |
| P-01/P-02 | SOW Intake Pump           | -                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 3  | 3    |    | 3     | Mixed Flow Pump<br>3,000 m3/h x 4.0mTH<br>Size:600mmφ×5mH                                   | For the reference | 2,200     | 4,100 | 6,600   | 12,300  |
| P-11/P-12 | DOW Intake Pump           | -                                                                                                                                                                                                                                                        | - | 3  | 3    |    | 3     | Mixed Flow Pump<br>2,500 m3 x 10.0mTH<br>Size: 800mmφ×7mH                                   | For the reference | 3,000     | 4,500 | 9,000   | 13,500  |
| E-21      | Evaporator                | 6                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 | -  | 12   |    | 12    | All Welded Plate Heat Exchanger<br>Size: W1.0m x D1.0m x H2.8m                              | For the reference | 7,700     | 8,510 | 92,400  | 102,120 |
| E-22      | Condenser                 | 8                                                                                                                                                                                                                                                        | 8 | -  | 16   |    | 16    | All Welded Plate Heat Exchanger<br>Size: W1.0m x D1.0m x H2.8m                              | For the reference | 7,700     | 8,320 | 123,200 | 133,120 |
| P-21      | Working Fluid Pump        | 1                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | -  | 2    |    | 2     | Working Fluid : Ammonia<br>Size : 0.4mφ x L1.7m                                             | For the reference | 430       | 450   | 860     | 900     |
| TG-21     | Turbine Generator         | 1                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | -  | 2    |    | 2     | Rated Power : 400 kW<br>Synchronous, 60Hz-6,600V<br>W2.5m x L7m x H2.5m                     | For the reference | 2,000     | 2,100 | 4,000   | 4,200   |
| SP-21     | Vapor / Liquid Separator  | 1                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | -  | 2    |    | 2     | Design Press. (F.V.) - 1,400kPaG<br>Design Temp : 0℃-38℃<br>Size: ID.1.6mφ x H2.75m (TL-TL) | For the reference | 3,500     | 4,580 | 7,000   | 9,160   |
| D-21      | Condensate Drum           | 1                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 | -  | 2    |    | 2     | Design Press. (F.V.) - 1,400kPaG<br>Design Temp : 0℃-38℃<br>Size:ID.2.0mφ x L3.5m (TL-TL)   | For the reference | 4,100     | 8,020 | 8,200   | 16,040  |
|           | Other accessory equipment | Sump Pump (1), Cooling Water Circulation Pump (2), Cooling Water Cooler (2), Nitrogen Generator (1), Heat Exchanger Antifouling Unit (1), Evaporator Inlet Header(1), Evaporator Outlet Header(1), Condenser Inlet Header(1), Condenser Outlet Header(1) |   |    |      |    |       |                                                                                             | For the reference | -         | -     | 44,340  | 194,227 |
|           |                           |                                                                                                                                                                                                                                                          |   |    |      |    |       |                                                                                             | 合計                |           |       | 295,600 | 485,567 |

C.F. Common Facility  
※本紙に記載の機器サイズ、重量は未確定のため注意

3 750kW の設備仕様

3.1 Heat and Mass Balance



**1st Floor**

20000

20000

SOW Pump

WF Pump

WF Tank

DOW Pump

DOW Tank

**2nd Floor**

Separator

SOW Inlet Header

Evaporator

SOW Outlet Header

DOW Inlet Header

Condenser

DOW Outlet Header

**3rd Floor**

Turbine-Generator

Turbine-Generator

20000

5000

6000

4000

Trunk space

SOW Tank

WF Inlet header

WF Outlet header

DOW Tank

Sea chest

Neutralization Tank

DOW Intake pipe

Discharge and Ballast Tank

DOW Outlet Header

### 3.3 機器リスト

Project No.:  
Customer:  
Project: 750kW OTEC

Preliminary

#### 機器リスト

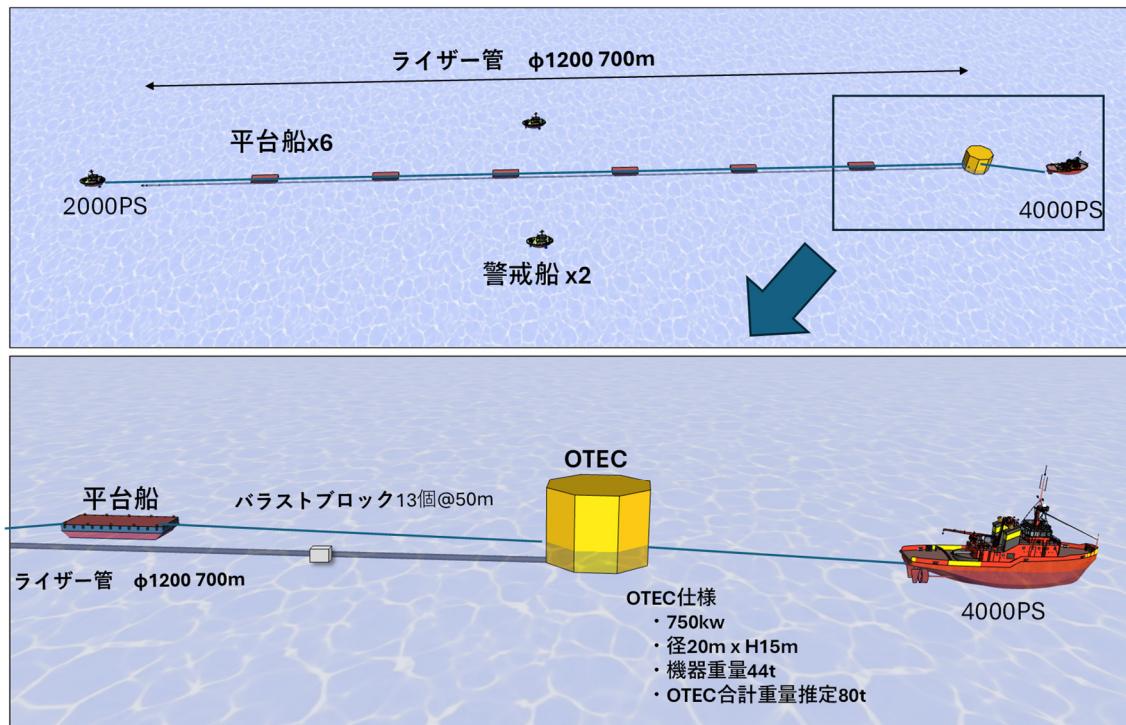
| Item No.  | Item                      | No.                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |      |       | Specifications                                                                                | Remarks           | 概算重量 [kg]  |        |         |         |         |
|-----------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------|---------|---------|---------|
|           |                           | 1系列あたり                                                                                                                                                                                                                                                                           |    | 共通   |       |                                                                                               |                   | 一基あたり<br>空 | 運転時最大  | 空       | 合計      |         |
|           |                           | A                                                                                                                                                                                                                                                                                | B  | C.F. | Total |                                                                                               |                   |            |        |         |         |         |
|           |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |      |       |                                                                                               |                   |            |        |         |         |         |
| P-01/P-02 | SOW Intake Pump           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                | -  | 3    | 3     | Mixed Flow Pump<br>4,500 m3/h x 4.0mTH<br>Size:700mmφ×5mH                                     | For the reference | 2,500      | 4,400  | 7,500   | 13,200  |         |
| P-11/P-12 | DOW Intake Pump           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                | -  | 3    | 3     | Mixed Flow Pump<br>3,500 m3 x 10.0mTH<br>Size: 900mmφ×7mH                                     | For the reference | 3,500      | 5,000  | 10,500  | 15,000  |         |
| E-21      | Evaporator                | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                | 9  | -    | 18    | All Welded Plate Heat Exchanger<br>Size: W1.0m x D1.0m x H2.8m                                | For the reference | 7,700      | 8,510  | 138,600 | 153,180 |         |
| E-22      | Condenser                 | 12                                                                                                                                                                                                                                                                               | 12 | -    | 24    | All Welded Plate Heat Exchanger<br>Size: W1.0m x D1.0m x H2.8m                                | For the reference | 7,700      | 8,320  | 184,800 | 199,680 |         |
| P-21      | Working Fluid Pump        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  | -    | 2     | Working Fluid : Ammonia<br>Size : 0.4mφ x L1.7m                                               | For the reference | 450        | 470    | 900     | 940     |         |
| TG-21     | Turbine Generator         | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  | -    | 2     | Rated Power: 550 kW<br>Synchronous, 60Hz-6,600V<br>W2.5m x L7m x H2.5m                        | For the reference | 2,800      | 2,900  | 5,600   | 5,800   |         |
| SP-21     | Vapor / Liquid Separator  | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  | -    | 2     | Design Press. (F.V.) - 1,400kPaG<br>Design Temp.: 0°C-38°C<br>Size: ID.2.0mφ x H2.75m (TL-TL) | For the reference | 5,600      | 9,710  | 11,200  | 19,420  |         |
| D-21      | Condensate Drum           | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1  | -    | 2     | Design Press. (F.V.) - 1,400kPaG<br>Design Temp.: 0°C-38°C<br>Size:ID.2.5mφ x L3.5m (TL-TL)   | For the reference | 6,200      | 12,800 | 12,400  | 25,600  |         |
|           | Other accessory equipment | Sump Tank (1), Sump Pump (1), Cooling Water Circulation Pump (2),<br>Cooling Water Cooler (2), Nitrogen Generator (1), Heat Exchanger<br>Antifouling Unit (1), Evaporator Inlet Header(1), Evaporator Outlet<br>Header(1), Condenser Inlet Header(1), Condenser Outlet Header(1) |    |      |       |                                                                                               | For the reference | -          | -      | 65,559  | 288,547 |         |
| 合計        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |      |       |                                                                                               |                   | 437,059    |        |         |         | 721,367 |

C.F. Common Facility  
※本紙に記載の機器サイズ、重量は未確定のため注意

## 付属資料3 OTEC の施工方法の検討、概算金額の試算

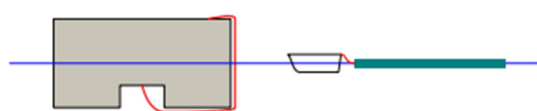
### 3.1 OTEC およびライザー管の曳航

OTECおよびライザー管運搬



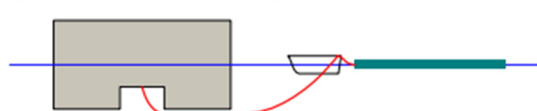
### 3.2 取水管の接続方法

Step 1



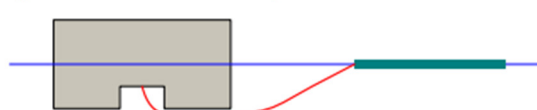
- ・ 取水管引き込み用ロープ先端は、F-OTECのデッキ上などアクセスしやすい場所に置いておく
- ・ 取水管は曳船にてWet Towingで移動

Step 2

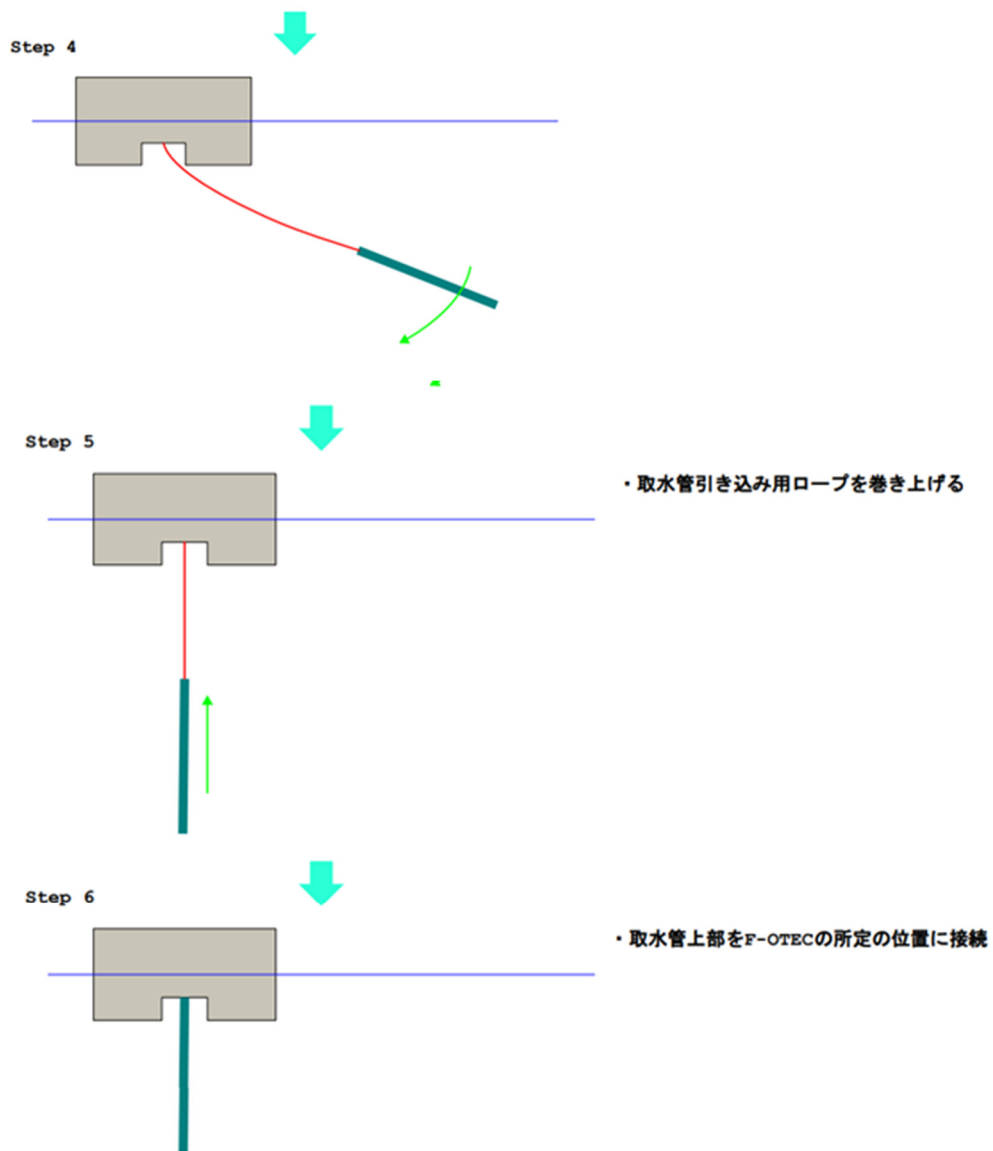


- ・ 取水管引き込み用ロープ先端と、取水管曳航用ロープを接続

Step 3



- ・ 取水管の管内に海水を入れるか、管に重りを付加することで、取水管が海水に沈む状態とする



### 3.2.1 積算工程表

50

### 3.2.2 施工費用の概算金額

| 浮体式OTEC設置工事概算費用 九十九里⇒南鳥島 |                            |    |      |               |               |               |
|--------------------------|----------------------------|----|------|---------------|---------------|---------------|
| 名称                       | 規格                         | 単位 | 数量   | 単価            | 金額            | 摘要            |
| 備給費用                     |                            |    |      |               |               |               |
| 本体・ライザー管曳航船              | 主曳船x1 補助曳船x1 警戒船 x 2 台船 x6 | 日  | 77.0 | 8,600,000     | 662,200,000   | 人件費・燃料費・機装品込み |
| 自航船                      | 500t吊りDP船                  | 日  | 58.0 | 9,000,000     | 522,000,000   |               |
| ケーブル敷設船                  |                            | 日  | 43.0 | 10,000,000    | 430,000,000   |               |
| ダイバー船                    | ダイバー10名                    | 日  | 46.0 | 1,000,000     | 46,000,000    |               |
| 着火船 2 隻                  |                            | 日  | 46.0 | 300,000       | 13,800,000    |               |
| 計                        |                            |    |      |               | 1,674,000,000 |               |
|                          |                            |    |      |               |               |               |
| 共通仮設費                    |                            | %  | 5.0  | 1,674,000,000 | 83,700,000    |               |
| 小計                       |                            |    |      |               | 1,757,700,000 |               |
|                          |                            |    |      |               |               |               |
| 現場管理費                    |                            | %  | 10.0 | 1,757,700,000 | 175,770,000   |               |
| 小計                       |                            |    |      |               | 1,933,470,000 |               |
|                          |                            |    |      |               |               |               |
| 一般管理費                    |                            | %  | 15.0 | 1,933,470,000 | 290,020,500   |               |
| 合計                       |                            |    |      |               | 2,223,490,500 |               |

### 3.3.1 概算工程表

| 日数                 |                                   | 場所          | 使用船舶            | 供用<br>係数 |
|--------------------|-----------------------------------|-------------|-----------------|----------|
| 内容                 | 準備・積込・回<br>轉                      | 永満          | 台船6+曳船<br>2+曳船2 | 1.65     |
|                    | 洗車・バラスト付け・引き出し・準備 8 日 x 1.65 =14日 |             |                 |          |
| 本体・ラ<br>イザー<br>管施工 | 曳船                                | 永満の舟着<br>国  | 台船6+曳船<br>2+曳船2 | 1        |
|                    | 土工合巻                              | 永満の舟着<br>国  | 台船6+曳船<br>2+曳船2 | 3.7      |
|                    | 張掛・積込・回<br>轉                      | 永満          | 自航船             | 1.65     |
|                    | 回航                                | 永満の舟着<br>国  | 自航船             | 1        |
| 本体・ラ<br>イザー<br>管加工 | アンカー設置                            | 与那国         | 自航船             | 3.7      |
|                    | ライザー管設置                           | 与那国         | 自航船             | 3.7      |
|                    | 張掛・積込・回<br>轉                      | 永満          | ケーブル敷設<br>船     | 1.65     |
|                    | 曳船                                | 永満の舟着<br>国  | ケーブル敷設<br>船+曳船  | 1        |
| 底面<br>ケーブル<br>設置   | ケーブル敷設                            | 与那国         | ケーブル敷設<br>船     | 3.7      |
|                    | ケーブル敷設                            | 与那国         | ケーブル敷設<br>船+曳船  |          |
| 合計                 |                                   | 本体・ライザー管曳船回 |                 |          |
| 総用船<br>数・日数        |                                   | 自航船         |                 |          |
|                    |                                   | ケーブル敷設船     |                 |          |
|                    |                                   | ダイバー船       |                 |          |
|                    |                                   | 着火船2隻       |                 |          |

### 3.3.2 施工費用の概算金額

| 浮体式OTEC設置工事概算費用 沖縄本島⇒与那国島 |                            |    |      |               |               |               |
|---------------------------|----------------------------|----|------|---------------|---------------|---------------|
| 名称                        | 規格                         | 単位 | 数量   | 単価            | 金額            | 摘要            |
| 備船費用                      |                            |    |      |               |               |               |
| 本体・ライザー管曳航船               | 主曳船x1 補助曳船x1 警戒船 x 2 台船 x6 | 日  | 68.0 | 8,600,000     | 584,800,000   | 人件費・燃料費・雑装品込み |
| 自航船                       | 500t吊りDP船                  | 日  | 60.0 | 9,000,000     | 540,000,000   |               |
| ケーブル敷設船                   |                            | 日  | 43.0 | 10,000,000    | 430,000,000   |               |
| ダイバー船                     | ダイバー10名                    | 日  | 35.0 | 1,000,000     | 35,000,000    |               |
| 着火船 2 隻                   |                            | 日  | 35.0 | 300,000       | 10,500,000    |               |
| 計                         |                            |    |      |               | 1,600,300,000 |               |
|                           |                            |    |      |               |               |               |
| 共通仮設費                     |                            | %  | 5.0  | 1,600,300,000 | 80,015,000    |               |
| 小計                        |                            |    |      |               | 1,680,315,000 |               |
|                           |                            |    |      |               |               |               |
| 現場管理費                     |                            | %  | 10.0 | 1,680,315,000 | 168,031,500   |               |
| 小計                        |                            |    |      |               | 1,848,346,500 |               |
|                           |                            |    |      |               |               |               |
| 一般管理費                     |                            | %  | 15.0 | 1,848,346,500 | 277,251,975   |               |
| 合計                        |                            |    |      |               | 2,125,598,475 |               |

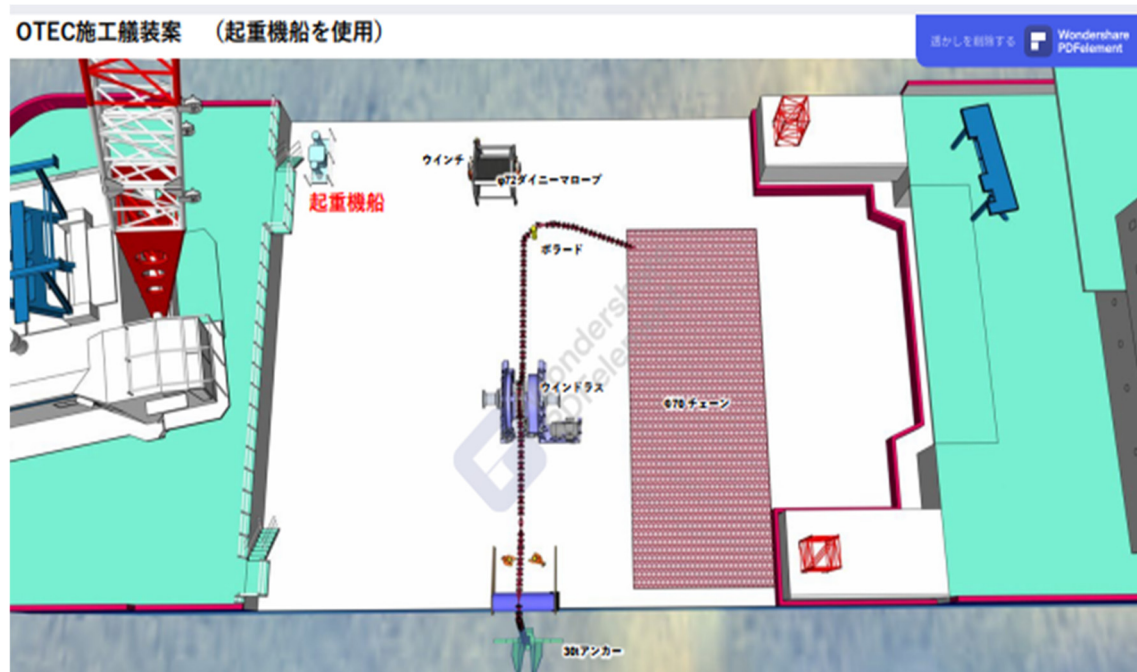
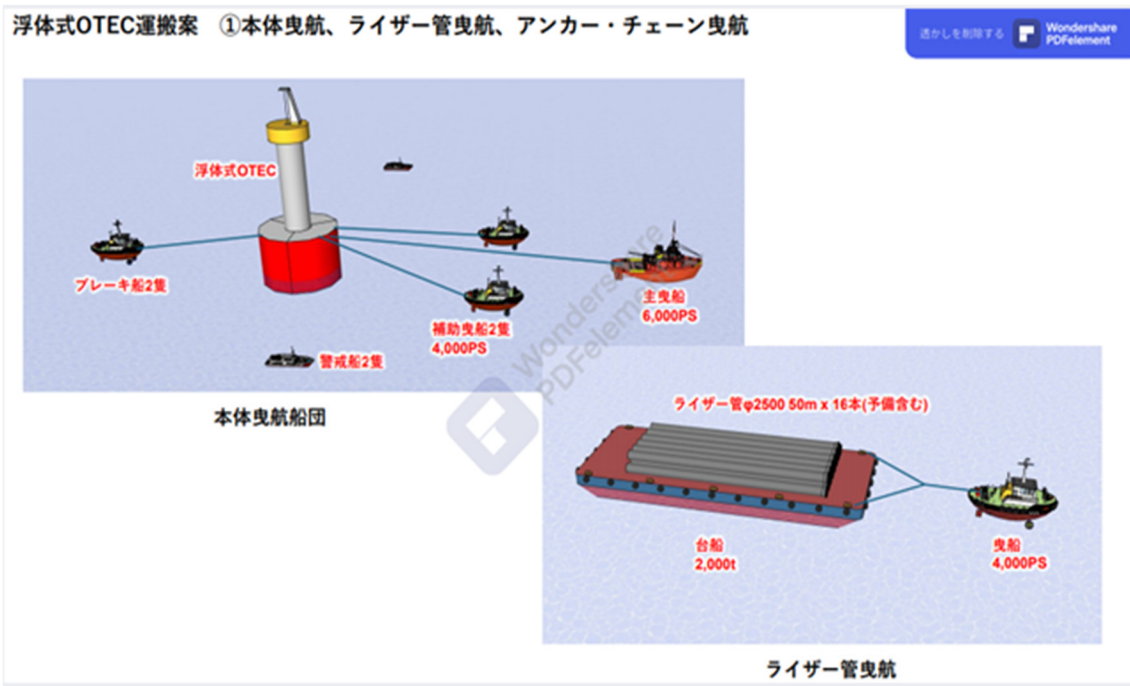
### 3.4.1 概算工程表

[illegible]

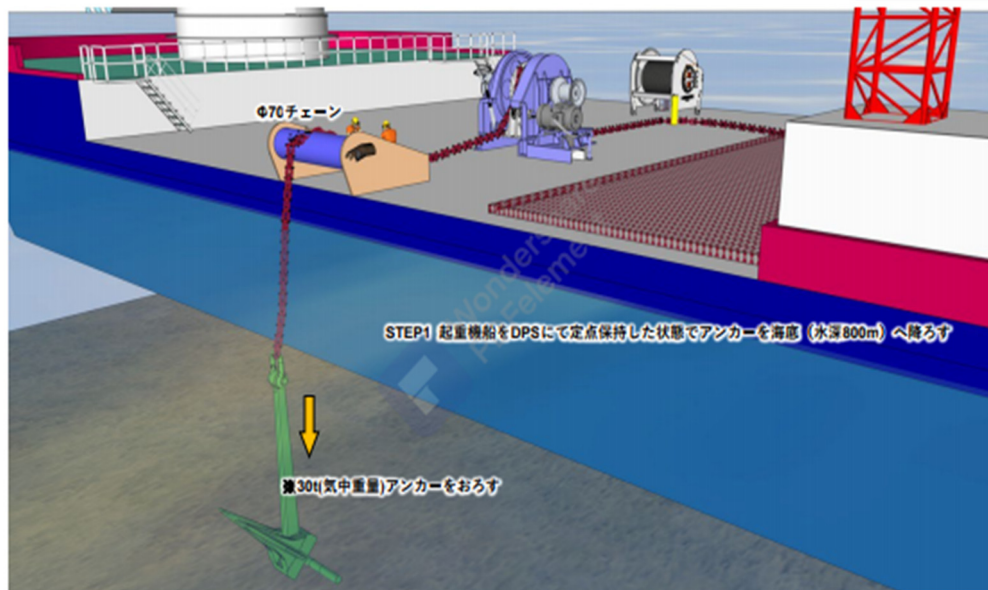
### 3.4.2 施工費用の概算金額

| 浮体式OTEC設置工事概算費用 台湾⇒与那国島 |                            |    |      |               |               |               |
|-------------------------|----------------------------|----|------|---------------|---------------|---------------|
| 名称                      | 規格                         | 単位 | 数量   | 単価            | 金額            | 摘要            |
| 備船費用                    |                            |    |      |               |               |               |
| 本体・ライザー管曳航船             | 主曳船x1 補助曳船x1 警戒船 x 2 台船 x6 | 日  | 52.0 | 8,600,000     | 447,200,000   | 人件費・燃料費・機装品込み |
| 自航船                     | 500t吊りDP船                  | 日  | 44.0 | 9,000,000     | 396,000,000   |               |
| ケーブル敷設船                 |                            | 日  | 21.0 | 10,000,000    | 210,000,000   |               |
| ダイバー船                   | ダイバー10名                    | 日  | 32.0 | 1,000,000     | 32,000,000    |               |
| 着火船 2 隻                 |                            | 日  | 32.0 | 300,000       | 9,600,000     |               |
| 計                       |                            |    |      |               | 1,094,800,000 |               |
| 共通仮設費                   |                            |    |      |               |               |               |
|                         |                            | %  | 5.0  | 1,094,800,000 | 54,740,000    |               |
| 小計                      |                            |    |      |               | 1,149,540,000 |               |
| 現場管理費                   |                            |    |      |               |               |               |
|                         |                            | %  | 10.0 | 1,149,540,000 | 114,954,000   |               |
| 小計                      |                            |    |      |               | 1,264,494,000 |               |
| 一般管理費                   |                            |    |      |               |               |               |
|                         |                            | %  | 15.0 | 1,264,494,000 | 189,674,100   |               |
| 合計                      |                            |    |      |               | 1,454,168,100 |               |

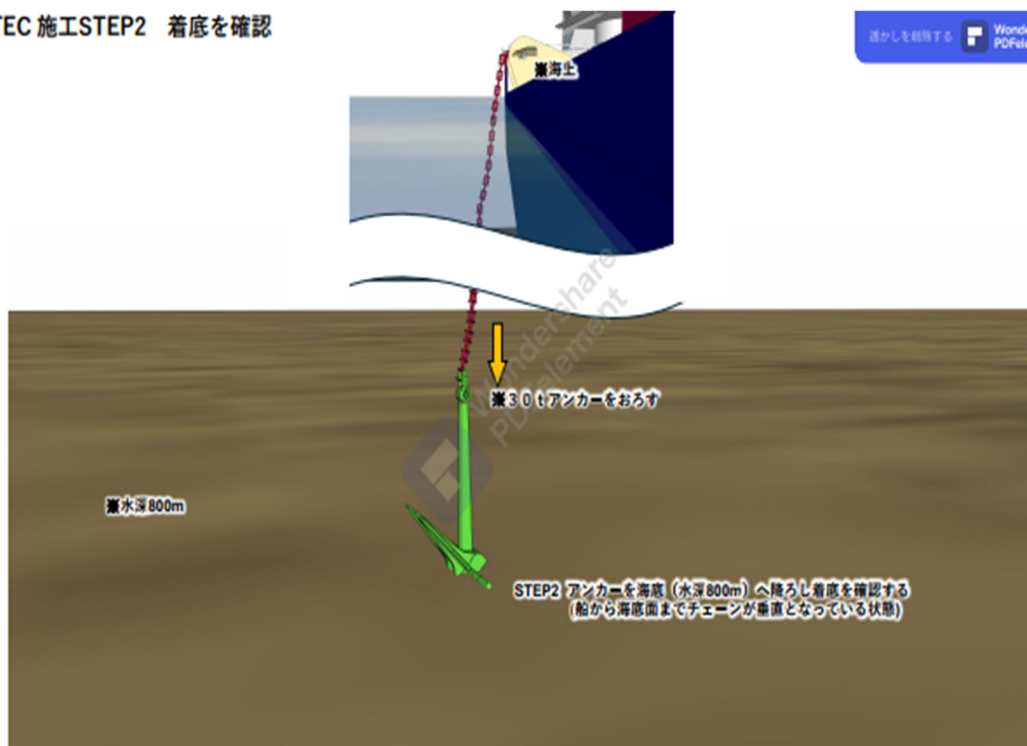
3.5 施工方法の検討（取水管を現地で組み立て施工する工法を想定した施工方法で参考として掲載する）



## OTEC 施工STEP1 アンカーをおろす



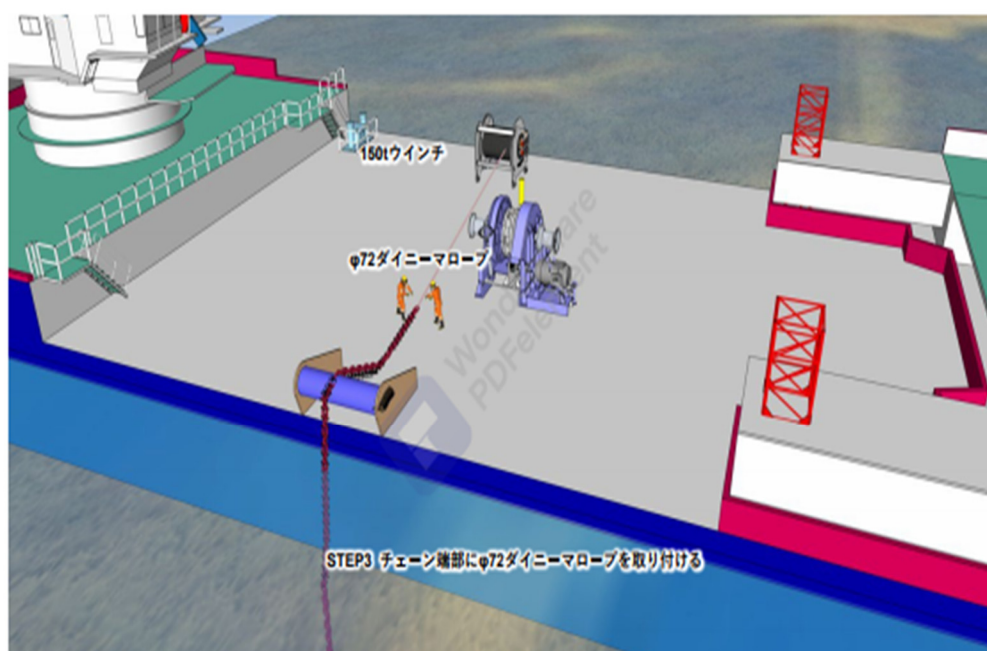
## OTEC 施工STEP2 着底を確認



### OTEC 施工STEP3 ダイニーマロープの取付け

透かしを削除する

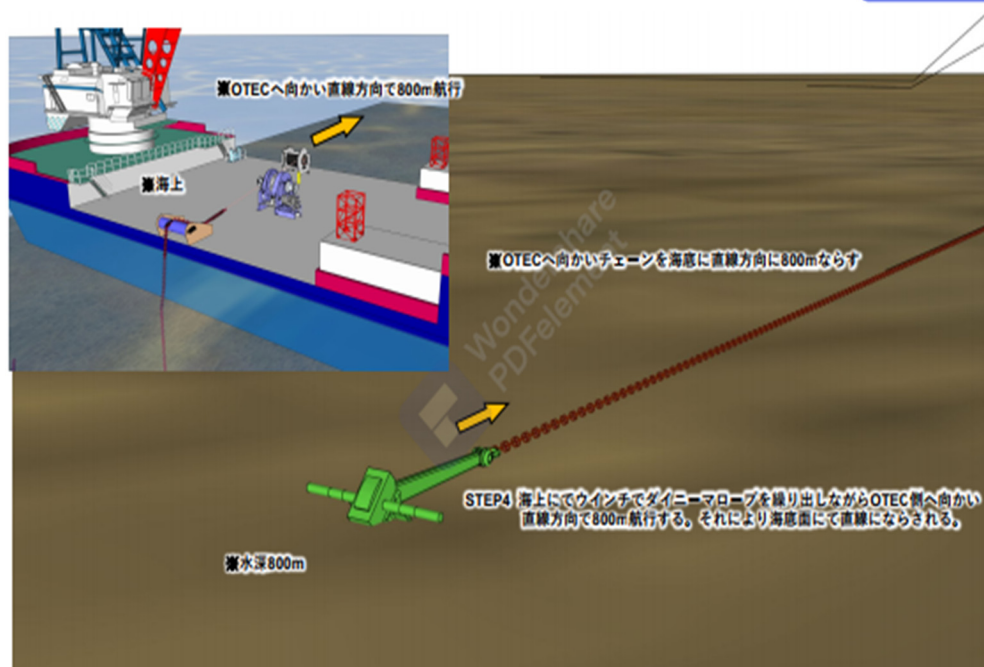
Wondershare  
PDFelement



### OTEC 施工STEP4 航行し海底面に直線状にならす

透かしを削除する

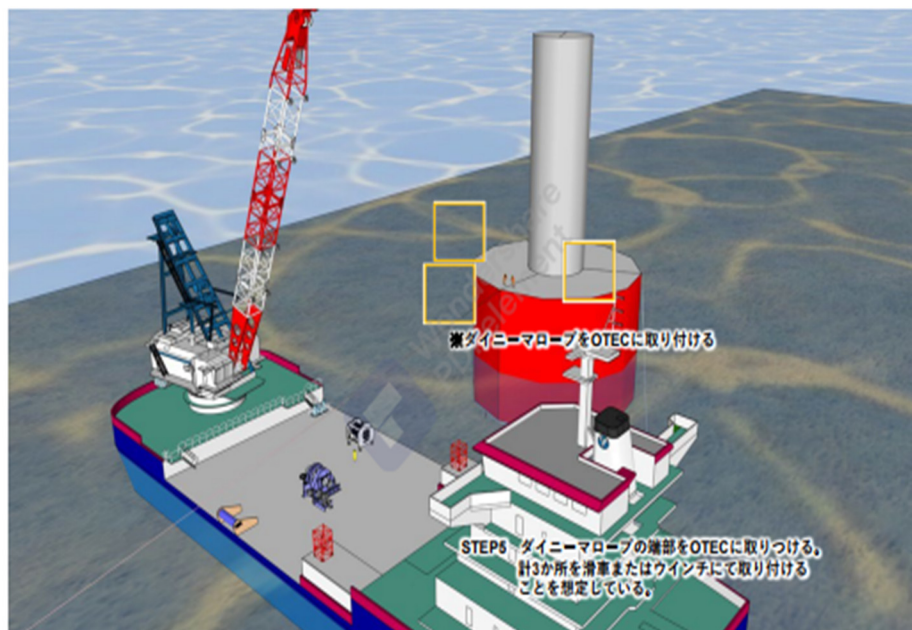
Wondershare  
PDFelement



## OTEC 施工STEP5 OTECにダイニーマロープを取り付け

透かしを削除する

Wondershare  
PDFelement



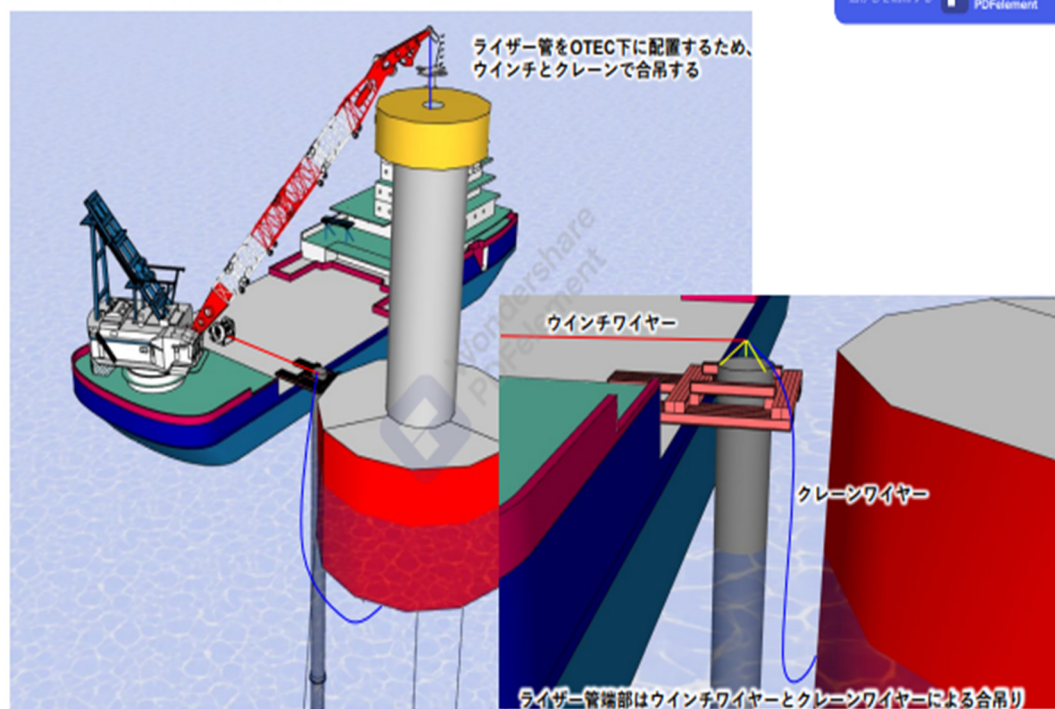
## OTEC 施工STEP6 ライザー管接続

透かしを削除する

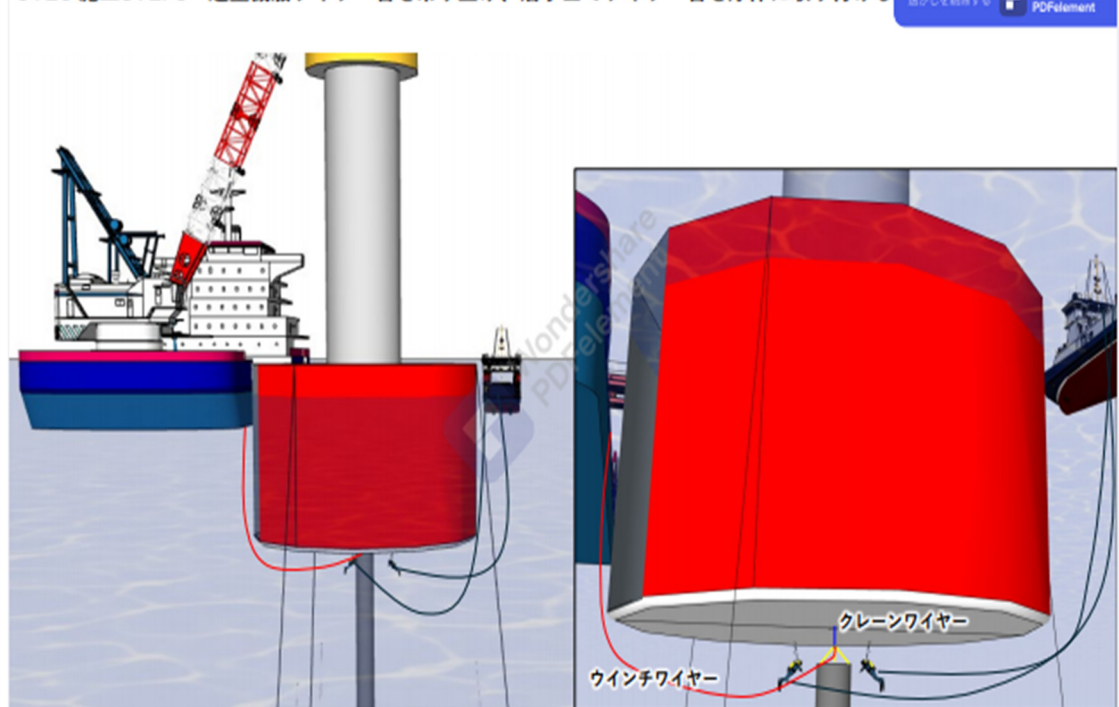
Wondershare  
PDFelement

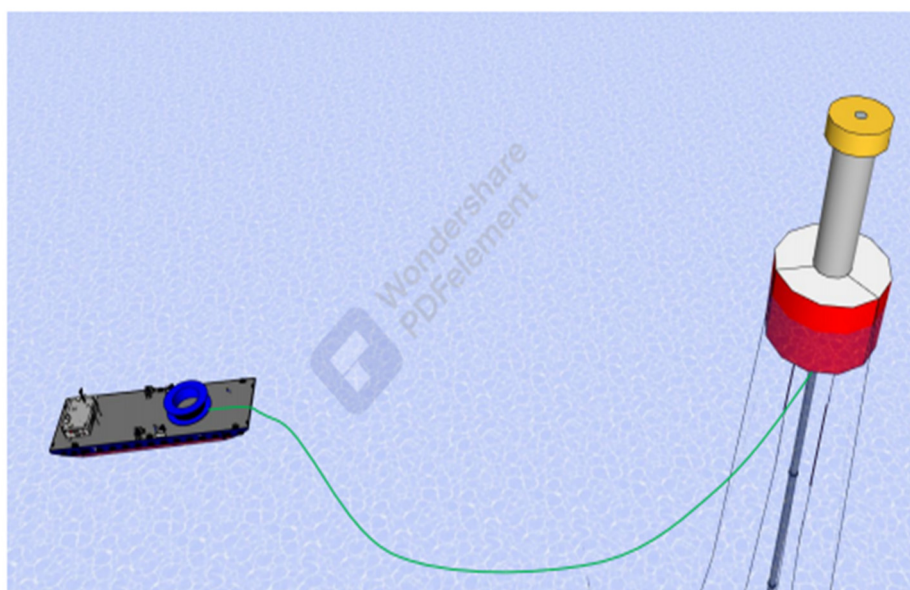


OTEC 施工STEP7 ライザー管合吊り後、OTECに設置



OTEC 施工STEP8 起重機船ライザー管を吊り上げ、潜水士でライザー管を浮体に取り付ける





あとがき

今夏は全国各地で連日 35℃を越す酷暑に見舞われました。また、線状降水帯の発生により時間当たり 100mm を越す集中豪雨も頻発しました。その要因として日本近海の海水温が例年に比べて 2～3℃上昇したことがあげられています。

OTEC は海洋の熱エネルギーを電気エネルギーに変換するシステムです。アジア開発銀行のレポート（2014）によると海水温が 1℃上昇すると電気エネルギーは 15%上昇すると分析しています。すなわち発電量が 15%増加し発電コストが低減するということです。また、当研究会の過年度の調査研究では、くみ上げた冷温の海洋深層水の放出により海域の表層直下の水温が低下することが数値シミュレーションの結果明らかにされています。OTEC はこの気候変動、地球温暖化の時代に適合した再生可能エネルギー利用システムと言えるのではないのでしょうか。

これほどの特質を有し、スケールアップすれば石炭火力や風力などの他のエネルギーと遜色ない発電コストで供給することが可能だと言われながら、未だ実証試験段階にとどまっていて本格的な商用発電の実現に至らない理由として、初期投資額が大きいこと、投資機関が納得するだけの実績やデータが提供されていないこと、起こりうる技術課題の解明などが指摘されています。

海ロマン 21 では自主研究として 10 年以上にわたって海洋深層水の利用、OTEC の実現に向けての調査研究を続けてきました。

今回は、まず既存の技術で対応可能であり初期投資をできるだけ抑えた実用性のあるプロトタイプの OTEC を実海域に配備して、エネルギーインフラとして国境離島の経済の安定と海洋の安全保障に寄与し、さらにそこから得られる経済的技術的データを集積して、将来の大型商用規模の OTEC の導入に繋げていくことが必要であると考え、小型浮体式 OTEC の FS を行いました。

5 回の委員会と作業会議では毎回時間を超過して活発な議論と意見交換が行われ、各委員の協力をいただきここに調査研究報告書を取りまとめることができました。的確な指摘とたぐいまれな指導力によりまとめていただいた大内一之委員長並びにボランティアで参加し真摯な議論と貴重な情報・資料を提供していただいた委員の皆様に心より感謝申し上げます。

特に、技術検討にあたって、北小路結花委員、實原定幸委員、久富真悟委員から詳細なデータや機器の仕様、工法の検討資料等を提供していただきました。厚くお礼申し上げます。

また、委員会の開催・運営にあたって一般財団法人沿岸技術研究センターに一方ならぬご支援をいただきました。紙面を借りてお礼申し上げます。

今回の成果が OTEC の実現に寄与することができるよう各方面に啓発活動を展開していきたいと考えています。

海ロマン 21 海洋資源・エネルギー研究会  
主査 井上興治

小型浮体式海洋温度差発電（OTEC）の導入に関する調査研究

～国境離島の経済安定と海洋の安全保障に  
寄与するエネルギーインフラ～

発行日 令和 7 年 9 月

発行所 特定非営利活動法人 海ロマン 21  
海洋資源・エネルギー研究会

<https://ur21.net>

E-mail: [pxk06143@nifty.ne.jp](mailto:pxk06143@nifty.ne.jp)

Tel: 03-4544-7701