

日本経済新聞

海洋温度差発電、久米島で始動 クリーンで無尽蔵な再生エネ

2013/4/29 7:00 | 日本経済新聞 電子版

海洋温度差発電の世界唯一の実用実証プラントが沖縄本島の西約100キロの久米島で動き出した。島の東海岸にある沖縄県海洋深層水研究所に出力50キロワットの発電プラントが完成。4月半ばから実験を始めた。エビの養殖や野菜の栽培などに海洋深層水を活用している研究所の電源に使うほか、島全体の電力系統にもつなげる。

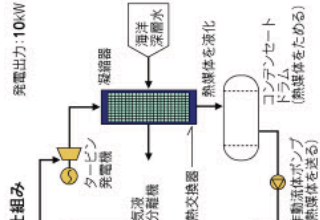
■6月には24時間連続運転に

東シナ海を臨む海岸に建設した発電プラントの1階で、施設の中核部分を手がけた、エネルギーベンチャーのゼネクス(東京・中央)の岡村盡エンジニアリンググループ部長代理が状況を表示するパソコンをにらむ。隣には巨大な取水塔が建ち、ここから深層水と表層水をもらう。

1月下旬から久米島の民宿に泊まり込み準備を進めた岡村氏は「今は発電タービンをチェック中だが、熱交換は順調。6月には24時間連続運転に入る予定」という。深層水の量が変化した時の熱交換器やタービンの負荷など、2年で様々なデータをとる。

海洋温度差発電は600～1000メートル程度の深海の冷たい深層水と表層の暖かい海水の温度差を利用して発電する。沸点の低い熱媒体を表層水で気化させ、タービンで発電、冷たい深層水で液体に戻す。

久米島の海洋温度差発電の仕組み



久米島の場合、深層水研究所が約2キロを超える長さの取水パイプで600メートル強の深さの海底からセ氏8.5度の深層水を取水し、夏で29度、冬で22度程度、平均すると26.5度の表層水を使う。これまでに佐賀県伊万里市に佐賀大が持つ出力30キロワットの設備が唯一の実証機だったが、深層水ではなく、人工的に温度差を作り出して実験している。

久米島の深層水研究所は深層水の1日の取水量が1万3000トンと日本最大の規模を誇る。近海に深い海域があり、表層との温度差も大きく、「海洋温度差発電のベストサイト」(佐賀大の池上康之准教授)という。実証実験は40



久米島の沖縄県海洋深層水研究所に完成した海洋温度差発電プラント

年以上海洋温度差発電の研究をしている佐賀大が技術面で全面協力している。

発電効率のカギを握るのが熱交換に使うチタンプレートだ。複雑な形状に加工する必要があるが、日本では神戸製鋼所が強い。米など海外勢がアルミニウムで熱交換しようとしているのに対し、日本の加工技術がリードしている分野だ。さらに同社と佐賀大は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクトでさらに効率のいいチタンプレートの加工の研究を続けている。

2000年にオープンした同研究所は深層水を漁業や農業や養殖に利用している。沖縄の熱い夏に海水や農地を冷やすのに、深層水をそのまま使ったり、熱交換したりして使うのだ。夏の暑さで弱くなるクルマエビの養殖などに威力を発揮、今では久米島のクルマエビ養殖は島の一大産業に成長した。

■さとうきび産業上回る売り上げ

現在、魚の養殖や化粧品、海ブドウ、塩など深層水関連企業の総売り上げは年間20億円。島の最大の産業である、さとうきびの倍以上になった。

ただ、それだけに深層水の利用率も増えている。「夏場の利用は取水の上限に近づいている」(安井理奈主任研究員)状況だ。今後の新規参入に影響が出る可能性もある。

夏は温度差が大きき、発電効率が上がりますが、養殖などに迷惑をかけないように実証発電は余った深層水を使う。夏に1日2000トン、冬は7000トン使う予定だったが、実際はフル出力の10キロワット分の深層水を得るのは難しそうだ。

ここでまず久米島では「マルチステージ・ランキンサイクル」と呼ぶ深層水を2回使う方式を採用した。熱交換器の数は増えるが、発電効率は高まる。なにより少ない深層水で発電できる。

さらに検討しているのが、何度も温度差を活用するカスケード利用だ。現在発電で使った深層水は捨てている。しかし温度差発電ではセ氏8.5度の深層水が11.5度、つまり3度上がるだけで、まだまだ冷たい。その冷たい深層水を農業などで再利用しようという考えだ。久米島町がまず新しい植物工場でおおこうと計画している。

久米島ではこの実験がうまくいけば出力1メガワット級の海洋温度差発電所を建設したいと考えて。新たな取水パイプの敷設が必要でそれに100億円、発電プラントの建設に約30億円かかるかとみている。設備費に50%補助されれば、発電単価は20円を切るかと試算している。

町は「次に進むために何となくこの実験は成功してほしい」(中村幸雄プロジェクト推進室長)と期待は大きい。というのも将来は10メガワットのプラントを建設して「深層水発電をベース



沖縄県海洋深層水研究所は海洋深層水を使って海藻などの育成を研究している

電源に、他の再生可能エネルギーを組み合わせ、エネルギーも食料も完全自給する」という「久米島モデル」の構想を描いているからだ。

現在は島内の沖縄電力の火力発電所から電力供給を受けているが、そうなれば沖縄電力に深層水発電所の管理を委託できないかと考えている。

太陽光発電や洋上風力は設置すればすぐに発電を始められるが、天候により発電量が変動するのが難点。その点、海洋温度差発電は、深層水の温度が一定でベース電源に使える上、設備の稼働率も95%以上と高い。

■大規模化のメリット大きく

さらに強みなのは「深層水の漁業利用など複合利用ができる」(IHIプラント建設プラント統括部設計部プロセスグループの尾崎誠次長)点だ。海外では海水淡水化のプラントを組み合わせる構想もある。発電だけの他の新エネルギーと違い、複合施設の利用全体で採算性を考えることができる。

近海に海溝を多数持つ日本は無限の資源を持つ。同じ海洋エネルギーでも海洋温度差のポテンシャルは波力の8倍、海流の15倍、潮流の25倍以上とされる。NEDOの調査などによると久米島のほか沖縄は宮古島や石垣島、沖縄本島などが適地とされている。沖縄では岸からの距離が30キロ以内の場所に浮体式の海洋温度差発電設備を設ければ、発電ポテンシャルは約2800メガワットあり、沖縄の総電力需要を賄えるという試算もある。

海洋温度差発電を長く研究する佐賀大の池上准教授も「海洋温度差発電は大規模化するメリットが大きい」と指摘する。

久米島のプラントは横河電機、IHIプラント建設、ゼネシスの共同企業が建設・運営している。プラント建設の親会社のIHIは、海流発電とこの海洋温度差発電を海洋エネルギー事業の柱に位置付けている。研究が始まったばかりの海流発電より、温度差発電の方が実用に近い。

海洋温度差は沖縄以南の表層水の温度が高い暑い地域の方が効率がいい。このためIHIは太平洋の島しょ国家など日本にとどまらず、「この技術の実用化を急ぎ、将来は10メガワット規模の商用プラントを世界に売り込んでいく」(磯本馨営業本部総合営業部営業グループ主幹)戦略だ。



久米島町役場の中村幸雄プロジェクト推進室長



発電効率のカギを握る熱交換装置(赤い部分)

NIKKEI Copyright © 2013 Nikkei Inc. All rights reserved.

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、日本経済新聞社またはその情報提供者に帰属します。また、本サービスに掲載の記事・写真等の無断複製・転載を禁じます。

海洋温度差で発電

沖縄県 実証プラントを稼働



海洋温度差発電の通電式（沖縄県久米島町）

沖縄県は16日、海水の（ T_2 ）の本格運転を同県久米島町で始めた。電力系運用してデータを集め、つくる海洋温度差発電の統一つなぎ、県の施設で実証プラント（出力50 kW ）使う電力の一部をまかな

げる。海洋温度差発電はセ氏25 \sim 30度の温かい表層の海水で冷媒を蒸発させ、その蒸気でタービンを回して発電する。蒸気は水深6 \sim 12 m からくみ上げ、たせ氏8 \sim 10度の冷たい深層水で冷やし、再び冷媒として使う。太陽光や風力と違って、昼夜を問わず一定の出力で運転できるとされるが、これまでに実証された例はない。実証プラントは、沖縄県から委託されたIHIプラント建設（東京・江東）と横河電機、環境ベ

ンチャー企業のゼネシス（東京・中央）が佐賀大から試験運転に乗りだの協力を得て建設した。



2013年6月17日 月曜日
【旧5月9日・先勝】
(平成25年)

海洋温度差発電実証へ

久米島の試験施設 県が通電式

【久米島】県は16日、久米島の海洋深層水研究所で、海洋温度差発電（OTEC）実証プラントの「通電式」を行った。OTECは再生可能エネルギーの一つで、太陽で温められた海面の表層水と、海洋を循環する冷たい深層水の温度差を利用して発電する仕組み。世界的にも研究事例が少なく、最先端のプラントといえる。来年度まで気象条件の悪化などによる発電率などを蓄積・分析し、実用化への可能性や課題を探る。



④通電式で発電のスイッチを押す（前列左から）川上守久副知事、島尻安伊子内閣府政務官、平良朝幸久米島市長。久米島の海洋温度差発電実証実験施設。⑤県が試験発電を始めた「海洋温度差発電」プラント

プラントは最大出力50キロワットのタービン発電機、データ分析を行う施設などを備える。「作動流体」（沸点が低いアンモニアや代替フロンなど）と呼ばれる媒体を、表層水の熱で気化し、その圧力でタービンを動かし発電する。その後、深層水を「作動流体」を冷やして液体に



戻し、再び表層水で温め、循環させる。

OTECは表層水・深層水とも水蒸発化が小さく、発電出力が安定しているのが特徴。海水温の温度差が20度以上の亜熱帯・熱帯地域で有望とされ、沖縄は適地の一つ。発電後の深層水を水産業や農業など多分野で複合的に活用できるのもメリット。ただ、深層から大量の海水をくみ上げるのにコストがかかり、発電の効率化などが課題となっている。

プラントは県が一括投資金（約1億5千万円）で整備。この3月までに完成し、4月から稼働している。同日の通電式は、6月17日の「海洋深層水の日」に近い日曜日に合わせて催され、島尻安伊子内閣府政務官、国や県、町の関係者、設備業者、ハイクを全国内外の研究者が出席した。17日には町主催の講演会も開かれる。

川上守久副知事は「化石燃料に頼る沖縄にとって、エネルギーの多様化は重要な課題だ。海洋温度差発電は沖縄の特性を生かした地産地消のクリーンなエネルギー。世界に先駆けた実証実験、その成果に期待したい」と述べた。

海洋温度差発電に期待

プラント完成 深層水再利用も 久米島シンポ



海洋温度差発電に関する最先端の講話に、多くの聴衆が耳を傾けた。久米島シンポジウム。資料環境改善センター

専門家ら提言

【久米島】本島でめられた深層水と、海洋を循環する海洋深層水の水温差を利用して発電する「海洋温度差発電(OTEC)」の実証プラントの可能性を考える講演会(主催、県、久米島町、佐賀大学海洋エネルギー研究センターなど)が17日、町立高野資料環境改善センターで開かれた。

講師を務めた国内外の専門家らは、世界を先駆けた

実証プラント完成の意義を強調。久米島の研究成果を踏まえた実用化、発電後の海洋深層水の再利用のシステム構築に期待を寄せた。

海洋深層水利用学会会長の高橋正征氏(東京大学名誉教授)は「20世紀は地球資源を使って豊かになったが、同時に環境汚染を招いた。資源量が豊かで安定的・クリーンな海洋深層水の利用は、人類を新たなステージに導く」と強調した。

NPO法人・イニシアティブ代表の野中とも氏(元三洋電機代表取締役)は「エネルギーや食料などを自分でまかなうことは島の誇りであり、命が輝くことだ。お宝は買えない魅力(付加価値)になる」と呼び掛けた。

米国ハワイ州立自然エネルギー研究所(NHEI)所

長のグレゴリー・バーバー氏は「OTECが実用化されれば、島内で新たな雇用や高度な教育が必要になるだろう。互いに協力したい」。

エンタープライズ・ホールルネーシンググループのマーク・マクグロウ氏も「離島の生活は多くを豊かに頼っているが、OTECは問題解決の一つになり得る」と期待した。

実証プラントでの研究協力する佐賀大学海洋エネルギー研究センター副センター長(同大教授)の池上康之氏は「世界的にOTECが注目され、開発競争が進む中、世界に先駆け、久米島と本格的な実証プラントが稼働し、発電できたことは大きな意義がある」とし、研究を加速させていく考えを示した。

別次元のエネルギーが必要

海洋深層水には五つの利点がある。量が豊大であり、使っても再生される。クリーンであり、発熱しない。さらにエネルギーだけではなく、人間が必要とする物質



高橋 正征氏

資源を占める。20世紀の豊かさは石油などの地下資源に頼ることで実現した。おやじの遺産を使ってきたようなものだが、いままは資源は枯渇し、環境汚染まで引き起す。豊かさを追うのではなく、別次元のエネルギーにシフトしていくべきだ。発電に使った海洋深層水を水産養殖や農業、空調など多岐的に使用していくことができれば、地球資源からの差別が可能だ。

高度な知識と技術が課題

ハワイ州立自然エネルギー研究所(NHEI)は最先端技術のシニアリサーチ、企業に土地と海洋深層水を提供している。ただ、貸し付ける土地はほとんどなく、



グレゴリー・バーバー氏

再生可能エネルギー事業にシフトしていく必要がある。海洋深層水の取引量が課題になるが、久米島の取り組は先進的で、世界のリーダー的存在だと考えている。今後、OTECが進展すれば、島内で高度な知識や技術を必要とされる仕事が増えるだろうし、ハイレベルな教育も求められる。ハワイでも同じような議論を抱えており、互いに連携・協力していきたい。

命輝く島のシステム構築

日本は資源の多くを海外に頼っているが、海という資源に囲まれている。海洋温度差発電は、海からエネルギーを取り出すことで、サステナブル(持続可能な)再生



野中 ともよ氏

産品になる。人は貧しい。人生の糧が、お金という指標に動かないではない。糧は食料やエネルギーを供給し、循環させる可能性を秘めており、それは「命が輝く」ことだ。島の魅力(付加価値)であり、世界中から注目されるだろう。ぜひ、誇りを持ってほしい。久米島高校に講義があることも大きな意味がある。一番命が輝く島のシステムをつくってください。

発電1割で安定的電源に

この実証プラントは突然できたわけではない。久米島の方々が国内最大規模の海洋深層水を安全・安定的に活用し、関連部品を毎年20億円も売り上げているという



池上 康之氏

実績があった初めて設置できた。佐賀県では約40年前から海洋温度差発電(OTEC)の研究を進めてきた。無理という言葉もあつたが、多くの人が突き進んでくれた。世界的にもOTECが注目され、米、仏、中国、韓国などがプラントの建設を進めている。ポツンシヤルの1割でも発電できれば、安定的な再生エネルギーに期待できる。久米島の実証を通して研究を加速させたい。

2013年(平成25年) 6月19日 水曜日

王荒 王求 糸斤 幸辰

通電式で発電のスイッチを押す(前列左から)川上好久副知事、島尻安伊子内閣府政務官、平良朝幸久米島町長
16日、久米島町



温度差発電で通電式

実証事業 海洋深層水を利用

久米島

【久米島】県は16日、沖縄県海洋深層水研究所(久米島町)の海洋温度差発電(OTEC)実証プラントの通電式を行った。

プラントは「海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証事業」(一括交付金)を活用して整備し、4月から稼働している。

プラントは出力50キロワットのタービン発電機、実証データを分析する施設を完備。温度差発電は

水温変化が小さく、発電出力が安定しているのが特徴で、利用した深層水は水温が10〜12度と低温のため水産業、農業などに複合利用することができる。

通電式は、6月12日の「海洋深層水の日」に合わせて開かれ、多くの関係者が出席した。

川上好久副知事は「化石燃料に依存する沖縄にとって、エネルギー自給率の向上、エネルギー供給源の多様化は重要。世

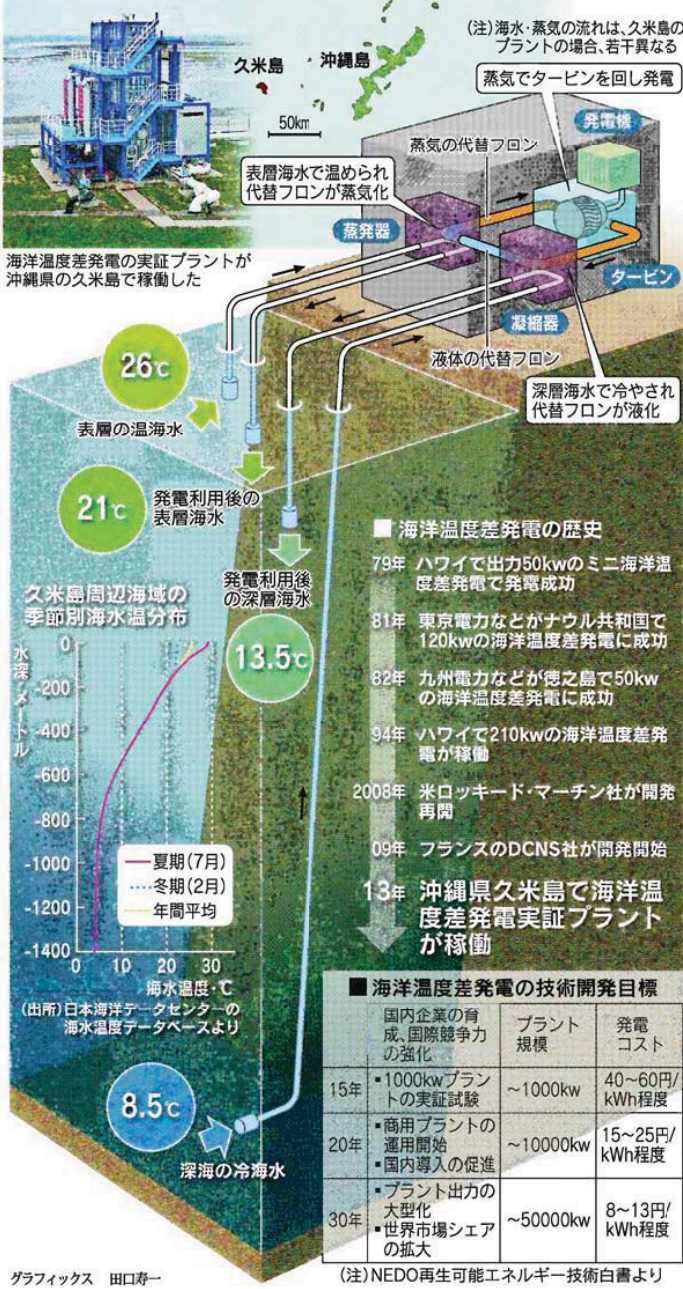
界に先駆けて行われる実証実験の成果に期待している」と話した。

式典に引き続きレセプションが行われ、平良朝幸久米島町長は「自然エネルギーの活用に一石を投じた。温度差発電を中心に深層水の利用先進地として挑戦したい」と意気込みを話した。

17日には、実証施設記念講演会が久米島町具志川農村環境改善センターで開かれた。

(中島徹也通信員)

日本の研究は世界の先頭を走る



- ### 海洋温度差発電の歴史
- 79年 ハワイで出力50kwのミニ海洋温度差発電で発電成功
 - 81年 東京電力などがナウル共和国で120kwの海洋温度差発電に成功
 - 82年 九州電力などが徳之島で50kwの海洋温度差発電に成功
 - 94年 ハワイで210kwの海洋温度差発電が稼働
 - 2008年 ミロッキード・マーチン社が開発再開
 - 09年 フランスのDCNS社が開発開始
 - 13年 沖縄県久米島で海洋温度差発電実証プラントが稼働

海洋温度差発電の技術開発目標

国内企業の育成、国際競争力の強化	プラント規模	発電コスト
15年	1000kwプラントの実証試験	40~60円/kWh程度
20年	商用プラントの運用開始 国内導入の促進	15~25円/kWh程度
30年	プラント出力の大型化 世界市場シェアの拡大	8~13円/kWh程度

(注) NEDO再生可能エネルギー技術白書より

キーワード

海洋温度差発電の発電方式 大きく分け3タイプ

クローズドサイクルは表層の温かい海水を蒸発器に導き、アンモニアや代替フロンを蒸発させてタービンを回す。最近では経済性や環境への影響などから、アンモニアや代替フロンよりも、アンモニアと水の混合媒体が有望視されている。

オープンサイクルは真空ポンプで減圧した蒸発器で表層海水を蒸発させてタービンを回す。タービンを回した後の蒸気は凝縮器で深層水によって、冷やされ、海に排出される。

ほかに、減圧した蒸発器に表層水を導いて作った蒸気でアンモニアなどを蒸発させ、タービンを回し、深層水で冷やしてアンモニアを液体に戻すハイブリッド方式もある。

同研究所内にある海軍の施設で熱交換器の試験をしており、ハワイのエンジニアリング会社、マカイ・オーション・エンジニアリングが出力1000キロワットの発電機を取り付けて来春をメドに発電を開始する予定だ。

また、同研究所はOTEC（オープンターミネーション）と同研究所内に出力1000キロワットの商用プラントを建設する交渉も進めている。

米ロッキード・マーチン社は4月、中国のデベロップメントのレイノウッドグループと出力1万キロワットの海洋温度差発電プラントを海南島の沖合に建設する契約を結んだ。海に浮かべる浮体式で、2017年の完成を目指す。フランスのDCNSもインド洋上のレユニオン島やタヒチなどでプラントを建設する計画を進める。

日本は海洋温度差発電で世界の先頭を走るが、海外勢の追い上げは激しい。逆転されないよう商用化への取り組みを加速する必要がある。

(編集委員 西山彰彦)

海洋温度差発電に脚光

高さ8メートルある実証プラントは、沖縄県久米島にある沖縄県海洋深層水研究所の一角にある。片側には赤いパネル、反対側には青いパネルが取り付けられており、モダンな外観だ。

海洋の温度差で発電する仕組みはこうだ。蒸発器と呼ばれる赤いパネルにセシウム25〜30度の温かい表層の海水をくみ上げて、沸点が低い液体の代替フロンを蒸発させる。その蒸気で発電機

を動かして、電気を作る。発電に使われた後の蒸気は青いパネルの凝縮器に送られ、ここで水深612メートルからくみ上げたセシウム8〜10度の冷たい海水で蒸気を冷やし、液体に戻し再利用する。

海洋温度差発電は太陽光や風力と違い24時間一定の出力で運転できる。今回の試験では2年かけて海水の温度変化による発電量の変動などのデータを集め、分析する。沖縄県商工労働部

建設した。プラントの性能は、蒸発器と凝縮器に使われている熱交換器が大きく左右される。今回、熱交換器には神戸の下地明和産業振興統括監は「発電効率と安定性を確かめ、実用化につなげた」と意気込む。

実証プラントは沖縄県から委託された1日1プランの建設(東京・江東)と横河電機、環境ンチャー企業のゼネラス(東京・中央)が、佐賀大学の協力を得て

戸製鋼が開発した最新鋭のチタン板を採用。熱を伝える性能が従来より20%以上向上した。

海洋温度差発電は現在、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の調査によると、海岸からの距離が30キロ以内の発電能力は年間約470億キロワットに相当する。

発電コストは温度差や海水をくみ上げる取水管の長さ、熱交換器の効率などによって決まってくる。海洋エネルギー資源利用推進機

一定出力強み、実証装置稼働

そこで、久米島町プロジェクト推進室の中村幸雄室長は「代替フロンを液体に戻すために使った後の冷たい深層水を、ホウレンソウの栽培などに複合利用して経済性も評価したい」と話す。

同町が計画する1000キロワットの商用プラントでは植物工場のほか、エヒヤ海藻の養殖、空調や海水淡水化、リチウム回収などの複合利用を考えている。

海外でも実用化に向け、開発が急ピッチで進む。米ハワイ州立自然エネルギー研究所のグレゴリー・パーバー所長は「出力1000キロワットと1000キロワットの2つの海洋温度差発電プラントを建設する計画が進む」と話す。

施設で熱交換器の試験をしており、ハワイのエンジニアリング会社、マカイ・オーション・エンジニアリングが出力1000キロワットの発電機を取り付けて来春をメドに発電を開始する予定だ。

また、同研究所はOTEC（オープンターミネーション）と同研究所内に出力1000キロワットの商用プラントを建設する交渉も進めている。

米ロッキード・マーチン社は4月、中国のデベロップメントのレイノウッドグループと出力1万キロワットの海洋温度差発電プラントを海南島の沖合に建設する契約を結んだ。海に浮かべる浮体式で、2017年の完成を目指す。フランスのDCNSもインド洋上のレユニオン島やタヒチなどでプラントを建設する計画を進める。

日本は海洋温度差発電で世界の先頭を走るが、海外勢の追い上げは激しい。逆転されないよう商用化への取り組みを加速する必要がある。

(編集委員 西山彰彦)

2014年(平成26年)1月22日(木曜日)

空調ダイア

●●第2部 低温編

海水を利用した
地産地消エネルギー

海洋温度差発電 実証試験本格始動

沖縄・久米町には日本で唯一、寒期の海水をろ過して発電している海洋温度差発電プラントがある。10年ほど前、沖縄県産業技術研究所(併設環境研究所)で、その海洋温度差発電装置の試作がなされた。海水温度差を利用する発電の原理を簡単に説明すると、暖かい海水は膨張し、冷たい海水は収縮する。この膨張と収縮の差を利用して発電機を回すことで発電が可能となる。この原理を利用して、沖縄県産業技術研究所(併設環境研究所)で、その海洋温度差発電装置の試作がなされた。海水温度差を利用する発電の原理を簡単に説明すると、暖かい海水は膨張し、冷たい海水は収縮する。この膨張と収縮の差を利用して発電機を回すことで発電が可能となる。



海洋温度差発電装置の概要。海水をろ過して発電している。左側は海水ろ過装置、右側は発電機。



※低温海水は、海洋温度差発電装置の概要。海水をろ過して発電している。左側は海水ろ過装置、右側は発電機。海洋温度差発電装置の概要。海水をろ過して発電している。左側は海水ろ過装置、右側は発電機。



海洋温度差発電プラント

海の恵みを楽しむ

県産品の利用が広がる。海洋温度差発電プラントの稼働により、海水をろ過して発電している。この発電機を回すことで発電が可能となる。この原理を利用して、沖縄県産業技術研究所(併設環境研究所)で、その海洋温度差発電装置の試作がなされた。海水温度差を利用する発電の原理を簡単に説明すると、暖かい海水は膨張し、冷たい海水は収縮する。この膨張と収縮の差を利用して発電機を回すことで発電が可能となる。

- 【実証試験の構成】
●ユニットA=運転発電機
●ユニットB=各機要要素技
術試験(出力500kW相当)
●タービン(1台)
●ポンプ(1台)
●冷却水(1台)
●海水ろ過装置(1台)
●発電機(1台)
●制御システム(1台)
●運転用(1台)
●メンテナンス用(1台)
●運転用(1台)
●メンテナンス用(1台)

海洋深層水の複合利用モデルの最前線 ～久米島の海洋温度差発電設備～

取材/千住朝陽 (X)、比嘉智水・宮城正弥、森永崇大 (琉球大学)
協力/沖縄県海洋深層水研究所・沖縄県理工労働部産業政策課・久米島町役場

1. はじめに

地球温暖化進展の懸念や化石燃料の枯渇に対して再生可能エネルギーが近年注目されている。再生可能エネルギーの代表格は太陽光や風力であるが、再生可能エネルギーは希薄であることから大出力化を目指す必然的に広大な設置面積が要求される。そのため、地上以外に賦存する再生可能エネルギーの活用も考えられており、その候補として海洋エネルギーが近年注目を集めている。

内閣府は、2012年5月に総合海洋政策本部で決定された「海洋再生可能エネルギー利用促進に関する今後の取組方針」に基づき、海洋再生可能エネルギーの実証実験のための海域を提示するための「実証フィールド」を2013年3月12日より公募している⁽¹⁾。本公募により海洋エネルギーの開発コストの低減、民間の参入意欲の向上、産業の国際競争力強化、関連産業集積による地域経済活性化を図ることになる。

筆者らは、今後発展が見込まれる海洋エネルギーの中で沖縄県久米島町に建設された海洋温度差発電設備を訪れる機会を得たので、海洋深層水利用の広範なケースカード利用とともに本実証設備の概要について報告する。また、海洋深層水の利活用の今後の展開についても説明する。

2. 沖縄県海洋深層水研究所

沖縄県に属している久米島町は、沖縄本島から航空機またはフェリーを利用して訪れることができる。久米島は図1⁽²⁾に示すように沖縄本島の西方向約100kmに位置しており、近年ではプロ野球の東北楽天ゴールデンイーグルス春季キャンプのキャンプ地として全国的に知名度が高くなっており、久米島の人口は、8500人弱であり、第三次産業のサービス業と第一次産業の農林業を中心とした産業が主体である。

沖縄県農林水産部が所管する沖縄県海洋深層水研究所が久米島町字真謝に2000年6月に開所されている。久米島に研究所が開設された理由は、他の建設候補地と比較して、①取水管の

敷設が比較的短距離である、②深層水を利用した観光業の推進が見込める、③深層水を利用した事業所誘致のためのビジネスパーク用地が確保できるなどのためである。海洋深層水利用では陸上から取水管を敷設するため、沿岸から取水深度までの距離が長距離になると建設コストおよび深層水汲み上げに必要なエネルギーの面で不利となる。周囲が海で囲まれている沖縄県でも遠浅の海が多く占めているため、海洋深層水利用が可能な地域は限られる。久米島の海洋深層水施設の最大

取水量である日量13,000tは全国トップクラスの規模であり、深層水取水口の水深は612mであることから久米島海洋深層水連絡協議会では6月12日を「海洋深層水の日」として制定している。今年で7回目となる



図1 海洋深層水研究所の位置⁽²⁾

久米島海洋深層水協議会主催の「久米島海洋深層水フェア」が6月16日に開催された。さらに2013年3月末に海洋温度差発電設備が建設されたことから、同日に海洋温度差発電実証設備の建設にかかわった関係者が久米島に集い電力系統に連系するためのセレモニー(通電式)が盛大に挙行された。

海洋深層水(英語でDeep Ocean Water: DOW、あるいはDeep Seawater: DSW)は、光合成による有機物生産より有機物分解が卓越し、かつ船舶混合や人為的影響が少ない、200m以上の深さの資源性の高い海洋水と定義⁽³⁾されており、安定した低温性、富栄養性、清浄性、水質の安定性な

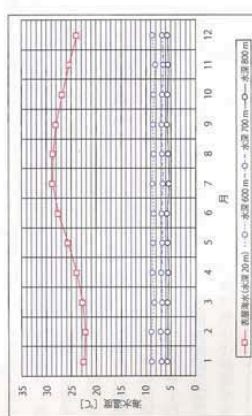


図2 表層水と深層水の月別温度⁽³⁾

出典: 久米島(日本海洋深層水研究会)「深層水」データベースよりグラフ化

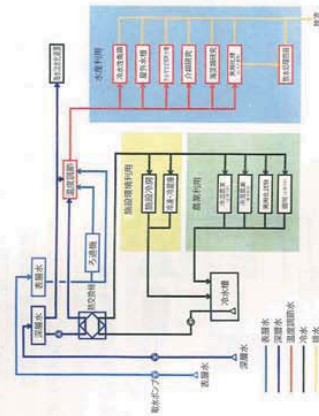


図3 表層水と深層水の利用⁽²⁾

り、表層水に比べて多くの有用な特徴を有している。したがって、海洋深層水利用に関しては上述した大きな特徴を活用することが重要となる。

研究所では、深層水(取水ポンプ75kW×1基)を取水し、水産利用、農業利用、施設環境利用に活用している。本研究施設で研究されている内容はらびに関連産業の概要は次章において説明する。深層水における取水管は特殊ポリエチレン管が2条使用されており、内径が280mmである。海洋深層水と表層水の月別海水温度を図2⁽³⁾に示す。表層水は夏期に温度が高くくな

り、冬期に低下しているが、深層水の温度は一年を通してほとんど変化がないことが分かる。表層水の温度は冬期22℃、夏期28℃であり、深層水は600m地点で約9℃となっている。また、ある程度の深さに達すると深層水温度は大幅な低下がみられないため、高深度の深層水を無理に汲み上げるとは取水管の敷設費用が高額となるだけである。図3は海洋深層水研究所で取水した深層水と表層水の利用方法を示している⁽²⁾。

図4⁽²⁾は海洋深層水研究所の建物配置図であり、各研究施設がコンパク



図4 設備配置状況⁽²⁾

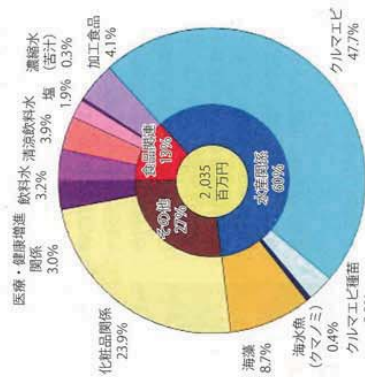


図5 海洋深層水利用産業売上高⁽²⁾

トに配置されている。海洋温度差発電実証設備は図4の赤色で示した部分に設置されている。研究所の周辺は海洋深層水を利用した関連施設を有する。本研究の周辺は海洋深層水を利用した関連施設を有する。本研究の周辺は海洋深層水を利用した関連施設を有する。

3.2 食品分野・その他
食品分野では、海洋深層水を利用した食品が数多く販売されている。その中でも飲料水関係が、海洋深層水の清浄性などから注目されている。食品の一部として健康食品も生産されている。

3.3 農業分野
農業分野では、海洋深層水の冷熱を利用したレタスやホウレンソウの生産方法が海洋深層水研究所で検討されているが、多額の設備投資が必要であることから産業として現状では確立していない。しかし、植物工場として将来整備することが計画されており、沖縄における夏期の葉野菜不足（価格高騰）に対処できるものとして期待されている。

3.4 パーザーハウス久米島
海洋深層水を100%使用した世界初のパーザーハウスであり、サウナやリラクゼーションを導入した温浴施設で育成されている。クルマエビの育苗センターにおける親エビ飼育等が海洋深層水が利用されている。

3.1 水産分野
図5に示すように海洋深層水関連、冷熱を熱交換器で熱交換した冷淡水を塩ビパイプで流し、地中（網膜）を冷却することによりホウレンソウを育成する技術が確立されている（図6）。

図6 ホウレンソウ栽培
研究者の伊藤寛治氏、比嘉、森永、千住

図7 OTEC動作原理
図8は海洋温度差発電実証設備の外観である。縦長のプラントであることが理解できるが、これは媒体の移動

ある。久米島の第三セクターとして発足し、今年で10年経過した。施設は、海洋深層水研究所から離れた久米島に開設されている。海水温度が低い海洋深層水を温めて温浴施設へ供給するため、電気温水器が用いられている。このため、光熱費コストが高くなる。これが課題として挙げられている。今後の設備更新時にヒートポンプなどを導入して本課題を解決できる可能性がある。

4. 海洋温度差発電

海洋温度差発電 (Ocean Thermal Energy Conversion: OTEC) は、表層水と深層水の温度差を利用した発電方法であり、一般に海水の温度差が20度以上必要であるといわれている。

沖縄県労働部産業政策課は、海洋深層水の利用高度化に向けた発電実証事業として海洋温度差発電実証設備を海洋深層水研究所の一面に建設した。本設備は沖縄21世紀ビジョン基本計画に基づき、海洋エネルギーの研究開発を促進し、沖縄の地域特性に合ったクリーンエネルギーの地産地消による環境負荷低減を図るための実証設備である。本実証設備を用いた具体的な試験や調査事項は下記の3点である。

- ①発電利用実証試験
②海洋温度差発電システム確立
③海洋深層水の複合的利用システムの確立

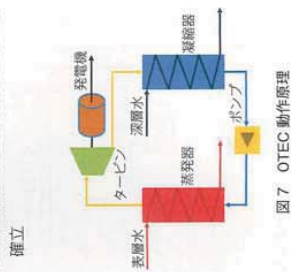


図8 OTEC外観

図7はOTEC実証設備の原理図を示している。OTEC実証設備は、表層水の熱源を利用して媒体（代替フロン）を蒸発器で気化し、タービンを回転させる。タービンから動力を得て発電機を駆動することで発電できる。タービン通過後の媒体は低温の海洋深層水で冷却され、液体になる。媒体はポンプで再度蒸発器へ送られる。媒体はポンプではタービンと発電機が設置されている。したがって、系統の連系はインポートで接続されている。図9は、OTEC実証設備の制御室の様子を示している。今回の取材で久米島に建設されたOTEC実証設備がコンバクトに設計されていることが理解できた。OTEC実証設備を取材する前まではOTECが海洋深層水利用の主要設備であると考えられていたが、OTEC実証設備を今回新たに導入する目的は発電のみならず、他産業における海洋深層水利用を活性化することである。例えば、海洋深層水を取水してそのまま水産物養殖に利用することは困難な場合があるため、海洋深層水をまずOTECで利用することにより加温プロセスを省くことが可能となる点は大きな利点となる。そのため本実証設備の導入は、発電のみならず他産業における深層水のカスケード利用を促進するといえる。



図9 OTEC制御室
(後方) OTEC実証設備の概要を説明していたたいた(株)ゼネシスの岡村薫氏、前方:左より比嘉、森永、宮城

を考慮して考案された構造である。プラントの左右にユニットA、Bがそれぞれ組み込まれており、ユニットAのプラント上部にタービンと発電機が設置されている。タービンの回転数は毎分33,000回転のため発電機として永久磁石型発電機が採用されている。したがって、系統との連系はインポートで接続されている。図9は、OTEC実証設備の制御室の様子を示している。今回の取材で久米島に建設されたOTEC実証設備がコンバクトに設計されていることが理解できた。

OTEC実証設備を取材する前まではOTECが海洋深層水利用の主要設備であると考えられていたが、OTEC実証設備を今回新たに導入する目的は発電のみならず、他産業における海洋深層水利用を活性化することである。例えば、海洋深層水を取水してそのまま水産物養殖に利用することは困難な場合があるため、海洋深層水をまずOTECで利用することにより加温プロセスを省くことが可能となる点は大きな利点となる。そのため本実証設備の導入は、発電のみならず他産業における深層水のカスケード利用を促進するといえる。

5. おわりに

海洋深層水による地域雇用の拡大を図るため現在の取水規模を10倍程度拡張した計画案が提案されている。本計画によると雇用数は1,500人、関連産業とサービスの上乗高が年間50億円程度見込まれている。また、本計画案におけるOTEC設備の発電容量は1,000kWが想定されている。さらに取水量を増加することで想定されている新たな海洋深層水の活用方法として、冷熱を用いたデータセンターの空調、植物工場、海水中に含まれるリチウムの回収、フロンを回収して海水淡水化、薬類による栄養塩吸着などが挙げられている。

今回の海洋深層水施設取材で海洋深層水の大きな可能性を知ることができた。海洋深層水は大きな可能性を秘めた地域資源である。久米島の海洋深層水は現在に至るまで10年以上にわたり数々の成果をあげており、久米島の強みとなっている。海洋深層水の活用をさらに拡大する存在意義と経済的効果が高まるといえる。

最後に、今回の取材で説明をいただいた沖縄県海洋深層水研究所の皆様、(株)ゼネシスの岡村薫氏、久米島町役場プロジェクト推進室の中村幸雄氏をはじめ当日お世話になった関係者の皆様へ深く感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 首相官邸ホームページ「海洋再生可能エネルギー推進フェーズ2の経緯の公表及び公表について」http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiteru/kaiteru/201303/index.html (2013)
(2) 沖縄県海洋深層水研究所ホームページhttp://www.pref.okinawa.jp/otec/wed0202rc.html
(3) 沖縄県久米島町役場ホームページ「緑の分権化推進事業久米島熱帯深層水複合利用基本調査報告書」(2011)