

DOWAS NEWS

2015

Vol18 No.2



- 「カリブ海のキュラソー島におけるオーシャン・エコパーク計画」
高橋正征(海洋深層水利用学会会長、東京大学・高知大学名誉教授) … 1
- 「沖縄ーハワイ 海洋エネルギーWSとNELHA OTEC通電セレモニー」
岡村壺(株式会社ゼネシス OTECグループ) … 4



海洋深層水利用学会

カリブ海のキュラソー島におけるオーシャン・エコパーク計画

高橋 正征（海洋深層水利用学会会長、東京大学・高知大学名誉教授）

DOWAS では、かなり以前から海洋深層水が含む膨大な量の冷熱エネルギーと、海洋深層水の多様な再生自然資源を利用した社会の持続性を高める、いわゆる“グリーン社会構想”を取り上げてきました。このところ欧米やアジアの各国でも同様な視点での海洋深層水の利活用への関心が高まり、具体的な計画が各地で提案されています。今回は、オランダが支援して進んでいるカリブ海のキュラソー（Curaçao）での取り組みを紹介します。

記事の内容は、2015年3月18日に佐賀大学海洋エネルギー研究センター主催の“International Seminar on Ocean Energy 2015”における Bluerise 社 CTO の Berend J. Kleute 氏の講演と関連のウェブサイトの記事をもとにまとめたものです。

1. キュラソー王国

キュラソーは、ベネズエラの北約 60km のカリブ海に浮かんだ面積 444km² で淡路島より少し小さな島（北緯 12 度 00 分～12 度 30 分）です。人口は 14 万人強で、2010 年にオランダ領から単独の王国となってオランダ王国の構成国になりました。周辺には、オランダ領のアルバ島とボネール島があります（図 1）。キュラソーでは、1915 年にベネズエラで油田が発見されると直ぐに、ロイヤル・ダッチ・シェル社が島に石油精製所を建設し、石油で栄えました。しかし、1970 年代のオイルショックで石油産業は大きな打撃を受け、1985 年に石油精製所は閉鎖されてしまいました。その後の島の経済は、主としてキュラソー・オレンジリキュールの生産・販売、観光、タックスヘイブン事業などで支えられています。



図 1 ベネズエラの北に位置するカリブ海のオランダ王国構成国の一つのキュラソー（王国）島とオランダ領のアルバ島とボネール島

2. カリブ海のハブを目指すキュラソー国際空港

キュラソー政府は、キュラソー国際空港を拡充・整備して、南米と北米およびヨーロッパを結ぶカリブ海のハブ空港とする計画を発表し、2001年12月に100%の政府出資で Curaçao Airport Holding N.V. (CAH) 社を創設しました。空港は、島の中央のくびれ部分にあり、首都ウィレムスタットの北西約 6～10km に位置します（図 2）。2006 年には、3,410m の滑走路が完成し、カリブ海で第 3 番目の規模の国際空港（Hato もしくは Curaçao International Airport）となり、年間 160 万人が利用す



図 2 キュラソー島中央部のカリブ海に面したキュラソー国際空港とキュラソー王国の首都のウィレムスタット

るようになりました。CAHは、傘下に空港の維持・管理を行う Hato International Airport (HIA) 社と、空港周辺の敷地の開発を行う Hato Assets Company (HASCO) 社をもって、両社の不動産はすべて政府が保有しています。

HIA 社の下には、空港の維持管理・発展・整備を担当するために DOMA (Development Operation Maintenance Agreement) がつくられ、それをもとにして空港が運営されています。実際の空港運営に必要な資金は、ブラジルの大手複合企業の Camargo Correa Group が 80%、チリの航空会社の Gestin e Ingereria IDC が 15%、スイスのチューリッヒ国際空港を管理している Unique Flughafen Zurich AG (Unique) が 5% をそれぞれ出資しています。

一方の HASCO 社は、空港機能を利用した、空港周辺の 450 ヘクタールの開発計画をつくり、実行することが使命です。実際に開発できるのは、約 200 ヘクタールです。計画は、空港都市開発計画 (Airport City Development) と呼ばれ、マスタープランには Ocean Ecopark (オーシャン・エコパーク)、Space Port (宇宙基地)、国際会議場施設、国際スポーツ競技場施設、国際市場など、空港機能を生かした各種施設が盛り込まれています。マスタープランの概要と概念図は <http://www.ca-holding.com/the-airport-city-concept> で見ることができます。

ついでながら、キュラソー政府は空港だけでなく港の整備も同時に進めていて、空港と港の両方のカリブ海でのハブ機能を目指しています。

3. オーシャン・エコパーク

オーシャン・エコパークは空港都市開発計画のマスタープランの目玉事業の一つで、空港都市が必要とするエネルギー・水・食料などの供給と、空港都市と周辺で出される有機廃棄物の資源化、つまり都市機能の維持に必要な資源の自給率の大幅向上と、廃棄物を極力出さない、未来の理想都市が目指されています。資源の自給率向上のために、海洋深層水の資源の利用が考えられています。海洋深層水の資源利用としては、空港と周辺の建物の空調 (SWAC, Seawater Air Conditioning)、500kW OTEC (海洋温度差発電)、海水淡水化、水産養殖、冷熱利用農業、藻類・海藻培養などです (図 3)。そのほか、海洋深層水の利活用とは直接には関係しませんが、空港と周辺で出された廃棄物からの資源回収 (バイオ燃料と CO₂) もオーシャン・エコパークの重要事業として取り上げられています。ここでは廃棄物に含まれる有機物を発酵処理でメタンにし、さらに水素ガスとして回収します。

計画書によれば、海洋深層水の取水管は内径 1.4m の硬質ポリエチレン管で、約 7km の管長で水深 1,000m から日量約 17 万トンの取水が予定されています。管は短管を 500m 長につないで、14 本を束にし、製造元のノルウェーからタグボートでカリブ海のキュラソーまで 6 週間かけて運ぶ計画です (図 4)。この方法での洋上パイプ輸送にはすでに多くの実績があり、大西洋横断では南米のコロンビアのカルタヘナとブラジルのレシフェまでそれぞれ 7 週間でパイプを搬送しています。大口径硬質ポリエチレン管の製造・接着・搬送・海中設置などの様子は次のアドレスで動画映像としてみることができます (<http://www.youtube.com/watch?v=JsT-vE8S01g>)。

計画では、取水設備などの初期費用として 5 千万米ドルが予定されています。農場や養殖場などを含んだオーシャン・エコパークの面積は約 20 ヘクタール。オーシャン・エコパークが実現すれば、再生資源である海洋深層水を利用して電気と熱エネルギーの自給率が向上し、さらに使用量が通常の半分以下になり、また廃棄物の資源化により二酸化炭素排出量の削減といった、現在世界が求めている資源自給・省資源・廃棄物最少で持続性の高い社会に近づきます。このオーシャン・エコパークの維持・運営

では年間7百万米ドルの黒字経営が期待されています。オーシャン・エコパークの建設と維持・運営に必要な技術は、一部は改良の余地が残っていますが、すでにほとんどすべてが実証済ですから実現は可能です。担当者らの意気込みには強いものを感じます。

本原稿の取り纏めに関して、オランダの Bluerise 社 CEO の Remi Blokker 氏と Paul Dinnissen 氏には図3，またノルウェーの Pipelife Norge AS 社の Miroslav Stanimirov 氏からは図4の使用の許可をいただきました。ここに記してお礼を申し上げます。

オーシャン・エコパークの概念図



図3 キュラソー国際空港を中心とした空港都市開発計画のコア事業の一つで、空港の東端に建設が予定されている海洋深層水の資源を利用したオーシャン・エコパークの概念図（オランダの Bluerise 社提供）



図4 2011年にノルウェーの Pipelife Norge AS 社からウクライナのオデッサまで下水管用の硬質ポリエチレン管（直径2m）を長さ500mの管11本に分けてタグボートで約4週間かけて運んでいる様子。オーシャン・エコパークが必要とする海洋深層水の取水管用の硬質ポリエチレン管も同様の方法でノルウェーからキュラソーまでタグボートで牽引して輸送する計画。（ノルウェーの Pipelife Norge AS 社提供）

沖縄ーハワイ 海洋エネルギーWS と NELHA OTEC 通電セレモニー

岡村 盡 (株式会社ゼネシス OTEC グループ)

8月19日から21日にかけて米国ハワイ州ハワイ島において開催された、第6回沖縄ハワイ海洋エネルギーワークショップおよび105kW OTECデモプラントの通電セレモニーに参加しましたので以下報告します。

1. 第6回 沖縄ーハワイ海洋エネルギーワークショップ (8月19日、20日)

2010年から毎年開催されている沖縄ーハワイ海洋エネルギーワークショップ(以下「WS」)は、今年で第6回を迎えました。このWSは、2010年6月に沖縄県、ハワイ州、経済産業省、米国エネルギー省の4者で締結された「沖縄ハワイクリーンエネルギー協力」の覚書に基づき、沖縄県久米島町とハワイ州ハワイ郡コナ市と毎年で交互に開催されています。また、これをきっかけに、日本最大の海洋深層水取水地である久米島町と、同じく世界最大の取水地であるコナ市は、2011年9月に姉妹都市にもなっています。今年のWSに併せて姉妹都市締結4周年記念のセレモニーも行われました。

今回のWSの特徴は、ほぼ半分の日程が海洋深層水の多目的利用に割かれたことであると言えるでしょう。第5回までのWSのトピックは、ほぼ全てが海洋エネルギー(海洋温度差発電)に関するものでした。これに対して今回は、海洋深層水を活用したカンパチの養殖、化粧品の製造、海ぶどうの陸上養殖など、多岐に亘った事業が久米島、コナ双方から紹介されています。WS後のプログラムでも貝類の種苗養殖施設、アザラシの保護センター、エゾアワビの陸上養殖施設の見学が組み込まれ、沖縄から参加した水産関係の研究者、事業者からは専門的な質問も多く出ていました。

エネルギー分野では、日本からは熱交換器や浮体構造の開発状況、ハワイからはSCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)と呼ばれる監視制御システムを用いた取配水の消費エネルギー最小化への取り組みが紹介されています。

2. 105kW 海洋温度差発電デモンストレーション設備 通電セレモニー (8月21日)

2009年からMakai Ocean Engineering社が主体となってNELHA敷地内にて進めてきた海洋温度差発電(OTEC)用の熱交換器試験設備に、今年2月出力105kWのタービン発電機が搭載され、試運転調整が続いていました。今回はそのオフィシャルな通電セレモニーです。本デモンストレーション設備は、2013年に稼働を開始した久米島の実証設備(50kW発電ユニット+50kW相当の熱交換器試験ユニット)に続き、世界で2基目の実海水の温度差のみで発電する設備となります。作動流体は無水アンモニア、熱サイクルはランキンサイクルで、今後大型化・商用化に向けたシステムの動的応答等の試験が行われる計画です。

セレモニーは、ハワイ州知事のDavid Ige氏、ハワイ州選出の下院議員Tulsi Gbbard氏、ハワイ郡長Billy Kenoi氏を始め100名を超える参加者で大盛況となりました。2045年に電力需要を全て再生可能エネルギーでまかなう目標を掲げるハワイ州では、出力が安定していてベース電源に最適なOTECに対する期待が高いことがうかがわれます。

3. 総括と所感

今回、日本からは OIST、NEDO、沖縄県庁、沖縄県海洋深層水研究所、久米島町役場、久米島の深層水利用企業、OTEC 関連企業等、産学官から合計 30 名近い参加者があり、これまで以上に活発な WS となりました。第 6 回となることからお互いに見知った顔も多く、あたたかい雰囲気のもと有意義な情報交換と交流が行われています。

David Ige 知事からの” I will be traveling to Okinawa and Japan later on this year to renew our sister state relationship as communities and more importantly in the renewable energies space because I believe that our countries working together really will accelerate the development of OTEC as a viable firm energy, renewable energy source for the world.” (通電セレモニーのスピーチより)の言葉通り、沖縄とハワイとで協調して OTEC や海洋深層水利用の取り組みを進めて行けたら、と双方の参加者が思いを強くした 3 日間でした。



写真1 第6回WS 集合写真



写真2 姉妹都市4周年セレモニー



写真3 通電セレモニー



写真4 発電設備で説明を受けるイゲ知事