

No.732 世界初の系統連系波力発電事業：PWEF（CETO5）

2016年8月6日

株式会社ユニバーサルエネルギー研究所

【レポート概要】

2016年1月、豪州西部のパースにて、世界初の商用ベースでの系統連系波力発電事業である「パース波力発電プロジェクト（Perth Wave Energy Project、以下PWEF）」が12ヶ月間の実証運転を完了した。使用されたのは、ピーク容量240kWの発電ユニット「CETO5」。使用されたCETO5群はプロジェクト満了とともに撤去され、陸上にて整備点検されている。

本稿では、完了した「PWEF」、および使用された発電ユニット「CETO5」についてまとめる。

【PWEFの概要】

事業規模は21.67百万AUD（約19.5億円。1AUD=90円を想定）。うち、豪州再生可能エネルギー局（ARENA）のEmerging Renewables Programから13.1百万AUD、西オーストラリア州政府のLow Emissions Energy Development（LEED）ファンドから7.3百万AUD、豪州政府産業技術革新科学研究高等教育省（Department of Industry, Innovation, Science, Research and Tertiary Education）内にあるAusIndustry部からClean Technology Innovation Programとして1.27百万AUDを併設の淡水化プラントのために調達している。

実施主体はカーネギー波力エネルギー有限会社（Carnegie Wave Energy Ltd.、以下CWE社）。

波力発電ユニットはCWE社の開発したCETO5（ピーク容量240kW、詳細後述）3基。事業期間は2012年～2015年。

表. PWEF のプロジェクト年表

年月	出来事
2011年	CETO5 コンセプト設計が進行
2012年5月	PWEF に対する豪州政府の Emerging Renewables Program から資金を受領
2012年7月	豪防衛省との電力購入に関する合意を発表
2012年9月	CETO5 PWEF 用の設計が公開
2013年2月	PWEF の構造物が発注される 淡水化プラントのパイロット事業が顕彰される
2013年6月	豪防衛省による実証サイトの公式引き渡し
2013年9月	土木工事着工
2013年12月	基礎設置用の船舶が稼働
2014年1月	沖合（Offshore）への基礎設置
2014年3月	浮体アクチュエータ（Buoyant Actuators）の納入 配管（Pipeline）設置
2014年6月	組立て・沿岸（Onshore）試験の実施
2014年11月	CETO5 の 1 基目設置・運用開始
2015年1月	沿岸プラント完成
2015年2月	HMAS Stirling 豪海軍基地の独立電力系統へ接続
2015年3月	全 3 基の CETO アレイの設置完了・運用開始
2015年5月	CETO5 1 基目が成功裏に回収される
2015年6月	累積 10,000 時間の運用達成
2015年9月	CETO5 1 基目を再設置。CETO5 2 基目が成功裏に回収される
2015年12月	12 ヶ月の運用終了。14,000 時間超の運用実績を達成。

（出典：Carnegie Wave Energy Ltd. 2015 Annual Report およびプレスリリースより）

（株）ユニバーサルエネルギー研究所が作成）

PWEF の事業目的は、主に商用規模の波力発電ユニットの技術・機能の実証であり、以下の6項目の達成を目指した。

PWEF の事業目的

- 系統電力品質に準拠した（utility-compliant）発電と系統への送電
- 水道水に準拠した淡水の生産
- 実測されるプロジェクト成果に対する CWE 社の CETO5 解析モデルの精度の実証
- 配管（pipelines）、CETO5 およびその基礎を含む全てのプロジェクト構造物の設置・運用・撤去の実効性の確認
- プロジェクトの環境影響が最小限であることを証明するための環境影響計測
- 商用規模の CETO 運用における企画・財務・事業実施における CWE 社の適正実証

実証場所は、インド洋に面した豪州南西部のパース沖、ガーデン島（Garden Island）。ガーデン島には豪州最大の海軍基地である HMAS Stirling があり、豪州防衛省が電力を購入する。



図. 豪州南西部、パースの位置

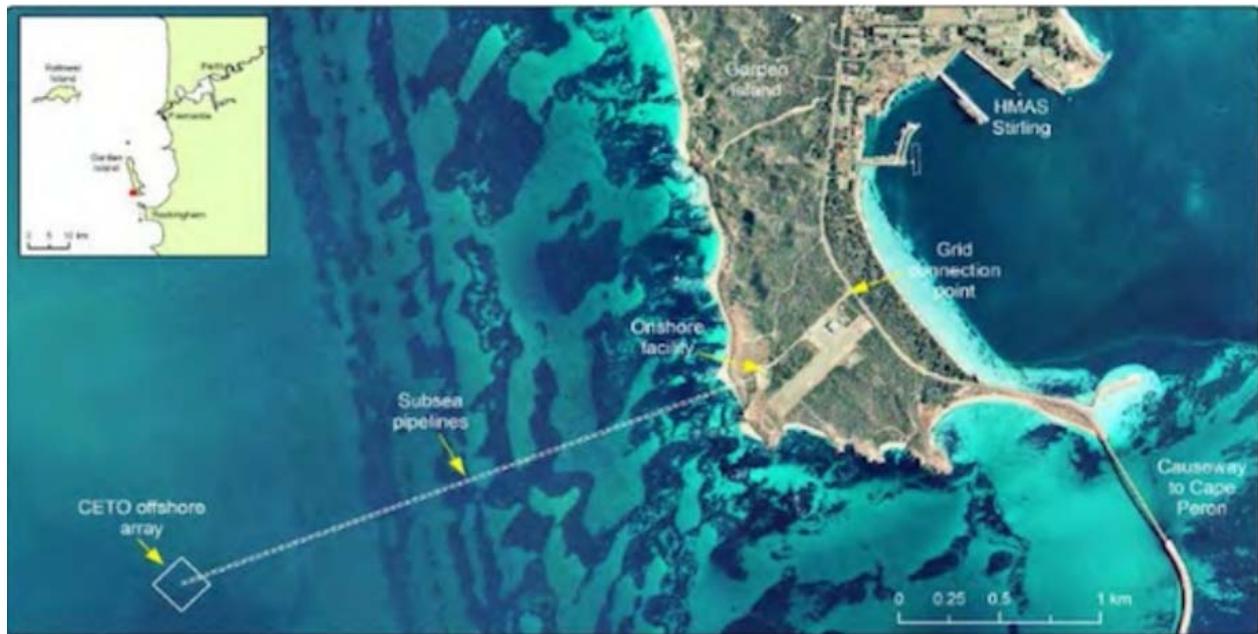


図. パース沖、ガーデン島の実証サイト概要図

（出典：Reneweconomy.com.au 2016/01/27 日付記事）

【PWEF の成果】

プロジェクトの成果について公表されている情報は下記の通り。

PWEF の成果

- CETO5 技術についての下記の実証
 - 3 基による波力発電
 - 系統への電力供給
 - 波力を活用した逆浸透膜淡水化
 - 1 日未満での CETO 波力発電設備の設置
 - 四季を含む 12 ヶ月における 14,000 時間超の運用実績
- CWE 社による設計・調達・設置
- CETO5 の計測結果を用いたモデルによる予測の有効性確認
- CETO6 の運用予測の有効性確認
- プロジェクトが成功裏に完遂したことに対する豪州政府・西オーストラリア州政府からの最終供与資金の受領

【波力発電設備について】

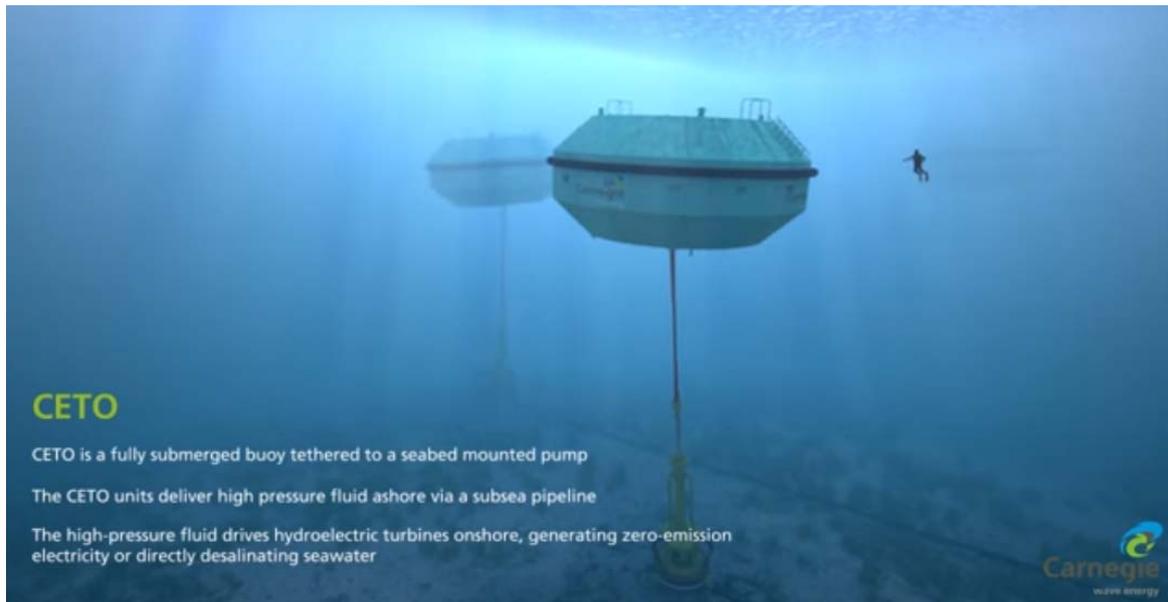


図. CETO5 システムの設置イメージ CG

（出典：CWE 社 YouTube [“CETO5 Single Unit”](#)）

PWEF で使用された波力発電ユニット「CETO5」の特徴を以下にまとめる。

CETO5 の特徴

- ピーク出力 240kW、変換効率は不明
- 波による浮体の運動を、直動水圧シリンダポンプで圧力に変換
- ポンプで加圧した水を陸に輸送・陸で水カタービン発電
- 浮体は海底 1～2m に常時埋没
- 水深 25～50mの海底基礎に固定。基礎側にポンプを設置。



図. PWEF における CETO5 の実配備の様子

(出典：CWE 社プレスリリースより)

発電と淡水化のメカニズムは、次の通り。

まず（１）水中に埋没した浮体が、波力により３次元運動する（２）浮体は、揺動可能な海底の基礎に固定されている（３）固定する部分は水圧シリンダポンプになっており、浮体の運動に伴い伸縮する（４）ポンプにより加圧された水を、配管を通じて陸上の発電（兼淡水化）設備へ輸送される（５）加圧水によりタービンを回し、発電する。あるいは逆浸透膜淡水化設備に加圧水を供給し、淡水を生成する。

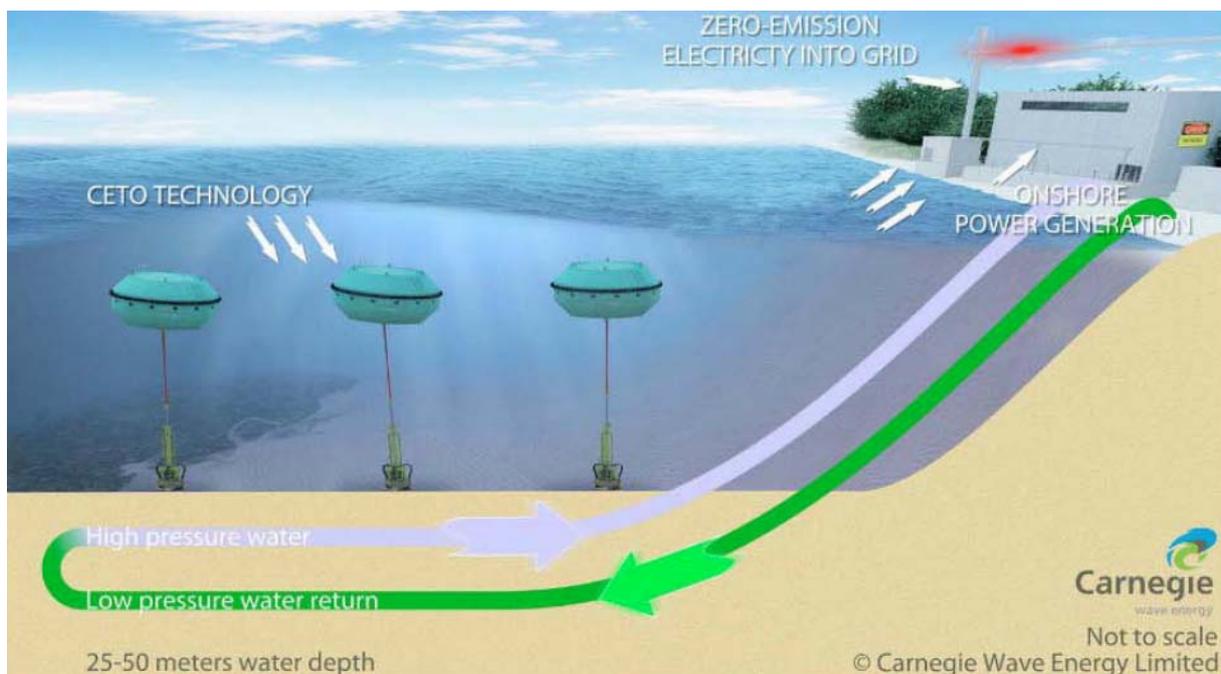


図. CETO5 による発電システムの全体図

(出典：ABB 社公開資料)

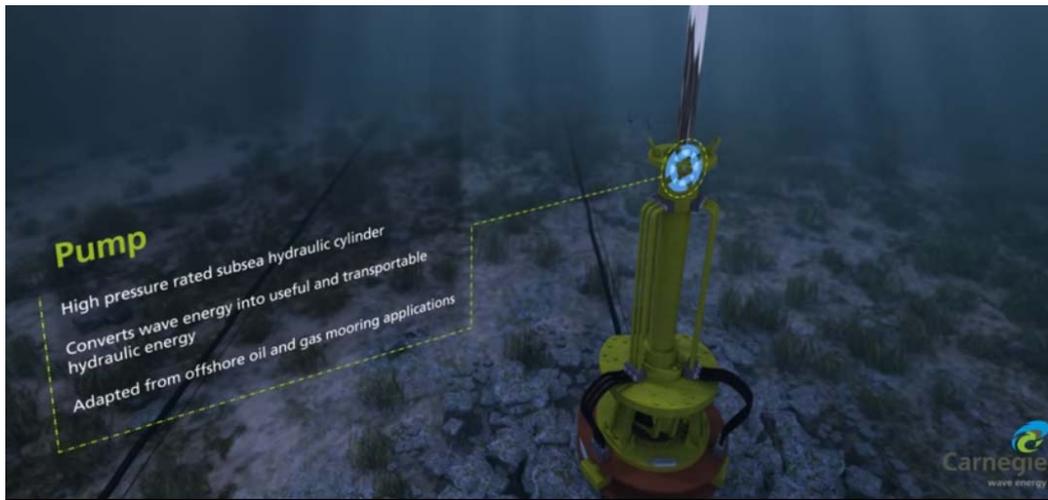


図. CETO5 システムの海底ポンプ CG

(出典：CWE 社 YouTube [“CETO5 Single Unit”](#))

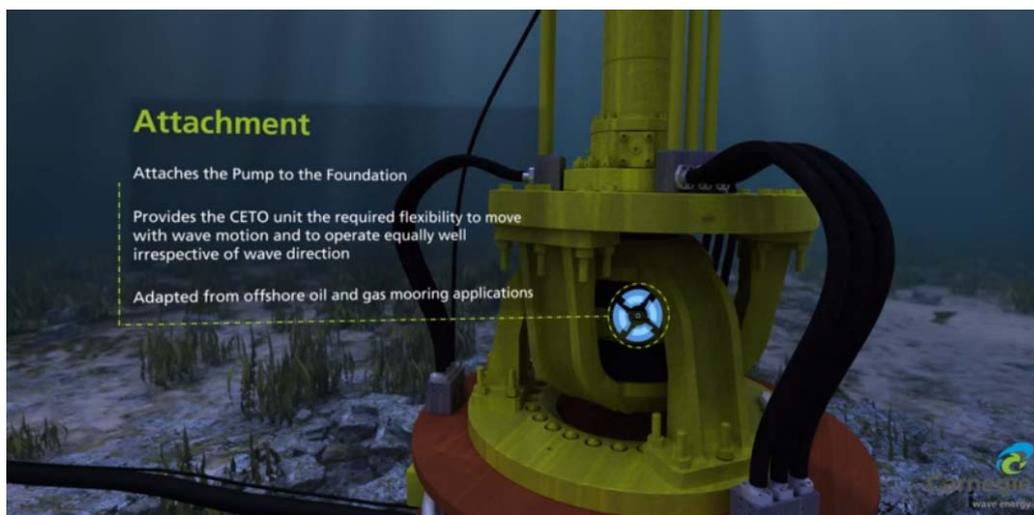


図. CETO5 システムの海底基礎 CG

(出典：CWE 社 YouTube [“CETO5 Single Unit”](#))



図. CETO5 による発電システムの全体図

(出典：Subsea Riser Products 社公開資料)

海底基礎と浮体の接続部には、Subsea Riser Products 社の Rocksteady Mooring Connector が用いられた。これにより、基礎以外の大部分の構造物をワンタッチで固定・解放できるため、プロジェクト終了後の解体作業が容易になったとされている。

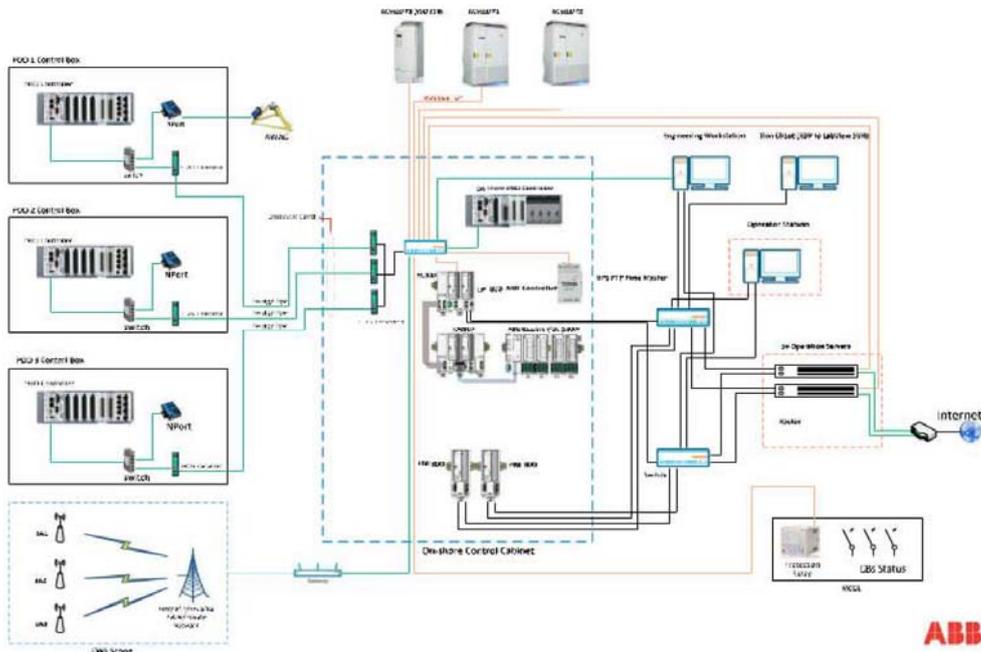


図. CETO5 による発電システムの全体図

(出典：ABB 社公開資料)

システムの自動制御、発電制御および系統連系については ABB 社が包括的に受注して実施した。また陸上設備の圧力計や温度センサ等のプロセス制御機器についても ABB 社により実装された。

CETO5 により高圧水が供給される水圧回路を駆動源に、ABB は標準的な三相誘導発電機、ACS800 インバータ (variable speed drive)、415/11000V 接地変圧器を介して 11kV の小規模系統に接続することを実現した。その他にも、低電圧スイッチギア、保護リレーについても ABB が提供している。

プロセス制御およびモニタリングには、ABB のフラッグシップ技術である Symphony Plus プラットフォームが用いられている。科学的分析のため、高速 (100Hz) なデータ取得機能を NI (ナショナルインスツルメント) 社と共同で実現した。NI 社からは、cRIO ハードウェアと Citadel データベース技術が提供されている。ABB と NI のシステムは相応量のデータを Modbus 通信により共有している。海底設備—陸上設備間 (~3.2km) の通信はツイストペア線を介して SHDSL モデムによって達成されている。

以上