

海洋深層水の利用高度化に向けた
発電利用実証事業
及び
海洋温度差発電における発電後海水
の高度複合利用実証事業

委託業務実績報告書

平成 31 年 3 月

久米島海洋深層水高度複合利用実証共同事業体
(株式会社ゼネシス、一般社団法人 国際海洋資源エネルギー利活用推進コンソーシアム、株式会社ジーオー・ファーム)

第I部 はじめに

1. 背景	I 1-1
1.1 海洋深層水とその利活用	I 1-1
1.1.1 海洋深層水の利活用の現状	I 1-1
1.1.2 エネルギー資源としての海洋深層水	I 1-5
1.2 海洋深層水を用いた発電技術：海洋温度差発電	I 1-6
1.2.1 海洋温度差発電の概要	I 1-6
1.2.2 国内外の開発動向	I 1-12
2. 事業目的	I 2-1
3. 事業の構成と実施体制	I 3-1

第II部 海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証

1. 実施内容の構成と結果概要	II 1-1
2. 発電利用実証試験	II 2-1
2.1 試験概要とスケジュール	II 2-1
2.2 実証試験設備の仕様	II 2-2
2.2.1 基本コンセプト	II 2-2
2.2.2 設計条件	II 2-8
2.2.3 適用法規	II 2-12
2.2.4 熱・物質バランス図	II 2-14
2.2.5 配管・計装図	II 2-18
2.2.6 全体配置図	II 2-26
2.2.7 プロットプラン	II 2-27
2.3 建設工事	II 2-39
2.4 設備維持管理	II 2-41
2.5 実証試験の実施と解析	II 2-49
2.5.1 運転コンセプトと運転条件	II 2-49
2.5.2 運転履歴	II 2-67
2.5.3 熱サイクル効率の検証	II 2-74
2.5.4 機器効率の検証	II 2-79
2.5.5 制御性の検証	II 2-88
2.5.6 発電後海水の高度複合利用のための日間起動・停止 (DSS 運転) 試験	II 2-97
2.5.7 タービンの流量—圧力（膨張比）特性による出力向上の検討	II 2-103
2.5.8 タービンと発電機との相関を考慮した出力向上検討	II 2-116
2.5.9 実証試験により得られた知見のまとめ	II 2-121

3.	海洋温度差発電システムの確立に関する検討.....	II 3-1
3.1	海洋温度差発電の建設費用低減に関する検討.....	II 3-1
3.1.1	海洋温度差発電の発電コストの概要.....	II 3-1
3.1.2	要素技術の技術的成熟度と費用低減シナリオ.....	II 3-1
3.1.3	熱交換器の費用低減シナリオ.....	II 3-7
3.1.4	開放型取水システムによる陸上設置型プラントのコスト、 機能改善.....	II 3-8
3.2	メンテナンス費用の最小化に関する検討.....	II 3-10
3.2.1	海洋温度差発電のメンテナンス費用の概要.....	II 3-10
3.2.2	熱交換器メンテナンス費用の最小化.....	II 3-11
3.2.3	沖縄周辺海域における海水汚れの影響.....	II 3-14
3.2.4	実証試験の実績をふまえたメンテナンス費用低減の可能性.....	II 3-25
3.3	沖縄県の海域における海洋温度差発電設備の設置の可能性.....	II 3-32
3.3.1	導入ポテンシャルおよび発電ポテンシャルの概観.....	II 3-32
3.3.2	海底地形面から見た設置場所.....	II 3-36
3.3.3	初号機に関する既存電力系統および供給予備力から見た 適正発電プラント規模.....	II 3-39
3.3.4	環境影響評価項目.....	II 3-39
3.3.5	設置の可能性に関するまとめ.....	II 3-40
3.4	実証試験結果を基にした 1MW 級および 10MW 級海洋温度差発電 システムの検証.....	II 3-41
3.4.1	検証の方法.....	II 3-42
3.4.2	検証対象.....	II 3-46
3.4.3	設計面における検証結果.....	II 3-50
3.4.4	年間発電量に関する考察.....	II 3-54
3.4.5	費用効率を最大化するプラントの最大出力設定.....	II 3-61

第Ⅲ部 海洋温度差発電における発電後海水の高度複合利用実証

1.	実施内容の構成と結果概要.....	III 1-1
2.	「海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証事業」における検討.....	III 2-1
2.1	理論的検討.....	III 2-1
2.1.1	中温利用（混合利用）におけるカスケード利用.....	III 2-1
2.1.2	低温利用（深層水単独利用）におけるカスケード利用.....	III 2-8
2.1.3	パラレル利用.....	III 2-15
2.2	発電後海水の利用の可能性および方法に関する予備検討.....	III 2-18
2.2.1	予備検討のためのデータ取得.....	III 2-18
2.2.2	実証試験における発電利用後の深層水・表層水温度変化.....	III 2-21

2.2.3	利用温度による利用可能量の変化	III 2-23
3.	高度複合利用実証試験	III 3-1
3.1	実証試験設備の仕様	III 3-1
3.2	設置工事	III 3-7
3.3	海ぶどう養殖場における実証試験	III 3-9
3.3.1	試験実施状況	III 3-9
3.3.2	発電後海水の利用によるエネルギー消費量低減効果の算定	III 3-10
3.3.3	経済性向上効果の算定	III 3-14
3.4	カキ養殖場における実証試験	III 3-15
3.4.1	試験実施状況	III 3-16
3.4.2	発電後海水の利用によるエネルギー消費量低減効果の算定	III 3-23
3.4.3	経済性向上効果の算定	III 3-25
3.5.	放水による環境負荷検討のための基礎的データ取得	III 3-27
4.	規模拡大時の効果に関する予測	III 4-1
4.1	検討の前提	III 4-1
4.1.1	検討対象(シミュレーション対象)	III 4-1
4.1.2	シミュレーション比較ケース	III 4-2
4.2	規模拡大時の海水取配水システムのコンセプト	III 4-3
4.2.1	カスケード利用なしケース	III 4-3
4.2.2	発電なしカスケード利用ケース	III 4-5
4.2.3	発電ありカスケード利用ケース	III 4-7
4.3	海水取配水システムのエネルギー収支(発電+水産利用ケース)の検討評価	III 4-8
4.3.1	海水需要の想定と海水流量算定	III 4-8
4.3.2	検討結果	III 4-13
4.4	海水取配水システムのエネルギー収支(発電+水産利用+農業 +空調ケース)の検討評価	III 4-19
4.4.1	海水需要の想定と海水流量算定	III 4-19
4.4.2	検討結果	III 4-23
4.5	ライフサイクルアセスメント(LCA)による各需要先におけるエネルギー検討評価	III 4-31
4.5.1	取水にかかるエネルギー消費量の変化	III 4-31
4.5.2	各需要先におけるエネルギー消費量の変化	III 4-34
4.5.3	LCA 評価から見た考察	III 4-40
4.6	IMPACT 解析によるシステム全体における環境性・経済性の包括的評価	III 4-42
4.7	検討評価に関する考察とまとめ	III 4-44

第IV部 本技術の普及・展開の可能性

1. 本事業における広報・普及活動	IV1-1
1.1 見学・視察受け入れ状況	IV1-1
1.2 イベント等への出展.....	IV1-3
2. 今後の普及・展開に関する考察	IV2-1
2.1 本技術のメリットのまとめ.....	IV2-1
2.1.1 持続可能性への貢献.....	IV2-1
2.1.2 地域の経済的自立性の確立	IV2-2
2.1.3 教育・人材育成での活用.....	IV2-3
2.1.4 再生可能エネルギーの主力電源化に向けて	IV2-3
2.2 本技術の普及・展開の可能性のある地域	IV2-5
3 おわりに	IV3-1

別添資料

I-1 本事業に関連する近年の主な調査・研究等（他機関による）の概要	
II-1 OTEC 実証試験設備 工事写真集	
II-2 海洋温度差発電プラントの沖縄県での設置に関する課題抽出および初期評価作業請負業務 成果報告書（株式会社沖縄エネテック）	
III-1 配管システム仕様および工事写真	
III-2 海洋深層水の pH 挙動に関する簡易実験と情報収集	
III-3 各種の海水の水質計測	
III-4 2018 年度 受託研究報告書「海洋の大規模利用に対する包括的環境影響評価 (IMPACT) 手法を用いた高度複合利用に関する検討・評価」（大阪府立大学）	
IV-1 見学・視察対応に関するデータ	
IV-2 主な見学・視察対応用ポスター図案	
IV-3 海洋温度差発電実証試験設備パンフレット	
IV-4 本事業に関連した記事等のリスト	