

緑の分権改革推進事業

久米島海洋深層水複合利用基本調査

調査報告書

【概要版】

平成 23 年 3 月

調査主体：沖縄県久米島町

1. 調査概要（参照：「久米島海洋深層水複合利用基本調査 まとめ」）

我が国で最大の海洋深層水取水設備が稼働している沖縄県久米島町は、2000年の沖縄県海洋深層水研究所開所以来、海洋深層水利用に関する研究開発において主導的な役割を担うと同時に、研究開発成果の民間企業への移転により、この10年間で海洋深層水利用産業を島の主要産業へと成長させた。この実績を基に同町は、地域資源である海洋深層水の更なる利用拡大によって、エネルギーの自給率向上を図るとともに、地産地消・循環型社会の構築を目指している。この一環として、本調査は「久米島町 海洋深層水複合利用推進協議会」内の有識者による「専門委員会」の下、海洋深層水複合利用計画の具体的調査を主眼において実施された。

海洋深層水は「低水温性」「清浄性」「富栄養性」という特徴を持つことから、様々な産業への利用が可能である。我が国においては1990年代から各地で海洋深層水取水施設の導入が進み、現在、全国でおよそ20か所の海洋深層水取水・利用施設が稼働している。とりわけ、亜熱帯海洋性気候に属する沖縄県久米島では、海洋深層水の持つ低水温性の利用価値は高く、この冷熱を利用した養殖漁業が盛んに行なわれている。一方、夏季に海洋深層水の供給量が需要に追いついていない現状から、海洋深層水利用産業の今後の更なる発展のためには、取水量の増強が必須となっている。

また、周囲を海に囲まれ世界第6位の排他的経済水域を持つ我が国においては、今後のエネルギー自給率向上と低炭素型社会構築の両面から、海洋由来の再生可能エネルギー（波力、潮力、海洋温度差発電など）の利用の本格的な検討が開始されている。このうち海洋温度差発電は、海洋深層水の冷熱を利用して発電を行なう技術であることから、久米島が目指す海洋深層水複合利用の一部として計画に織り込むことで、他の利用技術との相乗効果が期待できる。

そこで本調査では、まず、海洋深層水複合利用技術の現状を整理し、久米島への適用性、経済性を整理した。さらに、久米島をモデルとして海洋深層水複合利用施設の試計画を実施した。この計画において、特に離島地域で供給に課題のある「電気」「水」を海洋深層水の冷熱の利用により自給した上、さらに大規模な産業振興（経済効果80億円規模）・雇用創出（1500人規模）が可能であることを示した。また、実現に向けたステップとして、深層水取水設備の費用削減のための技術調査・開発の実施、冷熱利用農業の実証、高効率発電装置の小規模実証運転を挙げた。

久米島でのモデルプロジェクトが実現されれば、我が国だけでなく全世界に向けた技術ショーケース・実証モデルとして、大きな役割が期待される。海洋深層水複合利用による自立型コミュニティ構築は、沖縄県および国内への普及、だけでなく、海外市場へのグリーンインフラ輸出としての展開も可能となるだろう。加えて、海洋温度差発電技術の技術開発上の重要な位置付けをもつメガワット級実証プラントの役割も果たすため、同技術による沖縄本島へのグリーン電力の大規模供給、さらには世界市場も含めた洋上エネルギー生産基地としての展開にも寄与することが出来る。この意味で、本プロジェクトは地域の自立的発展を端緒として、我が国としての技術立国への貢献と新成長戦略の推進へとつながる、大きな広がりを持つプロジェクトと言えよう。

2. 地域資源としての海洋深層水（参照：「図表集」 1-2 頁）

・地域の目指す方向性

総務省の緑の分権改革では、地域の抱える課題解決のアプローチとして最も重要なことは地域主体の取り組みであり、これからの地域の目指すべき方向性を『これからの地域は地域資源を最大限に活用する仕組みを地域の様々な主体が協働・連携することにより、地産地消、低炭素社会を創り上げ「地域の持久力と創富力を高める地域主権型社会」への転換が求められている』としている。

・久米島でのこれまでの取り組み

久米島町では 10 年以上にわたり、海洋深層水を中心とした町の活性化を進めており、真謝地区にある沖縄県海洋深層水研究所は 2000 年の開所以来、先頭に立って水産分野、農業分野を中心に様々な複合利用技術を研究開発し、民間企業への技術移転を行ってきた。

水産分野では、クルマエビの生産に海洋深層水の冷熱性や清浄性を利用することで、種苗生産技術が高度化することができ、その成果が民間企業に技術移転された。また、海藻類についても、低水温性に加え富栄養性やミネラル特性を利用した種苗生産及び陸上養殖技術の開発等の研究に取り組んできた結果、夏季の高水温時の安定生産が困難であったクビレツタ(海ブドウ)の生産に海洋深層水を利用して水温調整を行うことで安定生産を可能にした。また、海洋深層水に含まれる栄養塩を利用した養殖技術についても検討を重ね、その結果久米島内の企業が 2004 年から養殖・加工販売を開始し、久米島の特産品として高い評価を得ている。

農業分野では、夏場に栽培が困難であるハウレンソウなどの葉もの野菜について海洋深層水の冷熱を利用した根域冷却栽培を行うことで年間を通じた安定生産に向けた開発を進めてきた。2010 年 12 月には農業従事者や農業に関心のある島民を中心に、「久米島海洋深層水農業利用研究会」が発足し、海洋深層水を利用した農業の実用化に向けて動き始めている。海洋深層水の冷熱を利用した農業の進展によって、夏場における農業生産が可能となり、島の経済に貢献することが期待されている。

・久米島における海洋深層水複合利用の課題と展望

海洋深層水はまさに久米島にとっての地域資源であり、水産業や食品、化粧品の製造業など多くの会社が創業し利用を続けている。2010 年現在、同研究所で取水した海洋深層水を利用している沖縄県内の企業数は 22 社を数える。これらの企業は島に経済的利益をもたらすとともに新たな雇用の場を創出しており、住民生活に根づいた形で利用が進められてきた。一方、水産分野を中心に夏場の使用量が取水量限度近くに達しており、今後、大量に海洋深層水を使用するの事業拡大や新たな養殖事業の参入が困難な状況にあることが新たな課題となっている。

久米島町では、島嶼型低炭素社会実現に向け、島嶼地域に最適な再生可能エネルギーとされている海洋温度差発電技術の導入を計画するとともに、農業分野や水産分野を始めとする海洋深層水複合利用の更なる展開を図り、海水からのリチウム回収や再生可能エネルギーから生み出される電力を利用して走る電気自動車の導入などの次世代技術の導入を通して、国内外の島嶼地域の海洋深層水複合利用モデル地域となることを目指している。

3. 海洋深層水利用の歴史と可能性

・海洋深層水の特徴と可能性

海洋深層水は、低温性、清浄性、富栄養性など、表層水にはない有用な特徴を持っているため、次のような利用が実用化、あるいは提案されている。

低温性： 海洋温度差発電、建物の冷房、海水淡水化(蒸発法)、農業、水産・養殖分野などへの利用

清浄性： 海水からのレアメタル抽出(清浄性の高い海洋深層水は、抽出の面で有利となる)、海水淡水化(膜法)(清浄な地下水に恵まれない島嶼地域などでは有望な水資源となりうる)

富栄養性： 農業用肥料(海洋深層水中に 500 年分の窒素肥料が眠っていると言われていた。近い将来、地球上で掘り出せる鉱石が底をつくといわれているリン肥料も、900 年分が存在するなど、様々な可能性を秘めている)。

・国内の海洋深層水利用状況

海洋深層水に恵まれた我が国では、1985 年のアクアマリン計画以降、全国各地に取水施設が完成し、水産、医療、食品を始めとする様々な分野での活用が進められている。水産分野では、高知県室戸市でスジアオリなどの海藻の陸上培養や漁場の肥沃化の研究が進み、その可能性が確認されている。富山県入善町では、海洋深層水を使ったアワビの養殖が行われ、実際に販売されている。医療分野においては、各地に海洋深層水プールを完備した施設が完成し海洋深層水浴による効果が見出されるなど、予防医学的な面からも注目されている。また、その他分野においても各地で地域の特色を出すべく試行錯誤が重ねられている。

今後は、海洋深層水の冷熱を用いたエネルギー・環境分野の大規模展開(海洋温度差発電や建物空調への利用)が期待されている。複合利用の裾野が広がることで海洋深層水利用コストの低減につながり、既存利用分野にも相乗効果が期待される。

・海洋深層水の冷熱エネルギーの有効性

7℃の海洋深層水を汲み上げて建物の冷房に利用した場合の、空調冷熱源としての性能を成績係数(COP=供給冷熱量/投入エネルギー量)で評価する。海洋深層水汲み上げポンプの揚程を 10mとした場合、成績係数は 170 と算定され、通常の空調機に比べて 20 倍以上のエネルギー効率となる。したがって海洋深層水の冷熱利用は、環境性、経済性ともに大きなポテンシャルが期待できる。

・海洋深層水資源の賦存量と利用可能量

海洋深層水の大規模利用にあたっては、継続して利用した場合の資源としての再生可能性を考慮した利用量を考慮する必要がある。本調査において久米島のみが範囲内に含まれる北緯 26 度～27 度、東経 126 度～127 度の経緯 1 度の範囲の、水深 500m～1000m の層の水平流量を算定したところ、年間平均約 2.2×10^{14} t/d(日量 2200 億トン)の結果を得た。この流量の 1%を利用可能量とすれば、この範囲の利用可能量は約 2.2Gt/d(日量 22 億トン=現在の沖縄県海洋深層水研究所の最大取水量である日量 13,000 トンの約 18 万倍)となり、膨大な利用可能量を持つことが判明した。

4. 各種複合利用技術の動向調査（参照：「図表集」 3-4頁）

海洋深層水は、①低温性、②清浄性、③富栄養性という多面的な特長を持つが、提案される利用技術は、海洋深層水の3つの特長全てを使いきるわけでは無い。したがって海洋深層水の複合利用の計画を行なう場合、対象が海洋深層水のどういった特性をどのレベルで必要とするか、また利用することにより、海洋深層水の持つ特長のうちどの性質がどの程度劣化するのかについても考慮に入れることで、より有効な複合利用が可能となる。本調査では、このような視点で主要な利用技術を下表の通り整理した。

表 海洋深層水利用技術の特性

利用技術	利用する特性			利用後の変化			備考	
	① 低温	② 清浄	③ 栄養	① 低温	② 清浄	③ 栄養		
海洋温度差発電	◎	○	—	↓	→	→	低温なほど効率高	
海水淡水化	膜法	×	◎	○	→	↓	→	前処理を大きく簡易化
	蒸発法	◎	○	○	↓	→	→	運転が容易
冷熱利用	農業	◎	○	—	↓	→	→	空調または土壌冷却
	水産養殖	◎	○	(*3)	↓	↓	↓	養殖池に混合する
	建物空調	◎	○	—	↓	→	→	
食品・医療品・化粧品等	—	◎	◎	↓	↓	↓		
レアメタル回収(リチウム)	—	◎	—	→	↓	→		

(*1) ◎:深層水利用の主目的、○:積極的に利用しないがメリットがある、—:利用しない、×:逆にデメリットとなる

(*2) ↓:劣化する、→:変化しない (*3) 品種により異なる

このうち、ポテンシャルの大きい冷熱利用農業および水産業について、海洋深層水の使用価格を6円/トン（現行の久米島における水産業利用者への頒布価格と同額）としたときの、それぞれの生産もコストへの影響を算定した。完全人工光型植物工場の冷房に利用した場合、通常の電気式冷房に比べ生産コストを10%削減できる。また、太陽光利用型の植物工場や土壌冷却方式の野菜栽培では、生産コストに対する海洋深層水使用コストはミニトマトの場合で47円/kg（販売価格は700～800円/kg）、ホウレンソウの場合で30円/kg（販売価格は冬季200円/kg～夏季1000円/kg）となり、特に現在は他県からの供給に頼らざるを得ない夏季には高い競争力を持つ。水産養殖利用においても、クルマエビで800円/kg（販売価格は4～5000円/kgだが品薄の時期には1万円/kgを超える）、海ぶどうで25円/kg（販売価格は2～3000円/kg。夏季の高騰する）と、利用のメリットは大きい。

また将来的には、海洋深層水由来の栄養塩による藻類培養・利用や、海洋温度差発電で得られた電力による水素製造、次亜塩素酸ソーダ製造なども、上記の海洋温度差発電による電力や海水淡水化設備による水の自給に加えて、より地域の自立性を高める方策として有効である。

5. 持続可能な海洋深層水複合利用モデルの提案（参照：「図表集」 5 - 8 頁）

・海洋深層水の複合利用の利点

海洋深層水の持つ様々な特性を最大限に活用するためには、海洋深層水の特性や利用する順序を十分に整理して複合利用の計画を進めていくことが重要である。複合利用の利点と計画上の留意点は次の通りである。

- 海洋深層水を利用した海水淡水化技術は、電力と水という重要なユーティリティを作り出すことができる。このような再生可能な地域資源に由来するユーティリティを海洋深層水複合利用産業に適用することで、低炭素型の自立したコミュニティが形成される。
- 各利用技術が必要とする特性のレベルや、使用後の特性の変化を考慮して海洋深層水を多段階に利用する「カスケード利用」により海洋深層水の持つ特長をより有効に利用できる。また、熱力学側面でも、エクセルギー損失を低減することができる。
- 様々な負荷パターンの利用設備の組み合わせにより、負荷のピークシフトによる需要平準化と利用率の向上が図れる。また、発電での利用熱量調整により、冷熱・電力供給量のバランス調整を行ない、柔軟に重要に対応できる。

・新たなビジネスモデルの提案

海洋深層水の複合利用では、海洋温度差発電や地域冷熱利用、水産養殖利用、農業冷熱利用などそれぞれの利用プロセスにおいて、汲みあげた海洋深層水の特性の一部を使いながら多段階で利用することとなる。その意味では海洋深層水の取水施設は、地域に設置された共通インフラという捉え方ができる。

また、これら各ユーザーは海洋深層水を活用することで付加価値のついた製品を生産したり、再生可能な冷熱エネルギーを低コストで利用できることから、それぞれはいわゆる受益者という考え方もできる。

このような海洋深層水の取水から利活用に至るまでの一連のプロセスは、官民の役割を含めて様々な形でのビジネスモデルが考えられるが、これまで地域の海洋深層水ビジネス全体がトータルで共存できるような総括的な視点で検討されてきたモデルはほとんどなかった。

本調査では、それぞれの事業（取水事業、海洋温度差発電事業、地域冷熱供給事業、冷熱利用農業、冷熱利用水産業など）を運営する独立した事業体（行政組織や民間企業、第 3 セクター方式等を含む）を想定し、各事業体が経済的に自立した形で運営していけるための海洋深層水利用料金や年間利用率を検討した。各事業体の主な初期投資項目や投資規模、運転・維持費項目、収入形態を下表に示す。

・海洋深層水の取水コスト

この海洋深層水複合利用事業全体で、最も重要なのは海洋深層水の取水コスト（敷設費の償却費や取水ポンプの電気代等）である。このコストは、海洋深層水の年間利用率によって大きく異なる。例えば、日量 24 万トン（年間 8760 万トン）の海洋深層水の取水能力があるにも関わらず年間利用率が 50%であれば 1 トンあたりの取水コストは 7.6 円、年間利用率が 100%になれば 1 トンあたり 4.1 円と利用率が上がるほど割安となる。

また、上記取水コストは敷設費用 80 億円を取水事業体の全額自己資金とした場合で、この敷設費用に 2/3 割合の公的な補助金が適用された場合は、取水コストはそれぞれ 3.5 円/t（利用率 50%）、2.0 円/t（利

用率 100%)となる。また、取水管の技術開発が進み敷設コストが低減されれば、これらの取水コストも低減されることとなる。

表 海洋深層水を利用したビジネスモデル

	主な初期投資	初期投資規模	主な運転・維持コスト	主な収入形態
①取水事業体	取水施設建設費	100 億円 規模	取水動力 メンテ費	海洋深層水販売 収入
②発電事業会社 (独立発電事業を想定)	発電施設建設費	30 億円 規模	深層水利用料 to① メンテ費	売電収入
③地域冷熱供給会社	冷水供給配管 冷房用個別設備	10 億円 規模	深層水利用料 to① メンテ費 配水ポンプ動力	冷熱販売収入
④冷熱利用農業 例) 植物工場、農業法人	植物工場 土壌冷却施設	0.1～5 億円 規模	深層水利用料 to① 施設運営・メンテ費	野菜等販売収入
⑤冷熱利用水産業 例) 養殖事業者	養殖池等 各種養殖施設	数千万円 規模	深層水利用料 to① 施設運営・メンテ費	水産物販売収入
⑥各冷房需要施設 例) ホテル、役場、学校	建物等	数千～数億円 規模	冷房利用料 to③ 施設運営・メンテ費	施設利用収入 その他
⑦各種深層水利用事業者 例) 化粧品・食品会社	各種生産設備等	数千万円 規模	深層水利用料 to① 冷房利用料 to③ 施設運営・メンテ費	製品販売収入

・海洋深層水の利用料金

さて、これをもとに海洋深層水複合利用ビジネス全体を考えた場合、取水事業体としては表中の②～⑦の各事業者からの海洋深層水利用料金で取水コストを賄うこととなる。また、各海洋深層水利用事業者は海洋深層水を利用して電気や製品を生産し、最終消費者から収入を得ることでビジネスを行っていく。

この海洋深層水利用料金を考えるにあたり、「同じ量の海洋深層水を使っている、各事業者によって利用する性質や温度帯、年間利用率は異なるため、利用料金は異なって然るべきである。また、各海洋深層水利用事業者の製品の価格や性質(公益性や環境面など)によっても利用料金の価格帯は異なってくるはずである。」というのがこのビジネスモデルの最大のポイントである。

このような形で検討した結果、試算の一例ではあるが、海洋温度差発電事業では1トンあたり0.5円～1円、水産養殖利用では同じく6円程度、地域冷熱供給事業では20円程度とすることで、それぞれの事業で想定される年間利用率の中で海洋深層水複合利用事業全体が成り立つこととなる。

また、海洋深層水利用の裾野が広がり利用率が拡大すれば、利用料金を更に抑えることができ、それによって更に利用率が拡大するというより良い循環に向かう。このような観点からも取水管の敷設費の低コスト化のための技術開発は海洋深層水複合利用にとって最重要テーマの一つであることがわかる。また、取水施設の公益性といった観点から考えても初期コストとしての取水管敷設費には公的資金の活用が望まれている。

このように長期的かつ広範囲な視点からビジネスモデルを構築することで、地域全体で持続可能な海洋深層水の複合利用事業が可能となっていく。

6. 久米島における海洋温度差発電の基本計画（参照：「図表集」 9頁）

久米島における海洋深層水複合利用の試計画を行なうにあたり、まずエネルギー自給の基本となる海洋温度差発電の基本計画を行なった。

・発電規模と発電システムの基本計画

発電規模については、久米島の推定ベースライン電力需要、海洋温度差発電技術の実証プラントとしてのモデル性等を考慮し、送電端出力が 1,000～2,000kW の範囲となるよう仕様の検討を行なった。久米島では夏季の平均表層海水温度約 28℃に対し、冬季は同 22℃まで温度が低下する。したがって、まず冬季に表層－深層間の温度差が小さくなくても継続運転が可能であり、かつ冬季でも複合利用設備が自立運転するだけの送電端出力を確保することを要件に、仕様のスクリーニングを実施した。その後、後述する取水設備のコストや複合利用の経済性も考慮して次の通り発電設備の仕様を設定した。

- 表層水流量および温度： 12,150 m³/h、25.7℃（年平均）
- 深層水流量および温度： 9,710 m³/h、6.7℃（取水深度 700m、年平均）
- 発電出力： 1,250 kW（定格：平均水温時）
夏季最大 1,770kW、冬季最小 700kW
- 年間発電量および年間送電量： 発電量 10,600MWh/年、送電量 9,880MWh/年

なお、本発電プラントの設置スペースは 30m×25m となる。発電プラントは通常無人とし、自動運転を基本とする。建設期間は、試運転や初期データ取得等も含め設計開始から 30 ヶ月である。

・環境効果

上記発電プラントは、運転中に燃料を消費せず二酸化炭素も排出しない。環境効果として、一次エネルギー消費量削減効果 2,500 kL-COE/年（省エネルギー法の一次エネルギー換算係数による原油換算）、二酸化炭素排出量削減効果 9,350 t-CO₂/年（沖縄電力の二酸化炭素排出量原単位（2008 年度公表値）による排出量換算）が見込まれる。

・建設及び運転費用、経済性

上記発電プラントの建設費用（設計から運転開始までの総費用）は、3,077 百万円と試算された。また、運転費用は消耗品費用として年間 5 百万円、機器等のメンテナンス費用は年間 10 百万円程度となる。この費用に表層水および海洋深層水の利用料金（前述）をともに 0.7 円/m³と設定して、設備償却費（プラントの寿命として 30 年を想定）も含めた発電単価を算定すると、25.1 円/kWh（設備費に対する補助金なしの場合）、19.9 円/kWh（設備費に対する補助率が 50%の場合）となる。

この単価は、住宅用太陽光発電（37～46 円/kWh）より低く、風力発電（9～15 円/kWh）より高い。海洋温度差発電の持つ「出力の安定性」「海洋深層水の複合利用による地域の経済効果」といったメリットも考慮に入れると、久米島においては他の再生可能エネルギーと比較しても海洋温度差発電の利用が最も適しているといえる。

7. 大口径取水管の計画（参照：「図表集」 10 - 11 頁）

前項で検討した表層水流量と深層水流量を取水するための取水設備の計画を実施した。

・海洋深層水取水管敷設ルートを選定

久米島では、2000 年の沖縄県海洋深層水研究所建設の際、島周辺の海底地形を調査し、現在の研究所の真謝地区が最適な位置として選定された経緯がある。本計画においても、同地区において最適取水位置を選定した。

・海洋深層水取水設備の基本計画

基本計画にあたっては、経済性に加え、故障や事故の場合の被害軽減等を考慮し、次の仕様を選定した。

- 取水管材質： 高密度ポリエチレン管（高張力ワイヤーにより敷設時張力に対応）
- 取水管径・条数： 外径 1.2m φ × 2 条（常時 2 条とも使用。1 条破損時のリダンダンシー考慮）
- 取水深度・延長： 取水深度 700m、取水管延長 3,700m
- 敷設方法 浮遊曳航法（敷設時の損傷リスクの小ささを重視）
陸上ヤードにて定尺 10m の短管を 30 本融着後、タグボートにて敷設
- 取水ポンプ 50% × 3 台（一台は予備。100% × 2 台より安価）

・表層水取水設備の基本計画

表層水は建設コストの低減を考慮し、設備予定地に隣接する仲里漁港から取水する計画とした。また、取水ポンプは深層水取水ポンプと同様に 50% × 3 台の計画とした。

・取水設備建設のスケジュールおよび費用

取水設備の建設スケジュールは、設計から完工まで 21 か月の工期となり、前述の発電プラントより短い。深層水取水設備の建設費用は設計やポンプ調達、陸上部の配管等も全て含めて 8,365 百万円、表層水取水設備は同 1,822 百万円と試算された。

・海洋深層水取水設備建設費用に関する感度分析

上記の仕様選定においては、以下に記す深層水取水設備建設費用に関する感度分析を考慮した。

- ① 深層水取水深度：管径を 1.2m φ × 2 条に固定したときの、取水深度と費用との関係の感度解析を行なった。配管延長および水温は取水深度 600m、700m、800m に対してそれぞれ 2,500m（8.5℃）、3,700m（6.7℃）、4,700m（5.5℃）となる。また建設費用の比率（材料費・工費含む）は、700m のケースを 100 とすると、83:100:114 と算定された。
- ② 取水管径：取水深度を 700m としたときの取水管径 1.0m φ、1.2m φ、1.4m φ の建設費用の比率（材料費・工費含む）は、91:100:108 と算定された。
- ③ 条数：取水管内の流速を同一とした場合、1.2m φ × 2 条と 1.6m φ × 1 条の流量はほぼ同じとなる。このとき両者の建設費用の比率は、73:100 と算定された。

8. 海洋深層水複合利用『久米島モデル』（参照：「図表集」 12 - 17 頁）

久米島モデルは、久米島の地域資源である再生可能な「海洋深層水」を利用して、エネルギーと水を再生可能エネルギーにより自給しながら産業振興と雇用創出を図る、自立型コミュニティのモデルである。海洋深層水を用いたこのような取り組みは世界で例を見ない。このため、本モデルの意義は単に地域経済の活性化のみにとどまらず、久米島と同じように海洋深層水を地域資源として持つ我が国および世界の南洋沿岸・島嶼地域に対して、先導的な位置付けを持つ実証モデルであり、技術ショーケースの役割も持つ。これを考慮して、「久米島モデル」計画内に入れ込む技術を選定した。

また、上記の実証の意義もふまえて、「久米島モデル」を、実証～商用段階の技術の展開による産業振興を目指す「第一フェーズ」と、第一フェーズ実施の間に研究開発した将来技術を商用化して更なる展開を図る「第二フェーズ」の二段階で構成することとした。

前項までで検討を行なった海洋深層水取水量を用いて試計画された「久米島モデル」第一フェーズの仕様、環境効果、経済性を下表に示す。エネルギーと水を自給して、水産業・農業を始めとした海洋深層水利用を行なうことで、年間約 80 億円の経済効果および 1500 人の雇用創出効果を得られる、自立したコミュニティが提案出来る。なお、第一フェーズの総建設費用は 231 億円と概算された。

表 「久米島モデル」第一フェーズまとめ

分野	仕様	化石燃料削減効果 (kL-CO ₂ e/年)	CO ₂ 排出量削減効果 (t-CO ₂ /年)	経済効果 (百万円/年)	雇用創出効果 (人)
海洋温度差発電	発電出力 1,250kW	2,506	9,346	326	12
海水淡水化	淡水化容量 400 t/d	—	—	36	2
冷熱利用(農業)	約 18ha 相当	17,696	66,007	3,217	955
冷熱利用(漁業)	エビおよび海藻養殖	19,198	71,610	1,607	223
冷熱供給(配水)	農業・漁業・空調	▲ 495	▲ 1,845	702	49
取水事業者	主に発電事業者へ	▲ 1,237	▲ 4,614	221	13
既存産業振興等	既存産業売上増分	—	—	752	78
サービス産業への波及	視察・観光客増	—	—	1,162	166
合計		37,668	140,506	8,023	1,500

また「久米島モデル」実現に向けたステップとして、次の 4 項目を挙げた。

- ① 海洋深層水取水設備の費用削減のための技術調査・開発の実施:本計画の建設費用の 50%を占める海水取水設備の費用削減効果は、モデル全体の経済性向上への寄与度が高い。
- ② 冷熱利用農業の実証:海洋深層水利用先のポテンシャルとして、水産養殖および冷熱利用農業が大きいことが明らかとなった。冷熱利用農業については、まだ商用規模の実証はなされていないため、「久米島モデル」実現以前にこれを行なうことが求められる。
- ③ 高効率発電装置の小規模実証運転:久米島への適用に最も適していると考えられる高効率サイクルは、実際の表層水と深層水とを用いた小型実証がされておらず、大型実証プラントへの適用前に実海域実証運転での性能確認および連続運転確認が必要である。
- ④ 海洋深層水利用商品の更なる高付加価値化:これまで沖縄県海洋深層水研究所にて行われてきた高付加価値化への取り組みを強化する。

9. 沖縄県及び我が国に資する効果（参照：「図表集」17頁）

久米島でのモデルプロジェクトが実現されれば、久米島、そして沖縄県の自立的発展を端緒として、全世界に向けた技術ショーケース・実証モデルとして、大きな役割が期待される。この意味で、本プロジェクトは我が国としての技術立国への貢献と新成長戦略の推進へとつながる、大きな広がりを持つプロジェクトと言える。以下にその展開の道筋を記す。

・海洋深層水複合利用による自立型コミュニティの沖縄県および国内への展開

周囲を海に囲まれた沖縄県には、膨大な量の海洋深層水が地球の熱塩循環により流れ込んでいる。

久米島周辺（北緯 26 度～27 度，東経 126 度～127 度のエリア）の深度 500m～1000m の層だけで、海洋深層水取水可能量は 2.2Gt/d（『久米島モデル』での汲み上げ量の一万倍）に及び、沖縄県全体を考えれば海洋深層水の資源量に関する懸念はほぼ無いと言ってよい。

ただし、海洋深層水複合利用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到達距離が長い地域では建設コスト面および汲み上げに要するエネルギー面で実現が困難となる。沖縄本島は遠浅の海に囲まれており、この意味で海洋深層水複合利用が可能な地域は、沖縄本島では糸満市、国頭村、離島では宮古島、石垣島、伊良部島、渡嘉敷島、粟国島等となる。

・海洋深層水複合利用施設の海外市場への展開

南太平洋の熱帯・亜熱帯には、数百に上る人口 1,000 人以上の島が存在する。

特に小規模な島嶼地域では、エネルギーはもちろん、淡水資源にも恵まれず、産業もほとんどないケースが多い。こういった地域の需要に合致した海洋深層水複合利用施設は、グリーンインフラの輸出として我が国の産業に貢献できる。

・海洋温度差発電による沖縄本島へのグリーン電力大規模供給

現在、沖縄県は電力供給のほとんどを化石燃料に依存している。

発電設備容量 1,733MW の沖縄本島のベース電力は、出力 50MW の浮体式海洋温度差発電数基でカバーすることが可能である。久米島モデル、およびそれに続く海洋深層水複合利用における海洋温度差発電の運転実績の積み重ね・信頼性の向上により、このような沖縄県の電力供給のグリーン化推進への貢献も期待できる。

・海洋温度差発電設備の洋上エネルギー生産基地としての展開

前述の浮体式海洋温度差発電設備は、沖縄のグリーン化とともに、海外市場への展開も期待される。インドネシアやフィリピンといった我が国から距離が近く人口も多い東南アジアの国々には、海洋温度差発電の適地が多数存在する。

これらの地域にエネルギー生産基地としての海洋温度差発電設備を展開することは、グリーンインフラの輸出による我が国産業の活性化に資するだけでなく、再生可能エネルギー利用技術により低炭素型のエネルギー資源を作り出し輸出しているとも見なすことができる。天然資源の乏しい我が国において、科学技術による再生可能エネルギーの生産、輸出は今後ますます重要になると考えられる。