

「黒潮」の海流と温度差エネルギーを活用した複合型 発電計画に関する調査研究

(NPO)海ロマン21 井上 興治

1 調査の目的

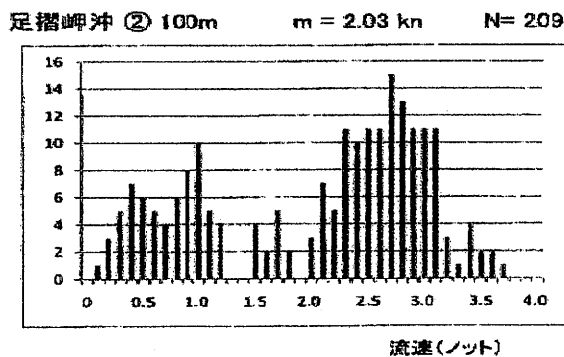
黒潮が包蔵する海流と温度差のエネルギー・ポテンシャルは膨大で、かつ、我が国特有の再生可能エネルギーである。それらを電力として活用する複合型発電プロジェクトは技術的、経済的に成立する可能性が十分にあると思われる。本調査研究においては、黒潮海域における海流・温度差エネルギー複合型発電計画の事業成立性について検討するとともに、我が国海洋政策に位置づけられるよう成果を広く喧伝ことを目的とする。

2 調査研究の内容

(1) 海域の状況

黒潮の観測データ等から、調査研究の検討対象海域として沖縄西北海域、トカラ列島周辺海域、足摺岬沖海域、潮岬沖海域および三宅島周辺海域の5海域を選定した。

選定海域の黒潮の流速変動状況を分析し、流速別発生頻度図を作成した。その1例を以下に示す。その結果、潮岬沖海域が最も流速が速く、以下、足摺岬沖海域、三宅島周辺海域、トカラ列島周辺海域そして沖縄西北海域となっている。



各海域の表層と深層の年間温度の変化を解析した。表層の海水温度は夏季には 25℃～30℃に達するが、水深 800m 付近の深層では年間を通して 4～5℃とほぼ一定である。温度差が 20℃以上の期間は、沖縄海域ではほぼ 9ヶ月、トカラ海域では 8～9ヶ月、足摺岬～潮岬海域では 4～5ヶ月、三宅島海域では 4～5ヶ月程度となっている。

(2) 複合型発電施設の概要

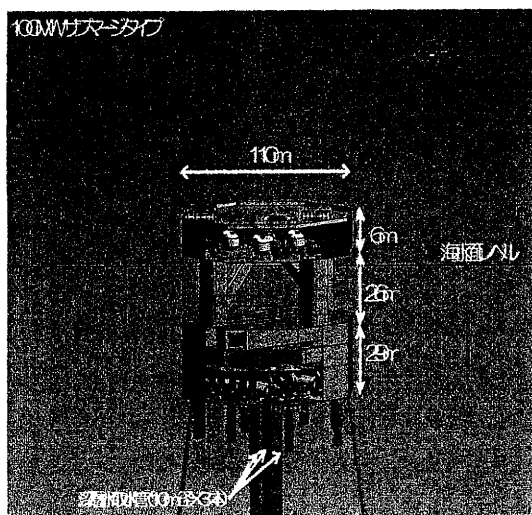
海流発電施設(OCT)は水深 200m 付近、海洋温度差発電施設 (OTEC) は水深 800～1000 付近の海域に設置する。

複合型発電基地は、ファームタイプとプラットフォームタイプの2つを想定した。

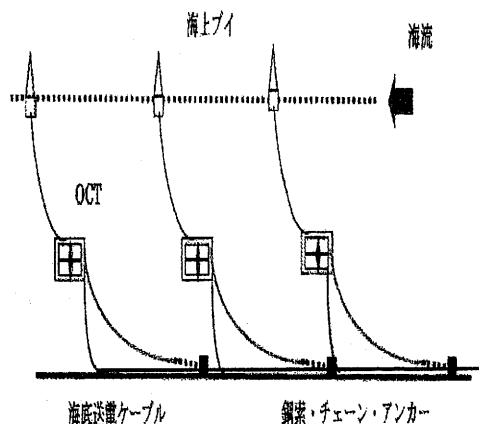
ファームタイプは、海洋温度差発電装置（OTEC）100MW 1機と海流発電装置（OCT）2MW20機を同じ海域のエリアに配置し、送電系を共有する方式である。

OTEC は、半没水型の2層の浮体に発電装置を内蔵した構造で、径 110～130m、総高 61m、中間コラムの高さ 26mの八角形または長方形の形状とし、水深 800～1000mの海底に17本のアンカーチェーンで係留する。

OCT は、2MW のループタービン（ブレードの直径 35m）4機を鋼製枠に組み込んで1ユニットとし、5ユニットで基地を形成する。設置水深は200mとし、アンカーチェーンで係留し、発電装置を水深 100m 付近に浮揚させる。



海洋温度差発電装置（OTEC）の構想図



海流発電装置（OCT）の構想図

また、プラットフォームタイプは、海洋温度差発電装置（OTEC）10MW 1機に海流発電装置（OCT）2MW2機を取り付けて一体的な施設とする方式である。

(3) 複合型発電基地の概算建設費の算定

OTEC と OCT の製作費と洋上での設置費用を算定した結果、ファームタイプ複合型基地（OTEC100MW、OCT40MW 計 140MW）の総建設費用は、概算 2,290 億円～4,090 億円と見込まれた。また、プラットフォームタイプ複合型基地（OTEC10MW、OCT4MW 計 14MW）では、概算 430 億円～760 億円と見込まれた。設置海域の場所や海象状況によって設置工事費用は変動するため幅を持たせて算定した。

(4) 各海域の年間発電量の算定

2MW OCT 1機当たりの年間発電量は、下記の発電量算計算式と各海域の流速発生頻度図を用いて算定した結果、沖縄西北海域では 900MWh、トカラ海域では 1,050MWh、足摺岬沖では 1,370MWh～3,100MWh、潮岬沖では 1,980MWh～4,200MWh、三宅島海域では 1,520MWh となった。

$$E = 365 \times 24 / 1000 \times C_p \times 0.5 C_p \rho A \int_{u_{\min}}^{u_{\max}} p(u) u(x)^3 dx$$

100MW 規模の OTEC の年間発電量は、海域の月別の上層と深層の温度差から正味の発電量を算出した結果、足摺岬沖海域の年間発電量は 573GWh となった。また、沖縄～トカラ海域を想定した 10MW 規模の OTEC の年間発電量は、82GWh と算定された。

その結果、足摺岬沖海域における OCT と OTEC を組み合わせたファームタイプの複合型基地では、概ね年間 634GWh の発電量が期待され、これは、18 万世帯の一般家庭の年間電力消費量に相当し、電力事業から排出される二酸化炭素量年間約 26 万トンの削減に相当する。

また、沖縄～トカラ海域を想定したプラットフォームタイプの複合基地では、概ね年間 84GWh の発電量が期待され、これは、2 万 3 千世帯の一般家庭の年間電力消費量に相当し、二酸化炭素量約 3 万 3 千トン／年の削減に相当する。

(5) 複合型発電基地計画の発電コストの算定と IRR 分析の結果

概算建設費と年間発電量の算定結果から複合型発電基地計画における発電コストを算定すると、ファームタイプ複合基地では、12.4 円/kWh～22.1 円/kWh となり、プラットフォームタイプ複合基地では、17 円/kWh～31 円/kWh となる。

これらの検討結果は、多くの前提条件や不確定な要素があるものの、他の再生可能エネルギーの利用計画と比較しても、新しいエネルギー事業としての成立の可能性は十分であると考察される。

また、一般的な投資案件に対する投資機会としての意思決定手法である内部収益率法 (IRR 法) により OTEC と OCT の期待収益性を分析した。売電価格のほかに海上での施設設置費用の見方、自然エネルギーに対する助成制度の見通しなどにより収益性が左右されることは当然であるが、発電量の売電価格を 25 円/kWh と想定した場合、今回のファームタイプおよびプラットフォームタイプの複合型発電計画については 3% およびそれ以上の期待収益性が見込まれることが判明した。

(6) 今後の課題

主要な課題を以下に列挙する。

- ア プロジェクト対象海域の流況・表層温度の定点観測の実施
- イ 実験海域の設定
- ウ 発電施設の効率性や安全性、海上施工の安全性等の技術開発の推進
- エ 海域環境等への影響の検討
- オ 海洋政策等への位置づけ

以上