

EEZ 監視基地のエネルギー供給安定化と海洋エネルギー資源開発拠点化構想

九州大学名誉教授 太田俊昭

九州共立大学教授 三原徹治

I. EEZ 監視基地のエネルギー供給安定化と

排他的経済水域 (Exclusive economic zone, EEZ) とは、国連海洋法条約に基づいて設定される経済的な主権がおよぶ水域のことを指す。日本の領土面積は約 38 万 km² で世界第 61 位だが、内水を含む水域面積 (領海・EEZ の合計) は約 447 万 km² で世界 6 位であり、領土と水域面積の合計では約 485 万 km² となり、世界第 9 位である。

EEZ の監視は、気候変動予測、資源変動予測の観点のみならず不審船の侵入等の国土防衛上からも重要であるが、その現状における監視方法は、航空機による哨戒や船舶による巡視が中心である。一部、人工衛星や海中センサーなどによる実時間モニタリングで行われているが、監視のための常駐施設は設置されていない。今後は、EEZ 監視活動の常時化・重点化のために常駐監視基地の必要性が高まり、特に南西諸島は、中国の太平洋進出戦略への対応策として重要度が増すものと予測される。しかし、電気・上水道などのインフラが整備されているのは主要な島だけであり、それ以外の島に EEZ 監視基地を設ける場合にはエネルギー供給の問題がクリアされる必要がある。

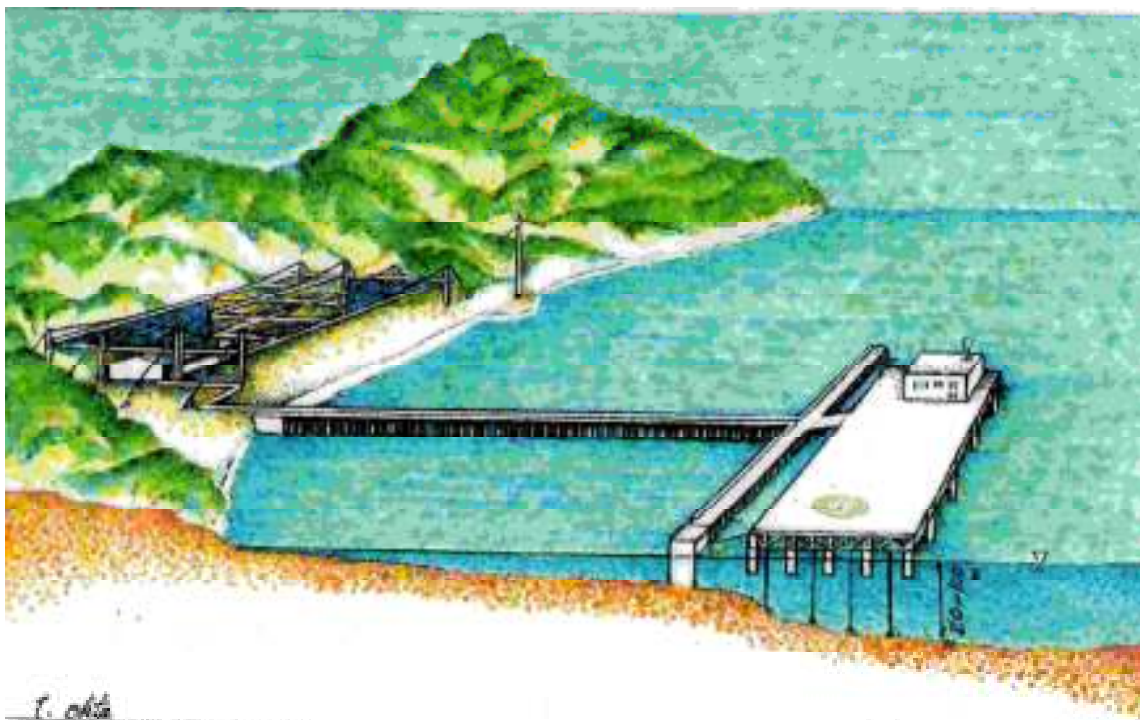
EEZ 監視基地におけるエネルギー需要：

- | | |
|----------------|--|
| ① 監視レーダー用 | 現状では、軍用発電機 (軽油使用) により電力確保。 |
| ② 衛星通信機器用 | 現状では、軍用発電機 (軽油使用) により電力確保。 |
| ③ 自衛用対空・対艦火器用 | 一般には据置。必要に応じて車両牽引または自走による小移動 (軽油使用)。 |
| ④ 照明・空調・炊事等居住用 | 現状では、軍用発電機 (軽油使用) およびボイラー (重油使用) の併用。 |
| ⑤ 飲料水補給用 | 天水による確保量が十分でない場合には輸送船による補給に頼らざるを得ない。 |
| ⑥ 食糧・燃料等補給用 | 食糧は、将来的にも輸送船による定期的補給が必要。現状では、①～④用の大量の軽油・重油も輸送船による定期的補給が必要。 |

EEZ 監視基地のエネルギー供給安定化システム：

- (1) 台風対策を有する可動収納式ソーラー空中発電 (S 発電) *1 と小型の波力・風力発電 (W 発電) を活用して自然エネルギーから可能な限り多くの電力エネルギーを得る。
得られた電力エネルギーは、需要①、②および④に充当し、需要⑥における燃料補給量を軽減する。同時に海水淡水化システムへ供給して十分な飲料水を確保し、需要⑤における輸送船による補給量の軽減を図る。
- (2) 余剰電力は分散型の圧縮空気貯蔵発電システム CAES *2 (Compressed Air Energy Storage) で蓄電する。
ここに、圧縮空気貯蔵容器ユニットは、基地内敷地に半埋設式で設置するが、敷地面積に余裕がない場合には基地に隣接する斜面や防波堤に分散設置することも可能である。さらに、波浪安定性と長寿命に優れたセミサブ式 SCF コンクリート浮体 *3 を利用することもできる。
- (3) 必要に応じて CAES に蓄電された電力エネルギーから再発電 (R 発電) し、安定的な電力エネルギー供給を実現する

*1 *2 *3 : いずれも筆者の研究グループが発案・開発中の環境・エネルギーインフラ技術 (我国の独自技術)



- セミサブ式SCF コンクリート浮体,
- 可動収納型ソーラー発電システム等⇒分散型圧縮空気貯蔵・再発電システム.

図-1 EEZ 監視基地のイメージ

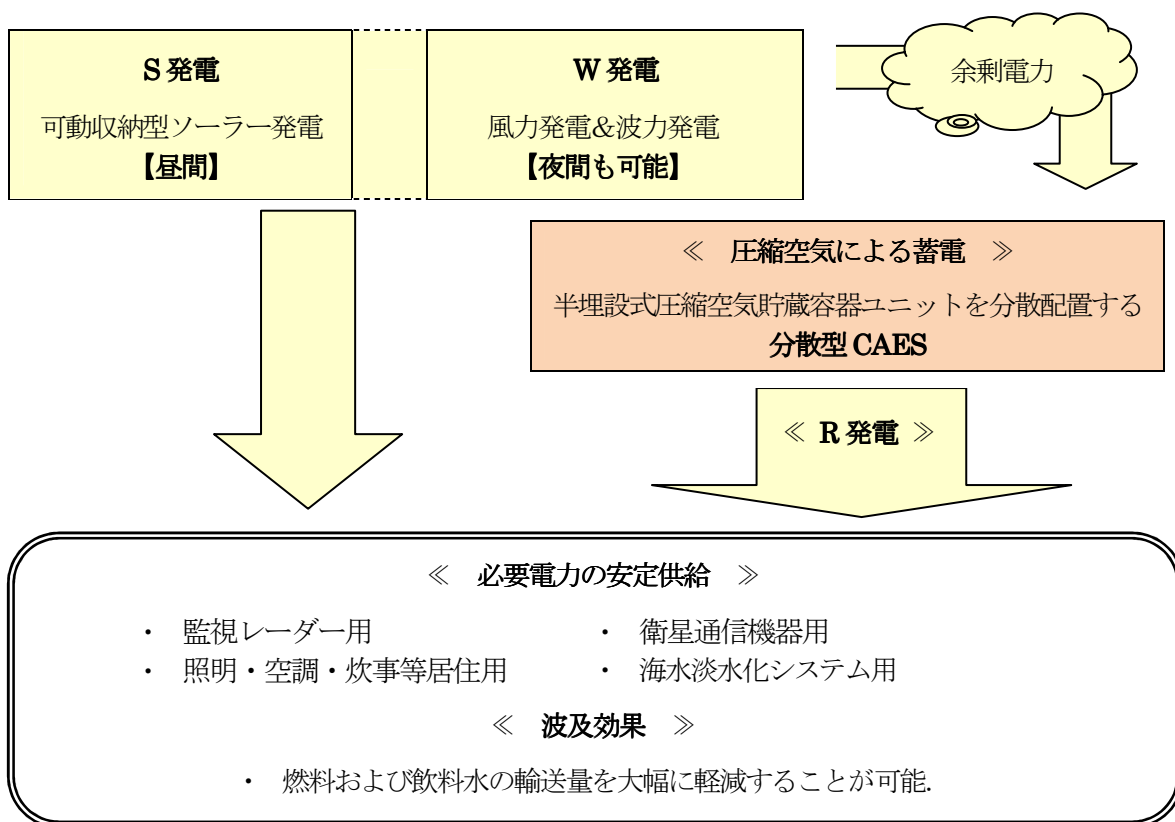


図-2 EEZ 監視基地におけるエネルギー供給安定化概念図

電力エネルギー供給安定化のモデル

設定条件：

- ① 最大 20 人の常駐を想定し、終日 **15kW** を安定供給する。
- ② **CAES** による **R 発電** の損失率=30%とする。

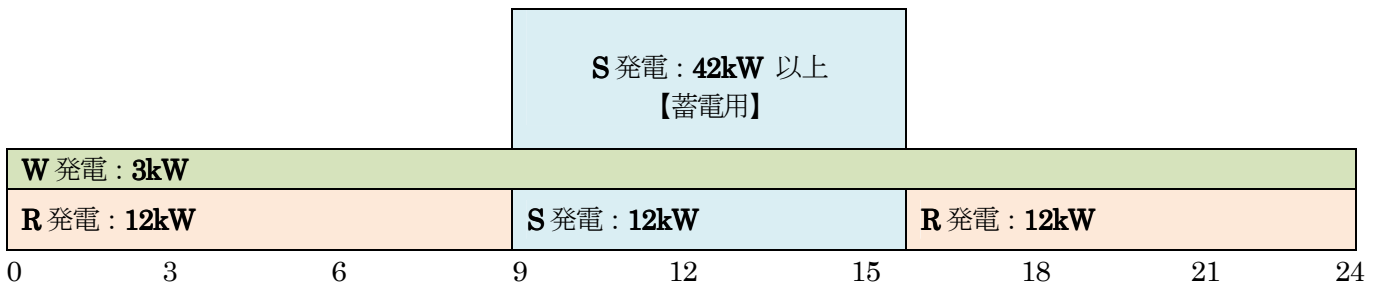


図-3 電力エネルギー供給安定化モデル

-

• 可動収納式ソーラー空中発電 (S 発電) とは、ソーラーパネル群を吊り構造で空中に設置し、状況に即してソーラーパネルを自動収納できる発電システムである。その特色は、夏場に遮光し、冬場に採光できる柔軟性を有し、自動収納により台風などによる強風に対する安全性が高い他、地形克服能力が高いため不整地にも設置できる点やソーラーパネル群下側の空間を有効利用できる点にある。
- **CAES** とは、余剰電気エネルギーで空気を圧縮貯蔵 (約 **7Mpa**) するとともに、圧縮空気のエネルギーを利用して蒸気タービンや水車で再発電するシステムである。欧米では岩塩空洞を使った実績があり、超伝導貯蔵法に次ぐ高効率のエネルギー貯蔵法であるが、我国では岩塩空洞が無く地震国であるため欧米型 (集中型) は適用困難である。分散型 CAES は耐震性に優れ、半埋設工法等、分散配置できる。従来の系統用蓄電池 (鉛電池, リチウムイオン電池, ニッケル水素電池, NAS 電池) に較べてエネルギー貯蔵コストと寿命劣化面で比較優位性がある。
- 圧縮空気貯蔵容器は、メタルライナーとコンクリートライナーの 2 種類に大別される。
メタルライナーの構造は、従来の高圧水素貯蔵容器 (CFRP 補強) に準じる。より力学的合理性を高めるには補強筋の方向を円周方向 (CFRP) と長手方向 (SCF ロッド) に完全に分けることが望ましい。これは、圧縮空気の内圧に対する容器の円周方向と長手方向の発生強度が分離した陽な形で数式化され、信頼性の高い安全設計や最適設計法が可能になるからである (従来はフィラメントワインディング法でスパイラルに重ね合わせ、分離されていない)。
一方、(高強度) コンクリートライナーは、プレストレスを加えても内圧による引張ひずみに限界があるので、あらかじめ長手方向と円周方向にそれぞれ耐久性があるブチルゴム等の引張ひずみを吸収する役割を担うパッキングを挿入し、しかる後に長手方向補強 (SCF ロッド) と円周方向補強 (CFRP) してプレストレス力を加える。この場合にも、同種の力学理論により 最適化理論の適用が可能。

II. EEZ 監視基地の海洋エネルギー資源開発拠点化

海洋域は、ソーラー発電、風力発電、波力発電、海洋温度差発電などを可能にする自然海洋エネルギーの宝庫でもある。当分はEEZ監視にその機能が限定されるであろうEEZ監視基地に、将来的に海洋エネルギー資源の開発拠点としての役割を担わせることができれば、エネルギー輸入超過の我国をエネルギー輸出国に転換させることも可能である。

海洋エネルギー資源開発拠点化：

- (1) 自然海洋エネルギーの宝庫である海洋域に設置されるEEZ監視基地には、将来的に海洋エネルギー資源の開発拠点としての役割を担うポテンシャルが認められる。
- (2) 波力発電、海洋温度差発電の規模拡大は限定的であるが、図-4に示すような**エコ洋上ハイブリッド発電所**においてソーラー発電と風力発電を組合せることにより**百万kW級洋上発電**が容易に実現可能になる。
ここに、**蜂の巣形（中抜き六角形）浮体**は、**SCF**材料（超軽量汎用炭素強化プラスチック、**スーパーカーボンファイバー**と略称、米国・カナダ・日本特許取得）を用いたコンクリート製で、**波浪安定性**に優れているのみならず、鋼製浮体に比較して**耐久性・経済性**に優位である。
また、**超大型風レンズ風車**は、やはり**SCF**材料を用いることにより超大型化が可能となる風力発電用風車である。**風レンズ**と名付けた集風システムにより**発電効率**が格段に向上する。
- (3) EEZ監視基地のそばに**エコ洋上ハイブリッド発電所**を建設し、EEZ監視基地に海洋エネルギー資源の開発拠点としての役割を担わせる。
- (4) ソーラー発電と風力発電により発電された電気エネルギーを**CAES**で圧縮空気として圧力容器に貯蔵し、定期的に回収する。

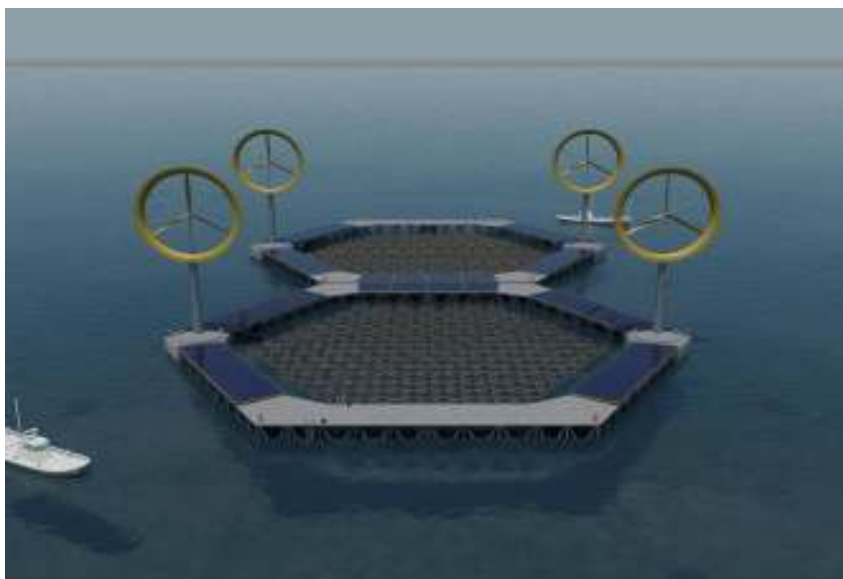


図-4 エコ洋上ハイブリッド発電所