

日本のエネルギー自立への道

1. 日本のエネルギー事情改善への提案

資源小国日本は中東のエネルギー資源への過度の依存を避けるためと、エネルギー支出を低減するために、長期的国家方針として原子力発電の比率向上を目指してきた。福島第一原発の過酷事故はその将来展望を打ち砕き、現在の日本のエネルギー施策は迷走状態にある。

この窮状を打開すべく、多くの提案がなされている。これはその一つである。この提案がエネルギー問題の救世主となるかどうか、先入観なく照査していただけないであろうか。

このような非常時には、エネルギー問題解決への行動決定者は、提案者の社会的地位に囚われることなく、その提案内容の価値の評価に集中していただきたいと思う。

筆者は二つの異なった方向から提案している。一つは日本の EEZ 内を流れる黒潮の運動エネルギーの利用。これは再生可能な自然エネルギーで、その方向性に異議を唱える人はいないと思う。

もう一つは原子力の利用。国民の多くから時代錯誤と非難されそうだが、温暖化ガス対策と、エネルギーコストの低減と、将来のエネルギー需要の増加を考えると避けて通れない道だと確信する。

何れの提案も基礎的な工学知識をお持ちの方々なら簡単に可行性の検討が可能である。政治的にも経済的にも利用の価値ありとお認めいただければ、一日も早く実行に移していただきたい。それが日本が国際競争力を失うことなく、世界に伍して行けるエネルギー自立の道だと信じる。

2. 自然エネルギー・黒潮発電の勧め

黒潮は世界最大級の海流であり、エネルギー資源として考えた時、日本の EEZ 内にその多くが含まれている。黒潮の駆動力は偏西風と日照による海水温の上昇とコリオリ力であり、何れも太陽エネルギーの現在のフローから得られるエネルギー形態である。化石燃料と違って取り尽くす心配がない。

NEDO は「日本の海域での海流エネルギーの賦存量は約 205GW(20500 万 kW)」と試算しており、日本の年間平均電力需要量 15000 万 kW を超える潜在力がある。但し、何でもそうであるが、それを利用し尽くすことは困難である。NEDO はその内の 0.63% が利用可能と診断しているが、これは現在進行中の幾つかの開発計画の実力から推論された過小評価ではないかと筆者は考える。

黒潮の典型的な強流帯は水平方向は巾 100km、垂直方向は海面から深さ 200m 付近までの表層流である。黒潮は海域によっては年単位で時々流路を変える蛇行現象が発生する。

筆者の提案になる「発電パネル方式」による「係留型双胴発電船」は、数値例を挙げると海面から下へ 200m までの長さで 150m の巾を有する発電パネルは流速 2m/s の時、黒潮断面 1 m² 当たり約 5kW、計 15 万 kW の電力が得られると試算されている。発電パネルを懸垂する双胴船の浮力は 2 万トンの程度が必要である。これは黒四発電所の総出力のおよそ半分であり、これを 2 隻建造しても黒四ダムを建造するよりコストは相当低いと推定される。電力は水素に姿を変えて需要地へと供給される。このような係留型双胴発電船を 100 隻も黒潮の強流帯に分散配置すれば、1500 万 kW、日本の年間平均電力需要量の約 10% 相当の電力で作られた水素が得られる。この提案になる係留型発電船の長所は次のようである。

- (1) 黒潮の流路変化に容易に追従できる。(事前設置海底基礎・中継ブイ係留索方式)
- (2) 事前設置海底基礎の係留索を長くしておけば、1000~2000m の水深の水域にも対応できる。(同上)
- (3) 海底基礎建設以外にメンテナンスのため海中へ立入る必要がない(発電パネル海上跳上方式)
- (4) 量産技術が適用可能な数十 kW 級発電ユニットを多数集積する方式であり、同一断面積当たりの資材使用量が大型機少数台使用より格段に少なく、経済性が著しく高い。(L2 乗 3 乗則)
- (5) 小型機なのでマテハン装置で自動着脱でき、海上でのメンテナンス業務の簡素化・自動化ができる。
- (6) 発電パネル方式は風力型発電機の 2 倍強の単位断面積当たりの出力が得られ、小型大出力化できる。

詳しくは「黒潮発電資料 1～6」(3～19 頁)をご査見ください。

3. 離島地下原子力発電・水素製造の勧め

福島第一原発で水素爆発が起こって風下が広範囲に放射能汚染され、多数の福島県民が人生を変えられる大きな被害を被ったのは、放射能の塵芥が巻き上がって降り注いだ地域に多数の住民が生活していたからである。技術者から見ると「ここまで厳正にやるのか」と思われるほど厳格な原子力規制委員会が再稼働を許可した原発を、住民の申し立てにより地裁が「運転してはならない」と決定できるのは、万一の事故で被害を受けることを心配する住民の世論があるからである。もはや日本では、数十 km 圏内に住民がいる場所では新設の原子力発電所の建設はできない。

一方、過疎化が進む日本では数十 km 圏内に業務関係者以外の一般住民がいない離島が幾つも存在する。そのような離島の、更にその地下に原子力発電所を建設すれば、万一の過酷事故であっても被害は地下空間に閉じ込められて、住民に被害が及ぶことがない。

廃炉に当たっても、核燃料の再処理のための搬出が終わったら、原子炉を解体することなく、その場でコンクリート詰めにして地下空間へのトンネルを閉鎖して最終処分とすることができる。余った地下空間は地下 50m ルールを満足する仕様に従っていれば、今後の各地の廃炉に伴って発生する炉内構造物を含む放射性廃棄物を受入・埋設することもできる。この地下空間は最初は原子力発電所のサイトとして、次いで放射性廃棄物の最終処分場として二度のお勤めを果たすことができる。

さて、多くの場合、離島は本土から十分に離れているために、電力をケーブルで送電することが経済的に成立しない。幸い、日本は水素化社会のトップランナーたるべく官民共同で走り出している。離島地下原子力発電所の電力で水素を製造し、それを専用タンカーで需要地へ向けて輸送することで、水素化社会インフラの一翼を担うことができる。

詳しくは「離島地下原子力資料 1」(20～21 頁)をご査見ください。

4. 理解してくださる方へ

日本の EEZ 内にある最大の資源はストックである海底資源ではなく、フローである黒潮の運動エネルギーであると筆者は確信する。同じ考えの現在進行中の開発プロジェクトがあるが、それらは出力を電力として需要地へ送る基本計画であるため、本土から近い海域でないと経済的に成立しない。それらの基本構成(一旦海底に電力を集める)から出力を水素として送るスキームへの方針転換は不可能に近い。また、海底に根を生やした構成なので、黒潮が流路を変更しても追従できない。

筆者の提案は黒潮の流路は年単位では変動するもので、それを追いかけてその時の適地まで移動して係留発電し、その出力は水素とする基本構成になっている。ここに用いられた技術は 20 世紀中に成熟技術となったものの総合化であり、容易に理解・評価が可能である。是非とも内容を精査され、実行可能性の高さをご理解いただければ、その実現に向けた行動を起こしていただきたい。

離島地下原子力発電・水素製造法はそれを構成する要素は度々話題になっており、これまで総合化して一つのシステムとして取り上げられなかったのが不思議である。実現が容易であり、世界に冠たる日本の原子力技術の働きの場として好適でなかろうか。現在、電力使用量は年々漸減しているが、これが日本の本当の姿であるとは思えない。自然エネルギーの重視は良いことだが、日本が縮小均衡に向かって進んでいるような気がする。日本のエネルギーが自らの主権が及ぶ地域で全量調達でき、そのコストも世界水準より低くなり、潤沢に利用できるようになる時、日本は再び活性化し、有るべき姿は大きく変貌する。ここに提案されたエネルギーパスは何れも温暖化ガスを発生しない。その点で米国のシェールオイル、シェールガスより筋が良い。離島地下原子力発電所はドイツでは適当な離島がないため、実行困難である。徒に他国の後追いをするのではなく、日本に与えられた天の恵みである黒潮と離島にこそ相応しいエネルギーの開発に取り掛かりたい。

以上

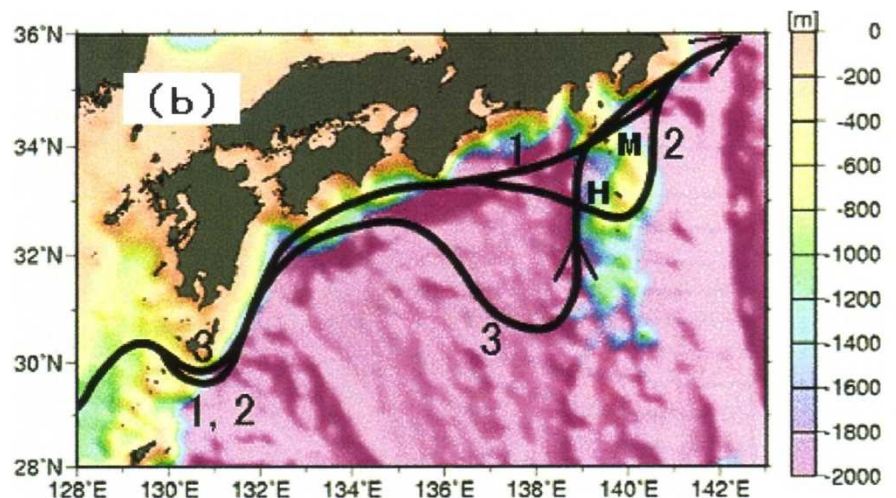
黒潮発電の課題と解決策

1. エグゼクティブサマリー

- (1) 日本の年間平均電力需要量は 15000 万 kW、NEDO は「日本の海域での海流エネルギーの賦存量は約 205GW(20500 万 kW)と試算している。「ただし、実際の機器の設置や、導入に適した流速(水深 5m で 1m/s 以上)を得られる地域などを考慮すると、現実的な導入量は約 1.3GW(130 万 kW、**賦存量の 0.63%**)、発電可能量は 10TWh(年間電力需要の約 1%)と試算されている」との見解を持つ。巨大な潜在力がありながら、現在の技術ではエネルギー資源として僅かしか顕在化できない。これが本件の課題である。
- (2) この見解は、①沿岸から遠い場所では海底送電線の設置が経済的に成立しない、②海中支持型、海底固定型、係留型の何れも水深の深い所では実行不能、③海中での工事や作業の困難さと費用がシビアに評価されたのが原因と思われる。
- (3) 我が国で現実に動いている開発計画を照査すると、NEDO の判断に同意せざるを得ない問題点が見出される。①長大な海底送電線、②水深の深い場所は無理、③流路が変わったら対応できない、④海中で難しい工事が必要、なのである。
- (4) 本州の沿岸はプレートの沈み込みのため、急激に水深が深くなる。黒潮発電の本格的実用化には沿岸から遠く、水深が深い海域で発電を行えなければならない。この条件を満たし、**黒潮発電で得た電力を水素化し、需要地に輸送する社会システムを構築すれば課題は解決する。**
- (5) 海底基礎からの係留索に係留する発電船であれば、これらの条件を満たし、課題を解決することができる。これは係留型発電船方式による黒潮発電・水素製造プラントの提案書である。

2. 黒潮とは

- (1) 黒潮は世界最大級の潮流(海流)であり、その強流帯の幅は 100 km、深さは海面から水深 200m までが特に強い表層流である。
- (2) 流速は max.2.0~2.5m/s に達する。実用化初期にはこのような海域が利用可能。平均流速 1.7m/s といわれる。
- (3) 黒潮は東シナ海では大陸棚斜面に沿って流れており、その流路は安定しているが、九州南東から房総半島沖での流路は冷水塊の出現等で大きく変動する。大蛇行流路と非大蛇行流路は共に比較的安定した流路であり、交互に入れ替わって、一旦安定するとある期間持続する。
- (4) 黒潮大蛇行は 1965 年以降 5 回発生しており、平均 1.2 年間持続している。上図において、1 は非大蛇行接岸流路、2 は非大蛇行離岸流路、3 は大蛇行流路である。M は三宅島、H は八丈島を示す。カラーは水深を表す。M、H や伊豆半島付近や奄美列島で浅い(500m 程度)のに注目。
- (5) 2.0m/s の黒潮は同じ断面積の風速 19 m/s の強風と同等のエネルギー密度を持つ。風向・風速が絶えず変わる風力発電と違って、長期間に亘って同一方向から同一流速(若干の季節変動はある)で流れる。このため、①地熱発電や原子力発電に並ぶ高い年間総合発電効率が得られる、②発電ユニットを密集装荷してコンパクトな大出力発電船を実現させることができる。



3. 現在公表されている開発計画を照査する

(1) 川崎重工業の海底設置型潮汐流発電

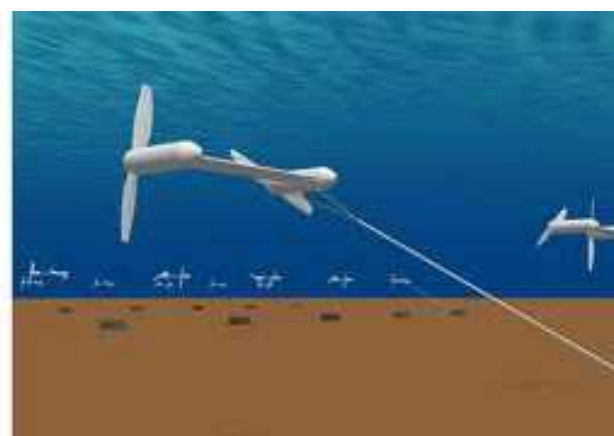
本件は NEDO の事業に採択され、沖縄海域での実証研究を行う。15 年度に直径 18m のタービン翼を持つ 1000kW の実証機を設置する。電力は海底ケーブルで陸へ送電する。

照査結果：海底設置型の潮汐流発電であり、関門海峡や明石海峡で使える。
表層流である黒潮には対応しない。



(2) 東大・IHI・東芝・三井物産の水中浮遊式海流発電(仮称 T 計画)

水中浮遊型として細部まで検討された現実性が高い開発計画である。
現在までに既に多数の実用的な特許願が出されており、関係各社の意気込みが伝わってくる。
直径 40m のタービン翼で流速 1.5m/s で単機出力 1000kW を目標としている。
係留索は電力ケーブルを沿わせたプラスチック製。海底基礎はパイル等の打ち込み。
メンテナンスは海上に浮上させて行う。



照査結果：良く練られた計画で、1000kW 実証機までは実行可能と思われる。大規模発電サイト建設の段階で問題に遭遇すると考える。

- (1) 広い海域に多数の発電ユニットを設置する方式なので、黒潮の流路の変動に機敏に対応するのは困難ではなかろうか。
- (2) 単機出力 1000kW であれば、総出力 100 万 kW の発電ファームを目標にすると、1000 ヶ所の海底基礎・海底配電ネットワークを建設・維持しなければならない。単機出力を大きくして各機の間隔を離れたため、大電力発電に際しては広大な面積を必要とする。そのために、次のような問題に遭遇する。
- (3) 水深 500~1500m の海域にも黒潮発電の適地が多いが、海底基礎は建設できるとして、50~150 気圧の海底で広大な面積に亘って集電網を建設・維持できるのか。
- (4) 電力の形でエネルギー輸送を行うが、黒潮を本格的に活用する時点では海岸から遠距離のサイトを利用せざるをえず、海底ケーブルに巨大な投資が必要となり、経済性が損なわれないか。
- (5) 単機出力 1000kW となると、海上に浮上させてもそのメンテナンスは大仕事になりそうだ。別プロジェクトを組んで専用のメンテナンス船を建造・維持することになろう。
- (6) 次の N 計画のように立体的に発電ユニットを配置できれば発電サイトの所要面積は少なくて済むが、T 計画では平面的に海流を利用するために大面積化する。実証試験では問題にならない多くの問題に対応せねばならない。
- (7) 浮遊式は自重と浮力とのバランスで潜水深度を保っているが、1000kW 機が無負荷から全負荷に移ると、発電による抗力で数十トンの垂直荷重が加わる。深度と姿勢の維持に大きな技術的努力が必要になる。ペアの発電ユニットの一方が壊れると悲惨なことになる。もっと単純な構成で本質安定な方式を選べないか。

(3) ノヴァエネルギー社の水中浮遊式海流発電(仮称N計画)

垂直ブイにマグロ型の水力油圧ポンプを係留し、作った高圧油を海上部に送り、海上で油圧モーターにより発電機を駆動する方式。

頂部はヘリポートであり、メンテナンス部品等の輸送に用いる。

計画された単機出力、係留のための海底基礎、電力輸送はT計画と類似である。



照査結果：

- (1) 海中のマグロ型水力油圧ポンプ、途中の油圧回路に故障が発生した場合にメンテナンスする方法が開示されていない。現実には非常に難しいと思われる。
- (2) ヘリコプターを人員・物資の輸送に使うのは、よほど海が平穏な時でないとは難しく、運用面で疑問がある。
- (3) T計画の問題点の内、(1)～(4) がN計画にも当てはまる。

以上に紹介した3件は、現在我が国で本格的に動いている潮流(海流)発電計画である。

その中で黒潮発電を目指しているのは、T計画とN計画であった。何れも海底基礎に発する係留索により発電ユニットを係留する係留型発電施設である。共に浮遊型に属し、T計画は海中浮遊型、N計画は一部浮上・浮遊型の違いはあるが、実用化段階に入った時点で必ず問題になる幾つかの課題に対する解決手段を提供できていない。それらは次の課題である。

- (1) 水深1000mのサイトでは2000m級の係留索にケーブルを沿わせて電力を一旦海底まで送らなければならない。黒潮の強流帯は海面から深さ200mの表層流である。自然の摂理に逆らうような構成ではなかろうか。
- (2) 発電ユニットの単機出力が数千kWであり、数十万～数百万kW級の発電サイトを建造する場合、数百～数千基の海底基礎を必要とする。このことは次の課題を生む。
- (3) 黒潮の流路変動に機敏に対応できない。
- (4) エネルギーは一旦海底ケーブルで集められるが、その海底集電ネットワークが大規模でメンテナンス困難である。このことは次の課題を生む。
- (5) 1機だけの実証試験では海岸に近い適地が選べるので、電力のまま陸地へ供給可能である。しかし、将来は必ず海岸から遠い、深いサイトを選ばざるを得なくなり、電力輸送は確実に壁に突き当たる。
- (6) 各機は無人運転であるため、人員と資材を持ち込まないとメンテナンスができない。両計画共、メンテナンスでは大変な苦勞ををすると思われる。

4. 問題点を解決する方策

- (1) 1隻当たりの総出力を数万～数十万kW級の係留型発電船方式にして、海底基礎を大型化・少数化する。(多数の海底基礎が必要なために生じる問題を避けることができる)
- (2) 海底基礎は黒潮が利用できる多数のサイトに設けておき、発電船は黒潮の流路変動に応じてその時点で最適なサイトへ移動して海底基礎に係留し、発電する。使用していない海底基礎からの係留索の先端には海面に浮上する中継ブイを設け、ブイの発見と発電船側の係留索との接続を容易にする。
- (3) 発電船は海中に数百～数千台の数十kW級の発電ユニットを密接に集合設置した発電パネルを懸垂して幅約百m、深さ約200mの黒潮を動力源とする発電を行う。このことは次の三つの効果を生む。
(このプランは定格流速1.5m/sで約4万kW、2.0m/sで約10万kWの出力を想定している)

- (4) 第一の効果は、潮流(海流)の運動エネルギーは面積(L2 乗)に比例し、発電ユニットの使用資材量は体積(L3 乗)に比例する。L2 乗 3 乗則により、同じ電力を得るには寸法 L が小さい小出力機を多数使用することが経済性を著しく高める。
- (5) 第二の効果は、数千 kW 級の発電ユニットは個別生産になるが、数十 kW 級の発電ユニットは開口寸法が 2~3m なので、カーメーカー等の量産技術が適用でき、圧倒的に経済性に優れている。
- (6) 第三の効果は、数十 kW 級の発電ユニットは小型・軽量なので、自動マテハン装置を利用でき、発電パネルへの自動挿入・取出を行うことができる。
- (7) 必要な時期に発電パネルを発電船の船上に引き上げて、取り扱いが容易な小型の発電ユニットと配電系統を海上でメンテナンスできる。海底の配電系統は不必要である。
- (8) 発電船は電力を船上の水素生成装置により水素に変換し、高圧水素或いは MCH 化して輸送船に引き渡して需要地まで輸送する。海底ケーブルには頼らない。
- (9) 発電船上にはメンテナンスの人員と資材を備えている。漂流物の絡み付き等は発電パネル引き上げ状態で除去、重大故障は予備機と自動交換する。
- (10) VLCC タンカーを建造する技術で、1 隻数十万 kW 級の発電船が建造可能である。黒潮の流路変動にも敏速に対応できる。深海の海底基礎建設さえ可能なら、比較的短期間で、係留型発電船方式で、日本国の EEZ 内の黒潮のエネルギーを大規模に利用することが可能になる。
- (11) 以上の「問題点を解決する方策」は「特許第 5656155 号 多胴船型潮流発電施設」として公開されている。また、水深が浅い海域でのメンテナンス容易な海中支持型潮流発電方式として「特許第 5622013 号 集合型潮流発電施設」が公開されている。何れも筆者が特許権者である。技術的詳細は特許公報で見いただければ幸いである。

5. 提 言

日本国のアキレス腱がエネルギーだということは石油ショック以来全国民に周知され、3・11 以来の原発全機停止による年間数兆円のエネルギーコストの高騰により骨身に染みて理解されている。

日本国の排他的経済水域の中で最初に開発すべき資源こそ黒潮のエネルギーであると確信する。

この緊急性が高い開発テーマに対して、現在進行中の開発計画は「まずは海流発電ができるかどうかを実証しよう。黒潮の流路変動やメンテナンスの問題は、実証に成功してからシリーズに考えればよい」とのスタンスで進められているように見える。本当に実用化を急ぐのなら、①潮流発電機本体の実証試験と共に、既に予想される課題である、②黒潮の流路変動への対応、③深海海域への対応、④深海での集電網の建設・保全の問題も同時並行的に開発すべきではなかろうか。現在の①だけの単線的開発の進め方は、日本国にとって非常事態とも言うべき現在の貴重な時間を空費することにならないか。

国家として非常時のかけがいのない貴重な時間を無駄にしないためにも、是非前述「現在公表されている開発計画を照査する」と「問題点を解決する方策」の技術的正当性を精査していただき、実行可能であり、エネルギー需要の相当部分を担う可能性があるのはどの開発計画であるかを見つめ直していただきたい。

現在進行中の開発は進めざるを得ないと思うが、別働隊により、ここに提唱する黒潮発電の理論的検証を新規に開始されることを希望する。黒潮発電はそれだけの努力に値する国家プロジェクトであると信ずる。

政策立案・決定者の真剣なご検討を賜りたい。

以 上

備 考：この資料は 2015/1/7 付けで内閣府の科学技術・イノベーション政策統括官殿にお届けした 2 件の資料の内の 1 件である。ご返事はいただけなかったが、内容的に本件の資料として好適なため、ここに収録した。

特許第 5 6 2 2 0 1 3 号 集合型潮流発電施設

1. 概 要

(1) 要 約 書

【課題】潮流発電に関しては、最適単機容量の観点から導かれる最適設計の指針がまだ確立しておらず、また、多数台利用する場合のメンテナビリティの高い技術について提示されることが少なかった。

【解決手段】発電方式が水力タービン発電機の場合、出力は面積に比例し、所要資材量は体積に比例する 2 乗 3 乗則が存在するから、単機容量は海中で実用できる範囲で小さめに設定し、所要台数を多くし、多数のタービン発電機の交換メンテナンスを容易とする自動着脱装置を利用する。潮流の秒速を 2.5m とした場合、深さ 200m、幅 1km の集合型発電施設は約 380 万 kW の出力を得られると試算され、巨大ではあるが現在技術の射程範囲内にある魅力あるエネルギー源となりえる。

(2) 発明の効果

本発明になる集合型潮流発電施設は、規格化された単機容量が比較的小さい発電ユニットを大量に幾何学的に密集させて構成するものであり、発電ユニットには量産技術の適用が容易であり、発電ユニットを所定位置に装着する保持体に対する多数の発電ユニットの装着と交換を自動着脱装置により行うことで、多数台数の発電ユニットの保守管理を容易にして、総合経済性と実用性に優れた潮流発電方式を提供するものである。

(3) 産業上の利用可能性

例えば深さ 200m、幅 1km の集合型発電施設の総出力は 380 万 kW となり、大型原子力発電所の 2 基分を超す電力を生産することができる。建設費は大きい、特に費用がかかる支柱構造体や保持体は構造的に複雑ではなく、長期間の使用に耐えると思われる。また、単機容量が小さい発電ユニットの製品価格は本質的に安価であり、保持体との機械的・電氣的インターフェースを維持できるなら、より高性能の設計が提案された場合の乗り換えも容易であり、総合経済性で原子力発電に勝る可能性がある。特に日本は潮流発電に適した多くの海域に恵まれており、安定した信頼できるエネルギー源として、潮流発電の実用化は国家的プロジェクトになりうると思われる。

発生した電力は、海底ケーブルを用いて直流送電によって需要地に届けるのが第一の選択肢であるが、需要地が遠隔地の場合は、潮流発電施設の海上のデッキに電気分解による水素製造プラントを設置し、デッキに埠頭を設けてタンカーによる海上輸送により水素を需要地に届ける第二の選択肢もあり得る。その場合、支柱構造体等は水素タンクや酸素タンクとしても使用可能であることも考慮に入れて、予め計画したい。

2. 図面による説明

(1) 保持体 1、発電ユニット 2 と自動着脱装置 3

- ①数十 kW 級の小出力発電ユニット 2 を数千～数万台という多数台、平面状の保持体 1 に集合的に密集装荷すること、
②自動着脱装置 3 により発電ユニットを自動交換できることが本発明の中核である。

①は③L2 乗 3 乗則と④量産技術の活用のため、②はメンテナビリティ向上のためである。

発電ユニットは保持体への着脱動作で同時に機械的結合と電氣的結合を自動的に成立、解除できる。

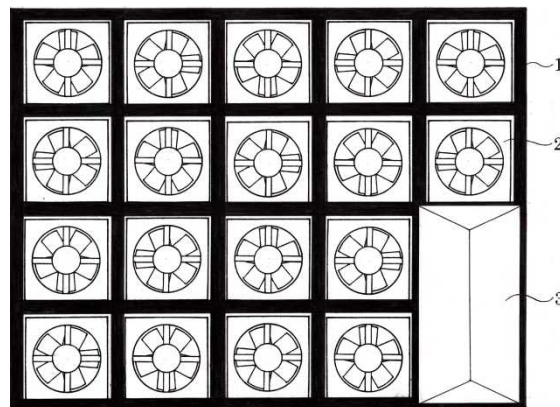


図 1. 発電ユニットの装荷状況

(2) 発電ユニット2の断面図

発電ユニットの外形は角形ダクト構造体である。筆者が想定しているのは、20フィートドライコンテナ（2,438W×2,382H×6,058L）程度か、やや大きいサイズである。流速 2.0m の時、出力 50～75kW となる。

発電ナセル 11 の内部は数十気圧の水圧に耐えるよう油封され、均圧機構により内外の水圧差を平衡させる。

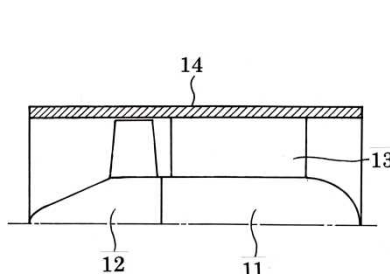


図2. 垂直断面図

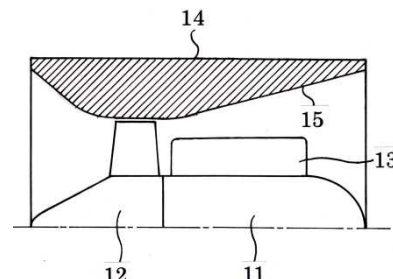


図3. 45度斜め断面図

(3) 自動着脱装置3の構造

保持体1に設置されたレールを把握して自律的に垂直方向に移動して故障した発電ユニットを装荷された空間から引き出して収納空間17内へ取り込み、1段上って収納空間18に持ってきた交換用の発電ユニットを装荷する。

潮流の抗力を考慮して、交換作業は上流側から行う。

流速が早い海中ではエレベータのようなケーブルは使えない。

重力バランスは浮体20が受け持つ。横方向への移動は海上のデッキで行う。

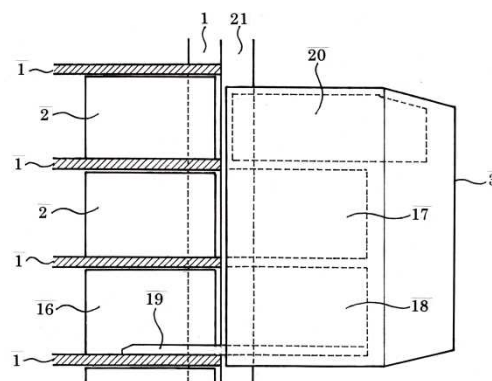


図4. 自動着脱装置の側面図

(4) 全体構造

海底6に支柱構造体7が自立し、その延長上に海上のデッキ9、その上に電力プラント、水素プラント、管制システム等の諸設備10が設置されている。

100台の発電ユニットと保持体の集合を4として示した。

水深が300～500mと浅く、水路が変動しないトカラ列島等の海域になら設置可能と考えている。

直接電力のまま、陸地への送電も可能だし、水素化して需要地への輸送も可能である。

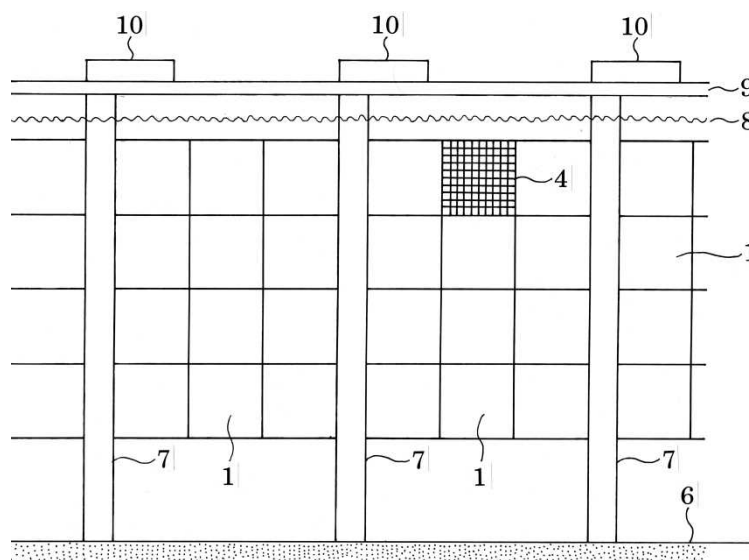


図5. 海中支持型集合型潮流発電施設の全体像

3. コメント

(1) 古典的技術の集積体系で、図面を見れば容易に理解可能と思われる。

(2) 311の東日本大震災以来、考え続けた黒潮発電で本命としたのは係留型潮流発電船であった。だが船体に係留索を係留すると発電パネルに加わる巨大な抗力により、船体の姿勢を安定に保てなくなる姿勢不定性を解決する適切なアイデアが得られなかった。止むなくその課題は一旦棚上げして、とにかく潮流発電が可能な幾何学的構成を求めて、この海中支持型潮流発電施設に至った。

(3) 支柱支持体7は300～500mの水深の海域に設置された数万トンの重の抗力を受ける巨大構築物である。計算上は原子力発電所に匹敵する巨大自然エネルギー源になり得ると思われるが、その実現可能性は支柱構造体の成否に懸かっている。一つの可能性として示した。

以上

特許第 5 6 5 6 1 5 5 号 多胴船型潮流発電施設

1. 概 要

(1) 要 約 書

【課題】潮流発電に関しては、最適単機容量の観点から導かれる最適設計の指針がまだ確立しておらず、また、発電ユニットを多数台利用する場合のメンテナビリティの高い技術について提示されることが少なかった。

【解決手段】本発明になる多胴船型潮流発電施設は、本体を陸上で建設し、海上で発電ユニットを点検・補修できる構造を有する双胴船を含む多胴船形式の浮体をプラットフォームとして用い、規格化された単機容量が小さい発電ユニットを大量に幾何学的に密集させて構成した発電パネルを海中に懸垂して作動させるものである。また、海底に設けた一ヶ所の基礎より発する 2 本の係留索により係留され、船体における係留位置を選ぶことにより発電負荷の反作用による船体のピッチングと、水平面内でのヨーイングを極力抑制することができる幾何学的構造を提供する。現在の造船技術やプラント建設技術の集積として潮流発電が実現可能となり、小規模出力の潮流発電実証船や、中規模出力の商用潮流発電施設として好適である。

(2) 発明の効果

本発明は潮流発電においては少数の大型タービン発電機を配置するのではなく、多数の小型タービン発電機を発電パネルに集積した状態で配置する方式が経済性に優れていることを示し、そのような発電パネルを装備した多胴船型潮流発電施設により、現在活用可能な産業技術の組み合わせで小規模出力から中規模出力をカバーできる潮流発電に必要な新規技術を提供する。

(3) 産業上の利用可能性

例えば流速 2.5m/s の潮流の場合の有効深さ 100m、幅 50m の発電パネルの出力は約 10 万 kW となり、係留索の海底からの角度 30 度の場合の発電負荷による垂直加重は約 6000 トン、それに自重等を加えて双胴船としての総トン数は 5 万トン級程度で安定運転できると見積もられる。巨大な投資を要する水力発電所よりも小回りが利く自然エネルギー源であり、我々が現在利用可能な技術と機材で、早期に実現可能な潮流発電を提供できる。

2. 図面による説明

(1) シングル発電パネル形式の係留点 7 の位置

図 1 は船体が双胴船の場合を正面から見た図面である。海底基礎から発する係留索 6 は船体 10 の左右の係留点 7 でこの係留発電船を係留している。船体の浮力中心点から 1 枚の発電パネル 1 を懸垂する場合は、図 2 のシングルパネル形式では船首を下げるトルクが回転軸構造体 9 に加えられる。それを打ち消すために係留点 7 が図 2 の位置に設けられている。

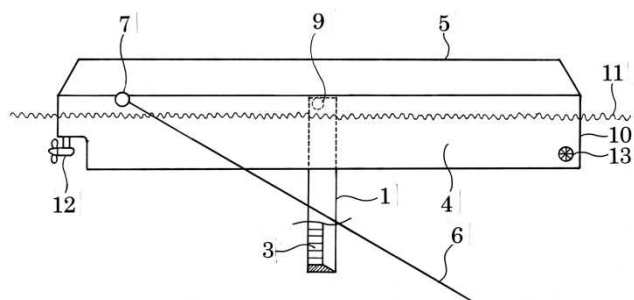


図 2. シングルパネル形式の係留法

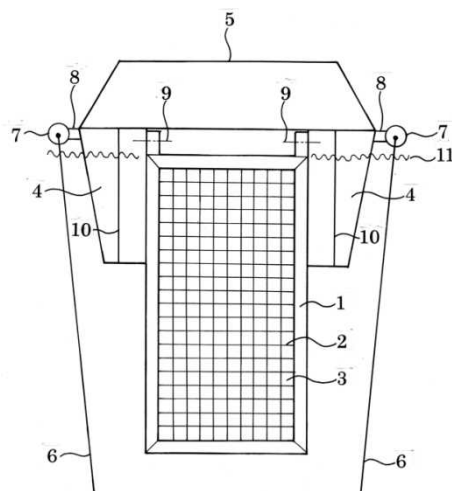


図 1. 双胴船とパネルの正面図

尚、発電ユニットと保持体、発電パネル等は特許第 5622013 号と同等であり、ここでは省略する。

(2) ダブル発電パネル形式の係留点7の位置

図3は発電パネルが船首と船尾の2ヶ所に設けられた形式の係留型発電船である。

この場合は前部発電パネルは船体の中央部を持ち上げるトルクを発生させるが、後部発電パネルは船体の中央部を押し下げるトルクを発生させるので、互いに打ち消し合う。このため、係留点7は浮力中心でもある中央部に設けられる。

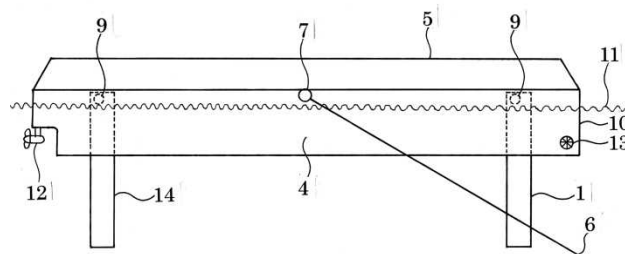


図3. ダブルパネル形式の係留法

(3) 係留索6が2本であり、二等辺三角形をなすこと

風と風糸との関係と相似である。この幾何学的構成は、発電パネルの後方に必然的に発生する巨大カルマン渦の反動力を受けて、船体に大きなヨーイング力(水平面内の首振り運動)が加わる場合の復元力を発生させる。

3. コメント

- (1) 潮流に逆らって船体に巨大な発電パネルを懸垂・固定するのだから、ピッチング力とヨーイング力が非常に大きいとの「課題」には気付いたが、「解決の手段」に関しては手探り状態から始まった。
- (2) 浮体構造は規格生産に向けたメガフロート構造からスタートした。途中でボックス状の浮体では潮流から無意味な抗力を受けるとの反省があり、抗力係数が小さい双胴船や三胴船を含む多胴船に考えを切り替えている。最終の形に落ち着くまでの試行錯誤に長時間を要している。
- (3) 発想の初期段階では特許電子図書館もネット検索も一切せず、特許願を書く直前に先行発明を調査するのが筆者の遣り方である。下手に他人の発想に触れると、無意識のうちに発想の自由度が制約されてしまうからである。今回の出願前調査で「黒潮発電資料1」のT計画、N計画等を見つけて安堵した。見事に風力発電の海中版であり、発想が在来技術に囚われてその範囲から抜け出していない。台風が来ない海中だからこそ可能となるコンバージョン・ダイバージョンノズルもL2乗3乗則も適用していない。海底まで送電線を持って行っており、発電ファームの海底配電・統合網は実現可能か、メンテはどうするのか、黒潮の流路が変動したらどうなるのか、このままこの企画を進めたら先はどうなるのか、非常に心配になった。一日も早く軌道修正されることを望む。

以上

特許 5 9 9 5 2 2 2 潮流発電に用いる水力発電ユニット

1. 概 要

(1) 要 約 書

【課題】潮流発電に関しては、最適単機出力の観点から導かれる最適設計の指針がまだ確立しておらず、また、発電ユニットを多数台利用する場合のメンテナビリティの高い技術について提示されることが少なかった。

【解決手段】同じ総発電出力を達成するのに、大単機出力・少数台を使用する方式より、小単機出力・多数台を使用する方式の方が総資材量が少なく、寸法的に量産技術により製造できるため製造コストを低減でき、小型・軽量であるため取付枠からの着脱も自動化でき、メンテナンスの全作業を海上で行うよう構成でき、潮流発電の開発と実用化を容易にする。

(2) 発明の効果

本発明は規格化された単機出力が比較的小さい発電ユニットを大量に幾何学的に密集させて大出力潮流発電施設を構成せんとするものであり、同一総発電出力に対して、従来の単機出力が大きい設計よりも単機出力が小さい故に使用台数が多くても総資材量が格段に少なくて済む。また、形状が単純で保守が容易な発電ダクト構造とすることにより、コンバージョン・ダイバージョンノズルを容易に設けることができ、発電能力を格段に向上でき、更に、小型故に量産技術の適用が可能となって製造コストも格段に少ない総合経済性に優れた潮流発電施設を提供することができる。

(3) 産業上の利用可能性

海洋エネルギー利用の中でも潮流（海流）発電は巨大な潜在力があることを理解されながらも、現状では最も開発が遅れている。その主たる理由は、沿岸から遠いため送電線の敷設が困難で採算が取れないこと、海中での施設建設や保守作業が現行技術では極めて難易度が高く、敬遠されていることなどである。本発明は発電船方式の水素プラント用発電施設の中核装置である発電ユニットを安価に提供する技術を提供し、加えて保守作業は全て海上で行うことにより、海中での作業を一切要しない技術を提供することにより、黒潮に代表される潮流エネルギー利用への開発と実用化を容易にする。

2. 図面による説明

(1) 発電ユニット 1 の主要構造

図 1 は発電ユニットの断面図である。本体 1、ダクト構造体 2 は 45 度平面ではコンバージョン・ダイバージョンノズル 3 が見られるが、垂直面内では見られない。パイロン 5 に支持されたハッチ断面は発電ナセル 6、ナセルのコーン 7、水力タービン 8 とコーン 9 の主軸はナセル内部に油封シールを通して軸受 12、遊星ギア増速機 13 を経て高周波発電機 14 を駆動する。ナセル内部は動的粘度が高くない潤滑油（エンジンオイル級）で満たされており、均圧機構 15 により外部の海水の水圧と平衡

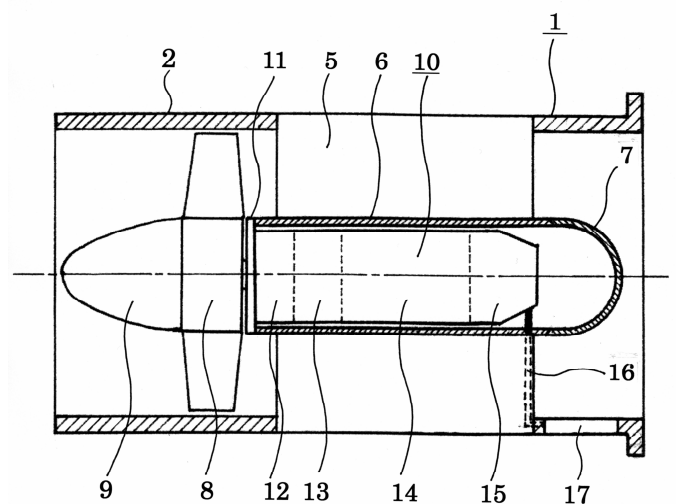


図 1. 発電ユニットの断面図

に保たれている。高周波発電機 14 は 3 相の 400～2000Hz と想定している。ここで発電された電力はケーブル 16 を経て電磁カップラー 17 から保持体の電磁カップラーへと電力を送り込む。

発電ユニット内部には水力タービンの不均衡回転や軸受、増速機等の状態を監視する音響・振動セン

サー、温度センサー、海水の侵入を知らせる Na センサー等を装備する。

(2) プレス加工によるナセル、パイロン一体成形

図2は複雑な形状をなすナセルとパイロンをプレス加工を主体とする加工方法で一気に製作しようとする。発電機本体を挿入・嵌するナセル内部シリンダー19は軸方向のコリュゲート加工により半径方向に大きな強度を有する。これにナセル・パイロン複合板18を4枚スポットウェルド等で一体に接合することで、機械的強度を必要とするこの複雑な構造体が量産技術により製造できる。発電ユニットは消耗品であり、耐久寿命5～7年と想定している。思い切った量産技術の採用が望まれる。

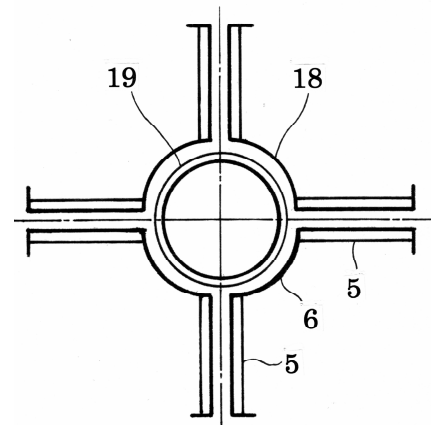


図2. ナセル・パイロン複合体

3. コメント

- (1) ネットで検索したら、「日本車馬力ランキング」に「新車で買うことができる日本車の馬力ランキングです(2014/11/10 現在)」が出ていた。1位 600PS(441kW)～10位 330PS(243kW)である。あの小さな車体（コンテナと較べて）にこれだけのピークパワーを数年間に亘って維持できるエンジン、ギアトレイン、軸受を詰め込める技術をカーメーカーは有している。
潮流発電で要求されているのは定格出力僅か 75kW の軸受、増速機、高周波発電機である。カーメーカーの技術者の手にかかれば、「全く問題ない」対象であろう。
- (2) カーメーカーは現在、水素化社会実現の先駆けとして FCV の実用化に踏み出している。彼等こそ産業界において、今日現在、数百 Hz 領域の同期電動機(発電機)、インバータ、各種センサー技術、非接触充電用電磁カップラー、燃料電池、水素ステーション、エンジンルーム内の潤滑油の取り扱い、板金プレス構造体、それらの量産技術に最も習熟している技術者集団である。ここには潮流発電の発電ユニットが必要とする技術が全て揃っている。
- (3) 多分、発電ユニットの水力タービンは 40%程度の効率しか要求されない。それ以上の効率があっても、発電パネル方式の物理的限界で高効率を活かされない。それでも発電パネル方式はオープンな潮流中に置かれた通常の水力タービンと比較して、同じ潮流対向面積当たりの出力が2倍以上になる。高効率はタービンでは処理しきれず、バイパス流となってカルマン渦を盛大にするだけではないかと今は考えている。このため、流体力学よりも量産技術に重きを置いた取り組みが有効だと考える。

以上

特願 2014-214841 潮流発電に用いる海底基礎と係留索

1. 概 要

(1) 要 約 書

【課題】係留型の潮流発電船は、発電時に潮流より受ける大きな推力を係留索に受けて船体は沈み込み、その反力として海底の基礎に大きな引き上げ力が加わるが、そのような負荷条件に好適な海底基礎の技術は確立していない。また、現実の施設運営で発電船が一時的にサイトを離れる場合の係留索の始末についての具体的提案が見られない。

【解決手段】小負荷の場合には係留索の伸びる方向に直角になるように海底に杭を設け、大負荷の場合は海底に基礎構造体を埋設する海底基礎を設け、共に係留索上の発電船の近くに中継ブイを設けて、操業時には中継ブイに発電船側の係留索を連結し、サイトから発電船が離れる場合には中継ブイから自船の係留索を解放し、中継ブイは海上に浮上する係留方式を提供する。この運営方式により、埋設型海底基礎建設時以外には海中での作業は一切なくなり、通常運営時に必要な作業は全て海上で行うことができ、潮流発電開発を加速させることができる。

(2) 発明の効果

本発明は、係留型発電船を海底基礎に係留するための海底基礎は、地上での建築物・工作物と異なり、上方へ向かう巨大な引張力を受けるため、その負荷に耐える機能を実現する技術を提供する。また、そのような海底基礎に発する係留索の端末に中継ブイを設けて、発電船がその係留索から離脱する場合や、復帰する場合に必要な作業の一切を海上で行える技術を提供する。これら技術の適用により、発電船型の係留型潮流発電の実用化を促進することができる。

(3) 産業上の利用可能性

数百～数千kW級の潮流発電実験・実証船から、数万～数十万kW級の大出力潮流発電船は、発電船を潮流に対して一定の位置を保つように係留する係留索と、その係留索を海底に拘束する海底基礎を必要とする。本発明は現在技術の応用で実行可能な海底基礎の構造を提供し、かつ、潮流発電船が海底基礎に発する係留索を離れなければならない場合に、中継ブイを用いることで係留索と潮流発電船の役割分担の関係を合理的に構成することで、海中での作業を極力減らすことができ、海中作業の困難さが阻んでいる潮流エネルギー利用への実用化促進を可能にする運用方式を提供する。

2. 図面による説明

(1) 全体構造図

図1に海底2の基礎3から発する基礎側係留索4の先端に中継ブイ5(係留中継点)があり、その先端が船側係留索7に接続されている場合と、解放されているため中継ブイ5が海面に浮上している場合の両者を同時に描いている。

潮流発電船6の発電パネル8が発電モードにある場合は、潮流発電船の巨大な抗力を係留索は斜め方向で係留するため、その張力に引き込まれて、中継ブイは斜線の上に位置するようになる。

潮流発電船が船側係留索7を中継ブイから切り離

してこの位置から去ると、中継ブイは浮上して自らの位置を知らせ、次の係留を待つ。この仕組みがこの発明の中核であり、以下、各要素技術について開示した。

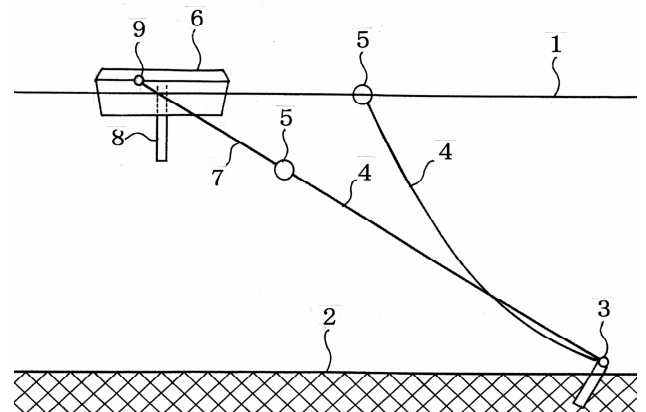


図1. 海底基礎と係留索と発電船の関係

(2) シンプルな斜め基礎 3

図 1 の海底基礎 3 は潮流発電船に係留時に直線状に伸びる係留索 4 に直角に基礎杭 3 が打ち込まれている状況を示す。小型の潮流発電船の場合は、この程度の海底基礎でも使用可能であろう。通常の土建工事のように垂直に杭を打ち込んだのでは、斜めの係留索に加わる大きな張力の垂直成分が基礎杭を引き抜いてしまう。引き抜かれないための技術が幾つか存在するが、海底が岩盤であればかなり難しい状況である。

(3) 埋設海底基礎

図 2 が一旦岩盤を掘抜いて生じた空間に基礎体 10 を設置し、その上に掘削作業で得た元岩盤である岩石を埋め戻してコンクリート等で一体化させ、これらの素材の重量で係留索からの斜方からの強力な力に抗しようとする埋設型海底基礎である。これもシンプル過ぎて気恥ずかしいが、最も確実な海底基礎でなかろうか。

実際にどのようにして海底でこれだけの工事をするかに関して、建設業界からの提案を望みたい。

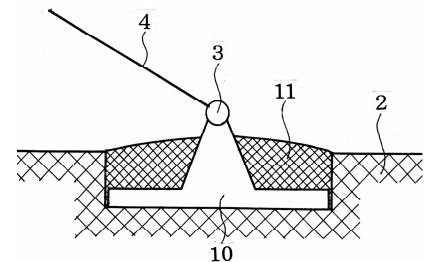


図 2. 埋設型海底基礎

(4) 移動型海底基礎

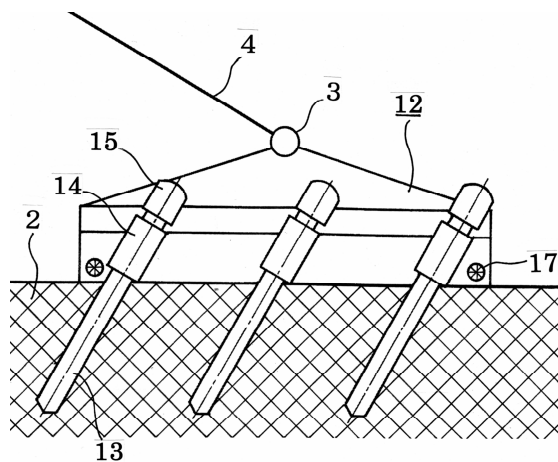


図 3. 移動型海底基礎の側面図

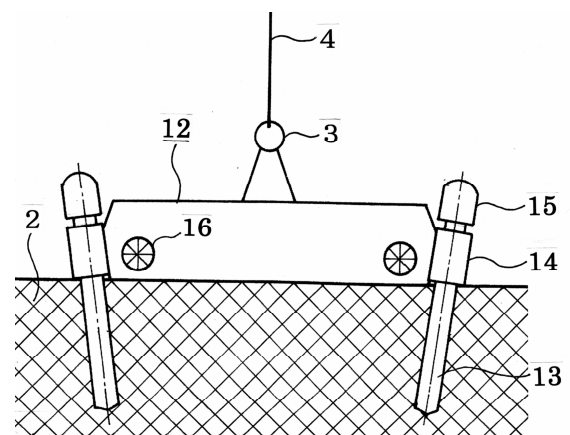


図 4. 移動型海底基礎の正面図

小出力係留型潮流発電船の実証試験段階では、日本海域の各地に有望な発電サイトを捜す段階がある。その都度、恒久的な海底基礎を建設する訳には行かない。一時的な海底基礎が必要である。対応方法は何通りか考えられる。これはその一例である。

移動型海底基礎 12 は移動時は海面に浮上して自力航行し、目的地へ来たら潜水して基礎の適地を自力で遠隔操作の人間の判断に従って決定し、適地が選定できたら海底に着地して保持スリーブ 14 から掘削杭 13 を迫り出しながら岩盤 2 を掘削し、所定の深さまで掘削杭が挿入できたら海底基礎としての働きに入る。掘削杭 13 が図 1 の斜め杭状態になっている。岩盤との固着力には期待しない。任務が完了すれば掘削杭 13 を保持スリーブ 14 の働きで岩盤 2 から引き抜き、本体 12 は浮上して次の任務につく。

万一、掘削杭 13 の引き抜きに失敗したら、保持スリーブ 14 ごと本体 12 から切り離し、放棄して浮上する。そのため、正面図に見るように下すばまりのテーパ一面に保持スリーブ 14 を取り付けられている。浮上は本体内部の海水を高圧排水ポンプで排出し、本体内部を真空状態にして浮力を得る。相当に高度な自律作業機械であり、これ自体が大きなプロジェクトになるかも知れない。

(5) 中継ブイ 5 の具体例

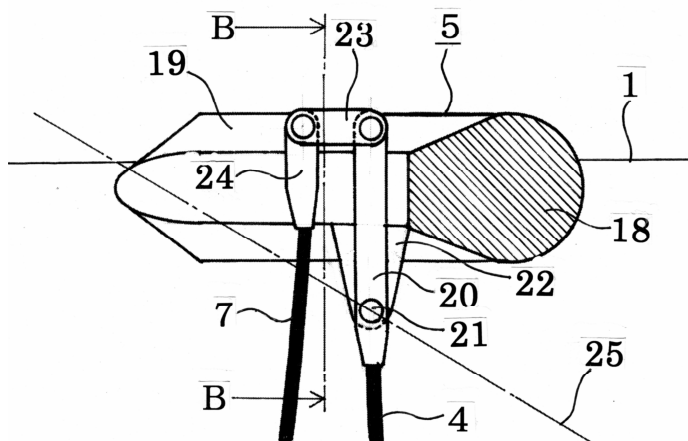


図 5. 中継ブイを側方から見た中央部断面図

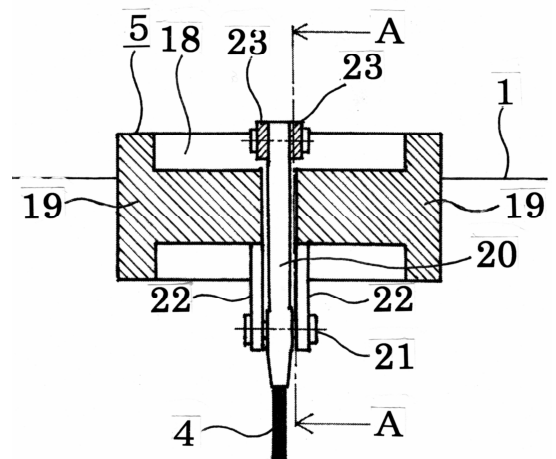


図 6. 同、後方から見た中央部断面図

中継ブイ 5 の要求仕様は、①非係留時は係留索を引きずって海面まで浮上する、②係留時は係留索は直線 25 に沿うので、これを邪魔しない位置で姿勢を安定に維持する、係留索を捻ったりする動作は絶対に行わない、③船側係留索 7 との連結動作がスムーズに行われること、④流体力学的に低抗力であること、などである。案外難しい仕様で、これこそ関心を持つ人の数だけアイデアがありそうだ。上図のアイデアは私の苦し紛れのアイデアだと思って欲しい。もっとスマートなアイデアを待つ。

(6) 係留索の構造

図 7 は係留索の断面図である。炭素繊維ケーブル 26、絶縁体 27、保護外装 28 が見える。係留索は張力部材であるから、炭素繊維がベストである。だが、剥き出しで長期間使用すると、海草のワカメや稚貝のフジツボなどの海生生物が付着して酷いことになる。また、海底の環境からの打撲、折り曲げ等の機械的浸害がある。保護外装は若干の①機械的強度と、②海生生物の付着防止機能を備えたい。保護外装にチタン材を用いるとこれらの要求仕様のかなりを満足させられる。更に保護外装に 1V 程度の負電圧を印加すると海生生物の付着防止に大きな効果があるとの研究発表があった。図 7 の係留索の構造は、それらの仕様をある程度満足する。

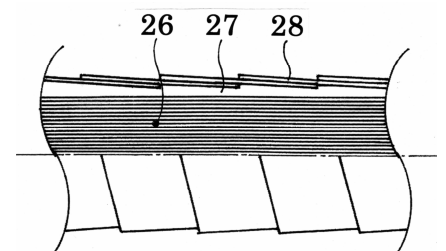


図 7. 係留索の部分断面図

3. コメント

- (1) 中継ブイというコンセプトは大変良かったと思う。年単位の黒潮の流路変動に対応できる説得力ある具体的提案である。
- (2) 図面に表された具体的構造は洗練されていないように感じる。もっと良いアイデアが提案される切っ掛けになれば幸いである。

以上

特許 6 1 0 3 4 4 9 潮流発電パネルと係留索

1. 概 要

(1) 要 約 書

【課題】潮流発電に関しては、最適単機容量の観点から導かれる最適設計の指針がまだ確立しておらず、また、発電ユニットを多数台利用する場合の好適な設置方法が提示されていなかった。

【解決手段】本発明になる潮流発電パネルは、多数の数十 kW 級の小出力の水力発電ユニットを密集して平板状に装荷することによって抗力係数を高め、潮流の中に部分堰を設けた形で前後に圧力差を作りだし、その圧力差によって単位潮流面積当たりの発電出力を通常のオープンな潮流中の数千 kW 級の水力タービン発電機の 2 倍強に高出力化することができる。

また、この潮流発電パネルはそれ自体に海底基礎からの係留索を結合することができ、係留型潮流発電船や係留型潮汐流発電船や脚部を海底に固定した係留型海中支持潮流発電施設など応用範囲が広い潮流発電方式の基礎的構成要素とすることができる。

(2) 発明の効果

本発明は潮流発電においては少数の大型タービン発電機を配置するのではなく、多数の小型タービン発電機を潮流発電パネルに集積した状態で配置する方式が性能面で優れ、経済合理性があり、水素化社会実現の一翼を担えることを示し、そのような発電パネルを装備した係留型潮流発電船に関して 4 件、係留型海中支持潮流発電施設に関して 1 件、潮流発電パネル本体に関して 1 件の幾何学的構成を開示した。潮流発電パネル方式を採用して潮流発電を実用化するに当たって、これらの中から与件に好適なプランを選ぶことにより開発の自由度が増し、正しい方向性を持った実用化がより早く実現できる効果がある。

(3) 産業上の利用可能性

本発明の実施例 1 には数値例として 30,000 m² の潮流発電パネルを挙げており、秒速 2m の潮流にて出力約 15 万 kW と試算結果を示した。某社の資料によれば、ロータ径 100m の風力発電機の定格出力は 3,000 kW である。定格出力で比較すると、この風力発電機 50 基が前述数値例の係留型潮流発電船 1 隻に相当する。

風力発電機の構成要素は強固な基礎、支柱、回転自在な発電機ナセル、風力タービンであり、見事に単純である。対する係留型潮流発電船は海底基礎と係留索に係留された約 2 万トンの双胴船に潮流発電パネルを懸垂・固定し、船上のスペースには電力プラント、水素生成プラント、管制施設等が置かれた複雑なプラント複合体である。工業常識に照らせば、同じ定格出力に対して風力発電の方が潮流発電より投資金額が安価であろうと判断されよう。

だが、風は速度や向きが常時大きく変動するが、潮流の流速と方向の変動は風力に較べれば極めて少ない。実際に 1 年間運転して得られる総発電力量を、定格出力で同じ期間運転して得られる総発電力量で除した総合発電効率（総合設備利用率）で比較すると、陸上風力発電は 20% 代、洋上風力発電で 30% 代と評価されているのに対して、潮流発電は 90% 代を期待できる。年間総発電力量で発電単価を比較すれば、潮流発電パネルを用いた係留型潮流発電船及び係留型海中支持潮流発電施設の経済性とメンテナビリティの高さは極めて魅力的である。

2. 図面による説明

(1) 発電モードにおける抗力中心に係留点 7 を設ける直接係留型潮流発電パネル

次頁図 1 に発電パネル 8 の枠構造体に係留索 6 の係留点 7 を設けた直接係留型発電パネルの基本形を示す。

特願 2014-214841「潮流発電に用いる海底基礎と係留索」にて「係留中継点」「中継ブイ」というコンセプトを明らかにした。

これにより、予め有望な海域には海底基礎 3 と基礎側係留索 4 と中継ブイ 5 を設置しておき、黒潮の流路変動が発生すれば直ちに最適発電サイトを求めて発電パネルを格納モード 9 に保った係留型発電船を移動させ、船側係留索 6 を浮上している中継ブイに接続することによって海底基礎と基礎側係留索とに繋がることができ、迅速に発電モード 8 に入ることができる。

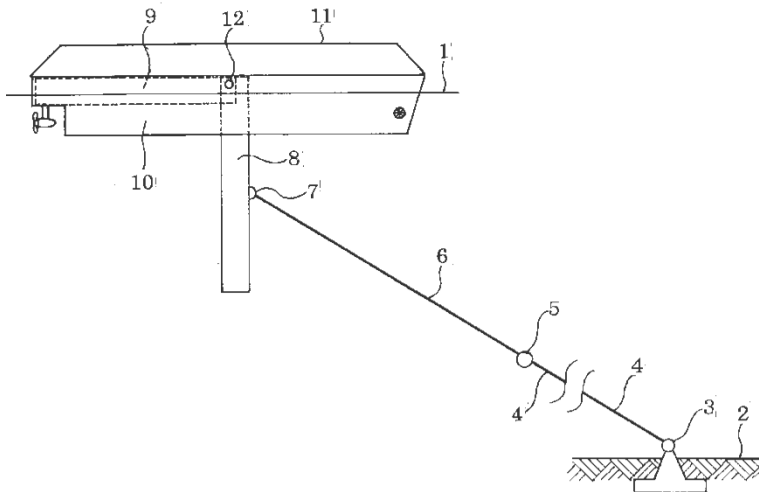


図 2. 直接係留型発電パネルを持つ双胴船の側面図

(2) 補助係留索 2 付き直接係留型

係留索 6 の係留点 7 を抗力中心点 21 より下方に設けることにより発生する反時計回りトルクを係留中継点 5 より発する補助係留索 22 を係留点 23 に接続して発生する時計回りのトルクと平衡させる。

双胴船・パネル系の姿勢自由度が減り、ヨーイング等に対する安定性が増すと考えられる。

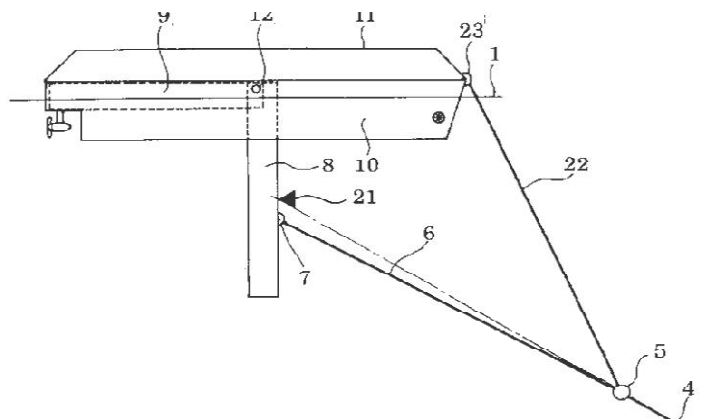


図 3. 補助係留索付き直接係留型発電パネル

(3) 船体短縮式直接係留型発電パネル

抗力中心点 21 より下方に係留点 7 を設け、係留点 7 を軸として抗力が発生する反時計回りのトルクと、浮力中心点 24 と発電パネルの懸垂点 12 が離れているために発生する

時計回りのトルクを平衡させて、発電パネル 8 に対する船体の全長を短くできる。

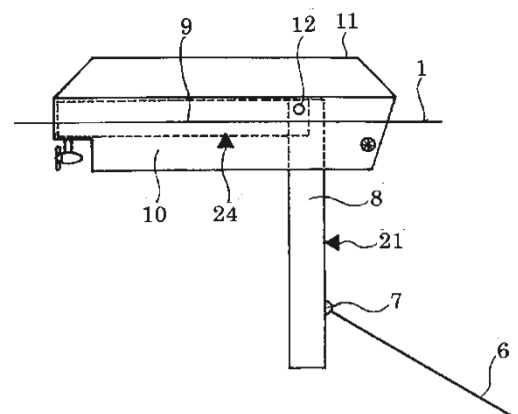


図 4. 船体短縮式直接係留型

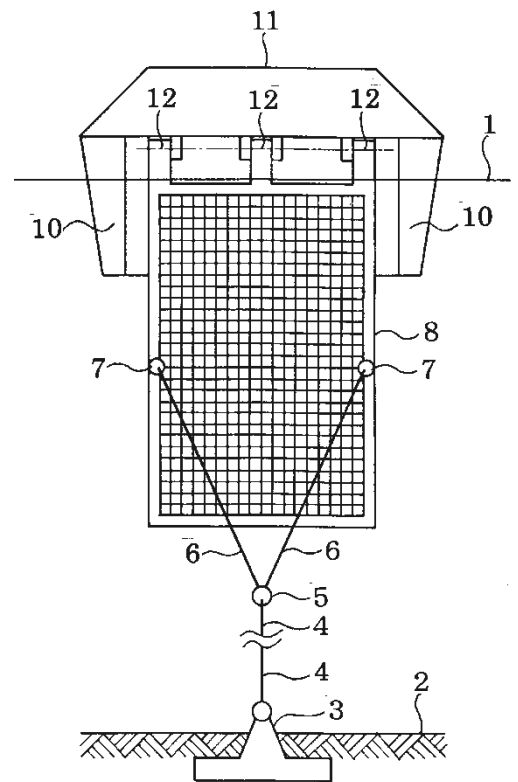


図 1. 直接係留型発電パネルを持つ双胴船

このコンセプトは判り易く、説得力がある。黒潮の性質上、絶対に必要な機能であると確信している。

(4) 潮汐流用直接係留型発電パネル

発電パネル 8 の前後に
対称に海底基礎(3 と 31)、
基礎側係留索(4 と 32)、
係留中継点(5 と 33)、船
側係留(6 と 34)、係留点
(7 と 35)などを配するこ
とで、1 日に 4 回流路が
反転する潮汐流にも対応
できる直接係留型潮流発
電船のスキームが成立す
る。

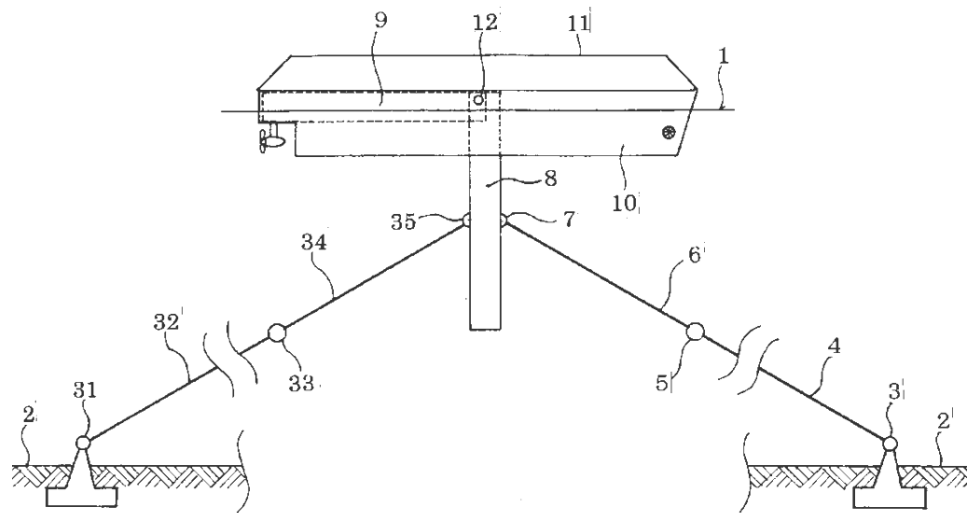


図5. 潮汐流用直接係留型潮流発電船

(5) 係留型海中支持潮流発電施設

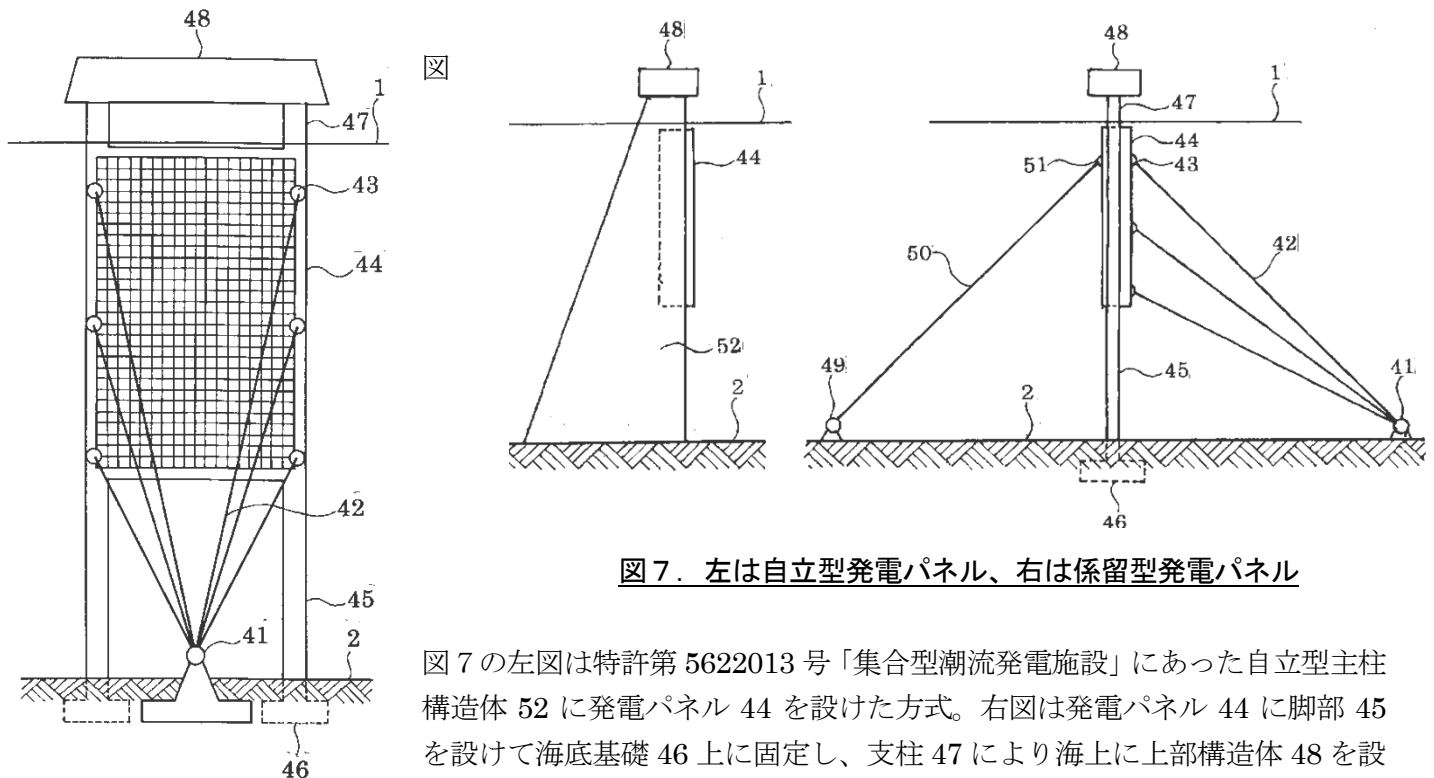


図7. 左は自立型発電パネル、右は係留型発電パネル

図7の左図は特許第5622013号「集合型潮流発電施設」にあった自立型主柱構造体52に発電パネル44を設けた方式。右図は発電パネル44に脚部45を設けて海底基礎46上に固定し、支柱47により海上に上部構造体48を設けた係留型海中支持発電パネルを示した。

図6. 係留型海中支持発電パネル

自立型の主柱構造体は300～600mに及ぶ強固で巨大な構築物である。その建設は困難を極め、その費用は巨額となって潮流発電の経済性を損なうと思われた。その代案が係留型海中支持潮流発電施設である。海底基礎の個数が多いのが懸念材料であるが、構造体としての費用は発電船と大きくは異ならない。

発電ユニットを取り外して海底基礎から解放すれば、発電パネルの枠構造体、脚部、支柱等の浮力により海上に浮上できる。陸上のドックまで作業船で曳航して、大規模メンテナンスを陸上で行うことが可能なように構成されている。

(6) 高抗力化突出部 63 を有する発電パネル

潮流発電パネルが秒速 2m の潮流に正対しているとしよう。この幾何学的構成は潮流を部分的に堰き止める部分堰を設けて強制的に圧力差（水頭）を作り出す。前述第六の手段に挙げたように、この潮流発電パネルの抗力係数が 1.3 であるとき、1 m² 当たり 277kg 重の抗力を生じ、それは約 27 cm の水頭に相当する。この水頭が発電ユニットでコンバージョン・ダイバージョンノズル効果（パネル面積に対してタービン駆動面積が小さいため、水流を絞る作用が発生する）により加速された水流となって潮流発電パネルの潮流対向面積 1 m² 当たり約 5kW の電気出力を発生し、前述抗力と平衡する抗力を生ずる。

この流速では、一般の水力タービンの 1 m² 当たりの出力は約 2kW であるから、それと比較して、潮流発電パネル方式の面積当たり出力は 2 倍強（理論値は約 2.6 倍）とかなり大きい。

平板状のパネルの抗力係数は約 1.15 であるが、図 8 のようにパネルを囲むように前方に突出部 63 を設けると、抗力係数が 1.3 程度まで上昇する。この上昇分だけ発電出力の上限が増加している。同じ潮流対向面積当たり、発電パネル方式はオープン潮流中にある水力タービンより 2 倍以上の出力が得られる。

なお、図 8 で集合保持体 64、発電ユニット 65 である。

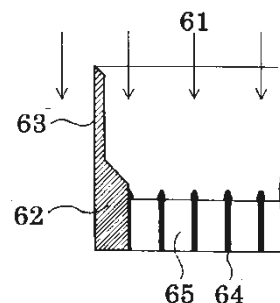


図 8. 高抗力化突出部

3. コメント

- (1) この発明は特許第 5656155 号「多胴船型潮流発電施設」及び特許第 5622013 号「集合型潮流発電施設」を補完する。この発明の核心は「発電パネルに直接係留索を繋ぐ」ことである。事実は 2013/12/16 に「多胴船型潮流発電施設」を出願する時点では、既に図 1 と図 2 に相当するアイディアを得ていた。この時は「まだまだバリエーションがありそうだ」と気づいて、とにかく前述特許願の提出を急ぎ、じっくり時間を掛けて本発明を練り上げた。図 3、図 4 辺りまでは普通の流れであったが、図 5 の「潮汐流用直接係留型」に至った時には「こんな大事なものを見逃していたか」と本当に驚いた。図 6 の「係留型海中支持発電パネル」はかなり飛躍したアイディアであると感じた。
- (2) 現在の日本の高層ビルの高さは 300m 前後である。新宿の高層ビル群の間を歩いていて、よく幻の主柱構造体が現実の高層ビルに重なって現れるのを見た。これよりももっと高く、運転状態で数万吨の水平荷重を常時受ける自立式の主柱構造体を海底の岩盤の上に建設するのは現実的なのだろうか。そのような構築物の海中数百mでのメンテナンスは可能だろうか。この疑念が直接係留式発電パネルの思考過程で一つの答えを出してくれた。
- (3) 現時点では、黒潮発電は係留型発電船が本命であると考えている。数次の実証試験と実用化展開を経て決定版に収斂させ、これを大量生産して太平洋上に展開する。最終版では人工知能による自律式無人運転方式としたい。経済的に潮流発電が可能である地点には海底基礎と中継点浮上式の係留索システムを広範に張り巡らし、黒潮の流路変動に敏速に対応できる態勢を執る。中継ブイも破壊活動を防ぐ警備システムを備えたものとする。やるべきことは山積している。

以上

係留型双胴発電船の社会的効果

1. 大きさと水素生産量

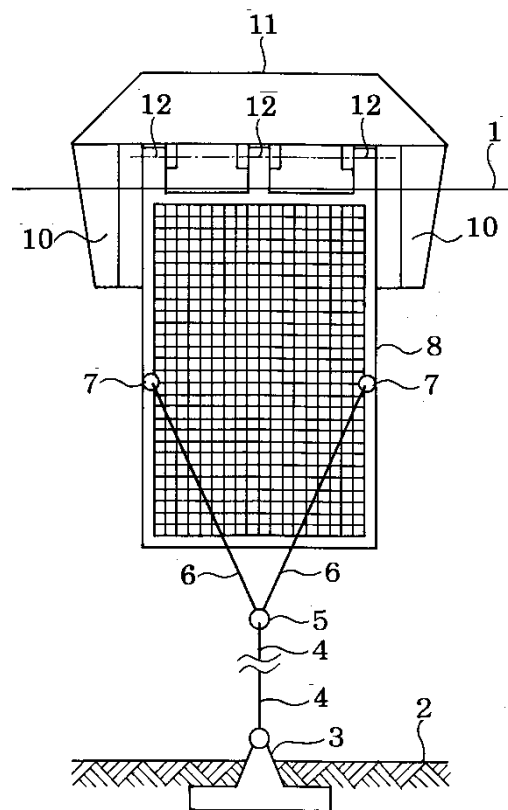


(1) 船体の寸法と重量

左の写真は 2007 年 11 月に竣工した VLCC「IDEMITSU MARU」。全長 333m、全幅 60m、吃水 20.5m、総トン数 16 万ト、載貨重量トン数 30 万ト。このクラスの VLCC の市場価格は概算 1.2 億ドル (150 億円) といわれている。

右の図は 2m/s 流速で出力 15 万 kW の係留型双胴発電船。発電パネル 8 は高さ 200m、幅 150m、船体の全長 350m、全幅 200m と想定している。係留索の海面に対する角度を 30 度とする時、定格出力における発電抗力で係留索の張力は約 1.4 万ト重、下方引込力(貨物重量に相当)約 7000 ト重である。およそ 2 万ト以上の貨載重量トン数の双胴船ならば、吃水を安定に保てる。

VLCC と全長は同じ程度だが、全幅は 3~4 倍も広く、貨載重量トン数は 10 分の 1 の華奢な構造である。貨載重量トン数 6 万トのタンカーの市場価格は 4300 万ドル (55 億円) なので、計画量産時の浮体プラットフォームとしての船体価格はこれを一応の目安としよう。船体に積み込む発電パネル、発電ユニット、水電気分解設備、水素液化装置、水素貯蔵タンク等の設備類が価格の主要部分を占めると思われる。



(2) 水素生産能力

黒潮の流速 2m/s で出力 15 万 kW (1.5×10^8 J/s) を基本仕様とする。水素の重量当たり発熱量 141MJ/kg (1.41×10^8 J/kg)、水電気分解・水素液化等の総合効率を 0.85 とすれば、水素生産量は 0.9kg/s、放出する酸素 7.2kg/s、使用水量 8.1kg/s、1 日当たり水素 77 ト、年間約 2.8 万トとなる。天然ガスの重量当たり発熱量 38 MJ/kg であるから、熱エネルギー源として考える場合は年間で天然ガス約 10 万ト相当、FCV の燃料として考える場合は天然ガス約 20 万ト相当のエネルギーの供給源となり得る。(内燃機関に対する燃料電池の効率を 2 倍とした)

2015/9 現在、日本の輸入天然ガス単価は 69 円/kg であるから、138 億円/年相当と考えられる。但し、化石燃料の価格は需給関係等で大きく変動することを考慮して、本方式による自然エネルギー導入の判断を行って欲しい。仮に年間生産額 70 億円と低く見積もった場合、20 年間均等償却法で、この係留型双胴発電船の建造費の概算は 1400 億円以下でなければならない。一つの目安として示した。

2. 船体の設計上、重視すべき項目

(1) 台風に対する船体の機械的強度の確保

前出写真の出光丸(三世)に較べて、①全長ほぼ同じ、②全幅 3.5 倍、③貨載重量トン数 10 分の 1 というアスペクト比は、機械的に脆弱な印象がある。特に温暖化の進行により、台風が益々強烈になりつつある事情は悪材料であり、筆者は果たして強力な近未来の台風に耐え得る船体が実現可能か否かを最も心配している。

黒潮発電の適地に係留しているため、台風が襲来するから他の場所に避難するという選択肢はない。最大瞬間風速 70m、波高 35m といった台風に、係留された全長 350m、全幅 200m の双胴船が耐え得るか否かが、このプロジェクトの重要な判断課題となる。

単純に船体構造を強固にすれば解決するとも思えない。そうであれば簡単なのだが、巨大台風との力較べて、このやわな双胴船が勝てるとは思えない。むしろ衝撃力には応力をできるだけ分散させて集中させない構造となし、撓って力を広い領域に分散させることが必要であろう。但し、撓い過ぎて後に歪みが残って、発電パネルから発電ユニットを自動着脱するマテハン装置の動きに支障が出るようでは困る。台風襲来時に発電パネルを懸垂したままにしておくか、デッキの下に収納するかが選択肢となる。

(2) 台風に対する係留索・海底基礎の機械的強度の確保

台風の中で係留型双胴発電船を係留索で係留する場合、どのような問題に遭遇するであろうか。

①係留型双胴発電船は質量が大きい発電パネルを有している、②係留型双胴発電船の全幅が大きく、露出面積が極めて広い、が課題となる。

発電パネルを下げたままの状態なら重心が低いから、船体が転覆する事故は起こりえない。例え転覆しても起き上がり小法師のように自力で元の姿勢に復元できる。しかし、発電パネルと船体の固定部に加わる応力を考えると、果たして破壊されないで済むか疑問がある。安全性のシミュレーションにより発電パネルの二つの姿勢について、何れがより安全かの答えを出しておく必要がある。

台風の際は波浪に力づくで抵抗するよりも翻弄されていた方が、波浪から受ける機械的応力が少なく済むと聞く。この双胴発電船は広い面積で台風の波浪の力をまともに受け止めなければならない構成になっているので、特に慎重な検討が望まれる。

係留索と海底基礎が台風の波浪のような巨大な衝撃力に耐えることができるかが次の課題である。

緩衝機構なしの解決策は考えにくい。前頁の図面の海底基礎 3 から 2 ヶ所ある係留点 7 までの間に、ロングストロークの緩衝機構が必要である。

巨大台風まで考慮した係留索強度の安全係数が次の設問である。海底基礎から中継点までの係留索が切断すると修復が大掛かりになるから、中継点から係留点までの間で強度が弱い犠牲点を設けたい。係留索が切れても、双胴発電船は自力航行能力があるので、施設や乗員に危険が及ばない。

(3) AI による自動運転・警備防衛システム

双胴発電船の基地から係留サイトまでの航行、中継ブイや中継点と双胴発電船の係留索との連結や解放、水素タンカーへの液化水素の供給作業時、定期的あるいは臨時のメンテナンス時以外は、人間による管理・操作は必要ない。作業は単純に黒潮の運動エネルギーを電力に変換し、それを更に水素に変換して水素を液化して体積を低減して貯蔵し、外部からの侵入・攻撃等への警戒・防衛を行うことである。順調に行っている時は、乗員が介入すべき作業は一切無い。

船内施設の細部にまでセンサーネットワークを巡らし、あらゆる事態に対応できる AI 制御システムに運営管理を任せる方式を執りたい。理想は通常運転時の無人運転化である。

人間が居たとしても、それは AI 制御システムを監視、異常事態への対応に限られる。自動車は無人運転され、生産工場は Industry4.0 の時代である。極めて単純な任務しか与えられていない係留型双胴発電船は無人化されるべきである。

異常事態が悪意を持った集団によるテロであれば、警備員を置くより、シビアな対応をする警備・防衛 AI システムに実務を任せた方がベターと考える。人間が退船し、発電船が自動運転モードに入ったら、全扉の自動鎖錠、プラント区画の N₂ 充填等の安全処置を行うことも選択肢に入る。

3. 黒潮発電を目指す三方式の実現性の評価

黒潮発電を目指す開発は本方式だけではない。2015/1/7 付け「黒潮発電の課題と解決策」に紹介した T 計画と N 計画もそのライバルである。何れも「係留型」という共通項がある。黒潮が表層流であるため、「海底固定型」は存在せず、日本列島は黒潮の流路で水深が数百 m 以上あるため、「海中支持型」も存在しない。T 計画は多数の関係者による大プロジェクトである。現状は「小型の模型機により 50 数%の効率を出した」と報道される段階である。海中浮遊型の発電負荷変動による姿勢制御の困難さを打開するための多数の特許出願がなされている。T 計画が進展すると必ず課題となる多数機の発電ユニットで構成される発電ファームの電力ネットワークに関する具体的な開発情報が流れてこない。筆者は電気技術者としての知見から、多数の発電ユニットの電力を 50~200 気圧の高圧下の海底に集めて、それらを統合化して陸地まで送り出す電力システムは嘗て例を見ないものであり、安定に長期間稼働できる信頼できる製品は 10 年やそこらでは実現可能とは思えない。多分、ここがこのプロジェクトの最難関部になると予想するが、それに手を付けている気配がないのが心配である。

筆者が提唱する K 計画の発電パネル方式では、黒潮の同一対向面積において自由海流中のタービン発電機の 2 倍強の発電出力が得られるが、タービン効率を上げて行くとある値で発電出力が飽和する。一定値以上の高効率(40%程度)は必ずしも有効でないため、タービン効率の向上は開発対象に入れる必要がない。

N 計画は中規模のモデルでデモンストレーション中の段階で、大きなプロジェクトまで発展するか微妙な段階である。この N 計画も海底電力ネットワークでは T 計画と同じ解決の難しい問題に直面する筈だ。

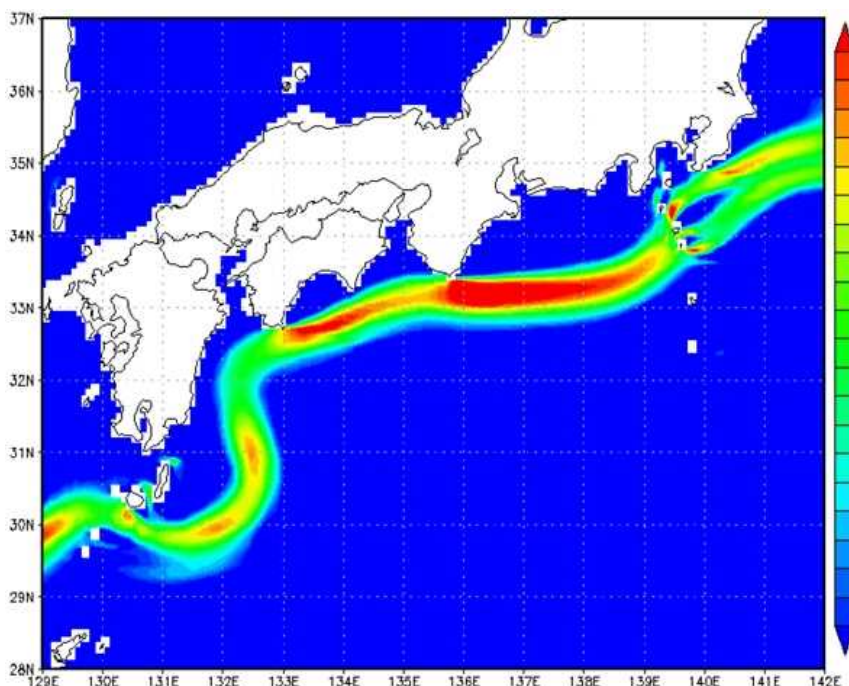
黒潮が流れているような日本列島から或る程度の距離がある発電サイトでは、電力の形で需要地に送電することは、よほど恵まれた場所でのみ可能で、大規模エネルギー源として期待するのは無理だと考えられる。その点、本計画は船上で電力を液体水素に変換してタンカーで需要地に届ける方式であるため、高エネルギー密度の黒潮が流れている場所ならどこへでも進出して稼働できる拡大性に富んだ技術だと考えている。

4. 係留型双胴発電船の経済的効果

(1) 黒潮発電の勧め

黒潮は平均的に幅 100km、海面から水深 200m の厚さの強流帯を有すると言われる。モデル係留型双胴発電船の発電パネルの高さを 200m にしたのは、これが根拠である。

右図は黒潮の流速を色表示した図であるが、日本本土の南側に黒潮発電の適地の候補が多数見られる。世界二大海流の一つが本土の近傍を流れている幸運、これを活かすような動きが国内に殆ど見られないのは不思議である。筆者には黒潮発電から技術者が逃げているように思われる。国家的機会損失でなかろうか。



中東に較べれば太陽光発電の年間稼働率は 1/6、欧州に較べれば風力発電の年間稼働率は 1/2 と言われ、日本は必ずしもこれらの自然エネルギーの適地ではないことを自覚せねばならない。地熱発電や黒潮発電こそ日本独自の自然エネルギーとして開発努力を集中すべきテーマではなかろうか。

(2) 係留型双胴発電船の概算見積

大出力水力発電所の建設費は 100 万円/kW 以下といわれる。第 1 頁に挙げられたモデル係留型双胴発電船の定格出力は 15 万 kW であるから、目標建造費は 1500 億円以下となる。双胴船本体は高く見積もっても 100 億円程度に収まるであろう。発電ユニットは 75kW 機、そのサイズは自動車のバン級なので、量産段階では確実に 1 台 200 万円以下に収まると思われる。2000 台使用であり、総額 40 億円となる。本体ダクトとパイロン、ナセルをプレスと溶接で加工できれば、1 台 100 万円前後で供給可能と思われる。

海底基礎を除いたその他の設備について積算しても、技術者の常識としてはこの係留型双胴発電船の単価は連続量産段階で 200~500 億円程度に収まるように思われる。

この場合は、FCV 化した輸送用燃料の水素供給源として、確実に本方式は高い価格競争力を有する。当然であるが、開発・試作段階での予算は、量産時とは違った配慮が必要である。

(3) 係留型双胴発電船の船隊による本格的黒潮発電利用

定格出力 15 万 kW の係留型双胴発電船 100 隻の船隊を 3 編成、計 300 隻を日本近海の黒潮に配備できたとしよう。総出力は 4500 万 kW、水素 840 万 t/年となる。この水素生産量はオール FCV 化した日本の輸送用燃料のおよそ 3/4 を賄える。残部は既に予定されている日本国内の他の製造プロセスで充当できるとすれば、現在、化石燃料の全輸入量の約半分を占める輸送用燃料が全量自国内で調達可能となり、日本のエネルギー安全保障能力は大きく前進する。

300 隻の発電パネルの幅の和は 45km に及ぶが、黒潮の運動エネルギーはこの程度で採集し尽くされる訳ではないと考えている。日本が黒潮を資源とする水素輸出国となる可能性にも目を向けたい。

1 隻 500 億円なら 300 隻で 15 兆円、10 年間を総工程期間とすれば、年間 1.5 兆円の予算が必要な長期計画である。

この計画は筆者が別の機会に提案している「離島地下原子力発電による原子力水素」とバッティングしている。しかし、日本にとってエネルギー問題は最重要課題である。これらの複数のエネルギーパスが互いに好敵手となって切磋琢磨して競い合い、それらの激烈な競争の中から本物の日本のエネルギー自立が実現すると考えている。競争なき所に真の進歩はない。

5. ま と め

- (1) 黒潮の流速 2m/s は風速 19m/s に相当し、速度変動も少なく、年間稼働率も 100%に近いのに、風力発電に較べて実用化が進んでいないのは、関係者が海を敬遠しているからではなかろうか。
- (2) 係留型双胴発電船ではメンテナンスの全てをデッキ上で行うことができ、水中作業がない。
- (3) 水素を輸送用燃料として生産・供給することにより、日本の輸入化石燃料を半減できる機会がある。
- (4) 船体は造船会社、発電ユニットは自動車メーカー等が長期計画生産することにより、日本の製造業が幅広く活性化し、グローバルな企業体質を強化することができる。
- (5) このインフラ建設は、長期にわたり日本の経済を活性化し、政治的安定をもたらす。

以上

特願2015-86270 原子力により水素を製造するプラント

1. 概要

(1) 要約書

【課題】福島原発の過酷事故以後の日本国では、新規の原子力発電所の建設は事実上不可能である。温暖化ガス低減の目標達成と、エネルギー自立の国策を両立させるための原子力エネルギーを新規に活用するための方策を得たい。

【解決手段】隔離距離範囲内に住民がいない離島を地下式原子力発電所の立地となし、発電した電力で電気分解法により水素を生産し、当該離島で水素を液化或いはMCH化して水素輸送専用船で需要地に届けるようにしてなり、当該原子炉の廃炉の時期が来たらその場で嚴重閉鎖して中間処分及び最終処分とする原子力利用の水素製造プラント。

(2) 発明の効果

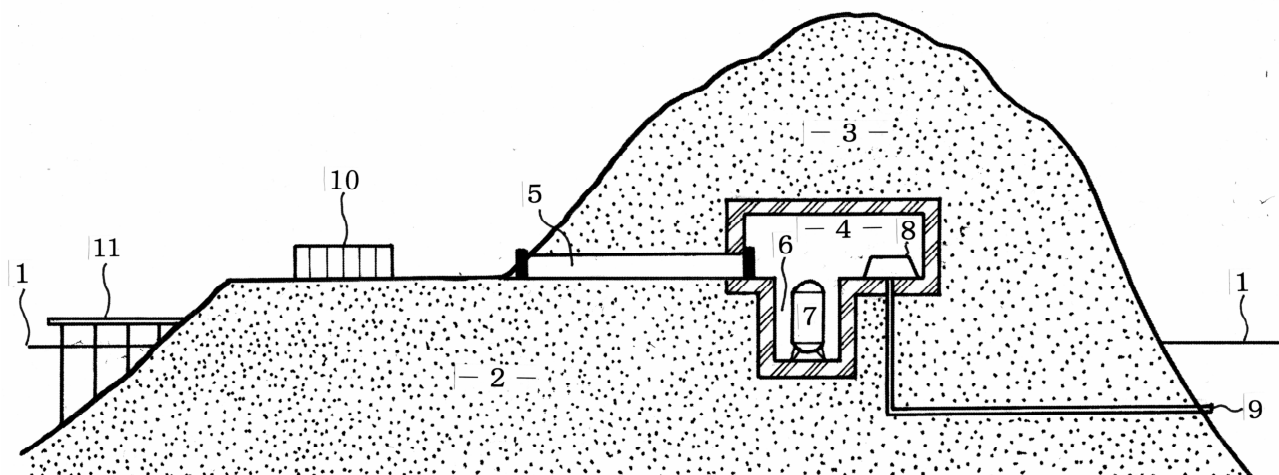
本発明は離島地下式原子力発電による電力で水素を製造し、需要地まで船舶で輸送する水素化社会システムを構築することにより、閉塞状態にある日本国の原子力利用に風穴を開け、日本国が世界に先駆けて無公害エネルギー利用を実現するための立地選定方式、原子力を水素化するまでの安全性が高い原子力発電・水素製造プラントの方式を提案する。また、廃炉に必要な工事内容を極力低減して、原子炉の生涯費用を下げて経済性と安全性を両立させることができる。

(3) 産業上の利用可能性

これまでは遠隔地にある無人島は国防上の負の遺産と考えられてきたが、その離島を地下式原子力発電所の立地となし、発電した電力を電気分解法により水素となし、専用輸送船でエネルギーの需要地まで送り届ける水素化社会システムを構築することにより、日本国のエネルギー自給率を上げて化石燃料への依存を下げ、温暖化ガス排出量の削減とエネルギー立国の国策を推進することができる。また、地下立地の利点を生かし、廃炉に当たってはその場での嚴重閉鎖を以て中間処分となし、不動態・固化処理によって最終処分となし、廃炉処分費用と所要時間と処理工数との大きな節減を図ることができる。

2. 図面による説明

(1) 離島地下式原子力発電・水素製造プラントの概念を示す断面図



1 海面、2 離島、3 山、4 地下空間構造物、5 トンネル、6 原子炉ピット、7 原子炉、8 タービン発電機等、9 タービンの給排水管、10 水素製造プラント、11 水素積み出し栈橋

3. 関係者へのメッセージ

- (1) 問題意識は数日前からあり、潜在意識レベルで考えて続けていたようで、顕在意識に上がってきたのが 3/11 の明け方であった。発明を構成する要素は「離島*地下*原子力発電*水素製造*船舶輸送*その場埋設廃炉」である。
- (2) 6 項目の要素は何れも既に実用化できるレベルにあるものばかりを組み合わせている。特に原発に関しては世界的に最大の運転実績があり、構成部品の故障モードや交換時期が熟知された PWR を基本にした本質安全に近い安全性を有するモデルを採用したい。エネルギー効率を追求して HTGR 等を採用するのは次の世代に託したい。
- (3) その後、特許電子図書館とブログ等のネット検索を行った。「地下に原子力発電所を建設する」とのアイデアは、衆議院の山本拓議員が 1991 年に「地下原発：共存のための選択」（文明堂書店）として刊行され、現在も同議員が主宰する「地下式原子力発電所政策推進議員連盟」に多数の国会議員が超党派で加わって啓蒙活動を行っておられる。要素は「地下*原子力発電」である。
「離島に原子力発電所を作り、電気分解で製造した水素を油送船で需要地に輸送する」とのアイデアは、ブログにも数回現れている。要素は「離島*原子力発電*水素*船舶輸送」である。
要素の組み合わせ「離島*地下*原子力発電*水素製造*船舶輸送」でヒットする案件は発見できなかった。
- (4) 「廃炉する原子炉を構内の廃炉ピットまで移動させて埋設する」（特許第 3101095 号：日立製作所）
「廃炉する原子炉を建物内の床下空間まで移動して埋設する」（特開 2001-116876：東芝）とのアイデアは先行発明として存在する。何れも地上建屋方式の原子力発電所を対象としており、「原子炉を（最終処分場まで）移動する」が入っている。本発明は「その場埋設廃炉（原子炉を移動しない）」が要素であり、これらは異なった要素であって要素の一致はない。
- (5) 後知恵では電気系統の津波対策や 4 号機への水素流入防止等は容易に実行できた筈である。だが蒸気ボイラーですら信頼できる技術になるまでは 100 年を要したと言われる。後知恵で段々技術が成熟して行くのが人類文明の宿命なのであろう。日本の原発は目下謹慎期間中である。この時期に人口密な本土等で原発を建造できる訳がない。可能とすれば、住民に迷惑がかからない離島地下原発であろう。

以上に本発明に至るまでの経緯を述べた。本発明が先に行われ、後に上記の調査を行ったが、これでお判りのように本発明を構成する要素の断片は既に IT 空間に存在していた。日本人の集合智として既に本発明の機は熟していた、後は誰がそれを総合化して発表するか先陣争いだけが残っていたと言うべきであろう。現時点では本発明と同一要素の組み合わせで、出願から 18 ヶ月未満なので公開されていない出願が存在する可能性がある。それにも関わらず、筆者は本発明を公開する。

筆者の目的は特許権の取得ではなく、日本人の集合智として当然存在すべきこのアイデアが政策実行者の目に触れることにより、日本の政府や企業により一日も早く離島地下原子力・水素製造プラントを実現するためのアクションがスタートすることを期待するからである。

日本は地理的条件から太陽光発電の総合効率は中東の 1/6、風力発電では欧州の 1/2 に過ぎないとの記事を見ている。日本はこれらの自然エネルギーの環境条件に恵まれた国ではないのである。

黒潮発電は将に日本のための自然エネルギーであるが、これで日本の全エネルギーを賄えるとまで楽観視することはできない。

将来的に日本のエネルギー需要が現在の 2 倍になるなら、それを供給できる実力があるのは原子力しかない。何時までも福島原発事故のトラウマを引き摺らずに、安全に飼い慣らされた原子力を国家のエネルギー政策の中核に据える日が一日も早く実現することを切望する。

以上

来るべき原子力水素社会の展望

2011 年 3 月 11 日の福島原発の 1～4 号炉の過酷事故は日本にとって痛恨の出来事であった。当初全ての原子炉のスクランブルに成功したとの第一報に接し、これで日本の原子炉技術の安全性が世界中に知られ、世界の原発の主要供給者としての地歩を固めたとの勝利感はほどなく巨大津波による冠水、全電源喪失という悲惨な二幕目を迎え、運転中の 1～3 号機のメルトダウンは勿論、停止中の筈の 4 号機建屋までが水素爆発するという信じられない事態へと発展した。5 号機、6 号機も事情は似たものだったが、1 組の予備電源の設置場所を高い位置に選んだ深慮が効を奏し、2 機の原子炉のクーリングダウンに成功した。

だが、福島原発の近くにあった運転中の女川原発は高台に立地しており、計画通りに安全に自動停止している。東電は福島原発の宣伝資料に「福島原発は海拔が低い位置に設置しており、冷却水の循環に必要なエネルギーを小さくしており、発電効率が低い」と女川原発を貶めるような記事を掲載している。そのツケが今回の過酷事故となっている。女川原発は東北電力の先見性ある幹部が津波の危険を想定して 14m の高台に立地していた。この深慮が活き、東日本大震災の 9 m の津波にも影響を受けず、安全に自然停止できている。高効率を取った東京電力、安全を取った東北電力。最後は経営判断になるが、東北電力のリスクマネジメントが凶らずも見事に輝いた瞬間であった。東北地方の過去の大津波の規模が恐るべき規模であったことは事件の数年前に研究者たちが公表して注意を促しており、後知恵ではあるが急いで電気系統の冠水防止工事はできたと思われる。営々と積み上げた原子力を主幹エネルギーにしたいという国家政策を台無しにする大事故を生んだ東京電力の無作為が悔やまれる。

過酷事故の後に起きた事態は酷かった。多くの避難住民は大きく人生を狂わされた。誰もその損失を償うことはできない。東京都ですら日々の大気中放射能の発表に一喜一憂し、残留放射能が規定値を超えた下水処理場の余剰汚泥や剪定枝の焼却灰の捨て場に困った時期が長期間続いた。我々は住民が居住する地域では、原子力発電所を建設してはいけないという手痛い教訓を得た。

一方で、同じ条件の 5、6 号機や女川原子力発電所の事例は、我々は安全な原子力発電所を持つことができることを実証したと言える。各原子力発電所の安全性確保のための改造工事と、原子力規制委員会の審査が原子力発電の安全性を担保する態勢を執った日本の動きは、原子力は注意深く使えば人類のエネルギー問題解決と温暖化ガス低減対策の切り札になり得るとの国民的コンセンサスが形成されているからと言える。

これは福島原発の過酷事故を見て原子力からの撤退と自然エネルギー重視へ大きく舵を切ったドイツと、日本では全く異なった国家方針を執ったことを意味する。この重要な国策の判断結果は何れ答が出る。

しかしながら、現時点で原子力発電所を新設しようと提案しても、僅か 4 年前に過酷事故の恐るべき被害に接した日本国民を素直に納得させられる筈がない。それでも筆者は、自国で過酷事故を起こしながらも、なおドイツと真逆な国策を執る日本にこそ、未来に大きなチャンスがあると信じる。

これは人類のエネルギー問題解決の最終回答・原子力水素社会の提案である。

1. 原子力水素プラントは実現可能か

原子力水素プラントとは「離島＊地下＊原子力発電＊電気分解法による水素製造＊船舶輸送＊その場埋設最終処分」を要素とする水素社会の供給側インフラである。(Google「日本のエネルギー自立への道」(<http://www.sakinavi.net/energy/>) 参照) 筆者は原子力水素プラントが日本で実現可能であると主張している。どのような根拠でそのように主張するか、以下に論点を記述した。ご照査いただきたい。

(1) 離島に原子力発電所を設ける可能性

原子力発電所の立地が人跡稀な僻地であれば、立地の買収、周辺自治体に対する各種補償金交付、住民

説明会、避難計画立案実行と言った住民に対する働きかけは必要なくなる。所謂本土にはそのような立地はない。六千以上の離島があるとはいえ、例えば 30～80km 圏内に集落がない離島はそれほど多数ある訳ではない。だが、少子高齢化と過疎化が進む日本の人口趨勢から、これに近い条件の離島は幾つか存在する。国家防衛上の観点から、国家が積極的に離島の所有権を購入して国有化を図り、港湾を建設整備して防衛能力強化を図りつつある実態もある。日本の EEZ は世界 6 位の広さを有する。その中にこのような条件に適合する離島は存在し、今後は数を増して行く筈である。

大陸国家では難しいが、海洋国家である日本では離島に原子力発電所を設けることは可能と思われる。



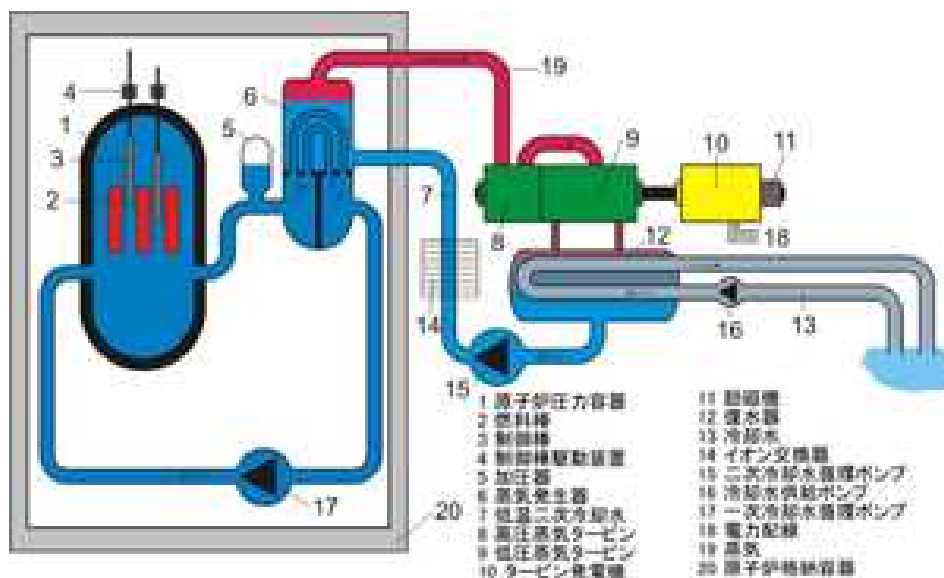
www.asoview.com

(2) 地下原子力発電所とする必要性

離島でも地上建屋方式の原子力発電所であれば、万一の過酷事故では放射性物質が空中に飛散し、太平洋に落ちて深刻な海洋汚染を引き起こし、被害範囲は自国内に留まらない。このようなチェルノブイリ型広域放射能汚染事故は絶対に引き起こしてはならない。

現在、「地下式原子力発電所政策推進議員連盟」に 20 名近い超党派の国会議員が名を連ねている。彼等は福島第一原発のような過酷事故が仮に発生しても、適正に建造された地下原子力発電所であれば、放射性物質の発生は地下空間に限定されて外部には飛散することはないと確信を以て発言している。

地下に原子炉と周辺機器を設置するにはそれなりの大きい地下空間を必要とする。地下空間構造体は強度の問題があって、余り巨大にすることはできない。限られた空間であっても、原子炉を設置運転できることは原子力空母や原子力潜水艦で実証されている。原子炉の電気出力は大きいが体積には厳しい制限がある場合は、重水型の加圧水型原子炉 (PWR) が好適である。電気出力の用途は水電気分解による水素製造であり、その過程で安価に必要なだけの原子炉用の重水が得られる。



(3) 水素を製造し、船舶で運搬することの意義

船舶による水素の輸送形態には ①低温液化、②MCH(メチル・シクロ・ヘキサン)化の2方式がある。何れも常温水素ガスのおよそ500分の1の容積となる。両方式の輸送船とも日本の事業者が最高の技術と実績を有する。

海上自衛隊により防衛上の必要性から、主要な離島に艦艇が停泊できる港湾を建設する計画がある。

艦艇より吃水がやや深い水素輸送船の停泊も可能とする仕様の港湾を建設しておきたい。

離島も本土までの航路も全て日本の領海内である。水素が石油や石炭に置き換わる完全水素社会が完成したら、エネルギーの生産も輸送も全て自国の領海内で完結する国家が出現することになる。

このことが持つ地政学的意義は非常に大きい。①政情不安定な中東地域に石油を求めに行く必要が無くなる、②中国が強引な勢力拡張を図る南シナ海をエネルギー輸送航路としなくて済む。

なお、重量当たり発熱量は水素 141MJ/kg、天然ガス(LNG)38MJ/kg であり、同じトン数のタンカーで水素は天然ガスの3.7倍のエネルギーを輸送でき、輸送効率が驚異的に向上する。



Wikipedia「LNG タンカー」

(4) その場埋設最終処分場の意義

原子炉がその使命を終えた時、残留放射能が高い原子炉構造体等は解体して最終処分場に搬入、永久保存されることになっている。このスキームは日本には現時点では最終処分場が無いため、絵に描いた餅である。日本では商用原子炉の解体の実績もないが、福島原発事故を通じて巨額の費用と長大な工数を要するらしいことが広く知られるようになった。

原子力発電の費用分析の中に、地元自治体等への補償費用等や中間処分、最終処分の費用が含まれていないことも、意図的に原子力発電のコストを低く見せるアンフェアな作為として問題視されている。

離島地下原子力発電所には、それらの埋没費用は必要でない。通常の建屋方式に較べて1.2~1.5倍の費用を要すると見積もられている地下空間構造体の建設には高度の技術を要するであろう。しかし、これは日本の建設事業者の得意分野であり、規格化した原子力発電所を多数建設するフェーズに入れば、建設作業の機械化・自動化、習熟による建設期間の短縮と建設費の大幅な低減が可能な分野である。

強固な岩盤中の地下空間は、使命を終えた原子炉の永遠の憩いの場所に相応しい。ここでは原子炉の解体、移動が一切発生しない。中間処分・最終処分に特別なサイトを要しないためのコスト低減効果は大きい。一切が終わった段階で、地下空間構造体に入出入りするトンネルを埋戻し・閉鎖することで、この原子力発電所は社会から存在を消す。

地上は何ら被爆の危険性はない。防衛・電力多消費産業の工場等の目的に利用することができる。

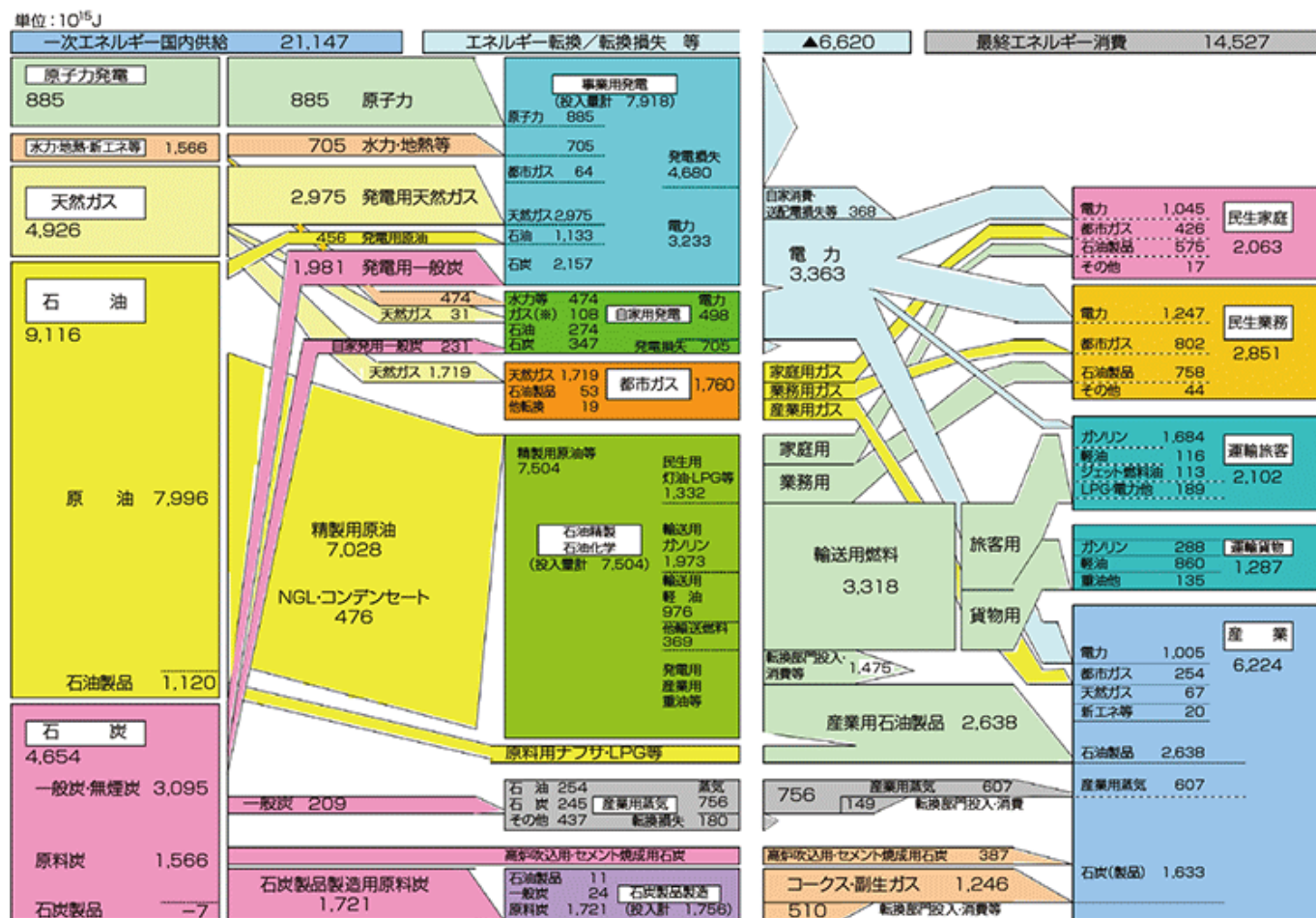
2. 原子力水素の競争力

化石燃料は1次エネルギー、水素や電力は1次エネルギーを加工して作り出す2次エネルギーである。2次エネルギーは加工プロセスを経ているため、エネルギー効率が1次エネルギーより劣るのは自然の摂理である。コスト面で原子力水素を既存の化石燃料と比較する場合の指標は何になるであろうか。

筆者は生産・消費構造に共通点が多い**天然ガスと原子力水素**を比較対照したい。

①共に低温液化した液体燃料である、②遠隔地から専用タンカーで需要地まで輸送してくる、③両者はコスト面の競走相手となり得る。下表は比較対照のために 2014 年エネルギー白書より引用した。

【第 211-1-2】我が国のエネルギーバランス・フロー概要（2011 年度、単位 10^{15}J ）



上表によると、エネルギー消費で圧倒的に大きいのは**電力**と**輸送用燃料**である。輸送用燃料の大部分は自動車用燃料である。この2大分野で天然ガスと原子力水素のエネルギー効率(原産地から需要家が利用するまでの総合効率)を比較対照してみよう。常圧の天然ガスと水素ガスからスタートしよう。参考までに水素の場合、原子力発電から得た電力を水電気分解するプロセスの効率は本田技研の 95.1%がある。

(1) 輸送分野(自動車)

天然ガスも原子力水素も積出港近傍で ①圧縮・冷却して液化する、②専用タンカーで需要地近くの港まで輸送する、③高压ガスの形で自動車に積み込む、までは同じ構造なので、ガスから自動車の駆動力に変換する効率が総合効率を支配する。

天然ガスは内燃機関で回転力とするが、この効率は 20~30%、燃料電池は固体高分子型(PEFC)で 30~40%、電力から電動機で駆動力にするまでの効率は 90%程度の高効率である。内燃機関は 1862 年のオットーによる 4 サイクルエンジンの開発より 150 年を経て成熟技術となり、伸び代は少ない。燃料電池は実用化が始まる黎明期にあるが、固体酸化物型(SOFC)は既に 50~70%の効率を出している。

輸送分野では、エネルギー効率において天然ガスより水素ガスが圧倒的に優位である。

天然ガスは燃焼後に温暖化ガスを排出するが、水素は水を排出する。

更に比較するならコストの問題になる。化石燃料は短期間で価格が倍半分に変動する極めて恣意的なエネルギーであり、原子力は設備償却費で殆ど決まる価格硬直性が高いエネルギーである。

(2) 電力分野

離島地下原子力発電所で発電した電力で水素を製造し、海上を輸送して需要地で陸揚げして電力に戻す迂遠なプロセスなので、本土の原子力発電所で発電した電力とのコスト比較には無理がある。

ここは無理を承知で比較してみよう。

①電力から水電気分解・水素液化までの総合効率を 85%、燃料電池の効率を 75%、輸送・送電等の効率を 90%とすると、近距離の需要家までの総合効率は 57%となる。

②本土の原子力発電所から遠隔地の需要家までの送電効率は 90%としよう。 $90/57 \div 1.6$ となる。

エネルギー効率面で本土の原子力発電所は離島の原子力水素による電力より 1.6 倍有利である。

但し、現在は本土では新設の原子力発電所は建設困難であるが、離島でなら可能である。

離島の地下原子力発電所は国民に不安をあたえることなく、住民説得等に必要な活動や交付金等が不要となる。

離島の地下原子力発電所は廃炉の最終処分費用が殆どかからない。最終処分場も不要である。

3. 温暖化対策と供給の安定性を考える

原子力発電の電力単価は約 10 円/kWh であるが、筆者は原子力水素による電力単価は 15 円/kWh 以下になし得ると考えている。この原子力水素は

①温暖化ガスを排出しない。(世界からクリーンエネルギーとして高く評価される)

②自国内で生産するので、供給安定性が優れている。(地政学的な優位性が高まる)

③活動開始すれば、価格は常に一定である。(価格硬直性は良い時と悪い時がある)

温暖化ガスの増加に伴う気象現象の激変は、人類を破局に導きつつあるとの認識が、米国、中国の行動にも現れつつある。日本にとっても、この問題は今後一層重要性を増すに違いない。

如何に低廉な価格で原子力水素を利用できるかが、日本にとって死活的に重要な問題となるのではなかろうか。

4. 需要地は何を準備せねばならぬか

輸送分野：既に自動車産業ではトヨタ、日産、ホンダ等は水素社会に向けて走り出している。特にトヨタの FCV 関係知財の無償開放は快挙である。政府も各種の支援政策を実施中で、東京都は 2020 年を水素社会日本を世界に見せる好機としている。水素供給側もカーメーカーに平仄に合わせて行動開始した。輸送分野は水素社会日本のショウウインドウの役割を十分に務めており、事態は理想的な展開を示している。

電力分野：原子力水素は水素タンカーにより大需要地の近傍の港湾に陸揚げされ、燃料電池ステーションや水素燃焼火力発電所で電力に変換され、既存の配電網によって消費者の手許に届けられる。これは**分散型電力供給システム**である。水素社会では日本を縦断する大規模送電系統や 50/60Hz 周波数変換所の強化などが必要なくなる。家庭用太陽光発電はこの分散システムを補強する立場にあり親和性が高いが、遠隔地に設置されたメガソーラー発電所や風力発電所は水素社会との親和性が乏しい。これらの変動著しい電力との整合性に課題がある。

その他の分野：例えば製鉄業。石炭を酸化鉄の還元剤としているために温暖化ガスの大量排出者である。温暖化ガス排出が絶対悪と見なされる時が迫っている。水素による酸化鉄の還元も選択肢に入れることになる。電炉のような電力多消費型産業は極限まで省人化・自動化した上で、思い切って原子力発電所がある離島に立地することも選択肢となり得る。

5. 離島地下原子力水素製造プラントはどのようになるか

- (1) 長期的には一個所の離島当たりの原子力発電所の総出力は大きくしたい。例えば単機 100 万 kW を計 20 基で総出力 2000 万 kW とするプラントを次章で評価しよう。
- (2) 効率化のため単機容量を上げたいことと、地下空間構造体を大型化することによる困難性・危険性とのバランスが重要である。今のところ、最適解は不明。
- (3) 生産方式としては、実績を重ねて性質が良く知られている PWR の電力による水電気電解法を採用したい。プラントの性格上、潤沢に入手できる重水を減速材に利用できる。他にも水蒸気電気分解法、熱化学分解法、ハイブリッド法、水蒸気改質法などがあり、それらはエネルギー効率に優れているが、当面は別途研究開発を重ねて、信頼性が確認されるまで実用化を控えたい。
- (4) 規格化された発電ユニットを量産することにより、Experience Curve (習熟曲線) 理論に従って累積生産台数が 2 倍になるごとに、1 ユニット当たりのコストは約 70% に低減する製造業の経験則が実現しよう。普及期に入れば、設計合理化と量産効果で出力当たりのコストは現在の原子炉の 50% 以下になると推定され、原子力水素による電力費が現在の原子力発電所の電力費と同程度になっているであろう。メンテナンスの効率化と原価低減のために、同じサイトに設置される発電ユニットは全て同じ設計モデルにしたい。
- (5) 各発電ユニットは高信頼性 AI 制御システムにより、完全無人運転とする。プラントの隅々にまで各種センサー類を配備して人間による点検作業を無くし、非常事態への対応も AI 制御システムが全て行う。防爆ドアを閉鎖したら、発電ユニットは完全自動で運転に入る。メンテナンス時以外は人間が立ち入ることも、監視することも必要ない自律システムとする。
チェルノブイリとスリーマイル島の過酷事故の主因はヒューマンエラーであった。制御には人間が関わらない方が安全性は高くなる。Industry 4.0 の時代である。原子炉の安全な無人運転の時代は既に来ている。
- (6) 各発電ユニットの制御システムは独立系として、インターネットからの乗っ取りを完全に防遏したい。一旦自律運転に入ったら、人間は外部から各種のデータを見ることはできるが、鉄道の閉塞タブレットのような機械的な認証システムによる介入以外の方法では、発電ユニットを操作できない安全管理システムとしたい。(社会インフラを狙ったサイバー攻撃対策)
- (7) 国家として重要性が高いこの離島は自衛隊が駐屯して防衛に当たることになるだろう。このプラントは運転・停止の指示を受け取り、水素を製造するだけの単純なシステムである。
現地では計測データの監視(本土の本部ではビッグデータ蒐集のために必要とする)も、操作員も不要。メンテナンス要員は必要である。防衛とプラント運転は自衛隊が兼務可能と思われる。このプラントを自衛隊の管轄下におき、国営とすることも一つの選択肢である。

6. 離島地下原子力水素製造プラントの数量的評価

前章に挙げた単機 100 万 kW を 20 基で総出力 2000 万 kW を一つの離島でのモデルプラントとしよう。現在停止中の日本の原発は 40 数基、最近建設される原発の単機出力は約 150 万 kW 級であることから、このモデルプラントの規模をイメージしていただけたと思う。

このようなプラントを何ヶ所建設すれば、日本のエネルギー自給率がどの程度になるかを試算し、それが実施された場合の社会に対する影響を推定してみよう。以下はその数量的評価である。

このモデルプラントの年間エネルギー生産量は $630 \times 10^{15} \text{J}$ (1W 秒 = 1J、1kWh = $3.6 \times 10^6 \text{J}$ 、2000 万 kWh = $7.2 \times 10^{13} \text{J}$ 、2000 万 kWh $\times 8760 \text{h/年} = 630 \times 10^{15} \text{J/年}$) である。

水素の発熱量は 141MJ/kg、水電気分解・水素液化等の総合効率を 85% とすれば 166MJ/kg であるから、 $630 \times 10^{15} \text{J/年}$ の原子力電力から、重量で 380 万 t/年 (1.04 万 t/日、水所要量 9.4 万 t/日)、エネルギーで $536 \times 10^{15} \text{J/年}$ の水素を産出することができる。

(1) 6000万kW級の原子力水素の場合（モデルプラント3ヶ所相当）

2014年度の「エネルギー白書」によれば、2011年度の輸送用燃料は $3,318 \times 10^{15} \text{J}$ であった。自動車は内燃機関で駆動される。そのエネルギー効率を25%としよう。FCVの燃料電池の効率を50%としよう。自動車が全部FCV化した場合の必要エネルギーは $3,318 \times 10^{15} \text{J}$ の半分の $1,659 \times 10^{15} \text{J}$ となる。上記プラントの3ヶ所分なら $1,608 \times 10^{15} \text{J}$ と輸送用水素にほぼ見合う原子力水素を供給できる。

単機100万kWを60基で総出力6000万kWは現在停止中の原発の総出力に近いが、この規模の原発を建造することは日本の国力なら可能である。

更に自動車の平均車齢は乗用車約8年間、業務用車約11年間と短い。FCV化が本格化すれば、この程度の時間スケールで自動車用燃料が化石燃料から水素に切り替わると考えられる。

現在の輸入化石燃料の約半分が輸送用燃料であり、積極的に原子力水素化とFCV化を推進すれば、10数年のスパンで輸入化石燃料を半減させることが可能である。

(2) 2億4000万kW級の原子力水素の場合（モデルプラント12ヶ所相当）

2011年度の電力は $3,363 \times 10^{15} \text{J}$ であった。2章に「エネルギー効率面では本土の原子力発電所は離島の原子力水素より電力より1.6倍有利である」と記した。これは本土では原子力発電所が産出する電力をそのまま使用できるのに、離島からは電力⇒水素⇒電力と二度も変換が必要なための損失が大きいためである。

原子力発電が可能なら、需要地に近い本土内で行うのが本筋である。

しかしながら、福島第一原発の過酷事故の記憶が鮮烈な現在は勿論、向こう20年間ほどは本土内での原発新設は相当な困難が伴うであろう。

ここに挙げた2億4000万kW級の原子力水素とは、輸送用燃料全量に代替する6000万kW級の原子力水素と、離島で生産された電力用の1億8000万kW級の原子力水素である。後者は1.6で除してほぼ1.1億kWになる。日本の年間平均電力は約1.5億kWであり、不足分は水力と自然エネルギーで埋める計画が成立する。こうなれば、**日本のエネルギー自給率は100%になる。**

筆者は離島地下原子力水素プラントは環境保護団体等の反対者はいるにしても、直接利害関係を持つ住民が存在しないから、建設稼働可能であろうと考える。

また、輸送用燃料が水素にシフトして行く過程で、離島地下原子力水素は有用だと考える。貴重な本土の電力で水素を生産することは、離島地下原子力水素が可能ならやってはならない。原子力水素は離島で生産しても、本土で生産しても同じ電力を要するからである。

離島地下原子力水素の安全性の実績が積み重なれば、何れ本土でも地下原子力発電所が受け入れられる時期が来ると筆者は期待する。電力用にはエネルギー効率上も、その方が望ましい。

エネルギーのパラダイムチェンジ(シェア5%⇒50%：薪⇒石炭⇒石油)には平均して各50年間を要した歴史がある。社会のインフラであるエネルギーは、長期的に計画的に取り組むべき課題なのである。

7. エネルギー自立による地政学的効果

日本の主力エネルギーが石炭であった時代には、日本はエネルギー自立を実現していた。太平洋戦争後、世界が安価な石油時代に入ってから日本も石炭から離れ、辛うじて水力発電等で自給率6%というエネルギー安全保障上、極めて脆弱な体質になって久しい。石油の最大の輸入先は政情が不安定な中東であり、延々1.2万kmを超える距離をタンカーで石油を輸送している。一旦事あればその航路は使えなくなり、日本はエネルギー危機に曝される。この脆弱な体質を改善するには、それなりの時間が必要である。

6000万kW級の原子力水素供給体制を構築すれば、自然エネルギーまで入れてエネルギー自給率が50%台に上がったと等しい効果が出る。それに必要な時間は10数年間になろう。

2 億 4000 万 kW 級の原子力水素供給体制が構築できるか、6000 万 kW 級の輸送燃料向け原子力水素供給体制プラス本土で 1.1 億 kW の原子力発電体制が構築できた時、日本は必要なエネルギーを全量自給できるようになる。

6000 万 kW 級の原子力水素は日本の領土で生産し、日本の領海を通して本土に輸送される。

もはや中東の石油を必要とせず、安全保障上の多くの制約から解放される。この時、始めて日本はエネルギー自立が達成できたことになる。

8. 産業上の効果

6000 万 kW 級の原子力水素プラントは、原子力発電所約 60 基とその周辺施設(原水供給設備、水電気分解設備、水素液化設備、水素貯蔵設備、港湾設備等々)を含む大規模インフラである。総工期 10 年間として計画生産する場合、関連産業には景気変動に影響を受けない安定需要が生じる。このインフラ投資は、この期間中の日本の経済活動を活性化し、国家運営を安定化する優れた効果が期待できる。

原子力発電を必要とするのは、新興国の多くも同じである。彼等は安全上の不安があっても原子力発電を導入する決意をしている。日本が本質安全に近い離島地下原子力発電に成功すれば、条件が満たせる新興諸国にインフラ輸出をする機会も増える。原子力先進国としての日本の地位向上が実現すると考えられる。

9. ま と め

- (1) 離島地下原子力水素製造プラントは日本の現有技術力でリーズナブルな価格で建造可能である。
- (2) 輸送分野では F C V まで含めた総合エネルギー効率で既に原子力水素は天然ガスに勝っている。
輸送分野から原子力水素に切り替えることで、日本の化石燃料輸入量を約 1 / 3 削減できる。
- (3) 原子力水素は水を排出し、化石燃料は温暖化ガスを排出する。
原子力水素は究極のクリーンエネルギーである。時期が来れば、必ず必要となる。
- (4) 原子力水素製造プラントは A I による自律無人運転が可能である。この場合は監視と離島防衛は兼務可能である。
- (5) 30 年間を与えられるならば、日本は化石燃料から決別してエネルギー自立を達成し、温暖化ガス排出ゼロを実現することができる。
- (6) 計画的な水素社会インフラ建設は、長期にわたり日本の経済を活性化し、政治的安定をもたらす。

以 上

最 後 に

1. 特許願なのに早期公開する理由

提案の具体的内容が全て特許願になっている。この提案は特許権の売り込みかと思われるかも知れない。筆者は特許文書の持つ特別な働きに注目して、そのような道を選んだ。

特許文書は日本国が存在する限り存続する。他国の技術者や関係者が絶えずウォッチしているグローバル性がある。配布先が限られる一般文書ではこうは行かない。多くは配布先以外の人々の目に触れる機会すらなく、歴史から姿を消す。学会誌ですら、この動きの激しい時代に何時までその学会が存続し得るのか保証の限りでない。

後世の評価を待つなら、特許文書に勝るものはないと筆者は考える。特に特許権を取得した場合は、信用度が格段に高くなり、多くの関係者の真剣な注意を惹くことができる。

ここに公開された提案中4件は出願されて18ヶ月後の特許願公開を待たずに開示されている。これは出願者にとって禁手であるが、一日も早く日本がエネルギー自立を果たして欲しく、敢えて禁を破った。これを第1段ロケットとして、読者が更に自らのアイデアを加えた第2段、第3段のロケットを飛ばせていただくことにより、日本のエネルギー自立の大きな動きが沸き起こることを心から期待する。

2. 黒潮発電に関して

嘗て船上から、「あそこからが黒潮だ」と教えて貰ったことがある。そこには黒々した海域が滔々と流れている。その迫力には言葉を失った。

「黒潮発電は実に愚かなアイデア」「偽予言者に騙されるな」等の黒潮発電を貶めるブログも見られる。だが、黒潮の圧倒的な姿を自分の眼前にして、それが言えるのか。

黒潮には流速2m/sの海域はあちこちにある。このエネルギー密度は風速19m/sに相当する。年中無休で同じ方向から風特有の息(短時間で流速が大きく変動する現象)もない一定速度の風が吹いているサイトがあると聞いたら、風力発電の関係者はどう反応するだろうか。それが黒潮の姿なのである。

現在、本来なら黒潮発電を担うべき人たちが及び腰なのは、海中での建設作業やメンテナンス作業の難しさをよく知るからだと思ふ。それ故、ここでの提案は、海底基礎や係留索・中継ブイ等の建設・保全以外の作業は全て海上で行えるように構成した。本文の図面を見、特許願文書に当たっていただければ、容易にご理解いただけると思う。

3. 原子力による水素製造について

離島・地下で原子力により水素を製造し、本土に送るというコンセプトは、日本国民の集合智として既に形成されつつあったと思われる。誰かが公表するのは時間の問題であつたろう。筆者はそれらの要素に「原子炉設置のその場所で」「中間処分+最終処分を行う」ことを加えただけかも知れない。

「重要な発明は世界各地で同時並行的に行われる」というよく知られた経験則があり、離島地下原発は将にこれに該当する。本件で大切なのは、そのコンセプトを一日も早く実現し、日本の原子力産業を再活性化させ、国民が将来の日本のエネルギー自立に向かって希望と自信を持って活動できる環境を作ることだと信ずる。

薪から石炭へ、石炭から石油へのエネルギーのパラダイムチェンジはそれぞれ50年間を要している。2015年が水素化元年だとすると、2030年頃までが導入期になろうか。それまでに少なくとも数基の離島地下原子力水素基地が稼働していれば、日本の前途は洋々たるものになる。

以 上

ご覧いただいたことを感謝します。

ご自分も日本のエネルギー自立を推進する行動を起こしてくださるようお願いします。