

## 原子力発電所を海に浮かべる

福島第一原子力発電所の事故を契機に、原子力発電所の安全性向上について、さまざまな論議がなされてきました。

その解決策の一つとして、原子力発電所を海の上に浮かべることで、安全性を向上させる、「浮体式原子力発電所」に大きな注目が集まっています。

では、そもそも浮体式原子力発電所とはどういったものであり、どのような利点や課題があるのかをご紹介します。

(編集部)

### 注目される海に浮かべた原子力発電

政府は二〇五〇年の温暖化ガス排出量実質ゼロを目指して、グリーントランスフォーメーション(GX)実現に向けた基本方針を閣議決定しました。カーボンニュートラル社会(※1)の実現にあたり、温室効果ガスの九割を占めるCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)排出の中で、CO<sub>2</sub>排出量四割を占める発電

時にその安全性の向上は急務であると言えます。

昨今、原子力発電所の安全性向上の一つとして、浮体式原子力発電所、つまり海に浮かべた原子力発電所が目されています。発電所自体を海上に浮かせることで、津波への対策や安定した冷却が可能となり、電源喪失時の安全性が向上すると想定されています。加えて、既存の技術を活用しやすく、長期間の冷却が実現できるなど多くの利点があります。すでにロシアのチュクチ自治管区ペヴェクにおいて、世界初となる洋上浮体式原子力発電所であるアカデミック・ロモノソフが商業運転を、二〇二〇年五月二日に開始しており、さらに四基を建設しています。

そして、二〇二三年五月二三日、尾道造船(兵庫県神戸市)や今治造船(愛媛県今治市)など日本企業一三社は、イギリスの浮体式原子力発電所の新興企業である、コアパワーに対し、約八〇〇〇万ドル(約一〇〇億円)の出資を行ないました。コアパワーは二〇

三〇年ごろまでの商業化を目指しており、日本でも導入を検討しています。洋上風力発電とともに、日本の次世代エネルギーとして注目を集めています。

しかし、日本国内に導入するにあたっては、洋上での設置について審査や規制をどうするかといった、法整備、設備基準の側面などで課題が残っています。

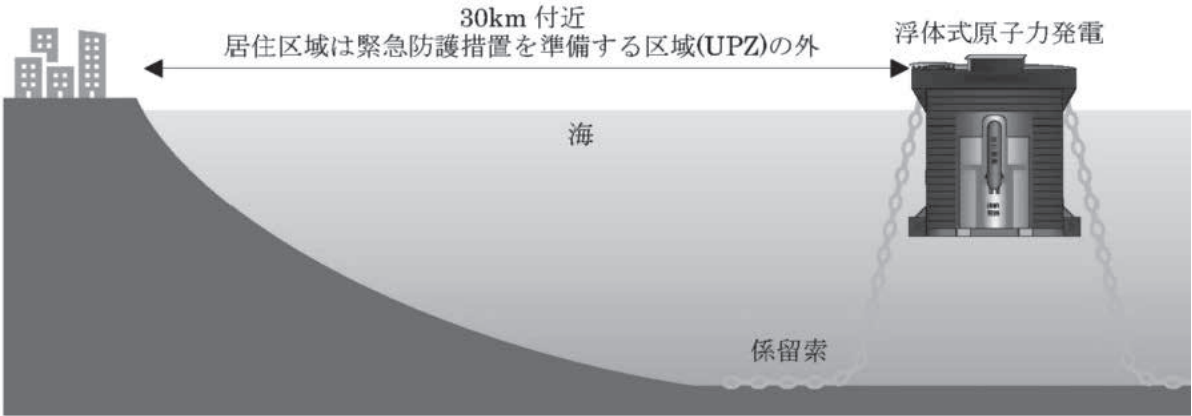
### なぜ浮体式原子力発電所なのか？

浮体式原子力発電所の実用化に向けた動きは、二〇一一年の東日本大震災による福島第一原子力発電所への甚大な被害の影響を發します。福

島第一原子力発電所事故では、津波による全交流電源喪失のため、原子炉に水を送れず原子炉停止後の崩壊熱を除去しきれずに炉心溶融に至りました。そうした状況に陥ることを避けるべく、マサチューセッツ工科大学原子力理工学部の Michael Golay 教授らは、沖合五〜七マイル(約八〜一一キ

※ 1/CO<sub>2</sub>などの温室効果ガスの排出削減と森林等による吸収や除去によって合計値をゼロにする社会。

### ■ 浮体式原子力発電の設置イメージ図



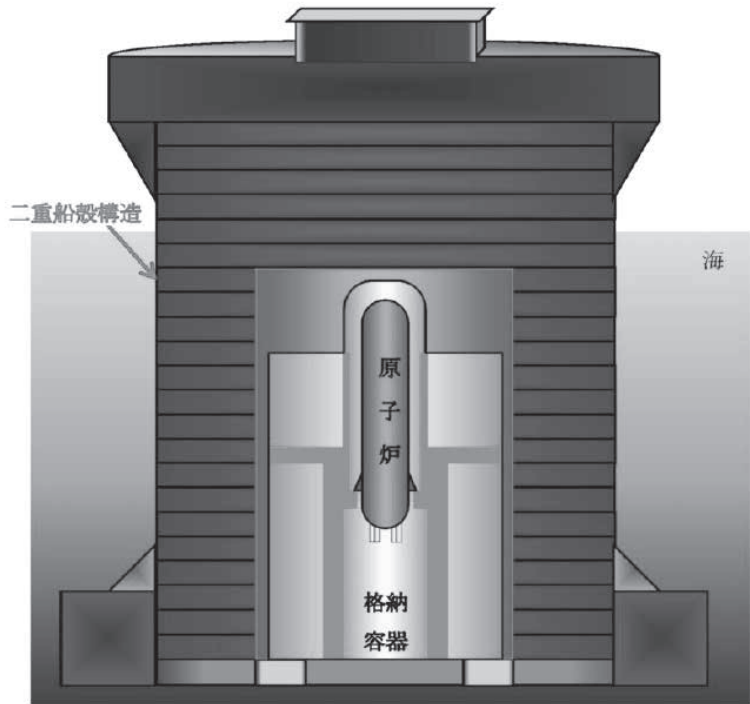
ロメートル)の海上に浮かぶ浮体式原子力発電所の構想を提唱しました。

浮体式原子力発電の仕組みは、円筒型の浮体構造物に原子力発電設備を載せて、これを沖合三〇キロメートル以遠の洋上に浮かせ、海底ケーブルで既存の送電網に接続し電力を需要地に送る、というものです。原子力発電設備、円筒型の浮体構造物、海底ケーブルの技術はすでに確立されており、既存の技術を活用できるため、今後の開発・設計に長期間を要しません。

円筒型の浮体構造物は、タンカーの船底や側壁などで使用されている二重船殻構造により、外部からの衝撃で損傷が生じた場合でも、容易に浸水しない構造となっています。また、大型の浮体構造物であること

(出典：2023/2/9「産業競争力懇談会 2022年度 プロジェクト 最終報告 付録」)

### ■ 浮体構造物の構造図



に加え、重心が下方にあるため、波浪による揺れが大きく抑えられます。沖合の海上に設置する利点としては、津波の影響を大幅に緩和でき、それだけではなく、周囲の海水と自然対流で熱交換することで動力を要せず、長期間の冷却継続が可能

になります。原子炉設備では、そうした海水による除熱が自然循環力を用いて容易にできるように海面の高さより下方に設定されています。さらに三〇キロメートル以遠の沖合に設置することで、「緊急防護措置を準備する区域(UPZ)」内に居住者

■ 産業競争力懇談会の整理内容表

- ① 水深が深い洋上に位置するため、津波の影響を小さくすることができ、また、陸上と比較して地震（洋上では海震）による影響を小さくすることができる。更に、海域の使用により、設置地域の選択が広がる。
- ② 周囲にある大量の海水を動力なしに永続的に原子炉からの崩壊熱冷却に利用できる。
- ③ 陸地から離れた沖合に位置するため、事故時の住民避難負担を軽減することができる。
- ④ 工業地帯で製造することで建造効率が上がり、建設期間の短縮が図れる。
- ⑤ 運転開始後に新たに発見される環境リスク（活断層、火山等）に対しても、移動というリスク回避手段が取れる。
- ⑥ 津波や地震リスクが高い東南アジア地域などにも安全な電力手段が提供できる。
- ⑦ 海外への原発輸出の際の課題である現地工事がなく、国内製造後曳航し設置できる。
- ⑧ 我が国の原発製造技術と造船技術の融合が、産業競争力の強みとなる。

がない状態が作り出せます。万が一事故が発生した場合でも、周辺住民の方達への影響や避難の負担を軽減できるように想定されています。

上記を含め、浮体式原子力発電には非常に多くの利点があります。産業競争力懇談会（COCN）※2では、導入の検討にあたり、表のような八つの利点を示しています。

以上のことから、浮体式原子力発電所の導入が提言されているのです。

実現に至る道のり

二〇二三年五月三一日

に、脱炭素社会の実現などに向けて、原子力発電を最大限活用するため実質的に運転期間の上限を超えて、原子力発電所を運転で

きるようにする法律が可決・成立しました。それにより電力会社・メーカーともに既存原子炉の再稼働、運転期間延長に時間や人員を集中させています。そのため、すぐに本プロジェクトに、時間や人員を大きく割くことが難しいことが課題の一つとして、挙げられます。また、原子力発電の設計、建設の経験を有する人材の減少も大きな課題です。すべての原子力発電所の再稼働完了まで取り組みが進まない場合、さらに人材の減少に拍車がかかる可能性があります。

加えて、浮体式原子力発電所が実際に建造されるまでに、既存の技術を活用できたとしても、許認可の策定などの課題もあります。これにより、リソースや人材の問題が解決したとしても、実現に至るまで、一〇年前後の期間を要すると予想されています。

しかし、浮体式原子力発電が既存の軽水炉を搭載する場合、原子炉系の大規模なエンジニアリングは必要ありません。そのため、基本設計の段階に限っては、二〇〜三〇人程度で進める

ことが可能と考えられています。前述した内容を踏まえ、産業競争力懇談会（COCN）では、開発・技術面に関しては、浮体式原子力発電の基本設計を推進するスタートアップ組織の構築を行なう、浮体構造設計は造船設計会社に委託し検討を進める、基本設計から得られた成果は詳細設計を担う組織に引き継ぐ、などの提言を行なっています。

同時に、迅速な実用化に向け、大きな課題の一つである運用面に関しては、国土交通省や原子力規制庁に対し、浮体式原子力発電所に関する原子力規制基準や海上利用の法令整備の必要性についても提言しています。さらに、今後の必須事項として、海外との連携強化が挙げられます。

前述しました英コアパワーの事例による、商用化実現事例へのノウハウの活用のみならず、将来的に想定される、排他的経済水域の海洋利用についても、国際海事機関（IMO）などとの国際協力が必要不可欠であると考えられます。



※2/国の持続的発展をねらい、産業競争力の強化、科学技術の推進、イノベーション 東京電力ホールディングス株式会社をはじめとする多くの企業、学校法人、研究