

第7次エネルギー基本計画を踏まえた 風力エネルギー利用の展望

Outlook of Wind Energy Utilization Based on the Seventh Basic Energy Plan

吉田茂雄 ^{*1*2}

1. 緒言

2025年02月に、2040年のわが国のエネルギー政策の基本となる第7次エネルギー基本計画¹⁾が閣議決定された。これは、2021年の10月に2030年のエネルギーミックスとして第6次エネルギー基本計画²⁾が閣議決定されて以来、約3年半ぶりの改訂である。その中で、風力発電に関する計画も修正がされた。

本稿では、この第7次エネルギー基本計画を踏まえた、風力エネルギー利用の展望を述べる。

2. 第7次エネルギー基本計画

2.1 我が国のエネルギー政策の基本方針

2040年に向けた政策の方向性として、我が国の産業競争力強化に向けて、電力需要増加に見合った脱炭素電源を国際的に遜色ない価格で確保することが重要である。従前より、我が国のエネルギー政策の基本方針はS + 3E、すなわち、安全性 (Safety)、エネルギー安定供給 (Energy)、経済効率性の向上 (Economy)、環境への適合 (Environment) である。これらの中でも、安全性を前提に、エネルギー安定供給が重視されている。

2.2 第6次エネルギー基本計画以降の状況変化

第6次エネルギー基本計画が発表された2021年10月以降、第7次エネルギー基本計画が発表された2025年02月までの状況変化を以下に述べる。

(1) 経済安全保障上の要請の拡大

ロシアによるウクライナ侵略や中東情勢の緊迫化などがあり、エネルギーを含む物価の高騰や、為替の影響などで、経済安全保障に対する社会的要請が高まった。

(2) 電力需要の増加

各分野の電化や、デジタルトランスフォーメーション (DX) やグリーントランスフォーメーション (GX) の進展などにより電力需要が増加傾向にある。

(3) アプローチの多様化

各国、カーボンニュートラルに向けた野心的な目標を維持しているが、そのアプローチは、省エネルギー、再生可能エネルギー、燃料電池、電気自動車、植林、CO₂を回収技術、アンモニア・水素、CCUSなどと多様化している。

(4) 産業政策の強化

近年、わが国でも、脱炭素化の産業に対する効果が、より認識されるようになった。それにより、エネルギー安定供給や脱炭素化に向けたエネルギー構造転換を経済成長につなげるための産業政策が強化されてきた。

2.3 再生可能エネルギーの主力電源化

以上のような状況の中で、エネルギー危機にも耐える強靱な需給構造への転換を進める必要がある。また、CO₂排出削減対策を進めていくうえで、これまで以上に電化や非化石転換が重要となる。特に、化学、鉄・非鉄、紙パルプ製造業などの、エネルギー多消費産業においては、抜本的な製造プロセスの転換が必要である。そこで、脱炭素電源である再生可能エネルギーや原子力などの、エネルギー安全保障に寄与し、脱炭素効果の高い電源を、経済合理的なものから、優先的に最大限活用する必要がある。

第7次エネルギー基本計画では、改めて、再生可

*1 佐賀大学海洋エネルギー研究所 教授

*2 九州大学応用力学研究所 教授

能エネルギーの主力電源化・最大限導入が謳われている。それを実現すべく、電力市場への統合に取り組み、系統整備や調整力の確保に伴う社会全体での統合コストの最小化を図り、次世代にわたり事業継続されるよう、長期安定電源化に取り組む必要がある。

2.4 陸上風力発電の位置づけ

これまでわが国に導入された風力発電のほとんどは、陸上風力発電であるが、その地勢上、陸上ウィンドファームに適した好風況の平坦地は限られる。また、近年、地域の懸念により、計画中止になったウィンドファームのプロジェクトも散見されている。今後、これらを改善するためには、再生可能エネルギー促進区域の設定（ポジティブゾーニング）、環境アセスメントの効率化などが必要になる。

今後、初期のウィンドファームから、順次約 20 年間の事業期間を終え、リプレースもある程度進むことが予想される。初期のウィンドファームは、比較的、高風速地のものが多いが、その間、風車は大型化してきており、輸送・設置が可能な、比較的小型の風車の選択肢は少なくなっている。

2.5 洋上風力発電の位置づけ

電力供給における風力発電の割合は、2023 年度は約 1.1%であったが、2040 年に 4～8%の導入目標が掲げられている。第 6 次エネルギー基本計画の目標である 2030 年 5%からは、停滞・後退と見られることもあるが、大規模導入に舵が切られ、各種の課題が顕在化してきたこともその一因と考えられる。

前節で述べたように、今後の陸上風力発電の導入の伸びは限定的であるのに対して、洋上風力発電には、大きなポテンシャルがあり、今後の低コスト化、ならびに、大規模開発が見込まれるため、我が国の再生可能エネルギーの主力電源化に向けた「切り札」と目されている。また、洋上風力発電は、事業規模が大きく、産業の裾野が広いため、大きな経済波及効果も期待される。

2.6 洋上風力発電導入促進に向けての施策

洋上風力発電は、2030 年までに 10 GW、2040 年までに 30～45 GW の案件形成との政府目標が掲げられ、それを実現するための法制度、ならびに、インフラの整備も進められている。これらの整備状況を以下に示す。

(1) FIT/FIP

これまでの洋上風力発電案件には、固定価格買取制度（Feed In Tariff, FIT）が適用されてきた。次

項の再エネ海域利用法の適用案件は公募・入札により事業者決定されるが、適用外の浮体式洋上風力発電案件では、買取価格は 36 円 /kWh（27 年度まで）である。

また、2022 年からは、フィードインプレミアム（Feed-in Premium; FIP）が始まった。発電電力の買い取り価格は、FIT では固定価格であるのに対して、FIP では売電価格に対して一定のプレミアム（補助額）を上乗せするものである。

FIT に対する FIP のメリットは、事業者の再生可能エネルギーへの投資のインセンティブが確保されることや、変動する電力の市場価格に応じた発電や蓄電池などによってより収益を拡大できることなどが挙げられる。なお、2024 年に公表されたラウンド 3 の洋上風力発電の公募では、参加した事業者が全てゼロプレミアムの 3 円 /kWh の FIP で入札されている³⁾。

(2) 再エネ海域利用法

2019 年 04 月に、洋上風力発電事業の推進のために、「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備を促進するための法律」（通称、再エネ海域利用法）が、施行された。同法では、漁業者などの先行利用者との調整の枠組みである協議会を設けること、ならびに、発電事業者を公募により選定し、選定事業者に対して最大 30 年間の海域の占有を認めることなどが定められている。これにより、洋上風力発電事業の導入の円滑化、事業の安定性の確保、事業者の予見可能性の向上を図ることができるようになる。また、同法では、洋上風力発電事業のための「促進区域」を指定し、年度ごとに促進区域を指定する⁴⁾。

これまで、ラウンド 1 からラウンド 3 までの公募が終了し、合計 9 海域、合計約 4.6 GW の案件が形成されている（Table 1）。その他 0.5 GW と合わせると、5.1 GW となる。今後も、毎年 1 GW 程度の案件が形成される見通しである。

(3) 日本版セントラル方式

洋上風力発電の先進地の欧州では、政府機関等が主導してサイト調査、系統確保、環境影響評価などを実施するセントラル方式が、効率的な案件形成や運転開始までの所要期間短縮に寄与している。日本

Table 1 世界の風力発電の LCOE (2023)⁵⁾

	年	海域数	GW
ラウンド 1	2021	3	1.7
ラウンド 2	2023	4	1.8
ラウンド 3	2024	2	1.1

版セントラル方式は、以上に加えて、政府や自治体の主導的な関与により、地域調整の円滑化を図り、効率的な案件形成を実現すべく、以下の事項を対象としている。

- ・事業実施区域の指定及び発電事業者の公募
- ・案件形成に向けた地域調整
- ・サイト調査（風況・海底地盤・気象海象）
- ・系統接続の確保
- ・環境配慮

なお、日本版セントラル方式は、経済産業省と国土交通省から発行された洋上風力発電に係るセントラル方式の運用方針⁶⁾に従って運用されている。

(4) 出力変動への対応

風力発電の出力は風速により大きく変動する。したがって、電力需要に対して風力発電の出力の比率が高くなると、電力系統が風力発電からの変動出力に対応できないため、風車を停止する必要性が生じ、風力発電の経済性を悪化させる。

それに対する対応の一つに、電力会社間の地域間連系線の強化がある。国内10電力間の地域間連系線のうち、特に、Table 2に示す地域間連系線が、2027年度中に強化される予定である。

さらには、蓄電池やデマンドレスポンス（Demand Response; DR）などに調整力の確保、系統・需給運用の高度化なども風力発電の導入拡大に有効である。

(5) 基地港湾の整備

洋上風力発電では、陸上風力のような、部品の大きさや重さによる制約は小さいものの、多数の大型風車やその大量の部品の輸送・保管など、建設の拠点となる基地港湾が必要である。風車のナセルは大型機では数百トンに達するため、基地港湾には十分な地耐力が必要となり、輸送や設置のために、ある程度の水深も必要である。

2024年時点で、秋田港、能代港、鹿島港、北九州港、新潟港、青森港、酒田港の7つの基地港湾が指定され整備されてきている。いずれも、15 MW級の風車の保管、建設が可能となるような、十分な

地耐力と、水深（10～12 m）を持つ。今後の洋上風力の大きな伸びを考えると、港湾設備の更なる充実が必要である。

3. 風力発電の現状

3.1 導入状況

風力発電の累積導入量は、日本国内では5.8 GW（2024年末）⁷⁾、世界全体では1,021 GW（2023年末）⁸⁾である。また、電力需要に対する風力発電の比率は、世界全体で約7.8%⁹⁾であるのに対して、日本国内では約1%に過ぎない。自然環境や社会環境が異なるため、単純な比較はできないものの、風力発電の比率は、特に導入が進んでいるデンマークでは50%を越えており、面積や人口が日本に近いドイツや日本と同じ島国の英国では25%前後である。このように、日本の導入量は、世界的には、かなり後れを取っていると言わざるを得ない。

3.2 国内の風力エネルギーポテンシャル

洋上風力発電が再生可能エネルギー主力電源化の切り札に位置付けられている第一の要因は、その膨大なエネルギーポテンシャルにある。日本風力発電協会の試算¹⁰⁾によると、わが国の洋上風力のエネルギーポテンシャルは、着床式の洋上風力（水深10～50 m）が128 GW、浮体式洋上が424 GW（水深100～300 m）である。

また、国際エネルギー機関（International Energy Agency; IEA）によると、風力発電は、日本の全電力需要の約9倍のポテンシャルを持ち、特に、浮体式洋上風力が主力となる離岸距離が大きく（60～300 km）水深の大きい（60～2000 m）海域における風力発電の技術が実用化すれば、国内の電力需要の約9倍に相当する大きな風力エネルギーの技術的ポテンシャルがあることが報告されている¹¹⁾。

3.3 発電コスト

2023年時点の世界全体の風力発電のLCOE（Levelized Cost of Electricity）をTable 3に示す。これらは、先進国の火力発電の発電コストのレンジ

Table 3 世界の風力発電のLCOE（2023）¹²⁾

	5%	Median	95%
Onshore Wind	0.02 (2.8)	0.033 (4.6)	0.08 (11.2)
Offshore Wind	0.05 (7.0)	0.075 (10.5)	0.19 (26.6)

上段：[USD/kWh]。

下段：[JPY/kWh]、1 USD = 140 JPY で換算。

Table 2 2027年度中に強化予定の地域間連系線

	現状	強化後
北海道本州間	900	1,200
東北東京間	5,500	10,280
東京中部間	2,100	3,000

[MW]

である 0.07 ～ 0.18 USD/kWh (9.8 ～ 25.2 円 /kWh) と比較しても、風力発電が安価な電源になっていることがわかる。なお、国内においては、全般的に条件的に悪い要素が多く、LCOE は高めになっている。今後、第7次エネルギー基本計画でも挙げられている基地港湾や電力系統などのインフラの整備、ウィンドファームの大規模化、新技術の開発などにより、

大幅なコスト低減が必要である。

風力エネルギーの LCOE の内訳を Fig 1 に示す。(a) は陸上ウィンドファーム、(b) は着床式の洋上ウィンドファーム、(c) は浮体式の洋上ウィンドファームをそれぞれ示す。なお、これらは、一般的なウィンドファームにおける推算例であり、具体的なプロジェクトに関するものではない。これらにお

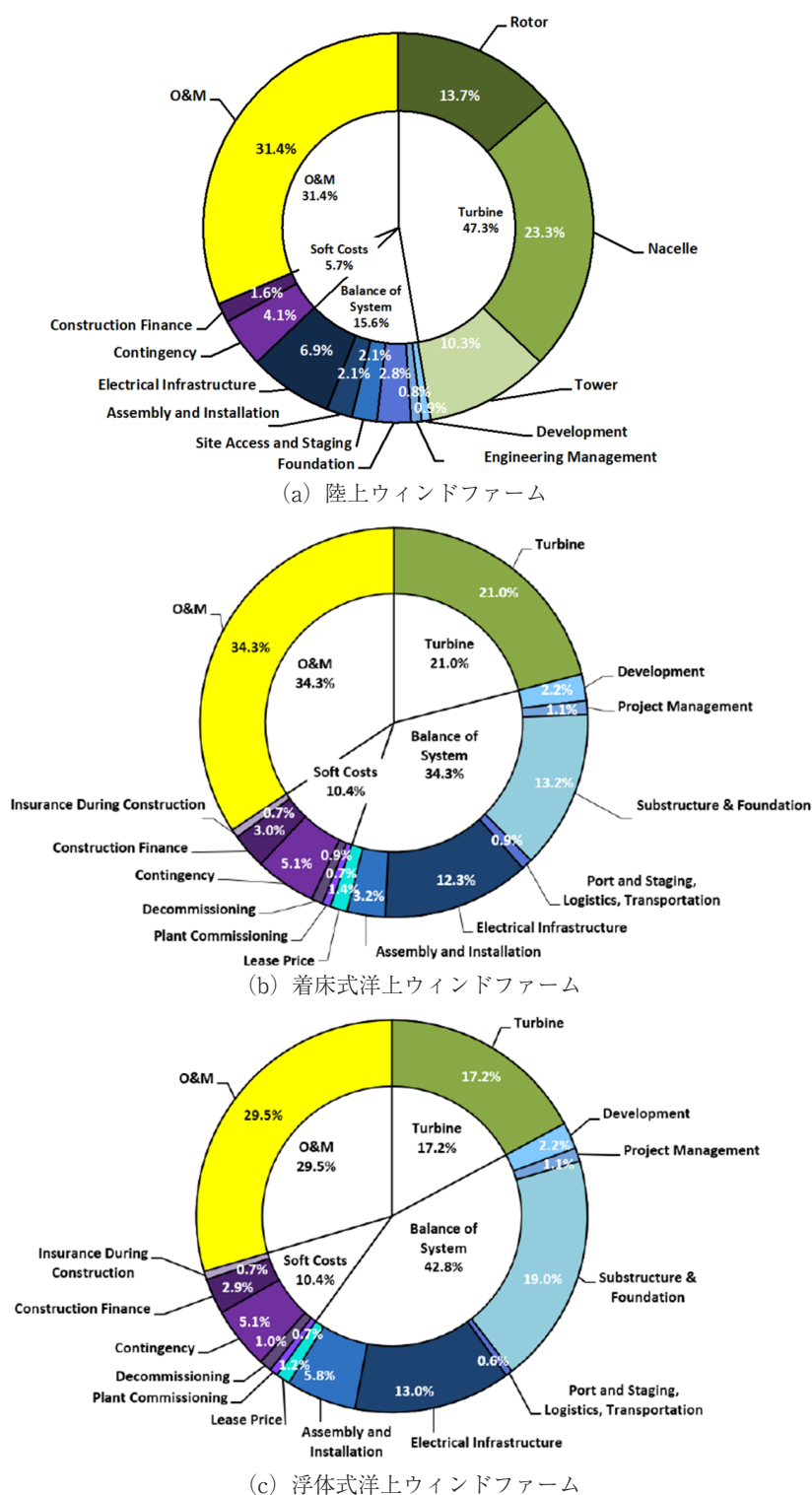


Fig.1 LCOE 内訳の例¹³⁾

いて特徴的なのは、風車の比率であり、陸上で47%あったものが、着床式洋上では21%、浮体式洋上では17%に低下している。これは、BOS(Balance of System)やO&M(Operation and Maintenance)のコストが洋上、特に、浮体式洋上において大きく増加するため、風車のコストが相対的に低下しているためである。したがって、洋上風力発電においては、風車本体のコスト低減は無論であるが、それ以上に、BOSやO&Mのコスト低減が重要となる。また、そのほかの条件が同一の場合、発電電力量が増加する分、LCOEは低下するが、これには、大型化により、大きな効果が見込めるため、風車は年々大型化してきている。なお、風車の大型化による設置基数の減少は、BOSとO&Mコスト低減にも大きな効果がある。

3.4 産業への波及効果

ウィンドファームには、以下に示すような広範囲の産業が関係する¹⁴⁾。

- ・発電事業者
- ・風車メーカー / 部品メーカー
- ・金融機関、保険会社
- ・調査・コンサルティング会社
- ・EPCI会社（設計、調達、建設、据付）
- ・メンテナンス会社ほか

2030年には、国内だけでも1兆円を超える規模の大きな産業となることが予想されている。また、風力発電による雇用は、世界全体で約130万人(2021年)である¹⁵⁾。しかし、現時点で、国内に大型の風車メーカーがないことや、風車のサプライチェーンも少ないこともあり、風車、ならびに、風車の部品については、国内産業への波及効果は限定的である。今後、これを如何に伸ばしてゆくかが、わが国の課題である。

3.5 環境影響

世界の主要な電力のCO₂換算の温室効果ガス排出量をTable 4に示す。風力発電は、太陽光や水力などの再生可能エネルギーと比較しても、単位発電電力量あたりの温室効果ガスの排出量は圧倒的に少ない。また、水力や原子力と比較して、ばらつきが小さいのも特徴的である。なお、日本国内においては、平均風速が低く発電電力量が低めになることなどから、これらよりは劣化するが、依然、他の電源に対する優位性は揺るがない。したがって、エネルギーポテンシャルと合わせて考えても、日本がCOP21パリ協定(2015年)において国際的に約束した温室効果ガス排出削減目標の実現には不可欠な

技術である。

風力エネルギーはエネルギー密度が低いため、設備は大型化し、広大なエリアを占有することになるため、近隣住民や生態系への影響も懸念される。特に洋上風力発電の場合には、漁業、海生哺乳類、ならびに、船舶航行への影響も考慮する必要がある。環境影響アセスメントの条件や手続きは、法律や条例により定められている。

4. 風力発電の展望

4.1 全般

日本の一次エネルギーの自給率はOECD 38か国中37位の13%¹⁷⁾、また、電力需要に対する風力発電の比率は、世界平均では既に7.8%に達しているのに対して、日本は1.1%に過ぎず¹⁸⁾、日本の風力発電の導入は、他国に大きく後れを取っている。第7次エネルギー基本計画の目標である電力需要の4～8%(2040年)は、現状の日本の産業、法制度、インフラ等の現状としては高い目標ではあるが、世界の現状や、日本の洋上風力の大きなポテンシャルに鑑みると、必ずしも高い目標ではない。

今後、洋上風力発電は、15 MW級の風車が主流になる見通しだが、第7次エネルギー基本計画の目標を15 MW風車で実現する場合、年間60～120基の風車を15年間に渡り設置することに相当する(設備利用率40%を想定)。

第7次エネルギー基本計画には、上記の実現に向けての施策が織り込まれているが、特に注力すべき項目を提言として以下に述べる。

4.2 国産風車開発・国産風車メーカーの育成

近年、世界的な風力発電の需要の伸びに加えて、材料費や人件費の高騰、ならびに、為替の影響などにより、風力発電事業を取り巻く環境は悪化してきている。それでも、エネルギー基本計画の導入目標は、海外の風車でも実現可能である。一般に、海外機は、製造地が国内であっても、設計や制御・保護などの詳細については事業者に対しても非公開(ブ

Table 4 温室効果ガス排出量¹⁶⁾

	Min.	Median	Max.
Onshore Wind	7	11	56
Offshore Wind	8	12	35
Solar PV (Rooftop)	26	41	60
Solar PV (Utility)	18	48	180
Hydro	1.0	24	2200
Nuclear	3.7	12	110

[gCO₂eq/kWh]

ラックボックス)である。ブラックボックスの風車技術に電力供給の多くを委ねることは、エネルギー安全保障の面で、大きなリスクであるが、この点は、第7次エネルギー基本計画においては、触れられていない。

国内産業への効果として、国内調達率60%との官民目標が掲げられている。これも、風車本体以外のBOSやO&Mの国内調達率を向上させれば、十分実現可能な目標である。しかし、風車以外の部分における国内企業の優位性は、国内市場に限定されるため、これらの輸出産業化は、ほとんど期待できない。また、海外メカの風車においては、国内の部品メカがサプライチェーンに参入することも、非常に難しい。

洋上風車には、高い信頼性、耐久性、整備性が求められるが、遠洋の洋上windファームにおける故障や大規模修繕は、洋上風力発電の経済性において甚大な影響を与えるため、極めて重要である。現状の海外機依存の導入では、大きな問題が発生した場合には、海外メカに依存せざるを得ず、対応に長期間を要することも少なくない。また、技術的にも、上述のBOSやO&Mの信頼性向上や低コスト化には、風車が大きく影響するため、海外からのブラックボックスの風車に対して可能な対応は限定的である。このような状況で、風車の部品や周辺技術において、輸出産業化できるようなイノベーションを創出するには、世界市場においても競争力のある国産風車が不可欠である。これは、単なる海外メカの風車の国内生産ではなく、設計の全てを国内メカが把握しているホワイトボックス風車という意味である。これは、エネルギー基本計画における導入量や国内調達率の議論では解決できない。

日本においては、2021年ごろまで、国内メカが、定格出力2～7 MWまでの風車を開発してきた実績があるが、今日の洋上風車は、定格出力15 MWを越えるクラスの風車が販売されている。この間の技術の進歩は著しく、わが国の実績・経験の有効性も失われつつある。この大きなギャップを埋めるためにも、早急に、国産の風車メカを育成し、それを核としたサプライチェーンの再構築が極めて重要である。

4.3 大規模導入可能な革新的な浮体式洋上風車技術の研究開発

国内の膨大な風力エネルギーの多くは、浮体式洋上風車が対象となる大水深の遠洋にあることは上述の通りである。また、次節で述べるように、浮体式

洋上windファームのLCOEの約19%を浮体(係留系)、約6%を組立・建設、約30%をO&Mが占めるため、大水深の遠洋の膨大な風力エネルギーを獲得・利用するためには、低コストで施工性・整備性に優れた浮体式洋上風車の技術開発が必要である。

浮体式洋上風車の代表的な浮体形式と、それらの一般的な得失をFig 2とTable 5に示す。いずれも一長一短があるが、現状、セミサブ型が最も普及しており、バージ型とスパー型がそれに続いている。

浮体式洋上風車に関しては、これまで数多くの実証研究がなされており、一部、商業windファームの実績も出始めている。しかし、大幅なLCOE低減や、設置海域の拡大などを考えると、従来の一般的な浮体形式の枠に収まらない、革新的なコンセプトの浮体式洋上風車の開発が必要である。

4.4 風力発電に関する数百人規模の国立研究機関の設置・拡充

先行する諸外国と比較して、革新的な技術の芽が出にくいのも、わが国が抱える本質的で大きな課題である。これは、風力発電が長期的に魅力的なマーケットとなることで、意欲的な企業や研究者の参入

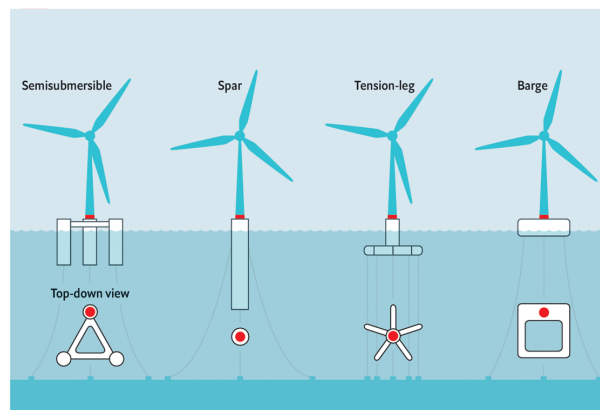


Fig. 2 代表的な浮体式洋上風車の浮体形式¹⁹⁾
(左から、セミサブ、スパー、TLP、バージ)

Table 5 一般的な浮体形式の得失

型式	長所	短所
セミサブ	技術的リスクが少ない。最も普及。	浮体コストが高い。
スパー	浮体コストが低い。波影響が小さい。	組立・施工が困難。大水深が必要。
TLP	動揺・傾斜が小さい。専有海域が小さい。	基礎などの施工が悪い。
バージ	必要な水深が小さい。	波影響が大きい。

により多少の改善は期待できる。しかし、それらの技術の多くの実用化には、風力発電のシステムインテグレーションの能力は不可欠である。そのような意味でも、前項の国内の風車メーカーの役割は重要である。さらに、研究開発の遂行には、質・量ともに豊富な人材が不可欠である。

代表的な国の主要な研究機関を Table 6 に示す。これら以外でも、カーボンニュートラルに向けて、風力発電の大きな導入目標を掲げている国には、数千人規模の国立の研究機関があり、基礎研究から、社会実装にかけて、幅広い分野で研究開発を進めている。日本の場合、産業技術総合研究所がそれに該当するが、日本の洋上風力の案件形成目標である 2040 年 35～45 GW に鑑みると、圧倒的に規模が小さく、将来の国産メーカーへの十分なサポートも期待できない。日本国内にも、200～300 人規模の研究機関を設置・拡充し、長期にわたり、国内の風力発電関連の技術・産業を支援できる体制を構築する必要がある。

5. 結言

エネルギーは国の経済と社会の安定性に不可欠な要素である。一次エネルギー自給率がわずか 13% の我が国の状況は、国際情勢の安定と平和を前提として成り立っているものであるが、国際情勢の不安定化やブロック経済化が進む中、従来にも増して、自給率の向上の重要性は増している。風力発電、特に、洋上風力発電には、膨大なエネルギーポテンシャルがあるにもかかわらず、電力供給における風力発電の比率が、世界平均 7.8% に対して日本の 1.1% である現状、また、第 6 次エネルギー基本計画が 5% (2030 年) であるところ、第 7 次エネルギー基本計画が 4～8% (2040 年) という目標には、鈍化・停

滞の感が否めない。

世界的な風力発電の需要過多、材料費の高騰、為替の影響などで、風力発電の事業は従来に増して難しくなっている。しかし、将来的に一定の割合を風力発電が占めるようになるのは、明らかである。そのような状況で、エネルギー自給率向上、経済効率性、産業への波及効果の観点から、以下の 3 点を提案した。

- 1) 国産風車開発・国産風車メーカーの育成
- 2) 大規模導入可能な革新的な浮体式洋上風車技術の研究開発
- 3) 風力発電に関する数千人規模の国立研究機関の設置・拡充

わが国の風力発電は、将来的に国産エネルギー化できるか、あるいは、相変わらずの海外依存になるかの分岐点にある。技術と産業における遅れは大きく、国産エネルギー化には、上記が必要で、それらを軌道に乗せるには、大きな国費と関係者の努力が必要になる。再生可能エネルギーの切り札と目される洋上風力発電の本質的な主力電源とするための、持続的な発展、さらには、輸出産業化に向けて、政策的な英断を期待したい。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁, 第 7 次エネルギー基本計画, 2025/02.
- 2) 資源エネルギー庁, 第 6 次エネルギー基本計画, 2021.
- 3) 山家公雄, 全社がゼロプレミアム入札, 洋上風力ラウンド 3 入札結果を読み解く, 日経エネルギー Next, 2024/12/17.
- 4) 経済産業省・資源エネルギー庁, 国土交通省・港湾局, 海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域指定ガイドライン, 2024.
- 5) IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2023, 2024.
- 6) 経済産業省資源エネルギー庁, 国土交通省港湾局, 洋上風力発電に係るセントラル方式の運用方針, 2024.
- 7) 日本風力発電協会, 2024 年 12 月末時点日本の風力発電の累積導入量, <https://jwpa.jp/information/11062/> (accessed on 2025/03/30)
- 8) Global Wind Energy Council, Global Wind Report 2024, 2024.

Table 6 主要国の代表的な研究機関の風力関連の研究員の人数 (2023～24 頃の概略の人数)

型式	導入量	代表機関	人数
米国	144 GW	NREL	約 140
ドイツ	66 GW	IWES	約 300
デンマーク	7 GW	DTU	約 200
日本	5 GW	AIST	約 7
日本 (2040*)	30-45 GW		

*) 2040 年洋上風力の案件形成目標。

NREL: National Renewable Energy Laboratory

IWES: Fraunhofer Institute of Wind Energy System

DTU: Denmark University of Technology

AIST: 産業技術総合研究所

- 9) Global Wind Energy Council, Global Wind Report 2024, 2024.
- 10) 日本風力発電協会, 洋上風力の主力電源化を目指して, 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会, 第1回会合, 2020.
- 11) IEA, Offshore Wind Energy Outlook, 2019.
- 12) IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2023, 2024.
- 13) Stehly, T., et al., 2019 Cost of Wind Energy Review, NREL/TP-5000-78471, 2020.
- 14) 日本風力発電協会, 洋上風力スキルガイド (第1版), 2022.
- 15) REN21, Renewable ES 2023 Global Status Report, 2023.
- 16) Schloemer S., et al., 2014 : Annex III : Technology-specific Cost and Performance Parameters. In : Climate Change 2014 : Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2024.
- 17) 資源エネルギー庁, 日本のエネルギー 2022 年度版, エネルギーの今を知る 10 の質問, <https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2023/> (accessed on 2025/04/18).
- 18) REN21, Global Status Report -Renewable Energy in Energy Supply, 2024.
- 19) Mei X., Xiong M., Effects of Second-Order Hydrodynamics on the Dynamic Responses and Fatigue Damage of a 15 MW Floating Offshore Wind Turbine, J. Mar. Sci. Eng. 2021, 9 (11), 1232.

著者略歴



吉田 茂雄 (よしだ しげお)
1990 年京都大学・工学部・航空工学科卒業。1990~2013 年富士重工業株式会社。2013年~現在九州大学・応用力学研究所・教授。2021 年佐賀大学海洋エネルギー研究所洋上風力エネルギーシステム分野教授。日本太陽エネルギー学会フェロー, 理事, 風力・水力部会長。博士 (工学)。