

日本における浮体式洋上風力発電は

再エネ拡大の切り札となるのか

2022 年度

明治大学 政治経済学部 大森正之研究室

3 年 池田亮介 大原正臣

久我響己 田片智哉

【目次】

1 はじめに

2 国内の浮体式洋上風力発電の現状

2.1 国内の風力発電の現状

2.2 海外の洋上風力発電との比較

2.3 国内で洋上風力発電が普及に至っていない理由

2.4 今後の浮体式の建設計画

3 国内の他の再エネ発電の現状

3.1 2020 年時点での再エネの現状

3.2 競合する再エネ発電方式の検討

3.3 先行している海外の事例

4 二つの発電方式の比較

4.1 経済的観点からの比較

4.2 浮体式洋上風力を「切り札」にするための検討課題

5 おわりに

【参考文献】

【URL】

1 はじめに

現在、世界的にカーボンニュートラルを推進する動きが活発化している。太陽光発電、水力発電、風力発電等、地球温暖化防止のためには再生可能エネルギー(以下、再エネ)利用の拡大が必要不可欠である。しかし、陸上での再エネ利用の拡大は、日本の国土の狭さにより設置場所の限界を迎える。一方で、海上で行う洋上風力発電、特に水深が浅い海域が狭く、水深が深い海域が広い日本では浮体式洋上風力発電(以下、浮体式)が発電量のポテンシャルがある。そこで、浮体式は他の競合する再エネ利用に優越するか。特に、同じく導入の初期段階にある地熱発電に優越するものであるか疑問を持つことから、「再エネ拡大の切り札になるか」とテーマを設定するに至った。

研究の目的は2点ある。1点目は、浮体式洋上風力発電は再エネ利用の中でも特に期待されているが、その現状の発電実績・発電容量のポテンシャル・普及の可能性を明らかにすることである。2点目は、浮体式洋上風力発電の普及拡大は妥当か、他の有望な再エネ利用(地熱発電)と「運転維持費」、「設備利用率」、「建設コスト」、「稼働年数」、「国内のサプライチェーンの現状」、「案件形成から運転開始までの期間」の6つをもとにkWh/年あたりのコストを算出し、経済的観点から比較し検討する。それを踏まえて、浮体式ないし他の再エネのどちらを推進すべきか。また、それら再エネの普及拡大のためには何が必要かの提言を行う。

2 国内の浮体式洋上風力発電の現状

2.1 国内の風力発電の現状

ここでは国内の「陸上風力発電(以下、陸上)」「着床式洋上風力発電(以下、着床式)」「浮体式洋上風力発電(浮体式)」の三つの風力発電を、「2020年時点での設備容量(MW)」、「2020年度発電実績(億kWh/年)」、「将来的に導入可能な設備容量(MW)」という三点から表1で比較していく。それを踏まえ、浮体式洋上風力発電の設置と稼働の現状とポテンシャルを明らかにしていく。

あらかじめ、これら三つの発電方式の違いや特徴を説明する。「陸上」は通常の陸上での一般的な風力発電である。「着床式」は、風車の支柱が海底まで到達し、下部構造および基礎により風車を固定する構造である。そのため比較的水深が浅い沿岸に適している。「浮体式」は、風車自体が海洋に浮いており、係留により位置を保持している。その

ため、水深が深い沖合に適している。表1を見ると「2020年時点での設備容量(MW)」は陸上が4,380.4MW、着床式が46.6MW、浮体式が12.0MWである。「2020年度発電実績(億kWh/年)」は陸上が88.4億kWh/年、着床式が1.3億kWh/年、浮体式が0.3億kWh/年である。「将来的に導入可能な設備容量(MW)」は陸上が118,000MW、着床式が128,000MW、浮体式が424,000MWである。表1から分かる事として、陸上に比べて洋上風力(着床式と浮体式)は「2020年時点での設備容量(MW)」、「2020年度発電実績(億kWh/年)」の両方とも低い。それでも、浮体式の将来的な設備容量は3つの発電方式の中で最大クラスであることが分かった。この大きな設備容量が、浮体式を推進する大きなメリットの一つである。

表1 国内の風力発電の比較

発電方式	2020年時点での設備容量(MW)	2020年度発電実績(億kWh/年) ^{*1}	将来的に導入可能な設備容量(MW)
陸上風力	4,380.4	88.4	118,000
洋上風力(着床式)	46.6	1.3	128,000
洋上風力(浮体式)	12.0 ^{*2}	0.3	424,000

参考：JWPA「2050年カーボンニュートラルの実現に向けたエネルギー基本計画策定に対する意見」、「2021年末日本の風力発電導入量」

*1:JWPA2020年度風力発電の発電実績(億kWh/年)を基に作者が算出

*2:2021年7月に福島県沖の2MWと5MWの浮体式洋上風車が撤去されたため、2022年12月時点での設備容量は5MWである

2.2 海外の洋上風力発電との比較

前節では日本の洋上風力発電は拡大のポテンシャルを持っているが2020年時点での導入量は少ないという実態を述べた。こ

こでは、洋上風力発電の導入が進んでいる国々と比較して、世界ではどれ程導入が進んでいるのかを見ていく。世界上位5か国の「累積導入量(MW)」と「全体の電力総

体にしめる割合 (%)」の二点を見ていく。累積導入量の上位 5 か国はイギリス(10,200)、中国(9,990)、ドイツ(7,730)、オランダ(2,610)、ベルギー(2,260)である。中国、ドイツ、ベルギーは日本より遅れて洋上風力が導入されたのにも関わらず、累積導入量で日本を上回っている。このような現

状に至った理由については次節にて論じる。

前節の表 1 から読み取れるように、日本は洋上風力の導入容量のポテンシャルはあるものの、表 2 の主要な他国と比較すると洋上風力の導入量が圧倒的に少ないことが分かる。

表 2 2020 年時点での洋上風力発電の累積導入量と主要な他国との比較

国名	イギリス	中国	ドイツ	オランダ	ベルギー	日本
最初の導入年(年)	2000	2010	2010	1994	2009	2004
累積導入量 (MW)	10,200	9,990	7,730	2,610	2,260	60
割合 (%)	28.9	28.3	21.9	7.4	6.4	0.2

参考：JWPA 「GWEC が Global Offshore Wind Report 2021 を発表」

2.3 国内で洋上風力が普及に至っていない理由

(1)国内で洋上風力が普及に至っていない理由

ではなぜ、国内で洋上風力は導入ポテンシャルがあるにも関わらず普及に至っていないのか。その理由について考える。一つ目は、国内に風車メーカーが不在である。市場の成長が遅れたこともあり国内メーカーは順次撤退し、2019 年の春に日立製作所が製造を終了したことにより、国内の風車メーカーは完全に無くなってしまった。風車には約 1 万 5 千ものパーツが必要であるが、国内に風車メーカーが不在であるため、その部品全てを輸入に頼らなければならない。二つ目は、政府による洋上風力発電推進のための法整備が不十分である。日本では、「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律」(以下、「再エネ海域利用法」)が公布され、洋上風力にとっては追い風となっている。公布前は、一般海域の長期での占用についての

統一的なルールが存在せず、都道府県の条例による「占用許可」は許可期間が 3～10 年と短いため、発電事業の中長期的な見通しを建てられず、資金調達の足枷にもなっていた。しかし、「再エネ海域利用法」により 30 年間の長期占用が可能となり、事業の安定性が上がった。三つ目は、漁業関係者との調整である。海域の先行利用を誰がどのように行っているのかを把握することが難しく、先ほどの二つ目の理由でも述べたように、漁業関係者などの先行利用者と発電事業者が意見を調整するための方法も定まっていない。そのため、地元関係者との調整に要する時間やコストが予測できないという問題がある。四つ目は、建設費の高さである。表 3 を見ると、洋上風力発電の建設費用は、着床式で 1kW あたり 50 万円、浮体式で 1kW あたり 100 万円と、陸上の 1kW あたり 30 万円より高額である。エネルギーコストの高い再エネの中でも、これは高い値となっている。これらの理由から、国内で洋上風力発電が普及に至っていないと考え

られる。

(2)海外で洋上風力が普及している理由

前節では、なぜ国内で洋上風力発電が普及していないのかを述べていったが、ここでは反対になぜ海外(主に欧州)で洋上風力発電が普及しているのか、その理由を述べていく。一つ目は、環境面である。風況がよく、年間平均風速が強いという特徴がある。また、浅く広い大陸棚を有しているため、風車を設置しやすい。例を挙げると、イギリスでは王室が大陸棚を所有しているため、国が主導して事業を推進しやすいという特徴がある。またオランダでは、国が環境アセスメントや風況調査を行い、発電事業者をサポートしている。中国では、2014年～2019年に中国政府が打ち出した高額なFITにより建設が多く行われた。さらにドイツでは、造船業や漁業が衰退した地域が政府からの資金援助をもとに、建設が行われた背景が

ある。日本でも将来的に導入可能な設備容量が大きいことを考えると、政府の法整備などによる推進力が最重要な要素であることが分かる。

(3)浮体式が普及に至っていない理由

ここまで国内と欧州を比較してなぜ洋上風力の普及に差が生まれているのかを述べてきたが、ここでは洋上風の中でも浮体式が普及に至っていない理由を述べていく。浮体式は、他の風力発電と比べて建設費や売電価格が高い。下記の表3から、浮体式の建設費は陸上の3倍で着床式の2倍である。浮体式の売電価格は36円/kWhに対し、陸上は17円/kWh、着床式は32円/kWhであり、浮体式の売電価格は高いということがわかる。また、EEZ(排他的経済水域)に適用可能な法整備が不十分であることも理由の一つである。

表3 風力発電の種類別の建設費と売電価格

風力発電の種類	建設費 (万円/kW)	売電価格 (円/kWh)
陸上	30	17
着床式	50	32
浮体式	100	36

参考：資源エネルギー庁 HP

総合資源エネルギー調査会「各電源の諸元一覧(案)」

2.4 今後の浮体式の建設計画

では、日本の今後の浮体式の建設予定はどれほどであるだろうか。表4をご覧ください。現状、日本国内では1件しか建設予定がないが、フランスは4件、ノルウェーとイギリスが1件ずつ予定している。

また規模の面から見ても、海外と比較して日本の規模は小さい。欧州では、日本より大規模な風車の建設予定が複数存在する。日本における浮体式の普及は、他国に比べて出遅れている。

表 4 今後の浮体式の建設計画

国	発電容量 (MW)	運転開始予定 (年)
日本	16.8	2024
フランス	30.0	2023
フランス	30.0	2023
フランス	28.5	2022
フランス	25.0	2023
ノルウェー	88.0	2022
イギリス	50.0	2021

表 4 出典：WindEurope, “Offshore Wind in Europe Key trends and statistics 2020”

3 国内の他の再エネ発電の現状

3.1 現状(最近の再エネの現状)

2020 年の国内の発電実績の内、再エネは 20%である。その再エネ発電での割合では、太陽光 40%、水力 40%、バイオマス 14%、陸上風力 4.9%、洋上風力 0.1%、地熱発電 1.0%である。上記から再エネ発電の中では、洋上風力と地熱発電の発電量が極端に少ないこと分かる。

3.2 競合する再エネ発電方式の検討

表 5 は浮体式、着床式、陸上風力に加えて、中小水力、太陽光、地熱の 6 つを「2020 年時点での設備容量(MW)」、「導入ポテンシャル(MW)」、「建設費(万円/kW)」の 3 点で比較したものである。表 5 をみると、再

エネの中では洋上風力が 177,850MW、陸上風力が 118,290MW、地熱が 9,000MW と導入ポテンシャルが高いことがわかる。また 2020 年時点で見ると、浮体式、着床式と、地熱発電は他の再エネと比べて設備容量が 12MW、47MW、590MW と小さい。そのため、その 3 つの発電方法は、これからの成長幅が大きい。懸念点とされるのは、建設費である。浮体式、地熱発電の建設費は、普及が進み建設費が 30 万と低い陸上風力、太陽光発電と比べて建設費が高い。しかし、同程度の建設費である中小水力の 2020 年時点の設備容量が再エネの中で第二位の 9,700MW の大きさであることから浮体式、地熱発電ともに普及の実現可能性は高い。

表 5 発電方式別の比較

発電方式	2020 年時点の設備容	導入ポテンシャル*	建設費(万円/kW)
------	--------------	-----------	------------

	量(MW)	(MW)	
浮体式	12	177,850	100
着床式	47		50
陸上風力	4,380	118,290	30
中小水力	9,790	3,210	80
太陽光(公共系等)	71,000	170	30
地熱	590	9,000	79

参考：環境省「我が国の再生可能エネルギー導入のポテンシャル」
総合資源エネルギー調査会「各電源の諸元一覧（案）」

*環境省「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル」の低位シナリオを参照

(2)国内の地熱発電の現状

国内の地熱発電の設備容量は 2016 年時点で 520MW であり世界 10 位に位置している。また、国内の地熱資源は 23,470MW 相当であり、世界 3 位の地熱資源を有している。2022 年時点で 5 ヶ所(計 96MW)の発電所の建設計画が進行中である。よって、23,470MW もある地熱資源の約 2%しか活用できていないのである。ここから、日本は豊富な地熱資源があるが、地熱発電に活かしきれていないことがわかる。

3.3 先行している海外の事例(アイスランド)

アイスランドは地熱資源量が世界の 7 位の 5,800MW で、地熱発電設備容量は世界 9 位の 750MW である。そのため、国民の消費する総電力の約 3 割を地熱発電で賄うことができている。また、地熱発電での排水を用いた大規模な温泉事業を行い、発電所を観光地化する付加価値を生み出している。アイスランドは政府の積極的な地熱発電事業の推進があり、地熱資源を有効に活用できている。これは大きな地熱資源を持つ日本の参考になるモデルである。

4 二つの発電方式の比較

4.1 経済的観点からの比較

(1)地熱と浮体式の比較

浮体式と地熱発電を経済的観点から比較する。表 6 では浮体式と地熱発電の「運転維持費」、「設備利用率」、「建設コスト」、「稼働年数」、「国内のサプライチェーンの現状」、

「案件形成から運転開始までの期間」、の 6 つを経済的観点から比較した。

注目すべきは「設備利用率」で、地熱発電が 83%、浮体式が 36%であり、地熱発電のほうが約 2.3 倍効率よく発電ができるという点である。「建設コスト」も地熱発電

が79万円/kW、浮体式が100万円/kWと発電コストが低い。「稼働年数」についても地熱発電が30~50年、浮体式が20~25年と地熱発電のほうが長期間運用できるため、優れた発電方式だと読み取ることが出来る。また、地熱発電は発電機のタービンに関する技術を有するという点も優れている

と言える。一方、「運転維持費」と「案件形成～運転開始までの期間」については若干浮体式のほうが優れている。表6から6つの観点で浮体式と地熱発電について比較したが、年間発電量当たりの総コストを算出することで、浮体式と地熱について経済的に比較する。

表6 地熱と浮体式の比較

	浮体式	地熱
運転維持費(円 kW/年)	30,500 円*	33,000 円
設備利用率(%)	36%	83%
建設コスト(円/KW)	100 万円/kw	79 万円/kw
稼働年数	20~25 年程度	30~50 年
国内のサプライチェーンの現状	海外製の部品に頼る	日本は地熱タービンの世界トップシェアを誇る
案件形成～運転開始までの期間	8~10 年	10~15 年

参考：総合エネルギー調査会「各電源の諸元一覧（案）」

*総合エネルギー調査会「各電源の諸元一覧（案）」から洋上風力の運転維持費を引用

(2) kWh/年あたりのコストの比較

前提として、55MW級の発電施設を建設することを考える。建設費、運転維持費、設備利用率、稼働年数からそれぞれの発電方式の減価償却費と年間の発電量を算出し、kWh/年あたりのコストを比較した。

浮体式

(条件) 建設費:100万円/kW

運転維持費:3万円/kW/年*

設備利用率:36%

稼働年数:25年

*自然エネルギー財団(2017)「浮体式の洋上風力発電で日本初の商用運転-長崎県・五島市で漁業との共生を目指す-」を参照

建設費

$$100 \text{ 万(円)} \times 5.5 \text{ 万(kW)} = 55,000 \text{ 百万(円)}$$

減価償却費

$$55,000 \text{ 百万(円)} \div 25 \text{ (年)}$$

$$= 2,200 \text{ 百万(円/年)}$$

年間の運転維持費

$$3 \text{ 万(円)} \times 5.5 \text{ (kW)} = 1,650 \text{ 百万(円/年)}$$

年間の発電量

$$5.5 \text{ 万(kWh)} \times 24 \text{ (時)} \times 365 \text{ (日)} \times 0.36$$

$$= 173 \text{ 百万(kWh/年)}$$

kWh/年あたりのコスト

$$[1,650 \text{ 百万} + 2,200 \text{ 百万(円)}] \div 173 \text{ 百万(kWh/年)} = 22.25 \text{ 円(円/kWh/年)}$$

地熱

(条件) 建設費:79 万円/kW
運転維持費:3.3 万円/kW/年、
設備利用率:83%
稼働年数:40 年

建設費

$$79 \text{ 万(円)} \times 5.5 \text{ 万(kW)} = 43,450 \text{ 百万(円)}$$

減価償却費

$$43,450 \text{ 百万(円)} \div 40 \text{ (年)} \\ = 1,086 \text{ 百万(円/年)}$$

年間の運転維持費

$$3.3 \text{ 万(円)} \times 5.5 \text{ 万(kW)} \\ = 1,815 \text{ 百万(円/年)}$$

年間の発電量

$$5.5 \text{ 万(kWh)} \times 24 \text{ (時)} \times 365 \text{ (日)} \times \\ 0.83 = 400 \text{ 百万(kWh/年)}$$

kWh/年あたりのコスト

$$[1,815 \text{ 百万} + 1,086 \text{ 百万(円)}] \div 400 \text{ 百万} \\ \text{(kWh/年)} = \underline{7.25 \text{ (円/kWh/年)}}$$

kWh/年あたりのコストを比較したところ、浮体式が 22.25 円 (kWh/年)、地熱が 7.25 円 (kWh/年) であり、地熱のほうが約三分の一のコストで発電することができるという結果になった。上記の比較では同等の発電量という条件があったため地熱のほうが優れている。しかし実際に導入可能と推定されている発電量は大きな差がある。

表 7 では日本における地熱と浮体式の推定導入可能量を比較している。浮体式は 2 ケースに分けて比較する。ケース 1 の数値は表 5 より、洋上風力の導入ポテンシャル (177,850MW) を 2020 年時点の浮体式と着床式の設備容量を基に配分し導出した。ケース 2 の数値は表 1 より、「将来的に導入可能な設備容量」を参考にした。表 7 を見ると、推定導入可能量については地熱の 9,000MW に比べ浮体式がケース 1 で約 4.0 倍、ケース 2 で約 47 倍である。推定発電可能量については地熱の 654 億 kWh/年に比べ浮体式がケース 1 で 1,112 億 kWh/年と約 1.7 倍、ケース 2 で 13,371 億 kWh/年と約 20 倍であった。どちらのケースで比較しても地熱よりも浮体式のほうが導入可能量と発電可能量は多い。ケース 1 は漁業との兼ね合いや海域利用に関する制約を加味したうえでの数値であるため、現実的な数値である。一方ケース 2 は浮体式を設置可能な海域すべてに設置したという前提のため、現実的とは言えない。地熱発電は発電設備の技術が確立しているが浮体式は未だ開発段階である。発電設備の技術が向上し、設備利用率や稼働年数が改善されれば、kWh/年あたりのコストは低下する可能性がある。国内で再生可能エネルギーの発電割合を増加させるためには、浮体式の拡大が不可欠である。

表 7 地熱と浮体式の推定導入可能量と発電可能量

	地熱	浮体式(ケース 1)	浮体式(ケース 2)
推定導入可能量(MW)	9,000	35,570	424,000
推定発電可能量(億 kWh/年)	654	1,122	13,371

参考：環境省「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル」

ケース 1：表 5 の洋上風力の導入ポテンシャル(177,850MW)を 2020 年時点の浮体式と着

床式の設備容量を基に配分

ケース 2：JWPA「2050年カーボンニュートラルの実現に向けたエネルギー基本計画策定に対する意見」を基に作成

4.2 浮体式洋上風力を「切り札」にするための検討課題

前節で再生可能エネルギーを拡大するためには浮体式洋上風力の拡大が不可欠としたが、浮体式を拡大するためには4つの検討課題がある。一つ目は「建設コストの低減化」、二つ目は「設備利用率の向上」、三つ目は「EEZでの発電事業に関する法律の制定」、四つ目は「利害関係者との調整」である。

まず、一つ目の課題「建設コストの低減化」である。表3からもわかるように浮体式の建設費はkWあたり100万円と陸上風力(30万円/kW)、着床式(50万円/kW)と比較しても高額である。高額化の理由は浮体基礎の製造にコストがかかることである。将来的に沖合での発電事業が始まれば、送電ケーブルの設置距離が延び、コストに上乘せされる。また、ほとんどの部品が海外で製造されるため、その輸送費もかかる。コストを低減するためには国内にサプライチェーンを構築することで対応する。さらに、大規模事業を数多く行い、「規模の経済性」を発揮することで1基あたりの建設コストを低減できると考える。

次に、二つ目「設備利用率の向上」である。浮体式は設備利用率が36%と陸上風力(25%)よりは高いが、地熱発電の83%と比較すると低い。設備利用率を上げるためには風車の大型化で対応する。また、その大型化した風車を支える浮体基礎の技術改良が必要である。

三つ目は「EEZでの発電事業に関する法

律の制定」である。「再エネ海域利用法」ではEEZでの長期の占有が認められておらず、現行法の改正か、新たな法律の制定が必要である。政府は2022年10月からEEZでの発電に向けた国際法上の諸課題に対する検討会を開催し、EEZでの発電事業に向けて取り組んでいる。

最後に四つ目「利害関係者との調整」である。風力発電の利害関係者となるのは主に漁業関係者である。漁業関係者は浮体式に限らず洋上風力発電事業が漁業に悪影響を及ぼすのではと不安を感じている。また、地元住民も騒音などによる健康被害を懸念している。長周新聞によると2022年に佐賀県唐津市沖の洋上風力発電事業の計画に対して、漁業関係者が反対の署名を提出した。日本の沿岸は漁業関係者が先行利用をしているため、新たな発電事業を計画する際には漁業権との調整が必要である。漁業権は知事が認可するため、行政の積極的介入が必要。また、浮体式は集魚効果があるが、係留器具によって、浮体基礎の近くでは網漁を行えないため、

5. おわりに

本稿では再エネ拡大に期待されている浮体式の普及の度合いを明らかにし、他の競合する再エネ利用に優越するか検討した。2章で指摘したように、浮体式は他の再エネと比較して累積導入量が圧倒的に少なく、2022年時点での建設予定も一件しかない。普及の望みは薄い。また、4章で検討した

ように、浮体式と同じく導入ポテンシャルに対して 2020 年時点の設備容量が少なく、建設コストが高い地熱発電と比較しても、1kWh/年あたりのコストが高い。しかし、浮体式は技術革新によって価格が低下する可能性があり、地熱発電と違って場所による制約も受けにくい。さらに導入ポテンシ

ャルも大きいため、現段階においては浮体式と地熱発電の両方とも普及拡大を進めるべきである。今後、両者の普及拡大が進み、発電量や維持費など実際のデータが多く集まったうえで、改めてこの 2 つの発電方式を吟味し、どちらに比重を置くか検討する。

【参考文献・URL】

- ・岡田広行(2021/11/27)「サプライチェーンを構築できるか ついに動き出す洋上風力」『週刊東洋経済』7021(P50-53)、東洋経済新報社
- ・朝日新聞(2022/09/28)「洋上風力、業者が説明 地元から注文や懸念 能代・三種・男鹿沖と由利本荘沖」秋田全县・1 地方 (P19)
- ・長周新聞(2019/12/10)「安岡沖洋上風力発電建設に反対する住民デモ開催 大企業は住民生活を脅かすな」
- ・Stephanie Moura, Andy Lipsky, Molly Morse(2015.11)「Options for Cooperation between Commercial Fishing and Offshore Wind Energy Industries」Seaplan
- ・読売新聞オンライン(2022/03/06)『「地熱発電が増え泉温低下」指摘、別府温泉で新規掘削規制』
<https://www.yomiuri.co.jp/local/kyushu/news/20220306-OYTNT50035/>
- ・JWPA
(2021)「2020 年末日本の風力発電の累積導入量：443.9 万 kW、2,554 基 (3 月 15 日 Update)」
<https://jwpa.jp/information/5707/>
- (2021)「GWEC が Global Offshore Wind Report 2021 を発表」
<https://jwpa.jp/information/5725/>
- (2021)「2050 年カーボンニュートラルの実現に向けたエネルギー基本計画策定に対する意見」
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/039/039_008.pdf
- ・環境省(2022)「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル」
<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/doc/gaiyou3.pdf>
- ・資源エネルギー庁(2020)「地熱発電について」
https://www.meti.go.jp/shingikai/santei/pdf/065_02_00.pdf
- ・総合エネルギー調査会(2021)「各電源の諸元一覧 (案)」
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/006/pdf/006_06.pdf
- ・株式会社三菱総合研究所(2021)「令和 2 年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業(中小水力に関する海外動向把握等調査)」
https://www.meti.go.jp/medi_lib/report

[/2020FY/000645.pdf](#)

- ・江口肇(2001)「本格化するヨーロッパの洋上風力発電」

https://www.phaj.or.jp/distribution/lib/world_watching/Europe/Europe007.pdf

- ・(財)自治体国際化協会 ロンドン事務所 マンスリートピック(2014)「ドイツにおける風力発電の将来」

https://www.jlgc.org.uk/jp/information/monthly/ger_jan_2014_01.pdf

- ・鬮思超(2011)「中国の洋上風力開発」

<https://eneken.ieej.or.jp/data/4022.pdf>

- ・WindEurope(2021)“Offshore Wind in Europe Key trends and statistics 2020”

[WindEurope-Offshore-wind-in-Europe-statistics-2020.pdf](https://www.windeurope.org/offshore-wind-in-europe-statistics-2020.pdf)

- ・自然エネルギー財団(2017)「浮体式の洋上風力発電で日本初の商用運転-長崎県・五島市で漁業との共生を目指す-」

https://www.renewable-ei.org/activities/column/img/pdf/20180111/column_REapplication10_20180111.pdf