

洋上風力発電の開發現状から見た台湾の「エネルギー転換（エネルギー転換）」

アジア経済研究所 海外研究員

鄭 方婷

一. 近年のエネルギー転換政策と 2025 年目標

2016年に政権交代を果たした蔡英文現政権は、脱原発（「非核家園」＝原発のないふるさと）や再生可能エネルギーの拡大などを目指すエネルギー転換を軸に、省エネ、発電・蓄電の技術革新等を包括する「持続可能なエネルギー政策」を推進してきた。

蔡英文現政権が打ち出したエネルギー・ミックスの目標値は、2025年に「原子力発電の割合をゼロにしつつ、再生可能エネルギーが全体の発電設備容量に占める割合を2016年当時の9.5%から20%まで引き上げ」、「火力発電（石炭・石油）を30%とし、天然ガスによる発電を50%にする」という野心的なものである（表1）。蔡英文総統は就任以来、「非核家園」政策を一貫して推進するとともに、再生可能エネルギーの拡大などでこの目標の達成を目指している。

台湾政府の野心的な姿勢は数値となって表れ始めている。例えば2018年における実際の総「発電量」の内訳を見ると、原子力は10%（2008年比32.2%減）、火力（石炭・石油・ガス）は84.1%（2008年比24.8%増）、再生可能エネルギーは5.8%（水力2.8%を含む。水力以外は2008年

比2.1倍増）であり、実際に直近の10年間で原子力発電は削減され、再生可能エネルギーは増加している。

ただ2025年の期限までに政府目標を達成することは必ずしも容易ではなく、特に脱原発・脱石炭のハードルは依然高いままである。例えば原子力発電について言えば、現政権は2016年に発電後、電業法第95条を改正して「2025年までにすべての原発を停止させる」ことを定め、脱原発の足掛かりにしようとした。しかしこの法改正は2018年11月の国民投票で反対の民意を受け失効するなど、脱原発は一筋縄ではいかない難しい課題である。

また火力発電は、当面石炭や石油に頼らざるを得ないという厳しい現状がある。天然ガスは二酸化炭素の電力排出係数（kgCO₂/kWh）が石炭の約半分という低炭素化石燃料であり、台湾はこの10年余りで石炭から天然ガスへの大幅な切り替えを進めてきたが、貿易収支や安全保障上の懸念に対して効果的な対応をしていく必要に迫られている。近年同じく脱原発を掲げた日本やドイツも同様の問題を抱えており、例えば日本では石炭に比べ割高な液化天然ガス（LNG）の輸入増加が貿易収支の赤字要因として問題視されている。ま

表1 台湾の2025年「エネルギー・ミックス」目標

（％は発電設備容量）

	原子力	火力 (石炭・石油)	ガス	再生可能エネルギー
2016年実績	10.4%	43.2%	31.6%	9.5% (+水力5.2%)
2025年目標	0% (-%)	30% (-%)	50% (-%)	20% (-%)

出典：經濟部データより筆者作成。

たドイツでは天然ガスの4割ほどをロシアから輸入しており、エネルギー供給が政治情勢から直接的な影響を受けるなど、安全保障上の懸念に直面している。

一方で再生エネルギー拡大については積極的な展開が目立つ。2019年4月に「再生可能エネルギー開発条例」が改正され、2025年の発電設備容量目標が合計27GWまで引き上げられた。その内訳は主に太陽光20GW、風力5.5GW、水力1.5GWであり、政府は太陽光と風力の拡大に注力する方針である。ただ、こうした再生可能エネルギーに対する現政権の積極姿勢は、馬英九前政権が立ち上げた台湾エネルギー転換の流れを引き継いだ上で、更に前進させようとするものである。

例えば馬英九政権発足翌年の2009年には「エネルギー管理法」の改正や「再生可能エネルギー開発条例」の制定により再生可能エネルギーの普及のための固定価格買取制度（Feed-in Tariff: FIT）が導入された。FITとは、電力会社をはじめとする民間設備が再生可能エネルギーのみを使用して発電した電気について、一定期間中に同じ価格で買い取られるよう政府が保証する制度である。

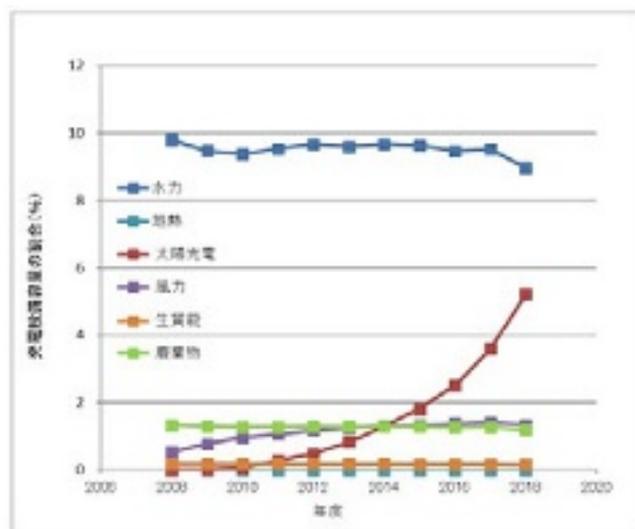
また、政権交代前年の2015年には二つ大きな展開があった。一つは「温室効果ガス排出量削減管理法」を成立させたことであり、もう一つは同年気候変動の深刻化を食い止めるための『パリ協定』が国連採択されたことを受け、「2005年の排出量から20%程度を削減する」という2030年の排出目標を国連に提出したことである。エネルギー転換政策において馬前政権が果たした役割もまた、非常に重要である。

エネルギー転換の目標達成は簡単ではないが、世界的にはクリーン・エネルギーの利用が拡大しつつあり、経済効果が見込まれている。こうした潮流にうまく乗ることで台湾の政府・産業界が狙う目標の一つが、アジア・太平洋地域の洋上風力発電の開発基地である。

二、再生可能エネルギー：太陽光発電と洋上風力発電

太陽光発電はこの10年間で著しく成長しており、全体の発電設備容量に占める太陽光発電の割合は、2008年にほぼゼロだったのに対し2018年には5.2%に拡大している（図1）。この急発展を支えているのは、工場や住宅などの屋上に設置された太陽光パネルによる自家発電である。国や国営企業、地方自治体などによる大規模太陽光発電所（メガソーラー）に適した土地の取得が思うように進んでいないことから、今後は日照時間の長い中南部を重点として、屋上太陽光発電のさらなる普及が期待されている。

図1 台湾の再生可能エネルギー発電設備容量の割合の推移



出典：經濟部データより筆者作成。

また風力発電については、国内外のデベロッパーおよび産業・ビジネス界から洋上風力が特に注目されており、洋上風力だけで投資規模が9625億台湾元（約310億米ドル）に及び、2万人の雇用が創出されるとの試算もある（經濟部、2019年4月12日）。

陸上風力が主力であった2008年から2018年ま

での10年間で風力の発電設備容量にはあまり変化がないが、今後は洋上風力の急速な拡大が見込まれている。その理由は台湾海峡に高い風力発電ポテンシャルを持つエリアが多数存在するからである。

建設コンサルティング会社4C Offshoreが2014年に発表したレポート「23年間平均風速観測」では、全世界で風速のもっとも速い、つまり風力発電のポテンシャルが高い20か所のうち、16か所が台湾海峡に位置するとした(Lin et al., 2016)。これは、地理的にモンスーン(季節風)の影響を強く受けているからである。この海域では、毎年10月から5月にかけて北東の季節風が吹き、台湾の中央山脈と大陸福建省の武夷山脈の間を通ることで、平均風速が速くなる。例えば、台湾の彰化(Changhua)沿海地域では、2018年の年平均風速は約7.8メートル/秒以上に達しており(4C Offshore Official Website²)、一般的に効率的な風力発電に必要とされる6.5メートル/秒を上回っている。

具体的に、台湾の洋上風力発電の開発には三つの段階が設定されている。第一段階は「デモンストラーション(示範)」であり、FIT制度に基づき二つの発電パイロット・プロジェクトが運営される。この一つが彰化県の「フォルモサI」であり、2019年12月より正式に商業運転している。

第二段階は「ポテンシャル(潜力)の見極め」である。2025年までに5.5GWの発電設備容量が割り当てられる予定となっており、このうち3.83GW分は既にFIT制度に基づく経済部の審査によって、10件のプロジェクトに当てられることが決まっている。残りの1.66GW分は完全入札制によって開発業者が決まり、カナダのNorthland Power Inc. (NPI) とシンガポールの玉山能源、デンマークのオーステッドが世界的に見ても競争力のある価格(NTD\$2.2~2.5/kWh)で落札している。

第三段階は、2025年以降の「国内サプライチェーンの完成(區塊開発)」である。具体的な開発ルールはこれから検討されることになっているが、少なくとも以下の点が明らかになっている。まずは、2026年から2035年の10年間で合計10GWの設備容量が増設され、開発業者には、以下に詳述する「国産化要求」の条件をクリアした上で完全入札制により開発資格が付与される。また、より多くの開発業者の参入を促すため、2026年から2030年までの5年間で一つの開発業者に割り当てられる設備容量の上限を2GWとした。

三、洋上風力発電の開発現状及び「国産化要求」

台湾海峡には高い発電ポテンシャルを持つ場所が多数存在するなど恵まれた環境にあるという認識が広まり、洋上風力に対する国内外の注目度は非常に高い。また、陸上風力発電には建設地の不足や風車稼働時の騒音などが原因で開発許可が下りにくいという問題があるが、洋上風力はこのような問題とは無縁であることから、開発の推進条件が整っているという側面もある。

2019年10月、台湾北西部の苗栗県沖合約2キロから6キロの海域に、台湾の洋上風力発電所第一号となる「フォルモサI」(中国語名「海洋風電」)が竣工し、同年末より商業運転を開始した(図2)。2019年11月12日に行われたフォルモサIの竣工式(図3)では、蔡英文総統が今後2026年から2030年までの5年間で風力発電設備容量を5GWにするという既存の目標を、2035年までの10年間で10GWに引き上げると表明するなど、洋上風力に対する政府の意気込みは非常に高いようである。

図2 風力発電所「フォルモサ I」の位置図



出典：筆者作成。

政府主導で洋上風力発電の開発が本格化するにつれ、産業界、特に国外の開発業者からの関心が高まっている。第二段階にあたる大規模洋上風力発電所の開発案件は現在10件あり、このうち3件は台湾企業だが、残り7件についてはデンマーク、ドイツ、シンガポール、カナダに籍を置く5つの外国企業が担当しており、市場で存在感を放っている。

ただ、参入する開発業者には、「国産化」という条件が課される。これは、建設事業への発注や製品・部品調達の際に台湾国内の業者を採用することなどを、審査・選抜段階で予定あるいは約束することである。

国産化は正式には「産業関連効果」と言い、經濟部による審査項目の中で最も厳しい目が注がれると言われている。国産化審査は仮審査と本審査の二段階からなり、業者が開発資格を取得するには、この産業関連効果について書面で説明し、仮審査に合格する必要がある。また、その他にも詳

図3 「フォルモサ I」の竣工は国内外から多くの注目を集めた



出典：中華民國（台湾）總統府。

細な開発計画をもとに国内サプライヤーとの間で交わした合意証明や了解覚書（MOU）を提出することなどが求められる。

現在、国産化要求の内容は送電網への接続予定年によって異なっている。2025年に接続予定の発電施設の建設には、組立工場などの陸上施設から海底の基礎構造、風車関連、海上工事などまで合計27個の項目を全て満たす必要がある。

現状ではこの国産化に対して台湾国内の技術水準や経験値の不足、巨額の設備投資に対し企業が及び腰であることなどが課題として指摘されている。そこで政府はこれまでの経験を踏まえ、今後1～2年間で利害関係者と協議し、2026年以降のサイト開発に関する国産化の基準や審査手続きなどを策定することになっている。国産化の要求は洋上風力開発の第三段階にも柱となることから、現行の内容に4～5項目ほど追加されることが想定される。洋上風力発電の国内需要維持とアジア・太平洋地域における今後の市場拡大が急務である。

四、企業が担う重要な役割

エネルギー転換において再生可能エネルギー発電に取り組む企業が担う役割については、「供給（電力提供者）」と「需要（電力消費者）」という二つの側面がある。まず「供給」サイドでは、最新の「再生可能エネルギー開発条例」改正で、契約電気量が5メガワットを超える大口ユーザーに対して、「2021年から5年間は、契約電気量の10%を再生可能エネルギー発電設備の設置や購入などで賄う」ことが義務付けられた。この義務にはアーリーバード（早期）優待も定められており、2021年から3年間は8%、4年間は9%で可となっている。

一方で「需要」サイドでも、「台湾の再エネ取引元年」とも言える2020年、電力市場の自由化において重要な進展があった。半導体の世界最大

級メーカーである台湾積体回路製造（TSMC）が半導体製造業者として世界で初めてRE100に参加を表明し、積極的に再生可能エネルギーを購入する姿勢を国内外に示したのである。

RE100とは、企業が事業で使用する電力を100%再生エネで賄うことを目指す国際的なイニシアティブであり、TSMCは2050年までに再生可能エネルギーを100%使用すると約束している。RE100には既にアップル、グーグル、ナイキ、リコーなどの企業が参加しており、アップルはTSMCの主要供給先の一つである。顧客メーカー側からの再生エネルギー使用に関する厳しい要求も、同社が再エネ電力の購入を急ぐ一因となっている。

TSMCは洋上風力に大きく期待している。それを象徴する出来事として、同社は今年7月、デンマークの洋上風力発電大手オーステッド（Ørsted）との間で、大型売買契約を交わしている。

オーステッドは台湾の彰化県海岸沿いに、発電設備容量が合計2.4GWとなる四つの洋上風力発電所を建設予定である。そのうち大彰化東南、大彰化西南発電所の二つが計900MWのグリッド接続権を与えられた。TSMCとの契約は、この二つの発電所の運転開始後、20年間で発電する全電力量（毎年34.5億kWh）をTSMCが一括購入するという驚くべき内容であり、再生可能エネルギー売買額の世界記録を更新するなど、世界的に大きな注目を集めている。

五、急速な開発がもたらす生態と環境面の懸念

イメージのよい再生可能エネルギーを今後も強力に推進するにあたり、現実には様々なリスクが伴うことも忘れてはならない。前述のような、石炭の代替であるLNGの輸入増加による貿易赤字や資源輸入を国外に依存することによるエネルギー供給不安定化や安全保障上のリスクだけでは

図4 ため池での浮上式太陽光発電（桃園市）



出典：桃園市政府。

なく、自然環境や生態系、農林水産業などへのインパクトも懸念されている。例えば陸上型太陽光発電の開発を目的とした森林や農業用地の乱開発、ため池などに設置される水上太陽光発電設備（図4）による養殖業への悪影響の可能性などが指摘されている。

洋上風力発電も例外ではない。例えば着床式の場合、海底へのパイルの打設が必要であることから、建設時・稼働時の騒音と頻繁の船舶往来で、シナスイロイルカなどのクジラ類をはじめとする海域生物に対して直接に悪影響を及ぼしたり、その生息域が消失したりなど生態系へのインパクトが強く懸念されており、環境保護団体から強い反対を受けている。

この問題について各洋上風力事業者が検討している対策の一つが、「台湾クジラ類観察員」執行計画（Taiwan Cetacean Observer, TCO）である。TCOは、トレーニングにより養成され認定を受けたクジラ観察員が施工期間中に当該地域を観測船で巡回する際、クジラ等を発見した時点で風車の基礎構造のパイル打設工事を直ちに停止すると

いう制度である。しかし、観察員養成関連業務を担う機関の選定や工事を中断する条件などについて詳細な規定がないうえ、観察員には工事を中断させる権限もないなど、問題点は少なくない。

加えて、漁業事業者との摩擦も深刻な問題である。具体例としては、漁場の環境変化や、場合によっては漁場自体が消失するなど自らの生活が脅かされることに対する強い懸念から、2015年頃から苗栗県の漁業者団体により海上デモが組織されるようになった。これを受けて、現在も開発業者から漁業従事者への補償金の支払いに向けた協議がもたれている。2016年に全国共通の補償基準と支払金額の計算式などがようやく設定されたにもかかわらず、補償方法や金額についてはなかなか合意に至っていない（2020年12月現在）。

別の解決手段として、漁業事業者に対して養殖業や観光業、または洋上風力発電の関連事業への転職が推奨されている。しかし、これには個々の漁民と漁業協同組合に加え、地方・中央政府、開発業者と第三者機関による積極的な参画とリソース投入が必要であり、まだ長い道のりが待ってい

る。

六、アジア・太平洋地域における再生可能エネルギーの開発に据えた課題と展望

国際エネルギー機関（IEA）の報告書『世界エネルギー見通し 2019』には、世界各国で公表された最新のエネルギー政策等がすべて確実に実行されたと仮定した「公表政策シナリオ」に基づき、将来のエネルギー動向が予測されている。

具体的には、まず石油需要の世界的な伸びは 2025 年以降鈍化し、2030 年代には横ばいになる。その過程で、太陽光発電が発電設備容量ベースで最大の電源に成長する。風力及び太陽光発電の拡大により、2020 年代半ばには電源構成に占める再生可能エネルギーの割合が総発電量ベースで石炭を超える。そして 2040 年までに、低炭素のエネルギー源が発電総量の半分以上を占めるようになると IEA は見込んでいる（IEA 2019）。

さらに、「パリ協定」の目標達成を前提とし、そこに至るまでの過程を描く「持続可能な開発シナリオ」に基づいた予測もなされている。これによると、特に洋上風力の技術水準が高い欧州連合（EU）において、今後洋上風力の発電規模は陸上風力に匹敵し、同地域の電力部門の完全脱炭素化に道筋をつける主要電源となり得るといえる。

アジア・太平洋地域においても今後、再生可能エネルギーの継続的拡大が見込まれる。日本と韓国は今（2020）年、それぞれ 2050 年までに「カーボン・ニュートラル（二酸化炭素排出量実質ゼロ）」を宣言し、中国もそれを 2060 年までに実現させることを国際社会に対してコミットした。

こうした世界的な趨勢もあって再生可能エネルギーの拡大は確実視されており、中でも洋上風力発電はアジア諸国の政府による後押しで積極的な開発政策が取られると見られている。台湾が現在直面している課題や障壁、それらに対する対応策を見出していくという点において、台湾政府をは

じめとする各利害関係者の動向は、諸外国にとって非常に重要なモデルとなっていくだろう。

七、結びに代えて

台湾の洋上風力発電は、いよいよ本格的な稼働期を迎える。洋上風力発電事業は、政府の目指す「非核家園」とエネルギー転換の目標達成に非常に重要な役割を果たし得るだけでなく、基礎工事などを含む国内サプライチェーンを構築する契機ともみられており、その可能性は大きく広がっている。

とはいえ、開発経験の不足や直面する様々な課題も克服していかななくてはならず、そのためにはローカルな開発経験を積み重ねながら、各々の問題に一つずつ丁寧かつ地道に対処していくことが必要である。台湾政府には、国内外の事例を参考にし、自ら試行錯誤を重ねることで、開発と生態・環境とのバランスを重視した次世代の再生可能エネルギー開発モデルを構築する絶好の機会ととらえてもらいたい。

参考文献

- ・ International Energy Association (IEA) . 2019. *World Energy Outlook 2019: Executive Summary*.
- ・ Lin, Yun-Wei, Yung-Hsiang Wu, Cheng-Chang Chen and Jian-Li Dong. 2016. "Development of Wind Power in Taiwan and the Communication for Control and Monitoring of Offshore Wind Turbine," in Wen-Pei Sung and Ran Chen, eds., *Architectural, Energy and Information Engineering: Proceedings of the 2015 International Conference on Architectural, Energy and Information Engineering (AEIE 2015)*, Xiamen, China, May 19-20, 2015, pp. 69-72, Leiden: CRC Press.