

新たな転換期を迎えるアジアの電力政策

—環境保護と電力供給の安定は両立出来るか—

調査部

副主任研究員 熊谷 章太郎

(kumagai.shotaro@jri.co.jp)

要 旨

1. コロナ禍を受けた今後のエネルギー需要の見直し引き下げ、在宅勤務をはじめとした生活様式の変化に伴うエネルギー需要の変化、環境保護への意識の高まりなどを背景に、アジア各国は電力を中心にエネルギー政策の抜本的な見直しを進めている。
2. 近年のアジアのエネルギーミックス（電源構成）見直しの動きをみると、石炭火力発電への依存度を引き下げる国が増えつつある。また、国内ガス資源の枯渇やダム建設に伴う環境破壊などを背景に、ガス火力・水力発電への依存度の高い国では、これらの発電比率を引き下げる動きも出ている。各国に共通するのは再生可能エネルギーによる発電比率の引き上げであるが、再生可能エネルギーの発電・蓄電に関する技術的制約が解消されておらず、大規模導入により電力供給が不安定化するリスクがある。
3. 再生可能エネルギーが導入制約を抱えるなか、各国のエネルギーミックスの見直しペースは経済・社会・政治状況によって揺れ動くともみておくべきである。絶対的貧困や失業といった社会問題を抱える低所得国は、経済成長を阻害しかねない化石燃料への依存度の引き下げに慎重なスタンスで臨むものの、環境悪化による健康被害などが深刻化するなかで難しい取舍選択を余儀なくされるであろう。環境保護に重点を置く国では、電力コストの上昇や供給不安定化が景気に悪影響を及ぼせば環境重視の政策スタンスの見直しを求める声が高まっていくと予想される。反対に、再生可能エネルギーの補助金政策の拡大により経済成長と環境保護の両立が進む国では、財政赤字が拡大するなかで補助金削減を含めた政策の見直しが行われると見込まれる。
4. わが国はこれまで高効率の火力発電所の輸出を中心にアジア新興国の経済成長と環境保護の両立を支援してきたが、各国の電力政策の変化を受けて、輸出戦略も抜本的な見直しを迫られている。再生可能エネルギー関連の輸出競争力が限られるなか、当面は、脱硫・脱硝装置や廃熱・排熱を利用した発電装置など、既存発電所の高効率化や環境負荷軽減につながる機器が輸出の中心となるだろう。中長期の輸出のけん引役は現在国内で進められている技術開発や実証実験の行方に左右されるが、再生可能エネルギーを含めた発電効率の高い発電機器、CO₂の回収・有効利用・貯蔵施設、次世代蓄電池、VPP（仮想発電所）やP2P電力取引といった分野における輸出拡大が期待される。

目次

はじめに

1. 拡大が続くアジアのエネルギー需要

- (1) エネルギー構造の現状
- (2) コロナ・ショック後の展望

2. 見直しが進むアジアの電力政策

- (1) 強まる石炭火力発電への逆風
- (2) ガス火力発電の課題
- (3) 環境破壊が懸念される水力発電
- (4) 課題が残る再生可能エネルギー
- (5) 切り札としての原子力発電

3. 揺れ動くアジアの電力政策

- (1) 3つの政策スタンス
- (2) 再生可能エネルギーの導入は中長期の経済成長率を高めるか

4. わが国の電力インフラ輸出への含意

- (1) 脱炭素に向かうわが国のエネルギーインフラ輸出
- (2) 今後の注力分野はどこか

おわりに

はじめに

2020年代に入りアジア各国のエネルギー政策は新たな転換期を迎えている。過去20年間のエネルギー政策のトレンドを振り返ると、2000年代には新興国を中心に、各国は供給能力の拡充と安定性の向上の両立を目指すエネルギー政策を展開した。

その後、2010年代に入ると、これまでの経済成長の負の側面である大気汚染や海洋汚染などの環境問題が深刻化した。そのため、各国はエネルギー供給能力の拡充と安定性を向上させつつも環境にも配慮する方向に政策の見直しを進めた。CSR (Corporate Social Responsibility)、ESG (Environment, Social, Governance)、SDGs (Sustainability Development Goals) などの認知度の高まりに加え、FIT (Feed in Tariff、固定価格買取制度) やRPS (Renewable Portfolio Standard、再生可能エネルギー利用割合基準制度) といった制度の整備もあり、太陽光や風力を中心とする再生可能エネルギー導入に向けた機運は大きく高まった。ただし、再生可能エネルギーによる発電量の不安定さやコストの高さなどが制約要因となり、化石燃料が引き続きエネルギー供給拡大の中心的な役割を担い続ける状況は変わらなかった。

再生可能エネルギーの導入上の課題は解消されていないものの、景気回復と環境改善の両立を目指す欧州のグリーン・ディール、

日本や中国のカーボンニュートラル宣言、環境重視のアメリカバイデン政権の発足などにみられるように、2020年代に入り世界的に環境志向が一段と強まりつつある。また、在宅勤務の定着化をはじめとしたコロナ禍を受けた人々の生活様式の変化も石油から電力への需要シフトを通じてエネルギー政策に影響をもたらすと見込まれる。このような変化は、アジア各国で電力インフラの整備に関与してきたわが国企業にも広範な影響を及ぼす。

こうしたことを踏まえ、本稿は新たな転換期を迎えているアジアのエネルギー政策の現状と先行きを、とりわけ大きな構造変化が起ると予想される電力分野を中心に展望する。

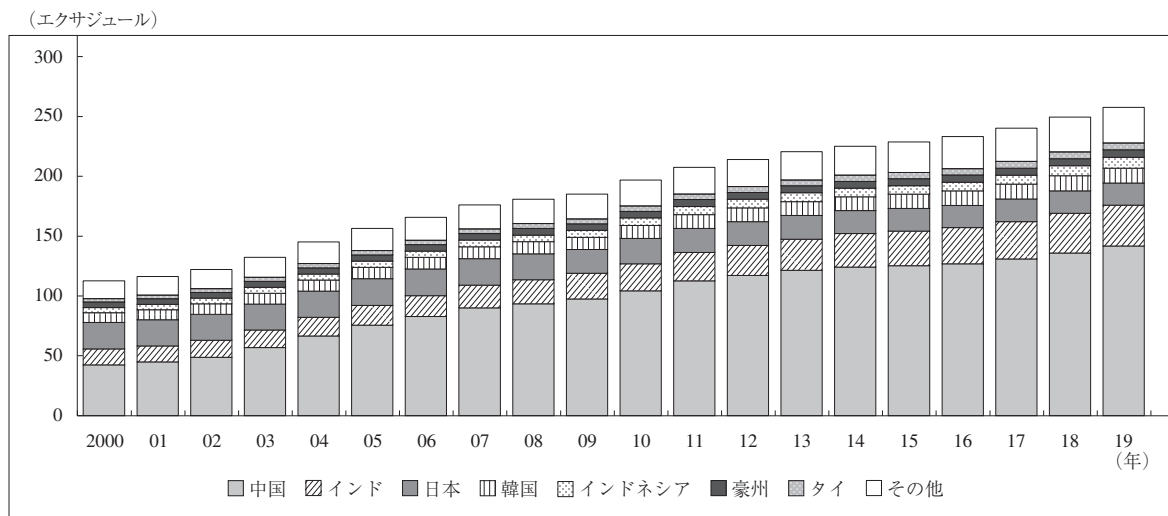
1. 拡大が続くアジアのエネルギー需要

まず、アジア（注1）のエネルギー構造の現状を需給両面から確認する。また、コロナ・ショックによるエネルギー市場・政策への影響を整理した後、先行きを展望する。

(1) エネルギー構造の現状

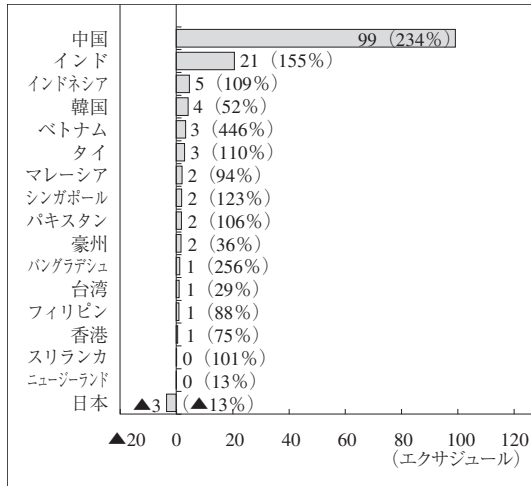
過去約20年でアジアのエネルギー消費は倍増した（図表1）。国・地域別の寄与度をみると、全体の増加の約7割が中国によるものであり、次いでインドとインドネシアの寄与度が大きい（図表2）。ベトナムやバングラデシュは中国やインドを上回るペースでエネ

図表1 アジアのエネルギー消費量



(注1) その他は、ブルネイ、カンボジア、香港、マカオ、ラオス、マレーシア、モンゴル、フィリピン、シンガポール、アフガニスタン、バングラデシュ、ミャンマー、ネパール、パキスタン、スリランカ、台湾、ベトナム、ニュージーランド、バブアニューギニア。
 (注2) 1エクサジュールは、2,388万石油換算トン。
 (資料) BP “Statistical Review of World Energy 2020”

図表2 アジア各国・地域のエネルギー消費量
(2000年→2019年の増減)



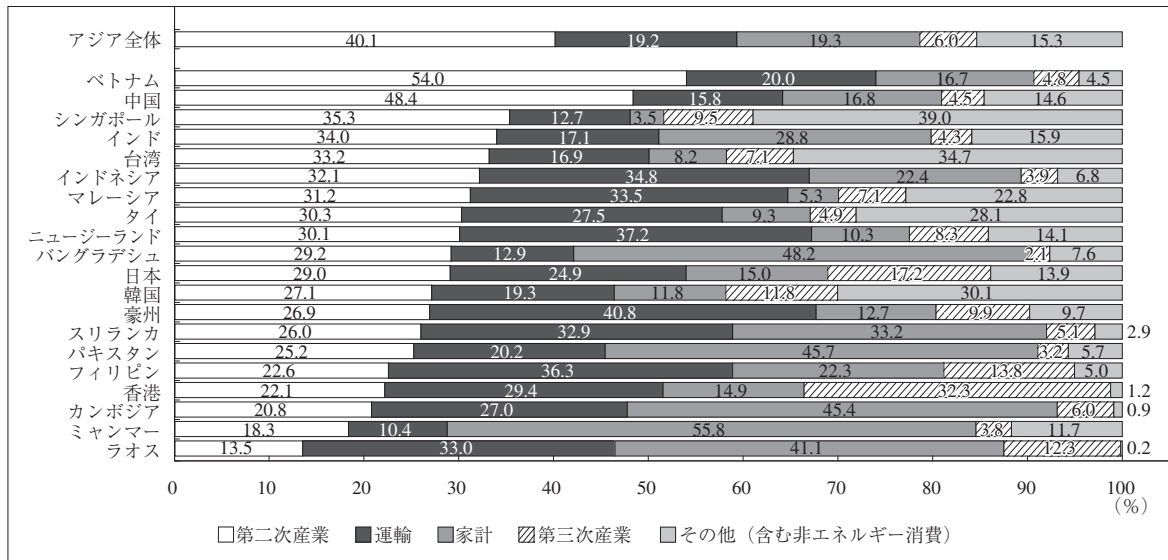
(注1) カッコ内数値は増減率。
(注2) 1エクサジュールは、2,388万石油換算トン。
(資料) BP "Statistical Review of World Energy 2020"

ルギー需要が増加したものの、中国やインドと比べたエネルギー消費量は少ないため、全体への寄与度は限られる。

次に、部門別のエネルギー消費をみると、国・地域間で部門別シェアにばらつきがあるが(図表3)、中国とインドの第二次産業と運輸がアジア全体のエネルギー消費増加のけん引役となった(図表4・5)。製造業の成長鈍化やエネルギー利用効率の改善などを背景に、第二次産業におけるエネルギー消費の増加ペースは2010年代に入ると鈍化しており(注2)、近年は運輸部門の石油消費がけん引役となっている。

また、各国の一次エネルギーの供給構造にもばらつきがみられる(図表6)。アジア全

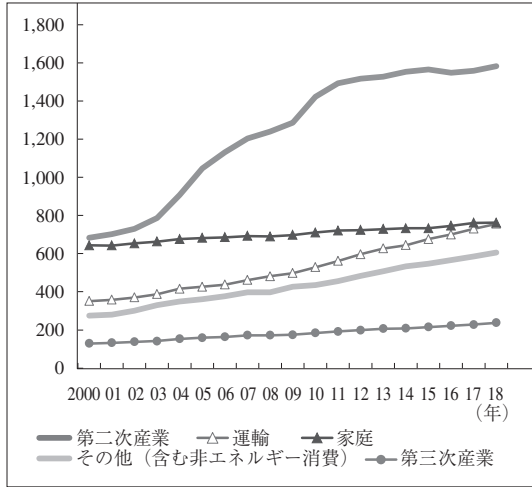
図表3 アジア各国・地域の最終エネルギー消費量の部門別構成(2018年)



(資料) IEA

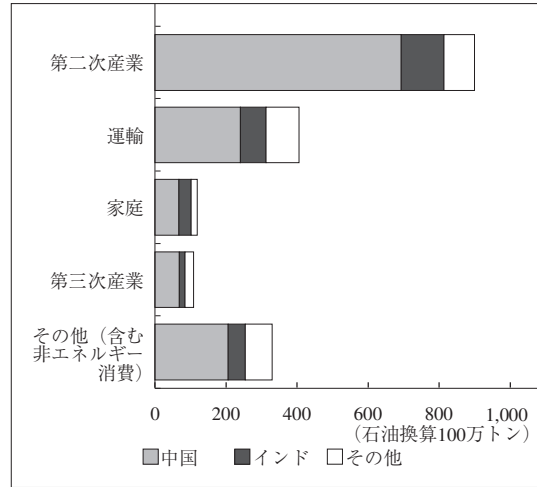
図表4 アジア各国・地域の部門別のエネルギー消費量

(石油換算100万トン)



(資料) IEA

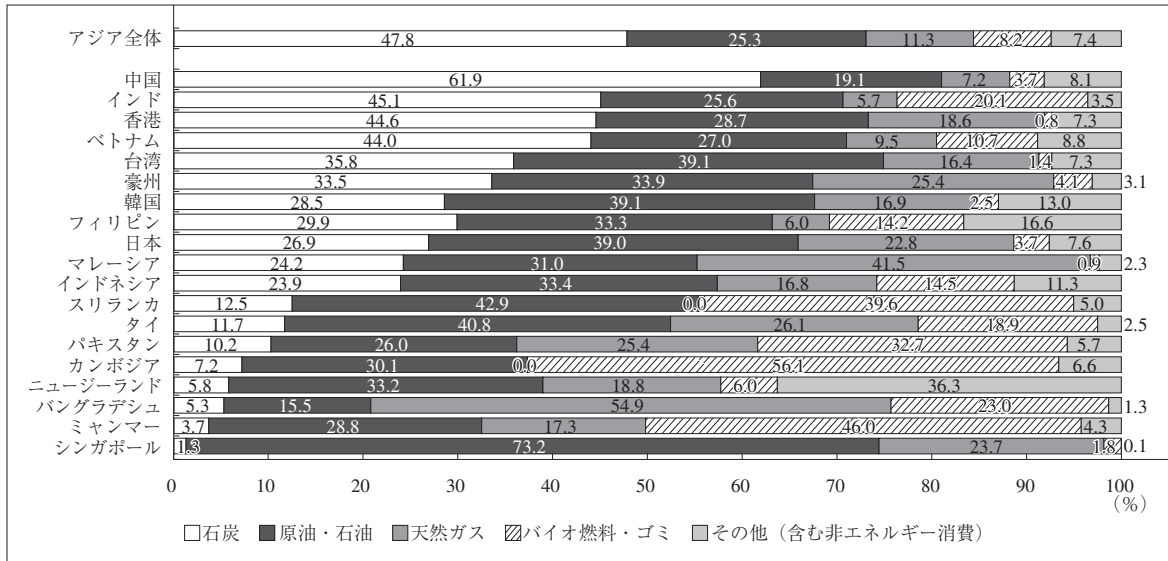
図表5 アジア各国・地域のエネルギー消費量の増減(2000年→2018年)



(注)「非エネルギー消費」にはプラスチックや化学繊維の生産など、化学産業で原材料としても利用される石油・ガスの消費が含まれる。

(資料) IEA

図表6 アジア各国・地域のエネルギー源別一次エネルギー供給構造(2018年)

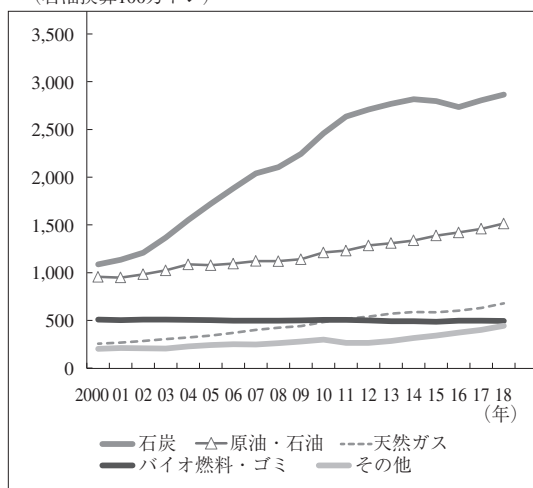


(注) ラオスは、電力輸出を主因に「その他」のシェアが大幅なマイナスとなるため掲載せず。

(資料) IEA

体でみると石炭と原油がエネルギー供給拡大において中心的な役割を果たしている(図表7)。製造業の成長鈍化、エネルギー消費効率の改善による電力需要の増加ペースの鈍化、再生可能エネルギーの導入に伴う中国の発電における石炭依存度の低下などを要因に(図表8)、2010年代に入ると石炭を通じたエネルギー供給の増勢は鈍化している。しかし、石炭火力発電は、発電量の調整が容易に行えるとともに発電コストが低いこともあり、季節や時間帯にかかわらず存在する最低限の電力(いわゆる「ベースロード電力」)の供給を中心に引き続き主要な役割を担っている。そのため、2010年代のエネルギー供給の増加に対する石炭火力発電の寄与率は2000年代の約7割からは低下したものの、依然と

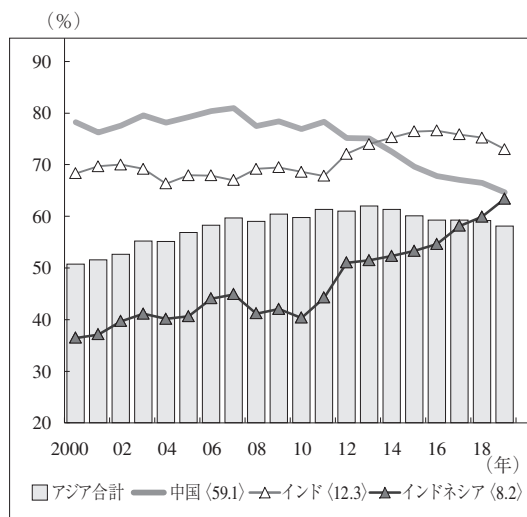
図表7 アジアの形態別一次エネルギー供給
(石油換算100万トン)



(資料) IEA

して約4割を占めている(図表9)。

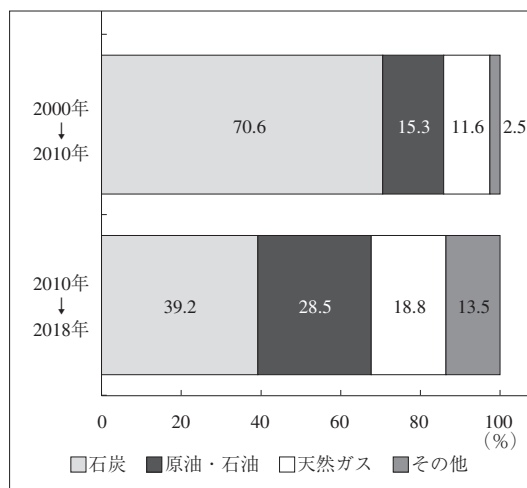
図表8 アジア各国の発電に占める石炭火力発電のシェア



(注) 凡例カッコ内数値は2019年のアジア全体の電力生産に占める各国のシェア。

(資料) BP "Statistical Review of World Energy 2020"

図表9 アジアのエネルギー供給の増加における各エネルギーの寄与率



(資料) IEA

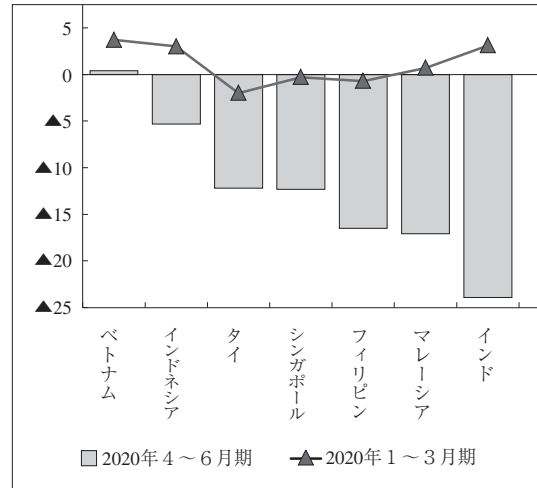
(2) コロナ・ショック後の展望

次に、足元の動向をみると、新型コロナの感染拡大抑制に向けたロックダウン（都市封鎖）に伴う輸送用燃料の需要縮小や景気悪化を受けて、2020年の各国のエネルギー需要は一時的に急減した。

各国の動向をみると、最大のエネルギー消費国である中国は新型コロナの早期封じ込めに成功したこともあり、景気悪化の度合いは諸外国と比べれば軽微なものにとどまったが、道路・鉄道などの移動者数は2020年前半に激減した（図表10）。また、ASEAN諸国やインドも厳しいロックダウンにより実質GDP成長率が軒並みマイナスとなり（図表11）、エネルギー需要が縮小した。輸送燃料の需要

減少を一因として原油価格は2020年春先にかけて急落し（図表12）、代表的な指標である

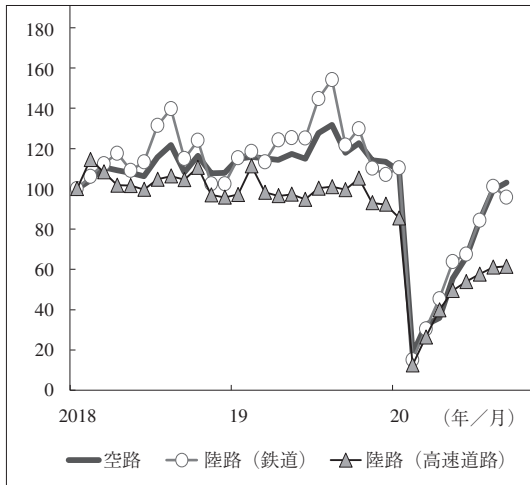
図表11 ASEAN・インドの実質GDP（前年比）（%）



（資料）各国統計

図表10 中国の交通モード別移動者数

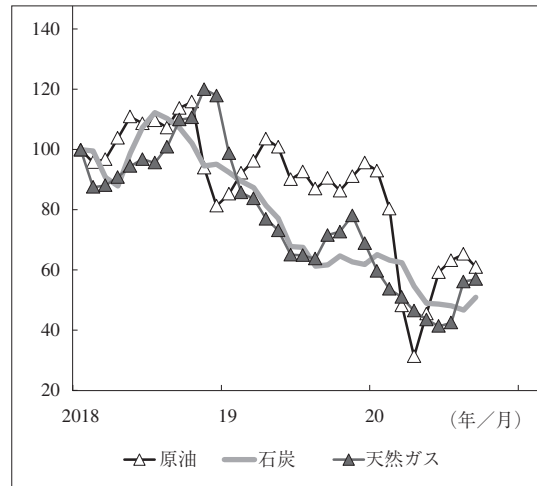
（2018年1月 = 100）



（資料）国家統計局、中国民用航空局

図表12 天然資源の国際価格

（2018年1月 = 100）



（注）石炭は豪州の輸出価格、天然ガスは日米欧の平均価格、原油はWTI、ブレント、ドバイの平均価格。

（資料）World Bank

WTI (West Texas Intermediate) の期近物の価格は史上初のマイナスを記録した。ロックダウンの段階的な緩和に伴い、同年半ばに景気と資源価格はともに底打ちしたが、依然としてコロナ禍前の水準を下回っている。

コロナ禍は、以下の4つの変化を通じて需要拡大ペースの鈍化や石油燃料から電力への需要シフトを引き起こし、各国に対して中長期のエネルギー政策の見直しを迫ると見込まれる(図表13)。

第1は、中期の経済成長率の鈍化である。2020年の落ち込みの反動が表れることもあり2021年の成長率は高くなるが、新型コロナが

終息するまで各種活動制限が続くため、コロナ禍以前の予測と比べると低い経済水準が続く、エネルギー需要の拡大ペースも従来予想よりも緩やかなものになる可能性が高まっている。IEAは2020年10月に公表した見通しで、世界経済の回復ペースが緩やかなものにとどまる場合、世界のエネルギー需要は原油消費を中心に2020年代後半以降もコロナ禍以前の予測対比5%以上の下振れが続くとの見通しを示している(図表14)。

新型コロナのワクチンの開発・供給体制が世界的に整えば、ソーシャル・ディスタンスングをはじめとした経済活動制限の撤廃に伴

図表13 今後のアジアのエネルギー需給構造の変化のポイント

| エネルギー需給構造の変化の背景 | | | エネルギー需給・政策への影響 |
|-------------------|-------------------------|------------------|--|
| | 短期 (コロナ禍終息前) | 中長期 (コロナ禍終息後) | |
| 経済成長の鈍化 | 緩やかな景気回復 (特に東南・南アジア) | 中国経済の成熟化 | 需要拡大ペースの鈍化 |
| | | 東南・南アジア経済の台頭 | 需要拡大に占める東南・南アジアの寄与率上昇 |
| 生活様式の変化 | 在宅勤務の定着化、経済のデジタル化の加速 | | 運輸部門のエネルギー消費抑制 |
| | ソーシャル・ディスタンスングの継続 | 活動規制の撤廃 | 企業/家庭の電力消費拡大 |
| 環境意識の高まり | ガソリン車からEV/PHVへのシフト促進 | | 石油燃料から電力への需要シフト |
| | 石炭を中心とした化石燃料への依存度低下 | | 再生可能エネルギーの導入拡大 |
| | エネルギー効率改善に向けた取り組み加速 | | 需要拡大ペースの鈍化 民間参入促進に向けた規制緩和 |
| エネルギー安全保障への意識の高まり | 供給の安定性を重視する政策見直し | | 輸入リスク低下に向けたエネルギーミックス見直し、資源輸入先の多様化や海外資源権益確保の促進 再生可能エネルギー導入を通じたエネルギー自給率引き上げ |

(資料) 日本総合研究所作成

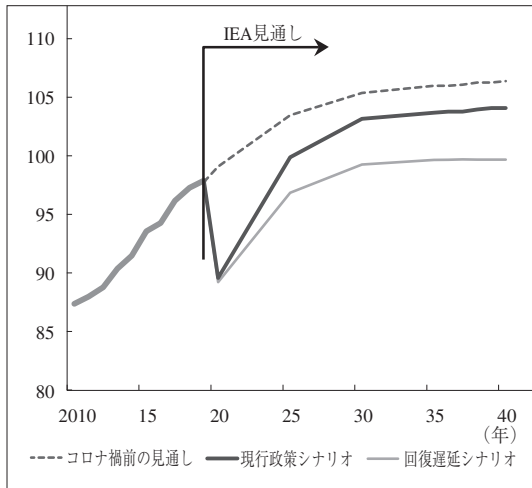
い、アジアの景気は力強さを取り戻すと予想される。それでも、けん引役である中国経済

の潜在成長率の低下を勘案すると、2010年代対比緩やかなものにとどまるだろう。中国の一人当たりのエネルギー消費量は依然としてわが国の約7割、アメリカの約3割にすぎず、経済成長に伴うエネルギー消費の拡大余地が大きいとされるが（図表15）、2020年代後半の人口減少社会への突入やエネルギー効率の改善などにより消費量全体の拡大ペースは緩やかなものになると予想される（注3）。

第2は、人々の生活様式の変化である。コロナ禍をきっかけとする在宅勤務の広がりや経済のデジタル化の加速は、輸送部門が消費する化石燃料の需要を抑制する一方、家庭や企業の電力需要を拡大する方向に作用する。在宅勤務中の従業員の労務管理の困難さなどを問題視する企業も存在するため、コロナ禍

図表14 世界の原油消費

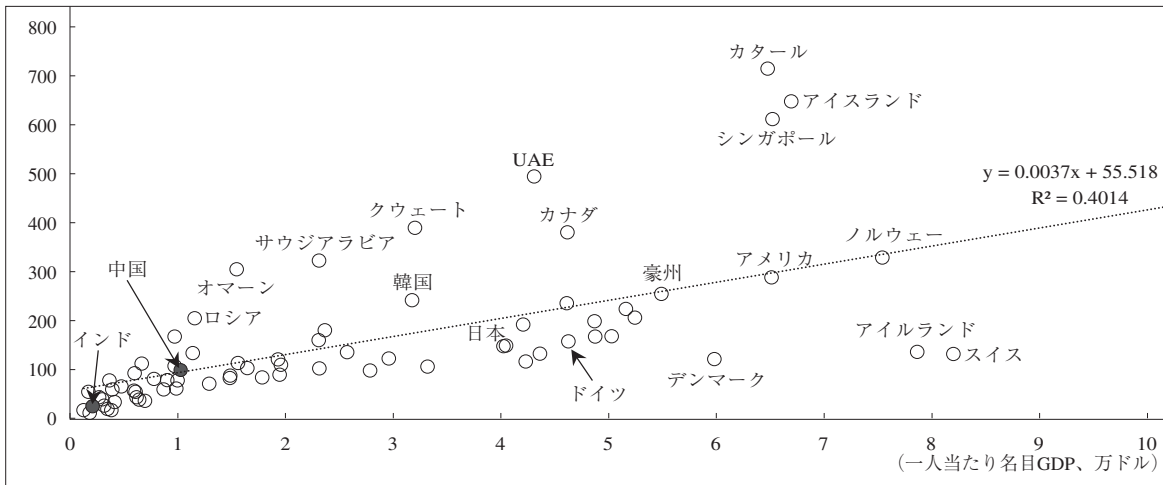
(100万バレル/日)



(資料) IEA

図表15 一人当たり名目GDPと一人当たりエネルギー消費 (2019年)

(一人当たりエネルギー消費、ギガジュール)



(資料) BP “Statistical Review of World Energy 2020”、World Bank

が終息すれば従来の出社勤務に戻す企業も出てこようが、少子高齢化問題を抱える国を中心にワークライフバランスの改善に向けて在宅勤務を継続する国は多いと予想される。

第3は、環境意識の一段の高まりである。これはコロナ禍による間接的な影響と言えよう。コロナ禍により今後のエネルギー需要の増勢が鈍化すれば、電力不足の回避に向けて火力発電の大規模導入を早期に実施する必要性が後退するため、新興国でも環境に配慮したエネルギー政策を展開する余地が広がる。

また、ロックダウンによりインドや中国をはじめ各国の大気汚染状況が一時的に改善したことを多くの人々が目の当たりにしたことも、経済活動が環境に与える悪影響への認識を通じて環境保護への意識を高めたと考えられる。この他、気候変動が未知のウイルスの発生の一因になっているといった見方もあるため（注4）、今後の疫病リスクや自然災害リスクを低下させる観点からも、環境問題に配慮した経済発展を目指す予想される。

環境保護に向けた取り組みは、再生可能エネルギーの導入、エネルギー効率の高い製品の普及、リサイクルの促進など多岐にわたり、エネルギー需給両面に影響を与えるが、そのなかでもとりわけ影響が大きいのはEV（電気自動車）の導入に伴う石油燃料から電力への需要シフトである。

世界最大のEV市場を持つ中国は、2035年までにハイブリッド車を除くガソリン車の販

売を禁止するとともに、新車販売に占めるEVとPHV（プラグイン・ハイブリッド車）の割合を50%に引き上げることを検討している（図表16）。

インドも、2016～2017年に政府系シンクタンクが2030年までに新車販売を全てEVに切り替えることを提言したことを受けてEV普及の機運が高まった。その後、同目標は実現可能性の高い3割に変更され、現在インド自動車工業会は2030年までに乗用車の40%、公共輸送車両の100%をEVに切り替えることを目指している。

わが国でも、2020年12月、政府が2030年代半ばにハイブリッド以外のガソリン車の販売を禁止する方向で調整しているとの報道がなされ（注5）、その後東京都の小池知事が国に先行する形で2030年までにガソリン車の販売を禁止する方針を示している。その他の国もEVの生産・販売の拡大に向けた取り組みを加速させつつある。

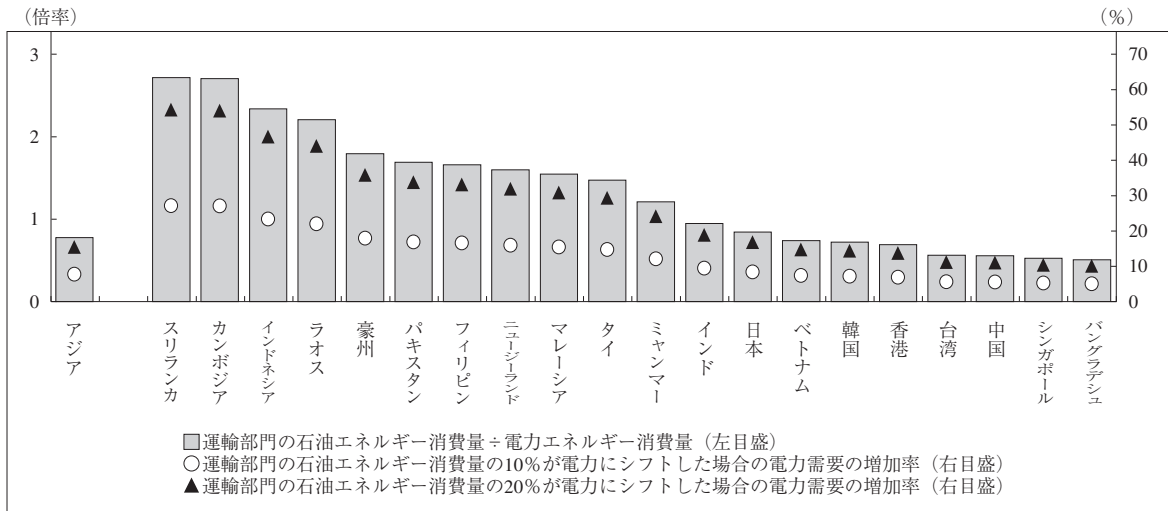
インドをはじめとした一部の国の野心的なEV普及目標の実現可能性は未知数であり、先行きの普及状況は幅を持ってみる必要があるが（注6）、アジア各国・地域で運輸部門の石油エネルギー消費の1～2割程度が電力にシフトする場合、それにより電力需要が8～16%押し上げられると試算される（図表17）。スリランカ、カンボジア、インドネシア、ラオス、豪州など、運輸部門の石油エネルギー消費量が電力に比べ相対的に多い

図表16 アジア主要国のEV関連政策

| | 政府・自動車業界のEV/PHVの生産・普及に関する目標 | 出典 |
|--------|--|---|
| 日本 | 2030年までにEV・PHVの販売比率を20～30%に引き上げる | 経済産業省 [2018]「自動車新時代戦略会議（第1回）資料」 |
| | ガソリン車の新車販売を2030年代半ばに禁止する | 2020年12月3日各紙報道（今後、政府により同方針が正式に表明される見込み） |
| 中国 | EV・PHVの新車の販売シェアを2035年までに50%に引き上げる | 中国自動車エンジニア学会「省エネルギー・新エネルギー自動車技術ロードマップ2.0」（*同ロードマップは中国工業情報化省の指導をうけて作成されており、今後政策に反映される見込み） |
| 韓国 | 2025年までにEVを113万台、燃料電池車を20万台普及させる | 2020年10月に発表されたグリーン・ディール政策 |
| タイ | 2030年までに国内のEVの生産能力を年間75万台（生産の約3割）に拡大する | 国家EV政策委員会（工業省次官の発表、報道ベース） |
| インドネシア | 2025年までに国内の自動車生産能力の2割をEVとする | Peraturan Presiden Republik Indonesia (2018) “Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai” |
| フィリピン | 2030年にEVのシェアを約2割に引き上げることを目指す | 第8回フィリピンEVサミットにおける貿易産業省幹部によるEVロードマップに関する説明（2020年9月報道ベース） |
| マレーシア | 2025年までにEEV（省エネルギー車、EV・PHV以外も含む）の販売比率を100%にする（*国家自動車政策ではEV・PHVのみの販売目標は示さず） | マレーシア自動車研究所（国際貿易産業省傘下のシンクタンク、2018年にマレーシア自動車・ロボティクス・IoT研究所に名称を変更）所長の発言（報道ベース） |
| インド | 2030年までに乗用車の40%、公共輸送車両の100%をEVに切り替える | Society of Indian Automobile Manufactures [2017] “Adopting Pure Electric Vehicles: Key Policy Enablers” |

（資料）各国資料を基に日本総合研究所作成

図表17 アジア主要国・地域の運輸部門の石油エネルギー消費量対電力エネルギー消費量とEVの普及に伴う電力需要の増加率

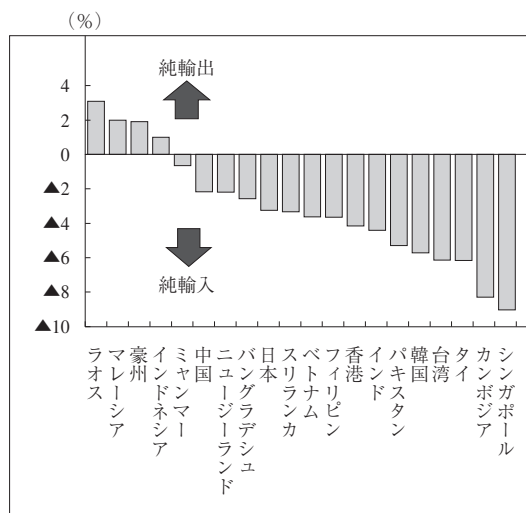


（資料）IEAを基に日本総合研究所作成

国でもEVの導入が進めば、これらの国のエネルギー構造はこれまでにない変化を遂げることになる（注7）。

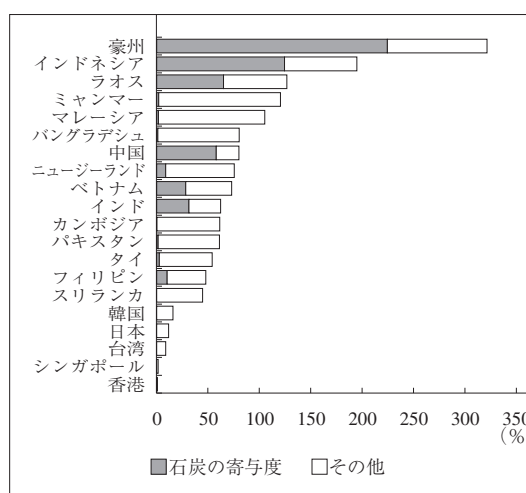
第4は、エネルギー安全保障に対する意識の高まりである。環境意識の変化と同様にコロナ禍の間接的な影響といえる。新興国の経済成長に伴うエネルギー需要の増加や産油国の地政学的リスクを背景に、コロナ禍以前もエネルギー安全保障は重要テーマであったが、中国のロックダウンによるサプライチェーンの寸断を経験したこともあり、エネルギー分野でも輸入依存体制を見直す機運が高まりつつある。そのため、経済的効率性だけでなく、供給の安定性をこれまで以上に意識した政策の見直しが進められると見込まれる。シンガポール、カンボジア、タイなど鉱物性燃料資源の純輸入のGDP比率が高い国を中心に、調達先の多様化や海外の資源権益の確保を通じて輸入リスクの抑制を目指す動きが強まるだろう（図表18）。各国はいずれも環境保護に向けて再生可能エネルギーの導入を促進しているが、わが国や韓国など、国内に天然資源を有していない国はエネルギー自給率の引き上げといった観点からも再生可能エネルギーの導入を重要視するだろう（図表19）。なお、原油と比べて埋蔵量が豊富でかつ採掘可能地域の偏在性が少ない石炭は、エネルギー安全保障の観点からみれば非常に重要な資源である。そのため、各国は脱石炭がもたらす供給リスクにも配慮したエネ

図表18 アジア主要国・地域の鉱物性燃料（HS第27類）の純輸出（対名目GDP、2018年）



（注）スリランカは2017年、バングラデシュは2015年。
（資料）United Nations, IMF

図表19 アジア主要国・地域のエネルギー自給率（2018年）



（注）エネルギー自給率 = エネルギー国内生産 ÷ 一次供給エネルギー
（資料）IEA

ルギー政策の見直しを進めるだろう。

- (注1) 本稿では北東アジア、東南アジア、南アジア、オセアニアを含む国・地域を便宜的に「アジア」と呼称する。「アジア／アジア太平洋」の定義は、国際機関・各国政府・企業が作成するエネルギー統計の間でばらつきがあるものの、それらの違いは主に経済規模の小さい小国を含めるか否かによるものであり、異なる統計を参照することによる分析結果への影響は限られる。
- (注2) プラスチックや化学繊維の生産の原材料として利用される石油やガスは、エネルギーバランス表では「非エネルギー消費」に分類され、製造業のエネルギー消費に含まれない。
- (注3) 中国政府は2020年10月に公表した第14次計画の草案で2035年までにGDPを2倍にすることが可能との見通しを示したが、単純計算すると2020～2035年の期間平均の目標成長率は4.7%であり、2010～2019年の6.6%から鈍化を見込んでいる。
- (注4) 例えば、WHO [2003] や2020年8月17日のJapan Times (“How climate change could expose new epidemics”) などでも、気候変動が新種のウイルスの発生につながる可能性について言及されている。
- (注5) 2020年12月3日 日本経済新聞「新車販売、30年代半ば全て電動車に 経産省目標」
- (注6) 実際、過去のインドのNMEM (National Mission for Electric Mobility) では、2020年までに国内のEVの累計販売台数を600万～700万台に増やすことを目標としたが、近年のEV・PHVの国内販売は年間数万台程度にとどまっており、目標と実態には大きなギャップが存在する。
- (注7) 電動化に向けた技術的な課題が残されている船舶や航空機については今後も化石燃料への依存が続くと予想されるが、運輸部門の燃料消費におけるこれらの部門のシェアは限られている。

2. 見直しが進むアジアの電力政策

次に、エネルギーのなかでも顕著な構造変化が起こりつつある電力について、エネルギーミックス（電源構成）を中心に各国の電力政策の見直しの動きをみる。足元、脱石炭にかかわる動向が耳目を集めているが、エネルギーミックスの行方を展望するうえでは、

石炭以外のエネルギー源が抱える制約も勘案する必要がある。

アジアでは、天然ガス・水力発電が中心となっている国で電源構成を見直す動きが出ており、代替電源として石炭火力発電の導入を計画している国がある。こうしたなか、各国に共通するのは再生可能エネルギーの導入であるが、同発電は発電量が不安定であることに加え、コスト上の制約を有している。

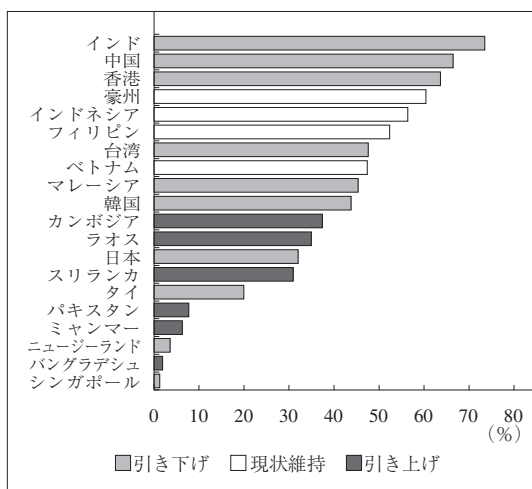
(1) 強まる石炭火力発電への逆風

石炭火力発電はこれまで中国やインドをはじめアジア各国でベースロード電源として重要な役割を果たしてきたが、環境保護の観点から同発電の依存度を引き下げる動きが広がりつつある（図表20・21）。

世界最大の石炭消費国・CO₂排出国である中国は、2010年代半ば以降、環境志向の強まりに加え、経済成長率の鈍化に伴う過剰設備を背景に新規石炭火力発電プロジェクトの縮小を進めている（注8）。

今後、国際的な責任を担う経済大国としての存在感を高めるとともに（注9）、再生可能エネルギーを中心とした環境関連ビジネスの国際競争力を強化するために、石炭依存度引き下げに向けた取り組みを継続する方針を示している。2020年9月の国連総会で習近平国家主席は、2060年までにCO₂排出量を実質ゼロにすることを表明しており、今後第14次5カ年計画（2021～2025年）の中でクリー

図表20 アジア主要国・地域の石炭火力発電の総発電量に占めるシェア（2018年）と今後の石炭依存度を巡る政策スタンス



(注) 参照可能な各国・地域の電力計画における計画期間中の石炭火力発電比率の変化を基に政策スタンスを分類。現状維持は計画期間中の引き上げ/引き下げ幅が3%以内。電源構成の数値目標を示していない国・地域は定性判断。計画は足元で見直しの議論が進められているケースもある。

(資料) IEA、各国資料を基に日本総合研究所作成

ンエネルギー導入に関する具体的な数値目標を示すと見込まれる。

ただし、石炭関連産業の収益や雇用への悪影響、電力の供給安定性に配慮する観点から、現在進行中のプロジェクトの中断や稼働年数の短い発電設備の廃棄といった強硬な脱石炭政策には踏み込まないだろう。そのため、現在建設中・稼働中の発電所が設備寿命を迎えるまでは石炭火力発電を活用し続けると判断される。

インドも石炭火力発電をベースロード電源として活用しつつも依存度を引き下げること

を目指しており、2018年の国家電力計画では石炭火力発電のシェア(発電設備容量ベース)を現在の約6割から2020年代後半に約4割に引き下げることを目指している。新規の石炭火力発電所の建設は続くものの、2020年にマハラシュトラ州が石炭火力発電所を今後建設しない方針を示すなど、一部の州では脱石炭に向けた動きが始まっている。加えて、大気汚染物質の排出量の多い発電所に対して排煙脱硫装置の高度化を求めるとともに、その対応が遅れる石炭火力発電所の操業停止を命じるなど、既存の発電所に対する環境規制を強めている。

その他の国・地域でも石炭火力発電への逆風は強まっているものの、子細に見るとそのスタンスにばらつきがある。電力計画における石炭火力発電への依存度といった観点からは、各国・地域のスタンスは以下の3つのグループに分けられる。

第1は、ガス火力発電や再生可能エネルギーの導入を通じて石炭火力発電への依存度の引き下げを目指す国であり、日本、香港、台湾、タイ、マレーシア、韓国など、相対的に所得水準の高い国・地域や、大気汚染が深刻な中国やインドが含まれる。

第2は、石炭火力発電への依存度の引き上げを計画する国であり、カンボジア、ラオス、スリランカ、パキスタン、ミャンマー、バングラデシュなど、所得水準が低い国が含まれる。

図表21 アジア主要国・地域の今後の石炭火力発電に関する政策スタンス（その1）

| | 脱石炭を巡る政策の方向性／電力計画 | | 最近の脱石炭にかかわる動き |
|--------|---|---|--|
| | ターゲット | 出典 | |
| インド | 再生可能エネルギーの導入を通じて石炭火力発電の比率を2016年度の59%から2026年度に39%に引き下げる（*設備容量ベース） | National Electricity Plan 2018 | 2019年9月、モディ首相、国連気候変動サミットで再生可能エネルギーの導入目標を従来から引き上げる方針を表明 2020年2月、政府、排出基準を満たしていない14の石炭発電所に対して操業停止を勧告 2020年8月、マハラシュトラ州政府、州内に新規の石炭火力発電所を建設しない方針を表明 |
| 中国 | 再生可能エネルギー導入を通じて石炭火力発電の比率を2015年の60%から2020年に52%へ引き下げる（*設備容量ベース。2020年以降の計画は今後、第14次5カ年計画で示される見込み） | 第13次5カ年計画 | 2016年以降、政府は石炭火力発電所の過剰設備の解消や環境負荷の軽減に向けて新規石炭火力発電所の建設の延期・停止・廃止を相次いで指示 2020年10月、習近平国家主席、国連総会で2060年までにCO ₂ 排出量を実質ゼロにする方針を表明 |
| 香港 | 2030年にかけてガス火力発電比率を高め、石炭火力発電の比率を大幅に引き下げる（*エネルギーミックスの数値目標は示さず） | Hong Kong's Climate Action Plan 2030+ | 2019年3月、電力大手香港電灯、今後5年間で主要な発電燃料を石炭からガスに転換していく方針を発表 2019年12月、電力大手CLP、新規の石炭火力発電所の建設を禁止するとともに、既存石炭火力発電所を2050年にかけて段階的に廃止する方針を表明 |
| 豪州 | 石炭火力発電をベースロード電源として引き続き活用する一方、再生可能エネルギーの導入を通じて発電コストの高いガス火力発電比率を引き下げる 2049年度の石炭火力発電比率は、65%と2014年度の64%とほぼ横ばいを想定（発電量ベース） | Australian Energy Projections to 2049-50 | 2020年9月、政府のエネルギー評議会、再生可能エネルギーの導入コストの低下を背景に、従来計画よりも早い段階で経過年数の長い石炭火力発電所を停止することを提言 |
| インドネシア | 石炭火力発電をベースロード電源として引き続き活用しつつも、再生可能エネルギーの導入を通じて石油火力発電の比率を引き下げる 2028年の石炭火力発電比率は54%と2019年の54%と横ばいを想定（発電量ベース） | Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT.PLN 2019-2028 | 2019～2020年、ブンクル州の石炭火力発電所の試験運転開始後の大気・海洋汚染の深刻化を受けて住民が運転開始反対運動を展開 2020年7月、国営電力PLN、2028年以降に新規の火力発電所を建設しない方針を発表 |
| フィリピン | 石炭火力発電をベースロード電源として引き続き活用しつつも、再生可能エネルギー導入を通じて石油火力発電の比率を引き下げる 2040年の石炭火力発電比率は35%と2018年の37%からほぼ同程度を想定（*設備容量ベース） | Energy Demand & Supply Outlook 2017-2040 (Reference scenario) | 2020年5月、大手財閥アヤラ、2030年までに石炭火力発電事業から撤退する方針を発表 2020年10月、政府、再生可能エネルギーの利用促進に向けて石炭火力発電所の新設許可を一時凍結する方針を発表 |
| 台湾 | 再生可能エネルギーの導入とガス火力発電の拡充を通じて石炭火力発電比率を2025年に27%に引き下げるとともに脱原発を図る（発電量ベース） | The Electric Power Supply and Demand Report of Taiwan 2018 | 2016年1月、台中市政府、大気汚染の改善に向けて、台湾電力の石炭使用量を4年以内に4割削減するように要求 2019年1月、政府、エネルギー構造転換の目標達成時期の先延ばしを検討していることを表明 2019年12月、政府、石炭使用量の削減に向けて台湾電力の一部の石炭火力発電所の操業を取り消すと発表 |
| ベトナム | 石炭火力発電の比率を2030年に43%に引き上げ、ガス火力・水力発電への依存度を引き下げる方針（設備容量ベース、改定PDP7） *2020年3月、政府、近年の再生可能エネルギーの導入拡大を理由に石炭火力発電の比率は計画を下回っており、2030年の同比率は33.6%と2020年の33.2%と横ばいの比率になるとの見解を発表（報道ベース） | Revised Power Development Plan 7、2020年3月の改定PDP7に関する政府の見通し | 2019年11月、政府、次期の電力計画（PDP8）に関して主力電源を中長期的に石炭火力・水力発電から太陽光・風力発電にシフトするアウトラインを可決 2019年12月、建設予定のブンアン石炭火力発電所を巡り、英スタンダード・チャータード銀行や香港電力大手CLPが投融資からの撤退を表明 2020年1月、小泉環境大臣、日本によるベトナムの石炭火力発電所の支援に対する懸念を表明 2020年12月、オランダのエンジニアリング会社ロイヤル・ハスコニングとドイツ国際協力公社、電力計画に関する会議で南部の石炭火力発電計画の中止を提案 |

図表21 アジア主要国・地域の今後の石炭火力発電に関する政策スタンス（その2）

| | 脱石炭を巡る政策の方向性/電力計画 | | 最近の脱石炭にかかわる動き |
|----------|---|--|---|
| | ターゲット | 出典 | |
| マレーシア | 再生可能エネルギーの導入を通じて石炭火力発電の比率を2020年の42%から2030年度に29%に引き下げる（*設備容量ベース） | Report on Peninsular Malaysia Generation Development Plan 2019 | 2020年9月、国営電力会社テナガ・ナショナル、石炭火力発電所の新設事業から撤退する方針を発表 |
| 韓国 | 再生可能エネルギーの導入を通じて石炭火力発電の比率を2020年の27.1%から2037年に14.9%へ引き下げる | 9th Basic Plan for Long-term Electricity Supply and Demand (Draft) | 2019年10月、国家気候大気汚染会議（政府の諮問機関）、冬期の大気汚染を改善するため、深刻化する大気汚染対策に向け、老朽化した石炭火力発電所の操業を段階的に停止する方針を表明 |
| カンボジア | 石炭火力発電比率を2020年の35%から2030年に50%に引き上げ、水力発電への依存度を引き下げる（発電容量ベース） | Cambodia Basic Energy Plan | 脱石炭に向けた特に目立った動きなし |
| ラオス | クリーン・コール・テクノロジーの活用と再生可能エネルギーの導入により水力依存度を引き下げる（参照資料には2030年の数値目標の記載なし） | Power Development Plan 2020-2030 of Lao PDR | 脱石炭に向けた特に目立った動きなし |
| 日本 | 原子力発電所の再稼働と再生可能エネルギーの導入を通じて石炭火力発電比率を2018年の32%から2030年度に26%へ引き下げる（発電量ベース） | 長期エネルギー需給見通し | 2020年10月、JERA（東京電力と中部電力が出資する発電会社）、2030年までに効率の悪い石炭火力発電所を停止/廃止する方針を発表 2019～2020年、3大メガバンク、新設の石炭火力発電への投融資を原則禁止する方針を発表 2020年10月、政府、第6次エネルギー基本計画に向けた議論を開始 |
| スリランカ | 石炭火力発電比率を2037年に53%に引き上げ、水力/ガス発電比率を引き下げる（発電容量ベース、IEAによる2018年の石炭火力発電の比率は31%） | Long Term Generation Expansion Plan 2018-2037 (Base Case) | 2016年5月、政府、インド企業による石炭発電所の建設計画を撤回し、ガス発電所を建設する方針を表明 2020年6月、ラジャパクサ大統領、電力不足リスクの解消に向けて現在の石炭発電所の建設計画を速やかに実施することをセイロン電力庁に指示（報道ベース） |
| タイ | 再生可能エネルギーの導入を通じて石炭火力発電の比率を2018年の20%から2037年に12%へ引き下げる | Power Development Plan 2018 | 南部の電力不足解消に向けて石炭火力発電所の建設を予定していたが、住民・環境団体の反対などにより建設事業は停滞。こうしたなか、政府は2036年に20～25%としていた石炭発電シェアを従来計画（PDP2015）から引き下げ |
| パキスタン | 石炭火力発電比率を2018年の12%から2022年に17%に引き上げることでガス・石油火力発電への依存度を引き下げる | Pakistan Energy Sector and Prospects for Business | 2019年1月、政府、中国の「一帯一路」構想に関連した石炭火力発電所の建設計画を棚上げすることを表明（報道ベース） |
| ミャンマー | 石炭火力発電比率を2030年に30%に引き上げ、ガス火力/水力発電比率を引き下げる | Myanmar Energy Master Plan (2015) | 2019年8月、エネルギー相、国内の反対論を踏まえてエネルギー不足に対処するため石炭火力発電所を継続する方針を明言（報道ベース） |
| ニュージーランド | 2035年までに再生可能エネルギーによる発電比率を100%に引き上げる（IEAによる2018年の石炭火力発電の比率は4%） | Accelerating Renewable Energy and Energy Efficiency (2020) | 2019年11月、2050年までに温室効果ガスの実質排出量をゼロとすることを規定するゼロカーボン法が可決 |
| バングラデシュ | 石炭火力発電比率を2041年に35%に引き上げ、ガス火力発電への依存度を引き下げる（設備容量ベース、IEAによる2018年の石炭火力発電の比率は2%） | Power System Master Plan 2016 (各シナリオの平均) | 2020年8月、エネルギー相、国内の石炭火力発電所の建設計画を見直す方針を発表するとともに、環境負荷の少ないガス火力発電に切り替えることについて首相と協議（報道ベース） |
| シンガポール | ガス火力発電を中心とする現在のエネルギー構成を維持するが再生可能エネルギーの導入を促進する（*エネルギーミックスの数値目標は示さず） | The Future of Singapore's Energy Story | 2019年4月、地場大手銀行DBS、OCBC、石炭火力発電への新規融資を停止する方針を発表 |

（注） はそれぞれ石炭火力依存度の引き下げを巡る政策スタンス、引き下げ/現状維持/引き上げであることを示す。
（資料）各国資料、自然エネルギー財団 [2020]、各種報道を基に日本総合研究所作成

第3は、石炭火力による発電比率を当面現在と同程度で維持することを計画する国であり、豪州、インドネシア、フィリピン、ベトナムが該当する。

環境団体や地元住民などによる石炭火力発電所の建設への反対運動はアジア各国で活発化しているが、それにもかかわらず一部の国が石炭火力発電への依存度の維持・引き上げる政策を掲げているのは、後述するように石炭以外のエネルギーによる発電方式に制約を抱えているためである。

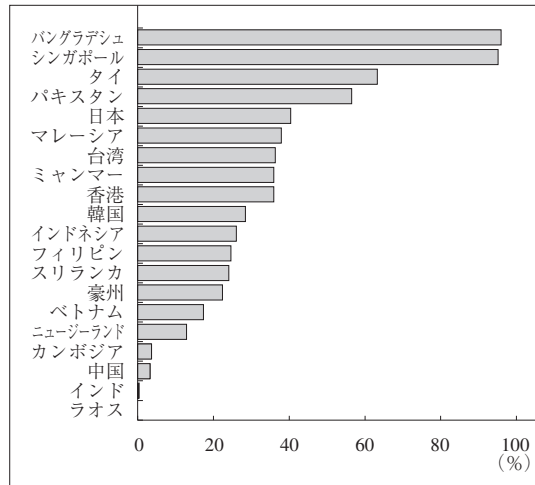
(2) ガス火力発電の課題

石炭火力発電と比べて温室効果ガスの排出量が少ない一方、供給の安定性が高いことを理由に、石炭からガスへのシフトが進んでいるが、ガス火力発電を取り巻く事業環境は厳しさを増している。

例えば、国産の天然ガスによる発電シェアが高いバングラデシュ、タイ、パキスタンは国内の天然ガス資源の枯渇への対応を迫られている（図表22）。経済成長に伴うガス消費の拡大を受けて天然ガスの採掘可能年数が減少するなか（図表23）、これらの国では今後の輸入拡大に向けたガスパイプラインや貯蔵施設の整備などの必要性が高まっており、ガス依存の継続による電力価格の上昇やエネルギー自給率の低下が懸念されている。

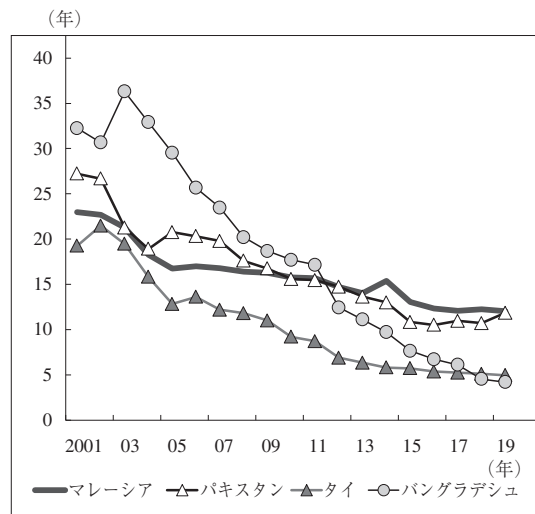
こうしたこともあり、これらの国は代替電源として石炭火力発電の導入に前向きな姿勢

図表22 アジア主要国・地域の石油・ガス火力発電の総発電量に占めるシェア（2018年）



（資料）IEA

図表23 マレーシア、パキスタン、タイ、バングラデシュの天然ガスの採掘可能年数



（注）採掘可能年数＝確認埋蔵量÷年間生産量
（資料）BP “Statistical Review of World Energy 2020”

を示していたが、人々の環境意識が高まるなか、再生可能エネルギーを主要な代替電源に切り替える方向に政策の見直しを進めている。

この動きが顕著にみられるのがタイである。タイ政府は従来の電力計画(PDP2015)で、石炭火力発電の導入拡大によりガス火力発電の割合を全体の約6割から2030年代半ばに3～4割に引き下げることを計画していた。しかし、再生可能エネルギーの導入拡大を目指す新たな電力計画(PDP2018)では、石炭火力発電の割合を現状よりも引き下げ、ガス火力発電の割合の低下幅を従来計画よりも小幅にとどめる方針に転換した(注10)。バングラデシュやパキスタンでも従来の石炭火力発電所の建設計画を一時中断したり見直したりする動きが出ている(注11)。今後、石炭火力発電所の導入計画が建設反対運動を受けて停滞するなかで電力不足に陥るリスクが高まっていくようであれば、政府は次回の電力計画の改定時に電源構成の抜本的な見直しに着手せざるを得なくなると見込まれる。

また、豪州、マレーシア、インドネシア、など、天然ガスの主要輸出国も採掘可能年数は減少しつつある。コロナ禍に伴うエネルギー需要の縮小を勧告すれば、短期的に需給がひっ迫し、供給が不安定化する可能性は低い。しかし、景気が持ち直すなか、各国で石炭から天然ガスへのシフトが進めばこうした状況も反転するだろう。そのため、資源国の

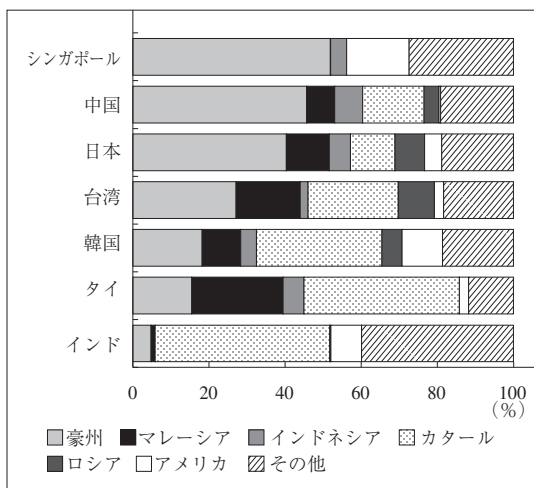
輸出制限などによりガス価格が高止まりする場合、石炭から天然ガスへのシフトは計画通りには進まないことになる。

アジアの天然ガス供給に特に重要な役割を果たしている豪州についてみると(注12)、2010年代後半の天然資源の国際価格の下落を受けた資源開発企業の開発投資の縮小に加え、地下水や土壌への悪影響が懸念されるフラッキング(水圧破碎法)による開発が一部の州で禁止されたことを受けて、2020年代にガス不足に陥る可能性が高まっている。そのため、豪州政府は天然ガスの純輸入国への転換に備えた輸入関連インフラの整備を進めている。また、国内ガス供給の安定に向けて、政府は2017年にADGSM(Australian Domestic Gas Security Mechanism)を導入し、毎年のガス需給動向に応じて輸出規制の導入を決定する方針を取っている。

このような状況下、各国は中長期の天然ガス輸入の寸断リスクや価格上昇リスクを勘案しながらガス火力発電への依存度の見直しを進めるだろう。とりわけ、シンガポール、中国、日本など、豪州からの天然ガスの輸入シェアが高い国では(図表24)、輸入先の多様化が重要課題となっていくと考えられる。ただし、中東やアフリカなどからの輸入は地政学リスクがあるため(注13)、輸入先の多様化により供給寸断リスクがなくなるわけではない。

この他、脱炭素社会の達成に向けて、石炭だけでなく天然ガスからの脱却を求める声が

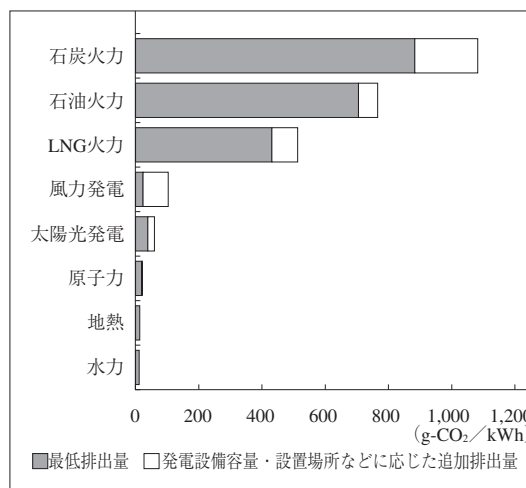
図表24 アジア主要国・地域のLNG輸入相手先構造 (HS第271111類、2019年)



(資料) United Nations

強まっていくことが想定される。ガス火力発電によるCO₂排出量は石炭火力発電よりも少ないものの(図表25)、太陽光や風力などの再生可能エネルギーと比べれば多く、環境政策の面で先進国である欧州ではガス火力発電に対する逆風が強まりつつある。欧州投資銀行は2019年11月に天然ガスにかかわるプロジェクトへの資金拠出を2021年末に終了することを発表しており、欧州グリーン・ディールの資金提供機能を担う「Just Transition Fund (公正な移行基金)」も2020年6月に天然ガス事業への資金拠出を今後行わないことを決定した。こうした動きが欧州各国のエネルギー政策に広がっていけば、アジアでもガス火力発電を見直す機運が高まっていくこと

図表25 電源形態別のCO₂排出量



(注) 燃料燃焼に伴う直接排出分のほか、設備製造などにかかわる間接排出分を含む。

(資料) 電力中央研究所「日本における発電技術のライフサイクルCO₂排出量総合評価」を基に日本総合研究所作成

になるだろう。

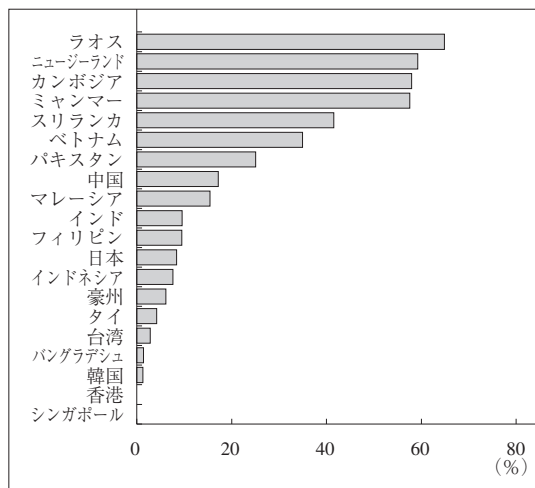
(3) 環境破壊が懸念される水力発電

発電時に温室効果ガスを排出しない水力発電についても、ダム建設による生態系への悪影響などを理由に逆風が強まっている。

アジアで水力発電比率が高い国としては、メコン川沿岸諸国やニュージーランドが挙げられるが(図表26)、カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナムで新規のダム建設に対する反対が強まっている(図表27)。

とりわけ水力発電への依存度が高いラオスでは、ダム建設による生態系の破壊やメコン川下流における水量不足の深刻化がかねてから懸念されていた。そして、2018年7月、南

図表26 アジア主要国・地域の水力発電の総発電量に占めるシェア（2018年）



(資料) IEA

部で建設中のダムが決壊し、多数の死傷者・行方不明者が発生するとともに、ベトナムやカンボジアにも洪水被害が波及したため、メコン川沿岸諸国で新規のダム建設に対する慎重論が強まった。ミャンマーでも2019年後半に北東部のダム建設への反対運動が活発化しており、テイン・セイン政権下で棚上げにされた中国企業によるミッソングムの建設について、その完全撤回を求める動きが活発化しつつある。同様にベトナムでも、発電効率が低いうえに環境負荷が大きい小規模の水力発電所の建設計画を撤回する動きが一部の省で出ている。また、中国のメコン川上流におけるダム開発や天候不順を背景に近年乾季の水量不足が深刻化していることも、各国が水力

図表27 メコン川の水位低下を巡る沿岸国の動き

| 国 | 水力発電用ダム開発への見直しに関連した動き |
|-------|--|
| カンボジア | 2017年8月、複数の環境専門家、シェムリアップ州で開催された国際シンポジウムで、水力発電のためのダム開発で同国最大規模のトンレサップ湖の生態系が危機的な状況にあると発表 |
| | 2017年9月、タイ政府、タイへの売電価格の高さを理由にカンボジアの水力発電ダム開発への参画を延期することを関係機関に指示（報道ベース） |
| | 2018年7月、ラオス南部のダムの決壊を受けて北部ストゥントレン州で洪水被害が発生 |
| | 2019年3月、政府、ダムの水位低下に伴う供給不足を理由に同年5月にかけて計画停電を実施する方針を発表 |
| ラオス | 2018年7月、南部アッタプー県の水力発電用に建設中ダムの決壊を受けて多数の死傷者・行方不明者が発生。同問題を受けて今後のダム建設に対する慎重論が強まり |
| | 2020年1月、タイの電力大手EGCO、地元住民や環境団体の反対を受けて停滞が続く北部ウドムサイ県の水力発電所への出資を撤回 |
| ミャンマー | 2000年代半ばより北部カチン州でミッソングムの開発計画が進められていたが、2011年にテイン・セイン政権が開発中止を決定。その後も棚上げ状態が続いているが、地元住民らは完全撤回を求めて反対運動を継続 |
| | 2019年11月、北東部シャン州のダム建設に対する住民の反対運動が活発化 |
| | 2019年11月、ダムの水位の低下を理由に電力供給を制限することを計画 |
| ベトナム | 2016年6月、中部ダクラク省人民委員会、生態系への悪影響を理由に政府に対して同省の水力発電所の建設取りやめを提案（報道ベース） |
| | 2018年秋口、中部・南部のダムの水位の低下により水・電力不足が発生する懸念が高まり |
| | 2020年9～10月、北部ホアビン省のダムの放流に伴い水中の酸素濃度の低下などを背景に北部の養殖業に被害が発生 |
| | 2020年10月、政府、環境負荷を理由にカインホア省の水力発電所4基の建設計画を白紙化 |

(資料) 各種報道を基に日本総合研究所作成

発電への依存を見直す一因になっている（注14）。

スリランカやパキスタンといった水力発電への依存度が高い南アジアも水力発電に同様

の問題を抱えており、アジア各国の流れに沿った脱石炭を進められない要因となっている。

(4) 課題が残る再生可能エネルギー

火力・水力発電といった従来の主要な電源増強に対する逆風が強まるなか、各国は再生可能エネルギーによる発電比率を引き上げることを目指している。

まず、各国の再生可能エネルギーの導入状況を見ると、ニュージーランドとフィリピンは地熱発電を中心にそれぞれ総発電量の2割強と1割強を再生可能エネルギーにより生産している（図表28）。また、タイ、インド、インドネシア、日本では、サトウキビやトウ

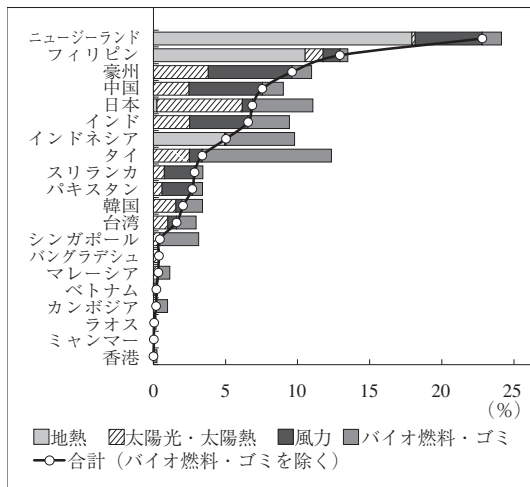
モロコシなどの農作物から精製されるエタノールなどを用いたバイオマス発電や生活ゴミを燃料とする廃棄物発電が総発電量の1割程度を占めている。

一方、発電時にCO₂を排出せず、今後、各国のエネルギー供給において中心的な役割を果たしていくことが期待される太陽光や風力の導入は限られている。2019年の中国の太陽光と風力による発電量はそれぞれ223テラワットアワーと406テラワットアワーと、10年前から約800倍・15倍に拡大したものの、それでも両者の合計が総発電量に占めるシェアは依然として1割に満たない。その他の国でも太陽光や風力による発電量はハイペースで拡大しているものの、もともとの発電量が少ないため、全体に占める割合は小さい。

2000年代後半以降、FIT（Feed in Tariff、固定価格買取制度）やRPS（Renewable Portfolio Standard、再生可能エネルギー利用割合基準制度）などをはじめ、各国は再生可能エネルギーの導入促進に向けて政策を打ち出しており（図表29）、今後も再生可能エネルギーの導入拡大に向けた政策支援を継続する方針を示している。ただし、以下の制約が解消されるかは不透明であり、既存の発電源を代替するほどの大規模な導入には至らない可能性があるともみておくべきである（図表30）。

まず、太陽光や風力を用いた発電量は、季節や時間帯、日々の天候要因に発電量が左右される。特に太陽光発電は夜間の発電が出来

図表28 アジア主要国・地域の再生可能エネルギーの総発電量に占めるシェア(2018年)



(資料) IEA

図表29 アジア主要国・地域の再生可能エネルギーの導入促進に向けた補助金関連政策

| | 制度開始／変更時期 | 再生可能エネルギー導入に向けた支援策 |
|---|-----------|--|
| 日本 | 2003年 | RPSを導入 |
| | 2009年 | 太陽光発電のFITを導入 |
| | 2012年 | FITを太陽光以外の再生可能エネルギーに拡大 |
| | 2022年度～ | FITに加え、FIPの導入を計画 |
| 中国 | 2009年 | 太陽光・風力発電のFITを導入 |
| | 2018年 | 風力のFITを2019年に、太陽光のFITを2022年前後を目途に撤廃する方針を発表 |
| | 2019年 | RPSに相当する制度を導入 |
| 香港 | 2017年 | 太陽光発電のFITを導入 |
| 台湾 | 2009年 | 各種再生可能エネルギー発電へのFITを導入 |
| 韓国 | 2002年 | 各種再生可能エネルギー発電へのFITを導入（2012年より順次適用終了） |
| | 2012年 | RPSを導入 |
| インドネシア | 2006年 | 国営電力会社PLNに対して小規模の再生可能エネルギー発電の買い取りを義務付け |
| | 2016年 | 太陽光発電のFIT開始 |
| | 2017年 | 入札制度に基づく各種再生可能エネルギー発電のFIT開始 |
| ベトナム | 2011年 | 風力発電のFIT導入 |
| | 2014年 | バイオマス発電のFIT導入 |
| | 2017年 | 太陽光発電のFIT導入 |
| タイ | 2007年 | 太陽光・風力発電のFIP導入 |
| | 2013年 | 小規模の再生可能エネルギー発電にFIT導入 |
| フィリピン | 2008年 | 各種再生可能エネルギー発電へのFITの導入を決定 |
| | 2012年 | FITの運用開始 |
| マレーシア | 2011年 | 各種再生可能エネルギー発電へのFIT導入 |
| インド | 2004年 | 一部の州が独自にFITを導入 |
| | 2009年 | 各種再生可能エネルギー発電へのFITを導入 |
| | 2010年 | 国家太陽光発電導入計画を発表 一部の州にRPO（Renewable Purchase Obligations、RPSと同等の規定）を導入 |
| 豪州 | 2001年 | RPSを導入 |
| | 2008年 | 一部の州が独自にFITを導入 |
| | 2011年 | 再生可能エネルギーを用いた小規模発電に追加的な補助金を提供するSRES（Small-scale Renewable Energy Scheme）を導入（2030年終了予定） |
| パキスタン | 2015年 | 太陽光発電のFITを導入 |
| スリランカ | 2010年 | 各種再生可能エネルギー発電へのFITを導入 |
| ラオス、カンボジア、ミャンマー、シンガポール、バングラデシュ、ニュージーランド | | FIT／FIPなどに相当する制度存在せず |

（注1）FIT（Feed in Tariff）：一定期間固定価格で買い取る制度

FIP（Feed in Premium）：市場価格に一定の割増料金を上乗せする制度

RPS（Renewable Portfolio Standard）：REC（Renewable Energy Certificate）により再生可能エネルギーを用いて生産されたことが認定された電力を電力販売企業に一定の購入を義務付けたり、発電事業者に対して一定比率を再生可能エネルギーを用いて発電することを義務付ける制度

（注2）補助金制度の変更／終了前に適用を受けた発電事業に対しては、契約期間満了まで従前の制度が適用される国もある。

（注3）FIT／FIPを導入していない国においても、特定の発電プロジェクトや再生可能エネルギーの導入にかかわる研究・開発への補助金・税制優遇を提供している場合がある。

（資料）各国資料、デロイトトーマツ [2018]、伊佐 [2017]などを基に日本総合研究所作成

図表30 太陽光・風力発電の課題

| 太陽光・風力発電の課題 | | 対応策 | 対応策の課題 |
|-------------|---|---|--|
| 技術的課題 | 発電量が気象条件に左右されるため、配電系統が不安定になりやすい | 蓄電設備の活用 | 蓄電池の容量・寿命が限られコストが高くなる |
| | | 揚水発電の活用 | 電力ロス率が高いため、発電コストが高くなる |
| | | 海外との間で需給調整を行う | 国際電力取引市場が整備されていない |
| | VPP（Virtual Power Plant、仮想発電所）やP2P電力取引による需給調整 | VPP・P2P電力取引を可能にする制御システムは開発途上であり、関連制度も整備されていない | |
| 発電時に騒音が発生する | 防音対策を施す | 導入コストが上昇する一方、防音効果には限界がある | |
| | 洋上発電を実施する | 陸上発電よりも導入コストが高くなる、洋上発電にかかわる法律が整備されていない | |
| 金銭的課題 | 設備の導入コスト・発電コストが高い | FITなどの補助金政策を実施する | 財政赤字が拡大する |
| | | 安価な中国製機器を活用する | 中国依存に対する各国の警戒、対中貿易赤字の拡大 |
| | | 民営化・外資規制緩和をきっかけとする競争拡大を通じて電力市場の効率化を促進する | 競争力の限られる国内企業へのマイナス影響 |
| その他 | 関連法・ガイドラインが整備されていない | 関連法・ガイドラインを整備する（例：太陽光・風力発電用の用地確保に関する法整備、技術基準・安全基準の策定など） | 制度変更への対応コストが発生する |
| | 発電装置の設置に必要な国土が限られる（例：シンガポール、香港） | 海外で太陽光・風力発電を実施し、国内に輸入する | 長距離送電網の整備コストが発生するとともに、送電ロス率が高くなる。エネルギー自給率が低下する |

（資料）日本総合研究所

ないため、需給のミスマッチにより電力不足が生じるリスクが大きい。また、発電量の極端な変動は電圧や周波数の変換機器に大きな負荷をもたらすため、配電系統が不安定化し、それが停電を引き起こしたり、工場の生産設備や家庭の電化製品の故障などを招いたりする恐れもある。地熱発電については発電量の変動が少ないものの、発電の適地が火山帯に限られることや開発までのリードタイムの長さが導入制約となっている（注15）。

再生可能エネルギーによる発電量を安定さ

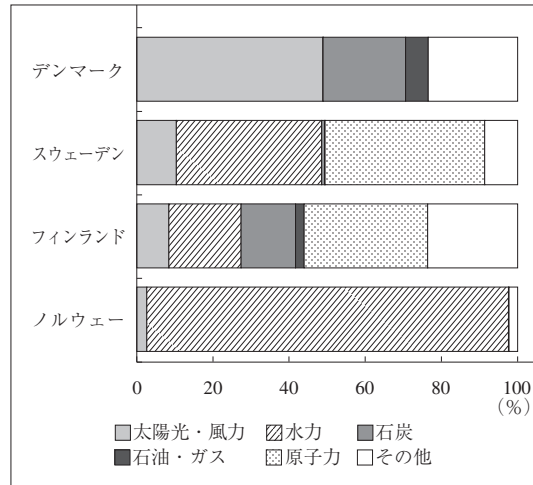
せる手法としては、まず蓄電設備や揚水発電（余剰電力を用いて下部貯水池から上部貯水池に水を汲み上げ、電力需要が増える時間帯に水力発電を行う手法）などが挙げられる。しかし、蓄電池は、蓄電容量の拡大、設備寿命の長期化や小型化、設備導入コストの低下などの課題解消に向けた技術開発の途上であり、資金力の限られる零細企業や家庭にまで普及するには時間を要する。また、揚水発電についても、発電過程で一定のエネルギーが失われる結果、発電コストが割高となると

いった問題を抱えている。

一連の技術制約が解消されて燃料電池の普及が進めば、「VPP（Virtual Power Plant、仮想発電所）」や「P2P（Peer to Peer）電力取引」と呼ばれるシステムを導入することにより、需給を調整することも可能となろう。VPPとは、「アグリゲーター」と呼ばれる調整主体がIoT（モノのインターネット）を通じて家庭や企業などで分散して導入されるエネルギー源と企業や工場などの電力需要の調整を行う仕組みであり、P2P電力取引は個人・企業の電力需要家同士の間で電力の売買を行う方式である。このような仕組みは欧州やアメリカで一部導入されているが（注16）、制御システムは開発・実証実験の途上であり、通信インフラや関連制度の整備にも時間が必要である。

このような技術的な課題を抱えるなかでも欧州諸国の一部で再生可能エネルギーの導入が進んでいる要因の一つとして、国際電力取引市場の存在を指摘出来る。例えば、風力と太陽光による発電が全体の約4割を占めるデンマークは、フィンランド、ノルウェー、スウェーデンなど水力や原子力による発電比率の高い隣国との間の国際電力取引により国内への電力供給の安定性を確保している（注17）（図表31）。その他の欧州諸国もEEX（European Energy Exchange、欧州エネルギー取引所）を通じて、域内の需給調整を行っている。

図表31 北歐諸国の電源構成（2018年）



（資料）IEA

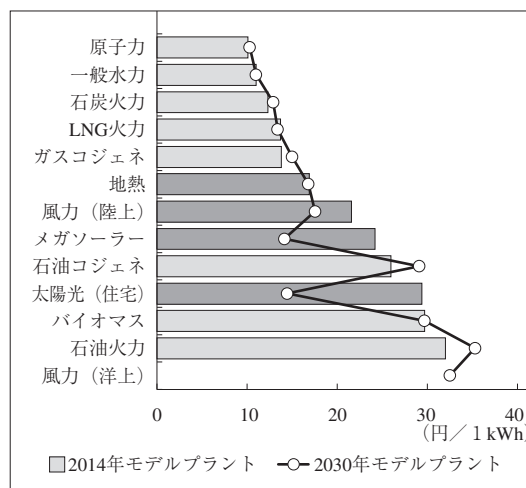
アジアでは、ラオスによる周辺国への電力輸出が行われているが、それを除けば国際電力取引はほぼ存在せず、海外との間の需給調整を通じて電力供給の安定化を図ることは出来ない。国内で太陽光や風力発電に必要な土地の確保が困難なシンガポールが、豪州から再生可能エネルギーにより生産した電力を輸入することを計画するなど（注18）、一部では国際電力取引拡大に向けた動きがみられる。しかし、歴史問題を巡る日韓の対立、南シナ海を巡る中国とアジア各国の対立、カシミール地方を巡るインド、パキスタン、中国の対立などをはじめ、アジア各国は安全保障にかかわる様々な問題を抱えている。このような問題が解消されない限り、電力の国際取引の拡大は期待出来ない。

また、太陽光・風力発電には、発電時の騒音や景観破壊といった問題もある。騒音問題については、遮音性の高い器具の利用や防音装置の設置などにより一定の改善が期待出来るが、これらの対策には限界がある。洋上発電を行えば騒音や景観に関する問題は解消されるが、導入コストの大幅増加は避けられない。

再生可能エネルギーによる発電コストを巡っては、既に化石燃料による発電コストと遜色のない水準に低下しているとの分析もある（例えばIRENA [2020]）。しかし、気象条件の違いに起因する発電効率の違い、自然災害リスクなどに対応するために必要な設備維持費の違い、騒音対策などの必要性の度合いの違いなどの要因により、各国の発電コストにはばらつきがある。そのため、アジアの再生可能エネルギーの導入コストが低いとは一概にいえず、資源エネルギー庁の発電コスト検証ワーキンググループは、日本の再生可能エネルギーによる発電コストが2030年にかけて石炭・ガス火力発電よりも高水準で推移する可能性を指摘している（図表32）。さらに、発電コストの試算に含まれていない、蓄電装置などの投資費用も含めればアジアにおける再生可能エネルギーによる発電コストは火力発電対比割高な状況が続くことも想定される。

そのため、再生可能エネルギーの導入拡大には補助金をはじめとした政策支援が不可欠

図表32 日本の形態別発電コスト



- (注1) 発電コストは、設備費・安全対策費・運転維持費・燃料費・CO₂対策費・事故リスク対応費政策経費を含む。
- (注2) 発電コストが複数示される場合は中央値を表示。発電実績が限られるため、洋上風力発電の2014年実績はなし。
- (資料) 資源エネルギー庁 発電コスト検証ワーキンググループ「長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告（平成27年5月）」を基に日本総合研究所作成

であるが、コロナ禍による景気悪化を背景にアジア各国の財政状況は悪化しており、エネルギー補助金の拡大は期待出来ない。かねてから財政赤字問題が続くわが国では固定買取価格の段階的な引き下げが行われており、中国でも想定を上回る急速な再生可能エネルギーの導入により補助金支出が拡大するなか、2018年に風力や太陽光発電を撤廃する方針が示された（注19）。その他のアジア新興国もコロナ禍を受けた貧困や失業問題の深刻化、医療ニーズに対応するための予算確保に

腐心しており、再生可能エネルギーによる発電事業の補助金給付対象の拡大や補助金額の引き上げに必要な予算が拡充されるとは考えにくい（注20）。

こうした状況下、再生可能エネルギーの導入コスト引き下げに向けて安価な中国製の発電装置を活用することも考えられるものの、対中貿易赤字の拡大やエネルギー分野の中国依存に対する警戒がこうした取り組みを阻む要因になると見込まれる。2020年半ば以降、国境問題をきっかけに対中感情が著しく悪化しているインドでは、国内製造業の振興を通じて対中輸入を抑制すべく中国からの太陽光発電設備の関税を段階的に引き上げる方針を示しており、再生可能エネルギー導入コストの押し上げ要因となっている。

この他、行政効率が悪く保護主義色の強い新興国では、再生可能エネルギー導入にかかわる法律の未整備、技術基準・安全基準などの欠如、厳しい外資規制なども阻害要因となる可能性がある。

(5) 切り札としての原子力発電

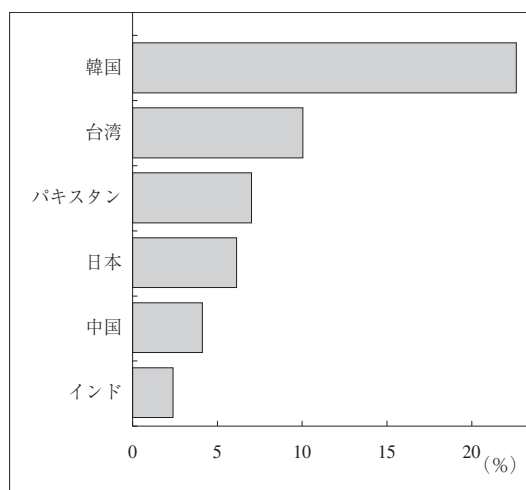
最後に原子力発電に対する各国のスタンスをみる。福島第1原子力発電所の事故以降、タイ、シンガポール、ベトナム、カンボジアなどをはじめ、各国が原子力発電の導入計画の一時停止や縮小、さらには白紙化の方針を相次いで表明し、現在も慎重なスタンスを維持している。しかし、既存エネルギーへの逆

風が強まるなか、技術制約などを理由に再生可能エネルギーの導入に明確な道筋をつけられない場合、原子力発電の利用が見直される可能性がある。

各国・地域の原子力発電を巡るスタンスをみると、原子力発電への依存度が相対的に高い韓国と台湾は、今後、再生可能エネルギーの導入を通じて原子力への依存度を段階的に引き下げていく方針を明確に示している（図表33、図表34）。一方、中国やインドをはじめ、環境保護と電源増強の両立の間で難しい舵取りを迫られている新興国は、引き続き原子力を活用する方針を示している。

中国は今後の原子力発電の総発電量に占める割合の具体的な目標や予測を示していない

図表33 各国の原子力発電の総発電量に占めるシェア（2018年）



（資料）IEA

図表34 原子力発電を巡るアジア主要国・地域のスタンス

| 原子力発電所の導入状況と今後の政策スタンス | 国・地域 | 発電計画 |
|----------------------------------|----------|---|
| 導入済み 新規導入／再稼働による 発電量拡大を検討中 | 中国 | 第13次5カ年計画で2020年までに原子力の発電設備容量を5,800万kWと、2016年から倍増させることを計画（全体に占める比率は3%と2016年の2%と同程度を維持）。2020年以降の目標については、今後第14次5カ年計画の中で示される見込み |
| | インド | 2026年度の原子力発電（設備容量ベース）の比率は3%と現在（2%）と同程度を維持することを計画 |
| | 日本 | 再稼働を通じて2030年度の原子力発電の比率を20～22%に引き上げることを計画（エネルギー基本計画） |
| | パキスタン | 2022年の発電シェアを10%に引き上げることを計画 |
| 未導入 今後の導入を計画／導入の 可能性を検討中 | バングラデシュ | 2017年に国内初の原子力発電所の建設開始、2023～2024年の稼働開始を計画。原子力発電の発電シェアを10%に引き上げることを計画 |
| | フィリピン | 2027年以降に1基目の原子力発電所の稼働を計画（新規導入のほか、1980年代に完成後一度も稼働していない原子力発電所の再稼働の可能性を検討中） |
| | インドネシア | 太陽光、水力、地熱などの再生可能エネルギーの導入が遅れる場合に最後の選択肢として原子力発電所の導入を検討する方針 |
| | スリランカ | エネルギーミックスの選択肢として原子力発電を導入する可能性を検討（ベースシナリオでは導入しない方針） |
| 導入済み 今後の縮小を計画 | 韓国 | 現在25基ある原子力発電所を2034年までに9基に減らし、原子力発電の比率を9.9%に引き下げる（第9次電力需給基本計画（案）） |
| | 台湾 | 2025年の発電シェアを1%に引き下げることを計画 |
| 未導入 導入計画を撤回 | タイ | 従来の電力計画（PDP2015）は原子力発電を導入することを計画していたが（2036年の発電シェアは0～5%）、新たな電力計画（PDP2018）で原子力を導入しない方針に転換 |
| | マレーシア | ナジブ政権下で2030年までに2基の原子力発電所を稼働させることを計画していたが、その後マハティール政権で原発に政策スタンスを転換 |
| | シンガポール | 2010年代初頭、政府は原子力導入の可能性を検討する方針を示していたが、その後国内の慎重論などを背景に導入しない方針に転換 |
| | ベトナム | 4基の原子力発電所の建設を計画していたが、福島第1原発事故後の慎重論の強まりを背景に導入計画を撤回 |
| | カンボジア | 2020年以降に原子力発電を建設することを検討していたが、福島第1原発事故後の慎重論の強まりを背景に導入計画を見送り |
| 未導入 具体的な導入計画なし | 豪州 | 放射線規制に関する法律により実質的に原子力発電が禁止されている。2019年8月、エネルギー相は将来の原子力発電の導入必要性にかかわる調査を求める書簡を下院の環境・エネルギー常設委員会に送付 |
| | ミャンマー | 具体的な導入計画はないが、2016年にミャンマー原子力研究所の設立に関する覚書をロシアの国営原子力企業との間で締結 |
| | ラオス | 具体的な導入計画はないが、2016年にロシアの国営原子力企業との間で原子力エネルギーの平和利用協力に関する覚書を締結 |
| | ニュージーランド | 1980年代後半に「非核法」を制定し、今後についても原子力発電を導入しない方針 |
| | 香港 | 中国本土の原子力発電所から電力を輸入しているものの、香港域内に発電設備を導入する計画はなし |

（資料）各国資料、日本原子力産業協会〔2020〕、三菱総合研究所〔2020〕を基に日本総合研究所作成

が、CO₂排出量削減や海外の原子力発電市場への事業拡大を睨んで、同発電を加速させていくと見込まれる。足元の動向をみると、2020年9月に国産原子炉「華竜1号」を用いた4基の新規原子力発電所の建設プロジェクトを認可し、同年11月には同原子炉がEUR (European Utility Requirements、欧州電力要求)の認証を取得するなど、欧州での事業参入を睨んだ動きが進んでいる。

インドも同様に今後の原子力発電の拡大に伴う環境整備を進めている。原子力発電の損害賠償に対応するためのINIP (India Nuclear Insurance Pool) を2015年に設立し、その後アメリカ、フランス、ロシアなどと原子力発電所の建設に向けた協議を続けている。日本との間でも2017年に原子力協定が発効しており、2020年2月までに3回の作業部会を開催した。

また、原子力発電の未導入国でも導入に向けた機運が高まりつつある。例えばインドネシアでは、2020年10月から審議が始まった再生可能・新エネルギーの法案に原子力がクリーンエネルギーとして盛り込まれたことが注目を集めた。放射能汚染への危険や兵器への転用懸念を理由に導入に反対する意見もあるため、政府は原子力を再生可能エネルギーの導入が進まない場合の最後の選択肢と位置付けるなど、導入に慎重な姿勢を示している。しかし、停電の改善、電気料金の引き下げ、関連雇用の創出などを理由に、8割が原子力

の導入に賛成を示すアンケート調査もあり(注21)、世論の支持を背景に政府が政策スタンスを見直す可能性がある。

フィリピンでも2027年以降の原子力発電所の新規導入や完成後一度も稼働していないパターン原子力発電所(注22)の再稼働に向けた調査を政府が指示するなど、これまでにない新しい動きが出ている。具体的な導入計画がないミャンマーやラオスも、原子力の平和利用に関する覚書をロシアの国営原子力企業と締結するなど、今後導入の可能性を見据えている。

この他、現在放射線関連の規制で実質的に原子力発電が禁止されている豪州でも、将来の原子力発電の導入を検討する動きが広がりつつあり、今後導入の是非を巡る議論が活発化すると予想される。同年10月の民間アンケート調査では回答者の51%が原子力導入に賛成しており、35%が賛成した2011年の前回調査と比べると「原発容認論」が広がっている(注23)。

こうしたなか、わが国は現行のエネルギー計画において再稼働を通じて2030年度の原子力発電のシェアを約2割に引き上げる方針を示している(経済産業省[2018a])。しかし、再稼働への反対の声も根強く、次回2021年のエネルギー基本計画の改定時にスタンスが見直されるかが注目される。

(注8) 中国の石炭火力発電については井上[2017]を参照。
(注9) パリ協定にかかわるNDC (Nationally Determined

Contribution)で、中国は2030年ごろまでにCO₂排出量をピークアウトさせることや、2030年までにGDP当たりのCO₂排出量を2005年対比で60～65%削減することを表明している。

- (注10) タイの電力政策の見直しについては熊谷 [2019] を参照。
- (注11) 環境悪化に対する懸念の他、火力発電所の建設に伴う対外債務の拡大により「債務のワナ」に陥ることに対する警戒心の高まりも中国企業による火力発電の建設計画の見直しの要因となっている可能性がある。
- (注12) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 [2018] を参照。
- (注13) 例えば、モザンビークで天然ガス田の開発にかかわる三井物産は2024年に同国から日本への天然ガスの輸出を開始することを計画している。一方、2020年8月、過激派組織IS（イスラム国）とみられる武装勢力が同国北部の港湾を襲撃する事案が発生しており、同様の事態が生じることで供給が寸断される可能性がある。
- (注14) Basist, A. and Williams, C. [2020] は、1992～2019年の衛星データを基に中国のダムがメコン川下流への水流を抑制し水力発電を阻害しており、2019年のメコン圏の干ばつを悪化させた可能性を指摘している。
- (注15) 日本地熱協会 [2018] は、初期調査に約5年、探査事業に約2年、環境アセスメントに約4年、発電設備の開発に約3年と、合計14年程度の時間が地熱発電の導入に必要であると述べている。
- (注16) 諸外国の実態についてはデロイトトーマツ [2019]、三菱総合研究所 [2017] を参照した。
- (注17) 1990年代後半、北欧4カ国（デンマーク、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド）は域内の電力供給体制の安定性・効率性を高めるべく、国際電力取引市場「Nord Pool」を創設した。
- (注18) 豪州のSun Cable社は、豪州北部とシンガポール間の国際送電ケーブルを整備し、2020年代後半にシンガポールの電力消費の2割に相当する電力を輸出するプロジェクトを進めている（2020年10月23日 Newsweek「オーストラリアで太陽光発電し、シンガポールに送電するプロジェクトが進行中」）。
- (注19) 中国のFIT見直しについては堀井 [2019] を参照。
- (注20) この他、カンボジア、ラオス、ミャンマーなどでは、資本市場の整備の遅れていることも、国債発行を通じた財源確保が困難であることを通じて再生可能エネルギーの導入支援策拡大の制約となり続ける。
- (注21) 国家原子力庁が2017年に公表したアンケート調査に関する報道（NNA2017年1月17日「原発建設に8割が賛成、原子力調査」）を参照。
- (注22) 同発電所は1980年代半ばに完成したものの、ソ連のチェルノブイリ原子力発電所の事故を受けて臨界前に閉鎖され、その後一度も稼働していない。
- (注23) Roy Morgan社が2019年10月に公表したアンケート調査を参照。

3. 揺れ動くアジアの電力政策

各エネルギーが課題を抱えるなか、エネルギーミックスの見直しのタイミングや再生可能エネルギーの拡大ペースは、経済・社会・政治状況に応じて揺れ動く可能性があると思っておくべきである。

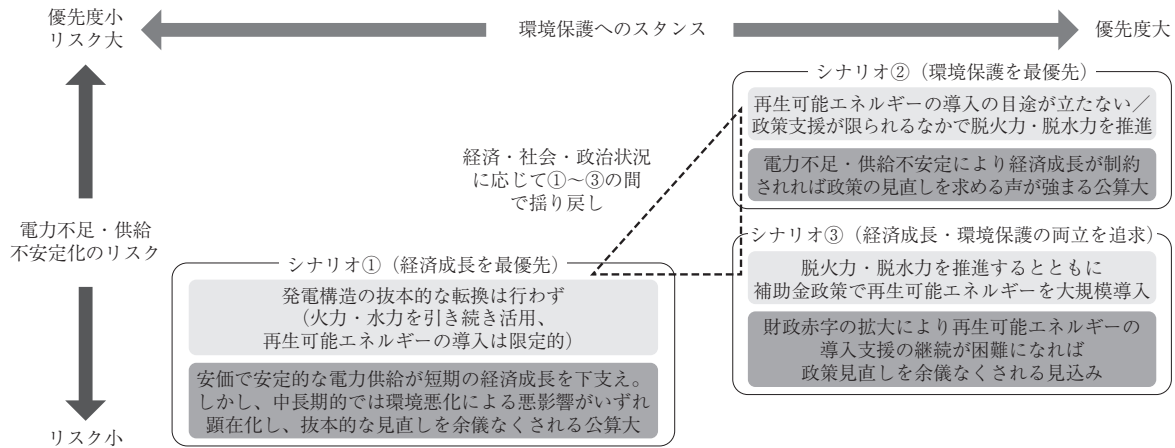
(1) 3つの政策スタンス

各国の政策は、環境保護と電力増強・安定性のいずれをより重視するかによって以下の3つのスタンスに分けられる（図表35）。

第1は、電源増強および供給の安定性を通じた経済成長を強く意識するものである。この場合、エネルギー構造は現状から大きく変わらず、現在水力やガス火力発電が中心となっている国では、石炭火力発電の導入により電源の多様化を進める。安価で安定的な電力の供給体制の拡充は、製造業の対内直接投資の増加を通じて短期的に雇用創出や生産性向上などのプラス影響をもたらすだろう。しかし、大気汚染や水質汚染の深刻化などを主因とする中長期的な健康問題の深刻化は避けられないため、早晚環境保護をより重視する政策へのシフトを余儀なくされると見込まれる。

第2は、環境保護を最優先するものである。この場合、火力発電所の新規建設の禁止や環境汚染物質の排出規制の厳格化などが進められ、経済は環境志向を強めることになる。た

図表35 電力政策を巡る3つの政策スタンス



(資料) 日本総合研究所作成

だし、再生可能エネルギーの導入上の課題が解消されないなかで構造転換が強引に進められると、電力供給の不安定化により経済成長が下振れるリスクが高まることになる。その結果、貧困や失業をはじめとした社会問題が顕在化すれば、政策の見直しを求める声が強まることになるだろう。与党の支持基盤が弱い弱な国では、短期の経済成長の確保に向けて政策の見直しを検討する可能性がある。

第3は、補助金政策により導入コストや販売価格コストを抑えることで再生可能エネルギーの大規模導入を実現し、経済成長と環境保護の両立を目指すものである。同シナリオは一見するとベストシナリオに見えるが、化石燃料や水力によるエネルギー供給を代替する大規模な再生可能エネルギーの導入には巨額の財政支出を伴うことになる。そのため、

財政赤字拡大により中長期の経済成長が不安定化するリスクが高まることになる。国債市場の需給の悪化は長期金利上昇を通じて投資を下押しするとともに、歳出に占める利払い費の増加により医療や教育などの分野の予算確保が困難になれば中長期の経済成長にマイナス影響をおよぼしかねないため、最終的にエネルギー分野の歳出削減圧力が強まることになるだろう。実際、アジアに先行して補助金政策を通じて再生可能エネルギーの導入を進めた欧州の一部の国では財政が悪化し、エネルギー補助金の見直しを余儀なくされ、その後再生可能エネルギーの導入ペースは鈍化している（注24）。

総じてみれば各国の政策スタンスは、①今後の経済成長率やエネルギー需要の見通しに基づく電力供給体制の拡充の必要性、②貧困

や失業などへの対応の必要性、③環境悪化の深刻さ、④再生可能エネルギーの導入促進に向けた補助金政策の拡張余地、⑤政治の安定性や政策実行力などによって左右されることが考えられる。そこで、①IMFの2025年までの成長率予測、②世界銀行の絶対的貧困率、③

Yale大学の環境ランキング、④IMFの2025年までの財政収支と債務残高の予測、⑤世界銀行の世界ガバナンス指標など、政策スタンスを左右する経済・社会環境に関する指標を改めて整理した（図表36）。南アジアやCLM諸国といった低所得国は、深刻な環境問題を抱

図表36 アジア主要国・地域のエネルギー政策を左右する経済・社会環境に関する指標

| | 経済発展状況・電力インフラの整備状況 | | | 環境汚染状況 | 一般政府の財政状況 | | 政治社会の安定性、政府のガバナンスからみたエネルギー政策の一貫性・実行力 | | |
|----------|--------------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|--------------------------------------|------------|----------|
| | 今後の実質GDP成長率 | 貧困率 | 電力調達 の容易さ | 環境 ランキング | 財政収支 | 一般政府 の債務 残高 | 政治的安定と 暴力の不在 | 政府の 有効性 | 規制の 質 |
| | 2019～2025年の 期間平均成長率、 (IMF予測、%) | 絶対的貧困率 (購買力平価1.9ドル 基準、参照可能な 直近値、%) | 2019年の 190カ国・ 地域中の 順位 | 2018年の 180カ国・ 地域中の 順位 | 2019～2025年の 期間平均 (対名目GDP比、 IMF予測、%) | | 2019年のパーセンタイル順位 | | |
| バングラデシュ | 6.33 | 14.5 | 176 | 179 | ▲5.4 | 40.7 | 15 | 24 | 15 |
| ベトナム | 6.07 | 1.9 | 27 | 132 | ▲4.3 | 46.2 | 54 | 54 | 42 |
| ミャンマー | 5.52 | 1.4 | 148 | 138 | ▲5.1 | 46.0 | 11 | 12 | 22 |
| 中国 | 5.44 | 0.5 | 12 | 120 | ▲9.7 | 68.8 | 38 | 72 | 43 |
| カンボジア | 5.42 | | 146 | 150 | ▲2.5 | 32.7 | 46 | 32 | 30 |
| ラオス | 4.70 | 21.2 | 144 | 153 | ▲4.9 | 68.7 | 65 | 21 | 24 |
| インド | 4.55 | 22.5 | 22 | 177 | ▲10.0 | 86.7 | 21 | 60 | 49 |
| インドネシア | 4.18 | 3.6 | 33 | 133 | ▲3.7 | 40.5 | 28 | 60 | 51 |
| フィリピン | 4.01 | 6.0 | 32 | 82 | ▲6.0 | 52.6 | 17 | 55 | 55 |
| マレーシア | 3.86 | 0.0 | 4 | 75 | ▲4.1 | 63.6 | 51 | 79 | 74 |
| スリランカ | 3.23 | 0.9 | 89 | 70 | ▲8.0 | 96.1 | 40 | 48 | 48 |
| パキスタン | 3.18 | 4.0 | 123 | 169 | ▲5.6 | 80.3 | 3 | 26 | 27 |
| タイ | 2.16 | 0.0 | 6 | 121 | ▲2.6 | 53.5 | 27 | 66 | 61 |
| 韓国 | 2.00 | 0.2 | 2 | 60 | ▲2.2 | 55.0 | 61 | 88 | 82 |
| 台湾 | 1.93 | | | 23 | ▲2.2 | 33.1 | 70 | 91 | 90 |
| 豪州 | 1.52 | 0.5 | 62 | 21 | ▲5.6 | 67.3 | 89 | 93 | 99 |
| シンガポール | 1.47 | | 19 | 49 | 0.6 | 133.5 | 98 | 100 | 100 |
| ニュージーランド | 1.34 | | 48 | 17 | ▲4.9 | 58.4 | 97 | 94 | 99 |
| 香港 | 1.26 | | 3 | | ▲2.8 | 0.2 | 37 | 96 | 100 |
| 日本 | 0.21 | 0.7 | 14 | 20 | ▲5.0 | 260.1 | 86 | 94 | 88 |

| | | | | | | | | | |
|--------|------|------|--------|--------|-------|-------|------|--|--|
| 網かけの基準 | 5%以上 | 3%以上 | 100位以下 | 100位以下 | ▲5%以下 | 60%以上 | 50未満 | | |
|--------|------|------|--------|--------|-------|-------|------|--|--|

(資料) IMF、World Bank、Yale Universityを基に日本総合研究所作成

えるなか、経済成長を通じた貧困削減や雇用創出が重要課題となっている。その一方、財政赤字が大きく規制の有効性や政治の安定性も低いため、現在よりも環境重視の姿勢を強めたとしても政府が期待するようなペースで再生可能エネルギーの導入が進まない可能性がある。

絶対的貧困や失業問題が相対的に深刻でないその他の国・地域は環境保護に向けたスタンスを強める余地を有している。しかし、日本や豪州などでは財政赤字が再生可能エネルギーの導入拡大に必要な取り組みの制約要因となり、再生可能エネルギーのシェアが高まっていくには時間がかかる可能性がある。

他方、タイ、韓国、台湾、香港などは財政状態が比較的健全であり、再生可能エネルギーの導入拡大に向けて政策支援を拡充する余地がある。ただし、これらの国・地域は少子高齢化の進展などに伴う先行きの財政悪化を警戒しており、エネルギー関連の補助金支出の拡大に慎重なスタンスを取り続けることも想定される(注25)。そのため、これらの国・地域で火力発電への依存度引き下げに向けたスタンスが強まれば、電力供給が不安定化したり(注26)、電力料金が引き上げられたりすることで、輸出競争力が低下することが想定される。

近年再生可能エネルギーの導入がハイペースで進むなかで高成長が続く国としては、中国とベトナムを挙げられる。しかし、中国

については一般政府の財政赤字が拡大するなか、既に太陽光やFITの廃止など補助金を縮小させる方針にシフトしており、これまでのペースで導入量が拡大するとは考えにくい。財政赤字の削減とカーボンニュートラルの両立に向けて、原子力発電への依存度が高まっていくことが想定される。

ベトナムについては、中国からの生産拠点の移転などを追い風に高成長が続く一方、2017年に太陽光発電のFIT制度が導入されて以降、改定PDP7の計画を上回るハイペースで太陽光発電の導入が進んでいる。政府はこれまで2030年にかけて石炭火力発電の比率を引き上げることで同国が電力不足に陥るリスクに対応する方針を示していた。しかし、想定を上回るペースで再生可能エネルギーの導入が進むなか、2020年3月、2030年の石炭火力発電の比率は現在と同程度になるとの見解を発表するなど、高成長と環境改善の両立が実現に向かいつつある。

今後についても、ベトナム政府はFITを通じた再生可能エネルギーの導入比率を引き上げる方針を示している。ただし、それによる財政赤字の拡大は避けられないため、諸外国と同様、先行き買取価格の引き下げや適用範囲の絞り込みなどを検討する必要があるだろう。こうしたなか、電源増強に向けて火力発電や水力発電の導入が再び重要視されるようになるだろう。

(2) 再生可能エネルギーの導入は中長期の経済成長率を高めるか

経済・社会状況に応じた導入ペースのばらつきを含みながらも、アジアの再生可能エネルギーの導入比率は徐々に高まっていくと見込まれる。一連のエネルギー構造の変化は中長期の経済成長に対してどのような影響を及ぼすのであろうか。再生可能エネルギーの導入は、電力供給の不安定化、電力コストの増加、財政赤字の拡大などのマイナス影響をもたらす。その一方、再生可能エネルギーに関連した投資や雇用の増加、新技術の別産業への応用による生産性向上、人々の健康リスクや自然災害リスクの低下、などのプラス効果も期待出来るため、両者を勘案する必要がある。

再生可能エネルギーの導入は様々な経路から経済成長に影響を及ぼすため、そのインパクトを定量的に分析するのは容易ではないが、先行研究の多くは再生可能エネルギーの導入比率の引き上げは中期の経済成長にプラス効果をもたらすと結論付けている。例えば、IRENA (International Renewable Energy Agency、国際再生可能エネルギー機関) は、2016年に公表したレポートにおいて、世界の再生可能エネルギーの導入比率が2030年にかけて2010年の2倍に高まる場合の経済・社会・環境の3つの要素からなる社会的厚生への影響を「E3MG (Energy-Environment-Economy

Model at Global level)」というモデルに基づいて試算し(注27)、再生可能エネルギーの導入拡大がベースラインシナリオと比べて社会的厚生を2.4～3.7%ポイント改善するという結果を示した(注28)(図表37)。アジアの中では、深刻な環境問題を抱えるインドへのプラス効果が最も大きく、インドネシアや豪州などの資源輸出国の社会的厚生を改善させることが示された(図表38)。

また、実質GDP成長率を被説明変数、再生可能エネルギーの導入比率を含むマクロ経済変数を説明変数とするパネルデータ分析や、

図表37 再生可能エネルギーの導入拡大による社会的厚生への影響
(ベースラインシナリオとの乖離率)

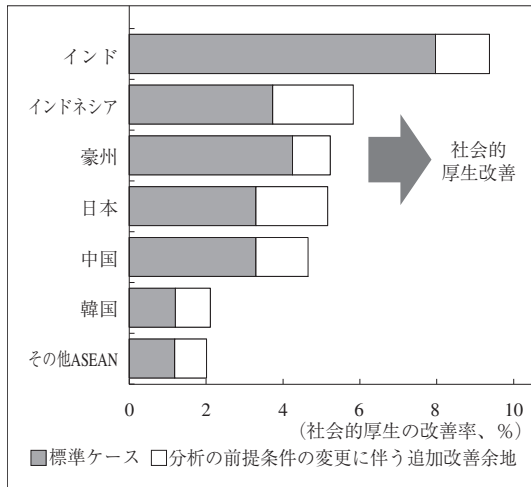
| 分野 | 評価項目 | 社会的厚生算定時の加重平均のウエイト | ベースラインシナリオとの乖離率 |
|-----------|----------------|--------------------|-----------------|
| 経済分野 | 消費と投資への影響 | 1/3 | ▲0.2～+1.2% |
| 社会分野 | 雇用への影響 | 1/6 | ▲0.2～+0.2% |
| 環境分野 | 温室効果ガスの排出量への影響 | 1/6 | ▲15.7～▲11.2% |
| | 財の消費量への影響 | 1/6 | ▲2.2～▲1.6% |
| 社会的厚生への影響 | | | +2.4～3.7% |

(注1) 環境分野ではマイナスの乖離率は社会的厚生を押し上げる。試算結果のばらつきは、再生可能エネルギーの構成やクラウディングアウト効果(再生可能エネルギーの導入による他分野の投資へのマイナス影響)の前提の違いによるもの。

(注2) ベースラインシナリオは、IMFとIEAの2014年の経済・エネルギーの見通し。

(資料) IRENA [2016] Table 1 "Impact on welfare in main cases showing sensitivity with full crowding out" を基に日本総合研究所作成

図表38 再生可能エネルギーの導入拡大によるアジア各国の社会的厚生への影響
(ベースラインシナリオとの乖離率)



(資料) IRENA [2016] Figure 4 "National welfare impacts (% difference from the Reference Case)" を基に日本総合研究所作成

経済成長率と再生可能エネルギーの導入比率に関するグレンジャー因果性の分析も、再生可能エネルギーの導入拡大が経済成長率に対してプラスの影響をもたらすと述べている(注29)。分析対象国の範囲や分析の期間によって計量分析から導かれる結論は変化するため、これらの結果には一定の幅を持つてみる必要があるものの(注30)、環境保護と経済成長の両立が可能であることを示唆している。

(注24) リーマン・ショックや欧州債務危機を受けて財政が悪化した、スペイン、ポルトガル、アイスランドなどでは2010年代の再生可能エネルギーの導入ペースは2000年代までと比べて鈍化している。

(注25) この他、シンガポールはエネルギー市場の健全な競争を阻害すること理由に、FITなどの補助金政策の導入に否定的な姿勢を示している。

(注26) 例えば、アメリカの中で速いペースで再生可能エネルギーの導入が進むカリフォルニア州では発電不足を受けて電力コスト引き上げや計画停電の必要がしばしば生じており、同様の事態がアジア各国で生じる可能性があるとしておくべきである。

(注27) 同モデルはケンブリッジエコノミクス研究所により開発された計量モデルで、欧州各国のエネルギー政策の分析やIPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change、気候変動に関する政府間パネル) の研究でも用いられている(モデルの概要については環境省[2016]を参照)。

(注28) 再生可能エネルギーの導入にかかわる投資が別産業の投資を完全に代替するケースでは消費や投資が押し下げられる可能性があるものの、そのマイナス影響も小幅なものにとどまっている。

(注29) 例えば、Stamatios Ntanos, Michalis Skordoulis, Grigorios Kyriakopoulos, et al [2018]、Georgeta Soava, Anca Mehedintu, Mihaela Sterpu, Mircea Raduteanu [2018] など。

(注30) 例えば、Venkatraja. B [2019]はBRIC(ブラジル、ロシア、インド、中国)の4カ国について、1990~2015年の期間の再生可能エネルギーの導入比率の変化が経済成長率に与える影響を分析し、これらの国では再生可能エネルギーの導入比率の引き上げが経済成長にマイナス影響を与えたと結論付けている。

4. わが国の電力インフラ輸出への含意

アジアのエネルギー構造の変化はわが国企業のアジア事業に対しても見直しを迫っている。以下では、これまでのわが国のインフラ輸出の動向を確認した後(注31)、今後の在り方を考察する。

(1) 脱炭素に向かうわが国のエネルギーインフラ輸出

これまで、わが国は2010年に10兆円であったインフラ輸出を2020年に30兆円に拡大する

という目標のもと官民一体となってインフラ輸出拡大に取り組んできており、2020年12月に策定された新戦略では2025年の目標を34兆円とする方針が示された（図表39）。

インフラ輸出の約2割を占めるエネルギーインフラを巡っては、石炭・ガス火力発電に日本の比較優位があり、NEXI（日本貿易保険）、JBIC（国際協力銀行）、JICA（国際協力機構）や民間企業と連携しながら政府がトップセールスを行い、他国よりも環境負荷が少なく発電効率の高い、いわゆる「質の高いインフラ」の輸出に注力する方針が掲げている（図表40）。

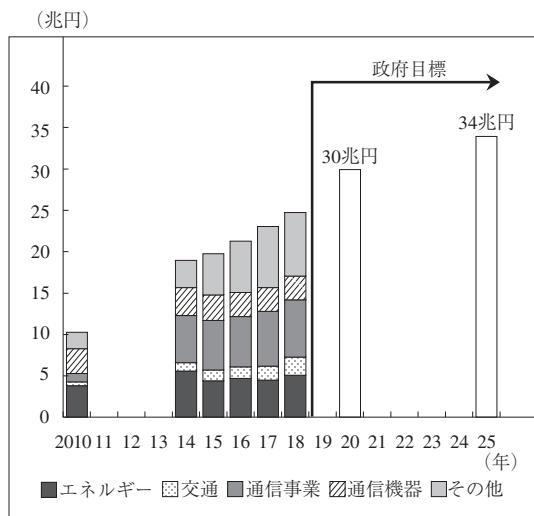
従来の戦略をみると、ガス火力発電につい

てはLNGの輸入受入施設の整備、燃料調達、発電所整備、発電・売電の全てを行う一貫型サービスを提供を目指しており、石炭火力発電ではIGCC（Integrated Coal Gasification Combined Cycle、石炭ガス化複合発電）やUSC（Ultra Super Critical Power Plant、超々臨界圧プラント）の輸出を目指している。再生可能エネルギーについては、地熱発電の適地調査などで海外事業を拡大させる方針を示す一方、現在技術開発の途上にあることもあり、輸出拡大に向けた取り組みは限られている。

しかし、各国が電力政策を見直すなか、政府は電力インフラ輸出戦略の抜本的な見直しを進めている。2020年1月、日本企業が参画するベトナムのブンアン石炭火力発電所の建設計画を巡り、小泉環境大臣が懸念を表明したことが注目を集めたが（注32）、その後同年7月に開催された経協インフラ戦略会議では脱炭素化に向けた方針を示さない国に対して石炭火力発電所の支援を原則として行わないことをインフラ海外展開に関する新戦略の骨子に盛り込むことが決定された。さらに、同年10月、菅首相は国会の所信表明演説で、2050年までに温室効果ガスの実質排出量をゼロとすることを宣言するなど、環境保護に向けたスタンスを鮮明化させている。こうした動きに前後する形で、金融機関、商社、電気機器メーカーなども石炭関連事業を縮小する方針を相次いで発表している（図表41）。

しかし、日本政府・企業の脱石炭への取り

図表39 日本の海外からのインフラシステムの受注額



（資料）首相官邸 経協インフラ戦略会議「インフラシステム輸出戦略フォローアップ」、「インフラシステム海外展開戦略2025」を基に日本総合研究所作成

図表40 日本の電力インフラの海外戦略

| 分野 | 注力する取り組み |
|--------------|--|
| 総論 | 「質の高いインフラ」を前提としつつも、発注者のニーズを踏まえた価格・品質でサービスを提供する |
| | 運転、環境対策、人材育成などのノウハウを強みとして事業を拡大する |
| | 外資開放、民営化の動向を的確に把握し、送配電事業への事業拡大を図る |
| | トップセールスの推進やNEXI/JBIC/JICAの活用によりインフラ輸出を促進する |
| エネルギー別 | |
| ガス火力発電 | 一気通貫型サービス（燃料受入施設整備、燃料調達、発電所整備、発電、売電）を提供する |
| | イニシャル・メンテナンスコスト、発電コストの低下を通じて競争力を強化する |
| 石炭火力発電 | IGCC（Integrated Coal Gasification Combined Cycle、石炭ガス化複合発電）の量産によるコスト低下を目指す |
| | ニーズに応じた最適価格でUSC（Ultra Super Critical Power Plant、超々臨界圧プラント）を提供する |
| 地熱発電 | 地熱資源国に対する人材調査・適地調査を支援する |
| その他再生可能エネルギー | 企業連携等を活かして競争力を強化する |

（資料）首相官邸 経協インフラ戦略会議第33回「主要産業・重要分野の海外展開戦略の報告」を基に日本総合研究所作成

組みがアジア新興国の脱炭素の取り組みを促すとは限らない。電力インフラ輸入国の電力政策や日本以外の電力インフラの輸出国のスタンスにも左右されるからである。日本から設備・技術・資金の調達を検討していた新興国が発注先を日本以外の国にシフトさせ、石炭火力発電に依存し続ける可能性も否定出来ない。わが国の石炭火力発電所の輸出停止が中国による環境負荷の大きい石炭火力発電所のアジア各国への輸出拡大を招く場合、アジアの環境改善を支援したいわが国政府・企業の目的に反して、新興国の環境問題が深刻化する可能性がある。

そのため、わが国の石炭火力発電インフラの輸出の原則禁止・縮小が新興国の再生可能

エネルギー導入を促すという好循環を描くようにするためには、中国をはじめとした他の電力インフラ輸出国やインフラ輸入国との間で脱石炭に向けた目標を共有する必要がある（注33）。また、強引な脱石炭路線が電力不足を通じて貧困・飢餓、失業などの問題を発生させないように、実現可能な代替電源の導入に向けた道筋を提示していくことも肝要である（注34）。

(2) 今後の注力分野はどこか

最後に、脱石炭路線に向かうなか、わが国がどのような分野の電力インフラ輸出に注力していくかを考察する（注35）。

①脱石炭を標榜する国でも現在稼働中の設

図表41 脱炭素社会に向けた日本政府・企業の動き

| 発表主体 | | 発表内容 |
|----------|------------------------------------|--|
| 政府 | | 2020年1月、小泉環境大臣、日本企業が参画するベトナムの石炭火力発電所の建設に対して懸念を示し、エネルギーインフラの輸出政策を見直す必要があるとの見解を表明 |
| | | 2020年7月、経協インフラ戦略会議、エネルギー政策や環境政策に係る二国間協議の枠組みを持たない国／脱炭素化に向けた方針を知悉していない国に対する石炭火力発電所の支援を原則として行わないことをインフラ海外展開に関する新戦略の骨子に盛り込み、梶山経済産業大臣、低効率の石炭火力発電所約100基を2030年度までに段階的に廃止する方針を発表 |
| | | 2020年10月、菅首相、国会の所信表明演説で2050年までに温室効果ガスの実質排出量をゼロにする「カーボンニュートラル」を実現することを宣言 |
| | | 2020年12月、菅首相、脱炭素に向けた研究・開発支援に向けた2兆円の基金を創設する方針を表明 |
| 金融機関 | 三菱UFJフィナンシャル・グループ | 2019年5月、新設の石炭火力発電への投融資を原則として実行しない方針を発表。同年10月、石炭火力発電所に関連した融資残高を2040年度までにゼロにする目標を発表 |
| | みずほフィナンシャルグループ | 2020年4月、新設の石炭火力発電への投融資を原則として実行しない方針を発表。石炭火力発電関連の融資残高を2030年度までに半減、2050年度にゼロにする目標を発表（その後残高ゼロを10年前倒しで実現する可能性について言及） |
| | 三井住友フィナンシャルグループ | 2020年4月、新設の石炭火力発電への投融資を原則として実行しない方針を発表。同年7月の統合報告書で2040年までに石炭火力発電関連の融資残高をゼロにする目標を発表 |
| | SOMPOホールディングス | 2020年9月、国内の石炭火力発電所に関する保険引受・投融資を原則実行しない方針を発表（※海外案件は含まれず） |
| | MS&ADインシュアランスグループホールディングス | 2020年9月、新設の石炭火力発電所に関する保険引受・投融資を原則実行しない方針を発表 |
| | 東京海上ホールディングス | 2020年10月、新設の石炭火力発電所に関する保険引受・投融資を原則実行しない方針を発表 |
| | 日本生命 | 2018年7月、国内外の石炭火力発電事業に投資しない方針を発表（報道ベース。その後、ESG投資の取り組み方針に同方針を明記） |
| | 第一生命 | 2018年5月、海外石炭火力発電事業への投融資を原則実施しない方針を発表（報道ベース。その後アニュアルレポートなどに明記） |
| 電力会社 | JETRA（東京電力と中部電力の折半出資により発足） | 2020年10月、効率の低い石炭火力発電所（超臨界以下）を2030年までに停止・廃止する方針を発表 |
| | Jパワー（電源開発） | 2020年10月、効率の低い石炭火力発電所を2030年までに段階的に廃止したり、建て替えを行う方針を発表 |
| 商社 | 丸紅 | 2018年9月、石炭火力発電事業を2030年までに半減させる方針を発表 |
| | 三井物産 | 2018年10月、燃料用石炭の新規開発事業からの撤退を発表。2020年10月、インドネシア、中国、マレーシア、モロッコの石炭事業を2030年までに売却する方針を発表 |
| | 住友商事 | 2019年8月、新規の石炭火力事業からの撤退、電力事業に関する石炭比率（持分発電容量ベース）を2035年に現在の5割から3割に引き下げる方針を発表 |
| | 三菱商事 | 2019年のESGデータブックで新規の石炭火力発電事業からの撤退、石炭火力事業の持分発電容量の削減を目指す方針を発表 |
| 電気機器メーカー | 東芝 | 2020年11月、石炭火力発電所の建設の受注を停止する方針を発表 |
| | 三菱パワー（2020年9月、三菱日立パワーシステムズから社名を変更） | 2020年9月、世界的な脱炭素の流れを受けた発電所の建設需要が減るなか、保守などのサービス売上比率を現在の4割から8割に引き上げる方針を発表（報道ベース） |

（注）各社の脱炭素に関する方針は発表後に改定されているものもある。
 （資料）首相官邸、各社ホームページ、各種報道を基に日本総合研究所作成

備が寿命を迎えるまでは石炭火力発電所への依存を続けること、②国内での導入が限られ

る再生可能エネルギーの輸出競争力の向上には一定の時間が必要であること、を踏まえる

と、わが国の電力インフラ輸出戦略は、短期では「低炭素」、中長期では「脱炭素」の姿勢で臨むことになる（図表42）。

今後、火力発電関連の輸出の軸足は新規石炭火力発電所から、既存の発電所の発電効率の向上や環境負荷の軽減につながる製品にシフトしていくと見込まれる。具体的には、高性能の排煙・脱硫・脱硝・集じん装置、既存設備のバイオマス混焼方式・USC・IGCCへの改造、廃熱・排熱を利用した発電装置などの分野での輸出拡大が期待される。

一方、太陽光発電や風力発電については、価格競争力の低い発電機器を輸出するのではなく、管理・運用・保守などを含めた発電システム全体および同発電に関連した金融サービス輸出の拡大に注目していくべきだろう。具体例としては、2019年7月に丸紅がUAEで稼働を開始した世界最大級の太陽光発電が挙げられる。同プロジェクトは同社が現地電力会社と中国の太陽光パネルメーカーと合弁会社を設立し、邦銀がプロジェクトファイナンスを組成し資金を提供する一方、中国製の太陽光パネルを提供する方式が取られている。

このような分野の輸出拡大に加え、中長期的には現在開発が進められている新技術を応用した機器の輸出拡大が予想される。

火力発電については、アンモニア混焼発電やIGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）といったUSC・IGCCよりも環境負荷の少ない

発電方式の実証実験が進められており、これらの技術を既存の発電所に応用していく動きも出てくるだろう。

また、2020年11月に開催された東アジアサミットでCO₂の回収・貯蔵にかかわるインフラ設備の普及に向けて各国が協力することで一致したこともあり、CCS/CCU/CCUS（注36）（Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage、CO₂の回収・有効利用・貯蔵設備）への関心も俄かに高まっている。日本CCS調査がNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）から受託した北海道苫小牧における実証実験で累計30万トンのCO₂の圧入を達成するなど一定の成果を取めている。今後は、圧入後のCO₂の動きを分析することが予定されている。また、導入コストの高さなどが課題として残るものの、ベースロード電源として引き続き一定程度を火力発電に依存せざるを得ないなかで環境改善に向けた取り組みを強化するには、CCUSの活用は不可欠であろう。なお、現在、北米を中心に各国で稼働しているCCSプロジェクトの大半は「CO₂-EOR（Enhanced Oil Recovery）」という、効率的な原油採掘に向けて地下の油層にCO₂を注入するものであり、空隙の多い帯水層にCO₂を貯蔵する方式のものは世界に数件しか存在しない（注37）。そのため、同分野で実証実験を重ねることで、わが国が同分野の国際競争力を高める余地は十分に残されている。

この他、20～30年単位で見れば老朽化し

図表42 日本の電力関連インフラ輸出の展望

| | 従来の注力分野 | 今後重要性が高まっていくと見込まれる分野 | | |
|-----------|--|---|--|--|
| | | 短期で実現可能な分野 (商用化されている分野) | 中長期で取り組む分野 (商用化に一段の技術開発が必要な分野) | |
| | | | 分野 | 実証実験などの動き |
| 火力 | 新規の石炭火力発電所の輸出 | 排煙・脱硫・脱硝・集じん装置の輸出 | 発電効率がUSCやIGCCよりも高く、環境負荷の少ない発電技術の既存発電所への導入(例:アンモニア混焼の技術、IGFC(石炭ガス化燃料電池複合発電)、水素ガスタービンなど) | 2020年3月、NEDO、IHI、JERA、丸紅、Woodside Energyなどがアンモニア混焼火力発電技術の研究事業を開始 |
| | | USC(超々臨界圧)、IGCC(石炭ガス化複合発電)、バイオマス混焼方式などの既存設備への導入 | | 2019年4月、NEDOと大崎クールジェン、IGFCの実証事業を開始 |
| | | 排熱・廃熱を利用する発電装置(コンバインドサイクル発電、コージェネレーション発電装置)の輸出 | CO ₂ の回収・有効利用・貯蔵設備の輸出 | 2020年5月、NEDO、川崎重工と大林組とともにドライNox水素専焼ガスタービンの技術実証試験を開始 |
| | | 一気通貫型(燃料受入設備、調達、発電所整備、発電・売電)のガス火力発電システムの輸出 | | 2019年11月、日本CCS調査、苫小牧のCCS実証実験事業で当初の目標としていた累計CO ₂ 圧入量30万トンを達成 |
| 原子力 | プラントの部品(例:タービン、冷却ポンプ、加圧器など)、管理・保守サービスの輸出 | 効率性の低い火力発電所の解体や原子力発電所の廃炉技術の輸出 | 福島第一原子力発電所の廃炉に向けた研究開発(2021年以降、燃料デブリの取り出しを開始予定) | |
| | | SMR(小型モジュール炉)の輸出 | 各企業による技術開発、JAEAによるデータ・知財の共有、国際研究への参画 | |
| 再生可能エネルギー | 太陽光 | 発電システムの輸出(発電機器単体を輸出するのではなく、それらを組み合わせた発電システムの輸出に注力する)、金融・保険サービスの輸出 | 太陽光発電装置を組み込まれた省エネ住宅・ビルの輸出 | ZEH(Net Zero Energy House)/ZEB(Net Zero Energy Building)の国際標準化に向けた取り組み |
| | 風力 | | 水深の浅い洋上に設置可能な発電装置の輸出(例:バージ型洋上風力発電機) | 2019年5月、NEDO、北九州市沖で日本初となるバージ型浮体式洋上風力発電システムの実証運転を開始 |
| | 水力 | 調査・設計サービス、水力発電設備、運用・管理サービスの輸出 | 環境負荷の少ない小規模水力発電の輸出 | 2019年4月、藤巻建設、長野県須坂市で小規模水力発電の実証事業を開始 |
| | 地熱 | 適地調査サービス、地熱発電機器の輸出 | 低温域でも発電可能な装置の輸出(例:地熱バイナリー発電) | 2020年7月、大林組、大分県でバイナリー発電機を利用した地熱発電の実証プラントの建設に着手 |
| | 新エネルギー | 水素関連設備・製品の輸出(水電解装置、水素ステーション、燃料電池自動車など) | 水素発電所の輸出 | 2020年6月、NEDO、国内研究機関やエネルギー企業と発電効率68%を実現する1,400℃級の水素発電技術の開発に着手 |
| 蓄電 | リチウム電池の輸出 | 次世代蓄電池(例:金属空気電池、ナトリウムイオン電池など)の輸出 | 2018年4月、NIMS(物質・材料研究機構)、ソフトバンクとリチウム空気電気の実用化に向けた連携を開始 | |
| 全般 | 発電関連設備の輸出 | 発電所のO&M(Operation & Maintenance、運用管理・保守点検)サービス市場への参入 | バーチャル・パワープラント | 2020年11月、東芝、ドイツのネクストクラフトベルケ(世界最大規模のVPP事業者)と新会社(東芝ネクストクラフトベルケ)を設立し、国内事業に着手する方針を発表 |
| | | 配電・小売市場への参入 | P2P電力取引のシステム輸出 | 2019年5月、Trende(東京電力のグループ会社)、トヨタ自動車、東京大学、ブロックチェーンを活用したP2P電力取引の共同実験を開始 |

(資料) NEDO、経済産業省、各社ホームページ、各種報道などを基に日本総合研究所作成

た火力発電所の廃炉需要なども拡大していくため、廃炉関連サービスをアジアに輸出していくことも想定される。

再生可能エネルギーの分野でも様々な取り組みが進められている。例えば太陽光発電の分野では、発電装置のみを輸出するのではなく、ZEH (Net Zero Energy House)・ZEB (Net Zero Energy Building) と呼ばれる太陽光発電装置などを組み込んだ省エネ住宅やビルの輸出を拡大していくことを目指している。そのため、官民連携のワーキンググループは国際標準化を通じた国際競争力の向上に向けて、諸外国でワークショップなどを開催している。ZEHやZEBの建設コストは通常の不動産よりも高く、省エネを通じた投資コストの回収に長い年月が必要であるため、省エネ性能の住宅・ビルの取得税や固定資産税に対する優遇措置の導入を輸出相手国側に働きかけていくことや、一段のエネルギー効率の改善を通じて投資回収期間の短縮化を図ることも輸出拡大にとって重要である。

また、現在の発電条件の制約の解消に向けた技術開発も進められている。例えば、風力発電では、バージ型洋上風力発電機器と呼ばれる、水深の浅い洋上に設置可能な発電装置の実証実験が2019年5月に北九州市沖で開始された。同発電形態は海底に設置した支持構造物に固定して発電する着床式の風力発電と比べても導入コストが低く、導入可能な海域が広いといったメリットを有しており、風力

発電の導入拡大のきっかけとなることが期待される。地熱発電についてはこれまでよりも低温域での発電を可能にするバイナリー発電の実証実験が進められている。水力発電についても、スケールメリットの小ささを理由にこれまで利用されていなかった水力の活用に向けて、環境負荷の小さい小規模水力発電の導入の実証実験が行われており、このような技術を将来的に海外に輸出していくことが想定される。

この他、再生可能エネルギー関連機器・サービスとともに蓄電池の輸出も拡大していく可能性が大きい。現在、わが国はリチウム電池の分野で高い国際競争力を有しているが、金属空気電池やナトリウムイオン電池などの次世代蓄電池を含めた開発も進められている。

さらに、このような製品・技術の輸出だけでなく、デジタル技術を活用した運用管理や保守サービスも輸出拡大ポテンシャルがある。VPPについては、2020年11月、東芝が世界最大規模のVPP事業者であるドイツ企業とともに新会社を設立し、国内でVPP事業を開始する方針を発表している。国内の導入に限られる分野では、本件のような競争力のある企業との協業や資本提携を通じて、ノウハウを蓄積していくことが検討され得る。P2P電力取引についても、東京電力のグループ会社であるTrendaがトヨタ自動車や東京大学と共同実験を開始するなど、実用化に向けた取り組みが進められている。

このようなサービス輸出の拡大は、デジタル技術の進歩だけでなく進出先国の法整備や送配電市場への外資規制の動向にも依存する。そのため、わが国政府は各国との協議を通じて、相手側に外資規制を取り除くよう促していくことが求められる。

- (注31) わが国のインフラ輸出政策の現状については、首相官邸 [2020a] [2020b] など参照。
- (注32) 現在、わが国は、①エネルギー安全保障・経済的合理性から石炭火力発電を選択せざるを得ないこと、②相手国側から日本の高効率火力発電への要請があること、③輸出国のエネルギー政策・気候変動策と整合性があること、④USC以上の発電装置を使用すること、の4要件を石炭火力発電の輸出要件として掲げている。プアン火力発電所についてはこれらの原則を満たしているが、小泉環境大臣は石炭火力発電所の新設が向こう数十年にわたって相手国の環境改善を困難にすることの他、日本が資金を提供する一方でアメリカ・中国企業が設計・調達・建設などを請負う構図を問題視している。
- (注33) RCEP、TPPなどの広域の通商交渉の場を活用し、電力インフラの輸出の在り方についての議論を深めていくことが検討され得る。
- (注34) 例えば、インドでは、高額紙幣の突然の廃止、企業対応が不十分な中でのGST（財・サービス税）の導入、厳格な排ガス規制の前倒し導入など、混乱を伴う大胆な制度変更が実施されており、同様に強引な脱石炭政策が実施される可能性がある。
- (注35) 足元の具体的な取り組みについては、グリーンアンモニアコンソーシアム [2020]、三菱パワー [2020]、経済産業省 [2020a] [2020b] [2020c]、原子力損害賠償・廃炉等支援機構 [2020d]
- (注36) CO₂の回収貯蔵技術と回収有効利用技術に分けて言及するときには「CCS」と「CCU」、両者をまとめて表現する場合には「CCUS」が使われる。
- (注37) 経済産業省 [2018b] を参照。

おわりに

SDGsへの認知度が広がるなか、わが国を含む各国政府や企業が環境保護に向けた野心的な目標を示したことは前向きに評価出来る。SDGsは、過去の取り組みの実績を基に

実現可能性の高い目標を設定するのではなく、まず壮大な目標を示し、それから目標達成に向けて必要な取り組みを逆算的に検討し、これまでにない取り組みを促すいわゆる「ムーンショット」型の目標設定がとられている。日本や中国のカーボンニュートラルやEV普及の目標についても、まず達成期限や数値目標を明確に示すことで、目標実現に必要なイノベーションを創出することを目指している。そのため、現時点でその実現可能性が担保されていないことを否定的に捉えるのではなく、どのようにしたら現状の課題を克服出来るかについて建設的な議論を展開していくことが望まれる。

再生可能エネルギーの導入に伴う投資や雇用の増加、健康リスクや自然災害リスクの低下といった中長期的のプラス影響を勘案することで、環境保護と経済成長の安易な二元論に陥らない建設的な議論が進むことを期待したい。

参考文献

(日本語)

1. 井上洋文 [2017]「中国の石炭火力の現状と今後の見直し」日本エネルギー経済研究所
<https://eneken.ieej.or.jp/data/7665.pdf>
2. 伊佐紫 [2017]「豪州の再生可能エネルギー政策」住友商事グローバルリサーチ 調査レポート
<https://www.scgr.co.jp/wp-content/uploads/2017/08/c7edfdac7e38155755ca6b0d30d906c5.pdf>
3. 環境省 [2016]「E3MEモデルおよびAIM/CGE [Japan] モデルの概要」第2回 税制全体のグリーン化推進検討会 参考資料
<https://www.env.go.jp/policy/tax/conf/conf01-11/ref01.pdf>
4. 熊谷章太郎 [2019]「見直しが進むタイの電力政策—新たな電力開発計画の3つのポイント—」日本総合研究所 Research Focus No.2018-046
<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/researchfocus/pdf/10938.pdf>
5. グリーンアンモニアコンソーシアム [2020]「燃料アンモニアバリューチェーン構築に向けた取組」第1回 燃料アンモニア導入官民協議会資料
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/nenryo_anmonia/pdf/001_05_00.pdf
6. 三菱パワー [2020]「水素ガスタービン 水素社会の実現に向けて」第2回2050年に向けたガス事業の在り方研究会
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/2050_gas_jigyo/pdf/002_07_00.pdf
7. 経済産業省 [2015]「長期エネルギー需給見直し」
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/#mitoshi
8. ——— [2018a]「第5次エネルギー基本計画」
https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/180703.pdf
9. ——— [2018b]「CCSを取り巻く状況」CCSの実証および調査事業のあり方に向けた有識者検討会資料
https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangii/ccs_jissho/pdf/001_05_00.pdf
10. ——— [2020a]「原子力イノベーションの追求」日本原子力学会秋の大会・安全部会企画セッション SMR等新炉の安全と安全規制について
http://www.aesj.or.jp/safety/1_Funaki_20200918.pdf
11. ——— [2020b]「インフラ海外展開懇談会 中間取りまとめ 参考資料」
<https://www.meti.go.jp/press/2020/05/20200521001/20200521001-2.pdf>
12. ——— [2020c]「FIP制度の詳細設計とアグリゲーションビジネスの更なる活性化」
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/019_01_00.pdf
13. 自然エネルギー財団 [2020]「アジアで進む脱石炭火力の動き」（「石炭火力発電輸出への公的支援に関する有識者ファクト検討会」提出資料）
<https://www.env.go.jp/earth/%E8%B3%87%E6%96%99%E7%BC%93%E7%BC%8D%E7%BC%94%E8%87%AA%E7%84%B6%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E8%B2%A1%E5%9B%A3%E6%8F%90%E5%87%BA%E8%B3%87%E6%96%99%E5%8F%8A%E3%81%B3%E8%B3%AA%E7%96%91%E5%9B%9E%E7%AD%94.pdf>
14. 首相官邸 [2020a]「インフラシステム輸出戦略（令和2年度改訂版）」
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keikyoku/dai47/siryoku3.pdf>
15. ——— [2020b]「インフラシステム海外展開戦略2025」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keikyoku/dai49/siryoku2.pdf>
16. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 [2016]「エネルギー発展「第13次5か年計画（2016～2020年）」（*中国発展による「能源发展“十三五”规划」の仮訳）
<https://www.nedo.go.jp/content/100903930.pdf>
17. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 [2018]「豪州のLNG開発の現状と課題」
https://oilgas-info.jogmec.go.jp/_res/projects/default_project/_page_001/007/650/20181122_Sydney.pdf
18. デロイトトーマツ [2018]「我が国の再生可能エネルギー産業の海外展開に関する調査報告書」経済産業省委託調査（平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査）
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H29FY/000562.pdf
19. ——— [2019]「諸外国のP2P電力取引に係る制度の詳細調査分析 調査報告書」経済産業省委託調査（平成30年度 電力市場環境調査）
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H30FY/000082.pdf
20. 日本原子力産業協会 [2020]「2019年の主な世界の原子力発電開発動向」
https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2020/03/world_nuclear_trend2019-1.pdf
21. 日本地熱協会 [2018]「わが国の地熱発電—現状と課題—」経済産業省 第39回 調達価格等算定委員会
https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/039_03_00.pdf
22. 堀井伸浩 [2019]「中国の再エネFIT制度見直し—巨額の社会的コストを隠蔽して導入継続—」国際環境経済研究所
<http://ieei.or.jp/2019/08/special201705011/>
23. 三菱総合研究所 [2017]「諸外国におけるバーチャルパワープラントの実態調査報告書」経済産業省委託調査（平成28年度国際エネルギー使用合理化等対策事業）
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H28FY/000583.pdf
24. ——— [2020]「令和元年度原子力の利用状況等に関する調査（海外における原子力政策等動向調査）実績報告書」経済産業省委託調査（令和元年度 原子力利用におけるリスク情報活用等の状況に関する調査事業）
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000012.pdf

(英語)

25. Basist, A. and Williams, C. [2020] "Monitoring the Quantity of Water Flowing Through the Mekong Basin Through Natural (Unimpeded) Conditions" Sustainable Infrastructure Partnership, Bangkok
https://558353b6-da87-4596-a181-b1f20782dd18.filesusr.com/ugd/81dff2_68504848510349d6a827c6a433122275.pdf?index=true
26. BREE(Bureau of Resources and Energy Economics, Department of Industry, Science, Energy and Resources) [2014] "Australian Energy Projections to 2049-50"
https://web.archive.org/awa/20161017165036mp_/http://www.industry.gov.au/Office-of-the-Chief-Economist/Publications/Documents/aep/aep-2014-v2.pdf
27. Ceylon Electricity Board[2018] "Long Term Generation Expansion Plan 2018-2037"
https://www.ceb.lk/front_img/img_reports/1532407706_CEB_LONG_TERM_GENERATION_EXPANSION_PLAN_2018-2037.pdf
28. Department of Energy (Philippines)[2017] "Energy Demand & Supply Outlook 2017-2040"
https://www.doe.gov.ph/sites/default/files/pdf/pep/pep_volume_1_energy_demand_supply_outlook.pdf
29. Energy Commission (Malaysia) [2020] "Report on Peninsular Malaysia Generation Development Plan 2019 (2020-2030)"
[https://www.st.gov.my/en/contents/files/download/169/REPORT_ON_PENINSULAR_MALAYSIA_GENERATION_DEVELOPMENT_PLAN_2019_\(2020_%E2%80%932030\).pdf](https://www.st.gov.my/en/contents/files/download/169/REPORT_ON_PENINSULAR_MALAYSIA_GENERATION_DEVELOPMENT_PLAN_2019_(2020_%E2%80%932030).pdf)
30. Environment Bureau(Hong Kong)[2017] "Hong Kong's Climate Action Plan 2030+"
https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/HK_Climate_Action_Plan_2030%2B_booklet_En.pdf
31. ERIA(Economic Research Institute for ASEAN and East Asia)[2019] "Cambodia Basic Energy Plan"
https://www.eria.org/uploads/media/CAMBODIA_BEP_Fullreport_1.pdf
32. Georgeta Soava, Anca Mehedintu, Mihaela Sterpu, Mircea Raduteanu[2018] "Impact of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from European Countries" Technological and Economic Development of Economy, 2018 Volume 24 Issue 3: pp.914-932
<http://journals.vgtu.lt/index.php/TEDE/article/download/1426/1136>
33. GIZ(Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)[2016] "Pakistan Energy Sector and Prospects for Business"
https://hamburg.hk24.de/Veranstaltung/Anlagen/VSDb/131017785/Pakistan_Business_Day_Khan.pdf
34. IEA(International Energy Agency)[2020] "World Energy Outlook 2020"
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>
35. IES(Intelligent Energy Systems)[2015] "Myanmar Energy Master Plan"
https://www.burmalibrary.org/docs22/2015-12-Myanmar_Energy_Master_Plan.pdf
36. IRENA(International Renewable Energy Agency)[2016] "Renewable Energy Benefits: Measuring The Economics"
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Measuring-the-Economics_2016.pdf
37. ——— [2020] "Renewable Power Generation Cost in 2019"
<https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>
38. Ministry of Economic Affairs (Taiwan)[2018] "The Electric Power Supply and Demand Report of Taiwan"
https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/main/content/wHandMenuFile.aspx?file_id=7047
39. Ministry of Energy and Mineral Resources, Indonesia [2019] "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT.PLN 2019-2028"
https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/5b16d-kepmen-esdm-no.-39-k-20-mem-2019-tentang-pengesahan-ruptl-pt-pln-2019-2028.pdf
40. Ministry of Business Innovation & Employment (New Zealand) [2020] "Accelerating Renewable Energy and Energy Efficiency: Release of Discussion Document"
<https://www.mbie.govt.nz/dmsdocument/11048-accelerating-renewable-energy-and-energy-efficiency-release-of-discussion-document-proactiverelease-pdf>
41. Ministry of Energy and Mines (Lao PDR) [2020] "Power Development Plan 2020-2030 of Lao PDR"
<http://usaidcleanpowerasia.aseanenergy.org/download/2839/>
42. Ministry of Power, Energy and Mineral Resources (Bangladesh)[2016] "Power System Master Plan 2016"
[https://powerdivision.portal.gov.bd/sites/default/files/files/powerdivision.portal.gov.bd/page/4f81bf4d_1180_4c53_b27c_8fa0eb11e2c1/\(E\)_FR_PSMP2016_Summary_revised.pdf](https://powerdivision.portal.gov.bd/sites/default/files/files/powerdivision.portal.gov.bd/page/4f81bf4d_1180_4c53_b27c_8fa0eb11e2c1/(E)_FR_PSMP2016_Summary_revised.pdf)
43. Ministry of Power (India)[2018] "National Electricity Plan 2018"
https://www.cea.nic.in/reports/committee/nep/nep_jan_2018.pdf
44. Stamatiou Ntanos, Michalis Skordoulis, Grigorios Kyriakopoulos, et al[2018] "Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from European Countries" MDPI
<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2626/pdf>

45. Venkatraja. B [2019] “Does renewable energy affect economic growth? Evidence from panel data estimation of BRIC countries”, International Journal of Sustainable Development & World Ecology, Volume 27, 2020, Issue 2 pp.107-113

46. WHO(World Health Organization)[2003] “Climate change and human health -risks and responses”
<https://www.who.int/globalchange/publications/climchange.pdf?ua=1>

本誌は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。
本誌は、作成日時時点で弊社が一般に信頼出来ると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を保証するものではありません。また、情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがありますので、ご了承ください。