

## 竜宮送電計画：日本を南北に貫く直流送電線建設の提案（改訂版）

(環境 NGO) 環境ウォッチ TOKYO 代表 牛島聡美  
プロジェクト座長 後藤敏彦



直流送電建設イメージ図（海底ケーブル利用）

### 1. 背景・目的・意義

世界で台風・山火事などの気象災害が多発している。日本でもここ数年、大きな気候災害が頻発している(注 1)。地球温暖化が進展すると、この悪影響・気象災害が大規模になると予想されている。

今年「パリ協定」の実施が始まる。また同協定や持続可能な開発目標 SDGs などを契機に、世界で地球温暖化対策・再生可能エネルギー転換が進んでいる。市場も、脱炭素・再生可能エネルギー利用を前提に大きく転換しつつある(注 2)。

世界の再生可能エネルギー電力のコストは火力発電のみかそれ以下に低下している(国際再生可能エネルギー機関 2018, 注 3)。しかし日本では普及が進まず価格も高い。

日本はさまざまな再生可能エネルギー資源に恵まれ、電力消費を大きく上回る膨大な再生可能エネルギー電力の供給可能性がある(注 4)が、その導入拡大が系統制約(送電線に接続できない)により進まない。現実には送電されていなくても、制度運用上空きがないとされている(注 5)。

海外では国際送電線も含め北米や欧州で拡張計画が多数あり(ENTSO-E, 2018)、中国

も地域内送電線の計画が多数ある。日本では地域内および地域間連系線の拡大計画はあるものの、これまでのところ限定的である(注6)。

再生可能エネルギー電力の普及は、地球温暖化対策、脱炭素の主要対策のひとつである。再生可能エネルギー普及で北海道・東北の風力発電、西日本の太陽光・風力発電を、関東・中部・近畿の大消費地とつなぐことができる。省エネによる電力消費の大幅削減や一極集中是正による電力消費の分散も大切だが、大消費地の電力需要にも現実的に対応しなければならない。

また、今後、コミュニティ内で再生可能エネルギーを相互融通、優先消費するにも、過不足の場合に系統に接続する抜本的な制度改革も必要であろう。

大容量の直流送電線が建設されれば、経済効果も大きい。

例えば風力適地での大規模な洋上風力発電等の建設を呼び起こすことになる。日本でも今後安くなる再生可能エネルギーで事業を行い企業の国際競争力を維持できる。世界の市場では脱炭素を求める方向がある。例えば、EU 委員会で排出ゼロ法案の中のカーボン・リーケッジを引き下げる国境炭素税(国境税調整措置、carbon border adjustment)(注7)についてパブリックコメントが募集された。このような脱炭素に向かう市場において、国際的サプライチェーンに留まるためには、日本においても RE 転換のためのインフラ投資は必須と思われる。

また化石燃料輸入費を大幅に削減できる(注8)。

地域からの光熱費流出防止、自治体や地元企業による再生可能エネルギー投資のみならず外部からの対策投資を得て地域企業が受注し地域経済活性化・地域雇用拡大、人口減防止が期待できる。

コロナショックをきっかけとする人類の持続可能性へのパラダイムシフトとして望ましいものの一つであろう。

直流送電線を使うことは、交流送電と比較して、以下の3つのメリットがある。

- (1) 送電ロスが小さいこと
- (2) 長距離では建設費が安いこと
- (3) 日本の電力では東西で周波数に相違があるが、直流送電ならこの差異は問題とならないこと。

これまでも広域送電に関して以下のように様々な提案がなされている。

- ① 西澤潤一は、直流送電技術を用い世界水力発電をグリッドでつなぐことを提案した(西澤, 2008)。
- ② 環境経営学会は、北海道から九州までの直流送電線を国費で建設することを提案した(環境経営学会, 2011)。
- ③ WWF ジャパンは、2050年再生可能エネルギー100%にむけた系統電力強化で、地域間連系線の大幅な強化を提案した(WWF ジャパン, 2013)。
- ④ 自然エネルギー財団は北東アジアと結ぶアジアスーパーグリッド構想を提案した(自然エネルギー財団等, 2014)(自然エネルギー財団, 2017, 2018, 2019)。
- ⑤ また、日本創世会議はアジア大洋州電力網構想を提案した(日本創世会議, 2011)。

本提案は、国内で北海道から九州までの直流送電線を国費で建設することとし、その費用、メリットなどを示す。

## 2. 提案

### 2.1 直流送電線の建設の概要

太平洋沿岸と日本海沿岸に北海道から九州まで計 2 本の直流送電線を建設し、直流交流変換機を用い、各域内の交流の高圧送電線と接続することを提案する。

なお、沖縄や離島については本州等と距離があることから今回はこの提案に入れていない。但し、米国ハワイ州が 2045 年までに再生可能エネルギー100%を州法で規定しているように離島独自に技術的に RE100 は可能と考えられる。災害対策としてのバッテリー設置や海洋権益保全も含め今後、議論していくことが望まれる。

- ・太平洋ルート：北海道から太平洋沿岸に海底ケーブルで南九州まで直流送電線を建設。  
距離約 2500km、送電容量 1000 万 kW、電圧 500kV で基本的に海底ケーブル（北海道内は一部陸上も）を引き、両端の北海道電力、九州電力の域内送電線、および途中の各域内送電線（東北、東京、中部、関西、四国、中国の 6 電力域内送電線）1 か所ずつ計 8 箇所て接続する。（図参照。500kV 未満の送電線に対しては減圧して接続する。）
- ・日本海ルート：北海道から日本海沿岸海底ケーブルで西九州まで直流送電線を建設。  
距離約 2500km、送電容量 1000 万 kW、電圧 500kV で基本的に海底ケーブル（北海道内は一部陸上も）を引き、両端の北海道電力、九州電力の域内送電線、および途中の各域内送電線（東北、東京、北陸、関西、中国の 5 電力域内送電線、なお東京電力は新潟間の送電線を有している）の 1 か所ずつ計 7 箇所て接続する。（図参照）
- ・なお、陸でも直流送電線を増設することは地域の再エネ促進などに有益であり、高速道路の下や鉄道網を利用して増設することも考えられる。

### 2.2 直流送電線建設費の大まかな推定

結論として、直流交流変換器、開閉所、変圧器などを入れ、合計約 24 兆円になる。

太平洋ルートも日本海ルートも、距離 2500 km、容量 1000 万 kW(10000MW, 10GW)、電圧 500kV で海底ケーブルを引き、太平洋側は両端 2 箇所と中間 6 か所(両端の北海道、九州以外に、東北、東京、中部、関西、中国、四国)と接続、日本海側は両端 2 箇所と中間 5 箇所（東北、東京、北陸、関西、中国)と接続する。

このおおまかな予算規模を、欧州の直流連系線単価が 17~40 万円/MWkm とされる実績のうちの最も高い単価 40 万円/MWkm を採用し、直流交流変換器等も最も高い 3660 万円/MW を採用し（単価は電力広域的運営推進機関, 2017) 試算する。

基幹の海底ケーブルと両端の直流交流変換器は太平洋側と日本海側あわせ距離約 5000km×10000MW×40 万円て約 20 兆円となる。

途中の直流交流変換器は、太平洋側は 6 か所、日本海側は 5 か所、計 11 箇所て、3660 万円/MW×11 箇所×10000MW=4 兆円となる。

この和、20 兆円+4 兆円=24 兆円と開閉所・変圧器て約 24 兆円になる(注 9)。

## 2.3 建設・経営・運営主体

この直流送電線の建設については国の基幹となるインフラストラクチャーとして位置づけ、国が行うことを提案する。これは、規模の大きさ、早急な建設の必要性、再生可能エネルギーの適地と電力大消費地の乖離の是正を図ることなどを目的としたインフラである（注 10）。

経営・運営は、上記の趣旨を反映した送電線運用ルールを定め、自治体や市民のアクセス権を保障しつつ、地域間送電運営に特化した企業を設立して委託するか、電力広域的運営推進機関などを強化して行うことを提案する。

## 3. 効果

・この地域間連系線建設と、域内送電線強化、送電線運用ルール確立により、再生可能エネルギー電力割合を早い時期に保守的に見て 10%以上、一定の出力抑制を前提にその 2 倍以上増加できる可能性(注 11)がある。将来的には増設等にもより RE100 も見通しが立つ。例えば日本の風力発電の可能性の 8 割を占める北海道・東北・中国・四国・九州の再生可能電力を地産地消するだけでなく、大消費地とむすび日本全体で再生可能エネルギー普及実現に大きく貢献する(注 4, 注 12)。また、電力の安定性が向上する。今後の電気自動車化で、さらに再生可能エネルギー・ニーズが高まることへの対応可能性がある。

・日本の化石燃料輸入金額、電気事業の燃料費を、年間 0.9～2.8 兆円削減する可能性がある(注 13)。

・風力発電などの建設が進むなどにより、例えば年あたり 1.4～2.8 兆円規模の民間投資拡大が十分見込める。電力システム制度を工夫することにより、再生可能エネルギー運営への地元参加、建設・運用に対する地元企業の受注可能性が広がる。これは後述の光熱費削減によりトータルに回収する(注 14)。

・地域の自給自立、地域電力グリッド、地産地消、コミュニティの可能性が開ける。現状では地域で大きな光熱費を支払い、その多くは地域外に流出しており、そのもととなる化石燃料費のほとんどは国外に流出している。地域の再生可能エネルギー投資と消費で、これを大きく削減し、さらに大消費地に売電することにより、お金を国内・地域で回すことが可能になる。自治体が都市公社、地域電力小売会社を設立し、地域の再生可能エネルギー電力を地域に供給すれば、これもお金を国内・地域で回すことが可能になる。

・洋上風力では魚礁効果があることも明らかであり、沿岸漁業活性化にも大いに貢献することが期待される。

## 注

注 1: 環境 NGO ジャーマンウォッチの気候リスク報告によれば 2018 年気象災害で日本は世界一だった(ジャーマンウォッチ, 2019)。

		死亡者 数[人]	人口 10 万 人あたり死 亡者数	被害総額 [百万ドル, 購買力平価]	GDP 比 被害額	人間開発 指数ラン キング
1	日本	1282	1.01	35839.34	0.64%	19
2	フィリピン	455	0.43	4547.27	0.48%	113
3	ドイツ	1246	1.50	5038.62	0.12%	5
4	マダガスカル	72	0.27	568.10	1.32%	161
5	インド	2081	0.16	37807.82	0.36%	130

注 2: パリ協定で気温上昇 2℃未満(工業化前から)が全体目標、1.5℃努力目標。さらに IPCC(気候変動に関する政府間パネル)「1.5℃特別報告書」(気候変動に関する政府間パネル, 2018)の後に「気温上昇 1.5℃未満」を目指す動きがさかん。2050 年排出ゼロ表明が 120 国と EU、都市は数百(climate ambition alliance, 2019)。企業は RE100 参加で再生可能エネルギー電力 100%を目指す世界の大手企業 230 社以上(RE100, 2020)。EU などは排出ゼロにむけた法律化を進め、国境炭素税も合意(欧州委員会, 2019.12.11、2020, 3.4、日本経済新聞, 2019.12.14)。日本企業も対策をしないと課税の対象となるおそれがある。さらに、市場が脱炭素・再生可能エネルギー100%に向かい、脱炭素化が新たな商業ルールになりつつある。再生可能エネルギー導入率が低い水準に留まれば、サプライチェーンから外されるなど、日本企業の世界でのビジネス展開を困難にするおそれがある(外務省気候変動に関する有識者会合, 2018)。

注 3: 国連再生可能エネルギー機関のまとめでは、再生可能エネルギー電力の発電コストは、2018 年の平均で太陽光約 9 円/kWh、陸上風力約 6 円/kWh、洋上風力約 14 円/kWh、バイオマス、地熱、水力は約 5~8 円/kWh である。これは火力の発電コスト約 5~18 円/kWh の範囲にあり、洋上風力は平均程度、それ以外は安い部類に位置する(国際再生可能エネルギー機関, 2019)。最近の再生可能エネルギー電力入札ではさらに安いものが出ている。日本企業の競争相手はこうした安い再生可能エネルギー電力を使い、環境負荷の小ささをアピールし、かつコストも有利に事業を展開している。

注 4: 環境省の調査で、日本の再生可能エネルギー電力のうち、風力のポテンシャル(国立公園内など地理的土地利用制約を除いたもの)だけでも約 5 兆 kWh、現在の日本の発電量の約 5 倍の可能性がある(環境省, 2011, 2016)。しかも北海道、東北、中国、四国、九州の 5 地域に大きなポテンシャルがあり、陸上風力は北海道だけで全体の半分以上、5 地域で 9 割近い。洋上風力も北海道だけで 3 割、5 地域で 8 割を占める(環境省, 2011, 2016)。但し大消費地から遠い。

注 5: 送電線空き容量問題は、送電線の一部は大型発電所が 1 基事故などで停止した時のために空けておくとしても、残りの容量について先着の大型発電所などが 1 年中発電することを前提にするなど柔軟性に欠ける制度運用で、実際には「空き」があっても「いっぱい」とされ、新設再生可能エネルギー発電所が送電線接続をまたされるなどの問題。安田らが具体的に試算している(安田・山家, 2017)。

注 6: 地域内送電線は、強化の方向で、費用負担の議論が開始された(経済産業省, 2019a)。地域間連系線は 2019 年に北海道電力～東北電力の地域間連系線が 60 万 kW から 90 万 kW に強化され、東北電力～東京電力の地域間連系線は現在の 550 万 kW から 2028 年に 1028 万 kW に、東京電力～中部電力の地域間連系線は現在の 210 万 kW から 2028 年に 300 万 kW に拡大予定である(経済産業省, 2012, 電力広域的運営推進機関, 2019, 数字はいずれも人為的に定めた運用容量で、熱容量(物理的容量)はもっと大きい)。2020 年 1 月現在判明している分ではこれ以外は、北海道～東北はその後もほぼ同規模の拡大検討議論があるものの、他は地域連系線拡張の定まった計画がない。

注 7: EU は脱炭素にむけた法案の中で国境炭素税(または国境税調整措置 Carbon Border Adjustment Mechanism)を提案(欧州委員会, 2019, 欧州委員会, 2020, 日本経済新聞, 2019)。国境炭素税は、カーボンリーケージ防止のため、炭素税・炭素価格政策のない国からの輸入、あるいは単位当たりの CO<sub>2</sub> 排出量の大きな商品の輸入に課税する政策。

カーボンリーケージとは炭素の「漏れ」の意味で、1 国だけで対策をとっても国際貿易があるため、国境税調整などの措置を行わないと炭素税などの政策を採らずに化石燃料浪費のままの国からの輸入増加で対策効果が減少すること。

注 8: 日本の化石燃料輸入金額は 2018 年度に約 19 兆円(財務省, 2019)。

注 9: なお、単価 40 万円/MWkm の送電線は、送電線部分と変電設備(直流交流変換)部分の単価が明らかでない。各単価が明らかでないもので試算すると、送電線の最大単価 18.5 万円/MWkm、変電設備の最大単価 3660 万円/MW を用い、送電線建設費は

$$18.5[\text{万円/MWkm}] \times 2500\text{km} \times 10000[\text{MW}] \times 2[\text{本}] = 9.3 \text{ 兆円}$$

であり、変電設備建設費は

$$3660[\text{万円/MW}] \times 10000[\text{MW}] \times 15[\text{個}] = 5.5 \text{ 兆円}$$

であり、あわせて 9.3 兆円+5.5 兆円=約 15 兆円になる。

注 10: 最近では民間活用もあるが基本的に公的建設・運営のインフラとして上水道、下水道などがあり、かつては通信も公社運営だった。上水道は、全管路延長約 67 万 km、年間投資額約 1 兆円(厚生労働省, 2017) 下水道は全管路延長約 48 万 km、

予算は国費で年間約 2 兆円（国土交通省, 2019a, 2019b）である。

交通では、基本的に公的建設・管理されるインフラに道路、港湾、空港などがある。高速道路は国が所有、運営は国策会社に委嘱する上下分離方式をとっている。現在は民間建設・運営の多い鉄道も、線路等を公的に建設、運営は民間という上下分離方式がある。

注 11: 当該送電線に接続する再生可能エネルギー電力として、保守的に見て送電線設備容量にあわせ、東日本で陸上風力と洋上風力各 1000 万 kW、西日本で陸上風力と洋上風力各 1000 万 kW、計 4000 万 kW を新たに建設し地域内送電線を経て直流送電線に接続し消費地に送る場合、設備利用率を環境省調査（環境省, 2016）の陸上（平均風速 6m/s 以上）、洋上は着床式（同 7m/s 以上）、浮体式は（同 7.5m/s 以上）の設備利用率平均から求め先の設備の発電量を試算すると、約 1200 億 kWh の再生可能エネルギー電力が新たに得られる。これは 2018 年度の日本の発電量 1 兆 471 億 kWh（経済産業省, 2019b、自家発を含む）の約 12%に相当する。またこれを経済産業省総合資源エネルギー調査会長期エネルギー需給見通しの 2030 年再生可能エネルギー電力割合想定 22~24%に単純に加算すると 34~36%になる。以上の試算は接続する再生可能エネルギー設備容量を送電線容量にあわせた場合である。陸上風力発電の設備利用率が 30%であることを考えると、一定の出力抑制を前提にその 2 倍以上の発電所を建設・接続できる可能性がある。仮に 2 倍（2018 年度発電量の約 23%）とすると、長期エネルギー需給見通し 2030 年想定に単純加算し再生可能エネルギー電力割合は 45~47%になる。加えて域内消費も考えれば、かなりの割合を再生可能エネルギーでまかなえる可能性がある。なお、送電線の運用として、熱容量（物理的容量）の半分を空けるなど大きな余裕をもち運用する考え方もある。こういう運用の場合は送電線の追加建設を考慮することができる。

注 12: 太陽光発電については、九州電力内で 2018 年秋から太陽光出力調整が頻発している（九州電力送配電, 2020）。連系線建設でこれを大消費地・大都市へ送電可能にする。なお、この 1 方向だけでなく、各地域の需給でばらつきが出た時に相互融通し、火力発電をおさえ、再生可能エネルギー電力の出力抑制を抑え有効利用することなども可能になる。

注 13: 日本の化石燃料輸入金額は 2018 年度に約 19 兆円（財務省, 2019）。発電用化石燃料単価は化石燃料輸入単価に近いとみられるので、以下発電用燃料費で試算する。2010~2015 年度の 10 電力の燃料費は年間 3.7~7.7 兆円、2015 年度の 10 電力の燃料費は 4.5 兆円、同じ 2015 年度の 10 電力の火力発電量は 5970 億 kWh である（電気事業連合会, 2016）。再生可能エネルギー導入で必ずしも 10 電力の火力だけが減るわけではないが、2015 年度の 10 電力の燃料費と比較し、注 9 の下位（保守的想定）でこの送電線で追加できる再生可能エネルギー電力約 1200 億 kWh を得て、保守的に見て石炭・石油・天然ガス火力を同率減らしたとして、

10 電力の化石燃料費約 9000 億円を削減できる。2013 年度単価で試算すると約 1.4 兆円の削減になる。また注 9 の上位でこの 2 倍の 2400 億 kWh の再生可能エネルギー電力を得て火力発電電力を削減した場合、10 電力の燃料費を 2015 年度単価で年あたり 1.8 兆円、2013 年度単価で年あたり 2.8 兆円削減できる。

注 14: 経済産業省総合資源エネルギー調査会コスト等検証 WG 報告レビューシート(総合資源エネルギー調査会, 2014)で、国際価格収斂ケースで 2030 年の陸上風力の発電コストが約 8 円/kWh(ここで設備利用率は同デフォルト値 20%でなく、環境省(2016)で風速 6m/s 以上と設定)、洋上風力は 14 円/kWh(ここで設備利用率は同デフォルト値 30%でなく、環境省(2016)で着床式は風速 7.0m/s 以上、浮体式は 7.5m/s 以上の平均を設定。なお、2018 年段階の国際価格は陸上風力約 6 円/kWh、洋上風力は約 14 円/kWh まで下がりさらに低下が予想される(国際再生可能エネルギー機関, 2019))。陸上風力、洋上風力とも先の審議会試算値をもとに、発電事業者は当該発電コスト程度の収入を得るとすると、当該送電線の設備容量にあわせた風力発電建設で得られる電力約 1200 億 kWh の売電収入は 1.3 兆円/年(20 年で 26 兆円)。一定の出力抑制を前提にその 2 倍の設備を建設すれば 2 倍の発電量を得る可能性があり売電収入も 2.6 兆円/年(20 年で 52 兆円) 拡大する。地域主体中心に投資すれば売電収入も地元中心になる。

また、設備投資費は、コスト等検証 WG 報告書(総合資源エネルギー調査会, 2014)にならい 2020 年から 2030 年にかけて低下すると想定すると、当該送電線の設備容量にあわせた陸上風力・洋上風力建設費はあわせて約 10 年で約 14 兆円(年あたり 1.4 兆円)になる。一定の出力抑制を前提にその 2 倍の設備を建設すれば建設費は 10 年で約 28 兆円(年あたり 2.8 兆円)になる。

設備投資費約 14 兆円、運転維持費年間約 5000 億円、20 年で約 10 兆円((総合資源エネルギー調査会, 2014)の運転維持費単価から試算)はいずれも支出であるが、国内産業、地域産業が受注すれば国・地域の売上になる。仮に設備費の国内企業受注割合を 50%、運転維持費は 90%とすると、国内受注は 20 年間で 16 兆円(年間約 8000 億円)になる。また先述の通り当該送電線で追加可能性のある再生可能エネルギー電力による化石燃料費削減は年間約 9000 億円になり、単価が変わらないとしても 20 年間で 18 兆円になる。

先に仮定した 4000 万 kW の風力発電は、風力のポテンシャルの 2%に相当、またその 2 倍以上を建設したとしても、ポテンシャルと比較して十分な余裕がある。



## 参考文献

- Climate Ambition Alliance(2019)  
<https://cop25.mma.gob.cl/en/climate-ambition-alliance/>
- ENTSO-E(2018): TYNDP 2018-Europe's Network Development Plan to 2025, 2030 and 2040,  
<https://new-design--ee-tyndp-primary.netlify.com/tyndp2018/projects/>
- RE100(2020):RE100 加盟企業  
<http://there100.org/companies>
- WWF ジャパン(2013),「脱炭素に向けたエネルギーシナリオ提案」〈電力系統編〉  
<https://www.wwf.or.jp/activities/activity/1763.html>
- 外務省気候変動に関する有識者会合(2018):「エネルギーに関する提言、気候変動対策で世界を先導する新しいエネルギー外交の推進を」,2018.
- 欧州委員会 European commission(2019): The European Green Deal  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>
- 欧州委員会 European commission(2020): Committing to climate-neutrality by 2050: Commission proposes European Climate Law and consults on the European Climate Pact  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_20\\_335](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_335)
- 環境経営学会(2011):「緊急提言」  
<https://www.sustainability-fj.org/pdf/110408.pdf>
- 環境省(2011):「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」,2011.
- 環境省(2016):「平成 27 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」,2016.
- 気候変動に関する政府間パネル IPCC(2018): 1.5 度特別報告書,2018.  
[http://www.env.go.jp/earth/ipcc/special\\_reports/sr1-5c\\_spm.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ipcc/special_reports/sr1-5c_spm.pdf)
- 九州電力送配電(2020):「再生可能エネルギー出力制御見通し」,2020.  
[https://www.kyuden.co.jp/td\\_power\\_usages/pc.html](https://www.kyuden.co.jp/td_power_usages/pc.html)
- 経済産業省(2012):地域間連系線等の強化に関するマスタープラン中間報告書.
- 経済産業省(2019a):総合資源エネルギー調査会基本政策分科会持続可能な電力システム構築小委員会中間とりまとめ,2019.
- 経済産業省(2019b):総合エネルギー統計,2018 年度エネルギー需給実績,2019.
- 厚生労働省(2017):最近の水道行政について  
<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000203990.pdf>
- 国際再生可能エネルギー機関 IRENA(2019):Renewable Power Generation Costs in 2018,2019.  
<https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>

- 国土交通省(2019a):下水道の維持管理  
[http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd\\_sewerage\\_tk\\_000135.html](http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000135.html)
- 国土交通省(2019b):平成31年度下水道予算の概要  
<https://www.mlit.go.jp/common/001280992.pdf>
- 財務省(2019):貿易統計
- 自然エネルギー財団等(2014): アジアスーパーグリッドに関するレポート GOBITEC AND ASIAN SUPER GRID FOR RENEWABLE ENERGIES IN NORTHEAST ASIA  
[https://www.renewable-ei.org/images/pdf/20140124/Gobitec\\_and\\_ASG\\_report\\_ENG\\_BOOK\\_final.pdf](https://www.renewable-ei.org/images/pdf/20140124/Gobitec_and_ASG_report_ENG_BOOK_final.pdf)
- 自然エネルギー財団(2017):「アジア国際送電網研究会 中間報告書」  
<https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20170419.html>
- 自然エネルギー財団(2018):「アジア国際送電網研究会第2次報告書」.  
[https://www.renewable-ei.org/activities/reports/img/20180614/20180614\\_ASG\\_SecondReport\\_JP.pdf](https://www.renewable-ei.org/activities/reports/img/20180614/20180614_ASG_SecondReport_JP.pdf)
- 自然エネルギー財団(2019):「アジア国際送電網研究会第3次報告書」.  
<https://www.renewable-ei.org/activities/reports/20190731.php>
- ジャーマンウォッチ(2019): GLOBAL CLIMATE RISK INDEX 2020, 2019.  
<https://germanwatch.org/en/17307>
- 総合資源エネルギー調査会(2014):総合資源エネルギー調査会発電コスト等検証ワーキンググループ報告書、レビューシート, 2014.
- 電気事業連合会(2016):「電気事業便覧平成28年版」, 2016.
- 電力広域的運営推進機関(2017)「広域系統長期方針参考資料」, 2017.
- 電力広域的運営推進機関(2019)「2019~2028年度の連系線の運用容量(年間計画・長期計画)」, 2019.
- 日本経済新聞(2019), 2019. 12. 14
- 西澤潤一(2008): 西澤潤一編著「環境・資源・エネルギー問題解決のための独創エネルギー工学」, 講談社, 2008.
- 日本創世会議(2011):「提言「アジア大洋州電力網(エネルギー版TPP)構想の実現を」 <http://www.policycouncil.jp/pdf/prop01/siryol.pdf>
- 安田・山家(2019):「送電線に「空容量」は本当にないのか?」  
[http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable\\_energy/occasionalpapers/occasionalpapersno45](http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/occasionalpapers/occasionalpapersno45)

以上