

再生可能エネルギーの奔流

～最大限導入への課題～



京都大学大学院経済学研究科

特任教授

山家 公雄

海外では、再生可能エネルギー発電はコスト低下が進み、すでに火力発電よりも安い地域が多くなっている。パリ協定を受けて120を超える国や地域が2050年実質ゼロカーボン宣言しているが、背景には風力・太陽光発電のコスト低下がある。日本でも、再エネへの評価は高まってきている。2018年7月に公表された第5次エネルギー基本計画では、再エネは「主力電源」という言葉が使用されたが、2020年12月25日に発表された「グリーン成長戦略」では、「最大限導入」とランクアップし、2050年電力消費の5～6割を目指すとなっている。本稿では、日本の再エネ普及を巡る現状を整理し、主役になるために克服すべき課題について考察する。

1. 日本の再エネ普及を巡る経緯と現状

(1) 大きく遅れる再エネ普及

日本の再エネ普及は進んでいない。再エネ電力シェアをみると、EUがすでに4割弱であるのに対し、日本は18%にとどまっている（図表1）。うち8%は電気の歴史とともにある水力であり、これを除くと10%にすぎない。周回遅れといわれる所以である。日本は、実は再エネ資源に恵まれている。著名な環境学者エイ

図表1 2030年の自然エネルギー電力目標（2019年実績）

スペイン	74% (37%)
ドイツ	65% (42%)
イタリア	55% (35%)
フランス	40% (20%)
EU	57% (35%)
カリフォルニア州	60% (53%)
ニューヨーク州	70% (29%)
日本	22～24% (18%)

出所：自然エネルギー財団HP

モリー・ロビンス氏はドイツの9倍賦存すると試算している。

普及してこなかったのは、再エネ推進の政策意志に欠けていたからである。エネルギー政策の目的は3E（Energy-Security安定供給、Environment環境、Energy-Efficiency経済効率）+S（Safety安全）であるが、筆頭に位置する安定供給とは安定的な資源輸入のことであり、国産資源はほぼゼロとされていた。原子力は3Eすべてを満たすベースロード電源でエネルギー政策の骨格とされた。原子力に火力発電を加えた供給体制を前提に関連のサプライチェーンが構築されていた日本では、国産資源である再エネが新たに参入することは難しかった。潜在力が膨大でコストが低い風力は特に抑制されてきた。

(2) 3.11後も立ち足る既存システムの壁

地球温暖化問題の高まりを受けて、日本も1990年代後半より再エネ普及策を講ずるようになった。2003年には本格的な再エネ推進策として、電力会社の販売電力量の一定割合を再エネとするRPS（Renewables Portfolio Standard）制度を導入した。しかし、再エネの割合は1.35%と低い水準であり「再エネを普及させない制度」と言われた。転機になったのは、2011年の3.11東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故であり、再エネへの期待が一気に高まった。2012年7月には、EUで実績のある固定価格買取制度（FIT：Feed in Tariff）が導入された。

しかし、旧一般電気事業者（旧一電）を中核とする従来型システム、サプライチェーンは強固であり、漸進的なステップが踏まれた。日本では3年ごとに策定されるエネルギー基本計画にて長期的包括的な目標が定められるが、2015年の第4次計画にて、2030年断面的電源ミックスが示され、再エネは22～24%とされた。2018年の第5次計画でも同じ数字が踏襲され、現在に至っている。これは抑制された数字であり、この間EUとの格差は大きく拡大した。

(3) FIT効果に水を差した送電制約

このような環境下、FITをドライバーとする再エネ推進は行き詰まった。送電線容量が不足したという理由で、系統への接続拒否が相次いだのである。2016年5月に風力資源が豊富な北東北3県で送電線の空き容量がゼロとなった。これは超保守的な系統運用の考え方を前提に判断されており、欧米流の時々刻々の潮流（電気の流れ）試算と混雑を容認・制御する運用をすれば、実質空いているのである。その後、「日本版コネクト&マネージ」の規制緩和により、少しずつ空き容量が捻出されていったが、旧一電などの守旧派は国民負担、系統制約を利用して再エネ導入量を制御してきたといえる。

(4) 温暖化対策・産業転換が遅れ、追い込まれた日本

こうした状況は長く続かない。パリ協定の実行や投資家などの温暖化への危機意識、そして急速な再エネコスト低下と普及により、日本政府、特に日本企業は追い込まれていった。脱炭素実行なしにはグローバルな経済活動に支障をきたすことが明確になってきたのだ。その結果、再エネ調達が異常に困難な国内拠点の存続が危惧されるようになった。また、既存サプライチェーンの一面を担ってきた大企業、特に重電メーカーが古くなった既存システムとともに急速に沈んでいった。同時に、再エネ技術は世界の後塵を拝するようになった。かつて世界上位を独占していた太陽光パネルメーカーは中国メーカーに駆逐され、風車メー

カーは消滅した。

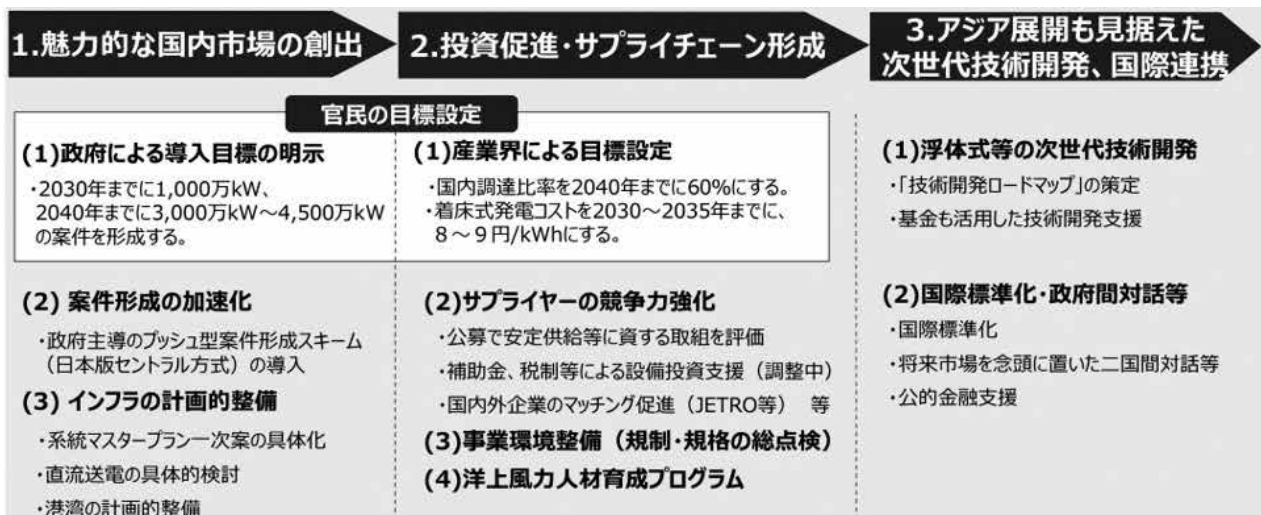
2. 2050年カーボンニュートラルのインパクトと課題

(1) 評価された2050年ゼロカーボン宣言

しびれを切らすように産業界から脱炭素、再エネ推進の提言が出始めた。2020年10月26日、菅総理大臣は所信表明演説にて「2050年カーボンニュートラル」を宣言する。2カ月後の12月25日には「グリーン成長戦略」を策定し、14領域の選定・ロードマップ提示、そして財政措置を含む総合的な支援策が盛り込まれた。主役は再エネである。参考値と断ってはいるが、2050年の電力シェアとして再エネ5～6割を提示、14の領域で唯一具体性が認められる洋上風力を筆頭に位置付けている。

菅総理のカーボンニュートラル宣言には伏線があった。2020年7月2日に、梶山経済産業大臣は「非効率な石炭火力のフェードアウト」「送電線にかかる先着優先ルール見直し」発言を行った。後者は、系統運用を抜本的に変え、発電事業を真に自由化することを意味する。7月17日には第1回洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会が開催され、2030年10GW、2040年30～45GWの開発目標値が示されるとともに、国産調達率6割のサプライチェーン整備、8～9円/kWhへコストを下げる決意が表明された（図表2）。環境政策、エネルギー政策、産業政策を統合する骨太方針であるが、原子力・火力で構築された既存サプライチェーンから洋上風力の新サプライチェーンへの転

図表2 洋上風力の産業競争力強化に向けた基本戦略



出所：洋上風力産業ビジョン（第1次）12/15/2020

換を意味するものである。12月15日の第2回官民協議会にて「洋上風力産業ビジョン（第1次）」として取りまとめられ、25日のグリーン成長戦略の主演としてエンドースされた。

(2) 不透明な本気度：低い再エネ比率 非連続イノベーション依存

しかし、「再エネ最大限導入」ひいてはカーボンニュートラルの本気度は、まだ不透明である。5～6割は低い水準で、残りの4～5割は未確立技術への期待に拠っている。再エネ以外は小型原子力、水素発電、アンモニア発電、CCUSであり、今後の技術開発、コスト低下に大きく依存している。政府は、まず2050年の大枠を固めたうえで2030年目標値を決めようとしているようだ。将来の姿から近時点に逆照射する方法は間違っていないが、足元やここ10年間で必ず達成し得る方策は曖昧になる懸念がある。温室効果ガス削減はスピードが重要になる。「ここ10年が勝負」が常識であるが、まだふらついている印象を受ける。

(3) EUはどうして再エネ普及を 実現できたのか

筆者は、5～6割という再エネ電力割合は低いと思っている。EUは2030年断面で65%程度になる。EUの削減目標は少なくとも55%であるが、同率の目標を法定しているドイツでは2030年の再エネ電力比率は65%である。再エネ由来電力を大量につくり、余剰の低コスト電力でグリーン水素を生産・利用するのがEUの戦略である。

EUはどうして再エネ普及を実現できたのか。各地の炭鉱、北海油・ガス田などエネルギー資源が多く、資源メジャーも存在する欧州において既存サプライチェーン（既得権益）を抑えて、再エネ主力化を実現できたのであろうか。温室効果ガス削減、再エネ主力化という政策の意志が強かったというほかはない。京都議定書第1期間では削減目標2010年8%、第2期間では2020年20%、パリ協定では2030年55%（当初案は40%）へ引き上げている。

環境だけではない。国産（域内）資源活用によるエネルギー安全保障確立も大きな目的である。中東の石油、ロシアの天然ガスへの依存を減らし、新たな技術を先んじて開発し、産業化し、輸出することも重視している。

EUは再エネ推進策としてFITを導入するが、併せ

て系統接続、給電、コスト負担などにおいて再エネを優先するルールを規則などに明記した。ガス、電力の自由化やインフラ整備も真剣に取り組んだ。効率的な資源配分を進めるとともに、新技術である再エネが普及する基盤を整備してきた。日本が再エネを最大限導入できるか、ひいてはゼロカーボンを実現できるかについて、EUの戦略が参考になる。

3. 「再エネ短観」からみる現状と 最大限導入への課題

日本も、2050年カーボンニュートラルを宣言したが、再エネ最大限導入が達成のカギを握る。しかし、長期に及んだ停滞から一気にトップギアへの引き上げは可能なのだろうか。本節では、ここ1～2年の日本の再エネ普及を巡る情勢について、筆者独自の「再エネ短観」を基に再エネ推進の状況と課題について整理する。再エネ短観はユーザーニーズ、送電インフラ、電力市場、政策支援の4領域のトレンドから判断する。この半年間で生じた容量市場の高値約定と卸市場価格スパイクの2大事件により「電力市場」がダブルネガティブとなったが、それらは再エネ推進ひいてはゼロカーボン実現に向けて大きな懸念材料である。旧電力会社の市場支配力が背景にあり、この状況からの脱却が重要になる。

(1) 再エネ最大限導入を実現する4つの要件

筆者は、再エネ最大限化が実現するための要件は4つあると考えている。1つは、需要側の再エネ電力に対するニーズである。これは、パリ協定実行の影響を大きく受ける。次に、再エネ事業が成り立つことを担保する支援策である。新技術であり、既存技術と遜色ない水準にコストが下がるまでは、政策支援が必要になる。欧州や日本では固定価格買取制度（FIT）がその代表となる。

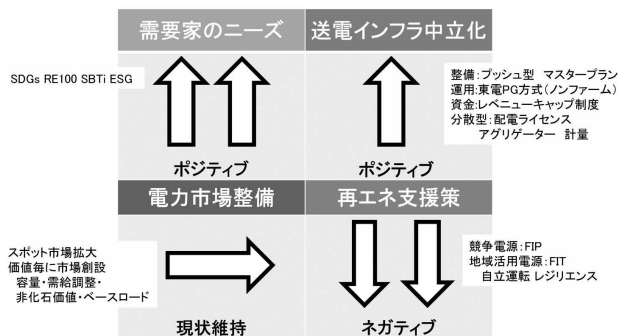
残りの2つは自由化実現に向けた環境整備であり、新しい技術である再エネにとっては必須条件となる。まずは送電インフラ整備である。送電事業者の中立化、送電線利用の公平化が不可欠となる。欧米では、1990年代後半に制度措置されたが、日本では送配電会社の法的分離は2020年度に実施された。先着優先ルールの見直しは2020年7月の梶山大臣発言でようやく具体的な検討が始まった。次に、電力卸取引市場の整備である。電力自由化時代になり、発電事業が競争になると、この経済性・効率性の判断は市場取引に委ねられ

る。卸取引所は発電事業者と小売事業者とが取引する場であり、透明性、非差別性、流動性、ガバナンスなどを備えていることが絶対条件となる。そこで決まる取引は参加者の誰もが納得し、価格は指標性をもつ。この卸取引市場を厚みがあり、信頼できるものに育てることが肝要となる。

(2) 再エネ短観①：2020年2月時点

さて、以上の4要件に関して、再エネ主力化を目指して打ち出されている対策や議論について、日銀短観よろしくポジティブ、ネガティブの方向・ベクトルを評価してみる。なお、これはトレンドであり絶対評価ではない。筆者は、「エネルギー供給強靱化法」の骨子が固まった2020年2月時点で、最初の評価を試みた(図表3)。以下で、簡潔に振り返る。

図表3 再エネ短観(2020年2月)：2020年改革



出所：山家公雄

① 需要側の再エネ電力ニーズは(↑↑)

まず、需要サイドの再エネ調達への意欲であるが、これは(↑↑)である。パリ協定の影響は大きく、グローバル企業を主にゼロエミッションへの意欲が強まり、国際的なイニシアチブであるRE100やSBTiに参加する法人企業が増加している。省エネに加えて再エネ調達は必須となった。

② 送電インフラ整備は(↑)

次に、送電インフラ整備であるが、先着優先ルールは存続し、送電線容量に制約がある。現在、この保守的ルールを緩める措置「日本版コネクト&マネージ」を実施し、空き容量を少しずつ捻出している。画期的なのは、東電パワーグリッド株式会社(東電PG)が「ノンファーム型接続」を開始したことである。これは、時々刻々の需給シミュレーションを行い、送電容量をオーバーする(混雑する)ときの出力抑制を条件に、

直ちに接続手続に入る方式である。わかりやすく透明性があり、欧米型の運用に近く、周回遅れを一気に解消し得るルールとして、早急な全国普及が期待される。

電力インフラの新設・増強についても進展があった。再エネ電力を常時利用のためにエリア間をつなぐ連系線や地内基幹送電線を整備する場合は、所要コストを全国で負担する仕組みの導入が決まった。インフラサービス供用側(送電会社、広域機関)が長期的なニーズを把握したうえであらかじめ計画を策定する方式(マスタープラン)への移行が決まった。このような状況を勘案すると、インフラサイドの改革は着実に進められており、短観は右肩上がり(↑)と評価した。

③ 電力市場整備は(⇒)

電力取引市場整備であるが、中核となる卸取引市場の割合が、全面自由化前の数%から3割程度まで上がってきた。ただし、内部取引の一部を取引所経由に移すグロスビディングは、実質相対取引であるとの評価もあり、額面通りには受け取りがたい。

またベースロード市場、容量市場、需給調整市場、非化石価値取引市場の開設が、2020年前後で相次いで実施あるいは計画されている。これらは、日本独特であり、また参加者や価格設定に制約があり、評価は難しい。和製・官製の市場が多く創設され、政府の裁量が残し、自由化の最重要ソフトインフラである卸取引所取引に縮小圧力が働くことが最大の懸念である。市場設計の際に、随所に火力発電などの既存設備への配慮がうかがわれ、新旧電源の新陳代謝が滞ることも懸念材料である。以上より、電力取引市場の短観は横ばい(⇒)と評価した。

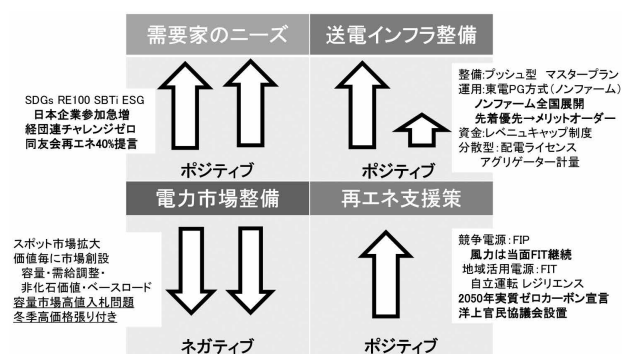
④ 再エネ支援策「FIT見直し」は(↓↓)

最後に、「再エネ支援策」であるが、ダブル下げ(↓↓)と評価した。2019年前後よりFIT見直しの議論が行われ、2019年12月12日に政府案が公表された。太陽光、風力など価格競争力が見込まれるとされる「競争電源」は、小規模事業を除いてFITからFIP(Feed-in Premium)へ移行するとされたが、太陽光以外は普及・成熟しているとはいえず、時期尚早と考える。一方、競争電源以外の再エネは地域活用電源として括られFIT継続となるが、自家消費、地域消費、防災への対応が認定条件とされる。条件次第だが、コスト増となるために投資が起らない懸念もある。ここまで開発事業者、投資家を不安にさせる制度案も珍しく、再エネ主力化の大義が忘れられているように思えた。

(3) 再エネ短観②：2021年2月時点

次に、現時点での評価である（図表4）。この1年間で梶山大臣発言、菅総理2050年実質ゼロカーボン宣言、容量市場の第1回入札、電力卸市場の大混乱など、大きな変化があった。

図表4 再エネ短観（2021年2月）：2050年ゼロカーボン宣言



(注) 2020/2時点から追記で、太字は+評価、下線部は-評価
出所: 山家公雄

① 需要側の再エネ電力ニーズは(↑↑)

需要サイドの再エネ調達への意欲であるが、引き続き(↑↑)である。日系グローバル企業の活動はますます活発化した。TCFDへの参加314社(1位)、SBTiへの参加75社(2位)、RE100への参加41社(2位)と急増している。

② インフラの中立化は(↑+)

次に、インフラの中立化であるが、最大のポイントは2020年7月3日の「先着優先ルール見直し」の梶山大臣発言である。混雑管理にメリットオーダー方式が採用され、再エネ優先の方向となる。「ノンファーム型接続」は、2021年度から全国で展開されることも決まった。

ここまでは、ダブルポジティブ(↑↑)であるが、経過措置として送電事業者判断による再給電方式で始めることとなった。また、ノンファーム型は、実際に実潮流試算が導入されるのか、不透明感が漂う。実潮流シミュレーションなどソフト面での遅れにより、キャッチアップに時間を要するのではと懸念する。

③ 電力市場整備は(↓↓)

電力取引市場整備であるが、中核となる卸取引市場の割合は3割程度まで上がっており、数字上は欧米との差は解消しつつある。ダブルネガティブとなるのは、

世界に例をみない市場混乱が半年の間に2回も生じたことによる。2020年9月に発表された第1回容量市場の入札結果は約定価格があり得ないような高値に決まった。電力料金への影響、新電力の経営問題、CO₂排出量が多く柔軟性に乏しい「廃止するはずの非効率石炭火力」への補助金支出、卸市場を介するFIT電源の魅力低下などを招くこととなった。何よりも、価格機能の要である卸市場を歪める懸念が高まった。

2020年12月下旬から2021年1月下旬にかけて、スポット価格が6~7円/kWhから最高251円までスパイクし、100円前後の水準が1カ月間にも及んだ。こうした「スポット価格高値張り付き」は聞いたことがない。市場価格が需給状況に機敏に反応しない、価格指標性が弱いことと相まって、市場の未整備を強く印象付けた。

河野行政改革担当大臣のもとで開催された再エネ規制タスクフォースでは、容量市場は「やり直しを含めた抜本的な見直し」を、卸市場は「設計の見直し」を勧告された。

④ 再エネ支援策「FIT見直し」は(↑)

最後に、「再エネ支援策」であるが、前回のダブルネガティブ(↓↓)からシングルポジティブ(↑)へと大きく改善した。前回低評価の要因であった、FIT制度見直しであるが、詳細設計の議論の中で、投資主体への配慮がみられた。風力は3年程度、事実上FIT制度が続く。小水力・バイオマスなどの地域活用電源のFIT認定要件はかなり緩和される。一方、太陽光は基本FIPへの移行となり、小規模事業のFIT価格も低くなった。コストは低下による自力再浮上が期待されるところである。

再エネ支援の範疇に取まらないが、2050年実質ゼロカーボン宣言、グリーン成長戦略にて洋上風力が最重要施策として具体的に位置付けられたことは、特筆に値する。2050年の参考値として再エネ電力割合が5~6割となったことは、現時点では一歩前進とも考えられる。

最後に日本政府が世界に公約した2050年カーボンニュートラルの達成は、再エネ最大限化の実現にかかっているといっても過言ではない。しかし、それは既存のシステムやサプライチェーンを変革することでもあり困難、痛みを伴う。再エネ普及が周回遅れとなった原因でもある。しかし、日本の再エネポテンシャルは大きく、変革・転換の意思が強ければ達成できる目標である。調整に時間がかかるが一度決断すると怒涛のように進む、という日本の特性に期待したい。