

## 風力発電の発展と普及に制約を及ぼす問題：中国と日本を事例として

張, 煥新

<https://doi.org/10.15017/1544146>

---

出版情報：地球社会統合科学研究. 2, pp.19-28, 2015-02-16. 九州大学大学院地球社会統合科学府  
バージョン：  
権利関係：

# 風力発電の発展と普及に制約を及ぼす問題

—中国と日本を事例として—

張 煥 新

## 1. はじめに

再生エネルギーの発展は、人類がこれから持続可能な文明社会を築くために不可欠な課題である。世界の多くの国ではその普及促進のための政策を行っている。日本では今まで、再生可能エネルギー開発利用は、新エネルギー開発利用という行政的枠組の中で進められてきた。最近になって再生可能エネルギーが独立した普及促進政策の対象となり、支援政策が充実してきたことは評価できるが、太陽光発電以外の事業は低迷している。2011年3月11日の福島原発事故以降、再生可能エネルギー普及にとって絶好のチャンスが到来している。原子力発電の大幅縮小が避けられなくなった状況のもとで、その穴埋めをする代替的な発電手段への需要が高まっており、とくに再生可能エネルギーが注目されている。電力需要ピーク時に供給が破綻しないように電力を供給できる新たな電力供給システムを、火力発電施設などをなるべく増やさずに構築するには、省エネ推進とともに、再生可能エネルギー利用の拡大が必要である。しかし日本における発展状況は、世界との比較で見るとかなり遅れている。

また、世界経済の急速な発展にしたがって、エネルギーの需要も高まってきたが、現在は伝統的な化石燃料、石油、石炭、天然ガスに依存している。また最近の石油、石炭、天然ガスの価格高騰や大気汚染物質（PM2.5）の増加などの問題は深刻化しつづけ、そして「世界で第一のエネルギー消費国、第一の石炭生産と消費国、第一の電力生産と消費国、第二のエネルギー生産国と石油消費国、アメリカに次ぐ、第二の石油輸入国」と呼ばれているエネルギー消費大国中国も世界各国からの巨大の圧力のもとで、再生可能エネルギーの促進について大変関心を持っている。ここで中国の温室効果ガス（メタン、亜酸化窒素、二酸化炭素）について簡単に述べたい。2012年〈中華人民共和国気候変化第二次国家情報通報〉<sup>2</sup>によると、1994年から2005年まで、中国の温室効果ガスは36.50億トン炭素当量から68.81億トン炭素当量までに増えた。2005年の温室効果ガスは74.67億トン炭素当

量であり、この内、二酸化炭素が一番多く、80.03%で59.76億トン占める。温室効果ガス急速な増加の状況の下で排出量を抑える目標も明らかになってきている。2009年12月7日～18日にデンマークのコペンハーゲンで第15回気候変動枠組条約締約国会議を開催され、主要論点は2013年以降の温室効果ガス削減目標となる。温暖化による被害を回避するために、2020年までに先進国において以下の表（1）に示すとおり、10%～40%を削減する目標が定められた。

（表1）.各国の2020年までの温室効果ガス削減目標値

国名：先進国	日本	アメリカ合衆国	カナダ	ロシア	EU	ノルウェー	オーストラリア	ニュージーランド
削減目標	25%	17%	17%	15%～25%	20%～30%	30%～40%	25%	10%～20%
国名：先進国	中国	インド	インドネシア	韓国	メキシコ	南アフリカ	ブラジル	シンガポール
削減目標	40%～45%	20%～25%	26%	30%	30%	34%	36%～39%	16%

出典：環境省地球環境局国際対策室資料<sup>3</sup>

この締約国会議の前の11月25日に國務院総理温家宝が國務院常務會議を招集した。自主的な目標として二酸化炭素排出量を「2020年までに2005年比で40%～45%削減すると発表した。しかも、「第十二次五ヶ年計画」および国民経済と社会発展の中長期計画の中に入れた」<sup>4</sup>。中国は資源と環境の二つの難問に囲まれた状況のもとで、太陽光発電を筆頭に、太陽熱利用、風力発電、バイオマス、地熱、波力などについて普及促進のための優遇政策を展開している。

各エネルギー源の中で、風力発電が技術面で成熟し、コストが相対的に低く、また商業化による大規模な応用の将来性ももっともあると考えられる。すべての発電方法は環境に影響をもたらすが再生可能エネルギーの影響は一番小さいといえる。

本論文においては、「再生可能エネルギーの主役としての風力発電」の普及を立ちはだかる障害について考察する。風力発電は量的に大きな潜在力を持ち、コストも再生可能エネルギーの中で比較的安価である。しかし幾

つかの難点を抱えているという現状もある。たとえば送電網が足りない問題、経済の問題、立地問題、環境問題などである。しかしこれらの障害を乗り越え、風力発電の普及促進を実現することはこれから生まれてくる将来世代に安全で安定した持続発展可能な環境を提供する上で必要である。

## 2. 風力発電の歴史と現状

### 2.1 風力利用の歴史

人類は数千年にわたっていろいろな形で風力のエネルギーを利用してきた。もっとも古い風力の利用は帆による船の推進である。そのあと12世紀からは粉挽き、揚水、灌漑などに用いられた。(表2)は風車の歴史を示したものである。

(表2). 世界の風力利用の歴史

古代	紀元前3600年ごろにはエジプトにおいて揚水用風車が使用されていたという記録が残っている。 <sup>5</sup> 紀元前3000年の風車の遺跡がアレキサンドリアにある。 <sup>6</sup> 脱穀や粉挽きに用いられていた。形はギリシャの島に残っているような帆風車である。
中世	10世紀になるとイスラム圏で開化し、ジンギスカンの遠征により中国に持ち帰られ天津風車となり、また、十字軍により広くヨーロッパに広がった。中国では、10世紀から13世紀に至る宋の時代に各地で相当数の風車が建てられた。ヨーロッパでは12世紀(風車の建設許可に関する1105年のフランスの書類がありイギリスの風車に関する1191年の報告がある) <sup>7</sup> から使用されている。18世紀の産業革命までは、風車が動力源として重要な位置を占めていた。特に有名なのはオランダ型風車である。
近代	19世紀末以降の風車は発電目的でも利用されるようになった。 1887年の7月イギリスのJ・ブライス <sup>8</sup> が垂直軸風車を用いて風力発電の実験を行っており、出力3kWの風車が発生した電力をバッテリーに蓄え照明に使用し、1914年まで25年間も使用された。 また、1887年～1888年にアメリカのオハイオ州クリーブランドでのブラシュが直径17mのロータからなる巨大な多翼風車で12kWの風力発電を行って350個の白熱電灯を点し、1908年まで20年間使われたとある。 デンマーク人のP・ラクールが風車の創始者であるという指摘も多いが、彼が風力発電に成功したのは1891年であるから、時系列的にはイギリスのブライスとアメリカのブラシュより遅いことになる。「ラクールはデンマーク風力発電組合を組織して風力発電による農村電化を体系的に行い、風力発電王国デンマークの基礎を築いたことから、「風力発電の創始者」あるいは「風力発電の父」と呼ばれるわけである」 <sup>9</sup> 。 また1924年にフィンランド人のS・サボニウスや1926年フランス人のG・ダリウスにより新型の風車が発明された。
現代	風車は大型化されている。今の主流はプロペラ型風車である。北欧やアメリカ、スペイン、インド、中国などにおいて盛んになっている。

出典：JWPA 日本風力発電協会[風の国へ・風車の歴史]と牛山泉の『風力発電の歴史』のデータより作成した

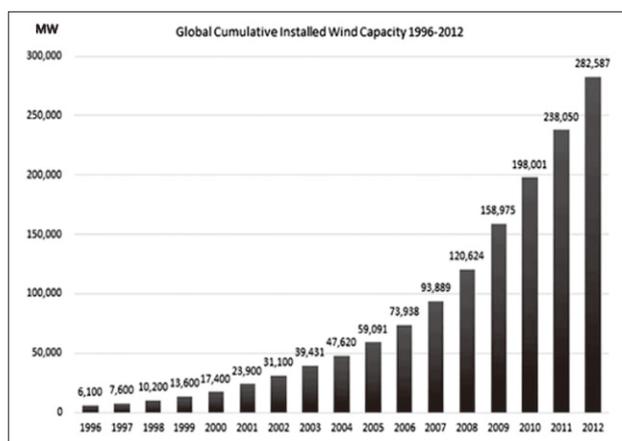
### 2.2 風力発電の現状

#### 世界での「風力発電の導入量の順位」<sup>10</sup>を述べる

世界風力エネルギー会議(GWEC)が毎年2月に前年分の各国風力発電の累計設備容量を公表している。風力発電は世界的に大規模な実用化が進んでおり、(グラフ1)に示しているとおり2013年発行のGlobal Wind 2012 Reportによると、世界の風力発電累計設備容量は、前年の238,050MWから282,587MWに達し、2011年比で18.7%が増加した。前年比20～30%超の伸び率を示し、順調に増加している。国別シェアから見たものが、(図1)である。2012年末まで総設備容量が多い国は、(図1)に示すように、a、中国が世界1位トップの26.7%(75,324MW)、アメリカが2位21.2%(60,007MW)、ドイツが3位11.1%

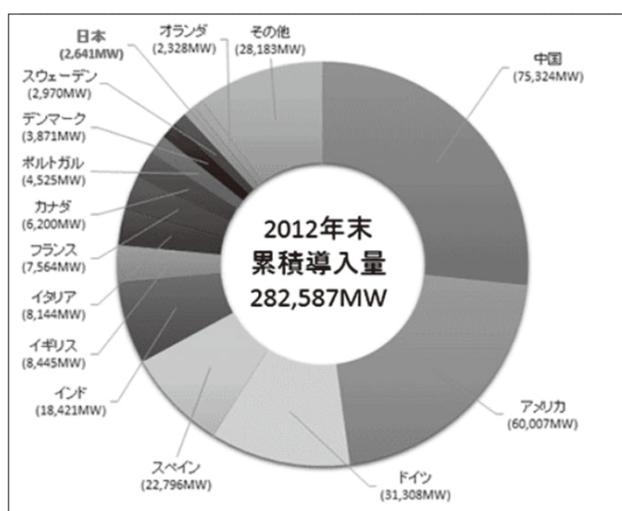
(31,308MW) スペイン8.1%(22,796MW)、そしてインド6.5%(18,421MW)の順である。b、ヨーロッパの占める量が多い。c、日本は第13位に位置している、世界全体の0.9%(2,641MW)である。

aでインドが5位という情報は注目に値す。かつて中国よりも早く風力事業を始めた日本は今ではかなり遅れている。日本は世界で13位である。これは日本の国土が狭くて、風力発電導入拡大に立ち足る難問が多いということだけではなく、各国が風力発電により力を入れているという結果である。(図1)で、ヨーロッパを一つの国として見ると、累積設備容量は106GWとなり、世界の風力発電の技術や市場を主導していることが分かる。



(グラフ 1)<sup>11</sup> . 世界の風力発電累計設備容量 (1996 ~ 2012 年)

(図 1)<sup>12</sup> . 国別シェア累積設備容量 (2010 年まで)



### 2. 3 風力発電の潜在供給量 (導入ポテンシャル量)

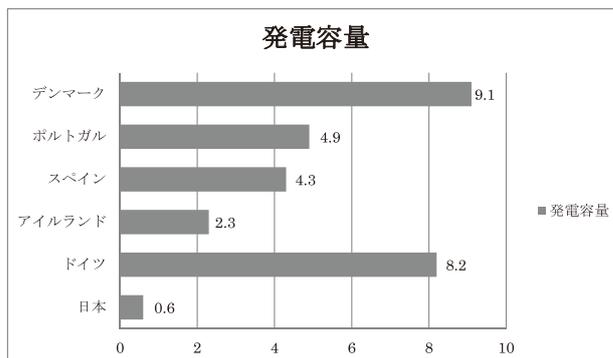
「GWEC (Global Wind Energy Council) と国際環境 NGO (Greenpeace) のデータによると、地球の風力エネルギー潜在量は水力の 10 倍に相当する。毎年 53 万億 kWh となり、2020 年の世界の見込み電力需要量 (25.6 万億 kWh) の二倍に達している。現在開発している風力発電量はその小さな一部でしかない」<sup>13</sup>。

#### 2. 3. 1 日本の潜在供給量について

ヨーロッパで風力発電がどんどん導入されているのに対して、“日本はそもそも風力発電に向いていない”という議論はよく本や雑誌などに見られた。そうした議論で「日本の風の状況が悪い」、「地震が多い」、「国土が狭い」、などの理由が挙げられた。確かに日本の国土面積は狭いが、狭くて風車を建てる余地がないというわけではない。(グラフ 2)「風力先進国」のデンマークやドイツにおいても、10km 四方 (100km<sup>2</sup>) あたり 8~9MW 程度の容量にすぎないことがわかる。「デンマークやドイツに風車が林立している地域もあるが国中いたるところに風車がびっしりと、うんざりするほど立っているわけではない」<sup>14</sup>日本の国土面積 (377, 930km<sup>2</sup>) はデンマーク

(43, 094km<sup>2</sup>) やドイツ (357, 121km<sup>2</sup>) より大きいけど風力発電容量は逆になりに低い。

単位：(MW)



(グラフ 2)<sup>15</sup>

では、日本の風力発電の潜在供給量 (導入ポテンシャル) は一体どれぐらいあるか。各電力会社別の風力発電の導入ポテンシャルをみると、北海道、東北、九州の導入ポテンシャルが大きい。

陸上風力のポテンシャルは、北海道、東北、九州に集中にしており、賦存量から社会的制約条件を考慮した「陸上風力ポテンシャル」のうち事業性の面から 80m の高さで年間平均風速 6.5m/s 以上に限定したポテンシャルは以下のとおりである。

- ① 各電力会社の設備容量を考慮しない場合：1 億 4376 万 kW
- ② 各電力会社の設備容量を上限とした場合：5904 万 kW
- ③ 上記に加えて開発率を約 1/2 とした場合：3000 万 kW

洋上風力発電のポテンシャル (離岸距離 30km 未満、水深 200m 未満) のうち、年内平均風速 7.5m/s 以上に限定したポテンシャルは以下のとおりである

- ① 各電力会社の設備容量を考慮しない場合：6 億 784 万 kW
- ② 各電力会社の設備容量を上限とした場合：1 億 1611 万 kW
- ③ 上記に加えて開発率を約 1/4 とした場合：3000 万 kW

以上の陸上と洋上の導入ポテンシャル量は『自然エネルギー白書 2013』(p.300) の材料を用いて作成した。以上の内容から見ると、日本の風力発電のポテンシャル量は大きいといえる。

#### 2. 3. 2 中国の潜在供給量<sup>16</sup>について

2006 年以來、中国の風力発電の総設備容量は増加し続け、世界で風力発電の発展速度が一番早い国となった。アメリカ、ヨーロッパと並び世界三大風力発電市場と呼ばれている。2011 年末まで、風力発電容量は 4505 万 kW

であり、全国電源総容量の4.27%を占める。主に華北、東北、西北地域に風エネルギーが豊富である。2015年まで8ヵ所の数100万kW級風力発電基地が企画された。蒙西、新疆、甘肅、蒙東、河北、吉林と山東、江蘇基地であり、上網量（風力発電の送電網連系量）は3952万kWであり、全国風力発電上網量の87.7%を占める。2011年の全国風力発電量は731.74億kWhであり、全国総発電量の1.55%を占める。洋上風力発電の方は現在発展中である。2009年6月に東海大橋上の風力発電所の3台の風車が正式的に送電網へ繋がって、運転されるのは中国海上風力発電の始まりの象徴と見られる。そのあと、2010年5月に第一陣洋上風力発電の事業が入札された。江蘇、射陽、東台、大豊の地域が入札を募った。総規模は100万kWである。

陸上風力のポテンシャルについて、分布状況を見ると、年間平均出力密度が高い地域は二つある。

- ① 新疆、甘肅、寧夏、内蒙古、河北北部、黒龍江、吉林、遼寧など北地方の地域に集中している。この地域は風のエネルギー資源が豊富であり、年平均風力出力密度150W/m<sup>2</sup>以上の主な分布地域である。
- ② 東部、東南部沿海及び島地帯に集中している。年平均風力出力密度は100W/m<sup>2</sup>以上に達している。

2009年12月、国家気象局が配布した《全国風能資源詳查階段性進展報告》によると、50mの高さでのポテンシャル量は約23.8億kWである。新疆北部、内蒙古、甘肅北部においては、有効な風力エネルギー密度が200~300W/m<sup>2</sup>であり一年間で風速が $\geq 3\text{m/s}$ の時間数は5000時間以上であり、一年間で風速が $\geq 6\text{m/s}$ の時間数は3000時間以上である。黒龍江、吉林東部、河北北部、遼東半島の風力エネルギー資源も豊富であり、有効な風力エネルギー密度が200W/m<sup>2</sup>以上で、一年間で風速が $\geq 3\text{m/s}$ の時間数は5000時間、一年間で風速が $\geq 6\text{m/s}$ の時間数は3000時間である。また、東部、東南部沿海及び島地帯に有効な風力エネルギー密度が300W/m<sup>2</sup>以上で、一年間で風速が $\geq 3\text{m/s}$ の時間数は7000~8000時間であり、一年間で風速が $\geq 6\text{m/s}$ の時間数は4000時間である。洋上風力のポテンシャルについて、資源豊富な地域は主に山東、遼東半島、黄海浜、上海の南澳島西の南海沿海、海南島と南海諸島に集中している。大陸海岸線は約18000km、6500個ぐらいの大小島がある。海域面積は約470万km<sup>2</sup>であり、海洋エネルギーは十分豊富であり大きな開発性を持っている。開発と利用可能な風力ポテンシャル量は7.5億kWである。

以上の中国の潜在供給量の内容はすべて『中国新能源』のp.42、43、46、48、58によっている。

風力エネルギーの潜在供給量が多い。全国の普及状況、促進政策、送電網建設現状、国の長期的なエネルギー需要量を分析した上で、再生可能エネルギー全体の導入に積極的取り組みれば目覚ましい結果を得ると考えられる。しかし、そうした理想的な結果を収めるにはまだまだ多くの難問を解決しなければならない。風力発電の発展と普及に制約を及ぼす問題について次に詳しく述べたい。

### 3. 風力発電発展・拡大に立ちはだかる難問

世界的な風力発電の急速な普及に従って多くの課題が出てきた。三つの問題に分けて分析したい。①工事により、騒音や地形の変形、道路、生活区などへの影響などがある。②送電技術面で、たとえば、風力発電設備が送電網との接続や消費とのマッチングやピークシフト能力などが風力発電発展のネックになる。③政策面では、管理体制や支援政策の不備、統一的な電力管理システムなどの不足がある。以下に詳しく述べる。

#### 3.1 工事により発生した問題について

風力発電の導入拡大を阻んでいる主な原因の一つは候補地の住民の許可を得ること、つまり立地、許認可の問題である。

風力発電の立地条件は陸上：「a、風況良好、b、送電線への繋がりが便利な所、c、メンテナンス容易な所、d、(民家との隔離を500m程度確保する)」<sup>17</sup>、e、農業振興地域を避ける、f、森林法、公園法など関連する法規制のもとで違法ではない所

洋上：洋上の立地条件は陸上より複雑であり、陸上の制約条件に加えて、また塩害(NaCl)、台風に襲われること、波浪の衝突などがある。a、風況良好、b、海床の地質構造が良い、海底深度と海潮流の条件が穏やか所、c、水深100m、離岸距離15-30km以内、d、地震の種類及び活躍程度及び雷など天気状況の把握、e、海洋法など関連する法規制を満たす、f、漁業振興地域を避ける、g、海底ケーブルと石油、ガスのパイプラインが多い所を避ける、h、船舶、航空を妨げない所

風車の立地は社会問題を起こしやすい、住民移転の問題まで考えなければならない場所もある。建設工事により、水への影響、大気への影響なども考える必要がある。また当地の生態環境のバランスを破壊しやすい。具体的には生態系の多少の変化、地形の変化、表土の流失などが起こりやすい。しかも風車の運転により、電波障害の可能性もある。そのようなたくさんのデメリットもあるので、候補地の住民の許可を得られにくくなる。そのため行政、住民のサポートが必要となる。」<sup>18</sup>

### 3. 2 送電技術面に関する問題

風力発電の大幅な導入拡大を進めるに当たっての大きな障害は風力発電設備の送電網との接続と消費とのマッチングやピークシフト能力などが深刻な問題となっていることである。風力発電プロジェクトの開発、生産、普及のスピードが速いことに対して、送電網の建設周期は長いので、送電容量が不足して、風力発電で発生した電力をすぐ送電網への繋げることは難しい。また、送電網企業の風力発電購入量の制限により、ある地域の風力発電の出力が制限され、電力があっても送電できない状況に陥っている。風力発電の送電網連系量はピークシフト能力、送電網の規模などに制約される。これに関連して以下の三つの課題に分けて、述べたい。

①風力発電設備の送電網との接続について送電網が不足する場合、棄風（過剰風力を放棄する）問題が起こりやすい。現在日本において棄風問題はまだ起こったことがないが、将来風力発電が大量的に普及する時は棄風問題を起こさないようにいち早く対策を考えなければならない。棄風問題が深刻になっているのは中国である。風力発電は中国全国電力供給の第三の主力になったが、多くの棄風問題も現れた。送電網への投資が不足して、発電所と送電網の建設が連携していない。調整電源が不足しているため、風力の負荷変動に対応できず、送電網の負荷を安定させるために過剰な風力発電を放棄するという問題がある。「中国電力企業連合会2012年全国電力工業年報統計によって2012年末中国風力発電の送電網連系総容量は6083万kWに達し、世界一位になった。2012年風力発電の発電量は1004億kWh、原子力発電より982億kWh多くなった<sup>19)</sup>。中国の風力発電の発展は早い、風力発電の利用率が低い。風力設備利用率は2012年に下落した。中国のエネルギー局データによると、2012年風力発電設備利用時間の全国平均は1890時間であり、2011年より30時間少なくなった。個別省区では1400時間までに減少したケースもある。これはエネルギー資源を浪費したことを意味する。また、国家エネルギー局「2013年送電網の連系と消費にかんする通知」の中に“風力発電の急速な発展とともに、2012年において地区により棄風限電（電力の限量）ケースが多い、全国の棄風電力量は約200億kWhとなった”とある。棄風限電が風力発電所の運転の経済性低下をもたらす。2012年に中国全国で棄風による経済損失が100億元以上になった。

また、電力品質から見ると。風力発電はもともと不安定な電源であり、送電網への繋げると風力発電ユニットにおける電圧変動とフリッカなどは、すべて送配電網に直接の影響を与える。また、「風力発電は間欠的でランダムな電流であるので、出力を複雑化させる。電力会社

はより多くのエネルギーを得るために、負荷中心から離れた所に風力発電所を建てる。遠距離の場合は電力系統の至るところで無効電力が消費され、無効電力が数百kmの遠方には届かないため、電圧維持が必要な電力系統の各所に必要量ずつ無効電力が供給されなければならない。無効電力の供給が適切でないと、大停電につながる可能性もある<sup>20)</sup>。

送電網の負荷を安定させるために、過剰な風力発電を放棄することは間違いではないが、全部風力発電を放棄する方法に頼るのは間違っており。既存送電網の改造と拡張を通して送電網負荷の安定問題を確実に解決することが必要となる。

②風力発電電力の消費とのマッチング問題について、まずは、風力大国中国を例として述べる。

中国の風力資源が豊富な地域においては、電力の需要量が少ない。これも風力発電電力の消費を阻害する要因となっている。国家企画2015年八大風力発電基地が主に北方に集中している。それらの電力消費の難問を解決したいなら遠距離輸送、経済発達した都市に発送することが重要である。（たとえば、華北、華東、華中地域）すなわち、“北風南送”である。これにより、地域的なエネルギー需給の不均衡を是正でき電力消費の難問の一部を解決できると考えられる。

「2011年、中国の『第一経済日報』によると、2020年河北、内モンゴル、東北、甘粛、新疆などで出力総計2900万kWの風力発電を建てる草案を政府が作った。しかし専門家によると、輸送、消費などの障害がある。たとえば、河北省においては、主に京津唐電網、河北南網（保定、石家庄、邢台、沧州）で問題になっている。河北張家口市の政府官僚によると、京津唐電網も風力による電力を消費できなくなる可能性がある。将来河北南網に輸送しなければならない可能性がある」と表明した。また、甘粛省においても電力消費の難題がある。もっと大きな電力消費地を捜す必要がある。理想地は、陝西、青海など地域である。もっと遠い四川、両湖地区まで輸送する可能性もある。遠い所まで送電すると高圧ケーブルの建設も必要となる。また送電ロスも大きくなる。

中国だけではなく、日本も同様の問題を抱えている。日本の風力の「埋蔵量」については、青森県、北海道、鹿児島県、福島県、静岡県、秋田県などが適地となっている。これらの県は平均風速6.7m/s以上の条件を備えており、しかも、大面積の用地買収が容易である。風力だけではなく全国のメガソーラー（1000kW以上の太陽光発電）設置の半分が北海道に集中し、発電事業者の送電網に接続できる希望量が限界に来ている。しかしここに大規模な風力発電所を導入しても、北海道や東北だけで

は作った電力を消費しきれないので、結局関東地方にまで電気を輸送しなければならない。そのためには、南北に串状の基幹送電網が構築されている必要があるが、それが足りない」<sup>21</sup>。

③風力発電電力が大量に送電網へ繋がる場合はピークシフト電源不足とピークシフト政策の不備が風力発電発展に影響をもたらす

風力発電電力が大量的に送電網へ繋がる場合はピークシフト能力が風力発電の発展に大きな制約を及ぼす問題の一つである。

風力発電は不安定な電源であるから、大量に送電網へ繋がる場合には送配電網に直接の影響を与える。その問題を解決するために、適切なピークシフト電源（風力発電等の発電量の不安定さを埋め合わせる電源）を設置して調整することが必要となる。ピークシフト電源は主に火力発電、水力発電などで賄う。中国において、目下火力発電を中心に、水力発電を補助としている。しかし、豊水期には水力発電は主にベースロードとして使用されているのでピークシフトしない（火力発電などをピークシフト電源として使う）。しかも、水力、火力以外の発電装置の容量では風力発電のピークシフトの需要を満たすことができない。

また、ピークシフト政策の不備も風力発電の発展を制約する。今、中国の大部分の地域において、2003年国家電監会（電力監督管理委員会）が公布した《关于促进电力调度公开，公平，公正的暂行办法》すなわち、平均発電利用時間数のピークシフト形式（三公ピークシフト形式ともいう）を基にして、各電源の発電計画を作っている。この政策は主に各発電会社間の利害関係のバランスの調整を重視しているので、風力発電を優先したピークシフトを実現するに不利であると考えられる。しかし、貴州、河南、蘇州、広東、四川の五省で“省エネ発電ピークシフト形式”を実験している。“省エネ発電ピークシフト形式”は従来の“三公ピークシフト形式”が変わった上に省エネと大気汚染物質の排出削減を重視している。主に省エネと環境保全を目的として、再生可能エネルギーとクリーンエネルギーを優先的に稼働させて電力供給を進めるという政策である。

しかし、“省エネ発電ピークシフト形式”が現在の“三公ピークシフト形式”を変わって、エネルギーの消費と大気汚染物質の排出レベルに応じて優先順位をつけ、消費と排出レベルが低い順から優先的に給電するので現在の卸電気料金制度と適していない。そのため、大きな利害対立問題を起こした。結局この制度が全面的に実施されていないため、再生可能エネルギーの優先給電を阻んでいると考えられる。

技術の自主開発が風力発電の永遠的な発展の鍵の一つである。独自技術の開発に乏しいこと、上に述べたような送電網の不足、発電設備の不足、ピークシフト能力の不備などの問題が中国の風力発電の発展を制約している。

### 3.3 政策問題について

まず、中国の電力体制と政策不足について簡単に紹介する

「中国はずっと積極的に計画経済体制から市場機制体制への変化に努力している。その中、電力事業市場改革がこの改革の要点の一つと考えられる。1998年から“政企分離”を実行し始めた。電力部分を“国家電力会社”にして、2003年、さらに“厂网分離”（発電と送電が分離）、国家電力の会社を二つ大きな送電網会社に分けられた。また、五家発電集団と二家電力補業集団、そして、国家電力監督管理委員会を設立し、電力事業の監督と管理を果たしている。

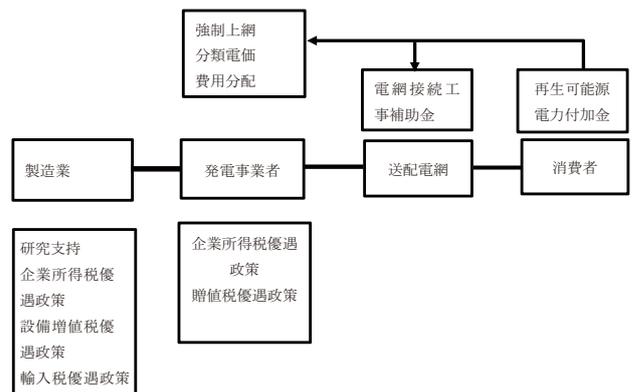
ただし、送電網側に市場の独占がある問題は解決していない。国家送電網と南方送電網という二つの大きな送電網会社に分けられたけれども、内モンゴル電力会社とほかの一部の地方電力会社は、地域分割による各電網会社所管区域においてまだ市場を独占している。結局、送配電は分離していない。各送電網会社がまだ垂直統合の管理形式をとっている。

また、中国の電力企業の価格設定と関係する政策などは国家マクロ経済管理部門—国家発展と改革委員会により統一的に確定する。範囲は発電送電電価、端末の販売電価、配電電価などである」<sup>22</sup>。

送配電網独占を放置することは、市場競争性が低くし、風力発電の導入発展に阻害している。また発電コストの引下げにも不利である。コストを下げないと新入企業の参入の積極性も高くないと考えられる。

中国の現在の再生可能エネルギー促進政策は以下の（図2）を書いたとおり、上網電価（卸売価格）、税制優遇、費用平均分担などがある。主に設備製造業と開発企業に与える優遇政策である。

（図2）中国の現在の再生可能エネルギー政策体系



上に述べた再生可能エネルギー支援政策は不足がある。「これらの政策はただ発電側および上流企業を激励する。しかし、激励政策がこの産業チェーンの下流にある送電網企業と地方政府を潤っていない。だから、長期的な風力発電電力の送電と消費とのマッチング問題が解決できない。今のところ、送電網企業と地方政府による風力発電の電力の送電と消費とのマッチングの連携問題がまだ不明確であり、電力配電と接続地域の間で協調的な体制がまだ建てられていない。さらに大規模な風力発電への進展も不可能である」<sup>23</sup>

次は、日本の電力体制と政策不足<sup>24</sup>について簡単に紹介する

日本では戦後GHQの統治下で電力再編が行われ、1951年に北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力の9つの民間企業が成立した。そのあと1972年に沖縄電力もこれに加わり、現在では10電力体制と呼ばれている。これら10社が発電から送・配電まで全ての設備を所有し、多数の需要に応じて電気を供給する。日本の電力システムの主役であった。

経済産業省の所管のもとで日本では再生可能エネルギーが大きく遅れてきた。普及を阻んできた原因はたくさんあるが制度的な側面に大きな欠陥がある。経済産業省は原子力発電をエネルギー政策の中心として扱ってきた。政策資源が再生可能エネルギーにあまり費やされていないことに問題がある。「旧来の制度が普及を効果的に後押しするものになっていなかったことが再生可能エネルギー普及の障害になっている」<sup>25</sup>具体的に言うと、2002年6月に公布され、2003年4月より施行された「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」に基づく固定枠制（RPS）制度が大きな障害となっていた。このRPS制度は再生可能電力の普及のために作られた政策ではあったが、十分な普及をもたらさなかった。次に示すような問題があったからである。

- ① 経済産業省の政策の偏り。上に述べたように原子力発電をエネルギー政策の中心として扱い、政策資源は再生可能エネルギーにあまり費やされていない。
- ② 発電設備導入量の制限があった。これは、政府の制限下で再生可能エネルギーへの目標値が低すぎたことである。平成15年度から平成22年度までの毎年度の利用目標率と義務量目標率それぞれは1.5%を越えるものはない。非常に低いといえる。
- ③ 廃棄物がバイオマスとして再生可能エネルギーに含まれていたことである。廃棄物発電のコストが他の再生可能エネルギーに比べて安価なため、促

進される傾向が太陽光や風力発電などより高かった。そのため、太陽光や風力発電などの新エネルギーが普及しない原因となった。

- ④ RPS法によって認定された設備は2003年から2005年度末まで400万kWを増やしたが、ほとんどがRPS法施行前に建設された既存設備であった。

以上でRPS制度が再生エネルギーの普及にあまり効果をもたらさなかった理由のうち四つの問題が明らかになった。

#### 4. 終わりに

この論文の中で考察したように風力発電の発展と普及に制約を及ぼす問題がたくさんあるが現在の世界の人類の知恵と努力によって解決できない問題ではない。現在、大規模風力発電発展の技術的なネック以外は、合理的な管理制度と適切な政策によって解決できる。

世界に風力発電の普及を促進させるならば、以下の重要な課題がある。

- ① 環境への影響、騒音や生態系調査など厳しいアセス実施が義務づけられる必要がある。（2014年の8月の中国遼寧省で調兵山という国家三級発電所でのインタビューで担当者はそういう調査がまったくしていなかったと返事してくれた。こんな99基風車を持っている発電所でこのような基本的な調査もしていなかったことは驚いた。これは制度の不備である。政府の強調度が足りないと感じている）
- ② 官民の緊密な連携が不可欠である。「風力発電事業者が候補地で発電所を作る計画を定めてから当地への経済効果と景観への影響への評価を含むが行われ、候補地の土地利用（面積、場所）の申請をされる」<sup>26</sup>。地方政府への届出を出して同意を得たうえで風車の建設ができる。しかし、その手順の中では住民に受け入れにくいことがあっても、無視して、建設し続ける。問題があれば、ただ少額の補助金で済ませる。そのような問題をしっかり解決しないと、今後の風力発電の開発に不利であると考えられる。
- ③ 土地の利用をしっかりと企画することが大事である。風力発電の発展に伴い風車が乱立するケースも多くなってきた。現在、中国においてはこういう問題が多かった。業者たちは実際に利用する土地より多い土地を占有することが多く、これは土地と風のエネルギーの浪費になる。）

- ④ 無目的に風力発電所を建てることは注意する必要がある。送電網の建設スピードと風力発電所の増設スピードを一致させる必要があると考えている。(現在中国において、政府の優遇政策と風車コストの低下のもとで、無目的に多数の風力発電所を建てられた。風力の送電と消費能力を考えていない。結局風力発電所の建設規模が国家の計画よりかなり多く。棄風問題が深刻である)
- ⑤ 合理的な棄風(「送電網の安全性を確保するために、合理的に棄風することを許す」<sup>27</sup>)。合理的な棄風量は各国の状況によって定めることが必要である。一定の法律制度のもとでの合理的な棄風)を考えるべきである。

<sup>1</sup> 国家発展と改革委員会能源研究所編、2013年11月、『能源問題研究文集2011-2012』、p.214、石油工業出版社

<sup>2</sup> 21世紀経済報道、2013年6月8日、『中国気候変化第二次国家情報通報』公布

<sup>3</sup> 国内外の温暖化防止の取り組み、環境省地球環境局国際対策室資料、[www.shouene-kaden2.net/learn/approach-world/cop15.html/](http://www.shouene-kaden2.net/learn/approach-world/cop15.html/)

<sup>4</sup> 国家発展と改革委員会能源研究所編、2013年11月、『能源問題研究文集2011-2012』、p.401、石油工業出版社

<sup>5</sup> JWPA 日本風力発電協会、[風の国へ・風車の歴史]、[http://jwpa.jp/kaze/rashin\\_04.html](http://jwpa.jp/kaze/rashin_04.html)

<sup>6</sup> 関口哲司、2008年01月、『大人の科学風力発電キット』、大人の科学マガジン編集、Vol.18

<sup>7</sup> 牛山泉、2013年1月20日、『風力発電の歴史』、p.4、オーム社

<sup>8</sup> J. ブライス教授はストラテッククライド大学のスコットランド人学者である。

<sup>9</sup> 牛山泉、2013年1月20日、『風力発電の歴史』、p.16、オーム社

<sup>10</sup> 安田陽、2013年11月30日、『日本の知らない風力発電の実力』、p.17、オーム社

<sup>11</sup> 出典：GWEC Global Wind 2012 Report

<sup>12</sup> 出典：GWEC Global Wind 2012 Report P. 10

<sup>13</sup> 于 午铭、2014年5月、『国家风力发电工程技术研究中心丛书之四-观察与思考』、p.186、中国電力出版社

<sup>14</sup> 安田陽、2013年11月30日、『日本の知らない風力発電の実力』、p.64、オーム社

<sup>15</sup> 安田陽、『日本の知らない風力発電の実力』、p.63のグラフのもとに作成した。

<sup>16</sup> 楊 名舟、2013年1月、『中国新能源』、p.42、43、46、

48、58中国水利水電出版社

<sup>17</sup> 出典：長野区風力発電事業立地調査報告書、2009年10月20日

<sup>18</sup> 2013年4月、著者の修士論文《日本の風力発電の潜在的設備容量とそれを最大限に活用するための政策》、p.31 .32の引用

<sup>19</sup> 新華ネットワーク北京2013年3月3日(ジャーナリスト胡俊超と倪元錦)報道による

<sup>20</sup> 2013年4月、著者の修士論文《日本の風力発電の潜在的設備容量とそれを最大限に活用するための政策》、p.37の引用、電気事業連合会、「電気事業」について [http://www.fepc.or.jp/library/words/setsubi/ryutsu/gijutsu/1225615\\_4633.html](http://www.fepc.or.jp/library/words/setsubi/ryutsu/gijutsu/1225615_4633.html)

<sup>21</sup> 2013年4月、著者の修士論文《日本の風力発電の潜在的設備容量とそれを最大限に活用するための政策》、p.34の引用

<sup>22</sup> 国家発展と改革委員会能源研究所編、2013年11月、『能源問題研究文集2011-2012』、p.247内容のまとめと訳した、石油工業出版社

<sup>23</sup> 国家発展と改革委員会能源研究所編、2013年11月、『能源問題研究文集2011-2012』、p.245内容のまとめと訳した、石油工業出版社

<sup>24</sup> 2013年4月、著者の修士論文《日本の風力発電の潜在的設備容量とそれを最大限に活用するための政策》、p.29の引用と大島堅一の『再生可能エネルギーの政治経済学』と早稲田大学の小林大介たちの論文《再生可能エネルギーの普及政策—新R P S法の提案》をもとに作成した

<sup>25</sup> 大島堅一、2010年3月11日『再生可能エネルギーの政治経済学』、p.20

<sup>26</sup> 大馬場健司 木村宰 鈴木達治郎、2004年10月、「風力発電の立地プロセスにおけるアクターの参加の場と思決定手続き」、社会技術研究論文集、Vol.2、p.72、[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sociotechnica/2/0/2\\_0\\_68/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sociotechnica/2/0/2_0_68/_pdf)

<sup>27</sup> 国家発展と改革委員会能源研究所編、2013年11月、『能源問題研究文集2011-2012』、p.264、石油工業出版社

# Limiting factors in the development and promotion of wind power generation: Focusing on Japan and China

Huanxin Zhang

Energy consumption has seen a dramatic increase with the world economy booming. At the present stage, the traditional energy sources are fossil fuels, such as crude oil, coal and natural gas. In recent years, the issues of soaring fossil fuel cost and environmental pollution have become increasingly serious. As a possible solution to these problems, wind power has attracted great attention all over the world. There is still much work to be done in order to further its application, but future generations could benefit from the development of a stable sustainable environment if the limitations of wind power application could be overcome.

In this paper, a case study of wind power in China is analyzed and compared with the situation in Japan. The limitations on the development and application of wind power are discussed in detail. For example, there are problems related to construction, consumption matching, connecting with the transmission network, peak shift capability, inadequacy of management and support systems in China. There are also many hindrances to the development and application of renewable energy in Japan, one of which is the attitude of the government. The ministry of economy puts strong emphasis on the utilization of nuclear energy as the main policy for averting an energy crisis, making no efforts to promote renewable energy policies. After these problems are further discussed and analyzed, the importance of promoting the application of wind power is pointed out.