

地域型共同風車がもたらす収益の分配における公平性に関する一考察

—デンマークにおける風力発電事業の制度設計を中心に—

A Study of Fair Distribution of Profit from the Wind Turbine by Local Residents in Denmark

中川 采美 上坂 博亨 大西 一成
 NAKAGAWA Ayami UESAKA Hiroyuki OHNISHI Kazushige

本稿では、デンマークの風力発電事業の制度設計に関する研究を中心に据え、地域型共同風車もたらす制度の初期段階における収益の公平性に関して考察する。日本における具体的事例としては、北海道礼文島を考察対象とした。デンマークは、1970年2%しかなかったエネルギー自給率を1997年には100%まで上昇させた。エネルギー自給率上昇の背景には、北海油田の開発と再生可能エネルギー発電の促進があった。特に風力発電は、デンマークの風況の良さを活かして発展してきた。しかし、そうした地理的条件だけでなく、住民参加型事業を行うためのゆき届いた制度も風力発電が発展してきた要因である。デンマークが風力発電先進国となったのは、幼稚産業であった風力発電事業を安定的な事業とするための制度によって保護し、地域住民が主体となって成長させてきたからであるといえよう。地域住民が主体となって事業を立ち上げるためには、風力発電事業初期段階において外部の大企業や資本家の参入を阻止する必要があった。そのために、風力は地元のエネルギー資源であるという考え方のもと、制度を整え、口数制を確立させた。日本はデンマークほど風況に恵まれているわけではない。しかし、風力発電導入が他国と比べて進んでいないのは、地理的条件の悪さばかりではなく、制度の整備不足も問題なのではないかと考えた。

本稿では、風況に恵まれた礼文島をモデル地区として、デンマークの共同風車の形態を導入し地域住民への公平な利益還元が可能となるような風力発電事業を構想した。これによって、日本での風力発電の導入、促進が地域レベルで可能であることを示す。

キーワード：風力発電、口数制、Nord Pool、固定価格買取制度、公平性

はじめに

デンマークの高いエネルギー自給率には、北海油田の開発と風力発電の普及が背景にある。風力発電を促進するためには地域住民の理解と協力が不可欠であったため、デンマークでは共同所有という形式を多く採用している。住民の合意を得るために口数制や固定価格買取制度などの数々の制度を設けた。風力発電事業には初期投資費用が多く必要であるが、維持費がほとんどかからないため、発電における経済的な効率は良好である。

日本は現在、エネルギー源に関わる石油やLNGのほとんどを輸入に頼っている(2012年のエネルギー自給率は6.0%)。こうしたことから日本も風力発電機を積極的に導入するなど、エネルギー自給率を上げていくことが求められよう。しかし、既存電源との競合問題や制度の不備などから風力発電導入は進んでいない。地域住民を巻き込んだ共同風車の促進や口数制など、デンマークにおける風力発電導入の歴史から学ぶべきことは多い。

本論文では、第1章においてデンマーク国内で風力発電が発展してきた歴史的背景について、第2章では共同所有の制度について、更に第3章では風力発電の収益構造について取り上げる。第4章における結論では、日本への更なる導入の可能性について論じる。

先行研究

山口(2002)は風力発電における「経済性」の概念について、「投資の回収が何年でなされるかという形で表現されていた。」と述べている(山口, 2002, p.119)。また、「相互的な発電システム的设计に関わる考察をあわせて、総合的な「経済性」を評価していくことが大事なのである。」とも述べている(山口, 2002, p.122)。このことは、たとえ風力発電の収益性がよく環境にやさしいものであったとしても、既存電源との共存を図っていかなければ、より高い経済性を達成できないということを示唆しているものとして意義深い。

日本における風力発電事業の課題に関して、山口(2006)は、「日本の遅れは、自然規定性だけでは説明されない。むしろ、その「遅れ」は電力の買取の義務とか、その買取価格などの社会制度に関係した問題と考えられる。」と述べている。また、「しばらくは市民主導で、風力発電は維持されていくものと予測される。」と述べている(山口, 2006, p.207)。

風力発電を推進していく上で、地域住民主導で行うこと、そして、他電源との競合を考慮しながら経済的効率性を最大化することが極めて重要である。本研究においても経済性とはいかにして達成されるのかを中心的なテーマの一つとしたい。

ノルドプール[Nord Pool]¹については、小笠原・森田(2001)が詳しい。同文献は、ノルドプールとPJM Interconnection²を比較し、各々の利点あるいは改善点について考察している。

北欧は、異なった電力の供給構造を抱えており、相互に補完し合う必要があったため、多国間共通電力市場であるノルドプールが誕生した。信頼度の維持が最大の目標であるPJM

¹ ノルドプールは世界初の多国間(北欧4か国:デンマーク、スウェーデン、フィンランド、ノルウェー)電力市場であり、1993年に設立された。3.3(1)に詳述してある。

² PJMとは、Pennsylvania, New Jersey, Marylandの3州の頭文字を取った略称である。PJM Interconnectionは米国北東部地域における独立系統運用機関であり、かつ卸電力市場の管理等を行う機関である。

Interconnectionとは異なり、ノルドプールは新規参入が容易であること、電力の指標価格の役割を果たしていること、制度がわかりやすいこと等がメリットとして挙げられる。北欧諸国の供給構造の特徴に、小笠原・森田（2001）は以下の3つを挙げている。それは「①多数の発電事業者、②送電会社の設立、③多数の地方公営配電事業者」である（小笠原,森田,2001,pp.11-12）。

多数の発電事業者から成り立っているのは事業参入のしやすさからであろう。こうした多くの参入があるため、独占や寡占状態は回避することができた。

洋上風車の日本への導入について、石原(2011a)は、日本への風力発電導入は、陸上と比べて洋上の方が高い導入ポテンシャルが得られると述べている。また、洋上風力発電を普及させるべくためには固定価格買取制度を導入すべきであると主張している。

日本は、風力発電技術の遅れや系統連系の整備不足だけでなく、固定価格買取制度における買取量の上限が決められていることから風力発電を大量導入することが出来ず、その導入の遅れを招いている。

国際連携が困難であるという日本と同じ問題を抱えているスペインにおいては、風力発電の大量導入に成功している。そのことについて石原（2011b）は詳細に論じている。スペインは、日本と同じように国際連携が困難である点や電力消費地域と風力発電適地との不一致等の問題を抱えているにも拘らず、風力発電の設置容量は日本の約9倍である。こうしたスペインの事例から、日本にも風力発電を取り入れることは十分可能ではないかと考えられる。

収益性の良いデンマークの風力発電への投資は増加傾向にあるとみられる。日本の大手商社も、欧州（ポルトガル、ベルギー、オランダ）で大規模な洋上風力発電所の建設・運営に乗り出している。（日本経済新聞、2016年12月4日記事より）しかし、風力発電事業が生み出すこうしたさらなる投資の拡大が、今後収益面での格差をもたらす素地となるのではないかと懸念される。

(図表 1) デンマーク・フォルケセンターにて



(出所：筆者撮影、2016年2月23日)

(図表 2) デンマーク・Lem ウインドファームにて



(出所：筆者撮影、2016年2月24日)

第1章 デンマークにおける風力発電発展の歴史的背景

1981年に北海油田の掘削が開始されたことにより、デンマークには、火力発電に頼ってきた歴史がある。しかし、1990年に9割以上を占めていた火力発電の比率が、2014年には4割程度に落ち、逆に風力発電比率が4割に上昇した。

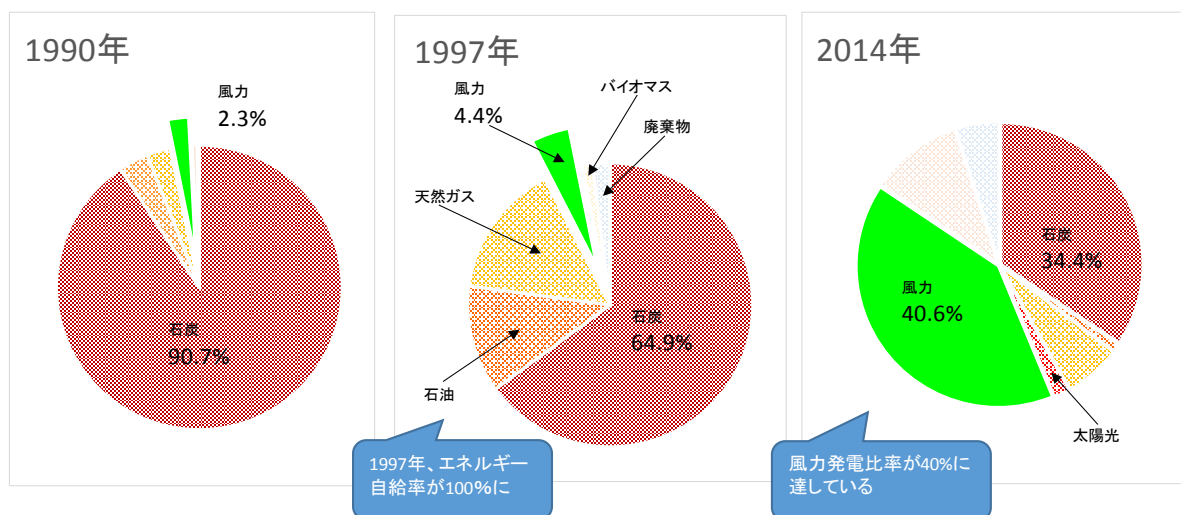
2014年時点のデンマークのエネルギー源の内訳は、化石燃料35.4%、天然ガス6.5%、再生可能エネルギー58.1%である。再生可能エネルギーの内訳は、7割が風力、2割がバイオマスである。

(図表3) デンマークのエネルギー源比率の変遷

デンマーク	石炭	石油	天然ガス	水力	太陽光	風力	バイオマス	廃棄物	その他
1990年	90.7%	3.4%	2.7%	0.1%	0.0%	2.3%	0.6%	0.2%	0.0%
1997年	64.9%	12.2%	15.3%	0.0%	0.0%	4.4%	1.1%	1.9%	0.1%
2014年	34.4%	1.0%	6.5%	0.0%	1.9%	40.6%	10.6%	5.0%	0.0%

(出所:IEA" Key World Energy Statistics"、表は筆者作成。)

(図表4) デンマークのエネルギー源比率の変遷



(出所:IEA" Key World Energy Statistics"、グラフは筆者作成。)

(1) デンマークのエネルギー政策

1970年代、2%しかなかったデンマークのエネルギー自給率は、1997年には100%、2009年には124%に達した(2013年時点で93%)。デンマークのエネルギー自給率がこのように急成長したのは、北海油田の開発と再生可能エネルギー発電を促進してきたことによる。

第二次世界大戦後の化石燃料の大量輸入や原発導入計画によって、風力発電への関心は下火となったが、1973年の第一次オイルショックを受けて、エネルギー源の分散を図ると共にエネルギー自給率の向上に向けた政策をスタートさせた。

第一次オイルショックへの対応策として、1976年に第一次国家エネルギー計画「エネルギー1976」を決定した。この計画では、北海油田の開発(1981年掘削開始)、国内15箇所に原子力発電所の導入計画立案、省エネ補助金の導入などを行った。1979年の第二次オイルショックを

受けて、1981年に「エネルギー1981」が計画され、原油価格高騰への対応に重点を置いた政策が打ち出された。再生可能エネルギー重視政策の推進や、天然ガスへの転換、CHP³プラントの導入などが進められたのである。1981年に北海油田の掘削が開始され、石油と天然ガスの供給量は国内需要を上回るまでになった。1983年、「もう一つのエネルギー計画」に基づいて、再生可能エネルギーとコージェネレーション（熱電併給）を中心とするエネルギー供給の見直しも進めた。

原発導入計画は「エネルギー1976」、「エネルギー1981」と銘打たれ、進められてきたが、1979年に米国で起きたスリーマイル島原子力発電所事故によって世論が反原発に傾き（国民の80%が反対）、1985年のデンマーク議会において原発導入の断念を決定した。2005年にはデンマーク国民による反対運動が起こり、隣国のスウェーデンのバースベック原発を廃炉に追いやった。

1990年の「エネルギー2000」では、地球の持続可能な発展のためにデンマークが果たすべき目標として、エネルギー消費量を2005年までに1988年水準比で15%、二酸化炭素排出量を2005年までに同20%削減することを掲げた。当該目標達成のために、化石燃料に依存しないことを決定し、再生可能エネルギー重視の政策を打ち出し、炭素税⁴の導入も1992年から行った。1996年の「エネルギー21」では、二酸化炭素排出量を2030年までに1990年レベルの半分以下に削減し、省エネとエネルギー効率の向上などによってエネルギー消費量を削減しつつ、再生可能エネルギー発電の比率を35%まで上げることを目標に掲げた。また、風力発電の設置目標を陸上1500MW、洋上4000MWまでに引き上げた。

2003年に始めた政策、「2003 Climates Strategy」では、削減量に優先順位をつけた政策から、「いかに費用を少なく目標達成するか」という費用対効果を重視した政策に転換した。2005年の「エネルギー戦略2025」では、安定供給、気候変動に対する対策、経済成長という長期的な課題を達成するために、①省エネ促進と再生可能エネルギーの拡大、②気候変動対策、③エネルギー市場の機能強化、④エネルギー効率向上と再生可能エネルギーに関する新技術開発を目標として設定した。

1984年に世界で初めて導入されたデンマークの風力発電の固定価格買取制度⁵は、1992年の「風車法」で正式に法制化された。しかし、1999年の「新電力供給法」で電力市場が自由化され、同法は廃止に至った。これにより売電価格は、ノルドプールでの取引価格（電力の価値）に再生可能エネルギーのプレミアムが上乗せされた価格となった。「新電力供給法」では、前述の固定価格買取制度の廃止のほか、発送電分離やノルドプールへの参加、グリーン証書割当制度への段階的移行等が決定された。

2001年からEU域内の電力自由化が計画され、2004年までに事業所向け、2005年までに家

³ CHPはCombined Heat and Power（熱電併給）の略称である。「発電の際の排熱/廃熱を利用するCHPは電力と熱を合わせたエネルギーの総合効率が90%台と極めて高く、デンマークではその導入が促進されている。

（中略）分散型のCHPは、熱と電力を供給するのみならず、不安定電源である風力発電の出力変動を吸収する重要な調節弁の役割も担っている」（石丸,2015,p.54）。

⁴ 「炭素税」は、環境破壊や資源の枯渇に対処する取り組みを促す「環境税」の一種であり、具体的には、石炭・石油・天然ガスなどの化石燃料に、炭素の含有量に応じて税金をかけて、化石燃料やそれを利用した製品の製造・使用の価格を引き上げることで需要を抑制し、結果としてCO₂排出量を抑えるという経済的な政策手段です」（JACES HPより）。

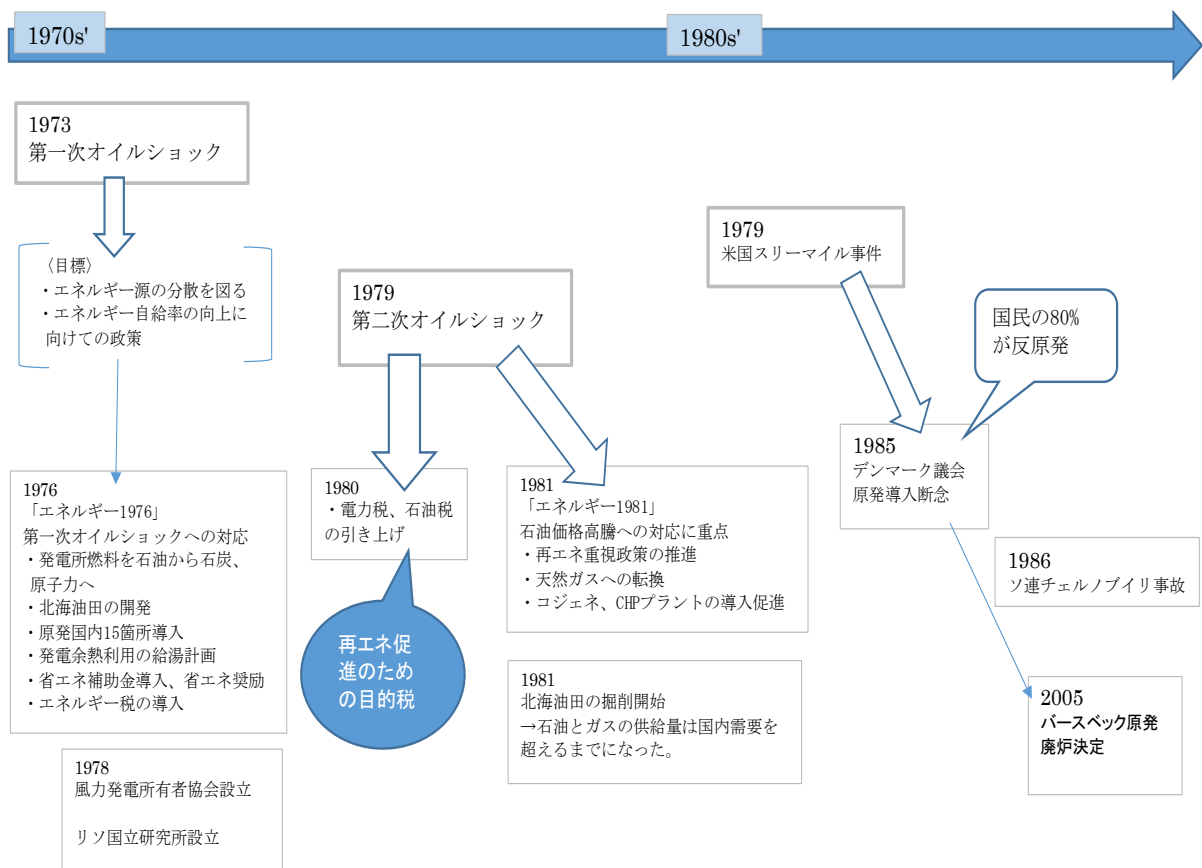
⁵ 「再生可能エネルギー源（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）を用いて発電された電気を、国が定める固定価格で一定の期間電気事業者が調達を義務づけるもの」を言う（経済産業省H.P.）。

庭向けの電力・ガスの供給を自由化することが決定された。それに対してデンマーク政府は、①事業所及び家庭が購入するエネルギー（電力・ガス）の供給企業の選択枠を広げ、②他の EU 諸国の企業に対してデンマーク企業のエネルギー価格の競争力を向上させ、③環境改善・保全を図る場合には経済面での効率化にとって最良な方法で行うという目標を掲げている。環境に優しい風力の発電量は気候等により左右される不安定電力でありながら、消費者が購入する電力の 40% 程度を占めている。残りの 60% に関しては、2003 年 1 月 1 日から、消費者は自分の選択した電力販売会社より購入することが可能になっている。

2008 年に施行された「再生可能エネルギー促進法」では、洋上風車の固定価格買取制度を再導入し、新設風車すべてに対し地域住民に 20%以上の所有権付与の義務付けを行った⁶。この政策によって、洋上風車は更に普及し、再生可能エネルギー発電の比率が一層高まるものと期待される。

2011 年の「エネルギー戦略 2050」では、2050 年までに化石燃料への依存から脱却し、再生可能エネルギーで全て賄う計画を立てた。翌 2012 年の“ACCELERATING GREEN ENERGY TOWARDS 2020”では 2020 年までに、①最終エネルギー消費の 35%を再生可能エネルギーで賄う、②電力供給の 50%を風力で賄う、③2010 年比 7.6%のエネルギー消費削減、④1990 年比 34%の温室効果ガス排出量削減の達成を目標としている。

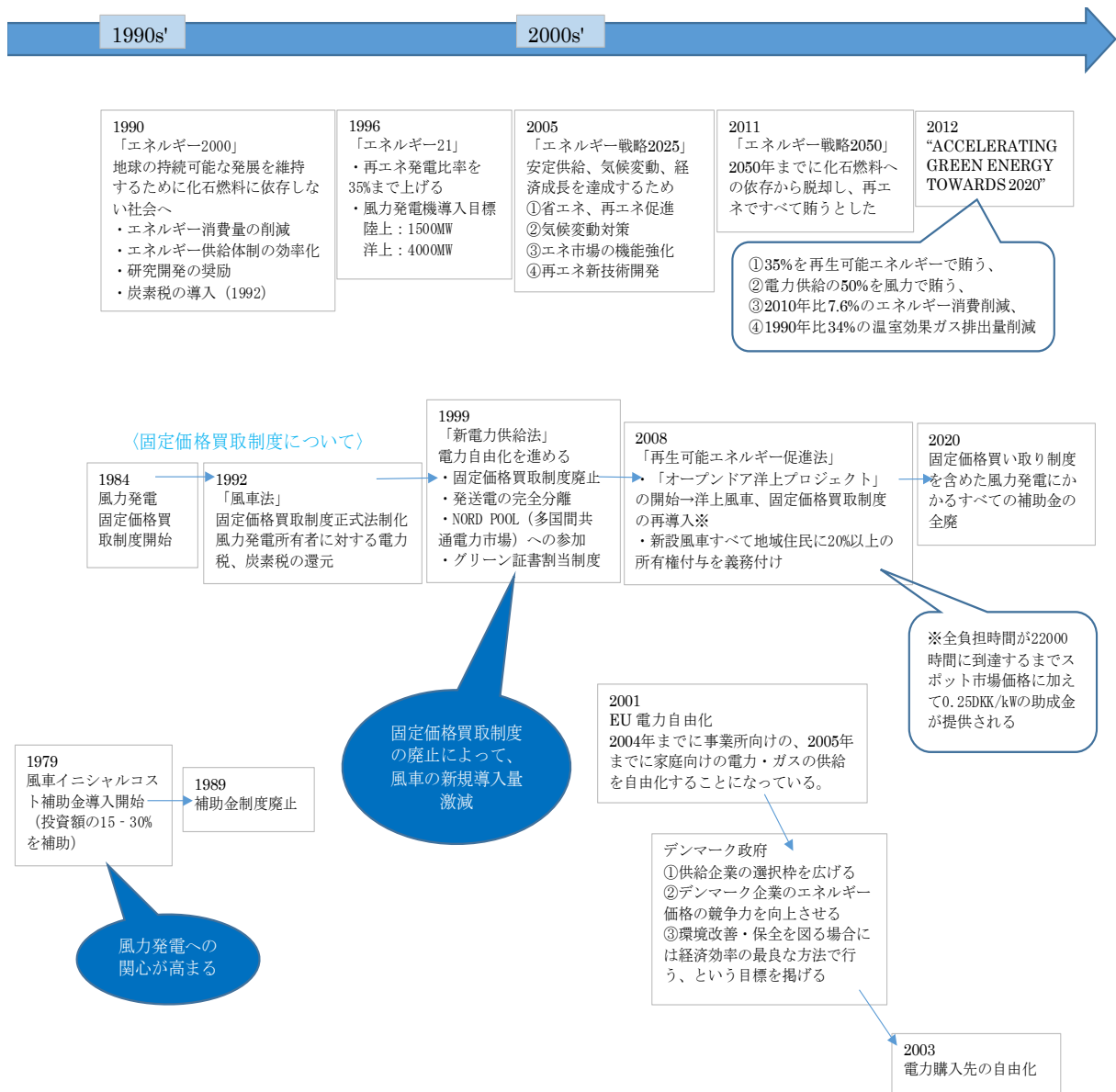
(図表 5) デンマークのエネルギー政策史



⁶ 2020 年には風力発電機に関する補助制度の全廃が予定されている。

(出所:竹内久和「デンマークの風量発電協同組合」『JC 総研レポート』Vol.25 (2013)、チャートは筆者作成。)

(図表 6) デンマークのエネルギー政策史



(出所:竹内久和「デンマークの風量発電協同組合」『JC 総研レポート』Vol.25 (2013)、チャートは筆者作成。)

石原 (2011a) によると、「風力発電を普及させるために最も有効な政策は固定価格買取制度であり、ここ数年で多くの国で導入されている。」と言う。また、中国の風力発電事情について、「中国に固定価格買取制度が導入されたのは 2005 年、その僅か五年後の 2010 年に中国は世界一の風力大国となった。2005 年以前は中国の風力発電設備容量は日本と殆ど同じであったが、2010 年には中国の風力発電設備容量は 4229 万 kWh となり、日本の 18.4 倍となった。」とされる (以上、石原,2011a,p.8)。

買取価格は、「効率的に供給するのに通常必要な費用」に「再生可能エネルギー電気の供給者

が受けるべき適正な利潤」を加えたもので決定される（「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（平成二十三年法律第百八号）」第3条2項）。また、調達価格（買取価格のこと）および調達期間は毎年度（場合によっては半期ごと）定めなければいけない（同法第3条1項）。しかし、新しい制度が導入されるのは翌年以降に新規導入されるものに対してのみであり、既存の再生可能エネルギー事業に対しては一定期間固定された価格が保障される。

固定価格買取制度は、再生可能エネルギー事業を安定した収入源とすることで投資リスクを低下させるため、再生可能エネルギー導入促進に寄与しているといえる。一方で、風力発電機メーカー等が発電効率を上昇させる努力をしても、翌年の固定価格の切り下げにつながる可能性があるため、費用削減の動機につながりにくいというマイナス面も抱える。固定価格買取制度では、再生可能エネルギー導入により余分に生じた費用は、再生可能エネルギー賦課金（再生可能エネルギーの促進付加金）として電気料金に上乗せされ、電力使用者（国民）が負担する仕組みになっている。つまり、固定価格買取制度は国民負担を回避することが難しい制度といえる。

日本でも2012年に固定価格買取制度の導入が始まり既に5年経過したが、風力発電機導入の著しい促進につながったとは言い難い。日本の固定価格買取制度には風力発電による電力の買取上限が定められている。こうした上限を設けているのは、再生可能エネルギー賦課金という国民負担が過大になることを抑制するためである。しかし、逆にそれが風力発電促進を阻んでいる。今後、上限をなくすことや、既存電源との競合問題の解決など、日本の自然環境や現在の社会的条件に鑑みた形で風力発電を推し進めていくことが求められよう。

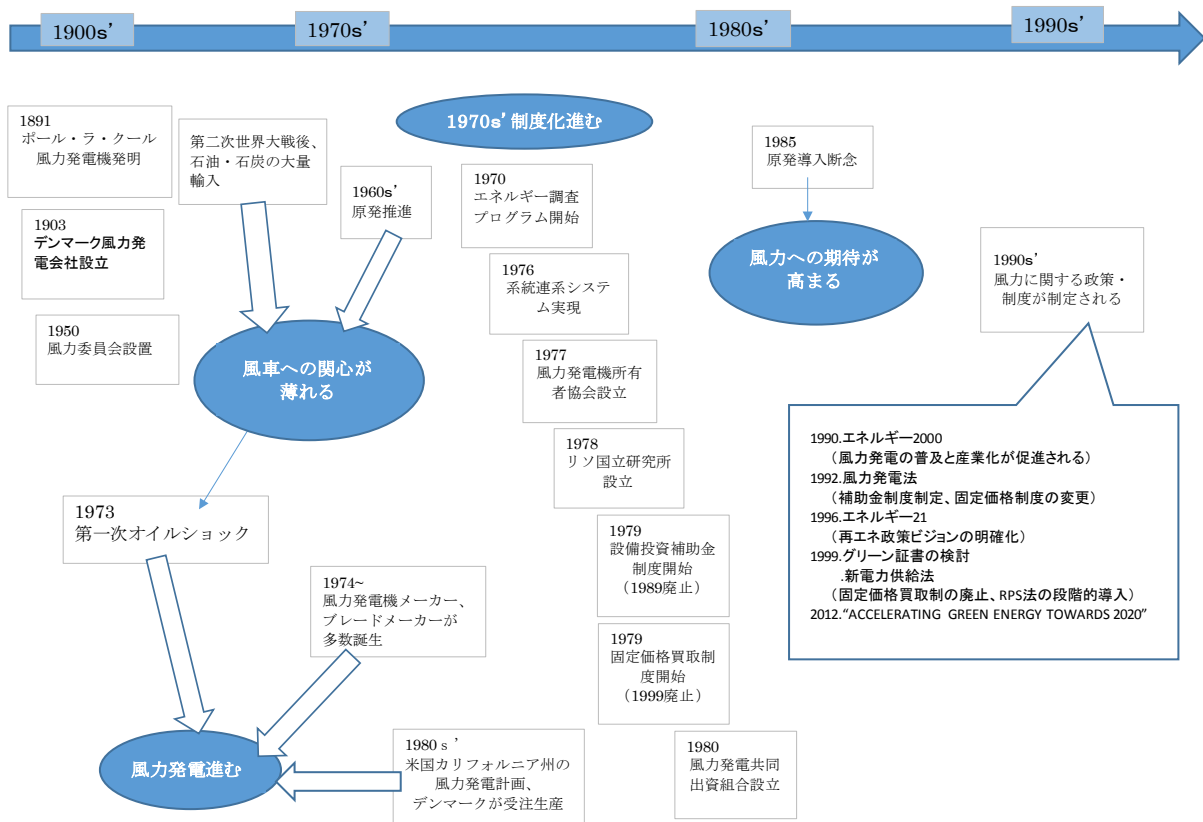
（2）風力発電機の発展段階

世界最初の風力発電機は1891年に気象学者であり物理学者でもあったデンマーク人のポール・ラ・クールによって発明された。デンマークでは、1903年に風力発電会社を設立するなど風力発電導入が果敢に進められてきた。しかし、第二次世界大戦後の化石燃料の大量輸入や原発導入計画によって、風力発電への関心は下火となった。しかし、1973年の第一次オイルショックによってエネルギー源を自国で生産することが重要視され、北海油田の掘削が開始される一方、風力発電をはじめとする再生可能エネルギー発電の研究が進み、更なる導入に向けた制度も整えられた。

1974年頃からデンマーク国内に風力発電機メーカーやブレードメーカーが多数誕生した。折よく1980年初頭に米国カリフォルニア州で風力発電計画が始まり、巨額の外需が発生した。それによってデンマークの風力発電産業はさらに拡大した。また風力発電に関する補助制度・政策に支えられて更に風力発電技術が高まった。

加えて1985年のデンマーク議会で原発導入の断念が決定されたことから、代替案としての風力発電の導入が促進される結果となった。“ACCELERATING GREEN ENERGY TOWARDS 2020”の「電力供給の50%を風力で賄う」という目標達成に向けて、風力発電機の技術革新や導入が進むこととなった。

(図表 7) 風力発電の発展段階



(出所：北嶋守「デンマークにおける風力発電機の普及と産業化のプロセス—農機具鉄工所を世界企業に変貌させた技術・組織・制度—」『機械経済研究』No.39 (2008)、チャートは筆者作成。)

デンマークが風力発電先進国になった制度的理由について、S.スズキ (2007) の考えは以下の5点にまとめられるのではないかとされている。

- ① 居住地制限：風力発電所の所有者(出資者)は地元住民であることが定義づけられていた。(2000年4月廃止)
- ② 所有資格の制限：出資・所有を同市町村に最低2カ年居住した者に制限した。
①、②により、外部の投資者の参入を阻止できたため、地域住民主体の風力発電事業を進めることができた。
- ③ 投資設備量の制限：この制度により、資本家の独占を抑止した。
- ④ 組合規約：会社形態にすることで税法上の取り扱いを容易にした。
- ⑤ 風力発電所の分割方法：口数制⁷という分割方法が確立されている。

※上記要約の元である文献については原文のまま[註 1]に記載した。(S.スズキ, 2007, pp.84~87)

地域社会において幼稚産業であった風力発電事業を保護し、推進するためには、外部資本によ

⁷ 口数制に関しては、3.2(2)に詳述してある。

る多額な資金の導入によるのではなく、住民の理解に基づく参加が必要であった。①、②の制度がない場合、再生可能エネルギー資源が豊富にある地域に外部資本⁸が参入してくることが予想される。こうした外部資本に依存することは、住民による共同風車形態よりも巨額資金の調達を容易にするため、効率よく事業を進めることができる。外部資本の導入による風車の建設が進むと、地域住民からの反対が予想される場合がある。それはNIMBYシンドロームが働くためである。NIMBYとは、Not In My Backyardの略である。NIMBYで問題となる施設は、国内で必要不可欠な社会インフラであるにもかかわらず、自分の地域(My Backyard)に建設されると何らかの負荷の発生が予想される施設である。例えば、ごみ処理場などは、社会にとってどうしても必要な施設と考えられるが、自分の地域に建設されるのは困るという心理である。風車の場合、大型風車が導入されることによって、電力料金の低下や原子力発電依存からの脱却に繋がるなど、メリットが大きいいため、導入されることが望まれるものの、騒音問題や景観問題等が発生するので、自分の居住地区には建設してほしくないという心理が働く。こうしたことから地域住民からの反対運動が起こり、訴訟問題に発展する事態も想定される。訴訟費用や賠償金等更なる資金が必要となる。その都度裁判を起こしては風力発電の導入は進まず、促進を阻む結果となる。こうした風車設置による不利益を被る住民がいる一方で、負の影響を受けずに恩恵を得る住民が出てくる。デンマークの共同風車は、自らの地域に風車を建設することは不利益も無論発生するが、一方で恩恵(収益)が公平に分配される制度ができていたため、NIMBY問題による風車建設の反対運動が起こりにくい。つまり、地域住民参加型の起業を行うことにより住民に持続的な利益が生じる仕組みを構築することができる。このような仕組みがなければ、再生可能エネルギー事業を地域社会における継続的な事業として根付かせることは難しいのではないか。一方、公平性を過度に重視すると逆に資本導入における限界をもたらし、技術の進歩が阻害されることも懸念される。しかし導入時にはそれ以上に、地域住民の理解が得られないと風車そのものが建設できないため、風力発電を地域住民主体で行うことは風車の導入をスムーズに行う上で重要な要因であると考えられる。

(3) 各国の風力発電導入実績

風力発電導入量としては、前述したとおり、中国が2010年に1位になり、以降最多の導入量を誇っている。2015年では、1位中国(145,362MW)、2位アメリカ(74,471MW)、3位ドイツ(44,947MW)である。なかでも中国は、固定価格買取制度を導入した翌年の、2006年(2,604MW)と比較すると、2015年の導入実績(145,362MW)は約56倍になっている。しかし日本は、固定価格買取制度を導入した2012年(2,614MW)と比較すると、2015年導入実績(3,038MW)は僅か1.2倍である。また、2006年(1,394MW)と比較しても僅か2.2倍である。このことから、日本の場合、固定価格買取制度の導入自体は、太陽光発電を重視していることから、同制度が風力発電の導入にとってどの程度寄与しているかは疑問視される。

中国は豊富な風力資源を活かし、風力発電の導入を促進してきた。2003年、中国の国家発展改革委員会は風力発電の有効性を検討し、特許権風力発電プロジェクトを立ち上げた。このプロ

⁸ 企業、投資家、海外からの直接投資をいう。

ジェクトは競争入札により風力発電事業者を決定する制度である。

倪 (2008) は、同プロジェクトに関して、「2003年の実施開始から2008年6月末現在まで計五期、340万kW規模の風力発電プロジェクトの公開入札が行われた。…(中略)…2003年第1期特許権プロジェクトの総設備容量は20万kWであったのに対し、2007年第5期の開発規模は95万kWに達し、風力発電の開発規模がこの4年間で約5倍となっており、中国風力発電事業の大きな成長性を示している。」と述べている。(倪, 2008, p.3)

しかし、一方で風力発電を急速に進めすぎたが故の歪みも出ている。王 (2013) は、中国の風力発電普及の問題について詳細に述べている。王の考えは以下の3点にまとめられよう。

①系統連系の不整備。

②調整電源の不足、風力発電機の放棄。

調整電源が不足しているため、風力の出力変動への対応が追いついていない。送電網の負担を安定させるために風力発電機を放棄するという問題が発生している。

③風力発電機の最適地に建設していないため、稼働率が低い。(王, 2013, p.87)

中国は風力発電の導入を急速に進めてきたため、種々の問題が生じている。このことは、二酸化炭素や窒素酸化物などの有害物質の排出が少ないクリーンエネルギーである風力発電でも、促進策を誤ると却って環境に悪影響を与える場合があるということを示唆している。

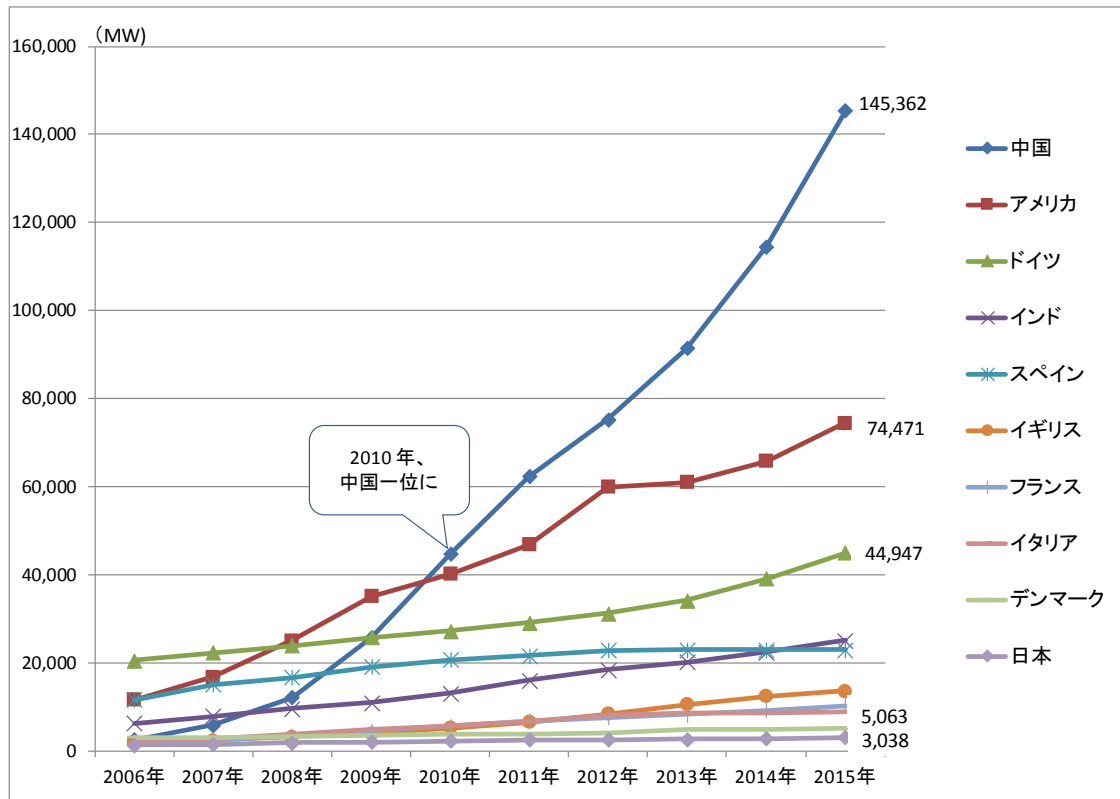
デンマークの導入量は、このところ横ばいのようにみえる(図表8、9参照)が、それは陸上風車が飽和状態のためである。デンマーク政府は新規市場として大型風車の洋上への建設を推進している。デンマークの導入量は他国と比較すると5,063MW(2015年)と少ないように思えるかもしれないが、図表10に示した通り、デンマーク国内の全電力需要に占める風力発電量の割合は実に42%に到達している。日本の全電力需要に占める風力発電量の割合は僅か0.6%に過ぎない。それは、デンマークの1/70、スペインの1/32、ドイツの1/25の値でしかない。

(図表8) 主要国の風力発電導入量推移

(MW)	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
中国	2,604	5,906	12,210	25,805	44,733	62,364	75,324	91,412	114,609	145,362
アメリカ	11,603	16,818	25,170	35,064	40,180	46,919	60,007	61,091	65,879	74,471
ドイツ	20,622	22,247	23,903	25,777	27,214	29,060	31,308	34,250	39,165	44,947
インド	6,270	7,845	9,645	10,926	13,065	16,084	18,421	20,150	22,465	25,088
スペイン	11,615	15,145	16,754	19,149	20,676	21,674	22,796	22,959	22,987	23,025
イギリス	1,963	2,389	3,241	4,051	5,204	6,540	8,445	10,531	12,440	13,603
フランス	1,567	2,454	3,404	4,492	5,660	6,800	7,564	8,254	9,285	10,358
イタリア	2,123	2,726	3,736	4,850	5,797	6,737	8,144	8,552	8,663	8,958
デンマーク	3,136	3,125	3,180	3,465	3,752	3,871	4,162	4,772	4,883	5,063
日本	1,394	1,538	1,880	2,056	2,304	2,501	2,614	2,661	2,789	3,038

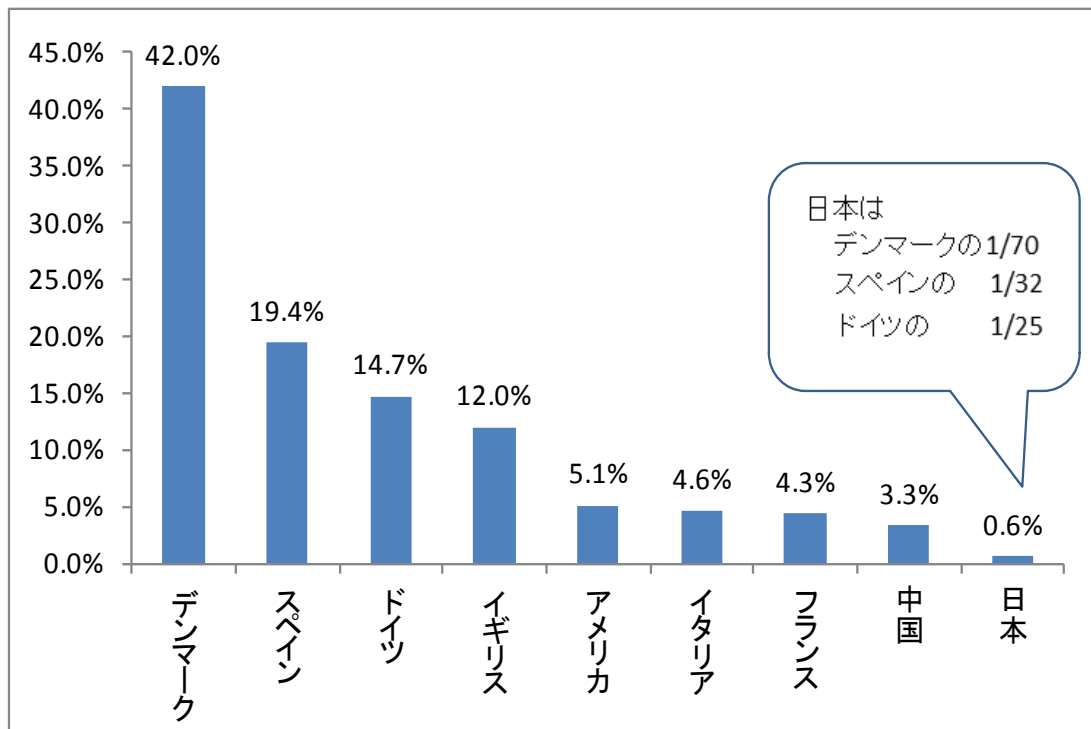
(出所：GWEC “GLOBAL WIND REPORT ANNUAL MARKET UPDATE 2006-2015”、表は筆者作成。)

(図表 9) 主要国の風力発電導入量推移グラフ



(出所：GWEC “GLOBAL WIND REPORT ANNUAL MARKET UPDATE 2006-2015”、グラフは筆者作成。)

(図表 10) 全電力需要に占める各国の風力発電量の割合 (2015年)



(出所：IEA Wind 2015 Annual Report, グラフは筆者作成。)

第2章 風力発電投資における所有問題

(1) 所有主体—個人・組合

デンマークの風力発電機の所有者の85%は個人や協同組合である。よって、風力発電の売電収入は地域住民の収入増となり、地域社会の活性化に繋がっている。また、前述した居住地制限の存在が、地域住民であるという意識を促したのである。風力発電機所有に関するデンマーク固有の制度である協同組合の存在も、風力発電普及の大きな要因といえよう。

風力発電協同組合が普及した理由について、竹内(2013)の考えは以下の6点に要約されよう。

a. 居住基準⁹の存在

b. 電力消費基準の存在

投資家である各家庭の年間電力消費量に応じた出資口数の上限制限が設けられていた（この制度は、住民の節電意欲を削ぐことになったため2000年4月に廃止された）。

c. 充実した財政支援

補助金や税の還元、固定価格買取制度などが風力発電を収益面で安定的な事業にし、住民の参入を容易にした。

d. 国家・自治体の財政による政策的支援

e. 協会の存在

代表者、交渉の窓口としての役目を果たす。

f. 地域住民の理解を得やすい。

※上記要約の元である文献については原文のまま[註2]に記載した。（竹内, 2013, p52）

外部参入の風車の場合、生まれる収益を発生させることの大きな部分は地域外へ流出すると予想される一方、騒音や景観問題、バードストライク問題などはもとより、地域住民にはさしたる利益が見当たらない。外部資本による大型風車が導入されることによって電気料金が安くなる可能性など、住民への利益がないわけではないが、不利益ばかりが目される可能性も否定できない。そのため、地域住民の理解を得ることが難しく、合意形成が難しい。それに対して共同風車の場合、なによりも地域住民に利益が還元されること、また主体的に運営できることなどから、合意形成が行われやすいと言えよう。

共同風車の導入を促進するための協同組合を普及させることは重要である。また、補助制度や税の還元、固定価格買取制度など各種制度も、風力発電事業を収益面で安定的な事業とするためには欠かせない。風力発電事業で利益が生まれることは参入の拡大を招く。他方、居住地制限によって外部からの参入を阻止し、電力消費基準によって口数制限を設けたことは、収益の公正な還元の維持に大きく寄与したと考えられる。また、出資口数に応じた報酬が非課税扱いであったことも住民の積極的な参加を促したと言えよう。

(2) 出資構造、口数制について

口数制について、竹内(2013)は以下のように述べている。

⁹ これは、S.スズキ(2007)のいう「居住地制限」と同義である。

「風力発電協同組合の出資口数は年間見込み発電量を 1,000kWh で割って求められ、一口当たり単価は創業費（計画値）を出資口数で割って決定される。口数が発電所の設備容量に連動しているため、設備稼働後の組合員募集はない。負債の調達が認められていないため資金規模が制約されるが、その反面、長期安定的な組合経営が可能で出資金の安全性も高い。議決権は出資口数に係らず一人一票である。出資口数権利の中途売却は可能で相対取引によって売買価格が決められる。

発電した電力は組合員の自家消費ではなく、電力取引市場（もしくは電力会社）へ全量売却される。売電価格は風車の稼働時間（の制度）や経過年数などによって異なるため、固定価格の場合もあれば市場価格の場合もある。この売電価格に炭素税・電力税の還元やグリーン証書の売却収入などが加わり、そこから運営に必要なコスト（維持費、修繕費など）が差し引かれて組合の利益が決まる。この利益を出資口数で割ったものが一口当たり報酬として組合員へ還元される仕組みである。」（竹内, 2013, p52）

発電した電力は、自家消費せずに電力取引市場へ一度集めてから供給する。また、出資者には売電による収益が出資額に応じて分配される。こうしたことから負担と便益が明確化されており、一般に公共財を作ったときによくみられるフリーライダーの発生を抑制する制度となっている。一度発電した電力を一箇所へ集めることによって、電力の価値を均等にしている。出資者も非出資者も売電会社から電力を買う制度に統一することによって、電力価格における公平性が保たれていると言えよう。

口数制によって公平性は達成されたが、政府は公平性を追求するためにのみこの制度を始めたわけではないであろう。

風力発電の導入には地域住民の理解が必要不可欠であったため、住民の理解を得やすくすることによって参加を促し、また収益面における公平性が達成される仕組みを構築したのである。風力発電の促進を始めた当初は、口数制に加えて、固定価格買取制度や初期投資費用への補助制度なども行っていた。

しかし、初期投資費用の補助金制度の廃止（1989年）から始まり、固定価格買取制度（1999年廃止）¹⁰、口数制の居住地制限と電力消費基準（いずれも 2000年廃止）など、徐々に規制は緩和されてきた。2020年までには風力発電に関係する全ての補助制度が全廃される予定となっている。それは、住民の理解を十分に得られたことを背景に、更なる風力発電の発展を目指して、規制緩和を行ったものと考えられる。

まさに、居住地制限や電力消費基準などの規制を外すことで、自由参入を促す方針に転換したと考えられる。これによって更なる発展に繋がったと言えるが、口数制の規制緩和によって、それまで堅持されていた収益の公正な還元が崩れたとも言えるのではないだろうか。

こうしたことから、政府が口数制を導入する本来の目的は、制度の設計における公平性の達成はもとより、第一義的には住民の理解を得ることにあつたと考えられる。

¹⁰ 但し、2008年洋上風車に対する新しい固定価格買取制度が導入された。

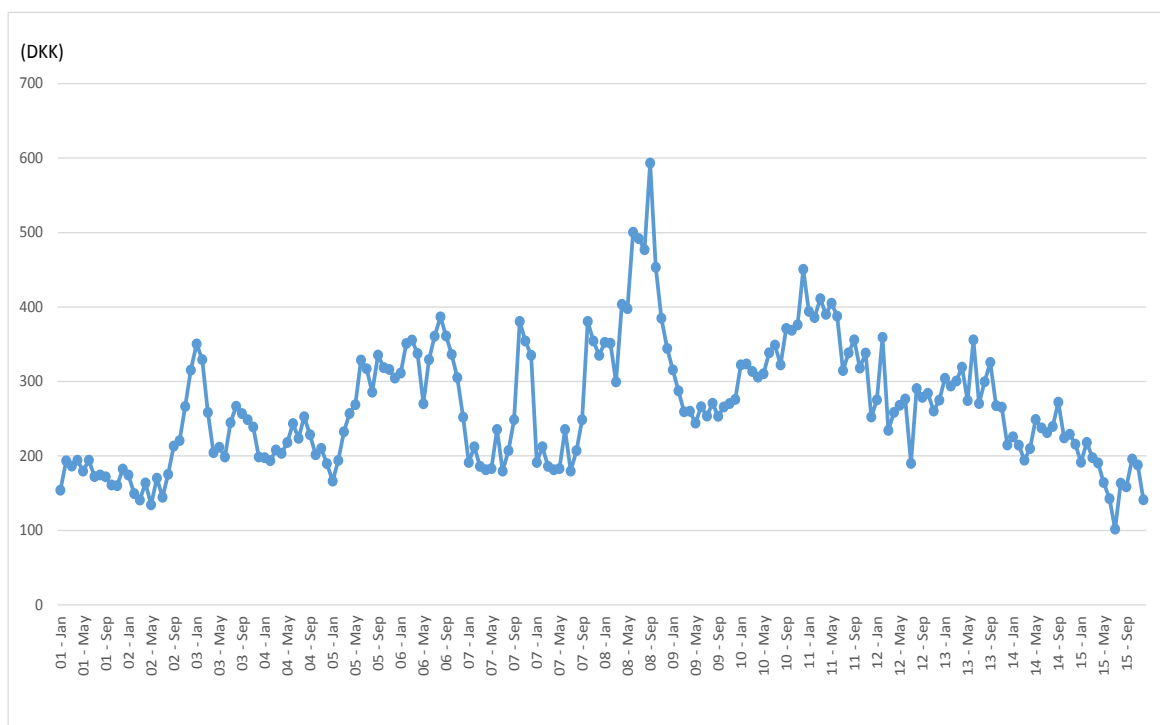
第3章 風力発電の収益構造について

(1) 売電価格の決定について

売電価格は、ノルドプールの取引価格に税の還元分が上乗せされた価格によって決まる。ノルドプールは任意プールであり、相対契約も可能であるが、その場合はノルドプールの価格を参照して決められることが多い。

図表 11 の DK1 におけるノルドプールの電力取引価格が、特に 2008 年から 2009 年にかけて乱高下しているのは、世界同時不況・金融不安が関係しているものと観られる。デンマークは他国と比較して発電コストが安価であり、系統連系も整備されているので取引価格が低く、特に近年、更に低下する傾向にある。

(図表 11) DK1 におけるノルドプールの取引価格 (2001 年～2015 年)



(出所: IEA" Key World Energy Statistics"、グラフは筆者作成。)

ノルドプールは、世界初の多国間（北欧4か国：デンマーク、スウェーデン、フィンランド、ノルウェー）電力市場として、1993年に設立された。北欧はそれぞれの国が異なった供給構造を抱えており、電力を補完しあう必要があったことが、ノルドプールの誕生をもたらした。各国の電力源比率については、デンマークは火力と風力が、ノルウェーは水力が中心である。また、スウェーデンは原子力と水力が、フィンランドは原子力と火力、水力が中心を占めている。4か国全体としては5割以上を水力に依存している。水力の場合、冬季には凍結し発電できないため、国際的な相互補完が必要不可欠となるという事情があった。ノルドプールには、この相互補完の歴史があるため、国際間の系統連系が整っている。そのため、電力料金が安くなっている。

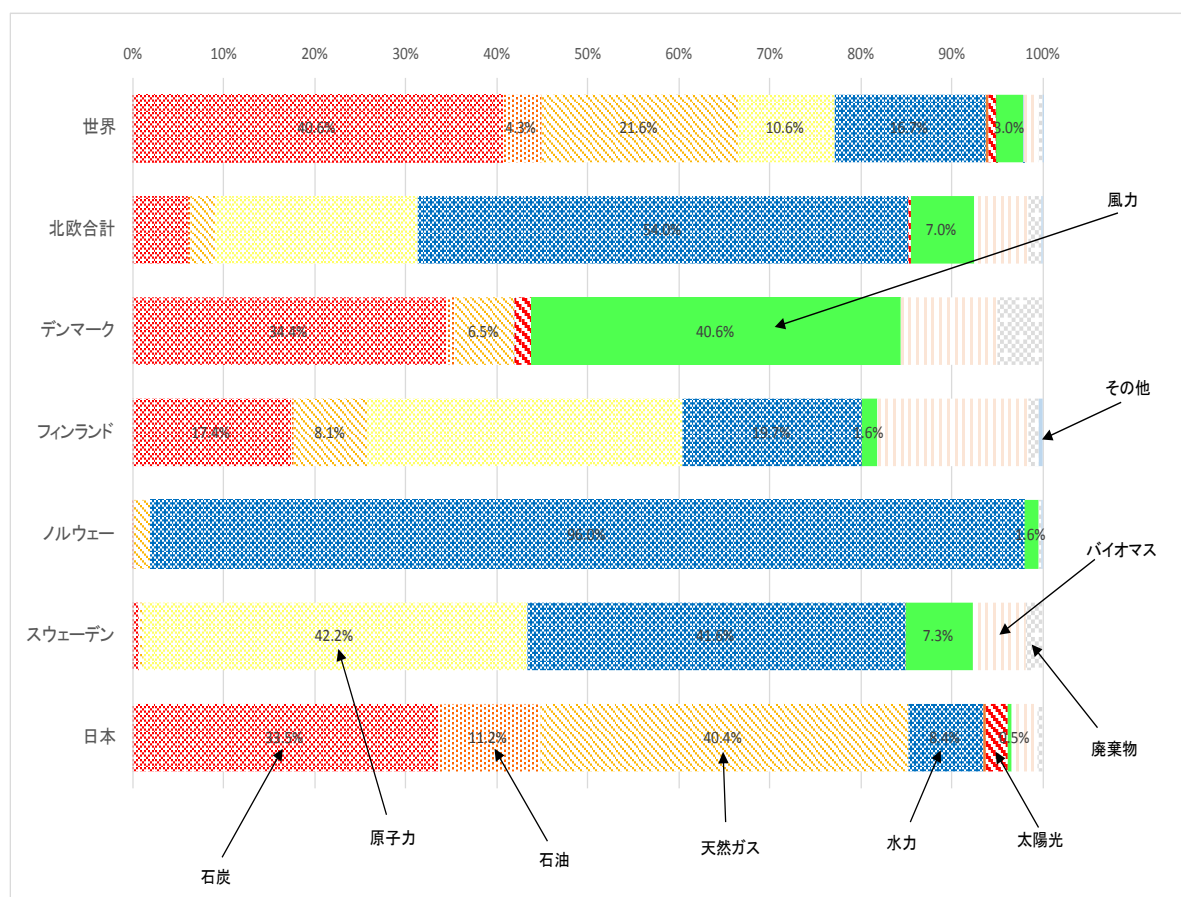
ノルドプールの役割にISO¹¹は含まれず、系統連系は各国で行っているのが特徴である。また、エリアごとに異なるスポット価格を設定していることも、他国の電力自由化と異なる点である。エリアごとの電気料金に差をつけることで、送電混雑料金を実質的に徴収できる仕組みになっている。

(図表 12) 発電供給量割合 (日本と北欧四か国)

	石炭	石油	天然ガス	原子力	水力	地熱	太陽光	太陽熱	風力	潮力	バイオマス	廃棄物	その他
世界	40.6%	4.3%	21.6%	10.6%	16.7%	0.3%	0.8%	0.0%	3.0%	0.0%	1.7%	0.4%	0.1%
北欧合計	6.1%	0.2%	2.7%	22.3%	54.0%	0.0%	0.2%	0.0%	7.0%	0.0%	6.0%	1.4%	0.1%
デンマーク	34.4%	1.0%	6.5%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	0.0%	40.6%	0.0%	10.6%	5.0%	0.0%
フィンランド	17.4%	0.3%	8.1%	34.6%	19.7%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	16.6%	1.2%	0.4%
ノルウェー	0.1%	0.0%	1.8%	0.0%	96.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	0.0%	0.3%	0.2%
スウェーデン	0.6%	0.2%	0.3%	42.2%	41.6%	0.0%	0.0%	0.0%	7.3%	0.0%	5.9%	1.9%	0.0%
日本	33.5%	11.2%	40.4%	0.0%	8.4%	0.2%	2.4%	0.0%	0.5%	0.0%	2.8%	0.6%	0.0%

(出所: IEA" Key World Energy Statistics"、表は筆者作成。)

(図表 13) 発電供給量割合 (日本及び北欧4か国)



(出所: IEA" Key World Energy Statistics" (2014)、グラフは筆者作成。作成に当たっては、ニューラル「【エネルギー】世界各国の発電供給量割合[最新版] (火力・水力・原子力・再生可能エネルギー)」(2016) のグラフを参考とした。)

比較対象として PJM Interconnection を挙げる。

¹¹ ISO は Independent System Operator (独立送電運用者) の略である。

小笠原・森田（2001）は以下のように述べている。

「PJM-ISO¹²は信頼度維持にその最大目標をおき、参加する事業者に容量確保義務などの厳しい義務を課している。電源の多様性もあいまって、カリフォルニア州のような危機的な状況¹³には陥りにくい構造であり、供給の安定に大きく寄与している一方で、新規参入という意味では参入障壁が極めて高いという難点も存在する。

市場の管理ではLMP¹⁴方式を採用し、市場価格に大きな影響を与えるものとなっているが、そもそも相対取引や自己供給による電力調達が主流であるため、LMPそのものには価格指標的な機能は低い。また、市場による電力取引がISOを介して実施されていることから、ISOが系統運用者として必要となる情報の収集は容易であり、経済的な運用が可能となる一方で、事前のスケジュールやディスパッチには非常に複雑なルールが適用されており、完全な理解にはなお時間を要するものと思われる。」（小笠原・森田, 2001, p10）

これと比較すると、ノルドプールでは、長期的な投資の確保が難しい点には留意すべきだが、新規参入が容易であること、指標価格の役割を果たしていること、制度が分かりやすいこと等がメリットとして挙げられる。

デンマークでは、ノルドプール参入以前は陸上風車に対して固定価格買取制度を取り入れていた。それは、風力を安定収入源として位置づけ、風力発電を促進させるためであった。しかし、風力発電の拡大に伴い、固定価格買取制度がもたらす資金負担の問題をなくすために、政策的な固定価格から適正価格が期待できる市場価格制度への変更に踏み切った。

市場を作り出すことは難しい。PJM Interconnectionのように、規制を厳しくすれば安定した供給を保障できるが、参入障壁が高くなってしまふ。それに対し、ノルドプールは制度が分かりやすく、参入もしやすい。PJM Interconnectionにはない指標価格としての役割を担っている。こうしたことからノルドプールによって、適正な市場価格への道筋をつけようとしていることは高く評価されよう。

(2) 発電コストについて

高橋（2013）は、「デンマークの風力発電は、製造インフラが整っており、平地が多く建設が容易なため発電コストが低い。陸上風力の発電コストは5€セント(6.5~7円)/kWhといわれている。(販売価格は8.5€セント。)日本は18円前後/kWh、英国は11円(7ペンス、8.5€セント)/kWhとみられる(£1=158円)。」（高橋, 2013, p16）と述べている。

デンマークは系統連系が整備されている上、風況がよいことから、他国と比べて発電コストが安い。しかし、風力発電は“風任せ”で不安定電力である。デンマークの場合、風力発電をベースに安定した電力を供給するには他電源もしくは他国からの補完が必要である。電力供給を安定化するための輸入コストは風力発電における大きなコスト問題の一つである。

¹² 正式名称は、PJM Interconnection である。

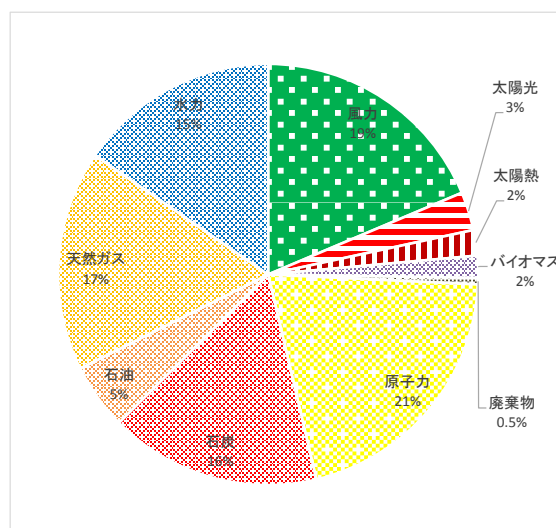
¹³ カリフォルニア州では需要の増加に見合う供給能力がなく、2000年に電力の供給における危機が発生した。

¹⁴ LMPはLocational Marginal Price（地域別限界費用）の略称である。

再生可能エネルギーをベースとして、輸入電源に頼ることなく電力供給の安定化に成功している事例としてスペインを挙げるができる。スペインは、風力発電の適地（東部、北西部）と電力消費地（マドリドやバルセロナ等の中東部や東部の大都市）が離れている。また、スペインは半島であるため、地理的には国際連携が取りにくいという問題も抱える。上記二つの問題は、日本にも当てはまる問題である。しかし、風力発電導入量は日本の約 7.6 倍（23,025MW）であり、年間電力需要の 19.4%を風力で賄っている（2015 年時点）¹⁵。スペインが風力発電大国となった背景には、「再生可能エネルギー制御センター(Control Center for Renewable Energies, CECRE)」の存在がある。

石原（2011b）は CECRE に関して、「CECRE は…（中略）…問題を抱えるスペインの電力系統において、その安定性を損なうことなく、再生可能エネルギーを最大限に導入することを目的としている。具体的には、風力、太陽光、小水力、バイオマスなどの再生可能エネルギーとコージェネレーションを対象とし、電力需要に応じてその発電電力の管理・調整を行う。また、CECRE は、風力を含む対象発電設備の状態をオンラインで監視・制御しており、スペインの電力系統全体を制御する中央給電指令所の一部として運用されている。…（中略）…風力発電出力の予報結果に基づき、毎日午前 11 時に翌日の調整電源（火力/水力/揚水）が十分かどうかの評価を行う。…（中略）…供給電力の優先順位は、CO₂削減という観点から、①風力、②他の再生可能エネルギー、③原子力、④石炭火力、⑤コンバインド・サイクル、⑥石油・ガス火力、⑦水力、⑧揚水（発電運転）の順と決められている。」（石原,2011b）

（図表 14）スペインのエネルギー源比率（2014 年）



（出所: IEA" Key World Energy Statistics", グラフは筆者作成。）

スペインでは、風力発電出力の予測をもとに不足分を割り出し、不足分のみ調整電源によって賄うという方法をとっている。さらに供給電力には優先順位があり、再生可能エネルギー電力を

¹⁵ この風力発電需要量及び年間電力需要量に占める風力発電の数値は、筆者の試算による。

推進する上で極めて効率的である。2014年には全供給電力のうち41.2%を再生可能エネルギー（水力含む）によって賄っている。そのうち風力発電は19%を占めている。2012年4月16日3時30分には、供給電力に占める風力発電の比率は、過去最高の60.46%に達した。また再生可能エネルギー比率をみると、1990年17.7%（風力は0.01%に過ぎない）であったが、2014年には41.2%にまで上昇している。CECREによって、他国からの補完がなくても自国のみで不足分を賄える。他国からの補完が必要でないということは、輸入に伴うコスト負担が発生しないことを意味する。地理的条件から国際連携が難しい日本においては、スペインの取り組みの導入に向けた積極的な検討を行うべきであろう。

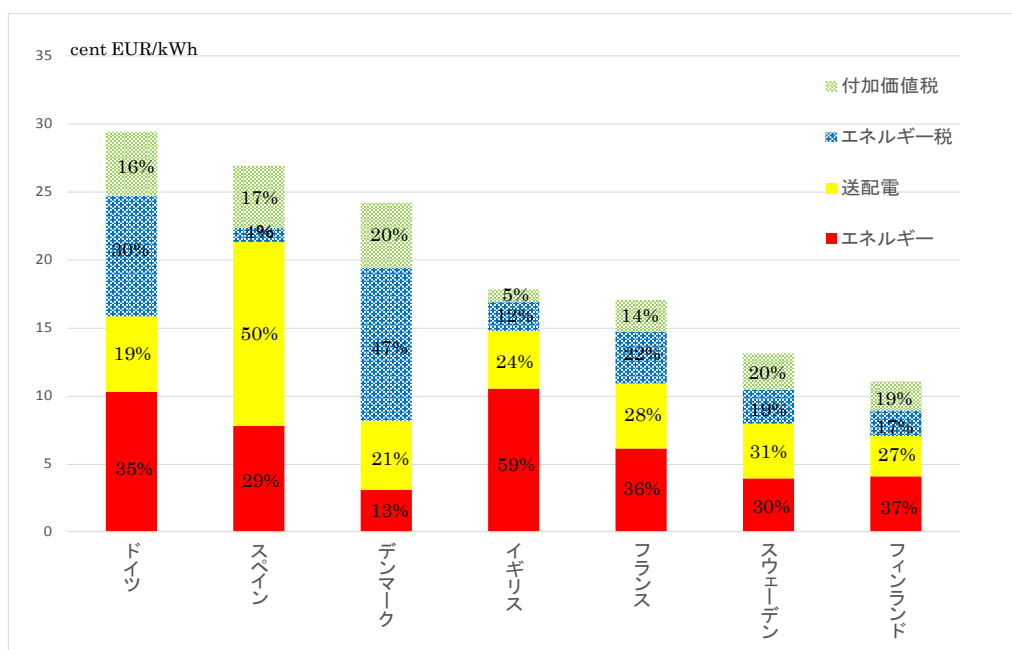
(3) 税制

風力による電力には、二酸化炭素税（0.10DKK/kWh）と電気税（0.17DKK/kWh）の還付がある。二酸化炭素税は、二酸化炭素を排出しない発電の売電価格の決定に際し使われている目的税である。還付は、風力発電機所有者だけでなく、再生可能エネルギー源からの電力を発電する電力会社、企業、個人に対しても行われる。電気税は、電力会社以外の風力発電機保有者に還付される。

消費者側には、電気税（製造業のみ一部免税措置がとられている）、二酸化炭素税などの高い間接税がかかっている。これは、日本の再生可能エネルギー賦課金に類似するのではないか。

以下では、ヨーロッパ諸国の家庭用電気料金とその構成要素について考察する。

(図表 15) 英独仏スペインと北欧諸国の家庭用電気料金とその構成要素



(出所: E-CONTROL, “Household Energy Price Index for Europe” (2016) グラフは筆者作成。作成においては、蟻生 (2014) を参照した。)

〈ドイツ〉

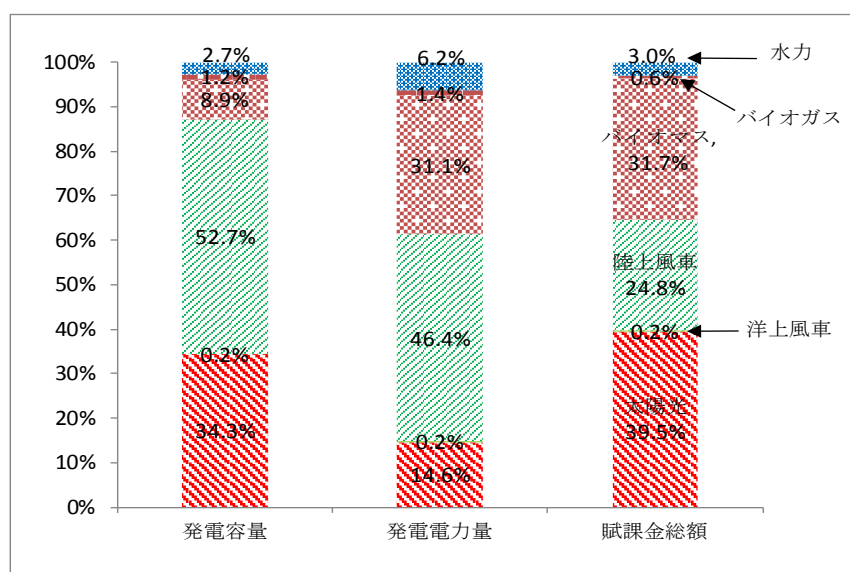
ドイツは、再生可能エネルギーを促進するために消費者から再生可能エネルギー賦課金を徴収

している。電気料金を下げるために再生可能エネルギーを促進しているが、送電網が整備される前に進めてしまったため、コストが高くなっている。

太陽光発電の導入も増加傾向で、その買取費用も増加している。ドイツでは、2000年に固定価格買取制度が導入された。当時の買取価格は風力よりも太陽光の方が高く設定してあったが、それでも発電コストより低いものであった。しかしその後、設備費用の低下が著しく進んだため、収益性が良好になった。そのため太陽光発電の設置が盛んに行われた。

その結果、2010年の賦課金総額は約130億ユーロ（日本円で約1兆3,000億円）にまで拡大した。この状況に対する対応策として2012年に買取価格の再検討が行われた。しかし、買取価格が引き下げられる前に設置しようとする駆け込み需要が増加し、太陽光発電が更に急増した。

(図表 16) ドイツ (2010) の各再生可能エネルギーの発電容量・発電電力量・賦課金総額



(出所: Netztransparenz “Studie des IE Leipzig: Jahresprognose 2012 zur deutschlandweiten Stromerzeugung aus regenerativen Kraftwerken“, グラフは筆者作成。)

図表 16 はドイツ (2010) の再生可能エネルギーの発電容量、発電電力量及び賦課金の割合を表したグラフである。太陽光の発電容量は 34%を占めているにもかかわらず、その発電電力量は僅か 14%のみである。賦課金においては全体の 40%を占めている。こうしたことから、太陽光発電は、今後さらなる技術開発によってその効率性を高めることが求められる。太陽光発電は近年、設備費用が低下しつつあるが、それは主に、インバータ (逆変換装置) や設置工事費の低下によるものである。太陽光発電パネルの総額費用に占める割合が最も大きいのが、主原料のシリコンである。シリコンは近年、太陽光発電パネルの生産における急拡大が需要増をもたらし、価格の高騰を招いている。そのことが、太陽光発電のスケールメリットによるコスト低減を図る際の懸念材料となっている。

日本の固定価格買取制度も、太陽光発電を中心に考えられているため、現時点では効率の悪

い再生可能エネルギー促進策であると言わざるを得ない。この点についてはドイツと同様に国民負担が過大になることが危惧される。現在は再生可能エネルギー電力の買取制限を設けて、国民負担が過大にならないように調節されているものの、将来的な国民負担増大への懸念が、再生可能エネルギーの本格的展開へのマイナス要因となるおそれは大きい。

一方、ドイツの陸上風力発電を観てみると、発電容量 53%に対して発電電力量 46%と発電効率が良好であることがうかがえる。また、賦課金も 25%に留まっている。

以上から、風力発電は運転維持費や燃料費が他電源と比べて低いという面だけでなく、環境対策（CO₂対策費）や政策経費の面など、様々な視点からみて効率的な発電形態であると言えよう。

〈スペイン〉

スペインは、日本と同様に輸入ガスに頼ってきたため、2000年以降の天然ガスの価格上昇を背景に卸電力価格が上昇した。しかし、政府は料金を低く抑えようとして規制料金の修正を行わなかった。こうしたことから、発電コストが売電収入を上回ることによって生じる赤字部分を電力会社が負担することとなった。

スペインでは天然ガスの輸入依存度を下げるために、固定価格買取制度と先述した CECRE を導入し、再生可能エネルギーの導入を推進した。

しかし、再生可能エネルギーの大量導入により、稼働率が低下した火力電源に対する補償金や、ピーク時の需要抑制契約に対する補償金なども電力料金に上乗せされている。こうした種々の賦課金が電力価格高騰をもたらした。さらに、太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの大量導入による電力会社負担の送配電費用も急増しており、電力会社の更なる赤字問題へとつながっている。通常の固定価格買取制度では、再生可能エネルギーの買取費用は、再生可能エネルギー賦課金という国民負担によって賄われている。そのため民間企業である電力会社が赤字を抱えることはない。電力会社の赤字の最大要因は、電力価格が政府によって規制されていることにある。スペインの場合は、政府が規制価格を低く設定したため、賦課金によって賄われるはずの赤字分を賄いきれない事態に陥ってしまったのである。

スペイン政府は電力会社の赤字問題に対して、禁じ手である買取固定価格の引き下げや買取中止などを認めることに電力会社のコスト低下とそれによる赤字解消を図っている。

しかし、依然として赤字は増え続けており、2012年12月31日時点で累計赤字は255億ユーロ（約3.6兆円、1ユーロ＝141円で換算）に及ぶ。

再生可能エネルギー導入による赤字分を国民の負担としたのが前述したドイツの例だったが、スペインの場合はその赤字部分を電力会社に負わせたという例である。

〈イギリス〉

イギリスは電気料金を引き下げることを目的として電力自由化を行った。電力自由化によって非効率な発電方式が見直され、需要に見合った電力が供給されるようになった。しかし、再生可能エネルギーの大量導入によって、必要な火力電源に対する投資がなされないといった問題も発生している。また、自由化導入直後は新規参入の増加により価格が低下したが、近年は競

争力が弱まりつつある。Big6（小売市場の9割以上を占有している事業者）による寡占状態が構築されつつあり、価格は上昇傾向にある。

〈デンマーク〉

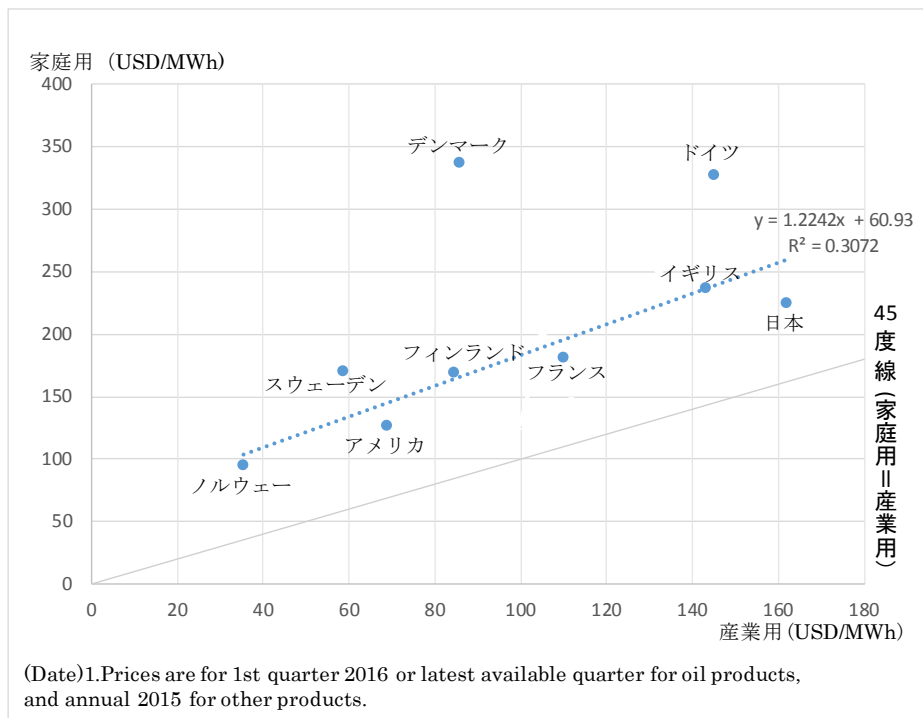
デンマークの電気料金は、他国と比べて低い発電コストにもかかわらず高く設定してある。電気料金のうち約7割が消費者負担の税金分である。エネルギー税は再生可能エネルギー発電を促進するための目的税とされている。また、高い電気料金を設定することによって、政策的に家計におけるコスト意識を生み出すことが節電意識を高めることに繋がっている。

しかし、税金をかけすぎると市場を歪めることに繋がるのではないかという懸念も生じる。「高負担・高便益」というと国民は、高負担を高コストと捉えるため、便益よりも負担のほうを意識する傾向にある。しかし、こうしたコスト意識は政府に対する監視強化につながり、また政策への関心を高めることにも繋がっている。

デンマークは汚染の発生抑止と、エネルギーの節約を図ることを目的としているため、家庭電力に対する間接税を高く設定している。しかし、電力消費を抑制することは経済活動の鈍化につながりかねない。高い電力料金が製品価格に転嫁され価格自体を押し上げることになるので、消費者の負担増を招くことが懸念される。また生産者側においても製品価格の上昇を抑制しようとするれば、生産者側にコスト削減の負担を強いることにもなる。

しかし、こうした高負担・高便益という政策の在り方は、負担と便益に関する明確な政策に努めてきたデンマークであるが故に可能であったと言えよう。

(図表 17) 各国の家庭用電力と産業用電力の料金比較

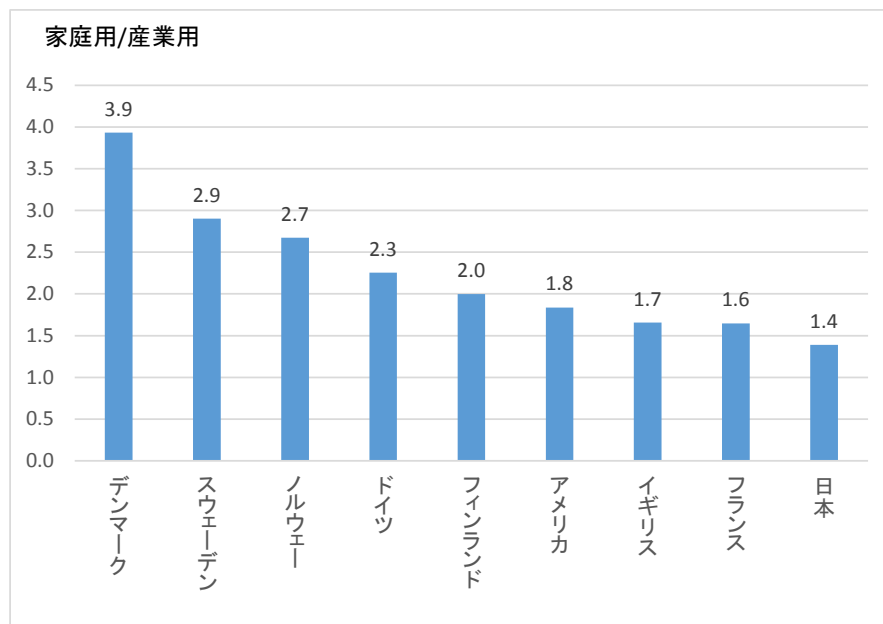


(出所: International Energy Agency " Key World Energy Statistics 2016"、グラフは筆者作成。)

(注：トレンドラインは、データのある国全ての数値を反映させたものである。表示は主要国のみとした。)

図表 17 は主要国の家庭用電力と産業用電力の料金を比較したグラフである。デンマークはトレンドライン（点線）より大きく外れている。それは、家庭用電力料金が他の主要国と比べて非常に高く設定されているためである。デンマークでは家庭用電力料金に再生可能エネルギー促進のための財源としての税を産業用よりも多くかけているため、相対的に産業用の料金が著しく低く観える。一般に、産業用電力料金の方が利用する送電線や配電線等の設備が少ないことや、高圧で利用するため家庭用と比較して送電ロスが少ないこと等から、安く設定される傾向にある。実際、産業用電力の税負担は家庭用と比較して低い。家庭用電力料金は産業用の 3.9 倍である。デンマークの産業用電力料金を他国と比較すると、フランス、イギリス、ドイツ、日本に比して低く設定されていることが分かる。

(図表 18)各国における $\frac{\text{家庭用電力料金}}{\text{産業用電力料金}}$ の数値比較



(出所: International Energy Agency "Key World Energy Statistics 2016"、グラフは筆者作成。)

図表 18 は、家庭用と産業用の電力料金を比較したグラフである。その値は $\frac{\text{家庭用電力料金}}{\text{産業用電力料金}}$ によって算出したものである。この値が高いということは、産業用電力料金と比較して、家庭用電力料金が相対的に高いことを意味する。各国の電力料金は税込価格であるため、各国の政策の特徴が表れる。デンマークは、家庭用には高い税を賦課する一方で、産業用は優遇しているため比率が高くなる。それに引き替え日本は、他国と比較して 1.4 倍と低い水準である。それは、租税を他国と比して家庭用は低く、産業用は高く設定しているためである。

デンマークをモデルに風力発電を促進していくならば、産業用電力料金を引き下げ、家庭用を引き上げることも考えられる。デンマークのモデルに近づけて、再生可能エネルギーを促進していくためには、国民の負担である再生可能エネルギー賦課金を上げざるを得ないのではないか。上記の

ことから、デンマークのエネルギー政策が示唆するのは、①エネルギー政策を推進する段階では、国民負担が免れ得ないこと、②再生可能エネルギー市場が成長段階に入った時点で段階的に市場機能を導入していくことが不可避ではないかという点である。

(4) 補助制度

デンマークの風力発電に対する補助政策について山口 (2002) は以下の 5 つを挙げている。

「①直接資本投資、②売電価格の上乗せ、③系統連系費の一部電力会社負担、④投資の節税効果、⑤収入の免税」(山口, 2002, p120) である。上記の各項目について、以下のように考察した。

①直接資本投資

1979～89 年に行われた初期投資補助制度と、現在も続いている設備更新補助制度とがある。それらの制度はいずれも、設備の投資、更新を促す政策である。

②売電価格の上乗せ

この内容としては、固定価格買取制度と CO₂ 税、電気税の還元とがある。固定価格買取制度の導入の歴史については図表 6 に詳述した。この制度によって、電気料金の価格が上昇することは避けられないが、発電側の収入の拡大が期待される。これによって、新たな財源の確保も可能となろう。

③系統連系費の一部電力会社負担

系統連系費はコストを上げる一要因となっている。日本では、系統連系費に莫大な費用がかかっており、それが投資家の負担であることからコスト高につながり投資意欲を削いでいる一面もある。また、スペインの電気料金が高い原因も送配電コストであることから、インフラ整備を整えてコストを抑えることの重要性が指摘されよう。デンマークでは現在、全額を送電会社が担っている。風力発電機所有者の負担となっていないことから、風力発電機導入の促進につながっているものと考えられる。

④投資の節税効果、⑤収入の免税

収益をそのまま現金としておく場合よりも、投資する方が節税効果をもたらす。しかし、山口 (2002) は上記の補助制度がなかったとしても、投資回収年数は耐用年数より小さく、投資効率が良好であると結論付けている。

山口 (2002) は、「経済性」は投資の回収が何年でなされるかという形で表現されていた。この意味でのクリティカルポイントは、投資回収年数が耐久年数以下となること」(山口, 2002, p.119) なのである。

さらに、「日本の中に風力発電を大きく普及させるためには、その「経済性」の向上は確かに重要な項目である。しかし、当該の風力発電機が、社会の各種発電技術との関係の中でしか機能しない以上、単に発電機単体の発電コストの値だけに注目していれば良いわけではない。(中略)総合的な「経済性」を評価していくことが大事なのである。」(山口,2002,p.122) として、日本への導入あたりの課題が述べられている。

風力発電は経済的効率性が良好であるとはいえ、既存電力を度外視した形でのその導入には様々な問題が発生することになる。既存電力との競合問題は、日本に風力発電を導入していくうえで解決しなければいけない問題である。以下に、これまで述べてきたことの結論として、この

既存電力との競合問題を考慮したうえでの日本への風力発電の更なる導入の可能性について検討を加える。

4. 結論

ここでは、デンマークの再生可能エネルギー政策の歴史を踏まえた同国の風力発電事業の今後の動向と、日本への更なる風力発電導入の可能性とその収益面における課題について検証する。

(1) デンマークの風力発電事業の今後の動向

現在デンマークでは、“ACCELERATING GREEN ENERGY TOWARDS 2020”中の「2020年までに風力発電比率を50%へ高める」という目標の達成に向けて、大規模風力発電所の建設が進んでいる。陸上風力発電は既に飽和状態にあるため、近年は洋上にシフトしている。洋上では建物や山等のような遮るものがなく、騒音や日照等の問題もないことから大型風車が建てやすく、発電効率の向上が期待できる。また洋上は陸上よりも風が強く風速も安定しているため、発電機の耐用年数が長くなり発電コストの低下を図ることが出来る。しかし、現時点では洋上風車は陸上風車と比べ、その建設や維持管理コストが2倍近くかかる。それは、洋上風車では支持物構造、施工、送電及び維持管理の費用が陸上と比べて高いからである。ただ、大型化が進み、「6～8MW機が本格化すれば、洋上風力で、5～7€セント(6.5～9.5円)/kWh¹⁶に下げられる可能性がある」(高橋, 2013, p.16) 大型ほどタワーが高くなり、上空の強風を受け止めやすいためエネルギーへの変換効率が高い。また、小・中型機と比べて新技術が採用されているため発電効率も良い。また、小型機を多数設置する場合と比べて、大きい出力の大型機を少数設置する方が工期短縮につながるうえ、管理コストが抑えられる。近年、洋上風車に参入しているのは8割が企業である。残りの2割は共同出資の形をとり、個人が株主となっている。洋上の株主の方が陸上の株主と比べて投資効率が上回るため(陸上風車の利回りは5～6%、洋上風車の利回りは8%)、陸上風車の株主よりも収益性は良い。これまでは口数制度をはじめとした各種制度によって収益面での公平性が保たれていたものの、洋上風車が普及することによって洋上風車への出資者と陸上風車への出資者の間で収益面での格差が生じる懸念がある。この点は、これまでの風力発電にはみられなかった問題点であり、まさに「地域社会における投資が所得格差を生むのではないかという懸念」を度外視しているように思われる。

(2) 日本での風力発電導入の可能性～礼文島¹⁷への風力発電導入をモデルとして～

北海道礼文島は北海道北端の稚内より西方59kmの日本海上に位置する日本最北端の有人島である。年間を通して強い偏西風が吹いている。年間30万人を超える観光客が訪れるなど、観光スポットとして注目されている。

(図表 19) 礼文島

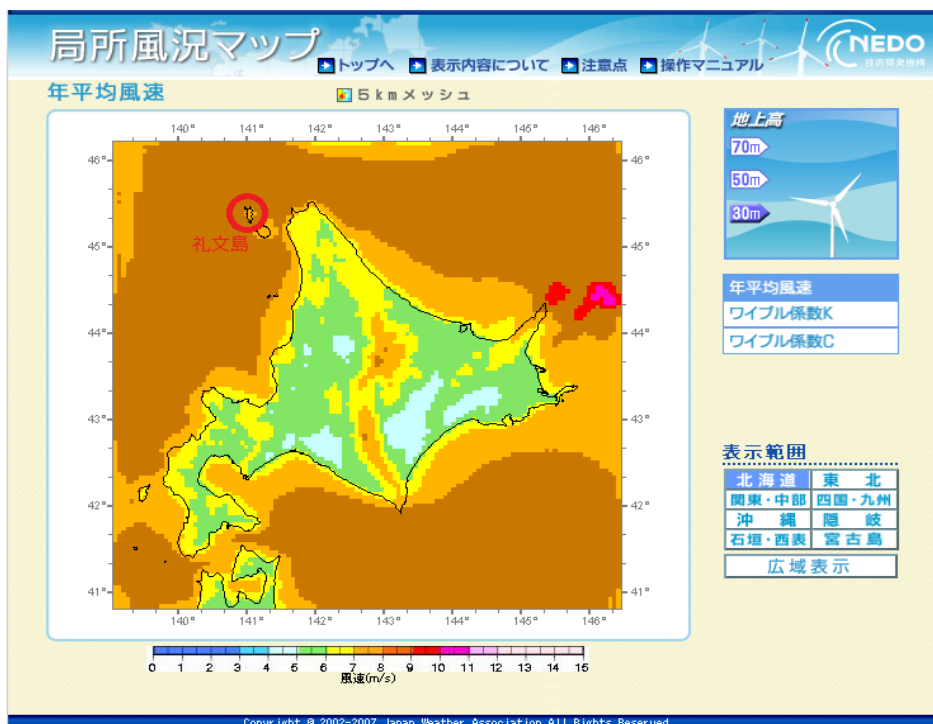
面積	81.33km ²
世帯数	1,308戸(2016.12.01現在)
人口	2,633人(2016.12.01現在)

(出所:礼文島 H.P.)

¹⁶ 「陸上風力の発電コストは5€セント(6.5～7円)/kWhといわれている。」(高橋,2013,p.16)

¹⁷ 礼文島のおもな産業は四方を海に囲まれているという特性を活かした漁業である。エゾバフンウニ、利尻昆布の産地として有名である。また、夏には約300種の高山植物が咲き、礼文島の固有種も生息していることから花の浮島とも呼ばれている。

(図表 20) 局所風況マップ地上高 30m地点 (北海道周辺)



(出所:国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 H.P.)

礼文島を陸上風力発電のモデル地区とした理由は、①偏西風が強いこと、②世帯数が 1,308 戸であることの 2 点である。何よりも年間を通して風が強く、かつ地域への風力発電導入についての下記のような試算を行うにあたって、適正な規模であることがその理由である。

デンマークの本来の口数制を用いて試算すると、年間発電量を 1,000kWh で割った数が口数の数となり、初期費用を出資口数で割った金額となる。図表 21 の条件 (年間発電量 1,642,500kWh/年、初期投資費用 2 億 3,000 万円) をもとに出資口数を求めた。その結果、出資口数は 1,642 口、一口当たり約 14 万円の出資額となった。本試算では、デンマークの口数制をそのまま当てはめるのではなく、初期投資費用のうちの 30% の 6,900 万円を民間金融機関からの借入れとし、残りの約 70% を各世帯からの基金の設立で賄う。返済は 3 年目からとし、10 年間で返済するものとした。利子は 0.09%¹⁸ と設定し、複利で算出した。基金に関しては、初年度は各世帯から 6 万円の出資を募り、2 年目以降 8 年目までの 7 年間、毎年 1 万円の積立金を集めることとした。基金として徐々に集めることによって住民の負担感を軽減した。発電機に関しては 750kW 発電機を 1 基設置すると仮定する。設置面積は 10,000 m² とする。土地代は公示地価より 5,000 円/m² とした。

基金と借入れを合計して、2 億 4,524 万円を資金とする。資金から初期投資費を引いた残額は予備費とした。

設備費 (設置コスト) は、NEDO の資料より、750kW 機 1 基を 1 億 8,000 万円とした。また、減価償却は 17 年均等割で残存価格は 10% の約 1,800 万円とする。

O&M 費用 (運転/保守管理費) は、「日本における固定 O&M コストが約 710 万円/MW・年と

¹⁸ 2017 年 2 月現在の長期金利 (新発 10 年国債利回り) を参考とした。

見積もられています」(環境省, 2015, p.40) を参考に、7,100 円/kW・年と設定した。

平均風速は 6m/s (発電効率 25%) と設定し、年間発電量を以下のように算出した。

$$750\text{kW} \times 0.25 \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日} = 1,642,500\text{kW/年}$$

(図表 21) 礼文島での試算条件

収支項目		金額 (消費税抜き)	想定条件
法人資本金	基金	170,040,000 円	各世帯から6万円出資、2年目以降1万円積立金 (7年間) 初期投資費用の30%を民間金融機関から借入れる。
	借り入れ	75,211,000 円	
	計	245,251,000 円	
初期投資	土地	50,000,000 円	10000㎡購入 750kW機1基設置、耐用年数17年 (均等償却) 設備に算入
	設備	180,000,000 円	
	電力負担金	1,000 円	
	計	230,001,000 円	
予備費		15,250,000 円	資本金-初期投資費
通常経費	O&M (運転/保守管理) 費用	5,325,000 円/年	7100円/kW・年
売電収入	発電量	1,642,500 kW/年	平均風速=6m/s, 発電効率25% 20年間固定価格買取制度 (税抜)
	単価	22 円/kWh	
	売電収入	36,135,000 円/年	

(注: 礼文島の世帯数は 1,308 戸である。土地代は 5,000 円/㎡とした。上表はインター・ドメイン株式会社 H.P. を参考に筆者が作成。設備費、O&M 費に関しては環境省 (2015) 「地域における再生可能エネルギー事業の事業性評価等に関する手引き (金融機関向け) Ver1.1~風力発電事業編~」を参考にした。)

(出所: 世帯数に関しては礼文町 H.P.より 2016 年 12 月 1 日現在の数字である。土地代に関しては、公示地価を参照した。)

(図表 22) 税金等

法人税	所得金額(経常利益) × 23.9%
法人事業税	売電収入 × 0.9%
地方特別法人税	法人事業税 × 43.2%
法人住民税	法人税 × 16.3%
固定資産税	課税評価額 × 1.4% (土地代+減価償却費差引後の設備価格)

(出所: 国税庁、表は筆者作成。)

(図表 23) 損益計算書

(単位:千円)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	計
売電収入	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	36,135	722,700
一般管理費	15,344	15,318	22,822	23,482	23,372	23,251	23,114	22,955	22,764	22,520	22,173	20,999	15,130	15,113	15,096	15,079	15,062	2,854	2,854	2,854	342,157
通常経費	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	56,800
減価償却費	12,185	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176	12,176				207,001
固定資産税	319	302	285	268	251	234	217	200	183	166	148	131	114	97	80	63	46	14	14	14	3,146
借入れ(初期投資額の30%)			7,521	8,198	8,106	8,001	7,881	7,740	7,565	7,338	7,008	5,851									75,211
経常利益	20,791	20,817	13,313	12,653	12,763	12,884	13,021	13,180	13,371	13,615	13,962	15,136	21,005	21,022	21,039	21,056	21,073	33,281	33,281	33,281	380,543
税金等	5,826	5,833	3,747	3,564	3,594	3,628	3,666	3,710	3,763	3,831	3,927	4,254	5,885	5,890	5,894	5,899	5,904	9,297	9,297	9,297	106,706
法人税	4,969	4,975	3,182	3,024	3,050	3,079	3,112	3,150	3,196	3,254	3,337	3,618	5,020	5,024	5,028	5,032	5,036	7,954	7,954	7,954	90,950
法人事業税	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	650
地方特別法人税	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	281
法人住民税	810	811	519	493	497	502	507	513	521	530	544	590	818	819	820	820	821	1,297	1,297	1,297	14,825
当期利益	14,965	14,984	9,566	9,090	9,169	9,256	9,355	9,470	9,608	9,784	10,035	10,882	15,120	15,132	15,144	15,157	15,169	23,984	23,984	23,984	273,837
資金(初年度6万円+fund毎年10000円)	78,480	13,080	13,080	13,080	13,080	13,080	13,080	13,080													170,040

(注:上表は、インター・ドメイン株式会社 H.P.を参考に筆者が作成。)

初期投資額が2億3,000万円、運営費が年間平均約1,710万円かかる。にもかかわらず、初期投資後は風量に依存する収益が得られる。年間平均1,369万円が純利益として期待される。つまり、収益性は極めて良好であると言える。20年間の当期純利益合計額は2億7,384万円となる。

また、世帯ごとの利益に関する試算は以下のようになった。13万円(初年度6万円+積立金7万円)を投資すると、年平均1万468円の利益が還元されることになる。

$$273,837,000 \text{ 円} \div 1308 \text{ 戸} \div 20 \text{ 年} \approx 1 \text{ 万 } 468 \text{ 円}$$

20年間の収益合計額は約20.9万円と試算される。利益率は年8.1%と良好である。また、住民への利益は共同風車からの直接利益だけでなく、共同風車の風力発電によって電気料金の低下にもつながる可能性があるため、住民への利益還元は決して小さくない。無論、故障・破損や天候不順によるリスクも想定され、損失が発生する可能性もある。こうした損失は通常の収益によって補填することができる。いずれにしても利益率が良好であるため、投資意欲を損なうことはないであろう。

国の政策方針として風力発電導入を促進することが可能ならば、国際連携が弱いという日本と同じデメリットを抱えるスペインのように電力需要予測や発電電力の管理・調整を行い、風力発電ベースの電力供給ができる可能性もある。しかし、国単位で行おうとすると、既存電力との競合が問題となる。風力発電をベースに、火力等を調整電源とする政策方針はとられないことが予想される。なぜならば、電力会社からの賛意が得られにくいことが想定されるためである。また、国単位で行うと、家庭用電力だけでなく、需要量が大きく変動の大きい産業用電力も考慮に入れ

なければならないことが、風力発電の導入をより困難にさせる。

しかし、現在、日本で風力発電が全く導入されていないわけではない。日本では、市民風車の建設が進んでいる。デンマークの共同風車と同じような制度だが、共同風車と比べて経済性が良いとは言い難い。市民風車への出資動機をみると、経済的要因は低い。反原発や自然エネルギー推進等の環境運動における目的や、「地元の取り組みだから」とか「知り合いのすすめ」といった地縁的なきっかけが出資動機の多くを占めている（西城戸・丸山, 2006, pp.120-123）。市民風車の収益性は出資動機になってはいない。十分な補助制度がなく、電力の買取枠が十分に設けられていない等の問題を抱える日本の制度下では、風力発電は安定的な収入源として期待できないため事業化が難しい。なぜなら、日本における市民風車は、短期的な利益に結び付きにくく、リスクが高いからである。一方、配当金の存在により、従来環境運動よりも興味を持ってもらいやすいというメリットもある。予想利回りが 2-3%と良好なため、環境問題に関心を持つ契機となる。しかし、現在は一口当たりの額が大きく（一口当たり 10 万～50 万円）、気軽に出資できるとは言い難い。一口当たり出資額の減額化や銀行融資を受ける際の低利子による優遇等、制度改正や補助制度の充実が必要であろう。

近年、地域の自立と活性化を目的に、自然エネルギー発電事業を対象とした投資を行うグリーンファンドが設立されている。その一例の北海道グリーンファンドでは、グリーン電気料金制度を採用している。

この制度は、「月々の電気料金に 5%のグリーンファンド分を加えた額を支払い、グリーンファンド分を自然エネルギーによる「市民共同発電所」を建設するための基金として積み立て、運用するというもの」（北海道グリーンファンド H.P.）である。

5%分を割増しで支払うのではなく、5%分節電してファンド分を生み出すことを奨励している。社会貢献に向けた投資であることや、投資対象が明確なうえ、環境運動に向けた意思表示とすることが可能であること等がメリットとして挙げられる。一方で、コスト高から利益が伸び悩むこと、SRI（社会的責任投資）への理解がまだまだ不十分であるため、評価されるまで時間がかかること、災害などによるリスク等がデメリットとして挙げられよう。

以上から、地域単位で共同風車を導入し、家庭用電力の一部を風力によって賄うという形であれば、風力発電の導入は可能なのではないかと考える。地域住民への収益の還元については、消費電力を基礎に算出された口数を用いることで、公平性を維持することができるものと期待される。

おわりに

本稿では、デンマークにおける風力発電事業の制度設計から同事業がもたらす収益の公平性について考察した。これをもとに、デンマークの風力発電導入の初期における制度を参考に日本への風力発電の導入の可能性について考察した。

デンマークは風力発電導入の初期段階では、地域住民間における収益面での公平性の維持を重要視していたと言える。また、初期段階における口数制によって公平性を維持してきたのはもちろん、公共財へのフリーライダーを生じさせない仕組みを作ったということは評価されよう。現在、明確な解決方法を見いだせていない公共財へのフリーライダー問題を解決する糸口となるの

ではないだろうか。

しかし、近年、デンマーク政府は規制緩和を進めている。規制緩和によって、それまで堅持されてきた公平性をどのように図るのが問われることになる。規制緩和による外部資本の流入は、地域住民間の公平性を損なう可能性がある。とは言え、こうしたマイナス面ばかりではないことも強調されるべきであろう。大型風車の導入によって化石燃料に依存しない社会を目指す“ACCELERATING GREEN ENERGY TOWARDS 2020”の目標達成にさらに近づくこととなる。うえ、電気料金がさらに安くなる可能性も高い。規制緩和の中で公平性をどう維持していくのが課題である。

まして、洋上風車へシフトしている今日、地域住民間の公平性の確保はより大きな課題となる。洋上風車の方が陸上風車と比べて売電収入が上回るため、洋上風車への投資者と陸上風車への投資者の間で収益の格差が生じるのではないかという問題である。また、洋上風力発電技術が高まり、より低コストで洋上に建設できるようになると、洋上風力発電がさらに発展するであろう。その一方で、陸上風車が衰退していくのではないかということも懸念される。つまり、それまで陸上風車に出資していた住民の収益源が失われるという懸念である。

日本への風力発電導入を検討する際、既存電力といかに競争を図っていくかは、やはり極めて難しい問題である。また、山口（2002）の主張する通り、社会全体のバランスを考慮したうえで経済性を実現していくことは何よりも重要な課題である。日本では、スペインのように国を挙げて風力発電を促進していくことは難しい。こうしたことから、日本への風力発電の導入は、地域単位で行うことが初期段階では最適であるとの結論に至った。しかし、地域型共同風力発電事業を起業する際、地域社会にどのような組織を作るかということ、各種リスク対策は十分であるか、またいかに公正に資金を集めるのかといった点は今後の研究課題として残らざるを得ない。

《謝辞》

本論文を作成するにあたり、「風のがっこう」代表であり、デンマーク在住のケンジ・ステファン・スズキ先生にはひとかたならぬお世話になりました。ありがとうございました。また、試算表の作成にあたり、インター・ドメイン株式会社の情報のご提供及び種々の御助言を賜りました。心より感謝申し上げます。

【補論】

[補論1]固定価格買取制度について

理論上、固定価格買取制度においては、風力発電事業者からの買取価格の安定化を図ることができる。しかし、電力料金が電力供給価格を下回る場合、同制度の赤字化が不可避となる。結局、この赤字は地域住民の負担となる。また、固定価格のもとで新たな税が賦課されると、住民のみがその値上がり分を、価格の上昇という形で引き受けることになる。このように取引市場がなく、公共性の高い財である電力の価格設定においては、公的な制度による介入によって、事業者と住民の双方を保護することを目指したとしても、最終的には、上述したように住民側の財政的負担に頼らざるを得ない結果を招く。また、公的な介入による価格は必ずしも適正価格を意味しないことから、社会的厚生損失が発生するのではないかと懸念が残る。

【註】

【註 1】

発電所の共同所有に関する参考文献からの引用・参照した部分については、その原文を下記に詳述しておく。

ケンジ・ステファン・スズキ (2003) 「デンマークという国自然エネルギー先進国—[風のがっこう]からのレポート」 pp.72-77

「発電所の共同所有がごく当たり前」

デンマークでは、発電所の共同所有がごく当たり前になっています。数人が共同して一カ所あるいは数カ所の風力発電所を共同所有するケースなど、共同所有の形態も様々です。風力発電所の共同所有の背景には、デンマーク国民の環境保全への寄与という基本スタンスもありますが、実際、共同所有に参加（投資）することによって得られる収益とこの投資による節税が大きな動機になっています。

国民の風力発電への投資性向は、国内エネルギー源の確保による電力エネルギー供給の自給率の向上、自給率向上による国家運営の安全への貢献、二酸化炭素などの放出削減、化石燃料の輸入量削減、外資流出の抑制、国民の環境保全への関心の高まりなどが背景にあり、政府・議会はこの国民の意識を受けて、風力発電産業を発展させ、雇用確保に繋げる政策を掲げています。デンマークの風力発電機への設備投資は、「誰も損しない」政策の典型と呼ばれています。

- ・設置制限の緩和

風力発電機の台数は、二〇〇一年六月末で約六四〇〇台、総設備容量約二三八万キロワットで、そのうち個人共同所有の風力発電所は全体の約八五%にあたる約五四〇〇台、設備量では約八三%（一九三万キロワット）を占めています。共同所有の風力発電所は一九八〇年代から九〇年代までは、市民による独自のプロジェクトによって管理運営されてきましたが、最近、風力発電所の設置にはかなり高度な専門知識と建設許可取得のための手続き、メーカーとの交渉など多くの時間を必要とするため、この種の業務を引き受ける専門会社が誕生しています。専門会社は、風力発電プロジェクトの投資計画、土地の確保など、設置建設に必要なすべての業務の事務処理を請負い、投資家を公募しています。

- ・居住地と風力発電所の設置場所の制限廃止

デンマークでは二〇〇〇年四月まで、風力エネルギーは地元のエネルギー資源とみなし、地元住民の固有の財産と見なしていました。このような考え方から、風力発電所の設置場所と所有者（共同所有者＝投資者）の居住地が法的に関連付けられ、風力発電所に投資するばあい、その投資できる範囲は、投資家の居住する市町村内または隣接する市町村内に設置する風力発電所のみ

と限定していました。これによって、風力発電が外部の投資家によって単なる投資対象にならないように規制されていました。しかし陸上に約六四〇〇基の風力発電機が設置された段階を迎え、設置場所も限定されてきたことを反映し、風力発電機の設置場所は陸上から海上に移行が推進される政策の転換がはかられ、この結果、この規制は二〇〇〇年四月で廃止されました。

この政策転換の前提には、「海上は国民の共有財産」という社会的通念がありますから、陸内設置における風力発電機の設置場所と所有者の居住地を関連付ける規制は適用されなくなったためです。そういうことで、現在では、誰がどこに風力発電機を設置しようと居住地を問われる事はなくなりましたが、デンマークの風力発電が普及した理由を知るために、ここでは二〇〇〇年四月までの規制廃止前の仕組みを紹介しましょう。

・資格制限

風力発電を共同所有できる資格制度には、同市町村に過去10年間で最低二カ年居住した者、または投資者は成年であること、その他投資者は給与所得者として、または自営業者として過去二カ年同市町村に居住した者などの制限を設けていました。

・投資設備量の制限

投資者が投資できる共同所有の風力発電所の最大設備容量は、年間発電量三万キロワット/時、最低限度五〇〇〇キロワット/時と制限が設けられていました。制度導入当初の設備投資量の上限所有発電量は「世帯の消費電力に五〇%を加えた量」つまり九〇〇〇キロワット/時でした。

・定款（組規約）

風力発電所を共同所有するばあいは、風力発電所の組規約（約款）を作成します。規約には風力発電所の名前、所有権の法規及び取得に関する規定、組合員の責務規定、資金調達と運営費の規定、総会招集の規定のほか、役員の任命、会計監査報告、不履行、解散、調停などに関する規定が書かれています。ここでは資本金が問われないことを除き、会社設立とまったく同様な要件です。会社形態を採用することで税法上の取り扱いを容易にするためです。

・風力発電所の分割方法

風力発電所を共同所有する際の所有権の分割計算は、その投資対象とした風力発電所の「年間見込み発電量」を一〇〇〇キロワット/時で割って算出します。これを「一口」と呼んでいます。（S.スズキ, 2003, pp72-77）

[註 2]

風力発電が普及した背景に関する参考文献からの引用・参照した部分については、その原文を下記に詳述しておく。

竹内久和（2013）「デンマークの風力発電協同組合」p.52

a. 居住基準の存在

デンマークでは風力エネルギーは地元住民固有の財産とされており、このため投資家は自分が居住する市町村または隣接の市町村内に設置する風力発電所しか投資できないよう法律で制限されていた。この法律は 2000 年 4 月に廃止されたが、長年にわたり外部資本による風力発電所建設を阻み、各地で風力発電協同組合が設立される素地となった。

b. 電力消費基準の存在

デンマークでは、個人が風力発電共同組合に出資する場合、出資口数に対応する報酬が非課税扱いとなる一方で、自己の年間電力消費量に応じて出資口数の上限が定められていた（電力消費基準）。この規制は、技術革新による風車の大型化などに伴い徐々に限度額が引き上げられ、最終的に 2000 年 4 月に廃止されたが、上限規制と非課税措置の存在は、結果として幅広い地域住民の参加を促し、風力発電共同組合の普及に貢献した。

c. 手厚い財政支援と固定価格買い取り制度

政府の手厚い財政支援（建設補助金、電力税・炭素税の還元）と固定価格買い取り制度は、デンマークの風力発電事業を安定して収益が見込める事業として確立させた。資本力の乏しい小規模事業者でも事業への参入が可能となり、地域住民にとっても魅力的な投資機会となったことから、住民主導による風力発電共同組合設立につながった。

d. 財政階の政策支援

デンマークでは、1990 年代半ばに風力発電の設置が土地利用計画の中に明確に組み入れられるようになった。全国的な風力資源マップの作成に加え、法律で風力発電所の設置場所の条件の明確化され、立地調査等により各自治体で風力発電適地が把握された。また送電会社に対しては、自治体の風力発電開発計画に則ったいかなる立地場所にも電力会社の系統連携設備を配備する義務が課された。こうした政策支援は風力発電事業の初期コストを引き下げ、資本力に乏しい風力発電共同組合の設立を後押しした。

e. 風力発電所有者協会の存在

風力発電所有者協会は所有者の代表として様々な交渉の窓口となり優遇措置の獲得に貢献した。また毎月、風力発電機の電力生産と事故や故障に関する報告書を発行し、そのデータベースと、ユーザーや技術コンサルタントとの活動などを通じて（必ずしも専門家とは呼べない）風力発電共同組合の運営を技術面からサポートした。

f. 地域の合意形成を促進

外部資本による風力発電開発は、地域が騒音や景観破壊など不利益を被る一方で利益は地域外へ流出するため、地域の合意形成を難しくさせる。住民参加による風力発電共同組合は、地域への利益還元や住民の主体的関与・民主的の上などを通じて風力発電開発に対する社会的受容性を高め、合意形成を促す事から広く普及した。

参 考 文 献

- (1) アイティメディア株式会社
2014a 「世界最大出力の風力発電機、デンマーク社が三菱重工と 8MW 機で攻勢」(2014 年 2 月 6 日)
2014b 「イギリスの洋上に世界最大 8MW の風力発電機、32 基が 2017 年に運転開始へ」(2014 年 12 月 26 日)
- (2) 荒井眞一・佐野郁夫
2014 「スペインにおける再生可能エネルギー導入の状況と課題」『経済学研究 = Economic Studies』63(2): 29-47
- (3) 朝日幸代
2014 「風力発電と NIMBY 問題：地域の風力発電量による環境負荷削減効果と評価 (特集 風力発電の地域導入への取り組みと社会受容性向上、並びに地域振興を目指して) - (社会受容性と地域経済)」『風力エネルギー』38(1), 14-18, 2014
- (4) 蟻生俊夫
2014 「世界の電力事情...日本への教訓【北欧編】 北欧 4 カ国が一体となって自由化を推進：北欧の全需要家が単一市場から電力購入へ」『Business i. ENECO = ビジネスアイエネコ：エネルギーと地球環境の明日を考える経済専門誌。』
- (5) 石川和男
2015 「再生可能エネルギー政策に関するドイツ調査報告」
- (6) 石原孟
2011a 「急拡大する洋上風力発電の現状と将来展望」『風力エネルギー』 Vol. 35 No. 2, pp. 4-8
2011b 「「風力発電大国」の実像～その背景に電力系統制御への挑戦～」『日経エレクトロニクス』
- (7) 石丸美奈
2015 「環境先進国デンマークのエネルギーシステム～地球エネルギー資源の効率的な活用と分散型エネルギーインフラ～」『共済総研レポート』
- (8) 一般財団法人 日本エネルギー経済研究所
2016 「系統制約・競争環境下における原子力利用に係る 調査・研究」
- (9) 伊藤穰
2012 「電力自由化の効果と諸外国の動向ーイギリス、アメリカ、北欧モデルの考察ー」『横浜商大論集』46 (1) ,pp110-124
- (10) インター・ドメイン株式会社
「固定価格買取制度で 10kW 風力発電」『小型風力発電機』(アクセス日 2017 年 1 月 5 日)
- (11) 小笠原潤一・森田雅紀
2001 「海外における電力自由化動向～PJM と Nord Pool を中心として～」『IEEEJ』
- (12) 王磊

- 2013 「<研究論文>中国における風力発電の普及について」 『地域経済経営ネットワーク研究センター年報 = The Annals of Research Center for Economic and Business Networks』 2: 83-90
- (13) 株式会社ニューラル
2016a 「【エネルギー】世界各国の発電供給割合 最新版(火力・水力・原子力・再生可能エネルギー)」
2016b 「【エネルギー】日本の発電供給量割合 [最新版] (火力・水力・原子力・風力・地熱・太陽光等)」
- (14) 株式会社三菱総合研究所
2012 「平成23年度電源立地推進調整等事業 (諸外国における電気料金の実態調査)」
- (15) 環境省
2015 「地域における再生可能エネルギー事業の事業性評価に関する手引き (金融機関向け) Ver1.1～風力発電事業編～」
- (16) 北嶋守
2008 「デンマークにおける風力発電機の普及と産業化のプロセス—農機具鉄工所を世界企業に変貌させた技術・組織・制度—」 『機械経済研究』 No.39
- (17) 経済産業省
「日本のエネルギーのいま：抱える課題」 (アクセス日 2017年1月14日)
- (18) 経済産業省資源エネルギー庁
「なっとく！再生可能エネルギー」 (アクセス日 2017年1月5日)
- (19) 倪春春
「中国の風力発電政策風力発電市場の動向」 『エネルギー経済』 34(5), 50-67, 2008-10
- (20) ケンジ・ステファン・スズキ
2003 「デンマークという国自然エネルギー先進国—[風のがっこう]からのレポート」 『合同出版』
- (21) 河野悦朗・石井日出男・西島仁浩・原田耕介
2004 「太陽光発電の発電コスト」 『電子情報通信学会技術研究報告. EE, 電子通信エネルギー技術』 103(652), 25-28, 2004-02-05
- (22) 国税庁 H.P.
- (23) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「局所風況マップ 年平均風速 地上高 30m」 (アクセス日 2017年1月13日)
- (24) 小西雅子
2012 「再生可能エネルギーの大量導入に成功したスペイン—その背景に「気象予測」を活用した独自の挑戦あり—」 『天気』 日本天気学会, Vol.59
- (25) 佐藤佳那・澤部まどか
2014 「世界の電力事情...日本への教訓【フランス編】 前面自由化後も国の関与が強く残るフランス 規制料金の存続が競争の進展阻む」 『Business i. ENECO = ビジネスアイエネコ：エネルギーと地球環境の明日を考える経済専門誌。』

- (26) JETRO,コペンハーゲン事務所
2003「世界市場で注目される風力発電産業（デンマーク）」『ユーロトレンド』NO.60,
Report04
- (27) 清水正文・沢井啓安
2005「太陽光発電技術の現状と今後の展開」『シャープ技報』（93）, 5-10, 2005-12
- (28) 鈴木健司
1993「デンマークの風力発電を支える風況調査のノウハウとブレードピッチの問題について」『風力エネルギー』 Vol. 17 No. 1, pp.26-35
- (29) 高橋浩明
2013『デンマークの洋上風力発電～現地調査報告』
- (30) 滝川薫・村上敦・池田憲昭・田代かおる・近江まどか
2012「100%再生可能へ！欧州のエネルギー自立地域」『学芸出版社』
- (31) 竹内久和
2013「デンマークの風力発電協同組合」, 『JC 総研レポート』, Vol.25
- (32) 筒井美樹
2014「世界の電力事情...日本への教訓【南欧編】 輸入資源に頼るスペイン、イタリア 電気料金の水準は燃料価格と FIT などに依存」『Business i. ENECO = ビジネスアイエネコ：エネルギーと地球環境の明日を考える経済専門誌.』
- (33) 筒井美樹・澤部まどか
2014「電力料金の国際比較—2013年までのアップデート—」『電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー(SERC Discussion Paper): SERC14002』
- (34) 電気事業連合会
2012「欧州における再生可能エネルギー導入が電気料金に及ぼす影響」（2012年5月17日）
- (35) 特定非営利活動法人「環境・持続社会」研究センター（JACSES）
「環境税・炭素税 Q&A」（アクセス日 2017年1月15日）
- (36) 西城戸誠
2015「再生可能エネルギー事業と地域環境の創造—コミュニティ・パワーから考える地域社会の『自立』」『都市社会研究』
- (37) 西城戸誠・丸山康司
2006「「市民風車」に誰が出資したのか？—市民風車出資者の比較調査—」『京都教育大学紀要』 No.108,pp115-132
- (38) 日本経済新聞
2016a「働き方、欧州と彼我の差 日本、生産性向上は遠い道」『核心』（2016年10月31日付）
2016b「北海道で大規模風力発電 ユーラス 60万キロワット、送電線も計画」（2016年10月31日付）
2016c「北海道で大規模風力 ユーラス 60万キロワット、送電線も計画」（2016年10月

31 日付)

- 2016d 「温暖化対策 日本に商機 トヨタ自社工場に大型風車」(2016年11月20日付)
- 2016e 「三菱商事、欧州で洋上風力」(2016年12月14日付)
- (39) 坂内久
2012 「デンマークの再生可能エネルギーに対する取組み」, 『農林金融』, 第65巻第10号
- (40) 山口歩
2002 「現代の風力発電技術の「経済性」について—1980年代におけるデンマークの風力発電機をめぐって—」, 『立命館産業社会論集』, 第38巻第1号
2006 「日本における風力発電事業の課題と展望」『立命館産業社会論集』第42巻第1号
- (41) 丸山真弘
2014 「世界の電力事情…日本への教訓【英国編】 自由化・制度改革で先行した英国が抱える課題 低炭素化と安定供給確保のため、市場メカニズムを修正」
『Business i. ENECO = ビジネスアイエネコ：エネルギーと地球環境の明日を考える経済専門誌.』
- (42) ヨアン.S.ノルゴー・ベンテ.L.クリステンセン・飯田哲也訳
2002 「エネルギーと私たちの社会 デンマークに学ぶ成熟社会」『新評論』
- (43) 礼文町
「礼文町の概要」(H.P.へのアクセス日2017年1月8日)
- (44) E-CONTROL
2016 “Household Energy Price Index for Europe”
- (45) GLOBAL WIND ENERGY CONCIL
“GLOBAL WIND REPORT ANNUAL MARKET UPDATE 2006-2015”
- (46) International Energy Agency
2016" Key World Energy Statistics"
“Statistics, Denmark: Electricity and Heat for 1990, 1997, 2014”
“Statistics, Spain: Electricity and Heat for 1990, 2014”
- (47) International Energy Agency Wind
“IEA Wind Annual Report for 2015”
- (48) Netztransparenz
2012 “Studie des IE Leipzig: Jahresprognose 2012 zur deutschlandweiten Stromerzeugung aus regenerativen Kraftwerken“
- (49) Schwabe, P., Lensink, S. and Hand, M.
2011 “Multi-national Case Study of the Financial Cost of Wind Energy” *International Energy Agency, Wind Implementing Agreement, Task 26* (独立行政法人産業技術総合研究所・一般社団法人日本電機工業会訳 (2012) 『風力発電の財務コストに関する各国の事例研究』国際エネルギー機関風力実施協定第26分科会)
- (50) The Danish Energy Agreement
2012 “ACCELERATING GREEN ENERGY TOWARDS 2020”

