

風力発電における消費者参加のあり方に関する研究

ー神津島における風力発電システムの導入を事例としてー

櫻井 武典

序論

本稿は風力発電における地域運用問題と実証のための技術史分析および事例研究を行い、消費者参加形態の成立と展開について論じたものである。

風力発電は、これまでドイツ、アメリカ、デンマークなどを中心として発展してきたが、それには各国の特質を反映した独自の開発、導入形態が見られる。風力発電に関した歴史を持たない日本においても、1990年代に入り、急速な導入の展開が見られた。しかしながら、「水車文化国」日本に風車を導入するには、風車文化が開花したヨーロッパ諸国の社会的・文化的背景の認識が必要である。今から100年前、風力発電技術を生み出し、その後風力発電の実用化に成功した唯一の国、デンマークの歴史的背景を中心に技術哲学が、いかに20世紀工業社会に影響を与えたかを分析した。また今日、デンマークで研究された理想社会建設のための技術手段が、本来の形態と異なる節税投資で発展し、普及していることも明示した。

長期的・具体的視点に立てば、持続可能社会構築は地域共同体による開発を重視し、成員ひとりひとりが経済的なアプローチだけでなく、地勢的総合的な生態系視点からの協力体制を必要とする。特に日本では離島などのような遠隔地は、これに該当する。伊豆諸島神津島は、幸い風の強い島でもあるため、当地における地域性分析、風況分析、経済性分析等を行い、離島における風力発電建設の可能性を検討し、新方向についてまとめた。

また、地域における適正技術の導入が不可欠との見地により、デンマークでの風力発電開発・導入モデルとその技術的・制度的基盤を歴史的に検証し、その具体的事例研究として、デンマークモデルの応用というアプローチで神津島における適応について論じた。

第1章 風力発電史

3大風力発電王国のドイツ、アメリカ、デンマークおよび日本についての技術、制度を考察した。特にデンマークについては、19世紀の思想家ニコライ・グルントヴィー(Nikolai Grundtvig 1783-1872)、工兵士官エンリコ・ダルガス(Enrico Dalgas 1828-1894)、風力発電の創始者ポール・ラクール(Poul laCour 1846-1908)の業績について詳述し、ドイツ、アメリカ、日本については風力発電が本格的に導入される20世紀後半から分析した。

風力発電が始まった背景には、ドイツ統一を目指すプロイセンが1864年にオーストリアと同盟してデンマークと戦い、最も肥沃なシュレスヴィー・ホルシュタイン領を奪い、同国の物資生産に多大な影響を与えたことがある。この敗戦という悲惨な状況下において、「戦いで失ったものを内に求めよう！」運動がデンマーク国内に起きる。この運動の中で、デンマーク中興の祖グルントヴィーが民衆への啓蒙教育に活躍し、風力を中心とする自然エネルギーの利用を提唱した。その後、グルントヴィーの教えを科学的技術的な実践目標としたP.ラクールが1891年に補助金4,000クローネを得て、世界最初の風力発電をデンマーク・ユトランド半島南部アスコウで行った。

つぎに、デンマークのエジソンと呼ばれたラクールは風力発電用風車翼設計に、航空機用プロペラに対する「翼素理論」を転用した。また、風圧に関する正確な測定のために特殊な風圧測定器を考案し、風力発電に重要な調速装置(クラトスタット)の発明も行った。同時に高価なバッテリーに代わる蓄電装置を求め、世界で初めて水を電気分解して水素を得ている。風力発電により得た水素を、アスコウ国民高等学校の照明システムにも応用した。この装置は7年間にわたり使用された。さらにラクールはデンマーク風力発電協会を設立し、農民に対して風力発電によって得られたエネルギーを提供し続け、自前の電力を中心とした自給自足経済の確立を指導援助した。導入地域住民の優先的建設権を保護する法制や、個人・協同組合の優遇制度もあることは注目に値する。参加形態としては協同組合が主流である。

一方、ドイツの本格的導入は1990年代から始まる。同国の風力発電普及には、1991年に施行された連邦買取法や250MW風力計画の影響が大であった。それにより北海沿岸四州を中心に大規模ウインドパーク建設のため、独立発電事業者(IPP)に対し特別な支援を推進した。ここ数年、個人や協同組合よりむしろ、IPPを中心とした投資開発の増加が明確になった。

アメリカは、1973年のオイルショックを契機に本格的技術開発を始めた。1980年代から政府主導の大型風力発電(MOD-0シリーズ)や民間のカリフォルニア州ウインドファームが建設された。アメリカの風力発電が急速に普及した背景には、1978年のパーバ(PURPA)法および1983年のスタンダード・オファー・4(SO4)によるところが大きい。

1999年現在、アメリカには電力協同組合こそ存在するが、風力発電所有者による協同組合はなく、ほとんどがIPPであることを明らかにした。

一方、日本では1990年代に入り新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）や新エネルギー財団（NEF）の支援制度が急速に充実してきた。その結果、三菱重工業による風車と、デンマーク、ドイツからの輸入風車を中心に設置が進んだ。1985～1998年までの内訳は、中央省庁・自治体が24基、電力会社が40基、一般企業が35基である。しかしヨーロッパ諸国なら多数見られる個人や協同組合所有の風力発電システムが、1999年現在、日本には全く存在しない。このため、欧州型協同組合が日本の僻地、特に離島での風力発電導入に極めて有効であり、検討に値すると提案した。

第2章 風力発電における消費者の参加形態

第2章では日本の風力発電における消費者の参加形態について検討し、広範な参加形態を可能にする前提条件としての電力買取り法、税制に関する諸問題の解決を指摘した。また、消費者の参加形態としてはグリーン電力制度、政府の規制政策、電力協同組合について論じた。その結果、風力発電の特徴に適合しうる企業形態は協同組合方式であることを明確にした。

1999年現在、日本に協同組合所有の風力発電は存在しない。ただし、現在の農協法の前身である産業組合法の利用組合形式で電力協同組合（水力）が多数存在した。この水力発電協同組合は送電網の届かない山間僻地への電気供給が目的であった。これらの組合は1930年代に日中戦争がはじまり、統制経済の中で電力会社に吸収された。しかし、戦後農協として出発した後、農山漁村電気導入促進法（略称農電法）が制定されて協同組合による発電事業は再建され、1957年まで発電所建設が続いた。以上のように電力協同組合は日本にも存在していたのである。

日本の離島において風力発電を協同組合に適應することは、地域性、規模性、公正性、情報公開性から見ても実現可能という見解もでてきた。風力発電協同組合は、生産から消費までを行う自給を目的とする自家発電協同組合型と生協のように消費を目的とする共同購入協同組合型の二つに分類される。現行法制下、自家発電協同組合は運営困難であるが後者よりも自給自足が達成できると明示した。

そこで、日本でも電力の完全自由化（規制緩和）が認められる趨勢にあり、この対応として市民にとり、最も経済的に優位で、安定的な制度すなわち、「離島における風力発電協同組合設立」に向けた準備が必要である。

第3章 神津島における風力発電システム

風力発電を当該地域に最も適した形態で導入することを第一義とし、神津島村役場お

よび電力会社の協力により、離島における風力発電を実現させるための導入研究を行ったものである。

導入上の問題について、神津島はインフラ分類上では最も風力発電に適したインフラ大の地域に属し、地形分類上は乱れの影響の大きい高島に属する。また、風向きは東西方向が卓越し風速が高く、逆に南北方向は頻度も少なく風速も低いことが、明らかとなった。

神津島風力発電システムと導入形態は次の通りである。同島の年間平均風速7m/sのレイレ分布によるエネルギー密度が最大となる風速は11m/sであり、これを設計風速とした。運搬上の問題からロータ直径20m、定格出力は100kWとした。また、神津島風力発電システムのタイプとしては水平軸風力発電が最も有利であるが、神津島は地震多発、台風多通過、設置可能面積が非常に限定されているという各地域特性を考慮した結果、垂直軸風力発電も有力な候補機種として提案された。さらに神津島への適用案について説明する。同島の全世帯消費電力量を100kW風力発電機で供給するためには約40基を必要とする。また建設サイトについては、インフラ、風況の両面から、神津島北西部沢尻・長浜ラインを設定した。

法的問題については、神津島で協同組合が風力発電を運営する場合、農山漁村電気導入促進法の利用とそのための法改正についても触れている。経済的問題については、設備投資額と発電コストとの分析により、売電であるかぎりIPPをはじめ、いかなる事業主体であっても神津島で同事業を行うには条件が悪い。しかしながら、電力会社が現在の電力を風力発電で補完、代替した場合、現在のコストよりも低価格で発電することも判明した。次に、協同組合では設備投資額が1億円あるいは8千万円で支援団体補助率が2/3の場合と6千万円で補助率が1/2、2/3の場合が有力と明示した。

したがって神津島風力発電システム40基を運営すると、補助金なしでは1戸あたり15.4万円/年、補助金1/3の場合は10.3万円/年、補助金1/2では7.7万円/年、補助金2/3では5.2万円/年となった。設備投資と発電コストの関係のように、投資額6千万円では補助金1/2、2/3の場合のみ通常価格よりも有利であることが示された。ついで、環境問題については騒音、安全性、電波障害、景観問題、鳥類問題、自然破壊の観点から分析したものである。

結論

本論文は風力発電における消費者参加のあり方に関する研究を行ったものである。第1章ではデンマーク、ドイツ、アメリカの世界三大風力発電王国と、日本の風力発電の歴史的経過を論じた。ここでは主にデンマークでの風力発電の開発・導入モデルに関して、その社会的、文化的基盤を歴史的に検証し、日本において風力発電を健全な形で社会システムに導入するための指針を明らかにした。第2章では風力発電における消費者

の参加形態について言及し、広範な参加形態を可能にする前提条件として電力の買取り法、税制に関する諸問題を解決した。つぎに消費者の参加形態としてグリーン電力制度、政府の規制政策（電力小売政策）、電力協同組合について論じた。第3章では、具体的な事例研究として伊豆七島の神津島をモデルに、風力発電システムの導入を想定し、島内のインフラ、地形による分類、風況、神津島風力発電システムの仕様策定、技術的対処および発展性について明示した。

引用文献（一部）

本論文に関する研究発表論文を中心に掲載

1. 櫻井武典（神奈川大学大学院生）・牛山泉（足利工業大学教授/日本風力エネルギー協会副会長）『デンマークにおける風力発電—その技術史的考察—』技術史教育学会研究発表講演論文集、1999年5月、16～18頁。
2. 関和市（東海大学教授/日本風力エネルギー協会副会長）・笹本直衛（八丈島町長）・山下奉成（八丈町役場）・磯崎典雄（八丈町役場）・金山育男（八丈町役場）・中川武彦（中川電気社長）・櫻井武典（神奈川大学大学院生）・長井浩（日本大学助教授）・相良啓太（東海大学生）『八丈島に於ける独立電源としての小型風力発電システム』日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会講演論文集、1999年11月、463～466頁。
3. 関和市（東海大学教授/日本風力エネルギー協会副会長）・相良啓太（東海大学生）・緑川秀芳（東海大学研究員）・櫻井武典（神奈川大学大学院生）『風車用二次元翼の実験的研究』日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会講演論文集、1999年11月、467～470頁。
4. 関和市（東海大学教授/日本風力エネルギー協会副会長）・相良啓太（東海大学生）・緑川秀芳（東海大学研究員）・櫻井武典（神奈川大学大学院生）『直線翼垂直軸風車の自己始動・起動特性に関する実験的研究』日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会講演論文集

5. 関和市（東海大学教授/日本風力エネルギー協会副会長）・相良啓太（東海大学生）・緑川秀芳（東海大学研究員）・櫻井武典（神奈川大学大学院生）『直線翼垂直軸風車の実験的研究－垂直軸風車の自己始動・起動特性－』日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会講演論文集、1999年11月、105～108頁。

6. 関和市（東海大学教授/日本風力エネルギー協会副会長）・相良啓太（東海大学生）・緑川秀芳（東海大学研究員）・櫻井武典（神奈川大学大学院生）『風車用二次元翼の風洞実験』日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会講演論文集、1999年11月、62～65頁。