

Ⅱ デンマーク・イタリア・フィンランド海外調査報告

デンマーク王国：ロラン島

デンマーク王国の概要

「北欧」に分類されるデンマーク王国ですが、スカンジナビア半島にある北欧の国とは北海によって分かれています。西欧から北に伸びたユトランド半島もデンマークですが、首都コペンハーゲンがヨーロッパとつながっている半島にはなく、周辺の島の一つのシュラン島の東端にあつてスウェーデンとバルト海を挟んですぐ隣に位置しています。まさに島中心の国です。今回私たちが行ったロラン島もそのシュラン島の南にある島です。

国全体の面積は約 4.3 万 k m²（九州と同じ程度）、人口は約 570 万人（2016 年デンマーク外務省発表）です。立憲君主制の国で、産業は流通・運輸・製造・不動産・ビジネスサービスが主であり、国民 1 人あたりの GDP は \$ 60,947（2014 年 IMF 調べ）です。通貨はデンマーククローネであり、ユーロには加盟していません（2000 年の国民投票で過半数に達しなかった為です）。

30 年前に脱原発を選んだデンマークのエネルギー政策の概要

デンマークのエネルギー政策は、それまで全エネルギーの 90% 近くを輸入石油に依存している中、1973 年の第一次オイルショックに見舞われたことで経済的な大打撃を受けたことを契機に、脱石油依存の方法の決断を迫られてしまいました。この時には原子力発電への転換や油田開発という打開策の検討も進んだようです。しかし、国民や科学者からは再生可能エネルギーの推進という声が多く、1976 年からは市民が自主的に発電用風車の設置を試み始め、その動きが広がっていったのです。このように国民を巻き込んだ様々な議論の末、1985 年にデンマークは公共エネルギー計画の策定に向けて原発推進の是非を問う国民投票を行いました。結果として脱原発を選択し、その結果に沿ってデンマークは再生可能エネルギー普及の道を進むことになったのです。チェルノブイリ原発事故の前年のこの決断は、その後のヨーロッパで続く脱原発の動きの先頭を行く決断だったわけです。実際、デンマークの脱原発後に、イタリア、スイス、最近では日本の東日本大震災を受けて 2011 年にドイツが、原発推進をやめるか脱原発を進めていくのです。

デンマークは農地や牧場に適した平野が多い代わりに、火山帯があれば期待できるような地熱や、農地に不適当な丘陵地もあまりないので太陽光発電への

展開にはなりませんでした。高低差がない為にダムによる水力発電にも適していませんでした。その代わりに発電用風車を、市民が個人または共同で設置を進めていったのです。そのような背景を受けて、1980年には発電所建設費30%補助制度が始まりました。併せて発電エネルギーによる推進制度の整備や、財源のためのエネルギー税導入などがなされました。さらに、1984年には風力で発電された電力の電力会社による固定価格買取制度が導入されて、風力発電は着実に普及していきました。そのような流れを受けた中での国民投票により、脱原発となったのです。

この時の電力買取価格は、共同発電なら電気料金の85%、個人所有の発電なら70%でした。(日本では電気料金は基本料金+電力量料金の組み合わせなのでそのまま比較しにくいのですが、東日本大震災の2011年当時は、日本で主流の太陽光発電の買取価格は42円/kWhで、電気料金は基本料金が300円+18円/kWhでした。)

さらに特徴的な政策としては、発電量の20%は地元地域の所有にしなくてはならないというルールがあります。洋上であればその沿岸部の住民の所有になるそうです。このことは、①設置する企業だけが利益を得ることにならないので住民にもメリットがある②強制的に所有者にさせる訳にはいかないで地域住民と連携を図らなくてはならない③企業の都合だけですべて撤退することにはならない、といった効果があるようです。結果としてデンマークの風力発電の80%が市民所有になっているのです。つまり、一般住民が運営がごとく参加している発電所だという事です。トラブル発生時や災害時の対処について地域住民が蚊帳の外だった原発とは大きな違いです。住民の理解が深く協力的なことにはこのような大胆なルールがあったのです。実際に、日本でも一部の地域でNPOなどが太陽光発電の共同設置をいくつもやっていますが、このような動きもデンマークが先駆けだったと言えるでしょう。

このような経緯を経て、デンマークは石炭や天然ガス、石油といった化石燃料も含めて1990年以前には2%だったエネルギー自給率が1997年には遂に100%を達成し、現在でも自給率120%を保っています。平均して石炭が2013年には41%を占めていますが、再生可能エネルギーも48%とほぼ半分を占めています。再生可能エネルギーの伸び率は大きく、翌年には54%にも達しています。また、風力による発電量は2014年には131億kWh(79億kWhが陸上、52億kWhは洋上)で全発電量の39%、2015年には42%になりました。今後も再生可能エネルギーへの投資は続きますが、その分、石炭の購入などの費用が削減されていくので、財源は確保されていくと考えているようです。

デンマークの発電は風力が主流と書きましたが、日本と違って電気に一度も変換しないでエネルギーを供給する事も進んでいます、このことも再生可能エ

エネルギーで自給する大きな力になっています。この後に出てくる地域暖房については、1979年に熱供給法という法整備がなされ、それに合わせて補助金などによる設置が推進されていきました。その一方で、エネルギー税導入によって推進のための事業の財源確保も進めていきました。

そして今回の視察では「廃棄物＝バイオマス暖房+発電」を見に行きましたが、これとは別に発電所でも発電の際に出た排熱をそのまま地域暖房に活用しているそうです。このようなこともあって、第1次石油危機後にOECDの枠内でパリに事務局を置く形で1974年に組織された「IEA (International Energy Agency) 国際エネルギー機関」が実施した「CHP/DH (コージェネレーション/地域暖房)」普及促進に関する調査・評価で最高得点の「5つ星」を獲得しました。ちなみに、最後に訪れたフィンランドも同レベルの評価を受けています。



車の中から見ただ REFA の建物。黒い大きな積み木のような目立つ建物に緑の文字

1. REFA ENERGI

○目的 島内の廃棄物や干し草を利用してエネルギーを供給する企業システムを知る

デンマークは、2020年に全電力の50%を風力発電に、2050年には化石燃料からの脱却を掲げて自然エネルギー普及を進めてきました。そのような背景のもと、首都コペンハーゲンより車で約2時間の、ロラン市での取組について調査を行いました。ロラン市では廃棄物の燃焼エネルギーや自然エネルギーだけでエネルギー自給率600%を達成していることから、実際に途切れずにエネルギー供給ができるのか、なぜそこまで余剰エネルギーを作ることができるのか伺うこととしました。

○概要

北欧を中心に、秋～冬の間暖房の一般的な手法として地域全体で整備されているものに、町レベルのセントラルヒーティング方式、いわゆる「地域暖房 (District Heating)」があります。あまり日本では事例を見る事はありませんが、ヨーロッパでは昔から整備されてきた方法です。今回伺ったデンマークや後に伺うフィンランドでは一般的な方法です。

訪問したロラン島内の自治体であるロラン市とグルースボン市が共同で所有する資源エネルギー会社 REFA ENERGI は、全家庭の廃棄物の焼却や、契約農家の余った干し草を焼却して、その排熱で町中の家庭の地域暖房を提供している企業です。

○特色

学校の社会科見学の施設としても地域で知られた REFA の PEA 氏に解説と案内をして頂きました。建物は工場っぽいプラントのような姿ではなく、四角い大きなビルの中にオフィスも焼却プラントもきれいにまとまっている感じのすっきりしたものでした。

REFA から各家庭や事業所にパイプラインで熱湯または水蒸気（冷水を使った冷房もあるそうです）を使って暖房供給しています。熱の一部



中央の赤いベストが PEA 氏

は燃焼によって水を温めて水蒸気を作りタービンを回して発電もしています。日本ではこのような暖房設備が一般的ではない事もあって、こうしたバイオマス発電を日本にそのまま応用することは難しいと思います。

また、地域から出る廃棄物は家庭ごみばかりではありません。乳製品の輸出でも有名なデンマークだけあって、牧場の干し草が大量に余る場合があります。廃棄物の収集以外にこの REFA の敷地には巨大な干し草用倉庫があり、ここに備蓄をして、燃焼する廃棄物が不足している場合や暖房の需要が高い時に燃焼しています。

この干し草は、契約している牧場、農家から余剰が見込まれる量を買取ったもので、廃棄物と同様の活用がなされています。牧場も干し草が現金になって大助かりです。このような燃料資源が地域に大量にあることは日本ではやはり真似できないことです。

この REFA は決してただのゴミ処理場でなく、「暖房業」として経営されている、と言えるでしょう。住民の暖房のニーズを見ながら、燃料となるものを集め、需要を見ながら燃焼させていく、という事業をしている企業なのです。そして、設備面を見ても、ごみ焼却場と比較して特殊と言えるような設備もありませんでした。日常業務ではプラントの燃焼状況や燃焼量を調節しているコントロールセンターでの適切な管理が重要であり、あとは家庭や牧場などの燃料



発電用タービン



巨大な倉庫には地域の農家から買取った大量の干し草



燃焼室も特殊なものでなく日本のごみ焼却炉などと同様です



事務所を兼ねたコントロールセンター

を提供してくれる人たちとの信頼関係を維持することが大事な仕事だと言えます。ただ、これらの業務も民間会社がベンチャーとして勝手にやらせてもらっているのではなくて地域社会のシステムに既に組み込まれているという点はデンマークの先進性を表していると思います。



のどかな郊外の街並みのロラン島



これらの建物には REFA からの熱供給パイプが通じている

2. REFA リサイクルセンター

○特色

ここには特別な設備があるわけではありません。写真のようなサークルがあってその周辺に 33 種類のコンテナが並んでいるだけです。

ここに住民は主に自動車で行ってきてリサイクルゴミを分別して入れていきます。分け方が分からない時には係員が色々と教えてくれます。

単純なりサイクル廃棄物回収方法ですが、住民の生活の中でリサイクルゴミの為にわざわざ車で運びに行く習慣ができているのは協力的だと思いました。東京では住宅のそばに回収場所があるので、あまり苦勞はありませんが、ここロラン市では、リサイクルのために自分でわざわざ回収場所に行って、細かく分けているので感心しました。



市民が続々とリサイクルゴミを持ち込んできます



市民に分別コーナーが分かりやすく示されています



分別の指導をしてくれる REFA の係員と。右端は通訳のニールセン北村氏

3. 風力発電所

○目的 風力による発電比率が高いデンマークの発電用風車の立地を知る

再生可能エネルギーの普及が進んでいるデンマークにおいて、特に発電比率が高い風力発電について、実際に発電を行っている状況や規模を実地で確認するため、陸上及び海上の風力発電所を訪れました。

○概要

デンマークは風力発電先進国です。2015年12月には、発電量の中で風力発電の占める平均比率が単月で55%になったそうです。ちなみにこれは平均発電量であり、12月1日は消費量に対して136%の比率だったそうです。

日本の再生可能エネルギー施策では太陽光発電が主流ですが、デンマークの発電は風力が代表的です。以前に東京都江東区のお台場で発電用風車の利用実験をしたのですが、東京湾周辺では効率的発電につなげられるほど上手に風を得られなかったようです。

○特色

・陸上の風車地帯

陸上には、大平原の中で多数の巨大風車が並んでおり、周辺に施設等が無い無人地帯のため、



一列に大型の風車が並んでいます

風車は非常によく回っていました。

ここでの説明はデンマーク全体の通訳をお願いしているニールセン北村氏にお願いしました。北村氏はデンマークのロラン島在住で、デンマークの環境政策やエネルギー政策、エコライフを紹介しており、今回の視察先選定にも尽力していただきました。

・オンセウイ気候パーク

次に海上の風力発電所を視察しました。到着時刻はもう日が傾きかけた頃でしたので、写真のように夕日を受けて幻想的でした。デンマークは世界で初めて海上風力発電所の実用化した国であり、ここは最初に設置された場所です。実はこのエリアにある岬には、元々は原子力発電所の計画があったそうですが、それを切り替えて世界初の風力発電基地を作ったそうです。このようないきさつから現在は発電風車群を見渡せる公園になっています。



大型の風車が広域に並んでいます

風力発電所は航行する船や漁業との兼ね合いがあって実際にスタートするまでに多くの調整が必要ともいわれています。そして何より、常に一定の風が吹いているかが重要です。日本でも同じように風が吹くかどうかは課題ではありますが、積極的に自然エネルギーを利用していくことが必要だと感じました。

4. 森の幼稚園

○目的 デンマーク発祥の「森の幼稚園」の取組を知る

日本でも近年注目されている自然の中で教育を行う幼稚園のデンマークにおける取組を知るべく、現地を訪れました。

○概要

幼稚園におけるほとんどの時間を森などの自然の中で過ごすスタイルの幼稚園が「森の幼稚園」です。デンマークが発祥のスタイルですが、ドイツで大規模に拡がり、日本でも沖縄や千葉でこのスタイルの幼稚園が開園しているそうです。



手作りの施設が園内にいくつもあります



齊藤も現地の子どもたちと一緒に森のすばらしさを体感

○特色

ここは、一応園舎はありますが、一日の大半を森の中で過ごしている幼稚園です。森と端の方で一体化している「園庭」には木材の遊具やテントが並んでおり、キッチン代わりのかまどなどもそこに交じっています。小さな遊具もみんな手作りです。作成と指導を行うのは子どもたちに交じって遊んでいる3人の先生たちです。うち2人は男性の先生です。調理もみんなで行いみんなで食べています。この日も紫色の実のようなものを集めて子どもが作っていました。

大変人気のある幼稚園で入園希望者が多数いるようです。そして、設備面でかなり常識外れだったらしいのですが、特に問題なく税金から補助も出ているようです。日本では幼稚園等を開園する場合、守るべき基準がハード、ソフト両方にあります。もちろんそれは経験から生まれた重要なものではありませんが、ここを見ていると設置基準をおおらかに構える事もできるのではないかと思います。



おやつなどもみんなで作ります



園内には木製の大型テントやファイヤーサークルなど施設も充実

5. その他のロラン島周辺施設

このあと、デンマーク最大のオーガニック農園の KNUTHENLUND 牧場を訪問し、デンマーク国内でも理想とされる環境に負荷をかけない牧場経営を視察しました。ここで作られている 6 次産業商品は、デンマークにおいて高い評価を受けており、環境に配慮した農業の成功事例だということでした。

また、世界 82 か所に同じものがある地球型モニターを一般公開している「気候センター (CLIMATE CENTER)」に伺いました。この施設は、地球型モニターを世界で唯一



レストランと生産品売店を兼ねた農園入口

一般公開している教育機関で、NASA が収集した最新の世界の気候情報をネットワークでつないで、随時更新して投影している大規模なプロジェクトを行っています。このような郊外の街においても、必要とあらば最先端の設備を導入する教育機関があることに、デンマークの環境教育への高い意欲をうかがうことができました。



球形のモニターに世界の気候やデータが表示される



気候センターの入口。ロラン島最古の砂糖工場を改装して利用

- 参考：
- ・ 2012年11月26日 Ecology Online HP
 - ・ 2011年6月10日 InterTech Research Corporation HP ブログ
 - ・ 外務省 HP
 - ・ HWAM 社（デンマークの暖房機器メーカー）HP
 - ・ 2016年4月 susustainable japan HP
 - ・ 「再生エネルギー100%時代の到来」和田武著 あけび書房刊