

「土着技術から革新への途 ～デンマークの風力産業技術史～」

龍谷大学経済学部 松岡憲司 先生

1998年時点ではデンマークの風力メーカーには存在感があった。世界の半数の風車はデンマーク製だった。デンマークは産油国。原発はないが、建てる計画はあった。北海油田の枯渇に関してデンマークの考えは？という、発表者は聞いたことがない。ただイギリスでは、間近な問題として心配されている。デンマークは一貫して石油輸出国で、自家消費以上に石油を産出している。麦わらはどう電氣化しているかという、発酵・熱分解で氣化（バイオガス化）。これによりガスタービンが使えるため、出力のランプアップ・ダウンができる。この点は木を燃やして水を沸騰させる方法より優れている。麦わらとバイオガスの区分は不明だが、**デンマークは飲料水が地下水だったから、家畜の糞尿の処理には昔から気をつかっていた**。そうしないと飲み水が汚染されるため。それで乾湿処理の技術が発達したともいえそう。NEDOはGWECのつくった風力メーカーの世界ランキングのグラフを拡大して日本のメーカーを含めた。デンマークは今日では世界ランキングが入っていない。中国などに取って代わられている。風力にもいろんなモデルが設計あった。ヤマハ。イギリス型。オランダ型のように。

なぜデンマークの風力発電機産業が発達したのかについて以下で説明する。ボーナスという会社はいまのジーマンスのこと。昔は散水機、すなわち畑に水を撒く機械をつくっていた。進化経済学によると、技術はDNAの配置にみだてられる。進化におけるDNAの変化も、前のDNAがあったからこそ起こる。そしてすべてのDNAが一気に変化することはない。そう考えると、非連続な跳躍的革新と、連続的な漸進的革新は一続きの相対的な概念にすぎず、技術革新にも蓄積が必須ではないかと思う。決してゼロから新しいものが生まれるのではない。その点デンマークの風力には長い技術の蓄積が地縁的に存在した。ジーマンスはボーナス時代の技術の蓄積を活かしている。

ポール・ラクーア（デンマーク語で）の存在は大きい。彼はアスコアにある国民高等学校（フォイケーホイスコーレ）で働いた。ここは公立ではなく、3か月くらい寄宿制で住みながら勉強する。当時デンマークはヨーロッパの田舎。ローマはパリが文化の中心地。バベットの晩餐という有名な映画がある。ダサイデンマークが描かれている。デンマークの都市のインテリはドイツ語をしゃべっていた。スレスヴィ・ホルシュタイン戦争でデンマークが負け、領土をドイツに奪われた。

グラントビーは愛国運動をした。デンマークは田舎のままでいいんだ、とグラントビーは言った。その思想の普及のために国民高等学校をつくった。ポール・ラクーアは東大から片田舎の農民学校へうつったようなものだった。そこで、彼は農村の生活改善を目指した。農村の自立のためには電氣の普及が必要だが、農村では分散して住んでるから蒸気は

不適。よって風車が立てられた。風車の技術自体は13世紀に生まれた。なんと当時ポウル・ラクーアは水を電気分解して水素で保存するという方法をとった。そして7年間無事故だったという。1918年にアグリコは発電以外にも揚水に用いた。実は1933年に「動力」という雑誌に本岡さんという人はデンマークの風車をとりあげていた。彼は満州・大陸科学院（理研をモデル）をつくった人。当時彼は満州で風力発電の研究をしていた。だんだん毒ガスの研究へ。当時の事情としては、満州の北の方に開拓民が入植していたが、連絡手段はラジオのみ。そこで電気が求められた。満州には強い風が吹いているということで、風力発電が発想された。オーム社から本岡さんは戦後に本も出している。

その後デンマークでは、ディーゼル発電のコストが安くなり、風力は一時すたれた。当時デンマークは北海油田が未開発で、石油を輸入していた。いまの風力の基本を作った人がヨハネス・ユール。彼は職人ではなく、資格を持ったエンジニアであった。ゲッサーは地名。アップウインド方式だった。「ストール制御」とは、一定以上の風速になると渦ができて揚力が消えるような翼形断面を用いること。風車においては、よくまわすのも大事だが、止めるのはもっと大事。今は使われていない技術。代わりに「ピッチ制御」されている。空力的には羽の通る面積でエネルギーが決まるから、羽の枚数は関係ない。コストは、4枚にすると余分にかかるし、抵抗がつよくなってトルクがなんとらでスピードがあがると困る。一番成功したのがリーセーアという大工職人による風車。ヨーロッパにある電気博物館に彼の風車が展示されている。彼は勝手に無断で風車を系統につないだ最初の人間。彼につづいて参入が続く。

**Tvin** 風車について。1975年にツヴィン国民高等学校で大型風力建設計画があった。採用されたダウンウインドとは、風車の後ろから風をもらうもの（⇔トップウインド）この学校に日本人の留学生が多いけど、カルト扱いされてる。毛沢東主義のごとし。西インド諸島に贅沢な別荘つくった指導部が問題になったりしている。大事なのは、このプロジェクトを通して人々のネットワークができたこと。

ヴェスタスは1898年開業の鍛冶屋が起源。語源は西ユトランド鉄工技術会社。いまの主流派2～3Mの規模。エネルギーはギアレスだけど、「V164」という型番は、ローター形が164mだということ。MHIに関して、三菱はお金を出しているだけ。実質的に作っているのはヴェスタス。事実上撤退した三菱。スコットランドに試験場があり、8Mの実証試験をしている。ブレードの工場をワイト島につくり、雇用に貢献している。

まとめ。デンマークの風車産業の成功要因は以下。①歴史的偉人の存在、②教育制度③国の支援：当時のレートにして1千万円くらい。原発に割いた予算の比じゃないくらい小さいが。（補足：コペンハーゲンの対岸のスウェーデンに原発があり。首都の近くに原子炉ということで、万が一事故が起きたときにどうするか知るためにデンマークも原発を研究していた。）④風車の買い手（市場）に恵まれたこと 例：カリフォルニアでの風力ブーム。金持ちが財テク的に税控除を目当てに風車を砂漠に建てた時期。⑤協同組合の存在