

「風のがっこう便り」 2018 年

ケンジ ステファン スズキ

2018 年も多くの人たちにお世話になりました。年末を迎えるに当たり改めて心からお礼申し上げます。「風のがっこう」は 1997 年 6 月に開設して以来 21 年が過ぎ、この間多数の研修生を受け入れてきました。今年 2018 年全部で 5 回の研修を実施しました。近年研修を受ける人たちが減ってきていますが、研修を受けたい人たちがおられる限り活動を続けていきたいと思っています。その理由はデンマークが採っている施策には何かと参考になるものがあるとみています。例えば、教育費や医療費を国庫負担とした国策、住民の参加を義務付けた環境・エネルギー政策、電力や給湯・暖房の住民参加による供給制度など、住民や市民が関与している各種の施策、また親の経済的理由で進学できない子供がいないのがデンマークであり、お金がないから病院での治療が受けられない人がいないのもデンマークです。地球温暖化問題には、住民を巻き込んだ、持続可能な社会として必要な環境とエネルギー政策を導入対処してきていることなど、他の国においても、参考として使えるのではないかと、思っているためです。

以下、今年 2018 年「風のがっこう便り」では、デンマークの施策の中から建物への給湯と暖房に関する施策について記述する他、デンマークが採った風力発電への施策について、日本科学者会議の招待での講演の要旨を掲載したいと思っています。

A. デンマークの建物への給湯と熱供給について

デンマークは寒い国だけに暖房が必要とする時期は 10 月から 4 月です。そんなことから、建物への暖房に関しては 1980 年中頃までは、石油を燃料として暖房・給湯を続けてきました。その後、石油が急騰したこともあり、各個人での暖房と給湯から地域一体に熱供給をする仕組み、「地域暖房」会社を開設し、そこから、町一体に熱を供給することにしました。

デンマークのエネルギー政策では、エネルギーの供給対策と並行し、エネルギー消費の削減に力を入れ、その手段の一つとして、各家庭や工場・施設において独自に暖房や給湯をすることは止め、地域一体を温める集中型の熱供給を国の政策として採り入れてきました。地域暖房と呼ばれる集中型の域暖と給湯政策を推し進める一環として灯油に重税*を課しているのもそのためです。*デンマークの灯油の値段は(1 トン当たり 11,000 クローネ (約 18 万円) でデンマークの一般家庭における灯油の消費量は 2,500 リットルからして地域暖房会社からの熱料は安くしている。

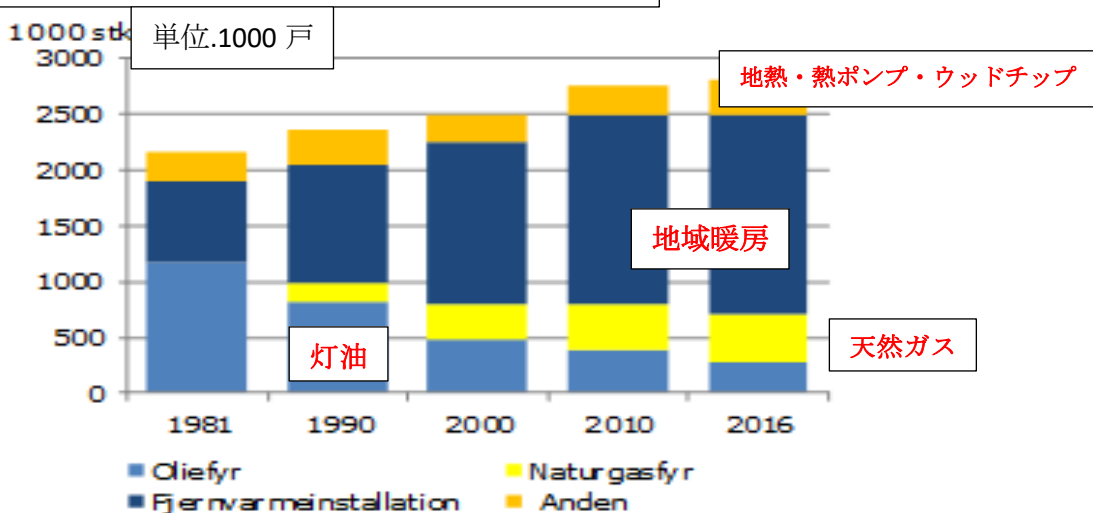
地域暖房の仕組みは「暖房会社」から各家庭や事務所施設などに約 70 度のお湯を断熱したお湯パイプで供給し、暖房はそのまま利用し、お湯は各需要家(住宅や建物)の水道水を地域暖房会社が供給するお湯で温めて(熱交換器)ふろ場や台所で使うお湯として利用する。(日本ではガス温水器や電気温水器を利用している様子ですが、デンマークは水をお湯にする熱源は地域暖房会社から供給される 70 度前後のお湯を使って温水にしています)。

図 1. はデンマークの住宅数に占める熱及び給湯設備の 1981 年から 2016 年普及推移ですが、1981 年代での大半を占めていた石油ボイラーによる熱及び給湯設備は 2016 年においては 20 万世帯以下に減って来ています。2016 年デンマークの 280 万件に上る熱供給(暖房含め)の中で地域暖房の占める割合が 63.6%、天然ガスボイラー15.3%、石油ボイラー10.0%、その他、熱ポンプ、電気、バイオマス燃料 11.0%となっています。デンマークでは地域暖房の普及に努めることと並

行し、住宅の省エネ化に努めてきています。今日のデンマークに一般住宅の規格では外壁の厚さは40 cm、窓やドアの断熱を表すU基準値は最大0.15とし（因みアルミサッシのU-値は200と言われ、数値が多いほど断熱効果が悪い）屋根裏断熱40 cm、床下断熱30cmが規格となっています。この省エネ住宅と省エネ対策を取り入れた結果、デンマークの住宅のエネルギー消費量は1990年（100）に対し2016年105で約5%の伸びとなり、この間住宅の暖房面積は1990年の100に対し2016年のそれは123で23%増えています。この結果暖房面積 m^2 当たりのエネルギー消費量は1990年から2016年の間に15.1%削減されました。

Varmeinstallationer i boliger

図1. デンマークの住宅における熱供給設備の内訳推移



地域暖房の熱源について見ますと発電所からの発電後の熱、バイオガスプラントからのメタンガス、可燃廃棄物他麦藁、ウッド・チップ、などがあります。「風のがっこう」の研修で良く訪れる、バイオガスプラント、廃棄物（可燃廃棄物）麦藁、ウッド・チップを熱源としたコージェネ発電所、地域暖房会社について記述します。

表1 地域暖房生産に伴う燃料消費量（単PJ）の推移

燃料名	1980	1990	2000	2005	2010	2014	2016	1990からの 2016年伸び率
合計	75.4	69.8	73.2	78.8	95.9	81.7	91.0	30.4%
石油	51.3	4.8	3.7	4.3	4.6	1.0	1.2	-75.7%
天然ガス	-	12.1	22.0	28.5	19.4	20.1	20.8	71.8%
石炭	13.5	30.9	19.5	17.1	18.2	12.4	12.5	-59.5%

電力	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
廃棄物 (注)	4,5	6,3	7,7	8,1	7,1	7,1	8,0		27,2%
再生可能エネルギー	6,1	15,7	20,1	27,1	37,4	41,3	47,8		203%
	太陽熱	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	24610%
	地熱	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	369%
	バイオマス	6,1	15,6	19,4	26,1	36,3	39,1	44,3	184%
	内 麦わら	0,0	3,6	5,0	5,9	8,3	7,8	8,8	143% (注1)
	木材	0,0	3,5	5,0	9,5	17,4	21,9	25,4	618%
	廃棄物	5,5	7,7	9,4	9,9	8,7	8,7	9,8	27,2%
	バイオガス	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,7	1961% (注2)
熱ポンプ	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0

出典：Danmarks Energistatistik 2016, s.17 (注)：生物的に分解しない廃棄物

表1で見る通り、デンマークの熱供給では石油と石炭を減らしていることが解ります。その理由は二酸化炭素の排出量を減らすためです。

(注1) デンマークの国土面積の約61%の266万ヘクタールが農地になっており、内55%が小麦、大麦など麦類の生産地となっている。その関係で年間約550万トンの麦わらが生産されその内の約200万トンが家畜用に使われ残りが燃料化されてきています。麦わらから得られる熱量はトン当たり4,000kWh.とされています。地域暖房会社は農家(麦わら供給組合)からトン当たり約600krで購入し、お湯の生産燃料としている。よって熱量1kWh当たりの生産価格は600kr/4000kWh=0.15kr. (約2.7円)と計算となります。(注2) 地域暖房会社に供給するバイオガスの値段はその場所によって多少の違いは出てくると思いますが、Lemvig バイオガスプラントの例で見ますとバイオガス(メタン100%当りに換算)し1m³当たりのメタンガスの売値は4kr (約7.2円)となっています。

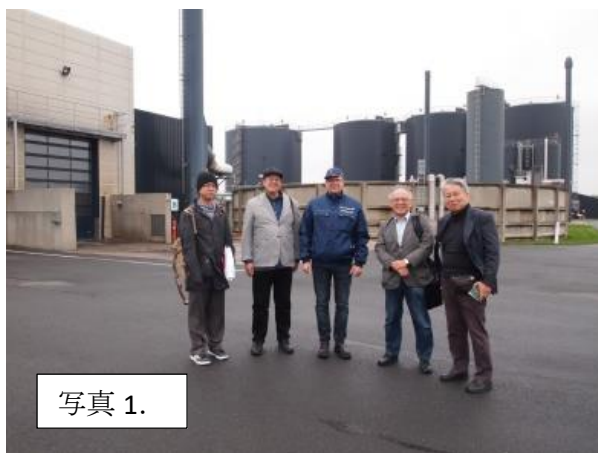


写真1.

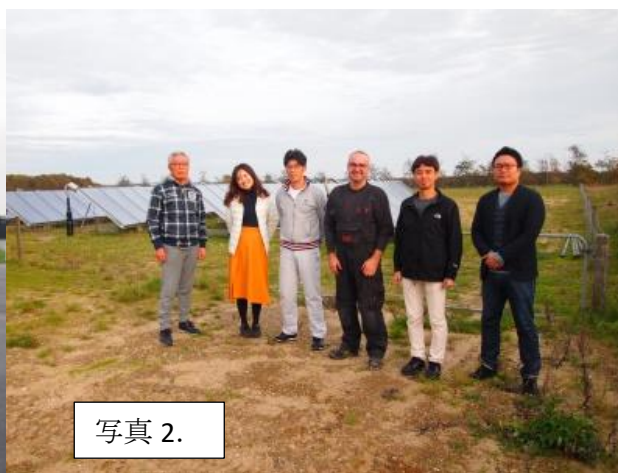


写真2.

写真1. Lemvig バイオガスプラント発酵槽計4基合計容量約2万m³、創業1992年25軒の農家所有：年間バイオマスの投入量約25万トン、内家畜糞尿約20万トン。バイオガス生産量約1500万m³ (内

メタンガスの割合約 65%) 地域暖房会社にガス供給 (一部自家消費)、年間エネルギー生産量約 87,000MWh, 内発電量約 32,000MWh, 熱量 55,000MWh. 2017 年の売上高約 3,450 万クローネ (約 6 億 3 千万円) 税引き前利益約 177 万クローネ (約 3,300 万円) 従業員数 8 人。8 名の従業員に支払われた人件費は約 590 万クローネで、一人当たり約 74 万クローネ、(約 1,370 万円) となります。

デンマークの人件費について加筆しますと、デンマークの給与の支給額は職種によって異なり、3 年毎に労使交渉があり、労使の代表によって決められます。参考としてデンマークの月額給料の例：

デンマークの職別給与の例(注)

単位:デンマーククローネ(1クローネ約18.5円)	2017年9月	
・ 職種		
・ 教員	41,885.88	約77万5千円
・ 児童教育者	34,550.54	約63万9千円
・ 州の看護師	37,933.93	約70万2千円
・ 社会福祉師	32,308.31	約59万8千円
・ 社会福祉補助員	33,614.25	約62万2千円
・ 特殊職員	38,706.87	約71万6千円
・ 社会教育者	35,749.21	約66万1千円
・ 児童教育補佐	25,650.37	約47万5千円
・ ソーシャルカウンセラー	36,565.84	約67万5千円
・ 育児ママ(4名児童保育)	30,334.30	約56万1千円

(注) : 2018年4月労使交渉の結果、向こう3年間のベースアップ率を 8.1%とした。

2017 年 3 月末におけるデンマークのバイオガスプラントの数：農家独自のプラント数 52 カ所、共同プラント数 28 カ所、廃棄物処分場バイオガスプラント数 27 カ所、汚水処理場のバイオガスプラント数 51 カ所、産業界が所有するバイオガスプラント数 5 カ所

写真 2. 筆者が住む町にある地域暖房会社、需要家数 (地域暖房会社に加入している世帯及び各種施設数) は 475 軒

熱源：①麦藁の全体に占める割合 70%、年間消費量約 2000 トンで麦藁供給組合と 10 年間契約。トン当たりの値段は水分の含有量 15%を規準にし 600 クローネ (約 1 万円) で麦藁に含まれる水分の含有量が 25%を越えれ物は引き取らないことにし、水分の含有量が 15%以下の場合引き取り額が高くなる。因みに麦藁の熱量はトン当たり約 4 MWh.とされています。

②太陽熱温水器による熱供給量は全体の 20%、2018 年 5 月から 8 月好天に恵まれたことで、熱供給は太陽熱温水器で賄った。

③天然ガスによる熱供給量は全体の 10%。

温水タンクの容量：700m³

筆者の年間熱量代：住宅の面積 130m³ 年間の熱量の消費量約 9MWh. メーター借料を含めてた熱量の購入代金 (年) 11,300 クローネ (約 21 万円)。

筆者が住む町の地域暖房会社の損益計算書の概要 (会計年度 2017/18 年)

単位：万クローネ (約 18.5 万円)

売上高	熱量の売上高	533.0	生産費	直接生産費	217.0
-----	--------	-------	-----	-------	-------

	メーター賃料	23.6		内麦わら代	(124)
	売電料	329.0		人件費*	4.2
	手数料など	2.7		その他	151.0
	計	889.0		計	372.2

*売上高計 889 万クローネ（約 1 億 6,400 万円）に対し人件費 4 万 2 千クローネ（約 78 万円）で収まっている理由はコンピューターでの自動制御が出来るいるためです。デンマークは人件費を節約するためこの種のプラントは人手に頼らない操業をしている。



写真 3. 可燃廃棄物、麦わら・ウッド・チップのコージェネ発電 Måbjergværket.

建設年：1991 年 4 月開始、1993 年 1 月から稼働しているコージェネ発電所で建設費は 6 億クローネ（約 120 億円）。建設理由は 2 つの町に熱供給をすることを目的として建設された。コージェネ発電所の設備量：蒸気タービン 2 基計 28MW、4 万世帯分の電力と 1 万 6 千から 2 万世帯分の熱供給をしています。高断熱温水パイプの敷設総距離 600 km。発電所から最も離れた需要家への距離 21 km。熱量代平均的住宅 135m²の年間熱量代約 9,500kr（約 18 万円）。

燃料：可燃ごみ年間 16 万トンから 18 万トン、内訳：産業可燃ごみ 58%、一般可燃ごみ 42%。可燃ごみの約 27%はロンドンと北ドイツから輸入。麦わら年間 3 万 4 千トン（麦わら供給組合との売買契約）、ウッド・チップ年間 2 万 6 千トン、バイオガス年間 3.5Nm³（隣接するバイオガスプラントから購入）。麦わらを燃やした後の灰を利用するため、麦わらボイラーは可燃ごみの焼却ボイラーと分けている。

B. デンマークの風力発電導入政策について

日本科学者会議第 22 回総合学術研究会で講演する機会を得たため、12 月 7 日から 9 日まで沖縄を訪ねてきました。同学術研究会の会場は沖縄県琉球大学で、何年振りかの沖縄訪問でした。1995 年秋 NEG Micon 社の風車 3 基を宮古島に設置するため 3 週間ほど滞在し、「風のサミット」が同じ時期に沖縄で開催され NEG Micon 社社長を同行し同会議に出席した記憶が残っています。その後、数回沖縄を訪ねましたが、沖縄を訪ねる度に南国の国で見られる白壁のきれいな建物が増えているように思いました。今年 12 月 9 日（日）9 時から 10 時分科会での講演要旨を掲載します。

日本科学者会議第 22 回総合学術研究集会（2018 年 12 月 7 日～9 日、琉球大学）
分科会 III,C2 「パリ協定を越えて」
特別講演要旨（講演のレジメは HP 参照のこと）

「市民参加を義務つけたデンマークのエネルギー政策とその国情」

1. はじめに：

2016 年末のデンマークのエネルギー消費量の実績は 743 ペタジュールで、内訳を見ると、石油製品の占める割合は 37%、再生可能エネルギー 29%、天然ガス 16%、石炭及びコークス 11%、廃棄物 2%、純電力輸入 2%となっている。この数値を第一次オイルショック時（1973 年）と比べてみるとエネルギー消費量は 675 ペタジュールで、内訳は石油製品 83%、電力 9%、石炭とコークス約 4%、ガス約 2%、バイオマス約 0.1%となっていた。これら二つの数値から、オイルショック後、デンマークは石油製品への依存度を半減させたことが判る。本稿ではオイルショック後から今日に至るデンマークのエネルギー政策、特に再生可能エネルギー資源の活用に関し記述する。

2. デンマークの国情と国内資源の活用に向けたエネルギー政策について

デンマークの人口は毎年増え続け、2018 年 1 月時点での人口は約 580 万人である。国土は平坦で、国土の約 61%が主に穀類や草地など家畜用飼料用として耕作され、カロリーベースで見た食料供給量は 1,500 万人分と言われている。デンマークは長年「ゆりかごから墓場まで」の福祉制度を導入し、教育費や医療費は税金で賄う「共生社会」を維持してきた。その中で国民生活に欠かせない食料を確保し、飲料水を汚染から守る施策を国策とし、またオイルショックの教訓を活かし、国内のエネルギー資源の活用を努めている。国内資源の中で北海油田があるが、掘り続けた結果、埋蔵量は少なくなっている。資源の活用では風力発電、太陽熱利用と太陽光発電、家畜の糞尿と有機廃棄物を利用したバイオガス生産、麦わらやウッドチップ及び可燃廃棄物を利用したコージェネ発電そして、地熱利用がある。第一次オイルショック（1973 年）時点におけるエネルギー自給率は僅か 1.8%であった。1976 年 5 月、政府は長期エネルギー計画『エネルギー計画 1976 年』を発表した。この政策では、発電燃料を石油から石炭と原子力発電に切り替える他に、北海油田の開発、発電の余熱利用、天然ガスの利用、建物への省エネ策などを盛り込んでいた。この中で原子力発電は市民の反対運動で導入しなかった。

1990 年春、エネルギー省は、1887 年の Brundtland 報告書と、1988 年カナダのトロントで開催された気候変動に関する国際会議での勧告をもとに、持続可能なエネルギー供給策、「エネルギー 2000 年、持続可能な発展に向けた行動計画」（Energi 2000）を発表した。この計画では：

- ① 二酸化炭素の排出量を 2005 年までに 1988 年に比べ 20%削減し、エネルギー消費量を 15%削減する。
- ② 二酸化硫黄、窒素酸化物の排出量を 2005 年までに 1988 年に比べそれぞれ 60%、50%削減する。

など、エネルギー自給と地球温暖化防止を同時に進める政策を採り入れ、計画実現に向け、エネルギー消費量の削減、エネルギー供給体制の効率化、クリーン・エネルギー導入の強化策など策定した。これら政策の実現に向けた財源の確保を目的とし、1992 年 3 月、電力料金に対し kWh 当たり 0.1 クローネ、灯油に対し 1 リットル当たり 0.27 クローネを課税する「二酸化炭素税」を導入し、風力発電、バイオガスプラントへの助成金に充てた。

2016 年末、エネルギー消費量全体に対して、再生可能エネルギーの占める割合は約 29%である。この中でもっとも多いのはバイオマス（麦藁、ウッドチップ、木材ペレット、薪）で、その次に多いのは風力発電である。バイオマスの中でウッドチップや木材ペレットの多くは、輸入しての活用であるので国内資源とは言えない。そういうことから国内資源で最も多い風力エネルギーの活用について記述する。

1990 年 3 月、エネルギー省は「風力発電の導入手引書」を発効し、風力発電建設の手続の簡素化を図った。その中で風車の建設許可取り扱業務窓口は風車を設置する場所の市町村役場とした。また風力発電所の設置場所として建築法、土地分割法、環境保護法、自然保護法、航空法、電波通信法、農地法などを整理し、風力発電所を設置して良い場所と設置していけない場所を具体化した。この中で

例えば農地法との関係においては、農場主が自己の農地に風車一基を設置する権利を認め、また風力エネルギーは地元のエネルギー資源とし、風力発電所への投資に関して、設置場所と投資家の居住地を関連づけた。つまり風車に投資できる資格を持つ者は、同市町村内に過去10年間の内、最低2年居住している給与所得者か自営業を営む成年であることを規定し、風力発電が外からの投資家の単なる投資対象にならないように制限した。この制度は2000年4月に廃止されたが、この制度の導入によって、風力発電の適地に住む住民の投資を可能とした。さらに風車を分割して所有する協同組合方式を採用しそれに伴い、1996年5月、風車を協同で所有する組合員の数が増える風力発電所の売電収支の税処理に関し、会計報告書の作成を義務つけた税規定を発効した。風力発電が増えた背景には、風力発電への市民参加を義務化した以外に、売電価格制度の導入、電力会社の買取義務、発電補償と保険制度、それを踏まえ、設備投資額へ資金繰りを容易にした融資制度が出来たこと、また風車増設に伴う系統を国営化し系統の強化を図ったことなどがあげられる。デンマークの風力発電導入政策は陸内から洋上へと拡大され、その結果、今日人口一人当たり風車の設備量は約1kWに達し、その発電量は消費電力量の約43%を占めるに至っている。

3. おわりに：

デンマークのオイルショック後におけるエネルギー政策の基本に、国民生活に欠かせない食糧とエネルギーの確保を国土（農地）に置いたこと、エネルギー供給に向け、市民の参加を義務付けたことなどがある。また国内エネルギー資源の効率的利用においては建物の省エネ化を図る政策の導入と、バイオガスやコージェネ発電の熱利用として地域暖房会社の整備を図ったことなどがある。これら政策導入の成果は、二酸化炭素の排出削減量で見ることが出来る。二酸化炭素の排出量（実績）は1980年約6,430万トンであった。2016年のそれは約3,670万トンと約43%削減した。この間、人口は512万人（1980年）から573万人（2016年）と11%増えていることを考え合わせると、エネルギー政策は地球温暖化防止に貢献していることが判る。デンマークの1976年以降に導入された各種エネルギー政策の成果は、エネルギーの自給率の改善でも見ることが出来る。1973年エネルギー自給率が約2%に対し2016年のそれは全体で83%であるが、デンマークの石油（106%）と天然ガス（114%）においては自給率を越え、輸出している。エネルギー政策の成果は、新たな雇用を国内外に生み、外貨獲得の事業を生んだ他に、国外企業の投資先のモデル国になっている。（了）

主な参考文献：増補版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、Energistatistik 2016, Statistik Årbog 1976.

.....

皆様には良い年末年始を迎えられますよう心から祈っております。そして新年2019年も宜しく願います。

ケンジ ステファン スズキ

Kenji Stefan Suzuki
Hovedgaden 28,
6973 Ørnholm
e-mail: sra-dk@post.tele.dk
<http://sra-dk.com>