

「風のがっこう便り」 2017 年

ケンジ ステファン スズキ

2017年の年末を迎え、「風のがっこう 2017年」をお送りします。今年は春2回、秋に2回の研修を実施し、全部で40数名の人たちが受講しました。「風のがっこう」を開設したのは1997年の6月で、今年2017年6月で20周年を迎えました。この間、約2000名の人たちが「風のがっこう」の研修を受けていますが、デンマークのエネルギー政策、社会福祉政策、教育政策など、デンマーク人の社会作りの施策が受講者にとって何等かの参考になっているのであれば、大変嬉しいです。下記の写真は「風のがっこう」の受講生のみなさん（一部）です。



1. 京都議定書への約束を守ったデンマークのエネルギー政策について

「風のがっこう」を開設した同じ年の1997年12月、京都において第3回気候変動枠組条約締約国会議（地球温暖化防止京都会議、COP3）が開催されました。この会議において、地球の温暖化防止を防ぐため、諸外国が協力し地球温暖化ガス削減の約束を取決めました（京都議定書*）。

デンマーク政府は「京都議定書」で約束した地球温暖化ガスの削減に向け、風力発電やバイオマス及びバイオガス発電など国内資源を利用する政策を採り入れてきました。その結果、表1で見る通り、1990年におけるデンマークの地球温暖化ガスの実質総排出量は7040万トンでしたが、2013年5510万トンに削減（22%の削減）し、デンマークが約束した削減義務8%を守りました。デンマークの1990年から2016年における地球温暖化ガスの排出量の推移について表示したのが図1です。

表1. デンマークの地球温暖化ガス排出量推移（単位：CO2換算百万トン）

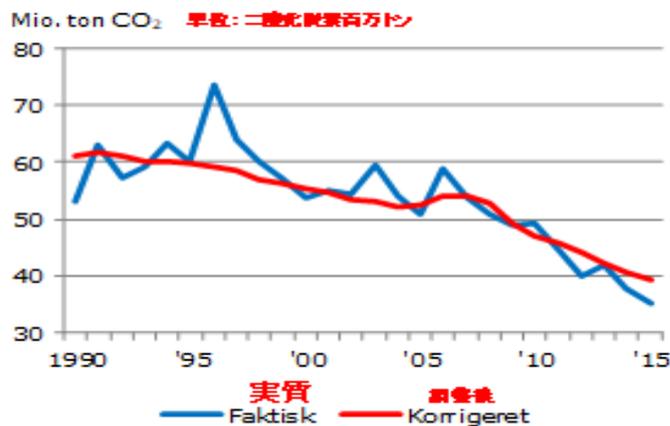
	1990	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016
実質	70.4	70.9	66.4	63.3	55.1	50.9	48.4	50.4
季節調整	78.4	72.6	68.0	61.0	55.7	53.8	52.5	53.6

京都議定書でデンマークが約束した削減量は1990年の排出量に対し2008年～12年の間に8パーセント削減するという約束で、実績は22%削減した(5,510 / 7,040 = 0.78, (1 - 0.78) = 22%)。

***京都議定書** (英: Kyoto Protocol) は、1997年12月に京都市の国立京都国際会館で開かれた第3回気候変動枠組条約締約国会議(地球温暖化防止京都会議、COP3)で同月11日に採択された、気候変動枠組条約に関する議定書である。京都議定書第3条では、**2008年**から**2012年**までの期間中に、**先進国**全体の温室効果ガス6種の合計排出量を**1990年**に比べて少なくとも5%削減することを目的と定め、続く第4条では、各締約国が二酸化炭素とそれに換算した他5種以下の排出量について、以下の割当量を超えないよう削減することを求めている。**(-8%)削減目標国**:- **オーストリア**、**ベルギー**、**ブルガリア**、**チェコ**、**デンマーク**、**エストニア**、**フィンランド**、**フランス**、**ドイツ**、**ギリシャ**、**アイルランド**、**イタリア**、**ラトビア**、**リヒテンシュタイン**、**リトアニア**、**ルクセンブルク**、**モナコ**、**オランダ**、**ポルトガル**、**ルーマニア**、**スロバキア**、**スロベニア**、**スペイン**、**スウェーデン**、**スイス**、**イギリス**、(**欧州連合** 15か国) **(-6%)の削減義務国** - **カナダ** (離脱)、**ハンガリー**、**日本**、**ポーランド** (以上 Wikipedia から引用)

図 1.

Faktiske CO₂-emissioner fra energiforbrug デンマークの実質二酸化炭素排出量推移



Energistyrelsen

Side 29

デンマークにおいて、地球温暖化ガス削減が出来ている背景の第一は、二酸化炭素を多く排出する石炭、石油や天然ガスの削減に努めているためです。図2はデンマークの燃料別に見た発電量の推移ですが、デンマークの石炭や天然ガスでの発電量は毎年減少し、一方では、図3に見る通り、デンマークの風力発電の導入は京都議定書の締結後急速に伸びていることが解ります。因みに主催国であった日本について見ますと、地球温暖化ガスの排出量削減義務6%は達成できず、反対に増えました。

図 2.

El produktion fordelt efter anvendt brændsel
デンマークの燃料別に見た発電量の推移

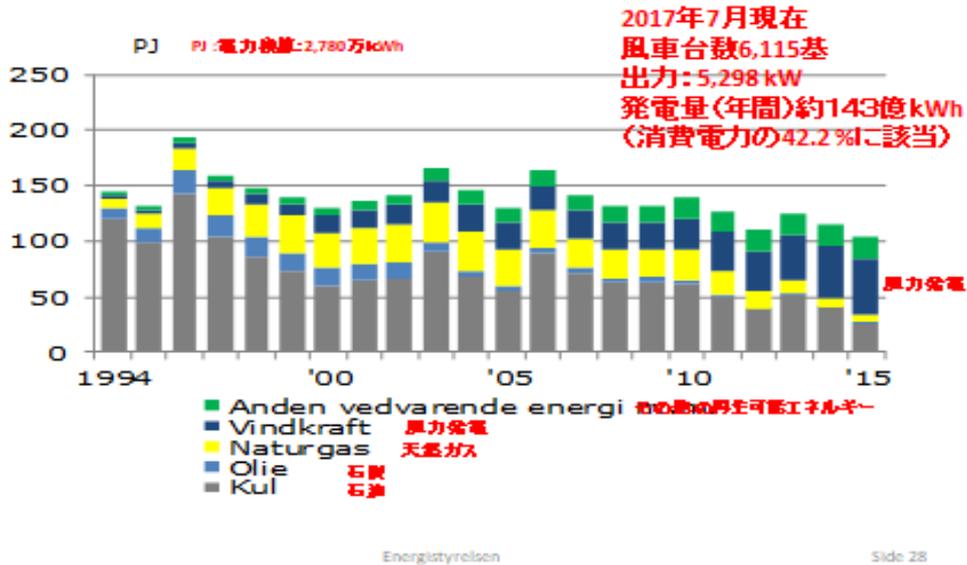


図 3. 京都議定書の締結後、デンマークの風力発電導入推移

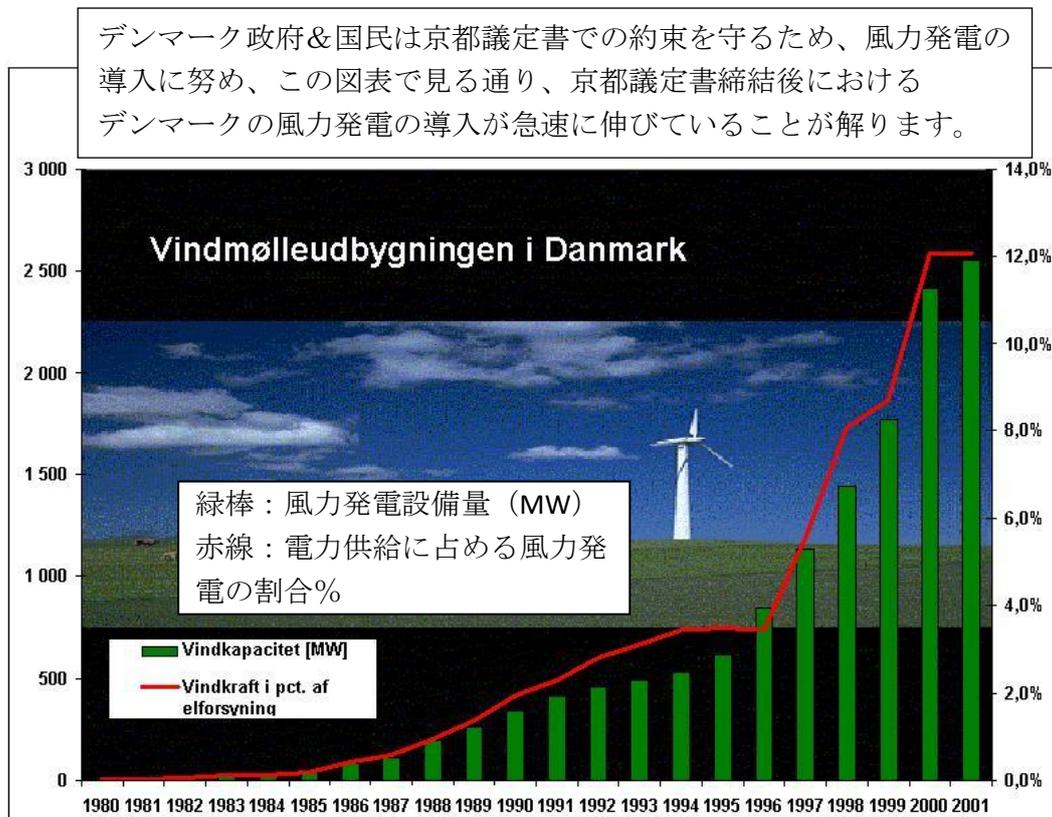
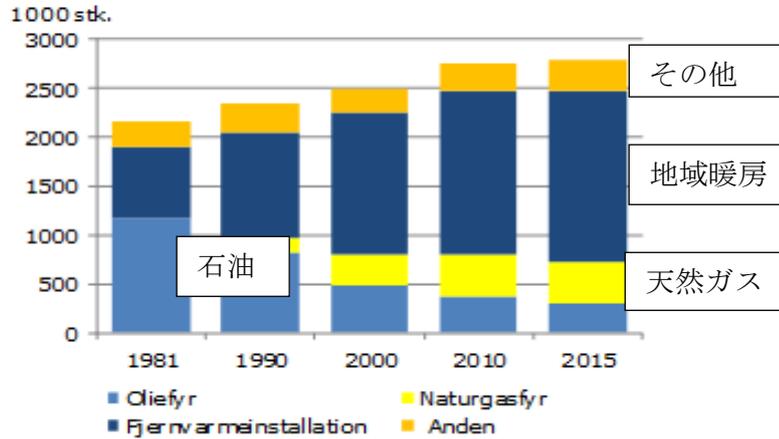


図 4.

Varmeinstallationer i boliger

デンマークの家庭における暖房設備推移



Energytrends

Side 63

デンマークが地球温暖化ガスの削減が出来ている背景の第二は、住宅の暖房（給湯）を一括して供給する地域暖房会社を国の政策として普及させたことだと思います。地域暖房会社が供給するお湯の熱源は発電所からの熱利用であり、麦わら、可燃廃棄物、ウッドチップなどのバイオマス燃料としたコージェネ発電所からのお湯であり、そしてまた家畜の糞尿から採りだしたバイオガスが燃料となっています。この地域暖房の普及策と住宅の省エネ策の導入（新規住宅の外壁 40 cm、床下断熱 30 cm、屋根裏断熱 40 cm、窓やドアの U-値は最大でも 1.5）が採り入れられているためです。筆者が住む集落でもほぼ 100 パーセントの住宅及び工場や学校など地域暖房からのお湯が供給されています。熱供給の元になる燃料は天然ガスがベースになっていましたが、デンマークの天然ガスの埋蔵量が減ったため、太陽熱温水器そして今年の秋には麦わらボイラーを導入しました。

2. デンマークのエネルギー政策について

オイルショック後デンマークのエネルギー政策では、原子力発電所の導入も検討しましたが、事故が発生した場合後始末に膨大な費用が見込まれること、原子力発電から出る廃棄物処理問題など、導入に対し国民の同意が得られず、1985 年 3 月「原子力発電に依存しない公共エネルギー政策」法案を国会で審議し、賛成 79 票反対 67 票で、可決されました。原子力発電の導入を断念し、デンマークの人たちが採ったエネルギー供給策は、北海油田からの原油と天然ガスの採掘、農地を利用した風力発電導入策、家畜生産国として家畜糞尿を利用したバイオガス生産とコージェネ発電、可燃廃棄物、間伐材や麦藁を燃料としたバイオマスコージェネ発電そして地熱や太陽光発電と省エネ政策でした。この国内資源を活用したエネルギー供給政策から新たな技術開発必要となりこのことで新たな雇用が生まれてきました。何れにせよ、その成果の一つが京都議定書での地球温暖化ガスの削減目標達成であり、エネルギー利用の効率化に繋がりました。

デンマークのエネルギー総供給量は北海油田からの石油と天然ガスの採掘量が 2005 年をピークに毎年減って来ています。全体のデンマークの供給量が減っている中で再生可能エネルギーから

の供給量は増えています。再生可能エネルギーによる供給量は1990年の45ペタジュールから2016年には160ペタジュールと約3.6倍増えました。

表2. デンマークのエネルギー供給量推移 (2016年暫定値)

単位：pj*	1990	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016*
原油	256	765	796	523	373	350	331	298
天然ガス	116	310	393	307	179	173	174	169
廃棄物(注1)	7	14	17	17	16	16	16	16
再生可能エネルギー	45	76	106	131	135	139	155	160
エネルギー供給量計	424	1165	1312	979	704	678	675	643

Pj*：石油換算約24,000トン、電力換算約2780万kWh.

(注1) 生物的に解体しない廃棄物(可燃廃棄物)

デンマークの人口は毎年増え過去10年間で10万人増えました。デンマークの人口増加については、2016年9月末から2017年9月末までの1年間に約33,000人増え、2017年9月末の人口数は約5百77万9千人となりました。人口が増えることで、当然エネルギー消費量も増えると思われがちですが、下記表3、見る通りデンマークではエネルギーの消費量は増えていません。

表3. デンマークの実質エネルギー消費量推移 (2016年暫定値)

単位：pj*	1990	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016*
石油	343	370	348	316	281	272	279	287
天然ガス	76	186	188	185	138	119	120	121
石炭及びコークス	255	166	155	164	136	107	76	88
廃棄物(注1)	7	14	17	17	16	16	16	16
再生可能エネルギー	45	79	122	168	187	193	206	216
純電力輸入量	25	2	5	-4	4	10	21	18
エネルギー消費量合計	752	816	835	846	762	720	720	749

Pj*：石油換算約24,000トン、電力換算約2780万kWh.

(注1) 生物的に解体しない廃棄物(可燃廃棄物)

エネルギーの消費量とGNP生産量の関係を表したのが下記表4ですが、エネルギー生産効率が良くなっています。

表4. エネルギーの生産効率(弾性値)*

単位 1990=100	1990	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016
GNP, 2010 価格	100	130	139	141	144	146	149	151
総エネルギー消費量	100	102	104	99	93	92	92	95
エネルギー生産効率	100	79	75	71	65	63	62	63

*生産するに必要とするエネルギー量の割合を表す。

GNP：2000年～2016年の伸び率：16%、(2016年は暫定値)

総エネルギー消費量の伸び率：マイナス7%

エネルギーの生産効率：プラス14%

3. 地球温暖化問題について

デンマーク人の中には地球温暖化が進んでいないという人と進んでいるという人が居ます。恐らく日本においても同じことが言えると思っています。地球温暖化が進んでいるか否かへの回答の一つとして、日本における冷房と暖房が必要な日数を調べてみました。温暖化が進めば、冷房日数が増え一方暖房をする日数が減ってくるとみためです。それに関し以下表5の通りです。なお、表示数値は「**度日**」 (**°C—day**) で、意味はインターネットで検索してください。

表5. 日本における家庭部門の全国平均冷房度日と暖房度日の推移

	1965-75(注1) A.	2006-2010	2011-2014 B.	増減度日数 A.対B.
冷房度日(注2)	平均 327	平均 420	平均 453	プラス 126
暖房度日(注2)	平均 1,211	平均 1,041	平均 957	マイナス 254
冷房と暖房絶対度日数	平均 1,538	平均 1,461	平均 1,410	マイナス 128

(注1) 1965,1970,1973, 1975年の合計度日数を4年で割った数値

(注2) 冷房24°Cを超える日の平均気温と22°Cとの差の合計、暖房14°Cを下回る日の平均気温と14°Cとの差の合計、全国平均は全国9地域(札幌、仙台、東京、富山、名古屋、大阪、広島、高松、福岡)の人口による加重平均値。

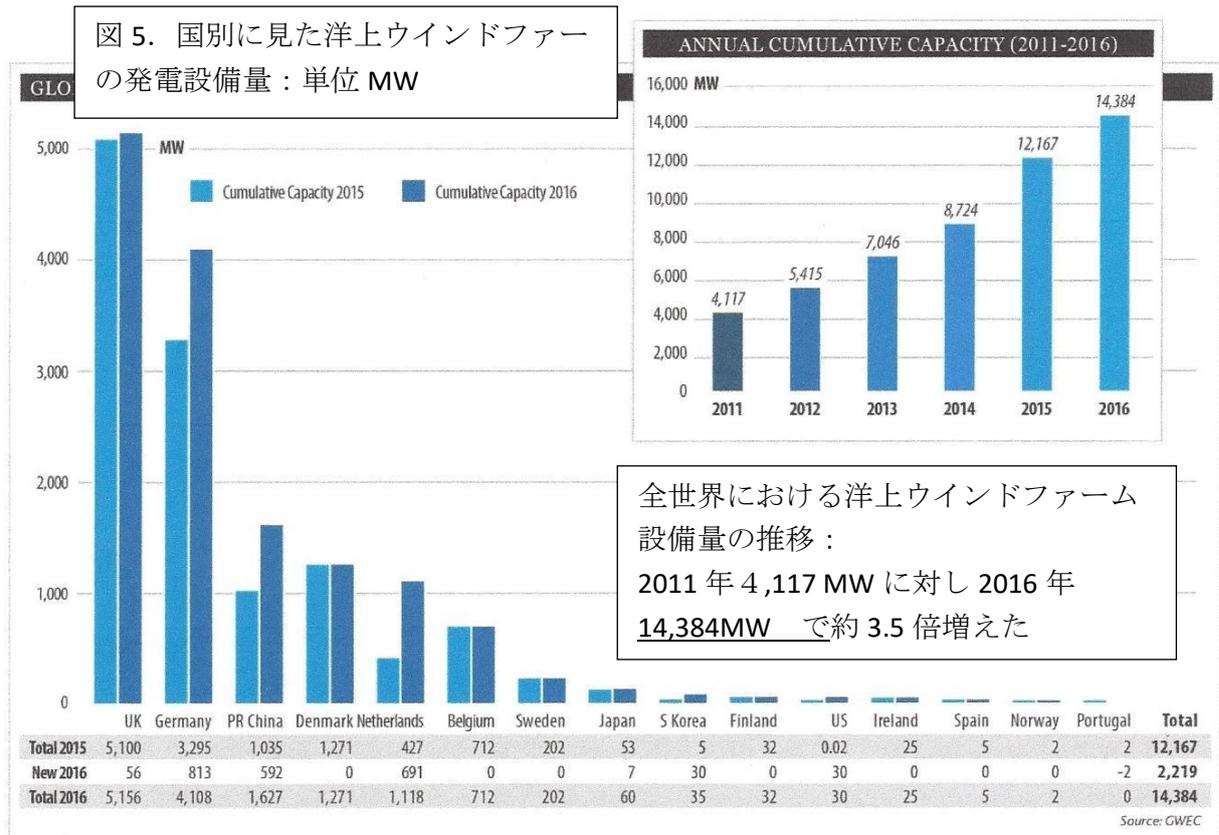
出典:エネルギー・経経済統計要覧 103~105頁

表5で見る通り、約50年間に日本における冷房が必要な度日が増え、暖房が必要な度日が減って来ています。一方冷房も暖房もいらない度日数は128と増えています。このデータから日本の気温は過去約50年の間に上昇したことが読み取れ、また日本の気候は春夏秋冬の四季が崩れて来ていることが解ると思っています。デンマークにおいても同じような傾向にあります。何れにしましても地球の温暖化は進んでいると言って良いと思います。

4. 洋上ウインドファームについて

デンマークは世界に先駆け1991年、450kWの風車11基を洋上に設置し、その後洋上ウインドファームの増設をしてきました。デンマークの洋上ウインドファーム数は現在13か所に516基の風車が建ち、その発電設備量は約127万1千kWになっています。洋上ウインドファームは風車以外の障害物が無く安定した風が吹いていることもあり、デンマークにおいては陸内に設置した同じ風車の発電量に対し、洋上ウインドファーム発電量は平均82%と多くなっています。そのような理由もあり、デンマークの洋上ウインドファーム516基(一基当たりの平均設備量2.64MW)の発電量(2016年)はデンマークの風力発電総量127億3300万kWhの約35%に当たる約45億kWhとされています。

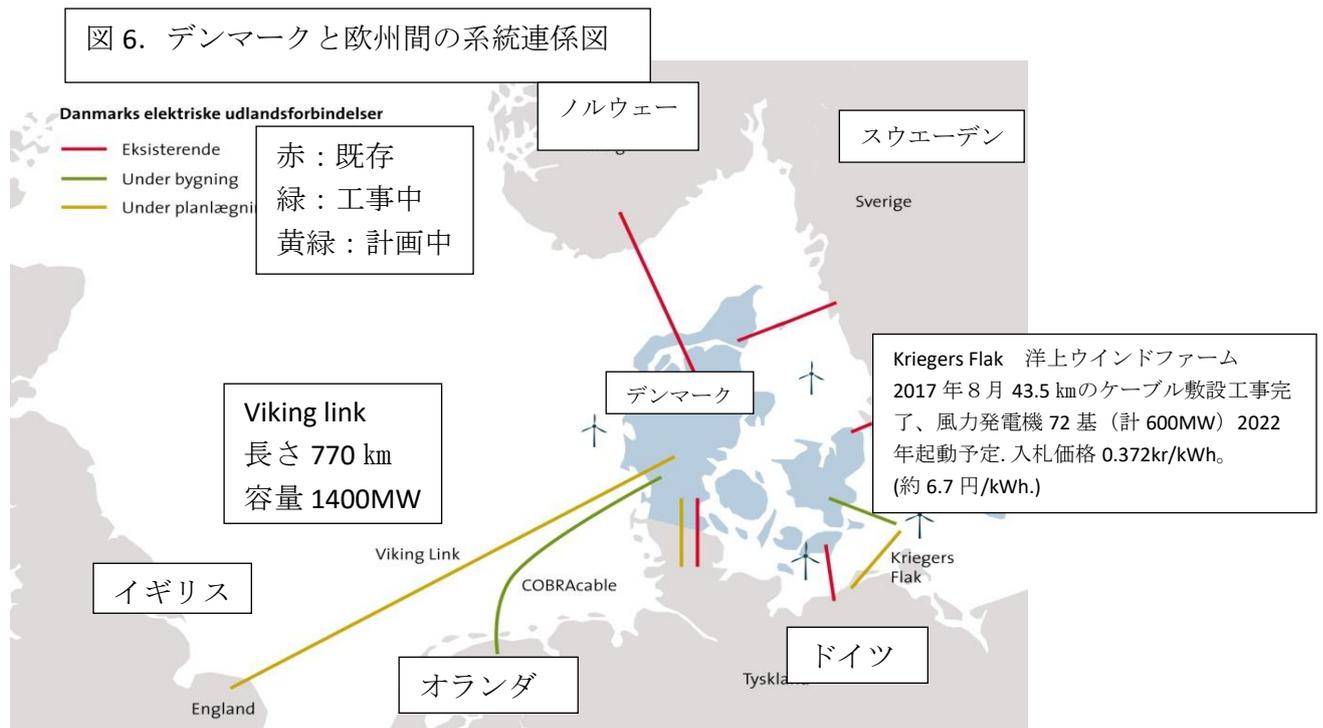
世界における2016年末の洋上ウインドファームの設備量は、1438万4千kWで2015年末に比べ約220万kW増えました。デンマーク以外の国で洋上ウインドファームに力を入れているヨーロッパの国ではイギリス、ドイツそしてオランダです。図5は世界の洋上ウインドファームの設備量で、2011年から2016年累積発電設量の推移と、国別に見た2015年と2016年の発電設備量です。



欧州諸国における風力発電導入の増加にともない、欧州諸国間の系統連系の整備が進んでいます。今年（2017年）10月30日デンマークエネルギー大臣が、国営の系統連系会社 Energinet 社*とイギリスのナショナルグリッド社との間の海底ケーブル敷設工事を認可しました。この工事はバイキングリンクと呼ばれ、二国間の海底ケーブルの長さは770キロメートルで、工事費110億クローネ（約2千億円）見込み、完成は2020年とされています。

*Energinet 社：創業2005年、デンマークの電力会社を統括し、エネルギー供給と気候大臣が監督する国家の直営機関（Energinet.Dk）。2016年現在、同社の職員数は900名、2015年の売上高は120億クローネ（約2000億円）でした。高圧送電線網7060km保有し、ガスパイプ924kmの運営管理、ガス貯蔵庫ユトランド半島とシェーランド島に各1か所ずつ運営管理をしている。

図6はデンマークと欧州間における系統連系図ですが、赤線は既に系統連系が出来ているもの、緑線は工事中のもの、黄緑が計画中のものです。この内のViking linkの工事が今年10月30日に決まったということです。Viking link 敷設工事費110億クローネは電力料金に上乗せすることで賄うとしています。何れにしても欧州諸国間における系統連系の増設と強化によって、欧州間における風力発電を含めた電力供給が容易になることだけでなく、デンマークのように風力発電に力を入れている国にとっては大きなプラスになるとみています。理由は不安定な風力発電へのバックアップとして、化石燃料による発電所の稼働必要はなくなると見ているためです。



5. 大企業におけるデンマーク支社建設について

京都議定書の地球温暖化ガスの削減の約束を守ったデンマーク、その後も継続し地球温暖化ガスの削減に取り組んでいるデンマークのエネルギー政策の姿勢が、世界の大手企業のデンマークへの投資に繋がっています。

三菱重工とデンマークの風力発電機メーカーVestas社は2014年4月1日に資本金1億4400万ユーロ(約190億)で洋上ウインド会社「MHI Vestas Offshore Wind A/S」設立しました。従業員数約380人でスタートした会社ですが、創立後3年経った今日、従業員数は2100人に増大し、同社が開発した8,000kW(8MW)は大変好評で、欧州の洋上ウインドファームの入札で競り勝ったプロジェクトの機種の大半はMHI/Vestas社の8MWと言われます。そんなことで、これからの同社の業務活動に注目したいと思っています。

アップル社は、デンマークの中部ユトランドにある、田舎町チレーレ(Tjele)にデータセンターの建設を決め、欧州の顧客サービスへの充実をはかるとしました。建設計画によりますとデータセンターの規模は16万6千平方メートル(16.6ヘクタール)で既に工事に入っています。アップルがデンマークを選んだ理由として、建設地にノルウェーの水力発電所と結ぶ直流の変電所があること、再生可能エネルギーからの供給電力のみで営業が可能であること、データセンターが放出する熱は村の地域暖房会社に供給できることなどです。アップル社が見込む年間の電力消費量は700GWh(7000億kWh)と言われ、大口の電力消費者となるだけに、デンマークの再生可能エネルギーの売電価格が改善されるのではないかと期待し、また、アップルのデータセンター開設によって、新たな雇用が生まれることも期待されています。

Google社のデンマークのデータセンター計画、Google社は欧州におけるデータセンターの拡張の一環としてユトランド半島の中東部の都市フレデイシア(Fredericia)に73.2ヘクタール土地

を6500万クローネ（約13億円）で購入したと、今年2017年6月に発表しました。具体的建設計画は出ていませんが、将来のデータセンターの建設地に充てると推察され、新たな雇用が生まれると見込んでいます。

Facebook 社は2020年を目標にオーデンセ(Odense)にデータセンターを開設すること発表しました。この他に、アメリカの会社 **TPI Composites Inc.**（風車の羽根の心棒メーカー）はデンマークのユトランド半島中部のコーリング市に（Kolding）に来年（2018年）を目標に同社の研究開発及び技術センターを開設すると発表しました。風力発電機の大型化が進む中でブレード（風車の羽根）も長くなり（MHI&Vestas 風車8MWの羽根の長さ80メートル）、強度などの研究開発が必要だと見たためだと思えます。

デンマークはオイルショックの教訓をもとに、国内エネルギー資源の活用に努め、COP3京都会議で約束した地球の温暖化ガス削減政策など導入してきた結果、デンマークのエネルギー技術と機器の輸出額が2000年頃から急増しています。図7で見る通り、2015年全輸出額の10%強がエネルギー技術と機器の輸出額になっています。今後上記で記載した大企業のデンマーク支社開設に伴いさらなる輸出増大が期待できるのではないか、と筆者はみています。

Ekspor af energiteknologi og -udstyr

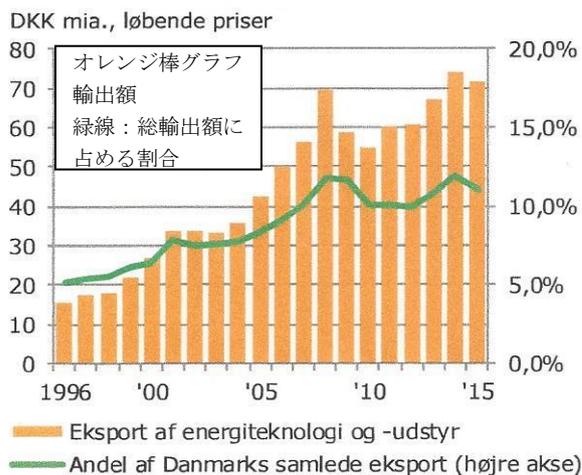


図7. デンマークのエネルギー技術と機器の輸出額と総輸出額に占める割合の推移：

単位：輸出額10億クローネ（約170億円）
 緑線：総輸出額に占めるエネルギー技術と機器（風力発電機など）。

1996年：約150億クローネ（約2,550億円）

2015年：約710億クローネ（約1.2兆円）

参考：

デンマーク一人当たりの輸出額*（2015年）約112,000kr.(約190万円、日本一人当たり約59万円)。*総輸出額6,350億クローネ/人口566万人、一人当たり、112,000クローネ。日本人の約3.5倍

6. 国外からの労働人口について

デンマークは労働人口不足であるため、EU諸国及び諸外国から多くの就労者が入っています。今年8月時点においてデンマークで働いている外国人の数は約20万人で、デンマークの労働人口数の約9パーセントが国外からの労働人口と言われています。外国人労働者の多くは、土木や建設などに雇われる主にEU諸国からの労働者ですが、高学歴の人たちも多く入って来ています。高学歴を持つEU諸国からのデンマークで働く人たちの多くはドイツとイギリスが多く、EU以外の国からはアメリカ、インド、中国そしてパキスタンからの外国人でこの中でもインド人の占める割合は60パーセントと言われています。

世界銀行によるとデンマークはヨーロッパ諸国内で最も企業運営に適した国*と言われています。デンマークでは起業する手続きが容易で、職種別労働組合が確立しているので外国の労働者でも、労働条件が守られる制度になっていることから、安心して働ける国であるためだと思えます。

*世界の中で最も企業運営に適した国はニュージーランド、その次はシンガポールで三番目がデンマークで、評価条件として10項目あり、この中に起業手続、建築許可、不動産登録、納税などの手続にかかる業務の容易度が評価になっています。

デンマークの企業が国外の高学歴の人たちを雇用する場合(Fast-Track 制度)、最低賃金は年間408,800 クローネ(約7百万円)をデンマーククローネでデンマークの銀行口座に払い込むこと、最低賃金の他に雇用者は、労働市場年金、休暇手当を負担すること。家賃や食費代、電話、車、インターネット回線料など賃金の中に含まないこと、の条件があり、この条件を満たせない企業の、高学歴の外国人の雇用をデンマーク政府は認めないことにしています。この背景にはデンマークの人件費は近隣諸国*に比べても高く、デンマークで年収450,000 クローネ(約8百万円)以上の所得を得ている就労者数は約50万人(労働人口約20%)と言われ、デンマークの企業が国外から安く高学歴者を雇用することを労働組合は受け入れない。デンマークでは被雇用者に高い給与を払うことで、購買力も納税額も増え、国家運営上大きなプラスになっているようです。

* 2008年数値で大変恐縮ですが、EU諸国内の時給換算①デンマーク 35.2 ユーロ、②スウェーデン 31.6 ユーロ、③ドイツ 28.9 ユーロ、④イギリス 21.1 ユーロでデンマークが一番高く、また最低賃金について見ますと、デンマークは職種による労使間協定で賃金を決めているため最低賃金制度は導入されていませんが、最低額の時給を見ますと、2017年末熟練工(資格のない労働者)として建設現場で働く作業員の時給は約15.6 ユーロでドイツの最低賃金(2016年)8.5 ユーロ、イギリスの9.23 ユーロに比べても高くなっています。参考までに日本の最低賃金は2016年に改善され時給823円となっていますが、デンマークの最低賃金15.6 ユーロを円換算しますと時給で約2,075円となり、デンマークの時給は日本の2.5倍となります。

(了)

2017年12月

みなさま、良い年末年始を迎えてください。

ケンジ ステファン スズキ

Kenji Stefan Suzuki

Hovedgaden 28

6973 Ørnholm, Denmark

e-mail: sra-dk@post.tele.dk

Tel. (+45) 97 38 68 69

<http://sra-dk.jimdo.com>

ここにデンマーク情報を掲載しています。