

平和で持続可能な社会を
— 沖縄から考える —

「JSA第22回総合学術研究集会」

分科会C2「パリ協定をこえて」

特別講演:

市民参加を義務づけたデンマークの
エネルギー政策とその国情

Hvidovre Vindmøllelaug I/S
機種:シーメンス社3.6MW
年間発電量:約1070万kWh
出資者数約2,200人
設置年月2009年11月

「開催日時 2018年12月7日～9日」
開催地:沖縄
特別講演12月9日9時～10時

デンマーク王国の概要



デンマークという国は

- 多数の島と平坦な国土(約400、内有人島75、最も高い場所は海拔173メートル)
- キリスト教(ルーテル教)を国教とする国(牧師は公務員、教会数約2400)
- 食糧自給率カロリー計算*で100%以上、農産物輸出国(総輸出額の9.5%で、主な輸出品は豚肉、酪農製品、ミンクの毛皮など)

*100g 当たり: 豚肉&牛肉約250Kcal、レタス白菜約18Kcal

教育と職場が連携し、職種労働組合を持つ国*

*労働条件は雇用者組合の代表と就労者の組合の代表が決める

- 世界で最も国民間の信頼が高く、汚職が最も少ない国
- 世界で最も地球温暖化対策を進め、58ヶ国中最も京都議定書の約束を守っている国:ジャーマンウオッチ
- エネルギー自給率94%(2015年)、83%(2016年)、85%(2017年)
- 国際的企業 レゴ、風車メーカー、世界最大のコンテナ船を所有するマースク、Novoノーデスク社、カールスビール社など、
- 世界から最も『幸せな国』と呼ばれている国。理由として、大学まで授業料は無く、学生の生活費は、国が支援し、病院での治療費は国庫負担。国家財政の財源の約70%は所得税と消費税。

他国との関係で見たデンマークの経済指数

OECD 35 か国のデータ (2016 年)

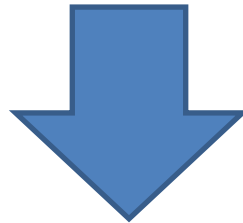
一人当たりの GNP 米ドル	労働時間 1 時間 当たりの GNP 米ドル	人口一人当たりの年間 労働時間数 時間
1. ルクセンブルク 105,768	1. ルクセンブルク 97.5	1. ルクセンブルク 1,084
2. アイルランド 72,772	2. アイルランド 95.8	2. 韓国 1,075
3. スイス 63,739	3. ノールウェー 78.7	3. アイルランド 1,044
4. ノールウェー 59,350	4. ベルギー 73.4	4. スイス 953
5. アメリカ 57,591	5. デンマーク 70.4	5. ニュージーランド 905
6. オランダ 51,285	6. アメリカ 69.6	6. 日本 896
7. アイルランド 51,122	7. オランダ 68.3	7. イスラエル 889
8. オーストリア 50,688	8. ドイツ 68.0	8. メキシコ 888
9. デンマーク 49,810	9. スイス 66.9	9. チリ 884
17. 日本 41,534	20. 日本 46.4	31. デンマーク 708

デンマークの環境・エネルギー政策

- デンマークの環境・エネルギー政策の根源には国民が生存するために最低必要な食料の確保と水を汚染から守り、エネルギーの自給がある。具体的には、風力発電の導入策では農地(食料確保の土地)を利用し電力エネルギーの自給と国民を大気汚染から守る環境政策でもある。(例:世界中で脳溢血に罹る人の数は約1500万人、その中で16.9%は大気汚染によるもの)
- バイガス導入策の背景には水を汚染から守り(デンマークの飲料水は地下水で、塩素での消毒は認めていない)、食料とエネルギー(通常電気とお湯生産のコージェネ発電)の確保である。
- バイオマス利用では国内エネルギー資源(可燃廃棄物含め)を活用し、エネルギー自給化と国民を大気と水の汚染から守る政策でもある。
- デンマークではエネルギー問題を環境問題から切り離して、考えていない。地球温暖化問題は人間を含め自然界に生育する全ての動植物への大きな課題であるため。

オイルショックの教訓を生かしたデンマーク エネルギー政策

- イスラエルとアラブ諸国の紛争が原因となり石油価格が急騰。
- 低いエネルギー自給率(1970年当初約2%)



エネルギー計画1976年

- 国外資源の離脱に向けた最初のエネルギー政策(1976年)では、当時の政府及び労働組合も含めた業界は90万kWの原子力発電所4か所への導入と130万kW 2基の導入も検討した。この政府政策案に対し、一般人の中から原子力発電所導入計画反対運動が始まり、その後デンマークでは原子力発電所の導入賛否に関し国民間で約10年間の議論が交わされた。(これに関する詳細はホーム・ページに掲載済み)

第二次オイルショック*で政策転換に拍車

*イランとイラクの紛争が原因

エネルギー計画1981年

- 再生可能エネルギー源への補助金制度の導入
- エネルギーの効率的利用の促進
- エネルギー源の分散化の促進
- 建物への省エネ対策費への補助金制度の導入

これらへの財源は電力と石油への課税額の増額で賄う。

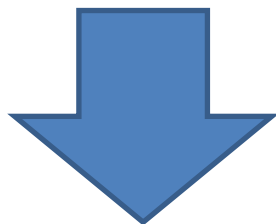
公共エネルギー計画1985年

- 北海油田開発への許可(15か所の採掘許可発行)
- 1985年議会で、原子力発電に依存しない公共エネルギー政策を導入。導入反対の主な理由は事故が発生した場合、巨額な後始末代がかかること、原発から出た廃棄物の処理問題など。
- 原子力発電の代わりに、政府と電力会社との間で「100MW風力発電導入策」を決議その他天然ガス、麦わら、木屑、バイガス、廃棄物源による分散型コージェネ発電所450MW導入策を決めた。

エネルギー2000年が政策の柱

1990年に持続可能な発展をするための環境政策を策定

- エネルギー消費量を2005年までに1988年に比べて15%削減する。
- 地球温暖化の原因の一つである、二酸化炭素の排出量を20%削減する。
- 二酸化硫黄(SO₂)、窒素酸化物(NO_x)の放出量をそれぞれ60%、50%削減する。



「行動計画」

エネルギー消費量の削減

エネルギー供給体制の効率化

グリーンエネルギーへの切り替え

省エネ研究開発の奨励

これらの財源は電気と灯油への炭素税の導入(1992年3月)によって賄う。

国民全員参加のデンマークの風力発電導入策

- 1979年国庫負担で「小型風力発電機試験場」を開設、これが後の「風力発電機の型式認可制度」になった。この風車の認可制度を基に、1979年～1989年まで風車への補助金制度を導入。この後は売電への助成。この財源は1992年5月導入した「炭素税」で賄うことにした。
- 1990年「風力発電導入手引書」発行、同時に風車の設置場所に関する法整備を実施した。この中には「建築法」「土地分割法」「農地法」「航空法」「自然保護法」などがあり、風車を設置して良い場所と設置してはいけない場所を決めた。
- 風力エネルギーは地元のエネルギー資源とみなし、風車の設置場所と風車の所有者の居住地が法的に関連づけられた。よって、風車の設置においてはその場所に住む人またはその町内に住む人たちに限られていた（同制度は2000年4月に廃止）。
- デンマークの度重なる風車導入策を取り入れた結果、風力発電設備は1980年の約20MW(200基)から2016年末約524万kW(6121基)に増えた。風車の導入量の推移を見ると次の通りである。

食糧とエネルギー供給地として国土利用の例

農地に建*つ電力会社と市民の協同風力
発電所 (Fjaldene 500kWx 18基内、
1基協同組合、4基個人、13基電力会社)

2018年7月時点における
デンマークの一人当たりの風力発電設備量は
約1kW。年間発電量は電力消費量の約40%に
当たる138億kWh.に達している。

*** 農地でも**25m²までの面積内であれば
農業以外の目的に使える法律を導入
結果として風車が建った。デンマークの
農地は国民生活に欠かせない食料と
エネルギーの供給地であります。

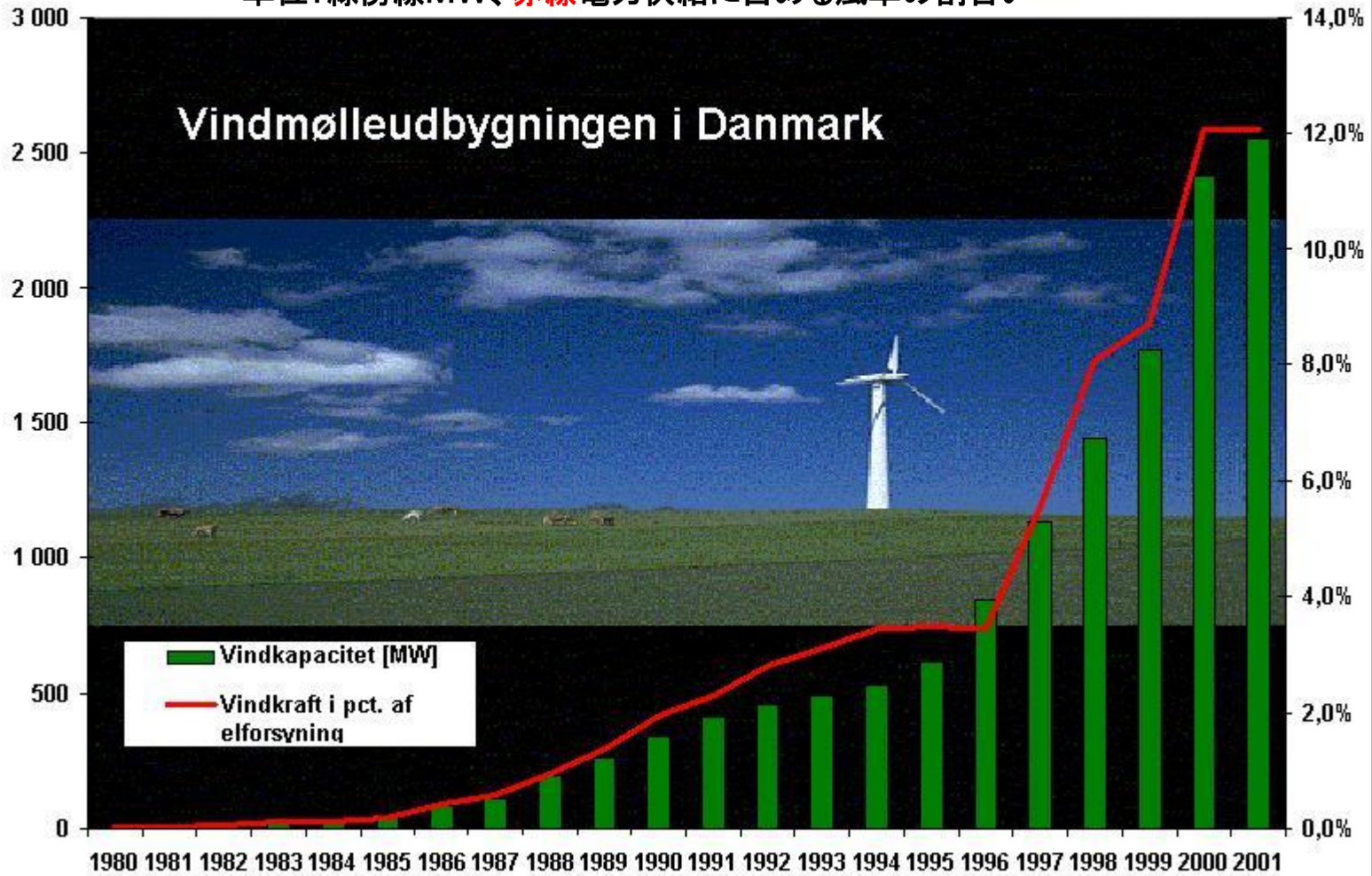


デンマークユトランド半島西海岸
Hvide Sande に2012年3月から起動
開始Vestas 3MW3基の内の1基。
見込み発電量:1,600万kWh./基
(全口数:39,514口)
所有者:Hvide Sande 開発基金80%
市民:400名、一口当たり2300kr。*
*デンマークの法律で全ての事業主は
風車を建てる場所から4.5km以内に
住む住民に設備量の20%を提供する
義務を負う。

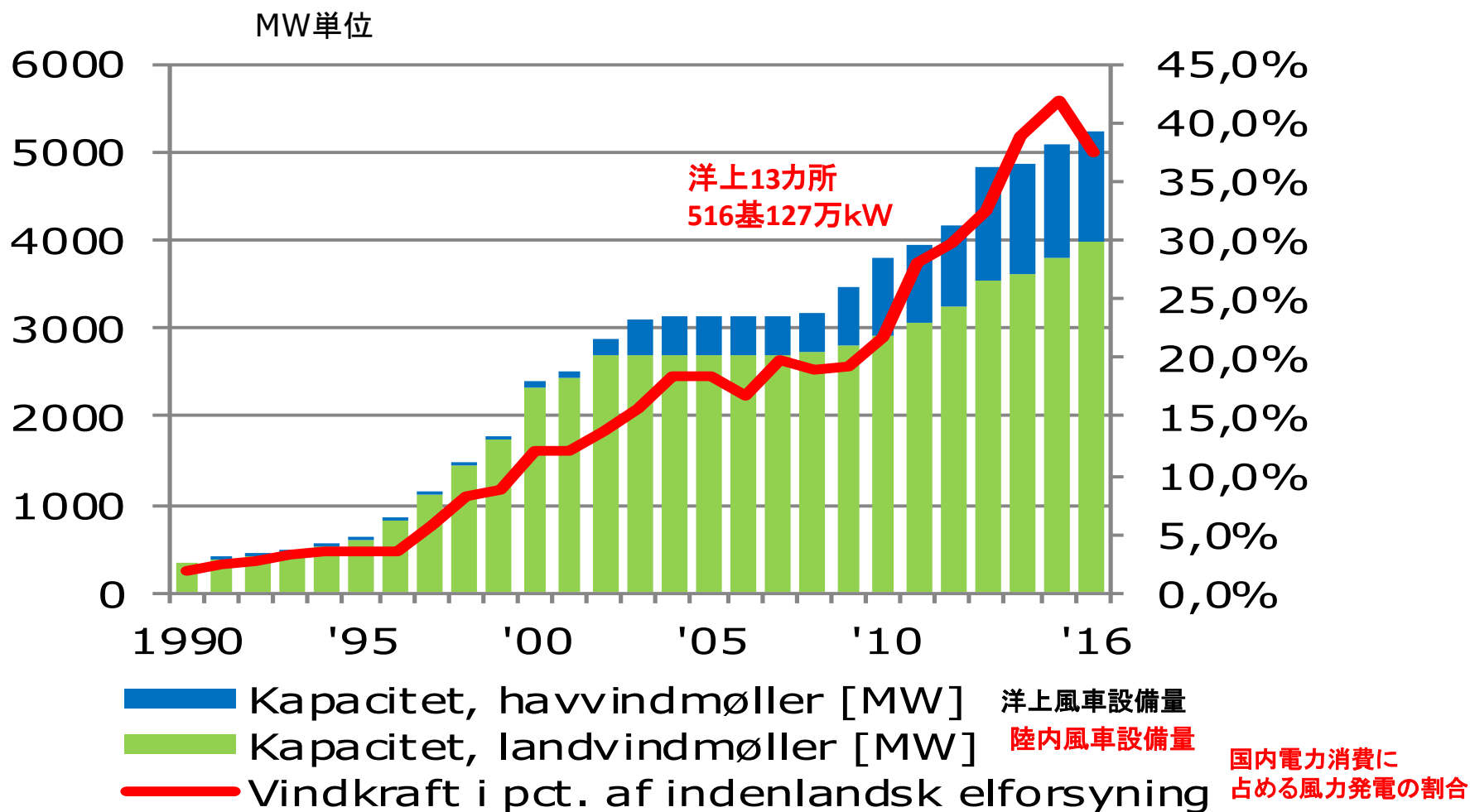
デンマークの風力発電設備量の推移

単位: 緑傍線MW、赤線電力供給に占める風車の割合

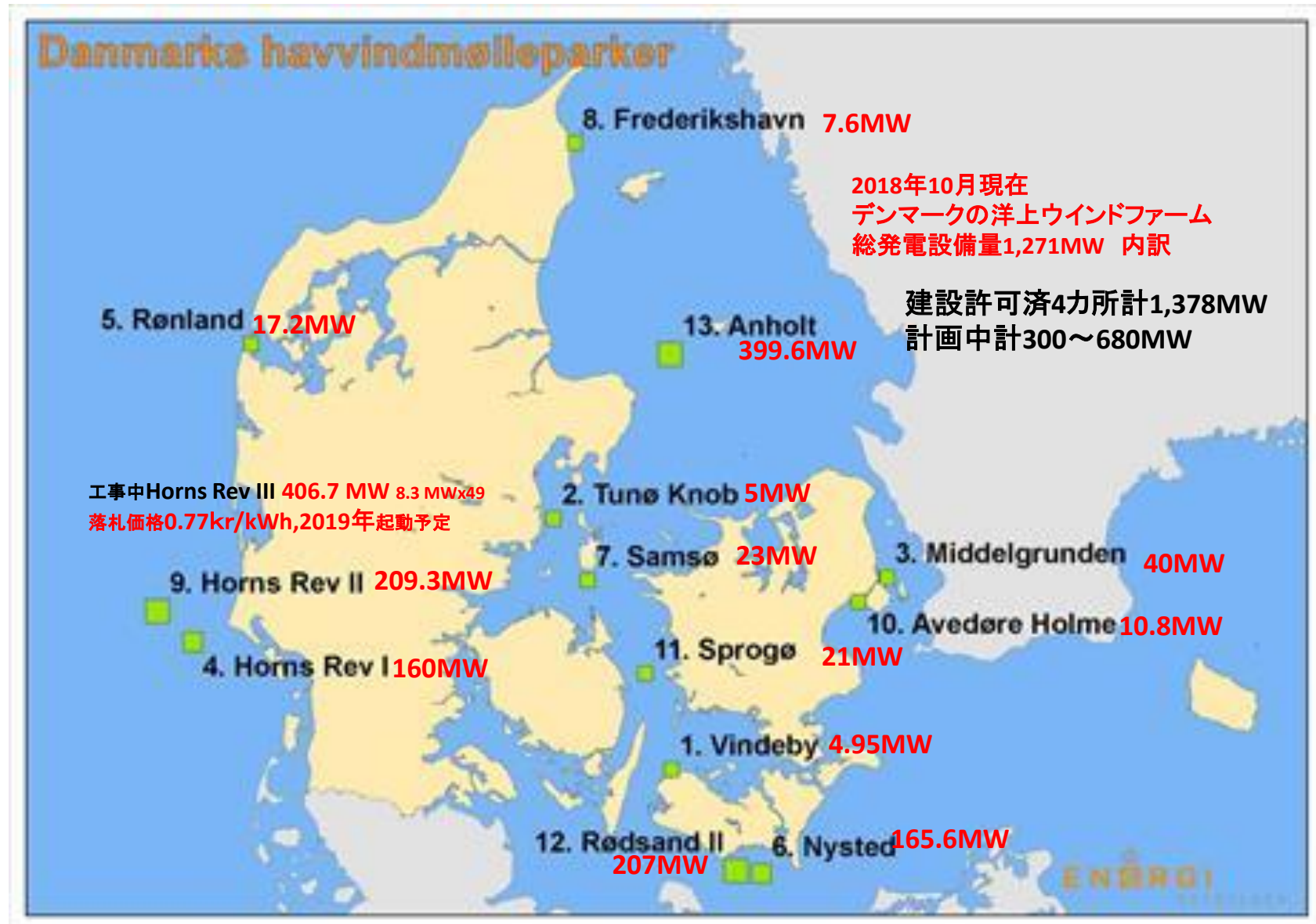
Vindmølleudbygningen i Danmark



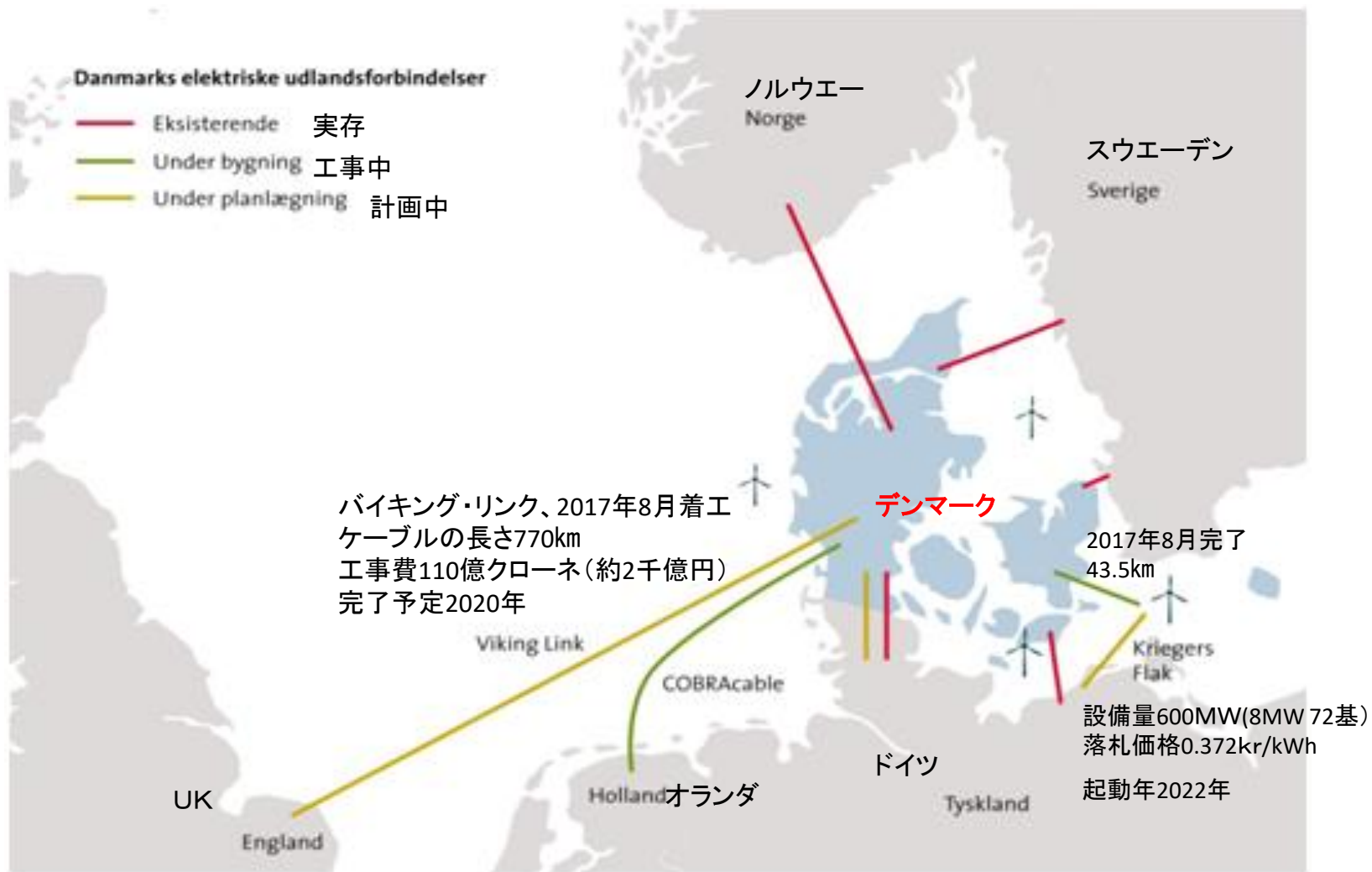
Vindkraftkapacitet og vindkrafts andel af indenlandsk elforsyning デンマークの風力発電導入推移と国内電力消費に占める割合

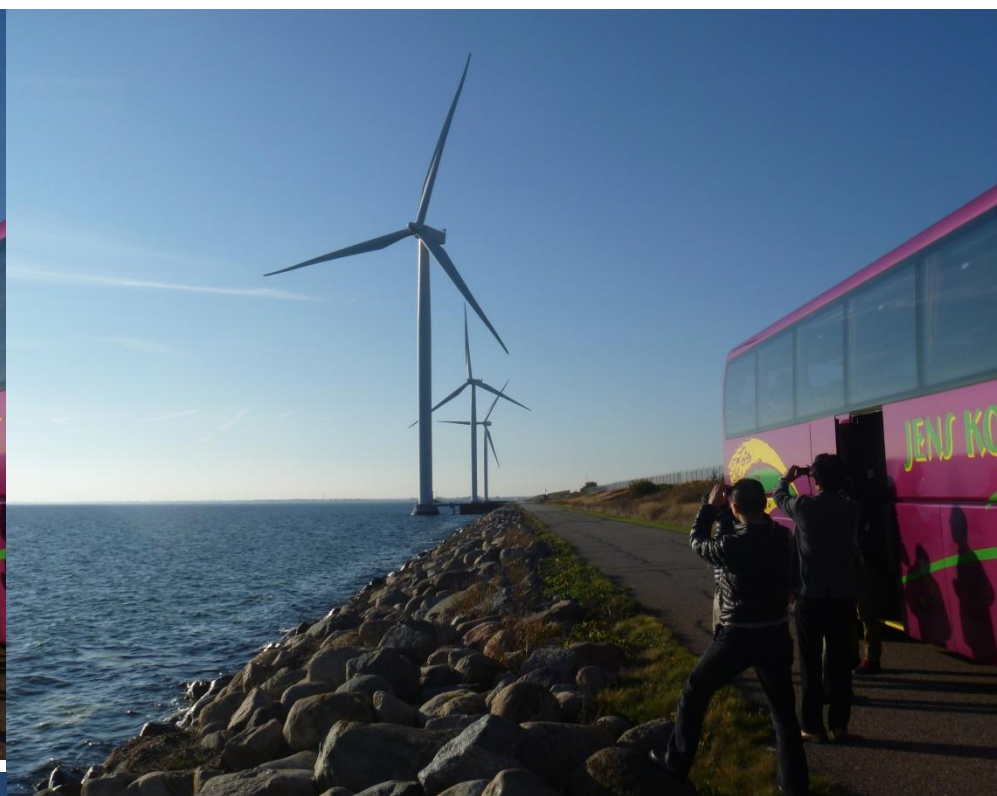


デンマークの洋上ウインドファーム



欧州との系統連系図





**DONGと市民風車（中央が市民風車、
2009年11月運転開始）
市民風車：ベスタス社3.6MW、
建設費一基5310万クローネ（約10億円）
発電量（見込み）年間約1070万kWh。
国内外約2,200人で所有。
2009年11月～2016年10月までの発電量
計約77百万kWh。2016年末投資額の7割が
回収（Return of Investment）。**

デンマークにおける2014年1月1日以降に系統連系した 風車への助成金の試算、(2018年2月21日廃止)

Regneark til beregning af pristillæg for vindmøller opstillet fra 1.1.2014

Indsæt hhv. rotordiameter og kW-effekt i de gule felter.
Herved fremkommer det maksimale pristillæg i møllens levetid.

For beregning af antallet af år med pristillæg indtast tillige den forventede produktion i det tredje gule felt.

	Møllens rotor- diameter i m	Møllens effekt i kW	Produktion med pristillæg
30% af 22.000 kWh/kW generatoreffekt 注1		2300	15.180.000 kWh
70% af 8.000 kWh/rotorareal i m ² 注2	92,6		37.713.764 kWh
I alt			52.893.764 kWh
Beregnete fuldlasttimer med pristillæg			22.997 timer
Beregnet pristillæg (maksimalt i hele møllens levetid) 注3. 助成金額計			13.223.441 kr.
Vindmøllens forventede, årlige energiproduktion			7.300.000 kWh/år
Vindmøllens forventede, årlige fuldlasttimer			3.174 timer/år
Forventet antal år med pristillæg			7,2 år

注1. 2300kW x 22000時間 x 30 % = 15,180,000 kWh

注2. $92.6/2 = 46.3 \times 46.3 \times 3.14 \times 8000 \text{ kWh} \times 70\% = 37,694,608 \text{ kWh}$

注3. $15,180,000 + 37,694,608 = 52,874,608 \times 0.25 \text{ kr} = 13,218,652 \text{ kr}$

風力発電導入と自然界との 共生、(野鳥、魚類など)

①風車と鳥類との問題について、デンマークでは環境アセスメント作成の中で風車と特に渡り鳥への関係を調査し、風車の設置による鳥類への影響を少なくするようにしている。デンマークの調査では風車に鳥が衝突する確率は高圧線や電波通信塔に比べ少ないことが解り、渡り鳥で風車に衝突する鳥の割合は1万分の1以下との報告も出ている。

②洋上ウインドファーム建設と魚介類への影響への調査をもとに、その実態を把握することになっている。

これら調査の結果、自然界に住む鳥類及び魚介類への風車の設置に伴う影響は人類が作った物の中で、最も少ないと見ている。その一つの例がアメリカの調査でも見ることが出来る。この中でどこにポイントを置くか、その国に住む人たちの選択である。

アメリカにおける鳥への被害報告書、人間が作った物でもっとも鳥類を殺しているのは以下の通り

- For further comparison, the National Wind Coordinating Committee estimates the following annual bird deaths from various causes in the United States: 年間数値
- 98 million to 980 million fatal collisions with buildings and windows (建物や窓への衝突による鳥類被害数: 9800万から9億8千万羽)
- 60 million to 80 million deaths caused by automobiles (自動車への衝突による鳥類の被害数: 6千万~8千万羽)
- 4 million to 50 million fatal encounters with communications towers (通信用マストへの衝突による鳥類への被害数: 4百万~5千万羽)
- The power generated from fossil fuels killed more than 14 million birds in 2006, and a move from fossil fuel power generation to wind farms would actually save many birds. (化石燃料発電所の鳥類への被害数1400万羽以上)
- US wind power generation killed about 7000 birds in 2006. 2006年風力発電所による鳥類への被害数: 7千羽

デンマークのエネルギー庁の見解によると、洋上ウインドファームの建設にともなう鳥への影響について:

一般的に鳥はウインドファームから避け、鳥によっては、以前の餌場から移動する。鳥の風車への衝突は少ない

Fugle undgår generelt havmølleparkerne og nogle arter er fortrængt fra tidligere fødesøgningsområder. Risikoen for at kolliderede med vindmøllerne er lille.

デンマーク国民の風車導入策について、デンマークのエネルギー庁の見解は:

① 洋上ウインドファーム建設に関し地元の人たちの80%は建設に賛成または大賛成とし、その理由の中に風力発電は鳥または魚介類への影響は"Neutral" プラスマイナス無しとみているため。

Mere end 80 procent af respondenterne fra lokalområderne er "positive" eller "meget positive" over for havmølleparkerne.

Hovedparten mener, at havmølleparkernes virkning på fugle og det marine miljø er "neutral".

Næsten 2/3 mener, at havmølleparkernes effekt på landskabet er "neutral" eller ligefrem "positiv".

Der er en væsentlig forskel på villigheden til at betale for placering af vindmøller på afstande, hvor den visuelle forstyrrelse er relativ lille, dvs. op til 18 km fra kysten. Ved Horns Rev var der ingen ekstra villighed til at betale for at få møllerne uden for synsvidde ved at øge afstanden fra 18 til 50 km fra kysten.

デンマーク人の風車導入への 世論調査

世論調査の実施年と人数: 2015年、1120人からの回答

質問: 2030年に向けたデンマークの採るべきエネルギー政策

結果: **85% 風力発電に力を入れるべき**

82% 太陽光

59% 地熱、など以下参照

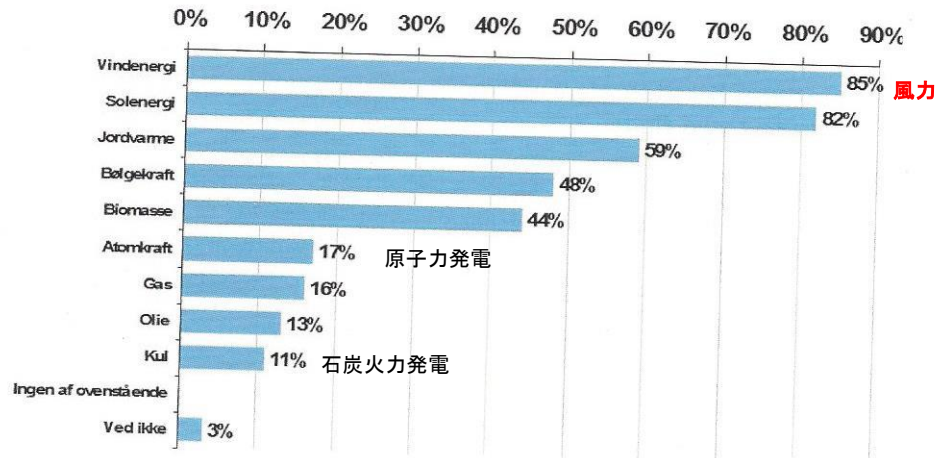
Megafon 2015

En Megafon-undersøgelse udført for Vindmølleindustrien i efteråret 2015 viser, at 9 ud af 10 danskere mener, at Danmark også i fremtiden bør udbygge med vindenergi.

Megafon spurgte 1120 danskere over 18 år om deres holdning til klima, energi og vindmøller.

9 ud af 10 mente også, at Folketinget fortsat bør understøtte vilkår, der sikrer at Danmark er et foregangsland på vindområdet. 85 % peger på vindenergi, som den energiform Danmark bør satse på frem mod 2030.

Hvilke af følgende energiformer mener du, Danmark bør satse på for at udbygge frem til 2030?



デンマークの風車の騒音規準

- 風車と騒音の件について、
- デンマークの風力発電の国の騒音基準は住宅地で37～39dB, 開放地で42～44dBそして低周波では20dBとし、この数値は教育現場の低周波値30d(B)児童施設の基準値25d(B)よりも低くなっている。
- この基準値で風車の騒音の被害をあっている人たちの数は5000人から1万人言われている。
- 騒音問題について、高速道路や道路の騒音による被害者数は風車の騒音に比べ多く、デンマークで58dB下で居住している人の数は約72万人、68dB下で居住している人たちの数は14万人、しかも騒音問題で風車と違い補償が出ません。
- それでもこれらの人たちは国の政策として受け入れています。デンマーク人が選んだ電力供給対策の一つとして風力発電を選んだ理由は公害が出ない、廃棄物が出ないが主な理由となっています。

デンマークにおける風車の設置による損害賠償制度

調査対象と結果：風力発電所62か所計239基*の設置場所から周囲1km離れた住宅960件(回答数443件)によると：風力発電で一番迷惑するのは「騒音」となっている。次は「場所が無い」、「醜い、景観を害する」、「ブレードの反射光」、「自然破壊」などである。***2011年7月1日～2014年12月31日に設置された風車**

損害補償制度(2008年に導入)デンマークの風車設置による損害補償制度での対象：損害対象としての理由：風車が建ったことで不動産の売却額が減額する。

対象者：風車設置予定地から計画されている風車の高さ6倍までの住宅所有者

申請書の提出先：事業主(デンマークでは風車の設置計画書は公開されている)

補償額算出基準：不動産評価額を基に試算、不動産の価値が風車が建ったことで1%以上不動産価値が下がると見込まれた場合発生する。

審査：不動産業者と弁護士の審査機関

デンマークでは国家にとって必要な政策上で、発生した損害については補償する制度を導入、国民間の同意を得ることにしている。

デンマークの風力発電の実績と 社会的貢献(2016年12月末)

- 風力発電設備6,151基、出力524.4万kW。(一人当たり換算約920W)
- 発電量(2016年1月～2016年12月)約128億kWh。この風力電力発電量は電力消費量の約37.6%に当たる。
- 風力発電の社会的意味、燃料(石炭換算)423万トン二酸化炭素の削減量年間約984万トン、焼却灰約67万トン削減による社会環境への貢献と、風力発電産業の育成と雇用及び輸出、国外からの資本投資、エネルギー自給への貢献と有限資源の分配など。
- これが達成できた背景に1970年代に発生したオイルショックがある。デンマークの国民はオイルショックの教訓からエネルギー自給策に向け国内エネルギー資源の活用に力を入れてきた。デンマークのエネルギー政策は国民が選出した政治家によって議会で審議&決議し、国会で決議され政策案が地方議会に提示。それを基に地方議会が導入策への決議をすることになっている。風力発電の導入策はエネルギー政策の一環として国会で審議され設備量も国会で決議されている。その結果:

デンマークのエネルギー生産量の推移 (単位:PJ*)

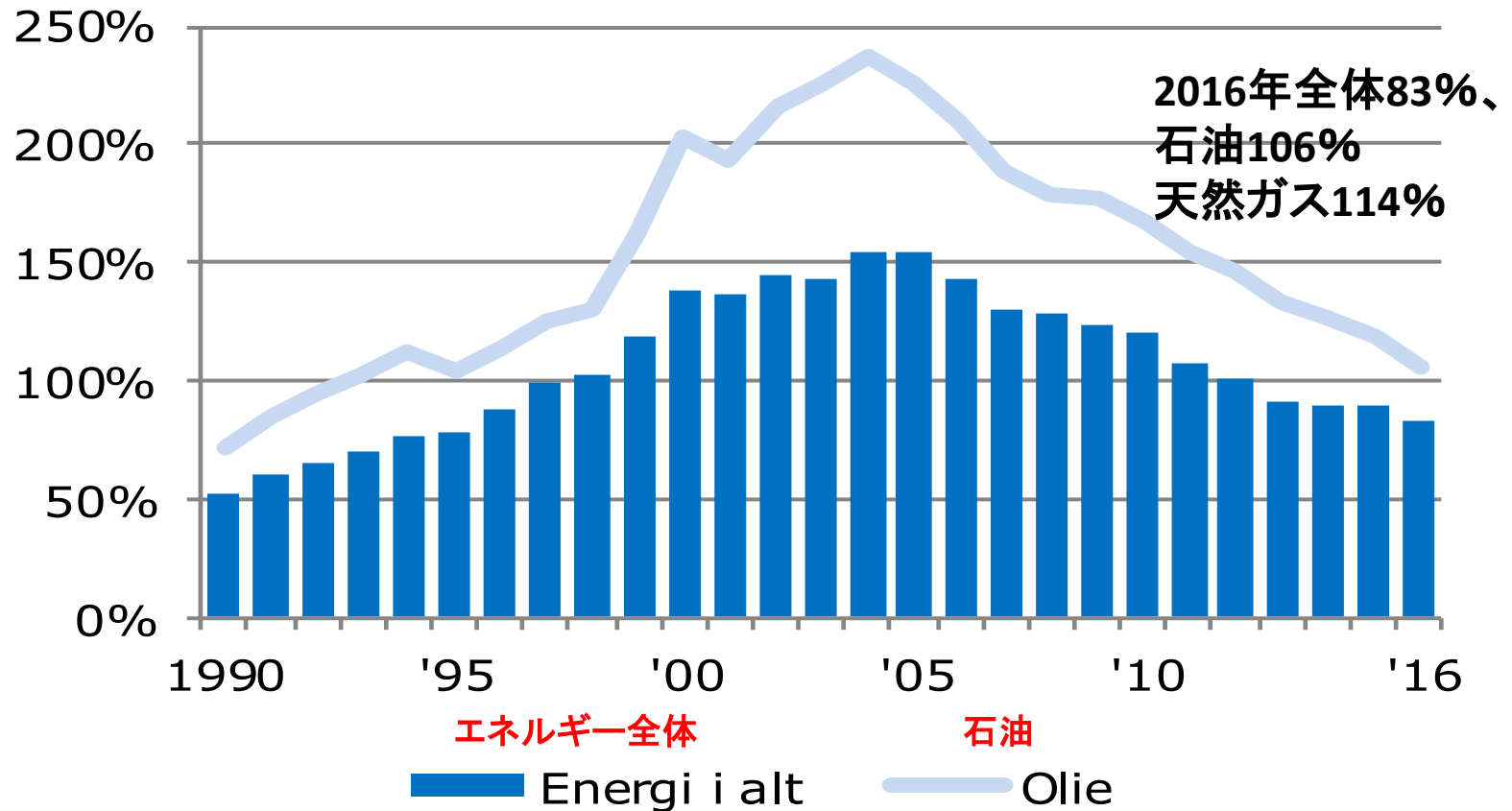
年	1972	1980	1990	2000	2017
原油	3.8	12.7	256.0	764.5	290
天然ガス			116.0	310.3	182
可燃廃棄物		4.8	7.0	13.7	16
再生可能エネルギー	14.3	22.7	45.7	76.0	168
合計	18.1	41.1	424.6	1164.5	656
自給率	2%	5%	51%	139%	85%

再生可能エネルギー生産量の伸び率(1990-2017):373%

*PJ(ペタジュール)1PJ=石油換算で約24,000トン

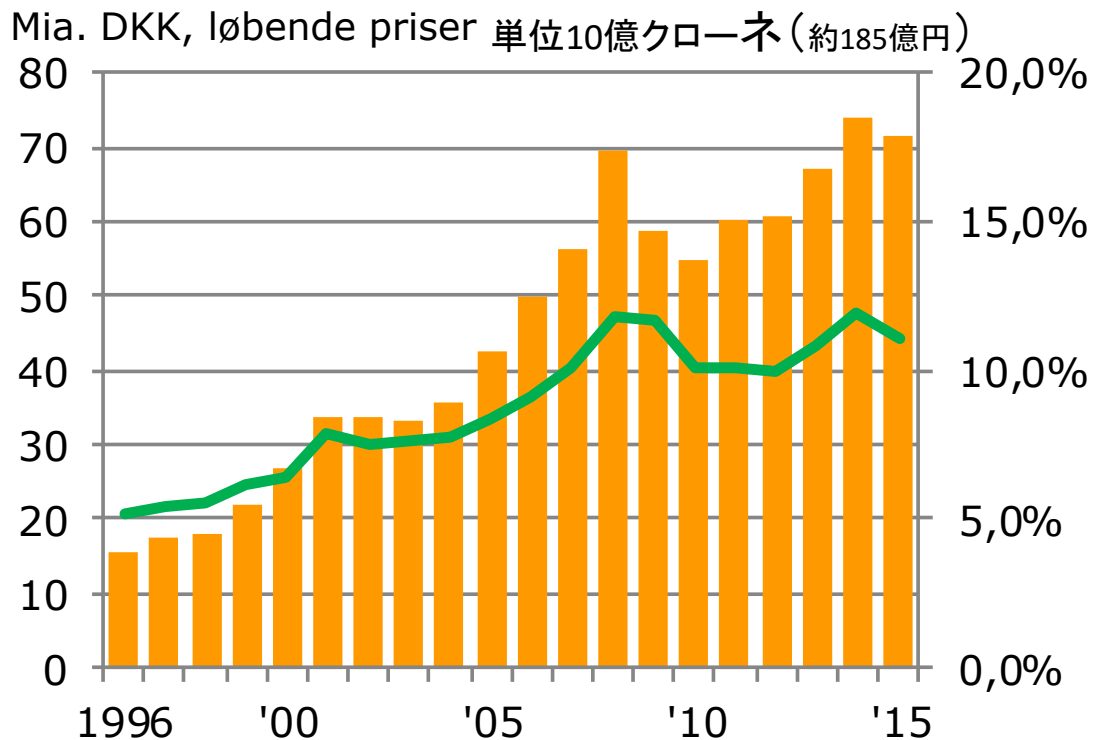
Selvforsyningsgrad

デンマークのエネルギー自給率の推移
EU28カ国の平均値47%（2015年）



Eksport af energiteknologi

og -udstyrデンマークのエネルギー技術と機器輸出額推移

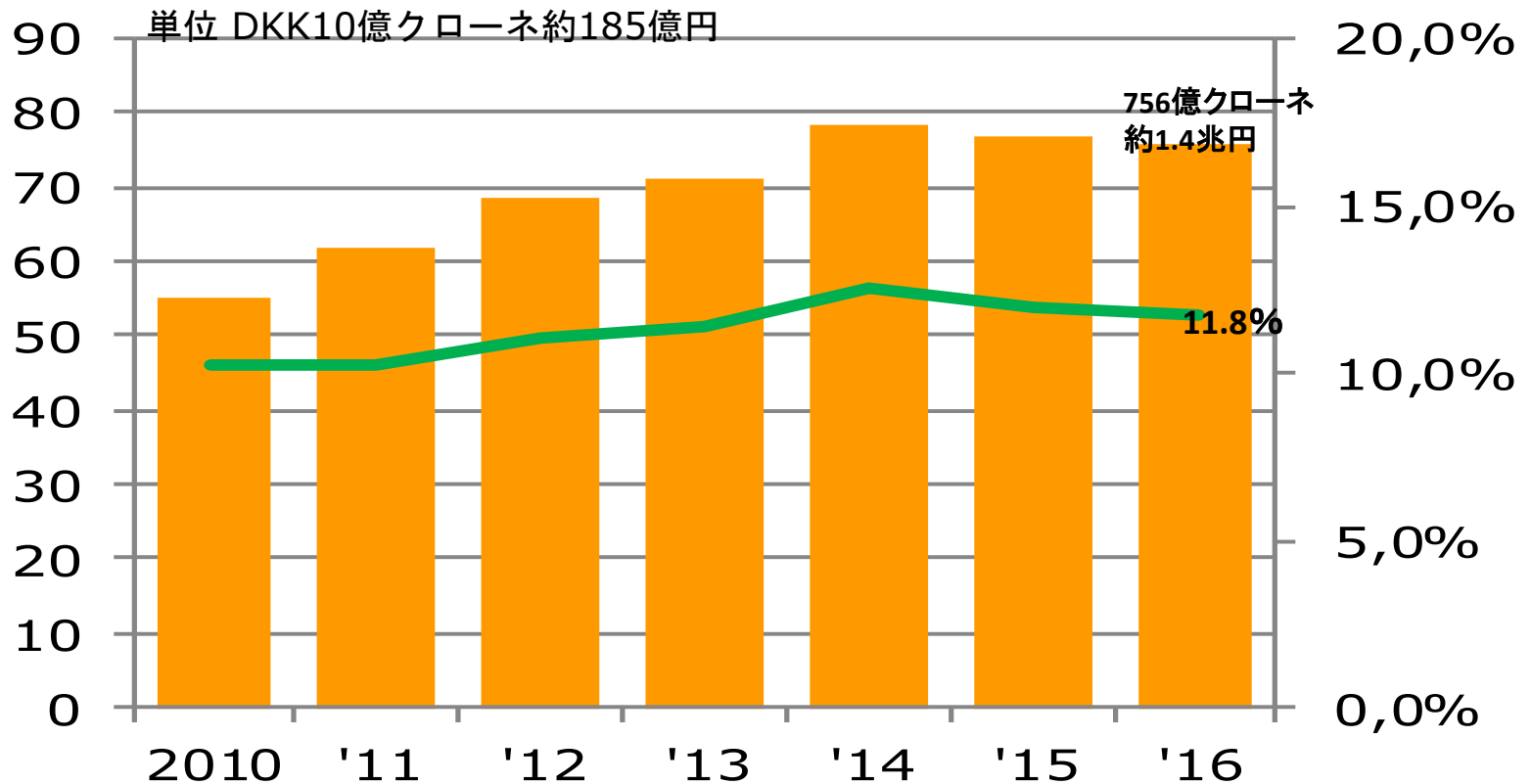


■ Eksport af energiteknologi og -udstyr 輸出額

— Andel af Danmarks samlede eksport (højre akse)

総輸出額に占める
エネルギー技術と機器
輸出額の割合

Eksport af energiteknologi og -udstyr エネルギー技術と機器の輸出(2)



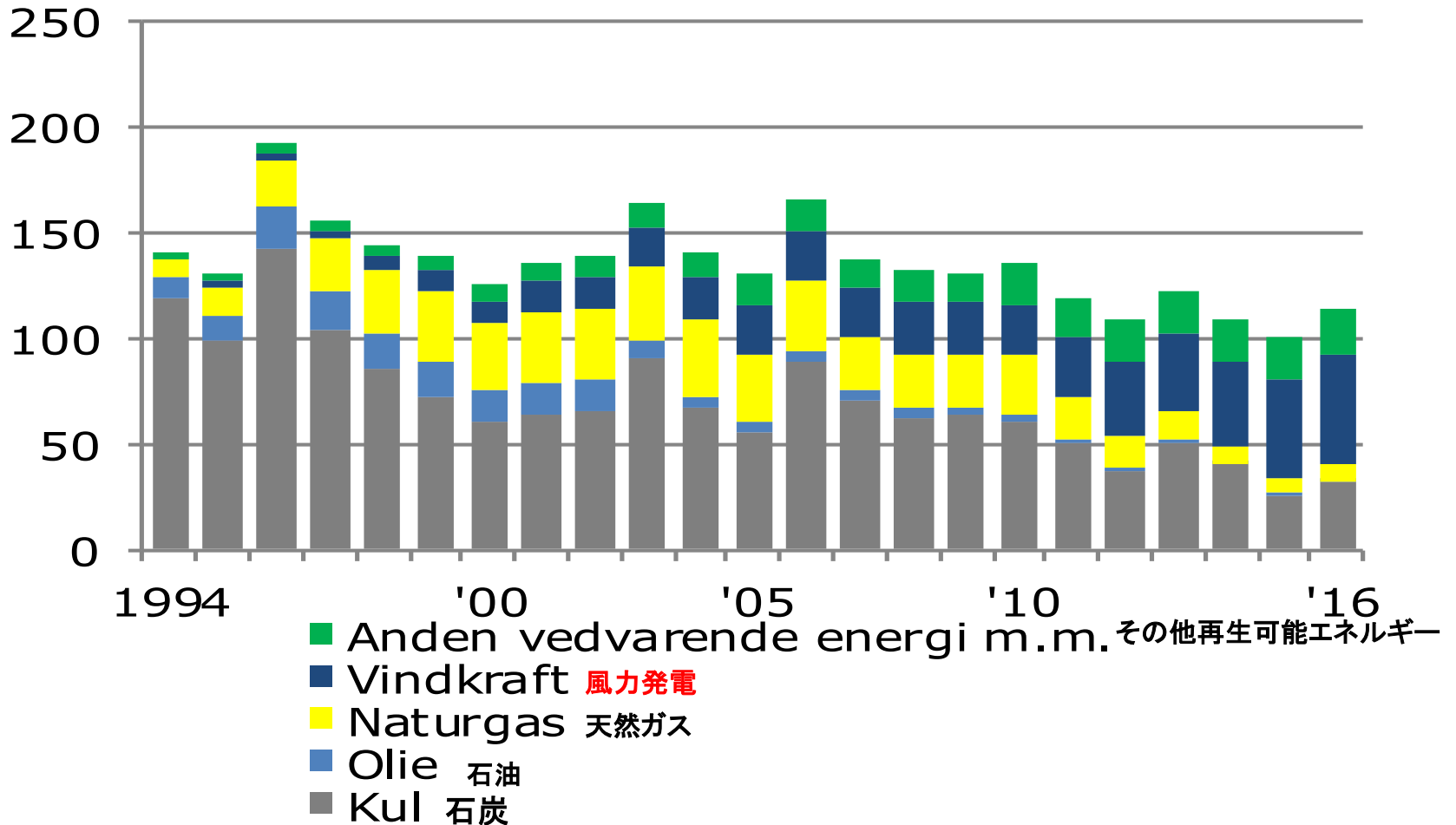
■ Eksport af energiteknologi og -udstyr

— Andel af Danmarks samlede eksport (højre akse)

Elproduktion fordelt efter anvendt brændsel

デンマークの燃料別に見た発電量の推移

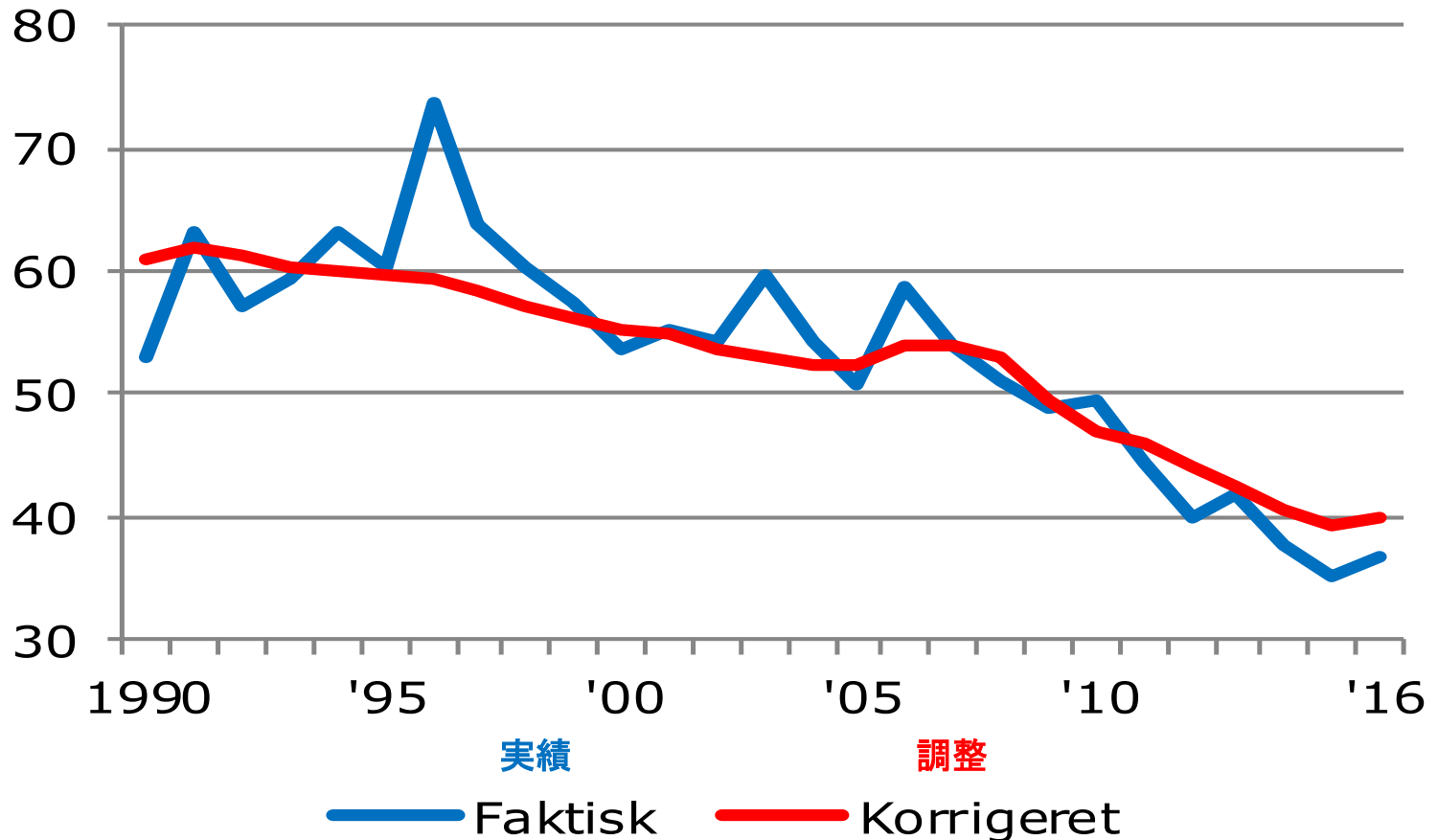
PJ 約2,780万kWh



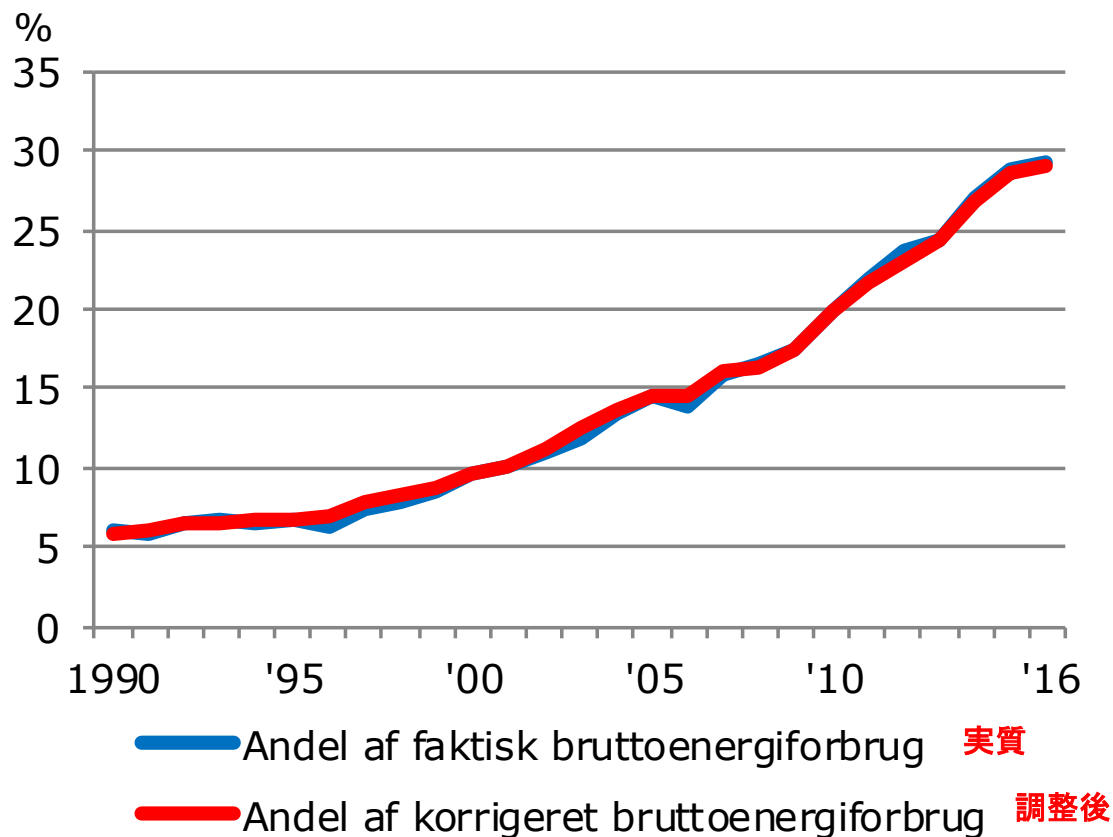
CO₂-emissioner fra energiforbrug

エネルギー消費における二酸化炭素排出量

Mio. ton CO₂ 単位:二酸化炭素百万トン



Vedvarende energi – andel af samlet energiforbrug デンマークの総エネルギー消費における再生可能エネルギーの割合推移



デンマークのエネルギー政策2012～2020年」を発表 *

「再生可能エネルギーをベースにした持続可能なエネルギー政策」。7部門への支援策

①風力発電の増設し、50%の電力供給目指す。

2020年に向け、1000MWの洋上ウインドファームの増設と500MWの沿岸ウインドファームの建設を決めた。この中で1000MWの洋上ウインドファームについては、その内の400MWはHorns Rev(北海海域、Horns Rev I, II, 計約370MWが稼働中)に2013-15年の完成を目標として増設、残る600MWはKriegers Flak(バルト海)に2017-20年の完成を目標として新設する。500MWの沿岸ウインドファームの建設に関しては、沿岸から4km以内の海域に設置する。陸内で稼働中の風力発電機1300MWを解体し新たに800MWを新設する。デンマーク政府与野党はこの計画実行によってデンマークの電力供給の5割を風力発電で賄うことが出来ると見込む。

②コージェネ発電、地域暖房、バイオマス導入促進

③建物における暖房装置の転換

④スマートグリッド導入策

⑤バイオガスへの新たな取り組み

⑥運輸部門の電力化とバイオガス利用

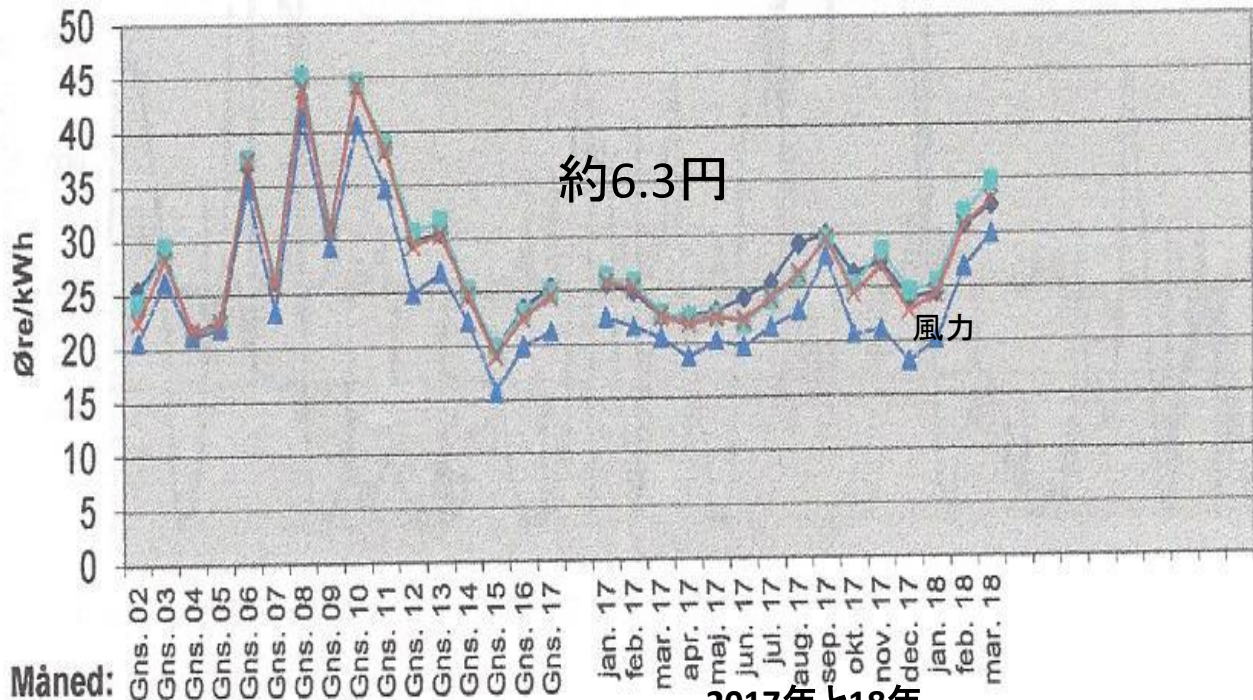
⑦研究開発と実証への促進。

* デンマーク議会の与野党で取決めされた2012年3月22日付け「デンマークエネルギー政策2012-2010ー」
詳細はホーム・ページに掲載

デンマークの平均売電市場価格推移

単位：オーレ百分の1クローネ
約0.18円/kWh

Udvikling i gennemsnitlig spotpris



- ◆ Central produktion (øre/kWh)
集中型
- Decentral produktion (øre/kWh) 分散型発電
- ▲ Vindkraft (øre/kWh)
風力発電
- ✕ Forbruger pris øre/kWh
消費者価格

Måned:

年間平均

2017年と18年
月別平均

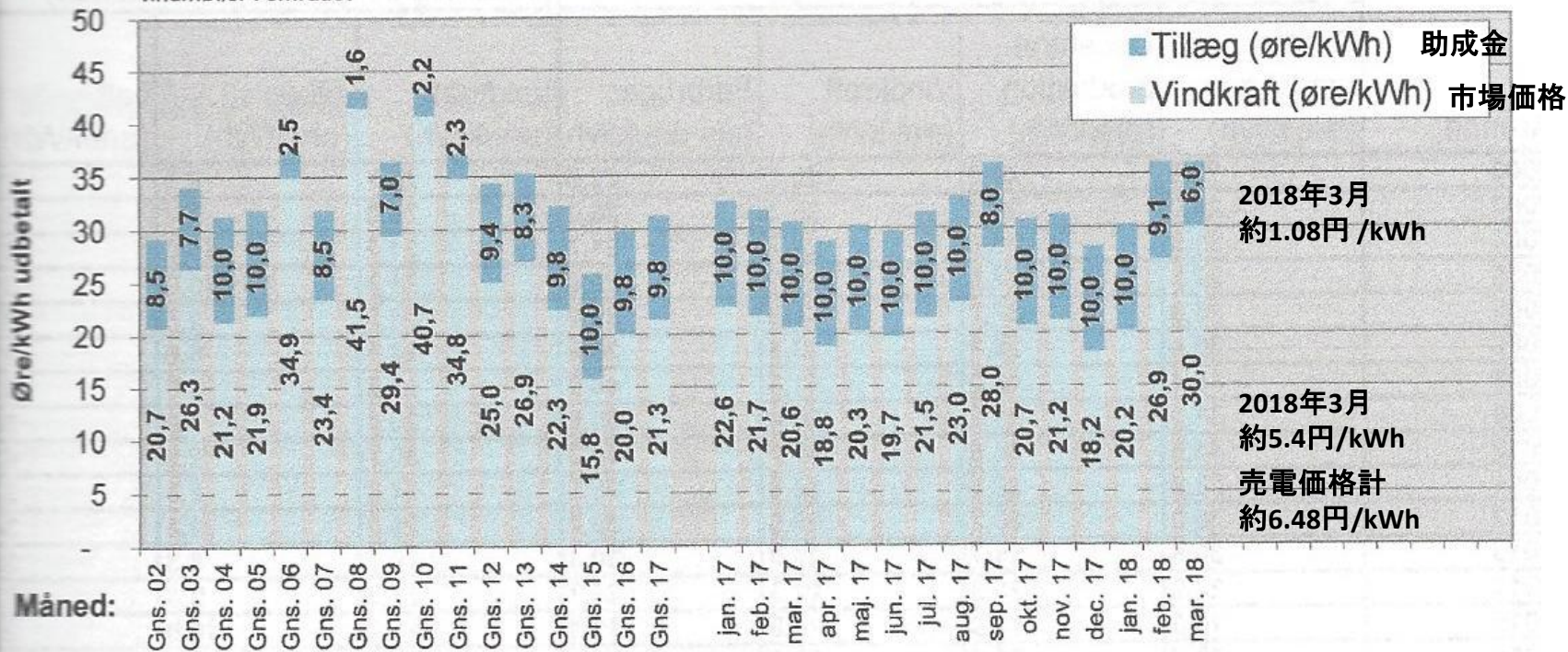
デンマーク東部における風力発電の売電価格推移

単位：オーレ、百分の1クローネ
約0.18円/kWh

DK - øst

Afregning for vindmøllestrøm

Afregning for møller på markedsvilkår før balanceomkostninger (for 2002 kun modelberegning) - Baseret på produktion for samtlige vindmøller i området



「まとめ」

- デンマークの人たちは石油供給危機を教訓に、国内資源（風力、バイオマス、バイオガス）の利用と北海油田の開発を通し、エネルギー資源を国外に依存しない政策を導入すると共に、エネルギー効率の高いコージェネ発電所の建設と地域暖房の増設さらに建物への省エネ政策を採り入れてきました。
- その結果、エネルギー自給率を高め、雇用確保と二酸化炭素の削減に繋げ、エネルギー政策のモデル国と呼ばれることになりました。
- これら政策導入の根源に、デンマーク人の、国民生活に欠かせない、食料とエネルギー自給に努める姿勢、大気と水を汚染から守るための姿勢が見えると思います。その結果としてデンマーク人は世界で最も幸せな国民であると評価されているのではないかと思います。つまり国家（国民の家）、として全て国民が幸せに生きるための手段の一つとして風力発電の導入があると思っています。