

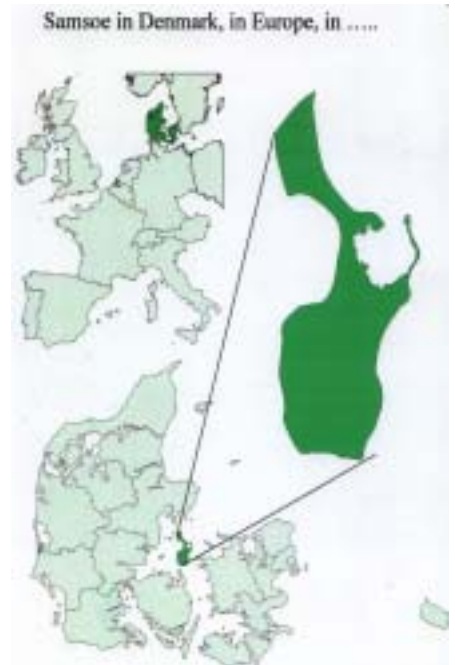
## 第2節 調査結果 サムソ島(デンマーク)

### 1. デンマークの新エネルギー政策

デンマーク政府は1996年に“エネルギー21”を策定しCO<sub>2</sub>を2030年までに1990年レベルより半分以下に削減することを決定している。この政策の実施にあたっては下記の5原則を設け、省エネなどによるエネルギー効率向上により、一次エネルギー消費(2002年[百万トン]:石油9.8、ガス4.6、石炭4.2)を削減しつつ新エネルギー比率を35%まで引き上げることを目標としている。新エネルギーには、風力、麦わら木屑、エネルギー作物廃棄物、バイオガス(発酵メタンガス)、太陽熱、地熱などを利用している。

#### エネルギー21の5原則

- ① エネルギーの生産・搬送・分配の明確化と各分野の改革
- ② 新エネ・省エネの効果的・合理的誘導策とルールの設定
- ③ エネルギー会社の統合、資源計画・環境目標の設定
- ④ 国民の支持(住民参加・情報公開・環境教育を重視)
- ⑤ 燃料税の上昇と低環境負荷を実現する地域計画の推進



【サムソ島の位置】

しかし2001年の政権交替により新エネルギーの普及に積極的であった社民党の政策が転換された。新政権においてもエネルギー政策上、新エネルギーは重要であるとの位置づけは変えていないが、同分野への補助金は減額されている。この政策転換は民間部門にも影響を与えており、デンマークを代表する風力発電機メーカーであるBONUS社がドイツのシーメンスに買収さるという前政権下では起こらなかったであろう事態が発生している。

### 2. サムソ島の概況

人 口：4,400人

面 積：114 km<sup>2</sup>(直線距離：南北26Km・東西7Km)

主要産業：農業(名産品じゃがいも)、観光業(年間宿泊数：500,000泊)

アクセス：フェリーにてユトランド半島ハウより1時間15分、コペンハーゲン側カルンボーより1時間50分。空港有り。島内ではバスも運行。

特 徴：美しい自然と豊かな文化が織りなすのどかな雰囲気を持つ「農業と観光と新エネルギーの島」である。ビーチ・原野・森林・丘陵地帯と変化に富んだ地形が独特の景観を生みだしている。夏のシーズンを中心に海水浴やキャンプを目的に訪れる観光客が多い。リゾート資源以外には、北部の中心集落で中世の歴史的建造物の町並みが見事に保存されており人気がある。農産品としては苺やジャガイモが有名で、特にジャガイモはブランド化に成功している。

## ＜サムソ島のイメージ＞



【海岸エリア】



【キャンプ場】



【中世(17世紀)の町並み】

### 3. サムソ島の新エネルギーへの取組み

#### (1) サムソ島の新エネルギーへの取組みの経緯

デンマークでは、1996年に政府が策定した「エネルギー21」が契機となり、「2008年までに新エネルギー100%を目指す島のコンペティション<sup>※1</sup>」が実施された。サムソ島では、これに応募するためエネルギー計画を策定し、「サムソ・デンマークの新エネルギー島プロジェクト」を立案した（プロジェクトの概要は下記参照）。計画の立案に当っては、地域社会と市民の協力による取組みを特に重視し、新エネルギーの開発ペースや、地域資源の実情に関して市民とじっくりと意見交換を行いつつ、現状と市民の要望に沿った開発計画が作成された。

翌年には政府により同プロジェクトが採択され、「新エネルギーの島」としての道が開かれることとなった。また、1999年には、EUの「新エネルギー100%を目指す100のコミュニティ」にも選出され、その取組みに弾みがついた。

#### 「サムソ・デンマークの新エネルギー島プロジェクト」の概要

1. 発電は風力および分散型熱電併給システムの開発を基本とする
2. 地域熱供給はバイオマス、太陽熱及びこれらの余熱の開発を基本とする
3. 郊外地域における熱需要は個々の対応で解決する  
郊外住居1200戸、サマーハウス<sup>※2</sup>800戸は太陽熱・バイオマスヒートポンプで解決
4. 運輸部門では技術開発によるブレークスルーを必要とする  
同部門の温暖化ガスは、長期的には洋上風力発電による削減効果で相殺
5. エネルギー需要は省エネ努力により減少することを想定する  
関連部門において情報提供・キャンペーン及び経済的インセンティブ制度を実施

※1 この政府によるコンペティションは国連気候変動枠組条約(UNFCCC)を受けて実施されたもの。

※2 “サマーハウス”とは日本の“別荘”とはまた違ったニュアンスのもので、主に夏を過ごすためのセカンドハウスであり、海岸沿いなどにひっそりと建てられることが多い。北欧諸国では一般的サラリーマン家庭でも気軽に所有することができる。

## (2) 新エネルギー導入計画目標

サムソ島では、2008年までの10年間に電力・熱エネルギーの100%を新エネルギーによって賄うことを目標としている。つまり電力・熱エネルギー需要の100%を新エネルギーによって賄い、運輸交通部門における効率的エネルギー利用の実現を目指している。

電力の目標設定時の年間使用量は約2,800万kWh(101tジュール)であり、供給目標の種類別内訳は、風力発電75%、大規模・農場用バイオガスプラント23%、家庭用小型風力発電1~2%、太陽光発電1~2%となっている。

熱エネルギーの目標設定時の年間消費量は約6,800万kWh(232tジュール)であり、供給目標の種類別内訳は、バイオマス74%、風力22%、太陽熱3%、その他1%となっている。また、新エネルギーの導入と併せてエネルギーの節約(住宅断熱、エネルギー管理、熱供給プラントの効率改善など)への取組みについても計画が策定された。

運輸交通部門の目標設定時の年間消費量は約310tジュールであった。その内、フェリーが3分の1を占め、その他は自動車・バス・トラックなどにより消費されている。当部門における削減計画は、エネルギー管理やメンテナンスの実施、運転技術の改善などによって5%、石油燃料の半分を電気で代替することによって15%となっており、残りは洋上風力発電による温暖化ガス削減効果で相殺することを予定している。さらに、長期計画では、2005年までに水素製造プラントを建設し、そこで製造される水素燃料を水素自動車に供給する事も計画された。

なお、これらの計画目標を実現するためには総額約5億9千万DKK(約110億円)の投資資金が必要となるが、基本的には民間による投資によってこれらの資金を賄い、約12%(約10億円)のみEUやデンマーク政府の補助金を使用する予定である。ここでの民間による投資とは、電力会社などによる投資も含まれるが、新エネルギー電力の固定料金による買取制度をその背景とし、農家などの個人や風力組合による出資も見込まれている。

## (3) 目標達成のための施策と見込まれる効果

これらの目標を達成するため、陸上及び洋上の風力発電所の建設、太陽光の積極導入、地域のバイオマス資源を使用する地域熱供給システムの利用拡大、ヒートポンプや太陽熱パネルの利用拡大、エネルギー効率向上のための最新技術の導入、島民の省エネルギー活動の実践によるエネルギー消費量の削減、これらを促す島民への普及・広報活動および交通機関の燃料転換(石油・ガソリンから電気・水素へ)などが、その施策として計画されている。

なお、これらの施策の実施により上述の約5億9千万DKK(約110億円)の投資が発生し、年間35件の新規事業(建設及び運転・運用に関わる事業)の創出が見込まれている。また島外への新エネルギーの売却に伴う収益の獲得や、新エネルギーへの取組みを視察する訪問客を対象とするサービス産業への経済波及効果が発生することも見込まれている。

#### (4) 各施策の取組み状況

##### ①エネルギー・環境事務所

同事務所は、島外からの訪問客の受入れおよび島民に対する新エネルギー島プロジェクトの普及・啓発活動をその主な事業としている。例えば、島民はもとより島外の人々も参加できる新エネルギーの研修を実施している。この研修では参加者は各新エネルギーの現場(プラントサイト)を実際に見学できる。見方を変えれば同事務所は新エネルギー施設を集客資源として活用していると言える。また同事務所のスタッフは EU などが主催する会議への出席、マスコミやホームページなどを通じた情報発信も積極的に行っている。同プロジェクトは世界的にも注目を集めており、同事務所の役割は今後益々重要性を増すと考えられている。

##### ②サムソ・エネルギーカンパニー

同社は新エネルギー島プロジェクトの計画を実行するため 1998 年にエネルギー・環境事務所と同時に設立された。同社のメンバーはエネルギー・環境事務所、農業協同組合、商工会議所および地方自治体の代表者で構成されており、事務局はエネルギー庁、ARKE(エネルギー配給会社)、電力会社が共同で務めている。同社は地域新エネルギーの推進母体として以下の事業を実施している。

##### 地域熱供給の拡大

トラネビア(中心的集落)で 400 世帯、ノルドビー(北部の集落)で 200 世帯、その他 2 カ所で地域熱供給を実施し、熱需要の約 75%を賄っている。

##### 陸上風力発電の設置

島内 3 地域で 1 MW の風力発電が合計 11 基稼動しており、総発電量は 250 万 kWh/年となっている。これらの風力発電による電力供給で、既に島内の全電力需要が賄われている。風車の建設費は約 600 万 DKK (約 1 億 1,400 万円) で、所有形態は農家による個人所有が 9 基、サムソウィンドカンパニー(風車組合: 組合員 430 人) による所有が 2 基となっている。

農家は銀行からの借入れにより資金を調達し、風車組合は組合員 1 人当たり約 3 千 DKK (約 5 万 7 千円) の投資を得て資金を調達している。電力会社は政府の固定料金買取制度に基づき 50 øle/kw (約 9.5 円) で電気を購入するため、投資収益は約 6 ~ 7 %を確保できる状況となっている。風車立地地点の平均風速は平均 7.5 m と良好で年間稼働率は 35%程度となっており安定収益の確保を可能にしている。風車の立地条件は半径 500m 以内に民家がなく、境界線での騒音が 45db 以下である事とされておりこれらの条件を充たせば風車を建設できる。



【農道沿いに建つ風車】

### 洋上風力発電の設置

同島の南部沖合 3.5 km、水深 20m の海域に大規模な 2,300kw の風車を 10 基建設した。洋上風力発電は総計 7,500 万 kWh の電力を供給しており、これは島内の運輸交通部門における需要エネルギー量の 115%に匹敵する。

発電された電力は全て売電されており、建設期間におけるのべ 180 人年の雇用創出効果と併せて同島に経済効果をもたらしている。また温暖化ガスの削減にも貢献しており、運輸交通部門から排出される CO<sub>2</sub> を 100%相殺し、更に 15%の CO<sub>2</sub> 削減枠を他地域に移出可能な状況を生み出している。

### ③太陽光パネル設置計画

太陽エネルギー2000 と呼ばれる計画のもと、島内 2,000 カ所に太陽光パネルを設置する計画が進められている。同計画では設置費用総額の 40%まで補助することでインセンティブを提供している。太陽光パネルで発電した電力を売電すると、固定料金買取制度に基づく価格で売電出来るため、2%程度の投資利回りを得られる状況だが、設置件数は3件に留まっており、今後の更なる推進が期待されている。

### ④パームプロンビュウ地域熱供給プラント

木質バイオマス（藁）による地域熱供給プラントで、総建設費は 1,400 万 DKK(約 2,500 万円)、この内 250 万 DKK (約 4,500 万円) が補助金として支給され、残りは 10 年間の低利融資（年利 1%）で調達を行った。

同プラントは 200 世帯に温熱を供給しており、需要者との契約条件として光熱費の単価が灯油価格より高くないことを約束している。温熱は 90℃で供給、60℃で回収されており、各家庭は熱交換機により温熱を利用をしている。

熱源となる藁屑は地元農家から 5 年契約で購入。買取り価格は約 33ole (約 6 円) /kg が目安となっている。藁屑は 1 束が 600kg のブロック（右下の写真参照：1 束で石油 200 リッター分に相当）で備蓄され、機械で自動的に燃焼装置に搬入される。ボイラーの燃焼能力は 8.2 m<sup>3</sup>/H で、年間稼働率は 30%程度となっている。島内では本プラント以外に 3 カ所のプラントおよび大規模農家による熱供給事業が行われているが、島内の熱需要を全て賄うには至っていない。また燃料は藁だけでなく減反政策で生じた空き地でエレファントグラスを栽培し、熱源として有力なバイオマス資源の栽培にも取り組んでいる。



【地域暖房プラント外観】



【バイオマス燃料と設備】

### ⑤ 菜種油回収システムおよびバイオディーゼル自動車

島内の移動手段は基本的には自動車であり、自動車登録台数は概ね2,000台となっている。その殆どはガソリン自動車であるが、電気自動車および菜種油を燃料として走るバイオディーゼル自動車が1台ずつ登録されている。このバイオディーゼル自動車は、新エネルギーに関する視察者が訪問した時にも活用されており、新エネルギーの島を菜種油の香るバイオディーゼル自動車で視察ができる。なお、同島ではハイブリッド車の導入も検討しているが、自動車の関税が高い(140%)ため、本格的な検討には至っていない。



【菜種のストックヤード】



【バイオディーゼル自動車への燃料補給】

### ⑥ ノルドビー地域熱供給プラント

同島北部の中心集落で、中世の歴史的街並みをそのまま残しているノルドビーの外れに、バーク(原木から剥いだ樹皮)をバイオマス原料とするボイラーと太陽熱パネルによって地域熱供給を行うプラントがある。

同プラントの熱供給戸数は200戸で、熱供給の配管は基本管が6.4km、家庭向配管(左下の写真参照)が4.7kmにわたって伸びている。ボイラーは年間1,250トンのバークを燃焼させる能力を持っており、従来同地域で年間480トン消費されていた石油燃料を代替している。この燃料転換で年間CO<sub>2</sub>削減量は1,290トンとなっている。太陽熱パネルは250枚が設置され、総面積2,500m<sup>2</sup>の規模を誇っており、その発熱能力は1,600kWである。

これら地域熱供給プラントは基本的には無人で運営されており、PCなどITを活用した熱供給管理体制が整備されている。定期的なメンテナンス、燃料補充および異常発生時のみ、スタッフによる対応が行われている。



【家庭向温熱配管の断面】



【太陽熱パネル】



【PCによる熱供給管理】

(5) 現在までの実績

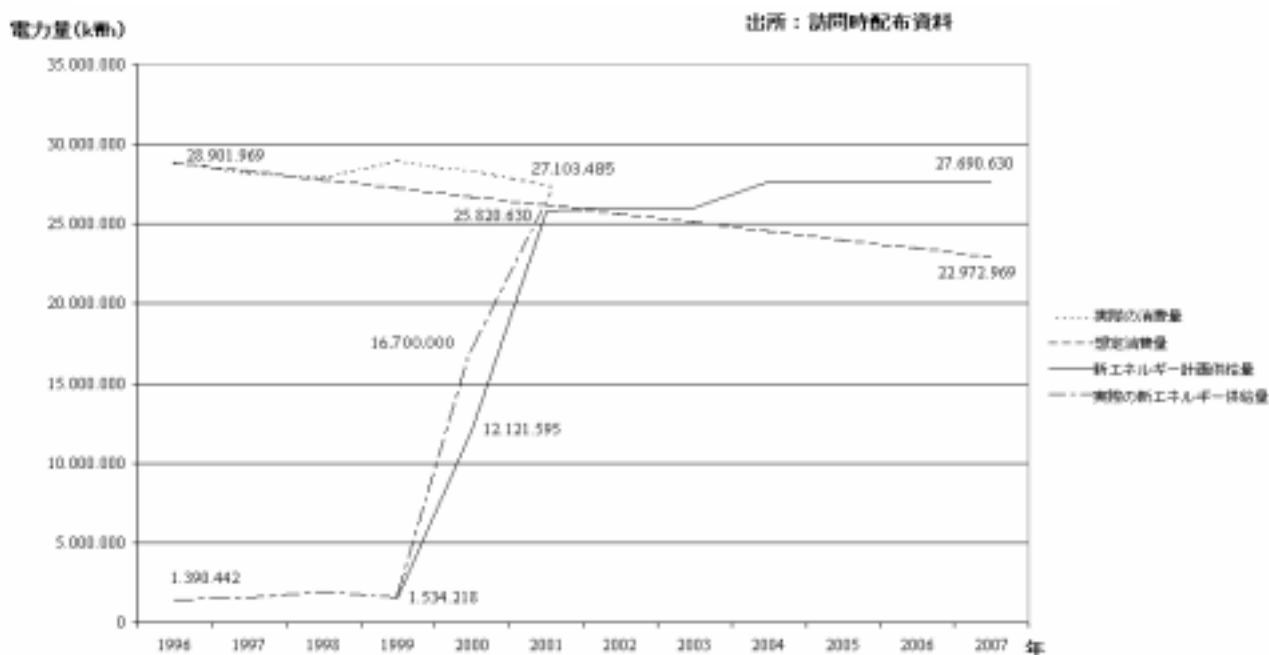
同プロジェクトは、2008年までをその計画期間としているが、その成果は本調査を実施した2004年10月の時点で既に目標に対する実績を確認することができた。電力については表3-1からも読みとれるように、既に100%以上を新エネルギーで賄っており、目標を前倒して達成している。

図表 3-2-1 新エネルギーの電力供給状況

年	新エネルギー供給量	エネルギー消費量	新エネルギー比率
1997	1560万 kWh	2820万 kWh	5.5%
1999	1530万 kWh	2900万 kWh	5.3%
2000	1730万 kWh	2810万 kWh	61.6%
2001	2720万 kWh	2730万 kWh	99.6%
2003(見込)	2700万 kWh	2620万 kWh	103.1%

2000年に Bonus 社製の 1MkW の陸上風力発電が 11 基稼働した。これにより新エネルギーによる電力供給量は 2700 万 kWh となり、島内の電力消費のほぼ 100% を新エネルギーで供給できる状況となった。陸上風力発電の建設費用は 1 基当たり約 950 万 DKK(約 1 億 7000 万円) であり、11 基の内、2 基は協同組合(所有権を 5400 株に小口化し、450 人の投資家が保有)が建設し、残りは地元農民が個人で建設した。年間売電収入額の内、その 1% は次の新エネルギー開発のためのエネルギー基金に寄付をすることになっている。更に 2002 年には 2.3MkW の洋上風力発電が 10 基稼働し 7500 万 kWh を発電している。これらの電力は全て島外へ売却されておりサムソ島に収入をもたらすと同時に、島内で運輸部門が排出する温暖化ガスの排出量を新エネルギーによって相殺する事にも貢献している。

図表 3-2-2 サムソ島におけるエネルギー消費と新エネルギー供給の計画と実績



熱供給については、新エネルギー供給量が 1997 年に比べほぼ倍増した。一方、

消費量は住宅断熱、エネルギー管理、熱供給プラントの効率改善などによって約21%減少し、新エネルギー比率は約6割程度にまで達している。

図表 3-2-3 新エネルギーの熱供給状況

年	新エネルギー供給量	エネルギー消費量	新エネルギー比率
1997	1680万 kWh	6720万 kWh	25.0%
1998	1790万 kWh	7530万 kWh	23.8%
1999	1890万 kWh	7450万 kWh	25.4%
2000	1870万 kWh	6860万 kWh	27.3%
2001	2600万 kWh	5660万 kWh	45.9%
2003(見込)	3320万 kWh	5800万 kWh	57.2%

この取組みを進めるうちに、住宅用暖房には木質ペレット使用のストーブが開発され、一部地域では原料を麦藁とする地域熱暖房システムが導入された。また島内にソーラパネル製造会社が創設され、新規雇用を創出するといった効果も確認されている。なお、石油利用者に対しては、バイオマス利用機器への転換に必要な資金援助制度が存在している。

運輸交通部門については、洋上風力による温暖化ガスの排出量の新エネルギーによる相殺以外には、明確な実績は確認できなかった。

#### (6) プロジェクトの効果

同プロジェクトが実績を上げると共に、実施前に見込まれた効果が実現されていることも今回の調査で確認することができた。

まず、既に新エネルギーで100%賄うことが実現している電力に関して、プロジェクト実施前は島外から購入していた電力供給用燃料に対する支出および電力そのものに対する支出が不要となり、年間約5,400万DKK(10億円)の費用削減に成功している。これは島外への資金流出も防いでおり、島内でのバイオマス燃料の購入、新規新エネルギープラントの建設資金などの島内需要にも少なからず良い効果をもたらしている。

また風力やバイオマスによる地域熱供給施設の建設で、10年間で約435人、建設後のメンテナンスおよび運営・管理で約35人の雇用が創出されている。また数値では確認ができなかったがプロジェクト実施後、年間約1000人の新エネルギーに関する視察者の入込がある。こうした新たな入込客による需要の増加で、観光やサービス関連産業において新規雇用を発生させることにも貢献している。