JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	エネルギー政策の日欧比較 ： 再生可能エネ拡大には地域資源としての法整備が重要
Author(s)	本庄，孝子；大槻，真一
Citation	年次学術大会講演要旨集，32：110-115
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/14975
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

１Ｄ０３

エネルギー政策の日欧比較

－再生可能エネ拡大には地域資源としての法整備が重要－

○本庄孝子（元産総研・関西センター）、大槻真一（龍谷大学）

１．　はじめに

デンマークは 1973 年に再生可能エネルギー率が 2%台で、ほとんど化石燃料・石油の輸入に頼っていた［1］。ところが現在は、電力の 56%を再生可能エネルギー［2］でまかない、そして新たな目標、2050 年までに化石燃料からの脱却を目指している。ここではデンマークの政策を中心に述べながら日本と比較したい。デンマークの１次エネルギーにおける再生可能エネルギーの導入（**図１**［3］）を見ながら、共に考えていきたい。

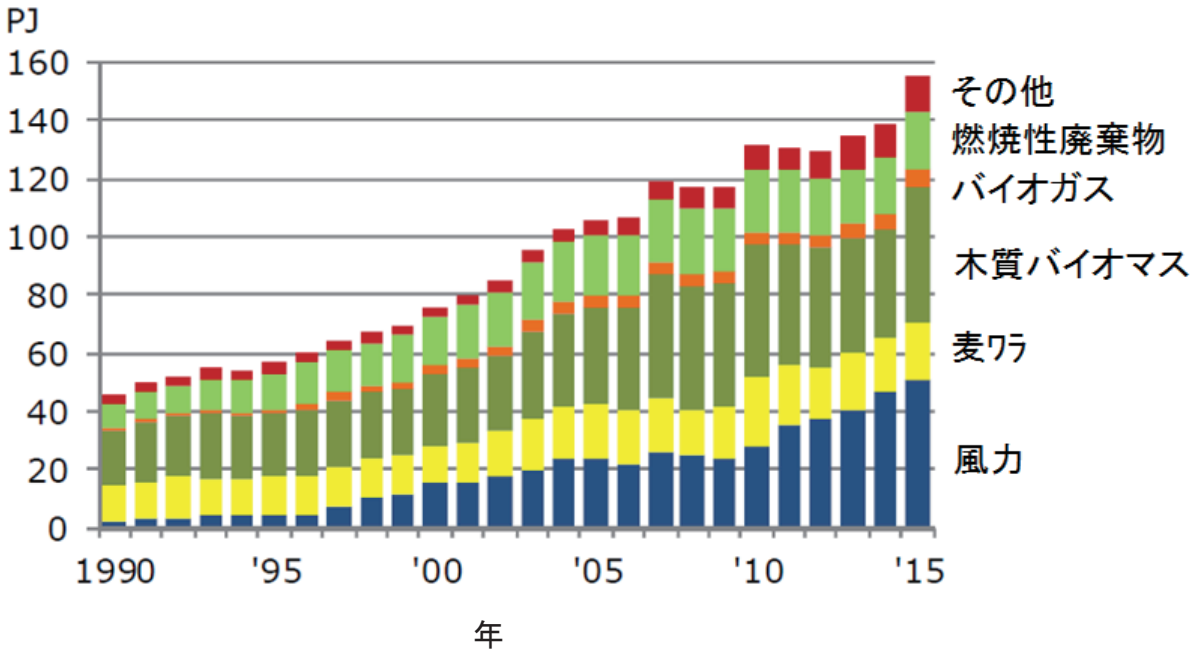


図１　デンマークの１次エネルギーにおける再生可能エネルギーの導入［3］

２．　歴史的背景と世界最初の再エネ発電の取り組み

ビスマルクとの戦い（1864 年）に敗れたデンマークは南部の肥沃な土地を失った。残ったやせた氷河痕の土地で適するのは牧畜だった。牧畜がこの国の基幹農業になっていった。デンマークは食料とエネルギーの自給率を高める目標を持った［4］。現在、食料自給率 300%、農畜産物の 3 分の 2 が世界 100 カ国以上に輸出されている［5］。

1891 年に世界最初の風力発電機を建設し、1900 年代には農村中心に 120 ヶ所の発電用風車が設置された。そして、1917 年にプロペラ式揚力タイプの風車を発明し、1957 年に現在のゲッサー式風車を誕生させた［6］。1930 年代に電気配線、ガス管配管など地下埋設をした。

地域熱供給の歴史は古く、1903 年に最初の熱電併給プラントができて約 100 年の歴史があり［7］、都市ごみ問題の解決策として取り入れた［5］。地域熱供給は 1960 年までに自治体主導で行われた。

1970 年代の 2 度のオイルショック後、政府は原子力発電所の建設を決め、さらに本格的な農業バイ

オガスプラントに取り組んだ。この国は標高 173m が最高で、水源を地下水に頼っていた。牧畜の糞尿は夏季には牧場に散布できるが、地下水を汚染させないため、冬期は貯蔵する必要があった。この貯蔵糞尿の有効利用として、バイオマスメタン発酵に取り組んだ［8］。

1975 年に「原子力発電情報協会」を設立し、導入の賛否に関して 6 冊の本を出版した。6 冊目に「再生可能エネルギーの導入策に関する賛否論」が出版され、国民はフェアーな判断材料を得た。

1980 年半ばにロラン島の造船所が閉鎖され、政府は跡地に原子力発電所の建設案を出した［9］。島民は 3 年間考える猶予を要求して、政府委員と住民とで検討委員会を作った。政府委員は原子力と再エネの欠点、利点を洗いざらい報告したので、住民は再生可能エネルギーを選択し、会は 2 年で終了した。島民は風力発電製造会社のヴェスタス社を誘致し、雇用を拡大して失業率低下につながった。そして 1991 年島に世界最初の洋上風力発電が建設された。今や、ロラン島は電力自給率 600%でコペンハーゲンに電力を送っている。造船所があった時の人口は 7000 人、ヴェスタス社が海外に移転した今 3700 人となり、余剰風力で水素エネルギーに取り組んでいる。

1975 年「再生可能エネルギー協会」を創設し、翌年、「エネルギー計画 1976 年」を出して、北海油田の開発と、再生可能エネによる発電に国民を巻き込んだ自給政策に力を入れた。

1979 年に初代熱供給法が導入され、各地方自治体が地域の実情に合った熱供給プランを立てシステムを作り上げたのは、熱電併給の市場が経済的に自立できる奨励策の導入があった。この年に風力の「補償金制度」（自立奨励策）を開始した。この間に風車 2300 基、4 万 kW に急増した。同年「小型風力発電機試験場」は世界最初の風力発電機の設計から稼働まで一貫した認可機関「風力発電機の型式認定制度」機関になる。1984 年、政府・風力発電所有者協会・電力会社の自主協定で電力小売価格の 70%の価格で 10 年間買い取る制度を導入した。竹内［10］はこの制度を世界最初の「固定価格買取制度」と言う。

そして 1985 年、政府は国民の同意が得られないため、原子力に依存しないエネルギー政策にかじを切った。風力、バイオマス、廃棄物など国内資源の利用と建物の省エネ対策を主に、すべての県と市町村は省エネに向けた熱供給計画案を実施。政府はこの政策導入計画をもとに、数値でのエネルギー供給量を発表した。1995 年には再生可能エネルギーの供給量は 1976 年計画の 13.5 倍と大幅に上回った［11］。風力発電の設備投資に対する補助金制度は 1989 年に廃止され、その後、助成策は売電価格に上乗せする制度になった。政府は 1999 年に送電網と発電網を切り離すことを決め［12］、2005 年に送電網を国有化［13］して、再生可能エネルギーの電力受け入れ体制を整えた。

３．　制度について

EU は、2009 年に打ち出した「再生可能エネルギー指令」で 2020 年までに域内の最終エネルギー消費の最低 20%を再生可能エネルギーで供給する目標を掲げた。そして再生可能エネルギーは最優先で受け入れられることが決まった。加盟国に 2 年毎に取組み状況を欧州委員会に報告する義務付がある。

我が国では原子力や大型水力をベースロード電源として位置づけている。ベースロード電源とは季節、天候、昼夜を問わず、一定量の電力を安定的に低コストで供給できる電源。ところが、OECD/NEA は 2012 年に、原発は一定出力で動かすのではなく再エネの出力に合わせて変動させることが可能、ベース電源に固執していたのでは生き残れない。また IEA は 2014 年「電力改革」で、既存の電力システムで柔軟性を保てば 25～40%の再生可能エネの導入は可能で、大規模な追加費用無しで実現できる。との報告で EU はベース電源を古い考え方であると結論に達した［14］。

再生可能エネルギーを最優先で受け入れ、火力発電などで電力需給を調整する。IT が発達した現在はそれが可能になった。ドイツでは 10 分毎に調節している。2016 年 12 月の電力需要を**図 2**［15］に示す。多様な燃料が使われていることがわかる。デンマークでも同様だ。

デンマークは理念・目標を掲げ、着実に実行できるように法整備の充実している。風力に関して、地元民固有の財産とされ、このため投資家は自分が居住する市町村のまたは隣接の市町村に設置する風力発電所しか投資できないように法律で制限されていた［1］［6］。2000 年 4 月以降、陸上風力発電所の所有権に関し

ては、全ての事業者は風力発電機を設置する地点から 4.5 キロメートル以内に居住する人達に設備量の 20%を提供する義務を負い、沿岸風車においては、設置場所から 16km 内に居住する住民に設備量の 20%を提供する義務を負う。さらに洋上風力では住民所有の割合が 30%を超えると入札売電価格に 0.01 クローネ(0.17 円)／kWh が上乗せされる［16］。畑の 25m2 は農民が自由に使える。風力発電を所有するのは 85%が個人や協同組合で、電力会社が保有するのは残りの 15%に過ぎない。風力の 50%が農地にあり、農家の 20%超が風力所有者になっている。農業はエネルギーの供給基地になっている［17］。デンマークには国の風力発電導入に対する確固たる意志と、それを支える経済的な制度があった。2016 年 12 月 1 日、デンマークは国内の全消費電力を超える 111%電力を風力発電から得た［18］。電力の輸出入がうまく働いており、この時ノルウエーの揚水発電所が活躍した。

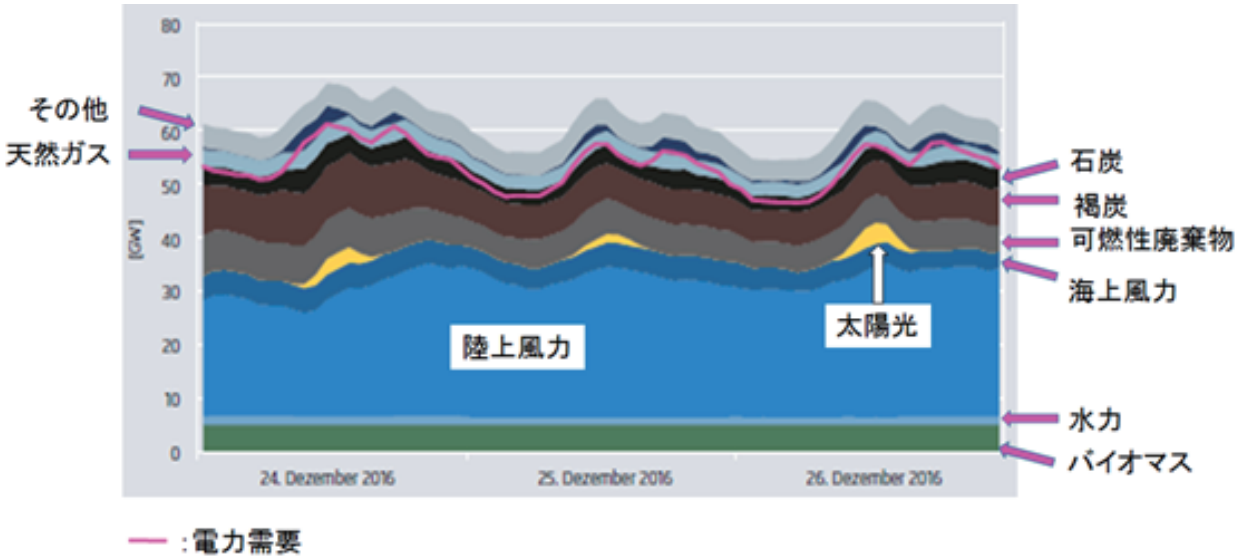


図 2　ドイツの電力需要の内訳（2016 年 12 月 24～26 日）［15］

地域熱供給は 1979 年の初代熱供給法の導入で大きくのびた。地域暖房は歴史的に自治体が供給責任を担っている。熱価格は実際の必要経費にもとづいて設定する。つまり熱価格は実際の熱生産コストより高くても低くてもいけない［6］。住民は地域暖房使用を義務付けられ、熱供給はコジェネレーション（CHP 熱電供給）が主になっており、燃料の半分が再生可能エネルギーである［6］。

工場排熱、廃棄物など多様なエネルギーを組み合わせて、効率よく、省エネなシステムを作る体制。センサーを駆使したハードシステムと運転管理ソフトシステムを活用して低コストで実施している。物事を考えるスタートが国、国民の利便とコストの視点から出発している。

各国の再生可能エネルギーによる 1 次エネルギー供給実績を**図３**［19］に示す。これら 7 つの国の中で日本の再エネ供給が一番小さい。なお、再生可能エネルギーの情報は、近年設立した国際再生可能エネルギー機関（IRENA）［20］［21］よるところが大きい。現在署名国は 180 カ国、うち批准を完了して加盟国となっているのは 161 カ国である。日本もメンバーで外務省が担当している。

我が国には再生可能エネルギー資源は多量にある。森林が 67%で年間成長量は大きく、バイオマスの蓄積率は世界一［12］、水力、太陽光、風力もたくさんある。環境省の平成 23 年の調査報告では我が国の再生可能エネルギーのポテンシャルは、9 電力合計の 10 倍以上になる［22］。また平成 26 年の試算では、2030 年再生可能エネルギー33%が可能で原子力にこだわらないで十分賄えると予測した。［23］。

デンマークは国を挙げて食料やエネルギーの自給を目指し、国を守ろうとする国。理念・目標を掲げ、着実に実行できるように法整備の充実。また多様なエネルギーを組み合わせ、全体に効率よく省エネなシステムを作る。センサーを駆使したハードシステムと運転管理ソフトシステムを活用して低コストに。デンマー

クは考えるスタートが国、国民の利便とコストの視点から出発している。

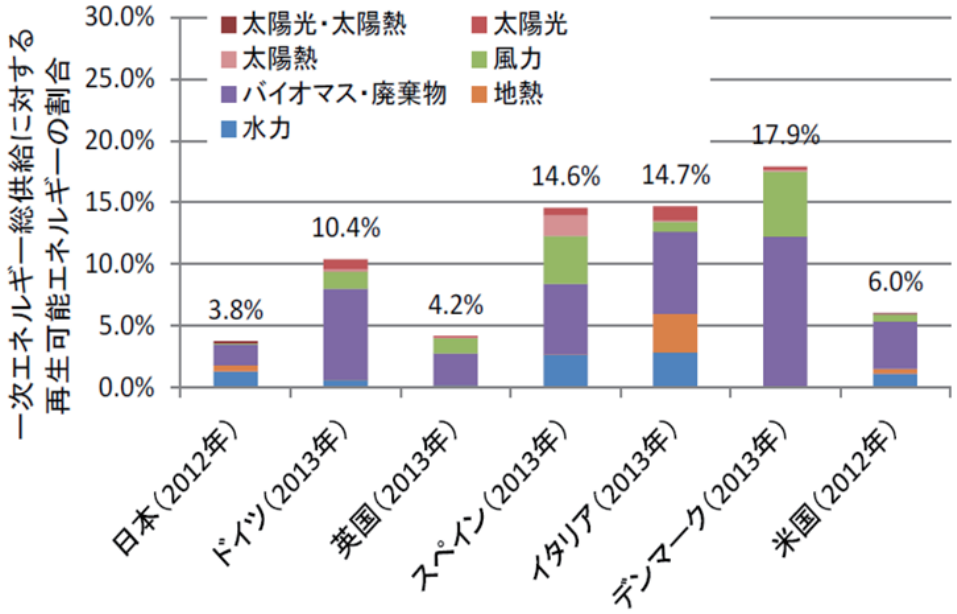
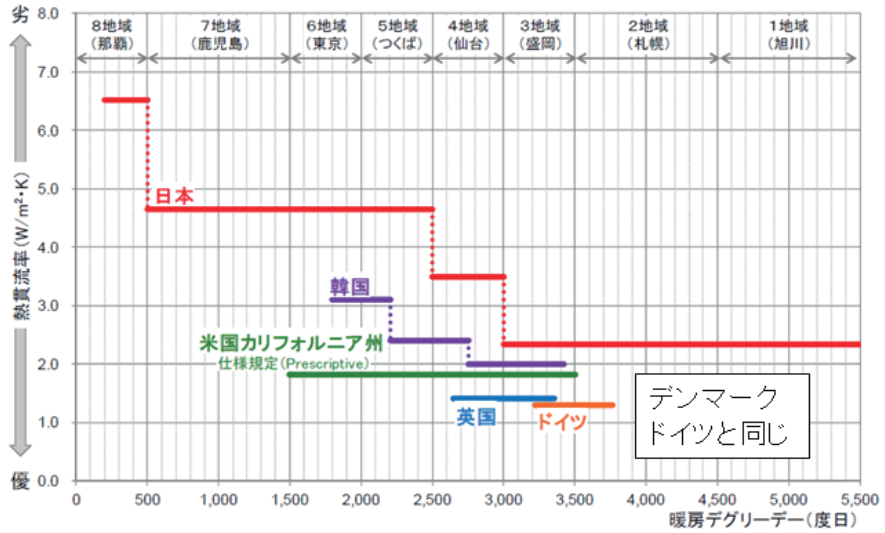


図３　各国の再生可能エネルギーによる１次エネルギー供給実績［18］

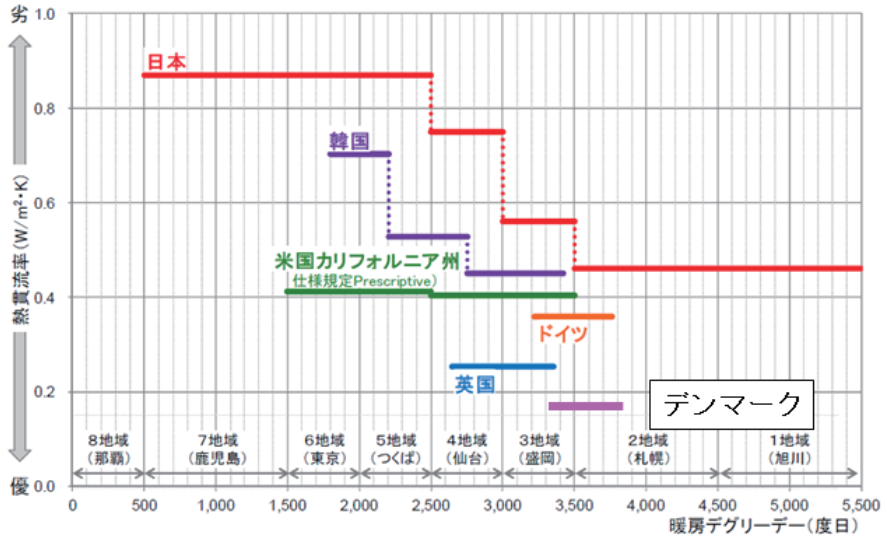
４．　住宅の省エネルギー

住宅の断熱性が、エネルギー消費に大きく影響を与える。窓と壁の断熱性を熱貫通率（U 値）基準で表す。U-値とは室内外の温度差において 1 時間当たり 1 平方メートル当たりの物体を通す熱量のエネルギー量を現す単位（Wh.）で、例えば日本の F3（フロート板ガラス３mm）の U-値は 6.0 で F5（フロート板ガラス 5 ㎜）の U-値は 5.9 となっている。U 値の国際比較を**図４，５**に示す［24］。デンマークの窓の U 値はドイツと同じで、壁はドイツより厳しい。日本のペアガラスはドイツの掘っ立て小屋レベルという。デンマークでは壁厚さは 20cm から 30cm になっており、二重窓ガラスは当たり前で、三重の窓になっている。欧米諸国は、天井も床も同様に断熱している。日本は段階的に改定しているが、まだまだの感がある。



出所）各国の住宅省エネ基準をもとに NRI 作成

図４　住宅の窓の熱貫流率（U値）基準の国際比較［24］



図の５　住宅の壁の熱貫流率（Ｕ値）基準の国際比較［24］

５．むすび

我が国の財界は温暖化ガス（GHG）削減率を大きくすると経済が停滞すると言っていた。そうであろうか？ここに GHG 削減率と GDP 成長率のグラフを**図６**［25］に示す。なんと、日本以外の国は GHG 削減を大きく達成して、GDP 成長率が伸びている。困難な課題に挑戦して、再生可能エネルギーの普及に努力している方が、経済成長が大きくなる。このままでは日本は経済がダメになると心配する識者がいる。

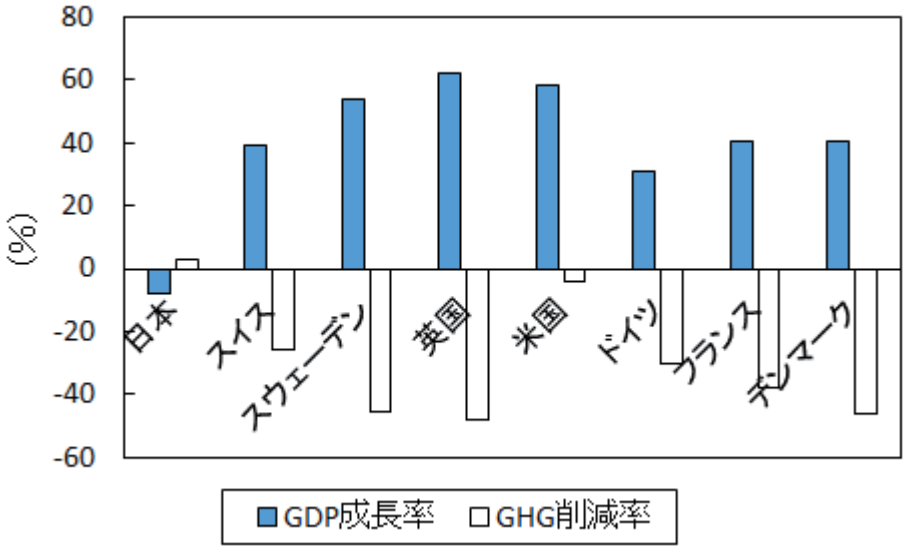


図６　主な国の GDP 成長率と GHG 削減率［25］

日本はデンマークとの関係は多々ある。三菱重工業はデンマークの風力発電大手ベスタス・ウインド・システムズと 2014 年に合弁会社を作り、MHI ベスタス・オフショア・ウインドは洋上風力発電設備を専門に手掛ける。最近、デンマークの「地域熱供給」の日本語版白書がでた［7］。デンマーク最大のレンヴィー バイオガス［26］に日本も参加している。ワラ燃焼でガラス化を防ぐ方法に住友の技術が入っている。

我が国はオイルショックの後に「サンシャイン計画」と「ムーンライト計画」に取組み、再エネの技術開発を進め、製造業の消費を半減させたが、国民を巻き込んだ形でなかった。1990 年に「地球再生計画」（産

業革命以降の 200 年間に様々な負荷をかけて変化した地球を、今後 100 年かけて再生しよう）を国連で発表した。1993 年「ニューサンシャイン計画」では太陽光と水素エネルギーに特化して地熱、風力は切り捨て、2004 年まで世界のトップだった太陽光発電の補助を 2005 年に打ち切った。電力会社が再エネ購入義務の RPS 法を 2003 年に実施したが、導入義務が 1.3%程度と小さく、再エネ資源の多量なところでは導入抑制となった［27］。2012 年に固定価格買取制度（FIT）が導入され、太陽光発電が大きく伸びた。ところが 2014 年の「九電ショック」、再エネ電力を系統接続保留にしたのを契機に、2015 年に資源エネ庁は太陽光と風力発電の時間単位出力抑制を決めた。世界では再エネの価格は化石燃料と同等なレベルになってきた［28］。再エネでドイツが注目されているが、実はドイツはデンマークから学んできた［1］。デンマークはエネルギーと環境、経済性等をトータルに考えて、最適を見出し実行している。その中に地域創生へのヒントはある。

参考文献

［1］　本庄孝子：「デンマークの再生可能エネルギーと FIT 制度」環境技術 44 巻 4 号(2015)、206-213 頁
［2］　田中いずみ：「自然エネルギー100%を目指すデンマークのバイオマス熱利用に学ぶ」 デンマーク・バイオマス地域エネルギー・セミナーの講演、環境エネルギー政策研究所（2015 年 6 月 23 日）
［3］　デンマークエネルギー庁：https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2015.pdf
［4］　ケンジ・ステファン・スズキ：『デンマークという国　自然エネルギー先進国』合同出版(2011)
［5］　石丸美奈：「環境先進国デンマークのエネルギーシステム」共済総研レポート 2015.8、50-55 頁
［6］　中村友洋：「電力市場と売買の仕組みについてーデンマーク」、北海道バイオガス研究会シンポジウム・デンマーク再生エネルギー視察報告会の講演要旨集、(2013.2)
［7］　『地域熱供給』日本語版 https://stateofgreen.com/files/download/2600
［8］　ケンジ・ステファン・スズキ：「風の学校」講習会・デンマーク(2011.11)
［9］　近藤かおり：「デンマーク・ロラン島におくる再生可能エネルギーの取り組み」国会図書館 http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_8563849_po_20130407.pdf?contentNo=1
［10］　竹内久和：デンマークの風力発電協同組合、JC 総研レポート、No.25, p.50-53(2013 春)
［11］　ケンジ・ステファン・スズキ：原発導入案に対する国民間の議論はどのように形成されたのか https://sra-dk.jimdo.com/
［12］　洋上風力発電ナビの HP：http://www.o-wp.net/denmark/
［13］　坂内久：「デンマークの再生可能エネルギーに対する取り組み」農林金融、p.669-682（(2012)
［14］　本庄孝子ら：「再生可能エネルギーの普及に向けて」環境技術学会研究発表会予稿集（2012）
［15］　ドイツ連邦エネルギー・水道事業連盟の HP：
https://www.bdew.de/internet.nsf/res/ACB6766AE4CA66E0C1258132004BC873/$file/170531_BDEW_Strompreisanalyse_Mai2017.pdf
［16］　西嶋裕ら：デンマークの洋上発電と風力発電普及への取り組み、日本気象株式会社の HP より
［17］　全国ご当地エネルギー協会の HP：
http://communitypower.jp/wp-content/uploads/2014/12/5201a892b3058325830d503af7797da4.pdf.
［18］　スマート・ジャパンの HP:http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1612/19/news085.html
［19］　環境省：H26 年度 2050 年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討委託業務報告書第２章、http://www.env.go.jp/earth/report/h27-01/H26_RE_2.pdf
［20］　外務省のホームページ：http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/energy/irena/gaiyo.html.
［21］　IRENA の HP：http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=cat&PriMenuID=46&CatID=67
［22］　環境省：「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」http://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/cover.pdf
［23］　平成 26 年度 2050 年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討委託業務報告書第４章 http://www.env.go.jp/earth/report/h27-01/H26_RE_4.pdf
［24］　野村総合研究所の HP：NRI パブリックマネジメントレビュー 2015 年 1 月号 | 野村総合研究所(NRI) https://www.nri.com/jp/opinion/region/2015/ck201501.html
［25］　環境省の HP：https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h28/html/hj1601010205.html より作成
［26］　レンヴィー バイオガスのホームページ http://www.lemvigbiogas.com/JP.htm
［27］　本庄孝子:再生可能エネルギーの普及に向けて、スマートプロセス学会誌 Vol.2, No.2(2013)58-66 頁
［28］　IRENA のホームページ：http://www.irena.org/home/index.aspx?PriMenuID=12&mnu=Pri