

1. 世界各国の電源構成

世界各国の電源構成を見ることから始めたいと思います。他所はどの様にしているかを知ることが、検討の第一歩です。実際に遣ってみて、具合が悪かったら改めようというのでは、国家のエネルギー問題はダメージが大き過ぎます。他国の成功と失敗の事例を参考にすべきです。

1.1 脱原発を決めた国の電源構成

今、最も関心が高い事項は脱原発です。脱原発を決めた国の電源構成を見ることにしたいと思います。

世界には、200余りの国やそれに準じる地域があります。その内、現在、原発により発電をしている国は31カ国です。

チェルノブイリ原発事故を契機に、イタリアは脱原発を決め、実際に原発を撤廃しました。スウェーデンが、国民投票で脱原発を決めたことは良く知られています。しかし、2011年の発電電力量に占める原発比率は40%で原発比率が高い国です。

ドイツ、ベルギー、スイスは、現在は原発を使っていますが、福島第一原発の事故を契機に原発を撤廃することを決めました。

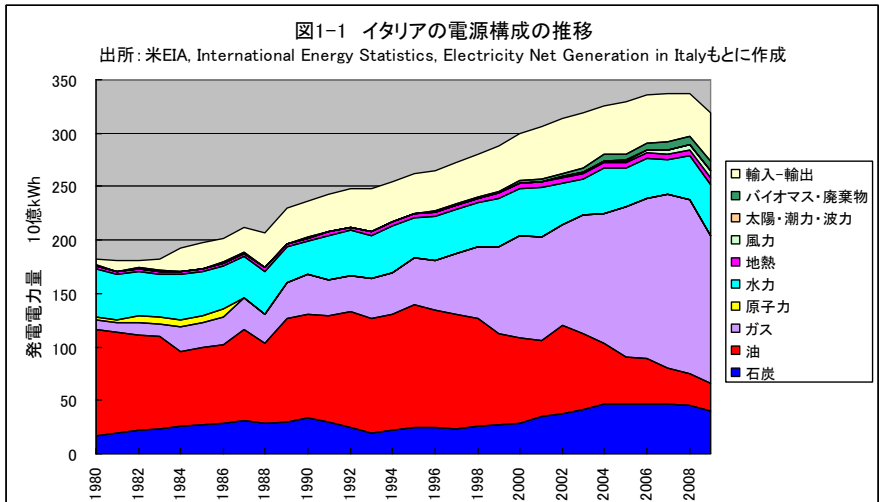
その他、オーストリア、イスラエル、シンガポールは、原発による発電実績はありませんが、今後、原発を設けないことを決めています。同様の国は、他にもあるかもしれません。

<イタリアの電源構成>

イタリアはチェルノブイリ事故後の1987年に国民投票で原発廃止を決め、1990年までに全原発を閉鎖しました。以来、原発による発電は行われていません。

図1-1に、1980年以降のイタリアの電源構成の推移を示しました。1987年以前の範囲に、濃い黄色で示されているのが原発です。総発電電力量に占める原発の比率は、最大でも5%以下だったので、廃止が容易だったのかも知れません。しかし、その後、電力需要は1987年に比べて約1.6倍に増加

しました。図 1-1 からは、増加する電力需要を如何に賄うか、苦勞の跡が窺われます。

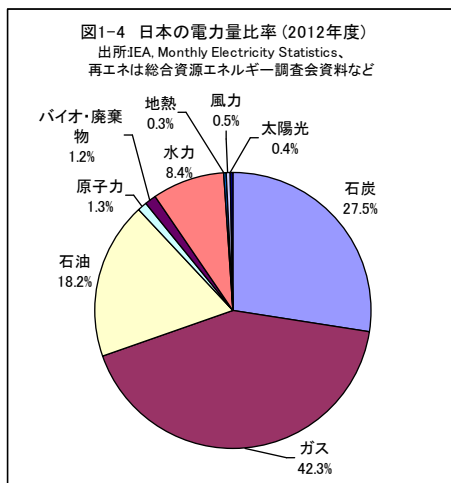
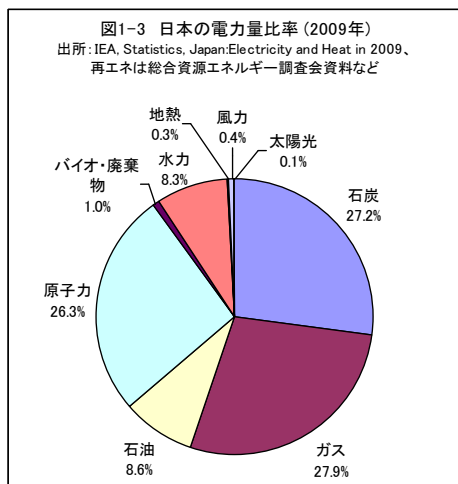
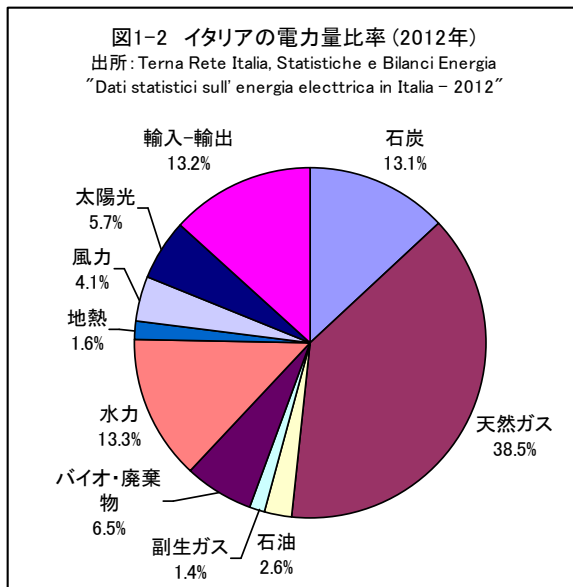


近年の原油価格の高騰により、石油火力は減少させざるを得ません。石炭火力は 1990 年から少し減少した後、微増しています。結局、天然ガスに大幅に依存することになります。天然ガスの産出国は、石油に比べ偏在していませんが、備蓄量は少なく、電力の安定供給の面で好ましいことではありません。その他、再生可能エネルギーの導入拡大にも熱心です。

短絡的に脱原発のためと言うつもりはありませんが、イタリアは恒常的に電力不足に悩まされていると言われます。また、電気料金が、先進国で最も高い国の一つです。

図 1-2 には、2012 年のイタリアの電源構成を示しました。また、日本と対比するため、図 1-3 と図 1-4 に、東日本大震災の前後の 2009 年と 2012 年度の日本の電源構成も示しました。

イタリアの電源構成で、天然ガスの多さの他に注目されるのは、電力輸入量の多さです。輸入と輸出の差を図示していますが、総電力量の 13% を占めています。



再生可能エネルギーによる発電では、バイオマス・廃棄物が 6.5%、太陽光発電が 5.7%、風力発電が 4.1%に達しています。風力発電よりも、発電コ

ストが約3倍高い太陽光発電のほうが多いのは、他の多くのEU諸国と異なる点です。4章で紹介しますが、地中海に突き出たイタリアは、風力資源が乏しく、一方、太陽光発電は、欧州の北部・中部の国に比べれば適しているためです。

日本の脱原発を考える上で、イタリアの事例は参考になる点があると思います。そのため、イタリアと日本のエネルギー事情の違いを紹介しておきます。イタリアは、日本と同様にエネルギー自給率が低い国です。2008年実績で、イタリアのエネルギー自給率は15%です。エネルギー消費量に対する国内生産量比率は、石油が7%前後、天然ガスは10%前後、石炭は殆どゼロです。なお、原子力を除く日本のエネルギー自給率は4%に過ぎませんから、イタリアの状況は日本よりはましと言えるでしょう。

電力に関しては、イタリアの水力と地熱の合計は15%ですから、日本より恵まれています。

発電電力量の約4割を占める天然ガスは、2011年実績で、国内生産が11%あり、パイプライン経由の輸入が78%、LNGによる輸入が11%です。欧州には、天然ガスのパイプライン網も発達しており、それを経由して数カ国から輸入しています。パイプラインによる輸入には、今回のウクライナ紛争のように、天然ガス供給を遮断されるリスクはありますが、マイナス162℃の低温で液化して輸入することに比べれば遥かに容易です。

風力発電は日本と同様、陸上の優れた立地は限られています。太陽光発電は、平均の設備利用率の評価として、イタリアの方が日本より少し良いように思います。

欧州は電力網が発達しており、国内の発電容量が不足していても、電力の輸入により何とかやっていけることが、日本との大きな違いです。また、この電力網は、太陽光発電や、特に風力発電による発電変動による電力量の過不足を調整するために、EUの多くの国で利用されています。

<イタリアと日本>

イタリアとの比較を念頭に、日本の電源構成を簡単に紹介しておきます。

震災前の2009年の電源構成は、石炭と天然ガスと原子力がほぼ同じ割合で、総発電電力量の80%以上を占めていました。これは、エネルギー自給率が低い日本が、電力の安定供給のため、政策により意図的に行ってきたものです。

2012年度の電源構成では、原発が停止した分、総発電電力量に対する比率で、ガス火力が14%、石油火力が10%増加しました。原発が停止して、ガス火力が増大することは想定されることです。一方、原油価格の高騰により、最早、発電燃料には不適合な石油にも依存しなければならないことは異常なことです。必要な電力を確保するために、長期休止していた石油火力を、緊急避難的に再稼働させているためです。

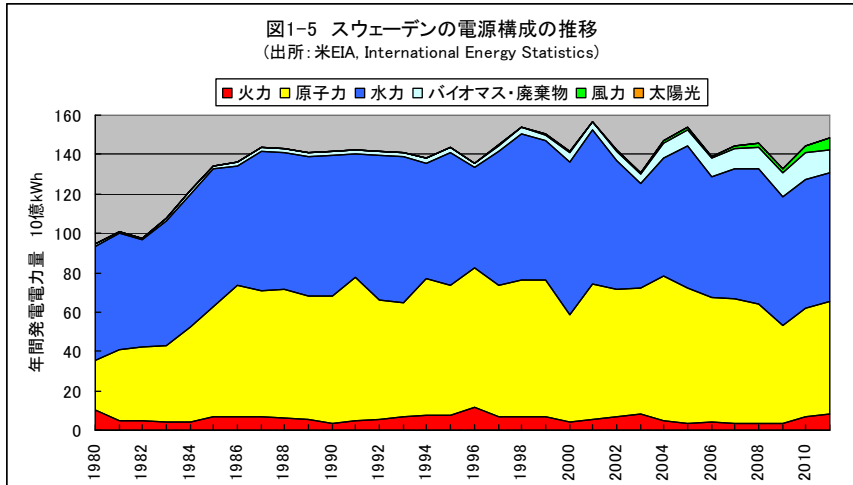
日本の脱原発が続くなら、短中期的には、ガス火力が更に増加するでしょう。温暖化防止の点で問題がありますが、炭素税などのCO₂制約を設けなければ、電力自由化のなかで、安価な石炭火力も増加し、その分、石油火力が震災前の水準に戻ることになるでしょう。当然、CO₂排出量は増大します。

日本は世界三位の経済大国ですから、2020年代の温室効果ガス削減に参加しないわけにはいきません。上述のように、日本のエネルギー事情は、イタリアよりも厳しいものです。また、日本の電力消費量はイタリアの3倍です。温暖化防止を考慮しつつ、大きなエネルギー需要を、如何にマネージするかは政治の責任です。イタリアの事例は、脱原発の後のことを、予め良く考えておくことが重要であることを示唆していると思います。

中長期的に、再生可能エネルギーの導入がどの程度可能で、どれだけの国民負担を伴うかが関心事であり、それに関する間接的な情報を提供することが本書の目的です。

<スウェーデンの電源構成>

スウェーデンが、1980年に国民投票で原発廃止を決めたことは、広く紹介されています。しかし、2011年の実績で、原発は総電力量の40%占めています。図1-5に示されるように、原発による電力量は、1980年には258億kWhでしたが、90年には647億kWh、2004年には最大の736億kWhと3倍近くを記録しました。



スウェーデンは、米国スリーマイル島原発事故の後、1980年の国民投票で、2010年までに全原発を廃止することを決めました。しかし、1997年には全廃期限が撤回され、2009年には原発の段階的廃止の方針を修正し、新設原発の更新を認める決定がなされています。

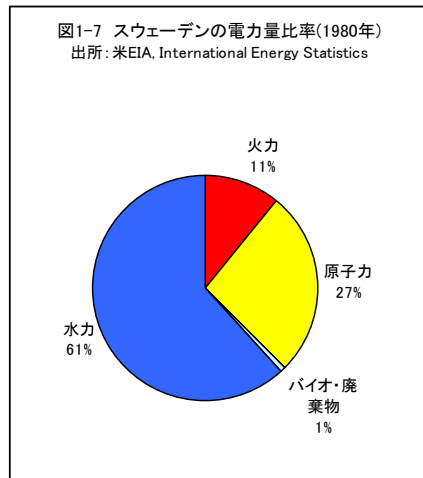
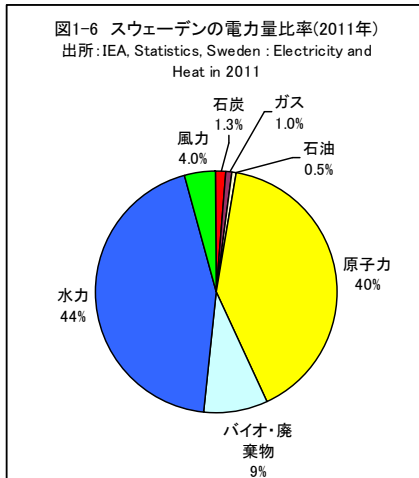


図 1-6 に、2011 年の電源構成を示します。原子力は 40%ですが、水力発電が総発電量の 44%を占めています。スウェーデンは水力資源が豊富な国です。バイオマス・廃棄物が 9%、風力が 4%です。スカンジナビア半島は、風力資源が豊富ですから、風力発電は、今後もっと増加すると思います。火力発電は僅かです。

脱原発を決めた状況を知るために、図 1-7 に 1980 年の電源構成を示します。水力発電は 61%に達しています。火力発電も 11%あり、原子力は 27%です。スウェーデンは、石油、ガス、石炭の国内生産は殆どありません。

以下は推測です。隣国のノルウェーは、既に北海油田の生産を行っており、多量の天然ガスを輸出していました。原発を止め、隣国からパイプラインで天然ガスを輸入して、ガス火力に転換することは容易であるように思われます。スウェーデンの 1980 年の総発電電力量は、同年の日本の約 6 分の 1 です。原発の発電電力量は 258 億 kWh ですから、設備容量の合計で 400 万 kW 弱の火力発電で代替できます。

しかし、図 1-5 に示される 1980 年代前半の電力需要の急増に対し、火力発電を新造し、化石燃料を輸入するよりも、原発の増強を選択したのではないかと想像されます。

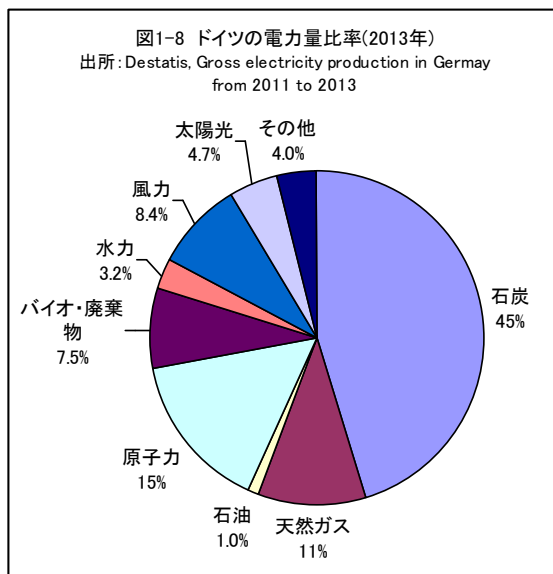
何処そこの国が国民投票で脱原発を決めたのだから、日本も同じことができるという短絡的主張は、市民レベルではいいと思いますが、行政の対応がそのようなレベルでは困ります。

<ドイツの電源構成>

2002 年にシュレーダー首相の連立政権は、原子力法の改正で 2022 年までに全ての原発を廃止することを決めました。2010 年 12 月には、メルケル政権は、原発の稼働期間を平均 12 年延長する原子力法の改正をしました。しかし、その 5 ヶ月後に福島第一原発の事故が起こり、運転中の原発を順次停止し、2022 年まで全ての原発を停止することを決めています。

図 1-8 には、ドイツの 2013 年の電源構成を示しました。褐炭を含めた石炭が 45%を占めており、天然ガスが 11%、そして、原子力は 15%です。な

お、原発の停止を決める前の 2010 年の原発比率は 22%でしたから、既に、原発の停止が進んでいます。



再生可能エネルギーとしては、バイオ・廃棄物の 8%、水力の 3%に加えて、風力発電が 8.4%、太陽光発電が 4.7%です。固定価格買取制度(FIT)のもとで、中国製の安価な太陽電池モジュールが流入し、この 1、2 年に発電コストが高い太陽光発電の導入が想定以上に進み、電気料金が高くなり問題になっているようです。2010 年の古いデータですが、FIT の発電電力量で 14%に過ぎない太陽光発電の賦課金が、総額の 40%を占めていました。現在は、負担はもっと大きくなっていると思います。詳しくは、5章で紹介します。

現在 15%を占める原発をやめるだけなら、その分の電力量を、ガス火力の増大と、風力発電や太陽光発電の更なる導入拡大で賄えばいいわけで、それほど難しいことではないと思います。しかし、それでは CO₂ の削減ができません。総発電電力量のほぼ半分を占めている石炭火力を、どうにかしなければなりません。温暖化防止が脱原発を難しくしています。

EUやドイツは、2050年までに、温室効果ガス排出量を90年比で80～95%削減する長期目標を掲げています。2009年のG8ラクイラ・サミットで、温室効果ガス排出量を2050年までに先進国全体で、少なくとも80%を削減することに、日本も含めて合意しています。ドイツの長期計画は、それに基づくものです。

図1-9に、2050年のドイツの電源構成の想定を示します。10章で詳しく紹介している、ドイツの長期エネルギー・シナリオで想定されている電源構成です。

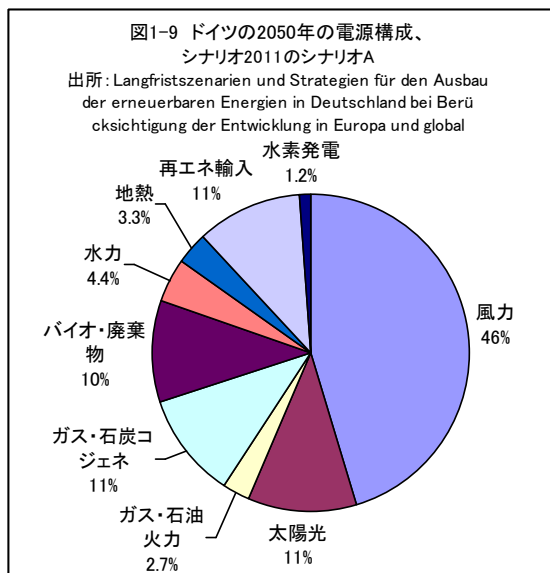


図1-8と似ていますが、よく見て下さい。図1-8で石炭の部分は、風力発電に置き換わっています。天然ガスの部分は、太陽光に置き換わっています。原子力の部分は、ガスと石炭を燃料とするコジェネとガスと石油を燃料とする復水発電になっています。

その他、図1-9には、再生可能エネルギーで発電した電力の輸入が11%考慮されています。また、風力や太陽光による電力を使用し、電気分解で製造

した水素による発電も 1.2%ですが含まれています。原子力は、2022 年に無くなっています。

これだけの変更を行うには、社会全体のエネルギー構造を変えることが必要です。詳しくは 10 章を参照して下さい。このようなシナリオがドイツ社会で議論されるのは、経済的に余力があることが大きいと思います。

ドイツは、2002 年に脱原発を決め、2010 年に廃止を延長し、2011 年にまた脱原発を決めました。脱原発は兎も角として、再生可能エネルギーへの全面的転換に関しては、今後も、経済状況により議論は繰り返されるものと思われれます。

<ベルギーの電源構成>

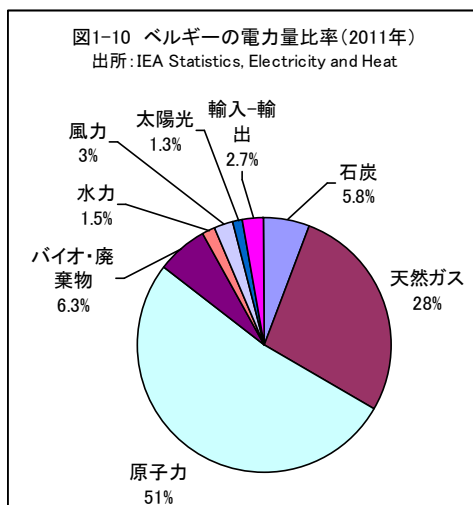
ベルギーは、福島第一原発の事故を受け、2025 年までに、順次原発を停止することを決めています。

図 1-10 に示すように、2011 年の発電実績で、半分を原子力が占めています。原発を全廃することは、それ程簡単ではないと思われます。

しかし、先進国は、今後、電力消費が伸びることは殆ど無いと思われれます。加え

て、ベルギーの国内電力供給量は、表 1-1 に示したように、日本の 10 分の 1 以下です。

北海沿岸地帯は風力資源が豊富であり、EU の方針に従い、風力発電を中心とする再生可能エネルギーの拡大により、原発比率を低下させる計画と想像されます。しかし、脱原発と CO2 削減が、想定通り進むかは難しいとこ



ろでしょう。

<スイスの電源構成>

スイスも、福島第一原発の事故を受け、脱原発を決めました。新たな原発の建設を禁止し、2034年までに段階的に原発が停止される計画です。その後、2050年までの長期エネルギー戦略を発表しています。EUの計画に沿ったものと思われる。

図1-11に示すように、スイスの原発比率は40%です。一方、水力発電が51%あるので、ベルギーよりも脱原発は容易であるように思います。

但し、日本と同様にスイスは、山岳部を除くと風力資源に恵まれていません。現状、風力も太陽光発電の実績も無視できる程度です。

スイスの長期エネルギー計画を見ていないので、無責任に言えませんが、脱原発とCO2削減の両立は簡単ではないように思われます。

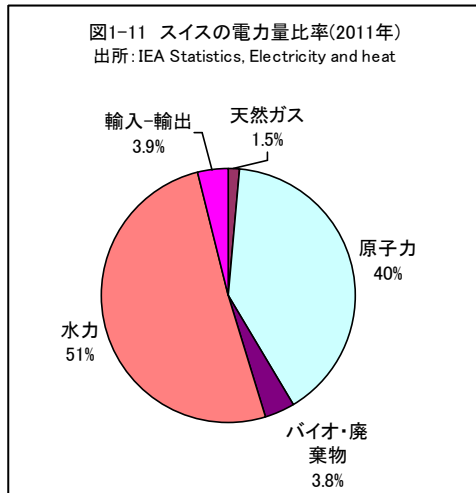
<原発がなく原発を禁止した国>

現状原発が無くて、今後も原発を作らないことを決めた国として、オーストリア、イスラエル、シンガポールの電源構成を図1-12～図1-14に示しました。

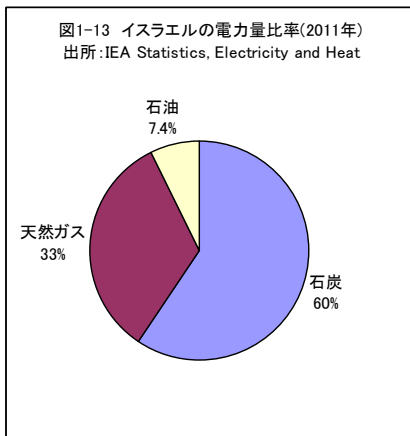
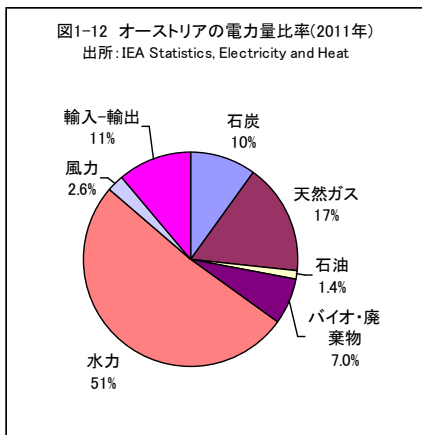
表 1-1 国内電力供給量(2011年)

出所：IEA, Electricity and Heat

国名	国内電力供給量 GWh	日本供給量との比率 %
日本	1,051,251	-
ベルギー	92,772	8.8
スイス	62,227	5.9
オーストリア	73,894	7.0
イスラエル	55,423	5.3
シンガポール	45,999	4.4



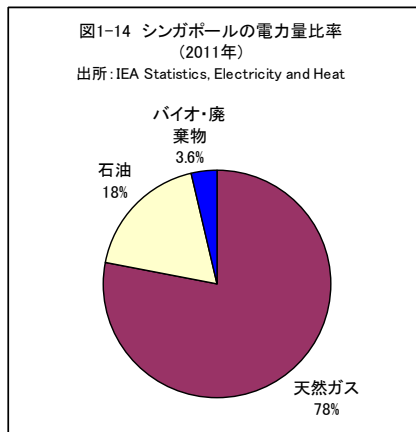
何れも先進国であり、温暖化防止の点から、今後エネルギー消費、電力消費は低減される方向です。従って、現在原発が無いなら、今後も無くても困ることはないでしょう



但し、CO2 削減を考えた場合、オーストリアは 51%の水力発電があるからいいのですが、イスラエルとシンガポールは、今後、大幅な CO2 削減を求められた場合には、大きな経済負担になる可能性があるように思います。

<本項のおわりに>

脱原発だけなら、それほど難しいことではありません。CO2 削減を、併せて考えるために難しいのです。まだまだ先のことですが、先進国は温室効果ガスを 80%以上削減することを、一応、約束しているのです。脱原発の議論には、長期のエネルギー計画を併せて議論する必要があると思います。



1.2 発電電力量が多い国

表 1-2 発電電力量上位 70 カ国 (2011 年)

出所 : IEA Statistics, Electricity and Heat

No.	国名	年間発電 電力量 GWh	No.	国名	年間発電 電力量 GWh
1	中国	4,715,716	36	チェコ共和国	87,454
2	米国	4,349,571	37	カザフスタン	86,586
3	ロシア	1,054,765	38	フィンランド	73,481
4	インド	1,052,330	39	フィリピン	69,176
5	日本	1,051,251	40	チリ	65,713
6	カナダ	636,989	41	オーストリア	65,699
7	ドイツ	608,665	42	スイス	64,640
8	フランス	561,960	43	ルーマニア	62,217
9	ブラジル	531,758	44	コロンビア	61,822
10	韓国	523,286	45	イスラエル	59,645
11	英国	367,802	46	ギリシャ	59,436
12	イタリア	302,581	47	パラガイ	57,626
13	メキシコ	295,837	48	クウェート	57,457
14	スペイン	291,360	49	イラク	54,240
15	南アフリカ	262,538	50	ポルトガル	52,459
16	オーストラリア	252,623	51	ウズベキスタン	52,400
17	台湾	252,016	52	アルジェリア	51,224
18	サウジアラビア	250,077	53	ブルガリア	50,797
19	イラン	239,705	54	シンガポール	45,999
20	トルコ	229,393	55	ニュージーランド	44,496
21	ウクライナ	194,947	56	バングラディッシュ	44,061
22	インドネシア	182,384	57	シリア	41,079
23	ポーランド	163,548	58	ペルー	39,223
24	エジプト	156,586	59	香港	39,030
25	タイ	155,986	60	セルビア	38,600
26	スウェーデン	150,376	61	ハンガリー	35,983
27	マレーシア	130,090	62	デンマーク	35,171
28	アルゼンチン	129,892	63	ベラルーシ	32,192
29	ノルウェー	128,148	64	カタール	30,730
30	ベネズエラ	122,059	65	スロバキア	28,656
31	オランダ	112,968	66	アイルランド	27,655
32	ベトナム	99,179	67	リビア	27,614
33	アラブ首長国連邦	99,137	68	ナイジェリア	27,034
34	パキスタン	95,258	69	モロッコ	25,005
35	ベルギー	90,235	70	オマーン	21,874

本項では、発電電力量の多い国を紹介します。データは、IEA 統計の **Electricity and Heat** で、電源別に示されている **Production** の値です。発電端の値で、発電所内での電力消費量を差し引いていないものです。また、欧州では電力の輸出入がありますが、その値も考慮していません。

世界には 200 以上の国がありますが、表 1-2 には、発電電力量が多い上位 70 カ国を示しました。1 章では、この 70 カ国の範囲で記載します。例えば、電源構成として石油火力の比率が高い国を取り上げても、発電量の絶対値があまりにも小さい国を紹介しても意味がないと考えるためです。但し、70 番目のオマーンの発電電力量は、トップの中国の 0.5%、日本の 2% ですから、発電電力量がかなり小さい国まで対象にしているわけです。

2011 年の実績で、発電電力量が最も多いのは中国で、2 位が米国です。なお、2010 年には米国がトップでした。中国の発電電力量は、増加を続けると思います。しかし、経済成長の減速と同様に、電力量の年間増加率も 5% 程度に低下してきました。

以下、ロシア、インド、日本が並んでいます。その差は僅かで、統計データの取り方によっては、これと異なる順位もあるようです。但し、今後インドの発電電力量が増加していくことは確実でしょう。次のグループには、カナダ、ドイツ、フランス、英国、イタリアなどの G7 の先進 7 カ国が含まれています。韓国もこのグループに含まれています。

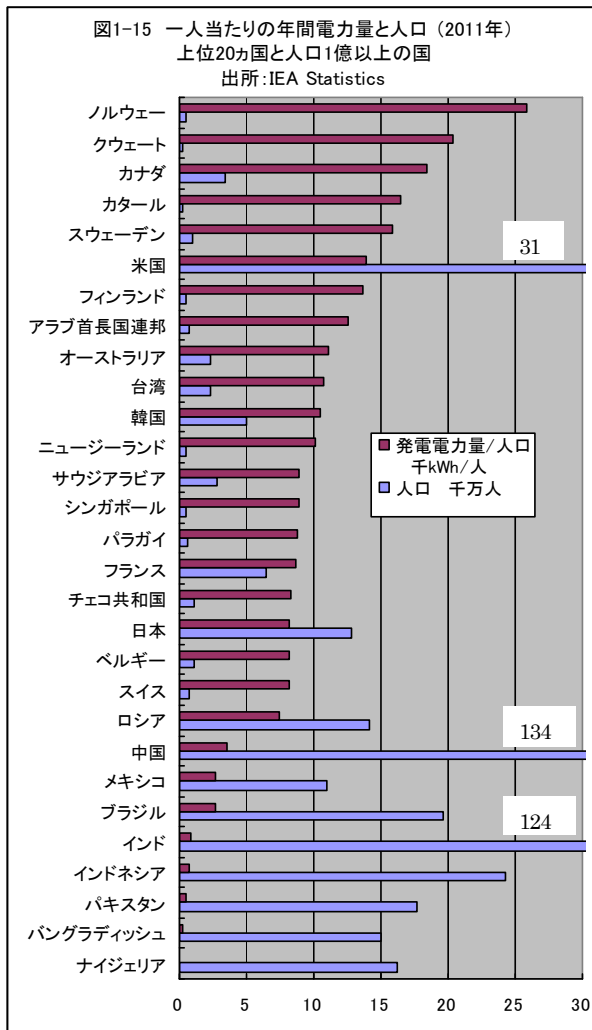
<一人当たりの電力量>

人口が多い国は、電力量も多くなります。図 1-15 には、一人当たりの電力量で上位 20 位の国と、人口 1 億以上の国を併記しました。一人当たりの電力量の多い国から順に並べてあります。

一人当たりの電力量でノルウェーがトップで、日本の 3.1 倍です。クウェート、カナダ、カタールとエネルギー生産量の多い国が上位を占めています。

5 位のスウェーデンは、水力資源が豊富な上に、前述のように原子力比率が高い国です。温暖化防止の意識は高くても、省エネ意識は高くないように思われます。IEA のデータベースで調べてみると、スウェーデンの一人当た

りの CO2 排出量は日本の約半分ですが、一人当たりの総一次エネルギー供給量は日本の 1.4 倍です。次の米国は、国全体でも個人でもエネルギー消費大国です。



国全体の電力量がトップの中国は、一人当たりでは、まだ日本の 43%です。

インドにいたっては、日本の10%に過ぎません。その他、図1-15の下側の部分に示されているインドネシアやブラジルのような人口が多い発展途上国も、一人当たりの電力量は非常に低いレベルです。早期の経済成長が期待される国も、そうでない国も、今後、発展途上国はそれなりに豊かになり発電電力量を増加させます。エネルギー問題には、世界的な視点が不可欠です。

1.3 各国の電源構成

図1-16に、電力量の多い30カ国について、2011年の電源別の電力量比率である電源構成を示しました。同図を眺めると、石炭火力とガス火力の多さが分かります。原発がある国は、30カ国中19あります。また、水力発電の比率がかなり高い国もいくつか見られます。

右端の位置にある風力発電は、それなりに普及しつつあることが読み取れます。それに比べ、太陽光発電はまだ少なく、イタリア、ドイツ、スペインあたりで2~3%というところですが。太陽光発電の普及の低さは、風力発電と比べても大幅に高い発電コストを反映したものです。

各電源については、次項以降にもう少し詳しく記載します。なお、電源構成の情報については、本書のもとになっている筆者の下記ウェブページも参照下さい。

「統計データで見る世界各国の電源構成」(2013年2月16日)

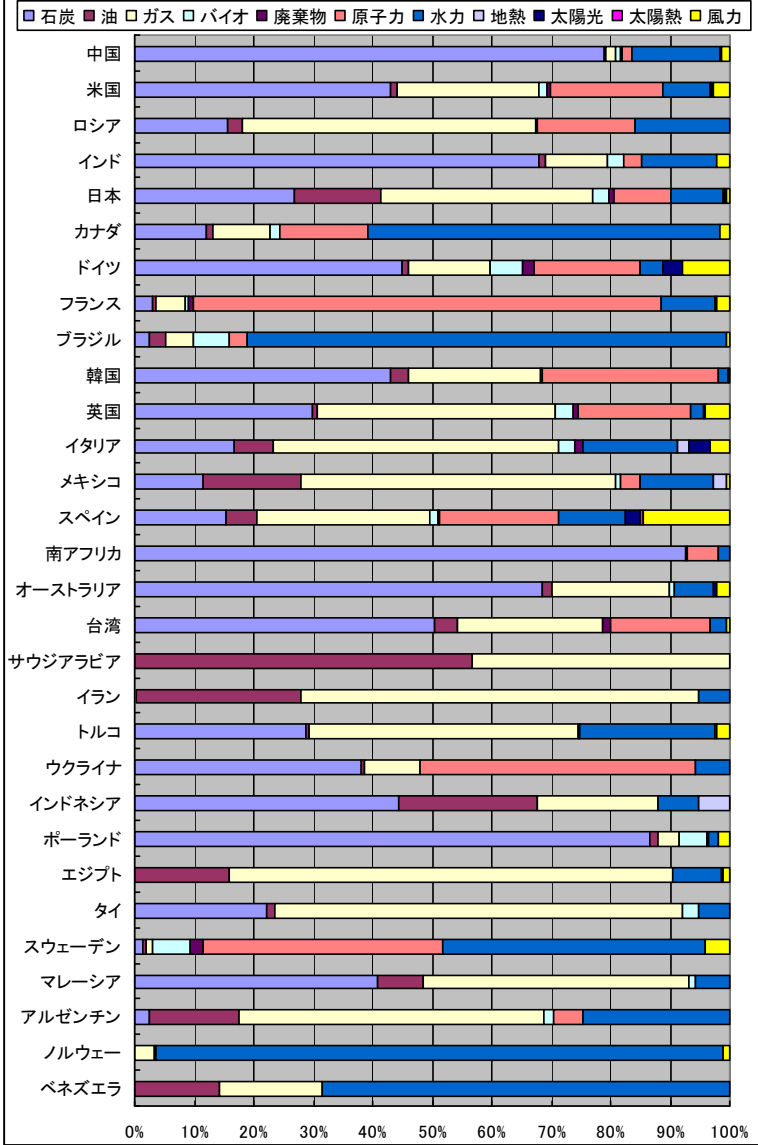
<http://members3.jcom.home.ne.jp/tanakayuzo/eleconfig/newpage14.html>

同ウェブページでは、IEAの統計データのウェブページにリンクを貼ることで、図1-1に紹介したような、1971年からの各国の電源構成の推移と、一次エネルギー供給量の推移を表した30余りのグラフを紹介しています。

石油危機、スリーマイル島とチェルノブイリの原発事故、温暖化防止の国際世論の高まりなどに、各国がどの様に対応したのかを想像することも興味深いことと思います。

図1-16 30カ国の電源構成（2011年）

出所:IEA Statistics



1.4 世界全体の電源構成

図1-17には、2011年の世界全体の電源構成を示しました。CO2排出量が多い石炭火力が41%を占めています。石油火力は5%まで減少し、ガス火力が22%に増加しています。原子力は12%です。

再生可能エネルギーでは、水力発電が16%で、風力発電は世界の2%を占めるまでに増加しました。一方、太陽光発電は、まだ0.3%に過ぎません。

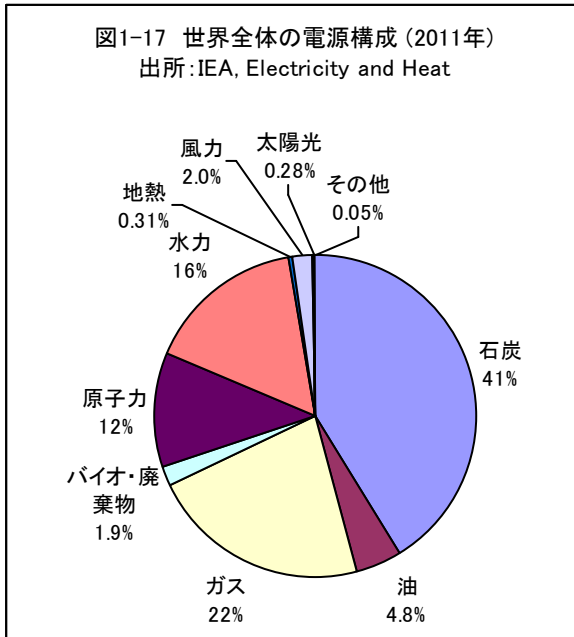


図1-18には、1990年以降の世界の電源構成の推移を示しました。図1-1に示したイタリアのように、各国の電源構成の推移は、かなり変化に富んだものです。しかし、世界全体では変動は小さく、一様に増加を続けています。なお、2009年の小さい落ち込みは、リーマン・ショックによるものです。世界的な景気後退も、電力需要の変化はこの程度です。

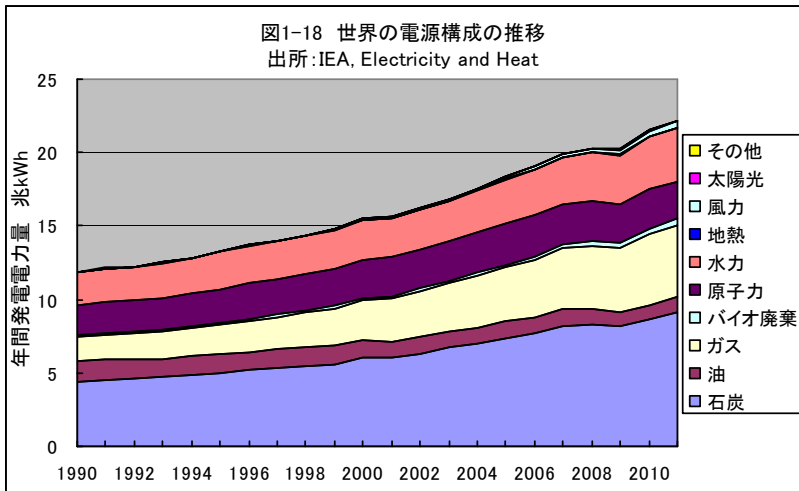
地球温暖化に関心が高まった1990年以降も、石炭火力が大幅に増加しています。中国を初めとする発展途上国が、経済成長で必要なる電力需要の増

加を石炭で賄ったことが大きく影響しています。

石油火力は減少を続けています。それに替わり、ガス火力の増加が著しく、主に温暖化防止の取り組みを反映したものです。

原子力は、図示されていませんが、1970年から本格的な発電が始まりました。日本では1970年に日本原子力発電の敦賀1号機と関西電力の美浜1号機が、翌年には東京電力の福島第一の1号機が営業運転を開始しました。図1-18では、原子力は2005年前後まで微増を続け、その後は横ばいです。

再生可能エネルギーでは、水力発電は1990年以降も増加を続けています。風力発電は2008年ころから、グラフ上やっと認識できるレベルになりました。



先進国と発展途上国の電源構成の違いを見ることにしましょう。図1-19には、先進国としてOECD諸国の合計、発展途上国としてはその他の非OECD諸国の合計の電源構成を示しました。

OECD諸国と対比すると、非OECD諸国は、まず、石炭火力の比率が高くなっています。発展途上国が必要な電力を確保する場合、温暖化防止を考慮するだけの余力が無いためと思います。また、非OECD諸国では、原子

力の比率が低くなっています。原発を保有できるのは、先進国や、発展途上国でも中国やインドのような大国、そして、旧ソ連圏の国々限られています。当然、発展途上国は、風力発電や太陽光発電を導入する余力もありません。

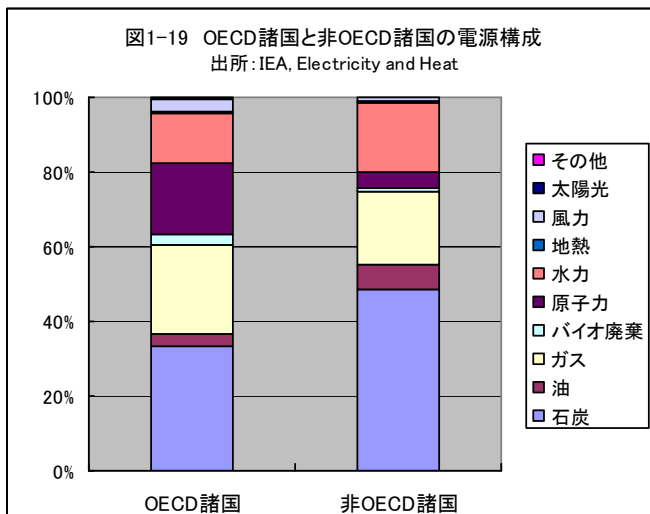


表1-3には、OECD諸国と非OECD諸国の関連指標を示しました。OECD諸国と比較して非OECD諸国は、人口総数は4.6倍です。一方、一人当たりの値で、発電電力量は4分の1、一次エネルギー供給は3分の1、GDPは実に12分の1です。

表1-3 OECD諸国全体と非OECD諸国の比較 (2011年)

項目	単位	OECD諸国	非OECD諸国	
人口	百万	1,241	5,717	
発電電力量	10億kWh	10,867	11,334	
総一次エネルギー供給	Mtoe	5,305	7,448	
GDP	10億USD	38,240	14,246	
CO2排出量	Mt CO2	12,341	17,888	
一人当たり	発電電力量/人	kWh/人	8,760	1,982
	一次エネルギー供給/人	toe/人	4.28	1.30
	GDP/人	USD/人	30,826	2,492
	CO2排出量/人	t/人	9.95	3.13

注) 1) USDは2005年の米ドル評価

2) toeは石油換算トン

非 OECD 諸国の一人当たりの CO2 排出量は、OECD 諸国の 3 分の 1 です。繰り返しになりますが、発展途上国は、今後もっと豊かになり、CO2 排出量を増加させますから、温暖化防止はなかなか困難な課題です。

1.5 各電源の発電量上位 20 カ国

各電源について、発電電力量の多い上位 20 カ国を見ることにします。人口が多い国は、発電電力量も多くなりますから、総電力量に対する比率も示しました。但し、太陽光発電や風力発電などは、総電力量との比率を論じるほど導入量は多くないため、電力量のみを示しました。

<石炭火力>

表1-4 石炭火力による年間発電量上位20カ国 (2011年)
出所:IEA, Electricity and Heat

No.	石炭火力の電力量 GWh		石炭火力の電力比率 %	
	国名	電力量	国名	電力比率
1	中国	3,723,244	南アフリカ	92.7
2	米国	1,875,413	ポーランド	86.5
3	インド	714,954	カザフスタン	81.1
4	日本	281,143	中国	79.0
5	ドイツ	271,865	セルビア	74.6
6	南アフリカ	243,412	香港	71.2
7	韓国	224,518	オーストラリア	68.6
8	オーストラリア	173,291	インド	67.9
9	ロシア	164,348	イスラエル	59.0
10	ポーランド	141,443	チェコ共和国	57.0
11	台湾	127,030	ブルガリア	54.2
12	英国	109,622	ギリシャ	52.3
13	インドネシア	81,000	台湾	50.4
14	カナダ	76,364	モロッコ	46.7
15	ウクライナ	74,494	ドイツ	44.7
16	カザフスタン	70,220	インドネシア	44.4
17	トルコ	66,217	米国	43.1
18	マレーシア	52,983	韓国	42.9
19	イタリア	50,139	マレーシア	40.7
20	チェコ共和国	49,888	ルーマニア	39.9

石炭火力の比率が高い国は、概して、国内に石炭資源が豊富な国です。表 1-4 に示した 20 カ国中、石炭自給率が 90%以上の国が 12 カ国を占めています。

す。香港は石炭生産がありませんが、中国の一部と見做すべきでしょう。その他、インドの自給率は88%、ドイツは79%です。

石炭の国内生産がほとんど無いのは、イスラエル、台湾、モロッコ、韓国、マレーシアの5カ国です。それでも石炭火力を使用しているのは、発電コストが低いことが主な理由と想像されます。

<石油火力>

表1-5 石油火力による年間発電量上位20カ国 (2011年)
出所:IEA, Electricity and Heat

No.	石油火力の電力量 GWh		石油火力の電力比率 %	
	国名	電力量	国名	電力比率
1	日本	153,336	クウェート	62.0
2	サウジアラビア	141,694	サウジアラビア	56.7
3	イラン	66,633	リビア	43.7
4	メキシコ	48,371	シリア	39.6
5	インドネシア	42,305	パキスタン	35.4
6	米国	39,524	イラク	30.3
7	クウェート	35,616	イラン	27.8
8	パキスタン	33,730	モロッコ	26.3
9	ロシア	27,362	インドネシア	23.2
10	エジプト	24,676	シンガポール	18.4
11	イタリヤ	19,885	オマーン	18.0
12	アルゼンチン	19,591	メキシコ	16.4
13	ベネズエラ	17,414	ナイジェリア	15.8
14	韓国	16,631	エジプト	15.8
15	イラク	16,425	アルゼンチン	15.1
16	シリア	16,283	日本	14.6
17	ブラジル	14,796	ベネズエラ	14.3
18	スペイン	14,772	ギリシャ	10.0
19	インド	12,223	チリ	9.7
20	リビア	12,064	マレーシア	7.7

驚いたことに、2011年実績で石油火力による発電電力量が最も多いのは日本です。産油国のサウジアラビアを上回っており、3番目以下の発電電力量は、ずっと少ない値です。原油価格が1バーレル100ドル前後と高い現在、原発を停止しているためとは言え、かなりの電力を石油火力に依存している日本の現状は異常なことです。

石油火力の電力量比率でも、20カ国中、13カ国は産油国で90%以上の石

油自給率です。また、石油自給率は66%ですが、インドネシアも産油国です。

その他の国では、パキスタンの石油火力の電力量比率が35%と高いのですが、その他は20%以下です。自国に石油生産がほとんど無いのに、発電に高い石油を使用することは、適切なエネルギー計画とは言えません。

<ガス火力>

表1-6 ガス火力による年間発電量上位20カ国 (2011年)
出所: IEA, Electricity and Heat

No.	ガス火力の電力量 GWh		ガス火力の電力比率 %	
	国名	電力量	国名	電力比率
1	米国	1,045,254	カタール	100.0
2	ロシア	519,202	アラブ首長国連邦	98.3
3	日本	373,957	ベラルーシ	98.3
4	イラン	160,011	アルジェリア	93.5
5	メキシコ	156,281	バングラディッシュ	91.5
6	英国	146,816	オマーン	82.0
7	イタリア	144,548	シンガポール	78.0
8	エジプト	117,018	ウズベキスタン	75.4
9	韓国	115,717	エジプト	74.7
10	インド	108,534	タイ	68.3
11	サウジアラビア	108,383	イラン	66.8
12	タイ	106,566	ナイジェリア	63.3
13	トルコ	104,048	イラク	62.1
14	アラブ首長国連邦	97,453	オランダ	60.6
15	スペイン	84,517	リビア	56.3
16	中国	84,022	アイルランド	53.8
17	ドイツ	83,630	メキシコ	52.8
18	オランダ	68,438	シリア	52.4
19	アルゼンチン	66,638	アルゼンチン	51.3
20	カナダ	62,111	ロシア	49.2

ガス火力による発電電力量の大きい国は、天然ガスの産出国と、天然ガスをほとんど産出しない先進国が混在しています。その内、先進国は、主に石油火力からの転換と、温暖化防止の観点からガス火力を拡大してきたものです。

表1-6に示した、ガス火力の比率が高い国の殆どは、50%以上の比率です。20カ国中、13カ国は天然ガスを全量自給している国です。その他の4カ国も自給率が70~80%ある産出国です。

天然ガスをほとんど産出しない国としては、ベラルーシは、旧ソ連圏に属し、ロシアからパイプラインで天然ガスの供給を受けています。その他は、シンガポールとアイルランドですが、日本のように、LNG で天然ガスを輸入している国は含まれていません。

<原子力発電>

表1-7 原発による年間発電量上位20カ国 (2011年)
出所: IEA, Electricity and Heat

No.	原発の電力量 GWh		原発の電力比率 %	
	国名	電力量	国名	電力比率
1	米国	821,405	フランス	78.7
2	フランス	442,383	スロバキア	53.8
3	ロシア	172,941	ベルギー	53.5
4	韓国	154,723	ウクライナ	46.3
5	ドイツ	107,971	ハンガリー	43.6
6	日本	101,761	スイス	41.3
7	カナダ	93,589	スウェーデン	40.2
8	ウクライナ	90,248	チェコ共和国	32.3
9	中国	86,350	ブルガリア	32.1
10	英国	68,980	フィンランド	31.6
11	スウェーデン	60,475	韓国	29.6
12	スペイン	57,731	スペイン	19.8
13	ベルギー	48,234	米国	18.9
14	台湾	42,116	ルーマニア	18.9
15	インド	33,286	英国	18.8
16	チェコ共和国	28,283	ドイツ	17.7
17	スイス	26,710	台湾	16.7
18	フィンランド	23,187	ロシア	16.4
19	ブルガリア	16,314	カナダ	14.7
20	ハンガリー	15,685	日本	9.7

2011年実績で、原発で発電している国は29カ国であり、その内20カ国が表1-7に示されています。表記されている国は、先進国と旧ソ連圏の国です。ソ連圏の国は、ソ連製の原発を導入していました。

フランスの原発比率が高いことは、よく知られています。しかし、原発による発電電力量では、米国がトップで、フランスの2倍近い値です。福島第一原発の事故を契機に、脱原発を決めたベルギーとスイスの原発比率は、各々53.5%と41.2%とかなり高い値です。原発については、3章に記載します。

<水力発電>

日本では、小水力発電を除くと、水力発電の立地は概ね開発し尽くされた
と認識されているように思います。そのため、水力発電の開発に関する記載
は少ないようです。本書でも、水力発電は章立てして記載していません。そ
のため、本項で世界の水力発電について少しだけ紹介しておきます。

前述のように、水力発電は世界の発電電力量の16%を占めています。1990
年から2011年までの約20年間に、発電電力量は1.6倍に増加しました。最
近でも、水力発電の電源開発は続けられています。

水力発電の発電コストは、立地条件により大幅に違います。ダム式の大規
模な水力の発電コストは、およそ50~100米ドル/MWh(約5~10円/kWh)
と言われます。火力発電の発電コストと同水準であり、再生可能エネルギー
の風力発電よりいくらか低く、太陽光発電よりも大幅に安価です。

本項で検討対象としている70カ国のうち54カ国が、2011年実績で10億
kWh以上の発電をしていますから広く使用されている電力源です。

燃料を輸入して火力発電を行うよりも、国内に水力発電に適した立地があ
れば、水力発電を優先することは当然のことでしょう。日本と同様に多くの
国では、経済的に成り立つ水力発電は、ほぼ開発されているようです。

しかし、広大な国土を有する中国、ブラジル、カナダ、米国、ロシアには、
水力発電を開発するかなりのポテンシャルが残されています。表1-8に水力
発電の電力量が多い国を示しましたが、上位5カ国がそれらの国です。その
他、インド、インドネシア、コンゴ、ペルー、タジキスタンも、水力発電の
開発ポテンシャルが大きいと報告されています。

2050年までにエネルギー関連のCO₂排出量を半減すること目標とした
IEAのレポート”Energy Technology Perspectives 2010”では、水力発電の電
力量は、2050年には現状の1.6倍くらいに増大できると記しています。

日本の水力発電比率は9%です。一方、表1-8の水力発電比率で、10カ国
が50%を超えています。水力発電の電力比率が高い国は、温暖化防止を考慮
した電源構成の計画が容易です。

表1-8 水力発電による年間発電量上位20カ国 (2011年)
出所:IEA, Electricity and Heat

No.	水力発電の電力量 GWh		水力発電の電力比率 %	
	国名	電力量	国名	電力比率
1	中国	698,945	パラガイ	100.0
2	ブラジル	428,333	ノルウェー	95.3
3	カナダ	375,797	ブラジル	80.6
4	米国	344,679	コロンビア	79.1
5	ロシア	167,608	ベネズエラ	68.5
6	インド	130,668	カナダ	59.0
7	ノルウェー	122,080	オーストリア	57.4
8	日本	91,709	ニュージーランド	56.4
9	ベネズエラ	83,670	ペルー	55.0
10	スウェーデン	66,556	スイス	52.8
11	パラガイ	57,625	スウェーデン	44.3
12	トルコ	52,338	チリ	32.0
13	フランス	49,893	ベトナム	30.1
14	コロンビア	48,878	パキスタン	29.9
15	イタリア	47,757	アルゼンチン	24.6
16	オーストリア	37,719	ルーマニア	24.0
17	メキシコ	36,266	セルビア	23.9
18	スイス	34,133	ポルトガル	23.1
19	スペイン	32,911	トルコ	22.8
20	アルゼンチン	31,901	ナイジェリア	20.9

水力発電のもう一つの重要性は、揚水発電による電力貯蔵機能です。揚水発電ほど大規模で経済性の高い電力貯蔵技術は他にありません。規模の点では、水を電気分解し、水素の形で電力貯蔵する方式も大規模化が可能です。しかし、電力を貯蔵し再電力化する電力貯蔵効率は、電気分解—水素貯蔵方式では、せいぜい40%であるのに対し、揚水発電は65～70%です。

今後、再生可能エネルギーの風力発電や太陽光発電が増加すると、変動する発電出力と電力需要を合致させる調整手段として、揚水発電の重要性は高まるでしょう。

<バイオ・廃棄物発電>

バイオは、生物由来の固体可燃物と液体、気体燃料です。主な気体バイオは、固体バイオの嫌気性発酵で発生するメタンガスで、廃棄物埋立地で発生するガスや、下水汚泥の発酵槽によるものなどです。廃棄物発電は、都市

ごみや産業廃棄物の各種焼却炉での熱を利用した発電です。世界全体量の発電電力量の約 2%を占めており、バイオによる発電電力量は、廃棄物発電の 3.6 倍です。

表1-9 バイオと廃棄物による年間発電量上位20カ国 (2011年)
出所: IEA, Electricity and Heat

No.	バイオによる発電		廃棄物による発電	
	国名	発電量 GWh	国名	発電量 GWh
1	米国	53,703	米国	23,789
2	ドイツ	32,849	ドイツ	11,156
3	ブラジル	32,235	中国	10,770
4	中国	31,500	日本	8,123
5	日本	28,827	イタリア	4,513
6	インド	28,724	フランス	4,420
7	英国	11,234	オランダ	3,768
8	フィンランド	10,951	スウェーデン	3,251
9	カナダ	10,610	台湾	3,203
10	スウェーデン	9,676	英国	3,144
11	イタリア	8,625	ロシア	2,742
12	ポーランド	7,602	スイス	2,091
13	オランダ	5,025	ベルギー	1,982
14	チリ	4,673	デンマーク	1,729
15	オーストリア	4,314	スペイン	1,406
16	タイ	4,285	シンガポール	1,206
17	ベルギー	3,878	オーストリア	820
18	スペイン	3,812	韓国	647
19	デンマーク	3,407	ポルトガル	617
20	フランス	2,941	フィンランド	498

米国は、バイオマスによる発電電力量でトップです。米国は、近年まで温暖化防止にそれほど熱心ではありませんでした。バイオマスのエネルギー利用には以前から注目していました。ドイツは温暖化防止の観点でバイオマス利用に取り組んでおり、一方、ブラジルは、液体バイオ燃料の生産に熱心です。

廃棄物発電のうち、都市ごみ焼却での発電は、ごみ収集と焼却設備が社会に導入されていることが前提です。日本で大型の都市ごみ焼却炉が、多くの地方自治体に導入されたのは 1970 年以降のことです。廃棄物発電が多い国は、やはり殆どが先進国です。

廃棄物発電は、再生可能エネルギーによる発電に分類されることが多いのですが、廃棄物の中にはプラスチックなどのバイオでないものも含まれています。ドイツでは、廃棄物発電の半分を再生可能エネルギーと評価しています。

<地熱発電>

地熱発電は、世界全体の発電電力量の0.3%を占めています。1990年から約20年間に、発電電力量は約2倍に増加しました。

表 1-10 に、地熱発電を行っている国を示しました。IEA のデータベースに示されている地熱発電を行っている国は23カ国に過ぎません。

欧州はイタリアとアイスランドを除くと火山は少なく、中東にも火山は僅かしかありません。しかし、その他の地域には、火山がかなりありますから、世界には地熱資源は、それなりにあるものと思います。なお、発電ではなく、地熱の熱利用をしている国は70カ国以上あると記されています。

前述のIEAの“Energy Technology Perspectives 2010”には、2050年までに、1,000 TWh(現在の約15倍)以上に増加し得ると記されています。

地熱の発電コストは、高温の地熱熱源の場合には0.05～0.12米ドル/kWh(約5～12円/kWh)、低温の熱水混合熱源の場合には0.07～0.20米ドル/kWh(約7～20円/kWh)と記されています。凡そ風力発電なみの発電コストと言えるでしょう。

<太陽光発電>

表1-10 地熱による年間発電量
上位20カ国(2011年)

出所:IEA, Electricity and Heat

No.	国名	地熱による 電力量 GWh
1	米国	17,892
2	フィリピン	9,942
3	インドネシア	9,371
4	メキシコ	6,507
5	ニュージーランド	6,116
6	イタリア	5,654
7	アイスランド	4,702
8	日本	2,676
9	エルサルバドル	1,534
10	ケニヤ	1,498
11	コスタリカ	1,280
12	トルコ	694
13	ロシア	522
14	パプアニューギニア	400
15	ニカラグア	273
16	ボルトガル	210
17	中国	153
18	グアテマラ	147
19	ドイツ	19
19	エチオピア	19

太陽光発電の電力量は、世界の0.3%を占めています。顕著な増加が見られたのは2008年以降です。

表1-11に、太陽光発電の電力量が多い20カ国を示しました。EUとその他先進国が中心で、発展途上国に含まれているのは中国とエジプトだけです。温暖化防止の観点で導入されているものですから、発展途上国には経済負担が大きいということでしょう。

太陽光発電については、5章に記載しますが、発電コストが高いことが大きな問題点です。風力発電の凡そ3倍です。発電量上位のドイツ、イタリア、スペインは、固定価格買

取制度(FIT)により、太陽光発電の導入を拡大しました。高い買取価格を設定すれば、政府が保証する安全確実な投資として、導入量は増大します。しかし、その投資収益を負担するのは、一般の電気利用者です。妥当な国民負担で、太陽光発電の導入を図れたか否かで評価されるべきものです。

<風力発電>

風力発電は2011年実績で、世界の発電電力量の2%を占めるまでになりました。2000年以降、導入が急速に進んでいます。世界の発電電力量は、太陽光発電と比べて7倍です。太陽光発電よりも発電コストが大幅に低いことを反映したものです。風況や設備建設条件の良い場所では、風力発電の発電コストは、火力発電に近いものと思われま

表1-12には、風力発電の電力量が多い30カ国を示しました。温暖化防止を導入目的としているため、太陽光発電とほぼ同様の国です。但し、詳しく

表1-11 太陽光発電の年間発電量
上位20カ国(2011年)

出所:IEA, Electricity and Heat

No.	国名	太陽光発電の 電力量 GWh
1	ドイツ	19,340
2	イタリア	10,796
3	スペイン	7,386
4	米国	5,260
5	日本	5,160
6	中国	2,532
7	チェコ共和国	2,182
8	フランス	2,050
9	ベルギー	1,169
10	韓国	917
11	オーストラリア	850
12	ギリシャ	610
13	スロバキア	397
14	ポルトガル	277
15	カナダ	260
16	英国	252
17	エジプト	219
18	イスラエル	192
19	オーストリア	174
20	スイス	149

見ると、風況の良し悪しを反映して、太陽光発電とは異なる点もあります。例えば、太陽光発電で第2位のイタリアは風況が良くないため、風力発電では第9位で、発電電力量はドイツの5分の1です。風力発電については、4章で紹介します。

表1-12 風力発電の年間発電量上位30カ国 (2011年)

出所: IEA, Electricity and Heat

No.	国名	電力量 GWh	No.	国名	電力量 GWh
1	米国	120,854	16	日本	4,559
2	中国	70,331	17	アイルランド	4,380
3	ドイツ	48,883	18	ギリシャ	3,315
4	スペイン	42,433	19	ポーランド	3,205
5	インド	23,837	20	ブラジル	2,705
6	英国	15,497	21	ベルギー	2,312
7	フランス	12,235	22	ニュージーランド	1,950
8	カナダ	10,187	23	オーストリア	1,934
9	イタリア	9,856	24	エジプト	1,739
10	デンマーク	9,774	25	メキシコ	1,648
11	ポルトガル	9,161	26	ルーマニア	1,388
12	スウェーデン	6,078	27	台湾	1,371
13	オーストラリア	5,807	28	ノルウェー	1,293
14	オランダ	5,100	29	韓国	863
15	トルコ	4,723	30	ブルガリア	861

1.6 電源の多様化

水力発電の比率が総発電電力量の半分以上を占めるような国は、電源構成のことであまり悩む必要が無い恵まれた国です。しかし、一般的には特定の電源の電力量比率が高いことは、自慢できることではありません。電力供給で最重要事項の一つは安定供給です。その有力な手段は、電源を多様化し、複数の主要電源からなる電源構成とすることです。

原油需給の面から、石油火力は主要電源として不適格です。水力発電は、水力資源の有無に係わっており、選択の問題ではありません。また、殆どの国にとって、再生可能エネルギーを主要電源とするのには、まだまだ先のことです。結局、電力供給の中心になる主要電源になれるのは石炭火力、ガス火力および原発です。

前述の 70 カ国について、石炭火力、ガス火力、原発を主要電源とする電源構成を持つ国を調べてみました。その基準は種々考えられますが、ここでは、2011 年実績で総発電電力量に対する比率が 15～50%の範囲の石炭火力、ガス火力、原発を有している国を選びました。石炭火力が 15～50%の国は、70 カ国のなかに 24 カ国あります。ガス火力がその範囲の国は 30 カ国、原発は 15 カ国です。3 種の発電の何れも 15～50%の範囲の国は 5 カ国で、図 1-20 に電源構成を示しました。

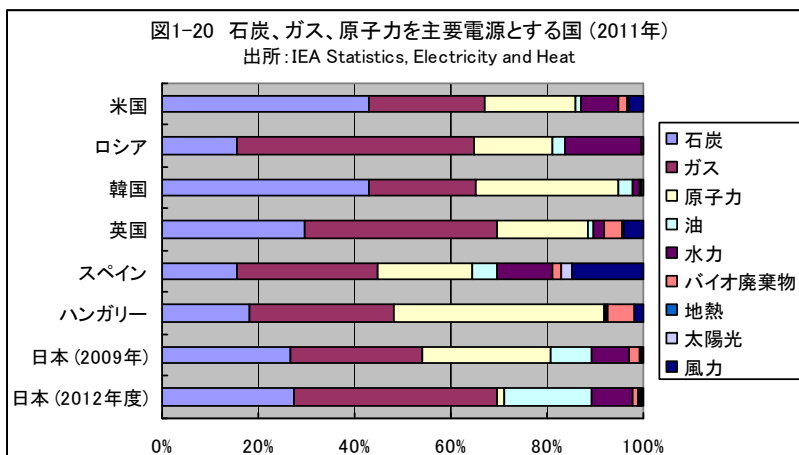


図 1-20 には、原発が停止する前後の日本の値も併記しました。2009 年の日本のデータでは、石炭火力、ガス火力、原発ともに 27%です。これは、電力各社が経済性をもとに電源開発をおこなったら、偶然にそうなったということではないと思います。殆どのエネルギーを海外に依存している日本が、電力の安定供給のために、政策的に電源の多様化を図ってきた結果です。しかし、2012 年度実績は、最早そのような電源構成ではありません。

図 1-20 に示した国は OECD 加盟国で先進国です。発展途上国の多くは、電力需要を如何に充足するかで手一杯でしょう。しかし、先進国なら、大災害や国際紛争の際にも、電力供給を続けられる配慮が求められるでしょう。対策は、各国のエネルギー事情により異なりますが、電源の多様化は最有力

な手段です。

1.7 各国の電気料金

各国の電気料金には、当然のことながら電源構成が大きく影響しています。本項では、各国の電気料金の比較とともに、電源構成との関係を見ることにします。

電気料金の比較は、家庭用と産業用に分けて、kWh 当たりの料金単価を比べることになります。一般に電気料金は、基本料金と従量料金を合わせたものですから、電力使用量により料金単価は異なります。

国全体の家庭用電力使用量の合計と、支払われた料金の合計を求めれば、家庭用電力の全国平均単価を求めることができます。また、電力使用量の範囲を設定し、電気料金の計算式から、その範囲の平均単価を求める方法もあります。

<税と賦課金>

EU 諸国などの電気料金には、発電・送配電費用に加え、各種の税金や賦課金が増えらるようになりました。注意が必要なのは、消費税や付加価値税（VAT）の扱いです。家庭用電気料金の場合には、全ての税金や賦課金を加えた単価を比較することが一般的です。

一方、産業用の電気料金では、消費税や付加価値税は除き、その他の税や賦課金は加えた単価を比較するのが一般的です。その理由は、企業は消費税込みの電気料金を支払いますが、製品を販売した時に、その消費税分を製品価格にプラスして受け取るため、企業は消費税分を負担しないためです。本項でも、家庭用電気料金単価は消費税・VAT 込み、産業用は消費税・VAT 抜きで記載することになります。

<EU 主要国の電気料金>

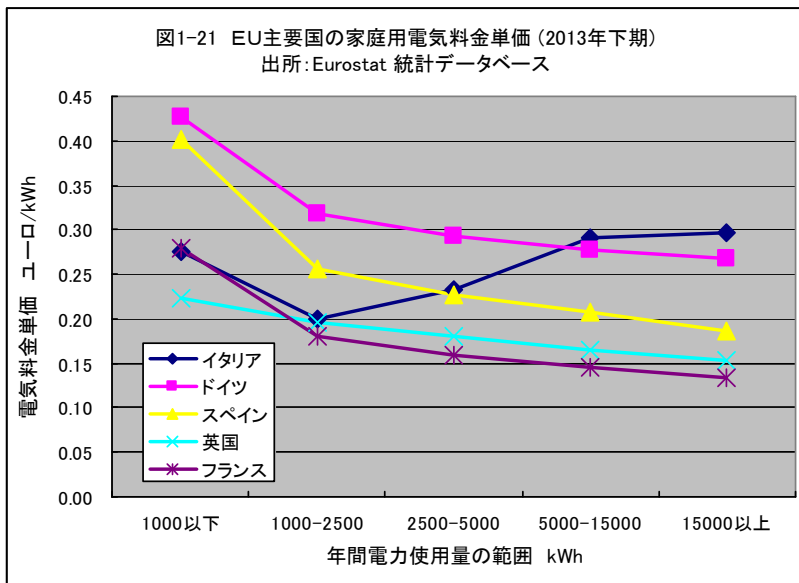
EU の統計データのウェブページ Eurostat の電気料金のデータベースを用いて、EU 主要国の電気料金を紹介します。同データベースは、EU28 カ国の電気料金の推移を掲載していますが、次の機能を持っています。数種の

電力使用量範囲に対する電気料金単価を求めることができます。また、全ての税・賦課金を含んだ単価、全ての税・賦課金を除いたもの、付加価値税だけを除いたものの3種類の単価を選択できます。通貨単位もユーロと購買力基準(PPS)を選択できます。

ドイツ、イタリア、スペイン、英国、フランスの電気料金を紹介します。EUの主要国であることに加え、電源構成の面では、ドイツ、イタリア、スペインは、風力発電と太陽光発電の導入量が大きな国です。英国は、1990年頃から始まるエネルギー市場の自由化と民営化により、石炭中心から、北海油田で産出される天然ガスを中心とする電源構成に転換した国です。フランスは周知のとおり原発中心の国です。

<家庭用電気料金>

図1-21には、2013年下期の家庭用電気料金単価を示しました。年間の電力使用量の範囲と電気料金単価の関係を示しています。因みに、日本で電気料金に関して標準的家庭という場合には、電力使用量が300kWh/月前後ですから、図1-21の年間電力使用量が2500-5000kWhのデータが相当します。



イタリアを除くと、電力使用量が多くなるほど、単価は低くなっています。kWh 当たりの発電や送配電のコストは、電力量が大きいほど、低下する傾向があり、恐らく、コストを反映した料金と思われます。イタリアについて調べていませんが、使用量が大きくなると単価が高くなるのは、家庭用電力の使用量を抑制する政策によるものと想像されます。前述のようにイタリアは、電力輸入量が13%に達し、恒常的に電力不足にあるといわれます。

真ん中の電力使用量範囲で、単価が一番高いのはドイツです。スペインとイタリアが同水準、フランスが一番低くなっています。

ドイツの単価は、0.292 ユーロ/kWh ですから、今の為替レートでの 138 円/ユーロで換算すると 40 円/kWh になります。因みに、ドイツの2013年の発電実績で、風力発電と太陽光発電の合計は、総発電量の13%です。原発をやめ、再生可能エネルギーに全面的に転換するには、まだまだ風力と太陽光発電を増大させることが必要で、電気料金も上昇するでしょう。

<産業用電気料金>

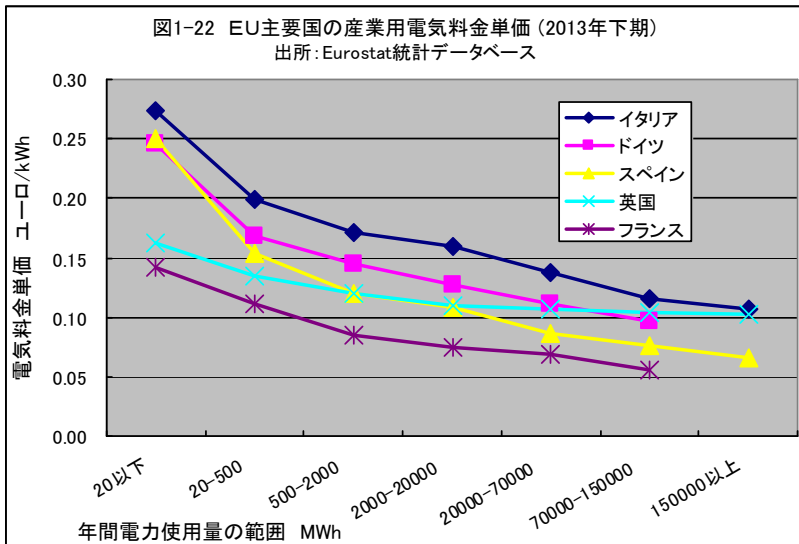


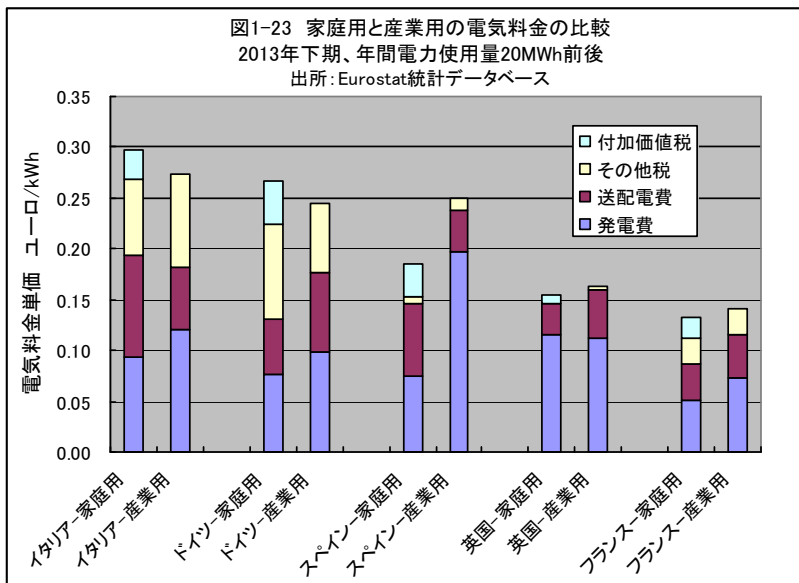
図 1-22 には、同様に産業用電気料金の単価を示しました。付加価値税を

除き、その他の税と賦課金を加えた単価です。年間電力使用量の範囲が真ん中の電気料金単価では、高い方からイタリア、ドイツ、スペインと英国が同等、フランスの順です。電力使用量が大きくなるほど、単価が下がっていますが、英国のみ、使用量が大きい範囲ではフラットになっています。

家庭用の電気料金と比べて、産業用の単価はかなり低いことが分かります。その差は、付加価値税の分以上に大きいように思われます。

<家庭用と産業用の比較>

電気料金単価は、電力使用量が大きくなるほど低下する傾向を持っていることを前述しました。そこで、ほぼ同水準の電力使用量で、家庭用と産業用の電気料金単価を比べました。図 1-23 には、家庭用は電力使用量範囲が15000kWh 以上で全ての税と賦課金を含む単価、産業用は20000kWh 以下での付加価値税を含まない単価を示しました。



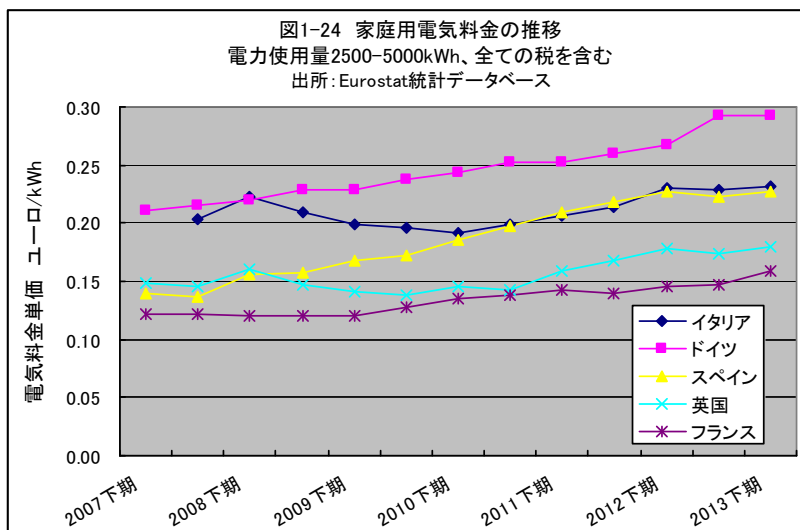
同水準の電力使用量で比較した場合、スペインを除くと、家庭用と産業用の電気料金単価には、それほど大きな違いは無いようです。産業用の電気料

金単価が低いと思われるのは、付加価値税を含めていないことに加えて、電力使用量が家庭用よりも100倍から1000倍くらい大きいためであると考えられます。

但し、電気料金には、政策的な要素が加味されている国も多いと思われます。国際的な産業競争力を考えれば、産業用電気料金を低く抑えることとなります。一方、有権者の意向を重視すれば家庭用を低くすることとなります。

<電気料金の推移>

図1-24と図1-25にはEU主要国について、家庭用と産業用の電気料金の推移を示しました。家庭用は年間の電力使用量範囲が2500-5000kWh、産業用は2000-20000MWhの電気料金です。



家庭用、産業用ともに、変動はありますが上昇しています。上昇分は、ユーロ表示の料金ですから、インフレ分を考慮する必要があります。表1-13には、2008年下期から2013年下期までの5年間の、電気料金単価の上昇比率を示しました。ユーロ表示のインフレ分を除くため、購買力基準(PPS)を用いた場合も併記しました。但し、ユーロを用いた場合とPPSの場合で、

それほど大きな違いは見られません。

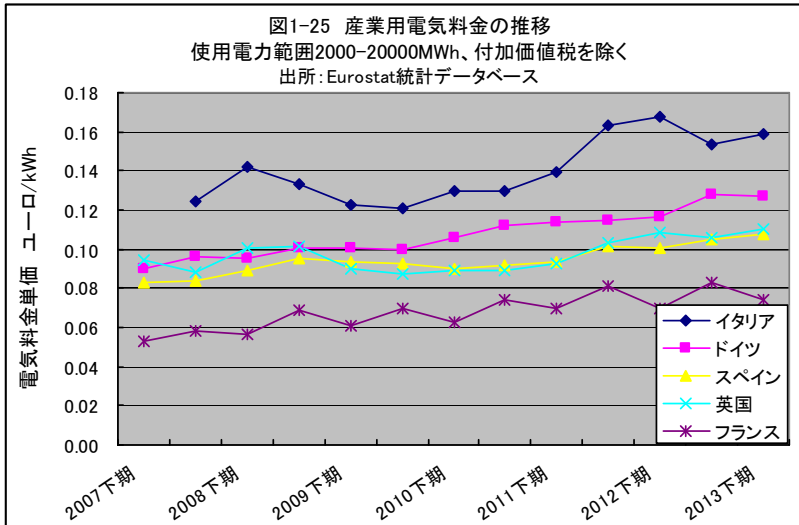


表1-13 2008年から5年間での電気料金の上昇比率

通貨単位	電気料金単価比率 2013下期/2008下期			
	家庭用		産業用	
	ユーロ/kWh	PPS/kWh	ユーロ/kWh	PPS/kWh
イタリア	1.043	1.049	1.120	1.126
ドイツ	1.331	1.330	1.330	1.329
スペイン	1.460	1.475	1.212	1.221
英国	1.121	1.113	1.092	1.027
フランス	1.321	1.322	1.323	1.324

注) PPSはPurchasing Power Standardで、購買力基準

スペインの家庭用電力料金の上昇比率が一番高く、その次がドイツの家庭用と産業用の電気料金です。これらは、風力発電や太陽光発電の導入拡大が影響しているものと思われます。

意外なのは、原発主体のフランスの電力料金の上昇比率も大きいことです。発送電費用も増加していますが、税が増加していることが大きいようです。

詳しくは、電気料金の内訳を調べる必要があります。電気料金の上昇については、ドイツについての関心が高いようなので、次項にドイツの電気料金の内訳を示します。

<ドイツ電気料金の税と賦課金>

図1-26 と図1-27 には、ドイツの家庭用と産業用の電気料金について、税と賦課金の内訳を示した推移を示しました。家庭用は年間電力使用量が3500kWh の場合、産業用は中高圧供給 100kW/1600h～4000kW/5000h の場合の電気料金です。

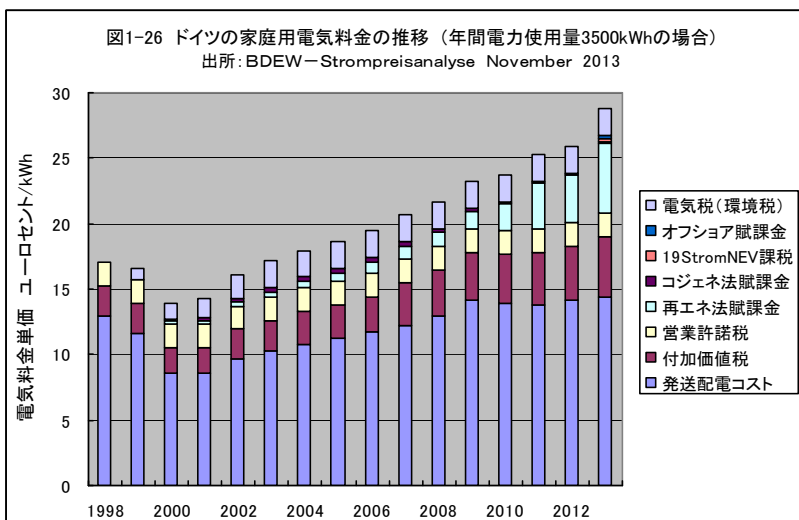
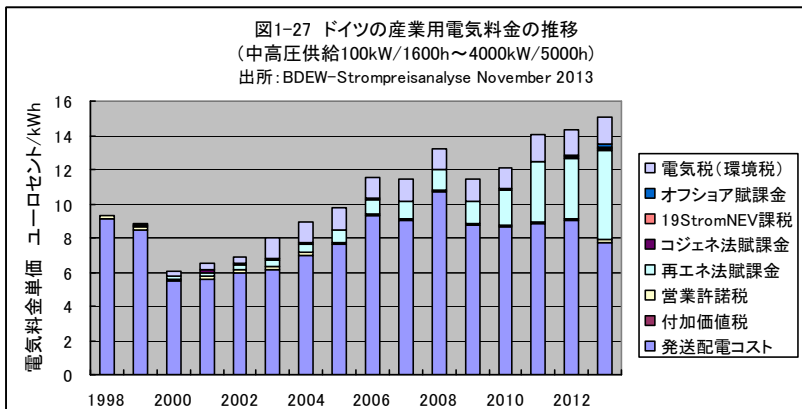


図1-26 の家庭用電気料金の内訳で、棒グラフの下から発電・送電コスト、付加価値税、公道使用の営業許諾税と続いています。その上の再エネ法賦課金は、風力発電や太陽光発電などの買取価格と販売価格の差額が、電気料金に上乗せられたものです。その上の金額が小さい§ 19 StromNEV 課税は2011年に導入されたもので、電力の大口需要家には送電網使用料の減免制度があり、その分の金額をその他の企業と家庭用に賦課したものです。次のオフショア責任分担賦課金は、洋上ウインドファームの送電事業者が、送電網の建設遅れや送電中断により、ウインドファーム事業者を支払う補償金の

部分を電気使用者に転嫁するものです。一番上は、環境税の一種の電気税です。



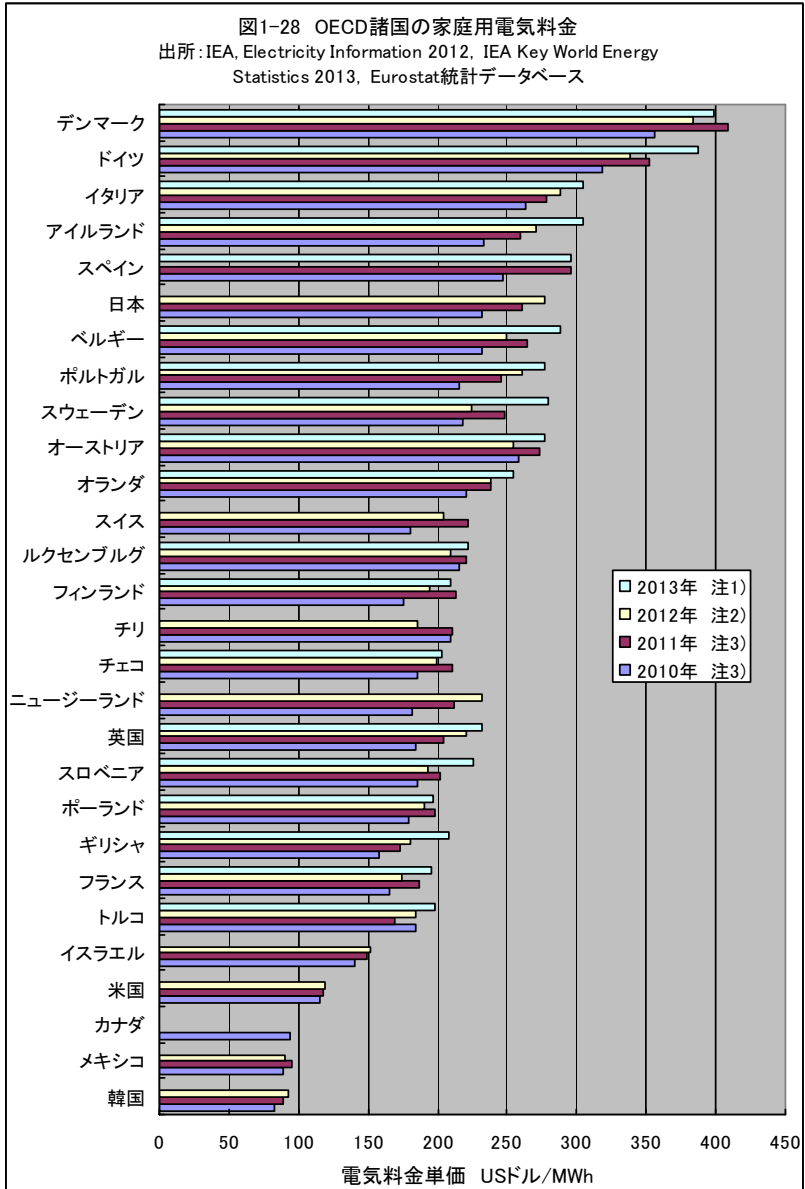
家庭用でも産業用でも、税と賦課金の中では、再エネ法賦課金が一番大きくなっています。これは主に、2013年実績で総発電電力量の8.4%を占める風力発電と、4.7%を占める太陽光発電によるものです。太陽光発電は、買取価格が高いため、発電電力量は少ないのに、風力発電よりも賦課金の総額は大きくなっています。2012年頃から、太陽光発電が想定以上に急拡大したことが問題を大きくしました。同様の事例は、日本の再エネ買取制度の初年度にも発生しています。

2013年の再エネ法賦課金は、家庭用電気料金の18%、産業用では35%です。しかし、ドイツは再生可能エネルギーに全面的に転換する長期計画を進めていますから、再エネ法賦課金はまだまだ増大します。発電コストが比較的低い風力発電を中心とし、コストが高い太陽光発電の導入は限定的な計画になっています。

<先進国の家庭用電気料金>

図1-28には、先進国としてOECD諸国の家庭用電気料金のデータを示しました。各国で政策的に検討された電源構成に基づく電気料金です。前述のように、付加価値税や全ての税と賦課金を含む料金単価です。2010、2011、

2012年はIEAのデータです。



2013年については、IEAのデータが手元に無かったため、EU諸国に限られますが、前述のEurostatデータベースの値を示しました。IEAとEurostatでは、電気料金のデータの収集方法が異なることが予測されるため、両者のデータが手元にある2011年について、図1-29に示したように、両者で大きな違いが無いこと確認しました。図1-28に示したEurostatの値は、年間電力量が2500~5000kWhの場合で、2013年上期の値です。

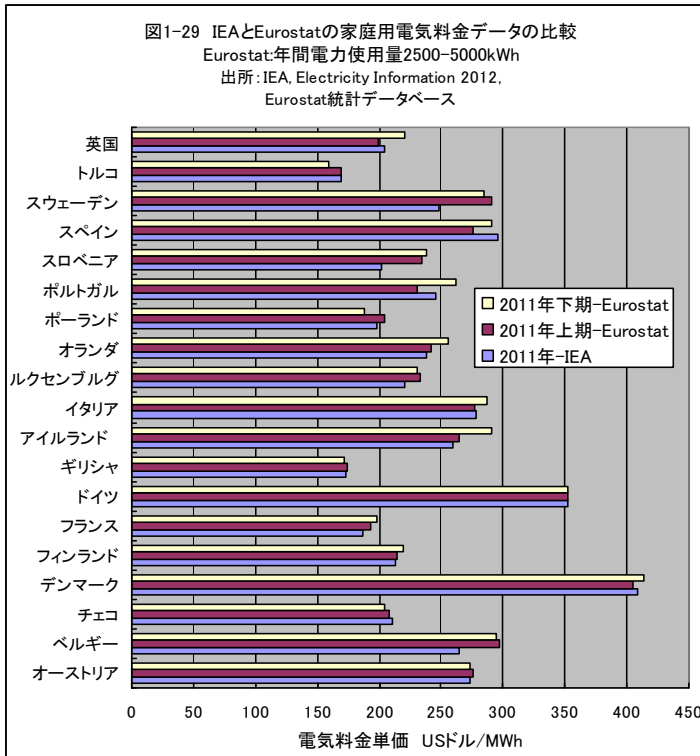


図1-28で、電力料金の高い上位には、再生可能エネルギーの導入が進んだ国が位置しています。一番上のデンマークは、2011年実績で、総発電電力量に占める風力発電の比率が28%、再生可能エネルギーの比率が42%です。ドイツ、イタリア、スペインは、2011年の太陽光発電実績で、世界の上位3

カ国です。

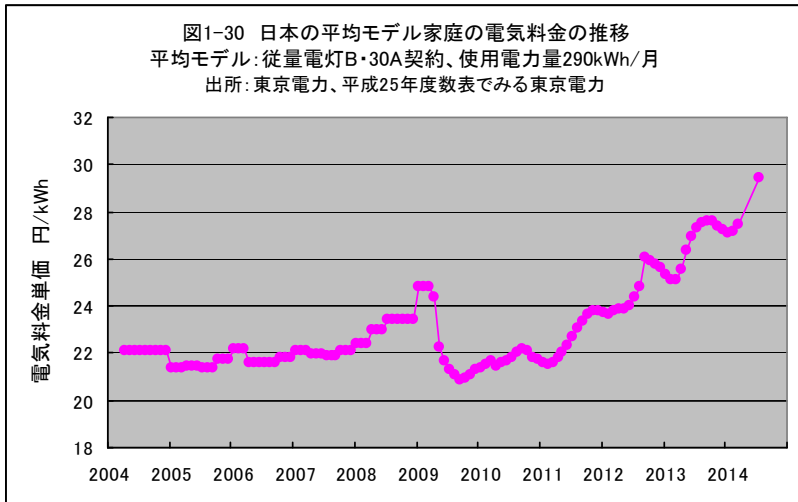
日本は福島第一原発事故のあと、種々の要因で電気料金は上昇を続けており、上から6番目に位置しています。日本の最新データは後述します。

一方、電気料金が一番低いのは韓国です。電源構成の紹介は省略しますが、原発が停止する前の日本の電源構成と類似したものです。エネルギーの輸入状況も日本と類似しています。国際的な産業競争力を高めるため、産業用の電気料金を、政策的に低く抑えているため、家庭用も低くなったものと思われます。公正な貿易に関する国際的協定に抵触する類ではないかと思われま

す。その他に電気料金が低いメキシコ、カナダ、米国は化石燃料の産出国です。

<日本の平均モデル家庭の電気料金>

最新の日本全体の電気料金の情報が見つからなかったため、平均モデル家庭の電気料金の推移を紹介します。電気料金の値上げの際などに、経済産業省の試算で紹介されているものです。



具体的には、従量電灯Bの30A契約をし、月に290kWhの電力を使用している家庭のことです。ここでは、東京電力のウェブサイトの「数表でみる東

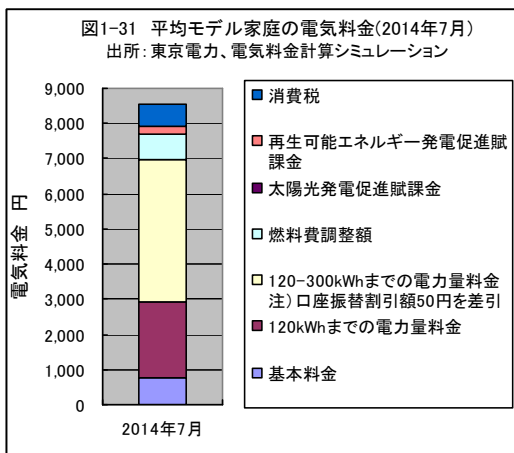
京電力」に掲載されているデータを用いました。豊富な数値データが紹介されているコンテンツです。月額電気料金の推移が示されているのですが、図1-30には、電気料金単価に換算して示しました。

掲載データは2014年3月までのため、現時点（2014年7月）の電気料金単価を、東京電力の電気料金シミュレーターで計算し、その一点をグラフに追加しました。図1-31に、2014年7月の平均モデル家庭の電気料金の内訳を示します。口座振替割引額の50円を差し引いて、税込み8,541円で、料金単価に換算すると29.4円/kWhです。図1-29のOECD諸国の電気料金単価上に示すなら300USドル/MWhであり、スペインと第5位の座を競うこととなります。

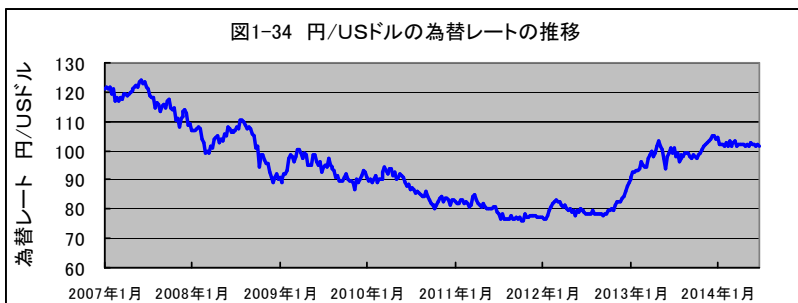
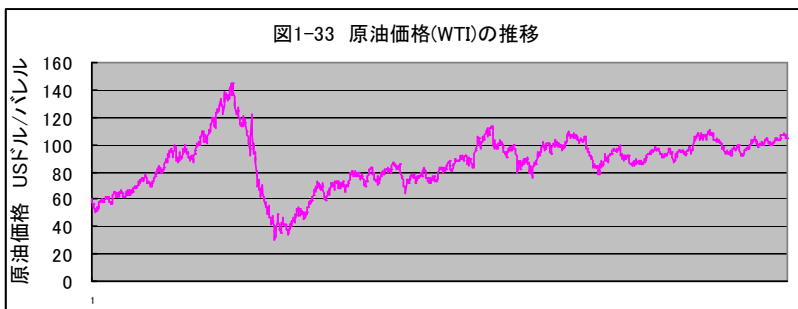
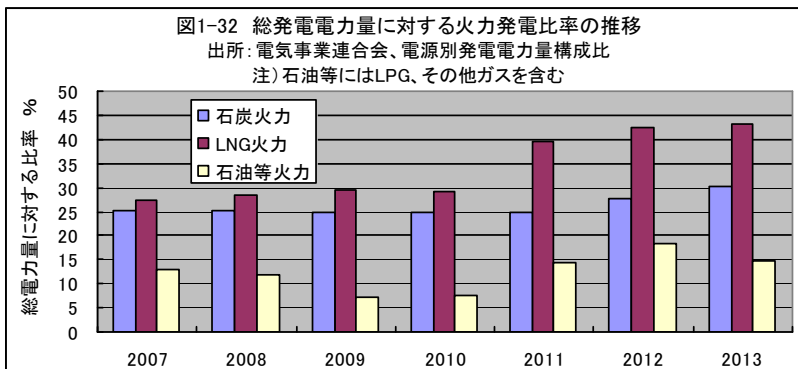
福島第一原発の事故は、2011年3月のことですが、図1-29からは、その後、電気料金単価は22円/kWh前後から直線的に上昇していることが分かります。原発がとまり、LNG火力と石油火力の発電電力量とその燃料輸入が増加しました。また、

原油やLNGなどの燃料価格と為替レートの変動が、電気料金の上昇に影響を及ぼしました。加えて、2012年7月に始まった再生可能エネルギーによる電力の固定価格買取制度の賦課金や、2014年4月からの消費税引き上げも電気料金を押し上げています。

図1-32には、総発電電力量に占める石炭火力、LNG火力、石油等火力の電力割合の推移を示しました。原発の停止以降、LNG火力比率の増加が著しく、長期休止していた石油火力を緊急避難的に再稼動したことで、石油火力も増加しています。石炭火力の増加は僅かでしたが、この1、2年、石炭



火力を増強することで、石油火力を減じる調整も見て取れます。



LNG の輸入契約は一律でないため、燃料価格の推移としては、図 1-33 に WTI の原油価格の推移のみを示しました。概ね、1 バレル 100 ドル前後で推移しています。

図 1-34 に示した、円/US ドルの為替レートは、震災時には 80 円/ドル前後

でしたが、アベノミクスで2012年末から円安が進んだあと、102円/ドル前後で安定しています。

図1-29に示される、電気料金単価の直線的な上昇を見ると、どこまで上昇するのか心配になります。今後の電気料金の上昇要因は、再エネの固定価格買取制度の初年度に、想定外に多量に認定されたメガソーラによる再生可能エネルギー発電促進賦課金の増大です。これらの認定されたメガソーラの多くは、未だ発電を開始しておらず、認定取り消しのものもかなり有るようですが、賦課金がどれだけ増大するか脅威です。再生可能エネルギーは、無闇にお金を掛けて、導入量を増やせば良いというものではありません。

<先進国の産業用電気料金>

図1-35には、OECD諸国の産業用電気料金を示します。家庭用とは異なり、消費税や付加価値税は除き、その他の税と賦課金を含む電気料金単価です。前述したIEAのデータを用いています。

イタリアの産業用電気料金が飛び抜けて高いことが分かります。その理由は後述します。2番目には日本が位置しています。以前から日本は、電気料金が高い部類に属していましたが、前述のように、原発がとまった後、電気料金が上昇し2番になったわけです。その他、EU主要国で再生可能エネルギー発電の導入が進んでいるドイツやスペインも、電気料金が高いグループに入っています。

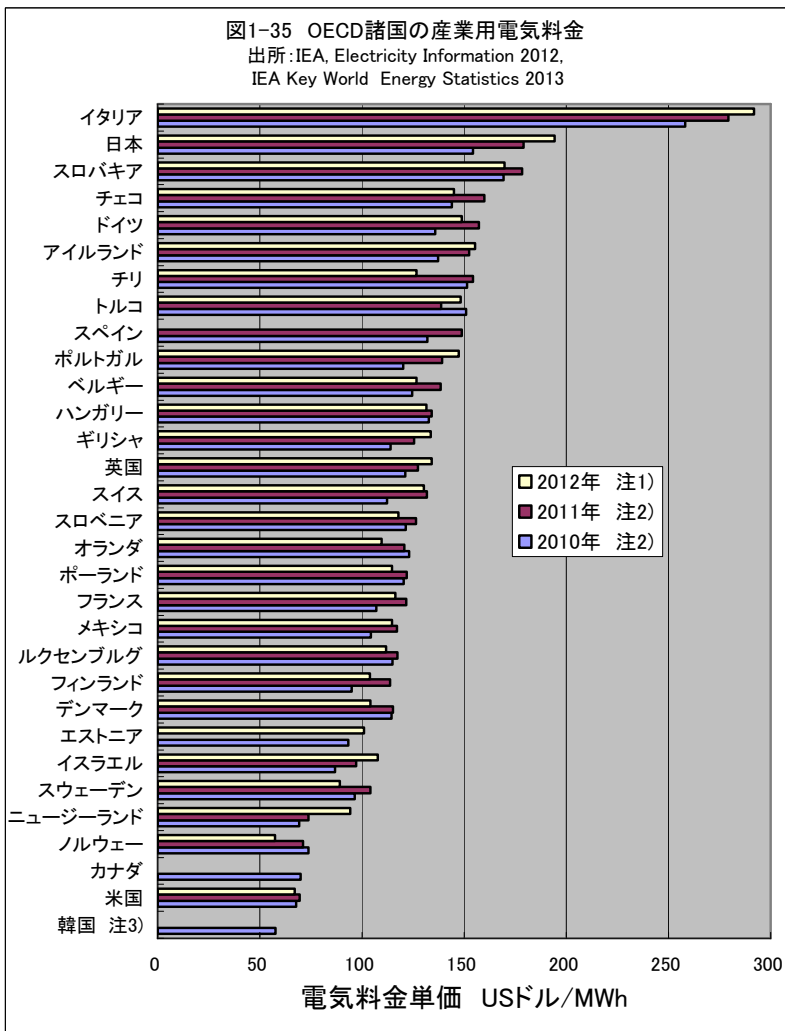
産業用電気料金については、国際的な産業競争力の点から、政策的に電気料金を低く抑えている国もあります。その典型が、最も電気料金が低い韓国です。2010年以降のデータがIEAの資料に掲載されていないため、2009年の値を示しました。

その他、電気料金の低い国には、家庭用と同様に、化石燃料産出国の米国、カナダ、ノルウェーが入っています。

<イタリアの産業用電気料金>

図1-22に、イタリア、ドイツ、スペインなどEU主要5カ国の産業用電気料金について、7段階に分けた電力使用範囲に対する単価を示しました。

同グラフで、イタリアの電気料金が最も高いのですが、図 1-35 に示されるような大きな他国との差はありません。



注 1) IEA Key World Energy Statistics 2013

注 2) IEA Electricity Information 2012

注 3) 2009年の値

図 1-22 は EU のデータベース Eurostat の値を用いており、図 1-35 は IEA の値を用いています。両者の辻褃が合わないため、図 1-35 の産業用電気料金には、Eurostat の 2013 年のデータを掲載することを止めたわけです。IEA と Eurostat では、電気料金の調べ方が異なることは分かっていたのですが、値が大幅に異なる理由を調べてみました。

EU が発行している電力市場に関する下記のレポートに、EU 各国の電気料金が示されており、小さくて見え難いグラフになってしまいましたが、図 1-36 に示しました。

Quarterly report on European electricity markets, Second quarter 2013

縦軸はユーロセント/kWh で、横軸には EU 各国がアルファベット記号で示されています。右側からキプロス、マルタ、イタリア、ドイツと並んでいます。同 4 カ国部分を拡大図で示しました。

各国の電気料金単価の範囲が縦の棒で示されています。料金単価のデータは、Eurostat の 7 段階の電力使用範囲に対応した値で、2012 年下期のもので、縦の棒の上端と下端が、料金単価の上限と下限を示しています。中間にある黒い点は、その国での平均の産業用電力使用量（産業用の総電力使用量を総契約者数で割った値）の契約者の料金単価です。

イタリア(IT)とドイツ(DE)の平均電力使用量での料金単価を見ると、イタリアは料金単価範囲の上側に寄っているのに対し、ドイツは下側にあります。平均電力使用量での料金単価は、イタリアが 20 ユーロセント/kWh であるのに対し、ドイツは 13 ユーロセント/kWh です。ドイツに比べてイタリアは、契約単位の電力使用量が小さいため、料金単価が高くなり、両国の料金単価の差を拡大していることが分かります。イタリアはドイツよりも、電力消費量が小さい産業や企業が多いということでしょう。

なお、キプロスやマルタの電気料金が高いのは、小国のため、発電コストを低減する配慮が充分でないためと思われる。

ユーロセント/kWh

図 1-36 EU 各国の産業用電気
料金範囲
出所：Quarterly Report
on European Electricity Markets

部分拡大図

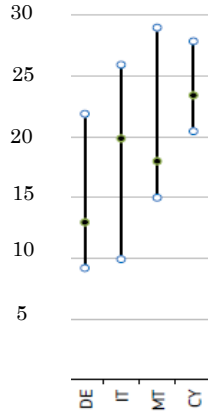


FIGURE 24 - RANGES OF ELECTRICITY PRICES PAID BY INDUSTRIAL (WITHOUT VAT) CONSUMERS IN DIFFERENT ANNUAL CONSUMPTION BANDS IN EU MEMBER STATES, 2ND SEMESTER OF 2012

