

北欧フィンランドの電気事業等に関する考察

Consideration on the Electric Power Businesses of Finland in Scandinavia

牧田 淳 *

Jun Makita

This paper presents consideration on the electric power business of Finland. Because of the cold climate, Finland has world-class annual electricity consumption per capita. Finland is not blessed with fossil resources and relies on imports from other countries, like Japan. Therefore, abundant hydropower resources, nuclear power, and the use of biomass like wood fuel, peat are utilized for power generation. Finland can import and export electricity across national borders through Nord pool, and import a large amount of electricity. Finland's electric power business operators are mainly PVO, TVO, and Fortum. PVO and TVO have been in deficit in recent years and been accelerating the closing and selling of aging thermal power plants with high cost due to the high price of fossil fuel and the low price of wholesale electricity market. Meanwhile, Fortum is preparing for acquisition of Uniper affiliated with E.ON, which is the largest business operator of Germany. Due to the acquisition of Uniper, the fuel cost of domestic thermal power generation could be lowered and the amount of electricity imported from neighboring countries could be reduced. Also, the system of Mancala in Finland would be a reference to the baseload electricity market under consideration in Japan.

Keywords : Finland, Energy, Electricity, Electric power business, Nord pool

1. はじめに

フィンランドのエネルギー事情・電気事業制度と、電気事業者が直面している事業環境等について、様々な角度から考察する。

2. 日本とフィンランドの比較

2.1 発電および電力消費の比較

フィンランドは、寒冷な気候のため暖房用のエネルギー需要が大きく、製紙・パルプ等のエネルギー多消費型産業が立地し、図1左図からわかるとおり、国民1人あたりの年間電力消費量は世界トップクラスである。豊富な水力資源や原子力を利用した発電のほか、森林地帯が広がる国土の特性を生かした、木質燃料やピート等のバイオマスを中心とする再生可能エネルギーやCHPの利用拡大が図られている。また電気料金の水準は、低コストの原子力や水力発電の恩恵を受け、図1右図からわかるとおり、低い水準にある。

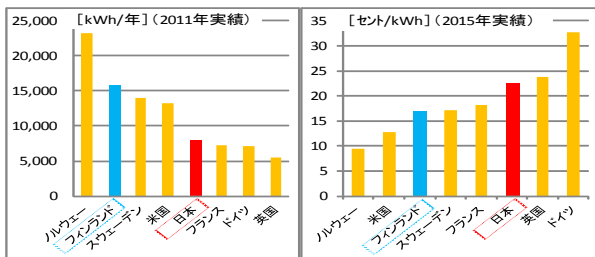


図1 国民1人あたり年間電力使用量の比較[左図]
家庭用電気料金平均単価の比較[右図]¹⁾

石油・天然ガス・石炭等の化石エネルギー資源には恵まれておらず、日本と同様、他国からの輸入に依存している。そのため、エネルギー安定供給の確保はエネルギー政策上の中心的な課題である。

一方日本は、エネルギー資源を他国から輸入せざるを得ないことに加え、後述するが、隣国と電力の輸出入を行うことができるフィンランドと異なり、電力を他国から輸入できないため、安定供給の面でより不安定な条件下にある。図2は、両国の電源別発電実績割合の比較である。

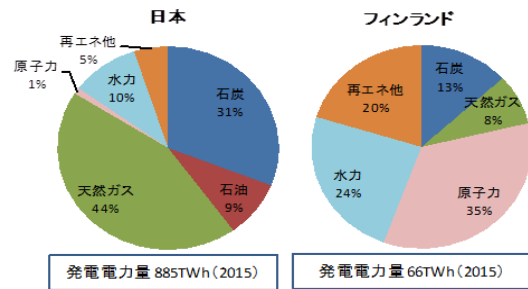


図2 電源別発電実績割合の比較²⁾

表1は、フィンランドの発電設備の実績を、電源別に示したものであるが、設備稼働率を見ると、原子力が93%と高い一方で、火力は18%と著しく低い状況となっている。

表1 フィンランド 電源別 発電設備稼働率 (2015年)³⁾

	原子力		火力					再生		水力	その他	合計
	石炭	ガス	石油	混合	合計	風力	バイオマス	合計				
発電設備容量(MW)	2,752	3,295	1,743	1,695	1,687	8,420	1,082	1,919	3,001	3,263	243	17,679
発電電力量(TWh)	22.3	5.5	5	0.2	2.7	13.4	2.3	10.7	13	16.6	0.8	66.1
設備稼働率(%)	93	19	33	1	18	18	24	64	49	58	38	43

* (一財)日本エネルギー経済研究所 化石エネルギー・電力ユニット
〒104-0054 東京都中央区勝どき1-13-1 イヌイビル・カチドキ

2.2 電力供給体制の比較

(1) ノルウェー・スウェーデン・フィンランド・デンマークのそれぞれ電源構成が異なる北欧4カ国は、1963年に北欧電力協議会を結成し、相互に電力融通を行ってきた。その後、ノルウェーで1991年にエネルギー法が制定されて電力の小売全面自由化を実施、もともと垂直一貫体制であった国営電力会社が送電会社と発電会社に分かれ、発電部門で価格競争が展開されたのを背景に、1993年、発電部門で公正な電力取引が可能となるよう卸電力取引所が開設された。1996年にスウェーデン、1998年にフィンランド、2000年にデンマークが参入し、国際電力市場であるノルドプール (Nord Pool) となった。

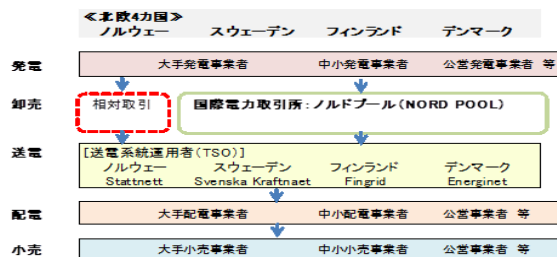


図3 北欧の電力供給体制

ノルドプールは、2002年に現物スポット取引所 (Nord Pool Spot) と金融デリバティブ取引所 (Nord Pool) に分割、金融デリバティブ取引所は2008年にNASDAQ OMXに買収され、現在は名前がNASDAQ OMX Commoditiesに変更されている。発電会社は、相対取引またはNord Pool Spotを通じて配電部門・小売部門や需要家に売電している。

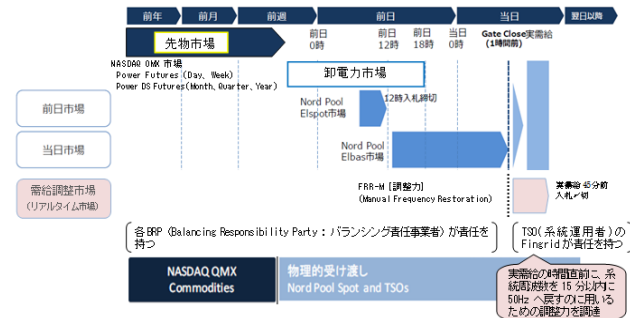


図4 フィンランド 先物市場/卸電力市場/需給調整市場

2013年における電力スポット市場 (Nord Pool Spot) の取引量は、前日スポット市場 (Elspot) で349TWh、1時間前市場 (Elbas) で4TWhであり、合計353TWhとなっている。ノルドプールが設立された1996年以降の推移を見ると、2008年までほぼ一貫して取引量は増大しており、2009年以降は経済停滞に伴いほぼ横ばいで推移していた。しかし近年、Nord Pool Spotは、バルト3国をはじめ、ドイツ、オランダの一部等対象範囲を拡大しており、取引量も増加している。なお2013年における北欧4カ国における電力消費量は384TWh、またバルト3国における電力消費量は26TWhで、

合計410TWhとなっている。この結果、ノルドプール対象範囲において電力消費量に占めるスポット取引量の割合は、約86%に達している。また先物市場に関してNASDAQ OMX Commoditiesにおける取引所取引量は合計2,524TWhとなっている。

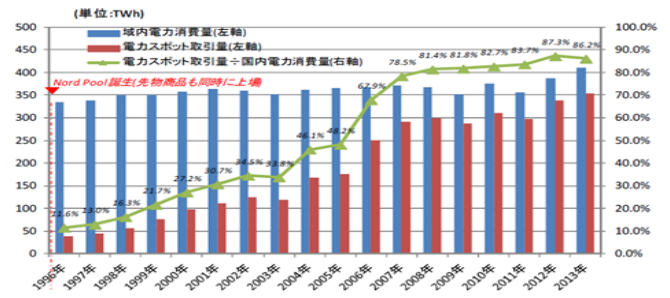


図5 北欧ノルドプールの各市場の取引実績と推移⁴⁾

(2) 一方日本では、国内唯一の卸電力取引所である日本卸電力取引所 (JEPX) において、国内の発電事業者が発電した電気を売ったり、小売電気事業者が電気を調達したりすることが可能であり、翌日に受渡する電力の取引を行うスポット市場 (前日市場) を中心に、電力の取引を行っている。現在、JEPXでは先物取引は認められておらず、先渡取引のみが行われている状況である。

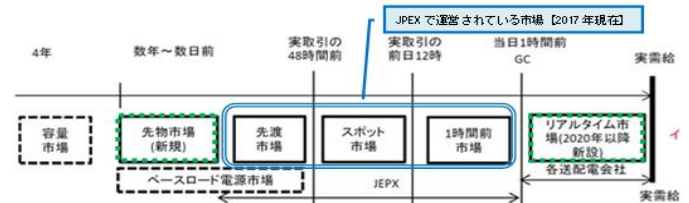


図6 日本の卸電力市場⁵⁾

実需給の1日前には、翌日の30分毎の発電計画と需要計画がそれぞれ確定される必要があり、発電事業者は、自身が保有・契約する発電所の発電量を計画し、すでに売り先が決まっている量を確認してスポット市場への入札を考える。この場合、自社の発電可変費以上であれば売る、以下であれば買うということが想定される。ただし、例えば発電所での事故による停止等、計画策定後に変更が避けられない不測の事態が生じる場合がある。このような1日前計画策定後の調整の場として、1時間前市場がある。

項目	日本 [2016年度上半期(4~8月)実績]		
	先渡市場	スポット(1日前)市場	1時間前市場
求められる主な役割	リスクヘッジ ・経済的電源調達	経済的電源調達	経済的電源調達
約定量	約0.6億kWh	約103億kWh	約5.7億kWh
販売電力量に占める割合	約0.01%	約2.5%	約0.1%
主な活性化策	ベースロード電源市場 (2019年度取引開始予定)	余剰電源の投入 グロスビディング (2017年度取引開始)	余剰電源の投入
北欧 (Nord Pool) [2013年実績]		約86%	
英国 [2013年実績]		約51%	
フランス [2015年実績]		約25%	

図7 日本の卸電力市場の実績及び他国との比較⁶⁾

図7からわかるとおり、日本の卸電力市場で取引される電力量は、全体の販売電力量に占める割合は約2.6%と僅かであり、スポット市場だけの約定量で比較してみても、Nord Poolの約86%と比べて歴然とした差があることがわかる。先渡市場についても実績は僅か約0.01%であり、投資回収の予見性のできる透明性・客観性の高い電力価格指標が形成されていないのが現状である。電力市場の厚みが薄いと、市場価格もボラタリティが高くなり、経済指標としての信用は低下する。そして市場から調達できる商品に限られると、さらに市場が使いづらくなり不活性化する要因となる。そのため電気事業制度改革において、市場活性化策及び競争活性化策の観点からベースロード電源市場の検討¹が進められている。これにより、現在、原子力や大規模な水力発電所を持たない新電力は、取引所を通じて安価な電力を受電可能となる予定であるが、投資リスクなしに新電力が調達するベースロード電源は、例えば新電力と旧一般電気事業者で設備を共同保有する方式を検討する等、公平性や非対称規制の観点が考慮されるべきと考える。また安定供給の面からも、これまで国が進めてきたエネルギー政策と整合性が取れるようにするためには、どのような制度にするのが国全体として望ましいのか、総合的に判断して検討が進められる必要がある。

(3) 図8は、過去10年間のフィンランドとスウェーデンにおける各電力量（発電/消費・輸出/輸入）実績の推移を示したものであるが、フィンランドとスウェーデンは、同じ北欧のデンマーク、ノルウェーといった近隣国と送電線で連系しており、前述のとおり、ノルドプールを通して国境を越えた電力の輸出入を行うことができる。スウェーデンが国内の電力消費を上回る量の発電を行い輸出が多い一方で、フィンランドは輸入電力量が多く、発電で足りない分の国内消費を補っている状況が覗える。

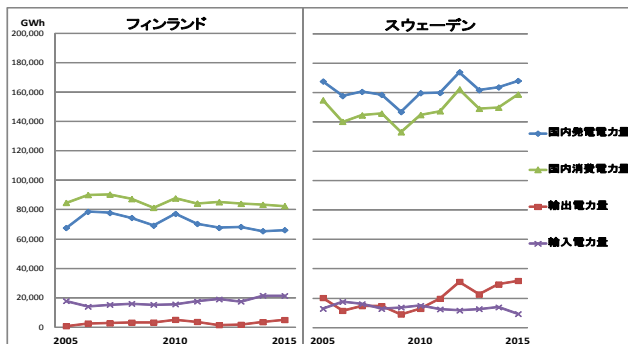


図8 フィンランド/スウェーデン 電力量（発電/消費・輸出/輸入）実績の推移⁷⁾

¹ 新電力が顧客に供給する電力のうち、最大ピーク需要の3割程度を取引する想定で検討されている。新電力はベースロード電源市場とスポット市場を組み合わせることによって、需要に応じた柔軟な調達が可能になることが見込まれる。

ノルドプールでの毎年の電力の輸出入量は、北欧諸国で主力となっている水力発電の発電電力量に大きく依存し、その年の降水量により左右される傾向がある。例えば、降水量が豊富な年には、水力発電比率が高いスウェーデン（約46%）やノルウェー（約100%）の安価な電力が市場に回り、フィンランドは輸入電力量を増大させる傾向にある。逆に降水量が少ない場合は、輸入電力量は減り、国内の火力発電所による電力供給を増やして、電力需要を賄うような状況となっている。

図9は、ノルドプールにおけるフィンランドの卸電力価格 [FI] と SYSTEM PRICE [平均価格] の1年間の実績推移を表したものである。北欧諸国は全体で見ると、水力発電による供給力、すなわち、地域の降水量（降雪量）とそれに伴うダム貯水率の水準が、卸電力価格の水準に大きな影響を与えている。例えば、低いダム貯水率と厳冬による電力需要の増大が重なれば、需給状況はタイトになり、結果的に卸電力価格は上昇することになる。SYSTEM PRICEの推移を見ると、2016年は最初の1月は高かったが、その後大きく下がり、9月から再び需給がタイトになり価格が上昇したことがわかる。

フィンランド国内では、恒常的に隣国からの輸入に依存して需要が供給を上回っていることから、SYSTEM PRICEよりも常に5~10ユーロ程度高い水準で推移していることがわかる。このように、エリア内における需給状況や、渇水や寒波等、需給に影響を及ぼす気象要因が生じると、価格が変動する状況であることがわかる。

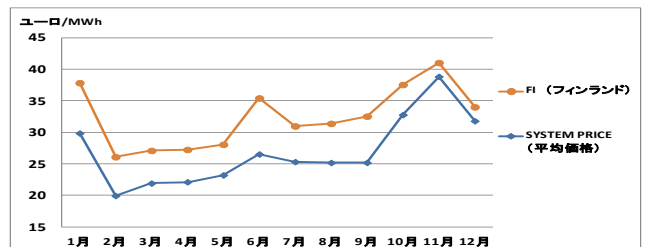


図9 フィンランド 卸電力価格 [FI]/SYSTEM PRICE [平均価格]の年間実績推移（2016年）⁸⁾

図10のとおり、上段のフィンランドの水力発電量の実績推移は、下段の卸電力価格 [FI] の実績推移と逆の相関関係にある。水力発電量の少ない年は、輸入してもなお不足する供給力について、発電コストの高い国内の火力発電で賄うことから、卸電力価格が上がっていることがわかる。

下段のフィンランドの卸電力価格を見ると、2012年以降、30~41 EUR/MWh レベルの低位で推移している一方で、火力発電の燃料価格（ガス・石炭）は30~37 EUR/MWh [電力量換算] レベルで高めに推移しており、特にガス火力においては、近年、利益を確保しにくい状況に置かれていることが覗える。

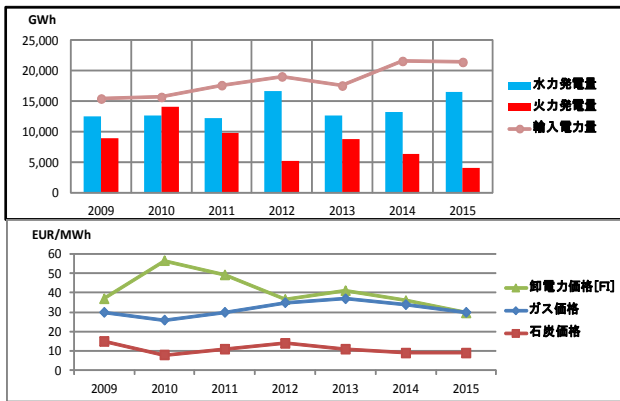


図 10 電力量（水力発電/火力発電/輸入）[上段] 及び価格（卸電力/ガス/石炭）[下段] の実績推移⁹⁾

3. フィンランドの電気事業について

フィンランドでは、前述のとおり、1995年に電力市場法が施行、1997年1月から全面自由化を実施され、他の北欧諸国とともに自由化された北欧卸電力市場であるノルドプールに参加し、枠組みの中で電力の輸出入を行っている。国内では、多数の電気事業者が、発電・送電・配電・小売供給の分野で各々事業活動を行っており、複数の分野にまたがって活動する事業者は、それぞれの分野ごとに、会計分離、法的分離、機能分離を実施するよう求められている。（送電事業以外は所有権の分離までは求められていない。）

フィンランドの発電事業者数は約120社あり、発電設備数は約550と分散しているが、実質は大手電気事業者であるPVO (Pohjolan Voima Oy: フィンランド北部電力)、TV0 (Teollisuuden Voima Oyj: フィンランド産業電力)、Fortum (Fortum Corporation: フォルトウム) の3社による寡占状態で、全体に占める3社の発電設備容量シェアは45%~50%である。Fortumについては、2016年末現在、政府が株式の50.8%を保有する国営電気事業者である。この3社に、Helsingin Energia, Kamijoki の2社を加えると、発電市場の大部分を占めることになる。

そのほか、中小規模の電気事業者では、非営利の発電事業会社を共同保有で設立し、「マンカラ」と呼ばれる出資比率に応じて電力を原価で調達する仕組みが発達しており、事業者間の所有関係は複雑に入り組んだ構造を形成している。近年は、風力発電事業者の新規参加が増えてきている。

送電部門に関しては、1996年に国内の送電部門を一元的に所有・運転するFingrid社が設立され、2016年7月現在、フィンランド政府およびNational Emergency Supply Agency (国家緊急供給庁) が約71%、機関投資家の年金基金運用会社Ilmanrinen Mutual Pension Insurance が約17%、その他の株主が合計で約12%を保有している状況である。政府はFingridに対し、2015年1月、電力市場法に基づくネットワークライセンスを与え、送電系統運用に責

務を持つTSOに指名している。

配電部門に関しては、電力市場法で、400V配電線による需要家への年間販売電力量が2億kW以上の配電系統運用者(DSO)は、小売部門と発電部門から法的分離することが義務付けられている。2015年末現在、80社のDSOのうち46社が法的分離を実施している。所有権分離までは求められていないため、小売事業や発電事業を行う企業と同一のグループに属しているケースが多く、地方自治体による公営や、地方自治体が過半数の株式を保有しているDSOが多い。

小売事業者は、2015年現在72社あり、うち51社は全国大で供給事業を展開している。国内約330万件の電力需要家の市場の約35%~40%は大手3社で占められており、小売事業者の最大手は、Fortum Sähkösiiro Oy (Fortumグループ)、次がVattenfall Verkkö Oy (スウェーデンの国有企業) となっている。

4. フィンランドの代表的な電気事業者について

本章では、フィンランドの代表的な大手電気事業者の3社(PVO/TV0/Fortum)を掘下げて取り上げ、その事業展開や経営動向について分析してみたい。

図11は、各事業者の総資産/売上高/利益率/投資額の過去5年間の実績推移を示したグラフであるが、①総資産のグラフから、事業規模ではFortumが最も大きく、次いでTV0、PVOの順になっていることがわかる。②売上高においては、Fortumが他の2社と比較して圧倒的に大きい。これは、TV0とPVOが国内でのみ電気事業を行っている一方で、Fortumはフィンランド以外の北欧諸国、及びバルト諸国、ポーランド、北西ロシアへも事業進出して、拡大を図っているためである。また、Fortumの売上高は近年、減少してきているものの、③売上高利益率は、約18~28%の高い水準にある。一方他の2社は、フィンランド独自の発電事業の共同投資型ビジネスモデルである「マンカラ」によって電力供給を行っていることから、利益率が低いのは当然であるが、近年は赤字の状況が出てきていることがわかる。④投資額については、Fortumが2012年頃、ロシアのガスプロム傘下の水力発電事業を取得する等、国外への事業投資を積極的に行ってきたが、近年は減ってきていること、TV0は国内の新規原子力発電所(オルキルオト3号機(OL3)、出力1,600MW)を、2018年に運転開始の計画を進行中で、建設投資を継続していることがわかる。

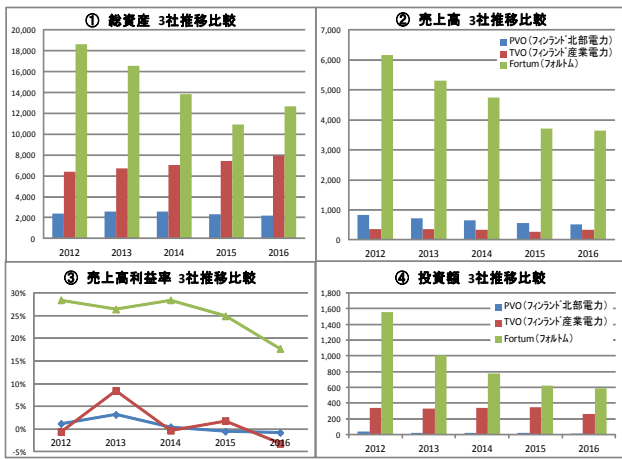


図11 大手電気事業者3社 (PVO/TVO/Fortum)
①総資産/②売上高/③売上高利益率/④投資額 実績推移¹⁰⁾

4.1 PVO (フィンランド北部電力)

民間企業及び地方自治体が共同で 1943 年に設立した発電及び熱供給事業者で、国内の電力消費量全体の約 16% を発電している。「マンカラ」により、株主が投資した水力・火力・原子力発電所から受領した電力・熱を、22 の株主に原価で提供しており、低い発電コストに支えられている。株主は受電の有無にかかわらず、出資比率に応じて、債務弁済費用を含む発電所の建設・運営にかかる固定費を支払うことが定款で定められている。

この仕組みにより恩恵は多く得られてきたものの、近年は火力発電燃料価格の高騰と卸電力市場価格の低迷を受け、収支が赤字となっている。そのため、高コストの老朽火力発電所の閉鎖や売却等を加速させており、PVO の発電実績の内訳を見ると、図 12 左図からわかるとおり、至近の 4 年間で火力発電量の実績が半減していることがわかった。2016 年末時点での発電設備の内訳は、図 12 右図から原子力が 38%、水力が 17%、火力が 24% となっている。なお、原子力については、59% 出資する後述の TVO のオルキオト 1 号機・2 号機 (OL1・OL2, 持分 1,000MW) からの受電電力である。また、TVO が新たに建設している発電所 (オルキオト 3 号機 (OL3)) にも 60% (持分 963MW) を出資している。そのため、2018 年末に予定されている OL3 の運転開始後は、原子力発電への依存度が一層高まる見込みである。

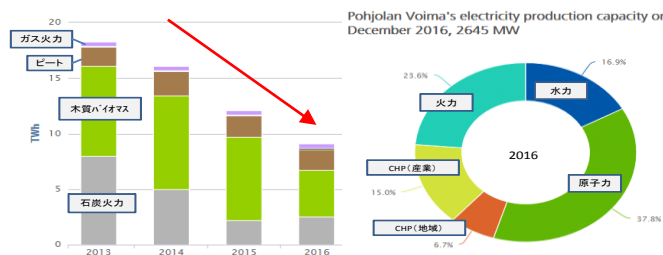


図12 PVO 火力発電電力量 実績推移 [左図] 及び電源別 容量割合 [2016] [右図]¹¹⁾

4.2 TVO (フィンランド産業電力)

TVO は、フィンランドの電力産業企業協会や Fortum が保有する原子力発電事業者である。国内で原子力発電所 2 基 (オルキオト 1・2 号機, 出力合計 1,760MW) を運営し、現在 3 基目の欧州加圧水型炉が建設中である。また株主に原価で卸売電する卸電気事業者として、「マンカラ」の仕組みにより、2016 年実績で国内電力消費量の 17.5% を供給する。1979 年以来、長期にわたる安定的な原子力発電所の運営実績から、図 13 右図からわかるとおり、稼働率は 95% 前後と高く、発電コストは低い。また、Fortum が保有する Meri-Pori 石炭火力発電所へも 45% 出資している。

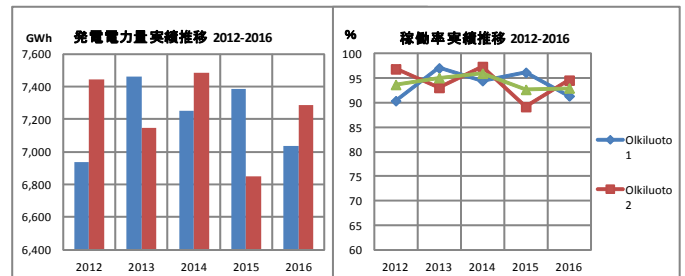


図13 TVO 原子力発電所 発電電力量 [左図] / 稼働率 [右図] 実績推移¹²⁾

4.3 Fortum (フォルトウム)

Fortum は、フィンランドを含む北欧の電気事業者の中で、契約顧客数で最大手であり、ロシアを含む欧州の中では、図 14 からわかるとおり、発電電力量で上位 15 社に入る規模の国営電気事業者で、政府が株式の 50.8% を保有する。

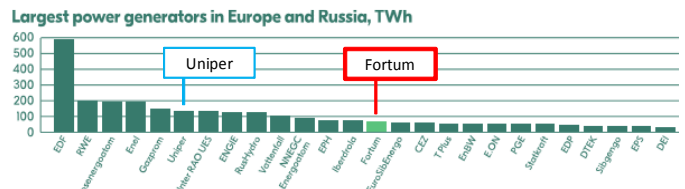


図14 欧州(ロシア含む)の各電気事業者 発電電力量¹³⁾

水力および原子力発電が中心で、水力は、2016 年現在、約 260 の発電所を保有し、フィンランドに 1,535MW、スウェーデンに 3,167MW の計 4,652MW の発電能力を持つ。原子力については、1977 年以降、フィンランド国内のロヴィーサ原子力発電所に 2 基を保有しており、国全体の約 10% の電力を発電している。加えて、オルキオト原子力発電所を運営する TVO の株式を 26.6% 保有しており、その持ち分を含めると計 1,472MW の発電能力を持っている。そのほか、スウェーデンで、フォルスマルク原子力発電所の 22%、オスカーシャム原子力発電所の 45.5% 分の株式を共同保有しており、合計で 1,539MW の発電能力を持っている。図 15 は、Fortum の発電電力量の実績推移を、電源別及び国別に示したものである。

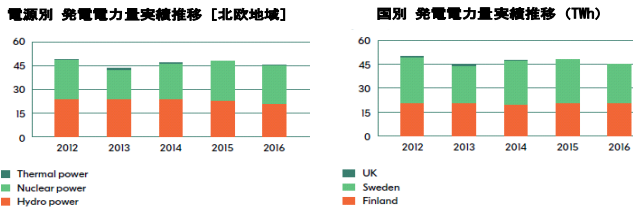


図 15 Fortum 電源別[左図]/国別[右図] 発電電力量実績推移¹⁴⁾

Fortum は、先に図 14 に示した欧州（ロシアを含む）における各電気事業者の発電電力量において、自社よりも順位の高い Uniper の全発行済株式の取得に向け、交渉及び手続きを進めていることを公表している²⁾。Uniper は、ドイツ最大のエネルギー事業者で、E.ON 傘下の火力・水力発電及び化石燃料取引の事業会社であり、欧州の電力産業では、このように事業者の統廃合の動きが活発化している。背景には、欧州の事業環境が、再生可能エネルギーの台頭で従来型の石炭や天然ガスによる火力発電で収益を上げるのが難しくなっていることがあり、Fortum は Uniper を傘下に収めた場合、ドイツを中心とした欧州全域の火力・水力発電所および化石燃料取引に関する資産権益や関連ノウハウが一度に獲得でき、またフィンランドやロシアにおいても相乗効果が見込まれ、北欧で原子力と水力にほぼ特化していたポートフォリオが大きく拡大し、多様化と安定化が図られることになる。

5. まとめ

本稿では、世界に先んじて電気事業制度改革が進められ、とりわけ社会状況やエネルギー事情が日本と比較的類似する北欧フィンランドの制度や事業環境等を様々な角度から比較し、分析・考察を行った。

フィンランドでは、水力や原子力といった低コストの電源を持つ強みによって電気料金水準は低く、またバイオマスや CHP の利用拡大、ノルドプールによる国際間電力融通を進め、供給力を上回る国内の高い電力需要は近隣国からの輸入で賄っていた。一方、国内の事業者の近年の状況を見ると、電力市場価格の低迷と化石燃料価格の高騰を受け、火力発電所の閉鎖が進められており、特に PVO は至近の 4 年間の間に火力発電量の実績が半減していることがわかった。卸電力市場における価格水準が低いと、火力発電においては、燃料コストが高い場合は稼働して市場へ売っても利益が出ず、逆ザヤで損失を被るような環境にあることから低稼働率となり、その結果、発電コストが上昇して、事業の採算悪化が進む傾向にあることがわかった。

²⁾ 2017年9月26日、FortumはE.ONと上記に係る契約締結を公表。Fortumは2017年11月7日、同契約に基づき、Uniper SE株式のTOB（株式公開買付）を開始。

[Fortum Press Release 2017年11月7日付]

今回、フィンランドの国営電気事業者である Fortum が Uniper の大型取得を実現し、国内の火力発電の燃料コストが下がって稼働率が上がるようであれば、近隣国等からの輸入電力量は減り貿易収支は改善できるとともに、電源ポートフォリオの多様化が図られることで、降水量に左右される水力発電や、安定稼働は継続しているが停止のリスクもある、原子力発電の補完的な役割等を担える可能性がある」と推察できる。

電気事業を取り巻く環境は、フィンランドと日本で基本的に異なるが、類似点や参考となる仕組みも多く見られた。日本では現在、電気事業制度改革においてベースロード電源市場の検討が進められているが、公平性や非対称規制の観点から考慮されるべきと考える。また安定供給の面からも、これまで国が進めてきたエネルギー政策と整合性が取れるようにするためには、どのような制度にするのが国全体として望ましいのか、総合的に判断して検討が進められる必要がある。フィンランドの「マンカラ」による発電設備の共同保有方式を、新電力が原子力等のベースロード電源を受電する仕組みに活用できる可能性もあると推察された。

フィンランド国内の近年の事業環境や、電気事業者の動向の分析・考察を通じ、今後の日本のエネルギー・環境政策、及び電気事業制度改革等の検討に資する有益な示唆が得られた。

参考文献

- 1) IEA WORLD ENERGY BALANCES 2011
IEA Energy Prices and Taxes, 2nd Quarter 2016
- 2) IEA WORLD ENERGY BALANCES 2016
- 3) IEA WORLD ENERGY BALANCES 2016
- 4) 平成 23 年度電源立地推進調整等事業「諸外国における電気事業制度の現状に関する調査」(MUFJ)
- 5) 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス基本政策小委員会 第 1 回制度検討作業部会資料
- 6) 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス基本政策小委員会 第 1 回制度検討作業部会資料
- 7) Statistics Finland / Production of electricity
Statistics Sweden Electricity supply and use
- 8) NORD POOL / MARKET DATA
- 9) NORD POOL / MARKET DATA
- 10) PVO/TVO/Fortum ANNUAL REPORT
- 11) PVO ANNUAL REPORT
- 12) TVO ANNUAL REPORT
- 13) Fortum ANNUAL REPORT
- 14) Fortum ANNUAL REPORT