

米国の原子力事業者Exelonの経営戦略とパフォーマンス

—原子力発電と事業ポートフォリオが収益性に与える影響—

Business Strategy of Exelon Corporation and its Performance: Impact of Nuclear Power and Business Portfolio on Firm's Profitability

キーワード：原子力発電，事業ポートフォリオ，事業リスク，収益性

服 部 徹

卸電力価格が低下する中，米国の自由化州における原子力発電事業は苦境に立たされている。そうした状況下で，多数の原子力発電所を所有する大手電力会社のExelonは，効率的な発電所の運転を継続しながらも，経済的な理由による早期閉鎖も辞さず，その際には環境価値が適切に評価される制度設計を訴求して，いくつかの州で支援策の導入につなげている。また，既設炉の運転期間延長の認可を得るなど，将来に向けて原子力発電を維持する姿勢を示している。Exelonが企業として原子力発電を維持してきている背景には，同社がその事業ポートフォリオを通じて，競争部門及び会社全体の収益を確保し，安定化させてきたことがある。経営環境の厳しい発電事業を抱えていることで，現在までの資本市場の評価は必ずしも高くはないが，これまで原子力発電を維持してきた民間の電力会社の取り組みの実績として注目される。

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. Exelon の企業概要 3. 原子力発電をめぐる事業環境と Exelon の対応 <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Exelon の原子力事業の概要 3.2 既設炉のパフォーマンス 3.3 政策支援の導入に向けた対応 | <ul style="list-style-type: none"> 3.4 将来展望と中長期的な取り組み 4. Exelon の事業ポートフォリオとその評価 <ul style="list-style-type: none"> 4.1 電源のポートフォリオ 4.2 発電と小売のポートフォリオ 4.3 競争部門と規制部門のポートフォリオ 5. おわりに |
|--|--|

1. はじめに

わが国では，エネルギー基本計画において，原子力発電を重要なベースロード電源として位置づけてきた。今後，二酸化炭素の排出量の大幅な削減に向けて，その役割が高まる可能性もある。しかし，原子力発電所を所有・運転する民間の電力会社は，電力市場における競争の進展に伴い，市場原理に沿った意思決定を迫られており，原子力発電の収支が厳しくなれば，そのシェアを維持することは困難になる可能性がある。

わが国と同様に，主に民間の電力会社が原子力発電所を所有・運転してきた米国では，1990年代から本格的な電力の自由化が進んだ地域におい

て，競争の中で原子力発電が維持されてきた。しかし，2000年代の終盤から，シェールガス革命の影響によるガス価格の低下や需要の伸び悩みなどにより，卸電力価格が低迷したことで，発電事業の収益性が悪化し，とりわけ原子力発電の収支は厳しい状況となっている。実際，米国で自由化が進んだ地域での原子力発電所の新設計画はなく，既設の発電所も経済的な理由から早期閉鎖（廃炉）する状況にある（服部，2018）。

そうした中，原子力発電所を所有する民間の電力会社で米国最大手のExelon Corporation（以下，Exelon）は，持株会社全体では一定の収益を上げ，その企業価値を維持している。Exelonは，持株会社として，小売電気事業や送配電事業も傘下に有

しているが、原子力発電の収支の状況を踏まえ、その経営パフォーマンスを評価することは、電力システム改革下の、わが国の原子力発電を考える上で有益と思われる。

これまでに、米国の原子力発電の効率性や収益性を対象とした調査研究はあるが、その中で一つの電力会社の経営状況に焦点を当てた事例分析は、筆者の知る限りほとんどない。企業の経営に関する情報は、企業自身が様々な財務情報とともに公表していたり、主に投資家の視点で、アナリストが短期的な業績について分析したりすることはあるが、競争環境下で中長期的に原子力発電を維持していくことへの示唆を得るための評価は行われていない。そこで本稿では、公表されている文献情報等に基づいて、原子力発電所を抱える民間の電力会社としてのExelonの取り組みを明らかにするとともに、原子力発電以外の事業にも注目し、特にその事業ポートフォリオが、会社全体の収益の安定化に寄与しているのかどうかについて考察する。なお、以下では、原子力発電による発電事業のことを「原子力事業」と呼ぶことにする。

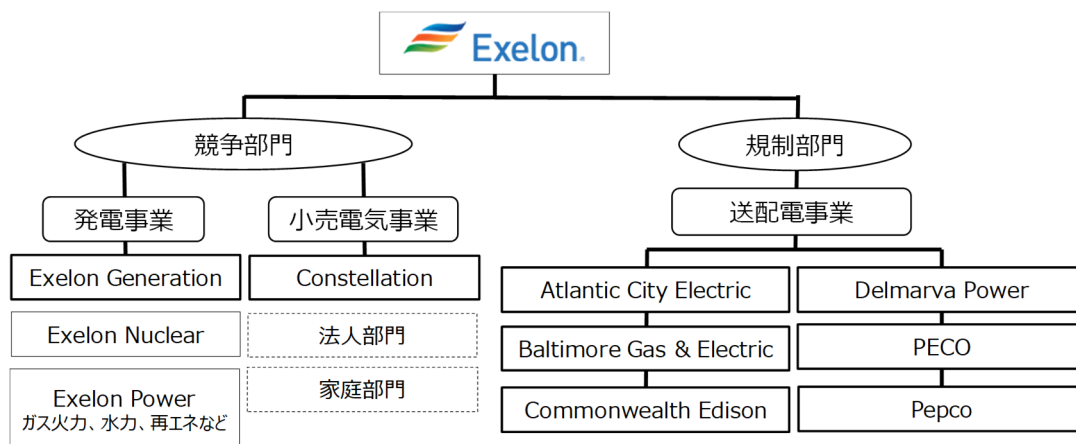
本稿の構成は以下のとおりである。まず第2章で、持株会社としてのExelonの企業概要を述べ、その事業ポートフォリオについて簡単に説明する。第3章では、Exelonの原子力事業の概要を述べ、卸電力価格が低迷する中で、その収益性を評価し、支援策の導入に向けた対応や、中長期的な取り組みについて明らかにする。第4章では、発電部門における、原子力以外の電源を含めた電源のポートフォリオ、発電と小売による競争部門におけるポートフォリオ、そして競争部門と送配電事業を中心とする規制部門による会社全体の事業ポートフォリオに着目し、収益性とその安定化に対する効果を評価する。第5章で、本稿の分析結果をまとめる。

2. Exelonの企業概要

Exelonは、イリノイ州の大手電力会社であったCommonwealth Edison（以下、ComEd）を前身とするUnicomと、ペンシルバニア州の大手電力会社であったPECO Energy Company（以下、PECO）が2000年10月に合併して誕生した持株会社である。その傘下には、「競争部門」として、自由化以降、競争下に置かれた発電事業と小売電気事業があり、「規制部門」として、自由化後も規制の残る送配電事業がある。2019年の売上高は340億ドル、従業員数は約32,700名である。

合併後、発電部門は法的分離され、傘下のExelon Generationに移管されることとなった。ComEdもPECOも原子力発電所を所有しており、特にComEdの電源はすべて原子力発電であった。現在も、原子力発電の規模では、米国最大手である。Exelon Generationには、Exelon NuclearとExelon Powerの2つの部門があり、前者が原子力事業、後者は原子力以外の発電事業を担当している。原子力以外の電源には、設備容量の2割を占めるガス火力（主にコンバインドサイクル・ガスタービン；CCGT）の他、水力や風力、石油火力がある。会社全体では原子力発電の発電電力量が多いこともあり、2018年時点において、Exelonは発電電力量で全米4位であるが、ゼロ・エミッション電源による発電電力量は169.4TWhで、2位の94.9TWhの会社を大きく引き離して全米1位となっている（Exelon, 2020a）。

Exelonの競争部門の小売電気事業は、2012年3月にメリーランド州に拠点を置いていたConstellation Energyを買収した後、その小売部門であったConstellationが主に担っている。自由化州のうち、イリノイ州、ペンシルバニア州、ニューヨーク州を中心に、業務用需要家や産業用需要家を主な顧客とする小売供給を行っている。なお、Exelonはその後も、Integrus Energy ServicesやConEd Solutionといった小売電気事業者を買収し



出典：Exelon社のウェブサイトより作成

図1 Exelonの企業概要

ている。

Exelonが、その設立当初から所有してきた、規制部門の送配電事業は、複数の事業者で構成されている。合併によりExelonが誕生した時には、ComEdとPECOの2社がそれぞれ送配電事業者となったが、Constellationを買収した際に、その関連会社でメリーランド州をエリアに持つBaltimore Gas & Electric（以下、BG&E）が加わり、さらにPepco Holdingsの買収によって、ニュージャージー州にエリアを有するAtlantic City Electricと、デラウェア州やメリーランド州にエリアを有するDelmarva PowerおよびワシントンD.C.やメリーランド州にエリアを有するPotomac Electric Power Company（Pepco）が加わっている。

米国で電力の自由化を進めた州では、系統運用部門の分離が行われており、Exelonの傘下にある送配電事業者の送電系統の運用は、地域送電機関（Regional Transmission Organization, RTO）のPJM Interconnectionに移管されている。各送配電事業者は送配電設備を所有し、その維持や投資のために需要家が負担する送配電料金は、各州の規制当局（公益事業委員会）によって規制されている。また、規制部門と競争部門の間の取引には一定の行為規制が課せられており、基本的には規制部門が傘下の競争部門を利するような行為はFERC

Order 707（Cross-Subsidization Restrictions on Affiliate Transactions, 122 FERC ¶ 61,155, February 21, 2008）によって禁止されている。

なお、米国で自由化を進めた州は、テキサス州（正確にはERCOTと呼ばれる地域）を除き、送配電事業者が規制料金による小売供給を担うことになっている。これは、自由料金で競争する小売電気事業者を選択しない需要家に対しては、送配電事業者が供給する責任を負っていることを意味する（服部, 2013）。

現在のExelonの企業概要を図1に示す。このように、Exelonは米国の原子力事業者として最大手であると同時に、小売電気事業や送配電事業を事業ポートフォリオに持つ、従来の垂直統合に近い電力会社でもある。系統運用部門が分離されていることや、規制料金での小売供給を送配電事業者が担うなど、日本との制度の違いに起因する違いもあるものの、送配電部門の法的分離後も所有権を維持して、発電、送配電、小売を担う、現在のわが国の旧一般電気事業者と共通する部分が多いといえよう。

3. 原子力発電をめぐる事業環境と Exelonの対応

ここでは、Exelonの原子力事業者としての側面に着目し、近年の卸電力価格の低迷が収支に与える影響など、その所有する原子力発電所の現在の状況を把握するとともに、Exelonが原子力発電を維持するために、既設炉への政策的支援策の導入を求めた経緯や、中長期的な対応策を見ていく。

3.1 Exelonの原子力事業の概要

2020年現在、Exelonが所有し、運転する原子力発電所は、イリノイ州、ペンシルバニア州、ニューヨーク州、メリーランド州の4つの州の合計12か所に、21基ある(表1)。いくつかの発電所は、他社と共同所有となっている。Exelonは運転しないものの、持ち分を所有する原子力発電所も1か所ある(Salem Generating Station)。また、Fitz Patrick 原子力発電所のように、他社(この場合はEntergy)が競争部門の発電事業から撤退する際に、Exelonが買収したものもある。

Exelonには、設立後に新たに建設した原子力発電所はないが、最近まで、既設炉の出力増強(uprates)を行ってきており、最大出力が増加し

た発電所もある。一方で、Oyster Creek発電所やThree Mile Island発電所など、近年、閉鎖した発電所もある。

3.2 既設炉のパフォーマンス

Exelonの原子力発電所の運転パフォーマンスは米国の中でも優れていると言われている。それを原子力発電所の利用率で見ると、同社が運転する原子力発電所では、おおむね90%以上を維持してきており、2018年には94.6%を記録している。電力の自由化や規制の合理化もあって、米国の原子力発電所の平均的な利用率は2000年以降、増加していたが、Exelonの利用率は、一貫して全米平均よりも高い水準となっている(図2)。

また、Gould and Hunter(2017)によれば、Exelonの原子力発電所の平均的な発電コストも、一貫して全米平均より低くなっており、効率的な発電所の運営が行われていると考えられる。これは、Exelonが、原子力発電所を多数所有し、効率化のノウハウを社内で共有してきた成果と考えられている。

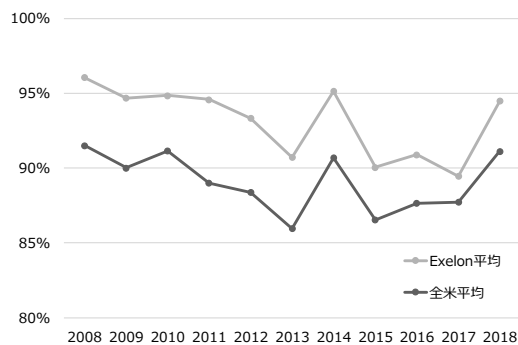
表1 Exelonが所有し、運転する原子力発電所(2020年)

発電所	炉型	基数	設備容量[MW]	州	市場 ^{注1}
Clinton Power Station	BWR	1	1,069	イリノイ州	MISO
Braidwood Generating Station	PWR	2	2,389		PJM
Byron Generating Station	PWR	2	2,347		
Dresden Generating Station	BWR	2	1,845		
LaSalle County Generating Station	BWR	2	2,320		
Quad Cities Generating Station ^{注2}	BWR	2	1,871		
Limerick Generating Station	BWR	2	2,317	ペンシルバニア州	NYISO
Peach Bottom Atomic Power Station	BWR	2	2,770	メリーランド州	
Calvert Cliffs Nuclear Power Plant	PWR	2	1,756	ニューヨーク州	
FitzPatrick Nuclear Power Plant	BWR	1	838	ニューヨーク州	NYISO
Ginna Nuclear Power Plant	PWR	1	576		
Nine Mile Point Nuclear Station	BWR	2	1,907		

注1：MISOはMidcontinent ISO、PJMはPJM Interconnection、NYISOはNew York ISOである。

注2：一部はMISOに属する。

出典：ExelonおよびNRCのウェブサイトより作成



注：設備容量による加重平均値
出典：NRCのデータより作成

図2 Exelonおよび全米の原子力発電所の利用率の推移

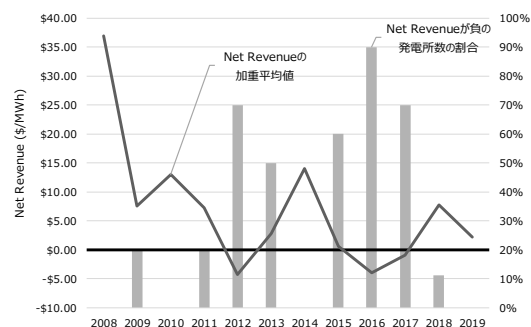
しかし、米国の自由化州における原子力事業の収支は近年厳しさを増している。Exelonの財務諸表では、原子力事業単体の収支を見ることができないため、市場価格と公表されている米国の原子力発電の費用データから、Monitoring Analytics (2020)が推計している経済的収支を確認することにする。図3は、PJM管内でExelonが所有する9つの原子力発電所の立地点における、卸電力市場（前日市場の24時間平均）と容量市場からのMWh当たりの収入から、原子力発電所を経済的に維持するために必要な費用、すなわち、燃料費、運転維持費、そして運転開始後の追加的な投資¹のMWh当たりの費用の合計を差し引いた値（Net Revenue）の推移を、設備容量をウェイトとする加重平均値で示したものである。この値がゼロを下回る状況が続くと、運転に伴う損失が発生するため、経済的には閉鎖する方が望ましいということになる。ただし、費用のデータは、実際にはNuclear Energy Institute (NEI) の公表している全米平均の値を用いており、単一ユニットと複数ユニットの発電所の違いは反映されているが、必ずしもExelonの所有する個別の発電所の正確な費用を反映したものではないことに注意する必要がある²。そのため、あくまで大雑把な傾向を把握するため

¹ 安全対策投資などを含む。

² すなわち、複数ユニットの費用はどの発電所でも同じである。

の目安に過ぎず、特にExelonの発電コストが米国平均よりも低ければ、図のNet Revenueは過小評価していることになる。それでも、推計されたNet Revenueがマイナスになっていれば、早期閉鎖のリスクを示唆するものといえよう。図3には、各年において、Net Revenueが負の値をとった発電所の数の割合を合わせて示している。

市場での収益は、主に卸電力価格の変動に左右され、年毎の変動が大きい。2009年以降は多くの年で、Exelonの所有する原子力発電所でも、Net Revenueがマイナスとなる発電所があったことが分かる。



出典：Monitoring Analyticsのデータより作成

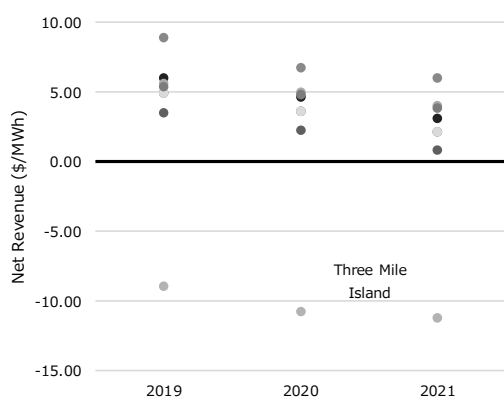
図3 PJM管内におけるExelonの原子力発電所を対象に試算したNet Revenueの推移

ただし、現実には事業者は、その年の市場価格で発電電力量のすべてを取引するのではなく、その価格変動リスクをヘッジするために先渡しなどでの取引も行っていると考えられる。Exelon Generationも、想定される年間の取引量の一定割合を何らかの形でヘッジしている³。図4は、Monitoring Analytics (2019)が、2018年時点での向こう3年間の先渡しの価格を用いて、発電電力量をすべてヘッジした場合のNet Revenueを計算したものである。なお、Exelonは過去の容量市場において、いくつかの原子力発電所が落札できなかった

³ 例えば、2年先で概ね50%~60%、1年先で70%~90%をヘッジしている (Exelon, 2019)。

たことを自ら公表しているが⁴、そのことは反映されていない。

図4に示される状況から、ほとんどの原子力発電所は、それを経済的に維持するのに必要なNet Revenueを確保できるが、Three Mile Island発電所だけは、大きくマイナスの値をとっている。実際、Exelonは2019年に同発電所を閉鎖している。他方で、2020年8月には、イリノイ州にあるByronとDresdenの2つの発電所の合計4基を早期閉鎖する予定であることを公表している(Exelon, 2020)⁵。このことは、図4に示す数年前の状況でNet Revenueがプラスであっても、長期的に発電所が維持されることを保証するものではないことを意味している。



出典：Monitoring Analyticsのデータより作成

図4 PJM管内におけるExelonの原子力発電所を対象に先渡し価格で試算したNet Revenue

3.3 政策支援の導入に向けた対応

収支の状況が厳しい中、事業者が取り得る対応策として、さらなる効率化やコストの削減が考えられるが、Exelonの原子力発電所の場合は、利用率も平均で90%以上とすでに十分に高く、燃料費や運転維持費などについても削減の余地はあまりないと考えられる。その結果、事業者としては、

発電所に技術的問題がなく、ライセンスで認められた運転期間が残っていても、先に見たNet Revenueが負になるような発電所は閉鎖することが経済合理的な選択となる。実際、Exelonは2010年代半ばから、経済的な理由によりいくつかの原子力発電所を閉鎖する旨を公表し、実行してきた。このことは競争的な市場の中で、十分な収益を得られない発電所は市場から退出するという、市場原理に従った意思決定をしたことを意味する。

ただしその際、Exelonは、現在の電力市場において、原子力発電が社会にもたらす価値が適切に評価されていないとして、特に運転時に二酸化炭素を排出しない低炭素電源としての価値が評価され、その対価を受け取れるようにするべきとの見解を繰り返し示してきた。Exelonは市場メカニズムの活用そのものは否定しないものの、原子力発電が持つkWhやkW以外の価値も市場で取引されるべきであり、それができないのであれば、適切な対価を受け取れるようにするべきとの問題提起を行ってきた。そして、ゼロ・エミッション電源として、様々な政策的支援を受ける再生可能エネルギー(再エネ)などと対等に扱うように求めてきた。また、Exelonは、原子力発電所の閉鎖が州の脱炭素目標の達成を難しくするだけでなく、地元の経済や雇用に負の影響を与えることも強調してきた⁶。そして、ニューヨーク州やイリノイ州の州政府に対し、低炭素電源としての価値に基づく州の政策的支援が導入されれば、閉鎖をとりやめることも表明してきた。

結果的に、ニューヨーク州とイリノイ州では、ゼロ・エミッション・クレジット(Zero Emission Credit, ZEC)と呼ばれる支援策が導入された。これは、需要家に原子力発電あるいは他のゼロ・エミッション電源からの一定の電力量の購入を義務付けた上で、卸電力価格が低い水準にあるとき

⁴ PJM やその市場監視をする組織から、容量市場で落札した個別の電源は公表されない。

⁵ Exelon(2020)の公表によれば、卸電力価格が低迷し、収入不足が続いていること、容量市場での入札において火力発電を優遇するような措置がとられたことなどを理由に挙げている。なお、この2つの発電所は、後述するイリノイ州の政策的支

援措置であるゼロ・エミッション・クレジット(ZEC)の適用を受けていない。

⁶ 例えば、2016年にイリノイ州の3つの原子力発電所が2016年に閉鎖された場合の経済影響は、当初36億ドルの損失となり、その後2030年までに48億ドルに達するといった試算がなされていた(Nuclear Energy Institute, 2014)。

に、炭素の社会的費用に相当する金額を市場価格に上乗せして、原子力事業者が収入として得られるようにしたものである（服部,2018）。ZECの価値自体は市場で決まるものではない、という点で、わが国の非化石価値取引市場とは異なる⁷。ただし、卸電力市場や容量市場の価格が一定の水準を超えた場合には、ZECの価値は付与されず、常に一定の額が発電量に応じて支払われるわけではない。Exelonがニューヨーク州に所有する3つの原子力発電所は、このZECの適用を受け、運転を継続することとなった。イリノイ州では、ExelonのQuad CitiesとClintonの2つの発電所がZECの適用を受け運転を継続している。同様の支援策は、ニュージャージー州やオハイオ州など、5つの州で導入されている（National Governors Association, 2019）。

ZECに関しては、主に、他電源との競争を歪めるとの観点から、批判も根強い（服部, 2018）⁸。その是非をめぐっては、導入後も裁判で争われたりしているが、これまでのところ導入されたZECが廃止されるといった事態にはなっていない。

しかし、ZECは期間限定の措置であり、最長でもニューヨーク州の12年間である（Morey, 2019）。したがって、ZECを付与されたすべての既設炉が許可された運転期間を全うすることを保証するものではない点に留意が必要である⁹。

3.4 将来展望と中長期的な取り組み

原子力事業の収支状況が厳しい中で、Exelonは将来の原子力発電についてどのような展望を描いているのか。以下では、運転期間の延長と革新

的技術への取り組みについてみる。

3.4.1 80年運転に向けた運転期間の延長

米国では、ライセンス交付時に認められる運転期間が40年で、その後、申請により認められれば20年間の延長が可能、さらに再延長も可能となっている¹⁰。最初の40年という期間は、設備の劣化などに関する技術的な理由で定められたものではなく、反トラストの観点から短くするべきとの意見と償却期間の観点から長くするべきとの意見の妥協で決まったものである。Exelonを含む米国の原子力発電所の多くは、既に1回目の更新を行って、20年の運転期間の延長を行っている（IAEA, 2020）。Exelonが運転する原子力発電所の運転期間とライセンスが失効するまでの運転可能年数を図5に示す。

ExelonのPeach Bottom発電所は、Florida Power & LightのTurkey Point発電所（2019年12月決定）に次いで、再延長による80年間の運転が認められた2番目のケースとなった¹¹。また、Exelonにとっては、2050年時点で稼働可能な最初の原子力発電所となる（2号機が2053年まで、3号機が2054年まで）。同発電所について、Exelonは過去7年間にわたって、12%の出力増強などのための追加投資を行ってきたとされる¹²。出力規模も大きく、Exelonの所有する原子力発電所の中では、立地地域の卸電力価格や容量価格の水準も比較的高い。

長期間運転（Long-term Operation, LTO）は、将来的に原子力発電のシェアを維持するための方策として、世界的に注目されている（World Nuclear News, 2020）。LTOのための費用は、新規に原子力

⁷ 非化石価値取引市場で、原子力発電が対象となる非FIT非化石証書のオークションでは、シングルブライズオークションで価格が決まる。朝野(2019)を参照。

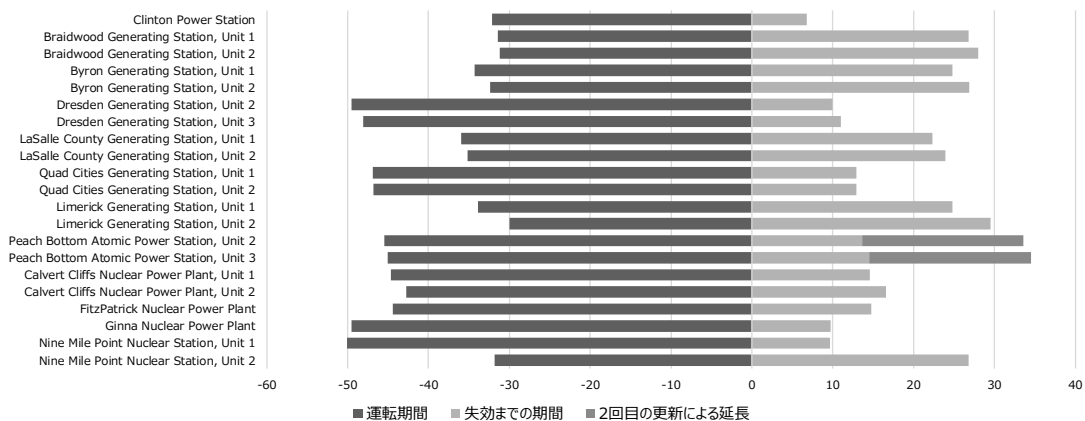
⁸ 他に、Sprohge and Kreiser (2018)のように、気候変動が人為的に引き起こされているとの見方に対する懐疑論を示した上で、原子力発電所の事故やサイバー攻撃などのリスクを考慮すれば、ZECは甚大な環境リスクを伴うものである、といった批判もある。

⁹ ZECが、非化石価値に基づく対価であるならば、原子力発電所が発電している限り、対価を受け取れるべきともいえるが、こうした制度の課題については、本稿の範囲を超えるため、別の機会に論じることとしたい。

¹⁰ 延長回数に制限はないが、米国の原子力規制委員会は、2回目の延長申請の審査に向けて、ガイドラインの見直しなどを行っている。Nuclear Regulatory Commission (2018)を参照。

¹¹ Turkey Point 発電所はPWR、Peach Bottom 発電所はBWRである。

¹² Exelonは、今後も継続的に取り組む技術開発の課題として出力増強に関わる技術も挙げている。出力増強自体はこれまでも実績があり、より費用対効果の高い方法で進めるためといえる。現時点では新たな出力増強の計画は公表されていないが、新規の大型炉の建設が現実的とは言えない中で、原子力発電所の規模を拡大するための投資の選択肢としては残されている。



出典：NRCのデータより作成

図5 Exelon社の原子力発電所の運転期間および運転可能年数

発電所を建設するよりも安く、また、再エネなど他の低炭素電源に比べても安くなる可能性があると考えられている。しかし、80年運転が原子力規制委員会（Nuclear Regulatory Commission; NRC）に認められても、収支が悪化すれば、早期閉鎖せざるを得ないことには変わりはない。Peach Bottom発電所が立地するペンシルバニア州では、まだ州政府の支援策などは打ち出されていないが、今後、その動向が同発電所の維持において重要となる可能性がある。

3.4.2 小型モジュラー炉等の技術革新への関与

Exelonは現在の市場設計が改革されない限り、大型の原子力発電所の建設は不可能と断じている。そして、それは電力市場を自由化した諸外国に共通の傾向でもある。そうした中で、近年、小型モジュラー炉（Small Modular Reactor, SMR）の開発が注目されている。Exelonは必要な市場改革が行われる前提で、SMRを含む新型炉に一つの可能性を見出しているとしている（Exelon, 2018）。

SMRの開発自体は、現在、伝統的な原子炉メーカーやスタートアップ企業などによって進められているが、米国ではExelonを含む原子力事業者も関与はしている。GE-HitachiのBWRX-300（電気出力300MW）の設計作業に対しては、バージニア州の電力会社Dominionとともに資金援助を行っ

ている。また、HoltecのSMR-160（電気出力160MW）の設計には、日本の三菱電機などととも協力している（Holtec, 2019）。

2020年には、原子力のスタートアップ企業であるNuScale PowerのSMRが設計審査の第2段階を通過したが、商業運転を実現するのがいつ頃になるのかは不確実であり、また、仮に実現したとしても、それが原子力事業全体に一定の影響を及ぼすのはかなり先のことになると思われる。

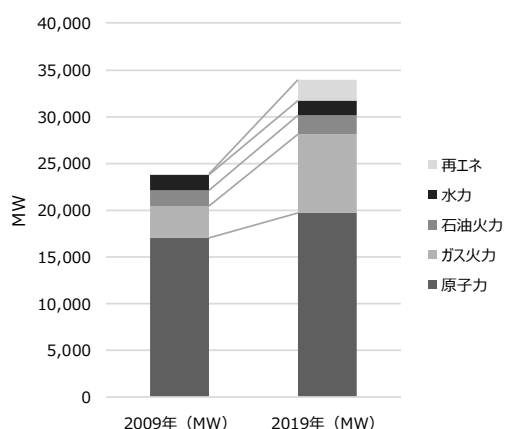
Exelonはまた、原子力（軽水炉）を活用した水素製造の実証プロジェクトで米国エネルギー省の資金も獲得している（Otgonbaatar, 2020）。収支が厳しい状況にはあるが、Exelonとしては、今後も原子力事業を維持し、将来に向けてイノベーションに取り組む姿勢を明確にしている。

4. Exelonの事業ポートフォリオとその評価

この章では、収支の厳しい原子力事業を有しながら、Exelonが企業として存続してきた背景として、その事業ポートフォリオに着目し、企業全体としての収益性の確保やその安定化にどのような効果がみられるのかについて評価してみたい。

4.1 電源のポートフォリオ

3章では、原子力事業の経営環境が厳しいことを見てきたが、Exelonの発電事業は、原子力発電が主体ではあるものの、他の電源も所有している。従来型の火力や水力の他、近年は再エネにも投資をしている。2019年時点で、設備容量では全体の4割程度が原子力発電以外の電源で占められている(図6)。



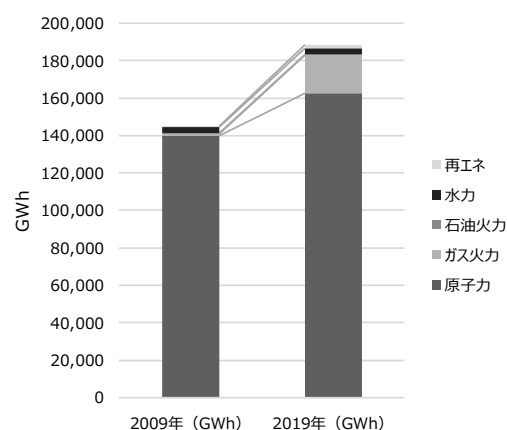
出典：S&P Globalのデータより作成

図6 設備容量でみたExelonの電源構成の変化

原子力発電以外の電源の大半は火力発電、特にガス火力であり、その設備容量の6割弱がCCGTである。石油火力も所有しているが、石炭火力は所有していない。

しかしながら、発電電力量のシェアを見ると、原子力以外の電源のシェアは14%程度にとどまっており、そのほとんどがガス火力である(図7)。また、ガス火力の発電電力量のほとんどはCCGTによるもので、全体の10%程度である。したがって、発電部門全体の収益性を考える上で、原子力発電以外で重要となりうる電源はCCGTのみであろう。この間、シェールガスによる燃料価格の低下により、CCGTのコスト競争力は高まっていた

が、ExelonにおけるCCGTのシェアが増加したのは、2012年にConstellationを買収して、同社が保有していたCCGTを引き継いだのが契機となっている。その後、CCGTの発電電力量のシェアは10%程度を維持しているが、2017年からは新たにテキサス州に建設したCCGTが運転を開始する一方で、それまで発電していたCCGTは休廃止している¹³。



出典：S&P Globalのデータより作成

図7 発電電力量でみたExelonの電源構成の変化

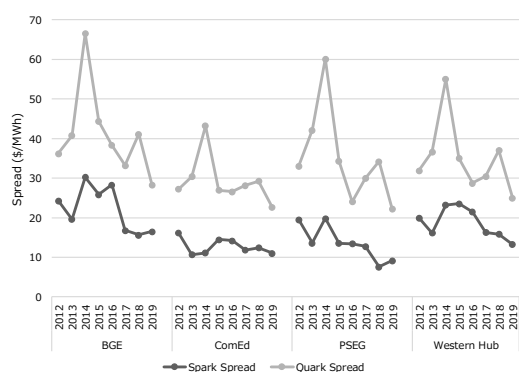
原子力を中心とする電源構成にCCGTが加わることで、発電部門の収益はどうなるであろうか。CCGTは建設費が安く、シェールガス革命でガス価格が低下したことで、限界費用も低くなり、石炭火力のそれを下回ることによって、その収益力は高まっていたと考えられる。実際、Monitoring Analytics(2019)によれば、CCGTは卸電力市場と容量市場からの収入で、年均等化発電コスト(Levelized Cost of Electricity, LCOE)を上回るケースが多い。したがって、発電部門全体の収益力の向上には貢献したと考えられる。もっとも、その収益は卸電力価格と少なからず連動することになり、安定的なものとはいえない。他方で、需給ひっ迫時やガス価格が高くなる時には、CCGTが

¹³ Exelonとして、参加する卸電力市場にテキサスを加えたことは、ある程度は、立地地域の多様化を通じたリスク分散にもつながる。テキサス州の卸電力市場であるERCOTには容量市場がなく、価格が乱高下しやすいという特徴を持ち、同じような発電所でもその収益構造は異なる。実際には、2018年まで、

PJMとERCOTの卸電力価格は同じような変動を示していたが、2019年には、PJMでは価格が低下したのに対し、ERCOTでは上昇に転じており、CCGTの収益も増加したと考えられる。

限界電源となり、その間は、卸電力価格がガス価格と同じように変動するため、CCGTの収益が(限界電源とならない時と比べて)減少していくこともありうる。

CCGTの収益が、結果的にどのように変動していたのかを見るために、その短期的な収益性指標であるSpark Spread (1MWh当たりの卸電力価格から、1MWhを発電するために要する燃料費を差し引いたもの)と、同じ指標を原子力に適用したQuark Spreadを合わせて示したのが図8である。図8を見ると、原子力のQuark Spreadに対して、CCGTのSpark Spreadは小さく、またその変動も、Spark Spreadの方が小さい。



出典：Monitoring Analyticsのデータより作成

図8 PJMにおけるSpark SpreadとQuark Spread

両者のトレンドを見ると、卸電力価格が大きく上昇した2014年を除けば、徐々に下降しているという点で、それほど変わらないとみることもできる。短期的にはいずれかが増加に転じている時もあるが、Quark Spreadとともに、CCGTのSpark Spreadも小さくなっており、その収益力は低下傾向にある。もともと発電電力量のシェアが小さいため、それが発電部門全体に与える影響も限定的といえるが、今後、CCGTに積極的に投資していくという戦略をとるとしても、収益の安定化に大きく寄与するとは考えにくい。

¹⁴ 合併買収による垂直統合には、上流にある発電部門が下流にある小売部門を吸収合併する「前方統合」、小売部門が発電部

4.2 発電と小売のポートフォリオ

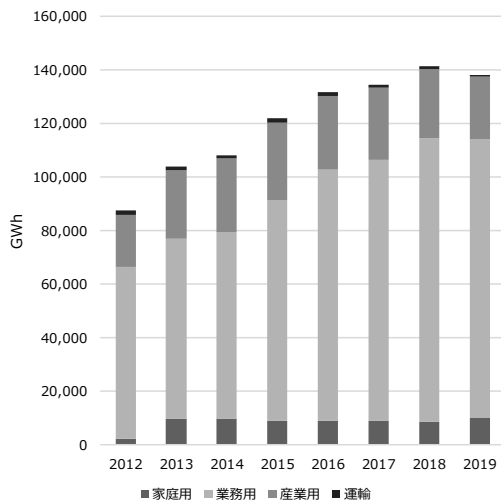
Exelonは、主に傘下のConstellationを通じて、競争部門の小売電気事業も手掛けている。このことにより、Exelonは持株会社の下で、発電と小売、すなわち、電力供給における上流と下流の両者を有するという意味での垂直統合を実現している。それぞれが競争分野であり、こうした垂直統合は一般企業にも見られる形態であるが、Exelonの場合、その創立後10年以上が経過した2012年にConstellationを買収して垂直統合を強化したことから¹⁴、そこに戦略的な意図もあったと考えられる。

そこで以下では、原子力を主体とする発電部門の収支が厳しい中で、小売電気事業との統合が競争部門の収益性にどのような影響を与えているのかについて評価する。なお、既に述べたように、米国のテキサスを除く自由化州では、規制部門の送配電事業者が小売電気事業者を選択しない需要家に規制料金で小売供給を行っており、Exelonも傘下の送配電事業者を通じて、規制された小売供給も行っているが、本節の議論においては、こうした小売供給の影響は除外する。

4.2.1 競争部門の小売電気事業の概要

競争部門のConstellationの小売電気事業における主な顧客層は業務用需要家で、販売電力量の70%前後を占めている。続いて産業用需要家が20%程度を占め、家庭用需要家は7%前後となっている。EIA (Energy Information Administration) のデータによると、ExelonがConstellationを買収した2012年以降、販売電力量は業務用を中心に増加しており、それが全体の販売電力量の増加にもつながって、最近では130~140TWhで推移している(図9)。これは、Exelonの発電電力量に対して7割程度である。

門を合併する「後方統合」が考えられるが、少なくとも米国における電力の場合、前方統合が中心である。

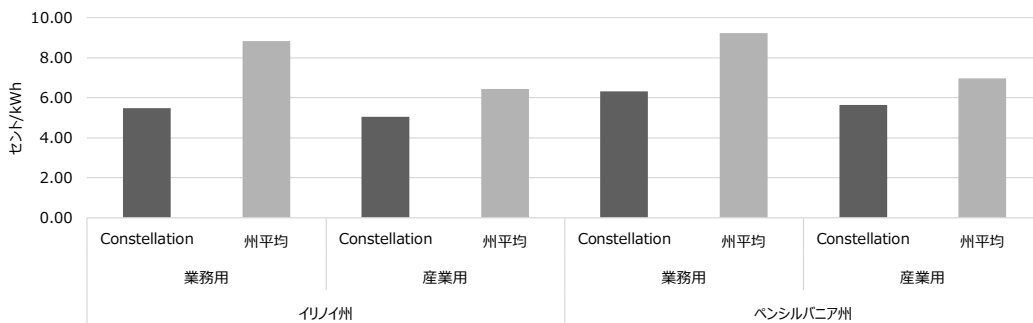


出典：EIA861のデータより作成

図9 Constellationの販売電力量の推移

Constellationは、自由化州の多くに参入しているが、州別の販売電力量は、イリノイ州が最も多く、次いでペンシルバニア州、ニューヨーク州となっている。なお、Exelon全体では、ガスの販売収入もあるが、収益に占める割合は小さく、以後の議論においては考慮しない。

また、Constellationの小売電気料金について、同社におけるシェアの大きいイリノイ州とペンシルバニア州を対象に、業務用需要家や産業用需要家の小売料金単価を見ると、州の平均と比べて低



出典：EIA861のデータより作成

図10 イリノイ州とペンシルバニア州におけるConstellationの小売電気料金と州の平均値 (2013年～2019年の名目値の平均)

¹⁵ 本稿では、発電と小売の垂直統合による経済性のメリットについては論じない。Gottfredson, et al. (2013)は、Exelonの原子力発電所もいくつか存在する、米国北東部の電力市場における垂直統合による取引費用の節約の効果は、発電設備の差引現

い水準となっており (図10)、例えば、負荷率の違いが理由の一つとして考えられる。

4.2.2 発電と小売のナチュラルヘッジの評価

競争部門の発電と小売は、一定の条件の下で、特に卸電力価格の変動に伴い、互いの利益の変動が補完的な関係となる¹⁵。すなわち、卸電力価格が高い (低い) 時には、発電の利益が増加 (減少) する一方で、小売の利益は減少 (増加) する。これを発電と小売の「ナチュラルヘッジ」と呼ぶ

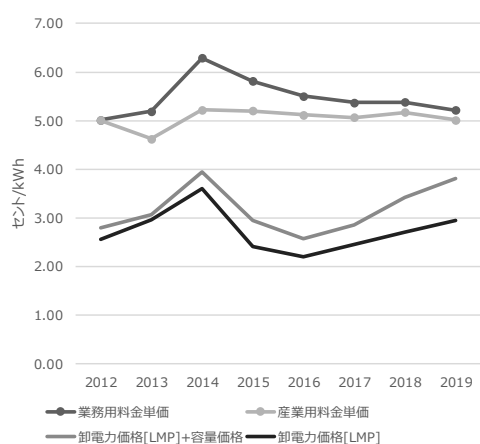
(Hunt, 2002)。原子力発電の場合、短期限界費用はごくわずかで、ほとんど変動しないため、卸電力価格の変動が利益の変動に直結する。そのため、小売の利益との補完によって収益を安定化させるメリットは大きいと考えられる。しかし、ナチュラルヘッジが働くためには、小売料金が、卸電力価格の変動によらず安定的であることが必要となる。

そこで、小売電気料金と卸電力価格の変動の関係を詳細に見るために、Constellationのシェアの大きいイリノイ州とペンシルバニア州を対象に、業務用需要家や産業用需要家の小売電気料金の単価と卸電力価格の推移を比較する。卸電力価格は、原子力発電所の立地する地点の昨日価格

在価値の4%程度と試算している。ただし、試算方法等は不明である。近年のデータを用いた実証分析については、本特集号の田中(2020)を参照。

(Locational Marginal Price; LMP) とMWh当たりに換算した容量価格の合計値を用いる。

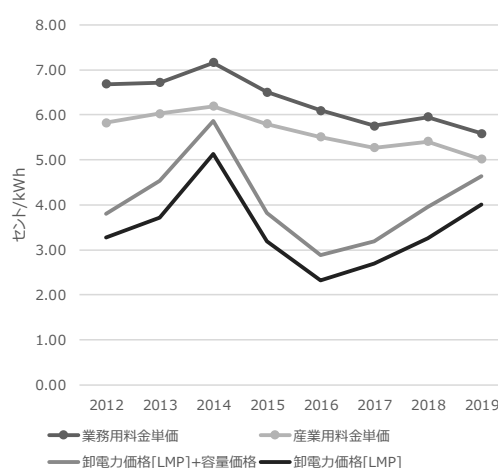
まず、図11が、イリノイ州を対象に、小売電気料金と卸電力価格の推移を比較したものである。州の平均は業務用、産業用ともに2014年以降はほぼ横ばいであるのに対し、Constellationの業務用の料金は低下してきている。卸電力価格との比較では、卸電力価格の変動が小売料金単価の変動よりも大きいことが分かる。2015年から2017年にかけては、卸電力価格が低下する一方で、小売電気料金はより緩やかに低下している。これにより、原子力発電が主体の発電事業のマージンは小さくなっている一方で、小売電気事業にとってのマージンが大きくなっていると考えられる。



出典：EIA861のデータより作成

図11 イリノイ州におけるConstellationの小売電気料金（業務用と産業用）と卸電力価格の推移

次に、ペンシルバニア州を対象に比較したのが図12である。ペンシルバニア州の小売料金単価は、業務用および産業用で低下しているが、卸電力価格の変動と比べると、その変動は緩やかである。その結果、2015年から2016年にかけて、実質的に、小売電気事業の利益が増加していたと考えられる。



出典：EIA861のデータより作成

図12 ペンシルバニア州におけるConstellationの小売電気料金（業務用と産業用）と卸電力価格の推移

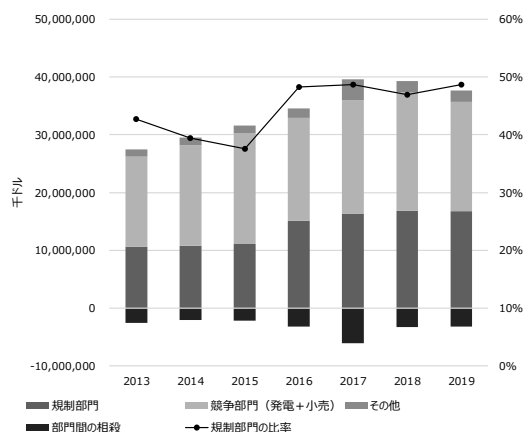
これらのデータを見る限り、小売料金は卸電力価格よりも安定的に推移していることから、発電と小売の間でのナチュラルヘッジは、ある程度機能しているように見える。ただし、今後、小売電力市場での競争が進んだ結果として、小売電気料金の卸電力価格との連動性が高まると、このような効果は薄れていくことになる。諸外国の、特に大口需要家向けの市場においては、そのような傾向も強まっている。したがって、原子力発電と小売のナチュラルヘッジの効果をいつまで期待できるかは不透明である。

なお、実質的なナチュラルヘッジはある程度機能していることを確認できたが、Exelonにおける現実の会計上の競争部門の利益は、毎年大きく変動している。実際には、発電部門の費用も毎年変動していることなどが要因として考えられる。

4.3 競争部門と規制部門のポートフォリオ

Exelonは、競争部門の発電と小売だけでなく、その傘下に規制部門の送配電事業を有しており、近年、その売上高が会社全体の売上高に占める割合は5割弱となっている。図13は、セグメント別の売上高の推移と、売上高全体に占める規制部門の

シェアの推移を示したものである。2016年に、規制部門の比率が大きく高まっているのは、送配電事業者を新たに買収したことを反映している。

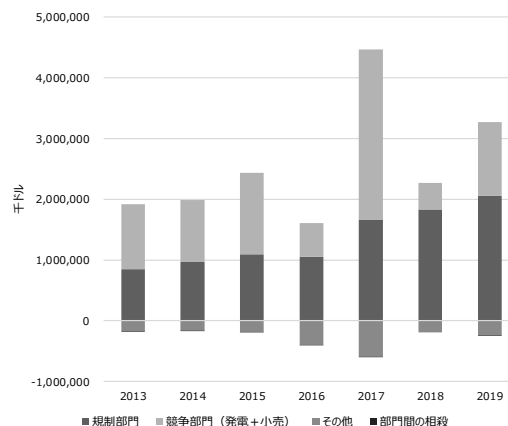


出典：S&P Globalのデータより作成

図13 Exelonのセグメント別売上高の推移

4.3.1 事業ポートフォリオと収益性の関係

こうした規制部門が企業全体の収益に与える影響をセグメント別の純利益の推移で確認してみると、特に過去5年間に於いて、競争部門の会計上の利益は、規制部門のそれと比べて、年毎の変動が大きいことが分かる(図14)。各部門の利益は、基本的には独立で、競争部門の利益が大きく下がった時に、規制部門の利益がそれを補完するような形にはならないものの、企業全体として一定の利益を確保することに結び付いている。



出典：S&P Globalのデータより作成

図14 Exelonのセグメント別純利益の推移

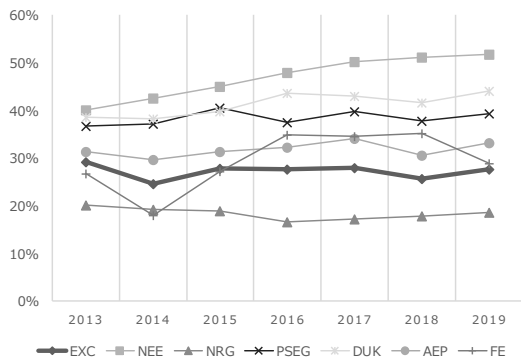
ここで、米国の大手電力会社で、Exelonと同様に、競争部門と規制部門を有する会社との財務パフォーマンスの比較を行ってみる。Exelon (EXC)の比較対象とするのは、American Electric Power (AEP), First Energy (FE), Public Service Enterprise Group (PSEG¹⁶), NextEra Energy (NEE)である。また、規制部門が中心の電力会社としてDuke Energy (DUK), 競争部門 (発電と小売) のみのNRG Energy (NRG)も参考までに比較する。比較する収益性の指標として、EBITDAマージン (EBITDAを売上高で除した値) を用いる¹⁷。

ExelonがConstellationを買収して、おおむね現在の事業体制になった翌年の2013年からの、EBITDAマージンは、25~30%を推移している(図15)。その水準は、NRGよりは高いものの、規制部門を有する他の電力会社と比べると低い水準となっている。

¹⁶ 株式の銘柄のコード (ticker) は PEG である。

¹⁷ EBITDA (Earnings Before Interest Taxes Depreciation and

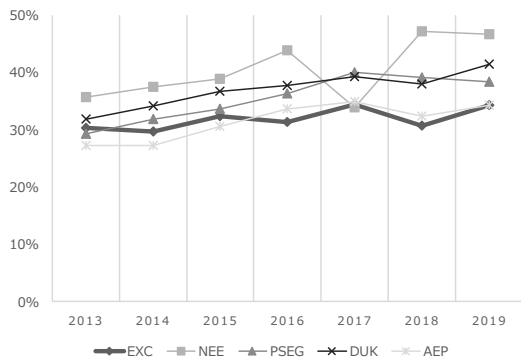
Amortization) は、税引き前営業利益に支払利息、減価償却費を加えて算出される利益。



注：EXC: Exelon, NEE: NexteraEnergy, NRG: NRG Energy, PSEG: Public Service Enterprise Group, DUK: Duke Energy, AEP: American Electric Power, FE: First Energy
出典：S&P Globalのデータより作成

図15 米国の大手電力会社のEBITDAマージン

その要因を探るために、今度は、規制部門のパフォーマンス（収益性）を比較してみる。Exelonの規制部門のEBITDAマージンは、会社全体のEBITDAマージンをやや上回っており、競争部門よりも規制部門で高いマージンとなっている。しかし、競争部門のみのNRGを除いた比較対象の電力会社の中では低い値で推移している（図16）。



注：EXC: Exelon, NEE: NexteraEnergy, PSEG: Public Service Enterprise Group, DUK: Duke Energy, AEP: American Electric Power, FE: First Energy
出典：S&P Globalのデータより作成

図16 米国の大手電力会社の規制部門のEBITDAマージン

電力のみの会社と電力とガスの両方を手掛ける会社の違いなどもあり、厳密な比較はできないが、Exelonの企業全体の収益性は、相対的に収益性の低い競争部門だけでなく、規制部門でも向上の余地があると考えられる。

規制部門の収益性は、規制当局が認可する料金にも依存するため（実際、Exelonの規制料金は全体として他社よりも安い）、企業の経営努力だけの問題ではないが、送配電部門のさらなる効率化がExelonの今後の経営課題といえる¹⁸。

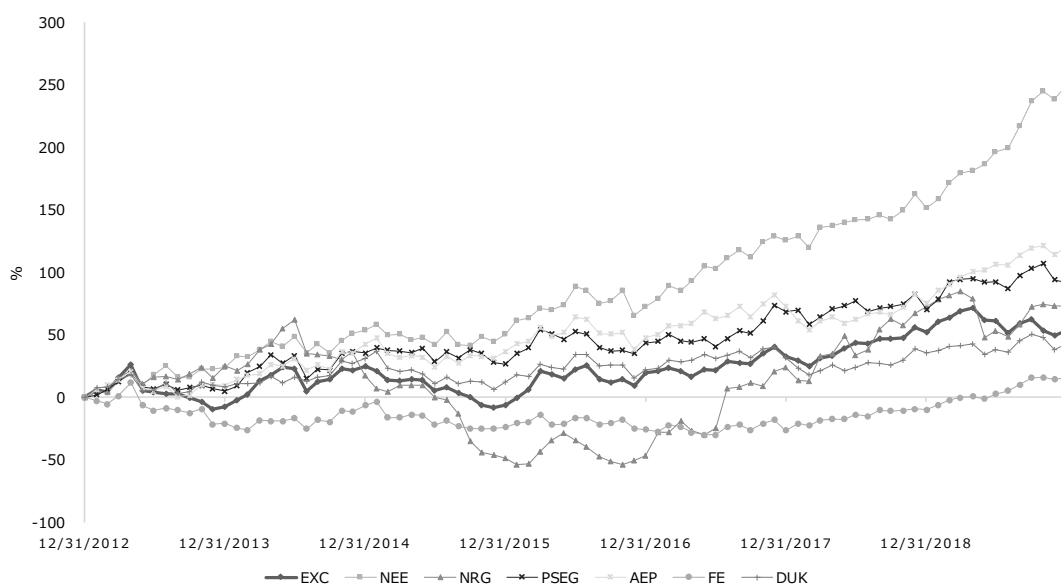
4.3.2 Exelonの事業ポートフォリオに対する資本市場の評価

次に、規制部門を傘下に有することで、資本市場からはどのように評価されているのか、やはり同じようなポートフォリオを有する他の電力会社や、規制部門のみの電力会社の株価との比較でみてみよう。

図17は収益性を比較した電力会社の株価の変化率の推移（2012年末から2019年末、月次データ）を示したものである。Exelonの株価は7年間で上昇しているものの、同業他社と比較して、高めに評価されているわけではない。株価の変動要因は多々あるため、その理由については別途詳細に調べる必要があるが、原子力という従来型電源を主体とする競争部門の発電事業を抱えていることが、一つの理由として考えられる。収益の見通しが立たない競争部門の発電事業（Merchant Generation Business）の将来性は疑問視されており（Gifford, et al. 2017）、投資家に低く評価されている可能性がある。他方で、米国では、既に指摘されているように、規制事業が高く評価される傾向にある（後藤他, 2013）。また、投資家の間には、規制部門と競争部門のハイブリッドよりも、それぞれの部門に専念すること（Pure Play）を求める

¹⁸ Exelonの送配電事業者の料金は、基本的には報酬率規制で決まっているが、料金改定は数年おきに行われるため、その間に費用を削減することで利益を獲得することは可能である。州

によっては、Multi-year rate planとして、次の本格改定までの期間をあらかじめ定めて、料金審査を行うところもあるが、Exelonの送配電事業者のエリアではまだ導入されていない。



注：EXC: Exelon, NEE: NextEraEnergy, NRG: NRG Energy, PSEG: Public Service Enterprise Group, AEP: American Electric Power, FE: First Energy, DUK: Duke Energy,
 出典：S&P Globalのデータより作成

図17 米国の大手電力会社の株価の推移

傾向もある。

2010年代半ば以降、米国の大手電力会社で、競争部門と規制部門を有していた会社が、競争部門を売却し、規制部門に専念する例が増えている¹⁹。例えば、PPLやDuke Energyが、2014年に競争部門の発電事業から撤退している。

Exelonも今後、持株会社としては、規制部門に専念し、原子力を含む発電事業を売却したり、持株会社から分離したりする可能性は否定できない。同社の原子力発電所が自由化州で発電する限り、競争部門の原子力事業としてのリスクが大きいことに変わりはなく、仮にそうなった場合には、自由化州での原子力発電の維持は困難になるかもしれない。

5. おわりに

本稿では、米国Exelonの原子力発電の現在までの収益性と会社が有する事業ポートフォリオを通じた会社全体の収益性の評価を試みた。原子力事業単体では、十分な収益性の確保が難しい中、Exelonはその事業ポートフォリオによって企業としての収益を安定化させてきた。ガス火力や再エネなどによる電源構成の多様化による効果は限定的だが、競争部門の小売電気事業とのナチュラルヘッジで実質的に収益の安定化が図られているほか、規制部門の送配電事業からの安定的な収益も、会社全体で一定の収益を確保することにつながっている。今後の小売電力市場での競争の進展や、投資家からの要求によっては、見直しを迫られる可能性もあるが、事業ポートフォリオを通じて収益の安定化を図ることは、米国やわが国に

¹⁹ 競争部門を売却することで、卸電力市場等の価格変動リスクを回避できるようになる一方で、規制部門の送配電事業に依存することは、規制リスクにより大きく影響されることを意味する。規制部門の安定的なリターンは、現在は投資家に評価

されているが、今後、送配電網の増強のための設備投資が求められ、料金の値上げが頻繁に行われると、規制当局が認めるべき料金を認めなくなる可能性も否定できない。

において、収支リスクの大きい原子力事業を維持するために、民間の電力会社がとりうる重要な戦略として認識される必要があるだろう。

しかしながら、2050年ネットゼロ排出の温暖化対策の目標を達成するために重要性の高まる原子力発電を民間で維持していくには、国が果たすべき役割もある。わが国では、原子力発電を含む非FIT非化石電源を対象とする非化石価値取引市場での取引が2020年度から開始されるが、そこで、国の排出削減目標を踏まえた非化石電源としての価値が適切に評価されるよう、制度の検証と必要な見直しを行い、また、それだけでは期限までの目標達成が困難な場合には、他電源との競争にも配慮しつつ、投資の予見性を確保する仕組みなども合わせて検討する必要がある。

【参考文献】

- Exelon (2018). “Exelon is Strongly Committed to the Future of Nuclear Energy,” Newsroom.
- Exelon (2019). “Earnings Conference Call Third Quarter 2019,” October 31, 2019.
- Exelon (2020a). “2019 Exelon Corporation Sustainability Report”.
- Exelon (2020b). “Exelon Generation to Retire Illinois’ Byron and Dresden Nuclear Plants in 2021,” Newsroom
- Gottfredson, M., J. Norton, J. Critchlow, and A. Sinha (2013). “How Utilities Should Evaluate Upstream and Downstream Integration,” Bain & Company.
- Gould, C. and Hunter, R. (2017). 「ゼロエミッション企業の経営戦略」第4回エネルギー情勢懇談会、資料1
- Gifford, R.L., Lunt, R.J., Larson, M.S., Wynne, H., and Selmon, E. (2017). “The Breakdown of the Merchant Generation Business Model,” Wilkinson Barker Knauer/Power Research Group.
- Holtec International (2019). “The Holtec Advisory Council Meeting on SMR-160 Marked by Several Major Milestone Developments,” Holtec Highlights. HH34.02
- Hunt, S. (2002). *Making Competition Work in Electricity*, Wiley.
- IAEA (2020). “Going Long Term: US Nuclear Power Plants Could Extend Operating Life to 80 Years.”
- Monitoring Analytics (2019). 2018 State of the Market Report for PJM.
- Monitoring Analytics (2020). 2019 State of the Market Report for PJM.
- Morey, M. (2019). “Five states have implemented programs to assist nuclear power plants,” Today in Energy, U.S. Energy Information Administration
- Nuclear Energy Institute (2014). “The Impact of Exelon’s Nuclear Fleet on the Illinois Economy,” October 2014.
- National Governors Association (2019). “Policy Update: State Policy Support for Nuclear Generation.”
- Nuclear Regulatory Commission (2018). “Subsequent License Renewal,” Backgrounder, Office of Public Affairs
- Otgonbaatar, P.I.U. (2020). “2020 DOE Hydrogen and Fuel Cells Program Review Presentation: Demonstration of electrolyzer operation at a nuclear plant to allow for dynamic participation in an organized electricity market and in-house hydrogen supply.”
- Sprohge, H. and Kreiser, L. (2018). “An overview of zero emission credits for nuclear power plants in the United States,” in Hymel, M., Kreiser, L., Milne, J.E., Ashiabor, H. (eds.) *Innovation addressing climate change challenges*, Edward Elgar, pp.222-232.
- World Nuclear News (2020). “Interview: The importance of long-term operation,” July 1, 2020.
- 朝野賢司(2019)「長期エネルギー需給見通しの実現を見据えた非化石価値取引市場の制度設計」電力経済研究 No.66, 69-81.
- 後藤美香・井上智弘・舛岡紅美・大江隆二(2013).「米国電気事業者の財務パフォーマンスと組織構造—規制事業と非規制事業の売上高比率による影響」電力中央研究所報告 Y12019
- 田中拓朗(2020)「発電・小売事業における範囲の経済性の評価—米国民営電気事業者を対象とした実証分析—」電力経済研究 No.67, 35-50.
- 服部徹(2013).「米国における電力の小売全面自由化の制度設計と競争状況」 Y12004
- 服部徹(2018).「米国の電力市場改革と原子力発電の収益性—収益の見通しに関する総合評価—」電力中央研究所報告 Y17005

服部 徹 (はつとり とおる)

電力中央研究所 社会経済研究所