

経済学からみた電力システム改革の課題⑨

調査レポート

～卸電力取引の活性化～

本シリーズでは、わが国の電力システム改革の問題および課題などについて経済学的視点から分析した結果を取りまとめている。

これまで、「Tirole 教授の研究業績と電気事業への示唆」「発送電分離後の送電線投資問題」「競争的電力市場における供給力確保」「小売り全面自由化と需要家行動」「海外における電力取引の状況」「再エネ大量導入政策が電気事業に与える影響」「発送電分離が電気事業者に与える影響」「送配電料金制度および配電固定費回収問題」を取り上げてきた。

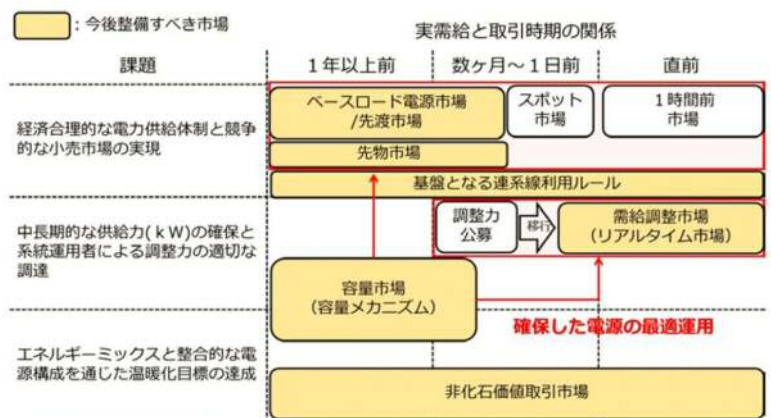
第9回では、「電力システム改革貫徹のための政策小委員会」で議論されている施策のうち、グロスビディング、連系線利用ルールの見直しおよびベースロード電源市場について考察する。

1. はじめに

2017年2月に電力システム改革貫徹のための政策小委員会（以下、貫徹小委）の中間とりまとめが示された。これは、2020年の発送電分離に向け競争の活性化を進展させることを目的とし、新規参入者への支援措置も含めた様々な施策の在り方を検討し、電力システム改革を貫徹するという総意の下、総合的な判断として取りまとめられたものである。

2016年4月に全面自由化が開始されて以降、小売事業者間の競争は確実に進展している。経済産業省の報告によると2017年1月末時点で、旧一般電気事業者から新規参入者への切り替えが約246万件（全需要家の約3.9%）、旧一般電気事業者の自社内切り替えが約237万件（同約3.8%）で、これらを合わせると、切替率は約7.7%に達する。また、2016年12月末時点で、新規参入者の販売電力量シェアは、特高・高压分野で約11.7%、低压分野で約3.3%、全体で約8.6%に達している。一方、新規参入者が供給力を確保するうえで重要な

図表1 貫徹小委で議論されている施策



図表2 各施策の導入予定時期



卸電力市場の取引量が販売電力量に占める割合は、2016年12月末時点で約3.3%に留まっており、さらなる市場活性化が求められている。これらの課題を解決するため、貫徹小委で様々な施策や市場整備等が検討されている。貫徹小委で議論されている各施策の関係を図表1に、導入予定時期を図表2に示す。

貫徹小委で議論されている施策のうち、今回のレポートでは、卸電力市場活性化を目的としたグロスビディング、供給力調達の経済性向上を目的とした連系線利用ルールの見直し、および新規参入者の供給力確保支援策としてのベースロード電源市場について考察する。

卸電力市場の活性化は、図表3に示すように、卸電力市場の取引量の増加により価格の指標性が向上し、市場価格の信頼性が向上することで、当該市場の利用者が増加し、取引量が増加するという循環が生じることで実現される。

このような効果をもたらされれば、価格指標性が向上するため、リスクヘッジ戦略も練りやすくなり、新規参入者に限らず、既存事業者にもメリットがある。

図表3 卸電力市場活性化



資料：電力中央研究所にて作成

2. グロスビディング

(1) 施策の概要と効果

従来、旧一般電気事業者は、余剰電源を市場へ供出（売電）する一方で、自社需要への供給分は、発電部門から小売部門へと内部で取引してきた。これに対し、グロスビディング¹では、図表4に示すと

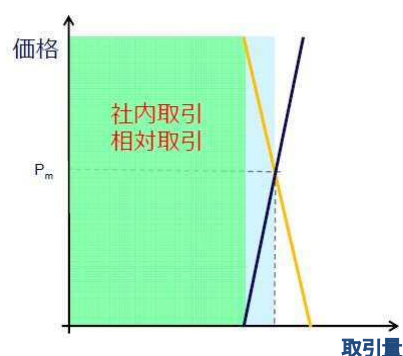
おり自社需要への供給分の少なくとも一部も、市場を介して売買することになる。

例えば、自社供給力を自社需要に充てる場合、一旦電力を市場に売電し、再び市場から買電することになる。

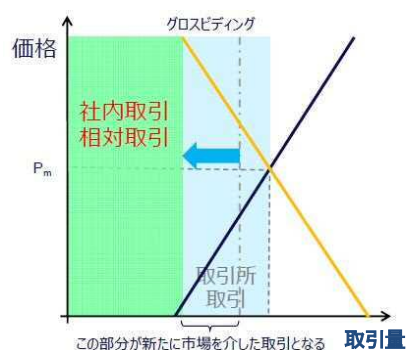
グロスビディングを導入することにより、市場取引量の増加だけでなく、取引の透明性や流動性・価格指標性の向上が期待されている。

図表4 グロスビディングのイメージ

【グロスビディング導入前】



【グロスビディング導入後】



資料：電力中央研究所にて作成

¹ グロスは「総量」、ビディングは「入札する」という意味。

(2) 海外事例

グロスビディングは、英国では 2011 年から、北欧では 2006 年から導入されている。

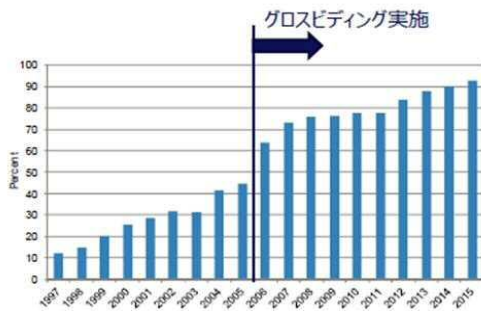
図表 5 は英国および北欧における市場取引量が電力消費量に占める割合を示したものであるが、これをみると、グロスビディング導入後、市場取引量が増加している。

従来、英国では、欧州の他国同様、価格変動リスクの少ない相対取引が盛んで、グロスビディング導入により、相対取引量が減少することも想定された。図表 6 は 2016 年における欧州各国の取引市場別取引量を示したグラフだが、これを見る限り、英国ではグロスビディング導入後も相対取引は活発に行われている。

図表 5 市場取引量が電力消費量に占める割合
【英国】

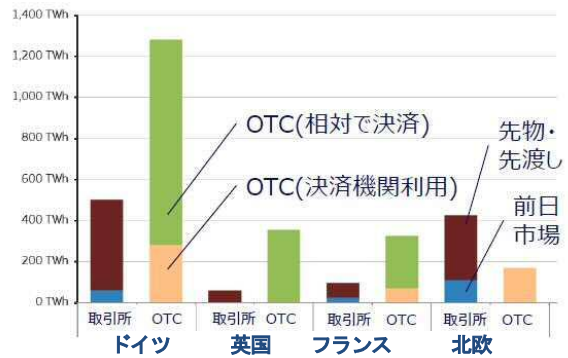


【北欧】



資料：Ofgem（英国データ）、Nord Pool（北欧データ）を参考に電力中央研究所にて一部追記

図表 6 欧州における取引市場別取引量(2016)



注：OTC（相対取引）は、売電量と買電量を別々に計上していること、および複数回転売された場合は転売取引ごとに取引量を計上していることから、取引量が見かけ上増える。
資料：European Commission (2016) “Quarterly Report on European Electricity Markets,” Vol. 9, Issue1, 4th

(3) 懸念事項

グロスビディングが導入されると、より多くの取引が市場価格の変動リスクに晒されることになるため、リスクヘッジ手段の整備が必要である。

また、取引の透明性を高めるという観点からは、発電部門（売電部門）と小売部門（買電部門）との情報遮断の確立も必要である。

3. 連系線利用ルールの見直し

(1) 施策の概要と必要性

従来の連系線利用ルールは、「空おさえの禁止」を前提とした「先着優先」であった。このルール下では、連系線利用申し込みの際、他事業者よりも早く連系線容量を確保するために一分一秒を争う不毛な競争が起こるうえ、先着者は、経済性にかかわらず連系線を利用できるため、広域的視点での最も経済的な電源運用とはならないおそれがある。今回の貫徹小委の議論を受け、連系線設備の効率的利用および広域的かつ効率的な電源活用（広域メリットオーダーの実現）を目的として、連系線利用ルールが「間接オークション」に見直される。

間接オークションは、スポット市場を介して取引され、図表 7 に示すとおり、空容量確保の優先順位

として、先着優先ではなく、最も経済的な電源を優先するというものである。間接オークションの導入により、市場取引量の増加も期待されている。

図表 7 連系線利用ルールの見直し

(4つの利用計画分を送電できる容量があると仮定)
①～④は優先順位

① 利用計画 1 (8円/kWh)	③ 利用計画 1 (8円/kWh)
② 利用計画 2 (10円/kWh)	④ 利用計画 2 (10円/kWh)
③ 利用計画 3 (7円/kWh)	② 利用計画 3 (7円/kWh)
④ 利用計画 4 (2.5円/kWh)	① 利用計画 4 (2.5円/kWh)
利用計画 5 (5円/kWh)	利用計画 5 (5円/kWh)
利用計画 6 (1.7円/kWh)	利用計画 6 (1.7円/kWh)

(現状：先着優先) (今後：間接オークション)

資料：電力システム改革貫徹のための政策小委員会中間とりまとめ

(2) 海外事例

従来、欧州でも、送電容量の確保の考え方は先着優先であったが、1990年代以降は、国際連系線の効率的な利用を促すため、間接オークションの仕組みを利用した市場統合が進められてきた。

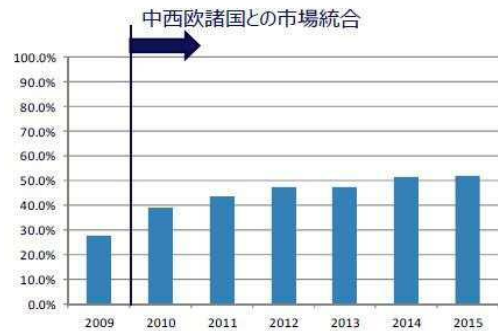
図表 8 は欧州における市場取引量が電力消費量に占める割合を示したグラフであるが、これを見ると、欧州においては間接オークション後、市場取引量が増加している²。

(3) 懸念事項

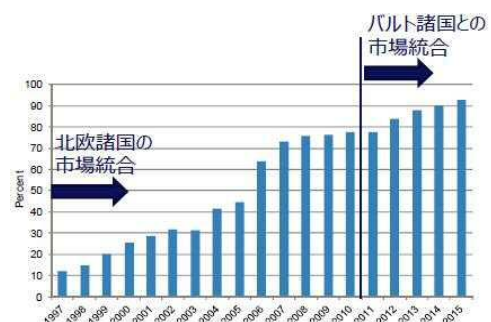
間接オークションの導入により、発電単価の安い電源が広域で利用されるようになれば、地域間電力取引が活性化することが期待される。しかし、当該取引が地域間連系線の空容量を超える場合には、市場分断が発生するため、各エリア内で売買が成立することになる。その結果、分断されたエリア間で値差が生じるが、値差の影響は、間接オークション導入に伴う取引量の増加に伴い、より多くの事業者に及ぶことになる。そのため、エリア間値差リスクをヘッジする仕組みについても検討が必要である。

² ドイツでは、2010年以降、FIT電源の市場投入への移行が進んだことも取引量増加の原因である。

図表 8 欧州における間接オークションの効果
【ドイツ】



【北欧】



資料：BNetzA/Bundeskartellamt（ドイツデータ）、Nord Pool（北欧データ）を参考に電力中央研究所にて一部追記

エリア間値差リスクヘッジ手段の一例として図表 9で金融的送電権³を紹介する。

発電と小売が10円/kWhでの売買契約を締結したと仮定する。①の市場分断が生じていない場合は、仮に市場取引価格が8円/kWhであれば、契約との差額である2円/kWhを小売から発電へ支払う。

次に②のように市場分断が生じた場合は、仮に発電エリアの市場価格が5円/kWh、小売エリアの市場価格が12円/kWhとすると、発電側の売電単価を契約に合わせるべく、小売から発電に5円/kWh支払うと、発電は契約通りの単価で売電できるが、小売は17円/kWhで買電することになり、契約より7

³ FTR (Financial Transmission Right) ともいう。米国の例では、取引所が発行し、小売事業者は取引所が運営するオークション市場から調達する。

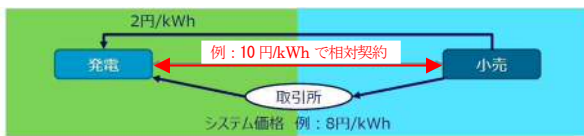
円/kWhの支出増になる。

一方、②と同じ前提で、小売が金融的送電権を保有していると、③の流れになる。具体的には、取引所が収入として得た両エリアの値差7円/kWhを小売に支払うことで、小売も契約どおりの単価で買電できる。

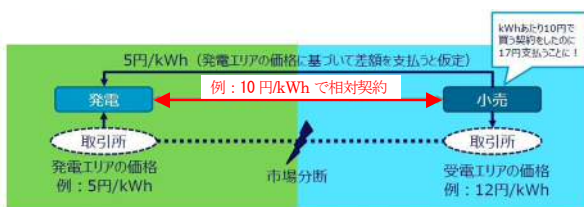
そのほか、長期固定電源（原子力、揚水式を除く水力、地熱）は技術的課題や規制上の制約等から、出力抑制や他の電源への差し替えが困難な可能性があり、長期固定電源が確実に発電し続けることができる措置についても検討が必要である。

図表 9 エリア間値差リスクヘッジの方法（金融的送電権）

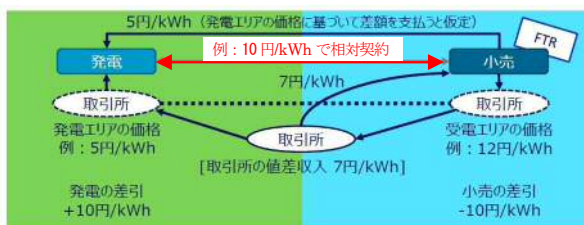
① 市場分断が生じていない場合



② 市場分断が生じた場合



③ 市場分断が生じる場合に備え、小売が金融的送電権を保有していた場合



資料：電力広域的運営推進機関『地域間連系線の利用ルール等に関する検討会』資料等を参考に電力中央研究所にて作成

4. ベースロード電源市場

(1) 施策の概要と必要性

ベースロード電源市場とは、原子力や大型水力などのベース電源を有さない新規参入者が、これらの電源からの供給力を旧一般電気事業者と同レベルで確保できる環境を整備することで、公平な競争環境を実現するための施策である。

従来、旧一般電気事業者は、新規参入者が安定的な供給力を確保できるよう、余剰電源の市場投入や常時バックアップ等の取り組みを実施してきたが、依然としてベースロード電源の大部分を旧一般電気事業者が保有または長期契約で調達しているため、新規参入者のアクセスが限定的である。このため、新規参入者はミドル電源でその不足分を代替しており、負荷変動の小さい産業用等の分野において、十分な競争力を有していないとされている。

ベースロード電源へのアクセスについては、公平性の観点から、オークション方式が志向されており、年間複数回実施することも視野に、今後さらなる検討を進めることとされている。また、市場に供出する電源種を限定すると、その電源の特性（立地の偏在性、電源脱落リスク等）が供出量や価格に大きく影響を及ぼすため、事業者が適切にリスクを評価・平準化できるように、同市場に供出することができる電源種は基本的には限定しないこととされている。そのほか、貫徹小委の中間とりまとめによると、以下の方向性が示されている。

- ・電源開発（J-Power）については、同社が保有する電源からの供出を確実に実施するため、これまで旧一般電気事業者と締結した受給契約等を見直すことを求めることとし、その基本的な考え方等を、これまでの類似の制度措置・変更等も踏まえつつ、指針等として政府等が示すことで、実効性を確保する。
- ・ベースロード電源市場の創設趣旨に鑑み、新規

参加者が優先的に同電源にアクセスできるように配慮する。他方で、旧一般電気事業者も、他エリアでは新規参入者と同等の競争条件であることには留意する必要がある。

- 全体の市場供出量は、新規参入者と旧一般電気事業者のベースロード電源へのアクセス環境のイコールフットィングを図る観点から、常時バックアップの量との整合性にも留意しつつ、新規参入者の需要の3割程度のアクセスを目安として検討を進めることとする。また、旧一般電気事業者グループ及び電源開発（J-Power）の個別の供出量については、その供給能力や全国及びエリアにおける新規参入者の需要及びシェア、電発電源の切り出し量等に鑑み、市場が実効的なものになるよう、今後決定することとする。
- 他方、前述の考え方に基づき供出されることになれば、新規参入者のシェアが増えるにしたがって、全体の市場供出量は増加することになるが、本措置が非対称規制の側面を有することも念頭に置きつつ、単純比例的に量を増加させるのではなく、産業分野を含む新規参入者のシェアや卸電力市場の活性化の状況、産業用の需要家等の受益状況、ベースロード電源の開発動向に与える影響等を踏まえつつ、必要に応じて供出量や新規参入者の購入可能量等について設定・見直しを行うこととする。
- 電源供出を求める事業者については、適正な価格でベースロード電源市場に電気を供出することを担保すべく、各事業者が保有するベースロード電源の固定費を含む平均コストに、資源価格の変動等を加味した価格を、入札価格の上限

として供出することを求めることとする。

なお、ベースロード電源市場は施策上、民間事業者（旧一般電気事業者）の財産権上の問題が懸念されるが、本施策は電源設備の資産譲渡を強制するものではなく、旧一般電気事業者に所有権を残したまま、電源設備を利用する権利を適切な対価で競争者に提供するものであるため、財産権の侵害はないと考えられている。

（2）海外事例

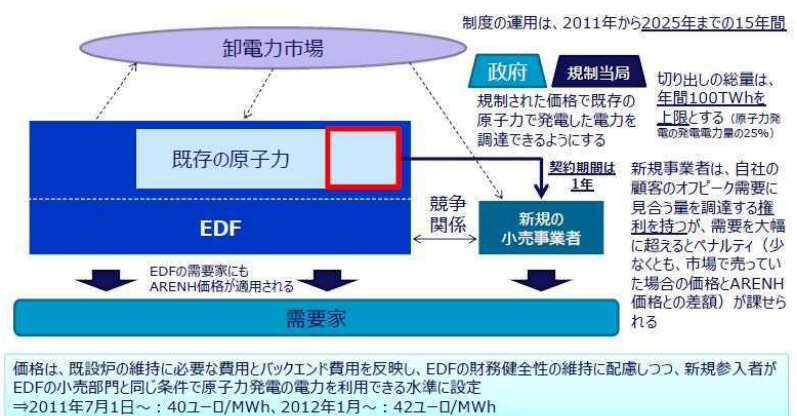
類似の施策として、欧米のVPP⁴（図表 10）とフランスのARENH⁵（図表 11）がある。

図表 10 VPPの概要



資料：電力中央研究にて作成

図表 11 ARENHの概要



資料：電力中央研究にて作成

⁴ Virtual Power Plant の略。
⁵ アレンアッシュと読む。

VPPは、所有権を第三者に売却せずに、利用権を売却する発電設備のことで、多くの供給力を保有する事業者の影響を緩和を目的として、欧州の多くの国や米国で導入されている。VPPは大規模事業者と小規模事業者が公平に競争できることも目的とした非対称規制であることから、期限を区切って、あるいは競争が進展するまでの措置とされることが多い。

一方のARENHはフランスの大手エネルギー会社EDFが原子力で発電した電力の一部を、新規参入の小売事業者が政府により定められた価格で調達できるようにする施策で2011年から2025年までの15年間の限定措置とされている。

もともと、ARENHは2007年7月のフランスでの小売全面自由化後も安価な規制料金が残り競争が進展しなかったことに対し、欧州委員会が懸念を示したため、フランス政府が競争促進策として施行したものである。したがって、ARENHで切り出された電気はフランス国内の需要家のみ販売される。また、ARENHのそのほかの特徴として、低負荷期の顧客のピーク需要に基づいて購入可能量が決定されること、購入量が需要を10%以上超過するとペナルティが課せられること、購入期間は季節性を排除できる1年間を基本とすることなどがある。

また供出元のEDFは、2016年秋以降に、部品の強度不足が原因で原子力を相次いで停止させるトラブルにあったが、ARENHの切り出しは継続させられた。法律上は、例外的な事情がある場合は、エネルギー担当大臣と経済担当大臣が政令によってARENHを通じた販売を免除することも可能とされているが、2016年秋のケースでは例外的な事情と認められなかった。EDFはこういった施策上のリスクも負っているといえる。

これらの電源切り出し施策において、重要な論点となるのが、切り出し量、切り出し価格、切り出し期間および施策の継続期間の考え方である。

①切り出し量

切り出し量については、本施策の目的が、新規参入者や小規模事業者への支援策であることから、これらの事業者の販売電力量が全事業者の販売電力量に占める割合や、大規模事業者が市場支配力を行使できないと考えられる量、または大規模事業者の所有設備が市場全体の設備に占める割合などを考慮して決定される。ARENHでは、フランス政府が自由化進展後の将来シナリオを想定し、当該想定から必要な切り出し量を算定し、供出元電源種（原子力発電）の切り出し量が算出された。

②切り出し価格

切り出し価格については、供出元電源種にかかる費用とするケースや政策的に設定されるケースがある。VPPは競争入札でkWに対する価格を決定するのに対し、ARENHは規制でkWhに対する価格を決定する。ARENHの価格は、「廃炉を含めた投下資本に対する報酬」「発電所の運転費用」「運転延長に必要な維持費」「放射性廃棄物管理などの長期的費用の見積もり」を考慮して設定することが法律で決まっていたが、施策施行時に政府によって、規制料金の水準や安全投資費用等も追加で考慮することとなった。

VPPの価格決定には「競り上げ時計方式」という手法がとられることが多い。これは、切り出し量を先に決めておき、その切り出し量に応じた価格を決定するというもので、約定しない量が大量に発生しないメリットがある。具体的に、図表12で説明する。

まず、切り出し量を決めた後、市場運用者が、落札価格としてP1を設定する。P1は安いので、落札希望者が多く需要が切り出し量を超えたとする。そうすると市場運用者は落札価格をP2、P3と徐々に上げていき、需要と切り出し量が一致した時点で価

格を決定する。

③切り出し期間

切り出し期間については、例えば、フランスのVPPでは数カ月から数年と商品は多様であるが、ニーズは3カ月物から1年物に集中している。(図表13)

日本国内の議論においても、初期段階からの施策の複雑化を避け、システム構築などを正確に進める目的で、施策開始初期は1年物商品だけとするよう検討が進められている。

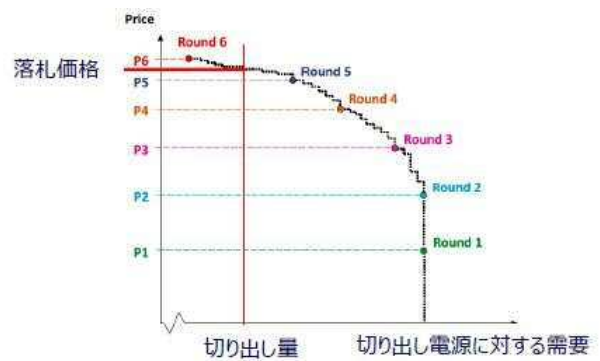
④施策の継続期間

施策の継続期間については、本施策が競争進展のための新規参入者向け支援措置であることを考えれば、競争が充分進展すれば終了するのが妥当である。

図表14に示すとおり、欧米のVPPは長くても10年程度で終了している。

米国テキサス州の場合は離脱需要が40%を超えるか5年経過するかいずれかの早い方とされている。ARENHは、政策当局が新規参入者への支援期間として充分と考えた15年間とされている。

図表 12 競り上げ時計方式



資料：電力中央研究にて作成

図表 13 フランスVPPの契約期間別切り出し量 (2010~2011年)



資料：電力中央研究所にて作成

図表 14 欧米のVPP

国名	対象	開始年	終了年	切り出し量	国内発電設備容量に占める割合	切り出し単位	契約期間	入札頻度
フランス	EDF	2001年	2011年	5,400MW	4.3% (2010年)	1MW	2か月、3か月、6か月、1年、2年、3年、4年 (ベースロードのみ)	年4回
ベルギー	Electrabel	2003年	2005年	1,200MW	7.5% (2005年)	1MW	3か月、6か月、1年、2年、3年	年4回
オランダ	Nuon	2004年	2004年	200MW	1.0% (2005年)	10MW	1年	年4回
デンマーク	Dong Energy	2005年	2014年	600MW	4.4% (2013年)	1MW	3か月、12か月、36か月	年4回
スペイン	Endesa Iberdrola	2007年	2009年	4,460MW	4.4% (2010年)	10MW	3か月、6か月、1年	年2~4回
イタリア	Enel	2007年	2008年 ¹⁾	1,000MW (2007年)	1.0% (2010年)	5MW	1年	年1回
ドイツ (自主的VPP)	E.ON RWE	2007年	2007年 ²⁾	250MW (E.ON) 300MW (RWE)	0.3% (2010年)	1MW (E.ON) 10MW (RWE)	2年 (E.ON) 3年 (RWE)	年4回 (RWE)
米・テキサス	大手事業者	2002年	2003年 ³⁾	6,575MW	15% (2002年)	25MW	1か月、1年、2年	年5回
米国	Exelon-PSEG (合併申請)		(未実施)	2,600MW				

資料：電力中央研究にて作成

(3) 懸念事項

ベースロード電源市場の創設にあたっては、政策目的が重複する既存施策（常時バックアップ及び部分供給）を即時廃止することは志向しないものの、小規模事業者に配慮しつつ、一連の卸電力市場活性化策を通じて、新規参入者が卸電力市場からの電源調達に移行することを促すとされている。

また、本施策が競争環境整備を目的とするものであることから、競争が進展しない場合、永続的に施策が終了しないといった可能性もある。ARENHの場合、施策施行時に措置期間が15年と決められているため、延々と継続することはないが、ARENHが導入された後も、政策的に安価に抑えられた規制料金が残されたため、ARENH導入による新規参入者のシェア増加や電気料金の低減効果は限定的であった。

日本国内では切り出し量の考え方について「新電力の需要の3割」といった議論が進められているが、本来、競争が進展し、新電力の需要が増えれば、非対称規制であるベースロード電源の切り出し量は縮小すべきであるにもかかわらず、現状の算定方法では、新電力の需要が増えるほど、切り出し量も増えることになる。

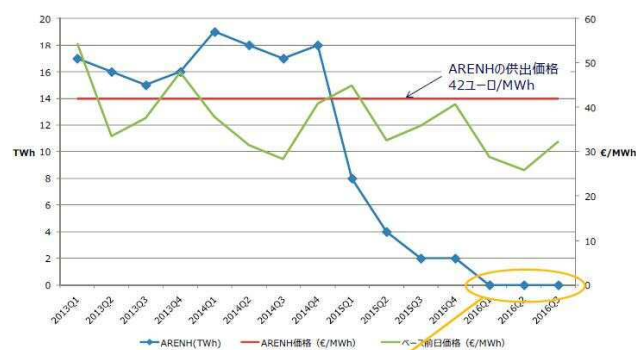
また、供出量は充分でも約定量が充分でない場合は、市場として機能していないと判断され、供出価格を低く抑えられることや、供出量を無尽蔵に増加させる政策判断が働く可能性もある。

約定量は、供出量の多寡によらず、他市場の価格の影響で低下することもある。実際、フランスでは、ドイツにおける再エネ大量導入の影響で、卸電力市場価格が低下し、新規参入者がARENHから市場へと供給力確保策を切り替えたため、ARENHの利用量が急減するといった事態も発生している（図表15）。

約定量が低下した場合には、短絡的に供出量増加

により対応するのではなく、約定量低下の原因を究明したうえで適切に対応することが重要である。

図表 15 フランスにおけるARENHの利用実績



2016年以降、ARENHによる調達量はゼロとなっている

資料：フランス CRE（エネルギー規制当局）のデータに基づき電力中央研究所にて作成

5. おわりに

今回のレポートでは、貫徹小委で議論されている施策のうち、卸電力市場活性化を目的としたグロスビディング、供給力調達の経済性向上を目的とした連系線利用ルールの見直し、および新規参入者の供給力確保支援策としてのベースロード電源市場について考察した。

それぞれの施策の目的は、市場の取引量の増大、電源の広域経済運用の実現、新規参入者の競争支援等であるが、いずれも最終的には適切な競争進展による電気料金の低減で、需要家がメリットを享受できることを目的としている。海外の先行事例から効果や課題を学びつつも、海外の施策をそのまま国内へ導入するのではなく、海外と国内の環境や需要者マインドの違い等を充分吟味し、海外の施策を国内にマッチするようにカスタマイズして導入することが重要である。また、一度に複数の施策を施行していくことになるため、施策それぞれが効果を相殺し合うのではなく、全体的に整合を取ることが求められる。

市場設計にあたっては、新規参入者支援の観点

から、旧一般電気事業者には、市場支配力を行使できないように非対称規制⁶を課せられる可能性がある。非対称規制は競争活性化のために一定の効果がある一方、過度な規制は新規参入者自らが競争力を高めるインセンティブを低下させるほか、本来淘汰されるべき事業者が参入し続けることを誘因することで非効率な市場形成を招くリスクもある。こういった状況では本質的に競争が進展しないため、非対称規制をいつまでも解除できないといった状況に陥るおそれがある。また、規制によっては、導入コストや維持管理コストといった行政コストも生じる。これらの点からも非対称規制は事前に終了期日を決めて取り組むべきである。

また、公平な市場環境整備の観点からは、再エネ電源に対し、FITによる補助を続けながら市場を活性化させても、結果的に歪んだ市場になる可能性が高いため、市場活性化とともに再エネ電源に市場での自立を促すことも重要である。

旧一般電気事業者は、今後の施策検討において、これまでの事業運営を通じて得た経験を活かし、専門的な見地から、意見具申していく責任がある。

レポート作成にあたっては（一財）電力中央研究所 服部徹副研究参事、澤部まどか主任研究員に多大の協力をいただいた。この場を借りて御礼を申し上げる。また、本レポートの内容に関しては、すべて著者が責を負うものとする。

経済産業グループ 小宇羅 寛

《参考文献》

- 三枝まどか・服部徹(2012)「競争促進策としての発電設備の仮想的売却の有効性—所有権分離との比較—」電力中央研究所報告 Y12003
- 服部徹(2016)「電力市場の競争促進及び活性化に向けた制度的措置の課題」電力中央研究所報告 Y15010
- 服部徹(2017)「欧州主要国の卸電力市場の流動化とスポット市場の取引量」電力中央研究所報告 Y16003

⁶ 競争の促進を目的として、事業者それぞれの優位性に応じて課せられる規制