

電力システム改革における新市場創設の意義と課題 —市場メカニズムの活用をめぐる議論の展望—

Aims and Issues in Developing New Markets in Electricity System Reform in Japan:
Perspectives on the Use of Market Mechanism for Electricity System

キーワード：電力システム改革，市場メカニズム，新市場，競争，公益的課題

服 部 徹

わが国の電力システム改革においては、競争の促進のみならず、安定供給に必要な供給力や調整力の確保、環境適合を念頭に置いたエネルギーミックスの確保といった、公益的課題の解決についても市場メカニズムを活用することを基本的な方針としている。そのために、従来の卸電力市場に加えて、連系線利用ルールの見直しにより間接オークションが導入されるとともに、ベースロード市場、需給調整市場、容量市場、非化石価値取引市場といった新たな市場（新市場）が創設されることとなっている。これら新市場は、それぞれ異なる価値を扱うが、需要と供給の自由な取引で資源配分を決めるのではなく、政策目標の達成を制約条件とし、その設定において規制が重要な役割を果たす特殊な市場である。個別の市場の設計には難しい課題が含まれるが、試行錯誤を通じて進化させていき、結果的に、同じ政策目標の達成に必要なコストを以前よりも低くすることを目指す必要がある。

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. エネルギー政策の目標と市場メカニズムの活用 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 エネルギー政策基本法にみる市場原理の活用 2.2 電力の自由化とこれまでの電力市場 2.3 新しい市場の創設とそのねらい 3. 新市場の概要と課題に関する考察 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 個別の新市場の概要 3.2 新市場の目的と取引する価値による整理 3.3 新市場の特徴としての規制的側面 | <ol style="list-style-type: none"> 3.4 海外事例を踏まえた新市場の位置づけ 3.5 試行錯誤を通じた「進化」を見据えた市場メカニズムの活用 4. 新市場の詳細設計の経緯と本特集号で扱う論点 <ol style="list-style-type: none"> 4.1 ベースロード市場 4.2 連系線利用ルールの見直し 4.3 需給調整市場 4.4 容量市場 4.5 非化石価値取引市場 5. 結語 |
|---|--|

1. はじめに

東日本大震災後に進められてきた、わが国の電力システム改革においては、発電部門や小売部門における競争を促進し、電力供給の効率化を図るため、市場メカニズムの活用を柱とする構造改革が行われている。電力システム改革以前からの電力の自由化によって、卸電力市場や小売電力市場といった抽象的な市場の存在は既に認識されており、具体的な卸電力の取引の場としても、日本卸電力取引所（以下、JEPX）の前日市場や当日市場、先渡市場が開設され、今日まで運用されてきた。現在は、これらに加え、「新市場」と称され

る、ベースロード市場、需給調整市場、容量市場、非化石価値取引市場が新たに創設されることとなっている。

これだけ多くの新市場が、検討開始から数年のうちに創設され、運用を開始していくという計画は、海外でも例を見ないスピードだが、果たしてそれらが適切に設計され、期待通りに機能するのか、また、相互に過不足なく調和するのかどうか、さらに、適切な競争環境の整備や、電力の安定供給および環境適合といった公益的課題やエネルギー政策の目標達成に効果的なのかどうかについては、少なからず懸念の声もある。

本総説では、電力システム改革において創設さ

れる新市場の意義と課題を様々な角度から示しつつ、従来から存在する市場を含め、市場メカニズムの活用で留意すべき点や目指すべき方向性について展望する。

以下では、エネルギー政策における市場原理の活用の位置づけと、以前から存在していた市場について確認した後、電力システム改革で創設される新たな市場の概要を述べ、その全体像を踏まえつつ、それぞれが目指す目的や果たすべき機能、特徴などを整理する。その上で、市場メカニズムの活用によってエネルギー政策の目標達成を目指すことの意義について確認するとともに、その過程で生じる課題について論じる。次に、個別の新市場の制度設計に関するこれまでの経緯や論点を述べながら、本特集号の各論文が扱うテーマの位置づけを示し、最後に本総説をまとめる。

2. エネルギー政策の目標と市場メカニズムの活用

2.1 エネルギー政策基本法にみる市場原理の活用

わが国のエネルギー政策は、従来から、3つのE、すなわち、安定供給（Energy Security）、環境適合（Environment）、経済効率性（Economic Efficiency）の達成を目的としてきた。現在は、東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故を受けて、安全性（Safety）を大前提とすることが加わり、「3E+S」の達成を基本としている。2018年のエネルギー基本計画においては、「エネルギー政策の要諦」として、「安全性（Safety）を前提とした上で、エネルギーの安定供給（Energy Security）を第一とし、経済効率性の向上（Economic Efficiency）による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合（Environment）を図るため、最大限

の取組を行うこと」が謳われている¹。

このようなエネルギー基本計画の策定を定めたエネルギー政策基本法²では、エネルギー政策の基本方針が定められており、その第2条には「安定供給の確保」、そして第3条には「環境への適合」が掲げられている。しかし、その後続く第4条に掲げられているのは、「経済効率性の向上」ではなく、「市場原理の活用」である。第4条をあらためて見てみると、「エネルギー市場の自由化等のエネルギーの需給に関する経済構造改革については、前二条の政策目的を十分考慮しつつ、事業者の自主性及び創造性が十分に発揮され、エネルギー需要者の利益が十分に確保されることを旨として、規制緩和等の施策が推進されなければならない。」とある。電気事業において現在進められている電力システム改革は、まさに、「電力市場の自由化等の電力の需給に関する経済構造改革」と言えよう。そして、それは前二条の政策目的、すなわち、安定供給の確保と環境への適合を十分考慮しつつ、推進されなければならないとされている。

しばしばエネルギー政策の目的として語られる3E+Sの、Eのうちの一つが「経済効率性」であることからすると、市場原理（メカニズム）の活用は、経済効率性に対応するものといえる。ただし、一般的に言えば、市場原理の活用は、経済効率性を達成するための手段であって、それ自体が目的ではない。確かに方針として市場原理の活用が掲げられているにすぎないともいえるが、これまでの電力システム改革の進め方において、市場を創設し、市場メカニズムを活用すること自体が目的化していないかは留意する必要がある。

¹ エネルギー基本計画については、下記の URL を参照。
http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/（最終アクセス日：2019年2月18日）

² エネルギー政策基本法の条文については、下記の URL を参照。
http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=414AC1000000071（最終アクセス日：2019年2月18日）

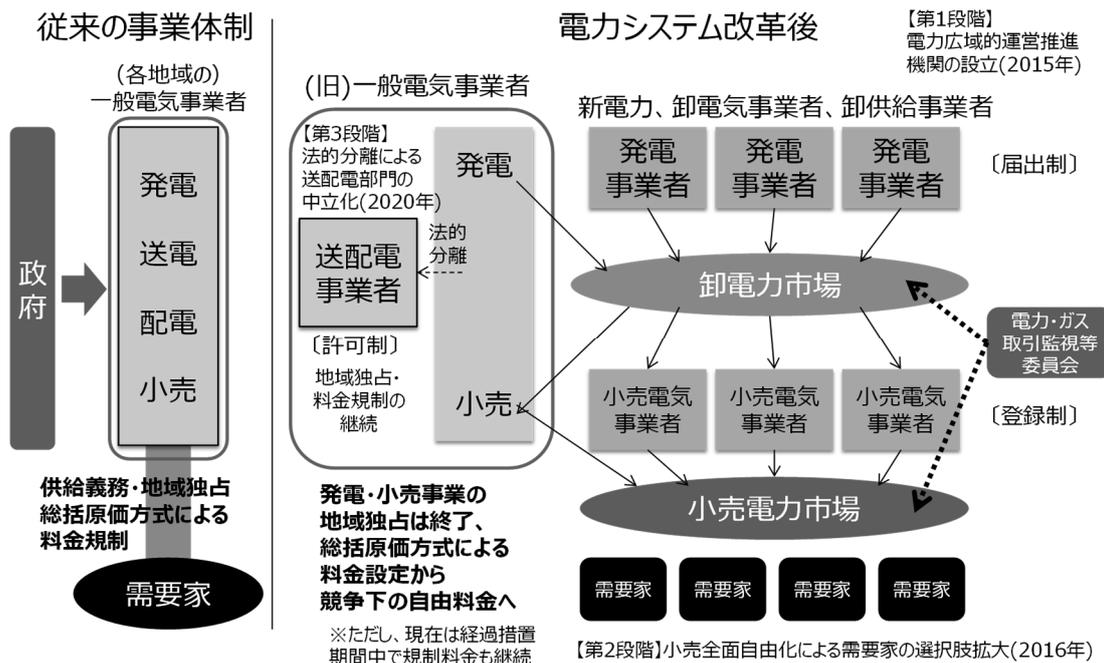


図1 電力システム改革と電力市場

しかし一方で、電力システム改革という電力分野の経済構造改革の推進にあたっては、事業者の自主性及び創造性が十分に発揮され、そして需要家の利益が十分に確保されることを旨とするあり、まさにここに市場原理の活用の原点が示されているといえる。もとより市場原理とは、市場での自由な競争を通じて経済厚生が高まるというものである。電力システム改革で創設される個別の市場は、制度設計が複雑で、それらを現実に運用可能な制度として整備していくだけでも多くの難題を解決していく必要がある。そのためか、あまり強調されることはないが、そもそも市場原理の活用には、事業者の自主性や創造性の発揮、そして需要家の利益の確保という重要な目的があり、制度設計の議論においても、時にその原点に立ち返ることが必要といえる。

2.2 電力の自由化とこれまでの電力市場

わが国の電力分野における市場メカニズムの活用は、1990年代半ばから徐々に始まった電力の

自由化とともに進められ、今日の電力システム改革へと引き継がれている（図1）。従来、発電・送電・配電・小売の垂直一貫体制の電気事業者が地域独占で供給義務を負い、規制下に置かれていたところ、1990年代の半ばから2000年代にかけて、発電部門と小売部門に競争が導入されることになった。それは、競争的な卸電力市場と小売電力市場を形成していくことを意味していた。基本的には、発電部門と小売部門が取引するのが卸電力市場であり、小売部門と需要家が取引するのが小売電力市場である。電力システム改革は2015以降、3つの段階で進められることになっており、既に第1段階の電力広域的運営推進機関（以下、広域機関）の設立と、第2段階の小売市場の全面自由化が完了している。第3段階は、2020年に、旧一般電気事業者の送配電部門の法的分離が予定されている³。

現在、電力システム改革で整備が進められよう

³ 第1段階から第3段階までの電力システム改革の概要については、山内・澤 (2015)、服部 (2016b)を参照。

としている新市場は、小売電力市場とも無関係ではないが、より関係が深いのは卸電力市場である。わが国の卸電力市場、あるいはそこで行われる卸電力 (kWh) の取引は、以前から、相対取引、すなわち発電と小売が個別に取引する形が中心であった。その中で、匿名の取引を行うことができる開かれた任意の取引の場として2005年に開設されたのがJEPXである。JEPXは、実需給の前日にオークション方式で取引を行う「前日市場」と呼ばれるスポット市場を運営する他、現在は、実需給の1時間前までにザラバ方式で取引を行う「当日市場」、将来の特定期間 (1年間、1カ月間、1週間) に受渡する先渡し契約を取引する「先渡市場」を運営している。これらに加えて、2016年には「電力先物市場」の必要性を見込んだ商品先物取引法の改正が行われた⁴。これらの市場は取引の時点に違いはあるものの、基本的には、エネルギーとしての電力 (kWh) を取引する市場である。海外でも、電力の自由化でこうした取引所が運営する市場が整備され⁵、特に前日市場のスポット価格が、卸電力取引全体にとっての指標価格として、重要な役割を果たしている⁶。

2.3 新しい市場の創設とそのねらい

2016年秋から開催された「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)」では、競争の活性化に加え、自由化の下での公益的課題 (安定供給や環境適合性等) への対応の必要性が示された⁷。そして、そのような課題への対応

に際しては、市場メカニズムの活用による解決を探るとされた。例えば、「経済合理的な電力供給体制と競争的な小売市場の実現」という課題に対して挙げられた解決手段の例が、「卸市場 (kW 価値取引市場) の更なる流動化」である。次に、「中長期的な供給力 (kW) の確保と系統運用者による調整力 (ΔkW) の適切な調達」という安定供給の確保に向けた課題に対して挙げられた解決手段が、「kW価値の顕在化及び調整力の市場化」である。そして、「エネルギーミックスと整合的な電源構成を通じた温暖化目標の達成」という環境適合に向けた課題に対して挙げられた解決手段が、「非化石価値の顕在化」である。

ここで、競争の活性化に加えた、公益的課題の解決のための市場メカニズムの活用が示しているのは、従来の電力供給において、明確な境界もなく一体で取引されていた様々な価値 (kWh価値、kW価値、 ΔkW 価値、非化石価値) を明示的に分けた上で、個別に対応する市場を創設し、それぞれにおいて形成される価格をもって、効率的な取引を可能とすることである。つまり、kWhの価値に集約されていた電力の価値をまとめて取引するのではなく、異なる価値ごとに、個別に取引することで効率化を図ろうとするものである。

そして、2.2節で述べた既存の市場の活性化や公益的課題の解決のため、新たな市場が創設されることとなった。具体的には、「ベースロード市場」、「需給調整市場」、「容量市場」、「非化石価値取引市場」である。これらに加えて、貫徹小委後に進められたのが「連系線利用ルールの見直し」である。これは、直接的には「市場」という言葉を使っていないが、後述するように、既存の前日市場を介して、いわば連系線の容量を取引する市場と見ることができ、本稿では、これら合わせて5つ

⁴ 具体的には、無体物である「電力」が商品先物取引法の対象に加えられている。なお、本稿執筆時点において、わが国での電力先物市場は創設されていない。2018年11月の「規制改革推進に関する第4次答申」では、総合取引所の実現に向けた実施事項として、電力先物市場の創設は、総合取引所の実現と同時並行的に進めるとされている。

⁵ ネットワークを流れる同質的な電力のkWhは「コモディティ (商品)」とみなすことができ、そのような商品の取引は、取引所で行う方が効率的な面があると考えられる。

⁶ 例えば、欧州における最近のスポット市場の動向については、服部 (2017a)を参照。

⁷ 貫徹小委の中間とりまとめ (2017年2月) については下記を

参照。

http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/kihon_seisaku/denryoku_kaiku/20170209_report.html (最終アクセス日: 2019年2月18日)

の市場を「新市場」と呼ぶことにする。

3. 新市場の概要と課題に関する考察

3.1 個別の新市場の概要

ここでは、まず簡単に、個々の新市場の概要を述べておく。なお、詳細な制度設計の経緯や論点については4章で改めて論じる。

(1) ベースロード市場⁸

「ベースロード市場（以下、BL市場）」は、ベースロードの供給力（原子力、大型水力、石炭火力）に対するアクセスが限られているとされる新電力等が、取引所を通じて、ある程度長い契約期間（例：1年間）に一定の電力量を受け渡す標準化された商品として、旧一般電気事業者のベースロード電源が供給する電力を取引できる、一種の先渡し市場として創設される市場である。これにより、旧一般電気事業者と新電力のイコールフットディングを図り、さらなる小売競争の活性化を図ることを目的としている。BL市場においては、旧一般電気事業者に一定の供出（切り出し）義務が課されることになっており、その意味で、いわゆる「非対称規制」としての側面がある。

(2) 連系線利用ルールの見直し

「連系線利用ルールの見直し」とは、地域（エリア）間の取引における連系線の利用について、これまでの「先着優先」と「空おさえの禁止」を原則とするルールから、スポット市場を介した形で、市場原理に基づく利用を促す、「間接オークション」の適用を拡大するものである。これは、短期的には限られた連系線の容量を、前日段階においてより効率的な電源に割り当てるもので、30分単位の連系線の容量をめぐる市場と言える。これにより、広域的かつ効率的な電源の活用が期待される他、結果的に取引所の取引量が増加するこ

⁸ 貫徹小委においては、「ベースロード電源市場」とされていたが、現在は「ベースロード市場」と呼ばれている。

とで、卸電力取引の活性化も期待されている。ただし、間接オークションの供給側に当たる連系線の容量は、一般送配電事業者や広域機関の検討を経て決まるものであり、市場を通じて決まるものではない。

(3) 需給調整市場

「需給調整市場」は、一般送配電事業者が系統の安定化に必要な調整力（ ΔkW ）を調達するための市場で、買い手が一般送配電事業者のみとなる市場である。電源を持たない一般送配電事業者による調整力の調達という行為は、電力の自由化と発送電分離に伴い、必ず必要となる。すでに、旧一般電気事業者が所有する送配電ネットワークの運用の中立性を確保する観点から、一般送配電事業者は、2016年10月より、周波数維持義務を果たすのに必要な調整力をエリア別に公募により確保している。需給調整市場はそれを広域的に行うために創設される市場であり、2020年以降に、現在の公募の仕組みを移行させることになっている⁹。調整力の調達と運用の広域化は、国全体での効率化に資すると考えられているが、必要な調整力は、信頼度基準に基づいて決められることになっている。これは、技術的な観点から、この市場の需要が市場の外で決まるルールによって定まることを意味する。

(4) 容量市場

「容量市場」は、中長期的に安定供給に必要な供給力を確保しておくための市場である。競争環境下では、卸電力市場からの収入だけでは、市場参加者によって十分な供給力を確保することが困難になるとの懸念があったためである。一般に、中長期的な容量確保のための仕組みは、「容量メカニズム¹⁰」と呼ばれるが、容量市場は容量メカ

⁹ 以前は、「リアルタイム市場」という呼称も使われていたが、調整力の調達のタイミングは必ずしも実需給の直前に限られないため、現在は需給調整市場とされている。

¹⁰ 容量市場以外の容量メカニズムには、「戦略的予備力」や「容量支払」といった制度があるが、それらの概要については服部

ニズムの中で、最も効率的に必要な容量を確保する仕組みとされている。確保する供給力は、信頼度基準に基づいて決められることになっており、事前に設定される需要曲線に反映されることになる。また、小売電気事業者には、顧客の需要に合わせた容量を容量市場から買うことが義務付けられる。つまり、需給調整市場と同様に、需要が市場の外で決まるルールに基づいて定まる市場であり、需要側に参加義務が課せられる市場である。

(5) 非化石価値取引市場

「非化石価値取引市場」は、電力分野の環境適合の目標である2030年度非化石電源比率44%に向け、小売電気事業者に非化石電源の一定の調達を義務付けた上で、その達成を後押しするために創設される市場である。具体的には、非化石価値を証書化し、それを電気の価値とは分離して取引を行う市場である。FIT対象電源向けと、非FIT対象電源向けの2つがあり、前者については2017年度に発電された電気を対象に2018年5月から運用が始まっている。

以下では、新市場を横並びに比較しつつ、関連する海外事例も踏まえながら、それぞれの意義や課題について論じる。

3.2 新市場の目的と取引する価値による整理

新市場をそれぞれの目的と市場で取引する価値によって整理したのが図2である。目的は大きく分けると3つで、一つは、卸電力(kWh)の取引の更なる活性化や競争の促進、次に、供給力(kW)や調整力(Δ kW)の調達による安定供給の確保、最後に非化石証書¹¹を通じた非化石電源

比率の達成による環境適合である。

市場であるがゆえに、いずれの新市場でも、そこで競争を促し、効率的な取引が行われることが期待されるのであるが、ベースロード市場と連系線利用ルールの見直しは、基本的には競争の促進を通じた経済効率性の向上が主要な目的であるのに対し、需給調整市場と容量市場は、安定供給の確保、非化石価値取引市場は、環境への適合という、それぞれ公益的課題への対応を目的に含める市場となっている。

また、取引する価値に関連して、個々の新市場と電力供給のいくつかの側面との対応を示したのが図3である。これは、ピーク日で見えた典型的な電力の負荷曲線上に、個別の市場がどのようにかわるかを示したものである。

ベースロード市場と連系線利用ルールの見直しは、基本的にkWhの取引の効率化を目指す市場で、負荷曲線で囲まれる面積が取引の対象である。非化石価値取引市場は、非化石電源で発電する電力のkWhを単位としていることから、電力供給の面ではkWhの取引にかかわるものである。これらに対し、容量市場は、kWの効率的な確保を目指す市場で、図3の負荷曲線の高さを対象とする市場である。最後に、需給調整市場は、一般送配電事業者が、需給の細かい変動に対応するために必要な調整力の適切な調達を目指すものであり、kWhの取引で発生するインバランスを調整するための Δ kW、すなわち調整の幅やその能力を対象とする市場である。

(2015)を参照。

¹¹ ただし、非化石価値取引市場で取引される非化石証書には、高度化法の非化石電源比率算定時に計上できる「非化石価値」と、温対法上の二酸化炭素排出係数が0kg-CO₂/kWhである「ゼロエミ価値」、小売電気事業者が需要家に対して付加価値を表

示・主張することができる「環境表示価値」の3つの価値が含まれると整理されている。

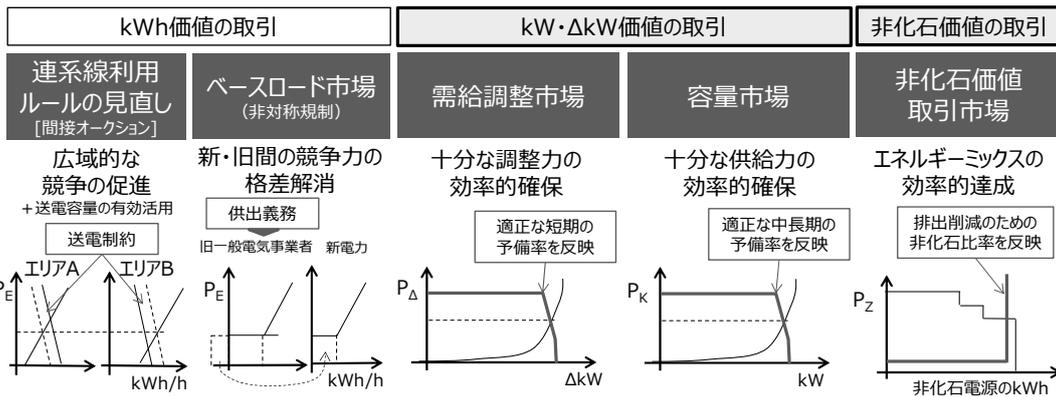


図2 新市場で取引される価値とその目的

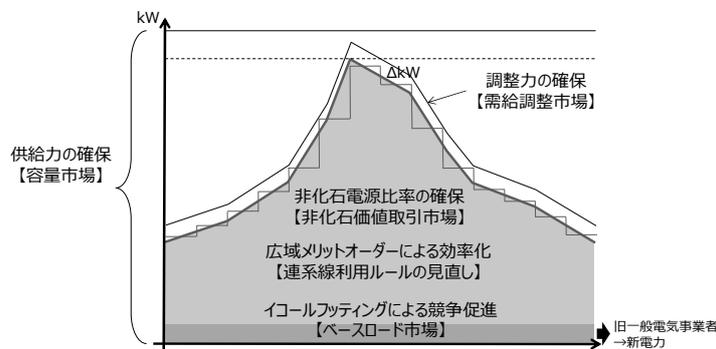


図3 新市場と電力需給の関係

3.3 新市場の特徴としての規制的側面

通常、市場においては、自由な取引の中で、取引される財に対する需要と、その財の供給がバランスするところで価格が決まっている。しかし、電力システム改革で創設される新市場は、需要と供給が必ずしも自由な取引の中で決まってこないという側面がある。ベースロード市場は、旧一般電気事業者に、所有するベースロード電源の一定割合を供出する義務を課すことで一定の供給を確保する市場である。連系線利用ルールの見直しで導入される間接オークションでは、取引に割り当てる連系線の容量は、広域機関が関与しつつ、あくまで規制された送配電部門において決定される。需給調整市場や容量市場では、信頼度基準などの技術的な観点から、調整力や供給力に対する需要が市場の外で決められている。そして、非化石価値取引市

場では、政府が定める目標としての非化石比率（44%）を通じて供給量が調整される¹²。つまり、市場といいながらも、需要と供給が市場参加者の自由な取引の結果で決まるのではなく、事前に定められる様々なルールや規制、政策目標が、取引に一定の制約を課したり、影響を与えたりするのである。そうしなければ、そもそも機能しえない市場ともいえる。

電力の場合、ネットワークと市場が密接不可分の関係にあり、技術的な制約を軽視することはできない。また、電力に限らず、現実に存在する様々な市場でも、技術的な理由などから何らかの制約を受けることがあり、それ自体をことさら問題視する必要もない。しかし、そうした制約が、市場

¹² ただし、再生可能エネルギーを対象とするFIT（固定価格買取制度）が存続する状況においては、実際にそうならない可能性を朝野（2019）が指摘している。

価格に影響を与えうるといふ点には注意しなければならない。これは、結果的に、政府や規制当局による市場への介入が行われることを意味する。自由な市場に対する政府や規制当局の介入はできる限り避けるべきという考え方は広く知られているが、はじめから政府や規制当局の介入を前提としてこれらの市場が運営されることになっている点に留意が必要である。

いずれにせよ、電力システム改革で進められる卸電力市場の活性化や、今後創設が予定されている市場の整備には、規制の果たす役割が不可欠といえる。競争を促しながら、公益的課題の解決も図っていくためには、いわば市場を補完する規制の役割が残るということの意味している。しかし、そもそも規制に非効率の源泉があったということが規制緩和の契機であったことを考えれば、それは必要であったとしても直ちに解決を約束するものではないと言える。伝統的な公益事業における競争導入後の主要な制度的課題として、Kahn (1988)が述べているように、「必然的に不完全な規制 (inevitably imperfect regulation) と必然的に不完全な競争 (inevitably imperfect competition) の可能な限り最善の組み合わせを見出すこと」が電力システム改革においても求められるといえよう。

しかし、規制と競争(市場)のバランスもまた必然的に不安定なものである。特に電力に関しては、市場を機能させるためにも一定の規制の関与が必要とされる一方で、一般には規制の関与こそが市場の機能を妨げると考えられるためである。市場を新たに創設しても、それが機能していないと評価されると、(財の特殊性等により)そもそも市場が機能しないから規制の関与が必要になるといった見方もできれば、規制緩和が不十分であるからもっと市場に委ねるべきとの見方もできる。こうした見方は対立し、カリフォルニアの電力危機の際のように、電力の自由化や構造改革においてもしばしば見られたが、それは不毛な議論に終わることも多かつたように思われる。

電力システム改革の新市場に関して、建設的な議論を進めるには、市場の目的や規制の役割も多様であることを認識し、画一的な対応ではなく、個別の市場の性格を踏まえた検討や、現在検討中の市場の制度にとらわれない、柔軟な発想も必要になると考えられる。

3.4 海外事例を踏まえた新市場の位置づけ

電気事業への競争の導入に伴い、様々な市場が整備・運用されることは、海外の経験からも予想されていたことであった。欧米(特に欧州)における卸電力取引の制度設計の課題とも共通する部分は多く、実際、わが国の制度設計の検討においては、しばしば海外事例が参考とされている(服部, 2017b)。わが国では、これらの課題への対応(制度設計)をほぼ同時期に進めようとしているのが特徴であり、海外の経験に学べる後発者利益があるとはいえ、諸外国がそれなりの時間をかけ、段階を経て対応してきた課題に、まとめて取り組んでいるところに難しさがあるともいえる。

そうした点も踏まえつつ、新市場全体に関して留意しておきたいのは、現在の欧米諸国において、わが国で創設される5市場のすべてを運営している国はないということである。とりわけベースロード市場については、一種の先渡し市場という面があり、海外でも先渡し市場が存在して、活発な取引が行われている国も少なくないが、既存の支配的な事業者に供出義務を負わせる非対称規制という意味で、同じような市場を運営している国は現在ではほとんどない。欧米諸国で、かつて自由化当初に、競争条件のイコールフットイングを図るために、一時期、非対称規制による取引を義務付けていた例はあるが、ほとんどが一定期間の運用の後に終了している(服部, 2016a)。重要なことは、こうした非対称規制は、自由な市場競争と相容れない制度であり、一時的には必要とされたとしても、長期的に継続することにはどの国も

慎重であったということである。また、現在も続いている例として、フランスには既存の支配的な事業者（EDF）に、規制された価格で、既存の原子力発電所が発電した電力を新規参入者に供給することを義務付ける制度（ARENH）が存在する¹³。しかし、この制度も15年間という期間が定められた上で導入されたものである。わが国で非対称規制の要素を含むベースロード市場についても、本来は、諸外国と同様に一定の期間に限定して運用し、その後は、本来の自由な競争に委ねられるべきであると言える。

容量市場については、近年、海外では政策的支援によって再生可能エネルギーの導入が進む中、十分な供給力を確保するために必要な仕組みとしての容量メカニズムの一つとして注目されている。しかし、容量メカニズム、あるいはその一つとしての容量市場は、その必要性が常に議論される制度である。実際、電力の自由化を進めて、再生可能エネルギーの導入が進んでいても、容量市場を導入していない国や地域はある（米国テキサス州など）。これは本来、kWhの価値を取引する市場のみが存在する状況でも、供給力が不足する状態が近づけば、kWhの価値が十分大きくなり、設備投資を促すと考える見方が根強いためである。もちろん、卸電力市場が、そのような意味で有効に機能するかも疑問視されており、また、実際には市場価格に上限が設けられるなど人為的な制約もあることから、そうした中において、安定供給を効率的に確保する仕組みとして容量市場は必要との見方も支持されている。

非化石価値取引市場に関しては、筆者の知る限り、ほぼ同様の市場を創設している国はない。仕組みとしては、RPS制度の下での再エネ証書取引が近く、また、非化石価値に着目して非化石電源が一定の補償を受けられる仕組みとしては、米国

の一部の州で導入されたゼロ・エミッション・クレジット（ZEC）があるが、これらを合わせたような非化石価値取引市場は海外に例を見ない。海外に例がないからといって、否定すべきものではないが、日本の制度が前例のない制度であり、海外では、環境適合に向けて、異なる制度、特に汚染者負担原則に基づき、何らかのカーボンプライスを活用する方策などが採られていることに留意すべきである¹⁴。

需給調整市場と連系線利用ルールの見直しに伴う間接オークションの導入は、現在の電力システムの技術が大きく変わらない限り、今後も必要となる市場の制度である。欧州と米国では、これらの制度設計の枠組みが異なるところはあるが、両者を兼ね備え、それぞれの地域で標準化が進められている市場でもある。

このように、5市場と言っても、海外事例を参考にしながら見ていくと、その必要性や、代替手段の有無などで違いがあることがわかる。5市場は決して最終形ではないし、最終形とすべきではない部分もある。こうしたことを把握しておくことは、次に述べる市場設計の試行錯誤の中では重要になってくるだろう。

3.5 試行錯誤を通じた「進化」を見据えた市場メカニズムの活用

既に述べたように、電力システム改革において市場メカニズムの活用が図られる理由は、公益的課題の解決も含めて、経済効率性の向上を図るためである。長い目で見れば、市場メカニズムの活用で競争が促進され、それが革新的イノベーションをもたらし、これまでになかった様々な付加価値を生み出すという便益の実現も考えられる。し

¹³ 詳細は服部（2016a）を参照。

¹⁴ 二酸化炭素に価格をつけることで、炭素税や排出量取引などによる明示的な価格付けと、エネルギー関連税制や省エネ規制などを通じた暗示的な価格付けなどがある。カーボンプライスに関する論考については、例えば、上野（2018）を含む「電力経済研究」No.65の特集号を参照。

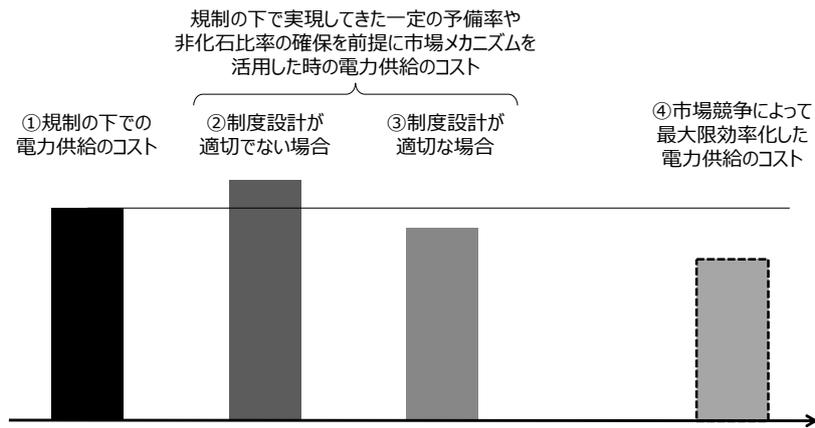


図4 市場メカニズムの活用がコストに与える影響に関する可能性

かし、ここでは、電気の消費によって需要家が得られる便益は今まで通りとすると、競争を通じた経済効率の目標というのは、電力供給にかかる費用の低減に集約される。

市場メカニズムの活用によって、電力供給の費用がどのような水準となりうるかを単純化して示したのが図4である。そもそも電力の自由化が進められたのは、規制による非効率が問題視されたことにある。その状況から、自然独占性が消滅したとされる発電と小売に競争を導入することが適切とされ、規制緩和が実施されて、市場の整備が進められてきた。したがって、その後の市場メカニズムの活用は、従来の規制下の電力供給のコスト（図4の①）よりも小さくすることを目標とすべきである。しかし、電力システム改革以前の規制の下で達成してきた安定供給や環境適合を前提とした上で、市場メカニズムを活用したにもかかわらず、結果として電力供給のコストが以前よりも増加してしまうとしたら（図4の②）、それは市場が適切に設計されていない可能性が高い。改革後、しばらくの間はそのような状態が続くかもしれないが、適切な制度設計を行った上で市場メカニズムを活用し、従来の規制下よりも電力供給のコストを低くすることを目指すべきである（図4の③）。なお、一定の予備率や非化石比率の確保といった制約をあらかじめ考慮するこ

となく、市場競争のみを徹底して最大限効率化した場合のコスト（図4の④）の実現も考えられるが¹⁵、公益的課題の解決を前提とする電力システム改革においては、このような究極的な費用の最小化を求めることは難しい。

いずれにせよ、市場メカニズムを活用するのであれば、その設計が極めて重要になることは言うまでもない。必然的に規制的側面の強い新市場については特にそうである。しかし、適切な市場の設計は、最初から明らかになっているわけでもなければ、簡単にたどりつけるものでもなく、多くの場合、試行錯誤を要する。海外ではまさに今も試行錯誤を続けているところといっても過言ではない。電力市場の制度設計において不断の見直しが必要となることが、市場参加者の予見性を妨げ、悪影響を及ぼすことになるかもしれない。膨大なコストをかけた試行錯誤が結果として失敗に終わるのではないかと懸念もあるだろう。

しかし、市場は試行錯誤を通じて「進化」させていくことが可能であるとの指摘もあり（McMillan, 2012）、そのような進化の先に適切な市場の設計が見えてくる可能性を否定する必要もない。海外でも、（失敗の経験を含めた）試行

¹⁵ これは、実現可能性はともかくとして、社会にとって効率的な予備率や非化石比率の決定も市場メカニズムに委ねる場合と解釈することもできる。

錯誤の結果として、着実に市場の設計に関する様々な知見が蓄積されてきた。そうだとすれば、電力システム改革においても、電力の需給にかかわる技術や政策の様々な制約の中で、市場メカニズムのメリットを最大限に発揮させるため、市場の進化を見据えた長期的な取り組みが求められるといえる。市場メカニズムの活用とは、そうした進化の可能性を含めた市場のポテンシャルを追求していくことでもある。

4. 新市場の詳細設計の経緯と本特集号で扱う論点

以下では、電力システム改革で創設される新市場の詳細設計の論点を振り返りながら¹⁶、本特集号の各論文のテーマとその位置づけについて紹介する。

4.1 ベースロード市場

BL市場を運営する取引所では、シングルプライスのオークション方式で、年複数回の取引が行われることとなっている。市場の範囲については、スポット市場の分断発生頻度を考慮し、北海道エリア、東北・東京エリア、西エリアの3つの市場に分割することとしている。

BL市場が創設されると、ベースロード電源を持たない新電力が買い手として参加し、落札すれば、安定的にベースロードの電力の供給を受けることができる。ただし、買い手は、多くてもベース需要の実需に見合った量までしか購入すること

ができない。そのベース需要は、日別のベース需要のうち、年間18日程度の下位の需要を除いたものを基本とすることとされている。その上で、各事業者のベース需要に基づいた購入量の制限が設けられることになっている。これは、スポット市場との裁定取引を目的として、BL市場から調達した電力を転売することなどを防ぐためである。また、BL市場からの調達を取り消したり、調達量を下方修正したりすることも、一部の例外を除き、認めないことが基本とされている。なお、旧一般電気事業者も、他エリアにおいて、買い入札を行うことができる。

一方、ベースロード電源を所有する旧一般電気事業者がBL市場に義務として供出する量は、市場全体で、新電力の需要（旧一般電気事業者にとっての離脱需要）のベースロード比率に調整係数（0.67～1）を乗じたものとなる。これは、新電力のシェアが増えるにつれて、旧一般電気事業者の支配力は弱まる一方で、供出量が増加することとなり、イコールフットィング以上の措置になることを緩和するため、当初は1として、新電力のシェアに応じて段階的に引き下げることとなっている。さらに、新電力のシェアが30%に達した段階で、その後の追加的な供出については、自主的な取り組みとして行うことも考えられている。エリア別の供出量については、エリア別の供給力やベースロード電源の比率、新電力のシェアなどの指標により、全体供出量を按分して求めることになっている。また、政策目的の重複する常時バックアップ契約に基づく取引量は、BL市場における供出量から控除することが考えられている¹⁷。

また、旧一般電気事業者は、入札の際、保有するベースロード電源の平均コストを上限とすることが求められている。本特集号の佐藤（2019）の論文では、BL市場において供出義務を負う旧一

¹⁶ 以下では主に、2018年7月の総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会 中間とりまとめと、広域機関で開催されている各種委員会の資料を参考とした。制度検討作業部会の中間とりまとめは以下のURLを参照。

http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/seido_kento/20180713_report.html（最終アクセス日：2019年2月18日）

広域機関の各種委員会の資料については以下のURLを参照。
<https://www.occto.or.jp/iinkai/>（最終アクセス日：2019年2月18日）

¹⁷ BL市場創設前に切り出した量などもBL市場への供出義務量からは控除される。

般電気事業者の入札価格に関して、自由化された小売電力市場における需要家向けの料金との関係で生じるとの指摘がある、独占禁止法上の課題を取り上げている。具体的には小売市場での不当廉売や、上流部門と下流部門の間でなされるプライス・スクイズの問題であるが、少なくとも独禁法上、問題視するには慎重に考えるべき要素が多いことを示している。

4.2 連系線利用ルールの見直し

連系線利用ルールの見直しの結果、導入の決まった間接オークションは、すでに2018年10月から運用を開始している。しかし、地域を跨ぐ取引がすべて取引所を介して行われる結果、市場参加者は、市場分断により発生するエリア間の値差の変動リスクを負担することになる。そこで、そうしたリスクをヘッジできる仕組みとしての「間接送電権」が合わせて検討されている。これは、海外で導入されている「金融的送電権 (Financial Transmission Rights, 以下FTR)」をモデルとしたもので、連系線を利用して物理的に電気を送る権利としての「物理的送電権」ではなく、連系線を利用するのに伴って発生する値差の精算を受け、リスクを回避するための契約である¹⁸。エリア間の値差が発生することで市場運営者は混雑収入を得ることができるが、基本的にはそれを原資として発行され、取引される。わが国では、混雑収入を得ているJEPXが発行主体となる。

海外では、FTRが、オークションを通じて市場参加者に与えられることになっており、わが国でもそのようなオークションが行われることで、間接送電権の市場取引が行われる。この間接送電権の市場には、電気の実物取引を行う事業者のみが参加できることになっている。オークションはシングルプライスオークションを基本として検討

¹⁸ ただし、間接送電権と欧州で導入されている金融的送電権には、いくつか異なる点もある。服部他 (2019)を参照。

されることとなっている。また、転売は認めない方向とされている。取引されるのは、隣接するエリア間の値差を基準とする商品で、契約期間等の詳細は検討を続けることになっている。値差リスクをヘッジする契約としては、先物契約に相当する、いわゆる「オプション型」と、オプション契約に相当する「オプション型」があるが、オプション型を基本として検討することとなっている。

市場参加者の利便性を考えれば、オプション型もわが国では検討に値するが、他方で、オプション型のFTRの価格変動は様々な条件に依存して複雑になると考えられている。本特集号の服部 (2019b)の研究ノートでは、欧州で導入されているオプション型の金融的送電権の価格の変動について、オプション理論を用いてある程度説明できる可能性を示唆している。今後も研究を蓄積する必要があるが、市場参加者のリスクヘッジにおける利便性を高めることを検討する際の参考になると考えられる。

4.3 需給調整市場

需給調整市場で買い手となる一般送配電事業者が行う需給調整は、応答速度や、自動/手動、期間で異なる様々な調整力を組み合わせて行われている。需給調整市場の創設にあたっては、こうした調整力の市場での取引を可能とするために、これらを細分化し、それぞれ定義する必要がある¹⁹。基本的には、制御機能に基づいて、「一次調整力 (ガバナフリー (GF) 相当枠)」、「一・二次調整力 (GF・負荷周波数制御 (Load Frequency Control, LFC))」、「二次調整力」、「三次調整力」、「三次調整力 (低速枠)」をそれぞれ「上げ」と

¹⁹ 現在の調整力公募においては、一般送配電事業者の専用電源として、常時確保する電源等を「電源Ⅰ」、厳気象対応用の調整力を「電源Ⅰ」、小売事業者の供給力等と一般送配電事業者の調整力の相乗りとなる電源等を「電源Ⅱ」、調整力として機能しない電源を「電源Ⅲ」としている。

「下げ」の両方向に、合計10区分を基本的な区分として商品設計を行うこととしている²⁰。このうち、広域的な調達および運用は、三次調整力（低速枠）から進められることとなっている²¹。ただし、同じ商品区分の中でも、性能に関する違いを反映する調整係数を入札価格に乗じることとなっている。

需給調整市場は、一般送配電事業者の共通プラットフォーム上に開設することが適当と考えられている²²。広域化された需給調整市場における、一般送配電事業者と電源等の契約形態については、電源等が立地する一般送配電事業者を経由して契約を締結する「送配-送配モデル」を基本とすることとなっている。

需給調整市場で調達するのは、実需給の前に確保しておくべき「 ΔkW 」と呼ばれる出力の変動分であるが、それらは実際に運用する際の「 kWh 」の価値と合わせて決まることになる。需給調整市場の制度設計においては、この二つの要素をそれぞれどのように評価して調達するか、すなわち、 ΔkW のメリットオーダーと kWh のメリットオーダーのどちらを優先的に評価するかというのが一つの論点である。現時点では、 ΔkW のメリットオーダーに基づき落札する調整力を決め、運用時には、 kWh の安価なものから発動する方針となっている。

取引の方式については基本的にオークション方式を採用するが、ここでも、シングルプライスとするか、マルチプライスとするかという論点がある。海外の需給調整市場でも、この二つの方法のいずれかを採用しているが、わが国では当面は

マルチプライスを採用することとなっている。実需給の前のどのタイミングで調達するかも制度設計の論点の一つである。

需給調整市場の運用開始後の調整力コストは、基本的にインバランス料金の形で系統利用者から回収されることとなる。インバランス料金制度の設計は、一般送配電事業者が適切に調整力コストを回収できるものとした上で、系統利用者による調整力コストの抑制（すなわち、需給調整の円滑化）に資する適切なシグナルとなることが重要とされている。本特集号の古澤（2019）の論文では、需給調整市場との関係で重要性が高まるインバランス料金の制度設計の問題に焦点を当て、ドイツにおける試行錯誤の過程から、適切なコストの回収と需給調整の円滑化の両立の難しさを指摘するとともに、再生可能エネルギーに関する対応から学ぶべき点を整理している。

4.4 容量市場

わが国で創設される容量市場は、「集中型」の容量市場である²³。集中型容量市場とは、容量オークションを通じて、中長期的に十分とされる供給力を一元的に確保しておく仕組みである。相対契約のある小売事業者であっても、 kW 価値の支払いは容量オークションを通じて行うことを基本としている。発電事業者の参加は任意であるが²⁴、FIT適用電源は容量市場による支払いの対象外である。デマンドレスポンス（DR）は、参加登録時の需要家の確保状況に基づいて算定される期待容量で、売り手としてオークションに参加できる²⁵。

²⁰ ブラックスタート電源や特定地域立地電源の調達については、別途検討されることになっている。

²¹ 当面は、電話やメール等を使った簡易な仕組みで調達・運用することが考えられている。

²² 共通プラットフォームは、一般送配電事業者が開発し、費用負担する。また、一般送配電事業者が、市場運営主体や共通プラットフォームの管理主体となることが適当と考えられている。

²³ 海外では、いわゆる「分散型」の容量市場も存在する。わが国でも、分散型の可能性を完全に排除するものではないとされているが、これまでに具体的な検討は行われていない。

²⁴ 市場支配力防止の観点から、一度不参加を選択した電源は、一定期間は再び参加できないようにする等の仕組みを検討することとしている。

²⁵ 確実な期待容量の確保を担保するために、実効性テストの実施や需要家確保状況の報告を求めることが検討されている。

国全体に必要なkW価値はすべて容量市場で取引されることになる²⁶。目標調達量は、連系線の運用制約を考慮し、エリア別に必要な供給信頼度を満たす量を算出し、それらを全国で積み上げることを基本とする²⁷。容量市場で入札できる容量は、電源の特性を考慮した実効性のある容量とするために、設備容量に調整係数を乗じた「期待容量」となっている²⁸。

容量市場で事前に設定する必要のある需要曲線については、傾斜型の需要曲線を基本とし、目標調達量において、価格がNet CONE（指標価格）と等しくなるように設定する。Net CONEとは、一年あたりの新規電源の建設費から卸電力市場で得られる利益（可変費を控除した後の卸電力市場での収入）を差し引いた値である。また、指標価格を超えた一定の水準で上限価格を設けることとしている。

容量オークションは全国単一で実施するが、連系線制約から、市場分断でエリア間でkW価値に値差が発生することを許容する。実需給の4年前に、必要な供給力のほぼ全量を調達するメインオークションを開催し、約1年前に過不足分を調整するための追加オークションを開催する。契約期間は1年間を基本とするが、新設電源を念頭に複数年のオプションの設定も検討されている²⁹。

容量市場では、オークションで確保した容量の実効性を担保するための要件（リクワイアメント）

を課し、それが達成できない場合のペナルティも設定する必要がある。リクワイアメントについては、年間で一定時期や一定時間以上、当該電源が稼働可能な計画としていることや、計画外停止をしないことなど、平常時から満たすべきものと、需給ひっ迫のおそれがあるときに、稼働可能な計画となっている電源等について、電気を供給するか、スポット市場や需給調整市場に応札し、一般送配電事業者等の指示があった場合に電気を供給することなど、追加的なものがある³⁰。リクワイアメントを達成できない場合のペナルティとして、経済的ペナルティと参入ペナルティ（将来の一定期間は容量市場への参加を制限する等）が検討されている。

本特集号の服部（2019a）の論文は、すでにわが国で決まりつつある制度設計や、海外の容量市場の事例に関するこれまでの調査結果を踏まえつつ、容量市場における価格がどのように決まるのかについて、需要と供給の両面から考察している。容量市場においても、基本的には需要と供給のバランスで価格が決まるわけだが、価格の低い状態が続く、結果的に容量市場が電源構成を変化させる可能性についても論じている。

4.5 非化石価値取引市場

非化石価値取引市場は、FIT電源対象のオークションが2018年に開始されたのに続き、非FIT電源を対象とするオークションも、2019年度に発電した電気から取引できるよう、準備が進められている。

非化石価値取引市場はJEPX内に設けられており、FIT電源の非化石証書については、低炭素投資促進機構がFIT電気の買取量に相当する証書をオークションに入札する。オークションは年4回行われ、3カ月分の証書が取引されている。非化

²⁶ 具体的には、年間最大需要に対応する供給力に、持続的需要変動に対応する供給力、偶発的需給変動に対応する供給力、厳気象による稀頻度リスクに対応する供給力から成る。なお、需給調整市場において、2020年度から2023年度までに調達される調整力については、需給調整市場でkW価値も含めた対価を支払うこととなっている。

²⁷ なお、容量市場の費用のうち、託送料金への算入分は一般送配電事業者から回収する。

²⁸ 立地による影響は市場分断で対応するため、調整係数において考慮しない。

²⁹ 容量オークションでは、基本的に、新規電源と既設電源への支払額は分けずに同等に扱うものの、小売事業環境の激変緩和の観点から、既存の発電事業者への支払額を一定の率で減額する経過措置が講じられる。ただし、この経過措置に関しては様々な課題が指摘されている。制度検討作業部会の中間とりまとめを参照。

³⁰ また、落札後にやむを得ず供給力を提供できない場合は、落札していない電源等の差し替えが可能である。

石証書を求める小売電気事業者は、買い手として入札に参加し、マルチプライスオークションで決まった価格に基づいて証書を取得することができる。ただし、入札価格については、最低価格と最高価格が設定されており、現在は、入札最低価格が1.3円/kWh、最高価格が4.0円/kWhとなっている。

FIT電源を対象とする非化石証書³¹の売却で得られた収入は、FIT制度に伴う国民負担を軽減するために用いるとされている³²。売れ残った非化石証書については、そのゼロエミ価値や非化石価値を販売電力量のシェアに応じて小売電気事業者に配分することになっている³³。

非化石価値取引市場の課題については、需要家の視点に基づき、非化石証書に対する需要がどの程度存在するのかという課題(朝野・野口, 2017)や、企業のグリーン電力調達の実態を踏まえた非化石証書の課題(朝野他, 2017)が論じられてきた。本特集号の朝野(2019)の論文では、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の問題点を論じている。これまでのFIT電源を対象とするオークションの結果を振り返りつつ、FIT制度を存続させたままで非化石価値取引市場を運用しても、期待された効果は得られないことなどを指摘している。

5. 結語

本総説では、電力システム改革で創設される新市場の意義を踏まえつつ、市場メカニズムの活用をめぐる課題を述べ、個別の市場の制度設計の論点と本特集号の個別論文の位置づけについて紹

³¹ 非化石証書のメニューは、「再エネ指定」と「指定無し」の二種類とされ、FIT電源に係る証書はすべて「再エネ指定」となる。

³² ある年度の賦課金単価に、その前年度中に行われたオークションの売り上げを反映することとしている。

³³ ただし、無償で取得することになるため、その非化石価値については需要家に訴求できないこととされている。

介した。新市場ではいずれも規制が重要な役割を担うがゆえに、適切な制度設計ができなければ不要な市場への介入を招くリスクを抱えている。市場を創設しただけで課題が解決するとは限らず、むしろ詳細設計の試行錯誤は避けられないだろう。しかし、市場は進化させることができ、それによって政策目標の達成に必要なコストを最小限に抑えていくという長期的な取り組みとして、市場メカニズムの活用を考えていく必要がある。

そうした長期的視点に立つと、今はまだ認識されていない課題も含め、それぞれの制度設計には今後も検討しなければならない課題が数多く残されている。そうした中で、本特集号の論文で取り上げることができた課題はほんの一部に過ぎない。しかし、本特集号を手にする読者が、電力システム改革で創設される新市場の課題について少しでも参考となる知見を得て、より良い制度設計に向けた議論の一助としていただけるなら幸いである。また、まだ残されている論点についても、様々な機会をとらえて調査研究の成果を発信していく所存である。

【参考文献】

- [1] Kahn, A. (1988). *The Economics of Regulation: Principles and Institutions*, MIT Press
- [2] McMillan, J. (2002). *Reinventing the bazaar: A natural history of markets*, Norton (ジョン・マクミラン (瀧沢弘和・木村友二訳) 『市場を創るバザールからネット取引まで』NTT出版, 2007年) .
- [3] 朝野賢司, 野口厚子 (2017) 「非化石価値取引市場によって FIT と自由化の整合性は図れるのか?—需要家の視点に基づく論点整理—」電力経済研究 No.64, 35-47
- [4] 朝野賢司, 野口厚子, 谷優也 (2017). 「グリーン電力調達の動向と課題—非化石価値取引の詳細制度設計に向けた示唆—」電力経済研究 No.64, 48-57.
- [5] 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.
- [6] 上野貴弘 (2018). 「温暖化対策はどうあるべきか—本特集号の概要と政策課題への示唆—」電

- 力経済研究 No.65, 1-15.
- [7] 佐藤佳邦 (2019). 「ベースロード市場をめぐる独禁法上の課題－不当廉売とプライス・スキーズ規制の検討－」 電力経済研究 No.66, 17-32.
 - [8] 服部徹 (2015). 「容量メカニズムの選択と導入に関する考察－不確実性を伴う制度設計への対応策－」 電力経済研究, No.61, 1-16.
 - [9] 服部徹 (2016a). 「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
 - [10] 服部徹 (2016b). 「日本の電力システム改革の展望」 火力原子力発電, Vol.67, No.4, 9-18.
 - [11] 服部徹 (2017a). 「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
 - [12] 服部徹 (2017b). 「電力システムに関わる制度設計等の海外動向」 電機, No.791, 12-15.
 - [13] 服部徹 (2019a). 「容量市場の価格決定要因に関する考察－わが国の制度設計と海外の経験からの示唆－」 電力経済研究 No.66, 53-68.
 - [14] 服部徹 (2019b). 「オプション型金融的送電権の価格に関する予備的考察－欧州の取引データの観察－」 電力経済研究 No.66, 33-38.
 - [15] 服部徹, 古澤健, 星野光 (2019). 「欧州の金融的送電権の導入と運用に関する経済的課題」 電力中央研究所報告 Y18001
 - [16] 古澤健 (2019). 「需給調整市場を考慮したわが国のインバランス料金制度の課題－ドイツのインバランス料金の変遷から見た考察－」 電力経済研究 No.66, 39-52.
 - [17] 山内弘隆・澤明裕 編 (2015). 「電力システム改革の検証：開かれた議論と国民の選択のために」 白桃書房

服部 徹 (はっとり とおる)

電力中央研究所 社会経済研究所