

[シンポジウム・サマリー]

第6回公益事業学会政策研究会（電力）シンポジウム 「あるべきわが国の電力市場～2020年改革への最新知見」

司会：電力中央研究所 矢島 正之

1.論点提起（13:00～13:15）「電力改革～2020年への課題と基軸」

一橋大学教授 山内 弘隆

2.基調講演（13:15～13:45）「電力システム改革の現状と展望」

資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力基盤整備課長 曳野 潔

3.電力改革の最新知見（13:45～15:05）

- ①容量市場 電力中央研究所 副研究参事 服部 徹
- ②需給調整市場 日本エネルギー経済研究所 総括研究主幹 小笠原 潤一
- ③原子力の資金調達 国際環境経済研究所 理事・主席研究員 竹内 純子
- ④環境価値・炭素税

東京電力ホールディングス 経営技術戦略研究所 チーフエコノミスト 戸田 直樹

4.パネルディスカッション（15:20～17:00）

「持続可能な電力システムに向けて～2020年改革の残された課題」

パネリスト：東京大学特任教授 岩船 由美子

資源エネルギー庁 電力基盤整備課長 曳野 潔

国際環境経済研究所 理事・主席研究員 竹内 純子

学習院大学名誉教授 南部 鶴彦

関西学院大学教授 野村 宗訓

司会：大阪大学特任教授・関西電力株式会社 西村 陽

日時：2017年 8月24日（木）13:00～17:00

場所：日本大学経済学部・7号館講堂

後援：電気新聞、エネルギーフォーラム

○政策研究会（電力）では、2017年8月24日、シンポジウム「あるべきわが国の電力市場～2020年改革への最新知見」を開催し、2020年電力システム改革の主要論点である容量市場、リアルタイム（需給調整）市場、原子力関連、環境価値・炭素税等について当学会内外の研究者、行政関係者を集めて知見提供とパネルディスカッションを行った。

知見提供では海外での事例紹介とわが国への適用の考え方をはじめ電力市場改革にかかわる理論的背景が総括され、意見交換ではあるべきわが国での改革について活発な議論が展開された。

以下では、それぞれの発表の主要論点を要約するとともに、パネルディスカッションのポイントをピックアップして紹介したい。

1. 政策研究会・山内座長問題提起

○1990年代から始まった電力自由化は、2000年代まで価格低下は見られたもののやや競争が低調な面もあった。

○2011年の東日本大震災は電力業界をとりまく環境を大きく変えたが、その変化は改革の推進という意味では大きく加速した面、加えて計画停電に見られたように安定供給の重要性が再認識された面、需要サイドの使い方や電気事業におけるイノベーションが大事になってきた面等があった。

○自由化は、広域的運用の拡大、小売り全面自由化、法的分離と段階を経てやってきて第三段階の前にさしかかっているわけだが、ここに至って私からはわが国電力市場のあるべき姿への課題ということで4つほど提示して議論をしていきたい。

- ① 安定供給を担保する仕組みが本当にできているのかどうかということ。需給の安定と予備力の確保が安定供給の基本だが、将来的にもそれができるのかどうかということ。現状沢山の事業者が参入し、売っている電気と調達している電気の量のバランスがちゃんと小さくなっているのか、その差を埋めている卸取引市場で適正な価格がついているかという問題、さらにはそうした仕組みの維持に必要な設備量がきちんと維持されるのかという問題がある。特に稼働率が低い火力などは、なんらかの形で固定費を回収しなくてはいけないですけど、それが不可能であると閉鎖されていくということで、容量を確保するために容量市場というのが一つの選択肢となる。
- ② 調整力の問題。FITの制度で再生可能エネルギーが大きく拡大しているが、これは変動電源であり、その調整をどのようにやっていくのかについて、いわゆるリアルタイム市場（需給調整市場）をうまく設計していくことが必要になる。
- ③ 国民のエネルギーにかかわる認識、コミュニケーションの問題。発電所の立地問題等もある中で国民の方とどうコミュニケーションをとって合意をすすめていくのか、その際のコミュニケーションのあるべき姿これが問われている。
- ④ 環境価値とか非化石価値についての問題。FITも次第に終息に近づいている（少なくとも市場価格との差が縮まってきている）が、そうした時期の問題も踏まえて環境価値や非化石価値について、うまくマーケットで明らかにする仕組みが必要ということになる。この評価をどのようにするとか、どういった取引をしていくかについて議論が必要。

本日はこうした4つの論点と関連する領域をそれぞれ議論していただいて、パネルディスカッションについてはエネ庁の曳野さんにも加わっていただいて制度設計の上からの議論ということもしていただこうと思う。

2. 「電力システム改革の現状と課題」 資源エネルギー庁 曳野 潔

○電力システム改革は重要な経済構造改革の一つ。電力産業自体がガス事業も含めて総合エネ

ルギー産業化し、海外展開も見据えた産業競争力を強化することもねらいとしており、自由化・競争促進の面だけが重要なわけではない。さらにエネルギーミックスの達成、すなわち電源ポートフォリオをバランスのとれたものにしていくことも重要である。

- 例えば、欧州の一部の国で再生可能エネルギーのウェイトが高いように見えるが、2014年のEUの電源構成と2030年の日本のエネルギー構成は非常に似たような形になっている。特定地域でなく全体に見た場合には、それぞれバランスのとれた電源構成というのを目指していくべきだと考えている。
- 現在、2020年の法的分離とほぼ同じタイミングで容量市場や需給調整市場であるとか、新たな市場の立ち上げが議論されているが、その検討の中では競争活性化に向けた政策と、自由競争だけでは達成できない公益的課題の対応を二本の柱に基づいて進めているので順に紹介したい。
- ベースロード電源の市場は原子力、石炭、水力といった安価なベースロード電源について新規参入者にもアクセスを可能とする制度的措置であるが、政策的にはアクセス機会の公平性と電源投資の持続性という2つの要請の両立を図っていく必要があると考えているところ。
- 地域間連系線の間接オークションについての議論は、従来先着優先の方法で行われてきたものを、広域メリットオーダーを確保するため、2018年度からは入札価格の低い電源から優先させる予定であり、欧米においてはすでに主流の方式。
- 再生可能エネルギーの増加によって火力全体の稼働率が低下し、市場全体の価格も下がる中で、電源投資の回収の予見性も低下する、すなわち電源の新設維持が困難になる。このため、発電設備量(kW)に応じた投資回収をある程度できるような容量市場を導入していきたいと考えている。仮に設備量が不足する状況に突入すると、電気の市場価格が長期にわたって高止まりすることになるが、それでは社会的になかなか理解は得られないだろうということで、今回容量市場を検討している。
- もちろん世界には北欧、テキサスのように容量市場を持たず、kWh市場の価格メカニズムだけで需給の安定を図る仕組みを選択している国・地域もあるが、ピーク時間帯に相当な高額をつけるとか人為的にスパイクさせるといった対応が前提になり、それは我が国には馴染まないのではないかと考えている。
- 非化石価値の取引は、今後卸電力市場で非化石の価値を、火力とは区別して顕在化して取引を可能にすることで、小売電気事業者、主に新電力各社の非化石電源調達義務の達成を後押しするということが主目的。あわせてこの売り上げでFIT電源の負担を下げていく、つまり全員が等しく払う賦課金を少しでも減らしていく仕組みを考えている。
- 以上の各制度については、導入の時期についても一定の整理が行われているところ。本日触れなかったが需給調整市場についても2020年頃の開始を目指して今技術的な検討を始めている。

3.電力改革の最新知見（13:45～15:05）

最新知見①「容量市場」電力中央研究所 服部 徹

- 日本で導入が予定されている集中型容量市場について、海外の事例を含めて理論的な枠組みを紹介したい。集中型容量市場は、基本的には、中長期的なアデカシーに必要な供給力（kW）を、一元的にオークションを通じて確保しておく仕組みである。そのためには需要というのを予め設定しないとイケない。元々自然に需要があるというものではなくて、社会全体で必要な kW というのを政府や送電機関が、消費者に代わって需要曲線として設定してあげないとイケないということに大きな特徴がある。供給力をもっている側はそれに対して価値が与えられるということで、それをいくらで売りたいかということを入札させて、入札曲線というのができ、両者を重ね合わせることで市場価格が得られる。
- まず強調しておきたいのは、落札した全ての kW に同じ価格を支払う、つまり同じ供給力に対しては同じ価値を提供するのが基本であること。同じ供給力を提供するのであれば、新設、既設関係なく、あるいは石油、石炭関係なく、DR も含めて平等に扱うのが基本。そうすることによって、競争を促して、価格をできる限り下げていく。そうして一定の供給力をできる限り安く調達するというのが容量市場の目的である。
- 容量市場では需要曲線を引くことが必要だが、そこではまず目標とする容量があり、これは例えば信頼度基準に従って引き、新設発電所のコストから kWh 収入を引いたものを容量価格として投資回収が可能になる水準に設定するのが基本的な考え方である。現実的には、実際にその地域で建てられる典型的な電源のコストを基準にして設定される。
- Net CONE の Net というのは、卸電力市場で得られる kWh 収入を差し引いているものなので、今後卸電力の価格が上がるという状況では Net CONE は下がる。逆に卸売りの価格が下がっていくという場合は Net CONE は上がる、つまり実は kW の市場と kWh の市場をリンクさせているのが PJM とか英国の特徴。
- 英国の実情でいうと、オークションは年 1 回行われていて、Net CONE は当初 49 ポンド/kW・年であり、この水準で必要な供給力を確保してもいいと思っていたのが、結果的にふたを開けたらそれを大幅に下回る落札価格（18 ポンド/kW・年）であった。価格が低かった理由は、もちろん競争が働いたこともあるが、分散型電源が送配電料金の接続料金の面で有利な状況にあったことも指摘されている。ここまで低いと当然、新設電源に投資するのは難しく、結果的に既存の電源ですら維持に必要な収入が得られないということがありうる。
- PJM の例も見ても、2011 年以降は Net CONE がエネルギー市場の kWh 価格の下落によって上がっている一方、容量価格は上がらず、ギャップが広がっている状況。電源を建てようと思っている人には非常に厳しい状況となっている。
- ただ、PJM に限って言えば、容量価格が Net CONE を下回る価格で推移しているにも関わらず新増設はそれなりに入ってきており、かつ DR の大量導入で予備力は十分確保されている。
- なお、容量市場には、kWh に対してお金を払った上で、さらに kW に対して払うものというイメージがあるが、実は十分な供給力を確保することによって、kWh の価格を抑える効果も

ある。

○海外の容量市場の経験から、基本的なこととして確認できるのは、

- ① 容量市場は特殊な市場だということ。需要曲線を設定しなければならず、その設定には慎重さを必要とする。
- ② ただし、容量市場はあくまで市場なので、不足になれば価格は上がるし、余れば下がるということ。すなわち容量市場を作れば必ず固定費が回収できるわけではなく、常に新規の投資が確保されなければいけないわけでもない。
- ③ 容量市場の役割はあくまで中長期のアデカシー確保であり、それ以外は他の市場とか制度に委ねるべきだということ。例えば再エネ対応の電源のフレキシビリティは需給調整市場でいかに適正価格をつけるかが重要になる。

最新知見②「需給調整市場」日本エネルギー経済研究所 小笠原 潤一

○わが国電力システム改革の途上で、需給制御システムは以前のままの手つかずでやってきていて、系統運用及び需給運用という電気事業の本質をこれから自由化に即した仕組みにしていかなければならない。

○それには日常の調整力をどう調達していくのかという論点と、大きな電源の脱落等の突発事態にどう備えていくかの論点という二つがあり、それらを反応速度別に調達していくことになる。二つの論点を統合していった市場調達・市場運用を進めるのが需給調整市場ということになる。現在電源Ⅰ、Ⅱ、Ⅰ'という形で年間調達されているものを時間軸を細かくして市場化する作業ともいえる。

○諸外国の需給調整市場で言えば、アンシラリー提供事業者が提供するサービスは、ガバナフリー運転と周波数制御（LFC 機能）が中心。EDC 経済負荷配布制御機能（日本でいう電源Ⅱ活用）は、電気の卸取引なのかアンシラリーなのか国、地域によって解釈はバラバラなのが現状。

○また、需給調整市場は日本のようなバランシンググループ制度と PJM のようなパワープール制度では成り立ちが違う。バランシンググループ（BG）制度では系統運用者は調整力に使う発電ユニットに対して直接制御信号を送らず BG を介するので、BG 側が需給状況、経済状況に応じて、一定の制限はあるが自由に供給力の差し替えをグループ内で行うことができ、BG 内での利潤最大化行動を行いやすい一方、系統運用者側にとってはどのユニットがどのぐらい調整力として利用可能なのか、見えにくいという課題がある。一方パワープールでは系統運用側が容量市場認定されたすべての発電ユニットの運転状況を把握できる（信頼度重視）反面、市場に参加する発電事業者は運用を系統運用者に委ねてしまうことになる。

○BG 制度の需給調整市場を諸外国で見ると、概ねガバナ、LFC 機能、EDC を標準化し、段階的に需給調整をするという仕組みになっている（ドイツは EDC を BG 側に持たせる珍しい形）。日本の場合も、できるだけ現在系統運用にある機能を大きく変更せずに市場化していくことが安定的な系統運用を継続するという観点では望ましい。

○調整力のうちガバナフリー、LFC は通常メリットオーダー型には並ばない（価格順運用ができない）ので、エネルギー価格は Pay as Bid で決まることが多い。基本的な考えは原価回収にな

る。その点、ELD 機能、バランシング市場（国によってミニッツ等）は位置づけが難しいが、基本的にエネルギー取引と同じ Pay as Clear の採用が可能。目的がインバランスの解消なのでその料金で費用回収という考え方が望ましい。

○容量市場との関係については、もともと容量市場は基本的には個々の発電ユニットなどが、どのぐらい供給力を準備できるかどうかということ報酬の対象としているもので、ユニット単位の供給力の把握が基本であり、わが国でも容量市場導入と平行してユニットコミットメントを通じた発電ユニットを一体的に把握する制度というところに立ち返るということも必要ではないか。こうした考え方を含めて、再エネ拡大・特に予報はずれで大量調整力が必要になるといった場合の対応という点では、容量市場・需給調整市場一体となった仕組みを構築することが求められている。

最新知見③「原子力の資金調達」 国際環境経済研究所 理事・主席研究員 竹内 純子

○自由化市場に委ねると、初期投資が大きくて回収期間の長い原子力事業は維持できない、ということが各国で起こってきた。既設の原子力は圧倒的に燃料費が安いので高い競争力を持つが、新設・建替えにチャレンジする事業者はいなくなるからだ。その対応として、米国・英国等では様々な政策を導入している。それらを紹介しながらわが国での原子力の方策について考えたい。また、原子力をプロジェクトファイナンスとして実施した場合の資金計画を検証し、どのような要素がどう影響するかを定量的に示したい。

○原子力は発電事業リスクとして多様な非常に高いリスクが潜んでいる事業であり、システム改革議論においては、実は一番難しいお題といえる。米国や英国ではシステム改革議論の当初に原子力事業の扱いが議論されたが、日本のシステム改革を振り返ると原子力は後回しにされ、事後的に廃炉費用、再処理費用等いくつかの補完策が講じられつつある状況。

○原子力のリスクをもう一度整理すると、①投資額が巨額で、投資回収が超長期、②原子力事故が起こった場合の賠償額がどこまで膨らむかわからない、③核燃料サイクルという非常に国策に近い事業があり民間ベースでは完結しない、ことが主な要因となる。これまで日本の電気事業では原子力・火力・水力などの発電事業、送配電事業全体で資金調達すること可能であり、例えば、送配電事業への投資と原子力発電所への投資時期をずらすことで、安定的なキャッシュフローを確保できた。これがシステム改革による小売り全面自由化及び発送電分離すれば、単独での資金調達が必要となる。

○これに対してまず米国では、1990年代に自由化が始まった際、既設の原子力発電所に対してはストランデッドコスト回収を認めるなどして、スムーズな自由化への移行を図った。ただこれだけでは新設は起こらないので、危機感を抱いたブッシュ政権がエネルギー政策法を成立させ、事業者のファイナンスコスト低減のための債務補償、建設遅延補償、発電税控除等を導入した。

○さらに現在、州によっては原子力のCO₂削減価値を認める動きも出てきている。いわゆる ZEC とされる制度で、ニューヨーク州で4基、イリノイ州で3基が閉鎖を免れたと言われている。ニューヨーク州で支払われたコストはMWh当たり17.48ドルで、だいたい既設炉の発電コストの半分程度ぐらいはカバーしているとされる。一方英国はよく知られているFIT - CfDにより、事業の予見可能性を確保している。この制度により、新設に向かって進んでいるプロジェ

クトがいくつかあるが、最終うまくいくかどうか世界が注目している状況。

○原子力事業の新設をプロジェクトファイナンスで実施した場合、標準パターン（利用率 80%、販売価格 10.5 円 kWh、資本コスト E：8%/D:2%）では、出資：18 年目（運開後 11 年）で 8%のリターン回収。その後も 1000 億円弱の upside が期待可能。貸付：平均 DSCR1.76 と安定的返済が可能なレベルとなった。しかし、利用率が 60%に低下した場合、資本コストが E:9%/D:3%に上昇した場合、建設がほぼ完了したものの運開が 2 年延期した場合のいずれでも、市場が期待するリターンを確保することはできなかった。

原子力のコスト計算に対して割引率と利用率が大きく影響を与えている。

○要は原子力に安価な電気を供給させるためには、割引率を低く抑え、かつ高い利用率を確保することが必要。しかしこれが、国民の目から見ると原子力というものに対する支援・優遇策ではないか、として批判を受けるだろう。

○ここで原子力事業に必要なのは社会からの 3 つの理解と 3 つの信頼の獲得。

[三つの理解]

- ① まず原子力事業のコスト構造に対する理解。長期安定運転が制度的に担保されれば非常に優れた経済性を持つという基本が理解されていない。
- ② 原子力の経済性以外の価値に関する理解。エネルギー安全保障上の価値を定量化するのは非常に難しいが、金額換算するような議論が必要。
- ③ 核燃料サイクル政策全体に対する理解。

[三つの信頼]

- ① 安全対策の進捗への信頼。特に福島から学んでいること、技術的進歩を国民に信頼してもらうこと。
- ② 防災・賠償制度への信頼。次の事故が起きた場合の備えとして何をしているかを伝えるということ。
- ③ 福島復興・1F 廃炉の着実な進展への信頼。

最新知見④「環境価値・炭素税」

東京電力ホールディングス 経営技術戦略研究所 チーフエコノミスト 戸田 直樹

○環境価値は、CO₂ の排出について、人為的に設定された目標や義務に基づいて生じる価値である。人為的に作られるという意味では、容量市場で取引される kW 価値と似ている。今、日本の電気事業は 2030 年の長期エネルギー需給見通しに整合した、2 つの目標が化せられている。すなわち、火力発電所の熱効率の目標である 44.3%（省エネ法に基づく）と小売電気事業者の非化石電源調達目標である 44%（エネルギー供給構造高度化法に基づく）であり、これらの目標を 2030 年度に達成すれば、CO₂ 排出原単位が 0.37kg-CO₂/kWh) になる。非化石取引市場はこの目標達成のための仕組みとして導入されるものと整理できる。

○ただ、現状の延長ではこれらの目標は達成できず、新たな投資が必要。一方目標達成に必要な投資のインセンティブがあるかと言えば、再生可能エネルギーの増加によって kWh 価値が 0 に近づいていく市場では、根本的には誰も投資したがることになる。ただでさえ人口が縮小していくのでその可能性は非常に高い。

○さらに、CO2削減自体の規制の強度に先行き不透明性があり、正直にやるとバカを見るリスクがある。発電・小売事業者にとってみれば供給義務や事業継続義務はなくなっているのに、電気事業に投資するという選択はかなり採りにくいものになる。すなわち義務を厳しくすれば誰もプレーヤーがいなくなり、従って厳しくできないというジレンマをかかえていると言える。

○ただ、需要サイドの電化と供給側で指数関数的な価格下落を見せている再生可能エネルギーの導入を掛け算でやれば相当なCO2削減ポテンシャルはあり、省エネを含めてこれを推進するために（産業界として勇気のいることだが）カーボンプライシング導入というのは一つの手法となりうる。

○例えば、いわゆる大型炭素税として1万円/t-CO2を仮定すると、kWhあたり電力価格が5円上がるが、他国でやっている税収中立措置、つまり所得税/法人税/消費税の減税でバランスをとり、マクロ的に景気に中立にすることは可能。

そもそも一般論として、全てのエネルギー利用について公平で、中立で、かつエネルギーを利用する全てのものにとって透明でかつ予見性が高いカーボンプライスが入るとしたら、市場の選択として脱炭素化が理屈としては進む。

○炭素税収は一般会計に入れている国が圧倒的に多い。一応モデル計算では税収中立措置によって経済への悪影響は緩和できるとされている。

4. パネルディスカッション「持続可能な電力システムに向けて～2020年改革の残された課題」

西村 まず「2020年電力改革に向けて気になっていること」というテーマでそれぞれ論点提示をいただきたい。

野村 英国の事例から少し論点提示をしたい。英国ではそもそも、かなり石炭火力が老朽化している中で、EUが環境問題から閉鎖をするように指令していたことと、原発がほぼ2020年代に寿命で止まってしまうということで、原子力が停止するので供給量不足に陥る、ということがわかっている。

一方、新設電源は2000年以降大型発電所の建設が全くなく、太陽光と風力だけ。新型原子力は4つのプロジェクトがあるが、ヒンクリーポイントのプロジェクトが政府支援を受けるということが確約されただけであり、不確定要因が多い。

服部さんからも紹介のあったように容量市場が実は入札がうまくいっていないということで、2014年からの動きは全く新設投資を促す効果をもっていなかったと言ってよい。そこで現在は大陸欧州との連系設備増強の計画を進めている。

電力小売り自由化の英国での進展については、家庭用に関しては価格上昇傾向が続いている。ただセットメニューも「なんとなく需要を引き付ける」という点では魅力があるが、実情はConfusopolyという造語（ConfuseとMonopolyで「混乱独占」と訳す場合もあるが、「困惑独占」の方がよい）が示す通り、利用者がどの事業者と契約するのが合理的なのかが判断できない状況で、現実には有効な競争が機能していない。

南部 3点に絞って話したい。1つめは発送電分離のもたらす入札オークション制度は効率的か、ということで、私の答えはNOである。2番目は、発送電分離のもたらすオークション制度は安定的供給を保障できるかで、これも私の答えはNOであり、特に容量市場はこれを解決する手段にならない。3つめは価格を一種の罰として使う電力システム改革が国民のためになるかで、これも需給調整のために高価格のピーク料金を課すのは、punishing the victims (=本当は被害者なのに被害者に罰を与えること)になると考える。

一つめのオークションの効率性について、まず、実は現在日本あるいは世界中で使われている電力オークション方式は、効率性を経済学的に証明されているビクリー型のセカンド・プライス・オークションではない。電力のオークション(ファースト・プライス)では嘘の値段をつけるインセンティブが常に働くのに対して、入札者のゲーム的行動に着目したオークション、例えばYahooオークションやGoogleの広告オークションはセカンドプライスで行われている。これは電力産業が遅れている、ということだ。

二つめの安定供給保障については、やはり容量市場は、私は市場ではなく Rationing (=割り当ての制度)だと思う。容量市場の需要曲線を引く人は我々が選んだ人ではなく、例えば広域機関かもしれないが、少なくとも我々の Demand をそのまま反映するような人ではない。需要曲線というのはある特定の人判断基準であっては駄目だと私は思う。

三つ目、ピーク料金を需給のマッチングに活用すればいい、という議論が蔓延しているが、私は決定的な間違いだと思う。ピーク時にはもう供給力がないから限界費用は垂直になる。その垂直の供給曲線と、需要曲線の交点が価格になるのだけども、すぐとんでもない高額になる。電気の値段がそうならないといけない。またボリューム取引者が有利になれば、少量しか使っていない人が高い価格を払わなければならない。そういうことについても注意すべきだと思っている。

西村 南部先生に一点質問。世界の中ではテキサスとかシンガポールとか、人為的にスパイクさせるところと、容量市場なり、メカニズムを持っているところと、独占のところと、日本だけ独占でもない、容量メカニズムでもない、人為的スパイクもってない、非常に特殊なところなのだが、先生の選択は、独占ではないとすればどちらか。

南部 私は、容量メカニズムはうまくいかないと思うから、価格の上限を定める、そんなやり方で、まだ何も決まっていないところで日本は救われていると思う。無理矢理決めないでいいと思う。

岩船 電力システム改革の進行とともに需要サイドのマネジメントが重要になると考えている。再エネ増加もあるので、需要家をもっと電力システムのオペレーションに取り込んでいくべきであり、デマンドレスポンス(DR)の重要性も高まってくる。

DRは日本ではまだピークを下げるのが主で検討されているが、今後は様々な需要側資源(EVや蓄電池)を活かしてピーク対応型から再エネ統合型になっていくべき。当然下げDRだけではなくて、上げDRも重要になる。

現状の九州地域を見ても、太陽光の増加に伴い、需給調整にかかる負担は飛躍的に大きくなっている。問題になるのはむしろ春・秋、さらに地域によっては冬の夕方なので、今までの夏ピーク対応でなくいつ発動されるかわからないということになると自動DRが必須になる。ポテンシャルの大きさから言うと、家庭用のエコキュート、電気自動車が期待でき、家庭部門の取り込みも重要。

当然のことながら DR の反応速度・反応時間、対する調整力のニーズをきちんと見極めて価値の上がる方法を考えなければならないし、自動 DR の際の通信技術、制御技術の革新、コスト低減も前提となる。今実証されている VPP を含めて DR をどうマネタイズしていくか、ビジネスモデルを考えていく必要があるのではないか。

西村 一点確認したい。現行 I 〃も需給調整市場に入っていくか。

岩船 そう思っている。

竹内 2030 年のエネルギーミックスは政府のエネルギー基本計画の議論を経て決められており、3 つの連立方程式を満たす解として定められた。

① エネルギー自給率を 25%程度まで引き上げる（2013 年当時：6%）

② 電力コストは 2013 年より引き下げる

③ 温室効果ガス削減目標は欧米に遜色のないレベルの目標を掲げる

実は①も②も達成できなかった場合、国民に大きなリスクとなるが、評価するタイミングが決まっている訳ではない。しかし、③をもとにパリ協定に対して日本は「2030 年には 2013 年比▲26%」という目標を提出したので、その時が来れば明確に国際社会において評価されてしまう。現状の目標では省エネが相当見込まれ、再生可能エネルギーも 22~24% とそれぞれ難しいが、一番難しいのは原子力の 20~22%維持。60 年への運転延長が順調に進んだとしても相当厳しい。

加えて温暖化対策は 2040 年、50 年とさらに厳しくなっていく。新設、建替えが起こらない限りは原子力が減少していくので、より状況は厳しくなる。

先進各国ともに厳しい状況になるとは思われるが、トランプ政権がパリ協定から離脱する流れの中で、日本が原子力という手段を手放せば一番厳しい立場になる。温暖化目標については、達成できなかった場合についてのプラン B の議論も必要だろう。

曳野 制度改革において、3E+S=安定供給、効率性、環境適合性プラス安全性がやはり基本。システム改革はその手段であって目的ではない。また現時点の案は永遠に続く制度として考えられているわけではなく、現時点でこういう方向性がないのではないかとということをお示しし、場合によって必要な見直しをしていく前提。

3E のどこにどのくらいコストをかけるかのバランスも大事で、電力コストをあまりに高騰させると、極端に言えば日本に産業がなくなる。なくなっても CO2 排出が減ればいいのか、となると、やはり 3E をバランスよく実現するのが今のコンセンサス。

次に、自由化後の制度は先行する海外においても試行錯誤の繰り返しであり、今時点で完全に正しい答えはない。容量市場でも最初は垂直の需要曲線を入れて非常にフラクチュエーションの高い価格推移になったが、需要曲線を斜めに改良してきた。そうした経験を知った上で制度づくりができるのがわが国の優位性と言える。

加えて、「懲罰的な価格スパイク」のように「正直者が馬鹿をみない制度」つまり制度・ルールを守らずに億単位の利益が出るが、罰金 100 万円ですむなら 100 万円払う、という事業者行動を前提とする制度なのか、事業者の遵法精神を前提とする制度なのかという議論もある。これまで性善説が当たり前だった感があるが、考え直さないといけない部分もあるとも思っている。

さらに、エネルギー政策は 40 年、50 年といった長さにわたるものであり、その期間を考えた制度設計をしないと誰も参入しないので、市場参加者に長くコミットしてもらえ

度が大事。

- 西村** 皆様の論点提示に感謝。容量市場の話から議論したい。
容量市場について、日本の場合は新設既設どう扱うかとか迷走した時期があったが、現在容量市場の原則みたいなものを共有されてきた。ただ現実には、英国でなかなか値段がつかない、アメリカでもシェールガスが落ちている関係で容量価格が大きく落ちてきているので、新設のインセンティブが少なくなっている。PJM としては、Net-CONE 近辺に落としたいのになかなか落ちない。日本の場合も発電所の新設コストおろか、シャットダウンコストにもちゃんと 2023 年（開始年度）に届くか微妙で、相当危機的な状況と思うが、野村先生、英国の場合この状況に対してどうしているか。
- 野村** 英国では容量市場導入後も新規投資が全然出てきていない。政策当局としては当然ながら、整備していく意欲はまだ捨てていないが、今は一つのオプションとして使うというレベルで考えているのではないか。容量市場だけでクリアしようというふうには見えない。
- 西村** もう一つ容量市場をめぐる問題が。遥か昔から既存電力会社の持っている電源は本当に容量価値を払う価値があるのかというのがあり、例えば PJM 地域でそういう主張をしている消費者団体もある。電力会社は原子力が動かないがために、火力を余剰にもっていることも事実だが、そのあたり含めて、竹内さん何か。
- 竹内** 電力会社は震災前には廃止措置になっていた火力を万が一に備えて維持し、震災以降原子力停止・供給逼迫下で相当な追加投資と修繕によって供給力を維持して乗り切った。こういう事情の中で既設には容量市場で kW 価値を払わない、というのは理屈に合わない。既設発電所の kW 価値を認めないのであれば、残ってほしい設備が市場から退出してしまうこととなる。
- 西村** 南部先生、容量市場について加えることは??
- 南部** さっきの容量市場の需要曲線に関する話だが、一般消費者は常に先見性がないというか、近視眼的な人たちが多くて、容量が足りなくなるなんて普通には考えない。だから誰か賢い人が容量というかたちでの需要曲線を引いているのだと考えればいいとは思いますが、民主主義国家ならその線を引いている人は誰が選んだのか。誰が認めたのか、そのプロセスと需要曲線ひく人がどういう資格でやっているかということは、明示しないとしない。
- 西村** 全くおっしゃる通り。確認だが、PJM の場合は kWh 市場でのゲーミングがひどく、固定費回収の仕組みを作るからゲーミングは止めようと容量市場が始まったので、英国のように容量が足りないから急ごしらえで作って暴落したのとはちょっと筋が違う。日本としては、曳野さんがおっしゃったように全員参加の市場を作っていかなければならないと思う。次に需給調整市場と再生可能の問題だが、岩船先生、再生可能が大量に入ってくる中で、需要サイド含めて色々な供給力を使うべきというお話をいただいた。送配電側はどのような面持ちで、どのように調達してやっていくべきか、もう少し何かイメージを。
- 岩船** さきほどは DR の話をメインにしたが、再エネの中の風力の調整機能等も使っていく必要がある。また蓄電池（ストレージ）や EV はどのくらい安くなるかわからないが、その機

能をどう評価するか、将来はそうした小さなものを集めて使っていかなければならないかもしれないので、その姿に向けての制度設計が必要と思う。

西村 需給調整市場は実務設計がまだまだだと思うが、今使っている年間調達 I-a、I-b、I'、さらに言うとその上げ下げで、上げる DR 含めた新しいプラットフォームのようなものを需給調整市場はどんなふうこれから取り込んでいくか、曳野さんからお願いしたい。

曳野 DR も含めどういう仕組みにしていくか、応答時間/持続時間含めてスペックを少し細かめに決めていくことかと思う。DR は一般論としては入れていくべきだが、セキュリティの確保もポイントになる。
一方、2020 年の段階ですべてのことをできるのかを見極める必要があり、将来の姿をどうなるかということを描いて、そこからバックキャストして 2020 年にどこまでできるのかを明確化していきたい。

西村 再生可能について。今日戸田さんからカーボンプライスに一本化して経済の中で内部化して行って、取引していけばクリアだし効率的だという話があり、一面その通りなのだが、現実ヨーロッパで EU-ETS が結局ばらばらのカーボンプライス、ばらばらの政策をとっている。そのあたりの経緯、難しさについて野村先生。

野村 やはり欧州連合として動いている、というところが加盟各国にとって炭素取引の魅力だったと思うが、やはり EU-ETS の失敗は尾を引いており、どのようにこれから修正していくのかが関心がある。CO₂ 削減目標値は、各国競って高く設定しようとし、そうすると、原子力の新型プロジェクトが動く想定をしていたけれども、おそらく修正せざるをえないという中で現実的な対応をする必要性が高まっている。
またベストミックスについては、英国の場合は完全に市場の結果がベストミックス、というふうに割り切っていたが、それも怪しくなっている。当然ながら、CO₂ 削減の目標値を下げるとしても、重視せざるを得ない立場なので、EU からの大規模な石炭火力の停止も既定路線として見受けられてしまっている。その辺りが現実的に厳しいが、日本と違うのは国際連系線の可能性があることかと思う。

西村 そもそも競争システムで動いている中でエネルギーミックスの目標があるということは、経済学者としてはどうか。

南部 長期需給計画という絵は、普通の経済学者から見ると、すごく妙だ。例えば再生可能エネルギーが出てきて、化石燃料は廃止しようという流れだとマーケットは必ずそれに反応するので原油価格は暴落する。そうすれば経済原理から言って必ず利用は増える。政策的に望ましくなくても人々は使う。そういう相対价格的なものを入れた一般均衡のモデルや見通しの方が正統的だろう。

西村 需要サイドの話が今日あまり話題になっていないが、2030 年目標でも省エネルギーは相当見込まれているし、DR のポテンシャルも米国ではピークの 8%ある。そうしたことと電化の進展合わせてどうか。

岩船 2030 年の目標自体は、CO₂ は減らさなくてはいけない、電気代上げてはいけない、原子

力は嫌というしわ寄せがみんな省エネに行っていて、かなり非現実的な省エネ目標となっている。そして 2050 年に CO2 を 0 にするのだったら、もう電化するしかない。電気自動車化によりガソリンがほぼ要らなくなるとすると、石油精製のバランスが崩れて、重油も使いにくくなるなど他の燃料源にも波及していく可能性は高い。その中で石油価格が暴落したらまたどうなるかという話もちろんあるが、目指す方向としては電化と思う。エコキュートや EV が 100 万台レベルで入れれば大きなポテンシャルであることは間違いない。

司会 最後に一言ずつ今後の電力市場についてビジョンや重要ポイントを。

野村 英国の送配電のケースから一点。発送電分離して料金が値上がっていること、需給調整の持続性で系統運用者のナショナルグリッドが苦労していること等、モニタリングをしっかりして示唆を活かすべきかと思う。

英国はやはり民営化以降、外国企業に頼り過ぎた面があり、原子力に関してはフランスとドイツになんとかしてもらえらると思っていた、そこが甘かったかなと感じる。原子力を推奨するという政府の見解は非常に分かりやすいのだが、実務としてどれだけコミットできたかという、自国の技術や企業が弱いために今供給力不足に困惑して、ジレンマに立ってしまった。

加えて将来的に小売りの料金規制が全く不要なのか、というところにもインプリケーションがある。イギリスの場合は、全く料金規制はしてこなかったが、配電は料金規制をしている。このあたりを見比べて、日本の 2020 年以降の料金規制を撤廃していくという方向性に対して、それでよいのか、あるいは再生可能エネを入れつつ料金規制というプライスカップ型のものを施行すべきなのかという辺りも議論してよいかもしれない。

南部 容量市場ができることによって、国民の負担というか、電気のユーザーの負担が増えるが、この負担の増え方は、他の制度と比較すべき。米国でいえば規制のままの体制でピーク電源を原価主義で負担しているところと容量市場制度を導入して、結果として発生する国民負担のどちらが大きいのか比べないといけない。こうした代替的な方策の数々について、本当に必要なのかという頭の整理を審議会でもやってほしい。

岩船 電気はそもそも自由化したところで、必ず燃料があるので、そんなに安くなるはずないだろうとずっと思っていた。一部の人を除いては、結局そんなには価格は下がらない。むしろ電力会社のマインドが変わるのがものすごく大事。系統運用側は、今まで再エネを悪者にしてきた面もあったと思うが、そういうのを止めて、本気で再エネをどう取り込んでいくかというのをしっかり考えていくべきではないか。おそらく DR なんかも電力会社から見れば、面倒で、できればやりたくないことだと思うが、色々な柔軟な仕組みを入れ込んでいかないと無理だということを、覚悟を決めて取り組んでもらいたいと思う。それを促す意味で、今回の電力システム改革による変化はよかったと思っている。

また、情報公開が重要と考えている。一般家庭は知識が少なく、例えば再エネで電気料金が上がっている痛みもないように思われる。最近賦課金が高いとか、少しメディアで取り上げられてきたので、もう少し関心を持ってもらえるかなと思う。米国にはグリーンボタン制度があり、共通のフォーマットで、自分の使っている電気やガスの料金のデータを取り出せる仕組みがある。日本でも家庭用含めたユーザーが自由にアクセスできて、電力会社の比較や省エネのためのアドバイス取得等に利用できる仕組みの構築を是非検討してもらえないかなと思っている。

竹内 3点申し上げたい。

- ① 手段論と目的論が混合するというようなことがエネルギーに往々にしておこっているのではないかと思う。例えば再エネの賦課金に国民は多大なる出費をしているわけだが、何で出費をしているのか。再エネを増やすということが目的ではなくて、結局自給率の向上に貢献していて、低炭素という価値に皆お金を払う。であれば、低炭素という価値にいくら払うのかといったような冷静な議論が必要なはず。再エネを増やすのだ、原子力を減らすのだという手段の上げ下げだけが議論されるというようなところが、国民に対してより分かり難さを醸し出しているような気がするので、ここを整理する必要があるのではないかと申し上げたい。
- ② 我々は電力・エネルギーだけを議論していればいいのかという問題。もっと社会の変革のトレンドということ自体を考える必要がある。人口減少、脱炭素化、分散型の新技術の劇的価格低下、デジタル化、自由化の継続。それらは既存の電気事業の価値システム、従来型電源の価値(kWh 価値)を減らし、容量価値や調整力価値(kW 価値、ΔkW 価値)を増やす。そうした潮流をどう考えるか。
- ③ 原子力の議論自体、本当に未成熟で議論がなされていない。原子力の価値は主にエネルギー安全保障だが、その価値をどう見てどう担保していくかは国・国民としての大きな判断。まず議論の土壌を作っていくよう関係者にお願いしたい。

曳野 容量市場について、政策当局として、容量市場だけで固定費回収についての全てを解決するのではないと言っておきたい。私はこれをアシスト自転車だと思っており、ないよりはあった方がよく、サポートはしてくれるが、ペダルを漕がなくても坂をどんどん登っていくということではない。他の市場と組み合わせて全体の投資回収をしていくということ。また、今後 kWh の市場価格が低下していくとすれば、市場形態も携帯電話のように変わってくる可能性があるのではないか。今は大手携帯キャリアに契約すると、基本料金を払えば通話は自由。電気の世界は、使い放題で節電を求めないのかみたいな議論はあるものの、だんだんと再エネとか自家消費が増えていく中で、2030年やそれ以降といった断面では、アンシラリーサービスなり、容量価値に重点が移っていくのではないか。再エネについて、費用対効果もきちんと考えないといけない。再生可能エネルギーに対して国民負担含めて、どこまでやるのだという議論があり、4兆円という負担との関係で22%という数字が決まっていると考えるべき。それより安くできるのならもっと増やせるので、再エネを最大限増やすという観点からは、コストをどんどん下げることではないか。最後に、国民理解という点では政府は広報が必ずしも十分ではなく反省している。こういう広い会議場を借りてシンポジウムするとか、色々な会議があった時にきちんとプレスの方々に聞いていただければ分かりやすく説明したい。政策検討を密室でやるのではなく、全てプロセスは透明に進めるということも大事だと考えている。