

米国・PJMにおける相対取引の運用について・ 第4回検討会での意見へのご回答

MRI 三菱総合研究所

2024年3月18日

エネルギー・サステナビリティ事業本部

目次

1.PJMにおける相対取引(IBT)の仕組み	4
2.第4回検討会で頂いたご質問へのご回答	10

注：本資料は、「令和5年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業（同時市場に関する詳細設計等に係る調査等事業）」の調査内容に基づいて作成・一部加工。

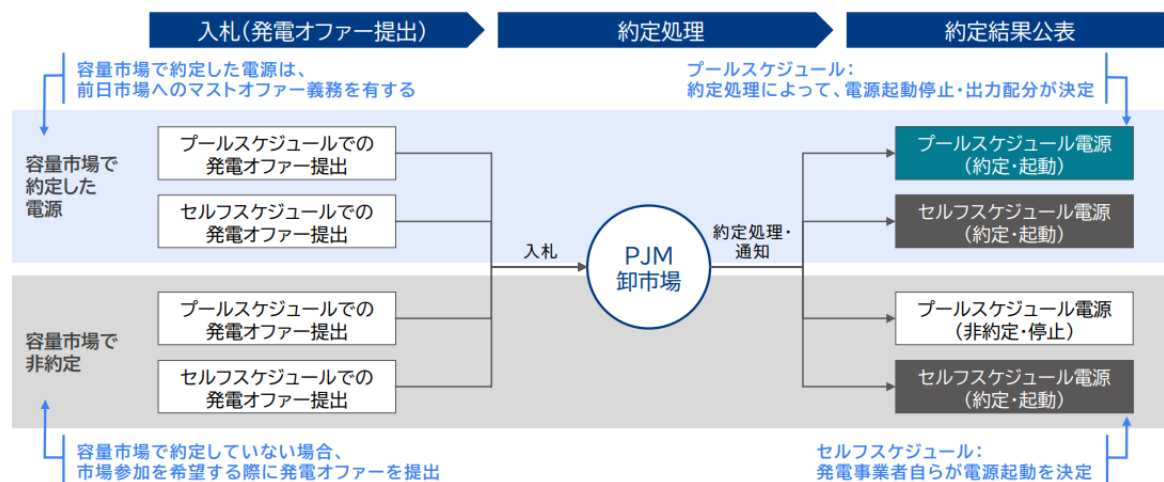
はじめに

- 第4回同時市場の在り方等に関する検討会(以下、検討会)では、PJMの卸電力市場(kWh取引)に係る入札制度や起動費の取り漏れ等に対するUpliftの仕組みについてご報告を行った。
- 今回、市場外で行われている2者間の相対取引の仕組みや、PJMが相対取引をどのように扱っているのか、文献調査や海外ヒアリング等を通じてある程度把握できたため、今後の議論の参考としてその内容をご報告する。
- また、第4回検討会にて委員・オブザーバーの皆様より頂いたご質問のうち、調査を通じて把握できた内容をご報告する。

PJMの卸市場取引における入札の仕組み



- PJMの卸市場取引に参加する電源は、発電オファーを提出する必要がある。特に容量市場で約定した電源は、前日市場で発電オファーを提出するマストオファー義務が課される。
 - 故障等で発電できない場合、発電できない旨の発電オファーを提出することが可能(詳細はp.5参照)。
- 提出された発電オファーに基づき、約定処理(電源の起動停止・出力配分)がなされる。
- 発電オファーには、電源起動を自ら確定させるセルフスケジュールと、PJMの起動停止判断に委ねるプールスケジュールの2区分が存在する。今回は2区分の入札方法について、調査結果をご報告する。



出所) Monitoring Analytics, "PJM State of the Market - 2023", p. 296, 2023年10月8日

Copyright © Mitsubishi Research Institute

4

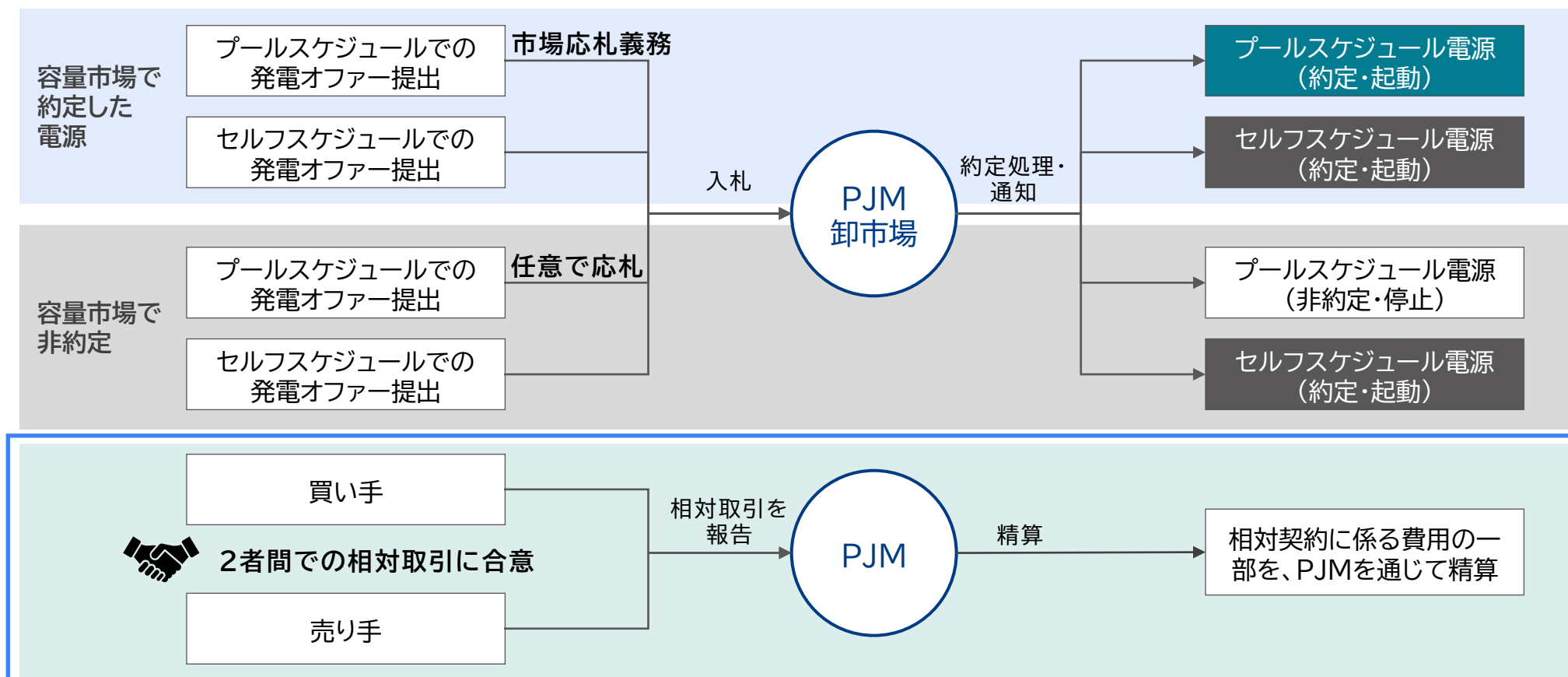
出所) 第4回 同時市場の在り方等に関する検討会、資料5-2米国・PJMにおける市場設計(電源の入札方法、Upliftの取扱い等)について、p.4, 2023年11月27日

PJMにおける相対取引(IBT)の仕組み

米国・PJMにおける電力取引の構造

- 第4回検討会でのご説明の通り、PJMでは、卸電力市場に提出された発電オファーを通じて電源起動・経済出力配分が決定される。
- 加えて、卸電力市場外で相対取引を希望する2者間において取引・精算する仕組みが存在する。

PJMの卸電力市場と相対取引



出所)第4回 同時市場の在り方等に関する検討会、資料5-2米国・PJMにおける市場設計(電源の入札方法、Upliftの取扱い等)について、p.4、2023年11月27日
PJM, "InSchedule", p. 2-3、2017年5月23日および海外ヒアリングをもとに三菱総合研究所作成

市場外の相対取引をPJMに報告する仕組み

- 市場外で締結した2者間での相対契約を報告する仕組みとして、Internal Bilateral Transaction（以下、IBTと表記）と呼ばれるサービスが存在する。
 - IBTは、PJMに**相対取引を報告した2者間で電力の受け渡しを行ったとみなす仕組み**である。
 - IBTは、PJMのスケジューリングには影響しないとされる。
- IBTを希望する売り手と買い手は、InScheduleと呼ばれる専用ツールを用い、**電力の受け渡し・精算に必要となる情報（契約者情報、電力の受け渡し地点情報、取引電力量、精算価格）**をPJMに報告する。
- 報告された情報を基に、売り手・買い手間の相対契約に係る費用精算の一部がPJMを介して行われる。

IBTにて登録する情報

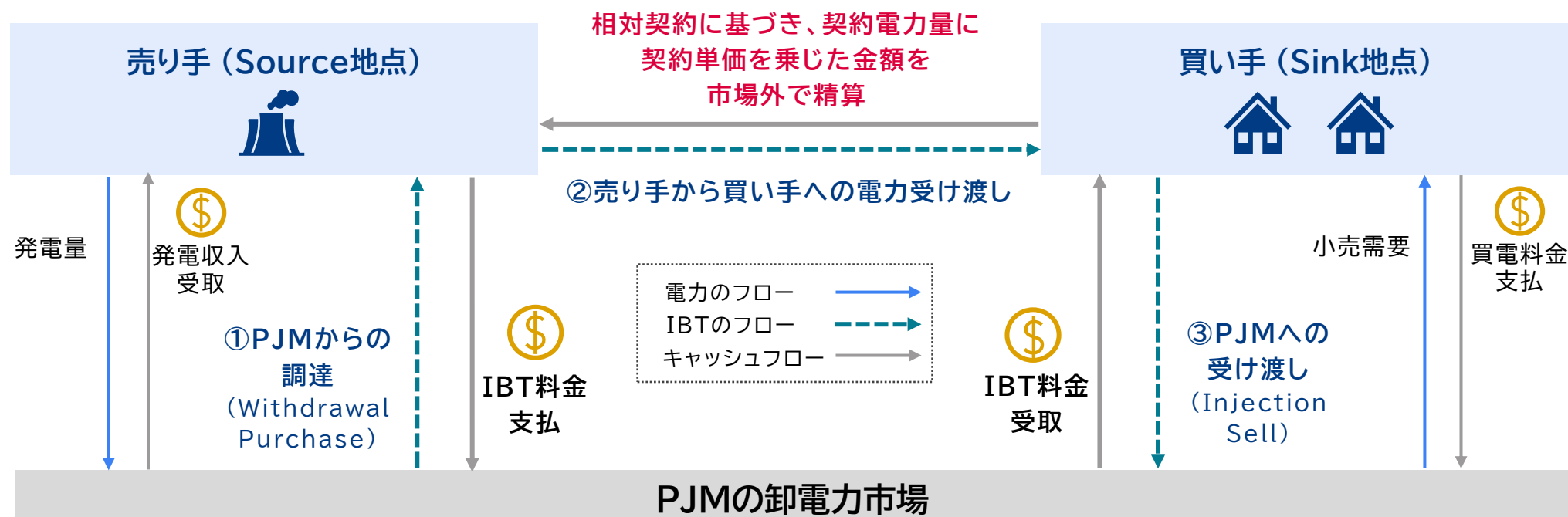
項目	概要
契約者情報	売り手と買い手を登録 ※いずれもPJMの市場参加者である必要がある。
地点情報	売り手側の地点情報(Source)と、買い手側の地点情報(Sink)を指定
受け渡し電力量	売り手と買い手間で受け渡す1時間コマあたり電力量(kWh)を指定 ※1kWh単位で設定可能
精算価格	前日市場価格またはリアルタイム価格を選択

出所)PJM, “PJM InSchedule User Guide”, p.5-8, 2015年6月1日
 PJM, “InSchedule”, p. 2-3, p.17, 2017年5月23日より三菱総合研究所作成

Internal Bilateral Transactionの構造

- PJM担当者によると、IBT取引は3段階のフローを経ることで売り手から買い手に電力が受け渡される。
 - ① 売り手は指定したSource地点にてPJMから電力を調達し(Withdrawal Purchase)、その対価として取引量×Source地点の価格を乗じたIBT料金をPJMに支払う。
 - ② 売り手は受け取った電力を、買い手に受け渡す。
 - ③ 買い手は指定したSink地点にてPJMへ電力を受け渡し(Injection Sell)、その対価として取引量×Sink地点の価格を乗じたIBT料金を受取る。
- 売り手は発電収入とIBT料金支払いが差し引きされ、買い手は買電料金とIBT料金受取が差し引きされる。そのため、売り手と買い手の正味キャッシュフローは、実質的に市場外の相対契約によって固定化される。

卸電力取引およびIBT取引のフロー・キャッシュフロー



出所)PJM担当者の回答を基に三菱総合研究所作成 ※説明上、混雑料金が発生しない平易なケースを想定した。実際のPJMにおける取引では、地点間値差が発生する可能性がある点に留意が必要である。

Internal Bilateral Transactionに関する留意事項

- FERCによると、PJMにおいてIBTは一般的な取引ではなくなったとされている。
 - 2012年にFERCに対して「(物理的な電力を扱っていない)トレーダーがIBTに参加することで、特定の請求を回避している」と苦情が申し立てられたことにより、FERC orderにて「IBTは電力の物理的移転を伴う場合にのみ認められる」と定められた。そのため、以前はIBTを通じて金銭的な取引を行う電力トレーダーがいたが、現在は物理的な電力を扱っていない限り、IBTはできないことになっている。
- 各種文献や海外ヒアリングにおいて、IBTを用いない相対取引(差金決済: Contracts for Difference)も指摘されている。しかし、ヒアリング回答者によって相対取引の認識や解釈に相違がみられ、現時点で明確な回答が得られていない。この点は、今後も追加調査が必要であると考えられる。
 - 論点: 会計上の差異やヘッジ会計の適用、卸電力市場や電源運用との関係性など

(参考)InScheduleに係る規則・ガイドライン

- PJMでは、IBTを報告するツールであるInScheduleについて、ユーザーガイドを発行している。ユーザーガイド中の“規則とガイドライン(Rules and Guidelines)”には、IBT取引に関して下記の内容が確認できる。
 - InScheduleにて報告されたIBTは、売り手と買い手双方がそのスケジュールを承認する必要がある。
 - 市場参加者がPJMに対して義務の不履行を働いた場合、当該参加者によるIBTの報告は無効となる。加えて、事前に登録されていたIBTのうち、引き渡し日を迎えていない全てのIBTが無効となる。
 - 電気エネルギーの物理的移転のためのBilateral Transactionは、PJMに報告することができる。このように報告されたBilateral Transactionは、電気エネルギーの物理的移転のためのものでなければならず、Internal Bilateral TransactionとしてPJMに報告しなければならない。

第4回検討会で頂いたご質問へのご回答

第4回検討会で頂いたご質問へのご回答(1/4)

委員・ オブザーバー	質問概要	現時点でのMRI回答
市村委員	コストベースでのオファーの登録が義務付けられているが、コストベースの計算式に従って登録しないといけないのか、もしくはそれ以下で登録することが認められるのか。またその時の理由は何か。	【当日未回答】 コストベースオファーに含まれる10%マージン部分は必ずしも追加する必要はないため、コストベースオファーの計算式で算出される価格以下で価格を登録することができる。 出所)PJM, “Manual 15: Cost Development Guidelines”, 2023年8月1日
	いわゆる相場操縦の議論は、電源側はPJMのルール・基準に則ていれば相場操縦に当たらないセーフハーバーという扱いになっているのか。	【当日未回答】 FERCにヒアリングを行い、下記の回答を頂いた。 理論的には規律に従っていても相場操縦に該当する可能性もあるが、実務上はその可能性は低い。FERCは市場支配力行使によって電力価格が高くなることを懸念しているため、特別な事情がある場合を除き、PJMの上限価格を超える入札を行わない限りは問題はない。 出所)FERCヒアリングより

第4回検討会で頂いたご質問へのご回答(2/4)

委員・オブザーバー	質問概要	MRI回答
河辺委員	「セルフスケジュール電源についても緊急時にはPJMがリスケジューリングする権利がある」と書かれているが、この緊急時の定義というのはどのように考えられているのか。	【当日未回答】 • PJMの約款(Open Access Transmission Tariff)において、緊急時には、セルフスケジュールであってもPJMの指示に従う必要があるとされている。 • NERC(北米電力信頼度協議会)が発効する規格に基づき、ISO/RTOは緊急事態に対する運用計画(Operating Plan)の策定が義務付けられている。PJMの場合、Manual 13: Emergency Operationsに緊急時の運用計画・具体的なアクションが規定されている。 • マニュアルに規定されている緊急事態(Emergency)として、システム周波数を維持するために対処が必要となる事態、供給ひっ迫または供給余剰、燃料制約、保守的なオペレーションが求められる異常気象・人為的事象(テロリズムなど)、PJM域外での異常事態によってPJMのアクションが求められる事態等が挙げられている。 出所) 第4回 同時市場の在り方等に関する検討会、資料5-2米国・PJMにおける市場設計(電源の入札方法、Upliftの取扱い等)について、p.4, 2023年11月27日 NERC, EOP-011-1 Emergency Operations, p.1-4 PJM, Open Access Transmission Tariff: 1.10.2 Pool-scheduled Resources., 2010年9月17日
小宮山委員	特にSCUC、SCEDの中では発電オフアー情報の技術情報の流通が大変重要と認識した。PJMでは前日市場の発電オフアー情報も、リアルタイムでそのまま活用できる状態になっているのか。	• 前日市場/リアルタイム市場でのオフアー情報は、Market Gatewayと呼ばれるシステムを通じPJMに集約されている。 • リアルタイム市場では、一部の登録項目の修正が実需給65分前まで認められている。市場参加者/PJM間でのデータ送受信・データハンドリングにトラブル等がなければ、最新の情報が反映される。 出所) PJM, “Manual 11: Energy & Ancillary Services Market Operations”, p.140, 2024年2月22日

第4回検討会で頂いたご質問へのご回答(3/4)

委員・オブザーバー	質問概要	MRI回答
小宮山委員 (続き)	再エネがUpliftに影響し得るのかどうか、ご存じであればご示唆いただきたい。	再エネの影響でUpliftが発生していることは確認できている。現時点では再エネとUpliftに関する追加情報は得られていない。 出所) 第4回 同時市場の在り方等に関する検討会、資料5-2米国・PJMにおける市場設計(電源の入札方法、Upliftの取扱い等)について、p.28, 2023年11月27日
	Uplift費用が2014年以降に急減しているが、この背景要因は具体的に何が決め手になっているのか。	【当日未回答】 2014年、北東部に寒波が襲い、需要増に伴う稼働時間延長によって設備への影響や天然ガス供給の途絶による燃料制約が発生し、計画外停止に至る電源が増加した。このため、リアルタイムの供給力を確保するためにPJMがBalancing Operating Reserveとして電源を確保したため、Upliftが大幅に増加したとされている。 2014年の需給ひっ迫を受けて、需給ひっ迫に対する制度変更やオファー上限価格の見直し等の推奨事項が整理された。 出所) PJM, “Analysis of Operational Events and Market Impacts During the January 2014 Cold Weather Events”, 閲覧日: 2023年12月14日, https://www.hydro.org/wp-content/uploads/2017/08/PJM-January-2014-report.pdf
市村オブザーバー	DRのようなリソースがUpliftの適用対象になるのか、確認したい。	【当日未回答】 - Monitoring Analyticsによると、Economic Load Responseに対して、前日・リアルタイムともにUpliftの適用対象となるとされている。 - 電源と同様にリアルタイムにて乖離量(deviation)を発生させた場合は、乖離量に応じてUplift費用の金銭的負担が課される。 出所) Monitoring Analytics, “2022 State of the Market Report for PJM”, p.278, 2023年3月9日

第4回検討会で頂いたご質問へのご回答(4/4)

委員・オブザーバー	質問概要	MRI回答
新川オブザーバー	PJMでは、セルフスケジュール電源はプライステイカーとなっていると聞いているが、それは正しいか。セルフスケジュール電源はプライステイカーであるとする、形式的にコストベースのオファー登録をしても、約定されて市場価格相当の金額を受け取ることになる。言い換えると、変動再エネの出力が高い時間帯などで市場価格が低下している場合には、火力発電など可変費の高い電源がセルフスケジュールで約定すると赤字が生じるということになる。したがって、火力の最低出力部分のようなマストラン部分を除いて、火力電源の出力調整可能な部分は、セルフスケジュール電源としてオファーするかどうかは、それぞれに事業者がその前提を踏まえて判断をすると認識している。	【当日未回答】 - 市場価格(LMP)の計算では、原則として経済負荷配分された各地点でのマージナルな電源の限界費用を引用する(※1)。dispatchableな領域があるセルフスケジュール電源であれば限界費用カーブを持つため、最低出力容量(Economic Min.)を超えて経済負荷配分がなされ、マージナルな電源となれば市場価格を決定する権利を有する。 - セルフスケジュール電源及びプールスケジュール電源ともに、dispatchableな出力帯まで経済負荷配分がなされなかった場合(※2)、参照すべき限界費用を持たないため、市場価格を決定する権利を持たない。 出所) Monitoring Analytics, “2022 State of the Market Report for PJM”, p.291, 2023年3月9日
増川オブザーバー	p.8: 太陽光、風力ともセルフスケジュールで登録されているものもあれば、プール電源として登録されているものもあると思うが、その比率が分かれば教えていただきたい。	- 太陽光発電では、セルフスケジュールが14%、PJMが経済出力配分可能なdispatchableな出力帯(プールスケジュール)が86%存在する。 - 風力発電では、セルフスケジュールが5%、PJMが経済出力配分可能なdispatchableな出力帯(プールスケジュール)が95%存在する。 出所) 第4回 同時市場の在り方等に関する検討会、資料5-2米国・PJMにおける市場設計(電源の入札方法、Upliftの取扱い等)について、p.8, 2023年11月27日

※1: 通常、リソースの起動時間(Start-up time)の制約があるため、ディスパッチ時点で同期連系しているリソースを対象として経済負荷配分が実施され、それらのリソースの中からマージナルな電源の限界費用を市場価格として引用する。一方、通知時間と起動時間の合計が1時間未満の高速起動リソース(Fast-start resource)であれば、起動指令後に経済負荷配分を行うことで1時間以内の目標コマの時点で経済出力配分に従うことが可能である。このような高速起動リソースはリアルタイムにおける系統運用の信頼性を高めるために重要であり、高速起動リソースについては限界費用カーブに加え、起動費、無負荷費用も市場価格決定時に考慮される。

出所) PJM, “PJM Manual 11: Energy & Ancillary Services Market Operations Revision: 126 (Effective Date: May 31, 2023)”, p.66, 2023年3月31日

※2: 例えばkW制約の上下限值(Economic Max.とEconomic Min.)を同一値で登録した場合、電源起動が確定した場合は固定出力(Block Load)で約定することとなり、dispatchableな領域を持たない。

またはdispatchableな領域を持つ電源としてkW制約の上下限值を設定したリソースが、kW制約の下限値(Economic Min.)で約定した場合、約定した出力に対応する限界費用カーブがないため、参照すべき限界費用も存在しない。

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所