2024年度 第4回 定置用蓄電システム普及拡大検討会

資料3－1

系統用蓄電システムの需給調整市場における収益性分析

MRI 三菱総合研究所

エネルギー・サステナビリティ事業本部

2024年11月11日

目次

- 系統用蓄電システムの需給調整市場における収益性分析 …… P.4

Copyright © Mitsubishi Research Institute

本日の報告内容と目的

目的

- 系統用蓄電システムの導入拡大が見込まれる中で、自立的な導入拡大、持続可能な市場の創出が求められる。
- 第三回検討会では、系統用・再エネ併設蓄電システムの費用面での分析、一部ユースケースにおける事業性の検証・課題の整理を行った。
- ここでは、第三回での議論を基に系統用蓄電システムの需給調整市場における活用を想定し、簡易収益性評価を行い、系統用・再エネ併設蓄電システムの各ユースケースにおける収益性の要因分析と考察を実施する。

報告内容

系統用蓄電システムの需給調整市場における収益性分析

- 第三回検討会では系統用蓄電システム及び再エネ併設蓄電システムのユースケースを整理し、系統用蓄電システムのアビトラージ運用及び再エネ併設蓄電システムの収益モデルを検討し、市場価格と蓄電池コストが収益性に及ぼす影響を簡易評価した。
- 2024年度より全商品が開設した需給調整市場においても蓄電システムの応札は実施されており、事業者へのヒアリングを基に収益モデルを構築し、市場価格と蓄電池コストが収益性に及ぼす影響を簡易評価した。
- 系統用・再エネ併設蓄電池の代表的なユースケースにおける収益性評価結果を踏まえて、各ユースケースにおける収益性の要因分析と考察を実施した。
- 上記整理を踏まえて、系統用・再エネ併設蓄電システムの更なる活用に向けた収益面での課題整理についてご議論頂きたい。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

系統用蓄電システムの
需給調整市場における収益性分析

Copyright © Mitsubishi Research Institute

これまでの検討会で頂いたご意見と本日の報告での対応

- これまでの検討会で頂いた「収益性」に関するご意見を基に、第3回検討会では系統用・再エネ併設蓄電システムの一部ユースケースにおける収益性分析と収益面での課題整理を報告した。
- 第4回検討会では、現状の需給調整市場の市場動向に関するご意見を踏まえて、需給調整市場での収益性評価を実施し、需給調整市場の市場動向が系統用蓄電システムの収益性に及ぼす影響を評価する。

		有識者・オブザーバーの発言概要	検討会での対応
収益性	ユースケース	• ΔkW価値だけではなく、kWh価値の観点も重要であり検討すべきである。 • 制度やユースケースを定めて、蓄電池事業者に広く周知できるようなガイドライン等を作成できると良い。	● 系統用・再エネ併設蓄電システムのユースケースを整理し、収益モデルを構築（前回報告）
	市場環境 市場見通し	• 現状の需給調整市場はバブル的に高くなっており、今後も予備力が十分でない以上はある程度高値で取引されることもあるだろう。ただし、ΔkWで収益の大部分を占めるというのは適切ではない • 将来的なΔkW価格の見通しに関して、何らかの方向性を打ち出す必要がある。投資予見性に関する俯瞰的な見立てがあれば事業者としても参入しやすくなる	**本日の報告内容** ● 現状の需給調整市場の市場動向を整理 ● 事業者ヒアリングを実施し、現状の需給調整市場での運用方法を確認・整理 ● 需給調整市場での応札価格・応札パターンに応じた収益性評価を実施し、蓄電池の事業性の確保に向けた現状の課題を整理
	収益性評価	• 普及拡大のためには市場予見性が重要であり、前提条件によって分析結果が大きく変わりうるため、シナリオを複数設定して結果を示してほしい • シナリオ分析をした際に変動幅が多すぎると、投資予見性が低いと判断され、事業リスクを事業者が負えない状況に繋がりうる	● 各ユースケースでの収益性評価を実施し、各市場の収益性への影響を評価（前回・今回報告） ● 事業者ヒアリングを実施し、系統用・再エネ併設蓄電システムの収益面での現状把握と収益面での課題を整理（前回報告）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

系統用・再エネ併設蓄電システムの収益性試算での前提

- **系統用・再エネ併設蓄電システムの収益性試算にて前提としたユースケースとして、下記3パターンを検討した。**
  - パターン①・②は系統用蓄電システムのユースケースであり、容量市場・需給調整市場・卸電力市場で活用することで、供給力・調整力・需給緩和の価値を蓄電システムが提供する。
  - パターン③はFIP電源に蓄電システムを併設するユースケースであり、出力制御回避と需給緩和価値を蓄電システムが提供する。

系統用・再エネ併設蓄電システムの収益性試算にて前提としたユースケース

価値提供先	ユースケース	パターン1（系統用蓄電システム） ▼第三回検討会にて報告	パターン2（系統用蓄電システム） ▼本日報告	パターン3（再エネ併設蓄電システム） ▼第三回検討会にて報告
発電	出力制御回避（0.01円コマでの発電回避）			●
	需給緩和	●		●
送配電	調整力提供（需給調整市場への応札）		●	
	供給力提供（容量市場への応札）	●	●	
ユースケースのイメージ		• 容量市場において収益を確保 • アービトラージ運用を行い、卸電力市場にて収益を確保	• 容量市場において収益を確保 • 需給調整市場に応札し、収益を確保	• FIP電源（太陽光・風力）に併設 • 0.01円コマ発生時に逸失するプレミアム収入を、充放電により回避 • 卸電力価格がより高いコマで売電

※上記のユースケース以外も考えられるが、現時点で収益性が見込まれない点や評価が困難であるため評価対象外とした。

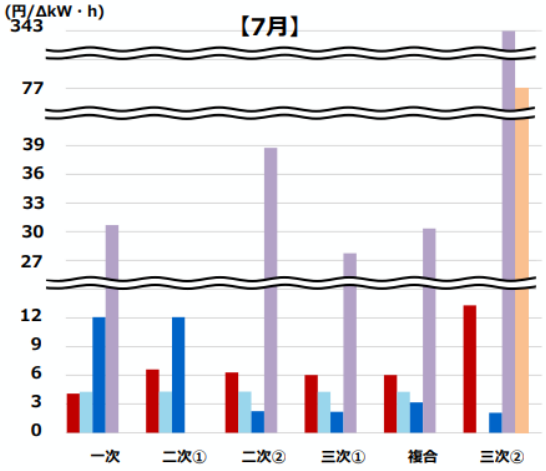
出所）資源エネルギー庁,"定置用蓄電システムの普及拡大策の検討に向けた調査",閲覧日：2024年8月8日, https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2022FY/000050.pdfを基にMRI作成

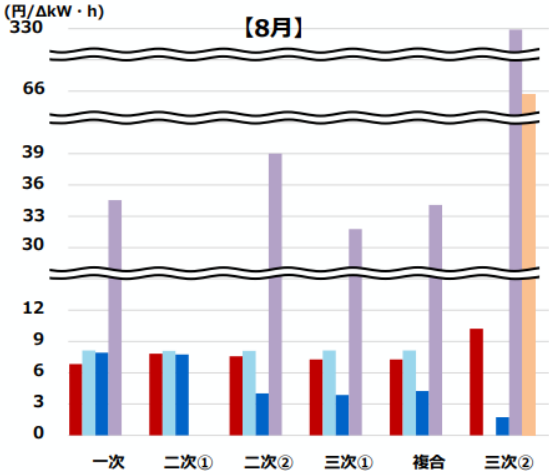
Copyright © Mitsubishi Research Institute

現状の需給調整市場の約定価格の動向

- 2024年7月～8月の需給調整市場の各商品の全電源の平均約定価格は5.1～7.8円/ΔkW･h程度である。
  - 蓄電池の一次～三次①における約定価格は28～39円/ΔkW･hであり、火力･一般水力の一次～三次①における約定価格は4.1～8.1円/ΔkW･h程度であり、蓄電池の約定価格は他電源よりも高い傾向にある。

商品・リソース別約定価格の動向（2024年7・8月）





	一次		二次①		二次②		三次①		複合		三次②	
(円/ΔkW･h)	7月	8月	7月	8月	7月	8月	7月	8月	7月	8月	7月	8月
■火力	4.09	6.84	6.60	7.83	6.30	7.58	6.02	7.27	6.02	7.27	13.30	10.23
■一般水力	4.27	8.14	4.30	8.10	4.30	8.10	4.27	8.14	4.27	8.14	-	-
■揚水	12.09	7.93	12.08	7.75	2.26	4.02	2.19	3.86	3.17	4.26	2.08	1.75
■蓄電池	30.69	34.55	-	-	38.77	39.00	27.75	31.77	30.34	34.09	342.99	329.10
■VPP/DR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77.02	65.68
全体	5.47	7.44	6.83	7.83	5.14	6.64	5.22	6.64	5.43	6.74	6.85	5.38
上限価格	39.02				14.42(単一)				39.02		なし	

25

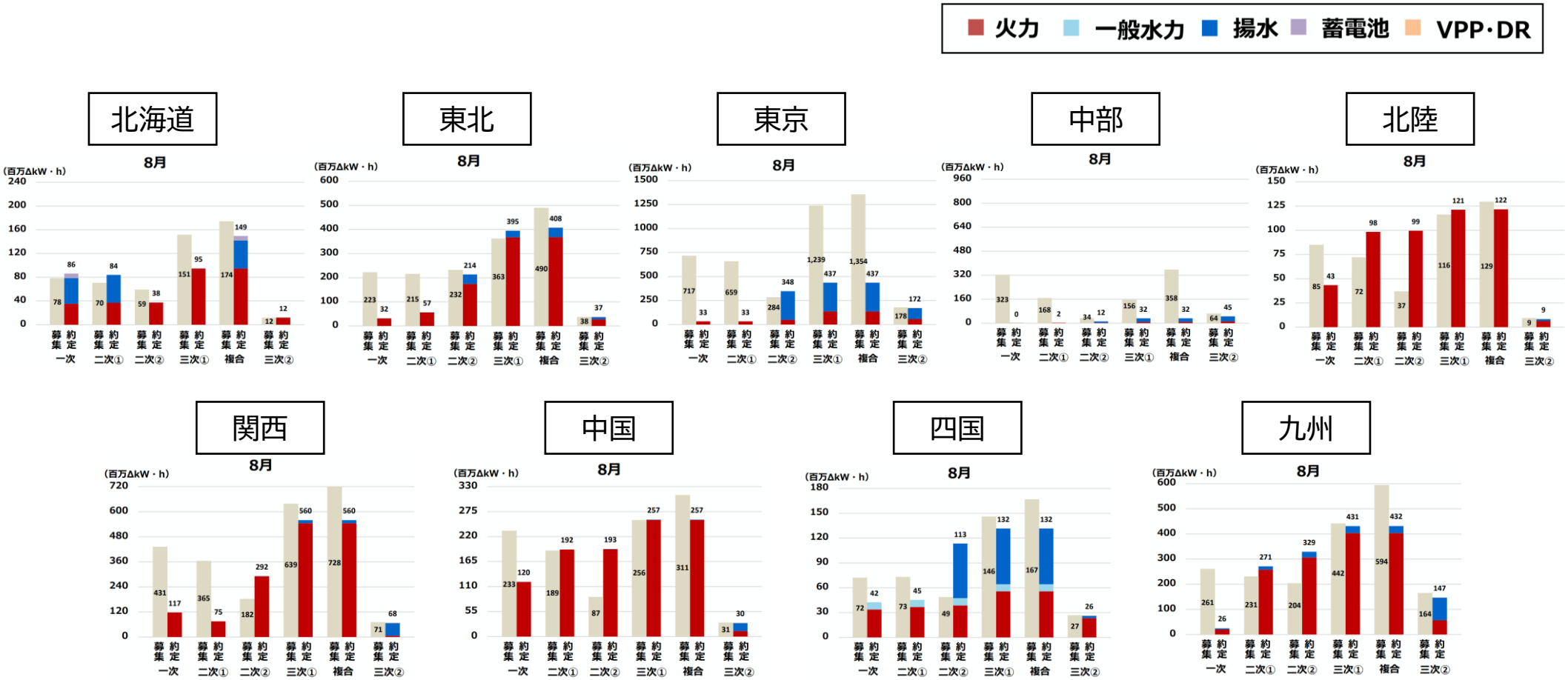
（出典）電力需給調整力取引所からの提供資料より事務局作成（速報値）

出所）資源エネルギー庁,”需給調整市場について”,閲覧日:2024年10月21日,
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/seido_kento/pdf/096_03_00.pdf

Copyright © Mitsubishi Research Institute

現状の需給調整市場の約定量の電源別内訳の動向

- エリアにより差があるものの、約定量の電源別内訳については、火力が最多、次いで揚水、蓄電池やDRは僅かとなっている。

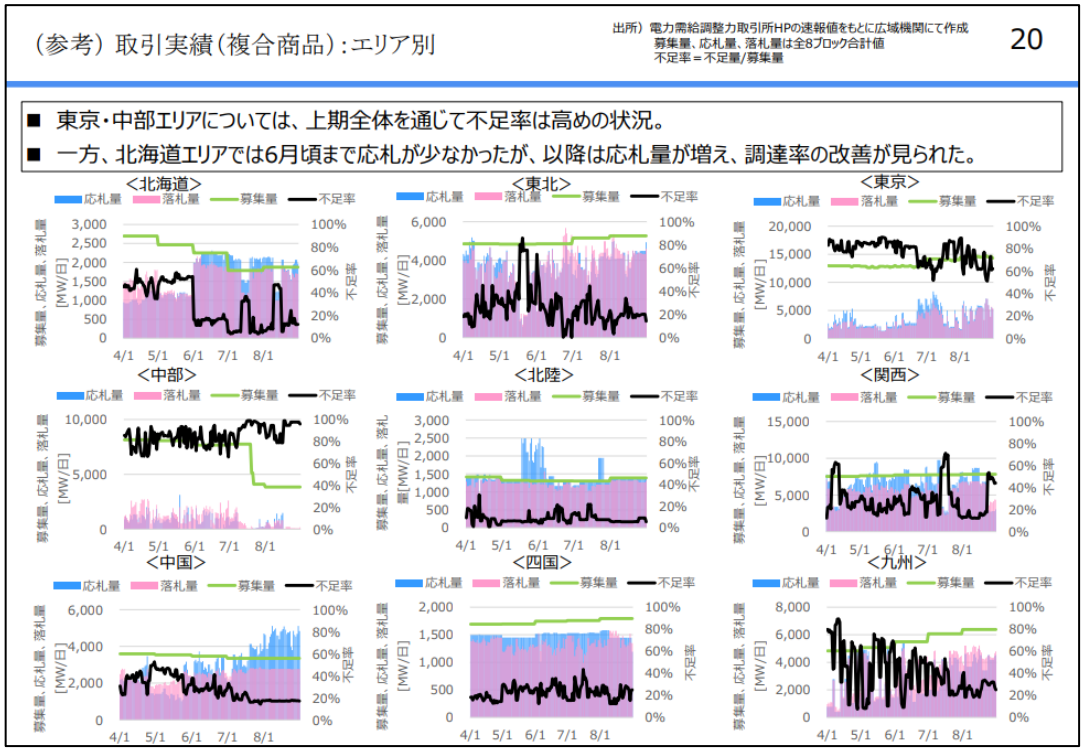


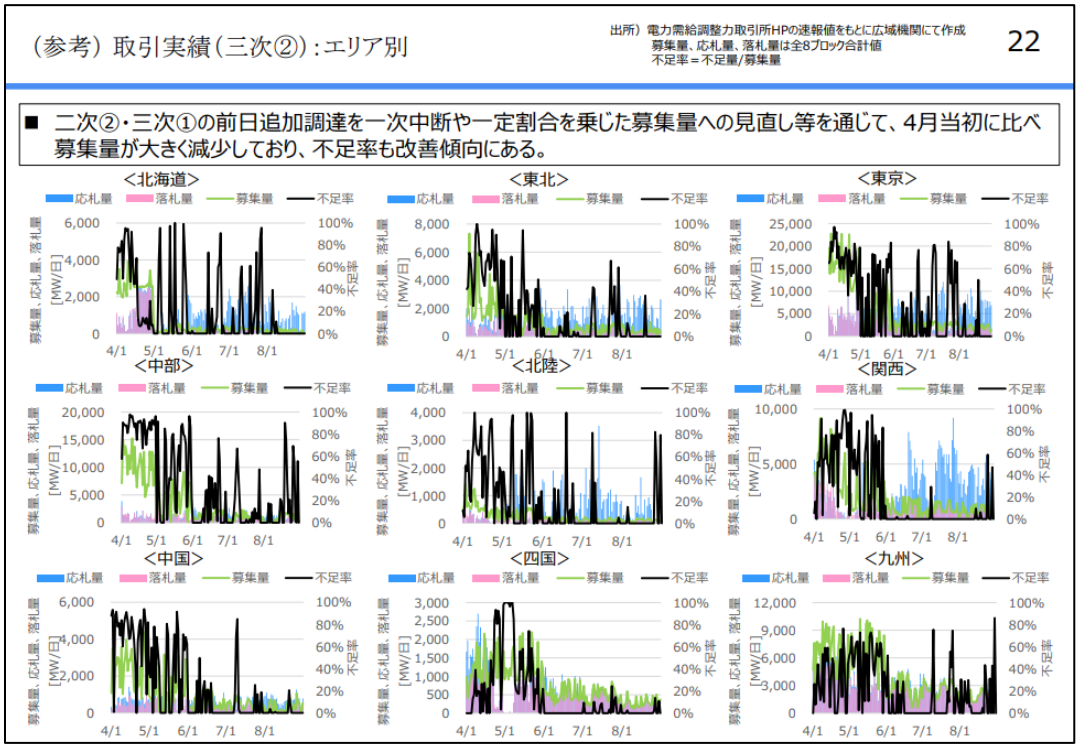
出所）資源エネルギー庁，”需給調整市場について”，閲覧日：2024年10月21日，
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/seido_kento/pdf/096_03_00.pdf よりMRI編集

Copyright © Mitsubishi Research Institute

現状の需給調整市場の約定量・募集量・応札量の動向

- 多くのエリア・商品で約定量が募集量を下回る傾向が継続しているが、前日商品における募集量の絞り込み等により未達率（（募集量ー約定量）／募集量）は減少傾向にある。
- 多くのエリアでは、週間・前日商品のいずれでも、応札量が顕著に増加している傾向は見られないが、一部エリアの週間商品では応札量の増加傾向がみられる。



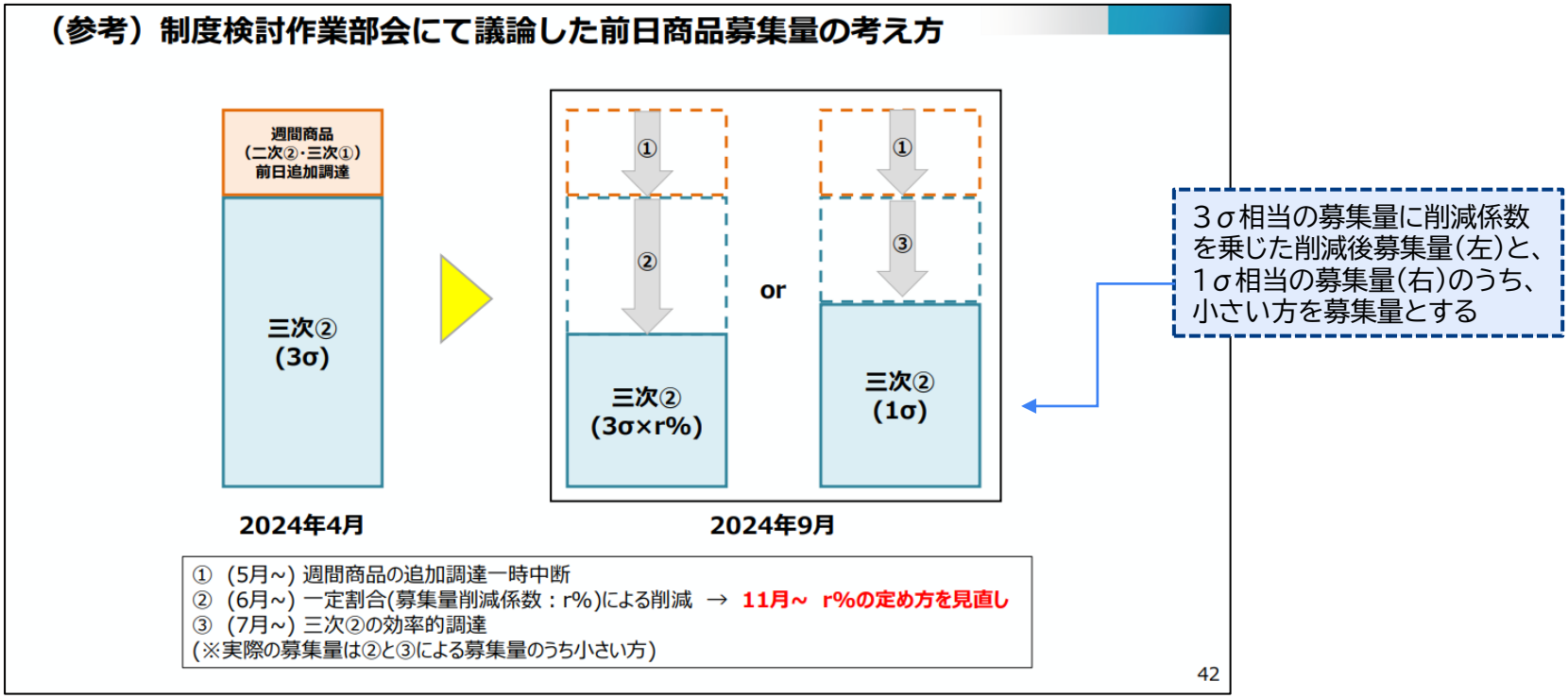


出所）電力広域的運営推進機関，”需給調整市場検討小委員会における議論の方向性と整理（2024年度上期実績および2024年度下期の予定）”，閲覧日：2024年10月29日，https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2024/files/jukyu_shijyo_50_05.pdfよりMRI編集

Copyright © Mitsubishi Research Institute

需給調整市場の募集量削減に関する議論の方向性

- **募集量の未達への対策として、前日商品の募集量を削減する方向で対策が実施中である。**
  - 二次②・三次①の前日追加調達は、4月30日取引分から当面の間一次中断しており、一定の競争原理が働く状態になるまでは継続される予定である。
  - 3次②の調達量は6月以降、全エリア共通の募集量削減係数を掛けることで毎月の募集量の削減がされており、11月以降はブロック別・エリア別にΔkW応札単価・余力電源リストのコスト分布を考慮した削減が実施される。
  - 3次②の効率的な調達が、7月以降実施されており、３σ相当の募集量に削減係数を乗じた削減後募集量と1σ相当の募集量の小さいほうを募集量として調達が実施されている。
- **上限価格の設定によって、週間商品の調整力調達コストは抑制できていること等を踏まえ、週間商品の募集量削減は行わず、引き続き上限価格の設定を継続し、状況を注視する方針で議論が進められている。**



出所）資源エネルギー庁，第96回制度検討作業部会　資料3，閲覧日：2024年10月28日，
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/seido_kento/pdf/096_03_00.pdfより MRI加筆

Copyright © Mitsubishi Research Institute

系統用蓄電システムの需給調整市場収益の考え方

- **系統用蓄電システムの需給調整市場における収益は、応札価格・応札ブロック数・落札率の多寡によって決定される。**
  - 本試算では、需給調整市場の応札価格と応札ブロック数に応じたΔkW収益の感度分析を実施
  - 容量市場収入は2023年度メインオークションにおける発動指令電源の想定獲得収入の全国平均値（8,348円/kW）を参照
  - 収益計算にあたっての算定条件の詳細設定は後述スライドの通り

需給調整市場運用による想定収益イメージ

需給調整市場応札価格
- 需給調整市場応札価格はブロックによらず一定と想定
- 応札価格（5,10，15円/ΔkW・h）に応じて収益性を感度分析

×

1ブロックの時間
- 1ブロック＝3h単位

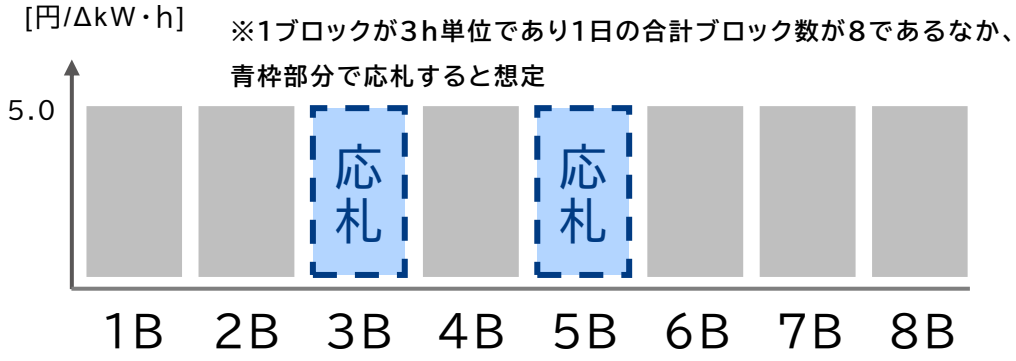
×

応札ブロック数
- 1日あたりの応札ブロック数を1，1.5，2ブロックとして収益性を感度分析

×

落札率
- 落札率は60%と仮定

例）1日あたりの獲得収益の試算イメージ



- 応札価格　＝5.0円/ΔkW・h
- 応札ブロック数　＝2ブロック/日
- 落札率　＝60%

1日あたりの獲得収益

5.0[円/ΔkW・h]×3[h/ブロック]×2[ブロック/日]×60%
＝18[円/ΔkW・日]

Copyright © Mitsubishi Research Institute

需給調整市場での収益性評価の算定条件

項目		想定	
稼働年数		20年	・ 2022年度調査より設定
資本費	建設費(CAPEX)	3, 4, 5, 6, 7, 8万円/kWh	・ 補助金情報およびヒアリング情報を基に幅をもたせて設定
	廃止措置費用	建設費の5%	・ 長期脱炭素電源オークションの諸元を基に設定
運転維持費	人件費	5,000円/kW/年	・ 令和4年度補正「再生可能エネルギー導入拡大に資する分散型エネルギーリソース導入支援事業費補助金」にて採択された1万kW以上の案件の申請情報より
	修繕費		
	諸費		
	一般管理費		
蓄電池諸元	時間率	3時間率	・ 容量市場の応札要件として3時間率以上が求められるため、3時間率と想定
	充放電深度	80%	・ 2022年度調査及びヒアリング情報を基に設定
	容量劣化率	1%/年	・ 20年間で容量劣化が80%まで進むと想定し、年率換算で劣化は1%/年と想定
	充放電効率	90%	・ 2022年度調査より90%と設定。
市場価格	容量市場	8,348円/kW	・ 2023年度における各エリアの容量市場単価と調整係数を参照し、容量市場単価に調整係数を掛け合わせることで発動指令電源の想定収入を計算 ・ 各エリアの発動指令電源の想定収入の全国平均を採用
	需給調整市場	5, 10, 15円/ΔkW･h	・ 異なる電源間での競争により安価に調整力を調達するという需給調整市場の趣旨を踏まえ、足元の火力及び揚水等の約定価格の動向に鑑み、約定価格を5円/ΔkW･hで試算。また、他電源と比べて固定費が未回収の蓄電池については5円/ΔkW･hよりも高くなることが考えられるため、10円、15円/ΔkW･hでの感度分析を実施する
運用方法	1ブロックの時間	3h	・ 現行制度より、1ブロックは3h単位に固定
	応札ブロック数	1, 1.5, 2ブロック/日	・ 事業者へのヒアリングを基に、1, 1.5, 2ブロック/日での感度分析を実施する ・ 容量劣化に伴い放電電力量が減少することが想定されるため、将来的な応札ブロック数も減少すると想定
	約定率	60%	・ 足元では募集量に対し約定量が未達であり落札率は100%になる商品が多い。今後の需給調整市場の募集量絞り込みや応札電源の増加による取引の活性化等により落札率が一定低下することが想定されるため、本試算においては落札率を60%と仮定する ・ なお、「落札ブロック数＝応札ブロック数×落札率」であるため、落札率の感度分析は行わない
	V1単価	―	・ 調整力指令に応じた放電電力量に対する系統充電費用(託送料金(kWh),再エネ賦課金を含む)は、調整力kWh市場にてV1単価にて回収され、収支上は差引きゼロ円になると想定した

Copyright © Mitsubishi Research Institute

系統用蓄電システムの需給調整市場における収益性評価

- **需給調整市場への応札のみで運用をする場合、応札価格と応札ブロック数によって、収益性は大きく変化する。**
  - 応札価格を15円/ΔkW･hで20年間運用した場合、応札ブロック数が1ブロック/日、蓄電池導入に関わる建設費（CAPEX）が7万円/kWh程度であればプラスのリターンが見込める。
  - また、火力･揚水等の他電源の足元の応札価格水準である5.0円/ΔkW･hで20年間運用した場合、応札ブロック数が1ブロック/日で蓄電池導入に関わる建設費（CAPEX）が3万円/kWh程度、2ブロック/日で5万円/kWh程度であればプラスのリターンが見込める。
  - 蓄電池導入に関わる建設費（CAPEX）が低下するほど、応札価格及びブロック数を増加させたときの収益性の改善割合が高くなる。
  - なお、本分析の各算定条件及びその組み合わせは、収益性の感応度を分析するために、一定の仮定を置いたものであり、実運用においては、これら各算定条件及びその組み合わせが必ずしも実現するものではないことに留意が必要。

建設費（CAPEX）	需給調整市場での応札価格･応札ブロック数別の収益性								
	5.0[円/ΔkW･h]			10.0[円/ΔkW･h]			15.0[円/ΔkW･h]		
	1ブロック/日	1.5ブロック/日	2ブロック/日	1ブロック/日	1.5ブロック/日	2ブロック/日	1ブロック/日	1.5ブロック/日	2ブロック/日
8万円/kWh	-7.6%	-5.4%	-3.6%	-3.6%	-0.7%	1.7%	-0.7%	2.8%	5.8%
7万円/kWh	-6.2%	-4.0%	-2.2%	-2.2%	0.8%	3.3%	0.8%	4.4%	7.6%
6万円/kWh	-4.6%	-2.5%	-0.6%	-0.6%	2.5%	5.2%	2.5%	6.4%	9.9%
5万円/kWh	-2.7%	-0.5%	1.5%	1.5%	4.8%	7.7%	4.8%	9.1%	12.9%
4万円/kWh	-0.3%	2.0%	4.1%	4.1%	7.8%	11.1%	7.8%	12.7%	17.2%
3万円/kWh	2.9%	5.5%	7.9%	7.9%	12.3%	16.3%	12.3%	18.2%	23.9%

※：本試算は 一定の仮定と収益ロジックを元に試算したものであり、前提条件やロジックを変化させることによって、収益性の推計結果は変わり得る。本試算が事業を行う上での絶対的な収益性試算結果ではないことに留意頂きたい。

出所）三菱総合研究所分析

Copyright © Mitsubishi Research Institute

系統用・再エネ併設蓄電システムの収益性への影響要因分析

- 系統用蓄電システムは、アービトラージ取引の場合には1日における充放電時の値差の大きさ、需給調整市場取引の場合には応札価格と応札ブロック数によって、収益性の大きさが決まり、両ユースケースの併用などの事業者の応札戦略が重要となる。
- 再エネ併設蓄電システムは、「発電プロファイル」・「0.01円コマ数」・「基準価格」の3つが収益性に影響する。
- 系統用・再エネ併設蓄電システムの収益性に影響を及ぼす要因は不確実な部分が多く、変動幅が大きい。そのため、現在の市場環境を基にした収益見通しの変動幅も大きくなる。

	系統用蓄電システム		再エネ併設蓄電システム
	▼第3回検討会での分析結果	▼第4回検討会での分析結果	▼第3回検討会での分析結果
	パターン1 （アービトラージ運用）	パターン2 （需給調整市場応札）	パターン3 （FIP電源併設）
収益性評価	• 値差が大きい2022年度の実績値を参照した場合の収益性と値差が小さい2019年度の実績値を参照した場合の収益性には大きな差がある。 • 現在の市場環境を基にした、将来の収益見通しの幅は大きく、不確実性が高い。	• 火力・揚水等の他電源の足元の応札価格水準であっても、1日2ブロック応札することで、系統用蓄電システム導入に関わる建設費（CAPEX）が5万円/kWh程度でもプラスのリターンが見込める。 • 応札ブロック数を増やすと収益性は増加するが、商品区分によってはアセスメントⅡ不適合となるリスクがある。	• 建設費が系統用蓄電システムの水準6万円/kWh程度以下である場合には一定の収益が見込める。
直近の市場・制度動向	• 卸電力価格の上昇と0.01円コマ数の増加により、卸電力市場の1日の値差は、2020年度以降増加しているが、年度によって差が大きい。	• 需給調整市場は募集量の未達が続いており、市場制度の見直しの検討が進められている。（例：三次②の募集量見直し） • 現状の需給調整市場における蓄電池の応札量は限定的である。	• 0.01円コマ数は九州エリアが全国で最も多く、増加傾向
要因分析と考察	• 収益性は、卸電力市場の1日の値差に影響を受ける。 • 将来の収益見通し構築には、将来の市場価格見通しの作成が必要であり、現在と将来の市場環境の不確実要素を考慮する必要がある。	• 収益性は、応札価格と応札ブロック数によって大きく変化する。 • 応札価格と応札ブロック数は事業者の応札戦略や運用ノウハウ、市場動向によって大きく変化し、将来の動向が不透明であるころから収益見通しの幅は大きい。	• 将来の収益性を評価には、0.01円コマ数と卸電力価格見通しの作成が必要であり、将来の収益見通しの不確実性は高い。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所