

## 2024年度 定置用蓄電システム普及拡大検討会（第4回）

### 議事要旨

日時：令和6年11月11日（月曜日） 10時00分～12時00分

場所：対面（経済産業省別館2階 236会議室）兼オンライン会議

### 出席者

- 座長
  - ・ 伊庭 健二（明星大学 理工学部 総合理工学科 教授）
  
- 委員
  - ・ 土谷 大（マッキンゼー・アンド・カンパニー パートナー）
  - ・ 西村 陽（大阪大学大学院 工学研究科 招聘教授）
  - ・ 原 亮一（北海道大学大学院 情報科学研究院 准教授）
  - ・ 福井 昭倫（日本政策投資銀行 企業金融5部ストラクチャードファイナンス部 課長）
  
- オブザーバー
  - ・ 池谷 知彦（一般財団法人 電力中央研究所 特任役員）
  - ・ 伊佐治 圭介（送配電網協議会 電力技術部長）
  - ・ 今井 敬（電力広域的運営推進機関 企画部 部長）
  - ・ 川口 公一（一般社団法人 エネルギーリソースアグリゲーション事業協会 会長理事）
  - ・ 住谷 淳吉（一般財団法人 電気安全環境研究所 理事・技術部長）
  - ・ 高橋 玲（一般社団法人 日本電機工業会 電力・エネルギー部 企画業務課 課長）
  - ・ 田中 晃司（独立行政法人 製品評価技術基盤機構 国際評価技術本部 蓄電池技術企画課 技術アドバイザー）
  - ・ 蜷川 達也（一般社団法人 電池工業会 二次電池第2部会 普及促進担当部長）
  - ・ 経済産業省 商務情報政策局 電池産業課
  - ・ 経済産業省 電力・ガス取引監視等委員会 ネットワーク事業監視課 ネットワーク事業制度企画室
  - ・ 経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力産業・市場室
  - ・ 経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力基盤整備課

（敬称略）

- 事務局
  - ・ 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課
  - ・ 株式会社三菱総合研究所

## 配布資料

資料1：議事次第

資料2：出席者名簿

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（三菱総合研究所）

資料3-2：系統用・再エネ併設蓄電システムのコスト面・収益面での論点について（資源エネルギー庁）

資料4-1：蓄電池以外のエネルギー貯蔵システム（LDES）の技術動向・課題整理（三菱総合研究所）

資料4-2：長期エネルギー貯蔵システム（LDES）を取り巻く市場環境（土谷委員）

資料4-3：長期エネルギー貯蔵技術（LDES）の導入に向けた論点について（資源エネルギー庁）

資料5-1：家庭用及び業務・産業用蓄電システムに関する課題整理（三菱総合研究所）

資料5-2：家庭用・産業用蓄電システムの普及拡大に向けた論点について（資源エネルギー庁）

## 議事

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について
2. 長期エネルギー貯蔵技術（LDES）について
3. 家庭用及び業務・産業用蓄電システムについて

## 議事概要

### 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について

資料3-1に基づき、事務局（三菱総合研究所）より、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について説明。続いて、資料3-2に基づき、事務局（資源エネルギー庁）より系統用・再エネ併設蓄電システムのコスト面・収益面での論点について説明。

<質疑・コメント>

- ・ 収益性分析について、前提条件は保守的ではあるが、一定の収益性が出ている結果だと考えており、参入検討事業者からは参入する価値のある市場に見えるのではないかと。需給調整市場では募集量に対して約定量が未達になっている割合が大きく、一定の市場

健全性を保つために健全な上限価格を定めるのも一案ではないか。

- ・ 事務局の説明では「他電源に対して蓄電池が安価でなければならない」というイメージで整理されているが、これは間違いである。需給調整市場において、調達量が不足している際には、供給可能な電源が、高価であっても供給可能な価格で応札できるようにすべきである。最後に約定する蓄電池の価格が安価でなければならないという思想があるとすれば、それは日本の電力市場設計自体が間違っていることになる。現状蓄電池が補助金の基で導入されているという背景も含めて、安価であるべきというのであればメリットオーダーの市場にすべきではない。例えば、欧州では原価主義で運用されている。
- ・ 事業者の系統用蓄電池の投資判断基準として、需給調整市場の状況を想定した収益性を前提に判断されるケースがあるようだが、本来蓄電池は需給調整市場メインで運用されるべきではないと考えている。卸電力市場で7~8割を取引し、残りを需給調整市場や容量市場等でマネタイズしていくことが本来の姿ではないか。欧州、カリフォルニア州でも卸電力市場メインで蓄電池が活用されている。正しい示唆が出るような取りまとめをお願いしたい。
- ・ 需給調整市場だけで運用を行うのではなく、収益が見込める時間のみ需給調整市場で取引を行うということが適切だろう。需給調整市場のみが収益化の機会ではないので、アービトラージ等を含めた総合的な事業性の評価が重要。蓄電池の特性を考慮すると、より高速な商品での活用を考慮した評価を行う必要があるだろう。
- ・ 分析内容に大きな違和感はない。事業者とは、実際の運用としては足元の落札価格を踏まえると需給調整市場での運用がメインになると議論をしている。需給調整市場の発動指令がない場合やスポット市場の高騰が見込まれる場合において、アービトラージを追加的に行いながら運用することになることが想定される。マルチユースを行うことで、卸電力市場から得られる収益は今回の推計結果から追加的な収益を見込むこともできるだろう。資料3-1のp.13~14に分析結果が記載されているが、リスクリターンが目線として、経済性は厳しい結果になっているという認識である。20年間、トラブルが一切発生せず、安定稼働を前提としているほか、マーチャントはデットでの調達のハードルが高いことも踏まえると、長期間の運用に伴うリスクに見合ったIRRとしては、一桁後半%程度は期待したいところ。今後長期的には蓄電池の約定価格も火力や揚水の約定価格に収れんする可能性もあり、建設費も3万円/kWh程度まで低減させなければ投資判断は厳しいのではないか。現状の市場環境では、大規模な開発が積極的に行われているとは言えず、トライアル的に中規模案件での導入が進んでいる状況である。今後、質の高い蓄電所の開発を継続するには、引き続き導入補助制度や長期脱炭素電源オークション等の政策的な支援が必要と考える。導入補助制度の公募結果は12月に公開されると理解しているが、実際の応募状況や応募内容、事業者ヒアリング等を通じて補助要件の見直しを行い、さらなる普及拡大のための議論を行いたい。

- ・ 蓄電池は揚水発電の機能と似ており、揚水発電の運用と制度上齟齬がないようにすることが重要である。
- ・ リチウムイオン電池は素早い応答が可能であるため、応答時間の短さを重視すべき。また、一日に何度も充放電することで利益が出せるため、そういった運用に対応可能な電池があれば事業者利益につながる。
- ・ 蓄電池は本来、再エネ余剰時間に充電することが求められる。需給調整市場で活用する場合においても、PVの余剰発電量が発生する時間帯に充電を行い、予備力が最小になるピーク時間帯に需給調整市場で活躍してもらうことが求められる。併せて、一定スポット市場で活用し、容量に余裕がある場合は時間前市場で取引することで一定の収益を獲得できる。蓄電池コストがある程度低下すれば、卸電力市場も組み合わせて活用することで、現状の平均市場価格相当でも収益性を確保可能である。蓄電池を活用することで、再エネを有効活用しつつ、スポット市場の価格と需給調整市場の価格のボラティリティの低減を期待している。
- ・ 推計において一定程度の前提を置くことは仕方ないが、実際に20年間の長期運用が電池の耐用年数という観点で可能であるかは分からない。特に、卸電力市場での長期間の運用は難しい可能性がある。様々な蓄電池があり、業界では蓄電池の基準作成に関する議論を行っており支援したいと考えている。また、豪州やカリフォルニア、欧州ではネガティブプライスが導入されている一方で、日本には導入されておらず、この影響で卸電力市場のみでの事業性の確保が難しくなっている。推計では3時間ブロックが想定されていたが、来年から商品ごとに順次30分ブロックで取引が行われるように変更され、蓄電池にとっては柔軟に運用しやすい環境になる。一方で、当面の間は導入補助制度や長期脱炭素電源オークションといった支援がないと収益の目途が立たず、ファイナンスもつきにくいだろう。
- ・ 3時間のブロックで1.5~2回/日活用することは3時間率の蓄電池では難しく、出力を下げる等の工夫が必要である。実際の需給調整市場での運用はより複雑であるため、推計結果の数値は厳しめに見る必要がある。蓄電池の特徴として、速い応答速度を生かした活用が重要である。一方で応札ブロックが多くなり、アービトラージも行くと充放電回数が増加し、寿命が減少し、性能劣化につながる。蓄電池性能を指標としていかに評価するかが重要ではないか。指標やガイドラインのような基準が必要である。
- ・ リチウムイオン電池は応答性が速いものとして期待できる。長期の運用において、寿命の問題は安全性とも関係する。安全に活用するための基準は必要であるため、取り組みに協力したい。

## 2. 長期エネルギー貯蔵技術 (LDES) について

資料 4-1 に基づき、事務局（三菱総合研究所）より、蓄電池以外のエネルギー貯蔵システム (LDES) の技術動向・課題整理について説明。続いて、資料 4-2 に基づき、土谷委員より、

長期エネルギー貯蔵システム（LDES）を取り巻く市場環境について説明。最後に、資料 4-3 に基づき、長期エネルギー貯蔵技術（LDES）の導入に向けた論点について説明。

<質疑・コメント>

- ・ 超大規模の LDES は立地制約が大きくなる。例として、カナダで実用化されている CAES は揚水に近い規模であり、大きな洞窟が必要となる。アメリカ同様日本においても、有望な技術を持つベンチャーに対してリスクマネーを投入したいというファンドは存在する。そのため、日本も様々な蓄エネルギー技術に注目しているという政策シグナルを出すことが重要と考える。その結果として、様々な技術に対して幅広くリスクマネーが入る環境になるだろう。
- ・ RE100 に向けて LDES に対するニーズが高まることが理解出来た。限られたサンプル数を基にした分析ではあるものの、LDES 技術の横並びでの評価は大変参考になった。熱供給と絡めた LDES 相当の機能には非常に期待しており、需要側に大量に導入されている熱供給システムを上手く活用することで、低いイニシャルコストで導入可能ではないかと考える。システム開発を進めながら、同時に既存のリソースを用いた LDES 相当の機能の実現も重要と感じた。
- ・ LDES には様々な技術があるが、一つの技術に絞り込まずに多様な選択肢を持つことが重要と考える。先行している海外と異なり、日本は立地制約が大きいため、現実的な導入方法を検討していく必要がある。足元では定置用蓄電池のサプライチェーンが中国に集中している点が問題になっているため、LDES においては、国内製の導入促進といった観点も重要と考える。日本では変動性再生可能エネルギーの導入が海外ほど増えないことも想定され、蓄電池と比較して投資回収期間が長期になるおそれがある。そのため、LDES が市場原理に従って導入出来る環境にはなく、制度的なサポートが必要であると考えている。また、収益の予見性を高める長期脱炭素電源オークションは LDES の拡大に有効であると考えている。長期脱炭素電源オークションの第 2 回における公募は 6 時間率で区切られているが、LDES の導入拡大の観点でどのような区分が有効であるか議論していくことが重要である。
- ・ 実証に対する支援が単発で終わらない仕組みが必要である。例えば、空気を圧縮するタンクや蓄熱槽を共用出来るようにすることなど、長期にわたってプラットフォームを国で整備することが出来れば良いと考える。蓄熱式の場合、放熱が問題になるのではないかな。
- ・ ネガティブな政策シグナルを出さないことが重要である点には同意する。現在では欧州の取組が進んでいるため、日本においても LDES に対してリスクマネーが入るような環境作りが重要である。LDES 技術が進んでいる欧州やカリフォルニア州で確立した技術を日本に導入することになる可能性も大きいのではないかな。どの技術が今後進展するかは分からないため、コストやメリットを公平に評価して、ポートフォリオ全体を見て技術に投資していくことが必要である。米国の DACHub では、スケール化して

いる技術に 3 桁億円、成熟度が低い技術に 2 桁億円、それより初期のフェーズの技術に 1 桁億円の投資をしており、それぞれ 2 件、5 件、十数件が対象となっている。ポートフォリオ全体で投資を進めていくようなアプローチになっており、日本にとっても参考になる。日本のメーカーは毎回カスタム品を作ってしまう傾向があるが、LDES Council には既存技術を保有しているメーカーも多く参画しており、既存技術を活用することを前提としている。熱貯蔵においては既存技術が多く用いられている。水素ステーションにおいても、日本は特注品で製造するのに対し、欧米では圧力を工夫して既存製品を活用している。既存製品を用いることでボリュームを稼げる上に、スケール化の点で非常にメリットが出る。共用化して既存技術を組み合わせることで早くスケール化することが重要である。熱交換の技術や貯蔵・断熱技術が確立してきていることと、良い性能の吸熱材が開発されてきていることも熱貯蔵技術が進展している要因である。一方で、市場としては黎明期にある。現状はイノベーションが起こったというよりは既存技術の組み合わせで発展してきている。

- ・ 海外では 24 時間率の蓄電技術も出てきているが、日本ではあまり開発されてこなかった領域であるため、長時間率の蓄電ニーズが出てくる前に先行して開発を強化することが重要と感じた。従来、日本では熱利用よりも蓄電を重要視していたが、ゼロエミッション化の観点で、産業界で蓄熱技術が重要になっていくと想定している。蓄熱槽を複数事業者で共有する等、蓄熱技術に関して検討を進める必要があるのではないかと。再生可能エネルギーが余剰となっている状況では、充放電効率が 50%を下回っても問題ないかもしれないが、蓄熱技術と組み合わせることで効率を大幅に向上させることが可能である。例えば、CAES は充放電するときに熱が必要なため、蓄熱技術と組み合わせることは有効である。一方、CAES は岩盤を使う必要がある技術もあるため、山奥まで送電線を作るのかという問題があり、設置場所の選択は難しい。
- ・ 蓄電池の商流は海外に流れてしまっているが、LDES の分野では日本の技術でも対応可能である。特に熱分野では国内でも強いコア技術を持っている分野があり、LDES に活用可能と考える。再生可能エネルギーが大量に導入された 24/7 の世界では長い時間率が必要となるが、LIB では対応しきれないため、LDES が必要となる。現状では再生可能エネルギー由来の余剰電力が発生しているため、多少の効率の低さは問題無いと考える。立地制約がある技術は日本での実用化は難しいと想定している。技術開発の支援が不足している点も事実であり、NEDO や経済産業省に支援を拡充していただければありがたい。また、熱をそのまま使うアプローチは面白いと感じた。スペースが必要であるが、蓄熱式の技術は産業用途で活用可能と想定している。高温でのヒートポンプ導入は難しいため、このような領域に活用可能と考える。日本では再生可能エネルギーが海外ほど入らなくとも、調整力確保の観点で LDES の重要性が高まる可能性はある。
- ・ 化学産業では石炭コージェネレーションを用いた巨大な還流ボイラを使用しているため、大量の水素がなければ電化が難しいという問題がある。高圧高熱の蒸気を大量に使

用しているため、捨てられている熱が大量にある上に、地域もある程度まとまっているため、重点的にトライアルを実施するのは有効である。

- ・ 資料の 4-2、p13 導入事例の写真を見ると蓄熱式のイメージが分かりやすい。コンビナートの横に蓄熱式を設置している例があり、日本のコンビナートにも早期に導入可能と想定している。
- ・ LDES には慣性力提供が可能な技術もあり、その点は長所である。LIB での慣性力提供はかなり難しいため、LDES が期待されているという側面もある。

### 3. 家庭用及び業務・産業用蓄電システムについて

資料 5-1 に基づき、事務局（三菱総合研究所）より、家庭用及び業務・産業用蓄電システムに関する課題整理について説明。続いて、資料 5-2 に基づき、事務局（資源エネルギー庁）より家庭用・産業用蓄電システムの普及拡大に向けた論点について説明。

<質疑・コメント>

- ・ 家庭用蓄電池について、価格が補助金上限価格に張り付いているため低下していないように見えた。政府が支援を行っているが、東京都の支援も手厚く、事業性があると捉えることができる。どの程度の補助金が適切であるか検討する必要があるだろう。例えば、訪問販売が商流のベースとなって価格が低減しないのであれば、補助金が本当に必要であるのかを考えるべきである。普及拡大が進んでおり、今後市場がより拡大すると考えられるため、補助金の適切な基準やタイミングを見極めることが重要である。
- ・ ハウスメーカーが蓄電池を導入する場合、対象は高級住宅であるため実勢価格より高い価格で導入されている可能性がある。訪問販売事業者にとっては、100 万円を超えない商材は旨味が少ないため高価格帯製品を販売している可能性もある。そういった状況下では、特に 5kWh 以下の小型な蓄電池は価格が下がらないのではないかと。旧一般電気事業者が卒 FIT 対策として導入を進めている蓄電池はそこまで割高ではないのではないかと。
- ・ エコキュートにおいて DRready の議論をしているが、家庭用蓄電池も将来的には昼間の安価な電気で充電を行う必要がある。現状の DRready 機能非対応の蓄電池を 1 件 1 件対応していくのは現実的ではないので、蓄電池の最適な利活用のために、顧客とのコミュニケーション、広報等が重要になるのではないかと。
- ・ 資料 5-1 の p.12 に記載の通り、業務・産業用蓄電池についてはさらなる価格の低下が難しい状況になっていると理解した。今後の更なる普及拡大に向けて補助金だけではなく、制度を拡充し導入メリットを拡大することが重要と考える。配電エリア単位での系統混雑緩和等に関する記載があったが、PV が系統末端に接続された際に、適切に PV を活用できなければ再エネの導入拡大に対する障害となりうる。PV が接続されている系統で蓄電池が導入され、混雑緩和に寄与できれば系統増強を行わず、さらなる再エネ導入に資する。制度面での検討をうまく進めていくことが重要である。

- ・ ストレージパリティが実現できれば導入は自立的に拡大すると考える。そのためには設置コストの低減と運用収益の向上が重要である。家庭用蓄電池では製品安全基準において、認証に手間がかかる部分があると聞いている。安全性の確保が前提ではあるが、国際基準と日本の基準を比較した際に過剰品質になっている部分があれば、基準を改善し、海外産の蓄電池の導入を促進してコストを削減していくことがあり得る。EVでは卸電力市場の価格予測を踏まえた最適な充電のシステムが開発されているが、工場でも同様に電力市場や電力消費を踏まえた最適な充放電運用ができるようなシステムを導入することも考えられる。ソフト面で収益性の向上に寄与できるシステムを構築可能なスタートアップ等の企業への支援も有用であると考えられる。
- ・ 家庭用蓄電池について、今後は第三者所有での導入が多くなると考えており、その際にアグリゲーターが各機器を適切に運用するための支援が重要である。需要家自身で導入する場合において、DRや市場活用を行う場合は劣化に関する説明が重要である。充放電頻度によって劣化速度が異なるが、需要家に十分に伝わらない可能性があり、説明責任に関する検討も必要ではないか。産業用蓄電池について、ウェルカムゾーンのような発想のもとで系統貢献・混雑緩和に対するインセンティブを設定することが考えられる。EV充電ステーションとの組み合わせも考慮することにも一案である。業務用蓄電池について、ピークカットをすることで契約電力料金を削減できるが、現状の料金設定では年に1回のピークをカットすればよく、各季節において熱心にピークカットを行う必要がない。市場での取引と電力会社のピーク調整契約との間に矛盾がないようにしたうえで、全体がうまく機能するような仕組み作りが重要である。
- ・ 2年前の検討会では高圧や特高の需要家において、蓄電池コストに対して十分な収益性が出ず普及が進まないという結論であったが、今回の資料も同様の結論であると理解した。家庭用と業務・産業用の違いとして、業務用では自己の需要負荷変動を気にしながら供出する必要がある点が挙げられる。この問題は受電点計量から機器点計量へかわることで今後解消されると想定している。また、家庭用は人や建物に近い場所に設置されるため、安全面により気を遣う必要がある点も異なる。事故が起こらないシステムにするためには安全対策は重要であり、初期性能だけでなく長期運用時の安全上の基準や性能評価の導入も検討すべきである。LDESも同様であるが、インセンティブ付与の観点で、再生可能エネルギーにより発電された余剰電力を吸収した分に対して、環境価値が付与される等の仕組みがあってもよいと思う。イギリスでは時間帯別に再生可能エネルギー比率が公開され、蓄電量に対して環境価値の評価が可能な仕組みが存在しており、日本においても同様の仕組みで環境価値を上乗せ出来れば、導入が促進されるであろう。また、RE100などの環境価値ニーズに対してグリーン証書を発行できるような仕組みを検討するなど、大学関係者も含めて議論していければと思う。
- ・ 消防の所轄によってコストが変動する点はまず解決すべきと感じた。産業用蓄電池導入に関して、省エネ法での太陽光発電導入の流れに乗って蓄電池を導入促進するのも

ありだと感じた。自家消費以上の太陽光発電が導入された時は系統に流すことも検討すべきである。慣性力に関しては、問題が生じる前に、先んじて制度面で手を打つことも重要である。

- ・ 以前の検討会で議論された内容から進展していない部分が多いと感じたが、業務産業用は導入量の規模が大きいため、他の審議会等で議論されているように、機器点計量等を踏まえて導入加速をサポート出来るような制度にしていくべきである。
- ・ グリッドフォーミングインバーター技術は、低圧に導入される際には性能を発揮しきれない場合がある。海外では高電圧帯で導入されており、低圧においては比較的技術的なハードルが高い点は認識しておく必要がある。どこで慣性力の機能を提供すると効率的かを議論するべきである。
- ・ 事業者側は、寿命に関して、メーカーから提供されるデータを信じることは出来ないため、より安心して活用できるような規約があればよい。
- ・ 業務産業用のコストの情報では、2022年度から2023年度にかけてその他のコストが上昇しているが、元データの数値の変動の影響があることは追記すべきである。

以上