

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/ポルトガル共和国における自動デマンドレスポンス実証事業」

事後評価報告書

2021年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業総合技術開発機構

目次

はじめに

審議経過

評価委員会名簿

第1章 評価

1. 総合評価

2. 各論

2.1. 事業の位置付け・必要性について

2.2. 実証事業マネジメントについて

2.3. 実証事業成果について

2.4. 事業成果の普及可能性

3. 評点結果

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 評価委員会公開資料（資料 5-1、資料 5-2）

参考資料 評価の実施方法

はじめに

本書は、「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/ポルトガル共和国における自動ダイヤモンドレスポンス実証事業」の個別テーマの事後評価に係る報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第29条に基づき「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/ポルトガル共和国における自動ダイヤモンドレスポンス実証事業」事後評価委員会を設置し、事業評価実施規程に基づき、評価を実施し、確定した評価結果を評価報告書としてとりまとめたものである。

2021年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

国際部

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業/ポルトガル共和国における自動ダイヤモンドレスポンス実証事業」個別テーマ/事後評価委員会

審議経過

- 評価委員会：2020年12月11日（金）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 評価委員会の設置について
3. 評価委員会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明

非公開セッション

6. 事業の詳細説明

公開セッション

7. まとめ
8. 今後の予定、その他、閉会

事後評価委員会委員名簿

(2020年12月現在)

	氏名	所属、役職
委員長	きた ひろゆき 北 裕幸	国立大学法人北海道大学大学院 情報科学研究所 システム情報科学部門 電力システム研究室 教授
委員長代理	さいかわ みちゆき 齋川 路之	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 首席研究員
委員	いのうえ ゆうし 井上 裕史	株式会社三菱総合研究所 サステナビリティ本部 脱炭素ソリューショングループ 主席研究員
	こんだ ひろみ 今田 博己	東京電力ホールディングス株式会社 EV推進室 蓄電池ビジネス準備室 DER統括部長
	つじ たかお 辻 隆男	国立大学法人横浜国立大学 大学院工学研究院 准教授

敬称略、五十音順

第 1 章 評価

事後評価委員会コメント及び評点の集約結果

1. 総合評価

<総合評価>

・ポルトガル共和国における自動デマンドレスポンス実証事業が、予定通り実施され、数多くの成果が得られたことに対して、深く敬意を表するものである。

・再エネ電源の導入比率が高い電力系統において、不足する調整力を、需要家側のリソースから確保することによって電力系統の安定運用については再エネ導入量の拡大をはかるという取り組みは、わが国だけではなく世界的に注目・検討されてきている。その中で、本実証では Power to Heat システムを需要家リソースとして活用するために、「蓄冷機能を付加したビル用マルチエアコン (VRV)」をベースとし、それらを需要、市場価格などの予測と組み合わせでデマンドレスポンス (DR) を行う ADR (自動デマンドレスポンス) システムおよび VPP (バーチャルパワープラント) システムを構築し実証を行った。デマンドレスポンスとしての要件は、応答の成功率や応答時間によって評価され、技術的には概ね問題ないレベルであることが実証された。また、需要家への影響についても、DR 中も快適性が確保されていたとの結論が得られた。ただし、空調および建物電力需要が DR のフレキシビリティポテンシャルと相関性があり、需要の予測精度が DR の成功率に大きく影響する。このため、アグリゲーション効果も含め、一日単位での予測を行うなど予測性の改善が重要であるとの指針を得ている。

・一方で、本実証をビジネスモデルとして考えていく際には、電力小売事業者やアグリゲーターとの協業におけるキーコンテンツとしつつ、エネルギーを含むサービスソリューション全体としてのユーザーメリットを創出することによって、空調システム導入のインセンティブを高め、フレキシビリティの量を確保した上で、複数物件における空調リソースを束ねるアグリゲーションが必須であることが検討されている。そして、そのためには DR 対応の機器制御およびシステムの標準化、機器の接続コストの低減によってコスト削減を図る努力が必要であるとの結論が得られている。非常に重要な知見であり、欧米諸国はもとより我が国において、本システムを普及させていくための指針となるであろうと考えられる。今後の展開を大いに期待する。

・ADR や VPP に関し、ヒートポンプ空調機が、何がどこまでできるのか、先行する欧州の電力市場で実際にやってみた、さらに多くの成果・ノウハウも得られている、という点で、高く評価できる実証事業である。“よくやった”といえる事業ではないか。

・将来的なカーボンニュートラルの達成が世界共通の課題となりつつある中において、変動性再生可能エネルギーの導入拡大とともに課題となる柔軟性の確保に向けて、空調資源を ADR に活用するという実証のテーマ設定は時代の流れに沿ったものと評価出来る。また、対象地域として、変動性再エネの導入拡大が進んでおり、かつ空調需要の増加も想定される欧州南部、ポルトガル共和国を選んだ視点も適切と考えられる。さらに、実証の結果として、事前に掲げていた目標設定に対し、応答速度は十分に達成、応答成功率は一部の施設のみの達成という結果であったが、応答成功率についても課題を明らかにした上で、改善方策まで検討されており、事業者の前向きな姿勢が示されている点も評価に値する。

・再生可能エネルギーの利用面での技術として、我が国が誇る蓄熱式ヒートポンプ空調に着目し、市場先進国で実証成果を上げた点が高く評価される。また、本事業の成果を通じて、当該技術の国内普及拡大、さらには海外展開に発展することを期待する。さらには市場設計が進む国内への議論展開にも大きく期待できる。

・空調技術の活用によるデマンドレスポンスの進展は、長く有用な技術として議論されていたが、これまでに実証事業としての知見は乏しかったと思われる。本事業により実証を通じたデータや知見が得られ、その事業普及性も踏まえた検証が進展したことは非常に意義深いことと評価できる。NEDO による適切なマネジメントのもとで、国際協力の枠組みの中で同事業が適切に実施されたことを高く評価したい。

<今後に対する提言>

- ・事業として実施するには、さらなる実証も必要と思われる。今後とも、NEDO が関与して、成果の国際的な展開を推進して欲しい。
- ・マネタイズの観点からは更に検討が必要と思われるが、過剰なスペックを求めてコストが増大することのないようシステムの簡略化なども検討して欲しい。また、ADR の対象として、空調資源の他に、給湯資源なども含めたパッケージとしてのサービス展開も検討して欲しい。また、カーボンニュートラルの実現に向けては、低温熱源の電化を進めることが非常に重要であり、現状の市場の趨勢のみにとらわれず、幅広い可能性を模索して頂きたい。
- ・本事業成果で得られた蓄熱式ヒートポンプ空調の制御性データを、日本での市場設計・要件にあてはめた際、どのような市場メニューで参入できるか等について、可能であれば事後での評価も追加いただき、国の ERAB（エネルギー・リソース・アグリゲーション・ビジネス）検討会等へ反映していただくとよいと思う。
- ・小規模リソースをアグリゲートしてフレキシビリティを提供するためには、より多くのリソースを集約する必要があるため、種別の異なる建物や需要を対象として規模を拡大することが次の段階としては求められるであろう。ただし、実証事業の大規模化には限度があると思われるため、将来同様の事業が拡大した場合に想定されるリソース（建物の種類や地域など）の種類を改めて分析し、一層のアグリゲーションを想定した場合の解析がより現実的なものとなるように、慎重に適用対象の需要家を選定することが重要になると思われる。
- ・ポルトガルとの国際協力を引き続き進展する上では、当該技術のみならず、系統運用者の知見も交えながら電力システムの運用制御全般に係る課題を共有することで、よりデマンドレスポンスに期待される技術を明らかにしていくことも重要と感じている。

2. 各論

2.1. 事業の位置付け・必要性について

<肯定的意見>

- ・意義については、実証事業の対象となるポルトガル国において、再エネの導入状況および脱炭素化の目標の観点から、日本の将来課題を先取りする実証地域として望ましいものであったと考えられる。また、わが国においても、すでに 2016 年度から 2020 年度までバーチャルパワープラント構築実証事業が行われ、主に分単位でエネルギーリソースを制御する技術等を確立すると共に、分散型エネルギーリソースの普及拡大を図っているところである。従って、自動デマンドレスポンス技術（ADR）については、我が国が強みを有する技術と言える。さらに、グローバルな空調・エアコン市場において、日本企業はシェアの約 3 割を占めていることから、空調システムからフレキシビリティ提供を行う技術が確立されれば、わが国の優れた技術として、グローバルに展開していくことが可能になるものと期待できる。以上のことから、本実証事業の意義は極めて高いものと考えられる。
- ・政策的必要性については、①VPP ビジネスが、再生可能エネルギー電源比率が高く、電力市場設計の進んだ欧州諸国や米国の一部の地域で進展していること、②デマンドレスポンスとして、最もポテンシャルの大きい需要分野は空調であること、③世界の空調ストックは今後、大きな成長が見込まれていること、から欧米において当該技術の普及につながる見通しが立っており、その意味で政策的必要性は極めて高いものであったと考えられる。また、日本のエネルギー基本計画に基づけば、将来的には、ポルトガルと同様の再エネ導入状況になることが予想され、日本の将来課題を先取りして新技術を実証するという点においても、政策的必要性は認められる。
- ・NEDO 関与の必要性については、本実証事業を円滑に遂行していくためには、官民一体となった取り組みが必要であり、民間企業の海外市場での取り組みをサポートするという点で NEDO が関与する必要性は認められる。実際、ポルトガル政府との意見交流などを通じ事業フレームを形成すると共に、基礎調査を通じたポルトガル政府機関との協議等を通して環境・エネルギー転換省傘下の LNEG（国立エネルギー地質研究所）と MOU を締結し、両国の各企業・団体において協力関係が構築されている。

・ヒートポンプ空調に関し、日本は世界的に高い技術力を有している。この技術を国際展開し、世界の省エネ推進・温暖化防止に貢献することは非常に重要である。NEDO が主導し、高い技術力を有する国内メーカーが参画し、先行している欧州の電力市場でヒートポンプ空調機による ADR と VPP の実証事業を行ったことは、非常に大きな意義がある。

・再生可能エネルギーの大量導入が不可避となっている状況において、需要側のリソースを活用した ADR を活用していくことは非常に重要である。また、需要側のリソースとして今後も普及拡大が期待される空調設備に着目した点も合理的である。さらには、今後の空調需要の拡大が期待される欧州をフィールドとする際、民間のみで実証事業を進めることは難しいと考えられ、NEDO が関与した点も妥当と考える。

・本事業は我が国がリードするヒートポンプ式空調機および蓄熱を活用したデマンドレスポンスの実証事業であり、事業の位置づけとして適切である。また実証フィールドとして、市場化が先行するポルトガルを選定しており、日本で検討が進んでいる市場設計議論に反映できる点からも有益である。さらに、このような実証は相手国との信頼関係が不可欠であり、民間のみならず NEDO が関与する事業として適切である。

・再生可能エネルギーの普及拡大が進展する中で、空調を用いたデマンドレスポンスのメカニズムを構築していくことは非常に意義深い課題であると思われる。本事業では具体的に空調に係る電力需要を制御する一連のシステムを構築し、実証を通じて空調機器ならではの特性が明示されるなど、貴重な成果が得られたと評価できる。特に空調機器に関して高いシェアを有する日本の技術を活用しながら再生可能エネルギーの普及拡大や脱炭素に貢献する趣旨となっており、日本の強みを活かした事業である。また、NEDO によるサポートを通じて、相手国との関係を構築しながら事業が進められており、公共性が高い事業が適切に実施されたと評価できる。

<改善すべき点>

・ポルトガル政府との政治・経済的な関係を考慮した効果的なアプローチとなっていたかどうかは疑問が残る。対象国の選定に際しては、より透明性が求められよう。

・予算上の制約もあると思うが、日本には優れたヒートポンプメーカーが数社あり、できれば、複数社がそれぞれ実施するような事業であったら、なお良かったと思われる。可能性が高い分野に集中投資をする考え方が必要ではないか。

・空調の場合、DR 資源に期待される要素の 1 つである持続性という点では弱いところがあり、給湯など他の需要側リソースと組み合わせた実証も検討してみて良かったのではないか。

・当該技術の実証に際して、日本の有する空調技術のどのような点が特に貢献できると考えられるか、その利点を明らかにすることができれば、更に日本の技術を活用することの有用性を示すことができたと考えられる。また、デマンドレスポンスという技術に着目すると同時に、電力システムの運用・制御の全般にわたる技術課題の共有を進める構想も組み込まれていれば、今後の検討にもつながる一層の知見を蓄積できたとも思われる。

2.2. 実証事業マネジメントについて

<肯定的意見>

・相手国との関係構築の妥当性については、「実証事業開始までの経緯」を鑑みると、ポルトガルにおいて基礎調査、実証前調査（FS）を行うなど、関係構築を適切に行っていたと評価できる。また、適切な役割分担、経費分担、必要な資金負担、協力が得られるようにポルトガル国立エネルギー地質研究所（LNEG）との間で MOU（基本協定書）、IA（施行協定書）を、リスボン市との間で IA（施行協定書）を締結しており（具体的な協定の中身は不明）、相手国との関係構築は妥当であったと評価できる。

・実施体制の妥当性については、MOU 締結の他、定期的（年 2～3 回）に相手国を含む関係者を招聘し、Project Board Meeting を開催することで、プロジェクトの進捗や課題を把握し、綿密な調整・検討のもと適切なマネジメントを実施している。また、委託先は、実証 VPP パートナー企業を外注先として選定すると共に、対象国のサイト企業（ADR 実証パートナー企業）との間で ID（協定付属書）を結ぶなど適切な協力体制の下で実証事業を展

開していた。さらに、国内アドバイザー委員会を設置し、実証事業の実現に向けた助言を得ていた。また、「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、国際実証を実施する上でのリスク要因について、NEDO と事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定し、事業に臨んでいた。

・事業内容・計画の妥当性については、蓄冷ストレージ付き空調システムを制御に活用する場面を、大きく ADR システムと VPP システムに分け、2つの事業コンポーネント（①ADR/VPP オペレータ、②ビル用マルチエアコン VRV を対象とする空調 ADR オペレータ）の実証と、全体の経済性評価を実施項目・内容として挙げており具体的である。また、実証事業期間を約 3 ヶ月延長し、暖房によるデマンドレスポンスを追加実施するなど、事業の進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応していた。

・相手国との関係構築や実証実施体制の構築、関係個所との会議体の設置やアドバイザー委員会の設置などを行うことで、事業が円滑に推進され、さらにきちんと成果が創出されている点を高く評価したい。

・相手国との関係構築について、苦労もあったようだが、定期的なミーティングの実施など、事業終了まで一貫して良好な関係を築けていたと認識している。また、委託先の体制も、今回の事業を遂行する上で適切なパートナーが選ばれていたと考えられる。

・相手国側においても実証推進体制の枠組みが形成され、複数の実証フィールドが提供されたことが評価できる。さらに日本側においては、外部有識者による評価・チェック体制が組み込まれ、情勢変化に対応した実証マネジメントがなされた。具体的には、当初計画では冷房による実証のみとしていたところ、冬季暖房調整によるデマンドレスポンス実証を追加したなど、柔軟な推進がなされた。

・事業全体を通じて、相手国との関係性や協力体制については妥当であったと認められる。特に事業の進捗状況を勘案して、アドバイザー委員会を実施する体制を新たに構築し、プロジェクトの実施対象を柔軟に冬季暖房需要にまで拡張した点は評価できる。費用項目や経費、金額規模についても適切である。

<改善すべき点>

・計画時点で、ADR システム、VPP システムそれぞれに対してどのような「想定された課題」（事業の結果として明らかとなった課題ではなく、事業を開始する際に想定された課題）があり、それを解決するためにどのような方針を立てたのかが必ずしも明確ではない。KPI の目標値はそうした事前の詳細検討の下に設定されるべきである。また、委託対象経費について、費用項目や経費、金額規模は適切であったかどうかを判断する材料を示すべきと考える。

・実証を進めるにあたり、様々な苦労や課題解決があったと思われる。これらは成果として表に現れにくいと思われるが、ノウハウなどとしてきちんと蓄積し、今後の展開に活かして欲しい。

・事業全体を通じて、必ずしもポルトガルでの実証が必要では無いようにも感じられる。この点は、将来的に同様の技術を日本において実施することを見通して、ポルトガルと日本での実施環境の差異や日本で適用する上での課題などを明確にしておくことで、よりポルトガルで実施することの意義が明確になったと思われる。また、事業成果の一環として述べられている通り、異なる実証ビルをアグリゲートしていくことでより安定的な応答が得られることが予想される。このような集合化を見据えた実証につなげるために、サイト数の妥当性については事前にもう少し解析がなされていても良かったと感じられる。

2.3. 実証事業成果について

<肯定的意見>

・事業内容・計画の達成状況と成果の意義（省エネ又は代エネ・CO2 削減効果を含む）に関して、「応答速度」については、ADR システム、VPP システムとも、2~3 分以内の応答を達成しており優れた性能が得られている。一方、「応答成功率」においては、必ずしも十分な達成度が得られなかったケースもあったが、その原因が空調および建物電力需要の予測精度によるものであり、日中での予測アップデートやアグリゲーション効果を考慮することによって、こうした課題を解決可能であるとの見通しが立っている。また、本実証を通じて、上位アグリゲー

ターと下位アグリゲーターとの契約における標準化・規格化が重要であるとの知見も得られており、設定された事業内容・計画以外にも成果があったと言える。さらに、デマンドレスポンスによって消費電力量およびピーク負荷が削減されると共に化石燃料による発電所の設備容量を削減することが可能となり、省エネ・代エネ効果、CO2削減効果が認められる。なお、一般的に、需要家の快適性と DR 成功率はトレードオフの関係になるが、今回は蓄冷タンクユニットを設置することで、両者を同時に満たすことを目指しているものと理解している。この点は本システムの特長、メリットであると評価できる。

・今回の実証で、ADR や VPP に関し、ヒートポンプ空調機が、どのようなことが、どの程度、できるのか、現実の市場において明らかになった点を高く評価したい。

・事業の成果指標である KPI に照らしてみると、実施者自身の評価のとおり、応答速度に関しては十分に達成したと評価できる。応答成功率については必ずしも十分ではなかったが、予測精度の向上方策として複数の建物をアグリゲーションした場合のシミュレーションを実施しており、電力需要のばらつきの低減が期待される結果を提示した点も評価出来る。

・我が国がリードする空調・蓄熱式のデマンドレスポンス効果について、先進市場であるポルトガルで実証し、一定の効果を確認した点は評価できる。

・複数年にわたる制御結果を蓄積し、さらに事業の普及可能性についての解析が進められ、適切に事業内容および計画目標が達成できていたと評価できる。過冷却方式および凝縮方式のそれぞれについて応答の違いが明示され、それを統合した形での需要調整の応答結果が整理されたことは大変有意義な結果である。また、空調フレキシビリティシステムの構築により、室内環境の快適性への影響が合わせて評価されたことも重要な知見である。日本でも今後一層のフレキシビリティが電力システムにおいて求められると思われる中、得られた知見が今後のアグリゲーションビジネスの諸検討にしっかりと活用されていくことを期待したい。

<改善すべき点>

・予測の精度と応答成功率の関係性を統計的に明らかにしていただけると、今後につながる知見となると期待できる。

・今回の実証では、ヒートポンプ空調機そのものよりも、ADR や VPP を行うためのシステム構築に費用がかかったと思われる。このコストダウンの方策について、より検討を進めて欲しい。

・応答成功率については一部のサイトでの達成に留まっており、十分に達成出来たとは言い難い。需要の予測精度の向上に加えて、予測しやすい建物を対象としていくことが考えられる。

・特に蓄熱式という観点から、蓄エネによる制御性上昇度合いの効果についての言及があるとよかった。単純な空調制御との違いが分かりにくい。また、想定されるユースケースは複数あるため、ユースケースに応じたデマンドレスポンス制御方法やそれに応じた応答性 (kW、 Δ kW) の高さ・スピード等をユースケースごとに個々に評価すること、さらには他のリソースとの比較検証 (例; 蓄熱と蓄電との比較) 等があると、もっと素晴らしい成果になったのではないかと思う。

・KPI の評価に係る応答成功率の指標については、その設定根拠が明確でないと感じられる。また、成功率が低い季節等もあり、確実性の高い結果とは言い難い側面もある。現実には VPP 事業者により、空調需要を他の制御資源と組み合わせて使用されると考えられることから、本事業における成功率が低い場合に直ちに問題になるとは限らないが、より確度の高い制御を実現するために更なる工夫が必要であると思われる。特に需要予測の精度と成功率との関係性については、さらに詳細に分析することができたとも考えられ、今後の課題としてしっかりと引き継ぐことが重要である。

・需要家への影響については、アンケート調査の結果、ならびにセンサーによる室内温度の変化幅の観点から、快適性が確保されていたとの結果が示されている。この点に異存は無いものの、快適性が優先されて応答成功率が目標に到達できていないケースも一定数あると考えられることから、応答成功率と快適性との関係については更に分析を深める必要があるともおもわれる。

2.4. 事業成果の普及可能性

<肯定的意見>

・事業成果の競争力については、空調負荷率からフレキシビリティとして活用できる潜在的な可能性（需要見込み）はあるものと期待される。ただし、制御に活用できるポテンシャルにおいては時間依存性があり、いつでもどこからでも DR の制御に活用できるわけではない。このため、一日単位での予測とマネジメント、および複数リソースをアグリゲートした建物全体での予測とマネジメントによって、制御のポテンシャルの拡大が期待できる。また、様々なフレキシビリティリソース（競合他者）のコスト効率、普及性が比較されている。その上で、本システムの強み・弱みの分析が次のように適切になされている。「本システムは非常に小さい追加コストでフレキシビリティを創出できる可能性があるが、個々の機器における調整余力は小さく、アグリゲーションによる調整力確保が求められることから、データ取得や制御における通信やクラウドシステム等のコストが費用を圧迫するリスクがある。また、小規模なアグリゲーションは、コストの割合が相対的に高い。」

・ビジネスモデル、政策形成・支援措置については、ポルトガルおよびドイツ、フランス、イギリスでの普及に向けて、「卸市場調達リスク/コスト低減」、「インバランスリスク/コスト回避」、「アンシラリーサービス」の3つのユースケースに基づく具体的なビジネスモデルが検討されている。その上で、「電力市場での取引をベースとするユースケースにおいては、市場から得られるインセンティブのみで事業モデルを構築することはフレキシビリティ創出のための実装及び運用コストを勘案すると課題が多いが、DR/VPP を電力事業者との協業におけるキーコンテツとしつつ、エネルギーを含むサービスソリューション全体としてのユーザーメリットを創出することにより、その可能性は十分あると考えられる。」との結論を得ている。そのためには、付加価値の増大、導入・運用コストの改善や政策形成・支援措置等が必須であり、具体的な指針として、①空調を含むエネルギーサービスソリューションによる付加価値提供（インセンティブの最大化）、②DR 対応の機器制御およびシステムの標準化、機器の接続コストの低減（コスト削減）、③ZEB やスマートビルの要件として、建物から創出されるフレキシビリティの評価・認証（制度構築に向けたロビー）を挙げ、詳細に検討されている。これらについては、日本企業が継続的に事業に関与できるスキームとなっていると考えられる。

・対象国・地域又は日本への波及効果の可能性については、デマンドレスポンスによって消費電力量およびピーク負荷が削減されると共に化石燃料による発電所の設備容量を削減することが可能となり、省エネ・代エネ効果、CO2 削減効果が認められる。

・今回は一か国だけの実証であるが、得られた成果・ノウハウをベースにすれば、欧州他国や東南アジアへ事業成果の展開ができる可能性は十分あると思われる。

・欧州（とりわけ南部）において、空調需要自体が増加することは明白であり、変動性再エネの導入拡大も進むことから、市場の拡大は十分に期待出来ると考えられる。また、ビジネスプランについては、公表情報だけでは評価コメントを付記しづらいところであるが、今回の実証での成果を踏まえ、電力市場においてどのようなサービスを提供することで対価が得られるか、適切な検討がなされていた。

・市場先進国であるポルトガルでの実証成果を通じて、我が国の市場設計検討・議論への反映を大いに期待したい。

・フレキシビリティを提供できる他のリソースとの比較を通じながら、当該技術のコスト面での優位性が多角的に検討されている。小規模リソースのアグリゲーションによるアンシラリーサービスとしての実効性にも言及されており、非常に価値ある検討結果が示されていると評価できる。

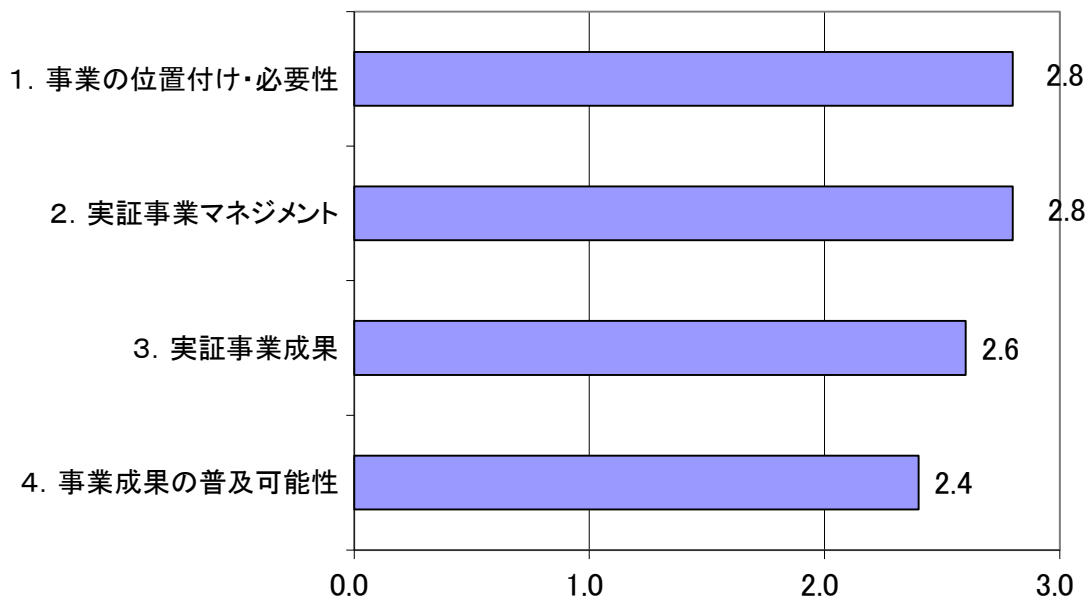
<改善すべき点>

・我が国の得意とする「省エネ・代エネ効果、CO2 削減効果」を付加価値の中に取り込むような事業スキームとすることで、本システム導入のインセンティブをより高めていけるのではないかと考える。

・事業の費用対効果の評価を、さらに詳細に行って欲しい。

- ・CO2削減効果については、DR リソースとして変動性再エネの出力抑制回避という観点からも含めて良かったのではないか（結局は石炭火力の焚き減らし、ということとは思いますが）。
- ・国内で展開するために、本事業成果で得られた蓄熱式ヒートポンプ空調の制御性データを、日本での市場設計・要件にあてはめた際、どのような市場メニューで参入できるか等について、可能であれば事後での評価も追加いただくのがよいと思う。
- ・事業の普及可能性については、概ね現状の電力システムにおける諸条件で検討がなされたものと理解している。もう少し将来を見据えて、再生可能エネルギーの導入拡大などの影響を受けた解析条件の変化を考慮することができれば、より多様なシナリオに基づいて評価ができたのではないかと感じる。特に、当該技術が日本へ適用された場合についての試算は、今回試算対象となっている海外諸国と少なからず条件が異なると考えられるため、日本における普及可能性についてはより具体的に解析する必要があると感じられる。小規模リソースのアグリゲーションに際しては通信等に係るシステム構築のコストが生じる点については、より具体的な数字を交えた議論ができれば更に有用な知見になったと思われる。また、需要家への影響については気候の特徴が大きく異なることから、どのような評価方法が妥当であるか検討が必要であろう。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)				
		A	A	B	A	A
1. 事業の位置付け・必要性	2.8	A	A	B	A	A
2. 実証事業マネジメント	2.8	B	A	A	A	A
3. 実証事業成果	2.6	A	A	B	B	A
4. 事業成果の普及可能性	2.4	A	B	B	B	A

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない、又は失われた →D

3. 実証事業成果

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

2. 実証事業マネジメント

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

4. 事業成果の普及可能性

- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・見通しが不明 →D

第 2 章 評価対象事業に係わる資料

「ポルトガル共和国における自動デマンドレス ポンス実証事業」(事後評価)

(2016年度～2019年度 4年間)

実証テーマ概要 (公開)

事業者名

NEDOプロジェクトチーム(スマートコミュニティ部・国際部)

2020年12月11日

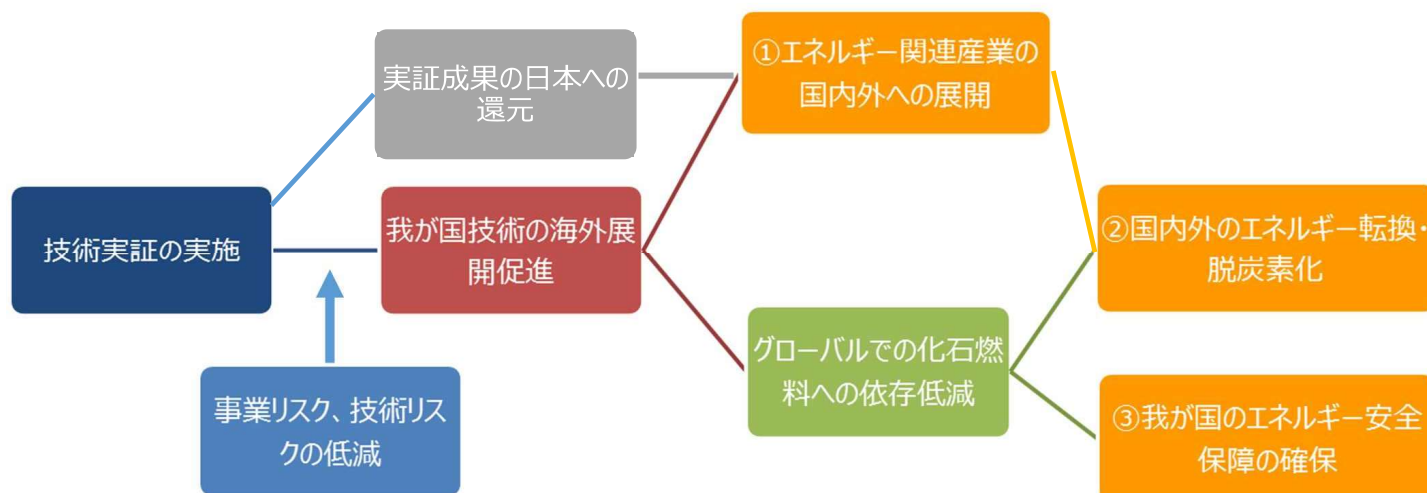
複製を禁ず

目次

1. 事業の位置付け・必要性 (NEDO)
 - (1) 事業の意義
 - (2) 政策的必要性
 - (3) NEDO関与の必要性
2. 実証事業マネジメント (NEDO)
 - (1) 相手国との関係構築
 - (2) 実施体制
 - (3) 事業内容・計画
3. 実証事業成果 (ダイキン工業)
 - (1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性 (同上)
 - (1) 事業成果の競争力 [一部非公開]
 - (2) 普及体制 [非公開]
 - (3) ビジネスモデル [一部非公開]
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 対象国・地域又は日本への波及効果の可能性

エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業

3E+S（安定供給、経済性、環境適合、安全性）の実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて実証技術の普及に結び付ける。さらに、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証を通じて、日本への成果の還元を目指す。これらの取組を通じて、我が国のエネルギー関連産業の国内外への展開、国内外のエネルギー転換・脱炭素化、我が国のエネルギーセキュリティに貢献することを目的としている。（出所：基本計画）



2

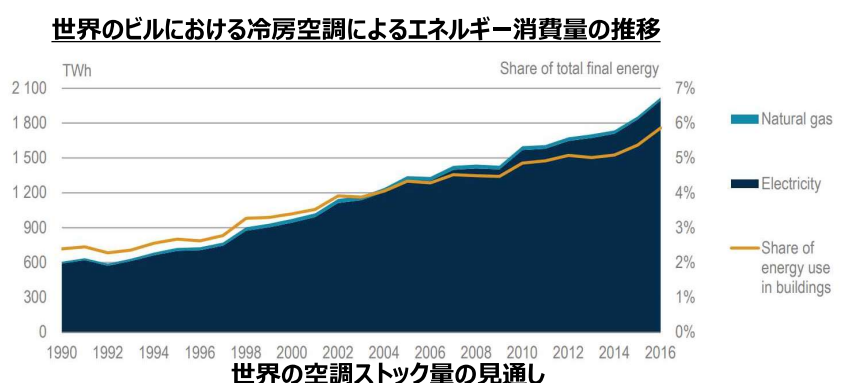
社会的背景・位置付け

- 風力発電や太陽光発電などの変動性再生可能エネルギーの普及拡大により、従来の火力発電所等による需給バランスが困難となり、分散型エネルギー資源や需要家側に設置された設備負荷を束ねて制御して、フレキシビリティを提供するビジネスが、再生可能エネルギー電源比率が高く、電力市場設計の進んだ欧州諸国や米国の一部の地域で進展。
- 我が国においても2016年度からバーチャルパワープラント構築実証事業が開始され、2021年度創設予定の需給調整市場等を活用した事業化が期待されている。
- 制御対象リソースとしては、主流とされている小型発電機に加えて蓄電池などへの期待が高まっているが、デマンドレスポンスとして最もポテンシャルの大きい需要分野は空調である。
- 空調機器を利用したFast ADR（自動デマンドレスポンス）は、バーチャルパワープラントの要素として新たな領域であり、蓄冷ストレージと連携することにより、従来の省エネルギー推進にとどまらず、再生可能エネルギーの利用率拡大に寄与する新たな価値を提供できる可能性を秘めている。

3

世界の空調市場見通し

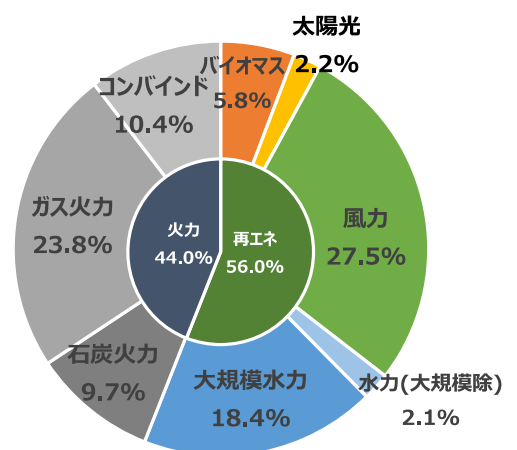
- ビルの冷房によるエネルギー消費量は1990年から2016にかけて約3倍に増加（2016年は2,020TWh）。
- IEAの予測に基づくと、世界の空調ストックは2050年まで4倍の成長が見込まれており、欧州では9,700万台から2億7,500万台へとほぼ3倍に増加すると予想されている。



出所：IEA (2018) ,The Future of Cooling 4

ポルトガルの概要

- ポルトガルは、風力発電や水力発電など再生可能エネルギーの導入を積極的に進めており、欧州でも有数の大量導入国。2019年の実績では、総電力消費量のうち約56%を再生可能エネルギーで賅っている。2016年4月には、4日間にわたり再生可能エネルギーが国内の全電力需要を満たしたほか、2018年3月には、同国の一カ月分の全電力需要を上回る発電量を記録。
- 2030年には発電電力量に占める再生可能エネルギーの割合80%、2050年までにポルトガルにおける発電量の100%を脱炭素化する目標を定めている（2030年に向けて風力1.2~1.7GW、水力3.9GW、太陽光7GWを新規導入予定。なお、2019年現在の設備容量は風力5.4GW、水力7.1GW、太陽光0.8GW）
- 変動性再生可能エネルギーの普及率が高いシステムへの空調システムからフレキシビリティ提供を行うという、日本の将来課題を先取りした本実証を実施するサイトとして最適。



2030年および2050年の目標 (ポルトガル)

Metric	2030	2050
CO ₂ emissions	-45~-55%	-85~-95%
Energy efficiency	35%	n/a
Renewable Energy Share	47%	
- Electricity	(80%)	
- Transport	(20%)	n/a
- Heating / Cooling	(40%)	

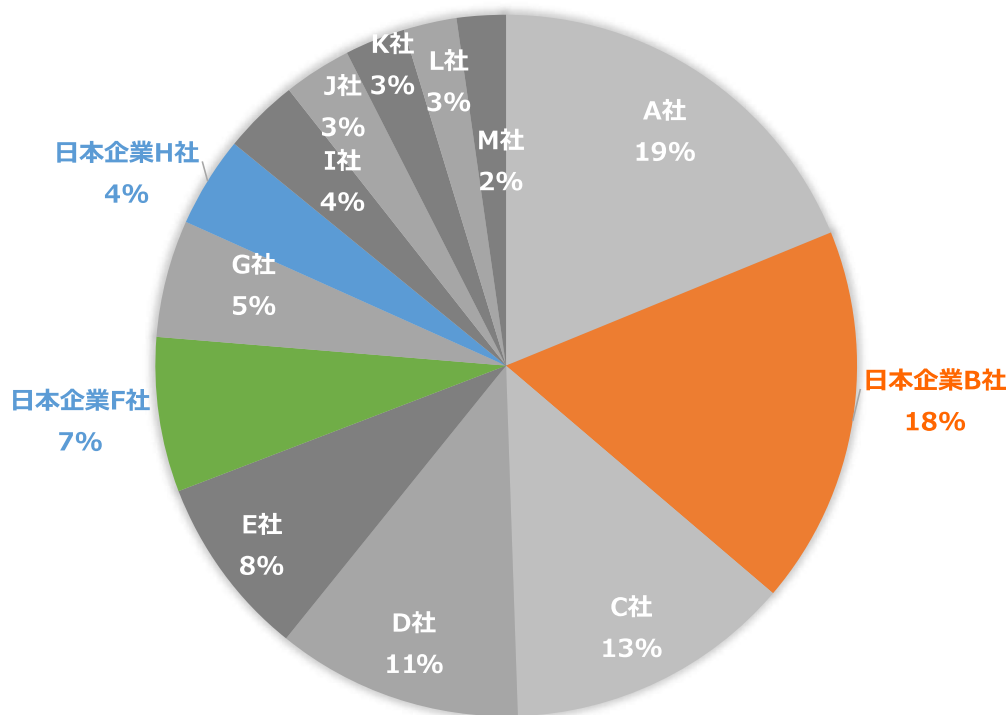
出所：DGEG, Plano Nacional de Energia e Clima をもとにダイキン工業作成

総発電電力量 (48,742 GWh)
2019年のエネルギーミックス (ポルトガル)
 出所：RENをもとにNEDO作成

日本の優位性

- グローバルな空調・エアコン市場において、日本企業はシェアの約3割を占めており競争力がある分野。
- 我が国企業が有する空調制御技術と組み合わせ、グローバルに展開していくことが可能。

2020年空調・エアコン世界市場シェア



出所：各種資料を元にNEDO作成

NEDOが推進すべき事業

「NEDOのミッション」

エネルギー・地球環境問題の解決、産業技術の強化

「国際エネルギー実証のミッション」

将来の先行実証、エネルギーセキュリティへの貢献、日本企業の海外展開支援

実証事業を円滑に遂行していくためには、官民一体となった取り組みが必要であり、政府機関とのネットワークを活用し、民間企業の海外市場での取り組みをサポート

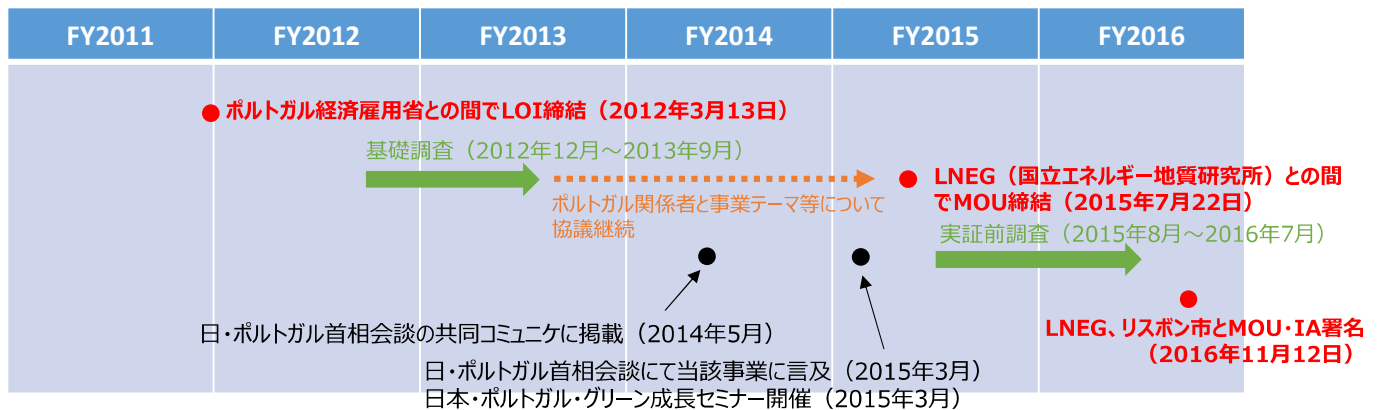
『実証の場』を創出

- ✓ リスボン市およびLNEG(国立エネルギー地質研究所)所有施設を活用した実証を実現
- ✓ 現地企業等の各プレイヤーに一定の便益をもたらすビジネスモデルを検証



実証の場を創出

- NEDO主導で、2011年からポルトガル政府との意見交流などを通じ、事業フレームを形成（2012年3月にポルトガル経済雇用省との間で協力に係る合意を形成（LOI締結））。
- ↓
- 基礎調査を通じたポルトガル政府機関との協議の末、事業テーマを「自動ディマンドレスポンスシステム（ADRシステム）」と決定。
- ↓
- 2015年7月、環境・国土・エネルギー省（現在は環境・エネルギー転換省）傘下のLNEG（国立エネルギー地質研究所）との間で合意を形成（MOU締結）、リスボン市を実証場所として選定し、「実証の場」を創出。その下で、両国の各企業・団体が協力関係を構築。



8

目次

1. 事業の位置付け・必要性 (NEDO)
 - (1) 事業の意義
 - (2) 政策的必要性
 - (3) NEDO関与の必要性
2. 実証事業マネジメント (NEDO)
 - (1) 相手国との関係構築
 - (2) 実施体制
 - (3) 事業内容・計画
3. 実証事業成果 (ダイキン工業)
 - (1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性 (同上)
 - (1) 事業成果の競争力 [一部非公開]
 - (2) 普及体制 [非公開]
 - (3) ビジネスモデル [一部非公開]
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 対象国・地域又は日本への波及効果の可能性

9

相手国との関係構築

MOU締結の他、定期的（年2～3回）に相手国を含む関係者を招聘し、Project Board Meetingを開催することで、プロジェクトの進捗や課題を把握し、綿密な調整・検討のもと適切なマネジメントを実施。

● **LNEG（国立エネルギー地質研究所）との間でMOU締結（2015年7月22日）**

● 実証前調査（2015年8月～2016年7月）

● **LNEG、リスボン市とMOU・IA署名式典（2016年11月12日）**

● Project Board Meeting（2017年3月）

● Project Board Meeting（2017年6月）

● Project Board Meeting（2017年10月）

● Project Board Meeting（2018年4月）

● **実証システム運転開始式（2018年6月28日）**



LNEG、リスボン市との署名式典の様子（ポルトガル経済省）

第1回Project Board Meetingにおいて、複数国企業から成るプロジェクト参加者間において、実証事業完遂に向けた一体感の醸成を図るべく、また実証事業の一般社会への認知度の向上および実証終了後に欧州始め諸外国への普及を図る際に有用となるよう、プロジェクトの愛称検討をNEDOから提案。その後、ボードメンバー各社から候補を募り、愛称を「LiSCool」に決定



● Project Board Meeting（2018年10月）

● Project Board Meeting（2019年5月）

● LNEGとMOU,IA改定（2019年7月）

● リスボン市とIA改定（2019年10月）

● Project Board Meeting（2019年10月）

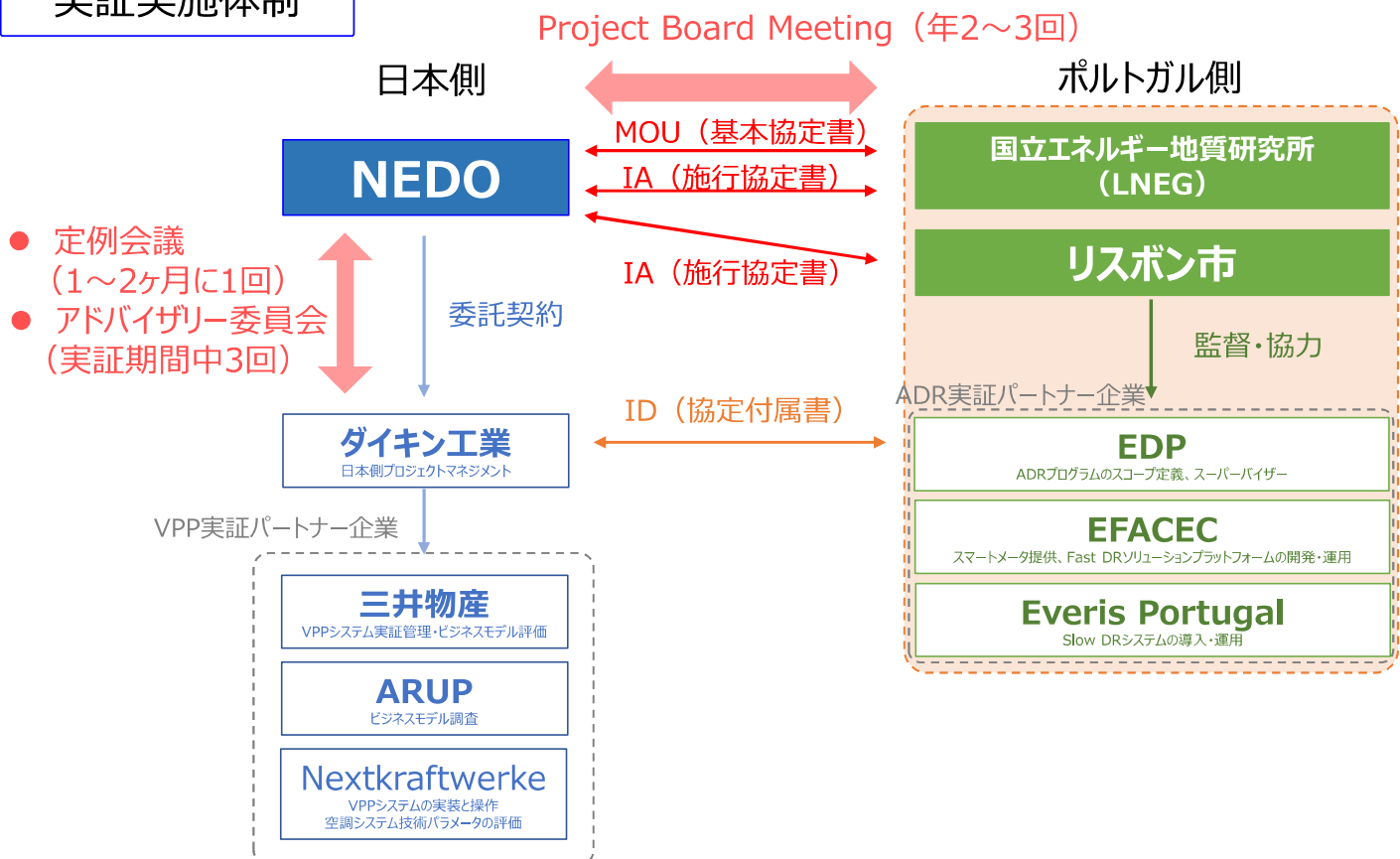
● **事業終了（2020年3月31日）**



運転開始式の様子（リスボン市庁舎）

2. 実証事業マネジメント (2) 実施体制の妥当性

実証実施体制



課題共有・問題解決

会議体等	頻度 または回数	目的	具体例
Project Board Meeting (PBM) (NEDO、LNEG、リスボン市、ダイキン工業、実証パートナー企業等)	年2～3回 合計7回	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト・スケジュール管理 情報共有・課題解決に向けたコンセンサス形成、および事業の円滑な推進のための便宜供与の依頼 必要な実務処理のための働きかけ 成果の情報発信・広報の共同推進 	<ul style="list-style-type: none"> 追加実証実施の提案と合意形成 実証終了後の資産運用・管理（処分）のためのコンセンサス形成
定例会議 (NEDO、ダイキン工業)	1～2ヶ月に1回	NEDO⇔委託者間で交わす「実施計画書」に基づく、進捗実行管理。 ・ NEDO規定・責任範囲内の意思決定、承認のため協議等	定例プロジェクト進捗管理 ・ 情報・課題・問題の共有 ・ 予算の適切な管理 ・ 情報発信・広報の推進 ・ 対処方針・審議（適宜）
リスク管理	適宜	「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、実証を実施する上でのリスク要因について、NEDOと事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定する。	・ 次項参照
アドバイザー委員会 (有識者、NEDO、ダイキン工業)	合計3回	<ul style="list-style-type: none"> 実証事業移行後、効果的な実証データ分析手法や経済性分析手法、また途中経過段階の成果について、国内の有識者からのアドバイスを仰ぎ、事業に反映させる。 	・ 次次頁参照
デマンドレスポンスワークショップ（ダイキン工業、ダイキンヨーロッパ、欧州・米国有識者、NEDO、実証パートナー企業等）※ダイキン主催	2019年3月	<ul style="list-style-type: none"> 欧州および米国のデマンドレスポンスの現状、将来の電力市場設計の方向性、デマンドレスポンスのビジネスモデルの可能性と課題等について専門家と議論を行う。 	

2. 実証事業マネジメント

課題共有・問題解決

- 2018年2月にNEDO国際部が制定した「国際実証におけるリスクマネジメントガイドライン」に基づき、国際実証を実施する上でのリスク要因について、NEDOと事業者で議論を行い、想定されるリスクに対する対応計画を検討・策定し、事業に臨んだ。

リスク発生要因



図 リスク一覧と具体的な議論例

課題共有・問題解決

- 実証事業移行後に、効果的な実証データ分析手法や経済性分析手法、またその分析過程等について、国内有識者から助言を得るため、有識者で構成されるアドバイザー委員会を3回開催。
- 暖房機能を用いた2019年冬季追加実証の実施やアグリゲーションによるならし効果の分析など、アドバイザー委員会での助言をきっかけとして実証成果の分析や効果最大化において有益な示唆を多数得ることができた。
- 実証事業移行後に、アドバイザー委員会開催を通じて定期的の実証内容について協議を行うのは、NEDOとしては初めての試み。



アドバイザー委員会の様子

開催実績

- 第1回：2018年7月24日（実証運転開始直後）
- 第2回：2019年4月12日（実証運転開始約1年後）
- 第3回：2020年1月20日（実証終了直前）

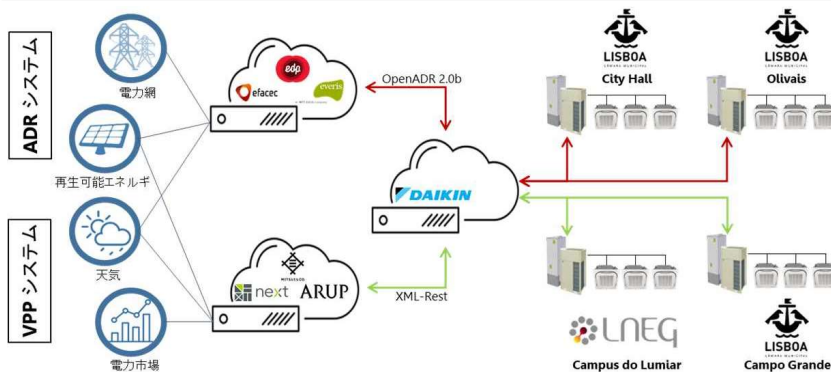
委員構成（敬称略）

氏名	所属、役職
安芸 裕久	国立大学法人筑波大学 システム情報系構造エネルギー工学域 准教授
石井 英雄	学校法人早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構／先進グリッド技術研究所 研究院教授／事務局長／上級研究員
橋本 克巳	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター カスタマーサービスユニット ヒートポンプ・省エネG 上席研究員
坂東 茂	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 需要デザインG 上席研究員
安田 陽	国立大学法人京都大学大学院 経済学研究科 特任教授

2. 実証事業マネジメント (3) 事業内容・計画の妥当性

事業内容

- 蓄冷ストレージ付き空調システムをアグリゲートし、電力消費量やフレキシビリティのスケジュールを予測
- デマンドレスポンスは以下の条件で発動：
 - 電力系統からの要求（ADRシステム）
 - 市場でのスポット価格に基づく需要家機器の最適化スケジュール（VPPシステム）
- 現地パートナーとの実証を通じた協業を踏まえて、ポルトガルおよび欧州他地域での空調システムを活用した自動デマンドレスポンスシステムの展開への足がかりとする。



実証サイトに設置したVRV室外機と蓄冷ストレージ

テーマ1. ADR システム

- 電力網の逼迫状況、再エネ発電量の予測をもとに、主に電力系統運用者から発せられる電力需給調整の要請に応じて行われるデマンドレスポンス（DR）
- 1日前にスケジュールされた計画DRイベントに基づくSlow DRと、DRイベント開始5分前に通知されるFast DRの2種類のユースケースを実施
- 需要家サイドにおいては、空調および建物消費電力の需要予測からのkW削減可能量予測に基づきDR要請に対する自動応答を実施

テーマ2. VPP システム

- VPP事業者による電力市場（スポット市場）でのkW取引の市場価格予測に基づき、DR制御によるkW調整力を創出
- 空調制御によるkW調整力を太陽光発電や蓄電池と同様にVPPリソースとして位置付け、電力市場におけるkW取引により価値創出/市場からのインセンティブ獲得を目指す
- 需要家サイドにおいては、ADRシステム同様に空調および建物消費電力の需要予測からのkW削減、あるいは消費促進可能量（ネガワットあるいはポジワット）の予測とVPP事業者からの市場価格予測に基づき空調DR制御を実施

事業内容

リスボン市内の4つの実証ビルに蓄冷ストレージ付き空調システムと計装システムを設置

	テーマ1 (ADR システム)		テーマ2 (VPP システム)	
呼称	City Hall	Olivais	Campo Grande	LNEG
用途	市庁舎	オフィス	オフィス	オフィス+実験室
床面積	5,400m ²	930m ²	1,660m ²	900m ²
ビル用マルチエアコン	12 x 10HP(28kW) VRV 4 x 8HP(22kW) VRV	6 x 10HP(28kW) VRV	8 x 10HP(28kW) VRV	4 x 10HP(28kW) VRV
タンクユニットタイプ1	4 (1 x 4 室外機)	6 (2 x 3 室外機)	8 (2 x 4 室外機)	6 (3 x 2 室外機)
タンクユニットタイプ2	n/a	n/a	n/a	6 (3 x 2 室外機)
PV (NEDO資産外)	Yes (15kW _p)	o	No	Yes (63W _p)

16

実証項目・内容

		実施内容
事業コンポーネント1 (BC1) ADR/VPPオペレータ		
テーマ1	小売事業者のDRプログラムに基づくADR (Automated Demand Response : ADR)	<ul style="list-style-type: none"> 前日スケジュールによるADR(Slow DR) と開始時刻 5 分前通知によるADR (Fast DR) OpenADRプロトコルを採用、デファクトスタンダードに従ったシステムで空調機を制御
テーマ2	VPP(Virtual Power Plant:仮想発電所)サービスに基づくADR	<ul style="list-style-type: none"> 空調機はVPP事業者の保有アセット群の1つとして、前日および日中のスポット市場での価格変動に基づき空調機を制御 VPPでの最適運用プロセスとして空調需要予測を提供
事業コンポーネント2 (BC2) ビル用マルチエアコン (VRV) を対象とする空調ADRオペレータ		
テーマ3	空調ADRシステム	<ul style="list-style-type: none"> ADR対応クラウドサーバー構築 (OpenADR、VPP) 対応コントローラー作成 (独自 + VPP対応)
テーマ4	DR対応ビル用マルチエアコン	<ul style="list-style-type: none"> ADR対応ビル用マルチエアコン制作 実証サイトへの設置とデータ収集、運用
ワークパッケージ (WP1) 経済性評価		
テーマ5	事業の実現可能性及び持続可能性評価	<ul style="list-style-type: none"> 実証を通じて得られたデータをもとに、仮説事業モデルの見直し 欧州に主要国での電力市場分析を通じ事業可能性を検討 ADR/VPP 事業のリスク・課題を抽出し、事業成立要件を検討

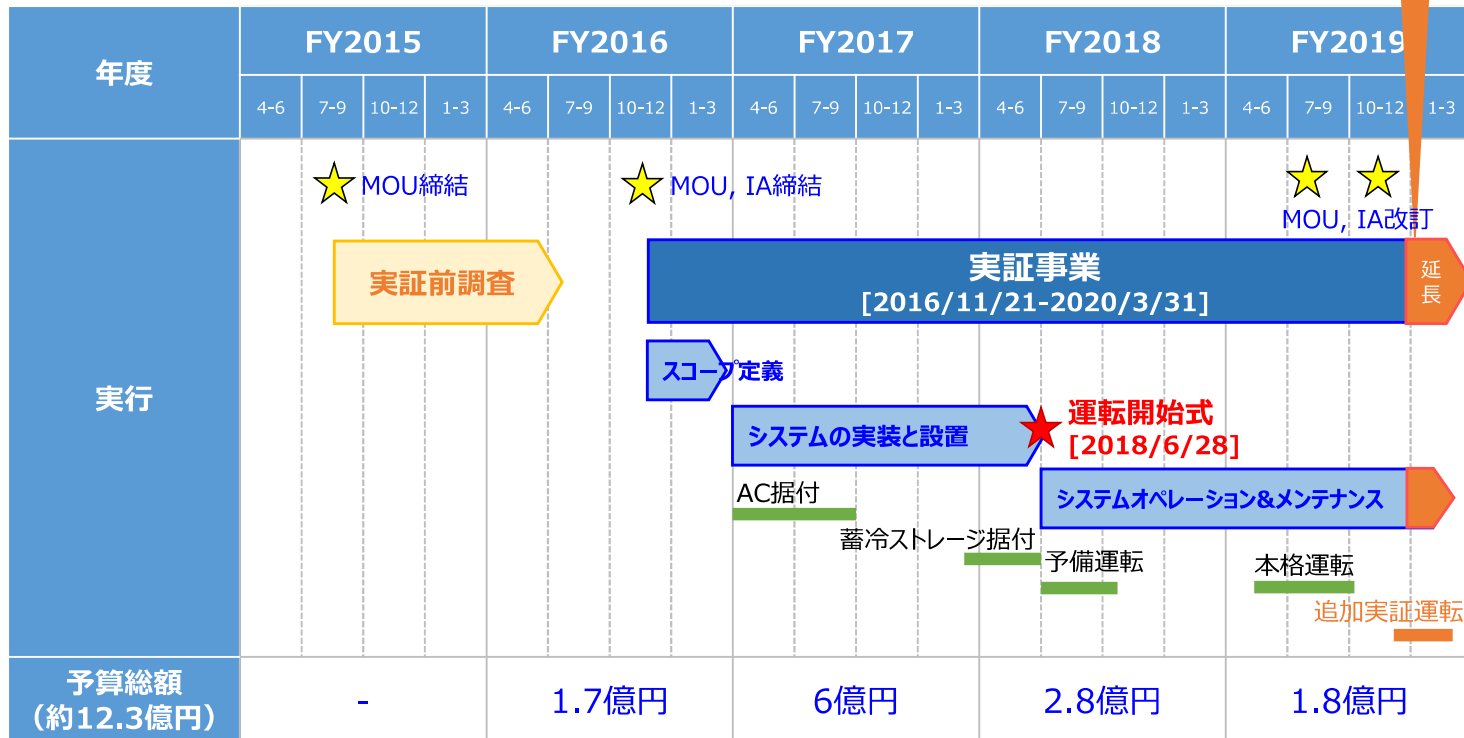
17

2. 実証事業マネジメント (3) 事業内容・計画の妥当性

スケジュール

実証事業は当初計画から大きな遅延なく当初計画通りに進捗

実証事業期間を約3ヶ月延長し、暖房によるデマンドレスポンス（暖房デマンド制御開発、設定温度シフト、スケジュール機能によるピークシフト等）を追加実施



18

2. 実証事業マネジメント (3) 事業内容・計画の妥当性

- 実証開始当初は、冷房機能を用いた夏季のデマンドレスポンス実証（DR実証）を実施する予定であったが、実証開始以降、各実証サイトにおける夏期及び冬期の冷暖房の実負荷データを蓄積した結果、冬期の暖房需要は建物の電力需要の25%程度（夏期需要と同程度）とのデータが得られた。
- また、第1回アドバイザー委員会でも冬季DRに関する議論があったところ、暖房機能を活用した冬季DR実証の事業性含めた可能性についてダイキン工業が検討。
- 第2回アドバイザー委員会において、ダイキン工業から3つの検討案を示し、実証スケジュール等も考慮し、B案で追加実証を実施する旨を説明。

	実施内容	備考
A案	暖房向け蓄熱タンクユニットを新規開発し、暖房DRを実施 ✓ 冷媒、水回路検討 ✓ 制御仕様作成 ✓ 性能評価 ✓ 信頼性評価 ✓ 温熱用通信、制御ロジック実装（コントローラ、サーバ改造含む）	・ 開発期間として2年必要（設置期間・データ取得期間含めず） ・ 蓄熱ストレージタンクユニットの新規設置が必要
B案	空調機のみで暖房DRを実施 ✓ 暖房デマンド制御開発 ✓ 設定温度シフト ✓ スケジュール機能によるピークシフト	・ 冬季実証データ取得のため3ヶ月の実証期間延長が必要
C案	暖房データからDR効果推測（手動での設定温度シフト実運転も実施） ✓ 暖房期間データ分析 ✓ 現地でデマンド実施 ✓ 効果推測、検証	・ シミュレーションのみのため、建物毎に異なる断熱性能を考慮したDR効果の検証が困難

19

「ポルトガル共和国における自動デマンドレス ポンス実証事業」（事後評価）

（2016年度～2019年度 4年間）

実証テーマ概要 （公開）

事業者名

NEDOプロジェクトチーム(スマートコミュニティ部・国際部)

2020年12月11日

公開

複製を禁ず

3. 実証事業成果

1. 事業の位置付け・必要性 (NEDO)
 - (1) 事業の意義
 - (2) 政策的必要性
 - (3) NEDO関与の必要性
2. 実証事業マネジメント (NEDO)
 - (1) 相手国との関係構築
 - (2) 実施体制
 - (3) 事業内容・計画
3. 実証事業成果 (ダイキン工業)
 - (1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性 (同上)
 - (1) 事業成果の競争力 [一部非公開]
 - (2) 普及体制 [非公開]
 - (3) ビジネスモデル [一部非公開]
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 対象国・地域又は日本への波及効果の可能性

3. 実証事業成果

(1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義



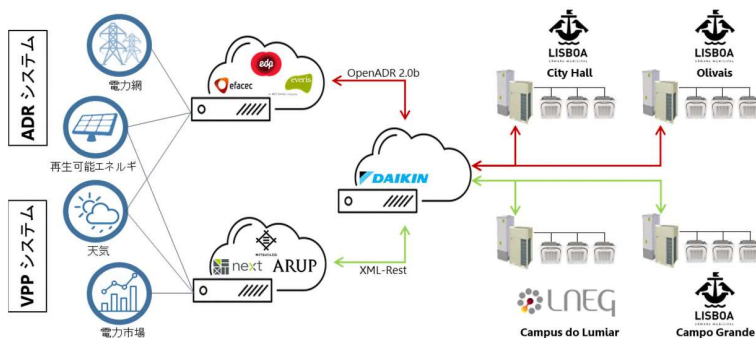
実証事業成果	プロジェクト概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバー システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率
事業コンポーネント1 (BC1) ADR/VPPオペレータ							
テーマ1	小売事業者のDRプログラムに基づくADR (Automated Demand Response)	<ul style="list-style-type: none"> 前日スケジュールによるADR (Slow DR) と開始時刻 5 分前通知によるADR (Fast DR) OpenADRプロトコルを採用、デファクトスタンダードに従ったシステムで空調機を制御 	[KPIに対して]	<ul style="list-style-type: none"> 応答成功率 <ul style="list-style-type: none"> City Hall : 53% (夏) 39% (冬) Olivais : 62% (夏) 53% (冬) Cp.Grande : 90% (夏) 74% (冬) LNEG : 75% (夏) 38% (冬) 応答時間 <ul style="list-style-type: none"> ほぼ全てのイベントで5分以内で応答、50%は2分以内 	△~○	<ul style="list-style-type: none"> 不規則な建物運用に対する電力需要予測精度 	<ul style="list-style-type: none"> 予測リードタイムの短縮と修正 アグリゲーション効果
テーマ2	VPP (Virtual Power Plant: 仮想発電所) サービスに基づくADR	<ul style="list-style-type: none"> 空調機はVPP事業者の保有アセット群の1つとして、前日および当日のスポット市場での価格変動に基づき空調機を制御 VPPでの最適運用プロセスとして空調需要予測を提供 					
事業コンポーネント2 (BC2) ビル用マルチエアコン (VRV) を対象とする空調ADRオペレータ							
テーマ3	空調ADRシステム	<ul style="list-style-type: none"> ADR対応クラウドサーバー構築 (OpenADR, VPP) 対応コントローラ作成 (独自 + VPP対応) 	<ul style="list-style-type: none"> ADR/VPP両対応のクラウドシステムの構築 ADR/VPP両対応のコントローラ作成 	○	<ul style="list-style-type: none"> OpenADRカスタマイズ等のコスト 複雑なVPPネゴシエーション 	<ul style="list-style-type: none"> 実情に合った標準化の推進 システムモジュール化による対応 	
テーマ4	ADR対応ビル用マルチエアコン	<ul style="list-style-type: none"> ADR対応ビル用マルチエアコン制作 実証サイトへの設置とデータ収集、運用 	<ul style="list-style-type: none"> ビル用マルチエアコン (蓄冷タンクユニット付き) の設置完了 基礎データの収集完了 	○	<ul style="list-style-type: none"> 蓄冷タンクユニットコスト 	<ul style="list-style-type: none"> 蓄冷蓄熱両用の開発 	
ワークパッケージ (WP1) 経済性評価							
テーマ5	事業の実現可能性及び持続可能性評価	<ul style="list-style-type: none"> 実証を通じて得られたデータをもとに、仮説事業モデルの見直し 欧州に主要国での電力市場分析を通じ事業可能性を検討 ADR/VPP 事業のリスク・課題を抽出し、事業成立要件を検討 	<ul style="list-style-type: none"> 4つの重点分析に分けて評価を実施 <ul style="list-style-type: none"> 空調フレキシビリティの特性評価 DR/VPPシステム設計基準 電力市場のインセンティブシグナル 政策と脱炭素化の目標 	○	<ul style="list-style-type: none"> 空調によるDRは課題はあるものの技術的には可能、しかし需要家の参入を促すインセンティブに乏しい 	<ul style="list-style-type: none"> 空調サービスソリューションのなかでのDR実施で収益性を確保する PV、EV等との他リソースとの連携によるフレキシビリティ提供 	

3. 実証事業成果



実証事業成果	プロジェクト概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバー システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率
--------	----------	--------------------------	--------------------	-------------------	-------------------	--------------	--------------

プロジェクトの概要



Use Cases:

- 蓄冷ストレージ付き空調システムをアグリゲートし、電力消費量やフレキシビリティのスケジュールを予測
- デマンドレスポンスは以下の条件で発動:
 - 電力システムからの要求 (ADR システム)
 - 市場でのスポット価格に基づく需要家機器の最適化スケジュール (VPP システム)

図 1: プロジェクト実施体制とユースケース概要

テーマ1. ADR システム

- 電力網の逼迫状況、再生エネルギーの予測をもとに、主に電力系統運用者から発せられる電力需給調整の要請に応じて行われるデマンドレスポンス (DR)
- 1 日前にスケジュールされた計画DRイベントに基づくSlow DRと、DR イベント開始 5 分前に通知されるFast DRの 2 種類のユースケースを実施
- 需要家サイドにおいては、空調および建物消費電力の需要予測からのkW削減可能量予測に基づきDR要請に対する自動応答を実施

テーマ2. VPP システム

- VPP事業者による電力市場 (スポット市場) でのkW取引の市場価格予測に基づき、DR制御によるkW調整力を創出
- 空調制御によるkW調整力を太陽光発電や蓄電池と同様にVPPリソースとして位置付け、電力市場におけるkW取引により価値創出/市場からのインセンティブ獲得を目指す
- 需要家サイドにおいては、ADRシステム同様に空調および建物消費電力の需要予測からのkW削減、あるいは消費促進可能量 (ネガワット) の予測とVPP事業者からの市場価格予測に基づき空調DR制御を実施

3. 実証事業成果



実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバー システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

プロジェクトの概要

- リスボン市内の4つの実証サイトに蓄冷ストレージ付き空調システムと計装システムを設置

表 1: 実証サイトと導入設備概要

	テーマ1 (ADR システム)		テーマ2 (VPP システム)	
呼称	City Hall	Olivais	Campo Grande	LNEG
用途	市庁舎	オフィス	オフィス	オフィス+実験室
床面積	5,400m ²	930m ²	1,660m ²	900m ²
ビル用マルチエアコン	12 x 10HP(28kW) VRV 4 x 8HP(22kW) VRV	6 x 10HP(28kW) VRV	8 x 10HP(28kW) VRV	4 x 10HP(28kW) VRV
蓄冷タンクユニット タイプ 1	4 (1 x 4 室外機)	6 (2 x 3 室外機)	8 (2 x 4 室外機)	6 (3 x 2 室外機)
蓄冷タンクユニット タイプ 2	n/a	n/a	n/a	6 (3 x 2 室外機)
PV (NEDO資産外)	Yes (15kW _p)	No	No	Yes (63W _p)

4

3. 実証事業成果



実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバー システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

空調フレキシビリティ:蓄冷ストレージ付きVRV システム

- ビル用マルチエアコン (VRV) と蓄冷タンクユニットを組み合わせ、DR要請に応じて動作する。
- 基本動作として、DR要請 (ネガワット) に対して、室内設定温度変更および圧縮機能力制御により消費電力を抑制する。
- 蓄冷タンクユニットにより、DR時に冷熱を利用し空調機の効率を上げることで、室温環境への影響を抑え居住者の快適性を保ちつつ、消費電力抑制を行う。
- 蓄冷タンクユニットは、結果としてエネルギー消費を時間的にシフトする効果をもつ。これによりエネルギー取引におけるフレキシビリティ(予備力・調整力)を創出しやすいシステムを提供する。
- ポジワット要請には、消費電力量を蓄冷熱として貯めることで、電力消費を促進する。

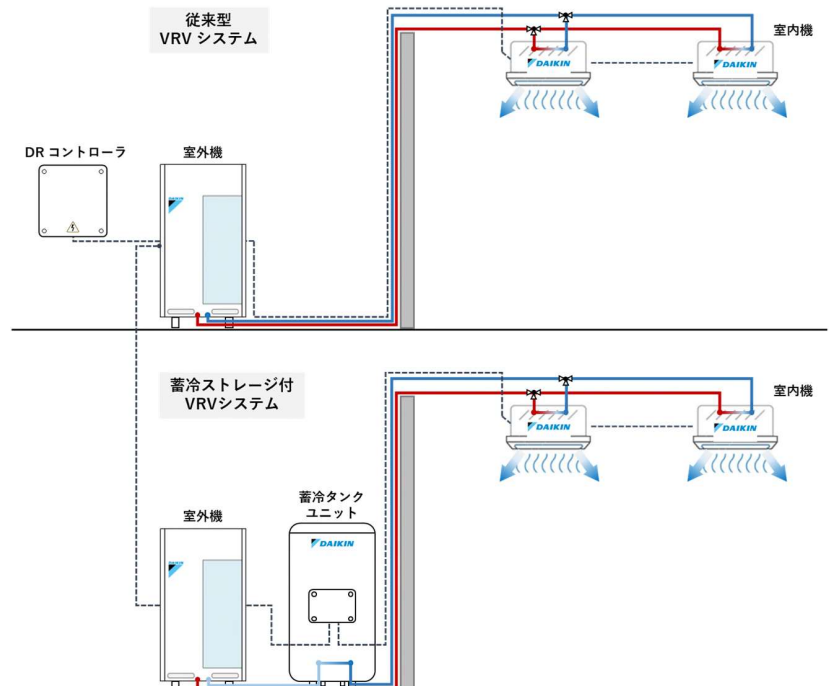


図 2: 蓄冷ストレージ付ビル用マルチエアコン

5

実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバー システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

空調フレキシビリティ:蓄冷ストレージ付きVRV システム

- 一般的な蓄冷タンクユニットを用いた運転モード（夜間蓄冷運転、日中高負荷時に蓄冷熱利用空調運転）に加え、ポジット要請時には空調と蓄冷運転の同時運転（Mode 3）が可能であり、より柔軟な運用が可能となる。

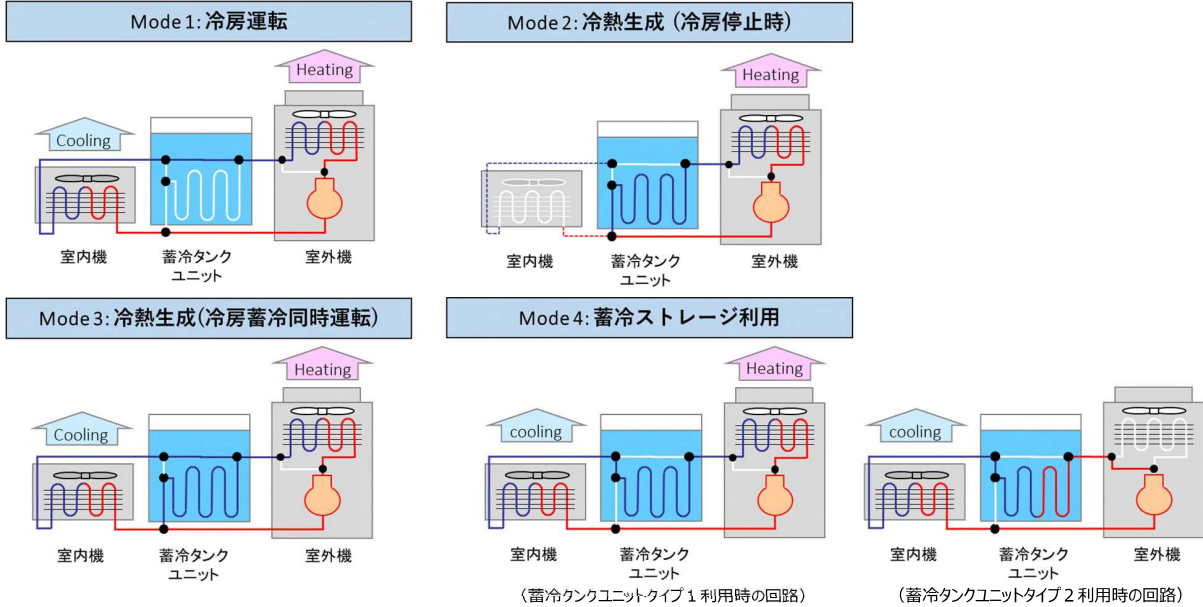


図3: 蓄冷ストレージ付VRVシステムの運転モード

実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバー システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

空調フレキシビリティ:蓄冷ストレージ付きVRV システム

タイプ1: 過冷却方式

- 蓄冷タンクユニットでの冷熱により循環冷媒の過冷却量を増大させる「過冷却方式」を採用。
- 室外機の凝縮器を出た冷媒は、蓄冷タンクユニットの熱交換器を通過し、冷媒温度をさらに低下させる。
- 所定の冷房能力に必要な冷媒循環量を低減する（圧縮機回転数を下げる）ことにより、消費電力量を低減し調整力を創出する。

タイプ2: 凝縮方式

- 蓄冷タンクユニットでの冷熱を循環冷媒の凝縮熱として利用する「凝縮方式」を採用。
- 外気温よりも低い冷熱を用いることで冷媒の凝縮温度を大幅に下げることができる。
- 凝縮温度（凝縮圧力）低下による圧縮機入力低減により消費電力量を低減し調整力を創出する。

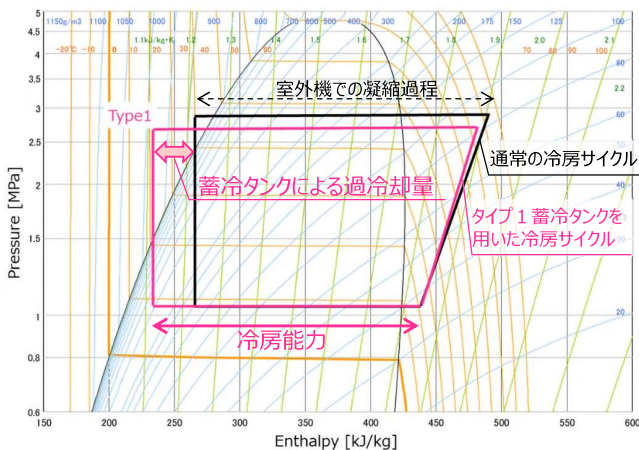


図4: 蓄冷ストレージ付VRVの冷凍サイクル (蓄冷タンクユニットタイプ1)

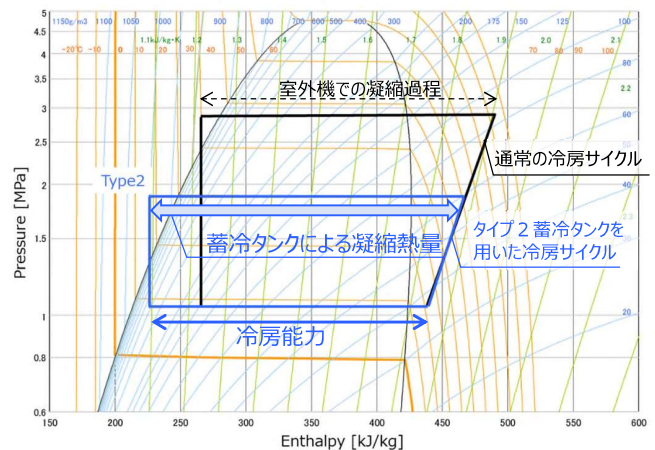


図5: 蓄冷ストレージ付VRVの冷凍サイクル (蓄冷タンクユニットタイプ2)

実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバ システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

空調フレキシビリティ:蓄冷ストレージ付きVRV システム

ネガワット:

タイプ1:過冷却方式

- 平均のネガワット量は基準消費電力量の約25%減
- 単位冷媒循環量当たりを利用する冷熱量が比較的小さいため、蓄冷タンク容量が小さい、あるいは蓄冷利用時間を長くとることができる。

タイプ2:凝縮方式

- 平均のネガワット量は基準消費電力量の40%程度
- 特に瞬発的に大幅な消費電力削減が可能
- 継続した蓄冷熱利用には大きな容量が必要

ポジワット:

- ポジワット:** 1~2 kW/タンクユニット
- ポジワット量は冷熱生成（蓄冷モード）と同時に運転される冷房運転の運転効率に大きく依存する。
- 例えば、建物の冷房負荷が低い場合、蓄冷を行うことで圧縮機が低負荷から定常負荷状態に移行し、システム全体の運転効率が改善。結果として、蓄冷タンクユニットの運転によって提供される有効なポジワット量が減少することもある。

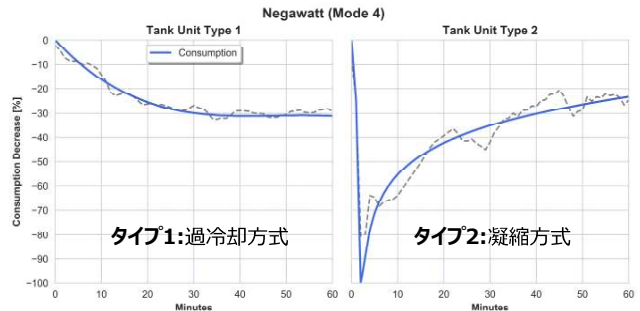


図6: 蓄冷利用時 (Mode4) における空調消費電力量の挙動 - ネガワット創出

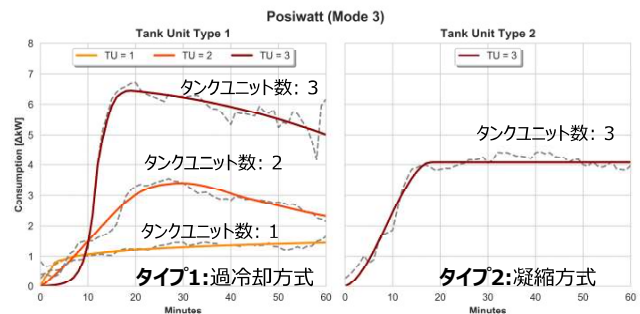


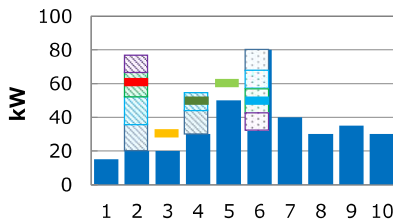
図7: 冷房蓄冷同時運転時 (Mode3) における空調消費電力量の挙動 - ポジワット創出

実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバ システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

蓄冷タンクユニットの蓄熱量予測及び制御決定ロジック

- 運転予測および蓄冷ストレージユニット状態を考慮したOpt-in/out判断(テーマ1),消費電力スケジュールの決定(テーマ2)
- 各DR要求へのFlexibilityの分配

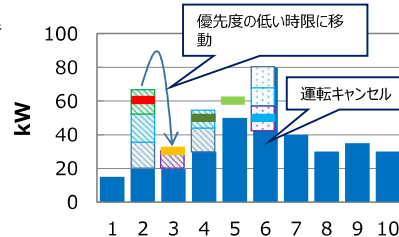
Step1



DR要求input
イメージ

timeslot	1	2	3	4	5	6
Forecast	15	20	20	30	50	80
Request	-	60	30	50	60	50
Priority	-	1	3	2	4	-1
A Schedule	0	1	0	1	0	2
B Schedule	0	1	0	1	0	2
C Schedule	0	1	0	0	0	2
D Schedule	0	1	0	0	0	2
Schedule	15	80	20	45	50	80

Step2



timeslot	1	2	3	4	5	6
Forecast	15	20	20	30	50	80
Request	-	60	30	50	60	50
Priority	-	1	3	2	4	-1
A Schedule	0	1	0	1	0	2
B Schedule	0	1	0	1	0	2
C Schedule	0	1	0	0	0	0
D Schedule	0	0	1	0	0	2
Schedule	15	65	30	45	50	80
Opt-in/out	-	in	in	in	out	in

各サイトの
集中コントローラ

Theme2 Output

Theme1 Output

図8: 蓄冷タンクユニットの運転スケジュール作成ステップの例

- 蓄冷量から各ユニットの対応可能枠数を決定
- 枠数だけでDR要求の優先度が高いところからスケジュールを割り振り
- スケジュールを元に各時限の消費電力を計算

- 要求値に対し余剰な調整が発生した時限に対し、調整量を再分配（優先度の低い時限に移動、運転取りやめ）
- 調整が余剰な時限がなくなるまで再分配を繰り返し、Opt-in/Outおよび各ユニットのスケジュールを判断

実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバ システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

空調フレキシビリティ:蓄冷ストレージ付きVRV システム

Step 1: 調査・設定・現地エンジニアリング

- 実証サイトごとの個別調査を実施。
- ゾーン・部屋ごとに、使用頻度、設置されている室内機の容量、居住者のタイプ、快適性の優先順位を決定。
- 室内機系統ごとに制御レベルポリシーを決定。

Step 2: 制御

- 快適性の優先順位（低～高）に基づいて部屋・ゾーンを分類し、それぞれに制御レベルを設定。
- 各レベル内では、各部屋・ゾーンの優先度に応じて実行可能な制御信号を選択。

Step 3: DRイベント

- DR時には、室内機ごとの制御ポリシーに応じて動作。
- 制御レベルは、建物消費電力に設定された目標電力に対し、毎分の空調消費電力量トレンドに応じて自動的に決定される。

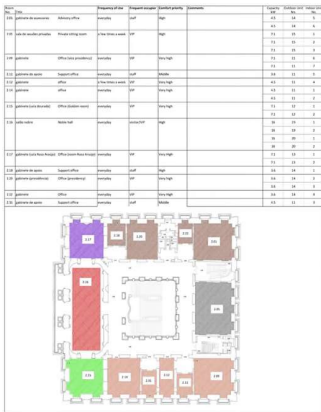


図9: 実証サイトにおける制御優先度ヒアリング (例)



図10: デマンド制御レベル

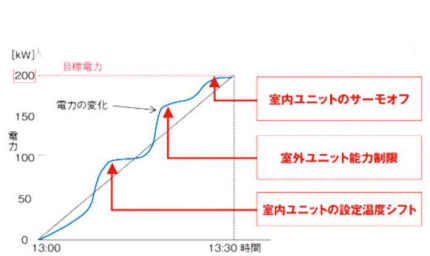


図11: デマンド制御時の消費電力量推移と制御レベルの例

実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバ システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

クラウドサーバ

概要:

- クラウドサーバは、アグリゲータやマーケットプレーヤーと制御対象（ビル・機器）の間に位置する。
- 本システムでは、空調システムと蓄冷ストレージに対する、単一機器向けのサブアグリゲータとして機能する。
- システムは、建物の快適性に関する最低限の要求事項を満たすことを保証するための動作制御をしつつ、フレキシビリティを確保。

インターフェース:

- ADR システム (Efacec)、VPP オペレータ (Next Kraftwerke) との独立した通信インターフェース = 異なる通信プロトコルを実装。
- 気象予報などのサードパーティーサービスからデータを取得。

ロジック:

- 3つのコアアプリケーション: 負荷予測、フレキシビリティ予測、DR/イベントスケジュール

ローカル通信:

- 各ローカルDRコントローラと通信し、データを収集する。

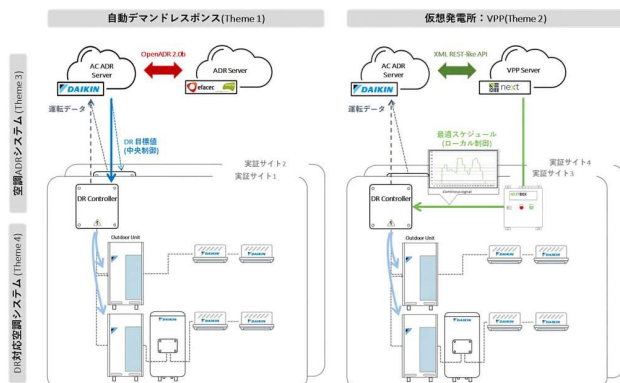


図12: テーマ1およびテーマ2のクラウドコントローラシステム構成概要

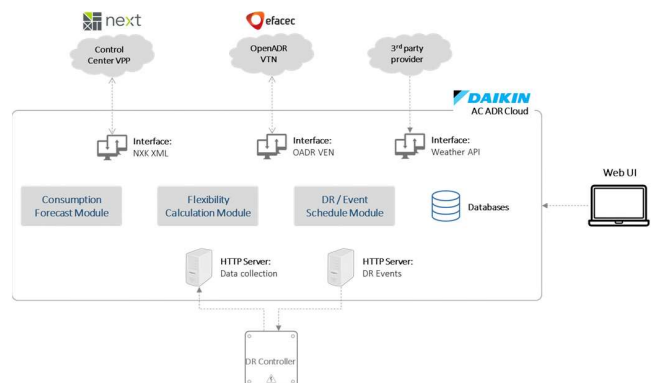


図13: クラウドシステム概要 (外部クラウド連携)



テーマ1: ADRシステム

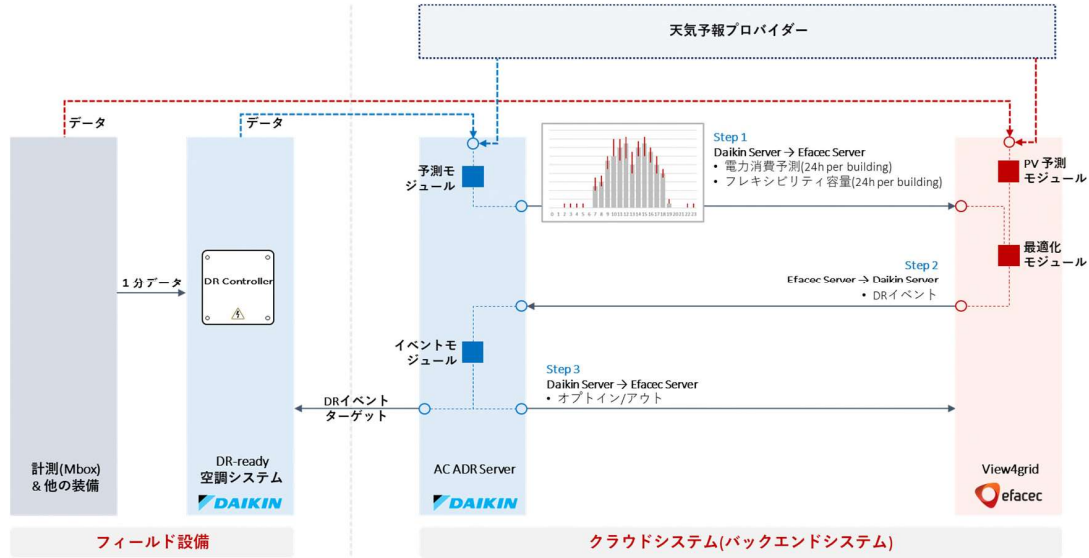
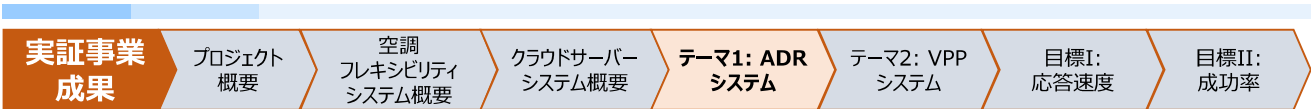


図14: ADRシステムの通信シーケンス

- 電力網の逼迫状況、再エネ発電量の予測をもとに、主に電力系統運用者から発せられる電力需給調整の要請に応じて行われるデマンドレスポンス
- 1日前にスケジュールされた計画DRイベントに基づくSlow DRと、DRイベント開始5分前に通知されるFast DRの2種類のユースケースを実施
- 需要家サイドにおいては、空調および建物消費電力の需要予測からのkW削減可能量予測に基づきDR要請に対する自動応答を実施



テーマ1: ADRシステム

例1: Olivais, 2019年8月26日

表2: DRイベントスケジュール (Olivais, 2019年8月26日)

Time [UTC]	Target [kW]	Measured [kW]	Accuracy [%]
13:00	9.6	9.0	93%

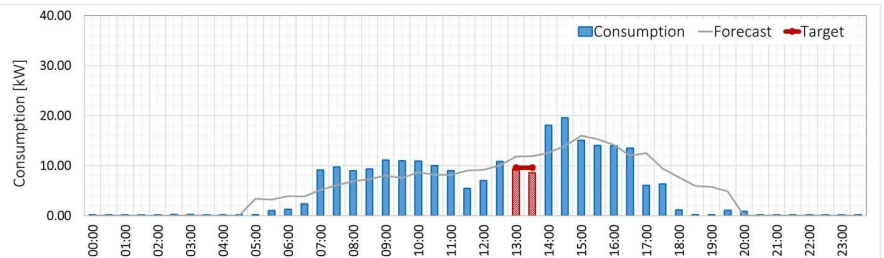


図15: 建物消費電力量における予測値と実績値およびDRイベント目標値 (Olivais, 2019年8月26日)

制御レベル:

- コントローラが各VRVシステムに発行するアクション (蓄冷ストレージ使用、温度設定値変更などのレベル設定)。
- 各レベルのアクションは、各ゾーン/部屋の快適さの優先順位 (低、中、高) に依存。
- レベルが高いほど、より室内環境には厳しい動作を意味する。

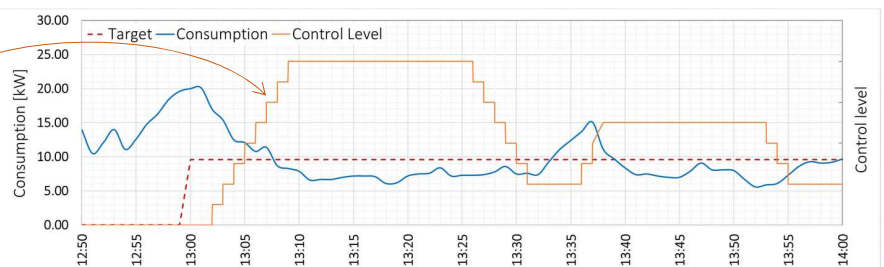


図16: DRイベント中の消費電力量とデマンド制御レベル (Olivais, 2019年8月26日)

実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバ システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

テーマ2: VPPシステム

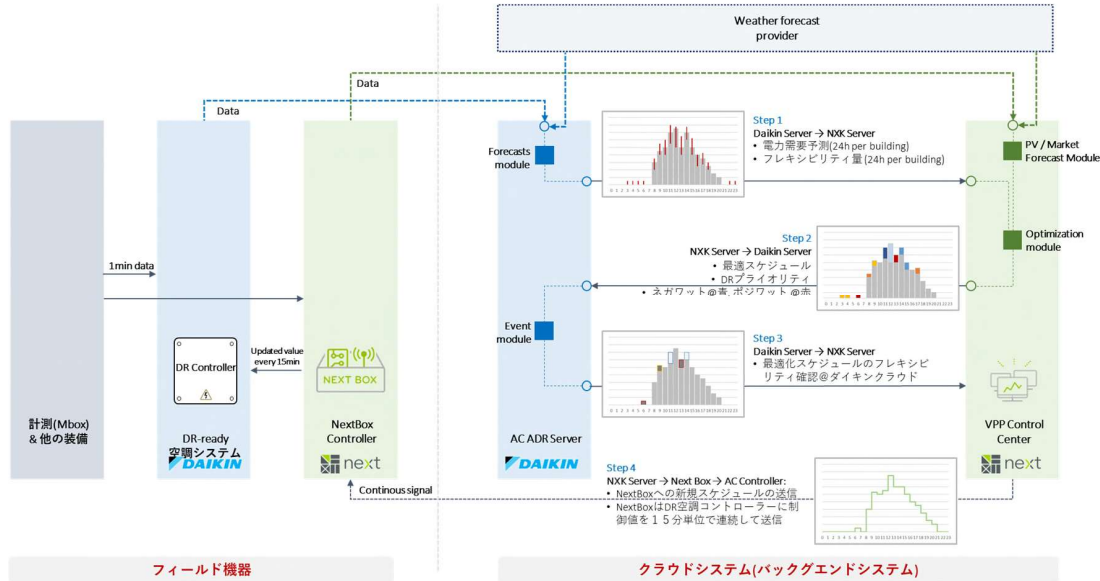


図17: VPPシステムの通信シーケンス

- VPP事業者（NXK）は、複数の発電・消費ユニットをIoT技術で統合・束ね、アグリゲートした電力を電力市場(スポット市場)で取引。
- VPP事業者の保有するVPPアセット群に空調システムを統合するために、ダイキンとNXKの間でDRイベントのスケジュール決定のためのネゴシエーションプロセスを導入。
- スポット市場での取引ポジションに基づいたVPPアセット群制御の最適化を行い、市場取引でのマージンから需要家に新たな収益を提供。

実証事業 成果	プロジェクト 概要	空調 フレキシビリティ システム概要	クラウドサーバ システム概要	テーマ1: ADR システム	テーマ2: VPP システム	目標I: 応答速度	目標II: 成功率

テーマ2: VPPシステム

最適化プロセスの概要:

- ポルトガルの市場構造を踏まえた最適化プロセスを実施:
 - **前日市場取引:**ポルトガルで事業を行っている事業者は、スペイン・ポルトガルの電力市場プラットフォーム（MIBEL）上で電力を取引しており、需要と供給をマッチングさせて翌日の24時間のそれぞれの時間帯に対し前日オークションを行う。
 - **当日市場取引:**一日に6回のネゴシエーションが行われる。
- 当日市場のメカニズムにより、実際の運用状況の変化（事前に合意したスケジュールからの乖離）や市場価格の変動を考慮し、フレキシビリティを再計算するための短期最適化が可能
- 前日オークション、当日オークションNo.2（取引時間00:00～24:00）、当日オークションNo.5（取引時間11:00～24:00）に参加するためのプロセスを実施
- ダイキンとNXKは、全ての取引枠には参加していない。

VPPシステムにおける最適化実施タイミング

- **Day-ahead:** 前日 12時
- **Intraday 1:** 当日 00時
- **Intraday 2:** 当日 11時

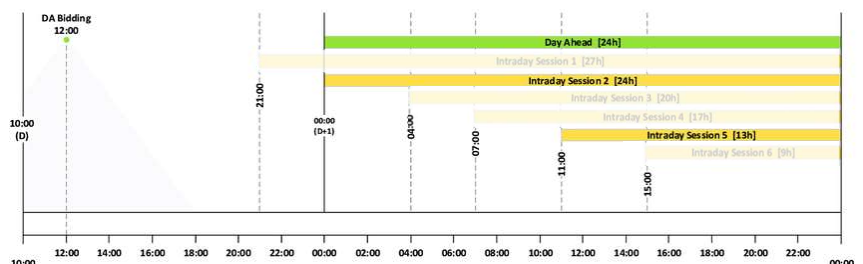


図18: スペイン/ポルトガル市場（イバリアマーケット）における日中オークションの時間ルール

実証事業
成果

プロジェクト
概要

空調
フレキシビリティ
システム概要

クラウドサーバー
システム概要

テーマ1: ADR
システム

テーマ2: VPP
システム

目標I:
応答速度

目標II:
成功率

テーマ2: VPPシステム

例1: Campo Grande, 2019年8月30日

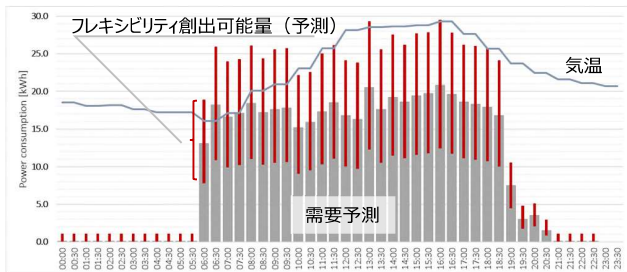


図19: 需要およびフレキシビリティ量予測 (Cp.Grande, 2019年8月30日)

1. ダイキンが予測を提供(電力需要 / フレキシビリティ)

前提条件:

- 天候は晴れ、最高気温は約29℃
- 日射量が多く、建物の立地条件から入熱量は一日を通じて多い
- 過去の建物消費電力及び空調消費電力から電力需要及び創出可能な調整力を予測



予測:

一日中ほぼ一定の負荷
空調負荷は比較的 low (20~30%) ポジワット創出は容易な条件

実証事業
成果

プロジェクト
概要

空調
フレキシビリティ
システム概要

クラウドサーバー
システム概要

テーマ1: ADR
システム

テーマ2: VPP
システム

目標I:
応答速度

目標II:
成功率

テーマ2: VPPシステム

例1: Campo Grande, 2019年8月30日

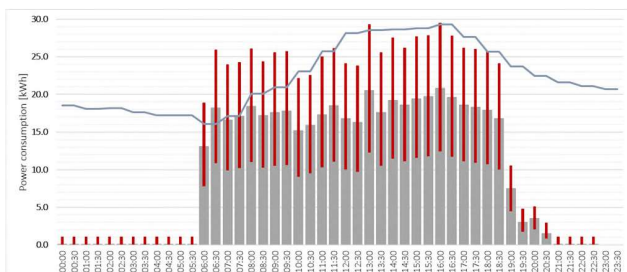


図19: 需要およびフレキシビリティ量予測 (Cp.Grande, 2019年8月30日)

1. ダイキンが需要予測を提供 (電力需要 / フレキシビリティ)

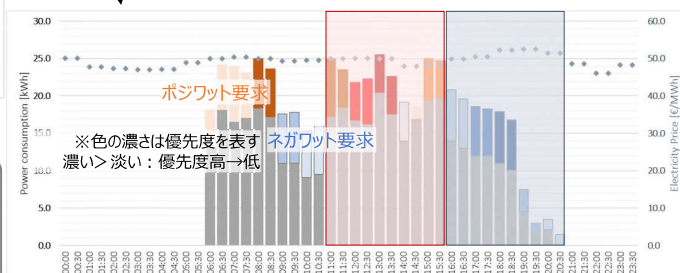


図20: ネガワット/ポジワット要求 (Cp.Grande, 2019年8月30日)

2. NXKが最適化プロセスを実施

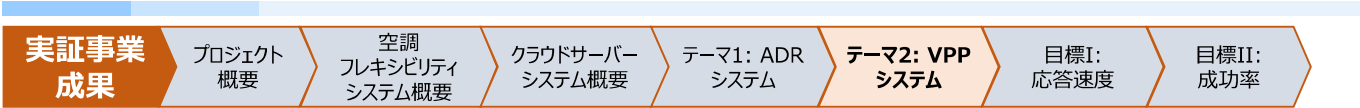
- 前提条件:市場価格は終日実質的に一定 (スプレッドは7€/MWh以下) - 従来型発電所が支配的なエネルギーミックス
- 17~21時が最も高価格の時間帯



最適化:

- 日中、価格が安定した時間帯 → ポジワット
- 午後遅くに価格が上昇 → ネガワット

3. 実証事業成果



テーマ2: VPPシステム

例1: Campo Grande, 2019年8月30日

3. ダイキンが最終スケジュールを提供:

前提条件:

- 午後遅い時間帯のネガワットに対して事前に冷熱を生成する必要がある。
- 朝の時間帯に冷熱生成実施する可能性



最終スケジュール:

- 蓄冷タンクユニットの蓄熱生成/利用を2回連続で実施(昼の前後)
- 快適性を保証するために30分イベントを実施

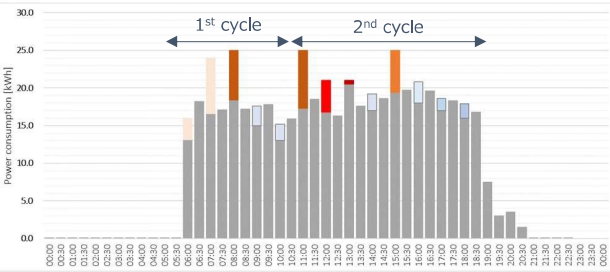


図21: 決定した運用スケジュール (Cp.Grande, 2019年8月30日)

2. NXKが最適化プロセスを実施

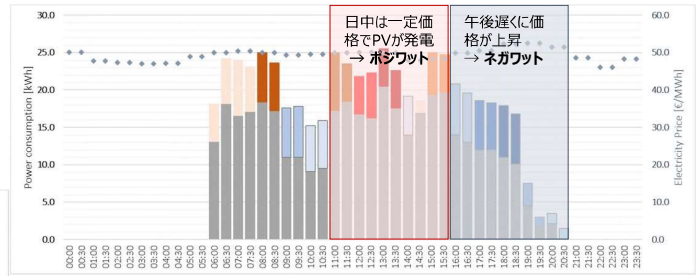
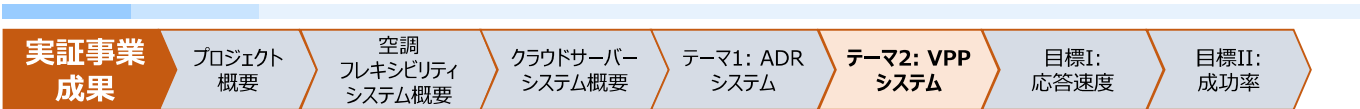


図20: ネガワット/ポジワット要求 (Cp.Grande, 2019年8月30日)

18

3. 実証事業成果



実証を通じて得られた知見、改善点 (苦労した点)

ADR、VPPとも需要予測の提供について議論を重ね、本実証の実施フロー/通信シーケンスを確立した。

元来、ADR (OpenADR)はネゴシエーションベースであり、需要家側からの OptIn/OptOutの応答に対し、上位アグリゲーターが最適化を再実施するという考え方。

一方、両テーマのアグリゲーター (ADR:Efacec、VPP:Next Kraftwerke) とも、特に空調需要は読み切れず、かつその応答と制御ロジックも不明のため、**需要とフレキシビリティの予測を設備機器側から出してほしいと要求。**

加えて、Next Kraftwerkeは、当初は彼らの最適化した需要カーブに**需要側機器は完全に従ってほしい**というのが彼らの要求であった。しかしながら、空調機は天候や利用状況で当日変動が多く、時々刻々の状況でのフィードバック制御で動作するので**24時間完全に従うのは不可能。**

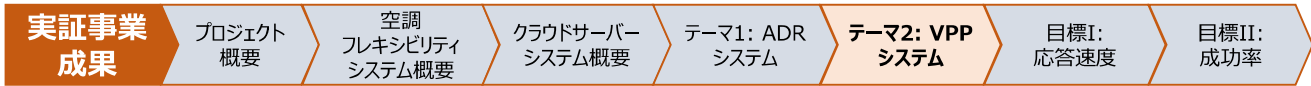
「**予測→時間スロットの優先度を提示→最低3枠は完全に従う条件で運用スケジュールを決定**」というルールとするというプロセスを決定した。こうした**最終的なシステムの接続試験までに1年以上**を要した。

Time	Forecast (kW)	Proposal (kW)	Priority	Final (kW)	Status
00:00	0	0	0	0	
01:00	1	1	0	1	
02:00	1	1	0	1	
03:00	1	1	0	1	
04:00	1	1	0	1	
05:00	0	0	0	0	
06:00	0	0	0	0	
07:00	4	0	0	4	
08:00	6	0	0	6	
09:00	5	6	7	6	Accepted
10:00	6	8	6	6	-
11:00	7	9	5	8	Accepted
12:00	9	11	4	11	Accepted
13:00	10	13	3	10	-
14:00	10	13	2	15	Accepted
15:00	12	15	1	15	Accepted
16:00	12	12	-3	12	Accepted
17:00	11	8	-2	11	-
18:00	9	7	-1	7	Accepted
19:00	0	0	0	0	
20:00	0	0	0	0	
21:00	0	0	0	0	
22:00	0	0	0	0	
23:00	0	0	0	0	

上位アグリゲーター (アグリゲーションコーディネーター) と下位アグリゲーター (リソースアグリゲーター) との契約における標準化・規格化 ⇔ 競争領域の示唆として貴重な知見を得た

19

3. 実証事業成果



テーマ2: VPPシステム

例2 (ネガワット): Campo Grande, 2019年8月30日

表3: DRイベントスケジュール (Cp.Grande, 2019年8月30日)

Time [UTC]	Target [kW]	Measured [kW]	Accuracy [%]
06:00	16.0	14.3	89%
07:00	24.0	19.1	80%
08:00*	25.0	16.1	64%
09:00	15.0	14.5	97%
10:00	13.0	13.3	98%
11:00	25.0	23.8	95%
12:00	21.0	19.4	92%
13:00	21.0	19.5	93%
14:00	17.0	16.6	98%
15:00	25.0	23.4	94%
16:00	18.0	17.5	97%
17:00	17.0	16.1	95%
18:00	16.0	14.3	89%

*Event: No success

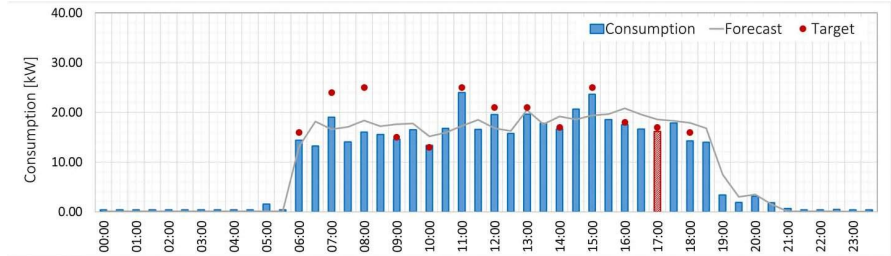


図22: 建物消費電力量における予測値と実績値およびDRイベント目標値 (Cp.Grande, 2019年8月30日)

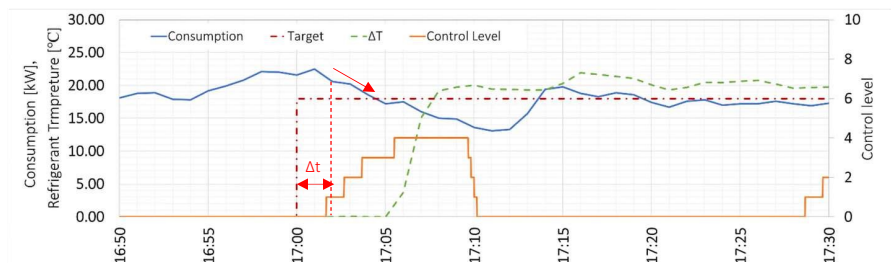
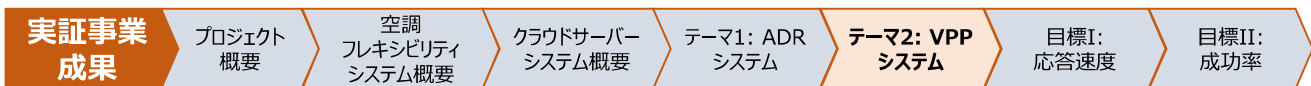


図23: DRイベント中の消費電力量とデマンド制御レベル (Cp.Grande, 2019年8月30日)

3. 実証事業成果



テーマ2: VPPシステム

例3 (ポジワット): Campo Grande, 2019年10月7日

表4: DRイベントスケジュール (Cp.Grande, 2019年10月7日)

Time [UTC]	Target [kW]	Measured [kW]	Accuracy [%]
11:00	16.0	14.2	89%
12:00	15.0	14.7	98%
13:00	13.0	12.6	97%
14:00	20.0	18.7	94%
15:00	13.0	12.3	95%
16:00	11.0	11.1	99%
17:00	9.0	8.7	97%

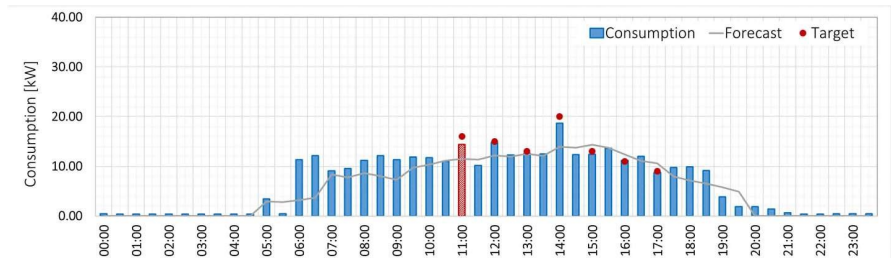


図24: 建物消費電力量における予測値と実績値およびDRイベント目標値 (Cp.Grande, 2019年10月7日)

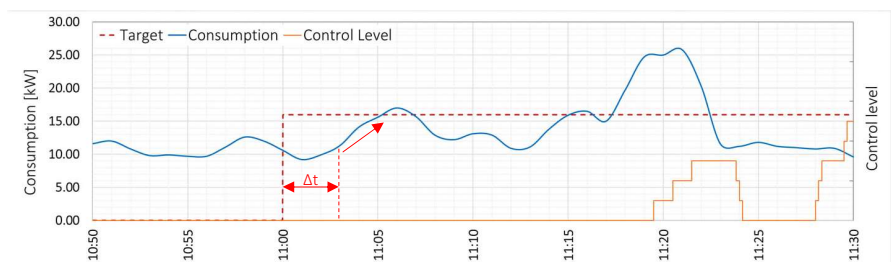
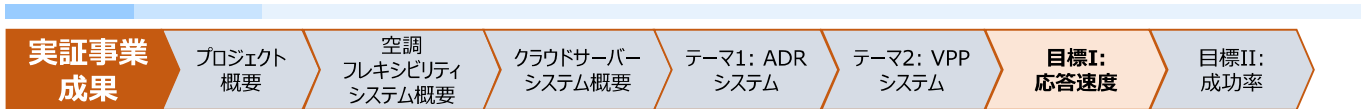


図25: DRイベント中の消費電力量とデマンド制御レベル (Cp.Grande, 2019年10月7日)

3. 実証事業成果



KPIの評価 目標I: 応答速度

◎ : 大幅達成、○ : 達成、△ : 達成見込み、× : 未達

項目	目標	成果	達成度	残った課題/変更した場合はその内容など
項目1. タイキン工業は、冷熱を主とした空調機器を活用した自動デマンドレスポンスをADR/VPP事業者へ提供し、また、従来の空調機器に蓄冷タンクユニットを導入することにより、ネガワット及びポジワットを創出する。ADR/VPP事業者が指令したシグナルに対し、 5分以内 で上記の自動デマンドレスポンス 応答することを目標 とする。	応答時間 5分以内	≈2~3分	◎	一部、空調負荷のごく小さい条件において、相対誤差が大きいくことに より5分以上が計測された条件は存在したが、全体のkW影響は小さい

- ・ イベント開始からの10分の単純移動平均 (SMA₁₀) で算出
- ・ 起動時間は、5分間の連続した増加あるいは減少トレンドの確認により計測を行う。

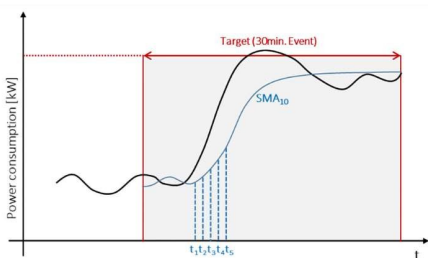


図26: 応答速度の算出

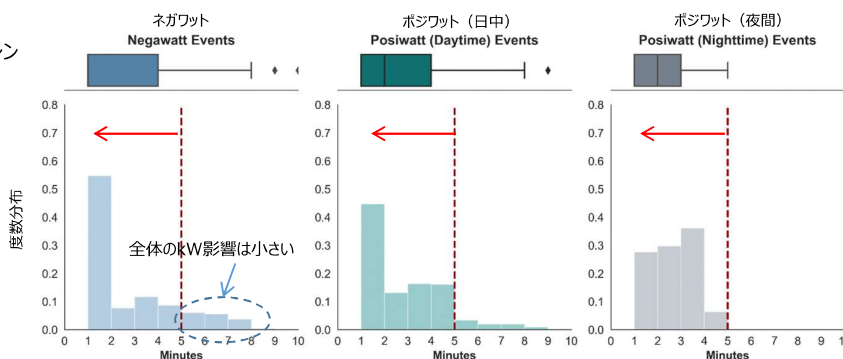
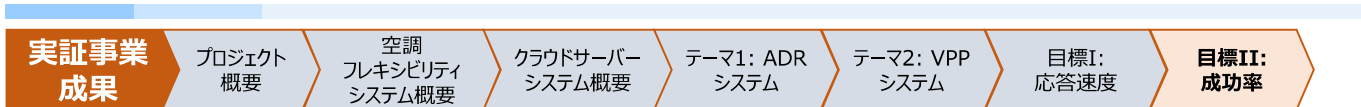


図27: DRイベントごとの応答速度の分布

3. 実証事業成果



KPIの評価 目標II: 応答成功率

◎ : 大幅達成、○ : 達成、△ : 達成見込み、× : 未達

項目	目標	成果	達成度	残った課題/変更した場合はその内容など
項目2. ADR/VPP事業者から受け取ったシグナルの内、ダイキン工業が自動デマンドレスポンスの応答可能と判断したシグナルに対して、実際に 90%の確率 でシグナルの指令内容の通りに 応答することを目標 とする。	応答成功率 90%	53~90% 75% (夏) 50% (冬)	△~○	- 空調および建物電力需要の予測精度に成功率が大きく依存。 - 規則性に乏しい運用が多い建物においては成功率が低い傾向。

ルール 1:

10分以内に目標値に応じた変化量を示しているか

$$\frac{power_{t0} - power_{ref}}{target - power_{ref}} > 0.10$$

ルール 2:

目標増減量に対し±50%の範囲に収まっているか

$$0.5 < \frac{power_{final} - power_{ref}}{target - power_{ref}} < 1.50$$

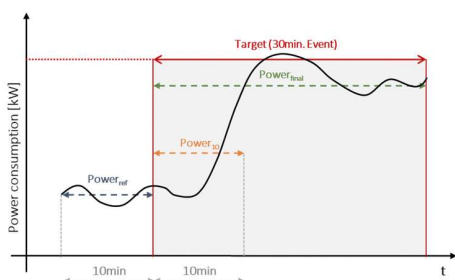
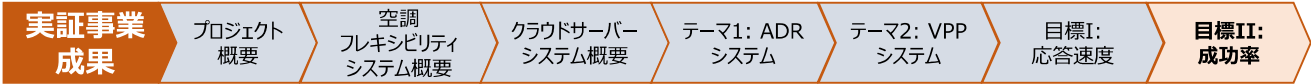


図28: 応答成功率の算出

表5: 実証サイトごとの応答成功率の結果

サイト名	夏季	冬季
City Hall	100/189 (53%)	20/52 (39%)
Olivais	109/176 (62%)	37/70 (53%)
Cp. Grande	390/435 (90%)	97/132 (74%)
LNEG	846/1131 (75%)	94/251 (38%)

- ・ 冬季DRの成功率は相対的に低い
- ・ 蓄冷タンクユニットは暖房運転には適用していないため、制御自由度の幅が限定的であったことが原因



目標II: 応答成功率

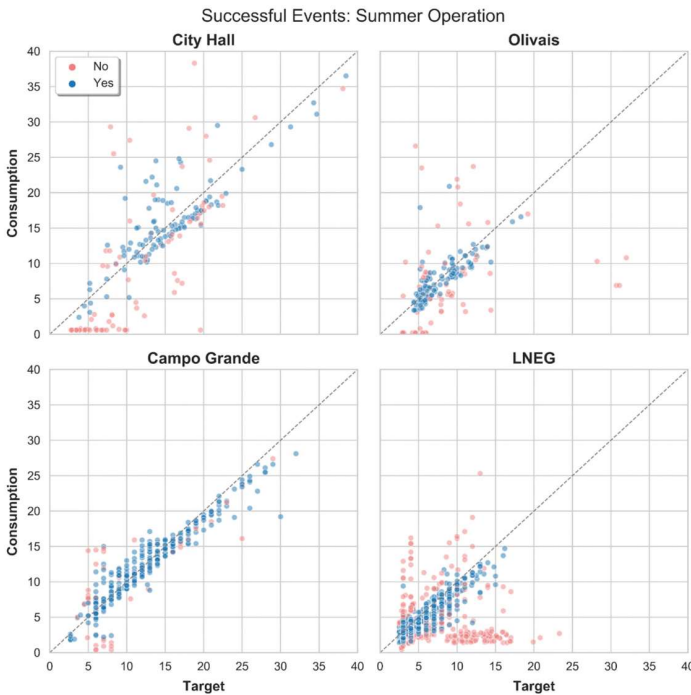


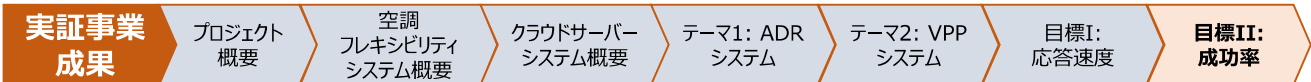
図29: 実証サイトごとの応答成功率の分布

Opt-inイベントに対する応答成功率について、

Yes : ルール 1 およびルール 2 を満たしたイベント

No : どちらか一方のルールを満たさなかったイベント

- オフィスビルであるCampo Grandeは運用の周期性が高く、需要予測精度が高いためイベント成功率が最も高い
- 個々の建物の一日前の予測の正確性は低く、それが結果に影響。イベント/行事等で不規則な負荷を持つ建物では、前日予測の信頼性が低い。
- City Hall、LNEGは運用が不規則で結果のばらつきが大きい（グレーの破線までの各点の距離が短いほど成功に近い）。
- 需要予測が、日中イベント時の空調機の応答だけでなく、予測が外れた際の蓄冷タンクユニットの残留冷熱量の予測にも影響を与えることから、夜間蓄冷運転～翌日のイベントにも影響を与える可能性がある（冷熱使い切りでリセット）。
- 複数のビルを組合せアグリゲートしたデータに対する予測と制御を行うことで、システムの応答性と成功率が向上する可能性がある（アグリゲーション効果の推定は後述）



目標II: 応答成功率

- 成功率を上げるための方策

1. 日中での予測アップデート

- 日中のリアルタイムの消費と予測と実消費の差が大きい場合に、日中のセッションを利用して予測を補正することで、予測精度を高めることができる。
- DR発動に近いタイミングでの補正は、特に負荷パターンが不規則な建物については大きなメリットがある。
- リードタイムを短縮することでより良い予測となる。

$$MAE\% = \frac{\sum_{t=1}^n |d_t - f_t|}{\sum_{t=1}^n d_t}$$

MAE=Mean Absolute Error
d=demand
f=forecast

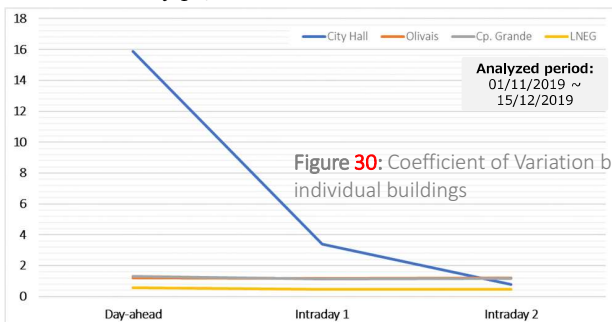


図30: 予測タイミングと予測精度の改善効果の関係

2.アグリゲーション効果

- 異なる実証ビルをアグリゲートすることで、電力消費の行動に対するボラティリティが低下し、予測可能性が高まる。
- アグリゲートされた電力はデータの変動がなまされ、予測や制御が容易になる。
- リスボン市の4サイトの実証ビルのみを集約することでも、消費のばらつきを20%削減することができるとのシミュレーション結果を得た。

$$CV_{ind} = \frac{\sigma}{\mu} \Rightarrow CV_{agg} = \frac{\sigma_{agg}}{\mu_{agg}}$$

CV=Coefficient of variation
 σ =std. deviation
 μ =mean

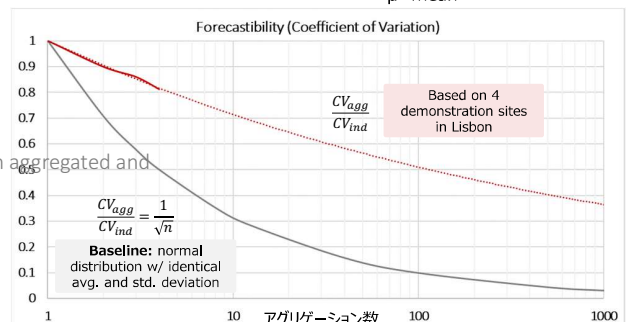
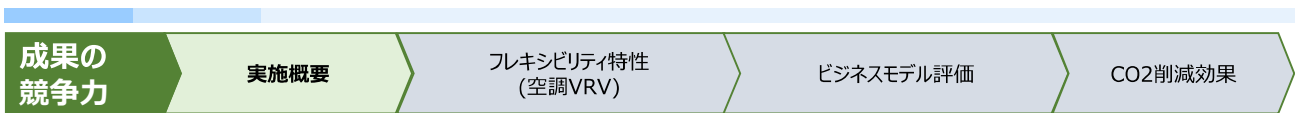


図31: アグリゲーション効果

1. 事業の位置付け・必要性 (NEDO)
 - (1) 事業の意義
 - (2) 政策的必要性
 - (3) NEDO関与の必要性
2. 実証事業マネジメント (NEDO)
 - (1) 相手国との関係構築
 - (2) 実施体制
 - (3) 事業内容・計画
3. 実証事業成果 (ダイキン工業)
 - (1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性 (同上)
 - (1) 事業成果の競争力 [一部非公開]
 - (2) 普及体制 [非公開]
 - (3) ビジネスモデル [一部非公開]
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 対象国・地域又は日本への波及効果の可能性

4. 事業成果の普及可能性



実施概要:

得られた結果から:

- 空調システムによるデマンドレスポンスは**技術的には「Ready」の状態**。
- **十分適用可能な信頼性において** 2つのユースケースが実現できた (ADRシステムとVPPシステム)。
- アグリゲーション効果も含め、**予測性の改善とより正確なレスポンス**の可能性が示された。
- **技術は既に確立している**が、DRのビジネスモデル、特に空調ユニットを活用したものは、現時点では大規模にはロールアウトされていない。

どのように実証から商用ソリューションに展開するか?

- 本実証事業の目的の一環として、DRサービスのためのアグリゲーション型空調システムの**技術的・経済的な実現可能性**について、4つの重点分析に分けて評価を実施：
 - 空調フレキシビリティの特性評価
 - DR/VPPシステム設計基準
 - 電力市場のインセンティブシグナル
 - 制度構築や標準化に向けたロビー (CO2削減効果も併せて評価)

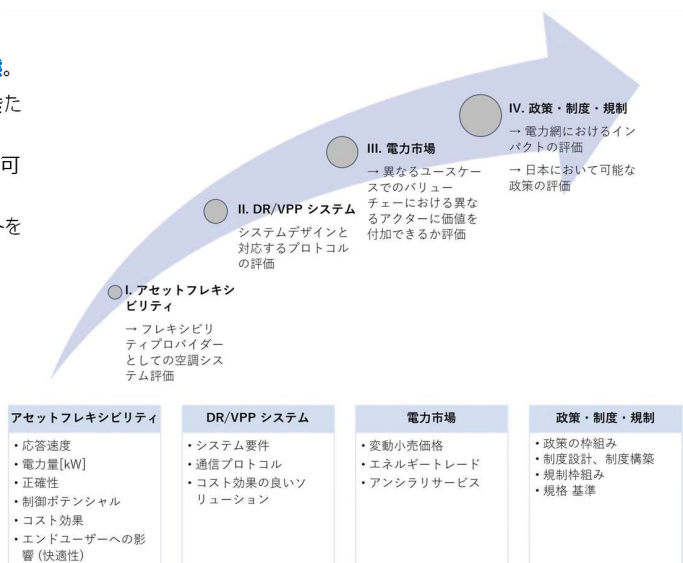
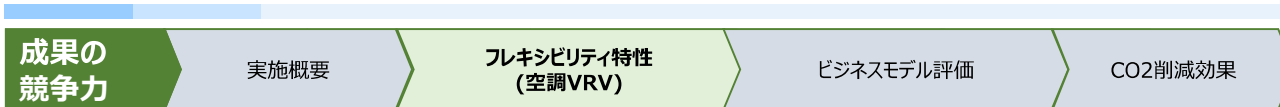


図 32 評価プロセス



フレキシビリティプロバイダーとしての空調システム (VRV)

I. フレキシビリティ量

- 空調負荷率（圧縮機回転数）と Δ kW量との間に直線的な相関を確認
- ネガワットとポジワット量の間には明らかな非対称性を確認
- 空調機 1 台（冷房定格能力22~28kW）あたり3kW以上のポジワット目標は非常に少ない。これは、3kW以上のポジワット創出する目標はユーザーの快適性に大きな影響を与えてしまうためと考えられる。

II. 応答速度

- KPIとして設定された5分以内での応答が可能

III. イベントの精度

- 各実証サイトで空調による精度良いレスポンスが得られた。
- イベント精度の平均は86%で、目標kWとの乖離量が2kW以下のイベントが90%以上
- 精度の低いイベントの要因については下記理由が考えられる。
 - 需要予測の精度に起因するもの（応答成功率での分析内容）
 - 空調負荷が小さい条件下において目標kWが小さい場合、わずかな差でも相対的に精度が悪く算出される。

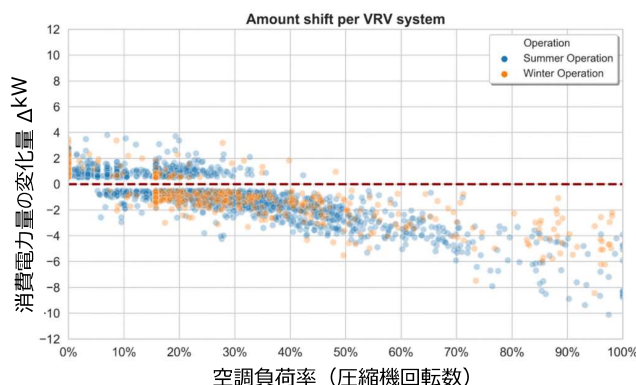


図 33: 空調負荷率（圧縮機回転数）に対するVRVユニットのフレキシビリティ

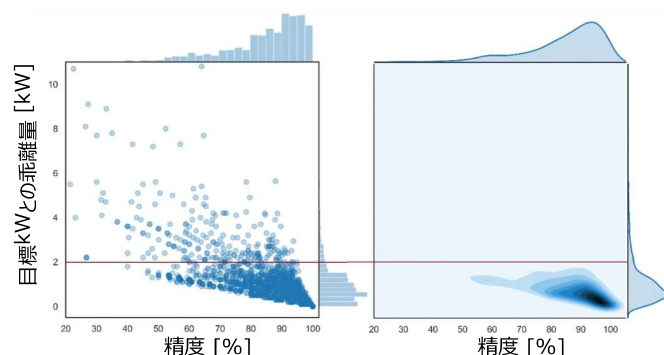
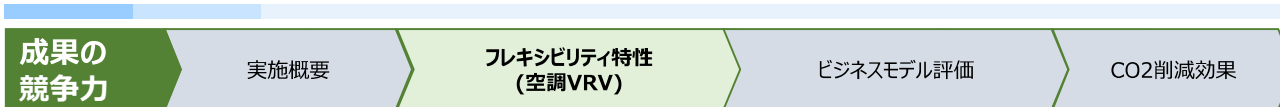


図 34: DRイベントの精度



フレキシビリティプロバイダーとしての空調システム (VRV)

IV. フレキシビリティポテンシャル (制御ポテンシャル)

- 各サイトにおける空調負荷率から、各建物のもつフレキシビリティポテンシャルを算定した。
- 空調負荷率は、主に気温および需要家の利用パターンに大きく依存し、過去の運転データ、気象予測、カレンダー情報などから予測することが可能。
- したがって、空調負荷率の予測から、建物のもつフレキシビリティポテンシャルを算定することが可能となる。
- 負荷とフレキシビリティポテンシャルは概ね直線的な相関を示すが、需要の大きさがフレキシビリティポテンシャルと直接的に等しいわけではない。
- 需要家の応答性は、快適性の確保、需要パターン、およびその他の外部要因（インセンティブなど）から推定する必要がある。
- 制御ポテンシャルは時間依存性があり、例えばDR実施後のリバウンドや残存蓄冷量など後の時間帯におけるフレキシビリティに影響を与える要因もあるため、それらを考慮した一日単位での予測とマネジメント、および複数リソースをアグリゲートした建物全体での予測とマネジメントが肝要となる。

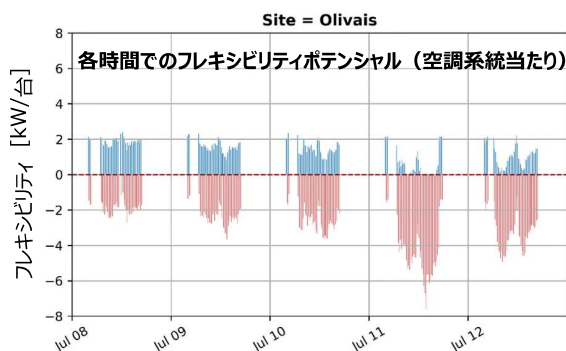


図 35: フレキシビリティポテンシャル変化(日次)

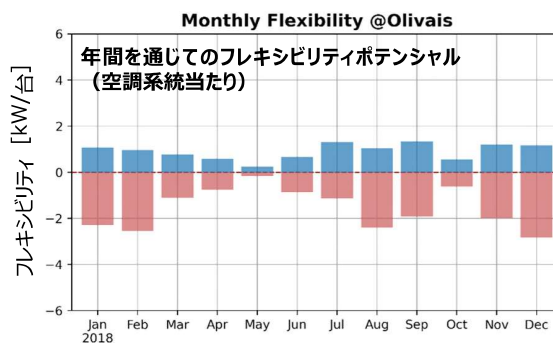


図 36: フレキシビリティポテンシャル変化(月次)



フレキシビリティプロバイダーとしての空調システム (VRV)

V. 需要家への影響

- DRイベントに対する居住者へのWEBによるアンケート調査と室内温度センサー分析により、DRイベント実施に伴う快適性への影響を評価した。
- アンケート調査では、回答者のうち90%以上が「通常の温熱環境（暑すぎない/寒すぎない）」「満足」と回答し、室内温度センサー分析では、全般的に各コントロールエリアでの温度変化は **1℃以下**であったことから、DR中も**快適性が確保されていたとの結論が得られた。**
- 実装にあたっては、**IoTセンシングデバイスを活用**するなど、より居住者環境に近い温度測定やそれらのセンサーデータを使用した制御へのフィードバックなどの改善点が考えられる。

アンケート調査結果

※アンケート調査はDRイベントを実施した同日中に実施

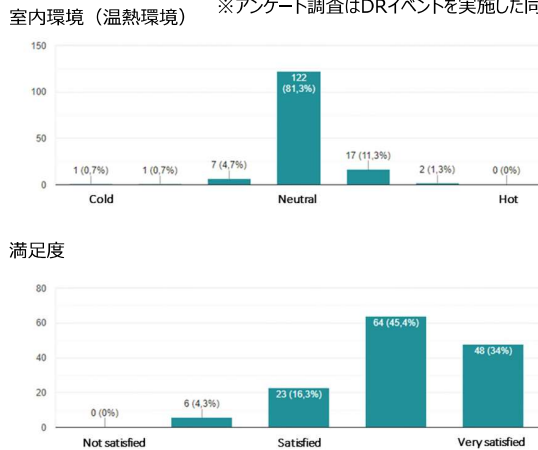


図 37: アンケート結果@LNEG

室内温度センサー分析結果

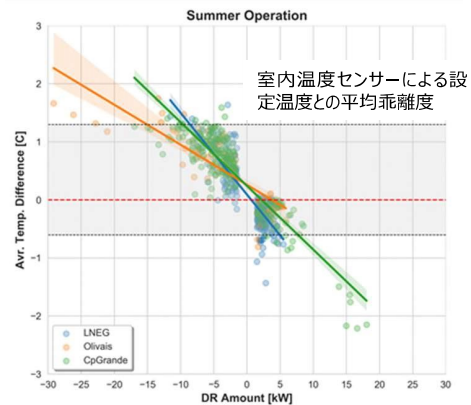


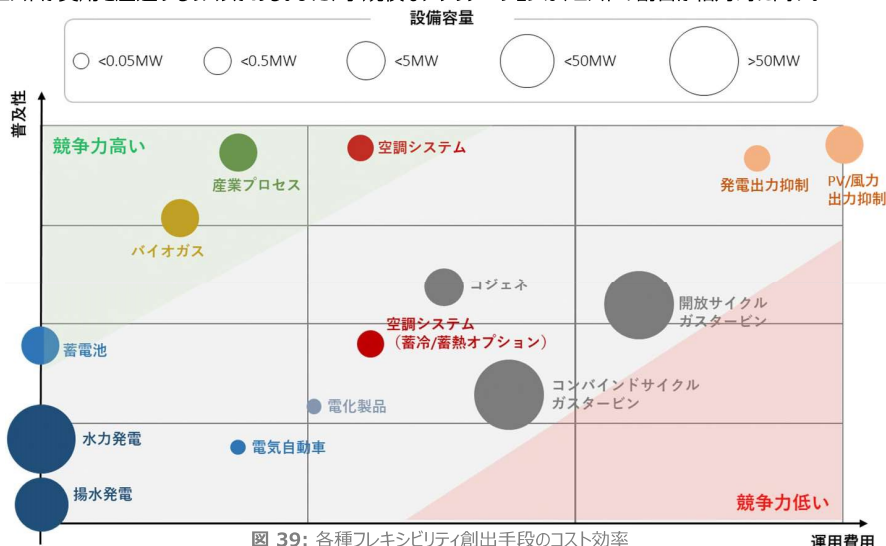
図 38: 各サイトのDRイベント中の平均乖離度 (夏期)

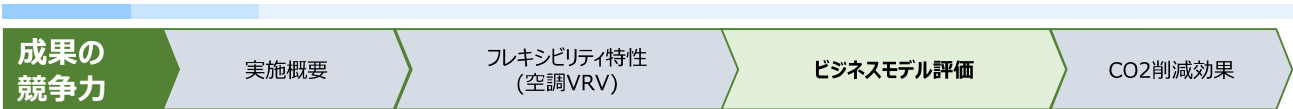


フレキシビリティプロバイダーとしての空調システム (VRV)

VI. コスト効率

- 様々なフレキシビリティリソースのコスト効率を比較した結果、現時点では、バイオガスプラントと産業プロセスにおけるデマンドレスポンスが最も安価なフレキシビリティの一つである。
- 業務用ビルでの普及率の高い個別分散型空調システムの調整余力の活用により、非常に小さい追加コストでフレキシビリティを創出できる可能性がある。
- 一方で、個々の機器における調整余力は小さく、アグリゲーションによる調整力確保が求められることから、データ取得や制御における通信やクラウドシステム等のコストが費用を圧迫するリスクがある。また、小規模なアグリゲーションは、コストの割合が相対的に高い。





ビジネスモデル評価: ケーススタディ

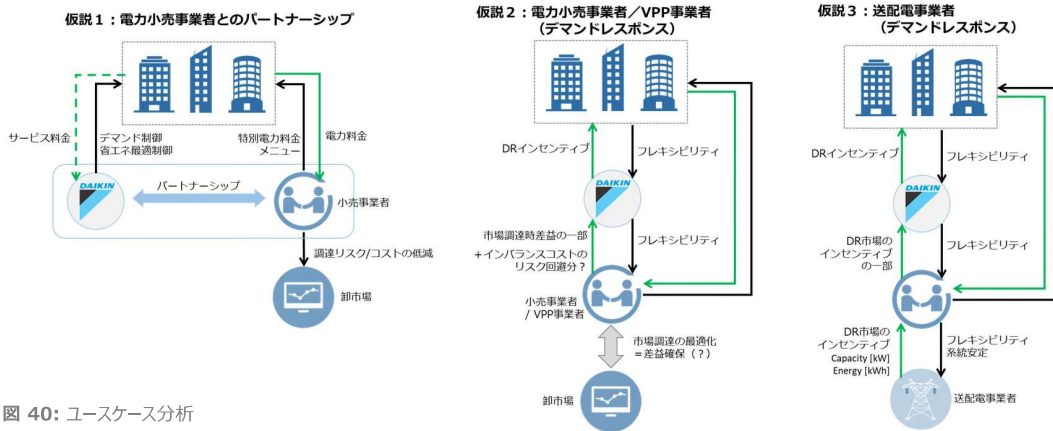
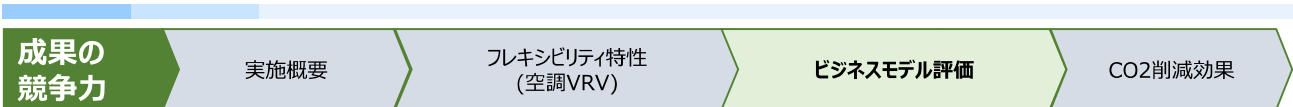


図 40: ユースケース分析

1. 卸市場調達リスク/コスト低減	2. インバランスリスク/コスト回避	3. アンシラリーサービス
<ul style="list-style-type: none"> 電力小売事業者とのパートナーシップを前提としたユースケース 対象需要家を束ねたデマンドコントロールにより卸市場の価格変動時（価格高騰時）の電力調達リスクを軽減 需要家は基本料金低減とアグリゲーション効果によるデマンド制御時の快適性確保のメリットを得る。 	<ul style="list-style-type: none"> 電力市場（スポット市場）でのコスト最適化を目的とし、アグリゲーターやVPP事業者に対しフレキシビリティの供給を行う。 空調需要の予測、さらには空調システムを用いた需要コントロールによりインバランスリスク回避やボラタリティを前提とした市場収益を図る。 需要家は消費電力量の削減と市場収益からの一部を報酬を得る。 	<ul style="list-style-type: none"> 電力システムの最終的な需給調整を目的とし、TSOに対し、需給調整市場を介して二次調整力、三次調整力の供給を行う。 報酬は、調整力としての容量（kW）及び調整力として創出したエネルギー量（kWh）に基づいて支払われることを想定 小売事業者の同意なしに、フレキシビリティをアグリゲーターに直接提供できる「供給者なしの同意」を検討



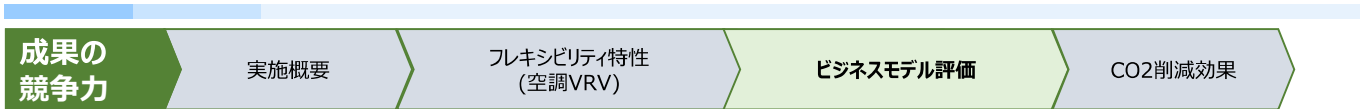
ビジネスモデル評価: ケーススタディ

- DRをベースとしたビジネスモデルを評価する国を選定するために、欧州8カ国を対象に予備的な評価を行い、以下の4カ国を選定した。
- 選定にあたり考慮した要素:
 - ✓ 建築市場 業務用ビル市場の大きさ
 - ✓ 気候 冷房需要・暖房需要
 - ✓ 電力市場 デマンドレスポンスの適用可否
 - ✓ 空調市場 市場の大きさ
- これらを考慮し、ドイツ、フランス、イギリスは、現在、デマンドレスポンスサービスに基づいたビジネスモデルに適した市場であると分析した。さらにこれらの国に、本実証事業の実施国であるポルトガルを追加した計4カ国をビジネスモデルを評価する国として選定した。

	Portugal	Great Britain	Germany	Spain	France	Italy	Netherlands	Belgium
Buildings	2.0	3.5	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5
Commercial Building Floor Area	1	4	5	4	4	1	4	2
Commercial Energy Intensity	3	3	3	4	3	5	1	3
Weather	2.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0
Cooling + Heating Degrees	2	4	4	2	3	2	3	3
Demand Response	1.3	4.0	3.0	1.3	4.5	2.8	2.5	2.8
Capacity	1	5	1	1	5	5	1	1
Wholesale	1	3	3	1	5	1	3	1
Ancillary Services	1	5	3	1	5	1	3	5
Imbalance Price	2	3	5	2	3	4	3	4
AC Sales	3.0	5.0	4.0	3.0	5.0	4.0	2.0	2.0
AC Sales	3	5	4	3	5	4	2	2
RESULTS	8	17	15	10	16	12	10	10

4. 事業成果の普及可能性

(3) ビジネスモデル
(4) 政策形成・支援措置

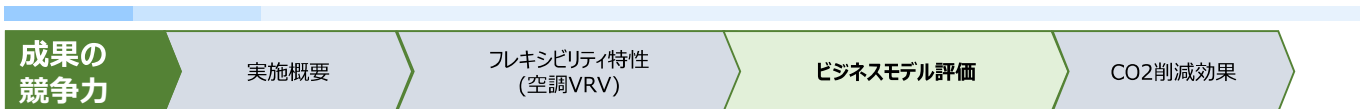


ビジネスモデル評価: ケーススタディ

	ポルトガル	ドイツ	フランス	英国	日本
現状	<ul style="list-style-type: none"> 多数の揚水発電によるフレキシビリティ ソーラーオークションの導入 (2030年までに7GW導入予定) 石炭火力の段階的廃止: 2025年 	<ul style="list-style-type: none"> フレキシビリティに欠ける市場シグナル (ネガティブプライス、RESの削減)。 “Energiewende”の下での明確なインセンティブ VPPの最先端市場 原子力発電からの脱却 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力・水力に依存 可変生成の低集積化 (10%未満) DRの最先端市場 石炭火力の段階的廃止: 2022年 	<ul style="list-style-type: none"> 過去数年間の石炭火力からガス火力へ早急に移行 石炭火力の全廃: 2025年 にオークションと差額決済契約制度 (CFD) を導入 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電稼働停止後、化石燃料への依存度増加 FITによるRESインセンティブの導入
容量市場	<ul style="list-style-type: none"> 欧州委員会により停止 DRは参加不可 	<ul style="list-style-type: none"> 戦略的予備力 (エネルギーマーケットのみ) パイロット実施 	<ul style="list-style-type: none"> 分散市場 (キャパシティ証明書) DRは参加可 	<ul style="list-style-type: none"> 中央市場 DRは参加可 (クリアランスボリュームは増加) 	<ul style="list-style-type: none"> 中央市場 DRは参加可能 (限定的) 2024年度市場開設
スポット市場	<ul style="list-style-type: none"> 上限・下限のキャップにより価格変動が非常に小さい 価格形成は自由ではない 	<ul style="list-style-type: none"> ネガティブプライスが常态化している状況 DR参加可 	<ul style="list-style-type: none"> 高い価格変動性 DR参加可 	<ul style="list-style-type: none"> 高い価格変動性 ネガティブプライスの方が多い 	<ul style="list-style-type: none"> 高い価格変動性 地域間の価格差 (東 > 西)
アンシラリーサービス	<ul style="list-style-type: none"> DRは参加不可 (発電機のみ参加可) 価格形成は自由ではない 	<ul style="list-style-type: none"> DR参加可 過去数年で平均落札価格が大幅に低下 (競合)。 風力発電が増加 	<ul style="list-style-type: none"> DR参加可 高い価格変動性 ネガティブプライスの方が多い DRへの参加をインセンティブに 	<ul style="list-style-type: none"> DR参加可 製品や活性化が透明ではない 風量削減は指数関数的に増加している。 	<ul style="list-style-type: none"> 地域電力会社がDRを調達 2021年度に需給調整市場創設 (三次調整力から段階的に開設)
空調/ヒートポンプ市場	<ul style="list-style-type: none"> 市場規模は比較的小さい 電化率は低い 	<ul style="list-style-type: none"> 暖房における脱炭素化、ヒートポンプ推進 成長市場 	<ul style="list-style-type: none"> EU 最大の市場 電化率は高い 	<ul style="list-style-type: none"> 暖房における脱炭素化、ヒートポンプ推進 EUで2番目に大きな市場 	<ul style="list-style-type: none"> 電化率は高い
フレキシビリティ / DR の機会	市場はオープンではない	DR参加は認められているが、取り組は遅い	すべての市場はDRに開放されており、ピーク時には高値で取引される	すべての市場はDRに開放されており、ピーク時には高値で取引される	市場の改革が進んでいる。DRは緊急時の調整力として活用されている

4. 事業成果の普及可能性

(3) ビジネスモデル

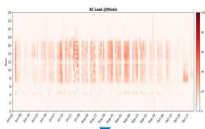


ビジネスモデル評価: ケーススタディ

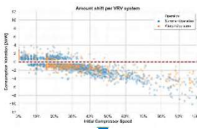
Step 1: フレキシビリティの価値定量化

- 空調システムの建物、市場、制御の可能性に関する履歴データに基づく負荷の最適化 (年間の最適化)
- 最適化の関数は各ユースケース毎に設定
- 市場のプレーヤーにフレキシビリティを提供することによる追加の収益または省コストの計算

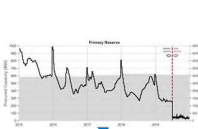
Historical data (building, AC)



AC Flexibility / Control potential



Market data (spot, ancillary)



Optimization model

Flexibility value (Revenue/year)

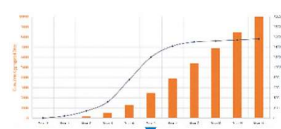
Step 2: 事業性評価

- フレキシビリティの価値は、10年間のキャッシュフローとして反映
- キャッシュフローと成長力を見積り
- 仮定の変数: アグリゲートされるビル数
- CAPEXとOPEXは各ユースケースで必要な開発に応じて見積り

CAPEX & OPEX

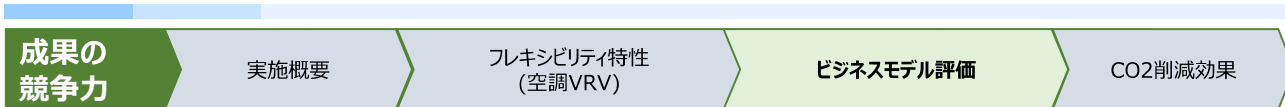
Item	Cost
Payroll	432,000.00 €
Rent & Utilities	50,000.00 €
Legal services	15,000.00 €
Marketing	12,000.00 €
Travel Fleet and Sales Expenses	35,000.00 €
Insurance	1,200.00 €
Others (Patents, R&D, etc.)	7,500.00 €
Total	552,700.00 €

Initial assumptions (growth, etc.)



Financial model

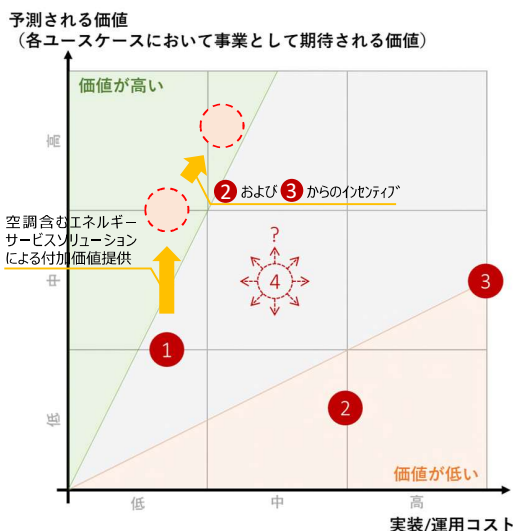
Cash flow calculation



ビジネスモデル評価: ケーススタディ

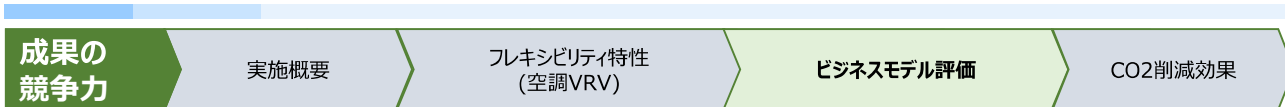
- 電力市場での取引をベースとするユースケースにおいては、市場から得られるインセンティブのみで事業モデルを構築することは、フレキシビリティ創出のための実装および運用コストを勘案すると課題が多い。
- ただし、DR/VPPを電力事業者との協業におけるキーコンテンツしつつ、エネルギーを含むサービスソリューション全体としてのユーザーメリットを創出することにより、その可能性は十分あると考えられる。

- ①卸市場調達リスク/コスト低減**
現時点では価値は高くないとの評価であるが、下記理由により中期的な視点で魅力的になる可能性あり
- システムインテグレーションに係るコストは比較的小さい
 - 電力小売りとのパートナーシップによる**建物における統合ソリューション提供**によって経済性価値の向上が期待できる
- ②インバランスリスク/コスト回避**
経済性は、電力市場（スポット市場）からの価格シグナルに強く依存する
- 市場からの価格スプレッドは小さいため、**アセットごとの期待収益は非常に小さくなる**
 - インセンティブは多くの場合高いマージンを持つ年に数回のピーク負荷時に発動されるアセットに適している
 - つまり、**単位容量が比較的大きなアセットでない限り収益性を見込むことは難しい**



- ③ アンチラリーサービス**
- 予測される価値は中程度であるが、応答制御の**信頼性と精度が要求されるため、実装/運用に手間・コスト**がかかる
 - 市況により不確実性の高い事業環境であり、**落札価格は下落傾向**
- ④ ローカルフレキシビリティ市場**
- 配電レベルでの局所的な系統制約・混雑緩和に向けて開設される取引市場であり、本実証コンセプトとも合致している
 - **英国、ドイツ中心にパイロットプロジェクト・一部商用化が進んでいるが、現状では、ビジネスモデルの可能性を十分に評価することは困難**

図 41: 各ユースケースの事業性評価



ビジネスモデル評価: ケーススタディ

- I. インセンティブの最大化:** アグリゲーションによるフレキシビリティ価値の最大化 PV等の他のリソースとの組合せ
- II. コスト削減:** DR対応の機器制御およびシステムの標準化 機器の接続コストの低減
- III. 制度構築に向けたロビー:** ZEBやスマートビル要件として、建物から創出される**フレキシビリティの評価・認証**

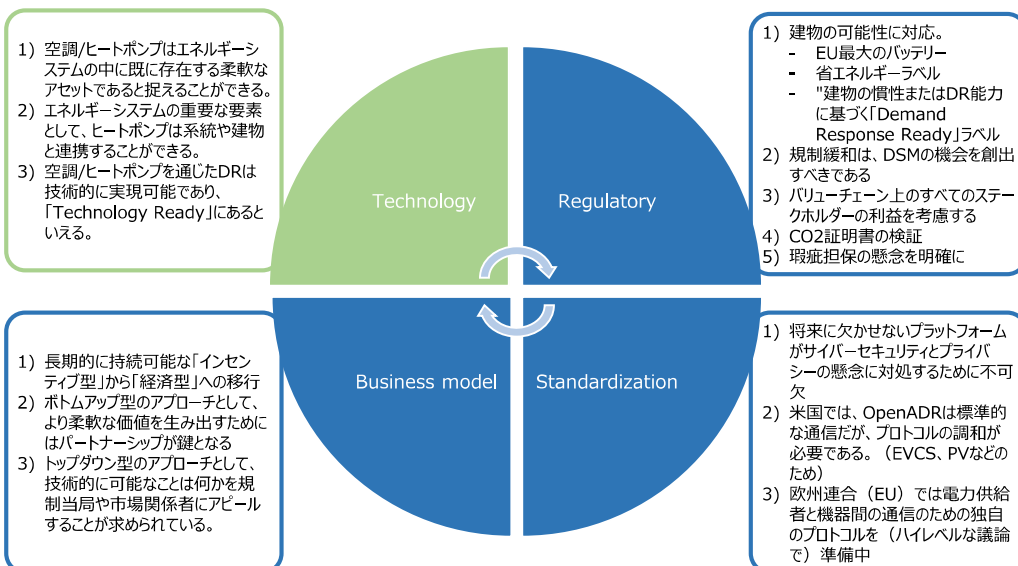


図 42: DR/VPP事業に向けた課題と評価

成果の競争力

実施概要

フレキシビリティ特性
(空調VRV)

ビジネスモデル評価

CO2削減効果

CO2削減効果

CO2削減効果について、2つのケースについて算出を行った。

- I. デマンドレスポンス（蓄冷利用あり/なし）により消費電力量およびピーク負荷削減の最適化運用を行うケース
- II. デマンドレスポンスにより化石燃料による発電所の設備容量を削減するとしたケース

I. デマンドレスポンス能力が独立して考慮されている場合:

- システムレベルでは、中規模オフィスに設置されている蓄冷タンクユニット付きの集合型空調設備の柔軟な運用の影響は極めて限定的である。
- CO₂排出量を0.05%未満に抑えるとの試算結果。
- 蓄冷/放冷は、数MWhの石炭ガスからの転換に相当する。
- エネルギー効率性はCO₂排出量への影響が最も大きい。

シナリオ	CO ₂ 削減効果
1: 蓄冷ストレージの使用（日中に使用し、夜間に蓄冷）	▲0.014% ▲2,130 tCO ₂
2: ピーク負荷の削減（蓄冷ストレージ無し）	▲0.023% ▲3,500 tCO ₂
3: 空調ピークの削減（効率的な運用、蓄冷ストレージ無し）	▲0.038% ▲5,780 tCO ₂

前提条件:

- 対象：23,000棟のビル
- 稼働日：180日/年
- 時間ステップ：30分
- ベースラインの年：2018

シナリオ 1:

- 夏季における最適化運用
- 日中におけるポジワット要求はなし（再エネ電源出力抑制は極小）
- 蓄冷熱を日中に利用/夜間に蓄冷運転
- 発電の多くは排出係数の大きい石炭またはガス火力にて行われる

シナリオ 2:

- 年間を通じた空調システム運用の最適化
- 電力ピーク負荷時の空調負荷削減

Scenario 3:

- 年間を通じた空調システム運用の最適化
- 空調ピーク負荷時の負荷削減

成果の競争力

実施概要

フレキシビリティ特性
(空調VRV)

ビジネスモデル評価

CO2削減効果

CO2削減効果

II. デマンドレスポンスにより化石燃料による発電所の設備容量を削減するとしたケース:

- ポルトガルでは、石炭火力発電所の閉鎖とデマンドレスポンス（システムの適正化）を組み合わせることで、排出量を最大約10%、平均5.9%削減する可能性があるとの試算結果。

前提条件:

- 石炭火力発電所(576MW)の焚き減らし
- ピーク期間においてデマンドレスポンスによる付加的な容量を供給する
- 時間ステップ: 1時間
- ベースラインの年: 2018, 2019

試算結果:

- 2018年、2019年平均CO₂排出量：平均 12,910,000 tCO₂/年
- DR予備力によるCO₂削減効果：平均 ▲765,000 tCO₂/年 (▲5.9%)
- 月別最大 ▲181,000 tCO₂/月 (▲10.8%)

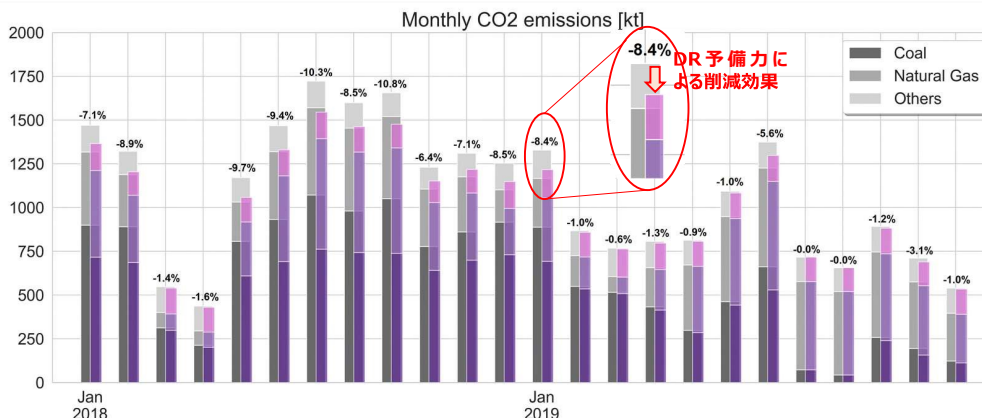


図 43: CO2排出削減量

参考資料 評価の実施方法

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
ポルトガル共和国における自動ダイヤモンドレスポンス実証事業」
個別テーマ／事後評価に係る評価項目・基準

1. 事業の位置付け・必要性

(1) 意義

- ・ 対象技術について、国際的な技術水準や競合技術の状況が適切に分析され、我が国が強みを有するといえるものであったか。

(2) 政策的必要性

- ・ 案件の発掘、実証要件適合性等調査及び実証前調査でのプロポーザル、実証での売り込みなどのフロー全体を通じて、我が国の省エネルギー、新エネルギー技術の普及が促進され、世界のエネルギー需給の緩和を通じた我が国のエネルギーセキュリティの確保に資するものであったか。また、温室効果ガスの排出削減に寄与するものであったか。
- ・ 当該フロー全体を通じて、技術の普及に繋がる見通しが立っていたか。
- ・ 同時期以前に同じ地域で、同じ技術の実証や事業展開がなされていなかったか。
- ・ 日本政府のエネルギー基本計画等の政策の趣旨に合致していたか。
- ・ 対象国政府との政治・経済的な関係を考慮した効果的なアプローチとなっていたか。

(3) NEDO 関与の必要性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、公的資金による実施が必要とされるものであったか。とりわけ、技術的な不確実性の存在、普及展開を図る上での運転実績の蓄積、実証を通じた対象国における政策形成・支援の獲得など、実証という政策手段が有効であったか。
- ・ 採択時点で想定していた事業環境や政策状況に関する将来予測・仮定について、実証終了時点の状況との差異が生じた要因を分析した上で、採択時における将来予測・仮定の立て方が妥当であったか。また、将来予測・仮定の見極めにあたり今後どのような改善を図るべきか。

2. 実証事業マネジメント

(1) 相手国との関係構築の妥当性

- ・ 対象国と日本側との間で、適切な役割分担及び経費分担がされたか。
- ・ 対象国において、必要な資金負担が得られていたか。
- ・ 対象国における政府関係機関より、電力、通信、交通インフラ、土地確保等に関する必要な協力が得られたか。今後の発展に資する良好な関係が構築できたか。
- ・ 当該実証事業は、対象国における諸規制等に適合していたか。

(2) 実施体制の妥当性

- ・ 委託先と対象国のサイト企業との間で、実証事業の実施に関し協力体制が構築されたか。サイト企業は必要な技術力・資金力を有していたか。
- ・ 委託先は、実証事業の実現に向けた体制が確立できていたか。当該事業に係る実績や必要な設備、研究者等を有していたか。経営基盤は確立していたか。

(3) 事業内容・計画の妥当性

- ・ 実証事業の内容や計画は具体的かつ実現可能なものとなっていたか。想定された課題の解決に対する方針が明確になっていたか。
- ・ 委託対象経費について、費用項目や経費、金額規模は適切であったか。
- ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化に向けた取組が適切に検討されていたか。
- ・ 事業の進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応していたか。

3. 実証事業成果

(1) 事業内容・計画の達成状況と成果の意義（省エネ又は代エネ・CO2削減効果を含む）

- ・ 事業内容・計画目標を達成していたか。
- ・ 未達成の場合、達成できなかった原因が明らかで、かつ目標達成までの課題を把握し、この課題解決の方針が明確になっているなど、成果として評価できるものであったか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られていたか。
- ・ 設定された事業内容・計画以外に成果があったか。
- ・ 実証事業に係る省エネ効果又は代エネ効果、CO2削減効果は妥当な水準であったか。

4. 事業成果の普及可能性

(1) 事業成果の競争力

- ・ 対象国やその他普及の可能性がある国において需要見込みがあるか。将来的に市場の拡大が期待できると考えられるか。（調査実績を例示できることが望ましい。）
- ・ 普及段階のコスト水準や採算性は妥当と考えられるか。また、実証事業終了後から普及段階に至るまでの計画は、事業化評価時点のものより具体的かつ妥当なものになっていると考えられるか。（事業化評価段階時に報告確認された売上と利益見込みが更新されているか。）
- ・ 競合他者に対する強み・弱みの分析がなされているか。特に、競合他者に対して、単純な経済性だけでない付加価値（品質・機能等）による差別化が認められるか。
- ・ 想定される事業リスク（信用リスク、流動性リスク、オペレーショナルリスク、規制リスク等）が棚卸されているか。その上で、これらリスクに係る回避策が適切に検討されているか。

(2) 普及体制

- ・ 営業、部材生産、建設、メンテナンスなどの役割分担毎に、技術提携や合弁会社の設立など、ビジネスを実施する上での体制が検討されているか。(既に現地パートナーとの連携実績がある、現地又は近隣地に普及展開のための拠点設置につき検討されていることが望ましい。)
- ・ 当該事業が委託先の事業ドメインに合致している、又は経営レベルでの意思決定が行われているか。

(3) ビジネスモデル

- ・ 対象国やその他普及の可能性のある国での普及に向けて、具体的かつ実現可能性の高いビジネスプランが検討されているか。
- ・ 対象国やその他普及の可能性のある国において、普及に資する営業活動・標準化活動が適切に検討されているか。
- ・ 日本企業が継続的に事業に関与できるスキームとなっていることが見込まれるか。
- ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化を考慮したビジネスプランが検討されているか。

(4) 政策形成・支援措置

- ・ 対象国やその他普及の可能性のある国において、普及のために必要な政策形成・支援措置が検討されているか。

(5) 対象国・地域又は日本への波及効果の可能性

- ・ 当該技術の普及が、対象国・地域や日本におけるエネルギー問題、二酸化炭素排出、インフラ整備、雇用、人材育成等、各種課題の解決への貢献又は波及効果が期待できるか。