



令和6年度昼の電力需要創出に向けたモデル実証 結果報告会

2025.3.18



Loop会社紹介

会社名 株式会社Loop

設立 2011年4月4日

所在地 東京都台東区上野三丁目24番6号

従業員数 270名(2025/7/31現在)

売上高 45,591百万円※2025年3月期単体

主要事業
電力小売事業
再エネ事業(EPC、O&M、IPP)
スマートライフ事業(家庭用太陽光・蓄電池の販売)

資本金 4,094百万円(資本準備金3,773百万円) ※2025年3月末現在





エネルギーフリー社会の実現

人々がエネルギーを自由に使い、新しい価値を創造し発揮することで、
持続的な豊かさを実現できる社会

再生可能エネルギーの普及には、①再生可能エネルギー発電量の増加、②消費電力のコントロールの2つが必要。Loopは両方にコミット。

発電



画像出典: Loop中標津ソーラー発電所

コントロール



本実証

再生可能エネルギーの普及には、①再生可能エネルギー発電量の増加、②消費電力のコントロールの2つが必要。Loopは両方にコミット。

発電



コントロール



本実証

地上設置／屋根置き型発電所のEPC・O&MおよびPPAにおける豊富な実績

地上設置型EPC

EPC実績
400MW以上



屋根置き型EPC

EPC実績
100MW以上



O&M

地上型 400MW以上
屋根型 80件以上



PPA

保有アセット
150件以上、70MW以上



再生可能エネルギーの普及には、①再生可能エネルギー発電量の増加、②消費電力のコントロールの2つが必要。Loopは両方にコミットしている。

発電



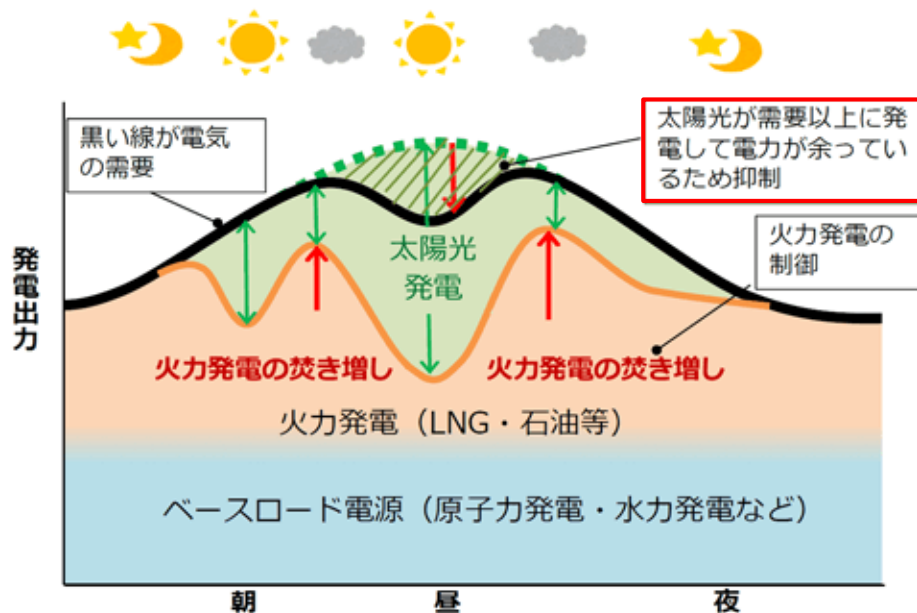
画像出典: Loop中標津ソーラー発電所

コントロール



本実証

再生可能エネルギーの発電量は増えているが、日中の電気使用量が少ないため、
年間約19億kWh^{*1} (約45万世帯分の年間電力使用量 相当)もの再エネが捨てられている(出力抑制)

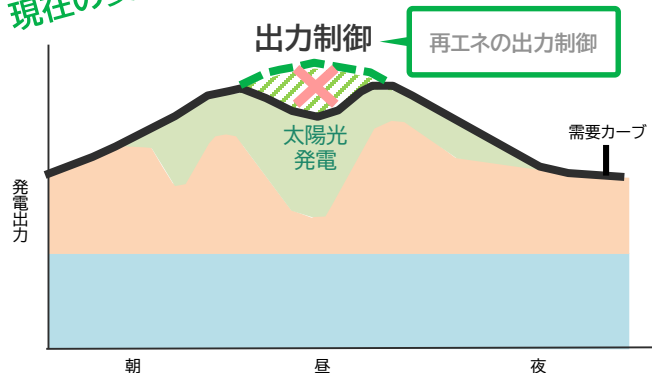


出典:資源エネルギー庁「なるほど!グリッド」

*1) 経済産業省『再生可能エネルギーの出力制御の抑制に向けた取組等について』より
*2) 1世帯当たり4,175kWh/年だった場合。環境省『家庭部門のCO2排出実態統計調査』より

日中に余る、太陽光発電由来の安い電力を使っていただき、再エネを最大限普及させたい

現在の姿

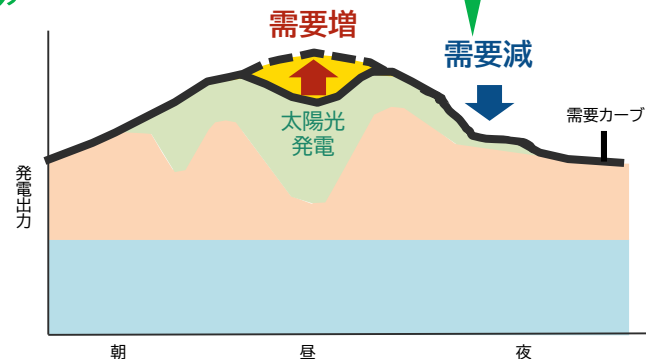


問題

消費電力をコントロールする必要



あるべき姿



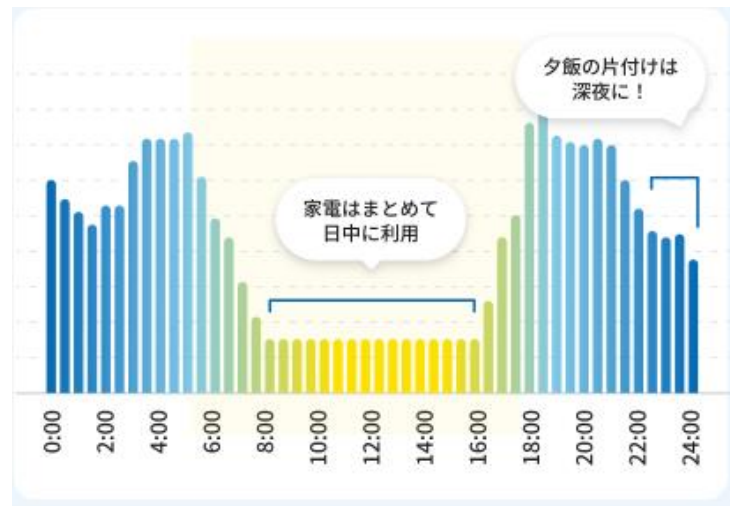
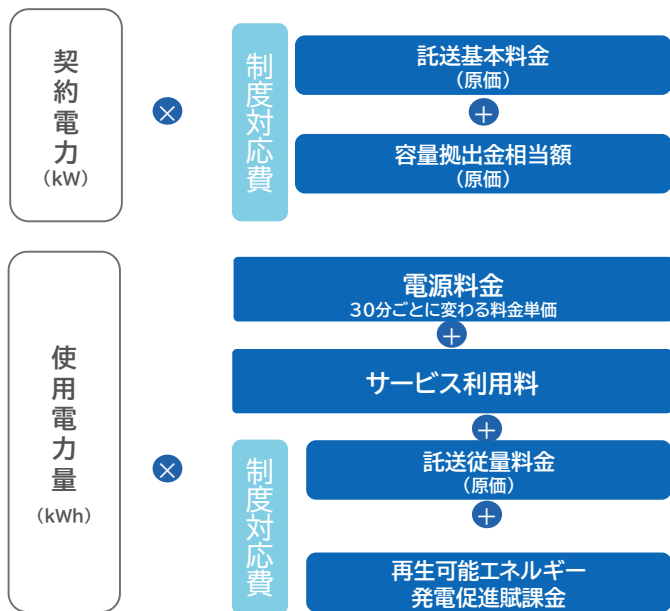
DR = Demand Response (デマンド・レスポンス)
消費者が賢く電力使用量を制御することで、電力需給バランスを調整するための仕組み

Loopのアクション

昼間、市場にあふれる太陽光由来の安い電力を上手に使っていただけるような電気料金メニューを作ろう！

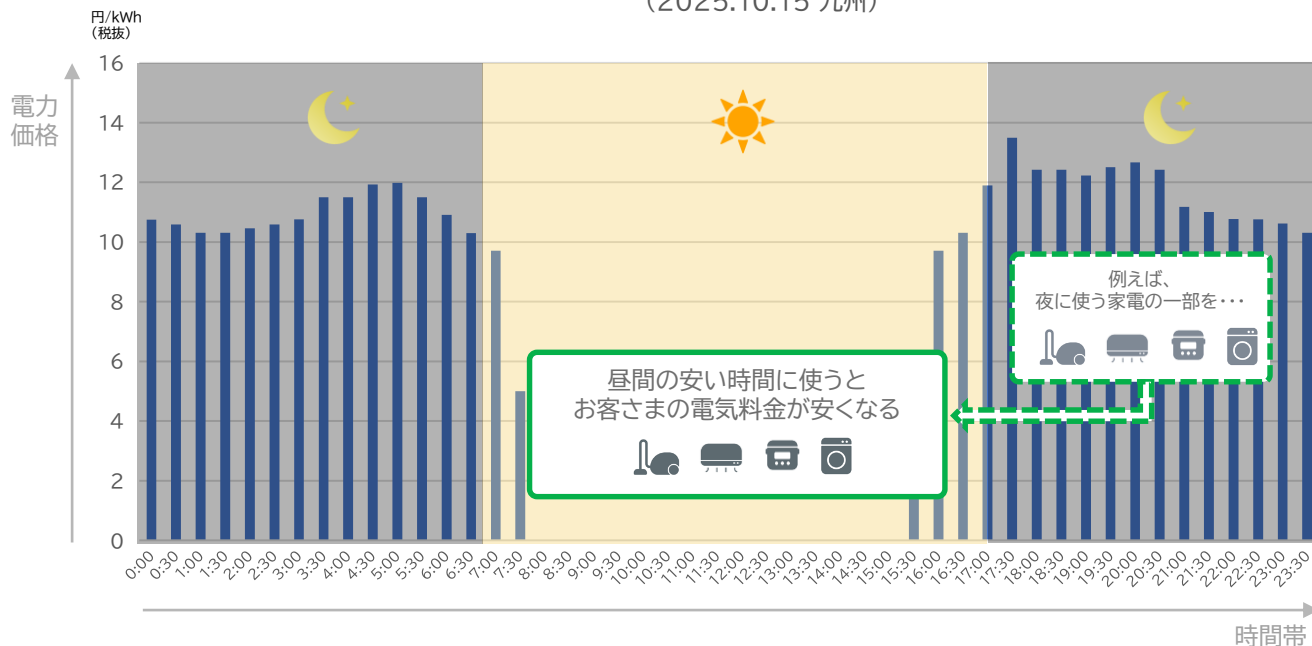


- 2022年12月に市場連動型の電気料金プラン「スマートタイムONE」をリリース。
- 低圧約34万件(2025年1月時点)に、30分ごとに電力市場に合わせて変動する単価にて電力を供給中。
- 家庭向けのダイナミックプライシング(DP)供給では最大。






再エネが余っている時間に電気を使っただけならば、お客さまの電気料金も安くなる

1日の時間帯ごとの電力市場価格 (2025.10.15 九州)



使用電力を楽にコントロールできるサービスがあればより再エネも使えて電気代も安く...

2C領域	行動変容型エネマネ	1. Loopでんきアプリによるピークシフトのサポート (2025.1～)
		2. DRキャンペーンの実施 (2019～) 
	機器制御型エネマネ	3. スマートリモコンによる空調エネマネのリリース (2025.11～)
		4. 家庭用蓄電池の販売・遠隔制御 (2017～) 
		5. ポータブル電源の市場連動制御実証(2025.11～)
		6. SwitchBotボットによる家電の市場連動制御実証 (2025.1 
		7. さいたま市浦和美園でのマイクログリッド事業 (2022～)
マイクログリッド		
2B領域	系統用蓄電所	8. 系統用蓄電所事業(2025～)



- アプリを用いた電気の使用状況の可視化・行動変容の促進を実施。
- 「アプリを活用した市場連動型料金プラン」として2025年GOOD DESIGN賞を受賞。

料金単価の可視化



単価が高い時間・安い時間は プッシュ通知を発信

4月4日 火曜日
12:57
0 23 15 26

でんき注意報 15分前
もうすぐ「でんき注意報」の時間帯です。ピークシフトや節電で電気の使用を変えてみましょう。

翌日単価更新 23:00
明日のでんき予報が更新されました。アプリで電力単価を確認しましょう。

請求確定通知 15m ago
今月の電気代が確定しました。アプリで確認しましょう。

現在の電費予報
東京電力エリア (電灯)

電源単価 請求単価

電気代・使用量・スマート使用量の可視化



ピークシフトのための 情報コンテンツ発信

18:50

いつもの自分に+1アクション

ピークシフトや節電をして、いつもの自分よりも使用量が少なくなれば目標達成です。
+1アクションできそうなヒントがあれば、アイコンをタップして取り進んでみましょう！

-0.01 kWh
蛍光灯の点灯時間を1日1時間短くしてみよう

-0.03 kWh
冷蔵庫設定温度を1℃上げてみよう

-0.05 kWh
洗濯を1日1時間OFFしてみよう

-0.09 kWh
エアコンのフィルターを掃除してみよう

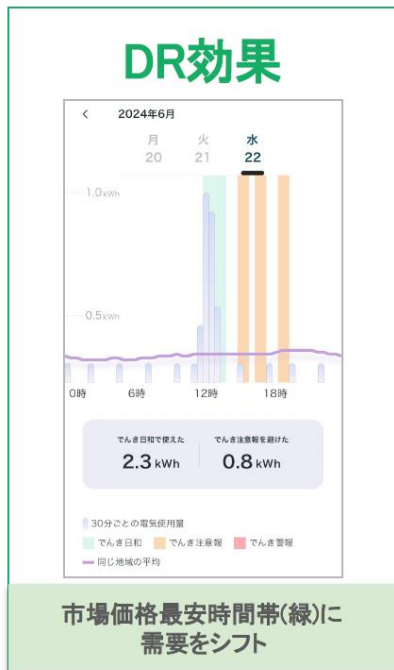
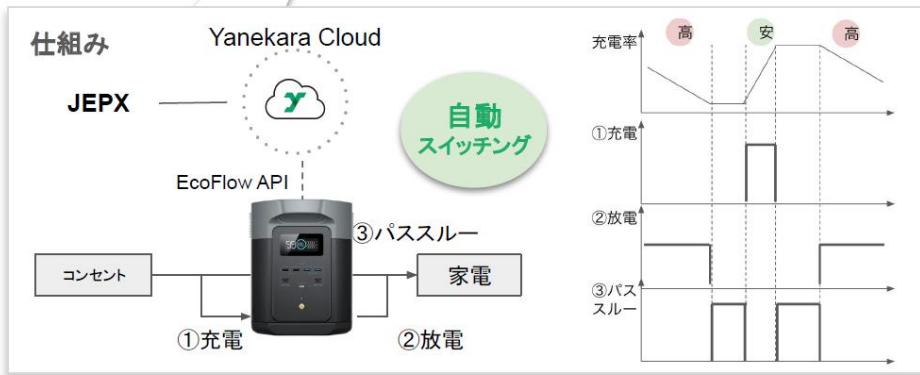
- 国内初のポータブル電源市場連動制御実証を実施中



家具のコードを
ポータブル電源にプラグイン

ポータブル電源をWi-Fiに接続

するだけで制御開始



- エネルギーフリー社会の実現のためには、再エネの有効活用が必要
- 再エネの出力制御の増加状況を改善するため、行動変容や機器制御を通して昼の電力需要を創出する本実証は、当社がビジョン達成の取り組むべき方針と一致

株式会社Loop

宣言①: 製品、サービス、取組展開を通じてデコ活を後押しします！

株式会社Loopは再生可能エネルギーの普及に取り組む独立系エネルギー事業者です。「エネルギーフリー社会の実現」をビジョンに掲げ、再生可能エネルギーの需要を喚起する電力小売事業と、その普及を目指す再生可能エネルギー事業の2つを柱に、人々がエネルギーを自由に使い、持続的な豊かさを実現できる社会の実現を目指しています。エネルギーを「つくる・コントロールする・届ける」すべてのプロセスでの知見を活かし、顧客への新たな価値創造と再生可能エネルギーの需要喚起によって「デコ活」に貢献してまいります。



引用: 環境省様デコ活HP

実証結果報告

1. 電気代1時間無料およびネガティブプライスキャンペーン実証
2. 蓄電池の市場連動制御実証
3. 指ロボットによる家電の市場連動制御実証

1. 電気代1時間無料およびネガティブプライスキャンペーン実証

2. 蓄電池の市場連動制御実証

3. 指ロボットによる家電の市場連動制御実証

Loop でんきの市場連動型プラン「スマートタイム ONE」ご契約者の一部に対し、実証期間において電気料金を**無料**または**-20円/kWhのネガティブプライス**で提供するキャンペーンを実施し、DR量や環境意識等による行動の変化を測定した。

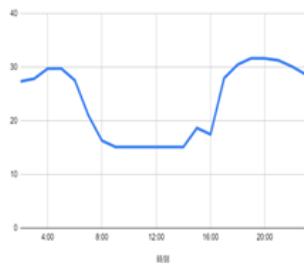
- 実証期間： 秋実証 2025年11月20日(水)、11月24日(日) 12:00-12:59
冬実証 2025年1月8日(水)、1月12日(日) 12:00-12:59
- 対象エリア： 東京電力エリア、中部電力エリア、関西電力エリア
- 対象世帯数： 電気代無料群 6011世帯、ネガティブプライス群 6011世帯

実施内容

実施なし群

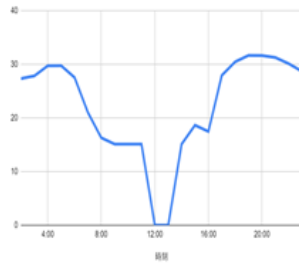
→市場連動プランのみ

料金単価
(円/kWh)



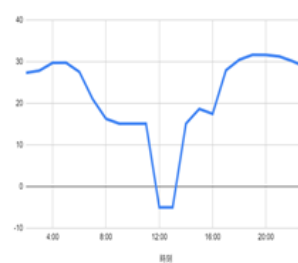
電気代無料群 (n=6,000)

→市場連動プラン
+昼の1時間電気代無料

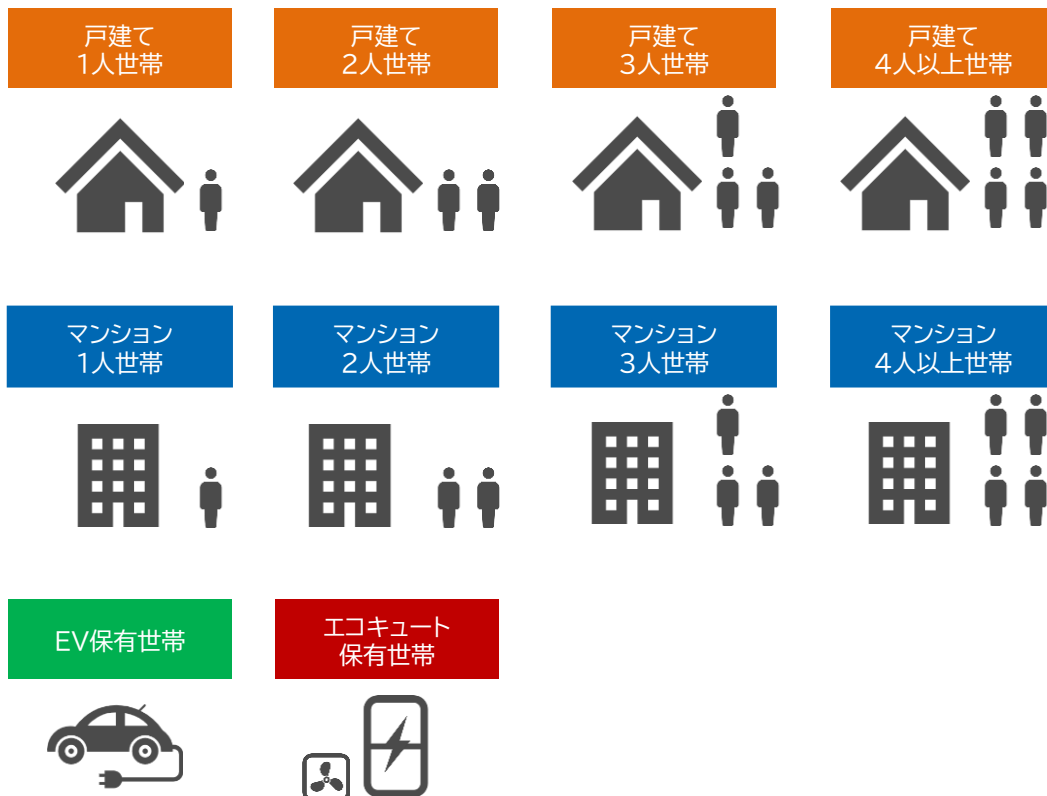


ネガティブプライス群 (n=6,000)

→市場連動プラン
+昼の1時間ネガティブプライス



本実証の分析では以下の10セグメントに分類し、それぞれの傾向を分析した。





DR効果 | 全セグメントでキャンペーン時間中に上げDRを確認。キャンペーン時間前後ではエコキュート保有者を中心に一部の参加者に下げDR効果を確認

- ✓ 上げDR量はキャンペーン実施時間である12時~12時59分が該当する25コマ、26コマにおいて確認された。秋実証における上げDR量は**0.04~0.51kWh/30分**であり、冬実証においては**0.04~0.48kWh/30分**だった。
- ✓ 下げDRにおいては、エコキュート保有者を中心に、一部のセグメント・一部のキャンペーン実施日において有意な効果が観測された。



DRの手段としては家電を使用したケースが多く、主に冷暖房機器の使用が多い傾向にあった。EVやエコキュート保有者はそれらの機器を活用する傾向が顕著にみられた。

- ✓ DRの手段を問うアンケート結果から、「冷暖房機器」、「洗濯乾燥機」、「調理器具(IH、電気ポットなど)」の使用が多く確認された。
- ✓ 特に冷暖房機器稼働時間を調整した参加者が多く見られた。



出力抑制を吸収する程のDR効果を得るためには、より明確なコミュニケーションが必要。また、行動変容を必要としない機器制御などの方法を組み合わせるとより良い。

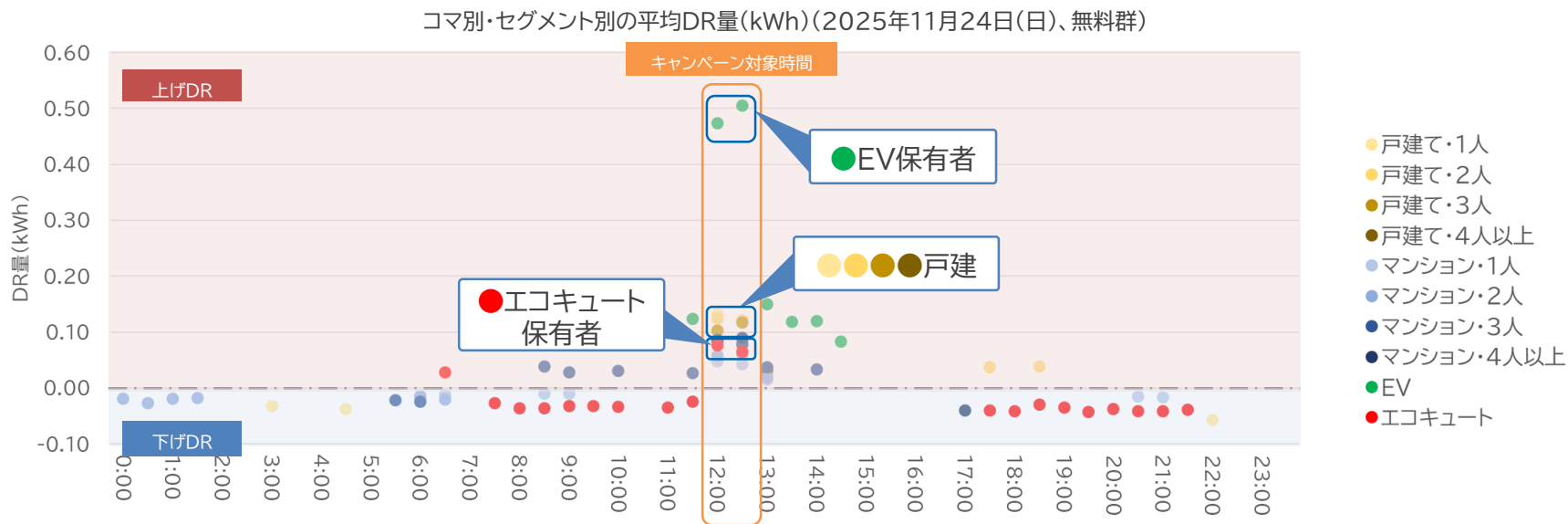
- ✓ 上げDRをするために、具体的に何をすればよいかわからないという意見も多かった。参加者ごとにパーソナライズされた行動変容の提案などを行うとより効果的と考えられる。
- ✓ DRに参加できない理由として「昼間は仕事などで外出していた」が最も多く、機器制御などの手段で自動もしくは遠隔で上げDRをサポートする仕組みを構築する必要性があると示唆された。

定量評価結果

上げDR

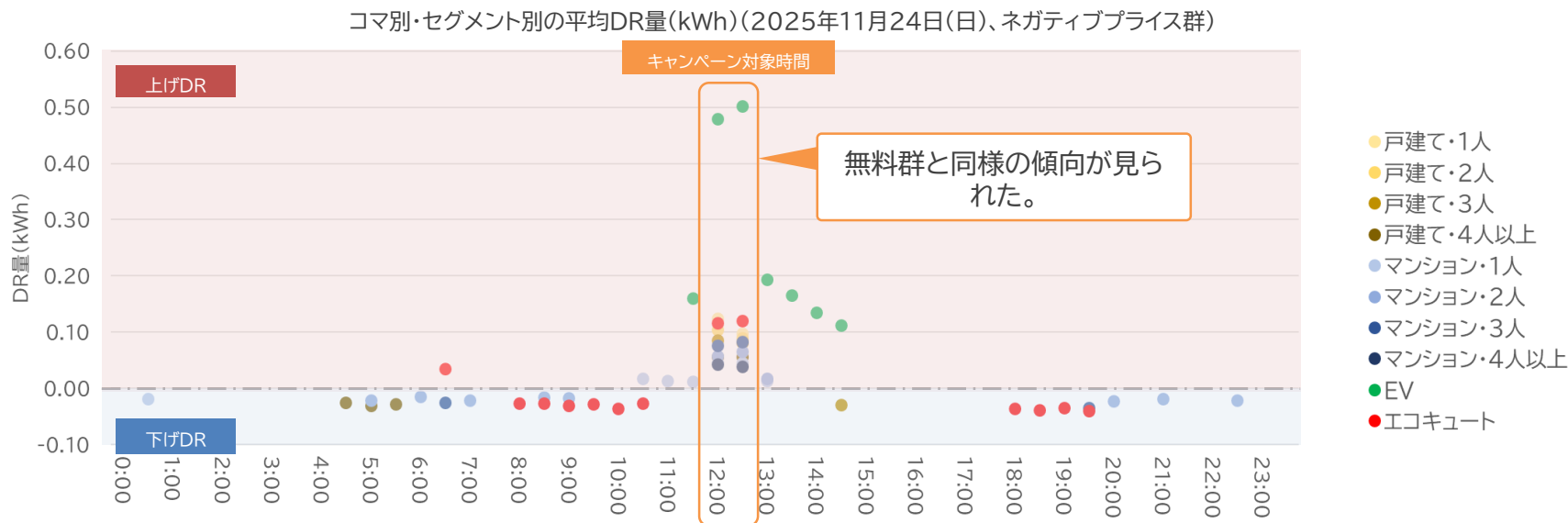
キャンペーン実施時間である12時～13時において全セグメントで0.04～0.51kWhでの統計的に有意な上げDR効果が確認された。

特にEVやエコキュートの保有者、戸建て居住者のDR量が大きい傾向が見られた。



キャンペーン実施時間である12時～13時において全セグメントで0.04～0.50kWhでの統計的に有意な上げDR効果が確認された。

ネガティブプライス、無料で大きな差は見られなかった。

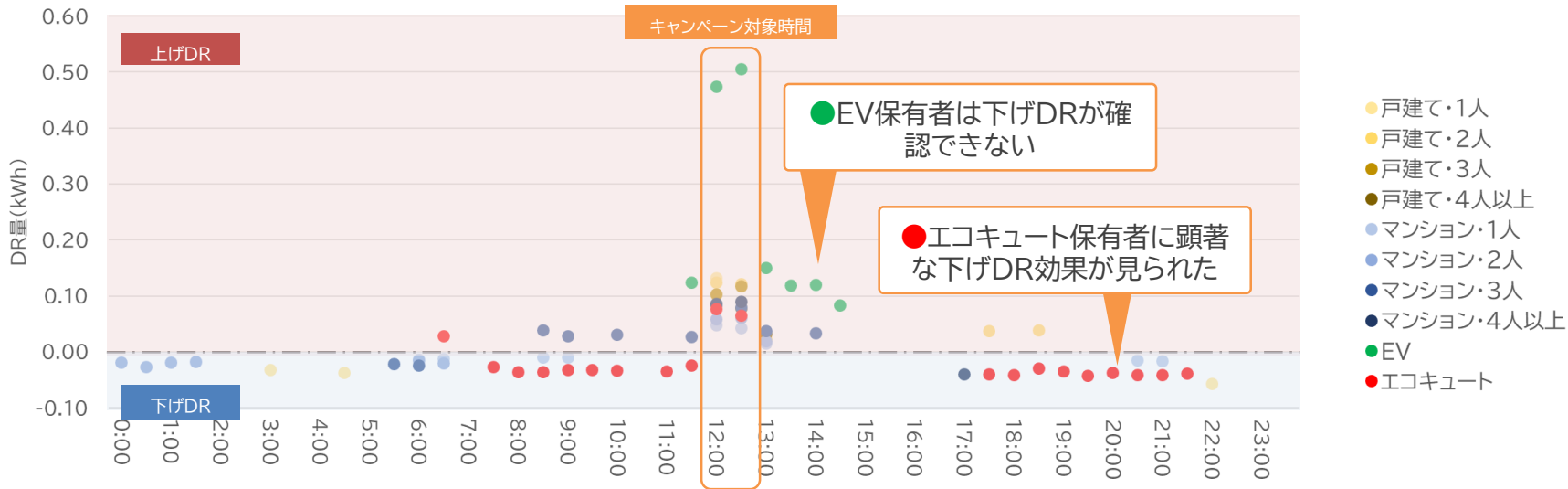


下げDR

一部のエコキュート保有者では他の時間帯で有意な下げDRが確認された。エコキュート利用者は当日内で湯沸かしの時間を調整することで電力需要のシフトを行った可能性がある

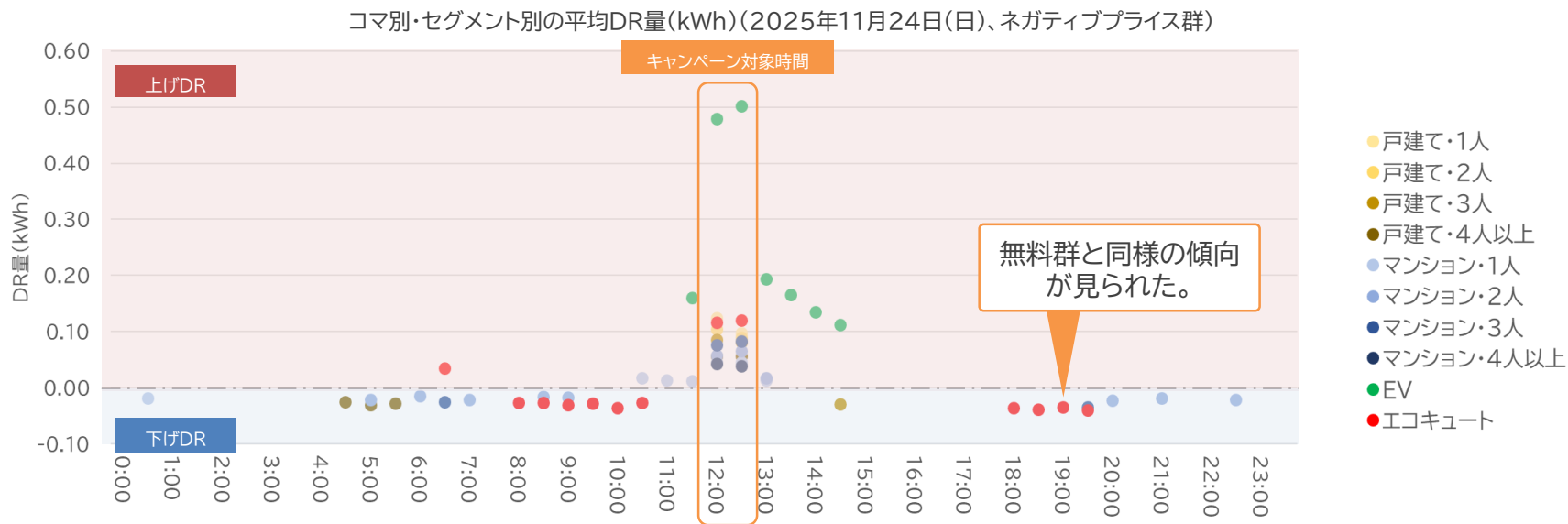
一方でEV保有者はほとんど下げDRが観測されなかった。EV保有者はその日予定外の充電を実施した可能性がある。

コマ別・セグメント別の平均DR量(kWh)(2025年11月24日(日)、無料群)



無料群と同様に、**エコキュート保有ユーザを中心に**、一部のセグメント・一部のキャンペーン実施日にて**下げDR**が観測された。

ネガティブプライス、無料で大きな差は見られなかった。

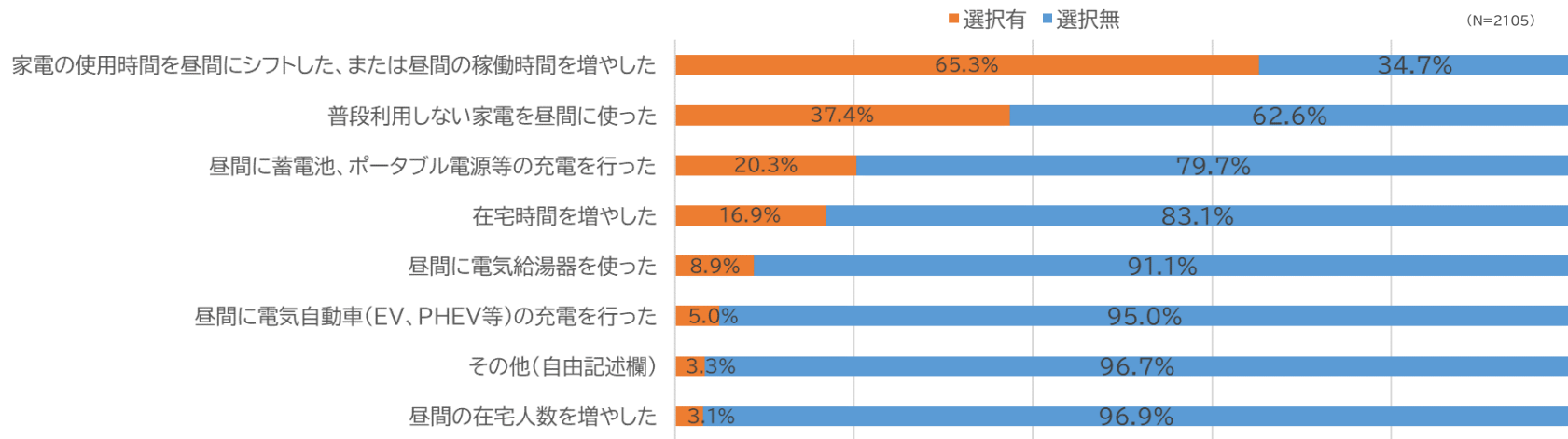


アンケート分析

参加者の主なDRの手法としては、「家電の使用時間を昼間にシフトした、または昼間の稼働時間を増やした」および「普段利用しない家電を昼間に使った」であることが分かった。

また、「昼間に蓄電池やポータブル電源等の充電を行った」および「在宅時間を増やした」についても比較的高い実施率を示していた。秋実証と冬実証で同様の傾向が見られた。

問：「問6で「両日とも取り組んだ」を選択した方にお伺いします。どのような行動を取って電気をご利用されましたか？」

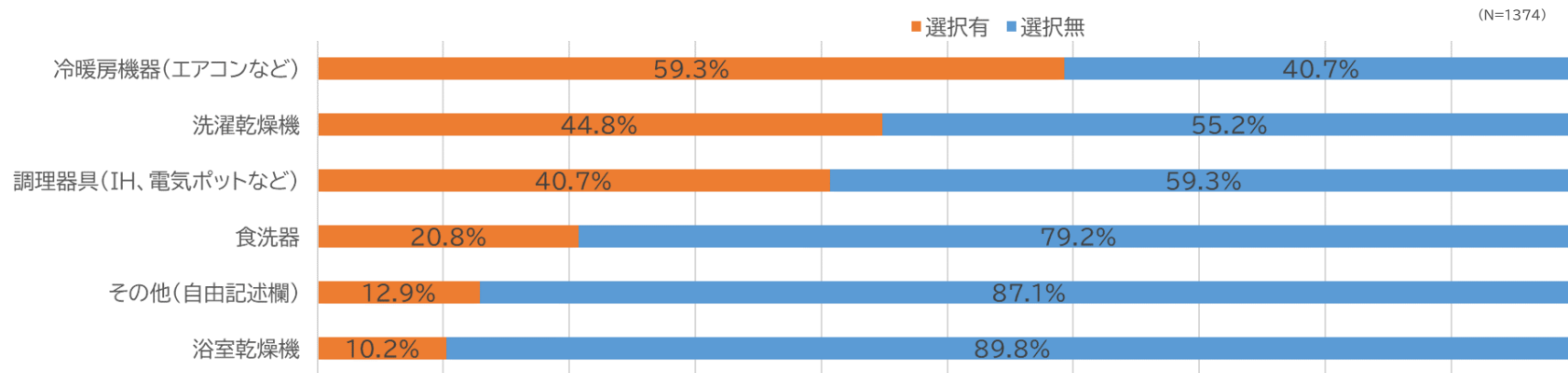


キャンペーン実施日：2025年11月20日(水)、2025年11月24日(日)

参加者が具体的に使用した家電については、全体的な傾向として、「冷暖房機器」、「洗濯乾燥機」、「調理器具（IH、電気ポットなど）」の使用時間のシフトが最も多く見られた。

特に、冷暖房機器の稼働時間を調整した参加者が多く、これがDR実施の主な手段となっていることが確認された。

問:「問6で「両日とも取り組んだ」を選択した方、問7で「家電の使用時間を昼間にシフトした、または昼間の稼働時間を増やした」を選択した方にお伺いします。具体的に使用した家電を教えてください。」

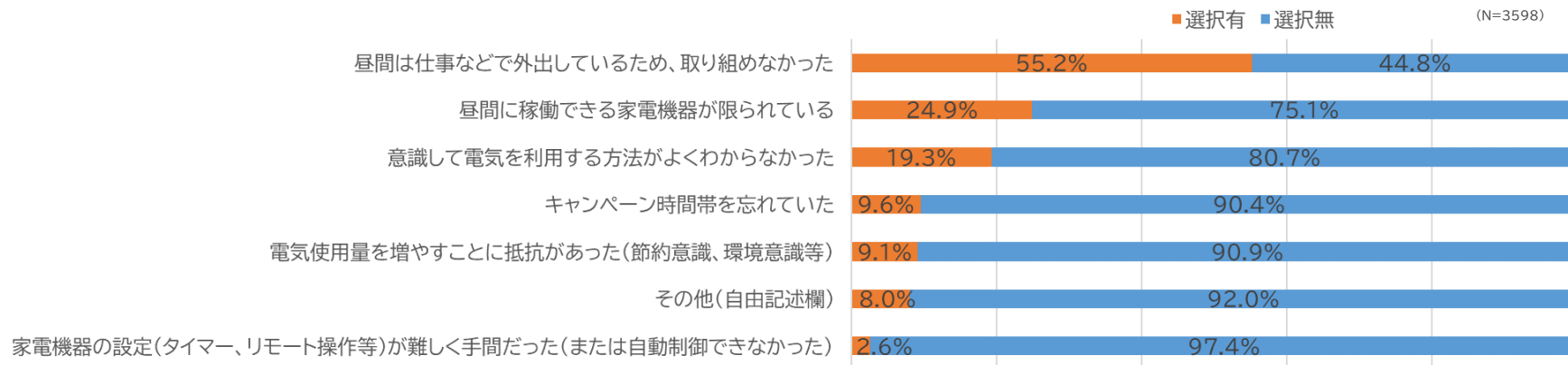


キャンペーン実施日: 2025年1月8日(水)、2025年1月12日(日)

対象時間にDRに取り組めなかった参加者の理由として最も多かったのは、「**昼間は仕事などで外出しているため、取り組めなかった**」という回答であり、この比率が他の選択肢と比較して顕著に高かった。

また、セグメント別に分析すると、**マンション居住者においてこの理由を選択した割合が有意に高いことが確認された。**

問:「問6で「両日とも取り組んでいない」を選択した方にお伺いします。取り組みができなかった理由は何ですか？」

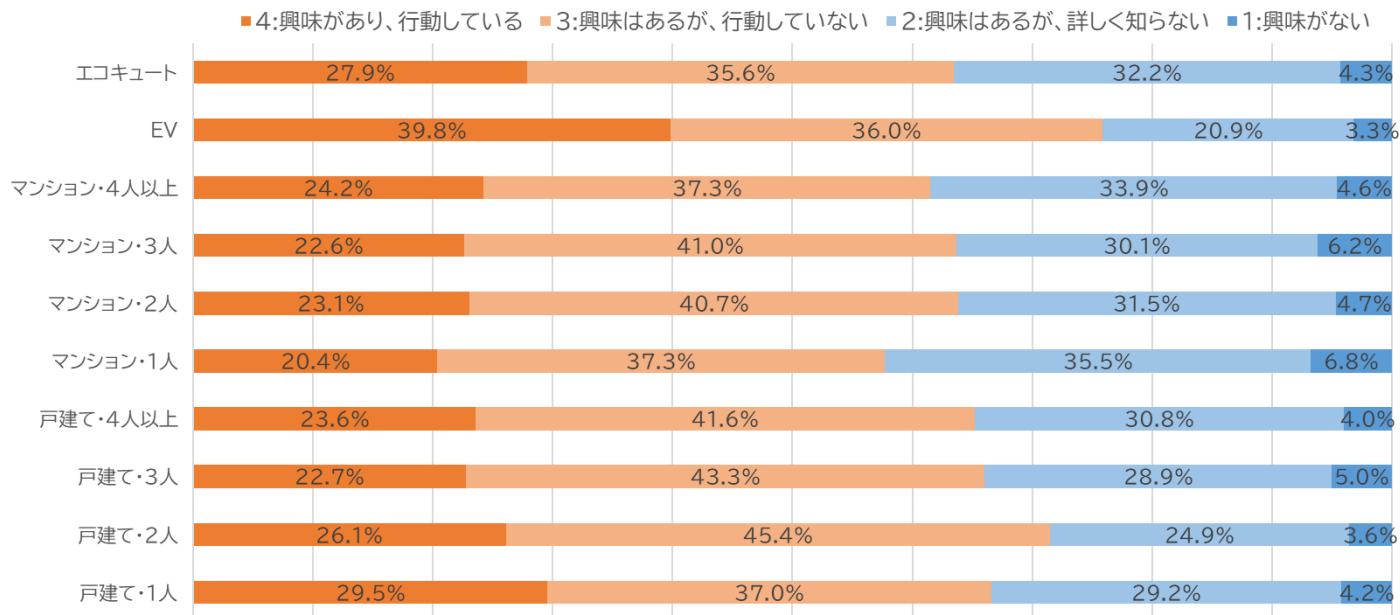


キャンペーン実施日:2025年11月20日(水)、2025年11月24日(日)

環境意識については、約95%の参加者が何らかの形で気候変動問題に興味を持っていることが確認された。さらに、そのうち約25%の参加者は「興味があり、行動している」と回答した。

セグメント別では、「興味があり、行動している」という回答率が最も高かったのはEV保有者だった。

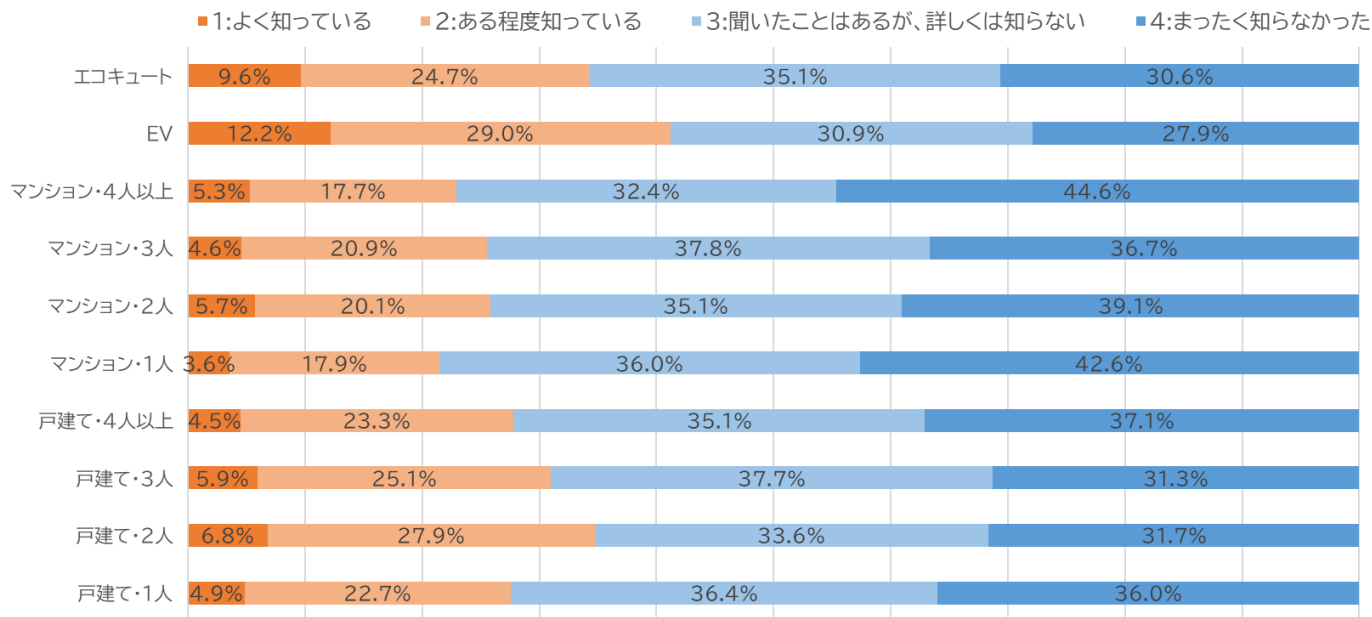
問：「『地球温暖化/気候変動問題』について、あなたの考えとして最も近いのは次のうちのどれですか？」



出力抑制については、約70%の参加者が「聞いたことはあるが、詳しくは知らない」または「まったく知らなかった」と回答し、出力抑制に関する認知度が低いことが確認された。

出力抑制は一般の消費者にとってはまだ十分に理解されていない概念であることが示唆される。

問:「再生可能エネルギーにおける「出力抑制/出力制御」をご存じですか。」



まとめ

アンケートの自由記述欄には「**具体的な上げDRの方法がわからない**」という意見が一定寄せられた。このことから、上げDRに関する具体的な方法や、**参加者の生活パターンに応じたレコメンデーション**や、**機器の自動制御機能**などが、上げDR効果の向上に有用であると考えられる。

参加者の声抜粋

- 電気料金が安い時間帯を上手く利用したいが、**良い方法が具体的にわからない**。
- 良い取り組みかと思いましたが、せっかくの機会でしたので、**具体的にどうすればいいか、何かインストラクションなどがあれば良かったかもしれません**。
- 夜に洗濯するなどしか、**具体的なやり方がよくわからない**。
- キャンペーンの際、参加できる**具体的な例を知りたい**。
- とりあえず応募して当たったのでそれなりに嬉しさはあるのですが、**具体的に何をどれだけ使ったらどのくらい割引があるか把握しておらず、正直よくわからなかった**。

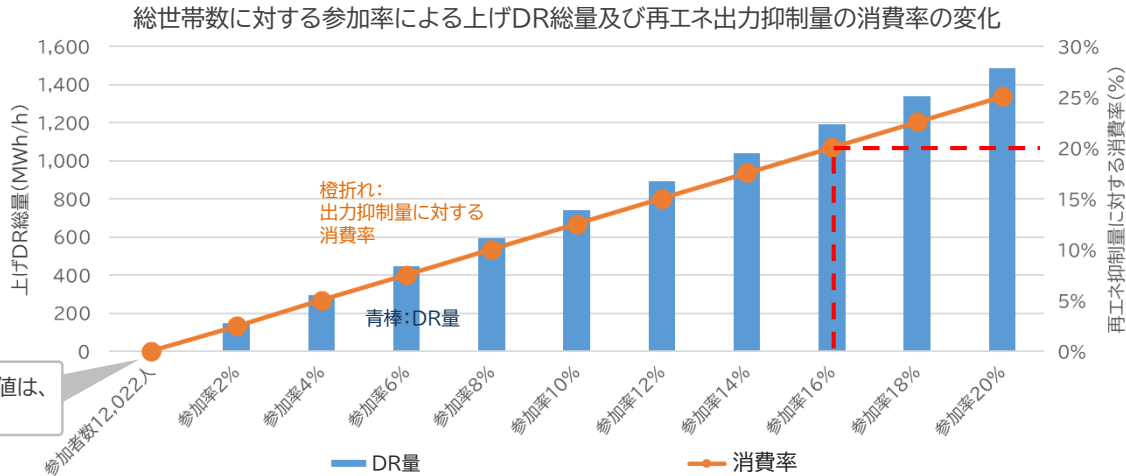
レコメンデーション例

- 今日はお昼の電気代が安いので洗濯乾燥機を昼に回しましょう！
- 12時から14時の間でお湯を沸かしておけば電気代を節約できます！



本実証の参加者がより多かった場合、再エネ出力抑制量をどの程度消費できたか東京・中部・関西エリアを対象としてシミュレーションしたところ、総世帯数のなかでの参加率が16%を超えると、ピーク時の再生可能エネルギー出力抑制量の約20%以上を消費できたことが確認された。

大規模な上げDRプログラムが再生可能エネルギーの出力抑制を吸収する可能性があることが示唆された。



本実証参加者の合計上げDR量の推定値は、約2.5MWh/h(11月24日)

■試算条件
・CP適用世帯数の推定
⇒統計局「令和5年住宅・土地統計調査 住宅及び世帯に関する基本集計」に基づき、東京電力・中部電力・関西電力エリア内のセグメント別の世帯総数を推定する
⇒環境省家庭部門のCO2排出実態統計調査を活用した文献「西尾健一郎, 山田愛花, 後藤久典; 家庭CO2統計の個票データを用いたHEMS導入世帯の特徴や省エネ効果の分析, エネルギー・資源学会論文誌, 45-5(2025), pp.162-172」に基づき、電気自動車・PHVの世帯普及率を設定し、EVは戸建て2人世帯以上が保有、エコキュートは戸建て世帯が保有する前提で世帯人数別の構成比で保有世帯数を振り分ける
⇒世帯総数からEVおよびエコキュート保有世帯を除外し、エネマネ可能機器保有しないセグメント別世帯数を推定する
・再エネ出力抑制量への影響評価
⇒2025年度~2025年度の12時~13時に発生した東京・中部・関西電力管内合計の再生可能エネルギー出力抑制量の最大値を取得し、推定した総世帯数に対する参加率による上げDR総量と再エネ抑制量に対する消費率を試算
■補足
上げDR量は、CP実施日の天候や在宅率などの要素による影響を受けやすく、必ずしも上記で示した効果が達成できるとは限らない。また、今回の参加者は、弊社スマートタイムONE需要家であり、市場連動型プランや再エネ余剰の概念を一定程度理解し、DRへの参加意欲が比較的高い世帯が中心であった可能性がある。実際に大規模なDRプログラムを実施する際には、より幅広い世帯の参加を促し、効率的な上げDRを実現するための啓発活動が不可欠である。

1. 電気代1時間無料およびネガティブプライスキャンペーン実証

2. 蓄電池の市場連動制御実証

3. 指ロボットによる家電の市場連動制御実証

ユーザーが所有する家庭用蓄電池に対し、太陽光自家消費と市場連動を組み合わせた充放電制御(以下、単に「市場連動制御」と言う)を行ない、電気代削減額の検証や、顧客アンケート・インタビューによる受容度等の確認を行った。

- 実証期間:2025年2月3日(月)~2025年2月17日(月)
- 対象エリア:東京電力エリア、関西電力エリア、中部電力エリア、九州電力エリア
- 対象世帯:40世帯

実施内容



*1 一部ユーザーのみ(19世帯/40世帯)
*2 Loopでんきユーザーのみ

提供したユーザーインターフェース

Loopでんきアプリ

市場価格グラフを表示

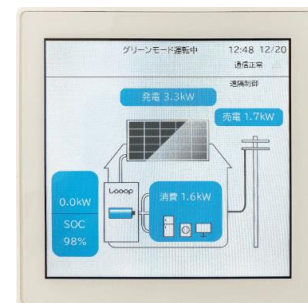


蓄電池アプリ

充放電グラフ等を表示



蓄電池リモコン



- Loopの販売する家庭用蓄電池 ”SOLABOX”
- 容量は、11.5kWhの大容量タイプと5.8kWhの省スペース・コンパクトタイプの2種類
 - 本実証では参加者40世帯のうち、11.5kWhが34世帯、5.8kWhが6世帯
- 遠隔操作が可能



選択可能な貯蔵容量

5.8kWhの省スペース・コンパクトタイプと11.5kWhの大容量タイプ

**高性能な
パワーコンディショナー**

ソーラーパネルが部分的に影になった場合、発電量は最適なレベルに制御

お客様は、売電価格や電力料金に応じ
「グリーンモード」（自家消費優）
「経済モード」（売電優先）
「安心モード」（緊急時用）
から最適な運転モードを選択

**スタイリッシュな
デザイン**

長期的な使用を考慮し、
環境との調和に配慮したデザイン



※設置イメージ
(画像は11.5kWhタイプ)

実証期間中に計測された市場連動制御モードの消費電力、発電量、買電量などのデータを元に、下記の3パターンでシミュレーションを実施し、比較を行った。

	蓄電池未導入	通常蓄電池	市場連動蓄電池
太陽光	あり	あり	あり
蓄電池	なし	あり	あり
蓄電池動作	なし	太陽光自家消費最大化	太陽光自家消費最大化 + 市場連動制御

一般的な蓄電池のモードで、太陽光自家消費を最大化

太陽光自家消費と市場連動を組み合わせた最適制御

【電気代試算条件】

- ・ 買電額: LoopでんきのスマートタイムONE
- ・ 売電額は8.5円/kWhの売電単価を適用



市場連動制御により、太陽光の自家消費は最大化したまま、追加的な電気代の削減効果が得られた

- ✓ 系統買電量の変化:蓄電池未導入比で平均120kWh/月減少し、通常蓄電池比で平均1kWh/月増加
- ✓ 電気代の変化:蓄電池未導入比で平均3,932円/月減少し、通常蓄電池比で平均402円/月減少



世帯人数、夕方夜間の消費量により、電気代削減効果が高くなる傾向にあった

- ✓ 世帯人数が多いほど、また夕方夜間の消費量大きいほど、通常蓄電池比で電気代削減効果は高くなる傾向
- ✓ 余剰電力が多いほど、蓄電池未導入比での削減効果は高くなる傾向

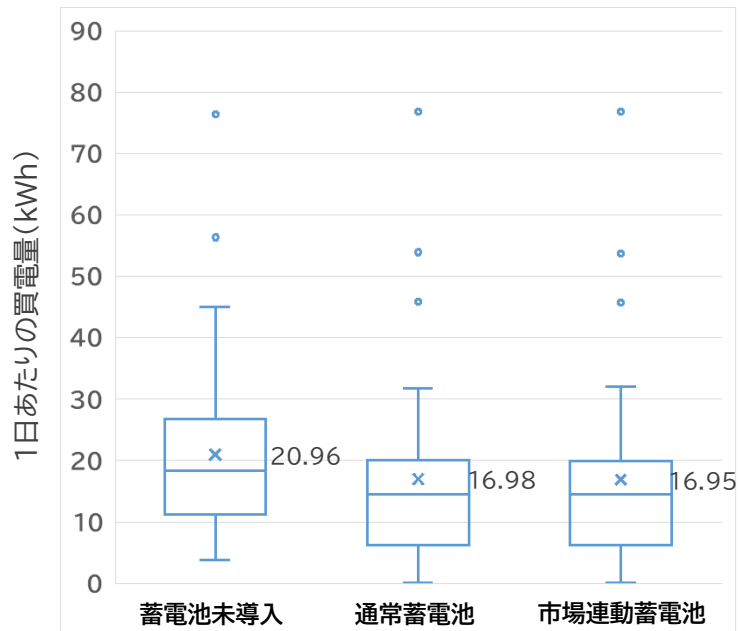


アプリ・リモコン等のUI/UXを向上させることで、DR効果の最大化や、制御の受容度・参加率の拡大に繋がることが示唆された

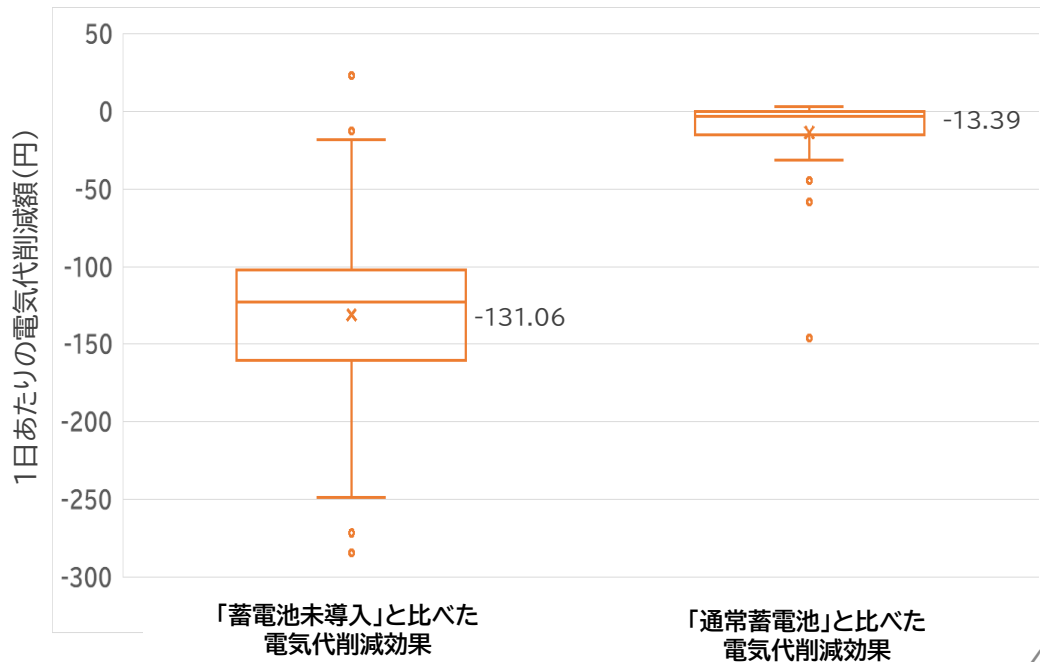
- ✓ 蓄電池導入・制御により、ユーザーの意識・行動の変容も起きていることが分かった。アプリやリモコンでの分かりやすい充放電量グラフ等の表示により、ユーザーの行動変容も掛け合わせ、更にDR効果が拡大する可能性がある
- ✓ 節約額の表示・停電時の使用可能時間の表示等のユーザーインターフェースの拡充により、遠隔制御についての主要な懸念が払拭され、受容度や参加率が上がる可能性がある

- 蓄電池未導入と比べると、買電量は平均約4kWh/日(単純等倍で120kWh/月)の削減・電気代は平均131円/日(同3,932円/月)の削減となった。
- 通常蓄電池と比べると、買電量は同程度で、電気代は平均13円/日(同402円/月)の削減となった。太陽光の自家消費は最大化したまま、買電による充電タイミングの市場価格が安い時間帯へのシフト・放電タイミングの市場価格が高い時間帯へのシフトにより、追加的な電気代削減効果が生じたことが分かる。

1日あたりの買電量(kWh)

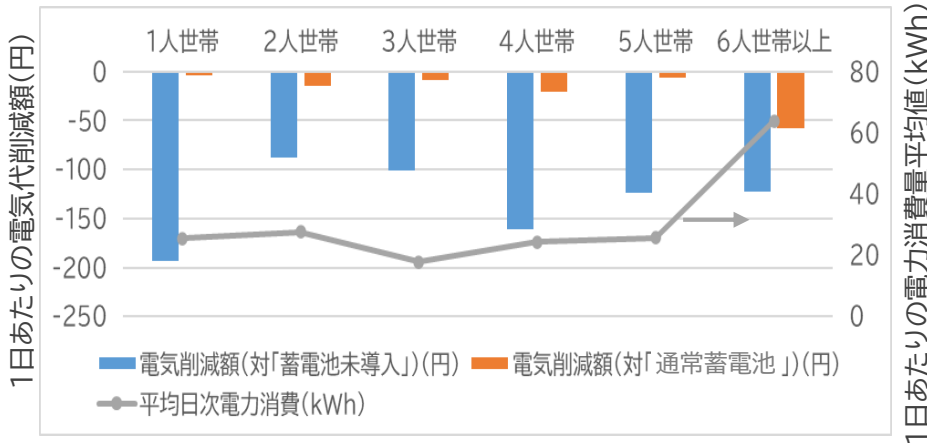


1日あたりの電気代削減効果(円)

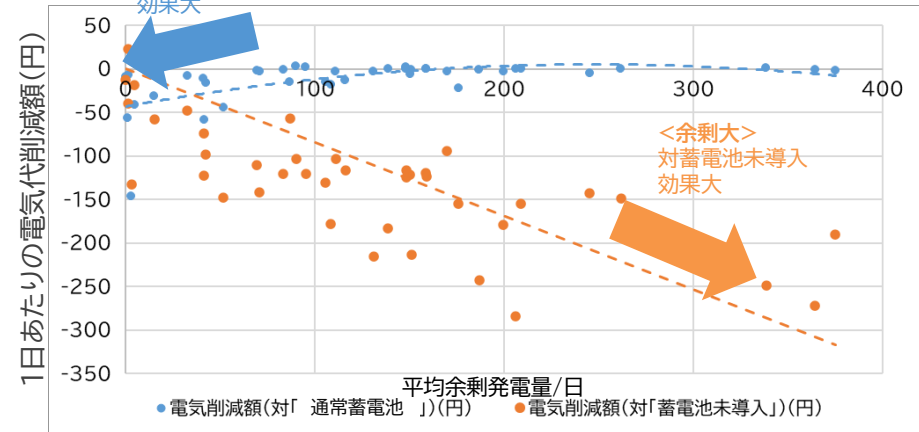


- 電力消費量との関連では、世帯人数が多い・夕方夜間の電力消費が多いほど、通常蓄電池比で削減効果が大きくなる傾向が確認された。消費量が多いユーザーの方が高い市場価格時間帯に効果的に放電できることが理由となる。
- 余剰発電量との関連では、余剰発電量が大きいほど蓄電池未導入比の削減額は大きくなる一方、通常蓄電池比では余剰発電量が少ないほど削減効果が大きくなる傾向が確認された。余剰発電量が少ない場合、市場連動制御での充放電余地が大きくなることが理由となる。

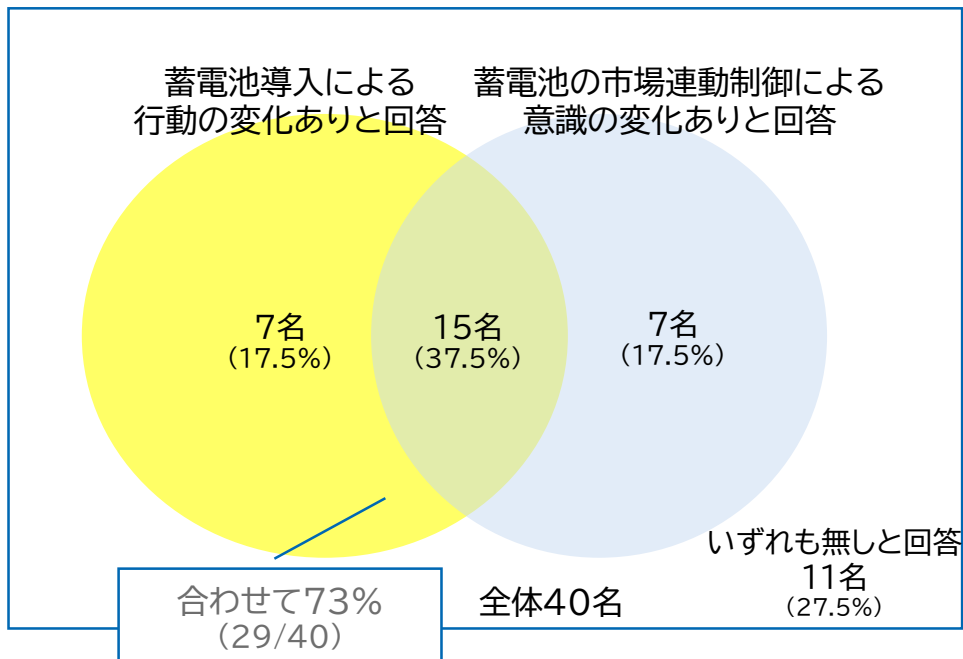
世帯人数と電気代削減額の関係



余剰発電量と電気代削減額の関係



蓄電池の導入と市場連動制御により併せて73%の参加者が電気の使用方法について何かしらの意識や行動の変化があったと回答していた。また、ユーザーはアプリやリモコンでの充放電量を確認して行動を起こしており、今後のアプリ画面の充実やレコメンドにより、行動変容による更なるDR量の拡大の可能性はある。



参加者の声抜粋

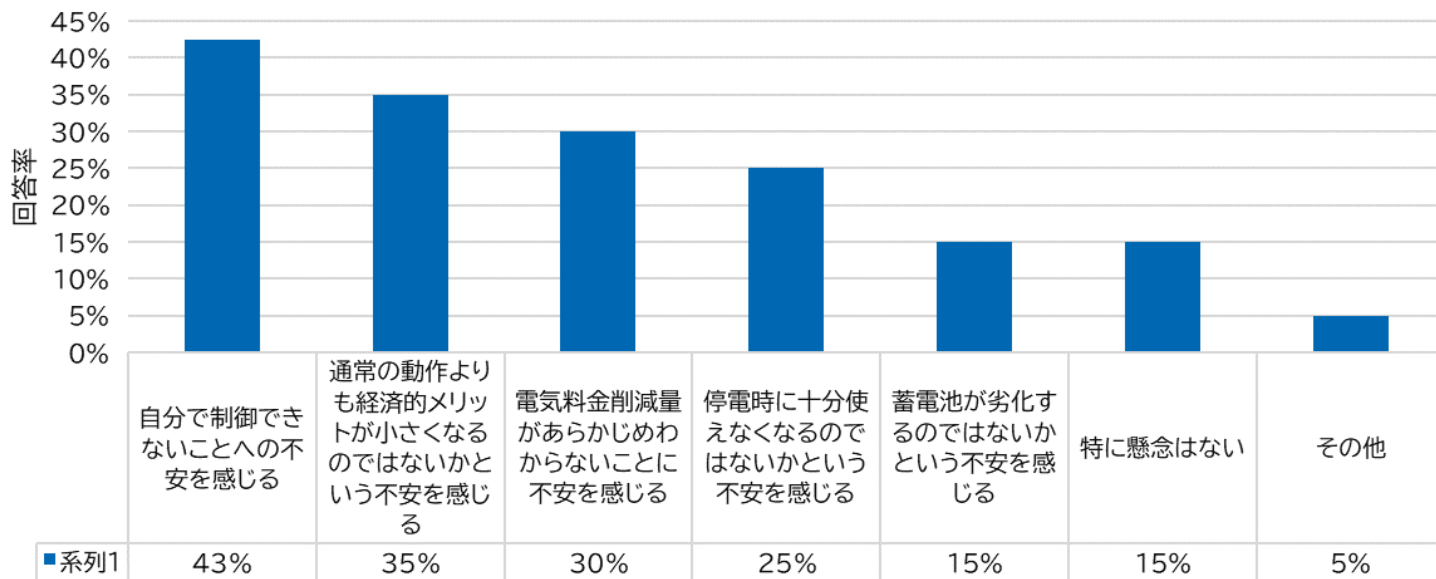
- ・ 遠隔制御にていつ放電するのかが分かればそのタイミングに合わせて家電を使おうという意識になっており、今後アプリ開発する際には、当日及び翌日の充放電スケジュールを電気価格のグラフと合わせて表示させることでより使い勝手が良くなり安心感が得られる。
- ・ 蓄電池導入前までは請求日しかアプリやマイページを見ていなかったが蓄電池導入後はアプリを毎日チェックし、エアコンを自動停止し電気使用量を減らすなどの行動を楽しみながらできている。

- 遠隔制御に対し何らかの不安を覚えたユーザーが多数で、自分で制御できないこと(※)・電気代削減額が分からないこと・停電時に十分に使いえなくなるのではないかと(※)という不安が多く挙げられた。

※ 本実証時のみの制約事項であり、Solaboxは通常時は顧客での制御ON/OFFや制御ロジックのカスタマイズが可能。

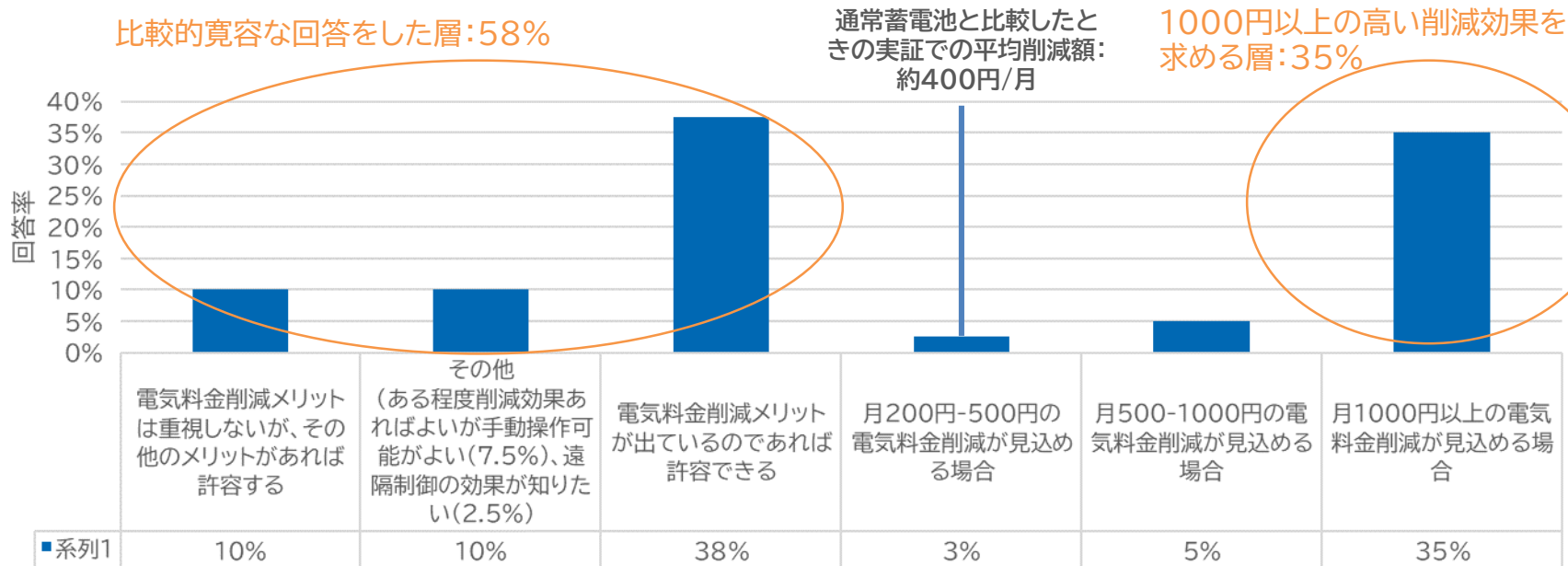
- ①ユーザーでの制御のON/OFFやカスタマイズ、②電気代削減額の表示、③停電時に現在の蓄電残量での目安稼働時間の表示 等により、市場連動制御の不安が一定解消される可能性が考えられる。

問20:「当社から遠隔で蓄電池に対して充放電指示を行うことに対して、懸念・不安があれば教えてください。」



- 参加者に対し、「どの程度の電気代削減メリットがあれば遠隔制御を許容できるか」を質問したところ、削減メリットが出るなら可・削減メリットはあまり気にせず電気代以外のメリットがあれば可など、**比較的寛容な回答をした層(58%)**、**月1000円以上の高い削減効果を求める層(35%)**に分かれる傾向が見られた。

問19:「遠隔制御によって、どの程度の電気料金削減メリットがあれば遠隔制御を許容できると思いますか」





蓄電池設置率の向上に向けて

- ✓ 特に消費電力が大きいユーザー・余剰電力が少ないユーザーにおいて、一般的なモードの蓄電池より市場連動制御で電気代削減効果が大きくなることが分かった。
- ✓ ⇒都心の狭小住宅等、太陽光発電容量が大きいユーザーの蓄電池導入において、市場連動制御は付加価値として有効策となる可能性がある。



蓄電池遠隔制御の普及に向けて

- ✓ 他方で、現状では遠隔制御に関するユーザーの不安は高く、ユーザー参加率向上に課題があることが分かった。
- ✓ 顧客への制御ON/OFF選択肢の提供やユーザーインターフェースの工夫や、機器の遠隔制御についての消費者の認知・理解拡大により、遠隔制御に関するユーザーの安心感に一定の影響を与える可能性がある

1. 電気代1時間無料およびネガティブプライスキャンペーン実証
2. 蓄電池の市場連動制御実証
3. 指ロボットによる家電の市場連動制御実証

本実証では、実証期間中にLoopでんき社員である参加者の保有する家電に指ロボットを取り付け、市場価格が安い時間帯に家電を稼働させるように自動遠隔制御を行い、市場連動制御による電気代削減効果およびユーザビリティの検証を行った。参加者は稼働希望時刻と終了時刻の設定をスマホアプリを通して行った。

対象家電は、比較的電気使用量が多く、かつ一般的に普及している食器洗い乾燥機、浴室乾燥機、洗濯乾燥機の3種を採用した。

- ・ 実証期間 2025年1月8日(水)~1月29日(火)
- ・ 実証エリア: 東京電力エリア
- ・ 対象世帯: 15世帯(5世帯×3家電)

実施内容

指ロボットとは

スイッチ等の横に貼り付け、遠隔操作でボタンを押すことができる物理アームを備えたロボット。本実証ではSwitchBot社製品を使用。



指ロボットが浴室乾燥機操作パネルのボタンを押す様子

市場連動で合理的時間内で最も安い時間帯にONを指示

エネマネシステム



食器洗い乾燥機

使用量の目安 100~600Wh/回



浴室乾燥機

使用量約1,500Wh/回



洗濯乾燥機

使用量約1,500Wh/回

Loop

市場連動電力供給



参加者



実証用アプリ
動作設定

実証アプリでは、参加者が「家電を動作させてもよい時間帯」を設定し、その中で最も電気代が安い時間に指ロボットによる家電の自動制御を行った。



アプリ設定例 | 18時頃の帰宅前までには浴室乾燥機を使って洗濯物を乾かしておきたい場合。

1. 実証アプリ上で「運転開始時刻」に現在時刻を設定
2. 実証アプリ上で「運転終了時刻」を18時に設定
3. 浴室乾燥機の乾燥時間は2時間に設定している場合、「乾燥所要時間」には2時間と入力
4. 実証アプリ上で「予約」ボタンをタップ
5. システム上で18時までには最も電気代が安く家電が稼働できる時間帯を計算
6. 最も安い時間帯(この日の場合は11時30分)に運転予約がされる
7. 予定時間の11時30分に自動で指ロボットが動作し浴室乾燥機が稼働する



定量評価 | 家電を市場連動制御することにより最大13%の電気代削減があった

- ✓ 食器洗い乾燥機の電気代削減効果は対象者によって-2.6%~-12.9%だった。
- ✓ 浴室乾燥機の電気代削減効果は対象者によって-1.7%~-8.8%だった。
- ✓ 洗濯乾燥機の電気代削減効果は対象者によって-1.6%~-13.2%だった。
- ✓ 本実証の参加者は、もともと市場価格に応じた行動変容を行っていたため、シフト効果は限定的であったと考えられる。



定性評価 | 稼働時間シフトによる生活への大きな弊害は見られなかったが、導入ハードルが高かった

- ✓ 家電の動作時間を市場連動型電気料金単価の安い時間にシフトさせることによる、衣類の生乾きや食器への汚れのこびりつきなどの弊害は見られなかった。
- ✓ 家電への指ロボットの取り付け難易度が高く、また消費電力量を測定する手段が無いなど導入ハードルが高いことが分かった。
- ✓ ユーザーの希望する電気代削減効果は平均551円/月であり、削減額のみで比較すると検証結果と乖離があった。



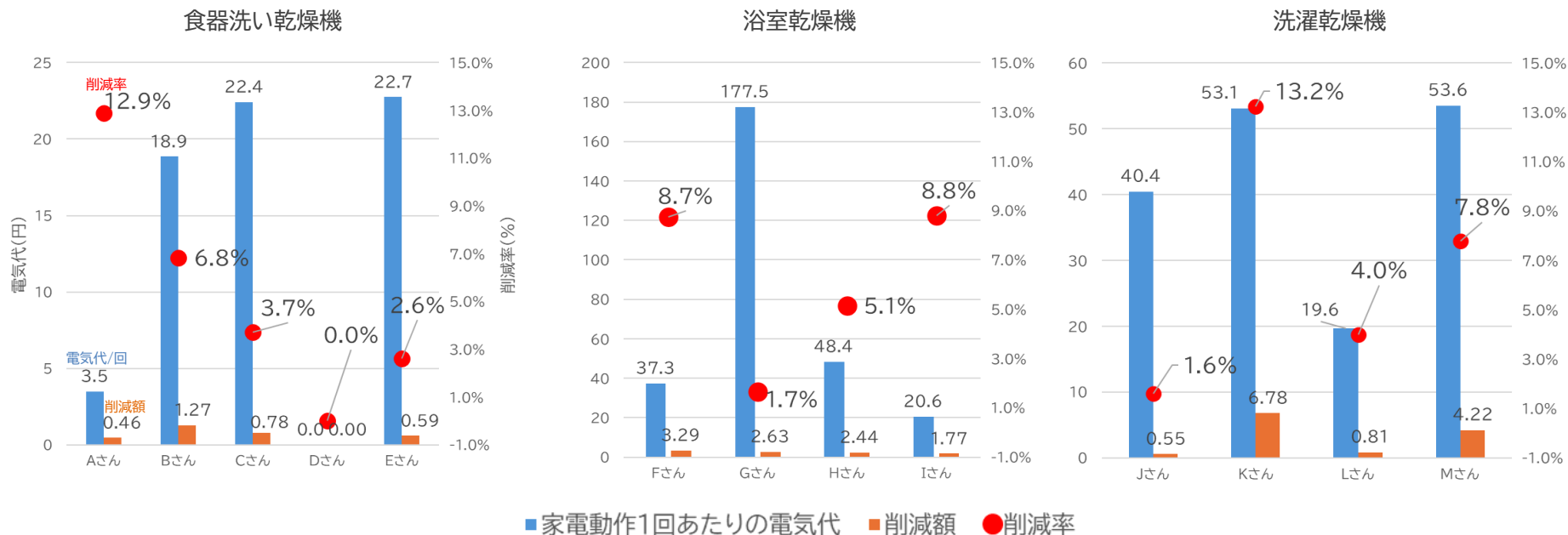
普及の為には家電メーカー、IoT機器メーカー及び電力会社の連携が不可欠

- ✓ 電気代削減効果が限定的であることを前提に、家電の遠隔制御機能などの付加価値があることでユーザー受容度が向上する可能性があるとし唆された。
- ✓ 指ロボット導入ハードルが高いことや、消費電力量を取得する手段が無いことから、家電側のこの課題をクリアすることでユーザー負担を軽減しながら節約効果を実現し、IoT機器メーカーと電力小売り事業者が生活利便性向上などの付加価値を加えて、市場連動制御の導入と継続的な活用を促進することが重要である。

定量評価結果

電気代削減効果は、食器洗い乾燥機が-2.6%~-12.9%、浴室乾燥機が-1.7%~-8.8%、洗濯乾燥機が-1.6%~-13.2%という結果になった。

参加者によって削減効果に大きな差が見られた。これは参加者の生活パターンや、元々の市場価格に合わせた行動変容度合いに差があったためと考えられる。



定性評価結果

実証前に懸念されていた洗濯物の生乾きや食器の汚れ残りのような、市場連動制御を行うことによる弊害は発生しなかった。

実証参加者の意見

食器洗い乾燥機

- 食器への汚れのこびりつきは発生しなかった。
- 実証参加に関わらず普段から食器洗い乾燥機へのセットの前に余洗いをしていた。

浴室乾燥機

- 洗濯ものに生乾きのにおいがつくなどの弊害は発生していなかった。
- 生乾きの懸念は払しょくできず、生乾きが発生するかもしれないという懸念から、洗濯された衣類を干してから浴室乾燥機が稼働するまでの時間を極力短くしようとした。

洗濯乾燥機

- 汚れや臭い残りは感じなかった。
- 臭いは無かったが、乾燥完了後に衣類を取り出すまでの時間が空くことで衣類にシワが発生してしまうことがあった。

総じて、市場連動制御によるクリティカルな弊害はなかったと考えられる。

指ロボットの取り付けについては家電ごとに難易度の差があった。

機器	食器洗い乾燥機	浴室乾燥機	洗濯乾燥機
指ロボット 必要個数	1.8個	1個	2.6個
取り付け の様子			
備考	<p>「簡単」と感じる人と「難しい」と感じる人に分かれた。</p> <p>スペースがある機器では容易だったが、狭い機器やボタンの間隔が狭い場合は、貼る位置の調整や固定用テープが必要で、取り付けの難易度が高くなった。</p>	<p>浴室乾燥機の操作パネルへの指ロボット取り付けは、全員が「簡単」と感じていた。</p> <p>理由は、専用スペーサーが付属し多くの操作パネルにフィットしたこと、稼働開始ボタンが1つだけで設定が容易だったためである。</p>	<p>洗濯乾燥機への指ロボット取り付けは「難しい」と感じたユーザーが多く、5人中4人がガムテープやおもりを使うなどの工夫が必要だった。</p> <p>また、ボタンの多さにより、オンライン上での動作設定にも手間がかかることが分かった。</p>

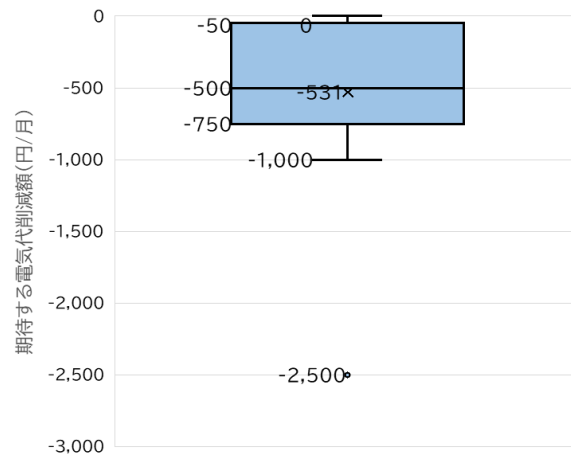
参加者の期待する節約効果額は平均551円/月だった。本実証による実際の月間電気代削減額は多くの参加者において数円～数十円程度であり、多くの参加者が「期待よりも少ない」という意見で、市場連動制御のためだけに追加的な出費を行うことのハードルが確認できた。

一方で、少額でも電気代が削減されるという前提で、スマートリモコンによる家電の遠隔制御機能などの生活利便性を向上させる機能と組み合わせることでサービス受容度が上がる可能性があることや、既に市場価格に応じて家事を行っているユーザーにとっては、その自動制御自体が魅力になり得ることも分かった。

実証参加者の意見

- 初期費用がかかるのであればやりたくない。
- 市場連動制御単体の機能であれば、取り入れない。他の用途があれば考えたい。
- 遠隔操作等の他の機能があったり、アプリを無料で使えたら使ってもいい
- SwitchBot製品を入れたことによる遠隔操作の利便性は感じている(テレビ操作など)ので、スマートリモコンや指ロボットの価格をふまえても価値を感じる。
- ガジェット好きのため、市場連動制御用機器の代金が高かろうが安かろうが、便利であれば導入すると思う。
- 設定項目が多くて面倒だったため、操作が楽になるといい

実証参加者の期待する月間の節約額



市場連動制御による消費者便益はあるものの、家電の市場連動制御普及にむけては、多くの消費者の観点からは①追加的な出費やハードウェアなしに家電を制御できることが好ましい。また、②単なる市場連動制御のみならず、その他の利便性の高い機能の付加価値が必要である。

これらのためには、例えば①家電メーカー・IoT機器メーカー・電力会社等の連携によるAPI開示の推進やシステムインターフェースの標準化、②ユーザーにとってストレスフリーな自動設定機能の搭載等が有効であると考えられる。

毎日同じ時間に洗濯機を回すので、一度設定したら常に市場連動で動いて欲しいという声も。



市場連動制御による電気代削減効果は少なくとも、エアコンが遠隔制御できるようになっただけでアプリを導入する価値があるという声も。

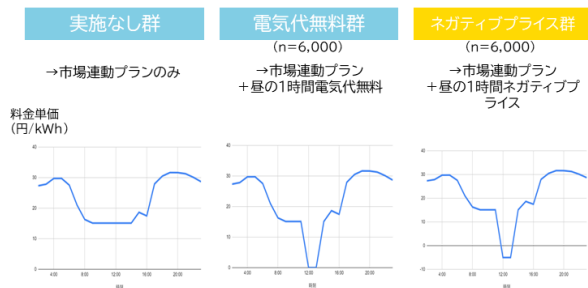
出典:環境省「昼の余剰電力を有効活用する新しい暮らしのあり方の絵姿」

総括

- 市場連動型の電力プランをもとに、消費者の**行動変容**を促す実証、消費者の保有機器を**自動制御**する実証を行った結果、いずれの実証も一定の効果が確認できた。
- 一方で消費者の行動変容、機器の自動制御、いずれも特有の課題が確認された。相互に一部の課題を補完しあえる関係でもあるため、今後の昼の需要創出に向けては、**行動変容と機器制御の両輪で取り組む必要がある**と考えられる
 - 行動変容の課題: 昼の不在、家電操作の限界、保有機器による行動変容制約
 - 自動制御の課題: 制御方法の限界、対象機器の限界、消費者の追加的な出費の限界

行動変容を促す実証

①電気代1時間無料およびネガティブプライスCP



機器を自動制御する実証

②蓄電池の市場連動制御



③指ロボットによる家電の市場連動制御

