

電力中央研究所 研究資料

NO. SE23505

直接負荷制御型デマンドレスポンス料金プラン
に対する家庭用需要家の受容性調査

2024年3月

一般財団法人 電力中央研究所



CRIEPI

**Central Research Institute of
Electric Power Industry**

直接負荷制御型デマンドレスポンス料金プラン に対する家庭用需要家の受容性調査

田中 拓朗^{*1}

^{*1}社会経済研究所 主任研究員

背景

低炭素社会実現に向けて普及が進む再生可能エネルギーを有効活用しつつ、電力需給の柔軟性を高める手法として、エネルギーの需要側が供給状況に応じて消費パターンを変容させるデマンドレスポンス（DR：Demand Response）を活用した料金プランが注目されている。その中でも、需要家の電気機器を直接制御する代わりに、電気料金割引やインセンティブを提供する DR（本研究では、直接負荷制御型 DR 料金プランと呼ぶ）は、消費シフト・節電の確実性が高いと言われており、今後の普及が期待されている。しかしながら、直接負荷制御型 DR 料金プランに対する需要家の受容性に関する知見は少なく、現時点では、どの程度普及しうるのかについて明らかとなっていない。

目的

本研究では、直接負荷制御型 DR 料金プランに対する家庭用需要家の受容性を定量的に把握し、今後の普及促進に向けた取組についての示唆を得る。特に、先行研究で十分な知見が得られていない、上げ DR^{注1)}への活用を念頭に置いた電気給湯機器を直接負荷制御する場合の受容性や、DR 料金プラン契約に対する非金銭的対価が受容性に与える影響に注目する。

主な成果

直接負荷制御型 DR 料金プランの受容性を把握するため、Web アンケート調査において料金プランの選択実験を実施した（図 1）。回答者には、各選択問題において、自分にとって最も望ましいと思う料金プランを選択してもらった。本研究では自動制御の対象家電として、電気給湯機器（昼間の上げ DR 用）、エアコン、洗濯機、冷蔵庫、電子レンジ・オーブン、掃除機（いずれも夕方の方の下げ DR 用）を扱っている。

1. 家庭用需要家の DR 料金プラン選択の意思決定モデルの推定

図 2 は、選択実験の回答データをもとに、家庭用需要家が DR 料金プランの選択において重視している要因を推定した結果である。自動制御の対象家電に対する家庭用需要家の選好度は、掃除機、洗濯機、電気給湯機器、エアコン、冷蔵庫、電子レンジ・オーブンの順で高いことが明らかとなった（図 2-a）。洗濯機や掃除機の選好度が高かった理由として、調査設計においてこれらの家電の制御時間帯を 17-19 時と設定していたこともあり、この時間帯での利用者が少ないことや、この時間帯に利用していても、別の時間帯へのシフトが可能と判断された可能性が考えられる。エアコンや冷蔵庫の自動制御に対する選好度は、電気給湯機器の自動制御に対する選好度よりも低かったが、これはエアコン、冷蔵庫は制御時間帯の利用割合も高いことから、電気給湯機器の自動制御と比べ

て生活の快適性が損なわれることを懸念していることなどが考えられる。最後に、電子レンジ・オーブンについては、当該家電が夕食時に利用されることが多く、夕方から別の時間帯へのシフトが難しいことが影響している可能性がある。

次に自動制御の実施日数に注目すると、4日/月（平日のみ）に対する選好度が最も高く、20日/月（平日のみ）に対する選好度が最も低い結果となった（図 2-b）。なお、12日/月（平日のみ）と4日/月（休祝日のみ）の選好度の差は統計的に有意でなく、この2つの実施日数に対する家庭用需要家の選好度は無差別である可能性がうかがえる。また、実施日数が同じ4日/月（平日のみ）と4日/月（休祝日のみ）を比較すると、休祝日の方が低い選好度となっている。この要因として、休祝日は平日と比べて自動制御時間帯の在宅人数が多いため、在宅人数が少ない平日よりも家庭全体での消費パターンのシフトが難しいと判断されたことなどが考えられる。

非金銭的対価として本研究で設定したメンテナンスサービスに対する選好度は、予想と異なりマイナスであった（図 2-c）。回答者への調査内容の説明段階において、当サービスに対する追加料金は発生しないということを明記しなかったため、回答者が当サービスは有料であると判断した可能性もあり、この点を明確にした上で、更なる検証が必要となる。

最後に、電気代削減効果⁽²⁾については予想と整合的な結果が得られており、家庭用需要家が享受できる電気代削減額が大きくなるほど、選好度が高くなることを確認できる。

2. 家庭用需要家の DR 料金プランに対する受容性のシミュレーション分析

図 3 は、家庭用需要家の仮想的な料金プランに対する受容性を、DR 料金プラン選択の意思決定モデルの推定結果を用いて試算した結果である⁽³⁾。なお本研究では、「ある仮想的な直接負荷制御型 DR 料金プランと現状維持（契約中の電気料金プラン）の2つの選択肢がある時、家庭用需要家が前者を選択する確率」を、その仮想的な直接負荷制御型 DR 料金プランに対する受容性としている。この選択確率が 50%を超えると、現状維持（契約中の電気料金プラン）よりも、仮想的に設定された DR 料金プランの方が受容されやすいことを意味する。

各契約条件が受容性に与える影響度に注目すると、自動制御の対象家電の違いによる影響度の差は総じて大きい傾向にある。例えば、電気代削減効果が 100 円/月で、自動制御を平日 20 日/月で実施するという条件の DR 料金プランを考える時、自動制御の対象を電子レンジ・オーブンとすると、受容性は 18%（図 3-f）だが、自動制御の対象を掃除機とすると、受容性は 50%（図 3-a）まで上昇する。

自動制御の実施日数については、その影響度が総じて小さいことがうかがえる。例えば、電気給湯機器の自動制御を伴う電気代削減効果が 100 円/月の DR 料金プラン（図 3-

e) において、自動制御の実施日数が平日 4 日/月から平日 20 日/月になったとしても、受容性は 7%pt しか低下しない。

最後に、電気代削減効果の影響度は、達成可能な電気代削減額の大きさに依存する。例えば、電気給湯機器の自動制御を平日 4 日/月行う DR 料金プラン（図 3-e）において、電気代削減効果が 0 円/月から 1,000 円/月となる場合、受容性が 39%pt 高まるが、100 円/月となる場合には、受容性は 4%pt 程度しか上昇しない。

3. 本研究から得られる示唆

直接負荷制御型 DR の普及促進に向けて、本研究から得られる示唆を 3 つあげておく。第 1 に、直接負荷制御型 DR 料金プランの受容性に最も影響を与える契約条件は、電気代削減効果を除くと、自動制御の対象家電であることから、直接負荷制御型 DR 料金プランの検討においては、自動制御の対象家電の設定が重要となる。例えば、自動制御に対する受容性が比較的高い電気給湯機器の上げ DR や、エアコンの下げ DR を活用した DR 料金プランが期待できる。

第 2 に、自動制御の実施日数の増加による受容性の減少度は、4 日/月（平日のみ）と 20 日/月（平日のみ）でも選択確率の違いは 4%～8%程度であり、自動制御の対象家電や電気代削減効果の影響度と比べて小さいことに鑑みると、DR 料金プランを設計する際、受容性の低下を恐れて自動制御の実施日数を過度に抑制する必要はないと推察される。

第 3 に、DR 料金プランを提供する事業者が実際にどの程度の電気代削減効果を設定するかは、事業の収益性を勘案しながら慎重に設定する必要があるものの、この削減額を大きく設定できる場合は、それによって他の契約条件よりも受容性を大きく向上させることを期待できる。

今後の展開

本研究では自動制御の対象となる家電は、DR 料金プランごとに 1 つとしていたが、より DR 効果を高めるためには、複数の家電を同時に自動制御することに対する受容性を把握することも有益であろう。

注1) 超過供給の状況において需要の創出を行う DR のことである。反対の用語である下げ DR は、超過需要の状況において、需要を抑制する DR のことである。

注2) 本研究では、各回答者が現在契約中の料金プランから各直接負荷制御型 DR 料金プランに変更した場合に達成できる電気代の削減額として定義している。




注3) メンテナンスサービスについては、意思決定モデルの推定において、家庭用需要家からマイナスに評価されることが明らかとなったため、ここでは当サービスを付加しない仮想的な料金プランを設定している。

【①選択行動に関する回答データの収集】

以下のようなDR料金プランの選択問題を複数作成し、回答者には自分にとって最も好ましいものを選択してもらう

回答者に提示した選択問題の例

Q.あなたが契約中の電力会社から、仮に以下のような料金プランを提示された場合、あなたにとって最も望ましいと思う選択肢を選んでください。なお、書かれている各情報はあなたのご家庭でも実現可能とし、書かれていない条件については、すべての選択肢で同じであるとして、ご回答ください。

	プラン I	プラン II	プラン III	現状維持
				
自動制御の対象家電	電子レンジ・オープン (A.一時停止) 17~19時	洗濯機 (A.一時停止) 17~19時	掃除機 (A.一時停止) 17~19時	現在契約中の料金プランの継続
自動制御の実施日数	4日/月 (平日のみ)	20日/月 (平日のみ)	12日/月 (平日のみ)	
自動制御家電のメンテナンスサービス	なし	なし	あり	各スペックの水準
電気代削減効果	500円/月削減	1,000円/月削減	1,000円/月削減	
選択肢	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

※ スペック

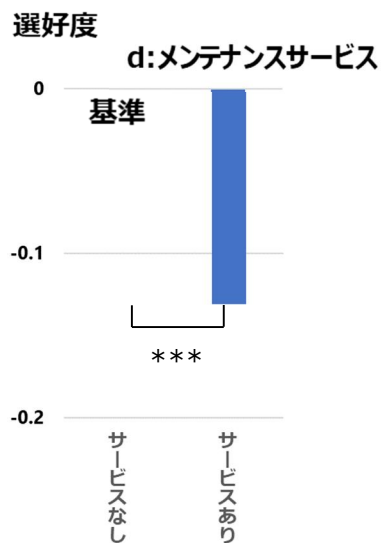
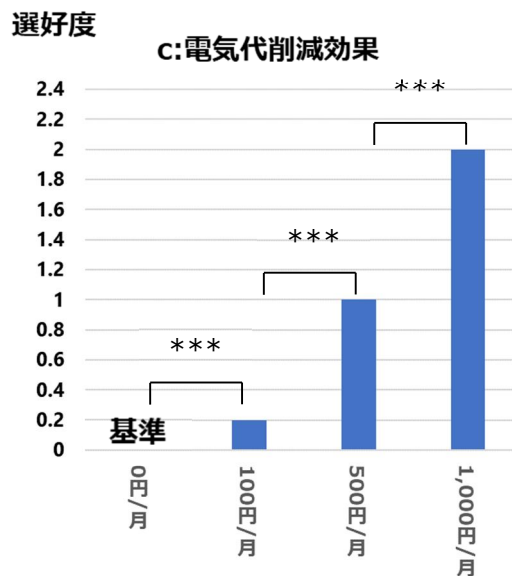
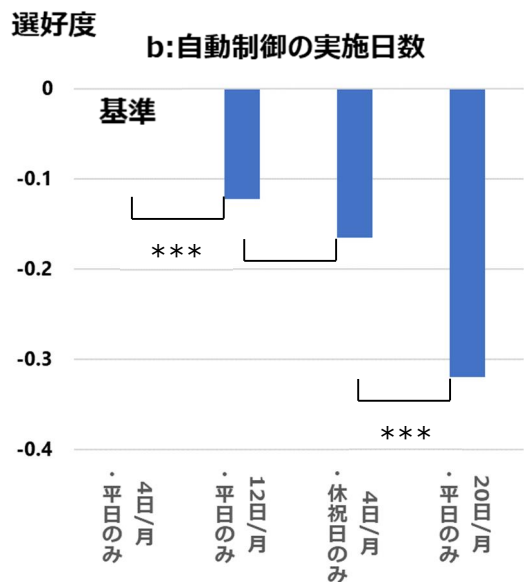
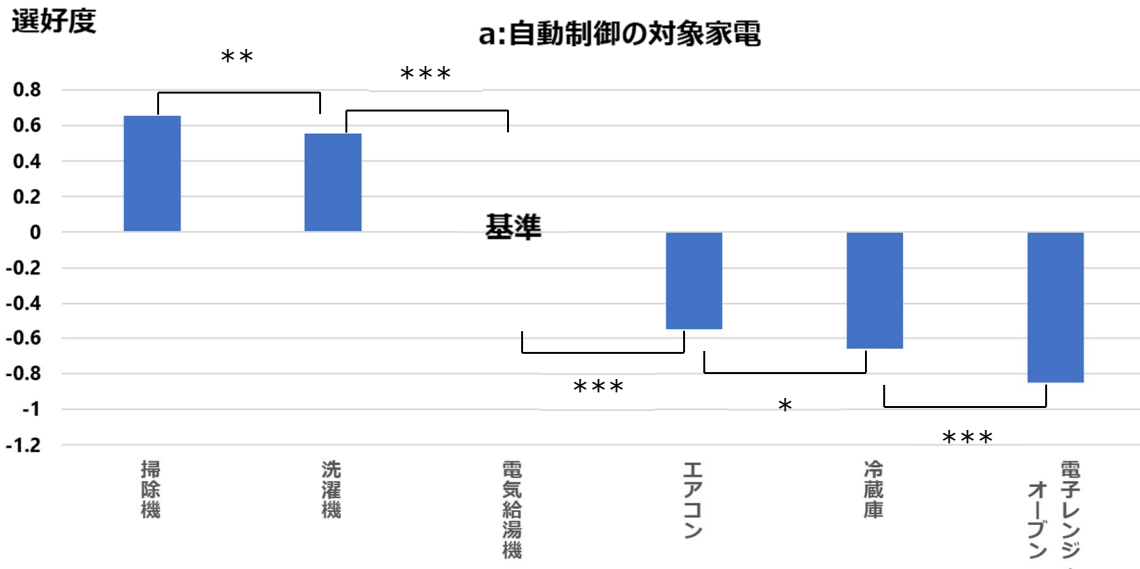
各選択問題において、選択肢ごとに各スペックがとりうる水準は、以下の中から設定される

スペック	水準
自動制御の対象家電	1：洗濯機（17-19時の間、利用停止）、2：電子レンジ・オープン（17-19時の間、利用停止）、3：掃除機（17-19時の間、利用停止）、4：エアコン（17-19時の間、温度管理）、5：冷蔵庫（17-19時の間、温度管理）、6：給湯機（沸き上げの一部を11-15時にシフト）
自動制御の実施日数	1：4日/月（休祝日のみ）、2：4日/月（平日のみ）、3：12日/月（平日のみ）、4：20日/月（平日のみ）
自動制御家電のメンテナンスサービス	1：なし、2：あり
電気代削減効果	1：0円/月、2：100円/月、3：500円/月、4：1,000円/月

【②回答データの分析】

回答データを分析し、回答者が選択の際にどのようなスペックをどの程度重視しているのかを定量的に把握する

図1 本研究における離散選択実験の概要

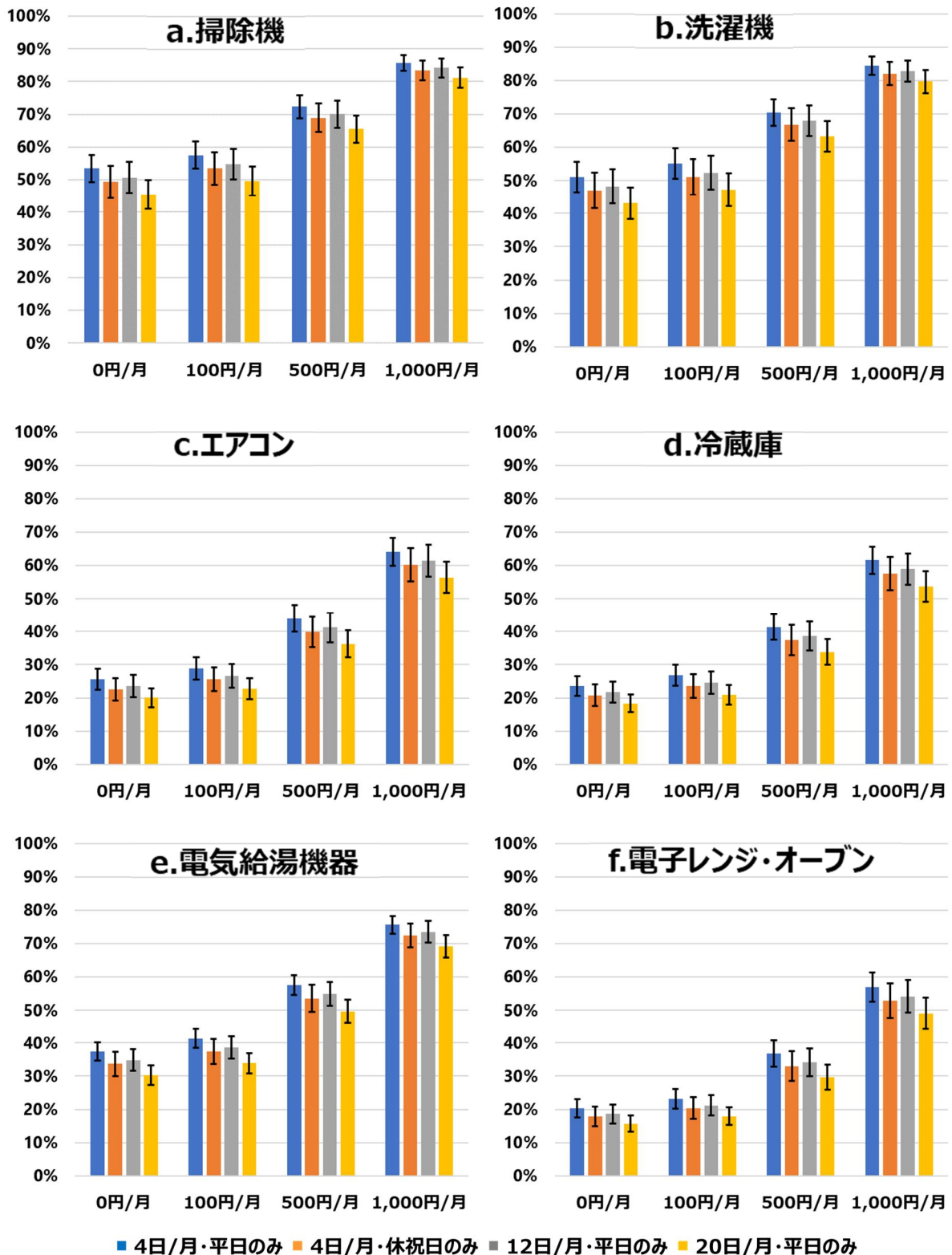


【グラフの見方】

- ・選好度は効用値と呼ばれるもので、値自体に絶対的な意味はないが、選好度の値が高いほど、回答者に好まれていることを意味する
- ・'***'、'**'、'*'はそれぞれ1%、5%、10%有意水準で、水準間の選好度の差が統計的に有意であることを意味する

図2 DR料金プラン選択の意思決定モデルの推定結果

受容性



【グラフの説明】

- ・各棒グラフは仮想的な料金プランを表し、エラーバーは95%信頼区間である
- ・縦軸の受容性は「現状の料金プランと仮想的な直接負荷制御型DR料金プランの2択において、後者を選択する確率」である
- ・横軸は電気代削減効果である

図3 DR料金プランに対する受容性のシミュレーション結果

直接負荷制御型のデマンドレスポンス料金プラン に対する家庭用需要家の受容性調査

電力中央研究所 社会経済研究所

主任研究員 田中 拓朗

2024年3月

RI 電力中央研究所

© CRIEPI

1

RI 電力中央研究所

目次

1. 背景と目的
 2. 本研究の概要
 - 2-1. 本研究の特徴
 - 2-2. 分析方法の概要
 - 2-3. 主な結果
 3. 分析の詳細
 - 3-1. Webアンケート調査と離散選択実験について
 - 3-2. DR料金プラン選択の意思決定モデルの推定
 - 3-3. DR料金プランに対する受容性のシミュレーション分析
 4. まとめ
- 【付録1】Webアンケート回答者の基本属性
【付録2】離散選択実験に関する補足データ
【付録3】分析方法に関する補足
【付録4】DR料金プランに対する受容性のシミュレーション分析の補足資料

© CRIEPI

-1-

2

1. 背景と目的

◆ 研究の背景

- 低炭素社会実現に向けて普及が進む再生可能エネルギーを有効活用しつつ、電力需給の柔軟性を高める手法として、エネルギーの需要側が供給状況に応じて消費パターンをシフトさせるデマンドレスポンス（DR：Demand Response）を活用した料金プランが注目されている
- DR料金プランの一つとして、あらかじめ定められた契約条件の下で家庭用需要家の機器を直接制御する代わりに、電気代割引やインセンティブを提供するDR料金プラン（直接負荷制御型DR料金プラン）がある
- このDR料金プランは、消費シフト・節電の確実性が高いと言われており、今後の普及が期待されている
- しかしながら、直接負荷制御型DR料金プランに対する家庭用需要家の受容性に関する知見は少なく、現時点では、どの程度普及しうるのかについて明らかとなっていない

◆ 研究の目的

- 本研究では、直接負荷制御型DR料金プランに対する家庭用需要家の受容性を、Webアンケート調査を用いた離散選択実験※により定量的に把握し、今後の普及促進に向けた取組についての示唆を得る

※ 離散選択実験の概要は、pp.14-28にて説明

2. 本研究の概要

2-1. 本研究の特徴

- ◆ 直接負荷制御型DR料金プランに対する家庭用需要家の受容性を分析した先行研究はいくつかある[1]-[9]
- ◆ しかしながら、以下の点については十分な知見が得られていないため、本研究で取り組む

(1) 上げDR※への活用を念頭に置いた電気給湯機器の直接負荷制御を行うDR料金プランに対する受容性の分析

先行研究では、下げDRへの活用を念頭に置いた家電（洗濯機やエアコン等）の直接負荷制御型DRの受容性に注目した研究が多く、上げDRへの活用を念頭に置いた家電に注目した研究は少ない。本研究では、上げDRへの活用を念頭に置いた家電として電気給湯機器を取り上げ、当該家電の直接負荷制御を行うDR料金に対する受容性を明らかにする。さらにその結果を、下げDRへの活用を念頭に置いた家電の直接負荷制御を行うDR料金プランに対する受容性と比較する

(2) 直接負荷制御型DR料金プラン契約に対する非金銭的対価が受容性に与える影響を分析

直接負荷制御型DR料金プランを契約することに対する金銭的対価以外のメリットが受容性に与える影響を分析した研究は少ない。本研究では、直接負荷制御型DR料金プランを契約することに対する非金銭的対価として「自動制御家電のメンテナンスサービス」に注目し、当サービスが受容性に与える影響を分析する

※ 超過供給の状況において需要の創出を行うDRのことである。反対の用語である下げDRは、超過需要の状況において、需要を抑制するDRのことである。

2-2. 分析方法の概要

◆ 分析手順

1. 家庭用需要家を対象に、仮想的な直接負荷制御型DR料金プランに関する離散選択実験をWebアンケート上で行い、料金プランの選択データを収集する（pp.11-30）
2. 収集した選択データをもとに、料金プラン選択の意思決定モデルを推定する（pp.31-39）
3. 様々な直接負荷制御型DR料金プランを想定し、それらに対する家庭用需要家の受容性を、ステップ2で推定された意思決定モデルを用いてシミュレーション分析で試算する（pp.40-47）

1. 選択実験により選択データを収集

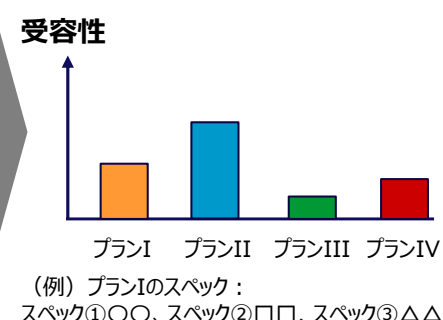
設問1	料金プランの選択肢		
	プランA	プランB	プランC
ス	□	□	□
ス	□	□	□
設問2	料金プランの選択肢		
	プランD	プランE	プランF
ス	□	□	□
ス	□	□	□
設問N	料金プランの選択肢		
	プランX	プランY	プランZ
ス	□□	△△	△△
ス	△△	××	□□
ス	○○	□□	××

選択肢 □

2. 収集データをもとに意思決定モデルを推定

スペック	選択行動に与える影響
スペック①	消費者はスペック①の値が高いことを好む
スペック②	消費者はスペック②の値が低いことを好む
スペック③	スペック③は消費者の料金プラン選択に影響を与えない

3. 受容性のシミュレーション分析



2-2. 分析方法の概要 (本研究における離散選択実験)

◆ 直接負荷制御型DR料金プランに関する選択実験を設計

回答者には、下図のような料金プランの選択問題に6問回答してもらう
(選択問題はD-効率性基準※をもとに作成)

Q.あなたが契約中の電力会社から、仮に以下のような料金プランを提示された場合、あなたにとって最も望ましいと思う選択肢を選んでください。なお、書かれている各情報はあなたのご家庭でも実現可能とし、書かれていない条件については、すべての選択肢で同じであるとして、ご回答ください。

	プラン I	プラン II	プラン III	現状維持
スペック				
自動制御の対象家電	電子レンジ・オープン (A.一時停止) 17~19時	洗濯機 (A.一時停止) 17~19時	掃除機 (A.一時停止) 17~19時	現在契約中の料金プランの継続
自動制御の実施日数	4日/月 (平日のみ)	20日/月 (平日のみ)	12日/月 (平日のみ)	
自動制御家電のメンテナンスサービス	なし	なし	あり	
電気代削減効果	500円/月 削減	1,000円/月 削減	1,000円/月 削減	
選択肢	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

各スペックの水準

各選択問題において、選択肢ごとに各スペックがとりうる水準は、以下の中から設定される
(これらのスペックに注目する理由についてはp.18を参照)

スペック	水準
自動制御の対象家電	1: 洗濯機 2: 電子レンジ・オープン 3: 掃除機 4: エアコン 5: 冷蔵庫 6: 電気給湯機器
自動制御の実施日数	1: 4日/月 (休祝日のみ) 2: 4日/月 (平日のみ) 3: 12日/月 (平日のみ) 4: 20日/月 (平日のみ)
自動制御家電のメンテナンスサービス	1: なし 2: あり
電気代削減効果	1: 0円/月 2: 100円/月 3: 500円/月 4: 1,000円/月

※D効率性基準については、先行研究[10]を参照

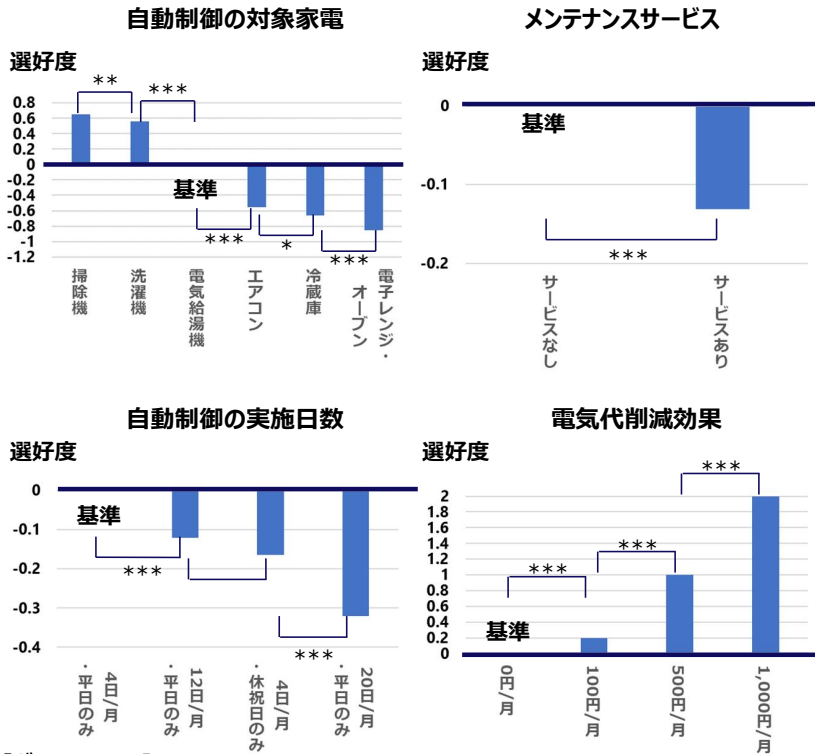
2-2. 分析方法の概要 (本研究で注目するスペックとその水準について)

◆ 本研究で設定した直接負荷制御型DR料金プランの各スペックの概要は、以下の通り

➤ 各スペックの詳細はpp.23-28も参照のこと

スペック	概要
自動制御の対象家電	自動制御の対象となる家電のことであり、家電ごとに制御方法が異なる <ul style="list-style-type: none"> 洗濯機、電子レンジ・オープン、掃除機：17-19時の利用を一時停止（下げDR運用） エアコン：17-19時に利用する場合、暖房時は20度に、冷房時は28度に設定して運用（下げDR運用） 冷蔵庫：17-19時の時間帯は、庫内の食材が傷まないように配慮した上で、温度管理（下げDR運用） 電気給湯機器：湯切れが生じないように配慮しながら、11-15時に沸かすように運用（上げDR運用）
自動制御の実施日数	自動制御を実施する月当たりの日数である（実施日数の上限ではない点に留意） 自動制御のお知らせは遅くとも実施日の前日までに通知される
自動制御家電のメンテナンスサービス	自動制御家電を対象としたメンテナンスサービスであり、家電の不調を事前に検知し、急な故障リスクを抑えることができる また、家電の劣化を早める使い方や、非効率的な使い方をしている場合は、それらの改善策についてリアルタイムでアドバイスも受けられる
電気代削減効果	直接負荷制御型DR料金プランに変更した際に得られる電気代の削減効果であり、家庭用需要家が現在契約している電気料金プランと比較したときの値として表示される

2-3. 主な結果 (DR料金プラン選択の意思決定モデルの推定結果)



◆ 自動制御の対象家電 (左上)

- 掃除機、洗濯機、電気給湯機器、エアコン、冷蔵庫、電子レンジ・オープンの順で選好度が高く、また家電間の選好の差は統計的に有意であった

◆ 自動制御の実施日数 (左下)

- 4日/月(平日のみ)、12日/月(平日のみ)、4日/月(休祝日のみ)、20日/月(平日のみ)の順で選好度が高かったが、12日/月(平日のみ)と4日/月(休祝日のみ)の選好度には統計的に有意な差は見られなかった

◆ メンテナンスサービス (右上)

- 本研究で設定したメンテナンスサービスは付加されない方が統計的に有意に好まれる

◆ 電気代削減効果 (右下)

- 電気代削減額が高い方が統計的に有意に好まれている

【グラフの見方】

・選好度は効用値と呼ばれるもので、値自体に絶対的な意味はないが、選好度の値が高いほど、回答者に好まれていることを意味する
 ・ '***'、 '**'、 '*'はそれぞれ1%、5%、10%有意水準で、水準間の選好度の差が統計的に有意であることを意味する

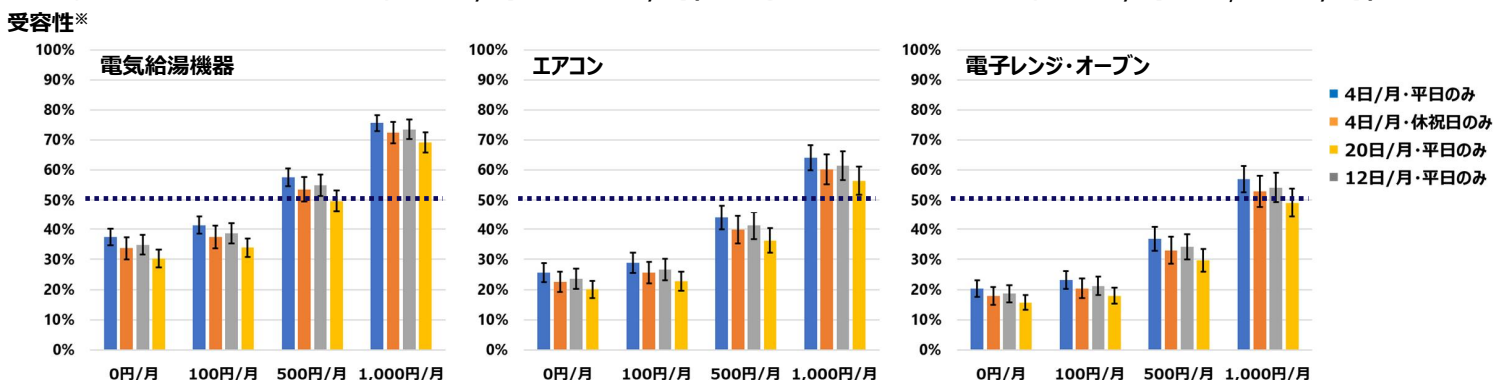
2-3. 主な結果 (DR料金プランの受容性に関するシミュレーション分析)

◆ スペックの違いがDR料金プランの受容性※に与える影響

- 自動制御の対象家電の違いによる影響度の差は総じて大きい
 - 例えば、電気代削減効果が100円/月で、自動制御を平日20日/月で実施するという条件のDR料金プランを考える時、自動制御の対象を電子レンジ・オープンとすると、受容性は18%だが、自動制御の対象を電気給湯機器とすると、受容性は2倍近くの34%まで上昇

◆ DR料金プランの受容性が50%を上回るために必要となる電気代削減効果

- 上げDR運用：電気給湯機器 (312円/月～ 507円/月)
- 下げDR運用：エアコン (647円/月～ 842円/月)、電子レンジ・オープン (829円/月～ 1,024円/月)



※ 各DR料金プランと現状維持(契約中の電気料金プラン)の2つの選択肢がある時、家庭用需要家が前者を選択する確率として定義している。この確率が50%を超えると、現状維持(契約中の電気料金プラン)よりも、DR料金プランの方が受容されやすいことを意味する。各棒グラフは仮想的な料金プランを表し、エラーバーは95%信頼区間である

3. 分析の詳細

3-1. アンケート調査と離散選択実験について

【再掲】分析方法の概要

◆ 分析手順

1. 家庭用需要家を対象に、仮想的な直接負荷制御型DR料金プランに関する離散選択実験をWebアンケート上で行い、料金プランの選択データを収集する (pp.11-30)
2. 収集した選択データをもとに、料金プラン選択の意思決定モデルを推定する (pp.31-39)
3. 様々な直接負荷制御型DR料金プランを想定し、それらに対する家庭用需要家の受容性を、ステップ2で推定された意思決定モデルを用いてシミュレーション分析で試算する (pp.40-47)

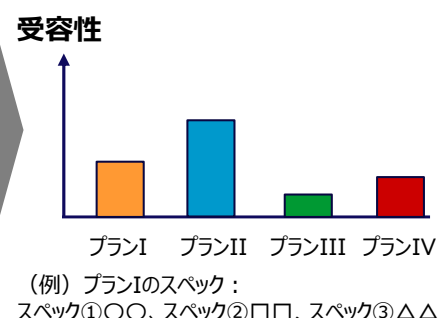
1. 選択実験により選択データを収集

設問1	料金プランの選択肢		
	プランA	プランB	プランC
ス 設問2	料金プランの選択肢		
ス	プランD	プランE	プランF
ス 設問N	料金プランの選択肢		
ス	プランX	プランY	プランZ
ス	スペック①	□□ △△ △△	△△
ス	スペック②	△△ ×× □□	□□
ス	スペック③	○○ □□ ××	××
人	選択肢	□ <input checked="" type="checkbox"/> □	□

2. 収集データをもとに意思決定モデルを推定

スペック	選択行動に与える影響
スペック①	消費者はスペック①の値が高いことを好む
スペック②	消費者はスペック②の値が低いことを好む
スペック③	スペック③は消費者の料金プラン選択に影響を与えない

3. 受容性のシミュレーション分析



Webアンケート調査の流れ

- ◆ 直接負荷制御型DR料金選択に関する離散選択実験を含むWebアンケート調査を実施
 - 離散選択実験の概要については、pp.14-28を参照
 - 調査対象者はp.29の【調査対象者のスクリーニング条件】を参照

調査項目

電気料金の契約状況	<ul style="list-style-type: none"> 契約中の電力会社や電気料金タイプ、電気料金プランのスイッチング経験の有無などを調査
料金プランに関する離散選択実験	<ul style="list-style-type: none"> 仮想的な直接負荷制御型DR料金プランに関する離散選択実験を行い、回答者のDR料金プラン選択のデータを収集
保有家電や世帯属性	<ul style="list-style-type: none"> 保有家電やそれらの主な利用時間帯、昼間や夕方の在宅状況、世帯人数、世帯年収などを調査

離散選択実験とは

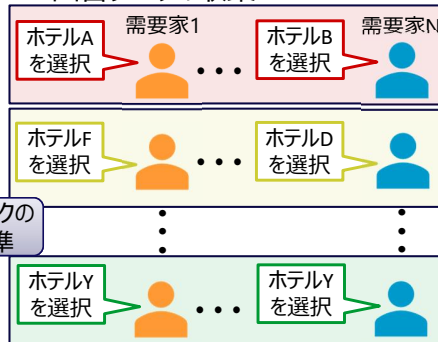
- ◆ スペックの水準が異なる選択肢を組み合わせた選択問題を複数作成し、回答者には、それぞれの問題について最も好ましいものを選んでもらう実験（下図1-2）
- ◆ その選択傾向を分析することで、各スペックとその水準の重要度を明らかにする（下図3）
 - メリット1**：各スペックの水準を実験的に設定するため、各スペックが消費者の選択行動に与える個別の影響を識別しやすい
 - メリット2**：各スペックの水準を組み合わせることで様々な選択肢を作成し、それらの選択肢に対する選択確率についてシミュレーション分析ができる

離散選択実験の例（出張時の宿泊ホテルの選択）

1. 選択実験の設計

設問1	ホテルの選択肢			
	ホテルA	ホテルB	ホテルC	
料	ホテルの選択肢			
立	ホテルD	ホテルE	ホテルF	
朝	料金	〇〇円	△□円	△□円
大	立地	ホテルの選択肢		
立	設問M	ホテルX	ホテルY	ホテルZ
朝	料金	〇□円	△〇円	△〇円
大	立地	駅から5分	駅から1分	駅から3分
立	朝食	無し	簡易	ビュッフェ
大	大浴場	あり	無し	無し

2. 回答データの収集



3. 分析結果（例）

スペック	選択行動に与える影響
料金	料金が安い方が選ばれやすい
立地	駅に近い方が選ばれやすい
朝食	ビュッフェ形式の朝食が付いている方が選ばれやすい
大浴場	大浴場があるかどうかは選択に影響しない

本研究における離散選択実験（1/2）

- ◆ 下図のような料金プランの選択問題を24問作成し、回答者にはそれぞれの選択問題について、自身にとって最も望ましいと思う料金プランを選んでもらう*
- 回答者の回答負担を考慮し、選択問題を4つのブロックに分け、回答者をいずれかのブロックにランダムに割り当てることで、回答者1人当たりの設問数を6問とした

Q.あなたが契約中の電力会社から、仮に以下のような料金プランを提示された場合、あなたにとって最も望ましいと思う選択肢を選んでください。なお、書かれている各情報はあなたのご家庭でも実現可能とし、書かれていない条件については、すべての選択肢で同じであるとして、ご回答ください。

	プラン I	プラン II	プラン III	現状維持
スペック				
自動制御の対象家電	電子レンジ・オープン (A.一時停止) 17~19時	洗濯機 (A.一時停止) 17~19時	掃除機 (A.一時停止) 17~19時	現在契約中の料金プランの継続
自動制御の実施日数	4日/月 (平日のみ)	20日/月 (平日のみ)	12日/月 (平日のみ)	
自動制御家電のメンテナンスサービス	なし	なし	あり	
電気代削減効果	500円/月削減	1,000円/月削減	1,000円/月削減	
選択肢	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- 各スペックの概要や選択肢ごとに各スペックがとりうる水準については、pp.16-17を参照のこと
- 本調査で作成した選択問題の一覧は、pp.63-65に掲載している

※選択問題は、D-効率性基準をもとに作成した。D効率性基準については、先行研究[10]を参照のこと。

本研究における離散選択実験（2/2）

- ◆ 各選択問題の各スペックの水準は、下表の中から選択して設定している
- 各スペックの概要はp.17を参照のこと

スペック	水準
自動制御の対象家電	1：洗濯機 ※縦型式、ドラム式などの洗濯機タイプの区別はしていない 2：電子レンジ・オープン ※オープン機能のある電子レンジを想定 3：掃除機 ※コード式や充電式コードレスなどの掃除機タイプの区別はしていない 4：エアコン 5：冷蔵庫 6：電気給湯機器 ※瞬間式ではなく、貯湯式の電気給湯機器を想定
自動制御の実施日数	1：4日/月（休祝日のみ） 2：4日/月（平日のみ） 3：12日/月（平日のみ） 4：20日/月（平日のみ）
自動制御家電のメンテナンスサービス	1：なし 2：あり
電気代削減効果	1：0円/月 2：100円/月 3：500円/月 4：1,000円/月

【再掲】本研究で注目するスペックとその水準について

- ◆ 本研究で設定した直接負荷制御型DR料金プランの各スペックの概要は、以下の通り
 - 各スペックの詳細はpp.23-28も参照のこと

スペック	概要
自動制御の対象家電	自動制御の対象となる家電のことであり、家電ごとに制御方法が異なる <ul style="list-style-type: none"> ・洗濯機、電子レンジ・オーブン、掃除機：17-19時の利用を一時停止（下げDR運用） ・エアコン：17-19時に利用する場合、暖房時は20度に、冷房時は28度に設定して運用（下げDR運用） ・冷蔵庫：17-19時の時間帯は、庫内の食材が傷まないように配慮した上で、温度管理（下げDR運用） ・電気給湯機器：湯切れが生じないように配慮しながら、11-15時に沸かすように運用（上げDR運用）
自動制御の実施日数	自動制御を実施する月当たりの日数である（実施日数の上限ではない点に留意） 自動制御のお知らせは遅くとも実施日の前日までに通知される
自動制御家電のメンテナンスサービス	自動制御家電を対象としたメンテナンスサービスであり、家電の不調を事前に検知し、急な故障リスクを抑えることができる また、家電の劣化を早める使い方や、非効率的な使い方をしている場合は、それらの改善策についてリアルタイムでアドバイスも受けられる
電気代削減効果	直接負荷制御型DR料金プランに変更した際に得られる電気代の削減効果であり、家庭用需要家が現在契約している電気料金プランと比較したときの値として表示される

本研究で注目するスペックの設定理由について

- ◆ 本研究では、直接負荷制御型DR料金プランのスペックとして、①自動制御の対象家電、②自動制御の実施日数、③自動制御対象家電のメンテナンスサービス、④電気代削減効果の影響に着目している*

①自動制御対象の家電、②自動制御の実施日数に着目する理由

- 直接負荷制御型DRは宅内の家電を自動制御することから、家庭用需要家の生活の利便性を損なう可能性があるため、どのような家電を、どのような頻度で自動制御するのが、家庭用需要家の意思決定に影響する可能性がある
- なお、自動制御対象の候補とした家電は、先行研究[11]-[13]でそのDRポテンシャルが評価されている家電や、先行研究[14]に掲載されている消費電力の多い家電を参考に設定した

③自動制御対象家電のメンテナンスサービス、④電気代削減効果に着目する理由

- 上述の通り、直接負荷制御型DRにより、家庭用需要家は生活の利便性を損なう可能性があるため、それに対する何らかの対価が必要になりうる
- ③自動制御対象家電のメンテナンスサービスは非金銭的対価、④電気代削減効果は金銭的対価の影響として着目している

* これらのスペック以外にも、本研究では固定している自動制御時間帯の設定など、家庭用需要家の意思決定に影響を与えうる直接負荷制御型DR料金プランのスペックもありうるが、それらすべてのスペックを考慮した選択実験は回答者の負担が大きくなり、回答精度が下がることから有意義な分析が難しくなるため、上記以外のスペックはすべての料金プラン間で同じとし、分析対象としていない

本研究における離散選択実験の流れ

調査の前提条件の説明

- 近年の電力需給構造、なぜ直接制御型DRが必要となるのか、本調査で検討する直接負荷制御型DR料金プランの構成について説明

前提条件の理解度確認

- 上記の前提条件の説明に対する回答者の理解度を確認
- 誤って理解している場合は、誤った箇所に関する説明を再度表示

選択問題への回答

- 各スペックの水準が異なる仮想的な直接負荷制御型DR料金プランを作成し、それらを組み合わせて作成した料金プランの選択問題に回答してもらう

調査票で提示した説明資料について

◆ 提示資料の流れ

1. 調査内容と近年の電力需給構造について説明 (p.21)
2. 直接負荷制御型DR料金プランの必要性について説明 (p.22)
3. 本研究で検討する直接負荷制御型DR料金プランの構成内容 (スペック) について説明 (p.23)
4. 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、①自動制御対象となる家電について説明 (pp.24-25)
5. 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、②自動制御を行う月当たりの日数について説明 (p.26)
6. 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、③自動制御家電のメンテナンスサービスについて説明 (p.27)
7. 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、④電気代削減効果について説明 (p.28)

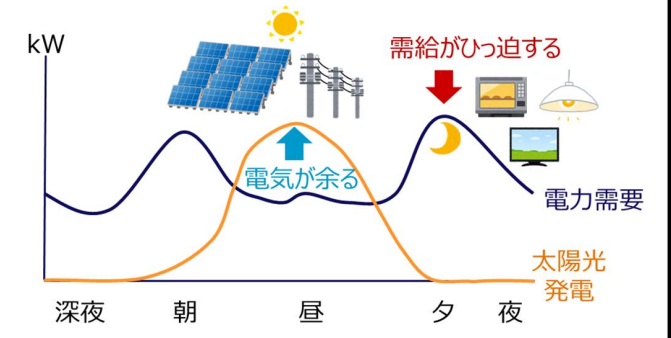
調査票で提示した説明資料 (1/8)

◆ 調査内容と近年の電力需給構造について説明

■ここからは、新たな電気料金プランについてお伺いします。
 ※ご回答いただく前に、いくつかご覧いただきたい情報がございます。所要時間は10分程度ですが、ご理解とご協力のほど、よろしくお願いいたします。

■近年の電力需給の構造
 ・今日の社会では、太陽光発電などの再生可能エネルギー普及に伴い、電力の需給構造が変化しております。
 ・太陽光発電が増える昼間に電気が余ったり、反対に太陽光発電が減る夕方以降の電力需給がひっ迫したりするケースが増えてきています。(下図)

例：近年の冬場における電力需要のイメージ

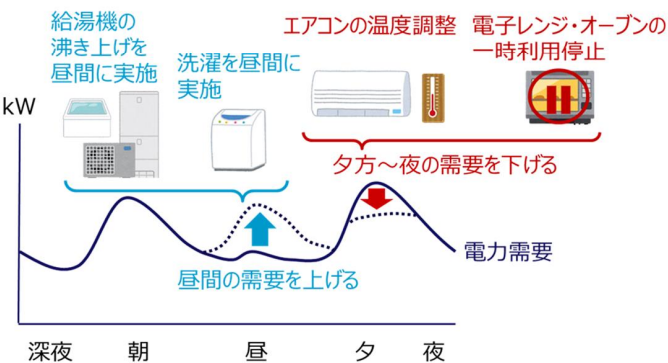


調査票で提示した説明資料 (2/8)

◆ 直接負荷制御型DR料金プランの必要性について説明

■太陽光発電を有効に活用したり、電力需給を安定化させたりするためには
 ・需要に合わせて電力供給を増やすだけでなく、各家庭の電力消費パターンを変化させる取り組みも重要となってきます。(下図)

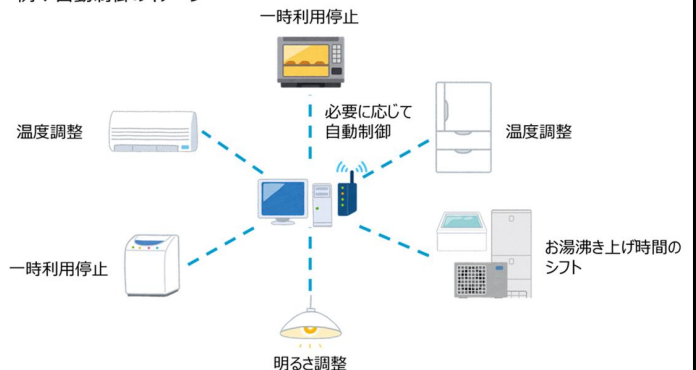
例：家庭の電力消費パターン変化のイメージ



・このような状況の中、各家庭の自助努力に任せるだけでなく、インターネットを活用して家電の自動制御を行うことで各家庭の電力消費パターンのシフトを促しつつ、各家庭にとってもお得となるような、新たな料金プランが検討されております。

※この調査の中では、あなたがお持ちの家電も自動制御可能なものとしてお考え下さい

例：自動制御のイメージ



家電の自動制御を活用した料金プランに加入することで、電気代がお得に！

調査票で提示した説明資料 (3/8)




◆ 本研究で検討する直接負荷制御型DR料金プランの構成内容（スペック）について説明

■ 新たな料金プランの内容

・新たな料金プランは以下の内容によって構成されております。

- ① 自動制御対象となる家電
- ② 自動制御を行う月当たりの日数
- ③ 自動制御家電のメンテナンスサービス
- ④ 電気代削減効果

料金プランの例

	プラン I	プラン II	プラン III	...
自動制御の対象家電	 電子レンジ・オープン (A.一時停止) 17～19時	 洗濯機 (A.一時停止) 17～19時	 掃除機 (A.一時停止) 17～19時	
自動制御の実施日数	4日/月 (平日のみ)	20日/月 (平日のみ)	12日/月 (平日のみ)	
自動制御家電のメンテナンスサービス	なし	なし	あり	
電気代削減効果	500円/月 削減	1,000円/月 削減	1,000円/月 削減	

調査票で提示した説明資料 (4/8)

◆ 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、①自動制御対象となる家電について説明 (1)

① 自動制御の対象となる家電

・自動制御の対象となる家電は、料金プランごとに以下のいずれかに設定されております。

- 洗濯機（洗濯乾燥機も含む）
- 電子レンジ・オープン
- 掃除機
- エアコン
- 冷蔵庫
- 給湯機

・各家電の制御方法は以下の通りです。
「洗濯機、電子レンジ・オープン、掃除機のいずれか」の場合
⇒A.利用一時停止型の制御
(夕方17-19時の利用を停止)

A.利用一時停止型

洗濯機 電子レンジ・オープン 掃除機



17-19時の間は利用できない

調査票で提示した説明資料 (5/8)

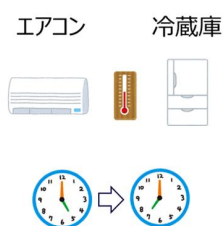
◆ 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、①自動制御対象となる家電について説明 (2)

「エアコン」の場合
⇒B.限定利用型の制御 (温度管理)
(夕方17-19時に利用する場合、暖房時は20度に、冷房時は28度に設定して運用)

「冷蔵庫」の場合
⇒B.限定利用型の制御 (温度管理)
(夕方17-19時の時間帯は、庫内の食材が傷まないように配慮した上で、温度管理)

B.限定利用型 (温度管理)

エアコン 冷蔵庫

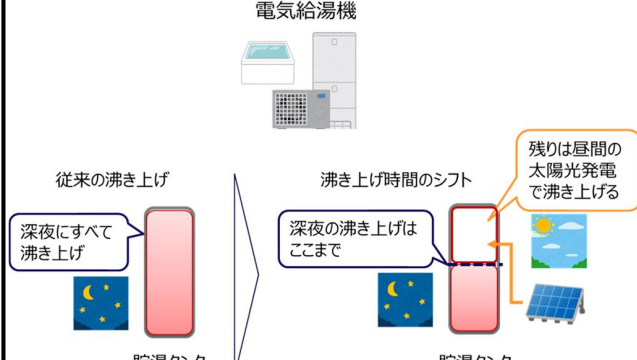


17-19時の間も利用できるが、あらかじめ設定された条件で運用される

「給湯機」の場合
⇒C.利用時間シフト型の制御
(湯切れが生じないように配慮しながら、これまでは深夜に沸かしていたお湯の一部を、太陽光発電が余る昼間11-15時に沸かすように運用)

C.利用時間シフト型

電気給湯機



従来の沸き上げ
深夜にすべて沸き上げ

沸き上げ時間のシフト
深夜の沸き上げはここまで

残りは昼間の太陽光発電で沸き上げる

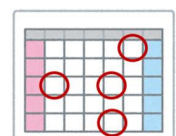
貯湯タンク 貯湯タンク

調査票で提示した説明資料 (6/8)

◆ 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、②自動制御を行う月当たりの日数について説明

②自動制御を行う月当たりの日数

- ・自動制御の月当たりの実施日数は、料金プランごとに以下のいずれかに設定されております。
 - 4日 (休祝日のみ)
 - 4日 (平日のみ)
 - 12日 (平日のみ)
 - 20日 (平日のみ)
- ・自動制御実施のお知らせは、遅くとも実施日の前日までにお知らせいたします。



○ : 自動制御の日 (例)

※遅くとも自動制御実施の前日までにお知らせ

調査票で提示した説明資料（7/8）

◆ 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、③自動制御家電のメンテナンスサービスについて説明

③自動制御家電のメンテナンスサービス

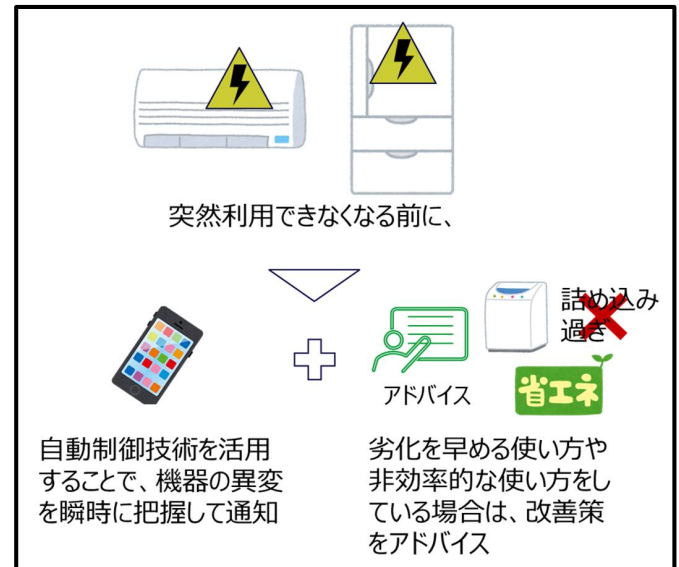
・料金プランには自動制御技術を活用した特別なメンテナンスサービスが付いている場合があります。

・このメンテナンスサービスにより、家電の不調を事前に検知し、急な故障リスクを抑えることができます。

・また、家電の劣化を早める使い方や、非効率的な使い方している場合は、それらの改善策をリアルタイムでアドバイスしてくれます。

・なお、このメンテナンスサービスの対象となるのは、各料金プランの中で自動制御対象となっている家電のみです。

※このサービスは、自動制御の実施日以外も有効です。



調査票で提示した説明資料（8/8）

◆ 直接負荷制御型DR料金プランのスペックのうち、④電気代削減効果について説明

④電気代削減効果

・新たな料金プランを契約した場合に得られる電気代削減効果です。現在あなたが契約中の電気料金プランと比較したときの値になります。

・電気代削減効果は、料金プランごとに以下のいずれかに設定されています。

0円/月
100円/月
500円/月
1,000円/月

・新たな料金プランでは、プラン内で設定された電気代削減効果を達成するための特別な料金体系が適用されます。

※電気代削減効果が大きい料金プランであっても、各料金プランであらかじめ設定されている制御内容以上に厳しく制御されることはありませんので、ご安心ください。

Webアンケート調査の概要





目的	直接負荷制御型DR料金プランに対する家庭用需要家の受容性を定量的に把握し、今後の普及促進に向けた取組についての示唆を得る
調査手法	Webアンケート調査（株式会社 クロス・マーケティングの登録モニターを利用）
調査時期	2024年1月
対象者	【調査対象者のスクリーニング条件】 <ul style="list-style-type: none"> ・家庭用需要家 ・性別：男女 ・年齢：18歳以上80歳未満 ・地域：全国 ・ご家庭で電気給湯機器を保有していること（エコキュート、電気温水器） ・ご家庭の電気料金プランの選択に関与していること ・「放送業、新聞・出版業、映像・音声制作業」、「市場調査」、「広告業・広告制作業」にお勤めでないこと
回収数	<ul style="list-style-type: none"> ・目標回収数：2,000件（全国の性年代の人口分布をもとに割付） ・実際の回収数：2,000件 ※データクリーニングを行い、有効回答者は1,588名として分析（データクリーニング条件はp.30を参照） ※回答者の属性情報は付録1を参照
設問数	28問（スクリーニング調査：6問、本調査：22問）





データクリーニングの条件

◆ 以下のいずれかの条件に該当する回答者は、調査内容を理解していない可能性や努力の最小限化※（Satisfice）が生じている可能性があるため、分析データから除外した

条件1：離散選択実験におけるすべての選択問題で、同じ選択肢を選び続けた回答者

条件2：離散選択実験において、下記のような電気代削減効果以外の条件をすべて同じとするダミー設問を2問設定し、2問とも電気代削減効果が最大でない選択肢を選択した回答者

ダミー設問1	プラン I	プラン II	プラン III	プラン IV
				
自動制御の対象家電	掃除機 (A.一時停止) 17～19時	掃除機 (A.一時停止) 17～19時	掃除機 (A.一時停止) 17～19時	掃除機 (A.一時停止) 17～19時
自動制御の実施日数	1日/月 (平日のみ)	1日/月 (平日のみ)	1日/月 (平日のみ)	1日/月 (平日のみ)
自動制御家電のメンテナンスサービス	なし	なし	なし	なし
電気代削減効果	500円/月 削減	1,000円/月 削減	0円/月 削減	0円/月 削減
選択肢	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ダミー設問2	プラン I	プラン II	プラン III	プラン IV
				
自動制御の対象家電	洗濯機 (A.一時停止) 17～19時	洗濯機 (A.一時停止) 17～19時	洗濯機 (A.一時停止) 17～19時	洗濯機 (A.一時停止) 17～19時
自動制御の実施日数	1日/月 (平日のみ)	1日/月 (平日のみ)	1日/月 (平日のみ)	1日/月 (平日のみ)
自動制御家電のメンテナンスサービス	なし	なし	なし	なし
電気代削減効果	500円/月 削減	0円/月 削減	1,000円/月 削減	0円/月 削減
選択肢	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

※ 努力の最小限化：調査回答者が、調査に対して十分に注意を割かないで行動（回答）すること

3. 分析の詳細

3-2. DR料金プラン選択の意思決定モデルの推定

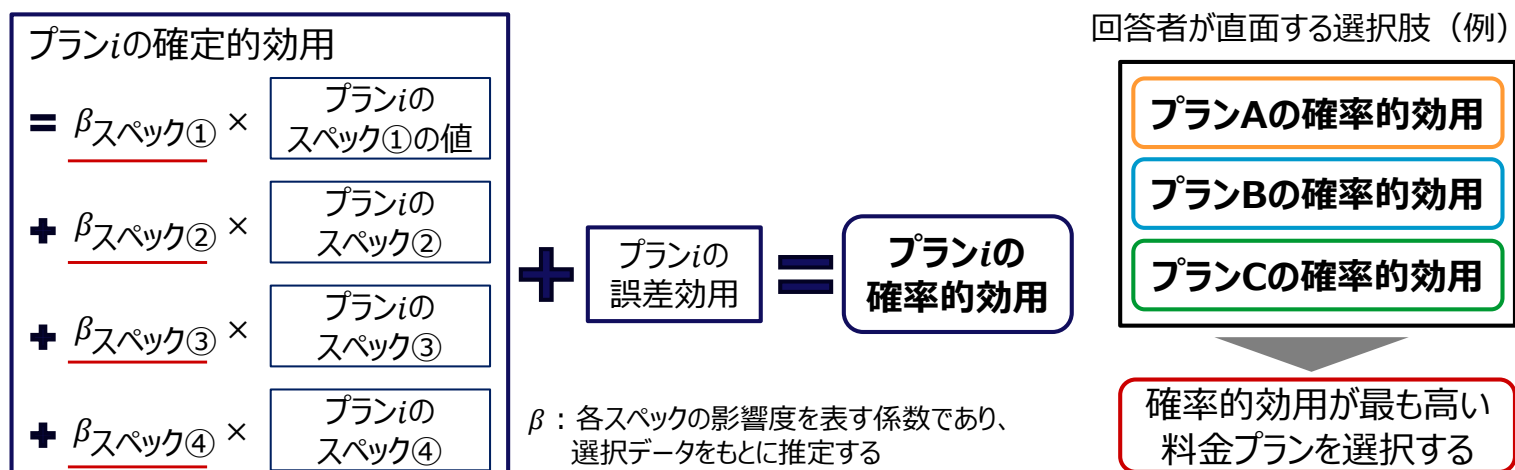
意思決定モデルの概要

◆ 回答者のDR料金プランの意思決定モデルを、確率的効用モデルで定式化する

➤ 確率的効用モデル：pp.14-28で説明したDR料金プランに関する各選択問題において、回答者は以下の確率的効用が最も高くなる料金プランを選択すると考えるモデル

- プラン*i*の確率的効用 = プラン*i*の確定的効用 + 分析者が観測不能なプラン*i*の誤差効用（下図）
- 回答者の選択データから、各スペックが料金プランの選択に与える影響度を表す係数 β を推定

確率的効用モデルの概要（詳細はp.70も参照のこと）



DR料金プラン選択の意思決定モデルの推定結果

【表の見方の留意点】

- ・自動制御の対象家電、自動制御の実施日数、自動制御のメンテナンスサービスは、それぞれの基準と比較したときの評価である
- ⇒係数がプラスであれば、基準よりもその変数の選好度が高く、マイナスであれば、選好度が低いことを意味する（各変数の定義はp.39を参照）
- ・ASCは、新しい料金プランと比べた現状維持（現在の電気料金契約のまま）の相対評価であり、プラスの場合は現状維持の評価が高いことを意味する

	モデル[I] 全回答者		モデル[II] 自動制御の対象家電を 全て保有する回答者	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差
ASC	0.513***	0.060	0.505***	0.065
自動制御の対象家電 (基準：電気給湯機)				
洗濯機	0.556***	0.057	0.607***	0.062
電子レンジ・オープン	-0.851***	0.066	-1.000***	0.074
掃除機	0.653***	0.060	0.676***	0.065
エアコン	-0.552***	0.065	-0.615***	0.072
冷蔵庫	-0.659***	0.059	-0.728***	0.064
自動制御の実施日数 (基準：4日/月・平日のみ)				
4日/月・休祝日のみ	-0.165***	0.040	-0.204***	0.044
12日/月・平日のみ	-0.112***	0.039	-0.132***	0.043
20日/月・平日のみ	-0.320***	0.037	-0.354***	0.040
自動制御家電のメンテナンスサービス (基準：なし)				
サービスあり	-0.131***	0.025	-0.123***	0.027
電気代削減効果				
	0.002***	0.000	0.002***	0.000

有効回答者数	1,588	1,370
サンプルサイズ	38,112	32,880

※「***」、「**」、「*」はそれぞれ1%、5%、10%有意水準で、統計的に有意であることを示す。ASCは現状維持を選択した時に1の値を、それ以外（いずれかの料金プラン）を選択した時に0の値をとるダミー変数である。サンプルサイズ=有効回答者数×設問数（6問）×各設問の選択肢数（4つ）である。

◆ 自動制御の対象家電（赤枠）

- 洗濯機、掃除機の符号は正で統計的に有意であることから、これらの家電の自動制御は、電気給湯機器の自動制御よりも好まれる
- 電子レンジ・オープン、エアコン、冷蔵庫の符号は負で統計的に有意であることから、これらの家電の自動制御よりも電気給湯機器の自動制御の方が好まれる

◆ 自動制御の実施日数（青枠）

- 4日/月（休祝日のみ）、12日/月（平日のみ）、20日/月（平日のみ）の符号が負で統計的に有意であることから、これらの実施日数よりも4日/月（平日のみ）の方が好まれる

◆ メンテナンスサービス（黄色枠）

- 符号が負で統計的に有意であることから、本研究で設定したメンテナンスサービスは付加されない方が好まれる

◆ 電気代削減効果（緑枠）

- 電気代削減額が高い方が好まれている

家庭用需要家が好む自動制御の対象家電と実施日数
についての追加分析

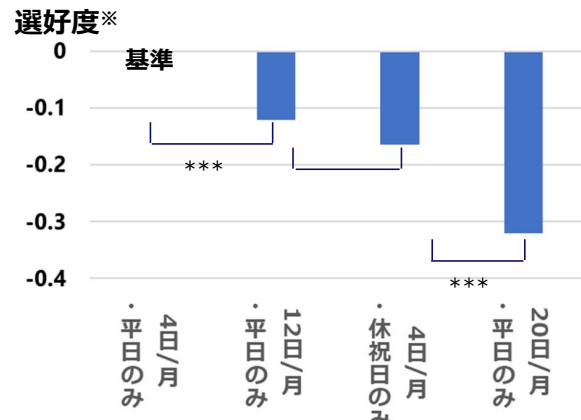
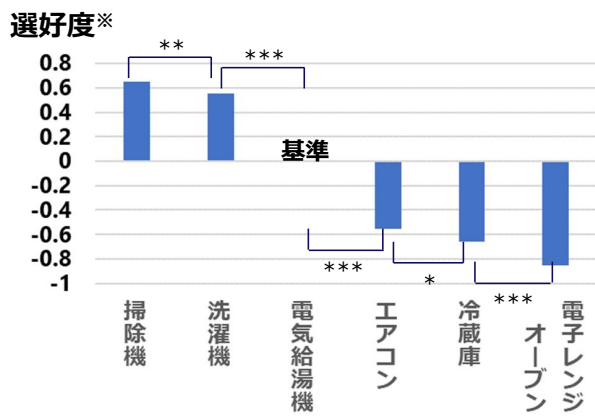
- ◆ p.33のモデル[I]の推定結果をもとに、自動制御の対象家電と自動制御の実施日数のそれぞれについて、水準間の選好順位を統計的に検証した

➢ 自動制御の対象家電の選好順位（左図）

- 掃除機>洗濯機>電気給湯機器>エアコン>冷蔵庫>電子レンジ・オープンの順に選好度が高い

➢ 自動制御の実施日数の選好順位（右図）

- 4日/月・平日のみ>12日/月・平日のみ≒4日/月・休祝日のみ>20日/月・平日のみの順に選好度が高い



※効用値と呼ばれるもので、値自体に絶対的な意味はないが、選好度の値が高いほど、回答者に好まれていることを意味する

「***」、「**」、「*」はそれぞれ1%、5%、10%有意水準で、水準間の選好度の差が統計的に有意であることを意味する

理解度確認のテストスコアが 推定結果に与える影響

【表の見方の留意点】

- ・自動制御の対象家電、自動制御の実施日数、自動制御のメンテナンスサービスは、それぞれの基準と比較したときの評価である
⇒係数がプラスであれば、基準よりもその変数の選好度が高く、マイナスであれば、選好度が低いことを意味する（各変数の定義はp.39を参照）
- ・ASCは、新しい料金プランと比べた現状維持（現在の電気料金契約のまま）の相対評価であり、プラスの場合は現状維持の評価が高いことを意味する

◆ 理解度確認のテストスコア（p.66）をもとにいくつかのパターンで分析対象サンプルを絞って分析したが、符号条件や統計的有意性はp.33のモデル[I]から大きく変わらない

	[a] 11問中11問 正解の回答者		[b] 11問中10問以上 正解の回答者		[c] 11問中9問以上 正解の回答者		[d] 11問中8問以上 正解の回答者		(参考) p.33のモデル[I]	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
ASC	0.540***	0.108	0.594***	0.089	0.494***	0.076	0.457***	0.068	0.513***	0.060
自動制御の対象家電（基準：電気給湯機）										
洗濯機	0.635***	0.105	0.570***	0.086	0.536***	0.072	0.558***	0.066	0.556***	0.057
電子レンジ・オープン	-1.080***	0.131	-1.059***	0.106	-1.066***	0.088	-0.990***	0.078	-0.851***	0.066
掃除機	0.824***	0.110	0.756***	0.090	0.679***	0.076	0.700***	0.068	0.653***	0.060
エアコン	-0.668***	0.125	-0.686***	0.103	-0.735***	0.085	-0.623***	0.076	-0.552***	0.065
冷蔵庫	-0.752***	0.111	-0.760***	0.090	-0.780***	0.075	-0.741***	0.069	-0.659***	0.059
自動制御の実施日数（基準：4日/月・平日のみ）										
4日/月・休日のみ	-0.316***	0.075	-0.232***	0.062	-0.232***	0.052	-0.201***	0.047	-0.165***	0.040
12日/月・平日のみ	-0.224***	0.072	-0.166***	0.060	-0.175***	0.052	-0.148***	0.046	-0.112***	0.039
20日/月・平日のみ	-0.380***	0.062	-0.366***	0.053	-0.359***	0.046	-0.369***	0.042	-0.320***	0.037
自動制御家電のメンテナンスサービス（基準：なし）										
サービスあり	-0.157***	0.047	-0.160***	0.037	-0.143***	0.025	-0.179***	0.029	-0.131***	0.025
電気代削減効果	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000
有効回答者数	477		700		968		1,198		1,588	
サンプルサイズ	11,448		16,800		23,232		28,752		38,112	

※ ****、***、** はそれぞれ1%、5%、10%有意水準で、統計的に有意であることを示す。ASCは現状維持を選択した時に1の値を、それ以外（いずれかの料金プラン）を選択した時に0の値をとるダミー変数である。サンプルサイズ=有効回答者数×設問数（6問）×各設問の選択肢数（4つ）である。[a]～[d]は、理解度確認テストの正答数が各正答数以上の回答者に絞って分析した結果である。

各スペックの内容をイメージできなかった回答者の存在が 推定結果に与える影響

【表の見方の留意点】

- ・自動制御の対象家電、自動制御の実施日数、自動制御のメンテナンスサービスは、それぞれの基準と比較したときの評価である
⇒係数がプラスであれば、基準よりもその変数の選好度が高く、マイナスであれば、選好度が低いことを意味する（各変数の定義はp.39を参照）
- ・ASCは、新しい料金プランと比べた現状維持（現在の電気料金契約のまま）の相対評価であり、プラスの場合は現状維持の評価が高いことを意味する

◆ 各スペックについて、その内容をイメージできなかった回答者（p.67）を除いて分析したが、符号条件や統計的有意性はp.33のモデル[I]から大きく変わらない

	[a] 自動制御の対象家電 に対するイメージ		[b] 自動制御の実施日数 に対するイメージ		[c] 自動制御家電のメンテナ ンスサービスに対するイメージ		[d] 電気代削減効果 に対するイメージ		(参考) p.33のモデル[I]	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
ASC	0.282***	0.066	0.311***	0.066	0.332***	0.069	0.341***	0.064	0.513***	0.060
自動制御の対象家電（基準：電気給湯機）										
洗濯機	0.557***	0.061	0.565***	0.060	0.576***	0.062	0.568***	0.060	0.556***	0.057
電子レンジ・オープン	-0.893***	0.071	-0.905***	0.070	-0.831***	0.072	-0.911***	0.070	-0.851***	0.066
掃除機	0.640***	0.065	0.653***	0.063	0.676***	0.065	0.655***	0.063	0.653***	0.060
エアコン	-0.577***	0.069	-0.572***	0.069	-0.520***	0.071	-0.581***	0.068	-0.552***	0.065
冷蔵庫	-0.704***	0.064	-0.709***	0.063	-0.658***	0.065	-0.701***	0.062	-0.659***	0.059
自動制御の実施日数（基準：4日/月・平日のみ）										
4日/月・休日のみ	-0.177***	0.043	-0.182***	0.043	-0.200***	0.044	-0.171***	0.042	-0.165***	0.040
12日/月・平日のみ	-0.124***	0.043	-0.126***	0.042	-0.132***	0.043	-0.108***	0.042	-0.112***	0.039
20日/月・平日のみ	-0.346***	0.040	-0.337***	0.039	-0.335***	0.040	-0.327***	0.039	-0.320***	0.037
自動制御家電のメンテナンスサービス（基準：なし）										
サービスあり	-0.137***	0.027	-0.138***	0.027	-0.128***	0.028	-0.131***	0.027	-0.131***	0.025
電気代削減効果	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000	0.002***	0.000
有効回答者数	1,307		1,347		1,253		1,389		1,588	
サンプルサイズ	31,368		32,328		30,072		33,336		38,112	

※ ****、***、** はそれぞれ1%、5%、10%有意水準で、統計的に有意であることを示す。ASCは現状維持を選択した時に1の値を、それ以外（いずれかの料金プラン）を選択した時に0の値をとるダミー変数である。サンプルサイズ=有効回答者数×設問数（6問）×各設問の選択肢数（4つ）である。[a]～[d]は、各スペックに対するイメージについて、「あまりイメージできなかった」、「イメージできなかった」と回答した回答者を除いて分析した結果である。

自動制御時間帯の各家電の利用状況が 推定結果に与える影響

	自動制御時間帯の 利用状況を 考慮したモデル		(参考) p.33のモデル[I]	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差
ASC	0.513***	0.060	0.513***	0.060
自動制御の対象家電（基準：電気給湯機）				
洗濯機	0.556***	0.059	0.556***	0.057
洗濯機×制御時間帯の利用状況	-0.069	0.110		
電子レンジ・オープン	-0.218**	0.094	-0.851***	0.066
電子レンジ・オープン×制御時間帯の利用状況	-0.939**	0.109		
掃除機	0.674***	0.063	0.653***	0.060
掃除機×制御時間帯の利用状況	-0.099	0.107		
エアコン	-0.166	0.107	-0.552***	0.065
エアコン×制御時間帯の利用状況	-0.528***	0.119		
冷蔵庫	-0.459***	0.101	-0.659***	0.059
冷蔵庫×制御時間帯の利用状況	-0.260**	0.108		
自動制御の実施日数（基準：4日/月・平日のみ）				
4日/月・休日のみ	-0.167***	0.040	-0.165***	0.040
12日/月・平日のみ	-0.114***	0.040	-0.112***	0.039
20日/月・平日のみ	-0.321***	0.037	-0.320***	0.037
自動制御家電のメンテナンスサービス（基準：なし）				
サービスあり	-0.130***	0.025	-0.131***	0.025
電気代削減効果				
	0.002***	0.000	0.002***	0.000
有効回答者数	1,588		1,588	
サンプルサイズ	38,112		38,112	

※ ***、**、*はそれぞれ1%、5%、10%有意水準で、統計的に有意であることを示す。ASCは現状維持を選択した時に1の値を、それ以外（いずれかの料金プラン）を選択した時に0の値をとるダミー変数である。制御時間帯の利用状況は、各家電の制御時間帯にその家電を利用していることが多いと回答した回答者は1の値を、そうでない回答者は0の値をとるダミー変数である。サンプルサイズ=有効回答者数×設問数（6問）×各設問の選択肢数（4つ）である。

【表の見方の留意点】

・自動制御の対象家電、自動制御の実施日数、自動制御のメンテナンスサービスは、それぞれの基準と比較したときの評価である
⇒係数がプラスであれば、基準よりもその変数の選好度が高く、マイナスであれば、選好度が低いことを意味する（各変数の定義はp.39を参照）
・ASCは、新しい料金プランと比べた現状維持（現在の電気料金契約のまま）の相対評価であり、プラスの場合は現状維持の評価が高いことを意味する

【交差項（各家電×制御時間帯の利用状況）の意味について】

・係数がマイナスであれば、制御時間帯にその家電を利用している回答者は、そうでない回答者よりも、その家電が制御されることを、よりネガティブに評価していることを意味する

◆ 自動制御の対象家電に対する選好については利用有無で差が見られる家電もあったが、結果はp.33のモデル[I]から大きく変わらない

- 電子レンジ・オープン、エアコン、冷蔵庫は、自動制御時間帯にその家電を利用していることが多い回答者の方が、そうでない回答者と比べて、その家電が自動制御されることを、よりネガティブに評価している（赤枠）
- 洗濯機、掃除機は、自動制御時間帯にその家電を利用していることが多い回答者と、そうでない回答者との間で、統計的に有意な選好の差は見られない（青枠）

意思決定モデルの推定結果の考察

自動制御の対象家電	<ul style="list-style-type: none"> 洗濯機や掃除機の自動制御に対する選好度が高いのは、これらの家電の制御時間帯を17-19時と設定していたが、pp.58-59からわかる通り、夕方の利用率が低いことが理由として考えられる <ul style="list-style-type: none"> ✓ p.37の結果から、この時間帯に利用していても、別の時間帯へのシフトが容易と判断している可能性もある 電子レンジ・オープンは夕食準備に利用されることが想定されるため（p.59）、別の時間帯へのシフトが難しいことが、当該家電の自動制御に対する選好度が低いことに影響している可能性がある <ul style="list-style-type: none"> ✓ 先行研究[4]や[6]でも、オープンに対する選好は低い エアコン、冷蔵庫の制御は電気給湯機器の自動制御よりも好まれていない。これは、エアコン、冷蔵庫は制御時間帯の利用割合も高い（p.58）ことから、電気給湯機器の自動制御と比べて快適性が損なわれることを懸念している可能性がある
自動制御の実施日数	<ul style="list-style-type: none"> 実施日数が同じ4日/月（平日のみ）と4日/月（休日のみ）を比較すると、休日日の選好度が低い。その理由として、p.55からわかる通り、休日日は平日と比べて在宅人数が多いため、平日と比べて世帯単位での電力消費パターンのシフトが難しく、避けられている可能性がある
自動制御家電のメンテナンスサービス	<ul style="list-style-type: none"> 当メンテナンスサービスがマイナスに評価された理由として、当メンテナンスサービスが有料だと思われた可能性があるため、この点を明確にしたうえで、再度検証する必要がある <ul style="list-style-type: none"> ✓ 回答者が当メンテナンスサービスを理解できていなかった可能性もあるため、理解度の確認テストやメンテナンスサービスの内容をイメージできたかどうかによる違いを確認したが、結論は変わらなかった（pp.35-36）
分析結果の頑健性	<ul style="list-style-type: none"> 自動制御の対象家電として注目した家電の保有状況や自動制御時間帯の家電利用状況、調査内容に対する回答者の理解度などを考慮した分析も行ったが、結果はp.33のモデルと大きく変わらないことから、頑健な結果が得られているといえる

【参考】確率的効用モデルの推定で用いる変数の定義

変数	定義
洗濯機	DR料金プランの自動制御の対象家電が洗濯機の時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
電子レンジ・オープン	DR料金プランの自動制御の対象家電が電子レンジ・オープンの時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
掃除機	DR料金プランの自動制御の対象家電が掃除機の時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
エアコン	DR料金プランの自動制御の対象家電がエアコンの時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
冷蔵庫	DR料金プランの自動制御の対象家電が冷蔵庫の時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
4日/月・休祝日のみ	DR料金プランの自動制御の実施日数が4日/月・休祝日の時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
12日/月・平日のみ	DR料金プランの自動制御の実施日数が12日/月・平日の時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
20日/月・平日のみ	DR料金プランの自動制御の実施日数が20日/月・平日の時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
メンテナンスサービスあり	DR料金プランにメンテナンスサービスが付いている時に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
電気代削減効果	DR料金プランの電気代削減効果を表す連続変数
ASC	DR料金プランの選択問題において回答者が現状維持を選択した場合に1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
制御時間帯の利用状況1	洗濯機の自動制御時間帯に洗濯機を利用している回答者は1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
制御時間帯の利用状況2	電子レンジ・オープンの自動制御時間帯に洗濯機を利用している回答者は1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
制御時間帯の利用状況3	掃除機の自動制御時間帯に洗濯機を利用している回答者は1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
制御時間帯の利用状況4	エアコンの自動制御時間帯に洗濯機を利用している回答者は1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数
制御時間帯の利用状況5	冷蔵庫の自動制御時間帯に洗濯機を利用している回答者は1の値を、それ以外は0の値をとる2値変数

3. 分析の詳細

3-3. DR料金プランに対する受容性のシミュレーション分析

シミュレーション分析の前提

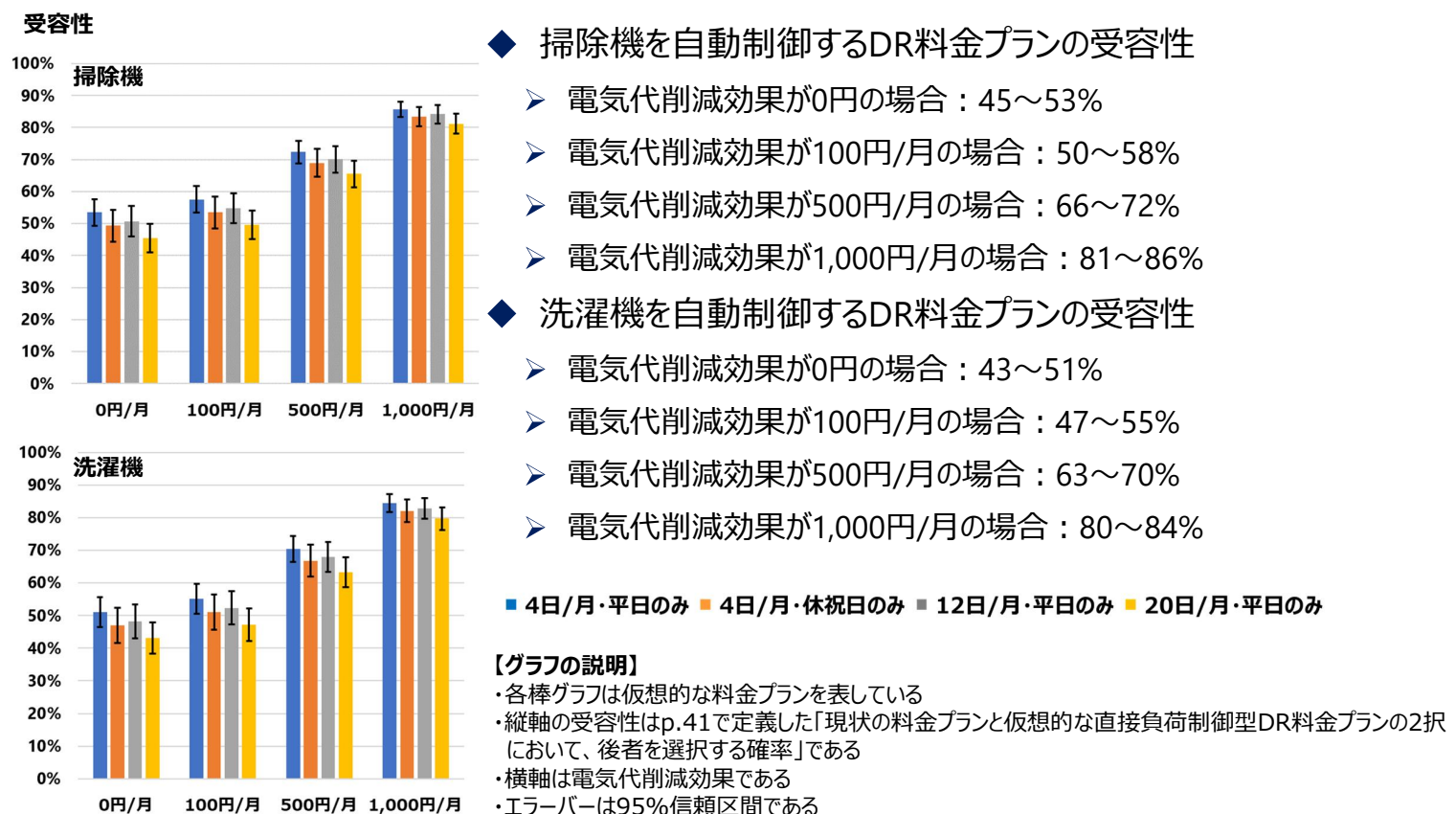
◆ 本研究における受容性の定義

- ある仮想的な直接負荷制御型DR料金プランと現状維持（契約中の電気料金プラン）の2つの選択肢がある時、家庭用需要家が前者を選択する確率を、その仮想的な直接負荷制御型DR料金プランに対する受容性として定義する（具体的な計算方法はp.71を参照のこと）
 - この選択確率が50%を超えると、現状維持（契約中の電気料金プラン）よりも、仮想的に設定されたDR料金プランの方が受容されやすいことを意味する
- 仮想的な直接負荷制御型DR料金プランをいくつか作成し、それぞれに対する受容性を評価する

◆ 仮想的に設定する直接負荷制御型DR料金プランについて

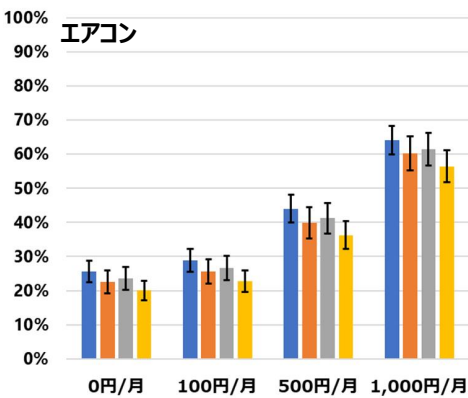
- メンテナンスサービスは係数が統計的に負であったため、メンテナンスサービスを付加しない仮想的なDR料金プランを設定する
 - 自動制御の対象家電（6パターン）×自動制御の実施日数（4パターン）×電気代削減効果（4パターン）＝96パターンの仮想的な料金プランの受容性について試算する
 - 各スペックがとりうる値は、p.16を参照のこと
- 全回答者のデータから推定された意思決定モデル（p.33のモデル[I]）を用いて分析
 - 自動制御の対象家電を全て保有している回答者を対象とした分析は付録4を参照のこと

受容性シミュレーションの分析結果（1/4）



受容性シミュレーションの分析結果 (2/4)

受容性

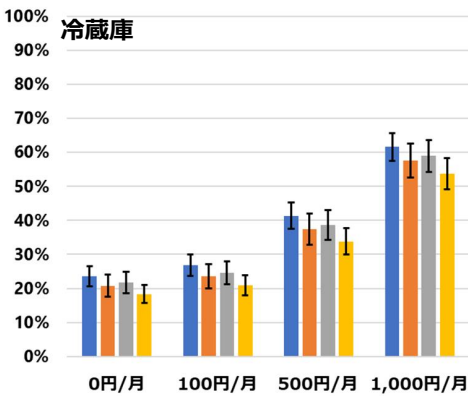


◆ エアコンを自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：20~26%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：23~29%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：36~44%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：56~64%

◆ 冷蔵庫を自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：18~24%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：21~27%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：34~41%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：54~62%



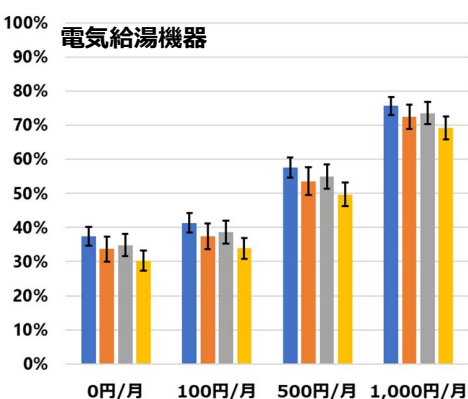
■ 4日/月・平日のみ ■ 4日/月・休祝日のみ ■ 12日/月・平日のみ ■ 20日/月・平日のみ

【グラフの説明】

- ・各棒グラフは仮想的な料金プランを表している
- ・縦軸の受容性はp.41で定義した「現状の料金プランと仮想的な直接負荷制御型DR料金プランの2択において、後者を選択する確率」である
- ・横軸は電気代削減効果である
- ・エラーバーは95%信頼区間である

受容性シミュレーションの分析結果 (3/4)

受容性

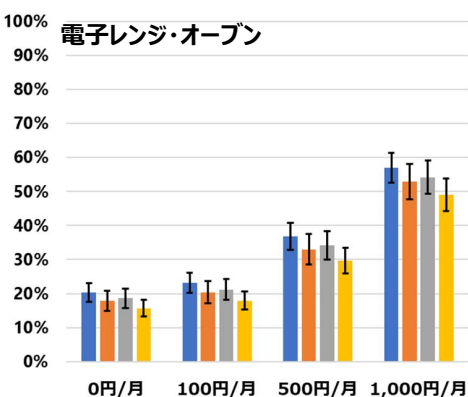


◆ 電気給湯機器を自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：30~37%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：34~41%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：50~58%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：70~76%

◆ 電子レンジ・オーブンを自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：16~20%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：18~23%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：30~37%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：49~57%



■ 4日/月・平日のみ ■ 4日/月・休祝日のみ ■ 12日/月・平日のみ ■ 20日/月・平日のみ

【グラフの説明】

- ・各棒グラフは仮想的な料金プランを表している
- ・縦軸の受容性はp.41で定義した「現状の料金プランと仮想的な直接負荷制御型DR料金プランの2択において、後者を選択する確率」である
- ・横軸は電気代削減効果である
- ・エラーバーは95%信頼区間である

【参考】pp.42～44の各料金プランに対する受容性のシミュレーション結果の一覧

掃除機	0 円/月	100 円/月	500 円/月	1,000 円/月
4日/月・平日のみ	53%	58%	72%	86%
4日/月・休祝日のみ	49%	53%	69%	83%
12日/月・平日のみ	51%	55%	70%	84%
20日/月・平日のみ	45%	50%	66%	81%

エアコン	0 円/月	100 円/月	500 円/月	1,000 円/月
4日/月・平日のみ	26%	29%	44%	64%
4日/月・休祝日のみ	23%	26%	40%	60%
12日/月・平日のみ	24%	27%	41%	61%
20日/月・平日のみ	20%	23%	36%	56%

洗濯機	0 円/月	100 円/月	500 円/月	1,000 円/月
4日/月・平日のみ	51%	55%	70%	84%
4日/月・休祝日のみ	47%	51%	67%	82%
12日/月・平日のみ	48%	52%	68%	83%
20日/月・平日のみ	43%	47%	63%	80%

冷蔵庫	0 円/月	100 円/月	500 円/月	1,000 円/月
4日/月・平日のみ	24%	27%	41%	62%
4日/月・休祝日のみ	21%	24%	37%	58%
12日/月・平日のみ	22%	25%	39%	59%
20日/月・平日のみ	18%	21%	34%	54%

電気給湯機器	0 円/月	100 円/月	500 円/月	1,000 円/月
4日/月・平日のみ	37%	41%	58%	76%
4日/月・休祝日のみ	34%	37%	54%	72%
12日/月・平日のみ	35%	39%	55%	73%
20日/月・平日のみ	30%	34%	50%	70%

電子レンジ・オープン	0 円/月	100 円/月	500 円/月	1,000 円/月
4日/月・平日のみ	20%	23%	37%	57%
4日/月・休祝日のみ	18%	20%	33%	53%
12日/月・平日のみ	19%	21%	34%	54%
20日/月・平日のみ	16%	18%	30%	49%

受容性シミュレーションの分析結果（4/4）

◆ 各DR料金プランの受容性が50%を上回るために必要となる電気代削減効果（下表）

- 掃除機や洗濯機の自動制御を平日4日/月行うDR料金プランは、電気代削減効果が0円/月であっても、受容性が50%を上回る
- 電気給湯機器、エアコン、冷蔵庫の自動制御を伴うDR料金プランの受容性が50%を上回るためには、312円/月～907円/月の電気代削減効果を達成する必要がある
- 平日20日/月の電子レンジ・オープンの自動制御を伴うDR料金プランの受容性が50%を上回るためには、1,000円/月以上の電気代削減効果を達成する必要がある

自動制御の対象家電	制御の実施日数 4日/月・平日のみ	制御の実施日数 4日/月・休祝日のみ	制御の実施日数 12日/月・平日のみ	制御の実施日数 20日/月・平日のみ
掃除機	-85円/月※	16円/月	-17円/月※	110円/月
洗濯機	-26円/月※	74円/月	42円/月	169円/月
電気給湯機器	312円/月	413円/月	380円/月	507円/月
エアコン	647円/月	748円/月	716円/月	842円/月
冷蔵庫	713円/月	813円/月	781円/月	907円/月
電子レンジ・オープン	829円/月	930円/月	898円/月	1,024円/月

※受容性が50%を上回るために必要とされる電気代削減効果がマイナスとなっており、家庭用需要家がお金を出しても良いと考えているように見えるが、本調査ではマイナスの電気代削減効果を設定していないため、この解釈には留意が必要である

受容性シミュレーション分析の考察

<p>各スペックが 受容性に与える影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 自動制御の対象家電の違いによる影響度の差は総じて大きい <ul style="list-style-type: none"> ✓ 例えば、電気代削減効果が100円/月で、自動制御を平日20日/月で実施するという条件のDR料金プランを考える時、自動制御の対象を電子レンジ・オーブンとすると、受容性は18%だが、自動制御の対象を洗濯機とすると、受容性は47%まで上昇する（p.45も参照のこと） • 電気代削減効果の影響度は、達成可能な電気代削減額の大きさに依存する <ul style="list-style-type: none"> ✓ 例えば、電気給湯機器の自動制御を平日4日/月行うDR料金プランにおいて、電気代削減効果が0円/月から1,000円/月となる場合、受容性が39%pt高まるが、100円/月となる場合には、受容性は4%pt程度しか上昇しない • 自動制御の実施日数の影響度は総じて小さい <ul style="list-style-type: none"> ✓ 例えば、電気給湯機器の自動制御を伴う電気代削減効果が100円/月のDR料金プランにおいて、自動制御の実施日数が平日4日/月から平日20日/月になったとしても、受容性は7%ptしか低下しない • シミュレーション分析から推察される上記の各スペックの相対的な重要度は、回答者が選択問題に回答する際に重視していたスペックの相対順位に関する補足データ（p.68）と整合的である
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 電気代削減効果が0円/月であっても、受容性が50%を上回っている料金プランがいくつかあるが、この要因として、調査の前提条件の説明において、直接負荷制御型DR料金プランが求められている理由についての情報（pp.21-22）を提示したことが影響している可能性が考えられる <ul style="list-style-type: none"> ✓ 回答者が自身の選好だけでなく、調査内容の意図を汲みながらDR料金プランの選択問題に回答することで、受容性が高く推定される可能性もあるため、解釈には留意が必要*

※このように、回答者が調査内容の意図を汲み、その趣旨に合った回答をする傾向は実験者効果と呼ばれている

4. まとめ

まとめ

◆ 直接負荷制御型DRの普及促進に向けた示唆

- 自動制御の実施日数や電気代削減効果が同じ条件でも、自動制御の対象となる家電の違いによって直接負荷制御型DR料金プランに対する受容性は大きく異なってくるため、直接負荷制御型DR料金プランの検討においては、自動制御の対象家電の設定が重要となる
 - 自動制御対象時間帯の利用が少ない洗濯機や掃除機を除けば、電気給湯機器の自動制御に対する受容性が相対的に高いため、電気給湯機器を活用した上げDR型の料金プランが期待される
 - 夕方の利用率が高い電子レンジ・オーブンとエアコン、冷蔵庫に注目すると、エアコンの自動制御に対する受容性が相対的に高いことから、エアコンを活用した下げDR型の料金プランが期待される
- DR料金プランを設計する際、受容性の低下を恐れて自動制御の実施日数を過度に抑制する必要はないと推察される
 - 自動制御の実施日数の増加による受容性の減少は他のスペックの影響度と比べて小さいため
- 家庭用需要家に提示する電気代削減効果は、事業の収益性を勘案しながら慎重に設定する必要があるものの、この削減額を大きく設定できる場合は、他の契約条件よりも受容性を大きく向上させることを期待できる

まとめ

◆ 今後の課題

- 本研究で取り扱わなかった家電の自動制御や複数の家電を同時制御することに対する受容性を分析
 - 本研究では取り扱わなかったが、DRポテンシャルの大きい家電として、衣類乾燥機や食器乾燥機などがある
 - 本研究では、自動制御の対象となる家電は、料金プランごとに1つとしていたが、よりDR効果を高めるためには、複数の家電を同時に自動制御することに対する受容性を把握することが求められる
 - 例えば、17-19時の間、エアコンと冷蔵庫を同時に自動制御することに対する受容性はどの程度か
 - ただし、複数の家電を同時に自動制御する場合は、家庭用需要家の抵抗感が1つの場合と比べて大きくなる可能性がある点には留意する必要がある
- 自動制御時間の影響を分析
 - 本研究では、各家電の自動制御時間を17～19時もしくは11～15時と固定していたが、これらの自動制御時間を短くしたり、長くしたりすることで、DR料金プランに対する受容性がどの程度変化するのかを分析することも重要
- メンテナンスサービスに対する評価を再分析
 - これまで指摘してきた通り、回答者が、当サービスは有料であると判断した可能性もあるため、この点を明確にした上で再評価することが求められる

参考文献 (1/2)

- [1] Broberg, T., R. Brännlund, and L. Persson, (2020) "Peak load habits for sale? Soft load control and consumer preferences on the electricity market," *Energy Journal*, 42(1), 261-283.
- [2] Broberg, T., A.M. Daniel, and L. Persson, (2021) "Household preferences for load restrictions: Is there an effect of pro-environmental framing?," *Energy Economics*, 97, 105188.
- [3] Broberg, T., and L. Persson, (2016) "Is our everyday comfort for sale? Preferences for demand management on the electricity market," *Energy Economics*, 54, 24-32.
- [4] Curtis, J., G. Grilli, W. Brazil, and J. Harold, (2020) "Why do preferences for electricity services differs? Domestic appliance curtailment contracts in Ireland," *Energy Research & Social Science*, 69, 101705.
- [5] Gołębiowska, B., A. Bartczak, and W. Budzinski, (2021) "Impact of social comparison on preferences for demand side management in Poland," *Energy Policy*, 149, 112024.
- [6] Harold, J., V. Bertsch, and H. Fell, (2021) "Preferences for curtailable electricity contracts: Can curtailment benefit consumers and the electricity system?," *Energy Economics*, 102, 105454.
- [7] Lehmann, N., D. Sloot, A. Ardone, and W. Fichtner, (2022) "Consumer preferences for the design of a demand response quota scheme – Results of a choice experiment in Germany," *Energy Policy*, 167, 113023.
- [8] Toccock, M., D. Tinch, D.H. MacDonald, and J. M. Rose, (2022) "Managing the energy trilemma of reliability, affordability and renewables: Assessing consumer demands with discrete choice experiments," *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 67, 155-175.
- [9] Srivastava, A., S.V. Passel, R. Kessels, P. Valkering, and E. Laes, (2020) "Reducing winter peaks in electricity consumption: A choice experiment to structure demand response programs," *Energy Policy*, 137, 111183.

参考文献 (2/2)

- [10] Johnson, F.R., B. Kanninen, M. Bingham, and S. Özdemir, (2013) Experimental design for stated choice studies, In Barbara Kanninen (ed.), *Valuing Environmental Amenities Using Stated Choice Studies*, 159-202, Springer Verlag GmbH.
- [11] I. Laicane, D. Blumberga, A. Blumberga, and M. Rosa, (2015) "Reducing household electricity consumption through demand side management: the role of home appliance scheduling and peak load reduction," *Energy Procedia*, 72, 222-229.
- [12] M. Pipattanasomporn, M. Kuzlu, S. Rahman, and Y. Teklu, (2014) "Load profiles of selected major household appliances and their demand response opportunities," *IEEE Transactions on Smart Grid*, 5(2), 742-750.
- [13] M.A. Zehir, and M. Bagriyanik, (2012) "Demand side management by controlling refrigerators and its effects on consumers," *Energy Conversion and Management*, 64, 238-244.
- [14] 資源エネルギー庁 (2022) 「どうやったら節電できる? 明日からすぐに役立つ節電・省エネのヒント」,
https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/setsuden_tips.html, 2024/01/22にアクセス.

付録1

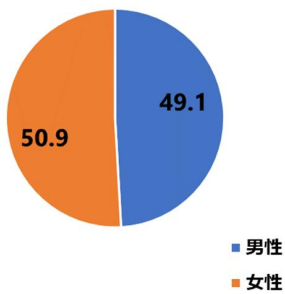
WEBアンケート回答者の基本属性

© CRIEPI

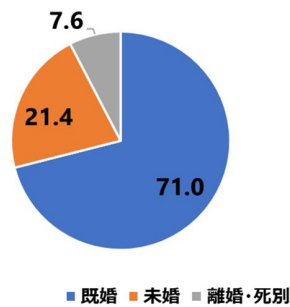
53

回答者属性 (1/2)

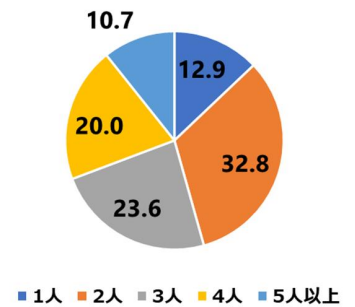
性別



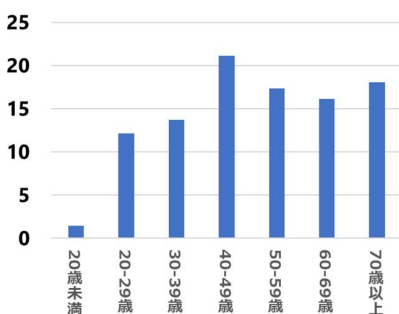
結婚有無



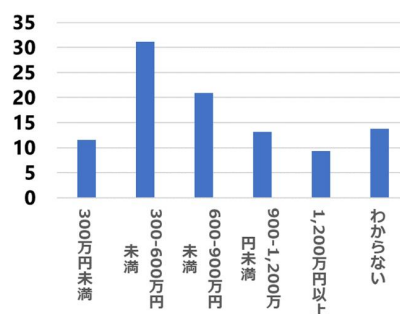
世帯人数



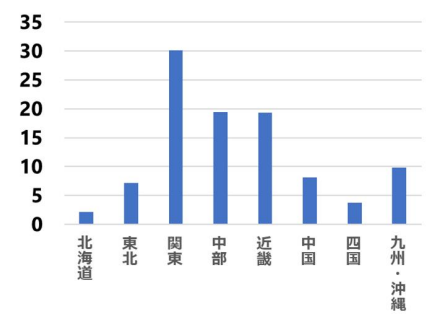
年代



世帯年収

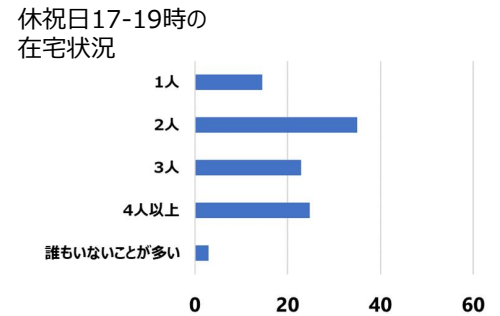
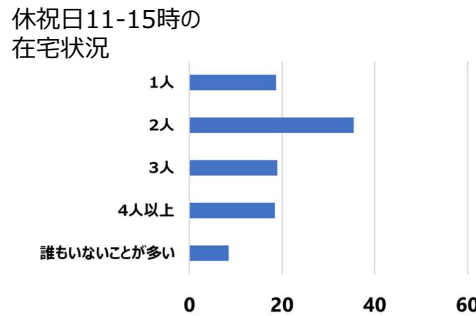
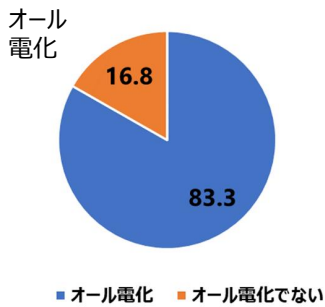
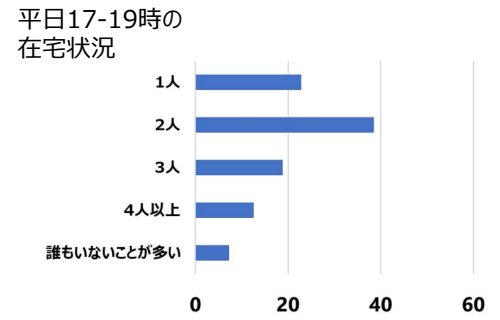
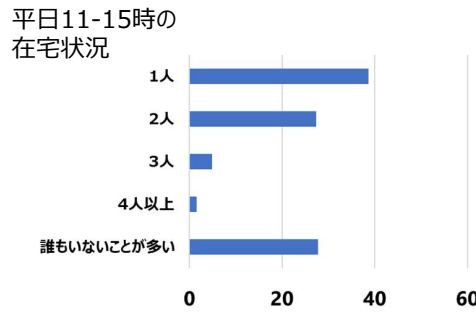
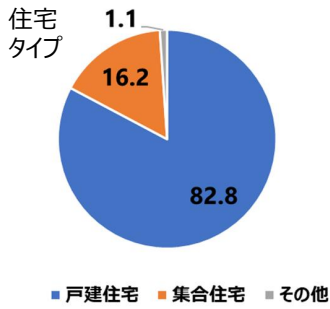


居住地域



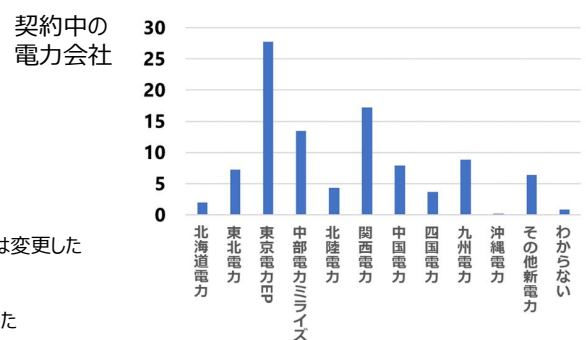
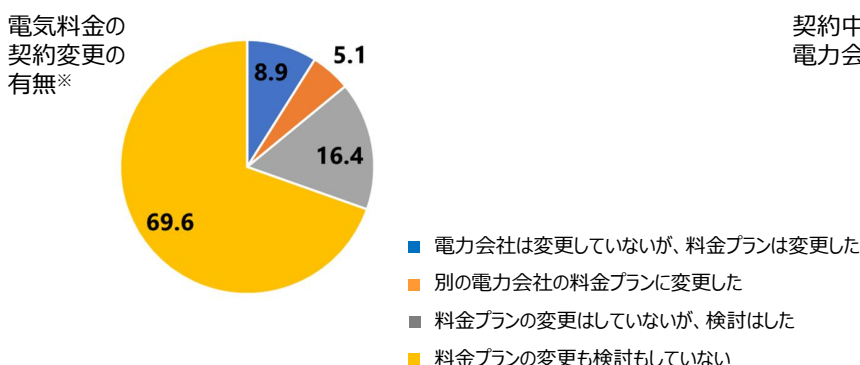
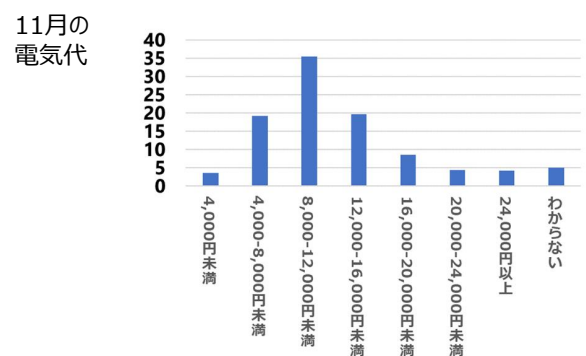
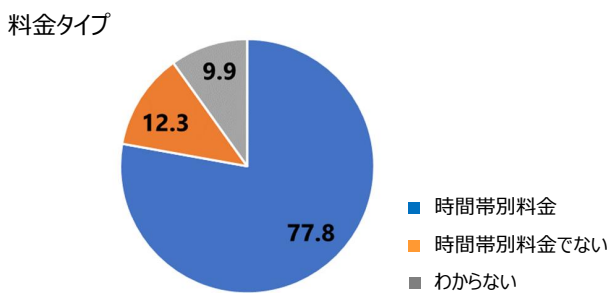
※N=1,588、数値はすべて%

回答者属性 (2/2)



※N=1,588、数値はすべて%

電気料金の契約状況



※過去3年以内の変更有無

※※N=1,588、数値はすべて%

保有している家電

家電保有率	%
エアコン	94.0
石油・灯油ストーブ	28.3
冷蔵庫	96.4
洗濯機（洗濯機能のみ）	65.7
衣類乾燥機（乾燥機能のみ）	7.9
洗濯乾燥機（洗濯＋乾燥）	42.9
電子レンジ・オーブン	95.3
掃除機	92.8
食器乾燥機（乾燥機能のみ）	14.6
食洗器	47.3
炊飯器	89.4
電気ポット	54.4
ヘアドライヤー	87.2
エコキュート	92.2
住宅用太陽光発電パネル	30.5
住宅用蓄電池	11.3
I Hクッキングヒーター	80.9

スマート家電保有率	N	保有世帯数	%
エアコン	1,493	188	12.6
冷蔵庫	1,531	86	5.6
洗濯機（洗濯機能のみ）	1,044	43	4.1
衣類乾燥機（乾燥機能のみ）	681	76	11.2
電子レンジ・オーブン	1,513	59	3.9
掃除機	1,473	69	4.7
食洗器	751	25	3.3
炊飯器	1,420	45	3.2

調査票で提示したスマート家電の説明：

「家電についてあるリモコンだけでなく、あなたがお持ちのスマートフォンなどからインターネットを介して操作できる家電のことです。外出先からも遠隔操作できることなどが特徴です。」

※N=1,588

※※スマート家電保有率については、各家電について、保有者を対象に集計

保有家電の利用状況（1/3）

時間帯別の家電利用率	N	利用世帯数	%	時間帯別の家電利用率	N	利用世帯数	%
エアコン（夏季）	1,493			冷蔵庫	1,531		
0～4時台		380	25.5	0～4時台		115	7.5
5～9時台		675	45.2	5～9時台		871	56.9
10～14時台		930	62.3	10～14時台		471	30.8
15～19時台		1,157	77.5	15～19時台		1,244	81.3
19～23時台		1,119	74.9	19～23時台		492	32.1
わからない		102	6.8	わからない		74	4.8
エアコン（夏季）	1,493			洗濯機（乾燥機能のみ）	1,044		
0～4時台		211	14.1	0～4時台		56	5.4
5～9時台		750	50.2	5～9時台		602	57.7
10～14時台		491	32.9	10～14時台		188	18.0
15～19時台		798	53.4	15～19時台		152	14.6
19～23時台		932	62.4	19～23時台		283	27.1
わからない		313	21.0	わからない		54	5.2
石油・灯油ストーブ	450			衣類乾燥機（乾燥機能のみ）	126		
0～4時台		19	4.2	0～4時台		15	11.9
5～9時台		303	67.3	5～9時台		39	31.0
10～14時台		153	34.0	10～14時台		29	23.0
15～19時台		300	66.7	15～19時台		31	24.6
19～23時台		305	67.8	19～23時台		38	30.2
わからない		22	4.9	わからない		21	16.7

※各家電について、保有者を対象に集計

保有家電の利用状況（2/3）

時間帯別の家電利用率	N	利用世帯数	%	時間帯別の家電利用率	N	利用世帯数	%
洗濯乾燥機（洗濯+乾燥）	681			食器乾燥機（乾燥機能のみ）	231		
0～4時台		71	10.4	0～4時台		19	8.2
5～9時台		348	51.1	5～9時台		47	20.3
10～14時台		103	15.1	10～14時台		39	16.9
15～19時台		107	15.7	15～19時台		55	23.8
19～23時台		219	32.2	19～23時台		105	45.5
わからない		62	9.1	わからない		48	20.8
電子レンジ・オープン	1,513			食洗器	751		
0～4時台		27	1.8	0～4時台		144	19.2
5～9時台		841	55.6	5～9時台		124	16.5
10～14時台		509	33.6	10～14時台		76	10.1
15～19時台		1,164	76.9	15～19時台		141	18.8
19～23時台		412	27.2	19～23時台		414	55.1
わからない		69	4.6	わからない		87	11.6
掃除機	1,473			電気ポット	863		
0～4時台		15	1.0	0～4時台		76	8.8
5～9時台		559	37.9	5～9時台		580	67.2
10～14時台		723	49.1	10～14時台		326	37.8
15～19時台		292	19.8	15～19時台		483	56.0
19～23時台		106	7.2	19～23時台		304	35.2
わからない		144	9.8	わからない		72	8.3

※各家電について、保有者を対象に集計

保有家電の利用状況（3/3）

時間帯別の家電利用率	N	利用世帯数	%
炊飯器	1,420		
0～4時台		80	5.6
5～9時台		643	45.3
10～14時台		183	12.9
15～19時台		817	57.5
19～23時台		178	12.5
わからない		56	3.9
ヘアドライヤー	1,384		
0～4時台		26	1.9
5～9時台		301	21.7
10～14時台		52	3.8
15～19時台		354	25.6
19～23時台		951	68.7
わからない		65	4.7
IHクッキングヒーター	1,284		
0～4時台		14	1.1
5～9時台		774	60.3
10～14時台		471	36.7
15～19時台		1,065	82.9
19～23時台		354	27.6
わからない		43	3.3

※各家電について、保有者を対象に集計

付録2

離散選択実験に関する補足データ

離散選択実験の選択結果 (1/4)

回答ブロック1：有効回答者数403人

設問	選択肢	各スペックの水準	選択割合
1	1	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	3%
	2	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	32%
	3	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	43%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	22%
2	1	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	25%
	2	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：100円/月	40%
	3	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：0円/月	4%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	30%
3	1	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	54%
	2	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：0円/月	9%
	3	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：0円/月	3%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	34%
4	1	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	9%
	2	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	54%
	3	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	17%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	21%
5	1	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	5%
	2	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	60%
	3	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	10%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	25%
6	1	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：0円/月	5%
	2	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	8%
	3	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	59%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	28%

離散選択実験の選択結果 (2/4)

回答ブロック2：有効回答者数397人

設問	選択肢	各スペックの水準	選択割合
7	1	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：100円/月	9%
	2	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	43%
	3	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	17%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	31%
8	1	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	23%
	2	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	14%
	3	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	39%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	24%
9	1	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：0円/月	6%
	2	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	24%
	3	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	25%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	45%
10	1	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	29%
	2	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	29%
	3	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	11%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	30%
11	1	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	9%
	2	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	33%
	3	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	24%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	34%
12	1	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	54%
	2	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	11%
	3	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：100円/月	5%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	30%

離散選択実験の選択結果 (3/4)

回答ブロック3：有効回答者数388人

設問	選択肢	各スペックの水準	選択割合
13	1	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	20%
	2	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	34%
	3	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	19%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	27%
14	1	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：0円/月	10%
	2	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	32%
	3	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：0円/月	11%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	47%
15	1	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	32%
	2	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	14%
	3	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：100円/月	22%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	31%
16	1	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	16%
	2	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	24%
	3	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	25%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	34%
17	1	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	27%
	2	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	22%
	3	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	12%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	39%
18	1	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	29%
	2	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	25%
	3	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	17%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	29%

離散選択実験の選択結果 (4/4)

回答ブロック4：有効回答者数400人

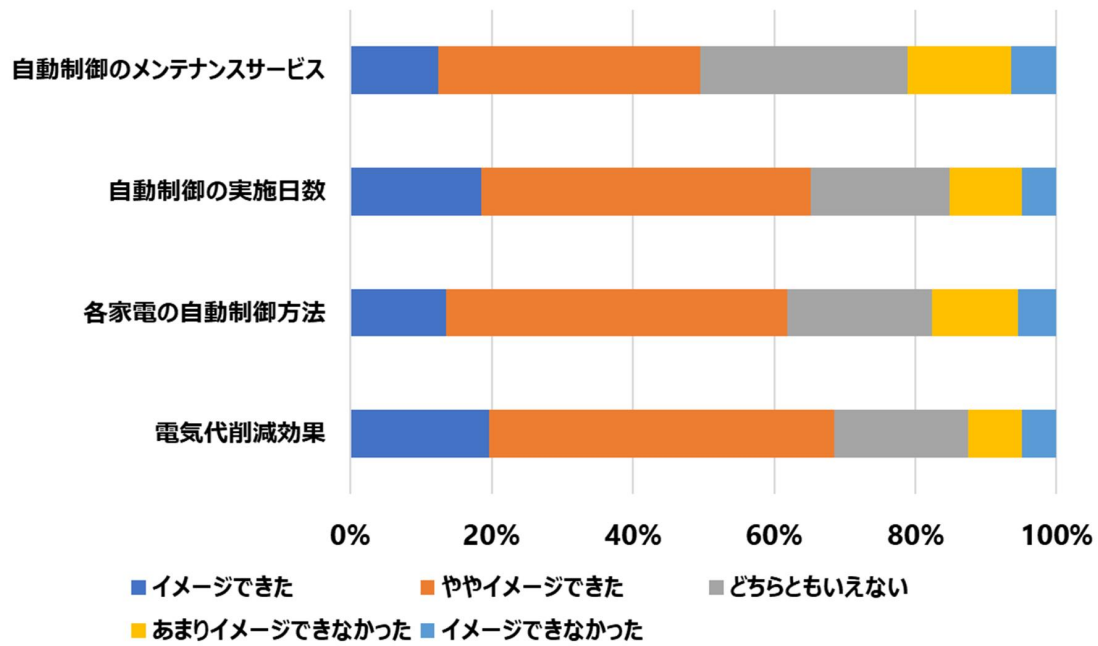
設問	選択肢	各スペックの水準	選択割合
19	1	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	56%
	2	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	14%
	3	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	6%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	25%
20	1	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：0円/月	7%
	2	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：0円/月	20%
	3	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	20%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	53%
21	1	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	22%
	2	自動制御の対象家電：電子レンジ・オープン、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	14%
	3	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	36%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	28%
22	1	自動制御の対象家電：掃除機、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	16%
	2	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	8%
	3	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	54%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	22%
23	1	自動制御の対象家電：エアコン、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	11%
	2	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：4日/月（休祝日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：100円/月	11%
	3	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：500円/月	40%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	39%
24	1	自動制御の対象家電：電気給湯機器、自動制御の実施日数：4日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：あり、電気代削減効果：1,000円/月	38%
	2	自動制御の対象家電：洗濯機、自動制御の実施日数：20日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：500円/月	24%
	3	自動制御の対象家電：冷蔵庫、自動制御の実施日数：12日/月（平日のみ）、メンテナンスサービス：なし、電気代削減効果：1,000円/月	12%
	4	現状維持（現在契約中の料金プラン）	27%

回答者の調査内容の理解度

No.	調査内容	正答率
1	洗濯機、電子レンジ・オープン、掃除機のいずれかが自動制御される料金プランの場合、夕方の17-19時の間は利用できない。	56.8
2	エアコンが自動制御される料金プランの場合、夕方の17-19時の間、暖房時は20度、冷房時は28度で運用される。	77.7
3	冷蔵庫が自動制御される料金プランの場合、夕方の17-19時の間は庫内の食材が傷まない範囲で温度管理される。	76.5
4	給湯機が自動制御される料金プランの場合、太陽光発電が余る昼間の11-15時の間にお湯の沸き上げの一部が行われる。	79.6
5	自動制御実施のお知らせは、遅くとも実施日の前日までに通知される。	84.4
6	自動制御家電のメンテナンスサービスは、家電の不調を事前に察知し、急な故障リスクを低減させる効果がある。	86.1
7	家電の劣化を早める使い方や、非効率的な使い方をしている場合は、それらの改善策をリアルタイムでアドバイスしてくれる。	83.8
8	料金プラン内に自動制御家電のメンテナンスサービスがある場合、サービスの対象となるのは、プラン内で制御される家電のみである。	73.2
9	料金プランの電気代削減効果は、現在あなたが契約中の電気料金プランと比較したときの値となっている。	78.5
10	電気代削減効果が大きい料金プランであっても、各料金プランであらかじめ設定されている制御内容以上に厳しく制御されることはない。	82.8
11	新たな料金プランでは、電気代削減効果を達成するための特別な料金体系が適用される。	87.8

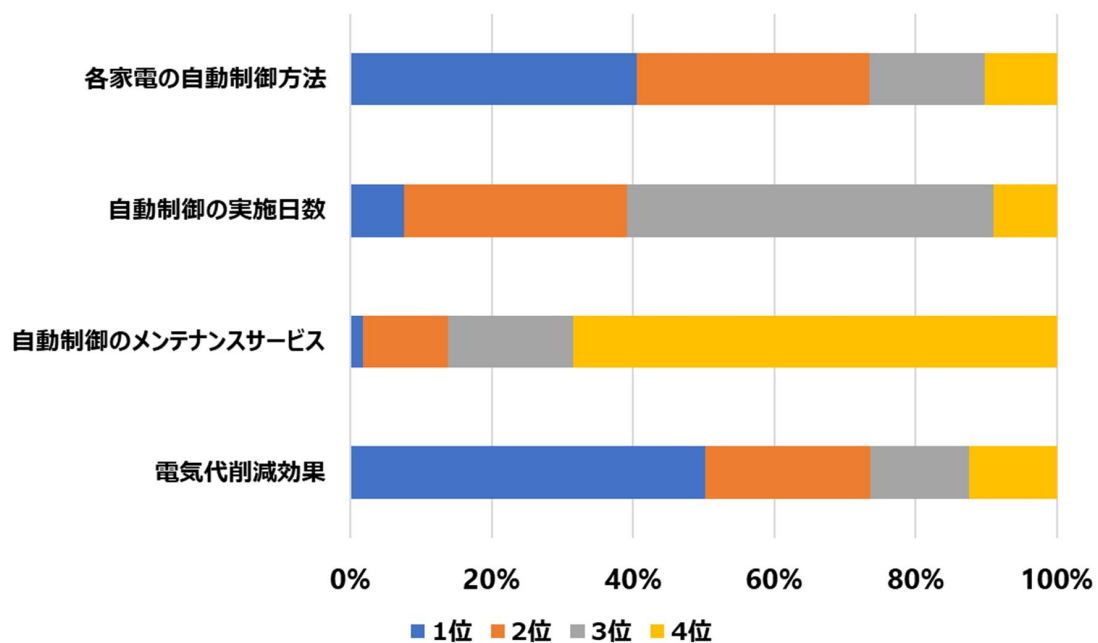
※N=1,588

各スペックの内容に対するイメージ



※N=1,588

各スペックの重視度



付録3 分析方法に関する補足

確率的効用モデルについて

① 確率的効用の定式化

p.32の確率的効用を数式で表すと、

$$U_{in} = V_{in} + \epsilon_{in} \quad (1)$$

n : 個人
 i : 料金プラン
 V_{in} : 確定的効用
 ϵ_{in} : 誤差効用 (確率変数)

V_{in} については、以下のような線形関数を仮定

$$V_{in} = \beta_1 x_{in1} + \beta_2 x_{in2} + \dots + \beta_K x_{inK}$$

x_{in} : 個人 n が直面する選択枝 i の説明変数
 (本研究では、p.39の変数群に該当)
 K : 説明変数の総数
 β : パラメータ (説明変数の影響度)

② 選択確率

個人 n が選択枝集合 C (本研究では料金プランの集合) の中から選択枝 i を選択する確率は、

$$\begin{aligned} P_n(i | C) &= \Pr(U_{in} \geq U_{jn}, \forall j \in C) \\ &= \Pr(V_{in} + \epsilon_{in} \geq V_{jn} + \epsilon_{jn}, \forall j \in C) \\ &= \Pr(\epsilon_{ji} - \epsilon_{in} \leq V_{in} - V_{jn}, \forall j \in C) \end{aligned}$$

ϵ がガンベル分布に従うとき、 $P_n(i | C)$ は、以下の式で表現できる

$$P_n(i | C) = \frac{\exp V_{in}}{\sum_{i \in C} \exp(V_{in})} \quad (2)$$

③ パラメータ β の推定

最尤法※により以下の対数尤度関数を最大化する β を推定する

$$LL(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K) = \sum_{n=1}^N \sum_{i \in C} y_{in} \log P_n(i | C) \quad (3)$$

y_{in} : 個人 n が選択枝 i を選んだ場合に1、そうでない場合に0となる変数

※最尤法 : 観測されたデータの組み合わせが起きる確率を最大にするようにパラメータを推定する方法

DR料金プランに対する受容性の計算方法について

◆ 本研究における受容性の定義

- ある仮想的な直接負荷制御型DR料金プランと現状維持（契約中の電気料金プラン）の2つの選択肢がある時、家庭用需要家が前者を選択する確率

◆ 上記の状況において、ある仮想的なDR料金プラン*i*が選択される確率は、p.70の式（2）より

$$P(i) = \frac{\exp(V_i)}{\exp(V_i) + \exp(V_{SQ})}$$

ここで、

- $V_i = \exp(\sum_{k \in app} \beta_{appk} d_{i,appk} + \sum_{h \in freq} \beta_{freqh} d_{i,freqh} + \beta_{serv} d_{i,serv} + \beta_{save} save_i)$: 仮想的な料金プラン*i*の確定的効用
- $V_{SQ} = \exp(\beta_{ASC} ASC)$: 現状維持（契約中の電気料金プラン）の確定的効用
- k : 自動制御の対象家電（掃除機、掃除機、エアコン、冷蔵庫、電子レンジ・オープンのいずれか）※電気給湯機器は基準なので含めず
- $d_{i,appk}$: 仮想的なDR料金プラン*i*の自動制御の対象家電が*k*の時に1を、そうでなければ0をとる変数
- h : 自動制御の実施日数（4日/月・休祝日のみ、12日/月・平日のみ、20日/月・平日のみのいずれか）※4日/月・平日のみは基準なので含めず
- $d_{i,freqh}$: 仮想的なDR料金プラン*i*の自動制御の実施日数が*h*の時に1を、そうでなければ0をとる変数
- $d_{i,serv}$: 仮想的なDR料金プラン*i*の自動制御対象家電のメンテナンスサービスがある時に1を、そうでなければ0をとる変数
- $save_i$: 仮想的なDR料金プラン*i*の電気代削減効果の金額（円/月）

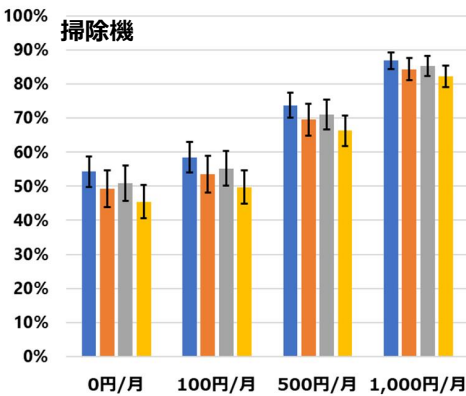
付録4

DR料金プランに対する受容性のシミュレーション分析の補足資料

自動制御の対象家電を全て保有している回答者を対象とした分析

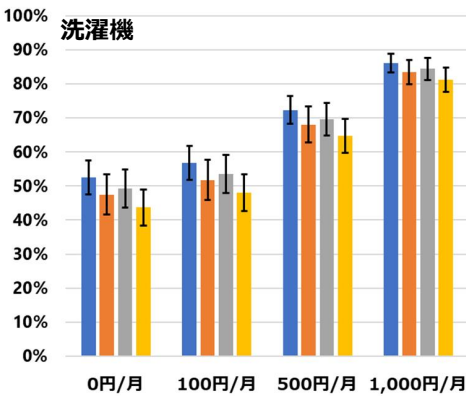
受容性シミュレーションの分析結果 (1/3)

受容性



◆ 掃除機を自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：45～54%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：50～58%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：66～74%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：82～87%



◆ 洗濯機を自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：44～53%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：48～57%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：65～72%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：81～86%

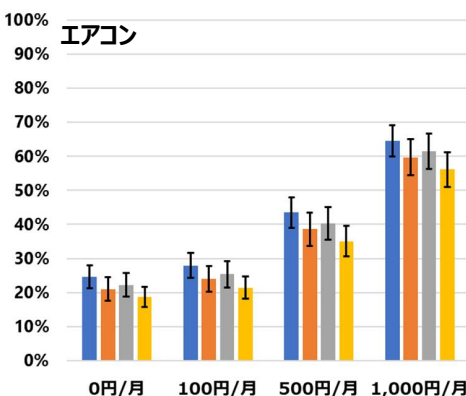
■ 4日/月・平日のみ ■ 4日/月・休祝日のみ ■ 12日/月・平日のみ ■ 20日/月・平日のみ

【グラフの説明】

- ・各棒グラフは仮想的な料金プランを表している
- ・縦軸の受容性はp.41で定義した「現状の料金プランと仮想的な直接負荷制御型DR料金プランの2択において、後者を選択する確率」である
- ・横軸は電気代削減効果である
- ・エラーバーは95%信頼区間である

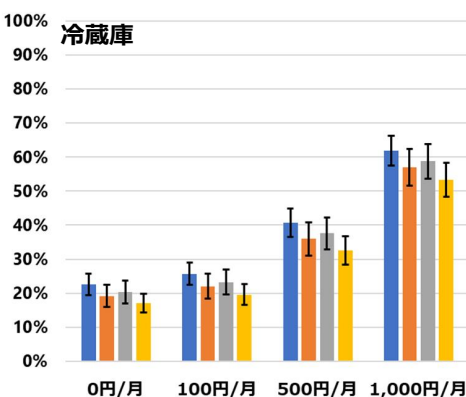
受容性シミュレーションの分析結果 (2/3)

受容性



◆ エアコンを自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：19～25%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：21～28%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：35～44%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：56～65%



◆ 冷蔵庫を自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：17～23%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：20～26%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：33～41%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：53～62%

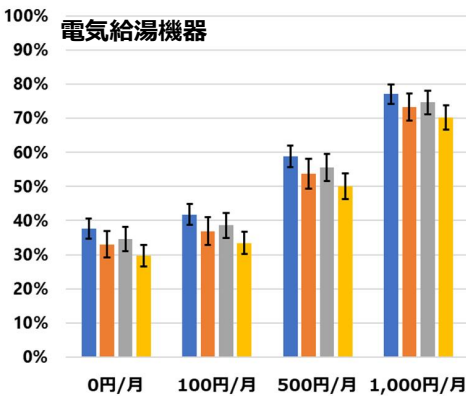
■ 4日/月・平日のみ ■ 4日/月・休祝日のみ ■ 12日/月・平日のみ ■ 20日/月・平日のみ

【グラフの説明】

- ・各棒グラフは仮想的な料金プランを表している
- ・縦軸の受容性はp.41で定義した「現状の料金プランと仮想的な直接負荷制御型DR料金プランの2択において、後者を選択する確率」である
- ・横軸は電気代削減効果である
- ・エラーバーは95%信頼区間である

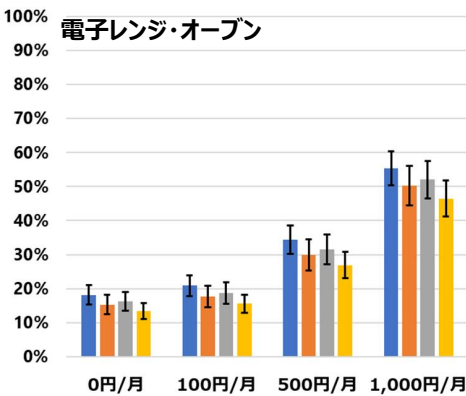
受容性シミュレーションの分析結果 (3/3)

受容性



◆ 電気給湯機器を自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：30～38%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：33～42%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：50～59%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：70～77%



◆ 電子レンジ・オープンを自動制御するDR料金プランの受容性

- 電気代削減効果が0円の場合：13～18%
- 電気代削減効果が100円/月の場合：16～21%
- 電気代削減効果が500円/月の場合：27～34%
- 電気代削減効果が1,000円/月の場合：46～55%

■ 4日/月・平日のみ ■ 4日/月・休祝日のみ ■ 12日/月・平日のみ ■ 20日/月・平日のみ

【グラフの説明】

- ・各棒グラフは仮想的な料金プランを表している
- ・縦軸の受容性はp.41で定義した「現状の料金プランと仮想的な直接負荷制御型DR料金プランの2択において、後者を選択する確率」である
- ・横軸は電気代削減効果である
- ・エラーバーは95%信頼区間である

【参考】pp.73～75の各料金プランに対する受容性のシミュレーション結果の一覧

掃除機	0円/月	100円/月	500円/月	1,000円/月
4日/月・平日のみ	54%	58%	74%	87%
4日/月・休祝日のみ	49%	53%	70%	84%
12日/月・平日のみ	51%	55%	71%	85%
20日/月・平日のみ	45%	50%	66%	82%

エアコン	0円/月	100円/月	500円/月	1,000円/月
4日/月・平日のみ	25%	28%	44%	65%
4日/月・休祝日のみ	21%	24%	39%	60%
12日/月・平日のみ	22%	25%	40%	61%
20日/月・平日のみ	19%	21%	35%	56%

洗濯機	0円/月	100円/月	500円/月	1,000円/月
4日/月・平日のみ	53%	57%	72%	86%
4日/月・休祝日のみ	47%	52%	68%	83%
12日/月・平日のみ	49%	54%	70%	84%
20日/月・平日のみ	44%	48%	65%	81%

冷蔵庫	0円/月	100円/月	500円/月	1,000円/月
4日/月・平日のみ	23%	26%	41%	62%
4日/月・休祝日のみ	19%	22%	36%	57%
12日/月・平日のみ	20%	23%	38%	59%
20日/月・平日のみ	17%	20%	33%	53%

電気給湯機器	0円/月	100円/月	500円/月	1,000円/月
4日/月・平日のみ	38%	42%	59%	77%
4日/月・休祝日のみ	33%	37%	54%	73%
12日/月・平日のみ	35%	39%	56%	75%
20日/月・平日のみ	30%	33%	50%	70%

電子レンジ・オープン	0円/月	100円/月	500円/月	1,000円/月
4日/月・平日のみ	18%	21%	34%	55%
4日/月・休祝日のみ	15%	18%	30%	50%
12日/月・平日のみ	16%	19%	31%	52%
20日/月・平日のみ	13%	16%	27%	46%

[不許複製]

発行

一般財団法人 電力中央研究所
社会経済研究所
東京都千代田区大手町1-6-1

e-mail hokokusho@criepi.denken.or.jp

著作

一般財団法人 電力中央研究所
東京都千代田区大手町1-6-1
