

スマートフォンを活用した 家庭向け省エネサービスの実証研究 —ナッジ仮説と初期検証—


電力中央研究所 西尾 健一郎○・小松 秀徳・向井 登志広
東京電力エナジーパートナー 小川 崇・佐々木 正信
Crossdoor 市東 拓郎
凸版印刷 大谷 智子・伊藤 千加
デロイトトーマツコンサルティング 伊原 克将

BECC JAPAN 2018
(第5回気候変動・省エネルギー行動会議)

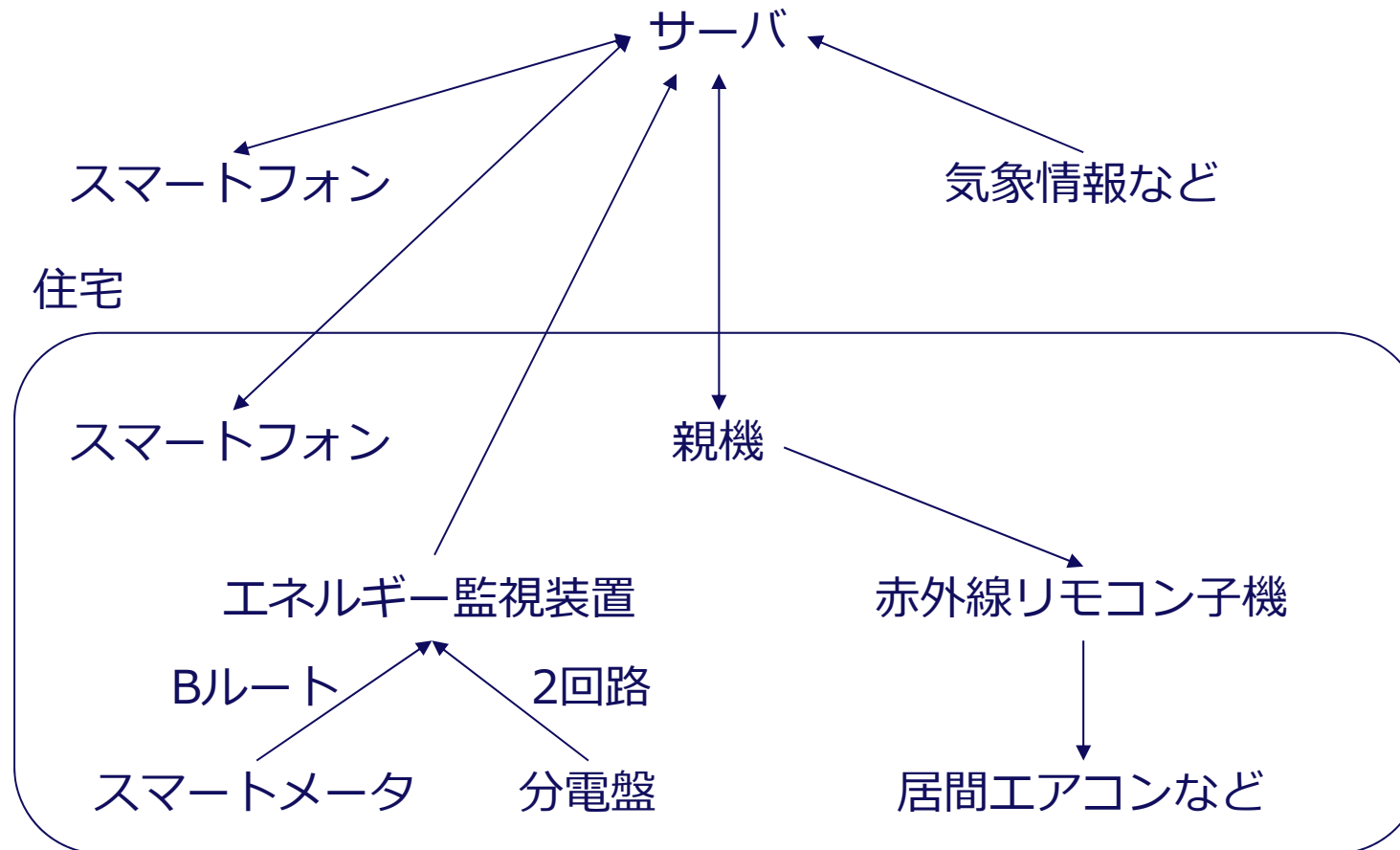
2018/8/23

 電力中央研究所

初年度の実施概要

- ◆ 環境省ナッジ事業  **Behavioral Sciences Team**
for a better choice
 - 「平成29年度低炭素型の行動変容を促す情報発信（ナッジ）による家庭等の自発的対策推進事業」
- ◆ 実施体制
 - デロイトトーマツコンサルティング、電力中央研究所、東京電力エナジーパートナー、凸版印刷、
- ◆ 目的
 - 簡易エネルギーマネジメントシステムとスマホアプリを用いて、使用量見える化や家電制御推奨情報を配信し、省エネ行動変容を促す
- ◆ 対象
 - 設置：約2千世帯（関東1都8県で分散募集；オプトイン式）
 - 非設置：約2千世帯（データベースから抽出）
- ◆ 運用・検証期間
 - 機器登録後～：Webアプリ
 - 2017/11/13～：スマホアプリ
 - 2017/12/11～：個別RCT（Randomized Controlled Trial, ランダム化比較対照実験）
 - 2018/2末までのデータを検証
- ◆ 効果検証
 - マッチング手法による総合効果検証：アプリ提供の有無
 - RCTによる個別効果検証：使用量通知の有無、省エネアドバイス通知の有無、分グラフの有無

主なシステム構成



宅内専用表示端末のない簡易エネルギーマネジメントシステムであり、スマートフォンからの利用を想定

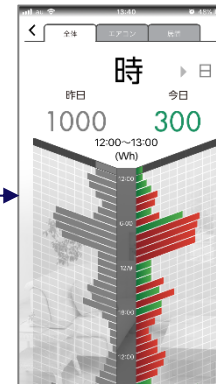
アプリの主な画面構成

iOS/Android
アプリ



トップ画面

気象情報
オススメ室温
リアルタイム使用量
各種画面リンクなど



見える化グラフ画面

{家全体/回路1/回路2}
× {分/時/日/週/月}の
使用量比較



エアコンリモコン画面

冷暖房のON/OFF
室温設定

その他画面

通知・各種設定・Webアプリなど

登録したエネルギー監視装置と家電遠隔制御デバイスを、
スマホから閲覧・利用可能

トップ画面

設定地域の
天気・気温・
湿度・降水確率

夏28℃・冬20℃
(最大2℃変更可)

主エアコンの
最新設定

見える化グラフ画面へ



設定・通知一覧等の画面へ
アンケート画面へ (随時)

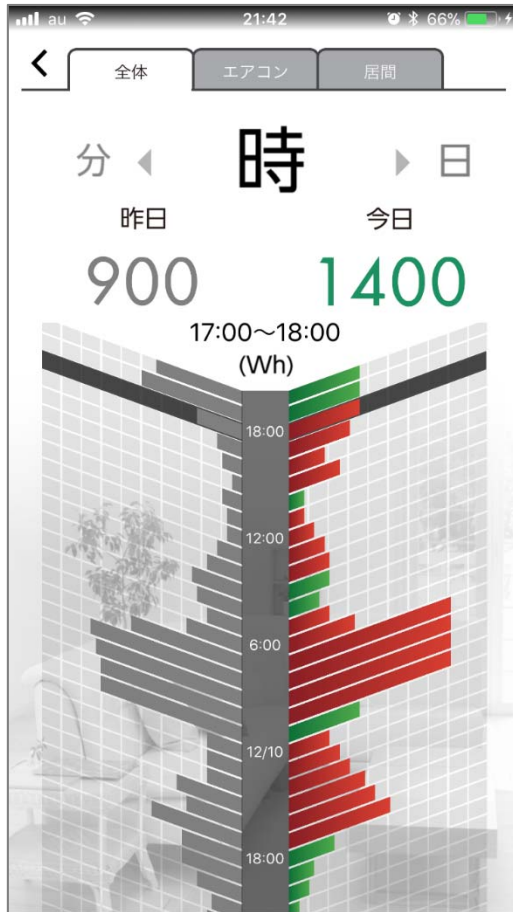
家全体のリアルタイム使用量
(ワット; 毎分更新)

主エアコンに連動する
キャラクター表情

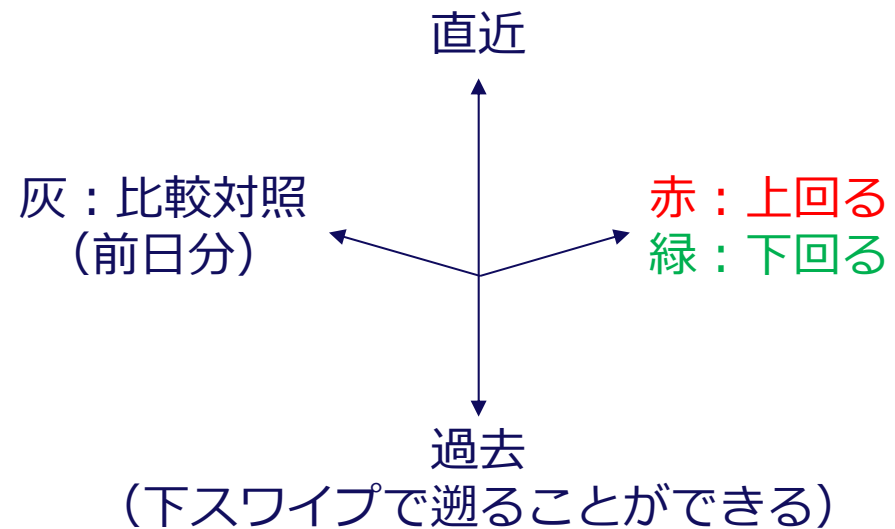
エアコンリモコン画面へ

天気・エアコン・電気使用の状況を組み合わせて見える化することで、
パーソナルな情報としての価値を見出してもらう

見える化グラフ画面： 1時間値



← 選択箇所の使用量を確認できる



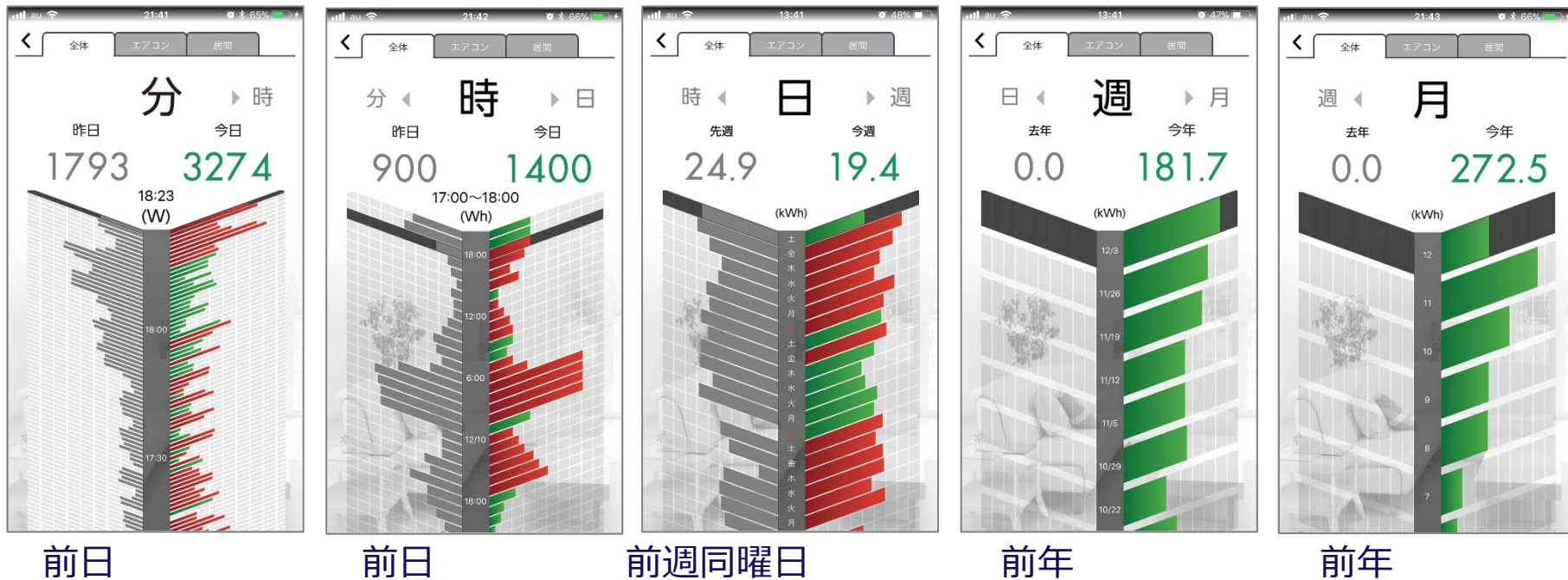
比較を基調として、スマホの特徴（インタラクティブ性やモーション感）を活かすインターフェースを採用し、従来の見える化とは異なるユーザ体験を提供

見える化グラフ画面： 全体構成



時間軸の回転切替 (左右スワイプ)

家全体 (スマメBルート) と分電盤2回路 (エアコン等) のタブ切替

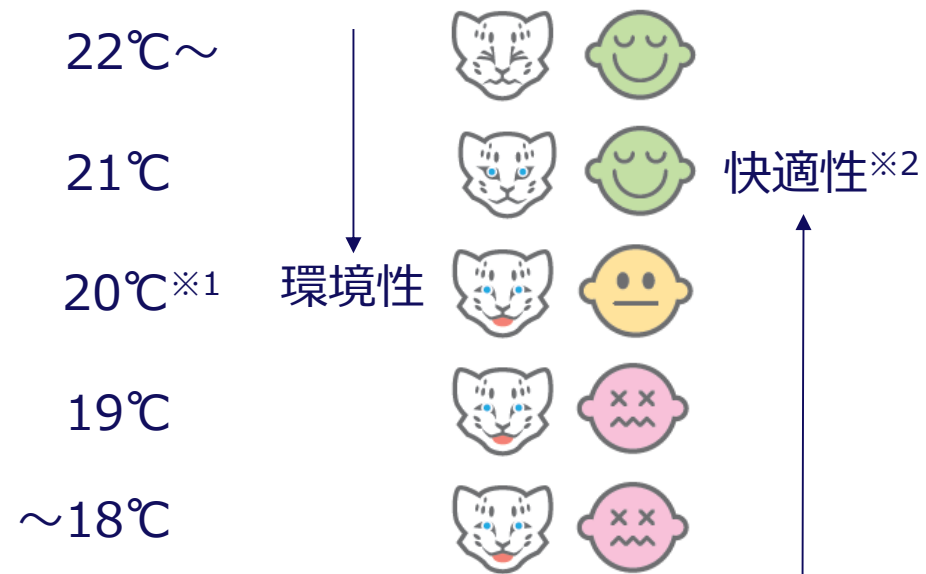


左右比較フレームを统一的に用いることで各画面の認知負荷を低減し、画面を回遊するうちに使用傾向についての学習が進むことに期待

エアコンリモコン画面



例：暖房室温設定に連動した表情変化



※1 環境省ウォームビズの暖房室温目安

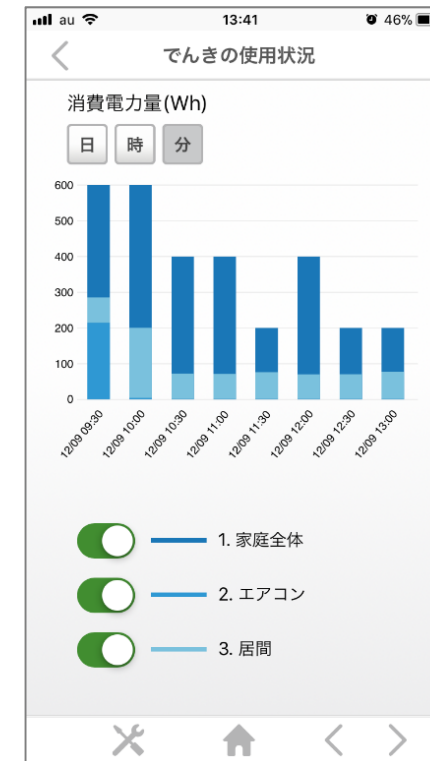
※2 寒がり設定をすることで快適性の表示条件は最大2°C変更可

シンプルなインターフェースで登録エアコンを遠隔操作できるようにし、室温の選択後には、環境性と快適性のトレードオフをキャラクター表情で象徴

Webアプリ



より多くの細かな遠隔操作ができる
(エアコン・テレビ・照明など)



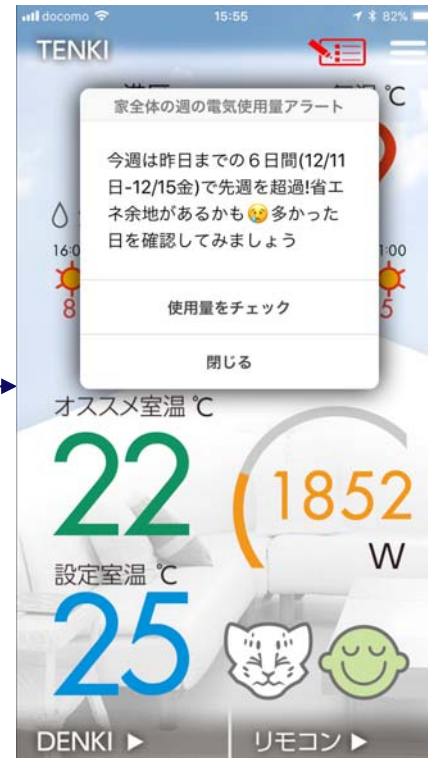
直近の使用量がシンプルに表示される
(1日・3時間・30分毎の各8点)

Webブラウザ上のリモコン・見える化機能も継続提供
(機器登録時から利用可能となり、スマホアプリは必要としない)

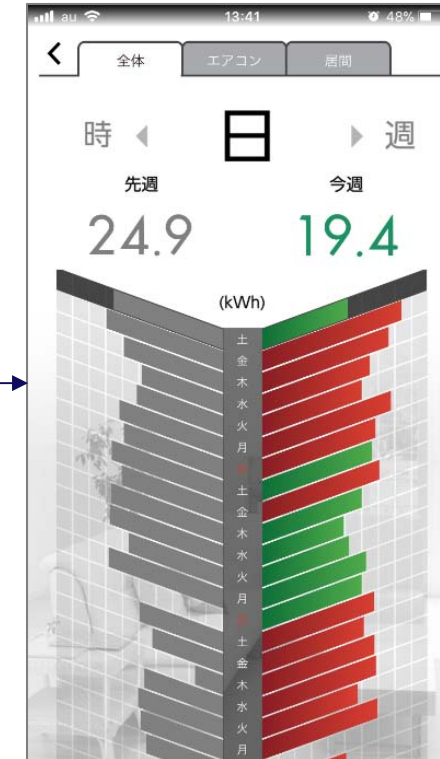
想定動作例： 使用量通知



ロック画面などに
通知をプッシュ表示する



アプリ内で
ダイアログを表示する



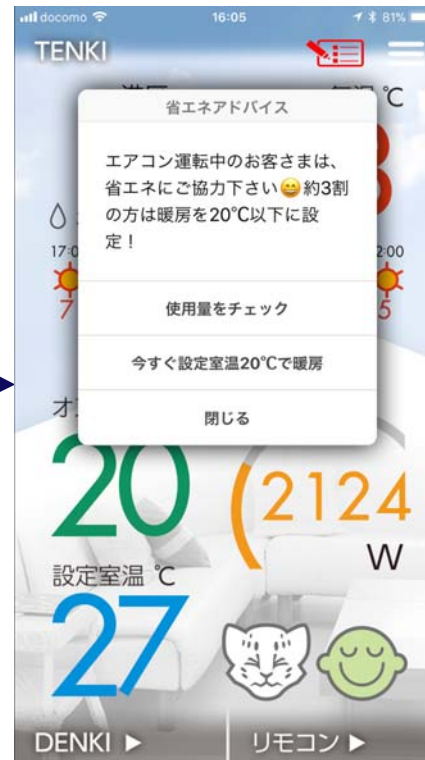
ユーザが選択すれば
見える化グラフに移動する

使用量等に関する情報を適時配信することで、
アプリ接点を維持すると共に、有用な情報に低労力でアクセスできることを意図

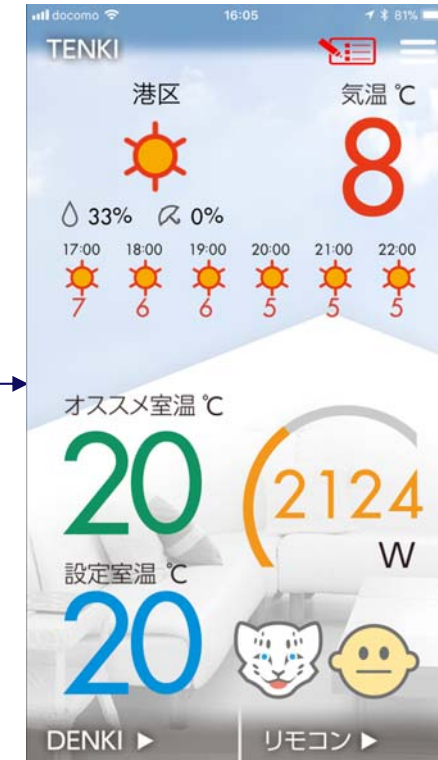
想定動作例： 省エネアドバイス通知



ロック画面などに
通知をプッシュ表示する



アプリ内で
ダイアログを表示する



ユーザが選択すれば、
リモコン信号が送られる

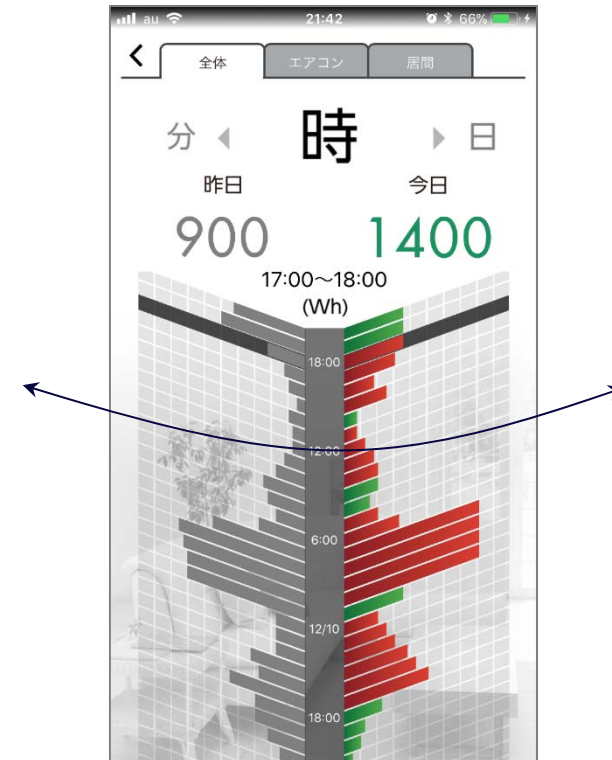
通知とリモコンを連動させた働きかけ（家電制御推奨情報の配信）をし、
最終的な行動選択はユーザにゆだねた

アプリの遊び心



例 1

起動画面に変化やアタリがある

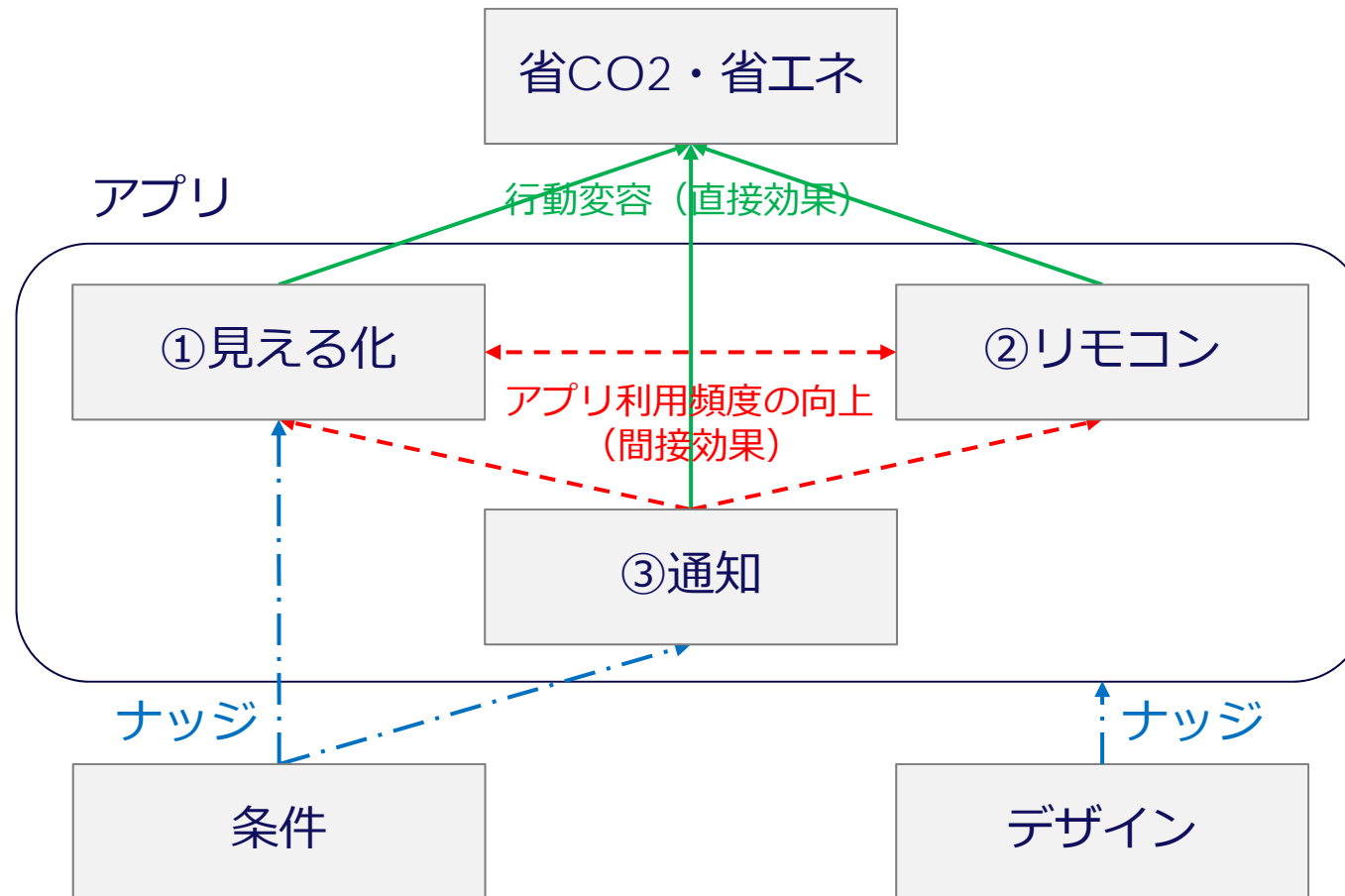


例 2

思わず回してみたいくなる

“Fun Theory”
 ~遊びのような単純なものが、行動改善を促す最も簡単な方法である~

アプリとナッジの関係



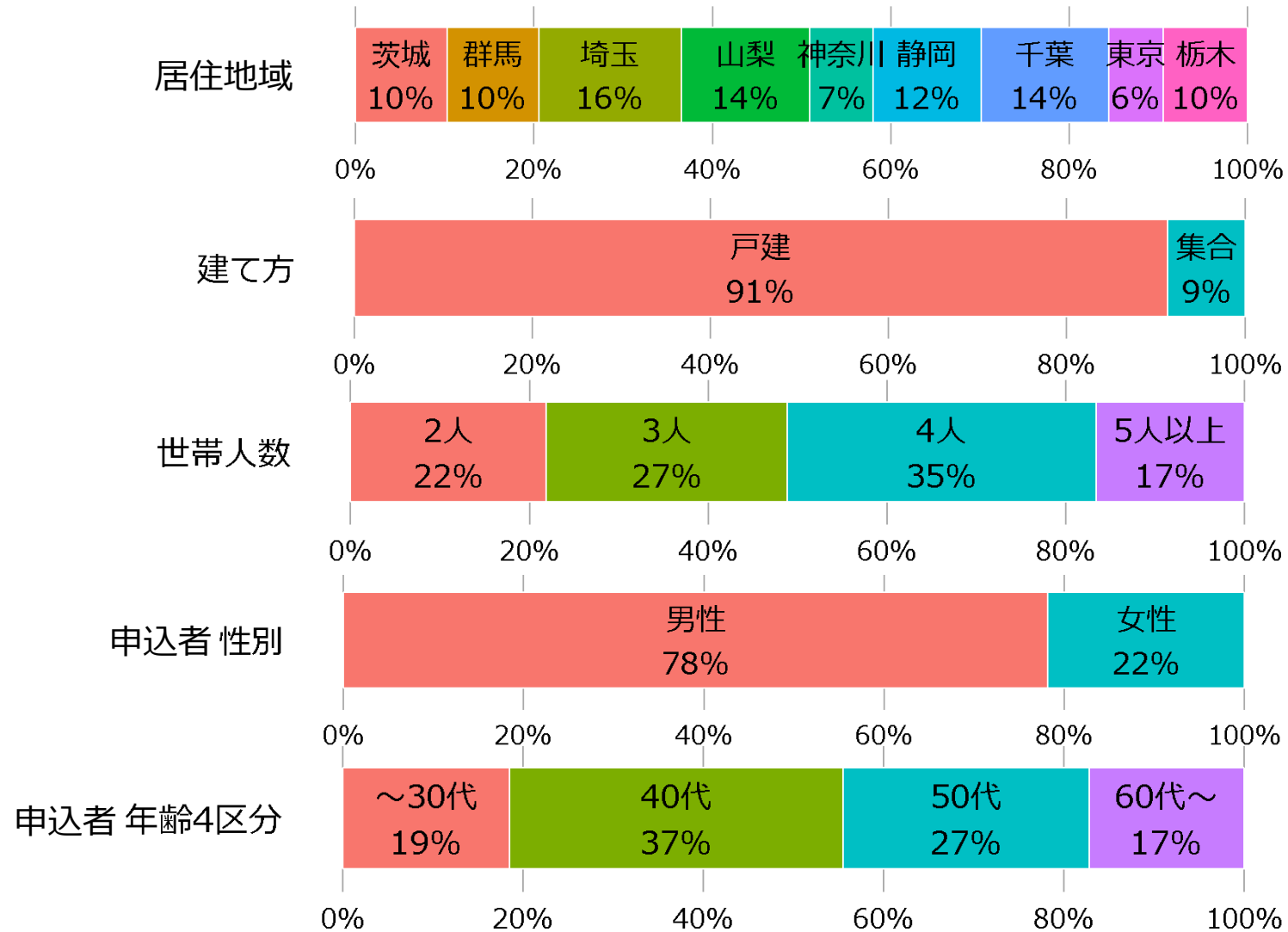
見える化やリモコン機能を基本として、
通知機能や気象情報と連動した各種情報提供により効果を高めることを意図した

モニター世帯の確保

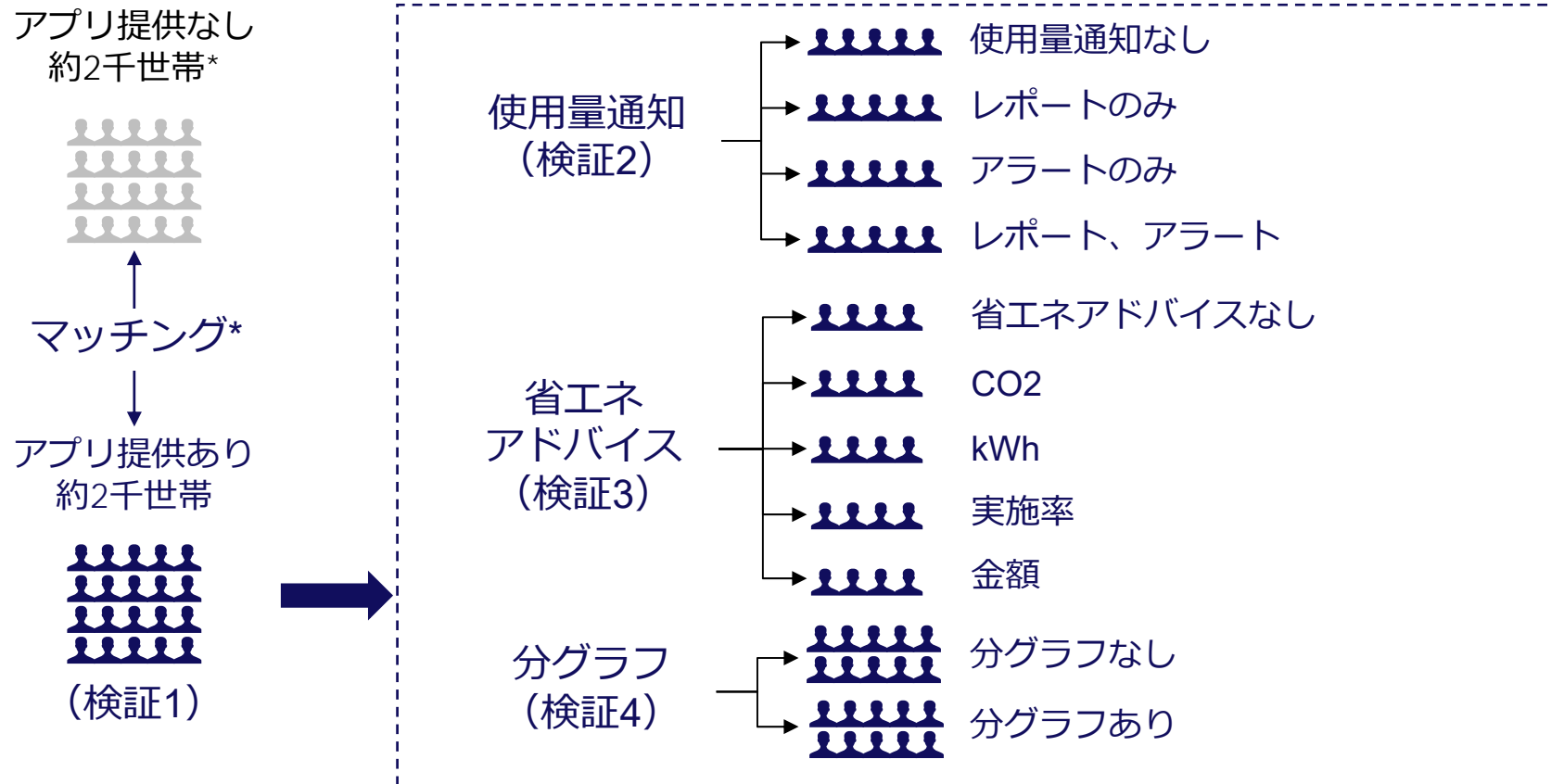
- ◆ 東京電力EPの顧客から、約2千世帯をモニター候補として募集
- ◆ 提示したモニター登録条件
 - スマートフォン又はタブレットを使用している
 - 自宅のインターネットの環境がWi-Fiである
 - 今後5年間、転居する予定がない
 - 今後5年間、太陽光発電設備を設置する予定がない
 - 店舗、事務所兼用の住宅ではない
 - 単身世帯ではない
 - 冷暖房にエアコンを使用している
- ◆ 世帯の特徴
 - 世帯人数が多い、戸建・全電化住宅の比率が高い（=使用量が多い）
 - 見える化や家電遠隔制御（リモコン）機能に関心がある

属性に偏りはあるが、設置世帯の中でランダム化比較対照実験を行うなどして、
情報配信の効果向上策を検討

モニター世帯の特徴



検証方法



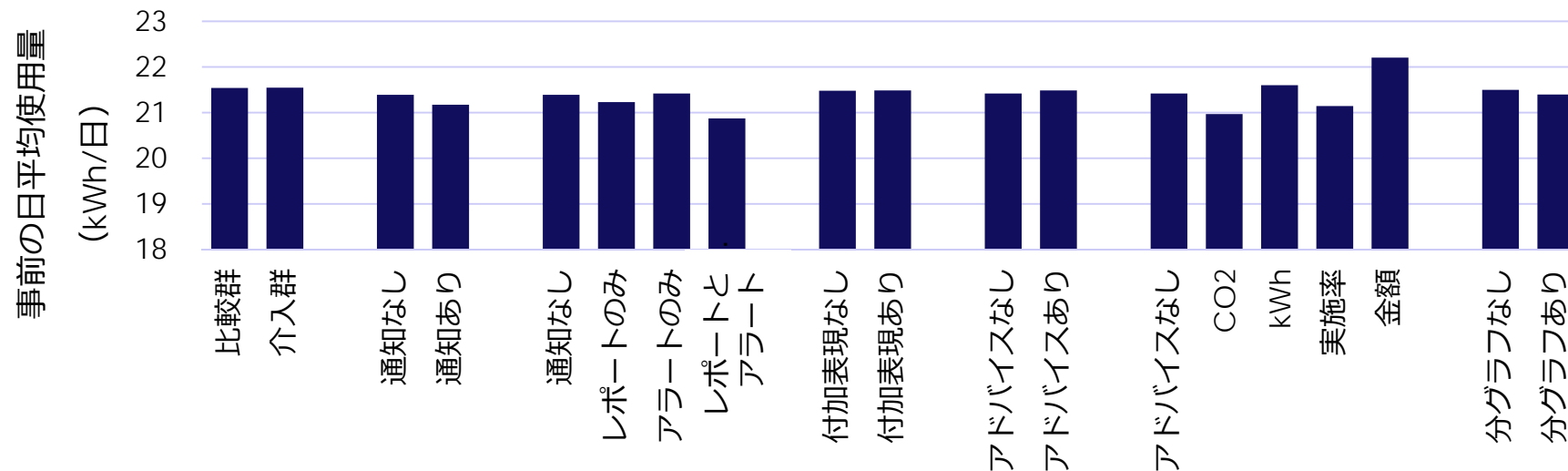
*アプリを提供しない比較群は、2016/9-2017/8の使用量を用いたマッチング法により、並行実施実証のHER非郵送世帯から抽出

情報の提供方法の組み合わせを事前にランダム割り付けした

検証対象の等質性

■ 事前使用量について、母平均差は僅少であり、等分散である

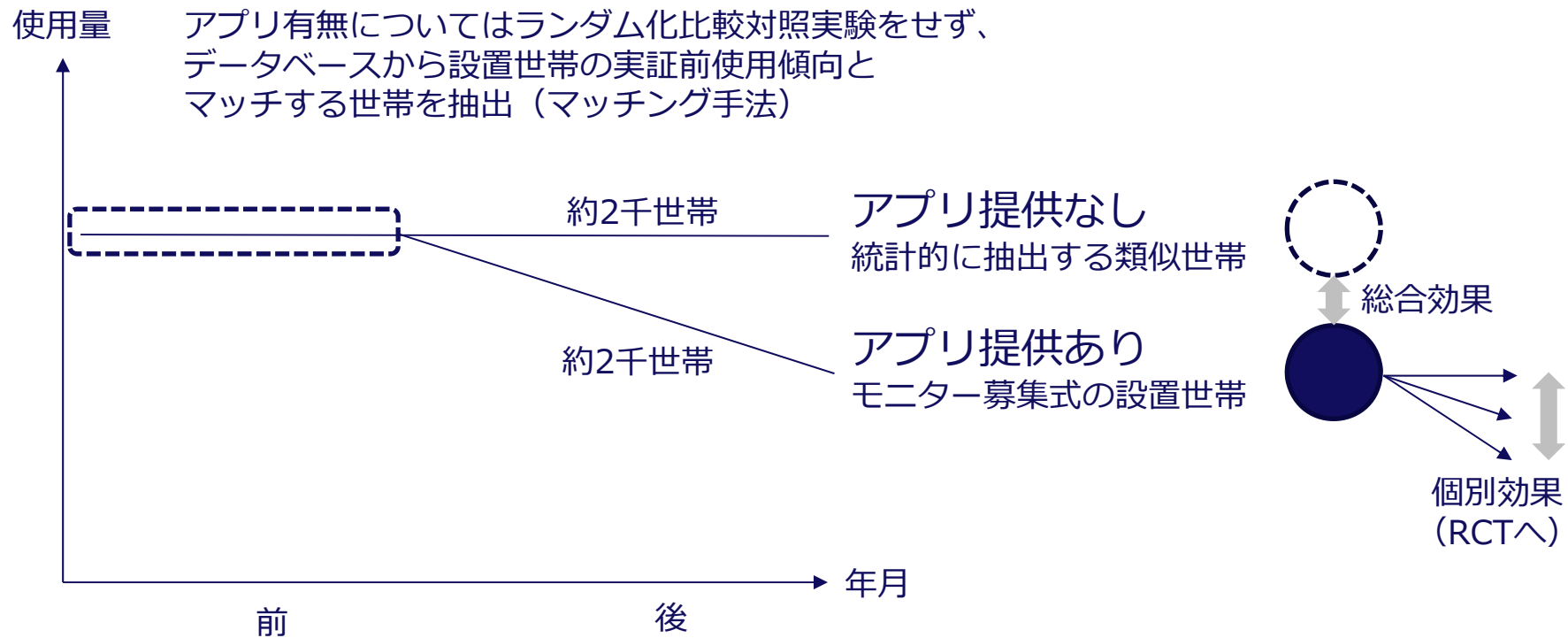
- 2016年9月～2017年8月の日平均使用量の群間差を検定し、下図は母平均を比較
- 10%水準で母平均の有意差がある組み合わせが1点あるのみ（「CO2」と「金額」）



- 群間の事前使用量が完全一致することはないが、介入前後データを用いたパネルデータ分析により、差異は統計的に調整される
- 事前期間の後に、数ヶ月の予備検証期間を設け、介入後と同様の手法で検証することで、差異が概ね小さいことを確認している
 - 2017年9月～12月中旬など。例えば、プッシュ通知の運用開始は12/13である

事前使用量の差異は僅少であり、効果検証時においても、事前使用量の差異が結果に影響を及ぼさないように対応した

検証1：アプリ提供

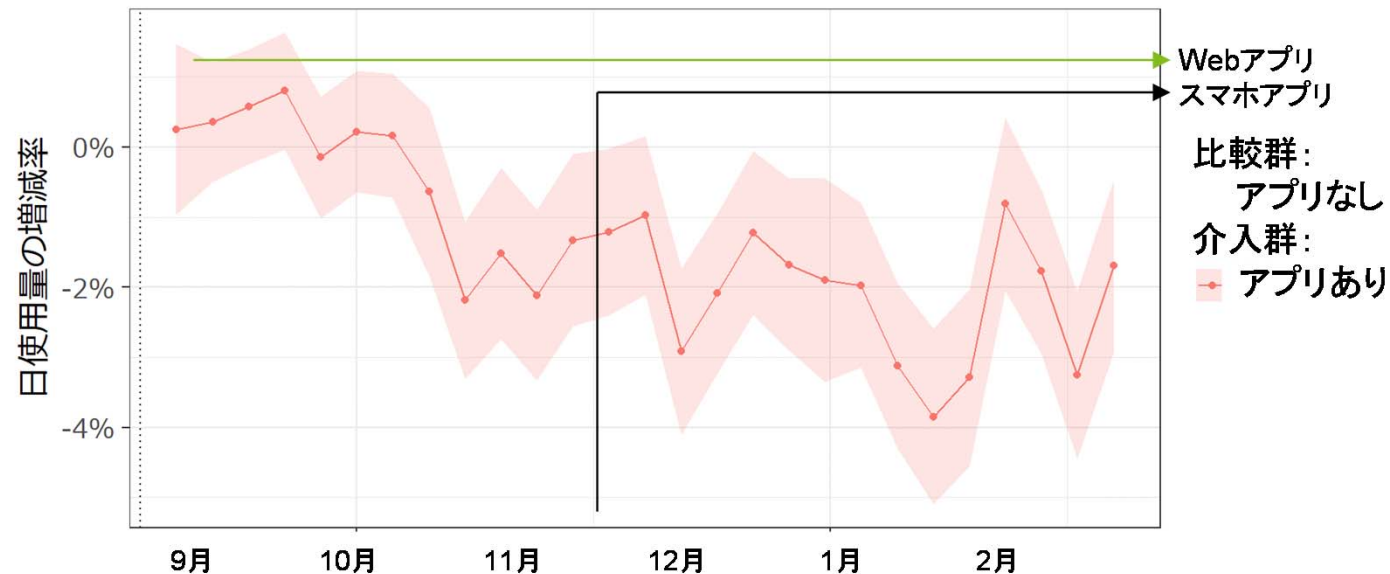


アプリの大規模実証は僅少で、効果に関する知見は乏しい

アプリ提供の効果

週単位の平均効果

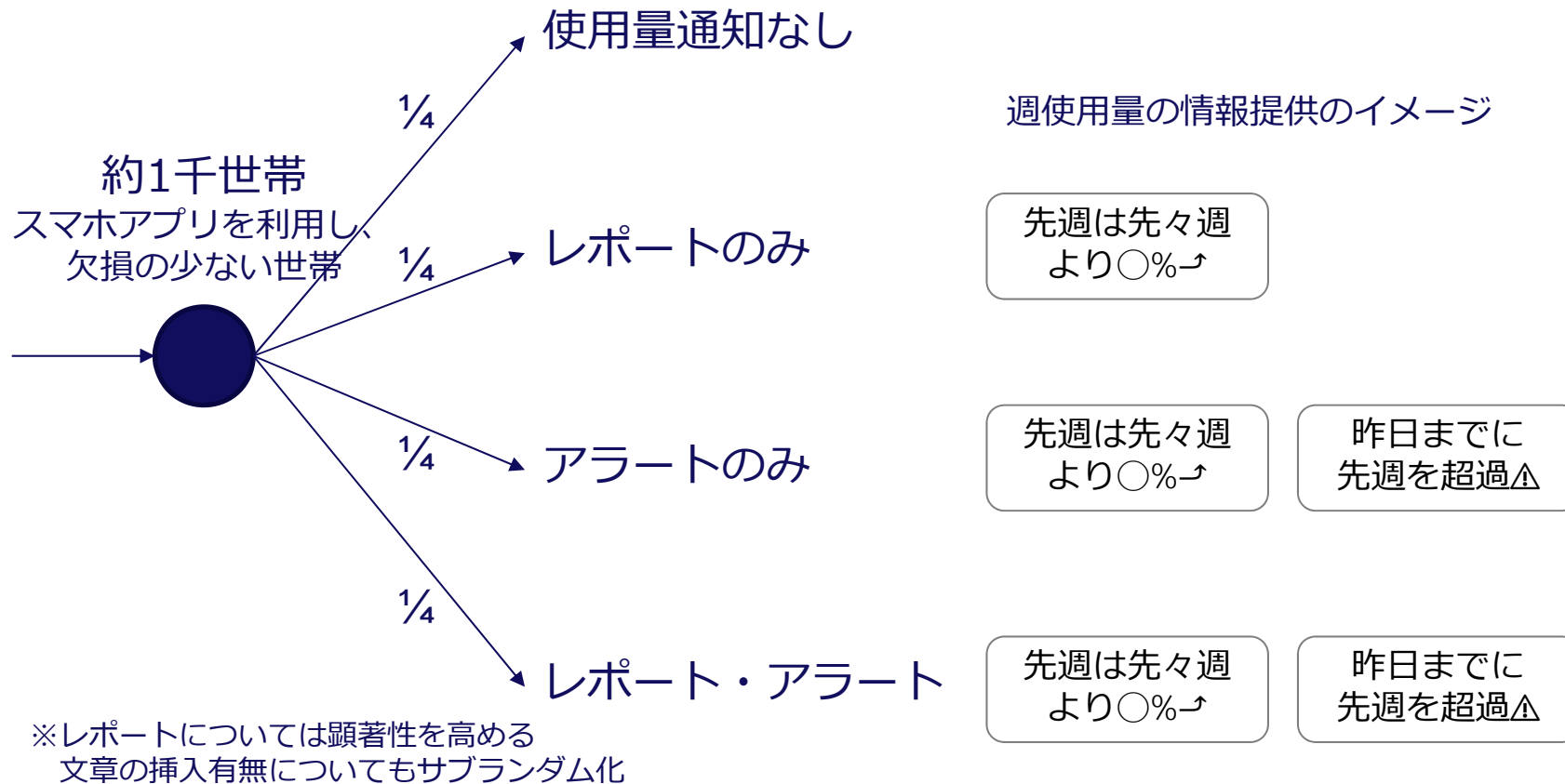
幅は95%信頼区間、各週は日～土曜



介入開始日: 2017/9/1 (アプリ導入時期は世帯により異なるが、統一して分析)。
 2016/9以降の使用量データを用いたパネルデータ分析による推計結果(途中速報)。
 オール電化料金契約メニュー世帯も多いことから、季節変動の調整方法を精査中。
 介入効果としては、共通機能(トップ画面や見える化画面)によるものと、
 ランダム割付にもとづき提供している付加機能(通知や分グラフ画面)によるもののが想定される。
 比較群は、2016/9-2017/8の使用量を用いたマッチング法により、データベース(HER非郵送世帯)から抽出。
 2017/8までの使用量傾向差は調整される。

アプリ提供世帯では、
最大約3%の有意な省エネ効果が観察された

検証2：使用量通知



家全体の使用量に関し、効果的な通知方法を見極める必要がある／
賞賛することで気の緩みによる増工ネを抑制できるといわれている



使用量通知の構成

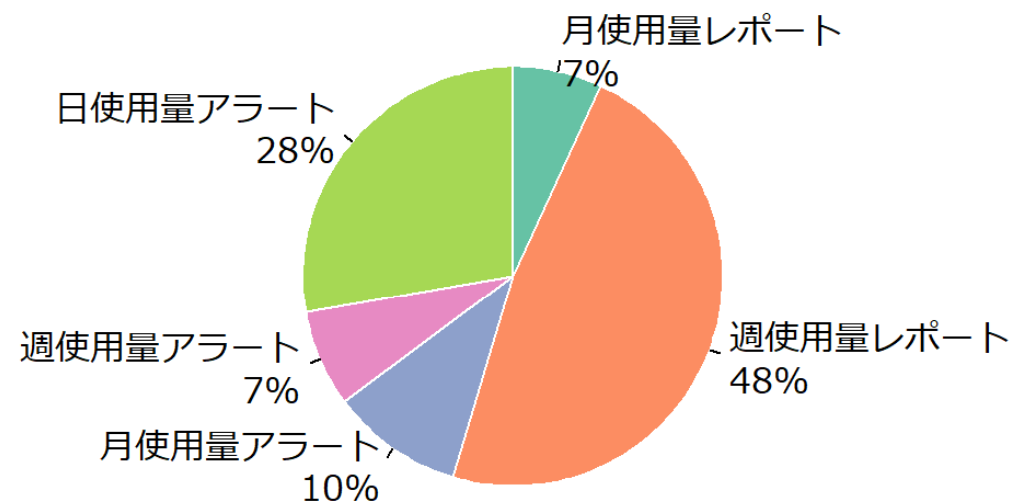
	基本文章※1 (12月の運用例)	リンク※3	タイミング
レポート (定期)	家全体の月の電気使用量レポート 12月は11月より22%増→省エネ余地があるかも☹比較してみましよう	月	毎月1日 19時
	家全体の週の電気使用量レポート 先週(12/11日-12/16土)は先々週より22%増→省エネ余地があるかも☹比較してみましよう	週	毎週日曜 12時
アラート (不定期)	家全体の月の電気使用量アラート 12月は昨日までの29日間で11月分を超過△省エネ余地があるかも☹多かった日を確認してみましよう	日	発生翌日 19時※2
	家全体の週の電気使用量アラート 今週は昨日までの6日間(12/11日-12/15金)で先週を超過△省エネ余地があるかも☹多かった日を確認してみましよう	日	発生翌日 12時※2
	家全体の日の電気使用量アラート 12/15金(昨日)はこの30日間で最大△省エネ余地があるかも☹多かった時間を確認してみましよう	時	発生翌日 8時

※レポート対象者をさらに2群にランダム割付し、半分の世帯には「省エネ余地があるかも☹」（増加時）・「すばらしいですね☺」（減少時）という一文を挿入することで顕著性を高め、残り半分の世帯にはこれら1文を挿入しない

家全体の月・週・日使用量のモニタリングにもとづき、増減の定期的な「レポート」や閾値超過時の「アラート」を対象者に配信した

使用量通知の配信実績

使用量・省エネアドバイス通知の件数内訳



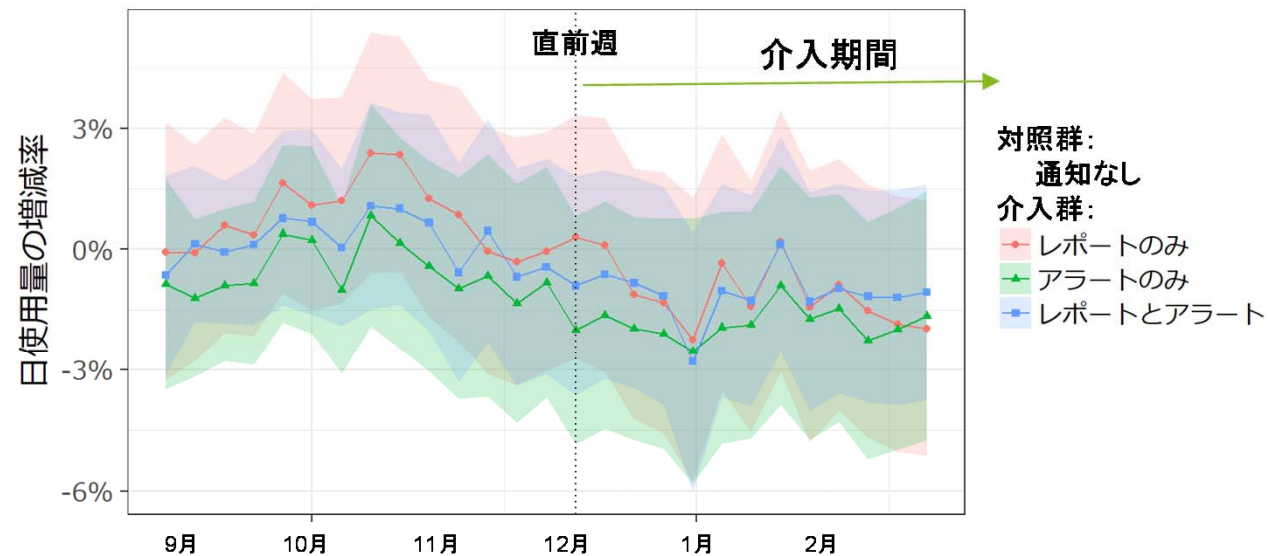
配信数はレポートのほうが多めであり、
冬の需要増加期も含むため、アラートの中では日使用量が多めだった

使用量通知の効果 (内容別)



週単位の平均効果

幅は95%信頼区間、各週は日～土曜

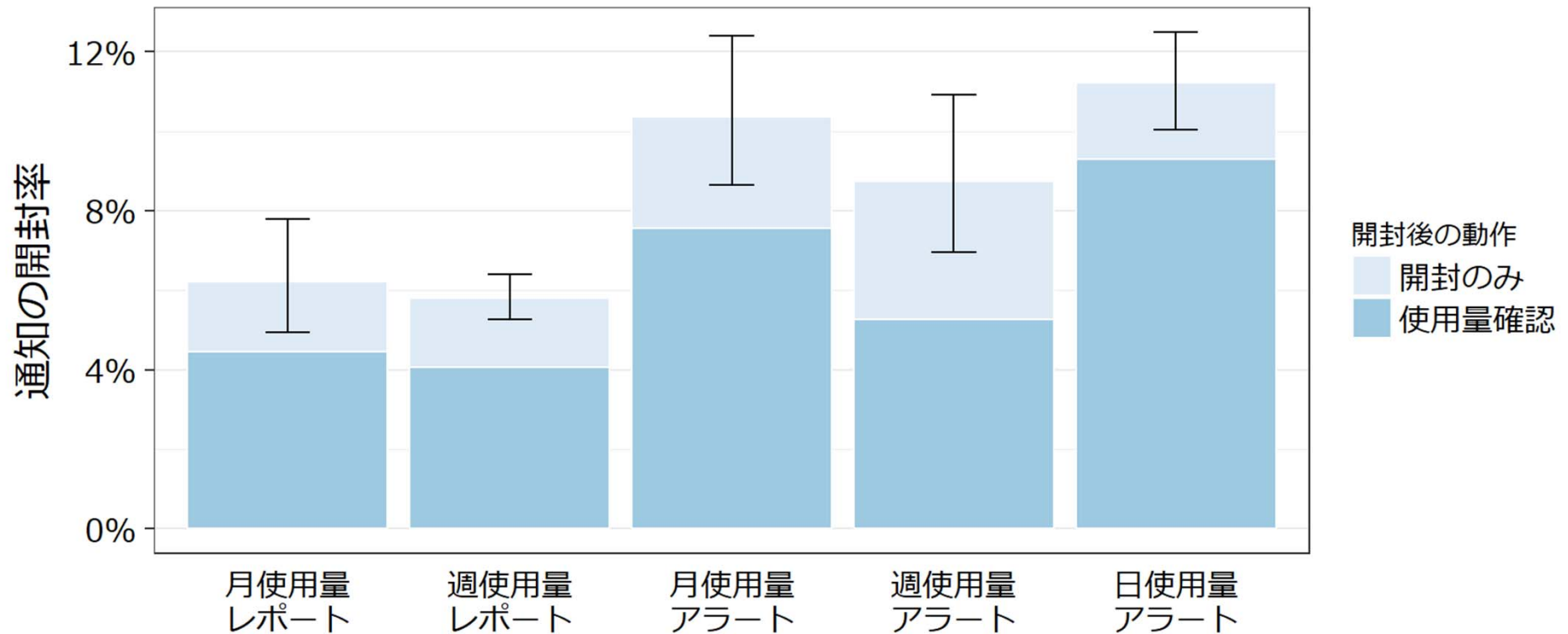


介入開始日: 2017/12/11
 2016/9以降の使用量データを用いたパネルデータ分析による推計結果(途中速報)。
 2017/8までの使用量傾向差は調整され、週単位については予備検証期間として2017/9以降の増減率も推計。

レポートやアラートにより約1%の省エネ傾向が観察されたが、
 それぞれについては有意ではなかった

使用量通知の開封率 (内容別)

集計期間：2017/12/11～2018/02/28、エラーバー：95%信頼区間

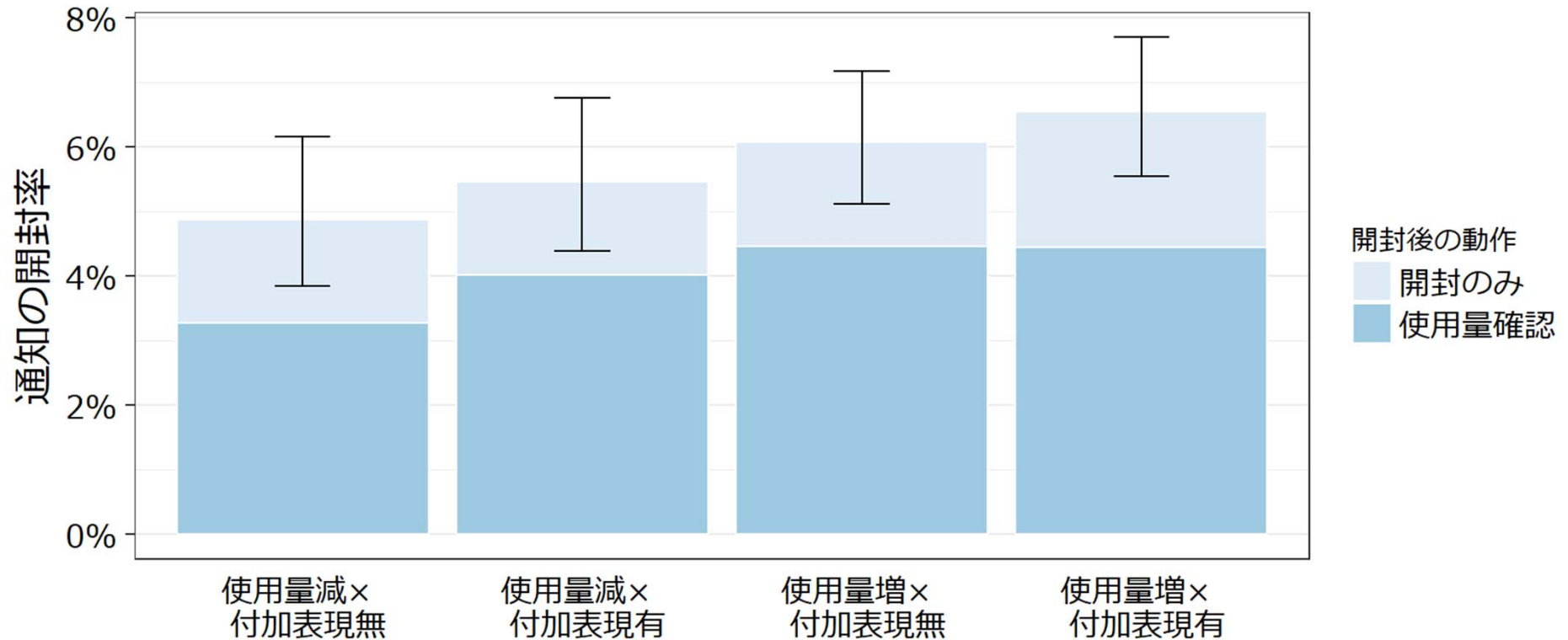


※スマホ標準の通知画面や、アプリ内の通知一覧での確認は除く。通知内容により配信曜日・時刻が異なる。

アラート系のほうが反動的であり、
また、通知機能を通じて使用量画面への誘導も図られていた

使用量レポートの開封率 (使用量増減×付加表現有無)

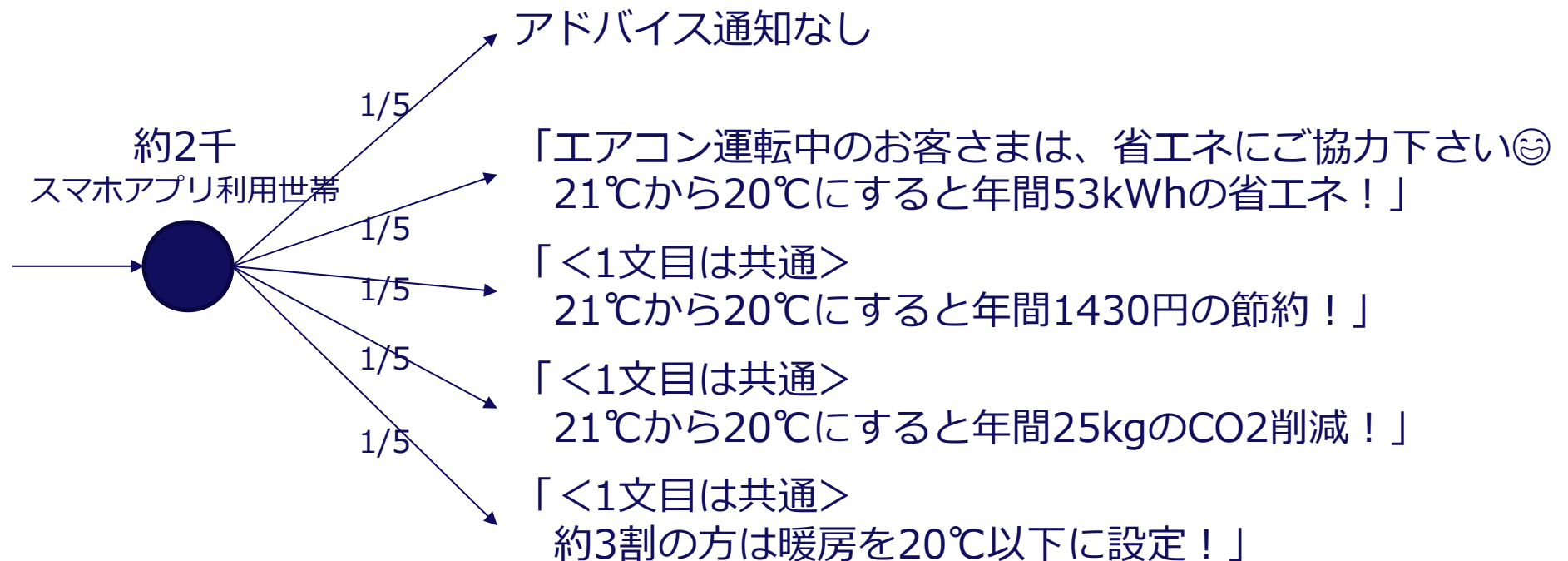
集計期間：2017/12/11～2018/2/28、エラーバー：95%信頼区間



※スマホ標準の通知画面や、アプリ内の通知一覧での確認は除く。通知内容により配信曜日・時刻が異なる。

統計的有意ではないが、
使用量増加局面や付加表現有のほうが、開封率が若干高め傾向だった

検証3：省エネアドバイス通知



※kWhと円は資源エネルギー庁「家庭の省エネ徹底ガイド 春夏秋冬 2017」、CO2原単位は東京電力エナジーパートナーの2016年度値（再エネ調整反映後）、実施率は環境省CO2統計（統合集計・関東甲信）より。

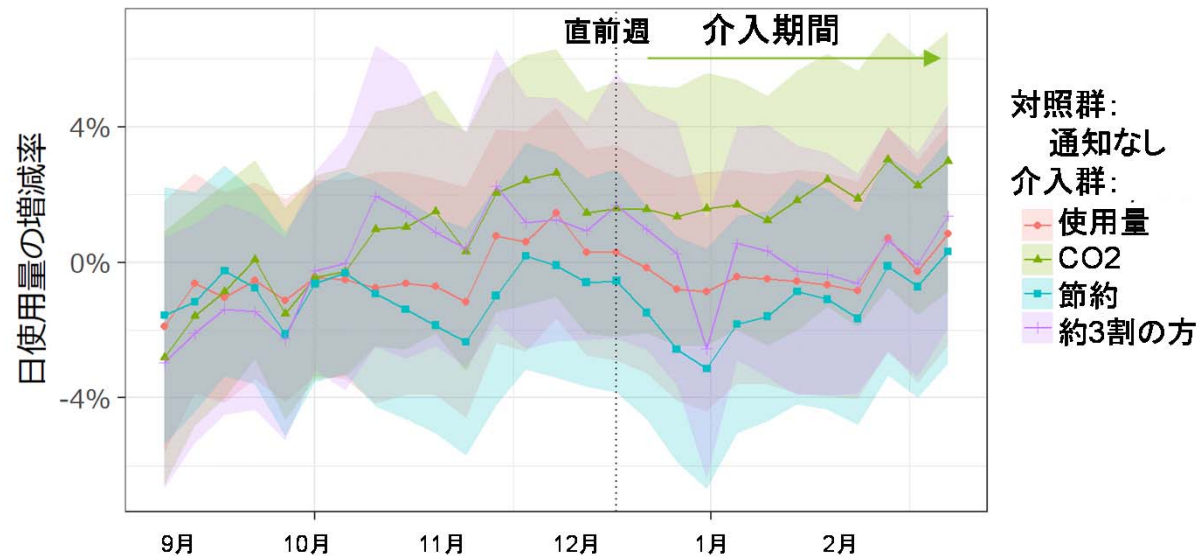
※ダイアログの選択肢は「使用量をチェック」「今すぐ設定室温20℃で暖房」「閉じる」。

エアコンは省エネ余地も多く、効果的な通知方法を見極める必要がある/
同調性傾向により周囲実施率に刺激されるといわれている

省エネアドバイス通知の効果 (フレーミング別)



週単位の平均効果
幅は95%信頼区間、各週は日～土曜



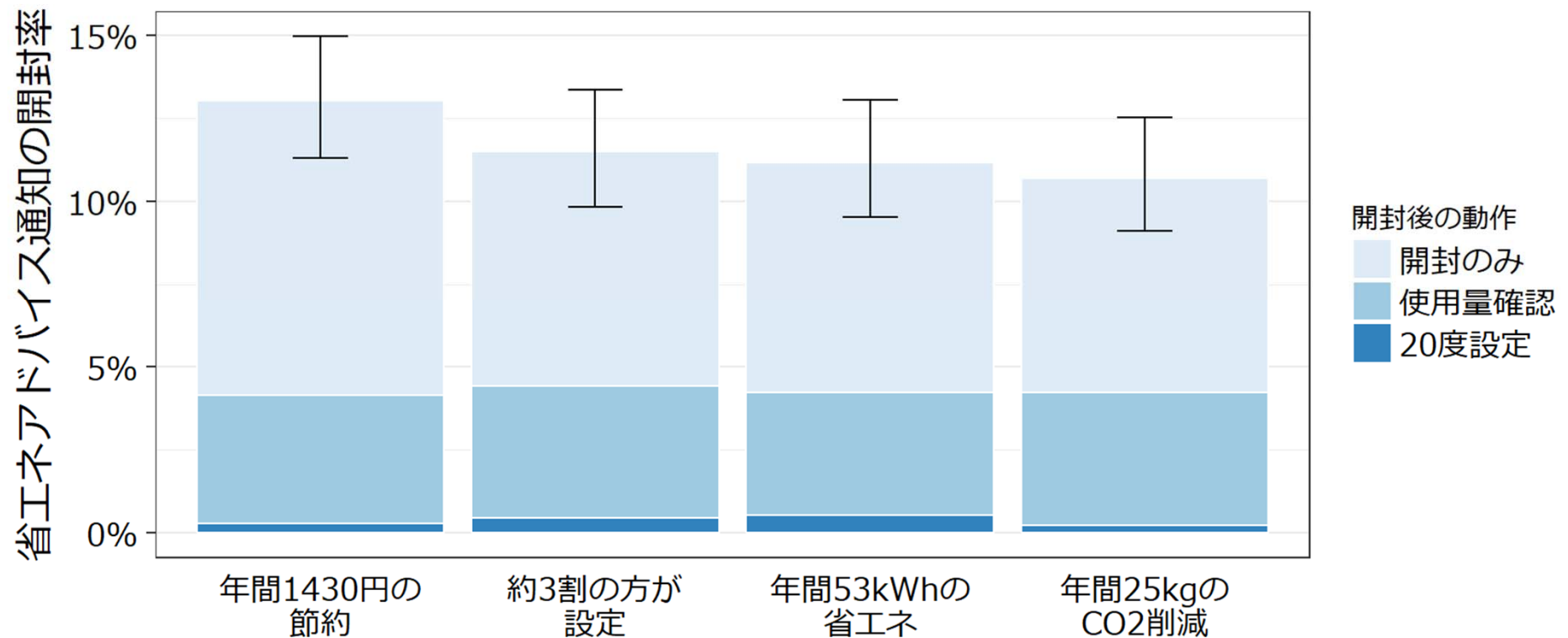
介入開始日: 2017/12/20
 2016/9以降の使用量データを用いたパネルデータ分析による推計結果(途中速報)。
 2017/8までの使用量傾向差は調整され、週単位については予備検証期間として2017/9以降の増減率も推計。

通知なしの世帯と比べて、統計的に有意な省エネ効果は観察されなかった

省エネアドバイス通知の開封実績 (フレーミング別)

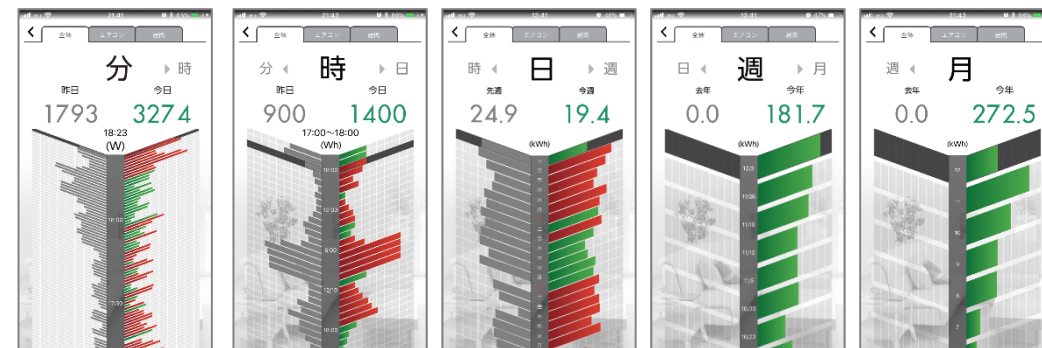
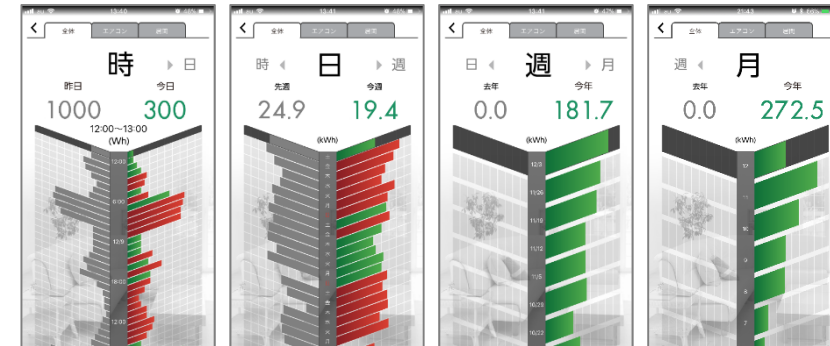
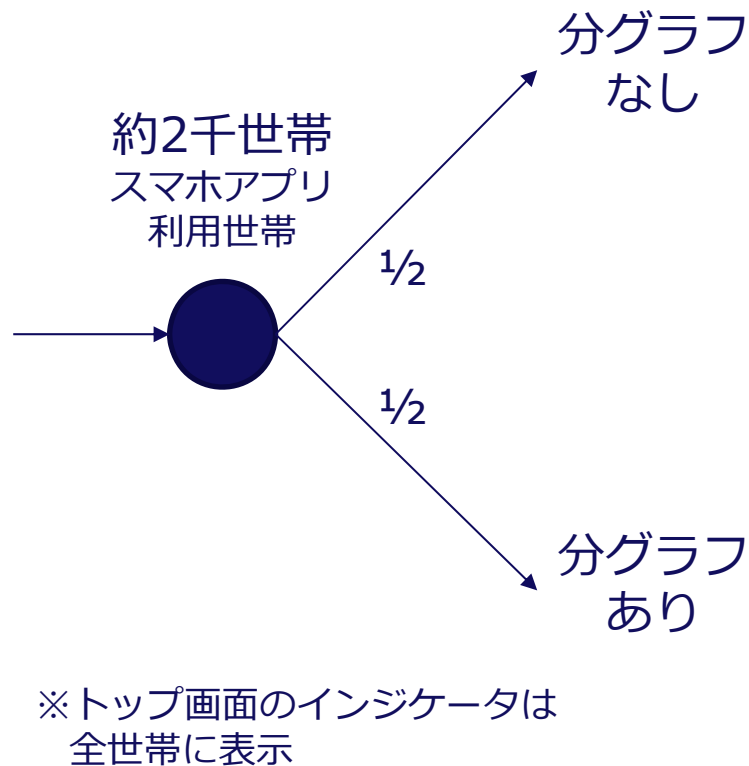


集計期間：2017/12/11～2018/2/28、エラーバー：95%信頼区間



開封率で見ると、金額情報の併記が高め、CO2情報が低めだった

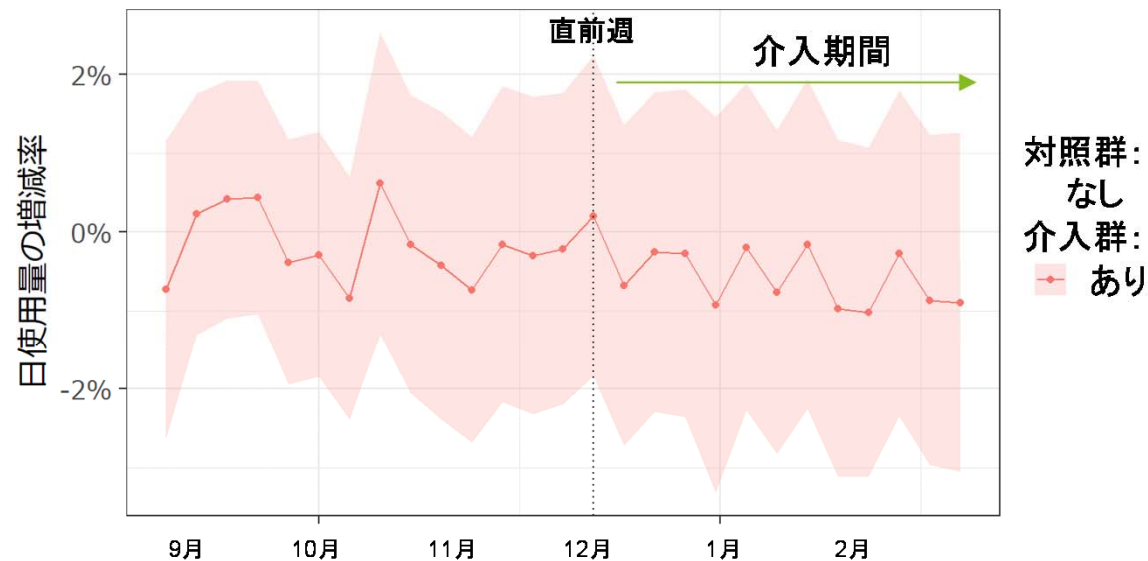
検証4：分グラフ画面



直近の使用量推移を見ながら電気利用行動を振り返ることで、
対応関係の理解（マッピング）が進むことに期待される

分グラフ画面の効果

週単位の平均効果
幅は95%信頼区間、各週は日～土曜



介入開始日:2017/12/13
2016/9以降の使用量データを用いたパネルデータ分析による推計結果(途中速報)。
2017/8までの使用量傾向差は調整され、週単位については予備検証期間として2017/9以降の増減率も推計。

分グラフの追加表示について、統計的に有意な省エネ効果は観察できなかった

インタビュー調査の結果概要： 見える化画面



主な結果	示唆
<ul style="list-style-type: none"> ● 各種画面閲覧により使用量増減の要因を想像できるモニターがいる一方で、専らデフォルト表示画面である「時グラフ」の閲覧にとどまるモニターもいた。 ● スマホアプリではなくWebアプリで閲覧する場合もあるなど、モニターによって確認方法は多様だった。 ● 外出先からエアコンの付け忘れに気づいてリモコン機能でオフした例や、自宅療養中の家族の無事を確認するために閲覧した例があった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 各種画面閲覧を促進するための工夫が求められる。 ● リモコン機能など、省エネ以外の面での活用価値を高めることも、見える化閲覧率を向上する要因になり得る。

※アプリ利用者10名を抽出し、2018/3/3-5にデプスインタビューを実施

インタビュー調査の結果概要： プッシュ通知



主な結果	示唆
<ul style="list-style-type: none"> ● 通知開封率に表れないものとして、OS標準の通知画面で内容を確認する、後からアプリを起動して見える化・通知一覧画面を確認するといった行動が見られた。 ● 週使用量に関する通知は、行動の振り返りもしやすく、頻度がちょうど良いとの指摘が多かった。日使用量アラートを高く評価する声も。 ● 使用量アラートに対して、配信モニターからの好評価や、非配信モニターからのニーズが示された。 ● 使用量の増減要因を考えるモニターがいる一方で、気象条件にもよるので増減はそこまで真剣に受け止めないという指摘も。 ● 省エネアドバイスのフレーミングにおいて、興味を惹かれるとの指摘が多かったのは金額表現。CO2や使用量は多寡に関する理解が難しい、他世帯比較は比較条件が違うのであまり惹かれない、といった指摘も。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 通知を運用・評価する際には、多様な確認方法を想定しておく必要がある。 ● 通知ダイアログを用いた情報提供や画面誘導は、今後も活用余地がある。 ● 直近の使用量ほど関心は高いが、配信頻度が増加するおそれがあるので、バランスを見極めていく必要がある。

※アプリ利用者10名を抽出し、2018/3/3-5にデプスインタビューを実施

まとめ

結果

CO2削減効果の向上策

実証計画

- 約2千世帯を募集し、機器設置やアプリ導入を進め、フィールドを確立
- 行動科学的要素を意識してスマホアプリをデザインし、11月から運用開始
- 従来の見える化の枠にとどまらない、リモコン機能や気象情報との連動性

行動変容

- アプリ提供世帯では、非提供世帯と比べて最大約3%の省エネ効果
- プッシュ通知により、パーソナルな情報提供が可能
- 初期と比べると利用率は低下したが、プッシュ通知等による継続的利用も

効果検証

- オプトイン式実証でありながら、マッチング法にもとづく大規模比較検証
- 個別のRCTも実施し、使用量・アプリログ等を活かして詳細検証
- インタビュー・アンケートとあわせて多面的な検証が可能

適用可能性

- スマホやIoT技術は、今後も適用範囲が広がることが見込まれる
- リアルタイム・インタラクティブ・パーソナル等のスマホ特徴を活かす
- 利便性等の便益を同時提供することで、行動変容のための接点を強化する

有効性

- 有効要素を特定していくことで、行動科学アプローチの有効性を高めていく
- プッシュ通知の効果的な情報提供内容・タイミングを見極めていく
- リマインド機能や利便性、楽しさ等にも注目し、アプリの継続利用を促す

汎用性

- RCTが実施困難な場合においても、データ・手法次第で効果検証が可能に
- 季節性や継続性を含めて検証を続けることで、頑健な知見を獲得する必要
- 定性的知見を含めて、行動変容策の改善につなげていく