

# 【課題名】住環境情報を活用した省エネサポートシステムの開発・実証

【代表者】北海道ガス株式会社 栗田 哲也

【実施予定年度】平成27～29年度

## (1)課題概要

### ①【課題の概要・目的】

本実証は、省CO<sub>2</sub>の実現を行動科学の側面から支援することを目指し、ICTと機器制御技術を駆使して消費者の行動変容を促し、より快適な住環境と省CO<sub>2</sub>の両立を実現する省エネサポートシステムを開発することを目的に、その効果を実証するものである。

現在、熱エネルギーの総量を測定し、消費者へ一般的な省エネ行動を促すシステムは存在しているが、熱エネルギーの利用状況と密接に関連のある温熱環境や生活パターン等を考慮した省エネ行動を促すシステムは存在していない。暖房需要の多い寒冷地の戸建住宅において、温熱環境とエネルギー利用状況の関係を取得・分析することによって、個別に暖房熱源機を自動制御し、併せて温熱環境やエネルギーの情報を消費者にフィードバックすることにより省エネ行動を促す技術開発とその実証を行う。

### ②【技術開発の内容】

#### ○重要な開発要素

以下に示す各開発要素については、2018年度までに実用化に必要な技術レベルに到達する見込みとなっている。

#### A1.【省エネサポートアプリの開発】

消費者を省エネ行動へ誘導するためには、住宅内の温熱環境及びエネルギー利用状況を個別にフィードバックすること、検知されたセンサ情報に基づき、パーソナライズされた省エネ情報の提供を行うことが必要である。本実証では、宅内で取得したデータを基に、主にエネルギーデータや室温等の見える化、省エネアドバイスのPush通知を行う等、省エネ行動を起こすためのロジック開発に加え、省エネサポートアプリとして、居住者に有効なインターフェースを構築する。

#### A2.【コンシェルジュサーバの開発】

消費者の省エネ行動を効果的に誘発するには、計測された膨大なデータを加工し、適切なタイミングで情報提供を行う必要がある。本実証では、エネルギー使用量の年/月/日単位での情報提供、ガス使用量の用途分離(給湯/暖房)を行うほか、住環境情報を活用し、暖房制御指令の発出を行う機能を有するコンシェルジュサーバを開発する。暖房制御指令の発出とは、人感の検知状況や日射の取得状況により、設定温度以上に室温が上昇している場合に暖房を自動で抑制するものである。

#### A3.【暖房自動制御システムの開発】

暖房需要の多い寒冷地の戸建て住宅において省エネを推進するためには、暖房用途のエネルギー使用量を削減することが重要である。北海道の戸建て住宅では、24時間連続して暖房している消費者が多く、不在時や就寝時に暖房運転を停止することで省エネ効果が期待される。本実証では、住環境情報を活用し、温熱環境の変化に合わせた暖房制御指令、その指令を暖房熱源機に伝達するセンサの開発を行う。

その他の開発要素:

#### A4.【データ分析・評価、省エネルギー手法の検討】

#### B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

本実証を構成する要素は住環境マルチセンサを始めとする計測機器、HEMS-GW、HEMSサーバ、コンシェルジュサーバ、省エネサポートアプリの5要素であり、計測データの取得から分析、消費者へのフィードバックが適切に運用されることを実証する。

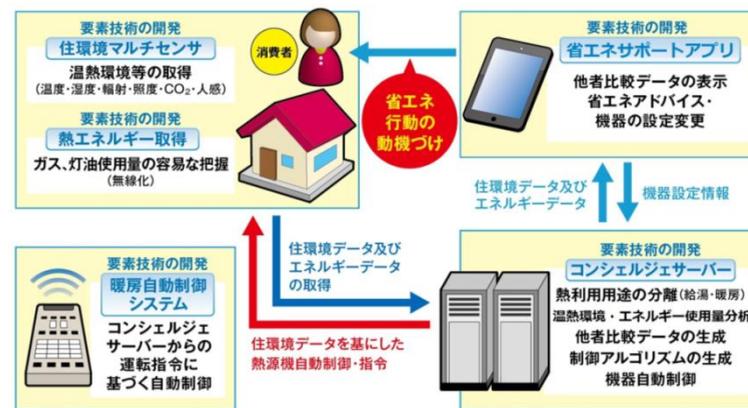
### ③【システム構成】

暖房の熱エネルギーに係わるCO<sub>2</sub>排出を抑制する省エネサポートシステムは、

- ①住環境マルチセンサ(温度・湿度・輻射・照度・CO<sub>2</sub>・人感)
- ②熱エネルギー取得・分析技術、③省エネサポートアプリ、
- ④コンシェルジュサーバ、⑤暖房自動制御システム

から構成される。

#### ・システム概念図



### ④【技術開発の目標・リスク】

#### ○最終的な目標

- ・CO<sub>2</sub>削減効果0.55t-CO<sub>2</sub>/世帯・年以上、イニシャルコスト6万円以下を目標とする。
- ・実用化段階単純償却年:3年程度(年間ランニングコストメリット約2万円)

#### ○目標となる仕様及び性能

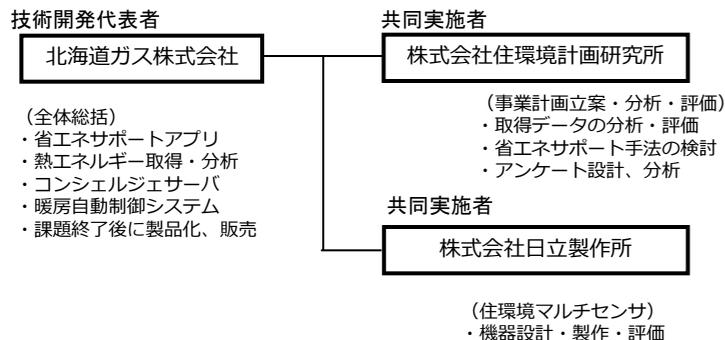
- ・1戸あたりのシステムの構成:住環境マルチセンサ2台、パルス無線化ユニット1台、外気温湿度センサ1台、熱源機消費電力計測センサ1台、分電盤CT計測ユニット1台、暖房制御ユニット1台、HEMS-GW1台、タブレット端末1台
- ・サーバ構成:HEMSサーバ(計測データの集約)、コンシェルジュサーバ(データ蓄積、分析)
- ・暖房制御を行うAT群にて5%、見える化を行うFB群にて4%の省CO<sub>2</sub>効果を目標とする。

#### ○開発工程のリスク・対応策:

- ・新規開発となる住環境マルチセンサについて、正確なデータ取得(搭載素子の選定、内部発熱を考慮した基板配置、機器本体サイズの検討)、設置容易性を考慮したデザイン、汎用性のある無線通信方式を実現することが課題である。開発段階において、試験機による取得データの精度、本体動作確認を行い、課題を取り除く。

## (2)実施計画等

### ①【実証事業実施体制】



### ②【実施スケジュール】

【2015年度】各種要素技術の開発、モニター宅へのシステム設置、データ取得開始

【2016年度】省エネサポートアプリ導入、効果検証

【2017年度】省エネサポートアプリ更新、効果検証、総合評価

年度	2015	2016	2017	計
●システム開発（委託）				
省エネサポートアプリ	23,000千円	10,000千円	7,000千円	40,000千円
住環境マルチセンサ	19,339千円	0千円	0千円	19,339千円
熱エネルギー取得・分析	1,445千円	0千円	0千円	1,445千円
コンシェルジュサーバ	14,766千円	19,688千円	1,800千円	36,254千円
H E M Sサーバ構築	13,000千円	0千円	0千円	13,000千円
●システム設置（補助）				
機器費用	18,081千円	8,500千円	0千円	26,581千円
工事費用	1,334千円	647千円	1,080千円	3,061千円
●その他（委託）				
人件費／旅費	6,980千円	5,551千円	3,082千円	15,613千円
共同研究費	8,617千円	11,814千円	11,880千円	32,311千円
間接経費・消費税他	18,616千円	10,204千円	2,740千円	31,560千円
<b>合計</b>	<b>125,178千円</b>	<b>66,404千円</b>	<b>27,582千円</b>	<b>219,164千円</b>

### ③【事業化・普及の見込み】

#### ○事業化計画

事業化を担う主たる事業者	北海道ガス株式会社
--------------	-----------

- ・2018年度までに、開発を完了し、販売を開始する。
- ・2020年度までに、3,000戸への導入を目標とする。
- ・2018年度の販売開始当初は新築戸建て住宅を対象とするが、早期に既築戸建住宅及び集合住宅への展開を目指す。

#### ○事業展開における普及見込み

- ・対象市場規模：ガスセントラルヒーティング
- ・導入コスト目標：2030年までに60,000円（1システムあたり）
- ・運用コストは事業者側での負担とするため、利用者の負担は無い。

#### ○年度別販売見込み

年度	2020	2025	2030
目標販売台数(システム)	1,000	3,000	3,000
目標累計販売台数(システム)	3,000	20,000	37,000
目標販売価格(円/システム)	100,000	80,000	60,000

#### ○普及におけるリスク(課題・障害)

- ・普及に向けては実証時と比較しインシヤルコスト及びランニングコストの大幅な低減が必須である。システムに必要な計測機器のスペックを見極め、システム構成を決定する必要があり、データ収集項目・間隔の最適化によりクラウドサーバ利用料を低減させ、維持管理費用をいかに低減できるかが課題。

### ④【エネルギー起源CO<sub>2</sub>削減効果】

開発品(装置/システム)1台当たりのCO <sub>2</sub> 削減量(t-CO <sub>2</sub> /台・年)	0.55
---	------

#### <年度別削減効果>

	2020年	2025年	2030年
最大普及量(台)(a)	3,000	20,000	37,000
1台あたりのCO <sub>2</sub> 削減量(t-CO <sub>2</sub> /台)(b)	0.55	0.55	0.55
年間CO <sub>2</sub> 削減量(t-CO <sub>2</sub> ) (c) = (a) × (b)	1,650	11,000	20,350

### (3)技術開発成果

#### ①【これまでの成果】

- ・住環境、エネルギーデータを収集する計測機器の開発を行った。住環境マルチセンサは、1台で「温度、湿度、照度、人感、輻射温度、CO<sub>2</sub>濃度」を計測できる仕様とした。
- ・計測したデータを集約するHEMSサーバ、データを蓄積、分析するコンシェルジュサーバを構築した。
- ・コンシェルジュサーバでデータ分析を行い、戸別に省エネアドバイス、暖房制御指令を行った。
- ・システム導入によるガス使用量の省エネ効果は、対象群であるCTと比較し、ピーク期(2017年12月)においてAT:7.6%減、FB:6.5%減となった。

#### ②【CO<sub>2</sub>削減効果】

##### ○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン C, I)

- ・2020年度に期待される波及導入量:3,000台
- ・開発機器(システム)1ユニット当たりのCO<sub>2</sub>削減量:0.55t/年
- ・年間CO<sub>2</sub>削減量:1,650t-CO<sub>2</sub>

##### ○2030年時点の削減効果 (試算方法パターン C, I)

- ・2030年度に期待される波及導入量:37,000台
- ・開発機器(システム)1ユニット当たりのCO<sub>2</sub>削減量:0.55t/年
- ・年間CO<sub>2</sub>削減量:20,350t-CO<sub>2</sub>

##### 【計算根拠】

- ・従来システム年間消費量  
商用電力 4,091kWh/年/ユニット  
都市ガス 2,341Nm<sup>3</sup>/年/ユニット
- ・開発機器導入後年間消費量  
商用電力 3,886kWh/年/ユニット  
都市ガス 2,144Nm<sup>3</sup>/年/ユニット
- ・年間CO<sub>2</sub>削減量  
商用電力 113kgCO<sub>2</sub>/年/ユニット  
都市ガス 439kgCO<sub>2</sub>/年/ユニット

#### ③【成果発表状況】

- ・「寒冷地における温水暖房設備の使い方に関する調査」, 2016年度日本建築学会大会(一般社団法人日本建築学会), H28.8.23
- ・「省エネサポートシステム(北ガス版HEMS)の開発・実証~快適性と省エネ・省CO<sub>2</sub>の両立に向けて~」, 2016都市ガスシンポジウムアネックス(一社日本ガス協会), H28.10.13,
- ・「「快適性」と「省エネ性」の両立を目指して~北ガス版省エネサポートシステム実証事業~」, 省エネルギー行動研究北海道交流集会(NPO法人北海道グリーンファンド), H28.11.7
- ・「寒冷地向け温水式暖房システムの使用実態と省エネルギー余地の検討」, 第33回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス(一般社団法人エネルギー・資源学会), H29.2.2
- ・「暖房制御と見える化システムを備えた省エネサポートシステムの開発」, 2017年度日本建築学会大会(一般社団法人日本建築学会), H29.8.31
- ・「快適性」と「省エネ性」の両立を目指して~北ガス版省エネサポートシステム実証事業~」, 省エネルギー行動研究北海道交流集会(NPO法人北海道グリーンファンド), H30.2.16
- ・「Do Smart Thermostats + Nudges Yield Greater Energy Savings?」, 2018 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings (ACCCE), H30.8.16 (予)
- ・「暖房制御と見える化システムを備えた省エネサポートシステムの開発」, 第5回 BECC JAPAN 2018(気候変動・省エネルギー行動会議), H30.8.23 (予)
- ・「暖房制御と見える化システムを備えた省エネサポートシステムの開発」, 2018年度日本建築学会大会(一般社団法人日本建築学会), H30.9.6 (予)

#### ④【技術開発終了後の事業展開】

##### ○販売計画

- ・ガスや電気といったエネルギー提供サービスとともに、省エネサービス(本システム)やガス機器保守サービス、生活関連サービスを提供することで、利用者に付加価値を感じていただける枠組みを構築する。
- ・2018年に、システム開発を完了し、市場投入を実施。
- ・2025年までに、製造費、ランニングコスト(サーバ運用費等)の低減により、導入コストを80,000円、2030年までに60,000円を目指す。
- ・2030年まで継続してバンドルサービス導入に向けた検討を行う。現在、人感センサを活用した「見守りサービス」、省エネ行動の結果を当社のポイントサービスで還元する「CO<sub>2</sub>買取サービス」を導入する予定。

##### ○事業拡大シナリオ

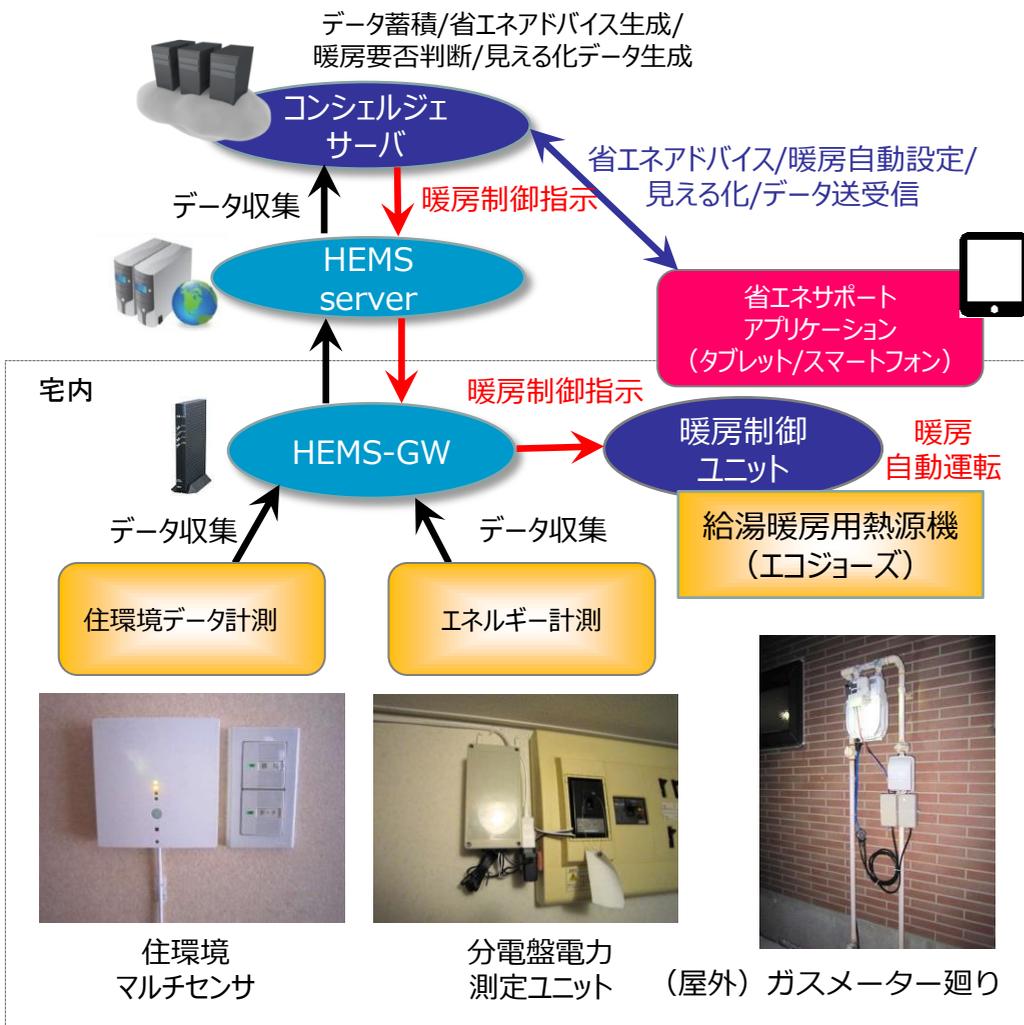
年度	2018	2020	2025	2030 (最終目標)
市場投入				
低コスト化の推進				
サービス導入検討				

##### ○シナリオ実現上の課題

- ・新たなサービス導入に向けては、顧客ニーズを正確に把握することが重要であるが、利用者から継続して意見を集約する手法を確立する必要がある。

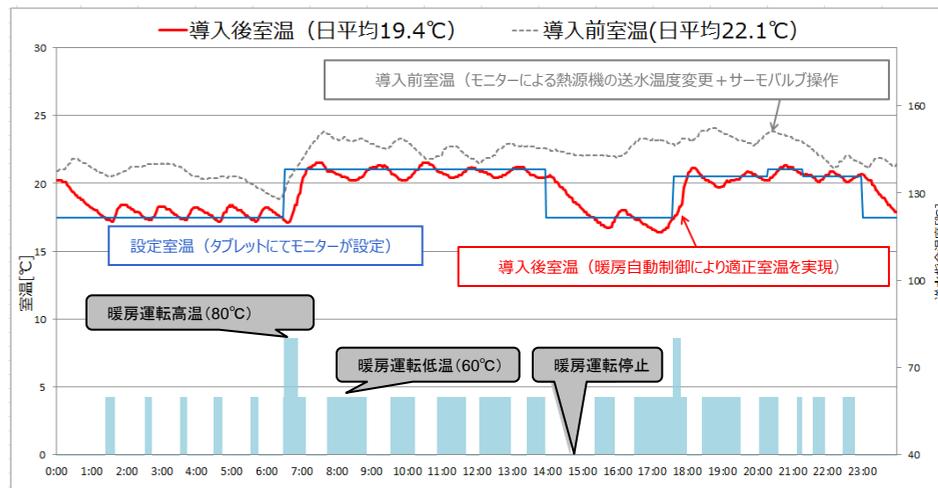
# ○参考資料

## (1) 省エネサポートシステムの構成とデータの流れ



## (2) 省エネサポートアプリ導入後の状況

### <暖房自動制御>



※日射取得時の温度シフト条件、不在判定条件については、今冬の実証取得データ及びモニターの使用感調査等により適正な閾値の検討を行う。

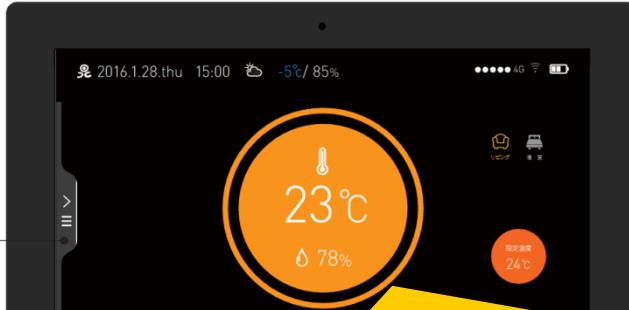
### <省エネアドバイス>



### (3) 省エネサポートアプリの画面一部と主な機能

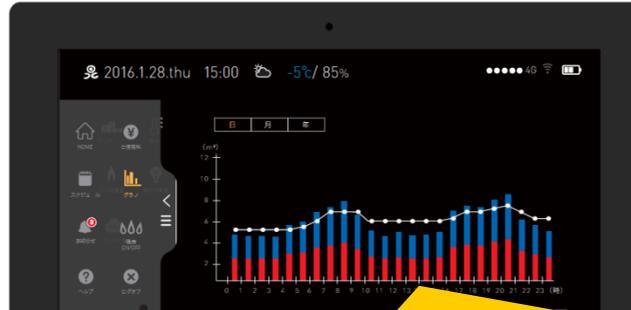
- 住環境データ/エネルギーデータの見える化 (室温/湿度/エネルギー)
- 省エネアドバイス通知 ○暖房自動制御設定 (ヒートスケジュール)
- 操作ログの取得 (省エネ行動分析)

<HOME画面>



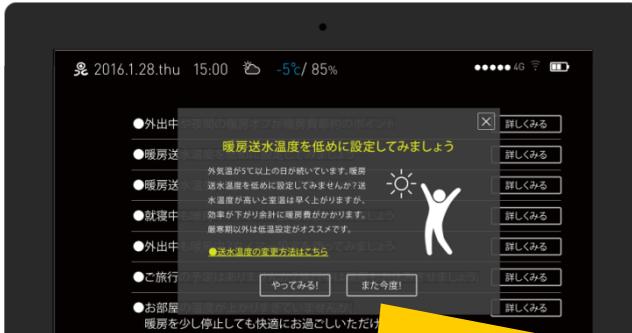
●HOME画面は室内の実現温度を表示。温度計の代わりとするシンプルなデザイン

<履歴：日別ガス消費量表示画面 他世帯比較>



●室温や電気、ガスの消費量は、モニター宅と実証100件の平均値を表示することで他者との比較を提示

<計測データに基づく省エネアドバイス表示画面>



- ・[日平均外気温の直近一週間平均値 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ ]で通知
- ・設定変更の不安を解消するため、送水温度の仕組みを説明
- ・自己効力感\*を高めるための具体的な設定方法も提示

### (4) モニター様からのご意見 (一例)

○リビングの室温を今まで気にすることなく使っていたが、タブレット上で現在の室温を見れるので、意識してみたい。

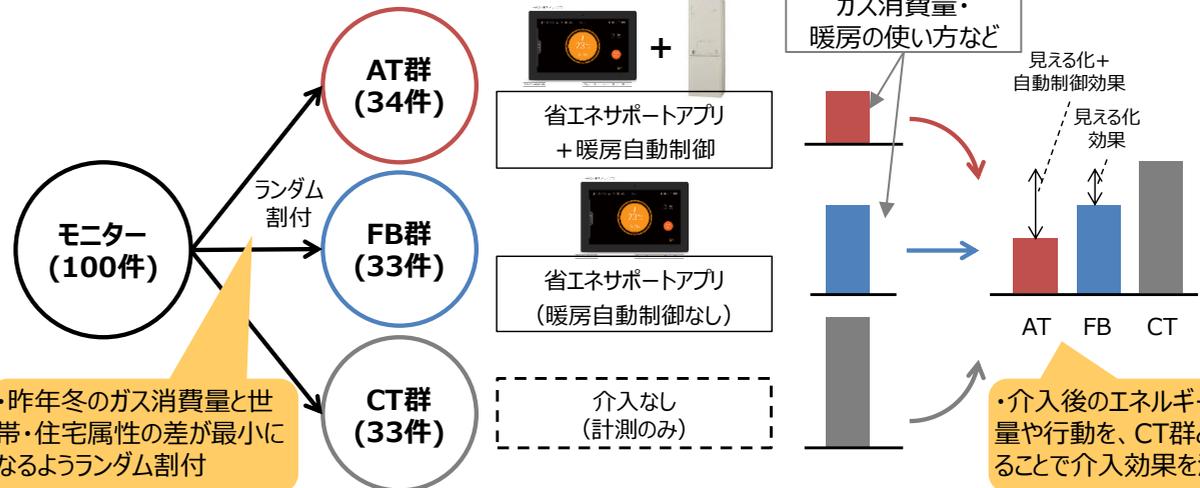
○他のモニターとのエネルギー量や室温の比較ができるので、自分の家が他と比べ高いのか低いのがわかり、参考になる。

○暖房スケジュール設定は予め生活パターンを3つぐらい登録しておけるとより使いやすい。

○画面はシンプルで複雑な操作がないので使いやすい。子供も興味を示しており、家族全員で使えそう。

※別途、“温熱環境”や“ICT技術” また“行動科学”といった観点より、建築環境工学・社会心理学をご専門とする有識者からもご意見を収集 (2016年11月実施)。

### (5) 3群分類による効果検証イメージ



●昨年冬のガス消費量と世帯・住宅属性の差が最小になるようランダム割付

●介入後のエネルギー消費量や行動を、CT群と比較することで介入効果を測定

# CO<sub>2</sub>排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 7.4点（10点満点中）
- 評価コメント

## [技術開発として優れている点]

- 家庭用エネルギー消費の過半を占める熱を対象とし、部屋の熱環境・熱消費の計測と居住者へのアドバイス機能、暖房装置の自動制御など多彩な機能を持つシステムを提案できた点は斬新であり、高く評価できる。
- 対外的な発表も活発であり、コスト等の障害を乗り越えれば広く普及できる可能性を有する点は評価できる。

## [今後の課題]

- モニター100世帯を、CT(介入なし)、FB(見える化による戸別省エネアドバイス)、AT(見える化＋暖房自動制御)の3群に分け、12月のピーク期を見たとき、CTに対してFBで6.5%減、ATで7.6%減と省エネ化されたが、ガス消費を給湯と暖房に分けて、アドバイスの重点対象の暖房のみを見れば、見える化及び暖房自動制御の効果はさらに大きな数値となり、今回の事業の意義がより明確になるものと推察できるため、推計手法を検討を望む。

## [その他]

- エネルギー自由化時代にあたり、さまざまな新しいサービスが生まれているので、今後も積極的に家庭での省エネ意識向上を伴う事業化を期待する。