

「地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業」
成果発表会

エネルギー自給自足ユニットの技術開発・実証

2024年1月15日
積水化学工業株式会社
住宅カンパニー 経営戦略部
フェロー兼スマート推進室長

太田 真人
工学博士

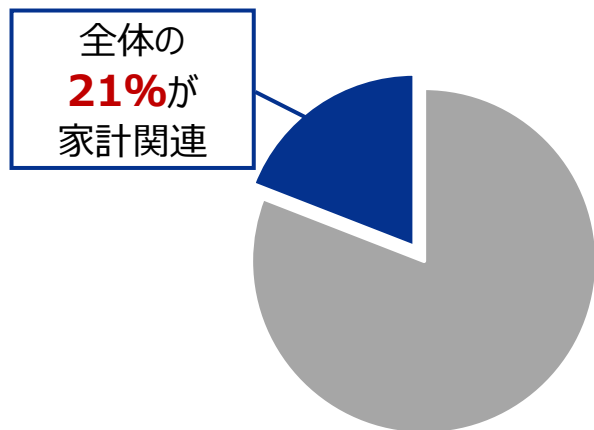
1. 技術開発の概要
2. 技術開発の経過と成果
3. 事業遂行中に発生した課題と解決方法
4. CO₂排出量削減効果
5. 事業化の取り組み
6. 開発成果の発信に効果的な取り組み
7. おわりに



1.技術開発の概要

背景

- 生産ベースから見た日本の温室効果ガス排出源の内訳



※令和4年版 環境・循環型社会・生物多様性白書（環境省）より
※対象期間は2020年度

居住中のエネルギーを
宅内にて自給することで
CO₂排出量削減を大きく促すことが可能

目的



■ エネルギー自給自足※1ユニット
構成要素

- ① トライブリッドパワコン
- ② PV
- ③ 蓄電池
- ④ V2Hスタンド・Pod(EV)
- ⑤ 全室空調・換気システム
- ⑥ スマートアプリ

住居の構成要素を統合的に研究、開発することで
住居内のエネルギー自給率向上を目指し、
CO₂排出量削減に寄与する



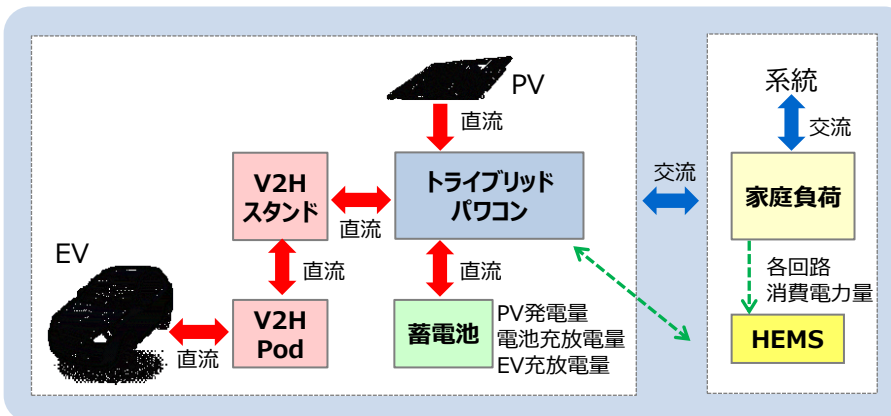
- 強靭な構造体(ユニット構法)+レジリエンス性で
災害時には3密を避けた在宅避難を可能に→感染症対策にも
- 家全体でCO₂排出量を削減しながら、**快適な室内環境を実現**

※1 すべての電力を賄えるわけではありません。電力会社から電力を購入する必要があります。

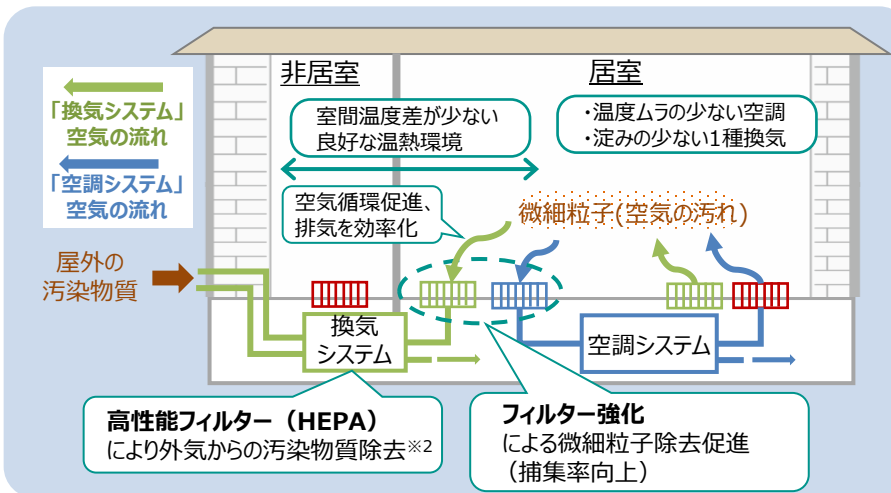
スマートアプリ



新トライブリッド蓄電システム



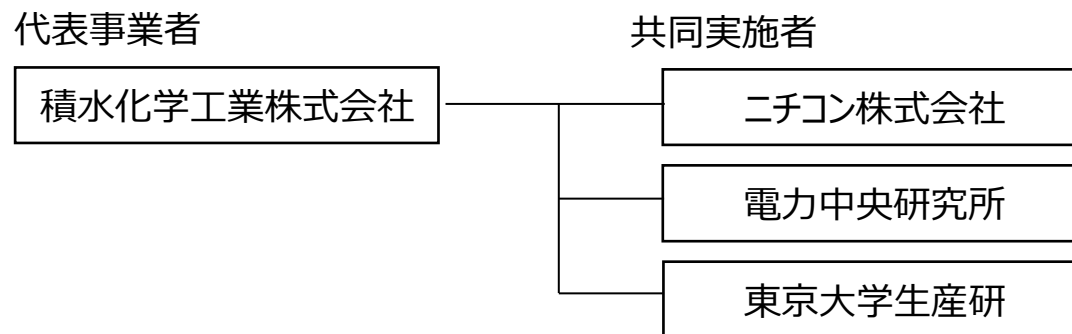
全室空調・換気システム



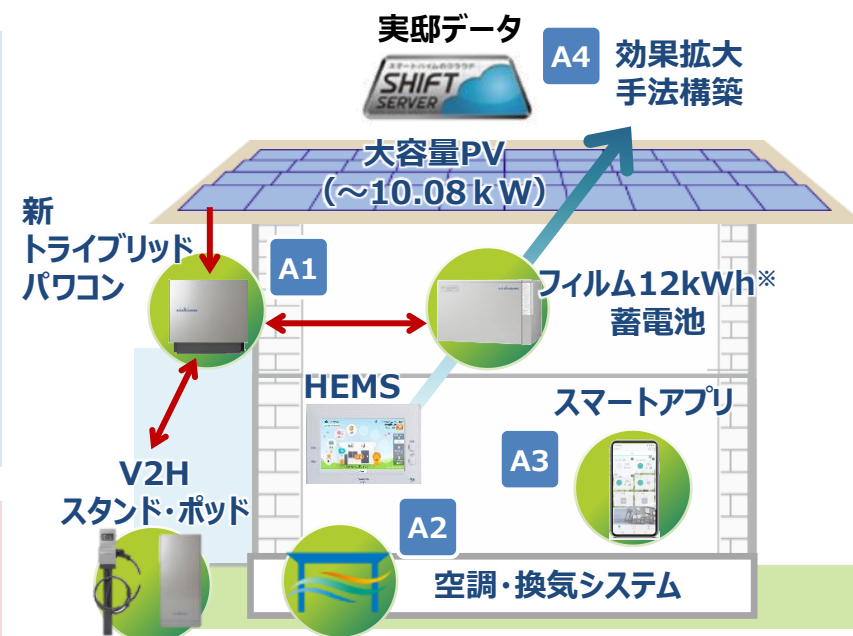
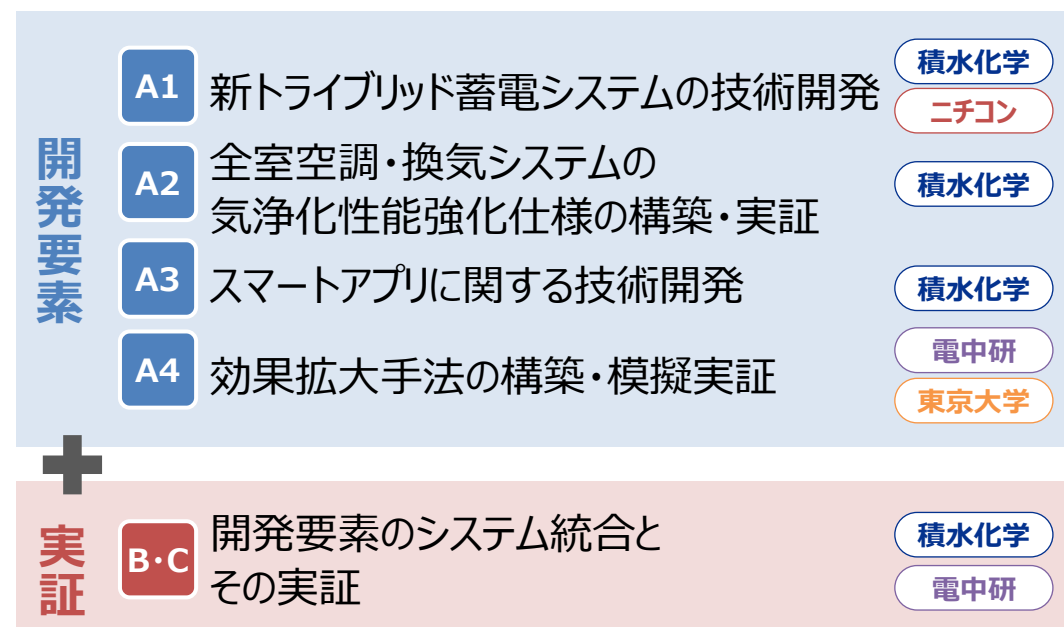
※1すべての電力を賄えるわけではありません。電力会社から電力を購入する必要があります。※2「汚染物質」にウイルスは含まれません。また、全てを除去できるわけではありません。

各システムが相互に繋がり、1つの住宅を構成する

実施体制



開発項目

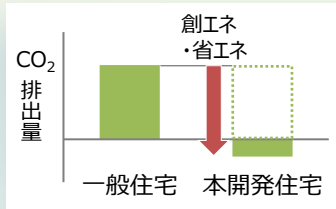


※カタログ値であり実際に使用できるものとは異なります。



環境配慮

- 年間CO₂排出量が
実質マイナスに※1



経済性

- 光熱費が安い
- 光熱費高騰の影響が
少ない



安心

- 非常時でも普段に近い暮らし
- V2H(EV)で移動ができる※2
- ガソリンを使わない



快適・便利

- 夏は涼しく、冬は足元から暖かい
- 温度差が少なく空気が新鮮
- スマートフォンでの操作・
見える化で楽しく省エネ※3



※1 CO₂排出量 = (消費電力量 - 発電量) × CO₂排出係数で試算。商用電力の排出係数：0.47kg-CO₂/kWh として試算。使用環境等の条件によってはマイナスにならない場合があります。※2 停電時において、EVの電池残量が放電下限値（車種により異なる）またはV2Hシステムに設定されている放電下限値のいずれかを下回る場合、宅内に電気を供給すること（放電）や、停電時の夜間（PVで発電できない時間帯）EVに充電することができなくなります。※3 赤外線リモコンで操作可能な家電に限ります。

住む人が幸せで、環境にもやさしい住まい

2.技術開発の経過と成果

開発成果

① 新トライブリッド蓄電システムの開発

- ①-1 大容量PV（最大9.9kW）への接続
- ①-2 大容量蓄電池（12kWh※）への接続
- ①-3 停電時出力の向上（4kVA/200V）

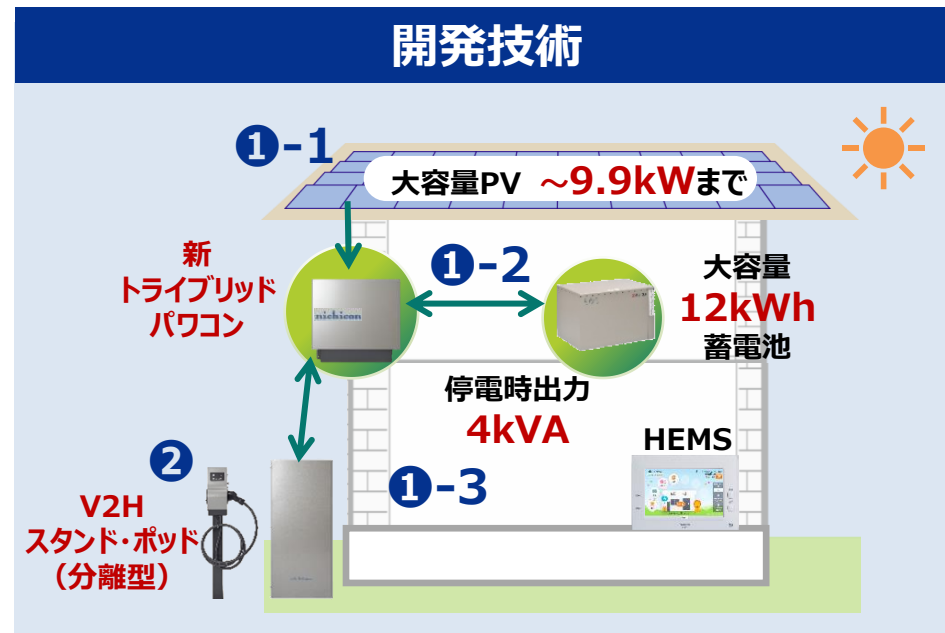
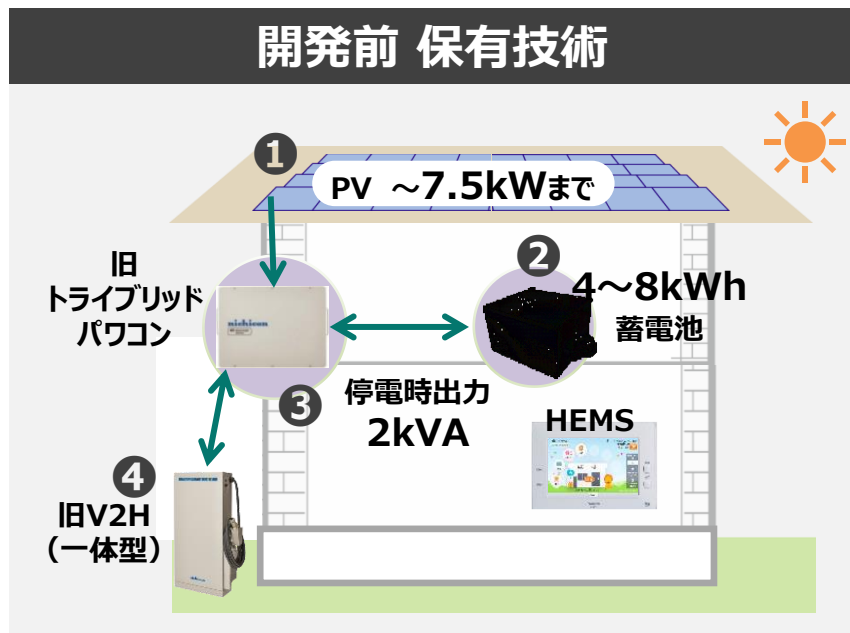
…1台のパワコンで

大容量PV・大容量蓄電池・V2Hに接続

※カタログ値であり実際に使用できるものとは異なります。

② 分離型V2Hの開発

…柔軟な設置が可能に



開発成果

- ① 空気浄化性能強化仕様の開発
- ② 実験棟における空気浄化性能評価方法の構築と実施
- ③ 実証棟での室内環境測定およびユーザーアンケートの実施

<用語の説明>

● 実験棟

…ユーザーの居住しない
リアルサイズの住宅

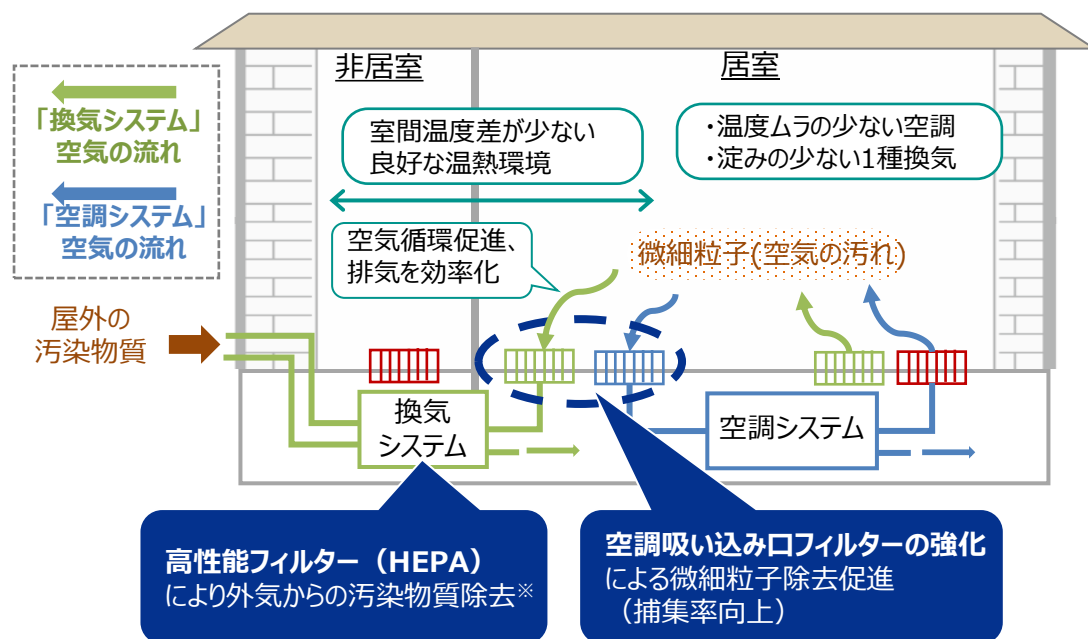


● 実証棟

…ユーザーが居住し、
生活を送っている住宅

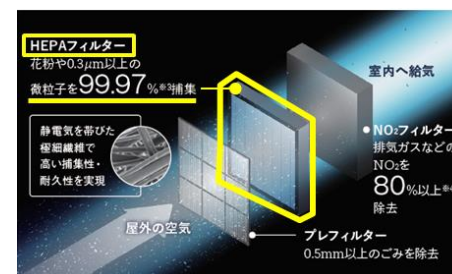


■ 全室空調・換気システム概念図

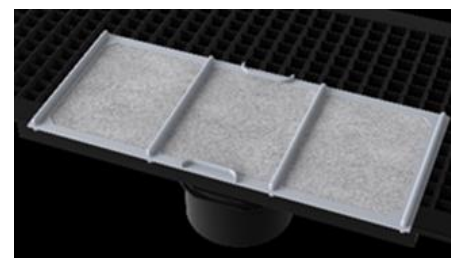


※「汚染物質」にウイルスは含まれません。また、全てを除去できるわけではありません。

▼ 高性能フィルター (HEPA)



▼ 空調吸い込み口フィルター



■ 実験棟での評価結果

▼ 相当換気回数

空調・換気種別	1F リビング n=42	1F 廊下 n=3	1F 他室 n=3	2F 廊下・部屋 n=6
	Ave	Ave	Ave	Ave
換気&空調OFF	0.16	0.12	0.12	0.057
空調なし 第1種換気	0.80	0.51	0.57	0.65
【本開発仕様】 全室空調 第1種換気	0.79	0.80	0.80	0.71
空調なし 第3種換気	0.56	0.50	0.61	0.69
個別エアコン空調 第3種換気	0.62	0.63	0.63	0.62

■ 実証棟の室内環境測定結果

▼ 温度測定結果（冬季調査）

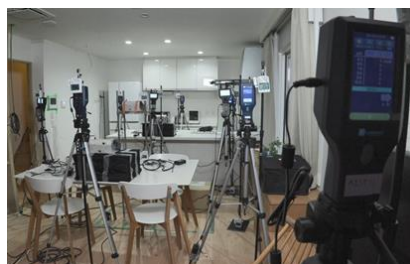
単位：℃		本開発仕様 n=10	一般住宅 (個別エアコン 空調) n=16	差
観測地点	リビング	20.4	16.4	+4.0
	リビング床	19.4	14.7	+4.7
	洗面	18.8	13.4	+5.4
	寝室	15.9	14.2	+1.7
温度差	空間温度差 (リビング-洗面)	1.7	4.1	-
	上下温度差 (リビング-リビング床)	0.9	1.4	-

▼ CO₂濃度測定結果（冬季調査）

単位：ppm		本開発仕様 n=10	一般住宅 (個別エアコン空調)	
			第3種換気 n=14	第1種換気 n=12
観測地点	リビング	523	985	863
	洗面	-	-	-
	寝室	647	1,211	1,018

**冬季にも室内温度を保ちながら
十分な換気回数が確保できていることを確認**

▼ 実験の様子



▼ 換気吸込みグリルに 吸い込まれる模擬飛沫

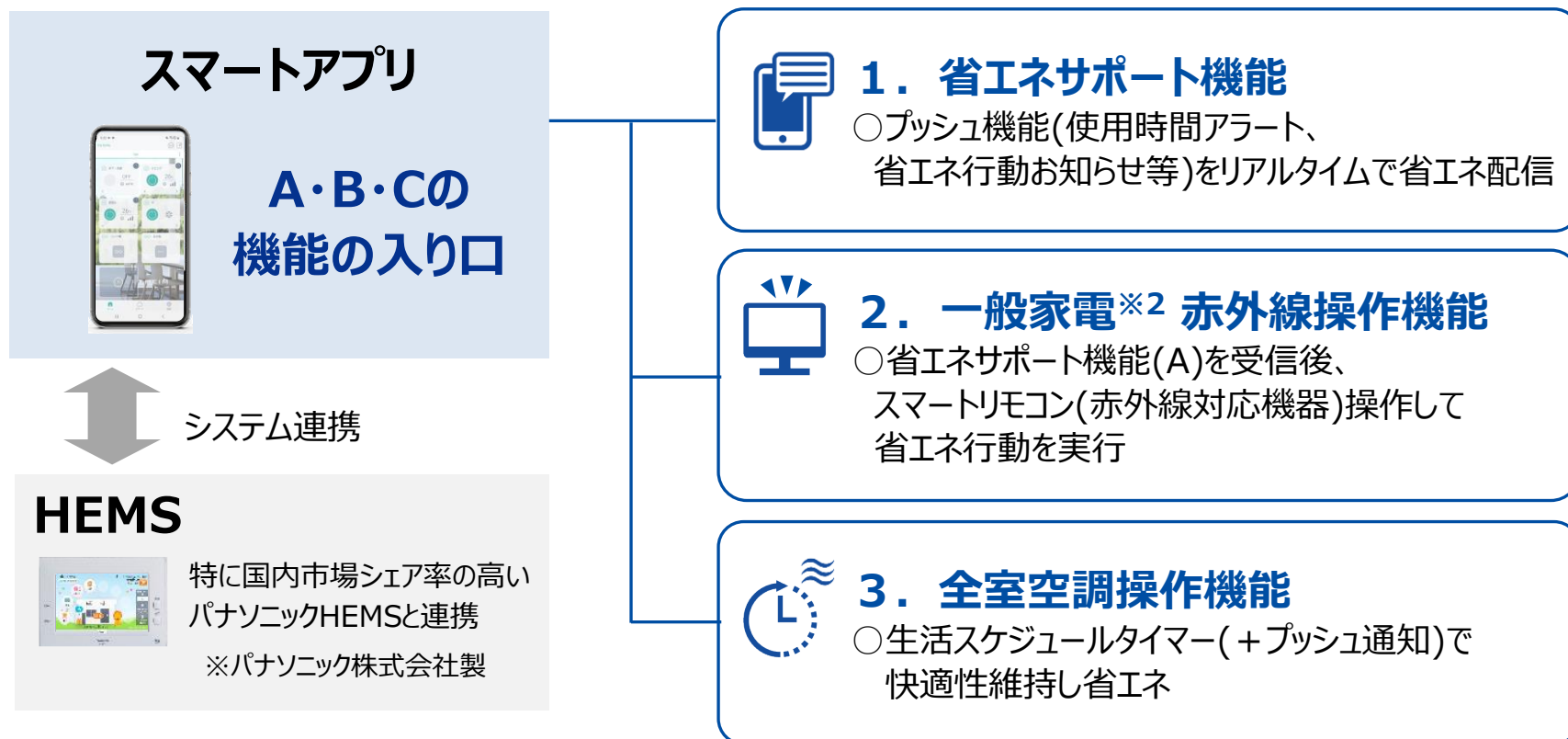


空気浄化性能の高さを確認

開発成果

- ① スマートアプリの開発※1
- ② アプリモニター評価の実施

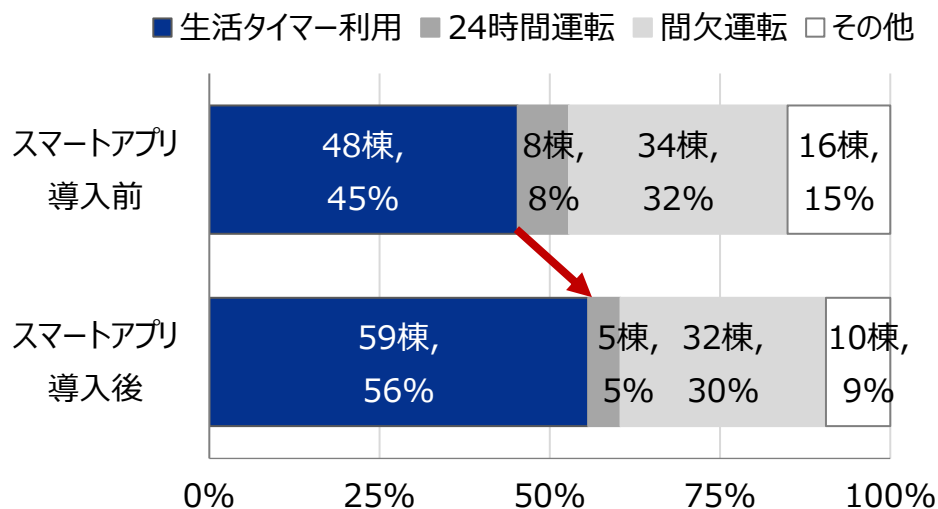
■スマートアプリの主要機能



※1 改良開発中であり、一般消費者には提供されていません。 ※2赤外線リモコンで操作可能な家電に限ります。

■ スマートアプリ利用によるタイマー利用率の変化

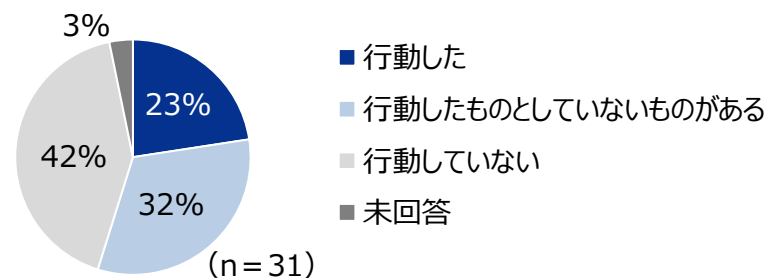
(n=106)



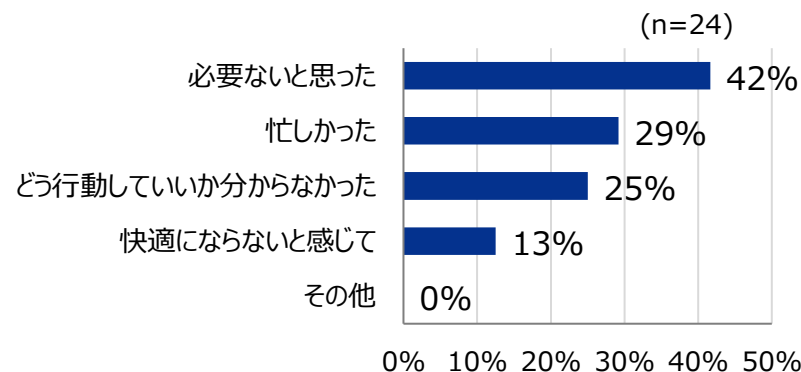
**省エネに効果的な
全室空調の「生活タイマー」利用を促進**

■ モニター評価による課題抽出

▼ プッシュ通知受信後省エネ行動を実施したか



▼ 実施しなかった理由

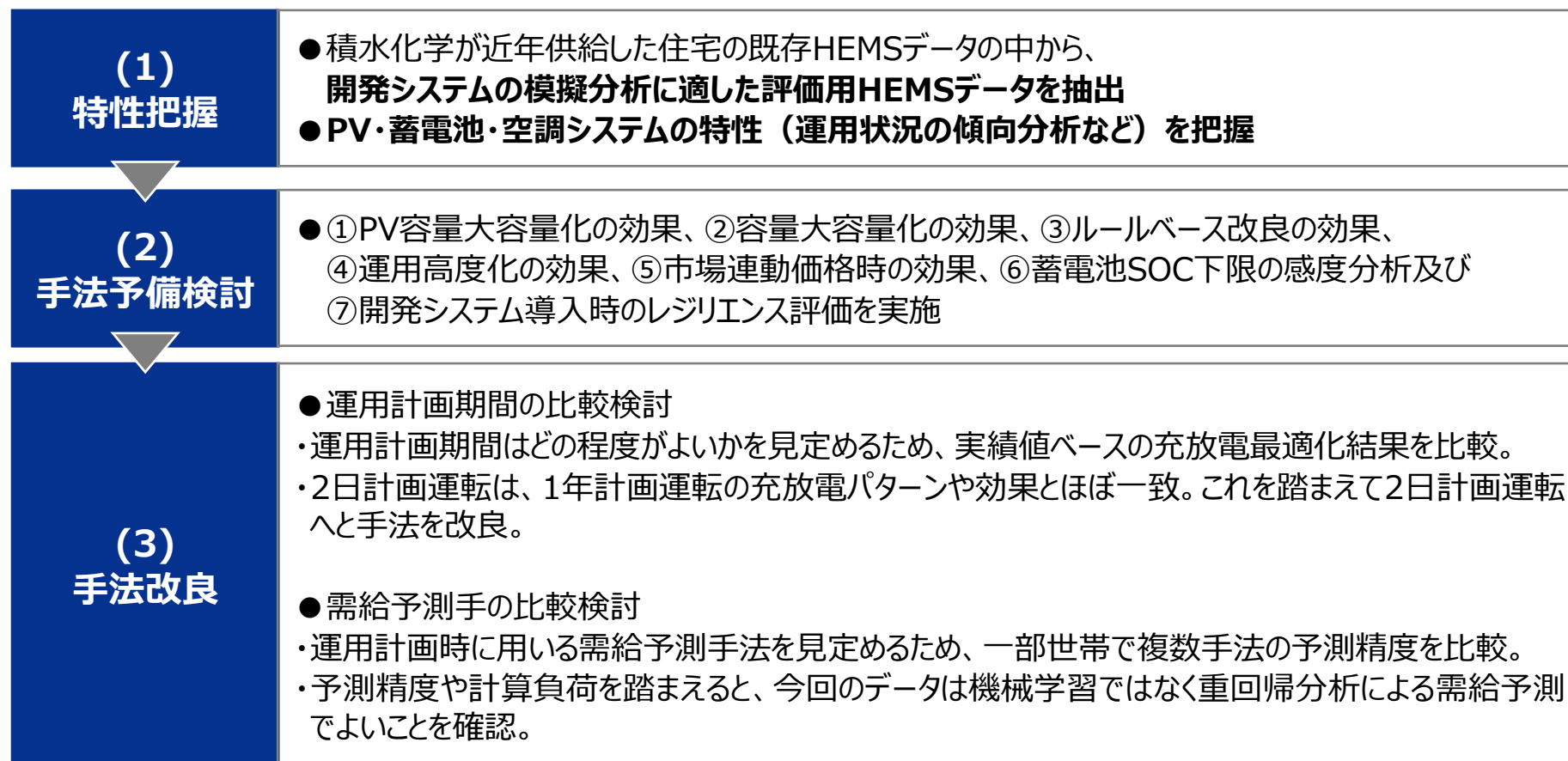


プッシュ通知受信後の行動実施率に課題

開発成果

① 多数の世帯への開発システムの導入効果の評価手法構築

■ 手法構築フロー



② 導入効果を10%以上乗せ可能な手法の構築

■ 効果拡大手法の解明における検討内容

②-1 開発システム 運用手法の 比較検討

大容量PV搭載時の蓄電池・EV・給湯の運用効果を評価

- 2日計画運転に改良するとともに、運用ルールも予測誤差の扱い方を改良
- EV走行データを模擬するとともに、模擬棟の実績値に整合するように給湯需要を推計し、運用最適化対象を蓄電池・給湯・EVに拡充
- 比較基準→ルールベース→予測最適→完全予見の準で総費用は小さくなり、予測最適運転を適用することで、導入効果を10%以上乗せ可能であることを確認

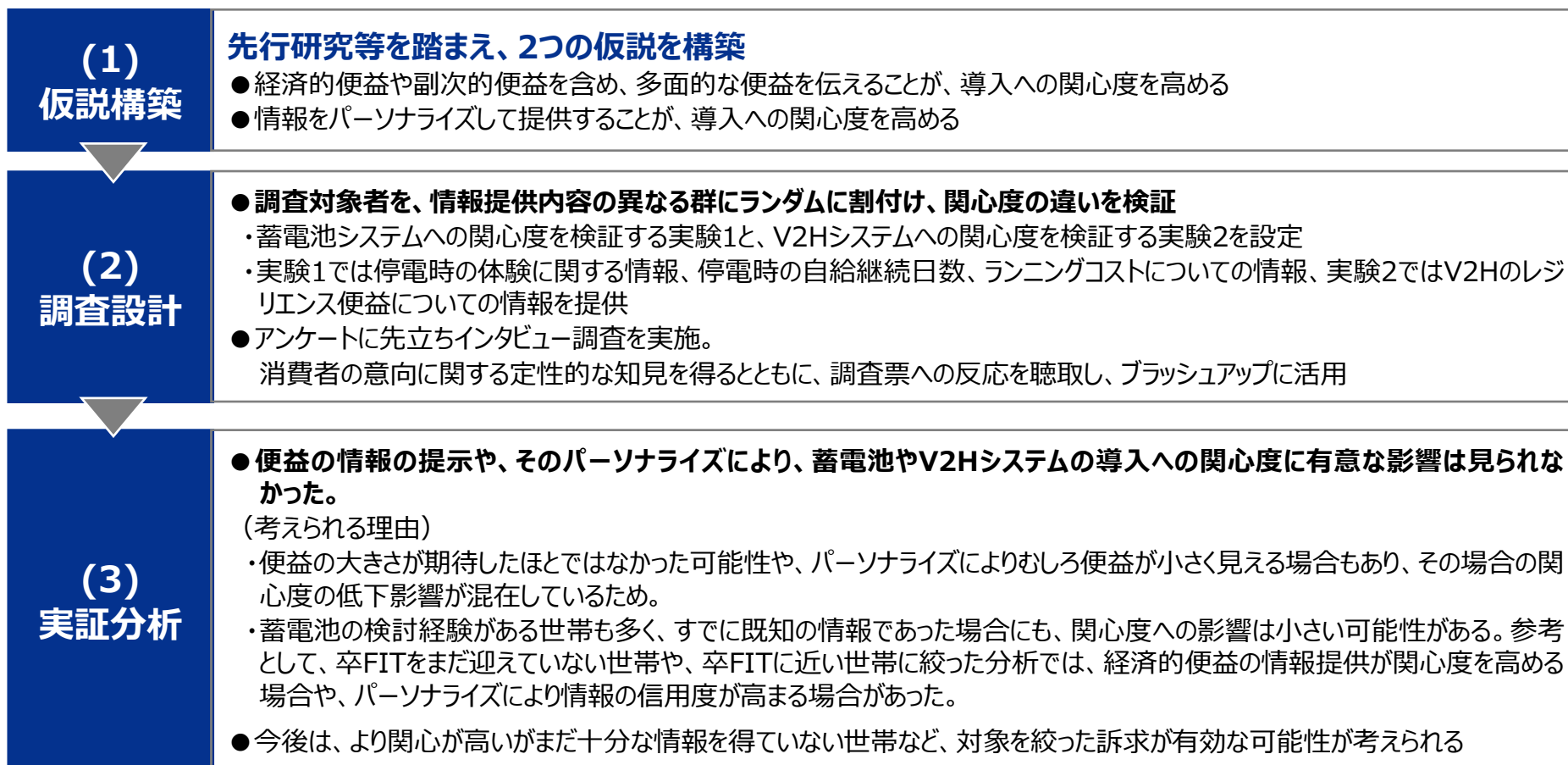
②-2 開発システム 導入時の レジリエンス評価

停電時におけるEVから宅内への給電による自給継続可能性を分析

- 主要パラメータの感度分析（停電発生時に利用可能な状態にあるEV蓄電池充電量と自給継続日数の関係など）を実施し、各月結果も算出
- 大容量PVと開発システムの組み合わせは有効、需要半減時やV2H利用時は効果が拡大
- 冬季、夏季、中間期の順に、自給継続日数は増加

③ 導入数拡大に向けた情報提供手法の構築・実証

■ フローと実証成果



開発成果

- ① 各開発要素を統合し、エネルギー自給自足※ユニットの完成
- ② エネルギー自給自足※ユニットを搭載した商品の発売開始
- ③ 実証棟を確保し、HEMSデータ等の分析から開発成果の確認を実施

■ 本開発システムを搭載した住宅商品

新GREENMODEL

(新スマートパワーステーションFR GREENMODEL)



A1 新トライブリッド蓄電システム
 -新トライブリッドパワコン
 -大容量PV
 -大容量蓄電池12kWh
 -V2H Pod

A2 全室空調・換気システム
 (空気質性能強化仕様)

■ 新GREENMODELの販売実績

[]は当初目標

年度	2021 (10~3月)	2022
販売棟数 (棟)	360 [150]	2,000 [640]
累積販売棟数 (棟)	360 [150]	2,360 [1,000]

■ 実証棟の確保



実証事業期間内に商品を上市

販売好調により
 目標以上の実証棟を確保

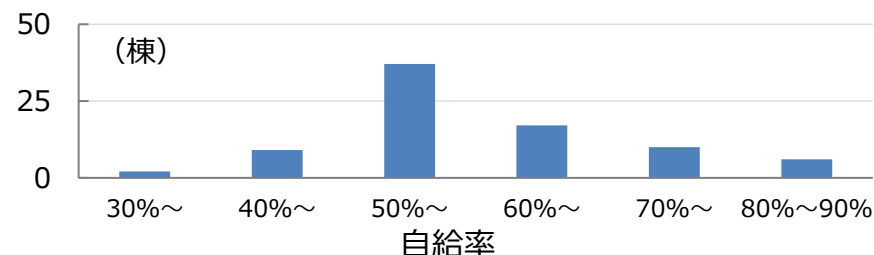
※すべての電力を賄えるわけではありません。電力会社から電力を購入する必要があります。

■ 実証成果

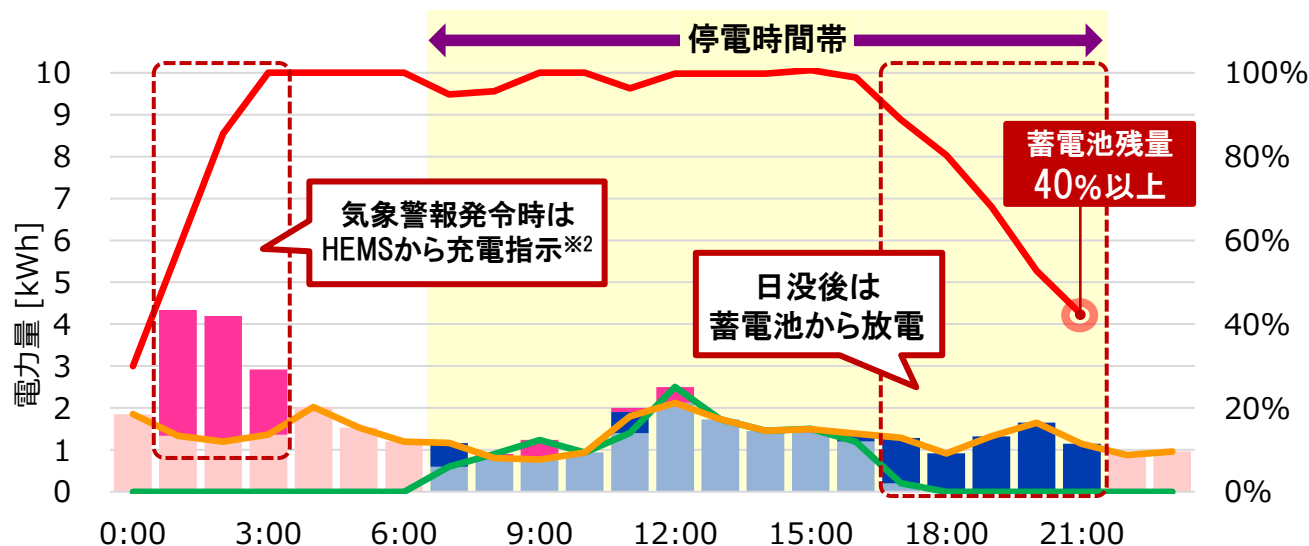
■ エネルギー自給自足率



▼対象棟65棟の分布



■ 停電時の電力供給※1



※1 停電時、蓄電池の残量がない場合は電力を使用できません。また、使用できる範囲は、蓄電池や事前の設計により異なります。同時に使用できる電力には限りがあります。

※2 事前に設定が必要です。停電が早期発生した場合等により、満タンまで充電されない場合がございます。余剰電力がある場合は余剰電力を活用し、充電します。余剰電力がない場合は電力会社から購入した電力を充電します。

エネルギー自給自足率が高く、停電時も電力供給が可能

■ 住宅種類別比較

※試算は地球温暖化対策事業効果算定ガイドブックとは異なる。

[試算条件] ・CO₂排出係数は2019年度実績 (0.470kgCO₂/kWh) ・PV買取単価：12円/kWh(24年想定)、
電気・ガス料金：2020年12月時点、対象地域：東京エリアで試算、建物躯体：UA値0.54、延床121㎡

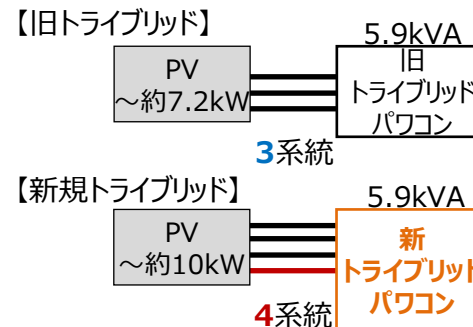
		一般住宅	ZEH住宅	既存セキスイハイム	本事業で開発した技術を搭載した住宅
本事業で開発した技術関連設備	PV(太陽光)	－ (ガス併用)	4kW	6kW	大容量9.7kW
	蓄電池	－	－	4kWh	大容量12kWh
	空調・換気	エアコン	エアコン (高効率タイプ)	全熱交換器型の空調	全熱交換器型の空調 (感染症対策強化)
経済性	関連設備費用	60万円 エアコン60万 (エアコン5台を想定)	200万円 PV110万 + 高効率エアコン90万 (エアコン5台を想定)	360万円 PV133万 + 蓄電池92万 + HEMS15万 + 空調120万	485万円 PV175万 + 蓄電池175万 + HEMS15万 + 空調120万
	20年12月	年間光熱費 22.4万円/年 BM	12.6万円/年 －	10.2万円/年 －	3.8万円/年 18.6万円/年(一般住宅比)
	20年12月時点 ▶ 22年12月時点 (料金単価上昇、賦課金上昇)				
	22年12月	年間光熱費 36.4万円/年 BM	22.5万円/年 －	16.9万円/年 －	7.3万円/年 29.1万円/年(一般住宅比)
環境性	自給自足率	－	23%	43%	70%超
	消費電力量	5,200kWh + ガス630m ³	7,500kWh	7,500kWh	7,500kWh
	買電量	5,200kWh	5,700kWh	4,300kWh	2,000kWh
	買-売電量	+ ガス630m ³	3,600kWh	470kWh	▲4,700kWh
	CO ₂ 排出量	3,800 kgCO ₂ /年	1,700 kgCO ₂ /年	200 kgCO ₂ /年	▲2,200 kgCO ₂ /年 買電を再生エネ起源の商用電力利用とした場合→ ▲3,100 kgCO ₂ /年
レジリエンス	電気利用	×	△ (PV発電時のみ)	○ (蓄電利用)	◎ (大容量)
	水・湯利用	×	○ (エコキュート貯水)	○ (エコキュート貯水)	◎ (大出力で湯沸も可)

開発技術を搭載した住宅には一般住宅比29.1万円/年の光熱費メリットも

3.事業遂行中に発生した課題と解決方法

課題

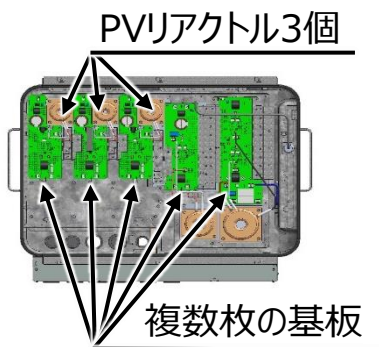
- ① 旧仕様筐体寸法以下で、PV接続4系統の実現
- ② 接続系統数の増加による発熱量増加への対応



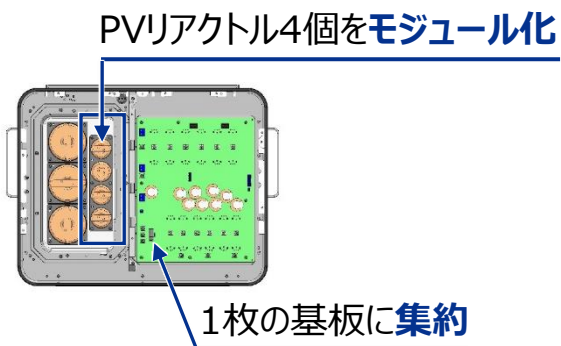
解決策

- ① 高密度実装

【旧トライブリッド】



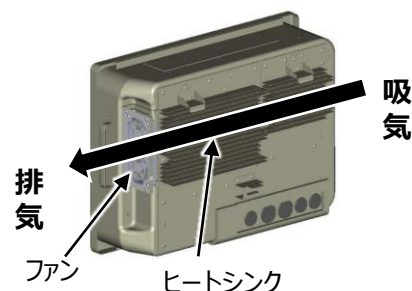
【新規トライブリッド】



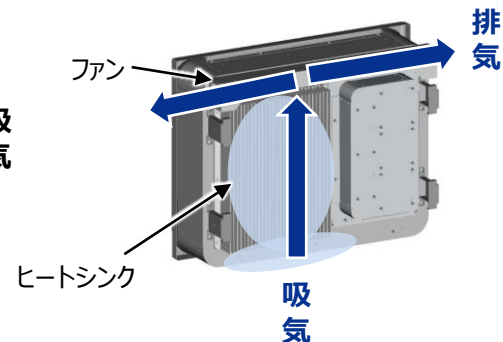
省スペースで取り付け可能に
生産効率も向上

- ② 吸気/排気口及びファンの適切配置による高効率放熱設計

【旧トライブリッド】



【新規トライブリッド】



ヒートシンク、吸気口の面積拡大と
垂直放熱構造で高効率放熱設計を実現

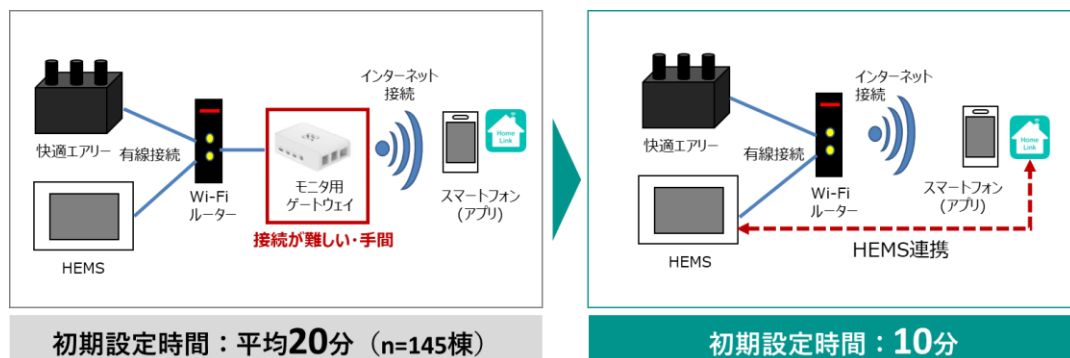
課題 …アプリモニター評価より抽出

- 1 アプリ満足度向上（初期設定・日常利用のしやすさ）
- 2 生活タイマー利用率向上



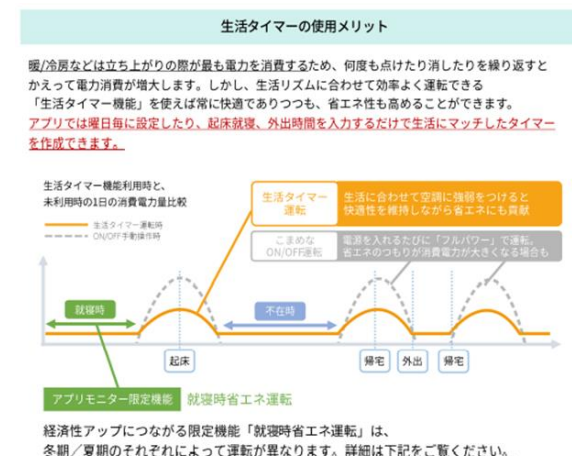
解決策

- 1 WEB API連携による初期設定の簡素化とマニュアルの改善






初期設定時間を約**10分短縮**

- 2 生活タイマー理解向上のためのマニュアル改善 & ページ作成



生活タイマー利用のメリットを説明
 (快適性と環境性を両立)

4.CO₂排出量削減効果

開発項目		本事業において開発した技術	CO ₂ 排出量削減効果※1
1	新トライブリッド蓄電システム 	<ul style="list-style-type: none"> ● パソコン接続PVの最大容量UP 新規PV接続容量 = BM + 最大2.52kW 	最大10.08kWのPV接続を実証 ▲1.26t-CO₂/年・棟
2	換気・空調システム 	<ul style="list-style-type: none"> ● 定格電力DOWN 換気システム定格電力 = BM - 4W 	定格電力の確認 ▲0.02t-CO₂/年・棟
3	スマートハイムアプリ 	<ul style="list-style-type: none"> ● スマートアプリによるタイマー機能利用率向上 (快適エアリー：スケジュールタイマー運転利用) 	利用率向上 ▲0.24t-CO₂/年・棟
		<ul style="list-style-type: none"> ● プッシュ通知でのユーザー行動変容 	通知後55%が省エネ行動実施 ▲0.08t-CO₂/年・棟
合計			▲1.60t-CO₂/年・棟

※地球温暖化対策事業効果算定ガイドブックをもとに算定 → 排出絶対量ではなく、削減量を算定

※1 商用電力の排出係数は、0.470kg-CO₂/kWh(2019年度実績)

本事業での技術開発により
▲1.60t-CO₂/年・棟の排出量削減効果が拡大

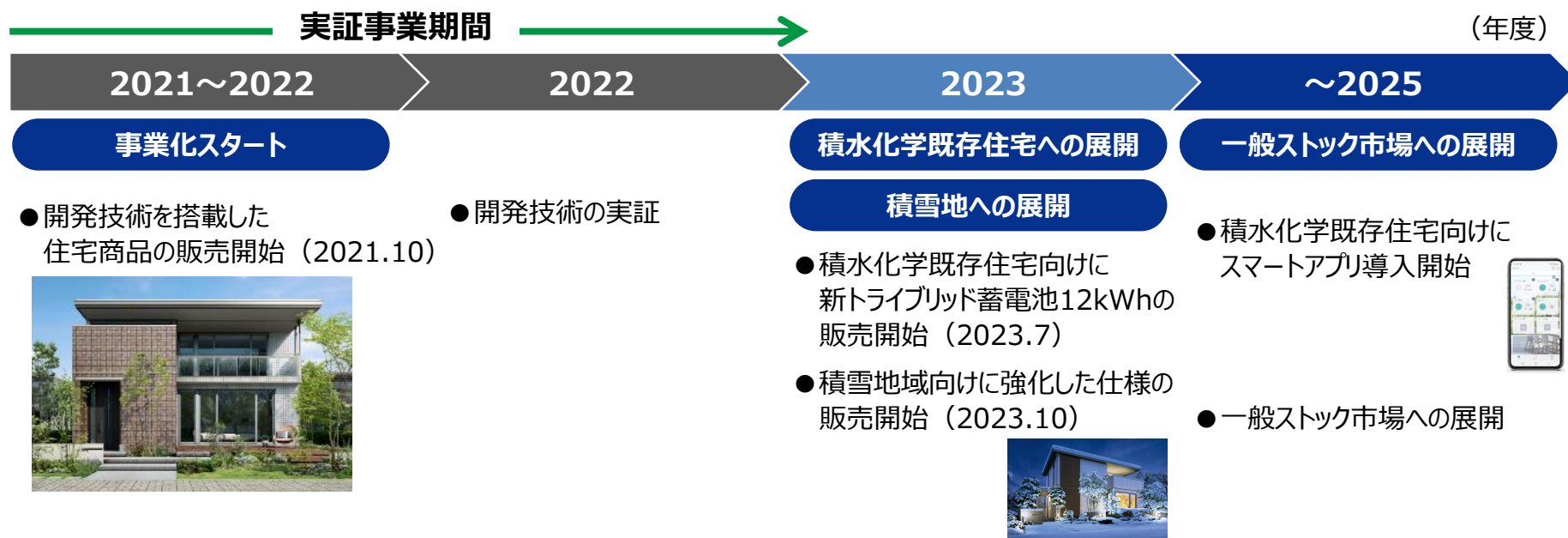
		一般住宅仕様	本事業開発住宅			
			開発当初の狙い		開発・実証結果	
			仕様	CO ₂ 排出量削減効果 (t-CO ₂ /年・棟)	仕様	CO ₂ 排出量削減効果 (t-CO ₂ /年・棟)
(1) 新トライブリッド蓄電システム	PV容量(最大)	なし	最大 9.7kW	▲4.86	最大 10.08kW	—
	PV容量(平均)		—	—	平均 9.2kW	▲4.58
	EV採用率	なし	21年度 1%	▲0.01	22年度実績 2.9%	▲0.02
(2) 全室空調・換気システム	躯体断熱性能	U _A 値=0.87	U _A 値=0.50	▲0.51	U _A 値=0.50	▲0.51
	空調システム	エアコン	快適エアリー※		快適エアリー※	
		—	—	—	換気定格電力 DOWN	▲0.02
(3) スマートアプリ	スマートアプリ	—	—	—	タイマー機能利用率向上	▲0.24
	プッシュ通知	—	—	—	ユーザー行動変容	▲0.08
その他	給湯	従来型ガス給湯	エコキュート	▲0.61	エコキュート	▲0.61
	商用電力利用	—	再エネ起源 カーボンフリー電源	▲0.94	再エネ起源 カーボンフリー電源	▲0.94
			一般住宅比	▲6.93		▲7.00

※快適エアリー：積水化学工業株式会社オリジナル全室空調の製品名

一般住宅比 ▲7.00t-CO₂/年・棟の排出量削減効果

5.事業化の取り組み

事業拡大シナリオ



目標販売棟数

※2021年度は実績値

年度	2021※ (10~3月)	2025	2030	2050 (最終目標)
目標販売棟数 (棟)	360	10,000	100,000	200,000
目標累積販売棟 (棟)	360	20,000	280,000	4,080,000

商品概要

課題

レジリエンス性の懸念

積雪の多い時期に十分な発電ができず、
停電時に電気が使えない危険性



積雪地向け仕様

2023年10月より販売開始

- HEMSに独自機能「グリーンモード（多雪）」を搭載
- 季節に応じて蓄電池が最適な運転に切り替わる

▼グリーンモード（多雪）イメージ



夏季：発電したエネルギーの活用を優先

冬季：夜間に電気を購入し、万が一に備えて蓄電池を充電

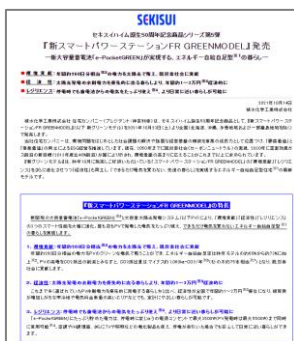
※停電時の電力使用について：停電時、蓄電池の残量が無いと電力は使用できません。天候、家電機器の種類、同時使用量（出力）によっては利用できない場合があります。

積雪の多いエリアでも、エネルギー自給とレジリエンスの両立が可能に

6.開発成果の発信に効果的な取り組み

■ プレスリリース・学会発表など

■ 積水化学工業プレスリリース



- (1) 「『新スマートパワーステーション FR GREENMODEL』発売」 (2021年10月14日)
- (2) 「セクスイハイムの最新「スマート&レジリエンス」技術を実証開始－環境省の支援を受け、実邸で環境性・快適性を評価－」 (2021年10月29日)
- (3) 「セクスイハイムの最新「スマート&レジリエンス」住宅が当社既存技術を超えCO2排出量マイナス0.8トン/年となることを実証」 (2023年9月26日)

■ 学会発表 (一部抜粋)



- (1) 第42回エネルギー・資源学会研究発表会にて発表 (2023年8月1日～2日) 「エネルギー自給自足型ユニットのCO2排出削減効果およびユーザーベネフィットの実証」 (発表者：積水化学工業 太田真人)
- (2) 令和4年電気学会電力・エネルギー部門大会にて発表 (2022年9月7日～9日) 「自給自足住宅の多面的評価—予測最適化手法による経済性評価—」 (発表者：東京大学 岩船由美子)
- (3) BECC JAPAN 2023にて発表 (2023年8月) 「住宅用蓄電池やVtoHの導入拡大に向けた情報提供手法の模擬実証—便益情報の提供とパーソナライズの効果—」 (発表者：電力中央研究所 中野一慶)

など全9件

■ 住宅検討客に向けた発信

■ 積水化学工業ホームページ



<https://www.sekisuiheim.com/smartheimapp/project/>

7.おわりに

本事業

- エネルギー自給自足※ユニットを搭載した新築向け住宅の完成・事業化



展開

- 様々な住宅形態への技術展開
既築住宅、積雪地住宅、集合住宅 など



世の中への波及・普及

今回開発した技術が
日本の住宅のスタンダード となるよう
 普及と発信を継続してまいります

※すべての電力を賄えるわけではありません。電力会社から電力を購入する必要があります。

SEKISUI