

【課題名】 エネルギー自給自足ユニットの技術開発・実証（委託）

【代表者】 積水化学工業(株) 太田 真人

【実施年度】令和3～令和4年度(令和5年3月終了)

(1) 技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

日本のGHG排出量のうち21%が家計関連からの排出※であり、特に居住中のエネルギーを宅内にて自給自足することでCO2排出削減を大きく促すことが可能となる。本開発は、太陽光発電(以下PV)・蓄電池・電気自動車(以下EV)・空調換気システムなど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排出削減に寄与することを目的とする。また、ユニット工法の強みである強靱な構造体とレジリエンス性を組み合わせ、災害時には3密を避けた在宅避難を可能とする。開発した技術は住宅モジュールに搭載し世の中への普及を図り、その効果を実証する。※令和3年度版 環境白書より

②【技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

A1. 【新トライブリッド蓄電システム技術開発(PV+蓄電池+EVの活用)】

自然エネルギーのさらなる有効活用とユーザーメリットの創出のため、大容量 PV(最大10.8kW)、大容量蓄電池(12kWh※、停電時電池出力 4kVA)、VtoHシステム、系統電力を一台のパワコンで連携させる新トライブリッド蓄電システムを開発。実証棟・模擬棟での検証によりその効果を確認した。(2021年10月に実用化レベルに到達済)※実際に使用できる容量とは異なる

A2. 【全室空調・換気システムの空気質性能強化仕様の構築・実証】

居住者の快適な生活のためには宅内の温熱・空気環境を良好に保つことが重要である。本開発では換気システム外気導入口への高性能HEPAの設置、及び空調吸い込みロフィルタを強化する仕様を開発した。室内環境測定とユーザーアンケートを実施し、従来住宅(エアコン暖冷房・第3種換気等)に対する優位性を確認した。(2021年10月に実用化レベルに到達済)

A3. 【スマートアプリに関する技術開発(全体の制御による省エネ、CO2排出量削減)】

居住中に使用するエネルギー量の抑制のため、全室空調・換気システムや家電※1を管理・制御し省エネを促進する統合型ユーザーインターフェースとしてスマートフォン※2向けアプリを開発した。アプリを導入したモニター邸の消費電力分析やユーザーアンケート分析を実施し、その省エネ効果やユーザービリティを評価した。(2025年に実用化レベルに到達見込み)※1赤外線リモコンで操作可能な家電に限る ※2 Android、iOSが対象

A4. 【効果拡大手法の構築・模擬実証】

社会実装を進めていく上で、効果について総量だけでなく、世帯による違いを明らかにしていくことが重要である。本開発では、実証棟データの分析による効果拡大手法を改良し、10%上乘せ可能な手法を構築した。また、居住者向けアンケート、インタビューを活用し、情報提供手法による導入世帯の拡大可能性、手法を構築・実証した。(2023年2月に実用化レベルに到達済)

B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

開発成果を組み合わせた住宅を完成させ、ユーザーへの販売により実証棟を確保することが課題であった。積水化学工業社内の開発部門、企画部門、広報部門が一体となりユーザーの求める住みやすく環境にやさしい住宅商品を完成させ、令和3年10月に予約販売を開始した。販売会社への研修やHP・チラシの制作、体感施設の活用等の販売促進の結果、目標の28棟を上回る120棟の実証棟を確保し、より精度の高い実証を実施できた。

③【システム構成】

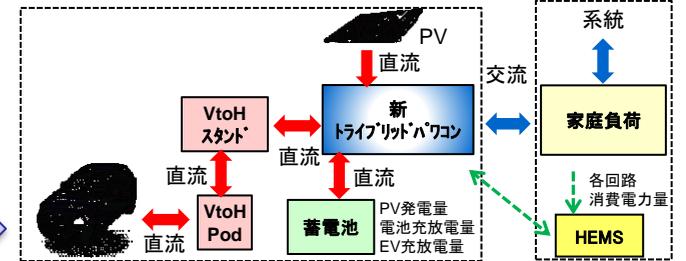
エネルギー自給自足ユニットのシステムは、①トライブリッドパワコン ②PV ③蓄電池④VtoHスタンド・Pod(EV) ⑤全室空調換気システム ⑥スマートアプリ から構成される。

・システム環境

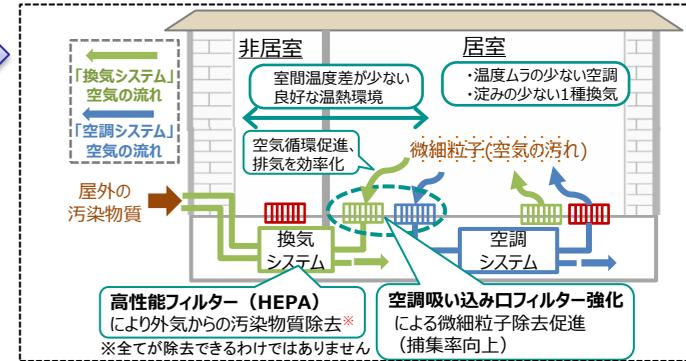
開発要素A3: スマートアプリ



開発要素A1: 新トライブリッド蓄電システム



開発要素A2: 全室空調・換気システム



④【開発・実証成果のまとめ】

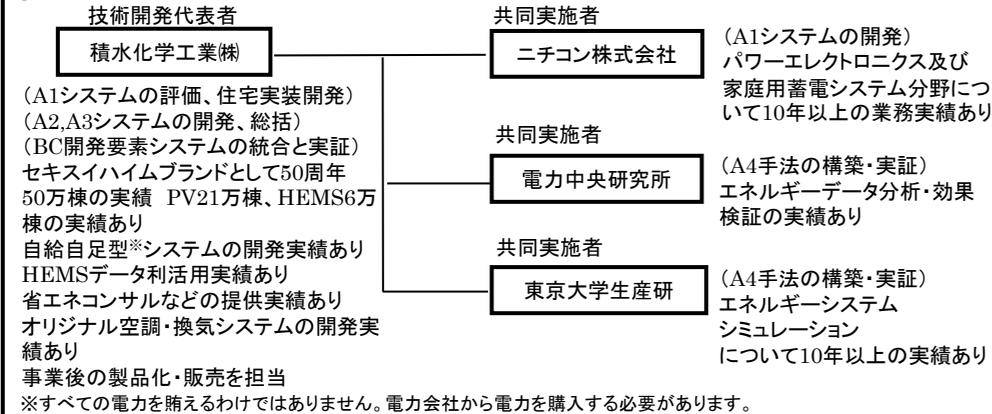
○開発・実証の目標及び達成状況:

- ・当初の目標通りPV敷設住宅1戸あたりのシステム構成としてトライブリッドパワコン1式、蓄電池1台、停電時自動切替型分電盤CT計測ユニット1式、VtoHスタンド1台、全室空調・換気システム、スマートアプリ、HEMS、サーバを搭載した住宅を完成させ、令和3年10月より販売開始し、令和4年4月には仕様に沿った成果物を供与した。
- ・実証棟を120棟確保(当初目標28棟)し、実証棟でのデータ分析から自給自足率平均60.5%(当初目標60%)、CO2排出量削減効果7.00t-CO2/年・棟(当初目標6.93t-CO2/年・棟)の達成を確認した。
- ・導入効果を10%上乘せする手法を構築した。(当初目標10%を達成)

○想定ユーザ・利用価値:住宅購入層すべてのユーザーに、省創蓄エネ性能の向上したレジリエンス住宅を提供し、その進化・普及を継続拡大することで住生活からの地球温暖化防止を先導する。一般住宅と比較して約19万円/年間の経済メリットを提供する。

(2) 技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】



②【実施スケジュール】

※すべて委託事業とする

	令和3年度	令和4年度
要素技術A1の開発	システムの技術開発 103,650千円	データ取得 → 評価 3,871千円
要素技術A2の開発	仕様、評価手法の開発 21,619千円	実証棟評価 21,414千円
要素技術A3の開発	システム開発 127,830千円	システム改良・評価 42,363千円
要素技術A4の開発	効果評価分析、防災等両立可能性の評価、情報提供手法の構築 48,888千円	45,530千円
B,C.システム統合と実証	各要素技術の開発・性能確認 60,470千円	評価・分析・実証 67,618千円
合計	362,457千円	180,796千円

③【成果発表・特許取得状況】 ※一部のみ掲載(詳細は(10)その他に記載)

プレスリリース	1)2021年10月14日積水化学工業株式会社よりプレスリリース 『『新スマートパワーステーション FR GREENMODEL』発売』A1搭載 2)2021年10月29日積水化学工業株式会社よりプレスリリース 「セキスイハイムの最新「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— →<1)+2)日経新聞等 紙媒体14件、Web30件 掲載>
出展	・2022年1月末 A3スマートアプリをENEX展に出展 ・現地見学会を1回/年開催
学会発表	・2022年室内環境学会学術大会にて発表(2022年12月) ・第41回、第42回エネルギー・資源学会研究発表会にて発表(2022年8月、2023年8月) ・令和4年、令和5年電気学会電力・エネルギー部門大会にて発表(2022年9月、2023年9月) ・電力経済研究にて発表(2023年2月) ・BECC JAPAN 2023にて発表(2023年8月)
学術論文	・電気学会論文誌Bにて発表(2023年4月)「自給自足住宅の多面的評価—PV・蓄電池の大容量化や運用高度化ポテンシャルの分析—」

(3) CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)	6.93				
開発品(装置/システム)の耐用年数	19年				
	年度	2021	2023	2030	2050
単年度CO2削減量 (万t-CO2/年)		0.03	1.39	71.3	151
累積CO2削減量 (万t-CO2)		0.6	33	3,130	46,800
CO2削減コスト (円/t-CO2)		28,000	27,000	19,600	16,600

※一般住宅との比較。ZEH,既存ハイム技術による削減量も算入。入居開始数で算定。

【本資料作成時点見込み】

- ・年度別販売が当初計画より好調のため、2021年度CO2削減量は計画を大幅超過。(販売実績、見込みについては、(10)その他に記載)
- ・1棟あたりのCO2削減単位は成果報告書時点から変更なし。

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)	7.00				
開発品(装置/システム)の耐用年数	19年				
	年度	2021 (販売開始年度)	2025	2030	2050
単年度CO2削減量 (万t-CO2/年)		0.06	7.02	71.3	151
累積CO2削減量 (万t-CO2)		0.8	223	3,130	46,800
CO2削減コスト (円/t-CO2)		28,000	27,000	19,600	16,600

※2025年以降は自社販売+一般販売を見込む。2030年以降はさらにリフォーム市場販売を見込む。
※実際の住宅商品価格は「住宅販売価格」+「システム販売価格」+「グレードアップ差額」となる。
※物価高騰の影響は含まない。

(4)事業化について

【事業化計画】

- ・2021年10月より、従来より販売していた環境共生型住宅商品『GREENMODEL』の新商品として、開発要素A1、A2を搭載した住宅を北海道、積雪エリアを除く全国にて予約販売開始
- ・2023年7月より、自社既存住宅向けに開発要素A1の新トライブリッド蓄電池12kWhの販売を開始
- ・2023年度の販売開始を目標に、積雪地域におけるHEMS等の稼働ロジックを構築し、積雪地域向けに強化した仕様を検討中
- ・2025年度を目標に、開発要素A3スマートアプリを積水化学工業の住宅居住者を対象に導入開始へむけて再調整中
- ・2025年度を目標に、自社新築、既存住宅以外の一般ストック市場へも事業化を検討

○事業化の体制

トライブリッドシステムの開発・製品化はニテコン株式会社、HEMSデータを利用した分析・検証については東京大学、電力中央研究所で実施。各開発・実証結果の統合と家としてのユーザーへの販売は積水化学工業で実施。

○事業展開における普及の見込み

- ・住宅の市場規模はリフォーム等の関連企業を含め約45兆円。最終的には新築木造、既存リフォームにも応用可能な視点で開発するため波及効果や成長性は高く、市場規模も大きい。
- ・積雪地域への展開について、昨今の設置件数や普及率をみると北海道・東北地方では思うように普及が進んでいない。PV敷設率は東北8.2%、北海道わずか2.6%である。特に積雪地方におけるPV訴求技術を検討することは、波及効果や成長性が高いと考える。
- ・導入コスト目標(2030): 60万円/3.3㎡(軽量鉄骨系ユニット)

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】

年度	2021	2023	2030	2050
目標単年度販売台数(棟)	150	2,000	100,000	200,000
目標累積販売台数(棟)	150	3,000	280,000	4,080,000
目標販売価格(万円/3.3㎡)	70	70	60	50

※2030年以降は自社販売+一般販売+リフォーム市場販売を見込む

【本資料作成時点見込み】 成果報告書時点から変更なし。

年度	2021 (販売開始年度)	2025	2030	2050
目標単年度販売台数(棟)	150	10,000	100,000	200,000
目標累積販売台数(棟)	360(実績)	20,000	280,000	4,080,000
目標販売価格(万円/3.3㎡)	70	65	60	50

※2025年以降は自社販売+一般販売+リフォーム市場販売を見込む

○量産化・販売計画

- ・2025年までに、A1のPV+蓄電池、A2の全室空調の低コスト化を推進
- ・2025年までに、A1新トライブリッド、A2全室空調の採用率を80%で計画
- ・2025年を目処として、A3スマートアプリはPV+HEMS搭載邸に標準搭載を目指す
- ・新築のみならずストック市場へも順次展開(2024年ごろ)を推進

○事業拡大シナリオ

年度	2021 (10~3月) 実績	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
目標住宅販売価格 (万円/3.3㎡)	70	65	60	50

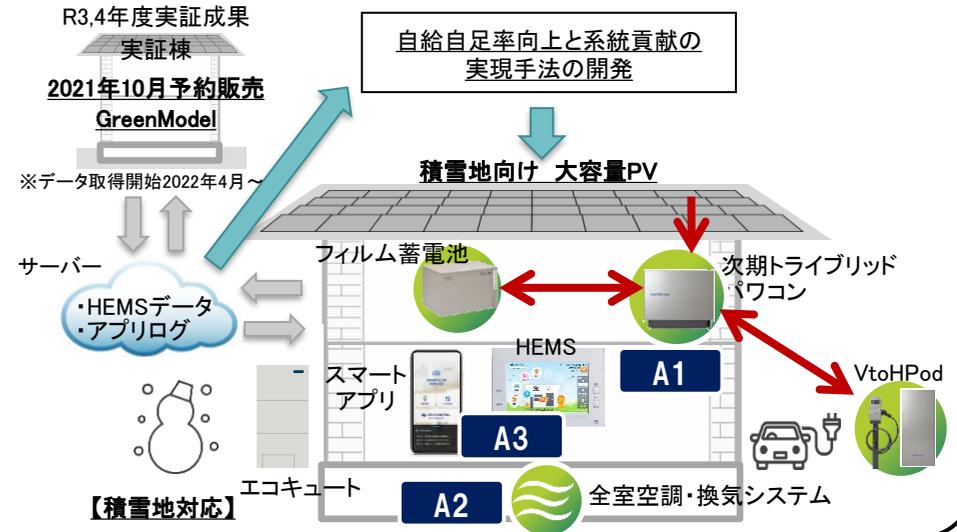
※2025年以降は自社販売+一般販売を見込む。2030年以降はさらにリフォーム市場販売を見込む。
※実際の住宅商品価格は「住宅販売価格」+「システム販売価格」+「グレードアップ差額」となる。
※物価高騰の影響は含まない

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

- ・事業拡大に向けたストック市場へ向けた応用技術の開発、実証
- ・低コスト化のためのシステムの軽量・小型化のための技術開発
- ・販売網拡大のためのメーカーとの連携強化
- ・更なるCO2排出量削減に向けた効率化

○事業化の構想

・事業化計画のうち、積雪地域における仕様構想



○販売実績

本開発技術を搭載した住宅を2021年10月より予約販売を開始した。 ※積雪地を除く販売会社への研修をはじめとする継続的な販売促進、および環境共生型住宅商品の需要の高さから累計販売棟数は目標販売棟数を大きく上回っている。販売好調により実証棟も目標以上確保でき、より高精度の実証を進めることができた。なお、足元では住宅市況が悪化しているため、2023以降の目標は据え置いている。

①年度別販売目標と販売実績（販売：予約販売数であり、入居数とは異なる）

年度	2021 (10~3月) 目標	2021 (10~3月) 実績	2022 実績	2023 目標	2025 目標	2030 目標	2050 最終目標
目標販売棟数(棟)	150	360	2,000	2,000	10,000	100,000	200,000
目標累積販売棟数(棟)	150	360	2,360	3,000	20,000	280,000	4,080,000
目標住宅販売価格 (万円/3.3㎡)	70	70	70	70	65	60	50

※2025年以降は自社販売+一般販売を見込む。
2030年以降はさらにリフォーム市場販売を見込む。
※実際の住宅商品価格は「住宅販売価格」+「システム販売価格」+「グレードアップ差額」となる。
※物価高騰の影響は含まない。

(参考)販売棟数のうち、VtoH販売棟数
2021年度実績 5棟
2022年度実績 24棟
累計 29棟

②販売実績のうち実証棟の確保実績

目標	28棟	実績	120棟
実証棟設備	<ul style="list-style-type: none"> ・大容量PV 平均7.8kW ・[A1]大容量蓄電 12kWh ・[A2]新空調・換気システム ・給湯=エコキュート <p>自社努力により導入促進</p>		

<実証棟 確保棟数> ※~6月入居棟

	① 新トライブリッド 蓄電システム +全室空調	① + VtoH	計
実証棟 確保棟数(棟)	115	5	120

※VtoH設置棟で、EV充放電確認できた棟数はゼロ
※データ欠損の可能性もあるので余裕をもって実証棟確保

▼エリア別棟数

東北 (非積雪)	1
関東	60
中部	20
近畿	25
中四国	10
九州	4

※東北は非積雪地
宮城県、福島県での実績

○成果の公表

【プレスリリース】

- 1)2021年10月14日積水化学工業株式会社よりプレスリリース「『新スマートパワーステーション FR GREENMODEL』発売」A1掲載
- 2)2021年10月29日積水化学工業株式会社よりプレスリリース
「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—」
→<1)+2)日経新聞等 紙媒体14件、Web30件 掲載>

【記事掲載】

- ・ITUジャーナル 特集 スマートハウスの最新動向 に記事掲載

【出展】

- ・2022年1月末 A3スマートアプリをENEX展に出展

【学会発表】

- ・第41回エネルギー・資源学会研究発表会にて発表(2022年8月8日～9日)「エネルギー自給自足型ユニットの技術開発・実証」(発表者:積水化学工業 太田真人)
- ・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)
- ・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)「自給自足住宅の多面的評価—需要側資源の運用高度化ポテンシャル—」(発表者:東京大学 岩船由美子)
- ・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)
- ・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—PV・蓄電池の大容量化や運用高度化ポテンシャルの分析—」(発表者:電力中央研究所 山田愛花)
- ・令和5年電気学会電力・エネルギー部門大会にて発表(2023年9月4日～6日)「自給自足住宅の多面的評価—PCS部分負荷・蓄電池内部ロスの影響分析—」(発表者:電力中央研究所 山田愛花)
- ・2022年室内環境学会学術大会にて発表(2022年12月1日～2日)「同じ実験住宅における異なる機械換気条件での換気回数と模擬飛沫核の挙動」(発表者:積水化学工業 堤正一郎)
- ・電力経済研究にて発表(2023年2月)「災害時におけるZEHのレジリエンス—アンケートデータと傾向スコアによる因果効果の分析—」(発表者:電力中央研究所 中野一慶)
- ・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)

【学術論文発表】

- ・電気学会論文誌Bにて発表(2023年4月)「自給自足住宅の多面的評価—PV・蓄電池の大容量化や運用高度化ポテンシャルの分析—」(発表者:電力中央研究所 山田愛花)

事後評価結果

評価点 7. 1点 (10点満点中。(10点:特に優れている、8点:優れている、6点:問題ない、4点:多少問題がある、2点:大きな問題がある))

評価コメント

[評価される点]

- ・ 住宅のエネルギー自給率を向上させる太陽光発電と蓄電池システムを用いた完成度の高い住宅エネルギーシステムを開発し、かつ当初目標を上回る軒数を販売しており、CO2削減が期待できる点は評価できる。

[今後の課題]

- ・ 他社住宅や既築住宅、集合住宅への展開、一般工務店への技術展開に向けて、本事業で開発された技術が、我が国の住宅建築業界のスタンダードとして広く普及することが望まれる。開発技術の積極的な普及展開を期待する。
- ・ ベースラインとして標準住宅モデルを用いているが、住宅の規模や様式によってエネルギー使用量は異なるため、本技術におけるCO2削減量の算出方法の検討が望まれる。
- ・ 事業期間内に取得した電気自動車の充電量データを継続的に蓄積し、V2Hの効果をより可視化することが望まれる。

[事業化に向けたコメント]

- ・ 本システムを普及させるには、一般利用者に対して、開発システムのメカニズムと性能を説明・アピールして理解してもらうことが重要である。
- ・ 最近の住宅建築費の高騰とともに電力料金も上がっているので投資回収年数は変わらないとのことであるが、若年層の購入者の購入意欲への影響に留意すべきである。
- ・ 既存建築物に対するアプローチを明確にすることが望まれる。特にA2、A3についてはハードルが高いと思われ、A1単独での普及プランも検討することが望まれる。