

三菱電機技報

| 10 | 2024
Vol.98 No.10

持続可能性と快適性に貢献する
空調冷熱システム

No.10

特 集	持続可能性と快適性に貢献する空調冷熱システム	Heating, Ventilation and Air Conditioning System Contributing to Sustainability and Comfortability
巻 頭 言		
持続可能性と快適性に貢献する空調冷熱システム……	1-01	Heating, Ventilation and Air Conditioning System Contributing to Sustainability and Comfortability Yasumichi Tazunoki
尋木保行		
巻頭論文		
ライフソリューションを実現するIoT基盤の進化……	2-01	Evolution of IoT Platform to Realize Life Solutions Akira Ishihara
石原 鑑		
ルームエアコン“霧ヶ峰Zシリーズ” での消費電力の抑制技術……	3-01	Power Consumption Reduction Technology Applied in Room Air Conditioner "Kirigamine Z Series" Atsushi Kawashima, Masakazu Sato, Kosuke Tatsuta
川島 惇・佐藤雅一・立田康介		
低GWP冷媒を使用したマルチ空調システム……	4-01	Multi Air-conditioning System Using Low Global Warming Potential Refrigerant Musubu Yoshizawa
義澤 結		
室外機向けVFT熱交換器による ビル用マルチエアコンの省エネルギー性向上……	5-01	Improved Energy Efficiency of Multi-Air Conditioners for Buildings Using VFT Heat Exchangers for Outdoor Units Akira Yatsuyanagi, Hironori Yabuuchi, Yoji Onaka, Rihito Adachi, Nanami Kishida
八柳 暁・藪内宏典・尾中洋次・足立理人・岸田七海		
全熱交換形換気機器 “業務用ロスナイ 外気処理ユニット”……	6-01	Outdoor Air Processing Unit of Commercial Use Energy Recovery Ventilator "LOSSNAY" Yuta Toda
戸田悠太		
低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステム “Living・EARTH”……	7-01	Low Voltage Energy Resource Aggregation System "Living-EARTH" Yuta Morizane, Teppei Matsuoka
森實優太・松岡哲平		

執筆者の所属は執筆時のものです。

三菱電機では、サステナビリティ経営を実現する4つのビジネスエリアとして、「インフラ」「インダストリー・モビリティ」「ライフ」「ビジネス・プラットフォーム」を設定しています。

三菱電機技報ではこの4つのビジネスエリアに分類し特集を紹介しています。

今回の特集ではライフ領域の“持続可能性と快適性に貢献する空調冷熱システム”をご紹介します。

巻頭言

持続可能性と快適性に貢献する空調冷熱システム

Heating, Ventilation and Air Conditioning System Contributing to Sustainability and Comfortability



尋木 保行 Yasumichi Tazunoki

上席執行役員 リビング・デジタルメディア事業本部長

Executive Officer Group Vice President, Living Environment & Digital Media Equipment

地球温暖化に伴う異常気象、脱炭素への動き、人口減少・少子高齢化などの社会問題が深刻化する中で、SDGs(Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標)達成などを通じて社会課題への取組みが求められています。

三菱電機は“事業を通じた社会課題の解決”という原点に立ち、サステナビリティの実現を経営の根幹に位置付けて、循環型 デジタル・エンジニアリングを実現することで、社会的価値と経済的価値を創出し、社会課題の解決と企業価値の持続的向上を目指しています。

社会課題・市場環境が変容し、新たな価値観が生まれる中、リビング・デジタルメディア事業本部は“顧客とつながり続ける循環型事業を提供し、あらゆる生活空間において快適で安全・安心な環境を創造するソリューションプロバイダとなる”ことを目指していきます。

脱炭素社会に貢献する省エネルギー技術と、温室効果ガスによる地球温暖化の影響を抑制する低GWP(Global Warming Potential：地球温暖化係数)冷媒を使いこなす技術を更に向上させ、家庭・店舗・オフィス・工場といった幅広い領域で快適空間を創造していきます。また、新たな価値を創出していくため、IoT(Internet of Things)やAI技術を活用した製品・システムから得られたデータを基にビルシステム事業本部とも連携し、機器の運転状況の遠隔監視や保守契約など顧客とつながることで始まる循環型事業を強化していきます。

この特集号は、重要成長事業の一つである空調冷熱システム事業の製品・サービスに関する論文を掲載しています。

(1) ルームエアコン“霧ヶ峰Zシリーズ”での消費電力の抑制技術

高断熱住宅の普及、吹き抜けなど住宅内の設置環境や換気併用などエアコン用途が多様化する中、使用環境の住宅性能(断熱性、気密性、広さなどを総合的に判断)をエアコンが学習して省エネルギー立ち上げ運転を行う起動制御“エコスタート”を開発し、快適性と省エネルギー性を両立しました。熱交換器の着霜量を推定するモニタリングを改善し、非着霜時のムダな霜取り運転を抑制する“快適ロング暖房”を開発し、暖房運転時の室温低下による快適性の悪化を回避しました。

ルームエアコン“霧ヶ峰Zシリーズ”(2024年度モデル)は、省エネルギー性や様々な機能が総合的に評価され、2023年度(令和5年度)省エネ大賞^(注1)の製品・ビジネスモデル部門で“資源エネルギー庁長官賞(家庭分野)”を受賞しました。

(2) 低GWP冷媒を使用したマルチ空調システム

温室効果ガスによる地球温暖化への影響を抑制するため、排出量の規制が強化され、欧州では低GWP冷媒への転換を要求されています。当社は低GWPのR32冷媒を用いた欧州向けマルチ空調システムを開発しました。R32冷媒は微燃性冷媒であるため、システム冷媒量が多くなる傾向があるマルチ空調システムでは冷媒漏えい時の燃焼・爆発に備えた安全対策が必要となりますが、開発したシステムは安全性を確保しつつ、システムの柔軟性を維持しました。今後も低GWP冷媒を使用した空調システムの開発を行い、地球温暖化防止に貢献していきます。

(3) 低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステム“Living・EARTH”の開発

カーボンニュートラル社会の実現に向けて、高圧一括受電マンション向けエコキュート^(注2)群制御システムと一部実証試験中の電力会社及び電力アグリゲーター向けVPP(Virtual Power Plant)／DR(Demand Response)制御システムとを統合したシステム“Living・EARTH”を開発しました。今後、接続対象を経済産業省が進めているDRready対応機器を含めた家庭用低圧リソースに広げて、カーボンニュートラル社会の実現に貢献していきます。

(注1) 一般財団法人 省エネルギーセンター主催。省エネ大賞は、同センターの登録商標です。

(注2) エコキュートは、関西電力㈱の登録商標です。

ライフソリューションを実現するIoT基盤の進化

Evolution of IoT Platform to Realize Life Solutions



石原 鑑*
Akira Ishihara

*IoT・ライフソリューション新事業推進センター長(博士(工学))

要 旨

三菱電機は、持続可能な社会への貢献を目指して、循環型 デジタル・エンジニアリング企業への変革を進めている。ライフビジネスエリアの事業を通して、あらゆる生活空間において、快適で安全・安心な環境を創造するソリューションプロバイダになることを目指す。社会課題・市場環境が変容し、新たな価値観が生まれる中、顧客価値を継続的に向上させる取組みを強化する。強いコンポーネントとそこから得られるデータを活用し、IoT(Internet of Things)基盤の進化を通じて顧客とつながり続ける循環型事業を実現する。データを活用して空調・家電・住設機器の運転を個別最適化するだけでなく、Web API(Application Programming Interface)を通じたサービス事業者との共創で複数の住宅やビルでの全体最適化を図るなど、広く社会課題の解決に貢献していく。

1. ま え が き

社会の脱炭素化への要求、気候変動によって深刻化する災害、少子高齢化による生産人口の減少など、グローバルな環境変化が私たちの生活に大きな変化をもたらしている。こうした変化は、高効率設備の需要拡大、設備単体の省エネルギーと再生可能エネルギー活用や運用管理を通じた全体最適による更なる省エネルギーへの期待、デジタル技術を活用した生活・労働支援などの新たな価値として現実化しつつある。当社のライフビジネスエリアの事業では、ビルシステム事業で昇降機を中心としたビル設備の保守・運用管理ソリューションを、リビング・デジタルメディア事業で空調冷暖システムソリューションを提供している。これらに加えて、リビング・デジタルメディア事業のビジョン“働く人から暮らす人まで、誰もが自分らしい100年を生きるライフソリューション”の実現に向けて、空調・家電・住設機器のIoT化を進めるとともに、IoT機器からデータを収集する“Linova(リノバ)”，IoT機器の連携制御機能をスマートフォンアプリとして提供する“MyMU(マイエムユー)”，IoT機器のデータと社内ITシステムのデータを一元的に扱えるようにするIT-OT(Operational Technology)連携、こうして得られた機器データ、ユーザーデータ、社内ITデータを分析し新たな価値への気付きを得るデータ分析基盤“KOTOLiA(コトリア)”など複数のプラットフォームから成るIoT基盤を構築し、ユーザーに新たな顧客価値を提供するソリューションの開発を行っている(図1)。

本稿では、まず身近な家電を制御することで暮らしを快適にするソリューション事例を二つ述べて、それらを実現しているIoT基盤の概要及び進化について述べる。次にIoT基盤によってネットに接続された機器や、そこから得られるデータを活用して社会課題の解決を図るソリューションの取組みを述べる。当社が提供する省エネルギーソリューションである、低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステム“Living・EARTH”と、他社機器接続やWeb API連携等のオープン化技術に基づくサービス事業者との共創事例について述べる。提供したソリューションの継続的な進化を通じて顧客価値の向上を図り、ライフタイムバリューを最大化し、社会課題の解決を図っていくとき、ホーム、ビルの事業領域で個別に提供してきたソリューションがつながり、互いに連携していくことになる。最後に、こうした動きを加速する、カスタマイズ可能なソリューション基盤の取組みを述べる。

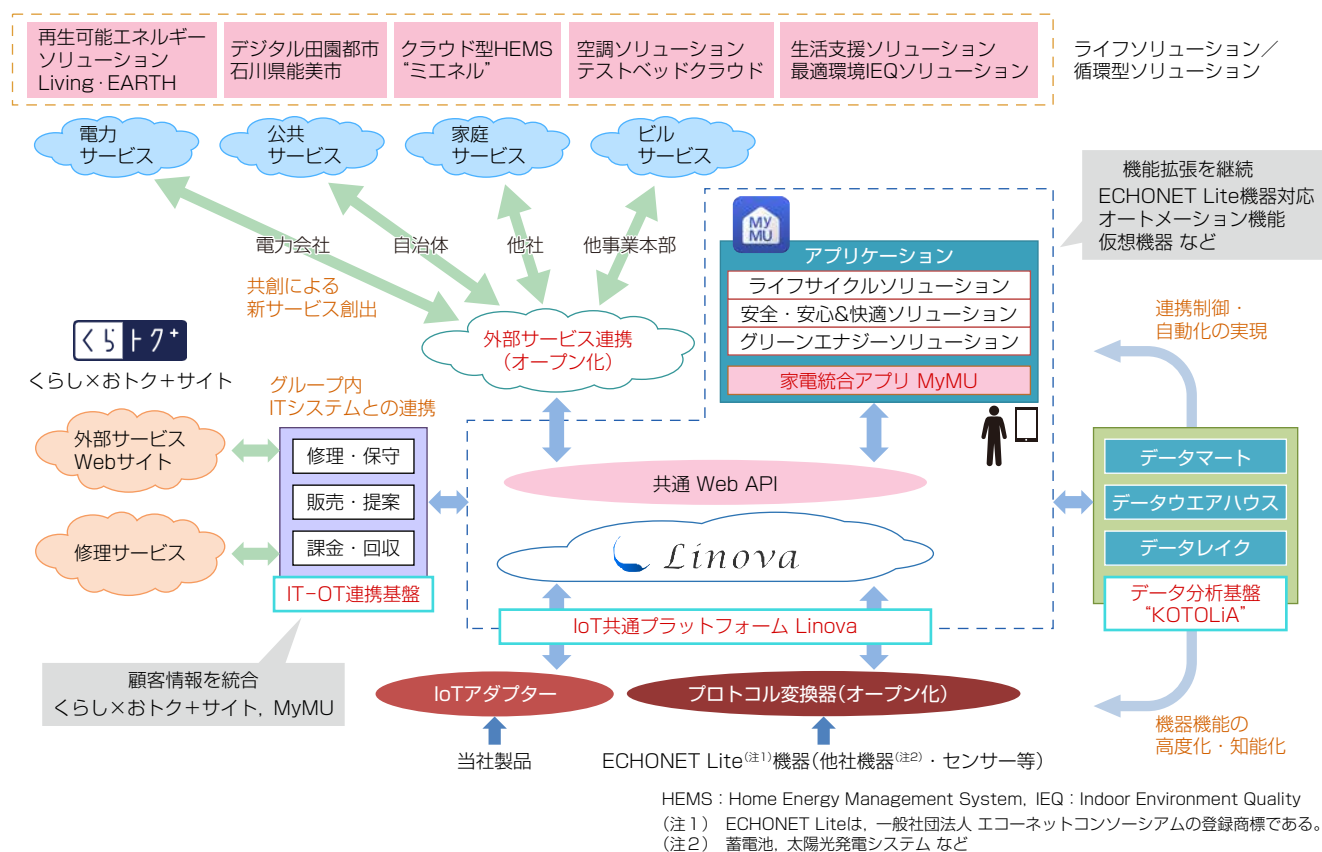


図1-IoT基盤とライフソリューション

2. ライフソリューションや循環型ソリューションを実現するIoT基盤

この章では直近で市場導入したソリューション型サービスの事例と、各種サービスを実現するIoT基盤について述べる。

2.1 生活を豊かにするライフソリューション

(1) 生活支援ソリューション（冷蔵庫アプリケーション）

2021年度製品からMyMUアプリケーションとして冷蔵庫アプリケーションを公開し、毎年バージョンアップをして機能アップを図っている。2024年度は、電気代や物価の高騰による省エネルギーや食品ロス削減に対するユーザーの要求の高まりを受けて、“家族みんなが整理整頓できて続けられる冷蔵庫の提供”をコンセプトに機能を追加した。例えば、使用状況を分析し“A.I.予報”として改善のアドバイスをユーザーへ通知し問題への気づきを提供する機能や、当社の“くらし×おトク+サイト（くらトクサイト）”に庫内整理に役立つ動画を格納し、同サイトの閲覧状況や実際に成果が出ていることに対してレスポンスを通知し庫内整理のモチベーションを高める機能を付加している。また、冷蔵庫の稼働状況やスマートフォンアプリの利用状況をデータ分析基盤KOTOLiAで分析し、その結果を冷蔵庫本体やアプリケーションの改善につなげる仕組みを構築し、改善の加速に取り組んでいる。

(2) 最適環境IEQソリューション（おやすみサポート）

夏季や冬季の睡眠時に快適な室内環境を提供するため、2022年度から“おやすみサポート”としてエアコンを利用した快眠ソリューションを導入している。入眠時、睡眠中、起床時のエアコンの冷房、暖房運転の自動制御による就寝サポートに加えて、2024年度は就寝前の予冷／予暖による快適な室温の自動設定機能を加えて、ユーザーの操作による事前の冷暖房運転やタイマー設定不要で快適な睡眠環境を整えることを可能にした（図2）。IoT対応エアコン（一部機種は除く）があれば、スマートフォンアプリのアップデートによってこの機能を利用でき、継続的に顧客価値を向上できる。睡眠は豊かな生活を送るための重要なファクターであり、今後もIoTを活用した、エアコン以外の機器やセンサーとの連携によって、更に進んだ空間環境の構築を目指す。

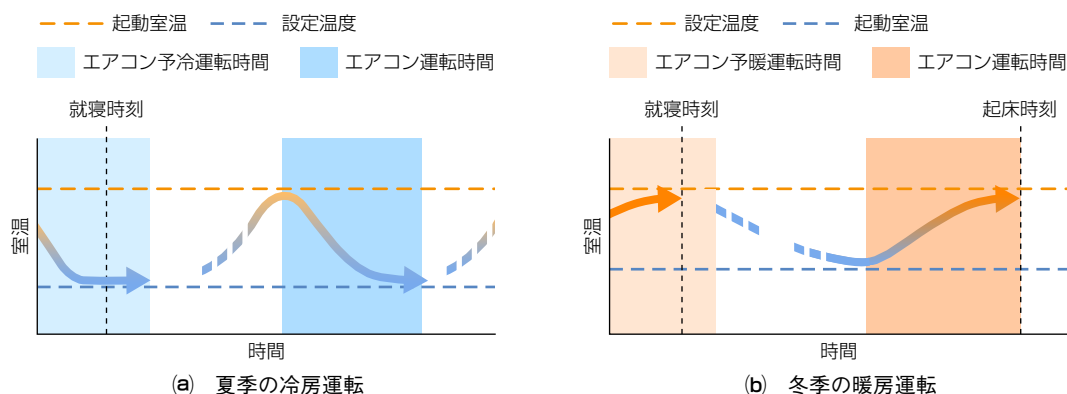


図2-やすみサポートの動作イメージ

2.2 IoTプラットフォームLinova／MyMU／IT-OT連携基盤

ライフソリューションや循環型ソリューションを実現するIoT基盤として、各種家電や住設機器のデータを収集、管理するIoT共通プラットフォームLinovaを運用しており、家電統合アプリ(スマートフォンアプリ)のMyMUを通して様々な機能をユーザーに提供している。

今回、Linovaに新しく仮想機器の仕組みを導入し、ソリューションごとに複数機器を一つの仮想的な機器として扱えるようにした。アプリケーションでの機器管理を容易にし、直感的な機器連携機能を提供できる。この仕組みによって複数機器の連携ソリューションの開発を効率化している。また、ECHONET Lite規格に対応した他社機器接続にも対応した。当社エコキュート^(注3)や他社製太陽光発電、蓄電池機器を一括で管理できるシステムを構築可能にした。

IoT機器のデータと社内ITシステムのデータを一元的に扱えるようにするIT-OT連携基盤を開発し、これを用いてMyMUのユーザー情報を「くらしID」へ統合して、当社のくらしサイトなど他サービスとのシングルサインオン(SSO)を実現した。直近のMyMU Ver.4.3では、音声や機器操作、センサー情報、人位置情報をトリガーとして機器の操作機能を起動するオートメーション機能やお知らせ通知機能を追加した(図3)。ユーザー自身で機器・サービス連携をカスタマイズできる。MyMU+のページでは、ソリューションカード形式で新たなサービスソリューションを簡易に追加できる仕組みを構築した。これによってユーザーへのタイムリーな情報提供を可能にした。

(注3) エコキュートは、関西電力㈱の登録商標である。



図3-MyMUアプリVer.4.3の画面構成

2.3 データ分析基盤KOTOLiA

データ分析基盤KOTOLiAは、IoT化された空調・家電・住設機器などが接続されているLinovaなどの機器を束ねるクラウドからデータを集約し、一元管理する統合データ分析基盤である。データを活用した循環型ソリューションや自分らしいライフソリューションの実現に向けて、データドリブンによるソリューションアイデアの創出などを効率良く進める社内インフラとして運用している。この基盤では、①分散化していた機器データを苦勞せずに同じ環境で扱えること、②収集からデータベース化までのデータ前処理をソフトウェアによるETL(Extract Transform Load)処理で自動化することで人為ミスの混入がないデータを提供すること、③前日24時までの稼働データを深夜に処理し、当日朝8時には前日までの最新の稼働データを提供すること、などを実現している。これら三つの特徴はデータ分析を継続できない理由としてよく列挙される課題であり、この環境の構築によって、データ分析活動を継続可能なものになっている。また、運用面ではデータ仕様の提供などに加えて、SQL(Structured Query Language)サンプル集の提供、パソコンのコミュニケーションツールを活用したサポート情報の提供、さらにデータ分析活動時に活用できる共有掲示板の運用など、分析作業そのものの支援や活性化に、専用のチームを設けて取り組んでいる。

この基盤を利用して、①2022年度から提供しているおやすみサポートなどのユーザーの困りごとを解決するソリューションの開発、②保守サービスなどへの活用、③シミュレーションなど内部検証ツールへの活用、など様々なシーンでの活用が広がっている。KOTOLiAでは、機器クラウドで収集した機器データに加えて、MyMUなどのアプリケーションデータや、気象データのようなオープンデータなど、機器データ分析に有効利用できる様々なデータの統合を進めている。今後もソリューション事業を支える基盤として必要な機能拡張を順次進めていき当社のデータ利活用を推進する。

3. オープン化開発による社会課題解決のためのソリューション共創

社会課題の解決には、異なる領域のシステム・サービスを緩やかに連携させて、単独では成し得なかった潜在化している顧客価値を実現していく必要がある。これらの取組みはSoS(System of Systems)と呼ばれ、概念的にはその構築方法などが議論されてきたが、一部の事業ドメインを除いて成功事例は少なかった。業界を超えてシステムやデータを連携させるためのIT技術、標準規格、オープンクローズ戦略のベストプラクティスなどの整備が課題であった。しかし、ここに来てクラウド技術の発展、API連携技術の浸透と理解の深まり、業界内外でのデータ活用のための規格策定の進展などがあり、広く社会課題の解決にSoS型のシステムが適用できる可能性が出てきた。**3章**では、スマートホームを起点とするサービス事業者とのシステム・データ連携による社会課題の解決に向けた取組み事例を述べる。

3.1 IoTシステムの構造変化

従来、スマートホームシステムでは、機器は自社のクラウドにつながるだけであり、オープン化と言えば一部のZEH(net Zero Energy House)住宅市場で宅内コントローラーを介したマルチベンダー型のシステムが実現されるにとどまっていた。ところが、IoTの普及に合わせてECHONET Lite認証取得の機器が増えて、機器への通信機能搭載率が年々増加した。これに合わせて多くの家電・住宅設備メーカーがIoT化された機器を束ねる機器クラウドの構築を進めた結果、市場でのIoTシステムの構造が変わり始めた。機器クラウドを持つ企業は、自社が持つIoT機器数の増加に注目し、これを活用した電力、公共、住宅、販売などのサービス事業者との連携を模索し始めた。省エネルギーと電力システムの更なる安定化を追求するため需要家サイドの分散電源や負荷装置を活用したい電力サービス事業者やデジタル化を進めることで業務効率化だけでなく安全・安心インフラの構築を訴求したい公共サービス事業者の思惑と相まって、IoTの構造変化が今後加速していくと考えられる。当社もLinovaにつながるIoT機器からの機器データの取得や機器の制御が可能なAPIをWeb APIの標準規格であるECHONET Lite Web API^①にいち早く準拠させて、様々なサービス事業者と社会課題の解決に向けた共創のための実証を積極的に実施している。**3.2節**、**3.3節**では家電・住宅設備がIoT化され、機器クラウドを介して見える化、全体最適制御されることで実現できる省エネルギー、再生可能エネルギー活用の価値を述べて、サービス事業者との共創で実現する社会課題解決に向けたソリューション事例を述べる。

3.2 再生可能エネルギー活用を実現するソリューション(Living・EARTH, ミエネル)

当社は、省エネルギー、再生可能エネルギー活用の意識の高まりに対応するため、IoT基盤であるLinova、MyMU上

に種々の再生可能エネルギー活用ソリューションを構築し、低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステムLiving・EARTHとして提供を始めた。2023年度には家庭用低圧リソースでの需給調整活用を見据えて、分電盤内蔵型のECHONET Liteリピーターと合わせてエネルギー見える化アプリ“ミエネル”をリリースした。また高圧一括受電マンションで当社エコキュートをシステムの的に制御する“群制御システム”を活用しZEHモデルにも採用された。

今回リリースした、低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステムLiving・EARTHは、2050年カーボンニュートラル社会の実現に向けて、既に運用中の高圧一括受電マンション向けエコキュート群制御システムと、一部実証試験中の電力会社、及び電力アグリゲーター向けVPP(Virtual Power Plant)／DR(Demand Response)制御システムを統合したシステムである。今後、接続対象を、経済産業省が進めているDRready対応機器⁽²⁾を含めた家庭用低圧リソースに広げて、業界標準のWeb APIであるECHONET Lite Web APIにも対応することで、多様なニーズに展開可能なシステムの構築を進める。

3.3 デジタル田園都市とスマートホームの連携で実現するソリューション

デジタル田園都市国家構想は、今までのスマートシティーを、地方創成や地域活性化など国の課題解決と連動させる形で立ち上げた政策で、2030年には全市町村へのデジタル実装が求められている。またIoT化が進むスマートホームも、デジタル実装された公共基盤との連携が期待されており、今回日本で初めて^(注4)石川県能美市のデジタル基盤とスマートホームとの連携を実現した。図4は公共IT基盤と各社の機器クラウドとを、連携基盤を介する形で連携するもので、データ連携には標準的なECHONET Lite Web APIを活用し、マルチベンダーを実現した。このサービスは、IoT家電が設置された高齢者宅を、市役所の介護ヘルパーが遠隔で見守るシステムであり、機器の操作状態による被介護者の行動や、室温など部屋の状態を見守ることで、ヘルパー人材の人手不足解消や業務効率化などが実現できる。今後この仕組みを拡張した形での防災DX(Digital Transformation)の検討を進めており、更なる社会課題解決方法として期待されている。

(注4) IoT機器を持つ複数メーカーの生活家電で、地域高齢者らを見守るシステムとして。2023年10月2日時点、シャープ^(株)調べ。

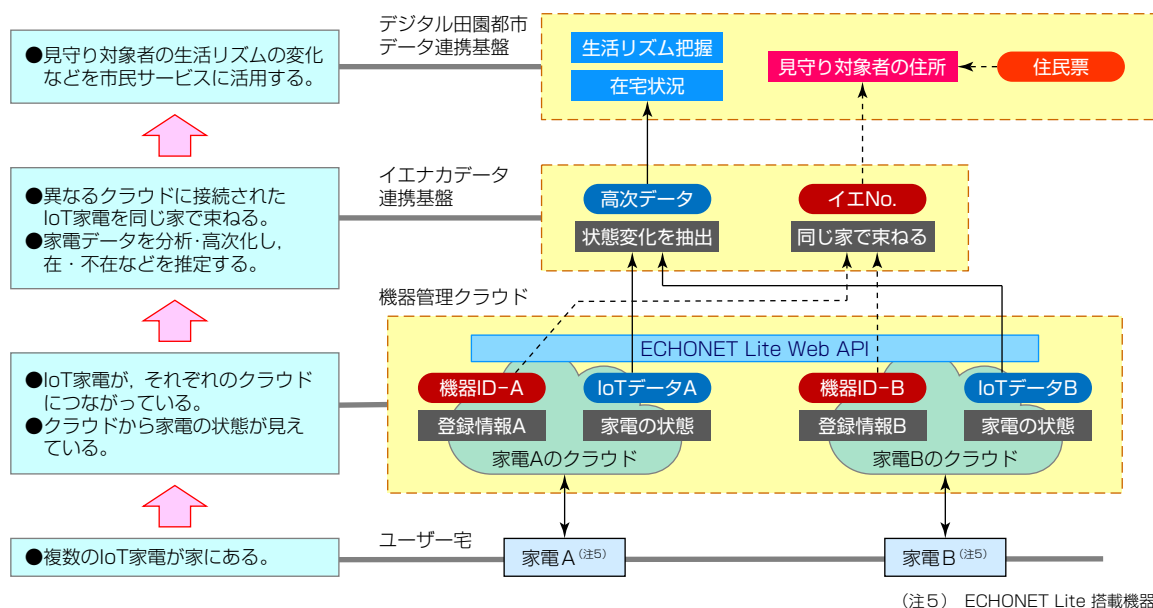


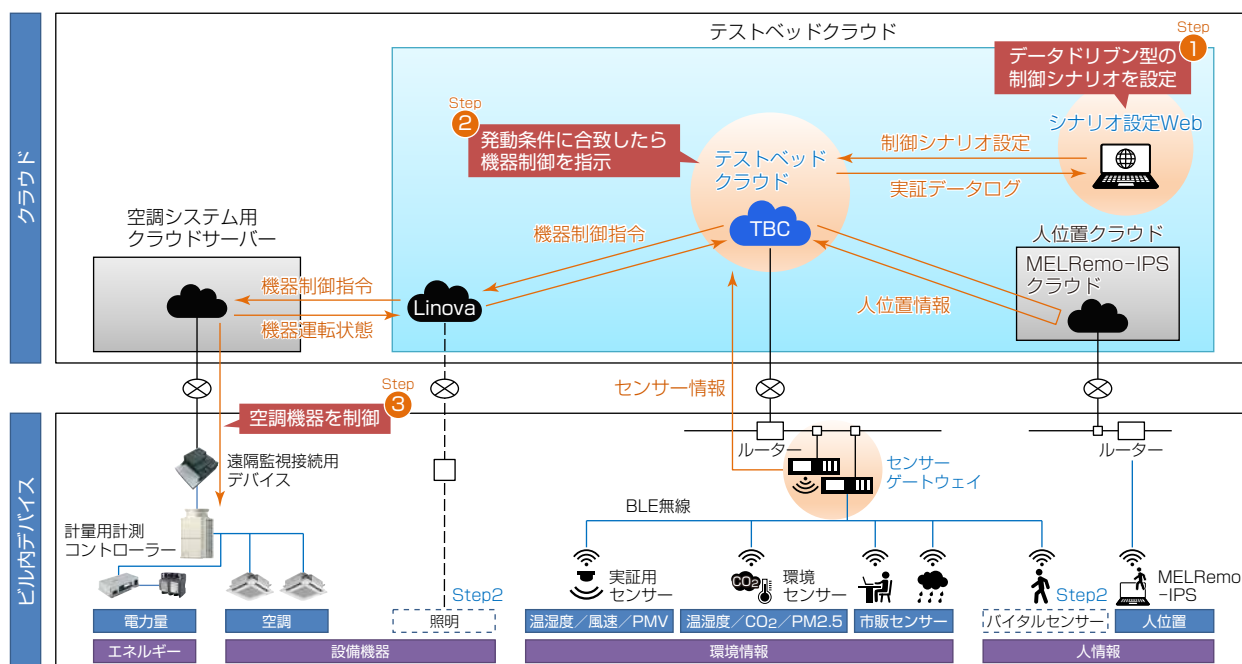
図4-能美市の高齢者見守りサービス

4. “暮らす”から“働く”へ、ソリューション拡大に向けた取り組み

ライフソリューションでは、家庭の暮らしの領域だけではなく、職場の暮らしでも快適な環境を提供していく。ZEB(net Zero Energy Building)やウェルビーイングといった、省エネルギー、快適、生産性の高い環境の提供は、オフィスソリューションの一つである。ここでは、オフィスでの空調環境を、いかに最適な状態にできるかを簡単に試行できる研究開発事例について述べる。

4.1 物件ごとにカスタマイズ可能な空調ソリューション基盤

近年のスマートビル構想では、オフィスビル内の居室環境データの変化に応じて空調等の設備機器を制御するデータドリブン型の制御システムが求められており、ビルの構造、断熱性などが異なる物件ごとにカスタマイズした設備機器制御が必要とされている。しかしながら、物件ごとにカスタマイズした制御を行うためには、省エネルギー性／快適性の制御を実物件で何度も試行する制御プログラムを開発するなど開発費用や開発期間がかさむため、カスタマイズ制御を行う物件は少なかった。このような物件に対しても、居室環境をより良い空間に変えていくためのソリューションを実現できる基盤として、誰でも簡単にノーコード(プログラム実装不要)でデータドリブン型の制御が試行できるテストベッドクラウドシステムを研究開発中である。このシステムでは、各種センサー値、設備機器の状態のほか、人の位置情報もクラウド上に集約し、環境データやエリア内の人数変化に応じた設備機器制御をクラウドベースで行う構成とし(図5)、制御シナリオの設定は、Webブラウザで“時刻”“入力”“演算”“判定”“出力”の各機能ブロックをドラッグ&ドロップで配置して内容設定が可能な、誰にでも容易に設定可能なユーザーインターフェースにしている(図6)。このシステムを用いることで、“室温が一定温度を超えたら特定エリアの空調機を運転”“会議室に人が来たら自動的に空調を運転”“CO₂濃度が一定値を超えたら換気を強運転”などの制御シナリオが10分程度で設定／即時実行できるため、制御検討／効果検証のサイクルを短期間で回すことが可能になり、物件にとって最適な制御をより短期間で検証可能になる。このシステムは現在、当社内のオフィスで実証運用中であり、新たな機能は順次追加していく予定である。



PMV : Predicted Mean Vote, BLE : Bluetooth Low Energy

図5-テストベッドクラウドシステム構成



図6-制御シナリオ設定画面例

5. む す び

当社はあらゆる生活空間において、快適で安全・安心な環境を創造するライフソリューションを引き続き提供していく。直近のソリューション型サービス事例とそれを実現するIoT基盤の進化を述べた。また、ホームを起点とし、Web APIを通じたサービス事業者との共創で実現する社会課題の解決に向けた取組みを述べた。最後に、“暮らす”から“働く”へソリューションの拡大を可能にする物件ごとにカスタマイズ可能な空調ソリューション基盤の事例を示した。

参 考 文 献

- (1) 一般社団法人 エコネットコンソーシアム：ECHONET Lite Web APIガイドライン
https://echonet.jp/web_api_guideline/
- (2) 資源エネルギー庁：機器のDRready要件に係る方向性
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/dr_ready/pdf/001_04_00.pdf

~~~~~

# ルームエアコン“霧ヶ峰Zシリーズ” での消費電力の抑制技術

川島 惇\*  
Atsushi Kawashima  
佐藤雅一\*  
Masakazu Sato  
立田康介†  
Kosuke Tatsuta

Power Consumption Reduction Technology Applied in Room Air  
Conditioner "Kirigamine Z Series"

\*静岡製作所  
†設計システム技術センター

## 要 旨

三菱電機は2023年10月に2024年度家庭用ルームエアコン“霧ヶ峰Zシリーズ”を発売した。これは機器自体の効率を向上させつつ、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)収束後の生活に対して、快適性を維持したまま、無駄な消費電力の発生を抑制する新機能を搭載したルームエアコンである。

この新機能は、起動時の消費電力を抑制する新しい制御アルゴリズムと、霜取り運転頻度を削減することで消費電力を抑制する新しい制御アルゴリズムを特徴としている。これによって、ルームエアコンのエネルギー効率向上に寄与し、環境負荷低減に貢献する。

## 1. ま え が き

これまで、当社ルームエアコンの開発では、近年の住宅断熱性能向上やCOVID-19の流行に伴う在宅時間の増加に合わせて、長時間運転時の快適性と省エネルギー性を高めることに取り組んできた。2023年度は、リビングが“くつろぎ”の場から“くつろぎ+仕事、学習”の場に変化してきたことに合わせて、バイタルセンサー“エモコアイ”によって、人の気持ちに合わせた新たな快適性を創出してきた。

COVID-19は、感染症法上の位置付けが2023年5月に5類感染症へ移行した。感染症によって根付いた在宅勤務の慣行は感染症収束後も持続しており、ルームエアコンの長時間運転時の快適性と省エネルギー性の両立は、これまでと同様に求められている。その一方で、5類移行後には外出機会を感染症拡大前と同程度にしたい人と感染症拡大前よりも多くしたい人の合計は8割程度となっており(図1)、外出時など部屋に人がいないときにはルームエアコンを停止する人が半数以上を占める(図2)。さらに当社GPS(Global Positioning System)連動機能によって自宅から離れると自動で運転を停止する機能を考慮すると、外出によってルームエアコンを起動・停止させる頻度は、感染症流行中よりも増えると予測された。このように今後の人々の生活を考慮すると、起動・停止時の快適性と省エネルギー性は特に重要性を増しているが、その改善にはこれまで着手してきておらず検討の余地があった。

そこで、2024年度の家庭用ルームエアコン霧ヶ峰Zシリーズの開発では、外出と在宅のベストミックスが主流になる生活様式に対して、新たな省エネルギー効果の創出に取り組んだ。本稿では主に起動時の省エネルギー効果創出について述べるとともに、在室時に求められる長時間運転での省エネルギー効果創出についても述べる。

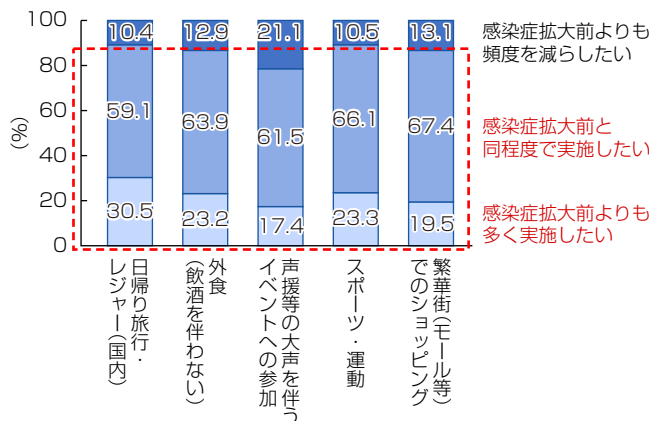


図1-5類移行後の活動希望<sup>(1)</sup>

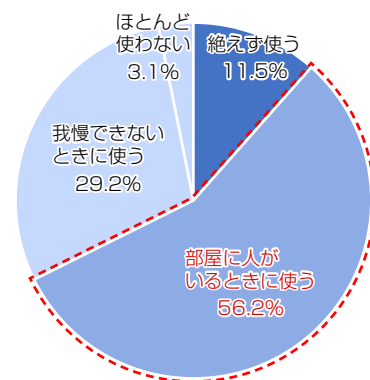


図2-ルームエアコンの使用状況  
(当社調べ、令和4年夏消費者態度調査 N=2,914)

## 2. 新機能“エコスタート”

“エコスタート”は2024年度 霧ヶ峰Zシリーズに搭載した新しい機能である。これは、従来のルームエアコン起動時の課題を整理した上で、省エネルギー性改善に対する有効な施策として開発したものである。

### 2.1 ルームエアコン起動時の従来の課題

5類移行後は、休日にレジャー等で外出することが増える世帯や、在宅勤務の実施頻度が減り平日も日中は不在となる世帯が多く存在する。このような世帯では、外出時にルームエアコンを停止し、帰宅時かその少し前に再起動させるシーンが想定される。暖房シーズンを仮定すると、日中から夕方と比較的外気温が高い時間帯にルームエアコンを起動することが想定され、空調負荷としてはあまり大きくない場面になる。

空調負荷に対するルームエアコンの動作は、一般的に、暖房起動直後は設定室温まで到達するために圧縮機の回転数を高めて暖房能力の高い運転を行う。そして、室温が設定室温に近づくにつれて圧縮機の回転数を低下させ、室温安定に必要な暖房能力まで低下させる。従来のルームエアコンでは、室温変動に対する圧縮機回転数の変化量は、全国の標準的な空調条件から当社であらかじめ設定した固定値になっており、暖まらず不快を感じることがないように設定していた。しかし、据付先の空調負荷条件は様々であり、先に述べたように空調負荷が小さい場合は低能力でも室温が安定する。場合によっては、標準的な条件で設定した値では室温上昇に伴う圧縮機回転数の低下が遅く、暖房能力の低下が追い付かずに室温の暖め過ぎの状態を起こしていた(図3)。暖め過ぎによって無駄な消費電力が発生しており、省エネルギー性改善の余地があった。

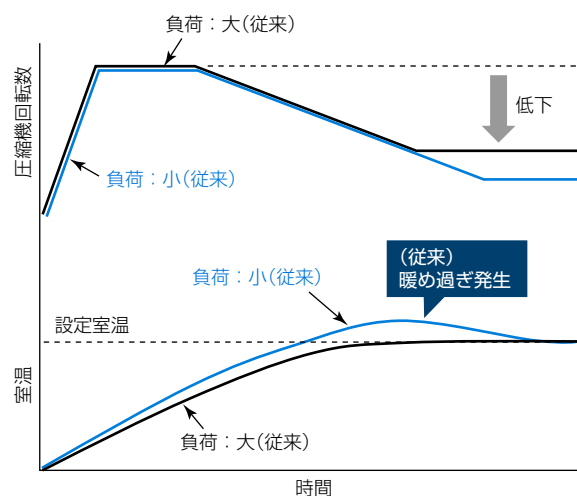


図3-空調負荷の違いによる制御動作の違い(イメージ)

### 2.2 エコスタートの開発

エアコン起動から設定室温に早く到達し、かつ到達後に暖め過ぎや冷やし過ぎがない、オーバーシュート量が小さいことが、理想的な起動時の動作である。2.1節に述べたように、空調負荷条件によっては起動時に暖め過ぎや冷やし過ぎが起きており、その解決には従来固定値としていた圧縮機周波数の変化量を空調負荷条件に合わせて変化させることが有効である。

ある空調負荷条件での暖房時の圧縮機回転数の変化量と室温の変動(図4)を考えると、起動から瞬時に設定室温まで到達することが最も理想的だが、現実にはルームエアコン起動時の能力の立ち上がりまでの時間や、部屋の熱容量の影響等で実現が難しい。現実としては、設定室温と現在室温の偏差に対して、圧縮機回転数の変化量が大きいと室温の振動が大きく、快適性を損なう。一方、圧縮機回転数の変化量が小さいと、2.1節に述べたとおり室温の暖め過ぎや冷やし過ぎが発生する。どちらの場合も理想的な動きにはならず、 unnecessaryな圧縮機回転数の上昇や圧縮機回転数低下の遅れによって、無駄な消費電力が発生する。

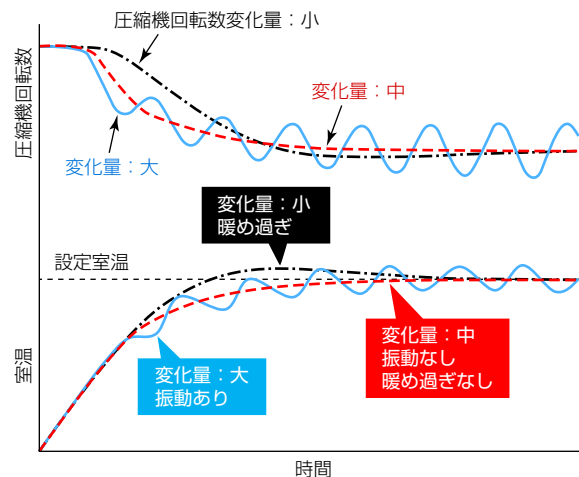


図4-圧縮機回転数変化量の違いによる室温変動の違い(イメージ)

この課題に対して、ルームエアコン自体が起動運転中に未来の応答をモデルで予測しながら、圧縮機回転数の変化量を調整するモデル予測制御を用いたアルゴリズムを検討した。検討した方法は次のとおりである。第1ステップとしてエアコン起動時から時々刻々の運転データを機器内部に記録する。第2ステップでは、第1ステップで記録した運転データを基に、据付先の空調負荷状況を物理モデルに基づいて同定する。第3ステップでは、第2ステップで同定した空調負荷を基に、圧縮機回転数の変化量と室温の変化の関係を推定し、部屋にとって最適な圧縮機回転数の変化量を抽出する。これを決められた時間間隔で行うことで、設定室温までの到達時間を遅くすることなく、かつ暖め過ぎ冷え過ぎを抑えることができる効果を目指すものであった。

しかし、この方法では計算量及び管理するデータ量が膨大になり、ルームエアコンに備え付けられているマイコンでは計算演算量が多過ぎることやメモリーが不足することが課題として挙げられた。代替案として当社のクラウドサーバーにルームエアコンを接続し、クラウドサーバー上でデータ管理や最適な圧縮機回転数の変化量を演算する方法も検討した。この方法は機能を果たす上で理想的であったが、ネットワークに接続していないユーザーには使えないという欠点があった。

そこで、当社はデータドリブンで制御定数を決定する新しい制御アルゴリズムを開発した。具体的には、起動運転の結果から物理モデルに基づいて空調負荷を推定し、推定した空調負荷に最適な制御定数をシミュレーションによって決定するものである。その結果、圧縮機回転数の変化量をルームエアコン自体が現地の空調負荷状況に合わせて自動的にチューニングするというコンセプトを変えることなく、先に述べた方法に対して比較的少ないデータ量と演算量で効果が得られるようになった。これによって、機器にアルゴリズムを搭載可能になり、対象ユーザーを限定することなく、設定室温への到達時間を遅らせずに暖め過ぎ冷え過ぎを抑える機能を実現した。

### 2.3 エコスタートの効果

エコスタートの効果を検証するため、当社の環境試験室で、開発した新制御の暖房時の快適性と省エネルギー効果を実測し、従来制御と比較した。ここでは、帰宅時を想定した際の効果を測定しており、外気温は東京の日中の気温を想定している。新制御では従来制御に対して、起動から室温が設定室温に到達するまでの時間を遅くすることなく、暖め過ぎを抑えられたことを確認できた(図5)。これによって、起動から設定室温に安定するまでの30分間の積算消費電力量を7.6%<sup>(注1)</sup>抑制する効果を得た。また、冷房時の実測も行い、新制御は冷房起動時にも8.1%<sup>(注1)</sup>の省エネルギー効果を発揮することを確認した(図6)。

(注1) MSZ-ZW4024S 当社環境試験室(16畳)で、暖房時は外気12℃、室温設定20℃、起動から室温安定までの30分の比較。冷房時は外気35℃、室温設定27℃、起動から室温安定までの40分の比較。

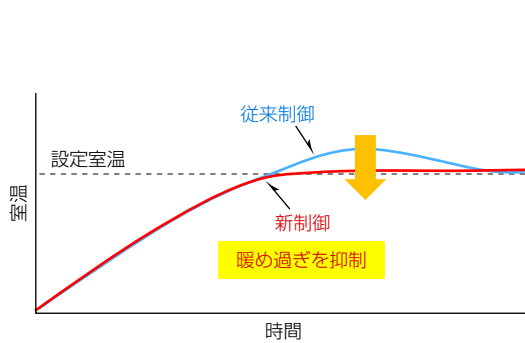


図5-暖房起動時の室温変化(イメージ)

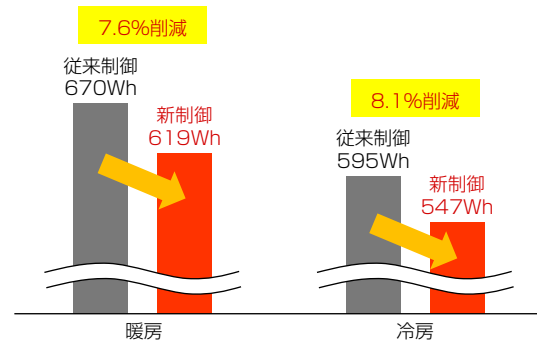


図6-エアコン起動時の新制御と従来制御の消費電力比較

### 3. 新機能“快適ロング暖房”

長時間運転での省エネルギー効果創出について述べる。2024年度 霧ヶ峰Zシリーズに搭載した“快適ロング暖房”は、霜取り運転頻度を削減することで消費電力を抑制する機能である。

低外気温かつ高湿度の条件では、外気中の水分が霜として室外機の熱交換器に付着することで熱交換が阻害されて暖房能力が低下する。その霜を取り除くために一旦暖房を停止し、室外熱交換器を温める霜取り運転を行う(図7)。霜取り運転では暖房運転を停止するため、室温が低下し快適性が悪化する。室温が低下すると、室温を元の温度に戻そうとして、霜取り運転後の起動時は霜取り運転前よりも高い暖房能力が必要になり、霜取り運転を行わず暖房運転を継続した場合よりも大きな電力を消費する。

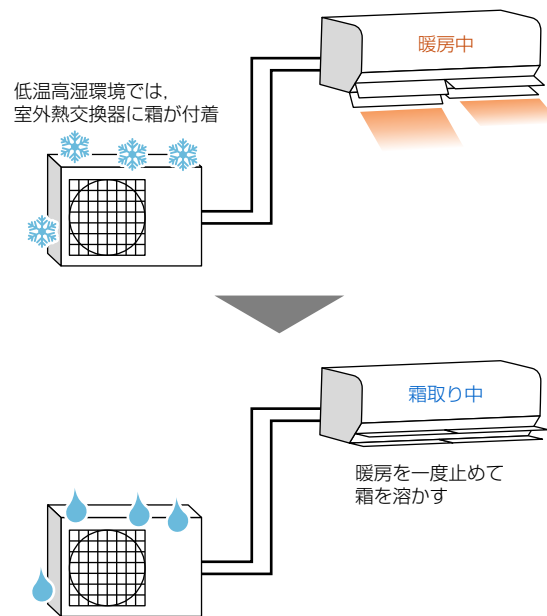


図7-霜取り運転

従来は室外熱交換器の着霜を検知する精度が高くなく、条件によっては着霜量が少ない状態でも霜取り運転を行う場合があった。そこで、着霜の検知精度を高める当社独自のアルゴリズムを開発した。開発に当たっては、実際の運転データを収集し分析するために3シーズンにわたって北海道や東京等、全国14か所で冬季の実地試験を実施した。そのデータ群を活用して当社独自の制御ロジックを開発することで、霜取り頻度を減らして快適性と省エネルギー性の両立を図った。これによって、着霜量が少ない場合の霜取り頻度を削減(図8)し、消費電力量を従来制御に対して4.6%抑制した<sup>(注2)</sup>。

(注2) MSZ-ZW4024S 当社環境試験室(16畳)で外気2℃、相対湿度50%、室温設定23℃での運転。90分運転時の従来制御での消費電力量2,187Whと新制御での消費電力量2,086Whとの比較。

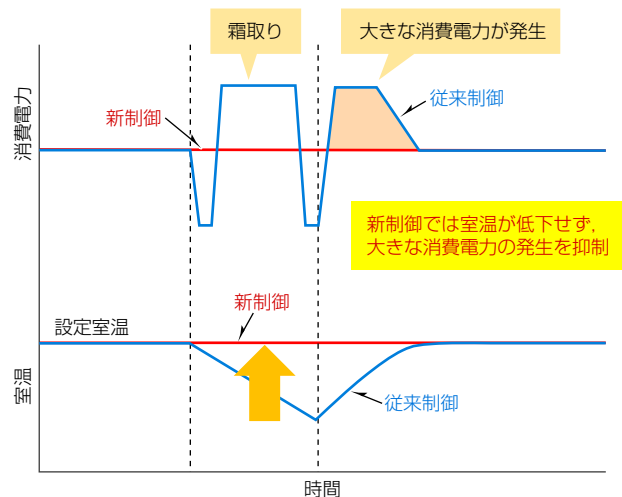


図8-従来制御と新制御の比較(イメージ)

## 4. 2024年度 霧ヶ峰Zシリーズの受賞

3章に述べた省エネルギー効果やその他の機能等が総合的に評価され、2024年度 霧ヶ峰Zシリーズは次の賞を受賞している。

- (1) 一般財団法人 省エネルギーセンター主催 2023年度(令和5年度)省エネ大賞<sup>(注3)</sup> 製品・ビジネスモデル部門 資源エネルギー庁長官賞

“省エネ大賞”は、日本の産業、業務、運輸各部門での優れた省エネルギーの取り組みや、先進的で高効率な省エネルギー型製品などを表彰する制度である。

- (2) 一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター主催 令和6年度デマンドサイドマネジメント表彰 優秀賞(機器部門)

“デマンドサイドマネジメント表彰”は、電気需要最適化に資すると認められる機器及び総合システム(電気需要最適化システム)を広く公募し、そのうち特に優れたものを表彰することによって、“電気需要最適化システム”の一層の普及及び社会への啓発を図ることを目的とする表彰制度である。

(注3) 省エネ大賞は、一般財団法人 省エネルギーセンターの登録商標である。

## 5. む す び

当社ルームエアコンで、起動時の快適性と省エネルギー性の両立を実現するために、新機能のエコスタートを開発した。この機能は、据付先の空調負荷状況に適応した制御量をエアコン自体が算出し、動作させるものである。これによって、起動時の暖め過ぎや冷やし過ぎを防止するとともに、起動から室温安定までの消費電力量を抑制する。また、新機能の快適ロング暖房によって、着霜量が少ない場合の霜取り頻度を削減することで、長時間運転時の消費電力量を抑制する。

当社は、引き続き省エネルギー技術や省エネルギー型製品を開発し、社会課題である環境負荷低減に貢献していく。

## 参 考 文 献

- (1) 内閣府：第6回 新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査(2023)  
[https://www5.cao.go.jp/keizai2/wellbeing/covid/pdf/result6\\_covid.pdf](https://www5.cao.go.jp/keizai2/wellbeing/covid/pdf/result6_covid.pdf)

# 低GWP冷媒を使用した マルチ空調システム

Multi Air-conditioning System Using Low Global Warming Potential Refrigerant

\*静岡製作所

## 要 旨

温室効果ガスによる地球温暖化への影響を抑制するため、各国排出量に対する規制を強化しており、欧州では地球温暖化係数(Global Warming Potential：GWP)の低い冷媒への転換が要求されている。そこで、三菱電機の従来機種で使用していたR410A冷媒に代わって、低GWPのR32冷媒を用いたマルチ空調システムを開発した。R410A冷媒のGWP値：2088<sup>(1)</sup>に対して、R32冷媒ではGWP値：675<sup>(1)</sup>であり大幅なGWP値削減になる。しかし、R32は微燃性冷媒であり、システム冷媒量が多くなる傾向のマルチ空調機に用いるに当たっては燃焼・爆発に備えた安全対策が必要になる。そのため、安全対策を考慮し、環境負荷を低減するR32冷媒を用いたマルチ空調システムを開発し、製品化した。

## 1. ま え が き

空調機に用いられる冷媒は、環境への影響からより環境負荷の低いものへとシフトしてきた。当社では、ルームエアコンとパッケージエアコンでR22冷媒(HCFC)からオゾン層を破壊しないR410A冷媒(HFC)への転換を実施している。加えて、更なる環境への負担軽減を目指して、よりGWP値の低いR32冷媒への置き換えを進めている。図1(a)に示した室外機と室内機が1対1又は同時運転のシステム(以下“シングルシステム”という。)では既にR32機種への置き換えを実施している。

しかし、R32冷媒は従来の冷媒と比較し、微燃性を持つという特徴がある。図1(b)に示すように1台の室外機に複数の室内機が接続され、1システム当たりの冷媒量が多くなるマルチ空調機(以下“マルチシステム”という。)では、冷媒漏えい時の燃焼安全対策が課題になっていた。そのため、マルチシステムでは冷媒量の少ない小型のハウジングマルチ機種を除きR410A冷媒を継続して使用してきた。

今回、環境負荷を低減するR32冷媒を用いたマルチ空調システムを開発した(図2)。

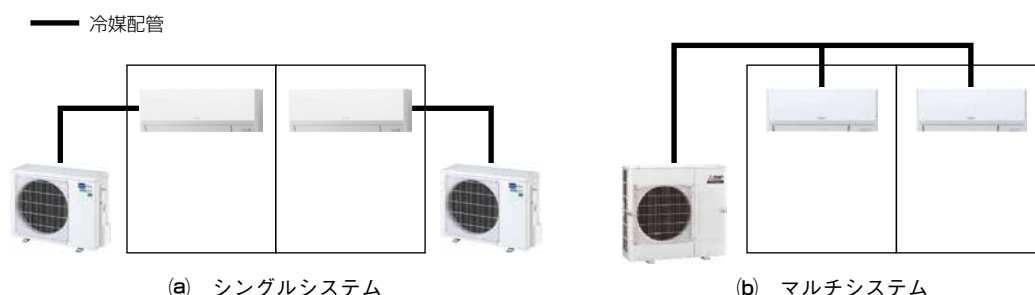


図1-シングルシステムとマルチシステム



図2- R32冷媒を用いた“PUMY-SMシリーズ”室外機

## 2. 市場状況と開発のねらい

欧州市場は特に環境への関心が高く、空調機の冷媒として使われているフッ素化ガスについてはF-Gas規制(Regulation (EU) No.517<sup>(2)</sup>)によって使用総量が規制されている。

現在マルチ空調機に使われているR410A冷媒についてはGWP値2088<sup>(1)</sup>と高い上に、マルチシステムでは使用冷媒量も多いため、早急な低GWP冷媒への移行が求められる。今回の開発では、代替冷媒としてGWP値675<sup>(1)</sup>であるR32冷媒を用いて、R32冷媒の特徴である微燃性への安全対策、及び従来機種同等のシステム柔軟性の維持を実現するマルチ空調システムの開発を目標とした。

## 3. 安全対策装置の検討

複数の個別空間を1台の室外機で空調するというマルチシステムの特性上、冷媒の漏えいが発生した場合にはシステム全体の冷媒が個別の部屋に漏えいしてしまう。冷媒が室内で漏えいした場合、シングルシステムの場合と比較して多くの冷媒が室内に溜(た)まり、可燃域を生成するリスクが発生する。そのため室内への漏えいを抑制する安全対策技術の導入が不可欠になる。この点がマルチ空調でR32への転換が進んでいない要因であった。

今回、従来のシステムに“室内機への冷媒センサー”“リモコンへのアラーム発報機能”“室外機への冷媒遮断弁”の三つの要素を追加することで、安全対策を実現した。これらの要素を用いて、冷媒漏えい検知時に次の制御を行うことでIEC(International Electrotechnical Commission)規格に準拠した安全性を担保する仕様とした。

- (1) 空調空間で冷媒漏えいが発生した場合、室内機に搭載した冷媒センサーで漏えいを検知する。
- (2) 漏えいを検知すると、リモコンに内蔵したアラームが発報し、ユーザーへ漏えいを知らせるとともに室外機へ情報を伝達する。
- (3) 室外機は内蔵の冷媒遮断弁を用いて室外機へ冷媒を回収し、室内へ漏えいする冷媒量を抑制する。

### 3.1 冷媒センサー内蔵室内機

冷媒漏えいを検知するセンサーを室内機に内蔵した。漏えいは微小な漏れであることが多いため、室内機の風量が大きな状態で運転していると空気が攪拌(かくはん)されて、検知精度が落ちる可能性がある。

このシステムではセンサー位置の検討・実機での漏えい検知試験を行い、最大風量で運転している場合でも漏えいを検知できる仕様を確立した。

また、室内機へ内蔵するに当たって、冷媒で冷やされた空気によってセンサー回路基板が結露することを防ぐため、パッキンを用いた密閉構造にして基板への空気の流入を防ぐ仕様にした。

### 3.2 アラーム内蔵リモコン

居室に漏えいを知らせるアラームはリモコンに内蔵とした。通常の操作で使うリモコンとアラームを共通にすることで、追加のアラームが不要なシステムを実現した。

### 3.3 冷媒遮断弁内蔵室外機

冷媒漏えい時、室内に漏えいする冷媒量を最小限にするためには、室内機の手前側で冷媒を遮断する必要がある。各室内機の根元に遮断弁を取り付けて、漏えい発生時に遮断するという方法も考えられるが、この方式では室内機ごとに遮断弁の設置・配線が必要になるため必要部材の増加・工事負荷の増加が課題となる。

そこで、室外機に遮断弁を搭載するシステムを検討した。室外機に遮断弁を内蔵すれば、施工時の追加部材は不要になり、従来同様に室外機の据付だけで済ませることができる。しかし、室外機に遮断弁を設置した場合、室外機—室内機間の配管や、他室内機に溜まった冷媒が漏えいして、室内機ごとに遮断弁を設置した場合に比べて漏えいする冷媒量が多くなるデメリットがあった。

この対策として、室外機に遮断弁を搭載するとともに、冷媒回収運転を行うことで、配管や他室内機に溜まった冷媒を室外機に回収し、冷媒漏えい量を削減したシステムを実現した。遮断弁は液管・ガス管それぞれに設置し、この遮断弁を

用いて室外機移設時に行う冷媒回収(ポンプダウン)と同等の動作を自動的に行う。

室内機・リモコン・室外機それぞれに安全対策要素を内蔵することで、従来のシステムに対して据付時の追加部材が不要でありつつ、従来同等の施工性を実現した(図3)。漏えい検知時の動作を図4に示す。

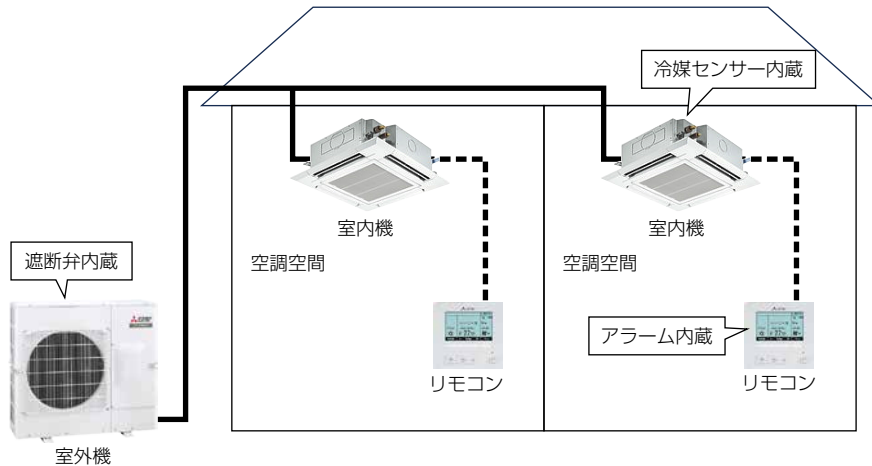


図3-安全対策装置を搭載したマルチ空調のシステム図

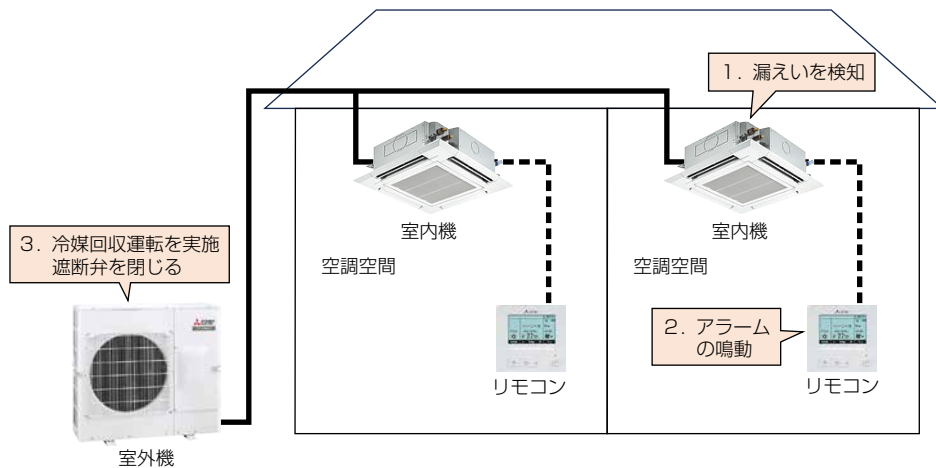


図4-漏えい検知時の動作

#### 4. システム柔軟性の維持(分岐Boxシステム)

当社マルチ空調システムでは、室内機と室外機を直接接続する“水道管方式”に加えて、分岐Boxを経由して接続する“分岐Box方式”がある。分岐Box方式では分岐Boxが冷媒の分配・制御、通信の変換を行うことで既存のシングルシステムで用いられるルームエアコンやハウジングエアコン、パッケージエアコンの室内機をそのまま利用可能にしている。

今回の開発機種ではこの分岐Boxシステムでも安全対策を行い、R32冷媒への対応を実現した。分岐Boxを用いたシステムでは、先に述べたとおり、既存の室内機が接続可能であるという特長を維持するため、安全対策のない既存の室内機を接続可能にする別置き“センサーアラームキット”と、これと接続可能な分岐Boxを新規に開発した(図5、図6)。

このセンサーアラームキットを分岐Boxに接続し、各室内に据え付けることで、冷媒センサー・アラームの機能を受け持つことができる。これによって、微燃性冷媒に対する安全性を確保した上で、分岐Box方式の特徴である幅広い室内機バリエーションを維持したラインアップの展開を可能にした。センサーアラームキットと分岐Boxを用いたシステム図を図7に示す。



図5- センサーアラームキットPAC-SK60SA-E



図6- 分岐Box PAC-MMK40BC

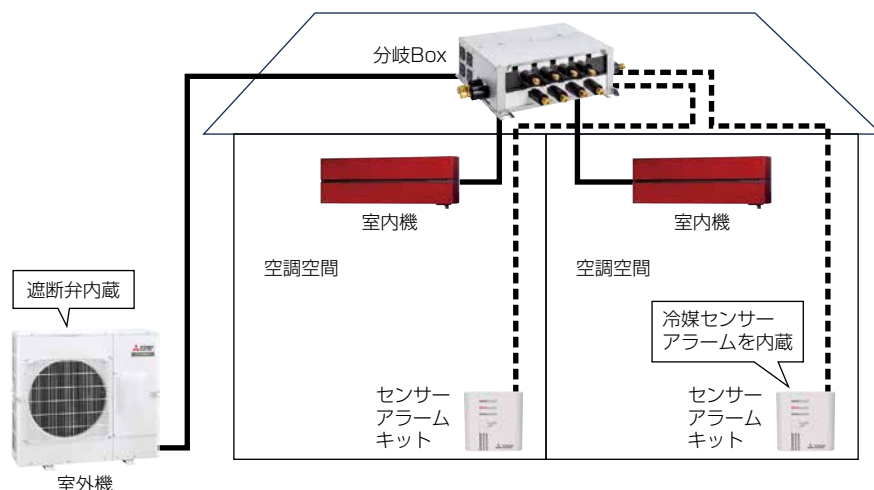


図7-センサーアラームキットと分岐Boxを用いたシステム図

## 5. む す び

今回、欧州向けマルチ空調機の低GWP冷媒化対応として冷媒漏えい時の安全性を確保しつつ、システムの柔軟性を維持したR32マルチシステムの開発を行った。この機種を起点として各国へ低GWP冷媒を使用したマルチ空調システムの展開を行い(日本国内向け“Fitマルチ”については2024年9月発売)、更なる地球温暖化防止・カーボンニュートラルの実現に貢献していく。

## 参 考 文 献

- (1) The Intergovernmental Panel on Climate Change : AR4 Climate Change 2007: The Physical Science Basis  
<https://www.ipcc.ch/report/ar4/wgl1/>
- (2) the European Union : Regulation (EU) 2024/573 of the European Parliament and of the Council of 7 February 2024 on fluorinated greenhouse gases, amending Directive (EU) 2019/1937 and repealing Regulation (EU) No 517/2014 (2024)  
<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/573/oj>

# 室外機向けVFT熱交換器による ビル用マルチエアコンの省エネルギー性向上

八柳 暁\*  
Akira Yatsuyanagi  
藪内宏典\*  
Hironori Yabuuchi  
尾中洋次†  
Yoji Onaka

足立理人†  
Rihito Adachi  
岸田七海†  
Nanami Kishida

Improved Energy Efficiency of Multi-Air Conditioners for Buildings  
Using VFT Heat Exchangers for Outdoor Units

\*冷熱システム製作所  
†先端技術総合研究所

## 要 旨

業界最高クラスの伝熱性能を実現するVFT(Vertical Flat Tube)熱交換器を開発し、ビル用マルチエアコン室外機への実装を実現した。VFT熱交換器の室外機への実装時には、伝熱管である扁平(へんぺい)管内部の冷媒の流れ方向が従来の水平方向から垂直方向へ変更になったことによって、冷房運転で冷媒が扁平管の内部を上昇する際に、ガスから液へと相変化した冷媒が持ち上がらず熱交換器下部に滞留する点、暖房運転で熱交換器に流れる冷媒の分配を制御する分配器内での冷凍機油の滞留によって冷媒分配が悪化する点の2点が課題であった。

今回、冷房運転時の課題に対しては、冷媒の流速を高い状態に維持しながら、冷媒を均等に分配できる流路構造を採用することで解決した。暖房運転時の課題に対しては、分配器内に返油経路を設けることで解決し、良好な冷媒分配を実現した。これらの技術の適用によって、省エネルギー性の向上を実現した。

## 1. ま え が き

昨今の空調機に対しては、グローバルなカーボンニュートラルの意識の高まりによって省エネルギー性の更なる改善が求められている。日本国内の建築業界では、ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)対応がトレンドであり、今後、建築物省エネ法による省エネルギー基準適合義務等でZEBの更なる拡大が見込まれる。2050年までのカーボンニュートラル(温室効果ガス排出量正味ゼロ)実現に向けて、2025年4月から、原則全ての新築住宅・非住宅に対して、省エネルギー基準への適合が義務化される。

また、世界的な冷媒規制強化の中で、空調冷熱機器の低GWP(Global Warming Potential)化・省冷媒化も急務になっている。日本国内では、フロン排出抑制法によって製造事業者に対して低GWP冷媒の採用を求める指定製品化<sup>(1)</sup>が規定されており、空調機では先行する家庭用や店舗用に加えて、ビル用マルチエアコンについても2025年に指定製品化されることが決定し、対象機種での目標GWP達成が求められる。

## 2. 機 種 戦 略

世界的な脱炭素化の加速に伴う冷媒規制、国内ZEB対応や各国のMEPS(Minimum Energy Performance Standards: 最小エネルギー性能標準)規制の強化に対応し、省冷媒化を実現してグローバルな社会課題の解決に貢献していくためには、キーパーツである熱交換器の性能改善が重要である。

熱交換器の高性能化には伝熱管の細径高密度化が効果的であり、これまでも扁平管を採用したHFT(Horizontal Flat Tube)熱交換器の導入を進めてきた。しかしながら、従来のHFT熱交換器では、省エネルギー性改善のために伝熱管とフィンを高密度に実装すると、狭い間隔で配置された伝熱管に対して冷媒を適切に分配するために冷媒分配器の構造が複雑化する。さらに、従来の熱交換器では上下方向に配置された多数の伝熱管に対する冷媒分配方式のため、重力の影響によって低負荷での冷媒分配性能が悪化して省エネルギー性が低下することが課題であった。そこで、この課題を解決し省エネルギー性を向上するVFT熱交換器を開発した。

図1に、HFT熱交換器を使用した従来の機種とVFT熱交換器を使用した新機種での冷暖平均COP(Coefficient Of Performance)の比較を示す。また、HFT熱交換器とVFT熱交換器それぞれの構造と冷媒の流れを図2に示す。

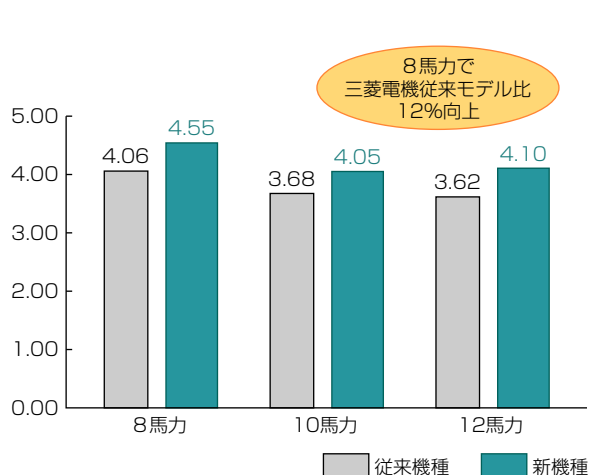


図1-冷暖平均定格COP 従来機種と新機種の比較

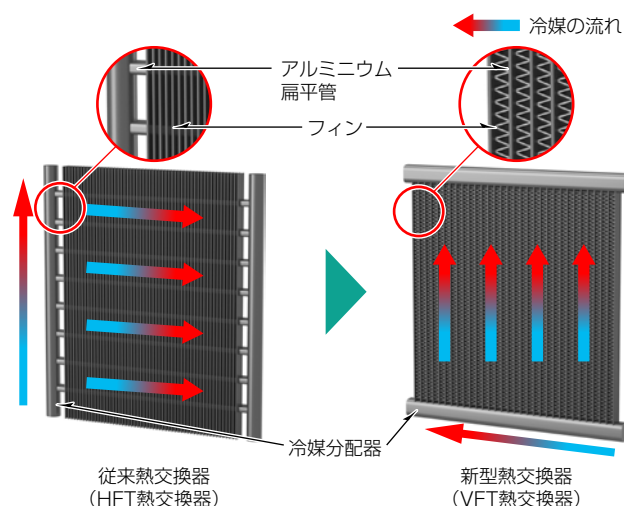


図2-従来熱交換器 (HFT) と新型熱交換器 (VFT)

### 3. VFT熱交換器の要素技術

VFT熱交換器を実装することで、冷媒分配器の構造を過度に複雑化することなく省エネルギー性を向上できる要素技術について述べる。扁平管を狭い間隔で配置し、フィンに伝熱を促進する切れ込み(ルーバー)を多数設けることで、熱交換器の伝熱性能を大幅に向上させることができる。また、冷媒分配器を水平方向に延びるように配置することで、重力の影響による冷媒分配の悪化を抑制する。このことから、VFT熱交換器は、細径高密度化に伴う課題を解決しながら、省エネルギー性を向上可能な熱交換器形態と言える。しかしながら、VFT熱交換器には、暖房運転で室外機の熱交換器内部を低温のガス冷媒と液冷媒が流れる場合に生じる技術課題が大きく二つある。それらの技術課題を解決した取組みについて述べる。

暖房運転では熱交換器の内部を低温の冷媒が流れるため、空気と熱交換したときに結露や着霜が発生することがある。VFT熱交換器ではルーバーを設けたコルゲートフィン(波状フィン)を上下方向に延びるように配置するため、結露水や除霜運転で発生する融解水を排出する際は、重力による水の落下方向に多数存在するフィンを通過しなければならず、排水が著しく遅くなるという課題がある。そこで、排水時に水分に作用する表面張力の影響を抑制するルーバー形状、排水スリット構造を開発してスムーズな排水を実現した。さらに、水分をまとめて下方に落下させる中央スリットを形成することで、従来のHFT熱交換器並みの排水性を実現した(図3)。

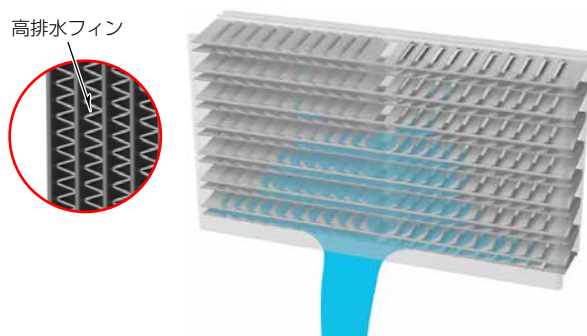


図3-コルゲートフィンの排水

冷媒分配器については、水平方向に延びるように配置することで、細径高密度化に伴う課題であった重力の影響による冷媒分配の悪化を解決した。しかし、液冷媒が慣性の影響でヘッダー奥側に集中することで、冷媒分配が偏るという課題があった。そこで、小穴を持つ配管(シャワーパイプ)をヘッダー内部に配置して、冷媒分配の偏りを抑制する構造を開発し、ロバスト性が高く良好な冷媒分配を実現した(図4)。

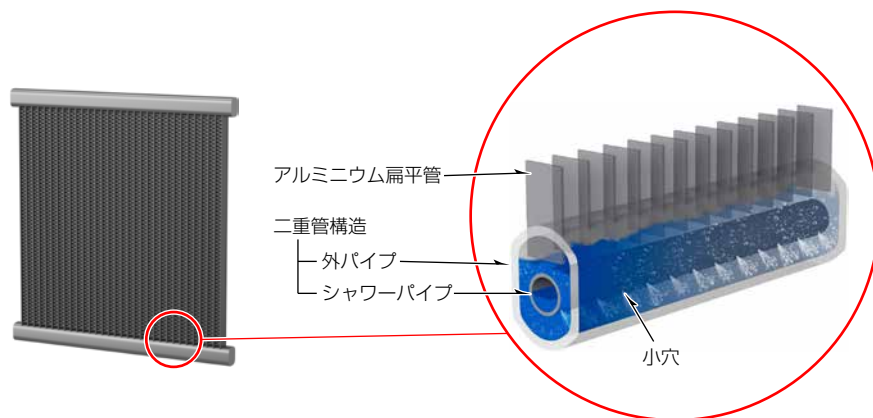


図4-水平分配器の構造

## 4. VFT熱交換器の実装技術

空調機に熱交換器を実装する際には、要素技術の改善だけでなく、運転モードによる冷媒流れ方向の変化や、運転条件による冷媒状態、負荷の大小など、様々な使用環境で熱交換器の性能を損なわないようロバスト性を持った構造を採用する必要があります。今回、VFT熱交換器をビル用マルチエアコン室外機に搭載するに当たって、冷房運転・暖房運転のそれぞれで、良好な冷媒分配を実現する上での課題を解決した取組みについて次に述べる。

### 4.1 冷房運転時の液冷媒滞留改善

VFT熱交換器では、従来の熱交換器とは異なり、伝熱管の内部を下側から上側へ向かって冷媒が流れる領域を持つ。冷房運転時の室外熱交換器では、内部を流れる冷媒はガス状態から液状態へと変化するため、冷媒が上昇するには液状態の冷媒を上部まで持ち上げる力、すなわち冷媒の流速が必要である。冷媒の流速が小さい場合は、液状態の冷媒が上部まで持ち上がらず伝熱管内部で滞留が発生し、伝熱性能が損なわれるという課題があった。

この課題に対して、図5に示すように室外機の3面にそれぞれ独立した構造のVFT熱交換器を配置した。冷房運転時は左右面に配置した熱交換器に対して並列に冷媒を流した後、合流させた冷媒を後面に供給し、暖房時には全ての熱交換器に対して並列に冷媒を流す、冷暖可変パスを採用した。冷暖可変パスによって、冷房運転時の熱交換器の全領域で冷媒の流速を十分に確保し、液冷媒の滞留を抑制した。また、この構成を採用する場合には、後面のガス分配器で液冷媒の分配が発生するため、液分配器と同様にシャワーパイプを導入し、良好な冷媒分配を実現した(図6)。これらの技術によって、従来熱交換器を搭載したビル用マルチエアコンに対する省エネルギー性の改善を実現した。

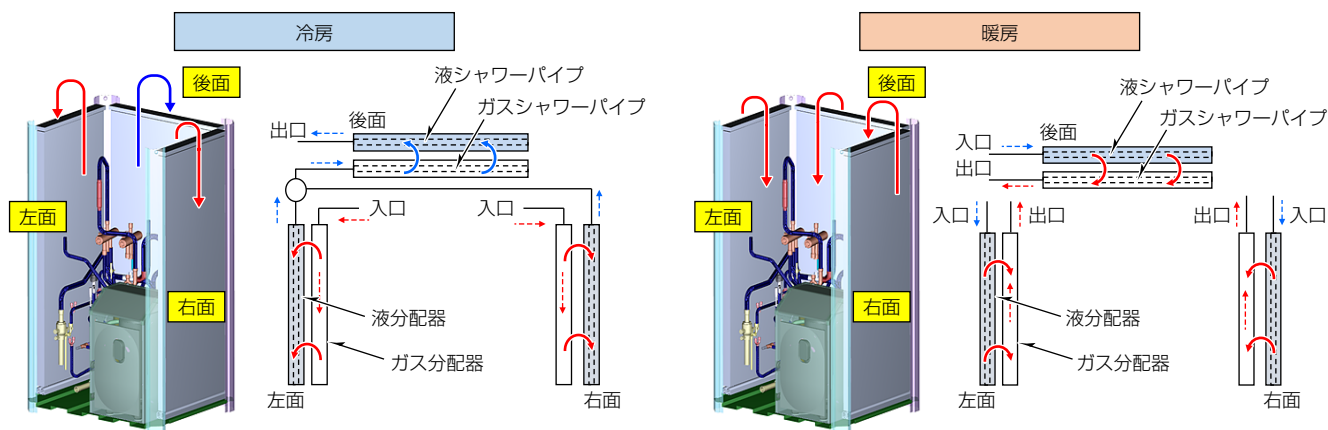


図5-VFT熱交換器の実装構造

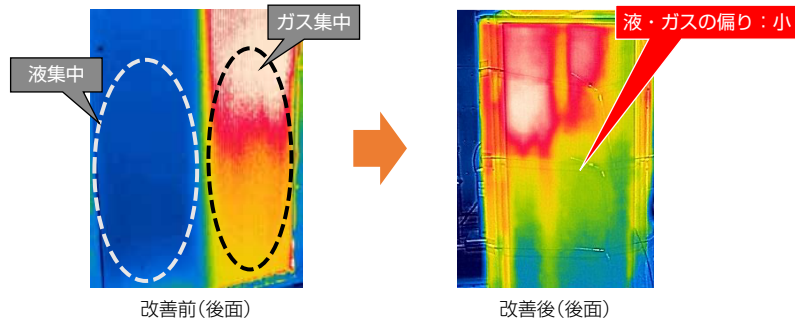


図6-VFT熱交換器後面の液冷媒滞留改善(実機サーモグラフィー)

## 4.2 暖房運転時の油滞留改善

VFT熱交換器では、4.1節で述べたとおり、冷房運転時の下流側での良好な冷媒分配のため、後面のガス分配器にシャワーパイプを導入している。シャワーパイプを固定するための仕切り板が必要であり、内部は幾つかの仕切られた空間に分けている。このとき、分配器の出口から遠いほど、冷凍機油の滞留量が大きくなり、その影響で、冷媒分配が不均一になるという課題があった。

この課題を解決するため、後面ガス分配器内部の仕切り板に対して冷凍機油を流すための穴を設けて、そこから返油が可能になる構造を採用した。その結果、冷凍機油の滞留による冷媒の分配悪化を抑制し、暖房運転時についても良好な冷媒分配を実現した(図7)。

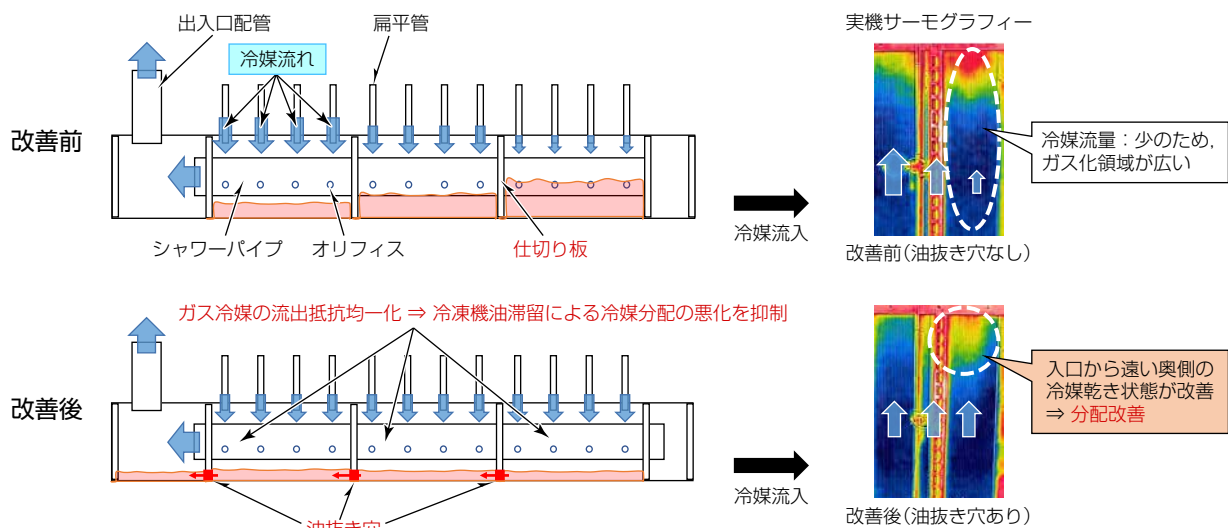


図7-水平冷媒分配器の冷凍機油滞留抑制構造

## 5. む す び

グローバルなカーボンニュートラルの加速に要求される高性能な空調機に対して、VFT熱交換器を開発し、ビル用マルチエアコンへ搭載した。冷房運転時の課題である液冷媒の滞留に対して、冷暖可変パス構成としながらガス分配器にシャワーパイプを設けることで解決した。暖房運転時は、分配器内に冷凍機油を流すための油抜き穴を配置することで、良好な冷媒分配を実現した。これらの技術の適用によって省エネルギー性を向上させた。

## 参 考 文 献

- (1) 経済産業省：エアコンディショナーの製造業者等の判断の基準となるべき事項，平成27年経済産業省告示第50号  
[https://www.meti.go.jp/policy/chemical\\_management/ozone/files/law\\_furon/law\\_furon\\_laws/230331\\_aircon\\_handan.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/ozone/files/law_furon/law_furon_laws/230331_aircon_handan.pdf)

# 全熱交換形換気機器 “業務用ロスナイ 外気処理ユニット”

Outdoor Air Processing Unit of Commercial Use Energy Recovery Ventilator "LOSSNAY"

\*中津川製作所

## 要 旨

2050年のカーボンニュートラル実現へ向けて、建物のエネルギー消費量削減を目的としたZEB(net Zero Energy Building)の普及が求められている。また、2024年4月から建設業界にも時間外労働の上限規制が適用され、現場作業者の労働時間削減に直結する製品の施工性改善は、機器メーカーとして解決すべき重要な課題になっている。開発した、DCモーターを搭載した外気処理ユニットは、500m<sup>3</sup>/hの従来機種と比較し、換気と空調エネルギーを合わせて約36%、CO<sub>2</sub>センサー装着時は更に約30%の消費エネルギー削減を見込む。また、現場での施工作業を容易にする風量制御の実装や、約14%の製品質量の削減を図るなど、省エネルギー性改善だけでなく、製品施工性改善と省資源化を達成した。

## 1. ま え が き

建築物の消費エネルギーの中で空調負荷が占める割合は大きく、オフィスビルなどの空調負荷は約30%に達している。その中で換気による外気負荷(換気のために室内に取り入れる外気の熱量によって生じる負荷)は空調負荷の20~30%を占めており、省エネルギー化の取組みで空調エネルギー削減のための外気負荷低減は重要な課題である。日本政府が2050年のカーボンニュートラル実現を目指すことを宣言している中、建物のエネルギー消費量を大きく減らすことを目的としたZEBの普及が求められている。

ZEB化に伴い、建物の外皮性能(断熱性能)の向上に加えて、照明のLED化やパソコンなどのOA機器の性能改善によって建物の内部発熱は減少している。このため、相対的に外気負荷の割合が増加してきたことで、換気機器の省エネルギー化が建物全体に寄与する影響は今後増加することが見込まれる。全熱交換器による省エネルギー換気ができるだけでなく、除湿・加湿運転によって室内空間を快適な環境にできる外気処理ユニットの需要が高まってきていることから、消費電力の削減と快適性の向上を両立した製品開発が必要になっている。

また、2024年4月から建築業界でも適用されている時間外労働の上限規制を受けて、製品の施工性改善は現場作業者の労働時間削減に直結し、機器メーカーとして解決すべき重要な項目になっている。

これらの課題を解決するために、機器の消費電力削減と据付方法の簡素化や風量調整容易化などによる現場での施工性改善を主軸として、更に製品の省資源化を狙った外気処理ユニットを開発した。この外気処理ユニットで、2023年度の省エネ大賞<sup>(注1)</sup>(製品・ビジネスモデル部門)省エネルギーセンター会長賞を受賞した。

(注1) “省エネ大賞”は一般財団法人 省エネルギーセンターの登録商標であり、我が国の産業、業務、運輸各部門での優れた省エネルギーの取組みや、先進的で高効率な省エネルギー型製品などを表彰する制度である。

## 2. 業務用ロスナイ 外気処理ユニット

### 2.1 外気処理ユニットの概要

外気処理ユニットとは、ビル用マルチエアコンと接続して使用する換気機器で、省エネルギーで快適な換気を可能にする。本体内部に搭載されているロスナイエレメント(全熱交換素子)、熱交換器(直膨コイル)、加湿エレメント(滴下気化式)を用いて“全熱交換換気・暖房加湿・冷房除湿”を行い、空調負荷を低減する(図1)。



外気処理ユニット

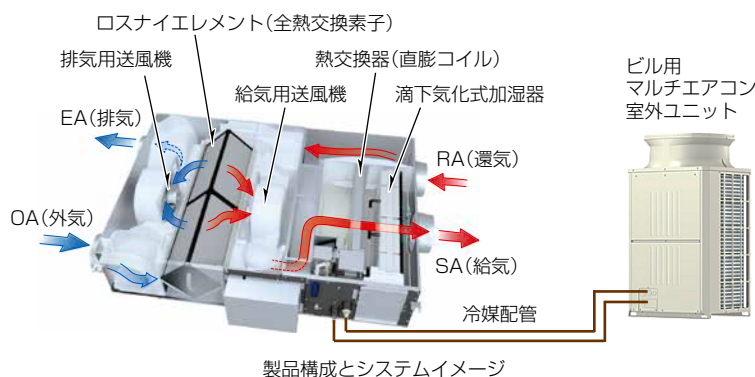


図1-外気処理ユニットの概要

## 2.2 加湿と除湿

### (1) 加湿

ロスナイエレメントで全熱交換を行った外気を熱交換器で加熱した後に加湿エレメントで給水加湿することで、換気によって室内湿度が低下しやすい冬季でも建築物衛生法の湿度管理基準である“相対湿度40%”を満足する性能を持つ（図2(a)）。

### (2) 除湿

ロスナイエレメントで全熱交換を行った外気を熱交換器で冷却除湿することで、空調機による除湿と比較して効率良く除湿が可能である（図2(b)）。

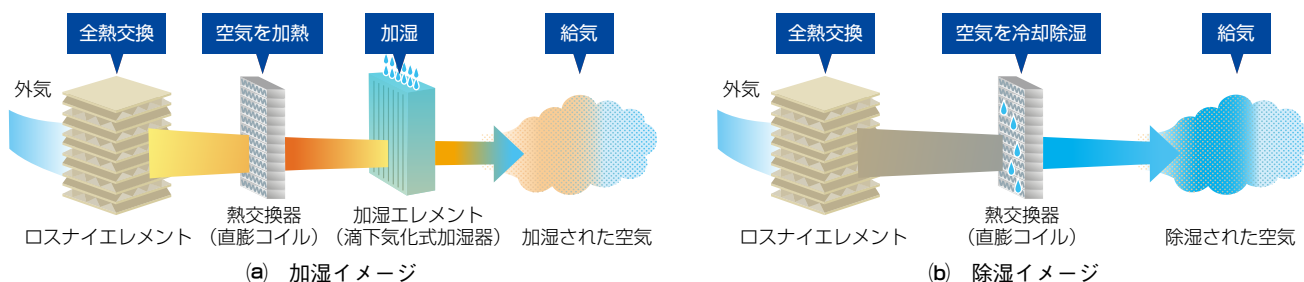


図2-外気処理ユニットでの加湿・除湿イメージ

## 3. DCモーター搭載による機器の消費エネルギー削減

### 3.1 高出力DCモーターの新規開発

外気処理ユニットに搭載しているモーターは、各風量帯に応じて最適な効率になるように自社開発している。外気処理ユニットには、通常的全熱交換形換気機器にはない除湿・加湿機能があるため、熱交換器、加湿エレメントを搭載しており製品内部の圧力損失が大きく、従来機種では大型のACモーターとシロッコファンを用いて風量特性を実現していた。そのため、モーター自体の消費電力が高だけでなく、モーター損失も大きいことで発熱抑制のための放熱フィンが必要になるなど、低消費電力化と送風機の小型化が課題であった。

今回の開発でACモーターからDCモーターへ変更することで先に述べた課題を解決しようとした際、三菱電機の既存DCモーターでは大風量機種で目標性能を達成できず、小型でかつ高出力のDCモーターを新規設計する必要が生じた。

開発した高出力DCモーターは、ローター外層部に磁気特性の高い希土類プラスチックマグネットを成形した2層構造にして、ローター部を高磁力化することによって、小型モーターサイズでの高出力化を実現した（図3）。従来のACモーターと比較して損失を66%低減し、モーター容積当たりの出力を2.9倍に向上させた。また、モーター質量を67%削減した（表1）。

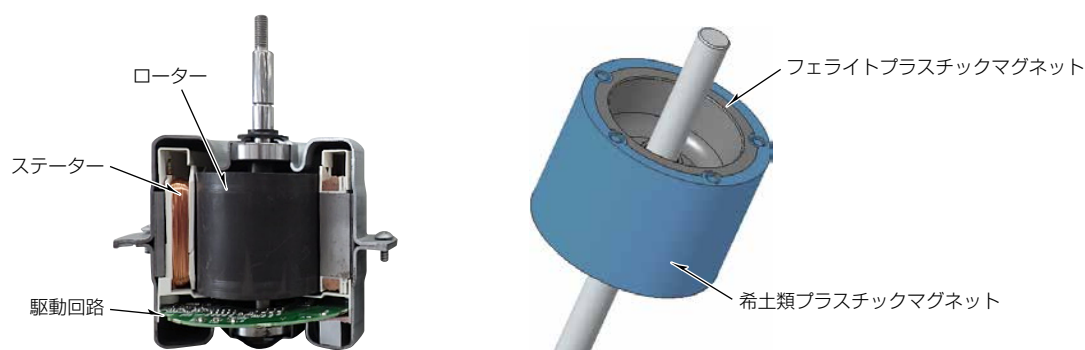


図3-DCモーター断面写真とローター2層成形イメージ

表 1-ACモーターと高出力DCモーター比較 (1,000m<sup>3</sup>/h機種)

| モーター                  | ACモーター (従来機種) | 高出力DCモーター (開発機種) |
|-----------------------|---------------|------------------|
| 寸法 (mm)               |               |                  |
| 容積 (cm <sup>3</sup> ) | 1,915         | 784 (従来機種 - 59%) |
| 質量 (kg)               | 7.3           | 2.4 (従来機種 - 67%) |

3.2 高機外静圧化と低消費電力化

従来のACモーターからDCモーターへ変更したことで電源の周波数によらない共通の風量特性になり，高機外静圧化と低消費電力化を実現した。従来機種と比較して，機外静圧は50Hz特性で45%以上増加したことでダクト設計自由度の向上に貢献し，消費電力は60Hz特性で20%以上削減して省エネルギー性を向上させた(図4)。

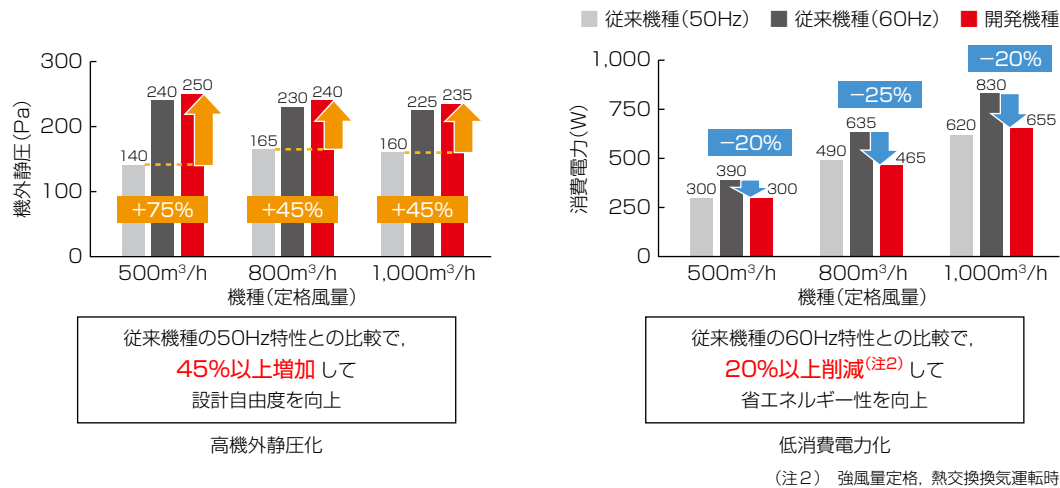
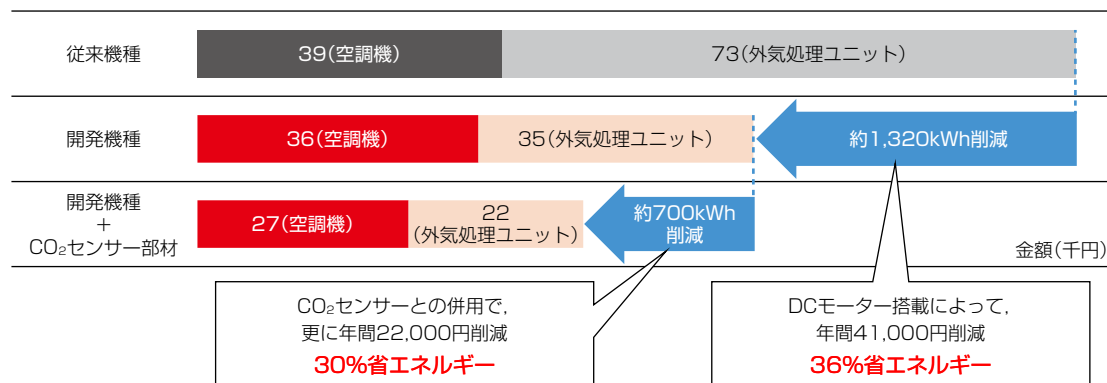


図4 -開発機種と従来機種の機外静圧と消費電力比較

3.3 DCモーターとCO<sub>2</sub>センサーによる省エネルギー性

当社システム部材の“CO<sub>2</sub>センサー”を組み合わせて，人から発生する室内のCO<sub>2</sub>濃度が高い場合は換気量を増やして，低い場合は換気量を減らすことで，最適な換気風量の自動調整が可能である。DCモーターの制御を活用し，換気風量の

調整を従来の3段階制御から11段階制御へ拡充した。室内CO<sub>2</sub>濃度にきめ細かく追従した換気風量制御が可能になり、無駄な換気運転を抑制することで建物の空調エネルギー削減が可能になっている。DCモーターの搭載によって、外気処理ユニットと空調機のランニングコストは、500m<sup>3</sup>/hを定格風量とした機種では機器単体で36%の消費エネルギー削減を実現した。また“CO<sub>2</sub>センサー”を併用することで、更に30%の消費エネルギー削減を見込む(図5)。



#### 計算条件

対象体積243m<sup>3</sup>(≒9.5×9.5×2.7m)、最大在室人数12名(1人当たりの占有面積を5m<sup>2</sup>/人で計算した18人に対して在室率67%の在室人数)  
 季節日数と温湿度条件：夏期3.5か月(平日75日、休日32日)、冬期3か月(平日60日、休日30日)、中間期5.5か月(平日114日、休日54日)  
 機器情報：空調機 暖房 COP3.49・冷房 COP2.8  
 外気処理ユニット 開発機種：LGH-N50RDF<sub>4</sub>×1台 従来機種：LGH-N50RDF<sub>3</sub>(60Hz)×1台  
 換気回数2.1回/h(最大ノッチ時)、目標CO<sub>2</sub>濃度設定1,000ppm、電気料金31円/kWh  
 JIS B 8628：2017に規定された全熱交換効率測定時の室内外空気条件下での当社試算(風量自動制御設定でサーモオフ許可設定時)

図5-CO<sub>2</sub>センサー搭載による省エネルギー効果

## 4. 製品施工性改善

### 4.1 換気風量多段階制御の搭載

給気風量と排気風量で給気側の風量調整をしたい場合、従来機種の風量出力は3段階の固定値であり、現地で調整を必要とする場合はあらかじめダクト間に風量調整用ダンパーを設置して、機器へ接続するダクト抵抗を増やすことで対応していた。開発機種では運転可能な換気風量(強・弱・微弱)を11段階から任意に選択可能にすることで(定格風量を100%風量として、下限30%風量まで7%刻み、強≦弱≦微弱になるように割り当て可能)、リモコンからの設定変更で容易に風量の調整が可能になった。これに伴い、風量調整用のダンパー設置が不要になり、部材費用、施工費用と時間の削減及び省資源化に貢献した(図6)。

従来機種のリモコンは、説明書で変更したい機能名と内容を調べて、該当する“機能設定No.、機能設定値”を変更する必要があった。開発機種のリモコンは、専用画面を設けて感覚的な操作を可能にし、強・弱・微弱の換気風量を給気と排気で個別設定できるようにした(図7)。その結果、施工時や運用時の設定変更にかかる時間を29%改善した(当社試験による)。

### 4.2 定風量運転制御の搭載

ダクトの抵抗をDCモーターが判定して回転数を自動調節し、規定の最大機外静圧以下であれば一定の換気風量確保が可能な定風量制御機能を搭載した。図8の例では、ダクト抵抗が250Pa以下であれば風量を500m<sup>3</sup>/hへ自動で調整する。この制御によって、機器選定時の風量計算が不要になっただけでなく、製品施工時は施工現場での急なダクト設計変更に対応可能になり、試運転時の風量調整の手間も削減できる。また、製品運用時はフィルターの目詰まりなどの経年変化に対しても風量を自動で調整するため、確実な換気が可能になった。

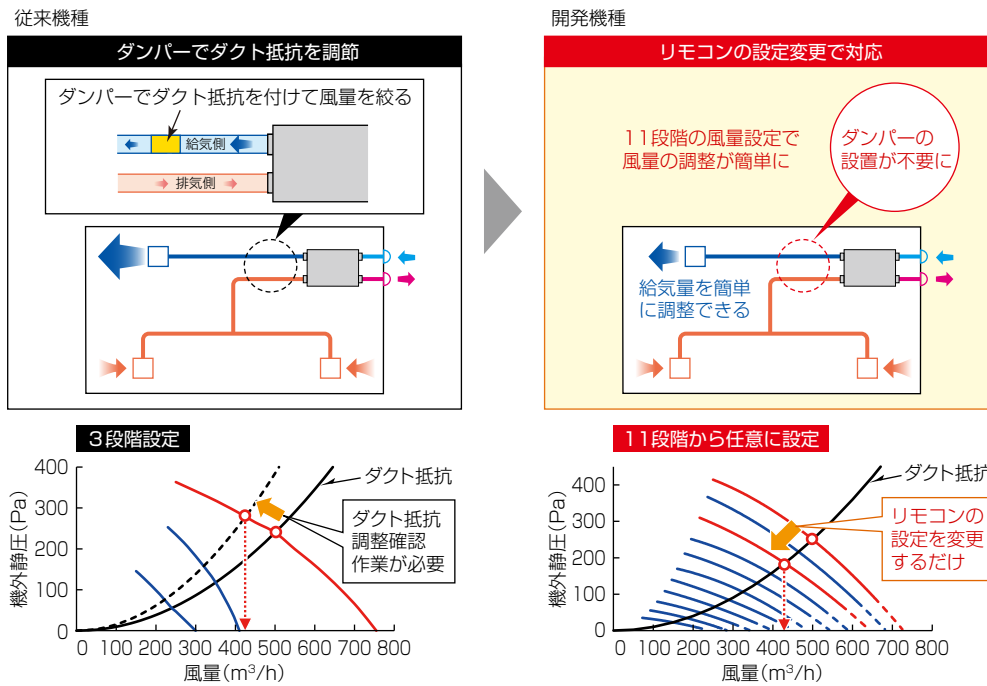


図6-換気風量多段階制御による施工性改善例



図7-リモコンと設定画面

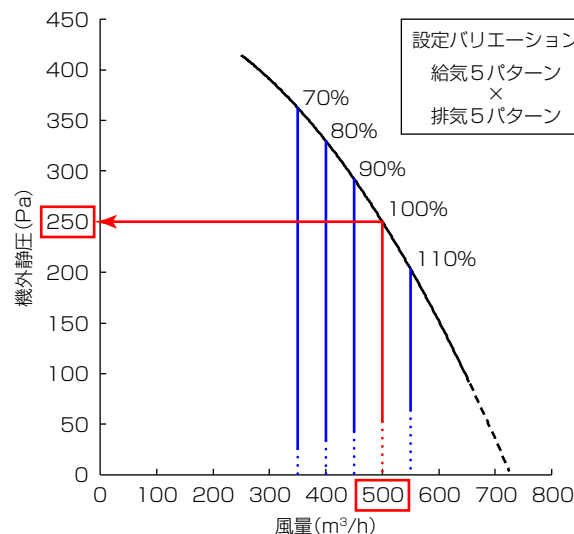


図8-定風量運転制御による運転イメージ

## 5. 省 資 源 化

従来機種では大型のACモーターとシロッコファンによって風量特性を実現していたため、送風機周辺の部品が多く、質量も大きいことが課題であった。開発機種では、小型DCモーターへの変更及びモーターやシロッコファンの小型化などを含む送風機周辺部の構造再設計によって、定格風量1,000m<sup>3</sup>/hの機種では16kgの大幅な質量削減を達成した(表2)。また、製品シリーズ全体としては10~16kg、約14%の質量削減になっており、軽量化による施工性改善やメンテナンス性改善に加えて、省資源化にも大きく貢献している(図9)。

| 表2-1,000m <sup>3</sup> /h機種の質量改善結果 |       |      |             |
|------------------------------------|-------|------|-------------|
| 項目(kg)                             | 従来機種  | 開発機種 | 開発機種-従来機種   |
| 送風機部                               | モーター  | 14.2 | -9.5(-67%)  |
|                                    | 羽根    | 1.1  | -0.5(-45%)  |
| その他                                | 98.7  | 92.7 | -6.0(-6%)   |
| 製品総質量                              | 114.0 | 98.0 | -16.0(-14%) |

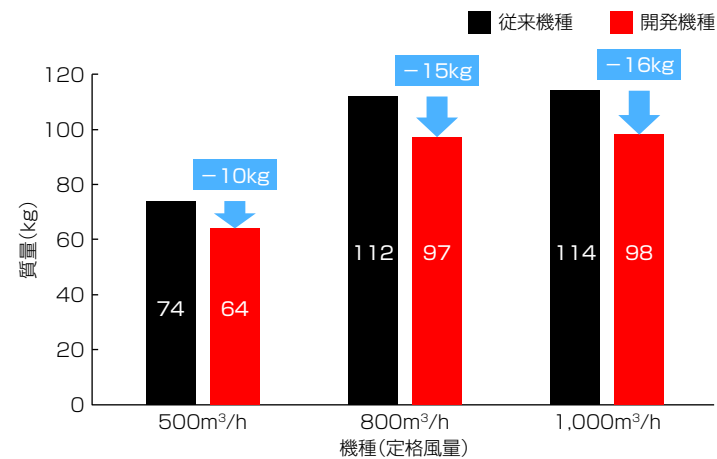


図9-製品シリーズの質量改善結果

## 6. む す び

省エネルギー性や製品の施工性改善、省資源化を達成した外気処理ユニットについて述べた。今後、建物のZEB推進と快適性確保の両面から、外気処理ユニットの重要性は増していくと考えている。引き続き、消費エネルギーの抑制や室内環境の快適性確保に向けた機能改善など、付加価値の提供に取り組んでいく。

# 低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステム“Living・EARTH”

Low Voltage Energy Resource Aggregation System "Living - EARTH"

\*IoT・ライフソリューション  
新事業推進センター

## 要 旨

2050年カーボンニュートラル(以下“CN”という。)社会の実現に向けて、既に運用中の高圧一括受電マンション向けエコキュート<sup>(注1)</sup>群制御システムと、一部実証試験中の電力会社及びアグリゲーター向けバーチャルパワープラント(以下“VPP”という。)/デマンドレスポンス(以下“DR”という。)制御システムを統合し、低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステム“Living・EARTH”を開発した。

今後、接続対象を経済産業省が進めているDRready<sup>(1)</sup>対応機器を含めた家庭用低圧リソースに広げて、業界標準のWeb API(Application Programming Interface)であるECHONET Lite<sup>(注2)</sup> Web API(以下“ELWA”という。)にも対応することで、多様なニーズに展開可能なシステム構築を図る。

(注1) エコキュートは、関西電力(株)の登録商標である。

(注2) ECHONET Liteは、一般社団法人 エコネットコンソーシアムの登録商標である。

## 1. ま え が き

2050年CN社会の実現<sup>(2)</sup>に向けて非化石エネルギーへのシフトが急速に進む中、再生可能エネルギーの主力電源化や火力発電設備の減少による電力需給構造の大きな変化が想定される。各電力会社は、再生可能エネルギー活用による調整力確保に向けて分散型電力システムを構築し、家庭用低圧リソース(蓄電池、エコキュート等)を活用したDR制御の導入を検討している。また、経済産業省では、通信接続機能、外部制御機能、セキュリティ等<sup>(3)</sup>のDRreadyの要件と対応機器のDRへの活用の検討を進めている。このように、従来の設備機器の省エネルギー性向上に加えて、機器“制御”による再生可能エネルギー利用の最適化(DR制御対応)が求められている。三菱電機は、IoT(Internet of Things)化によって遠隔で制御できるエコキュートを持っており、低圧リソース活用市場で優位な立場にある。

CN社会実現に向けた活動として、当社では2019年から高圧一括受電マンション向けに、エコキュート群制御システムのサービスを展開している。エコキュート群制御システムでは、マンション内の各住戸に設置されているエコキュートの沸き上げ時間を分散して負荷を平準化することで、マンション全体のピーク電力によって決まる電気料金の低減を実現した。また、太陽光発電の余剰電力が発生する昼間の時間帯に沸き上げ時間をシフトすることで、再生可能エネルギーの余剰分を有効活用できる。

このような背景から、市場に求められる低圧エネルギーリソースのDRへの活用に対して、早期に新たなビジネスモデルを構築するため、高圧一括受電マンション向けエコキュート群制御システムと、一部実証試験中の電力会社及びアグリゲーター向けVPP/DR制御システムを統合し、低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステム“Living・EARTH”を開発し、2023年10月にリリースした。図1に、市場動向とLiving・EARTHとの関係性を示す。

本稿では、Living・EARTHのシステム構成や提供サービスについて述べる。

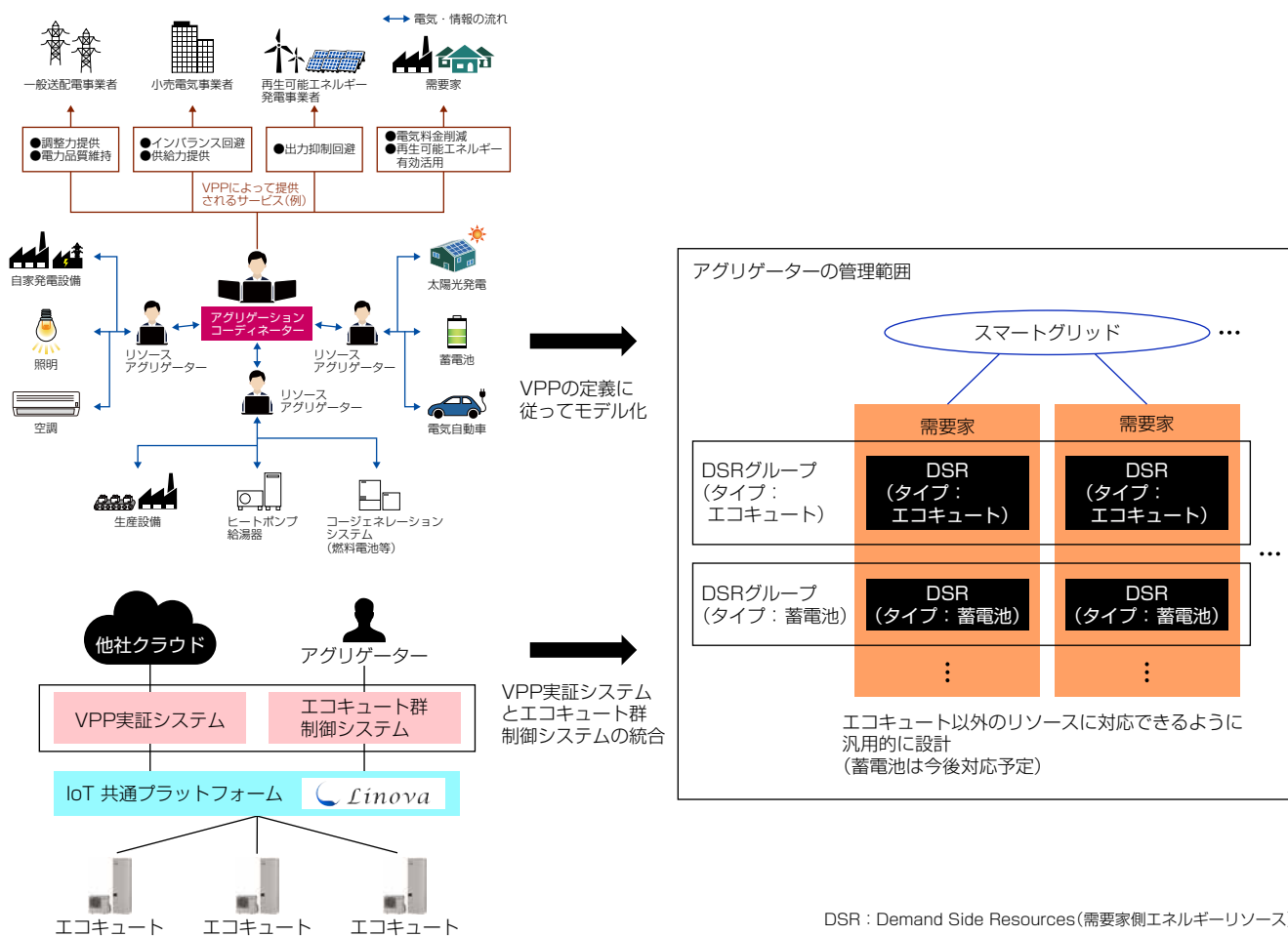


図1-市場動向とLiving・EARTHとの関係性<sup>(3)</sup>

## 2. Living・EARTHのシステム構成及びサービス提供機能

Living・EARTHのシステム構成及びサービス提供機能を図2に示す。Living・EARTHはIoTライフソリューションプラットフォームである“Linova”(リノバ)を利用したBtoB(Business to Business)向けのアプリケーションである。構成要素として、3. 1. 1項で詳細を述べるエコキュート群制御を実現するための群制御管理画面(アグリゲーター向け)、3. 1. 2項で詳細を述べる高圧一括受電マンションの竣工(しゅんこう)前に機器を登録するための設定ツール(施工担当者向け)、及びそれらを実現するバックエンドとしてのクラウドアプリケーションの三つが存在する。特に、クラウドアプリケーションでは、当社だけでは実現できないソリューションを創造するため、外部システムと連携できるWEB APIを提供している。WEB API化することによって、電力市場向け分散型電源運用システム“BLEnDer”などの社内の別システムや、気象庁などの外部サービスとの連携によるシステムの拡張が容易になる。

Living・EARTHが提供するサービスは、共通基盤とソリューションサービス群に大きく分類される。共通基盤では、VPP/DRで定義されている用語を基にモデル化しており、アグリゲーター管理・スマートグリッド管理・DSR/グループ管理で構成している(図2)。共通基盤の上に、ソリューションサービスとして、高圧一括受電マンションやVPP/DRに特化した機能を実装することで、様々なサービスを素早くリリースできる。

さらに、クラウドアプリケーションの構築にはAmazon Web Services(AWS)<sup>(注3)</sup>を利用して、クラウドネイティブなサーバーレスアーキテクチャを採用している。インフラ構築を一から行う必要がないため、開発者はアプリケーション開発に注力でき、開発のアジリティの向上につながる。

(注3) AWSは、Amazon Technologies, Inc.の登録商標である。

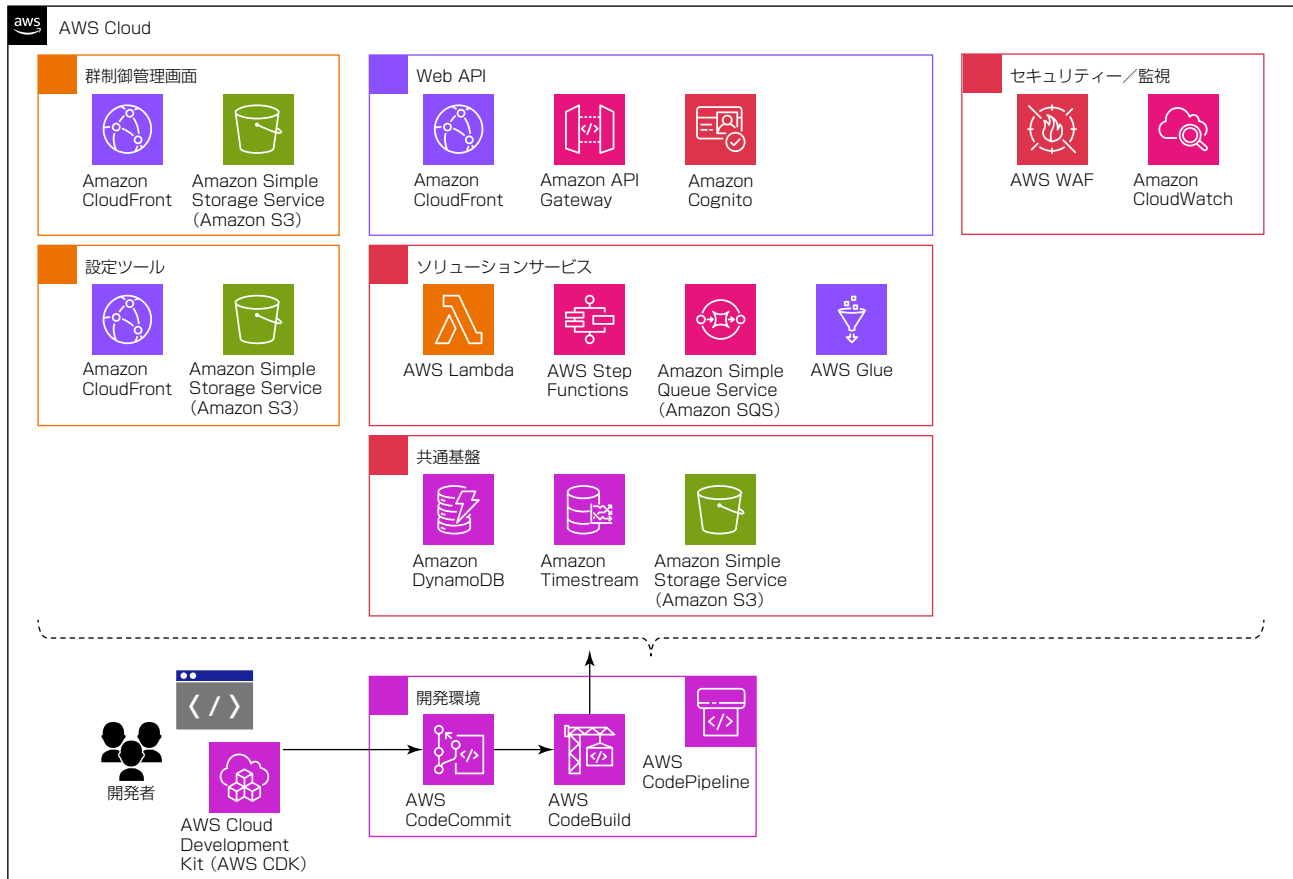
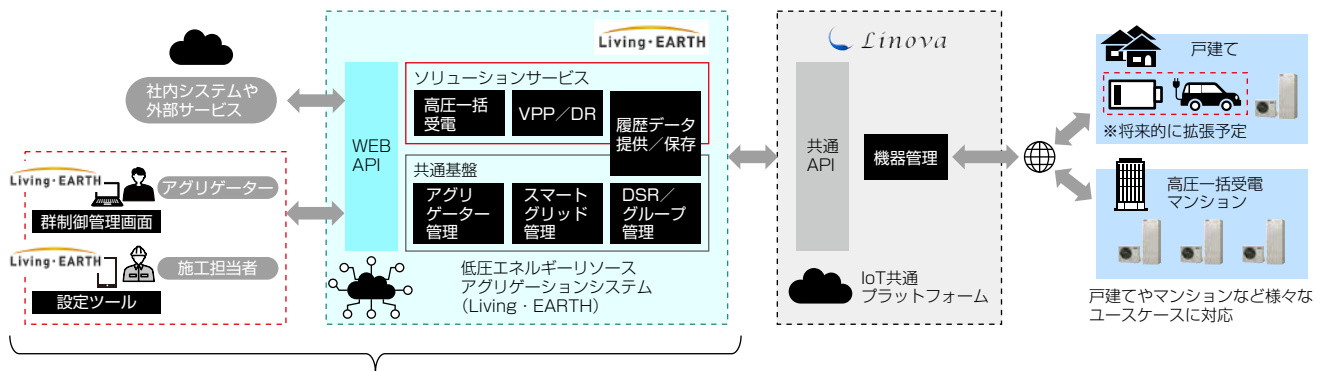


図2-Living・EARTHのシステム構成及びサービス提供機能

### 3. Living・EARTHの提供機能

#### 3.1 高圧一括受電マンション向けサービス

##### 3.1.1 群制御管理画面

“群制御管理画面”ではアグリゲーター配下のマンションを複数管理でき、さらにマンション内でも複数のエコキュートを管理できる。図3に示すように、二つの制御を組み合わせることで、マンション内の電力負荷の平準化(デマンドのピーク抑制)や沸き上げ時間シフトによる太陽光発電の有効活用を図ることができる。

ここで課題になるのは、“群制御管理画面”を利用するためには、マンションの竣工前に、エコキュートを事前にクラウドアプリケーションに登録しておく必要がある点である。そこで、施工担当者が現地で容易に登録できる“設定ツール”を開発した。詳細を3.1.2項で述べる。

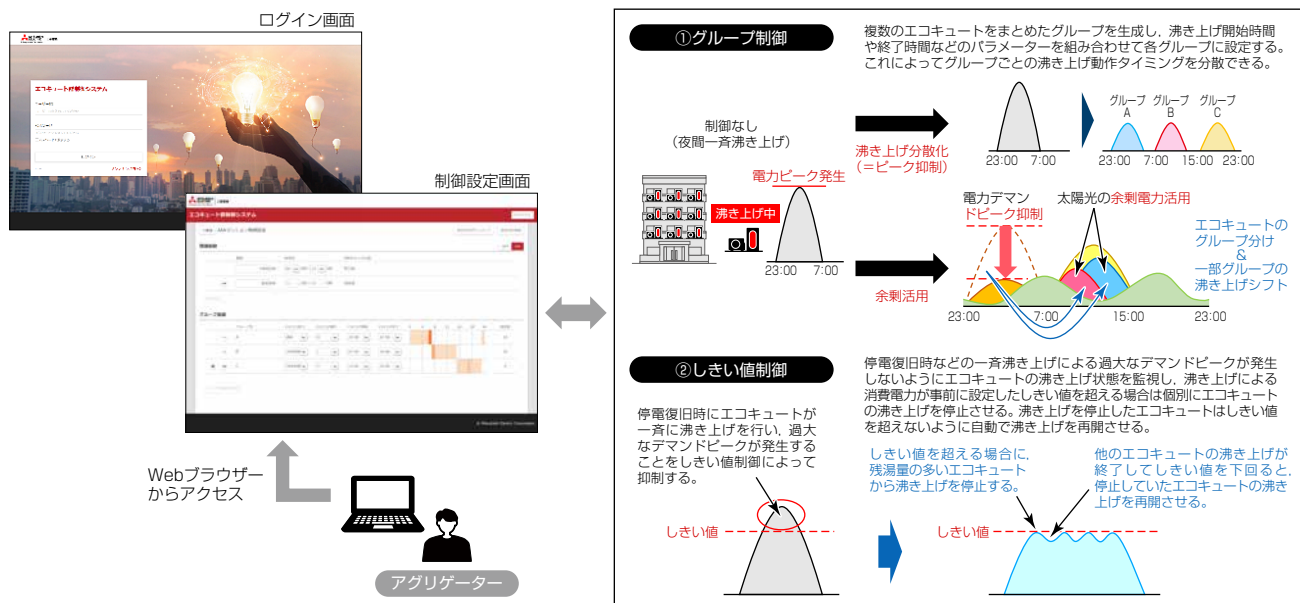


図3-群制御管理画面とその機能

### 3.1.2 設定ツール

設定ツールを利用するスキームを図4に示す。エコキュートの登録には図4に示す①～③の手順が必要になる。また、機器を特定するための情報(MAC(Media Access Control)アドレスとID)が必要である。住戸に設置されたブロードバンドルーター(以下“BBR”)にスマートフォンを接続することで情報を取得できるが、住戸ごとにスマートフォンをBBRに接続する作業が発生し、施工性が悪化する。そこで無線LANアダプターに貼り付けられた設定情報シールをスマートフォンのカメラで読み取ることで情報を取得する機能を設定ツールに搭載した。さらに、無線LANアダプターがインターネットに接続していないと登録が正常に完了しないため、設定ツール内で無線LANアダプターの接続を確認する機能を搭載した。接続状態が確立していないと判断したら、設定ツール上で無線LANアダプターをインターネット接続することを促す。このように設定ツールは施工性や施工ミスの防止を考慮したツールになっている。

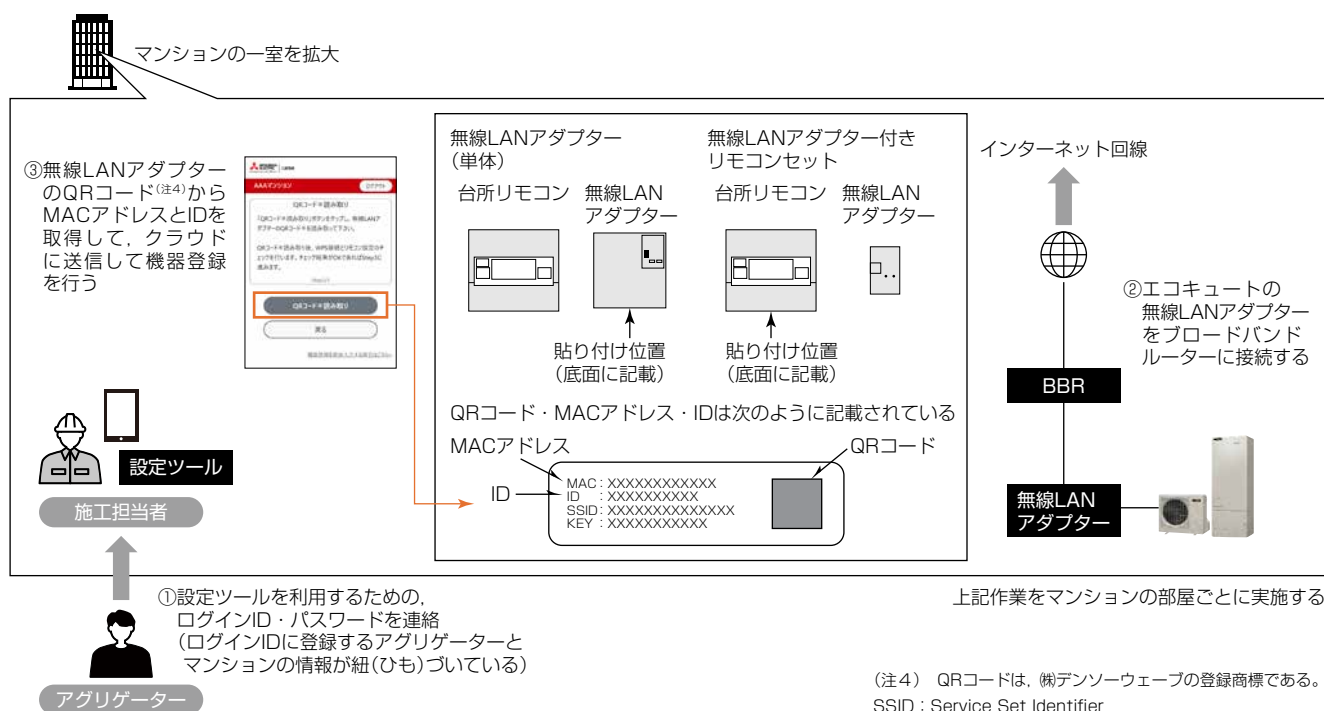


図4-設定ツールとその機能

### 3.2 ELWA対応VPP／DRサービス

エコネットコンソーシアムからECHONET Lite対応機器などを操作対象とする、Web APIを用いたシステム構築やアプリケーション実装指針になるECHONET Lite Web API ガイドライン<sup>(4)</sup>が公開されている。Living・EARTHでもこのガイドラインに沿って、Web APIを公開している。事例として、ELWAを活用して電力会社とのVPP／DR実証を進めている。電力会社のサーバーからLiving・EARTHに対して、ELWAを利用してエコキュートに搭載されているエネルギーシフトの機能を有効にする指示を行い、これに従って各家庭のエコキュートに対して、沸き上げ時間を夜間から昼間にシフトする制御などを行う。電力会社が管理する系統内の太陽光発電の余剰分を吸収することで、上げDR(需要創出)の効果を実証できた。

## 4. む す び

2050年のCN社会の実現に向けて、エコキュートを中心としたDRready対応機器のDR活用に向けた基盤として、低圧エネルギーリソースアグリゲーションシステム“Living・EARTH”を開発した。

今後は、蓄電池などのエネルギーリソースへの対応や、予測技術の導入による自動制御ソリューションの創出を目指すとともに、社会課題解決を目指した取組みを継続していく。

## 参 考 文 献

- (1) 経済産業省：第1回 DRready勉強会  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/dr\\_ready/001.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/dr_ready/001.html)
- (2) 経済産業省：2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略  
[https://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/global\\_warming/ggs/index.html](https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/index.html)
- (3) 経済産業省：VPP・DRとは  
[https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/advanced\\_systems/vpp\\_dr/about.html](https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/about.html)
- (4) 一般社団法人 エコネットコンソーシアム：ECHONET Lite Web API ガイドライン  
[https://echonet.jp/web\\_api\\_guideline](https://echonet.jp/web_api_guideline)

三菱電機株式会社