



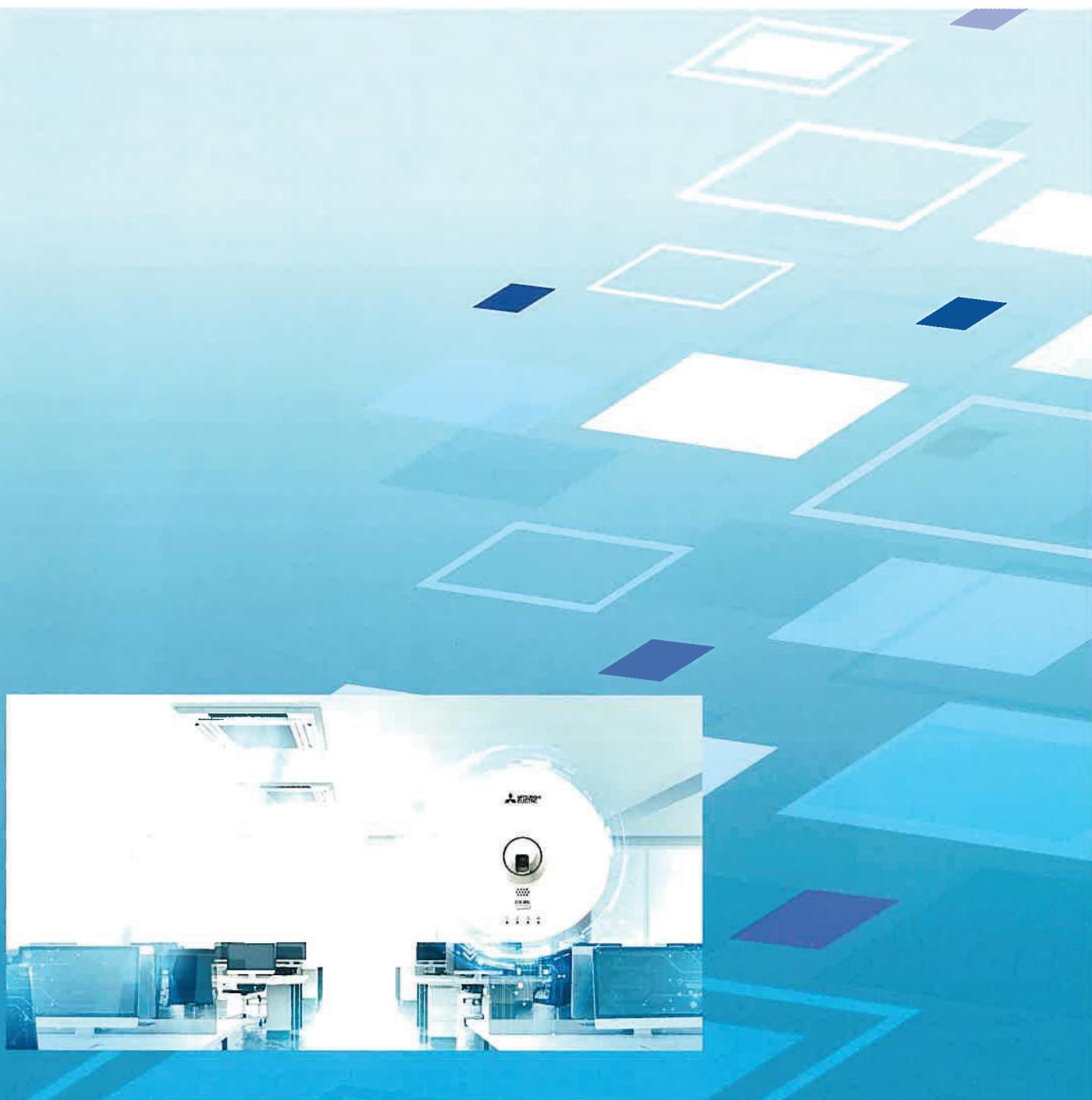
# 三菱電機技報

9

2021

Vol.95 No.9

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

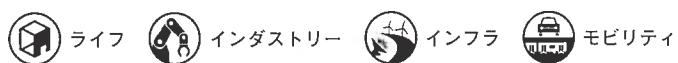


---

表紙：別置ムーブアイコントロールユニットによる空調換気ソリューション



別置ムーブアイコントロールユニットは“サーマルダイオード赤外線センサ”を搭載し、従来の赤外線センサ“ムーブアイ”よりも広範囲の床温度検知と人体検知が可能になっている。検知結果によって別置ムーブアイに接続された空調機と換気機器を自動で制御する機能を備えており、ユーザーの好みと室内状況に応じた空調管理ができ、室内空間の快適性向上、省エネルギーに貢献できる。



**特 集** 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

## 巻頭言

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 ..... 4  
鈴木 聰

## 巻頭論文

快適で豊かな暮らしを支える  
ライフソリューションの最新技術 ..... 6  
平國 悟・星崎潤一郎

つながる技術とデータ活用による  
ライフソリューション価値の提供 ..... 10  
小川雄喜・海津洋介

別置ムーブアイコントロールユニットによる  
空調換気ソリューション ..... 14  
栗原 誠・上條将広

パッケージエアコンの天井埋込形  
室内機向けシロッコファン ..... 18  
寺本拓矢・林 弘恭・道上一也・山谷貴宏

低GWP冷媒兼用クールマルチシステム ..... 22  
鈴木康太・大野英希

ハンドドライヤー“ジェットタオル新型スリムタイプ” ..... 26  
石浜真也・小林章樹

IoT本格普及に向けたエコキュート ..... 30  
竹鶴達哉・池田一樹

全熱交換形換気扇“ロスナイ”による換気ソリューション ..... 34  
荒井秀元

二凝縮回路搭載大容量インバータ除湿機 ..... 38  
柴田英雄

青空を再現した照明“misola” ..... 42  
小松塚充・岡垣 覚

“全室独立おまかせA.I.”と“つながるアプリ（MyMU）”  
を搭載した三菱冷蔵庫“MX/MXDシリーズ” ..... 46  
笠原駿介・大和康成・前田 剛

IoTによる米の自動再発注サービス ..... 50  
高橋美早・櫻井翔一朗・頬田昌美

Webサイト紹介(暮らしと設備) ..... 54

100-year Solutions that Allow People to Work and Live as They Wish

100-year Solutions that Allow People to Work and Live as They Wish  
So Suzuki

Latest Technologies of Life Solutions Supporting Comfortable, Rich Lives  
Satoshi Hirakuni, Junichiro Hoshizaki

Providing Life Solution Value through Connective Technology and Data Utilization  
Yuki Ogawa, Yosuke Kaizu

Air Conditioning and Ventilating Solution by 3D i-see Sensor Control Device  
Makoto Kurihara, Masahiro Kamijo

Sirocco Fan for Ceiling Concealed Type Indoor Unit of Package Air Conditioner  
Takuya Teramoto, Hiroyasu Hayashi, Kazuya Michikami, Takahiro Yamatani

Common Use of Low GWP Refrigerant Cool Multi System  
Kota Suzuki, Hideki Ono

Hand Dryer “Jet Towel New Slim Type”  
Shinya Ishihama, Takaki Kobayashi

EcoCute for Full-scale Spread of Internet of Things  
Tatsuya Taketsuru, Kazuki Ikeda

Ventilation Solutions by Heat and Energy Recovery Ventilator “Lossnay”  
Hidemoto Arai

High Capacity Inverter Dehumidifier Equipped with Two Condensation Circuits  
Hideo Shibata

“misola”: Lighting to Reproduce Blue Sky  
Takumitsu Komatsu, Satoru Okagaki

Mitsubishi Refrigerators “MX/MXD Series” Equipped with “All Compartment Independent Design with A.I. Control” and “Connective Application(MyMU)”  
Shunsuke Sasahara, Yasunari Yamato, Go Maeda

Automatic Rice Reordering Service by Internet of Things  
Misaki Takahashi, Shoichiro Sakurai, Masami Yorita

新型コロナウイルス感染症で亡くなられた方々に謹んでお悔やみを  
申し上げますとともに、罹患（りかん）された皆さまとご家族及び  
関係者の皆さまに心よりお見舞い申し上げます。

# 巻頭言

## 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

100-year Solutions that Allow People to Work and Live as They Wish



鈴木 聰 *So Suzuki*

常務執行役 リビング・デジタルメディア事業本部長

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

2020年は、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)のパンデミックによって、世界各国で緊急事態宣言の発出、ロックダウン、経済活動の停止など、過去に類を見ない事態が発生しました。これに伴い、私たちの暮らしも大きく変化してきています。家庭では外出自粛やテレワークが本格化する中で家の中で過ごす時間が長くなり、家事や育児の負担が増加しています。オフィスや店舗などの商用空間ではフィジカルディスタンシングの確保と働き方改革を考えた、安全で快適な新たな空間価値が求められています。

一方、地球温暖化、貧困、エネルギー、ジェンダー、高齢化社会問題等、地球規模の社会課題も深刻化しています。国連は持続可能な開発のために必要不可欠な、新たな行動指針としてSDGs(Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標)を策定し、2030年までに、誰一人残さない持続可能でより良い社会の実現を目指す世界共通の目標を立てています。この目標は各国政府による取組みだけでなく、我々企業にも社会課題解決に向けた長期的な取組みが求められています。

このような中、三菱電機は2021年2月1日に創立100周年を迎えました。この100年間で培った技術と、顧客と築き上げてきた事業基盤をベースに、短期的・中長期的な社会課題の解決と変化し続けていく世の中への対応に取り組んでまいります。

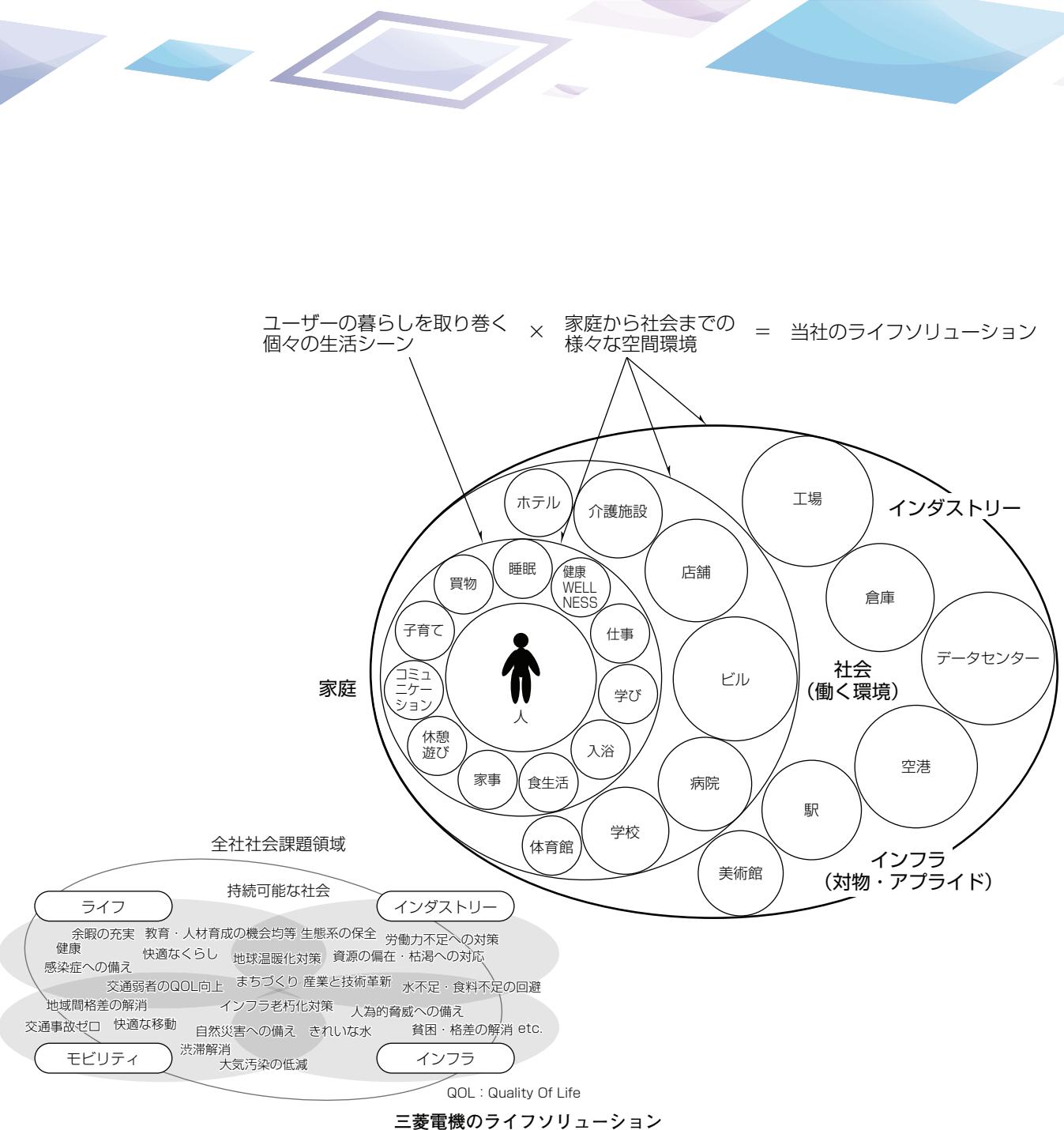
### ライフソリューションの展開

今回の特集号テーマである“つながる技術で快適を創るライフソリューション”は、今後、私たちが顧客に提供していく新たな価値觀になります。リビング・デジタルメディア事業本部はユーザー一人一人の暮らしを取り巻く個々の生活シーンと家庭から社会・インフラ・インダストリー

までの様々な空間環境を対象に、従来の機種単独の価値にIoT(Internet of Things)・クラウド基盤を加えて、様々なユーザーと空間用途に最適化されたライフソリューションを展開しています。ライフソリューション領域は“最適環境IEQ(Indoor Environment Quality)ソリューション”“生活支援ソリューション”“安心・見守りソリューション”的三つの価値カテゴリーに加えて、“サステナビリティソリューション”によって、脱炭素社会の実現と製品のライフサイクルを通じた顧客のサポートに取り組んでいます。今回の特集ではこれらリビング・デジタルメディア事業本部のライフソリューションの基盤になっている製品ソリューションと技術についてご紹介します。

“最適環境IEQソリューション”は空調・換気・空清・給湯・照明等の機器連携とIoT基盤・AI・制御技術によって、コロナ禍で世界中から求められている“健康的で快適な空間環境”的提供を目的にしています。家庭やオフィスだけでなく、工場や冷凍冷蔵倉庫、データセンター等のインフラ設備にもその用途に最適化した空間環境を提案し、“質の高い空間環境”と“高い省エネルギー性”を両立させています。パッケージエアコンは、“別置ムーブアイコントロールユニット”的赤外線センサを活用して床温度や人数に合わせて空調・換気を自動制御し、省エネルギー性を高めながら快適な室内環境を実現します。また、学校用の全熱交換形換気機器“ロスナイ”にはCO<sub>2</sub>センサを搭載し、CO<sub>2</sub>濃度の状態をLEDランプで表示する“換気の見える化”を行っています。店舗・オフィスなどの商用空間向けの新型三菱ハンドドライヤー“ジェットタオル”は“ヘルスエアー機能”を搭載した循環ファンを内蔵し、空気を24時間循環清浄することで、安心な空気質を提供します。

一方、共働き世帯と単身高齢者の増加や、コロナ禍で新



たに始まった生活様式の中で顕在化してきた課題を新たなサービスで解決していく“生活支援ソリューション”を展開しています。特に食生活に関しては在宅時間増加による家事時間の短縮と家事シェアのニーズに対応しながらも、ユーザーが自分らしく健康で豊かな食生活を楽しめるように注力しています。IoT冷蔵庫“MXDシリーズ”は、保存食材の保管ニーズ増加と家事シェアニーズに対して、家庭ごとの使い方を学習して制御を行う“全室独立おまかせA.I.”技術によって、食材のおいしい保存を実現します。さらに、買物から調理までをサポートする“つながるアプリ”によって、家事に慣れてない家族も使いやすい冷蔵庫を提供します。また、IH(Induction Heating)ジャー炊飯器“NJ-AWBX10”はAmazon社のAmazon Dash Replenishment<sup>(注1)</sup>と連携して米の消費量に合わせた自動再発注を行い、忙しい子育て世代をサポートしています。

このような取り組みを皮切りに将来的には家庭内の様々な家電を互いに連携させ、さらに社外パートナーとの共創による付加価値の創出に取り組んでまいります。

#### 次の100年に向けて変革を継続

働く人から暮らす人まで、誰もが自分らしく生活していくために総合的なライフソリューションをしっかりと提案し、社会に貢献できるモノ・コトを含めた新たな事業戦略を開拓してまいります。一人一人が自分らしい100年の人生を過ごすために、私たちができるることは何だろうと常に問いかけながら、次の100年に向けて、私たちは変革し続けていきます。

(注1) Amazon, Dash及びこれらに関連するすべての商標は、Amazon.com, Inc.又はその関連会社の商標です。

# 卷頭論文

## 快適で豊かな暮らしを支える ライフソリューションの最新技術

Latest Technologies of Life Solutions Supporting Comfortable,  
Rich Lives



平國 悟\*  
Satoshi Hirakuni



星崎潤一郎†  
Junichiro Hoshizaki

### 要旨

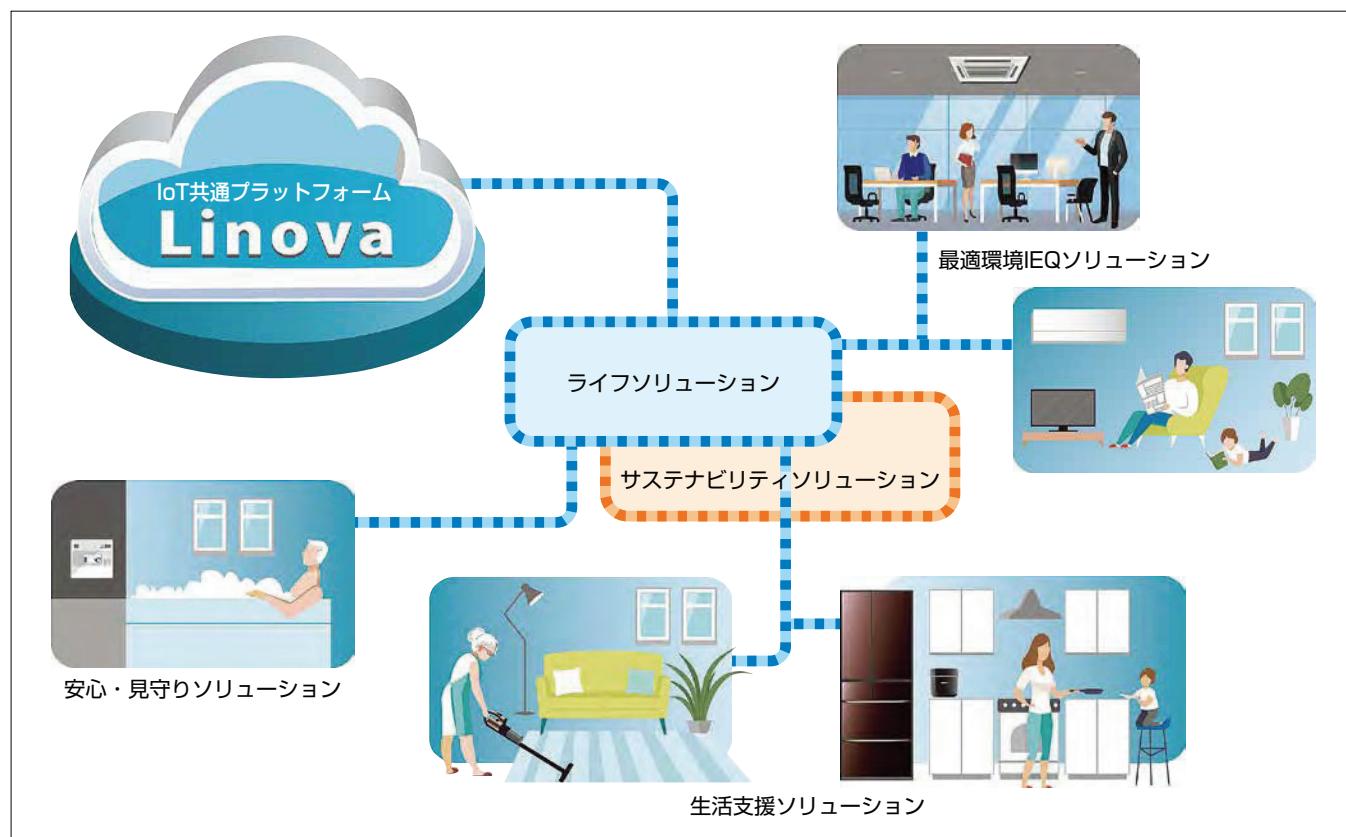
私たちの生活を豊かにしてくれる“電気製品”は、1950年代は3種の神器として“白黒テレビ”“洗濯機”“冷蔵庫”，1960年代は3C“カラーテレビ”“クーラー”“自動車(Car)”，2000年代はデジタル家電で“デジタルカメラ”“DVD”“薄型テレビ”と言われてきた。経済の成長につれて、時代とともに暮らしの中での基本的な要求を満たす製品から、娯楽や快適を提供する製品へと移り変わってきた。

今後、世界全体が持続可能な豊かな暮らしを実現していくためには、地球環境を保全しながら継続的成長を実現するための取組みが不可欠である。また、近年の未知なる感染症への対応、日本での少子高齢化の課題への対応など、様々な課題に直面している状況である。

三菱電機では、このような社会全体の大きな課題と向き

合いながら、生活者視点での家電機器の“本質価値”的追求を続けて、よりバランスの取れた社会の実現に向けて、より良いものを目指し、変革を進めていく。

快適で豊かな暮らしを支えるライフソリューションとして、①換気・除湿機能の高度化や家電の省エネルギー、自然を模擬した青空照明などの“環境IEQソリューション”，②高齢者の日常生活の自立支援及び入浴時のヒートショック等の事故防止を目指す“安心・見守りソリューション”，③顧客の生活行動を把握することでキッチン家電を高度化する“生活支援ソリューション”を提供している。これらのソリューションを実現するために、個々の家電の価値を高めるとともに、IoT共通プラットフォーム“Linova(リノバ)”での家電の連携によって新たなサービスを実現している。



### 当社が目指すライフソリューション

ユーザー一人一人の暮らしを取り巻く個々の生活シーンと家庭から社会の様々な空間環境を対象に、従来の機種単独の価値にIoT(Internet of Things)共通プラットフォーム“Linova”を加えて、空間用途に最適化されたライフソリューションを展開する。最適環境IEQ(Indoor Environment Quality)ソリューション、安心・見守りソリューション、生活支援ソリューションの三つの価値カテゴリーに加えて、サステナビリティソリューションによって、脱炭素社会の実現と製品のライフサイクルを通じた顧客のサポートに取り組んでいく。

## 1. まえがき

高齢化社会の進展や共稼ぎ世帯増加等の社会構造変化、グローバル化及びIoTの急速な普及拡大による社会環境の変化は、私たちの生活環境に大きな影響を与えており、人生100年時代を見据えた快適で豊かな暮らしを支えるライフソリューションとして、IoT基盤、最適環境IEQ、安心・見守り、生活支援のそれぞれの領域に対して当社は様々なソリューションを提供している。

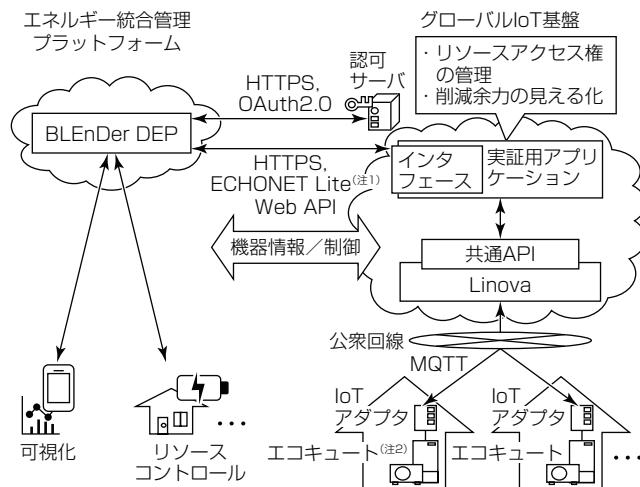
本稿では、IoT共通プラットフォーム“Linova”及びライフソリューションを構成する三つのソリューションでの最新技術について述べる。

## 2. IoT共通プラットフォーム Linova

IoT時代のソリューション実現に向けて、当社は各種IoT機器をグローバルで管理可能なIoT共通プラットフォーム“Linova”を開発した。Linovaに接続した機器同士の連携やクラウド間の連携機能によって、システムとしてのソリューションの提供を実現する。

Linovaは2019年の稼働以降、IoT家電を中心に接続する製品ラインアップを増やし続けている。

“三菱エコキュート2020年度モデル”では、IoTサービスの本格普及に向けて、サービスの利用に必要な無線LANアダプタの省施工化を実現した。また、浴室暖房機と脱衣室暖房機について、IoT化したモデルを2020年に発売し、エコキュートの湯はりと連動した暖房運転を可能にすることで、冬季の入浴時の温度変動を和らげて、ヒートショック



HTTPS : HyperText Transfer Protocol Secure  
API : Application Programming Interface  
MQTT : Message Queuing Telemetry Transport  
(注1) 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。  
(注2) エコキュートは、関西電力㈱の登録商標である。

図1. 地域電力を需給調整する新たな仕組み

クによる身体負担を軽減するなど、暮らしの中の安心・安全に貢献している。

またキッチンでは、Linovaを介して冷蔵庫の各部屋の温度や機能を設定変更でき、扉開閉回数から離れて暮らす家族の使用状況を確認できる。炊飯器では、Linovaに蓄積したユーザーの炊飯履歴から米の消費傾向を分析して米の残量不足を予測し、EC(Electronic Commerce)サイトから自動で再発注できる。

さらにCO<sub>2</sub>排出量削減の取組みとして、各家庭の三菱エコキュートの電力消費を深夜電力利用から任意の時間帯にシフトする省エネルギー性に優れた電力需給調整の方法を検討している。地域の電力需給を調整するクラウドと、家電機器を収容するクラウドが連携し、地域全体の需給調整を電力アグリゲータが担うことで、電力削減を実現する新たな仕組みを構築している(図1)。

## 3. 最適環境IEQソリューション

新型コロナウィルスの世界的な感染拡大によって、室内環境の安心・安全ニーズが高まり、電気製品に求められる機能も大きく変化している。建物の換気強度が求められ、それに伴い、省エネルギー性や快適性の悪化を抑制するための技術が必要になってきた。また、人々の生活様式や働き方は一変し、これまでとは異なる住宅内やオフィスでの新たな空間価値が求められるようになってきた。これらのニーズに対応する当社の最新技術と製品について述べる。

### 3.1 居住向け最適環境の提供

コロナ禍によって、リモートワーク推進を背景とした在宅時間の増加と、こまめに室内空気を換気する行動変容が起こっている。室内消費電力のうち、比較的大きな割合を占めているエアコンには、換気による空調負荷変動への対処及び安定運転時の更なる省エネルギー性の向上が求められる。

三菱ルームエアコン“霧ヶ峰”では、ハードウェア技術による高い省エネルギー性と、独自の赤外線センサをコア技術としたソフトウェア技術による省エネルギー性を進化させ続けている(図2)。

霧ヶ峰は、窓開け換気時に、空調負荷が少ない換気に適したタイミングを知らせる機能“換気ガイド”を搭載してい



図2. 三菱ルームエアコン霧ヶ峰FZシリーズ

る。また、少し先の空調負荷変動を予測する機能と連携して、必要な空調運転を行うことで室内環境の悪化を最小にとどめることができる。新型コロナウイルスの流行によって生活様式が変化する中、霧ヶ峰は、空調運転の無駄を見つけて最適に制御し、更なる快適性と省エネルギー性を実現している。

また梅雨の時期になると室内が多湿になり、不快感の上昇、カビの繁殖、洗濯物が乾きにくくといった弊害が発生する。日本国内のような高温多湿状況下での長時間運転を想定し、24L/日のハイパワー除湿機を製品化した。除湿能力の向上には、インバータ化による弱運転時の省エネルギー性向上と正確な湿度コントロール、メイン凝縮器とサブ凝縮器の二つの凝縮器によって最大定格時での効率改善を実現している。最新機種では、従来機種との比較で除湿能力33.3%の向上を実現した(図3)。

### 3.2 非居住向け最適環境の提供

新型コロナウイルスの感染対策では、換気の良い室内環境を保つことが重要である。厚生労働省は、適切な換気方法として一人当たりの必要換気量を毎時30m<sup>3</sup>の確保、室内CO<sub>2</sub>濃度を1,000ppm以下に維持することを推奨している<sup>(1)</sup>。このコロナ禍では、オフィスは頻繁に換気が行われるようになり、効率的に室内の温度や湿度を調節できる技術が求められている。当社の空調・換気・照明機器は、換気量増加に伴う消費電力増加や快適性悪化を抑制する機能を持っており、基本性能以外の新たな付加価値も進化している。

当社は、非居住向けの空調機や換気機器のシステムで、人の在室率に応じて省エネルギー運転制御や換気量の増減を自動制御する“別置ムーブアイコントロールユニット”を開発した。この製品は“サーマルダイオード赤外線センサ”を搭載し、従来のムーブアイよりも広範囲の床温度と人体の検知が可能である。設定と操作は、Bluetooth<sup>(注3)</sup>通信を利用するスマートフォン専用アプリケーション“MELRemo+(メリリモプラス)”で行い、様々な連携制御機能によって室内の快適性と省エネルギー性の向上を実現している。

また、全熱交換形換気機器“ロスナイ”では、確実な換気と省エネルギー性の両立を更に進化させている。当社は2020年にロスナイ発売50周年記念モデルとして、換気と省エネルギー性を進化させたDCブラシレスモータ搭載“業務用ロスナイ天井埋込形”，換気機器の更新需要に対応する業界初<sup>(注4)</sup>のリニューアル専用“業務用ロスナイ天井埋込形リニューアル専用タイプ”，CO<sub>2</sub>センサによる換気の見える化、さらに、換気風量増加の後付け更新需要に対応する“天吊(つり)露出形”を発売している。

さらに当社は、トイレ空間をまるごと清潔に保つ新しいハンドドライヤーを2021年6月に発売した。この“ジェッ

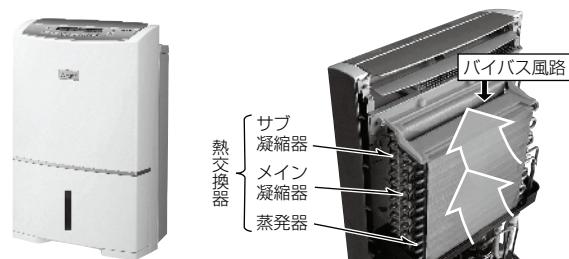


図3. 二凝縮回路搭載三菱除湿器



図4. 青空照明misola

トタオル新型スリムタイプ”は、設置空間の空気を循環清浄する“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンを本体に組み込み、設置空間の浮遊したウイルスや菌を抑制し、清潔な空気で手を乾燥させることができる。また脱臭効果も高いため、設置したトイレ空間の快適性にも寄与する。空気循環清浄機能を搭載しながらも使用性と設置性を損なわない製品サイズを実現しており、設置空間を限定することなく、既存製品のリプレースにも対応している。

照明機器では、室内空間に“自然”を取り込む青空照明“misola”を製品化した(図4)。misolaは本物の青空と見間違えるほどの高い再現性によって、従来にはない開放感と心地よさを提供できる。レイリー散乱で高精細に表現される発光面の“青空の奥行き感と広がり”を実現した。閉塞しがちな空間に広がり感を与えることで、コミュニケーションの活性化と快適な空間作りに貢献する。

(注3) Bluetoothは、Bluetooth SIG, Inc.の登録商標である。

(注4) 2020年1月23日現在、当社調べ

## 4. 安心・見守りソリューション

医療、食品、衛生等の分野でのイノベーションによって人々の平均寿命が延びた今、健康寿命の長い社会を実現することが重要になっている。高齢者数は増加の一途である一方、介護者の労働力不足が顕在化する現状では、施設・在宅高齢者の日常生活の自立支援を強化していくことが必要である。

“高齢者の自立=自身で家事を行う”ためには、加齢でつ

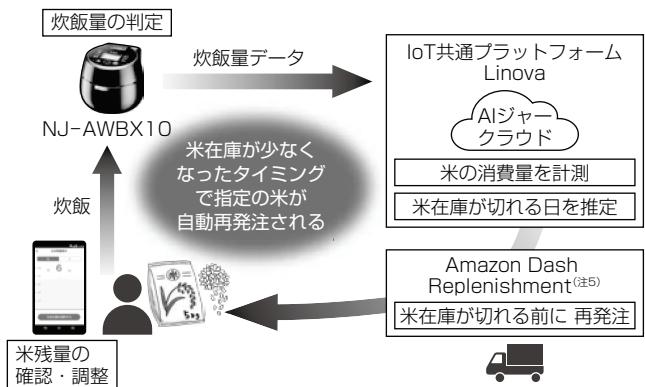
らくなる家事負担を軽減しなければならない。当社は、高齢者の家事動作時の様々な身体の使い方を分析し、身体負担要因を家電の設計に反映することで、高齢者でも楽に自由に使いこなせる様々な家電製品を提供している。

また近年、入浴時のヒートショックによる高齢者の死亡事故が大きく取り上げられ、入浴時の浴室温度の重要性が認識されている。ヒートショックの発生と室温の関係に関する研究例によれば、気温が低い時期と入浴死の発生には一定の相関があり、低い浴室温度が入浴時の循環動態に及ぼす影響が指摘されている。当社は、浴室暖房乾燥機と給湯機をIoTで連携させ、入浴前に給湯を開始してから湯はりが完了するまでに浴室を入浴可能な環境にする新機能“あったかリンク”を製品化した。エコキュートと浴室暖房機の連携機能及び遠隔操作機能による事前暖房によって冬季でも快適な入浴を実現した<sup>(2)</sup>。

## 5. 生活支援ソリューション

これまでの消費者市場では、主に“DEWKs(Double Employed With Kids)”の忙しい主婦やシニア層の生活をより豊かにする価値の提供が求められ、家電メーカーは家事の時短・省手間に着目した便利さを追求し続けてきた。しかしながら、消費者がライフスタイルを追求する時代になった今、価値観は多様化し、関心がモノ消費からコト消費へとシフトした。特に食への関心は、おいしさへのこだわりや健康を重視する志向が強まり、“もっと自分の体調に合った食事がしたい”“もっと料理を楽しみたい”“料理に時間を掛けたい”“孤食をなくしたい”“食事で家族とのコミュニケーションを取りたい”“フードロスをなくしたい”といった意識変化が起きている。食に求めるニーズは、従来よりも断片的でニッチな領域へと広がり、これらのニーズは、従来のマスマーケティングでは的確に把握することが難しくなっている<sup>(3)</sup>。これまでのように家電機器に多くの機能を詰め込み、性能をアピールする技術志向型は限界に来ていると言える。こうした状況の中、IoTの進化は、この課題を解決するきっかけになっていくと考えられる。生活者データがクラウド上に蓄積して共有され、センサによって調理や食事の実績情報を把握することで、データは生活の質向上のために活用できるようになった。今後もAIやIoT技術によって人々の生活が細かく可視化され、これまで捕捉できなかった新たなニーズを理解できるようになっていく。家電製品で生活者のデータを獲得することで、生活者の行動をより深く理解できるようになる。そのような視点では、キッチンを知ることで生活者と強力な接点を持つことができると言える。

当社の冷蔵庫は、より便利で使いやすい機能を実現する



(注5) Amazon, Dash及びこれらに関連するすべての商標は、Amazon.com, Inc. 又はその関連会社の商標である。

図5. 米の自動再発注システム

ため、スイッチ一つで設定できる“おまかせA.I.”によって家事の時短をサポートしている。“おまかせA.I.”は、従来冷蔵庫全体の使用状況から一日の標準的な生活パターンを予測していたが、各部屋の使用頻度を予測して各家庭の使用実態に合わせて各部屋で最適な運転を行う“全室独立おまかせA.I.”に進化した。また、食品保存だけでなく、買い物から調理までをサポートできるスマートフォン向けの“つながるアプリ“MyMU(マイエムユー)””が、冷蔵庫と連携することで、今まで冷蔵庫の様々な機能を使う機会が少なかったユーザーにも使いやすい冷蔵庫になった。

IH(Induction Heating)ジャー炊飯器“NJ-AWBX10”では、家庭の米残量が少なくなった際に、指定の米を自動再発注するサービスを開始した。IHジャー炊飯器が判定した炊飯量データを基にLinovaが家庭の米残量を推定し、米の在庫が少なくなったタイミングで、Amazon社へあらかじめ推定した銘柄・分量の米を自動で再発注する(図5)。米の発送は、各ユーザーの消費スピードを加味して、ユーザーが必要とするタイミングに合わせることも可能である。この米の自動再発注機能によって、煩わしい米の在庫管理が不要になり、重い米を買いに行く負担をなくすことができる。

## 6. む す び

快適で豊かな暮らしを実現するライフソリューションの最新技術について述べた。時代の変化とともに進化を続ける家電品であるが、今後も、その時々の課題や技術の進歩を反映し、一人一人の生活に寄り添うソリューションを開発して社会課題解決に貢献し続けていく。

### 参 考 文 献

- (1) 厚生労働省：「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法 (2020)  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisaku-00000000000618969.pdf>
- (2) 安田裕司, ほか：浴室の暖房ソリューション, 三菱電機技報, 94, No.10, 586~589 (2020)
- (3) 田中宏隆, ほか：フードテック革命世界700兆円の新産業「食」の進化と再定義, 日経BP (2020)

# つながる技術とデータ活用による ライフソリューション価値の提供

Providing Life Solution Value through Connective Technology and Data Utilization

小川雄喜\*  
Yuki Ogawa  
海津洋介\*  
Yosuke Kaizu

## 要旨

三菱電機はIoT(Internet of Things)家電をメーカーや市場地域を超えて管理する、グローバルIoT共通プラットフォームである“Linova(リノバ)”を稼働させた。さらにLinovaと連携する、当社家電統合アプリケーション“MyMU(マイエムユー)”をリリースした。MyMUではエコキュート<sup>(注1)</sup>と浴室暖房の“あったかリンク”機能など、ライフソリューション価値を顧客に提供してきた。

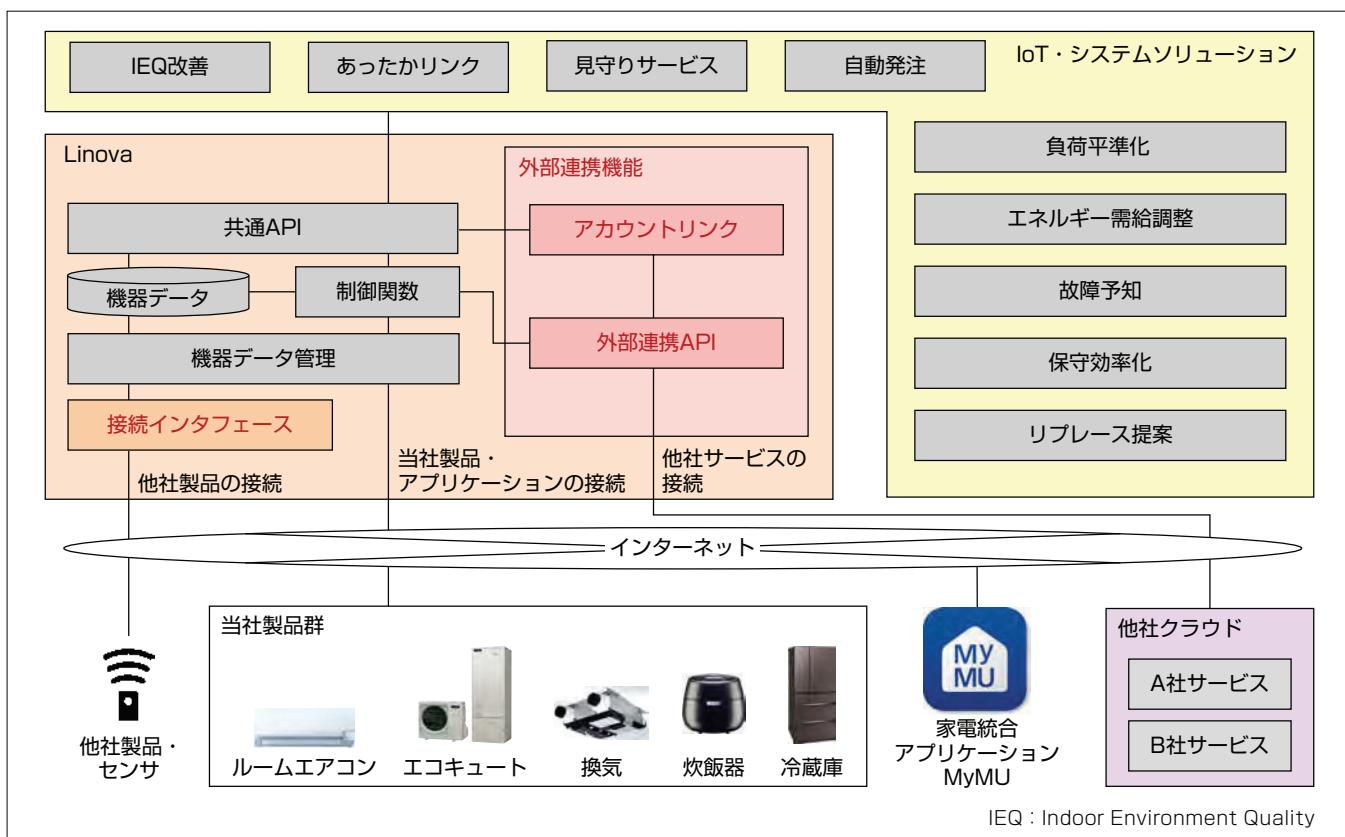
2021年度には他社クラウドと連携できる“外部連携”的仕組みを構築した。他社クラウドとLinovaのアカウントを紐(ひも)づけて、外部公開インターフェースを設けることで、他社クラウドサービスからLinova管理下のIoT家電の制御を実現した。また、プロトコルの異なる他社IoT機器との接続を可能にする“接続インターフェース”を設けて、

他社製センサと連携して在宅高齢者や高齢者用マンション向けに自動空調換気制御や見守りサービスを事業化する。

また、Linovaで収集したエコキュートのお湯の使い方に関するデータを分析して得た知見から、高圧一括受電マンション向けにエコキュート消費電力の負荷分散アルゴリズムを開発した。このアルゴリズムを搭載したエコキュート負荷分散アプリケーションは、Linovaの“外部連携API(Application Programming Interface)”を介して電力アグリゲータのクラウドと連携する。

今後もより多くの機器やサービスとの接続と収集したデータ活用によるライフソリューション価値を提供していく。

(注1) エコキュートは、関西電力(株)の登録商標である。



## グローバルIoT共通プラットフォームの機器やソリューションとの接続構成

グローバルIoT共通プラットフォームは、接続インターフェースと外部連携機能を拡張開発した。接続インターフェースは、プロトコルの異なる他社製品・センサに接続を可能にする。外部連携機能は他社クラウドサービスとLinovaのアカウントを紐づけて、ガイドラインに準拠した外部公開インターフェースを介することで、他社サービスからLinova接続機器の制御を可能にする。

## 1. まえがき

パソコンやスマートフォンに加えて、家電や自動車、ビルや工場など世の中の様々なものがネットワークにつながるIoT化が進んでいる。また、5G(第5世代移動通信システム)による通信高速化や、大規模ストレージと高速計算サーバを提供するクラウドサービスが登場したことで、大量に収集したデータを学習させて機器を自動制御したり、ユーザーに使い方のアドバイスをしたりするAI化も進んでいる。

当社では2019年度にグローバルIoT共通プラットフォームLinovaクラウドを稼働させた<sup>(1)</sup>。Linovaでは、インターネットを介して接続する当社IoT家電のデータを収集・管理するとともに、家電を横断的に制御・管理するためのユーザーや権限などの情報も管理する。2020年度にはLinovaと連携するスマートフォン向けプラットフォームとして、当社家電統合アプリケーションMyMUをリリースした。MyMUは機器単体を操作できるだけでなく、Linovaで管理するユーザーに紐づいた機器群を横断的に制御できる仕組みを持つ。

またデータ活用として、当社はLinovaで収集したIoT家電データからAIエンジンを構築し、実証フェーズを経て新たなライフソリューションの提供を目指す。またLinovaの拡張による、他社が提供するクラウドサービスや当社以外のIoT製品との連携も進めている。

本稿では当社のグローバルIoT基盤によるライフソリューション提供の取組みについて述べる。

## 2. Linovaによるつながる技術

### 2.1 接続機器の拡大によるソリューション提供

Linovaは2019年度の稼働以降、当社IoT家電を中心に接続ラインアップを増やしている。2021年1月には当社冷蔵庫が加わって、Linovaを介して冷蔵庫の各部屋の機能や温度の設定変更を行ったり、扉開閉回数から離れて暮らす家族の使用状況を確認したりできる。2021年度には当社ジャー炊飯器が加わって、Linovaに蓄積したユーザーの炊飯履歴から米の消費傾向を分析して米の残量不足を予測して、EC(Electronic Commerce)サイトで自動再発注する機能を実現している。

このようにLinovaに機器接続して操作するだけでなく、機器から収集した情報をクラウド上で分析・予測して“見守り”や“自動発注”といったソリューションを実現している。今後も当社IoT家電や設備機器とLinovaの接続ライ

ンアップの増加を目指すとともに、より多くの顧客に満足してもらえるソリューションを提供していく。

### 2.2 外部製品・サービスとの連携

Linovaは2020年度に住宅機器メーカーや電力会社など他社が提供するクラウドサービスと連携する“外部連携”的組みを新たに実装した。図1は、Linovaの外部連携機能による他社クラウドとの接続構成である。外部連携では、ガイドラインであるECHONET Lite<sup>(注2)</sup> Web APIに沿ったインターフェースを公開し、認証・認可プロトコルであるOpenID<sup>(注3)</sup> Connect1.0を利用した他社サービスクラウドとLinovaのアカウントを紐づけてシングルサインオン(Single Sign-On)を実現する“アカウントリンク”機能を実装した<sup>(2)</sup>。アカウントリンクでは、Amazon Cognito<sup>(注4)</sup>のOpenID Connectを使用している。Cognitoはエンドユーザーの認証・認可及びOpenID Connectのアクセストークンを発行する。エンドユーザーがアクセストークンの利用を他社クラウドサービスに許可することで、他社クラウドサービスはアクセストークンを用いて外部連携APIを実行できる。つまりアカウントリンクを行うことで、他社クラウドサービスからシングルサインオンによるLinovaアカウントに紐づいた機器情報の取得や状態変更を実現した。これによって当社と連携する他社は、ECHONET Lite Web APIリファレンスに則り(のっと)ったAPIを他社クラウドに実装することで、他社が提供するスマートフォン向けア

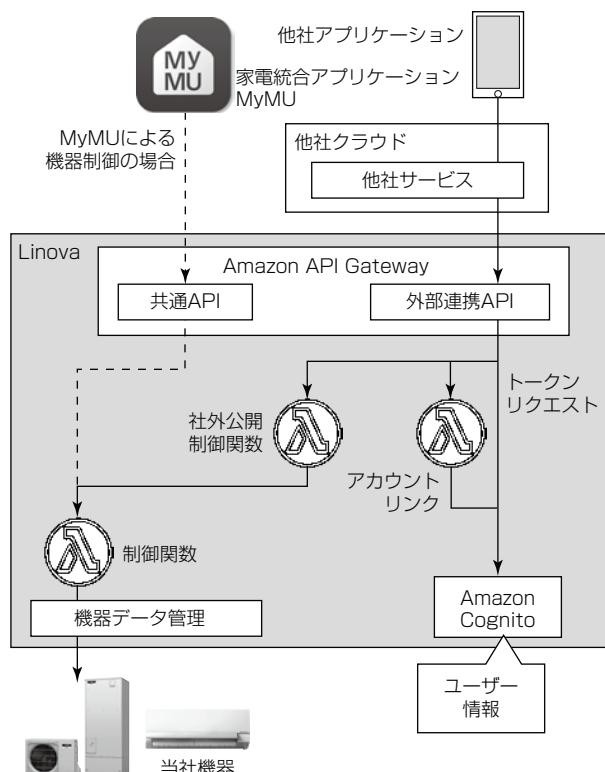


図1. Linovaの外部連携機能による他社クラウド接続構成

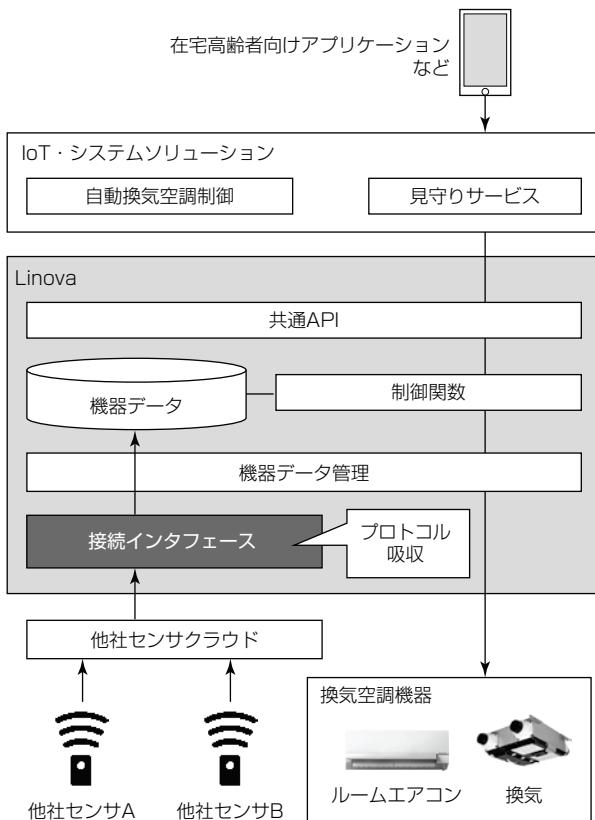


図2. 他社環境センサと連携したシステム構成

プリケーションからMyMUで登録したIoT家電を操作・確認できる。この構成によって、IoT家電を販売しないサービス事業者とも連携して幅広いソリューションを提供できる。

また、Linovaが当社以外のIoT製品と接続するための“接続インターフェース”も新たに構築した(図2)。接続インターフェースは他社製品が接続する他社クラウドに蓄積したデータを定期的に取得し、データフォーマットやプロパティ名の差異を吸収してLinova内でデータを保存する。当社は他社環境センサから接続インターフェースを通してCO<sub>2</sub>濃度や人感センサなどの情報を収集し、換気空調機器の自動運転などのIEQ改善ソリューションや見守りサービスを提供する。このソリューションは、在宅高齢者や高齢者向けマンションで事業化予定である。

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

(注3) OpenIDは、OpenID Foundationの登録商標である。

(注4) Amazon Cognitoは、Amazon Technologies, Inc.の登録商標である。

### 3. クラウド間連携で実現するソリューション

MyMUの活用によって、スマートフォンを用いたIoT家電の操作や状態確認などの個人向けアプリケーションは少ない工数で開発可能になった。一方、クラウドに収集される機器情報については、サービス事業者が活用するための仕組みを様々な団体(JEITA(一般社団法人 電子情報技

術産業協会), JEMA(一般社団法人 日本電機工業会), 一般社団法人 データ流通協議会, 一般社団法人 ECHONET コンソーシアム)が検討している。

ECHONETコンソーシアムでは、クラウド間でデータ連携する仕組みとしてECHONET Lite Web APIガイドラインを公開している<sup>(3)</sup>。このガイドラインでは、REST API, HTTPS(Hyper Text Transfer Protocol Secure)などの標準的なWeb技術が採用されており、認証・認可の方式としてOAuth2.0の事例を紹介している。サービス事業者はこれらの標準的な技術を活用することで、家電機器をターゲットにしたソリューションを実現可能である。

クラウド間連携で実現するソリューションとして、再生可能エネルギーの導入に向けて、家庭の発電・蓄電に加えて、エコキュートを需給調整に活用する方法を検討している。政府が2030年のCO<sub>2</sub>削減目標を2013年比26%から46%への引き上げを表明し、再生可能エネルギーの導入は必至である。不安定な発電電力への調整力として負荷側を調整するための個別監視・制御の仕組みが求められる。

また、マンションで、創エネルギー、省エネルギー、断熱を組み合わせることで一次エネルギー消費量をゼロにするZEH-M(net Zero Energy House - Mansion)<sup>(注5)</sup>の普及に向けて、家電機器の省エネルギー化と複数の機器の制御によるピーク電力の削減が必要とされている。

Linovaと外部クラウドの連携開発事例として①高圧一括受電マンション向けソリューション、②エネルギー需給調整ソリューションの二つの事例<sup>(注6)</sup>を述べる。

(注5) 高効率な設備システムと再生可能エネルギーの導入によって、年間の一次エネルギー消費量の収支がゼロを目指したマンションである。

(注6) この事例は、Linovaの外部連携APIではなく、共通APIと実証用に構築したアプリケーションクラウドを介して連携を行ったものである。

#### 3.1 高圧一括受電マンション向けソリューション

近年、ZEH-Mを契機に省エネルギー性に優れたエコキュートの高圧一括受電マンションへの導入が注目されている。一方でエコキュートは早朝に沸き上げ動作が集中するため、消費電力のピークが発生して電力需要バランスが偏ってしまうという問題がある。このシステムは各家庭のエコキュートの操作と状態確認が可能なLinovaを活用し、マンション内でのピーク電力の削減を目指す。

このシステムでは、エコキュートデータ、消費電力データを収集・分析し、①各家庭のエコキュート使用湯量と使用時刻、②マンション全体の電力需要を予測する。さらに、外気温やエコキュートの能力から各家庭の沸き上げにかかる時間を算出し、電力需要が少ない時間帯に沸き上げ動作を分散させることで、マンション全体の消費電力負荷の平準化を実現する(図3)。

今後は、マンション全体のエコキュートの消費電力負荷管理の自動化を目指して、マンションへのエコキュートの普及を推進していく。

### 3.2 エネルギー需給調整ソリューション

二つ目の開発事例として、デジタルエナジーリソースを活用したエネルギー需給調整を実現するプラットフォームであるBLEnDer DEP(Distribution Energy Platform)とクラウドから機器を直接制御する機能を持つLinovaを連携した実証システムがある。BLEnDerは電力市場での“需給運用”“電力取引”，及び“デジタルエナジーリソース管理”による広域でのエネルギーマネジメントを実現するソリューションである。そこに、Linovaの“機器情報”“サービス管理”機能を連携させることで、一般住宅のエネルギー資源を含めた全体最適化が可能になった。

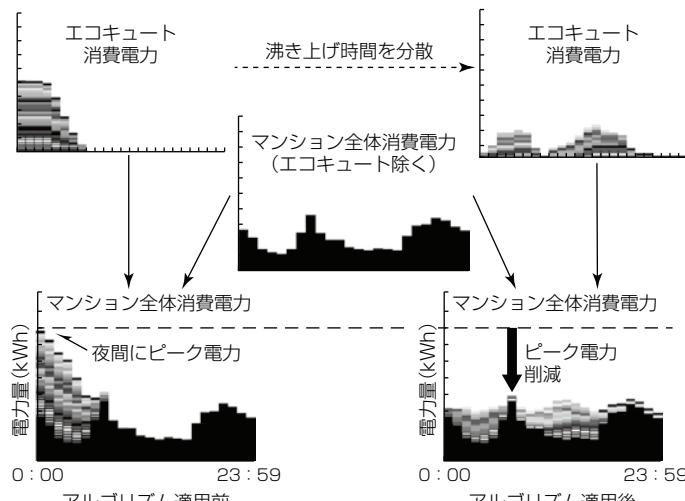


図3. 開発システムによるピーク電力削減の例

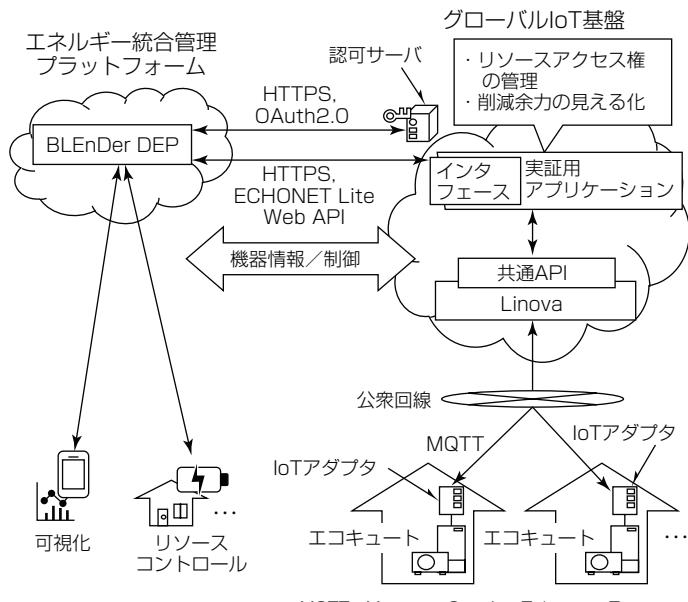


図4. クラウド間連携のシステム構成

この実証では、最初のステップとして供給可能なリソース量が多いエコキュートを対象に連携システムを構築した(図4)。

このシステムでは二つの標準化された仕組みを導入することで円滑なクラウド間連携を実現した。一つ目がECHONET Lite Web APIである。クラウド間に標準化されたインターフェースを採用することで、“互いのデータモデルの理解”“制御・活用するためのデータ変換”的工数を大きく削減できた。二つ目がOAuth2.0認証である。標準化された認証方式を採用することで、“クライアントの管理”“クラウド間通信の安全性の確保”的工数を削減できた。また、BLEnDerを中心とするクライアントごとにアクセス許諾するリソース集合を定義することで、多数の機器情報が集約されたLinovaでリソースへのアクセス権を管理可能にした。

今後は、電力供給側の発電状況に応じて需要家のエコキュートの沸き上げ動作を昼間にシフトさせる機能を開発していく。当社は、再生可能エネルギーの供給過剰の吸収、電力不足時の消費電力の削減を実現し、電力システムの安定供給に貢献していく。

### 4. 今後の展望

Linovaは今後もより多くの当社IoT家電や設備機器と接続し、他社サービスや他社機器と連携することで、より顧客に満足してもらえるソリューションを提供していく。現在Linovaは国内だけの展開にとどまるが、将来的には海外市場で稼働する機器と接続してデータ収集し、海外市場にもソリューションを展開していく。また、データ活用ではLinovaにつながる複数の機器・システムを組み合わせたソリューションの実現を目指す。

### 5. むすび

家電や設備機器のIoT化とAI化が急速に進む中で、当社グローバルIoT共通プラットフォームであるLinovaによるつながる技術とデータ活用について述べた。

今後はデータ分析、クラウド間のデータ／サービス連携によって、“データに基づいた潜在ニーズへの提案”と“新たな価値の提案”的実現を目指す。

### 参考文献

- (1) 櫻井翔一朗：“暮らし空間イノベーション”を実現するグローバルIoT家電サービス、三菱電機技報、94、No.10、566～569 (2020)
- (2) 一般社団法人 エコネットコンソーシアム  
<https://echonet.jp/>
- (3) 三菱電機(株) 電力システム製作所 電力ICTセンター  
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/ictpowersystem/>

## 別置ムーブアイコントロールユニットによる 空調換気ソリューション

栗原 誠\*

Makoto Kurihara

上條将広\*

Masahiro Kamijo

Air Conditioning and Ventilating Solution by 3D i-see Sensor Control Device

### 要旨

新型コロナウイルス感染拡大の影響で“新しい生活様式”的な実践が求められる中、オフィスや店舗などでは、テレワークやフィジカルディスタンシングの確保によって在室人数が多様に変化している。また、こまめな換気によって室内の温度むらが発生するため、効率的な空調・換気への意識が高まっている。そこで、三菱電機では、空調機や換気機器が人の在室率に応じた省エネルギー運転制御や換気量の増減を自動で行えるように制御するシステム部材“別置ムーブアイコントロールユニット”を開発した。

この製品は“サーマルダイオード赤外線センサ”を搭載しており、従来の赤外線センサ“ムーブアイ”よりも広範囲の床温度検知と人体検知が可能である。検知結果によって別

置ムーブアイに接続された空調機と換気機器を自動で制御する機能を複数備えており、ユーザーの好みの連携制御を設定できる。これら機能の設定はBluetooth<sup>(注1)</sup>通信を利用するスマートフォン専用アプリケーション“MELRemo+(メルリモプラス)”で行うことができ、制御設定だけでなくMELRemo+を使えば共用のリモコンを使用せず個人のスマートフォンで空調・換気操作ができるため、衛生面も考慮して使用できる。

この製品を使用することによって、顧客の好みに応じた空調管理が実施でき、室内空間の快適性向上や省エネルギーに貢献できる。

(注1) Bluetoothは、Bluetooth SIG, Inc. の登録商標である。



### 別置ムーブアイコントロールユニット

この製品はサーマルダイオード赤外線センサを搭載しており、従来のムーブアイよりも広範囲の床温度検知と人体検知ができる。当社製パッケージエアコンの室内ユニットを4台まで、当社製熱交換形換気機器の“業務用ロスナイ”は2台まで接続できる。設定と操作はBluetooth通信を利用するスマートフォン専用アプリケーションMELRemo+で行うことができ、様々な連携制御機能によって室内の快適性向上や省エネルギーに貢献する製品である。

## 1. まえがき

新型コロナウイルス感染拡大の影響で“新しい生活様式”的実践が求められる中、オフィスや店舗などでは、テレワークやフィジカルディスタンシングの確保によって在室人数が多様に変化している。また、こまめな換気によって室内の温度むらが発生するため、効率的な空調・換気への意識が高まっている。

当社では、空調・換気機器の運転を制御する単独のコントロールユニットとして業界で初めて<sup>(注2)</sup>、赤外線センサで広範囲の床温度検知と人体検知をし、コントロールユニットで複数のエアコンや換気機器の連携制御を行うことで、効率的な空調・換気を実現する別置ムーブアイコントロールユニットを2021年5月に発売した。

この製品は、当社が設計・製造を担当した人工衛星の赤

外線センサ技術を活用した高精度なサーマルダイオード赤外線センサを搭載している。これによって、従来比約5倍になる $14.4 \times 14.4\text{ (m)}$ の広範囲で人の位置や人数を検知でき(図1)、一つのコントロールユニットで複数のエアコン・換気機器の制御を実現する(図2)。

また、別置タイプのため、ムーブアイを搭載していない当社の既設のエアコンや換気機器へ後付け接続が可能<sup>(注3)</sup>で、エアコンや換気機器の取替えや改修をすることなく設置できる。エリアごとの床温度や人の在室率に合わせて、それぞれの製品を連携制御して効率よく空調・換気を行い、室内の快適性向上に貢献する。

本稿では、別置ムーブアイコントロールユニットの特長について述べる。

(注2) 2021年2月25日現在、当社調べ。店舗・事務所用パッケージエアコン・ビル用マルチエアコン・業務用熱交換形換気機器で。

(注3) 当社店舗・事務所用パッケージエアコン、ビル用マルチエアコンは2004年以降、業務用ロスナイは2001年以降発売のマイコンタイプに対応。

## 2. きめ細かな温度検知で一歩進んだ空調管理

当社製パッケージエアコンの室内ユニットを4台まで接続でき、Bluetooth通信を利用するスマートフォン専用アプリケーションMELRemo+でそれぞれの担当エリアを設定することで、エリアの温度を熱画像としてスマートフォンで確認可能である。そのまま画面からリモコン操作ができる“サーモタッチ”機能を搭載したこと、より適切な温度調節や風向設定が可能になる(図3)。

また、MELRemo+を使えば共用のリモコンを使用せず個人のスマートフォンで空調・換気操作できるため、衛生面も考慮して使用できる。

MELRemo+は空調操作だけでなく、従来ワイヤードリモコンから設定をしていた省エネルギー運転機能や各種スケジュール運転、操作制限設定等の空調機設定に関しても行うことができ、利便性が向上している。

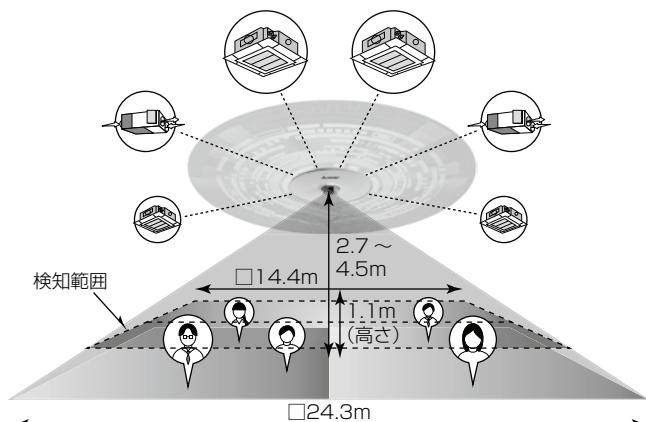


図1. 別置ムーブアイコントロールユニットの検知範囲

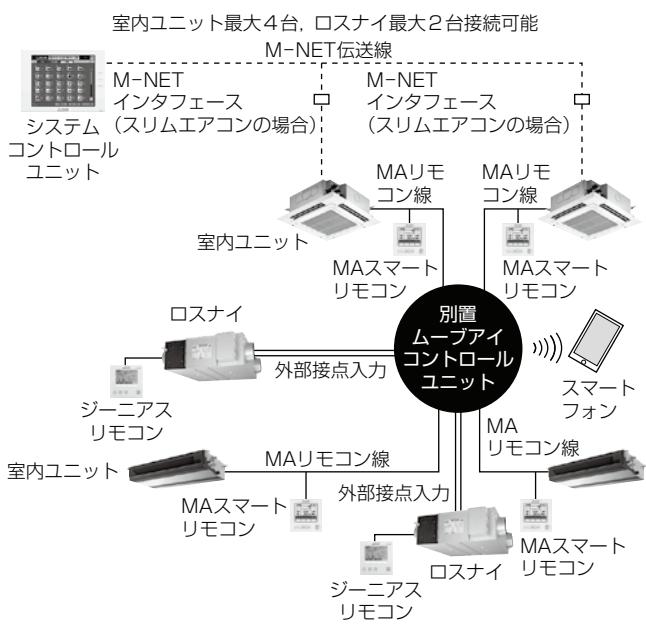


図2. システム構成

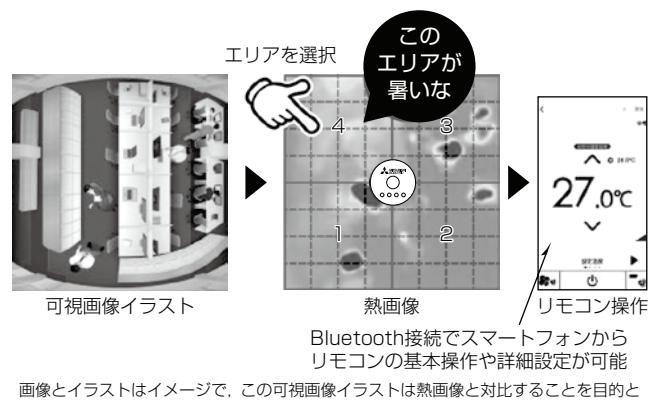


図3. サーモタッチ機能

特に“風向固定”機能に関しては風向によってどのエリアが温度変化するかを熱画像によって把握できるだけでなく、通常壁面に取り付けられているワイヤードリモコンでの設定と異なり、その場で風あたりを確認しながら設定することが可能になる。

### 3. 空調機器との連携で快適・省エネルギー運転

ムーブアイによって検知した床温度や人の位置・人数を基に連携を行う制御がエリアごとに設定可能になっており、多彩な機能で効率よく快適な温度環境を実現できる。

#### (1) むらなし制御機能(図4)

設定温度に対してエリアの検知温度が3℃以上の乖離(かいり)がある場合に対象エリアの室内ユニットを自動的に強風かつ風向を下吹きにして温度むらを低減する。

#### (2) 風あて・よけ制御機能(図5)

室内ユニットごとに好みに合わせて風あて・風よけ運転を設定できる。エリアに一人でも人がいる場合は自動的に風あて(冷房時：スイング、暖房時：下吹き)・風よけ(水平吹き)の風向設定にして、風あたりで急速に体感温度を変化させたり、風よけでドラフト感を低減したりできる。

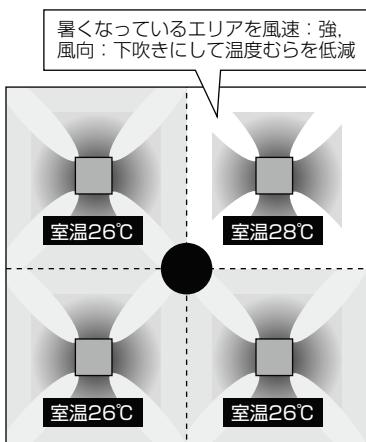


図4. むらなし制御機能

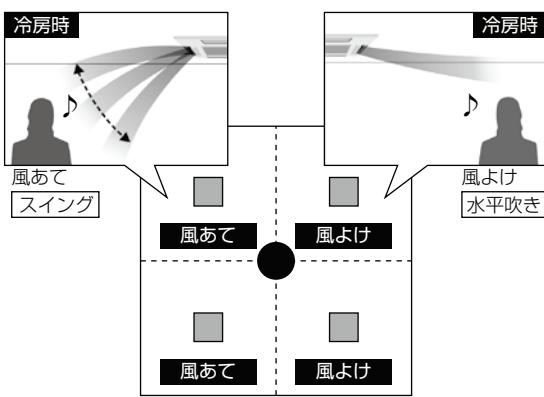


図5. 風あて・よけ制御機能

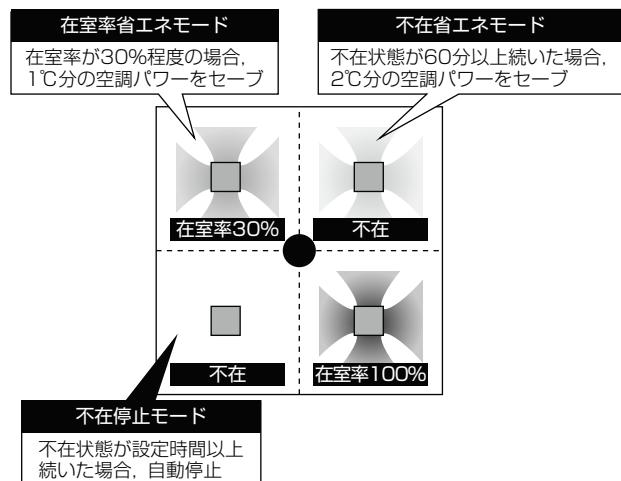


図6. 在室率制御機能(空調機)

#### (3) 在室率省エネモード(図6)

在室率に応じて空調パワーをセーブする。在室率が30～60%程度のときは設定温度を0.5℃分セーブして、30%程度以下のときは1℃分セーブして省エネルギー運転を行う。

#### (4) 不在省エネモード(図6)

60分以上不在状態が続いた場合、設定温度を2℃分セーブして省エネルギー運転を行う。

#### (5) 不在停止モード(図6)

不在状態が設定時間以上続いた場合、運転を自動で停止し、節電の徹底化に貢献する(自動停止までの時間は60～180分の10分単位で設定可能である)。

### 4. 換気機器との連携で快適・省エネルギー運転

新型コロナウイルス感染拡大の影響を受けて換気の重要性が高まっていることもあり、換気機器とも連携制御を行うことで快適でムダの少ない運転ができるような機能を備えた。

当社製熱交換形換気機器の業務用ロスナイは2台まで接続可能であり、空調機と同様にそれぞれの担当エリアを設定することで、ムーブアイが室内にいる人数を検出して在室率を算出し、それに応じて業務用ロスナイの換気風量の切替えを自動で行うため、快適な空気環境の維持が可能になっている。

#### (1) 在室率強風モード(図7)

在室率が30%程度以上の場合、換気風量を“強”に切り替えてしっかり換気を行う。

#### (2) 在室率省エネモード(図7)

在室率が30%程度以下の場合、換気風量を“弱”に切り替える。人数に応じて効率よく換気を行う。

#### (3) 不在省エネモード

60分以上不在状態が続いた場合、換気風量を“微弱”に切り替えてムダな運転を抑制する。

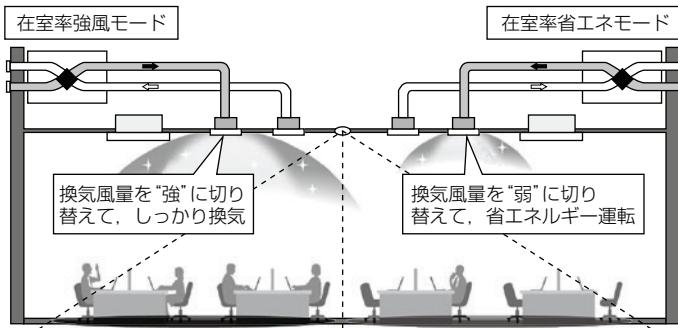


図7. 在室率制御機能(ロスナイ)

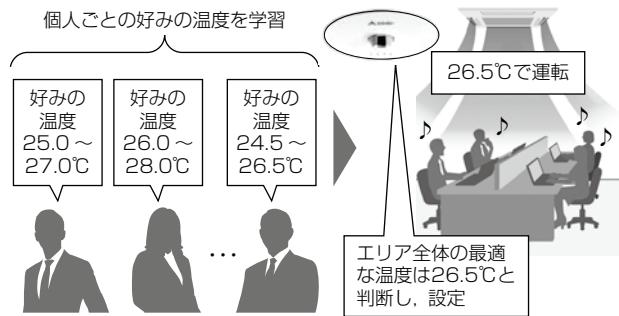


図9. お好み温度自動機能

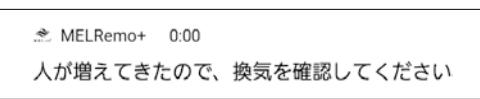


図8. 換気プッシュ通知機能のメッセージ

#### (4) 不在停止モード

不在状態が設定時間以上続いた場合、運転を自動で停止し、節電の徹底化に貢献する(自動停止までの時間は60～180分の10分単位で設定可能である)。

ムーブアイとの連携だけでなく、空調機との連携も設定が可能で、空調機の運転／停止に合わせて業務用ロスナイも運転／停止の動作をさせることができる。

また、換気機器がない場合にも室内の安心・安全な空気環境を維持できるように換気を促すことのできる“換気プッシュ通知機能”を搭載している。換気エリアを設定することで、そのエリアの在室率が30%程度以上になっている間は、MELRemo+をバックグラウンドで起動しているスマートフォンに対して30分ごとに換気を促すメッセージを通知できる(図8)。

## 5. 設定温度自動調節とデマンド運転で快適・省エネルギー運転

#### (1) “お好み温度自動”機能搭載(図9)

MELRemo+の設定温度操作履歴から個人ごとの好み温度を学習し、空調エリア内にいる全員のお好み温度から最適な設定温度に自動で調節する“お好み温度自動”機能を搭載している。

これまで設定温度はリモコンの後押し優先だけで設定されるため、暑がりの人と寒がりの人が同じエリアにいた場合にはどちらかに大きな不満が出る設定温度になっていることが多かった。

この機能を使用することで事前にある程度個人ごとの好みの設定温度を学習させる期間が必要ではあるが、エリア内にいる人の好みが異なっても不満の少ない設定温度に自動的に調整されるため設定温度を手動で変更する回数を減らすことができる。



図10. デマンド制御機能

#### (2) “デマンド設定”機能搭載(図10)

4段階のデマンドレベルに対応している。段階ごとに“設定温度2°C分の空調パワーセーブ”“送風運転”“運転停止”を選択できる。さらに、室内ユニットごとにローテーションしてデマンド運転を行うこともでき、ローテーションの時間も段階ごとに設定が可能なため、快適を保ちながら省エネルギーを実現する。

## 6. む　す　び

当社は、業務用パッケージエアコンで、快適性・省エネルギー性を追求し“ムーブアイ(床温度検知)”“エリアムーブアイ(床温度むら検知)”“人感ムーブアイ(人検知)”と独自の赤外線センサ技術を進化させてきた。別置ムーブアイコントロールユニットでは、従来よりも高解像度で広範囲を検知できるサーマルダイオード赤外線センサを搭載することで、複数台の空調機器と換気機器の連携を行うことができ、リモコン操作機能によってコントロールユニットとしての役割も持ち、更なる進化を遂げている。今後は他機種との連携強化や検知した温度情報、人検知情報の活用拡大を図り、汎用性を高めて、更なる快適性の向上、省エネルギーへの貢献ができる製品を展開していく。

# パッケージエアコンの天井埋込形 室内機向けシロッコファン

Sirocco Fan for Ceiling Concealed Type Indoor Unit of Package Air Conditioner

寺本拓矢\*  
Takuya Teramoto

山谷貴宏†  
Takahiro Yamatani

林 弘恭\*  
Hiroyasu Hayashi

道上一也†  
Kazuya Michikami

## 要旨

パッケージエアコンの天井埋込形室内機は、事務所、店舗、ホテル・家向け等で使用されており、ダクト接続したフロア・部屋内を空調する。低騒音・低消費電力と、狭い天井裏にも施工できるコンパクト性が求められている。室内機にはシロッコファンを採用しており、製品高さ、吸込口方向からの高速気流による騒音・消費電力増大の課題がある。これらの課題を解決するシロッコファンを搭載した“PEFY-P VMAシリーズ”(2019年3月発売)を開発し、三菱電機の従来品に対して、最大で騒音3dBA、消費電力24%低減し、筐体(きょうたい)サイズ18%低減を実現した。また、“MEXZ-SL VAシリーズ”(2019年12月発売)では、当社従来品に対して、最大で騒音を2dBA低減し

た。この仕様を実現するため、次の開発を行った。

### (1) 複数の拡大率で構成したスクロールケーシング

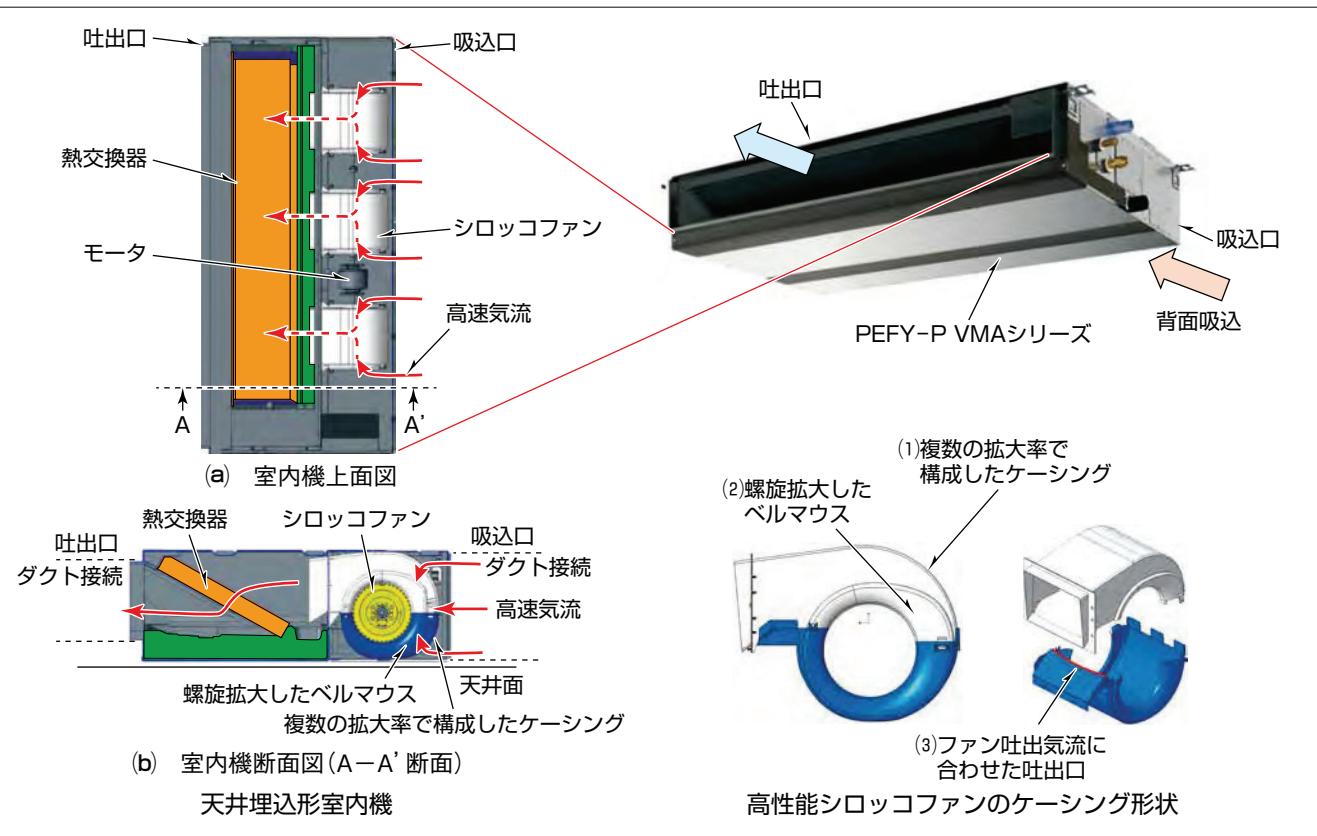
製品吸込口側のスクロール拡大率を複数組み合わせたケーシングによって、ケーシング内の気流を減速してファンの静圧効率を高め、騒音と消費電力を低減した。

### (2) ファンの背面吸込側に螺旋(らせん)拡大したベルマウス

ファンの背面吸込側に向かって、ベルマウスを螺旋状に拡大し、周方向の気流の剥離の抑制によって、騒音と消費電力を低減した。

### (3) ファン吐出気流に合わせた吐出口

中央と両端の吐出口の角度を各々の気流の流出角度に合わせて、吐出口の風速増大を抑制し、騒音を低減した。



## パッケージエアコンの天井埋込形室内機に搭載した高性能シロッコファンの特長

パッケージエアコンの天井埋込形室内機搭載時の従来シロッコファンの課題の製品サイズ制約と、吸込口方向からの高速気流が原因の騒音・消費電力増大に対して、製品高さ12%拡大に相当する拡大率のファンの静圧効率を得ることができるスクロールケーシングと、製品実装時に発生する高速気流に適合するベルマウス、吐出口の新技術を開発した。これらの技術によって低騒音と低消費電力を両立させることで快適性の高い室内機を実現した。

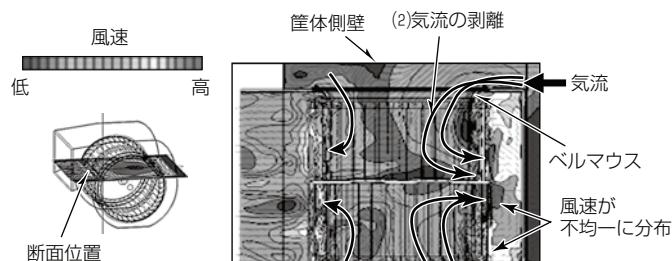
## 1. まえがき

パッケージエアコンの天井埋込形室内機は、事務所、店舗だけでなくホテルや家向け等で幅広く使用されてきており、低騒音・低消費電力に加えて、狭い天井裏でも施工できるコンパクトな空調機が求められている。このような背景の下、当社では製品実装時に一様な風速で送風する高性能シロッコファンを開発し、新型室内機(2019年3月／12月発売)へ搭載した。これによって、実装時に風速に偏りが生じる従来のシロッコファンを搭載した室内機に対して、低騒音・低消費電力を実現した。また、この技術は、ファンの小型化、低出力小型モータの採用を可能にし、コストや材料の低減から、環境負荷を軽減した。

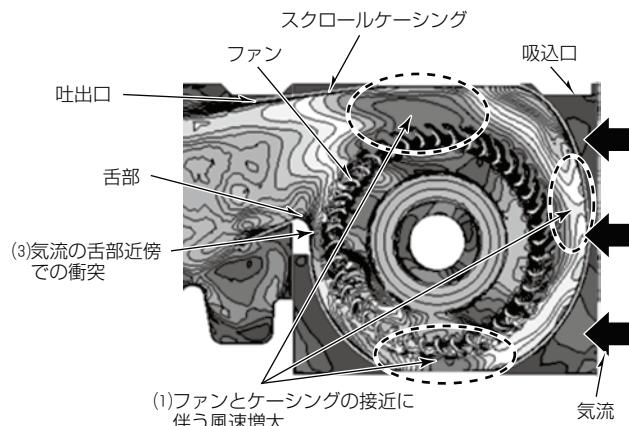
本稿では、製品実装時の従来シロッコファンの課題と、その課題を解決したシロッコファンの騒音・消費電力低減技術について述べる。

## 2. 製品実装時のシロッコファンの課題

製品実装時のシロッコファンの気流の状態を確認するため、流体解析を用いて分析した。図1のように、従来のシロッコファン単体では、ファン全周で均一に気流がベルマ



(a) ベルマウス周りの風速分布



(b) ケーシングと吐出口の風速分布

図2. シロッコファンの風速分布(天井埋込形室内機実装時)



シロッコファン

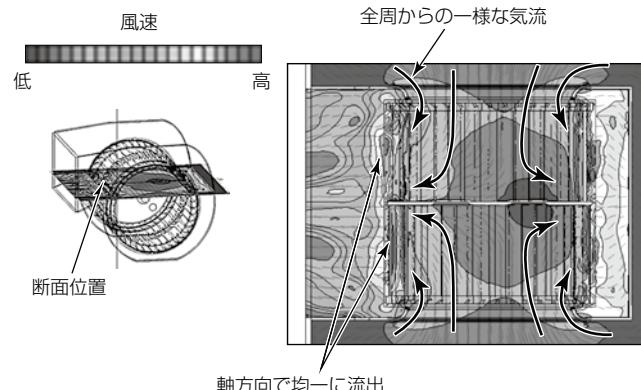


図1. シロッコファン単体の風速分布

ウスに流入することによって、ファン吐出気流が軸方向で均一に流出している。また、図2の流体解析の風速分布の結果から、ファン吐出口の風速の乱れやファン吐出気流の軸方向での不均一な分布から、騒音・消費電力増大の要因になっている次の3点を確認した。

- (1) 製品小型化のため製品高さに制約があることによる、ファンとスクロールケーシングの接近に伴う風速増大
- (2) 製品の筐体側壁とケーシング又は、ケーシング間距離が狭いことによるベルマウスでの気流剥離
- (3) ファン吐出気流の舌部近傍のケーシング壁面との衝突

## 3. シロッコファンの騒音・消費電力低減技術

製品実装時のシロッコファンの課題を解決するスクロールケーシング、ベルマウス、吐出口の新技術を開発し、従来のシロッコファンから騒音、消費電力の大幅低減を実現した。これらの技術が搭載されたPEFY-P VMAシリーズ(2019年3月発売)では、当社従来品に対して、最大で消費電力24%，騒音3 dBA低減し、さらに消費電力と騒音の大幅低減によって、筐体サイズ18%低減を実現した。また、MEXZ-SL VAシリーズ(2019年12月発売)では、当社従来品に対して、最大で騒音を2 dBA低減した。これらの技術の詳細について次に述べる。

### 3.1 複数の拡大率で構成したスクロールキャッシング

シロッコファンでは、スクロールケーシングの拡大率を大きく取ることで、ケーシング内の気流を減速させて、ファンの静圧効率を高めている。しかし、小型化のため、製品高さに制約がある天井埋込形室内機ではケーシングと筐体上下の壁と接近するために、スクロール拡大率を上げるのが難しい。そのため、従来のシロッコファンでは、図3(a)のように、ファン径とスクロール拡大率を大きく取り、スクロールケーシングの上下部分を一部カットした構成にすることで、圧力を高めている。しかし、ファンとケーシングの隙間が狭くなり、風速が増大するため、騒

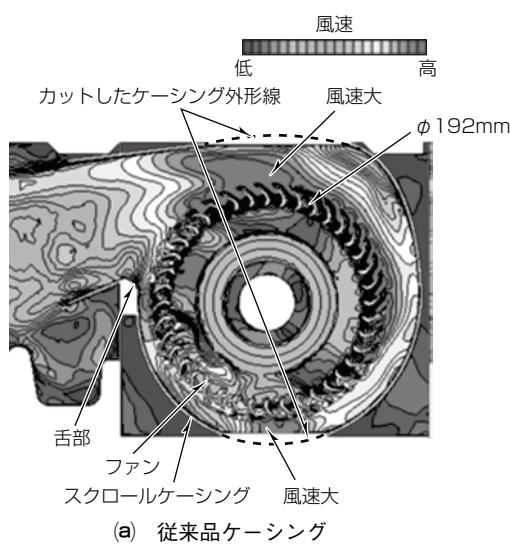


図3. ケーシングの風速分布

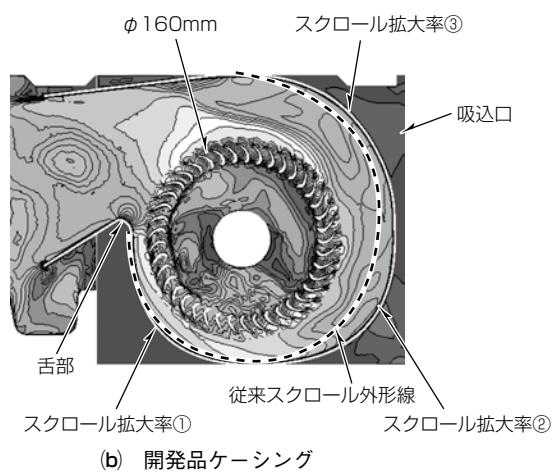


図3. ケーシングの風速分布

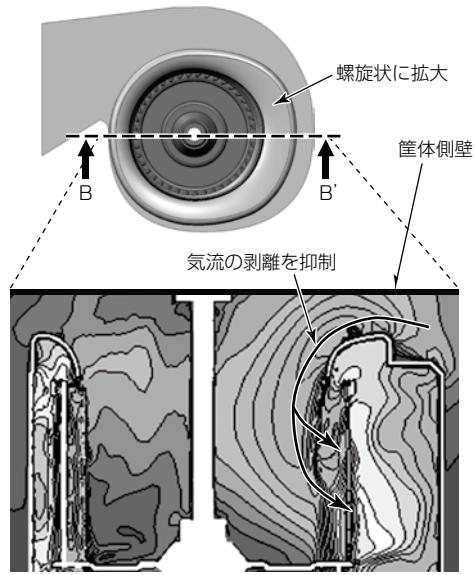
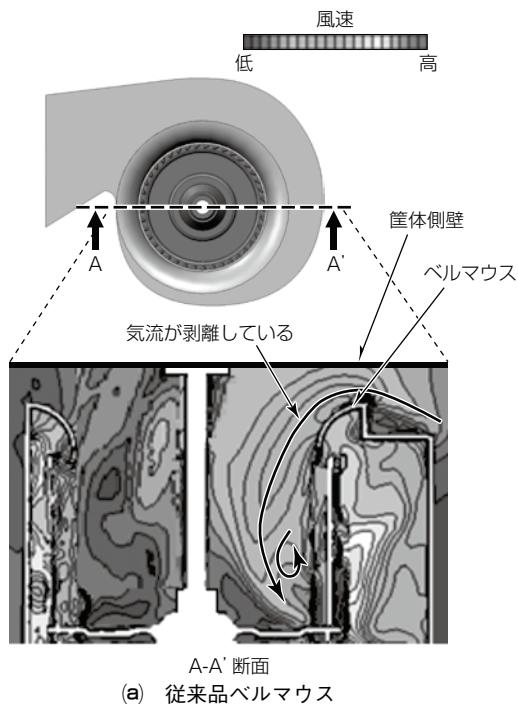


図4. ベルマウスの風速分布

音が増大する。そこで、図3(b)のように、ファン径を縮小(Φ192→160mm)し、ファンとケーシングの隙間を広げた。ファンの周囲のスクロールケーシングを舌部から製品吸込口側にかけて3種類の拡大率で構成し、それぞれの拡大率を、ケーシング壁面から気流が剥離しない限界まで上げている。製品高さ12%拡大に相当する拡大率によって、ケーシング内の気流を減速させ、ファンの静圧効率の大幅な改善を可能にした。この技術によって、当社従来品に対して、騒音2.8dB(A)、消費電力13.5%の低減を実現した。

### 3.2 ファンの背面吸込側に螺旋拡大したベルマウス

製品実装時の従来のシロッコファンでは、図4(a)のよう

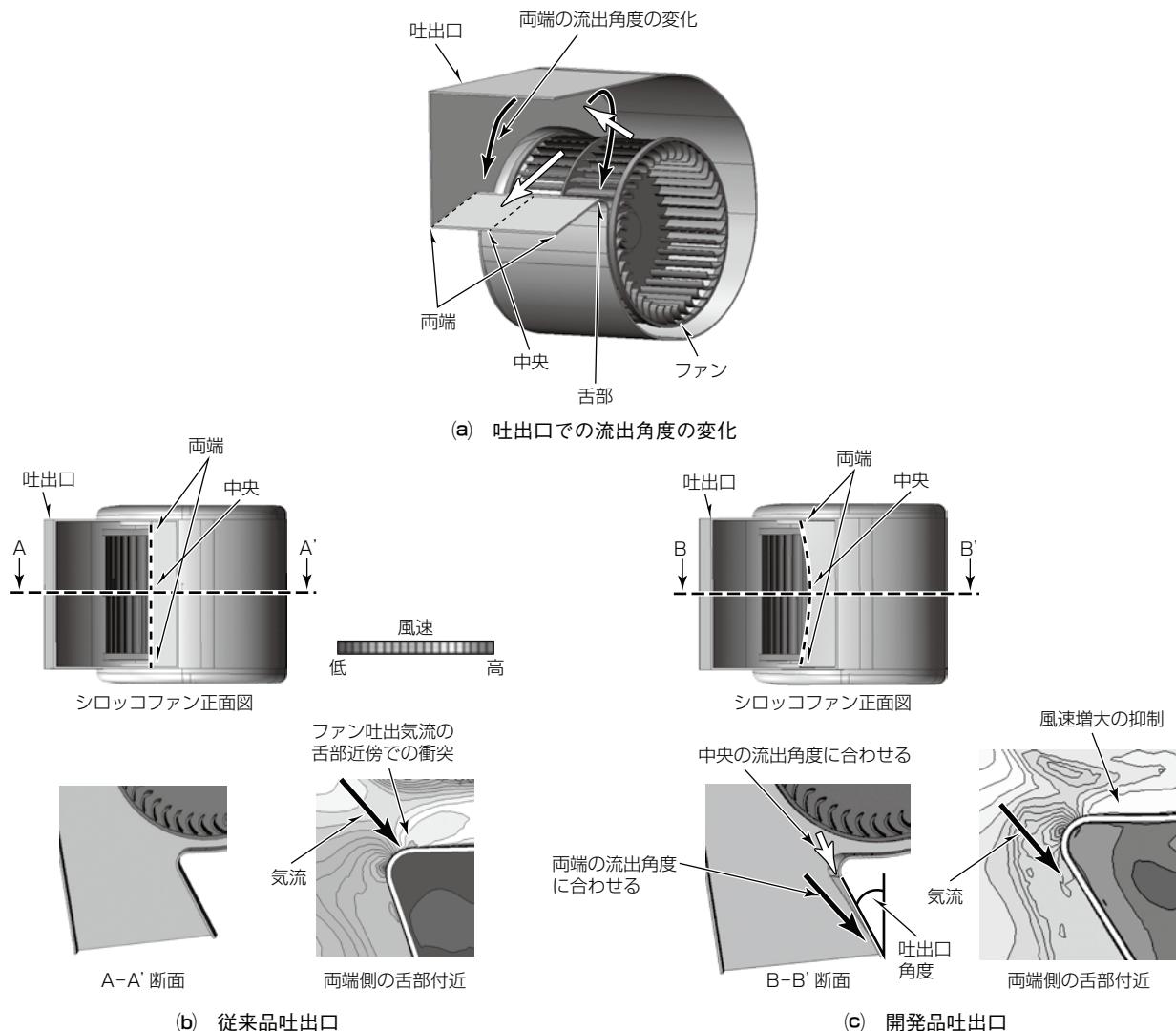


図5. 吐出口の風速分布

に、製品の筐体側壁とケーシング又は、ケーシング間距離が狭いことによって、ファンの背面側からベルマウスに吸い込まれる気流の速度が増大することで、気流がベルマウスから剥離してしまい、騒音と消費電力が増大する。そこで、図4(b)に示すようにファンの背面吸込口側に向かって、ベルマウスを螺旋状に拡大し、周方向の気流の剥離の抑制によって、騒音と消費電力を低減した。この技術によって、当社従来品に対して、騒音1.6dBA、消費電力3.6%の低減を実現した。

### 3.3 ファン吐出気流に合わせた吐出口

従来のシロッコファンでは図5(a)のように吐出口両端のファン吐出気流の流出角度が吐出角度と異なるため、図5(b)のように、ファン吐出気流が舌部近傍のケーシング壁面と衝突し、風速が増大することで、騒音が増大する。そこで、

図5(c)のように、中央と両端の吐出口の角度を各々の気流の流出角度に合わせて、ケーシング壁面との気流の衝突による風速増大を抑制することで、騒音を低減した。この技術によって、当社従来品に対して、騒音1.3dBAの低減を実現した。

## 4. むすび

事務所、店舗、ホテル・家向け等の空調として広く普及しているパッケージエアコンの天井埋込形室内機で、当社従来の室内機に対して、低騒音と低消費電力を実現する新型室内機のシロッコファンの騒音・消費電力低減技術について述べた。今後も空調機の更なる低騒音・低消費電力とコンパクト化を実現することで、室内環境の快適化を目指し、シロッコファンの高性能化開発を継続していく。

鈴木康太\*

Kota Suzuki

大野英希\*

Hideki Ono

# 低GWP冷媒兼用クールマルチシステム

Common Use of Low GWP Refrigerant Cool Multi System

## 要旨

近年、オゾン層破壊などの環境問題への関心が高まる中、スーパー・マーケットや冷蔵冷凍庫で使用される業務用低温機器では、2015年4月に施行されたフロン排出抑制法によって、メーカーが出荷する製品のGWP(地球温暖化係数)加重平均を2025年度までに1,500以下にすることが定められている。また機器高効率化による省エネルギー化も必要になっている。今回、次世代冷媒としてGWP1,500以下かつ、高エネルギー密度冷媒であるR463A-J(オプテオンXP41、GWP: 1,483)冷媒を採用することで、現行主流のR410A冷媒(GWP: 2,090)のメリットを踏襲しつつ低GWP化を進めて、室外機のコンデンシングユニット、室内機のユニットクーラー、コントローラを含めたクールマルチシステ

ムを1.5~33.5kWまでラインアップした。このシステムは、

- (1) 従来のR410A冷媒とR463A-J低GWP冷媒の兼用化
- (2) 凝縮器のアルミニウム扁平(へんぺい)管熱交換器採用
- (3) 省エネルギー mode の搭載

を実現し、兼用化によって新規据付け時はR410A冷媒を使用し、将来R463A-J冷媒に切り替えるなどの対応也可能になり、柔軟な冷媒選択と設備の二重投資を不要にした。また、コンデンシングユニットはアルミニウム扁平管熱交換器採用によって、放熱性能の向上や製品の軽量化、使用温度範囲の拡大、使用冷媒量の削減を達成した。さらに、省エネルギー制御導入によって、運転範囲全領域で、6~14%の年間エネルギー性能の向上を実現した。



(注1) 2020年12月現在、三菱電機調べ。スクロールコンデンシングユニットで。

## R463A-J/R410A冷媒兼用クールマルチシステム

R410A冷媒とR463A-J冷媒兼用化によって、柔軟な冷媒選択と設備の二重投資を不要にしつつ、低GWP化を達成した。また、冷媒切替えはコンデンシングユニットの制御基板上の冷媒の選択と膨張弁の過熱度設定だけで対応可能にしたことで、切替えの簡略化を実現した。さらにコンデンシングユニットは凝縮器などの高性能化と省エネルギー制御導入によって、年間エネルギー性能を向上させた。

## 1. まえがき

近年、オゾン層破壊や地球温暖化などの環境問題への関心が高まる中、業務用低温機器では使用する冷媒の低GWP化、機器高効率化による更なる省エネルギー化が課題になっている。2015年4月に施行されたフロン排出抑制法で、コンデンシングユニット(一部除外条件あり)は、2025年までにGWP≤1,500(台数加重平均)達成が義務付けられており、現在のコンデンシングユニットで主流のR410A冷媒(GWP: 2,090)から新冷媒への代替が求められている。

また2016年のモントリオール議定書キガリ改正では、HFC(ハイドロフルオロカーボン)に関する冷媒規制が強化される形になった。この改正を受けて2019年にオゾン層保護法が一部改正され、冷媒の生産・輸入業者に対して、CO<sub>2</sub>換算の消費量を毎年削減する規制が開始された。これによってGWPが高い冷媒の生産量の削減が予想されている。この影響から、今後市場にある高GWP冷媒機器のメンテナンス時に冷媒入手性の悪化と入手価格アップの可能性など想定される。このため、これらの機器の既設配管を再利用した入替え(リプレース)を考慮した冷媒選定も重要な要素になっている。

そこで当社は、低GWP冷媒R463A-J(GWP: 1,483)を採用することで、現在主流のR410A冷媒と冷媒特性が近く、高エネルギー密度冷媒のメリットを踏襲可能、かつ低エネルギー密度冷媒であるR22冷媒、R404A冷媒に加えて、R410A冷媒からのリプレースを可能にしたクールマルチシステムを開発した。

## 2. R463A-J冷媒の採用

新冷媒の選定に当たって、低温用コンデンシングユニットに求められる環境性、施工性、省エネルギー性を考慮して、高エネルギー密度冷媒であるR463A-J冷媒を採用した。

### 2.1 高エネルギー密度冷媒のメリット

当社では、2009年から従来のR404A冷媒(GWP: 3,920)に代えて、R410A冷媒を用いたコンデンシングユニットを発売している。

R410A冷媒はR404A冷媒に対して、

潜熱が約37%大きい冷媒、つまり高エネルギー密度の冷媒であることから、圧縮機の押しのけ量や回転数が小さくても高出力が得られるという特長があり、冷媒圧損の低減によって配管サイズを細くできることや、冷媒量を削減できるというメリットがある。

### 2.2 代替冷媒の要求事項と選定

新冷媒選定に当たって重要なポイントは4点である。

- (1) GWP≤1,500であること
- (2) ODP(オゾン層破壊係数)=0であること
- (3) 冷媒漏洩(ろうえい)時の安全性を考慮して、無毒かつ不燃性であること
- (4) R22冷媒とR404A冷媒に加えて、現出荷構成の多くを占めるR410A冷媒機器からのリプレースが可能であること

そこで、GWPが1,500以下で不燃かつR410A冷媒のメリットが活用できる高エネルギー密度冷媒として、R463A-J冷媒を採用した(表1)。

### 2.3 R463A-J冷媒の特徴

R463A-J冷媒はGWPが1,500未満、ODPも0であり、かつ不燃の冷媒である。R410A冷媒と比較すると、GWPは約29%減かつ冷凍能力は約96%であり、代替冷媒になり得る。また、R410A冷媒と冷媒特性が近いことから、R463A-J冷媒はこの10年で大量に市場ストックが形成されたR410A冷媒からの既設配管を用いたリプレースが可能である。

表1. 冷媒特性比較

|  |                | 低エネルギー密度冷媒           |                                    | 高エネルギー密度冷媒         |                                 |
|--|----------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
|  |                | R404A                | R448A                              | R410A              | R463A-J                         |
| 概要   | 成分             | R125/R134a<br>/R143a | R32/R125/R134a/<br>R1234yf/R1234ze | R32/R125           | R32/R125/R134a<br>/R1234yf/R744 |
|  | 分類             | 疑似共沸<br>混合冷媒         | 非共沸<br>混合冷媒                        | 疑似共沸<br>混合冷媒       | 非共沸<br>混合冷媒                     |
| 燃焼性  |                | 不燃                   | 不燃                                 | 不燃                 | 不燃                              |
| GWP  |                | 3,920                | 1,387                              | 2,090              | 1,483                           |
| 冷凍能力 <sup>(注2)</sup><br>(R404Aを100とした場合)   | ET : -10°C     | 100                  | 106                                | 145                | 139                             |
|  | ET : -40°C     | 100                  | 108                                | 158                | 147                             |
| 冷媒充てん量 <sup>(注3)</sup><br>(R404Aを100とした場合) |                | 100                  | 100                                | 81                 | 81                              |
| 配管材料費 <sup>(注3)</sup><br>(R404Aを100とした場合)  |                | 100                  | 100                                | 74                 | 74                              |
| 更新時の既設配管流用                                 | R22<br>リプレース   | 可能                   | 可能                                 | 可能 <sup>(注4)</sup> | 可能 <sup>(注4)</sup>              |
|  | R404A<br>リプレース | —                    | 可能                                 | 可能 <sup>(注4)</sup> | 可能 <sup>(注4)</sup>              |
|  | R410A<br>リプレース | 不可 <sup>(注5)</sup>   | 不可 <sup>(注5)</sup>                 | —                  | 可能                              |

(注2) 蒸発温度：サイクル中点方式、凝縮温度(CT)：45°C、過熱度(SH)10K、圧縮機吸込量：一定、インジェクションなし、R404Aを100とした場合の理論計算値

(注3) 20馬力クラス、配管長50m、R404A/R448A：液管φ19.05 ガス管φ44.45、R410A/R463A-J：液管φ15.88 ガス管φ31.75、R404Aを100とした場合の当社試算値

配管材料費は銅管・継ぎ手・保温材等部材費の合計値(当社試算値)

(注4) ワイドリプレースシリーズで既設配管流用範囲が拡大

(注5) R410A標準配管径は低エネルギー密度冷媒の標準配管系よりも細いため、R410A既設配管流用では圧力損失が大きく、能力低下・エネルギー消費効率(COP)悪化になる

### 3. システムの特長

R410A冷媒とR463A-J冷媒の兼用化によって、柔軟な冷媒選択と設備の二重投資を不要にしつつ、低GWP化を達成した。冷媒兼用化を実現するためにR463A-J冷媒の温度勾配対応、冷凍機油の変更、さらに冷媒切替えの簡略化を行った。また、コンデンシングユニットはアルミニウム扁平管熱交換器の採用による高性能化と省エネルギー制御導入によって年間エネルギー性能向上を達成した。

#### 3.1 R463A-J/R410A冷媒兼用化

R463A-Jなどの次世代冷媒は市場流通量が少ないため、導入当初は入手性や調達価格面での課題がある。また、市場実績の希薄な新規冷媒機器導入への抵抗が残る顧客心理が想定される。そこで市場流通性が高く、実績も十分なR410A冷媒と環境性に優れた次世代冷媒であるR463A-J冷媒のどちらでも使用可能なシステムにすることで、当面はR410A冷媒を使用し、将来的に低GWPのR463A-J冷媒に切り替えるなどの対応も可能になり、柔軟な冷媒選択と設備の二重投資なしで将来的な冷媒転換が可能になる(図1)。一方、冷媒兼用化に対する課題は“各冷媒回路部品の冷媒及び冷凍機油との相性” “R463A-J冷媒の温度勾配対応” “冷媒切替えの簡略化”の3点である。

##### (1) 各冷媒回路部品の冷媒及び冷凍機油との相性

R410A冷媒とR463A-J冷媒は構成する組成が異なっている。特にR463A-J冷媒はHFC、CO<sub>2</sub>冷媒に加えてHFO(ハイドロフルオロオレフィン)冷媒が含まれている。そこで冷凍機油をそれらの冷媒に対応できるように変更することによって両冷媒で十分な品質を確保した。

##### (2) R463A-J冷媒の温度勾配対応

R410A冷媒は露点と沸点の差異が小さい疑似共沸であるのに対して、R463A-J冷媒は露点と沸点の差異(=温度勾配)が大きい非共沸冷媒である。この特性によって、R410A冷媒で使用するよりも過熱度や過冷却度が小さく

なる。室内機の蒸発器から圧縮機に戻る吸入配管の過熱度が小さくなると、液バックと呼ばれる液冷媒が直接圧縮機に戻ってくる現象によって圧縮機が故障するリスクが発生する(図2)。そこで、液バックに対する裕度を従来のR410A冷媒同等に確保するため、ユニットクーラー搭載の膨張弁の過熱度設定範囲を従来よりも大きなものに変更することによって両冷媒で使用する際の設定範囲を確保し、従来同等の品質を確保した。

##### (3) 冷媒切替えの簡略化

現地で当面R410A冷媒を使用し、途中でR463A-J冷媒に切り替えたいときは、従来の冷媒入替え作業である“冷媒回収→真空引き→冷媒封入”に加えて、制御基板上での設定で冷媒の選択及び膨張弁の過熱度設定だけで対応可能であり、切替えの簡略化を実現した。

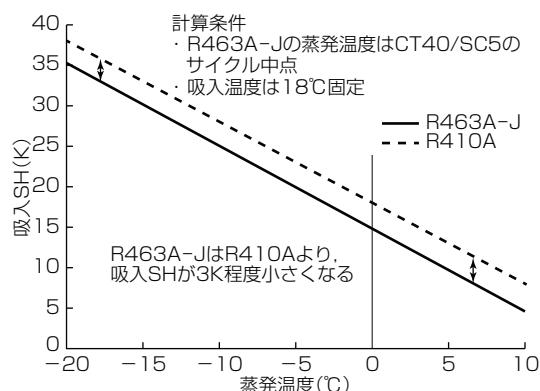
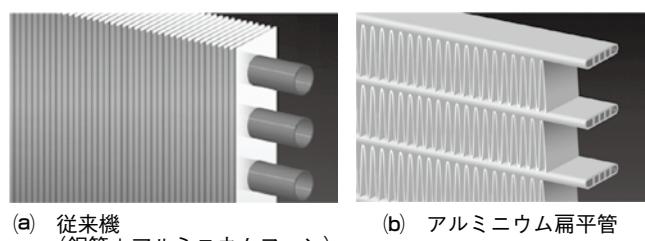


図2. 各冷媒の温度勾配



(a) 従来機  
(銅管+アルミニウムフィン)  
(b) アルミニウム扁平管

図3. 熱交換器(イメージ図)

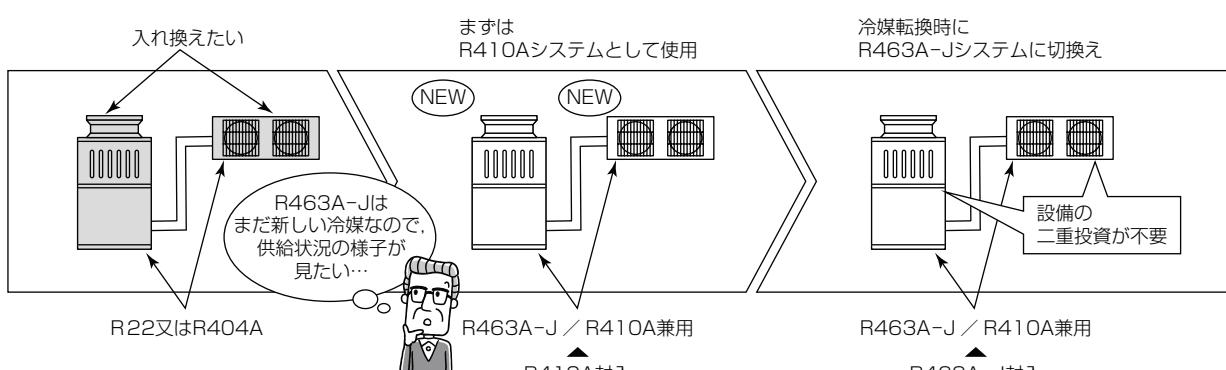


図1. 設備更新時の冷媒選択

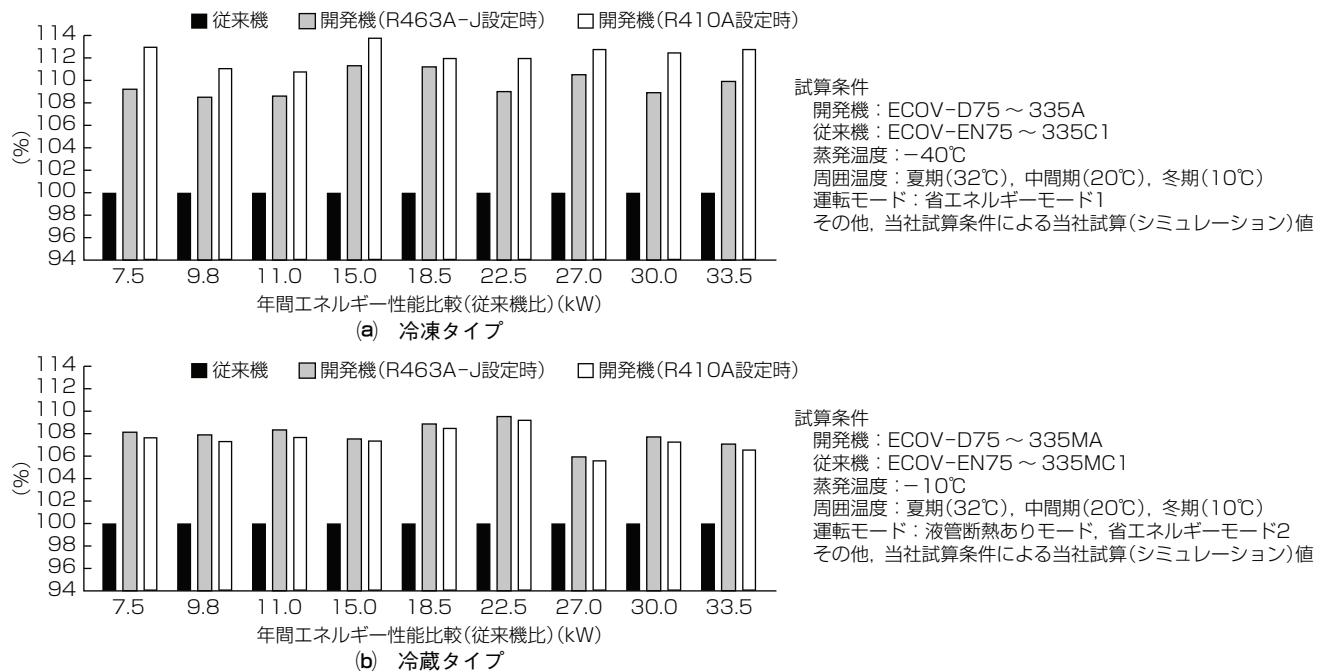


図4. 年間エネルギー性能比較

### 3.2 アルミニウム扁平管熱交換器の採用

従来のコンデンシングユニットでは、プレートフィンチューブ式熱交換器で銅配管を使用していたが、この製品ではアルミニウム扁平管熱交換器を採用した(図3)。7.5kW以上のコンデンシングユニットで、業界で初めて<sup>(注6)</sup>の採用になる。

#### (1) 細管化・扁平管化による性能向上

扁平管の内部は区分けされており、細管化によって熱交換器1パスでの冷媒と管外面の伝熱面積が増加し、放熱性能を向上させた。さらに、扁平管化による管外面の伝熱面積増加に伴い、管からフィンへの熱伝達率の向上を達成した。

#### (2) 製品の軽量化

細管化及び扁平管化による放熱性能向上によって、熱交換器の体積を銅円管熱交換器と比較して減らすことを達成した。配管材料を銅からアルミニウムに変更することによって、製品質量も約4%軽量化を図った。

#### (3) 製品使用範囲の拡大

設置環境が厳しい室外機の安定的な運転維持のため周囲温度上限を3K拡大、46°Cまで使用できるようにした。

#### (4) 封入冷媒量の削減

熱交換器体積の削減メリットとして、コンデンシングユニットへの冷媒充てん量の約15~25%削減を実現した。

(注6) 2020年8月31日現在、当社調べ

### 3.3 省エネルギー mode の搭載

コンデンシングユニットは一般的な空調機と異なり、室内(庫内)情報を得ず運転するケースが一般的である。コン

デンシングユニットの運転として、ユーザーが設定した目標蒸発温度と現在の低圧圧力の飽和温度差を検知し、圧縮機の増減速を行っている。外気温度が低い場合又は夜間などで庫内負荷が軽い場合に、圧縮機の運転・停止の繰り返しや夜間に冷えすぎになるなど、エネルギーのロスが発生する場合があった。この課題に対して、コンデンシングユニット単独で目標蒸発温度や目標凝縮温度のシフトや最大運転周波数の抑制を実施することで、圧縮機の発停抑制と過剰冷却を抑止した。3.2節に述べたアルミニウム扁平管熱交換器の性能向上と省エネルギー制御によって、従来機のR410A冷媒封入時に対して、冷凍タイプ(ET(Evaporation Temperature): -10°C)で約8~14%、冷蔵タイプ(ET: -10°C)で約6~9%の省エネルギーを達成した(図4)。

## 4. む す び

業務用低温機器の低GWP化と省エネルギー性向上を目的として、R463A-J/R410A冷媒兼用クールマルチシステムの開発を行い、冷媒転換期に柔軟に対応できるシステムを開発して上市した。二冷媒兼用を実現できたことによって、市場での柔軟な冷媒選択と設備の二重投資を抑制できるシステムにした。

また、コンデンシングユニットにはアルミニウム扁平管を利用した熱交換器を採用することで、システム使用範囲の拡大や冷媒充てん量の削減に加えて、省エネルギー制御の導入によって年間エネルギー性能の向上を達成した。

今後も更なる環境性の向上とユーザーのニーズに応える業務用低温機器の開発に取り組んでいく。

# ハンドドライヤー “ジェットタオル新型スリムタイプ”

Hand Dryer "Jet Towel New Slim Type"

石浜真也\*

Shinya Ishihama

小林章樹†

Takaki Kobayashi

## 要旨

昨今のコロナ禍の影響によって、生活者の公共設備機器に対する清潔・安全意識が高まっている。また、ハンドドライヤーの利用停止に伴い、手指から落ちた水による床のぬれや汚れの増加、代替紙タオル設置によるメンテナンス費用の増加やごみの散乱、食品や精密機器を扱う施設でぬれた手を適切に乾燥できない等、様々な課題が顕在化した。三菱電機はそれらの課題解決に向けてハンドドライヤー“ジェットタオル新型スリムタイプ”を開発した。この製品は、空気を循環清浄する“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンを内蔵し、トイレ空間をまるごと清潔に保つ新しいハンドドライヤーである。空気循環清浄機能を搭載しながらも

使用性と設置性を損なわない製品サイズを実現した。設置空間を限定することなく、既存製品のリプレースにも対応する。従来と同じ開口サイズながらも、広く開放的に見える手挿入部形状と二段ノズル搭載による使用者への水滴飛散の抑制を実現した。水滴飛散抑制によって、設置空間の清潔性維持にも寄与する。また生活者の公共設備機器に対する清潔・安全意識の高まりや、従来機の利用停止措置によるユーザーの抵抗感に対して、空気循環清浄が常時動作する様子を伝えるLEDやエンブレムによってユーザーに安心感を与える意匠にした。



## ハンドドライヤー“ジェットタオル新型スリムタイプ”

ジェットタオル新型スリムタイプ(衛生強化モデル)は、設置空間の空気を循環清浄する“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンを組み込んだハンドドライヤーである。

## 1. まえがき

当社は2021年6月に、ハンドドライヤー“ジェットタオル新型スリムタイプ(衛生強化モデルJT-SB116LH, JT-SB116MN, JT-SB216LSH, JT-SB216MSN)”を発売した。業界初<sup>(注1)</sup>の設置空間の空気を循環清浄する“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンを本体に組み込み、設置空間の浮遊したウイルス<sup>(注2)</sup>や菌<sup>(注3)</sup>を抑制<sup>(注4)</sup>し、清潔な空気で手を乾燥させることができる。また利用者への水滴飛散を抑制する“二段ノズル構造”も採用した。さらに利用者が触れる可能性のある製品外装には、従来の全面<sup>(注5)</sup>抗菌加工樹脂<sup>(注6)</sup>の採用に加えて、全面<sup>(注5)</sup>にウイルスを抑制<sup>(注7)</sup>する樹脂を採用した。

本稿では、ジェットタオル新型スリムタイプの特長を技術とデザインの側面から述べる。

(注1) 2021年6月現在、当社調べ(ジェット風式ハンドドライヤーで)

(注2) 実際の使用環境及び使用条件では、同様の効能・効果が得られることは実証できていない。実験は衛生強化モデル(JT-SB116LH, JT-SB116MN, JT-SB216LSH, JT-SB216MSN)に搭載されている“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンと同じ風量で同一の“ヘルスエアー機能”ユニットを使用している“ヘルスエアー機能”搭載循環ファン(JC-10KR)単独で行っている。①試験機関：独立行政法人 国立病院機構 仙台医療センター臨床研究部ウイルスセンター②試験方法：25m<sup>3</sup>の密閉空間にウイルスを噴霧し、一定時間後に試験空間内の空気を回収し、その中にいるウイルスをブラーク法で測定③抑制方法：“ヘルスエアー機能”ユニット内を通過④対象：浮遊したウイルス⑤試験結果：JC-10KR(強運転)の稼働有無で、416分で99%抑制(仙医R2-001号)。試験は1種類のウイルスで実施。

(注3) 実際の使用環境及び使用条件では、同様の効能・効果が得られることは実証できていない。実験は衛生強化モデル(JT-SB116LH, JT-SB116MN, JT-SB216LSH, JT-SB216MSN)に搭載されている“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンと同じ風量で同一の“ヘルスエアー機能”ユニットを使用している“ヘルスエアー機能”搭載循環ファン(JC-10K)単独で行っている。①試験機関：一般財団法人 北里環境科学センター②試験方法：25m<sup>3</sup>の密閉空間に菌を噴霧し、一定時間後に試験空間内の空気を回収し、その中にいる菌を測定③抑制方法：“ヘルスエアー機能”ユニット内を通過④対象：浮遊した菌⑤試験結果：JC-10K(強運転)の稼働有無で、388分で99%抑制(北生発2015-0046号)。試験は1種類の菌で実施。

(注4) 25m<sup>3</sup>密閉空間での試験結果(ウイルス：風量40m<sup>3</sup>/h, 416分後の効果、菌：風量40m<sup>3</sup>/h, 388分後の効果)。実際の仕様空間での試験ではない。

(注5) 抗菌加工樹脂は背面部を除く。ウイルス抑制樹脂は背面部、センサ部を除く。

(注6) SIAA抗菌加工マークを取得(ISO22196)。

(注7) ①試験機関：GUANGDONG DETECTION CENTER OF MICROBIOLOGY②試験方法：ISO21702に基づく③抑制方法：樹脂(部品)にウイルス抑制剤を添加。④対象：ウイルス抑制剤を添加した樹脂に付着したウイルス⑤試験結果：ウイルス抑制剤有無で、24時間後のウイルス抑制効果(99%以上)を確認(2020FM30155R08D)。試験は1種類のウイルスで実施。

## 2. 空気循環清浄機能

ジェットタオル新型スリムタイプの本体に組み込んだ“ヘルスエアー機能”搭載循環ファン(図1)は、ユーザーの

ぬれた手を清潔な空気で乾燥させて、通電時は常時空間内の空気を循環清浄するため、設置空間の浮遊したウイルスや菌を抑制でき、空間全体の清潔性維持に寄与する。また脱臭効果(2時間の運転で臭気強度を1ランクダウン)<sup>(注8)</sup>も高いため設置したトイレ空間の快適性にも寄与する。

“ヘルスエアー機能”は、製品内部に搭載した電極部全域で電界・放電空間を形成し、通過する物質の性質を変化させて、空気中に浮遊する様々な物質を抑制する当社の技術である(図2)。最大の特長は、放電電極をリボン形状にしている点で、これによって効率よく高電界場を形成できる。一般的な電気集じん機に用いられる電気デバイスでは、放電電極がワイヤ形状のものが多く、少ない電力で放電させるためには線径を小さくする必要があり、機械的な強度面で課題があった。この課題に対して、リボン形状にすることで断面積が増して、高い強度を確保した。この技術によって、省電力での放電と高電界場の形成を実現した(図3)。

また、“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンの単独運転も可能であり、操作スイッチで簡単に設定でき、同機能が不要なときは、ジェットタオル単独で運転できる仕様にした(表1)。

(注8) 実験は衛生強化モデル(JT-SB116LH, JT-SB116MN, JT-SB216LSH, JT-SB216MSN)に搭載されている“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンと同じ風量で同一の“ヘルスエアー機能”ユニットを使用している“ヘルスエアー機能”搭載循環ファン(JC-10K)単独で行っている。①試験方法：22.5m<sup>3</sup>の密閉空間で、JC-10K(強運転)を2時間運転後、空気中の濃度を測定②脱臭方法：JC-10Kを運転(強運転)③脱臭手段：触媒④対象：アンモニア(光音響ガスマニアで測定)⑤試験結果：2時間後、臭気強度が3から2に低減(自然減衰との差)。脱臭効果は室内環境や臭気の発生量などによって異なる(当社調べ)。

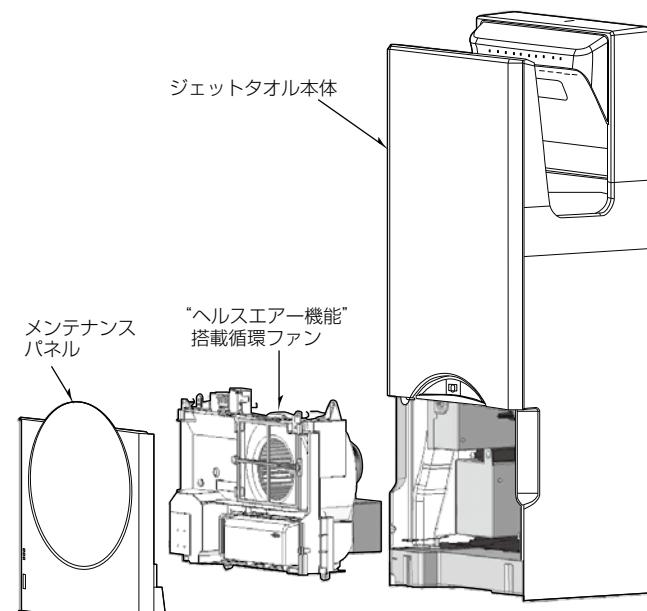


図1. ヘルスエアー機能搭載循環ファン内蔵の構造

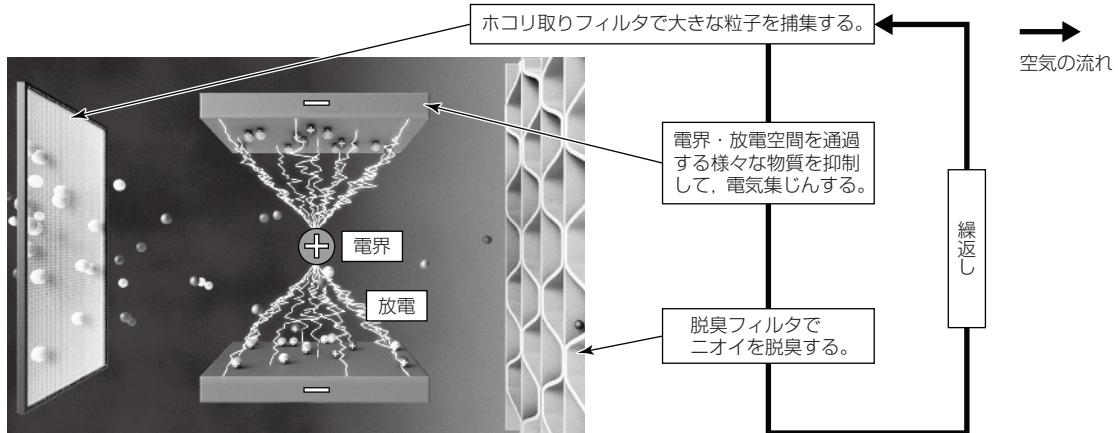


図2. 空気循環清浄のイメージ図

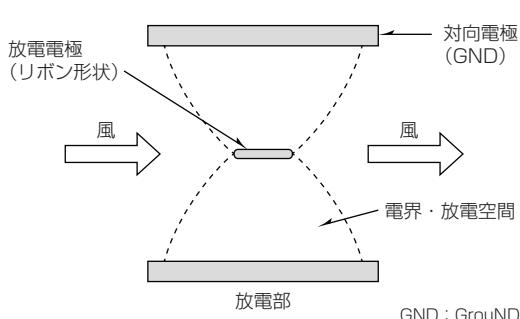


図3. 放電電極の概念図

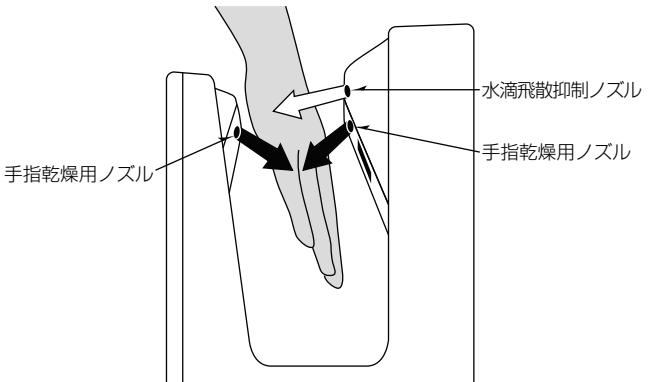


図4. 二段ノズル構造

表1. ニーズに合わせた運転設定

| 顧客ニーズ                            | 手乾燥をしながら、空気を循環清浄して、ニオイも抑えたい。 | 手乾燥はせずに、空気を循環清浄して、ニオイも抑えたい。 | 手乾燥をしながら、ランニングコストを最小限に抑えたい。 |
|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 手乾燥<br>ジェットタオル                   | ON<br>                       | OFF                         | ON<br>                      |
| 空気の循環清浄<br>“ヘルスエアー機能”<br>搭載循環ファン | ON<br>                       | ON<br>                      | OFF                         |

### 3. デザインの工夫

#### 3.1 水滴飛散抑制と手入れのしやすさを改善した手挿入部

手指乾燥用ノズルに加えて、本体上段に水滴飛散抑制のために丸穴ノズルを配置した“二段ノズル構造”を採用した(図4)。この構造による再循環流を発生させて上部への吹き返しを抑制することによって、利用者への水滴飛散を99.9%<sup>(注9)</sup>抑えることを実現した(図5)。また二段ノズル構造によって利用者への水滴飛散抑制を実現しながらも、

ノズル部の配置の工夫や手挿入部の形状を見直すことで、従来機と同等の開口サイズを維持しながら、より広く開放的に見える手挿入部デザインを実現し、手の入れにくさも改善した。手前ノズル部を手入れ部外形から一段内側に設けることで、利用者から見えにくくし、また開口上部のアール形状を大きく取り、本体横と上部から手を入れやすくしている(図6)。利用者に対する飛沫(ひまつ)抑制だけでなく、床への水滴飛沫も軽減することで、設置空間の清潔性維持にも寄与する。

(注9) 色水を用いて水滴飛散量を確認(当社調べ)

#### 3.2 使用性と設置性

“ヘルスエアー機能”搭載循環ファンを利用時に邪魔にならない本体下部に組み込むことで、現行機種と同等の手挿入部高さを実現し、従来機種の使用経験のあるユーザーも今までどおり使うことができる。また設置時の取付け板高さ、本体幅、本体厚みを維持することで、従来機種のリプレースにも対応し、設置空間を丸ごと清潔・快適な空間にアップデートできる(図7)。

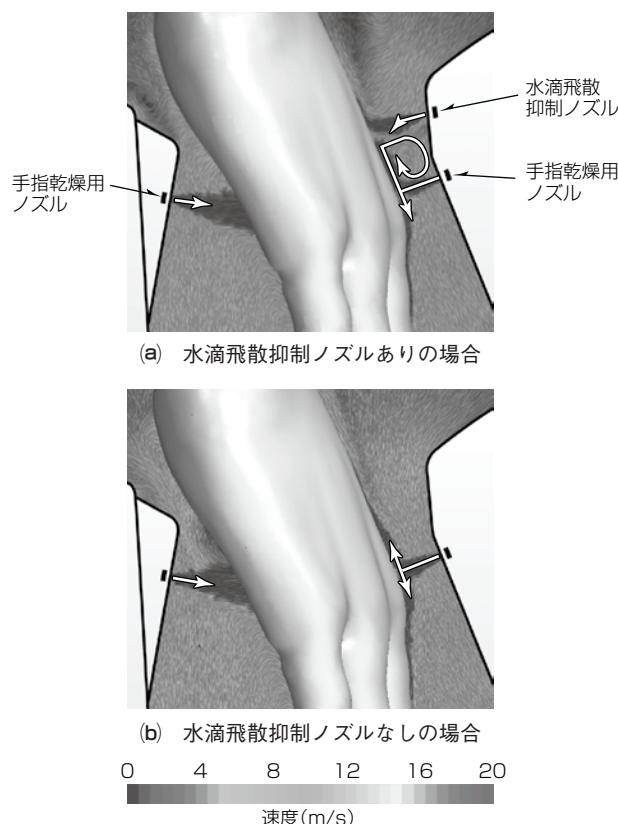


図5. 二段ノズル構造の気流シミュレーション



図6. 開口を広く見せるデザインの工夫

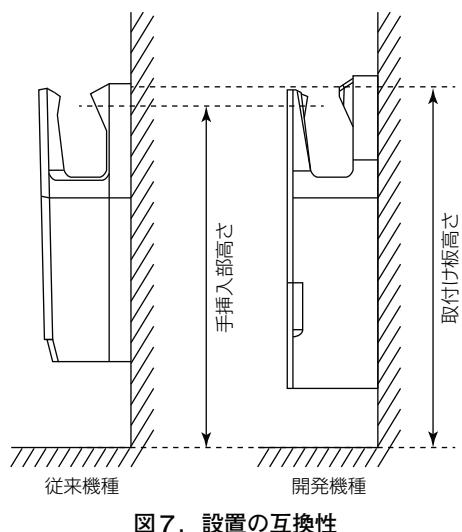


図7. 設置の互換性



図8. サークルモチーフのエンブレム



図9. サークルモチーフのLEDとメッセージワード

### 3.3 空気循環清浄の見えるデザイン

コロナ禍に伴う生活者の公共設備機器に対する清潔・安全意識の高まりや、従来機の使用停止措置によるユーザーの抵抗感に対して、空気循環清浄が常時動作する様子を伝えて、安心感を与えるデザインにした。本体正面に空気循環清浄の動作を伝えるサークル状のエンボスとLED間接光を用いたエンブレムを配して、遠方からでもユーザーの目に留まり、記憶に残るデザインを目指した(図8)。また手指乾燥時にも、より印象に残って安心して使用してもらうために手挿入部に同様のサークルモチーフのLEDと清潔な空気であることを伝えるメッセージワードを配した(図9)。サークルモチーフが光ることで、“安心・安全な、丸いハンドドライヤー”として記憶に残り、ユーザーに安心して使用してもらいたいとの想いがある。

### 4. むすび

昨今の社会動向と生活者の清潔・安全意識を考慮したハンドドライヤーを開発した。この製品によって、多くの人の安心・安全な生活に寄与したいと考える。当社は生活者の困りごとを解決し、より豊かな生活をサポートできる製品開発を進めていく。

# IoT本格普及に向けたエコキュート

EcoCute for Full-scale Spread of Internet of Things

竹鶴達哉\*  
Tatsuya Taketsuru

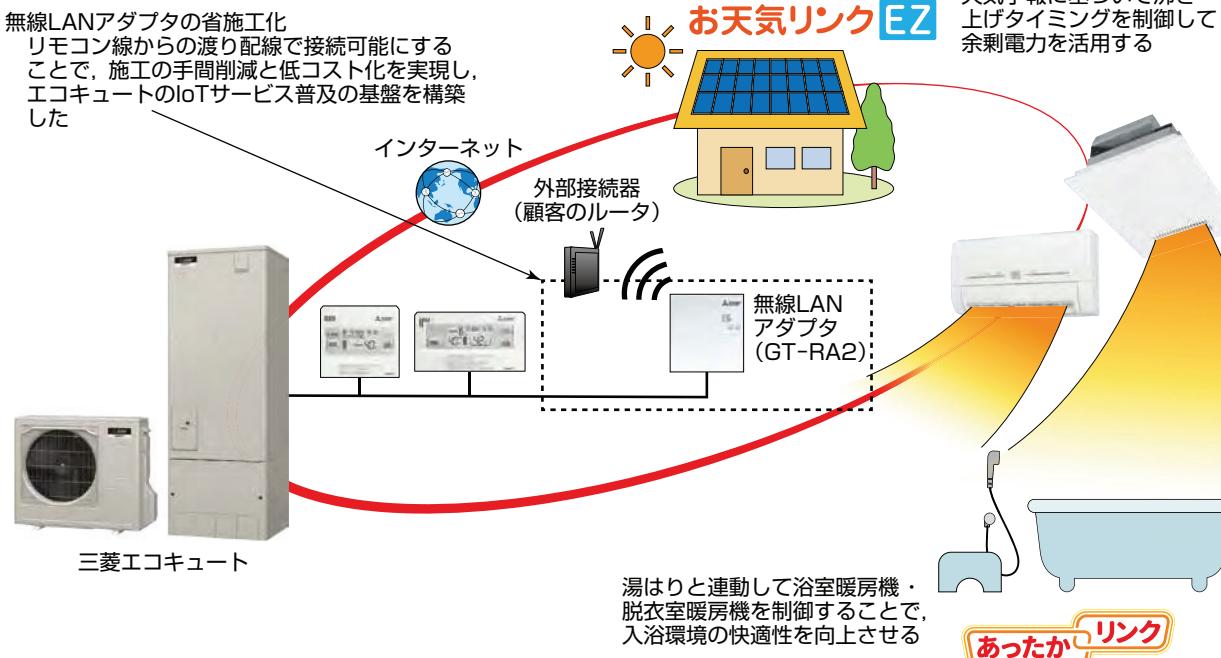
池田一樹\*  
Kazuki Ikeda

## 要旨

再生可能エネルギーである大気の熱を利用してお湯を沸かすエコキュート<sup>(注1)</sup>(自然冷媒CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯機)は、省エネルギー性や低ランニングコストが評価され、2001年に登場してから2020年6月末時点で、国内累計出荷台数が700万台を突破した。また、2015年度に策定された長期エネルギー需要見通しでは、2030年度までに1,400万台の普及が目標として掲げられており、更なる普及拡大が見込まれている。一方で、世の中のIoT(Internet of Things)化は急速に拡大しており、様々な製品がネットワークに接続できるようになり、次々と新たなサービスが提供されている。三菱電機のエコキュートもIoTを活用したサービスの拡充を進めている。

今回開発した“三菱エコキュート2020年度モデル”では、IoTサービスの本格普及に向けて、サービスの利用に必要な無線LANアダプタの省施工化を実現した。これによって、施工の手間が省けるだけでなく、サービスの利用に必要な機器数の削減による低コスト化も実現し、エコキュートのIoTサービス普及の基盤を築くことに貢献した。また、新たなIoTサービスとして、当社の浴室暖房機・脱衣室暖房機と連携し、湯はりと連動して暖房機を制御することで、入浴時の寒さを和らげて入浴を快適にする新機能“あったかリンク”を搭載した。

(注1) エコキュートは、関西電力(株)の登録商標である。



## 三菱エコキュート2020年度モデルのIoT化対応

2020年度モデルでは、IoTサービスを利用するため必要になる無線LANアダプタの省施工化を実現した。また、“お天気リンク”のサービスに加えて、新たなIoTサービスとして、入浴時の寒さを和らげる“あったかリンク”を搭載し、入浴環境の快適性を向上させた。

## 1. まえがき

再生可能エネルギーである大気の熱を利用してお湯を沸かすエコキュートは、省エネルギー性や低ランニングコストが評価され、2001年に登場してから2020年6月末時点で国内累計出荷台数700万台を突破した。また、2015年度に策定された長期エネルギー需要の見通しでは、2030年度までに1,400万台の普及が目標として掲げられており、更なる普及拡大が見込まれている。

一方で、世の中のIoT化は急速に拡大しており、様々な製品がネットワークに接続できるようになり、次々と新たなサービスが提供されている。当社エコキュートもIoTを活用したサービスを拡充させるため、太陽光発電システムと連携した“お天気リンク”的サービスを提供してきたが、今後更なるIoTサービスの普及に対応していく必要がある。

2020年度モデルでは、IoTサービスの本格普及に向けて、サービスの利用に必要となる無線LANアダプタの省施工化を実現した。これによって、施工の手間が省けるだけでなく、必要機器の削減による低コスト化も実現し、エコキュートのIoTサービス普及の基盤を築くことに貢献した。また、新たなIoTサービスとして、当社の浴室暖房機・脱衣室暖房機と連携し、湯はりと連動して暖房機を制御することで、入浴時の寒さを和らげて入浴を快適にする新機能“あったかリンク”を開発した。

## 2. 無線LANアダプタの省施工化

無線LANアダプタは、当社エコキュートをネットワークに接続するための機器であり、無線LANアダプタを設置することによって、当社エコキュートはネットワークを介して当社クラウドに接続できる。当社クラウドと当社エコキュート間では、運転状態や運転開始・停止指示などの情報をやり取りするシステムを構築している。

### 2.1 施工方法の変更

従来のシステム構成では、貯湯ユニット内の制御基板に

無線LANアダプタ接続用基板を取り付けて、その基板から専用の通信線を宅内に設置する無線LANアダプタに接続する必要があった。そのため、貯湯ユニットから宅内への専用通信線敷設が必要になり、特に既築住宅では住宅外壁に通信線を通すための新たな穴を開けるなど、施工の際に大きな手間があった。

これに対して、2020年度モデルではリモコン線からの渡り配線で無線LANアダプタを接続可能にすることで、宅内作業だけで無線LANアダプタの設置を可能にした。これによって住宅外壁に新たな穴を開ける必要がなくなり、施工性を大幅に改善した(図1)。

### 2.2 リモコン通信方式の変更

従来のリモコン通信のシステムに無線LANアダプタを追加接続すると、リモコン通信上に無線LANアダプタ用の新たなデータを追加する必要があり、通信データ量が増加する。これに伴い、ユーザーのリモコン操作が貯湯ユニットに反映されるまでの時間が増加し、応答性能の低下、ひいてはユーザーの操作性の悪化につながってしまう。

応答性能改善のためには、単位時間当たりの通信データ量を増加させる必要があり、手段として“通信速度の高速化”と“通信効率の向上”がある。今回は、ハードウェアの変更が不要であり低成本で実現可能である“通信効率の向上”を選択し、通信データの最適化を行った。これによって、機器のコストアップをすることなく、従来同等以上の応答性能を実現した。

#### 2.2.1 同報通信の導入

エコキュートのリモコンは台所や浴室に設置されており、それぞれのリモコンで操作可能な内容が異なる。例えば、台所リモコンでは沸き上げに関する設定を行うことができ、浴室リモコンではふろ機能に関する操作を行うことができる。そのため従来、貯湯ユニットとリモコン間の通信は、貯湯ユニットから台所リモコン宛てにデータを送信し、台所リモコンからの応答を受信する“貯湯ユニット-台所リモコン間”的通信と、貯湯ユニットから浴室リモコン宛てにデータを送信し、浴室リモコンからの応答を受信する“貯湯ユニット-浴室リモコン間”的通信が行われていた。

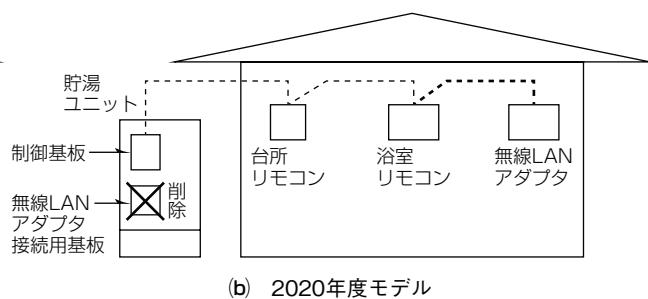
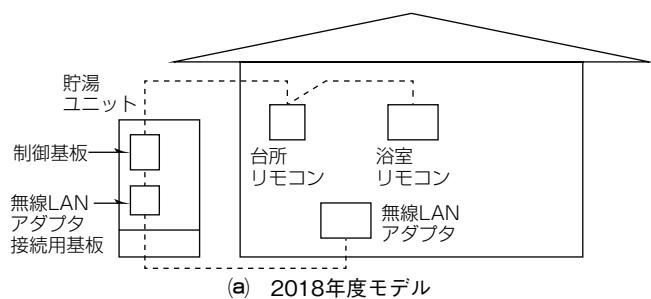


図1. 無線LANアダプタの施工方法

ト-浴室リモコン間”の通信を個別で行っていた(図2上)。

しかし、給湯温度の設定や、貯湯ユニットの状態表示の通信情報など、両リモコンで共通しているものもある。そこで、貯湯ユニットから各リモコン宛てに共通のデータを一斉送信し、各リモコンから順番に応答を受信する方式にすることで、同じデータをそれぞれのリモコンに送信する処理を省いて、通信効率の向上を図った(図2下)。

### 2.2.2 フレームフォーマットの変更

従来の通信では、貯湯ユニットの状態を各リモコンに通知する“状態通知データ”と、リモコン操作を確認するための“リモコン操作確認データ”を別々に通信していた。状態通知データでは貯湯ユニットから各リモコンにエコキュートの状態を通知し、リモコンからの応答を受信することで貯湯ユニット-リモコン間の同期を取っている。また、リモコン操作確認データには貯湯ユニット側の情報ではなく、リモコン操作があった場合に、応答にリモコン情報を乗せて貯湯ユニットへリモコン操作を通知する。この通信方式で、リモコン操作確認データを定期的に通信に加え

ることによって、ユーザー操作をリアルタイムに貯湯ユニットへ反映させていた(図3上)。

新規通信では、通信のフレーム長を拡張し、“状態通知データ”と“リモコン操作確認データ”をまとめて送信可能にした。これによって通信フレームごとの隙間時間を省いた(図3中)。また、新たに追加される無線LANアダプタ向けのデータは貯湯ユニットの状態情報であり、応答を必要としていないものが多い。そこで、リモコン操作確認データの貯湯ユニットからの通知に無線LANアダプタ用のデータを配置することで、従来空データを送信していた領域を有効活用し、通信効率の向上を図った(図3下)。

### 2.3 結論

通信データの最適化として“同報通信の導入”と“フレームフォーマットの変更”を行い、単位時間当たりの通信データ量を増加させた。これによって、リモコン線に無線LANアダプタを追加接続した場合でも、従来同等以上の応答性能を確保し、機器のコストアップをすることなく無線LANアダプタの省施工化を実現した。

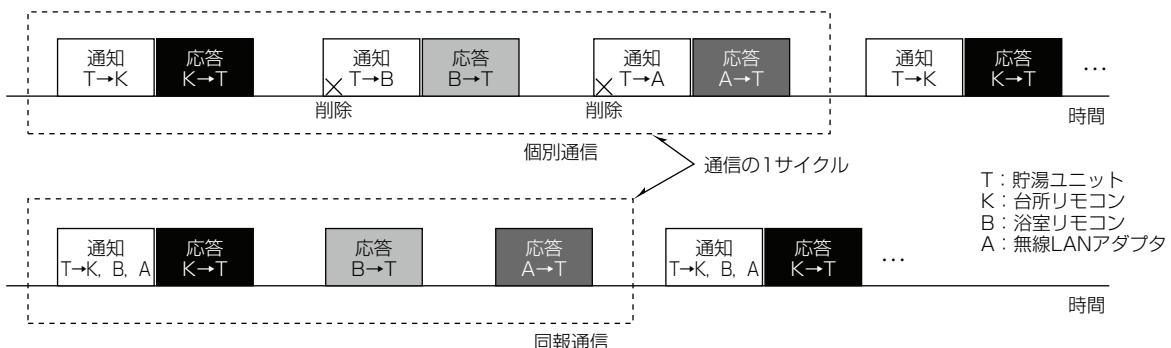


図2. 同報通信による通信効率の向上イメージ

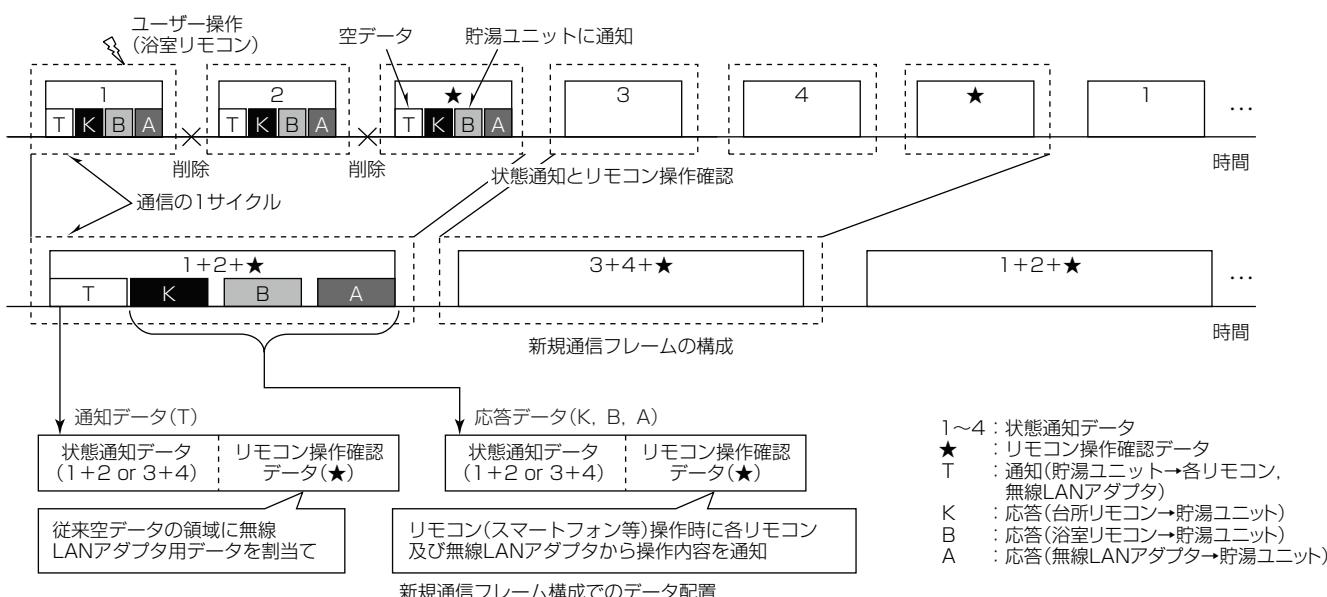


図3. フレームフォーマット変更による通信効率の向上イメージ

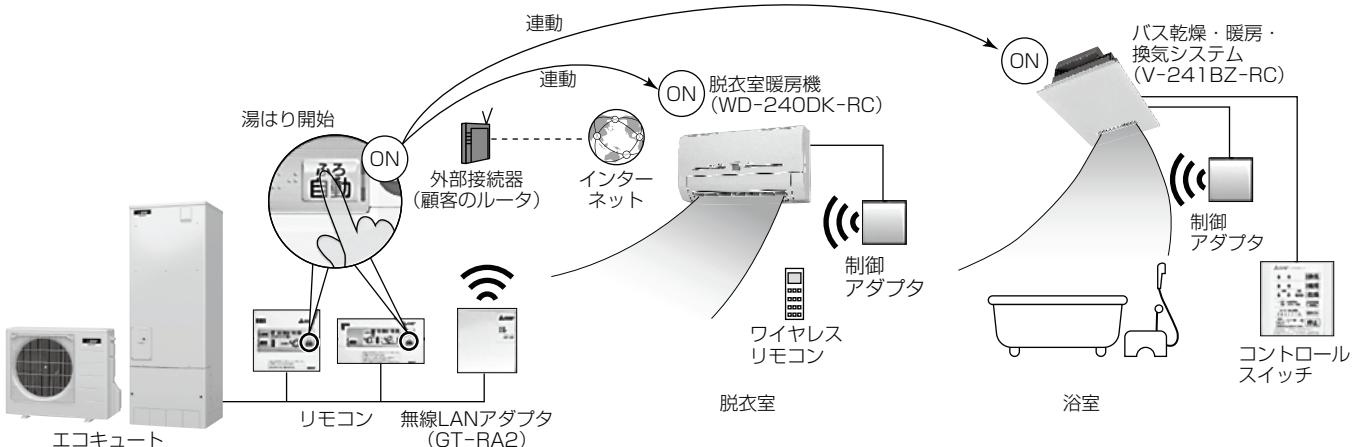
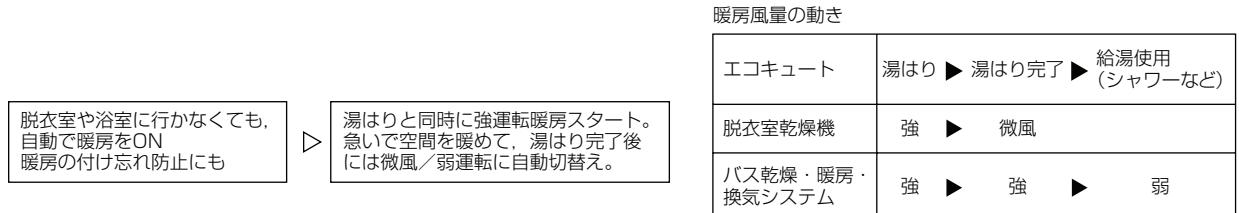


図4. “あったかリンク”的システム構成

### 3. 新たなIoTサービス“あったかリンク”<sup>(1)</sup>

IoTを活用したサービスとして、当社クラウドに接続している当社製のエコキュート、浴室暖房機、脱衣室暖房機の連携機能“あったかリンク”を開発した。

“あったかリンク”は、エコキュート(給湯専用タイプを除く)と、浴室暖房機(バス乾燥・暖房・換気システム)“V-241BZ-RC”，脱衣室暖房機“WD-240DK-RC”によって実現する。エコキュートは、今回開発した無線LANアダプタ“GT-RA2”によって、ネットワークを介してクラウドに接続する。また、浴室暖房機、脱衣室暖房機も、ネットワークを介してクラウドに接続する。クラウドは、エコキュートの動作に合わせて、浴室暖房機・脱衣室暖房機の連携制御を行う。

例えば、図4に示すように、エコキュートのリモコンから自動湯はりを開始することに連動して、浴室暖房機、脱衣室暖房機が強運転暖房を開始し、急いで室内空間を暖める。これによって、入浴前に浴室・脱衣室を暖めておくことで寒さを和らげることができる。その後、脱衣室暖房機は、湯はりの完了に連動して、自動で風量を微風に切り替える。

これによって、脱衣室への入室時に体に風が当たることによる不快感を抑えることができる。浴室暖房機は、湯は

り完了後のお湯の使用に連動して、自動で風量を弱運転に切り替える。これによって、シャワーでぬれた体に浴室暖房機からの風が当たることによる寒さを抑えることができる。

このように、入浴前に自動で浴室・脱衣室を暖めておくことで寒さを和らげて、その後の脱衣室への入室時及びシャワー使用時に自動で風量を切り替えることで不快感や寒さ感を抑えることで、入浴を快適なものにできる。

なお、暖房停止操作は、エコキュートの湯はり・ふろ自動機能と連動させる設定やタイマ設定を用意しており、ユーザーの様々な使い方に合わせることができるようにしている。

### 4. む　す　び

エコキュートのIoTサービスの本格普及に向けた、無線LANアダプタの省施工化と新たなIoTサービスとしての“あったかリンク”について述べた。今後も太陽光発電システムや暖房システムとの新たな価値創造及び新たな機器との連携によって、快適ライフを実現するサービスを提供していく。

#### 参考文献

- (1) 竹内史朗, ほか: 入浴環境を快適にするエコキュート, 三菱電機技報, 94, No.10, 582~585 (2020)

## 全熱交換形換気扇“ロスナイ”による 換気ソリューション

Ventilation Solutions by Heat and Energy Recovery Ventilator "Lossnay"

荒井秀元\*  
Hidemoto Arai

### 要旨

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大を受けて、集団感染の発生リスクとして換気の悪い密閉空間が指摘されており、換気の重要性について今まで以上に関心が高まっている。換気方式は大まかに自然換気と機械換気に大別され、窓開け換気に代表される自然換気は、換気に対するエネルギーを必要としない代わりに換気風量が環境に左右され、空調している夏場及び冬場であれば空調エネルギーロスにもつながる。

三菱電機の全熱交換形換気扇“ロスナイ”は1970年に発売した、“確実な換気”と“省エネルギー性(外気負荷の低減)”を両立させた換気機器である。

現在では、2020年にロスナイ発売50周年記念モデルとして、更に確実な換気と省エネルギー性を進化させるため、

DCブラシレスモータを搭載し、業界最高<sup>(注1)</sup>の機外静圧による、設計自由度と省エネルギー性を向上させた“業務用ロスナイ天井埋込形”と、経年劣化した換気機器の更新需要等に対応するため業界で初めて<sup>(注1)</sup>のリニューアル専用機種“業務用ロスナイ天井埋込形リニューアル専用タイプ”を発売した。また、しっかり“換気”できているのか知りたいという要望も高まっており、CO<sub>2</sub>センサを用いた“換気の見える化”にも対応した。さらには、CO<sub>2</sub>センサと濃度の状態を表示するLEDランプを搭載するとともに換気風量を増加させたい後付け更新需要に対応するために施工が容易な天吊(つり)露出形機種を発売し、換気に対するニーズに即した機種開発を行っている。

(注1) 2020年1月23日現在、当社調べ



全熱交換形換気扇ロスナイ第一号機(1970年)



DCブラシレスモータ搭載業務用ロスナイ天井埋込形(2020年)



全熱交換形換気機器  
“業務用ロスナイ”天井埋込形  
DCマイコン-DCリプレース  
マイコン

検知したCO<sub>2</sub>濃度に応じて  
LEDランプの点灯が切り替わる

CO<sub>2</sub>濃度

学校用ロスナイ天吊露出形(2021年)

### 1970年に発売したロスナイ1号機と最新の開発機種

左上図は1970年発売のロスナイ1号機であり、壁掛け形として住宅用途向けに発売した。右上図はDCブラシレスモータを搭載した業務用ロスナイ天井埋込形で、2020年度省エネ大賞“省エネルギーセンター会長賞”を受賞した。下図の2021年発売の学校用ロスナイ天吊露出形は、CO<sub>2</sub>センサを標準搭載し、CO<sub>2</sub>濃度の状態をLEDランプで表示することによって“換気の見える化”を行った。

## 1. まえがき

新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受けて、集団感染の発生リスクとして換気の悪い密閉空間が指摘されており、換気の重要性について今まで以上に関心が高まっている。

厚生労働省から、“商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について”と題したパンフレットが公表され<sup>(1)</sup>、具体的な換気対策として機械換気による場合は、一人当たり30m<sup>3</sup>/hの換気量が確保されていること(建築物衛生法でのCO<sub>2</sub>の室内濃度基準1,000ppmを満たしている条件)、又は窓開放による場合は30分に1回、数分程度窓を全開にすることを実施していれば、換気の悪い密閉空間には当たらないとされた。

換気方式は大まかに自然換気と機械換気に大別され、窓開け換気に代表される自然換気は、換気に対するエネルギーを必要としない代わりに外風等の環境に左右されるため換気風量が不安定であり、窓開け換気では騒音問題、空調している夏場及び冬場であれば外気をそのまま取り入れることから快適性を損なうとともに空調エネルギー消費にもつながる。

当社の全熱交換形換気扇ロスナイは給気と排気を同時に第1種換気による“確実な換気”と“省エネルギー性(外気負荷の低減)”を両立させた換気機器として1970年に発売した。

近年、地球温暖化対策などへの取組みとして「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)」が2016年に施行され、特定建築物で一次エネルギー消費量基準への適合義務が生じており、ZEB(net Zero Energy Building)などの導入が今後も拡大していくと考えられることから、建築物(居住・非居住)の省エネルギー対策の強化が今後更に重要になっていく。さらに、2020年の新型コロナウイルスの感染拡大による換気意識の高まりは、換気風量の増加や機械換気による確実な空気質改善につながると見られることから、エネルギー消費量が増加基調になる見通しであり、今後換気設備にはより一層の省エネルギー性向上が求められていくと考えられる。

## 2. 全熱交換形換気扇ロスナイ

### 2.1 ロスナイの誕生と機種展開

1960年代後半、空調機が普及し始めたころ、換気によってロスする“冷暖房効果”と“換気効果”という完全に相反する現象が抱える潜在ニーズに対応する形で誕生したのが、全熱交換形換気扇ロスナイである。全熱交換器は温度

だけではなく湿度も交換するが、素材に湿度は通すが熱の不良導体である紙材の使用に思い至ったのは、あるとき、開発者が子供の遊びを見てヒントを得たところからであった。薄い紙を丸めて筒状にし、口に当ててハーフ息を吐くと、筒が温かくなり、支えている手に伝わってくることに気付いた。紙材をこの紙の筒のように使えば熱を伝えることができる。つまり、薄紙の厚さ方向にならば、熱を良く伝える良導体になり得るとともに紙は水分も通す。そして、紙を複数枚積層した全熱交換器を開発し、1970年、住宅用壁掛け形として全熱交換形換気扇ロスナイを発売した。そのころ、非居住のビル市場は建築ラッシュにあり、空調機の普及も目覚ましく、同年、「ビル管理法」が制定され、換気についても管理基準が示された。そのためビルには換気が不可欠になり、また空調機の普及も進んで、省エネルギー性もより重要視され始めたビル市場向けに、翌1971年には、床設置タイプの業務用ロスナイを発売した。さらに発売後のヒアリングから、インテリア性を重視して換気機器を見えない天井内へ設置したいというニーズが顕在化し、1975年に天井埋込形を発売した。その後もニーズに合わせて加湿付き、脱臭機能付き、浴室やプール等で使用する耐湿形、トイレ等で使用する局所用などの機種を市場の声に合わせて開発し、機種群を拡充してきた。

### 2.2 ロスナイ発売50周年記念モデル

2020年にロスナイ発売50周年記念モデルとして、確実な換気と省エネルギー性を更に進化させるため、DCブラシレスモータ搭載にした“業務用ロスナイ天井埋込形”を発売するとともに、経年劣化した換気機器の更新による確実な換気への需要等に対応するため業界で初めてのリニューアル専用機種“業務用ロスナイ天井埋込形リニューアル専用タイプ”を発売した。この機種は、DCブラシレスモータ(以下“DCモータ”という。)の搭載によって換気運転時の省エネルギー性を図るとともに風量制御の多様化を実現し、建築物全体の消費電力低減を可能にした。この機種で、2020年度の省エネ大賞 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。この業務用ロスナイ天井埋込形の構造を図1に示す。

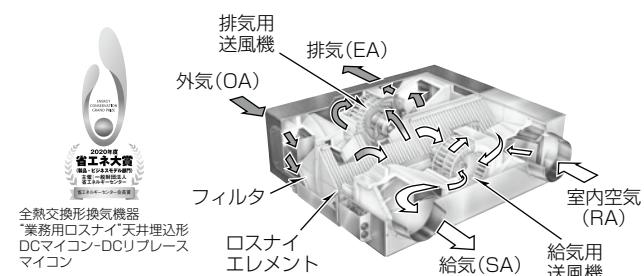


図1. 業務用ロスナイ天井埋込形の構造

## 2.2.1 ACモータからDCモータへの変更

ロスナイ発売50周年記念モデルではDCモータを搭載することで、ACモータ搭載の従来機種と比べて約38%の省エネルギーを図っている。ACモータの動作原理は、固定子コイルに商用交流電圧を印加し、コイルを順に励磁してケイ素鋼板からなる回転子に誘導電流を流して回転磁界を得る。DCモータの動作原理は、固定子コイルに直流電圧を印加し、インバータ回路によってコイルを順に励磁しながら永久磁石で形成される回転子を動作させる。回転子は永久磁石で形成されるため、回転子に誘導電流が流れず二次銅損が低減でき、ACモータと比べて低損失なモータが得られる。

また、ロスナイに搭載するDCモータは、モータ制御用マイコン及びモータ電流検出回路を備えた駆動回路をモータに内蔵しており、モータ制御方式はベクトル制御による正弦波駆動を採用した。この制御方式によってトルク電流と励磁電流を個々に制御できるようになり、モータの運転状態に合わせて最適なトルク制御を可能にすることで高効率運転を実現している。

業務用ロスナイ天井埋込タイプは従来全16形名であったが、DCモータに対応した基板の再設計で100Vと単相200Vの電源共通化に対応し、機種整理を行って機種数を全11形名に削減した。電源共通化によって100V機種に単相200Vを印加するといった施工時の電源電圧ミスによる製品破損の抑制も可能になった。

## 2.2.2 風量の多段階制御

DCモータの回転数制御機能を用いて給気・排気の換気風量設定を従来機種の3段階から11段階へ拡充し、給排を個別に風量設定できるようにし、室内環境の設計・施工自由度の向上を可能にした。また、当社システム部材のCO<sub>2</sub>センサと組み合わせて、人等から発せられたCO<sub>2</sub>の室内濃度に応じて最適な換気風量に最大11段階で自動制御することで、従来制御より16%の風量減を可能にして居室空間に人が少ないときには換気風量を抑えた省エネルギー運転を行う(図2)。空調された空気を必要以上に換気しないために空調機の負荷低減につながり、ロスナイと空調機を合わせた電気料金はCO<sub>2</sub>センサ未装着時と比べて約27%削減した(図3)。

## 2.2.3 送風性能の改善と定風量運転制御

従来のACモータであれば、60Hz地区に比べて50Hz地区では電源周波数の差異によって同期回転

数が下がるために送風性能が低くなっていたが、DCモータの搭載によって電源周波数による送風特性の差異を解消し、50Hz地区でも全機種で従来機種の60Hz特性以上の送風性能を実現した。定格風量500m<sup>3</sup>/hの新機種で、換気風量500m<sup>3</sup>/hでの運転時の機外静圧は従来機種の50Hzの性能から比べて50Pa向上した。居室空間の拡大化によって天井裏が狭小化してダクト配管が複雑化した場合でも、高機外静圧化によって必要換気能力を確保しやすく、設計自由度及び施工性の改善が可能になる。

定風量制御とは、施工されたダクトの圧力損失に応じて、モータの回転数を自動で調節し、既定の機外静圧以下であ

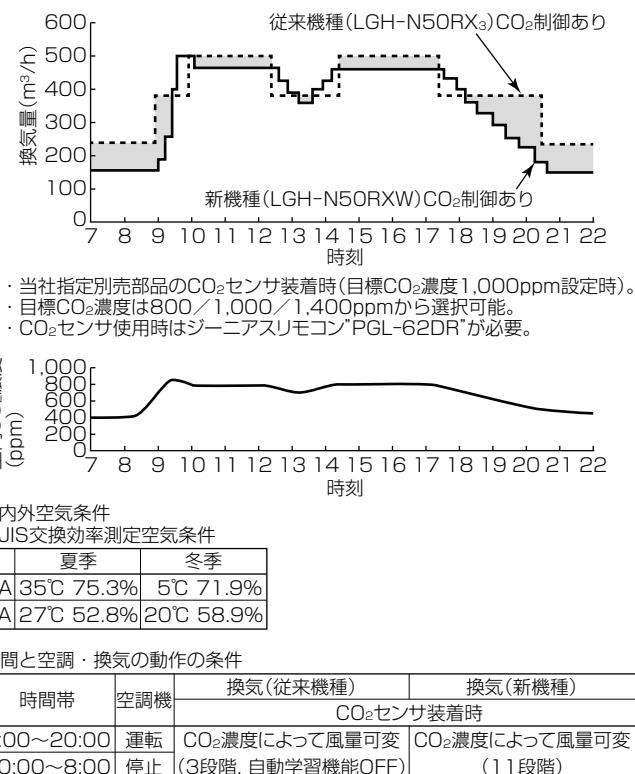


図2. 換気量と室内CO<sub>2</sub>濃度変化(シミュレーション結果)



図3. 業務用ロスナイ天井埋込形の省エネルギー比較

れば一定の換気風量を確保する機能である。モータの回転数とモータ電流値情報からあらかじめ把握した機種固有の送風特性情報と比較して風量の調整を自動で行う。給気と排気のダクト圧損が異なる場合でも給排気の送風性能を個別に制御させて自動で風量を定格(規定値)に合わせることを可能にしている。

施工現場での急なダクト経路の変更や延長など当初のダクト設計と異なる変更にも容易に風量調整が可能になるとともに、初期の設置時だけでなく使用経過とともに起こるフィルタ目詰まりによる風量低下にも、既定の機外静圧範囲内であれば自動で風量を調整するため換気風量の維持を可能にしている。

#### 2.2.4 空調機との連携制御

当社店舗用エアコンやビル用マルチエアコンの室内機に搭載している、人の位置・動きを検知することで人の在室状況を判断する人感センサ“人感ムーブアイ360”と連動し、人の在室／不在情報を基に換気風量の自動制御を行う(図4)。人の不在時にはロスナイの風量を自動で最小風量に切り替えることで省エネルギー換気を行い、ロスナイと空調機を合わせた電気料金は人感センサ連動なし時と比べて約15%削減(天井埋込形LGH-N50RXWで不在検知時間を10分設定にした場合の空調機との合算値)した。

#### 2.2.5 天井埋込形リニューアル専用機種

過去30年相当までの同タイプの天井埋込形機種を対象に、取替えによる省エネルギー提案を可能にするリニューアル専用機種を発売した。基本機能はDCモータを搭載した標準機種と同じとし、定風量運転制御によって既設配管が不明な場合であっても自動で定格風量に調整して確実な換気を行うことを可能にするとともに、既設の当社業務用ロスナイ(スタンダードタイプ)の操作を行うコントロールスイッチをロスナイ本体更新後も継続して使用できるリレー回路を開発して搭載した。さらに、“リプレース専用吊り金具”を開発して既存の吊りボルトを流用可能な構造にしてアンカーの打ち直し作業等を不要にすることで現地での施工負荷・時間の削減を可能にした。

#### 2.2.6 “換気の見える化”対応

しっかり換気ができているのか知りたいという市場か

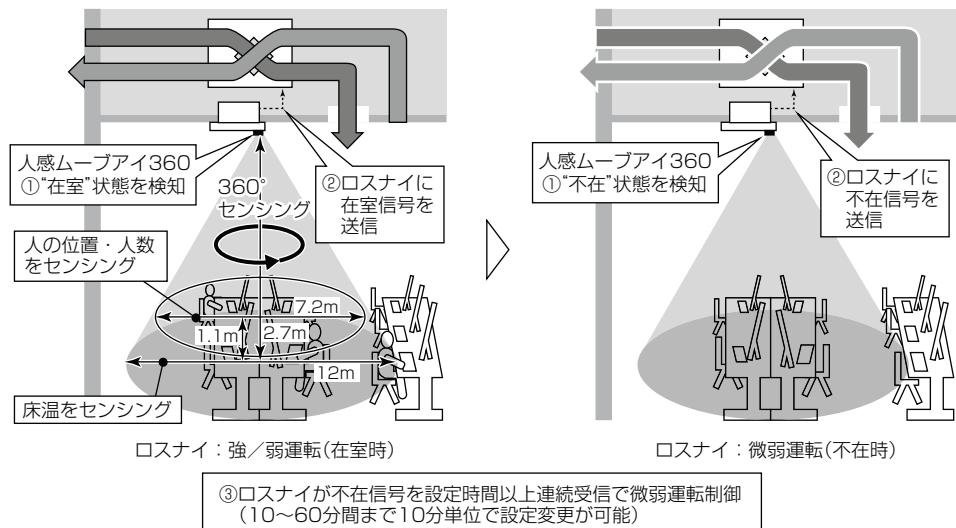


図4. 在室状況によるロスナイの風量連携制御

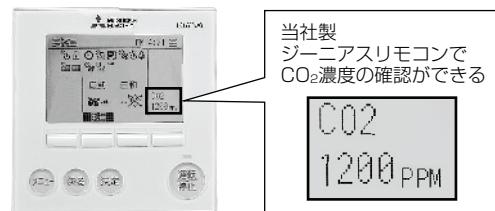


図5. ジーニアスリモコンのCO<sub>2</sub>濃度表示画面例

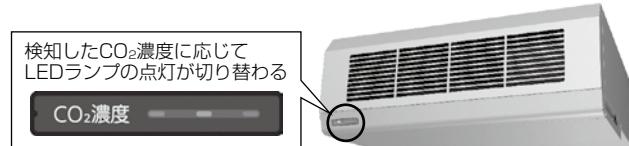


図6. 天吊露出形機種の“換気の見える化”対応

らの“換気の見える化”要望が高まっており、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度による換気の見える化としてジーニアスリモコンへのCO<sub>2</sub>濃度表示を実現した(図5)。さらに、2021年4月には換気後付け更新需要に対応する施工が容易な学校用ロスナイ天吊露出形に、CO<sub>2</sub>センサを標準搭載し、CO<sub>2</sub>濃度の状態をLEDランプで表示可能にするなど換気の見える化対応機種を拡充している。“換気の見える化”対応を図6に示す。

### 3. む す び

ロスナイの機種開発では常に市場の声を聞いて、それを開発に反映させてきた。これからも、市場トレンドをいち早く察知し、ニーズに即した機種開発を行っていく。

### 参 考 文 献

- (1) 厚生労働省：商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について(2020)  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisaku/seisaku-00000000000616069.pdf>

# 二凝縮回路搭載大容量インバータ除湿機

High Capacity Inverter Dehumidifier Equipped with Two Condensation Circuits

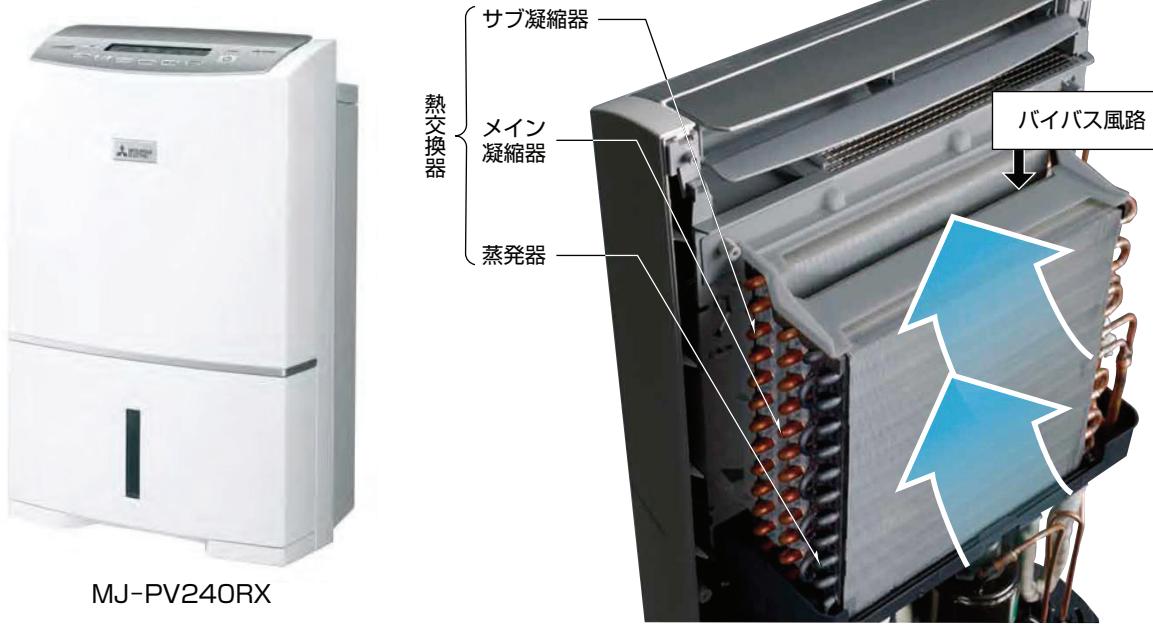
## 要旨

家庭用除湿機市場は、業界全体の出荷台数年間70万台を前後する成熟市場になっている反面、国内の気候は高温多湿の亜熱帯気候に近づきつつある。平均気温は、1996年以降から極端な右肩上がりの傾向にあり、また2010年以降は毎年平均以上の降雨量になっている。

そこで国内の気候変化に対応できるように、今までにない大容量(高い除湿能力)を実現するためインバータ制御方式を採用した大容量インバータ除湿機“MJ-PV240RX”を開発した。単に大容量にすることでは消費電力が大きくなりすぎるため、エネルギー効率改善が必要になる。そこで熱交換器の凝縮器容積を大きくするため業界初<sup>(注1)</sup>となる二凝縮回路を搭載した。さらに凝縮器に十分な空気を導く

ためのバイパス風路を設置して凝縮圧力を低減することで、圧縮機の負荷が軽減し、大容量でありながら消費電力の抑制を実現した。二凝縮回路とバイパス風路によって除湿能力24.0L/日で、除湿量1L当たりの消費電力量が従来の機種(21.67W/L)に比べて21%削減した17.08W/Lを実現した。これによって一般財団法人 省エネルギーセンターが主催する2020年度省エネ大賞 製品・ビジネスモデル部門で省エネルギーセンター会長賞を受賞した。2021年度の新モデルではさらに定格除湿能力を24.5L/日と向上させた“MJ-PV250SX”を発売した。

(注1) 2020年3月23日現在、三菱電機調べ



## 二凝縮回路搭載大容量インバータ除湿機“MJ-PV240RX”

三菱電機独自開発の二凝縮回路とバイパス風路を搭載した除湿機は、大容量でありながら消費電力の抑制を実現した。大容量インバータ除湿機MJ-PV240RXでは除湿量1L当たりの消費電力量を従来の機種(21.67W/L)に比べて21%削減した17.08W/Lを実現し、大容量とエネルギー効率改善を実現した。

## 1. まえがき

家庭用除湿機市場は、業界全体の出荷台数年間70万台を前後する成熟市場になっている反面、国内の気候は高温多湿の亜熱帯気候に近づきつつある。気象庁データ<sup>(1)(2)</sup>によると平均気温は図1に示すように右肩上がりであり、降雨量も図2に示すように2010年以降は毎年平均以上の降水量で年々高温多湿な気候に変化していることを示している。高温多湿になると不快感の上昇以外に、カビが繁殖する・木造家屋がきしむ等の湿害や、洗濯物が乾きにくいといった実害が発生する。一方、除湿機の購入理由(図3)では“室内干し”の衣類乾燥用途が単独で34%を占めているが、“梅雨ジメジメ対策”“カビ対策”などの高温多湿から来る除湿用途を合わせると約80%を占めている。そこで高温多湿状況下で衣類乾燥や除湿で長時間除湿機を使用することを想定し、従来はできなかった20L/日を超える大容量除湿でかつエネルギー効率を高めた除湿機の商品化を目的に研究開発を進めてきた。

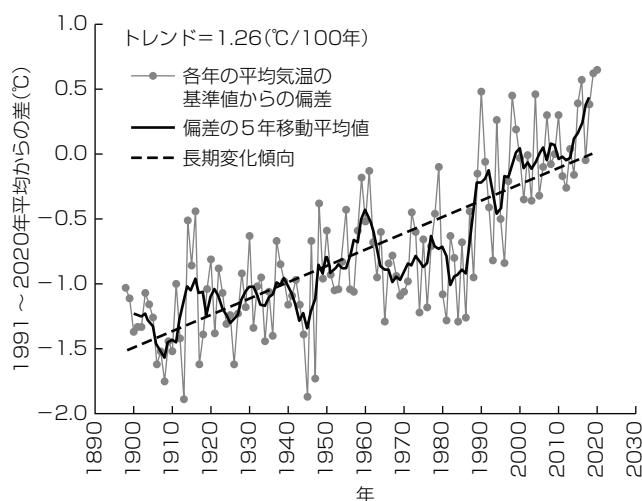


図1. 日本の年平均気温偏差の経年変化(1898~2020年)<sup>(1)</sup>

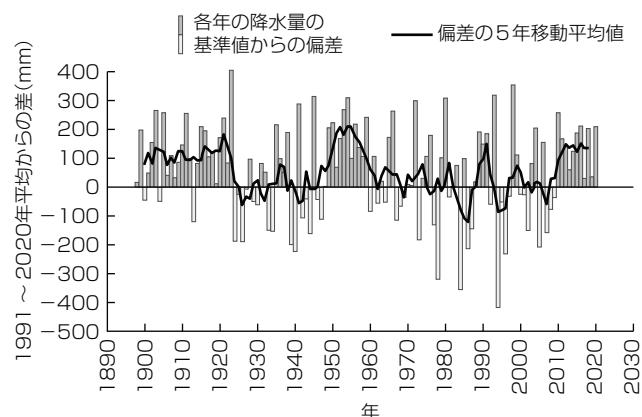


図2. 日本の年降水量偏差の経年変化(1898~2020年)<sup>(2)</sup>

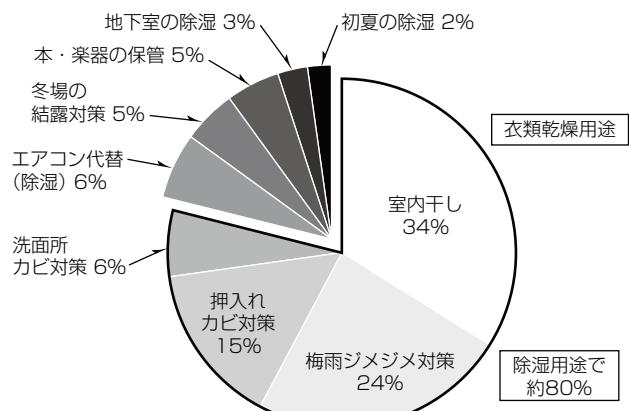


図3. 除湿機購入理由構成比(三菱電機調べ, 2018年)

## 2. 除湿機の基本的な構成

### 2.1 除湿の仕組み

除湿の仕組みは、図4に示す冷凍サイクルによって湿潤空気を露点温度以下まで蒸発器で冷やすことで水分を凝縮させ、蒸発器フィン表面に結露させて水タンクで回収するものである。冷凍サイクルとは気体冷媒を“圧縮→凝縮→膨張→蒸発”を繰り返し処理することで低温熱源から吸熱し、高温熱源に排熱する熱力学サイクルである。

蒸発器を冷却するためには冷媒を循環させる必要があり、そのためのエンジンの役割を果たすのが圧縮機である。従来の除湿機では回転数が電源周波数と同期する一定速タイプの圧縮機を搭載しているが、今回の開発品では圧縮機の制御にインバータ制御方式を用いた。

また凝縮器は空気を流すことによって放熱し、冷媒を液化する役割を持つ。放熱を改善することでエネルギー効率の改善につながるため、今回の開発品では図5に示すように凝縮器を二つ並べた二凝縮回路を採用している。

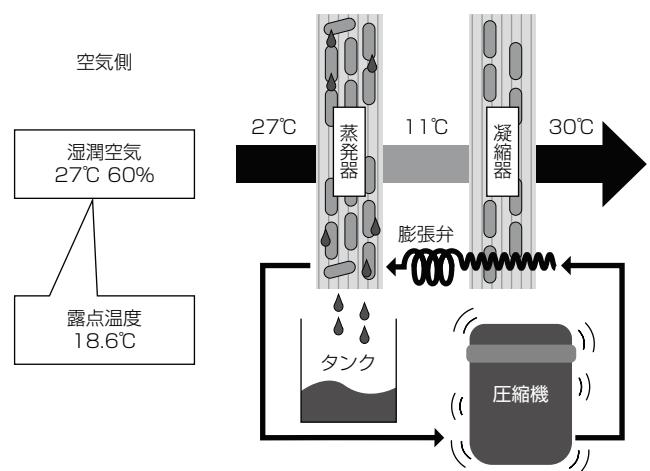


図4. 冷凍サイクルの模式図

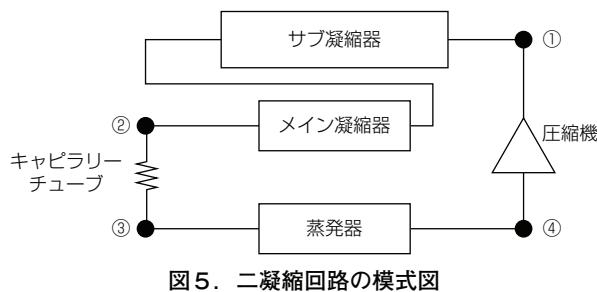


図5. 二凝縮回路の模式図

## 2.2 除湿能力向上技術

従来の除湿機は一定速の圧縮機を使用しており、搭載可能な圧縮機のサイズには限度がある。そのため吐出量を大きくできず除湿量の向上は長い間改善されることはなく、国内向けでは18L/日の能力が最大であった。コンプレッサー式+デシカントの組合せのハイブリッド式が販売されて最大除湿能力は20L/日になったが、最大消費電力量が800Wを超えるなどの課題があった。そこで最大除湿量の向上のために、家庭用除湿機では国内初<sup>(注2)</sup>のインバータ制御の圧縮機を採用した。一定速の圧縮機は電源周波数60Hzで18L/日までしか除湿できないが、インバータ制御で周波数を78Hzまで上げることで除湿能力を24L/日まで向上させた(図6)。

インバータ化するメリットは除湿能力向上だけではなく能力可変が容易になる点である。表1は強運転時と弱運転時の除湿能力と消費電力の従来機種との比較を表している。一定速の圧縮機を用いた除湿機は弱運転にしても除湿能力はさほど低減せずに消費電力はむしろ強運転よりも高くな

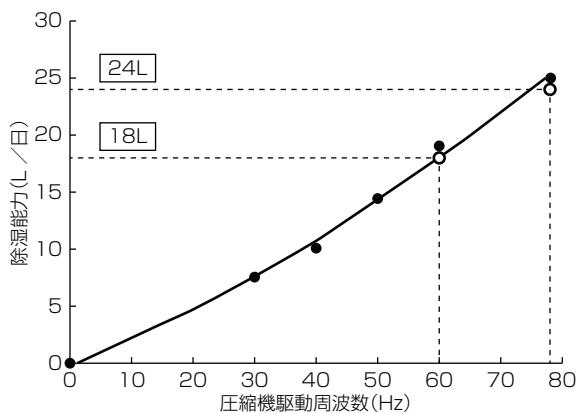


図6. 圧縮機駆動周波数と除湿能力

表1. 強運転時と弱運転時の除湿能力と消費電力の比較

|        | 開発機種(インバータ) | 従来機種                    |                       |
|--------|-------------|-------------------------|-----------------------|
|        | MJ-PV240RX  | MJ-P180PX<br>(2019年度機種) | MJ-80FX<br>(2011年度機種) |
| 除湿能力 強 | 24.0L/日     | 18.0L/日(60Hz)           | 8.0L/日(60Hz)          |
| 消費電力   | 410W        | 390W                    | 245W                  |
| 除湿能力 弱 | 8.0L/日      | 14.4L/日(60Hz)           |                       |
| 消費電力   | 125W        | 405W                    |                       |

る場合がある。インバータであれば能力に比例した消費電力になり、しかも吐出量の大きい圧縮機をインバータ制御で弱運転した場合の方が同じ除湿能力(8L/日)の一定速の小容量タイプの除湿機よりも消費電力は小さくなる(約49%の省エネルギーになる)。また除湿能力を多段階可変にしたため、圧縮機のON-OFF制御しかできなかった従来の除湿機よりもきめ細かな湿度コントロールを可能にした。

(注2) 2020年3月23日現在、三菱電機調べ

## 2.3 エネルギー効率改善技術

一定速の圧縮機をインバータ化することで、弱運転時の省エネルギー効果は大きいが、最大定格での効率改善効果は少ない。最大定格での消費電力を下げるには圧縮機の負荷を低減する必要がある。そのためには図7のとおり凝縮圧力の低減が必要で、低減させるためには凝縮器の放熱性を高めて十分に冷却させることが必要になる。

凝縮器の放熱性を高めるためには凝縮器の放熱面積を大きくすることが有効になるが、単純に凝縮器を大きくしただけでは放熱するための空気量が不足し、風量を増やすと蒸発器の温度が露点温度を上回るため除湿ができなくなる。その対策として凝縮器を二つ並べた二凝縮回路を、国内家庭用除湿機では初めて開発した。これは凝縮器を高温(サブ)凝縮器と低温(メイン)凝縮器の二つに分割した技術であり、高温の凝縮器にバイパス風路を通して冷却空気を送り込むことで凝縮圧力を低減させるものである(図8)。

蒸発器を流れる風量は露点温度以下になるよう最適化しつつ、凝縮器を冷却するために必要な風量はバイパス風路から供給することで、除湿能力向上と効率改善を両立させることを可能にした(図9)。凝縮器全体を流れる風量と圧縮機の入力の関係は図10に示すとおりで、この機種では運転音との兼ね合いからメイン、バイパス合計で6.0m<sup>3</sup>/minにしている。

MJ-PV240RXでは先に述べた方法で除湿能力改善とエネルギー効率改善の両立を実現した。得られた改善効果に

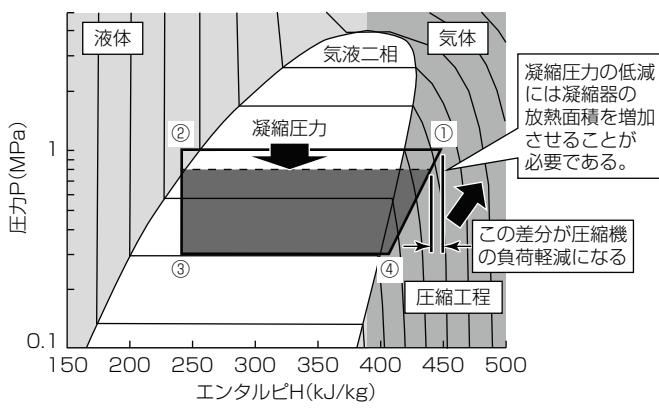


図7. 二凝縮回路の冷凍サイクル(モリエ線図)

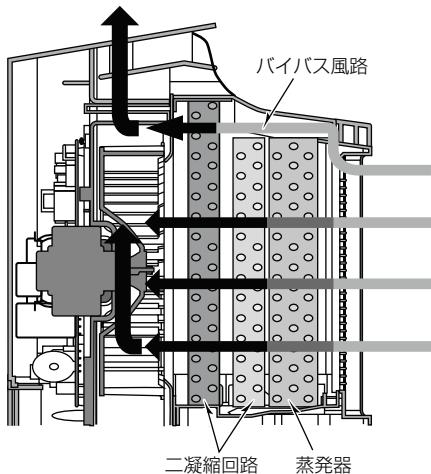


図8. 热交換器構成と送風経路

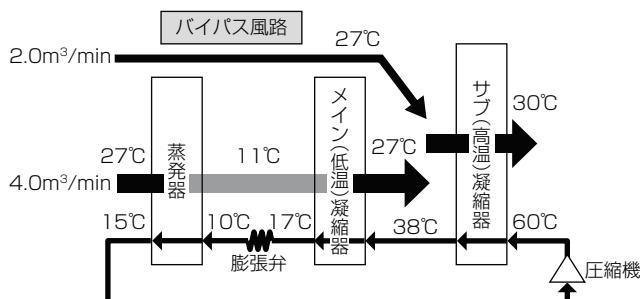


図9. 二凝縮回路模式図

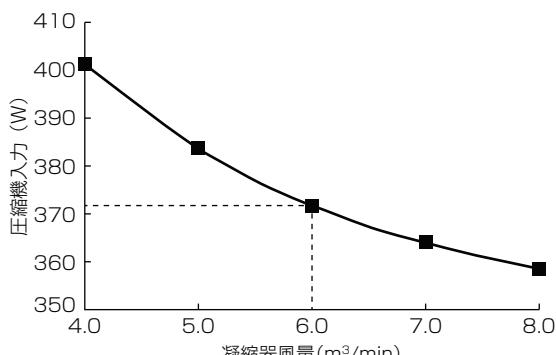


図10. 凝縮器風量と圧縮機入力

表2. 従来機種からの改善率

|                  | 従来機種<br>MJ-P180PX | 開発機種<br>MJ-PV240PX | 改善率   |
|------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 除湿能力(L/日)        | 18                | 24                 | 33.3% |
| 消費電力(W) : 60Hz   | 390               | 410                | -5.1% |
| 1L当たりの消費電力量: W/L | 21.67             | 17.08              | 21.2% |
| エネルギー効率:L/kW     | 1.92              | 2.44               | 27.0% |

について従来機種との比較で表2に示す。除湿能力で33.3%改善し、1L当たりの消費電力量で21.2%の改善になっている。

さらに2021年度の新モデルでは定格除湿能力を24.0L/日から24.5L/日に向上させたMJ-PV250SXを発売した。

表3. 衣類乾燥運転での従来機種からの改善率

|                  | 従来機種<br>MJ-P180PX | 開発機種<br>MJ-PV240PX | 改善率   |
|------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 衣類乾燥時間(分)        | 114               | 86                 | 24.6% |
| 消費電力(W) : 60Hz   | 390               | 410                | -5.1% |
| 1回当たりの消費電力量(kWh) | 0.74              | 0.59               | 20.3% |

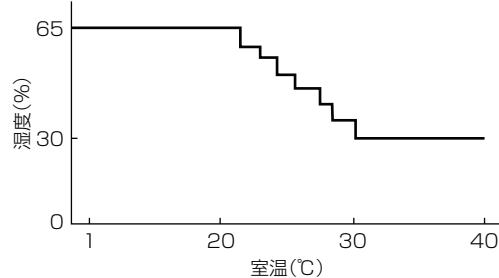


図11. 快適見守り運転の湿度設定イメージ

### 3. 付 加 機能

#### 3.1 衣類乾燥運転

除湿機の使用用途の中でも高い割合を示す、衣類乾燥のときにかかる消費電力量と乾燥時間について従来機種との比較を表3に示す。消費電力こそ開発機種の方が20W大きいが、除湿能力が高い分衣類乾燥時間が抑えられ、1回当たりの消費電力量としては従来機種よりも少なく約20%の削減になる。

#### 3.2 快適見守り運転

快適見守り運転では室温20°Cの場合は湿度65%，20~30°Cでは設定湿度を30~65%の間で自動調節と室温に応じて快適な湿度になるよう除湿運転を実施する。インバータ制御によって、よりきめ細かな運転を実現し、従来機種の2段階に比べて多段階の湿度設定を実現した(図11)。

### 4. む す び

三菱電機独自の二凝縮回路とバイパス風路によって大容量でありながら消費電力を抑制した除湿機を開発して2020年度省エネ大賞を受賞できた。今後も省エネルギーに加えて、暮らしに価値をもたらす付加機能の開発に取り組んでいく。

#### 参 考 文 献

- (1) 気象庁：日本の年平均気温偏差の経年変化（1898~2020年）  
[https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an\\_jpn.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html)
- (2) 気象庁：日本の年降水量偏差の経年変化（1898~2020年）  
[https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an\\_jpn\\_r.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn_r.html)

# 青空を再現した照明“misola”

"misola": Lighting to Reproduce Blue Sky

小松琢磨\*  
Takumitsu Komatsu

岡垣 覚†  
Satoru Okagaki

## 要旨

屋外と屋内の境界をなくすことを目的にして、屋内空間に“自然”を取り込むために青空照明“misola(みそら)”を開発した。これまで三菱電機技報でmisolaに関する青空を模擬したライティングの人に対する効果などを述べてきたが<sup>(1)(2)</sup>、ここでは2020年10月に発売したmisolaの開発を総括する。misolaは三菱電機先端技術総合研究所(以下“先端総研”という。)とグループ会社である三菱電機照明株の共同開発製品である。先端総研のひらめきから始まったmisolaは皆の“いいな”という自然な印象で、多くの人たちと“つながって”開発に結び付いて発売に至った。しかし、misolaは従来の照明とは一線を画しており、人々を癒すた

めに“魅せる”という側面もある。そのため、製品化の中で基本メカニズムから器具構造、照明制御、器具製造と多くの困難にぶつかった。ここではその代表的な内容をまとめることでmisolaの次なる発展に“つなげること”を目的にしている。なお、現在、misolaは多くの顧客から大いに好評を得ている。開発したmisolaの目指すものに賛同を得た結果であると考えており、昨今、注目される持続可能な開発目標(SDGs)の一つである“GOOD HEALTH AND WELL-BEING”，つまり，“健康”と“幸福”に合致する製品であるとも考えている。



## “misola”的技術と新しい照明の可能性

misolaでは、本物の青空と見間違えるほどの高い再現性によって、従来にはない開放感と心地よさを提供することを追求した。そのため、発光面がレイリー散乱で高精細になることによる“青空の奥行き感と広がり”やLEDのエッジ入光による“器具薄型化”，フレームの影表現による“太陽の存在を感じられる影”などの技術を盛り込んだ。閉塞しがちな空間でも広がり感を演出し、コミュニケーションの活発化と快適な空間づくりを目指している。

## 1. まえがき

実際の青空の発光原理を用いた青空照明misolaは、2020年10月に発売し、顧客から大いに好評を得ている。一般的な照明と違って屋外と屋内の境界をなくす力を持つた照明である。そのため、コンセプト的にも技術的にも初めての取組みが多かった。

本稿では、misolaの開発について述べる。

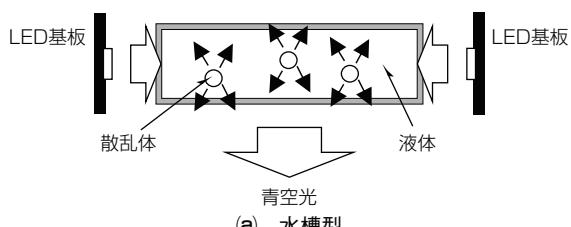
## 2. 青空照明misolaの開発

### 2.1 青空を模擬した発光技術の変遷

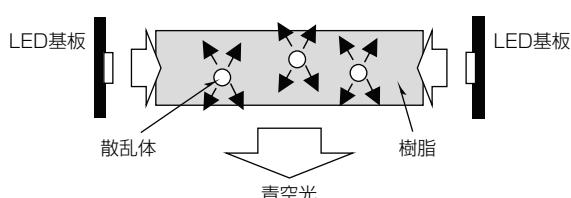
misolaはリアリティのある青空にするために実際の青空と同じレイリー散乱と呼ばれる現象を用いた<sup>(1)(2)</sup>。大気分子が光の波長より小さく、太陽光の中の長波長よりも短波長の光を散乱しやすいため空が青く見える現象である<sup>(3)(4)</sup>。misolaも微粒子の散乱で“自然”に近い発光を目指した。研究段階はアプローチの容易さから液体に微粒子を分散させた(図1)。しかし、LED発光の熱で水槽内に対流が起こる等の様々な苦労があった。後に、媒体を樹脂にして新たな課題と聞いながら量産可能な具現化方法を確立した。また、色は時刻ごとの実際の空を計測した。実験室で人の目による確認も繰り返した。実際の空の色でmisolaを発光させると少し白くすんだ印象も受けたため、実際より若干青くするなど試行錯誤した(図2)。

### 2.2 器具構造設計

misolaの奥行き感のある広がる青空再現は2.1節のとおり実現したが、実際には発光面が単に青く光るだけでは、単なる青い板のように見えて、青空に見えにくかった。そ



(a) 水槽型



(b) 樹脂型(量産タイプ)

図1. 青空の発光構造

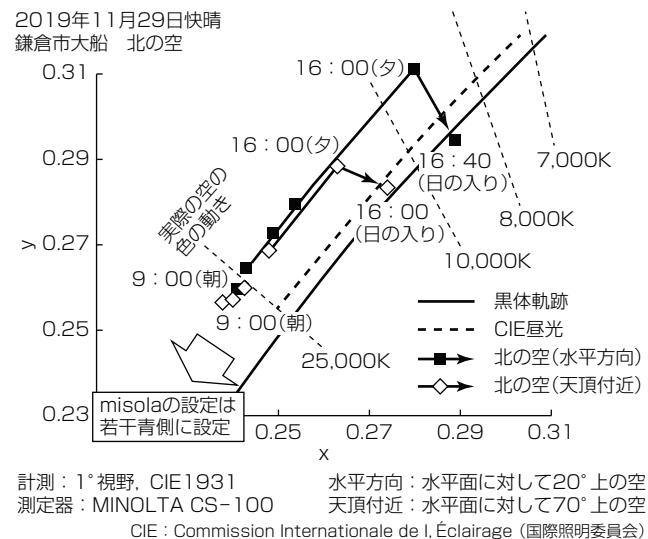


図2. 実際の空の色の動きとmisolaの色

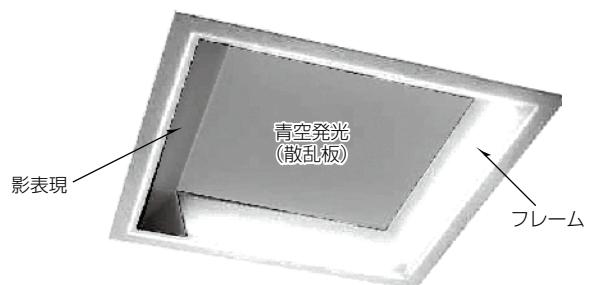


図3. misola照明全貌とフレーム発光と影

こで、解決策として日の差し込みを表現するフレーム発光と影が研究段階で生まれた(図3)。これによって太陽の存在を感じさせて実際の青空のような表現が可能になった。ただし、フレームが照明器具として自ら発光しているように見えてはいけない。“太陽の光がフレームに照射されて光っている”ように見えなくてはならない。つまり、フレームの光は均一に光ることがほしい。そのためには光源とフレームの距離は一定以上必要だが、器具構造の制約のため次の工夫を量産設計で行った。特に影の表現には気を配った。

- (1) なるべく均一に発光するようにフレーム内にリフレクタを設ける(図4)。
  - (2) さらに、フレーム表面の最大に明るい箇所がフレーム下部になるように光源の位置とリフレクタを工夫する(図4)。
  - (3) フレームの樹脂表面が滑らかであるとフレーム面に映り込みが発生して日の差し込み光による発光に見えないためフレーム表面にシボを入れる(図5(a))。
  - (4) フレームの影らしさを出すためにフレーム裏側を黒などに印刷を行い視覚的に影に見せる(図5(b))。
- このような設計によって、フレームはバックライトによる透過光であるにもかかわらず、あたかも屋外から照らされているように錯覚させることができた。

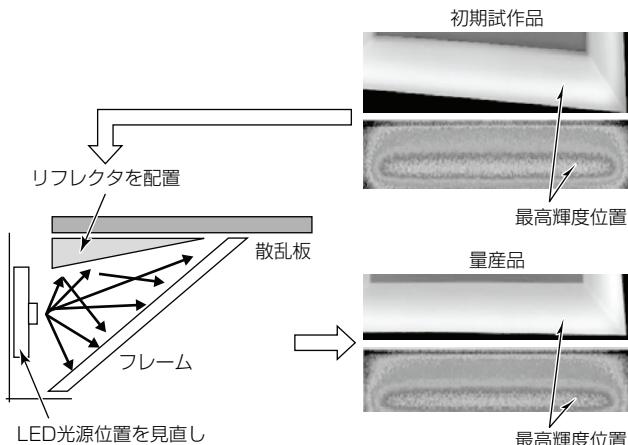


図4. misolaフレーム発光の工夫

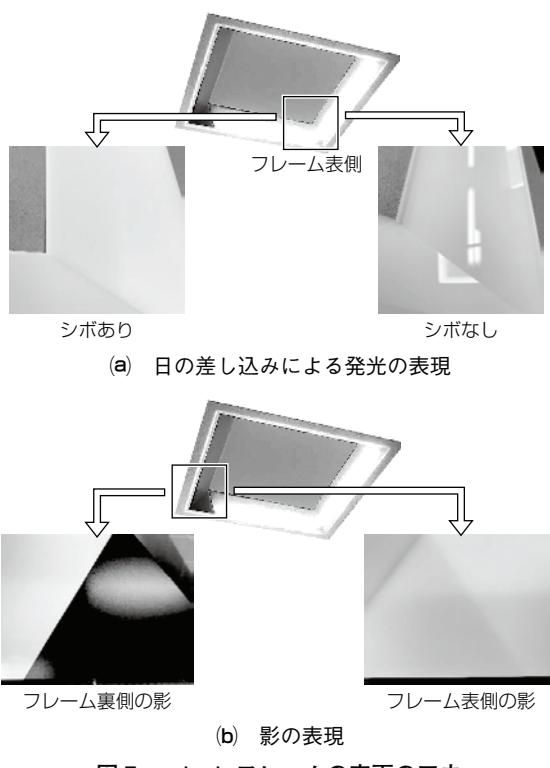


図5. misolaフレームの表面の工夫

### 2.3 照明制御設計

misolaは要旨に述べたとおり屋内と屋外の境界をなくすことを目的にした。そのため、当初から夕方のシーンも想定していた。展示会の参考出品時も来場者から閉塞空間でも太陽の動きを感じて屋外とつながれるといい、という声も聞かれた。従業員のメンタルケアの視点が強い様子であった。そのため、当初から開発チームには屋外と同じようにmisolaが変化する必要があるという確信があった。研究段階では青空や夕方のシーン再現に重点を置いたため、具体的な照明制御方法の検討は量産開発の段階であった。

照明制御で一番重要視したのは自然界の空と同様に動くこと、つまり、ごく自然に気が付かない間に明るさや色が変わることである。そこで文献や実測定データ(図6)か

ら、日の出から昼、昼から日の入りに要する時間を各2時間にした。シーンは、昼、朝夕、日の出／日の入り、夜の四つを設けて、昼と朝夕などのシーンの間を1時間かけてゆっくり変化させて実現した(図7)。一見、短時間に切り替わる方がダイナミックにシーンが動くので驚きがあるが、misolaはあくまでも屋外と同じ自然な動きを目指した。

なお、システムとしては東京を念頭に春／秋、夏、冬の三つの標準スケジュールを組み込んでいる(春と秋は共通)。一方、日本各地で実際の日の出／日の入り時刻が異なるためシステムとして微調整を可能にしている。つまり、日本のどこに設置しても屋外と同じ動きが実現できる仕組みを組み込んだ。

図8にmisolaの制御システム構成を示す。misolaの制御は三菱電機照明(株)製の照明制御システム“MILCO.S”を基に開発して、他の一般照明との連携も意識している。これは、照明だけでなく、近い将来、空調など他のシステムとの連携を検討する際にも効果を發揮すると考えている。

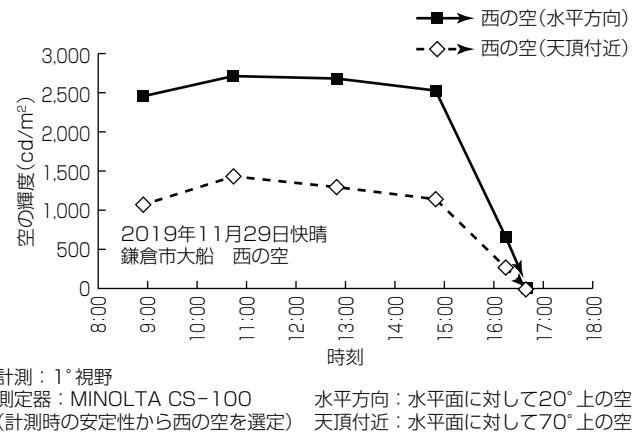


図6. 実際の空の輝度の動き

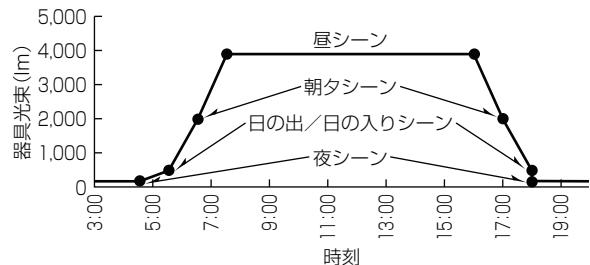


図7. シーン制御の例(春／秋用デフォルトスケジュール)

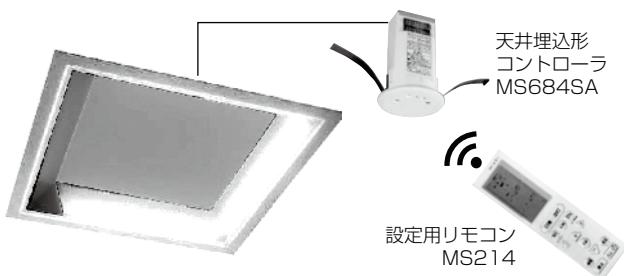


図8. スケジュール制御のシステム構成

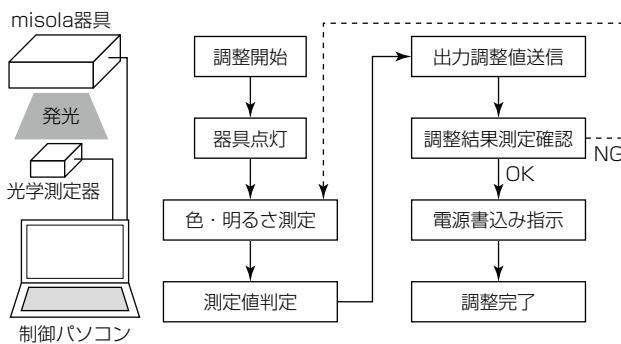


図9. 器具製造工程上での電源出力調整

## 2.4 製造工程(misola電源出力調整工程)

misolaは青空を模擬する発光面とフレーム面の二つの発光面を持つため、従来の照明器具に比べて器具構造も複雑である。さらに、昼や朝夕などの複数シーンの再現のために複数種のLEDを使う。そもそも各々のLEDは色や明るさなど、ある程度のバラつきを持っている。そして、その複数種のLEDを組み合わせると合成光は更に大きなバラつきになってしまふ。そのバラつきの大きさは量産設計開始時に想像以上であることが分かった。

そこで、その合成光のバラつきを製品として許容できる範囲に収めるため、各LED出力を個々に調整することにした。つまり、個々の器具が持つLED特性に合わせて一品一様に電源を用意することであった。そこで、misolaの製造では器具組立て時に点灯させて、色や明るさを調整するシステムを導入した(図9)。このシステムは先端総研で開発し、試作時に照明器具の電源とマッチングを繰り返した。方策としては、照明器具を点灯させて光学計測を行う。その結果から数値計算して目標値に対するズレを確認する。そして、そのズレに対して各々の電源出力補正值をmisola搭載電源にフィードバックして各LED回路を出力調整するというものである。従来は照明器具が発光する色は1色であることが多く、あらかじめ電源製造時の出力調整だけで光学的バラつきを十分に抑えられる。そのため、一般照明ではこのような調整は実施しない。器具製造ライン上での電源出力調整はmisola特有の製造工程になる。

## 3. 効果検証

misolaは青空を模擬したライティングとして人に与える効用の被験者実験を行っている<sup>(1)(2)</sup>。misolaと一般照明との比較による実験である。その中の照明環境による印象実験では開放感、リラックス、屋外とのつながりなどでmisolaを設置した方が好印象である結果がアンケート調査で得られている。また、睡眠への影響も確認されており、午前9～11時の時間帯にmisolaの光を受けた方が一般照

明の場合と比べて睡眠効率が良くなるなどの傾向が得られたことが報告されている。

現在、更なる効果確認を計画しており、照明だけではなく空調や音などを含めた空間トータルの検証も考えている。

## 4. 納入先の分野

窓のない部屋や地下などの閉塞空間への適用を期待しており、当初から要旨の図のイメージを持っていた。その中で、現状、多くを占めるのは、企業や工場などの従業員用休息スペースや会議室への適用であり、働く人たちへの癒しや居心地の良さに着眼して導入されているようである。今後は3章のように効果検証を経て“様々な空間”で空調など“様々なもの”と連携することによって、更に多くの目的で利用されることが期待される。

## 5. むすび

misolaは屋外と屋内の境界をなくすこととした。屋外と“つながる”ということである。研究者の“自然”をヒントに心地よい空間を目指してオフィスなど屋内の照明環境を変えようという発想から生まれ、製品開発者がその思いを受け継いだ。先端総研で原型が生み出されたmisolaは、展示会に出品したところ来場者から大変好評であり、そこで手応えをつかんで三菱電機照明(株)の製品開発者とともに製品化に向けて動き出した。展示会の試作機を組み上げた研究者の気迫が、製品開発者の“必ず製品にする”という思いにつながったのである。その後、研究所と製品開発者は多くの部門と“つながり”，量産にこぎつけた。つまり、開発では人と“つながり”，製品としては屋外と“つながった”。振り返ると“つながる”がキーワードであったのかもしれない。そして、misola開発は“必要か”などの難しい考えではなく、皆のこの製品に対する“いいな”という自然な印象から始まった。今後は、3章で取り上げた効果検証を行うことで、misolaが空調や様々なものと“つながり”，空間を総合的にプロデュースする起点になり、多くの人々と多くの設備機器、多くの企業と“つながっていく”ことを期待している。そして、SDGsの視点を込めながら、多くの人々に心地よさを提供していく。

## 参考文献

- (1) 成田瑞恵：屋外と屋内の境界をなくす、青空を再現した照明器具“misola”，三菱電機技報，94, No.10, 598～601 (2020)
- (2) 桑田宗晴、ほか：自然を模擬するライティング技術、三菱電機技報，95, No.4, 252～255 (2021)
- (3) 小松琢充：空を模擬した照明、電気設備学会誌，41, No.1, 25～28 (2021)
- (4) 小松琢充：リサーチ＆アリシス 空を模擬した照明技術、オプトニュース，15, No.1 (2020)

## 特集論文

# “全室独立おまかせA.I.”と“つながるアプリ(MyMU)” を搭載した三菱冷蔵庫“MX/MXDシリーズ”

Mitsubishi Refrigerators "MX/MXD Series" Equipped with "All Compartment Independent Design with A.I. Control" and "Connective Application (MyMU)"

### 要旨

三菱電機はこれまでに、食品をおいしく長く保存できる“切れちゃう瞬冷凍”や“氷点下ストッカー”にAI技術を組み合わせることで、より便利で使いやすい機能を実現してきた。さらに、これらの機能をスイッチ一つで設定できる“おまかせA.I.”によって使い勝手も向上させて、家事の時短をサポートしている。

近年、コロナ禍による外出自粛や在宅勤務増加によって、家で食事をする機会が増えて、家族みんなで家事をする“家事シェア”が進んでいる。そこで今まで家事をする機会が少なかった人にも、簡単で使いやすい冷蔵庫を実現するため、“おまかせA.I.”技術の進化とスマートフォンアプリの新規開発を行った。“おまかせA.I.”は、従来冷蔵庫全体の

使用状況から一日の標準的な生活パターンを予測していたが、今回当社独自の“全室独立構造”と組み合わせることで、各部屋の使用頻度を予測可能にして、それぞれの部屋で各家庭に合わせた最適な運転を行う“全室独立おまかせA.I.”に進化させた。また、食品保存だけでなく、買物から調理までをサポートできるスマートフォン向けの“つながるアプリ(三菱電機家電統合アプリ“MyMU”(マイエムユー))”を開発し、冷蔵庫と連携することで、今まで冷蔵庫の機能を使う機会が少なかった人にも使いやすい冷蔵庫を実現した。“全室独立おまかせA.I.”を搭載した三菱冷蔵庫“MXシリーズ”と、さらに“つながるアプリ”を使うことができる“MXDシリーズ”を2021年2月1日に発売した。



**全室独立  
おまかせA.I.**

“誰が使っても”難しい設定なしに、  
AIがもっとラクに、ムダなく、おいしくしてくれる。  
(AIが各家庭の生活パターンを分析、学習して、部屋ごとに適した運転を実施する。)

つながるアプリ  
(三菱電機家電統合アプリ  
MyMU)

①スタートアップ 三菱冷蔵庫の主な機能を“自己紹介”  
・冷蔵庫とアプリケーションの機能紹介 ・初期設定アシスタント

②冷蔵庫モニター 各室の“今の状態”が一覧できる  
・各部屋の機能紹介 ・各部屋の設定変更 ・ECOレベルや扉開閉回数の確認

③気くばりナビ ユーザーに合った使い方をアドバイス  
・使用状況に合わせて、もっと上手な使い方をアドバイス ・通知一覧

④おいしさアシスト 食材保存のコツが分かる  
・保存場所一覧 ・食材選びのコツ

⑤お役立ち 三菱冷蔵庫だからできるレシピを提案  
・冷蔵庫の活用レシピ ・もっと使えるワザ集 ・取扱説明書・動画集

### “全室独立おまかせA.I.”と“つながるアプリ”搭載の三菱冷蔵庫“MXDシリーズ”

2021年2月1日発売の三菱冷蔵庫“MXDシリーズ”は、“全室独立おまかせA.I.”を搭載し、スイッチ一つで、それぞれの部屋で各家庭に合わせた最適な運転を行い、誰が使っても、ラクにムダなくおいしく使える冷蔵庫を実現した。また、“つながるアプリ(三菱電機家電統合アプリMyMU)”によって買物から食品保存、調理まで、全ての食生活をサポートする。

笹原駿介\*  
Shunsuke Sasahara  
大和康成\*  
Yasunari Yamato  
前田 剛\*  
Go Maeda

## 1. まえがき

当社は、“家事をもっとラクに楽しく”をコンセプトに、様々なライフスタイルに寄り添う冷蔵庫を提案し、好評を得ている。これまでに三菱冷蔵庫では、AI技術を搭載し、ユーザーの生活スタイルを学習・予測することで、“切れちゃう瞬冷凍”的自動化や、“氷点下ストッカー”的保存期間延長を可能にして、より簡単で便利な機能に進化させてきた。近年、コロナ禍によって暮らし方が変化し、外出自粛や在宅勤務が広がる中、家庭で食事をする機会も増えて、買物や自宅での調理は誰か一人ではなく、家族みんなで家事をする“家事シェア”が進んでいる。普段家事をしない人も買物をして食品を保存したり、調理をする機会が増えて、冷蔵庫を使うシーンも多くなった。そのため、三菱冷蔵庫の簡単で便利な機能を、今まで家事をする機会が少なかった人にも使いこなしてもらい、“家事シェア”をアシストする検討を行った。従来の“おまかせA.I.”に三菱独自の“全室独立構造”を組み合わせて、誰でもスイッチ一つで全ての部屋を最適な運転にできる“全室独立おまかせA.I.”へ進化させた(図1)。また食品保存だけでなく、買物から調理までをサポートできるスマートフォン向けの“つながるアプリ”を開発した。この二つの機能を搭載した冷蔵庫によって誰でも簡単に使いやすい冷蔵庫を実現し、“家事シェア”をアシストすることで、家族で過ごす豊かな時間を提供する。

## 2. 全室独立おまかせA.I.

### 2.1 全室独立構造

当社独自の“全室独立構造”は、全ての部屋が仕切られて、

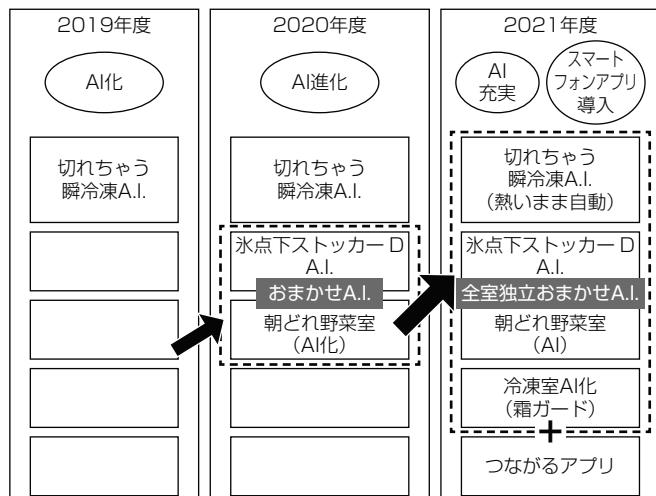


図1. 三菱冷蔵庫のメリット訴求変遷

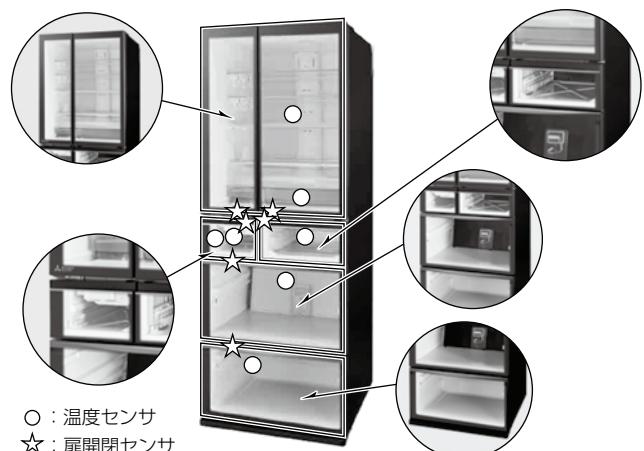


図2. 全室独立構造とセンサ位置

独立した構造になっている。また各部屋には温度センサと扉開閉センサを設置しており、部屋ごとの温度や扉開閉を検知し、顧客の用途に合わせた最適な温度管理を実現することで、ニーズの多様性に応えている(図2)。

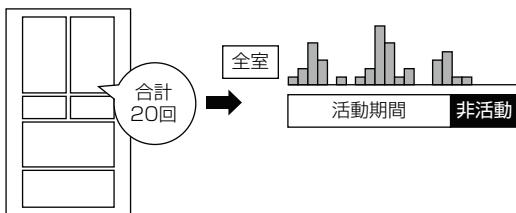
### 2.2 おまかせA.I.

これまでの三菱冷蔵庫のAI技術では、全部屋に搭載している扉開閉センサによって、日々の扉開閉回数データを収集・学習し、ユーザーの標準的な生活パターンを分析することで、起きて活動している“活動期間”と、深夜寝ている“非活動期間”を予測していました。この“活動期間”“非活動期間”的予測によって、“切れちゃう瞬冷凍A.I.”の自動化や“氷点下ストッカーD A.I.”の食品の保存期間の延長を実現している。さらに、これら全ての機能をスイッチ一つで簡単に設定できる“おまかせA.I.”を搭載することで、より使い勝手を向上させていた。

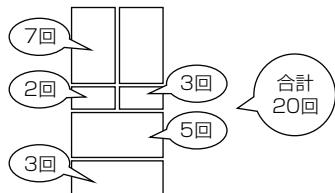
### 2.3 全室の使用頻度予測

従来は、冷蔵庫全部屋の扉開閉回数の合計でユーザーの標準的な生活パターンを予測していたが、どの部屋をどれくらい使うかはユーザーによって様々である。そこで、冷蔵庫の各部屋の使われ方を予測するため、当社独自の“全室独立構造”を活用した。各部屋に搭載した扉開閉センサから、日々の扉開閉情報を収集・学習することで、それぞれの部屋がどれくらい使われるかが予測可能である。しかし、一日中の生活パターンは同じでも、平日の朝は氷が必要で製氷室の扉開閉が多かったり、休日の昼は作りだめをするため、野菜室や冷凍室の扉開閉が多かったりなど、日ごとに部屋の使われ方は異なるため、曜日ごとに各部屋の扉開閉情報を学習し、日ごとの生活スタイルに合わせた制御にする。学習した扉開閉情報を分析し、その日の各部屋の使用頻度を時間帯ごとに“少／中／多”的3段階で予測可能にした(図3)。

標準的な生活パターン：全部屋合計の開閉回数



全室使用頻度予測：全部屋合計の開閉回数+各部屋の開閉回数



1日の扉開閉回数

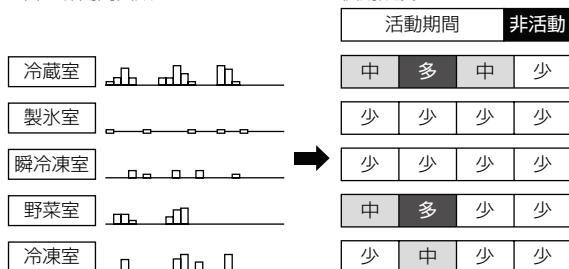


図3. 全室の使用頻度予測

この全室の使用頻度予測が、各部屋の使われ方の指標になり、ユーザーの生活スタイルに合わせた制御を実現する。

## 2.4 全室独立おまかせA.I.

従来の“活動時間”“非活動時間”的予測に加えて、全室の使用頻度予測を可能にすることで、より細かに生活パターンを予測できるようになり、全室を自動で最適運転することが可能になった(図4)。例えば、使用頻度予測から買物後の食品投入タイミングを予測し、野菜室と冷蔵室だけ自動で急速運転を実施したり、使用頻度が少なく、実際にほ

### 全室

- ・おまかせ急冷／おまかせECO
- 各部屋の使用頻度に合わせて急冷運転又は省エネルギー運転を実施

### 冷蔵室

- ・氷点下ストッカー D A.I.
- AIが家庭ごとの使い方に合わせて、自動で氷点下ストッカーのON/OFFを実施

### 製氷室

- ・自動製氷
- AIが水を多く欲しいタイミングを予測し、自動で急速製氷運転を実施

### 瞬冷凍室

- ・切れちゃう瞬冷凍A.I.(熱いまま瞬冷凍の自動化)
- 使い方と使用頻度に合わせて瞬冷凍を自動で開始し、熱いものを入れてもおいしく瞬冷凍が可能

### 野菜室

- ・朝どれ野菜
- AIが家庭ごとの使い方に合わせて、自動で朝どれ野菜のON/OFFを実施

### 冷凍室

- ・霜ガード
- AIが使用頻度を分析し、適したタイミングに自動で食品の霜付き量を抑える運転を実施

図4. 全室独立おまかせA.I.の機能

とんど使われていない部屋はECOモードにして、省エネルギー運転を実施したりするなど、実際の使われ方と使用頻度予測を合わせて、急冷とECOモードを自動で切り替える。また、製氷室は、氷が欲しいタイミングを予測して事前に急速製氷を実施し、欲しいときに備えてしっかり氷を準備してくれる。冷凍室については、温度変動を抑制することで食品への霜付き量を抑える“霜ガード機能”を搭載した。ユーザーの使い方に合わせて冷やし込みと霜ガードを両立させるため、おいしくしっかりと冷凍できる。さらに瞬冷凍室はAI技術の進化とセンシング技術の向上によって、従来実現できていなかった“あついまま瞬冷凍”的自動化を可能にした。冷蔵庫の使い方を気にせずに、誰でも簡単に設定できる“全室独立おまかせA.I.”は、全ての部屋で各家庭の使い方に合わせた運転ができ、“家事シェア”へのアシストを可能にした。

## 3. つながるアプリ

### 3.1 冷蔵庫の無線機能搭載

“全室独立おまかせA.I.”によって、誰にでも簡単においしく食材を保存できるようにしたが、家事に慣れていない人にとっては、冷蔵庫の保存場所や機能が分からぬこともある。そこで冷蔵庫の機能をより上手に使いこなしてもらい、食品保存だけでなく、買物や調理までサポートするコンテンツとしてスマートフォンアプリと冷蔵庫との連携を検討した。スマートフォンアプリの導入に当たって、無線通信機能を持った無線アダプタを冷蔵庫に設置する必要があるため、今回は冷蔵室ガラス扉内に搭載している操作パネルのスペースを活用する。三菱冷蔵庫の操作パネルはユーザーが見やすく、操作しやすい位置として、冷蔵室扉の前面にタッチ式パネルを採用し、搭載している。今回“全室独立おまかせA.I.”の導入によって、スイッチ一つで全室を自動で最適運転することが可能になったため、パネル操作する機会を減らすことができる。パネル機能を見直し、手動操作から自動化に進化した機能のスイッチや表示をなくすことで、操作パネルの小型化を可能にした。小型化するに当たって、操作パネル基板だけ縮小させて、基板を組み付ける構造の大きさはそのままにすることで、空いたスペースに無線アダプタの搭載を可能にした。また、無線電波の妨げにならないガラスの特性も生かし、空いたスペースを有効活用して、無線機能の搭載を実現した(図5)。

無線機能を搭載した冷蔵庫は、クラウドにデータを送ることでデータを蓄積する。クラウドに上がった情報をスマートフォンアプリと連携させることで、ユーザーは冷蔵庫の情報を活用できる。

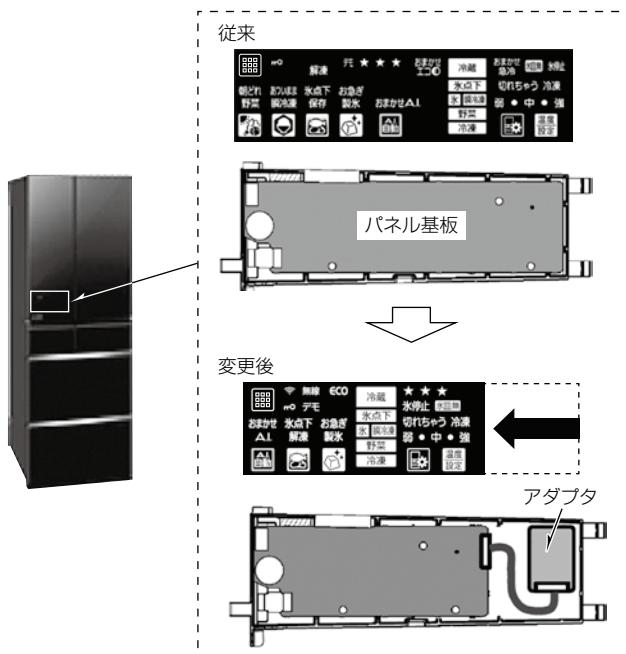


図5. 無線アダプタ搭載箇所

### 3.2 データの活用方法

無線機能を搭載した冷蔵庫はクラウドと接続し、定期的に冷蔵庫の情報を上げることができるため、クラウドに蓄積した情報をどのように活用するか検討を行った。冷蔵庫データは、部屋ごとの扉開閉情報や機能の設定状況を上げており、冷蔵庫の使用状況が分かるようにしているため、冷蔵庫の使い方を見て、ユーザーが知らないことや気付かないことを提案する“気くばりナビ”を開発した。例えば、“氷点下ストッカーD A.I.”が長期間使われていない場合に“氷点下ストッカーD A.I.を活用していますか?”を通知し、ユーザーが知らない可能性のある機能を教えてくれる。また、タンクの水が空になったことを通知してくれて、必要なときに氷がなかったという身近な困りごとを解決できるなど、この“気くばりナビ”によって、知らないことや気付きにくいことを伝えて、今まで冷蔵庫の機能を使わずに慣れていない人でも、より上手に冷蔵庫を使いこなしてもらえるようにした。

### 3.3 アプリケーション機能

アプリケーションの機能は“気くばりナビ”以外にも、食材保存のコツを教えてくれる“おいしさアシスト”，扉開閉回数やエコレベルが確認できる“冷蔵庫モニター”，三菱冷蔵庫を使ったレシピを紹介している“お役立ち”があり、食生活の様々なシーンをサポートしてくれる。“おいしさアシスト”では、鮮度の良い食材の見極め方が分かったり、買った食材をどこに保存すれば良いかを知ったりでき、食材の買物に慣れていない人でも、食材を上手に保存できる。“冷蔵庫モニター”は、宅外でも“氷点下解凍”や“お急



図6. アプリ画面一覧

ぎ製氷”的設定ができるため、食材を入れた後に“氷点下解凍”を設定し忘れたときや、帰った後に氷が欲しいときも、外出先で設定できる。“お役立ち”では三菱独自の“切れちゃう瞬冷凍A.I.”の活用方法や調理のレシピも見ることができ、調理時間の短縮もサポートしてくれる。スマートフォンでいつでも気軽に見ることができる“つながるアプリ”は、食品保存だけでなく、買物から調理まで、全ての食生活をサポートし、家事に慣れていない人でも、冷蔵庫を上手に使ってもらうことで、“家事シェア”をアシストできる(図6)。

## 4. むすび

“おまかせA.I.”と“全室独立構造”を組み合せた“全室独立おまかせA.I.”を搭載することで、スイッチ一つで、各家庭の使い方に合わせて全室を自動で最適運転する機能を開発した。また、買物から食品保存、調理まで、全ての食生活をサポートできる“つながるアプリ”を開発した。この“全室独立おまかせA.I.”を搭載した“MXシリーズ”と、さらに“つながるアプリ”を使うことができる“MXDシリーズ”を2021年2月1日に発売した。誰が使っても、ラクにムダなくおいしく使える冷蔵庫を提供し、“家事シェア”をアシストすることで、家族で過ごす豊かな時間も提供する。今後もAI技術の更なる進化と、アプリケーション機能の拡充に取り組み、ユーザーの生活スタイルや暮らし方に合わせた冷蔵庫の開発を進める。

# IoTによる米の自動再発注サービス

Automatic Rice Reordering Service by Internet of Things

高橋美早\*  
Misaki Takahashi  
櫻井翔一朗†  
Shoichiro Sakurai  
頬田昌美‡  
Masami Yorita

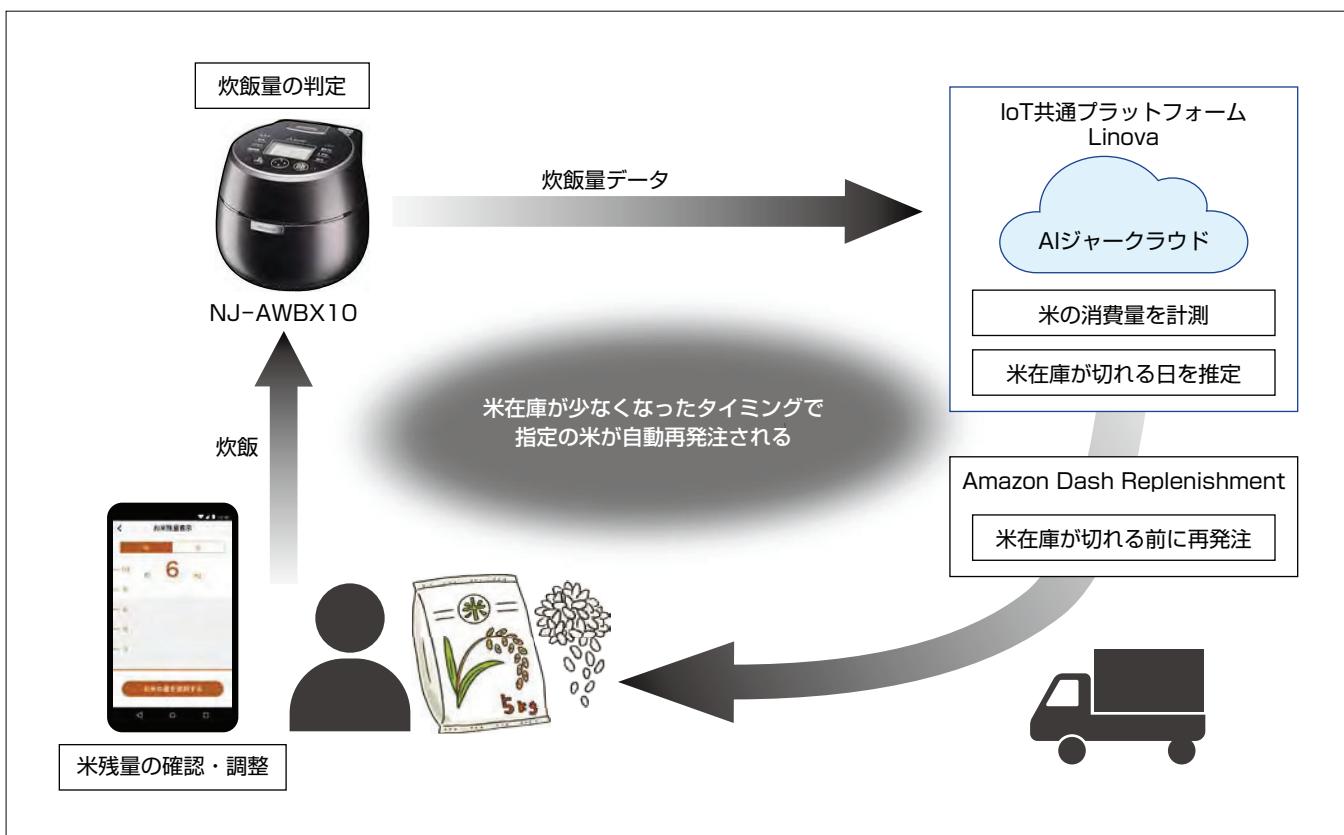
## 要旨

近年、共働き世帯が7割近くに上り、限りある時間の中で仕事も家事も、より効率的にこなすことが求められている。そのような状況の中、あらゆる機器がインターネットを介してつながるIoT(Internet of Things)が普及し、家の効率化をかなえるサービスが次々と実現されている。三菱電機のIH(Induction Heating)ジャー炊飯器“NJ-AWBX10”ではAmazonの自動再注文システムAmazon Dash Replenishment<sup>(注1)</sup>と連携し、家庭の米残量が少なくなってきた際に、事前に選定した米の自動再発注を行うサービスを開始した。IHジャー炊飯器の底中央と蓋中央部にある感熱部で検出した温度勾配から炊飯量を判定し、炊飯量データを三菱電機のIoT共通プラットフォーム“Linova(リノバ)”上の“AIジャークラウド”へ送信して、ユーザーがスマートフォン

アプリの初回起動時に入力した家庭の米残量から、米の消費量を計測して家庭の米残量を推定する。その結果、“一定の期日内に家庭の米在庫がなくなる”と判定すると、ユーザーが事前に選定していた銘柄、総容量の米をAmazonに自動再発注する。この推定は、各ユーザーの消費スピードも加味して行われるため、ユーザーが必要とするタイミングで新しい米を自動再発注することが可能になる。

米の自動再発注サービスによって、ユーザーは米の買い忘れがなくなるほか、米の在庫管理が不要になる。重い米の買い出しに行く負担がなくなり、買物にかける時間を短縮することで、家事負担を軽減できる。

(注1) Amazon, Dash及びこれらに関連するすべての商標は、Amazon.com, Inc.又はその関連会社の商標である。



## 米の自動再発注サービス

IHジャー炊飯器NJ-AWBX10が炊飯量の判定をして、炊飯量データをIoT共通プラットフォーム上のAIジャークラウドに送信する。AIジャークラウドで消費量計測とユーザーの米在庫が切れる日の推定を行い、Amazon Dash Replenishmentと連携して在庫が切れる前にユーザー指定の米を自動再発注する。ユーザーはスマートフォンアプリから米残量の確認・調整を行うことができる。

## 1. まえがき

自動再発注サービス付き炊飯器は、炊飯機能だけではない多角的なサポートによって、ユーザーの家事負担を減らすことを目的とした製品である。毎日の食卓になくてはならない米を切らすことのないよう、ユーザーの米残量を管理し、消費量を計測して、必要なタイミングで米の自動再発注を行う。これによって、ユーザーは米の買い出しの煩わしさから解放される。

本稿では、このサービスを実現する技術的具体的な内容について述べて、三菱電機の製品がユーザーの暮らしを支えていくことを示す。

## 2. システム構成

米の自動再発注サービスのシステムの構成を図1に示す。AIジャークラウドは三菱電機のIoT共通プラットフォームLinova及び家電統合アプリケーション“MyMU”と連携している<sup>(1)</sup>。Linovaと連携することで複数家電・設備機器との連携容易性を確保しており、将来的には複数家電を横断した新規ソリューションの実現を目指している。システムはAmazon Web Servicesが提供するAWS(Amazon Web Services)上で構築した。AIジャークラウドは特徴として、フルマネージドサービスで構築している。これによって運用コスト圧縮を実現している。今回のAIジャークラウド上では大きく四つの機能を持っており、それらが連携することで米の自動再発注サービスを実現している。機能は全てAWS Lambdaによって実装している。次に四つの機能について述べる。

### 2.1 炊飯履歴保存機能

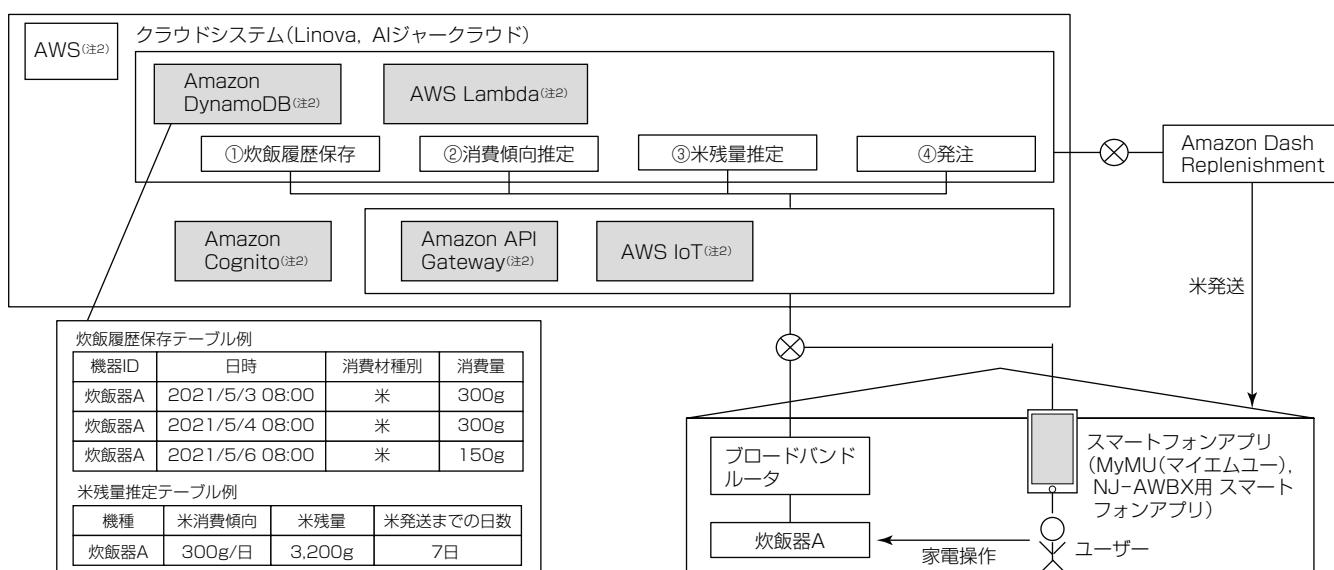
ユーザーが炊飯器で炊飯を実行するたび、ブロードバンドルータを経由してAIジャークラウドに炊飯量データが送信される。クラウド上ではマネージドサービス(Amazon API Gateway, AWS IoT, Amazon Cognito)を利用し、安全性の確保を行っている。送信された炊飯量データは、履歴として一定期間保存する。炊飯履歴保存テーブル例を図1に示す。

### 2.2 消費傾向推定機能

消費傾向推定機能では、炊飯履歴保存テーブルを参照し、ユーザーごとの米消費傾向を分析する。データベースにはAmazon DynamoDBを利用している。この機能によって“少食なユーザー”“大家族のユーザー”と米の消費ペースが異なる場合であっても、適切なタイミングで米の自動再発注を行うことが可能になる。

### 2.3 米残量推定機能

米残量推定機能は、ユーザーが現在持っている米の残量を推定する機能である。スマートフォンアプリの初回起動時に、ユーザーは現在持っている米の量を入力する。以降は米の“消費”“追加”を“自動”又は“手動”で行うことが可能になる。“炊飯器を使わずに米を消費する”“自動再発注サービスを使わずに米を入手する”といった炊飯器や自動再発注サービスを経由せずに米残量が変更されるケースでも、スマートフォンアプリ側の機能で補完・修正することが可能である。



(注2) AWS, Amazon DynamoDB, AWS Lambda, Amazon Cognito, Amazon API Gateway, AWS IoTは、Amazon Technologies, Inc.の登録商標である。Amazon Web Services, "Powered by Amazon Web Services" ロゴ, [およびかかる資料で使用されるその他のAWS商標]は、米国および／またはその他の諸国における、Amazon.com, Inc.またはその関連会社の商標である。

図1. 米の自動再発注サービスのシステム構成

## 2.4 自動再発注機能

消費傾向と米残量から“今日から一定の期日以内に米在庫がなくなる”と判定すると、この機能が立ち上がる。自動再発注機能では、事前にユーザーが指定した米商品をAmazonからユーザーに自動で発送する。これら四つの機能によって、ユーザーは自身の属性に合ったタイミングで、半自動的に“米の在庫切れ”を未然に防ぐことが可能になる。

## 3. IHジャー炊飯器の炊飯量判定

### 3.1 IHジャー炊飯器の構造

IHジャー炊飯器の構造を図2に示す。IH加熱方式(電磁誘導加熱方式)は現在主流になっている方式である。磁力発生コイル(加熱コイル)に高周波電流(約25KHz)を流すとコイルの周りに磁力線が発生する。この磁力線が内釜を通過するときに渦電流が起こり、その電気抵抗によって内釜自体を加熱する方式である。発熱効率が良く、強い火力が得られて、炊きむらを抑える効果がある。

### 3.2 炊飯工程と炊飯量判定

炊飯器の底中央と蓋中央部にある感熱部(底サーミスタ、蓋サーミスタ)で検出した温度勾配から炊飯量を判定し、磁力発生コイルの電流を最適に制御しながら炊飯を行う。炊飯工程には大きく分けて次の三つの工程がある。炊飯工程時の温度グラフを図3に示す。

#### (1) 予熱工程

洗米後、水温を40°C程度まで上げることによって、外気温にかかわらず、短時間で米に吸水させる。

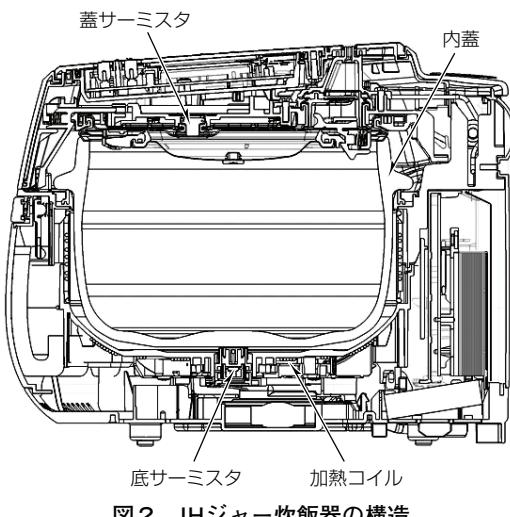


図2. IHジャー炊飯器の構造

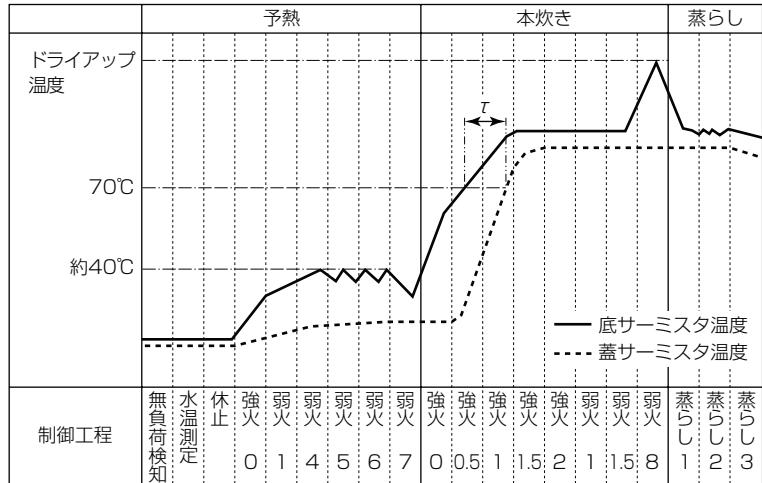


図3. 炊飯工程時の温度グラフ

予熱工程では水温が一定になるように底サーミスタによってIH通電率を制御し、このときの温度勾配によって炊飯量の予備判定を行う。この炊飯量判定結果は、炊飯工程の炊飯量判定する際の基準データになる。所定の予熱時間が経過したら本焼き工程に移行する。

#### (2) 本焼き工程

予熱工程終了後、IH通電率を増加させて、強火で一気に加熱する。その際、炊飯量の大小によって、底サーミスタの温度上昇に遅れて蓋サーミスタの温度が上昇することが実験的に求められている。その遅れ時間と、予熱工程時の炊飯量判定結果をあらかじめテーブルデータとしてマイコンに記憶させて、炊飯量を判定する。具体的には底サーミスタの温度が70°Cに到達後、蓋サーミスタの温度が70°Cに到達するまでの遅れ時間( $\tau$ )を計測し、この $\tau$ によって炊飯量を6段階に判定する。 $\tau$ と6段階の炊飯量の対応表を表1に示す。その後、判定した炊飯量によって、適切な加熱量になるようにIH通電率を制御する。水がなくなつて温度が100°C(沸騰温度)から急激に上昇(ドライアップ)するのを底サーミスタで検出し、蒸らし工程に移行する。

#### (3) 蒸らし工程

本焼き工程完了後、飯粒内の水分を均等にし、釜内全体の炊きむらを解消するために、適度に加熱しながら緩やかに温度を下げて、所定時間米を蒸らす。蒸らし工程が完了したら、保温工程に移行する。

### 3.3 炊飯量データの送信

保温工程に移行後、マイコンからAIジャークラウドに、予熱工程時の炊飯量判定データと本焼き工程時の遅れ時間( $\tau$ )を送信し、AIジャークラウドで、炊飯器と同様の方法で炊飯量を判定する。

表1. 遅れ時間( $\tau$ )と6段階の炊飯量対応表

| 米種      | 粘り    | 炊き方    | 予熱工程 炊飯量 判定結果 | 本炊き工程 炊飯量 判定値( $\tau$ ) |            |            |            |         |         |
|---------|-------|--------|---------------|-------------------------|------------|------------|------------|---------|---------|
|         |       |        |               | 極少量                     | 186以下      | 187~261    | 262~362    | 363~512 | 513~613 |
| 白米      | もちもち  | よりかため  | 少量            | 135以下                   | 136~191    | 192~303    | 304~472    | 473~584 | 585以上   |
|         |       |        | 中量            | 135以下                   | 136~187    | 188~290    | 291~446    | 447~550 | 551以上   |
|         |       |        | 多量            | 116以下                   | 117~161    | 162~252    | 253~387    | 388~478 | 479以上   |
|         |       | かため    | 極少量           | 186以下                   | 187~261    | 262~362    | 363~512    | 513~613 | 614以上   |
|         |       |        | 少量            | 135以下                   | 136~191    | 192~303    | 304~472    | 473~584 | 585以上   |
|         |       |        |               |                         |            |            |            |         |         |
| 無洗米     | しゃっきり | よりやわらか | 中量            | 279以下                   | 278~348    | 349~488    | 489~697    | 698~836 | 837以上   |
| 炊飯量判定結果 |       |        | 0.75合以下       | 0.76~1.25合              | 1.26~2.25合 | 2.26~3.75合 | 3.76~4.75合 | 4.76合以上 |         |

#### 4. 一目で分かる残量表示のデザイン

炊飯器本体で測定した炊飯量判定データに基づいたユーザーが現在持っている米量は、AIジャークラウドアプリケーションで確認できる。米残量メータによって視覚的に残量を捉えることができ、数値でも表していることによって一目で残量を認識することが可能になっている。数値はkg表示と合表示の切替えが可能になっており、日本の米文化独特の“合”で炊く習慣に対応することで、ユーザーが“あと何合残っているか”を把握しやすいように考慮した。またメータは米粒のシルエットを模していることで、緩やかに波打っており、食材のメータらしい柔らかな印象を与えていている(図4)。この緩やかに波打ったデザインは、数値で表す際の0.5kg刻みの表示とメータ表示の差を吸収する役割も担っている。

ユーザーはアプリケーションから残量の変更を行うことが可能である。自動再発注サービス以外で米を入手した際は、“お米の量を選択する”をタップすることで、数値変更ができる、米残量メータも入力値に追従して変更される。初回設定時に家庭の米残量を入力する際にも使用する(図5)。

#### 5. むすび

IHジャー炊飯器NJ-AWBX10に搭載した炊飯量判定と米の自動再発注サービスについて述べた。このサービスによって、ユーザーは忙しい日々の中米残量を気にかけて、

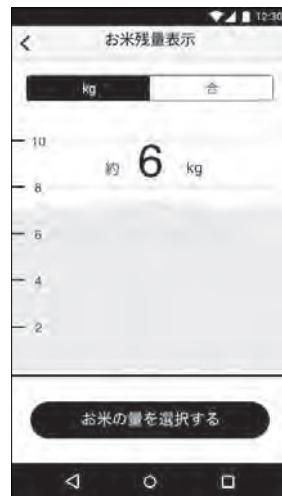


図4. 米残量表示画面

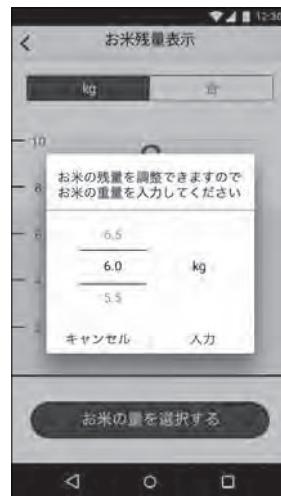


図5. 米残量調整画面

重い米の買い出しに行くという手間から解放される。米の自動再発注は限定的なサービスではあるが、ユーザーが効率よく暮らすためのサポートの一つであり、このことによって生まれた時間が、ユーザーの暮らしと心にゆとりをもたらすものと考えている。今後、IoT化による一つ一つの小さなサービスがつながれば、ユーザーの生活に大きな利便性と時間の余裕をもたらすことができる。ユーザーが更に心地よく暮らす未来に向けて、技術開発に取り組んでいく。

#### 参考文献

- (1) 朝日宣雄：データによる価値提案を可能とするライフソリューション，三菱電機技報，94，No.10，560~565 (2020)



変わり続けるこれからの人々に、社会に、本当の快適さを。

# 暮らしと設備

三菱電機の暮らしと設備の総合案内サイトです。空調・換気、低温・給湯・産業冷熱、照明、住宅用設備をお探し

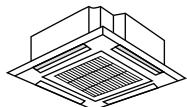
のお客様に、当社製品の特長や納入事例などを紹介しています。

<https://www.mitsubishielectric.co.jp/ldg/ja/index.html>

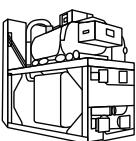
## コンテンツ



四つの製品分野について製品情報・カタログをご覧いただけます。



空調・換気・衛生



低温・給湯・産業冷熱



照明



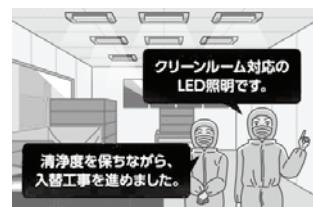
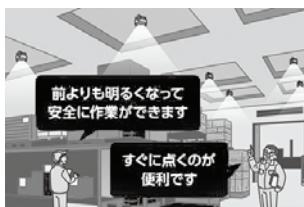
住宅用設備



工場・倉庫、店舗、オフィスでの様々な課題解決に向けた当社製品・設備の導入事例を紹介しています。

また、新たな生活様式に合わせてリニューアルを検討したいという方に向けて、特集ページ“はじめる、Withコロナの空気マネジメント”があります。

- ①店舗・施設の換気と空気清浄
  - ②オフィスの三密対策
  - ③住宅の空調換気・空気清浄
- を紹介しています。



サイト内で紹介している製品や専門用語をキーワードで検索できます。

また、キッチン家電や生活家電をお探しの方には個人のお客様向けサイト、製品の仕様書や取扱説明書をお探しの方には業務支援サイト“WIN2K”をご案内しています。



暮らしと設備に関する情報をご案内します。  
お知らせ・更新情報、展示会・キャンペーン、ニュースリリースがご覧いただけます。

▶詳しくはWEBサイトでご覧いただけます。

三菱電機暮らしと設備

検索

