

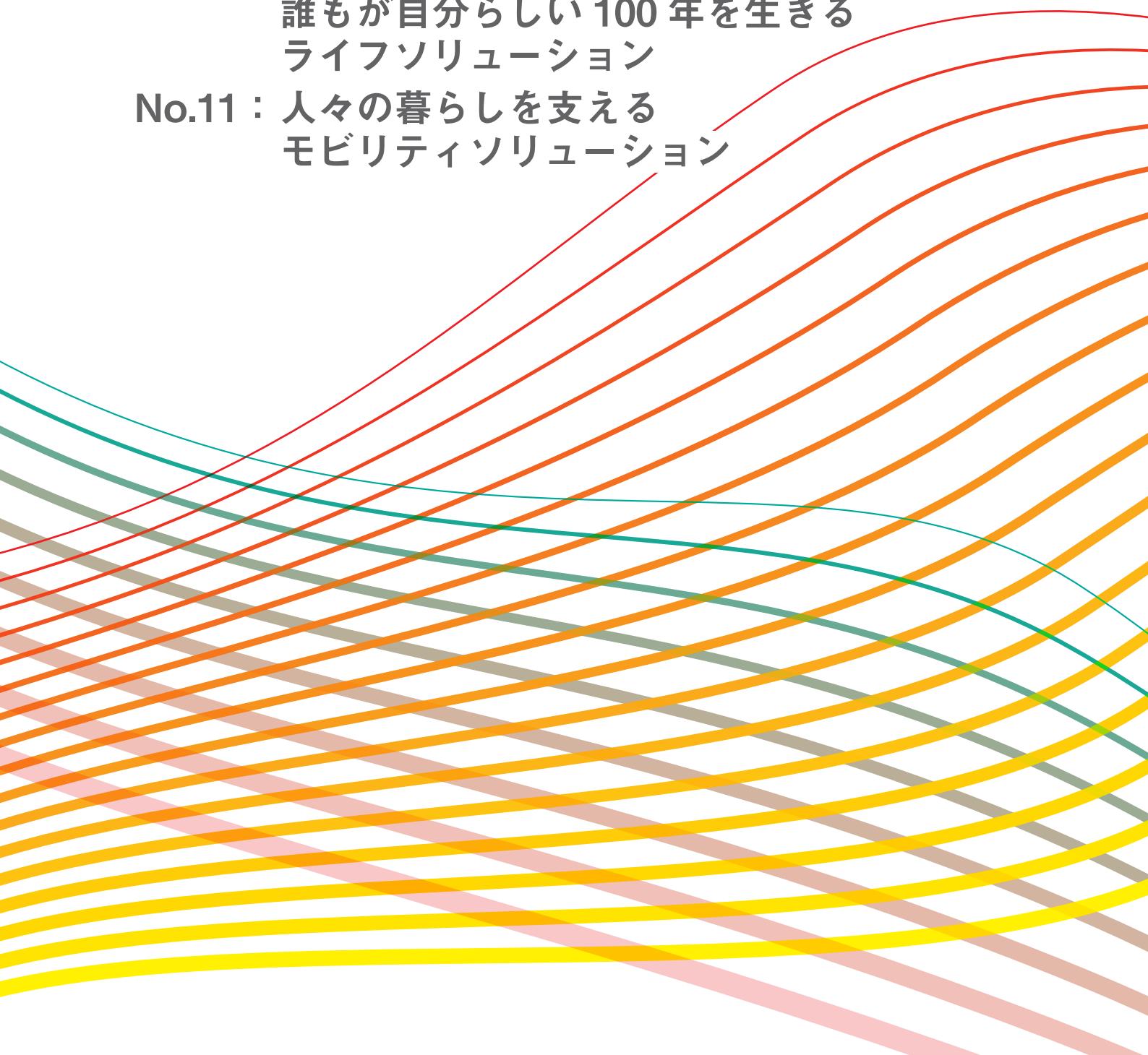


# 三菱電機技報

10-11 | 2022  
Vol.96 No.10-11

No.10 : 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

No.11 : 人々の暮らしを支える  
モビリティソリューション



---

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

三菱電機技報ではこの4つのビジネスエリアに分類し特集を紹介しています。

今回の特集ではライフ領域の“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”(10月号)、モビリティ領域の“人々の暮らしを支えるモビリティソリューション”(11月号)をご紹介します。

---

## No.10

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	100-year Solutions that Allow People to Work and Live as They Wish
卷 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	100-year Solutions that Allow People to Work and Live as They Wish Toshie Hiraoka
卷頭論文	ライフソリューションの展開とIoT基盤の実装 ..... 5	Deployment of Life Solutions and Implementation of Internet of Things Platforms Nobuo Asahi
	IoTで生活を支えるスマート e-Flo システム ..... 10 小前草太・廣崎弘志・長田福太郎・伊豆川聖司・矢野裕信・生田目祥吾	Smart e-Flo System that Supports Life with Internet of Things Sota Komae, Hiroshi Hiroaki, Fukutaro Nagata, Takashi Izukawa, Hirotoshi Yano, Shogo Namatame
	“ヘルスエアー”技術の空調機への適用 ..... 14 斎木あゆみ	Application of the "Health Air" Technology to Air Conditioners Ayumi Saiki
	自然冷媒CO <sub>2</sub> ヒートポンプ給湯機 家庭用“三菱エコキュート2022年度モデル” ..... 18 坂上智樹・池田一樹・高橋宗平	CO <sub>2</sub> Heat Pump Hot Water System "Mitsubishi EcoCute 2022 Fiscal Year Model" for Household Use Tomoki Sakaue, Kazuki Ikeda, Shuhei Takahashi
	“中だけひろびろ大容量”，新しい選べる 2形態冷蔵庫“MZシリーズ”“WZシリーズ” ..... 22 剣持正勝・前田 剛	Two New Forms Selectable Refrigerators, "MZ Series" and "WZ Series" with "Large Capacity and Spacious Inside" Masakatsu Kemmotsu, Go Maeda
	三菱電機ジャー炊飯器発売50周年記念モデル IHジャー炊飯器“本炭釜 紬(つむぎ)” ..... 26 伊藤ちひろ・町井健太・高砂英之	Mitsubishi Electric Rice Cooker 50th Anniversary Model IH Rice Cooker "Pure Carbon Pot TSUMUGI" Chihiro Ito, Kenta Machii, Hideyuki Takasago

## No.11

特 集	人々の暮らしを支えるモビリティソリューション	Mobility Solution to Support the Lives of People
卷 頭 言	“人々の暮らしを支えるモビリティソリューション” の特集号に寄せて ..... 30 薮 重洋	For the Special Issue of "Mobility Solution to Support the Lives of People" Atsuhiro Yabu
	インフラ連携狭域自動運転システム ..... 31 田中英之	Autonomous Driving Service in Dedicated Area Cooperated with Infrastructure Hideyuki Tanaka
	ADAS制御機能とボディ制御機能を統合したECU ..... 35 森 正憲・竹内 佑・平出拓也・鴨井亮二	Electronic Control Unit Integrating ADAS and Body Control Function Masanori Mori, Yu Takeuchi, Takuya Hirade, Ryoji Kamoi
	車室内モニタリングのロバスト性評価 ..... 39 米山昇吾・藤田偉雄	Robustness Evaluation Using Simulation Tool for In-Vehicle Monitoring System Shogo Yoneyama, Takeo Fujita
	世界初の鉄道車両向け同期リラクタンスマーターシステム ..... 43 山下良範・金子健太・菅原徹大・寺本晃大	Synchronous Reluctance Motor and Inverter Traction System for Railway Yoshinori Yamashita, Kenta Kaneko, Tetsuo Sugahara, Kota Teramoto
	AIを活用した無線式列車制御システムでの電波監視 ..... 48 中畠祐輔	Radio Wave Monitor in the Wireless Train Control System Utilizing AI Yusuke Nakajima
	鉄道でのミリ波帯通信の利用 ..... 52 岡 智広	Use of Millimeter Wave Communication on the Railway System Tomohiro Oka

# 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



平岡利枝 *Toshie Hiraoka*

執行役員 リビング・デジタルメディア事業本部 副事業本部長

*Corporate Executive Group Senior Vice President, Living Environment & Digital Media Equipment*

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の発生から2年がたち、2022年は厳しい行動制限の緩和への取組みが徐々に始まりました。私たちを取り巻く社会状況は、新型コロナウイルス禍前に戻りつつあるように見えますが、新型コロナウイルス感染拡大で起きたライフスタイルの変化は日常の一部になり、私たちの暮らしも大きく変化しています。

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慮した安全で快適な空間価値が求められるようになりました。また、家庭では換気意識の高まりと在宅時間の増加によるライフスタイルの多様化が進みました。

一方、温室効果ガスによる地球温暖化対策としてCO<sub>2</sub>削減、持続可能な社会の実現に向けたSDGs(Sustainable Development Goals:持続可能な開発目標)達成など様々な社会課題への取組みが求められています。

このような中、三菱電機のリビング・デジタルメディア事業は、“働く人から暮らす人まで、誰もが自分らしい100年を生きるライフソリューション”の実現に向けて、IoT(Internet of Things)、AI技術を活用した製品・サービスを提供し、社会に貢献していきます。

この特集号は、当社のリビング・デジタルメディア事業の製品とソリューションに関する論文を掲載しています。それらの特集論文に先立って、幾つかの事例を紹介します。

### (1) “スマートe-Floシステム”による空調換気連携ソリューション

新型コロナウイルス感染拡大で換気意識が高まり、居住空間の快適性向上と省エネルギー運転を両立する換気システムへの関心が強くなりました。当社は、三菱ルームエアコン“霧ヶ峰”と住宅用全熱交換型換気機器“ロスナイ”との空調換気連携運転をIoTライフソリューションプラットフォーム“Linova(リノバ)”を介して実現する“スマートe-Floシステム”を開発しました。エアコンのセンサで検知した在室人数に応じた換気風量の自動切替えや、ルーム

エアコンの運転状況や室内外の温度差に応じた換気方式の自動切替えによって、室内の快適性を保ちながら、効率的な省エネルギー換気を実現します。さらに、非熱交換型換気扇の換気扇IoT連携にも対応し、オフィスや店舗などでも効率的な換気運用を実現します。

### (2) 2022年度発売の家庭用三菱エコキュート(家庭用自然冷媒CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯機)

大気の熱を利用して湯を沸かすことで電力消費量とCO<sub>2</sub>排出量を抑えるエコキュート<sup>(注1)</sup>は、環境配慮の観点からも注目されています。2022年度発売の家庭用三菱エコキュートは、深紫外線を用いて風呂の湯水を除菌する“キラリュキープPLUS”を搭載し、風呂の湯水の清潔性向上ニーズに対応します。また、貯湯タンクから取水しやすくなった“パカッとハンドル”は、防災対策として断水時の生活用水の確保にも対応します。さらに、当社家電統合アプリ“MyMU(マイエムユー)”に“キラリュキープPLUS”的遠隔操作や冬期の凍結予防対策のお知らせ機能などを追加し、利便性を向上させました。

### (3) ジャー炊飯器発売50周年記念モデル

#### “本炭釜 紬(つむぎ)”

IH(Induction Heating)ジャー炊飯器“本炭釜 紬”は、当社が1972年に業界初<sup>(注2)</sup>となるジャー炊飯器“ふた役さん”を発売してから、50周年になる製品です。内蓋は凹凸の少ないシンプルな構造にすることで手入れの負担を低減しています。また、多様化するライフスタイルへの対応として、“まとめ炊き(冷凍用)”モードや、“少量名人”モードなど豊富なメニューを搭載し、一人一人に合ったおいしさと使いやすさを提供します。

当社のリビング・デジタルメディア事業は、“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”的実現に向けて、これからも社会に貢献していきます。

(注1) エコキュートは、関西電力(株)の登録商標です。

(注2) 1972年3月、当社調べ。

# ライフソリューションの展開とIoT基盤の実装



朝日宣雄\*  
Nobuo Asahi

Deployment of Life Solutions and Implementation of Internet of Things Platforms

## 要旨

スマートフォンの普及や宅内でのWi-Fi<sup>(注1)</sup>環境が広く整備されることに伴い、家電や設備機器などもIoT(Internet of Things)化され、インターネットへの接続が進んできた。

多様化・潜在化するユーザーニーズに対して、機器メーカーが付加価値を提供していくには、これまでのよう、機器に機能を組み込む形ではなく、特定のユーザーセグメントに対して、個別にカスタマイズできる形にしていくことが重要になる。

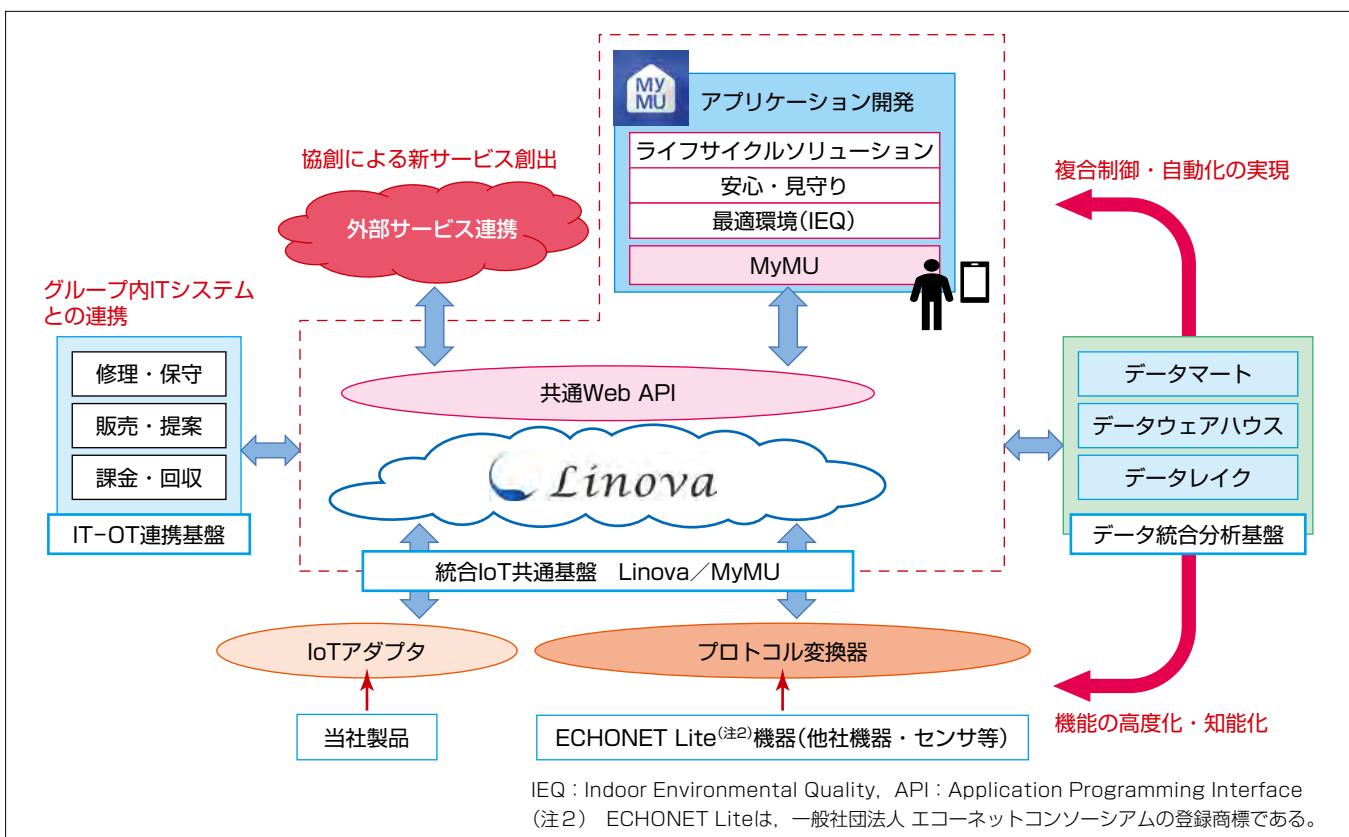
IoT化によって、個別のカスタマイズや機能アップが可能になるが、一般的には、家電・設備機器のIoT化はまだスマートフォンによる遠隔操作程度の認識しかない。

三菱電機では接続された家電・設備機器によって、単体のハードウェア以上の価値をどのように提供すべきかにつ

いて様々なトライを実践してきた。しかし、細分化された様々な顧客ニーズに対して、個別のソリューションを提供するためには、個々の企画から開発・リリースに至るスピードを上げていく必要がある。これを実現するために、三つのプラットフォーム群で構成する基盤を開発し、効率化を図っている。

機器のIoT化は、機器メーカーやプラットフォーマーにとって、顧客囲い込みの手段と見られてきた。しかし、IoTをより普及させるためには、ユーザーにとって分かりやすく、また、価値の高い機能やサービスを提供するためのオープン化が必要になってくる。この相反する戦略をどう融合していくかも重要な点である。

(注1) Wi-Fiは、Wi-Fi Allianceの登録商標である。



## 家電・設備機器でのライフソリューションとIoT基盤

細分化された様々な顧客ニーズに対して、個別のソリューションを提供するためには、個々の企画から開発・リリースに至るスピードを上げていく必要がある。これを実現するために、当社では統合IoT共通基盤、データ統合分析基盤、及びIT-OT(Information Technology-Operational Technology)連携基盤という三つのプラットフォーム群で構成する基盤を開発し、効率化を図っている。

## 1. まえがき

スマートフォンの普及や宅内でのWi-Fi環境が広く整備されることに伴い、家電や設備機器などもIoT化され、インターネットへの接続が進んできた。

総務省“令和3年版情報通信白書”<sup>(1)</sup>では、経済協力開発機構(OECD)の調査で、日本は固定系ブロードバンドに占める光ファイバの割合は世界2位、モバイルブロードバンド普及率(100人当たりのモバイルブロードバンド契約者数)は世界1位であり、日本のデジタルインフラは、国際的に見てもトップレベルの普及であると述べられている。一方で、この白書では、デジタル化に関する国際指標での日本のポジションについても述べられており、例えば、国際経営開発研究所(IMD)のデジタル競争力ランキングでは、2013年の63か国・地域中20位から2020年では27位へと低下傾向になっている。

この分析として、ICT(Information and Communication Technology)による業務改革の遅れ、人材不足・偏在、DX(Digital Transformation)化の遅れに対する危機感の欠如や抵抗、その背景にあるデジタルリテラシーの不足などが挙げられているが、この問題を家電や設備機器に当てはめて言い換えると、IoT化を含む新技術による付加価値創出の遅れ、そのための人材不足、業界全体としての新事業モデルへのシフトの遅れ、及びユーザーにとって分かりやすい環境整備の不足と考えることができる。

本稿では、当社の取組みとライフソリューションの実現で、これらの課題をいかに解決しようとしているかについて述べる。

## 2. 当社のライフソリューションの取組み

### 2.1 ユーザーニーズと付加価値の変化

家電や設備機器は、ユーザーのニーズ調査から、より多くの顧客の困りごとを解決するための“商品”を開発・設計し、それをより多くの顧客にリーズナブルな価格で届けるために、量産・量販を効率化することを目標にしてきた。

しかし、ライフスタイルが多様化し、個人個人の価値観も広がりを持つようになってきた現代では、従来のように“共通のニーズ”が明確に存在しなくなっており、さらに、個別のニーズも潜在化された“インサイト”として従来の市場調査の方法では判明しないことが増えてきている。

多様化・潜在化するユーザーニーズに対して、機器メーカーが付加価値を提供していくには、これまでのよう、機器に機能を組み込む形ではなく、特定のユーザーセグメ

ントに対して、個別にカスタマイズできる形にしていくことが重要になる。

家電や設備機器をインターネットにつなげて、スマートフォンアプリで個別の付加価値を提供するIoT化によって、個別のカスタマイズや機能アップが可能になるが、一般的には、まだ家電・設備機器のIoT化はスマートフォンによる遠隔操作程度の認識しかない。多くの人に受け入れられる機能やサービスがまだ提供できていないことがIoT普及の大きな課題である。

### 2.2 IoT化による付加価値創出

当社では接続された家電・設備機器によって、単体のハードウェア以上の価値をどのように提供すべきかについて様々なトライを実践している。

次に、幾つかの事例を述べる。

#### (1) 個人向けカスタム機能

クラウドに接続されているエアコンの動作について、その利用のされ方を解析したところ、夏季の就寝中に何度もON/OFFを繰り返す動作が見られた。これは就寝時にエアコンを利用する際に、冷えすぎ防止又は節電のためOFFタイマをセットするが、その後暑くて目が覚めて付け直すという動作であろうと推定した。この動作は、表1のように34.5%のエアコンで観測され、さらに、付け直す(再稼働する)際の室温を分析すると、それぞれの家庭で大きく異なることが分かった。

この分析を基に、付け直し(再稼働)時の室温を学習し、睡眠中だけ自動でON/OFF操作をする機能を開発した。

#### (2) 機器連携機能

多くの機器メーカーでは、各機器について機能・コスト・品質等の要求仕様を満たすための試作設計・量産設計を経た上で、単体製品としてきちんと機能することを担保して販売している。しかしながら、ユーザーの生活や環境の変化から単体製品を超えた複合的な機能の提供が望まれることも多い。これを複合機能製品として新たに開発企画することも一つの方法であるが、IoTによってクラウドで連携させることで新たなニーズへの対応を実現できる。

図1は、現在提供している機器連携機能の例である。

“あったかリンク”は、冬場の入浴で、浴室入室時のひんやり感を緩和することを、エコキュート<sup>(注3)</sup>の湯はり操作と脱衣室及び浴室の暖房を連携することで解決する機

表1. 夏季就寝中のエアコンの利用実態

就寝時にエアコンを使用していない	15.2%
就寝時にエアコンを使用している	84.8%
睡眠中に付け直し操作がない	50.3%
就寝時に付け直し操作がある	34.5%

## あつたかリンク

あつたか リンク	エコキュート	脱衣室暖房機	バス乾燥・暖房・換気システム
	湯はり開始	連動ON	連動ON

スマートe-Floシステム

霧ヶ峰・ ロスナイ IoT連携	霧ヶ峰 エアコン	ロスナイ セントラル	スマートスイッチ + 換気空清機ロスナイ ダクト用ロスナイ	ウェザーニュース
	人数検知	→ 换気量調整	→ 换気量調整	気象情報連携
換気扇 IoT連携	環境センサ	スマートスイッチ + 換気扇 (ダクト用換気扇、パイプ用ファン、標準換気扇等)	ウェザーニュース	
	CO <sub>2</sub> 濃度検知	→ 换気量調整	気象情報連携	

図1. 様々な機器連携機能

能で、スマートフォンアプリ“MyMU(マイエムユー：My Mitsubishi Unified applications)”から設定できる。

また、“スマートe-Floシステム”は、コロナ禍での換気ニーズに対応した機能で、三菱ルームエアコン“霧ヶ峰”的ムーブアイセンサによる在室人数検知との連動やCO<sub>2</sub>センサを含む環境センサとの連動、及び株ウェザーニュースの情報との連動によって、空調と換気の調整を自動化するものである。

## (3) 循環型ビジネス支援

家電・設備機器メーカーとしては、機器を販売した後の保守・修理・買替えのライフサイクルでユーザーを長期にサポートしていくことが基本的な使命の一つであるが、機器をクラウドに接続することでこの支援をより高度にかつタイムリーに行うことが可能になる。特に空調機器、冷蔵庫、給湯機など、急な故障が健康や生活に大きな支障を来す機器については、重要な機能になる。

図2は当社の業務用空調機器を対象とした“AirCoNetサービス”である。空調機器の故障時の対応を迅速にできるだけでなく、機器の状態をモニタリングすることで、故障前に兆候を検知して知らせることができる。

(注3) エコキュートは、関西電力(株)の登録商標である。

## 2.3 ソリューションのための基盤開発

細分化された様々な顧客ニーズに対して、個別のソリューションを提供するためには、個々の企画から開発・リリースに至るスピードを上げていく必要がある。

これを実現するために、当社では次のような三つのプラットフォーム群で構成する基盤を開発し、効率化を図っている。

## (1) 統合IoT共通基盤

家電・設備機器をIoT化し、これらを統一的に管理する

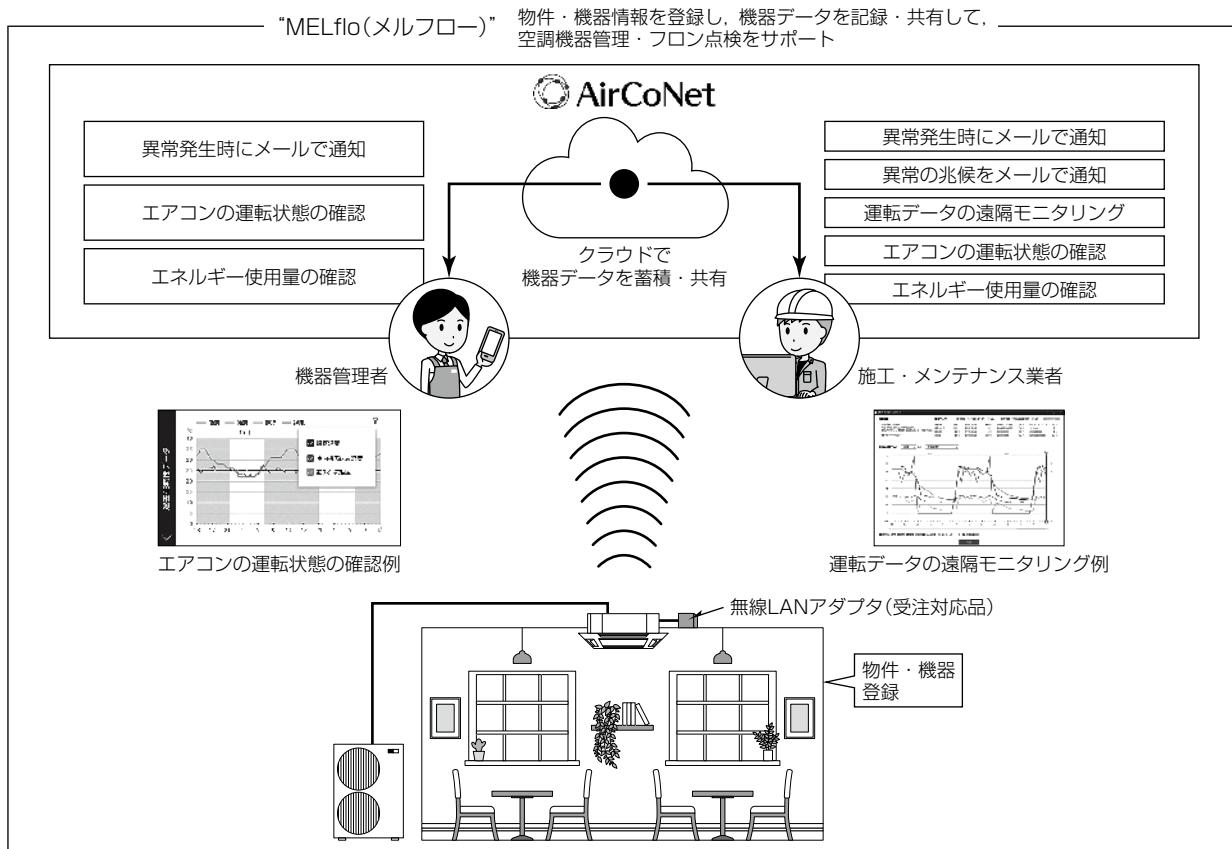


図2. 循環型ビジネス支援の例

ため, “Linova(リノバ)”というIoT共通プラットフォームと様々なソリューションをスマートフォンアプリとして開発するための“MyMU”というスマートフォンアプリプラットフォームを構築している。

このプラットフォームによって、個別機種でのコマンド形式やプロトコルの違いを意識することなく、Linovaが提供するWeb APIとMyMUによる統一的なUI(User Interface)で各ソリューションが構築可能になっている。

## (2) データ統合分析基盤

各機器の状態や操作をLinovaによって蓄積し、この情報を更に顧客価値を創出するために活用することが重要である。データのプライバシーを保護しつつ、効果的に活用するため、データ統合分析基盤を構築している。

このデータ統合分析基盤は、Linovaのデータだけでなく、様々な実証データも統一的に分析可能にするため、各種データをそのままプールするデータレイク、無効データの削除や各データの形式の統一などを図ってデータベースとして再構築するデータウェアハウス、そして、このデータを様々な形で加工・分析するためのツール群としてのデータマートの三つのモジュールによって構成されている。

## (3) IT-OT連携基盤

Linovaや他の実証システムからのデータを更に有効活用するため、社内及びグループ会社が持つ様々なITシステムとの連動を図るための基盤を構築している。

これらのITシステムには、修理・保守に関わる情報の管理、販売・提案に関わる情報の管理、及び課金・回収に関わる情報の管理など多岐にわたるとともに、それぞれのシステムが個別に最適化されている。

統合的なシステムとして再構築することも一つの選択肢ではあるが、これに関わる労力・時間・投資コストを考慮するとこれらのシステムが連携できるように、最低限の共通項目をテーブル化し、APIをそれぞれ整備することで、必要に応じて後から適宜機能を追加できるようなアーキテクチャとして設計している。

## 3. 家電・設備機器のIoT化の課題

機器のIoT化は、機器メーカーやプラットフォーマーにとって、顧客囲い込みの手段と見られてきた。しかし、IoTをより普及させるためには、ユーザーにとって分かりやすく、また、価値の高い機能やサービスを提供するためのオープン化が必要になってくる。この相反する戦略をどう融合していくかについて考察する。

### 3.1 接続形態の類型

図3は、IoTのネットワークの要件を示したITU-T(電気通信標準化部門) Y.4113をベースに各種プレーヤーを当てはめて独自に修正したものである。左のデバイスは接続される機器やセンサであり、右のIoTサービスは様々なサービスを提供するサイトを表している。

多くのIoTによるメーカー囲い込み戦略は、図3①に示す接続形態を取る。機器はその機器メーカー(IoTデバイスベンダー)が運営するクラウドに接続され、機器メーカーのクラウドのWeb APIを介してIoTサービスにつながる。

一方、図3②に示すように、宅内で複数機器がGatewayで束ねられ、Gatewayメーカー(Gatewayベンダー)が運営するクラウドに接続される形態も存在する。これはECHONET LiteによるHEMS(Home Energy Management System)コントローラに代表されるように、メーカーによらない宅内でのオープン化が可能になる。

図3③は、Apple<sup>(注4)</sup>、Google<sup>(注5)</sup>、Amazon<sup>(注6)</sup>などのプラットフォーマーによって作られてきた形態である。これらプラットフォーマーは豊富なサービスを自身のプラットフォーム上にまとめる一方、機器の接続については、機器メーカー或はGatewayメーカーが運営するクラウドに依存しているため、ユーザーの機器接続設定で、メーカーごとの違いが煩雑さとして残ることになった。

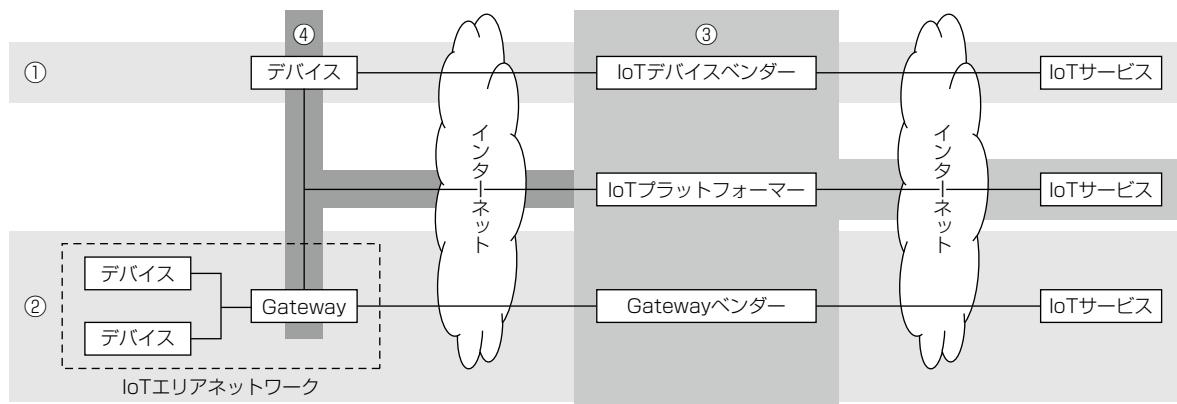


図3. 機器とサービスの接続形態

このため、図3④に示すように機器やGatewayの接続領域にプラットフォーマーが連携して標準プロトコル(CSA(Connectivity Standards Alliance)<sup>(注7)</sup>によるMatter<sup>(注8)</sup>)を作る動きが出てきている。

(注4) Appleは、Apple Inc.の登録商標である。

(注5) Googleは、Google LLCの登録商標である。

(注6) Amazonは、Amazon Technologies, Inc.の登録商標である。

(注7) Matterを策定している団体である。2021年、ZigBee Allianceから名称変更した。

(注8) Google, Amazon, Appleが中心になって策定中の標準プロトコルである。

### 3.2 標準化と差別化を統合する技術

図3①～④の各形態を見ると、ユーザーの利便性向上と価値向上には④で示される機器の接続方式とプロトコルの標準化、及び③で示されるサービス事業者が様々な機器に対してサービスや機能を提供できるためのWeb APIの標準化が重要になる。

機器の接続方式やデータ・プロトコルの標準化として、3.1節に挙げたECHONET LiteやMatterといった個別の標準化に加えて、欧州のSAREF(Smart Appliances REFerence)<sup>(注9)</sup>によるオントロジーマッピングを活用した複数の標準データ間のマップを定義する動きもある。

また、Web APIの標準化では、ECHONET Lite Web APIが定められているが、より広範囲のAPI整備として、都市OSとして注目されているFIWARE<sup>(注10)</sup>のNGSI<sup>(注11)</sup>というオープンAPIの利用が拡大している<sup>(2)</sup>。

グローバルで見た場合、国や業種ごとに様々な標準が作られているが、技術的な解決策として、先に述べたデータとAPIの両方の標準化に対応できるよう、クラウドでのサイバー空間でのモデルに対して一貫性を持って構築することに注力すべきと考える。

当社のLinovaでは、図3④での統合をECHONET Liteを文字コード(リテラル)化した上で、JSON(JavaScript Object Notation)形式で統合している。また、図3③での統合をECHONET Lite Web APIを備えることで対応している。これをベースとして他のプロトコルとの統合が必要になる場合は、変換するレイヤを設けることで、Linova内部のモデルが外部インターフェースによって影響を受けない作りにすることを基本方針としている(図4)。

これによって独自性を出す部分と標準化する部分を同一の統合IoT共通基盤で実現可能になる。具体的には、同じスマートフォンアプリで他社のECHONET Lite機器も自社製品と同じ操作性で対応することが可能になり、また、サービス事業者とのクラウド連携では、自社の共通Web APIで独自性のある部分を残しつつ、ECHONET Lite Web APIで標準化された接続方式も公開できる。

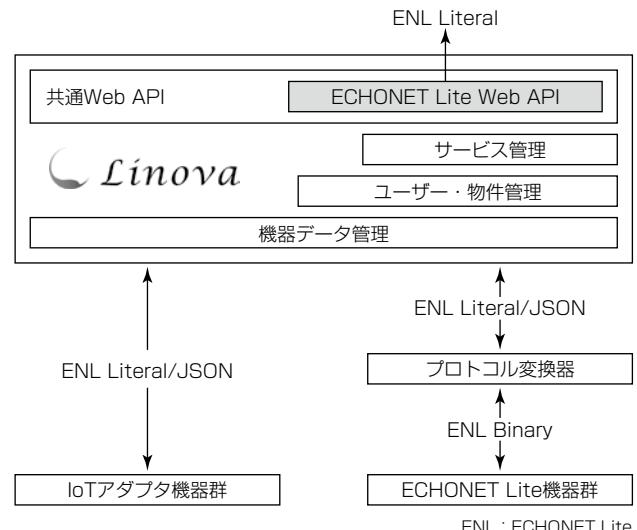


図4. 標準化と差別化の融合

(注9) 異なる機器のプロトコルをつなぐためのオントロジーを定めたものである。  
 (注10) 欧州の官民プロジェクトによって実装されたソフトウェア基盤である。  
 (注11) FIWARE上でデータ共有するために定められたオープンAPIである。

## 4. む す び

2020年に三菱電機技報で述べた構想<sup>(3)</sup>が、この2年間でかなり具体化してきた。

一方で、IoT化によるユーザーへの価値提供については、業界全体としても、まだ改善の余地があると考える。IoT化の魅力を広く市場に感じてもらうには、個々の企業を超えたオープンな議論をより活性化し、様々な業種のアイデアが集結・実現できるための標準化を推進することが重要である。

標準化と差別化のバランスをいかに実装として担保するかという課題は、多くのメーカーに共通した戦略上の課題である。本稿では、これに対する一つの考え方として当社の実装のコンセプトを示した。新しい考え方を導入し、実現する上で、レガシーな定義やルールの見直しを避けては通れない。次世代に向けた正しい方向性を目指して、当社も新しい価値の実現に向けて邁進(まいしん)する。

## 参 考 文 献

- (1) 総務省：令和3年版情報通信白書 (2021)  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintoeki/whitepaper/ja/r03/pdf/index.html>
- (2) ETSI : Guidelines for Modelling with NGSI-LD, ETSI White Paper No.42 (2021)  
[https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi\\_wp\\_42\\_NGSI\\_LD.pdf](https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp_42_NGSI_LD.pdf)
- (3) 朝日宣雄：データによる価値提案を可能にするライフソリューション、三菱電機技報、94、No.10、560～565 (2020)

# IoTで生活を支えるスマートe-Floシステム

Smart e-Flo System that Supports Life with Internet of Things

小前草太\*

Sota Komae

伊豆川聖司\*

Takashi Izukawa

廣崎弘志†

Hiroshi Hirosaki

矢野裕信†

Hirotoshi Yano

長田福太郎\*

Fukutaro Nagata

生田目祥吾†

Shogo Namatame

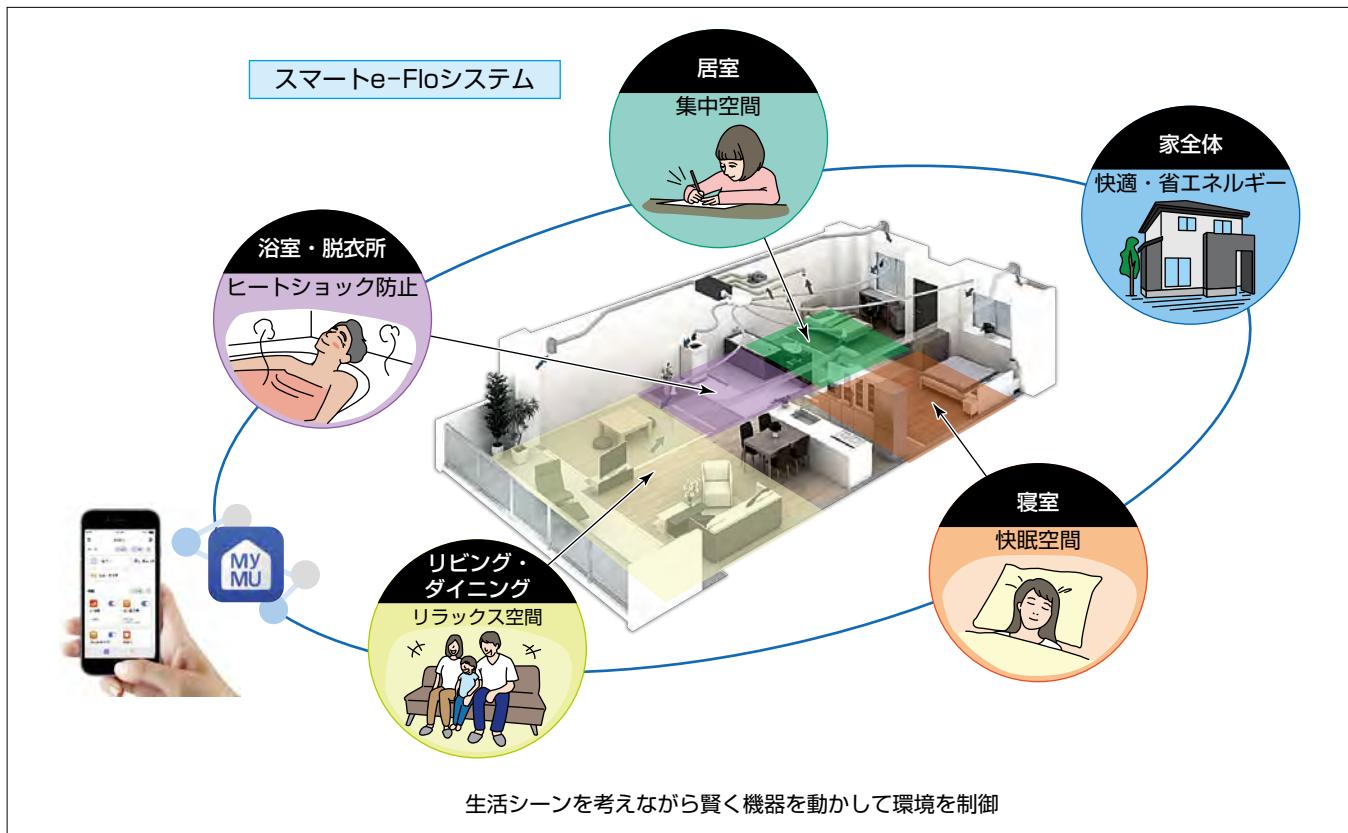
## 要旨

ウィズコロナでの生活環境の変化に対応し、新たな換気・空調の連携の在り方を実現するため、IoT(Internet of Things)・クラウドを活用した“スマートe-Floシステム”を開発した。クラウド連携を行って、室内外の様々な環境データを基に、空調機器と換気機器を相互に制御することで、室内の快適性向上と効率的な省エネルギー換気を実現し、心地よい暮らしの実現に貢献する。

住宅全体に対しては、リビングを中心として環境改善を検討する。空調と換気の連携で、安心・安全、省エネルギー、快適を実現する。三菱ルームエアコン“霧ヶ峰”で所定値以上の在室人数の増加を検知し、ロスナイセントラル換気システムや、換気空清機ロスナイの風量を自動で切り替えることによって、感染対策に貢献し安心・安全を提供する。ルームエアコンをあまり運転しない春や秋等の期間では、直接外気を取り入れる非熱交換換気運転に自動で切り替えて、冬にはエアコンが一時的に停止する室外機の霜取り動作に合わせた換気量抑制を行うことで、省エネルギーと快適も実現する。

寝室等の個室や店舗等の施設に対してはマイコン非搭載換気扇をクラウド接続に対応させ、環境センサや気象情報配信サービスと連携する自動制御を提案する。

今後も継続して新たな連携価値を検討し、住宅、非居住施設を問わず、スマートe-Floシステムを通じて生活シーンに紐(ひも)づいたソリューションを提供していく。



## 住宅のIEQを支えるスマートe-Floシステム

スマートe-Floシステムは、室内空間を中心に室内のIEQ(Indoor Environmental Quality)を支える機器を三菱電機クラウドLinova(リノバ)でつなぐIoT連携システムの総称である。当社独自の技術を盛り込んだルームエアコン霧ヶ峰と住宅全体の換気を受け持つロスナイセントラルを連携させた霧ヶ峰・ロスナイIoT連携や、ダクト用換気扇等のマイコン非搭載換気扇と環境センサや気象情報を連携させた換気扇IoT連携で室内環境を制御する。

## 1. まえがき

国内では、2020年1月16日に新型コロナウイルス感染症(COVID-19)罹患(りかん)の1例目が確認されて以降、感染者数は拡大に転じて、第6波が収束に向かった2022年6月時点での累計陽性者数は900万人超、死亡者数も3万人を超えて、感染拡大が極めて大きな被害をもたらしていることが改めてうかがえる。

政府は、感染拡大当初から感染防止に向けた各種取組みを推進し、飛沫(ひまつ)感染と接触感染の予防に向けた、手洗いの重要性啓発とマスクの着用の徹底を図った後、換気の悪い“密閉空間”，多数が集まる“密集場所”，及び間近で会話や発声をする“密接場面”的三つの密を避ける“3密対策”を展開した。厚生労働省からは、ビル管理法での特定建築物に該当しない施設でも、ビル管理法の考え方に基づく必要換気量(1人当たり30m<sup>3</sup>/h)を確保することを推奨し、必要換気量を満足できない場合の、1部屋当たりの在室人数を減らすなどの代替策も提示した<sup>(1)</sup>。また、窓開け換気による方法も示した。

しかしながら、窓開け換気を実施した場合、雨や風などの気象条件に加えて、夏や冬などは外気温の影響を受けやすく、屋外からの虫、花粉の侵入などの懸念もある。また、リモートワークが浸透し、在宅時間が増加した。感染対策のための窓開け換気による空調負荷が増大し、エネルギー消費の増加が顕著になった。その結果、電気代増加抑制、環境負荷の低減の意識が高まりを見せている。脱炭素社会に向けた取組みの加速やSDGs(Sustainable Development Goals)の推進といった社会変化もあり、従来の快適と省エネルギーを両立した機能に加えて、生活シーンに合わせた的確なタイミングでの確実な換気による安心・安全と省エネルギーの両立が、ウィズコロナを想定した新たなニーズとして定着しつつある。

当社はこのような背景を受けて、新たな換気・空調の連携の在り方と生活シーンに紐づいた環境構築へのサポートを実現するため、IoT・クラウドを活用したスマートe-Floシステムを開発した。

本稿ではスマートe-Floシステムの主な構成と、その機能について詳細を述べる。

## 2. スマートe-Floシステム

### 2.1 霧ヶ峰・ロスナイIoT連携

スマートe-Floシステムは業界で初めて<sup>(注1)</sup>、ルーム

エアコン“霧ヶ峰”と住宅用全熱交換型換気機器“ロスナイ”を、当社のIoTライフソリューションプラットフォーム“Linova”を介してクラウド上で連携させたシステムである。クラウド連携によって、室内外の様々な環境データを基に、換気機器を制御することを可能にし、室内の快適性向上と省エネルギー換気を実現し、リビングを中心に居住域での生活全体を支えて、心地よい暮らしの実現に貢献する。

図1に霧ヶ峰・ロスナイIoT連携のシステムイメージを示す。当社家電統合アプリ“MyMU”に、対象になるロスナイを登録し、個別アプリケーション“換気REMOTE”を立ち上げることで、換気機器の自動制御や遠隔操作、空調機器との連携機能、空気質の見える化といった多種多様な機能を使用できる。対象機種は全般換気であるロスナイセントラルのほか、個別換気である換気空清機ロスナイ、ダクト用ロスナイにも対応し、家全体だけでなく、個室の環境に対しても適用が可能な構成になっている。

(注1) 2021年10月13日現在、当社調べ。家庭用ルームエアコンと住宅用全熱交換型換気機器で。

### 2.2 換気扇IoT連携

スマートe-Floシステムは、ロスナイのほか、非熱交換

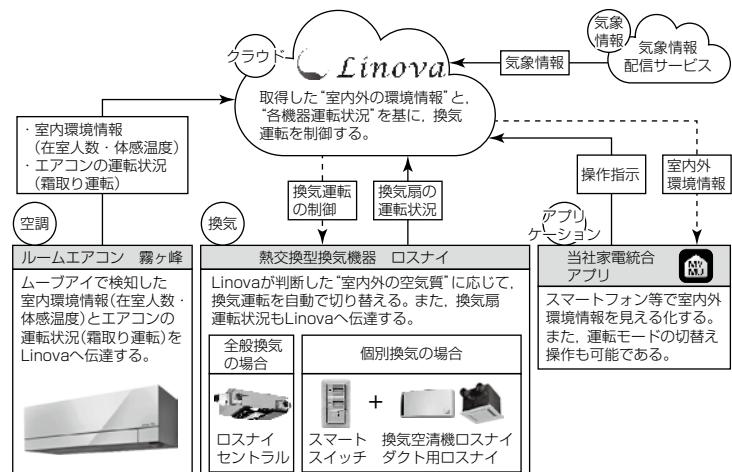


図1. 霧ヶ峰・ロスナイIoT連携システムイメージ

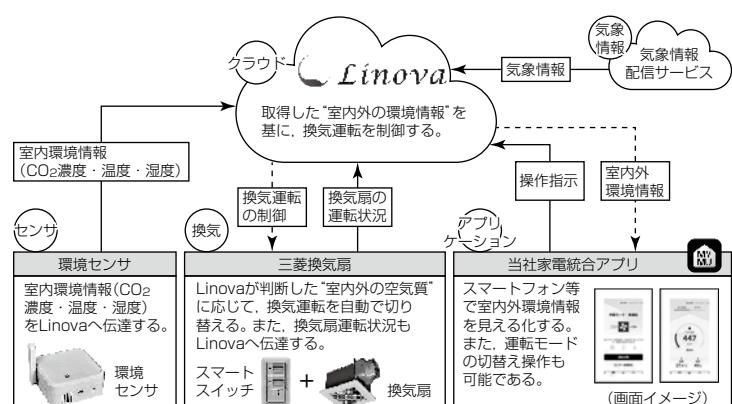


図2. 換気扇IoT連携システムイメージ

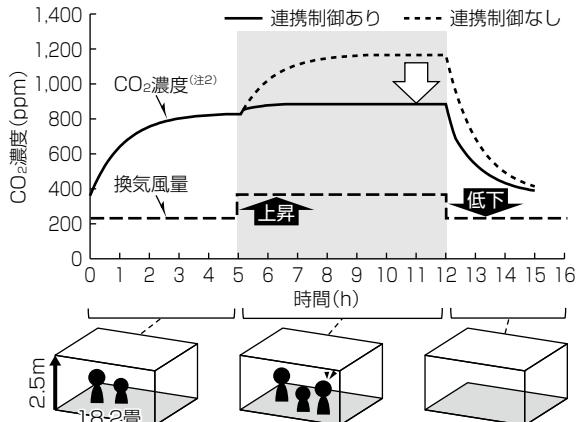
型の換気扇に対応した機能も提供する。図2に換気扇IoT連携のシステムイメージを示す。換気扇IoT連携は特に、寝室や書斎等の個室や、店舗等を想定した構成になっており、新たに発売したCO<sub>2</sub>濃度の測定が可能な環境センサと連携することで、ダクト用換気扇等のマイコンを搭載していない換気扇でも、換気状態の見える化や空気質に合わせた自動運転、スケジュール設定、お手入れ時期のお知らせ等を実現し、使い勝手を大幅に向上させて、ウィズコロナでのランニングコストを抑えた換気運用を可能にしている。

### 3. 霧ヶ峰・ロスナイIoT連携による新価値提案

#### 3.1 在室人数に応じた換気量調整

スマートe-Floシステムでの霧ヶ峰・ロスナイIoT連携は空調と換気を連携させ、安心・安全、省エネルギー、快適の三つを実現した。それぞれの機能について詳細を述べる。安心・安全の提供は、人数に応じた換気量の制御によって実現した。連携するルームエアコンに搭載した赤外線センサ“ムーブアイmirA.I.+（ミライプラス）”が所定値以上の在室人数の増加を検知すると、ロスナイセントラル換気システムの風量を自動で切り替えて、換気風量を増やす。これによって、人の呼気を含んだ室内空気を効率的に排出し、室内外の空気循環を促進することで、新型コロナウイルス等への感染や人の発する臭いのこもりを抑制する。家族の帰宅や急な来客などで在室人数が増加しても、換気風量の手動調整や、窓を開けて換気を行う手間を省くことができ、効率良く室内空間の換気改善を図ることで、エネルギーを抑えながら安心・安全をユーザーに提供する。

在室人数による換気量制御の一例として、図3に、ある生活シーンでの室内にとどまる呼気の減衰をCO<sub>2</sub>濃度の



(注2) 連携制御なし(常時: 換気量50m<sup>3</sup>/h)の場合、連携制御あり(3人未満: 換気量50m<sup>3</sup>/h, 3人以上: 換気量85m<sup>3</sup>/h)の場合の比較。CO<sub>2</sub>の発生量は男性: 0.022(m<sup>3</sup>/h・人), 女性: 0.0198(m<sup>3</sup>/h・人), 子供: 0.011(m<sup>3</sup>/h・人)として算出<sup>(2)</sup>。

図3. 人数検知制御による換気効果(試算値)

推移で示す。今回の主な製品の対象空間になる一般的なLDK(床面積18.2畳、天井高さ2.5m、自然換気0.2回/hの空間)で、母親と子供の計2人が在室する中、父親が帰宅して入室(3人在室)し、7時間後に就寝等で全員が退室する(0人在室)シーンを想定し、CO<sub>2</sub>濃度の経時的な変化を試算した結果である。ルームエアコンとロスナイセントラル換気システムの連携制御によって、連携制御なしの場合と比べてCO<sub>2</sub>濃度を最大約23%低減し、しっかりと呼気を排出する性能をこの機能で実現できることが分かる。

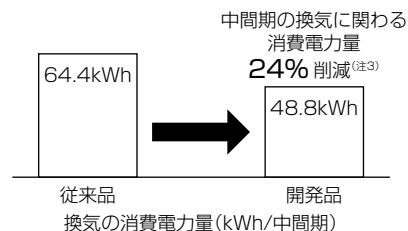
#### 3.2 季節に応じた自動換気制御

省エネルギーは季節に応じた換気制御で実現した。ルームエアコンの冷暖房運転時や室外の温度が基準値(18°C以下、28°C以上)を超えたことをクラウドで判定し、ロスナイセントラル換気システムが熱交換換気(第1種換気)によって室内の温度や湿度を維持しながら素早く空気を入れ換える。一方、春や秋など、ルームエアコンをあまり運転しておらず、室内外の温度差が小さい場合(以下“中間期”という。)には、熱交換器を迂回(うかい)する風路に切り替えて、熱交換をせずに外気を取り入れる換気運転の非熱交換換気運転に自動で切替えを行う。

より具体的には、次の3点を判断し、どれにも該当しない場合、熱交換器を通過させない、より低压損なバイパス風路への切替えと給気の低下を自動で実施することで、換気を維持しながらもモータ出力の抑制による省エネルギーを達成している。

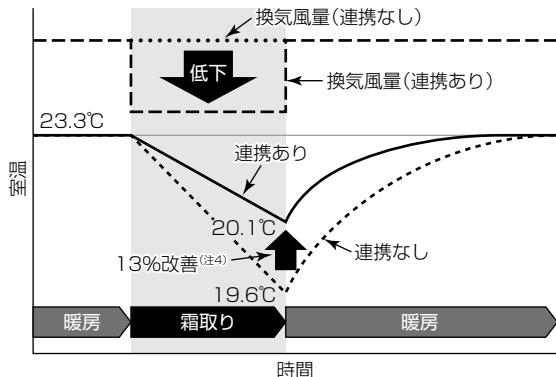
- (1) 中間期の時期であること(JIS C9612: 2013で記載される試算方法に基づく<sup>(3)</sup>)
- (2) 外気温度が18~28°Cの範囲内であること
- (3) 空調機器が動作していないこと

図4に、東京でのこの機能を用いた際の消費電力量の効果試算結果を示す。ルームエアコンの運転中/停止中の稼働状態や室外温度などの周辺環境に応じて、自動で適切な換気方式に切り替えることによって、ロスナイセントラル換気システムの消費電力量を連携制御なしの場合と比べて最



(注3) 東京での2016~2020年の平均温度から算出した中間期(4月17日~5月22日、10月5日~11月7日)条件下で、ルームエアコン連携制御を使わずに給気150m<sup>3</sup>/h、排気120m<sup>3</sup>/hの熱交換換気を継続して実施した場合と、ルームエアコン連携制御によって、所定のタイミングで給気150m<sup>3</sup>/h、排気120m<sup>3</sup>/hの熱交換換気から給気96m<sup>3</sup>/h、排気120m<sup>3</sup>/hのバイパス換気に変更して動作する季節運転モードを設定した場合の、ロスナイセントラル換気システム本体の消費電力量の比較。

図4. 季節制御による省エネルギー効果(試算値)



(注4) 当社環境試験室(8畳)で、外気温-2℃、設定温度23℃でRAC: MSZ-ZW2522を暖房運転したときに試験室内に設置したロスナイ: VL-10ES3と連携しない場合(換気風量: 弱、室温低下-3.7℃)と、連携する場合(換気風量: 停止、室温低下-3.2℃)の室温変動平均値( $n=3$ )での比較。

図5. 霜取り運転時の換気風量制御効果

大約24%削減し、快適性を損なわずに省エネルギーを実現している。

### 3.3 霜取り運転時の換気量抑制

ルームエアコンは暖房運転時に室外機に霜が付着すると、暖房運転を一時停止して霜を溶かす霜取り運転を行う。霜取り運転中は、一時的に暖房運転が停止するので、換気をするとせっかく暖まった室温が低下して肌寒さを感じることがある。そこで今回、ルームエアコンとロスナイセントラル換気システムが連携することで、ルームエアコンの霜取り運転に合わせて換気風量を自動で抑制し、換気による室温低下を防いで、快適性の維持を図った。

図5は機能の動作イメージ図である。ルームエアコンから霜取り運転開始の信号をクラウド上で受信し、ロスナイセントラルに対して換気風量低下の信号を送信することで、暖房運転時に発生する霜取り運転中の換気による排熱を抑制し、室温低下が抑制される仕組みになっている。換気風量は、冬季間に推奨される24時間換気の規定である換気回数0.4回/hを下回ることがない範囲で自動制御されるため、換気量の減衰を考慮することなく快適性が保たれるとともに、霜取り運転完了後の暖房運転による空調負荷を低減し、エネルギー消費の抑制も見込むことができる。連携なしに対して連携することで、室温の低下を13%改善し、体感できるレベルで寒さを抑制し立ち上がりのエネルギー消費も抑える。

## 4. 換気扇IoT連携によるコロナ禍に向けた提案

換気扇IoT連携機能についてその一部を述べる。

従来、ダクト用換気扇等の一般的な非熱交換換気扇はマイコンを持たない機種が多く、細かい制御を行うことができなかった。しかし、ウィズコロナで、換気が見直され、必要なときに必要な換気をする、自動制御のニーズが高まっ

ていることから、簡単な換気扇でも、自動的に風量を制御する機能の搭載を検討した。そして、換気扇に必ず付属するスイッチにWi-Fi<sup>(注5)</sup>機能を搭載し、クラウドを介して、制御する方式を採用するに至った。環境センサや外部の気象情報配信サービスから気象情報を入手することで、温度や湿度、CO<sub>2</sub>濃度といった多様な環境情報を考慮した自動制御を可能にしている。人の密集による室内のCO<sub>2</sub>濃度上昇を検知し、室内外の温湿度データを取得して、室内外の温湿度の差からタイミングを見計らって、換気の強弱、ON/OFFを自動で切り替えることで、換気扇のランニングコストだけでなく、空調負荷の低減にも貢献し、エネルギー消費の改善を可能にする。お手入れ時期のお知らせ機能やスケジュール運転の設定機能をアプリケーション操作で実施でき、省エネルギーと換気による環境改善両立を簡便な操作で実現し、省エネルギーかつ安心・安全な空間を提供する。

(注5) Wi-Fiは、Wi-Fi Allianceの登録商標である。

## 5. むすび

新型コロナウイルス感染症拡大によって、世の中は一変した。同時に、住宅の保全、居住者の健康、快適を維持するため必要な換気の重要性の認識が更に高まった。今後はウィズコロナを考慮した、エネルギー消費を抑えて、簡単に、ユーザーが気に掛けることなく、安心・安全・快適を維持する空調や換気が求められるようになると推察する。当社は空調機器及び換気送風機器のリーディングカンパニーとして、これらのユーザーニーズを敏感に捉えながら、非居住施設、住宅を問わず、空調、換気、送風技術を活用した新たな価値の提供に向けた開発を進める。

今回述べた、IoT技術、クラウドを活用した機器連携、換気空調の自動制御に関する提案は、特にウィズコロナを対象とした新たな生活に紐づく提案が主であったが、要旨の図に記載のとおり、スマートe-FloシステムはIEQを考慮したソリューションビジネスをターゲットに生活全域の改善を目指したシステムとしての価値創出を想定している。寝室環境の改善や温度バリアフリー化を更に検討することで、日々の生活シーンに紐づいた全般的なサポートを行い、ワンランク上の生活環境の実現に貢献する狙いがある。

当社は今後も環境に対する配慮に加えて、人々の健康、安全、快適な暮らしの実現に向けて、機能向上を追求する。

## 参考文献

- 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-00000000000616069.pdf>
- 空気調和・衛生工学会:HASS102「換気(案)」、空気調和・衛生工学、46、No.12、1063~1080(1972)
- 日本工業会規格 JIS C9612:2013「ルームエアコンディショナ」(2013年4月改定)

# “ヘルスエアー”技術の空調機への適用

Application of the "Health Air" Technology to Air Conditioners

## 要 旨

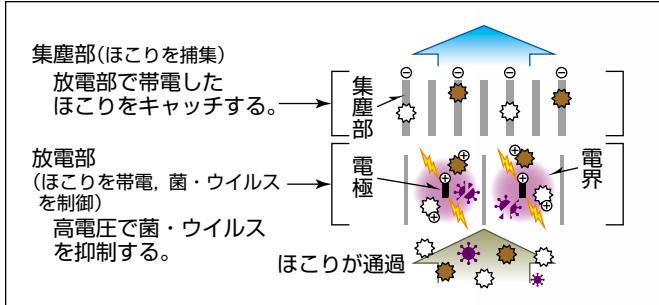
2020年に世界的大流行が宣言された新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の影響で、せきやくしゃみによって発生する飛沫(ひまつ)が空気中を漂い感染を拡大させるエアロゾル感染が注目されている<sup>(1)</sup>。厚生労働省は換気の悪い密閉空間を解消することを対策の一つとして掲げて、建築物の換気量を1人当たり30m<sup>3</sup>/hとする指針を示した。換気量の基準は建築物の用途に応じて数多くあるが、建築基準法の1人当たり20m<sup>3</sup>/hに基づいて設計された建築物では、感染症対策として換気量を1人当たり10m<sup>3</sup>/h増加する必要がある。

三菱電機は建築物の設備換気で不足する換気量を空気清浄技術によって補助し、指針となる相当換気量(空清技術によって清浄化する換気量)を確保するオプションをオ

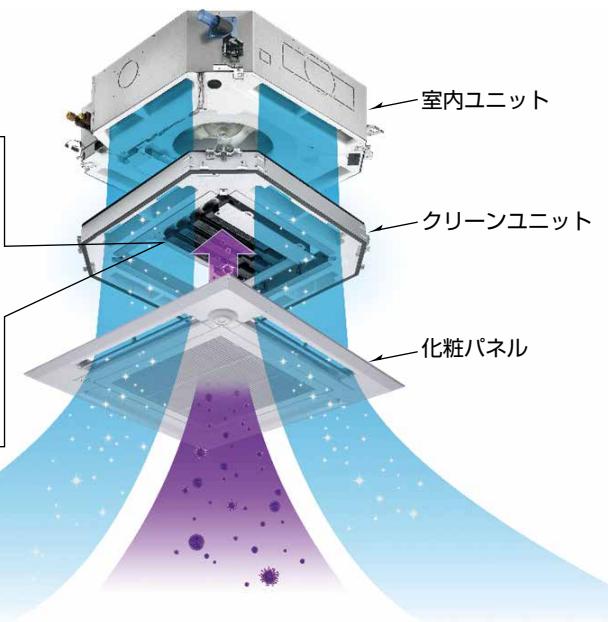
フィス空調向けに2021年12月に発売した。

空清技術として広く一般に知られているHEPA(High Efficiency Particulate Air)フィルタは高圧力損失のため、空調機の風量を大きく低下させる。このためオプションには、低圧力損失でウイルスを除去・抑制する当社独自のヘルスエアーデバイスを搭載した<sup>(2)</sup>。空調機へ搭載するに当たって、最も高い相当換気量が必要な機種で、200m<sup>3</sup>/h以上の空気を清浄化するために開口面積0.26m<sup>2</sup>を満たすようにヘルスエアーデバイスを設計した。同ユニットを四方向カセット型パッケージエアコンへ搭載し、浮遊ウイルスに対する相当換気量を測定し、実測値が設計値と同等になることを確認した。

## ヘルスエアーデバイス



## 四方向カセット型パッケージエアコン



## 2021年12月に発売したヘルスエアー技術搭載クリーンユニット

オフィス等に多く設置される四方向カセット型パッケージエアコン向けに、ヘルスエアー技術を搭載したクリーンユニットをオプション発売した。ウイルス抑制を行うヘルスエアー技術とPM(Particulate Matter)2.5を除去する集塵(じゅうじん)部を搭載する。新型コロナウイルス感染症対策として換気が推奨されているが、浮遊するウイルスを抑制する技術によって不足換気分を補うことで健康と省エネルギーの両立が可能になる。

## 1. まえがき

これまで季節性インフルエンザを始めとする呼吸器感染症がたびたび流行してきたが<sup>(3)</sup>、ウイルスの浮遊による感染経路への対策はなされていなかった。しかしながら、新型コロナウイルス感染症ではウイルスを含む飛沫が微粒子・エアロゾルとして浮遊して感染拡大を引き起こすエアロゾル感染への懸念が指摘され、厚生労働省は対策として1人当たりの換気量を30m<sup>3</sup>/hとする指針を示した<sup>(4)</sup>。換気量の基準は建築物の用途等に応じて数多くあるが、建築基準法に記載の1人当たり20m<sup>3</sup>/hに基づいて設計された建築物では、感染症対策として換気量を1人当たり10m<sup>3</sup>/h増加する必要がある。

換気量を増加するためには換気装置の増設が望まれるが、換気装置の工事は躯体(くたい)工事が必要になり、設置が難しい建築物もある。そのため不足した換気量を補助する技術として空清技術が注目され、衛生・建築の有識者によって作成されたガイドラインにも感染症対策技術として掲載された。空清技術として一般的に知られるのはウイルス除去性能の高いHEPAフィルタであるが、圧力損失が大きく空調機には搭載が難しい。このため空調機に対しては中性能フィルタや電気集塵といった圧力損失が低く風量低下が少ない技術が適用される。

当社では電気集塵を応用したヘルスエアー技術を独自開発し、製品展開してきた。本稿では相当換気量の考え方とともに業務用空調へのヘルスエアー技術の適用について述べる。

## 2. 相当換気量

空清技術を用いて清浄化された空気量は相当換気量と定義され、外気と室内空気の交換に必要な換気量を確保した室内で換気量を補助できる。具体的な技術としてはHEPAフィルタや、中性能フィルタ、電気集塵といったウイルス粒子を捕集して除去する手段のほかに、ウイルスに対してはUV(UltraViolet)光照射等によって直接的に抑制する手段もある<sup>(5)</sup>。

相当換気量の求め方は、フィルタ等の捕集効率と処理風量の積算で計算する方法や、濃度減衰法から式(1)を用いて計算する方法がある<sup>(6)</sup>。このときウイルスの抑制性能を持つ空清技術の場合は、捕集効率に代えて機器を通過する際のウイルス抑制率を用いる。

オフィス環境で求められる相当換気量の計算方法について述べる。1人当たりの占有面積は建築基準法施工令第20条の2第2号に基づき5m<sup>2</sup>として、空調能力4~16kW

の業務用空調機がカバーする在室人数は4~20人である。ガス交換を行う1人当たりに必要な換気量20m<sup>3</sup>/h・人を確保した上で、感染症対策として10m<sup>3</sup>/h・人を相当換気量で追加することを考えると、空調能力によって1台について40~200m<sup>3</sup>/hの相当換気量を補助する必要がある。そのため当社パッケージエアコンの各能力帯全てで必要な相当換気量を満足する仕様になるよう設計した。

$$P = -\frac{V}{t} \left\{ \ln\left(\frac{C_t}{C_0}\right) - \ln\left(\frac{C'_t}{C'_0}\right) \right\} \quad \dots \quad (1)$$

P: 相当換気量, V: 試験空間容積, t: 経過時間,

C<sub>t</sub>: 経過時間tでの空清技術稼働時ウイルス濃度,

C'<sub>t</sub>: 経過時間tでの自然減衰時ウイルス濃度,

C<sub>0</sub>: 初期のウイルス濃度

## 3. ヘルスエアー技術の原理

ヘルスエアー技術は、電気集塵の放電部を改良した技術である。従来の放電部は断面が丸形のワイヤ線や、針状・突起状電極を用いて放電が行われる。放電は放電電極の形状によって電界が局所的に集中することで空気を絶縁破壊して発生する現象であり、針や突起の先端部分だけで放電が発生するため放電空間がまばらになってしまう課題があった。断面が丸形のワイヤ線であれば断面周囲と線長に沿って放電でき、直径が細いほど低い電圧で放電できる。ただし、直径が細くなればスパッタリングによる電極の細りで破断までの寿命が短くなる課題がある。

これらの課題を解消するために、ヘルスエアー技術では断面が長方形のリボン電極を用いた。動作原理と構造を図1に示す。放電電極の短辺側では形状によって電界集中が発

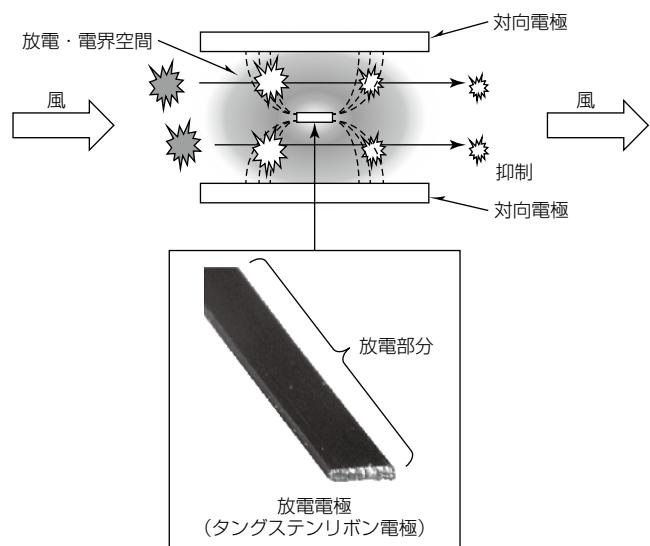


図1. 動作原理と構造

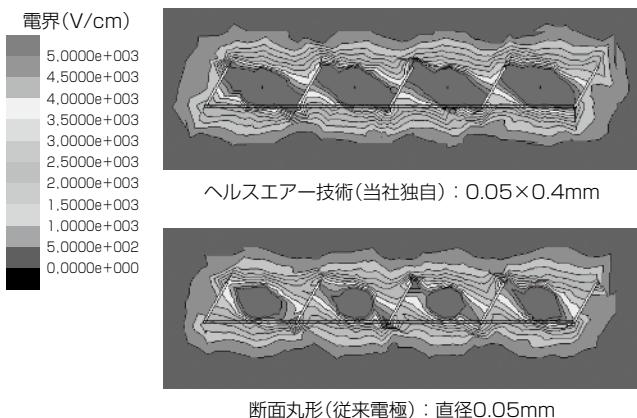


図2. 従来電極とヘルスエアー技術の電極での電界分布

生して低い電圧で放電が開始され、長辺側で細りに対しての寿命を担保した。放電電極と対向電極の間に形成される放電空間については、従来の丸形ワイヤ線よりも強い電界空間を拡大でき、通過する粒子やウイルスに対する電界の作用が向上する。図2に従来電極とヘルスエアー技術の電極での電界強度の分布を示す。

放電部の後段には、PM2.5除去や脱臭といった必要な機能に合わせて集塵部や脱臭触媒フィルタを設置できる。

#### 4. クリーンユニットの設計

図3に四方向カセット型パッケージエアコンへ搭載するオプションのクリーンユニット構成を示す。クリーンユニットは、パッケージエアコンの室内ユニット本体と化粧パネルの間に後付け可能なオプションユニットで、内部にはルームエアコンへ搭載したヘルスエアーデバイスを実装する構造にした。

クリーンユニットへ搭載したヘルスエアーデバイスは、図1に示したリボン電極と対向電極から構成した放電部の後段へ集塵部を配置した構成にしており、放電部を通過する際に菌やウイルスを抑制するほか、デバイスを通過するPM2.5を帯電し集塵部で除去する。

パッケージエアコンは空調能力によって運転風量が異なる。このため機器搭載時にヘルスエアーデバイスを通過する風量と、ヘルスエアーデバイスのウイルス抑制率から各空調能力での相当換気量を計算し、運転風量が最大になる16kW機種でも必要な相当換気量を満足するようにクリーンユニットを設計した。空調能力ごとの必要相当換気量(目標値)と、ヘルスエアーデバイスを複数搭載した場合の相当換気量試算値(設計値)を図4に示す。16kW機種でも必要な相当換気量200m<sup>3</sup>/hを満足するために、開口面積0.26m<sup>2</sup>を満たすヘルスエアーデバイスを搭載する必要があることが試算によって分かった。

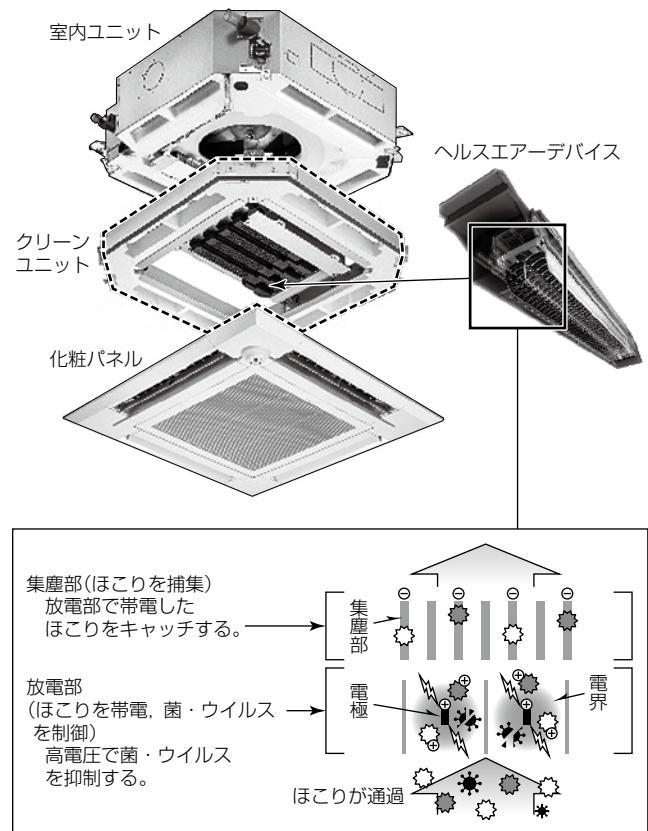


図3. クリーンユニットの構成

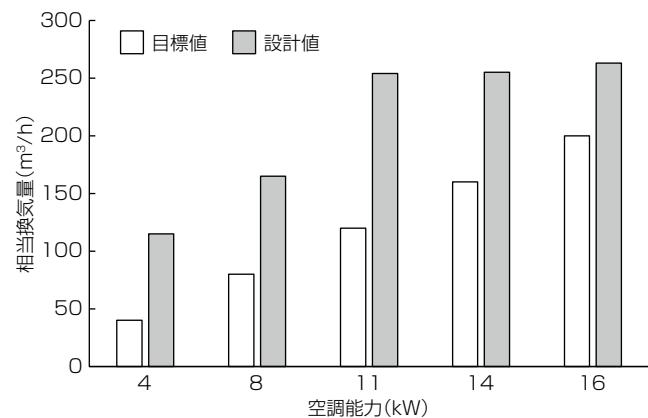


図4. 空調能力ごとの必要相当換気量(目標値)とヘルスエアーデバイス搭載時の相当換気量試算値(設計値)

#### 5. クリーンユニットの効果

##### 5.1 試験方法

設計したヘルスエアーデバイスを搭載したクリーンユニットを四方向カセット型パッケージエアコンに搭載し、実空間で実施した浮遊ウイルス抑制性能の試験方法について述べる。

試験はJEM1467付表Dに記載の、浮遊ウイルス抑制性

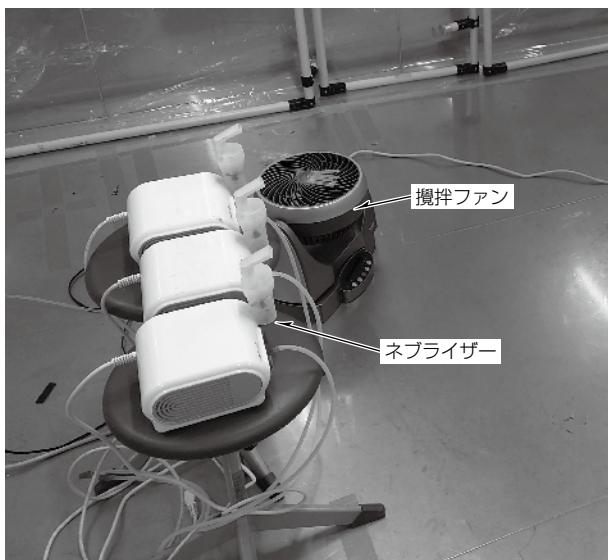


図5. 試験設備

能を測定する方法に準拠して行った<sup>(7)</sup>。バイオハザードレベル2 (BSL2)の実験室内に、25m<sup>3</sup>の密閉チャンバの内室が設置されている。四方向カセット型パッケージエアコンを室内中央に設置した架台につり下げた。図5に示すネブライザーを使ってウイルスを噴霧し、攪拌(かくはん)ファンで内部に攪拌した。内室のウイルスを含む空気をゼラチンメンブレンフィルタに通過させて浮遊するウイルスを捕集した。捕集したウイルスは培養液で10倍段階希釈を行い、実験用の細胞に接種した。ウイルスが細胞に感染して形成するplaquesを測定し、感染値を算出した。感染値の単位はPFU(Plaque-Forming Unit)とされ、感染性を持つウイルスが形成するplaquesの数を感染力のあるウイルスの数、つまり感染値として測定する。

試験条件は、クリーンユニットを搭載した四方向カセット型パッケージエアコン(PL-ERP40EA8, 4kW)を運転させた機器稼働条件と、自然減衰の2条件とした。

## 5.2 試験結果

図6にウイルス感染値の時間推移を示す。縦軸は検出されたウイルスの感染値を、空気10L当たりの値として対数値に換算した値である。自然減衰については1回行い、機器稼働条件については3回の測定結果の平均値をプロットした。図中のエラーバーは測定された感染値の最大値と最小値を示す。

機器稼働時の近似線から、自然減衰に対してウイルス減少値2.0以上になる時間(ウイルスを99%抑制するのに要する時間)は53.3分であった。さらにこの結果から、式(1)に

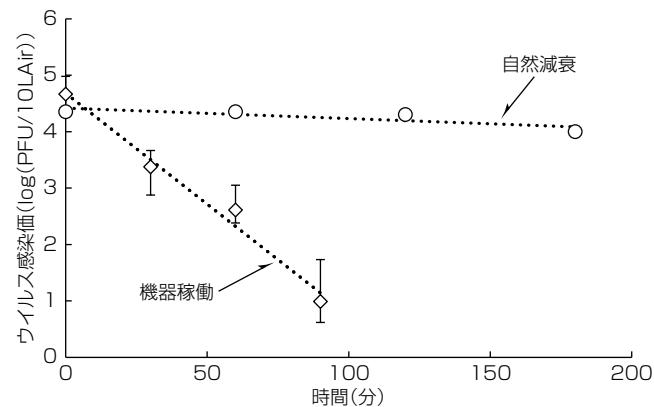


図6. ウイルス感染値の時間推移

基づいて相当換気量を計算すると127m<sup>3</sup>/hになった。

4kW機での相当換気量の設計値115m<sup>3</sup>/hに対して、実測値は127m<sup>3</sup>/hであり設計値とほぼ同等の相当換気量であることが実測でも確認できた。

## 6. むすび

世界に大きな影響を及ぼした新型コロナウイルス感染症は、パンデミック宣言から2年を経て日常が戻りつつある。しかしながら新興感染症の流行スパンが短くなっていることも警告されており、今後も感染症への対策に予断を許さない状況である。今回の感染症で新たに注目を浴びた浮遊ウイルスへの対策は、研究を継続する必要がある。ヘルスエアー技術は今回述べたパッケージエアコンに加えて、ヘルスエアー機能搭載循環ファンやルームエアコン、ジェットタオル、エレベーター用空気清浄機にも搭載されており、今後も様々な製品へ適用できるよう開発していくことで、快適で安全な室内環境を提供していく。

## 参考文献

- 厚生労働省：新型コロナウイルスに関するQ&A(一般の方向け)  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryou/dengue\\_fever\\_qa\\_00001.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/dengue_fever_qa_00001.html)
- 古橋拓也：“ヘルスエアー”技術による微生物抑制、三菱電機技報、94、No.10、606~609 (2020)
- 東京都感染症情報センター：インフルエンザの流行状況(東京都2018-2019シーズン)  
<https://idsc.tmiphi.metro.tokyo.lg.jp/diseases/flu/flu2018/>
- 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  
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf>
- ポストCOVID-19における空調・換気・通風計画のあり方検討委員会：ポストCOVID-19に向けた建築・設備におけるウイルス感染症対策と省エネルギーの両立 Ver.1 (2022)  
[https://www.jjj-design.org/asset/img/jjj\\_archive/2022/06/COVID-19.pdf](https://www.jjj-design.org/asset/img/jjj_archive/2022/06/COVID-19.pdf)
- 公益社団法人 日本空気清浄協会：JACA 50:2016 空気清浄機の性能評価指針 (2016)
- 一般社団法人 日本電機工業会：JEM1467 家庭用空気清浄機 (2015)

# 自然冷媒CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯機 家庭用“三菱エコキュート2022年度モデル”

CO<sub>2</sub> Heat Pump Hot Water System "Mitsubishi EcoCute 2022 Fiscal Year Model" for Household Use

### 要 旨

家庭内の消費エネルギーの約3割を給湯が占める中、環境配慮の観点から、大気中の熱を利用して湯を沸かし電力消費量を抑えるエコキュート<sup>(注1)</sup>(自然冷媒CO<sub>2</sub>ヒートポンプ給湯機)が注目されている。

一方で、生活環境の変化によってエコキュートに対するユーザーニーズは多様化している。例えば、昨今の衛生意識の高まりや在宅時間の長時間化による入浴頻度・時間の増加、風呂の残り湯を洗濯に利用する頻度の増加などによって、風呂の湯水への清潔性ニーズが一層高まっている。また、近年の自然災害の増加で防災対策の観点から断水時に生活用水が確保できる製品としても注目が高まっている。

それに加えて、想定を超えた寒波による給湯機や配管の

凍結など、冬期の事前の対策が求められている。

2022年度発売の家庭用三菱エコキュート(以下“B6タイプ”という。)では、深紫外線技術を改良した新機能“キラリュキープPLUS”<sup>(注2)</sup>を搭載し、風呂の湯水への清潔性ニーズに対応したほか、貯湯タンクからの取水方式を改善した“パカッとハンドル”の採用によって、断水など非常時での湯水の取水性を向上させた。さらに、三菱電機家電統合アプリ“MyMU(マイエムユー)”にキラリュキープPLUSの遠隔操作や冬期の凍結予防対策お知らせ機能などを追加し、多様化するユーザーニーズに対応する新製品を開発した。

(注1) エコキュートは、関西電力株の登録商標である。

(注2) 新機能の機能総称。運転モードは、キラリュキープ、キラリュ入浴、キラリュ洗濯の3モードである。



ヒートポンプユニット



貯湯ユニット

### B6タイプ

B6タイプでは、新機能キラリュキープPLUSを搭載し、風呂の湯水への清潔性ニーズに対応した。また、パカッとハンドルによって、断水などの非常時での湯水の取水性を向上させ、当社家電統合アプリMyMUの機能拡充による利便性向上を実現した。

## 1. まえがき

昨今の地球温暖化問題に対して、政府は“2030年温暖化ガス排出量46%減(2013年比)”を実施する方針を打ち出しておらず、省エネルギー機器であるエコキュートの需要は今後も拡大することが予測される。一方で、生活環境の変化によってエコキュートに求められるユーザーニーズは多様化しており、風呂の湯水への清潔性ニーズの高まりや、自然災害の増加による生活用水確保の需要拡大が挙げられる。また、給湯機や配管が凍結し、お湯が使用できない状況が発生するなど、製品に対する冬期の事前対策が求められている。

B6タイプでは、それぞれのユーザーニーズに対応した製品開発を行ったので、その内容について述べる。

### (1) キラリュキープPLUS

当社は2020年度の従来製品(以下“B5タイプ”という。)で、家庭用給湯機業界で初めて<sup>(注3)</sup>深紫外線UV(UltraViolet)-LEDユニットを搭載した機能“キラリュキープ”を開発した。今回、一層高まる風呂の湯水への清潔性ニーズに対応するため、部品性能の向上及び制御仕様の改良を行った。

### (2) パカっとハンドル

貯湯タンクからの取水方式を改善し、断水など非常時の湯水の取水性を向上させた。

### (3) 当社家電統合アプリMyMU機能拡充

キラリュキープPLUSの遠隔操作を追加し、また、冬期の凍結予防対策をアプリケーション内でお知らせする機能を追加した。

(注3) 2020年8月、当社調べ。家庭用給湯機で。

## 2. 風呂の湯水を除菌する機能

### 2.1 深紫外線による除菌機能の確立

水中の菌を短時間かつ効率的に増殖抑制できる手段として、紫外線が知られており、紫外線の中でも300nm以下の短い波長の紫外線を深紫外線という。近年、高出力の深紫外線照射が可能なUV-LEDの技術進歩が著しく、UV-LEDは、UVランプに比べて小型かつ長寿命であり、水銀を用いないことによる廃棄時の環境負荷が小さいメリットがある。この技術に着目し、B5タイプでは、家庭用給湯機業界で初めて深紫外線を用いたUV-LEDユニットを搭載し、風呂の湯水の菌の増殖を抑制する機能“キラリュキープ”を開発した<sup>(1)</sup>。UV-LEDユニットは、風呂配管内に組み込まれており、風呂の湯水を循環しながら深紫外線を照射する構成で、深紫外線が照射された湯水の菌は不活

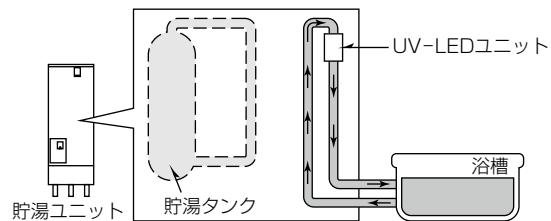


図1. キラリュキープPLUSの構成図

化され浴槽に戻る(図1)。

今回B6タイプでは、搭載するUV-LEDユニットの出力を約1.4倍向上させて、UV-LEDユニットを通過する菌の低減効果を約30%向上させた。さらに、B5タイプでは、断続的に深紫外線を照射する運転モード(キラリュキープ)だけであったのに対して、今回は連続的に深紫外線を照射する運転モード(キラリュ入浴、キラリュ洗濯)を新たに開発した。風呂の湯水の除菌<sup>(注4)</sup><sup>(注5)</sup>を実現するとともに、多様化するユーザーの生活シーンに合わせた運転モードの使い分けを可能にした。新たな運転モードは次のとおりである。

### (1) キラリュ入浴

リモコン操作で風呂の湯水に深紫外線を連続照射する機能で、ユーザーの好みのタイミングで風呂の湯水の除菌<sup>(注4)</sup>運転が可能である。キラリュ入浴前の菌数が4,800CFU (Colony Forming Unit、菌数の単位を示す。)/mLに対して、キラリュ入浴を2時間行った後の菌数は10CFU/mLまで減少し、除菌率99.8%を達成した(図2)。

### (2) キラリュ洗濯

風呂の湯水を残り湯として利用する時刻をあらかじめ設定しておくと、その時刻に除菌<sup>(注5)</sup>が完了するように自動運転を行う。キラリュ洗濯開始前の菌数が2,000CFU/mLに対して、キラリュ洗濯を2時間行った後の菌数は10CFU/mLまで減少し、除菌率99.5%を達成した(図3)。

(注4) 試験機関：衛生微生物研究センター(試験番号：2021D-BT-07039-7)。試験条件：湯量180L、湯温40°C、風呂配管長8m、保温なし。試験方法：湯はり完了から5時間後の4人目入浴を想定して、0、1、2時間後にそれぞれ1人分の菌を投入。0～3時間までキラリュキープを、3～5時間でキラリュ入浴を実施し、キラリュ入浴前後の菌数を測定。試験結果：2時間のキラリュ入浴によって、99.8%除菌。

(注5) 試験機関：衛生微生物研究センター(試験番号：2021D-BT-07039-5)。試験条件：湯量180L、湯温40°C、風呂配管長8m、保温なし。試験方法：4人入浴を想定して、0、1、2、5時間後にそれぞれ1人分の菌を投入。0～13時間までキラリュキープを、13～15時間後にキラリュ洗濯を運転し、キラリュ洗濯前後の菌数を測定。試験結果：2時間のキラリュ洗濯によって、99.5%除菌。

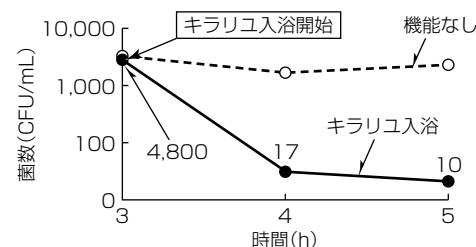


図2. キラリュ入浴による浴槽内の菌数変化

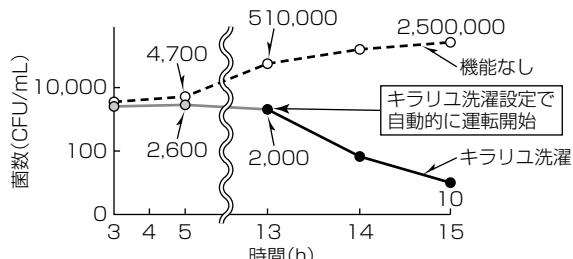


図3. キラリュ洗濯による浴槽内の菌数変化

## 2.2 キラリュキープPLUSの効果

### (1) 入浴中の風呂の湯水の臭い抑制

風呂の湯水は、塩素臭以外にも鼻を刺激するような臭いを発することがある。これは、時間経過とともに増殖する菌の代謝物等の要因が挙げられる。そこで、1人目が入浴してから5時間後に4人目が入浴することを想定し、180L, 40°Cの湯に20代の男性3人が入浴した後の湯水の臭い評価を行い、機能なし、キラリュキープ(従来機能)、キラリュキープPLUS(キラリュキープを3時間実施後にキラリュ入浴を2時間実施)を比較した。評価方法は6段階臭気強度表示法<sup>(2)</sup>に基づいて、臭気被験者は年代性別の影響をなくすため、20~50代の男女10人とした。図4に評価結果を示す。機能なしは臭気強度2.0(何の臭いであるか分かるレベル)、キラリュキープは臭気強度1.1(やっと感知できるレベルを超える)に対して、キラリュキープPLUSは臭気強度0.9(やっと感知できるレベル未満)に抑制できることが分かった。

また、180L, 40°Cの湯に50~60代の男性3人が入浴した後の湯水に対して、ガスクロマトグラフ質量分析法(Agilent製: GC6890N + MSD5975B)での定量分析を行った。その結果、キラリュキープPLUS(キラリュキープを3時間実施後にキラリュ入浴を2時間実施)は、加齢臭の原因成分の一種であるノナールが、機能なしに対して33%抑制できることが分かった(図5)。

### (2) 風呂の湯水の濁り抑制

入浴すると時間経過とともに湯水が濁る現象が確認され、汚れ以外で濁りを生成する要因として菌の増殖が考えられる。そこで、時間とともに増加する濁りの抑制効果を検証した。180L, 40°Cの湯に20代の男性4人が入浴し、機能なし

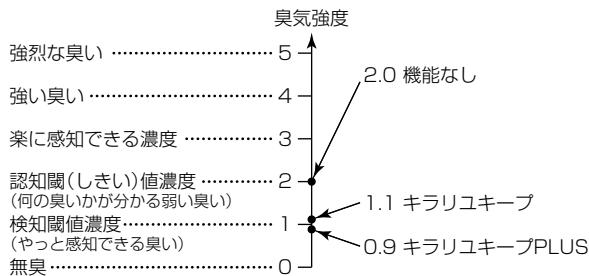


図4. 4人目入浴時の風呂の湯水の臭気強度

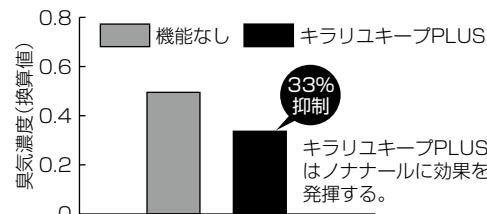


図5. 50~60代の入浴時の臭気成分分析

しとキラリュキープPLUS(キラリュキープを13時間実施後にキラリュ洗濯を2時間実施)について、湯はり完了から15時間後の湯水の濁度を濁度計(HANNA instruments製, HI93703-B型)で測定し、浴槽側面からの写真を比較した。その結果、15時間後の濁度は機能なしが1.07度、キラリュキープPLUSが0.38度と、キラリュキープPLUSが機能なしに対して約65%低い値を示した。また、浴槽側面からの写真で、キラリュキープPLUSは機能なしに対して濁りを抑制していることを確認した(図6)。

### (3) 残り湯利用による洗濯物の臭い抑制

当社調べによると、残り湯を利用した洗濯での困りごととして“残り湯の雑菌が気になる(37.9%)”に次いで、“洗濯後の衣類の臭いが気になる(15.2%)”が挙がり、残り湯の菌数低減に加えて、洗濯後の衣類の臭い抑制が、残り湯利用に対するニーズとして考えられる。洗濯物の臭い(部屋干し臭)の要因としては、洗濯物に残存する皮脂やタンパク質の空気酸化のほか、菌の代謝による影響が考えられており<sup>(3)</sup>、洗濯後に菌が残存する要因としては、付着していた菌が洗濯時に落とし切れていないことや、洗濯機に残存する菌の菌移りのほか、残り湯に含まれる菌移りが考えられる。そこで、残り湯を利用した際の部屋干しの洗濯物の臭い抑制効果を検証するため、20代の男性4人が入浴した翌日(湯はり完了から15時間後)の風呂の湯水に試験布(タオル)を浸漬(しんせき)させた後、一定量の水分を残して部屋干し乾燥させた後の試験布の臭い評価を、機能なしとキラリュキープPLUS(キラリュキープを13時間実施後

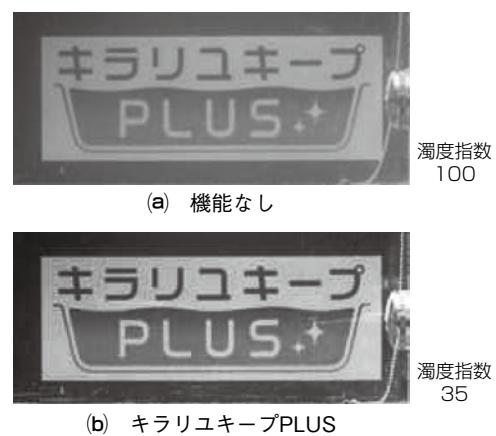


図6. 湯はり完了から15時間の風呂の湯水の様子

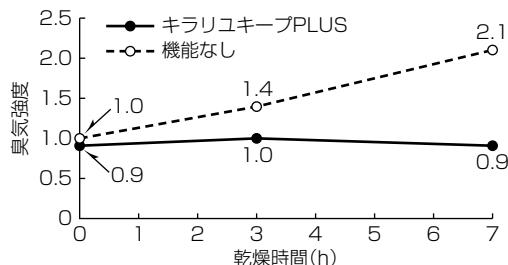


図7. 乾燥時間に対する試験布の臭気強度

にキラリュ洗濯を2時間実施)に対して実施した。(1)同様、6段階臭気強度表示法<sup>(2)</sup>に基づいて評価を行い、被験者も20~50代の男女10人とした。結果として、時間経過とともに機能なしの臭気強度が増加する一方、キラリュキープPLUSの臭気強度はほとんど変化せず、部屋干し乾燥7時間後では、機能なししが臭気強度2.1まで増加したのに対して、キラリュキープPLUSは乾燥開始0時間と同等の臭気強度0.9を維持した(図7)。この要因として、機能なししが試験布の付着菌数が多く、菌の増殖が促進されて臭気強度が増加した一方、キラリュキープPLUSでは、試験布の付着菌数が少ないため、菌の増殖が抑制されて臭気強度が増加しないためと考えられる。

### 3. 断水時の取水性向上

近年では自然災害の増加で、断水時に飲料水だけでなく生活用水の確保も防災対策として注目されている。B6タイプでは、貯湯タンクからの取水方式を改善するパカッとハンドルを搭載した。パカッとハンドルは、脚部カバーと取水栓を新規設計することで、ユーザーが取水する際の作業性改善と、取水時間の短縮を実現した。

#### (1) 脚部カバー

B5タイプで取水するためには、貯湯ユニット前面の脚部カバーを外してから取水栓などを操作する必要があったが、脚部カバーが着脱しにくいという課題があった。そのため、B6タイプでは脚部カバーに樹脂製の取水窓を追加し、脚部カバーを外さずに取水窓を開けるだけで取水作業が可能になる構造に改善した(図8)。

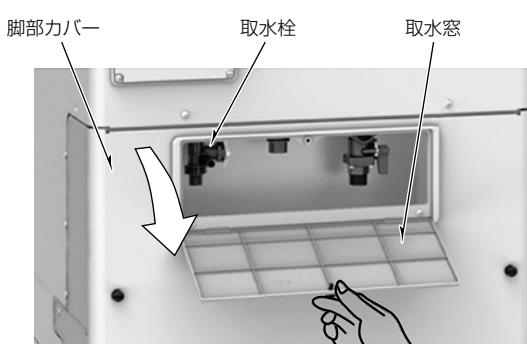


図8. 脚部カバーと取水窓

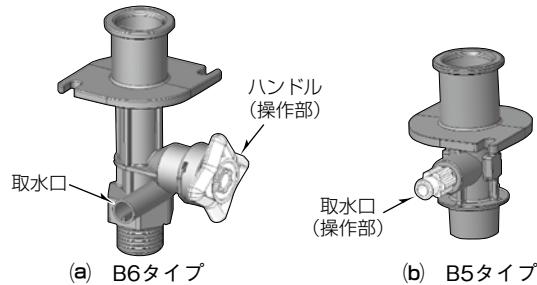


図9. 取水栓

#### (2) 取水栓

B6タイプの取水栓とB5タイプの取水栓を図9に示す。B5タイプは取水口を回して取水する構造であるため、取水時に手に湯水がかかる懸念があった。また、操作部が小さいため操作性が悪いという課題があった。B6タイプでは、取水栓の操作部をハンドル形状にすることで取水時の操作性を改善した。また、取水栓流路の最縮径部をΦ4.5mmからΦ7mmに拡大することで取水流量を増やし、バケツ1杯分(約10L)の取水時間を約50%短縮<sup>(注6)</sup>した。

(注6) SRT-W376(B6タイプ)とSRT-W375(B5タイプ)による比較。満水状態のタンクから非常用取水栓を開いて全開にし、10L吐水した時間を計測。吐水時間はSRT-W376(B6タイプ)：約2分50秒、SRT-W375(B5タイプ)：約5分45秒。

### 4. MyMU機能拡充による利便性向上

当社家電統合アプリMyMUは、現在、湯はりの遠隔操作機能や、天気予報に連動して昼間の余剰電力を活用する沸き上げ機能を搭載している。更なる利便性向上を図るため、今回のB6タイプの発売に合わせて、MyMUに外出先や宅内からキラリュキープPLUS(キラリュ入浴)の遠隔操作機能を搭載した。また、冬期の凍結予防対策を案内するアプリケーション内のお知らせを追加した。

また、B6タイプでは、無線LANアダプタ付きリモコンも開発し、ユーザーがMyMUをより導入しやすい製品づくりも実施した。

### 5. む す び

B6タイプでは、多様化するユーザーニーズに対応するためキラリュキープPLUS、パカッとハンドルの新機能を開発し、MyMUの機能拡充を行った。今後も省エネルギー性に加えて、暮らしのニーズに合わせた機能の開発に取り組んでいく。

#### 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, 三菱電機技術報, 94, No.10, 582~585 (2020)
- (2) 公益社団法人 におい・かおり環境協会:ハンドブック悪臭防止法, ぎょうせい, 430 (2004)
- (3) 松永 聰:日常生活における洗濯衣料の部屋干し臭とその抑制, におい・かおり環境学会誌, 36, No.2, 82~89 (2005)

## “中だけひろびろ大容量”，新しい選べる 2形態冷蔵庫“MZシリーズ”“WZシリーズ”

Two New Forms Selectable Refrigerators, "MZ Series" and "WZ Series" with  
"Large Capacity and Spacious Inside"

剣持正勝\*  
Masakatsu Kemmotsu  
前田 剛\*  
Go Maeda

### 要 旨

三菱電機は，“家事を“ラクにムダなくおいしく””をコンセプトに，生活スタイルに合わせて真ん中の部屋が選べる2形態の冷蔵庫を提供し好評を得てきた。

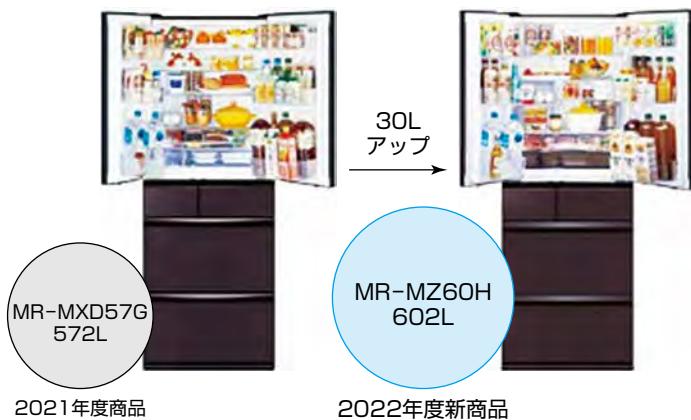
近年，コロナ禍による外出自粛や在宅勤務の増加で，家族での家事シェアが進んでおり，日頃冷蔵庫をあまり使わない人が冷蔵庫を使う機会が増えている。また，まとめ買いの増加で，冷蔵庫の大容量化が求められている。これらの環境変化に合わせて冷蔵庫を8年ぶりにフルモデルチェンジし“中だけひろびろ大容量”の真ん中の部屋が選べる新しい2形態冷蔵庫，野菜室が真ん中の“MZシリーズ”と冷凍室が真ん中の“WZシリーズ”を開発した。誰でも使いやすい冷蔵室の“中だけひろびろ大容量”を実現するために，充填性

を改善した新発泡ウレタンを開発することで，幅・奥行きはそのままに内容積を従来機種から30L拡大させた<sup>(注1)</sup>。さらに，製氷用の給水タンクを冷蔵室の床仕切りに埋める“埋めちゃっタンク”を復刻することで，“氷点下ストッカー”を全幅に広げて，収納容量を約1.4倍に拡大し冷蔵室をひろびろと使えるようにした。それに加えてMZシリーズとWZシリーズの部品共通化率を高めることで，開発効率も大幅に高めた。“中だけひろびろ大容量”的野菜室が真ん中のMZシリーズを2022年2月25日，冷凍室が真ん中のWZシリーズを2022年4月29日に発売した。

(注1) 2021年度商品MR-MXD57Gと2022年度新商品MR-MZ60Hの比較

### 誰でも使いやすい冷蔵室

## 中だけひろびろ大容量



### 野菜室が真ん中の MZシリーズ



MR-MZ60H

### 冷凍室が真ん中の WZシリーズ



MR-WZ61H

### “中だけひろびろ大容量”選べる2形態冷蔵庫“MZシリーズ”“WZシリーズ”

2022年2月25日発売の野菜室が真ん中のMZシリーズと2022年4月29日発売の冷凍室が真ん中のWZシリーズは，充填性を向上させた新発泡ウレタンを開発することで幅・奥行きはそのままに内容積を従来機種から拡大させた。

## 1. まえがき

当社は，“家事を“ラクにムダなくおいしく””をコンセプトに生活スタイルに合わせて真ん中の部屋が選べる2形態の冷蔵庫を提供し好評を得てきた。

近年のコロナ禍による外出自粛や在宅勤務の増加で、家族での家事シェアが進んでおり、日頃冷蔵庫をあまり使わない人が冷蔵庫を使う機会が増えるとともに、まとめ買いの増加で、冷蔵庫の大容量化への期待が以前よりも更に高まっている。これらの環境変化に合わせて冷蔵庫を8年ぶりにフルモデルチェンジし“中だけひろびろ大容量”的真ん中の部屋が選べる新しい2形態冷蔵庫、野菜室が真ん中のMZシリーズと冷凍室が真ん中のWZシリーズの開発を行った。使う人、置く場所、入れるものを見れば、誰でも使いやすい新しい冷蔵庫に仕上げることができた。

本稿では、MZ/WZシリーズ(以下“MZ/WZ”という。)の開発で実現した次の2点について述べる。

- (1) 製品価値の向上(“中だけひろびろ大容量”的実現)
- (2) 2形態冷蔵庫MZ/WZの開発での低投資体質の構築  
(部品共通化率を高めることによる開発効率向上及び開発費削減)

## 2. “中だけひろびろ大容量”的実現による 製品価値向上

### 2.1 幅・奥行きはそのままで、更なる大容量化

まとめ買いの増加で、冷蔵庫の大容量化が求められているが、冷蔵庫の設置スペースには限りがある。そのため、冷蔵庫の幅や奥行きはそのままに、従来機種よりも買物1回分相当の買物かご一つ分約30Lの内容積拡大を目指して、まとめ買いをサポートする。

しかしながら、内容積は断熱性能とのトレードオフの関係にあり、断熱性能を落とさずに内容積を拡大することが開発課題であった。

#### 2.1.1 断熱構造

冷蔵庫は図1に示すように外周を覆う銅金(ばんきん)部品(外箱)と、庫内を形成する樹脂部品(内箱)との間に断熱壁を設けて、庫外と庫内とを断熱して庫内を低温に保っている。この断熱壁は図2に示すように一般に発泡ウレタンと真空断熱材(Vacuum Insulation Panel: VIP)で構成されている。VIPは発泡ウレタンに対して約10倍の断熱性能を持つ高性能な断熱材であり、VIPが埋設されている部位の断熱性能には、発泡ウレタンの厚さが寄与する影響は小さい。そこで、VIP埋設部の発泡ウレタンの厚さを薄くで

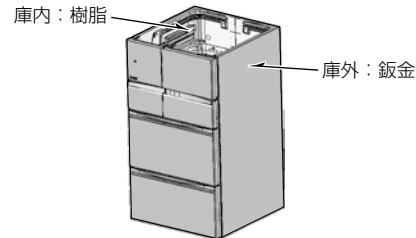


図1. 冷蔵庫の庫内外の構成

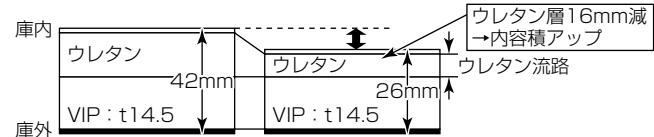


図2. 断熱構造

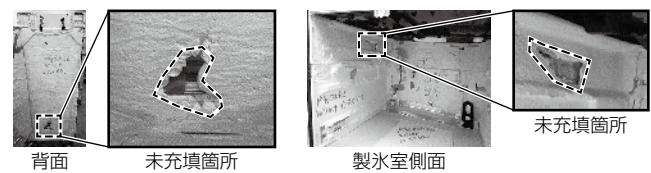


図3. ウレタン未充填箇所

されば、断熱性能を落とさずに断熱壁を薄くして、内容積を拡大することが可能である。しかし、狭い流路に発泡ウレタンを均一に流し込むことは難しく、従来の発泡ウレタンでは一部未充填箇所が発生した(図3)。そのため、狭い流路にも確実に充填が可能な新たな発泡ウレタンを開発することにした。

#### 2.1.2 新発泡ウレタンの開発

冷蔵庫に使用している発泡ウレタンは図4に示すようにイソシアネートとポリオールの2液を混ぜることで反応させ、液体から固体へ増粘し膨らみながら充填される。

新発泡ウレタンは狭い流路でも確実に充填できるように次のような開発方針の下、開発を行った。

低粘度で広がるように立ち上がりの反応を速くする(図4の①)。粘度が低い状態を長くするためにゲルタイム、タックフリータイムを遅らせる(図4の②)。

充填性を重視すると図5に示すように部品同士の接合部からウレタンが漏れやすくなるため、充填性とウレタン漏れのバランスを調整し、充填しやすく、漏れない新発泡ウレタンの開発を実現した。

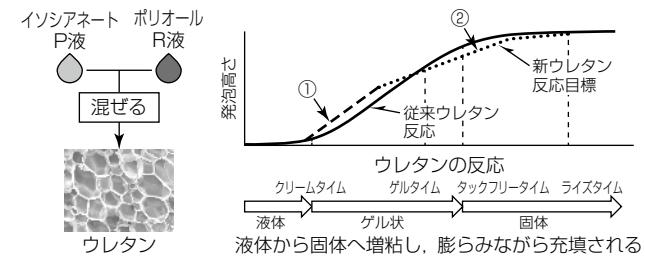


図4. 発泡ウレタン

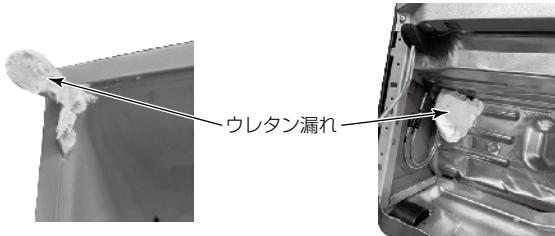


図5. ウレタン漏れ

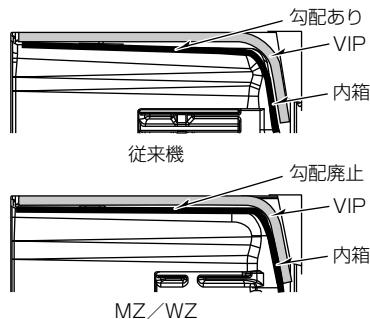


図6. ウレタン層薄化例と内箱天井勾配(断面図)

### 2.1.3 内容積拡大

この新発泡ウレタン開発によって図2に示すように側面壁のVIP埋没部のウレタン層を16mm薄くして庫内幅を拡大できた。さらに図6に示すように内箱の天井の勾配をなくすことなどを合わせて内容積を拡大し従来機種+30Lを実現した。

### 2.2 冷蔵室の使いやすさ向上

大容量化に伴う庫内幅拡大を生かして、使いやすさも一層向上させた。

当社は以前から冷蔵室の最下段に肉や魚を生のままおいしく長く保存ができる氷点下ストッカー<sup>(注2)</sup>を搭載している(図7)。このケースはとても便利と好評を得ている一方で、もっとスペースが欲しいという要望もあった。そのため、氷点下ストッカーを全幅に拡大し収納容量を増やすことで使いやすさを向上させることを目標とした。しかし、従来機種では、製氷用の給水タンクが氷点下ストッカーの横にあるため、氷点下ストッカーを全幅に拡大できない問題があった(図7)。

(注2) 氷点下なのに凍らない過冷却現象を応用した当社独自の技術。約-3~0℃で肉や魚を生のままおいしく長く保存ができる。

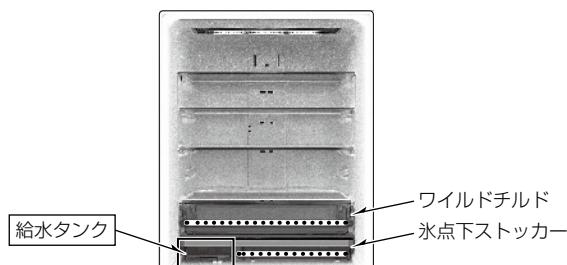


図7. 従来機種の冷蔵室レイアウト

### 2.2.1 埋めちゃっタンク

今回開発したMZ/WZでは給水タンクを氷点下ストッカーの横から移動させ、冷蔵室の床仕切りに埋める埋めちゃっタンクを採用することでこの問題を解決した。埋めちゃっタンクは1996年から三菱冷蔵庫に約15年間搭載し続けるほど好評を得ていた機能であった。しかし、当時の側面壁の厚さでは庫内スペースに余裕がなく、図8に示すように給水タンクの後方にしか製氷皿を配置できなかったため、製氷皿を取り外して洗えない問題があった。顧客の衛生面へのニーズの高まりを受けて、外して洗える製氷皿を優先し、やむなく埋めちゃっタンクを廃止することにした。

それに対して新たに開発したMZ/WZでは、側面壁の薄型化によって、内容積拡大とともに庫内の横幅にも寸法裕度を作り出すことができた。この裕度によって、給水タンクと製氷皿を横に配置できるスペースを生み出したが、そのまま単純に横に配置するだけでは給水タンク周囲の断熱性を考慮すると、給水タンクの必要容量1L<sup>(注3)</sup>を確保できなかった。そこで今回、給水タンク周囲の断熱壁の一部と、製氷室と瞬冷凍室の間の仕切りの断熱壁の一部を兼用することでこの問題を解決した(図9)。

(注3) 1回の給水で製氷ケースが一杯になる量

### 2.2.2 ワイド氷点下ストッカー

このように給水タンクを冷蔵室の床仕切りに移動し、ケースの横のスペースを空けることで氷点下ストッカーを

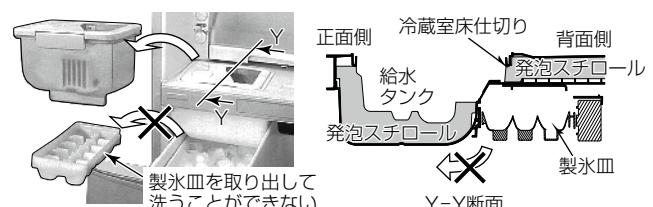


図8. 過去導入埋めちゃっタンク

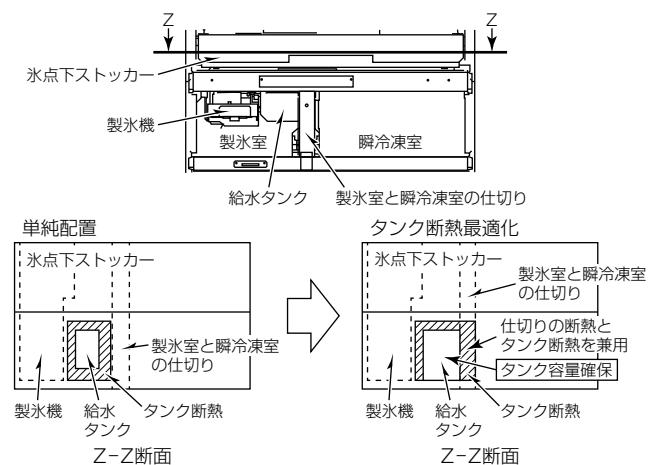


図9. 給水タンク外周断熱最適化

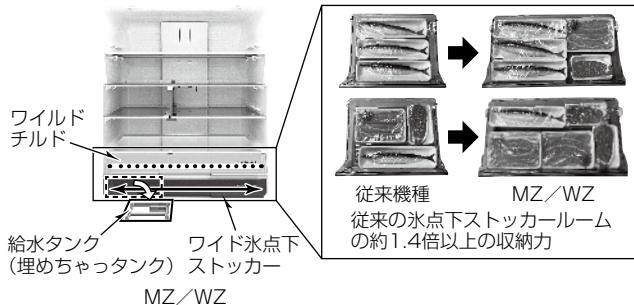


図10. MZ/WZワイド氷点下ストッカー

全幅にした“ワイド氷点下ストッカー”を実現し、従来の氷点下ストッカーと比較して約1.4倍の収納量にでき、冷蔵室の中をひろびろさせて使いやすさを向上させた(図10)。

### 3. 2形態冷蔵庫MZ/WZの開発での低投資体质の構築

#### 3.1 2形態冷蔵庫MZ/WZの部品共通化率向上

真ん中の部屋が違う冷蔵庫を2種類開発するということは機種構造差から機種ごとに専用部品が多数あるため、型費・開発費の投資が大きく、開発工数の増加等の問題があった。そのため、今回のMZ/WZの開発では機種間の部品共通化率を向上させることで、型費・開発費の投資を小さくして、開発工数の削減を目標とした。

今回開発のMZ/WZの冷蔵室、製氷室、瞬冷凍室の上半身は共通仕様にして、野菜室と冷凍室の下半身は収納物の違いから専用仕様にした(図11)。この仕様によって、冷蔵庫購入の際に真ん中の部屋の使いやすさの比較でMZ/WZのどちらが良いか選びやすくなれた。

MZ/WZの野菜室の高さ寸法を決めるのに欠かせないのが2Lペットボトルである。野菜室が上下どちらにあっても、その収納ニーズは高い。そこで、野菜室に2Lペットボトルを収納できるように野菜室と冷凍室の高さを調整し、野菜室と冷凍室の間の仕切り位置をMZとWZで異なる高さ(21mm差)にした(図12(a))。内箱をMZ/WZで共通にするためには、野菜室と冷凍室の間の仕切り位置を可変構造にする必要があった。

#### 3.2 野菜室と冷凍室の間の仕切り可変構造

仕切りを挟んで上下の部屋(野菜室と冷凍室)の温度帯が違うため、仕切り内の冷気を吹き出す形状が異なる。そのため、野菜室と冷凍室の間の仕切りはMZ/WZで専用部品になる。内箱を共通にするために図12(b)に示すように内箱の共通凹形状に対して、仕切りの立壁形状の付け方をMZは仕切りの断熱部より上に付けて、WZは断熱部の上と下に分ける構造にした。この構造によって仕切り位置を21mm変えられるようにした。

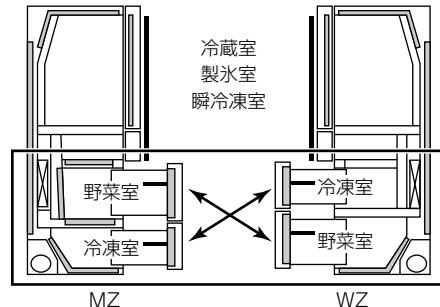
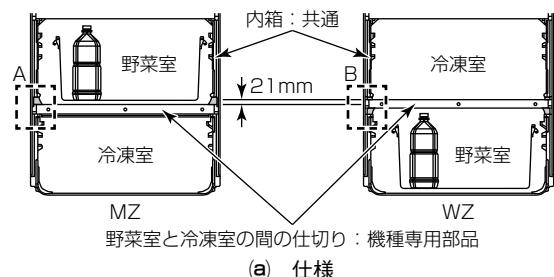
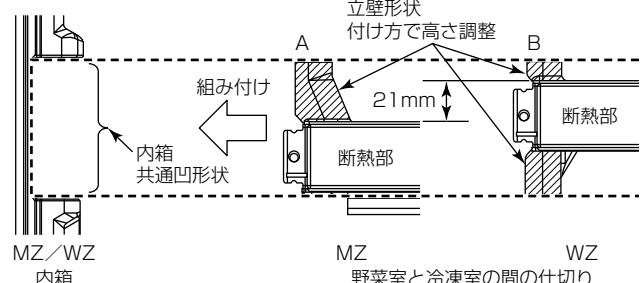


図11. MZ/WZの冷蔵庫仕様



(a) 仕様



(b) 拡大図(仕切り立壁形状)

図12. MZ/WZの野菜室と冷凍室

#### 3.3 部品共通化率向上の効果

冷蔵室、製氷室、瞬冷凍室の上半身を共通仕様にし、野菜室と冷凍室の間の仕切りの可変構造によって内箱もMZ/WZで共通にすることで、部品共通化率を80%以上に向上させた。このことによって、型費・開発費を削減し、開発効率も大幅に高めることができた。

### 4. むすび

今回、従来機種から30L内容積を拡大し、収納量を拡大したワイド氷点下ストッカーを搭載した“中だけひろびろ大容量”的真ん中の部屋が選べる2形態冷蔵庫MZ/WZを開発した。野菜室が真ん中のMZシリーズを2022年2月25日、冷凍室が真ん中のWZシリーズを2022年4月29日に発売した。

今後は、ラインアップを拡充し、冷蔵庫の使いこなしをアシストするアプリケーション機能を充実させることなどで、更に冷蔵庫の使いやすさを向上させていく。また、生活スタイルや暮らし方に合わせたより新しい冷蔵庫の開発を進めていく。

# 三菱電機ジャー炊飯器発売50周年記念モデル IHジャー炊飯器“本炭釜 紬(つむぎ)”

Mitsubishi Electric Rice Cooker 50th Anniversary Model IH Rice Cooker  
"Pure Carbon Pot TSUMUGI"

伊藤ちひろ\*  
Chihiro Ito  
町井健太†  
Kenta Machii  
高砂英之‡  
Hideyuki Takasago

### 要 旨

近年では、おいしいご飯が炊けるはもとより一人一人の生活に合わせた使いやすいジャー炊飯器が求められている。

三菱電機ジャー炊飯器発売50周年記念モデルのIH(Induction Heating)ジャー炊飯器“本炭釜 紬”は、長年培ってきたおいしさの技術と、常にユーザー目線で考えてきた使いやすさの技術を集結させた製品である。

かまどで炊いたような粒感のあるおいしいご飯を実現するためには、大火力で米を炊き上げることが重要である。この製品では、仕込み終了から沸騰までの平均電力を従来品NJ-AWB10形に比べて約23%増加して急速沸騰させ、さらに沸騰継続時も電力を維持して米に多くの熱を与えて炊飯する。火力を上げると吹きこぼれの抑制が課題になるが、吹きこぼれ泡の消泡を促進する“新・段付き内釜”と内

釜上部の空間容積を拡大する“スリム内蓋”によって課題を解決した。また、本体の断熱性を向上させる“新・エア断熱5層”によって、かまど炊きのような高温維持を実現した。

使いやすさを改善するため、スリム内蓋は単部品の凹凸の少ないシンプルな構造にすることで洗浄時の負荷を低減した。また、内釜を載置する本体のフレーム部品も凹凸の少ないフラットフレームを採用し、清掃性の改善を図った。

多様化するライフスタイルへの対応として、共働き等で家事に時間を割きにくい人向けの“まとめ炊き(冷凍用)”モードや、少人数世帯向けの“少量名人”モードなど豊富なメニューを搭載し、一人一人にぴったりのおいしさと使いやすさを提供する。



### 50年の技術を集結したIHジャー炊飯器“本炭釜 紬”NJ-BWD10形

1972年のジャー炊飯器の発売から50年。一貫して理想のご飯を追いかける熱い思いが生んだ“本炭釜 紬”。IHと相性が良い炭素材料(純度99.9%)を使用して作った本炭釜をベースに、独自構造の“新・八重全面加熱”“新・段付き内釜”を搭載して沸騰火力を更に強化するとともに、断熱性を一層高めた“新・エア断熱5層”を開発した。ご飯本来の粒感を出すために、かまどと同様あえて圧力をかけず、一粒一粒を大切に炊き上げる。

## 1. まえがき

三菱電機は、1972年に業界初<sup>(注1)</sup>のジャー炊飯器“ふた役さん”を発売して以来、1991年にかまど焼きの火加減を実現するためにインバータを搭載したIHジャー炊飯器、2006年に高級炊飯器の先駆けである“本炭釜”など、毎日の暮らしを豊かにするジャー炊飯器を世に送り出してきた。近年ではライフスタイルが多様化し、コロナ禍による在宅時間増加や清潔志向の高まり等によって、おいしいご飯が炊けるとともに一人一人の生活スタイルに合わせた使いやすいジャー炊飯器が求められている。

本稿では、三菱電機がジャー炊飯器の発売から50年の間に培ってきた炊飯技術の全てをつむいで作り上げた“本炭釜 紬”NJ-BWD10形の機能について述べる。

(注1) 1972年3月、当社調べ

## 2. 開発内容

### 2.1 おいしさの実現

三菱電機ではかまどで炊いたような、米粒の輪郭がしっかりして粒感があるご飯を目指して開発を進めてきた<sup>(1)</sup>。粒感のある状態、すなわち粒が崩れずに歯ごたえがある状態に炊き上げるには仕込み(予熱)終了から沸騰に至るまでの昇温速度を上げることが有効である<sup>(2)(3)</sup>。昇温が遅いと米粒の表層部が水中に溶出して組織がもろく崩れやすくなり、炊き上がったときに軟らかくべたついた米飯になる。

かまど焼きのような粒感のあるご飯を実現するため、新製品“本炭釜 紬”では仕込み終了から沸騰に至るまでの平均電力を従来品NJ-AWB10形に比べて約23%増加させることで昇温速度を上げた(図1)。それに加えて、IHコイル下部に備えたフェライトコアの配置を見直して、磁束分布を変化させることで加熱効率を向上させて急速沸騰を

図った。

沸騰が開始した後も新製品は電力を維持して加熱し、米に多くの熱を与えて沸騰状態を継続する。かまど焼き実態調査でも沸騰時の火力は非常に大きいことが明らかにされており<sup>(4)</sup>、過去の研究例には強火加熱で沸騰させて炊飯した方が弱火加熱よりも味覚テストで好まれるという報告がある<sup>(5)</sup>。つまり、沸騰継続時に微沸騰ではなく、しっかりとグツグツと沸騰するような多くの熱を与えて炊飯することがおいしさにつながる。

より火力を上げた反面、沸騰時の気泡発生に伴う吹きこぼれの抑制が課題になる。吹きこぼれとは、沸騰時におねば<sup>(注2)</sup>の泡が大量に発生して上昇することで、おねばが炊飯器本体の外側にあふれ出る現象である。

この課題に対して内釜形状の見直しを行い、内釜上部で外周方向へ一段広がる形状である“新・段付き内釜”とした(図2)。沸騰時に釜底で発生する泡は、おねばによって安



(a) 新製品(段付き内釜)



(b) 従来品(羽釜形状)

図2. 新製品(段付き内釜)と従来品(羽釜形状)

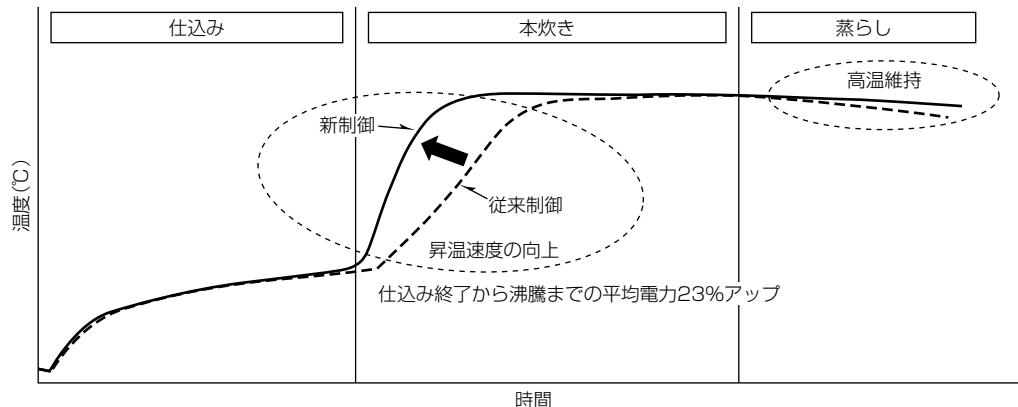


図1. 新製品(NJ-BWD10)の炊飯工程の模式図

定した液膜を保ったまま上昇していく。釜肌を伝って上昇した泡は段付き部に接した際、泡の形状変化によって消泡が促進されることで吹きこぼれを抑制できる(図3)。

さらに内蓋をシンプルな構造の“スリム内蓋”とし(図4)，従来品NJ-AWB10形に比べて内釜上部の空間容積を約17%増加することで従来よりも多量の泡発生を許容できるようになった。これら内釜と内蓋構造の見直しによって、沸騰時も高い電力を維持して加熱する連続沸騰炊飯制御が可能になった。

また、炊飯では炊き不足のないおいしい米飯を得るために、米の主成分であるデンプンを十分に糊化(こか)させる

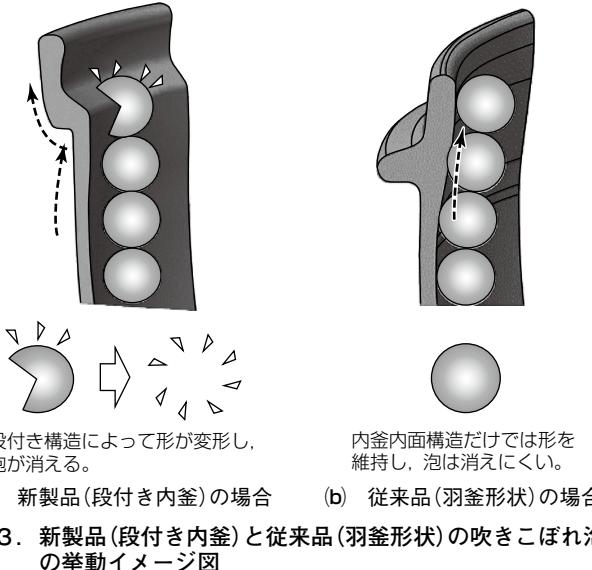


図3. 新製品(段付き内釜)と従来品(羽釜形状)の吹きこぼれ泡の挙動イメージ図



図4. 内蓋の比較

ことが最も重要である。米粒中心部のデンプンまで十分に糊化させるには、米飯の温度が98°C以上で約20分保持する必要がある<sup>(6)</sup>。一方で沸騰以後、釜内の水分は蒸発するとともに急速に米飯に吸収されるため、釜肌から釜内中央の米飯まで熱を伝えることが難しくなる。釜内中央の米飯の温度が低下した場合、温度低下を補うために火力を投入する必要が生じるが、釜内中央の米飯が適切な温度になるように釜を加熱すると釜肌近傍の米飯には過加熱になる。そのため、蒸らし工程では余熱による加熱が行われている。この蒸らし工程では米が余分に吸水した水分を放出して焼きしまるとも言われている<sup>(3)</sup>。かまどは非常に高い断熱性を持ち<sup>(4)</sup>、“98°C以上を約20分”や“蒸らし工程での余熱による焼きしめ”を満たすことで、おいしい炊き上がりになる。

新製品でも沸騰以後から蒸らし工程までかまど炊きのような高温維持を実現するため、断熱構造を見直した。新製品では断熱材を計3枚用いて本体側面の断熱層を構成している(図5)。3枚の断熱材の間にはそれぞれ空間を設けており、断熱材上部は製品を構成する樹脂部品で閉口しており、下部は本体デザインに沿って窄(すば)まり断熱材同士が密着するようにして閉口している。これによって、各断熱材間の空気層は独立した空気層になる。流動のない空気は熱伝導率が低く、高い断熱性能を持つ。元来断熱材として有用なメラミンフォームの断熱材3枚と独立した空気層2層による“新・エア断熱5層”を備えた新製品は、省スペースで高い断熱性能の実現に至った。

(注2) 炊飯中にご飯から溶出する粘り気のある汁のこと

## 2.2 使いやすさの実現

ジャー炊飯器はほぼ毎日使用する家電であり、使いやすさの向上のためには、使用後の手入れはできるだけ負担が少ない製品が望まれる。

2.1節で述べたスリム内蓋(図4)は、従来品にあったよ

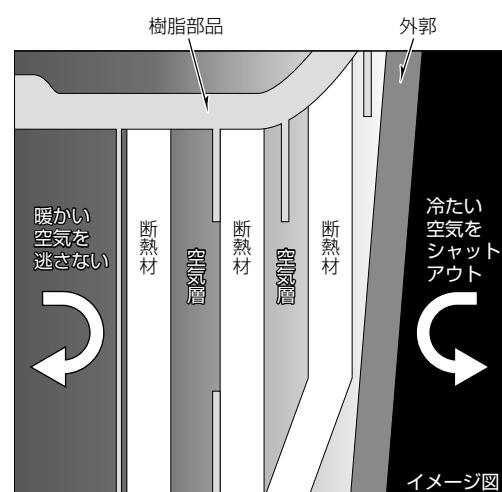


図5. 新・エア断熱5層



図7. 多様なライフスタイルに対応する豊富なメニュー



図6. フラットフレーム

うな複数部品で構成される構造とは異なり、単部品かつ無駄な凹凸を減らしたシンプルな構造にしたことで、2.1節で述べたおいしさの向上に寄与するだけでなく、手入れの負担も低減した。具体的には、従来品NJ-AWB10形では使用後の洗い物(手入れ部品)は、内釜1点と二重内蓋2点の合計3点であったが、新製品では内釜1点とスリム内蓋1点の合計2点だけにした。さらに内蓋を汚れがたまりにくく、洗いやすい構造にすることで洗浄時の負荷を低減した。

また、内釜を載置する本体のフレーム部品でも凹凸の少ないフラットフレームを採用し、清掃性の改善を図った(図6)。

### 3. 多様化するライフスタイルへの対応

新製品は、働く人から暮らす人まで多様化するライフスタイルに合わせて活用してもらうために様々な炊飯モードを搭載している。

例えば、共働きや育児等で家事に時間を割きにくい人へお勧めとなる“まとめ炊き(冷凍用)”モードである。一度に多量炊飯を行い冷凍保存することで家事の手間と時間を省く狙いがある。新製品では、従来品と比べて沸騰以後の高温維持を実現しており、再加熱時の米飯のおいしさとともに炊きたて時の食味の向上を図った。

朝食や帰りが遅くなった夜にとにかく早く炊飯したいときにお勧めとなるのが“お急ぎ”“うま早”モードである。最短時間で炊飯できる“お急ぎ”モードと、早さとおいしさを両立した“うま早”モードを備えて、その時々に合わせた炊飯を可能にした。

一人暮らしや少人数家族等、普段から2合以下の量で炊飯をする人にお勧めとなる“少量名人”モード<sup>(7)</sup>は、0.5合から2合の炊飯量を事前に設定して炊飯を開始し、いかなる合数の炊飯でもおいしい米飯を提供する。

ほかにも、美容や健康志向の人、お米にこだわる人にお勧めな“玄米”“長粒米”“銘柄芳潤炊き”等、多様化するライフスタイルに合わせた米飯の提供が可能になるよう多くの炊飯モードを備えた(図7)。

### 4. む す び

ユーザーニーズの多様化も進んでいるが、日本人の主食はご飯であり、今後も日本人の食生活にとってご飯が重要なものであることは変わりないと予想される。様々なライフスタイルの変化に対応しつつ、三菱電機はおいしいご飯を提供し続ける。

### 参 考 文 献

- (1) 荒津百合子, ほか: IHジャー炊飯器“本炭釜KAMADO”の進化, 三菱電機技報, 90, No.10, 557~559 (2016)
- (2) 松永勝子, ほか: 炊飯過程における糊化度について, 日本食品工業学会誌, 32, No.11, 797~803 (1985)
- (3) 今中鏡子, ほか: 炊飯米の形態学的研究-加熱過程の差, 品種による差, 炊飯量の差における炊飯米粒組織の観察, 広島文化短期大学紀要, No.39, 7~25 (2006)
- (4) 伊藤ちひろ, ほか: IHジャー炊飯器“本炭釜KAMADO”, 三菱電機技報, 89, No.10, 545~548 (2015)
- (5) 貝沼やす子: 沸騰継続中の火力の強弱が炊飯に及ぼす影響について, 家政学雑誌, 28, No.3, 194~201 (1977)
- (6) 関 千恵子, ほか: 炊飯条件としての沸騰継続時間, 家政学雑誌, 37, No.2, 93~99 (1986)
- (7) 逸見憲一, ほか: 少量炊飯のおいしさ向上技術, 三菱電機技報, 93, No.10, 591~594 (2019)