



三菱電機技報

10

2023

Vol.97 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.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
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 Tomohiko Kasai
	河西智彦	
巻頭論文		
	100年を生きるライフソリューションの最新技術	State-of-the-art Technologies for Life Solutions in the 100-year
	星崎潤一郎	Junichiro Hoshizaki
	“エモコテック”搭載のルームエアコン	Room Air Conditioner with "emoco-tech"
	廣崎弘志	Hiroshi Hirosaki
	空調LCSを実現するクラウド型支援ツール “MELく～るLINK”	Cloud-based Support Tool for Air-conditioning Lifecycle Solutions
	坂口弘晃・石垣充博・伊藤彰広	Hiroaki Sakaguchi, Mitsuhiro Ishigaki, Akihiro Ito
	家電製品を活用した高齢者見守りサービス “MeAMOR”と“MyMU”の拡張	New Home Solution Service "MeAMOR" for Elderly Using Home Appliance and "MyMU" Expansion
	篠崎秀一	Hidekazu Shinozaki
	IoT機能“調理アシスタント”を搭載した 三菱IHクッキングヒーター“レンジグリルIH”	Mitsubishi IH Cooking Heater Equipped with IoT Cooking Assistant
	平井正人・本江兼捷・伊藤大聡・三木智子・高橋理佳	Masato Hirai, Kensho Motoe, Hiroaki Ito, Satoko Miki, Rika Takahashi
	特殊環境対応LED照明器具	LED Lighting for Highly Deterioration Environment
	水野康太・新井達也・樋口暁紀・天羽裕史・山内 豪	Kota Mizuno, Tatsuya Arai, Akinori Higuchi, Yuji Amou, Tsuyoshi Yamauchi

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”をご紹介します。

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



河西智彦 Tomohiko Kasai

執行役員 ライフBA ライフBA戦略室 副室長

Corporate Executive Deputy Senior General Manager, Strategic Planning Office, Life Business Area

パンデミックからの復興が進む中、地政学リスクや景気後退リスク、環境問題などの社会問題が深刻化しています。また、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)達成などの社会課題への取り組みが求められています。

三菱電機は、サステナビリティの実現を経営の根幹に据えて、事業を通じた社会課題解決に貢献するため、注力する5つの課題領域(カーボンニュートラル、サーキュラーエコノミー、安心・安全、インクルージョン、ウェルビーイング)を明確化し、循環型デジタル・エンジニアリング企業へと変革を目指しています。

リビング・デジタルメディア事業本部はサステナビリティ経営の実現のため、ビルシステム事業本部とともにライフビジネスエリア(ライフBA)の下、あらゆる生活空間で、快適で安全・安心な環境を創造するソリューションプロバイダになることを掲げました。

この特集号は、ビルシステム事業の保守・運用管理と連携したリビング・デジタルメディア事業の空調冷熱システムソリューションに加えて、リビング・デジタルメディア事業のビジョン“働く人から暮らす人まで、誰もが自分らしい100年を生きるライフソリューション”の実現に向けたIoT(Internet of Things)、AI技術を活用した製品・サービス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) 空調LCS(ライフサイクルソリューション)を実現するクラウド型支援ツール“MELく～るLINK”

業務用空調の保守・運用管理に多くのノウハウを持っている三菱電機ビルソリューションズ(株)とともに、空調冷熱システムソリューションとしてクラウドを活用した“遠隔情報提供サービス”である“MELく～るLINK”を開発しました。メール通知やWebブラウザの専用ページで異常をお知らせする“異常発報機能”、運転状況を確認できる“運転データ閲覧機能”、フロン排出抑制法に係る常時監視システムの“冷媒漏えい診断機能”など保守・運用管理の省人化・省力化の支援をしていきます。

(2) 家電製品を活用した高齢者見守りサービス“MeAMOR”と当社家電統合アプリ“MyMU(マイエムユー)”の拡張

高齢化率の上昇が続く国内の高齢化社会で、一人暮らしの高齢の親などの見守りを想定した高齢者見守りサービス“MeAMOR(ミアモール)”を開発しました。MeAMORは、新たなサブスクリプションサービスとしてルームエアコンや冷蔵庫などの当社家電製品を活用し、離れて暮らす家族が一人暮らしの高齢の親などを家電製品の使用状況や室内温度などを通じて把握し、見守ることができる高齢者見守りサービスです。今後、対応製品やサービスの拡充など安心見守りソリューションを積極的に展開し、高齢化社会の課題解決に貢献します。

(3) “エモコテック”搭載のルームエアコン

身体的・精神的・社会的に満たされることを指す概念“ウェルビーイング(Well-being)”を実現する製品、サービスが注目されています。2023年発売のルームエアコン“霧ヶ峰”は、非接触で高精度に人の脈を計測・解析し感情を推定する世界初^(注1)のバイタルセンサー“エモコアイ”と従来赤外線センサー“ムーブアイ mirA.I.+ (ミライプラス)”を組み合わせ、これまでの快適性と省エネルギー性の両立に加えて、気持ちに合わせて空気を整える世界初^(注2)の空調“エモコテック”を実現しました。生活シーンごとの気持ちに合わせて、室温や体感温度、気流などを自動調整し、くつろぎやすい室内環境を整えるなど快適性を向上させ、ウェルビーイングの実現に貢献していきます。

(注1) 2022年9月6日現在、当社調べ。電子機器センサーの分野で。

(注2) 空調機器で。室内にいる人の脈を非接触で計測することで、脈から人の感情を推定し、温度や気流を制御する技術。2023年2月17日発売。当社調べ。

100年を生きるライフソリューションの最新技術

State-of-the-art Technologies for Life Solutions in the 100-year



星崎潤一郎*
Junichiro Hoshizaki

*住環境研究開発センター長

要 旨

三菱電機は、持続可能な社会への貢献として、ライフビジネスエリアの事業を通じたエネルギーマネジメントやヒートポンプ技術等による社会の脱炭素化、保守・運用やりサイクル分野の技術革新を通じた循環型社会の構築を目指している。

あらゆる生活空間で、快適で安全・安心な環境を創造するソリューションプロバイダになり、IoT(Internet of Things)を活用したセンサー技術を駆使してリアルタイムに生活環境や人の情報を取り込んで、空調・家電・住設機器の運転を最適化して、カーボンニュートラル、安心・安全、ウェルビーイング、ビルシステム等の省力化・効率化を実現していく。

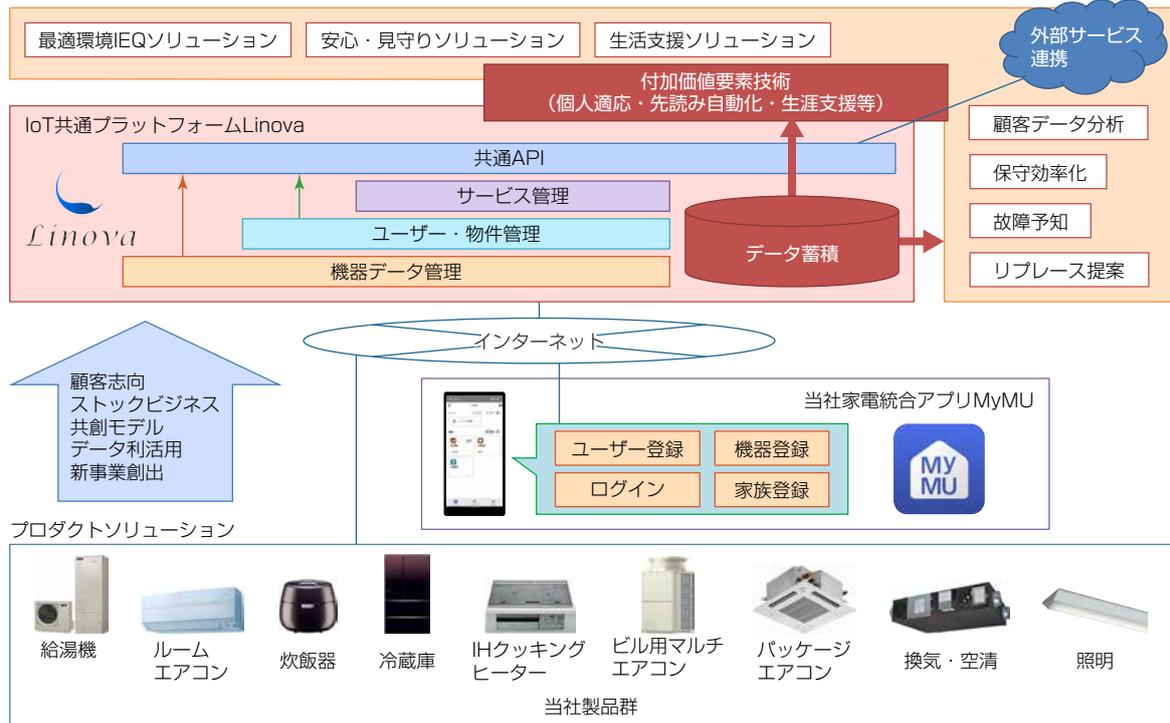
1. ま え が き

高齢化社会の進展や共働き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いる。また近年、身体的・精神的・社会的に満たされることを指す概念“ウェルビーイング”を実現する製品、サービスが注目されており、当社では、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として、IoT基盤、最適環境IEQ(Indoor Environmental Quality)、安心・見守り、生活支援のそれぞれの領域に対して様々なソリューション型サービスと家電機器、設備機器を提供している。

本稿では、当社ライフソリューションを実現するための最新機器と、クラウド接続された機器で実現するサービス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”と当社家電統合アプリ“MyMU”

IoT時代のソリューション実現に向けて、当社は各種IoT機種をグローバルで管理可能なIoT共通プラットフォーム“Linova(リノバ)”を開発し、運用を開始している。Linovaに接続された機器同士やクラウド間の連携によって、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年に稼働以降IoT家電を中心に接続される製品ラインアップを増やしており、2020年11月に公開した様々なソリューションをスマートフォンアプリとして提供する当社家電統合アプリ“MyMU(マイエムユー)”によって、複数の家電機器やセンサーが連携する新しい機能を提案している(図1)。現在では複数の機器をまとめて操作する一括操作などを“シーン”として登録可能であり、“シーン”と個別機器操作を“スケジュール”として予約可能になっている。このように利用者が自身の生活パターンに合わせた機器連携を設定可能にして、利用者の生活をより快適にする様々なソリューション型サービスを実現している。



API : Application Programming Interface, IH : Induction Heating

図1. IoT共通プラットフォームLinovaと当社製品・ソリューション構成

3. 最適環境IEQソリューション

居住空間向けについては、新しい生活様式の浸透によってリビングはくつろぐ場所だけではなく、在宅ワークをする場所としても利用されるなど居住空間の使用用途が多様化している。そこで使用される空調機器は、これまでの室温や体感温度、気流などの自動調整によって空間の快適性を高めることに加えて、リラックスしたいときや集中したいときなど、様々な生活シーンでの最適な環境の提供といった新たなニーズに対応する必要性が出てきている。また、オフィスなどの非居住空間での空調や換気の設備機器は、これまでは室温や湿度を中心に室内環境を安定的に整えるインフラとして、働く人々の快適性を確保しながら、省エネルギー性を高める機能を提供してきているが、近年ではオフィスでの働き方も一変し、働く場所やシーンに応じて多様な空間価値が求められるようになってきた。これらの居住、非居住空間での新たなニーズに対応する当社の最新技術と製品・サービスについて述べる。

3.1 居住空間向け最適環境の提供

在宅勤務などの新しい働き方が“新しい生活様式”として定着しつつある中、ルームエアコンでは、身体的・精神的・社会的に満たされることを指す概念“ウェルビーイング”を実現する製品やサービスへの関心が高まっている。生活者のウェルビーイング実現に貢献するため、人の気持ちを測って空気を整える世界初^(注1)の空調“エモコテック”を2023年度モデルから搭載している。気持ちに合わせた新しい空調を実現するために、非接触で人の脈を計測・解析し、没入度など人の感情を推定する世界初^(注2)のバイタルセンサー“エモコアイ”を開発した。このセンサーは、ドップラー方式で脈を取得する計測部と、脈を解析するライブラリーを搭載した解析部を一つのチップ内に実装し、センサー単体で非接触に高精度な計測から分析や見える化まで必要な情報処理を行う。これによって、“没入度”“くつろぎ度”“眠気度”“疲労度”といった人の感情を推定し、推定結果を見える化したことでアプリケーション上で確認できる。従来の省エネルギーで快適な空調を進化させ、生活者シーンに合わせて空気で気持ちを整える空調“エモコテック”は、様々な生活シーンでの最適環境の提供を新たな技術で実現している(図2)。

また、自宅で過ごす時間が長くなり、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高まっている。当社は、当社のルームエアコンと連携して、快適性と省エネルギー性を両立した最適な換気運転を実現する“ロスナイセントラル換気システム〈スマートe-Floシステム対応〉”を発売した。当社のIoT共通プラットフォームLinova



図2. 感情に合わせた空調制御のイメージ

を介してクラウド上で連携(図3)するルームエアコンに搭載した赤外線センサー“ムーブアイ^(注3)”が検知した人数に応じて、ロスナイセントラル換気システムが自動で強運転に切り替わり換気風量を増やしてCO₂濃度を低減する。冷暖房運転時や室外の温度が基準値(18℃以下, 28℃以上)を超えたことをクラウドで判定すると、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^(注4))によって室内の温度や湿度を維持しながら素早く空気の入替えを行う。一方、春や秋などルームエアコンをあまり運転せず、室内外の温度差が小さい場合は、熱交換エレメントを迂回(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り替える。このようにルームエアコン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ため、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大約24%削減^(注5)し、省エネルギーで快適な空間づくりに貢献している。

- (注1) 空調機器で。室内にいる人の脈を非接触で計測することで、脈から人の感情を推定し、温度や airflow を制御する技術。2023年2月17日発売。当社調べ。
- (注2) 2022年9月6日現在、当社調べ。電子機器センサーの分野で。
- (注3) 2022年度以降機種：FZ, Zシリーズ, 2023年度以降機種：FD, ZD, VXV, HXVシリーズ, X, R, S, JXV, BXV, AXVシリーズ
- (注4) 第1種換気：給気も排気も機械換気(換気扇)で行う換気方式
- (注5) JIS C9612：2013の計算方法で東京での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150m³/h, 排気120m³/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、中間期かつ16～23℃のルームエアコン未使用時間帯で給気150m³/h, 排気120m³/hの熱交換換気から給気96m³/h, 排気120m³/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(試算値)

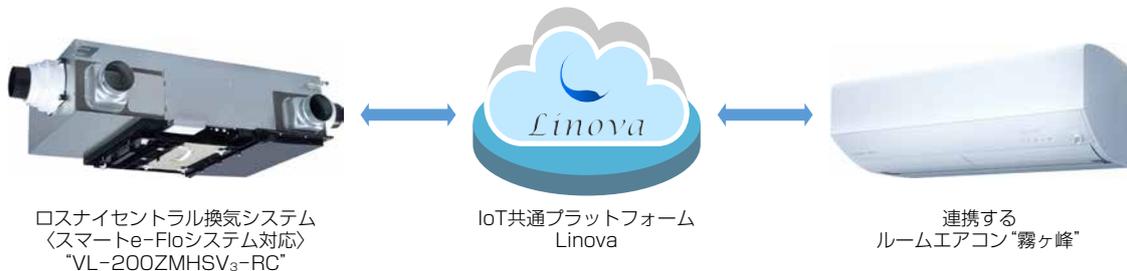


図3. ルームエアコンとロスナイセントラル換気システム(スマートe-Floシステム対応)の連携制御

3.2 非居住空間向け最適環境の提供

店舗や商業施設、事務所などの非居住空間では、利用者の安心・安全確保に向けた効率的な換気と同時に、室内空間の快適性維持も重要であり、空調と換気を両立して運転するニーズは、更に高まっていくことが想定される。当社はこうした社会ニーズに対応するため、CO₂センサー搭載ダクト用換気扇“機器連携タイプ”を発売し、当社店舗・事務所用パッケージエアコンとの連携運転や、当社ダクト用換気扇同士の連携運転を可能にしている(図4)。さらに、IoT技術を活用した換気機器の制御や機器連携によって、住宅から店舗、事務所まで様々な空間で、手間なく、室内環境に応じた効率的な換気と快適性の維持を両立させる換気機器の対応部材として、Wi-Fi^(注6)機能を搭載した“スマートスイッチ”と“環境センサー”を発売している(図5)。これらは当社のIoT共通プラットフォームLinovaと接続可能で、Linovaを介して、スマートフォンなどの携帯端末から換気機器を操作できるアプリケーション“換気Remote”に登録した換気機器の遠隔操作や、新たな“運転スケジュール設定機能”による運転時間の設定も可能にしている。これによって、室内空間の環境に応じた効率的な換気と快適性維持に貢献している。

(注6) Wi-Fiは、Wi-Fi Allianceの登録商標である。



図4. ダクト用換気扇とパッケージエアコンの連携イメージ



図5. 換気機器対応部材のスマートスイッチと環境センサー

3.3 業務用冷凍空調機器の遠隔保守サービス支援ツールの提供

2022年に改正されたフロン排出抑制法では、業務用冷凍空調機器の稼働状態を常時監視できるシステムが、従来の簡易点検を代替できる手法として位置付けられた。一方で、近年ビル管理業界では高齢化の進展に伴う労働力不足が深刻化しており、例えば“クラウドを活用した空調機器の遠隔監視”のようなIT化の推進による業務効率化が必須である。機器の修理点検等のビル管理業務の労働力不足の解決に向けて当社が提供する“MELく～るLINK”は、遠隔で空調機器を常時監視することによって機器の異常や変調を察知し、冷媒漏えいの状況等を自動で診断する情報提供サービスであり、先に述べた法改正に伴う“業務用冷凍空調機器の常時監視によるフロン類の漏えい検知システムガイドライン(JRA GL-17)”に対応している。

MELく～るLINKシステムは、遠隔監視用デバイス(MCC-50J)と、クラウドサーバーで構成される。冷媒漏えいの監視対象である業務用空調機器は、MCC-50Jと専用線で接続され、クラウドサーバーとは携帯電話網及びインターネット経由で接続し、顧客に冷媒漏えい診断サービス等を提供する(図6)。

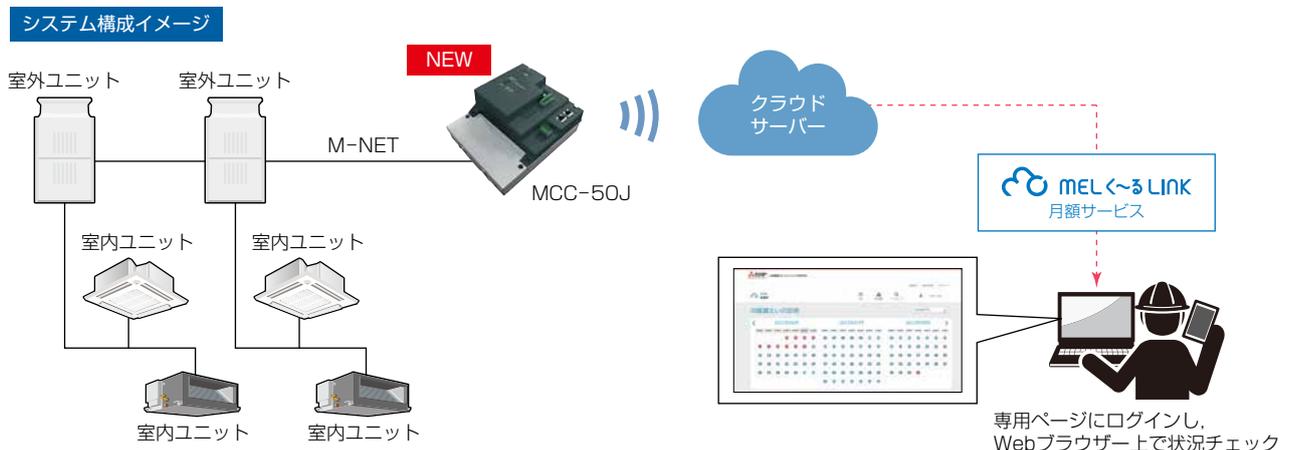


図6. MELく～るLINKシステム構成

このシステムは、制御・監視対象である空調機器システムに対して、追加(アドイン)で取り付けることができるため、運用を変えずに遠隔監視の機能を追加できる利点がある。またクラウドコンピューティング型のシステムであり、機能の拡張は、クラウド側で実施できる。これによって、現地装置の変更作業が不要になり、設置運営コストの低減につながる。

4. 安心・見守りソリューション

国内では、高齢化が急速に進んで、2025年には3人に1人が65歳以上になると予想され⁽¹⁾、一人暮らしの高齢者の増加傾向は今後も続くと想定される。こうした高齢化社会で、高齢の親などと離れて暮らす家族は、忙しい日常の中で頻繁に訪問できない場合も多く、安否を日々気にかけている。また、単身で自立した生活が可能な高齢者には、健康不安などから見守りサービスを求める人がいる一方で、監視されるような見守りサービスは避けたいという要求もある。今後、平均寿命の延伸に伴う個人の生活の質の低下を防ぐためには、健康増進、介護予防などによって、平均寿命と健康寿命の差を短縮することが重要になってくる。そのためには、高齢家族の日々の生活行動のちょっとした変化に気付き、離れて見守る家族からのアドバイスやサポートができる環境を整えていく必要がある。このような見守りに関する課題の解決のため、当社では、インターネットに接続された家電機器の日々の使用状況や、家電機器に搭載されたセンサー情報から、離れて暮らす家族がスマートフォンアプリで高齢家族の生活状況を確認できる高齢者見守りサービス“MeAMOR(ミアモール)”の提供を開始した。このサービスと、サービスを実現する当社の技術について述べる。

MeAMORは、一人暮らしの高齢の親などの見守りを想定した高齢者のプライバシーを守りながら“そっと”見守ることを目指したソリューション型サービスであり、さらに有料サービスとして提供するため、当社として初めてアプリ内課金(アプリケーション内のコンテンツや定期購入などに課金する仕組み)に対応した。MeAMORは当社のIoT共通プラットフォームであるLinovaと、Linovaと連携する家電統合アプリMyMUが持つ当社家電製品の操作情報や検知情報を活用した高齢者見守りサービスとして、2023年2月にMyMUバージョン3.4が提供するアプリケーションの一つとしてリリースした(図7、図8)。

今後も、連携するIoT家電の増加や他社サービスと連携した新たな機能・価値を検討し、見守り機能の充実化や新たな見守りサービスの提供を進めていく。



図7. MeAMORアプリケーショントップ画面イメージ

- ← 一目で分かるみまもりトピックス
- ← みまもり対象機器の操作から、くらしの状況を直感的に把握
- ← エアコンを設定している部屋の温度のみまもり
- ← 湯はりの作業状況のみまもり

ルームエアコンのセンサーで行動状況や部屋の室温環境を見守り



冷蔵庫ドアの開閉センサーで生活状況を見守り



給湯機のお湯の使用量や風呂の湯はりの利用状況で見守り



図8. 家電機器使用シーンでの見守りのイメージ

5. 生活支援ソリューション

近年の家電製品では家事の時短・省手間を実現する機能の搭載に加えて、多様化する消費者のライフスタイルに合わせた製品・サービスを提供している。特に食に関しては、おいしさへのこだわりや健康を重視する志向の強まりに伴い、個人の健康意識や体調に合わせた食を求めるといったウェルビーイング視点でのニーズが表れてきていること、さらには環

境意識の高まりから、食品廃棄の削減への貢献などサステナビリティ視点での価値を求められるようになってきている。インターネットに接続されるキッチン家電機器が増えることで、機器が備えるセンサーから得られる個々の調理情報や食事情報を把握でき、生活者データがクラウド上に蓄積して共有され、これらのデータは食生活での質の向上や健康向上のために活用される。さらにAI・IoT技術の進化によって家電製品から生活者の食の嗜好(しこう)などを読み解くことができるようになり、豊かな食生活をサポートしていくことが可能になる。

昨今、共働きが一般化し、家事に十分な時間が取れない家庭が増えている中、キッチン家電には日々の調理での負荷軽減が求められている。当社では、2020年12月に業界で初めて^(注7)“電子レンジ”機能を搭載した“レンジグリルIH”を発売し、調理の負荷軽減に貢献してきた。今回、更なる利便性向上を可能にするIoT機能“調理アシスタント”を搭載した“RE-322SXR”を発売した。当社の調査では、IHクッキングヒーターの機能を活用し、手軽に調理したいという声が多い一方で、操作が複雑と感じている人もいることが分かっている。操作に関する煩わしさを軽減するためにスマートスピーカーと連携してユーザーの調理を音声操作でアシストする“Touch&Voice UI”と、レシピに合わせて少ない手数で加熱設定が完了するスマートフォン用のアプリケーションを開発し、今までにない調理空間と調理体験を実現している(図9)。アプリケーションのレシピでは、ユーザーの読解と翻訳の負担を軽減するため、レシピ内にパラメーター送信ボタンを設けた。ユーザーは、ボタンを押すだけで、複雑に組み合わせられた熱源・火力・時間などのパラメーターをレンジグリルIHに設定できる。これらによって、読解・翻訳時の間違いを防ぐと同時に、火加減の難しいハンバーグ調理などにも気軽にチャレンジでき、調理での“新しい発見”や“できる喜び”を提供している。

(注7) 2020年12月1日現在、当社調べ 旧形名：RE-320SR, RE-220SR発売時、国内家庭用ビルトイン型IHクッキングヒーターで。

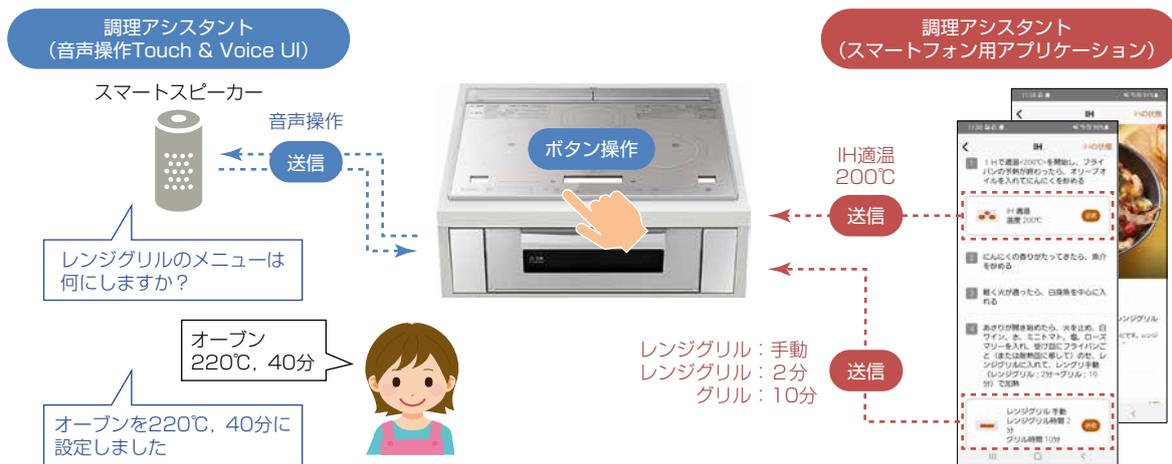


図9. IoT機能“調理アシスタント”搭載IHクッキングヒーターの使用イメージ

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。今後も当社は、人々の暮らしの変化に適応した家電・設備機器・サービスを駆使して一人一人の生活に寄り添うソリューションを提供し続け、社会課題の解決に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 厚生労働省：今後の高齢者人口の見通しについて
https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/dl/link1-1.pdf

“エモコテック”搭載のルームエアコン

Room Air Conditioner with "emoco-tech"

静岡製作所*

要旨

近年、大きく変化した健康に対する意識や、在宅勤務などの新しい働き方が“新しい生活様式”として定着しつつある中、身体的・精神的・社会的に満たされることを指す概念“ウェルビーイング”を実現する製品やサービスへの関心が高まっている。また、石油や天然ガスなどの価格上昇や地球温暖化の進行によって、脱炭素社会に貢献する製品が求められている。

ウェルビーイング実現に貢献するため、人の気持ちを測って空気を整える世界初^(注1)の空調“エモコテック”をルームエアコンに搭載した。また、脱炭素社会に貢献するため、独自の学習機能によって省エネルギーな立ち上がり運転制御機能を搭載し、起動時の電力量を削減した。さらに、暖房運転時の着霜量モニタリング方式を改善した。独自のデュアルオンデフロスト回路を改良し、霜取り中も最高50℃温風吹き出しを実現した。

(注1) 空調機器で。室内にいる人の脈を非接触で計測することで、脈から人の感情を推定し、温度や気流を制御する技術。2023年2月17日発売。三菱電機調べ。

1. ま え が き

近年、大きく変化した健康に対する意識や、在宅勤務などの新しい働き方が“新しい生活様式”として定着しつつある中、身体的・精神的・社会的に満たされることを指す概念ウェルビーイングを実現する製品やサービスへの関心が高まっている。また、石油や天然ガスなどの価格上昇による電気料金の値上がり傾向や地球温暖化の進行によって、省エネルギー意識が高まっており、ルームエアコンでも、省エネルギーで脱炭素社会に貢献する製品が求められている。その中で、寒冷地を中心にエネルギー効率の高いヒートポンプ式暖房に注目が集まっている。生活者のウェルビーイング実現に貢献するため、2023年度に発売した人の気持ちを測って空気を整える世界初の空調エモコテックをFZシリーズ/FDシリーズ/ZDシリーズに新搭載し、2023年度モデルから搭載しているZシリーズを加えて全4シリーズ計30機種に拡充した(図1)。また、省エネルギーで脱炭素社会に貢献するためFZシリーズ/Zシリーズに、独自の学習機能によって使用環境に合わせる省エネルギーな立ち上がり運転制御を新搭載し、起動時の電力量を削減した。さらに、エネルギー効率の高いヒートポンプ式暖房の快適性を向上させるためFZシリーズ/Zシリーズに暖房運転時の着霜量モニタリングを改善し、連続暖房運転時間を従来比約6.5倍に拡大する自動制御を実現した。さらに、FDシリーズ/ZDシリーズに、独自のデュアルオンデフロスト回路を改良し、霜取り中も最高50℃温風吹き出しを実現する制御を新搭載した。

人をもっと快適にできるはずだ。 emoco ^ tech

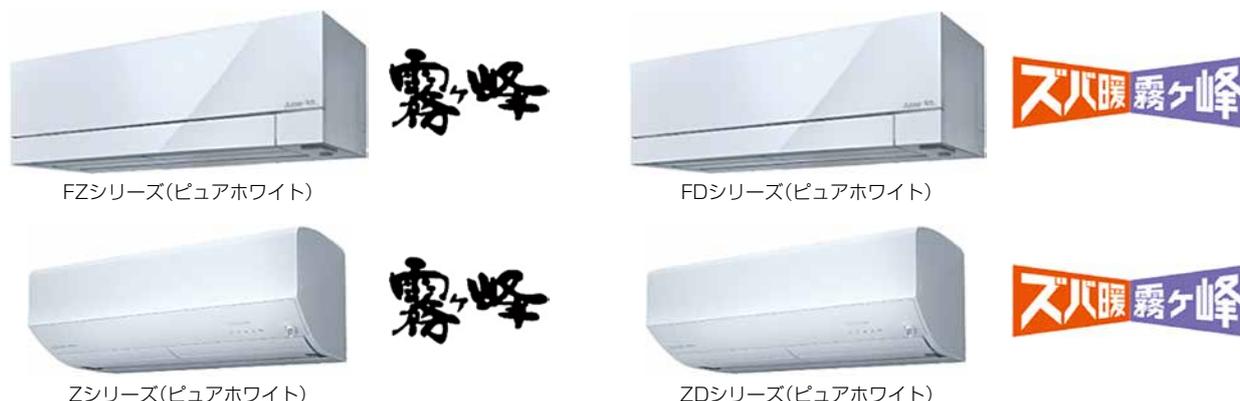


図1. エモコテック搭載機種シリーズ

2. 世界初のセンサー“エモコアイ”

2023年度Zシリーズでは、気持ちに合わせた新しい空調を実現するために、非接触で人の脈を計測・解析し、没入度など人の感情を推定する世界初^(注2)のセンサー、24GHzドップラーバイタルセンサー(以下“エモコアイ”という。)を富士通コンポーネント(株)、(株)カレアコーポレーションと共同で開発した。エモコアイは、在宅時間増加に伴う生産性の向上とメンタルケアの観点からも生活シーンに合わせて空気で気持ちを整える空調として“おまかせA.I.自動”を進化させた開発を行った。今回共同開発したエモコアイは、ドップラー方式で脈を取得する計測部と、脈を解析するライブラリーを搭載した解析部を一つのチップ内に実装し、センサー単体で非接触に高精度な計測から分析や見える化まで必要な情報処理を行う。これによって、計測した脈から、“没入度”“くつろぎ度”“眠気度”“疲労度”といった人の感情を推定し、推定結果を見える化したことでアプリケーション上で確認できる。

(注2) 2022年9月6日現在、当社調べ。電子機器センサーの分野で。

3. 空気でシーンに合わせて気持ちを整える空調エモコテック

2023年度Zシリーズは、2章に述べた新開発のエモコアイを組み込んで、以前からの省エネルギーで快適な空調を進化、生活者シーンに合わせて空気で気持ちを整える空調エモコテックを開発した。居住空間の用途多様化に対応するため、家族の団らんシーンなどでは“おまかせA.I.自動運転”で、“ムーブアイmirA.I.+”が温湿度などの空調制御をした後、エモコアイが在室者の脈を計測・解析し、快・不快の感情を推定する。図2に示すように、エモコアイがまだ不快と判断した場合は、くつろぎやすい空気を目指して、エアコンが気流を自動調整する。また、集中したいときには、リモコン操作で“フレッシュモード”に切り替えると、エモコアイがユーザーの脈を計測・分析し没入度を推定する。脳の活動量が低下していると判断すると、室温や気流などで、シャキッとしやすい空気を目指す。



図2. 感情に合わせた空調制御

4. 世界初の空調エモコテックを拡充

2023年度Zシリーズに導入した世界初の空調エモコテックを2024年度FZシリーズ/FDシリーズ/ZDシリーズに新搭載し、2023年度モデルから搭載しているZシリーズを加えて全4シリーズ計30機種に拡充した。エモコテックは、室温や人の温冷感などを検知し最適な空調を実現する赤外線センサームーブアイmirA.I.+と、非接触で人の脈を計測し、独自のアルゴリズムによって人の感情を推定するバイタルセンサーエモコアイを組み合わせた。以前からの省エネルギーで快適な空調に加えて、生活シーンごとの気持ちに合わせて空気を整える空調家族の団らんシーンなどではおまかせA.I.自動運転で、ムーブアイmirA.I.+が推定した温冷感を基に温湿度などの空調制御をした後、エモコアイが在室者の脈を計測・解析し、快・不快の感情を推定する。エモコアイがまだ不快と判断した場合は、くつろぎやすい空気を目指して、エアコンが気流を自動調整する。在宅勤務や学習シーンなどでは、リモコンのセレクトボタンで“フレッシュモード”に切り替えると、自動で室温を少し下げるとともに、エモコアイが在室者の脈を計測・解析し脳の活動量を推定し、脳の活動量が低下していると判断すると、シャキッとしやすい空気を目指して、エアコンが在室者に風を当てて覚醒を促す。

5. 独自の学習機能を加えて使用環境に合わせた省エネルギーな立ち上がり運転制御

2023年度FZシリーズ/Zシリーズでは、ルームエアコン起動から設定室温に早く到達し、かつ到達後に暖めすぎや冷やしすぎがない(オーバーシュート量が小さい)ことが、理想的な起動時の動作である。そのためには、従来のように固定値であった圧縮機回転数の変化量を、空調負荷条件に合わせて変化させることが重要である。図3に圧縮機回転数の制御値と室温の変動イメージを示す。起動から瞬時に設定室温まで到達することが理想的だが、現実にはエアコン起動時の能力の立ち上がりまでの時間や、部屋の熱容量の影響等で実現不可能である。現実としては図3のように、設定室温と現在室温の偏差に対して、圧縮機回転数の変化量が大きいと室温が振動し、快適性を損なう。一方、圧縮機回転数の変化量を小さくすると、先に述べたとおり室温の暖めすぎが発生する。どちらの場合も理想的な動きにはならず、無駄な消費電力が発生する。

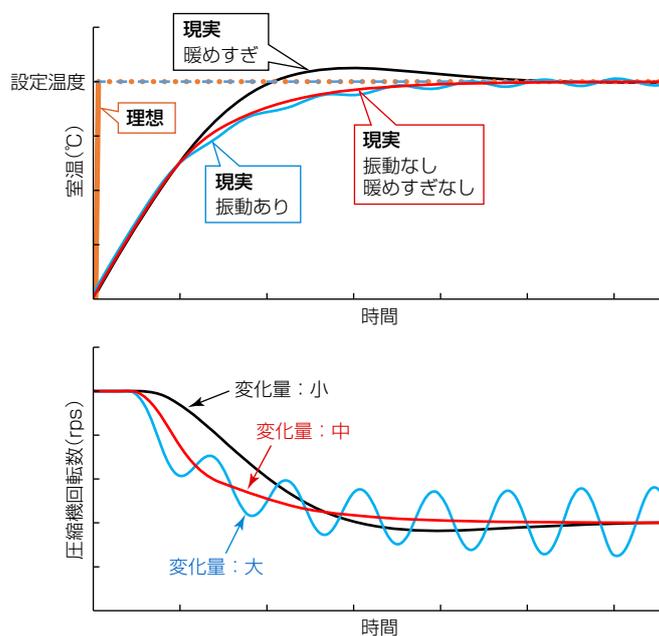


図3. 圧縮機回転数定数の影響イメージ

FZシリーズ/Zシリーズは、圧縮機回転数の変化量をエアコン自身が自動的にチューニングを行う。まず、エアコン起動から一定時間内の時々刻々の室温と圧縮機回転数のデータを、毎回エアコン内部に記録する。そのデータをエアコン自身が解析し、圧縮機回転数の変化による部屋の室温応答性を推定する。推定した室温応答性から、圧縮機回転数変化量をパラメータとして室温変動を予測し、設定室温到達時間を遅らせることなく、かつ暖めすぎ冷えすぎを抑えることができる。部屋にとって最適な圧縮機回転数の変化量を抽出する。これによって、従来は固定値であった圧縮機回転数の変化量に対して、無限にある室温応答性(住宅断熱性能)に適應する値にエアコン自身で変化させることができる。起動のたびに値は更新され、学習していくことでエアコン自身が快適性と省エネルギー性の改善を行う。

6. 着霜量モニタリングの改善で従来品比約6.5倍の連続暖房運転時間を実現

霜取り運転による室温低下は、快適性の悪化とその後の圧縮機回転数上昇による無駄な消費電力の発生を引き起こす。そのため不必要な霜取りを排除することで、霜取りによる消費電力の削減に取り組んだ。

従来は室外熱交換器の温度を基準として、霜取り実施の可否を判断していた。着霜が進行すると、室外熱交換器の外気との熱交換性能が低下するため、その温度は低下し、それを霜取りの判断材料にしていた。しかし、室外熱交換器は冷媒回路の一部であるため、圧縮機回転数の変動や電子膨張弁の開度等、着霜以外にもエアコンを構成する冷凍サイクルの運転状態によってその温度は変動する。そのため、室外熱交換器温度が低下していても、それが着霜によるものなのか、そ

の他の要因によるものなのかの区別を付けることが困難であり、着霜を検知する精度としては高くなかった。従来は品質面を考慮して、室外熱交温度がしきい値以下であれば一定時間経過すると霜取りを行っていたが、霜取り頻度を低下させるには、着霜状態をより正確に検出できる新たなアルゴリズムを開発する必要があった。

着霜状態を正確に検知するアルゴリズムを構築するに当たって、データ収集するために冬季の実地試験を3シーズンにわたって、北海道や東京等、全国14か所で実施した。そのデータに対して機械学習による分析を行い、着霜量推定に効果的な特徴量を抽出した。貢献度の高い物理量を霜取り実施要否の判断に反映させた当社独自の制御ロジックを開発することで、霜取り頻度の低下による快適性と省エネルギー性の両立を狙った。当社環境試験室で、開発したアルゴリズムを使用した場合の快適性と省エネルギー性を実測した。外気条件は朝や夜間での運転を想定し、東京の冬季の最低気温を模擬している。従来は最長90分に1回霜取りを行っており、霜取り中に室温が低下して、霜取り後の暖房復帰時に暖房能力が必要であったが、最大^(注3)10時間連続で暖房運転を行うことによって、無駄な消費電力を抑制できた。

(注3) 環境条件によって連続運転時間と霜取り時間は変更。

7. デュアルオンデフロスト回路の改良で霜取り運転中も最高50℃温風を実現

FDシリーズ/ZDシリーズに搭載の、当社独自のデュアルオンデフロスト回路を改良し、霜取り運転に使用した冷媒を暖房運転している側の熱交換器に合流させて再利用することで、外気から取り込む熱を増幅させて暖め続けることが可能になり、従来約46℃の霜取り中の最高吹き出し温度を約50℃に引き上げて、霜取り運転時の快適性が向上した。大容量圧縮機で外気から多くの熱を取り込むことで、霜取りに熱を使いながらも多くの熱を室内の暖房運転に使用でき、霜取り中も吹き出し温度を維持することで、室温を維持した。

8. むすび

近年のルームエアコンでは、ハードウェアでの省エネルギー技術は既に極限のレベルにまで達しており、大幅な削減は難しい状況にある。霧ヶ峰ではハードウェア技術での高い省エネルギー性に加えて“いつでも・どこでも・だれでも快適”の両立に向けて、独自の赤外線センサーとバイタルセンサーをコア技術としてソフトウェアでの省エネルギー技術の進化を続けている。

今回は、生活様式が変化した中、脱炭素社会に貢献するために寒冷地モデルにまでウェルビーイングの実現と省エネルギー性を実現した。

今後も霧ヶ峰では、ハードウェアによる要素技術の進化と、ソフトウェアでの制御技術の進化を融合させることで快適性と省エネルギー性の向上を目指していく。

空調LCSを実現するクラウド型 支援ツール“MELく～るLINK”

坂口弘晃*
Hiroaki Sakaguchi
石垣充博*
Mitsuhiro Ishigaki
伊藤彰広*
Akihiro Ito

Cloud-based Support Tool for Air-conditioning Lifecycle Solutions

*冷熱システム製作所

要 旨

昨今、製造業には持続可能な社会の実現への貢献が望まれている。特に業務用冷凍空調機器では、大気中に放出すると高い温室効果を引き起こすフロンが使われており、製品使用時のフロン類の漏えい防止が課題である。さらに、この機器の修理点検等のビル管理業務では、社会の高齢化に伴い、労働力不足が深刻化している。

三菱電機は、この課題を解決するため、遠隔で業務用冷凍空調機器を常時監視し、機器の異常や冷媒漏えいの状況等を自動で診断できる“MELく～るLINK”を開発し、ソリューション・サービスとして提供を始めた。順次、対象とする当社業務用冷凍空調機器を拡大していく。

将来に向けて、業務用冷凍空調機器だけでなく、ビル全体のエネルギーマネジメントや省エネルギー制御等を活用したソリューション・サービスを継続して提供することによって、事業を通じた社会課題の解決を推進していく。

1. ま え が き

2022年に改正されたフロン排出抑制法では、業務用冷凍空調機器の稼働状態を常時監視できるシステムが、従来の簡易点検を代替できる手法として位置付けられた。一方で、近年ビル管理業界では労働力不足が深刻化しており、例えば“クラウドを活用した業務用冷凍空調機器の遠隔監視”のようなIT化の推進による業務効率化が必須である。

当社が提供する“MELく～るLINK”は、遠隔で業務用冷凍空調機器を常時監視することによって機器の異常や変調を察知するとともに、冷媒漏えいの状況等を自動で診断する情報提供サービスである。このサービスは先に述べた法改正によって引用されている日本冷凍空調工業会(JRAIA)が2021年5月24日に制定した“JRA GL-17業務用冷凍空調機器の常時監視によるフロン類の漏えい検知システムガイドライン(以下“JRA GL-17”という。)”⁽¹⁾に適合している。

本稿では“MELく～るLINK”の特長について述べる。

2. 事業戦略、保守戦略、ビジネスモデル、連携

2.1 事業戦略(連携)

空調冷熱の市場で、メーカーは機器を販売することで収益を上げるビジネススタイル(=モノ売り)が主流である。当社でも、販売会社、代理店等を通じて市場に製品を販売している。販売後のアフターサービスは、機器を設置した工事会社や、設置物件を管理しているメンテナンス会社、メーカー系サービス会社等が行っているのが一般的で、機器を売る“モノ売り”と、サービスが切り離された体系になっていた。

モノ売りビジネスで、メーカーは“高品質、高性能、価値の高い商品を、いかに安く作るか”が使命であり、各メーカーともその実現に向けて日夜取り組んでいる。一方で、製品が成熟してきている近年の空調冷熱市場では、性能差も出しにくい。また部材価格の高騰や為替の変動など、コスト面でのリスクも高まっていることから、モノ売りで安定した収益を確保することへのハードルも高くなってきている。

そこで、近年では、複数の空調ユニットを連携させた最適な運転や、データの見える化など、クラウドサービスの商品を複合的に活用し、付加価値を高めて提案するスタイル(ソリューション)が加速してきている。これらのビジネスは、機器(モノ)ではなく、ソリューション等のサービス面(コト)を提供することから、“コト売り”と呼ばれている。

2.2 空調ライフサイクルソリューション

当社では、コト売りビジネスを推進するに当たって、空調ライフサイクルソリューション(以下“空調LCS”という。)^(注1)というコンセプトの下、製品のライフサイクルに関わる部門で連携した体制で定期的に協議を行いながら、ビジネスの構築を進めている。

(注1) 当社では、重点成長事業の一つとして空調冷熱システムを挙げており、主要施策で統合ソリューション(ライフサイクルソリューション)の提供を掲げている。住宅用から業務用まで幅広い領域の空間環境に対して、製品のライフサイクルを通して各種ソリューションを提供し、安心安全で快適な社会や脱炭素社会の実現への貢献を目指している。

2.3 保守サービス会社と連携した空調LCS

2.1節で業務用空調のサービスビジネスについて述べた。主にサービスに従事しているのは、現地で施工対応をする(ユーザーとつながりのある)設備工事店かメンテナンス会社、又は三菱電機ビルソリューションズ(株)や三菱電機システムサービス(株)といったメーカーサービス会社である。

過去から顧客とつながりつつサービスビジネスに対応しているこれらの会社(特に設備工事店)は、近年従業員の高齢化や、3.1節に述べるフロン排出抑制法による現地サービスの増加等で、人手不足を訴える会社が増えている。

そこで当社は、メーカーサービスとして多くのノウハウを持っている三菱電機ビルソリューションズ(株)と連携しながら、ソリューションアイテムとして、クラウドを活用した“遠隔情報提供サービス”である“MELく～るLINK”を開発した。メール通知やWebブラウザの専用ページで異常を知らせる“異常発報機能”，専門性の高い現地業者が現地に行かずに運転状況を確認できる“運転データ閲覧機能”，フロン排出抑制法に係る常時監視システムとしての“冷媒漏えい診断機能”の3点(図1)をリリースし、現地サービス(主にアフターサービス)の省力化に向けて支援をしていく。

今後、MELく～るLINKは、運転データを活用することでさらに省人・省力化につながるコンテンツの開発へとつながられるものと考えている。直近では、フロン排出抑制法の改正に合わせて“冷媒漏えい診断機能”の注目度が上がってきている。メンテナンスを行うサービス会社だけでなく、機器を管理するユーザーにもメリットがある機能である。

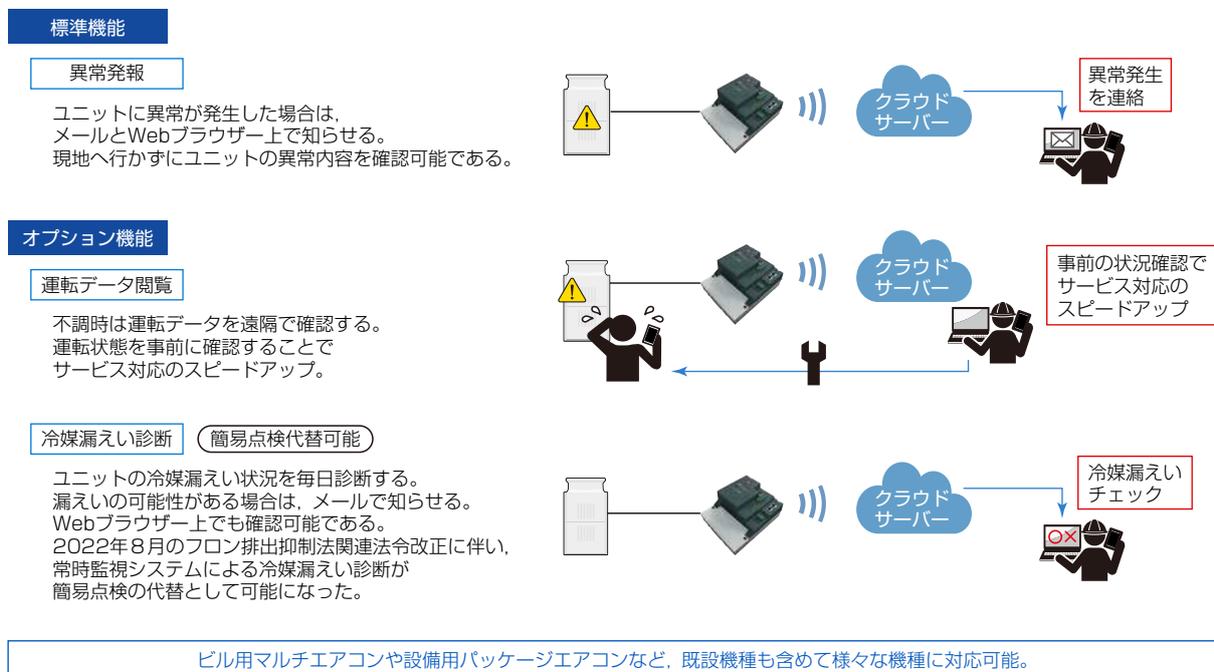


図1. MELく～るLINK機能

3. 冷媒漏えい診断技術とその背景

3.1 背景

フロン排出抑制法では、地球環境の保全を目的として、全ての第一種特定製品^(注2)に対して、3か月に1回以上の簡易点検^(注3)が義務付けられている。一方、労働人口の減少という社会情勢への対応策として、点検の省人化が求められている。このような社会課題への対応として、経済産業省／環境省によって、2022年8月22日、「第一種特定製品の管理者の判断の基準となるべき事項」(告示)改正が行われ、告示で要求されている基準を満たす常時監視システムを備えた第一種特定製品に対しては、簡易点検の代替になり得ることが法的に認められた。

なお、常時監視システムの性能要求としては、告示から引用されているJRA GL-17に定義されている⁽¹⁾。

(注2) フロン冷媒が使用されている業務用冷凍空調機器

(注3) 業務用冷凍空調機器の状態を目視などで確認する点検

3.2 冷媒漏えい診断技術

当社の常時監視システムの特長として、過去に発売した業務用冷凍空調機器についても、機器制御ソフトウェア変更などを行う必要がなく、冷媒温度や冷媒圧力、各種アクチュエーターの動作状況、制御モードなどといった詳細な運転データをクラウド上で収集可能な点が挙げられる。この収集した各種運転データをクラウド上に実装した診断アルゴリズムに適用することで、幅広い機種ラインアップに対してJRA GL-17で定められた性能要求^(注4)を満たす冷媒漏えい診断サービスを提供することが可能になった。ビル用マルチエアコンの標準機種からサービスをスタートし、クラウド側のプログラムを順次アップデートすることで、チラー、冷凍機などを含めた、更なる機種拡充を予定している^(注5)。

冷媒漏えいの診断には、JRA GL-17にも記載があるように、漏えいによる冷媒回路内の冷媒量減少による冷凍サイクル上の変化として、過冷却度の低下という特徴に着目した(図2)。クラウド上で業務用冷凍空調機器の過冷却度を定期的に確認し、低下の傾向を検知することで、冷媒漏えいの診断を行っている(図3)。

(注4) ビル用マルチエアコンに関しては、JIS B8616で定められた試験条件で、あらかじめ定められた冷媒量を基準として、冷媒量が30%減少するまでに、冷媒漏えいの判定が可能であること。

(注5) 2023年6月時点でのシステム設計を前提として記載している。今後、クラウド活用の検討を進める中でシステム設計を見直す可能性がある。

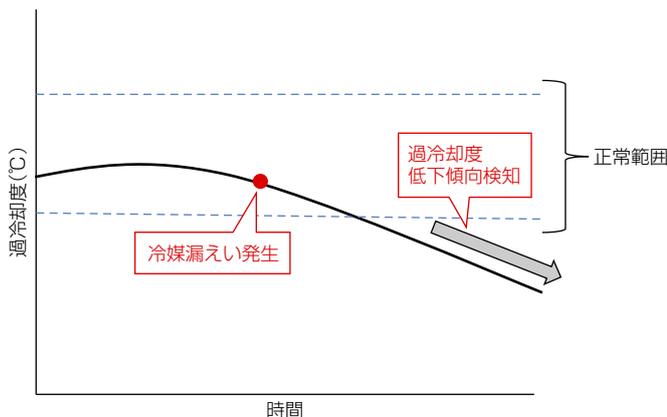


図2. 冷媒漏えい時の過冷却度の傾向



図3. 冷媒漏えいの診断結果画面

4. 製品システム構成，機能

4.1 全体構成

MELく～るLINKシステムは、遠隔監視用デバイス(MCC-50J, 以下“MCC”という。)と、クラウドサーバーで構成される。冷媒漏えいの監視対象である業務用冷凍空調機器は、MCCと専用線で接続される。MCCとクラウドサーバーは、携帯電話網及びインターネット経由で接続し、顧客に冷媒漏えい診断サービス等を提供する(図4)。

このシステムは、制御・監視対象である業務用冷凍空調機器システムに対して、追加(アドイン)で取り付けることができる。運用を変えずに、遠隔監視機能を追加できることが利点である。またこのシステムはクラウドコンピューティング型のシステムであり、機能の拡張は、クラウド側で実施できる。これによって、現地装置の変更作業が不要になり、設置運営コストの低減につながる。

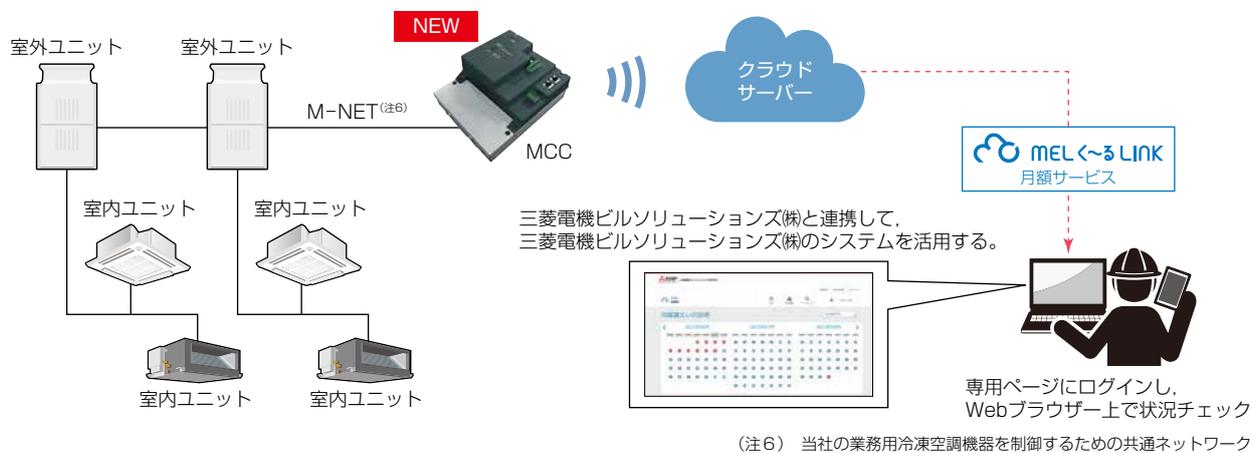


図4. MELく～るLINKシステム構成イメージ

4.2 MCC

MCCは、業務用冷凍空調機器と当社専用線で接続し、冷媒温度や冷媒圧力、各種アクチュエーターの動作状況、制御モードなどといった詳細な運転データを、定期的に収集する装置である。

MCCの特長の一つとして、不安定な通信に対応するデータのバックアップ機能が挙げられる。MCCは建屋内の制御盤内に設置される場合が多く、電波環境に関しては不利な環境条件になる場合がある。必ずしも安定した通信が確立されているわけではない。そこで、通信途絶時へのバックアップ設計を強固に実施し、リアルタイムでのデータのアップロードだけでなく、1日単位の集積データのアップロードと二重のバックアップ手法を設計し、搭載している。

また、MCCとクラウドサーバーの間では、AWS(Amazon Web Services)^(注7)で定義された認証システムを採用している。セキュリティーで保護されたTLS(Transport Layer Security)接続を介してX.509証明書を使用してAWS IoT(Internet of Things)に接続する。これによって、顧客の業務用冷凍空調機器の運転データを保護する。

(注7) AWS, Amazon Web Servicesは、Amazon Technologies, Inc.の登録商標である。

4.3 クラウドサーバー

クラウドサーバーは、AWS及び業務委託先会社のオンプレミスサーバーで構成し、顧客に冷媒漏えい診断サービスを提供する。クラウドサーバーでは、当社の業務用冷凍空調機器の異常をメールで通知、及び専用画面での異常履歴をWebで閲覧する機能(異常発報機能)、業務用冷凍空調機器の運転状況、冷媒温度、冷媒圧力等をWebで閲覧する機能(運転データ閲覧機能)、そして、業務用冷凍空調機器の冷媒漏えい状況を毎日確認し、漏えいの可能性がある場合はメールで通知、及びWebで閲覧する機能(冷媒漏えい診断機能)を持つ(図5)。



図5. MELく～るLINK画面例

メールでの通知にすることで顧客の気付きを促しつつ、Webでの閲覧サービスにすることによって、専用アプリケーションは不要でパソコン、スマートフォンなど、Webブラウザを活用できる端末であれば、サービスが利用可能になる。

また、3.1節に述べた告示改正に伴い、常時監視システムによる冷媒漏えい診断が簡易点検の代替手段として利用可能になっており、冷媒漏えい診断機能の利用によって、顧客で作成する点検記録簿の作成支援になる。

5. む す び

遠隔で業務用冷凍空調機器を常時監視し、冷媒漏えいの状況等を自動で診断する情報提供サービス“MELく～るLINK”の特長について述べた。

訴求力の高い、顧客に寄り添ったサービスの開発・展開を通して、ビル設備管理業務の工数削減を実現するとともに、業務用冷凍空調機器からの冷媒漏れを防止・早期発見によって温暖化抑制を推進する。

また、MELく～るLINKの機能拡張も視野に、日本国内の多くの顧客の省人化、省力化を実現するとともに、当社が掲げる空調LCSの醸成によって社会全体へのソリューション(課題解決)を目指していく。

参 考 文 献

- (1) 一般社団法人 日本冷凍空調工業会：JRA GL-17業務用冷凍空調機器の常時監視によるフロン類の漏えい検知システムガイドライン

家電製品を活用した高齢者見守りサービス “MeAMOR”と“MyMU”の拡張

New Home Solution Service "MeAMOR" for Elderly Using Home
Appliance and "MyMU" Expansion

*IoT・ライフソリューション新事業推進センター

要 旨

日本国内では高齢化率の上昇が続いて、65歳以上の一人暮らしも増加している。こうした実情を踏まえて、一人暮らしの高齢の親などの見守りを想定した高齢者見守りサービス“MeAMOR(ミアモール)”を開発した。

MeAMORは、高齢者のプライバシーを守りながら“そっと”見守ることを目指して、高齢者が日々使用している家電製品の操作情報や検知情報を活用した見守りサービスとして開発した。さらに、MeAMORを有料サービスとして提供するため、三菱電機として初めてアプリケーション内のコンテンツや定期購入などに課金する仕組み(以下“アプリ内課金”という。)に対応した。

1. ま え が き

内閣府“令和4年版高齢社会白書”⁽¹⁾によれば、国内の高齢化率は上昇を続けており、2021年の65歳以上の人口は、総人口に占める割合の28.9%になり、今後も更に上昇することが予想されている。また65歳以上の一人暮らしも増加しており、2020年で約671万人に達して、2040年には約896万人に達することが予想されている。

こうした高齢化社会で、一人暮らしの高齢の親などと離れて暮らす家族は、日々、安否を気にかけているものの頻繁には訪問できないといった実情を抱える場合が多い。また当社独自の調査結果^(注1)で、自立した生活が可能な高齢者の中には、フレイル(健康な状態と要介護状態の中間の段階)傾向や健康不安などから見守りサービスを求める人がいる一方で、監視されるような見守りサービスを敬遠したい人がいることを確認した。

このような背景を受けて、当社は、IoT(Internet of Things)ライフソリューションプラットフォームである“Linova(リノバ)”と、Linovaと連携する家電統合アプリ“MyMU(マイエムユー)”が持つ当社家電製品(以下“当社家電”という。)の操作情報や検知情報(以下“情報”という。)を活用した高齢者見守りサービスMeAMORを開発し、2023年2月にMyMUバージョン3.4が提供するアプリケーションの一つとしてリリースした。

MeAMORは、見守りを目的としたカメラなどの専用の機器や設備を必要とせず、高齢者が日々使用している当社家電の情報を活用した見守りサービスのため、高齢者のプライバシーを守りながら見守ることができる。また当社として初めてスマートフォンアプリでのサブスクリプションサービス(料金を支払うことで一定期間利用が可能なサービス)を実現するため、アプリ内課金に対応し、月額で定期購入してもらう自動更新型有料サービスとしてリリースした。

本稿では、MeAMORのシステム構成や主な機能概要、そしてアプリ内課金に対応したMyMUの拡張について述べる。

(注1) 調査対象者：一般ユーザー1,030名、調査期間：2022年1月、調査方法：インターネットリサーチ(Web調査)、調査結果：カメラで見張る感じがでないことが良い25%

2. MeAMORシステム構成

2.1 Linova及びMyMUと連携したMeAMORのシステム構成

Linova及びMyMUと連携したMeAMORのシステム構成を図1に示す。MeAMORは、MyMUが提供するアプリケーションの一つであり、スマートフォン上で操作や確認を行うアプリケーションと、各種制御や管理を行うクラウドで構成した。また一人暮らしの高齢者(以下“見守られる人”という。)が使用している当社家電の情報を、高齢者の家族(以下“見守る人”という。)が確認し、見守られる人の生活状況などを把握する見守りサービスのため、見守る人と見守られる人の双方にMyMU及びMeAMORを利用してもらう構成にした。また今後、有料サービスの拡充や当社システムとの連携な

などを想定し、アプリ内課金に関連した課金処理や課金情報、課金に伴う権限の管理(以下“課金処理”という。)は、共通基盤としてMyMUに構築し、MyMUクラウドは、Apple^(注2)及びGoogle^(注3)と連携した課金処理を行うとともに、先に述べた権限に応じた連携をMeAMORクラウドと行う構成にした。

(注2) Appleは、Apple Inc.の登録商標である。
 (注3) Googleは、Google LLCの登録商標である。

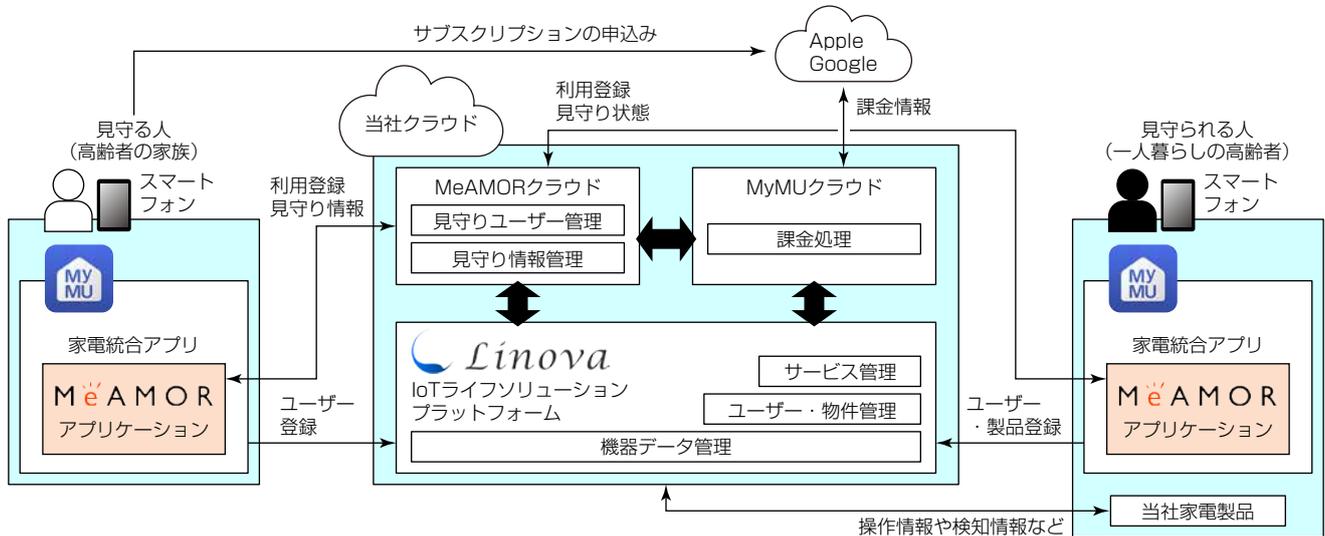


図1. MeAMORシステム構成

2.2 見守りを実現するための仕組み

MeAMORは、見守られる人が使用している当社家電の情報を、見守る人が確認する見守りサービスである。一方、MyMUは、当社家電を使用するユーザーと当社家電の情報が紐(ひも)づくように管理しているため、先に述べた構成のままでは、見守る人は、見守られる人が使用している当社家電の情報を確認できない。

そこでMeAMORでは、見守る人と見守られる人を紐づけるための“見守りユーザー管理”を構築した。MeAMORの利用開始時に、見守る人が発行した“招待”を見守られる人が“承認”した場合に双方を紐づける情報を生成し、“見守りユーザー管理”に格納する。以降、同紐づけ情報に基づいて、見守られる人が使用している当社家電の情報を見守る人が確認できるようにした。また見守りサービスとしては、見守られる人の過去の生活状況の確認も有益になると考えて、過去の当社家電の情報を即時に確認可能な“見守り情報管理”を構築した。この管理部では先に述べた紐づけ情報に基づいてLinovaから取得した、見守られる人が使用している当社家電の情報の管理及び蓄積を行い、過去1年分の生活状況の確認を可能にした。

3. MeAMORの見守り機能

3.1 MyMUの拡張“MyMU+”

MyMUは、これまで当社家電の制御などを主としたアプリケーションであり、MeAMORのような当社家電の情報などを活用したサービスや複数の家電を連携させたサービス(以下“ソリューション型サービス”という。)を提供する明示的な機能を持っていなかった。そこでソリューション型サービスを提供するための機能として“MyMU+(マイエムユープラス)”をMyMUバージョン3.4から搭載(図2(a))した。MyMU+に遷移後、利用可能なサービスを確認し(図2(b))、利用したいサービスの追加操作を行うことでサービスの利用を可能にした(図2(c))。MeAMORもMyMU+からサービスの追加を行い、利用する。



図2. MyMUの拡張MyMU+

3.2 MeAMOR対応製品と見守り情報

2023年2月にリリースしたMeAMORでは、MyMUで登録が可能な当世家電のうち、高齢者の日々の生活状況などを見守るといった観点を踏まえて、ルームエアコン(以下“エアコン”という。), 冷蔵庫, 給湯機の3製品に対応した。また、これら製品の各種情報のうち、表1に示した情報を見守り情報として活用した。

表1. MeAMOR対応製品と見守り情報

製品	活用情報	適用した見守り
エアコン ^(注4)	ムーブアイが部屋に人がいることを検知した結果	くらしのみまもりの“行動検知情報”
	検知した体感温度 ^(注7)	室温のみまもりの“室温情報”
冷蔵庫 ^(注5)	ドアの開閉回数	くらしのみまもりの“ドア開閉情報”
給湯機 ^(注6)	お湯の使用量 ^(注8)	くらしのみまもりの“お湯の使用情報”
	湯はり開始・完了情報	入浴のみまもりの“湯はり情報”

(注4) 2023年2月以降発売機種 Zシリーズ, X/JXVシリーズ, R/BXVシリーズ, S/AXVシリーズ
 (注5) 2021年以降発売機種 MR-MZシリーズ, MR-WZシリーズ, MR-WXDシリーズ, MR-MXDシリーズ
 (注6) 2018年以降発売機種 全シリーズ(給湯専用機種, コンパクトエコキュート, エコキュートライト, SRT-W304DMを除く)
 (注7) 人が感じる温度は、部屋の温度や湿度だけでなく、壁や床の温度(ふく射)、風の強さ、人の活動状況などにも影響されるため、それらを考慮して、人が肌で感じる感覚を表した温度
 (注8) 蛇口, シャワー, 風呂, 風呂の追いだし, 自動保温の全てが含まれ、42℃に換算した目安値

3.3 見守り機能

見守る人が利用する見守り機能は、主に“トップ画面”“お知らせ通知画面”“レポート画面”で構成した。

トップ画面(図3)は、この画面だけで見守りが可能なように、当日の生活状況などが把握可能な情報を集約した。また、見守られる人の生活感を表現するため、“くらしのみまもり”領域に当世家電の情報を24時間タイムラインで表示した。

お知らせ通知画面(図4)では日々の生活状況を定期的に確認するレポート通知や普段と違う傾向が発生した場合のみまもり通知を確認できる。また見守る人や見守られる人の生活パターンなどによって通知条件が異なることを想定し、通知条件の調整も可能な構成にした。さらにこれら通知はプッシュ通知で受け取ることもできる。

レポート画面(図5)ではトップ画面に表示した3種類のみまもり(“くらしのみまもり”“室温のみまもり”“入浴のみまもり”)の詳細情報や過去1年分の情報を確認できるため、見守られる人の生活の変化などの気付きにもつながる。

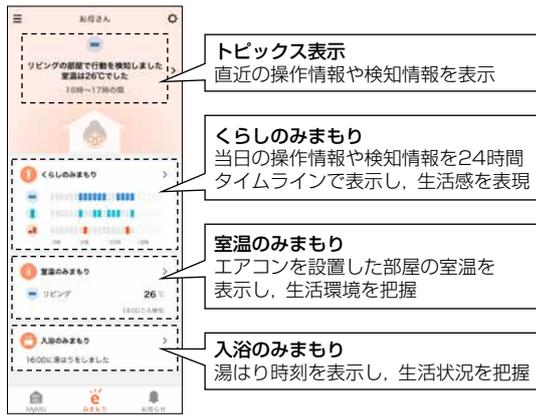


図3. トップ画面

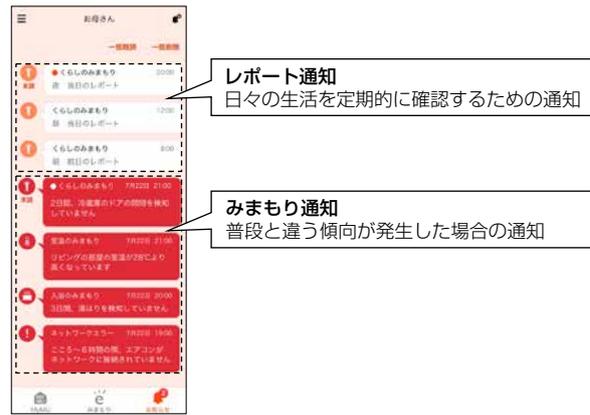
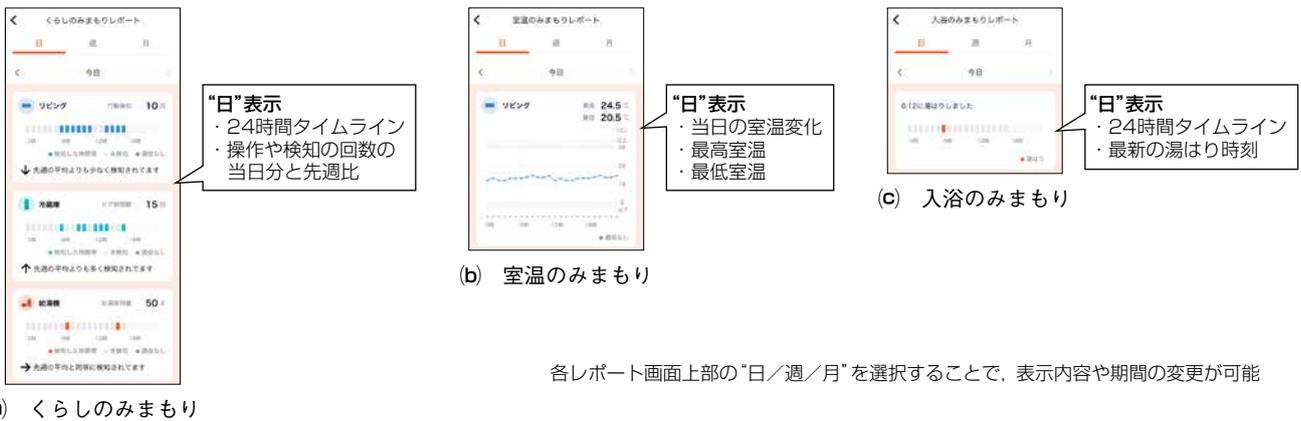


図4. お知らせ通知画面



(a) くらしのみまもり

(b) 室温のみまもり

(c) 入浴のみまもり

各レポート画面上部の“日/週/月”を選択することで、表示内容や期間の変更が可能

図5. レポート画面

4. アプリ内課金

4.1 アプリ内課金を実現するための仕組み

サブスクリプションサービスを実現するために対応したアプリ内課金の概略処理フローを図6に示す。アプリ内課金は、MyMUアプリケーションにApple及びGoogleから提供されるライブラリーを実装して実現した。ユーザーが利用開始前に提示された購入プラン(MeAMORなど)を選択すると、先に述べたライブラリーに則した購入及び決済処理に移行する。Apple又はGoogleでの決済処理完了後は、MyMUに登録されたユーザー情報と紐づけて課金情報及び権限の管理をMyMUクラウドで行う。MyMUアプリケーションやMeAMORなどのサービスは、MyMUクラウドで管理する権限と連携して機能提供有無の判断を行う。またサービスの利用開始後もMyMUクラウドは、Apple又はGoogleからの課金に関連した通知(以下“課金通知”という。)の受信、課金通知に基づく課金情報の確認と検証、管理している課金情報や権限の更新などの処理を行い、MyMUアプリケーションやMeAMORなどのサービスと連携して機能提供等を行う。

このように、アプリ内課金は、ユーザー操作が伴う購入プランの提供や選択をMyMUアプリケーションが担い、課金情報や権限の管理などを含めた課金処理をMyMUクラウドが担う構成にした。

4.2 アプリ内課金の検証

アプリ内課金の検証は、新規購入、無料期間、自動更新、保留(支払の問題)、解約など、様々なユースケースを想定する必要があり、Apple又はGoogleからの課金通知や課金情報などと連携する必要もあるため、Apple又はGoogleが提供する課金検証環境を活用して実施した。今回、初めてアプリ内課金に対応したが、先に述べた課金検証環境を活用し、様々なユースケースに対する検証を実施することで、市場性のあるアプリ内課金を構築できた。

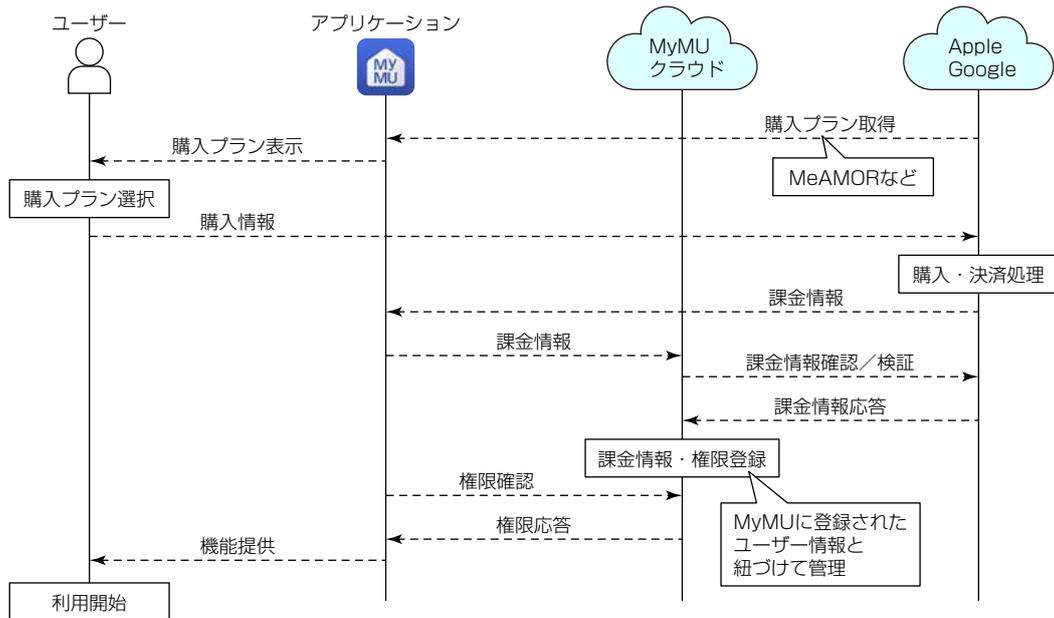


図6. アプリ内課金の概略処理フロー

5. む す び

国内の高齢化社会の実情と課題解決を目指して、当社家電の情報を活用した高齢者見守りサービスMeAMORを開発した。今後は、連携するIoT家電の増加や他社サービスと連携した新たな機能・価値を検討し、見守り機能の充実化や新たな見守りサービスの提供を目指すとともに、各種課題解決を目指した取組みを継続していく。

参 考 文 献

- (1) 内閣府：令和4年版高齢社会白書
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/04pdf_index.html



IoT機能“調理アシスタント”を搭載した三菱IHクッキングヒーター“レンジグリルIH”

Mitsubishi IH Cooking Heater Equipped with IoT Cooking Assistant

平井正人*
Masato Hirai
本江兼捷*
Kensho Motoe
伊藤大聡*
Hiroaki Ito

三木智子†
Satoko Miki
高橋理佳‡
Rika Takahashi

*三菱電機㈱ 統合デザイン研究所
†同社 IoT・ライフソリューション
新事業推進センター
‡三菱電機ホーム機器㈱

要 旨

“電子レンジ”機能を搭載した“レンジグリルIH”に、日々の調理作業の負荷軽減に貢献できるIoT(Internet of Things)機能“調理アシスタント”を搭載した“RE-322SXR”を開発した。

三菱電機のIoT共通プラットフォーム“Linova(リノバ)”を活用し、スマートスピーカー用の三菱電機独自の音声ユーザーインターフェース“Touch & Voice UI”の考え方を取り入れた音声操作と、三菱電機の共通スマートフォンアプリケーションプラットフォーム“MyMU(マイエムユー)”上で動作するIH(Induction Heating)クッキングヒーター操作支援アプリケーションをそれぞれ新たに開発することでIoT機能“調理アシスタント”を実現し、レンジグリルIHをより使いやすくして、更に高度な機能も容易に使いこなせるようにした。

1. ま え が き

昨今、共働きが一般化し、家事に十分な時間が取れない家庭が増えている中、キッチン家電には日々の調理での負荷軽減が求められている。

三菱電機では、2020年12月に業界で初めて(注1)電子レンジ機能を搭載したレンジグリルIHを発売し、調理の負荷軽減に貢献してきた(1)。そして今回、更なる利便性向上を可能にするIoT機能“調理アシスタント”(図1)を搭載したRE-322SXRを発売し、家庭での調理の負荷軽減に貢献する。

(注1) 2020年12月1日現在、三菱電機調べ 旧形名：RE-320SR、RE-220SR発売時、国内家庭用ビルトイン型IHクッキングヒーターで。



図1. 調理アシスタントの概要

2. IoT機能“調理アシスタント”の開発コンセプト

“裏方に徹する優秀な調理アシスタント”をコンセプトに“意匠性”“省力化”“発見”“できる喜び”の四つの切り口で筐体(きょうたい)や操作のデザインや技術開発を進めている(表1)。IHとレンジ、グリル、オーブンをスッキリと一体化した構造や、スマートスピーカーと連携してユーザーの調理を音声操作でアシストするTouch & Voice UI、レシピに合わせて少ない手数で加熱設定が完了するスマートフォン用のアプリケーション(三菱電機の共通スマートフォンアプリケー

ションプラットフォームMyMU上で動作するIHクッキングヒーター操作支援アプリケーション)を開発し、今までにない調理空間と調理体験を実現した。

表 1. 裏方に徹する優秀な調理アシスタントの四つのコンセプト

1. 意匠性	キッチンも調理機器もスッキリ
2. 省力化	機能を連携して動かして、1 言えば10分かってくれる優秀さ
3. 発見	調理機器から料理のレパートリーが増えるワクワク感
4. できる喜び	ユーザーの意志や主体性を尊重するさりげないアシスト

音声操作は、常にユーザーに寄り添って、必要なときに声をかけてくれる優秀な調理アシスタントのような振る舞いを目指して、音声操作の開始手順を明快にすることと音声の認識率を良くすることを意識して開発した。

スマートフォン用のアプリケーションでは、調理での“新しい発見”や“できる喜び”を“手間をかけず”に提供することを目指して、“レシピを忠実に再現する”ことと“いつもの調理がすぐにできる”ことの2点を意識して操作画面を開発した。

3. RE-322SXRの特徴

3.1 電子レンジ機能とレンジグリル機能を搭載したIHクッキングヒーター

レンジグリルIHには電子レンジ機能が搭載されており、AC200Vで動作するため、電子レンジ加熱とグリル加熱を同時に行うことが可能である(レンジグリル機能)。これによって食材を中と外から同時に加熱することで、短時間で仕上げることができる(図2)。また、庫内に光センサーを搭載し、食品の温度をきめ細かく測定して自動調理を行うため、例えば冷凍保存した食材も、解凍しながら中までしっかり火を通して、焼き上げまで手早く調理できる。



図2. レンジグリル機能の加熱イメージ

電子レンジ機能単体でも使用することが可能で、食材のあたため、肉解凍、葉菜・根菜の下ゆでなど、様々な調理の際の火力や時間をレンジグリルIHが自動で調整する。家庭での2台目の電子レンジとして機能することで、時短、調理の負担軽減につなげている(図3)。

これらの機能にIoT機能“調理アシスタント”を追加することでIH、電子レンジ、レンジグリルの機能を簡単、便利に使いこなすことができる。

3.2 調理アシスタント“Touch & Voice UI”

(1) 手動操作と同じボタンから始める音声操作

開発した音声操作は、使用したい機能のボタン長押しによって音声で問いかけを受けて、その質問に答えるだけで手順の多い設定も任せられる。押したボタンに合わせて質問内容も変わるため、話しやすい音声操作になっている(図4)。

手動で操作するときも音声で操作するときも、同じボタンから操作を始めることができる。そのため、音声操作のための操作手順を新たに覚える必要がなく、スムーズに音声でのやり取りを始められる。また、音声操作が行えるボタンには音声認識アイコン(■)をつけて識別しやすくしている(図5)。



図3. 電子レンジ機能の活用例

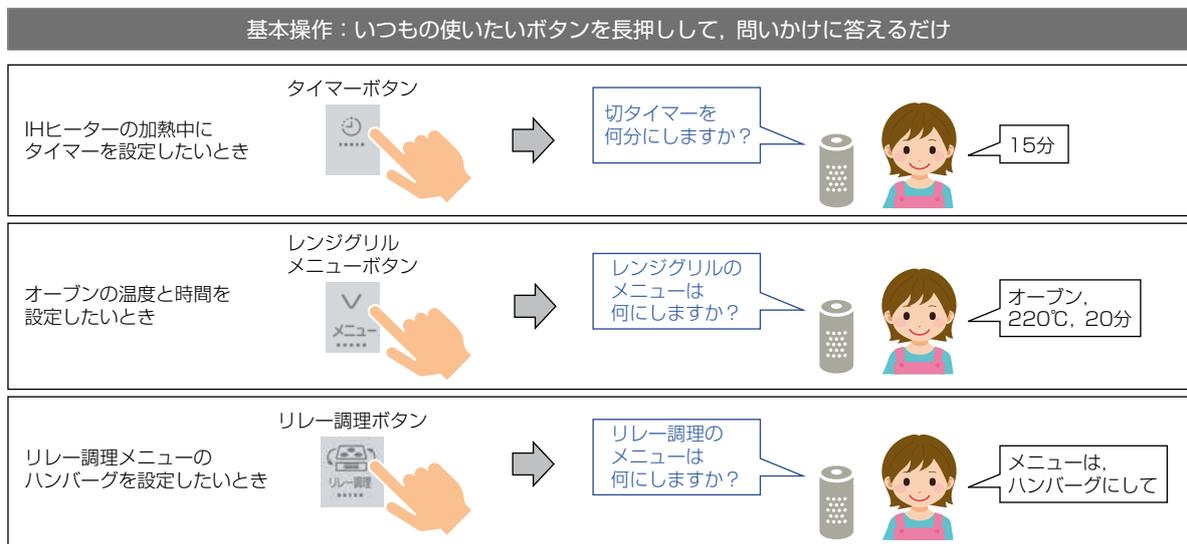


図4. ボタンから始める音声操作



図5. RE-322SXRの操作部

(2) 音声認識する語彙を切り替えることで認識率が向上

さらに、音声操作を開始するボタンに合わせて音声認識する語彙を切り替えることで、その機能の音声入力に必要な語彙は認識しない。それによって、周囲の雑音やテレビの音への反応を抑制でき、音声認識率の向上を実現した。

このように、音声操作Touch & Voice UIによる調理アシスタントは、細かなボタン操作が苦手な人にも、レンジグリルIHの様々な便利機能を気軽に活用して調理を楽しんでもらうことができる。

3.3 調理アシスタント“スマートフォン用アプリケーション”

レシピを理解して調理に至るまでには、読解力と、理解した内容を調理機器の設定操作に変換する翻訳力が必要になる。アプリケーションのレシピでは、ユーザーの読解と翻訳の負荷を軽減するため、レシピ内にパラメーター送信ボタンを設けた。ユーザーは、ボタンを押すだけで、火力、タイマー、オープンの設定温度など複雑に組み合わせられた熱源・火力・時間などのパラメーターをレンジグリルIHに設定できる。これらによって、読解・翻訳時の間違いを防ぐと同時に、火加減の難しいハンバーグ調理などにも気軽にチャレンジでき、調理での“新しい発見”や“できる喜び”を提供する(図6)。

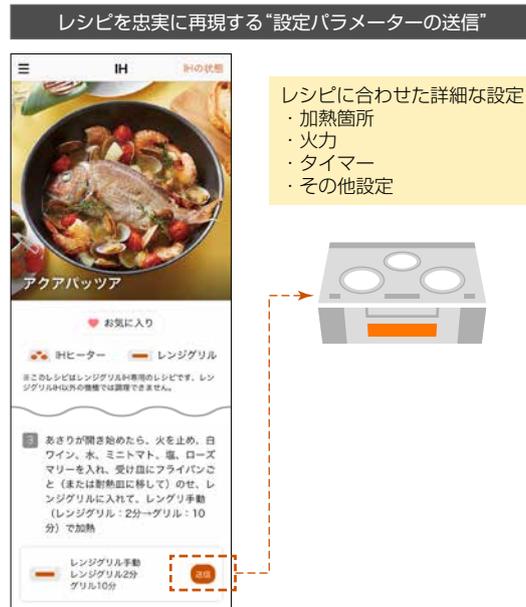


図6. レシピに合わせた設定パラメーターの送信画面

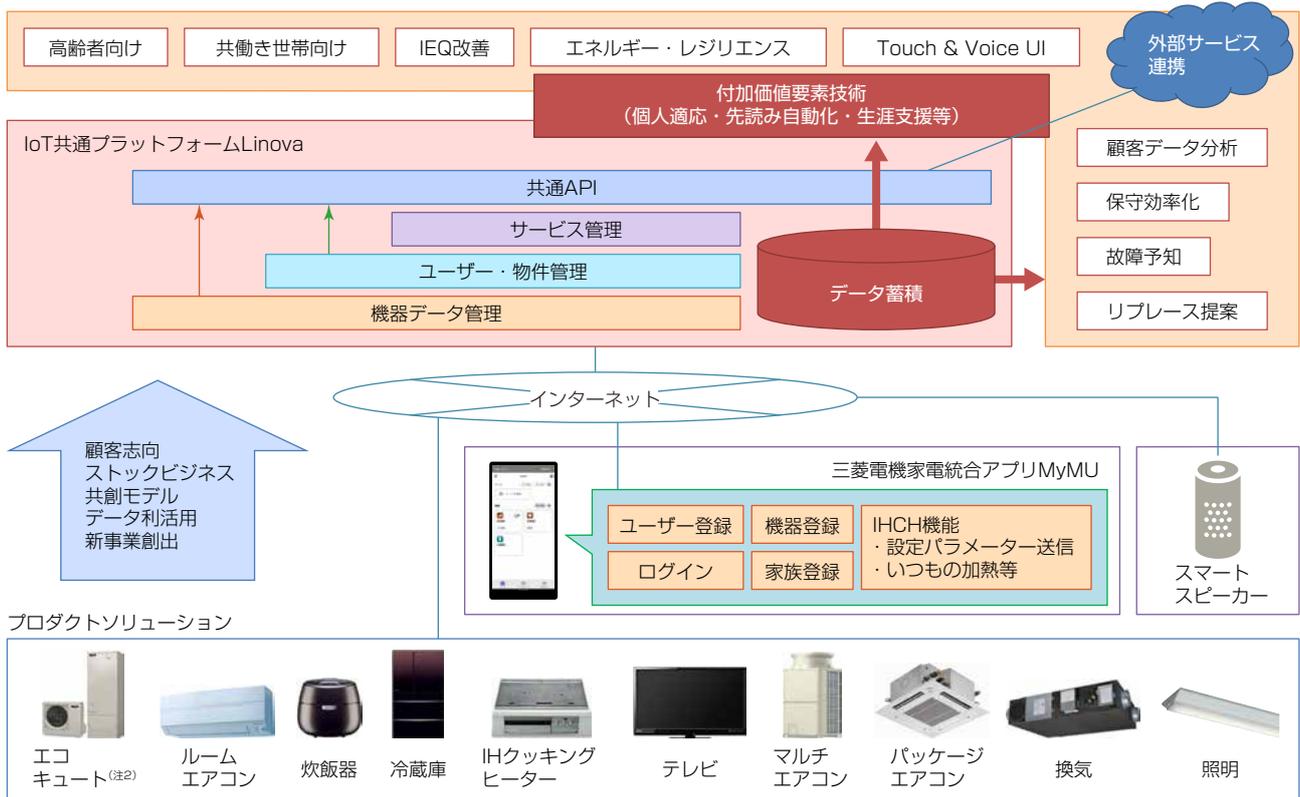
また、ユーザーへのヒアリングでは、IHクッキングヒーターの天板には、ボタンが少ないスッキリとした意匠が好まれる一方、少ないボタンでは、タイマー設定などの操作の手数が多く、煩わしいとの意見もあった。そこで、“湯を沸かす”など、頻繁に実施する調理では、スマートフォン用アプリケーションに火力とタイマーの設定をあらかじめ登録し、ボタンを1回押すだけで、調理パラメーターが呼び出せる“いつもの加熱”機能を搭載することで、より使い勝手の良い操作を実現した(図7)。



図7. 頻繁に利用する操作の設定の登録画面

4. システム構成

三菱電機では、家電・設備機器のIoT化推進のためLinovaというIoT共通プラットフォームを構築した⁽²⁾。併せて、様々なIoT・システムソリューションを共通な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ケーションプラットフォームを構築した。音声操作Touch & Voice UIはLinova, MyMUと連携して動作するシステム構成にしている。この構成にすることで“IHクッキングヒーター以外のプロダクトソリューションとの連携”“データ分析によるユーザー一人一人に合わせたPersonalized Experience(個別適応機能)の提供”といった将来の機能拡張が容易に実現できる見込みである。顧客に最適なソリューションを迅速に提供できることを目指している(図8)。



(注2) エコキュートは、関西電力㈱の登録商標である。

IEQ: Indoor Environmental Quality, API: Application Programming Interface, IHCH: Induction Heating Cooking Heater

図8. IoT・システムソリューション構成

5. むすび

今回、レンジグリルIHにIoT機能“調理アシスタント”を搭載することで、まるで裏方に優秀なアシスタントがいるかのように、ユーザーの意思や主体性を尊重するさりげないアシストを実現し、調理での利便性の向上と負荷軽減を実現した。

今後は、IoT機能によるレンジグリルIHや調理をアシストする機能を更に充実させ、生活スタイルや暮らしに合わせた新しい調理機器の開発を進めていく。

参考文献

- (1) 高砂英之, ほかに: 共働き世帯を応援する電子レンジ機能搭載IHクッキングヒーター“レンジグリルIH”, 三菱電機技報, 94, No.10, 594~597 (2020)
- (2) 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)

特殊環境対応LED照明器具

LED Lighting for Highly Deterioration Environment

*三菱電機㈱ 住環境研究開発センター(工博)
†同社 同センター
‡三菱電機照明㈱

要 旨

近年、地球温暖化に対する環境意識の高まりや、電力不足や電力価格高騰を背景とした省エネルギー要求が高まっている。また、国連環境計画での“水銀汚染防止に向けた国際的な水銀規制に関する新条約”によって、2021年以降に水銀を使った製品の製造や輸出入が禁止になったため、水銀を含む金属蒸気を光源とするHID(High Intensity Discharge)ランプからLEDへの置き換えが大きく加速している。

このような状況下で、湾岸クレーンや組立工場などLED照明器具への置き換えが困難な特殊環境でも顧客ニーズが高まっている。三菱電機は、器具設置場所の環境ストレスを詳細に調査・分析することで、特殊環境に適合した評価基準の策定と構造設計を行い、クレーン用耐振・耐衝撃及び耐硫化モデルのLED照明器具を開発した。

1. ま え が き

近年の環境意識と省エネルギー要求の高まりの中で光源のLED化が加速している。既存のHIDランプからのリニューアル需要も多く、省エネルギーと合わせて様々な環境に対応できるLED照明器具が求められている。例えば、湾岸エリアの造船所や物流拠点などの屋外クレーンに設置する場合、照明器具がクレーン動作による振動や衝撃を受けるため、耐振・耐衝撃強度を持った器具の開発が必要である。また、加硫剤を使用するゴム工場や塩素系消毒液を用いる屋内プールでは、硫化腐食によるLED不点灯や構造材の腐食減肉による器具の落下を防止するため、腐食性ガスが発生する環境に対応した器具の開発が求められる。

本稿では、LED照明器具業界で先駆けて(注1)LED化に対応した湾岸エリアの大型クレーン向けの耐振・耐衝撃モデル、及びゴム工場向けの耐硫化モデルの開発について述べる(表1)。

(注1) 2019年12月13日(耐硫化モデル)、2020年8月25日(耐振・耐衝撃モデル)、当社調べ

表1. 耐振・耐衝撃モデルと耐腐食モデル

器具	耐振・耐衝撃モデル クラスC2000		耐硫化・耐油煙・重耐塩モデル クラスC2000	
	2020年発売	2023年発売	2019年発売	2023年発売
全光束 (lm)	22,400	21,200	22,200	20,700
固有エネルギー消費効率 (lm/W)	151.0	186.9	150.4	175.5
質量 (kg)	6.6	4.0	8.0	4.1
LED光源寿命 (時間)	60,000			
特徴	ランダム振動3.4G, 耐衝撃30G		3C2環境に対応 (JIS C 60721-3-3) ⁽¹⁾	

2. 特殊環境対応器具

LED照明器具は家庭用などの一般環境だけでなく、特殊環境に設置する産業用の導入も加速されている。特殊環境では、環境ストレス(振動・衝撃、腐食性ガスなど)が大きいため、安全・信頼性の観点からLED照明器具の特殊環境への展開が困難であった。

そこで、産業用照明器具の使用環境を詳細に調査・分析し、特殊環境に対応した試験基準を策定した。策定した試験基準で設計した器具に破損・不具合が生じないことを確認し、安全・信頼性を確保した器具を開発することで新規市場への展開を可能にした(図1)。

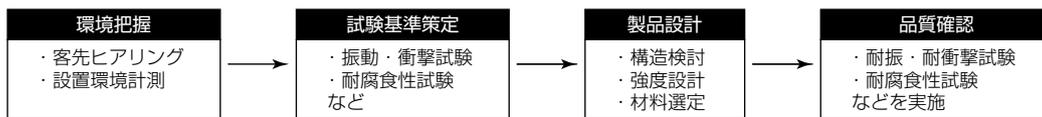


図1. 開発フロー

3. 湾岸エリアの大型クレーンに対応した照明器具

3.1 器具設置環境の調査

湾岸エリアで使用される橋形大型クレーンなどではガーダー部に照明器具を設置し作業場の明かりを確保している。したがって、照明器具は頻繁に動作するクレーンの振動・衝撃に耐えるものでなければならない。LED素子を始め電子部品や複数の機構で構成するLED照明器具の開発に当たって、実際にクレーンに発生する振動・衝撃を実測し分析した。

その結果、クレーン動作中に伴う定常振動と、クレーン起動や停止時に発生する衝撃の2種類のストレスが発生することを明らかにした(図2)。

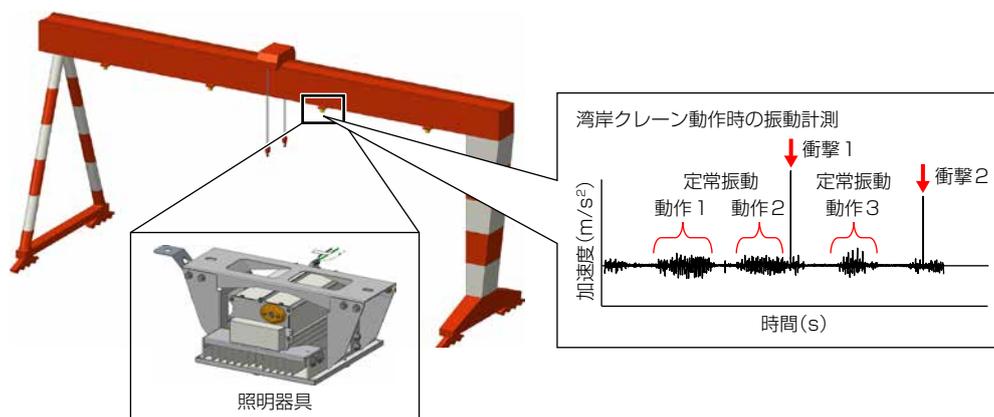


図2. 湾岸クレーンの振動計測

3.2 耐振・耐衝撃試験基準の策定

クレーンの振動・衝撃を再現するため、定常振動は複数の周波数成分を持っていることからランダム振動試験、衝撃は単一の周波数であることから正弦波の加速度波形の加振試験を規定した。耐振試験の加振加速度や周波数帯域は、計測データの最大値を適正な試験基準値とした。耐久試験時間は、一般社団法人 日本照明工業会 ガイド111⁽²⁾で規定されている適正交換時期8~10年、耐用の限度15年に対して裕度を持たせた試験基準値とした(図3)。

2019年以降の耐振機種にはこの試験基準を適用し、対象機種が破損せず十分な耐振・耐衝撃強度であることを確認している。

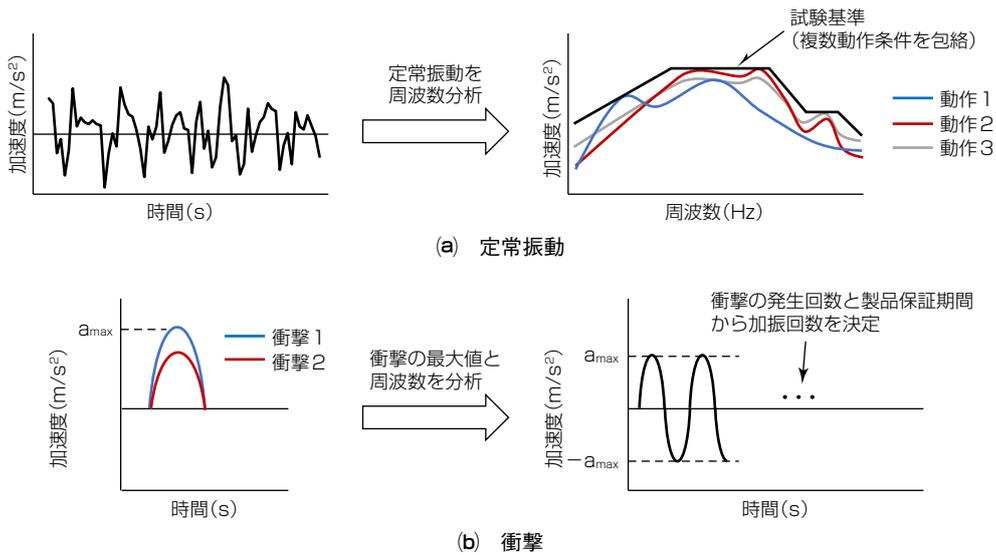


図3. 耐振・耐衝撃試験基準策定の概要

3.3 耐振・耐衝撃モデルの耐振設計

2020年発売の耐振モデルでは、クレーンからの振動・衝撃の影響を緩和させるため灯具本体と電源装置を分離した構造であった(表1の2020年発売器具)。今回開発した2023年発売のモデルでは、施工性向上を狙って照明器具本体と電源装置を一体化するため、耐振動・衝撃性能を向上させる必要があった。クレーンからの振動・衝撃を受けるアームは、天面部品と側面部品で構成し部品同士を天井取付部で重ね合わせることで板厚を2倍にして、アーム部品には加振試験を行う全方向(上下・左右・前後)に対して曲げを加えた。これによって、アーム部品の強度と剛性を確保し、かつクレーンの振動が最も大きい周波数と照明器具の共振周波数を回避した仕様にした(図4、図5)。

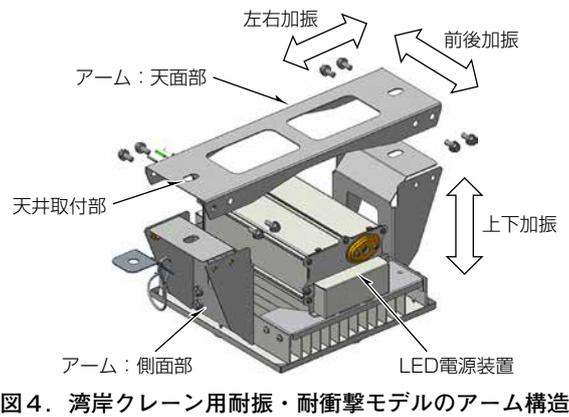


図4. 湾岸クレーン用耐振・耐衝撃モデルのアーム構造

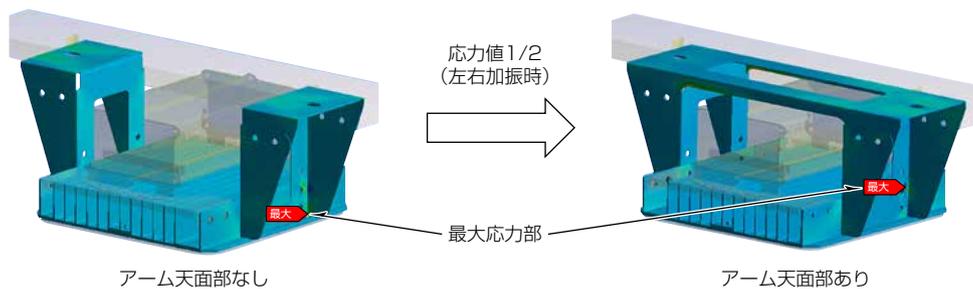


図5. CAE解析を活用した強度確認

また、湾岸エリアの環境として想定される飛来塩分に対しては、ステンレス鋼板と塗装、アルマイト加工したアルミニウムを適用することで耐食性を確保した。暴風雨に対しては、風速60m/sの風圧(JIL1003規格)⁽³⁾で破損しない強度を確保し、LEDや電源装置をシリコンパッキンで封止しIP65の保護等級(JIS C 0920規格)⁽⁴⁾の構造を実現した。

4. ゴム工場向け耐硫化モデルの照明器具

4.1 器具設置環境の調査

耐腐食モデルは、湾岸クレーン(重耐塩モデル)、ゴム工場(耐硫化モデル)、組立工場(耐油煙モデル)への設置を想定している。器具が設置される空気環境には様々な腐食因子(海塩粒子や腐食性ガス等)が存在しており、長期信頼性を確保するためには腐食因子に対する防食設計が必要である。当社は、器具を設置する現地環境の空気及び付着物を採取して分析することで、電子部品(LED、電源基板)や構造材に対する腐食因子の種類と濃度を明確にした(表2)。

表2. 製品設置環境と腐食因子

製品設置環境	腐食因子
湾岸クレーン	海塩粒子
ゴム工場	加硫剤
組立工場	油煙

4.2 耐硫化試験基準の策定

耐硫化モデルの開発に当たって、ゴム工場で使用する加硫剤によるLEDの硫化腐食が最も厳しいストレスであることが環境調査から明らかになった。加硫剤を模擬した硫黄華を試薬に用いて点灯したLEDと共存させるばく露試験を行い(図6)、LEDの照度及び光束低下率を確認する耐硫化試験基準として策定した。また、設置環境で検出された4種類の腐食性ガスについてもばく露試験を行い、照度及び光束低下率を確認した。

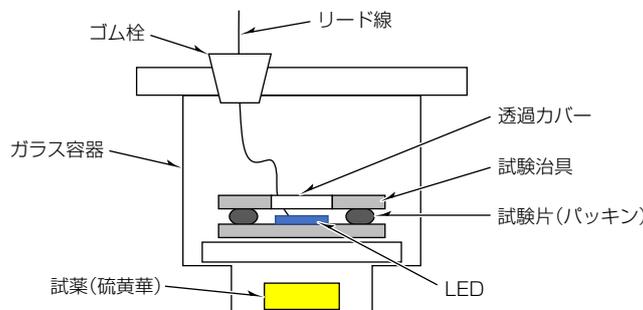


図6. 硫黄華ばく露試験

4.3 耐硫化モデルの防食設計

LED高天井用ベースライトGTシリーズで、耐硫化モデルを開発した。2019年発売のモデルでは、LEDにCOB(Chip On Board)を採用していた。今回開発した2023年発売のモデルでは、省エネルギー性を更に向上させるためにSMD(Surface Mount Device)を採用し固有エネルギー消費効率を改善する必要がある。しかしながら、一般的に、SMD型LEDの封止樹脂に硫黄成分が浸透してリードフレーム表面に硫化銀が生成することで、反射率が低下しLEDパッケージの光束が低下する問題があった。このため、外部からLED光源部への硫黄成分の流入を防止できる密閉性が高い耐硫化用パッキンを適用することで、耐硫化試験でLEDの照度及び光束低下に問題がないことを確認した(図7)。

腐食性ガスや硫黄成分が浮遊する環境に対応させるため、照明器具のガラスカバーと筐体(きょうたい)にステンレス、アルマイト加工したアルミニウムを採用し必要に応じて塗装し、パッキンをガラスカバーと電源ケースに設置した。ガラスカバー枠部のパッキンは、つぶし量を寸法管理することで気密性を高めて、硫化環境でも不点灯を引き起こさない照明器具を開発した(図8)。

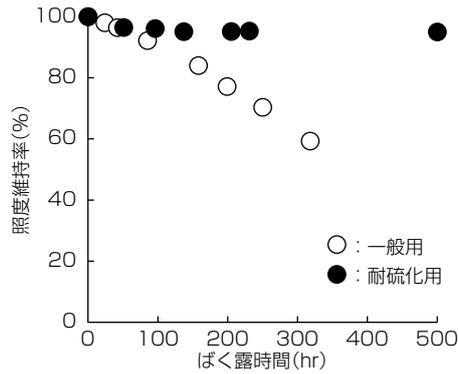


図7. 耐硫化試験での照度維持率

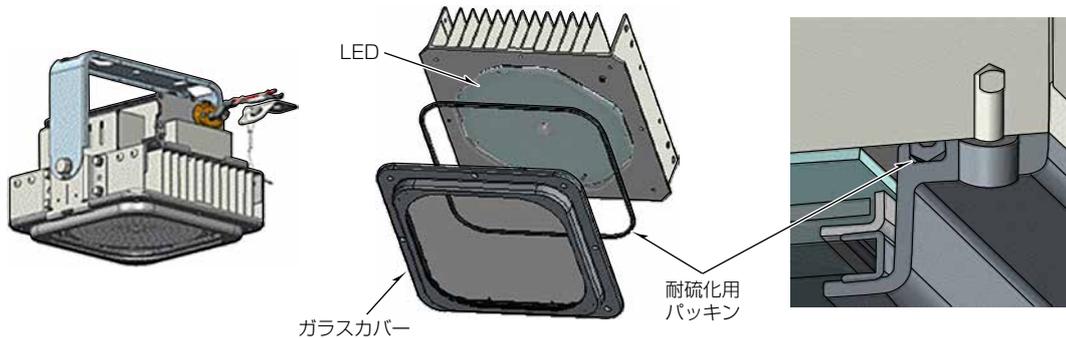


図8. 耐硫化・耐油煙・重耐塩モデルの構造

5. むすび

産業用GTシリーズの開発で、設置環境を適正に再現した試験基準を策定し、設置環境に応じた設計手法を確立した。近年までLED照明器具の展開が困難であった特殊環境に対応することで新たな受注にもつなげることができている。LED照明器具は今後も需要が見込める市場であり、産業用GTシリーズだけでなくベースライトやダウンライトなどの様々なLED照明器具に展開し開発を進める。

参考文献

- (1) 日本産業規格 JIS C 60721-3-3 環境条件の分類 環境パラメータとその厳しさのグループ別分類 (1997)
- (2) 一般社団法人 日本照明工業会：JLMA ガイド111 建築物等に設置する照明器具の耐用年限 (2012)
- (3) 一般社団法人 日本照明工業会：JIL1003 照明用ポール強度計算基準 (2009)
- (4) 日本産業規格 JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (2003)

三菱電機株式会社