

# IoTで生活を支える スマートe-Floシステム

小前草太\*  
Sota Komae

廣崎弘志†  
Hiroshi Hirotsuki

長田福太郎\*  
Fukutaro Nagata

伊豆川聖司\*  
Takashi Izukawa

矢野裕信†  
Hirotsuki Yano

生田目祥吾†  
Shogo Namatame

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

## 要旨

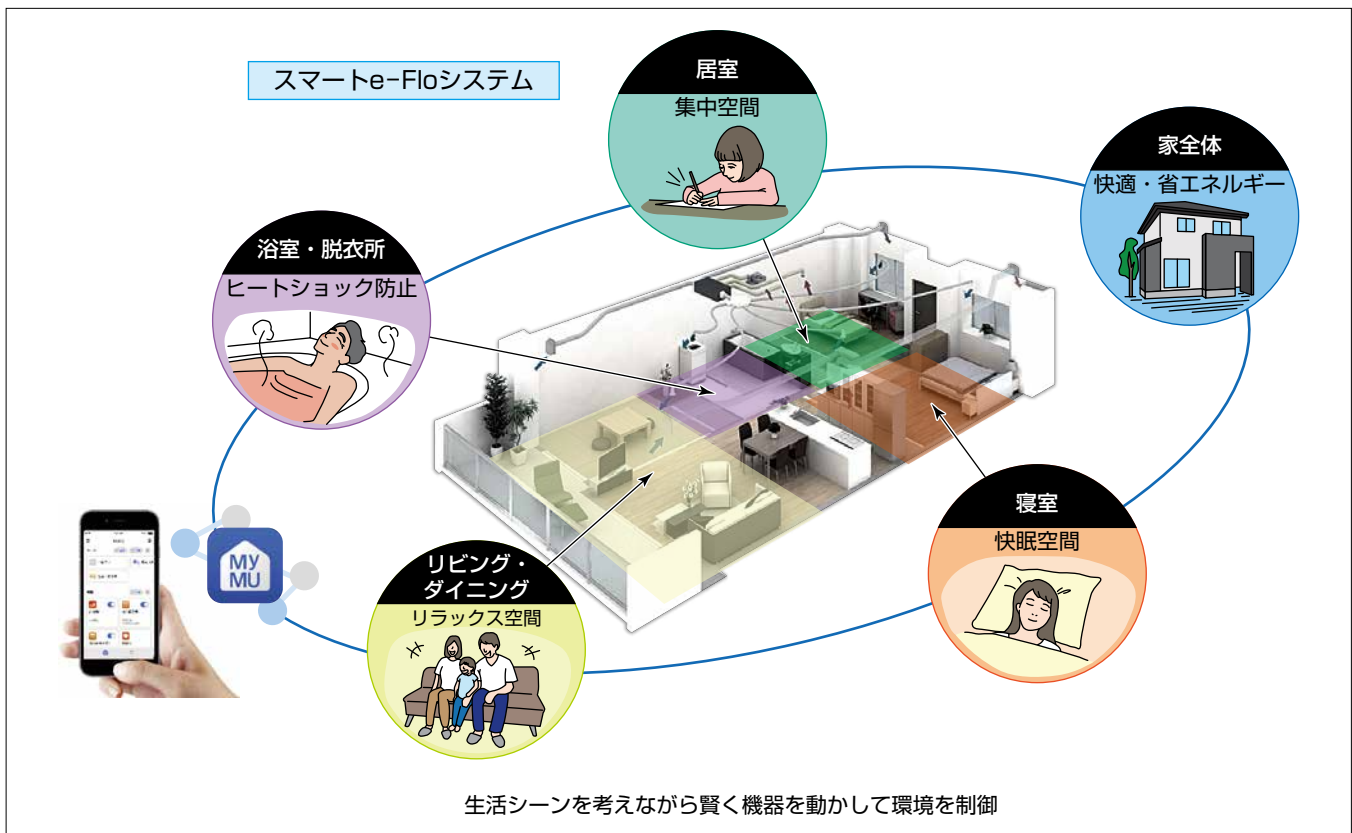
ウィズコロナでの生活環境の変化に対応し、新たな換気・空調の連携の在り方を実現するため、IoT(Internet of Things)・クラウドを活用した“スマートe-Floシステム”を開発した。クラウド連携を行って、室内外の様々な環境データを基に、空調機器と換気機器を相互に制御することで、室内の快適性向上と効率的な省エネルギー換気を実現し、心地よい暮らしの実現に貢献する。

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”の三つの密を避ける“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、エネルギーロス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確か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

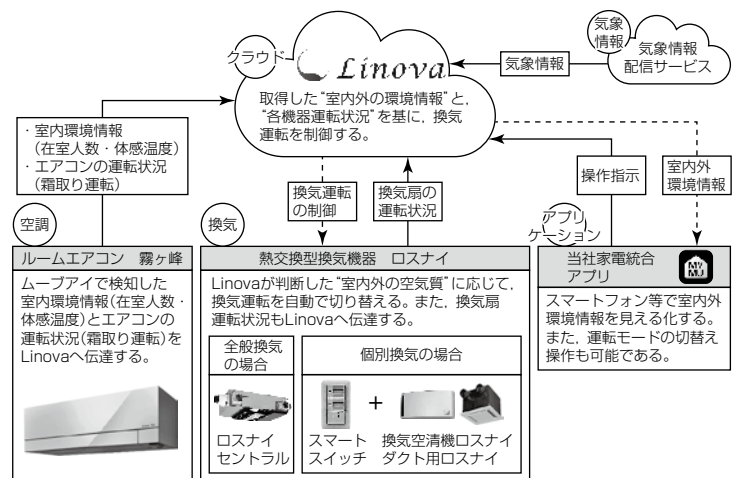


図1. 霧ヶ峰・ロスナイIoT連携システムイメージ

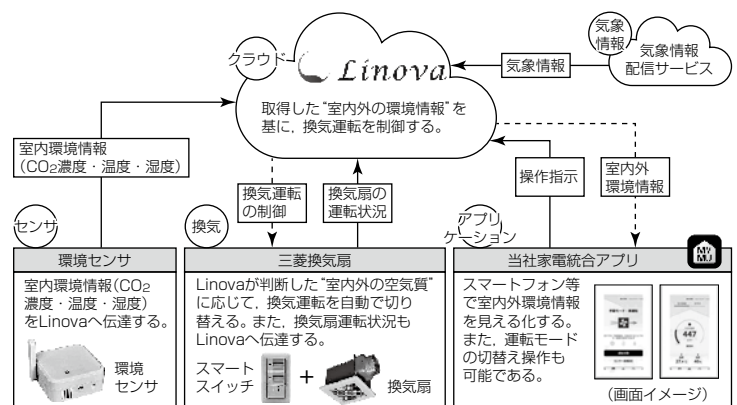


図2. 換気扇IoT連携システムイメージ

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。

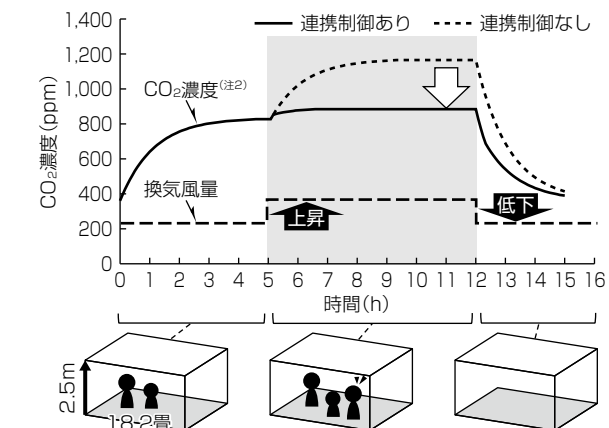
### 3. 霧ヶ峰・ロスナイIoT連携による新価値提案

#### 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、エネルギーロスを抑えながら安心・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。

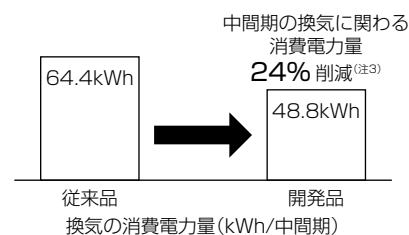
#### 3.2 季節に応じた自動換気制御

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℃以下、28℃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、より低圧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。

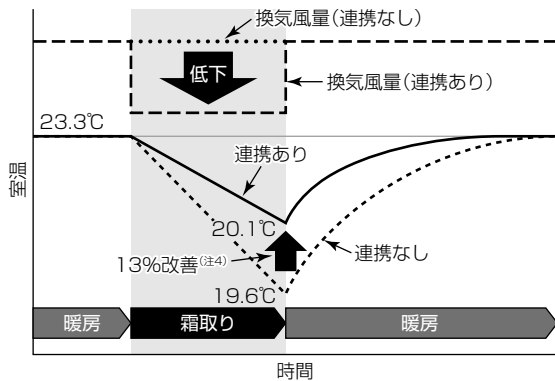
- (1) 中間期の時期であること(JIS C9612:2013で記載される試算方法に基づく<sup>(3)</sup>)
- (2) 外気温度が18~28℃の範囲内であること
- (3) 空調機器が動作していないこと

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 $-2^{\circ}\text{C}$ 、設定温度 $23^{\circ}\text{C}$ 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 $-3.7^{\circ}\text{C}$ )と、連携する場合(換気風量:停止、室温低下 $-3.2^{\circ}\text{C}$ )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、換気をするとき暖まった室温が低下して肌寒さを感じることもある。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、エネルギーロスの抑制も見込むことができる。連携なしに対して連携をすることで、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ロスも抑える。

## 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、エネルギーロス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に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、エネルギーロスを抑えて、簡易に、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かと推察する。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

- (1) 厚生労働省：商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について (2020)  
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000616069.pdf>
- (2) 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)
- (3) 日本工業規格 JIS C9612:2013 ルームエアコンディショナ (2013年4月改定)