

“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rost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rost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

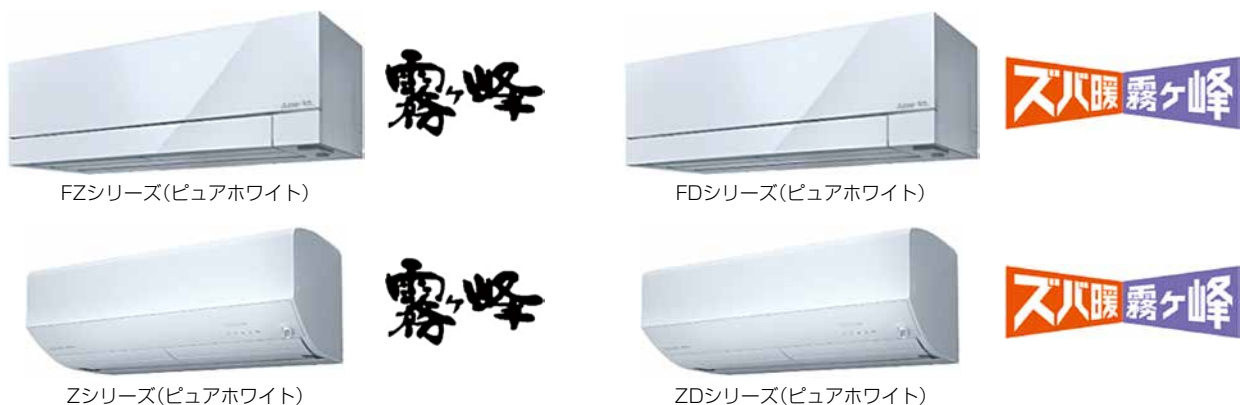


図1. エモコテック搭載機種シリーズ

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。

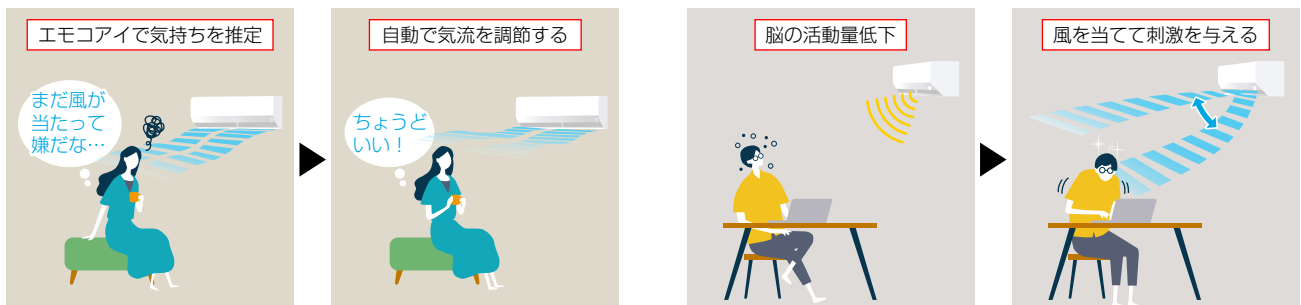


図2. 感情に合わせた空調制御

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。

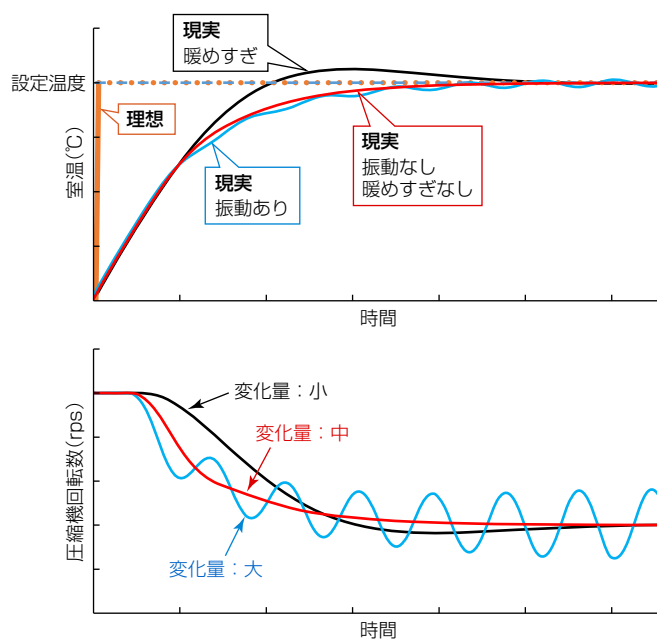


図3. 圧縮機回転数定数の影響イメージ

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 unnecessary 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

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。