

“おまかせA.I.自動”搭載のルームエアコン

杉山大輔*

Room Air Conditioner Utilizing "AI auto change mode"

Daisuke Sugiyama

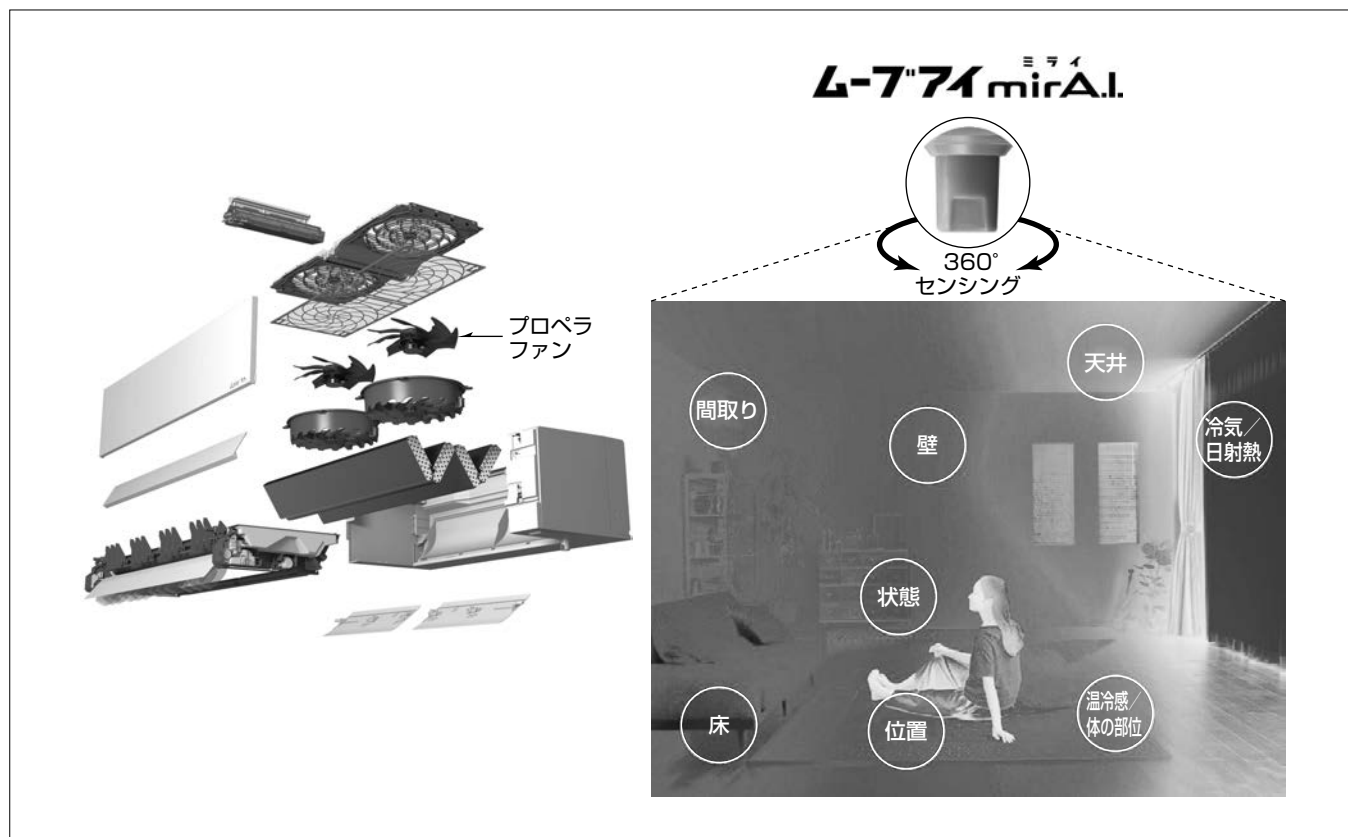
要旨

三菱電機のルームエアコン“霧ヶ峰FZシリーズ”を新規に購入する動機の半数以上が、住宅購入や家の新築である。近年ZEH(net Zero Energy House)に代表される省エネルギー住宅の普及が進んでおり、空調負荷は減少している。

従来は温度の調節をいかに効率良く行うかに主眼が置かれており、温度と湿度を同時に調節することについてはあまり考慮がなされておらず、高断熱住宅では、室内の温度はすぐに低下するが、湿度は低下しにくいという課題があった。しかし、ユーザーにとってはリモコン等で冷房運転と除湿運転を切り替えて温度と湿度をバランス良く調整したり、どの運転が最も省エネルギーなのかを正しく判別したりすることは難しく、ルームエアコンが自動で調整することを期待している。

霧ヶ峰FZシリーズでは、二つのプロペラファンを左右で独立駆動させることによって温度の低下を抑えつつ、消費電力を抑える独自の送風器形態による新除湿方式を新たに開発した。さらに部屋の温度、湿度情報に加えて、ルームエアコンが発揮する顕熱能力、潜熱能力を判定し、運転を切り替えた後に室内の温度や湿度が快適な状態を維持できるか判断し、運転モードを切り替える“おまかせA.I.自動”を開発した。切替えには“冷房”“除湿”だけではなく、部屋にいる人に向けて風の涼感作用を促す“送風”を追加し、涼風だけで快適性が得られる場合には、圧縮機を停止することで省エネルギー性を高めることを可能にした。

これらによってユーザーの期待に応え、温度と湿度を快適な状態に保ちながら、省エネルギーも実現している。



“おまかせA.I.自動”搭載のルームエアコン“霧ヶ峰FZシリーズ”

霧ヶ峰FZシリーズは、送風機に二つのプロペラファンを搭載し、独立駆動させることで部屋内に左右に二つの温度を作り出すことを可能にしている。また、独自の赤外線センサ“ムーブアイmirA.I.”は回転駆動しながら360°部屋全体の様子や人の位置などを熱画像で取得し、人の温冷感までを把握できる。独立駆動可能なプロペラファンとムーブアイmirA.I.を活用して快適性と省エネルギー性を向上させている。

1. ま え が き

当社のルームエアコン霧ヶ峰FZシリーズを新規に購入する動機の半数以上が、住宅購入や家の新築である(図1)。近年ZEHに代表される、省エネルギー住宅の普及が進んでおり、新築住宅・ビルの省エネルギー基準適合率は2020年を目途に100%、2030年には新築住宅の平均でZEH住宅を実現することなどが目標として掲げられている。

高断熱の住宅では、壁などからの熱侵入が抑えられるため全体の空調負荷の内、顕熱(温度変化に供する熱)負荷は少なくなり、空調機で必要とされる顕熱能力は減少する。ルームエアコンの冷房運転では、空調機で発揮される顕熱能力と潜熱(除湿に供する熱)能力の割合はほぼ一定であるため、顕熱能力が減少すると、潜熱能力も減少することになる。すると、高断熱住宅では、温度はすぐにユーザーの設定した温度に到達するが、湿度は下げることができず、そのまま部屋内は高湿状態となり、快適性が悪化してしまうという課題がある。

本稿では、独自のAI(Artificial Intelligence)技術を用いて、顕熱だけでなく、潜熱の負荷を予測して、温度だけでなく湿度による快適性と省エネルギー性を向上させた技術について述べる。

2. 自動化ニーズ

先に述べたとおり、高断熱住宅では湿度に対する快適性の悪化が懸念されるが、ルームエアコンには一般的に、部屋を冷やす“冷房”モードのほかに、部屋の湿度を低下させる“除湿”モードを搭載している。部屋の状況に合わせて、“冷房”や“除湿”をリモコン等で切り替えることができれば、温度と湿度のコントロールはできるはずである。しかしながら、当社グループインタビューの調査によると“ルームエアコンに対する自動化ニーズ”の上位は、冷房と除湿の切替え及び温度と湿度のバランスが挙げられる(図2)。これは、どのタイミングでモードを切り替えれば快適にできるか、又は、どのモードを使えば省エネルギー運転にできるかはユーザー自身では判断が付けにくくルームエアコンに任せたいということを示唆している。

3. 新除湿運転の開発

ルームエアコンでの除湿方式は大きく分けて“弱冷房除湿”と“再熱除湿”の二つに分類される。

弱冷房除湿とは、室内の熱交換器全体を蒸発器として作用させ、通常の冷房運転に対して風量を低下させた運転である。風量を低下させることによって、空調能力全体が低下して部屋が冷えにくくなると同時に、吹出し温度が低下するため、顕熱比が低下して除湿に適した運転となる。し

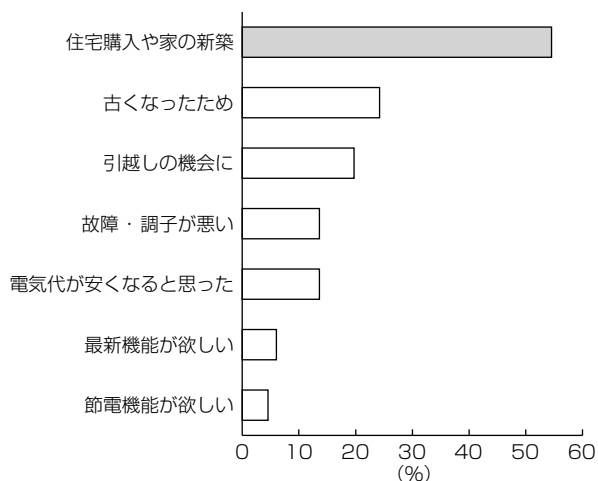


図1. FZシリーズ購入の動機

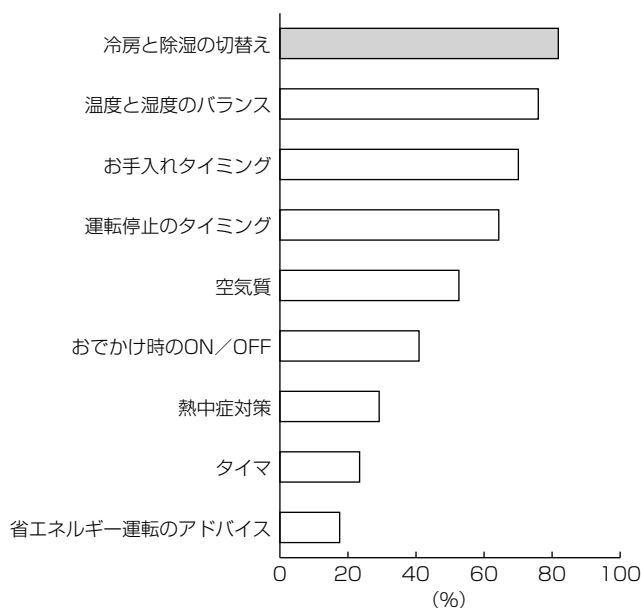
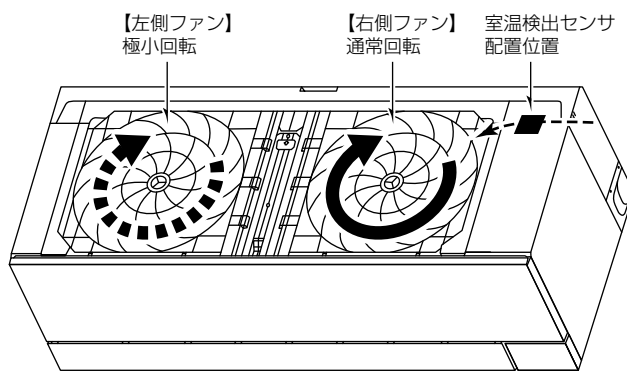
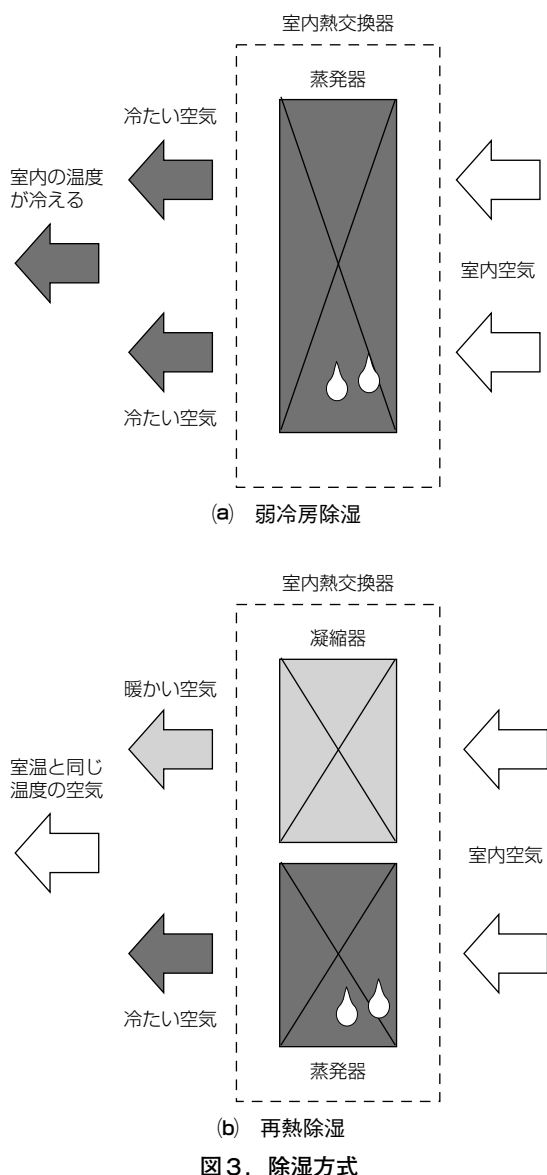


図2. ルームエアコンに対する自動化ニーズ

かし、空調能力は低下するものの、熱交換器全体を蒸発器として作用させるため、室温は徐々に低下してしまうという問題がある(図3(a))。

再熱除湿とは、室内の熱交換器の一部を蒸発器、一部を凝縮器として作用させることで、蒸発器で冷却除湿した室内空気と、凝縮器で暖めた空気を混ぜることで部屋を冷やすことなく除湿ができる。しかし、室内の熱交換器を蒸発器と凝縮器の二つの機能に分けるため、能力を確保しようとした場合、省エネルギー性(Coefficient Of Performance : COP)が悪化する(図3(b))。

霧ヶ峰FZシリーズでは、弱冷房除湿で除湿能力を確保しつつ、室温の低下を更に抑えることで、省エネルギーな除湿を実現している。まず、部屋を冷やさずに除湿するためには室内の風量はできるだけ低下させることが必要になるが、ルームエアコンのような、部屋内の温度やエアコン機器自身の温度が急激に変化するような機器では、室温



さらに、室温の低下を抑えるために、熱交換器の温度コントロールについても改良を行った。空気中の水分を除去するためには、空気を冷却する必要があるが、空気を冷却すると吹出し温度が低下するため室内の温度が低下する。空気中の水分を除去できる冷却温度の上限は露点温度となる。そのため熱交換器の温度を露点温度より少し低い温度で常にコントロールすることで、部屋の冷えを抑制しつつ除湿運転を行うことが可能になった。

4. おまかせA.I.自動

温度と湿度を快適な状態に保ちながら、省エネルギー性も確保したいというユーザーのニーズに合わせて“冷房”“除湿”を環境に合わせて自動的に切り替える制御方式を検討した。さらに、風を体に当てることで涼しく感じる涼風作用だけでも快適な温度と湿度が維持できる場合には、“送風”に切り替える方式にすることで大幅な省エネルギー効果を発揮できる。表1に各運転モードの特徴を示す。各運転モードにはメリット、デメリットがあるので、状況に応じて使い分ける必要がある。

図5、図6は異なる二つの室内環境として断熱が高い部屋と低い部屋を想定して運転した場合のルームエアコンが発揮する顕熱又は潜熱能力の推移である。図5では室内の温度はどちらも一定時間後にユーザーが設定した温度に到達している。しかし顕熱能力については二つの運転で差がある。室内の温度が同じ状態でもルームエアコンに必要な顕熱能力は異なることが分かる。断熱性が低い部屋など、必要な顕熱能力が高いときに、“冷房”から“除湿”へ切り替えると室温を維持することができずに快適性が悪化する。図6は室内の湿度はどちらも50%付近で安定しているが、潜熱能力については二つの運転で差がある。室内の湿度が同じ状態でもルームエアコンに必要な潜熱能力は異なることが分かる。断熱性が低い部屋など必要な潜熱能力が高いときに“冷房”を継続すると湿度を下げにくい状態になり快適性が悪化する。

今回切り替えタイミングを最適化するために、部屋内の温度と湿度の情報に加えて、ルームエアコンが発揮する顕熱

を検出するセンサに風を流しながら計測する必要がある。ルームエアコンの場合、風は送風用ファンを回転させることで、強制的に室温検出センサに風を流している。そのため、除湿運転で吹き出す風量を著しく低下させると、室温の検出を正しく行うことができず、ルームエアコンを正しく制御できなくなる。

従来の送風機形態では、一つのクロスフローファンだけを搭載しているため、ファンの回転数を低下させるとそのまま室温検出センサへの風の流れも低下してしまうためこれ以上の改善は不可能である。霧ヶ峰FZシリーズでは図4のように独自の形態である送風機に左右二つのプロペラファンを搭載し、室温検出センサを片側プロペラファンの近傍に寄せることで、片方のファンだけ回転させることで正しく室温を検出することを可能にした。もう一方のファンは、極小回転数で動作させることによって、空調機全体の風量を従来に対して大幅に低下させることが可能になった。

表1. 運転モードの特徴

冷房	メリット	・顕熱能力が大きい。 ⇒部屋を冷やす能力が大きい。急速に部屋を冷やすことができる。
	デメリット	・顕熱能力が下がると、潜熱能力も低下する。 ⇒設定温度到達後は、湿度が下がりにくい。
除湿	メリット	・低顕熱運転時でも潜熱能力を高めた運転ができる。 ⇒部屋を冷やさずに、湿度を低下させることができる。
	デメリット	・消費電力が大きい(COPが悪化)。 ・最大顕熱能力が低い。 ⇒空調負荷によっては室温が上昇する。
送風	メリット	・消費電力が圧倒的に少ない(圧縮機が駆動しない)。
	デメリット	・風の涼風作用だけで、顕熱、潜熱能力はゼロ。 ⇒空調負荷によっては温度、湿度が上昇する。

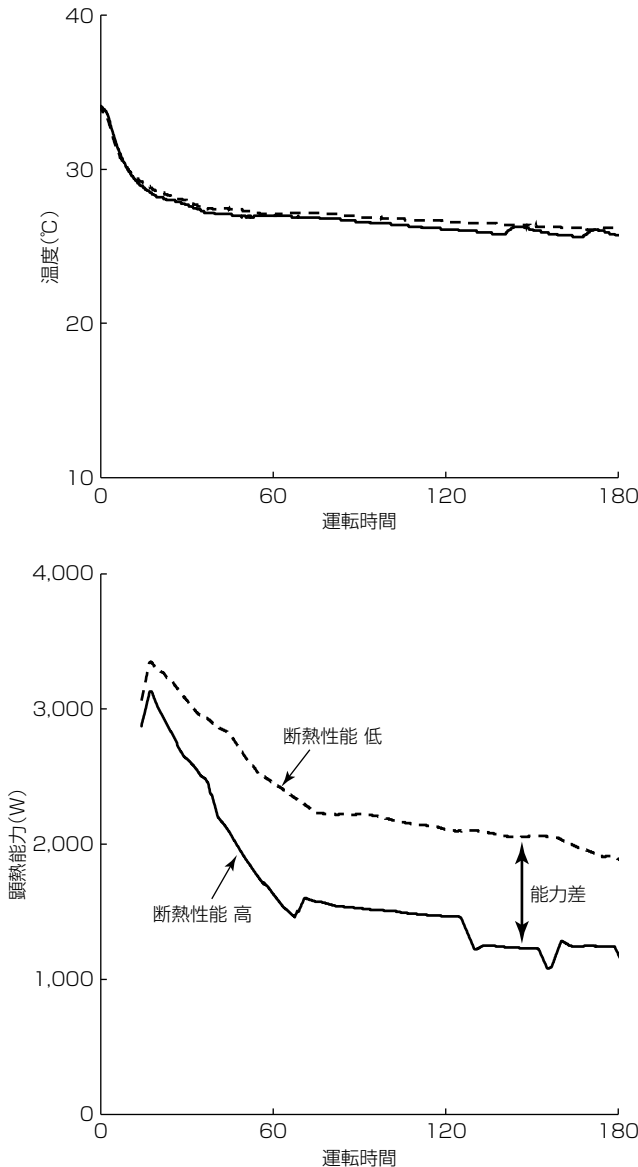


図5. 同一室内湿度推移での顕熱能力

能力、潜熱能力での判定を加え、運転を切り替えた後に室温や湿度を快適な状態に維持できるのか判断することにした。また、2017年度のFZシリーズで導入した、学習した部屋の断熱性能から顕熱負荷を推定する技術を用いることで、少し先の室内影響までを考慮して切替えが可能になった。

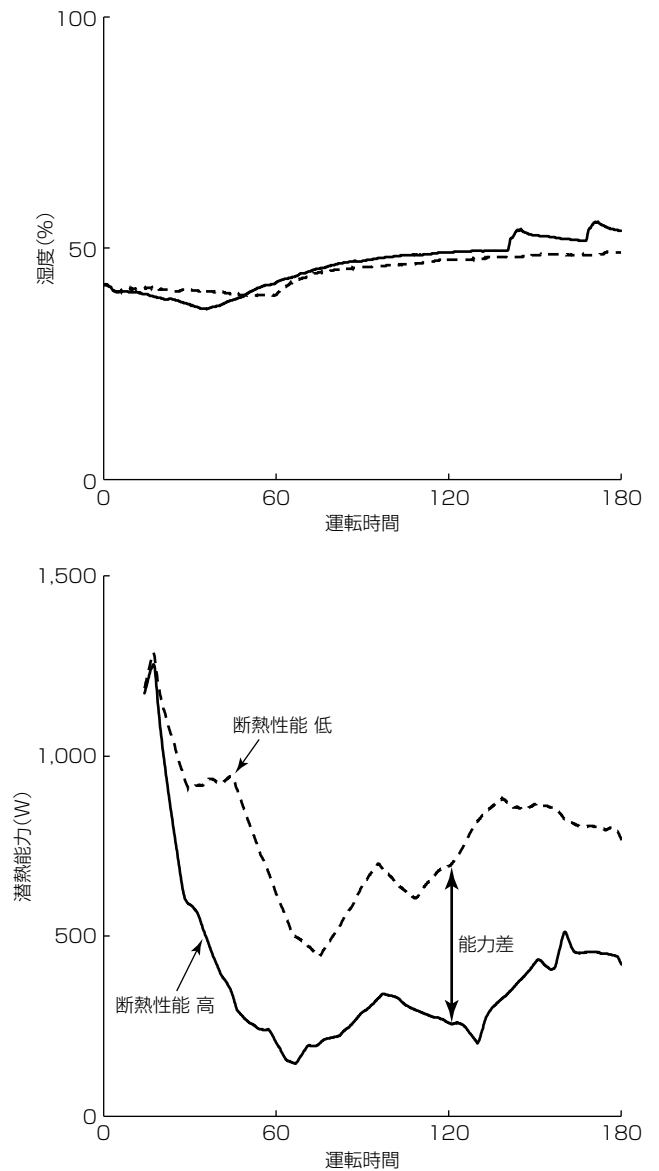


図6. 同一室内湿度推移での潜熱能力

さらに、潜熱能力、顕熱能力の判定で、どちらの能力もあまり必要がない状態では、送風運転に切り替えることにした。送風量を通常時に対して増加させ、扇風機のように人に向けて風を届けることで、風の涼風作用で体感温度を維持できる場合には、“送風”にすることで、圧縮機を停止させることができ、省エネルギー運転ができる。FZシリーズに搭載した赤外線センサ“ムーブアイ”で人の位置を判別できるため、ルームエアコンから吹き出す風を的確に人に向けて送ることができる。室温はユーザーの設定した温度に対して室温が高くても送風による涼感作用で体感温度はユーザーの設定した温度と同様になる。

当社環境試験室で外気温度や湿度を変動させ、新たに開発した“おまかせA.I.自動”での快適性と省エネルギー性効果を実測した。図7に示すように、外気温度は東京の標準年の初夏(拡張アメダス気象データ2000年度版)をモデルにしている。図8は従来の“冷房”だけで運転した場合と、今

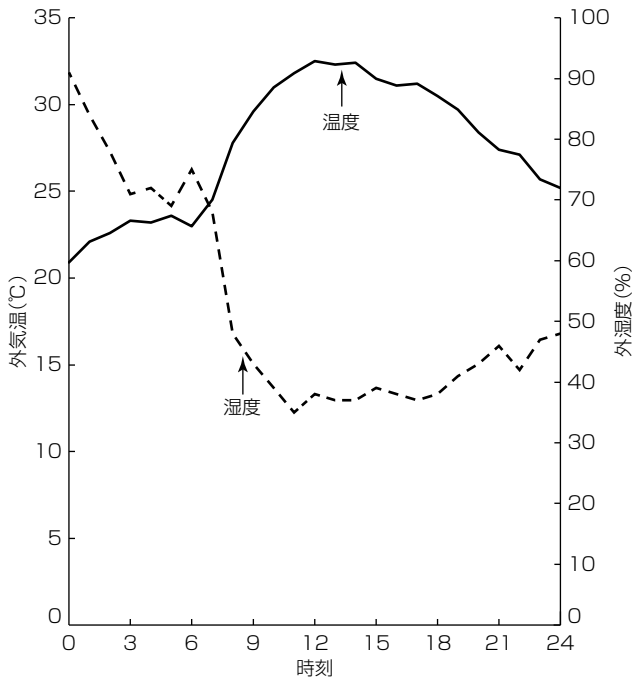


図7. 評価時想定屋外条件

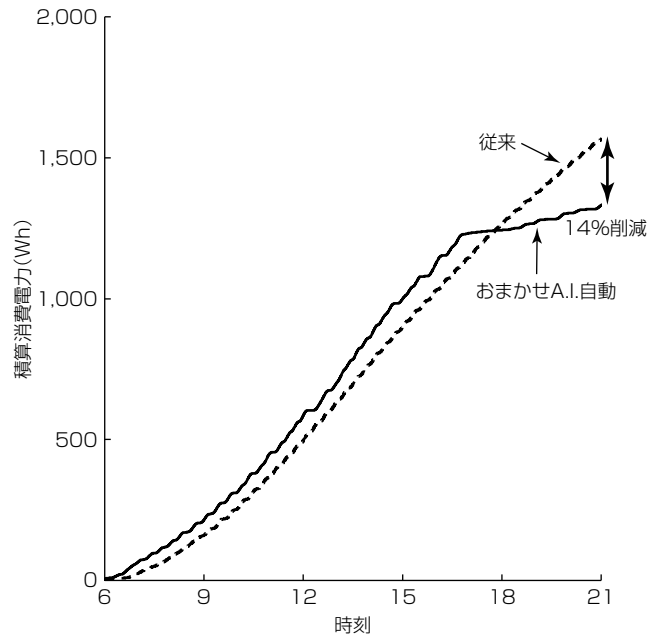


図9. おまかせA.I.自動時の積算消費電力

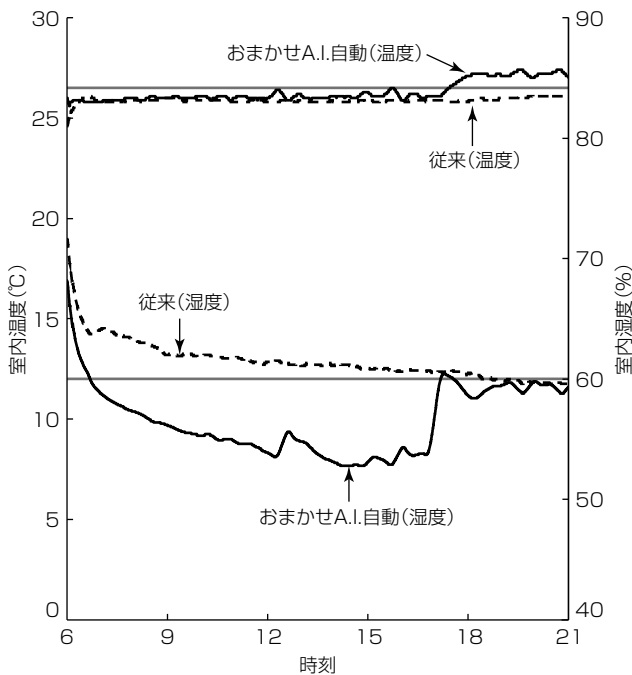


図8. おまかせA.I.自動時の室内温湿度

回の“おまかせA.I.自動”で運転したときの温度と湿度の推移である。従来の“冷房”だけで運転した場合には、湿度が低下しにくい状態であるのに対して、冷房と除湿を切り替えた“おまかせA.I.自動”運転の場合は温度を一定に保ちな

がら、湿度を低下させることができている。また、夕方17時頃からは顕熱と潜熱を必要としないため送風を主体とした運転をしているが、湿度は60%を維持できている。15時間運転した場合の、積算消費電力では従来の“冷房”運転だけで運転した場合に対して温度と湿度を快適な状態に保ちながら、14%の消費電力削減効果が確認できた(図9)。

5. むすび

近年ルームエアコンには、高い省エネルギー性だけでなく、人口構造や、住環境の変化に伴い多様化したライフスタイルに応じた快適性の提供が求められている。ルームエアコン霧ヶ峰では、“高い省エネルギー性”と“いつでも・どこでも・だれでも快適”の両立を実現するための独自の赤外線センサ技術“ムーブアイ”をコア技術にして進化を続けてきた。

更なる省エネルギー性と快適性を追い求める中で、従来室内の温度調節をいかに効率良く行うかという顕熱処理に主眼が置かれていた制御動作に、潜熱処理という湿度による視点を加えることで更なる快適性や省エネルギー性の改善を実現した。

今後もルームエアコンではハード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て快適性と省エネルギー性の向上を目指していく。