

冷熱システムの技術成果と展望



牟田口 照恭

富士電機リテイルシステムズ株式会社 取締役
執行役員常務 CTO(最高技術責任者)
兼)ものづくり本部長
兼)埼玉工場長

環境省は2010年夏に地球温暖化対策に係る中長期ロードマップを発表し、温室効果ガスの排出削減量の目標を1990年と比較して、2020年までに25%削減、2050年までに50%削減することを掲げた。

このような社会情勢の中、富士電機においても“エネルギー・環境のグローバル最先端企業を目指して”を経営方針として掲げ、全社一丸となった技術開発に取り組んでいる。

富士電機が冷熱システム技術を開発し続ける最大の目的は、地球環境の保全である。その実現のためにグループの知恵を結集し、環境に配慮した技術開発を進めている。

富士電機では、以前から電子機器の効率の良い冷却・加温に加えて、断熱技術などによる熱の使用環境を整える技術を用い、小型・高効率化の実現に取り組んできた。これらの技術に加え、地球環境の保全に向けた省エネルギーの実現のための排熱利用などの技術にも取り組み始めている。

このような冷熱技術は、例えば、密閉された箱に収納された商品を冷却・加温する自動販売機や、商品を自由に取り出すことができるオープンショーケース、さらには、データセンターにおける空調設備など、使用環境や用途に関わらず幅広い分野に適用できる技術である。

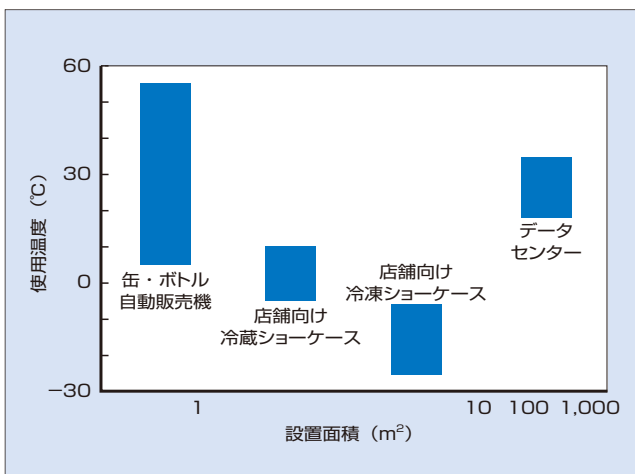


図1 冷熱システム適用例

冷熱システムに関わる主な技術を次に示す。

(1) 冷却回路技術

圧縮機、制御弁、熱交換器などから構成され、ヒートポンプのような高効率な温度制御を実現するための技術

(2) 断熱技術

ショーケースで用いられるエアカーテンや自動販売機におけるエコパネル（断熱材）などの適材適所で効率良く冷却、加熱するために熱移動を抑制する技術

(3) 熱輸送技術

環境配慮型データセンターなどで用いられているさまざまな装置で発生する排熱エネルギーを極小化し、有効な場所で利用するための技術

(4) 最適運転制御技術

自動販売機の学習制御のように運転負荷に応じ、省エネルギーを実現するための最適な運転を行うための技術

富士電機における冷熱システムの適用例について設置面積と使用温度を図1に示す。

富士電機では、自動販売機、店舗向けショーケースなどの中小規模の冷熱システムに加え、環境対応データセンター向けの冷熱システムなどを製品として市場に展開している。

代表的な例を取り上げて、それぞれの技術について紹介する。

1. ヒートポンプ技術

図2は、1997年を基準として、富士電機の製品である缶・ボトル自動販売機の消費電力の推移を示したものである。最近13年間で自動販売機の消費電力は、5分の1以下となっている。この低消費電力対応を実現した省エネルギー技術の中で、とりわけ大きく貢献したのはヒートポンプ技術である。

富士電機の自動販売機における最新のヒートポンプ技術の特徴は、徹底したエネルギーの有効活用にある。自動販売機では、四季の外気温に応じた飲料の販売を行っている。例えば、春や秋においては、図3に示すような3室ある商品の収納庫の運転状態を切り替え、1室分のホッ

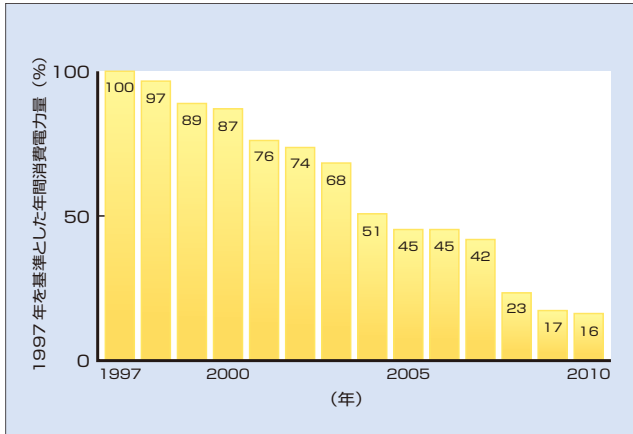


図2 缶・ボトル自動販売機の消費電力推移

ト飲料と2室分のコールド飲料を販売することが多い。

富士電機は、冷却回路に内蔵された弁により、コールド飲料を冷却する排熱を熱源とする場合と、外気を熱源とする場合とを切り替えて運転するハイブリッドヒートポンプ技術を開発した。この技術を用いれば、外気が持つ熱エネルギーをそのまま利用することができ、コールド飲料の冷却時に得られる排熱以外の熱源を利用することができる。

2. エアカーテン断熱技術

先に示したように、熱の有効利用を図るためには、熱移動を抑制し、適材適所で効率良く冷却、加熱するための断熱技術は非常に重要な技術となる。

本稿では図示しないが、先に紹介した自動販売機においては、特にホット飲料を加熱するための熱が、コールド飲料を冷却している商品収納室に流れ込むため、この間の熱リークをいかに低減するかが、省エネルギー達成のための重要なポイントになる。

一方、開口部の大きい店舗用ショーケースにおいては、エアカーテンと呼ばれる冷却気流により、開口部からの外気熱侵入を遮断して、庫内を効率的に冷却することが要求されている。

この気流の遮断特性を向上するためには、さまざまな環境条件におけるエアカーテンの直進性や遮断特性の確保が重要な技術となる。富士電機ではショーケースの設計の段階から気流解析技術を活用し、外気とショーケース内部の温度がエアカーテンの直進性に与える影響、特にエアカーテンに面する部位の形状のエアカーテンへの影響などの最適化を図ってきた。

これらの技術は、既に“ツインエアストリーム”技術として、市場で好評を得ている。最近では、従来の上方からのエアカーテンに加え、新たに棚ごと構成した背面気流との併用による棚間細分化気流制御方式を開発した(図4)。

この方式は、各陳列棚の先端部に設けたスリット構造

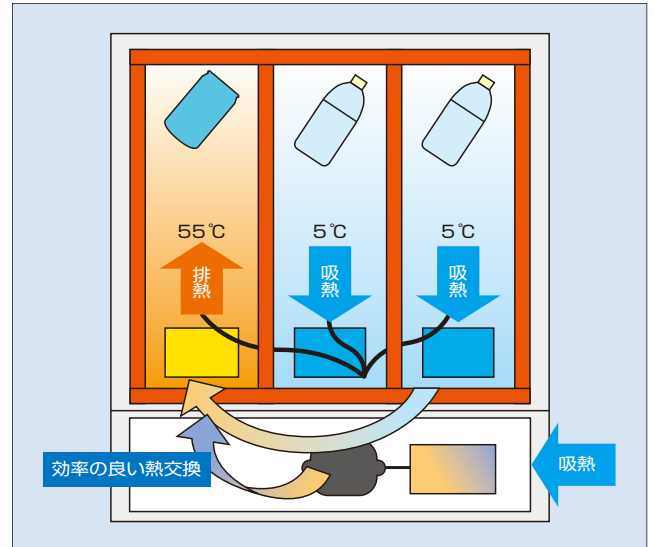


図3 1MC (Motor Compressor) ハイブリッドヒートポンプ技術

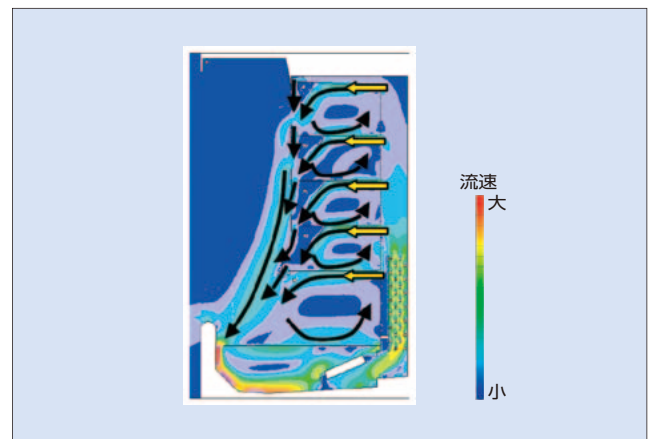


図4 棚間細分化気流制御方式

による乱流エネルギーの抑制技術との組合せにより、従来のエアカーテン方式と比較して、大きな省エネルギー効果が期待できる。

3. 局所冷却技術

近年、企業や国、地方自治体などでは、情報処理の運用コスト削減やセキュリティ強化の観点から、情報処理業務のアウトソーシング化を進めており、データセンターの需要が拡大している。

このデータセンターも地球温暖化防止の流れを受け、省エネルギーを進めることが求められている。加えて、省エネルギーを進めることは環境への配慮と同時に、データセンター事業者にとってランニングコストを削減することにもなり、高付加価値サービスの低価格での提供が可能となり、国際的な競争力の確保にもつながる。

環境配慮型データセンターにおける消費電力量は、その半分が空調や電源設備であり、革新的な空調エネルギー

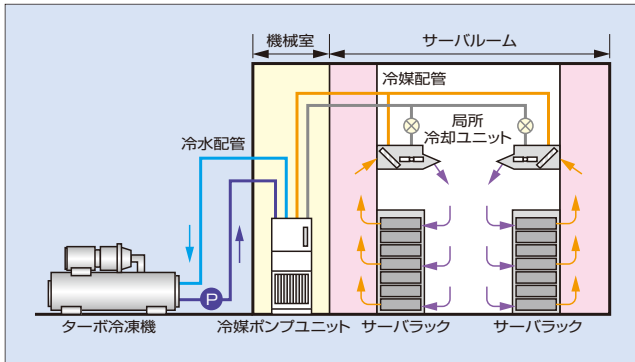


図5 データセンター向け局所空調システム

の低減を実現する技術が重要である。

従来は、冷気を床から噴出し、サーバの熱を奪い上昇気流となった高温空気を天井から吸い込む気流形態を採用していた。

富士電機では、環境に配慮した高効率な局所空調システムを開発した(図5)。この方法は、サーバ上部に局所冷却ユニットを配置し、熱負荷の増大時に生じていた熱だまりを解消することを目的としたものである。この局所空調システムのCOP^(注)は13以上であり、従来と比較し

て約2倍以上の省エネルギーが図れ、熱源まで含めた空調システム全体の消費電力を25%低減することができる。

4. 運転制御技術

ビルや工場においては、用いられているさまざまな冷熱機器を総合的な省エネルギーの見地から最適に制御にする取組みを図っている。これらの機器は、機器の相互作用に伴い、複雑な非線形問題としてとらえることができる。富士電機は、独自のアルゴリズムを開発し、トータル省エネルギーの実現を進めている。

富士電機は、今後も冷熱技術の開発を通じて、エネルギーの利用・活用という視点から、さらに加速すべき低炭素社会の実現に向けてその一翼を担う所存である。

また、これらの冷熱技術に加えて、情報、計測・制御技術による熱エネルギーの活用についても、開発を進めていきたいと考える。

<注> COP(成績係数): $COP = \text{冷房または暖房能力} / \text{消費エネルギー}$ 。
COPが高いほど、冷暖房で消費するエネルギー効率が高い。





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。