

冷蔵・冷凍の排熱で暖房を行う 複合システムの開発

ダイキン工業株式会社
取締役社長 北井啓之

ダイキン工業(株) 空調生産本部主任技師	宮田賢治
ダイキン工業(株) 空調生産本部	谷本憲治
ダイキン工業(株) 空調生産本部	阪江寛
ダイキン工業(株) 空調生産本部特別嘱託	植野武夫
ダイキン工業(株) 空調生産本部	竹上雅章

はじめに

近年のエネルギー問題や地球環境問題（温暖化対策、オゾン層保護、鉱物資源の有効利用等）は緊急課題として世界的に取り組まれている。本研究開発はその対策をさらに加速することを目的としてなされたものである。

様々な機器の中でも、とりわけ電力使用量の多い、冷蔵、冷凍、空調設備に関する従来のシステム構成を抜本的に見直し、それらを複合したシステムを開発した。機器の効率向上の中でも特筆すべき点として、冷蔵、冷凍設備の排熱を暖房設備の熱源として利用できるようにした点が上げられる。これにより特に冬季には従来の半分以下の電力しか必要としない複合システムを実現した。地球環境問題への対策としても様々な角度から研究開発を行った環境負荷の低減を実現できる技術であると確信する。

開発のねらい

具体的な使用用途として、コンビニエンスストアやドラッグストアに的を絞った技術開発を行った。特にコンビニエンスストアは一般の小売店舗や大型店舗と比較して電力消費が大きいことと、成長期から成熟期に入りつつあること

でチェーン間の競争激化が報じられていることが背景にある。コンビニエンスストアでは、経費削減による収益改善が大きな経営課題として取り組まれている。今回、これまで培ってきた冷凍空調技術を結集し、独自の二段圧縮方式を採用した大幅な省エネルギー、省施工を可能とした熱回収型の冷蔵、冷凍、空調設備を1台の室外機に凝縮したシステムを開発した。

今回の開発にあたっては、24時間365日営業という厳しい使用条件に対応できる高い信頼性を確保しながら、ローコスト経営にフィットした全自動100%熱回収型の熱源システムを実現する事をコンセプトに、開発に取り組んだ。

その結果、冷蔵、冷凍、空調設備の各々複数台の室内機ユニットを1台の室外ユニットで制御できるだけでなく、省スペースや省施工、省資源など多くの特長を備えた比類なきシステムの開発に成功した。

開発を行った機器の実際のコンビニエンスストアでの設置例を図1に示す。

装置の概要

従来のコンビニエンスストアで使用されていたシステムは冷蔵、冷凍、空調2系統の合計4系統である（図2）。

新システムはそれらすべてを1系統化した複

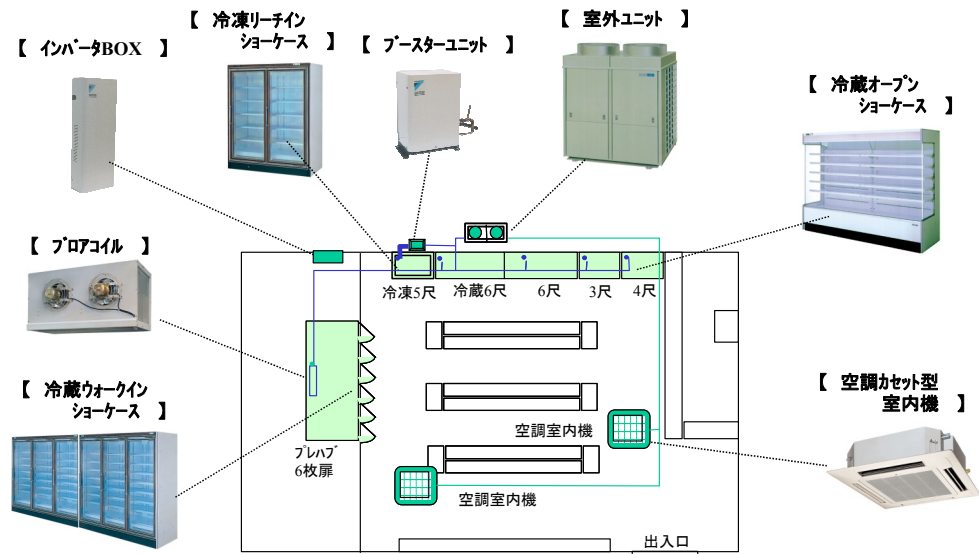


図1 開発機器の設置例

合システムである（図3）。

冷蔵，冷凍，冷房，暖房の機能はそのままで
室外機を1台に集約している。

技術上の特徴

コンビニエンスストアなどの冷蔵，冷凍，空調設備が共存する空間において，今まで屋外に排出していた冷蔵，冷凍設備の冷却熱量を，冬季に限り屋内の暖房設備に利用する熱回収技術や冷凍の二段圧縮技術を用いて電力使用量の大幅な削減を可能とした。また，これまでは個別システムであったものを，一体型システムにしたことで，小型化を実現し，省スペース，省施工，省資源といった特長を実現した。

以下に具体的特長を示す。

1. ランニングコストの削減

冬季は100%熱回収運転となり，消費電力量を約60%削減できる（従来システム比）。夏季は冷蔵，冷凍，空調設備に個別の最適蒸発温度となる新冷媒制御技術を採用することや，冷凍設備に二段圧縮技術を採用することにより，消費電力量を約20%削減できる（従来システム比）。

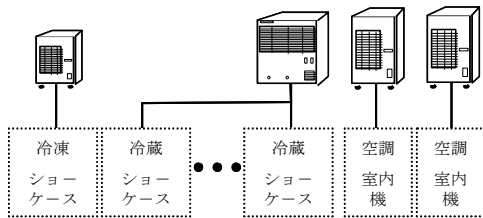


図2 従来システム

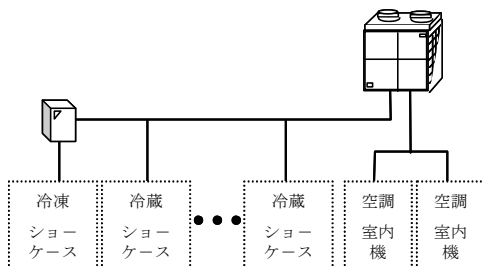


図3 新システム

2. 省施工の追求

冷蔵、冷凍、空調設備の一系統化で、冷媒配管が8本から4本となる（従来比で50%節減）。この配管本数の削減による防熱施工の大幅な簡素化が可能となる（従来比で50%節減）。

さらに、冷凍設備のガス側配管の防熱についても冷凍ショーケースからブースターユニット（低段側の圧縮機）吸入まで5m程度に短縮でき、従来機の一般的な距離20mに対して、防熱施工を75%簡素化することができた。



図4 従来の設置パターン



図5 本システムの設置パターン

3. 省スペース及び設計自由度の向上

室外ユニット設置スペースを60%削減できた。従来は室外機が4台（図4）であったのに対して、本システムでは1台（図5）になる。

ビルイン店舗に対応できる室外ユニット高低差30mに対応でき、実長70mの長配管にも対応できることから設計自由度が大幅に向上した。

4. 高信頼性の実現

二段圧縮方式の採用により、冷凍サイクルの圧縮機の信頼性が向上した。また、DCインバータ圧縮機と一定速圧縮機2台のトリプル圧縮機を採用し、全ての圧縮機の自動バックアップ運転を可能にした。

5. 全モード自動切り替え

冷凍優先、冷蔵優先、冷房優先、暖房優先、熱回収優先及びその他の合計100通り以上のモード切り替えは全て自動切換えとした。これにより冷凍設備負荷、冷蔵設備負荷、冷房負荷、暖房負荷、設定温度、外気温度等、様々なユーティリティ変化に対して自動的に対応できる。

6. ノンデフロスト運転による快適性の向上

冬季において、暖房運転を一旦中断して室外熱交換器に付着した霜を取り除くデフロスト運転時には空調能力が無くなるため室温が低下してしまうが、100%熱回収時と熱回収の熱量が余っている場合は室外機のデフロスト運転を必要としないため、快適性が向上する。

上記の運転条件時は室外温度が -20°C でも問題なく冷蔵、冷凍、暖房運転が可能である。その他の条件でも室外機のデフロスト運転は大幅に少なくなる（従来比で約80%減）。

7. マザーコントロールの採用

各機器の性能を記憶させて、その性能を最大限に発揮する全く無駄のない制御を実現した。一例を下記に記す

(1) 一定速圧縮機がONになると同時に最大能力を発揮する制御。

(2) 三蒸発温度を最高効率で運転可能ならしめる制御。

従来、蒸発温度の異なる冷凍機では一番蒸発温度の低い圧縮機吸入圧力になるのが一般であるが、今回の場合は圧縮機吸入での減圧がない。

8. マルチ接続対応

冷蔵ショーケース、冷凍ショーケース、空調室内機は各々、複数台接続することが可能である。また、冷凍ショーケースが無い場合や冷蔵ショーケースが無い場合にも対応できるなど、設計自由度の高い仕様になっている。

9. 地球環境問題と省資源対応

オゾン層破壊係数「0」の新冷媒HFC407Cを採用した。また、冷媒配管の簡素化で省冷媒化を達成した。すなわち、従来システムでの使用量43kgから、新システムでの26kgと冷媒量を39%削減した。

システムの小型化により鉱物使用量（Cu：63%減，Fe：43%減，Al：55%減）が削減され、により製品重量が730kgから330kgへと、55%削減した。削減割合は空調機：5馬力2台，冷蔵機：1台，冷凍機1台から構成される従来システムと，室外機1台+ブースター1台で構成される本システムとの間で試算したものである。

10. DCインバータの採用

室内ファン，室外ファン，ブースター圧縮機（二段圧縮の低段側として用いる冷凍専用の圧縮機）及びメイン圧縮機は省エネルギーを追求したDCインバータを採用した。

実用上の効果

標準的なコンビニエンスストアに冷蔵，冷凍，空調個別のシステムを導入した場合と比較すると，冬季の消費電力量は約60%節約，夏季は約20%節約することが可能となった。

年間で見えた場合，約50%の消費電力量を削減できる。（図6）

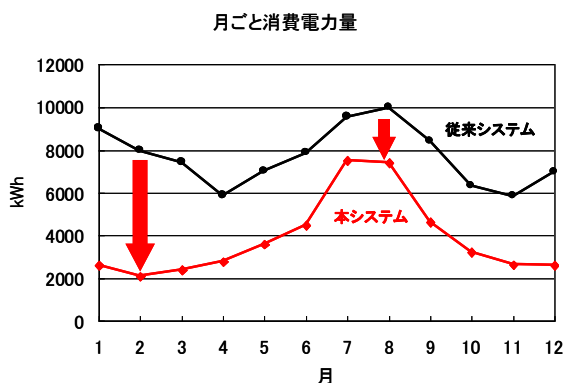


図6 消費電力量の推移

また，屋内と屋外をつなぐ冷媒配管も従来の個別システムの場合8本必要であったが，複合した一体型システムとすることで4本に削減でき，材料費や施工費を半減することができた。

さらに，室外ユニットを4台から1台にしたことで設置スペースが60%（3.6m²）削減でき，その分の土地の有効活用を可能とした。ランニングコストも低下できると共に，工事の簡素化が図れるため，全体の設備導入費用については17%削減できる。

工業所有権の状況

総出願件数は71件である。その内訳は，公開されているもの46件（登録1件含む），未公開のもの25件である。なお，製品に採用を行わなかった周辺技術も一部，出願件数に含まれている。

むすび

本技術開発において，コンビニエンスストアに特化した結果，最適なシステムが構築できた。本システムは類似した店舗であるドラッグストアでもそのまま導入することができる。さらに今後，これらの技術の応用展開としてファーストフードやファミリーレストランなどにも導入できる機器の開発が容易である。これらの業種は冷蔵や冷凍の必要設備が小さいため，小容量機のバリエーションを開発することで実現できる。

従来，冷凍機や空調機など個別に効率向上や小型化などの検討を進めていたが，コンビニエンスストアのようなフィールドにおいて，なかなか大きな改善を図ることが困難であった。普段は個別のものとして捉えていた機器を，1つのシステムとして捉え直したことにより効率向上や小型化の壁のブレークスルーを達成できた。今後，このような視点を大切にし，さらなる開発を進めていく所存である。