

日本冷凍空調学会賞 技術賞

# ウルトラ エコ・アイス システム (低温氷蓄熱利用のショーケース冷却システム)

Ultra Large Temperature Difference Storage for Refrigeration & Air Conditioning System

## 1. はじめに

我が国の食品を扱うスーパーマーケットの中で、多くを占める延べ面積が約3000m<sup>2</sup>の店舗のエネルギー消費量は、一般事務所ビルの3倍強ほどになり、一般事務所ビルの10000m<sup>2</sup>規模に相当する。これらの店舗では、オゾン層破壊係数がゼロではあるが、温暖化係数の高い冷媒の使用量が増加している。

本システムは、これらの施設の冷蔵設備と空調設備の熱源設備を一体化し、低温氷（ブライン氷）で蓄熱し日中に融解し、その冷熱を利用するものであり、「ウルトラエコ・アイスシステム」(UEI) と称している。

本システムの狙いは、「省エネルギー化」「ショーケース内陳列商品の高品温管理の実現」「経済性の発揮」「システムの信頼性向上」「店内環境の改善」、さらには「TEWI値の低減」を図ることである。（本システムは特許庁より特許が認められている）

## 2. システムの概要

システムの全体構成を図1、2に示す。

### (1) 夜間

蓄熱用冷凍機にて、蓄熱槽に低温氷を生成蓄熱する。一方、負荷の減少したショーケースの夜間負荷に対応するブラインは、プレ冷却用冷凍機によって冷却され、蓄

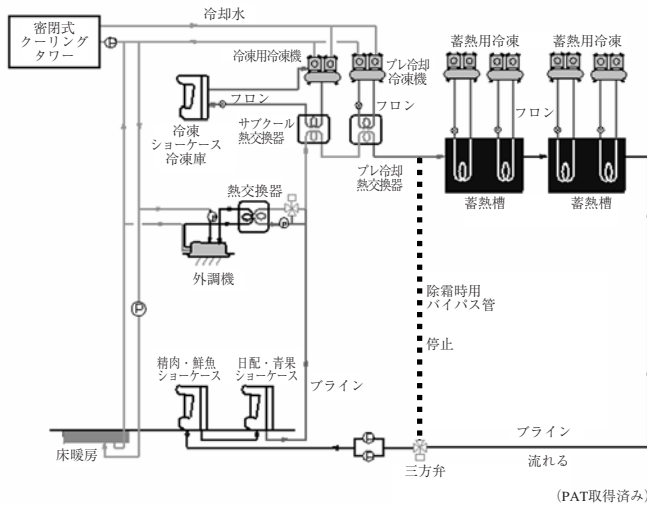
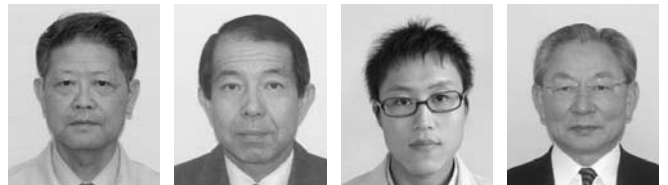


図1 昼間冷却運転時



藤川 清\* 清水 操\* 中澤秀俊\* 西村貞生\*  
Kiyoshi FUJIKAWA Misao SHIMIZU Hidetoshi NAKAZAWA Sadao NISHIMURA

熱槽をバイパスして循環する。

### (2) 昼間

図1に示す温度域の異なった各負荷に対し、蓄熱槽に蓄えられた冷熱を、0℃のショーケースを冷却した後、4～7℃のショーケース、冷房用空調機、最後に冷凍食品などの低温用冷凍機の凝縮液サブクール用熱交換器へと、システムへの供給冷熱をカスケード利用する。

### (3) 除霜時

図2に示すように、本システムにおける除霜は、各負荷を一巡冷却処理し温度上昇したブラインを、冷却時とは異なりプレ冷却冷凍機、蓄熱槽を経由させずバイパスさせて、霜の着いた0℃に保たれているショーケースの冷却コイルに供給し、コイル内部より表面を暖め除霜する。

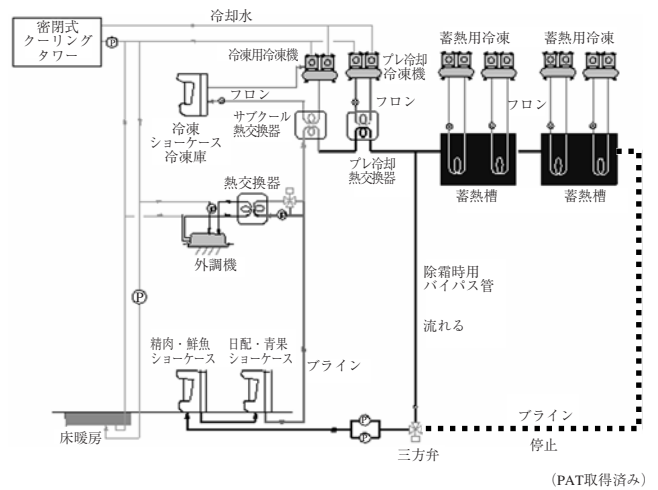


図2 除霜・夜間冷却運転時

\* (株) ヤマト  
Yamato Corporation  
原稿受理 2008年3月10日

### 3. システム運用結果

#### 3.1 省エネルギー，経済性効果

本システム採用B, C店と近似した従来システム採用A店を抽出し比較した。年間エネルギー使用量，料金の実績値を表1に示す。

本システム採用店の年間使用電力量実績値は，従来システム採用店と比較し店舗全体の消費電力量において，約10%の削減がなされている。本システムが受け持つ熱源設備は，店舗全体消費電力量の約45%を占める。熱源設備を除く他の設備は，3店舗ほぼ同様の設備である。各設備項目ごとの消費電力量は実測していないが，この差は熱源設備による差と考えられ，本システム熱源設備としては約20%強の消費エネルギー量の低減，料金では50%強の低減が図られている。

表1 同規模3店の各実績値 (H17/1～H17/12)

店舗名(売場面積)	消費電力量(MWH/年)	エネルギー料金(K¥/年)
A(100%)	2102(100%)	28,031(100%)
B(95%)	1880(89%)	20,766(74%)
C(100%)	1872(89%)	20,971(74%)

#### 3.2 ショーケース内の陳列商品温度の高品質管理

本システムでは，除霜中でもショーケース内の温度はほとんど変化せず，安定している。陳列されている食品の内部温度も安定しており，従来システムと比較し高品質の鮮度管理が行われる。

ショーケース内に陳列されている商品の内部温度の状況を図3, 4に示す。前項の省エネ性評価では，陳列商品の冷却状況の補正はしていないので，同一品温とするなら，さらに省エネルギーが図れたこととなる。

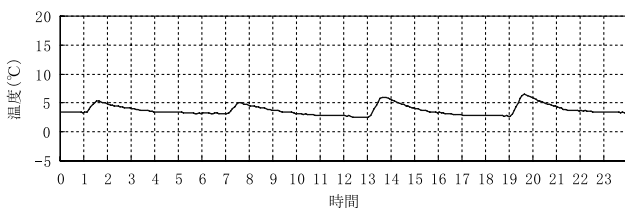


図3 従来システム精肉内部温度

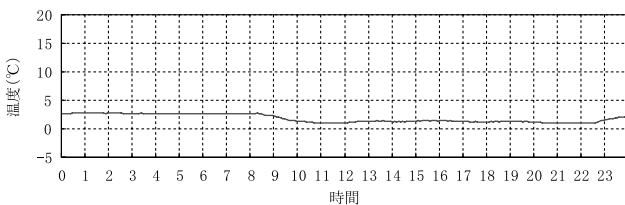


図4 本システム精肉内部温度

#### 3.3 店内環境改善

従来システム採用店のショーケース前面の床表面温度は約13℃と冷え込んでいるが，本システム採用によって排熱を回収利用した床暖房により，床表面温度を16～20℃に調整可能となる。ショーケース周辺のコールドエイルも解消された。

#### 3.4 TEWI値改善効果

従来システムでは，冷凍機とショーケース間の冷媒配管の総配管長は長く，さらに数多くのフレア接続がされている。IEAの季刊誌，およびIEAにおけるANNEX26報告には，参加国の調査データが公表されている。その漏洩量割合は，10%以上であることが報告されている。

本システム採用店においては，従来システムの冷凍機とショーケースとを結ぶ冷媒配管の約60%がブライン配管に替わり，約40%が直膨式冷媒配管のまま漏洩対象箇所として残る。その結果，漏洩量も40%まで減少可能と見なせる。冷蔵設備への冷媒量の充填量は，単位冷却能力当たり約4kg/kWであり，

$$\begin{aligned} & \text{従来システムの1店舗当たり総冷蔵設備充填ガス量} \\ & = 340 \text{ kW} \times 4 \text{ kg/kW} = 1360 \text{ kg} \end{aligned}$$

となり，仮に上記報告書の低めの値である年間10%の冷媒が漏洩しているとする，

$$\begin{aligned} & \text{従来システムの1店舗あたり年間冷媒漏洩量} \\ & = 1360 \text{ kg} \times 0.1/\text{y} = 136 \text{ kg/y} \end{aligned}$$

となる。

一方，本システムは前述したように，直膨式冷媒配管部分は従来システムの40%まで減少可能であるので，

$$\begin{aligned} & \text{本システム採用店の漏洩量} \\ & = 136 \text{ kg/y} \times 0.4 = 54.4 \text{ kg/y} \end{aligned}$$

となる。

漏洩したR404AのGWP値，エネルギー消費量を考慮し，本システム導入店，従来システム導入店の熱源設備のTEWIを算出した値を表2に示す。本システム採用により，TEWI値が従来システムに比べ，大幅に改善されることがわかる。

表2 従来システムと本システムのTEWI値

使用冷媒	従来システム TEWI t・CO <sub>2</sub> /y	本システム TEWI t・CO <sub>2</sub> /y
R404A	819	475

### 4. おわりに

冷媒を多く使用する冷蔵設備が設置されている施設において，温暖化ガス削減を評価する際には，GWPの大きな冷媒の漏洩による直接的因子を，間接的因子であるエネルギー起源CO<sub>2</sub>発生量と併せて大きな要素として考慮し，TEWI指標をもって評価すべきである。