

優良省エネルギー設備顕彰事例③

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

フレッセイ新保店採用のウルトラエコ・アイスシステム

設備所有者：(株)フレッセイ
設備施工者：(株)ヤマト

建物の概要

名称 フレッセイ新保店
所在地 群馬県高崎市新保町字伊勢301-1
概要 建家 地上2階
延床面積 3,012m² (売場面積 1,846m²)
構造 S造
用途 スーパーマーケット

1. 技術開発の目的と経過

ウルトラエコ・アイスシステム (ver.2^{*}) 導入により、・消費エネルギーの低減、・ランニングコストの低減、・省エネによる温室効果ガスCO₂の削減、・温室効果ガス (R22) 漏洩量の削減、・ショーケース内陳列商品の高温管理の実現、・店内環境の改善、・システムの信頼性向上の項目を目的とした。

本システムver.2の納入実績は群馬県内のスーパーマーケット4件、ver.1^{*}は群馬県内3件、栃木県、神奈川県各1件である。(※ver.1及びver.2の説明は後出)

2. 設備・システムの概要

ウルトラエコ・アイスシステムの全体構成図を図1、2に示す。(特許取得済)

2.1 夜間：低温氷蓄熱とショーケースの夜間負荷冷却対応

蓄熱用冷凍機で蓄熱槽に-8℃以下の氷を生成蓄熱する。一方、昼間に比べて減少したショーケース夜間負荷に対して、循環ラインは蒸発圧力を高めて運転するプレ冷凍機によって日中よりや



建物外観

や高めの温度で冷却され、蓄熱槽をバイパスし、ケースに供給される。

冬季においては冷凍機廃熱を床に蓄熱し、日中の暖房負荷に寄与させる。

2.2 昼間：蓄熱槽から約-6℃以下の冷熱を取り出し、システム内の負荷をカスケード冷却

図1に示された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℃の精肉・鮮魚用ショーケース (中温域ショーケース) を冷却した後、4℃~7℃の乳製品・青果といった各ショーケース (高温域ショーケース)、外気処理機、最後に冷凍食品等の低温用冷凍機の凝縮液サブクール用熱交換器へと供給しカスケード利用する。

負荷の大きい夏季等においては、夜間のショーケース負荷に対応するプレ冷却用冷凍機により、カスケード冷却後温度上昇したラインをプレ冷却し、その後に蓄熱槽に戻し、再びカスケード冷却する。残蓄熱量と負荷量によって変化するブラ

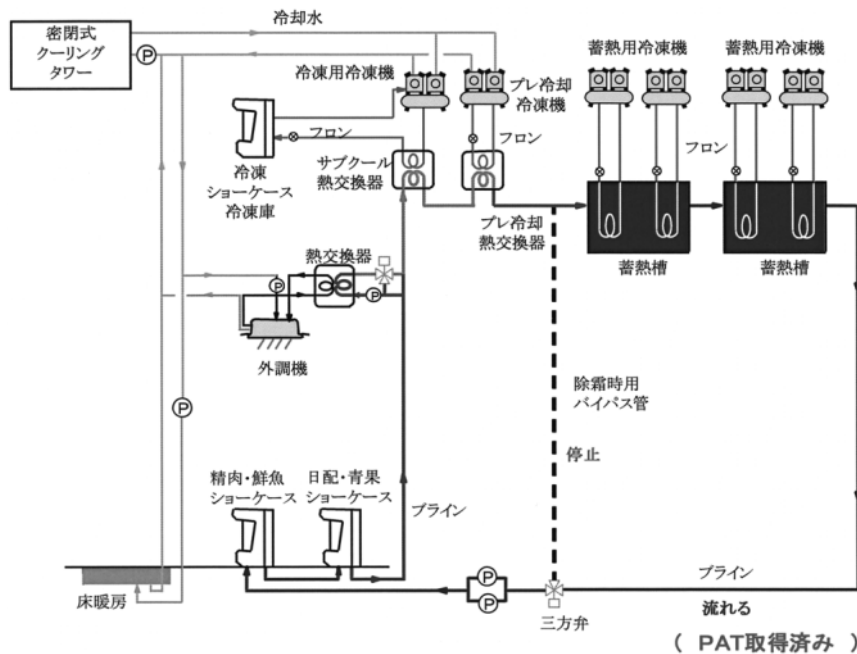


図1 昼間冷却運転時

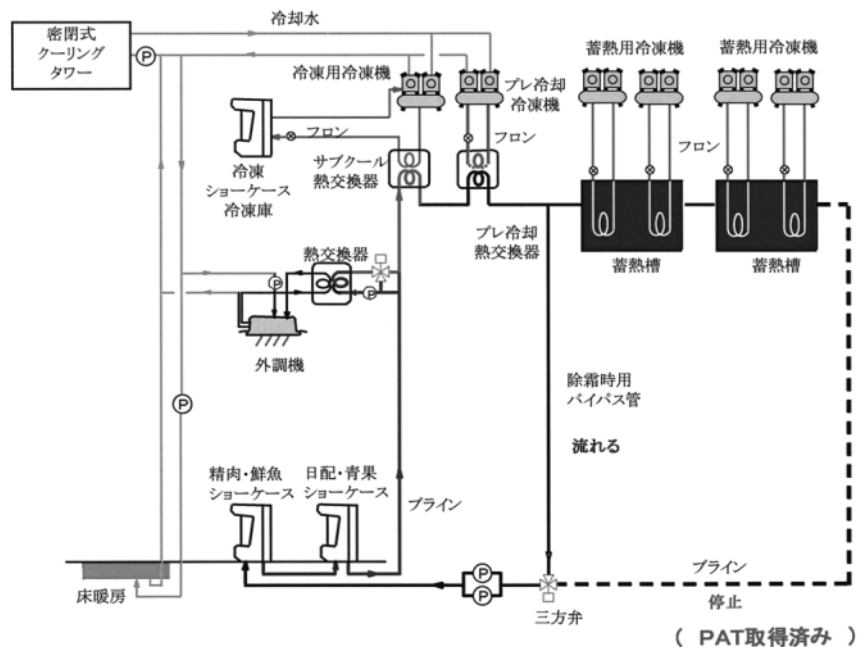


図2 除霜・夜間冷却運転時（除霜時は、プレ冷凍機の運転停止）

イン温度を管理しながら追い掛け運転も行う。
 冬季等負荷の少ない時には夜間潜熱蓄熱のみにて対応する。また、冷凍機の排熱を暖房熱源として外気処理機、床暖房に利用する。

2.3 除霜時：システム系内の冷却負荷を利用しながら0℃系ショーケース冷却コイル表面の霜の除去

0℃に保たれているショーケースの冷却コイル

表面には冷却中に霜がつき、冷却能力の低下をもたらす。従来の直膨システムでは、冷却コイルに電気ヒーターを装着し、一日に4回ほど定期的に通電し暖め、その熱で循環している空気を加熱しコイル表面の除霜を行っている。この従来システムでは除霜中のショーケース内部温度は上昇する。それに伴い陳列されている食品の品温も上昇してしまう。

一方、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温度上昇したブラインを冷却時のようにプレ冷却冷凍機、蓄熱槽を経由させず、1時間毎にこれら冷却熱源装置をバイパスさせて、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、コイル内部よりコイル表面を暖め除霜する。この時は冷却時とは逆に、コイル表面に蓄積されている霜の持つ潜熱は、数度高い温度でコイルに供給されるブラインを冷却することになり、冷却されたブラインは次の温度域のショーケース（4～7℃）、空調機、熱交換器へと供給され、

最下温度ショーケースのコイルに蓄積された霜の潜熱が各冷却器で利用される（このプロセスにおいても、コイル表面に蓄熱された潜熱を利用している）。

3. 着想

我が国の食品を扱うスーパーマーケット（SM）の中で多くを占める延床面積が約3000m²、売場面

積が約1500m²程の店舗は約10,000店程存在する。この規模の施設における単位面積当たりのエネルギー消費量は、一般事務所ビルの3倍強程になり、1店舗の消費するエネルギー量は、一般事務所ビルの10,000m²規模に相当する程エネルギー消費が多い。

さらに、これらの店舗では冷蔵設備、空調設備にHFCs冷媒が多く使用される。最近ではオゾン層破壊係数ゼロではあるが、温暖化係数の高い冷媒の使用量が増加している。

本システムの原型（ウルトラ エコ・アイス システム ver.1）は約10年前から開発してきたシステムであり、食品SMにおける冷蔵設備と空調設備の熱源設備を一体化したシステムである。汎用冷凍機を使用し、自社で開発製作した氷蓄熱槽にブラインを採用した。夜間電力で氷を製造し、日中、氷を融解する事により、その冷熱を冷蔵・空調設備に利用する。

応募対象である現在のシステム（ウルトラ エコ・アイス システム ver.2）と原型との異なる点は、ブラインによる冷蔵対象範囲の違いである。原型は、4℃～7℃の乳製品・青果等のショーケース（高温域ショーケース）のみを冷蔵対象とするのに対し、本応募システムでは、0℃付近の精肉・鮮魚ショーケース（中温域ショーケース）にまで冷却対象を拡張するため、ブラインの凍結温度を-8℃とし、夜間電力により-8℃以下の氷を製造した。また、ショーケースを0℃付近に保つために、冷却コイル表面には霜が着く。本応募システムは、その霜取機能を有する第2世代のシステムである。本応募システムは、5年前に確立されすでに4店に導入された。今日に至る間、4店舗全てのシステムは運転停止することなく安定して機能を発揮しながら昼夜連続運転している。

4. 効果（省エネルギー）

4.1 省エネルギー効果（本システム採用新保店と同規模の従来システム採用他店との比較）

本システムは、下記の要因によって従来システムと比較し省エネルギーが可能である。

- ・年間を通じ、外気温度の低い夜間に蓄熱する。蓄熱時には冷凍機は間欠運転せずに連続運転される

- ・負荷が減少している夜間には年間を通じ蒸発圧力を高く設定されたプレ冷却冷凍機が対応する
- ・低温系の冷凍サイクルにサブクールを採用
- ・除霜には電気ヒーターを使用せずにシステム系内の高い温度域の負荷を置換し利用
- ・冬季には暖房熱源として冷凍機廃熱利用

1) 年間消費電力量

フレッセイ新保店と近似した規模、ほぼ同様の施設内容・営業時間である従来システムを採用している他店舗とを比較する。

表1 同規模2店舗の各実績値（H17/1～H17/12）

店舗名 (売場面積)	冷蔵設備+空調設備 システム システム	消費電力量 [MWh/年]	エネルギー料金 [k¥/年]	電力デマンド [kW]
[新保店] (100%)	本システム+EHP	1,872 (内夜間電力量200 (89%))	20,971 (74%)	336 (73%)
他店 (100%)	従来システム+EHP	2,102 (100%)	28,031 (100%)	455 (100%)

本システム採用新保店の年間使用電力量実績値は、従来システム採用他店と比較し店舗全体の消費電力量において、約11%（230MWh/年）の消費電力量削減がなされている。

2) 熱源設備の消費電力量

表1の場合、熱源設備を除く他の設備は、2店舗ほぼ同様の設備、営業時間数も同一であるため、2店舗における各設備項目毎の消費電力量は実測していないが、この消費電力量の差は、熱源設備によると考えられる。

表2 本システム採用新保店と従来システム採用他店における熱源設備の消費電力量

本システム 採用新保店	全体の消費電力量	熱源設備以外の 消費電力量	熱源設備の 消費電力量
	[MWh/年]	[MWh/年]	[MWh/年]
	1,872	1,156	716
従来システム 採用他店	2,102	1,156	946

ここで、本システム採用新保店における熱源以外の消費電力を従来システム採用他店における熱源以外の消費電力と同じ（1,156 [MWh/年]）とすると、本システム採用により熱源設備の消費電力量は、従来システムと比べて約24% [(946-716) / 716=0.24] の低減ができたと言える。

5. 投資回収

5.1 ランニングコストの低減（本システム採用新保店と従来システム採用他店との比較）

ランニングコストの比較（電気料金 単位：千円）

	全体の電気料金	熱源設備の電気料金	熱源設備以外の電気料金
新保店	20,971	5,554	15,417
他店	28,031	12,614	15,417

上記「省エネ性」と同じ考えで比較すると、熱源設備の電気料金は
 $[(12,614 - 5,554) / 12,614 = 0.56]$ となり、約56% (7,060千円/年) の低減となる。

イニシャルコスト：約3.9年で回収

6. 他の建物（施設）への応用性

本システムは、食品スーパー向けのみならず、冷凍冷蔵倉庫における冷凍・冷蔵・低温空調などにも適用できる。

また、冷却にブラインを使用している事、安定した冷熱を利用できる事等から、0℃付近の高精度な温度管理が必要な設備等にも適用可能である。

7. 環境保全【温室効果ガス【CO₂】の削減、TEWI: Total Equivalent Warming Impact（総等価温暖化影響）による評価】

熱源方式	間接要因	直接要因		TEWI	
	熱源設備の消費電力量によるCO ₂ 換算量 (t-CO ₂ /年)	冷媒ガス漏洩によるCO ₂ 換算量 (t-CO ₂ /年)		(t-CO ₂ /年)	
		R404A	R22	R404A	R22
他店	321	363	174	684	495
新保店	288	60	29	348	317
CO ₂ 換算削減量	33	303	145	336	178

TEWI評価は、地球温暖化に影響を与える直接的な要因と間接的な要因とを総合的に評価する手法である。

なお、従来システム採用他店と本システム採用新保店の使用冷媒はR22であるが、2020年に生産全廃が決定しているためR404Aによる算出も行った。

8. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

8.1 工夫した点と、その効果

ウルトラエコ・アイスシステムを開発する際、省エネについて工夫した点とその効果を表3に示す。

8.2 ショーケース内の陳列商品温度の高品質管理

表3に記載された効果の他に、本システムでは除霜中でもショーケース内の温度は殆ど変化せず、安定しているという事がある。陳列されてい

表3 システムの開発において工夫した点とその効果

工夫した点	効果
蓄熱に夜間電力を使用	① ③ ④ ⑤
-8℃以下の潜熱蓄熱	① ② ③ ⑤ ⑥
冷凍・空調の一体化	① ② ③ ⑤
躯体蓄熱（床暖房）	① ③ ④ ⑤
冷凍機の凝縮熱を回収、利用	③ ④ ⑤
フロンの代替としてブラインを使用	② ④ ⑥
直膨系凝縮液のサブクール	② ③ ⑤

* 表の数字は、下記の項目を示している

(効果)

- ①電力負荷平準化
- ②蓄熱冷熱のカスケード利用
- ③エネルギー利用効率の向上 ④TEWIの低減
 (省エネによる温室効果ガス [CO₂] 換算量削減と、冷媒ガス漏洩低減による温室効果ガス [CO₂] 換算量の削減)
- ⑤経済性の発揮（ライフサイクルコストの低減）
- ⑥システムの信頼性向上

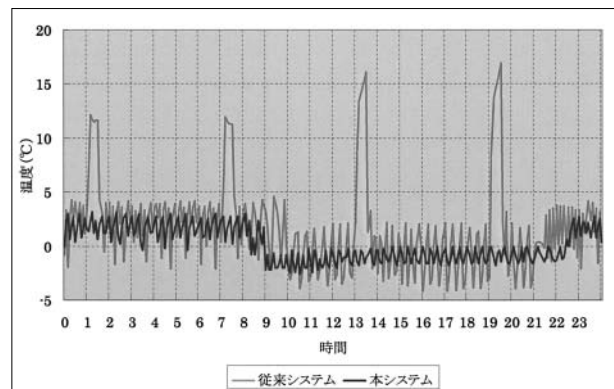


図3 ショーケース内吹き出し温度の比較

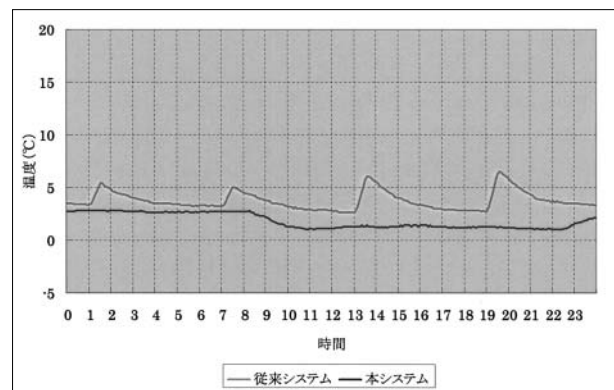


図4 ショーケース内における商品内部温度の比較

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。

ショーケース内の吹出し空気温度を図3に、陳列されている商品の内部温度の状況を図4に示す。

8.3 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。20℃以上に床温度を設定した店では買い物客の子供が床に気持ち良さそうに座り込む光景もあった、と店からの報告もあった。

9. 市場性、適応市場の大きさ、競合品又は他システムとの比較、販売実績等

9.1 市場性、適応市場の大きさ

本システムは、主に延床面積約3000m²、売場面積は、約1000m²以上の新築のスーパーマーケットにおいての実績がある。

現在、我が国において食品を扱う延床面積が約3000m²、売場面積が約1500m²規模のスーパーマーケットは、約10000店程存在するが、これらを対象とした大規模改修にも適応できると思われる。また、投資回収年数にもよるが、上記以外の規模における店舗にも適用可能である。

前述したが、冷凍冷蔵倉庫における冷凍・冷蔵・低温空調や、0℃付近の高精度な温度管理が可能な設備等にも適用可能である。

9.2 競合品又は他システムとの比較

現時点では、本システムと同様のシステムは、他に無いと思われる（PAT取得済み）。蓄熱の冷蔵システムとして、夜間電力を使用したサブクール方式の氷蓄熱システム（以下、サブクール方式と略す）がある。これは、夜間蓄熱した冷熱を昼間、冷凍機のサブクールに使用し、省エネを図るシステムである。

サブクール方式と本システムとの違いは、夜間蓄熱した冷熱の利用の仕方が異なるという事である。本システムは、夜間蓄熱した冷熱でショーケースを冷却するため、夏季のピーク時間（13時～16時）に冷凍機の運転を停止する事ができる（冷凍系統は除く）。サブクール方式では、サブクールにより冷凍機の冷凍効果を高めて運転を行う



ウルトラ エコ・アイス システム蓄熱ユニット外観

（ショーケース負荷をまかなう）ため、冷凍機の運転を停止する事はできない。

この違いにより、電気料金に関しては、東京電力様供給管内での「ピーク時間調整契約」メニューの適用が可能になる。この「ピーク時間調整契約」による料金割引は、電気料金の削減に大きく寄与している。

また、冷媒ガスの漏洩に関して、サブクール方式における冷凍・冷蔵系統の配管は、従来方式と同じく全て冷媒配管であるため、冷媒ガス漏洩の可能性が大きく残る。

現在、冷凍・冷蔵系統における冷媒ガスR404Aへの転換が進められているが、省エネと合わせて地球温暖化係数が非常に高い冷媒の漏洩量を減らす事が大切である。

省エネルギーと温室効果ガス低減を可能とする本システムの普及・拡大により、地球温暖化防止に貢献できる事を期待している。