

# 環境にやさしいコールドチェーンを支える 冷凍システムとは

—冷凍システムの凝縮圧力の最適化制御と蒸発器における  
小さい温度差による運用の有効性について—

[第2回エレクトロヒートシンポジウム発表論文]

井筒 忠雄 (いづつ ただお) (株)サーモダイナミックシステムズ 代表取締役

中山 淳也 (なかやま じゅんや) 中山エンジニアリング(株) 代表取締役

山本 高男 (やまもと たかお) 中山エンジニアリング(株)

## 1. はじめに

人類は冷凍・冷蔵技術によって生活の便益を享受している。しかし、我々の活動に起因する環境に対する負荷は自然界の許容能力を超えてしまった感は否めない。このような観点からも我々の技術分野において形式的でない実質的な冷凍システムの高効率化を図ることは、第一義的な課題である。

四季を通して冷凍システムの凝縮圧力が制限値を下回る期間、凝縮温度を下げて運用することで、冷蔵庫の運用では運転時の入力減少と冷凍能力 $\Phi_0$ の増加によって運転時間を短縮することができる。しかし、このような運用は、実際には冷凍機側での物理的な制御弁や、電氣的な制御、または冷凍機メーカーの指示によって不可能となっているのが実情である。これは、現状の設備そのままでも成り行きに凝縮温度を下げて運転してしまうと、吸入圧力の低下による冷却不良や、湿り圧縮による冷凍機の損傷を招くため、これを予防する措置として止むを得ないと言える。

また、一度の熱交換で小さい温度差(TD)にて運用することで、冷凍機の吸入圧力を高く保つことができ、同時に着霜も抑制することができるので、高効率を図ることが可能となる。

ガス圧縮式冷媒サイクルにおいて温度差の見直しと、一定圧力で凝縮圧力を制限するヘッドプレッシャーコントロールを用いず、運用地において積極的に凝縮温度を下げて運転することで、もっとも効果的な省エネルギーを達成することの具体的な裏付けを示

したい。

以上をふまえて本稿では $\eta_{\max}$  Refrigeration System (Eta-maximam) について解説する。このシステムは2006年度国土交通省、北海道局が実施した「北海道農水産品高度流通システム検討調査」の選定機種となり、生産者・加工会社・流通会社・小売会社・消費者と一連のコールドチェーンにおいて大変有用な技術であることが実証された。

## 2. TD (庫内温度と蒸発温度の差) が小さい 運転

### 2.1 TD が小さい運転の効果

#### (1) 着霜抑制

一般に、TDを小さく運転することで着霜速度を遅くできることが知られている。着霜は空気流路を狭め、電熱抵抗を増大させるため、それ自体冷凍能力を小さくする要因である。

また、連続式ベルトフリーザなどで外部からの空気流入が多い場合でも、小さいTDで運用することで着霜を抑制する効果があることを確認している。

#### (2) デフロスト抑制

(1)の小さいTDで着霜を抑制する効果から、デフロスト間隔を大幅に延ばすことができる。

デフロストによる熱は、霜自体の融解熱とは別に庫内側とに生じる温度差で大量に漏洩し、庫内温度を上昇させてしまう。

弊社実験において、吸い込みフードとファン吹き出