

世界最高効率レベルを達成したターボ冷凍機の省エネルギー効果

Effect on Energy Saving and CO₂ Emission Reducing by Applying World-Class Centrifugal Chiller



仲谷 潤之助*¹ 関 巨*²
 Junnosuke Nakatani Wataru Seki
 石井 正宏*³ 西崎 太真*⁴
 Masahiro Ishii Futoshi Nishizaki

産業施設や商業施設のエネルギー消費量のうち、空調エネルギーが占める割合は大きく、(財)省エネルギーセンターによればショッピングセンター等の商業ビルでは約40%を占める。これらに対する省エネルギー化がCO₂排出量の削減に大きく寄与できる。当社はこうしたニーズに対応し、世界最高効率レベルを誇るターボ冷凍機を核とした、省エネルギーソリューションを提供している。その特徴は、製品・システムのライフサイクルに応じて一貫した熱源ソリューション・サービスを提供し、全体最適化を行うことで、より効果的に省エネルギー化を図るところにある。本稿では、その取組みについて紹介する。

1. 世界最高効率レベルのターボ冷凍機の特徴⁽¹⁾

ソリューションのキー技術である当社製最新型ターボ冷凍機の特徴を以下に述べる。

冷媒にオゾン層を破壊する恐れのないHFC-134aを採用し、圧縮機や熱交換器などの改良で、全ての運転範囲で高性能化を達成した。

ターボ圧縮機には高精度な加工が出来る2段形オーブンインペラを採用し、静止流路も含めた流動解析を援用することで冷媒ガス流れの剥離や澱みをなくし、高効率化を図った。また、第2段インペラの入口に容量制御機構を追設することで低負荷領域の効率を改善

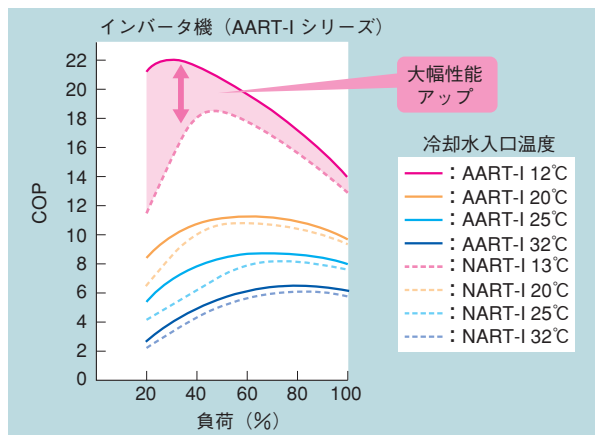


図1 インバータターボ冷凍機の部分負荷特性 (冷水出口温度7°C)
 部分負荷特性が飛躍的に向上していることがわかる。COPとはCoefficient Of Performanceの略でCOP = 出力エネルギー / 入力エネルギー で表される成績係数である。

した。さらに、大容量機までインバータ仕様を設定し、シリーズ全体で運転状態に合わせた最適な回転数制御と運転領域の拡大を実現した。

この結果、冷却水入口温度が12°Cまで下がっても効率よく負荷追従制御ができ、図1に示すように、部分負荷での性能(COP)を飛躍的に向上させることが可能となった。

2. 省エネ&CO₂排出量削減ソリューションの事例

サントリー(株)高砂工場向けに行ったソリューション提案の導入事例を紹介する。食品・飲料工場では種々の温度で冷却と加熱が行われる。このため、変動の大きい負荷に対応することが熱源システムに要求される。こうした要望を満たす省エネルギーソリューション提案を行い、図2に示すように60%以上の省エネルギーとCO₂排出量削減を達成した。この提案

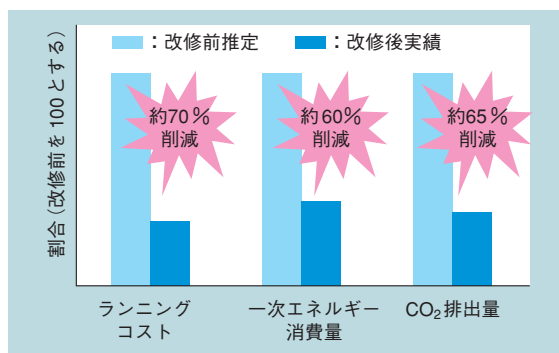


図2 省エネルギー並びにCO₂排出量削減効果
 ソリューション導入により年間ランニングコスト、CO₂排出量が大幅に削減されたことがわかる。

*¹ 技術本部高砂研究所神戸技術開発・研究推進グループ
 *² 冷熱事業本部大型冷凍機部設計課長

*³ 冷熱事業本部大型冷凍機部サービス課長
 *⁴ 冷熱事業本部大型冷凍機部熱源ソリューショングループ長

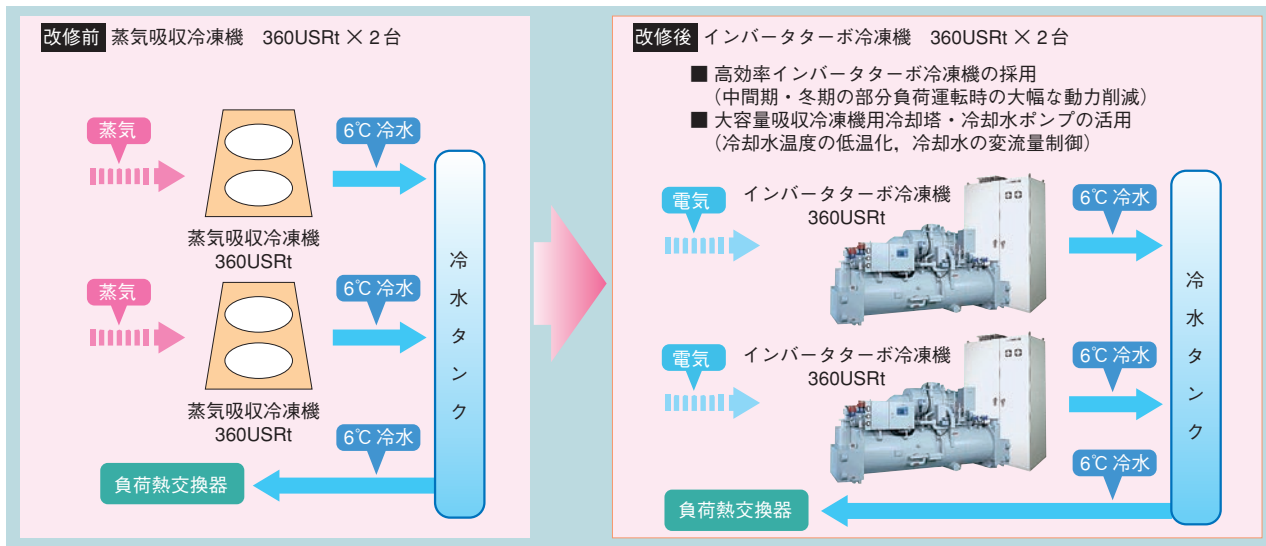


図3 ソリューション導入事例
蒸気吸収冷凍機をターボ冷凍機へ更新した事例を示す。

内容を図3に示す。ソリューションのポイントは、以下のとおりである。

- ① 改修前の蒸気吸収冷凍機を高効率インバーターターボ冷凍機へ更新し、中間期・冬期の部分負荷運転時の大幅な動力削減を実現した。
- ② 既設設備である大容量の蒸気吸収冷凍機用冷却塔・冷却水ポンプを有効活用し、冷却水温度の低温化と冷却水の変流量制御により省エネルギー化した。

3. ソリューション提案スキーム

前述のように冷凍機とその周辺設備並びに空調設備を最新のシステム化技術で省エネルギーを実現する提案の流れを図4に示す。

- ① 最初に、お客様から現状設備の内容やその稼動

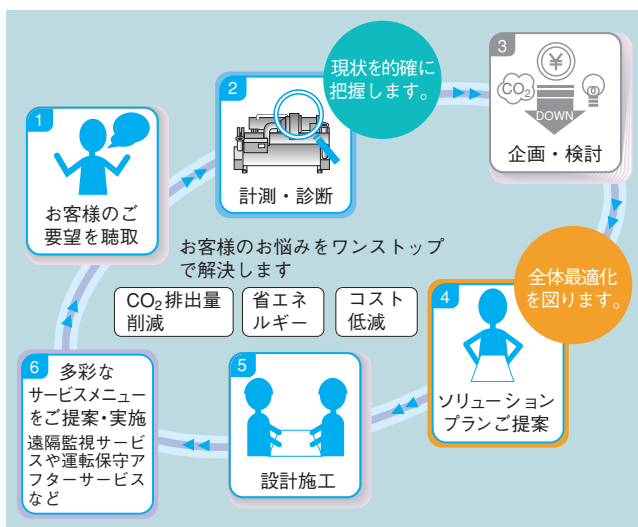


図4 省エネルギーソリューション提案スキーム
製品・システムのライフサイクルに応じたソリューション提案の流れを示す。

状況、エネルギー消費状況などを聴取する。② 必要に応じて、現状設備の計測・診断も実施し、省エネルギー化の対象項目を検討する。③ 次に、検討結果に基づきシミュレーション等でエネルギー削減効果を試算する。④ その効果を確認できた段階でソリューション提案としてまとめ、お客様に提示する。⑤ 提案内容についてお客様と打合せ、承諾を頂いた後、詳細な設計、施工を実施する。⑥ さらに施工後は、遠隔監視による24時間365日の機器診断による省エネ運転サポート(図5)や15年間の機能・安定運転・性能維持の運転サポートなど冷凍機の運転に関するソリューションを提供する。このようなアフターサービスメニューで機器の運用状況の確認や、適正なメンテナンスを実施することで改善効果を評価、確認することができるため、機器単体の省エネ提案に比べて高い省エネ効果を実感していただける。

4. 冷凍機を応用したシステムの例

ターボ冷凍機を核としたソリューション提案内容は、冷水、冷却水の変流量制御からフリークーリング、排熱利用など多岐にわたるが、その中で冷凍機を応用したシステム化による省エネ提案事例を以下に紹介する。

4.1 熱媒過流量制御システム

一般に、中間期と冬期に冷熱の熱負荷量は減少するが、負荷側の制御や熱交換器の特性などによって、熱負荷の減少量と流量の減少量とは比例しないため、送り温度と戻り温度の温度差が小さくなり負荷流量は減らないという現象が生じやすい。この場合、複数の冷凍機で台数制御を行っている設備では熱量基準で必要な運転台数に対して過剰な台数の冷凍機を運転し、設

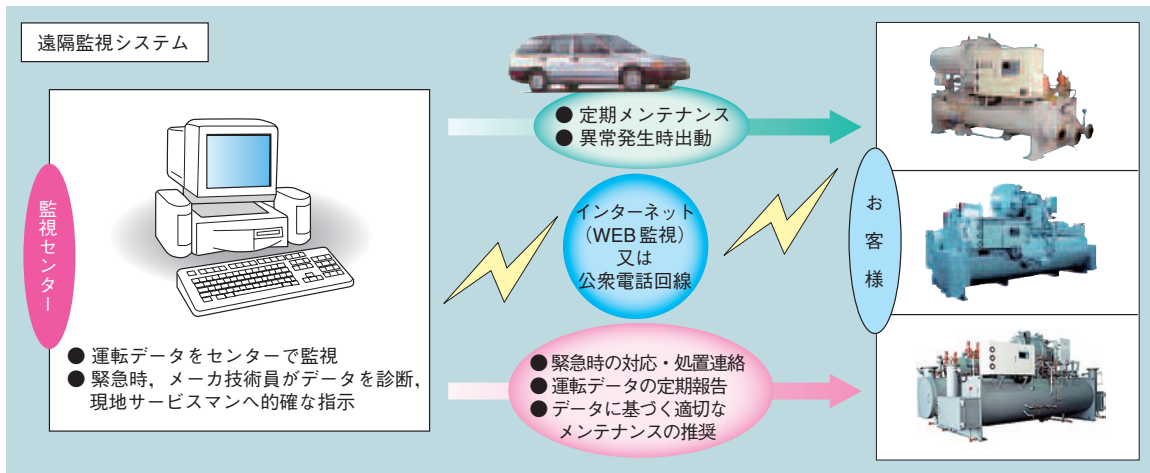


図5 遠隔監視サービスの概要

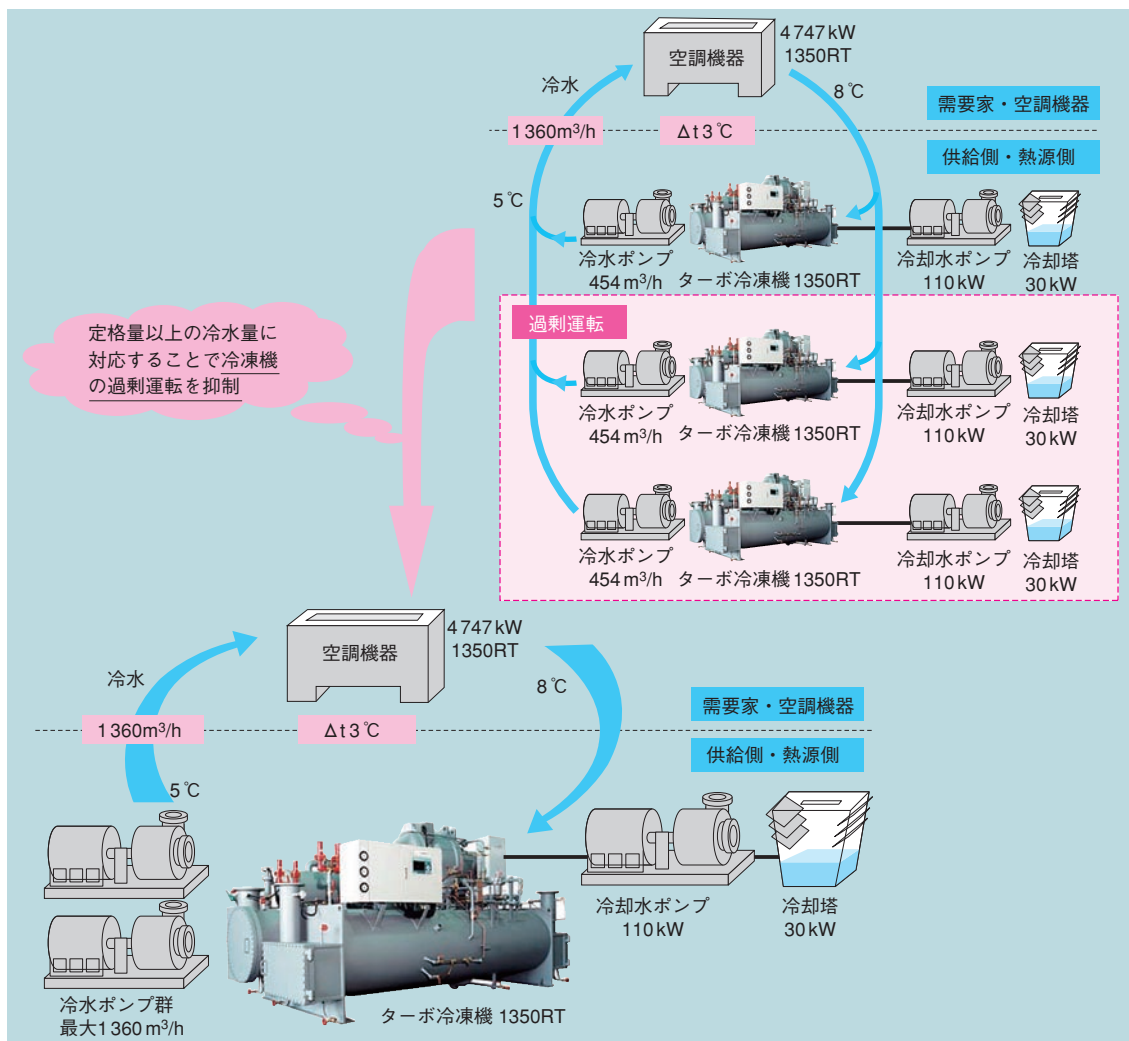


図6 熱媒過流量制御システムの概要（特許取得済み）
 定格量以上の冷水量に対応することで、冷凍機の運転台数を抑制し、省エネルギー化を図る。

備全体が低効率となっている事例が多く見られる。このような状況を改善するために、(株)三菱地所設計と当社で“熱媒過流量制御システム”を共同開発した。図6に本システムの概要を示す。このシステムは、定格量以上の冷水（熱媒）流量に対応することで、冷凍

機の運転台数を抑制し、エネルギー消費量の削減が可能となる。

4.2 ステルスターボ[®]システム

夏季のピーク負荷に合わせて吸収式冷凍機を複数台配置している設備の場合、一般に、中間期から冬期に

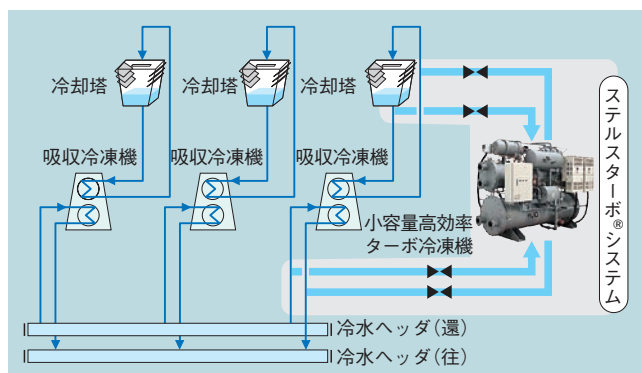


図7 ステルスターボ®システムの概要(特許出願中)
 既存冷水・冷却水配管系統にバイパス回路を設け小容量高効率ターボ冷凍機を設置する。

かけて低負荷となり、少数の冷凍機を部分負荷で運転するため、設備全体が低効率で運用されている場合が多い。本システムはこのような運用をされているお客様に対し、小容量ターボ冷凍機(ステルスターボ®)を設置し、受電容量の増加などの設備投資をすることなく、省エネルギー化を実現するものである。本システムは、(株)三菱地所設計、三機工業(株)、当社の3社で共同開発したもので、その概要を図7に示す。

5. ま と め

省エネルギーならびにCO₂排出量削減は、世界的な最重要課題である。こうした課題・ニーズに対して、空調・熱源設備の全体最適化を図り、効果的に省エネルギー、CO₂排出量削減を実現するため、設備計画

段階から設備導入、アフターサービスに至るまで一貫した熱源ソリューションを提供する当社の取り組みを紹介した。なお、当社ホームページの下記URLにソリューションメニュー等多数情報を掲載しているので閲覧いただきたい。また、当社ターボ冷凍機の導入によるランニングコストやCO₂排出量の削減効果を試算できる“省エネ & CO₂ 排出量削減試算ツール”を公開しているので設備計画にお役立ていただきたい。

冷熱事業本部 URL :
<http://www.mhi.co.jp/aircon/index.html>

参 考 文 献

- (1) 関亘ほか、通年運転動力低減に寄与する新型ターボ冷凍機 AART シリーズ, 三菱重工技報 Vol.43 No2 (2006) p.41



仲谷潤之助



関亘



石井正宏



西崎太真