

# ターボ冷凍機における顧客体験価値を高めるカスタマーポータル

## Customer Portal Provides Enhances Customer Experience Value in MHI Centrifugal Chillers



清水 彰史\*<sup>1</sup>  
Akifumi Shimizu

坂下 元\*<sup>2</sup>  
Gen Sakashita

松原 徹弥\*<sup>3</sup>  
Tetsuya Matsubara

森 千加\*<sup>1</sup>  
Chika Mori

坂口 勝哉\*<sup>1</sup>  
Katsuya Sakaguchi

西崎 友基\*<sup>1</sup>  
Yuki Nishizaki

ターボ冷凍機は、主に工場空調用熱源や地域熱供給用熱源として使用されている。家庭用エアコンと同様に電気料金が運用コストの多くを占めるため、省エネが重要となるが、お客様自身で設備状態を正しく把握し、エネルギー効率の改善につなげることは難しい。さらに、長期運用になれば、保守履歴管理の難しさが加わり、効果的なメンテナンスを実施することも困難となる。これらの課題を解決すべく、三菱重工サーマルシステムズ株式会社(以下、当社)製冷凍機を導入頂いたお客様が機器の仕様やメンテナンス計画・履歴、運転データを一元管理できるポータルサイトを構築し、お客様における運用の省力化に寄与する情報の可視化を実現した。さらに、ターボ冷凍機のIoT化と組み合わせることで、エネルギー効率・損失の可視化を行い、データに基づいた省エネソリューションの提供を開始した。

## 1. はじめに

ターボ冷凍機は、小規模な機械工場から大規模な半導体工場、地域冷暖房、病院、製薬や食品工場など幅広い分野で熱源機として使用されている。ターボ冷凍機の運用には、大きく3つの運用コスト(電気料金、水道料金、保守費用)が発生する。これらの内、家庭用エアコンと同様に、電気料金が多くを占めているため、省エネへの取組みが重要である。しかしながら、お客様自身で省エネのために電気使用量の詳細を取得し、機器運用状況と照らし合わせ稼働率や負荷状況などの分析・評価することは容易ではない。さらに、ターボ冷凍機は長期にわたり運用されるため、保守履歴の管理や担当者の引継ぎといった情報共有が必要不可欠であるが、困難を伴う。また、保守管理業務は安定運転が第一であって、省エネ改善について十分な理解が得られない場合が少なくない。そのため、評価分析について、メーカーへの相談・支援を求める声が多い。

このことから、ターボ冷凍機の運用状況、電気使用量、設備運用効率や保守履歴を見ていただくことで、顧客体験価値を高められるプラットフォームを構築することにした。本カスタマーポータルサイトにて、省エネにつながるメンテナンスや、新技術を共有するほか、遠隔監視との連携でデータに基づいた提案・検討を行う場とし、お客様との接点を拡大していく。

## 2. お客様の冷凍機運用を支援するカスタマーポータル

### 2.1 概要

カスタマーポータル“三菱重工ターボ冷凍機倶楽部”では、当社冷凍機を導入いただいた全てのお客様に各種情報を提供している。納入した機器の完成図書や巡回点検記録、分解整備報告書、冷凍機の運転データをクラウド上で提供し、いつでもどこからでも冷凍機の情報・状態を確

\*1 三菱重工サーマルシステムズ株式会社 大型冷凍機技術部

\*2 三菱重工工業株式会社 総合研究所 サービス技術部

\*3 三菱重工工業株式会社 技術戦略推進室 先進デザインセンター

認できるプラットフォームとして、2021年12月から運用を開始した。PCだけでなく、タブレット端末、スマートフォンなどでも利用でき、お客様の大切な“アセット”であるターボ冷凍機に関して、“必要な情報を、必要なときに、どこからでも確認できる”仕組みを実現した。カスタマーポータル概要を図1に示す。

お客様と当社がカスタマーポータル上で機器の情報・記録・データを共有することで、誤解のない意思疎通やコミュニケーションをとることが可能となった。

また、セキュリティにおいても、SSL(Secure Sockets Layer)通信やなりすまし防止、データの保護を十分に考慮し構築・運用している。

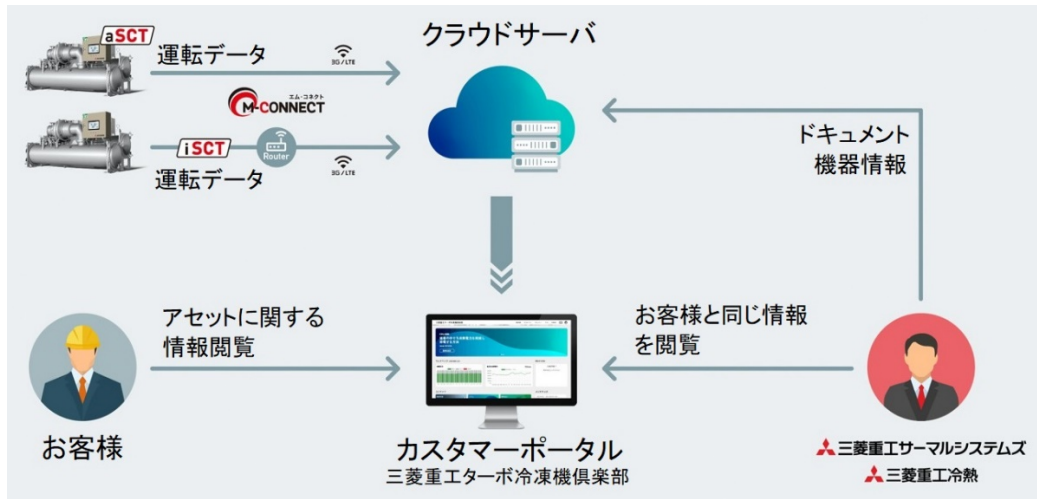


図1 カスタマーポータル概要図

## 2.2 提供サービス

3つのサービス(①ライブラリーの提供 ②当社からの最新情報提供 ③運転データ表示)を無償・有償の2段階で設定し、提供する。図2にサービス、それぞれに対応するコンテンツ・提供価値を示す。

- ①ドキュメント(完成図書や取扱説明書, カタログ, (法定)点検記録や圧縮機の整備記録, メンテナンス記録や熱交換器の清掃報告など)をライブラリーで提供
- ②当社情報を定期的にコラム形式で発信
- ③機器の運転データをグラフでわかりやすく表示\*1。さらに、月報・週報・日報・運転日誌などのレポートを自動生成し、クラウドで提供\*2

\*1 別途遠隔監視サービス M-CONNECT の契約にて提供

\*2 別途保守契約にて提供

	サービス	コンテンツ	提供価値
無償	ライブラリーの提供	機器情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ アセット情報への高いアクセス性と一望性</li> <li>✓ 担当者変更における引継ぎが円滑に</li> <li>✓ お客様自身での書類管理や資料請求を削減</li> </ul>
		メンテナンス情報	
		ドキュメント	
無償	メーカーからの最新情報提供	コラム	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ タイムリーな最新技術情報へのアクセス</li> <li>✓ メーカー知見を活かしたノウハウ共有</li> </ul>
		事例紹介	
有償	運転データ表示	モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 遠隔からの運転状態をリアルタイムに把握</li> <li>✓ 現場での手書きの記録業務から解放</li> <li>✓ 異常時の原因究明や予防保全に貢献</li> </ul>
		レポートニング	

図2 提供サービス

### 2.3 カスタマーポータルの特徴

カスタマーポータルは、“普段使いしたくなる心地よさ”を目指し、視覚的にわかりやすいデザインと、直感的な操作性に重点を置いた。

全国に拠点を展開するお客様が、各拠点の冷凍機のメンテナンスやオペレーションを把握したいという要望にも対応している。また、管理担当者の変更となった場合でも、カスタマーポータル上にあるメンテナンス履歴や機器情報を使い、容易に引き継ぐことができる。さらに、現場に赴き操作盤を操作することでしか確認ができなかった運転データが、カスタマーポータルでレポート形式にてダウンロードできるため、機器の観察や点検に集中でき、業務負荷低減につながる。

また、カスタマーポータルでは当社からの最新技術情報を随時掲載しており、お客様が必要なタイミングで最新の情報にアクセスすることができる。

それぞれの画面で必要な情報・操作は何か、を徹底的に突き詰めて余分な情報を省くことで、迷うことなく少ない操作で目的地にたどり着けるよう、階層を浅くし情報の関係性を工夫して整理した。

ターボ冷凍機の保守管理者であっても、技術に明るい方・そうでない方とさまざまであるため、ユーザインターフェースは直感的に操作できるものにしており、デザインもシンプルなものにした。

遠隔監視サービスをご契約いただいているお客様に対しては、機器運転データを表示するに当たり、大規模な時系列データを高速で処理できるシステムを組み込み、軽量の操作感を実現した。図3にモニタリング画面の一例を示す。表示されるトレンドグラフは、当社ならではの知見を盛り込んだ構成としている。計測値にターボ冷凍機で設定された閾値を重ねて表示(図3に矢視で示す)することで正常な運転領域の目安を視覚的に把握できるよう工夫した。従来は、計測値と完成図書に記載された閾値を照会・比較して運転状態の判断を行う必要があったが、トレンドグラフ上で瞬時に確認・判断できることにより、確認のための準備作業が不要となり判定を明瞭に行える。

本カスタマーポータルはクラウド上にあるので、常に機能拡張・改善できることも特徴である。



図3 冷凍機の閾値と計測値を1つのグラフ上で確認可能なモニタリング画面(例)

## 2.4 リリース後のお客様からの反響

保守状況を表形式で提供したことで、過去にどのような保守を行った・行わなかったのか、が明確となり、今後の保守計画の立案がしやすくなった、必要な保守の見落としを未然に防ぐことができた、過去報告書の内容を参照し実施済の保守項目を列挙する必要がなくなった、と保守に関する検討作業の省力化を実感いただけている。

運転データがカスタマーポータルから運転日誌などのレポート形式で受け取れるようになり、運転状況を把握・評価するために必要な運転データの手書きによる記録業務が不要となり、点検員は機器状態の点検業務に集中できるようになった。運転状況を Web 上で確認できることから、複数拠点の点検が必要なお客様から、移動時間・回数の削減ができ、移動負荷を低減できた、との声をいただいた。

冷凍機や保守に関する資料がカスタマーポータルに集約されたことで、お客様に、資料保管業務から解放された、資料がすぐ見つかるようになった、といった業務負荷低減を実感いただけた。

これらにより、カスタマーポータルという直感的に操作して情報に触れるサービスの提供に、新鮮さをもって受け入れられている。

## 3. ターボ冷凍機の IoT 化 “つながる” 冷凍機へ

### 3.1 遠隔監視サービス M-CONNECT

IoT 技術を用いてターボ冷凍機をインターネット上のクラウドサーバへ接続し、遠隔で監視を行うサービスとして、遠隔監視サービス M-CONNECT を提供している。Web から冷凍機の状態を監視できることが特徴である。

遠隔監視サービス M-CONNECT で提供する機能は、

- ・冷凍機の運転データを常時クラウドのデータサーバへアップロードする  
(運転データの確認・各種レポート(運転日誌・日報・週報・月報)はカスタマーポータルから閲覧する)
- ・冷凍機がトリップした情報を、指定されたメール宛先に通知する

である。

冷凍機の運転データをカスタマーポータルで取扱うことで、インターネットに接続できる環境であれば、どこからでも冷凍機の状態を知ることができる。

### 3.2 遠隔監視の導入ハードルを下げる専用通信機器 aSCT

従来、冷凍機の遠隔監視サービスを行うためにオプションで付属する iSCT<sup>(1)</sup>を用いて冷凍機—クラウド間を接続してきたが、冷凍機の改造、お客様設備の改修(設置場所、電源供給、配線工事)をお客様で手配・工事いただく必要があるため、特に増設や改修で導入する際には費用が大きくなる課題があった。

そこで、遠隔監視サービスをより広く・容易に導入可能とするため、モバイル接続ができる aSCT を開発した。表1に aSCT と iSCT (従来) との比較を、システム構成を図1に示す。aSCT は iSCT に対してモバイル接続に必要な構成品の点数が少ないことが特徴である。

aSCT は通信モジュールを内蔵しているため、アンテナの取付けとアクティベーションを行えば遠隔監視を開始でき、設備側でのインターネット敷設工事や Wi-Fi 通信機器を別途用意する必要がない。設置場所についても、aSCT は冷凍機操作盤内に設置・電源供給を受けることができるため、配置計画を考慮しなくて良いので、既設機への導入ハードルを下げる事が可能である。

表1 当社製冷凍機専用の通信機器の比較

項目	<b>aSCT</b>	iSCT (従来)
設置場所	冷凍機操作盤内	別置き式*
電源供給	操作盤内より供給	別途 AC100V が必要**
配線工事	操作盤内で完結	通信線敷設工事が必要**
通信方法	aSCT 内蔵の通信モジュール	ルータ+インターネット回線** 又は ルータ+Wi-Fi 通信機器
通信回線工事	アンテナ取付け + SIM アクティベーション	ルータの取付け, インターネット回線の敷設工事** 又は ルータ+Wi-Fi 通信機器の取付け

\*: お客様にて配置計画が要

\*\*: お客様にて手配が要

当社ターボ冷凍機の ETI-Z シリーズや JHT-Y シリーズでは aSCT を標準装備としており、従来機のように aSCT をオプションで取り付けることを不要としたことで、導入ハードルを下げることを実現した。

また、長く使っていただいている既設冷凍機に対しては、操作盤内の古くなったコントローラ基板を新設計されたリノベーションコントローラ<sup>(2)</sup>に交換し、aSCT を搭載することで、お客様設備の改修が不要で冷凍機の IoT 化を実現できるソリューションも用意した。

### 3.3 遠隔監視の分析・評価事例

これらの取組みにより、新しく設置する冷凍機だけでなく既設の冷凍機を含めて IoT 化を推し進め、カスタマーポータルに代表される当社ソリューションを提供可能となった。

運転データをカスタマーポータル上でモニタリングできることで、性能低下が可視化され、メンテナンスを行う動機付けにつながった事例を紹介する。

熱交換器(凝縮器)チューブ汚れが発生しやすい環境下で冷凍機を運用されるお客様は、汚れ改善のための薬剤投入のタイミングをタイマーによるスケジュール運用を行っていた。効果の有無や薬剤投入のタイミング見直しは、従来は手書きによる運転データ数値表を用いて傾向分析を行って判断していた。

図4に熱交換器(凝縮器)チューブの汚れに起因する性能低下・処置後の性能回復の状態をグラフ化したものを示す。縦軸は凝縮器終端温度差を、横軸は時間の経過を表している。時間の経過に伴い、チューブ汚れ指標である終端温度差が上昇、これに対応するように電力の消費が増大し、消費エネルギーに対する冷房能力の比率を示す COP (Coefficient of Performance: 成績係数) が低下していることがわかる。性能低下を確認されたお客様は薬剤投入を決断、その結果、薬剤の効果により汚れが解消・性能回復したことをトレンドグラフより確認することができた。

今後は、冷凍機に加えて、熱源システム全体を最適制御するコントローラ“エネコンダクタ”<sup>(3)</sup> 領域に遠隔監視サービスの対象を拡張する予定である。これらの継続的な取組みにより、より多くのお客様に“つながる”冷凍機を実感いただきたい。

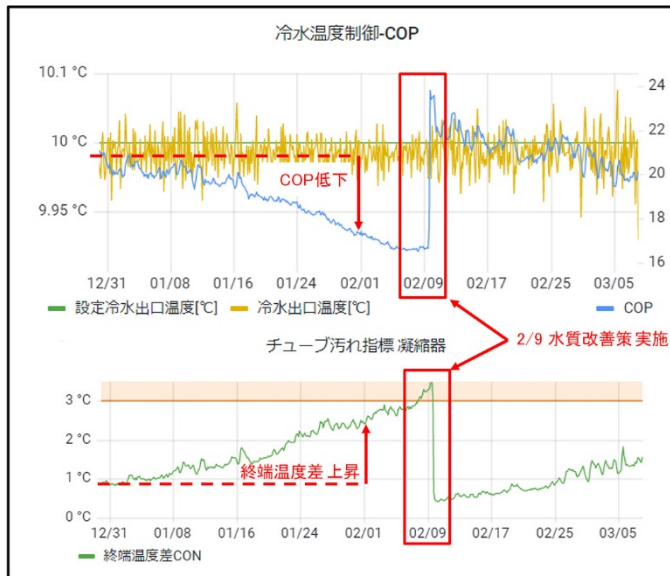


図4 熱交換器(凝縮器)チューブの汚れに起因する性能低下・処置後の性能回復の状態

## 4. 今後の展望

カスタマーポータルリリース以降、お客様よりさまざまな意見・要望をいただいている。これらについて、より一層の利便性の向上に努めていく。

また、クラウドにつながる遠隔監視サービスの範囲をターボ冷凍機から設備全体へ拡大し、設備の見える化・省エネ運用に寄与する活動(最適設備制御・状態監視による保守・運用の省力化など)を推進し、お客様満足度のより一層の向上に取り組む予定である。

## 5. まとめ

ターボ冷凍機を長く使っていただく際に必要となる、保守履歴や報告書、運転データなどを一元管理できるカスタマーポータルを構築した。ターボ冷凍機の運転・保守にかかわる様々な年齢層・技術レベルのお客様へ向け、必要かつ重要な機能を抽出し、シンプルなユーザインタフェースで提供している。また、大規模な時系列データを高速で処理できるシステムにより、ターボ冷凍機の負荷状況、電気使用量、熱交換器の汚れ経過などの運転データを PC やタブレット端末、スマートフォン上で一元的に閲覧・評価できるようにした。これらの情報を、カスタマーポータルを通じてお客様と当社で共有することで、精度の高いアフターサービス提案、省エネ提案が可能となり、お客様の日々の保守・運用の負担低減に寄与している。

さらに、モバイル接続が可能な通信端末 aSCT と遠隔監視サービス M-CONNECT の提供により、ターボ冷凍機を起点とする IoT 化を推進し、つながる範囲をターボ冷凍機から設備全体へ拡大し、最適設備制御・状態監視によるお客様満足度の向上につなげていく。

## 参考文献

- (1) MTH, 冷凍機用高機能通信端末 iSCT, 三菱重工技報, Vol.48 No.2 (2011) p.62~63
- (2) MTH, 冷凍機のロングライフを実現するリノベーションコントローラ, 三菱重工技報, Vol.59 No.1 (2022) p.1~6
- (3) 二階堂智ほか, ターボ冷凍機からなる熱源システムを最適制御するコントローラ“エネコンダクタ”, 三菱重工技報, Vol.51 No.2 (2014) p.4~9