

外気温度 -25°C まで使用可能な 業務用 CO_2 ヒートポンプ給湯機“キュートン”を開発

The Development of the CO_2 Heat Pump Hot Water Supply Unit for Business Use that can be Operated Down to -25 Degrees Celsius of Outside Air Temperature



冷熱事業本部
ヒートポンプ事業推進室
☎(03)6716-4880

給湯機器、暖房機器はオイル、ガス焚きが主流であったが、地球温暖化防止のため CO_2 排出量の少ないヒートポンプへの移行が進んでいる。特に、Global Warming Potential(GWP) が1である CO_2 冷媒を用いたヒートポンプ給湯機は、冷媒の特性上高い出湯温度を得ることができる利点から、温暖な地域を中心に家庭用では既に普及し業務用でも市場に浸透しつつある。

一方、寒冷地では低外気温度時の加熱能力低下とエネルギー効率低下から、設置台数増加によるインシャルコストの増加とランニングコストの増加の問題があり、業務用途では北海道や東北北部の寒冷地で十分普及するに至っていない。当社はこれら課題を克服し寒冷地での地球温暖化防止に貢献するため、新開発の2段スクローター圧縮機を採用し低外気温度時の加熱性能を大幅に向上させた業務用 CO_2 ヒートポンプ給湯機“キュートンESA30” (加熱能力 30kW, 以下キュートン)を開発した。

1. 特長

(1) 世界初の2段スクローター圧縮機を採用

キュートンでは低外気温度時の性能を大幅に向上させるために、新開発の世界初2段スクローター圧縮機を採用した。スクローター圧縮機を図1に示す。この圧縮機は、圧縮行程を2段階とし、低段側に低圧力比での圧縮効率に優れたロータリー圧縮機構、高段側に高圧力比での圧縮効率に優れたスクロール圧縮機構を配置し、ハウジング内を中間圧とした事を特長とする。これにより以下のメリットが得られる。2段階に圧縮することで圧縮工程での漏れ損失を低減し高い圧縮効率を得ることができる。2つの圧縮機構の間の中間圧ハウジングに冷媒ガスをインジェクションすることで、加熱側(ガスクーラ)冷媒循環量を増加させ加熱能力を増加させることが可能である。

(2) スクローター圧縮機中間圧へのガスインジェクション冷凍サイクルを採用

図2にスクローター圧縮機を用いた冷凍サイクルを示す。

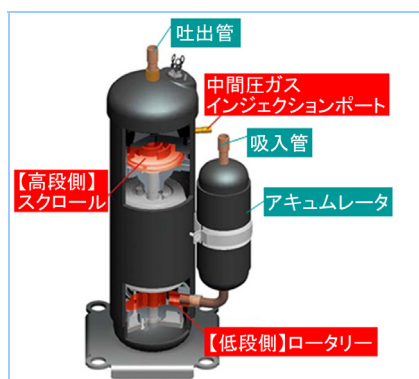


図1 2段スクローター圧縮機

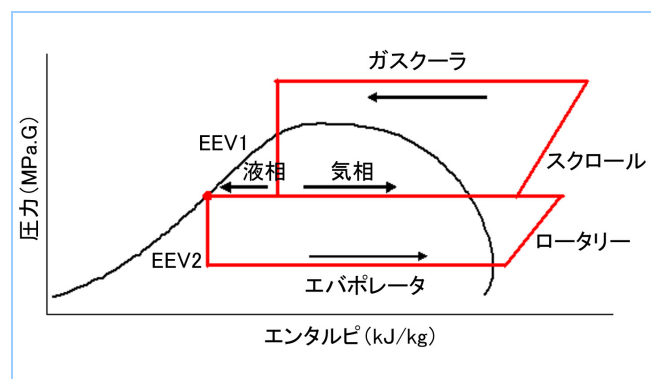


図2 冷媒サイクルモリエル線図

2段圧縮したことで最適な中間圧力とインジェクション量に制御が可能となった。単段圧縮サイクル対比では、冷媒は膨張後の最適な中間圧力状態で液とガスに分離され、ガスは直接圧縮機中間圧ハウジングに吸入されるので、ガスクーラ冷媒循環量が増加し加熱能力をアップする。蒸発器へ流れる液冷媒の循環量は減少するため、圧縮機電気入力(消費電力)が低減しエネルギー効率が向上する。

(3) 低外気に強いキュートンの加熱能力特性, 省エネ性

本機の外気温度ごとの加熱能力特性とエネルギー効率(COP; Coefficient Of Performance = 加熱能力/消費電力)を, 他社システムと比較した結果を図3, 図4に示す。図3は, 外気温度に対する能力比をプロットしたもので, 各社の中間期の加熱能力を 100%として, 外気温度に対する加熱能力を中間期対比の比率で示す。他社インバータ機は外気温度0℃で加熱能力が低下しているのに対し, キュートンは外気温度が-7℃まで加熱能力を維持することが可能である。また他社機が外気温度-15℃で加熱能力が 70%以下まで低下してしまうのに対し, 当社機は外気温度が-20℃まで 70%以上の加熱能力を発揮することが可能である。

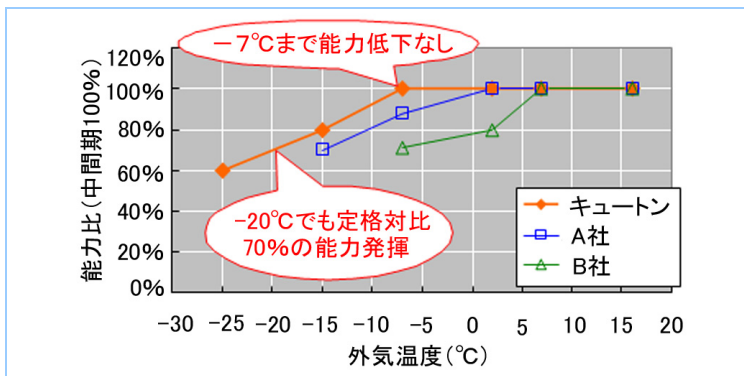


図3 外気温と加熱能力

図4は, 外気温度に対するCOPの変化を比較したものである。各社とも, 外気温度の低下に伴いCOPも低下するが, キュートンはCOPの低下が最も少なく, 外気温度が-25℃でもCOPは2.27の性能を有す。さらに, 他社機は外気温度-7℃でのCOPは2.0以下となるが, キュートンのCOPは 38%上回る。一次エネルギー換算効率では約 92%(受電端効率 33%と仮定)となるので, ボイラ効率を上回ることが可能となった。

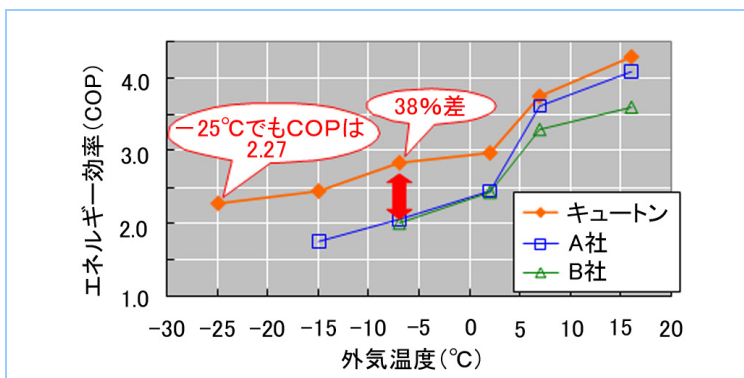


図4 外気温とエネルギー効率

2010年12月から寒冷地3箇所(北海道, 岩手, 富山)でボイラ代替機器としてフィールド試験を実施しており, 加熱能力, 省エネ性, および寒冷地での信頼性(水配管やドレン水の凍結防止対策, 室外熱交換器着霜・除霜対策, 冷凍サイクル・電装部品の使用範囲)は検証した。

冬期でのランニングコストとCO₂排出量の低減効果の結果を表1に示す。データは各設置場所で計測した消費電力量から電気料金を算出し, また計測した加熱能力から従来のボイラが運転した場合の燃料代を算出し比較したものである。消費電力量には, 機内水配管などの凍

結防止ヒータ分を含んでいる。結果、ランニングコストは従来燃料代比 43～54%となり半減し、CO₂ 排出量は 従来比 53～63%となった。外気温度が上昇する中間期や夏期条件ではCOPの向上が期待でき、また凍結防止対策も不要となるので、年間ではランニングコスト、CO₂ 排出量ともに、約1/3程度まで低減が見込める。

また北海道では外気温度が-20℃を下回る条件も出現したが、給湯設定温度 90℃の出湯と計画通りの加熱能力を発揮し、ヒートポンプ運転が問題なく可能であることを確認した。

表1 フィールドテストでの実績

地域	物件	従来燃料	データ取得期間	ランニングコスト (従来燃料比)	CO ₂ 排出量 (従来燃料比)
北海道	施設(道東) 厨房・手洗い	A重油	H22年12月～ H23年1月	50%	65%
岩手	工場 厚生施設	灯油	H23年1月～ 3月	43%	59%
富山	工場ボイラ 給水加温	A重油	H23年1月～ 2月	54%	53%



図5 タッチ式パネルリモコン

(4) タッチリモコンで省エネ運転のためのきめ細かい設定が可能

業務用CO₂ ヒートポンプ給湯機の省エネ性を高めるためには、物件ごとに給湯負荷に見合った蓄熱運転を行うよう熱源機の運転管理を行う必要がある。本機リモコン(図5)には、ピークカットタイマ、ウィークリタイマ、貯湯温度設定、貯湯量推移表示、Q&A表示などの機能を持たせ、お客様のニーズにあった運転を可能とした。また、熱能力 30kWの機器を1リモコンで最大 16 台(480kW)までを連結した制御が可能とし、操作性の向上を図っている。

(5) お客様ニーズに合わせ密閉式、開放式タンクの選択

お客様のニーズにお答えし、また現状設置機器からのリニューアルをしやすくするため、蓄熱タンクは密閉式、開放式の両方式を用意。熱源機も両方式への対応が可能で、幅広い市場対応が可能な仕様となっている。

(6) 万一の故障時にも安心、保守点検メニューと24時間サービス受付を用意

お客様サポートプランとして長期(13年)にわたり安心してご使用いただける“プレミアム”と標準の“スタンダード”(6年)をご用意しており、お客様のニーズや機器の使用状況に合わせた契約が可能。いずれのメニューも、24時間監視システムで機器異常発生時に当社サービスセンタに異常が報告されるシステムで安心・安全を確保している。

2.仕様

表2に業務用CO₂ヒートポンプ給湯機“キュートン”の性能緒元を示す。

表2 “キュートン”の仕様

仕様		キュートンESA30	
中間期加熱性能*	加熱能力	kW	30
	消費電力	kW	6.98
	COP	—	4.3
冬期加熱性能*	加熱能力	kW	30
	消費電力	kW	8.0
	COP	—	3.75
外形寸法	H×W×D	mm	1690×1350×720
重量		kg	365
冷媒			R744(CO ₂)
使用温度範囲	外気温度	℃	-25～43
	入水温度	℃	5～63
	出湯温度	℃	60～90
法定冷凍トン			2.98

*加熱能力、消費電力、COPの計測条件は日本冷凍工業会規格JRA4060業務用ヒートポンプ給湯機の性能に準拠