

技術レポート 20

吸 収 式 冷 凍 機

平成 17 年 3 月

社団法人
大阪ビルメンテナンス協会
設 備 保 全 部 会

目次	ページ
1. はじめに	1
2. 冷凍の歴史	2
2. 1 最初の冷蔵庫	2
2. 2 冷房の歴史	3
3. 吸収式冷凍機の原理	5
4. 蒸気圧縮式冷凍機と吸収式冷凍機との比較	6
5. 吸収式冷凍機のエネルギー効率	7
6. 吸収式冷凍機の腐食抑制剤	8
7. 吸収式冷凍機の保守管理	9
8. 用語と定義	10
9. JIS B 8622:2002の吸収式冷凍機の解説図	11
10. JIS B 8622:2002の水質基準値	15
11. 吸収式冷凍機の国内向け出荷台数の推移	16
引用文献	17

参考資料

1.はじめに

当大阪ビルメンテナンス協会設備保全部会では、平成14年3月に、技術レポート16「コージェネ用ガスエンジンのメンテナンスのために」を発行し、部会員各社に配布した。コージェネ用ガスエンジンは、それが導入されているビルは新築の大型ビルで、すべての部会員各社が関わっている設備ではない。一方、吸収式冷温水発生機は、ビルの空調用熱源として普及しており、部会員各社にとって馴染みの深い設備となっている。この設備は、メーカーメンテナンス費用が高額で、昇降機は例外として、ビルの設備管理コストに占める割合は高い。

吸収式冷温水発生機の冷凍原理は知っているとしても、昇降機、ボイラーのように内部構造を観察する機会がそれほどないので、吸収式冷温水発生機自身はブラックボックスになっているのではないか。

なぜ、吸収という言葉があるのか、なぜ吸収という化学現象が冷凍という物理現象と関連があるのか、なぜメーカーメンテナンスが主流となっているのか(インヒビターという化学物質が関連している)という疑問に対して、電気、機械、建築が主流の設備管理部門で十分説明できる人は少ない。これらの問題は、化学屋の分野であるからだ。

昨年は、円山川の氾濫など大きな災害を惹き起こした大型台風が繰り返し来襲し、米国では大型ハリケーンの被害が多発し、年末年始には北欧で時ならぬ洪水被害が発生した。これらの異常気象は、地球温暖化で熱帯の海洋温度が上昇し、積乱雲が大量に発生し、発生した雷の強大な電気エネルギーが瞬時に地球全体に伝達し、大気エネルギーとして蓄積され、巨大な空気の渦巻きの形成源となり、台風、洪水の原因になっていると考えられている。地球温暖化を更に進行させると、人類は毎年、何万人もの人の命が奪われ、何兆円、何十兆円にも達する物的被害を受け続けることになる。これまで地球温暖化対策に消極的であった、米国、中国などの大国もいざれは、やむにやまれず地球温暖化対策に真剣に取り組む時代がやってくる。

二酸化炭素を発生させている人類の活動の中で、冷暖房に伴う二酸化炭素の発生割合は最も大きい。(社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会が発行している省エネ実践ガイドによれば、わが国のビルの空調関係のエネルギー消費量は全体の約50%を占める。空調設備の中でも吸収式冷温水発生機は、重要な設備である。

当大阪ビルメンテナンス協会設備保全部会では、吸収式冷温水発生機を理解して、地球温暖化対策である省エネルギーに活用していただくため、吸収式冷温水発生機に関する技術情報を収集し、内容を整理し、技術レポートの形で部会員各社に提供することにした。

この技術レポートは、内容が不十分な箇所もあると考えられるので、お気づきの方は、ご教示をお願い致します。

2. 冷凍の歴史

2. 1 最初の冷蔵庫¹⁾

人類は、10万年前に現在と同じ知能を持つまでに進化していた。現在われわれが考えられる程度に、祖先も考える能力を持っていました。しかし、人と人との交流範囲は限られており、移動する範囲も狭いものだった。技術の進歩は極めて遅々としていた。初めて冷蔵庫のような設備が発明されるのは19世紀の半ばになってからである。

人類は、何十年も前に山で遭難した人が昨日亡くなったかのような肌をしてそのままの姿で氷河の先端で発見されることを知っていた。夏はすぐに腐敗する肉が冬はかなりの期間新鮮に保存できることを知っていた。夏、ヨーロッパの山岳地帯ではすぐ近くの山から、日本では富士山のような高山から雪や氷を運んでくることができた。又、冬の間池の氷や雪を集めて、地下の氷室にわらやもみ殻で保温して蓄えた。人類は、古くからこのようにして獲得した自然の氷を、食べ物の腐敗を防止したり、冷たい食べ物つくりするために利用してきた。わが国の各地に氷室(ひむろ)という地名が残っているが、氷室は現在の冷凍倉庫よりもはるかに貴重な施設であった。

19世紀の初めには、多くの人たちが機械式の冷蔵庫を設計しようと試みている。気体を液化しようとする科学者の努力によって、気体を液化してから蒸発させるとそれ自身の温度が下がり、その結果周りの温度も下げる事が明らかにされていた。そこで、圧力をかけて蒸気を濃縮し、再び蒸発させるということを何度も繰り返せば、熱は冷蔵庫から周囲の空気へと汲みだされることになる。

1858年に、フランスの発明家カレによつて、今日の冷蔵庫と本質的に同じであり、ある程度商業的にも成功した最初の装置が設計された。この装置は、水を使っていたが、翌年には水よりはるかに効率的なアンモニアに切替えられた。初期の冷蔵庫はばかりでなく、アンモニアは腐食性で有毒であったから、製氷や精肉工場で肉を保存するのに使うなど工業的に利用されただけであった。

冷蔵庫が家庭用品になるのは、第二次世界大戦が終了する前後からであった。



図1 復活された金沢市氷室開き²⁾

2. 2 冷房の歴史

1) 日本の場合

わが国の夏は高温多湿で耐え難い気候だ。そこで、日本家屋は、夏の強い陽射しを避けるために、軒桁を伸ばし、廊下を南側に走らせ、障子、ふすまを撤去すれば南北に風が通るようにし、山風、浜風が通りぬけるように設計されていた。

過酷な夏をなんとか凌ぐために、人々はいろいろのことをやっていた。夕方には南側の庭に一斉に打ち水をし、薄暗くなると屋外に床机を持ち出した。行水をつかって、天花粉をふりかけた浴衣姿の子供が集まる。やがて、床机の上では、浴衣をはだけ、ふんどし丸出し姿の大人たちのへぼ将棋がにぎやかに始まる。蚊取り線香を焚きながら、うちわでばたばた蚊を追っていた。女達も、子供の線香花火遊びを手伝いながらおしゃべりを楽しんだ。農閑期なので、盆踊りが毎晩行われ、若い男女にとって楽しい季節でもあった。夜は開け放した大きな部屋に蚊帳を吊って、家族そろってその中で寝た。

そんな日本家屋の冬は、室内でじっと過ごす人たちは、綿入れの厚着で寒さをしのいだ。平安朝の十二单のように何枚も重ね着するのも寒さ対策だ。外で働く人たちにとって、冬は重労働しても汗をかかないで、夏のように汗みずくになるよりもむしろ働きやすい気候だった。休憩するときは、焚き火で暖を取ることができた。

ビルに冷房が普及するのは、やっと昭和40年代になってからで、一般家庭に冷房が普及するのは更にそれより10年ほど遅れた。

2) ヨーロッパの場合

昔のヨーロッパの夏は、暑い盛りでも平均気温は18°C、湿度70%台で、日本の5月や10月の気候だ。暗く、寒く、長い冬と短い春を過ごした人たちは、夏は過酷な季節どころか、最も快適な季節だった。野外で演劇、演奏、園遊会など遊びごとが盛んに催される季節だ。北の緯度の高い地帯や、山岳地方には、裕福な人たちが、夏を過ごす避暑地の設備も整っていた。

現在でも一流の近代ホテルは別として、パリやロンドンの昔ながらの一般ホテルには冷房はついていない。冷房はないから、昼間は暑いが夜になると過ごしやすくなる。一昨年夏に異常高温が続き、パリの噴水で水浴びをする人が続出した。パリよりも涼しいベルリンでも、暑いと訴える人が多く、劇場、ホテルも冷房が必要と考え始めているようだ。ホテルでもこの程度であるから、一般家庭では冷房はほとんど普及していないと考えられる。



図2 ルノアールが描いたパリの園遊会

3) 米国の場合

米国は、南北にも広大に広がっている大国だから、南部の夏は平均気温が大阪とあまり変わらない。(湿度は70%台だ。)マーク・トウェーンの小説「トム・ソーヤーの冒険」で、トムが暑さにたまらず川で泳いで帰ると、トムを良家の坊ちゃんのように育てたいポリーおばさんが、トムの冷えた頭に触って、また泳いできたねと叱る場面がある。夏場は、大阪の9月の平均気温28°Cと余り変わらないニュー・オリーンズでの話だ。ニュー・オリーンズよりもずっと緯度が高いニュー・ヨークは夏の平均気温は24°C程度だが、ヨーロッパに比べるとかなり暑い。マリリン・モンローが、ニュー・ヨークの地下鉄の通風孔から吹き上げる風で白いスカートがめくれあがるのを必死で押さえているシーンで有名な映画「七年目の浮気」の冒頭が、当地に居住していたインディアンも夏場は家族を避暑にして、男たちが暑いニュー・ヨークに残ったと説明するくだりだ。

従って、米国の夏の外気の空気環境は、ヨーロッパの夏の外気よりもかなり悪い。1959年の夏、米国の天気予報で不快指数[DI(Disagreeable Index)=(乾球温度°C+湿球温度°C) × 0.72+40.6]が流されるようになったのは、この事情を反映している。

この米国で、1930年代の初め頃に空気を冷やすことを思いついた人がいた。地下水などの冷たい水を詰めた管を何本も並べて、そこをゆっくり空気を流せば空気を冷やせるという訳だ。冷蔵庫に用いられるような零下20°Cのような冷媒を詰めれば、管の表面はたちまち空気中の水分が凍りついて、しおちゅう付いた氷を叩き落とすという厄介な仕事が必要になる。その頃までに、1858年フランスの発明家アンが発明したアンモニア水系の吸収式冷凍機は完成された技術になっていた。この冷凍機の冷媒のアンモニア水の温度は、0°Cから-20°Cで、この管に通す冷媒の温度としては低すぎるのだ。

アンモニア水系の場合、高圧で液化されたアンモニアは、蒸発器で蒸発して断熱膨張効果で低温、低圧になったアンモニア蒸気が加熱器(冷凍庫、冷蔵庫、製氷槽)を通り、加熱されてから水に吸収される。アンモニア液体を使うので、水が凍る零度以下の冷媒になるのだ。

水が凍らない冷媒で簡単に手に入る液体は水しかない。冷媒のアンモニアの役割を水にさせるのだから、水を吸収する役割の物質が必要になる。探しだされたのが、

臭化リチウムだった。1930年代に米国アークラ社が吸収式冷温水発生機を開発し、1940年代にサーベル社が中型機、1945年にキャリア社が大型機を開発し、現在までこの吸収剤は変わっていない。

表1.物質の水分吸収能力の比較

物質名	化学式	1kg当たり水分吸収可能量(kg)
臭化リチウム	LiBr	387g
アンモニア	NH ₃	492g
塩化カルシウム	CaCl ₂	134g
塩化亜鉛	ZnCl ₂	545g

3. 吸収式冷凍機の原理³⁾

約 1kPa(約 7mmHg)程度の真空の容器の冷水が流れる伝熱管の外面に水を滴下すると、真空状態なので水はすぐに蒸発し、その際蒸発熱を伝熱管から奪い、伝熱管を冷却し、冷水の温度を下げる。

水が蒸発することによって、容器内の真空度が落ちて、蒸発能力が低下するので、真空度は保たねばならない。のために、強力な脱水剤である臭化リチウム水溶液と同じ容器内で滴下する。臭化リチウム水溶液は水分を吸収すると、混合熱が発生する。臭化リチウムで真空は保たれるが、容器内の温度が上昇することになる。そこで、臭化リチウム水溶液は、吸収後の臭化リチウム水溶液を冷却するための冷却水が流れる冷却水配管の上に滴下する。これによって吸収後の臭化リチウム水溶液の温度は、滴下前の臭化リチウム水溶液の温度に戻り、容器内の温度も平衡を保つことができる。

濃度が下がった臭化リチウム水溶液は、別の常圧の容器に送られ、加熱して水分を飛ばす。蒸発した水分は冷却水で冷却し、液体に戻す。

冷却水は、吸収工程、蒸発、凝縮工程で加熱され温度が上昇する。この冷却水は給湯熱源になるか、冷却塔に送られ、一部を大気に蒸発させて、自身を冷却して再び冷却用水となる。

図3は、真空系の蒸発器と吸収器、常圧系の再生器と凝縮器との2グループに分け、それぞれを一つの胴内にまとめた双胴型の開発社であるキャリア社のものである。

図4は、全てを一つの胴体内にまとめた単胴型の開発社であるトレン社のものである。

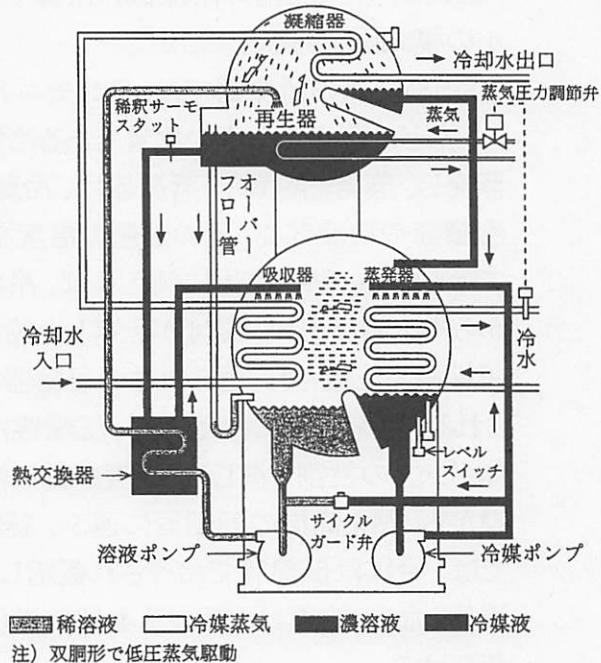


図3 双胴型吸収式冷凍機³⁾

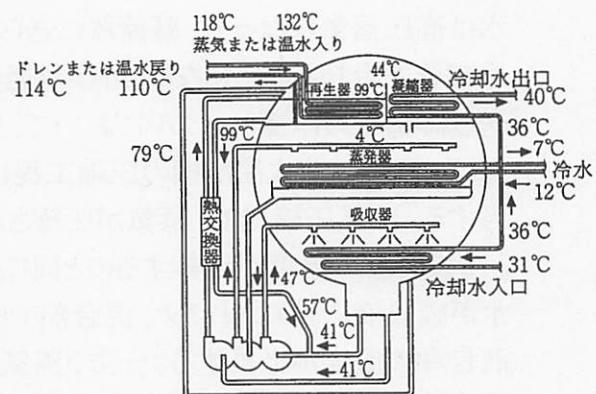


図4 単胴型吸収式冷凍機³⁾

4. 蒸気圧縮式冷凍機と吸収式冷凍機との比較

1) 蒸気圧縮式冷凍機

図5は、蒸気圧縮式冷凍機の冷凍サイクルの模式図である。

図5の左側の蒸発器では、アンモニア、フロンなどの蒸発しやすい物質である冷媒が蒸発し、蒸発熱を奪う。蒸発器は、冷蔵庫の冷蔵部や冷凍部で、その部屋の温度を奪つて冷却する。熱を液体に例えれば、冷蔵部から熱を運び出す。温度が上昇した冷媒は圧縮機で圧縮され、図5の右の凝縮器に送られる。熱を液体に例えれば、圧縮機は液体ポンプの役割を演じる。温度の低い蒸発期から、熱を高温の凝縮器に運ぶ。凝縮器では、冷媒は伝熱管で冷やされ凝縮して、液体となる。冷媒は、再び蒸発器に送られ、蒸発する。

蒸発→圧縮→凝縮→膨張→蒸発のサイクルを繰返して、低温部から熱をくみ出し、高温部へ熱を運んでいる。

2) 吸収式冷凍機

図6は、吸収式冷凍機の模式図である。先に述べたように、蒸発器で、冷媒の水が蒸発して、伝熱管の冷水を冷やす。気体の水は、吸収器で吸収され、臭化リチウム水溶液は、再生器に溶液ポンプで送られ、水は高圧蒸気になって、凝縮器に送られ、冷却管で冷却され水になり、再び蒸発器に送られる。この冷凍サイクルにおいて、吸収部は、蒸気圧縮式冷凍機の圧縮工程に相当する。蒸気圧縮式で、蒸気が圧縮されると冷媒自身の温度が上昇するのと同じように、水が吸収液に吸収されると、混合熱で吸収液自身の温度が上昇する。一方、蒸気圧縮式冷凍機の凝縮工程に相当する工程は、再生と凝縮の2工程になる。

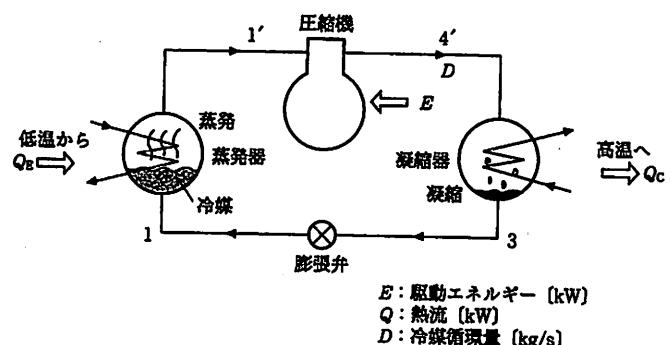


図5 蒸気圧縮式冷凍機の冷凍サイクル³⁾

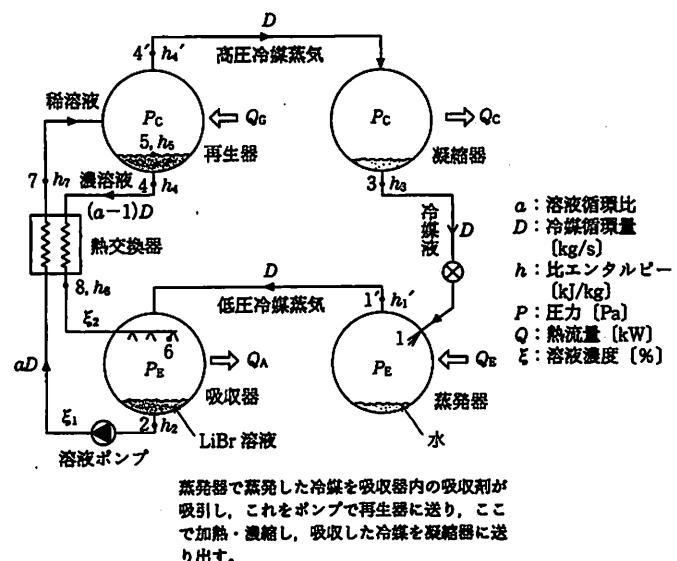


図6 吸収式冷凍機の冷凍サイクル³⁾

5. 吸収式冷凍機のエネルギー効率

1) COP

冷凍機の効率は、COP(Coefficient Of Performance)で比較される。(COP=冷凍で奪われる熱量/系に与えられた全熱量)

電動式冷凍機のCOPは4~5であるのに對して、吸収式冷凍機は、初期は、0.75程度であった⁴⁾。最近では、1.35と2倍近く向上している。⁵⁾電動式(蒸気圧縮式)冷凍機に較べて低い値になっている。

かなり異なるのは、電動式は、電気エネルギーを使っているのに対して、吸収式はガスを使用しているからだ。

ガスを燃料とする火力発電の末端の顧客の使用する電気の総合効率は25%程度なので、これを考慮すると、COPは1.25程度となる。(5×0.25=1.25)

最近のデータでは、吸収式と電動式との差はなくなってきたといえる。

2) 吸収式冷凍機の開発推移

わが国の吸収式は昭和33年だ。昭和43(1968)年、ガス業界を中心に二重効用型のガス吸収式冷温水機が開発された。燃料消費量 $0.37 \text{Nm}^3/\text{h}\cdot\text{Rt}$ ($13\text{A } 11000\text{kcal/Nm}^3$) であった。この冷凍機の省エネルギー性を100として、その後の冷凍機の省エネルギー性を図8、図9に示した。1968年のCOPは0.75で、直近のCOPが1.35⁵⁾であるから約35年で45%の省エネルギーがなされたことになる。

これらの省エネルギー性の向上は、ガス加熱部の高温再生器の燃焼効率の向上と、高温再生器で高温に加熱された臭化リチウム液と吸収器から送られてくる吸収液との溶液熱交換器の性能向上による。⁶⁾

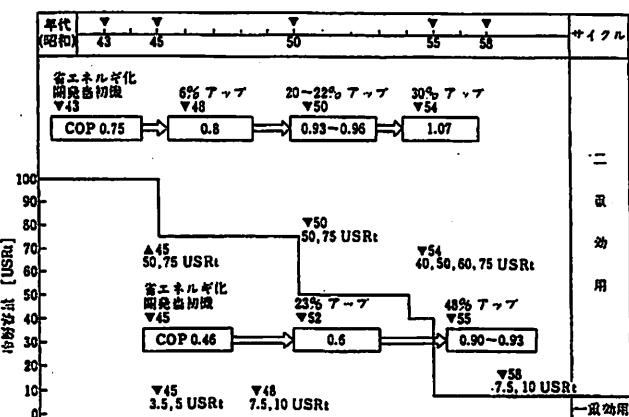


図7 吸収式冷凍機の開発推移⁴⁾

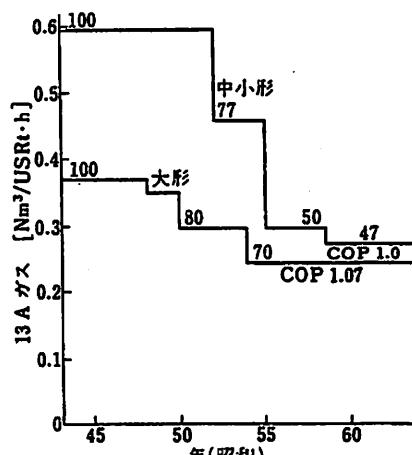


図8 吸収式冷凍機の省エネルギー(1)⁴⁾

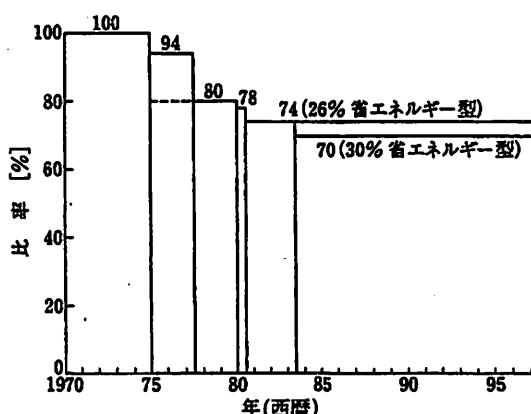


図9 吸収式冷凍機の省エネルギー性(2)⁶⁾

6. 吸収式冷凍機の腐食抑制剤⁶⁾

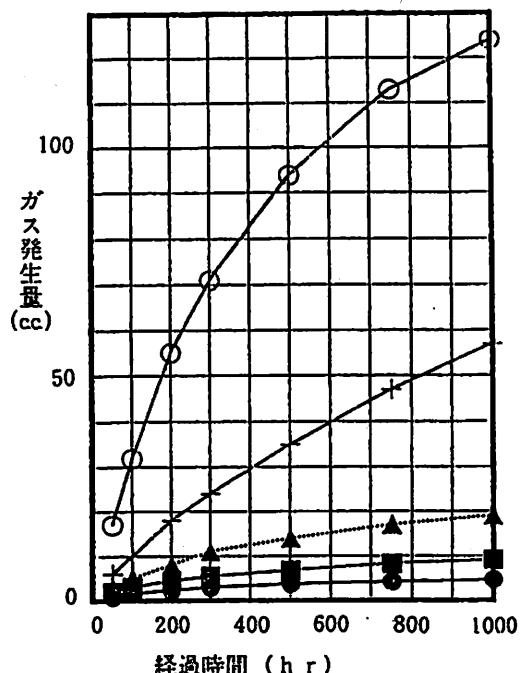
臭化リチウムの水溶液は、海水と同じように腐食性が高い。吸収式冷凍機の材料は普通鋼(軟鋼)だ。吸収液も冷媒も、ポンプではなく、熱により移動する。熱効率を高めるには、高温再生器の作動温度は高いほど良い。構造材料にとって、過酷な腐食環境にある。腐食抑制剤によって、腐食反応を抑制している。この腐食抑制剤の効果は、鋼材に孔が開かないようとする役割に加えて、腐食反応で発生する水素によって系内の圧力が上がり、水の蒸発温度が上昇し、冷凍能力が下がる問題を防止している。

腐食反応: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
 図10は、脱気した臭化リチウム水溶液中に浸漬した普通鋼の腐食によるガス発生量を測定したものである。腐食反応の温度依存性が明らかだ。

腐食抑制剤は、1953年米国サーべル社がモリブデン酸リチウムを 10g/m^2 (鋼材表面積)、アルカリ濃度 0.1N を提案した。腐食抑制剤は、鋼材表面に Fe_3O_4 のセラミック皮膜を形成させる。

図11は、大阪ガスの野中らの実験結果で、モリブデン酸リチウム濃度を増加させても、腐食抑制効果は変わらないことが分る。

腐食抑制剤については、特にわが国で研究されているが、未だ最適な腐食抑制剤は見出されておらず、各社のノウハウになっている。過酷な環境なので、運転中の酸素の混入は、致命的なダメージを鋼材に与える。鋼材の表面に安定な保護皮膜を形成させるためには、エーティング時間が必要である。腐食抑制剤は、運転によって消耗する。この腐食抑制剤は、定期的に補給が必要で、この作業は、メーカーでなければ難しい。



臭化リチウム水溶液中の軟鋼の不凝縮性ガス発生量の経時変化

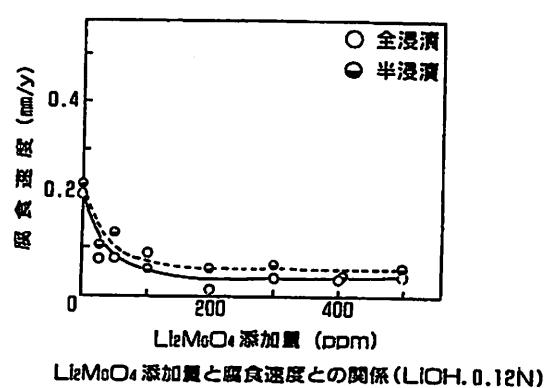
条件: 鋼材表面積 440 cm^2

●: 120°C , ■: 140°C ,

▲: 160°C , +: 180°C ,

○: 200°C

図10 臭化リチウム腐食反応の温度依存性⁷⁾



L₂MoO₄添加量と腐食速度との関係 (LiOH, 0.12N)

図11 モリブデン酸リチウム濃度と腐食抑制効果⁸⁾

7. 吸収式冷凍機の保守管理

1) 吸収液の管理

表2は、運転中吸収式冷凍機から採取された吸収液の分析結果例⁸⁾だ。臭化リチウム濃度、腐食抑制剤(モリブデン酸リチウム)濃度、アルカリ度、腐食成分の鉄、銅で、吸収液の健全性が判定できる。

特に重要なものは、腐食抑制剤(インヒビタともいう)濃度だ。濃度が減少すると、腐食が進行し、水素ガスの発生量が増加し、系内圧力が上昇し、冷凍温度が上がり、冷凍効果が低下する。錆により、溶液ポンプが能力低下し液々熱交の能力が低下する。

(備考)

吸収式冷凍機の各部の圧力と水の沸点 (蒸発、凝縮温度)

蒸発器: 0.8~0.9kPa (6~7mmHg) 5°C
吸収器: 0.8~0.9kPa (6~7mmHg) 5°C
再生器: 91~92kPa (680~700mmHg) 97~98°C
凝縮器: 8.0~8.6kPa (60~65mmHg) 42°C

2) 冷却水の水温管理

冷却水の水温は、循環水量の低下、冷却塔の冷却能力の低下により、温度が上昇する。冷却水の温度が上昇すると、吸収器内の吸収液温度が上昇し、蒸発器の温度が上昇し、冷凍能力が低下する。さらに温度が上昇し、40°C程度になると冷媒が凝縮しなくなり冷凍できなくなる。

循環水量低下は、循環ポンプの空気の吸込みによるキャビテーション現象等による能力低下、循環水ラインのつまり等で起こる。循環水ラインのつまりは、冷却塔への異物(砂、ほこり)が原因になる。

冷却水の水質は、JIS (p.15 参照)で基準値が定められている。水処理剤の添加、ブロー、冷却塔の点検、清掃が重要だ。

表2 吸収液の分析結果例⁹⁾

項目	サンプル	I	II	III	IV	V
濃度 [wt%]	53.9	58.1	56.5	59.4	55.8	
インヒビタ濃度 [ppm]	170	480	nil	230	1 350	
アルカリ度 [N]	0.019	0.046	0.024	0.048	0.021	
銅イオン [ppm]	1 180	20	590	261	12	
鉄イオン [ppm]	280	13	14.5	80	7	
NH ₃ [mg/L]	189	11.5	21	4	2	
Cl [%]	0.112	0.07	0.011	0.168	0.02	

注) 腐食抑制剤は Li₂CrO₄

表2で、健全な吸収液は右端のサンプルVだけだ。特に問題なのは、サンプルIIIで、腐食抑制剤(インヒビター)は消費されて、ほとんど残っていない状態だ。サンプルIII、V以外は、銅イオン、鉄イオンがかなり検出されている。このような吸収液は、黄褐色に着色し、静置すると錆が沈殿する。

このような場合は、吸収液の入れ替えが必要だ。この作業は、先に述べたように空気の流入を防止しながら行う。

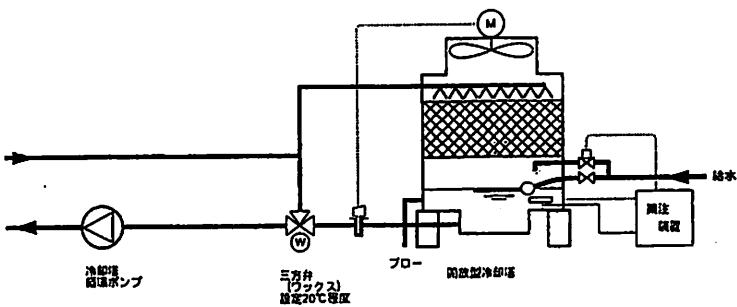


図12 冷却塔のフロー

8.用語と定義

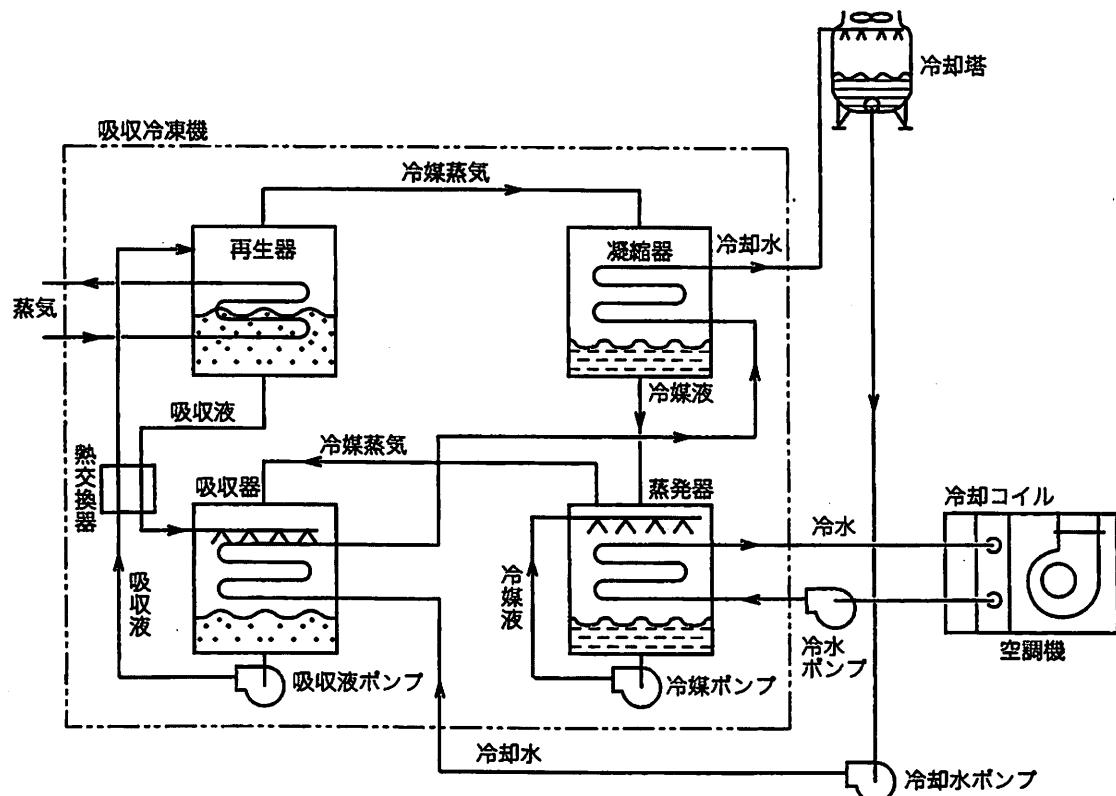
技術書は、JIS B 8622:2002 に準拠した用語を用いている。表3に、JIS B 8622:2002 を参考に、主要な用語とその定義を集めた。

表3 吸収式冷凍機関連の用語

No.	用語	定義
1	吸收式冷凍機 Absorption Refrigerating machines	JIS B 8622:2002 の適用範囲 冷媒に水、吸収液として臭化リチウム水溶液を使用し、再生器又は高温再生器に加熱源を供給することによって(再生器、高温再生器、低温再生器を含む。)、凝縮器、吸収器、蒸発器などによる吸収冷凍サイクルを構成し、水の冷却又は加熱を行う機械。 備考 1.ここでいう冷凍機は、吸収冷温水機及び吸収ヒートポンプを含めたものとする。 備考 2.加熱源としては、都市ガス、液化石油ガス、油、蒸気、高温水及び排ガスがある。
2	成績係数	冷凍能力又は加熱能力を加熱源消費熱量と消費電力との和で除した値。
3	吸收式冷凍機	加熱源を再生器又は高温再生器供給器に供給して吸収冷凍サイクルを構成し、冷水を供給する機械。
4	吸收式冷温水機	加熱源を再生器又は高温再生器供給器に供給して吸収冷凍サイクルを構成し、冷水及び温水を供給する機械。特に燃焼設備を具備するものを直焚き吸収式冷温水機という。
5	吸収式ヒートポンプ	加熱源を再生器、又は高温再生器供給器に供給して吸収冷凍サイクルを構成し、蒸発器で熱源水から廃熱を回収することによって、吸収器及び凝縮器で温水を供給する機械。
6	一重効用	冷凍機の冷凍サイクルで、冷媒の再生を再生器だけで行う機械。単効用形ともいう。
7	二重効用	冷凍機の冷凍サイクルで、冷媒の再生を高温再生器及び低温再生器の二段で行う機械。
8	一重二重併用形	高温熱源を二重効用の加熱源に、低温熱源一重効用の加熱源として一重効用運転、二重効用運転を切換え又は同時に運転できる機械。
9	冷水-温水同時供給形	冷水と温水とを同時に供給する吸収冷温水機。 機種例として直だき高温再生器付太陽熱利用機などがある。
10	腐食抑制剤	冷凍機に使用している吸収液の腐食作用を極力抑える目的で、吸収液に添加する薬品。 臭化リチウム水溶液には通常腐食抑制剤(インヒビター)又はアルカリ調整剤を加えている。これらを総称することとした。

9. JIS B 8622:2002 の吸収式冷凍機の解説図

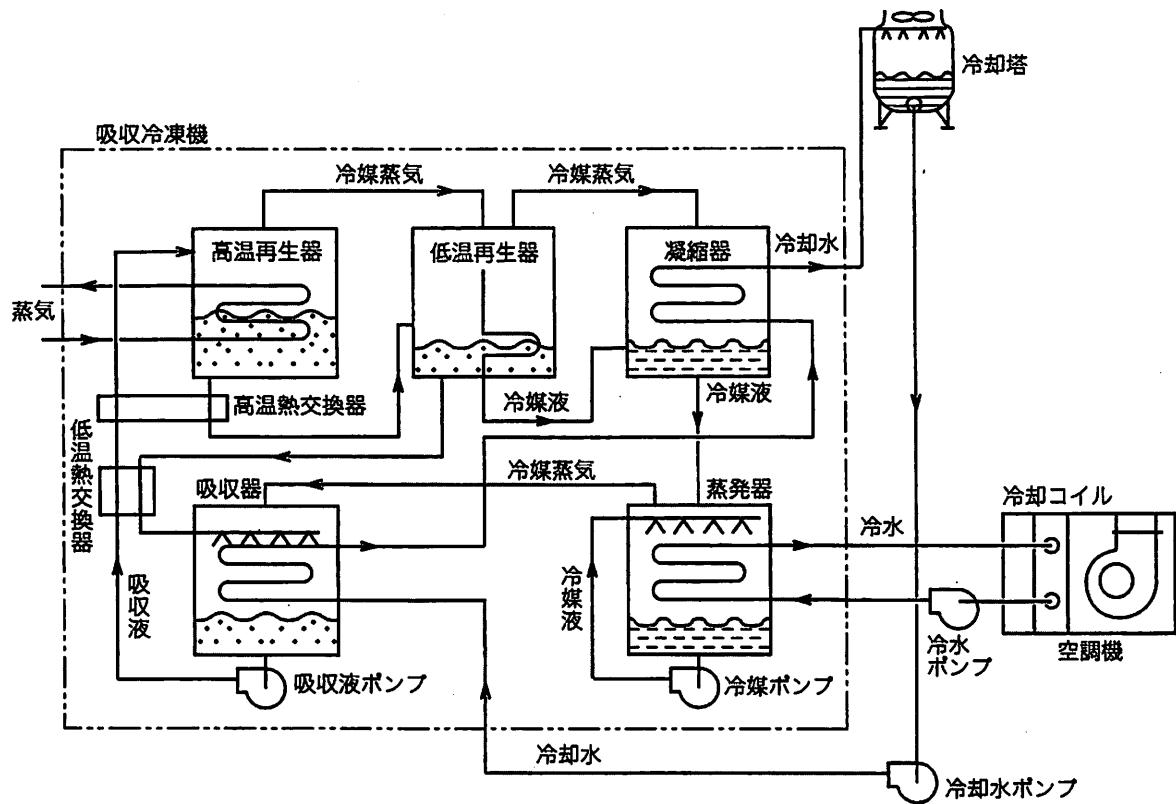
a) 冷水供給専用のもの 例を、解説図 1 及び解説図 2 に示す。



解説図 1 一重効用形の例

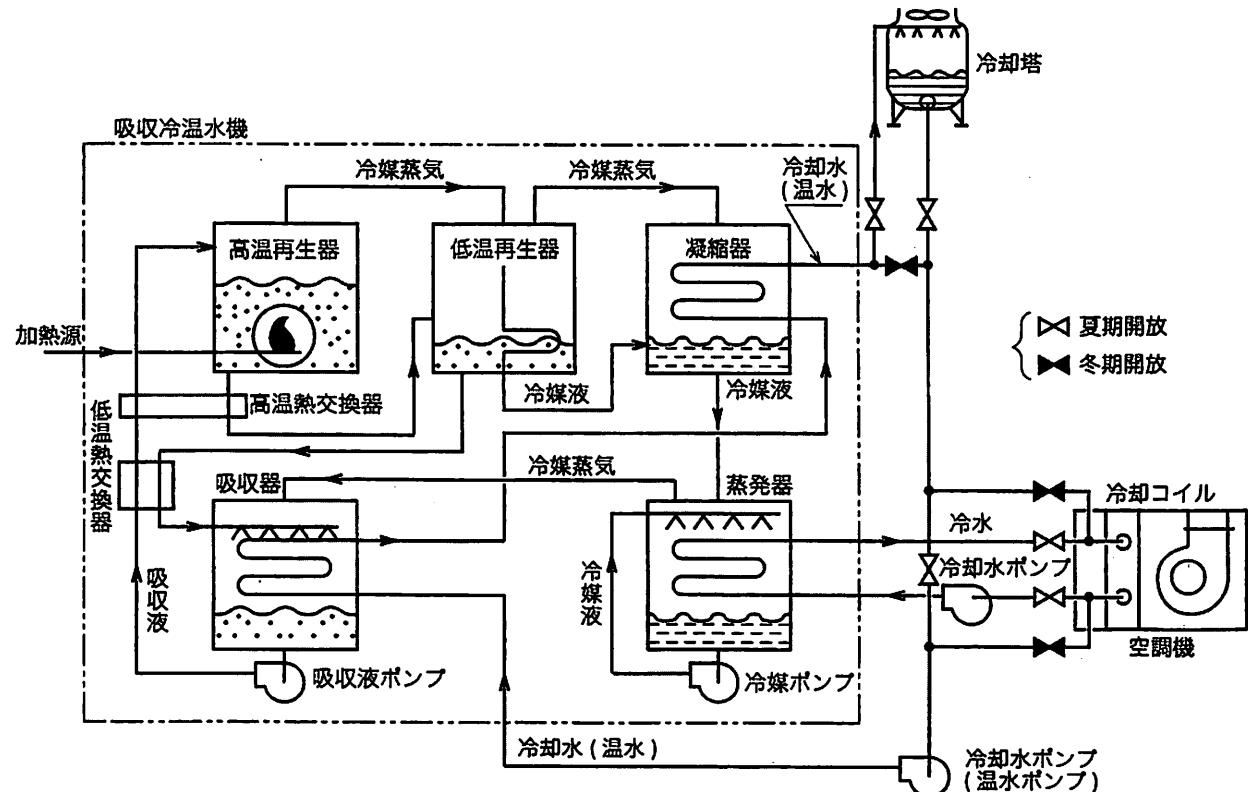
解 4

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

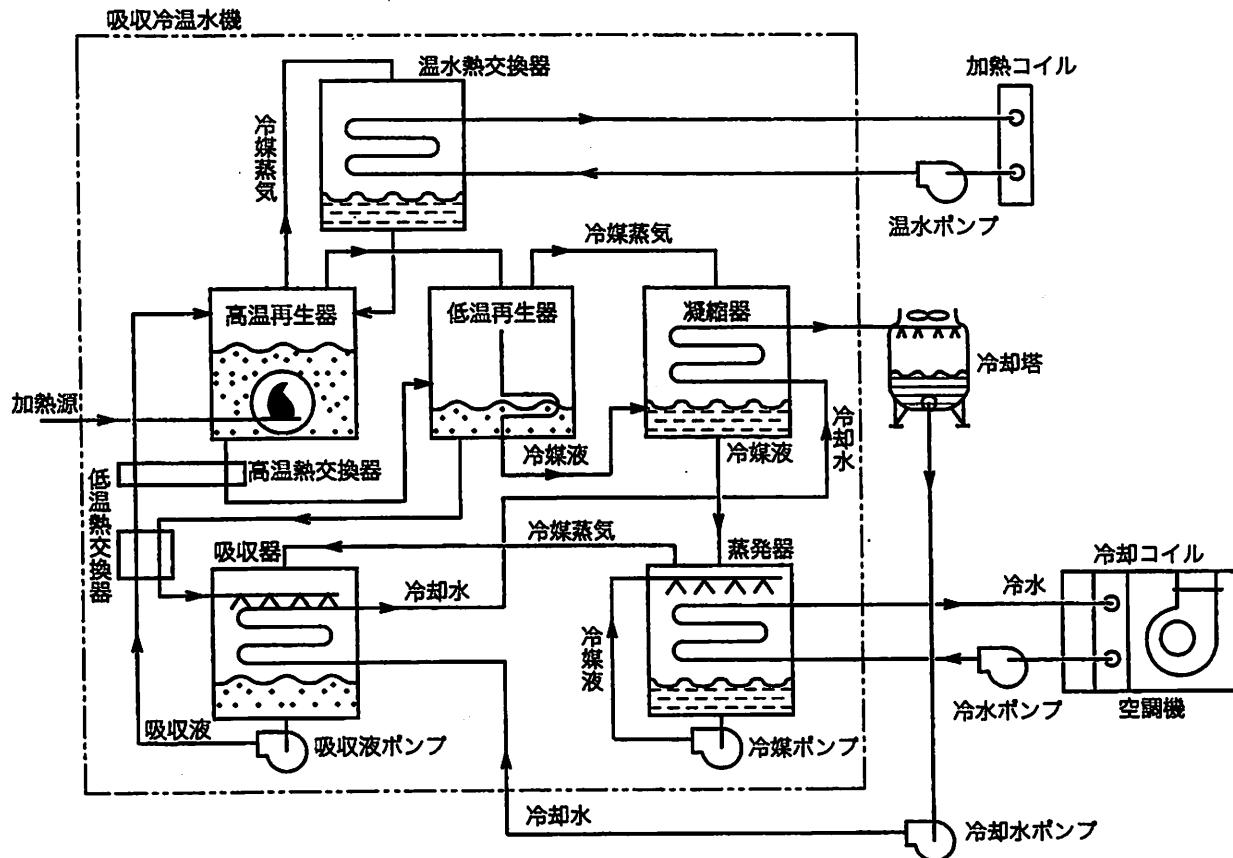


解説図 2 二重効用形の例

- b) 冷水供給-温水供給兼用のもの　冷水を供給するか、又は温水を供給するのに切換弁などの開閉によって切り換えて行うものである。例を解説図 3 に示す。

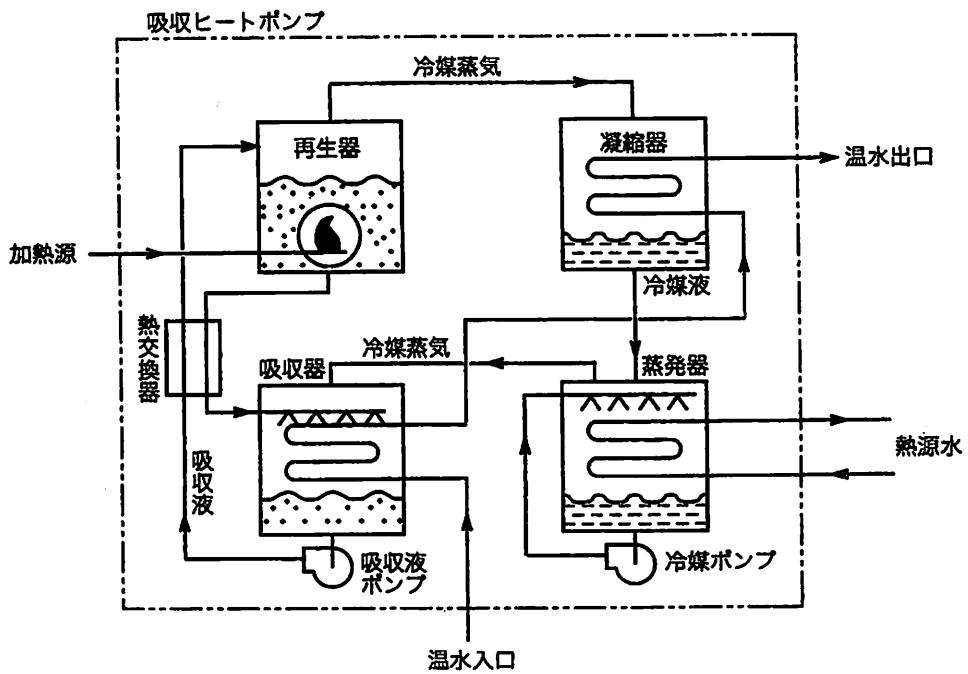
解説図 3 冷水供給-温水供給兼用のものの例
(吸収器、凝縮器からの温水取出しの場合)

- c) 冷水及び温水同時供給のもの　冷水供給と同時に温水を供給する場合のもので、温水热交換器を用いて高温再生器から発生する冷媒蒸気によって温水を加熱する。解説図4にその一例を示す。



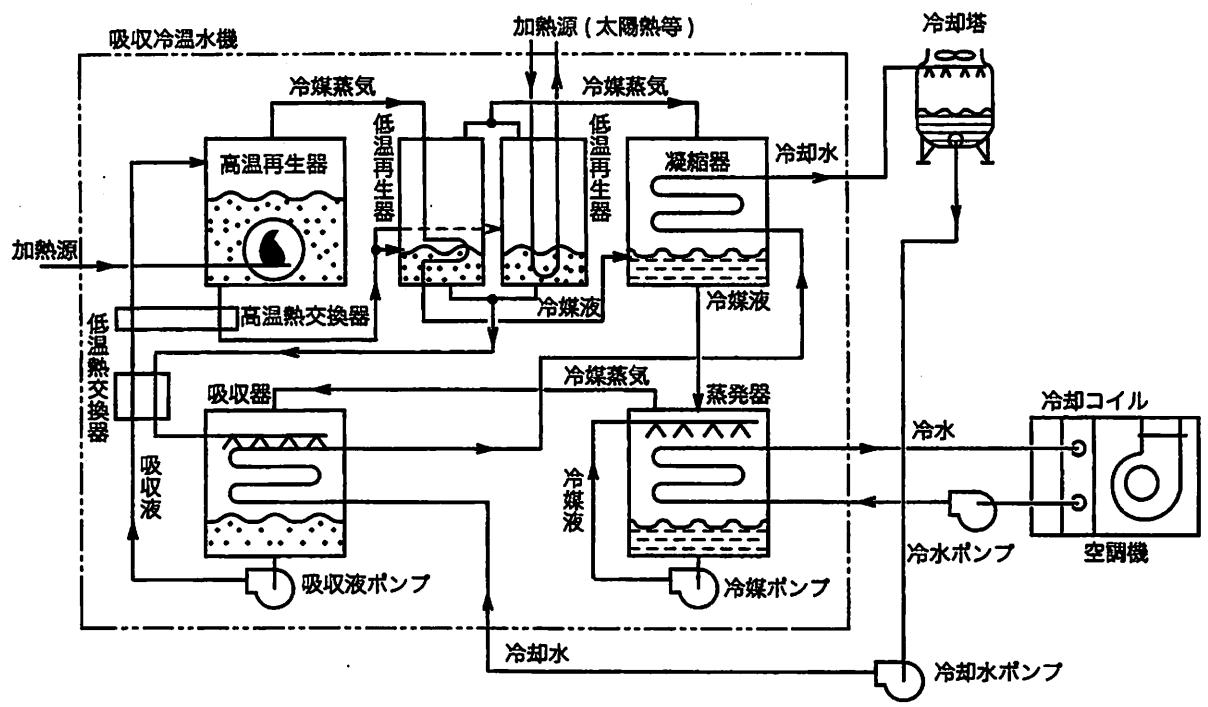
解説図 4 冷水及び温水同时供給形の例

- d) 温水供給専用のもの(ヒートポンプサイクルによる。)　温水は蒸発器に供給される热源水の热量を回収することによって得られる。代表例を解説図5に示す。



解説図 5

解 6



解説図 6 一重二重併用形の例

解 7

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

附属書7表1 冷却水・冷水・温水・補給水の水質基準値⁽⁵⁾

項目 ^{(1) (6)}	冷却水系 ⁽⁴⁾			冷水系		温水系 ⁽³⁾			傾向 ⁽²⁾		
	循環式		一過式			低位中温水系		高位中温水系			
	循環水	補給水	一過水	循環水 [20℃以下]	補給水	循環水 [20℃を超え 60℃以下]	補給水	循環水 [60℃を超え 90℃以下]	補給水	腐食	スケール生成
基準項目	pH(25℃)	6.5~8.2	6.0~8.0	6.8~8.0	6.8~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	○	○
	電気伝導率 (mS/m) (25℃)	80以下	30以下	40以下	40以下	30以下	30以下	30以下	30以下	○	○
	塩化物イオン (mgCl ⁻ /l)	200以下	50以下	50以下	50以下	50以下	50以下	30以下	30以下	○	
	硫酸イオン (mgSO ₄ ²⁻ /l)	200以下	50以下	50以下	50以下	50以下	50以下	30以下	30以下	○	
	酸消費量 (pH4.8) (mgCaCO ₃ /l)	100以下	50以下	50以下	50以下	50以下	50以下	50以下	50以下		○
	全硬度 (mgCaCO ₃ /l)	200以下	70以下	70以下	70以下	70以下	70以下	70以下	70以下		○
	カルシウム硬度 (mgCaCO ₃ /l)	150以下	50以下	50以下	50以下	50以下	50以下	50以下	50以下		○
	イオン状シリカ (mgSiO ₂ /l)	50以下	30以下	30以下	30以下	30以下	30以下	30以下	30以下		○
参考項目	鉄 (mgFe/l)	1.0以下	0.3以下	1.0以下	1.0以下	0.3以下	1.0以下	0.3以下	0.3以下	○	○
	銅 (mgCu/l)	0.3以下	0.1以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下	0.1以下	0.1以下	○	
	硫化物イオン (mgS ²⁻ /l)	検出しない	検出しない	検出しない	検出しない	検出しない	検出しない	検出しない	検出しない	○	
	NH ₄ ⁺ イオン (mgNH ₄ ⁺ /l)	1.0以下	0.1以下	1.0以下	1.0以下	0.1以下	0.3以下	0.1以下	0.1以下	○	
	残留塩素 (mgCl/l)	0.3以下	0.3以下	0.3以下	0.3以下	0.3以下	0.25以下	0.3以下	0.1以下	○	
	遊離炭酸 (mgCO ₂ /l)	4.0以下	4.0以下	4.0以下	4.0以下	4.0以下	4.0以下	0.4以下	4.0以下	○	
	安定度指数	6.0~7.0	—	—	—	—	—	—	—	○	○

注⁽¹⁾ 項目の名称とその用語の定義及び単位は JIS K 0101 による。

⁽²⁾ 桁内の○印は腐食又はスケール生成傾向に関係する因子であることを示す。

⁽³⁾ 温度が高い場合(40℃以上)には、一般に腐食性が著しく、特に鉄鋼材料が何の保護被膜もなしに水と直接触れるようになっているときは、防食薬剤の添加、脱気処理など有効な防食対策を施すことが望ましい。

⁽⁴⁾ 密閉式冷却塔を使用する冷却水系において、閉回路循環水及びその補給水は温水系、散布水及びその補給水は循環式冷却水系、それぞれの水質基準による。

⁽⁵⁾ 供給・補給される源水は、水道水(上水)、工業用水及び地下水とし、純水、中水、軟化処理水などは除く。

⁽⁶⁾ 上記 15 項目は腐食及びスケール傷害の代表的な因子を示したものである。

11. 吸収式冷凍機の国内向け出荷台数の推移⁹⁾

空調設備用熱源機器の 国内向け出荷台数の推移

日本冷凍空調工業会が調査した、空調設備用熱源機器の国内向け出荷のデータです。
冷凍年度(前年10月から当年9月まで)で示しています。

→ 次の製品

冷凍年度	チーリングユニット	吸収式冷凍機	ターボ冷凍機
1986	14,332	2,719	345
1987	13,695	2,829	330
1988	13,972	3,188	419
1989	13,526	3,349	441
1990	14,419	3,551	523
1991	14,495	4,137	411
1992	12,756	4,121	313
1993	10,936	4,002	245
1994	10,668	4,494	212
1995	11,311	4,712	308
1996	11,830	4,648	389
1997	12,014	4,412	336
1998	10,213	4,108	333
1999	8,913	3,567	247
2000	9,312	3,542	327
2001	10,061	3,263	401
2002	8,658	2,914	235
2003	8,600	2,907	282
2004	8,878	2,793	423

[注]

- 1) ここに示した機械は、主としてセントラル空調に用いられる冷水をつくる機械で、温水兼用を含みます。用途として空調用が主体ですが、工業用のものも含んでいます。
- 2) チーリングユニットは、容積形圧縮機を用いた冷凍サイクルで冷水をつくるものです。
- 3) 吸収式冷凍機は、吸収式冷凍サイクルを用いて冷水をつくるものです。
- 4) ターボ冷凍機は、遠心式圧縮機を用いた冷凍サイクルで冷水をつくるものです。

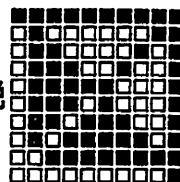
引用文献

- 1) 小出慶太 輪湖博 共訳 アイザック・アシモフの科学と発見の年表 p. 245 丸善
- 2) インターネット「金沢の氷室祭り」から
- 3) 高田秋一、吉川光雄 吸収式冷凍機 p.14-34 (財)省エネルギーセンター(2004.11)
- 4) 黒沢茂吉 吸収冷凍機の最近の動向 空気調和・衛生工学 Vol. 60, No. 10 p.35-44 (1986)
- 5) 大阪ガス 環境・社会行動レポート 2003 p.39
- 6) 星野俊之、内田英樹 吸収冷凍機 空気調和・衛生工学 Vol. 72, No. 6 p.437-442 (1998)
- 7) 飯塚 弘 冷凍 Vol. 68, No. 789 p.35-40(1993)
- 8) 野中 英正他 第26回空気調和・冷凍連合講演会論文集 p.205-208 (1992-4-21,22,東京)
- 9) 高田秋一、吉川光雄 吸収式冷凍機 p.172 (財)省エネルギーセンター(2004.11)
- 10) 日本冷凍空調工業会のホームページから

参考資料

- 1) 黒沢茂吉 吸収冷凍機の最近の動向 空気調和・衛生工学 Vol. 60, No. 10
p.35-44 (1986)
- 2) 星野俊之、内田英樹 吸収冷凍機 空気調和・衛生工学 Vol. 72, No. 6
p.437-442 (1998)

解説



吸収冷凍機の最近の動向

黒 沢 茂 吉*

キーワード：吸収冷凍機(Absorption Refrigerating Machine), 吸収冷温水機(Absorption Water Chiller-Heater), 次世代形(Advanced Type), インテリジェント形(Intelligent Type)

わが国の吸収冷凍機は、 $H_2O-LiBr$ の組合せを利用して発展してきた。開発以来、省エネルギー化・コンパクト化、信頼性・利便性の向上など技術開発で目覚しい発展を遂げている。現在では、個別ビルや地域冷暖房用冷熱源機として主要な役割を占め、大規模ビルはもとより中小ビルへの普及も拡大してきている。最近は、トータルエネルギーシステムへの導入も進み、用途も多岐にわたっている。

そこで、本稿では吸収冷凍機の出荷台数のうち、85%以上を占める吸収冷温水機を中心に、技術開発の経緯、最新の動向、さらに次世代形の開発と将来の展望についても併せて述べる。

はじめに

わが国の吸収冷凍機は、 $H_2O-LiBr$ の組合せを利用し、発展してきた。現在では、ビル用や地域冷暖房の冷熱源機器として主要な役割を占め、大規模ビルはもとより中小規模ビルへの普及も拡大してきている。また、最近はトータルエネルギーシステムへの導入が進み、用途も多岐にわたっている。これは、吸収冷凍機の技術的側面として、吸収溶液の臭化リチウムが化学的に安定していること、成績係数の決定に重要なかぎを握る冷媒の蒸発潜熱が大きく、かつ器内が真空状態で運転されるため、省エネルギー性・利便性・安全性など機能的に極めて優れた特性をもっているからである。

吸収冷凍機は、表-1に示すように吸収冷凍機・吸収冷温水機・吸収ヒートポンプに分類することができるが、

* 東京ガス(株)冷暖房営業部 正会員

本稿では吸収冷凍機の出荷台数のうち、85%以上を占める吸収冷温水機を中心に述べる。なお、吸収冷凍機は総称を表すものであり、本稿で用いる主な呼称については、“吸収式冷凍機 JIS B 8622”に沿って記述する。

1. 吸収冷凍機の概要

吸収冷凍機は、1859年フランスのフェルディナンドおよびエムンドカレがその作動原理を発明したことに始まるが、空調用に使用された最も顕著な進歩は、 $H_2O-LiBr$ 系を採用したことである。このシステムは、米国において1940年代サーベル社によって中形機が、1945年キャリア社が大型機を開発し、普及した。1970年代以降、わが国における二重効用ガス吸収冷温水機の省エネルギー化、小形・軽量化など、その特性に着目した一連の技術開発により、吸収冷凍機はわが国において成功を収めている。

1.1 わが国の吸収冷凍機

わが国における吸収式の第一歩は、昭和33年K社による4USRtのガスバッケージ形空調機の開発である。

表-1 吸収冷凍機の種類

機種	吸収冷凍機	吸収冷温水機	吸収ヒートポンプ
機能	冷水 4~15°C	冷水 4~15°C 温水 40~80°C	温水 50~80°C 蒸気 140°C 以上
運転熱源	蒸気・温水	都市ガス 排ガス	蒸気・都市ガス・排温水・排蒸気
用途	冷房 プロセス冷却	冷暖房	暖房・給湯 プロセス加熱

昭和34年には、蒸気吸収冷凍機が開発され、紡績工場・ビル空調に使用された。その後、二重効用形が世界に先駆けて実用化され、昭和43年にはガス吸収冷温水機が開発された。1970年代に入ると、メーカー7社がそろい、吸収冷凍機の需要が急速に増大し、昭和48年のオイルショックを契機に省エネルギー化や太陽熱・廃熱利用の研究が進み、技術開発が多様化した。太陽熱利用の面では、国のサンシャイン計画などと並行して、80~90°Cの低温水を熱源とするタイプが作られ、さらに太陽熱が少ないとときにはガス・蒸気などにより、二重効用サイクルでバックアップする一重・二重併用形が開発された。廃熱利用の面では、炉などからの排ガスを利用するタイプや、排温水から熱回収を行う吸収ヒートポンプがある。この吸収ヒートポンプは、昭和51年からスタートしたムーンライト計画で取り上げられ、空調用や工場プロセス用に次第に普及しつつある。

また、最近はガスエンジン・ガスタービンと吸収冷凍機と組み合わせ、システム効率のアップをねらったトータルエネルギーシステムが注目されている。

1.2 海外動向¹⁾

(1) 米 国

大形の吸収冷凍機のシェアは、1958年に15%、1965年には30%を占めていた。1977年に蒸気熱源の二重効用吸収冷凍機が販売されたものの、当初の機器の評判が芳しくなく、吸収式は手が掛かるものとの風評が生まれた。このため、1980年のチラー出荷台数約15000台のうち、吸収冷凍機は300台と全体の2%に過ぎない。開発から維持管理まで、ちみつな体制が整っているわが国とは大きな違いがある。

さて現在、米国のガス業界はわが国と相通じるものがある²⁾。1978年、国家ガス政策法(NGPA)が施行以来、ガス販売が改善され、電気料金の上昇傾向に伴い、エネルギー価格的に有利な環境にある。ガス事業者としては、夏と冬の需要格差が1977年2.2であったものが、1984年になると2.6へと広がっているため、冷房料金を設定することによって、夏期ガス需要の拡大を計画している。このため、吸収冷凍機に再び熱い目が注がれており、GRI(Gas Research Institute)を始めとする研究開発やガス事業者による導入計画が進んでいる。このようなことから、国内メーカーの米国進出が始まっている。1979年、H社がニューヨーク市のアパートに500USRtのガス吸収冷温水機を納入したのを手始めに、その後地元のガス事業者と提携、営業を拡大して実績を残している。これは、ニューヨーク市は電気代が高く、ガスが二重効用で経済的であること、提携先が販売から維持管理まで一貫した販売体制を完備していることで成功した例

である。

1982年には、S社が150USRtのガス吸収冷温水機をコロンビア州に納入し、1985年には空調機器メーカーと業務提携を結び、米国・カナダへの販売を開始している。またY社は、ダラス市にある支店を拠点とし、積極的なアプローチを展開している。

いずれにしても、海外市場への進出は、国内における製造コストの低減化の相乗効果が期待され、海外からのニーズによって技術開発も一層進むこととなる。

(2) 欧 州

1985年3月20日から3日間、パリでAbsorption Expert Meeting 85が開催された。事務局は、フランス省エネルギー庁、フランスガス公社と石油公社の三者である。世界10箇国からエキスパート39名が招かれ、吸収式技術の現状と将来について討議された。発表論文は37件、論文の多くはアイディアや要素研究の段階であるが、新たな媒体の開発や吸収サイクルの研究が行われていた。欧州では、IEA勧告で吸収ヒートポンプの普及が取り上げられるなど、その特性に高い評価が与えられている。わが国は、メーカーを主体とした商品化が進んでいるものの、基礎研究に携わっている研究機関は少ない。しかし、このような学術面での世界的な広がりは、今後の吸収式技術の明るい展望を示すものと期待される。

2. 吸収冷温水機の技術開発

2.1 現 状

技術開発推移について図-1に示した。これは、縦軸に冷房容量を表し、横軸は年代を表す。図中のステップの上段が二重効用サイクル、下段が一重効用サイクルを意味している。このように、年を追って二重効用形が小容量分野にまで進出し、昭和58年には、7.5USRtのものが開発された。現在では、吸収冷温水機と言えば二重効用を指すようになっている。

(1) 省エネルギー化

吸収冷温水機の開発当初機のCOPは、0.75(高位発热量基準、以下同じ)であったが、現状大形クラスで1.07と30%効率改善されている。中形クラスでは、COPが1.0と開発当初機の一重効用形に比べると54%エネルギー消費量が削減したことになる。これらの二重効用化や省エネルギー化は、冷却塔容量や冷却水使用量を削減することとなり、省電力・節水に役立っている(図-2参照)。

(2) コンパクト化

吸収冷温水機は、冷水・温水供給形のため、元来、設置スペースが小さく、レンタル比のアップに有効であった。この小形・軽量化指向は、建築設備として求め

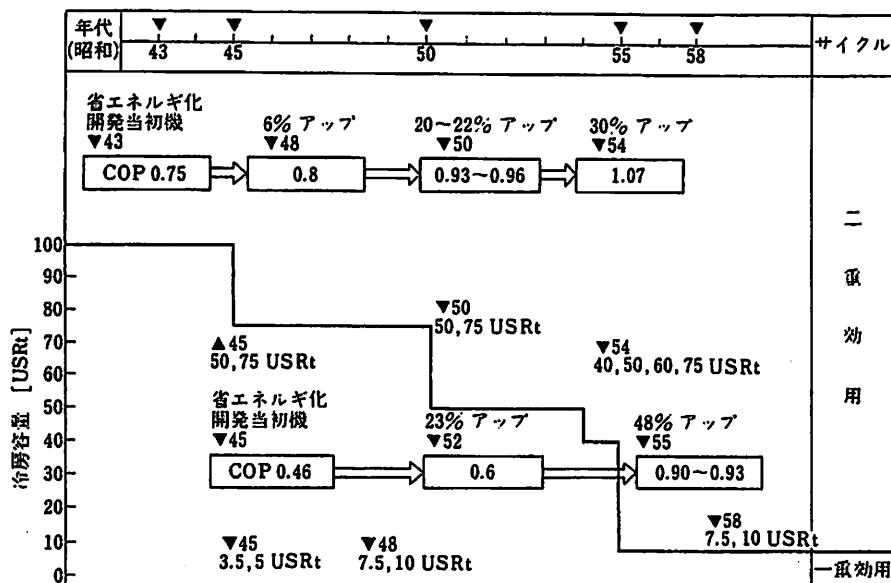
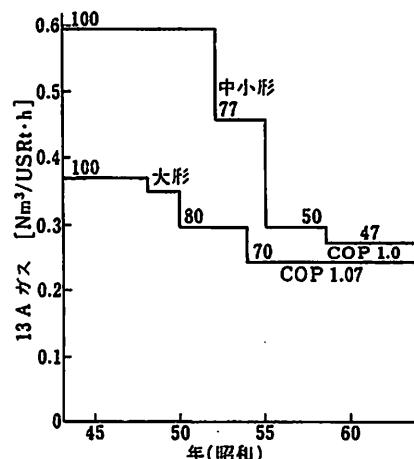
図-1
吸収冷温水機開発推移

図-2 吸収冷温水機の省エネルギー

られている要件であり、吸収冷温水機においても年々縮小されている。特に中小ビルでは、設置スペースに厳しい制約がある。この中形機について 20 USRt で見ると、設置面積で $0.17 \text{ m}^2/\text{USRt}$ (昭和 47 年)から $0.095 \text{ m}^2/\text{USRt}$ (昭和 58 年)と、一重効用から二重効用になっても増大することなく 57% 緩小された。運転重量でも最新のものは 40% 減少している。

(3) 設置性

大形機種でも、以前から屋上に設置されていたケースがあるが、中小形機はカバー付きの屋外設置が標準である。このため、保温・保冷、煙道・煙突工事が不要となる。冷水・温水は、同じ蒸発器から取り出しができるので、切替えバルブを必要としない。さらに、100 USRt 未満の騒音レベルは、60 dB 前後で冷却塔や他の機種に比べてそん色なく、設置に制約が少ない。

(4) 運転特性・操作性

コンパクト化が進み、機内の吸収溶液体量が従来より 30~40% 少なくなっているので、スタートアップに必要

な時間が半減し、運転中の制御特性の向上につながった。また、日常の運転では、遠隔発停が可能である(ただし、ガス 3 社によるガス吸収冷温水機などの自動起動停止安全技術指標に基づく安全増しの追加設備が必要)。さらに、スケジュール運転などを目的とした、多機能マイクロコンピュータによるコントローラが開発されている。

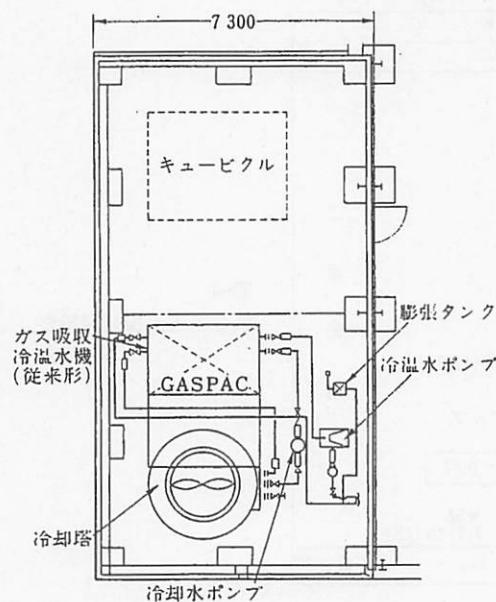
大形機では、運転中の抽気操作を完全自動化した抽気システムが実用化されている。中小形機では、機械的な真空ポンプを使用しない自動抽気方式を採用している。これは、気密検査基準値から判断して定めたシーズン中の漏込み量に匹敵する容量のストレージタンクに、不凝縮ガス中の H_2 ガスを大気に放出するバラジウムセルを設けた抽気システムである。

(5) 暖房能力増大形

暖房容量は、バーナーの最大容量まで調整することが可能であるが、最新形は COP が向上しているため、暖房能力が小さくなる傾向にある。しかし、建物の冷暖房負荷バランス(C/H)は、地域や規模・用途によって暖房負荷が冷房負荷を上回る場合がある。このようなケースには、高温再生器をランクアップした暖房能力増大形が用意されている。このタイプは標準形に比べ、暖房能力を 10~40% 大きくすることができる。

(6) 低温冷水形・変流量方式

冷水出口温度は 7°C が標準であるが、少水量高温度差方式の場合や二次側空調機の要求によっては、低温冷水が必要になる。吸収冷凍機は、大形機で 5°C までが標準化されているが、 4°C 取出しの実績もある。最近は、空調機に二方弁制御が取り入れられる傾向がある。この変流量方式に対応するため、100~50% の流量範囲で制御している。VWV 方式は、ポンプの台数制御や可变速制



- 注 1) 従来形の専有面積 51 m^2
 2) GASPAC 60 USRt の専有面積 23 m^2 (正面 +1 m, 各側, 裏 +0.5 m のメンテナンススペースを含む)

図-3 GASPAC と従来形の比較

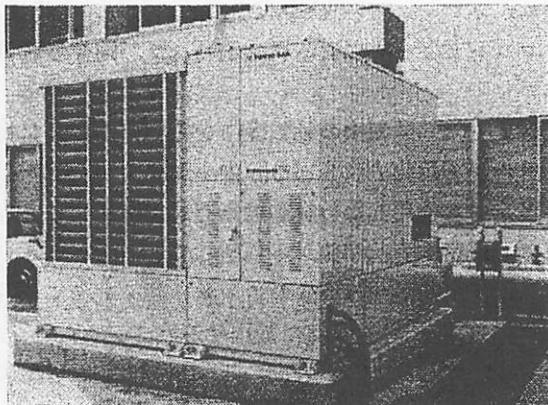


写真-1 GASPAC 設置例

御によって行われるが、水量の減少によって温度差が増大するので、冷水出口温度を監視する必要がある。

2.2 新形機

(1) 各社シリーズ

吸收冷温水機は6社のメーカーで製造され、販売はOEMを含めると9社になる。形式は、一体形とユニット形に区分される。一体形は20~1500 USRt、ユニット形は7.5~50 USRtをベースに並列設置し、150 USRtまでカバーする。既築の取替え需要には、このユニット形を複数台設置することにより、搬入・据付けの容易性を生かすことができる。大形機では、真空部以外の機器(燃焼機器水カバー、屋外カバー、冷媒・溶液)を取り外すことで、20~30%搬入重量を軽くできるものもある。また、100~250 USRtクラスに屋外カバー付きの機種が現れ、中小形機の特色を大形機に生かそうとする試みが

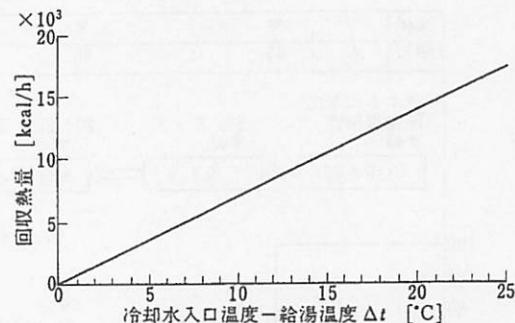


図-4 冷却水排熱回収量(冷房出力 20 USRt、温水ヒータ出力 130 000 kcal/h の場合)

見られる。

(2) パック形ガス吸収冷温水機(GASPAC)³⁾

最近の建築設備業界では、工期の短縮や複雑な現場作業の単純化が求められている。例えば、システムエアハンドリングユニットに代表されるようにプレハブ化された簡易施工形空調機が開発されている。GASPAC(Gas Prefabricated Absorption Chiller System)は、吸収冷温水機本体のほか、冷却塔・冷却水ポンプ・冷温水ポンプ・補機動力盤・膨張タンクなどを工場で一体生産したものであり、延べ面積400~3 000 m²のビルを対象としている。この特長は、以下のとおりである。

- 1) 従来形より50%以上設置スペースが減少する(図-3参照)。
- 2) 設計・積算・施工が簡易化する。
- 3) 热源機回りが大幅に簡素化する(写真-1参照)。
- 4) 工場テストで冷却水系を含んだ試験により、システムの信頼性が向上して維持管理が容易である。
- 5) 運転操作が簡単である。
- 6) 既築設備の取替えに最適である。
- 7) その他、冷却水水質管理の徹底、時間計・回数計の取付けで維持管理時期や点検ポイントが確実である。ポンプ・ファン制御による動力低減が図れるなどシステムのグレードアップが可能である。

冷却塔の構造は角形を標準とし、ケーシングは防せいで(錆)のため、鋼板に焼付け塗装をしたものとFRP製のものがある。GASPACの幅は、工場から現場への輸送を容易なものとするため、道路交通法で定められている2.5 m以内とした。実際の設計では、冷房容量、冷温水の機外揚程、冷温水配管容量から求める温水の膨張量などが主な打合せポイントとなる。このGASPACは、当社とメーカー5社との共同開発で、20~90 USRtまでシリーズ化されている。

(3) ガス冷暖房・給湯機

事務所ビルに比べ、ホテル・病院・レストランでは給湯負荷が大きい。この冷暖房・給湯機は、これらの用途を対象としたもので、吸収冷温水機と給湯機を一体化

表-2 次世代形開発プロジェクト

	空冷中小形ガス吸収冷温水機	高効率中小形ガス吸収冷温水機	高効率大形ガス吸収冷温水機
特長	H ₂ O-LiBr系では、今まで実用化が不可能と言われていた空冷形の画期的な開発	中形機を大幅に高効率化した省エネルギー型	現代の高効率形(COP 1.07)を大幅に高効率化した省エネルギー型
主な目標値	空冷化	冷房 COP 1.2 暖房効率 0.92	冷房 COP 1.3 以上 暖房効率 0.95
スケジュール期間	昭和 59~62 年	昭和 59~62 年	昭和 59~63 年
共同開発企業	○ 東京ガス(株) 大阪ガス(株) 東邦ガス(株) (株)日立製作所	東京ガス(株) 大阪ガス(株) ○ 東邦ガス(株) 矢崎総業(株)	東京ガス(株) ○ 大阪ガス(株) 東邦ガス(株) 川崎重工業(株)

注 ○ 開発幹事会社

表-3 空冷形開発目標仕様

冷房能力 [USRt]	20
暖房能力 [kcal/h]	55 000
冷水温度 [°C]	12.5→7
温水温度 [°C]	55→60
ファン動力 [kW]	1.5
補機動力 [kW]	0.35
ガス消費量 [kcal/h]	65 000
全体寸法 [mm]	1 700 W × 2 500 D × 2 000 H
全体重 [kg]	1 000

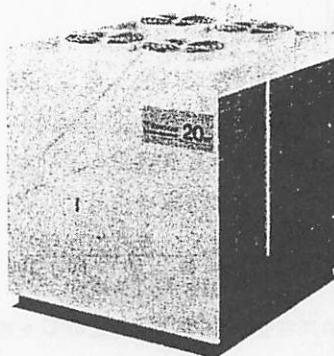


写真-2 空冷形開発予想モデル

し、吸収冷温水機からの冷却水廃熱を給湯予熱に利用する熱回形である。これにより、従来別々に置かれていた場合に比べ、省エネルギー・省スペース・簡易施工というメリットが生まれる。給湯機は、吸収冷温水機と同じように真空式温水ヒータを用いるため、取扱いが簡便となる。機種は、冷房容量として 15~50 USRt まである。温水ヒータの出力は、75 000~240 000 kcal/h の範囲で組合せが決められている。図-4 は、冷却水からの熱回収量を示したものである。

2.3 次世代形開発計画⁴⁾

本プロジェクトは、吸収式の技術革新とも呼ばれるもので、今まで実現が不可能と言われていた空冷形と大幅な効率改善を目指した省エネルギー形の開発に焦点を当たるものである。開発スケジュールは、昭和 59 年に着手し、テーマによって 3~4 年の中期計画である。この計画概要は、表-2 に示したとおりである。

(1) 空冷形の開発

吸収式の空冷化の手段としては、アンモニア-水を作動媒体とすることが考えられるが、1970 年ごろ、米国で空冷吸収チラーが商品化された。しかし、アンモニアのもつ毒性・爆発性などの理由により、わが国での実用化は極めて困難な状況にある。そこで、空冷化のため、別の作動媒体による研究開発が幾つかのグループで行われ

た。H グループでは、R-22-TEG-DME(Tetra Ethylen Glycol-Di Methyl Ether)を媒体とする冷房出力 7 kW の実験機を試作し、空冷ヒートポンプの実験に成功している。しかし、一重効用サイクルのため、冷房 COP は 0.55 と低く、機内が高圧となるので、媒体循環用動力が大きくなる欠点がある。また、M グループでは、R-2-2 DMF(Di Methylformamide)で同様の研究を行ったが、実用化に至らなかった。したがって、空冷熱伝達特性の優れた熱交換器の研究・開発により、H₂O-LiBr 系の空冷化が現状から判断して最も早道であると結論付けたのである。空冷形の特長は、以下のとおりである。

- 1) 夏期の冷却水補給水費と管理費が節約できる。
- 2) 設置性に優れ、大幅な省スペースとなる。
- 3) 空冷化指向や既築需要の市場ニーズにこたえることができる。

表-3 に、空冷形の開発目標仕様を示した。また、写真-2 は開発予想モデルである。現在は、プロット機の試作を終了し、実用化の見通しが得られている。

(2) 高効率形の開発

高効率形は、現在の最高効率タイプの COP 1.07 を大幅にアップすることを目的としたもので、中小形・大形それぞれについて開発を進めている。技術開発のポイント

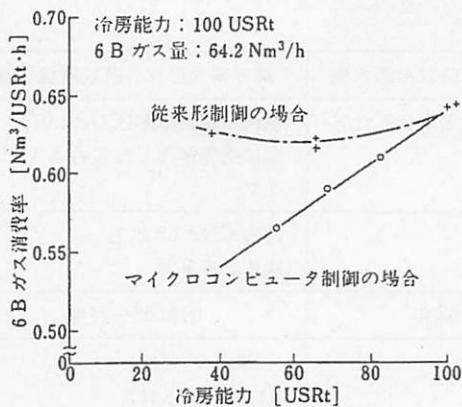


図-5 部分負荷効率の向上

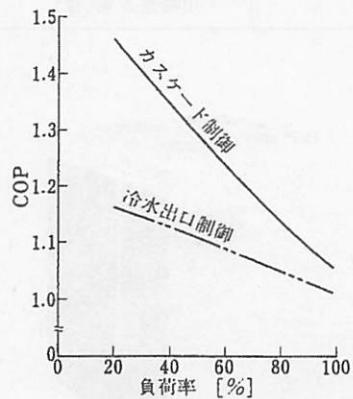


図-6 部分負荷特性(中間期湿球温度 21°C を想定)

トは、冷房サイクル効率の改善、排ガス熱回収器の開発、各熱交換器の高性能化、溶液循環量制御などである。このほか、システム効率の改善を目的として補機動力の低減が開発テーマに挙げられている。

3. 吸收冷温水機の高度化

3.1 運転制御技術に関する開発

運転効率向上のため、制御技術開発が行われている。一つは、溶液循環量制御による方法である⁵⁾。負荷に応じて溶液循環量を減少させると、高温再生器での濃縮プロセスにおける顯熱量の減少や各熱交換器の温度効率の向上につながる。従来は、ボールタップや制御弁で制御していたが、新しい方法ではマイクロコンピュータを利用し、運転中の濃溶液ラインの濃度とその状態で結晶する濃度限界との関係に着目し、溶液循環量を可能な限り制御する。濃度検出方法は、凝縮器出口の冷媒温度に対する冷媒の飽和圧力と、低温再生器出口溶液温度との交点から求める。この値と結晶ラインとの濃度差から、結晶余裕を判断する。図-5は、その効果を示したものであるが、冷房負荷40%で見ると、従来形より16%エネルギー消費量の節約が可能である。二つ目は、カスケード制御による方法である。これは、冷房負荷にマッチした冷水温度を供給することで、冷水出口温度を必要以上に低下させないことを目的としたのである。ここで述べる方

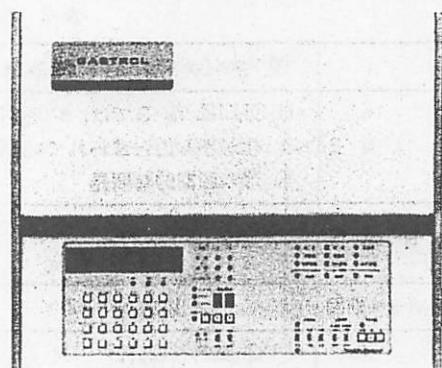


写真-3 GASTROL

法は、内部サイクル温度を検出する方法である。サイクル中の溶液温度は、運転負荷や冷却水入口温度によって変化する。したがって、冷房負荷と外気温度を考慮した制御に相当することになり、より二次側の必要負荷に見合った最適制御を実現できる。われわれの実験では、従来の冷水出口温度に対し、40~50%負荷の領域では約20%効率改善が図られている。図-6に結果を示した。また、吸収冷凍機には蓄冷効果がある。負荷が増大していくときはガスインプットが多く、負荷が減少する場合は少なくなっている。これは、負荷の増減に対してサイクル濃度が変化するためで、負荷増大時は濃度を濃くし、濃度エネルギーを溶液中に蓄積しながら出力を増大させる。負荷減少時はその逆で、蓄積されていた濃度エネルギーを放出させながら出力を維持するので、COPが向上する。すなわち、蓄積されたエネルギーは、時間遅れを伴いながら冷房出力に変化する訳である。このような吸収冷温水機の蓄冷効果を考慮した制御方法が検討されている。

3.2 インテリジェントシステムコントローラの開発

このコントローラは、GASTROL(Gas Absorption System Controller)と呼ばれ、1~4台の吸収冷凍機を台数制御する。制御機能は、自動発停、最適起動・停止、台数制御、送水温度制御、冷温水流量制御、通信機能である。このほかに、希釈運転時間制御・伝熱管汚れ表示・抽気表示などの機能をもっている。希釈運転時間は、機器本体の停止時に高温再生器が約110°C(可変)以下になると、希釈運転を停止することで短縮される。伝熱管の汚れ表示は、凝縮器内冷媒液の温度と冷却水出口温度との差と冷却水出入口温度差(冷房容量に相当)の関係から、一定以上の汚れ状態を表示する方法である。このGASTROLは、すでに比較的大形のビルで採用されている(写真-3)。

3.3 インテリジェントターミナルユニットの開発

ビル監視制御システムとして、分散形のDDCを端末としたシステムが採用される傾向にある。この分散形管

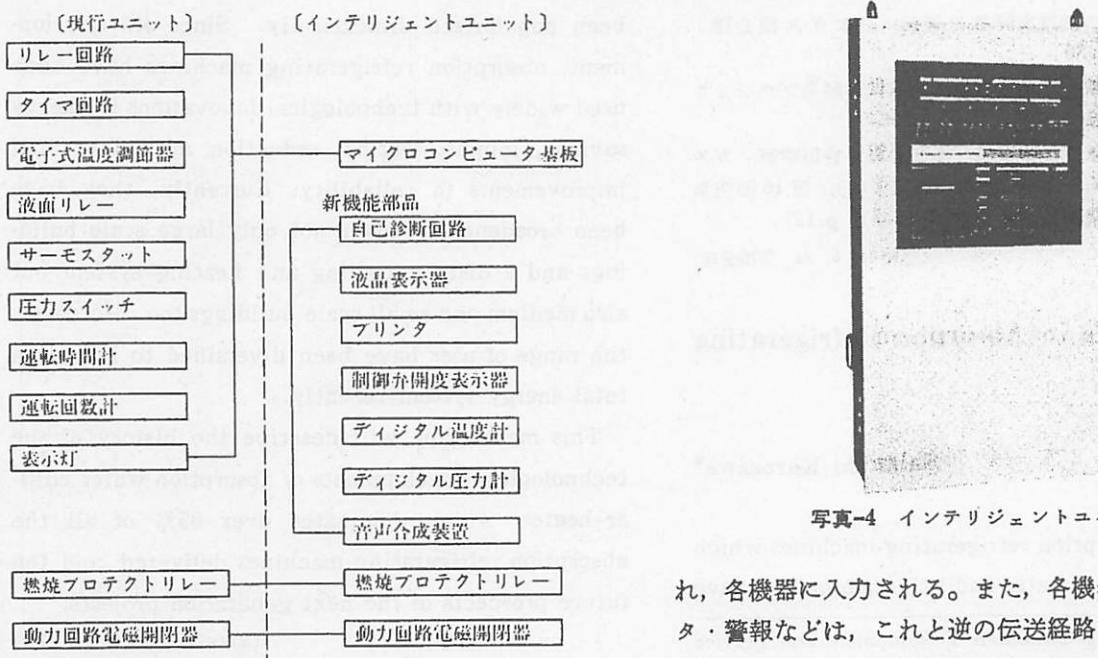


図-7 現行ユニットとインテリジェントユニットの比較

理システムでは、ビル制御のほとんどの機能が配分されている。例えば、空気調和機の制御用コントローラでは、温湿度調整はもとより最適始動、外気冷房、全熱交換器の運転制御などを行い、これに対し、中央監視制御装置では、運転状態を全般的に掌握・監視するのみとなっている。このように、管理システムの端末のインテリジェント化を図ることにより、制御は分散・管理は集中というシステムが構築されることになる。

吸収冷温水機についてもこの方向に沿って、機側で故障予知などの自己判断を行って予警報を出し、さらに遠隔から運転監視や記録を行えるようにしたインテリジェントユニットの開発を進めている。このターミナルユニットは、図-7に示したように、現行のリレー回路ほかをマイクロコンピュータ基板に収めたことにより、容積は同等のクラスと比べると半減されている。また、新機能の追加により、自己診断、運転記録、液晶パネルでの文字表示、音声表示、さらに異常発生時にはモジュコントローラによる運転データの伝送を行うことができる。写真-4は、開発中のターミナルユニットである。

3.4 電話回線利用による遠隔発停システム

ガス吸収冷温水機は、従来から機側において発停を行ってきた。しかし、数年前から省力化の目的で熱源機を遠隔で発停することが求められるようになった。このため、電話回線を利用して別のビルから機器を発停するシステム開発を行った。センタービルに設置された遠隔監視制御装置から発信した信号は、通信用変復調装置(MOD)で音声信号に変換し、電話回線によってローカルビルのMODに伝送される。ここで、再び信号変換さ

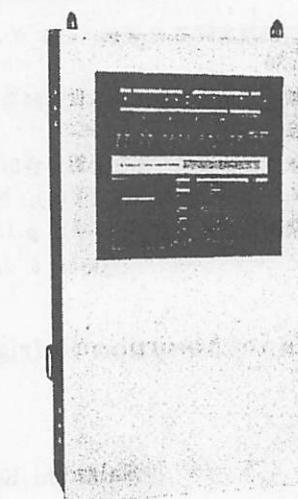


写真-4 インテリジェントユニット

れ、各機器に入力される。また、各機器からの計測データ・警報などは、これと逆の伝送経路をたどってセンタービルへ送られる。現在のところ、電話回線利用システムは、幾つかのビルで実施されており、今後の計画も増えてきている。これらの事例では、従来各ビルに配置されていた保守管理技術者の集約につながってかなりの合理化が図られている。

このシステムを導入するために、“ガス吸収冷温水機の遠隔起動停止安全技術指標”が作られている。これは、最大燃焼量が単体で24,000 kcal/h以上のものに適用される。前提条件としては、遠隔監視制御システムの安全性が確保されていることを挙げている。すなわち、伝送システムも含め、誤動作防止用セルフチェック機能、システムの異常表示器およびフェールセイフ機能などが必要である。また、停電時の安全性の確保、中央監視装置の操作ロック機能、さらに火災時の延焼防止対策についても述べられている。

おわりに

1950～1960年代、米国において開発された吸収冷凍機が、空調需要にこたえたのを吸収式技術の第一波の流行とすると、昭和45年以降、わが国における技術開発の成功に象徴されるように、吸収冷凍機は工業史的に第二波の流行を形成しつつある。そして、インテリジェント化や通信利用技術の導入による高度化開発、ならびに空冷化や大幅な省エネルギーといった次世代形の開発は、第三波の到来を予想させてくれる。

参考文献

- 1) 黒沢茂吉：ASHRAE 年次総会に参加して、冷凍、57-659 (昭57-9), p. 65
- 2) 1985年 A.G.A. (American Gas Association) レポート

- 3) 黒沢茂吉：ガス空調技術開発の現状、日本ガス協会誌、38(昭60-10), p. 36
 - 4) 黒沢茂吉・閑納真一・竹本貞寿：次世代形開発プロジェクト、日本ガス協会誌、39(昭61-4), p. 26
 - 5) 黒沢茂吉・鴻巣武・岡本洋三・春江哲夫・吉田幸家：ガス吸収冷温水機の省エネルギー運転方法(第1報)，第16回空気調和・冷凍連合講演会講演論文集(昭57-4), p. 121
- (昭和61. 6. 24 原稿受理)

Current Trends in Absorption Refrigerating Machines

Shigekichi Kurosawa*

Synopsis Absorption refrigerating machines which use a combination of water and lithium bromide, have

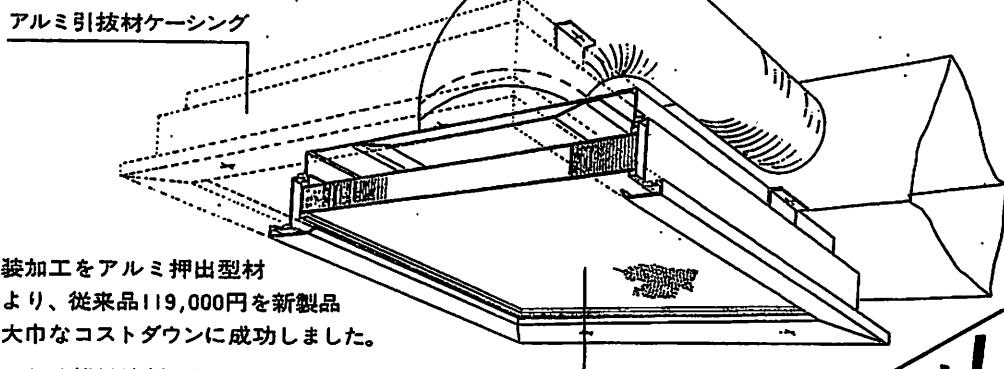
* Air Conditioning Customers Development and Service Department, Tokyo Gas Co., Ltd., Member

been popularized dramatically. Since its development, absorption refrigerating machines have been used widely with technological innovations in energy savings, miniaturization, reduction in weight, and improvements in reliability. Currently, they have been broadened to cover not only large scale buildings and a district cooling and heating system but also medium and small scale buildings too. Moreover, the range of uses have been diversified to include a total energy system recently.

This manuscript will describe the history of the technological developments of absorption water chiller-heater, which dominates over 85% of all the absorption refrigerating machines delivered, and the future prospects of the next generation projects.

(Received June 24, 1986)

HEPAフィルタ内蔵吹出口 超薄型クリーンエアプロジェクタ



安い 従来の板金塗装加工をアルミ押出型材とすることにより、従来品119,000円を新製品77,500円と、大巾なコストダウンに成功しました。

軽い 30kgから16kgへと建築構造材の軽量化に貢献します。

薄い 390mmから119mmにすることにより、階高を低くすることができます。

(いずれも17.2m³/minにおける当社比)

コストダウン!



ニッタ株式会社
空調事業部

ニッタグループ ニッタ・ニッタムアー・ユニッタ・ロデールニッタ

大阪 (06) 266-1791	東京 (03) 572-4821
名古屋 (052) 586-2185	札幌 (011) 512-6971
福岡 (092) 473-6651	北陸 (0762) 65-6235
広島 (082) 281-7350	

特集 設備機器の進化

吸収冷凍機

星野俊之 三洋電機(株)空調システム事業部吸収式技術部

内田英樹 三洋電機(株)空調システム事業部制御技術部

キーワード

省エネルギー(Energy Conservation), 热源設備(Heat Source Systems), 制御機器(Control Devices), 吸収冷凍機(Absorption Chiller), 非熱利用(Waste Heat Utilization)

吸収冷凍機は、開発当初より種々の技術により省エネルギー化、小型・軽量化が行われてきた。また、電子化による制御技術の飛躍的な進歩により高機能化され、使い勝手や保守性が大幅に向かっている。近年では、省エネルギー技術として排熱利用に着目した製品開発が行われ、さまざまな排熱に対応できる製品が開発されている。

はじめに

吸収冷凍機は、1968年に二重効用ガス吸収冷温水機が開発されて以来省エネルギー化、小型化、高機能化のための技術革新が行われてきた。近年では、地球環境問題からノンフロン冷凍機として脚光を浴び、また、ガス、油の燃料や蒸気、温水などの熱を主要駆動熱源としているため、電力消費量が小さく夏場の電力ピーク対策としても注目されている。このような状況下で、吸収冷凍機は一般ビルの熱源機器として定着し、工場プロセスや地域冷暖房でもその用途を拡大している。また、コージェネレーションシステムの普及に伴い、排熱を利用する吸収冷凍機も各種開発され、設置台数を増加させている。

ここでは、吸収冷凍機の省エネルギー化、小型化の変遷、電子化技術と排熱活用について述べる。

1. 省エネルギー化

吸収冷凍機は、一般的に1968年に開発された二重効用ガス吸収冷温水機の燃料消費量 $0.37 \text{ Nm}^3 / (\text{h} \cdot \text{Rt})$ (13 A 11000 kcal/Nm^3) 以下、燃料消費量は、 13 A 基準)を100%とした省エネルギー率を用いて省エネルギー性を表現している。このときの COP は、0.75(燃料高位発熱量基準)である。図-1に今までの省エネルギー率の推移を示す。

現在は、前述の燃料消費量を26%削減し $0.27 \text{ Nm}^3 / (\text{h} \cdot \text{Rt})$ ($\text{COP} 1.01$)とした26%省エネルギー型が主流である

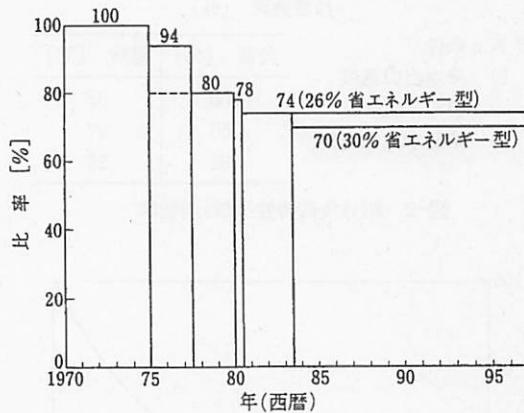


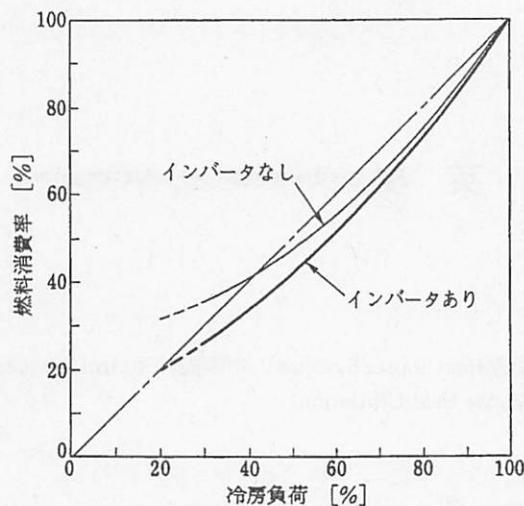
図-1 燃料消費量(省エネルギー率)の推移

が、さらに燃料を削減し $0.26 \text{ Nm}^3 / (\text{h} \cdot \text{Rt})$ ($\text{COP} 1.07$)とした30%省エネルギー型も同様に機種構成されている。この省エネルギー化により、冷却水排熱量は約15%減少し、冷却塔容量や冷却水使用量の低減にも役立っている。最近では、40%省エネルギー型を商品化したメーカーもあり、温暖化対策として省エネルギー向上の開発が急がれてい

る。

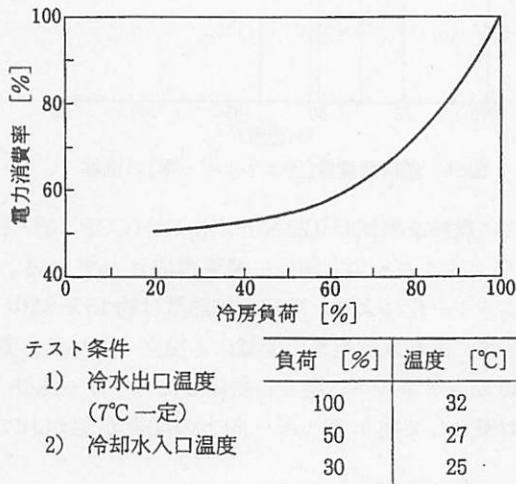
省エネルギー化の技術として、1970年代までは構造部品の高性能化により、省エネルギー率を向上させてきた。特に、高温再生器の燃焼効率向上と溶液熱交換器の性能向上が、省エネルギー率向上に寄与している。1989年以降は、部分負荷時の効率向上に着目し開発が行われた。一般空調では、冷凍機を定格仕様で運転する時間は非常に短く、大半は部分負荷運転であり、部分負荷効率向上が省エネルギーの観点から非常に重要となる。

部分負荷効率を向上させるために、吸収冷凍機の溶液循環量をインバータで最適制御している。図-2にインバータによる溶液循環量制御有無の部分負荷特性を示す。溶液循環量制御は、再生温度、冷却水温度を用いてマイコンにて演算した結果で吸収液ポンプをインバータ制御する。また、インバータ制御することで図-3に示すように部分負荷時の電力消費量を約50%程度まで軽減できる。この効



テスト条件		負荷 [%]	温度 [°C]
1)	冷水出口温度 (7°C一定)	100	32
2)	冷却水入口温度	50	27
		30	25

図-2 部分負荷特性-燃料消費率



テスト条件		負荷 [%]	温度 [°C]
1)	冷水出口温度 (7°C一定)	100	32
2)	冷却水入口温度	50	27
		30	25

図-3 部分負荷特性-電力消費量

果により、年間約5%のランニングコストの削減を図ることができる。

2. 小型・軽量化

吸収冷凍機の小型軽量化は、機器占有スペースの面から常に求められる項目であるが、近年では機器のリプレースにあたり配置、搬入面からさらなる小型・軽量化が求められている。図-4に吸収冷凍機の小型・軽量化の推移を示す。

1975年当時と比較して容積で1/3、重量で1/2となっている。ここ10年間の推移では、容積で約23%小型化し、重量で約14%軽量化している。

この10年間の小型・軽量化技術のなかで、大きなウエ

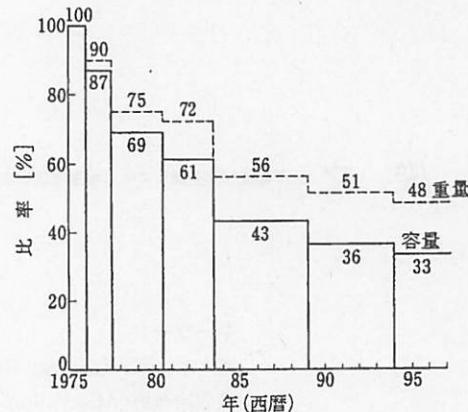


図-4 小型軽量化の推移

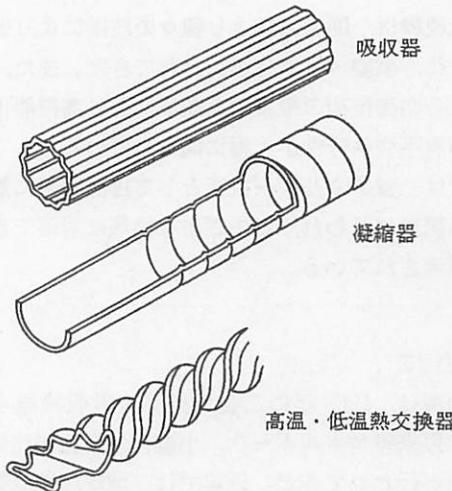


図-5 各種伝熱管形状

イットを占めるのが伝熱管の高性能化と、高温再生器の高効率化である。

2.1 高性能伝熱管

吸収冷凍機は、高温再生器を除く蒸発器、吸収器、凝縮器、低温再生器、溶液熱交換器は伝熱管を用いて構成されている熱交換器である。したがって、各要素に適した伝熱管の選定と開発が小型化のポイントとなる。前述の省エネルギー率向上で紹介したように、熱交換器は早くから高性能伝熱管が採用され、効率向上と熱交換器の小型化に寄与してきた。蒸発器、吸収器、凝縮器では10年前の機種で使用していた平滑管を基準にすると、伝熱性能は約1.5倍から2倍程度向上している。図-5に高性能伝熱管の形状を示す。高性能伝熱管は、各種使用条件に合わせて適切な伝熱管を適所に採用している。

2.2 高性能高温再生器

高温再生器構造は、従来の主流であった炉筒煙管型から炉筒液管型へ変更している。また、徹底した缶内の溶液流動解析により、最適形状化を行った結果、炉筒煙管型に比較して、ボイラ効率で3%向上、高温再生器単体重量で20

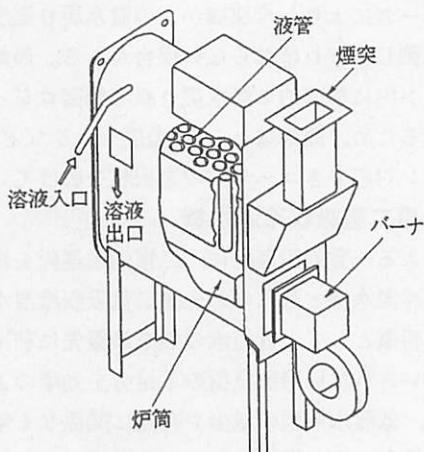


図-6 高温再生器外観

%軽量化した。図-6に炉筒液管型高温再生器の外観図を示す。

3. 電子化技術

吸収冷凍機の技術のうちで、飛躍的に向上したもの一つに電子化による制御技術が挙げられる。

従来、吸収冷凍機の制御は、冷水温度を温度調節器によりコントロールし、溶液ポンプの運転などをリレーシーケンス回路によってコントロールしていた。温度調節器は、冷水温度のみの情報により動作し、また温度調節器とシーケンス回路はそれぞれ独立に制御を行っていたため、冷却水温度の変化や溶液ポンプの発停など冷凍機に対して相互に影響を与える要素を考慮できなかった。

1989年よりワンチップマイクロコンピュータを搭載し革新的な制御回路を採用したマイコンコントローラによりトータル的なコントロールが可能となっている。マイコンの利用による最大の効果は、情報の総合的な判断を可能としたことであり、各種の温度データ・溶液ポンプの運転状態などを取り込み、多くのデータを総合的に判断することができ、よりきめ細い制御と安定した運転が可能となっている。前述の吸収液ポンプのインバータ制御などは、顕著な例である。

このように、運転データを情報として扱うことは、吸収冷凍機の運転制御のみにとどまらず、種々の制御技術に応用されている。また、周辺機器の高機能化や、複雑で大規模化するシステムへの対応を可能にしている。以下に、運転データを活用した制御技術を紹介する。

3.1 セイフティコントロール機能

冷却水温度上昇など、従来の吸収冷凍機では異常停止してしまう運転状況でも、異常停止させることなくコントロールし、できる限り運転を継続する機能を設けている。

3.2 メンテナンス予知機能

吸収冷凍機の効率低下を予測し、高効率運転を妨げる原

因が予測される場合に、予知情報を発信する次の三つの機能を持たせている。

第1に、凝縮器における凝縮温度と、冷却水温度から冷却水系伝熱管の汚れ度合いを演算し、伝熱管の洗浄や冷却水の水質検査を促す機能を設けている。

第2に、算出した吸収液濃度から定められるサイクル指標により、吸収液濃度上昇を知らせて吸収液の結晶を未然に防止する機能を設けている。

第3に、抽気装置に連結した貯室タンクに半導体圧力センサを設置し、機内真真空度を常時監視することで真空低下の判定を行い、知らせる機能を設けている。

3.3 故障診断機能付きプロテクトリレー

燃焼系のトラブル原因を明確化にし、トラブルシューティングの迅速化を図るとともに、部品の劣化状態を監視し、交換時期を事前に知らせる機能で、故障原因の個別表示機能、故障発生の事前予測機能、運転データの出力機能を設けている。

3.4 データメモリ機能

マイコンコントローラ内のメモリに、8日分の運転データと過去3回分の異常発生時のデータを記憶していることで、異常発生状況のは(把)握や迅速かつ的確なサービス対応が可能である。

3.5 通信機能

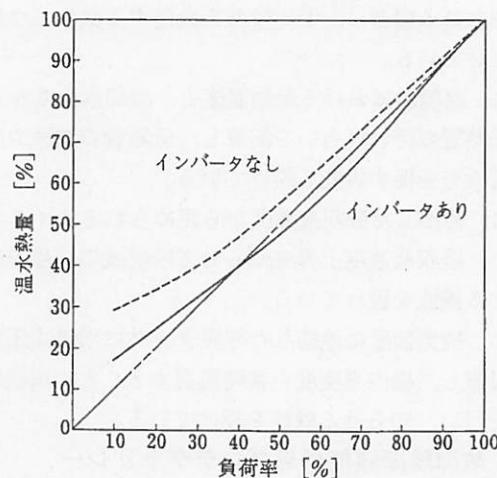
標準搭載されている通信機能を利用することで、マイコン搭載による効果は、さらに広がりをみせている。複数の吸収冷凍機を設置し、バックアップ運転・ローテーション運転を行う台数制御コントローラの接続や、後述する排熱投入型吸収冷温水機(ジェネリング)の制御にも通信機能が利用されている。

さらに、近年普及が進んでいるビル管理システムや、遠隔監視システムと接続することで、遠方の集中管理センターから、吸収冷凍機のさまざまなデータを収集し、運転状況・異常発生の状況・異常発生原因などを把握することができる。また、この情報を活用し、サービス面でのメンテナンス計画の立案や故障時に迅速かつ的確な対応も可能になっている。

4. 排熱の活用

吸収冷凍機に排熱を利用する場合、排ガスを直接利用するよりも安全性や使い勝手のよさにより、蒸気や温水に熱を置き換えるのが一般的である。近年、コージェネレーションの普及により、特にエンジンジャケット水の利用が注目され、コージェネレーション排熱にターゲットを絞った吸収冷凍機の商品開発が行われている。

コージェネレーション対応用吸収冷凍機として、100°C未満の低温水を利用した機器が主流であり、排熱の利用方



注 条件は、以下のとおりである。

- 1) 冷水出口温度および流量：定格値固定
- 2) 冷却水入口温度および流量：定格値固定
- 3) 温水入口温度：定格値固定

図-7 低温水吸收冷凍機部分負荷特性

法として、排熱を駆動熱源とする低温水吸收冷凍機、一重二重吸收冷温水機と、排熱を補助熱源とする排熱投入型吸収冷温水機に分類できる。

ここでは、低温水を利用する吸収冷凍機について紹介する。

4.1 低温水吸收冷凍機

排熱利用に最も実績があるのが低温水吸收冷凍機である。一重効用サイクルで80~95°C程度の低温水に対応しており、エンジンジャケット水条件に対応できる。低温水吸收冷凍機は、効率のよい運転と排熱利用ができるように設計されており、システム効率が高められるように配慮されている。

(1) 高性能伝熱管の採用

各要素すべてに最新の高性能伝熱管を採用し、小型化とCOP向上を実現している。定格仕様でCOPは0.71である。

(2) 吸収液ポンプインバータ制御

溶液循環量制御をすることで起動特性、部分負荷特性が大幅に向上する。図-7にインバータ制御有無の部分負荷特性を示す。

溶液循環量制御を行わない場合、起動時冷凍機本体が冷えているときや冷却水温度が低いときは、過剰集熱が発生し熱源系の温度を下げ安定してしまいCOPが大幅に悪化する。また、熱源や付帯設備に与える影響も無視できない。溶液循環量制御の採用で過剰集熱を軽減し、広い範囲の運転条件で高いCOPを実現している。

(3) 温水戻り温度制御

一般的に冷凍機の温度制御は、冷水出口温度により行われ、熱源系は運転状態により成り行きとなる。しかし、シ

ステムのニーズにより、冷凍機からの温水戻り温度を一定値以上に制御しなければならない場合がある。最新機種では、マイコン内に標準的に温水戻り温度制御ロジックを組み込んでいるため、簡単なハード(温度センサなど)の追加でオプション対応できユーザーの選択肢を広げている。

4.2 一重二重吸收冷温水機

低温水による一重効用運転に、二重効用運転を組み合わせて一つの冷温水機としたのが一重二重吸收冷温水機である。運転の特徴として、低温水の熱を最優先に利用し、低温水では脅きれない冷房負荷の不足分を効率のよい二重効用で補い、低温水熱源の減少や有無に関係なく常に安定した冷水供給ができる。図-8にフロー図を示す。

現在の設置事例から、低温水吸收冷凍機と吸収冷温水機を組み合わせて設置する場合が多いが、一重二重吸收冷温水機を採用することで、設置スペースの削減、冷水、冷却水ポンプ、冷却塔などの補機台数半減、吸収冷温水機としての暖房運転が可能などメリットが多い。

4.3 排熱投入型吸収冷温水機(ジェネリンク)

排熱(低温水)を補助熱源として冷房運転に活用するため開発された機種が、排熱投入型吸収冷温水機(以下、ジェネリンクという)である。特徴として、排熱熱交換器を二重効用サイクルの溶液循環経路に設置し、高温再生器に至る溶液温度を高めることで燃料消費量を10%削減できる。また、部分負荷時は、排熱投入量が増加して約12%(定格燃料消費量比)まで燃料削減率を増加できる。図-9にフロー図を示す。

燃料削減量から算出した温水のCOPは、0.89と低温水吸收冷凍機の0.71と比較して25%高く、高効率な排熱回収を実現している。また、排熱制御弁や制御機器を冷凍機本体内蔵しているため、設備設計・施工を簡易化している。

ジェネリンクは、小規模コージェネレーションシステム(50~250kWのガスエンジン発電機)をメインターゲットとして開発されたため、排熱回収量は同等冷凍容量の低温水吸收冷凍機や一重二重吸收冷温水機と比較して1/10程度と小さいため、システム全体の熱バランスを考慮し選定する必要がある。

おわりに

吸収冷凍機の省エネルギー化、小型・軽量化、電子化技術の変遷と排熱の活用について述べた。

省エネルギー化は、オイルショックにより急速に進んだが、燃料の安定供給により1983年以降は横ばい状態である。1997年12月、京都議定書で採択された地球温暖化防止対策による温室効果ガス削減、特にCO₂削減についてはこれからの課題であり、これを機にさらなる省エネルギー

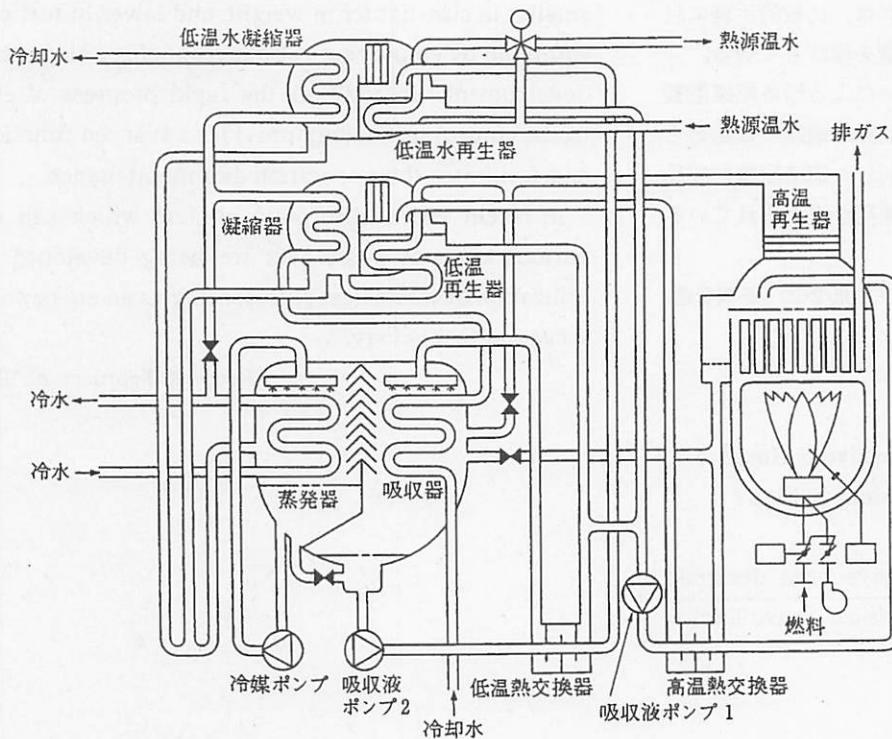


図-8
一重二重吸收冷温水機フロー図

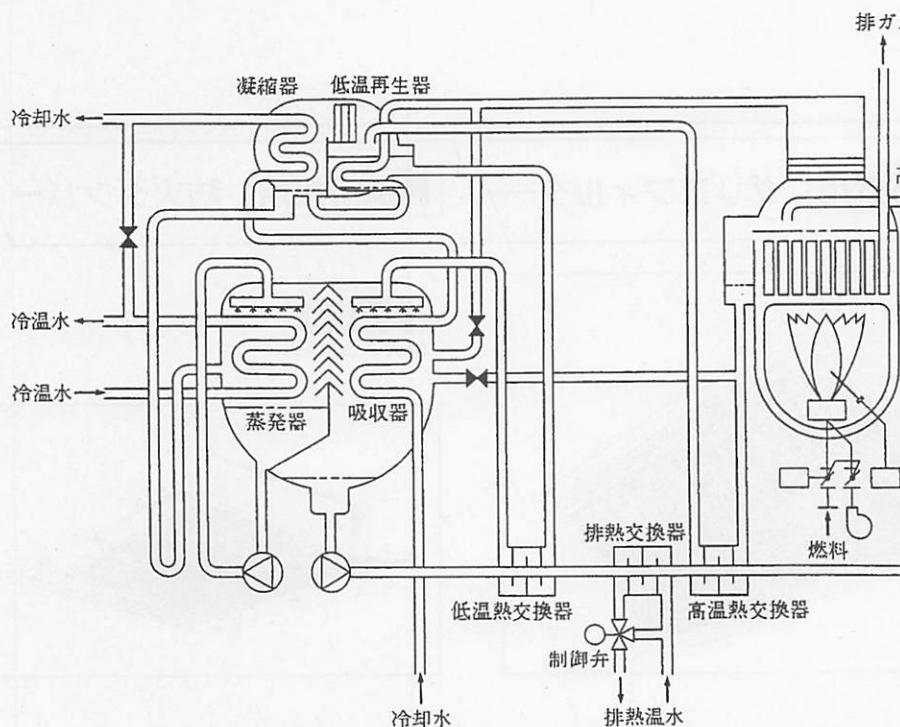


図-9
ジェネリンクフロー図

ギー化の開発が急務である。

小型・軽量化技術は、地価の高騰やリプレース事情により常に開発目標とされ着実に実現されてきた。特に、リプレースでは、耐用年数である15年前の機器に比べ容積で約1/2になっているため、機械室の様子が一変してしまうほどである。

ここ10年の技術のなかで、飛躍的に発展したのがマイコンを駆使した電子化による制御技術であると言ってよ

い。冷凍機自体の高機能化に加え、現在では、運転状態や健全状態をデータ化して記憶、通信することで保守・管理で有効利用されている。このような運転データの監視技術は、吸收冷凍機を効率のよい状態で運転するために重要な要素であり、効率劣化を最小限に止めることが可能ため、今後さらに普及することが予想される。

排熱の活用は、省エネルギーの観点からも一層の普及が望まれるところである。近年コージェネレーション排熱を

特集●設備機器の進化

ターゲットに開発されたジェネリンクは、比較的手軽に設置できることもあり、着実に販売実績を延ばしている。

最後に、吸収冷凍機は、ノンフロンによる環境配慮型製品として定着したが、温室効果ガス削減の取組みは始められたところであり、地球環境問題に則した環境配慮型商品の創出を開発目標の一つとして現在開発が進められていることを付け加える。

(1998/2/20 原稿受理)

Absorption Chiller

Toshiyuki Hoshino *

Hideki Uchida *

Synopsis Absorption chillers have been designed

* Commercial Air Conditioning Division, Sanyo Electric Co., Ltd.

smaller in size, lighter in weight, and lower in fuel consumption by employing various technology along their development. In addition, the rapid progress of electronic control technology provides advanced functions and facilitates their operation and maintenance.

In recent years, absorption chillers which can use various kinds of waste heat are being developed for utilization of waste heat representing as an energy conservation technology.

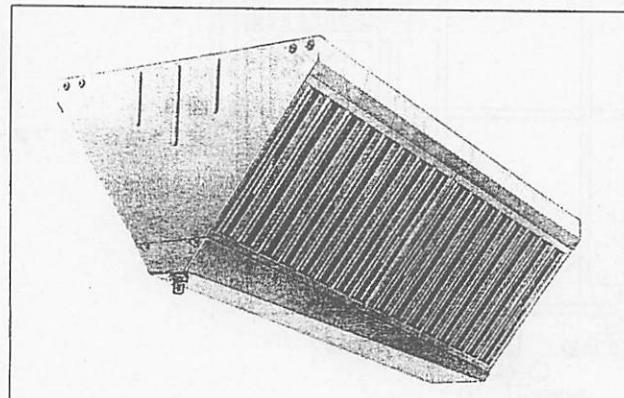
(Received February 20, 1998)

JED

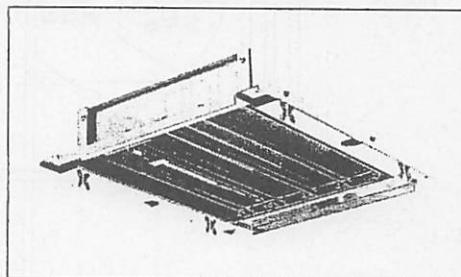
厨房排気用 グリスフィルター

厨房排気用 防火ダンパー

防災基準適合
JGX
パッフル型
グリスフィルター



防災基準適合
JED
防火ダンパー



特長

- 規格－火災予防条例準則適合グリス除去装置として用いるグリスフィルター。
- (社)日本厨房工業会認定品(96-002-2002)

- 低静圧
- 油脂除去率75%
- ステンレス製
- 点検洗浄が容易な分解式構造
- 取付が容易な組立式構造

特長

- 厨房排気火炎伝送防止用
- オールステンレス製差込式FVD
- バイメタルによる感知方式
- 点検洗浄が容易な取りはずし式構造
- 差込取付方式

日本設備企画株式会社

本社 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町1-9-29東本町ビル

TEL.06-266-2895 FAX.06-266-2896

東京 〒153-0043 東京都目黒区東山3-1-19-802

TEL.03-3716-6112 FAX.03-3716-6113

本レポートは、下記の設備保全部会委員により作成されました。
許可なく本レポートを複製することを禁じます。

部会長	岸本 隆司
副部会長	山口 克彦
部会委員(リーダー)	佐々木 象二郎
部会委員	野口 人司
部会委員	鎌本 貴
部会委員	岡 新一郎
部会委員	門口 徹男
部会委員	石井 幹夫
部会委員	勝部 肇

平成17年3月 発行

社団法人 大阪ビルメンテナンス協会
〒531-0071 大阪市北区中津一丁目2番9号
(新清風ビル2F)
Tel.(06)6372-9120 Fax(06)6372-9145
E-mail:info@obm.or.jp