

アイスクリームストッカーについて

Ice Cream Stocker

松 林 功* 三 村 実 男*

Isao Matsubayashi Mitsuo Mimura

内 容 梗 概

アイスクリームの普及に伴い、これを貯蔵、販売する容器としてアイスクリームストッカーの需要が増加した。アイスクリームストッカーは家庭用電気冷蔵庫と異なり、アイスクリームの貯蔵温度が -20°C 前後であるため、この温度に貯蔵庫全体を均一に保持しなければならない。われわれは昭和30年以来、日立製作所の冷凍技術を結集して多くの製品を製作し、世に送り出した。今後もさらに需要の増加が期待されるおりから、ここにアイスクリームストッカーの構造および性能について紹介する。

1. 緒 言

近時、アイスクリームが広く一般に普及し製造面でも大企業において多量生産が行われ、これを各地に散在する販売業者を通じて消費者に販売するようになってきた。

これに伴って販売業者の店頭にはアイスクリームを貯蔵し溶解を防止する低温の容器が多量に必要となってきた。

この需要にこたえるため日立製作所では、昭和30年にわが国で最初のHS-13形アイスクリームストッカー（以下ストッカーと略す）を製作し、その後、研究を重ね33年度に製作したLS-10形およびLS-17形はわが国で初めて -20°C 以下に庫内を保持できる製品であった。日本経済の立直りと乳製品に対する国民大衆の嗜好により昭和30年度以降、第1図のようにアイスクリームが急速に普及し、これに応じてストッカーの生産台数も倍増した。また従来ストッカーには物品税が課税されていたが、昭和34年度より免税となったため、数量的にさらに増加し、今までドライアイスを入れた魔法びんがアイスクリームの販売容器であったが徐々にストッカーに置換えられてきた。

昭和35年度日立ストッカーは新機種を加えて4機種となり、構造、性能、デザインなどにおいて一段と改良を加え、価格の点においても多量生産方式によりさらに安価に生産することが可能となった。

ここにその構造上の特色とともに性能、特に実用上の性能について述べてみたいと思う。

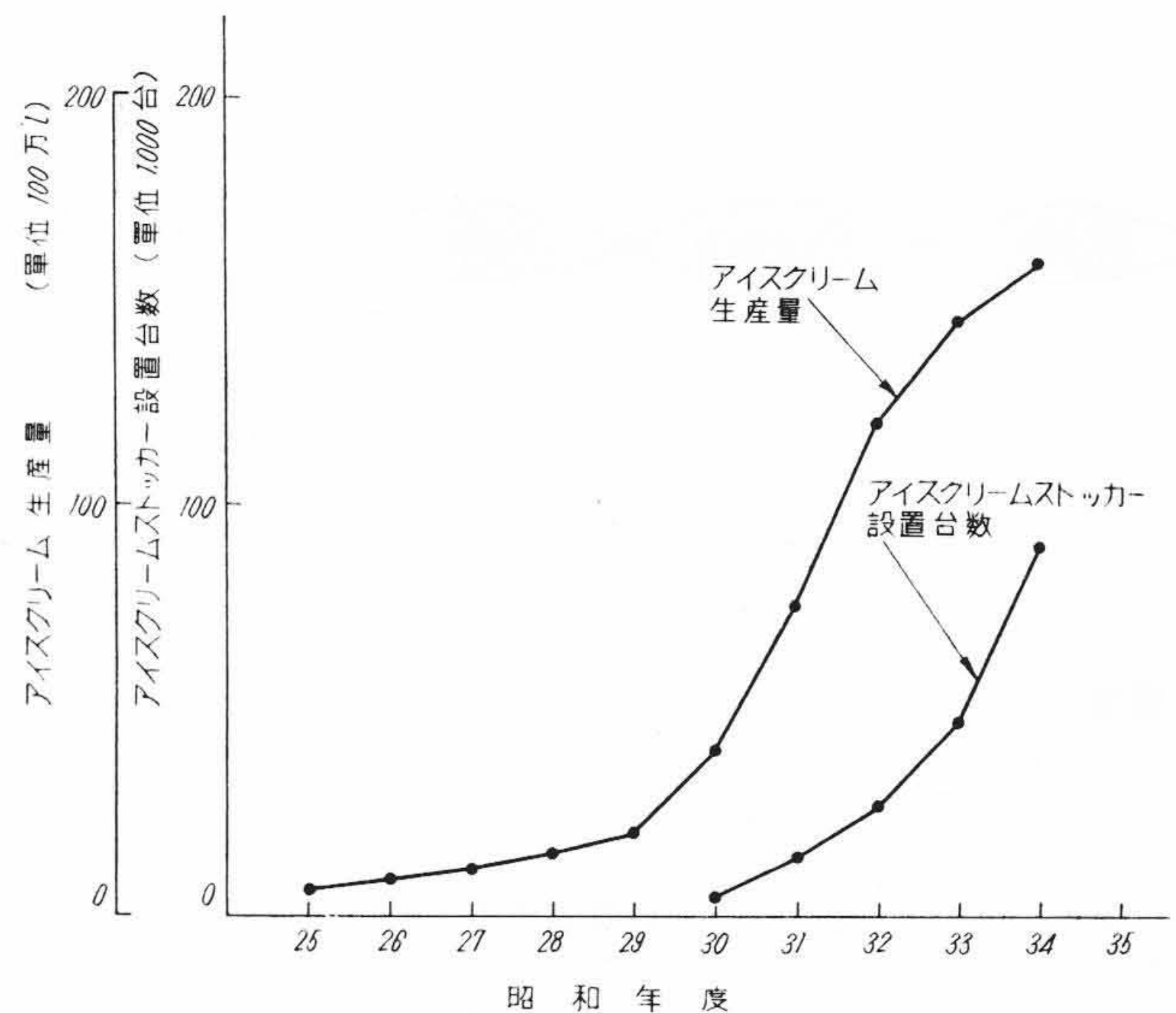
2. 仕 様

昭和35年度販売の日立ストッカーはNS-30形、NS-50形、NS-80形、NS-250形の4機種（第1表）であり、第2図および第3図はNS-80形ストッカーの外観図および構造寸法図を示す。

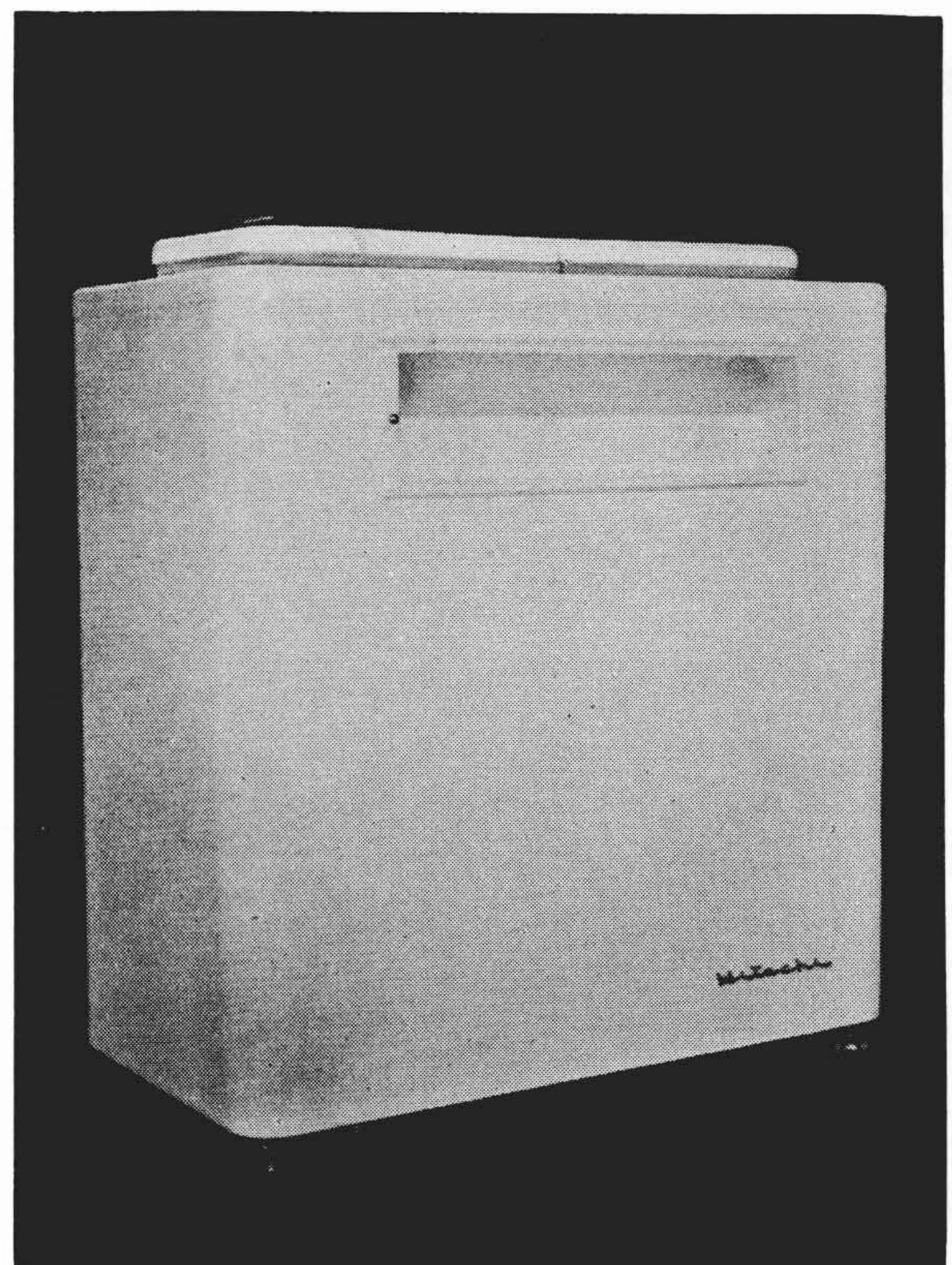
3. 構 造

第3図のNS-80形ストッカーの構造寸法図において上部は貯蔵室、下部は機械室に二分され、両者の間は完全に遮断されている。機械室には圧縮機、凝縮器、電気部品などが内蔵され、アイスクリームを貯蔵する貯蔵庫（蒸発器）は貯蔵室内に設置され、周囲は断熱材（発泡ポリスチレン粒）を充てんしている。冷凍装置は第4図の冷凍サイクル略図に示すように圧縮機、凝縮器、ドライヤ、キャピラリーチューブおよび蒸発器は配管によって結合され、第5図のように冷凍サイクル組立品として別個に組立てられている。蒸発器は比較的低温になるため断熱材の呼吸作用による吸湿により性能の劣化を起す可能性があり、これを防ぐため貯蔵室上面は特に防湿構造を施している。

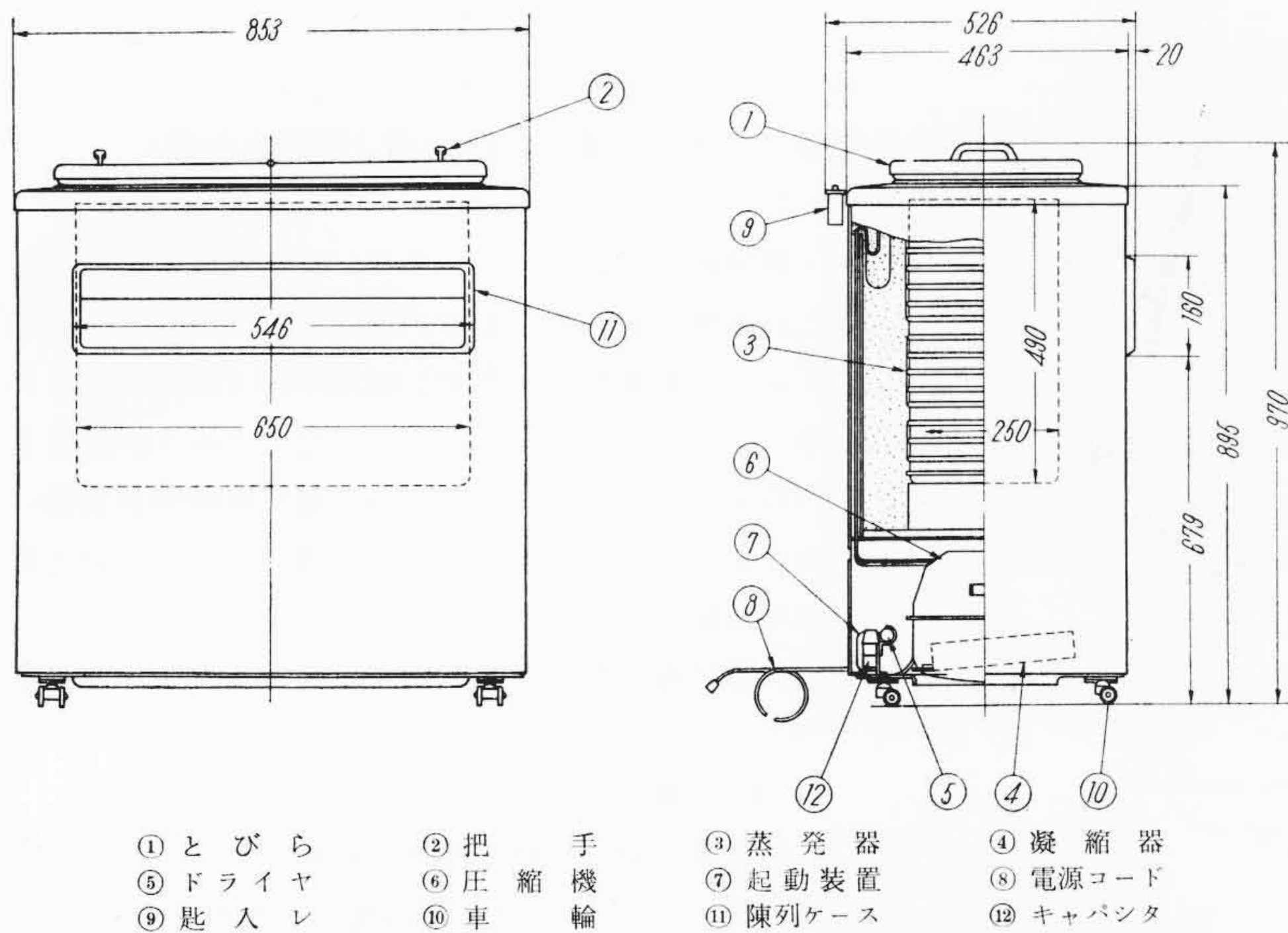
* 日立製作所栃木工場



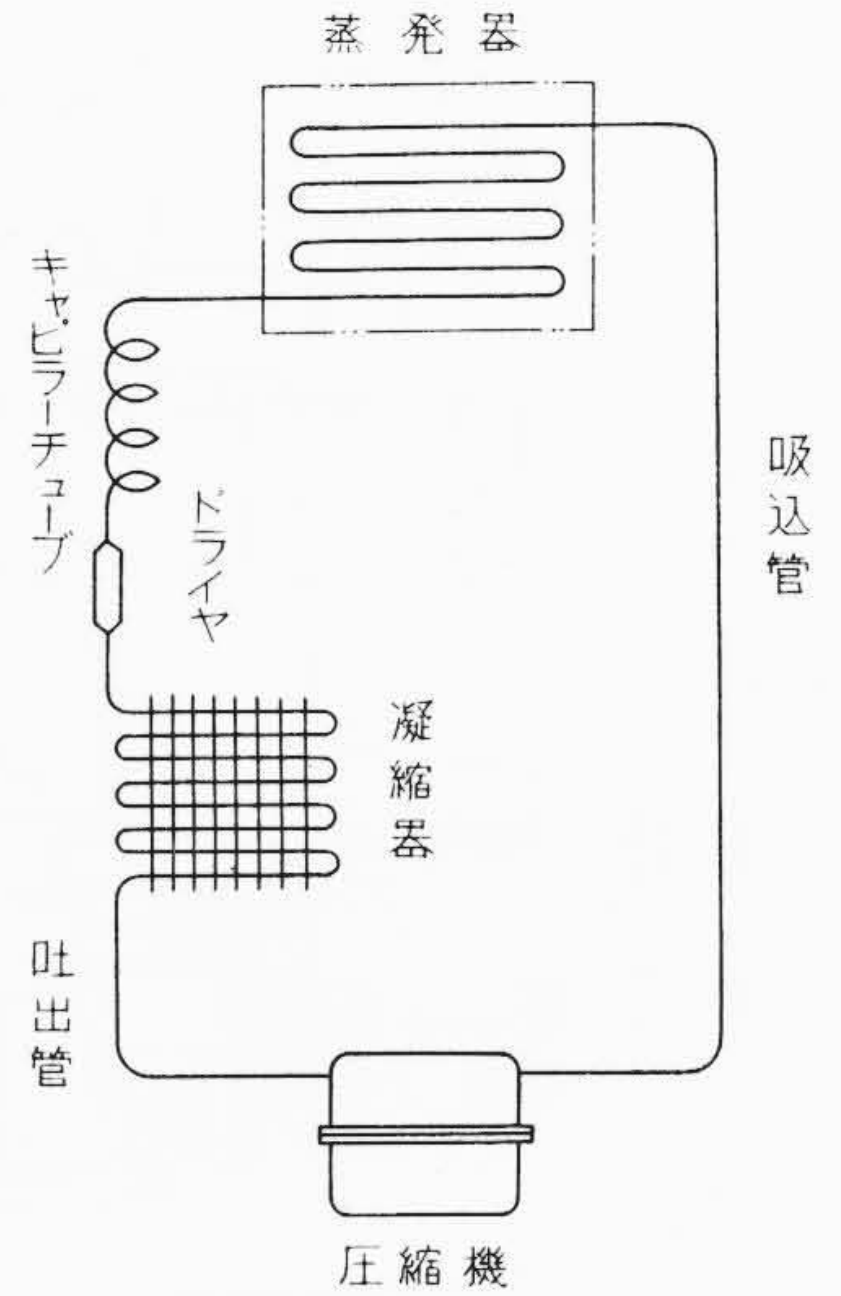
第1図 アイスクリームおよびアイスクリームストッカー発展状況



第2図 NS-80形ストッカー外観

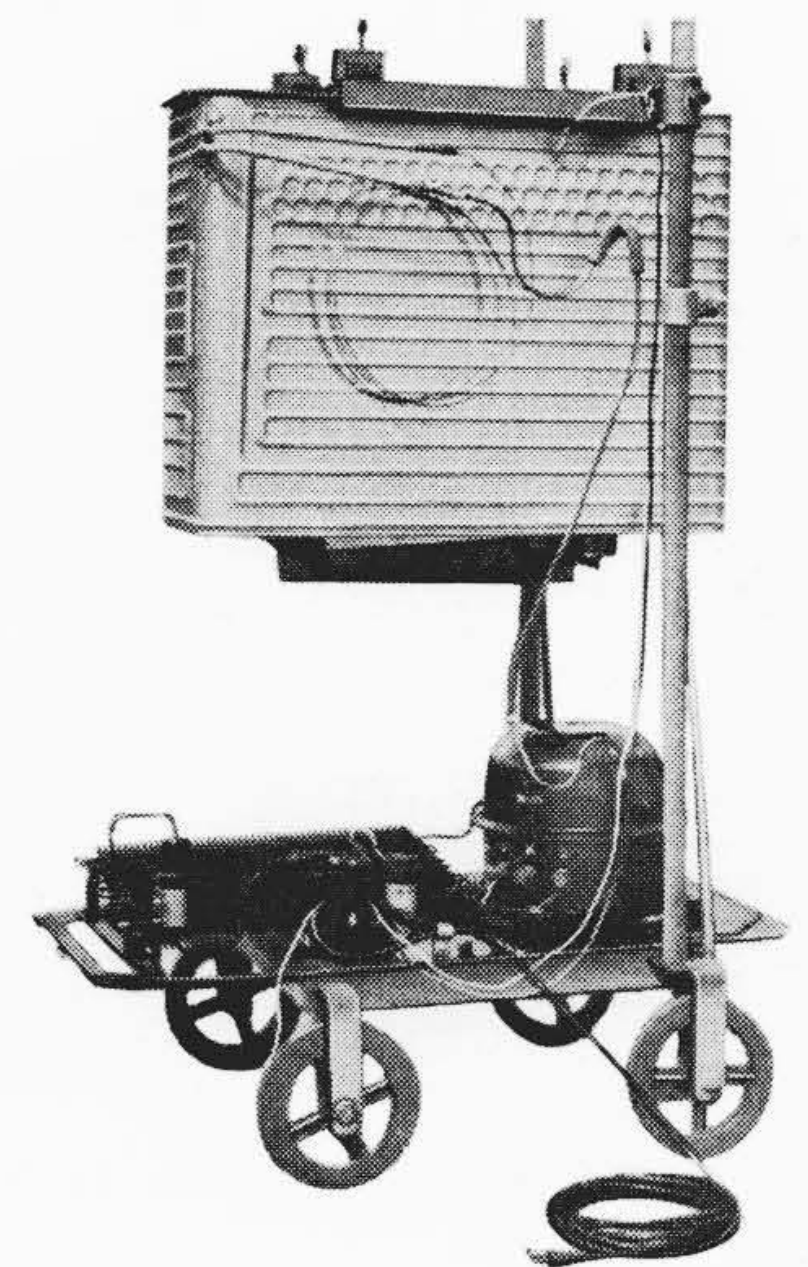


第3図 NS-80 形ストッカー構造寸法図



第4図 冷凍サイクル略図

第1表 日立アイスクリームストッカー仕様						
項 目		形 式	NS-30	NS-50	NS-80	NS-250
貯 蔵 庫	キャビネット		高級仕上鋼板白色合成樹脂塗料焼付			
	外 法 寸 法	幅 (mm)	563	608	853	1,380
		奥行 (mm)	455	525	463	680
		高さ (mm)	980	980	895	910
	内 箱		アルミパイプシート シュウ酸アルマイト処理			
	内 法 寸 法	幅 (mm)	360	405	650	540
		奥行 (mm)	180	250	250	460
		高さ (mm)	490	490	490	510
	有効内容積 (l)		30	50	80	255
	断 熱 材		発泡ポリスチレン粒			
陳 列 ケ ー ス		合成樹脂カバー化粧ルーバ付	ガラスカバー	—		
蛍 光 灯		日立FL-10D 蛍光ランプ (グロースイッチ安定器付)	日立FL-15D ランプ (グロースタ タ安定器付)	—		
冷 凍 サ イ ク ル	圧 縮 機		全密閉型往復動式電動機直結			
	凝 縮 器		自然通風式プレート形	自然通風式フィン付パイプ型 (機械室内蔵)		
	蒸 発 器		フラデット形アルミパイプシート			
	冷媒制御方式		キャピラリーチューブ			
	冷 媒		R-12			
	圧縮機用電動機		80W キャパシタ 起動式	125W×2 分相起動式		
	電 源		100V 50/60 c/s			
	温 度 調 節 器		自 動 作 動 型			
	過負荷保護装置		自動復帰形熱線バイメタル式			
性 能		庫内温度 -20℃±2℃ (無負荷時)				
アイスクリーム 収容数(90ccカップ)		145	225	340	1,170	
付 属 品		電源コード4m, 自在車輪付				
製 品 重 量 (kg)		50	60	70	130	



第5図 NS-80 形ストッカー冷凍サイクル

第2表 圧縮機電動機仕様

圧縮機	形式 気筒径×行程 電動機	MA-801 28mmφ×17mm コンデンサモートル
電動機	形式	MA-800
	定格電圧	100V
	定格出力	80W
	周波数	50/60 c/s
	回転数	1,450/1,740 rpm
	電流	2.5A
	極数	4
	定格	連続
	起動方式	キャパシタ起動
	起動電流	10.5/10A
電動機	キャパシタ容量	100 μF (125V)
	主巻線抵抗	3.26Ω (75℃)
	起動巻線抵抗	15.6Ω (75℃)

とびらは高級仕上鋼板のとびら外板と合成樹脂製のとびら内板の間に断熱材(グラスウール)を充てんし、貯蔵室上面と接する部分にはゴム製のとびらゴムパッキンを設け、とびら内板と貯蔵室上面とのすき間を少なくして外部の熱やじんあいが貯蔵室内に侵入するのを防ぐ構造になっている。またとびら開閉の際中央のちょうつがい部すき間からじんあいの落下を防ぐためにポリエチレンシートを取付けた構造になっており、前述の構造とともに実用新案^{(2)~(4)}に登録されている。

温度調節器は断熱材中に設置され、感熱管が蒸発器の一端に取付

けられ、蒸発器内部を所定の温度に調整するようになっている。

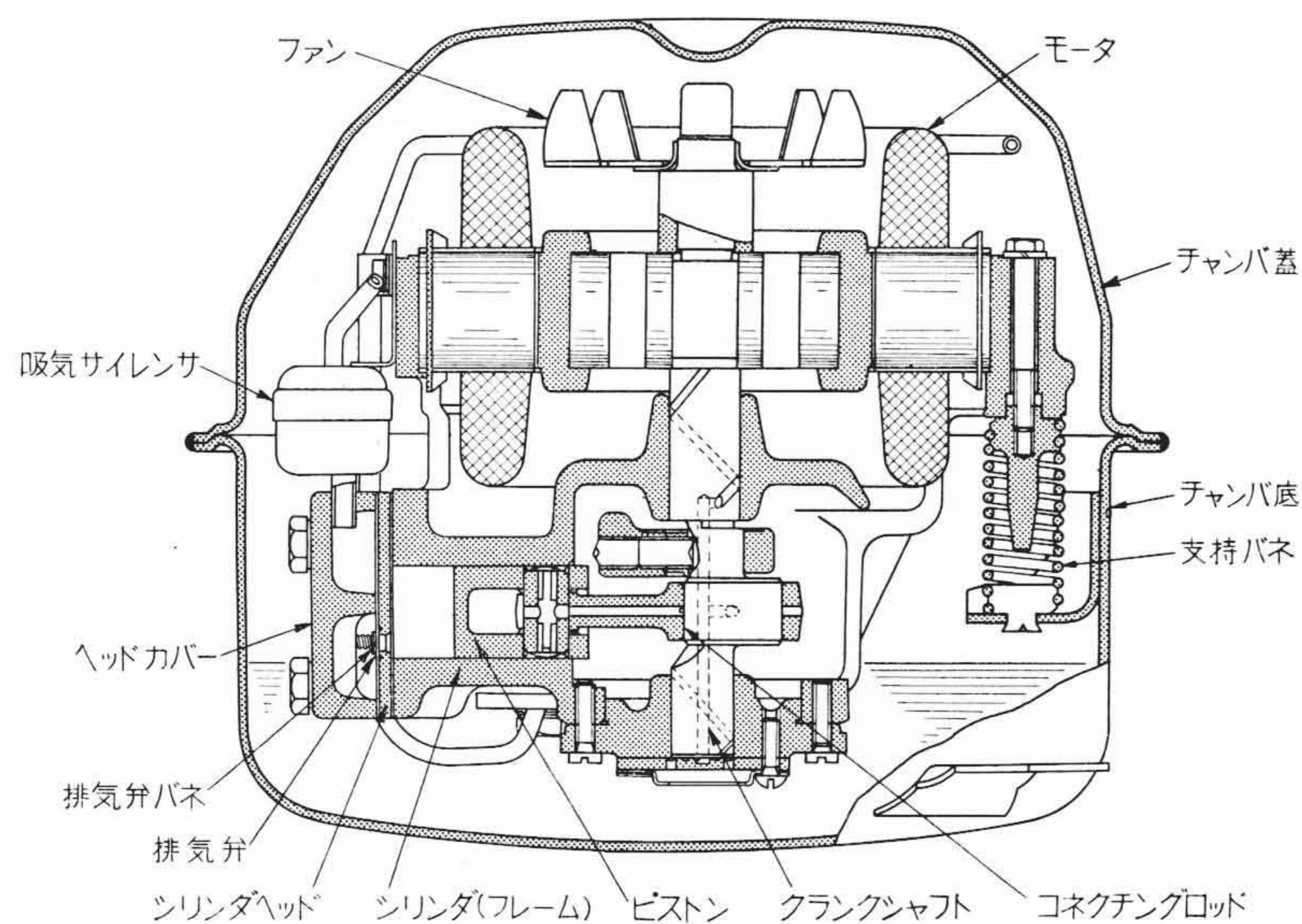
外板前面上部にはアイスクリームの見本を入れて展示効果を出すための陳列ケースがあり、内部に蛍光灯が点灯できるようになっており、夜間の照明効果を出している。

3.1 圧縮機

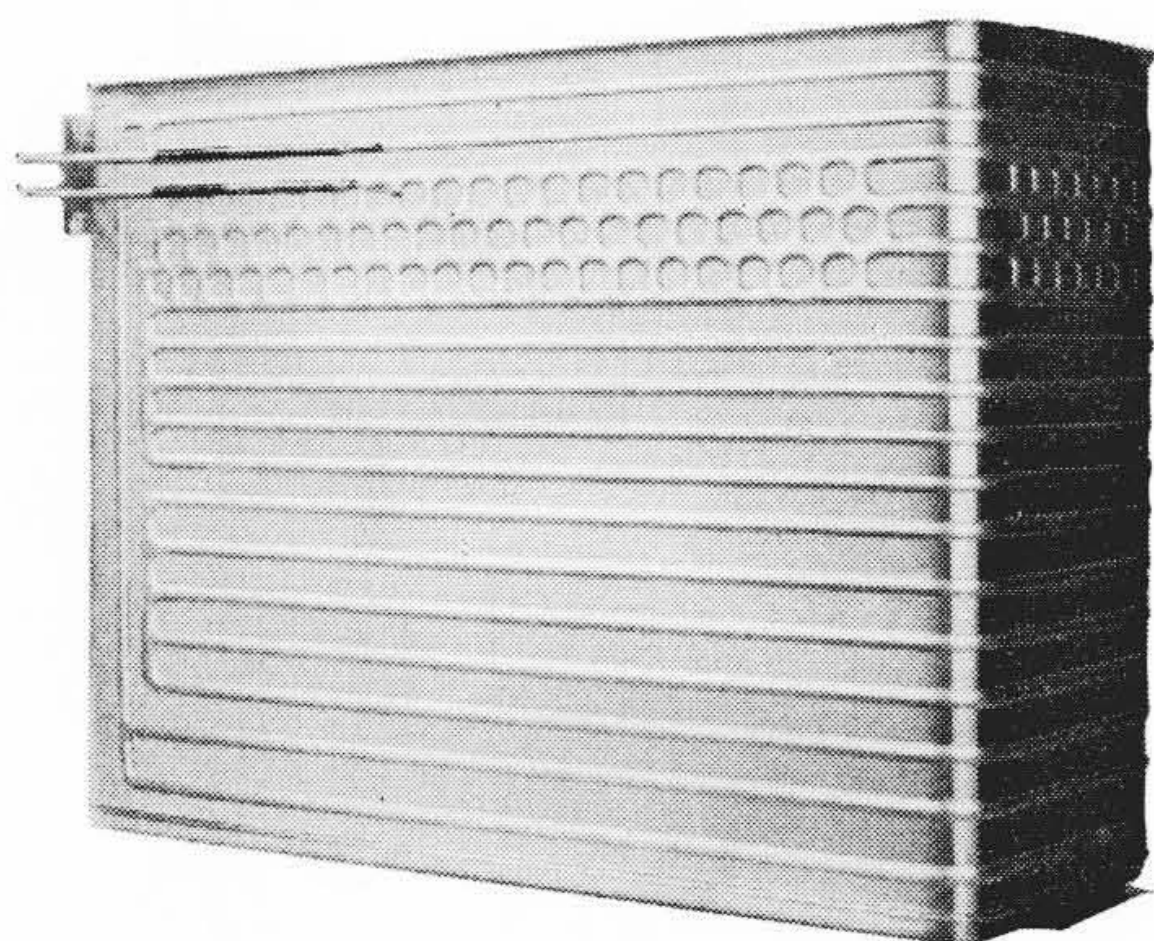
圧縮機としては日立電気冷蔵庫と同様の密閉形を採用している。

第6図は圧縮機断面図、第2表はその仕様を示す。

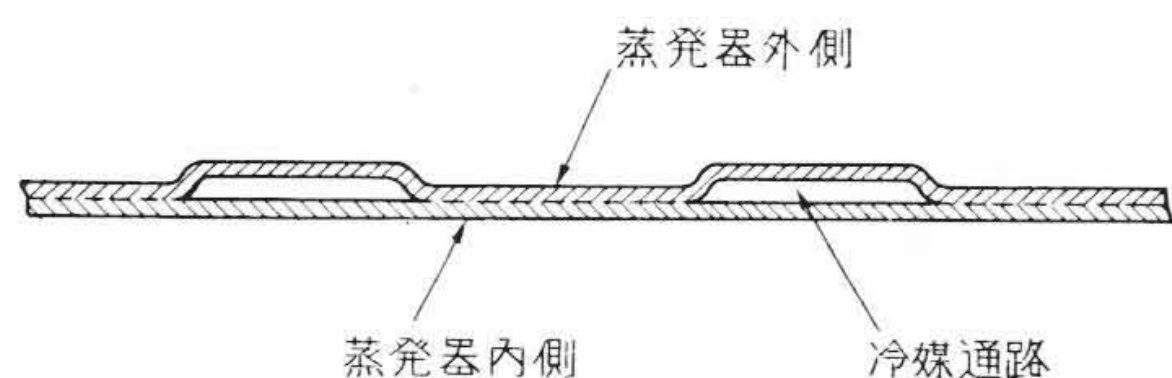
図のように電動機軸と圧縮機軸は直結して、チャンパー内に内蔵



第 6 図 圧 縮 機 断 面 図



第 7 図 蒸 発 器 外 観 写 真



第 8 図 蒸 発 器 板 断 面 図

第 3 表 金 属 材 料 の 性 質⁽⁵⁾

材 料	熱 伝 導 率 kcal/mh°C	比 熱 kcal/kg°C	比 重
アルミニウム(99.6%)	186	0.224(20~200°C)	2.70 (20°C)
銅 板	324	0.0939 (0°C)	8.89
鋼	34.5~44	0.1135~0.1190	7.84~7.858
クロムニッケル鋼	14 (0~100°C)	0.12 (0~100°C)	7.91

され、冷媒ガスと冷凍機油の中で運転しており、圧縮機本体は 3 個のバネで支持され、運転に伴って生ずる振動が外部に伝わるのを防いでいる。また圧縮機から生ずる音響については発生音の周波数分析などにより検討を加え、きわめて静粛な運転をするようにできている。電動機はキャパシタ起動方式を採用しているので起動電流が少なく、起動時の電圧変動が少ない。

3.2 蒸 発 器

ストッカーでは貯蔵庫全体が蒸発器となり、内部を冷却するようになっている。蒸発器は 2 枚のアルミ板の間にあらかじめ分離剤を塗布してロールで圧延し、第 8 図のように冷媒通路を膨管したもの

で、これを四角に折り曲げて四周を囲んで外壁としアルミ板を蒸発器の下端に熔接して底板とし、上部のみ開放した蒸発器構造である(第 7 図写真参照)。

3.2.1 材 質

蒸発器の材質は従来、ステンレス鋼あるいは鋼板に表面処理を施したものが使用されていたが、近時アルミの製錬技術が進歩し純度が高く耐食性がきわめてよい製品が得られるようになりアルミが使用されるようになった。欧米各国の電気冷蔵庫蒸発器はほとんどアルミを使用し、わが国においても最近電気冷蔵庫蒸発器はほとんどアルミが使用されている。蒸発器の材質としてアルミがすぐれている点を上げると

(1) 熱的性質がよい

第 3 表の金属材料の性質からわかるように熱伝導率が銅、ニッケルクロム鋼に比べてきわめて大きく、また構造上、冷媒と蒸発器表面の熱交換がきわめてよいために蒸発器表面が均一に冷却しストッカーの蒸発器としてはきわめて理想的である。

(2) 製造方法が簡単で量産に適している

従来の蒸発器は 2 枚の板を重ね合わせてシーム熔接で製造するか、あるいは板に管をはわせ、ろう接したものを使用していたが、アルミ蒸発器は二枚の板をロールで圧接し、第 8 図に示す形状に任意の通路に膨管することができるので費用や時間が著しく減少し、量産に最も適している。

(3) 種々の設計ができる

上記のような方法で製造するので冷媒通路を任意に製作でき、直列、並列回路あるいは膨脹部分、抵抗部分について理想的に設計できるので、後述のとおり蒸発器内部を均一な温度に保持することが可能である。

(4) 耐食性がすぐれている

99.9% の純度を持つ材質を使用し、表面をしゅう酸アルマイト処理を施しているため耐食性はきわめてよい。

3.2.2 構 造

底を有する箱形の蒸発器構造のものでは、蒸発器下端に冷媒の入口を、蒸発器上部に冷媒の出口をそれぞれ設けてこの間に液状の冷媒を充満させる満液形蒸発器とするのが普通である。しかしこのような冷媒の導き方をすると、蒸発器下部のみ熱吸収が行われ、そのため庫内の自然対流は効果的に行われず、庫内上下の温度が不均一となることが多い。そこで日立のストッカーでは第 9 図の冷媒通路展開図のように冷媒入口を上部に設けて、蒸発器上部をまず冷却し、それから冷媒を下部に導くようにした。その後は前述のように上部に向う冷媒通路を設けて、蒸発器上部から冷媒がもどるようにし、液状のまま冷媒が圧縮機にもどることを防ぎ、上部を効果的に冷却するように冷媒通路のすき間は上方を密に、下方間隔をあけるようにして、庫内温度をできるだけ均一にした。また蒸発器内での圧力損失を少なくして、蒸発を効果的にするために蒸発器の入口より出口に行くに従って通路の断面積を増すように、分岐通路の数を増し冷媒通路の総延長を長くしても冷媒の通過する距離は短くなるようにした。このような通路を設けたために冷媒が蒸発して体積が増加しても通路内を流動する冷媒の速度は同一になり、流動抵抗を減少することができる。以上のような構造を有するものについて蒸発器表面の各点について温度測定を行った結果第 4 表に示すように表面の各点ではほとんど温度差は存在しないことがわかった。

この蒸発器構造は実用新案⁽⁶⁾に登録されている。

第4表 蒸発器表面温度と庫内温度

(室温 30°C, 電圧 100V 50 c/s, 無負荷断続運転)

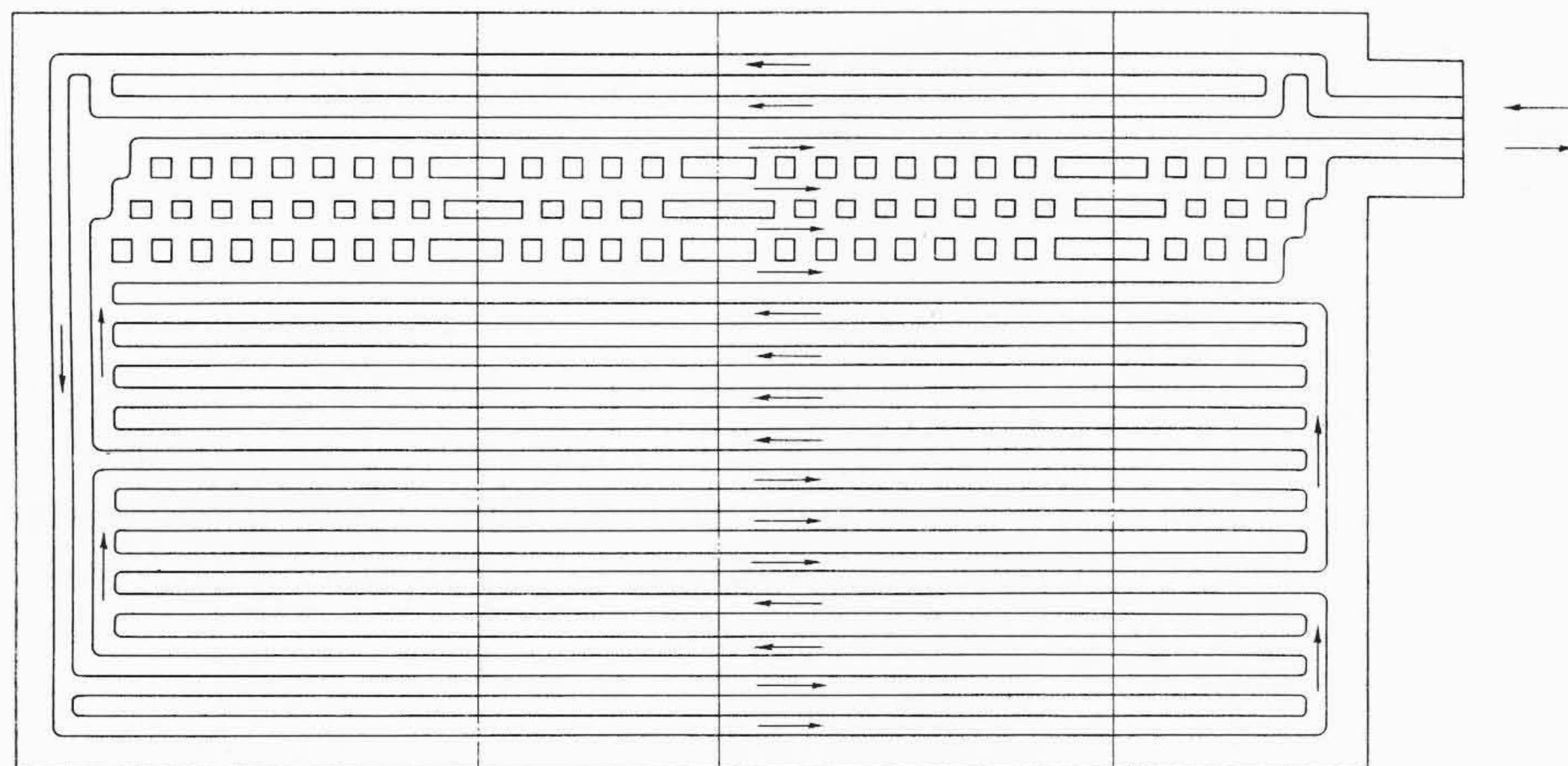
測定箇所	運転時温度	停止時温度
蒸発器入口表面温度	-24.0	-19.0
蒸発器中間表面温度	-23.5	-19.0
蒸発器出口表面温度	-24.0	-19.0
蒸発器底面表面温度	-24.0	-19.0
蒸発器上面より 50mm 下の空間温度	-24.0	-19.0
蒸発器上面より 100mm 下の空間温度	-24.0	-19.0
蒸発器内部中央の空間温度	-25.5	-20.5

第5表 発泡ポリスチレン粒の性能

項目	実測値
比重量 (g/cc)	0.016
熱伝導率 (kcal/mh°C)	0.03
吸湿試験湿度 95%	72時間放置吸湿重量 (%)
	1.2
吸水試験	144時間放置吸湿重量 (%)
	2.5
	24時間浸漬後重量 (%)
	236

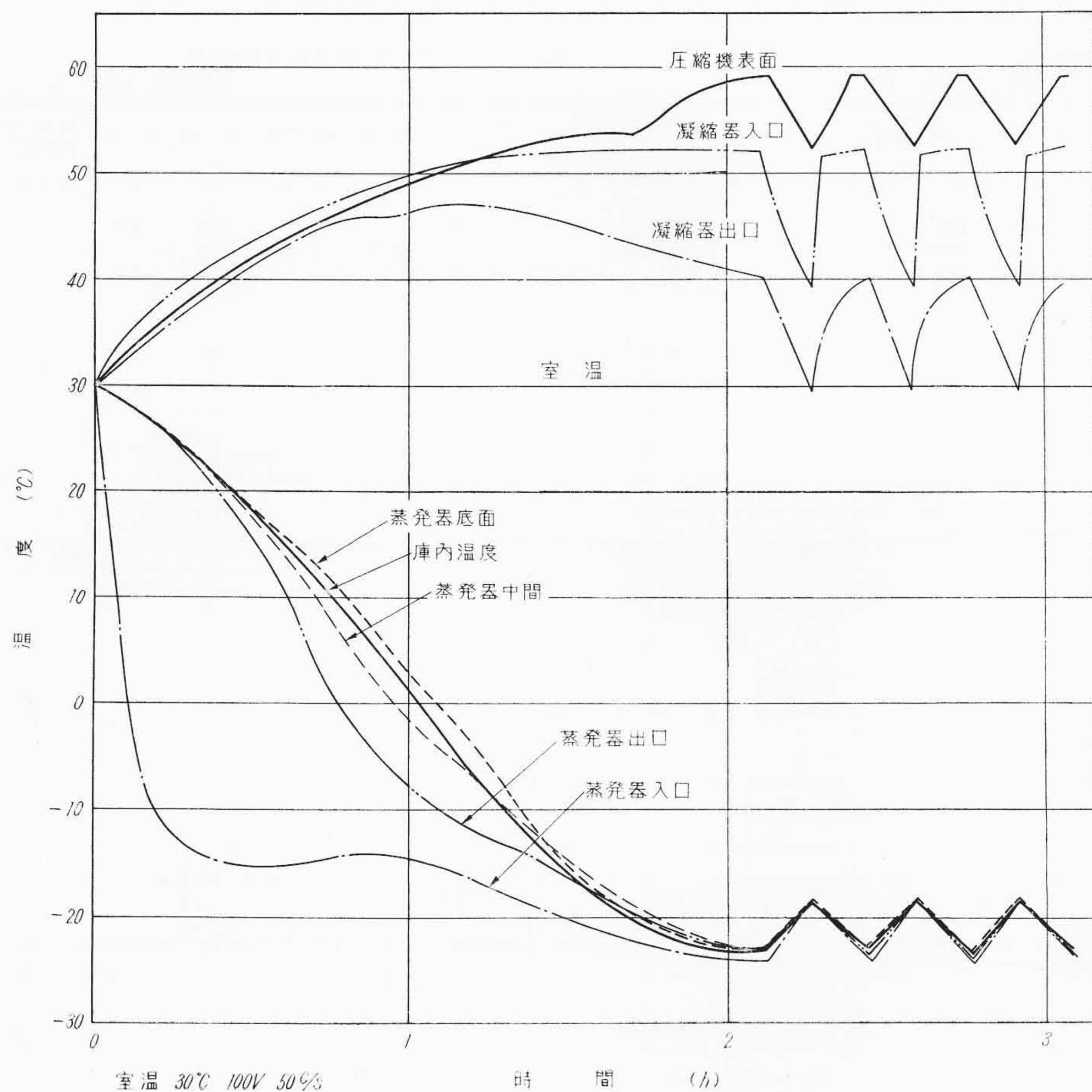
矢視 → は冷媒の流動方向を示す

上



下

第9図 蒸発器冷媒通路展開図



第10図 ストッカー無負荷断続運転性能

3.3 断熱材

ストッカーは蒸発器と外板の間に断熱材が充てんされており、蒸発器温度が -20°C 以下に冷却され、一方、外板は夏季においては 30°C 以上になるので断熱材の間に約 50°C 以上の温度差がついているため断熱特性がストッカーの冷却性能に大きく影響している。

現在使用している断熱材は白色粒状の発泡ポリスチレン粒であり、熱可塑性合成樹脂ポリスチロールに発泡剤を加えた球状物を加熱膨脹させた表皮の強じんな独立気泡構造のポリスチレンである。

発泡ポリスチレン粒の性能を第5表に示す。

4. 性能について

4.1 無負荷冷却性能

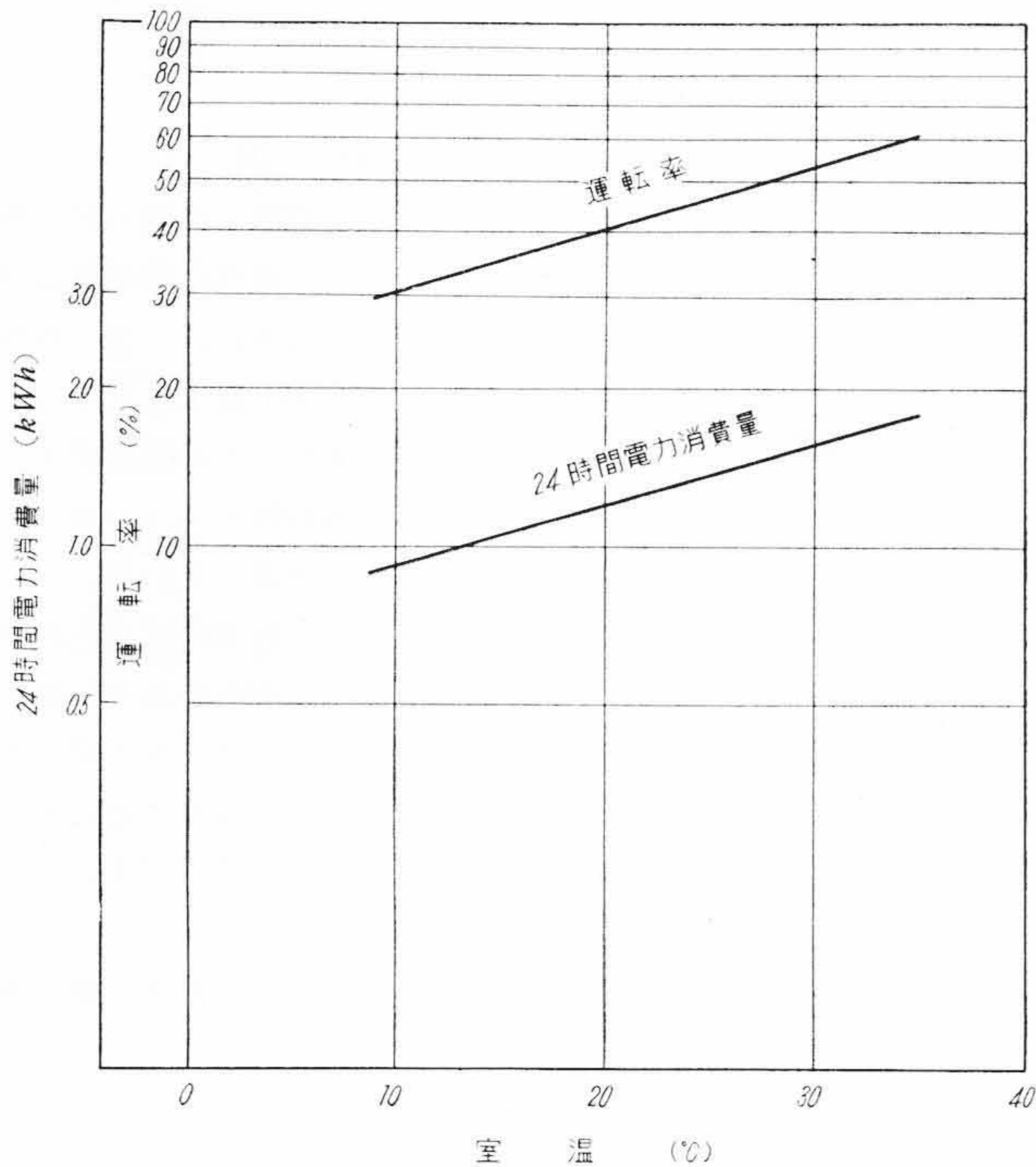
ストッカーの性能は電気工業会小形機器技術基準(案)その11(アイスクリームストッカー)によれば周囲温度 $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ において定格電圧、定格周波数のもとに無負荷で連続3時間運転した場合庫内温度が -15°C 以下となっている。この場合の庫内温度は庫内底面から蓋下面までの高さの $1/3$ の高さで各側面の中央位置である。

日立ストッカー(NS-50形)の無負荷時断続運転の冷却性能を第10図に示す。この図は横軸に時間を取り縦軸にストッカー各部の温度をとったものであり、庫内温度は庫内底面からふた下面までの高さの $3/4$ の高さ、つまりふた下面(とびら内板)から100mm下のところである。これは電気工業会基準よりさらに条件は悪いのであるが測定結果は両者の間にほとんど差はない。

同図において室温 30°C で運転を開始し約2時間経過すれば庫内は -22°C 以下になり、温度調節器によって断続運転を繰返す。これは電気工業会の基準をはるかに上回った性能である。この場合、庫内温度、蒸発器各部の温度はほとんど接近し -18°C ～ -22°C の範囲で断続を行っている。第6表にその試験

結果を示す。運転率は運転時間と停止時間の和に対する運転時間の割合である。

次に室温を変えた場合の性能特性は室温の高低によっては庫内温度はほとんど変化せず、ただ運転率が変化し、気温が低い場合は運転率が少なく、したがって電力消費量が少ない。第 11 図は室温と運転率、電力消費量の関係を示したものである。



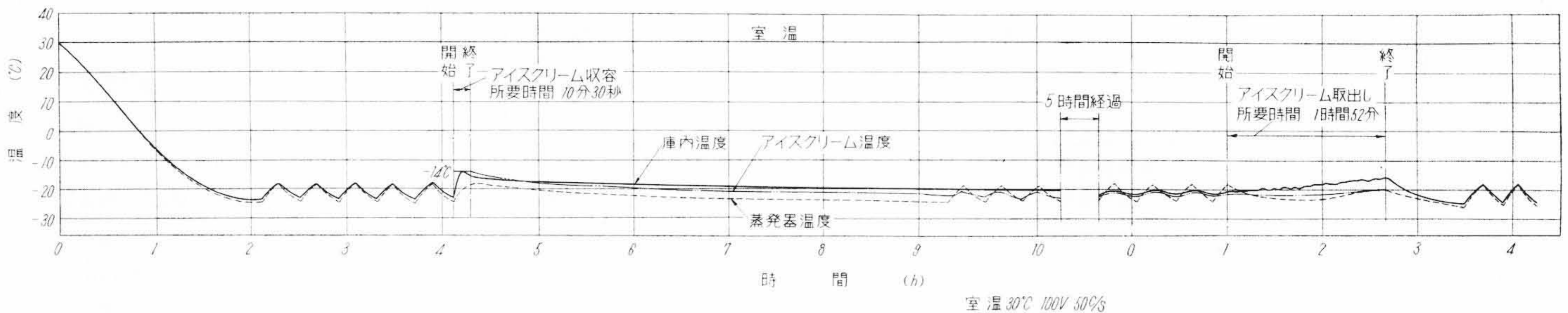
第 11 図 ストッカー運転率、電力消費量特性

第 6 表 無負荷断続運転試験結果

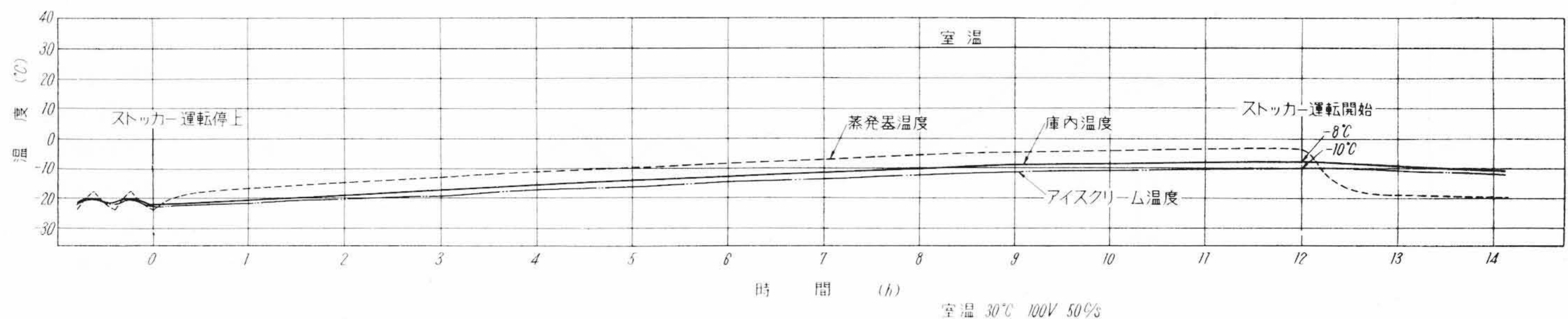
室温30℃, 100V, 50 c/s							
項目	庫内温度	運転停止時間	運転率	断続回数	電 流	入 力	24 時 間消費電力
温度調節器の作動	℃	分・秒	%	回/h	A	W	kWh
ON	-18.8	10.36	53.0	3.0	2.66	122	1.5
OFF	-22.8	9.24			2.45	110	

第 7 表 実負荷断続運転試験結果

室温30℃, 100V, 50 c/s							
項目	庫内温度	運転停止時間	運転率	断続回数	電 流	入 力	24 時 間消費電力
温度調節器の作動	℃	分・秒	%	回/h	A	W	kWh
ON	-20.5	16.06	46.8	2.46	2.55	118	1.4
OFF	-21	8.18			2.48	112	



第 12 図 ス ト ッ カ ー 実 負 荷 冷 却 性 能



第 13 図 ス ト ッ カ ー 実 負 荷 保 冷 性 能

このために連続運転となり、庫内、蒸発器、アイスクリームの温度は徐々に降下する。この場合のアイスクリーム温度は貯蔵庫の中央のアイスクリームのさらにカップの中心の温度である。ストッカーは、あらかじめ一定温度に冷却した品物をその温度が上昇しないように貯蔵するためのものであるが、実際にアイスクリームを販売する場合に販売用のアイスクリームを運搬してくる時にある程度の温度上昇が当然考えられ、ストッカーはこれを -20°C まで冷却しなければならない。 -14°C で収容されたアイスクリームは約5時間後に -20°C 以下となり、ストッカーは断続運転にはいる。断続運転の試験結果を第7表に示す。

次に、貯蔵している状態でアイスクリームを販売するためにとびらを開放した場合の影響を調査したのが次に続く曲線である。アイスクリーム1個取り出す所要時間を10秒とし、30秒ごとに1個ずつ取出して225個全部取り出すまでの所要時間は1時間52分であり、この間ストッカーは連続運転となりアイスクリームの温度はほとんど影響を受けないが庫内温度は若干上昇している。取り出しが完了すれば庫内温度、蒸発器温度は急速に降下し無負荷の断続運転を繰返す。

4.2.2 実負荷保冷性能

停電などのためストッカーが運転を停止した場合に庫内およびアイスクリームの温度上昇を調査したのが第13図である。同図において横軸に経過時間、縦軸に温度をとり、アイスクリーム225個を収容して断続運転を行っている状態で運転を停止する。この場合にまず蒸発器の温度が上り、アイスクリームの温度は熱容量があるために徐々に上昇し12時間経過後に庫内温度は -8°C 、アイスクリーム温度は -10°C となる。アイスクリームは配合成分、製造方法によって軟化温度が異なるが、90ccカップの場合、カップ中央の温度が -8°C になればカップ周辺が溶解し始める。つまり -8°C がアイスクリーム貯蔵のぎりぎり危険温度であることがいえる。前述の試験においてストッカー中央のアイスクリームの温度が -10°C 、庫内上面から100mm下の点の庫内空間の温度が -8°C となる点を、アイスクリーム貯蔵の危険温度と考えれば、

ストッカーは運転停止後12時間は常にアイスクリームの貯蔵が可能である、といえる。

このようにストッカーにおける無負荷断続試験、実負荷試験の性能について述べてきたが、このほかに高温時の冷力試験、多湿時の露付試験、圧縮機の起動試験、モータの温度上昇測定、騒音振動の測定、絶縁試験および長時間にわたる寿命試験および厳密な検査を実施したのち出荷している。

5. 結 言

以上、ストッカーについてその構造および無負荷の場合と実際に負荷を加えた場合の性能について述べた。

構造上の特長としてアルミ蒸発器を使用することにより貯蔵庫内が低温に均一に保持されること、断熱材はストッカーの場合、特に断熱性能が問題となるので最もよい発泡ポリスチレン粒を使用していること、圧縮機は運転性能、電気的性能および騒音などについて常に検討、改良を試み、きわめて良好であることなどがあげられる。

性能については無負荷時、実負荷時を問わず庫内全体は -20°C 以下に保持され、実負荷保冷性能においては運転停止後12時間はアイスクリームの貯蔵が可能であり、実用上において十分余裕ある性能を示している。

今後アイスクリームはさらに普及し、ストッカーの需要が増大することが考えられるので、いっそう性能のよい安定した、信頼性のある製品を世に送り出すために努力を傾けたい。

終りに臨み本試験の測定に際し種々協力いただいた日立製作所栃木工場の関係者各位に厚くお礼申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 日本アイスクリーム協会連合会：アイスクリームⅠ(1960)
- (2) 実用新案登録番号：501188
- (3) 実用新案登録番号：495192
- (4) 実用新案登録番号：495195
- (5) 日本学術振興会編：金属材料Ⅳ(昭-12 岩波書店)
- (6) 実用新案登録番号：497950

Vol. 22 日 立 No. 8

- ◎電気文化普及を阻むもの.....鈴木 鎮一
- ◎快 走 す る デ ィ ー ゼ ル 動 車 第 一 陣
- ◎ナ イ ル 河 と 日 立 ポ ン プ
- ◎楽 し い 日 曜 ド ラ イ ブ
- ◎カ ラ ー テ レ ビ の 話
- ◎Electronics に 紹 介 さ れ た 日 立 女 子 従 業 員
- ◎日 立 だ よ り
- ◎明 日 へ の 道 標 (レ ー ド ル ク レ ー ン)
- ◎新 し い 冷 暖 房
- ◎新 し い 照 明 施 設
- ◎伊 勢 湾 灯 標 の 海 底 ケ ー ブ ル
- ◎毎 秒 一 万 コ マ の 高 速 度 カ メ ラ
- ◎モ ー ト ル を 作 っ て 50 年

発行所 日立評論社
東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地
振替口座 東京 71824 番
取次店 株式会社オーム社書店
東京都千代田区神田錦町3の1
振替口座 東京 20018 番

Vol. 21 日 立 造 船 技 報 No. 1

- ◎かじ性能に及ぼす船体伴流および船尾プロペラの影響について —かじの流体力学的研究(その5)—
- ◎木 製 構 造 の 設 計 資 料 作 成 に つ い て
—木船甲板の有効性について—
- ◎船室防火壁材料の強度および防火性の研究
- ◎水中燃焼バーナによる塩化カリ回収装置
- ◎パルプ製造装置における放射線応用計測について
- ◎日立 B&W 可変ピッチプロペラの性能調査

本誌につきましてのご照会は下記発行所へ
お願いいたします。

日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町