

## 日立電子冷蔵庫

Hitachi Electronic Refrigerators

高橋 豊吉\*  
Toyokichi Takahashi細田 泰生\*  
Taisei Hosoda佐藤 彰也\*  
Shōya Satō

## 内 容 梗 概

日立製作所は1960年9月に電子冷蔵庫の試作機を発表した。この電子冷蔵庫は外観においても冷却性能においても現用の電気冷蔵庫に劣らないものであり、日立製作所が内外他社にさきがけて完成したものである。本文はこの電子冷蔵庫の構造および性能に関して報告したものである。

## 1. 緒 言

電子冷凍の原理は約130年前に発見されたペルチェ効果であり古くから知られていたことであるが、金属材料を使用するかぎりにおいては性能が悪く実用の可能性は少なかった。戦後半導体に関する研究が急速に進展し、半導体の中でペルチェ効果が非常に大きいものが見出されたことから電子冷凍の実用の可能性が生じ、各国で競って電子冷凍の研究を行なうようになった。

電子冷凍を応用した製品には種々のものが考えられるが、1954年にソ連が、1955年にR. C. A. が電子冷蔵庫を発表したことから、電子冷蔵庫が電子冷凍の代表製品と考えられ、引き続き英米各国で種々の電子冷蔵庫の試作発表が行なわれてきた。

日立製作所においては数年前より電子冷凍の研究を開始し、既発表の国外他社の電子冷蔵庫よりすぐれた性能の電子冷蔵庫を製作することを目標に研究を進めてきた。

既発表の国外他社の電子冷蔵庫は現在市販されている普通の電気冷蔵庫と比較して次のような欠陥を有している。

- (1) 製氷冷凍室を備えていず、製氷および冷凍食品の貯蔵ができない。
- (2) 断熱材が厚いため貯蔵室の内容積が普通の電気冷蔵庫と同一の場合、外箱の寸法が大きくなり、使用上望ましくないとともに外観をそこなっている。
- (3) 放熱フィンが外部に露出しており、使用上望ましくないとともに外観をそこなっている。

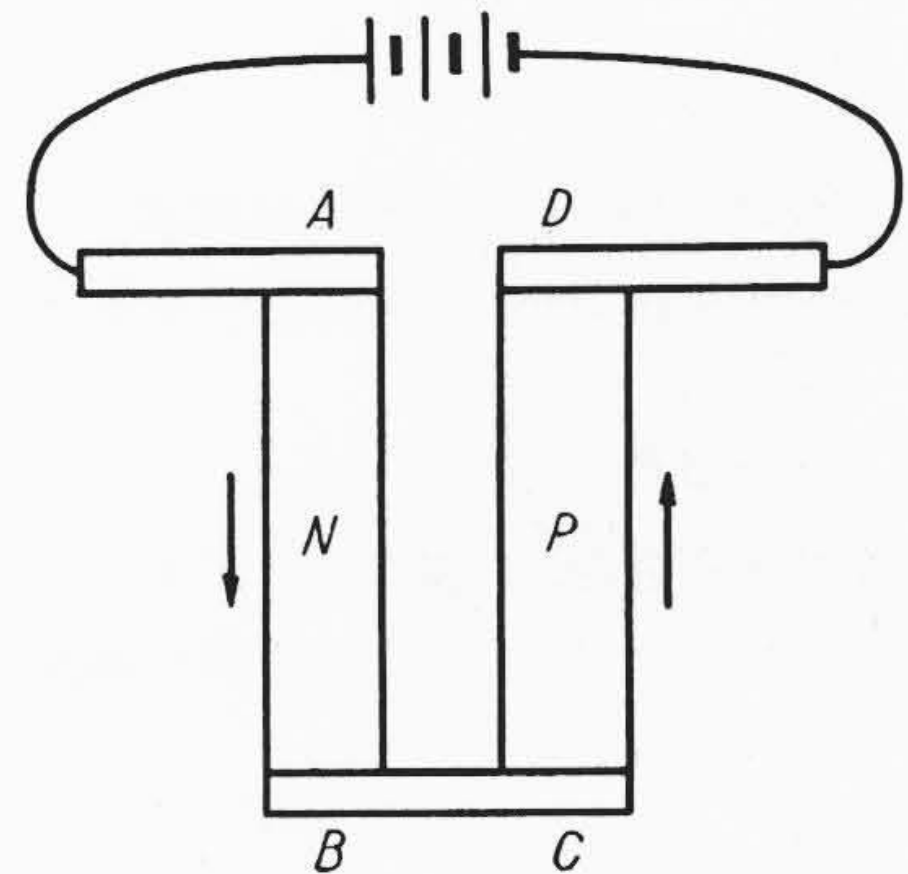
筆者らは上記既発表の電子冷蔵庫の欠陥を除いた電子冷蔵庫を製作せんとし、電子冷凍材料、電子冷蔵庫構造の研究を行ない、冷却性能の面においても、外観の面においても従来の電気冷蔵庫に劣らない電子冷蔵庫を製作することができた。この電子冷蔵庫は昭和35年9月に社外に発表し、引き続き東京、大阪、名古屋などで一般に展示を行なった。

本文はこの電子冷蔵庫について述べるのであるが、電子冷凍材料の研究については別の機会に述べることにし今回は電子冷蔵庫構造について述べることにする。

## 2. 基礎理論式

電子冷凍の基礎理論に関しては、種々の文献に発表されているので、ここでは本文の説明に必要な限度の理論式を述べるにとどめる。

第1図のようにP形とN形の半導体電子冷凍素子を組み合わせて直流電流を流した場合AおよびDで発熱が起り、BおよびCで吸熱が起る。この吸熱量および発熱量は(1)式および(2)式で求められる。



第1図 電子冷凍説明図

$$Q_c = L\theta \left( -\frac{\Delta T}{\theta} + 2\chi - \chi^2 \right) \dots\dots\dots (1)$$

$$Q_h = L\theta \left( -\frac{\Delta T}{\theta} + 2r\chi + \chi^2 \right) \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $Q_c$ : 吸熱量 W

$Q_h$ : 発熱量 W

$L = \lambda \frac{A}{l}$ : 熱伝導係数 W/deg

$\lambda$ : 熱伝導率 W/(cm deg)

$l$ : 素子の長さ cm

$A$ : 素子の断面積  $\text{cm}^2$

$\theta = \frac{\eta^2 T_c^2}{2RL}$ : 材料特性温度差  $^{\circ}\text{C}$

$R = \rho \frac{l}{A}$ : 素子の電気抵抗  $\Omega$

$\eta$ : 素子の単位温度差当りの熱起電力 W/deg

$T_c$ : 素子の低温側の絶対温度  $^{\circ}\text{K}$

$\Delta T$ : 素子の高温側と低温側の温度差  $^{\circ}\text{C}$

$\chi = \frac{IR}{\eta T_c}$ : 比電流 (電流と最大温度差をうる電流との比)

$I$ : 電流 A

$r = \frac{T_h}{T_c}$

$T_h$ : 素子の高温側の絶対温度  $^{\circ}\text{K}$

成績係数は(3)式で求められる。

$$\phi = \frac{Q_c}{Q_h - Q_c} \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $\phi$ : 成績係数

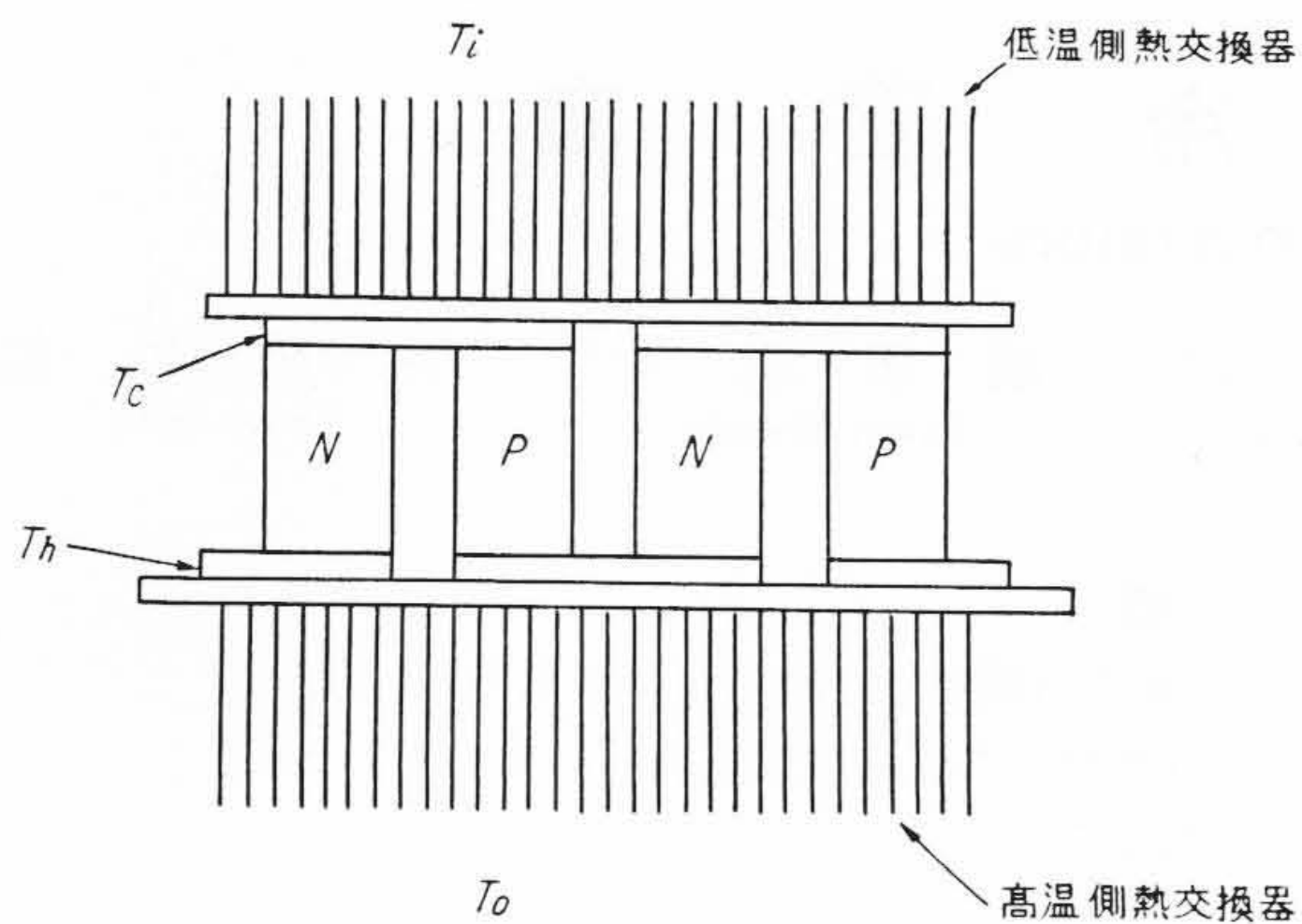
$r$ は1に近い値であるので近似的に $r=1$ とすると

$$\phi = -\frac{\Delta T}{\theta} \cdot \frac{1}{2\chi^2} + \frac{1}{\chi} - \frac{1}{2} \dots\dots\dots (4)$$

$\theta$ および $\Delta T$ が与えられた場合成績係数を最大にする比電流は次のとおりである。

\* 日立製作所栃木工場





第 2 図 熱交換器付電子冷凍素子

$$\chi_m = \frac{\Delta T}{\Theta} \quad (5)$$

ここで、 $\chi_m$ ：成績係数を最大にする比電流  
またこの場合の最大成績係数は次のとおりである。

$$\phi_{\max} = \frac{1}{2} \left( \frac{\Theta}{\Delta T} - 1 \right) \quad (6)$$

実際に空気を冷却する場合には第 2 図に示すように、素子高温側および低温側に熱交換器を設ける。これら熱交換器の性能を熱貫流係数にて表わすことにする。

$$K_h = \frac{Q_h}{T_h - T_o} \quad (7)$$

$$K_c = \frac{Q_c}{T_i - T_c} \quad (8)$$

ここで、 $K_h$ ：高温側熱交換器熱貫流係数 W/deg  
 $K_c$ ：低温側熱交換器熱貫流係数 W/deg  
 $T_o$ ：高温側外気温度 °K  
 $T_i$ ：低温側外気温度 °K

この場合の吸熱量および発熱量は(9)式および(10)式で表わされる。

$$Q_c = \frac{L \left( \Delta T_m - \Delta T_o - \frac{2\chi^2 L \Theta}{K_h} \right)}{1 + \frac{L}{K_h} + \frac{L}{K_c}} \quad (9)$$

$$Q_h = Q_c + 2 L \Theta \chi^2 \quad (10)$$

ここで、 $\Delta T_m = \Theta(2\chi - \chi^2)$ ：吸熱量が 0 のときで比電流が  $\chi$  のときの素子両端の温度差

$\Delta T_o = T_o - T_i$ ：高温側外気温度と低温側外気温度との温度差

(9)式より明らかなように  $K_h$ ,  $K_c$  が大きいほど冷凍容量は大きくなる。

以上は第 1 図および第 2 図のような場合であるが、第 3 図のように素子を 2 段に組み合わせた場合について考えてみる。このような場合を 2 段冷却と称することにする。

2 段冷却の場合の内段および外段の吸熱量および発熱量は次式で表わされる ( $\gamma=1$  とした近似計算である)。

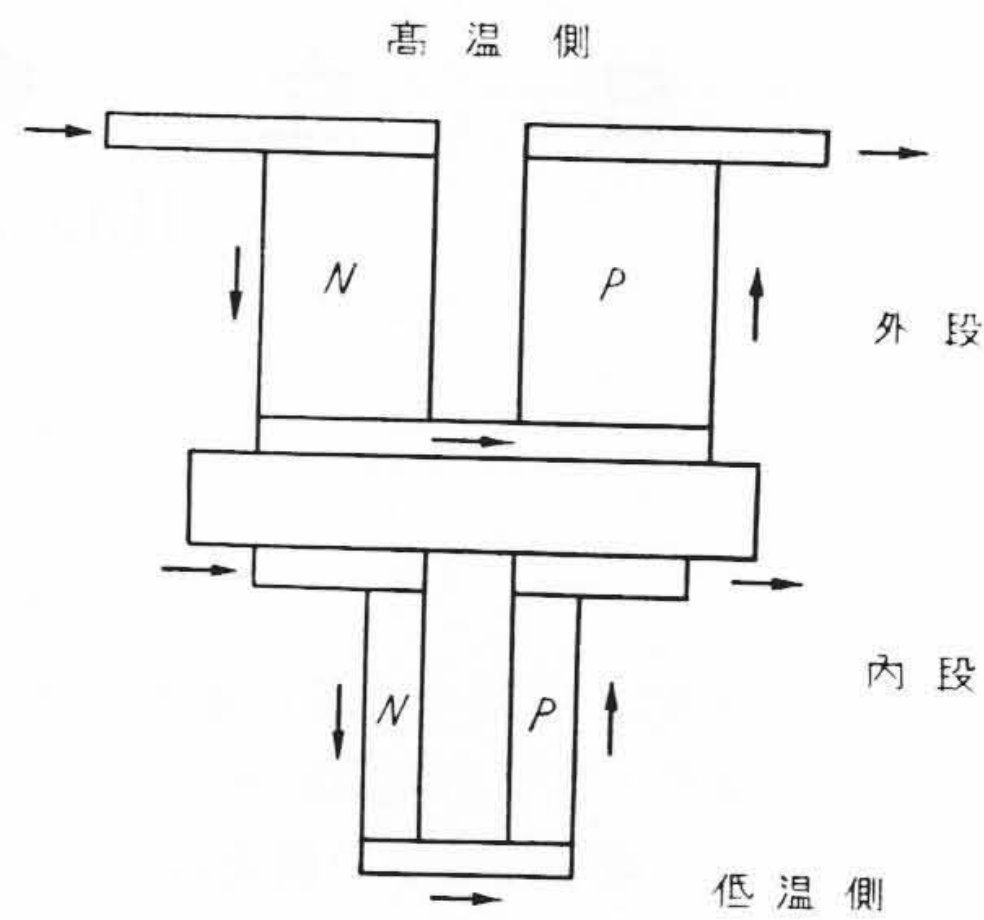
$$Q_{ci} = L_i \Theta \left( -\frac{\Delta T_i}{\Theta} + 2\chi_i - \chi_i^2 \right) \quad (11)$$

$$Q_{hi} = L_i \Theta \left( -\frac{\Delta T_i}{\Theta} + 2\chi_i + \chi_i^2 \right) \quad (12)$$

$$Q_{co} = L_o \Theta \left( -\frac{\Delta T_o}{\Theta} + 2\chi_o - \chi_o^2 \right) \quad (13)$$

$$Q_{ho} = L_o \Theta \left( -\frac{\Delta T_o}{\Theta} + 2\chi_o + \chi_o^2 \right) \quad (14)$$

$$Q_{hi} = Q_{co} \quad (15)$$



第 3 図 2 段冷却説明図

$$\Delta T = \Delta T_i + \Delta T_o \quad (16)$$

ただし脚字が  $i$  のものは内段の諸値を、脚字が  $o$  のものは外段の諸値を示す。

消費電力は次式で表わされる。

$$W_i = 2 L_i \Theta \chi_i^2 \quad (17)$$

$$W_o = 2 L_o \Theta \chi_o^2 \quad (18)$$

$$W = W_i + W_o = 2 \Theta (L_i \chi_i^2 + L_o \chi_o^2) \quad (19)$$

ここで、 $W$ ：全入力  $W$

$W_i$ ：内段入力  $W$

$W_o$ ：外段入力  $W$

成績係数は次式で表わされる。

$$\phi = \frac{-\frac{\Delta T_i}{\Theta} + 2\chi_i - \chi_i^2}{2\chi_i^2 \left( 1 + \frac{L_o}{L_i} \frac{\chi_o^2}{\chi_i^2} \right)} \quad (20)$$

(12) (13) (15) (16) 式を用いると次式を求めることができる。

$$-\frac{\Delta T_i}{\Theta} + 2\chi_i + \chi_i^2 = \frac{L_o}{L_i} \left( -\frac{\Delta T}{\Theta} + \frac{\Delta T_i}{\Theta} + 2\chi_o - \chi_o^2 \right) \quad (21)$$

よって

$$-\frac{\Delta T_i}{\Theta} = \frac{\frac{L_o}{L_i} (2\chi_o - \chi_o^2) - (2\chi_i + \chi_i^2) - \frac{L_o}{L_i} \cdot \frac{\Delta T}{\Theta}}{1 + \frac{L_o}{L_i}} \quad (22)$$

よって成績係数は次のようになる。

$$\phi = \frac{\frac{L_o}{L_i} (2\chi_o - \chi_o^2) - (2\chi_i + \chi_i^2) - \frac{L_o}{L_i} \cdot \frac{\Delta T}{\Theta}}{1 + \frac{L_o}{L_i}} + 2\chi_i - \chi_i^2 \quad (23)$$

これによって種々の場合の成績係数が計算できる。すべての計算結果を記載することは冗長になるので一例として、 $\Delta T/\Theta=0.8$ ,  $L_o/L_i=2$  の場合の計算結果を記すことにする。計算結果は第 1 表に示すとおりである。

第 1 表により明らかなように外段の電流と内段の電流が等しい場合か、外段の電流が内段の電流よりわずかに少ない場合が最も成績係数が良くなるが、製作上の便宜も考慮すれば内段と外段の電流が等しい場合が良い。

次に  $L_o/L_i$  について検討を行なってみる。 $\Delta T/\Theta=0.8$ ,  $\chi_i=\chi_o=0.4$  の場合の  $L_o/L_i$  と成績係数の関係は第 2 表に示すとおりである。表により明らかなとおり  $L_o/L_i$  が 2.2 以上は成績係数は変化しない



第1表 比電流と成績係数の関係  
( $\Delta T/\theta=0.8$ ,  $L_0/L_i=2$ )

| $\chi_0$ | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.7   | 0.8   | 0.9   | 1.0   |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\chi_i$ |       |       |       |       |       |       |       |
| 0.4      | 0.222 | 0.217 | 0.197 | 0.172 | 0.148 | 0.125 | 0.105 |
| 0.5      | 0.199 | 0.200 | 0.185 | 0.165 | 0.143 | 0.122 | 0.103 |
| 0.6      | 0.157 | 0.166 | 0.160 | 0.147 | 0.130 | 0.112 | 0.096 |
| 0.7      | 0.107 | 0.124 | 0.126 | 0.120 | 0.109 | 0.096 | 0.083 |
| 0.8      | 0.055 | 0.078 | 0.088 | 0.088 | 0.083 | 0.075 | 0.065 |
| 0.9      | 0.006 | 0.033 | 0.048 | 0.054 | 0.054 | 0.050 | 0.045 |
| 1.0      |       |       | 0.007 | 0.018 | 0.023 | 0.024 | 0.022 |

第2表  $L_0/L_i$  と成績係数の関係  
( $\Delta T/\theta=0.8$ ,  $\chi_i=\chi_0=0.4$ )

| $L_0/L_i$ | 1.5   | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.9   | 2.0   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 2.4   | 2.5   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\phi$    | 0.200 | 0.207 | 0.212 | 0.217 | 0.220 | 0.222 | 0.223 | 0.225 | 0.225 | 0.225 | 0.225 |

が、 $L_0/L_i$  が 2.1 以下になると  $L_0/L_i$  の減少に従って成績係数は減少する。製作上の便宜を考慮すれば  $L_0/L_i=2.0$  が最も望ましい。

内段と外段の  $L$  の比を 1:2 とし、内段と外段の比電流を等しくした場合の  $\Delta T/\theta$  と成績係数の関係は第4図の②の曲線であり、参考として1段冷却の場合の  $\Delta T/\theta$  と成績係数の関係を第4図の①の曲線に示した。

内段と外段の  $L$  の比を 1:2 にする方法は種々あるが電流を内段と外段と等しくするのが製作上便宜がよいので素子の寸法を内段外段等しくし使用数を外段が内段の2倍にすることにした。

以上の検討は高温側および低温側熱交換器のない場合であるが次に高温側および低温側熱交換器を含めた性能計算式を求めてみた。前提条件は前述のように内段と外段の  $L$  の比が 1:2 で内外段の比電流が等しい場合である。計算経過は省略し結果のみを記すことにする。

上記2段冷却の場合で高温側および低温側熱交換器がある場合の冷凍容量は次の式で表わされる。

$$Q_c = \frac{L \left( \frac{1}{3} \Delta T_m - \frac{1}{3} \Delta T_0 - \frac{L \chi^2}{K_h} \right)}{1 + \frac{L}{3 K_c} + \frac{L}{3 K_h}} \quad \dots\dots\dots (24)$$

ここで、 $Q_c$ : 冷凍容量 W

$L$ : 外段の熱伝導係数 W/deg

$\chi$ : 内外段の比電流

$\Delta T_m$ : 内外段の比電流が  $\chi$  で冷凍容量が0のときの内段素子低温側と外段素子高温側の温度差  $^{\circ}\text{C}$

$\Delta T_0$ : 高温側外気温度と低温側外気温度との温度差  $^{\circ}\text{C}$

$K_h$ : 高温側熱交換器熱貫流係数 W/deg

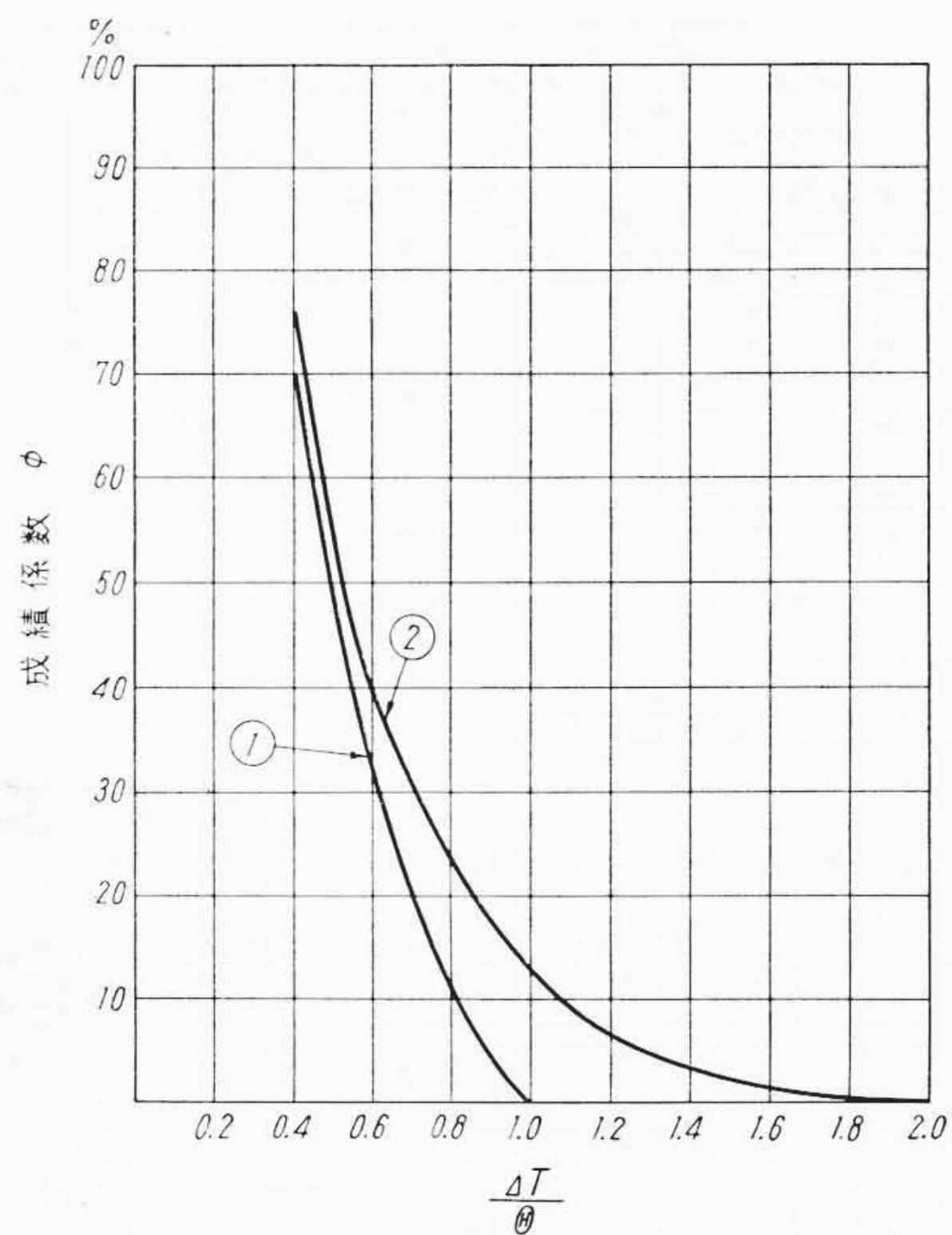
$K_c$ : 低温側熱交換器熱貫流係数 W/deg

(24)式を用いることによって設計計算を行なうことができる。(24)式より明らかなように  $K_c$ ,  $K_h$  は大きいほうが良いのであるが吸熱方式、放熱方式を決めれば  $K_c$ ,  $K_h$  の値は決定される。 $Q_c$  および  $\Delta T_0$  は要求仕様より決められる値である。 $\theta$  は材料性能で決まった値である。したがって変数と考えられるのは  $L$  および  $\chi$  であり、最も成績係数が良くなるように  $L$  および  $\chi$  を求める。

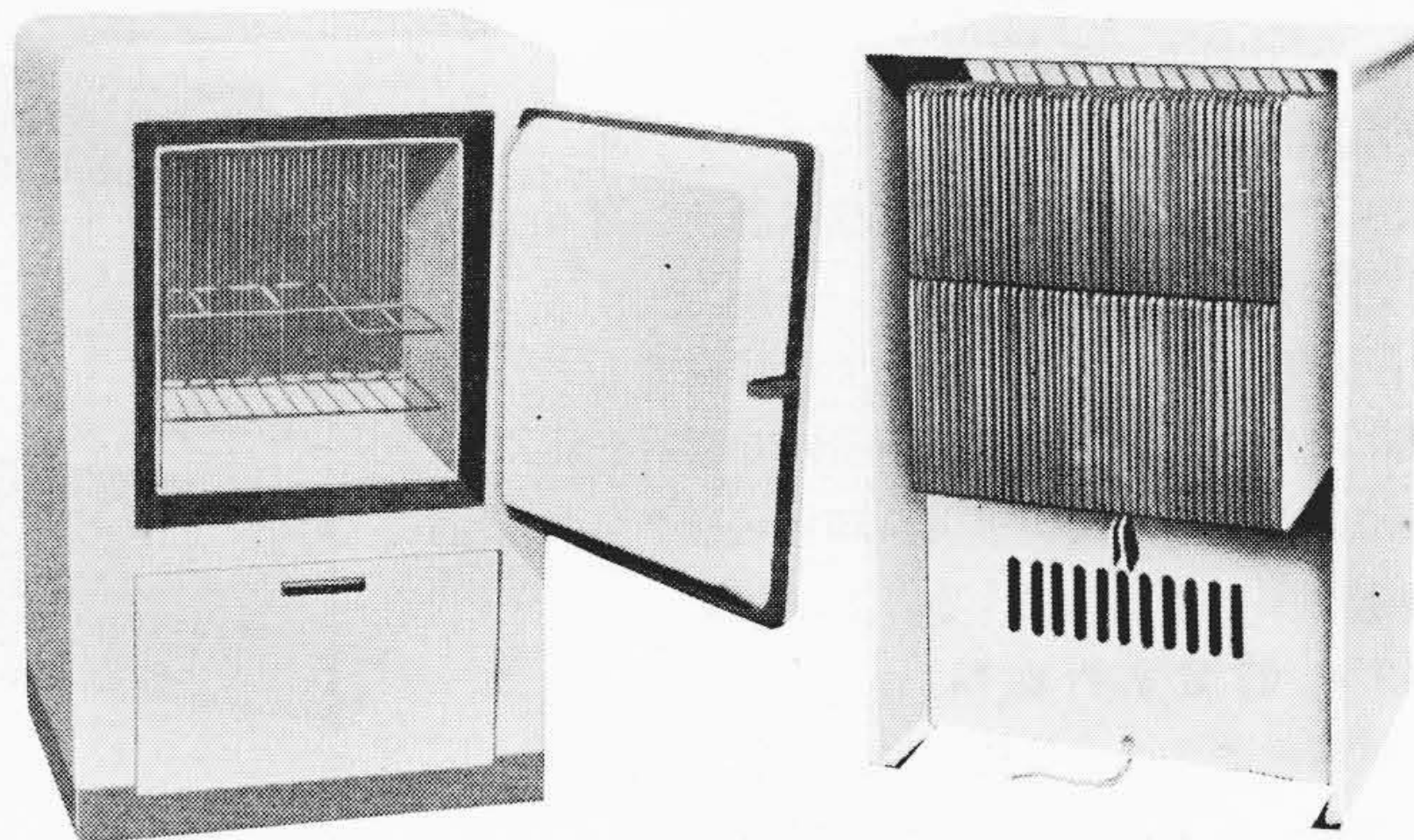
### 3. 電子冷蔵庫の構造

#### 3.1 放熱方法

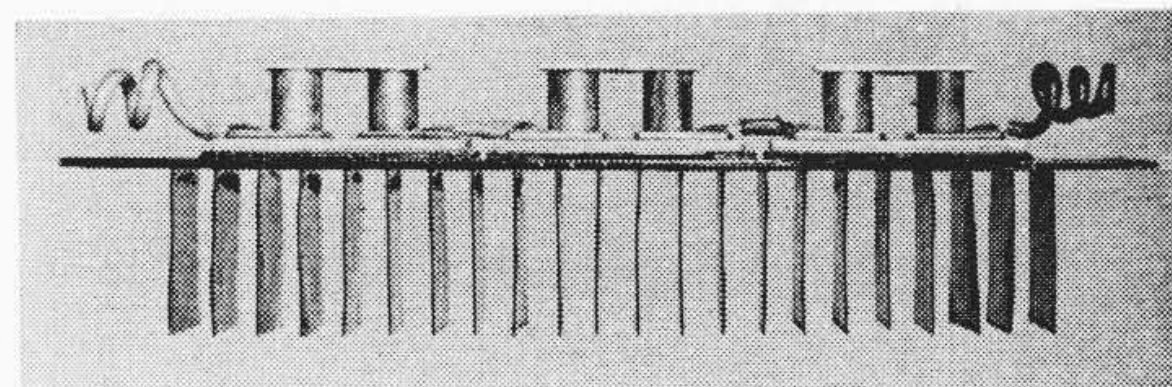
アメリカおよびソ連で製作された初期の電子冷蔵庫の放熱方法は、フィン形放熱器を用いた自然空冷方式である。基礎理論のところで述べたように放熱器の熱貫流係数が良いほど全性能は向上するので、これら電子冷蔵庫の放熱器は貯蔵庫背面または側面全面に取付けられ、冷蔵庫の外観を著しく損じていた。よって今回試作した



第4図  $\Delta T/\theta$  と成績係数の関係  
(2段冷却の場合は内段と外段の比電流が等しく、外段の  $L$  が内段の  $L$  の2倍の場合)  
① 1段冷却の成績係数 ② 2段冷却の成績係数



第5図 ソ連製の初期の電子冷蔵庫



第6図 普通の素子構造

電子冷蔵庫の放熱方法には強制空冷方式を採用し、放熱器をコンパクトにし冷蔵庫の外観を向上せしめた。

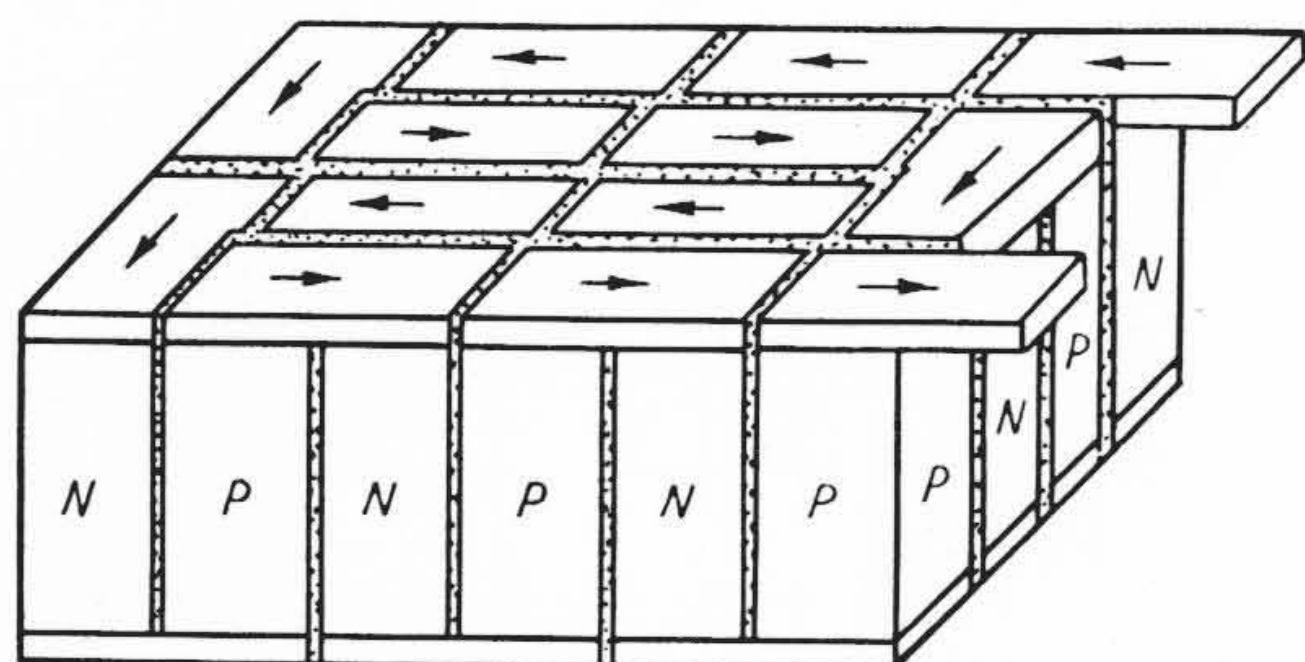
#### 3.2 素子構造

放熱方法として強制空冷方式を採用し放熱器がコンパクトになったのに関連して、素子構造もコンパクトにしなければならない。従来一般に採用されている素子構造は第6図に示すように円筒形または角筒形の棒を切断し、それを互に離して並べ両端に電極を設けた構造であった。この方式は製作は容易であるが強度的に弱いという欠陥があるので、筆者らは第7図に示すような密列構造の素子対群を考案した。隣接素子間は接着剤にて接着され、この素子対群は強度的に強い一つのブロックを形成する。よってこれを冷却ブロックと称することにする。

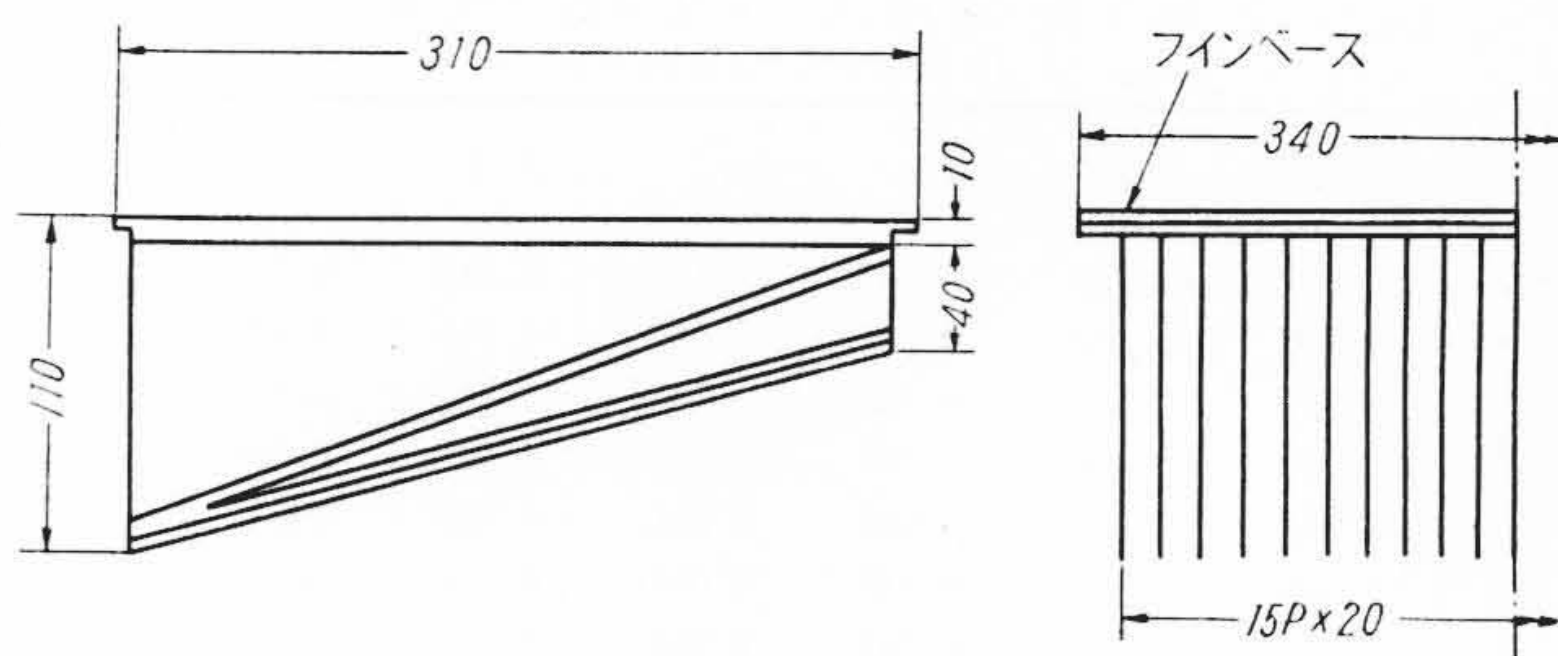
#### 3.3 貯蔵庫構造

従来ソ連またはアメリカで発表された電子冷蔵庫の多くは一般食品貯蔵室のみであり、冷凍食品貯蔵室はなく製氷もできないものであった。電気冷蔵庫は製氷冷凍室を備えるのが普通であり、日立電





第7図 密列構造素子対群



第8図 低温側熱交換器

子冷蔵庫は製氷冷凍室を備えることにした。

一般貯蔵室の冷却ブロックの取付位置は、前記のように放熱器および冷却ブロックがコンパクトになったため自由に選択できるので、外観および貯蔵室内の温度分布を良くするために貯蔵室上部にすることにした。冷却ブロックと貯蔵室内空気との熱交換を良くするために第8図に示すような低温側熱交換器を設けることにした。この低温側熱交換器には露がつくので図より明らかなようにフィンの先端に傾斜をつけるとともにフィン側面にみぞを設け露が貯蔵室後部に設けた露受皿に流れ込むようにした。

一般貯蔵室の冷却ブロックを貯蔵室上部に設けた関係上製氷冷凍室は貯蔵室下部に設け、製氷冷凍室用冷却ブロックを製氷冷凍室下部に設けることにした。

### 3.4 貯蔵室内容積

電子冷蔵庫の寸法諸元は需要家に好評を得ている R-95 形電気冷蔵庫のそれに近いものにするに、一般貯蔵室内容積 91.5 l、製氷冷凍室内容積 3.5 l にした。またこの製氷冷凍室には 200 cc の内容積の製氷皿 2 個を収納している。

### 3.5 放熱用ファン

3.1 に述べたように素子の高温側放熱を強制空冷としたので冷却風を送るファンが必要となる。ファンもできるだけ小形にすることが望ましいので、小形で風圧の大きいシロッコファンを使用することにした。また風量、風圧を自由に変わることができるよう電動機には直流電動機を使用した。ファンおよび電動機は一般貯蔵室と製氷冷凍室共用で 1 個設け、製氷冷凍室冷却ブロックの放熱フィンを通じた冷却風がさらに一般貯蔵室冷却ブロック放熱フィンを通過するようにした。

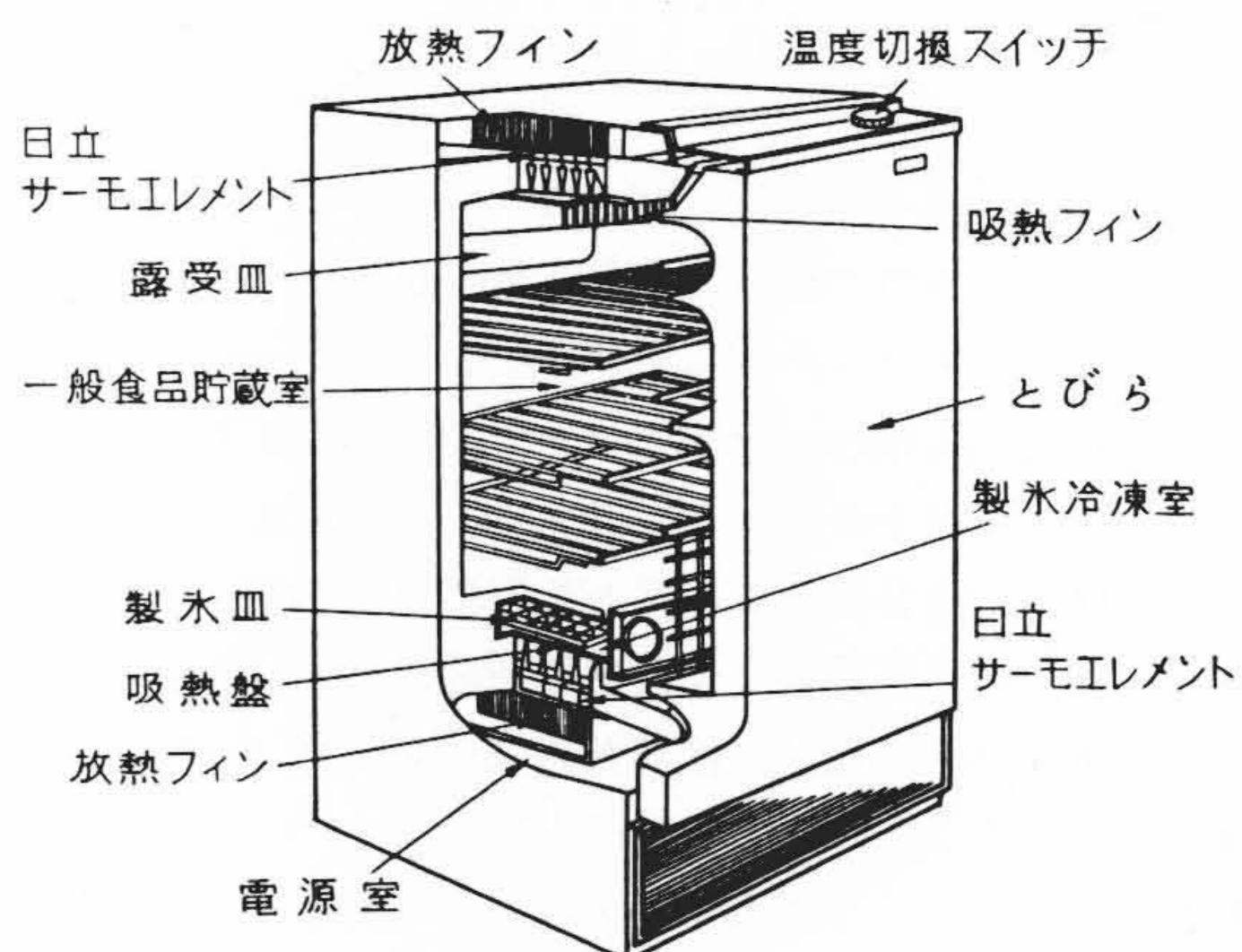
### 3.6 電源部

基礎理論にて述べたように、素子に流す電流は直流でなければならないので、整流素子として日立製作所製のシリコン整流素子を使用した。電源部は変圧器、整流素子およびチョークコイルより成り、一般貯蔵室用および製氷冷凍室用の二組の電源部を必要とする。製氷冷凍室の冷却ブロックに流す電流は一定にすることにした。このようにすると室温が下がった場合は製氷冷凍室は冷えすぎることになるが、製氷冷凍室の場合は冷えすぎても問題は生じない。これに反して一般貯蔵室の場合は庫内温度が 0°C 以下になると、貯蔵食品が凍結するので、素子に流れる電流の大きさを可変にし、外気温度に応じて電流の大きさを変えるようにした。

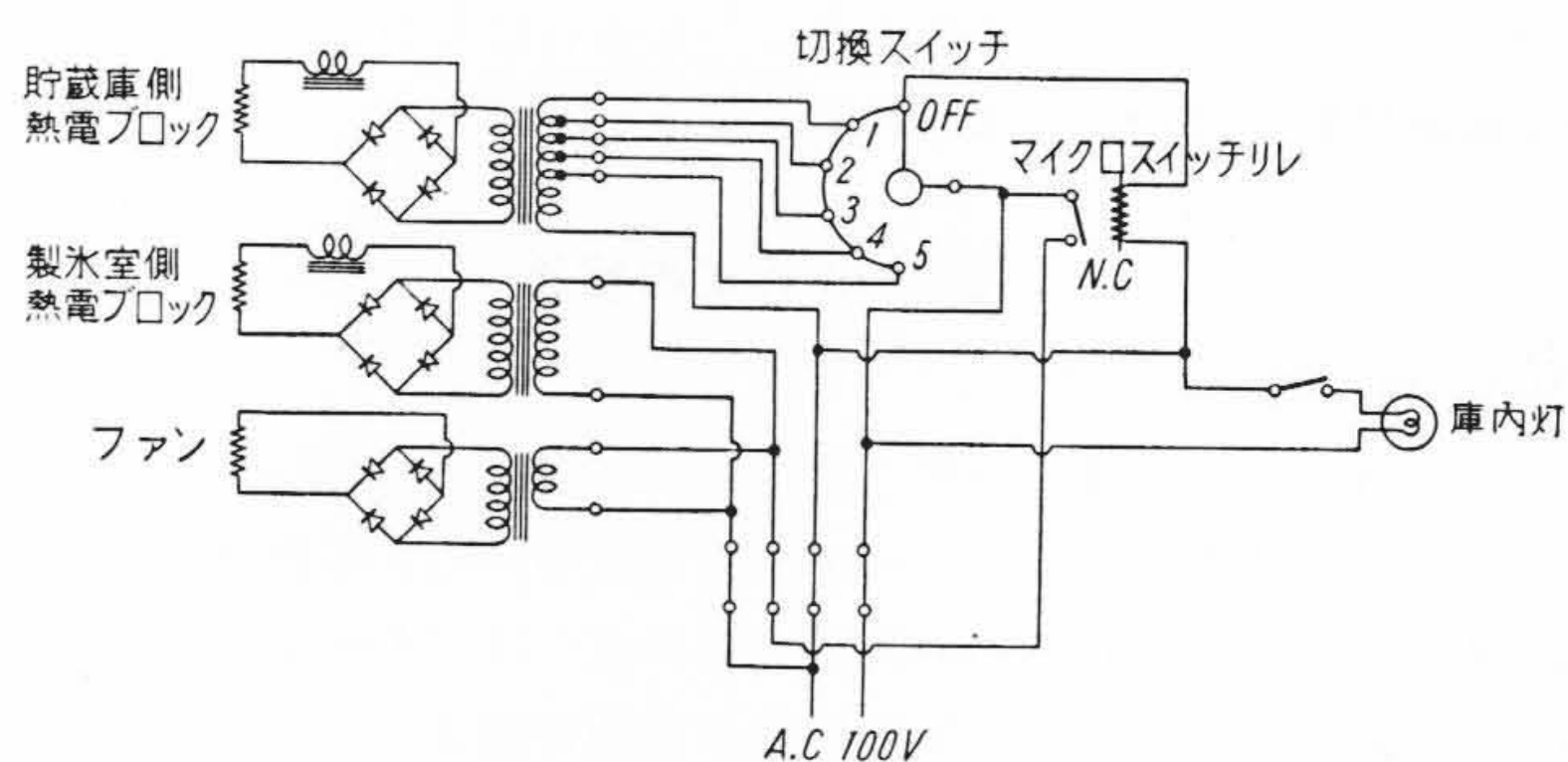
電源部の回路図は第 11 図に示すとおりである。



第9図 日立電子冷蔵庫



第10図 日立電子冷蔵庫構造図



第11図 日立電子冷蔵庫回路図



電源部の設置位置は第10図に示すように、貯蔵庫下部にした。

### 3.7 目標冷却性能

#### (1) 一般貯蔵室

一般貯蔵室温度は普通の電気冷蔵庫では $5^{\circ}\text{C}$ 以下 $0^{\circ}\text{C}$ 以上にするのが普通であり、またこの温度が一般食品の保存に最も適している。よって外気温度 $30^{\circ}\text{C}$ のときに一般貯蔵室温度は $5^{\circ}\text{C}$ 以下を目標とした。

#### (2) 製氷冷凍室

冷凍食品は $-12^{\circ}\text{C}$ 以下が必要であるので、外気温度 $30^{\circ}\text{C}$ において製氷冷凍室内温度は $-12^{\circ}\text{C}$ 以下とした。

製氷能力は外気温度 $30^{\circ}\text{C}$ のときに、 $20^{\circ}\text{C}$ で400cc(200ccの製氷皿2個)の水を2時間以内に製氷できることにした。

## 4. 電子冷蔵庫の性能

### 4.1 部分性能

#### 4.1.1 冷凍容量

##### (1) 一般貯蔵室

一般貯蔵室の冷凍容量は $30^{\circ}\text{C}$ の外気より断熱材を経て $5^{\circ}\text{C}$ の貯蔵室へ漏えいしてくる熱量と冷却ブロック周辺の漏えい熱量である。

実測の結果は一般部分の漏えい熱量35W、冷却ブロック周辺の漏えい熱量5Wで総冷凍容量は40Wである。

##### (2) 製氷冷凍室

製氷冷凍室の冷凍容量は二つの場合について求める。一つは冷凍食品貯蔵室として使用する場合で、この場合は $30^{\circ}\text{C}$ の外気より $-12^{\circ}\text{C}$ の製氷冷凍室に漏えいする熱量で、実測の結果は一般部分の漏えい熱量8W、冷却ブロック周辺の漏えい熱量5Wであり総冷凍容量は13Wである。

もう一つの場合は製氷に使用する場合である。400ccの水を2時間で製氷する場合は製氷盤の温度は $-8^{\circ}\text{C}$ であることが必要で製氷のみに要する冷凍容量は22.6Wである。そのほか一般部分の漏えい熱量7.2W、冷却ブロック周辺の漏えい熱量5Wを考えあわせると、総冷凍容量は34.8Wになる。

#### 4.1.2 熱交換器

##### (1) 低温側熱交換器

第7図に示した低温側熱交換器の熱貫流係数の実測値は $7\text{W}/^{\circ}\text{C}$ である。ただしフィンベースと貯蔵室内温度差を基とした値である。

##### (2) 高温側熱交換器

高温側熱交換器の熱貫流係数の実測値は $20\text{W}/^{\circ}\text{C}$ であった。

#### 4.1.3 冷却ブロック

この電子冷蔵庫に使用する2段冷却式冷却ブロックは10Aを流した場合の電極間温度差は $52^{\circ}\text{C}$ のものである。この電流値は最大温度差を与える電流値ではなく、電流をさらに増大させれば温度差はさらに増大する。しかし電流を増大させると消費電力が急激に増大するので目標性能を満足させる範囲で電流を減少させてこの値を選んだ。

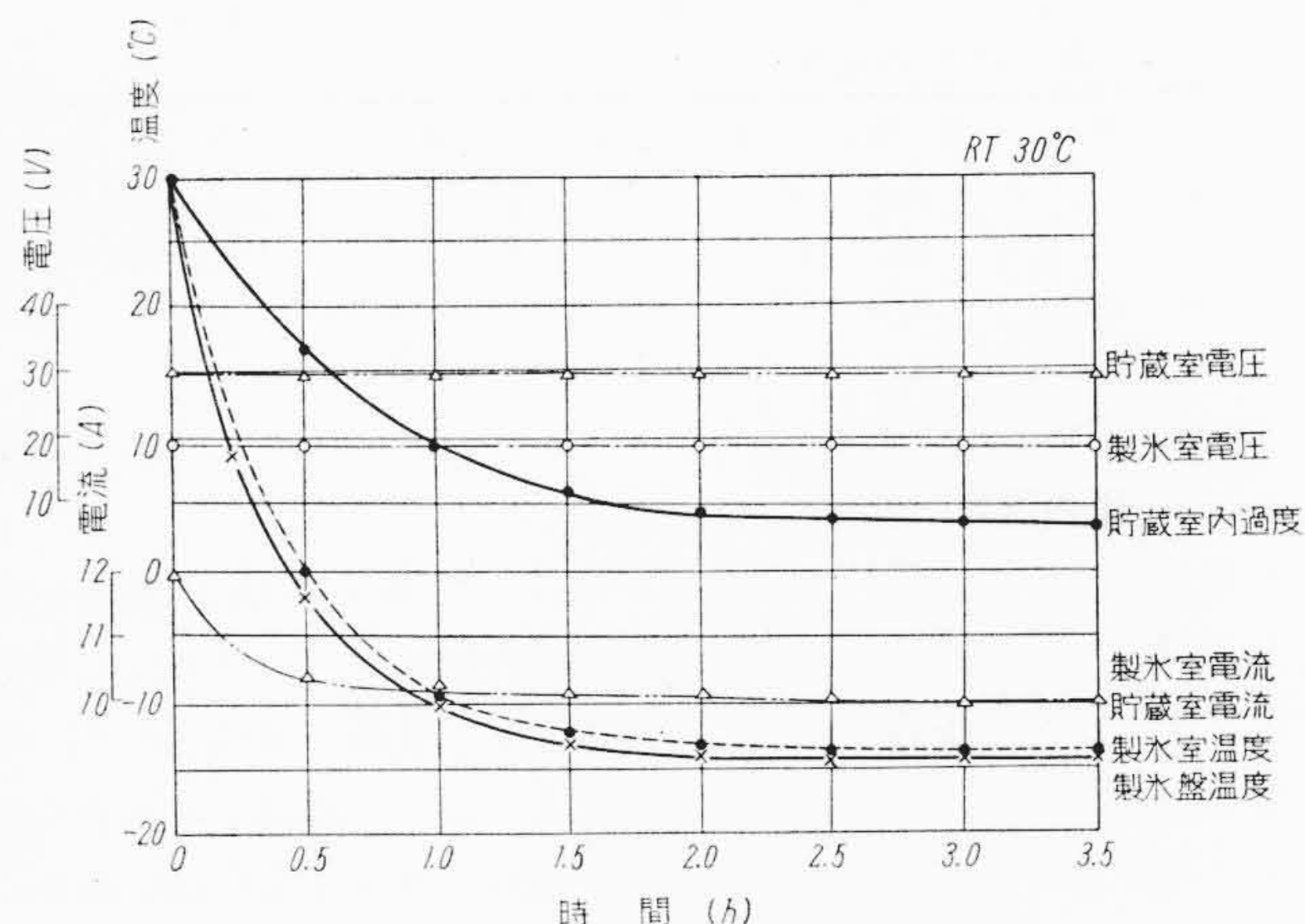
### 4.2 総合性能

#### 4.2.1 冷却性能

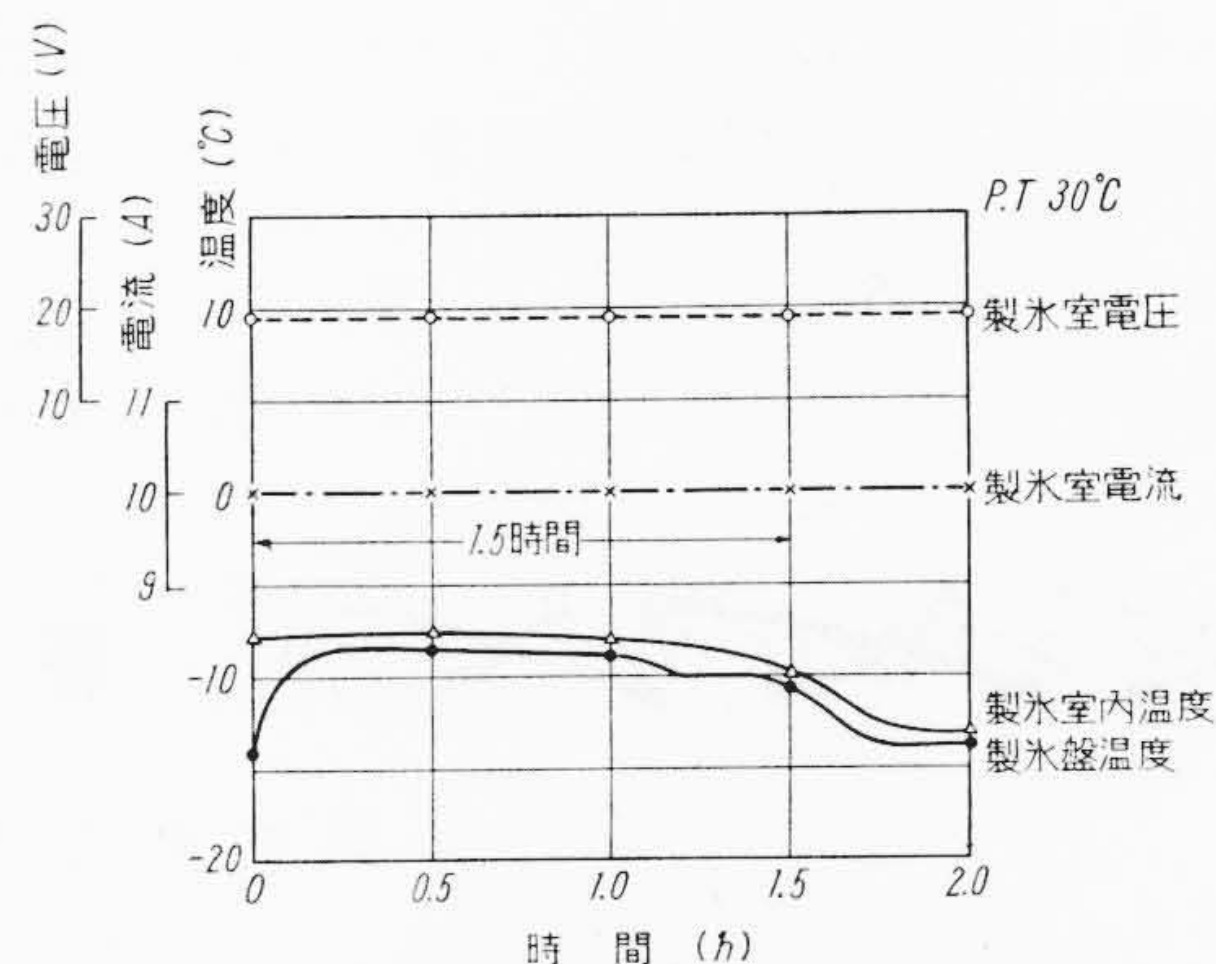
室温 $30^{\circ}\text{C}$ における本電子冷蔵庫の冷却特性試験結果は第12図に示すとおりである。

図より明らかなように運転開始より3.5時間後に一般貯蔵室内温度 $3^{\circ}\text{C}$ 、製氷冷凍室壁温度 $-14^{\circ}\text{C}$ 、製氷冷凍室内温度 $-13^{\circ}\text{C}$ であり当初の目標性能を十分満足する性能が得られた。

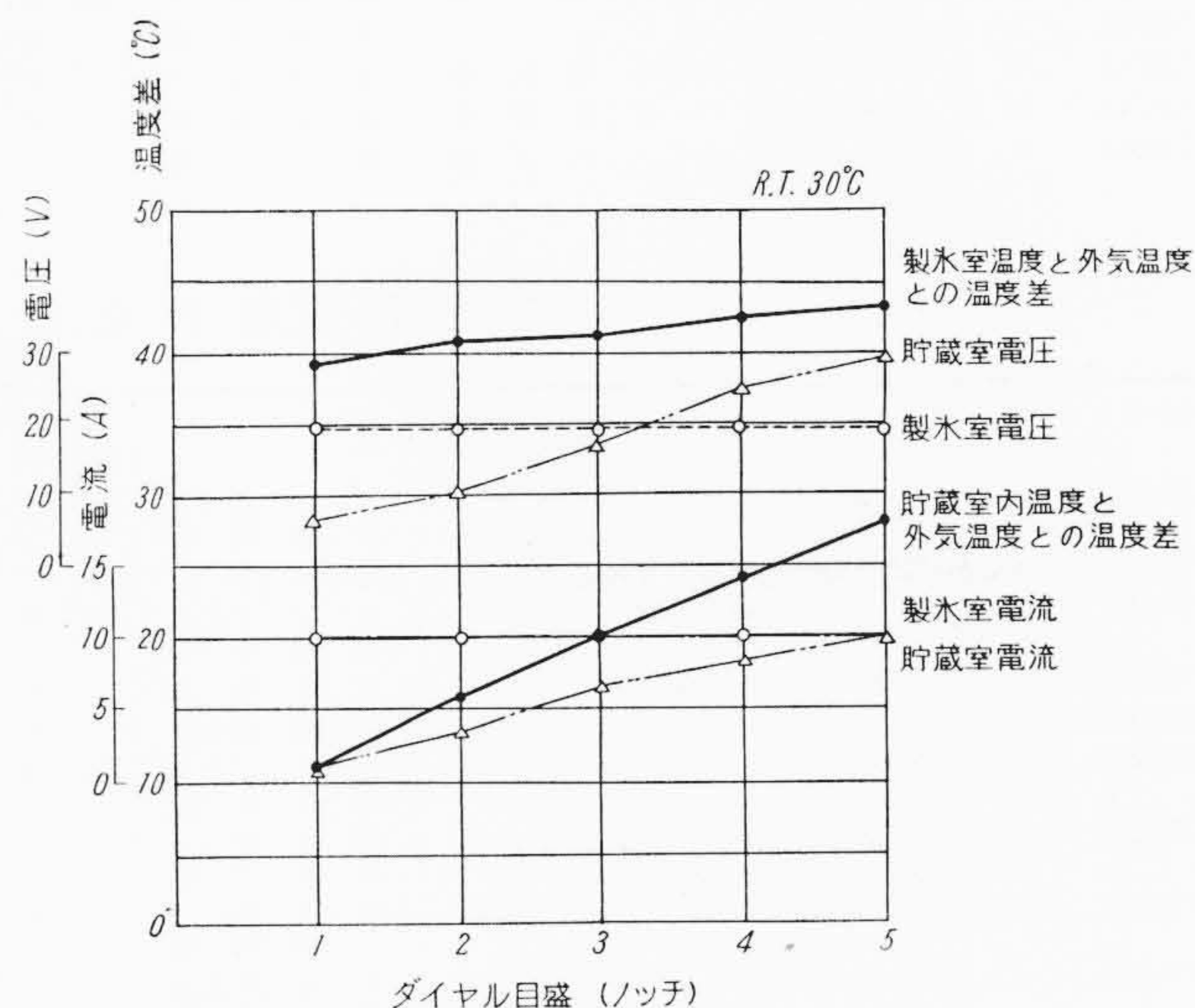
電流および電圧は一般貯蔵室のほうは10Aおよび30Vであり、製氷冷凍室のほうは10Aおよび20Vである。



第12図 日立電子冷蔵庫冷却性能



第13図 日立電子冷蔵庫製氷性能



第14図 日立電子冷蔵庫のダイヤル目盛と庫内温度などの関係

#### 4.2.2 製氷能力

貯蔵室内温度が $3^{\circ}\text{C}$ 、製氷盤温度が $-14^{\circ}\text{C}$ になったときに、 $20^{\circ}\text{C}$ の水のはいった製氷皿を製氷盤の上に置いて行なった製氷試験結果は第13図に示すとおりである。製氷皿としては200ccの水のはいているものを2個使用した。

図より明らかなように製氷中は製氷盤温度は $-8^{\circ}\text{C}$ に上昇し、製氷終期は $-10^{\circ}\text{C}$ 程度になり、製氷終了とともに製氷盤温度は急速に下がり $-14^{\circ}\text{C}$ となる。

このように製氷中製氷盤温度が上昇するのは製氷するための冷凍容量を必要とするためである。



第 3 表 日立電子冷蔵庫のダイヤル目盛とそれに  
適した外気温度

| ダイヤル目盛 | 外 気 温 度 | ダイヤル目盛 | 外 気 温 度 |
|--------|---------|--------|---------|
| 1      | 12℃～17℃ | 4      | 24℃～29℃ |
| 2      | 16℃～21℃ | 5      | 27℃～32℃ |
| 3      | 20℃～25℃ |        |         |

製氷時間は 1.5 時間である。

4. 2. 3 庫内温度調節器性能

前述のように一般貯蔵室冷却ブロックに 30V, 10A の電流を流した場合は、外気温度 30℃ のときに庫内温度は 3℃ になる。外気温度が下がった場合は庫内温度が下がり、食品が凍結したり、冷却フィンに霜が多量に付着したりする。よって冷却ブロックに加える電圧を可変にする電圧調節器を設け、外気温度が低い場合には冷却ブロックに加える電圧を低下することにした。電圧調節器の各目盛における性能は第 14 図に示すとおりである。

図より明らかなように庫内温度を 5～0℃ に保つための外気温度と電圧調節器各目盛との関係は第 3 表に示すとおりとなる。

5. 結 言

電子冷蔵庫については内外各社競って研究を行ない、種々の試作

機を発表しているが、いずれも外観的にも性能的にも現用冷蔵庫に比べて非常に劣るものであった。

日立製作所においては数年前より電子冷凍材料および電子冷蔵庫構造の研究を行ない、その第 1 目標として外観的にも冷却性能の面においても現用冷蔵庫に劣らない電子冷蔵庫を試作することにおき、本文に述べたような電子冷蔵庫を完成することができた。

この電子冷蔵庫の内容積は 95 l で、その外観は第 8 図に示すように現在市販されている電気冷蔵庫と同程度以上であり、冷却性能は外気温度が 30℃ のとき一般貯蔵室温度 3℃、製氷冷凍室温度 -13℃ であり、製氷性能は 400 cc の水を 1.5 時間で製氷を行なうことができる。

この電子冷蔵庫は昭和 35 年 9 月社外に発表し、引き続き東京、大阪、名古屋などで一般に展示を行なった。

このようにすぐれた電子冷蔵庫を試作することができたが、まだ電力消費量の面と価格の面では現用電気冷蔵庫に劣るので今後さらに研究を推進しすべての面で現用冷蔵庫よりすぐれた電子冷蔵庫を作る所存である。

終りにのぞみ電子冷凍材料の研究に従事された日立製作所中央研究所関係各位に深甚の謝意を表する。

特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の実用新案 (その 5)

(第 63 頁よりつづく)

| 登録番号   | 名 称                   | 氏 名     | 登録年月日     | 登録番号   | 名 称                 | 氏 名       | 登録年月日     |
|--------|-----------------------|---------|-----------|--------|---------------------|-----------|-----------|
| 535737 | 安 全 用 線 量 計           | 藤 岡 健 夫 | 36. 4. 28 | 535773 | 光 導 電 装 置           | 中 村 純之助   | 36. 4. 28 |
| 535738 | 流 量 発 信 器             | 倉 持 義 徳 | "         | 535772 | 電 気 集 塵 における電磁的植打装置 | 及 諫 早 典 夫 | "         |
| 535741 | 電 子 顕 微 鏡 試 料 冷 却 装 置 | 菊 地 嘉 哲 | "         | 535810 | 金 属 化 紙 蓄 電 器       | 諫 宮 山 知 定 | "         |
| 535743 | 放 射 線 密 度 計 の 較 正 装 置 | 鷺 見 哲 雄 | "         |        |                     |           |           |
| 535744 | 比 色 計 用 ス リ ッ ト 装 置   | 橋 本 正 勝 | "         |        |                     |           |           |

最近登録された日立製作所の特許 (その 1)

| 特許番号   | 名 称                       | 氏 名         | 登録年月日     | 特許番号   | 名 称                      | 氏 名         | 登録年月日     |
|--------|---------------------------|-------------|-----------|--------|--------------------------|-------------|-----------|
| 274187 | ロ ー タ リ ー パ ル プ           | 平 野 重 光     | 36. 4. 5  | 274330 | ポンプのウオタハンマ防止兼逆転防止装置      | 山 内 章 正     | 36. 4. 5  |
| 274243 | 水銀整流器と回転変流機の並列運転装置        | 飯 塚 利 治     | "         | 274332 | 水 車, ポンプなどの羽根車           | 藤 田 憲 正     | "         |
| 275206 | 箱 入 起 動 制 御 器             | 小 野 芳 光     | 36. 4. 26 | 275362 | ロ ッ ク ヒ ル ダ ム            | 山 桑 原 行 良   | 36. 4. 26 |
| 275295 | 原 子 炉 耐 振 補 強 装 置         | 本 間 千 代 一   | "         | 275379 | 非 円 形 連 続 曲 線 軸 接 手      | 氏 井 原 上 俊   | "         |
| 275397 | 整 流 電 源 装 置               | 菊 地 立 英 夫   | "         | 274138 | 輪 転 機 における真空式版締装置        | 笠 原 田 裕 之   | 36. 4. 5  |
| 274356 | 遮 蔽 材 の 接 合 方 法           | 近 藤 喜 久 雄   | 36. 4. 5  | 274039 | 直 並 列 共 振 回 路 を 有 する増幅装置 | 岡 田 善 右 衛 門 | "         |
| 274216 | 交流電気車両用主変圧器電圧調整装置         | 杉 山 千 治     | "         | 274094 | 電子顕微鏡などにおける焦点合わせ方法       | 阿 部 善 右 衛 門 | 36. 4. 26 |
| 274245 | 交流電気車両用単巻変圧器巻線法           | 石 井 末 一     | "         | 275158 | 電 圧 安 定 装 置              | 鎬 木 渡 猛 宏   | 36. 4. 5  |
| 274278 | ベータトロンなどにおける電子入射装置        | 前 川 愛 一 祐   | "         | 274105 | 印 刷 機 の 張 力 制 御 装 置      | 渡 辺 田 宏 孜   | "         |
| 274390 | 油 入 早 切 開 閉 器             | 桜 前 川 愛 一 祐 | "         | 275329 | 接 地 棒                    | 阿 部 善 右 衛 門 | 36. 4. 26 |
| 274395 | 直 線 切 形 断 路 器             | 三 浦 浦 昭 一   | "         | 274008 | 加 減 両 用 計 数 回 路          | 居 駒 恒 雄     | 36. 4. 5  |
| 275278 | 異 常 電 圧 放 電 用 直 列 多 間 隙 体 | 大 島 裕 之 助   | "         | 274017 | 過 不 足 計 数 装 置            | 大 井 田 正 義   | 36. 4. 26 |
| 275396 | 変 圧 器 巻 線                 | 繁 田 木 道 義 祐 | 36. 4. 26 | 274050 | 線 返 形 電 子 管 式 電 気 演 算 器  | 和 田 川 正 義   | 36. 4. 5  |
| 274349 | 電 車 の 制 御 装 置             | 向 山 秀 次     | "         | 274110 | 水 中 超 音 波 探 知 方 式        | 高 田 昇 平     | 36. 4. 26 |
| 275310 | 階床扉の照明によるエレベータ着床知らせ装置     | 薮 野 玄 石     | 36. 4. 5  | 275163 | 多重回線の一通信路を利用した連接形通信方式    | 井 立 田 義 春   | "         |
| 275303 | 自 在 接 手                   | 秋 丸 舜 二     | 36. 4. 26 | 275171 | 計 数 記 録 回 路              | 高 井 立 田 義 春 | "         |
| 275304 | 自 圧 接 手                   | 赤 尾 公 伸     | 36. 4. 5  | 275172 | パラメトロンを使用した 3 段階順序回路装置   | 高 井 立 田 義 春 | "         |
| 275380 | 積 空 用 心 皿 を 設 け た 大 物 貨 車 | 加 伊 藤 清 次 郎 | 36. 4. 26 |        |                          |             |           |
| 274163 | 変 速 装 置                   | 村 小 田 正 男   | "         |        |                          |             |           |
| 274289 | 巻 上 機 の 非 常 制 動 装 置       | 村 小 田 正 男   | "         |        |                          |             |           |
| 274290 | 巻 上 機 の 非 常 制 動 装 置       | 中 山 良 男     | 36. 4. 5  |        |                          |             |           |
|        |                           | 氏 井 原 上 俊   | "         |        |                          |             |           |
|        |                           | 若 氏 若 渡     | "         |        |                          |             |           |

(第 89 頁につづく)