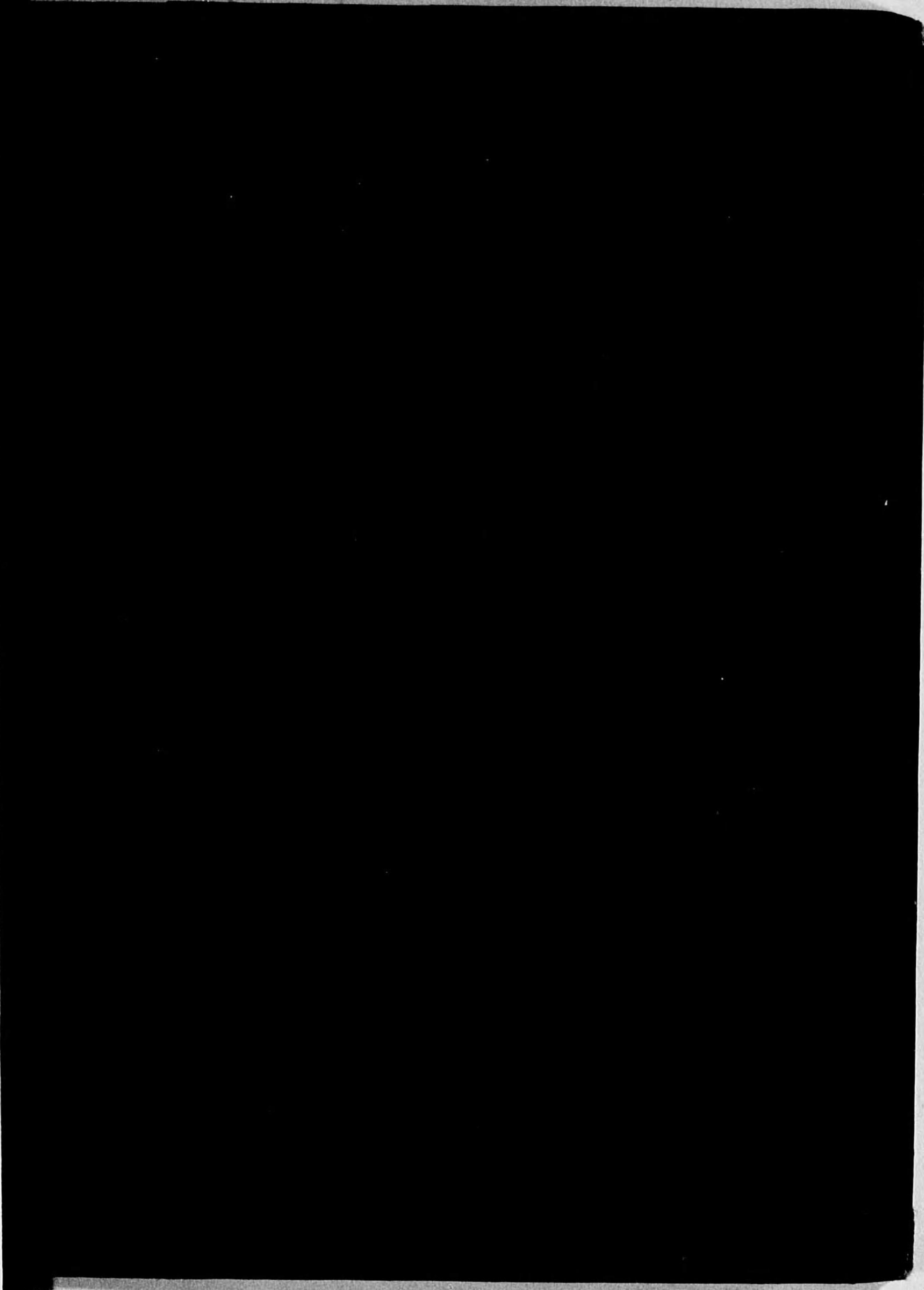


始



528.2
N37

28.2

N 37

換氣暖房の計算必携



工学博士

中村達太郎

著

東京

丸善出版株式會社

はしがき

本書の特色は二つある、一は悉くメートル法に依りたること、又一は煩雑なる計算を避くるため、特に圖表を作成して、計算者に便益を與へんと志したることである。

抑も、本邦の類書中、メートル法に依りたる單行本は極めて稀である。茲に於て著者は、淺學を顧みず、數年前より之に留意し、特に計算關係の資料を専ら蒐集し、其中成るべく新萃を摘みて、遂に之を公にすることに至つたのである。

次に吾人は、殊に時の經濟に就て注意することが肝要である。夫れ多忙なる技術家が、煩雑なる計算を爲すため、多くの時間を費すことは、實に名狀すべからざる苦痛である。否獨り技術家のみならず、身を學界に置くものも、亦成るべく計算に多くの時間を費さざらんことを熱望するであらう。茲に於て著者は此點に注意し、本邦の單行類書中には、餘り多く散見せざる、共線圖表を特に作成して、本書中に挿入した。例へば煖房用の煙突に就ても、諸外國には幾多の算式、表及び圖表はあるが、本書に於ては、全く是等に頼らず、特に第 19 圖表の如きものを作り以て、計算者の便益を圖つたのである。

其他第 1 圖表の如く、外國に例のあるものに就ても、特に親らメートル法に依て計算し、以て作圖を遂げたの



である。依て本書は全くメートル法に則つたものである。

本書を編纂するに當り、次の如き有益なる諸書を参考に供した。各著者に對して、深甚の謝意を表す。

M. Rümmler 氏編—Agenda de la Construction moderne.
André Nessi 氏及び Léon Nisolle 氏共著—Méthodes Graphiques pour l'étude des Installations de Chauffage et de Réfrigération en Regime Discontinu.

G. Debesson 氏著—Le Chauffage des Habitations.

C. E. Sée 氏著—Traité pratique de Construction moderne.

L. Mazzocchi 氏著—Mémorial Technique universel.

Fletcher 父子共著—Architectural Hygiene.

R. Grierson 氏著—Some modern methods of ventilation.

英國諸大家執筆—The modern Plumber and Sanitary Engineer.

N. S. Thomson 氏著—Mechanical equipment of Federal Buildings.

Allen 氏及び Walker 氏共著—Heating and Ventilation.

Harding 氏及び Willard 氏共著—Mechanical equipment of buildings.

Hool 氏及び Johnson 氏共著—Hand book of Building construction.

東京天文臺編纂—理科年表

三省堂出版—日本百科大辭典

小倉金之助氏著—圖計算及圖表

谷村豊太郎氏編—圖表學綱領
平塚忠之助氏著—高等物理の熱學
其他内外諸雜誌及びカタログ等

以上

昭和四年九月十四日

著者記す

目次

	頁
第一章 單位及換算表	1
第二章 熱	
第一節 溫度.....	6
第二節 熱量單位.....	10
第三節 比熱.....	12
第四節 燃料の發熱量.....	16
第五節 熱の仕事當量.....	20
第三章 水	
第一節 水の重量と容量.....	23
第二節 水柱高と壓力.....	24
第三節 蒸氣.....	26
第四章 空氣	
第一節 乾燥空氣の特性.....	35
第二節 空氣の濕度.....	38
第三節 飽和空氣及び不飽和空氣.....	50
第五章 空氣の汚染	
第一節 新鮮空氣.....	60
第二節 空氣汚染の原因.....	61
第六章 快感空氣	
第一節 快感空氣の條件.....	70
第二節 カタ溫度計.....	80

第七章 換気法のご概念

- 第一節 換気に必要な空気量..... 85
- 第二節 自然換気又は動力換気..... 94
- 第三節 機械換気のご概観..... 102
- 第四節 空気調和法のご概観..... 106

第八章 熱量の損失

- 第一節 損失熱量..... 111
- 第二節 損失熱量計算法の種類..... 125
- 第三節 傳熱係数Uの求め方..... 134

第九章 冷房及び暖房のご概念

- 第一節 屋外及び室内温度..... 143
- 第二節 冷房装置のご概観..... 147
- 第三節 暖房装置のご概観..... 154

第十章 瓦斯暖房

- 第一節 燃料としての瓦斯..... 156
- 第二節 瓦斯管の大きさ及び壓力の損失..... 157
- 第三節 瓦斯暖房器..... 164

第十一章 電氣暖房

- 第一節 電熱量と電力量..... 173
- 第二節 電氣暖房器..... 177
- 第三節 電力量の計算..... 180

第十二章 温氣爐暖房

- 第一節 概観..... 183
- 第二節 温氣爐暖房の計算..... 185
- 第三節 將來の温氣爐暖房..... 188

第十三章 押込温氣暖房

- 第一節 概観..... 190
- 第二節 空氣の分量及び熱量..... 197
- 第三節 風道内空氣の流動..... 199
- 第四節 送風装置..... 212
- 第五節 空氣洗滌器..... 216
- 第六節 加熱器..... 219

第十四章 蒸汽暖房と温水暖房

- 第一節 放熱器..... 225
- 第二節 暖房器装置後温度の検査..... 231
- 第三節 蒸汽暖房のご概観..... 232
- 第四節 温水暖房のご概観..... 240
- 第五節 園藝建築の暖房..... 247
- 第六節 汽罐と煙突..... 249

換氣暖房の計算必携

第一章 単位及換算表

本書に於ては、計算は悉くメートル法に依る故、それに就て幾らかを記すことにする。

時間。時の単位は秒である。これは、平均太陽日の、86400分の1でありて、計算にては、秒と書く外に、S若くは sec. と書くこともある。工業計算に於ては、便宜上、時間を表はすに、分又は時を以てすることもある。

長。即ち距離の単位はセンチメートルである、之を糶又は cm. と記す。1糶はメートルの 100分の1である。

初め佛國に於て、メートル法を創めて制定したるとき、地球の象限弧の千萬分の一を1メートルと規定したのであつたが、後年、測定が愈精密となり、終に、象限弧は千萬メートルでは無いことが知れるに至つた。地球の子午線一象限の長は、10,000,855.8メートルである故、八百五十餘メートルの差異があるのである。

工業計算に於ては、メートル及びミリメートルを屢用ふることがある。メートルは米又は m と記し、ミリメートルは糶又は mm と記すことが普通である。

國際標準メートルの原器は、白金 90. イリヂウム 10 の合金の棒でありて、其表面上に刻まれた二本の線の間の距離の 0°C の時の値が1米である。本邦等の諸國に於ても副原器が備へてある。

重量。重さの単位はグラムである、之を瓦又は g と記すことが普通である。併し實用工業計算に於ては、却てキログラムを用ふることが多く又便利である。キログラムの符號は、厩又は kg.

である。

重量の原器も矢張り白金イリジウムの合金で出来て居る。

以上は基本単位にして、之を C.G.S. 即ち厘、瓦、秒、といふのである。物理化学に於ては、必ず是基本単位を厳守するのであるが、併し實用工業計算に於ては、米、庇、時、又は、米、庇、分などを用ふることが多い。

物理化学に於ては、力の單位に、ダインを用ひ、仕事の單位に、エルグを用ふるが、實用工業計算に於ては、是等の語を用ふことは、殆んど無い。

容量。單位はリットルである、これは 10 分の 1 米即ち 1 デシメートルの立方である。リットルの符號は、立、であり其千倍即ち 1 キロリットルのは、疋、である。

度量衡換算表

長の部

$$1 \text{ 米} = 3.3 \text{ 尺} = 3.2808 \text{ 呎} = 0.55 \text{ 間} = 1.0936 \text{ ヤード}$$

$$1 \text{ 厘} = 0.33 \text{ 寸} = 0.3937 \text{ 吋} = \frac{1}{2.54} \text{ 吋}$$

$$1 \text{ 軒} = 0.2546 \text{ 里} = 0.62137 \text{ 哩} = 9.1667 \text{ 町}$$

面積の部

$$1 \text{ 平方米} = 10.89 \text{ 平方尺} = 10.764 \text{ 平方呎} = 0.3025 \text{ 坪}$$

$$1 \text{ 平方厘} = 0.1089 \text{ 平方寸} = 0.15501 \text{ 平方吋}$$

$$1 \text{ 平方軒} = 0.064836 \text{ 平方里} = 0.386 \text{ 平方哩}$$

容積及び體積の部

$$1 \text{ 立} = 1 \text{ 立方粉} = 5.54 \text{ 合} = 0.22 \text{ 英ガロン}$$

$$= 0.264 \text{ 米國ガロン} = \frac{1}{1000} \text{ 立方米}$$

$$= 0.0359 \text{ 立方尺} = 0.0353 \text{ 立方呎}$$

$$1 \text{ 疋} = 1 \text{ 立方米} = 5.54 \text{ 石}$$

$$1 \text{ 立方米} = 1 \text{ 疋} = 35.937 \text{ 立方尺} = 35.317 \text{ 立方呎}$$

$$1 \text{ 立方厘} = 0.036 \text{ 立方寸} = 0.061 \text{ 立方吋}$$

$$= \frac{1}{1000} \text{ 立}$$

重量の部

$$1 \text{ 瓦} = 0.2667 \text{ 匁} = 0.03527 \text{ オンス} = 15.43 \text{ グレイン}$$

$$1 \text{ 庇} = \frac{4}{15} \text{ 貫} = 0.2667 \text{ 貫} = 1.667 \text{ 斤}$$

$$= 2.2046 \text{ 听} = 35.274 \text{ オンス}$$

$$1 \text{ 噸 (メートル法)} = 1000 \text{ 庇} = 0.9842 \text{ 英國トン}$$

$$= 1.1023 \text{ 米國トン} = 266.67 \text{ 貫}$$

速度の部

$$1 \text{ 米/分} = 3.28 \text{ 呎/分} = 3.3 \text{ 尺/分}$$

$$1 \text{ 米/秒} = 0.916 \text{ 里/時} = 2.237 \text{ 哩/時}$$

$$1 \text{ 軒/時} = 0.62137 \text{ 哩/時} = 0.2546 \text{ 里/時} = 0.91 \text{ 呎/秒}$$

$$1 \text{ 軒/分} = 0.01517 \text{ 呎/秒}$$

流量の部

$$1 \text{ 立/分} = 0.22 \text{ 英國ガロン/分} = 0.264 \text{ 米國ガロン/分}$$

$$= 0.035 \text{ 立方呎/分} = 0.0055 \text{ 石/分}$$

壓力の部

$$1 \text{ 庇/平方厘} = 14.223 \text{ 听/平方吋} = 2.449 \text{ 貫/平方寸}$$

$$= \frac{1}{0.0703} \text{ 听/平方吋}$$

$$1 \text{ 庇/平方米} = 0.2048 \text{ 听/平方呎}$$

$$1 \text{ 噸 (メートル法)/平方米} = 0.091 \text{ 英國トン/平方呎}$$

$$= 0.102 \text{ 米國トン/平方呎}$$

$$1 \text{ 氣壓} = \text{水銀柱高 } 0.76 \text{ 米 (} 0^{\circ}\text{C)} = \text{水柱高 } 10.33 \text{ 米}$$

$$= 1.033 \text{ 庇/平方厘} = 14.696 \text{ 听/平方吋}$$

動力の部

- 1 メートル馬力 = 75 瓩、米、/秒 = 4500 瓩、米/分
 = 270,000 瓩、米/時 = 0.736 キロワット
 = 0.98634 英國馬力 = 32549 呎、听/分
- 1 キロワット = 1.34 英國馬力 = 1.358 メートル馬力
 = 890 カロリー/時 = 101.93 瓩、米/秒
 = 737.3 呎、听/秒
- 1 瓩、米/分 = 0.0002 メートル馬力 = 0.000219 英國馬力
 = 0.000164 キロワット = 7.233 呎、听/分

力率の部

- 1 瓦、糧 = 0.000868 呎听
 1 瓩、米 = 7.233 呎听

熱量位の部

- 1 瓩カロリー = 3.968 B. t. u. = $\frac{1}{0.252}$ B. t. u.
 = 427.2 瓩、米 = 0.001163 キロワット、時
 = 0.001581 メートル馬力、時
 = 大カロリー = 1 W. E. (獨逸)
- 1 瓦カロリー = 小カロリー = $\frac{1}{1000}$ 瓩カロリー
 = 1.16 ワット、時

單位長に付重量

- 1 瓩/米 = 0.672 听/呎 = $\frac{1}{1.48}$ 听/呎 = 0.808 貫/尺

單位面積に付重量

- 1 瓩/平方米 = 0.2048 听/平方呎 = $\frac{1}{4.88}$ 听/平方呎

單位容積に付重量

- 1 瓩/立方米 = 0.0624 听/立方呎
 1 瓦/立方米 = 0.4367 グレイン/立方呎 = $\frac{1}{2.29}$ グレイン/立方呎

重力加速度

- $g = 9.80$ 米/秒² = 32.14 呎/秒²
 赤道にて、 $g = 9.781$ 米/秒²
 北極にて、 $g = 9.831$
 北緯 45° にて、 $g = 9.806$
 三鷹天文臺にて、9.798
 水澤觀測所にて、9.8007

第二章 熱

第一節 溫度

溫度計。熱の多寡を表はすに、二方法ある。一は其強さを表はし、他は其分量を表示する、而して、熱の強度を表はすには、溫度なる言葉を以てし、其の分量を表はすには、熱量單位を以てする。

溫度計は、物の溫度を計かる器具である。従前は**寒暖計**と稱せしものであるが、昭和年代よりして、漸々**溫度計**なる名稱に、變遷し行く趨勢がある。商工省の中央度量衡檢定所に於て、既に舊名を廢して、新名を用ひて居るに依り、専門學會にても、新名稱を採用するの方針を採る方が多いやうである。

メートル法の計算に關しては、攝氏度に依ることが便利である、故に本書に於ては、特別の明記が無い場合には、何れも**攝氏度**であると心得たし。併し、英米兩國に於ては、今尙華氏度を襲踏して居る故、次に換算表を掲げる、式中 H は華氏度、 t は攝氏度である。

$$H = \frac{9}{5}t + 32 \dots \dots \dots (1)$$

$$t = \frac{5}{9}(H - 32) \dots \dots \dots (2)$$

以上の兩種溫度計の外に、列氏溫度計なるものがある、併しこれは本邦に於ては、餘り用ひられて居らぬ。唯露西亞等に於て今尙盛に用ひられて居る。是溫度計は佛國科學者が 1731 年に創案せしものであるが、今は却て、佛國では全く廢れて居る。

華氏溫度計は、1714 年に獨逸の醫師ファーレンハイト氏が創案

したのであるが、今は却て、獨逸に於ては用ひられて居ない。

攝氏溫度計は、1742 年に瑞典の科學者セルシウス氏の創案せしものである。

以上は普通の溫度計である。此外、特種の溫度計は頗る多い。其中の若干を次に掲げる。

隔測溫度計 室内空氣の溫度、又は浴場の湯の溫度等を、遠隔の場所に在て、居ながらにして知るためには、此種の裝置が必要である。これは、中央度量衡檢定所に於て用ひ居る名稱であるが、英語のディスタンス、サーモメーターのことである。従前は之を、遠距離寒暖計と唱へて居た。

隔測溫度計には、二種類ある。一は電流に依るもの、他は氣體の膨脹を利用するものである。何れにしても溫度番人の部屋には、溫度指示器がありて、其指針が指す目盛に依り、番人は溫度を知るのである。而して指針を動かす力は、電氣若くは氣體の壓力である。

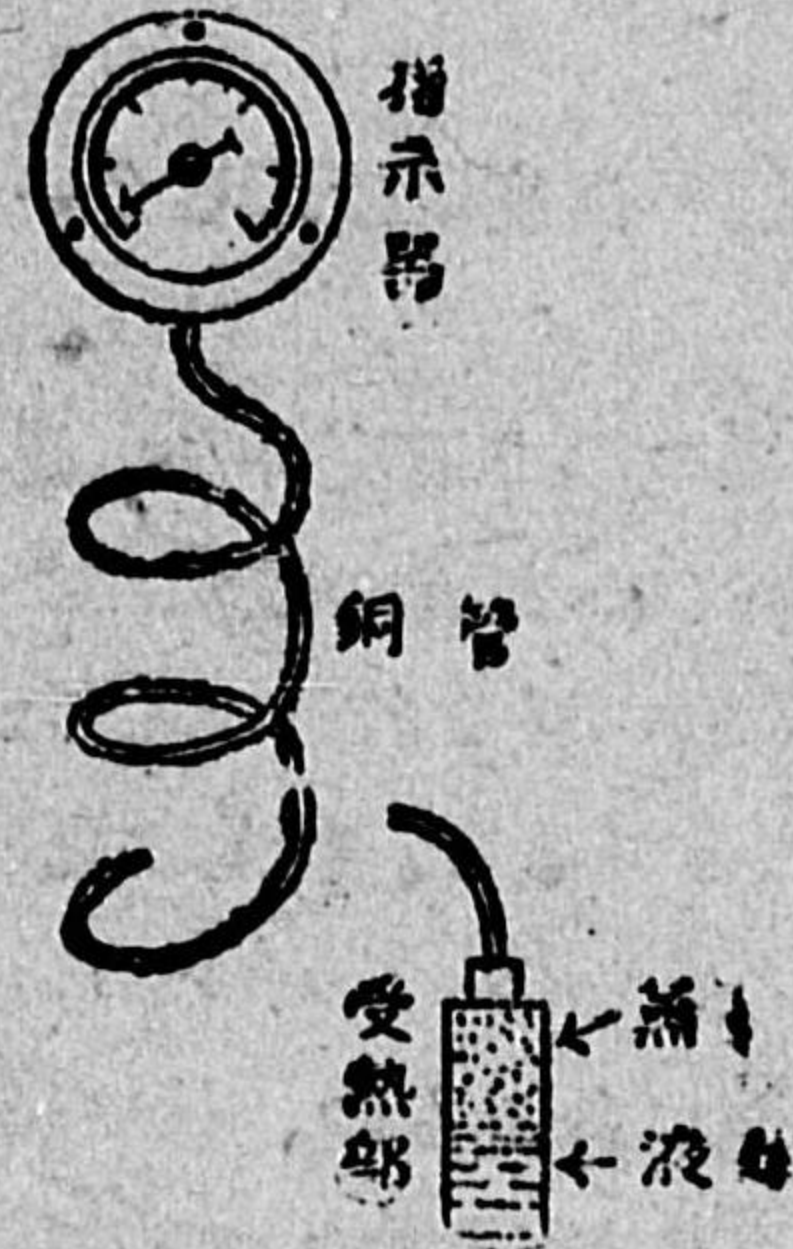
1. **電氣應用の隔測溫度計。**これは、電氣の導體は、溫度が變れば抵抗も從て變化する、といふことに基いて出來たるものである。故に之を**抵抗溫度計**ともいふのである。抵抗體としては専ら白金を用ふるが、比較的低温用には、鉛を用ふることもある。

電氣抵抗體は、溫度が高まれば、抵抗が大となる故、指示器の指針は、溫度相當に目盛を指示するのである。

指示器と受熱部との間には、無論電線がある。

2. **氣體壓力の隔測溫度計。**これも亦、指示器と受熱部と中間の銅管との三部より成るものである。圓筒状を爲せる受熱部の内には、液體が半ば容れてあるが、溫度が高まれば、蒸氣も増加し、從て壓力も増加する故、指針も亦動かされて、溫度相當の指度を

第1圖 隔測溫度計の一例但氣體壓力應用のもの



示すのである。第1圖を見られよ、これは一例である。

これに就ても、種々の考案はあるが、原理は以上の通りである。何れも掛離れたる處の空氣又は温水等の溫度を知るのに便利なる器具である。

高温計 水銀溫度計では、350°C程迄は計れるが、それ以上の溫度は計れぬ、實に水銀の沸騰點は、356.7°Cなることを見ても判かる筈である。

高温計即ちパイロメーターにも種々の考案がある。前記電氣應用の抵抗溫度計は、高温計としても役立つものである。

サーモ、カップル即ち熱電對溫度計も亦高温計である、さて、二種類の金屬又は合金の一端を接続して、加熱又は冷却し、他端は常溫に保持せしめ、斯くて電流計に續けば、針が振れて電流の通じたことが知れる。これは熱起電力のためである。而して針の振れ方は、溫度に依て異なるといふことを利用して、此高温計は出來たものである。これは頗る正確の器械であるが、白金と白金ロヂウムの合金とを用ふる故、高價であるといふ不利がある。故に 1100°C 以下ならば、非金屬を用ふることが便利である。

其他、輻射高温計、光學的高温計などがある。

低温計。水銀溫度計では、-38°C 以下の溫度を計ることは出來ない、水銀の融解點は、-38.87°C である故である。就ては、低温度用としては、酒精溫度計を用ふべきである。これは、-130°C 迄計ることが出来る、併し 78°C 以上には用ひられない。

以上の外、自記溫度計、最高最低溫度計、通風溫度計、瓦斯溫度計、地中溫度計等がある。

カタ溫度計即ち快感溫度計に付ては、第六章第二節に於て、解説する。

絕對溫度、空氣等、氣體の溫度と、其壓力及び體積との關係を計算するには、絕對溫度に依ることが便利である。つまり是等は、正比例を爲すを以てである。

物理學書にある如く、絕對溫度の零度は、-273.2°C である、依て攝氏度を、絕對溫度に換算するには、次の式に依る、其 T は絕對溫度にして、t は攝氏度である。

$$\text{攝氏 } T = t + 273 \dots \dots \dots (3)$$

次に、絕對溫度の零度を、華氏度にて表はせば、-459.76°F となる、依て

$$\text{華氏 } T = t + 460 \text{ } ^\circ\text{F} \dots \dots \dots (4)$$

此場合には T も t も、無論華氏度である。

次に、絕對溫度の、計算上の應用を記して見やう。

例題 1 氣壓のとき、0°C の空氣の體積を 1 と假定すれば、50°C の場合に、其體積は若干なるか。

答、 1.183

解 0°C の絕對溫度 = 273

50°C のは、 50 + 273 = 323

$$\frac{1}{273} = \frac{x}{323}$$

$$x = 1.183$$

第一節の問題

1. 華氏度 -40° を攝氏度に換算すべし

答、 -40°C

2. -10°C と $+10^{\circ}\text{C}$ とに相當する絶體温度を求む

答、 203° と 283°

3. 0°F は攝氏度の何度なるか

答、 -17.8°C

第二節 熱量單位

吾人が、實用工業計算に用ふる熱量單位は、坩カロリーである。而して科學者が専ら用ふるのは、瓦カロリーである。

坩カロリー。これは1坩の水の温度を、 14.5°C より 15.5°C まで高むるに要する熱量をいふのである。人によりては、此單位を説明することが區々である。或る人は 0°C より 1°C まで高めるだけの熱量を云ふと説き、又他の人は、 0°C より 100°C まで高めるだけの熱量を、百分したる量をいふと説き、區々である。畢竟それは、物理化學の如き、緻密なる計算の場合には必要であるが、實用的計算には、次の如く解説して毫も差支は無い。

坩カロリーは、1坩の水の温度を、 1°C 高めるだけの熱量をいひ、之を大カロリーとも唱へる。換気冷房等の計算に、吾人が用ふる熱量單位は、總て坩カロリーである。依て本書に於て單にカロリーといへば、それは坩カロリーのことである。

瓦カロリー。これは、1瓦の水の温度を、 1°C 高めるだけの熱量をいふのである。坩カロリーに對して、之を小カロリーとも稱する。

平均カロリーとは、1瓦の水を、 0°C より 100°C まで高めるに要する熱量の百分の一をいふ。

0° カロリーとは、1瓦の水を、 0°C より 1°C まで高めるに要する熱量をいふのである。

然れども、實用的計算に於ては、斯の如き區別を爲すの必要は無い。

英米兩國の熱單位。これは、1听の純粹なる水の温度を、 1°F 高めるだけの熱量をいふのである。此單位を吾人は、B. t. u. にて表はす。又人によりては、B. T. U. と書き、又は B. Th. U. と記すこともある。

これが、英米兩國に於ては、普通の熱單位であるが、或る場合に於ては、更に今一つの、別の單位を用ふることがある。それは、ポンド听攝氏度と稱する單位である。此單位は、1听の水を、 1°C 高めるだけの熱量をいふのである。つまり、間の子單位である。

次に大カロリーとの比較を記す

$$1 \text{ Cal.} = 3.968 \text{ B. t. u.} = 2.205 \text{ 間の子單位}$$

$$1 \text{ B. t. u.} = 0.252 \text{ Cal.} = \frac{5}{9} \text{ 間の子單位}$$

$$1 \text{ 間の子單位} = 0.4536 \text{ Cal.} = 1.8 \text{ B. t. u.}$$

次に、換気暖房の計算には、熱量と重量又は尺度との關係を熟知することが必要である。依て、第一章に無き換算表を次に記す。

$$1 \text{ B. t. u.} / \text{立方呎} = 8.9 \text{ Cal.} / \text{立方呎}$$

$$1 \text{ B. t. u.} / \text{听} = \frac{5}{9} \text{ Cal.} / \text{坩}$$

$$1 \text{ B. t. u.} / \text{平方呎} = 2.71 \text{ Cal.} / \text{平方呎}$$

$$1 \text{ B. t. u.} / \text{平方呎} / 1^{\circ}\text{F} = 4.88 \text{ Cal.} / \text{平方呎} / 1^{\circ}\text{C}$$

$$1 \text{ B. t. u.} / \text{立方呎} / 1^{\circ}\text{F} = 16.02 \text{ Cal.} / \text{立方呎} / 1^{\circ}\text{C}$$

第二節の問題

1. $1 \text{ B. t. u.} = 0.252 \text{ Cal.}$ なることを證明せよ。

證、 $1 \text{ B. t. u.} = 1 \text{ 听を } 1^{\circ}\text{F} \text{ 高める}$

$$=0.4536 \text{ 疋を } \frac{5}{9} \text{ } ^\circ\text{C} \text{ 高める}$$

$$=0.4536 \text{ 疋} \times \frac{5}{9} \text{ を } 1^\circ\text{C} \text{ 高める}$$

$$=0.252 \text{ 疋を } 1^\circ\text{C} \text{ 高める}$$

依て 1 B. t. u. = 0.252 Cal.

2. 1 B. t. u./听 = $\frac{5}{9}$ Cal./疋なることを証明せよ。

但し、1 听 = 0.4536 疋

1 B. t. u. = 0.252 Cal.

3. 1 B. t. u./立方呎 = 8.9 Cal./立方米なることを証明すべし。

但し、1 立方呎 = 0.0283 立方米

4. 1 B. t. u./平方呎/時/ 1°F = 4.88 Cal./平方米/時/ 1°C なることを証明すべし。但し、1 平方呎 = 0.0929 平方米

$$1^\circ\text{F} = \frac{5}{9} \text{ } ^\circ\text{C}$$

5. 1 B. t. u. は小カロリーを単位とすれば、幾カロリーとなるか。

答、 252 カロリー

第三節 比熱

或る物質の1疋の温度を、 1°C だけ高めるに要する熱量を其の物質の比熱と稱する。されば水の比熱は1であることは明らかである。尤も水の比熱も温度に依て輕微の相異はあるが、工業計算に在ては之を1として毫も差支は無い。比熱の解説に付ては、他の言ひ表はし方もあるが、前記の方が簡單である。

比熱は、換気及冷房暖房の計算に甚必要のものである。例へば、熱量計算に次の如き式が屢々用ひられる。

$$H = Wc(T-t) \dots \dots \dots (5)$$

式中 W = 物體の重量、疋

c = 其比熱

T = 高き方の温度、攝氏度

t = 低き方の温度、同上

H = 物體の温度を高め若くは低くめるために要する熱量

例題 重量 140 疋の鑄鐵製放熱器の温度を、 20°C より 100°C まで上昇せしむるには、若干の熱量を要するか。

答、 1454 Cal.

解、(5) 式に依り、 $H = 140 \times c(100 - 20) = 11200 \times c$

第一表に依り、鑄鐵の比熱は、0.1298

依て、 $H = 11200 \times 0.1298 = 1453.76$ 疋カロリー

斯の如く、熱量計算には比熱が甚肝要である。

第1表 比熱

液體			
水	1.000	テレピン	0.472
アルコール	0.622	石油	0.434
金屬			
鑄鐵	0.1298	銅	0.0951
鍊鐵	0.1138	黄銅	0.0939
軟鋼	0.1165	錫	0.0569
鉛	0.0314	亞鉛	0.0953
金	0.0324	白金	0.0324
水銀	0.0333	ニッケル	0.1086
建築材料			
硝子	0.1977	松類	0.4670
大理石	0.2159	樅類	0.5700
石材一般	0.2100	煉瓦積	0.1950
漆喰	0.2000	コンクリート	0.2000

第2表 氣體の比熱

氣體の名	定 壓	定 容
空氣 (第3表参照)	0.2400	0.1729
酸素	0.2175	0.1550
水素	3.4090	2.4122
蒸汽	0.4650	0.3500
炭酸瓦斯	0.2479	0.1758

第3表 空氣の比熱

空氣の狀態	定 壓 比 熱
0°C 及び 1 氣壓のとき	0.2375
20°C 及び 同上	0.2417
-50°C 及び 70 氣壓	0.3120

第1表は、液體及び固體の比熱を示す、尤も温度により多少の相異があるのみならず、液體ならば、純粹なると不純なるとにも依り、又は濃度にも依りて、相異が生ずる。固體にありても亦、事情によりて比熱に種々の値が出て来るのである。

例へば、純粹なる鐵としても、温度によりて次の如き相異がある。-133°C のとき比熱は 0.077 であるが、0°C のときには、0.1045 であり、97.6°C のときは、0.1137 であり、或る場合には、0.153 となることもある。

又水の比熱は、1 として差支は無いが、海水のは、0.94 である。而して氷のは、0.502 であるが、温度が非常に下りて -160°C と

なるときは、比熱は 0.273 に減ずる、而して温度が更に下りて、-250°C となれば、比熱は僅に 0.0242 となる。

故に、第1表は、普通温度の場合の比熱である、と心得て然るべきである。

更に又、水の比熱に付て、一言することがある。それは水の比熱を 1 とするに對する温度のことである。

15°C のときを、1 とすることがある。(普通)

20°C のときを、1 とすることもある。

13°C のときを、1 とすることもある。

併し、何れにしても小差異である。今 15°C のを 1 とすれば、20°C のは、0.999 でありて、10°C のは、1.0018 である。

氣體の比熱。 氣體が熱を受入れるとき、外壓に逆らひて膨脹すること甚大である故、外壓に逆らひて仕事を爲すために費される熱エネルギーも亦甚大である。これ外壓が一定の場合である。之に反して、一定容積の場合に氣體が熱を受入れるならば、外壓に對して仕事を爲すことは無い。されば定壓の場合には、熱の消費が比較的大である、従て比熱も定容積の場合よりはるである。

第2表は、氣體の比熱を示すのである。

空氣の比熱。 最近の換氣計算者は、キャリアー氏の研究結果に依り、空氣の定壓比熱を、0.2415 とすることが多いやうである。又最近の英國の換氣書に依れば、0.246 としてある。依て本書に於ては、0.24 を用ふる。

尙第3表を見られよ。

水蒸氣の比熱。 米國に於ては最近、水蒸氣の比熱を定壓のとき、0.5 とするやうである。併し最近の物理書に於ては、0°C のとき比熱は 0.4655、又 100°C のときは 0.4652 としてある。依て

本書に於ては 0.465 とする。

本書に於ては、水の沸騰点以下の蒸發氣を、水蒸氣と書き、沸騰点以上のを、蒸氣と書くことにする。

第三節の問題

1. 10 疋の空氣を、 -5°C より 20°C まで暖めんとするには、若干の熱量を要するか。

答、 60 Cal. (5) 式に依る。

2. 200 立方メートルの室内空氣を、 0°C より 20°C まで暖むるには、若干の熱量を要するか。但空氣 1 疋は平均 0.8 立方メートルとす、又壁窓等より熱量は損失せざることと假定す。

答、 1200 Cal.

解 200 立方メートル = 250 疋、依て (5) により答を得。

第四節 燃料の發熱量

燃焼と稱することは、燃料内の炭素と水素とが、空氣の酸素と結合して、炭酸瓦斯と水とになるときに、熱と光とを出す現象をいふのである。

空氣の供給が充分でありて、燃料内の炭素が悉く酸素と結合して炭酸瓦斯となる場合には之を完全燃焼といふのである。然るに若し酸素の供給が不十分であるならば、炭酸瓦斯の外に、一酸化炭素 CO が生ずる、是場合に之を不完全燃焼と稱する。完全燃焼ならば、發生熱量は充分に出るのであるが、不完全燃焼のときは、熱量は甚少量ほか出ない。

石油又は瓦斯が燃焼するときには、炭素の外に燃焼内の水素が、空氣の酸素と化合して水となるが、其場合水素は非常に多量なる

熱量を出すのである。

されば燃料は、炭素と水素とを多量に含有する方が良質の一條件である譯である。

1 疋の炭素は、8,080 Cal. の熱を發す

1 疋の水素は、34,400 Cal. の熱を發す

水素の發熱量は、斯の如く大でありて、炭素の四倍以上であることが知れる。就ては燃料が含有する炭素と水素とは何程位であるかといふに、大體の見當は先つ次の通りである。

無煙炭	炭素 95%	水素 2%
普通石炭	90	4
コークス	85	5
褐炭	70	6
泥炭	60	6
木材 (松檜樅等)	50	6

第 4 表は石炭等、固體燃料が、完全燃焼したる場合の發熱量を示すのである。依て實際計算の場合には、燃焼の不完全等を豫期して、可成り内輪に見込むことが安全である。

液體燃料に付ては、實際燃焼のとき、取扱の不注意等よりして、損失頗る多い故、計算上に於ては、第 5 表の如く大に内輪に見積るべきである。

次に瓦斯燃料に付ては、更に多く内輪に見積ることが安全である。

第4表 炭類の發熱量

炭名	1 疋に付發熱量 量カロリー	1 疋に要する 空氣量、立方米	火の着く温度
上等無煙炭	8250—8500	22	400—500°C
普通石炭	5500—7500	18—19	350—450
工業用コークス	6800—7000	20	300—400
瓦斯製造用コークス	6000—6800	20	330—400
煉炭	5500—7000	—	300—400
木炭	6000—7000	12	堅炭 270—300 土窯 240—260
乾ける薪	3000—4000	10—12	—
日本石炭	4000—5000		

第5表 液體燃料の發熱量

名	1 立方米に付發熱量 カロリー	實地計算上の 發熱量
石油	10300—10400	8000
アルコール	7000	5000

第6表 瓦斯燃料の發熱量

名	1 立方米に付發熱量 カロリー	實地計算上の 發熱量
石炭瓦斯	11000—12000	3000—5000
水性瓦斯	5000	2400—2900
油瓦斯	11500	7000
天然瓦斯	15000	3500—9500
アセチレン	26000	14000
水素	34180	16000

第四節の問題

1. 東京の瓦斯會社に於ては、公示熱量を瓦斯 1 立方米に付 3600 カロリーと定め、又英國倫敦のは、瓦斯 1 立方呎に付 500 B. t. u. としてある。何れが幾カロリー多きか。

答、 倫敦の方、850 カロリー多し。

注意、 第二節により、1 B. t. u./立方呎=8.9 Cal./立方米を應用すべし。

2. 褐炭 1 听を完全に燃焼すれば、12000 B. t. u. の熱を發生す、これは1疋に付幾カロリーに相當するか。

答、 6667 カロリー

注意、 第二節の $1 \text{ B. t. u./听} = \frac{5}{9} \text{ Cal/疋}$ を應用すべし。

3. 薪は 1 立方米に付重量は 400 疋、上等無煙炭は、重量 900 疋、コークスは 350 疋なり、今薪の發熱量は 1 疋に付 3000 カロリー、上等無煙炭のは 8500 カロリー、コークスのは 6800 カロリーとすれば、以上三燃料の 1 立方米の發熱量は若干

なるか。

答、 薪 1,200,000 カロリー
 無煙炭 7,650,000
 コークス 2,380,000

即ち無煙炭は、薪の約6倍にして、コークスは約2倍である。

第五節 熱の仕事當量

讀者は物理學に於て、熱の仕事當量といへることを既に學ばれたるならん。然れども物理學に於ては、熱の單位に、小カロリーを用ふると同時に、力の單位にダイン、仕事にエルグを用ふる。然るに實用的工業計算に在ては、大カロリーを用ふると同時に、疋、及び米、を用ふることが便利である故、ダイン及エルグなる單位は決して用ふることは無い。

本書は計算を主とする故、専ら數字に關して詳説しようと思ふ。先づ H を熱量とし、W を之れに相當する仕事とすれば、

$$W = JH \dots\dots\dots (6)$$

何れも單位は、疋カロリー、米及び疋なること勿論である。さて、J の値に付ては、古來幾多の學者の研究ありて、些少の差異がある。獨逸國の工業地ハイルブロン府の學者マヤー氏が、1842 年に發表したる數字は

$$J = 424.3 \text{ 疋、米、Cal.}$$

又英國マンチェスターの學者ジュール氏が、1843 年に發表したのは

$$J = 425$$

次に、アルサス州の獨逸人ヒルン及びファーブル兩氏の發表したのは

$$J = 424$$

其他種々の學者が研究したが、最近の學者は

$$J = 427.2 \text{ 疋、米、Cal.}$$

を用ふるようである。依て本書に於ては是數字を用ふる。

次に、熱單位を疋カロリーとして、仕事當量關係の事項を記す。

$$\begin{aligned} 1 \text{ Cal.} &= 427.2 \text{ 疋、米、} \\ &= 3090 \text{ 呎、呎、} \\ &= 0.00116 = \frac{1}{860} \text{ キロワット、時} \\ &= 0.00158 = \frac{1}{630} \text{ メートル馬力、時} \\ &= 0.00156 = \frac{1}{640} \text{ 英馬力、時} \end{aligned}$$

例題 メートル法の1馬力は、75疋、米/秒なり而して、1カロリーは 427.2疋、米、ならば1馬力は幾カロリー、時なるか。

答、 632 Cal./時

解 1馬力 = 75 × 3600 = 270,000 疋、米/時
 $\frac{270,000}{427.2} = 632 \text{ Cal./時}$

されば、1カロリーは $\frac{1}{632}$ メートル馬力/時である。前表に、630 としてあるのは、特に2を切捨てたのである。次に英國の熱單位に付ても、知り居ることが必要である、依て次に記す。

$$\begin{aligned} 1 \text{ B. t. u.} &= 778.68 \text{ 呎呎 (} J = 427.2 \text{ に基く)} \\ &= 777.64 \text{ 呎呎 (舊來の數値)} \\ &= 107.65 \text{ 疋、米 (} J = 427.2 \text{ に基く)} \\ &= 0.00019 \text{ メートル馬力、時} \\ &= 0.000398 = \frac{1}{2546} \text{ 英馬力、時 (舊來の數値)} \\ &= 0.000293 \text{ キロワット、時} \end{aligned}$$

第五節の問題

1. 1キロワットは幾カロリーに相當するか。

答、 860 Cal./時

2. 英國の1馬力は、2546 B. t. u./時なることを證明すべし。

但し、1英馬力=550呎、听、/秒

1 B. t. u.=777.64呎、听 (在來の數値)

若し、1 B. t. u.=778.68呎听とすれば、1英馬力=2542.76 B. t. u./時、となる。

3. 英國の1馬力は、幾カロリーなるか。

答、 641 Cal./時

解 $2546 \times 0.252 = 641.592$. 又は $2542.76 \times 0.252 = 640.76$

4. メートル法の1馬力を1とすれば、英國の1馬力は、若干となるか。

答、 0.986 英馬力

5. 1キロワットは、メートル馬力にて幾馬力になるか。

答、 1.358 メートル馬力

第三章 水

第一節 水の重量と容量

蒸溜水の重量は、1立方米につき1000庇である、又海水のは、1020乃至1040庇であるといふ。而して有名なる死海の水は、實に1240庇とのことである。

純粹なる水の重量も、溫度に依て差異がある。即ち次の通り。尙、第66表をも見られよ。

溫度 0°C のとき、重量は 999.87 庇/立方米

4°C のとき、 1000.00

20°C のとき、 998.62

100°C のとき、 958.40

されば、精密なる物理的研究は別問題であるが、實用的工業計算には、次の如く心得て差支は無い。

水の重量及容量

1 立方米に付.....1 坪=1000 庇=1 トン (メートル法)

0.001 立方米に付.....1 立=1 庇

1 立方糶に付.....1 瓦

1 立=1 立方粉に付.....1 庇

1 坪に付.....1000 庇=1 立方米

氷の重量

1 立方米に付.....930 庇

1 立方呎に付 58 听

水1立方呎の重量は

0°C のとき.....62.418 听 = 28.31 庇

$$4^{\circ}\text{C} \text{ のとき} \quad 62.425 \quad = 28.33$$

$$17^{\circ}\text{C} \text{ のとき} \quad 62.355 \quad = 28.28$$

$$100^{\circ}\text{C} \text{ のとき} \quad 59.64 \quad = 27.05$$

$$1 \text{ 英國ガロン} = 4.546 \text{ 立} = 0.00455 \text{ キロリットル}$$

$$1 \text{ 米國ガロン} = 3.785 \text{ 立} = 0.00379 \text{ キロリットル}$$

$$1 \text{ 立} = 0.22 \text{ ガロン (英)} = 0.264 \text{ ガロン (米)}$$

$$1 \text{ 升} = 0.397 \text{ ガロン (英)} = 0.476 \text{ ガロン (米)}$$

$$= 1.8 \text{ 立} = 0.064827 \text{ 立方尺}$$

$$1 \text{ 石} = 0.18 \text{ キロリットル} = 39.7 \text{ ガロン (英)}$$

$$= 47.6 \text{ ガロン (米)} = 6.4827 \text{ 立方尺}$$

第一節の問題

1. 長1米、幅50糎、高40糎の水槽の容量は幾立なるか。

答、 200 リットル

2. 100 英國ガロンの水槽は幾キロリットルに相當するか。

答、 0.455 軒

3. 100 米國ガロンは幾軒に相當するか。

答、 0.379 軒

第二節 水柱高と壓力

壓力を水柱高又は水銀柱高にて表はすことが屢ある、依て是等相互の關係を次に記す。

$$1 \text{ 氣壓} = \text{水柱高 } 10.33 \text{ 米} = \text{水銀柱高 } 0.76 \text{ 米}$$

$$= \text{水柱高 } 33.947 \text{ 呎} = \text{水銀柱高 } 29.9 \text{ 吋}$$

$$= 1.033 \text{ 疋/平方糎} = 14.7 \text{ 听/平方吋}$$

$$= 2.53 \text{ 貫/平方寸} = 235.2 \text{ オンス/平方吋}$$

$$\text{水柱高 } 1 \text{ 米} = 1000 \text{ 疋/平方米} = 0.1 \text{ 疋/平方糎}$$

$$= \text{水銀柱高 } 0.0736 \text{ 米} = 1.423 \text{ 听/平方吋}$$

$$= 22.76 \text{ オンス/平方吋} = \text{水銀高 } 2.89 \text{ 吋}$$

$$\text{水柱高 } 1 \text{ 糎} = 10 \text{ 疋/平方米} = \text{水柱高 } 0.3937 \text{ 吋}$$

$$= 1 \text{ 瓦/平方糎} = \text{水銀柱高 } 0.0736 \text{ 糎}$$

$$= 0.2276 \text{ オンス/平方吋}$$

$$\text{水柱高 } 1 \text{ 耗} = 1 \text{ 疋/平方米}$$

$$= 0.1 \text{ 瓦/平方糎}$$

$$\text{水柱高 } 1 \text{ 吋} = 2.54 \text{ 瓦/平方糎} = 0.578 \text{ オンス/平方吋}$$

$$= 0.0363 \text{ 听/平方吋} = \text{水柱高 } 25.4 \text{ 耗}$$

$$= \text{水銀柱高 } 0.1869 \text{ 糎}$$

$$1 \text{ 瓦/平方糎} = 0.227 \text{ オンス/平方吋} = \text{水柱 } 1 \text{ 糎}$$

$$= \text{水柱 } 0.3937 \text{ 吋}$$

$$1 \text{ オンス/平方吋} = 4.39 \text{ 瓦/平方糎} = \text{水柱 } 1.73 \text{ 吋}$$

$$= \text{水柱 } 4.39 \text{ 糎}$$

$$\text{水銀柱高 } 1 \text{ 耗} = \text{水柱高 } 13.596 \text{ 耗} = \text{凡 } 13.6 \text{ 耗}$$

$$= 1.36 \text{ 瓦/平方糎} = 13.596 \text{ 疋/平方米}$$

第二節の問題

1. 氣體が風道内を流走する場合に、理論上の速度は $v = 760\sqrt{h}$ なり、 h は水柱高を糎にて表はし、 v は1分間の速度を米にて表はす、若し壓力が水柱高にて、2.5 糎ならば、理論上の速度は若干なるか。

答、 1200 米/分

$$v = 760\sqrt{2.5} = 1200 \text{ 米}$$

2. 除塵装置に於て、麻屑類を除塵する場合に、速度は1分間に1500米に爲すべきなり、就ては壓力は水柱高にて若干になす

べきか。

答、 3.9 種

3. 學校などに於ては、換氣の爲めの壓力を、水柱高にて、3 種以上に爲せば、送風機の音が喧噪なり。依て水柱高を 2 種とすれば、氣流速度は若干なるか。

答、 1074.6 米/分

4. 壓力が、水柱高、 n 種ならば、それは平方種に付幾瓦の壓力に相當するか。

答、 n 瓦/平方種

メートル法にては、斯の如き大便利がある。

5. 東京の瓦斯會社の公示壓力は、水柱高 40 耗なり、それは、1 平方種に付、若干瓦の壓力に相當するか。

答、 4 瓦/平方種

6. 英國の瓦斯規則に於ては、瓦斯本管に於ける壓力は、水柱高 2 吋を下るべからずと規定しあり、是壓力は 1 平方吋に付き何听なるか。

答、 0.0726 听/平方吋

7. 前題の壓力は、1 平方種に付若干瓦なるか。但し 1 听/平方吋 = 0.07 耗/平方種

答、 $0.00508 \text{ 耗} = 5.08 \text{ 瓦/平方種}$
= 水柱高 2.54 種

第三節 蒸氣

液體が氣體に變ずることを氣化といふ、而して液體が其表面に於て靜かに氣化することを蒸發といふのである。皿に入れ置ける水が、冬でもいつしか姿を消すことは全く蒸發するからである。

斯の如くして、水は蒸發して終に蒸氣となるが、水の場合には特に之を水蒸氣又は蒸氣といふのである。

水を煖めて或る溫度に至れば、水體内部に蒸氣泡を生じ劇烈運動が起るが、是現象を沸騰といふのである。斯の如くして生じたる蒸氣の溫度は、全く沸騰水の溫度と同じである、而して斯かる状態の蒸氣を飽和蒸氣といふのである。

沸騰水を半ば密閉せる器内に入れて沸騰を続けしめ、水が悉く蒸氣に爲りたる後に於ても尙、加熱を続けるならば、其蒸氣は沸騰點以上の溫度を示すに至る、就ては斯かる蒸氣を過熱蒸氣といふのである。但斯かる場合に蒸氣が水と接觸し居るならば、決して過熱蒸氣とはならぬのである。濕蒸氣は濕氣を含有する蒸氣にして、乾蒸氣は之を含有せぬものである。

水の沸騰點は、壓力に依て變化する。海面上に於て氣壓が 760 耗のとき沸騰點は 100°C であるが、海面より昇るに従ひ、壓力は漸々減ずる故に、沸騰點も漸々低下する。之に反して、蒸氣罐などに於ては、壓力は 1 氣壓よりは大きなることがある故、沸騰點も亦、 100°C よりは、優に、高いのである。

第 7 表は、高處に於ける、水の沸騰點を示す。又第 8 表は壓力と水の沸騰點との關係を示すのである。絕對壓力とは、汽壓計にて讀みたる數字に、1 氣壓を加へたるものである。

鐵瓶より出る蒸氣は飽和蒸氣である。蒸氣煖房の蒸氣は飽和蒸氣にして且絶えず濕氣を含む故、濕蒸氣である。

乾蒸氣は毫も濕氣を含まぬものである、併し其含有熱を一部分取去れば、忽ち濕蒸氣となる。之に反し、若し濕蒸氣を熱して止まざれば、終に乾蒸氣となる時期が來る、而して更に之を熱すれば、過熱蒸氣となるのである。過熱蒸氣は不飽和蒸氣である。

されば、蒸汽の含有する熱量を調査することは必要のことであ

第7表 高處の水の沸騰點

海面上高 米	沸騰點 °C	氣壓 水銀柱、托
0	100.0	760
100	99.7	751
200	99.3	742
300	99.0	733
400	98.7	724
500	98.4	716
600	98.0	707
700	97.8	699
800	97.4	690
900	97.1	682
1000	97.0	678
2000	94.2	603
3000	91.7	535

第8表 壓力と水の沸騰點

絶對壓力		汽壓計 托/平方托	水の沸騰點 °C
氣壓	托/平方托		
1	1.033	0	100
1.1	1.136	.103	102.7
1.2	1.239	.206	105.2
1.3	1.343	.310	107.5
1.4	1.446	.413	109.7
1.5	1.549	.516	111.7
1.6	1.653	.620	113.7
1.7	1.756	.623	115.5
1.8	1.859	.826	117.3
1.9	1.963	.930	119
2	2.066	1.033	120.6
2.5	2.583	1.550	127.8
3	3.099	2.066	133.9
3.5	3.616	2.583	139.2
4	4.132	3.099	144
4.5	4.649	3.616	148.3
5	5.167	4.134	152.2
5.5	5.683	4.650	155.8
6	6.200	5.167	159.3
6.5	6.717	5.684	162.4
7	7.233	6.200	165.3
7.5	7.750	6.517	168.1
8	8.267	7.234	170.8

第9表 蒸気 の 特性

絶対壓力 呎/平方呎	沸騰點 °C	比重 呎/立方米	比容積 立方米/呎	熱量、カロリー、	
				潜熱	全熱
1	99.1	.58	1.72	540	639
1.033	100	.60	1.67	539.1	639.1
1.1	101.8	.63	1.58	538	640
1.2	104.3	.69	1.45	537	641
1.3	106.0	.74	1.35	536	642
1.4	108.7	.80	1.25	535	643
1.5	110.8	.85	1.18	534	644
1.6	112.7	.89	1.13	532	645
1.8	115.3	1.02	.98	531	646
<hr/>					
2	119.7	1.11	.90	529	648
2.5	126.5	1.37	.73	525	651
3	133	1.62	.67	521	654
3.5	138	1.87	.54	518	656
4	143	2.11	.47	515	658
4.5	147	2.35	.43	513	660
<hr/>					
5	151	2.62	.38	511	662
5.5	154.5	2.82	.36	509	663
6	157.5	3.06	.33	507	665
6.5	161	3.30	.30	506	667
7	164	3.52	.23	504	668
7.5	167	3.69	.27	502	669
8	169.2	3.98	.25	501	670

る。

蒸気的全熱量 水の 0°C よりして、蒸気 1 呎を製するに要する熱量は、1. 水液の熱量、2. 氣化熱、の合計である而して、若し過熱蒸気の場合には、3. 過熱、を加へたものが總熱量である。氣化熱のことを潜熱ともいふ。

液體の状態にある水の熱量は、 q を其熱量とすれば

$$q = ct \dots \dots \dots (7)$$

c = 水の比熱 = 1

t = 水の沸騰點、攝氏

これ液體なる水の 1 呎内に含有され居る熱量である。而して其水が、氣體に變ずる迄に要する熱を、氣化熱又は氣化潜熱といふが、其熱は次の通りである。

$$L = 596 - 0.569 t \dots \dots \dots (8)$$

式中、 L = 蒸気 1 呎の潜熱、カロリー

t = 蒸気の溫度、°C

蒸気の潜熱は、最新の實驗結果に依れば、次の通りである。

溫度が、100°C ならば、潜熱は 539.1 カロリー

0°C ならば、潜熱は 596

而して、(8) 式は以上の條件を完全に充すのである。故に同式は蒸気潜熱計算用の新式である。就ては (7) (8) 兩式の和は、蒸気的全熱量となる。之を H にて表はせば

$$H = q + L = 596 + 0.431 t \dots \dots \dots (9)$$

式中、 H = 蒸気的全熱量、カロリー

t = 飽和蒸気の溫度

然るに、彼の有名なる佛國の科學者レノール氏以來、永く用ひられたる式は

$$L=606.5-0.695t \quad (\text{甲})$$

$$H=606.5+0.305t \quad (\text{乙})$$

である。これは、 t が 100°C のとき、 $L=537$ となり、 t が 0°C のとき 606.5 となりて、現今には適當ならざる舊式である。

次に、英國單位を用ひたる式中、下記の如きものがある。

$$L=1072.6-0.695(t-32) \quad (\text{丙})$$

$$H=1072.6+0.305(t-32) \quad (\text{丁})$$

何れも、B. t. u. 等の單位を用ひてあること無論である。若し之を、カロリー等に換算すれば、次の如くなる。

$$L=596-0.695t \quad (\text{戊})$$

$$H=596+0.305t \quad (\text{己})$$

(戊) 式に於て、 $t=100$ ならば、 $L=526.5$ となり、 $t=0$ ならば、 $L=596$ となる。

第9表の熱量は、(9) 式に依て計算したものである。さて最後の(己)式の前項は(9)に同じく、又後項は(乙)のと同じであることは、少しく奇異に感ぜられる。

蒸気と他物との混合。煖房問題に於ては、屢々蒸気と水等との混合に付て、計算すべきことがある。其場合には、先づ總ての物を 0°C に變ずる爲めのカロリー數を計算し、次に是熱量を混合物の最後の溫度及狀態に變ぜしむるよう、取扱ふことである。これが一方法である。

例題 -5°C に於ける氷4疋と、 10°C の水8疋と、1氣壓に於ける蒸気1疋とを混合し、其壓力は蒸気と同じと假定すれば、混合物の溫度及び狀態は如何なるか。但し氷の比熱は0.5にして、其融解熱は80カロリーとす。

答、 30°C の水 13疋

解 氷を 0°C にする爲めの熱量は次の通り。

$$\text{氷を } 0^{\circ}\text{C} \text{ にする熱} = 4 \times 0.5 \times 5 = 10 \text{ Cal}$$

$$\text{氷を融解する熱} = 4 \times 80 = 320$$

$$\text{氷を } 0^{\circ}\text{C} \text{ の水にする總熱量} \dots\dots\dots 330 \text{ Cal}$$

水の溫度を 0°C に低下させるときに

$$\text{水より逃げ出る熱量} = 8 \times 10 = 80$$

0°C 以上の蒸気の總熱量は

$$\text{第9表によりて} = 1 \times 639 = 639$$

水と蒸気とが 0°C 迄低下するとき

$$\text{に逃げ出る熱量} \dots\dots\dots 719 \text{ Cal}$$

以上二廉の代數的和は $= 719 - 330 = 389 \text{ Cal}$ 。

混合物の重量 $= 4 + 8 + 1 = 13 \text{ 疋}$

$$389 \div 13 = 30 \text{ 弱}$$

第三節の問題

1. 海面上高 1000 米の處に於て空氣の壓力は 1 平方糎に付何疋なるか。

答、 0.922 疋/平方糎

注意、本章第二節に依り、水銀柱高 1 糎 $= 1.36$ 瓦/平方糎を應用すべし。尙第7表參照

2. 壓力が 1.5 疋/平方糎ならば、それに相當する水銀柱高は何程なるか。

答、 1103 糎

3. 10°C の水 15 疋と、1 氣壓の蒸気 1 疋とを混合すれば、何度の水が出来るか。

答、 71°C

4. (丙) 式より (戊) 式に変化することを説明すべし。

注意。第二章第二節に在る、 $1 \text{ B. t. u./hr} = \frac{5}{9} \text{ Cal./平方}$
米を應用すれば、容易に證明が出来る。

第四章 空氣

第一節 乾燥空氣の特性

絶対に乾燥せる空氣は、天然空氣中には全く無い。彼の有名な亞非利加のサハラ沙漠の空氣は、世界中の屋外空氣中最も乾燥せるものなるが、それとて 25% の濕度である。東京にて最も濕度の低き二月に於ても 62% であり、釜山にて冬季三ヶ月間は 50% である。青森の如きは最低が四月の 71% である。

然らば乾燥空氣を研究するの必要なきかといふに、決して然らざるのみならず、計算上甚だ必要の事である。實に飽和空氣の計算に當りては、乾燥空氣と蒸氣との特性を知らねばならぬのである。

乾燥空氣の密度。空氣の密度は溫度に依て差異がある。溫度が 0°C のときは 1.2936 匁/立方尺、であるが 300°C のときは僅に其半分にもならぬのである。第 10 表を見れば一目瞭然であるが、参考のため計算法を次に記す。

氣壓が 760 耗のときは、匁/立方尺にて

$$\text{乾燥空氣の密度} = \frac{1.2936}{1 + at} \dots\dots\dots (10)$$

式中、 $a = 0.00367$

$t = \text{空氣の溫度、}^{\circ}\text{C}$

氣壓が 760 耗にして、溫度が 0°C ならば、空氣 1 立の重量は 1.2936 瓦でありて、1 立方尺の重量は 1.2936 匁である。而して普通の場合に、水の密度を 1 とすれば、空氣のは 0.001293 である。

若し氣壓が水銀柱高にて、 h 耗であるならば

第10表 乾燥空気の性質

気圧 760 耗とす

温度 °C	重量 ㍉/立方米	比容積 立方米/㍉	空気 1 立方米が 吸収する熱量 カロリー/1°C	1 カロリーが 1°C 暖め得る空気量 立方米
-20	1.3959	0.716	0.335	2.99
-10	1.3428	0.745	0.322	3.11
- 5	1.3178	0.758	0.316	3.16
0	1.2936	0.773	0.310	3.22
10	1.2497	0.800	0.300	3.33
20	1.2053	0.830	0.289	3.46
30	1.1648	0.859	0.280	3.57
40	1.1282	0.886	0.270	3.70
50	1.0930	0.926	0.259	3.83
60	1.0600	0.943	0.254	3.94
70	1.0286	0.972	0.247	4.05
80	1.0000	1.000	0.240	4.17
90	0.9724	1.028	0.233	4.29
100	0.9300	1.075	0.223	4.48
200	0.7450	1.342	0.179	5.59
300	0.6150	1.626	0.148	6.76
400	0.5240	1.908	0.126	7.93
500	0.4560	2.193	0.109	9.17
600	0.4040	2.475	0.097	10.31

$$\text{空気の密度} = \frac{1.2936}{1+at} \cdot \frac{h}{760} \dots\dots\dots(11)$$

併し普通の場合では、気圧を 760 耗として計算する方が多い。
乾燥空気の熱量。第 10 表の第四欄は、1 立方米の空気が 1°C
 毎に若干カロリーを吸収するかを示すのである。これは、次式に
 て容易に計算が出来る。

$$H = W \times 0.24 \dots\dots\dots(12)$$

式中、H=カロリー数

W=空気の重量、㍉

近來米國にては**空気の比熱を 0.2415**とすることが多い。以前
 は 0.2375 などとしたのである。(12) 式に於ては、空気の定壓比
 熱を 0.24 とした。

第 10 表の第四欄は (12) 式にて計算したのである。是式は
 (5) 式の變形である。

第一節の問題

1. 空気の温度が 120°C のとき、其 1 立方米の重量は幾㍉なるか。

答、 0.898

2. 空気の温度が -20°C ならば、1 立方米の重量は若干㍉なるか。計算して答ふべし。

答、 1.3959

3. 150°C のときの空気の密度は何程なるか。

答、 0.834 ㍉/立方米

4. 第 10 表よりして、空気の温度が 53°C のときの重量を求むべし。

答、 1.083 瓩

解 50°C のとき、
60°C のとき、

1.093
1.060
.033

53° の 3 を 0.3 として之に乗じ

$$0.033 \times 0.3 = 0.0099$$

$$1.093 - 0.0099 = 1.0831$$

5. 前題を (10) 式にて解すべし

答、 1.0829

されば、表を利用する方が便利である。

6. 温度 22°C の空気 1 立方米は、攝氏 1 度毎に幾カロリーの熱を吸収するか、第 10 表を應用して答ふべし。

答、 0.2872 カロリー

7. 氣壓 760 耗のとき、空氣の重量が 1 立方米に付 1.2936 瓩ならば、氣壓が 750 耗のとき、空氣の重量は若干なるか。

答、 1.2766

第二節 空氣の濕度

屋外空氣は決して絶対に乾燥して居るものではない、必ず多少の水蒸氣を含有してゐる。實に水蒸氣は人生に缺くべからざるものでありて、空氣中にある水蒸氣は吾人健康の保護者の一であるといつても良い。若し空氣中の水蒸氣の分量が甚僅少であるならば、唾液乾き、咽喉イライラし、到底堪へられるものではない。依て水蒸氣のことを少しく述べよう。

水蒸氣。蒸氣には種々あるが、水より蒸發したるものが水蒸氣である、而して普通に之を略して、蒸汽といふのである。

皿に水を容れ置けば、吾人の目には見えぬが、水は徐々に蒸發して終に皿内が空になることは、何人も知り居る所である。斯くて自然が、空氣内に常時水蒸氣を供給してゐる。

然れども空氣は、如何に多量の水蒸氣でも多々益々包容するかといふに、決して左様では無い。一定の溫度に於ける空氣は、一定の値だけの水蒸氣をのみ包容することが出来るのである。例へば第 11 表に依り、20°C の空氣は、1 立方米に付、17.1 瓦が最大限度でありて、それ以上は吸収することは出来ぬのである。而して斯の如き状態になりたる空氣を、**飽和空氣**といふ。

飽和空氣。水蒸氣を最大限度まで包容してゐる空氣を斯くいふのでありて、其分量に達せざる水蒸氣を含有するものを、**不飽和**

第 11 表 飽和空氣 1 立方米内の

水蒸氣の重量

溫度 °C	水蒸氣の重量 瓦	溫度 °C	水蒸氣の重量 瓦	溫度 °C	水蒸氣の重量 瓦
-5	3.4	15	12.7	31	31.7
0	4.9	16	13.5	32	33.5
1	5.2	17	14.4	33	35.3
2	5.6	18	15.2	34	37.2
3	6.0	19	16.2	35	39.3
4	6.4	20	17.1	40	50.7
5	6.8	21	18.2	45	64.8
6	7.3	22	19.3	50	82.3
7	7.7	23	20.4	55	103.4
8	8.3	24	21.6	60	129.1
9	8.8	25	22.8	65	159.7
10	9.4	26	24.1	70	196.3
11	10.0	27	25.5	75	239.5
12	10.6	28	27.0	80	290.1
13	11.3	29	28.5	90	418.0
14	12.0	30	30.1	100	588.4

第12表 飽和空氣の性質(其一)

氣壓は760 耗とす

溫度 °C	重 量			空氣 1 立方米が 1°C 毎に吸收する熱量 耗 カロリー
	空氣 耗	水蒸氣 耗	總重量 耗/立方米	
-10	1.338	0.0023	1.340	0.3222
0	1.286	0.0049	1.291	0.3109
10	1.232	0.0094	1.241	0.3001
20	1.178	0.0170	1.195	0.2908
30	1.116	0.0300	1.146	0.2816
40	1.046	0.0507	1.097	0.2747
50	0.961	0.0823	1.043	0.2687
60	0.853	0.129	0.982	0.2647
70	0.714	0.196	0.910	0.2511 (最小)
80	0.534	0.290	0.824	0.2631
90	0.302	0.418	0.720	0.2667
95	0.172	0.497	0.670	0.2723

第13表 水蒸氣の最大張力

溫度 °C	張 力		溫度 °C	張 力	
	水銀柱高 耗	耗/平方糎		水銀柱高 耗	耗/平方糎
-10	2.09	0.003	50	91.98	0.125
-5	3.11	0.004	55	117.47	0.160
0	4.60	0.006	60	148.79	0.214
5	6.53	0.009	65	186.91	0.254
10	9.16	0.012	70	233.09	0.307
15	12.69	0.017	75	288.51	0.392
20	17.39	0.024	80	354.64	0.482
25	23.55	0.032	85	433.04	0.623
30	31.54	0.043	90	525.39	0.715
35	41.82	0.057	95	633.69	0.861
40	54.90	0.075	100	760.	1.033
45	71.39	0.097			

空氣といふのである。

飽和又は飽和に近い空氣は、梅雨期の空氣の如く、物には微が生じ人體には甚不健康である。然らば空氣は乾燥でも無く、濕潤でも無く、適度の濕度でなければならぬ。

空氣の濕度、一定の溫度に於ける水が蒸發することは、其蒸氣の壓力が、一定の値に達するに及んで止むものである。此一定の

壓力を、其溫度に於ける**最大壓力**或は**最大張力**といふのである。

例へば第 13 表に於て、20°C のときの水蒸氣の最大張力は、17.39 耗である。

されど普通の場合に於て、水蒸氣は飽和の域には達してゐない、従て空氣中にある水蒸氣の壓力は、其時の溫度に於ける、飽和水蒸氣の壓力よりも、小なることは明らかである。

若し現在の空氣が 20°C にして、其壓力が 10 耗であるならば、其 10 耗は**絕對濕度**を表示するものである、而して、それと最大張力なる 17.39 耗との比、即ち 0.575 が、**比較濕度**である。之を普通百分率で表示する即ち此場合では、57.5% である。

比較濕度のことを、**相對濕度**ともいひ、又之を**比濕**と稱することもある、又**關係濕度**ともいふ、而して**絕對濕度**のことを、**濕量**ともいふ。

さて空氣中に現存する水蒸氣の壓力を f とし、それと同溫度に於ける水蒸氣の最大張力を F とすれば、

$$\frac{f}{F} = \text{相對濕度} \dots\dots\dots(\text{甲})$$

$$f = \text{絕對濕度} \dots\dots\dots(\text{乙})$$

これは唯前記文句を、一目瞭然に書き改めたのみである。又以上は 13 表を應用して説明したのである。

次に第 11 表を應用して、再び説明しよう。さて、1 立方メートルの空氣内に現存する水蒸氣の重量を、 m 瓦とし、其時の溫度に於ける 1 立方メートルの空氣が、包容し得る水蒸氣の最大量を、 M 瓦とすれば、 $\frac{m}{M} = \frac{f}{F}$ である故

$$\frac{m}{M} = \text{相對濕度} \dots\dots\dots(\text{丙})$$

$$m = \text{絕對濕度} \dots\dots\dots(\text{丁})$$

といつても良い。されば通俗的には次の如く定義する。

絕對濕度は、空氣 1 立方メートル又は 1 疋に包容さるる水蒸氣の量を、瓦にて表示するものである。依て第 11 表は**絕對濕度**の表である 物理學では、1 立方粉、即ち 1 立を單位とするが、工業計算にては、1 立方メートルを用ふる方が便利である。

さて空氣の濕度を計るには**携帶濕度計**を用ふるのが便利である。それは一つの鞘に納めてある故、ポケットに入れることも出来るものにて、乾球溫度計と濕球溫度計とが合體してゐる。而して其各溫度を見れば、濕度は容易に知れるのである。携帶濕度計中、**振廻し濕度計**は良器の一である、又**アスマンの吸氣濕度計**は正確なる結果が得られ易き良器である。第 2 圖は振廻し濕度計の圖である。

乾濕球の示度を知りて濕度を知ること。濕度計に依りて乾球及び濕球の示度を知れる後は、圖表に依りて即座に濕度が知れる。第 1 圖表参照。

例題 乾球溫度 16°C. 濕球溫度 13° ならば、濕度は何程なるか。

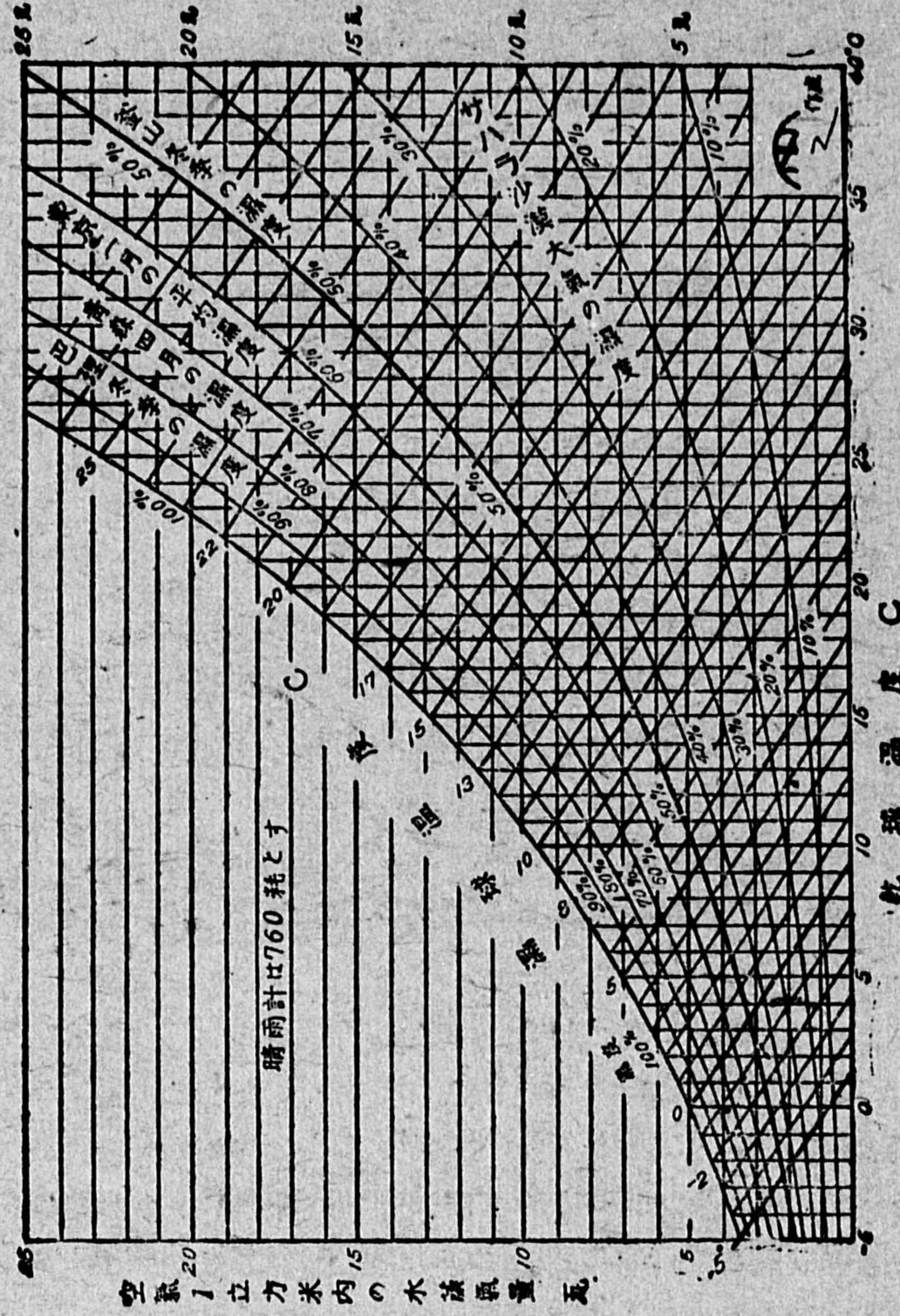
答、 72% 程

解 第 1 圖表の濕球溫度の 13° の點より、右へ降る斜線に沿ひ行き、乾球溫度の 16° の點より上昇する垂直線に會せしむれば、會點は 70% なる曲線の少し上の所にあることが知れる。

第 2 圖 振廻し濕度計の圖



第1圖表 空氣狀態指示線圖、其一、
空氣の1立方米を基準として、(13)式に依るもの、



空氣 1 立方米内の水蒸氣量 瓦

晴雨計は760 耗とす

例題 乾球溫度 0°C にして、濕度 100% のとき、若し濕氣を加へずして、溫度を 16°C 迄上昇せしむるならば、濕度は幾許になるか。

答、 36% 程

解 乾球溫度 0° の點より、上昇して 100% の曲線點に至れば、水蒸氣が約 5 瓦なることが知れる。是點より水平線に沿ひて右行し、乾球溫度 16° の所に會せしむれば、會點は凡 36% の處にある。

第 1 圖表を用ふれば、濕度は非常に容易すぐ知れるのである、そのみならず、關聯問題が容易に解け得ることの便利がある。次に、圖表に依らずして、計算することを記す。

乾濕球の示度を知りて濕度を計算すること。 濕球溫度計の示度を l 、乾球のを t とすれば、空氣の濕度は次式にて知れる。(次の乙式を見よ)

$$\text{濕度} \frac{f}{F} = \frac{f' - 0.5(t-l)}{F} \times 100 \dots \dots \dots (13)$$

式中、 F = 乾球溫度 t に於ける最大張力、第 13 表の第 2 欄水銀柱高のところにある。

f' = 濕球溫度 l に於ける最大張力、第 13 表の第 2 欄参照。

(13) 式の分數の分子は、現在の水蒸氣の張力に該當するのである。但し此式は 1 氣壓を 760 耗として割出せしものである。

例題 乾球溫度 20°C、濕球溫度 10°C ならば、空氣の濕度は何程なるか。又絶對濕量は何程なるか。

答、 濕度、24% 程

濕量、1 立方米に付 4.17 瓦餘

解 第 13 表により、20°C に對して最大張力即ち水蒸氣の最大

壓力は、 $F=17.39$ 耗、又 10°C に対しては、 $f'=9.16$ 耗、依て (13) 式により、空氣中に現存する水蒸氣の壓力は

$$f = f' - 0.5 (20 - 10) = 9.16 - 5 = 4.16 \text{ 耗}$$
$$\frac{f}{F} = \frac{4.16}{17.39} \times 100 = 23.9 = \text{凡 } 24\%$$

次に濕量即ち絶對濕度は、 $F \times 0.24 = 17.39 \times 0.24 = 4.17$

答は以上の如し、次に試に第1圖表に依りて本例題を解して見られよ。

第1圖表の濕球溫度の各點より、斜降する諸線は、(13) 式に依りて製圖せしものである。

次に米國農商務省が採用する公式を、メートル法に換算して掲げて見よう。先づ (13) 式と同様の符號を用ふる。

$$f = f' - 0.502(t - t')(1 + 0.001146t') \dots \dots (14)$$

$$\text{濕度} = \frac{f}{F} \times 100$$

此式に於ても亦、大氣の壓力を 760 耗としたのである。若し、壓力が h 耗ならば、(14) は次の如くに變はる。

$$f = f' - 0.0006606h(t - t')(1 + 0.001146t') \dots \dots (15)$$

第2圖表は、(14) 式に基いて製圖したのである。此圖表に於てはメートル法を正則とし、且比較参照の爲め華氏溫度、及び立方呎に付グレインなどを附記してある。場合に依ては便利かと思ふ。

尙又、(15) 式の原式を参考の爲め次に掲げる、米國の式である故、單位は吋、及び華氏度であることは、無論である。此式をフェレル氏 (Ferrel) の式といふ。

$$f = f' - 0.000367h(t - t') \left(1 + \frac{t' - 32}{1571} \right) \dots \dots (甲)$$

$$\text{濕度} = \frac{f}{F} \times 100$$

普通は、 $h=29.921$ 吋とする。又 F 等の數字に付ては省略する。

次に (13) 式は、濕度計を使用の都度、濕球を水にて潤すもの、即ち**振盪し濕度計**又は**アスマン濕度計**に適用される公式である、而して其原式は、理學博士岡田武松氏に依れば

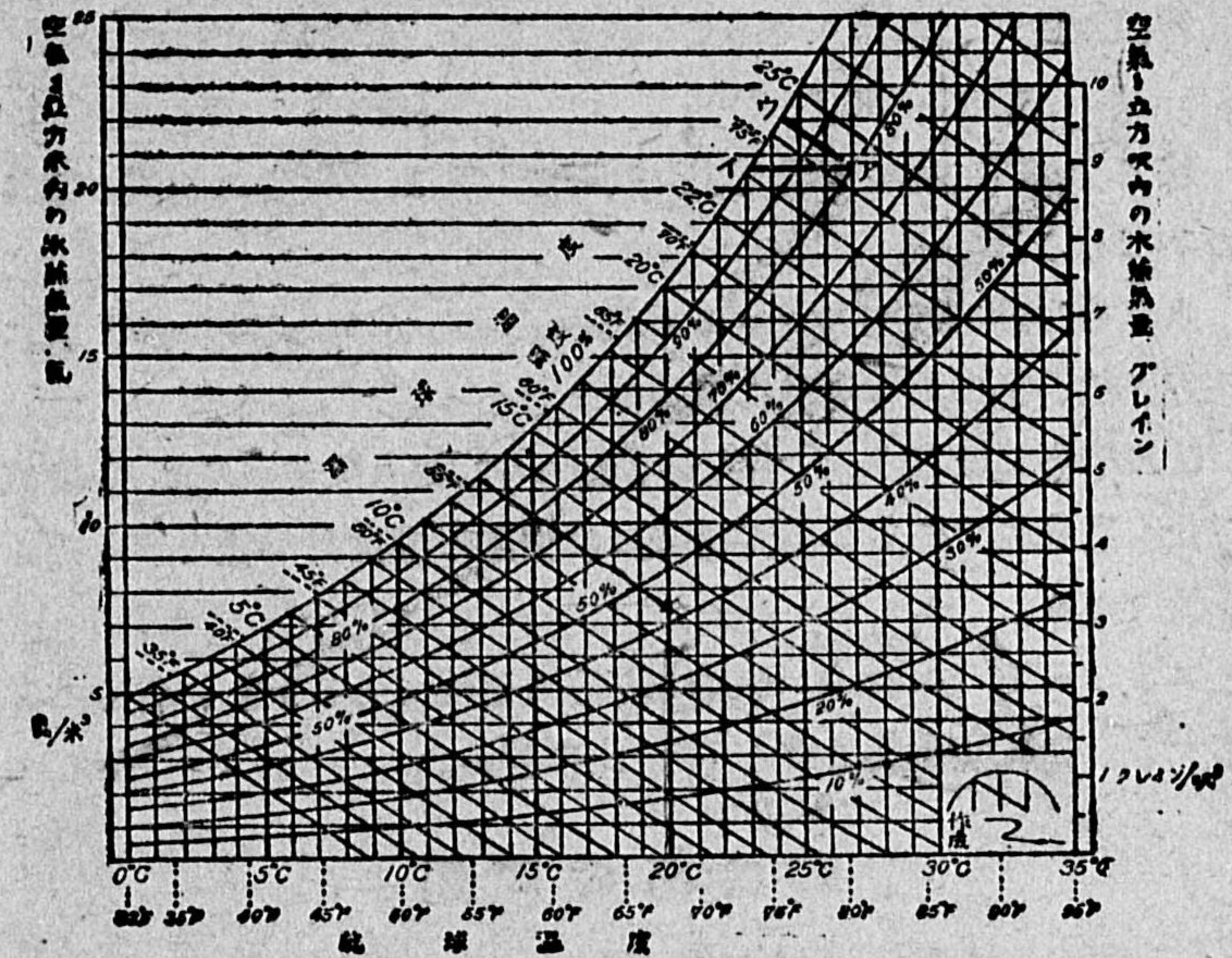
$$f = f' - \frac{1}{2}(t - t') \frac{h}{755} \dots \dots (乙)$$

にしてこれメートル法の式である。式中の大氣壓力 h を 760 耗とすれば、

$$f = f' - 0.5003(t - t')$$

となる、これより (13) 式が出来たのである。

第2圖表 空氣狀態指示線圖其二
空氣容量を基準として、(14) 式に依る。メートル法の外、英國法を比較對照す。



又後にある第三節の(21)式も亦、乾球温度を知りて湿度を見出すことにも用ひられる。つまり本書に於ては湿度計算用の公式が、數種類載せてある。併し實際に當りては、第1. 第2. 第3圖表中の一を用ふことが遙に便利である。但し斯の如き圖表を使用するには、其根源なる算式及び諸件を知り居ることが必要である。

さて、(13)式は、前述の如く、振廻し湿度計又はアスマンの吸氣湿度計の如く、使用の都度、濕球を水にて潤すものに應用される式である。氣象臺などに常時備付けられて、絶へず水に濕ほされあるもの場合に於ては、(13)式は用ひられない。常時水に濕されてある濕球のときは、次の式が簡便式の一である。

$$f = f' - 0.00079h(t - t')$$

符號は總て前の通りである。次に h を 760 耗とすれば、

$$f = f' - 0.6(t - t') \quad \text{(丙)}$$

就ては(13)式と(丙)式とは、唯 0.5 と 0.6 との相異があるのみである。

米國農商務省採用のフェレル氏の式即ち(14)式は、(13)式に甚近き故、振廻し湿度計に適當の式である。

物理學者又は氣象學者は、いざ知らず、吾人工業家には、(13)式が最も良き式である。湿度検査には振廻し湿度計の數を多く用ふる故である。

アソゴ氏 (Angot) の式は非常に煩雜であるから、省くことにする。尙又其結果は寧ろ(丙)式に近い。

第二節の問題

1. 乾球温度 15° . 濕球温度 10° のとき、空氣の湿度は何程な

るか、圖表に依り答ふべし。

答、 52% 程

2. 乾球温度 18° 濕度 50% ならば、濕球温度は若干なるべきか。

答、 12° 程

3. 乾球温度 20° 濕球温度 13° ならば、濕量即ち絶對湿度は若干なるか。

答、 7.7 瓦程

注意、 湿度は凡 43% である、其會點より水平線に沿て左行すれば、7 より上の點に至る。

4. 乾球温度 30° . 濕度 33% なるとき、是空氣の温度を出來るだけ下げんとするには、何程迄下げ得るか、言ひ換れば、湿度 100% 迄下げるときは、温度は何程になるか。

答、 19° 程

注意、 乾球温度 30 の點より、垂直線に沿て上昇し、30% より少し上に至て止り、更に斜線に沿て左に昇れば、100% の曲線に會す、依て 19° なることを知る。

5. 室内の温度が 16° のとき、空氣 1 立方米内に含まれる水蒸氣は、10 瓦ならば、空氣の湿度は若干なるか。

答、 74% 程

6. 乾球温度 15° . 濕球温度 10° のとき、空氣の湿度は何程なるか、(13)式に依りて計算すべし。

答、 52.48%

注意、 第 13 表を利用すべし。 $F=12.69$ 又 $f'=9.16$ とす。

第三節 飽和空氣及び不飽和空氣

飽和空氣の熱量は、乾燥空氣の熱量と、水蒸氣のとの合計である。さて乾燥空氣 1 珎内に含まれる、0°C 以上の熱量は、溫度 t に於て

$$H \text{ カロリー} = 0.24 Wt = 0.24t \dots (15)$$

又水蒸氣の 0°C 以上の熱量は、(1) 液狀水の熱量と、(2) 氣化潜熱と、又若し過熱蒸氣あらば、(3) 其熱量との合計である。

1. 液狀水の熱量。水蒸氣が、まだ氣體にならぬ前、即ち液の状態にあるときの、0°C 以上の熱量は

$$h = t \dots (16)$$

h = 液の熱量、珎カロリー

t = 空氣の溫度、C.

2. 水蒸氣の潜熱即ち氣化熱は、最近の研究結果に依れば、100°C のとき、氣化熱 L は次の通りである。

$$L = 539.1 \text{ 珎カロリー/珎}$$

以前は、實驗者に依り 537. 又は 526.4 又は 607 など種々の數字がありて實に區々である、併し最近では前記の 539.1 を採用し、0°C のときは、593 を正しとするようである。

依て飽和空氣 1 珎の熱量は次の通り。

$$H = 0.24(1 - W')t + W'(h + L) \dots (17)$$

H = 飽和空氣 0°C 以上の熱量、カロリー

h = (16) 式の通り

L = 水の氣化熱、(8) 式参照

W' = 飽和空氣 1 珎内の水蒸氣の重量、珎、第 14 表参照

t = 空氣の溫度、C

さて第 11 表等の諸表に於ては、飽和空氣 1 立方米内の水蒸氣量を記してあるが、1 珎内のは、(17) 式につき必要が起つて來た。依て第 14 表を掲げる。但し普通の場合に於ては、前者で充分間に合ふが、精密を要する場合には後者の方が優れるのである。

例題 溫度 40°C なる飽和空氣 1 珎の、0°C 以上の全熱量は若干なるか。

答、 37.43 カロリー

第 14 表 飽和空氣 1 珎内に含有さるる
水蒸氣量、

溫度 C	飽和空氣 1 珎に付		飽和空氣 1 珎の 容積、立方米
	水蒸氣の重量、珎	乾燥空氣の重量、珎	
0	.0038	.9962	.775
10	.0076	.9924	.806
20	.0144	.9856	.833
30	.0262	.9738	.870
40	.0461	.9539	.909
50	.0787	.9213	.962
60	.134	.866	1.018
70	.223	.777	1.100
80	.352	.648	1.214
90	.580	.420	1.389
95	.742	.258	1.493

解 第14表により、 $W=0.0461$ 庇

$t=40.^\circ$ $h=40$ カロリー

(8) に依り、 $L=596-0.569 \times 40=573.24$

(17) に依り、 $H=0.24(1-0.0461) \times 40+0.0461(40+573.24)$
 $=9.1574+28.2704=37.427$

これ飽和空気1庇、即ち空気と水蒸気との混合の1庇の、全熱量である。

次に最も精密を要する場合には、飽和空気内の、乾燥空気のみ1庇を基準として、総熱量を計算する方が正確である。是場合には、水蒸気量は1庇以外にハミ出すことは無論である。

此場合に、飽和空気全熱量は次の通り

$$H=0.24t+W(h+L)\dots\dots\dots(18)$$

式中 W =飽和空気内の、乾燥空気1庇を基準としたる水蒸気の重量、庇、第15表にある。

t =空気の温度、 $^\circ$

h =前に同じ、(16)式参照

L =水の氣化熱、(8)式参照

以上は、温度が 0° より t までの全熱量を、庇カロリーにて表はしたるものである

第15表 飽和空気内の乾燥空気1庇を

基準としたる水蒸気量及熱量、

温度	乾燥空気量、庇	水蒸気量 庇	乾燥空気1庇相當の飽和空気を 1° 高めるに要する熱量、カロリー	總熱量 カロリー
0	1	.0038	.2418	2.27
10	1	.0077	.2436	6.95
20	1	.0146	.2468	13.38
30	1	.0269	.2526	23.15
40	1	.0484	.2626	33.23
50	1	.0853	.2798	62.43
60	1	.155	.3125	105.84
70	1	.287	.376	185.7
80	1	.544	.492	339.1
90	1	1.38	.881	831.1
95	1	2.88	1.58	1710.7

次に以上の如き空気を、 1° だけ高めるに要する熱量は、乾燥空気1庇の熱量と、相當水蒸気の熱量との和である。空気の比熱を0.24とし、水蒸気のを0.465とすれば、

$$H=0.24+0.465 W \dots \dots \dots (19)$$

式中 W は (18) 式と同じ。第 15 表参照。

第 3 圖表は、第 15 表に基いて一部分が出来たものである。

不飽和空気

不飽和空気が、水と接触する場合には、水の一部は絶へず蒸發して、空氣に濕氣を添加するものである。其場合に、外部より熱を供給すること無く、又熱を取去るものも無ければ、蒸發の爲めに要する熱は、空氣自身及び水蒸氣の熱に、頼らねばならぬ。斯くて蒸發の爲めに冷しくなることは、暑中の撒水にても明らかなる所である。

斯くて、蒸發の爲めに空氣が遂に飽和となる場合には、之を斷熱飽和と唱へる。斷熱作用の行はれるとき、蒸發に要せし熱量は、空氣及び水蒸氣の吐出せし熱量と全然同一である。依て次の式が出来る。

$$(W' - W)L = 0.465W(t - t') + 0.24(t - t') \dots \dots \dots (20)$$

$$W = \frac{LW' - 0.24(t - t')}{L + 0.465(t - t')} \dots \dots \dots (21)$$

式中、 W = 温度 t に於て乾燥空氣 1 疋と混合したる水蒸氣の重量、疋

W' = 温度 t' に於て飽和する乾燥空氣の 1 疋と、混合したる水蒸氣の重量、疋

t = 空氣の温度、 $^{\circ}$

t' = 斷熱飽和の温度、 $^{\circ}$

L = 温度 t に於ける氣化熱、カロリー、(8) 式参照

前記の式は、空氣の濕度を算出するに必要なものゝ一である。又空氣に幾許の濕量を添加すべきかを知るに、必要な式で

ある。

例題 乾球温度 27° 。濕球温度 19° ならば、空氣の濕量及び濕度は若干なるか。但乾燥空氣 1 疋を基準とする。

答、 濕量 10.5 瓦

濕度 45.3%

解 (21) 式を採用すれば、 $t=27$ 、 $t'=19$ 。

$$L=596-0.569 \times 27=580.6 \text{ カロリー} \dots \dots \dots (8) \text{ 式参照}$$

$$W'=0.0139 \text{ 疋 } (19^{\circ} \text{ のとき}) \dots \dots \dots \text{ 第 15 表に依る}$$

20° のとき 0.0146

10° のとき 0.0077

を利用す。

依て (21) 式により、

$$W = \frac{581 \times 0.0139 - 0.24(27 - 19)}{581 + 0.465(27 - 19)} = 0.01052 \text{ 疋}$$

次に 27° に於て飽和する空氣の水蒸氣量は、第 15 表に依り、0.0232 疋である。依て

$$\text{濕度} = \frac{0.01052}{0.0232} \times 100 = 45.3\%$$

濕球温度と露點との區別

濕球温度は、空氣に濕氣を添加し、蒸發によりて熱を吐出す爲め、濕度が下降するのでありて、其下降温度を斯くいふのである。

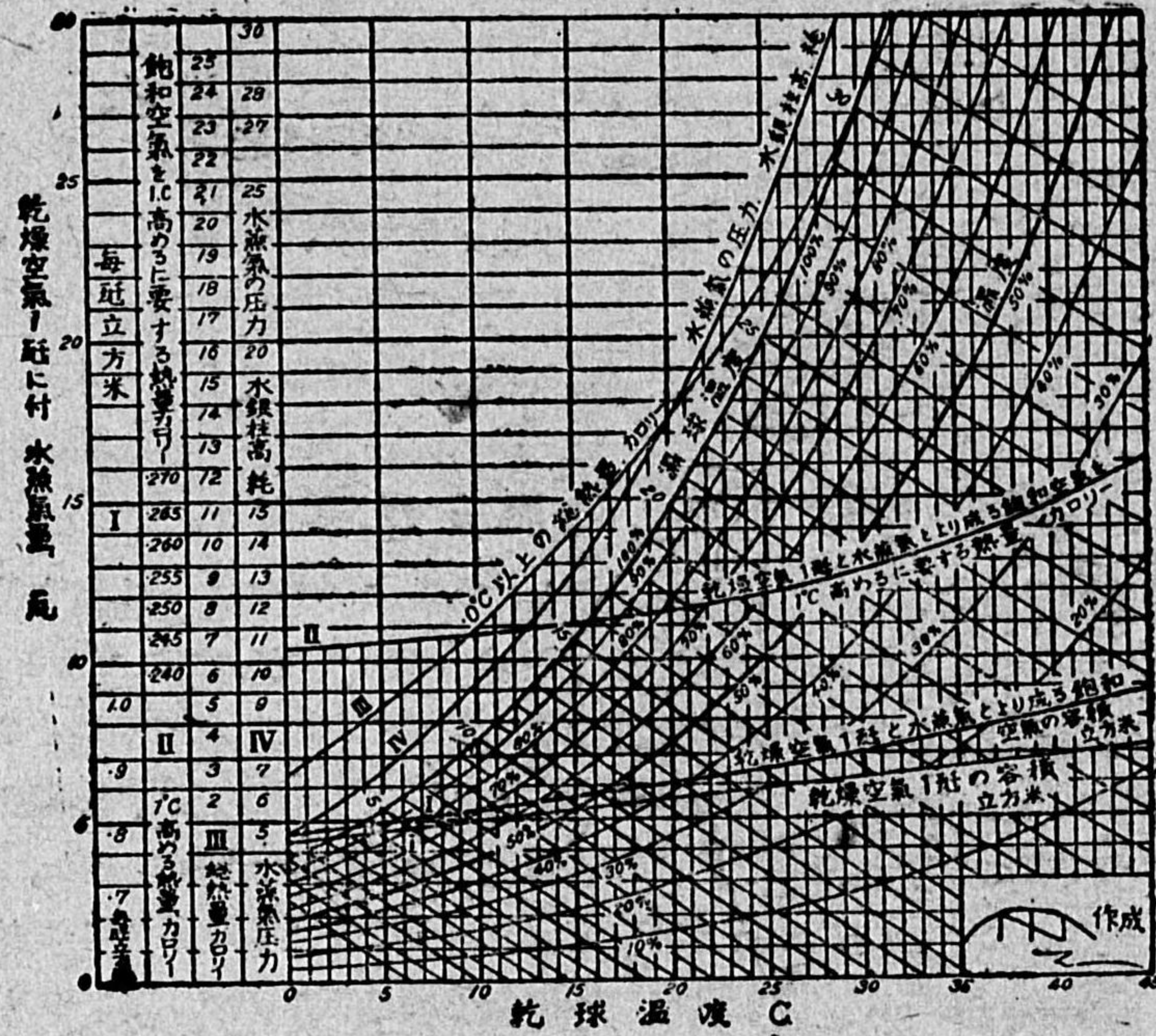
露點とは、空氣の濕氣は變更することなく、唯熱を若干減少せしむることに依りて、到達するのである。以上の區別は、圖に依れば明瞭に氷解が出来る。先づ第 2 圖表に依りて説明しよう。

空氣の温度が 27° にして濕度は 80% なりと假定しよう。然らば圖表の右上のア點が其空氣の状態を表示するのである。ア點より水平線に沿ひ左行し、アイ線を引けば、イ點は其空氣の露點

である。次に元へ歸り、ア點より斜行して、アウ線を引けば、ウ點は濕球溫度を表示するのである。兩者等しく飽和状態にあれども、相異なることは上述の通りである。而して此場合に露點は23.2°C程にして、濕球溫度は24.4°C程である。

此圖解に依りて、露點は濕量に變化なきことが明瞭に解せられるであらう。夏日氷水のコップに露が現出するのは良き實例である。溫度が低下すれば、露點が起生するのである。之に反し、濕球溫度を得るには、空氣に濕量を添加する必要があるのである。

第3圖表 空氣狀態指示線圖 其三
乾燥空氣1疋を基準とせしもの。



以上は室内空氣の調和即ちエヤー、コンディショニングに關し

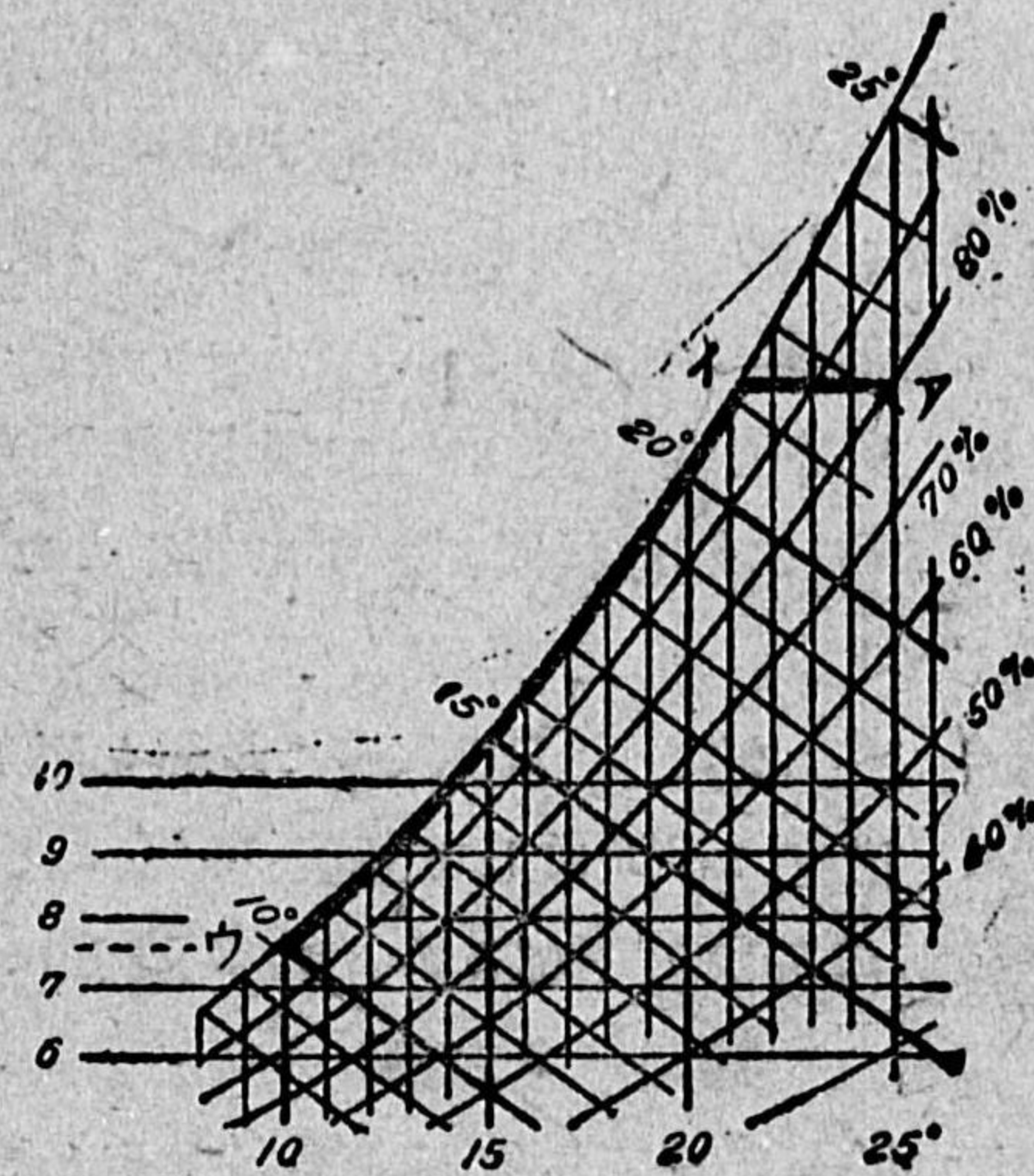
て最も肝要なる事柄である故、明白に瞭解し置くべきものである。

例題 溫度 25°C 濕度 80% なる空氣を 10°C に冷却するならば、濕量は若干となるか、第3圖表に依て答ふべし。

答、乾燥空氣 1 疋に付 7.5 瓦餘

解 第3圖の、乾球溫度 25° の垂線を上昇して 80% の曲線に止まり、其點をアとす、アより水平に左行すれば第3圖に示す如く、イ點なる露點に達す、イ點より曲線に沿ひて降り、10° の垂直線に會せしむ、其會點をウとす。此ウ點を水蒸氣量の尺度に照せば 7.5 餘になることは第3圖を見て明瞭である。

第3圖



第三節の問題

1. 乾球溫度 15°C. 濕球溫度 10°C のとき、空氣の濕量及露點、0°C 以上の總熱量、其空氣を 1°C 高めるに要する熱量を、第3圖表に依て答へよ。

答、濕度=50%

濕量即ち水蒸氣量=空氣 1 疋に付 5.4 瓦程

露點=5°C

総熱量=10⁴ カロリー

1°C 高める熱量=0.245 カロリー

圧力=12.7 耗

2. 前例題の湿度を (21) 式に依りて計算すべし。

答、 50.49%

注意。第 15 表に依り、 $W'=0.0077$ 。

(8) 式に依り、 $L=587.4$ 餘

依て、 W を算出し、次に其結果を、15°C に對する水蒸氣量にて割り、100 を乗ずれば答が出る。15°C の水蒸氣量は、第 15 表より計算すべきである。

3. 屋外温度 0°C にして湿度 80% なるとき、之を室内に引入れて 20°C に暖むれば、湿度は若干となるか、第 3 圖表に依りて答ふべし。

答、 20% 故に乾燥し過る。

4. 温度 27°C にして湿度 85% の空氣を 13°C に冷却するならば、濕量は若干なるか。第 3 圖表にて答ふべし。

答、 9 瓦餘

5. 0°C に於て湿度が 90% なるとき、若し其空氣を 20°C に暖め且湿度を 50% と爲すには、濕量を幾許加ふべきか。第 3 圖表により答ふべし。

解、 $7.4-3.4=4$ 瓦/珎

6. 前題を第 1 圖表に依りて答ふべし。

答、 $8.7-3.2=5.5$ 瓦/立方米

7. 容積 50 立方米の室あり、室内空氣は 1 時間に一回替るものとす。屋外より入込む空氣は 0°C にして湿度は 75% なり。若し室内空氣を 20°C とし、湿度を 50% に保持せしめんには、24 時

間に若干リットルの水を蒸發せしむべきか。第 1 圖表に依りて答ふべし。

答、 1 晝夜に付 7.2 リットル

注意。第 1 圖表に依り、濕量の差は $8.7-2.7=6$ 瓦

依て空氣 1 立方米に付 6 瓦の濕量を添加すべきである。さて 1 時間に 50 立方米の空氣が室内に入る故に、1 晝夜に要する水蒸氣量は $6 \times 50 \times 24 = 7200$ 瓦 = 7.2 珎 = 7.2 立を要する。

第五章 空気の汚染

第一節 新鮮空気

大気は窒素と酸素との外、種々なる瓦斯體の機械的混合物である。炭酸瓦斯と水蒸氣とは、必らず空気内に在るもの、其他オゾン、アルゴン、及びネオン等も混在するが、甚少量にして特記する程のものでは無い。

窒素と酸素との割合は、重量にて窒素 76.9 酸素 23.1 である。又體積に付ては、窒素 79.1 酸素 20.9 である故、約 4 と 1 との比である。

酸素。酸素は吾人の生活に必要缺く可らざるものである。實に吾人の生命を保持し、安寧幸福を持続せしむるものは、酸素を置いて外に無く、夜と無く日と無く、寸時も缺く可らざるものである。

窒素。酸素は男性的にして、窒素は女性的であるといふべきか。酸素の性質は非常に劇烈である故、若し空氣が酸素のみであると假定すれば、吾人の身體は其威力に耐へ難く、忽ち焦失の運命に遭ふのである。

是に於て、稀釋の爲めに窒素が混じ居る譯合である。

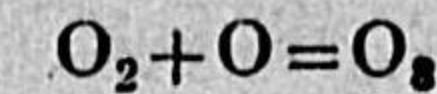
第二酸化炭素。即ち炭酸瓦斯は常時空氣中に在るものである。新鮮空氣に在て其分量は先づ、體積に於て空氣 1 萬分中、3 乃至 4 である。

水蒸氣。これも亦空氣中には必ずあるものである。是事に付ては既に前章に於て詳説した故、再説するの必要は無い。

オゾン。これは空氣中に常時あるものでは無いが唯雷鳴のと

き電氣作用に基因して大氣中に起生することもあるし、又稻妻の爲めに出来ることもある。其他海水の蒸發に因り起生することもある。又雲に日光が作用して起ることもある。兎に角、都會よりは田舎又は海邊の空氣がオゾンを含有することが多い。

オゾンを符號にて表はせば



にして、不安定の混合物であり、他物と混合して其酸化物を形成し易い、従て強烈なる殺菌力がある。

オゾンを製造して、新鮮空氣に混入し、之を室内に送入することがある。此進歩的方法に於ては、空氣百萬分中、オゾン 0.2 乃至 1.0 を混入すれば、實に心地良き、氣分を爽にする芳香を發するといふことである。

オゾンは又、厨房、便所、地下室のカフェー、喫煙室及び製造工場などの惡臭を放つ所に用ひて效能がある。併し空氣百萬分中 1 以上混入しては喉や肺を刺戟する故に、成るべく少く混入すべきである。先づ百萬分中 0.3 乃至 0.4 が適當であるとの事である。

第二節 空氣汚染の原因

室内空氣の汚染原因は、主として人類の呼吸發汗に歸するのであるが、其他建物に依りては、機械も亦原因となる。其外燈類及び炭火等の類も亦空氣を汚染するものである。

第一 人類の呼吸發汗

多人數集る處の空氣は次第に悪くなる。大ビルディング其他百貨店、劇場等の空氣の汚染されることは、今更、事新らしく述べるには及ばぬ程である。

それに付て空気汚染の根元は三つある、人體より出る炭酸瓦斯と熱と水蒸氣とである、依て是等を順次詳述しよう。

炭酸瓦斯。往時は之を有毒瓦斯と思つた、従て換氣の計算に於て、従前は空氣 1 萬中の炭酸瓦斯量を、僅に 6 乃至 8 とした。然るに研究が大に進みし結果、是瓦斯は決して有毒では無く、**空氣 1 萬分中 300** に達しても尙毫も生命には危險は無いことが明瞭となつた。是に於て換氣計算上に一大革命が起つた譯である。しかのみならず、煖房と關聯して、空氣の再循環でも重循環でも、せしむることが出来る故、**經濟上非常に喜ばしきことである。**

然らば換氣設計に於て、炭酸瓦斯は、餘り意とするには及ばぬものとなつた、然れども空氣中の炭酸瓦斯の分量は、空氣汚染の尺度を示すの效能がある故、矢張り之を調べることの必要はある。

且又、**炭酸瓦斯の分量が餘り多くなれば、空氣中の酸素が少くなり、従て吾人の呼吸が忙しくなり、漸々苦しくなる。**ハルデン及びブリーストレー兩氏の研究に依れば、炭酸瓦斯が 1 萬分中 200 になれば、肺臓の活動は 5 割増加し、300 になれば 10 割増し、400 になれば 20 割に昇り、600 になれば 50 割となる。此最後の場合に於ては、最早呼吸は非常に困難となる、而して炭酸瓦斯が更に増して 1 萬分中 1000 になれば、終に意識を失ふに至るが、併し尙生命には危險は無い。若し又更に増加して 2500 になるとも、即死することは無いといふことが兩氏の研究で知れたのである。空氣 1 萬分中 2500 とは、空氣の 25% の炭酸瓦斯に相當するのである。

人體より出る炭酸瓦斯量。大人一人が毎時吐出す炭酸瓦斯の分量は、其人の狀態に依て差異があるが先づ次の通りである。

吐出炭酸瓦斯の分量 = 0.017 立方米/時/人

普通の場合では、以上の數字を採れば適當である。次に英國のパーカー教授が、**體重 63.6 斤の男子**に就て調査したる結果に付ては、第 16 表を見られよ。

日本人は英米人に比すれば少し軽い故、前記の分量を少し減じて、0.012 乃至 0.015 立方米となすべきかと思はれる。活動寫眞の見物人の如きは兒童又は婦女子が多い故、0.012 立方米として適當であると思はれる、それでも體重は、45 斤相當である。小學校の如き兒童のみの所に於ては、0.008 乃至 0.01 立方米として適當であるならん。

人體より出る熱量と水蒸氣量。人體には、労働、安息、就眠など種々なる状態があれども、身體内の活動は決して停止することは無い。假令、熟睡中でも心臓は常に規則正しく鼓動し、肺臓は又自己の義務を盡す爲めに絶へず活躍し、其他總ての體內機關は各々夫れぞれの任務を盡す爲めに努力奮闘してゐるのである。而して斯の如く活動を繼續せしむるもの即ち、蒸氣機關の燃料に比すべきものは、空氣中の酸素に外ならぬのである。實に酸素は活動の要素であり、吾人生命の保持者である。

人體内の機關即ち諸臓器の活動に依り、エネルギーが熱に變形して身體保温の役を爲し、過剩熱が肺及び皮膚より散逸して室内の溫度を高めるのである。其外水蒸氣も亦、同徑路に依りて、人體より空氣中に逸走するのである。

人體より出る熱量は、大人の場合には次の通り

静座のとき 90 カロリー/時/人

烈しき手工に従事するとき 140 カロリー/時/人

又人體より出る水蒸氣の分量は、大人 1 人 1 時間に付大約

60瓦乃至65瓦である。

米國のパーカー教授は、人體より出る熱量に付、有益なる研究をした、其結果は第16表の通り、但し供試人體は重量63.6斤にして、皮膚の總面積は1.9平方米である。是表の最下にある。

第16表 人體發熱量の一例

状態	排出空氣量 1時間、立方米	排出炭酸瓦斯 1時間、立方米	毎時總熱量 カロリー	毎時皮膚1平方米の 發熱量、カロリー
寢臺上安臥	0.465	0.0118	69	35
直立休息	0.624	0.0166	94	48
歩行、毎時3.2軒	1.120	0.0396	228	117
全上、6.4軒	2.250	0.0838	472	242
全上、8軒	3.650	0.1460	765	390

1. 時間に8軒の速度を以て走る人は、恰も温水暖房の放熱器と同様な熱量を出すのである。驚くべき發熱量である。

次に座業者が1晝夜二十四時間に排出する熱量は、可成り多いことは第17表を見て知られよ。即ち3300カロリーの熱量が、人體より出でて空氣に傳はるのである。

さて、第16及第17兩表の如くに、人體の過剩熱が発生するのであるが、若し是驚くべき多額の熱量が、身體内に閉籠ると假定すれば、吾人は到底其熱に堪へることが出来ぬのである。然るに天然は極めて巧緻に出来て居り熱の出口を多く設けてある。

第18表は座業者の、熱の排出口及び各排出口よりの熱量を掲げてある。

第17表甲 座業者發熱量の一例

状態	時間	毎時熱量 カロリー	熱量合計 カロリー
就眠	8	70	560
休息	6	93	558
座業	10	218	2180
	24		3298

第17表乙 室内溫度20°Cのときの發熱量

在室状態	カロリー/時
大人休息	95
大人普通勤務	113
大人劇勞	150
兒童	60
小兒	16

第18表- 座業者過剰熱排出量の一例

排出場所	24時間の排熱量	百分率
	カロリー	
尿尿	48	1.9
吐出呼吸	90	3.6
肺よりの蒸發	190	7.5
皮膚よりの蒸發	360	14.5
対流及輻射	1800	72.5
	<u>2488</u>	<u>100.0</u>

量を掲げてある。

是表に依れば、対流及輻射と、並に皮膚よりの蒸發とが、排熱に付ては最も有力なる原因である。其中、対流及び輻射といふのは、身體皮膚より外部へ放射する輻射、及び空氣が身體に接觸して起る対流、のことである。

皮膚よりの蒸發とは、俗にいふ發汗のことのみでは無い、發汗とは眼に見ゆる玉なす汗のことを俗にいふのである、而して蒸發とは眼に見えぬものをも含むのである。冬季でも皮膚よりの蒸發は絶へず行はれてゐる。實はそれが本統の汗である。

次に佛國の學者が、體重70斤の男子の發熱量を調べたことがある。其結果1時間の發熱量は100乃至140カロリーであつた。

以上を綜合するに、劇場の觀客などの如く靜座する人の發熱量は

體重1斤に付、 1.2乃至1.5カロリー/時

程である。されば體重50斤の日本人としては、一人1時間に、60乃至75カロリーとすれば適當に近い。60は米國の兒童である、第17表乙參照。

第二、機械器具の發熱量

機械類の摩擦が熱を生じ、燈類も亦發熱する、從て是等のある室内空氣は、漸々溫度が上昇する譯合である。

機械の効率に依て發熱量も異なる譯であるが、先づ概念を得るには、次のことが幾分參考になる。

英國の1馬力に付發熱量.....640カロリー/時

メートル法1馬力に付.....630

以上は唯概念を示したのみである。

次に電動機、發電機等に於ては、効率(電氣では能率といふ)を100より減したる數をキロワットにて換算し、キロワット毎に860カロリーとすれば良い。

例題 500キロワットの發電機ありて其能率は80%なりとすれば、發熱量は若干なるか。

答、 86,000カロリー/時

解 $100 - 80 = 20\%$ これ熱になるのである。

$500 \times 0.2 = 100$ キロワット

$860 \times 100 = 86,000$ カロリー

されば機械器具に付ては効率を知ることが必要である。既に効率が知れば、發熱量は容易に知れる。第19表に若干の効率を掲げる。

例題 1時間の消費量0.1立方米なる瓦斯燈あり、瓦斯1立方メートルの發熱量は4000カロリーと假定すれば、是燈の發熱量は若干

なるか。

答、 1 時間に付 360 カロリー

解 効率を 1% とすれば、0.9 が熱となる。

$$4000 \times 0.1 \times 0.9 = 360 \text{ カロリー/時}$$

第 19 表 電気及瓦斯機器の効率

名 稱	効 率
電気変圧機.....	85 乃至 98
電気変流機.....	80 — 92
電動機.....	65 — 85
電気焔爐	60 — 85
弧光燈	19
瓦斯機關	25 — 32
瓦斯焔爐	34
瓦斯燈	1

第三、日光の熱

四季に依て、太陽熱に強弱の差はあるが、先づ硝子面 1 平方米に付 1 時間に 370 カロリー程の熱が出る。

例題 硝子張の一室あり、硝子面積は 30 米×60 米=1800 平方米ならば、其室内には 1 時間に若干熱量が出るか。

答、 666,000 カロリー/時

解 $370 \times 1800 = 666000$

されば此室を閉鎖し置けば、吾人は其熱に堪へぬ、依て換気の必要あることが明瞭である。

第五章の問題

1. 五百人入の活動寫眞館に於て、1 時間に生ずる熱量は若干なるか。但し小兒及婦人が多しと假定し、1 時間 1 人に付 60 カロリーの發熱量とす。

答、 30,000 カロリー/時

2. 電燈あり能率は 100% とす、然らば 1 時間の發熱量は若干なるか。

答、 發熱量皆無である。

3. 女工の寄宿舍に於て、8 人入の一室あり、床面積 25 平方米、天井高 3 米、而して換気設備なしと假定すれば、睡眠 1 時間に、室内空氣 1 立方米毎に幾カロリーの熱が加はるか。但し睡眠時の發熱量は 60 カロリー/時とす。

答、 6.4 カロリー/平方米

第六章 快感空氣

第一節 快感空氣の條件

吾人が梅雨期に於て鬱陶しく感ずるのは、空氣にある濕氣が餘り多量であるからである。之に反して、空氣が非常に乾燥して、濕度が0%に近いと假定すれば、口中粘液乾き、咽喉刺戟され、是れ又到底吾人が堪へ得る所では無い。

さらば、空氣が吾人に快感を與ふると否とは、全く濕氣の適度なることに因るかといふに、決して斯く斷ずることは出来ぬのである。

之に就ては、歐米先進國の學者が多年研究を重ね、終に現今に於ては、快感條件が殆んど確定に近づいたのである。今順次之を陳述して見よう。

第一 初期の結論

綿密なる研究の結果、最初に到達したる結論は、實に次の如くである。

空氣の溫度と濕度との組合せが適當でなければならぬ、溫度が高ければ、濕度は割合に低く、又溫度が低ければ、濕度は割合に高くても良い。

斯の如き結論に達したのである。而して具體的の數字に於ては學者に依て多少異なること無論である。

佛國の衛生學者なるマチオー氏 (Mathieu) は次の如く言はれた

溫度 18° 乃至 20° のとき.....濕度は60%

21° 乃至 23° のとき.....50%

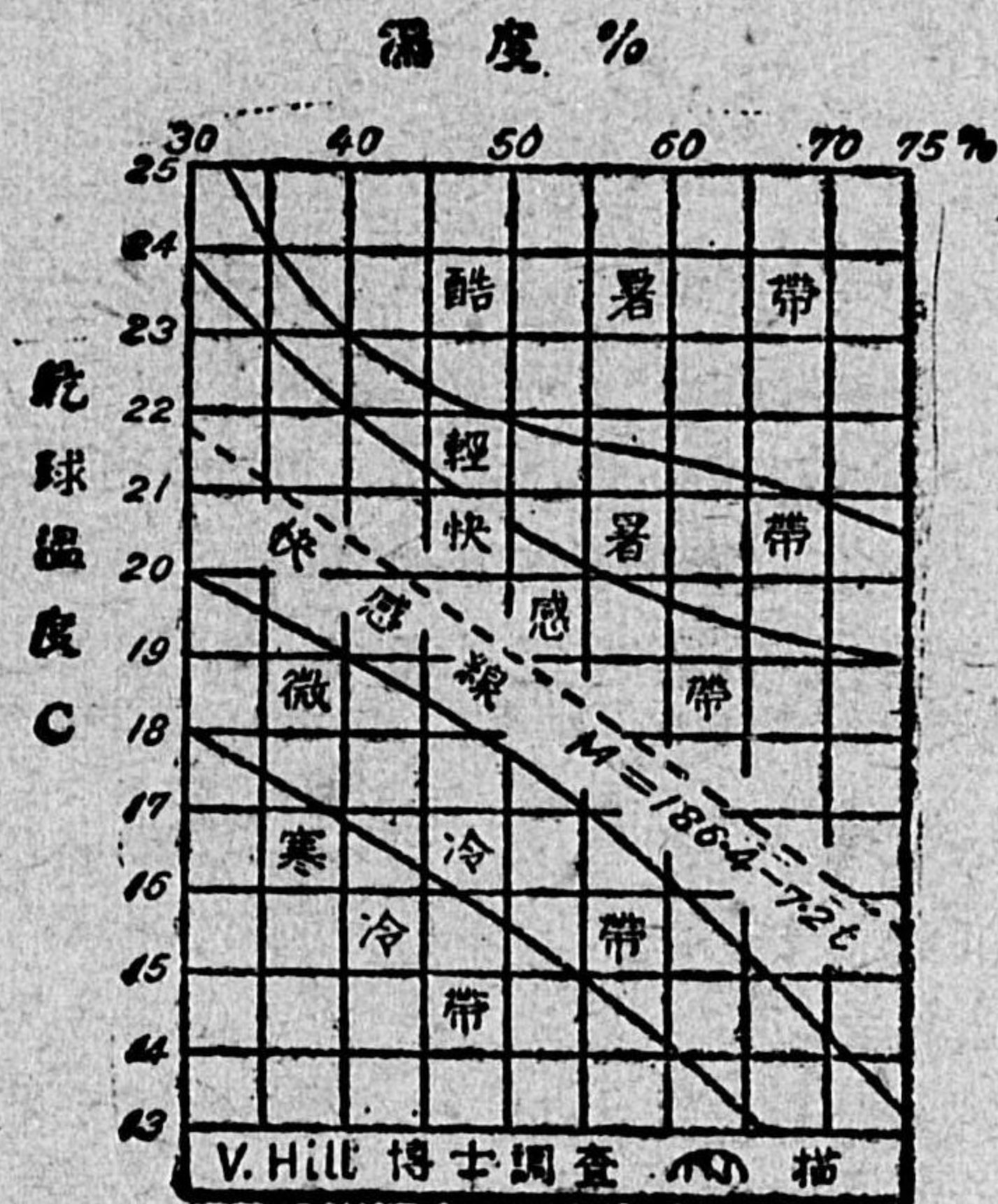
24° 以上のとき.....40%

其他の各國學者も悉く、溫度と濕度との、相互間關係の必要なことを確め、夫れぞれ有益なる結果を得られたのである。されど煩雜を避けて凡て之を省略し、唯米國學者の研究結果を次に掲げる。

米國シカゴ市のヴァーノン、ヒル博士 (Dr. E. V. Hill) はシェファード教授 (Prof. J. W. Shepherd) の補助に依り、綿密なる實驗を経て、其結果を圖表にし、以て空氣の快感條件を容易に知らしめるようにした。第4圖表は即ちそれである。其中、快感帶の中心線は次の式にて知れる。

$$M = 100 - 7.2(t - 12) = 186.4 - 7.2t \dots (22)$$

第4圖表 空氣の快感帶



式中、M=湿度、%

t=乾球温度、C.

つまり温度は、12°C乃至24°Cとし、湿度は30%乃至75%の限度内とし、温度と湿度との適當なる組合せを、公式及び圖表にて、容易に知り得るようにした。

此結果に依れば、濕球温度は何れの場合でも、13°C内外である。即ち其温度が快感を指示することといへる。

以上が研究初期の結論である。

第二、後期の結論、

研究更に進み、幾多の實驗を経した後、前記結論は不完全であることが判つた。初期結論の外に、尙一つの必要なる條件の存在することがあると知れた。

前章に述べた如く、吾人體内に發生する熱量には、必要熱量の外に過剰熱量がある。若しこの過剰熱が永く體內にあるならば、吾人は非常なる苦痛を感ずる、依て之を成るべく速に體外へ放つことが必要である。過剰熱が迅速に逃げ去るならば、それこそ吾人は快感を覺ゆることは明らかである。夏季に於て吾人が扇又は扇風機を用ふるのは、即ち過剰熱を速に取去らんとする爲めである。是に於て氣流が、快感の必要條件の一であることが知れたのである。

されば、換氣に携はる者は、次の四件に留意せねばならぬといふ結論に到達したのである。

1. 空氣の温度
2. 空氣の湿度
3. 室内空氣の流動

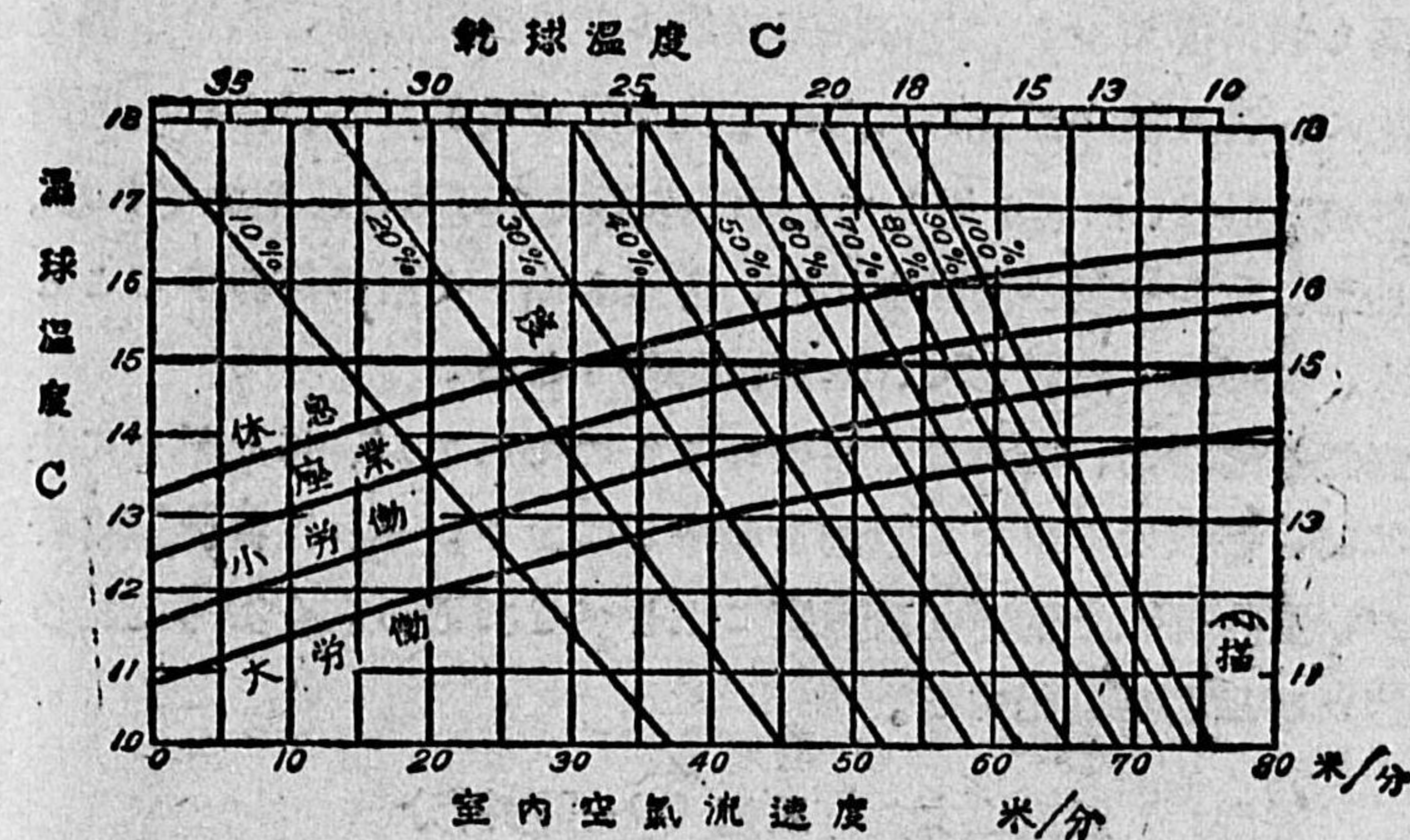
4. 空氣の清潔

清潔なる空氣の必要なることは、今更特に述べる程のことは無い、然れども往時は、餘り清潔ならざる空氣を換氣に用ひたのである。現今は之に反して、空氣を十分に洗滌し得る程度に、技術が大に進歩した。

第5圖表は、空氣の温度、湿度及び空氣の流速度を、組合せて快感條件を一目瞭然に明示した圖表である。此圖表あるに依て吾人は始めて、快感空氣の必要條件を知り得たのである。

然れども國人に依て、快感の標準に多少の相異のあることは免

第5圖表 空氣の快感條件早見圖
(米國風)



れない。樺太人に快感であつても、臺灣人には左程快感で無いかも知れぬ。米國人は 70°F の温度が好きでも、英國人はそれを高過ぎるとし、60°F を好む程である。温度のみに付ても國民に依て斯の如く異なるのである。

米國人は割合に高温度が好なる故、室内空気流動の速度も比較的速いのを好むのである。第 5 圖表は米國人向のものであるが、空気の流動速度を、60 米/分以上までも、快感領域内に含めてある。然るに第 9 圖表は英國人向なるが、それには流速度を、30 米/分の範囲内に含めてある。

されば、快感空気の條件に付ても、大に其土地の人々の嗜好に注意し適當に定むべきである。

尙、室内空気の流速度について、更に一言しようと思ふ。

夫れ體熱の放散を促す爲めには、空気の流動が必要である、若し空気が停滞し居るならば、人體周圍の空気の温度は、速に高まり湿度も頓に増加する。是に於て皮膚よりの蒸發力は、次第に弱まる故に、吾人は之が爲めに大に不快を覺ゆるに至る。されば室内空気の流動は、四季を通して、常時必要缺く可らざるものである。

且又、室内空気が流動すれば、汚氣も亦一ヶ所に停滞すること無く、萬遍無く四散して、空気に稀釋される。

空気の流動は、斯の如く必要なるものであるが、併し早きに失すれば、吾人は不快なる氣流を覺ゆるに至る。されば其流速は吾人が、室内氣流を感ぜざる程度に止むべきである。今参考の爲め風速及び風名を摘記する。

静穩	煙直上す	風速 0.0—89 米/分
軟風	風あるを感ず	90—209
和風	樹葉を動かす	210—359

されば、室内空気の流速は、軟風程度に達せざることが宜しい。英國に於ては 1 分間に 36 米を制限としてゐる。又米國では遙に

大であるが、併し軟風程度よりは内輪である。

日本風家屋に於て、夏季開放室に安座し、そよ吹く風に、ひたる事は、如何にも愉快のことであるが、それは全く別問題である。病院、學校、劇場、集會所等の如き閉鎖室に在ては、風を感ぜざる程度に、氣流のあることが必要である。

次に英國人なるレオナード、ヒル博士は、空氣の快感條件に付て下の如く結論した。

1. 平等温度 60°F 乃至 65°F (16°C 乃至 18°C)
2. 湿度 45% 乃至 60%
3. 室内空氣の流速度 1 乃至 3 呎/秒 (18 乃至 54 米/分)
4. 清淨空氣、即ち塵埃、小蟲、ガソリン油の蒸氣、煤等を含有せざるもの、都會の空氣は是等を含み勝である。
5. 不衛生又は嫌忌すべき臭氣無きもの

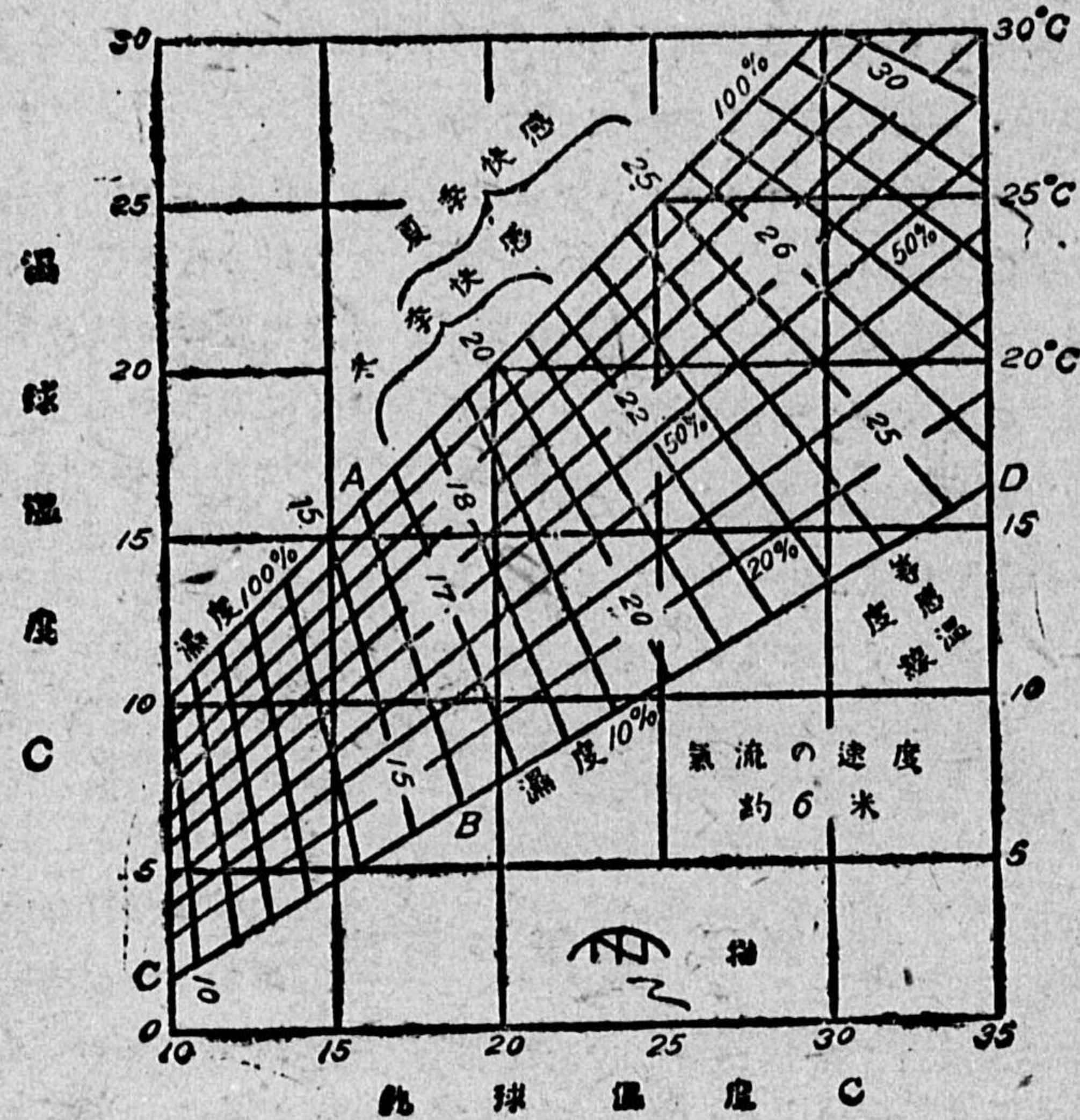
以上の通りである。

第三、最新の研究

以上は専ら暖房に關係して、冬季の人となりて述べたのである。然るに同じ空氣でも、南洋人は快感を懐かざるに、北海道人は大に快しとすることは有り得ることである。一は暑熱に慣れ微寒を恐れるに反し、一は嚴寒を事ともせず輕暑を厭ふのである。故に境遇に依て快感の標準が異なることも亦あり得ることは明らかである。

是理より推せば、同一人と雖も、冬季と夏季とは、感覺が同一でないことが判かる。吾人は常に明らかに之を認めて居るので

第6圖表 休息者の冬夏兩季に於ける空氣の快感帶比較
空氣速度6米/分、内外



ある、例へば温度にしても、冬季に於て 20°C は暖かく感じるのであるが、盛夏に於て同温度は大に寒冷に感じる。

されば、冬季と夏季との快感條件は、相異なることは何人も推知する所である。是に於て米國ハーバードのヤグロー及びピドリンカー兩教授は、綿密なる實驗を爲しつつありて一部分を報告を

したのであるが、それに依れば、冬季と夏季との快感帶は、互に相異し、夏季の最良快感温度は、冬季のよりは稍高く、 3°C 程高いとのことである。

兎に角、快感標準の相異なることは、衣服の相異なることに、敏くも着眼して、研究を進めたのが、米國のヤグロー教授 (Yagrou) 等であつた。實に研究に一步を進めたと謂ふべきである。

第6圖表は静座者の、夏冬兩季に於ける空氣の快感帶を比較したものである。其 AB 等の短曲線を、等感温度線又は有效温度といひ、CD 等の長斜線は濕度を表示するものである。冬に於て快感の中央は 20°C に近く、又夏に於ては 23°C に近いことが、圖にて一目瞭然である。これ専ら衣服の相異より起る結果である。

是圖表は、室内空氣の流速度が6米分内外の場合である。若し其速度が増せば、快感温度は低下することは、第7圖表にて知ることを得る。

第7圖表の AB 等なる短曲線は、等感温度線即ち有效温度なること、前圖表の通りである。而して之を横きる長曲線は室内空氣の流速度、米/分、である。今是圖表の應用を次に示す。

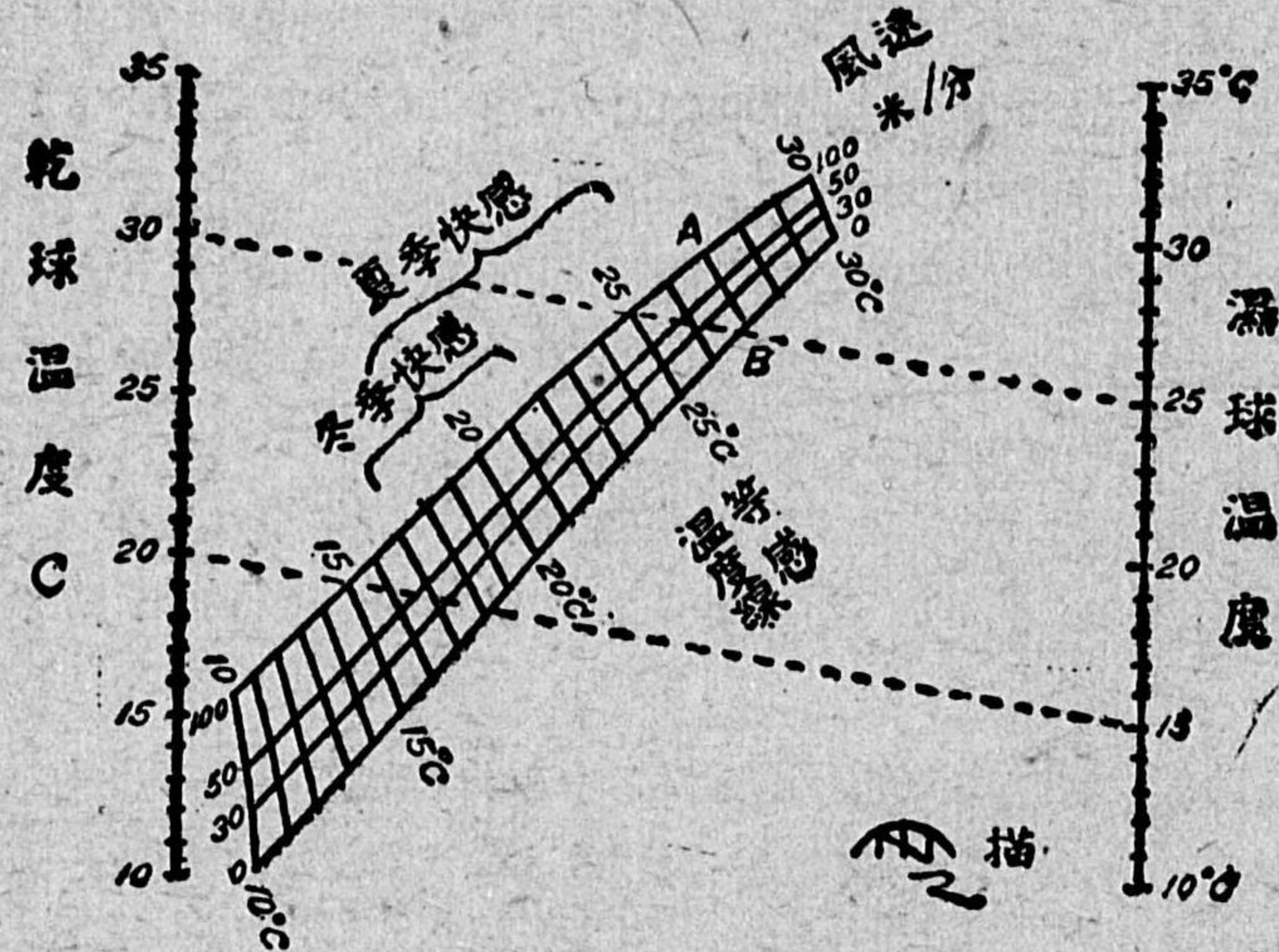
例題 乾球温度 20°C 、濕球温度 15°C 、室内空氣の流速度、50米/分ならば、有效温度は若干なるか。又流速度零なるときは如何。

答、 速度 50 米/分ならば $16\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$
速度 0 ならば 18°C

解 最左縦線の目盛 20 と、最右縦線の 15 と、直線にて連結すれば、最下長曲線に會する點は、 18°C である。又 50 米の長曲

線に會するのは、 $16\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ である。されば 50 米の氣流があるため、室内空氣は凡 $1\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ 温度が低下するのである。

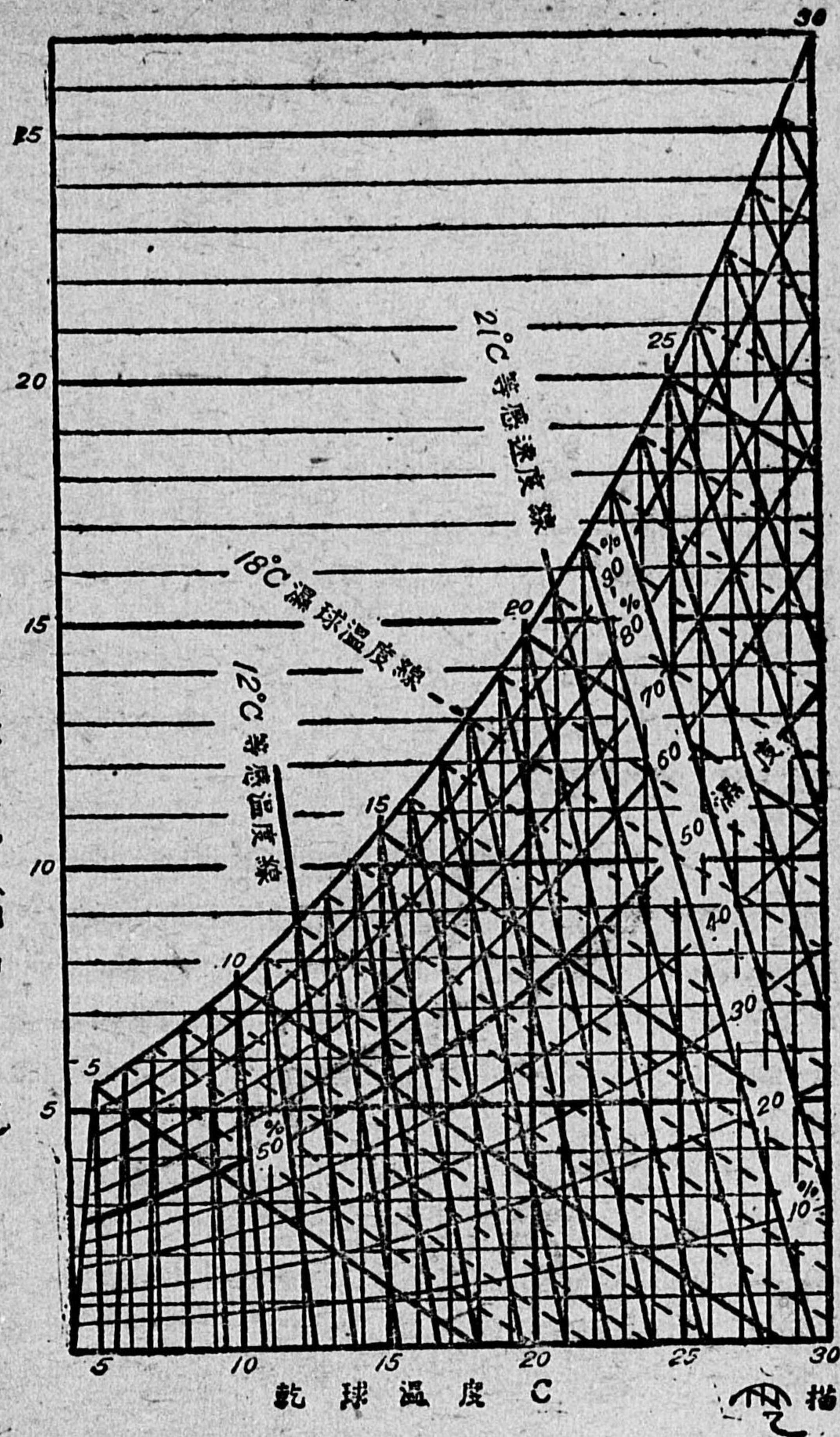
第 7 圖表 靜座時に適する氣流速度と快感温度との關係、ヤグロ教授の調査に基く



尙、50 米/分、の氣流がある爲め却て冷やかとなり、快感範圍外となる。依て氣流は 30 米/分、以内にすべきである。斯の如きことも此圖表で知れるのである。全くヤグロ教授等の賜である。

前述の如く、米國のヤグロ教授等は綿密なる實驗に依りて、謂はゆる等感温度線を知り得て之を、さまざまに活用し、社會を益したることは實に多大である、第 6 第 7 兩圖表の如きも全く、それが基となつてゐるのである。依て其基なる實驗の結果を、本書の第 3 圖表の一部に挿入し、第 8 圖表を作成した。同圖表の等感温度線なる諸斜線がそれである。

乾燥空氣に耐に付水蒸氣量 瓦 (飽和のとき)



第一節の問題

1. 室内空気を 20°C に暖めんとす、然らば湿度は若干にして可なるか、(22) 式により答ふべし。

答、 42.4%

2. 座業を爲す室の温度を 25° と假定すれば、それに相當する湿度及び流速は若干なるか第 5 圖表に依て答ふべし。

答、 湿度 29% 程

流速 34 米/分

3. 夏季に於て、乾球温度 30°C 濕球温度 25°C のとき室内空氣の流速を 100 米/分とすれば、有效温度は若干なるか。第 7 圖表に依り答ふべし。

答、 25°C 。無風ならば約 27°C 。

尙、無風ならば暑過ぎるが、100 米/分、の氣流があるならば、快感範圍内に入るのである。

第二節 カタ温度計

カタ温度計 (Kata-thermometer) は快感度測定器の意である。英國倫敦大學の教授レオナード、ヒル博士 (Dr. Leonard Hill) の考案したものである。第 4 圖表の創作者は米國のヴァーノン、ヒル博士にして、カタ温度計の創案者は英國のレオナード、ヒル博士である。

カタ温度計は、毛管の下に球あること普通の温度計の如くであるが、上端にも赤球がある。下球には赤色液體ありて、熱せられるときは、それが毛管に沿て上昇し、冷却されれば、收縮して下球に歸る。毛管には吾人の體温に近き温度の目盛がしてある。第 4 圖は其一例でありて、英國製なるが故、華氏度で、 95° 乃至

100° 迄目盛がしてある、併しそれには限らず、 90° 乃至 110°F でも良く又攝氏度ならば、恰も體温計と同じ目盛となる。

カタ温度計にも、乾カタ (Dry-Kata) と濕カタ (Wet-Kata) とがある。若し空氣の冷却力を試験せんとするときは先づ乾カタを湯などにて暖め、然る後取出して空氣に當てるのである。其時には、豫め記秒時計を用意して置き、毛管内の赤液が高度より低度に降下する秒數を筆記すべきである。カタ温度計には、其秒數に相當する係數が裏面に記入しある故、之に依り乾カタの冷却率が容易に知れるのである。

前記冷却率とは、空氣の冷却力を表示するものでありて、つまり室内空氣が、素晴らしき春日和の晴朗氣流に浴するが如き状態であるならば、其空氣の冷却力は素晴らしきものであり、従てカタ温度計の冷却率の數値も大數を示すことになる。之に反して、空氣が停滞して居るならば、冷却率の數値は小數となるのである。第 20 表は之を明示する。

此表を見るに、乾カタの場合に、停滞空氣ならば僅に 4.5 なれども、素晴らしき春日和の屋外空氣は 11.8 を示してゐる。次に室内空氣の標準に付ては、7 乃至 10 としてある。依て室内空氣の快感状態は、此範圍にあらねばならぬ。換言すれば、カタ温度計は、實に空氣の快感状態の測定器である。



第20表 乾濕カタの標準。

英國のレオナード、ヒル博士に依る。

空氣の状態	損失熱量、瓦カロリー/平方糎/秒		
	輻射、蒸發、對流 (濕カタ)	輻射、對流 (乾カタ)	差引 蒸發
換氣に望ましき室内空氣	18-20	7-10	10
心地よき日和の屋外空氣	27.2	7.5	19.7
素晴らしい春日和の屋外空氣	34.7	11.8	22.9
停滞空氣	15.0	4.5	10.5

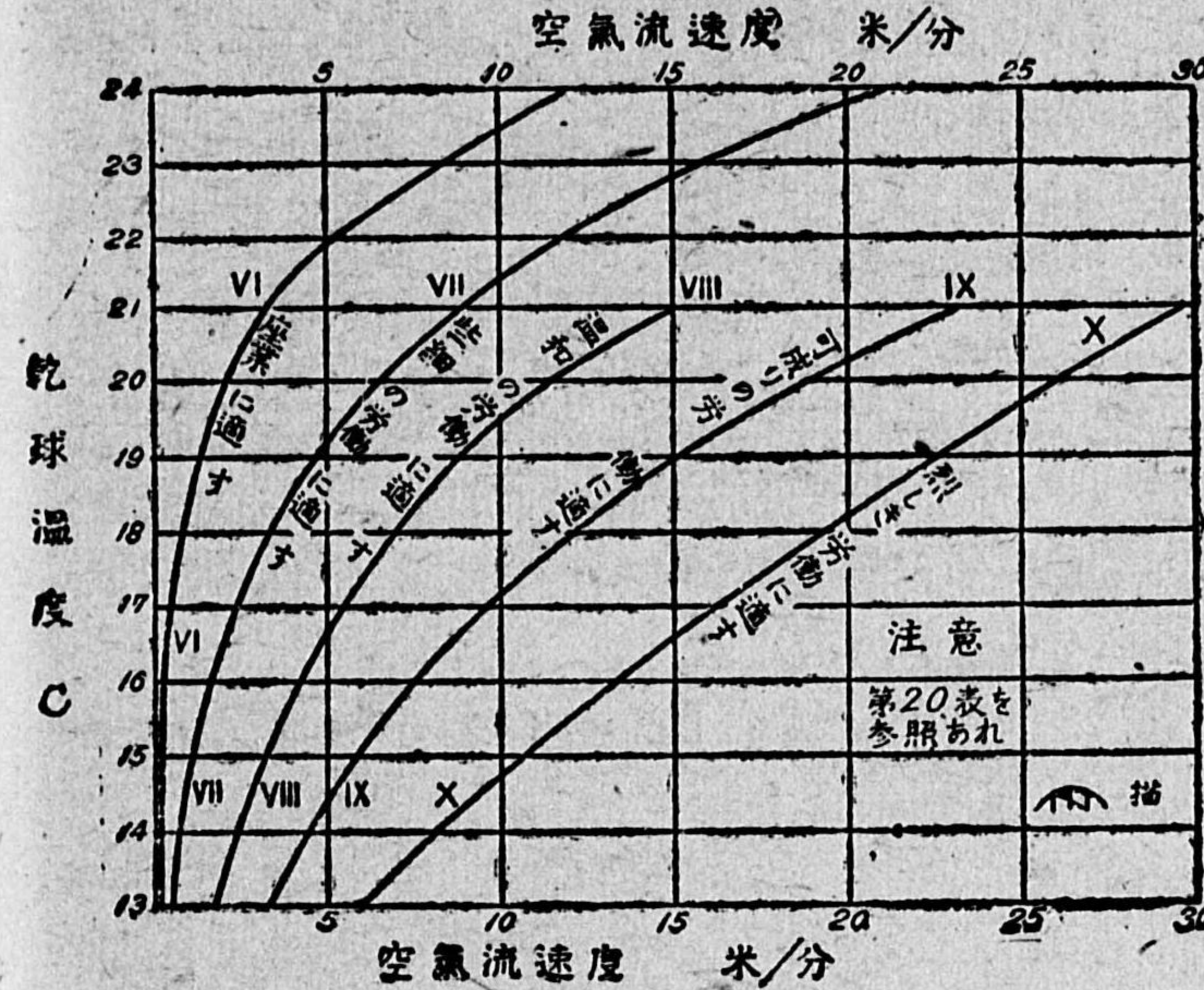
第9圖表参照

濕カタの試験を爲さんとするには、下球を第4圖の如く木綿製指袋又は類似の物にて包み、充分濕して濕球カタとなし、然る後、前記同様の手續を経て得たる數字が即ち、濕カタに屬する數値である。これも第20表に明示してある、之に依れば、濕カタの冷却率は、18乃至20が標準であることが解かる。

前記のカタ數値は、人の體温に於て、皮膚1平方糎に付、毎秒損失する熱量を、瓦カロリーにて示すものである。こは英國のレオナード、ヒル博士の調査に依るものである。

次に第9圖表は、英國衛生委員の定めしものを基礎として製圖したものである。此圖表を見れば次のことが知れる。

第9圖表 乾カタ冷却率の標準、6乃至10。



乾カタ數値は、6乃至10が適當である。

乾カタ數値6は、劇場の觀客席などに適當である。空氣の流速度が極めて緩慢なることを要するからである。

議院の議場内などに於ては、乾カタ數値の7乃至8位を採用すべきである。

工場建築に於ては、作業の種類に依り、相當の數値に頼るべきである。

第二節の問題

1. 劇場の觀客席の設計に當り其溫度を18°Cに保たしめんとす、然らば換氣の氣流速度は、何米/分が適當であるか。

答、 1米/分程

2. 議事堂の議席を設計するとき其温度を 18°C とするとき、
氣流速度は凡若干に爲すべきか。

答、 凡 5 米/分内外

3. 室内空氣の良否は何を以て知り得るか。

答、 カタ温度計に依りて知ることを得る、乾カタ
ならば、7乃至 10. 濕カタならば 18乃至 20 なら
ば良し。

第七章 換氣法の概念

第一節 換氣に必要な空氣量

以上述べ來りたる如く、室内空氣は汚染を免れぬものである故、適當に新鮮空氣を供給して、汚氣と新氣と漸々交替せしむることが極めて必要である。これ即ち換氣法の根本事項である。

換氣装置を有効に行はんとするには、先づ室内に送入すべき新鮮空氣の最小量は、若干に爲すべきか慎重考慮すべきである。部屋に依りては禁煙の處もあるが又否らざる處もある。學校と病院とに於ても、互に相異があるのみならず、等しく病院でも、傳染病室もあるし其他の病室もある。依て充分考慮研究して、適當に空氣の分量を決定すべきである。

前にも述べたる如く、往時は炭酸瓦斯の分量に重きを置いて、新鮮空氣の供給量を定めたのである。されど現今の學說に由れば、快適空氣の状態は、毫も炭酸瓦斯の分量には關せざるものと言つて良い。炭酸瓦斯の分量が極端に多ければ、それは別問題であるが、普通の場合に於ては以上の如く言つて差支は無い。

1. 發熱量に基づく空氣量

夫れ活動寫眞館又は劇場等の如く、多數の觀客を收容する建物に於ては、觀客より發生する體熱を基礎として、相當に空氣量を定むべきである。

多數の座席ある建物に於ても、種類に依りて大に趣が異なるのである。例へば、活動寫眞館の如きは、1 座席僅に 0.37 平方米程にして、而も 1 日 10 時間以上も興行し、且喫煙自在なる處に於ては、新鮮の分量を餘程多く見込まねばならぬ。之に反して

教會堂の如きに在ては、1 座席は優に 0.65 平方米程もありて、而も擧式は僅に一時間半以内であるのみならず、嚴に喫煙も禁じてある。されば是場合には、空氣の供給量は割合に少くても良いのである。

されば種々なる事柄を考慮して適當に決定することが必要である。

體熱と室内温度。吾人の體熱が如何なる程度にまで室内空氣の温度を高めるか、それを知ることが、換氣の設計には必要である。

それを知るには次の式に依る

$$H = W \times 0.24(T - t) \dots \dots \dots (23)$$

式中、W = 空氣の重量、斤、

T 及 t = 高低兩温度、C

H = 熱量、カロリー

0.24 = 空氣の比熱

さて空氣の重量は、第 10 表と第 12 表とにある。若し其温度が 10°C ならば、容積 V 立方メートルの重量は

$$W = 1.25 V \dots \dots \dots (24)$$

である、依て (23) 式は次の如くなる。

$$H = 0.3 V (T - t) \dots \dots \dots (25)$$

つまり此 0.3 は、空氣の密度と比熱との相乗積であるが佛國の一部の人は 0.307 又は 0.3 を用ひ、獨逸の人の中には、0.31 を用ふる、併し 0°C のときの重量では不適當であると思ふ。依て

(25) 式が適當である。之を變形すれば

$$d = \frac{H}{0.3 V} \dots \dots \dots (26)$$

式中、d = 温度差、C

例題 六百人入の小學校講堂あり、其容積は 1800 立方メートルなり、

最初の温度は 10°C にして、窓等を悉く閉鎖し全く間隙なしと假定すれば、1 時間後に講堂内の温度は何度になるか。但し兒童 1 時間 1 人の發熱量は平均 40 カロリーとす。

答、 54°C 餘 = 129°F 餘

解 V = 1800 立方メートル (此場合 V は室内容積である)

$$H = 40 \times 600 = 24000 \text{ カロリー}$$

$$(26) \text{ 式により、 } d = \frac{24000}{0.3 \times 1800} = 44.4$$

$$10 + 44.4 = 54.4^\circ\text{C}$$

となる、これ熱帯地方の温度なる故、兒童の病氣を引起すことあるならん、換氣の必要なることは、此例に依りても明らかである。

されば、換氣装置の主眼目的の一は、體熱を除去するにあるのである。

例題 活動寫眞館の換氣の設計に當り、觀客一人一時間の發熱量を 80 カロリーと假定すれば、一時間に若干の新鮮空氣を供給すべきか。但し一時間後の温度の上昇は、3.5°C 以上にならぬことを要す。

答、 76 立方メートル

$$\text{解 } (26) \text{ 式に依り、 } V = \frac{H}{0.3 \times d} = \frac{80}{0.3 \times 3.5} = 76 \text{ 立方メートル}$$

此場合には、V は一時間に供給すべき新鮮空氣の容積である。斯の如く 1 時間に相當の空氣を室内に供給するならば、指定以上の温度には上昇せぬようになる。

第 21 表は斯の如き方法にて出來たものである。

例題 女工の寄宿舎に於て 8 人入の一室あり、床面積 25 平方メートル、天井高 3 米、而して室内は完全に密閉され換氣は毫も無しと假定すれば、睡眠 1 時間後に空氣の温度は何度高まるか。但し女工の睡眠時間の發熱量は 1 時間に 60 カロリーとす。

第21表 體熱に基因する空氣量

1人1時間の 空氣量、 立方米	相當建物の 名稱	温度の上昇、 (26)式による、 °C	炭酸瓦斯 發生量 (27)式による
170	病院	1.70	5.0
140		2.10	5.2
120		2.5	5.4
85	活動寫眞館 及奏樂堂 (喫煙)	3.5	6.0
70		4.3	6.8
55	學校、劇場 及集會場 (禁煙)	5.5	7.1
50		6.0	7.4
40	—	7.5	8.2
35	教會堂	8.6	8.8
30	—	10.0	9.7
20	—	15.0	12.5

注意。(26)式のHを90カロリーとす

答、1時間に21.3°C

解 $H=60 \times 8=480$ カロリー

$V=25 \times 3=75$ 立方米

(26)式により、 $d=\frac{480}{0.3 \times 75}=21.3$

されば睡眠時間中を6時間とすれば、67.8°Cだけ上昇する、若し最初の室内温度が0°Cとしても、6時間後に67.8°Cとなりては、女工連は大に困しむことであろう。いや何人も極熱地獄には堪へられぬことである。幸にして多くの女工部屋は、自然換氣が充分である故、以上の如き高温度に昇ることは無い。

例題 前例題に於て、若し1時間後の温度上昇を5°Cと制限すれば、1時間に供給すべき新鮮空氣は何立方米にて可なるか。

答、320 立方米。

解 是場合1時間に供給すべき空氣の分量をVとす。

(23)式に依り、 $V=\frac{480}{0.3 \times 5}=320$ 立方米

序ながら1人1時間に付ては、40 立方米。これ1人の發熱量を60 カロリーとした場合である。

以上にて、發熱量を基として、供給空氣の分量を計算することが會得された譯合である。

往時は炭酸瓦斯を基としたのであるが、現今では發熱量に重きを置くことになつた。

第22表には、諸室に相當する空氣の供給量を掲げてある。

2. 換氣回数に基く空氣量

室内空氣が自然に幾度交替して新陳代謝するか、又は換氣の設計に當りて、新舊空氣を1時間に幾度交替せしめるように設計するか、斯の如きことを基礎として空氣量を定める方法もある。これは精密の方法とは言へぬが甚便利であるから、此方法を用ふる人が現今でも可なり多いのである。

若し1時間の空氣交替數即ち換氣回数が甚多數であるならば、室内空氣の流速度が迅度となりて、室の性質に依りては、在室者

第22表 換氣に必要な空気供給量

1人1時間の量なり、

室名	空気供給量、 立方米/時	室名	空気供給量、 立方米/時
病院		劇場	
分娩室	100	観覧席	50
手術室	170	図書館	
傳染病室	170	圖書室	50
隔離室	50-100	陳列室	50
普通病室	50-100	學校	
遊戯室	50	教室	50
待合室	50	講堂	35-50
食堂	35	鑄物室	340
ホテル		木工室	50
舞踏室	50	圖書室	50
饗燕室	50	體操室	50
食堂	50	化學教室	50

は不快の氣流を覺ゆるに至る。之に反して換氣回数が餘り緩慢であるならば、換氣の目的は充分には達せられない。依て室の種類により換氣回数が相當で無ければならぬ。

第23表 1時間の換氣回数表

室名	換氣回数	室名	換氣回数
病院		學校	
傳染病室	10	講堂	8
手術室	10	遊戯室	8
汽罐室	10	圖書室	7
消毒室	8	教室	6
遊戯室	8	寄宿舎	6
分娩室	8	水泳室	4
洗濯室	6-8	ホテル	
厨房	6-8	厨房	6-8
普通病室	6	洗濯室	6-8
電氣治療室	6	舞踏室	8
食堂	6	大食堂	5-8
日光浴室	4	食堂	8
暗室	4	雜	
解剖室	4	公衆便所	10
手洗室	6	便所	4-6
劇場		大洗濯室	20
喫煙室	6	大厨房	15
運動廊下	10	更衣箱室	6
休憩室	4		

第23表は、換氣回数の相當数を示してゐる。

例題 六百人入の小學校講堂あり、其容積は1800立方メートルなり、換気の爲め1時間に幾立方メートルの空気を供給すべきか。換気回数に基いて答ふべし。

答、 14400 立方メートル

解 第23表に依り、換気回数を8とすれば、 $1800 \times 8 = 14400$ となる。

例題 前例題を、發熱量に基く計算法に依て答ふべし但し兒童1人1時間の發熱量を、40 カロリーとす。

答、 前答案は至當である。

解 $40 \times 600 = 24000$ カロリー

若し1時間後の温度上昇を 5°C 以内と制限すれば

$$\text{空氣量 } V = \frac{24000}{0.3 \times 5} = 16000 \text{ 立方メートル}$$

又若し温度上昇を 10°C とすれば

$$V = \frac{24000}{0.3 \times 10} = 8000 \text{ 立方メートル}$$

併し、 10°C は高過ぎる、依て 6° の上昇とすれば

$$V = \frac{24000}{0.3 \times 6} = 13333 \text{ 立方メートル}$$

されば前記答は、適當である。

3. 炭酸瓦斯に基く空氣量

前にも屢述べたる如く、現今に於ては最早、炭酸瓦斯は、供給空氣量を決定する爲めの標準とはならない。されど空氣の汚染程度を知るには便利である故、現今でも空氣中の炭酸瓦斯を調査することが、多く行はれてゐる。

大氣中に普通含有され居る炭酸瓦斯量は、10 立方メートルに付 3 乃至 4 リットルである即ち壹萬分中の 3 乃至 4 である。若し 1 人

1 時間に供給すべき空氣量を知らんには、次式に依れば良い。

$$V = \frac{170}{D-x} \dots\dots\dots(27)$$

式中 V=在室者 1 人 1 時間に供給すべき空氣量、立方メートル

D=室内空氣 1 萬分中の炭酸瓦斯量

x=屋外空氣 1 萬分中の炭酸瓦斯量、3 乃至 4

170 は吾人が吐出す炭酸瓦斯の眞分量を、0.017 立方メートルと假定し、それに 1 萬を乗じて得たる數字である。第 16 表には、0.0166 と記してある、これが 0.017 に相當するのである。

英國に於ては活動寫眞館内空氣の炭酸瓦斯を一萬分中 10 以内と規定してゐる。

尙第 21 表を参照せられよ。

各人座席の廣さ。 多數人員を收容する建物に於ては、各席の廣さを考慮することも、前件に關聯して必要である。座席が狹隘にして、而も 1 時間各人に要する空氣量が、割合に多ければ、必ず不愉快なる氣流を覺ゆるに至る。就ては、ピリングス博士は第 24 表の如くに座席の廣さの最小限度を定めた、參考の爲め掲げ置く。

高 3.7 米以上の部分は算入せざること故、第 24 表は結局次の如くなる

寄宿舎類	2.3 平方メートル
學校	1.9
病室	7.6 乃至 10.5
公會堂	1.5

第一節の問題

1. 病室に於て、室内空氣の炭酸瓦斯量を、空氣 1 萬分中の 5

第24表 座席の廣さ

建 物	1 人に付立方米 (平方米では無い)
寄 宿 舎 類	8.5 m ³
學 校	7.0
病 室	23 乃至 39
公 會 堂	5.7

注意。 床上 3.7 米以上の部分は無視するものなり。

と制限すれば、1 人 1 時間に供給すべき空気量は若干なるべきか。但、外氣の炭酸瓦斯量は 1 萬分中 3.5 とす。

答、 113 立方米

2. 第21表の第三欄は、1 時間、1 人の發熱量を 90 カロリーと假定したる結果なり。若し、1 人 1 時間の發熱量を 60 カロリーとし、1 時間後の温度上昇を、6°C 以内と制限すれば、其室には 1 時間に幾立方米の空気を供給すべきか。但し室は閉鎖しありて換気なきものと假定す。

答、 33.3 立方米

第二節 自然換氣又は重力換氣

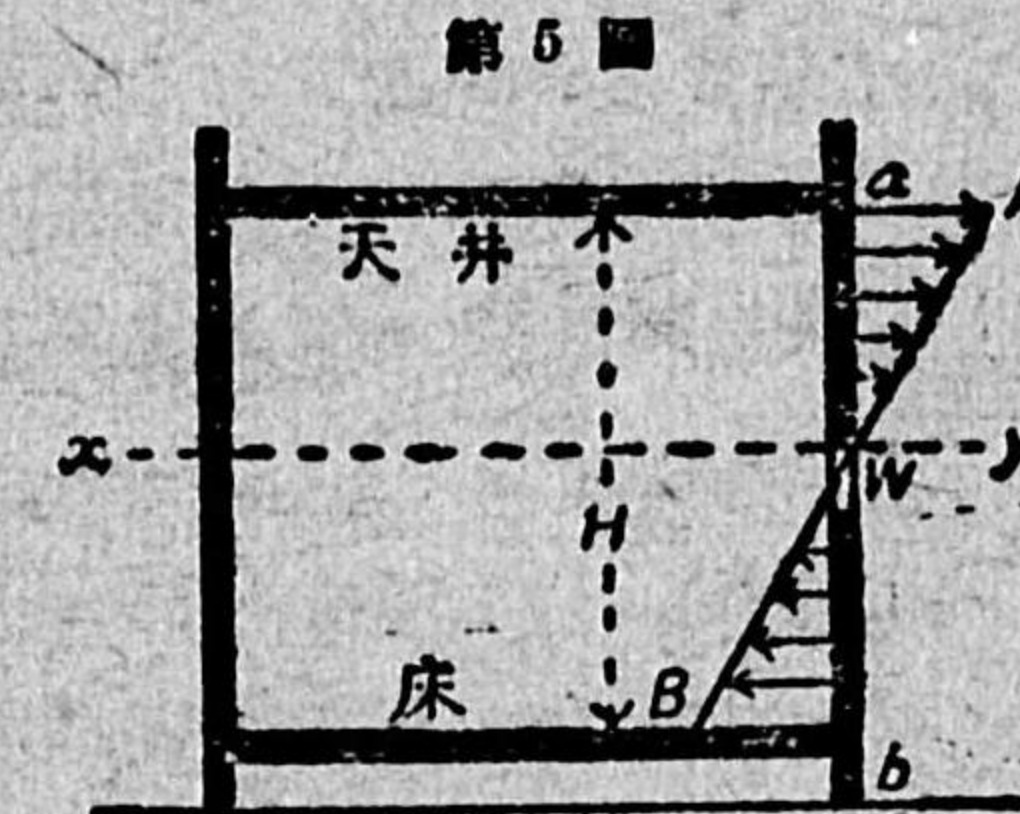
換氣法を大別して二となし、一を自然換氣といひ又は之を重力換氣ともいふ。又他の一は機械換氣である。最近米國にては大別して、重力換氣と機械換氣との二種に爲すが、歐洲諸國に於ては自然換氣といふ意味の語を用ふことが普通である。

自然換氣の起生する原因に二つある、

1. 屋内と屋外との温度の差 (垂直動力)
2. 風的作用 (水平動力)

屋内外の温度差。これが自然換氣を起す動力の一である。されば米國人は之を重力換氣と名付けたのである。

第5圖の如き一室ありとし、窓戸等悉く密閉され、壁等皆不滲透質であると假定すれば、室内の温度は屋外のよりは高くして、室内空氣は外方へ壓する傾向がある。



就ては若し圖の如く一つの壁に W なる窓を明ければ、上方の輕き空氣は、外へ出る傾があり、外氣は内へ入る傾が現はれる。而して出る力は天井に近づく程大に、入る力は床に近づく程大である。従て其間に零の所があらねばならない。圖の x y 線は即ち零點部でありて、之を中立帯と稱する。

室内空氣の密度を d とし、外氣のを d' とし天井高を H とすれば、床上部の壓力と天井部の壓力との差は

$$\text{上下壓力の差} = (d' - d) H \quad (28)$$

これが即ち空氣を動かす、自然の動力でありて、自然換氣の根元である。若し室の内外温度差が零のときは、AB 線は ab 線と同一になりて、空氣の運動は起らぬのである。

中立帯の位置は、概して室の中央より少し上にある、されど場合によりて、種々なる位置に変更させる工夫も出来る。例へば第6圖を見れば氷解することが出来る。

第6圖に於て、臭氣筒がある場合と無き場合とを示すが、其無

きときは、中立帯は O にある、而して其有るときは遙に上方なる O' にありて、殆んど氣流の大部分が、室外より室内に向ふようになる。

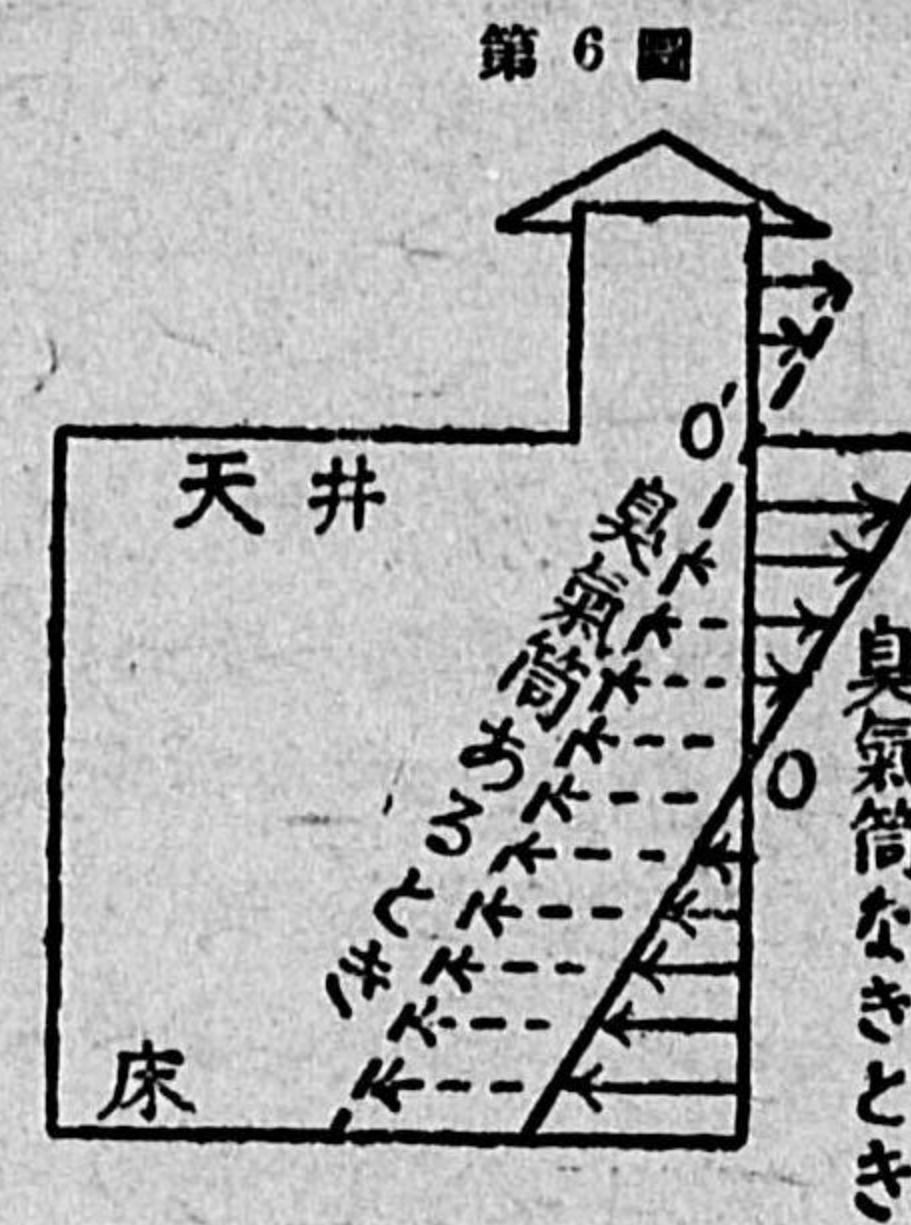
されば、便所、厨房、其他或る工場等の如く、臭氣、湯氣、塵埃などの起生する部屋に於ては中立帯を成るべく上方にするように工夫することが必要である。さすれば扉又は窓を開いても、臭氣塵埃等は室外へ出て他室へ進入するようなことは無い。

之に反して、若し中立帯を低下せしめんとするには、室内空氣の壓力を増せば良い。其一方法は第7圖の如く上方に送風器を備へ外氣を室内へ送らしむるのである。これは最早自然換氣の範圍外であるが、中立帯に關聯して述べる譯である。

又汚氣の出口を下方に置き其筒の上方には、換氣機を設け、適當の位置に加減戸を取設ける。斯くて送風機を回せば、室内空氣は漸々壓力が増す、従て中立帯は段々降下する。若し汚氣出口附近の加減戸を、少しづつ閉めれば中立帯は、更に漸次降下し、遂に床下 O' に至るようになる。

斯の如く中立帯は、上下何れにも望に従て自由に變へることが出来る。されど一つの必要なる注意は、在室者が微風をも感ぜぬようにせねばならぬことである、依て送風機を過度に速に回してはならない、但し其事は後に述べる。

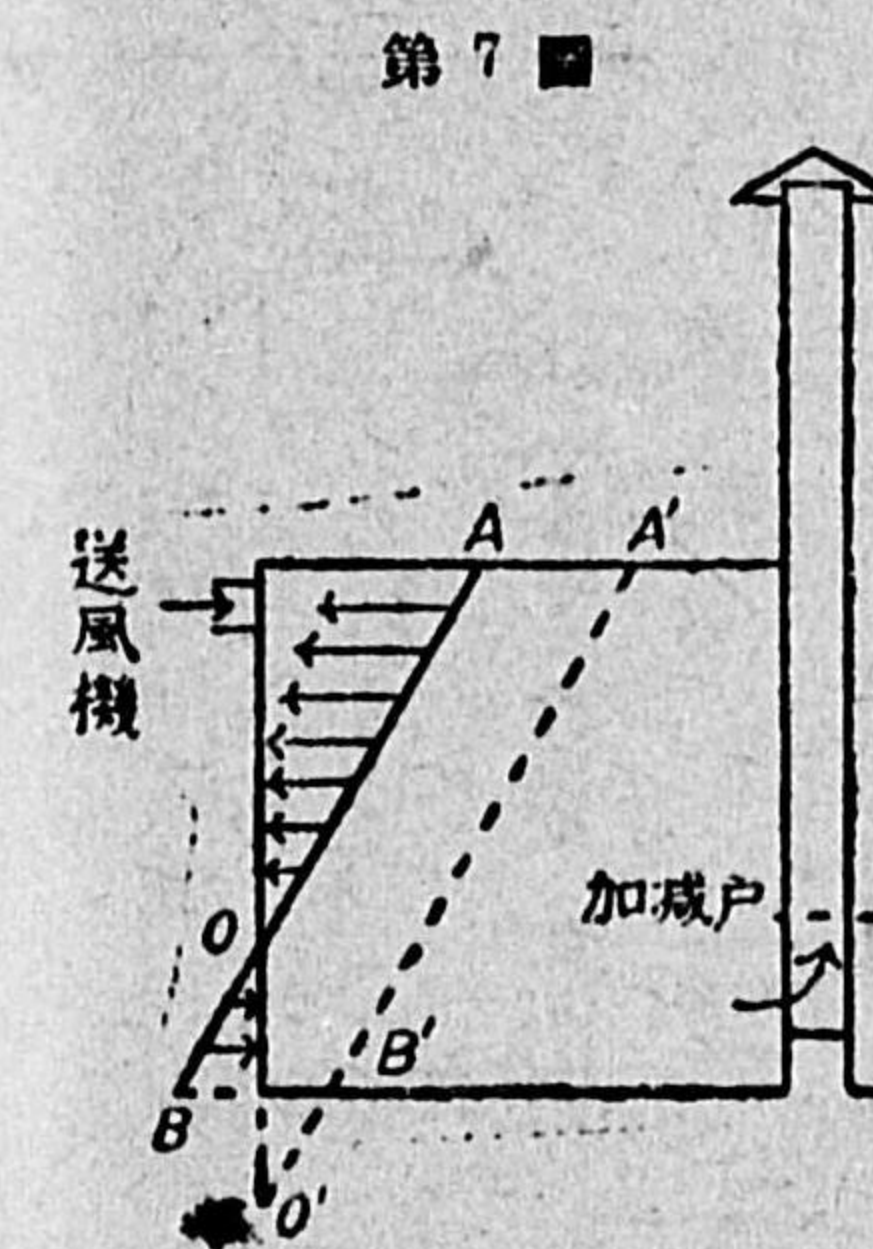
自然換氣の促進策として火器を利用することもある、第8圖



は其一例である。これは厨房の煙筒を利用したる例である。これ殊更に設けたる設備で無く、有り合せの煙突を利用したのである。故、經濟的なる面白き工夫である。是れも亦重力換氣の一例である。兎に角自然換氣に關する促進策は、(1) 換氣機、及び (2) 火氣である。依て是等を人工換氣とも唱へる。

以上は溫度差に基く自然換氣法即ち重力換氣法を述べたのである。次に風力作用のことを述べる。

風力作用。これも亦自然換氣を起す動力の一である。冬季に於ては、室内外の溫度差が大なる故、自然換氣も有效であるが、夏季に於ては、割合に力は微弱である。之に反して、風力作用を利用することに付ては、夏季の方が都合が良い。但し四季の何れに



於ても、無風の日が可成りある故、風は當てにはならない、これ大なる缺點である。併し人が感ぜざる微風は常時あるものである。

風を利用することに付ても二つの場合がある。(1) 特に風の入口と出口とを、適當の所に設置することが一つである。これは頗る丁寧なる設備である。(2) 他の一つは建具等の隙間に依頼し、自然換氣の誘導に就ては、

特設せざるものである。建築構造の非常に良き場合には、必ず風の出入口を特設すべきであるが、貸長屋の如き粗悪なる構造に於ては、隙間風のみを依頼しても、換氣は充分である。

風力作用を述べるに當りては、先づ風速度と風力程度とを記載しよう。第25表を見て知られよ。

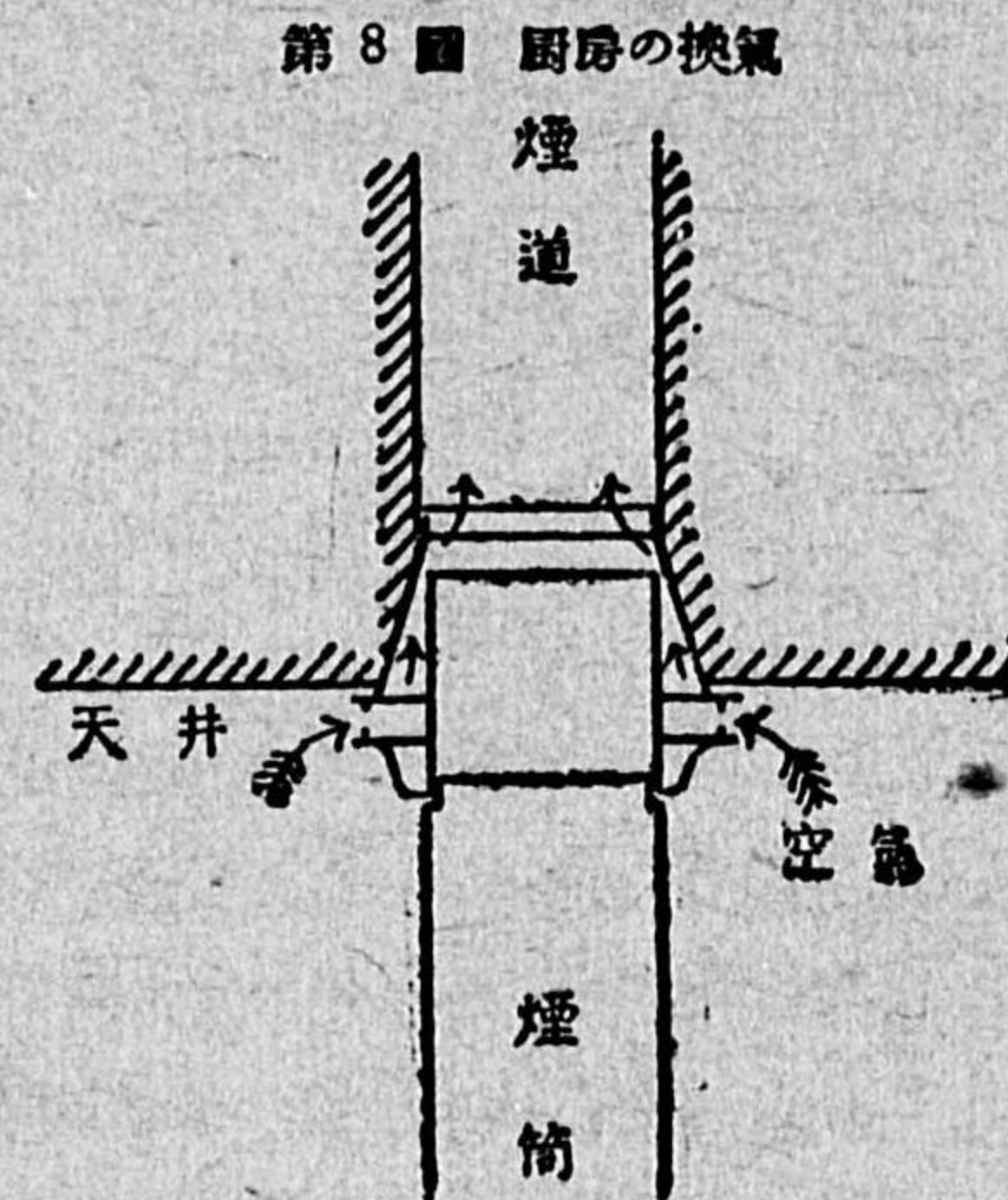
第25表 風速度と風力程度

風名	風速度 米/秒	風力程度
静穏	0—1.4	煙直上す
風軟	1.5—3.4	風あるを感す
和風	3.5—5.9	樹葉を動かす
疾風	6—9.9	樹枝を動かす
強風	10—14.9	樹の大枝を動かす
烈風	15—28.9	樹の大幹を動かす
颯風	29以上	樹を發き家を倒す

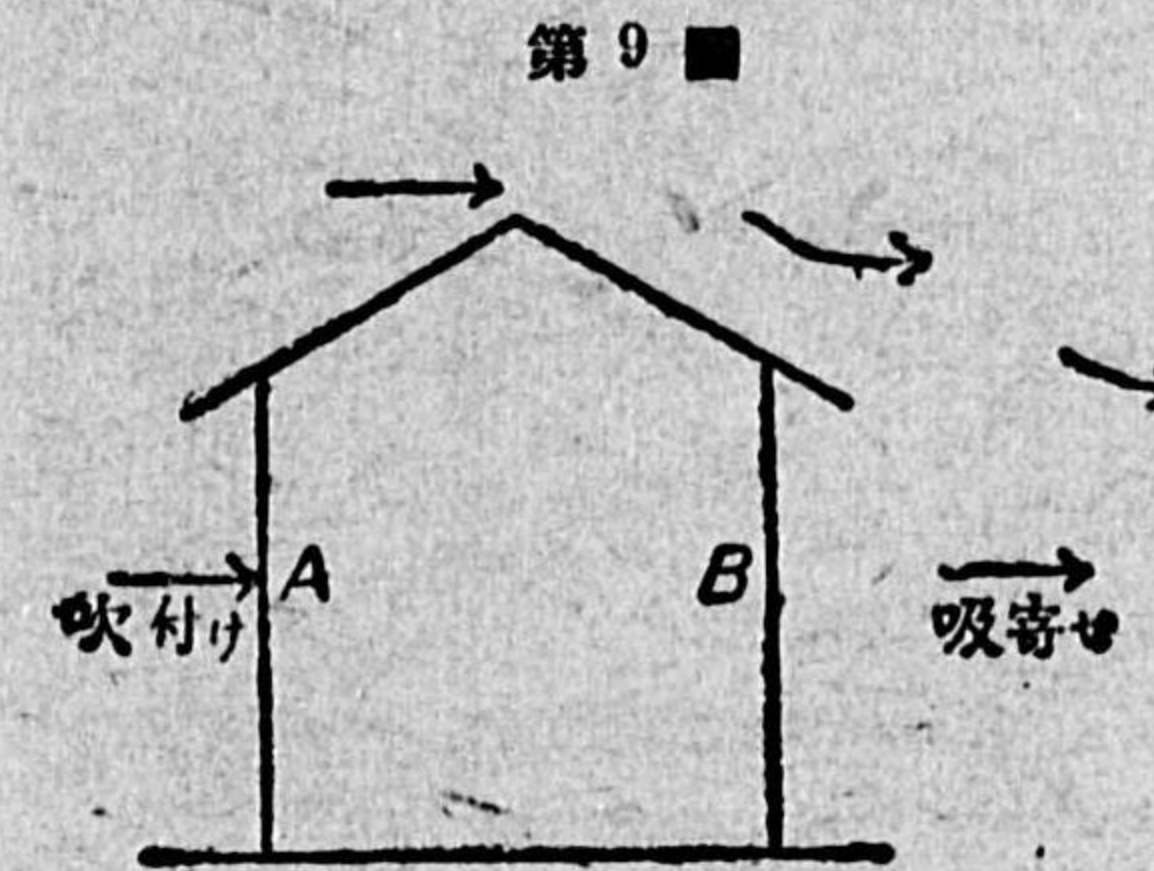
自然換氣に於て、室内換氣を成るべく有効ならしめんとするには、風の當る側の窓は勿論、反對側なる窓をも開放し置くのが良い。茲に窓と稱するは特設風孔をも含むのである。

實に風は換氣の原動力として、風當りある壁の側のみが、有効であるのではなく、反對の側の風力も亦幾分效力があるのである。第9圖に於て、A側は直接風

に當る故、換氣に役立つことは明らかである。そのみならずB



側の風も實際に於て多少換氣に役立つのである。A側に於ては風は吹付ける力を有するが、B側に於ては風は吸込む力即ち引寄せる力を有してゐる。さればB側の窓又は特設風孔を、開けて置くことが有効である。



就ては、B側の風の引出す力は、何程かといふに、佛國學者の調査に依れば、A側の風力を1とすれば、B側の約0.38である。

されば、病室又は寄宿舍其他集會所等の建築に於

て、自然換氣を利用せんとするとき、若し構造が上等にして隙間風の少き場合には、自然換氣を促す爲め適當の位置に風孔を特設し、無双連子類を取設けて、開閉を任意にすべきよう爲すべきである。暖國に於てはそれが殊に必要である。

風孔の位置は何處が適當であるかといふに、寢室などに於ては、寢臺上の人の頭附近に、廢氣が溜まり居る故、其水平近くに風孔を設けるが良い。即ち床上0.6乃至0.7米程に設置すべきである。病院及び寄宿舍に於ても其心して設計すべきである。集會所などに於ては、巾木附近と、床上2米程の所と、上下二ヶ所に設けるが良い。第10圖は其一例である。

窓は自然換氣に役立つものである。されど夜間は明け置くことは出来ぬ、晝間でも雨又は塵埃を防ぐ爲め閉鎖しなければならぬことがある。依て寢室、寄宿舍、病院等に於て自然換氣に依らんとするならば、特設風孔を是非共付けねばならぬ。

自然換氣に依る換氣回数

普通の住家商店等に於ては、特別に換氣法を設備せずとも、自然に換氣が行はれる方が多い。第26表に依り換氣力の程度の概念が得られる。

普通の建築に於ては、所々に隙間がありて、物理學者の稱する氣密といふことは、到底望み得ない。されば上等の建築でも、1時間に1回程は室内空氣が交替するのである。それも静穩の日と、和風のとときと、烈風のとときと、は大に相異があるが、先づ比較は第26表にて知れる。開放的な日本造に於て、烈風の日などに於ては、空氣の交替數は非常に多きことである。故に同表の如きものは物指にて長を測るようには正確では無いこと勿論である。到底正確に言へる性質のものでは無い。

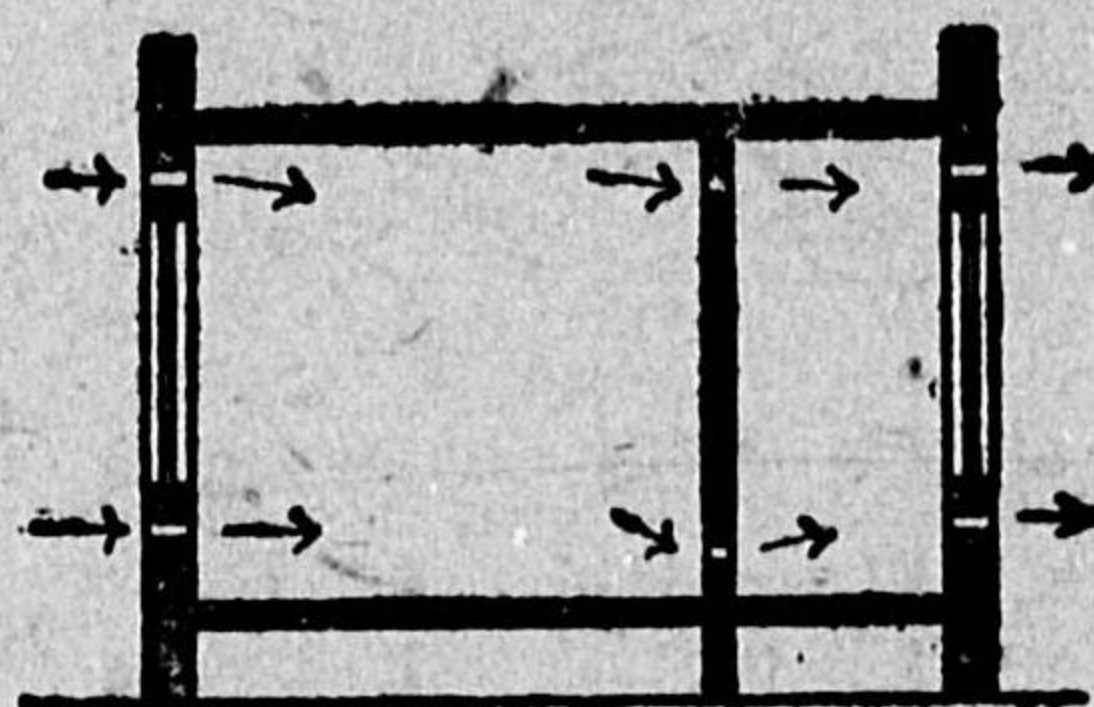
隙間風の空氣量計算法

前述の方法にては、1時間に幾回数と推定するのであるが、實際に當つては符合しないかも知れない。尤も第23表のは機械換

策26表 構造に基因する換氣回数

構 造	1 時間換氣回数、n
上 等 工 事	1
普 通 工 事	2 乃 至 3
日 本 造	3 以 上

第10圖



氣法に依て、指定の通りの回数になるようにするのである故、別問題である。併し自然換氣の場合では、1回と定めても、實際は1回で無いかも知れぬ。故に前記方法は、極めて正確とは言へぬ、併し簡便である故、現今でも換氣回数より、空氣量を割出すことが、普通行はれてゐるのである。

次の方法は、前記方法よりは幾分正確に近いのである。それは、隙間の廣さと、風速とより割出すからである。

今窓等の隙間が、幅 1.5 耗と假定し、又風速が 1 秒に付 1 米とすれば、隙間の長 1 米毎に、毎時進入する空氣量は、凡 2 立方米である。以上を一目瞭然に書けば

粗工事の場合隙間長 1 米に付進入空氣量 =
 2 立方米/時/風速 1 米、秒、..... (29)

である。若し普通工事として、隙間幅が 0.8 耗と假定すれば、一目瞭然に次の如く書く

普通工事の場合、隙間長 1 米に付進入空氣量 =
 1 立方米/時/風速 1 米、秒、..... (30)

である。次に建具に風除縁を設けたる最上等の工事に在ては、次の如く書く

最上工事の場合、隙間長 1 米に付進入空氣量 =
 0.13 乃至 0.2 立方米/時/風速 1 米、秒、..... (31)

例題 容積 500 立方米の部屋あり、其外壁に幅 75 厘、高 180 厘の上げ下げ窓二つあり、而して構造は粗工事の程度なり而して風速は 25 米/秒の烈風ならば、室内空氣は 1 時間に幾回交替するか。

答、 一回程

解 窓の周圍及び召合せの長は

$$2 \times \{2(1.8 + 0.75) + 0.75\} = 11.7 \text{ 米}$$

次に風速が 25 米/秒なる故 (29) 式に依り

$$2 \times 25 \text{ (これは風速)} \times 11.7 \text{ (これは隙間の長)} = 585 \text{ 立方米}$$

室の容積 = 500 立方米なるに依り

$$585 \div 500 = 1.17$$

以上は、風速を烈風とした結果である、併し烈風は毎日吹くものではない、且地勢にも依り、建物の方位にも依り、其他一階と八階との相異にも依り、種々なる差異が生ずることは明らかである。前例は唯計算法を例示したのみである。今は餘り深く立入るべきでない。

普通は和風位を程度として計算すべきである。前例題を疾風程度として解けば、1時間に 0.3 回程となる。和風とすれば更に少くなる。

第二節の問題

1. 便所等の臭気が外へ出ぬやうにするには、如何なる工夫をなすべきか、氣流の中立帯に關係して説明すべし。

2. 普通工事に於て、窓周り隙間の長 10 米ありと假定す、風速 5 米/秒のとき隙間風の量は 1 時間に若干なるか。

答、 $\text{空氣量} = 1 \times 10 \times 5 = 50 \text{ 立方米}$ (30) に依る。

3. 前題の工事が風除縁付の最上程度ならば若干なるか。

答、 $.2 \times 10 \times 5 = 10 \text{ 立方米}$

若し其室の容積が 50 立方米ならば、換氣回数は 1 時間僅に、 $\frac{1}{5}$ 回である。又前題のは 1 時間 1 回である。

第三節 機械換氣の梗概

自然換氣法は不確實である、故に大規模又は重要なる建物の換氣設備をなすには、機械換氣に限るのである。

機械換氣法と稱するは、發風機を使用して換氣を適當に且意の如くに施行し得らるるものである、自然換氣の不確實なるに對して、機械換氣は眞に正確なるものである。實に空氣の分量其他總て正確に計算し得られるものである。

本書に於て發風機と稱するは、送風機及び排風機の總稱でありて、發風機は位置に依りて送風機ともなり、又は排風機ともなるのである。

機械換氣の設備を爲すに種々なる場合がある。即ち次の通りである。

1. 温度を顧慮せざる場合、
2. 暖房を合せて考慮する場合
3. 冷房を合せて考慮する場合
4. 暖房冷房を合せて考慮する場合

實に建物の種類は多數である、而も、建築地の地勢風土等も亦千差萬別である、塵埃の起る工場と、清潔を尊ぶ病院と同様に換氣の裝置を爲すことは無理である、又臺灣と樺太とは換氣の設計に於ても大に差異がある。吾人が若し、東京附近のみを標準とするならば、夫は大なる間違である、實に廣く全般を考へねばならぬのである。されば以上の如くなるのである。

次に機械換氣の設計に二種類ある。

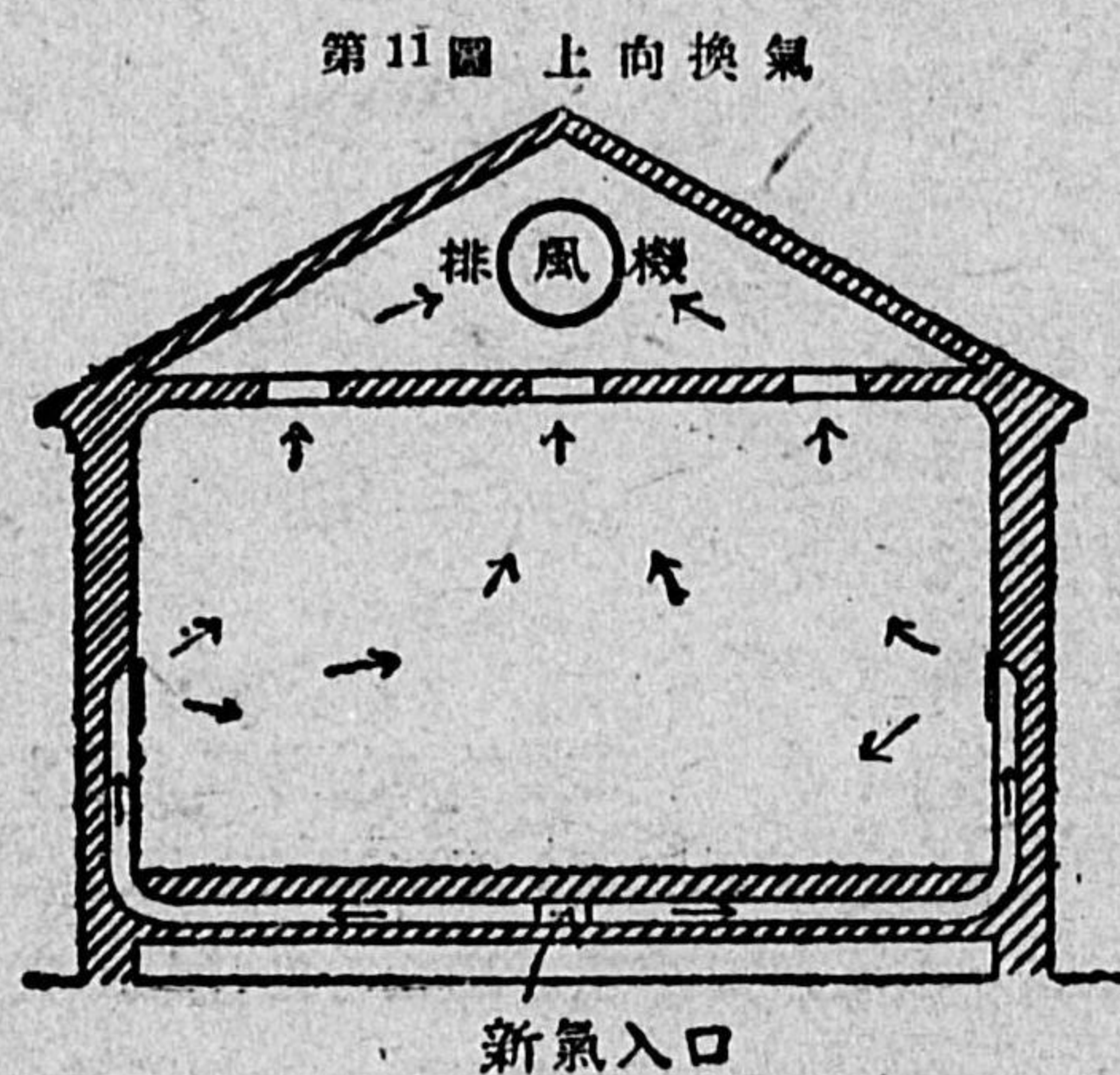
1. 機械送風と自然排氣
2. 機械送風と機械排氣

である。其中、後者の方が最も完全である、即ち送風機と排風機を兩用するものでありて、遺憾なく換氣が行はれ得るのである。

送風機と排風機とを併用する設計に於ても、三種類の方法がある、即ち次の通り。

- ウハムキ
1. 上向換気
 2. 下向換気
 3. 混合換気

である。尤も、送風機と排風機とを併用する方法に於ては、任意に上向を下向に變し、又は下向を上向に變へ又は一部を上向と

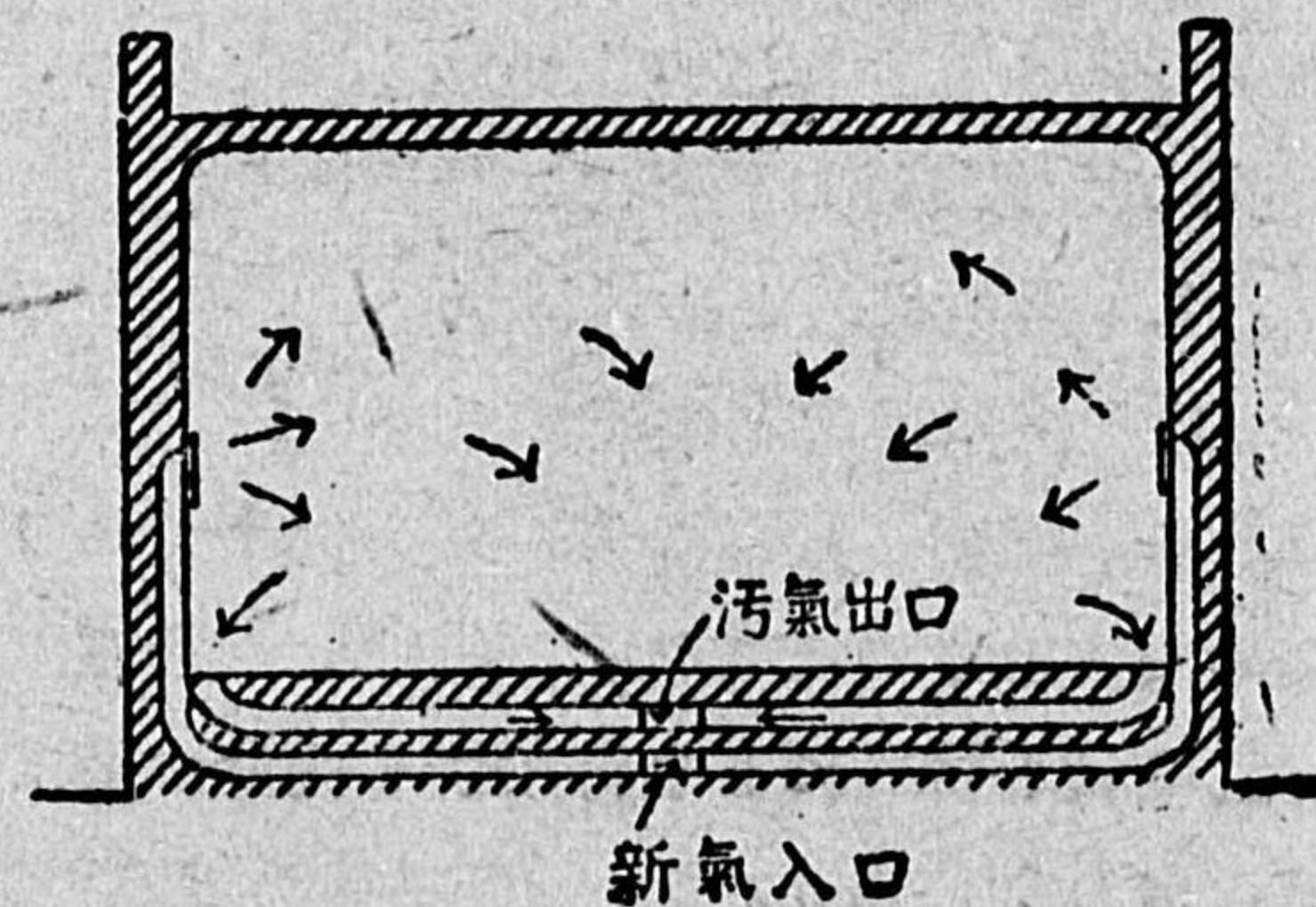


し、一部を下向とすることなどが出来る、されば甚便利なる方法である。故に是方法を英語にて、バランスド、システムと唱へる、即ち出入式といふのである、一方が出るならば、他方は入であるから、之を釣瓶式と

言つても宜しいかと思ふ。一進一退、バランスド、システムは眞に相應はしき名稱である。

さて上向下向兩式中、何れが宜しきかといふに、實

第12圖 下向換気



は部屋の種類、家具の配置、室内作業の種類等に依りて何れが便利であるかが決せられるのである。但し、送風機の計算、送入及び排出風道の設計等に付て、用意周到を缺くことなきよう、充分注意することが、何れの場合でも必要である。

^{ワタホコリ}綿埃の立つ作業の工場などに在ては、第11圖の如き上向換気に依れば、室内に綿埃が充満する故、良法では無いことが明らかである。然るに若し、下向換気法を用ふるならば、綿埃は直に室内より除去されて、室内空気は常時清浄であり、従て室内照明も、綿埃に妨げられることが無い故、職工も心安く作業に従事することが出来る。これ下向換気の必要なる一例である。綿埃に限らず工場に於ては類似のものが澤山ある。

學校又は事務所建築に於ては、換気と暖房とは、別々にすることが便利である。暖房は各室に設置したる放熱器又はストーブに依ることとし、換気は換気だけにて適當に設計すべきである。

劇場其他類似の建物に於ては、上向換気になすことが得策である、それは床附近に夥多の空氣入口を取設けることが出来、従て新鮮空氣を萬遍なく室内に行渡らせることが出来易いからである。

其他料理店及び喫煙自由なる場所などに於ては、臭氣及煙などは上方に昇り易き故、上向換気にする方が都合が良い。

之に反し、學校又は病院に於ては、床附近に空氣入口を設けることは、困難である故、下向換気に爲す方が便利である。

尙第十三章第三節を参照あれ。

第三節の問題

1. 上向換気にする方が都合能き場合を記せ。
2. 下向換気にする方が都合能き場合を記せ。

第四節 空氣調和法の梗概

空氣調和とは、室内に送入すべき空氣を、洗滌器に依りて充分清淨にした後、適當の溫度と濕度とを與へて、**在室者に快感を覺へしむるようなる空氣と爲すこと**でありて、最も進歩的なる換氣の方法である。又工場に於ては、製品の性質に依りては、**溫度濕度との微妙なる作用が、製品の出來榮に重大なる影響を及ぼす**ものである故、空氣調和といふことが頗る必要なることである。されば空氣調和は、在室者の快感を主として設計することもあるが、又工場などに於ては、製品の性質に重きを置いて設計することが必要である。紡績工場、其他火藥工場、寫眞用フィルム工場等に於ては空氣調和が最も肝要事項である。

換氣法の進歩せざる往時に於ては、空氣濾過器は單に篩の如き金網であつて、僅に空氣中の塵埃の幾分を除去し得る程度のものであつた。現今に於ては、濕式空氣濾過器を用ふる故、空氣清淨の目的を達することは實に完全と言つて良い。

濕式空氣濾過器の效能。設計優良なる濾過器は實に次の如き效能がある。

1. 外部より進入する空氣中の固形物の 98% を除去する。
2. 噴霧水の溫度に於て、相對濕度を 85% まで増加せしむることを得る。
3. 水に溶解する臭氣を、總て除去し得る。
4. 調和空氣中に、若し幾分の遊離水分が残存することあらば、完全に之を除去し得る。これは電氣機械室の換氣及冷房のとき甚大切なることである。其他濕氣を厭ふ部屋には緊要である。

5. 冷房などの場合には冷水を用ふる時、出で行く空氣と水との溫度差を、入込むときの溫度差の 25% 以下に爲すことを得る。

以上の如き效能がある。素より設計の良否に大に關係するものである故、單に優良設計の一例を示したのみである。

次に現今の、空氣洗滌装置は下記の七部より成る。第 13 及び第 14 圖を参照あれ。

1. 噴霧器
2. 掃除板
3. 脱離板
4. 受水槽、一次水濾器を有す
5. 二次水濾器
6. 循環唧筒
7. 受水槽内の加熱器

1. **噴霧器。**進入空氣に最も近き所にありて、夥多の噴霧口を有する管が其中にある、而して噴出する方向は空氣の進行と同方向である。斯くて室内は全く濃霧にて充たされ、其中を空氣が通過するのである。故に空氣は霧と遺憾なく充分に混合する。

2. **掃除板** これは噴霧室の一端にありて、空氣の進行方向に斜めの向に据付てある板にして、絶へず水が流下して居る。斯くて進行空氣はそれに衝突する、従て空氣中の固形物は除かれ、溶解し易きものは悉く水に溶解される。之が爲め空氣は飽和状態となり、且遊離水分をも多分に含有する。第 14 圖参照。

3. **脱離板** これは掃除板の直後にあるものにて、これも亦空氣が衝突するように其の進行方向に斜に置てある。唯脱離板には水が流下して居らぬ故、空氣中の遊離水分は水滴の形にて脱離板

に附着する。斯くて脱離板は空気中の過剰水分を除去するのである。第14圖参照

4. 受水槽 噴霧用の水をも供給し、其使用済の水をも受入れ、又一方には、細目を有する篩を備へ、依て以て、稿、ポロ布、羽根、等の屑物を濾過するの役目を爲す所である。

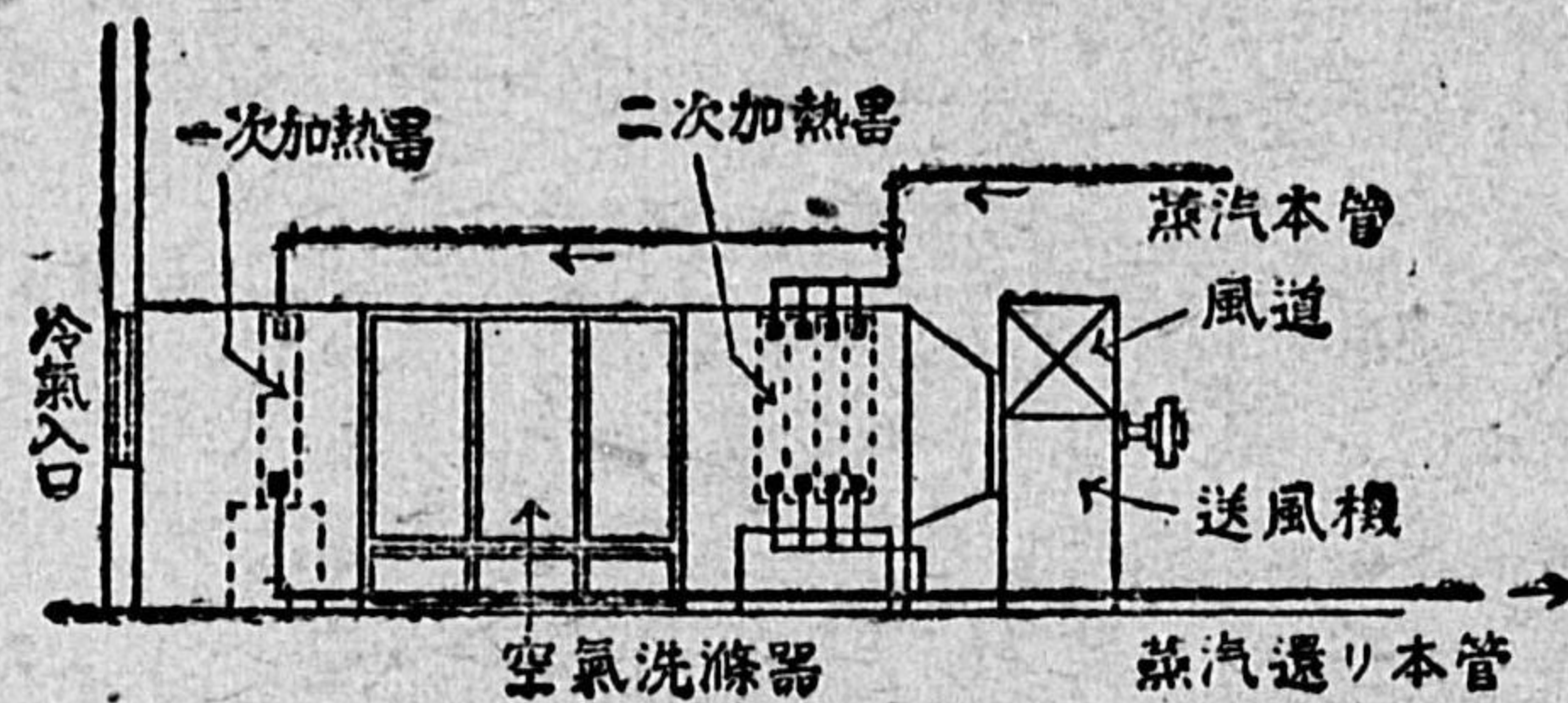
5. 二次水濾器 更に水中に残存する微細の固形物を、是篩にて除去し、以て噴霧器の管が塞がらぬようにするのである。

6. 循環唧筒 普通は電氣力に依る渦巻唧筒が用ひられる。

7. 受水槽内の熱面 噴霧水を暖めて後、噴霧器に送ることがある、其場合には、唧筒と噴霧器との間に發熱面を裝置することが普通である。

給濕は噴霧水を暖めることにて果される、其時空気は噴霧室を通過して濕氣を適當に吸収する。又噴霧水よりは多量の熱が吐出される、而して其原因は二つある、(1) 噴霧室へ入込むときの温

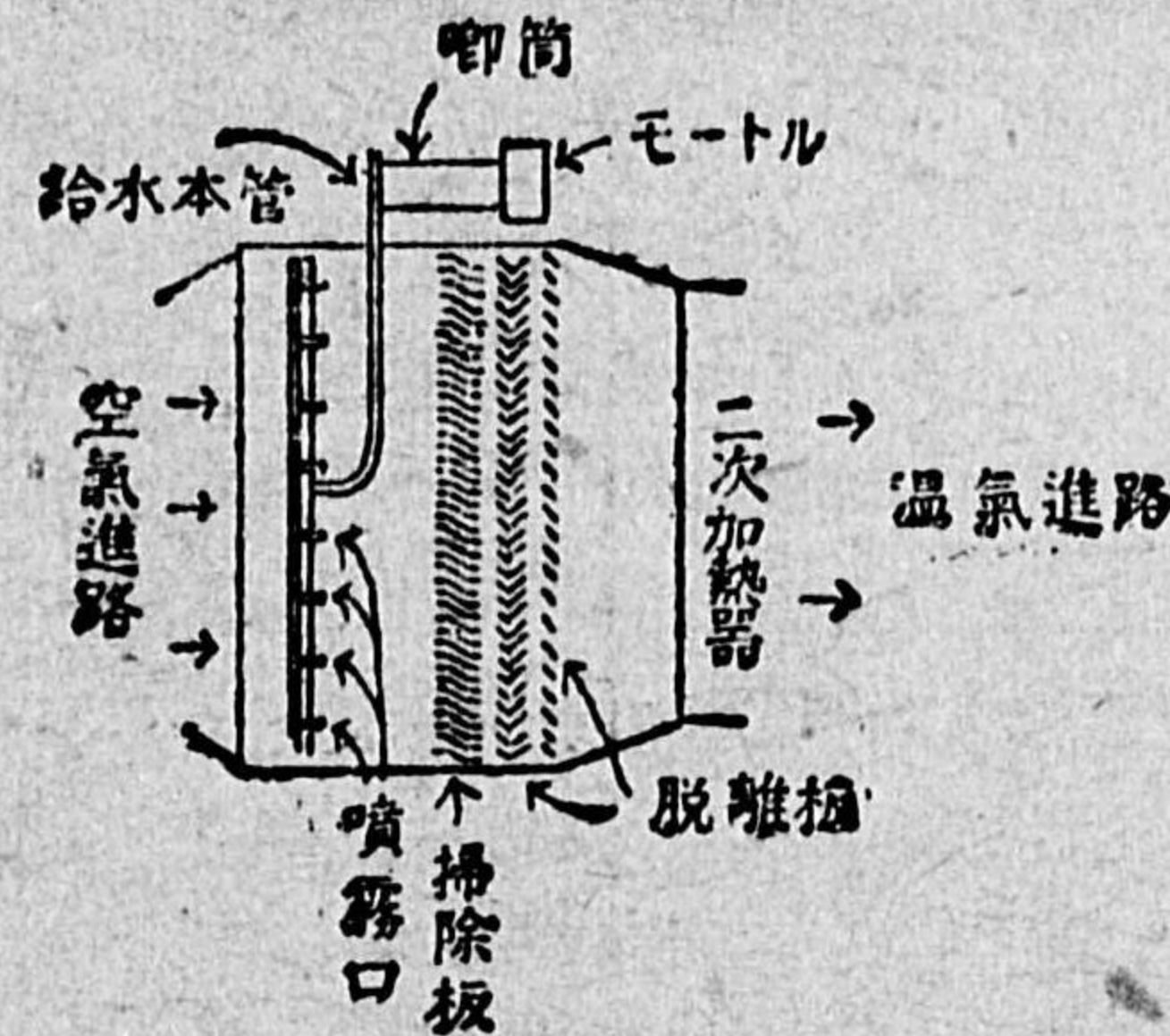
第13圖 空氣調和裝置略圖



度に於て空気を飽和状態に導く爲め、充分なる濕氣を蒸發することに依り、噴霧水が放熱すること、(2) 更に空気に熱と濕氣とを増加し、遂に空気が飽和状態を維持し、且所要の水蒸氣量を含蓄するに適する温度を維持しつつ、空気が洗滌器を去り得る迄、熱

と濕氣とを増加し續けることに依り、噴霧水が放熱すること、是二原因である。

第14圖 空氣洗滌室内略平面圖



斯くて空気は洗滌器を出でて、加熱器に行き、そこにて濕氣に増減なく、温度が高められるのである。

例題 屋外空氣の温度は -4°C にして濕度は20%のとき、室内への進入空氣の温度を 21°C とし其濕度を60%とす

れば、自然其濕量即ち絶対濕度は、1立方メートルに付 $18.2 \times 0.6 = 10.92$ 瓦なり(第11表参照)。此行程を第1圖表にて圖解すべし。

解 第15圖を以て説明する。

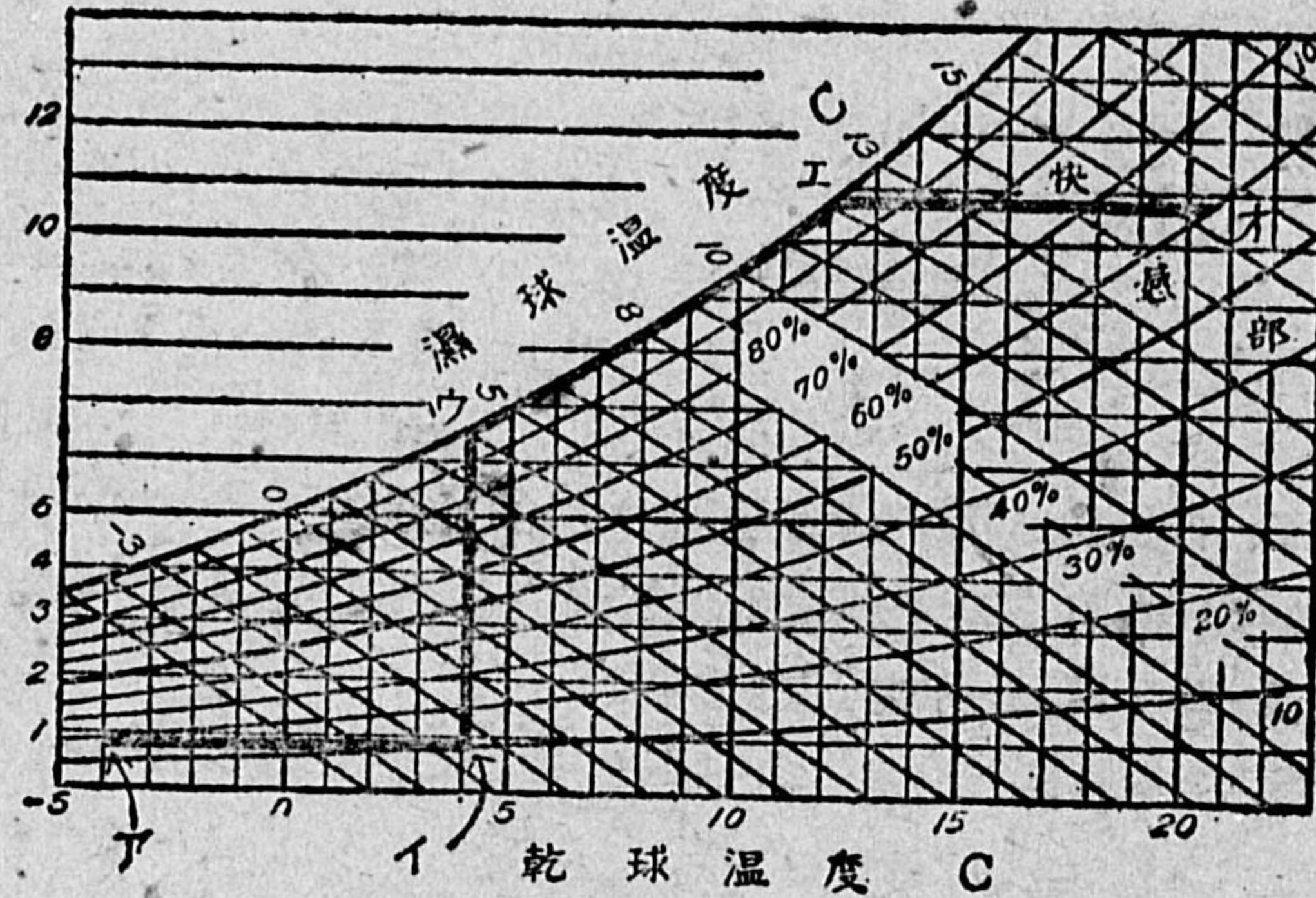
進入空氣は豫熱コイルに依り凡 4°C に暖められる、依て第15圖ではア點よりイ點迄進行する。次に空氣が洗滌器に至り、噴霧水より濕氣を吸収し、遂に飽和状態となるに至る、つまり第15圖ではイよりウに昇るのである。更に空氣は引續いて噴霧水より熱と濕氣とを吸収して、飽和状態を維持する、これは圖上のウよりエ迄の曲線にて知れる、其エ點は濕量が10.92瓦/立方メートルの所に相當するのである、而して其時の濕球温度は凡 12.5°C であることが圖で知れる。斯くて空氣は加熱器に達し、そこにて發送温度 21°C に暖められ、豫定の濕度60%となる。オ點は即ち最後の状態を示す。(説明了り)

湿度調整と温度調整。實際に當つて以上の目的を達するには、

湿度と温度とを調整すること、即ち豫定の通りに湿度と温度とがなるやうにせねばならぬ、これが実行上最も必要なことである。

湿度調整には、調濕器を用ひ、温度調整には、調温器を用ふる。兩器何れも種々なる特許品があれども、本章に於ては之を省略する。

第 15 圖



兎に角、温度と湿度との調整が自由に出来るやうになつて始めて、空氣調和といふことが實現する譯である。

第四節の問題

1. 空氣調和とは如何なることか。
2. 濕式空氣濾過器は如何なるものなるか。

第八章 熱量の損失

第一節 損失熱量

屋内温度を屋外温度以上に煖めるときは、屋内の熱は絶えず外方に散逸する。就ては屋内を所要の温度に保持せしめるには、煖房方法に依りて、損失熱量相當の熱量を、絶えず供給すべきである。これ煖房法の主眼の目的である。

之に反して、冷房法に於ては、室内空氣は屋外空氣よりは温度低き故、屋外空氣の熱が壁等を通つて、室内に傳はるのである。故に前者と正反對である、然れども此場合、外方空氣の熱量損失である故、計算方法に於て全然同一である。

熱量損失に次の如き原因がある。

1. 壁、窓、天井、床等より、熱の輻射、傳導、及び對流に基因する損失。
2. 隙間風に基因する損失。
3. 換氣装置に基因する損失。

されば、損失熱量を成るべく僅少にするには、壁等の材料を適當に選擇し、構造を丁寧にして隙間を成るべく少くするやう、注意することが肝要である。

壁等に基因する損失熱量。壁等よりの損失熱量を計算するには、先づ是等の各面積を別々に計算したる後、次式に依て各の損失熱量を算出し、其合計を以て壁等よりの損失熱量とするのである。

$$H = AU(T - t) \dots\dots\dots (32)$$

式中、H = 損失熱量、カロリー/時

A=壁等の面積、平方米

T=室内温度、C.

t=屋外温度、C.

U=傳熱係數=損失熱量、カロリー/平方米/時/1°C.

係數 U の見出し方に付ては、後に記すこととし、ここには若干の例を示す。尤も U に付ては實驗者に依りて大に相異がある。それは材料の良否、仕上げの巧拙、實驗方法及設備の完否、實驗數の多少、實驗後、計算方法の相異等がある故、數値が各人符合せざることは無理も無いことである。尙本節本項の最後を見られよ。

第 27 表等には、壁等の傳熱係數の若干を掲げてある。

例題 コンクリート造建物の部屋の一方にある外壁は、長 6 米、高 3 米、厚 15 糎にして、窓も出入口も無しと假定す、今屋外温度が -5° なるとき、室内温度を 20°C に保持せしめんとす。然らば是外壁の損失熱量は 1 時間に幾カロリーなるか。但し壁面は素地とす。

答、 1058 カロリー/時

解 壁の面積 $= 6 \times 3 = 18$ 平方米

U = 2.35 とす、第 27 表に依る。

(32) 式に依り、 $H = 18 \times 2.35 \times 25 = 1057.5$

これ最も簡單なる例である。

例題 前例題の外壁に、幅 75 糎高 180 糎の窓が二つあるとき、外壁の損失熱量は若干なるか。

答、 1203 カロリー/時

解 窓面積 $= 2 \times 0.75 \times 1.80 = 2.7$ 平方米

壁の正味面積 $= 18 - 2.7 = 15.3$ 平方米

第 27 表 コンクリート壁の U

壁 厚	傳 熱		係 數、 U
	素 地		
種	佛 國	米 國	木 摺 漆 喰 塗
5	3.45	3.37	—
10	2.75	2.68	1.51
15	2.30	2.39	1.46
20	2.00	2.30	1.37
25	1.70	2.20	1.27
30	1.50	2.10	1.22

注意。米國のは、原數値に 4.88 を乗じて得たる數なり。

第 28 表 煉瓦壁及び石灰石壁の U

壁 厚	煉 瓦 壁	壁 厚	石 灰 石 壁
種	内面漆喰其上紙貼 又はペンキ塗	種	内面漆喰其上紙貼 又はペンキ塗
6	2.90	20	2.60
11	2.50	30	2.30
22	1.60	40	2.00
33	1.40	50	1.80
45	1.20		
55	0.90		

第29表 木造壁の傳熱係數 U

木造壁の構造	U
下見板張、厚 1.1 糎、間柱、木摺、漆喰、.....	2.14
下見板、厚 1.1 糎、紙下地、間柱、木摺、漆喰、.....	1.75
下見板、厚 1.1 糎、下地板厚 1.9 糎、間柱、木摺漆.....	1.36
下見板、紙、下地板、間柱、木摺、漆喰.....	1.17

第30表 窓の傳熱係數、U.

窓の種類	傳熱係數、U.		
	佛人調査	米人調査	獨逸政府
普通窓	3.8乃至4.0	5.3	5.3
二枚硝子の窓	2.2	3.5	—
二重障子の窓	2.3	2.2	2.5
店前窓	5.0	—	—
教會堂の窓	5.5	—	—
厚硝子の窓	—	5.25	—
普通硝子の小窓	—	5.75	—
金網硝子	3.0	—	—
モスリン窓掛附窓	2.95	—	—
天窗	5.0—5.6	7.3	5.8
二重天窗	2.4—3.1	2.4	3.0
豎天窗	—	6.1	—

第31表 戸の傳熱係數、U

戸の厚糎	松類 U	桎類 U
1.3	2.7	3.4
2.0	2.3	3.1
2.5	2.0	2.8
3.0	1.8	2.6
4.0	1.6	2.4

第32表甲 屋根の傳熱係數 U

屋根仕上	U	陸屋根仕上	U
瓦屋根		石炭燼コンクリート	
裏板附瓦葺	1.5	厚 5 糎	3.9
裏板無瓦葺	3.9	厚 10 糎	2.9
石板屋根		厚 15 糎	2.6
裏板實矧	1.5	15 糎中空タイル、5 糎	
裏板無し	4.0	コンクリート、タール、砂利	1.8
金屬板葺		20 糎中空タイル	
ブリキ葺裏板厚 2.5 糎	2.2	以下同上	1.5
銅葺同上	2.2	タール及砂利仕上	
波形鐵板葺	7.3	裏板實矧	1.5
鐵板葺、裏板實矧	1.0		

第32表乙 鉄筋コンクリート屋根の U

名 稱	U
鉄筋コンクリート屋根アスファルト仕上、厚 12.5 糎	1.47
同 上 厚 15 糎	1.37
同 上 厚 18 糎	1.32
同 上 厚 23 糎	1.22
同 上 厚 28 糎	1.12
同 上 厚 33 糎	1.02

第33表甲 コンクリート床の U

床 の 種 類	U
コンクリート床、上方木塊、下方漆喰、厚 12.5 糎	0.98
同 上 厚 18 糎	0.93
同 上 厚 23 糎	0.88
同 上 厚 28 糎	0.83
同 上 厚 33 糎	0.78

第33表乙 床天井及間仕切の U

名 稱	U	名 稱	U
床、		同上、両面漆喰	1.70
轉根太床	0.49	天井、メタルラス及	
同、二重板張	0.39	漆喰上方床無し	2.4
タイル床	1.50	天井、木摺漆喰上方	
タ、キ上板張	0.39	床なし	1.6
間仕切、一方漆喰	2.90	同上、床附	1.3

窓の U=4.5 第30表参照

壁の U=2.35 第27表参照

外壁の損失熱量 = $15.3 \times 2.35 \times 25 = 898.875$ 窓の損失熱量 = $2.7 \times 4.5 \times 25 = 303.75$ $898.875 + 303.75 = 1202.625$

例題 一室の一方にあるコンクリート造の間仕切は、長6米高3米厚10糎なり、是間仕切の外には廊下ありて、其温度は常時13°C. 而して室内温度を21°Cに保持せしめんとす。又間仕切には出入口ありて檜の戸は幅1.5米高2米厚2糎なり。是間仕切の損失熱量は1時間に若干なるか。

答、 379.2 カロリー/時

解 戸の面積 = $1.5 \times 2 = 3$ 平方米

戸の傳熱係數 U=2.3 第31表参照

間仕切の正味面積 = $6 \times 3 - 3 = 15$ 平方米

間仕切の係數 U=2.7 第27表参照

間仕切の損失熱量 = $15 \times 2.7 \times (21 - 13) = 324$

戸の損失熱量 = $3 \times 2.3 \times 8 = 55.2$

$324 + 55.2 = 379.2$

同じ大でも、外壁と間仕切とでは、前記の如き大相異がある。若又兩室の間にある間仕切にして、兩室の温度が同じならば、其間仕切の損失熱量は皆無である故に、計算する必要は無い。

以上は壁のみに付て述べたのである。此外、床、天井、屋根に付ても、それぞれ計算せねばならぬ。尤も床の下に同温度の部屋があるならば、其床に付ては損失熱量は無い。又天井上にある部屋も同温度ならば、これ亦計算する必要はない。

床の下に地面があるとき、又は部屋がありても温度が異ふとき、及び天井上に屋根があるときは、必らず損失熱量を計算せねばならぬ。

床下及び屋根裏の温度

これは其土地の氣候に依て大に異なるのである、獨逸の如く屋外温度の標準を -20°C とする所では、次の如く定めてある。

暖房の装置無き閉鎖せる地下室..... 0°C

玄関等の如く暖房の装置なく

して屋外氣に觸るる所..... 5°C

金屬葺又は石板葺下の屋根裏..... 10°C

瓦葺下の屋根裏..... 5°C

これは -20°C より割出した規定である。若し屋外温度が -5°C のときは、それぞれ適當の數字を用ふべきである。英國に於ては床下の温度を外氣より 8°C (15°F) 高くする。

米國に於ては、床下の計算に於て、地の温度を 10°C とするこ

とが普通である。

傳熱係數 U の値

既に前にも述べたる如く、U の値に付ては研究者に依りて大に相異がある。今硝子に付て例を挙げれば、次の如き相異がある。

普通窓硝子の U

佛國人セー氏 U = 3.9 乃至 4 カロリー

獨逸工務省 5.3

獨逸人ポール氏 2.6 乃至 3.53

獨逸人フィチェル氏 5.0

米國人アレン氏 5.3 (1.09 B.t.u. 平方呎等)

米國人アイ、エヌ、エヴァン氏 5.5 (1.125 " " ")

米國人エル、エー、ハーディング氏 5.5

斯の如く頗る大なる相異がある。次に煉瓦壁の U に付ても次の如き相異がある。

壁厚、種	佛人セー氏	獨逸人ポール氏	米人アレン氏
11	2.50	2.13	2.52 (0.52 B.t.u. 等)
22	1.60	1.60	1.80 (0.37 ")
33	1.40	1.27	1.41 (0.29 ")
45	1.20	1.06	1.22 (0.25 ")
55	0.90	0.79	1.07 (0.22 B.t.u. 等)

隙間風に基因する損失熱量。第七章第二節に於て既に隙間風の空氣量計算を述べた。若し1時間の空氣量を V 立方米とすれば、是 V なる空氣が部屋を冷却する、依て之に對抗して相等の熱重を供給せねばならぬ、之を H とすれば、

$H = 0.3 V (T -)$ (33)

式中、 $H=1$ 時間の供給熱量、カロリー=損失熱量

V =隙間風 1 時間の空気量、立方米

T =室内温度、 $^{\circ}C$

t =屋外温度、 $^{\circ}C$

此式は (25) 式と全く同形である。唯 (25) 式の V は室内の容積、(33) 式の V は隙間風の空気量である、併し何れも、空気量である。

人に依りて式中の、0.3 を 0.307 又は 0.31 とすることは、(25) 式のときに述べた。

さて (33) 式の V を算出することに付ては二つの方法があることは、第七章第二節に述べた、即ち一は室内空気の換気回数より割出すこと、例へば第 26 表又は第 23 表に基くこと。尙他の一は實際建具等の隙間より進入する空気量を計算すること、例へば (23) 又は (30) 若しくは (31) 式に依りて計算すること。

次の例題の如きに在ては、換気回数の方法より割出すことは出来ぬ。

例題 或る部屋の外壁に、幅 75 糎、高 180 糎の上下窓二つありて、構造程度は普通なり。屋外温度 $0^{\circ}C$ なるとき、室内温度を $20^{\circ}C$ に保持せしめんとす、然らば隙間風に基因する損失熱量は若干なるか。但し風は強風程度として風速を 10 米/秒とす。第 25 表参照。

答、 702 カロリー/時

解 窓周囲及び召合せの長は

$$2 \times \{2(1.8 + 0.75) + 0.75\} = 11.7 \text{ 米}$$

(30) 式により、且風速 10 として

$$1.0 \times 10 \times 11.7 = 117 \text{ 立方米} = V$$

(33) 式に依り

$$H = 0.3 \times 117 \times (20 - 0) = 702$$

以上の如き計算法に依れば、風當り強き室と弱き室とにて、風速度を加減し其土地相當の風速度に基きて、適當に損失熱量を、各室毎に特定することが出来る。例へば、其土地に於ては、冬季南風少き故、南向の部屋は、風速度を 1 米/秒にするとか、又は西北向の部屋は、風速度を 10 米/秒にするとか、何れも土地相當に推定して計算すれば、當らずと雖も遠からずである。

然るに従來の計算法は、一定の計算法に依て、損失熱量を見出し、然る後に、北向の部屋は何割増、西向のは何割増と、それぞれ割増して算出するのである。且又一定の計算法は、風速度及び隙間の大きさより割出すのでは無く、隙間風より起る室内空気の換気回数を、憶測して起算するのである。然らば其憶測は必しも正確とは言へない。今某室の室内空気は 1 時間に二回交替すると豫想しても、實際は一回かも知れない。而して一回と二回との差は損失熱量に大差異を生ずる。

次に従來の方法即ち室内空気の換気回数より割出す方法を掲げる。

今部屋の容積を C 立方米とし、換気回数を n とすれば、 $V = nC$ なる故、(33) 式は次の通りになる

$$H = 0.3 Cn(T-t) \dots \dots \dots (34)$$

式中、 $H=1$ 時間の損失熱量、カロリー/時

さて n を憶測假定することが頗る困難でありて、正鵠を失し易い。次の如きが一の参考である。

窓面積平方米と、室容積立方米との比を見出し、それよりして

換気回数を割出すことは次の通り。

比=0.5%	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
n=0.35	0.5	0.75	1.0	1.5	1.75	2.0

これは決して正確では無い。窓の構造の巧拙によりて多くもなり、少くもなる。

第 26 表より割出すことも一方法である、併しこれも正確とは言ひ難い。部屋の大きさ、窓の員数及構造、工事の巧拙等には関係無いからである。

第 34 表は好き参考物である。開閉頻繁なる郵便局又は銀行等の公衆玄関の如きは、假令、無風のときでありても n は頗る大なる譯である。

第 34 表 換 気 回 數

室 名	換 気 回 數、n
玄関、ホール	2 乃至 3 又は 5
一階室	2
二階室	1-1 $\frac{1}{2}$
外壁少き大室	$\frac{1}{2}$ 乃至 1
公共集會室	$\frac{3}{4}$ — 1
廊下	1 $\frac{1}{2}$ — 5

換気装置に基因する損失。隙間風で無く、特別に換気装置を設けて換気する場合、即ち機械換気の場合には、第 23 表の如く、1 時間の換気回数は、頗る大數である、従てそれに要する熱量も

亦頗る多額である。其熱量計算も亦 (33) 式に依れば良い、即ち (35) 式として是處に掲げる。

$$H=0.3V(T-t).....(35)$$

式中、H=損失熱量、カロリー/時

V=換気に必要なる空氣量、立方米。

以上にて損失熱量のことは大概述べ終つた、但從來の計算法に於ては、先づ諸室を風當りの強く無きものとして計算し、次に北向又は西向等、冬季風當りの強き方の諸室には割増するのである。第 35 表参照。

第 35 表 其 一 損 失 熱 量 割 増 表

米國の習慣

室の方位又は暖房状態	割 増 高
北及び西北に面する室	1. 割 5 分
同上、海岸など	2. 0
西向	1. 0
晝間のみ暖房を行ひ 夜に閉鎖する建物	1. 5
晝間のみ暖房を行ひ 夜は開放し置く建物	3. 0
不定期暖房	5. 0

第35表 其二 方位に関する割増、
佛國の習慣

方位	割増	方位	割増
南	0%	北	20%
東南	7	西北	15
東	15	西	10
東北	18	西南	5

風當り強き場所は、1.10 乃至 1.15 を乗ずること

第一節の問題

1. 某室の間仕切は 10 厘厚のコンクリート壁なり、室の温度は 20°C にして、間仕切外なる廊下の温度は 15°C 。又間仕切の長は 4 米にして、高は 3 米、之に出入口等の開孔一も無し、是間仕切の 1 時間の損失熱量は若干なるか、但し $U=1.5$ とす。

答、 $12 \times 1.5 \times 5 = 90$ カロリー/時

2. 閉閉頻繁なる郵便局の玄関は、容積 60 立方米にして温度は 15°C 。而して屋外温度は -5°C なり、然らば 1 時間に何程の熱量を要するか。但 $n=5$ とす

答、 $0.3 \times 60 \times 5 \times 20 = 1800$ カロリー

3. 隙間漏る風、即ち空気量は、1 時間に 50 立方米ならば、これが爲めの損失熱量は若干なるか。但し室内温度は 18° にして屋外温度は 0°C なり。

答、 270 カロリー/時

第二節 損失熱量計算法の種類

建築には、規模に大小の別があり、構造に夥多の類別と工事の巧拙とがあり、用途にも種々の區別がある。従て換氣煖房に付ても一様に取扱ふことは出来ぬ。建物の種類に依ては、最新式の換氣と煖房とを應用し、綿密なる計算法に依り、慎重に設計すべきである。

之に反して小規模なる建物にありては、敢て牛刀を用ふるに及ばず、従て大體の見當を付けるだけの計算を爲すのみにて、充分なることもある。依て次に種々の計算方法を記述する。先づ粗より精に至ることにする。

(ア)、大體の見當を付ける爲めの略算

(イ)、損失熱量計算の近似式

(ウ)、傳熱係數 U に依りて傳熱を計算し、隙間風に付ては、室内空氣の換氣回数を推定し、依て損失熱量を定むること。

總て南向として計算し、北向等のは相當割増すること。現今では此方法が最も普通である。

(エ)、傳熱係數 U に依りて傳熱を計算し、隙間風に付ても工事の程度に應じて相當に計算し、斯くて進入空氣量を細密に算定すること。

これ最新の方法である、併し現今では是方法を用ふる人は少い。

(ア) 略算法

建物の種類に依りては、餘り精密に計算しないでも良く、略算法にて充分間に合ふこともある。又或る場合には、檢算の目的にて略算法が必要のこともある。又大至急の工事に於ては、綿密な

る精算は後廻しとなし、先づ略算に依りて大體の見當を附けたきことも往々にある。

次の若干の参考となるものを掲げる。

室内容積 1 立方メートルに付、1 時間の損失熱量は次の通りである。

1. コンクリート造、煉瓦造、石造等
但し外壁は一方のみ。.....25 乃至 30 Cal.
2. 同上、但し上に天窗あるとき.....37 — 40
3. 下見板張木造家屋.....50 — 60
4. 日本造.....65 — 75
5. 温室.....70 以上

以上は正確のものでは無い、窓の數、部屋の内外温度の差、仕事の巧拙等に依て大に相異があること勿論である。

日本造家屋に於ては次の如くに見積ることもある。

6. 畳 1 に付 200 乃至 300 Cal./時
7. 床面 1 平方メートルに付 60 乃至 150 Cal./時

例題 八畳敷の間を石炭ストーブにて暖めるには、加熱面は何程にて可なるか。但しストーブの加熱面 1 平方メートルに付、5000 カロリー/時の效力あるものとす。

答、 0.48 平方メートル

解 $300 \times 8 = 2400$ カロリー
 $2400 \div 5000 = 0.48$

例題 下見板張木造の講義室あり、長 10 米、幅 6 米、高 4 米なり、石炭ストーブにて是室を暖めるには、加熱面は何程にて可なるか。又石炭は 1 時間に何程を要するか、但し石炭 1 庇に付、内輪に見積りて、毎時 4000 カロリーの熱を發するものとす。

答、 2.4 平方メートル(ストーブの數は相當にする)

石炭消費高 = 3 庇/時

解 室の容積 = $10 \times 6 \times 4 = 240$ 立方メートル

損失熱量 = $50 \times 240 = 12,000$ カロリー/時

加熱面積 = $12000 \div 5000 = 2.4$ 平方メートル

石炭消費量 = $12000 \div 4000 = 3$ 庇

室内温度の要求、屋外温度の嚴緩、室内聴衆人員、窓の員數等に依て、相異があること勿論であるが、今は斯の如き細密なることを言ふべきでは無い。

(イ)、損失熱量計算の近似式

壁及び硝子面積を計算したる後、近似式に依りて損失熱量を算出することは、前記の略算法よりは、稍正確に近いのである。其若干を次に掲げる。

(1)、カーペンター氏のメートル式

是近似式に於ては煉瓦壁の傳熱係數を、硝子の係數の四分の一と見做した。依て次の通り、

$$H = \left\{ 0.3 Cn + \left(\frac{W}{4} + G \right) 5 \right\} (T - t) \dots \dots \dots (36)$$

式中、H = 1 時間の損失熱量、カロリー

C = 室内容積、立方メートル

W = 露出壁の正味面積、平方メートル

G = 硝子面積、平方メートル

T 及 t = 室の内外温度、攝氏度

n = 毎時換氣回數、第 34 表

此式では硝子の傳熱係數 U を $5 \text{ Cal./m}^2/1^\circ\text{C}$ (即ち $1 \text{ B. t. u./ft}^2/1^\circ\text{F}$) としたのである。此式に依れば、室内容積が大にして窓面積甚小なる場合には、損失熱量は過小となる。之に反して、

窓面非常に大にして室内容積小なる場合には、損失熱量は割合に大となる。此點に於ては次式の方が稍優れるやうである。

(2)、アレン氏のメートル式

米國ミネソタ大學のジョン、アール、アレン教授の近似式は次の通りである。

$$H = \left(\frac{W}{4} + G\right)n(T-t) \dots \dots \dots (37)$$

式中の符號は前の通りである。此式に於ては、室内容積は之を算入しない、唯露出壁のみに重きを置き、隙間風に付ては n を乗じて斟酌してゐるのである。

此式に於ても壁は、煉瓦二枚厚を標準としたのである。

(3)、ハーディング及びウィラード兩氏のメートル式

建築工事の精粗に相應して、隙間風を割出し得るやうにしてある、即ち次の通り

$$H = \left\{ rP + 5\left(\frac{W}{4} + G\right) \right\} (T-t) \dots \dots \dots (38)$$

P = 隙間の長、米

r = 係數、次の數は風速が凡 6 米/秒即ち和風のときである。

普通工事のとき、 $r=1.8$ カロリー

粗工事のとき $r=3.6$ カロリー

風除縁あるとき、 $r=0.23$ 乃至 0.5 カロリー

是式は従前の近似式に一步を進めたものである。以前は隙間に付ては、室内換気回數を憶測したのである、然るに是式に於ては、隙間の長より隙間風の分量を割出すことにした。

以上の三式に於ては何れも厚二枚の煉瓦壁を標準として $\frac{W}{4}$ を用ひたのである。故に若し厚 10 種の鐵筋コンクリート壁と假定するならば、 $\frac{W}{2}$ を用ふることが相當である故に前三式は次の如

くにする。

カーペンター氏式 (其二)

$$H = \left\{ 0.3 Cn + \left(\frac{W}{2} + G\right) 5 \right\} (T-t) \dots \dots \dots (39)$$

アレン氏式 (其二)

$$H = 5\left(\frac{W}{2} + G\right)n(T-t) \dots \dots \dots (40)$$

ハーディング、ウィラード式 (其二)

$$H = \left\{ rP + 5\left(\frac{W}{2} + G\right) \right\} (T-t) \dots \dots \dots (41)$$

現今に於ては煉瓦造は本邦に於ては漸々影を潜め、鐵筋コンクリートが盛に用ひられる故、寧ろ是等三式が本邦に於ては實用的である。

(4) ウィルコックスのメートル式

これは専ら電氣技師の用ふる式である。電氣にては必ずキロワットにて算出するが是處にてはカロリーにて出すことにする。

$$H = 0.86 \left\{ 0.86 Cn + q(2.45W + 6.5G) \right\} (T-t) \dots \dots (42)$$

之を變形すれば次の如くなる

$$H = \left\{ 0.31 Cn + 5.6\left(\frac{W}{2.7} + G\right) q \right\} (T-t) \dots \dots \dots (43)$$

式中、 q = 係數

壁に強き風の當る場合、 $q=1.1$ 乃至 1.5

日中のみ使用する室、 $q=1.1$ 乃至 1.25

日中のみ使用する室

にして壁に強き風

の當る場合、 $q=1.2$ 乃至 1.75

間歇的に使用する室、 $q=1.25$ 乃至 2.0

是式は厚 25 種の漆喰塗コンクリート壁を標準としたやうである。又硝子の傳熱係數を 5.6 としたやうである。

是式は係數 q を用ひることが、一進歩である。是 q は第 35

表の割増と性質は同じである。

(ウ)、最も普通なる方法

傳熱係數 U に依りて傳熱量を精算し、隙間風に付ては室内換気回数を推定して分量を定めることが、現今でも盛に行はれる計算方である。

これは (32) 式と (34) 式とに依りて計算したる上、第 35 表に依りて斟酌するのである。即ち

$$\left. \begin{aligned} H &= AU(T-t) \\ H &= 0.3Cn(T-t) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(45)$$

に依て、壁窓屋根床等の損失熱量と隙間風に基く損失熱量とを計算する方法である。

現今に於ても、是計算法を用ふる人は非常に多く、先づ十中の九以上は是方法に依るのである。然れども隙間風の分量を、室の容積に基いて計算することは、理屈に合はぬのである。唯隙間風の分量を割出すことが、まだ充分研究が積んで居らぬ故、止を得ず吾人は是方法に依り居るのである。

(エ)、進歩的計算法

傳熱係數 U に依りて傳熱を計算し、隙間風に付ても工事の程度に應じて相當に計算すること。これは従來の方法に比すれば一步を進めたものである。

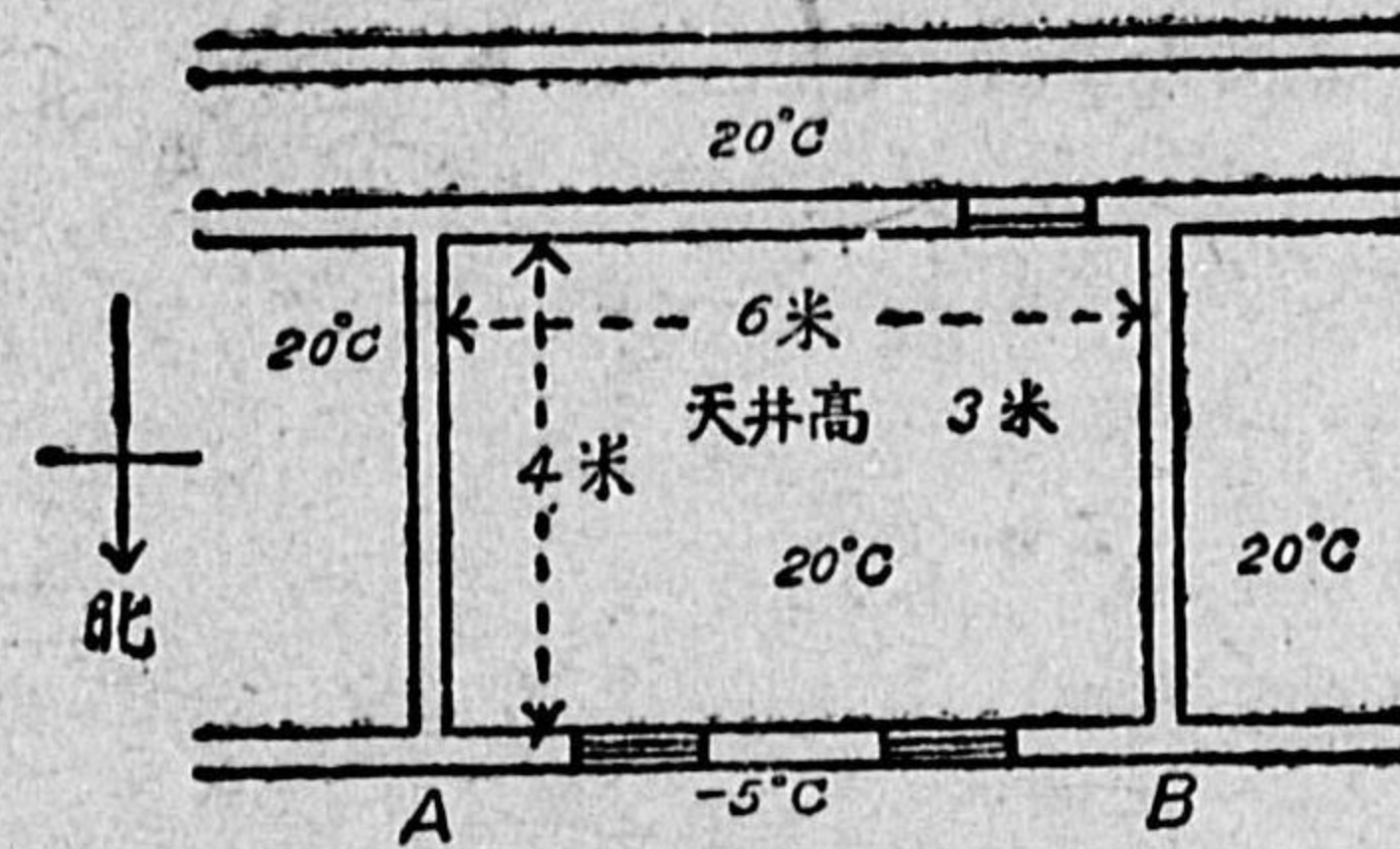
これは (32) 式と (33) 式とに依りて計算し、其 V に付ては (29) 乃至 (31) に依る。

$$\left. \begin{aligned} H &= AU(T-t) \\ H &= 0.3V(T-t) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(46)$$

V = 普通工事のとき 1.0 × 隙間長 × 風速、米、秒

粗工事のとき 2.0 × 隙間長 × 風速、米、秒

第 16 圖



例題 第 16 圖の如き部屋あり、屋外温度は -5°C、室内温度は 20°C とし、周囲及び床下の部屋、天井上の部屋を何れも同温度と假定す、露出壁 AB は北向にして、厚 25 厘のコンクリート壁なり。其内部は木摺漆喰仕上にして、二つの上下窓は各幅 0.75 米高 1.8 米。損出熱量は若干なるか種々なる方法にて試算すべし。

解 部屋の容積 = 72 立方米 = Q
 窓面積 = 2 × 0.75 × 1.8 = 2.7 平方米 = G
 露出壁正味面積 = 6 × 3 - 2.7 = 15.3 = W
 窓周囲及び召合せの隙間の長 =
 2{2(1.8 + 0.75) + 0.75} = 11.7 米 = P

以上

先づ普通の計算法なる (ウ) にて計算する
 露出壁の係數 U = 1.27. 第 27 表に依る
 硝子の係數 U = 5 第 30 表参照
 換気回数 = 1½ = n. 第 34 表参照
 露出壁の H = 15.3 × 1.27 × 25°C = 485.775
 窓の H = 2.7 × 5 × 25 = 337.5

換気の $H=0.3 \times 72 \times 1\frac{1}{2} \times 25=810.$

	合計=1633.275
北向なる故一割五分増	244.991
	1878.266

答、 1878 カロリー/時、但 (ウ) に依る。

次に (エ) に依て計算して見やう。

隙間の長、11.7 米

北向故、風速を強風の 10 米/秒と假定す、第 25 表参照。

空気量=1.0×11.7×10=117 立方米、(30) に依る

之が爲の熱量=0.3×117×25=877.5 カロリー

依て、之に壁と窓との損失熱量を加へれば

$$877.5 + 485.775 + 337.5 = 1700.775$$

答、 1700 カロリー/時

更に正當に近くするには、壁と窓との損失熱量を割増すべきである、併し前記の如く一割五分増にするには及ばない、其大部分は既に隙間風に含めてある故である。

次に (39) の近似式に依れば

$$H = \left\{ 0.3 \times 72 \times 1\frac{1}{2} + \left(\frac{15.3}{3} + 2.7 \right) 5 \right\} \times 25 = 1785$$

但し壁厚が 25 種故に、 $\frac{W}{2}$ を $\frac{W}{3}$ とした

北向故一割五分増とすれば

$$1785 \times 1.15 = 2153$$

答、 2153 カロリー/時

次に (40) 式に依り、尙 $\frac{W}{2}$ を $\frac{W}{3}$ とすれば

$$H = 5 \left(\frac{15.3}{3} + 2.7 \right) \times 1\frac{1}{2} \times 25 = 1462$$

但し、 $n=1\frac{1}{2}$ とす

$$1462 \times 1.15 = 1681$$

答、 1681 カロリー/時

次に (41) 式に依れば

$$H = \left\{ 1.8 \times 11.7 + 5 \left(\frac{15.3}{3} + 2.7 \right) \right\} \times 25 = 1501$$

$$1501 \times 1.15 = 1726$$

答、 1726 カロリー/時

最後にウィルコックスの式即ち (43) 式に依る

$$H = \left\{ 0.31 \times 72 \times 1\frac{1}{2} + 5.6 \left(\frac{15.3}{2.7} + 2.7 \right) \times 1.15 \right\} \times 25 = 1904.9$$

但し、 $q=1.15$ とす

答、 1905 カロリー/時

此式に於ては、硝子の U を 5.6 としてある、他の場合に於ては U を 5 とした。併し米國では斯の如き大數を用ふることが普通である、(33) 式の少し前を見られよ。佛國では 3.9 を用ひてゐる。

第二節の問題

1. 温室内の容積は 180 立方米、硝子面積は 120 平方米、コンクリート壁面積は 25.6 立方米、屋外温度は 0°C 、室内温度は 15°C 、換気回数は 1 時間に $1\frac{1}{2}$ 回、硝子の傳熱係数は 5、コンクリート壁のは 1.4、温室の土間の面積は 50 平方米にして、土間の傳熱係数は 1.5 ならば、温室の損失熱量は 1 時間に幾カロリーなるか。

答、 12069 カロリー

其内譯、換気損失=1296

壁の損失=573.4

硝子 =9600

土間 = 600

2. 前題を (37) (38) (39) の略式にて答ふべし。

第三節 傳熱係數 U の求め方

傳熱係數を求むる方法を説く前に、先づ熱の傳播に就て述べる必要がある。夫れ熱が傳播するのは、傳導、對流及び輻射の三つに基因することは、物理學に於て讀者は既に熟知する所である。

熱の傳導率。第 17 圖の如き壁又は他のものにして厚 x 米なるものがありとす。其一方の表面溫度は攝氏の T 度とし、又他面のは夫れより低き t 度とする。其時壁を通過して流るる熱量は、溫度差に正比例し、厚 x に逆比例する。次に、壁などの、二面の溫度差 1°C に付、厚 1 米毎に、毎時、表面 1 平方米の傳導熱量のカロリ-數を e とし、之を傳導率と稱する。依て

$$e = \text{Cal./平方米/時/1 米/}1^{\circ}\text{C}$$

である。是に於て厚 x 米の壁を通過する、1 時間の熱量は

$$H = \frac{e}{x}(T-t) \dots \dots \dots (47)$$

e = 傳導率

x = 壁厚、米

T = 内面の溫度、攝氏度

t = 外面の溫度、同上

H = 傳導熱量、Cal./平方米/時

e は厚 1 米のとき、 H は厚 x 米のときの傳導熱量である、混同し易い故一言して置く。

第 36 表に若干の材料の e がある。

例題 厚 20 釐なる鐵筋コンクリートの壁あり、室内溫度 18°C

第 17 圖



第 36 表 傳導率、 e

材 料	e	材 料	e
コンクリート、1:2:4		硝子	0.80
石骨	0.77—1.01	普通窓	1.07
石炭燼	0.29	二重硝子窓	0.25
モルタル、漆喰	0.68—0.97	二重障子窓	0.13
煉瓦工	0.49—0.65	ブリキ	28.00
砂岩	1.1—1.22	鐵	28.00
石灰岩、細粒	2.08	銅	69.00
同上 粗粒	1.32	コルク板	0.039—0.15
大理石、細粒	3.48	コルク粉	0.04
同上 粗粒	2.78	石棉板	0.04—0.06
松類、木理直角	0.09	紙	0.04
同上、木理に沿ふ	0.17	木炭	0.06
同上、一面削り	0.11	木の灰	0.06
桧類、木理直角	0.21	砂	0.27

にして屋外溫度は -5°C のとき、熱の傳導量は 1 時間に若干なるか。

答、 92 Cal./時/平方米

解 (47) 式に依り、 $H = \frac{0.8}{0.2} \times (18+5) = 92$

但し、 $e = 0.8$ とした。

されば、壁面 1 平方米に付、1 時間に 92 カロリーの熱が傳導のみにて、室内より室外へ散逸するのである。尙其他、輻射と對流

とにても、室内の熱は損失するのである。輻射と対流とは、別々に考ふるよりは、兩者合同にて、作用するものと考へるが便利である。次に之を述べる。

輻射対流の合同率 K 室内外の温度差 1°C のとき、壁面 1 平方メートルより、毎時、輻射対流により、損失する熱量を、K カロリーとすれば、K は其合同率である。即ち

$$K = \text{Cal./平方米/時/1}^\circ\text{C}$$

K は壁面に風が當ると否とに依り差異が生ずる。夏日吾人が扇にて顔をあふぐとき、手を休めれば暑く、盛んに扇を使へば、涼しく感ずるのは、扇の風の爲め、熱が奪ひ取られるからである。第六章快感空氣のところにて風も快感の一要素であることを説きたるも之がためである。

第 37 表は、無風のとときの値である。若し風が吹くときとすれば、第 38 表に依て割増すべきである。

第 37 表 輻射対流の合同率、K

材 料	K	材 料	K
コンクリート	6.3	硝子	7.3
セメント、漆喰	4.5	砂岩	6.3
モルタル	4.5	石綿板	6.8—7.8
煉瓦	6.7	コルク板	5.0—6.1
木、仕上面	6.8	ミネラル、ウール	6.8

傳熱係數 U を算出すること。第 18 圖の如く厚 x 米なる單純壁體の一方は室内にして他方は室外なりと假定す。室内温度は

第 38 表 風の影響

風 速 度、	米 秒	煉瓦類の係數	木の係數
2.2	(軟 風)	2.38	2.19
4.5	(和 風)	3.20	2.71
6.7	(疾 風)	3.80	2.95
9.0	(同 上)	4.22	3.62

T にして内壁面の温度は T'、又室外温度は t にして外壁面の温度は t' とす。而して室内温度は室外のより高いと假定す。然らば

$$T > T' > t' > t$$

である。尤も壁厚が硝子板の如く非常に薄きときは $T' = t'$ である。

さて、室内空氣の熱が、室内壁面 1 平方メートルに傳はる分量は

$$K_1 (T - T') \dots \dots \dots \text{(甲)}$$

K_1 は、輻射対流の合同率である。第 37 表参照。

次に内壁面 1 平方メートルより、外壁面 1 平方メートルへ傳導する熱量は

$$\frac{e}{x} (T' - t') \dots \dots \dots \text{(乙)}$$

これ (47) 式である。

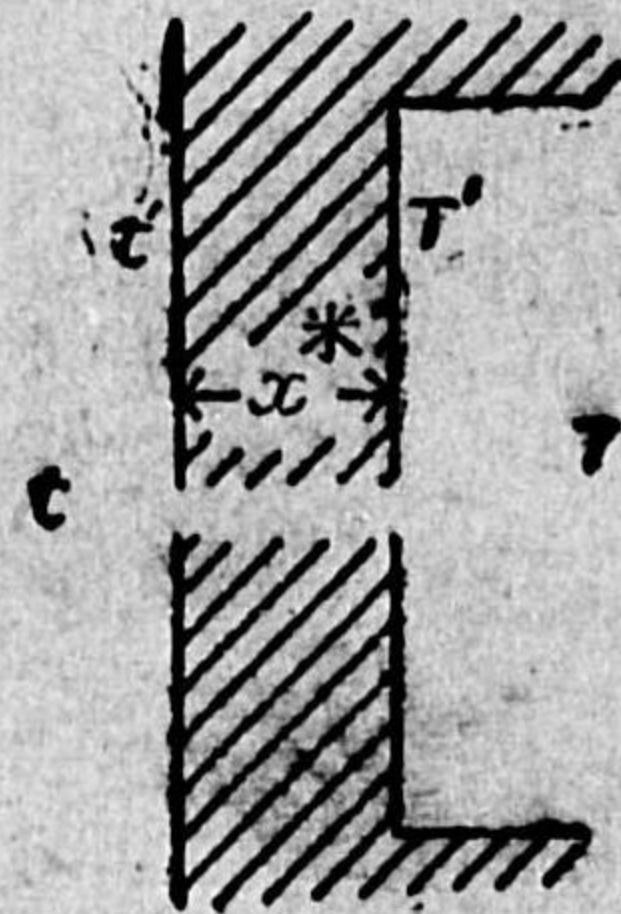
尙又、室外壁面 1 平方メートルより室外空氣に傳はる熱量は

$$K_0 (t' - t) \dots \dots \dots \text{(丙)}$$

最後に、室内より屋外へ傳播する、壁面 1 平方メートルの熱量は

$$U (T - t) \dots \dots \dots \text{(丁)}$$

第 18 圖



斯くて熱の流れが、定常の状態に達したるときは、以上の四式は熱量に於て、互に同値である、依て

$$(甲)=(乙)=(丙)=(丁)$$

と置けば、其結果 (48) 式が得られる。

$$U = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_0} + \frac{x}{e}} \dots\dots\dots(48)$$

式中、 K_1 = 内壁面の輻射対流合同係数

K_0 = 外壁面の " " "

e = 傳導率

x = 壁厚、米

U = 傳熱係数

例題 壁 20 厘のコンクリート壁あり、其表面は素地のままだり。冬季中疾風多き土地に於て、風速度 1 秒に付 6.7 米を用ひて計算せんとす、 U は若干なるべきか。

答、 $U = 2.22$ 。

解 $x = 0.2$ 米

$K_1 = 6.3$ 第 37 表による。

$K_0 = 6.3 \times 3.8$ (これは疾風の係数、第 38 表にある)
= 23.94

$e = 0.8$ 第 36 表参照

(48) 式に依り、

$$U = \frac{1}{\frac{1}{6.3} + \frac{1}{23.94} + \frac{0.2}{0.8}} = 2.22$$

第 27 表参照。

例題 風速度 4.5 米/秒即ち和風を標準として、窓硝子の U を

求む

答、 $U = 5.18$

解 硝子は薄き故、 $\frac{x}{e} = 0$ とす。

硝子窓の輻射対流合同率は、第 37 表にては 7.3 とあれど、窓側の空気は室内でも多少動搖する故、凡一割増として、8 とすれば

$$K_1 = 8$$

又硝子の外面は、和風が吹當り、且硝子面は滑かなる故第 38 表の、木の 2.71 よりは更に減じて 2 の係数を用ふれば

$$K_0 = 7.3 \times 2 = 14.6$$

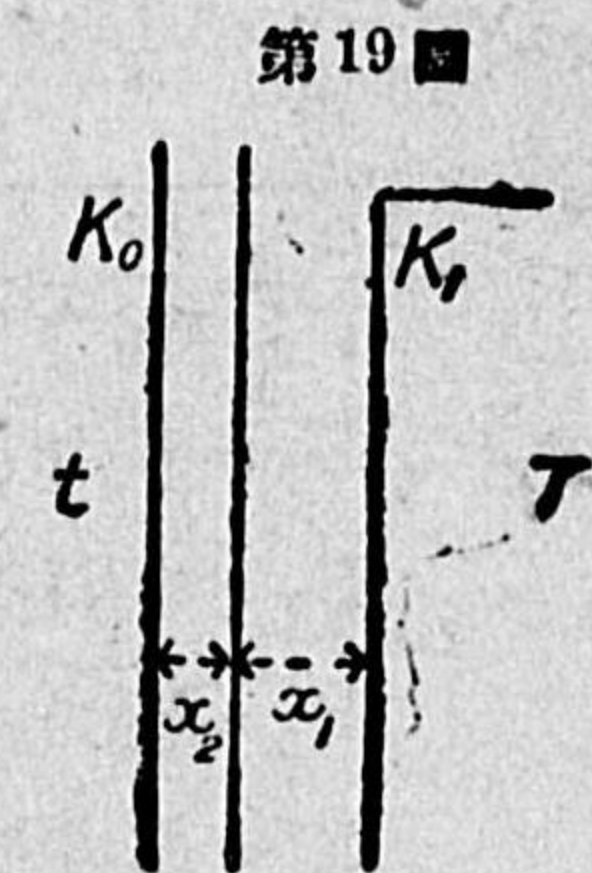
(48) 式に依り

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{1}{14.6}} = 5.16$$

複合體の傳熱係数 K_0 。

第 19 圖の如く、異種材料の複合にて、壁などが出来てある場合に、各厚を x_1, x_2 米等とし、各傳熱率を e_1 等とし、其他、輻射対流合同率を K_1 等とすれば

$$U = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_0} + \frac{x_1}{e_1} + \frac{x_2}{e_2}} \dots\dots\dots(49)$$



例題 厚 20 厘のコンクリート壁ありて、外面には厚 3 厘の大理石板を張り付け、内面には厚 2 厘の漆喰を塗りあり、其壁の傳熱係数 U は若干なるか。

答、 $U = 1.76$

解 漆喰の厚 $x_1 = 0.02$ 米 其 $e_1 = 0.68$

コンクリートは、 $x_2=0.2$ 米 $e_2=0.8$

大理石は $x_3=0.03$ 米 $e_3=3.0$

壁内面、 $K_1=4.5$

壁外面、 $K_0=6 \times 3=18$

大理石の K を G とし、風の爲めの係数を 3 とした。

$$U = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_0} + \frac{x_1}{e_1} + \frac{x_2}{e_2} + \frac{x_3}{e_3}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{4.5} + \frac{1}{18} + \frac{0.02}{0.68} + \frac{0.2}{0.8} + \frac{0.03}{3}}$$

$$= 1.76$$

空間ある物の U

第20圖の如く、壁、床、等に於て空間ある場合には、之を壁とすれば、壁面が四つ、空気のある所が三つある。其時 U は次の通り。

$$U = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_0} + \frac{x_1}{e_1} + \frac{x_2}{e_2}} \quad (50)$$

式中、 K_1 = 室内壁面の輻射対流合同率

K_2 = 空間内、室に近き壁面のもの

K_3 = 空間内、外側に近き壁面のもの

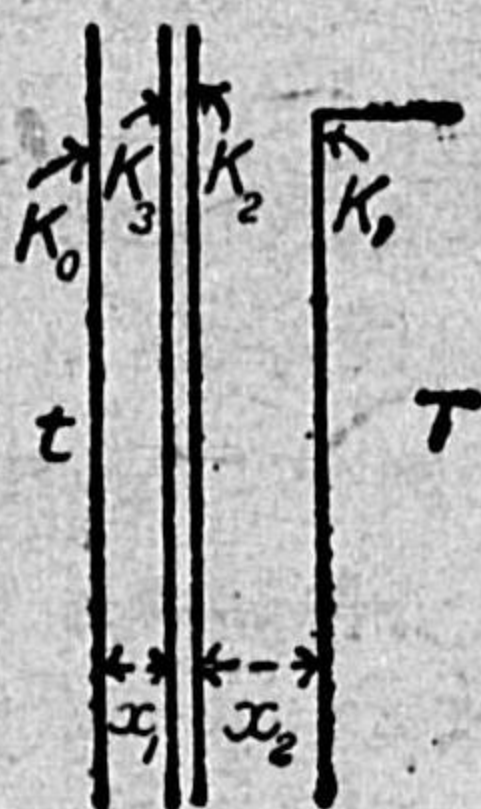
K_0 = 屋外壁面のもの

普通は、 $K_1=K_2=K_3$ とする、依て前式は

$$U = \frac{1}{\frac{3}{K_1} + \frac{1}{K_0} + \frac{x_1}{e_1} + \frac{x_2}{e_2}} \quad \dots\dots\dots(51)$$

例題 中空壁あり、中央空間は 5 糎にして、其兩方は厚 10 糎づつのコンクリート造なり、而して表面は素地ならば、是中空壁

第20圖



の U は若干なるか。

答、 $U=1.28$

解 $K_1=K_2=K_3=6.3$

$e_1=e_2=0.8$

$x_1=x_2=0.1$ 米

$K_0=6.3 \times 3=18.9$

$$U = \frac{1}{\frac{3}{6.3} + \frac{1}{18.9} + \frac{0.1 \times 2}{0.8}} = 1.28$$

例題 第21圖の如き下見板張の木造壁あり、間内には厚 2 糎の漆喰が塗りありて、外側には、板、紙、下見板の順に張りあり。而して板類の厚は合計 3 糎なり。 U は若干なるか。

答、 $U=1.18$

解 $K_1=4.5$ (漆喰)

$K_2=6.8=K_3$ (板)

$K_0=6.8 \times 3=20.4$

下見板、外側故 3 を乗ず

$e_1=0.68$ (漆喰)

$e_2=0.12$ (木及紙)

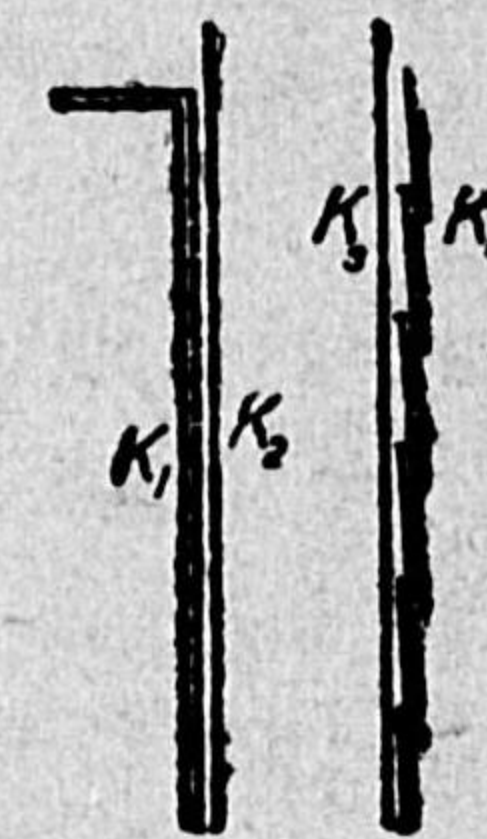
$$U = \frac{1}{\frac{1}{4.5} + \frac{2}{6.8} + \frac{1}{20.4} + \frac{0.02}{0.68} + \frac{0.03}{0.12}} = 1.18$$

例題 第22圖の如き木造床あり、二重床にして下板は厚 3 糎、上板は厚 2 糎なり、 U は若干なるか。

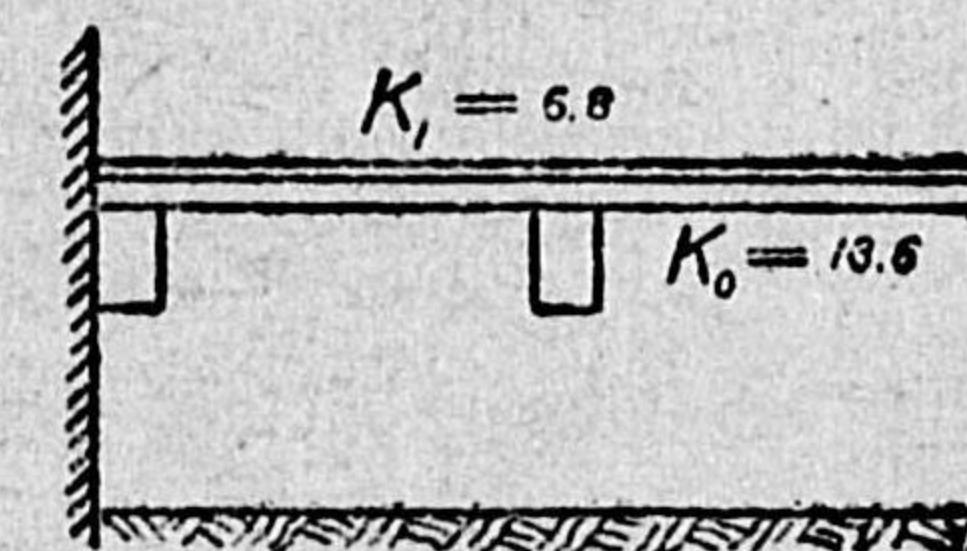
答、 $U=1.29$

解 床下には通風がある、軟

第21圖



第22圖



風程度として、 K に 2 を乗じた、次の通り。

$$K_1 = 6.8 \text{ (上板)}$$

$$K_0 = 6.8 \times 2 = 13.6 \text{ (下板)}$$

$$e = 0.09 \text{ (上下の板)}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{6.8} + \frac{1}{13.6} + \frac{0.05}{0.09}} = 1.29$$

第三節の問題

1. 第19圖の如き複合壁ありて、内側は厚20 釐のコンクリート壁、外側は厚20 釐の花崗石なり、若し壁内面 K_1 を 4.5 とし、壁外側面 K_0 を 18 とし、コンクリートの e を 1 とし、石のを 1.5 とすれば、複合壁の傳熱係數 U は若干なるか。

答、 $U = 1.63$

2. 前題のコンクリートと石との間に、5 釐の空間がありて、中空壁を爲す場合には、 U は若干なるか。

答、 $U = 0.44$

第九章 冷房及び暖房の概念

第一節 屋外及び室内温度

冷房及び暖房を設計するに當りては、先づ屋外の温度を調査することが必要である。それと同時に湿度を調べることも大に肝要である。

第40表は本邦諸地の平均気温及び平均湿度を掲げてある。又第39表は最高及び最低の気温を示すものである。

第39表 本邦気温の最高及び最低の平均

地名	最高の平均		最低の平均	
	七八兩月の平均	全年平均	一二兩月の平均	全年平均
東京	33.0	33.8	- 5.3	- 6.2
大阪	34.7	35.4	- 3.4	- 4.0
名古屋	34.7	35.3	- 5.3	- 6.2
高地	33.7	34.5	- 4.3	- 5.0
鹿児島	33.1	33.6	- 2.6	- 3.6
青森	31.6	32.8	-13.5	-14.9
大泊	25.0	26.0	-23.6	-25.2
札幌	30.7	31.5	-20.5	-22.3
仁川	32.9	33.7	-14.0	-16.4
臺北	35.5	36.1	6.8	5.2
大連	32.2	33.0	-15.1	-17.2

第40表 本邦の平均気温及び年平均湿度

月	平均気温及び平均湿度					
	東京	大阪	札幌	福岡	臺北	大連
一月	3.1 64%	4.2 72%	-6.3 80%	5.1 74%	15.2 83%	-5.1 63%
二月	3.7 62%	4.3 71%	-5.4 80%	5.0 73%	14.6 84%	-3.5 64%
三月	6.9 67%	7.5 71%	-1.6 76%	8.1 74%	16.9 85%	1.8 59%
四月	12.6 73%	13.3 72%	5.3 72%	3.1 77%	20.8 83%	9.3 57%
五月	16.5 76%	17.5 72%	10.4 74%	17.0 78%	23.7 82%	15.3 60%
六月	20.5 81%	21.8 77%	14.7 81%	21.4 82%	26.8 81%	20.3 71%
七月	24.0 83%	26.0 77%	18.9 84%	25.5 82%	28.1 78%	23.6 83%
八月	25.3 82%	27.1 75%	20.8 84%	26.2 82%	27.8 78%	24.8 79%
九月	21.8 83%	23.3 77%	16.1 83%	22.5 83%	26.2 80%	19.5 70%
十月	15.9 80%	17.1 76%	9.6 79%	16.4 80%	23.1 81%	13.9 61%
十一月	10.4 74%	11.5 76%	3.0 77%	11.5 77%	19.7 82%	5.1 62%
十二月	5.2 66%	6.5 72%	-3.0 79%	6.9 74%	16.7 84%	-2.1 61%

佛國巴里では、暖房計算用の屋外温度を -3°C とし、獨逸伯林では -20°C を用ひ、英國倫敦では $-1^{\circ}\text{C}(=30^{\circ}\text{F})$ を用ひ、米國紐育では $-17.8^{\circ}\text{C}(=0^{\circ}\text{F})$ を用ふることが普通である。

本邦に於て冷房及び暖房計算用の温度は、第39表を參酌して適宜定むべきである。

室内空氣の温度と湿度。 英國倫敦では屋外温度が -1°C 即ち 30°F のとき室内温度を $15\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ 即ち 60°F にすることが普通である。佛國巴里では屋外温度が -3°C のとき室内温度を 18°C 乃至 20°C にする。然るに米國紐育に於ては驚くべき低温度より、割合に高き温度に高めることが普通である、即ち $-17.8^{\circ}\text{C}(0^{\circ}\text{F})$ の屋外温度のとき、室内温度を $21^{\circ}\text{C}(70^{\circ}\text{F})$ にするのが普通である。獨逸伯林でも室内と屋外との温度差が、可成り大きい。

英國に於ては、玄関ホール等の温度を割合に高くするの習慣がある、他國に於ては普通の部屋に比すれば、玄関類の温度は低いのが普通である、高々 15°C 程であるが、英國では $21^{\circ}\text{C}(70^{\circ}\text{F})$ にもする。

米國では浴室の温度が非常に高い、 $29^{\circ}\text{C}(85^{\circ}\text{F})$ にもすることがある、他國では高々 20°C 前後である。其他概して米國の室内温度は高い。吾人本邦人には、米國のは高過ぎる温度である。

次に佛國巴里のを掲げる。

事務室及び居室は $18^{\circ}-20^{\circ}$ 寢室は $16^{\circ}-18^{\circ}$ 病室は $20^{\circ}-23^{\circ}$ 手術室 25° 玄関などは $12^{\circ}-15^{\circ}$ 浴室は $18^{\circ}-20^{\circ}$ 等である。

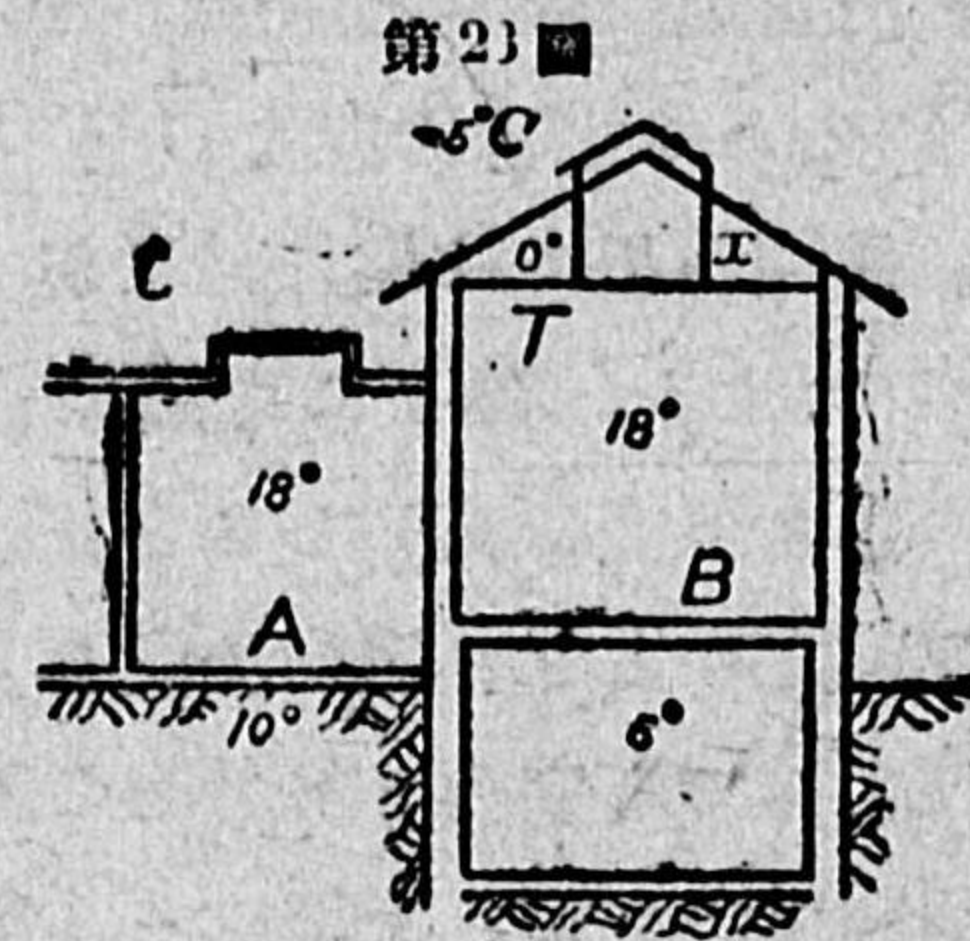
英國に於ては、活動寫眞館類の開館前の空氣温度を、 $13^{\circ}\text{C}(55^{\circ}\text{F})$ と規定してある。開館中も亦其温度を保持すべきこと勿論である。

吾人は温度にのみ重きを置いてはならぬ、湿度にも充分注意せ

ねばならぬ。第六章を参照あれ。

兎に角、住家、工場、病院、劇場等の温度及び湿度に付ては第5乃至第9の諸圖表を慎重に参照して、適當に之を定むべきである。温度のみを列挙することは、不完全の仕業である。

屋根裏及び地下温度。計算のときは是等室外温度を定めねばならぬ。例へば第23圖に於て、室内温度を $T=18^\circ$ 屋外温度を $t=-5^\circ$ と假定する。就ては A 床の傳熱を計算するには地温を 10° とすること圖の通りである。



又下に地下室があるとき即ち B 床の場合には、下の温度を 5° と假定する、これは無論暖房の設備が地下室にないときである。而して屋根裏の温度は圖に於ては 0° としてある。これは屋外温度は -5° の場合である。獨逸では屋外温度を -20° としてある故、屋根裏の温度は瓦葺下では -5° 、又金屬板葺下では、 -10° としてある。

今、屋根裏の温度を x とし之を不變と假定すれば

$$A_1 U_1 (T - x) = A_2 U_2 (x - t)$$

A_1 = 天井面積

U_1 = 天井の傳熱係數

A_2 = 屋根面積

U_2 = 屋根の傳熱係數

依て以上の式より

$$x = \frac{A_1 U_1 T + A_2 U_2 t}{A_1 U_1 + A_2 U_2}$$

若し、 $A_2 = n A_1$ とすれば

$$x = \frac{U_1 T + n U_2 t}{U_1 + n U_2} \dots \dots \dots (52)$$

n は屋根勾配に依る、今 $n=1.5$ と假定し且 $U_1=1.6$ 又 $U_2=1.5$ 、 $T=18^\circ$ $t=-5^\circ$ とすれば

$$x = \frac{1.6 \times 18 + 1.5 \times 1.5 \times (-5)}{1.6 + 1.5 \times 1.5} = 4.5$$

是計算では屋根裏の温度は凡 5° とすべきである。尤も U なる係數により相異なること無論である。

されば屋根裏の温度などは、其都度計算して定むべきものである。

東京各所の温度の相異

同一地方に於ても、地勢、道路の舗装状態、家屋部屋の方位、構造状態、室内設備及び業務状況等に依り、温度に非常の相異を生ずることは明らかである。参考の爲め東京日日新聞社が昭和四年七月二十四日午後一時頃調査せしものを抜萃する。第40表の二を参照あれ。道路のコンクリート仕上げは反射熱が非常に大であることが判かる。

第二節 冷房装置の梗概

室内空気を清涼にして、夏季在室者に快感を覚えしめるやうに爲るには、特に冷房装置を爲すことが必要である。又工場に於ては作業及び製品の種類により冷房の必要がある。

茲に冷房と稱するは、人が常時居る室の空気温度を冷却することでありて、物品を貯藏する冷蔵庫の如く非常に寒冷に温度を低下するのでは無い。どこ迄も在室者の快感を主として顧慮しながら設計すべきものである。これ冷蔵庫の設計と大に相異なる所である。

第40表の二、東京市内外の諸所の温度比較、

(昭和四月七月二十四日東京日日新聞社調査)

場所	温度	場所	温度	場所	温度
地下鐵道	22°C	寺島玉の井	31°C	有樂町變電所	35.6°C
愛宕山放送所	28	日本橋三越賣場	31.7	市外在原町下蛇窪派出所	36.7
首相官邸	30	本所業平町	32.1	聖橋の上	38
日々新聞編輯局	30	上野動物園	32.5	淺草仲見世	38
市外砂町同潤會住宅	30	宮内省侍醫寮	33.3	尾張町交叉點	41
銀座松屋賣場	30.6	下谷龍泉寺町	33.3	須田町交叉點	45
警視廳留置場	31	神宮外苑繪畫館前	35.1	蒲田撮影所グラ	46

中央氣象臺發表の温度は午後一時に 31.1°C

冷房装置には種々の工夫がある。併し何れの方法を用ふるも、先づ空氣の冷却熱量を計算することが必要である。

冷却熱量の計算。空氣を冷却させるには、若干の熱量をそれより離脱せしむべきか、これ第一の問題である。先づ室内空氣を屋外空氣より何度低下させるか、之を第一に定めねばならぬ。米國に於ては、室内空氣の温度を屋外空氣の温度より低きこと 5.5°C 乃至 8.3°C より餘計にしてはならぬと定めてある。内外の温度差が餘り多過ると、屋外より入室する人は、急に冷氣を感じ却て不快を覺ゆる故である。併しこれは國民に依て多少相異がある故、以上の數字は確固不動のものでは無い、但し差を多くしては良く無いといふことは記憶すべきである。

冷却熱量の計算には (35) 式を用ひて良い、即ち

$$H=0.3V(T-t)$$

例題 換氣として 1 分間に 600 立米の空氣を送入すべき室あり、屋外温度 25°C のとき、室内温度を 17°C に爲さんとするには、空氣の熱量を 1 時間に若干カロリー離脱せしめねばならぬか。但し壁等の損失熱量は算入せず。

答、 86400 カロリー/時

解 $H=0.3 \times 600 \times 60 \times 8=86400$

就ては、之を標準として、換氣装置をすれば、自然冷房装置となる。

氷を用ふること。空氣を冷却するに氷を用ふることがある。是方法は假建築物に於て用ふることもある。又場合によりこは經濟上完全の設備を爲し難く、依て一時的氷にて我慢することもある。兎に角小規模のものに、牛刀を用ふることは、得策では無いのである。

先づ進入空氣の通路へ、氷を堆積し、氷塊の周圍を空氣が繞りて後、室内に進入するやうにすれば良いのである。さて之がために要する氷塊の重量は何程かといふに、氷 1 坩の融解熱は 80 カロリーである、依て氷 1 トンの融解熱は 80,000 カロリーである。故に

$$\text{氷のトン數} = \frac{H}{80,000} \dots\dots\dots(53)$$

式中、H=空氣より離脱する熱量、カロリー、

例題 前例題の空氣冷却に要する氷の量は正味若干なるか。

答、 1.08 トン/時

解 (53) に依り、氷 = $86400 \div 80000 = 1.08$

これは 1 時間の水量である若し一日 5 時間冷却を續けるならば、氷は 5.4 トンを要する。

空氣冷却に氷を用ふことは、經常費に於て甚不經濟である。1 時間の空氣進入量が僅に 600 立方米のときでも、氷の所要量は 1 時間に 1 トン以上といふ驚くべき分量になる。

噴霧を用ふこと。 永久的建築物に於て、完全なる冷房装置を設けんとするには、第七章第四節に述べたる空氣調和法に依り、噴霧を以て進入空氣を洗滌しつつ溫度と濕度とを適當にして、之を室内に送るのである。

空氣洗滌装置は、冷房にも煖房にも必要なるものである。而して煖房用の噴霧水は煖かきが良く、冷房用のは寒冷なるのが良い。斯の如き相異あるのみで、計算の原理は兩者同じである、唯熱に對しては、一は給熱他の一は減熱の相異があること勿論である、而して給濕若くは減濕に付ては、兩者何れも考慮せねばならぬ必要事項である。

冷房用噴霧の作用に次の如き二種類がある。

(天)、蒸發即ち加濕作用に依りて空氣を冷却すること。

(地)、水を冷却し、寒冷噴霧に空氣を接觸せしめて之を冷却すること。即ち減熱方法である。

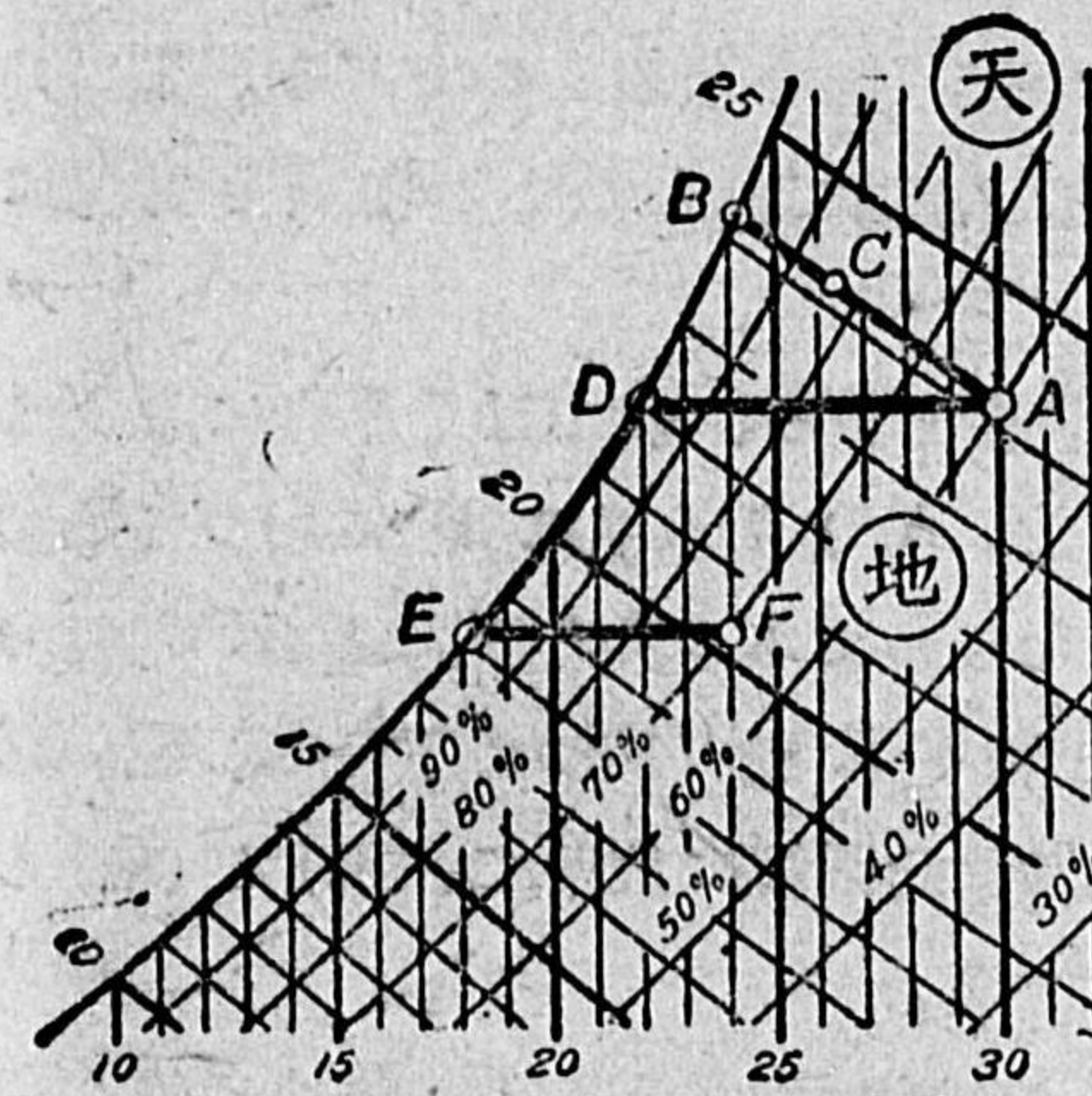
以上の二種である。

(天)。水が蒸發するときは氣化熱即ち潜熱を要することは第三章第三節に於て述べた。又第四章第三節に於て不飽和空氣の所に於て、水が蒸發するとき、熱を空氣より奪取る故に空氣は冷却するといふ意味を述べた。

兎に角、夏日庭に打水をすれば、涼しくなることは何人も知る所である。これ打水の蒸發により、空氣が熱を奪はれて、冷却する故である。

今第 24 圖に依て更に説明する。A を現在の空氣の状態とする即ち乾球溫度 30°C、濕球溫度 24°C と假定する。就ては冷却作用と給濕作用とは AB 線

第 24 圖



が明示するのである。空氣が噴霧より濕氣を吸収して濕度が増すことが明瞭である、而して濕度が増せば A 點が漸々 B の方に移動する、若し給濕器械が完全にして、空氣が飽和状態になる迄給濕し能ふならば、A は B に移るのである。是場合に之を斷熱飽和と稱すること

とは、第四章第三節に述べた。而して斷熱状態である故、濕球溫

度は相變らず 24°C である。

然るに給濕器械は、概して飽和状態に空氣を爲すこと困難でありて、大概は内輪で止まるのである即ち、A が B 迄移動することは決して無く先づ C 程にて止まるのである。若し C が乾球温度の 27°C であるならば、

$$\frac{30-27}{30-24} \times 100 = 50\%$$

是時給濕器械の給濕效率は 50% である。先づ大概の給濕器の効率は六七十程であると思へば宜しからん。

次に圖に於て A の濕度は 60% にして濕量は 16.4 瓦又 C のは 80% と 17.7 瓦である。即ち噴霧の爲め濕量は、1.3 瓦増加し、乾球温度は 3°C 低下したことになる。

以上は、空氣に濕氣を加へて温度を低下せしむる方法であるが、效力に於ては次の方法が優れるのである。

(地)。前記の(天)は、加濕の方法であるが、是處に述べるのは、減熱の方法である。これは低温度の噴霧用水を使用し、それに進入空氣を接觸せしめて、直接冷却せしめるのである。先づ是方法の原理を第 24 圖にて圖解し、以て前方法との相異を明瞭にせしやう。

前の如く A を現在の空氣状態とする、就ては是場合に濕度は増さず、減熱するのみである故、A より水平に D に向つて移動し、遂に D に至つて露點となるのである其時露點は 22°C 程である。而して更に冷却すれば漸々 E 點に向つて下行し、乾濕兩温度は次第に低下するのである。此圖解に依りて、(天)と(地)との區別が明らかとなる譯合である。

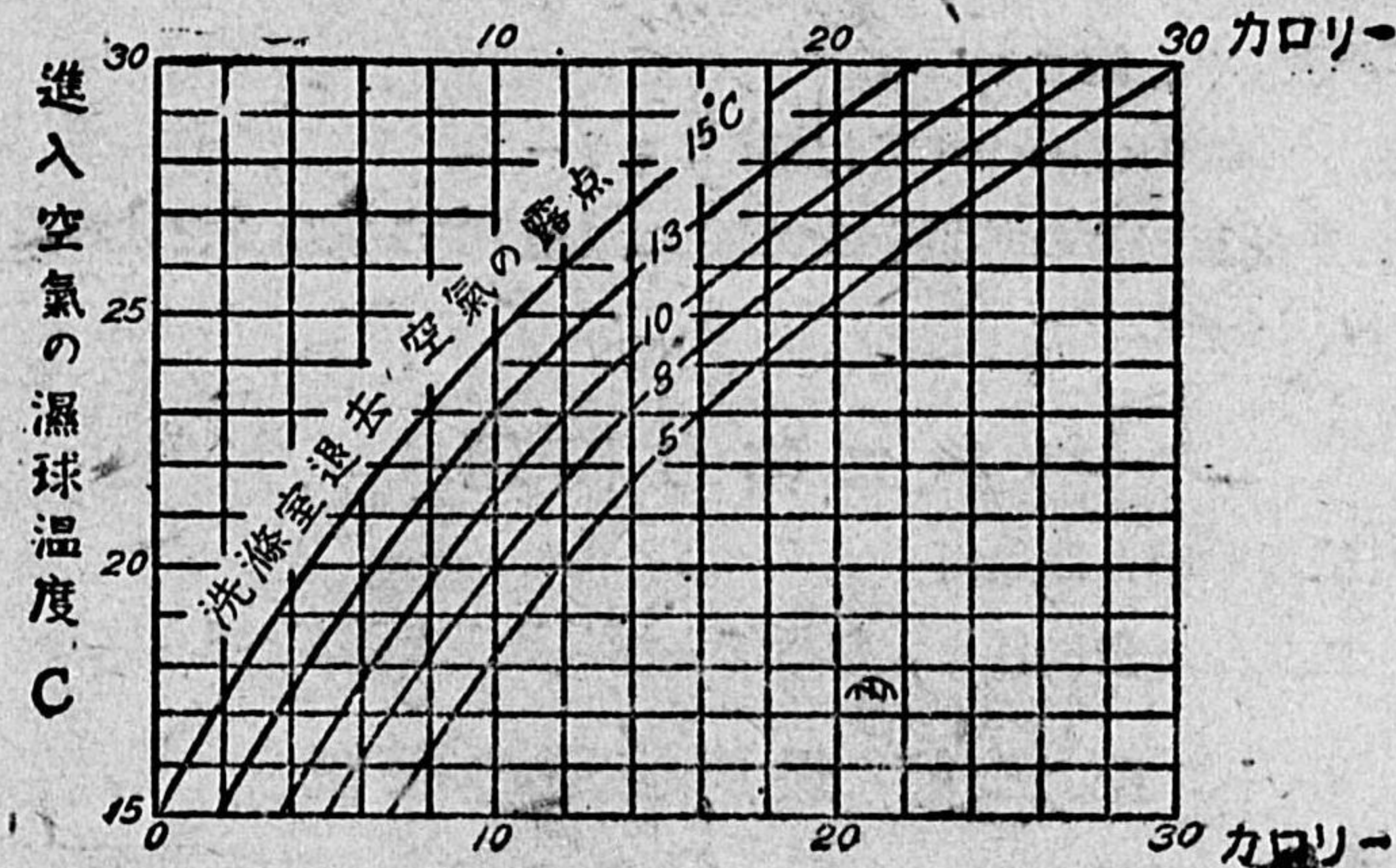
噴霧用水に鑿井水を用ふるのは經濟的である、井水の温度は 10°C 乃至 13°C 程であるが、井戸に依りては、もつと温かいの

がある。空氣の冷却程度に依つては、斯の井水方法でも、間に合ふことがある。

又特種の工場等に於ては、井水では不十分であることが屢ある、其場合には、特別方法にて水を冷やし以て噴霧用水とすることもある。其冷却方法にも種々あるが次に其若干を記載する。

- a. アンモニア式
- b. 炭酸式即ち二酸化炭素式
- c. アドソール式
- d. 炭化水素式
- e. 亞硫酸式
- f. 鹽化メチール式
- g. 鹽化エチール式

第10圖表 冷却空氣の吐出熱量
冷却熱量 カロリー



以上の一方法に依りて水を冷やし、以て空氣を冷却せしめて遂に露點に導くのである。併し露點状態なる空氣を其儘、室内に進

入せしむるのでは無い。適當の温度 E まで下りたる後、更に暖めて所要の温度と湿度になりたる後、其好適状態なる空氣として始めて室内に送るのである。圖に於ては、露點なる E が、右行して F に至りたる時は、温度が 24° となり、湿度は 70% となれることを示して居る。是 F 點なる最後の温度と湿度とは、第六章空氣の快感状態を参照して相當に定むべきである。

冷却計算に於ては濕球温度を標準として、熱の離脱量を割出すことが便利である、其場合には第 10 圖表を用ふれば都合が良い。

例題 1 分間に 600 立方メートルの空氣を、濕球温度 24°C より、露點 15°C 迄冷却せしむるには、1 時間に若干の熱量を離脱せしむべきか。

答、 324,000 カロリー/時

解 第 10 圖表に依り、進入空氣が濕球温度 24°C にして、又脱出空氣が 15°C なるときは、冷却熱量は空氣 1 立方メートルに付 9 カロリーである。依て

$$600 \times 60 \times 9 = 324,000 \text{ カロリー}$$

つまり是れだけの熱量を 1 時間に、空氣より抜取るだけの設備を要するのである。

第二節の問題

1. 給濕効率とは如何
2. 空氣冷却法に付き、加濕法と減熱法とを述べよ。

第三節 暖房装置の梗概

朝鮮のオンドル其他ハイボコーストなどは別として普通吾人が用ふる暖房法は次の通り。

ア、壁附暖爐式

カ、ストーブ式

サ、放熱器式

タ、間接式

ナ、中央暖房式

である。次に燃料又は熱原を基として區別すれば次の如くなる。

ハ、瓦斯暖房

マ、電氣暖房

ヤ、石油暖房

ラ、温氣暖房

ワ、温水暖房

イ、蒸汽暖房

又配管若くは水及び蒸汽の壓力の相異に依て、一管式、二管式などの區別が起り、高壓式、低壓式などの式が出て來るのである。

以上を組合はせて種々の形狀が考案される、例へば瓦斯に付ては、瓦斯ストーブ、瓦斯壁附暖爐、瓦斯焚蒸汽放熱器などがある。其他蒸氣暖房等に付ても種々の形式がある。

是等は各々一得一失ありて、一概に何れが良しと言ふことは出來ない。家族團樂に基いて選擇することもあり、又は大規模なる事務所建築に適當なるものもあり、將又、園藝暖房には何式が可なるとか、熱帶動物小舎には何式暖房が適するか、又は何工場には何式が可なるとか、凡て特別の場合に特別に研究すべきである。

第十章 瓦斯暖房

第一節 燃料としての瓦斯

家庭又は小建築に於ては、簡易なる暖房装置が必要である。又大規模の暖房設備がある所に於ても、特別の部屋に依りては、別に簡易暖房を据付ける必要が起ることも往々ある。

瓦斯暖房器は、簡易暖房の一でありて、瓦斯の布設ある都市に於ては、容易に備附けることが出来る。其經常費は、石炭の割三分乃至割六分高價であるが、電氣よりは遙に安く、先づ割五分乃至割七分安價である。

瓦斯ストーブは、石炭ストーブに比して、優れる點が頗る多い。(ア)、燃附けることが容易である。(イ)、熱の調節が自由に出来る。(ウ)、灰燼が出ない。(エ)、煤煙が出ない。(オ)、火箸十能などは不用である。(カ)、燃料及び道具の置場を要しない。(キ)、小面積にて済む。(ク)、木造家屋でも火災の危険は少い。(ケ)、ストーブの周圍が清潔である。(コ)、悪臭がない。偶然臭氣が感知されれば、それは危険の兆候であるから、即時警戒が出来る。(サ)、臨時使用することが出来る、突然の來客でも、うろたへることは無い。(シ)、煙筒の代りに小さく低い氣抜管にて済む。(ス)、消火後は、手數及び心配は毫も無い。

暖房用瓦斯。瓦斯には、天然瓦斯と製造瓦斯とがある。製造瓦斯には、石炭瓦斯、水性瓦斯、加炭水性瓦斯、油瓦斯等がある。

本邦三府に於ては、石炭瓦斯若くは水性瓦斯を用ひてゐる。東京の品川工場では、乾溜石炭水性瓦斯を用ひて居り、千住工場では、乾溜瓦斯化水性瓦斯を、大森工場では、乾溜瓦斯化コークス水性瓦斯を、芝工場では、コークスを用ひて居り、各々製法が異

なるのである。

瓦斯の熱量。瓦斯1立方米に付發熱量は、瓦斯の良否製造方法等に依て異なる、第6表に大要が掲げてある。

本邦に於て、吾人が普通使用する瓦斯の熱量は3000乃至4000カロリーである。而して東京の瓦斯會社の公示熱量は4200カロリーである。英國に於ては計算に4500カロリー(即ち500 B. t. u./立方呎)を用ひ、佛國に於ては4000カロリーを用ひてゐる。

瓦斯の壓力。水道の壓力が不足のときは、水の勢が良くないと同じく、瓦斯も壓力が甚肝要である。歐米各國では何れも壓力が規定してある。英國では、水柱50耗即ち2吋を最小限度としてある。東京の瓦斯會社では、現今40耗の壓力で供給してゐる、其他本邦の多くの會社では、38耗乃至50耗で公約して居る。これ即ち公示壓力でありて、瓦斯會社が消費者に對して、公約して居る數字である。

瓦斯の壓力が大なれば、管内瓦斯の流動速度も大なる故、從て火口より吹出す勢も熾烈となり、暫時にして多量の熱が得れるのである。之に反して、壓力が小なるときは、火口よりの瓦斯の出方は、緩漫となり暖爐は容易に暖まらぬ。

されば、瓦斯暖房用の瓦斯は、熱量と壓力との二つが最も必要のものである。

第二節 瓦斯管の大きさ及び壓力の損失

瓦斯管の太さは、消費分量に相當して定めねばならぬ。たとひ壓力が相當にありても、大きさが不十分ならば、所要の分量は噴出しない。

引込管、即ち瓦斯本管より計量器迄の部分は、内徑25耗乃至

75 耗とする。尤も小家庭用ならば、それより細くても良いこともある。

次に室内瓦斯管の最小限は、下記の通り (英國風)

瓦斯ストーブ用	13 耗
瓦斯放熱器用	9 耗
給湯用	19
料理用	19

瓦斯管は太さに應じて長に制限がある。例へば太さが 20 耗ならば、長は 15 米より以上にしない方がよい。依て長 20 米だけ布設せんとするには、一部分 25 耗の太さの管を用ひねばならぬ譯合である。第 41 表参照。

病院、學校等、瓦斯を多く用ふる所に於ては、供給管の太さを相當に爲さぬときは、瓦斯の出す不充分となることは明らかである。夫れ故に布設前に、各管の太さに充分注意することが甚肝要である。竣工後に至つて、變更することは大に困難である。

瓦斯の壓力と速度。 瓦斯の密度を、0.6 瓦/立、とすれば、速度と壓力との關係は次の通り。

$$v = 5.72\sqrt{h} \dots\dots\dots(54)$$

$$h = \left(\frac{v}{5.72}\right)^2 \dots\dots\dots(55)$$

式中、 h = 水柱高、耗

v = 速度、米/秒

若し V を 1 分間の速度とすれば

$$h = \left(\frac{V}{343}\right)^2 = \text{凡} \left(\frac{V}{340}\right)^2 \dots\dots\dots(56)$$

これ理論上の式である。實際に於ては、(54) 式の速度は過大である、壓力の損失がある故、大に小さくなる筈である。

第 41 表 瓦斯管布設の最大延長 (英國)

屋 内 瓦 斯 管 の 最 大 布 設 長			
内徑、耗、	長、米	内徑、耗、	長、米
6	3	25	20
10	6	30	30
13	9	40	60
20	15	50	90

引 込 管 の 最 大 長	
内徑、耗	長、米
25	12
30	18
40	24
50	30
75	45

壓力の損失。 瓦斯本管より、屋内装置具に達する迄には、種々の障礙があつて、漸々壓力が減少するのである。第一に計量器があるが、そこで、凡 5 耗の壓力損失がある、それより直線管のみでありても、摩擦により次第に壓力は減るのである、其他管の屈曲又は形狀の變化あれば其都度壓力の損失を招くものにて、結局最終點に於ては可成り多くの減損となる。

瓦斯管の壓力損失は次の式にて知れる。

$$h = 157000 \frac{LQ^2}{d^5} \dots\dots\dots(57)$$

式中、 h = 壓力の損失、水柱高、耗

d = 瓦斯管の内徑、耗

L = 管の總長、米

Q = 1 時間の瓦斯噴出量、立方米

若し L を 10 米とすれば

$$Q = \frac{1}{1257} \sqrt{hd^5} \dots\dots\dots(58)$$

$$d = 17.35 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{h}} \dots\dots\dots(59)$$

さて、水柱高 1 耗 = 1 耗/平方米 = 0.1 瓦/平方廻

依て、 h 耗 = P 耗/平方米なるに依り、(57) 式は次の如くなる

$$P = 157000 \frac{LQ^2}{d^5} \dots\dots\dots(60)$$

以上の諸式は五乗根などある故、實用的では無い。依て第 11 圖表を用ふれば甚便利である。

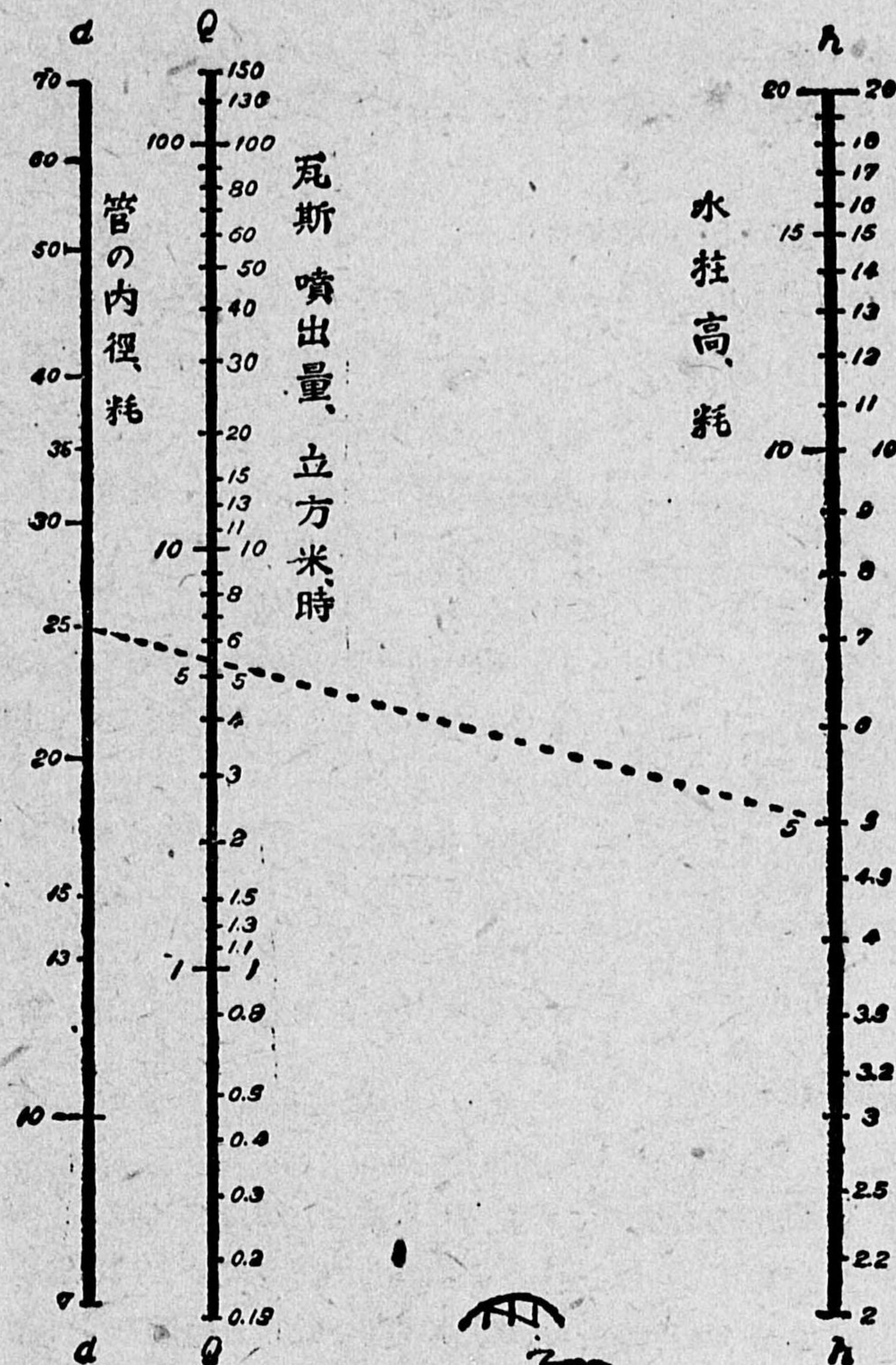
例題 内徑 40 耗の瓦斯管を、一直線に布設し長 20 米と爲す、今瓦斯噴出量を 12 立方米/時と假定すれば壓力の損失は若干なるか。

答、 2.5 耗 × 2 = 5 耗

解 第 11 圖表に依り、 d の 40 と Q の 12 とを定規又は物指にて當れば、 h に於て 2.5 が其一直線中に見えるそれが即ち長 10 米に對する壓力の損失である、故に之を二倍して答を得るのである。

さて、ここに一つの注意がある、管系全體より見れば一部局の壓力は損失である。併し一部局に付て言へば其壓力は瓦斯流動の

第 11 圖表 瓦斯の壓力と噴出量

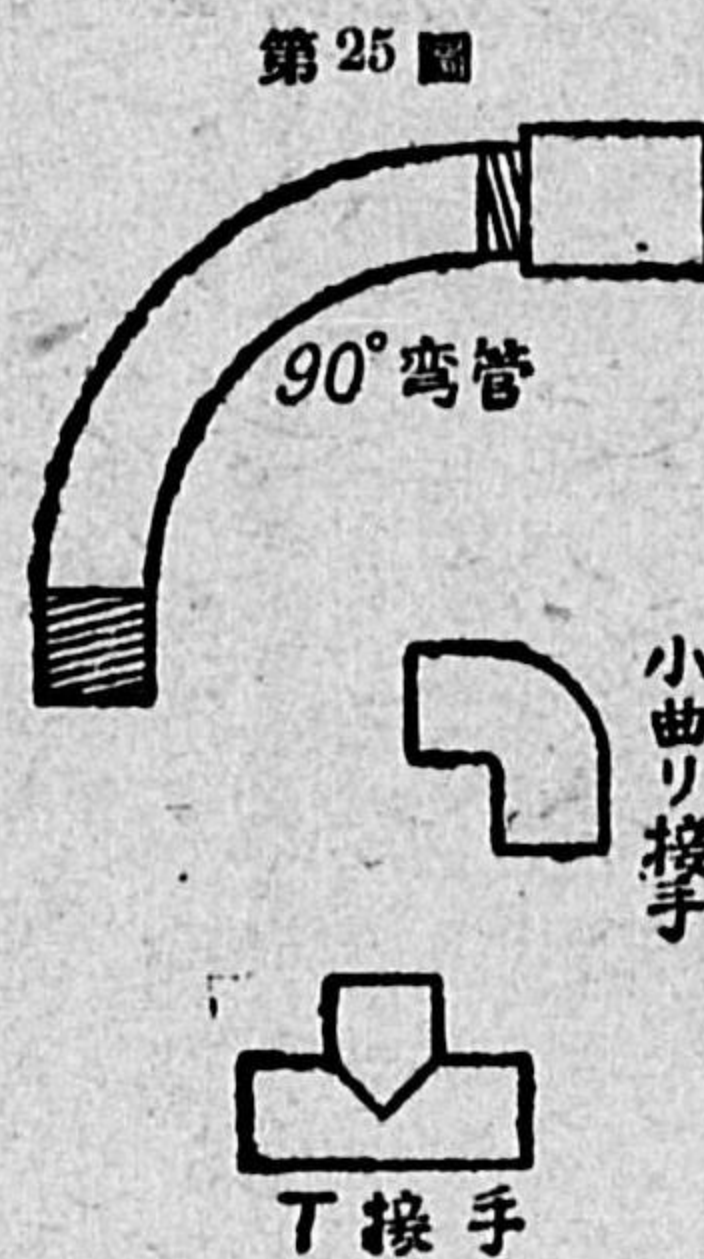


源でありて、損失では無い。之を明らかにして置くことが甚必要である。

例題 内径 25 耗の瓦斯管を長 10 米だけ直線に布設しあり、瓦斯の壓力が水柱高 5 耗ならば、瓦斯噴出量は 1 時間に幾立方米なるか。

答、 5 立方米

解 第 11 圖表に依り、 d の 25 と h の 5 とを直線にて結べば、 Q に於て 5 の所に會す、長 10 米であるから之を以て答とする。



管が一直線に布設しありても、長い程壓力の損失は益々多くなる、然るに若し第 25 圖の如く方向轉換物があれば、その有る毎に、壓力が大に損失するのである、就てはそれが爲め、實際の長に、假定長を加へることが普通である、第 42 表の通り。

例題 内径 40 耗の瓦斯管を布設するに直線部の合計は 20 米にして、小曲り接手貳個、彎管一個あり、瓦斯噴出量を 1 時間に 12 立方米とするには、壓力の

損失は若干なるか。

答、 5.9 耗

解 第 11 圖表に依り、 d の 40 と Q の 12 とにては、 h は 2.5 耗である、併しこれは長 10 米の場合である。然るに本題に於て長は、直線部 20 米の外に、小曲り接手二つと彎管一つの増加がある即ち $20 + 1.5 \times 2 + 0.6 = 23.6$ 米

第 42 表 瓦斯管屈曲毎に増加すべき長

管の内徑 耗	屈曲一箇所付増加すべき長、米		
	小曲り接手	丁接手	90° 彎管
25 以内	0.6	0.6	0.3
30—38	0.9	0.9	0.45
50	1.5	1.5	0.6
75 以内	2.4	2.4	0.9

$$2.5 \times \frac{23.6}{10} = 5.9$$

屈曲なきときは、壓力の損失は 5 であつたが、是答は増加して 5.9 になつた。

速度の關係。 瓦斯管内の速度は次の式にて知れる。

$$v = \frac{Q}{3600 A} = 0.000353 \times \frac{Q}{d^2} \dots \dots \dots (61)$$

式中、 v = 瓦斯の速度、米/秒

Q = 瓦斯の流動量、立方米/時

d = 管の内徑、米

A = 管の横斷面積、平方米

例題 内径 25 耗の管を以て、1 時間に 5 立方米の瓦斯を噴出せしめんとす、速度は若干なるか。

答、 2.82 米/秒

解 (61) 式に依り、 $v = 0.000353 \times \frac{5}{0.025^2} = 2.82$

第三節 瓦斯暖房器

瓦斯暖房器に種々の形状があるのみならず、暖房方法の形式に於ても種々の考案がある。併し之を大別すれば三つとなる。(ア)、瓦斯暖爐類、(イ)、瓦斯放熱器、(ウ)、瓦斯焚蒸汽暖房である。其中最も普通なるは、瓦斯暖爐である。

瓦斯暖爐は、壁附暖爐として設計され、又は置ストーブとして装置され、最も便利なるものである。瓦斯放熱器は、外形が普通の蒸汽又は温水の放熱器の如くに見ゆるものである、依て事務室類に適當なるものである。而して最後の瓦斯焚蒸汽暖房は、活動寫眞館又は公會堂の如き大建築に應用されるものである。英國の一例に於ては、1時間の發熱量二十五萬カロリーなる大規模の所に用ひられたこともある。何れも活動寫眞館である。

瓦斯暖爐。これには壁附暖爐型のもあるし、ストーブ型のもある。其意匠は種々ありて各人の嗜好に任すべきであるが、併し意匠のみならず、暖房方法の形式に就て能く會得したる上、選擇すべきである。

舊習を重んずる英國に於てすら、世界大戰後の新建築に付ては、壁附暖爐の場合でも、瓦斯焚を用ふる傾向が盛んになつた。これ場所を取ることが少く、且煙道が小にてすむ故である。尙又時を期して煤掃除をするの勞も無く、其他第一節に掲げたる澤山の長所がある故である。されば、石炭に比すれば、燃料費は幾分高けれども、他に幾多の長所ある瓦斯暖爐は、到底石炭暖爐の敵し得るものではない。

普通暖爐は數本のチューブを樹立し、専ら對流熱に依るのである。是種の暖爐は、ブンゼン火口を用ひて瓦斯を青焰に燃し、之

に依りて耐火製のチューブを灼熱せしめるのである。従て附近の空氣は、暖まりて上昇循環し、室内は次第に暖まるのである。チューブのことを、ラヂアントとも言ふ。

概して瓦斯暖爐の効率は、75%が最大である。其中、55%は輻射熱にして、20%は對流熱となりて役立つが、25%は煙道を通過して徒費される。

次に反射暖爐に於ては、アーガント火口を用ひて瓦斯を赤焰に燃し、其熱を、光澤ある金屬板をして、反射せしむるやうに、造つたものである。

煙筒の必要。瓦斯暖爐には必ず煙筒を設けねばならぬ。英國の衛生局に於ては、少くも116平方糎(=18平方吋)のものを設置せねばならぬと規定してある。實に瓦斯暖爐よりは煙は立たぬ、併し煙突は必要である。100立方メートルの瓦斯が燃焼すれば、炭酸瓦斯47.2立方メートルと、水蒸氣87.5立方メートルと、窒素が発生する、其中炭酸瓦斯は、室内裝飾の色素に影響を及ぼし、且空氣を汚染する、又水蒸氣は水となりて、壁又は家具の表面に凝縮し、微塵がそれに宿りて、終に之を汚すに至ることがある。故に普通の瓦斯ストーブに於ては煙筒は缺く可らざるものである。併し日本造の如く自然換氣の充分なる所に在ては、煙突は無くても良い。

瓦斯用煙道の斷面積に付ては、第43と44との兩表に掲げてある。英國のと本邦のとは大に相異がある。兎に角英國では、116立方糎を最小限としてある。而して日本の専門家は之を最大限としてゐる。第45表參照。

瓦斯暖爐より出る廢氣の溫度は、150°C乃至200°Cである故、木材が接觸しても、餘り危険では無い。これも長所の一である。

更に、瓦斯暖爐の煙筒は、高くするには及ばない、爐上1½米

第43表 瓦斯暖爐の煙道の大きさ
(英國風)

暖爐の放熱 體の列數	暖爐の幅	煙道の最小面積
5	20 糎	129 平方糎
6	23	129
7	25	155
8	28	155
9	32	194
10	36	230

第44表 瓦斯暖爐の煙道の大きさ
(本邦の専門家)

1時間の瓦斯燃焼高 立方米	煙道の斷面積 平方糎
0.2	20
0.6	26
1.2	42
2.0	50
3.5	100

第45表 瓦斯暖爐の1時間の瓦斯消費量、

消費量 立方米	ストーブの名 (東京瓦斯會社)	幅又徑 糎	消費量 立方米	ストーブの名 (東京瓦斯會社)	幅又徑 糎
0.29	箱型ストーブ	43	1.00	グローラヂアント 七本位	46
0.46	OD	28	1.03	ケネデー	58
	OC	28	1.14	ウエルスバック 40號A	51
	16號A	27		カルカッタ	44
	16號D	36		グロリー	43
0.57	20號A	30		同	51
0.68	24號A	33		同	62
0.71	グローラヂアント 五本立	38		同	58
	ウエルスバック	41	1.29	同	64
0.77	A	41		ケネデー	70
0.80	ボルネオ	48		同	65
	ハンフレイ	53	1.37	ウエルスバック 48號A	71
	同	57	1.43	48號B	64
0.86	ローザリオリ	47		グローラヂアント 十本立	61
	グロリー	46	1.86	ハンフレイ	53
0.92	32號A	25			110
	32號B	46			
		44			

昭和四年調査

で充分である。高きに過れば、煙筒内に水蒸気が停滞して、通風を妨げるから悪い。煙筒を高くせぬことも、瓦斯暖爐の長所の一である。

第43表中、最大なるもの即ちチューブ十本立にして幅36寸なる暖爐は、十二畳半の座敷に適當である。

瓦斯放熱器、又は放熱器型瓦斯暖房器と言つても宜しからう。これは何れも、**無煙筒であり**て恰も普通の蒸汽暖房の放熱器と外形が同じである。

煙筒が無い故に、之を装置する部屋は、完全に換氣設備が出来て居らねばならぬ。

瓦斯放熱器中、其一種は、**瓦斯スチーム放熱器**と稱するものである。其形は全く普通の放熱器の如くでありて、大建築にも使用することが出来る。大きさは4柱乃至14柱ありて、**瓦斯消費量は、毎柱毎時0.057立方尺**即ち2立方尺を要する、依て**毎柱、室内空気の8立方尺**を、適當に暖めることが出来る。

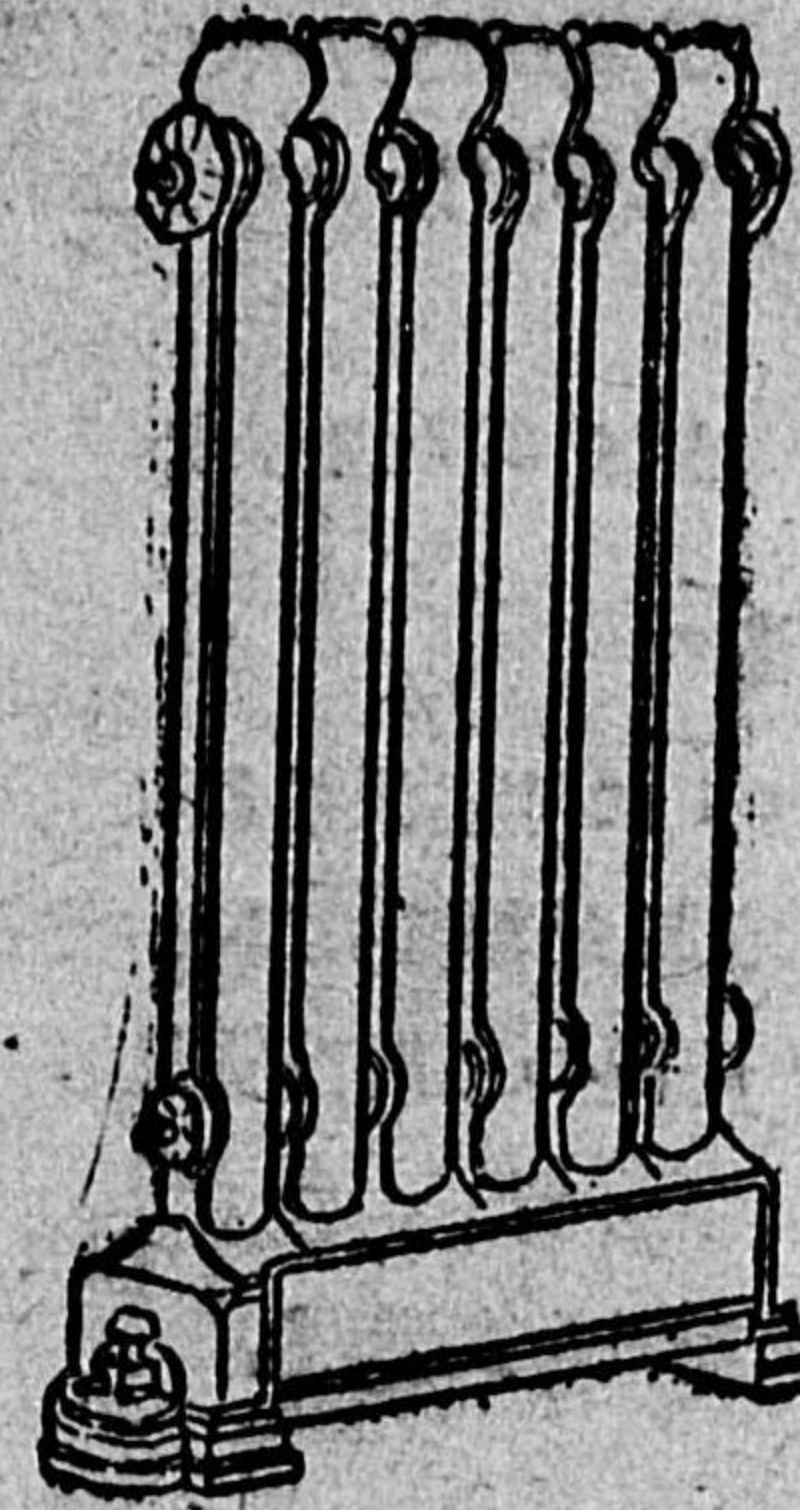
是放熱器を使用するに當りては、最初、下方にある水受口へ水を注ぎ、水面指示目盛に至つて止める、是に於て火口に點火すれば、水は急速に蒸汽となりて、上方の管内に充滿する。やがて蒸汽の壓力が、0.1 疋/平方寸、に達するに及んで、薄き金屬板を押し、從て弁に作用し、以て瓦斯の消費を適度に制御する。斯の如き自動装置に依りて、放熱器内の溫度は、常時 102°C に保持されてゐるのである。されば無駄に溫度が高まる如き危険は無い。

是放熱器に依れば、屋外溫度 -1°C のとき、室内溫度を 15°C 前後に維持せしめることが出来る。

瓦斯無蒸汽放熱器、これは前記の瓦斯スチーム放熱器と、外形に於ては殆んど同様である。されど原理に於ては全く異なるので

ある。第26圖は無蒸汽の瓦斯放熱器である、其下には火口があり

第26圖 瓦斯無蒸汽放熱器
(英國製)



りて、各豎管の下端に、光輝ある火焰が焚えるやうにしてある。斯くて各管は一様に暖まるが、過多の瓦斯消費が無いやうに、制御器が附設しありて、能く制御し得ることになつて居る。

以上の外尙種々の工夫があれども省略する。餘り巧妙なる装置を有するものよりは、普通品の方が却て取扱い易くして安心である。

瓦斯中央暖房法。普通の住家などに於ては、瓦斯の壁附暖爐が適當である。併し特別に大なる邸宅又は病院其他事務所建築に於ては、瓦斯焚

きの中央暖房法が近來大に流行することに爲つて來た、英國などは其一例である。

瓦斯焚ボイラーには、大小種々の形がある。英國に於て普通在庫品は管數12乃至80本にして、毎時20疋乃至860疋の蒸汽を蒸發せしめることが出来る。

水1疋を蒸發させるには、瓦斯消費量は、凡0.156立方尺である。

瓦斯暖爐計算に必要な資料

石炭瓦斯の比重但し空氣を1とす 0.32乃至0.7. 平均0.51
石炭瓦斯の密度、 0°C , 1氣壓のとき。 凡0.6疋/立方尺
0.6瓦/立

同、1立方メートルの發熱量	3000乃至4000	カロリー
瓦斯暖爐の効率	50%乃至75%	
瓦斯暖爐の、1時間の、瓦斯消費高	0.6乃至0.7	立方メートル
瓦斯の1時間の消費高と 室内容積との關係	}	}
瓦斯燃焼に要する空氣量		
瓦斯100立方メートルに付	空氣	377立方メートル

瓦斯暖爐の例題

例題 第八章第二節の略算式に依り、疊1に付損失熱量は300カロリーと假定すれば、八疊敷の座敷に瓦斯暖爐を用ふる場合に、如何なる程度のものを用ふべきか、1時間の瓦斯消費量にて答ふべし。

答、 0.8立方メートルの暖爐一基、第45表参照。

解 損失熱量 = $300 \times 8 = 2400$ カロリー/時

瓦斯の發熱量 = 4000 カロリー/立方メートル

暖爐の効率 = 75%

有効熱量 = 3000 カロリー/立方メートル

依て、所要瓦斯量 = $\frac{2400}{3000} = 0.8$ 立方メートル/時

次に瓦斯1立方メートルに付、八錢とすれば

$8 \times 0.8 = 6.4$ 錢/時である。

例題 第16圖の如き室を暖むるに、瓦斯暖爐を用ひんとす、損失熱量は2000カロリー/時、又屋外空氣の濕度は65%なりと假定す。然らば瓦斯暖爐は如何なる程度のものなるべきか、又暖爐の爲め室内空氣の濕度は何程になるか、更に又室内空氣を快感状態となさんには、濕度を如何になすべきか。

答、 1時間の瓦斯消費量 0.67立方メートルの暖爐一基、第45表参照。

濕度は凡13%

給濕量は 0.562 庇/時

解 暖爐の瓦斯量 = $2000 \div 3000 = 0.67$ 立方メートル/時

第1圖表に依れば、 -5° のとき 65% ならば、空氣1立方メートル内の水蒸氣量は、約 2.5 瓦である。其空氣が 20°C に高まるならば、2.5 の點より水平に移動して、20 の處に至れば、濕度は約 13% となる。つまり空氣は堪へ難く乾燥状態となつたのである。是に於て給濕が必要となる。

次に第5圖表に依れば、 20°C のとき先づ 60% 程の濕度が快感状態である。依て再び第1圖表に歸り、20 の縦線が 60% の曲線に會する點を求め、其點より水平に移動すれば、水蒸氣量は、10.3 程なることが知れる。されは1時間の給濕量 = $10.3 - 2.5 = 7.8$ 瓦、

さて室内容積 = 72 立方メートルである依て、總給濕量は

$7.8 \times 72 = 561.6$ 瓦 = 0.5616 庇/時

(解説了)

第三節の問題

1. 第45表に依れば、グロー、ラヂアント七本立の瓦斯ストーブは、1時間の瓦斯消費量1立方メートルなり、今第16圖の如き一室に於て、是ストーブを1時間焚けば、室内空氣の炭酸瓦斯は若干となるか。但し室内空氣は、ストーブ燃焼前、炭酸瓦斯を、空氣一萬分中四だけ含有せり。

答、 一萬分中、69.5。但し室は密閉と假定。

注意。瓦斯 100 立方米燃焼すれば、47.2 立方米の炭酸瓦斯が出る。又室内容積は 72 立方米である。

第十一章 電気煖房

第一節 電熱量と電力量

電気煖房等に於て、電熱の源は導線の抵抗である。抵抗大なる程電熱は高くなる故、成る可く抵抗の大なる導線が良いのである。現今専ら用ひられて居るのは、ニクロムでありて、これは一種の合金である。

電熱量。電気抵抗がある爲め、電流の通してある電線には、熱が発生する。而して其熱量は、抵抗に正比例し、又電流の二乗に正比例する。今電流を I アムペア、抵抗を R オーム、時を t 秒とすれば、熱量は次の通りである。

$$H' = 0.239 I^2 R t \dots \dots \dots (62)$$

式中、 H' = t 秒間の熱量、瓦カロリー、

これは、小カロリーであることを、特に注意すべきである、又時の単位も秒である。されば 1 時間の熱量は

$$H_1 = 860 I^2 R \dots \dots \dots (63)$$

式中、 H_1 = 1 時間の熱量、瓦カロリー、

次に、若し疋カロリーを単位とすれば

$$H = 0.86 I^2 R \dots \dots \dots (64)$$

式中、 H = 1 時間の熱量、疋カロリー、

電力量。これは電気が爲せる仕事の分量を表はすものでありて、1 時間に爲せる仕事をキロワットにて表はすことを普通とす、これをキロワット、時、と稱する。之を熱量と對比すれば

$$KW = \text{キロワット、時} = 860 \text{ 疋カロリー}$$

$$KW = 0.001 I^2 R \dots \dots \dots (65)$$

式中、KW=電力量、キロワット、時

I=電流、アムペア

R=抵抗、オーム

例題 電気ストーブに於て、10アムペアの電流あるとき、抵抗子はオーム11の抵抗を示す、其ストーブは1時間に若干の熱を發するか。又電力は若干なるか、

答、 熱量=946 庇カロリー

電力量=1.1 キロワット、時

解 (64) 式に依り、 $H=0.86 \times 10^2 \times 11=946$

(65) 式に依り、 $KW=0.001 \times 10^2 \times 11=1.1$

オームの法則。有名なる此法則は、諸人周知のものである。次の通り。

$IR=E \dots\dots\dots(66)$

式中、I=電流、アムペア

R=電気抵抗、オーム

E=電圧、ヴォルト

これが即ちオームの法則である。

電力とエネルギー。

Iアムペアなる電流が、導體の兩端に於ける電圧力の差あるに依り、導體に流れるならば、電力 W ワットは

$W=IE \dots\dots\dots(67)$

である。又電力が、t 秒間に費されたならば、其爲め費されたるエネルギーは、次の通り

エネルギー= $EIt \dots\dots\dots(68)$

(67) の單位は、ワットであるが、之をキロワットに變へ且 (66) 式に依れば、(65) 式が出来る。

例題 110 ヴォルトの、タングステン電球は、 $\frac{1}{4}$ アムペアの電流を要する。然らば、其電球を點火するには、若干の電力を要するか。

答、 27.5 ワット

解 E=110 ヴォルト、 I= $\frac{1}{4}$ アムペア

(67) に依り、電力= $110 \times \frac{1}{4}=27.5$ ワット

例題 或る電気器具を働かすに、1時間に 3500 ワットの電力を要す、就ては 3時間働かすには、若干キロワット、時、のエネルギーを要するか。

答、 10.5 キロワット、時

解 (63) に依り、其 EI=3500 ワット、依て

$\frac{3500 \times 3}{1000} = 10.5$

但し、ワットをキロワットに變へる爲めに千にて除したのである。

電気に関する換算表

1 ワット=0.001359 メートル馬力

=0.001341 英國馬力

=0.85975 カロリー/時

=3.41171 B. t. u./時

=0.10194 庇、米、/秒

=0.73731 呎、听/秒

=1 ジュール/秒

1 キロワット=1.359 メートル馬力= $\frac{1}{0.72847}$

=1.3405 英國馬力= $\frac{1}{0.74596}$

=859.75 カロリー/時

$$= 3411.71 \text{ B. t. u./時}$$

$$= 6116 \text{ 疋、米、分}$$

$$= 44238 \text{ 呎、听/分}$$

$$1 \text{ キロワット、時} = 1.359 \text{ メートル馬力、時}$$

$$= 1.3405 \text{ 英國馬力、時}$$

$$= 366972 \text{ 疋、米}$$

$$= 2654311 \text{ 呎、听}$$

$$= 859.75 \text{ カロリー}$$

$$= 3411.71 \text{ B. t. u.}$$

$$1 \text{ メートル馬力/時} = 270,000 \text{ 疋、米}$$

$$= 0.73575 \text{ キロワット/時}$$

$$1 \text{ 英國馬力/時} = 0.74596 \text{ キロワット/時}$$

$$= 1,980,000 \text{ 呎、听}$$

$$= 273,745 \text{ 疋、米}$$

第一節の問題

1. 20 アムペアの電流を以て、1 時間に 1500 疋カロリーの熱量を出さしめんとす、電熱器の抵抗を若干にして可なるか。

答、 4.3 オーム。(64) 式に依る。

2. 前題の電圧は若干なるか。

答、 100 ヴォルト未満。(66) 式に依る。

3. 電圧 100 ヴォルト、電流 20 アムペアの場合に電力は若干なるか。

答、 2 キロワット。(67) 式に依る。

第二節 電気煖房器

電気煖房器には種々の考案があるが、之を大別すれば電気煖爐と電気應用蒸汽放熱器及び間接電熱器とである。是三種中、電気煖爐は最も普通のものである。而して電気應用蒸汽放熱器は普通の放熱器と同じやうである故、事務所建築などに適當である。次に室内を成る丈け廣く使用せんとするには、間接電熱器に依り、温氣を室内に送る装置にする、故に之を温風型電気ストーブとも唱へる。

何れにしても電気煖房法は、他の煖房法に比して、經常費が割合に高い、これが唯一の短所である。然れども其代り長所が非常に多い。次の通り

1. 點滅が極めて容易であること
 2. 室内空氣を汚染せざること
 3. 煙突を要せざること
 4. 塵埃が立たず常に清潔なること
 5. 位置變更が極めて容易なること
 6. 場所を取ることの少きこと
 7. 來客の場合等、に於て即時點火し役に立つこと
 8. 水槽を要せざること
 9. 火夫等の如く特種の使用人を要せざること (他より電氣の供給を受ける場合である)
 10. 蒸汽管又は温氣風道の如くに、太きものを要せざること
 11. 従て建築物に孔若くは溝を穿つことの少きこと
 12. 電線は煖房管よりは安く、又取附入費も安價であること
- 斯の如く許多の長所がある故、益々廣く用ひられる傾向があ

る。就中、家庭電化の聲は次第に高くなつて來た。

依て、次に再び煖爐のことを説明しやう。

煖爐に次の種類がある

a. 對流型。 b. 輻射型。 c. 輻射對流型。

でありて、これは熱の傳播方法より區別したものである。

電氣煖爐にも、壁附電氣煖爐と、電氣ストーブとがある、従て種々の意匠が起る譯合である。次に若干の煖爐と電氣容量とを記して見やう。

對流型。これは光輝は無く、放熱器の如くぢみのものである、依て事務室、廊下、書齋、居間、病室、乾燥室、等部屋全體を煖めるときに必要である。瓦斯煖爐では往時對流型が盛に用ひられたのであるが、瓦斯の爲め空氣が汚染される故、近來は全く用ひられなく爲つた。然るに電氣では其懸念が爲い故、電氣煖爐出現の舊時代より、今も尙盛に用ひられてゐるのである。

電氣容量は、1キロワット乃至3キロワットが普通であり又大なるは、6キロワットのもある。

輻射型。反射を利用するやうに作つたものである。故に拋物曲線面に作つたものもあるし、其他種々考案したものがある。

電氣容量は、圓形のもの500ワット乃至600ワットが普通である、斯の如く何れも小形である。中には形が扇風機然としてゐるものもある。

圓形反射ストーブには300ワットの小形のものもある。

角形反射ストーブは最小1キロワットである其他2キロ又は3キロもあり、5キロのものもある。

輻射對流型。輻射と對流との兩作用をするやうに考案したものである。

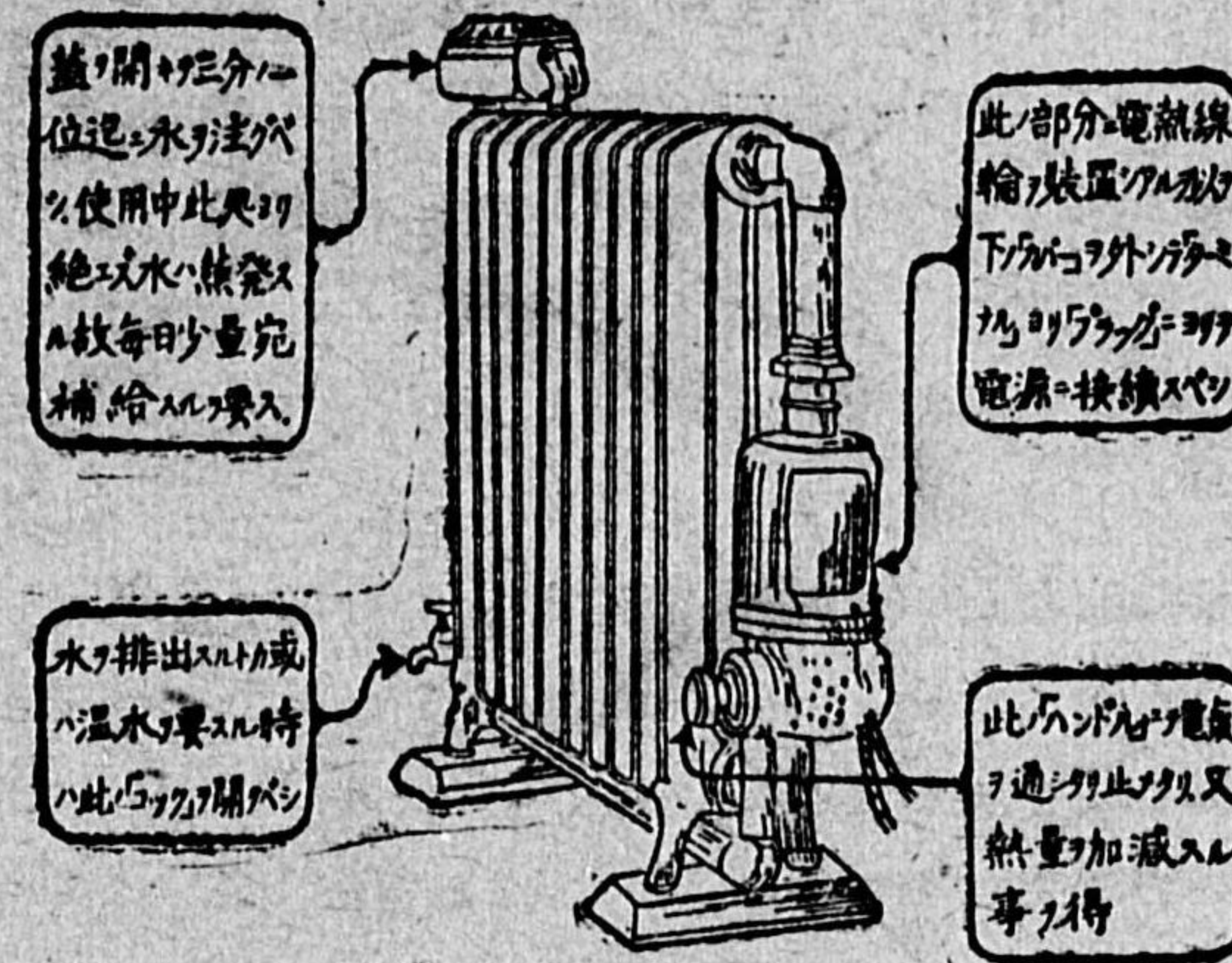
電氣容量は、1キロワット乃至3キロである。

以上は、電氣ストーブの解説である。次に電氣應用蒸氣放熱器のことを解説しやう。

電氣應用蒸氣放熱器。瓦斯煖房にも蒸氣放熱器があることを第十章第三節に於て解説した。それは瓦斯を應用して放熱器内の水を蒸氣と爲さしめて、部屋を煖めしめるのである。

是處に述べる蒸氣放熱器は、電熱線を水中に裝置し、其水を蒸發せしめ、これを放熱管内に瀰漫せしめ、以て室を煖めしめるのである。つまり、兩つながら蒸氣放熱器であるが、一は瓦斯が蒸氣を作り、他の一は、電氣が蒸氣を作るのである。第27圖参照。

第27圖 廣澤式蒸氣電氣放熱器
使用法説明圖



第27圖は、廣澤式蒸氣電氣放熱器である。これは國產特許品でありて、幾多の特長を有してゐる。容量はHR型は1乃至5キロワット、又CHR型は1乃至8キロワット迄ある。何れも

電圧は 100 ヴォルトにして、場合によりては、それ以上にも出来る。

間接電熱器、これは見えざる處に電熱器を置き、そこを通過して加熱されたる空気を、室内に送り込む装置である。斯の如きストープを、通風型とも唱へる。

第三節 電力量の計算

第八章第二節に於て、室の損失熱量に関する種々なる計算方法を解説した。即ち (ア) 乃至 (エ) の式に依れば損失熱量は知れるのである。既に損失熱量 H が知れば、それが爲めに要する電力量は即座に知れる。次の通り。

$$KW = \frac{H}{860} \quad (69)$$

式中、 KW = 電力量、キロワット、時
= 1 時間の損失熱量、尭カロリー

尙、家庭用電氣暖房の略算法として、第 46 表を参考にすることもある。又次の如くすることもある。

1 屋に付、0.33 乃至 0.38 キロワット、時

又部屋の大き 1 立方メートルに付

普通構造ならば、0.06 乃至 0.07 キロワット時

上等構造ならば、0.03 乃至 0.05

又次の如くにする人もある

日本室 1 坪に付、500 ワット乃至 600 ワット

西洋館 1 坪に付、400 ワット乃至 500 ワット

但し 1 坪 = 3.357 平方メートル

以上は、略算でありて正確のものでは無い、**正確に計算するには、損失熱量を精算して、(69) 式に依りて算出すべきである。**

第 46 表 室の大きと電力量

電力量 キロワット	日本造 層數	西洋造 床面積	熱量 尭カロリー
0.5	2—3	7 平方メートル	430
0.6	3—4	10	516
1.0	5—6	14	830
2.0	8	18	1720
3.0	8—10	27	2580
5.0	15	36	4300

次に電氣専門家は次の式を主として用ふる。

$$KW = \frac{1}{1000} \left\{ 0.36 Cn + q(2.45 W + 6.5 G) \right\} (T-t) \quad (70)$$

これ即ち (42) 式と同性質のものである。(70) 式に 860 を乗ずるならば、(42) 式が出来るのである。

例題 第 16 圖の如き室を暖むるに、電氣暖爐を用ひんとす、損失熱量は 2000 尭カロリー/時、又屋外空氣の濕度は 65% なりと假定す。然らば電氣暖爐は如何なる程度のものたるべきか、又暖爐の爲め室内空氣の濕度は何程になるか、更に又室内空氣を快感状態となさんには、濕度を如何に爲すべきか。

答、 2.3 キロワット以上の容量の暖爐、
濕度は凡 13% (快感濕度ではない)
給濕量は 0.562 尭/時

解 (69) 式に依り、 $2000 \div 860 = 2.33$
濕度のことは、第十章第三節瓦斯暖房の例題にて詳説した。つま

り第1圖表を應用すれば容易に解説される。

第三節の問題

1. 鐵筋コンクリート建築に於て、100 立方メートルの一室あり、損失熱量は、1 立方メートルに付 1 時間に 30 瓩カロリーならば、是室に如何なる容量の電氣ストーブを用ふべきか。但しストーブの効率は 90% とす。又 100% ならば如何。

答、 約 4 キロワットのもの。(69) に依る。

100% ならば、3.49 キロワット。

2. 鐵筋コンクリート造の住家の一室は、容積 240 立方メートルにして、天井に明取を有し、且周壁中、熱を傳播すること割合に多き故、損失熱量は、1 立方メートルに付 1 時間に 38 瓩カロリーとなる、然らば容量若干の電氣ストーブを用ふべきか、但効率は 95% とする。

答、 5 キロと 6 キロと、各々一基づつ。

3. 1 時間に 1500 瓩カロリーの熱を發せしむるため、20 アムペアの電流を以てすれば、電氣ストーブは若干の抵抗となすべきか。

答、 4.26 オーム。但 (64) 式に依る。

4. 電氣ストーブは 3 オームの抵抗のとき、1 時間に 760 瓩カロリーの熱を發せしめんとす、然らば電流は若干なるべきか。

答、 17 アムペア餘。(64) に依る。

第十二章 温氣爐暖房

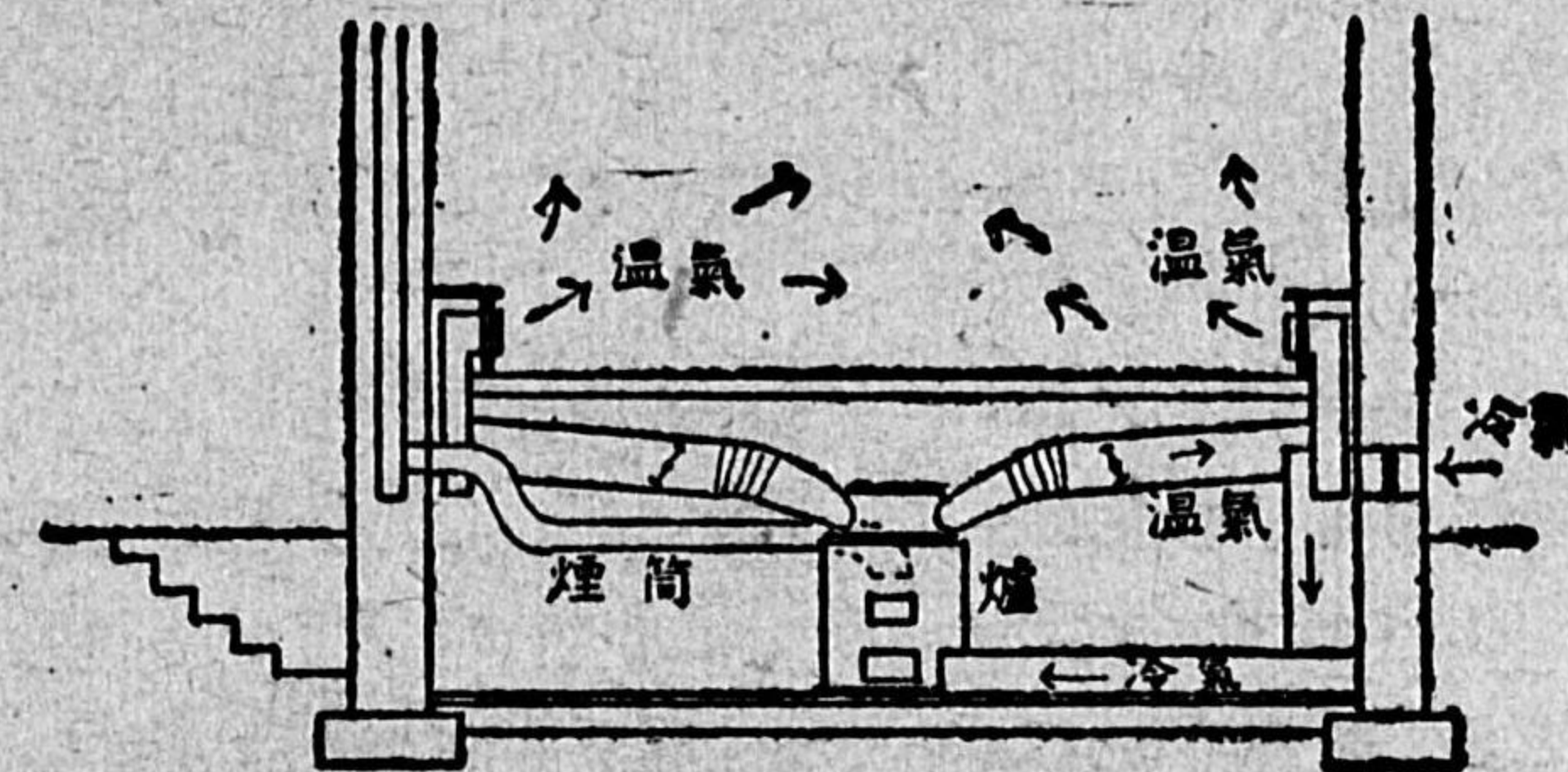
第一節 梗概

温氣爐暖房のことを、單に温氣暖房ともいふ。これはストーブの進化したるものでありて、住時より屢々用ひられたものである。従て種々なる工夫があつて、形狀にも色々ある、然れども原理は一様である。

ストーブは、所要の各室に設置するものであるが、温氣暖房に於ては、地階又は適當の位置に爐器を裝置し、空氣はそれを通して暖まりたる後、氣道を経て各室内に別々に送られるやうに工夫したものである。故に爐器は一つであるが、各室の氣道は銘々である。

温氣爐暖房は後に述べるやうな、進歩した方法ではなく、却て

第28圖 温氣爐暖房



舊式のものである。併し或る場合には至極便利のこともある、例へば、建物に依りては、在室者は煖爐など注意し得ぬことがある、其場合に地階などに爐を裝置し、一人が之に注意し、在室者は無關係であるやうにすれば好都合である、温氣暖房は其場合の一方

法である。

是煖房法の長所は、ストーブに比すれば、火床が廣くして深き故、溫度が割合に平均して居る。又新鮮の空氣を室内に送入する方法であるが、ストーブは其手段が無い。次に爐を取扱ふのは、敢て**蒸汽煖房の如き専門家を要しない、素人でも差支ない。**又蒸汽煖房などより安價である。是等が長所である。

是煖房法の短所は、外氣を呼び入れる故、ストーブの場合よりは燃料を多く要することである。

是場合、空氣調和の如き進歩せる方法と比較すべきものではない。是は民衆的にして、彼は貴族的である。

是煖房方法の雇用ひられる建物は、概して小建築である、例へば、小なる學校、教會堂、住家、などである。

溫氣爐煖房の所用制限。此煖房法は自然換氣即ち重力換氣に依頼するものである。つまり爐に依り煖められた空氣が、室内に入り込む力は、空氣の溫度差に頼るのである。是力は可成り微弱である故、若し室の反對側の隙間風が勢強ければ、其強力に壓せられて、煖氣は室内へ入込み得ぬこともある。されば此煖房法は唯小規模にのみ用ひられるのである。

此式の煖房法は、建坪 180 平方米以内の建物に用ひられる。又爐より出る煖氣水平氣道は、長 4.5 米以内とし、多く見ても高々 6 米以内とすべきである。

設計の方針。新鮮空氣は屋外より採取するのが普通である。第 28 圖は其一例である。又室内空氣を循環されることもある。現今は炭酸瓦斯を恐れぬことに爲つたから、一二度は循環させても害は無い。

安價の方法に於ては、汚染空氣の出口は、特別に設けず建具等

の隙間を利用することもある。されど汚氣出口を特設すれば更に良い。

爐の構造。爐に種々の形がある。佛蘭西に於ては著者の知れる範圍でも二十四種類餘もある。何れも新空氣が鐵製の加熱面に觸れ、對流に依りて煖氣は室内に入るのである。爐の外包は煉瓦製のものもあるし、鐵製のものもある。鐵製ならば、爐との間を、2.5 程程離すべきである。

此煖房法に於て必要なるものは、給濕皿の設置である。先づ爐内溫氣の出口近くに、之を設置し、其容量は 1 時間に凡 4.5 甕の水が蒸發し得るやうになすべきである。

第二節 溫氣爐煖房の計算

室の損失熱量を、第八章に掲げたる方法の一に依りて見出し、それに基づき氣道の大き等を計算して見やう。先づ順序として、必要なる**空氣量**を計算する。

先づ**空氣の重量を見出し、それより容積を算出する。**今 1 時間に要する空氣量を W 甕とすれば

$$W = \frac{H}{0.24(t_1 - t)} \dots\dots\dots(71)$$

式中、 W = 1 時間に要する空氣量、甕

H = 室の損失熱量、甕カロリー/時

t = 室内空氣の所要溫度、攝氏度

t_1 = 煖氣が加減口を出て、室内に入るときの溫度。普通は、爐を出るときの溫度より 16°C 程低い。

t_1 の最大値は 66°C にして、 t のは 21°C とすれば

$$W = \frac{H}{0.24 \times 45} = \frac{H}{10.8} \dots\dots\dots(72)$$

以上の 0.24 は空氣の比熱である。第 3 表及び其前後を見られ