

卒業論文

火災時の煙流動に関する実験的研究

昭和52年 2月

0050 井上博敏

0094 森井太一

## — 目次 —

I	序章	No. 1
II	実験上の留意点	3
II - 1	熱源	3
II - 2	正電流	3
II - 3	二次元流	5
III	予備実験	8
III - 1	温度の測定方法	8
III - 1 - 1	サーモグラフ	
III - 1 - 2	熱電対	9
III - 2	熱源の選定	10
III - 3	メーテルアルコールの発熱量	22
III - 4	熱電対への輻射の影響	26
III - 4 - 1	輻射の除去方法	26
III - 4 - 2	輻射の実験	29
III - 4 - 3	輻射量の計算	46
III - 4 - 4	輻射に對する考察	71
III - 5	風速測定方法	72
III - 5 - 1	相關利用の風速測定法	74
III - 5 - 2	測定装置	78
III - 6	風速測定	95



## IV 本実験

No. 100

## IV-1 温度分布 100

IV-1-1 境界層 100

IV-1-2 新鮮空気部分の温度分布 101

IV-1-3 天井面付近の温度分布 101

IV-1-4 風洞が完全断熱性である

とした時、熱源から与えら

れる熱量で上界する温度 106

IV-1-5 流出熱量 107

## IV-2 風速分布 (A~D 実) 113

IV-2-1 測定結果 115

IV-2-2 考察 118

参考文献 166

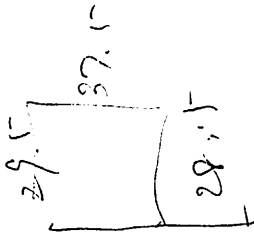
あとがき 168

## I. 序章

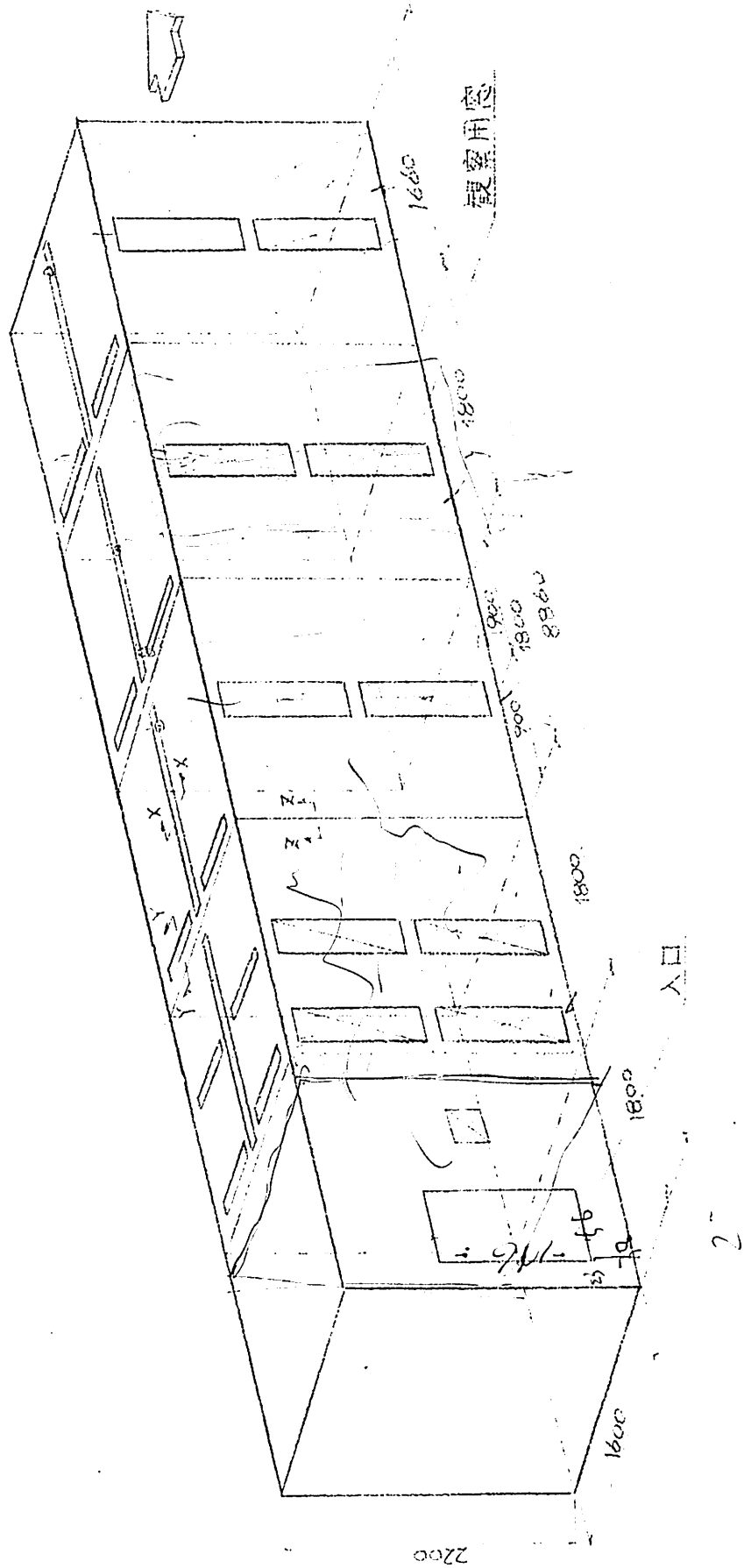
火災時の廊下を流れる煙の動きを耐熱風洞(図1)を用いてモデル化し、温房・風速の分布を示標として分析する。設定は実物とかなり異なるが、高温煙流の動きを知る、基礎的実験として意味をもつ。

また、本論文に於いては相関を利用し、風速の測定方法も1つのテーマとして取扱うこととする。

图-1



耐熱風洞概略图



## II 実験上の留意点

### II-1 熱源

本実験では、熱源として工業用メチルアルコールを使用した。その理由として次のことが挙げられる。

- 1) 木材等の固体燃料よりも再現性を得やすい。
- 2) 定常な発熱を得られる。
- 3) 風速測定で使用する非常に細い（直径5ミクロン）熱線を破壊することが、タール分を含んだ煙よりも少ない。

しかし、本実験では透明な煙となり、実際の煙と異なり、ガス輻射等において差異が現われてくるかもしれない。

### II-2 定常性

本実験は定常な煙流動を測定することを目的としている。実験用耐熱風洞は図-2に示すように、自由端部分が室内にあり、熱がこもりやす

耐熱風洞と外部空間及び換気扇との関係

図-2

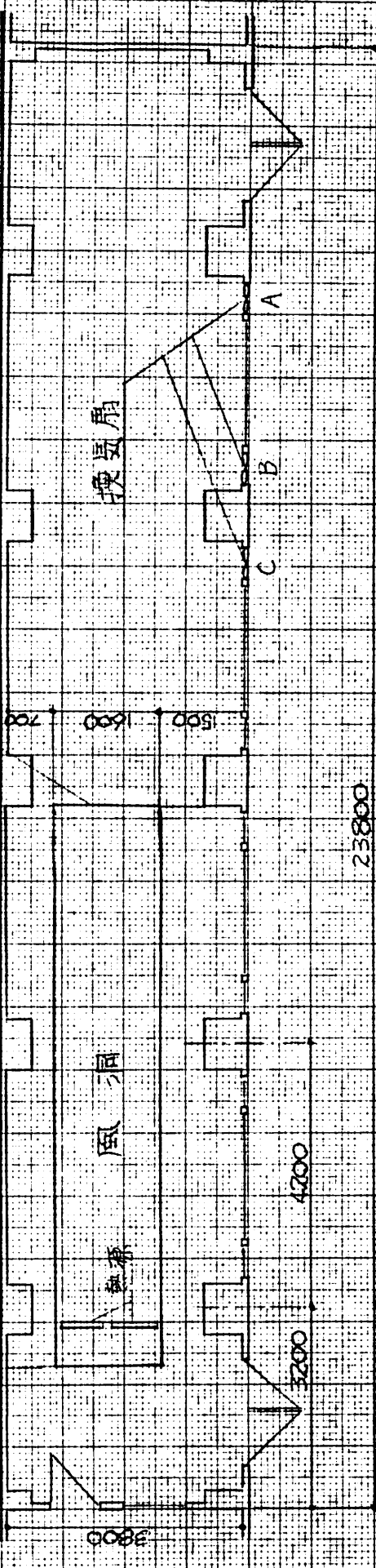
1:100

3360

風洞

換気扇

自由端



4200

23800

3000

700

1500

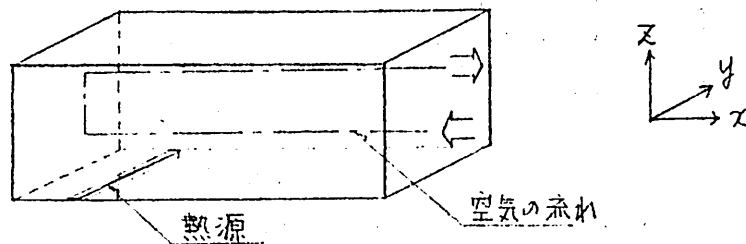
1500

3000

軸系

く、定常になりにくい。定常にする為の条件としては、壁面の断熱性、新鮮空気の導入、熱気の排気等の諸条件が考えられるが、本実験では熱気の排気条件の調節を行なうことにより、定常にする。

### II-3 二次元流



熱源を図-3に示すように、風洞のほぼ幅いっぱい設置することにより、煙流動を二次元流にする。即ち

$$\frac{d\bar{v}}{dy} = 0, \quad \frac{d\bar{\theta}}{dy} = 0$$

となる。

図-4に示す、18~26・28~36番の熱電対で水平温度分布をとり、 $\frac{d\bar{\theta}}{dy} = 0$ であることをチェックする。

温度・風速分布は、x, z方向で測定する。

3

アルミレールの配置図

7.0  
300

50  
300

100

150

300

100

50

1600

大アルミレール (300mm x 300mm) x 4

10  
60

75

660

130

660

75

小アルミレール (60mm x 660mm) x 4

75

660

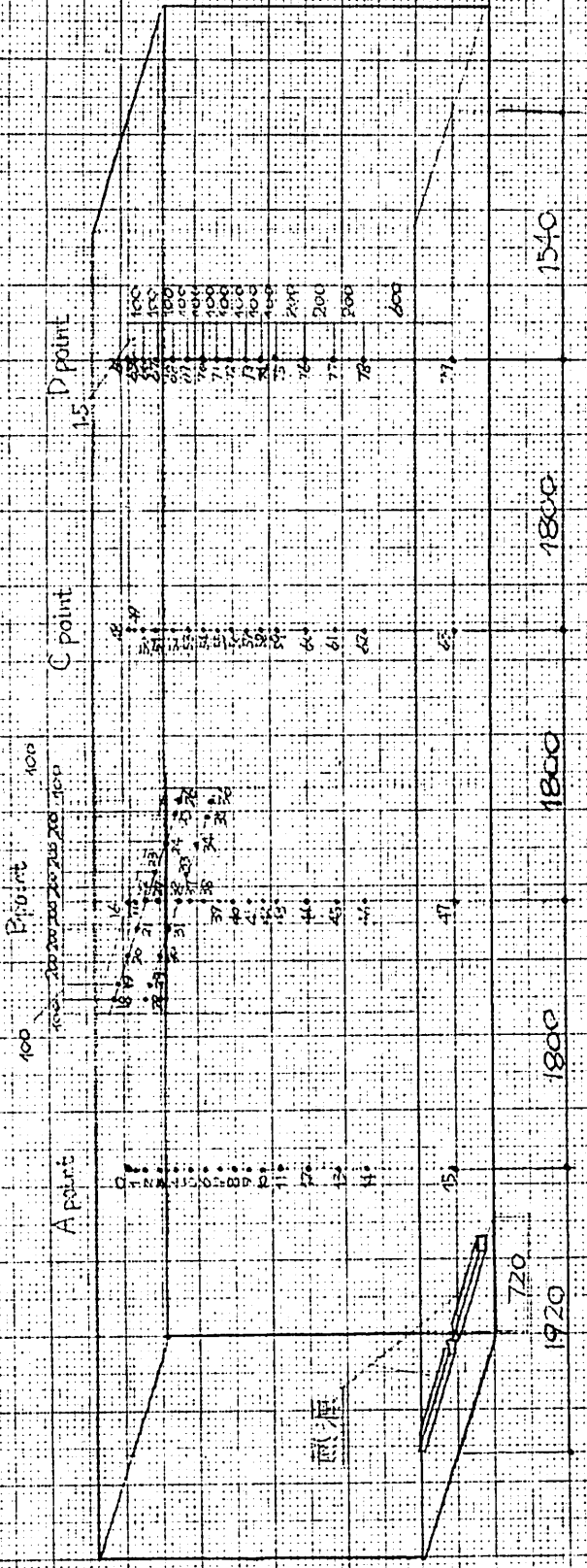
130

660

75

小アルミレール (60mm x 660mm) x 2

2-4



設置位置とサ-ミタノ構造



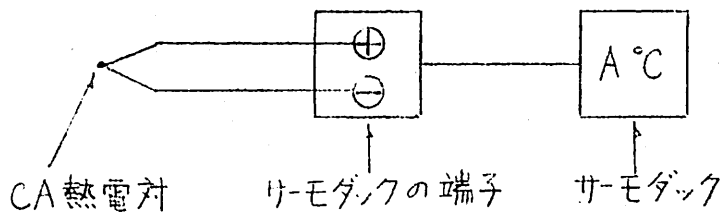
## Ⅲ 予備実験

### Ⅲ-1 温度の測定方法

本実験では、熱電対で温度を測定し、サーモダックで表示をした。

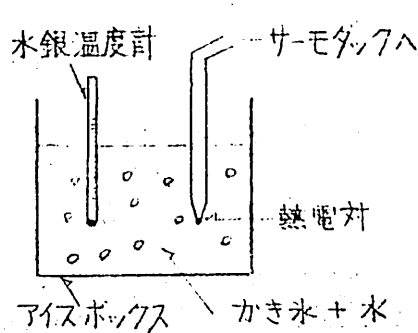
測定は、図-4に示すように、80の地点に熱電対を設置し行なった。

下に温度測定のパターンを示す。



#### Ⅲ-1-1 サーモダック (機械番号 E-60T) (ETO DENKI CO)

温度表示を行ない、その表示をチャート紙にプリントする機械である。



性能を調べる為、左図のように、かき氷と水により零度を設定し、水銀温度計の指示とサ

ーモダックの指示を比較した。結果は、サー

モダックの指示が、水銀温度計より0.3~0.4 deg 低いものとなったが、本実験では60°Cくらいの温度を測定し、この程度の誤差は無視することにした。

### Ⅲ-1-2 熱電対

JIS C1602 で下表のような種類の熱電対が示されている。

種類	構成材料		常用限度 (°C)
	⊕ 脚	⊖ 脚	
PR	白金・ロジウム合金	白金	1400
CA	ニッケルクロムを主とした合金	ニッケルを主とした合金	650 ~ 1000
CRC	〃	銅・ニッケルを主とした合金	450 ~ 700
IC	鉄	〃	400 ~ 600
CC	銅	〃	200 ~ 300

本実験では、常用限度温度・経済性及び出力の直線性からCA（クロメル・アルメル）熱電対を使用し、耐熱性のあるガラス繊維でカバーした。

尚、CA熱電対は、素線が太く測定部にあたる接点の熱容量が大きい為に、CC熱電対に比べ、応答性は劣る。

## Ⅲ-2 熱源の選定

- 1) 大アルコールパン (30 cm × 30 cm) × 4
- 2) 小アルコールパン (6 cm × 66 cm) × 4
- 3) 小アルコールパン (6 cm × 66 cm) × 2

上記の3通りの熱源に対し、換気量・換気位置を変え、定常になるか否かを調べた。(熱源設置位置図-3参照)

### < 結果 >

- |      |   |                            |
|------|---|----------------------------|
| 1)-a | } | メタノール ..... 3500 cc × 4    |
|      |   | 換気条件 ..... 換気扇×3, 窓×2, 扉×1 |
| b    | } | メタノール ..... 4000 cc × 4    |
|      |   | 換気条件 ..... 換気扇×3, 窓×3, 扉×1 |

1)-a

図-5に示すように、燃焼終了まで温度が上昇し、定常にならなかつた。

1)-b

1)-aでは、燃焼時間が短かつたので、メタノールの量を増し、燃焼時間を長し、換気量

も多くした。

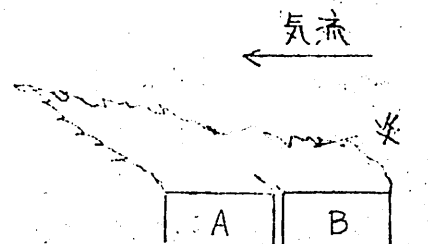
実験結果は図-6に示すように、定常状態にはならなかった。

風洞の自由端部分が室内の為、熱がこもり、温度が上昇し続けたものであろう。したがって定常にするためには、より多くの換気量が必要となるが、1)-a, bの換気条件でも、図-7, 8に示すように、水平温度分布で6degくらいの差が現われ、二次元流とみなせず、これ以上換気量を増すことはできない。よって大アルコールパン×4を熱源とした実験ができない。

2) } メタノール ... 1500cc × 4

換気条件 ... 換気扇 × 2 (A と B の換気扇)  
図-2 参照

右図のように、Bの  
燃焼がAの燃焼を促進  
し、先にAの燃焼が尽  
きてしまい、燃焼時間



も短く、図-9に示すように定常状態にならない。アルコールパンの許容量が1500ccの為、燃焼時間を長くすることもできない。又水平温度分布も図-10に示すように4degくらいの差が現われ二次元流とみなせず、小アルコールパン×4を熱源とした実験もできない。

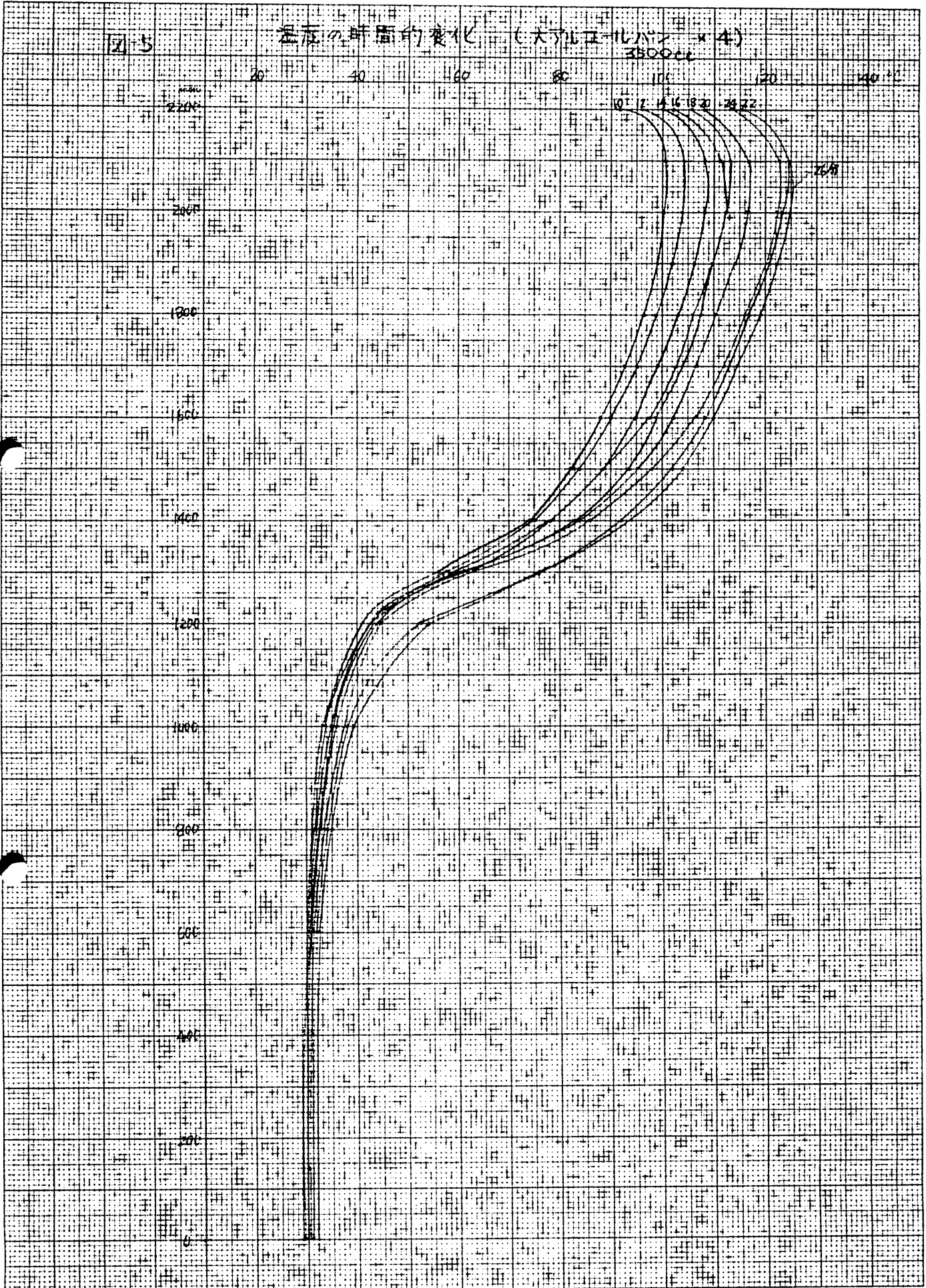
- 3) } メタノール --- 1500cc × 2  
 { 換気条件 --- 換気扇×1 (図-2でAの換気扇)

図-11, 12に示すように着火後14分程度で定常となる。燃焼終了が着火後26くらいであるので、12分くらい定常状態が続き、風速測定のための時間として充分である。又図-13に示す水平温度分布から、±1degの測定誤差を考慮すると、二次元流となっている。したがって、本実験は小アルコールパン×2を熱源として実験を行なう。

図5

温度の時間的变化 (大アルミバネ x 4)

3500cc

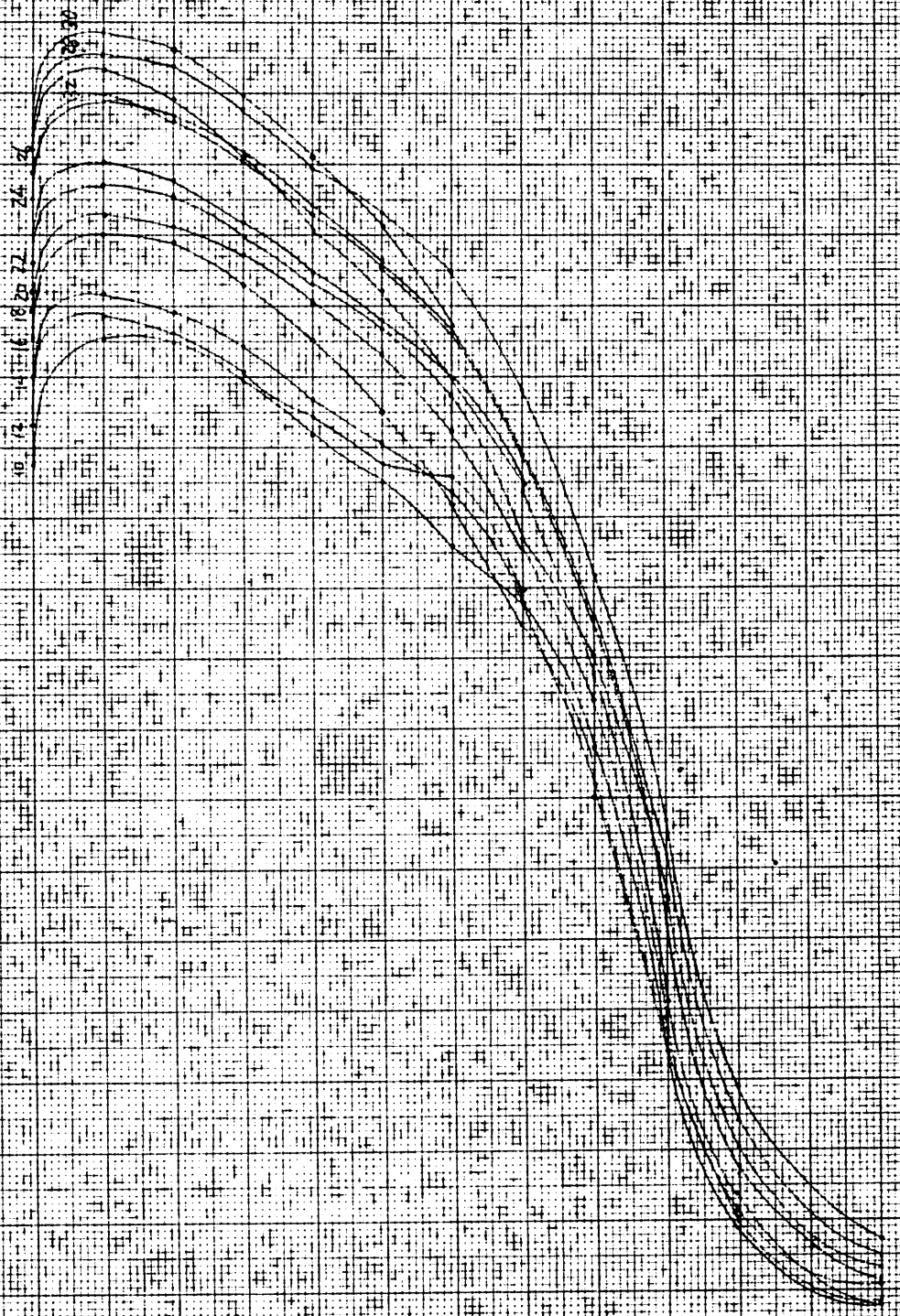


温度が時間的変化 (大分川-北沢) (4000-50)

201-6

0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5 15.0 15.5 16.0 16.5 17.0 17.5 18.0 18.5 19.0 19.5 20.0

20.0  
19.5  
19.0  
18.5  
18.0  
17.5  
17.0  
16.5  
16.0  
15.5  
15.0  
14.5  
14.0  
13.5  
13.0  
12.5  
12.0  
11.5  
11.0  
10.5  
10.0  
9.5  
9.0  
8.5  
8.0  
7.5  
7.0  
6.5  
6.0  
5.5  
5.0  
4.5  
4.0  
3.5  
3.0  
2.5  
2.0  
1.5  
1.0  
0.5  
0.0





7-2

118 120 122 124 126 128 130 (°C)

天井面より 300mm

天井面より 100mm

0907-1

点検後20分の水平温度分布

天井工=16.1°C (3500cc) x 4

(換気扇 x 3)

窓 x 2

扉 x 1

118 120 122 124 126 128 130 (°C)



四-8

104 106 108 110 112 114 116 118 (°C)

天井面より 300 mm

天井面より 100 mm

0907-2

点検後 20分の水平温度分布

大気圧 1013 hPa (4000.00) × 4

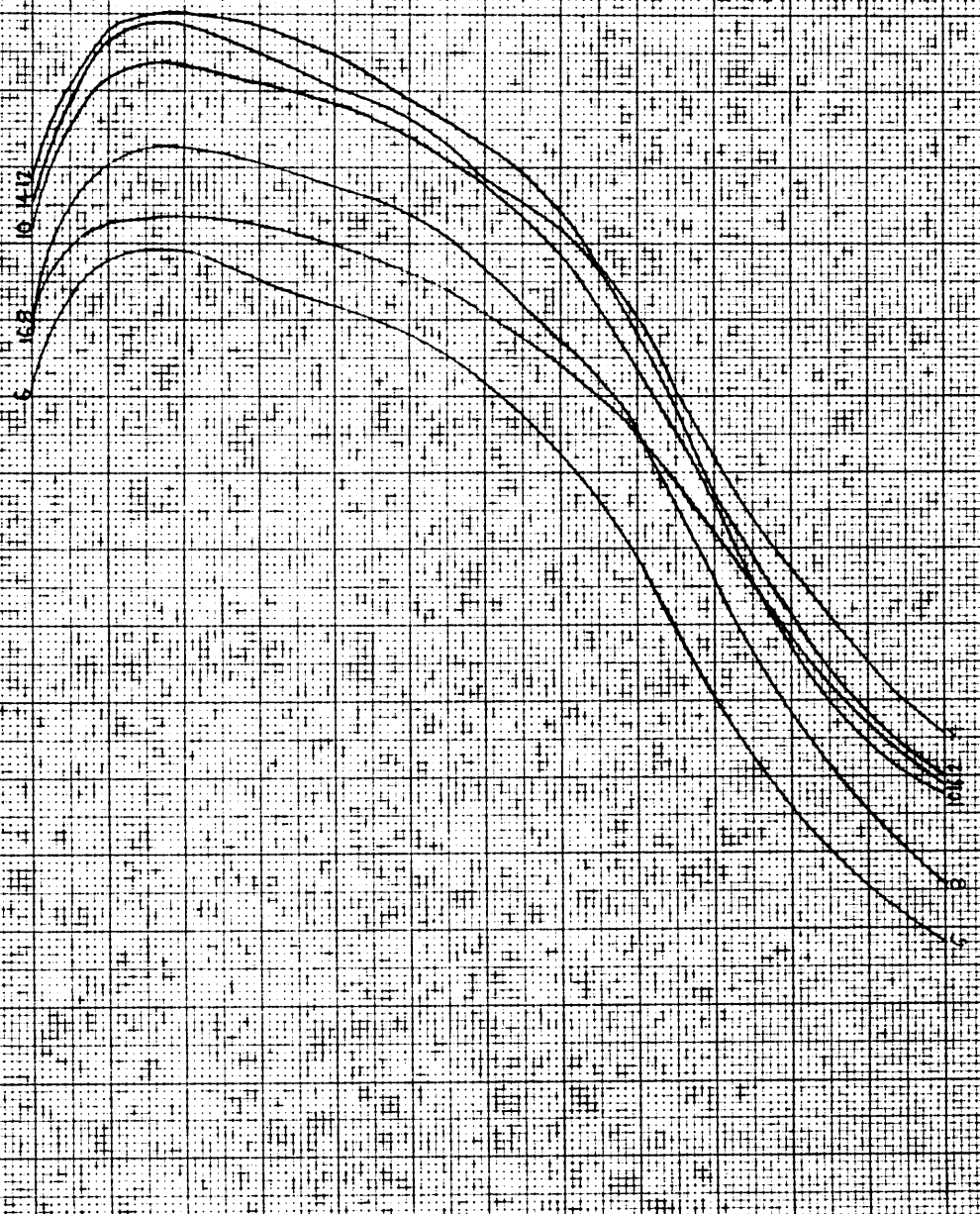
- { 棒気筒 × 3
- { 窓 × 3
- { 扉 × 1

104 106 108 110 112 114 116 118 (°C)

温度の時間的変化 (17.7.10.11.12.13.14)  
(1500kcal)

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000

20.0  
20.5  
21.0  
21.5  
22.0  
22.5  
23.0



17.7

10

97 98 99 100 101 102 103 104 (°C)

天井(1) Bedroom

天井(2) 100mm

0910-1 点検後 4分0秒水平出展分佈

小アリの巣 (1500cc) x 4

換気扇 遠方27

97 98 99 100 101 102 103 104 (°C)

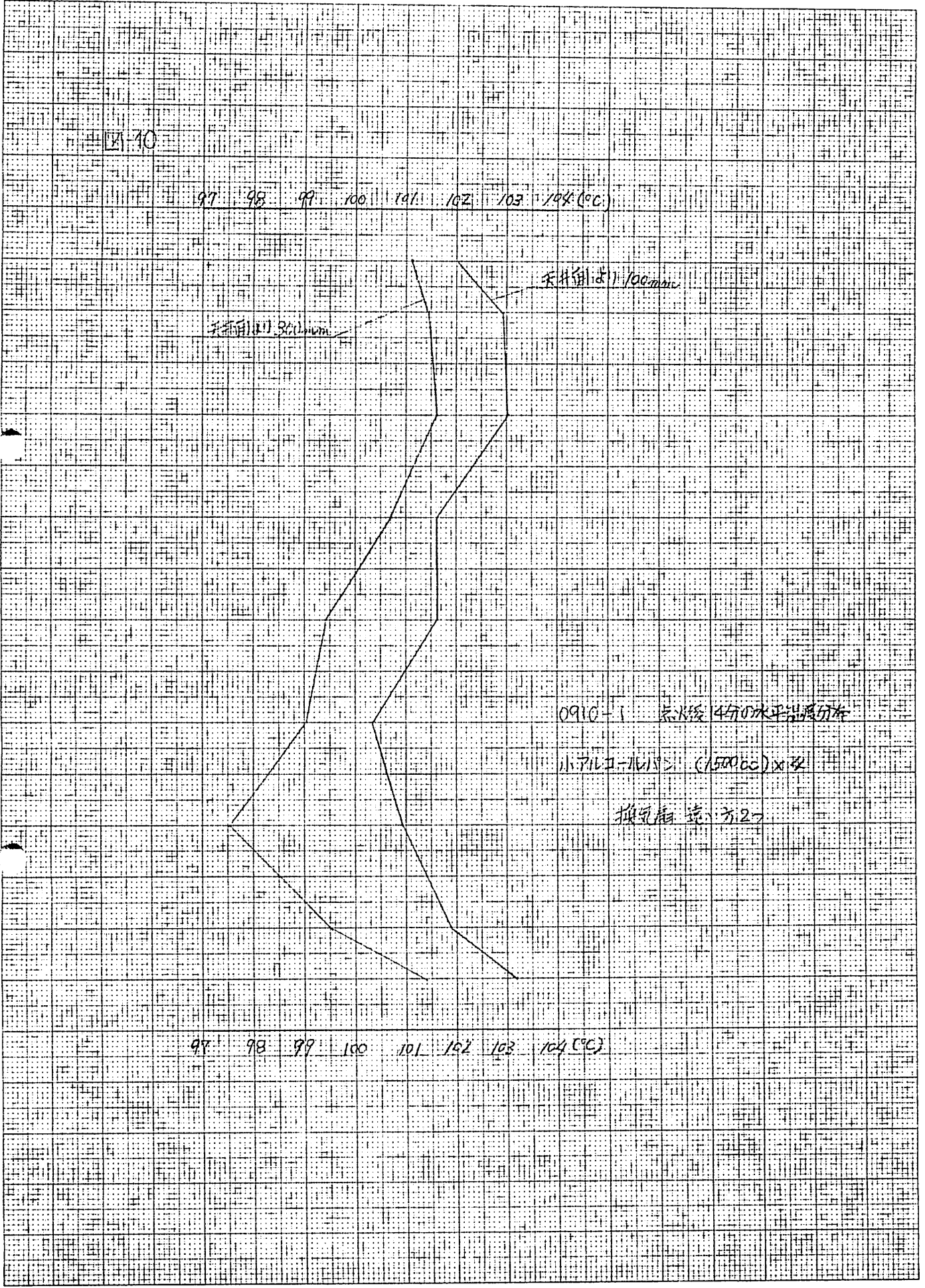




図 11

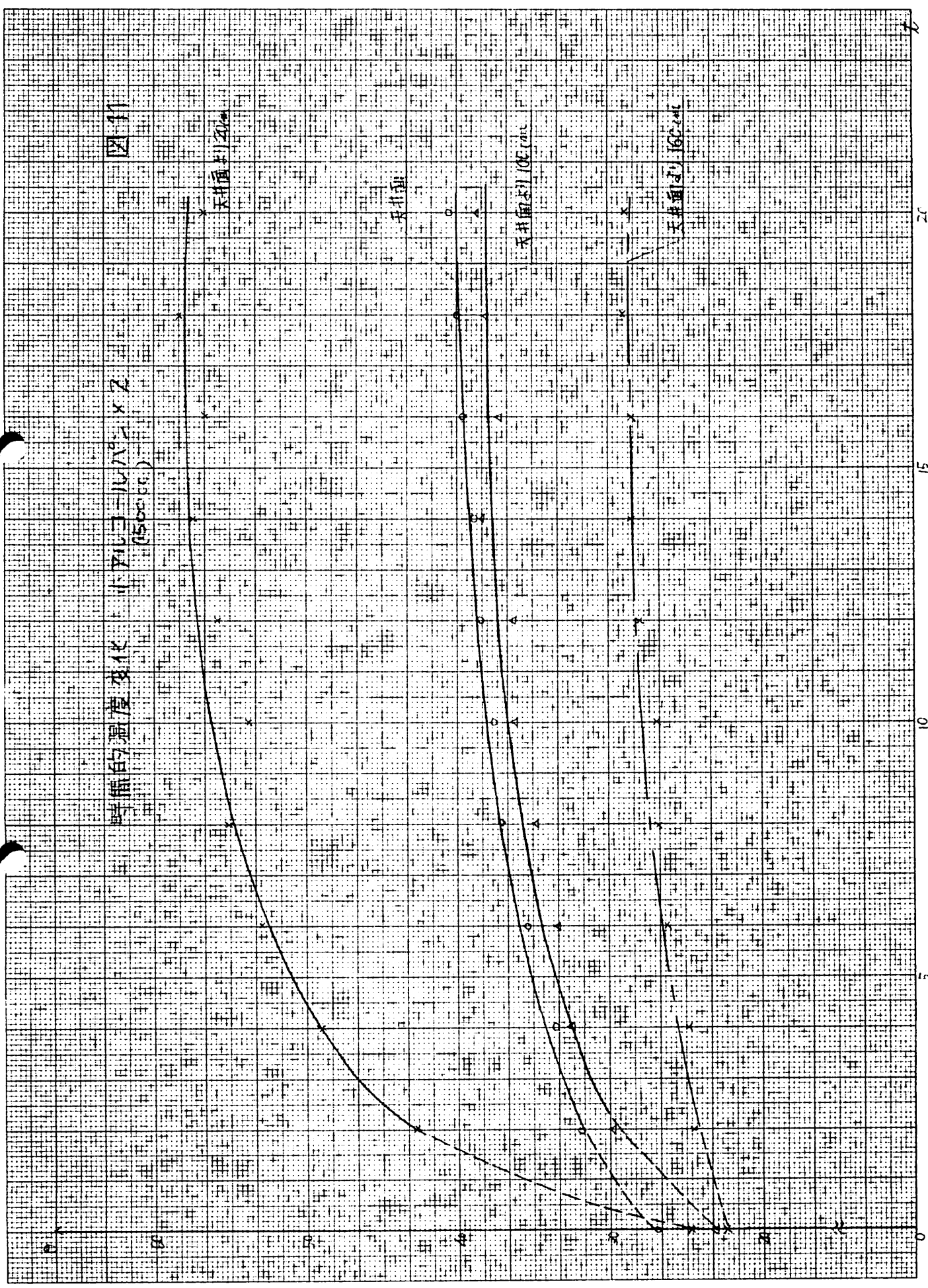
時價の温度変化 (5000g) 示列三ノルハシ x 2

天板面温度

天板面

天板面温度 (℃) (0.1)

天板面温度 (16℃)



時間経過変化 (1500cc) 40 50 60

図 17

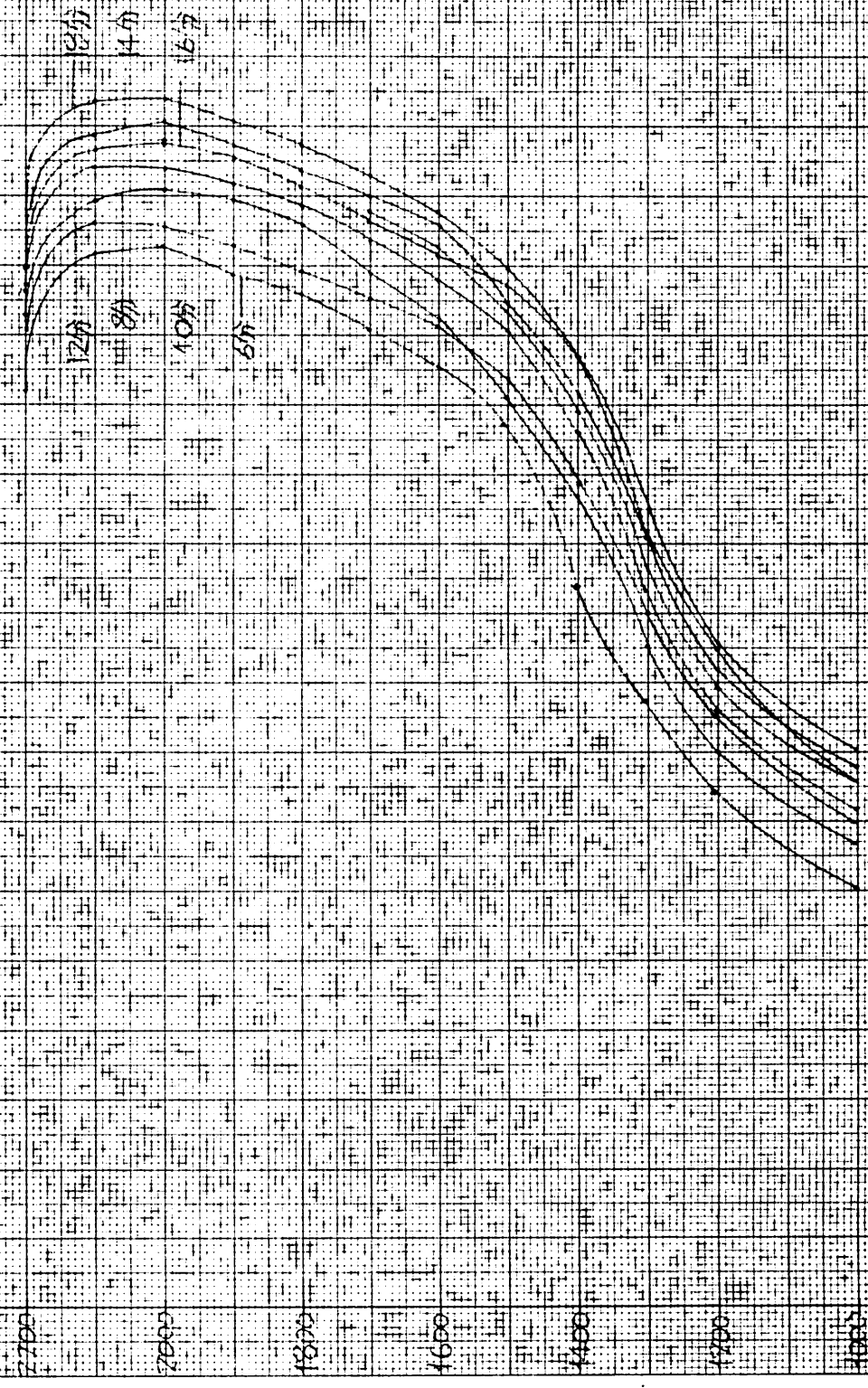


図-13

水平湿度分布 (ア)カ-16)2×2 (1500℃)

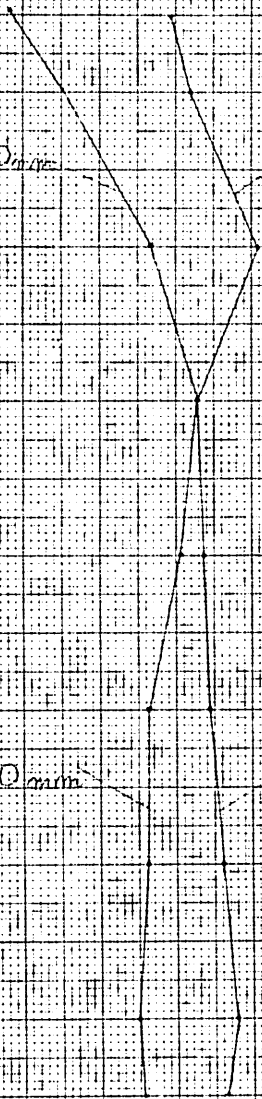
47 55 56 57 58 59

天井面から300mm

天井面から100mm

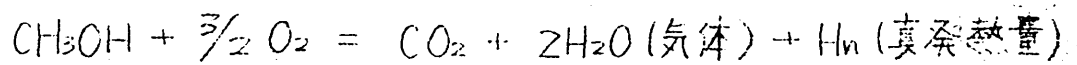
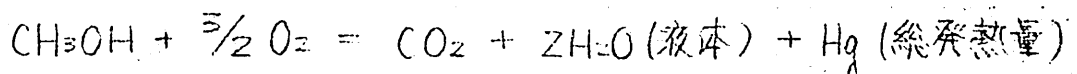
天井面から300mm

天井面から100mm



### Ⅲ-3 メタノールの発熱量

発熱量には総発熱量  $H_g$  と真発熱量  $H_n$  とあり、燃焼により、 $H_2O$  が生成される場合、 $H_2O$  を液体とした時の発熱量が総発熱量であり、気体とした時の発熱量が真発熱量である。即ち  $H_2O$  の蒸発潜熱の分だけ、真発熱量の方が総発熱量より小さくなる。化学式では、メタノールの場合次のように表わされる。



ここで、 $H_g$  と  $H_n$  の関係は次式で表わされる。

$$H_n = H_g - 600 \left( \frac{13}{2} h + w \right) \text{ kcal/kg}$$

$h$  :  $kg$  燃料 1  $kg$  中の水素の質量

$w$  :  $kg$  燃料 1  $kg$  中の水分の質量

本実験では、メタノールの真発熱量を知ることが必要であるので、計算すると

メタノールの分子量 : 32.04

燃焼熱 : 173.95 kcal/g.mol  
(25°C, 1atm)

水素の分子量 : 1.008

$$H_g = \frac{173.95}{32.04} \times 1000 = 5429.1 \text{ (cal/g)}$$

$$\begin{aligned} H_n &= 5429.1 - 600 \left( \frac{18}{2} \times \frac{1.008 \times 4}{32.04} + 0 \right) \\ &= 4749.6 \text{ (cal/g)} \end{aligned}$$

したがってメタノールの真発熱量は  $4750 \text{ cal/g}$  となる。

★ 小アルコールパン×2の発熱量

既述のように本実験の熱源を小アルコールパン (150cc) × 2 とした。そこで、小アルコールパン×2の発熱量  $Q \text{ cal/sec}$  を求める。

まず小アルコールパン1個あたりの燃焼量

$V \text{ g/min}$  は 図-14.15 から

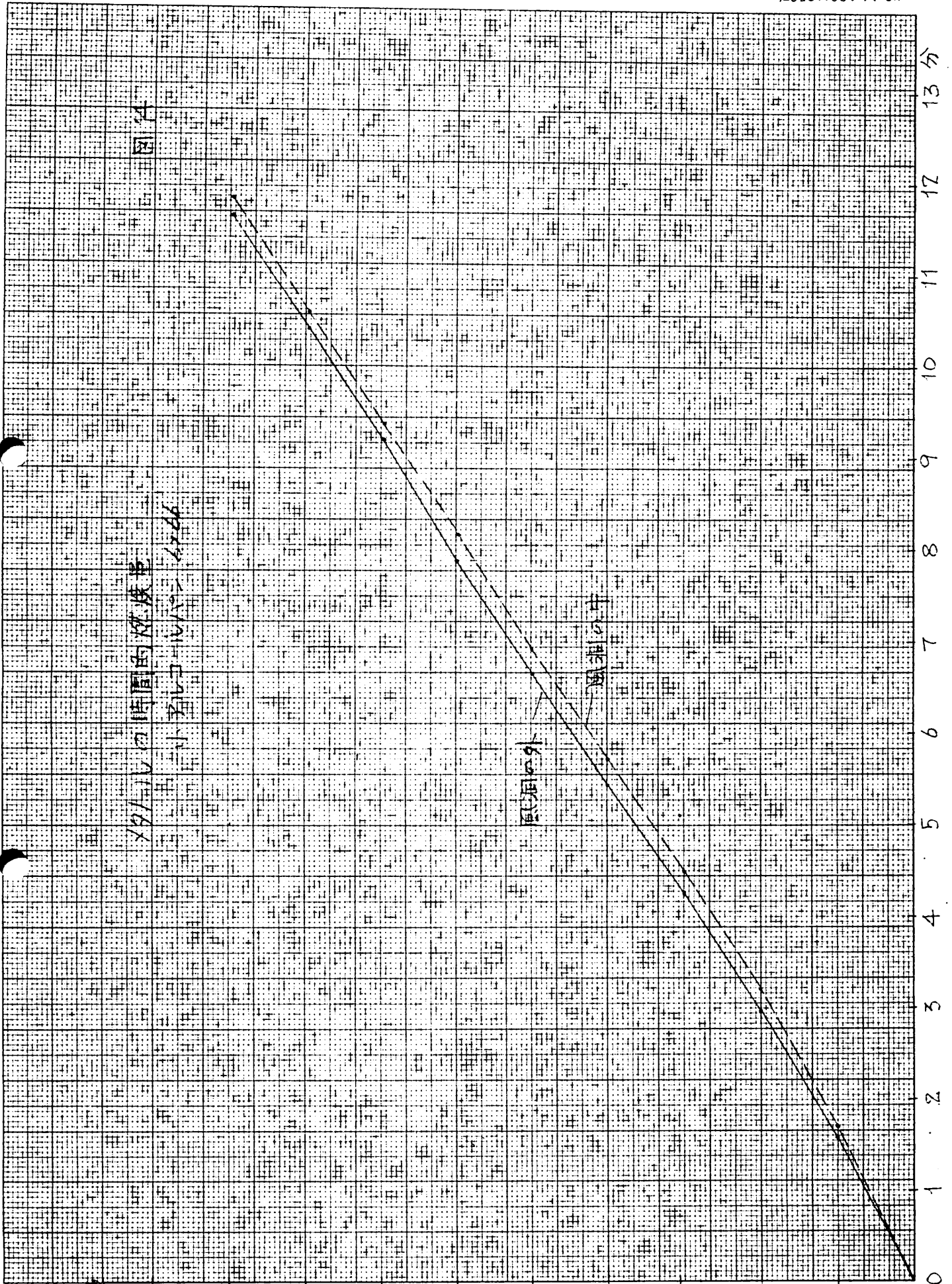
$$V = 37.5 \text{ g/min}$$

となる。メチルアルコールの真発熱量  $4750 \text{ cal/g}$

より、発熱量  $Q \text{ kcal/sec}$  は、次のようになる。

$$\begin{aligned} Q &= 37.5 \times 4750 \times 2 \div 60 \div 1000 \\ &= 5.93 \text{ (kcal/sec)} \end{aligned}$$





191-11 の 時間 燃焼量  
 小 石 川 工 場  
 4746

191-11 燃焼量 g

区 15

X771-1L 50g  
X771-1L 50g  
X771-1L 50g

測定時間

測定時間

測定時間

測定時間

測定時間

測定時間

40

30

20

10

測定時間

測定時間

500g

400

400

350

300

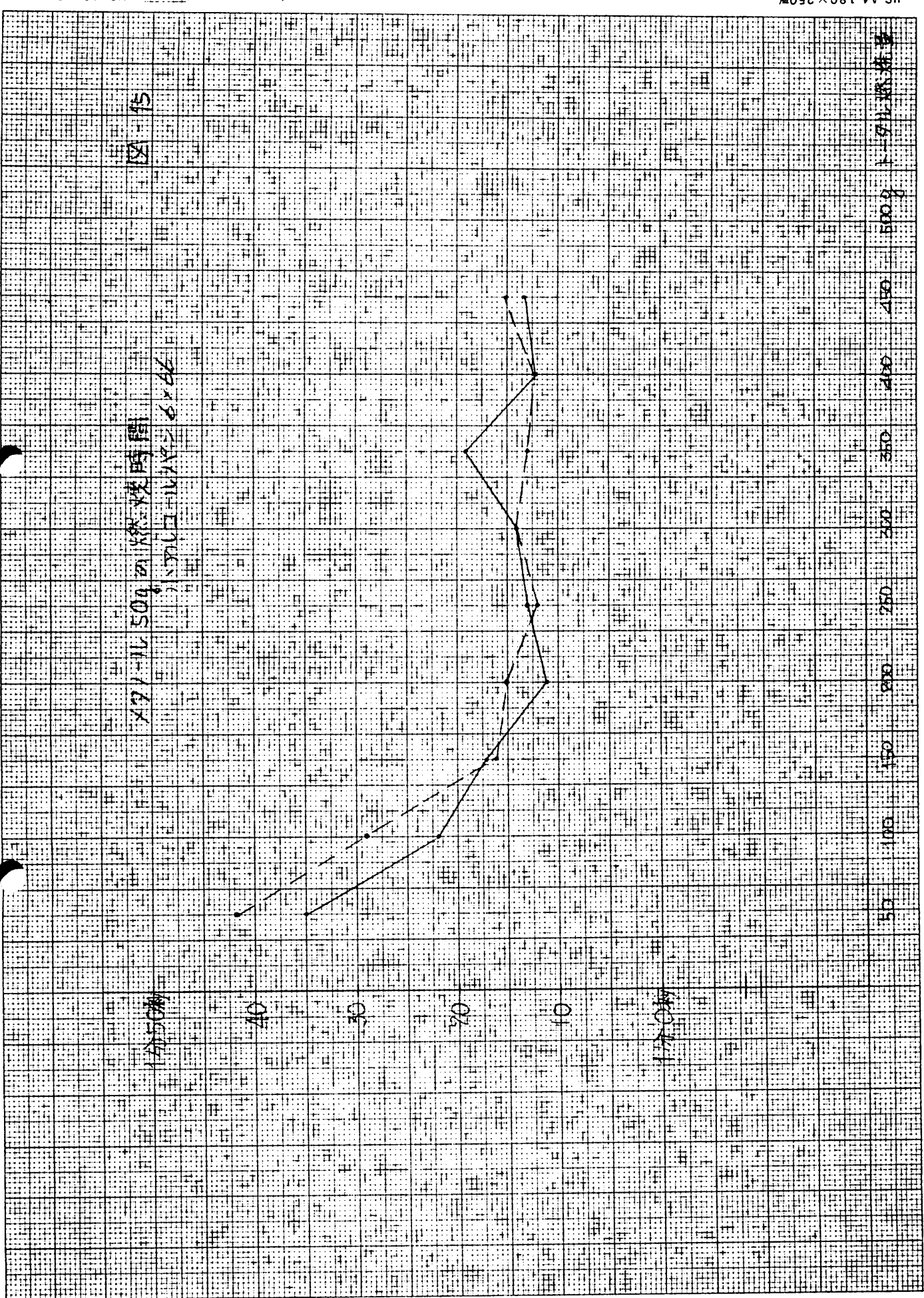
250

200

150

100

50



### Ⅲ-4 熱電対への輻射の影響

#### Ⅲ-4-1 輻射の除去方法

火災実験の場合、火炎からの熱輻射、並びに壁面からの冷輻射を熱電対の感温部が受け、測定対象の空気温と異なってくる。特に火炎付近の温度測定の際には、大きな差曼が現われ、輻射の影響を考慮しなければならない。

空気温測定に際し、熱電対を用いた場合、周囲より受ける輻射の影響を除くために、一般に次のような方法がとられている。

- 1) 熱電対の感温部を小さくする。
- 2) 熱電対の感温部の表面の吸収率を小さくする。
- 3) 輻射よけの遮へい板、遮へい筒等を設置する。
- 4) 輻射よけ遮へい筒等を設置すると同時に、測定対象を中心に、その近傍の空気を吸引し、ついで温度を測定する。(アスマン温度計の方法)

輻射熱はステファン・ボルツマンの法則より  
次式で計算できる。

$$H = \psi \varepsilon_1 \varepsilon_2 \sigma_b \left\{ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right\} \cdot A \quad (a)$$

$H$  : kcal/h 輻射熱量

$\psi$  : 形態係数

$\varepsilon$  : 輻射率

$\sigma_b$  : 黒体輻射定数 (4.876 kcal/m<sup>2</sup>h)

$T$  : °K 絶対温度

$A$  : m<sup>2</sup> 面積

又次式も成立する。

$$H/A = \alpha_c (\theta_g - \theta_a) \quad (b)$$

$\alpha_c$  : kcal/m<sup>2</sup>h°C 対流熱伝達率

$\theta_g$  : °C 熱電対感温部の表面温

$\theta_a$  : °C 熱電対感温部近傍の空気温

既述の輻射の影響を除く為の方法を (a), (b)

式を用いて説明すると

1) 感温部が小さくなると、面積  $A$  が小さく

- なり、(a)式より輻射熱量が小さくなる。
- 2) 吸収率が小さくなると、輻射率 $\varepsilon$ が小さくなり、(a)式より輻射熱量が小さくなる。
  - 3) 形態係数 $\psi$ が小さくなり、(a)式より輻射熱量が小さくなる。
  - 4) 近傍の空気を吸引することにより、対流熱伝達率 $\alpha_c$ が大きくなり、(b)式において、 $H$ 、 $A$ 、 $\theta_a$ が一定だから、熱電対の感温部の表面温 $\theta_s$ は空気温 $\theta_a$ に近づく。既に輻射の影響が小さくなる。

本実験では、既述のような輻射の影響を除く処置は行なわず、部分的な実験で輻射の影響を調べ、それ共に手計算等で測定値を補正することにした。

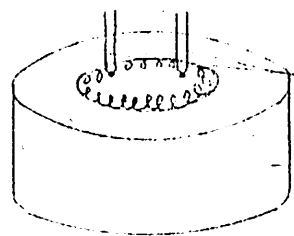
### Ⅲ-4-2 輻射の実験

#### 1 熱電対のチェック

輻射の影響を除く処置を施した熱電対と裸の熱電対を、空気温・輻射の影響等が等しい地卓に設置し、空気温を測定し、二つを比較することにより、輻射の影響を調べることにした。

まず、二本の熱電対が裸の状態での性能を示すかどうかをチェックした。

#### a. コンロによるチェック



熱電対

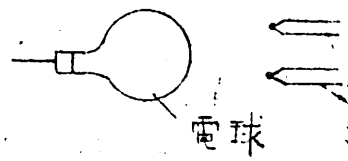
コンロ

二本の熱電対を左図のように空気温も等しく、輻射の影響

も等しい条件の地点に設置し、等温を示すかどうかチェックした。

結果は図-16に示すようにほぼ等温を示している。

電球によるチェック



電球により輻射

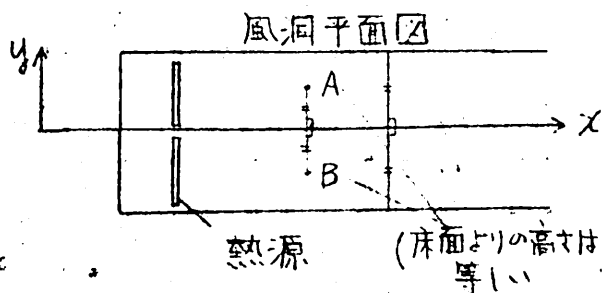
熱電対 熱源を与え 輻射

の影響を二本の熱電対が同様に受けるかどうかをチェックした。即ち二つの熱電対の感温部の表面積と吸収率が等しいかどうかをチェックした。

結果は図-17に示すように、ほぼ等温を示している。

以上二つの実験結果より、二本の熱電対がほぼ同性能であることがわかった。

2. 熱電対の設置



本実験は既述のよ

うに、煙の流れを二

次元流とみなし

$\frac{d\theta}{dy} = 0$  としている。よって上図のA点の空気温

$\theta_A$  と B点の空気温  $\theta_B$  はほぼ等しくなる。又 A

B点はx軸に同じ互いに対象位置にあるので

輻射の影響も等しくなる。

そこで輻射よけを施した熱電対と裸の熱電対をA点とB点のような位置関係にある二地点に設置し、温度測定を行ない輻射の影響を調べた。尚、二次元流とみなしているが、水平温度分布(図-13参照)からもわかるように、多少の差異がみられるので、念のため二本の熱電対の位置を逆転させて、同じ位置で二回の実験を行なった。

裸の熱電対で測定した温度を $\theta$ 、輻射よけを施した熱電対で測定した温度を $\theta'$ とすると、 $\Delta\theta = \theta - \theta'$ が輻射の影響による温度差となる。 $\Delta\theta$ が正ならば熱輻射の影響を受けており、負ならば冷輻射の影響を受けていることになる。

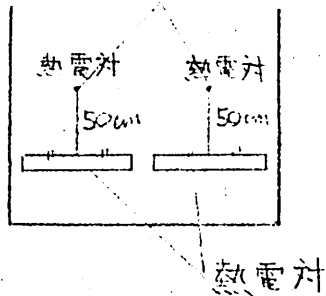
### 3 アルミはくの利用

熱電対をアルミはくで包み、輻射の影響を調べた。既ち、アルミはくで遮へい筒を作り、輻射の影響を除こうとした。



## 3-a 電灯による輻射の影響

結果は図-18, 19に示すように、アルミ箔をつけた方が、つけないものより、 $6\text{deg}$ 前後低くなっている。

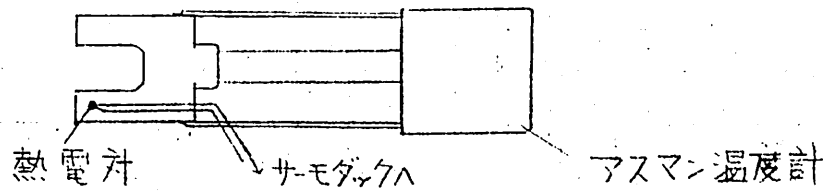
3-b 火炎付近  
床面より50cm

左図のように、設置位置が火炎に非常に近く、熱電対が火炎輻射を受け、アルミ箔で輻射をさけた方が、

温度が低くなるものと予想していた。それにも拘らず、実験結果は、図-20に示すように、アルミ箔をつけた熱電対の方が、裸の熱電対よりも  $3\text{deg}$ 前後高くなった。

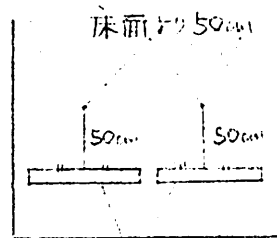
気流の有無によって、アルミ箔をつけたものとつけないものの測定値が逆転し、その理由も明確でないので、アルミ箔で輻射の影響を除くことは、あきらめ、アスマン温度計を利用することにした。

## 4 アスマン温度計の利用



上図のようにアスマン温度計の測定部に熱電対を入れかえたものと、裸の熱電対と測定温を比べ、輻射の影響を調べる。

4-a 下図のような火炎に近い地桌



実験結果は、図-21, 22に示すように、アスマン温度計の測定部に熱電対を入れか

えたものの方が、3deg 前後低くなっている。

この地点では、火炎輻射の影響が大きいことがわかる。

4-b 図-4 の No.12 (A桌床面より 80cm) の地桌

4-c 図-4 の No.42 (B桌床面より 130cm) の地桌

4-d 図-4 の No.30 (B桌床面より 190cm) の地桌

4-e 図-4 の No.34 (B桌床面より 190cm) の地桌

以上四地桌では、裸の熱電対とアスマン温度計の測定部に熱電対を入れかえたものとを隣接して設置し、測定温を比較した。

4-a

結果は、図23に示すように、裸の熱電対の方が  $2\text{deg}$  くらい高くなっている。A 桌 (図4参照) で火炎に近く、火炎輻射の影響を受けているためである。

4-b, c, d

結果を 4-b が図-24, 4-c が図-25, 4-d が図-26 に示している。三図とも検討し難いが、大体二本の熱電対の測定温は等温を示し、輻射の影響は無視し得るオーダーであると考えられる。

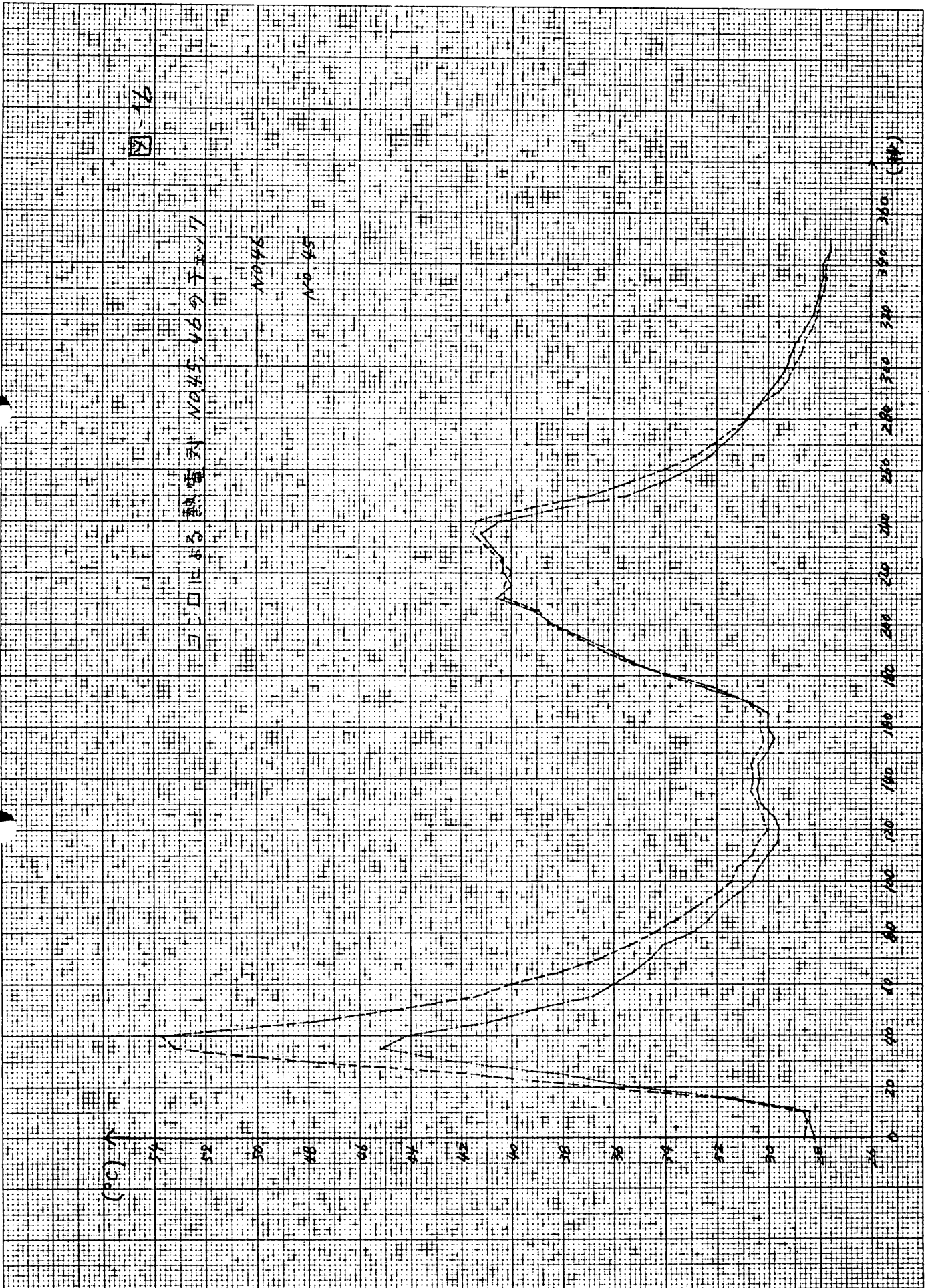


図-17

輻射熱源のみによる熱電対 NO.45, 46の特性

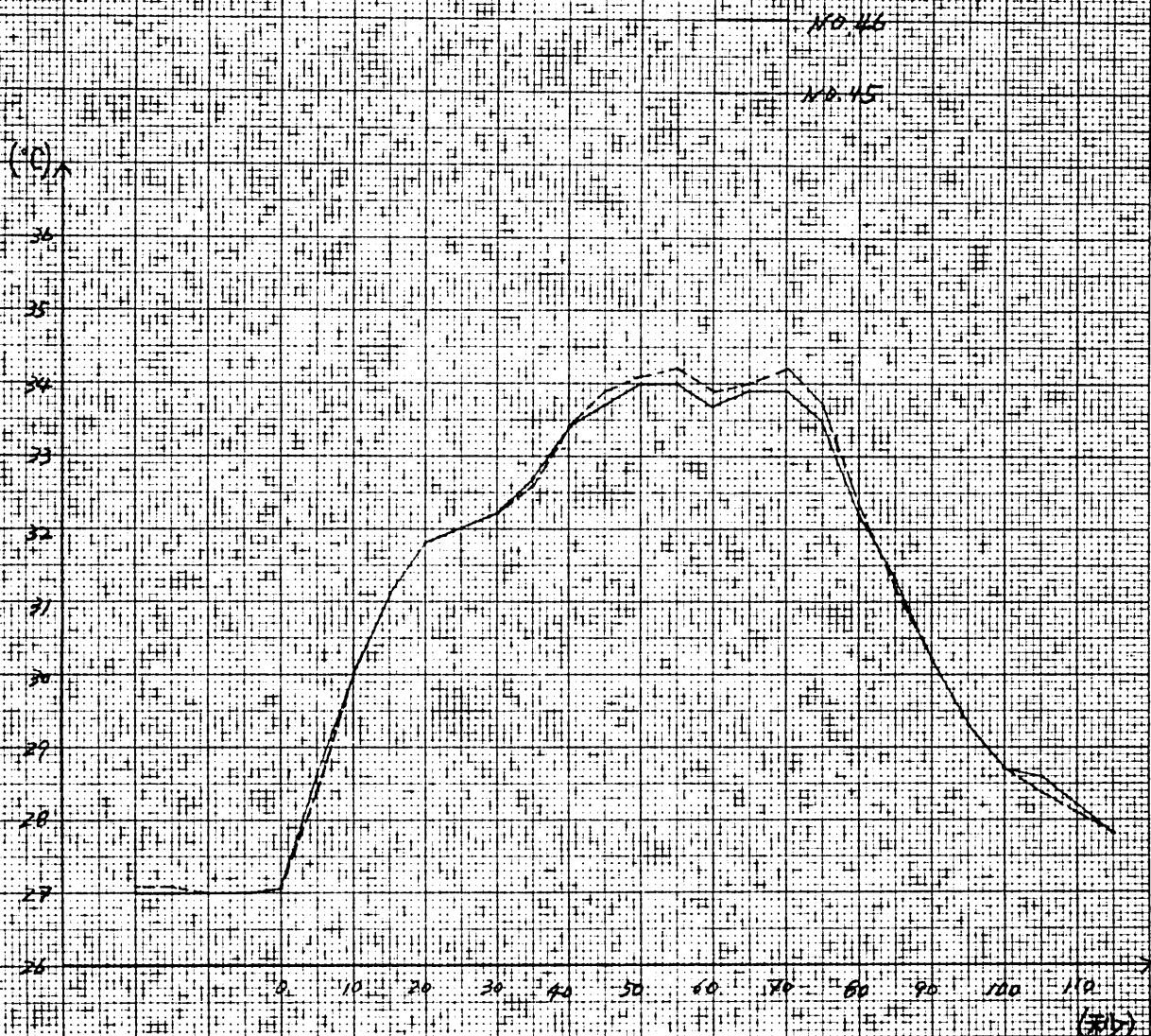
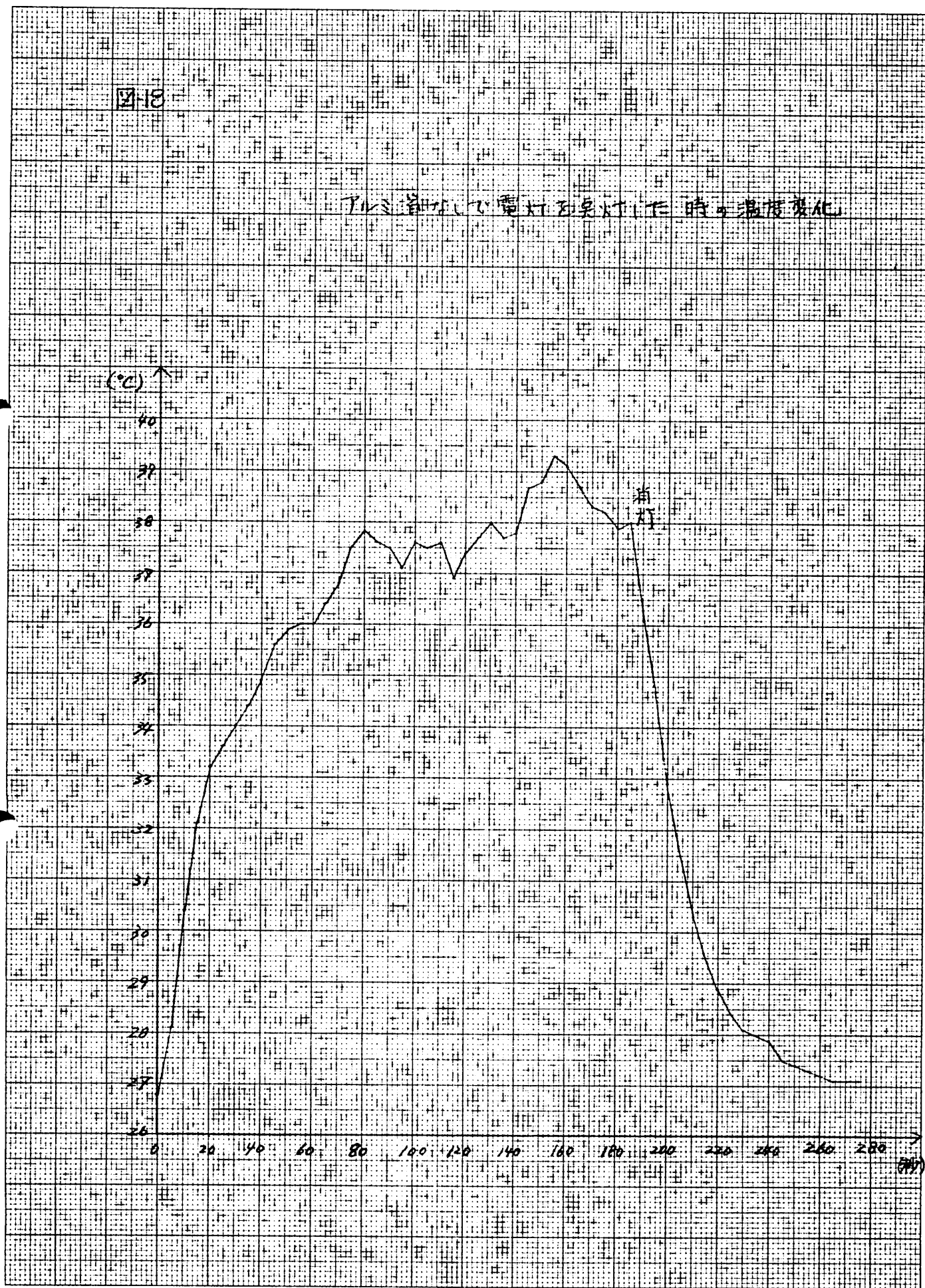


図18

アクリル板に電灯を点灯した時の温度変化





19-18

7L 油付の電燈を点灯した時の速度変化

速度 (km/h)

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 (km/h)

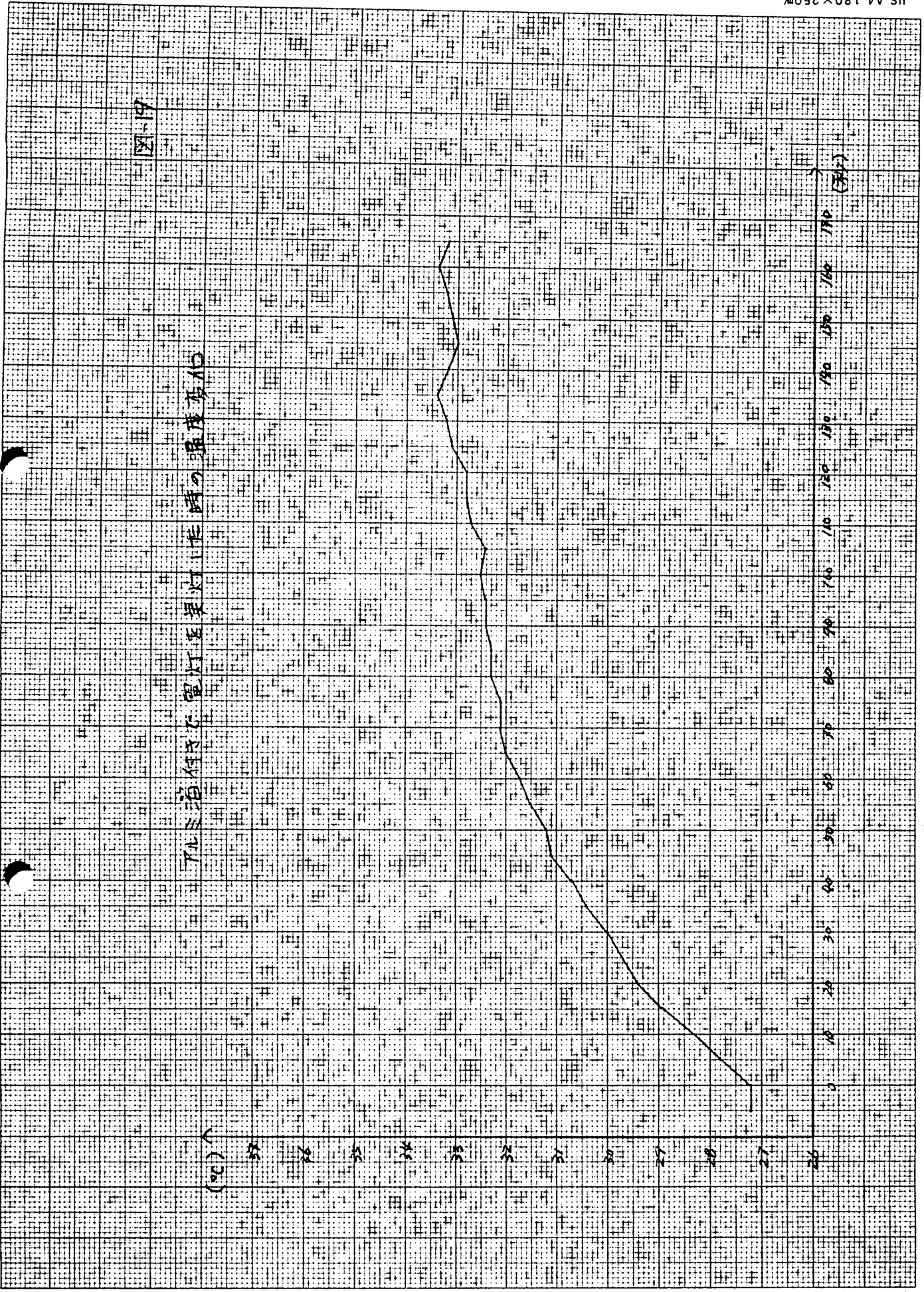
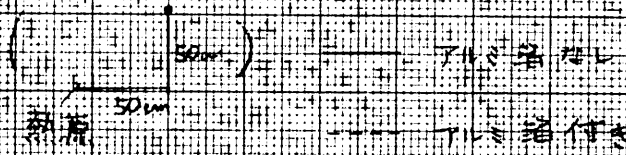


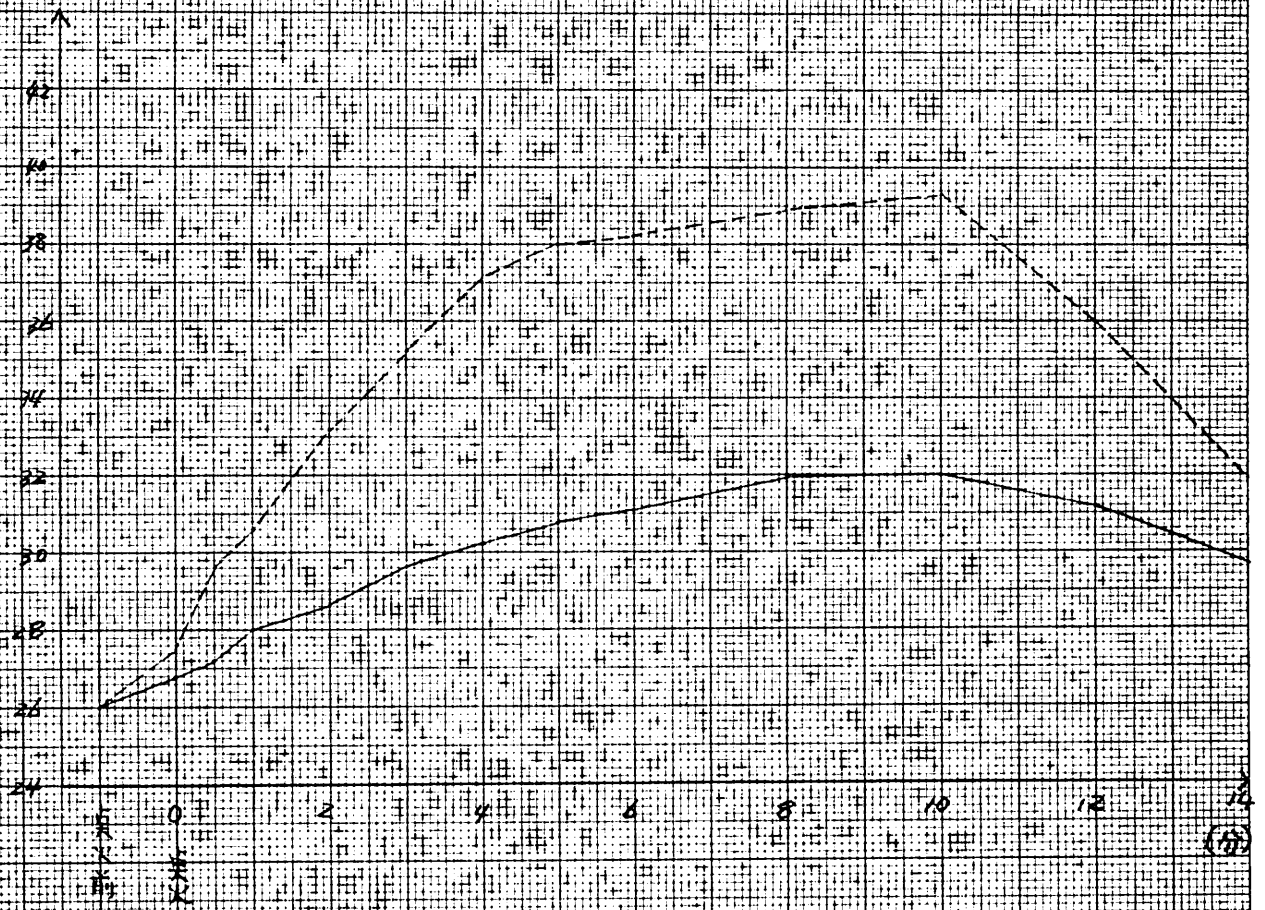


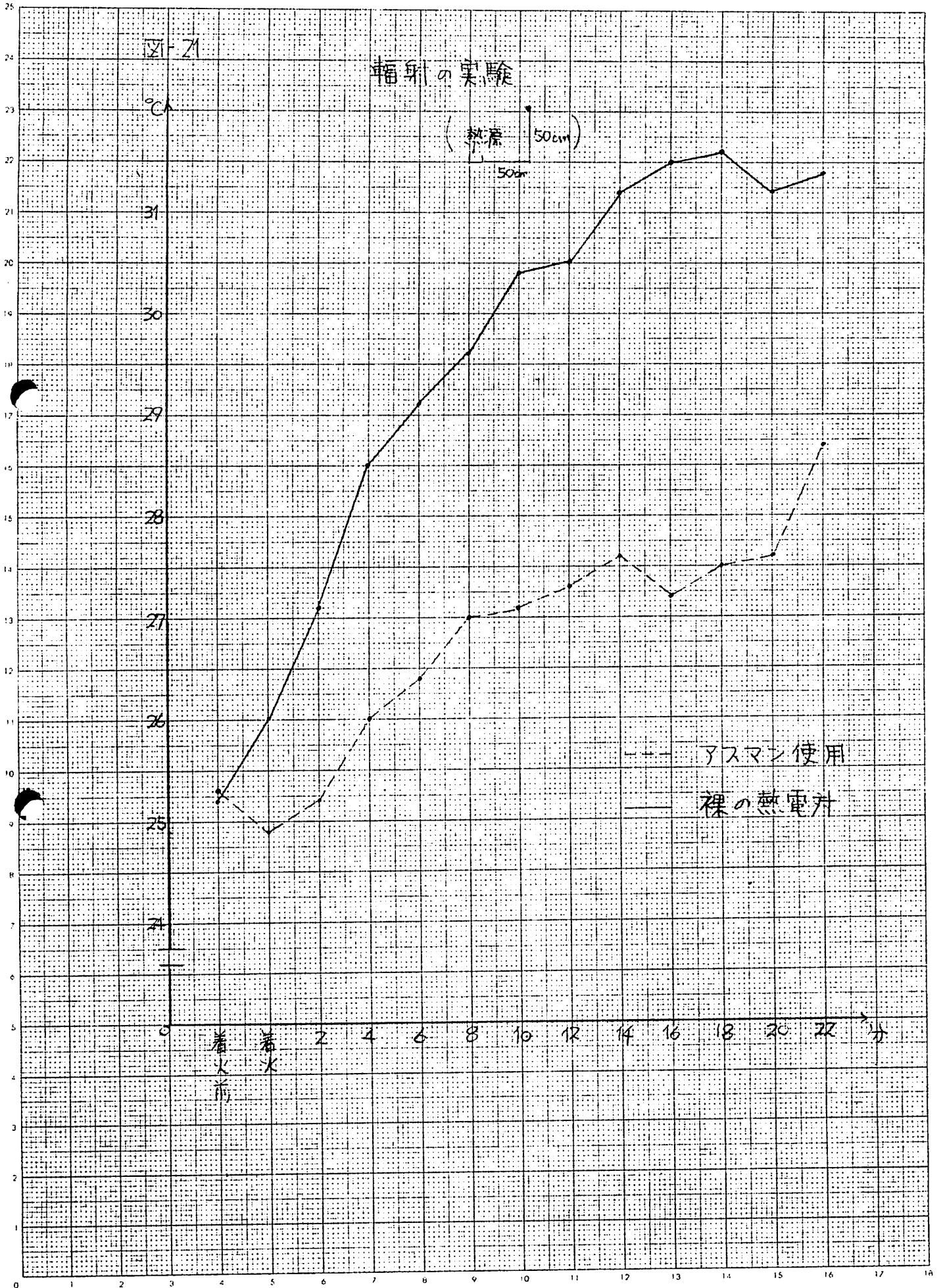
図-20

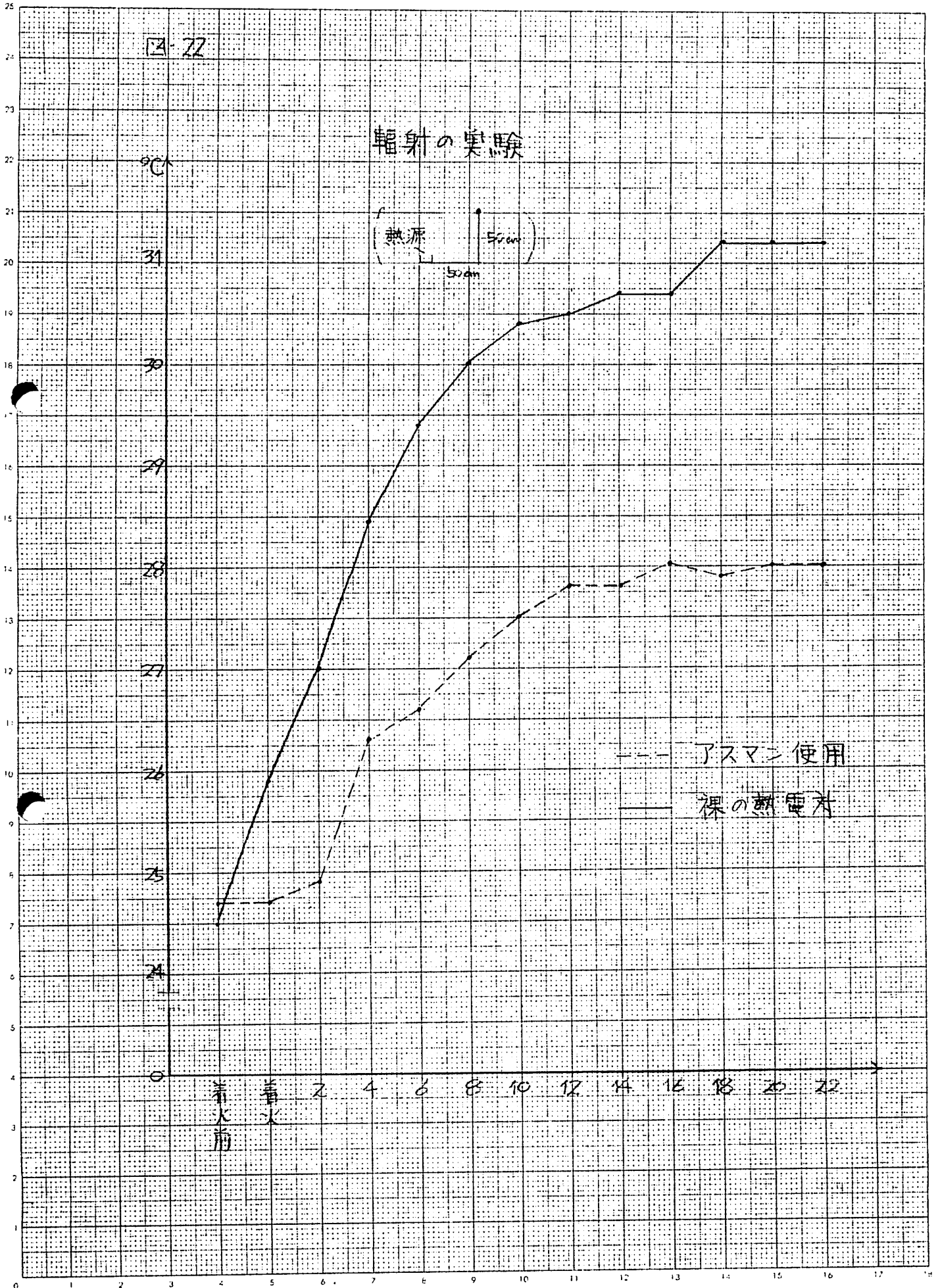
輻射の実験

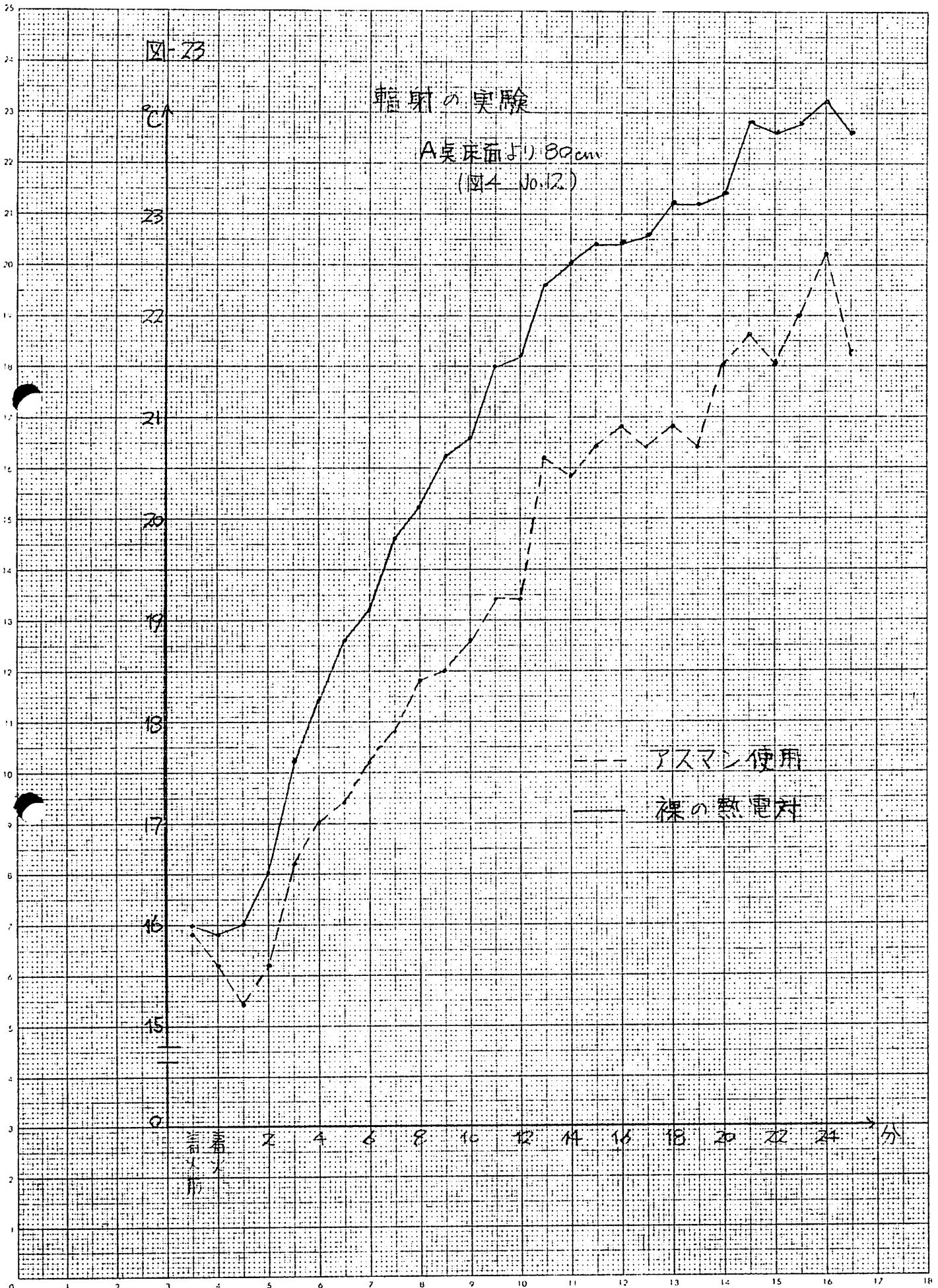


(°C)

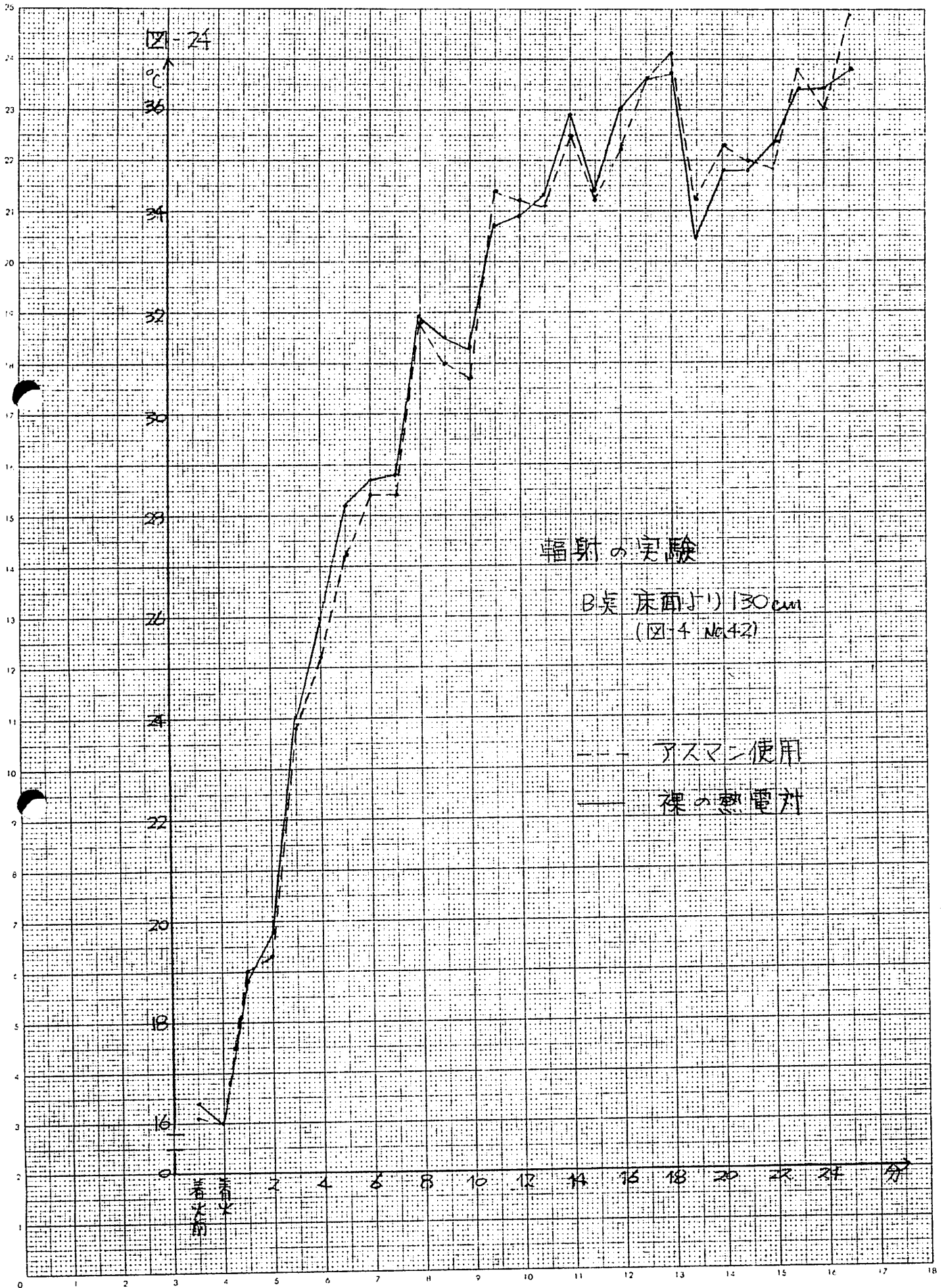












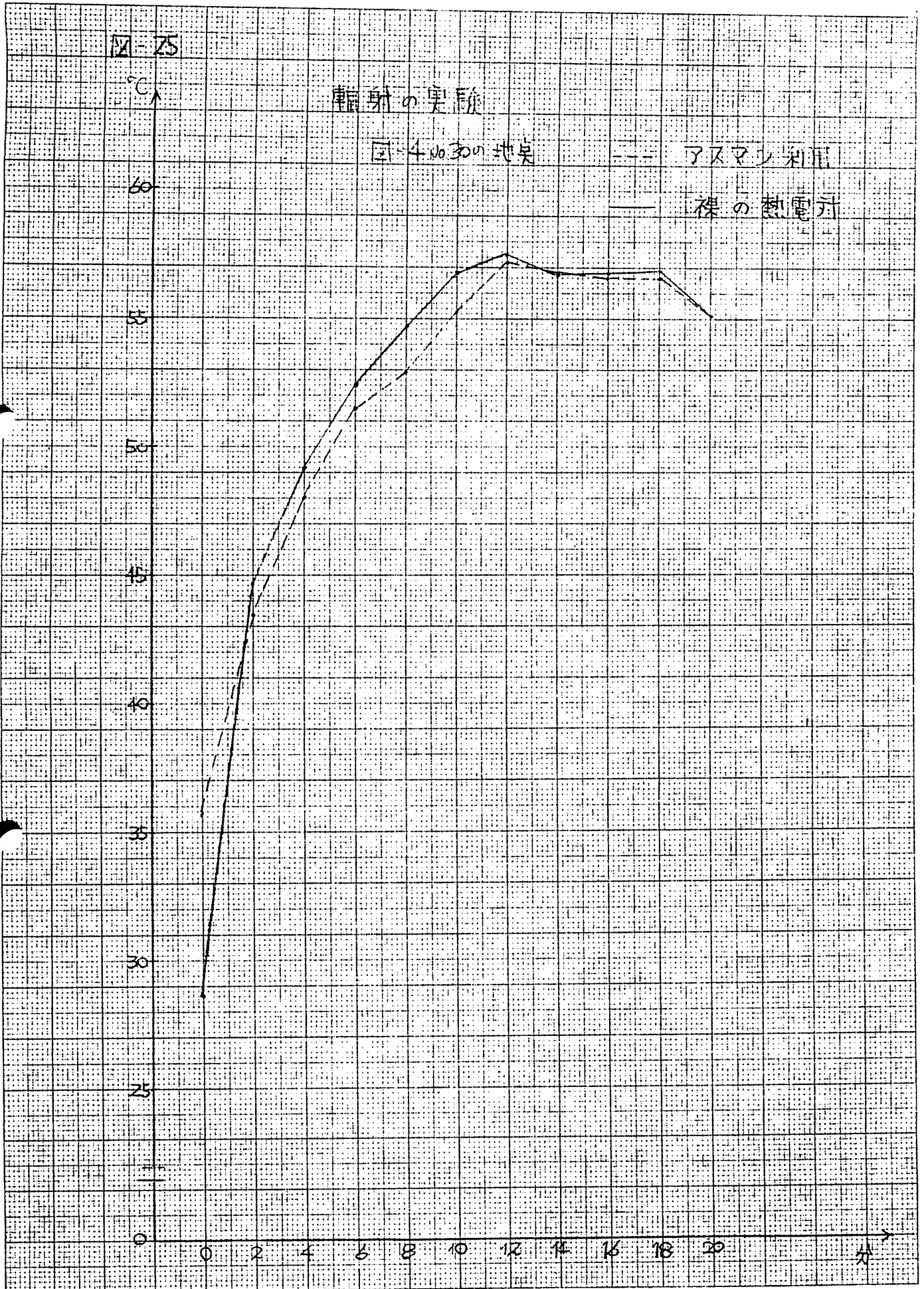


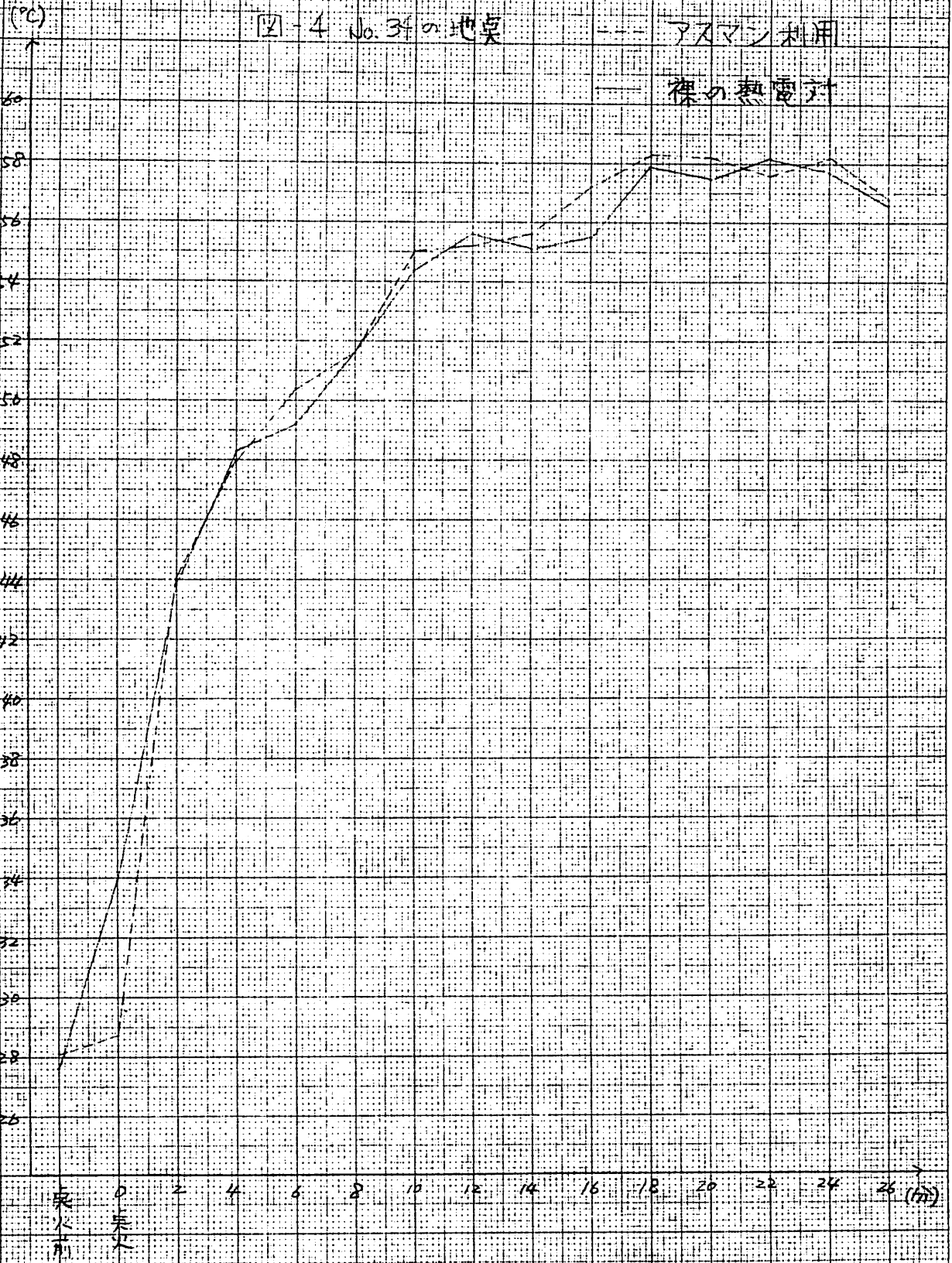
図-26

輻射の実験

図-4 No. 34の地桌

--- アスミン利用

— 裸の熱電対

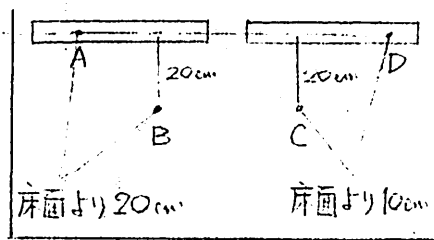




### Ⅲ-4-2 輻射量の手計算

輻射量の計算には、火炎温・壁面温が必要である。

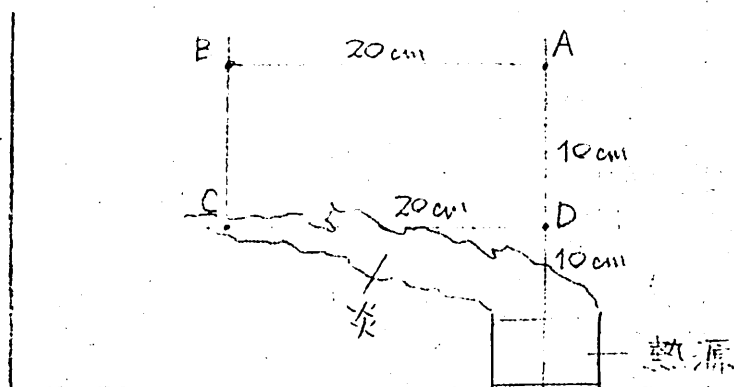
#### 1. 火炎の温度測定



左図のような四地点に熱電対を設置し、火炎の温度を測定した。

た。

各地点の熱電対と炎の関係から、図-27、28に示す実験結果を考察すると、

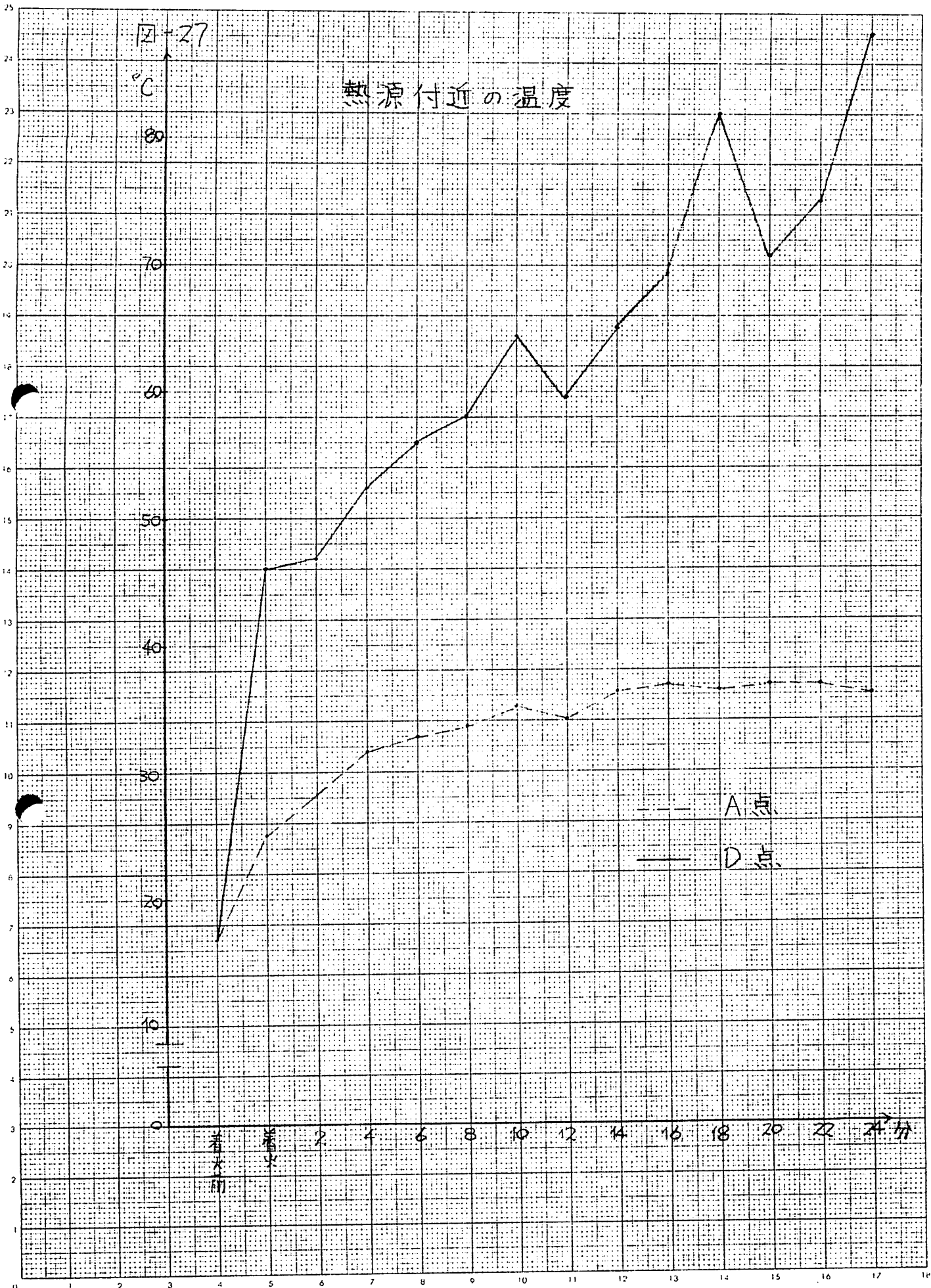


上図右方向から新鮮空気の導入があり、火炎の状態は、変動しつつも大体上図のようになる。

図-27

°C

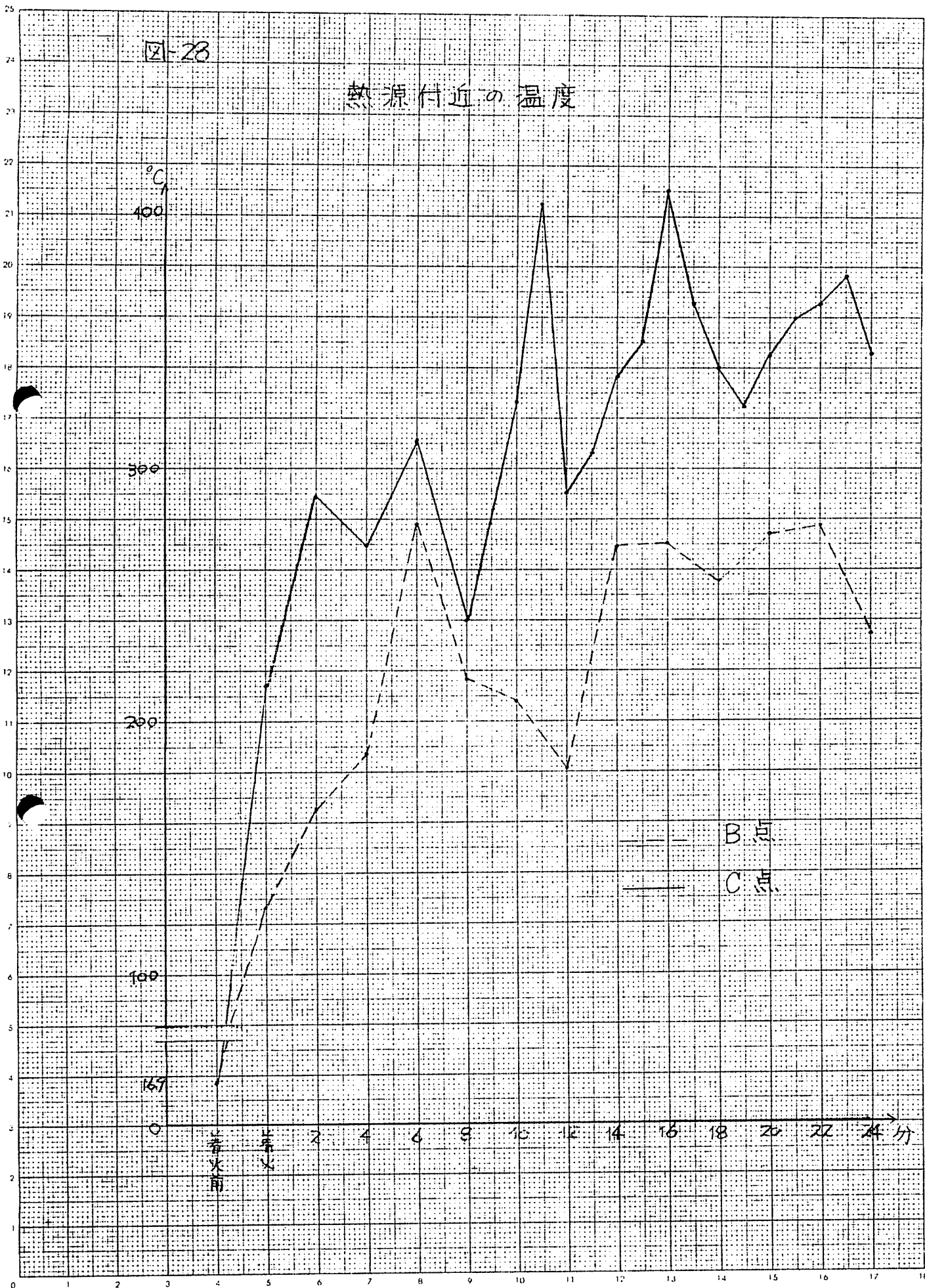
熱源付近の温度



--- A点  
 ——— D点

図-28

熱源付近の温度



## a A, D 桌について

火炎に触れず、流入する新鮮空気の温度を測定している。ただ火炎輻射の影響で、A 桌で  $36^{\circ}\text{C}$ 、D 桌で  $75^{\circ}\text{C}$  くらいの温度となっている。

## b B 桌について

B 桌は、熱気流が通り、 $270^{\circ}\text{C}$  くらいの温度となっている。

## c C 桌について

C 桌で火炎の温度を測定している。結果に変動があるのは、火炎の状態が変動しているためである。この結果より、火炎の温度は  $400^{\circ}\text{C}$  くらいであると言える。

## 2 壁面の温度測定

壁面の温度は、熱電対を耐熱性テープにより壁面に張り付け測定した。

熱電対の不足の為、一度の燃焼実験で知りたい壁温をすべて測定することができなかった。

た。そこで、壁温を評価するに際し、着火後18分の壁温 $\theta$ の着火前の壁温 $\theta_0$ に対する上昇温度 $\theta' (= \theta - \theta_0)$ を用いた。又 $\theta$ を決定するに際し、幾度かの測定の平均上昇温度を用いた。

次ページよりその測定データを載せている。

尚、壁温とその近傍の空気温との差異もデータとして載せている。

$\theta_0$ : 着火前の壁温  $^{\circ}\text{C}$

$\theta$ : 着火後18分の壁温  $^{\circ}\text{C}$

$\theta'$ : 上昇温度 ( $= \theta - \theta_0$ ) deg

$\theta_{a0}$ : 着火前の空気温  $^{\circ}\text{C}$

$\theta_a$ : 着火後18分の空気温  $^{\circ}\text{C}$

$\theta'_a$ : 上昇温度 ( $= \theta_a - \theta_{a0}$ ) deg

## (F) 天井面より50cm側壁温(着火後18分)

地点	取巻番号	11.29.2	11.29.3	11.29.4	11.29.5	11.30.1	平均
B point	$\theta_c$	15.5	15.2	13.0	12.3	14.3	14.1
	$\theta$	29.5	29.7	28.1	27.6	30.0	29.0
	$\theta'$	14.0	14.5	14.9	15.3	15.7	14.9
空気温	$\theta_{in}$	15.0	12.7	12.6	11.6	13.4	13.1
	$\theta_{s1}$	44.6	45.6	45.0	44.1	42.8	45.4
	$\theta_{s1}'$	29.6	32.9	32.4	32.5	34.4	32.4
	$\theta_c - \theta$	15.1	15.9	16.9	16.5	17.8	16.4
	$\theta_c - \theta'$	15.6	18.4	17.5	17.2	18.7	17.5
C	$\theta_c$	15.2	14.7	12.8	12.0	14.0	13.9
	$\theta$	27.5	27.4	26.2	25.2	27.6	26.8
	$\theta'$	12.3	12.7	13.4	13.2	13.6	13.0
空気温	$\theta_{ac}$	15.0	12.3	12.4	11.5	13.4	12.9
	$\theta_{sa}$	45.2	45.9	44.6	43.5	47.2	45.3
	$\theta_{sa}'$	30.2	33.6	32.2	32.0	33.8	32.4
	$\theta_c - C$	17.7	18.5	18.4	18.3	19.6	18.5
	$\theta_c - C'$	17.9	20.9	18.8	18.8	20.2	19.3
D	$\theta_c$	13.9	11.5	12.2	9.4	12.2	11.8
	$\theta$	17.9	17.4	16.0	15.5	17.8	16.9
	$\theta'$	4.0	5.9	3.8	6.1	5.6	5.1
空気温	$\theta_{dc}$	15.0	12.1	12.6	11.2	13.4	12.9
	$\theta_{da}$	45.4	44.4	44.6	44.0	46.4	45.0
	$\theta_{da}'$	30.4	32.3	32.0	32.8	33.0	32.1
	$\theta_c - \theta$	27.5	27.0	28.6	28.5	28.6	28.0
	$\theta_c - \theta'$	26.4	26.4	28.2	26.7	27.4	27.0

## (ii) 天井面より 20 cm 側壁

地点	実験番号	11.30.2	11.30.3	11.30.4	12.02.1	平均
B point	O <sub>0</sub>	16.7	17.7	19.6	17.9	18.0
	O	33.1	34.3	34.8	33.9	34.0
	O'	16.4	16.6	15.2	16.0	16.1
空気温	O <sub>00</sub>	15.0	16.8	18.1	17.6	16.9
	O <sub>0</sub>	51.5	52.8	51.5	53.5	52.3
	O <sub>0'</sub>	36.5	36.0	33.4	35.9	35.5
	O <sub>0</sub> -O	18.4	18.5	16.7	19.6	18.3
	O <sub>0'</sub> -O'	20.1	19.4	18.2	19.9	19.4
C	O <sub>0</sub>	16.3	17.4	18.8	17.6	17.5
	O	29.0	30.0	30.7	30.3	30.0
	O'	12.7	12.6	11.9	12.7	12.5
空気温	O <sub>00</sub>	15.3	16.7	18.0	17.4	16.9
	O <sub>0</sub>	50.7	51.1	50.2	51.9	51.0
	O <sub>0'</sub>	35.4	34.4	32.2	34.5	34.1
	O <sub>0</sub> -O	21.7	21.1	19.5	21.6	21.2
	O <sub>0'</sub> -O'	22.7	21.8	20.3	21.8	21.7
D	O <sub>0</sub>	13.5	14.2	15.2	14.7	14.4
	O	18.2	19.3	19.6	19.5	19.2
	O'	4.7	5.1	4.4	4.8	4.8
空気温	O <sub>00</sub>	15.2	16.3	17.9	17.6	16.7
	O <sub>0</sub>	48.8	49.4	49.2	50.4	49.5
	O <sub>0'</sub>	33.6	33.1	31.3	32.8	32.7
	O <sub>0</sub> -O	30.6	30.1	29.6	30.9	30.3
	O <sub>0'</sub> -O'	28.9	28.0	26.9	28.0	28.0



iii) 天井面より 120 cm 側壁

地点	実験番号	12.02.2	12.02.3	平均
B point	$O_p$	16.6	17.4	17.0
	$O$	24.0	24.8	24.4
	$O'$	7.4	7.4	7.4
空気温	$O_{ao}$	15.8	16.7	16.3
	$O_a$	27.8	28.7	28.3
	$O_{a'}$	12.0	12.0	12.0
	$O_a - O'$	3.8	3.9	3.9
	$O_{a'} - O'$	4.6	4.6	4.6
C	$O_c$	16.3	17.0	16.7
	$O$	22.4	23.2	22.8
	$O'$	6.1	6.2	6.2
空気温	$O_{co}$	15.8	16.7	16.3
	$O_c$	28.4	28.8	28.6
	$O_{c'}$	12.6	12.1	12.4
	$O_c - O'$	6.0	5.6	5.8
	$O_{c'} - O'$	6.5	5.9	6.2
D	$O_d$	15.6	16.4	16.0
	$O$	19.9	20.5	20.2
	$O'$	4.3	4.1	4.2
空気温	$O_{do}$	15.4	16.8	16.4
	$O_d$	28.1	29.0	28.6
	$O_{d'}$	12.2	12.2	12.2
	$O_d - O'$	8.2	8.5	8.4
	$O_{d'} - O'$	7.9	8.1	8.0

(IV) 天井面より 160cm 側壁

地点	実験番号	12.02.4	12.02.6	12.03.1	平均
Bpoint	$\theta_0$	19.0	15.3	16.2	16.8
	$\theta$	22.8	19.9	21.4	21.4
	$\theta'$	3.8	4.6	5.2	4.5
空気温	$\theta_{a0}$	18.5	15.0	16.3	16.6
	$\theta_a$	23.9	21.5	22.7	22.7
	$\theta_a'$	5.4	6.5	6.4	6.2
	$\theta_a - \theta$	1.1	1.6	1.3	1.3
	$\theta_a' - \theta'$	1.6	1.9	1.2	1.6
C	$\theta_0$	19.2	15.2	16.3	16.9
	$\theta$	21.6	18.8	20.2	20.2
	$\theta'$	2.4	3.6	3.9	3.3
空気温	$\theta_{a0}$	18.6	15.2	16.6	16.8
	$\theta_a$	25.9	23.2	25.2	24.8
	$\theta_a'$	7.3	8.0	8.6	8.0
	$\theta_a - \theta$	4.3	4.4	5.0	4.6
	$\theta_a' - \theta'$	5.1	4.4	4.7	4.7
D	$\theta_0$	18.6	15.2	16.3	16.7
	$\theta$	21.5	19.3	20.9	20.6
	$\theta'$	2.9	4.1	4.6	3.9
空気温	$\theta_{a0}$	18.4	15.2	16.7	16.8
	$\theta_a$	24.9	22.7	25.2	24.3
	$\theta_a'$	6.5	7.5	8.5	7.5
	$\theta_a - \theta$	3.4	3.4	4.3	3.7
	$\theta_a' - \theta'$	3.6	3.4	3.9	3.6

## (V) 火源側の壁 (横方向は中央 側壁より 80cm)

天井との 距離	実験番号	12.03.2 12.04.1 (50cm)	12.04.2	12.06.1	12.06.2	平均
50cm	Co	18.5				18.5
	O	42.8				42.8
	O'	24.3				24.3
100cm	Co	18.4	19.5	21.3	18.4	19.4
	O	47.5	47.2	47.9	47.5	47.5
	O'	29.1	27.7	26.6	29.1	28.1
120cm	Co	16.9	18.5	19.2	16.0	17.7
	O	56.5	56.7	54.8	51.9	55.0
	O'	39.6	38.2	35.6	35.9	37.3

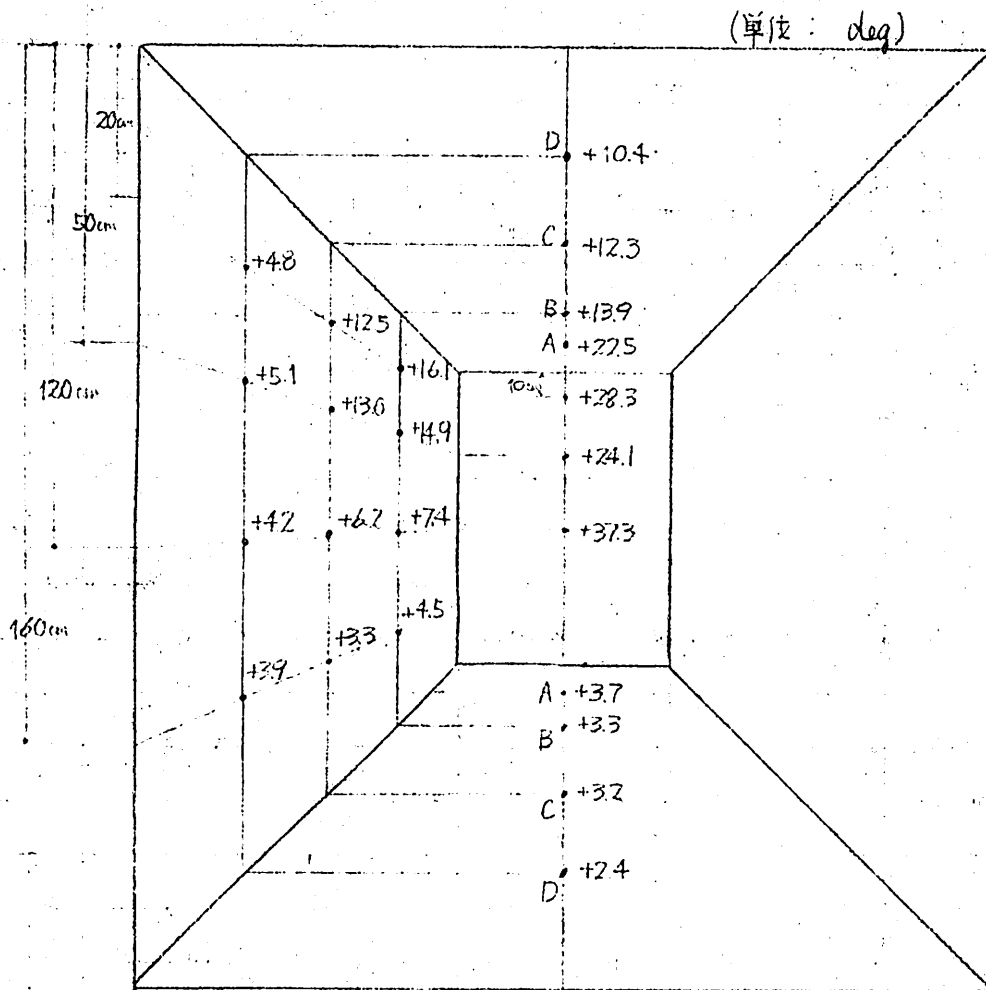
(VI) 天井面

地点	実験番号	11.29.3	11.30.1	12.02.2	12.03.2	12.06.1	平均
Apoint	Co	18.4	15.3	20.5	18.0	20.9	18.6
	C	39.1	39.3	42.4	41.6	43.2	41.1
	O'	20.7	24.0	21.9	23.6	22.3	22.5
空気量	Co	16.7	15.2	19.9	17.9	20.3	18.0
	Ca	50.4	53.4	53.9	53.9	54.0	53.1
	Ca'	33.7	38.2	34.0	36.0	33.7	35.1
	Oa-O	11.3	14.1	11.5	12.3	10.8	12.0
	Ca'-O'	13.0	14.2	12.1	12.4	11.4	12.6
B	Co	17.9	15.0	19.8	17.9	20.4	18.2
	C	30.8	30.0	33.2	32.7	33.9	32.1
	O'	12.9	15.0	13.4	14.8	13.5	13.9
空気量	Oa	16.8	15.1	19.5	18.0	20.7	18.0
	Ca	42.7	42.7	44.3	44.6	45.1	43.9
	Ca'	25.9	27.6	24.8	26.6	24.4	25.9
	Oa-O	11.9	12.7	11.1	11.9	11.2	11.8
	Ca'-O'	13.0	12.6	11.4	11.8	10.9	11.9
C	Co	17.5	15.1	19.3	17.9	20.0	18.0
	C	28.7	28.6	31.2	30.8	32.1	30.3
	O'	11.2	13.5	11.9	12.9	12.1	12.3
空気量	Oa	16.0	14.7	18.8	17.6	19.9	17.4
	Ca	41.7	42.0	43.5	44.8	46.0	43.6
	Ca'	25.7	27.3	24.7	27.2	26.1	26.2
	Oa-O	13.0	13.4	12.3	14.0	13.9	13.3
	Ca'-O'	14.5	13.8	12.8	14.3	14.0	13.9
D	Co	18.1	15.6	19.9	18.8	20.8	18.6
	C	27.3	27.1	30.0	29.9	31.1	29.1
	O'	9.2	11.5	10.1	11.1	10.3	10.4
空気量	Oa	15.6	15.0	18.7	17.7	20.4	17.5
	Ca	45.7	46.7	47.3	49.2	49.5	47.7
	Ca'	30.1	31.7	28.6	31.5	29.1	30.2
	Oa-O	18.4	19.6	17.3	19.3	18.4	18.6
	Ca'-O'	20.9	20.2	18.5	20.4	18.8	19.8

## (VII) 床面

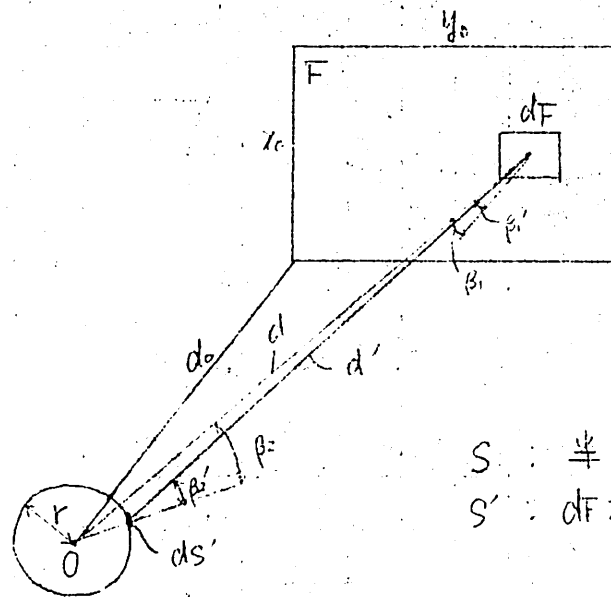
地点	実験番号	1-25-1
Apourt	$O_o$	15.2
	$\theta$	20.8
	$\theta'$	5.6
空気温	$O_{ao}$	14.7
	$\theta_a$	18.3
	$\theta_a'$	3.7
	$O_a - \theta$	-2.5
	$\theta_a' - \theta'$	-1.9
B	$O_o$	15.0
	$\theta$	18.3
	$\theta'$	3.3
空気温	$O_{ac}$	14.6
	$\theta_a$	17.4
	$\theta_a'$	2.8
	$O_a - \theta$	-0.9
	$\theta_a' - \theta'$	-0.5
C	$O_o$	15.1
	$\theta$	18.3
	$\theta'$	3.2
空気温	$O_{ao}$	14.2
	$\theta_a$	16.7
	$\theta_a'$	2.5
	$O_a - \theta$	-1.6
	$\theta_a' - \theta'$	-0.7
D	$\theta_c$	15.2
	$\theta$	17.6
	$\theta'$	2.4
空気温	$O_{ao}$	14.2
	$\theta_a$	16.8
	$\theta_a'$	2.6
	$O_a - \theta$	-0.8
	$\theta_a' - \theta'$	0.2

以上のデータより壁温の着火後18分での着火前よりの上昇温度は次のようになる。



## 3 有限平面 → 微小球の形態係数

熱電対の感温部を微小球とみなし輻射量を計算する為、有限平面 → 微小球の形態係数が必要となる。



$S$  : 半球表面積  
 $S'$  :  $dF$  からみえる球の表面積

$dF$  の輻射発散度を  $E$  ( $\text{kcal/hrh}$ ) とすると、 $dF$  から角度  $\beta'$  なる方向へ放射される輻射の強さ  $J_{\beta'}$  は

$$J_{\beta'} = \frac{E}{\pi} \cos \beta' \times dF$$

$ds'$  に対する立体角  $d\omega$  は

$$(d')^2 d\omega = ds' \cos^2 \beta'$$

$$\therefore d\omega = \frac{ds' \cos^2 \beta'}{(d')^2}$$

$dF$  から微小球へ放射される輻射熱  $dQ$  は



$$dQ = J_{\beta_1'} d\omega ds'$$

F から放射される輻射熱 Q は

$$Q = \int_F \int_{S'} J_{\beta_1'} d\omega$$

$$= \int_F \int_{S'} \frac{E}{\pi} \cos \beta_1' \times dF \times \frac{ds' \cos \beta_2'}{(d')^2}$$

$$= E \int_F \int_{S'} \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\cos \beta_1' \cos \beta_2'}{(d')^2} dF ds' \quad (\because \int_F E \cdot dF = E)$$

$$= E \left\{ \frac{1}{4\pi r^2} \cdot \frac{1}{\pi} \int_F \int_{S'} \frac{\cos \beta_1' \cos \beta_2'}{(d')^2} dF \cdot ds' \right\} \times 4\pi r^2$$

$\psi$  (形係数)

$$\psi = \frac{1}{4\pi r^2} \cdot \frac{1}{\pi} \int_F \int_{S'} \frac{\cos \beta_1' \cos \beta_2'}{(d')^2} dF \cdot ds'$$

$$r \ll d \Rightarrow \beta_1' \doteq \beta_1 \quad \beta_2' \doteq \beta_2 \quad d' \doteq d \quad S' \doteq S \quad \text{等しい}$$

$$\psi = \frac{1}{4\pi r^2} \cdot \frac{1}{\pi} \int_F \int_S \frac{\cos \beta_1 \cos \beta_2}{d^2} dF \cdot dS$$

上式に  $\int_S \cos \beta_2 \cdot dS = \pi r^2$  を代入すると

$$\psi = \frac{1}{4\pi} \int_F \frac{\cos \beta_1}{d^2} \cdot dF$$

ここで

$$d = \sqrt{(\sqrt{x^2 + y^2})^2 + d_0^2} = \sqrt{x^2 + y^2 + d_0^2}$$

$$\cos \beta_1 = \frac{d_0}{d} = \frac{d_0}{\sqrt{x^2 + y^2 + d_0^2}}$$

$$\therefore \psi = \frac{1}{4\pi} \int_F \frac{\frac{d_0}{\sqrt{x^2 + y^2 + d_0^2}}}{(\sqrt{x^2 + y^2 + d_0^2})^2} dF$$

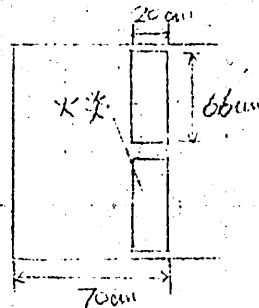
$$= \frac{1}{4\pi} \int_F \frac{d_0}{\sqrt{x^2 + y^2 + d_0^2}} dF$$

$$= \frac{1}{4\pi} \int_0^{x_0} \int_0^{y_0} \frac{d_0}{\sqrt{x^2 + y^2 + d_0^2}} dx \cdot dy$$

$$= \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{(x/d)(y/d)}{\sqrt{1 + (x/d)^2 + (y/d)^2}}$$

#### 4. 輻射量の計算

##### a. 火炎の設定



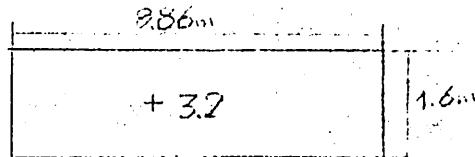
温度  $400^{\circ}\text{C}$

面積  $0.66 \times 0.2 \times 2 (\text{m}^2)$

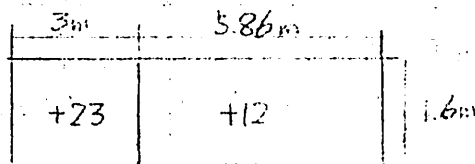
##### b. 壁温の設定

既述の壁温図から設定すると

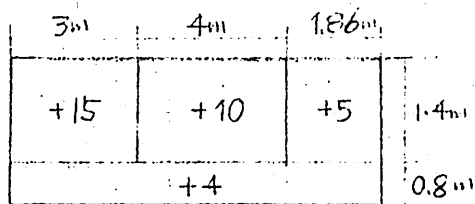
##### i) 床面



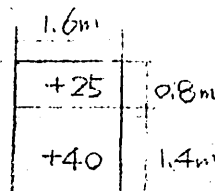
##### ii) 天井面



##### iii) 側壁



##### iv) 正面壁



( + 七 : 単位 deg , 着火後18分間に

上昇する温度 )

## c) 計算式

$$T_g = \frac{\alpha_r \sum \psi_i T_{p_i} + \alpha_c T_a}{\alpha_r + \alpha_c} \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_r = \sigma_b \cdot \epsilon_p \cdot \epsilon_g \cdot \frac{(T_p + T_g)(T_p^2 + T_g^2)}{100^4} \\ \alpha_c = \frac{Nu \lambda}{D} \end{array} \right.$$

$$Nu = 2 + 0.60 Pr^{1/3} Re^{1/2}$$

(Ranz - Marshall の式)

$$Re = \frac{UD}{\nu}$$

$T_g$  : °K 熱電対感温部の表面温

$T_p$  : °K 壁温

$T_a$  : °K 空気温

$\alpha_r$  : kcal/m<sup>2</sup>h·°C 輻射熱伝達率

$\alpha_c$  : kcal/m<sup>2</sup>h·°C 対流熱伝達率

$\psi$  : 形態係数

$\sigma_b$  : 黒体輻射常数 (4876 kcal/m<sup>2</sup>h)

$\epsilon$  : 輻射率

$Nu$  : ヌセルト数

$\lambda$  : kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>°C 流体の熱伝導率

$D$  : m 球の直径

$Pr$  : プラントル数

$Re$  : レイノルズ数

$u$  : m/s 流体の流速

(1) 式で,  $T_g$ ,  $\alpha_r$ ,  $\alpha_c$ ,  $\psi$ ,  $T_p$  を与え,  $T_a$  を求

め,  $T_g - T_a = \Delta T$  が輻射の影響となる。

d) A 臭床面より 80 cm の地桌の輻射量  
(図4 No.12)

着火前の  $T_g$  :  $273 + 16 = 289$

着火後 18 分の  $T_g$  :  $273 + 20 = 293$

流速  $u$  :  $0.4$  m/s (図-36)

熱電対の直径  $D$  :  $0.0012$  m

20°C における物性値

$$\lambda = 0.0221$$

$$\nu = 0.156 \times 10^{-4}$$

$$Pr = 0.71$$

$\alpha_r$  を求める

$$\epsilon_p = 0.9$$

$$\epsilon_g = 0.3$$

$$T_g = 293$$

$$T_p = 307$$

とする

$$\begin{aligned} \alpha_r &= 4.876 \times 0.9 \times 0.3 \times \frac{(293+307)(293^2+307^2)}{100^4} \\ &= 1.43 \end{aligned}$$

$\alpha_c$  を求める

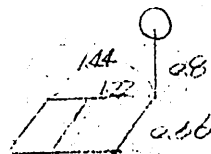
$$Re = \frac{0.4 \times 0.0012}{0.158 \times 10^{-4}} = 30.77$$

$$Nu = 2 + 0.60 \times 0.71^{1/3} \times 30.77^{1/2} = 4.97$$

$$\alpha_c = \frac{4.97 \times 0.0234}{0.0012} = 91.53$$

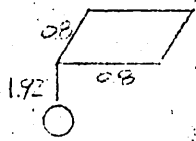
$\sum \varphi_i T_{pi}$  を求める

※

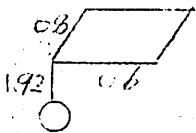


$$\begin{aligned} \varphi_{TP_1} &= \frac{1}{4\pi} \left\{ \tan^{-1} \frac{1.44 \times 0.66 / 0.08^2}{\sqrt{1 + (1.44/0.08)^2 + (0.66/0.08)^2}} - \tan^{-1} \frac{1.22 \times 0.66 / 0.08^2}{\sqrt{1 + (1.22/0.08)^2 + (0.66/0.08)^2}} \right\} (273+407) \\ &= 30.9\% \end{aligned}$$

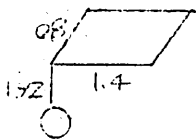
## 正面壁



$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8^2 / 1.92^2}{\sqrt{1 + (0.8/1.92)^2}} = 0.0118$$



$$\varphi_2 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8 \times 0.6 / 1.92^2}{\sqrt{1 + (0.8/1.92)^2 + (0.6/1.92)^2}} = 0.0092$$

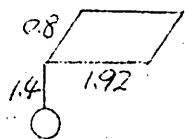


$$\varphi_3 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8 \times 1.4 / 1.92^2}{\sqrt{1 + (0.8/1.92)^2 + (1.4/1.92)^2}} = 0.0182$$

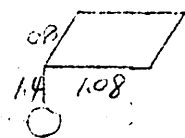
$$\varphi_{TP2} = (\varphi_1 + \varphi_2) (273 + 16 + 40) \times 2 = 13.75$$

$$\varphi_{TP3} = (\varphi_3 - \varphi_2) (273 + 16 + 25) \times 2 = 5.71$$

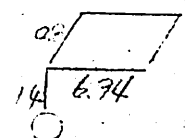
## 天井面



$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{1.92 \times 0.8 / 1.4^2}{\sqrt{1 + (1.92/1.4)^2 + (0.8/1.4)^2}} = 0.0328$$



$$\varphi_2 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8 \times 1.08 / 1.4^2}{\sqrt{1 + (0.8/1.4)^2 + (1.08/1.4)^2}} = 0.0245$$



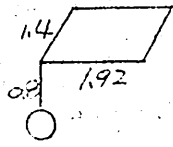
$$\varphi_3 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8 \times 6.94 / 1.4^2}{\sqrt{1 + (0.8/1.4)^2 + (6.94/1.4)^2}} = 0.0404$$

$$\varphi_{TP4} = (\varphi_1 + \varphi_2) (273 + 16 + 23) \times 2 = 33.76$$

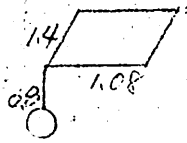
$$\varphi_{TP5} = (\varphi_3 - \varphi_2) (273 + 16 + 12) \times 2 = 9.57$$



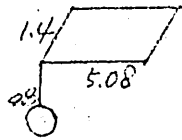
側壁



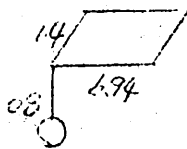
$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{1.4 \times 1.92 / 0.8^2}{\sqrt{1 + (1.4/0.8)^2 + (1.92/0.8)^2}} = 0.0740$$



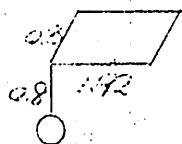
$$\varphi_2 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{1.4 \times 1.08 / 0.8^2}{\sqrt{1 + (1.4/0.8)^2 + (1.08/0.8)^2}} = 0.0614$$



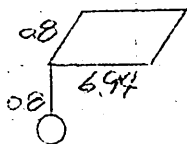
$$\varphi_3 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{1.4 \times 5.08 / 0.8^2}{\sqrt{1 + (1.4/0.8)^2 + (5.08/0.8)^2}} = 0.0820$$



$$\varphi_4 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{1.4 \times 6.94 / 0.8^2}{\sqrt{1 + (1.4/0.8)^2 + (6.94/0.8)^2}} = 0.0828$$



$$\varphi_5 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8 / 1.92^2}{\sqrt{1 + (0.8/1.92)^2 + 1}} = 0.0566$$



$$\varphi_6 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8 \times 6.94 / 0.8^2}{\sqrt{1 + (0.8/0.8)^2 + (0.8/6.94)^2}} = 0.0620$$

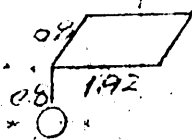
$$\varphi_{T.p6} = (\varphi_1 + \varphi_2) \times (273 + 16 + 15) \times 2 = 82.32$$

$$\varphi_{T.p7} = (\varphi_3 - \varphi_2) \times (273 + 16 + 10) \times 4 = 12.32$$

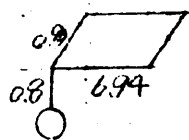
$$\varphi_{T.p8} = (\varphi_4 - \varphi_2) \times (273 + 16 + 5) \times 2 = 0.47$$

$$\varphi_{T.p9} = (\varphi_5 + \varphi_6) \times (273 + 16 + 4) \times 2 = 69.50$$

床面

側壁の  $\psi_5, \psi_6$  と等しい

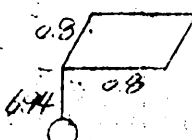
$$\psi_1 = 0.0566 \quad (= \text{側壁の } \psi_5)$$



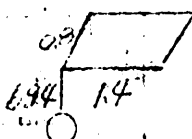
$$\psi_2 = 0.0620 \quad (= \text{側壁の } \psi_6)$$

$$\psi \cdot T_{p0} = \{ \psi_1 + \psi_2 - (\text{水柱の } \psi) \} \times (273 + 16 + 3.2) \times 2 = 55.87$$

自由端



$$\psi_1 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8^2 / 6.94^2}{\sqrt{1 + (0.8 / 6.94)^2}} = 0.0010$$



$$\psi_2 = \frac{1}{4\pi} \tan^{-1} \frac{0.8 \cdot 1.4 / 6.94^2}{\sqrt{1 + \left( \frac{0.8}{6.94} \right)^2 + \left( \frac{1.4}{6.94} \right)^2}} = 0.0018$$

$$\psi \cdot T_{p113} = (\psi_1 + \psi_2) \times (273 + 16) \times 2 = 1.64$$

したがって

$$\sum_{i=1}^{11} \psi_i \cdot T_{p_i} = 317.27$$

以上の値を (1) 式に代入すると

$$T_g = \frac{\alpha_r \sum \psi_i \cdot T_{p_i} + \alpha_c T_a}{\alpha_r + \alpha_c} \quad (1)$$

$$273 = \frac{1.43 \times 317.27 + 91.53 T_a}{1.43 + 91.53}$$

$$T_a = \frac{92.96 \times 293 - 1.43 \times 317.27}{91.53}$$

$$= 292.6$$

$$\Delta T = 293 - 292.6 = 0.4 \text{ (deg)}$$

よって A 点床面より 80 cm では、熱輻射により、  
0.4 deg だけ、熱電対による測定値は、実際の空気  
温より高くなるという結果が出た。

- e) C 点天井面より 20 cm の地桌の輻射量  
(図-4 N:27)

前述の d) と同様に求める

$$\text{着火前の } T_g \quad : \quad 289 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\text{着火後 18 分の } T_g \quad : \quad 323 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\text{流速 } U \quad : \quad 0.9 \text{ m/s (図-38)}$$

20 (における物性値

$$\lambda = 0.0347$$

$$\nu = 0.196 \times 10^{-4}$$

$$Pr = 0.71$$

$$\alpha_r = 1.43$$

$$\alpha_c = 122.9$$

部位	$\psi$	T	$4T \times Z$
火炎	$1.47 \times 10^{-4}$	673	0.20
天井面	$8 \times 10^{-4}$	312	0.50
	0.2094	301	126.06
正面壁	0.0016	304	1.00
	0.0027	309	1.75
床	0.0540	282.2	31.56
窓	0.0048	304	2.92
	0.1738	299	103.93
	0.0117	294	6.88
	0.0303	293	17.76
自由面	0.0107	289	6.16
		計	298.90

よって

$$T_a = \frac{(122.9 + 1.43) \times 323 - 1.43 \times 298.9}{122.9}$$

$$= 323.28$$

$$\Delta T = 323 - 323.28 = -0.28$$

(したがって(天井面より)20 cmの地桌の熱電  
 対は、冷輻射により実際の空気温より0.28 deg  
 だけ低く測定することになる。

## Ⅲ-4-4 輻射に対する考察

輻射の影響を既述のように、実験で調べ、又  
手計算も行なってみた。その結論として、A  
桌(図十参照)の境界層より下の部分では、熱輻  
射の影響で1~2 deg くらいの誤差が現われるが  
他の地桌での輻射の影響は無視し得るオー  
ダーである。又、A桌での1~2 degの輻射の影響  
も、我々の実験の内容から、無視し得るオー  
ダーであり、温度プロファイルを得るに際して補正は  
行なわれない。

### Ⅲ-5 風速測定方法

実験結果は以下の通り、又流路の構造を改良した。

トアルロールパン (  $60\text{cm} \times 52\text{cm}$  ) 2個使用

パン1個あたりノケノール 1500cc

積気 又流路の構造を改良し、その構造を改良した。

実験では、風洞内のA~Dの4点での垂直風速分布を測定した。予備実験では、そのための最適な方法として、トアルロールパンを流路の構造を改良し、その構造を改良した。測定対象となる風速の上限が約  $150\text{cm}/\text{sec}$  であることから、精度の良、熱線風速計を用いる事とした。

○熱線風速計使用上の問題点

気流温度は最高  $65^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$  程度まで上がる。従って熱線風速計の設定抵抗を小さく (熱線の温度を高く) とらないと、流体と熱線の温度差が小さく出力が小さくなる。一方、設定抵抗を大

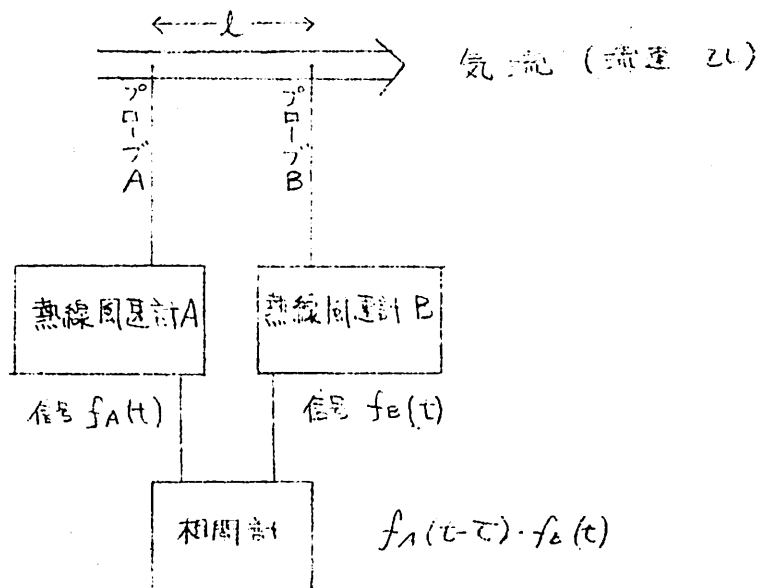
さくると、熱線の自己発熱によって生じる対流が大きくなり、微風速測定ではデータに影響する可能性がある。(例えば、Kingの計器では $0.075\text{mm}$ の熱線に対し $1000^\circ\text{C}$ で $15\text{cm/sec}$ 、 $200^\circ\text{C}$ で $75\text{cm/sec}$ 程度の対流が生じる事になる)

また、測定の際の気体温度は最高 $50\text{deg}$ 程度の誤差がある。後述の熱線風速計の原理を示す式から明らかになるように、風速計の出力は気流温度に影響される。従って、気流温度が異なる同じ風速を測定しても異なる出力が得られる。

以上の事実の誤差をなくし正確なデータを得るために、相関利用の風速測定法を試みる事にした。



## Ⅲ-5-1 相関利用の風速測定法



気流方向に長さ  $l$  の間に設置した 2 個のプローブ A・B からの入力信号 (気流の乱れ) を  $f_A(t)$ ,  $f_B(t)$  とする。すると、 $f_B(t)$  は  $f_A(t)$  を一定時間 (プローブ A の感知された乱れの波形がプローブ B の位置まで移動し感知されるまでに要する時間  $\tau$ ) だけ遅らせた  $f_A(t-\tau)$  とかなりよく一致するはずである。

いま

$$E(t) = f_B(t) - f_A(t-\tau)$$

とにおいて、 $E(t)$  を最小にする  $\tau$  を求めると

$$\begin{aligned} E^2(t) &= \{ f_B(t) - f_A(t-\tau) \}^2 \\ &= f_B^2(t) + f_A^2(t-\tau) - 2f_B \cdot f_A(t-\tau) \end{aligned}$$

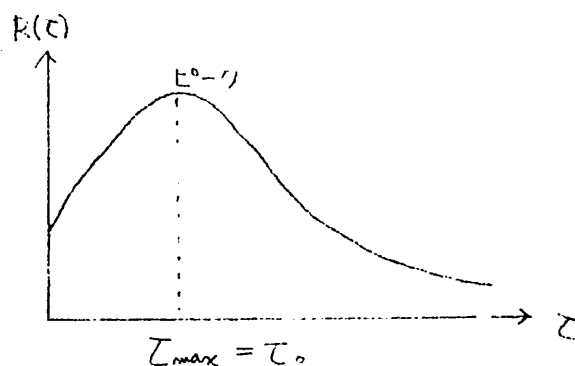
より、 $f_A(t-\tau) \cdot f_B(t)$  を最大にする  $\tau_{max}$  と一致する。

従って、 $\tau_{max}$  を求めれば、 $E$  を最小にする  $\tau$  の値が得られる。

熱線風速計 A, B からの出力を相関計に入力し、

$$R(\tau) = \int_0^T f_A(t-\tau) \cdot f_B(t) dt$$

で定義される相互相関関数を計算せると、次のようなグラフが得られる。



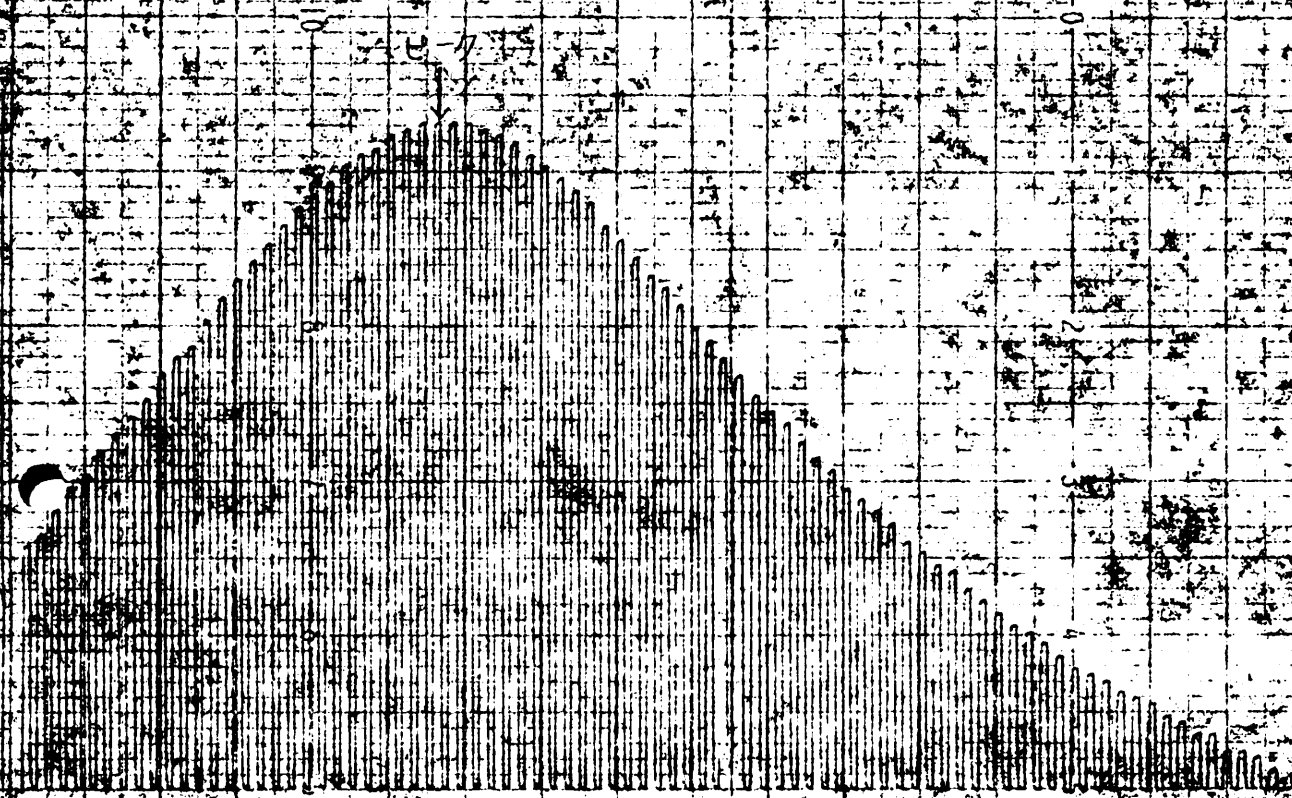
これより  $\tau_{max} (= \tau_0)$  を求め、次式より風速を計算する。

$$\bar{U} = l / \tau_{max}$$

但し、 $\bar{v}$  は  $R(t)$  の積分範囲 ( $t=0 \sim T$ ) の平均周速である。

$R(t)$  のグラフ例を次頁に示す。

データ：(C) 車大井脚より 15 km の位置



28 Δ C

94 Δ Z

图-29

C点 天井面より15cm

## Ⅲ-5-2 測定装置

## (1) 熱線風速計 (2台)

○機種 KANOMAX SR-21

コントロールユニット 21-1212

リニャライザー 21-1711

シグナルインテグレーター 21-1211

○原理 —— 定温度型熱線風速計

電氣的加熱線を気流中に置くと、気体に奪われる熱量は流速に關係する。また、熱線の電氣抵抗は熱線の温度に關係する。従つて、熱線の電氣抵抗の變化を測定する事により気流による熱損失から流速を求めるとができる。

ところで、L.V. Kingの式によると熱線風速計が用いられる範囲では、

$$H = k(T_w - T_a) l \left\{ 1 + \sqrt{2\pi \rho c_p u d / k} \right\} \quad \dots (1)$$

$H$ : 流速  $u$  の気流中にはある熱線が毎秒失なう熱量

$l, d$ : 熱線の長さ, 径

$\rho$ : 気体密度

$c_p$ : 定圧比熱

$k$ : 熱伝導率

$T_w, T_a$ : 熱線, 気体の温度

が成り立つ。

そこで

$$B = k(T_w - T_a) l \sqrt{2\pi \rho c_p d / k}$$

$$C = k(T_w - T_a) l$$

とおけば (1) 式は

$$H = B\sqrt{u} + C \quad \dots (2)$$

但し、 $B, C$  は熱線の寸法、流速、気体の種類によって決まる定数である。

一方、電気的加熱線では  $I$  (A) の電流が  $R$  ( $\Omega$ ) の抵抗線を通ると、毎秒  $I^2 R / J$  (cal) の熱が発生す

る。但し、 $J$ は熱の仕事当量  $4.18 \text{ Joule/cal}$ 。

$$H = i^2 R / J$$

を (2) 式に代入すると

$$i^2 R / J = B\sqrt{U} + C \quad \dots (3)$$

加熱電流を加減して温度を一定に保つとすれば恒

抗も定数となるから

$$B' = BJ / R$$

$$C' = CJ / R$$

とすれば (3) 式は

$$i^2 = B'\sqrt{U} + C' \quad (B', C' \text{ は定数}) \quad \dots (4)$$

ここで  $U = 0$  を代入すると

$$i_0^2 = C' \quad \dots (5)$$

即ち、 $i_0$  は静止物体中で熱線が一定に保つ電流である。

$$\therefore i^2 = i_0^2 + B'\sqrt{U} \quad \dots (6)$$

測定は、加熱電流を直流電流計で読み、熱線に並列の高抵抗の電圧計で電圧降下を測る。



とすると

$$B' = K(T_w - T_a) \sqrt{2\pi\rho C_p d / K} \quad J/R$$

から明らかかなように  $B'$  の値は  $T_w - T_a$  の値に比例するから、熱線と気流の温度差が大きければ程、流速の変化に対する  $B'$  の値の変化が大きくなり、成程小さく、また気体自身の温度の影響が少なくなる（上

式から明らかかなように、気体自身の温度  $T_w$  を定数

とみなしているが、実際は必ずしもそうではない。

ので望ましい。しかし、 $T_w$  の値を大きく（過さると熱線が切れたり変質したりする恐れがある）

熱線の耐熱性を上げると応答性が悪くなる  
(太くする)

(1) 熱線プローブ

KANOMAX 29-1111

性能	熱線材質	タングステン
	熱線直径	5 $\mu$ $\phi$
	熱線抵抗 (常温)	約 4 $\Omega$
	熱線最大動作温度	300 $^{\circ}$ C
	流体速度	0 ~ 200 m/s
	熱線時定数	ms

(2) 抵抗値

前述のように、この実験では気流温度が比較的  
 高いので、相関のグラフをきれいに描出す（ゼロの  
 読みとれるように）のに十分な出力を得るために  
 は、熱線の温度を上限（約 300  $^{\circ}$ C）近くまで上げる  
 事によって  $T_w - T_0$  の値を大きく保たなければならない。

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$R$ 、 $R_0$ 、 $T$ 、 $T_0$ 、 $\alpha$ 、 $0.0^{\circ}$ C に於ける抵抗値

温度係数

$T$ 、 $T_0$ 、 $R$ 、 $R_0$ 、 $\alpha$ 、 $0.0^{\circ}$ C に於ける抵抗値

抵抗値  $R$  と抵抗温度  $T$  の関係は  $R$  の変化に對し  $R$  がほぼ直線的に変化するものと見なす。個々の熱線パイプの性能表に示す入る温度 ( $100^{\circ}\text{C}$  と  $150^{\circ}\text{C}$ ) での抵抗値から上限温度  $300^{\circ}\text{C}$  以下の抵抗値を算出し、それより多少小さめに抵抗を設定した。但し、使用を繰り返す間にパイプの温度が急激に上昇し、その値が変化して上記の方法で算出した限界抵抗値の範囲内でも、熱線温度が上昇し過ぎて破損する場合があります。

(四) (1) = アライナー

この実験では回転が小さい (最大で約  $150 \text{ rev/sec}$ ) ので抵抗設定を最大にして  $1 \text{ V}$  程度 ( $\Delta V$  の値) の出力が得られなかった。従って  $\Delta V$  (出力  $V$  の変動部分) を取り出して相関計に入力した。このとき出力不足で相関のグラフがうまくなる。と云うことで相関利用の回転測定法を備えた機、熱線回転計から同じ信号が時間的にずれて出力されればよいので

て、2機の同進計、設定を用い、1機は  
 個々の倍率の正確な同進値を読み取れるものとする  
 リニアライカーによる同進ひと出力  
 Vの直線性をやめ、2個のGAINを最大にして出  
 力を上げた。

注 リニアライカーの設定に関する、マニュアルに  
 その部分の次のように変更した。

- ① Function Switch      Leneak
- ② Cal Volt Swich      On
- ③ Cal Volt リマ       $V_0$ に set
- ④ ニグナルインディケータのVイン       $V_0$ に set
- ⑤ Gain 左側      右一杯に可
- ⑥ Gain 右側      左一杯に可

\* ⑤⑥で途中×一桁が振り切れような時は Shift

リマを調節にかからず行う。

⑦ Shiftで0調

② Cal Volt Switch Off

設定値は、基準電圧  $V_0 = 2.7$

(2) 増幅アンプ

(1) 増幅アンプを用いない場合

熱線風速計の  $\Delta U$  output を直接相関計に入力し、 $V_0$  としては、入力がかさぶていて max が読み取れない。

(ii) 増幅アンプを用いた場合

機種: SONY TA-3060

TEAC A-7030

アンプ 2 機では入力は充分ある。しかし、相

関計に力かされるまでの過程で 50 Hz の雑音を拾い

相関のグラフに現れてしまう。そこで、前述のよ

うにリニアライガーの設定方法を改良し出力を上げ

たところ、アンプは 1 機で充分となりアンプ ② を

取り除いた。これでは雑音の影響もあがらな

た。



\* 雑音の原因を、周波数分析で、持続部分にと  
 に向かてみた結果、アミの②らしい事が判明した。  
 雑音の周波数が既知の場合、これを取除くフィル  
 ターを用いる方法もあり、他にいい方法がなければ  
 は計してみた。

(iii) 結局、前述のリーニラ、カー設定を適正な  
 上で、増幅アミが①で増幅し、相関計に入力する事  
 にした。

(3) 相関計 マイニタル型、実時間相関計

機種 TEAC C-110

この機の熱線周速計から入力して、相互相関を計測  
 し、オシロスコープ及びペン書きレコーダに入力  
 する。

動作概要

入力  $x(t)$

入力  $y(t)$

AD変換器

一定時間毎にサンプリングし、2進4桁のデジタル値に変える。

AD変換器

シフトレジスタ SR2

一周記憶される。

記憶ループL1

過去の  $x(t)$  のサンプリング値が100データ記憶されている。SR2から新しいデータが導入されると、最も古いデータの個が削除され、記憶内容が更新される。

シフトレジスタ SR5

シフトレジスタ SR6

現在の値

計算機

記憶ループL2

計算機の積が積算される。



又、西入力信号は、AD変換器（正負8ビット）の十進数7の信号に変換される。

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
ΔZ																																		
0																																		

この時、70Hzの周波数にリナリナリをx10に設定すると、出力のデジタル信号は十回、アナログ信号に変換されて、その出力は、その時のデジタル信号の順序で計算される。

$$Z=0 \quad x_0 \cdot y_0 + x_0 \cdot y_1 + x_0 \cdot y_2 + \dots + x_{0n} \cdot y_n$$

$$Z=\Delta Z \quad x_1 \cdot y_0 + x_1 \cdot y_1 + x_1 \cdot y_2 + \dots + x_{1n} \cdot y_n$$

$$Z=2\Delta Z \quad x_2 \cdot y_0 + x_2 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + \dots + x_{2n} \cdot y_n$$

$$Z=3\Delta Z \quad x_3 \cdot y_0 + x_3 \cdot y_1 + x_3 \cdot y_2 + \dots + x_{3n} \cdot y_n$$

$$\vdots$$

$$Z=94\Delta Z \quad x_{94} \cdot y_0 + x_{94} \cdot y_1 + x_{94} \cdot y_2 + \dots + x_{94n} \cdot y_n$$

以上の順序で、Z=0~94ΔZの時間それぞれの相互相関関数を計算する。このMは、相関関数の複製の次数。

ニブル数である

よりサンプリングレートを  $\times 10^4$  に設定すると

$$T = \Delta t \times N \times 10^4$$

のデータで  $R(t)$  が計算されるが、従来次の

入力があつた。この相関計では、平均化方式で

積算値が、時々更新される。

$$I_{new} = I_{old} + \Delta I = (I_{old} + \Delta I) / 2^k$$

ただし、 $\Delta I$  は計算機の出力

$I_{new}$  :  $\Delta I$  を積算に繰り入れた後の積算値

$I_{old}$  : 繰り入れた前の積算値

$k$  : 正の整数

設定

(1) Auto Cross

相互相関をとるので Cross

(2) X サンプルングペリオド ( $\Delta T$ )

$\Delta T$  を決定するにあたって考慮すべき点

① の相関計は、 $94\Delta T$  の時間ストの相関関数を計

算している。従ってその範囲内ではピーク  $T_{max}$  が

あるように  $\Delta T$  を定める。また、グラフの横軸は概

すぎではピークを判別しにくくなるので  $\Delta T$  の

調節は  $60\Delta T$  以内にピークさせるように設

定する

②  $\Delta T$  を大きくすれば、グラフの山形は鋭くなり、

グラフの読み取りが容易になる。大きすぎると精度が悪く

微小な速度の変化を感知できなくなる。

(3) (2) より 予備実験では

$$\left\{ \begin{array}{ll} v > 55 \text{ cm/sec} & \Delta T = 0.4 \text{ msec} \\ v < 55 \text{ cm/sec} & \Delta T = 1.0 \text{ msec} \end{array} \right.$$

モーターの回転速度の調整の目安として

### (iii) Multiplication Factor

グラフの上下方向の拡大を行なう。従って、風の乱れが大きい入力が多い時は、M.F. 値を小さく、逆に微風で乱れの少ない時は値を大きくする。設定値は、オシロスコープを見ながら最適な値（グラフが上下方向にスケールオーバーしない範囲で最大にする）とグラフの判別（易い）を差す。果敢は

M.F. 値  $\times 2, \times 4, \times 8, \times 16, \times 32, \times 64$

の6通りを行なう。

### (iv) 平均化定数 (Average Constant)

平均風速を算出する平均時間を決める定数。値が大きくなるほど長時間の平均風速になる。逆に小さくすると応答が早く安定し、これは風速測定、目的に応じて差入るべきである。



実験で

$\Delta t = 0.4 \text{ msec}$  の時  $A.C. = 2048$   
 $\Delta t = 1.0 \text{ msec}$  の時  $A.C. = 1024$

に設定した。

(V) GAIN

オシロスコープでグラフを見ながら調節する。

微増速では最大にする。GAINは、相関計と増幅

丁度の両方で調節できるが、雑音対策に相関計

のGAINを用いる不足の場合に丁度になる。

に設定した。

(VI) パルスカウンタ

機種 YOKOGAWA

(VII) オシロスコープ

機種 ティヨナル VP-516A

(viii) トラバリスワマイクログラフ

燃焼室の距離を測定するために用いた  
100分の1ミリメートルまで読み取り可能

(ix) トラヴァース装置 (別図参照)

奥物底部下の垂直風速分布を測定するグラフ  
グラフを上下に移動できるトラヴァース装置を作成

(x) データレコーダー

。機種: TEAC R-410

燃焼実験での熱線風速計の出力と同時に相関計

で計算したデータはパソコン書き出すことが可能

の1つ書くのに1分以内かかるため、1回の燃焼

で何回かの測定をとる事ができる。また、燃焼

計の出力の処理方法をいろいろ変えておけるので

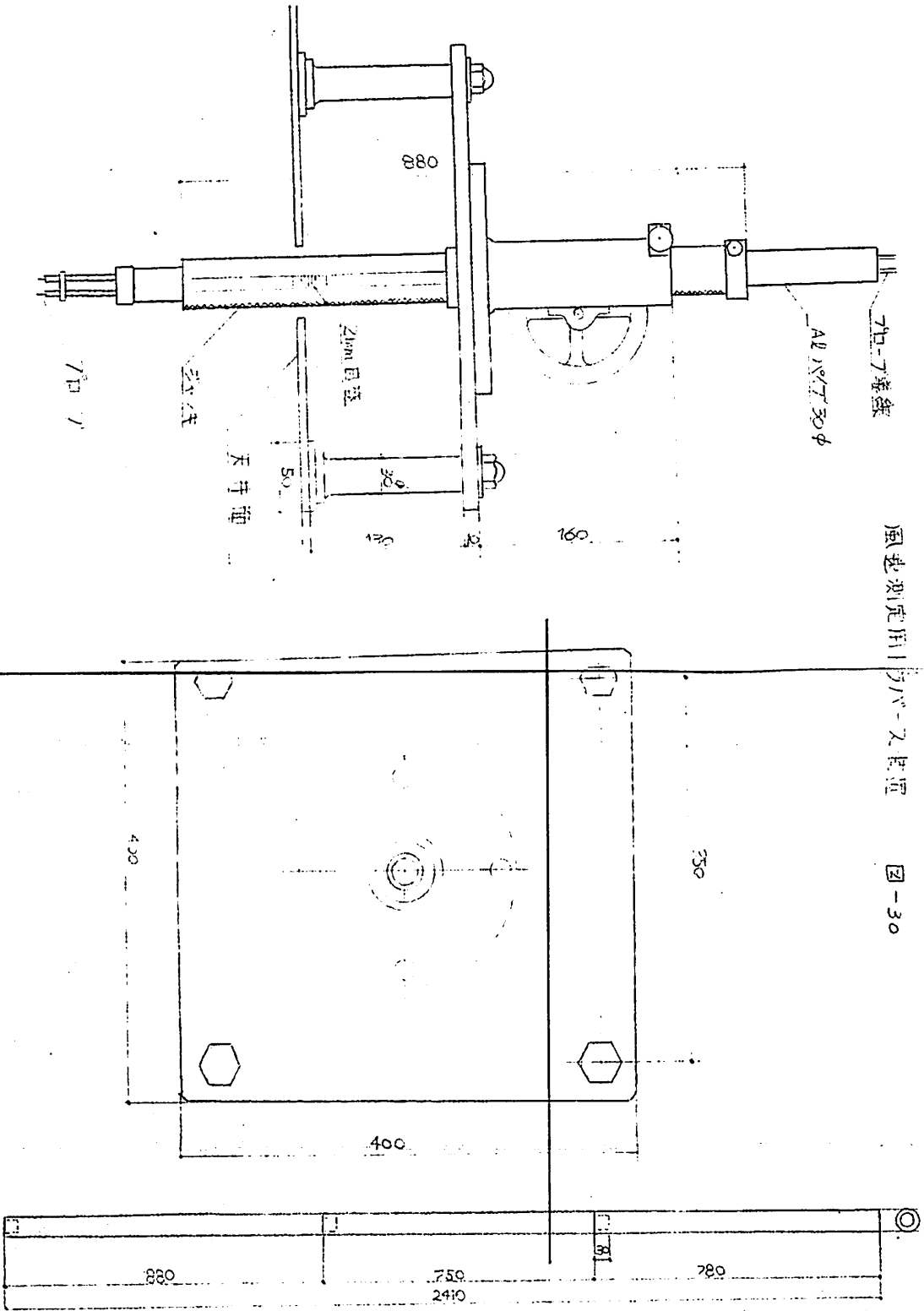
(相関計の諸設定値をかえて処理する)の作業

データレコーダーに収録し、あとで分析を行な

る。

風速測定用 | ガラス風速計

図-30



### Ⅲ-8 風速測定

(1) 風速の測定時間 (着火後、何時から何分までを測定の対象とするかという事) を決定するため、着火後の風速の時間的変化を規則的に測定するまでの時間及び、燃焼が終了して温度が下降し始める時間を調査した。

測定位置 空気天井面より 1.20 cm の位置

(2) (1)の結果正否を、定常状態の燃焼の毎5分間風速分布を測定した。

設定は (1) (2) とともに

光源 アルコールランプ (100 cc x 2)

検出 検知フック 1枚



結果一(1) C環周速の時間的變化 (図-31参照)

時間(分)	$\Delta T$ (msec)	$M_{max}$	$T_{max}$	$l$ (mm)	$\bar{v}$ (cm/sec)
1	20.4	42	16.8	11.56	88.8
2		36	14.4		80.3
3		35	14.0		82.6
4		36	14.4		80.3
5		34	13.6		85.0
6		33	13.2		87.6
7		35	14.0		82.6
8		33	13.2		87.6
9		31	12.4		93.2
10		33-34	13.2-13.6		85.0-87.6
11		32	12.8		90.3
12		30	12.0		96.3
13		28	11.2		103.2
14		35	14.0		82.6
15		34	13.6		85.0
16		29	11.6		99.7
17		30	12.0		96.3
18		36	14.4		80.3
19		30	12.0		96.3
20		32	12.8		90.3
21		31-32	12.4-12.8		93.2-96.3
22		31	12.4		93.2
23		33	13.2		87.6
24		33	13.2		87.6
25		40	16.0		77.7
26		42-43	16.8-17.2		67.2
27		51	20.4		55.7

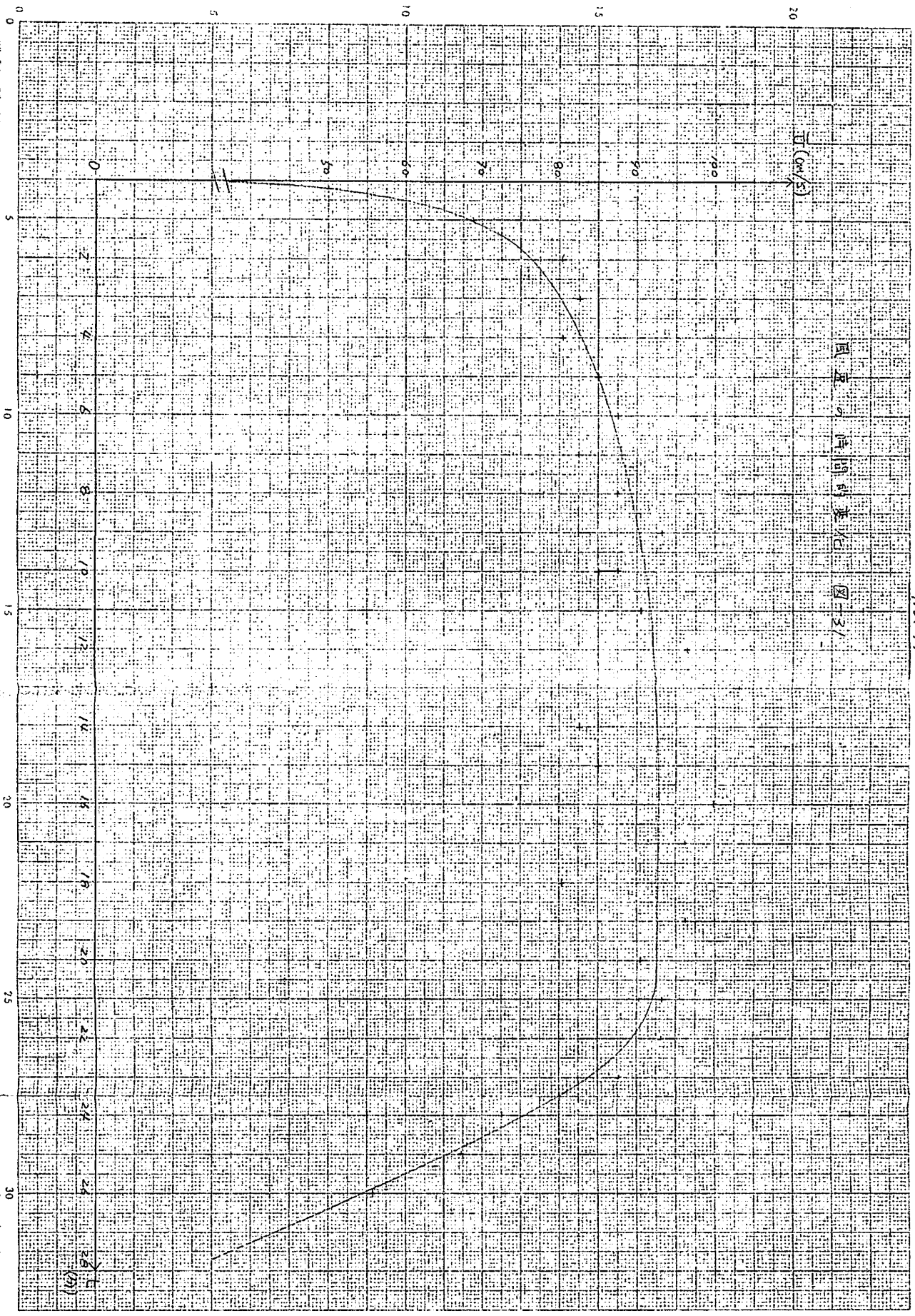
$M_{max} = T_{max} / \Delta T$

$l = 7.0 \times 10^{-2}$  間隔

No. 97

風速の時間的変化 (No. 27)

$\bar{U}$  (km/s)

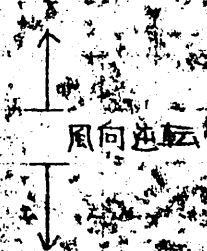


JIS B4 230 × 330<sup>m</sup>

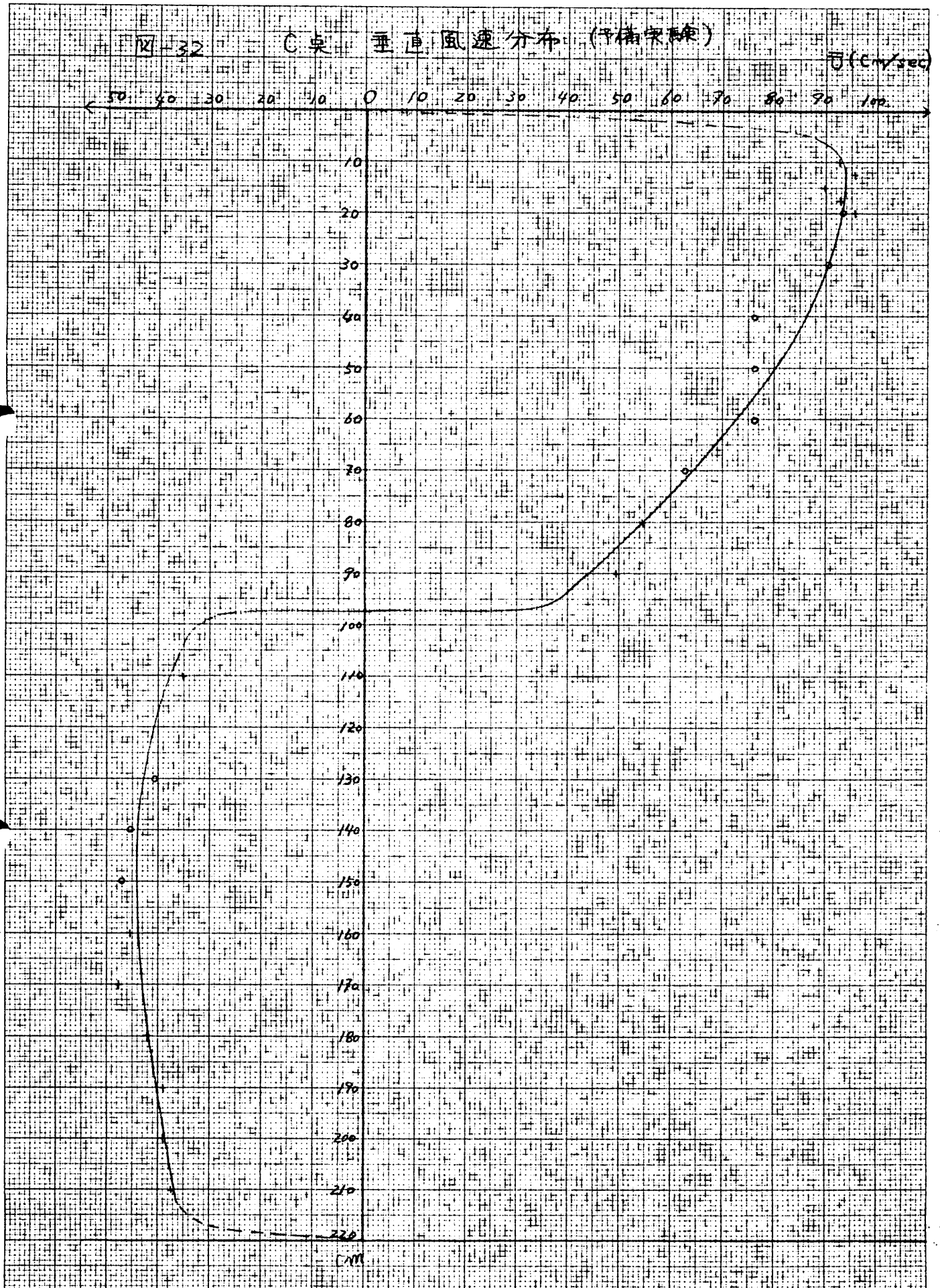
規格図, No. 2401 C

結果 (2) C 真垂直風速分布 (図-32 参照)

高さ (m)	$\Delta T$ (msec)	$N_{max}$	$T_{max}$ (msec)	$L$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/sec)
20cm	0.4	31	12.4	11.56	93.2
30cm		32	12.8		90.3
40cm		38	15.2		78.1
50cm		38	15.2		76.1
60cm		38	15.2		76.1
70cm		46	18.4		62.8
80cm	1.0	20	20.0	10.92	54.6
90cm	1.0 (0.4)	22 (55)	22.0		69.6
100cm	1.0	/	/	/	/
110cm		31	31.0		35.2
120cm		/	/	/	/
130cm		29	29.0	11.76	40.6
140cm		26	26.0		45.2
150cm		25	25.0		47.0
160cm		24	24.0	10.92	45.5
170cm		23	23.0		47.8
180cm		26	26.0		42.0
190cm		28	28.0		39.0
200cm		28	28.0		39.0
210cm		29	29.0		37.7



高さ (m)	$\Delta T$ (msec)	$N_{max}$	$T_{max}$ (msec)	$L$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/sec)
10.0cm	0.4	32	12.8	11.86	92.7
12.5cm		31	12.4		95.6
15.0cm		33	13.2		89.8
17.5cm		32	12.8		92.7
20.0cm		31	12.4		95.6





## IV 本実験

## IV-1 温度分布 (図 33)

図 11.12 より、温度は着火後徐々に降下して一定値に達している。温度分布を書くに際し、最も安定している着火後 10 分のプロットを書くことにする。

## IV-2 境界層

熱気流と新鮮空気が主として、密度差による二層流をなしている。温度プロットから、判然と見えてくる。

温度曲線の場合、境界層で熱気流と新鮮空気が対流による混合し、連続的なグラフとなる。

境界層を温度曲線から読み取るに際し、

温度曲線の変曲点か境界層とみなせる。

したがって、各地点の境界層は (図 20.5)

A 点 — 天井面より

B 点 —

○ 桌 — 天井面より 75cm

○ 桌 — 天井面より 85cm

A 桌の境界層付近では、熱源から近く洞が生じている。B、C、D 桌と移行するにつれて、(カトより)境界層が土層に入っている。風洞がもっと長ければ、熱気流の温度低下と共に境界層も下がっていく。

D 桌では、出口に通ぐ新鮮空気の流入も、洞が起る。境界付近の温度が下がる。

IV-42 新鮮空気部分の温度分布  
ほぼ一様な垂直温度分布となっている。又 A、D 桌間の温度を比較しても、ほぼ等しく、新鮮空気と熱気流の間に大きな熱の移動は起っていない。

### IV-43 天井面付近の温度分布 — 図 34, 35

天井面付近の新鮮空気温度分布を調べるため、天井面より、1.5, 3, 5, 10, 15, 30, 60 cm の位置に熱電対を設置し、測定した。

垂直温度分布

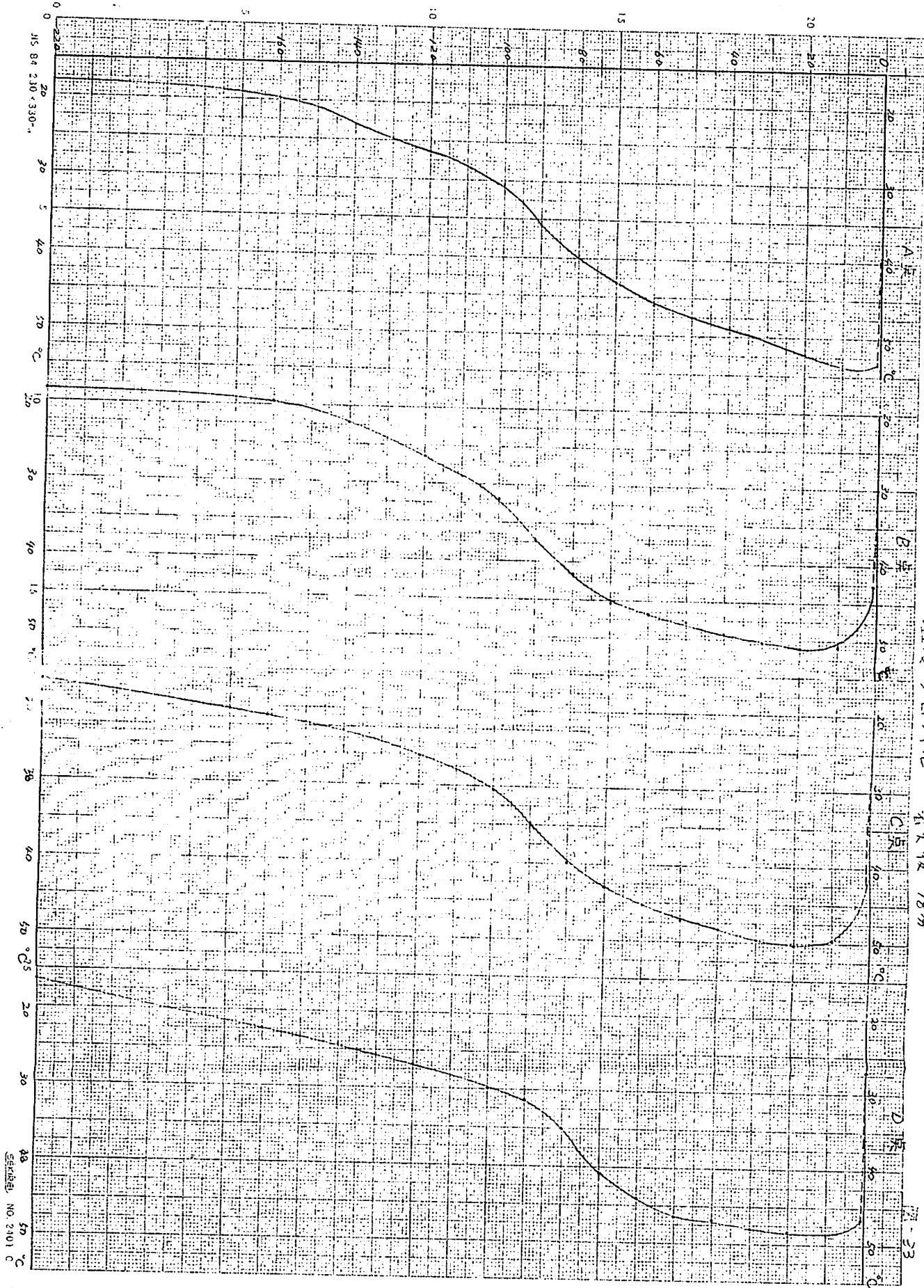
高さ(天井面より)	A点(°C)	B点(°C)	C点(°C)	D点(°C)
0 cm	39.3	30.0	28.6	27.1
0.15 cm	53.4	42.7	42.0	40.7
10 cm	54.0	50.8	49.6	48.6
20 cm	52.2	51.0	50.4	48.3
30 cm	49.9	50.4	49.6	48.0
40 cm	48.6	49.4	48.3	46.8
50 cm	47.6	47.8	47.2	46.4
60 cm	46.0	46.7	45.2	44.0
70 cm	43.1	45.4	43.0	40.8
80 cm	39.6	41.5	39.9	35.0
90 cm	35.9	37.2	34.7	31.2
100 cm	30.5	31.9	30.4	29.8
120 cm	26.3	26.4	26.1	26.8
140 cm	23.0	22.2	23.0	24.2
160 cm	19.6	19.5	21.2	22.3
220 cm	18.0	18.4	16.6	16.3

着火後 18分の時



No. 103

温度プロファイル 素入後 18分



1  
115 84 210 < 330  
A 15  
B 10  
C 10  
D 10  
57 °C  
SERIAL NO. 2101 C



図-34

天井面付近の温度分布 (Cpoint)

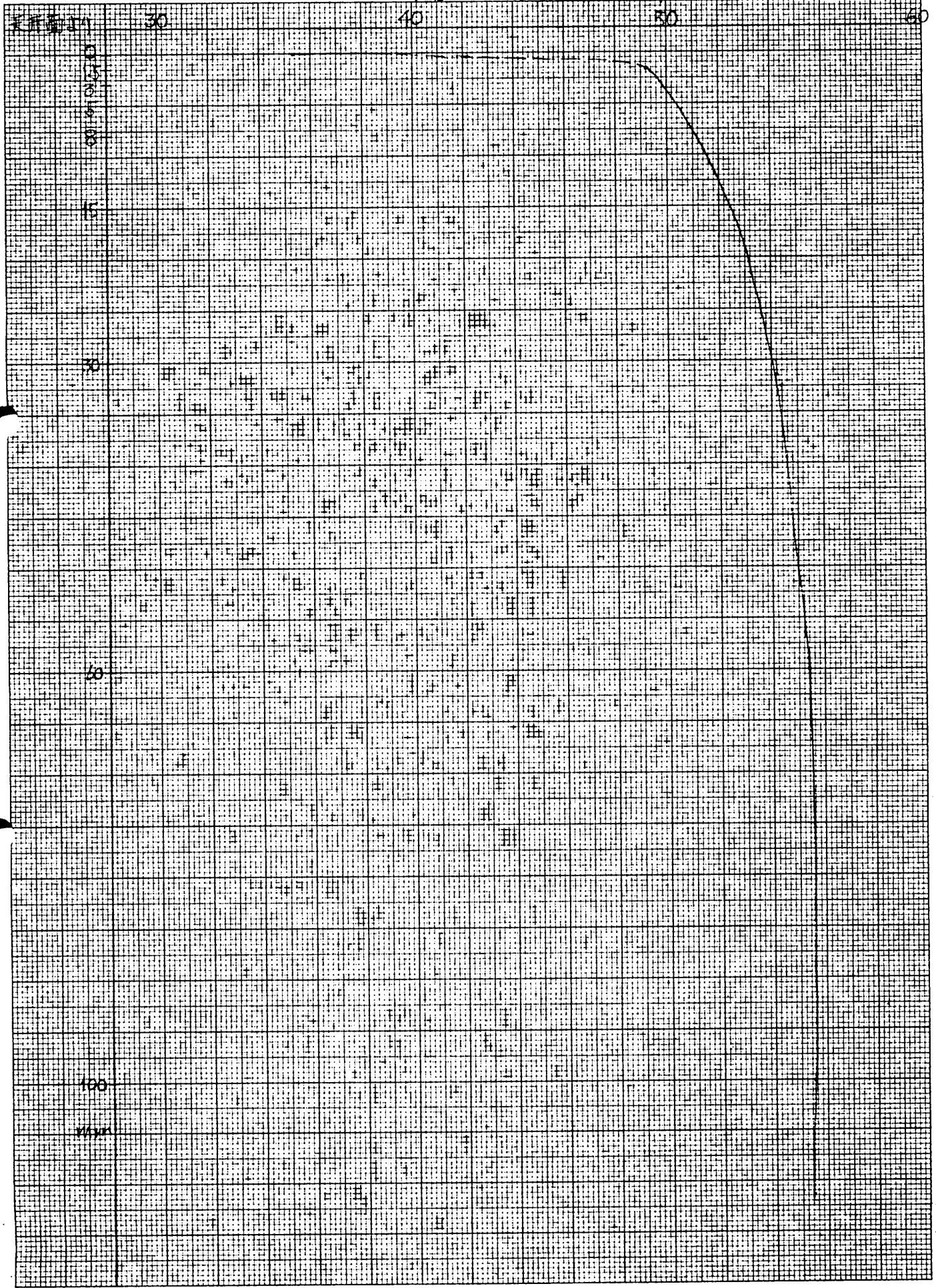


図-5

大野面村近郊の湿度を考慮した湿度分布

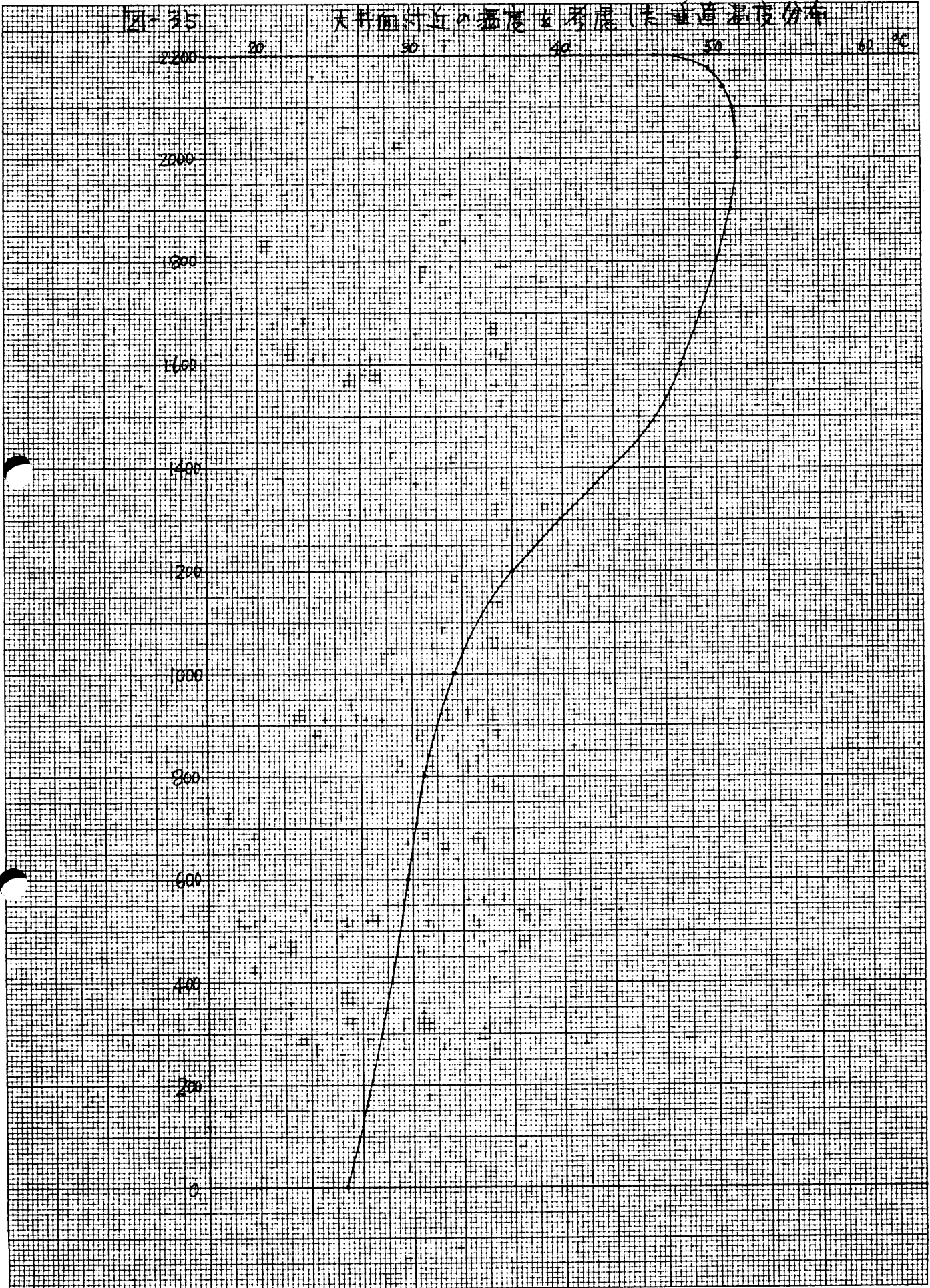




図1 風洞が完全断熱性であるとき(本稿)熱源が与えらるる熱量で上昇する温度

熱源からの熱量  $5.93 \text{ kcal/sec}$

空気の比熱  $0.23 \text{ kcal/sec}$

新鮮空気部分の高さ  $h$

風洞の平均流速  $u$  /sec

風洞の幅  $1.6 \text{ m}$

上昇する温度  $\Delta\theta$  (deg) 付

$$\Delta\theta = \frac{5.93}{0.23 \times 1.6 h u}$$

$$= 16.2 / h u$$

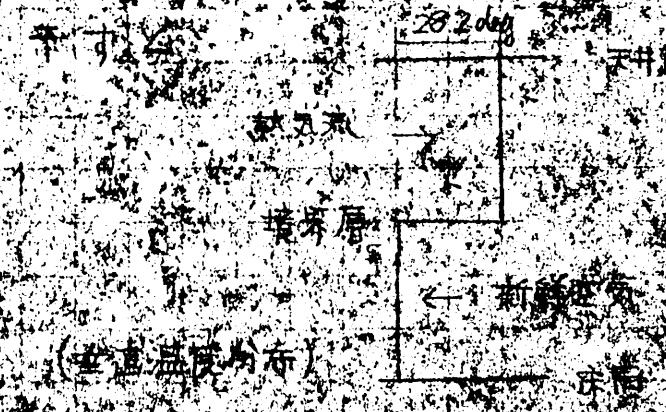
図29 C 炭を付

$$h = 1.275$$

$$u = 0.45 \text{ (図38参照)}$$

$$\Delta\theta = 28.2 \text{ (deg)}$$

図10 平均値



(垂直温度分布)

5) 流出熱量

4)の結果とP157にある表より、熱気流が地表に達するまで地壁面等から流出する熱量を計算する

送入空気の平均温度  $T_{in} = 299^\circ K$

熱気流温度  $T_{out} = 282^\circ K$

空気量  $V, m^3$

流出熱量  $Q, kcal/sec$

$$Q = (299 - 282) \times \sum_{out} V = \sum_{out} V \cdot T \cdot 0.27$$

$$= 2461 \text{ kcal/s}$$

熱源からの熱量は  $593 \text{ kcal/s}$  であるので

$$2461 \div 593 \times 100 = 41.5$$

41.5%が流出していることになる

a) 実験による流出熱量の測定

① 地卓の天井面に熱流計(時定数 15分)を

設置し、サーモダックを流計として使用し

流出熱量を計った

$$Q = 108.5 \text{ (kcal/min)}$$

以下の方法で、上記の実験結果と計算式との比較を試みる。

a-a 壁面付近の温度分布から流出熱量を求める



$$Q = \lambda \left( \frac{\partial \theta}{\partial x} \right)_{x=0}$$

λ: 流体の熱伝達率

図34の天面付近の温度分布より

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{14}{15 \times 10^{-3}}$$

40°Cの物性値より

$$\lambda = 0.0234$$

$$Q = 0.0234 \times \frac{14}{15 \times 10^{-3}} = 218.4 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

a-z 天井面の熱貫流抵抗より Q を求めると

鉄	Fluor
セメント	10mm

θ<sub>1</sub>: 壁温

θ<sub>2</sub>: 外部空気温

$$Q = \frac{1}{R_{鉄} + R_{セ} + R_{Fluor}} (\theta_1 - \theta_2)$$

$$= \frac{1}{0.0234 \times 10^{-3} + 546 \times 10^{-3}} (33.3 - 29.2) = 84.5 \text{ (kcal/m}^2\text{h)}$$



0.3 無次元数より天井面における熱伝達率を求め

天井面への流出熱量を求めよ。

$\alpha_x$  kcal/m<sup>2</sup>h<sup>o</sup>C 局所熱伝達率

$Nu_x$  局所ヌセルト数 ( $= \alpha_x \cdot x / \lambda$ )

$Pr$  プラントル数

$Re_x$  局所レイノルズ数 ( $= U \cdot x / \nu$ )

$U$  m/s 流速

$x$  mm 流れの方向の座標軸

$\lambda$  kcal/mh<sup>o</sup>C 流体の熱伝達率

$\nu$  m<sup>2</sup>/h 流体の動粘性係数

$\theta_a$  <sup>o</sup>C 空気温

$\theta_s$  <sup>o</sup>C 壁面温

$Q$  kcal/m<sup>2</sup>h 単位時間単位体積当り伝熱量

風洞のC点(図-4参照)における伝熱量を求めよ

と、0.4次式で表わされる

$$Q = \alpha_x (\theta_a - \theta_s) \tag{1}$$

$$\alpha_x = \frac{Nu_x \cdot \lambda}{x} \tag{2}$$

$$Nux = \frac{0.0296 Re^{0.8} Pr}{1 + B Re^{-0.1} (Pr - 1)} \quad (3)$$

$$B = 0.860 \left\{ 1 + \ln \left[ \frac{1 + 5Pr}{6} \right] / (Pr - 1) \right\} \quad (4)$$

$$Re_x = \frac{u_r \lambda}{\nu} \quad (5)$$

40°Cにおける物性値は

$$\lambda = 0.0234$$

$$\nu = 0.175 \times 10^{-4}$$

$$Pr = 0.71$$

また

$$\lambda = 5.52$$

$$u = 0.9 \quad (\text{図 38 参照})$$

上値を(1)~(5)式に代入して計算すると

$$B = 0.860 \left\{ 1 + \ln \left[ \frac{1 + 5 \times 0.71}{6} \right] / (0.71 - 1) \right\}$$

$$= 1.68$$

$$Re_x = \frac{0.9 \times 5.52}{0.175 \times 10^{-4}} = 28.4 \times 10^4$$

$$Nux = \frac{0.0296 \times (28.4 \times 10^4)^{0.8} \times 0.71}{1 + 1.68 \times (28.4 \times 10^4)^{-0.1} (0.71 - 1)} = 5675$$

$$\alpha_2 = \frac{5625 \times 0.0234}{552} = 2.39$$

ここで  $\alpha = 35$  より

$$Q_a = 57.0$$

$$Q_s = 38.3$$

$$Q = \alpha_2 (Q_a - Q_s) = 2.39 (57.0 - 38.3) = 44.5$$

検討  $\alpha = 1$  (温度分布より)

実験値の2.01倍の値となった。これは天井面付近の温度分布を正確に測定してないためである。

$\alpha = 2$  (熱貫流抵抗より)

実験値の0.78倍の値となった。R<sub>so</sub>がどの値か、この値に絶対性はない。

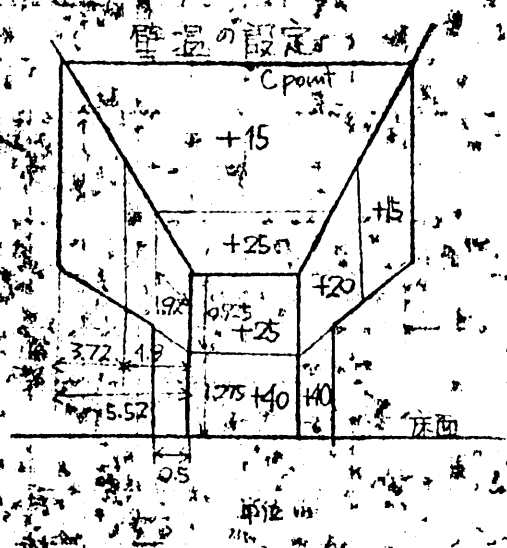
$\alpha = 3$  (無次元数より)

実験値の0.41倍の値となった。



熱流が熱源からC室に移行するまでに壁面から流出する総熱量をC室で測定した流出熱量  $108.5 \text{ kcal/h}$  から求める。

流出熱量を壁温と外気温の差に比例するものと近似する。外気温を着火前の気温と変化しないとする。P.58に示す壁温の上昇分に流出熱量は比例すると近似できる。そこで下図のように壁温の上昇温度を設定すると、総流出熱量  $Q_c$  ( $\text{kcal/sec}$ )



壁温上昇分 (deg)	流出熱量 (kcal/h)
12.3	108.5
15	132.3
20	176.4
25	220.5
40	352.8

$$Q_c = \{ 132.3 \times (1.6 \times 3.6 + 0.925 \times 1.8 \times 2) + 176.4 \times 0.925 \times 3.72 \times 2 + 220.5 \times 1.6 \times (0.925 + 1.92) + 352.8 \times 2.6 \times 1.275 \} \times 3600 = 1277 \text{ kcal/s}$$

5) で出した  $2461 \text{ kcal/s}$  の  $0.52$  倍の値 (か出なからた、隙間等の流出もかなりあると考えられる。

IV-2 風速分布 (A~D 点)

予備実験の風速、時間的変化、中心点の垂直風速分布の測定結果を、A~D 点の垂直風速分布測定の方法を、図 4 に示した。

(1) 風速の時間的変化の測定は、着火後 13 分~21 分を定常状態と見做し、この範囲で測定を行なう。

(2) 同じ位置でも時の刻々の風速は変化し、しかも変化の度合は位置によつてかなり異なる。

風速のプロファイルを作成にあたっては、まず各高さの平均風速を求めるとともに、各高さでの速度変化の度合の差異を検討の対象とする。

測定位置 (A~D 各点ともに)

天井面より 10cm まで 2cm 毎に測定

以下境界層付近まで 5cm 毎に測定

境界層付近 2.5cm 毎に測定

以下 30cm まで 5cm 毎に測定

以下 10cm 毎に測定

但し、各点での境界層の高さは垂直温度分布から推定した (表中 220cm の値は実際は床面上 2mm のもの)

○測定時間 (A~D 点とも)

着火後 13 分目より一地点 1 分 30 秒ずつデータをとり、計 5 地点 20 分 30 秒までデータをとり続ける途中、測定位置の移動のため約 10 秒程度無取になるため実際は一地点 1 分 15 秒ずつデータをとり、このデータを 15 秒ずつ 5 点に分けてそれぞれから R(t) とのグラフを得て速度を求め、従って一地点につき 5 点の風速データを導き出される。以上より、各位置での風速の変化 (乱れ) の程度を見られる。

○境界付近では、同一位置に風向が変わるため両方向に測定して風速データを計測する (相関計の工夫) 入力が並に可能

その他にも、これは測定方法、に示した通り





風速測定データ A 第一①

高さ (天井面より)	$\Delta C$ (ms)	$N_{max}$	$T_{max}$ (ms)	$L$ (mm)	$\bar{V}$ (cm/s)	平均 $\bar{V}$ (cm/s)	
20cm	0.4	①	23	9.2	12.19	132.5	129.4
		②	23	9.2		135.5	
		PR (Ω) ③	23	9.2		132.5	
		A-78 ④	26	10.4		116.9	
		B-775 ⑤	23	9.2		132.5	
4cm	0.4	①	22	8.8	12.19	138.5	144.2
		②	22	8.8		138.5	
		PR (Ω) ③	22	8.8		138.5	
		A-78 ④	21	8.4		145.1	
		B-775 ⑤	19	7.6		160.4	
6cm	0.4	①	21	8.4	12.19	145.1	143.8
		②	21	8.4		145.1	
		PR (Ω) ③	22	8.8		138.5	
		A-78 ④	21	8.4		145.1	
		B-775 ⑤	21	8.4		145.1	
8cm	0.4	①	19	7.6	12.19	160.4	157.1
		②	19	7.6		160.4	
		PR (Ω) ③	18	7.2		169.3	
		A-78 ④	19	7.6		160.4	
		B-775 ⑤	21	8.4		145.1	
10cm	0.4	①	21	8.4	12.19	145.1	142.6
		②	20	8.0		152.4	
		PR (Ω) ③	22	8.8		138.5	
		A-78 ④	22	8.8		138.5	
		B-775 ⑤	22	8.8		138.5	
15cm	0.4	①	20	8.0	10.76	134.5	132.4
		②	19	7.6		141.6	
		PR (Ω) ③	21	8.4		128.1	
		A-78 ④	20	8.0		134.5	
		B-775 ⑤	17	6.8		158.2	
20cm	0.4	①	19	7.6	10.76	141.6	135.8
		②	19	7.6		141.6	
		PR (Ω) ③	22	8.8		122.3	
		A-78 ④	19	7.6		141.6	
		B-775 ⑤	21	8.4		138.5	

風速測定の手続 A 頁 ②

高さ(天井面下)	$\Delta Z$ (m/s)	$N_{max}$	$Z_{max}$ (m/s)	$l$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
25cm ①	0.4	22	8.8	10.76	122.3	119.5
②	"	22	8.8	"	122.3	
P.R. (風) ③	"	25	10.0	"	107.6	
{ A-7.8 ④	"	23	9.2	"	117.0	
{ B-7.75 ⑤	"	21	8.4	"	128.1	
30cm ①	0.4	23	9.2	10.76	117.0	111.2
②	"	27	10.8	"	99.6	
P.R. (風) ③	"	25	10.0	"	107.6	
{ A-7.8 ④	"	26	10.4	"	103.5	
{ B-7.75 ⑤	"	21	8.4	"	128.1	
35cm ①	0.4	24	9.6	10.76	112.1	112.3
②	"	23	9.2	"	117.0	
P.R. (風) ③	"	26	10.4	"	103.5	
{ A-7.8 ④	"	24	9.6	"	112.7	
{ B-7.75 ⑤	"	23	9.2	"	117.0	
40cm ①	0.4	26	10.4	12.19	117.2	111.5
②	"	34	13.6	"	89.6	
P.R. (風) ③	"	22	8.8	"	138.5	
{ A-7.8 ④	"	26	10.4	"	117.2	
{ B-7.75 ⑤	"	32	12.8	"	95.2	
45cm ①	0.4	28	11.2	12.19	108.8	113.2
②	"	27	10.8	"	112.9	
P.R. (風) ③	"	25	10.0	"	121.9	
{ A-7.8 ④	"	26	10.4	"	117.2	
{ B-7.75 ⑤	"	29	11.6	"	105.1	
50cm ①	0.4	32	12.8	12.19	95.2	103.8
②	"	30	12.0	"	101.6	
P.R. (風) ③	"	32	12.8	"	95.2	
{ A-7.8 ④	"	29	11.6	"	105.1	
{ B-7.75 ⑤	"	25	10.0	"	121.9	
55cm ①	0.4	29	11.6	12.19	105.1	103.8
②	"	38	15.2	"	80.2	
P.R. (風) ③	"	36	14.4	"	89.7	
{ A-7.8 ④	"	35	14.0	"	87.6	
{ B-7.75 ⑤	"	32	12.8	"	95.2	

風速測定データ A 定 ②

高さ(天井面より)	$\Delta T$ (ms)	$M_{max}$	$Z_{max}$ (ms)	$L$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
60.0cm ①	0.4	33	13.2	12.19	92.3	105.0
②	"	32	12.8	"	95.2	
P.R. (SQ) ③	"	29	11.6	"	105.1	
A-7.8 ④	"	29	11.6	"	105.1	
B-7.75 ⑤	"	24	9.6	"	127.0	
62.5cm ①	0.4	37	14.8	12.19	82.4	92.2
②	"	31	12.4	"	98.3	
P.R. (SQ) ③	"	35	14.0	"	89.1	
A-7.8 ④	"	38	15.2	"	80.2	
B-7.75 ⑤	"	27	10.8	"	112.9	
65 cm ①	0.4	34	13.6	12.19	89.6	92.5
②	"	27	10.8	"	112.9	
P.R. (SQ) ③	1.0	24	24.0	"	50.8	
A-7.8 ④	0.4	24	9.6	"	127.0	
B-7.75 ⑤	"	37	14.8	"	82.4	
67.5cm ①	0.4	33	13.2	12.19	92.3	84.7
②	"	43	17.2	"	70.9	
P.R. (SQ) ③	"	34	13.6	"	89.6	
A-7.8 ④	"	44	17.6	"	69.3	
B-7.75 ⑤	"	30	12.0	"	101.6	
70cm ①	0.4	38	15.2	12.19	80.2	72.1
②	"	48	19.2	"	63.5	
P.R. (SQ) ③	"	43	17.2	"	70.9	
A-7.8 ④	"	37	14.8	"	82.4	
B-7.75 ⑤	"	48	19.2	"	63.5	
72.5cm ①	0.4	31	12.4	12.19	98.3	82.3
②	"	42	16.8	"	72.6	
P.R. (SQ) ③	"	43	17.2	"	70.9	
A-7.8 ④	"	38	15.2	"	80.2	
B-7.75 ⑤	"	34	13.6	"	89.6	
75cm ①	0.4	35	14.0	12.19	87.1	71.7
②	"	31	12.4	"	98.3	
P.R. (SQ) ③	"	53	21.2	"	59.5	
A-7.8 ④	"	62	24.8	"	49.2	
B-7.75 ⑤	"	46	18.4	"	166.3	



風速測定の手一 A. 桌一 ④

高さ (天面より)	$\Delta T (ms)$	$M_{max}$	$T_{max} (ms)$	$L (mm)$	$\bar{v} (cm/s)$	平均 $\bar{v} (cm/s)$
77.5cm ①	1.0	26	26.0	12.19	46.9	
②	0.4	42	16.8		70.0	
P.R. (8) ③	"	44	17.6		69.3	61.0
A-7.8 ④	"	49	19.5		62.2	
B-7.75 ⑤	"	56	22.4		54.4	
80cm ①	1.0	18	18.0	12.19	67.9	
②	"	24	24.0		50.8	
P.R. (8) ③	"	33	33.0		36.9	53.0
A-7.8 ④	"	27	27.0		45.1	
B-7.75 ⑤	"	18	18.0		67.7	
* 80cm ①	1.0	27	27.0	12.19	45.7	
②	"	23	23.0	"	53.0	
P.R. (8) ③	"	19	19.0	"	64.2	48.0
A-7.8 ④	"	30	30.0	"	40.6	
B-7.75 ⑤	"	33	33.0	"	36.9	
82.5cm ①	1.0	36	36.0	12.19	37.9	
②	"	17	17.0	"	71.7	
P.R. (8) ③	"	21	21.0	"	58.0	68.0
A-7.8 ④	"	15	15.0	"	81.3	
B-7.75 ⑤	0.4	30	12.0	"	101.6	
* 82.5cm ①	1.0	—	—	12.19	—	
②	"	33	33.0	"	36.9	
P.R. (8) ③	"	54	54.0	"	22.6	40.0
A-7.8 ④	"	32	32.0	"	38.1	
B-7.75 ⑤	"	20	20.0	"	61.0	
* 85.0cm ①	1.0	28	28.0	12.19	43.5	
②	0.4	23	9.2	"	132.5	
P.R. (8) ③	1.0	—	—	"	—	83.5
A-7.8 ④	"	34	34.0	"	35.9	
B-7.75 ⑤	"	10	10.0	"	121.9	
* 85.0cm ①	1.0	—	—	12.19	—	
②	"	24	24.0	"	50.8	
P.R. (8) ③	"	9	9.0	"	135.0	75.8
A-7.8 ④	0.4	39	15.6	"	78.1	
B-7.75 ⑤	1.0	31	31.0	"	27.3	

風速測定の日誌 A. 卓一 ⑤

高さ(天井面より)	$\Delta T$ (ms)	$N_{max}$	$T_{max}$ (ms)	$L$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
875cm ① ↓ ② 以下全て* P.R. (80) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	30	30.0	12.19	40.6	45.4
	"	29	29.0	"	42.0	
	"	32	32.0	"	38.1	
	"	22	22.0	"	55.4	
	"	24	24.0	"	50.8	
90.0cm ① ② P.R. (80) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	22	22.0	12.19	55.4	51.2
	"	25	25.0	"	48.8	
	"	23	23.0	"	53.0	
	"	21	21.0	"	58.0	
	"	30	30.0	"	40.6	
92.5cm ① ② P.R. (80) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	23	23.0	12.19	53.0	45.7
	"	29	29.0	"	42.0	
	"	24	24.0	"	50.8	
	"	36	36.0	"	33.9	
	"	25	25.0	"	48.8	
95.0cm ① ② P.R. (80) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	31	31.0	12.19	39.3	47.6
	"	20	20.0	"	61.0	
	"	24	24.0	"	50.8	
	"	28	28.0	"	43.5	
	"	28	28.0	"	44.5	
97.5cm ① ② P.R. (80) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	20	20.0	12.19	61.0	52.0
	"	18	18.0	"	67.7	
	"	25	25.0	"	48.8	
	"	29	29.0	"	42.0	
	"	30	30.0	"	40.6	
100cm ① ② P.R. (80) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	24	24.0	12.19	50.8	48.4
	"	30	30.0	"	40.6	
	"	21	21.0	"	58.0	
	"	24	24.0	"	50.8	
	"	29	29.0	"	42.0	
105cm ① ② P.R. (80) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	35	35.0	12.19	34.8	47.8
	"	29	29.0	"	42.0	
	"	21	21.0	"	58.0	
	"	22	22.0	"	55.4	
	"	25	25.0	"	48.8	

風速測定データ A-8-⑧

高さ (天井面より)	$\Delta L$ (ms)	$M_{max}$	$Z_{max}$ (ms)	$l$ (mm)	$D$ (cm/s)	平均 $D$ (cm/s)
110cm ①	1.0	24	24.0	12.19	50.8	
②		19	19.0		64.2	
P.R. (R) ③		24	24.0		50.8	51.9
{ A-7.8 ④		30	30.0		40.6	
B-7.75 ⑤		23	23.0		53.0	
115cm ①	1.0	23	23.0	12.19	53.0	
②		26	26.0		46.9	
P.R. (R) ③		28	28.0		43.5	52.6
{ A-7.8 ④		25	25.0		48.8	
B-7.75 ⑤		20	20.0		61.0	
120cm ①	1.0	23	23.0	12.19	53.0	
②		22	22.0		55.4	
P.R. (R) ③		25	25.0		48.8	50.9
{ A-7.8 ④		29	29.0		42.0	
B-7.75 ⑤		22	22.0		55.4	
125cm ①	1.0	28	28.0	12.19	43.5	
②		24	24.0		50.8	
P.R. (R) ③		23	23.0		53.0	56.3
{ A-7.8 ④		23	23.0		53.0	
B-7.75 ⑤		15	15.0		81.3	
130cm ①	1.0	28	28.0	12.19	43.5	
②		25	25.0		48.8	
P.R. (R) ③		25	25.0		48.8	47.1
{ A-7.8 ④		24	24.0		50.8	
B-7.75 ⑤		28	28.0		43.5	
140cm ①	1.0	/	/	11.21	/	
②		31	31.0		36.2	
P.R. (R) ③		21	21.0		53.4	41.7
{ A-7.8 ④		47	47.0		23.9	
B-7.75 ⑤		21	21.0		53.4	
150cm ①	1.0	24	24.0	11.21	48.8	
②		40	40.0		28.0	
P.R. (R) ③		/	/		/	37.2
{ A-7.8 ④		/	/		/	
B-7.75 ⑤		/	/		/	

風速測定データ A 第一

高さ(天井面計)	$\Delta L$ (ms)	$M_{max}$	$Z_{max}$ (ms)	$L$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
160cm ① ② PR. (R) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	20	28.0	11.21	65.9	57.0
170cm ① ② PR. (R) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0			11.21		
180cm ① ② PR. (R) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0			11.21		
190cm ① ② PR. (R) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	22 49	22.0 49.8	11.21	56.0 22.9	27.0
200cm ① ② PR. (R) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	38 28 45 41 32	38.0 28.0 45.0 41.8 32.0	11.21	29.5 40.0 24.9 27.3 35.0	21.3
210cm ① ② PR. (R) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0	48	48.0	11.21	23.4	
220cm ① ② PR. (R) ③ A-7.8 ④ B-7.75 ⑤	1.0			11.21		



測定測定値 11-19 B. 定 - ①

高さ (cm)	①	$\Delta T$ (ms)	$M_{max}$	$L_{max}$ (ms)	$L$ (mm)	$\overline{D}$ (ms)	$\overline{D_{max}}$ (ms)
2cm	①	0.4	32	12.8	12.27	96.0	94.3
	②		31	12.4		99.1	
	P.R. (Ω) ③		34	13.6		90.4	
	A-7.8 ④		33	13.2		92.9	
	B-7.75 ⑤		33	13.2		93.1	
4cm	①	0.4	26	10.4	12.27	108.2	108.7
	②		30	12.0		102.4	
	P.R. (Ω) ③		30	12.0		102.4	
	A-7.8 ④		27	10.8		113.8	
	B-7.75 ⑤		32	12.8		96.0	
6cm	①	0.4	25	10.0	12.29	122.9	108.7
	②		28	11.2		109.7	
	P.R. (Ω) ③		31	12.4		99.1	
	A-7.8 ④		29	11.6		105.7	
	B-7.75 ⑤		29	11.6		105.7	
8cm	①	0.4	28	11.2	12.29	109.7	110.0
	②		33	13.2		93.1	
	P.R. (Ω) ③		25	10.0		122.9	
	A-7.8 ④		29	11.6		105.7	
	B-7.75 ⑤		26	10.4		118.2	
10cm	①	0.4	30	12.0	12.29	102.4	105.7
	②		28	11.2		109.7	
	P.R. (Ω) ③		28	11.2		107.7	
	A-7.8 ④		28	11.2		109.7	
	B-7.75 ⑤		32	12.8		96.0	
15cm	①	0.4	29	11.6	12.29	105.7	102.4
	②		30	12.0		102.4	
	P.R. (Ω) ③		30	12.0		102.4	
	A-7.8 ④		30	12.0		102.4	
	B-7.75 ⑤		31	12.4		99.1	
20cm	①	0.4	33	13.2	12.29	93.1	97.7
	②		30	12.0		102.4	
	P.R. (Ω) ③		31	12.4		99.1	
	A-7.8 ④		31	12.4		99.1	
	B-7.75 ⑤		32	12.8		96.0	

風速測定 丁 - 9 頁 ③						
高さ (天井面下)	$\Delta z$ (m)	$N_{max}$	$T_{max}$ (ms)	$L$ (mm)	$\bar{U}$ (m/s)	$\bar{U}^2$ (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
25cm	0.4	①	31	12.4	12.29	99.1
		②	32	12.8		96.0
		P.R. (S)	34	13.6		90.4
		A-7.8	36	14.4		85.3
		B-7.75	36	14.4		85.3
30cm	0.4	①	33	13.2	12.29	93.9
		②	37	14.8		83.0
		P.R. (S)	32	12.8		96.0
		A-7.8	31	12.4		77.1
		B-7.75	32	13.2		93.1
35cm	0.4	①	36	14.4	12.29	85.3
		②	36	14.4		85.3
		P.R. (S)	34	13.6		90.4
		A-7.8	35	14.0		87.8
		B-7.75	38	15.2		80.7
40cm	0.4	①	33	13.2	12.29	93.1
		②	32	12.8		96.0
		P.R. (S)	31	12.4		99.1
		A-7.8	32	12.8		96.0
		B-7.75	29	11.6		105.7
45cm	0.4	①	32	12.8	12.29	96.0
		②	38	15.2		80.9
		P.R. (S)	33	13.2		93.1
		A-7.8	31	12.4		99.1
		B-7.75	35	14.0		87.8
50cm	0.4	①	32	12.8	12.29	96.0
		②	33	13.2		93.1
		P.R. (S)	37	14.8		83.0
		A-7.8	33	13.2		93.1
		B-7.75	33	13.2		93.1
55cm	0.4	①	37	14.8	12.29	83.0
		②	35	14.0		87.8
		P.R. (S)	38	15.2		80.9
		A-7.8	39	15.6		78.8
		B-7.75	49	19.6		62.7



風速測定データ 日誌一

高さ(天井面より)	$\Delta T (ms)$	$N_{max}$	$T_{max}(ms)$	$L (mm)$	$\bar{U} (cm/s)$	$\bar{U} \pm \sigma (cm/s)$
60cm ①	0.4	44	17.6	12.27	67.8	
②		49	17.6		62.7	
P.R. (R) ③		52	20.8		57.1	72.2
A-78 ④		32	12.8		76.0	
B-7.75 ⑤		42	16.8		73.2	
65cm ①	0.4	47	18.8	12.27	65.4	
②		57	22.8		53.7	
P.R. (R) ③		53	21.2		58.0	63.2
A-78 ④		41	16.4		74.7	
B-7.75 ⑤		48	19.2		64.0	
70cm ①	0.4	38	15.2	12.27	80.9	
②		41	16.4		74.7	
P.R. (R) ③		43	17.2		71.5	72.2
A-78 ④		46	18.4		68.8	
B-7.75 ⑤		40	16.0		76.8	
72.5cm ①	0.4	41	16.4	12.27	74.7	
②		51	20.8		60.2	
P.R. (R) ③		40	16.0		76.8	67.1
A-78 ④		61	24.4		50.4	
B-7.75 ⑤		37	14.8		83.0	
75cm ①	1.0	20	20.0	12.27	61.5	
②		20	20.0		61.5	
P.R. (R) ③		17	17.0		72.2	62.0
A-78 ④		20	20.0		61.5	
B-7.75 ⑤		23	23.0		53.4	
77.5cm ①	1.0	30	30.0	12.27	41.0	
②		24	24.0		51.2	
P.R. (R) ③		20	20.0		61.5	48.6
A-78 ④		28	28.0		43.7	
B-7.75 ⑤		27	27.0		48.5	
80.0cm ①	1.0	20	20.0	12.27	61.5	
②		25	25.0		47.2	
P.R. (R) ③		18	18.0		68.8	65.7
A-78 ④		23	23.0		53.4	
B-7.75 ⑤		26	26.0		47.9	

風速測定の様子 - B 頁 - ②

高さ(天井面より)	$\Delta T_0$ (ms)	$N_{max}$	$T_{max}$ (ms)	$L^2$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
82.5 cm ①	1.0	13	13.0	12.29	94.5	59.8
②		21	21.0		58.5	
PR (S) ③		20	20.0		61.9	
A-78 ④		26	26.9		47.3	
B-775 ⑤		33	33.0		37.2	
85 cm ①	1.0	18	18.0	12.29	88.3	54.5
②	0.4	36	14.4		85.3	
PR (S) ③	1.0	32	32.0		38.4	
A-78 ④		33	33.0		37.2	
B-775 ⑤		27	27.0		45.5	
87.5 cm ①	1.0	32	32.0	12.29	38.4	37.7
②		17	17.0		72.3	
PR (S) ③		38	38.0		32.3	
A-78 ④		61	61.0		20.1	
B-775 ⑤		48	48.0		25.6	
90.0 cm ①	1.0	44	44.0	12.29	87.9	34.8
②		34	34.0		36.1	
PR (S) ③		36	36.0		34.1	
A-78 ④		31	31.0		39.6	
B-775 ⑤		34	34.0		36.1	
92.5 cm ①	1.0	42	42.0	12.29	29.3	37.2
②		47	47.0		26.1	
PR (S) ③		21	21.0		58.5	
A-78 ④		21	21.0		58.5	
B-78 ⑤		52	52.0		23.6	
* 92.5 cm ①	1.0	47	47.0	12.29	26.1	35.5
②		25	25.0		47.2	
PR (S) ③		33	33.0		37.2	
A-78 ④		40	40.0		30.7	
B-78 ⑤		36	36.0		34.1	
95.0 cm ①	2.0	40	80.0	12.29	15.4	28.8
②	1.0	56	56.0		21.9	
PR (S) ③		25	25.0		47.2	
A-78 ④						
B-78 ⑤						

風速測定の下ニテ B 表 ⑤

高さ (天井面)	$\Delta T (ms)$	$Q_{max}$	$C_{max} (ms)$	$L (ms)$	$\bar{U} (cm/s)$	$Re_{10} (cm/s)$
* 95.0 cm ①	1.0	43	43.0	12.29	28.6	
②		22	22.0		55.9	
PR (S) ③		19	19.0		64.7	43.0
A-7.8 ④		26	26.0		47.3	
B-7.8 ⑤		32	32.0		38.4	
* 97.5 cm ①	1.0	28	28.0	12.29	43.7	
②		47	47.0		26.1	
以後 全て * PR (S) ③		33	33.0		37.2	38.4
A-7.8 ④		22	22.0		55.9	
B-7.8 ⑤		36	36.0		34.4	
100 cm ①	1.0	26	26.0	12.29	47.3	
②		31	31.0		37.6	
PR (S) ③		15	15.0		81.9	49.5
A-7.8 ④		34	34.0		36.1	
B-7.8 ⑤		29	29.0		42.4	
102.5 cm ①	1.0	33	33.0	12.29	37.2	
②		33	33.0		37.2	
PR (S) ③		30	30.0		41.0	38.7
A-7.8 ④		28	28.0		43.7	
B-7.8 ⑤		36	36.0		34.1	
105 cm ①	1.0	28	28.0	12.29	43.7	
②		40	40.0		28.7	
PR (S) ③		35	35.0		25.1	38.1
A-7.8 ④		25	25.0		47.2	
B-7.8 ⑤		33	33.0		37.2	
110 cm ①	1.0	21	21.0	12.29	58.5	
②		30	30.0		41.0	
PR (S) ③		31	31.0		37.6	43.7
A-7.8 ④		35	35.0		35.7	
B-7.8 ⑤		27	27.0		49.5	
115 cm ①	1.0	23	23.0	12.29	53.4	
②		38	38.0		32.8	
PR (S) ③		27	27.0		46.4	38.5
A-7.8 ④		27	27.0		46.4	
B-7.8 ⑤		33	33.0		37.2	

風速測定データ B 系 - ①						
高さ (天井面より)	$\Delta T (ms)$	$M_{max}$	$T_{max} (ms)$	$l (mm)$	$D (cm/s)$	$平均 D (cm/s)$
120 cm ①	1.0	34	34.0	12.29	36.1	
②		33	33.0		37.7	
P.R. (S) ③		30	30.0		41.0	38.7
A-7.8 ④		30	30.0		41.0	
B-7.8 ⑤		32	32.0		38.4	
125 cm ①	1.0	27	27.0	12.29	45.5	
②		30	30.0		41.0	
P.R. (S) ③		34	34.0		36.1	37.8
A-7.8 ④		29	29.0		42.4	
B-7.8 ⑤		36	36.0		34.1	
130 cm ①	1.0	26	26.0	12.18	46.8	
②		38	38.0		32.1	
P.R. (S) ③		26	26.0		46.8	40.3
A-7.8 ④		47	47.0		24.9	
B-7.8 ⑤		24	24.0		50.8	
140 cm ①	1.0	31	31.0	12.18	37.3	
②		26	26.0		46.8	
P.R. (S) ③		45	45.0		27.1	35.4
A-7.8 ④		29	29.0		42.0	
B-7.8 ⑤	2.0	28	28.0		21.8	
150 cm ①	1.0	38	38.0	12.18	32.1	
②		32	32.0		38.1	
P.R. (S) ③		42	42.0		27.0	32.1
A-7.8 ④		42	42.0		29.0	
B-7.8 ⑤		38	38.0		32.1	
160 cm ①	1.0	30	30.0	12.18	40.6	
②		31	31.0		37.3	
P.R. (S) ③		37	37.0		32.9	37.8
A-7.8 ④		34	34.0		35.8	
B-7.8 ⑤		30	30.0		40.6	
170 cm ①	1.0	35	35.0	12.18	34.8	
②		33	33.0		36.9	
P.R. (S) ③		28	28.0		43.5	35.9
A-7.8 ④		46	46.0		26.5	
B-7.8 ⑤		33	33.0		36.9	



風速測定データ 日 12月 1日

高さ (天井面より)	$\Delta Z$ (m)	$M_{max}$	$T_{max}$ (ms)	$L$ (mm)	$\bar{U}$ (m/s)	平均 $\bar{U}$ (m/s)
180 cm ①	1.0	30	30.0	11.85	37.5	
②		35	35.0		33.9	
P.R. (S) ③		29	29.0		40.9	37.2
A-7.8 ④		34	34.0		34.9	
B-7.8 ⑤		32	32.0		38.0	
190 cm ①	1.0	30	30.0	11.85	37.5	
②		28	28.0		42.3	
P.R. (S) ③		24	24.0		49.4	37.8
A-7.8 ④		37	37.0		32.0	
B-7.8 ⑤		33	33.0		35.9	
200 cm ①	1.0	30	30.0	11.85	37.5	
②		29	29.0		40.9	
P.R. (S) ③		30	30.0		39.5	36.8
A-7.8 ④		36	36.0		32.9	
B-7.8 ⑤		38	38.0		31.2	
210 cm ①	1.0	31	31.0	11.85	38.2	
②		23	23.0		51.5	
P.R. (S) ③		39	39.0		30.4	42.1
A-7.8 ④		24	24.0		47.4	
B-7.8 ⑤		29	29.0		40.9	
220 cm ①	1.0	32	32.0	11.85	37.0	
②		14	14.0		84.6	
P.R. (S) ③		40	40.0		29.0	47.5
A-7.8 ④		20	20.0		59.3	
B-7.8 ⑤		32	32.0		37.0	

風速測定データ C 表 ①						
高さ(天井面より)	ΔT (ms)	M (mm)	L (mm)	U (mm)	平均 U (cm/s)	平均 U (cm/s)
2cm ①	0.4	45	18.0	11.84	65.8	
②		52	20.8		56.9	
PR (SR) ③		40	16.0		74.0	63.3
A-7.5 ④		52	20.8		56.9	
B-7.75 ⑤		47	18.8		63.0	
4cm ①	0.4	40	16.0	11.84	74.0	
②		37	14.8		80.0	
PR (SR) ③		40	16.0		74.0	72.6
A-7.5 ④		41	16.4		72.2	
B-7.75 ⑤		47	18.8		65.0	
6cm ①	0.4	36	14.4	11.84	82.2	
②		36	14.4		82.2	
PR (SR) ③		41	16.4		72.2	80.2
A-7.5 ④		36	14.4		82.2	
B-7.75 ⑤		36	14.4		82.2	
8cm ①	0.4	40	16.0	11.84	74.0	
②		39	15.6		75.9	
PR (SR) ③		34	13.6		87.1	80.3
A-7.5 ④		35	14.0		84.6	
B-7.75 ⑤		37	14.8		80.0	
10cm ①	0.4	34	13.6	11.84	87.1	
②		34	13.6		87.1	
PR (SR) ③		35	14.0		84.6	80.9
A-7.5 ④		39	15.6		75.9	
B-7.75 ⑤		37	14.8		80.0	
10cm ①	0.4	33	13.2	11.17	84.6	
②		31	12.4		90.0	
PR (SR) ③		37	14.8		75.5	82.5
A-7.25 ④		36	14.4		77.6	
B-6.75 ⑤		33	13.2		84.6	
15cm ①	0.4	35	14.0	11.17	77.6	
②		34	13.6		80.7	
PR (SR) ③		32	12.8		81.3	85.7
A-7.25 ④		35	14.0		77.6	
B-6.75 ⑤		28	11.2		93.7	



風速測定の下二層の点

高さ (尺) (m)	$\Delta Z$ (m)	$M_{max}$	$Z_{max}$ (m)	$L$ (m)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
20cm	0.4	① 32	12.8	11.17	87.3	86.6
		② 29	11.6		96.3	
		P.R. (Sg) ③ 34	13.6		82.1	
		A-7.25 ④ 35	14.0		79.8	
		B-6.75 ⑤ 32	12.8		87.3	
25cm	0.4	① 35	14.0	11.17	79.8	85.9
		② 32	12.8		87.3	
		P.R. (Sg) ③ 33	13.2		84.6	
		A-7.25 ④ 30	12.0		93.1	
		B-6.75 ⑤ 33	13.2		84.6	
30cm	0.4	① 35	14.0	11.17	79.8	83.2
		② 32	12.8		87.3	
		P.R. (Sg) ③ 33	13.2		84.6	
		A-7.25 ④ 35	14.0		79.8	
		B-6.75 ⑤ 33	13.2		84.6	
35cm	0.4	① 37	14.8	11.17	75.5	79.7
		② 37	14.8		75.5	
		P.R. (Sg) ③ 37	14.8		75.5	
		A-7.25 ④ 32	12.8		87.3	
		B-6.75 ⑤ 33	13.2		84.6	
40cm	0.4	① 38	15.2	11.17	73.5	79.6
		② 35	14.0		79.8	
		P.R. (Sg) ③ 32	12.8		87.3	
		A-7.25 ④ 37	14.8		75.5	
		B-6.75 ⑤ 34	13.6		82.1	
45cm	0.4	① 39	15.6	11.17	71.6	78.3
		② 34	13.6		82.1	
		P.R. (Sg) ③ 36	14.4		77.6	
		A-7.25 ④ 33	13.2		84.6	
		B-6.75 ⑤ 37	14.8		75.5	
50cm	0.4	① 39	15.6	11.17	71.6	71.6
		② 38	15.2		73.5	
		P.R. ③ 40	16.0		69.8	
		A-7.25 ④ 38	15.2		73.5	
		B-6.75 ⑤ 40	16.0		69.8	

風速測定の手続 (C 表)

高さ (天井面計)	$\Delta C$ (m/s)	$M_{max}$	$Z_{max}$ (m/s)	$L$ (min)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 (cm/s)
55cm ①	0.4	39	15.6	11.17	71.6	
②		36	14.4		77.6	
PR. (Sg) ③		37	14.8		75.5	72.2
{ A-7.25 ④		43	17.2		64.9	
{ B-6.75 ⑤		39	15.6		71.6	
60cm ①	0.4	41	16.4	11.17	68.1	
②		41	16.4		68.1	
PR. (Sg) ③		48	19.2		58.2	63.5
{ A-7.25 ④		41	16.4		68.1	
{ B-6.75 ⑤		51	20.4		54.8	
65cm ①	0.4	49	19.6	11.17	57.0	
②	0.4	66	26.4		42.3	
PR. (Sg) ③	1.0	28	28.0		29.9	55.3
{ A-7.25 ④	0.4	47	18.8		59.4	
{ B-6.75 ⑤		43	17.2		64.9	
		53	21.2		52.7	
70cm ①	0.4	49	19.6	11.17	57.0	
②		57	22.8		49.0	
PR. (Sg) ③		50	20.0		55.9	53.4
{ A-7.25 ④		47	18.8		59.4	
{ B-6.75 ⑤		61	24.4		45.8	
75cm ①	0.4	52	20.8	11.17	53.7	
②		55	22.0		50.8	
PR. (Sg) ③		61	24.4		45.8	52.4
{ A-7.25 ④		49	19.6		57.0	
{ B-6.75 ⑤		51	20.4		54.8	
80cm ①	0.4	51	20.4	11.17	54.8	
②		70	28.0		39.9	
PR. (Sg) ③		50	20.0		55.9	49.4
{ A-7.25 ④		56	22.4		49.9	
{ B-6.75 ⑤		60	24.0		46.5	
82.5cm ①	1.0	29	20.0	11.74	58.9	
②		24	24.0		48.9	
PR. (Sg) ③		26	26.0		45.2	51.9
{ A-7.25 ④		21	21.0		55.9	
{ B-6.75 ⑤		23	23.0		51.0	

風速測定の日記 ④

高さ(天井面より)	$\Delta T$ (ms)	$M_{max}$	$T_{max}$ (ms)	$h$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
85.0cm ①	1.0	15	15.0	11.74	78.3	
②	"	13	13.0	"	90.3	
PR (SR) ③	"	13	13.0	"	90.3	83.2
A-7.75 ④	"	14	14.0	"	83.9	
B-6.75 ⑤	"	16	16.0	"	73.4	
87.5cm ①	1.0	17	17.0	11.74	69.1	
②	"	23	23.0	"	51.0	
PR (SR) ③	"	19	19.0	"	61.8	54.9
A-7.25 ④	"	24	24.0	"	48.9	
B-6.75 ⑤	"	27	27.0	"	43.5	
90.0cm ①	1.0	51	51.0	11.74	23.0	
②	"	52	52.0	"	22.6	
PR (SR) ③	"	24	24.0	"	48.9	37.3
A-7.25 ④	"	26	26.0	"	45.2	
B-6.75 ⑤	"	25	25.0	"	47.0	
92.5cm ①*	1.0	25	25.0	11.74	47.0	
②*	"	37	37.0	"	31.7	
PR (SR) ③*	(1.0)	/	/	(11.74)	(47.0)	36.8
A-7.25 ④*	"	37	37.0	"	31.7	
B-6.75 ⑤	"	/	/	"	/	
↓ 95.0cm ①	1.0	41	41.0	10.90	26.6	
②	"	40	40.0	"	27.3	
以下 PR (SR) ③	"	37	37.0	"	29.5	27.3
全て A-7.5 ④ (1.0)	(1.0)	(47)	(47.0)	(10.90)	(23.2)	
* B-7.5 ⑤	"	38	38.0	"	29.7	
97.5cm ①	1.0	32	32.0	10.90	34.1	
②	"	28	28.0	"	38.9	
PR (SR) ③	"	36	36.0	"	30.3	30.5
A-7.5 ④	"	24	24.0	"	45.0	
B-7.5 ⑤	"	25	25.0	"	43.6	
100.0cm ①	1.0	28	28.0	10.90	38.9	
②	"	29	29.0	"	37.6	
PR (SR) ③	"	34	34.0	"	32.1	32.6
A-7.5 ④	"	33	33.0	"	33.0	
B-7.5 ⑤	"	44	44.0	"	24.8	

風速測定の日データ 表一⑤

高さ(天井面)	$\Delta T$ (ms)	$n_{max}$	$Z_{max}$ (ms)	$l$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
102.5cm ①	1.0	46	46.0	10.90	23.7	31.5
②	"	32	32.0	"	34.1	
P.R. (SR) ③	"	31	31.0	"	35.2	
{ A-7.5 ④	"	31	31.0	"	35.2	
{ B-7.5 ⑤	"	37	37.0	"	29.5	
105cm ①	1.0	28	28.0	10.90	28.9	31.5
②	"	31	31.0	"	35.2	
P.R. (SR) ③	"	41	41.0	"	26.6	
{ A-7.5 ④	"	37	37.0	"	29.5	
{ B-7.5 ⑤	"	40	40.0	"	27.3	
107.5cm ①	1.0	30	30.0	12.02	40.1	40.0
②	"	19	19.0	"	63.3	
P.R. (SR) ③	"	29	29.0	"	44.4	
{ A-7.5 ④	"	23	23.0	"	52.3	
{ B-7.75 ⑤	"	28	28.0	"	42.9	
110cm ①	1.0	29	29.0	12.02	41.4	39.3
②	"	31	31.0	"	38.8	
P.R. (SR) ③	"	32	32.0	"	39.6	
{ A-7.5 ④	"	/	/	"	/	
{ B-7.75 ⑤	"	/	/	"	/	
115cm ①	1.0	21	21.0	12.02	57.2	33.9
②	"	56	56.0	"	21.5	
P.R. (SR) ③	"	36	36.0	"	33.4	
{ A-7.5 ④	"	33	33.0	"	36.4	
{ B-7.75 ⑤	"	57	57.0	"	21.1	
120cm ①	1.0	28	28.0	12.02	42.9	42.9
②	"	32	32.0	"	37.6	
P.R. (SR) ③	"	27	27.0	"	44.5	
{ A-7.5 ④	"	25	25.0	"	48.1	
{ B-7.75 ⑤	"	29	29.0	"	41.4	
125cm ①	1.0	32	32.0	12.02	37.6	36.8
②	"	35	35.0	"	34.3	
P.R. (SR) ③	"	30	30.0	"	40.1	
{ A-7.5 ④	"	35	35.0	"	34.3	
{ B-7.75 ⑤	"	32	32.0	"	37.6	

風速測定の結果 C. 表一 (4)

高さ (天井面より)	ΔL (ms)	M <sub>max</sub>	L <sub>max</sub> (ms)	A (mm)	D (cm/s)	平均D (cm/s)
130cm ①	1.0	21	21.0	12.02	57.2	48.1
②	"	21	21.0	"	57.2	
P.R. (8) ③	"	27	27.0	"	44.5	
{ A-7.5 ④	"	26	26.0	"	46.2	
{ B-7.75 ⑤	"	34	34.0	"	35.4	
140cm ①	1.0	21	21.0	12.02	57.2	67.8
②	"	19	19.0	"	63.3	
P.R. (8) ③	"	24	24.0	"	50.1	
{ A-7.5 ④	"	12	12.0	"	100.2	
{ B-7.75 ⑤	"	/	/	"	/	
150cm ①	1.0	21	21.0	12.02	57.2	59.7
②	"	20	20.0	"	60.1	
P.R. (8) ③	"	22	22.0	"	54.6	
{ A-7.5 ④	"	19	19.0	"	63.3	
{ B-7.75 ⑤	"	19	19.0	"	63.3	
160cm ①	1.0	17	17.0	12.02	70.7	65.0
②	"	19	19.0	"	63.3	
P.R. (8) ③	"	19	19.0	"	63.3	
{ A-7.5 ④	"	21	21.0	"	57.2	
{ B-7.75 ⑤	"	17	17.0	"	70.7	
170cm ①	1.0	18	18.0	12.02	66.8	62.7
②	"	20	20.0	"	60.1	
P.R. (8) ③	"	19	19.0	"	63.3	
{ A-7.5 ④	"	20	20.0	"	60.1	
{ B-7.75 ⑤	"	19	19.0	"	63.3	
180cm ①	1.0	19	19.0	12.02	63.3	52.3
②	"	25	25.0	"	48.1	
P.R. (8) ③	"	26	26.0	"	46.2	
{ A-7.5 ④	"	29	29.0	"	41.4	
{ B-7.75 ⑤	"	23	23.0	"	52.3	
190cm ①	1.0	20	20.0	12.02	60.1	48.8
②	"	26	26.0	"	46.2	
P.R. (8) ③	"	26	26.0	"	46.2	
{ A-7.5 ④	"	25	25.0	"	48.1	
{ B-7.75 ⑤	"	19	19.0	"	63.3	



風速測定の日データ表 ②

高さ (天井面計)	$\Delta T (ms)$	$M_{max}$	$T_{max} (ms)$	$l (mm)$	$\bar{U} (cm/s)$	平均 $\bar{U} (cm/s)$
200cm ①	1.0	24	24.0	12.02	50.1	40.6
②		35	35.0		34.3	
P.R. (8) ③		34	34.0		35.4	
{ A-7.5 ④		31	31.0		38.8	
{ B-7.75 ⑤		27	27.0		44.5	
210cm ①	1.0	32	32.0	12.02	37.6	40.3
②		30	30.0		40.1	
P.R. (8) ③		28	28.0		42.9	
{ A-7.5 ④		28	28.0		42.9	
{ B-7.75 ⑤		25	25.0		48.1	
220cm ①	1.0	18	18.0	12.02	66.8	56.1
②		/	/		/	
P.R. (8) ③		21	21.0		57.2	
{ A-7.5 ④		24	24.0		50.7	
{ B-7.75 ⑤		24	24.0		50.7	



風速測定のためのデータ

高さ (天井高)	$\Delta Z$ (ms)	$N_{max}$	$Z_{min}$ (ms)	$L$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	$\sigma_{\bar{U}}$ (cm/s)
2cm	0.4	①	40	16.0	74.6	74.7
		②	47	18.8	63.1	
		PR. (R)	48	19.2	61.2	85.9
		A-7.5	46	18.4	64.5	
		B-7.5	45	18.0	65.9	
4cm	0.4	①	43	17.2	71.86	69.0
		②	40	16.0	74.7	
		PR. (R)	46	18.4	64.5	68.7
		A-7.5	41	16.4	72.3	
		B-7.5	46	18.4	64.5	
6cm	0.4	①	46	18.4	11.86	64.5
		②	42	16.8	70.6	
		PR. (R)	39	15.6	76.0	71.2
		A-7.5	42	17.2	69.0	
		B-7.5	39	15.6	76.0	
8cm	0.4	①	38	15.2	11.86	78.0
		②	40	16.0	74.7	
		PR. (R)	36	14.4	82.4	77.6
		A-7.5	37	14.8	80.7	
		B-7.5	42	16.8	70.6	
10cm	0.4	①	37	14.8	11.86	80.1
		②	37	14.8	80.1	
		PR. (R)	41	16.4	72.3	76.2
		A-7.5	42	16.8	76.6	
		B-7.5	38	15.2	78.0	
15cm	0.4	①	41	16.4	11.86	72.3
		②	39	15.6	76.0	
		PR. (R)	36	14.4	82.4	79.7
		A-7.5	35	14.0	84.7	
		B-7.5	38	15.2	78.0	
20cm	0.4	①	37	14.8	11.86	80.1
		②	34	13.6	83.2	
		PR. (R)	30	12.0	72.7	
		A-7.5	39	15.6	76.0	
		B-7.5	33	13.2	89.8	

風速測定の手一 ③							
高さ (天井面より)	$\Delta T$ (ms)	$M_{max}$	$V_{max}$ (m/s)	$L$ (mm)	$V$ (m/s)	平均 $\bar{V}$ (m/s)	
25 cm	0.4	37	14.8	11.86	80.1	83.6	
		34	13.6		87.2		
		PR (SB)	36		15.2		78.0
		A-7.5	37		14.8		80.1
		B-7.5	32		12.8		92.7
30 cm	0.4	38	15.2	11.86	78.0	82.9	
		35	14.0		84.7		
		PR (SB)	35		14.0		84.7
		A-7.5	34		13.6		87.2
		B-7.5	37		14.8		80.1
35 cm	0.4	39	15.6	11.86	76.0	80.3	
		33	13.2		89.8		
		PR (SB)	34		13.6		87.2
		A-7.5	39		15.6		76.0
		B-7.5	41		16.4		72.3
40 cm	0.4	34	13.6	11.86	87.2	82.7	
		36	14.4		82.4		
		PR (SB)	33		13.2		89.8
		A-7.5	38		15.2		78.0
		B-7.5	39		15.6		76.0
45 cm	0.4	36	14.4	11.86	82.4	79.4	
		38	15.2		78.0		
		PR (SB)	35		14.0		84.7
		A-7.5	40		16.0		74.1
		B-7.5	38		15.2		78.0
50 cm	0.4	46	18.4	11.86	84.5	88.9	
		45	18.0		65.9		
		PR (SB)	45		18.0		65.9
		A-7.5	40		16.0		74.1
		B-7.5	40		16.0		74.1
55 cm	0.4	42	16.8	11.86	70.6	82.8	
		39	15.6		76.0		
		PR (SB)	45		18.0		65.9
		A-7.5	53		21.2		55.9
		B-7.5	49		19.8		57.5

風速測定の手一 ③

高さ(天井面より)	$\Delta T$ (ms)	$n_{max}$	$Z_{max}$ (m)	$h$ (mm)	$\bar{v}_d$ (cm/s)	平均 $\bar{v}$ (cm/s)
60 cm ①	0.4	41	16.4	11.86	72.3	57.5
②		50	20.0	"	59.3	
P.R. (88) ③		53	21.2	"	55.9	
A-7.5 ④		56	22.4	"	52.9	
B-7.5 ⑤		52	20.8	"	57.0	
65 cm ①	1.0	36	36.0	11.86	32.9	43.7
②		29	29.0	"	40.9	
P.R. (86) ③		24	24.0	"	49.4	
A-7.5 ④		27	27.0	"	43.9	
B-7.5 ⑤		23	23.0	"	51.6	
70 cm ①	1.0	25	25.0	11.86	47.4	41.8
②		28	28.0	"	42.4	
P.R. (86) ③		30	30.0	"	39.3	
A-7.5 ④		27	27.0	"	43.9	
B-7.5 ⑤		33	33.0	"	35.9	
75 cm ①	1.0	28	28.0	11.86	42.4	37.1
②		29	29.0	"	40.7	
P.R. (86) ③		35	35.0	"	33.9	
A-7.5 ④		27	27.0	"	43.9	
B-7.5 ⑤		49	49.0	"	24.2	
80 cm ①	1.0	<del>42</del>	<del>42.0</del>	11.86	<del>28.2</del>	27.0
②		"	42.0	"	28.2	
P.R. (86) ③		42	42.0	"	28.2	
A-7.5 ④		51	51.0	"	23.3	
B-7.5 ⑤		42	42.0	"	28.2	
82.5 cm ①	1.0	37	37.0	11.86	32.1	28.4
②		51	51.0	"	23.3	
P.R. (86) ③		40	40.0	"	29.7	
A-7.5 ④		<del>42</del>	<del>42.0</del>	<del>"</del>	<del>28.2</del>	
B-7.5 ⑤		<del>42</del>	<del>42.0</del>	<del>"</del>	<del>28.2</del>	
85 cm ①	1.0	<del>44</del>	<del>44.0</del>	11.86	<del>27.0</del>	27.0
②		<del>44</del>	<del>44.0</del>	"	<del>27.0</del>	
P.R. (86) ③		<del>44</del>	<del>44.0</del>	"	<del>27.0</del>	
A-7.5 ④		34	34.0	"	34.9	
B-7.5 ⑤		<del>44</del>	<del>44.0</del>	<del>"</del>	<del>27.0</del>	

風速測定ノ于テ9.7m D 表一④

高さ(天井面より)	$\delta T$ (ms)	$M_{max}$	$T_{max}$ (ms)	$d$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
* 85 cm ①	1.0	/	/	11.86	/	/
②		/	/		/	/
P.R. (風) ③		35	35.0		33.9	37.4
{ A-7.5 ④		29	29.0		40.9	
B-7.75 ⑤		/	/		/	/
87.5 cm ①	1.0	/	/	11.86	/	/
②		/	/		/	/
P.R. (風) ③		34	34.0		34.9	34.9
{ A-7.5 ④		/	/		/	/
B-7.75 ⑤		/	/		/	/
* 87.5 cm ①	1.0	/	/	11.86	/	/
②		/	/		/	/
P.R. (風) ③		/	/		/	/
{ A-7.5 ④		35	35.0		33.9	
B-7.75 ⑤		28	28.0		42.4	
90.0 cm ①	1.0	/	/	11.86	/	/
②		/	/		/	/
以下全て P.R. (風) ③		40	40.0		29.7	27
{ A-7.5 ④		29	29.0		40.9	
B-7.75 ⑤		29	29.0		40.9	
⑥		61	61.0		19.4	
92.5 cm ①	1.0	42	42.0	11.86	28.2	
②		48	48.0		24.7	
P.R. (風) ③		32	32.0		37.1	33.3
{ A-7.5 ④		30	30.0		39.5	
B-7.75 ⑤		32	32.0		37.1	
95.0 cm ①	1.0	38	38.0	11.86	31.2	
②		22	22.0		53.9	
P.R. (風) ③		/	29.0		40.9	30.7
{ A-7.5 ④		35	35.0		33.9	
B-7.75 ⑤		37	37.0		34.4	
97.5 cm ①	1.0	28	28.0	11.86	42.4	
②		30	30.0		38.5	
P.R. (風) ③		32	32.0		37.1	37.6
{ A-7.5 ④		33	33.0		35.7	
B-7.75 ⑤		36	36.0		32.9	



風速測定のためのデータ

高さ(天板面より)	$\Delta T$ (ms)	$M_{max}$	$T_{max}$ (ms)	$l$ (mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	$U_{max}$ (cm/s)
100cm ①	1.0	29	29.0	11.86	40.9	
②		34	34.0		34.9	
P.R. (R) ③		34	34.0		34.9	46.1
A-7.5 ④		22	22.0		53.9	
B-7.75 ⑤		18	18.0		65.9	
102.5cm ①	1.0	28	28.0	11.86	42.4	
②		28	28.0		42.4	
P.R. (R) ③		29	29.0		40.9	28.7
A-7.5 ④		37	37.0		32.1	
B-7.75 ⑤		33	33.0		35.9	
105cm ①	1.0	30	30.0	11.86	39.5	
②		28	28.0		42.4	
P.R. (R) ③		30	30.0		39.5	41.2
A-7.5 ④		28	28.0		42.4	
B-7.75 ⑤		26	26.0		45.6	
107.5cm ①	1.0	24	24.0	11.86	49.4	
②		27	27.0		43.9	
P.R. (R) ③		30	30.0		39.5	41.9
A-7.5 ④		32	32.0		37.1	
B-7.75 ⑤		30	30.0		39.5	
110cm ①	1.0	30	30.0	11.86	39.5	
②		29	29.0		40.9	
P.R. (R) ③		28	28.0		42.4	42.1
A-7.5 ④		33	33.0		35.9	
B-7.75 ⑤		23	23.0		51.6	
115cm ①	1.0	29	29.0	11.86	40.9	
②		22	22.0		53.9	
P.R. (R) ③		26	26.0		45.6	48.2
A-7.5 ④		32	22.0		53.9	
B-7.75 ⑤		24	24.0		48.4	
120cm ①	1.0	32	32.0	11.86	37.1	
②		28	28.0		42.4	
P.R. (R) ③		32	28.0		37.1	32.2
A-7.5 ④		35	25.0		33.9	
B-7.75 ⑤		26	26.0		45.6	



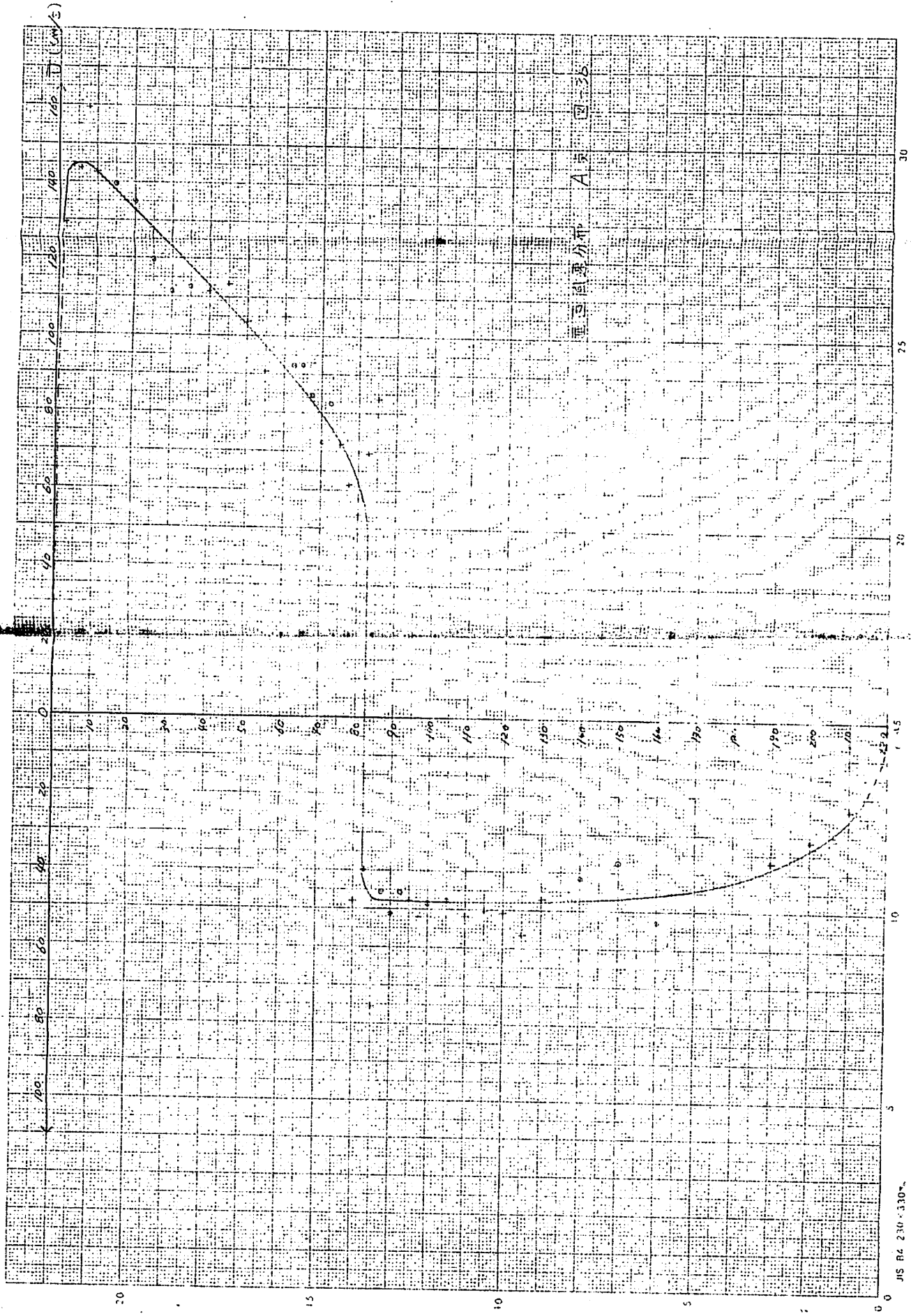


風速測定の手分け

表一 ②

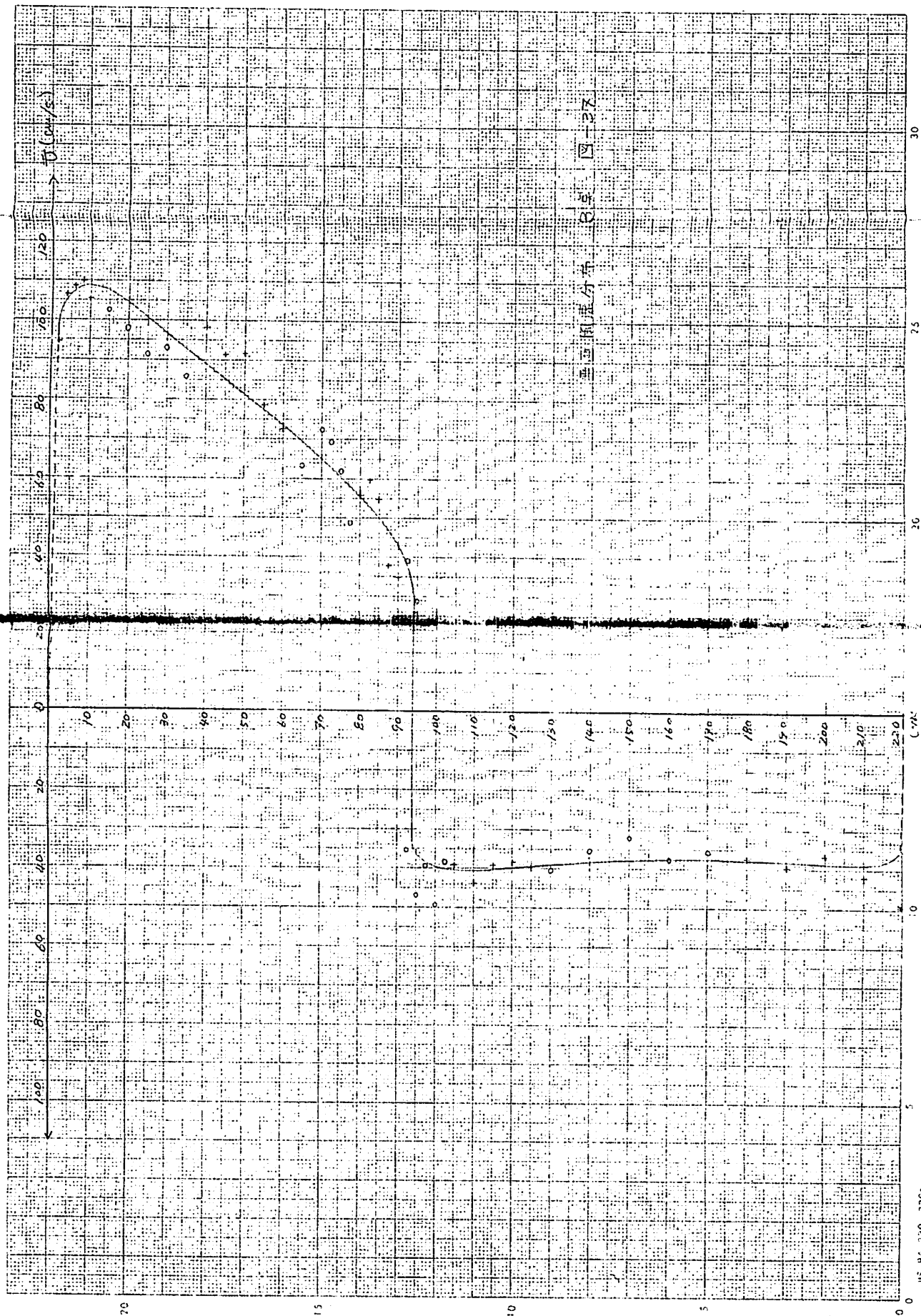
高さ (天井面より)	$\Delta t$ (ms)	$M_{max}$	$T_{max}$ (ms)	mm)	$\bar{U}$ (cm/s)	平均 $\bar{U}$ (cm/s)
190 cm ①	1.0	19	19.0	86	62.4	56.6
②		21	21.0		56.5	
P.R. (SR) ③		20	20.0		59.3	
A-7.8 ④		20	20.0		59.3	
B-7.75 ⑤		26	26.0		45.6	
200 cm ①	1.0	23	23.0	11.86	51.6	51.2
②		23	23.0		51.6	
P.R. (SR) ③		25	25.0		47.4	
A-7.8 ④		22	22.0		53.9	
B-7.75 ⑤		23	23.0		51.6	
210 cm ①	1.0	24	24.0	11.86	49.4	52.1
②		21	21.0		56.5	
P.R. (SR) ③		23	23.0		51.6	
A-7.8 ④		22	22.0		53.9	
B-7.75 ⑤		22	22.0		53.9	
220 cm ①	1.0	33	33.0	11.86	35.9	46.2
②		30	30.0		39.5	
P.R. (SR) ③		28	28.0		42.4	
A-7.8 ④		20	20.0		59.3	
B-7.75 ⑤		22	22.0		53.9	

NO. 144



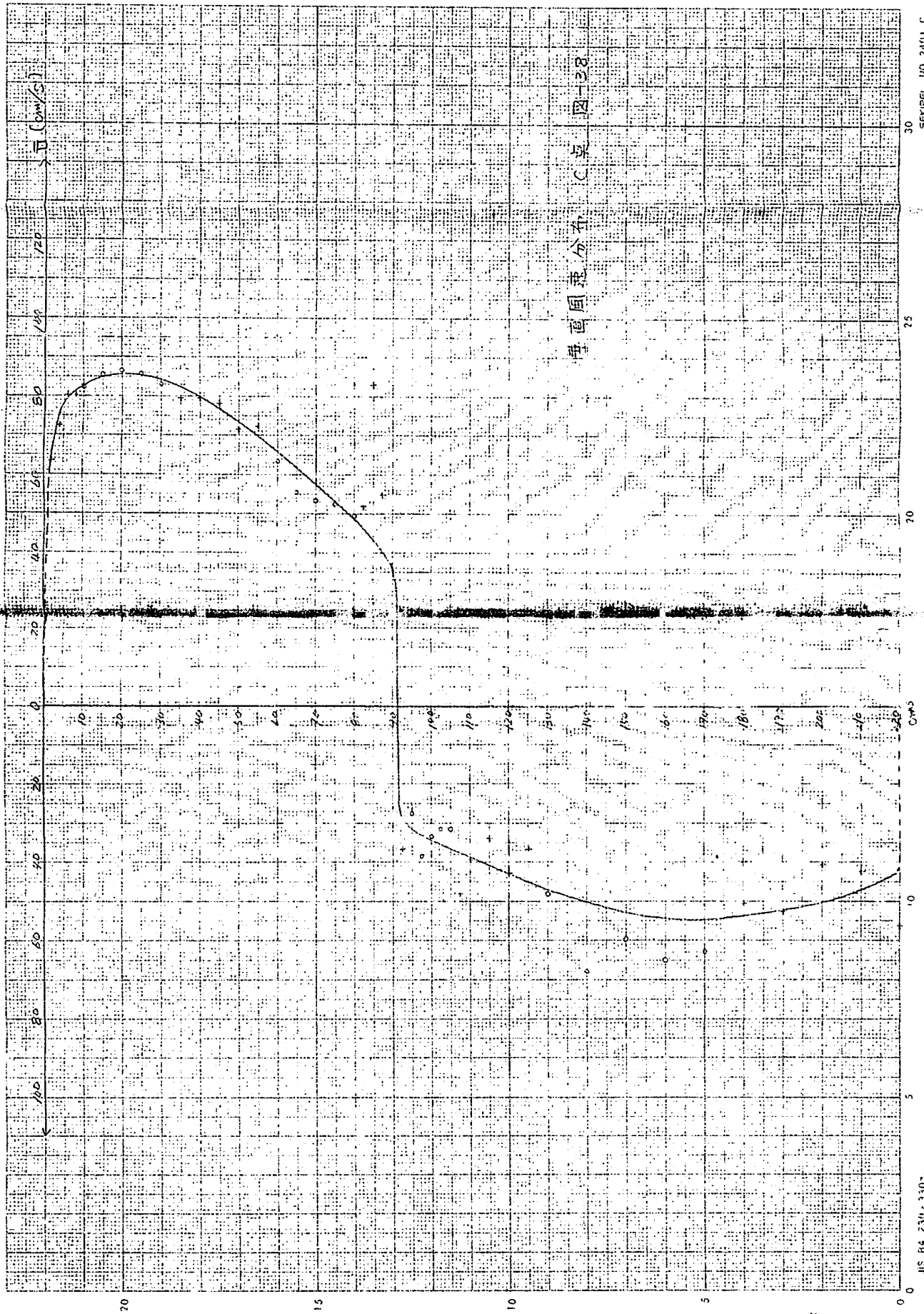
重子風速分布 A 京 2-36

No. 145



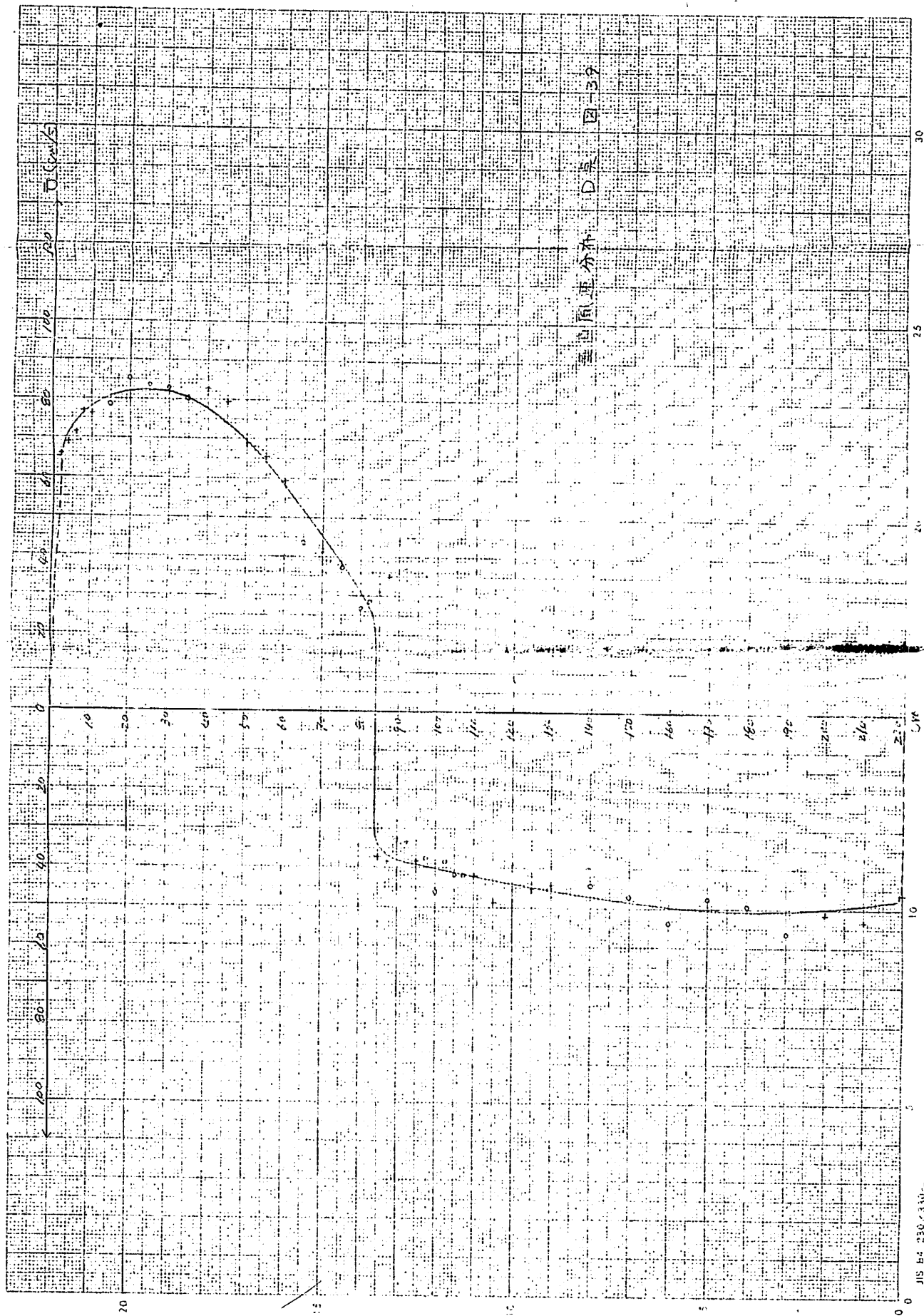
速度相量分布 (8点) 图-27

NO. 145



海風風速分布 (C. 吳 圖-38)

10.147



臺北風速分布 (D 表) 圖-39

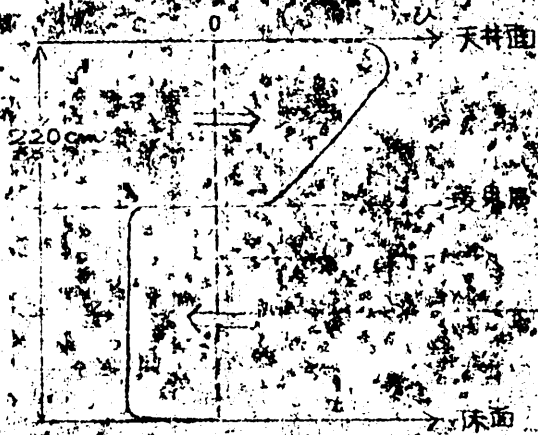


二、二層流の観察

風速分布の測定結果は、

(i) 4 葉の風速プロファイル

から見て、風洞内では、  
二層流が形成  
されていることが  
見られる。



垂直風速分布の測定結果

風速分布のモデル化

と、右図のモデル化  
モデル化できる。

(ii) 境界層より上側では、

高温気流の流出

の影響を受け天井面に近い層（10cm 以内）  
は、流速が増している部分。速度変化は  
急激なものである。この層は、  
境界層と見ることが出来る。

(iii) 境界層より下側では、

流速はほぼ一定の速度は

上層と比べ非定常

(iv) 境界層付近は、風速プロファイルでは下層流

が形成されている。この位置では、風洞の流速が



か人は人に変化してゐるが、 $30.0\text{cm/sec}$ 以下の横風速  
 は殆んど見えない。依つて、上の天井面では大  
 抵が不定で、境界層が多少上下移動を繰り返してゐる。  
 二層の境界の混合は充分でなく、  
 境界が上下に移動する速度は、 $10\text{cm/sec}$ 以下である。

(iv) 天井面及び床面付近

壁面近くでは、層流の影響を風速が落ちている。  
 (程度) 影響を受ける範囲は、A~Dに異なる。  
 天井の壁面風速は0とする天井面下20cmの位置  
 でも最低  $60\text{cm/sec}$  の風速がある事を考慮すると、壁  
 面との摩擦の力が大きく働くのは、壁面より1cm  
 以内の範囲の事である。

(2) AとD層の風速分布の比較

(i) 風速

境界面から上側の流路気流はA層の風速の増加  
より、風速とD層の風速はほぼ等しい。下側  
の流入気流は、AとD層とでは40~50cm/sec程度

(ii) 境界面の高さ

風速のロフ、A層とD層とではほぼ等しい。厚  
は、同様に不連続的に減少している。

A層の風速は、80~85cm/sec (平均風速)

B層の風速は、925~95cm/sec

C層の風速は、80~925cm/sec

D層の風速は、85~875cm/sec

(iii) 境界面との厚さの影響

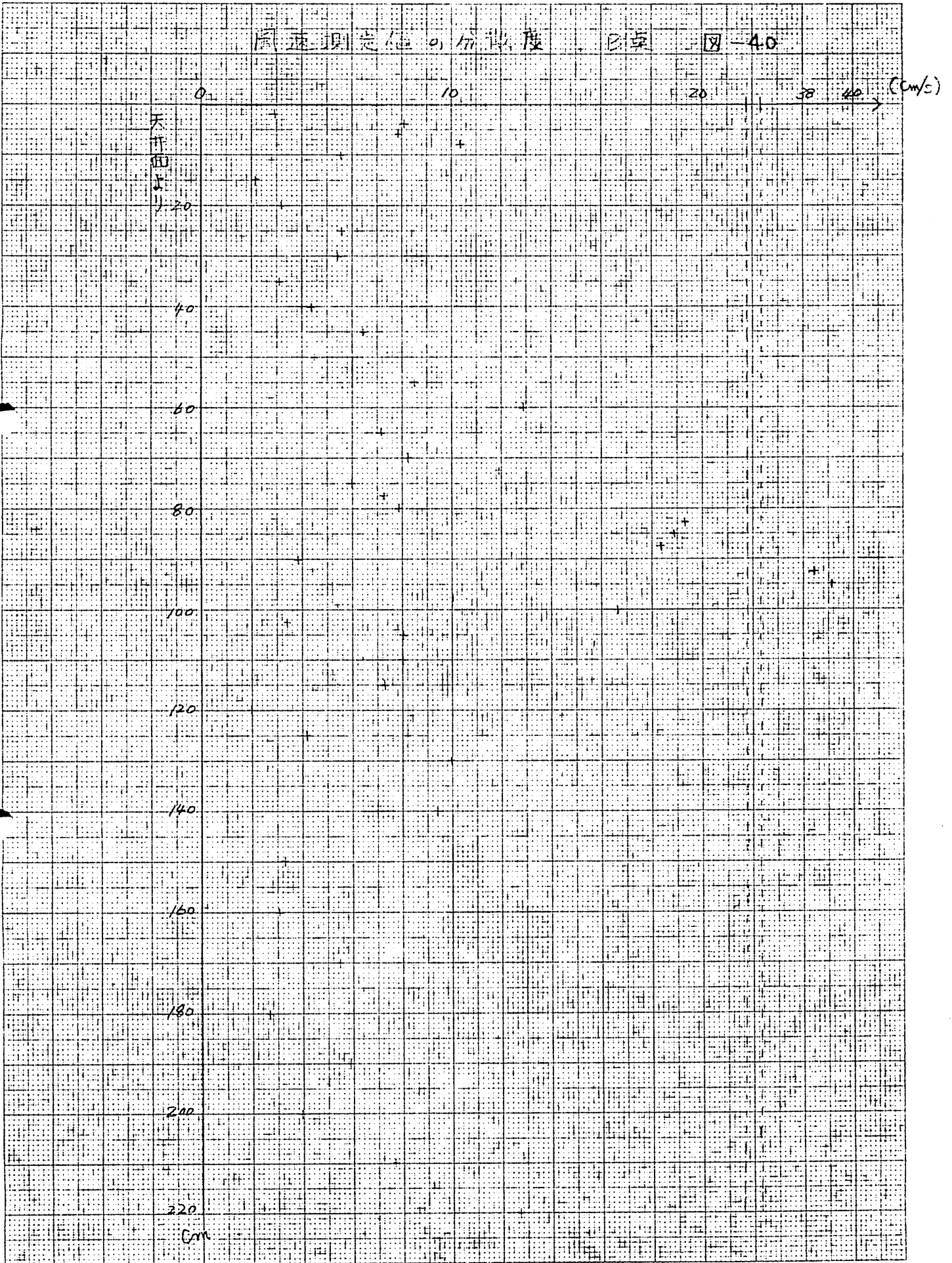
境界面と上側の流路気流は、A層の境界面は5cm  
以上、10cm以下、D層は13.20cm程度で、境界  
面と流路気流の厚さの差は、A層は約1.5cm程度





図表測値値の分散度 B 表

高さ(天井間尺)		高さ(天井間尺)	
20cm	2.95	87.5cm	18.34
40cm	8.18	90cm	3.85
60cm	7.87	92.5cm	3.40
80cm	10.38	95cm	39.09
100cm	5.55	97.5cm	10.02
150cm	2.15	100cm	16.64
200cm	3.18	102.5cm	3.40
250cm	5.59	105cm	6.05
300cm	5.41	110cm	8.01
350cm	3.13	115cm	7.29
400cm	4.38	120cm	1.93
450cm	6.44	125cm	4.16
500cm	4.47	130cm	9.92
550cm	8.50	140cm	9.39
600cm	12.92	150cm	3.31
650cm	7.16	160cm	3.04
700cm	8.27	170cm	5.46
72.5cm	11.94	180cm	2.84
75cm	5.99	190cm	5.90
77.5cm	7.24	200cm	3.94
80cm	7.87	210cm	7.69
82.5cm	19.36	220cm	12.70
85cm	18.87		

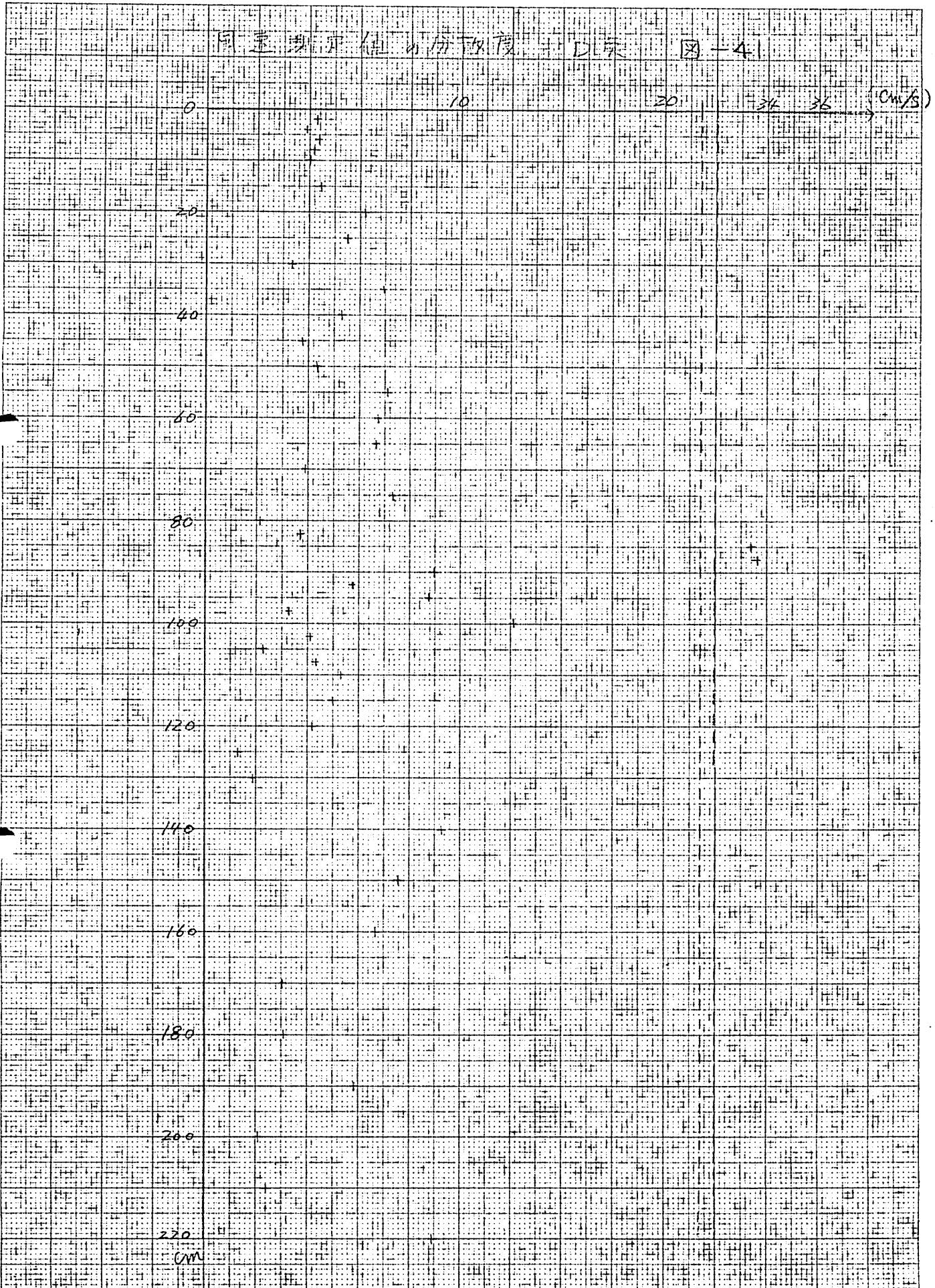




風速測定値の分散度 D<sub>2</sub>表

高さ(天井面計)	
2cm	4.34
4cm	3.94
6cm	4.38
8cm	4.20
10cm	4.02
15cm	4.43
20cm	6.22
25cm	5.50
30cm	3.35
35cm	6.93
40cm	5.23
45cm	3.76
50cm	4.29
55cm	7.11
60cm	6.75
65cm	6.62
70cm	3.89
75cm	7.29
80cm	2.12
82.5cm	3.74
85cm	3.438
87.5cm	3.61

高さ(天井面計)	
90cm	8.95
92.5cm	5.78
95cm	8.74
97.5cm	3.22
100cm	12.09
102.5cm	14.09
105cm	4.27
107.5cm	4.35
110cm	5.23
115cm	5.00
120cm	4.20
125cm	1.30
130cm	1.83
140cm	9.27
150cm	7.58
160cm	6.66
170cm	3.04
180cm	3.08
190cm	5.82
200cm	2.11
210cm	2.80
220cm	8.90



は、 $\Delta$  の境界に近づくとき、全体的に収束する。

特に、境界付近の収束は著しい。

以上より、 $\Delta$  が全体的に収束する定数  $\epsilon$  が存在する。

このとき、 $\Delta$  の境界付近では、

より、 $\epsilon$  が成り立つ。



5) の表に於ける速度分布、風速分布の二系は、  
 及び流出空気、量を近似計算した。  
 但し、境界面の高さは、 $92.5\text{cm}$  とし、  
 質量は、 $0.2$  とする。この体積で示す。(圧力は大気圧  
 とす)。また、計算に用いた温度  
 範囲の両端温度の平均値、風速は範囲中央位置  
 の値とする。

範囲 (天井面F1)	出入	気流温(°K)	風速 (cm/s)	質量(Cm <sup>3</sup> )
0cm ~ 10cm	流出	318.8	76.4	$1.046 \times 10^5$
10cm ~ 20cm	"	323.0	85.7	$1.159 \times 10^5$
20cm ~ 30cm	"	327.0	85.9	$1.162 \times 10^5$
30cm ~ 40cm	"	322.0	79.7	$1.081 \times 10^5$
40cm ~ 50cm	"	321.0	78.3	$1.065 \times 10^5$
50cm ~ 60cm	"	319.2	72.2	$0.988 \times 10^5$
60cm ~ 70cm	"	317.1	52.3	$0.762 \times 10^5$
70cm ~ 80cm	"	314.5	52.4	$0.728 \times 10^5$
80cm ~ 90cm	"	310.3	63.2	$1.171 \times 10^5$
90cm ~ 92.5cm	"	305.6	37.3	$0.134 \times 10^5$
92.5cm ~ 100cm	流入	305.6	37.3	$0.400 \times 10^5$
100cm ~ 120cm	"	291.3	39.3	$1.140 \times 10^5$
120cm ~ 140cm	"	297.6	48.1	$1.412 \times 10^5$
140cm ~ 160cm	"	295.1	59.7	$1.767 \times 10^5$
160cm ~ 220cm	"	291.9	52.8	$4.741 \times 10^5$

流出空気量 930 l / 秒

0.2 体積

流入空気量 946 l / 秒

(4) 垂直温度分布との比較

風速の場合、境界面が非常に明確で二層流の間

気体が一層流の間に存在している。中間層

は異なる性質の流体、二層流の間での相互の気

体混合性を示している。これは、二層流の間

温度分布の場合、境界面付近では温度傾斜が

比較的緩やかで、層の連続性も認められる。これは

二層流の間である程度熱交換が行われている

事を示している。二層流間の熱交換には、温度差

の存在、気流の滞留、混合、および流体の性質

の異なることなどが関係している。これは、境界

付近での気体の混合が、二層流の間で、連続性

保持したまま、二層流の間で、熱交換が行われる

ことである。



相関利用の風速測定法について

(1) 熱線が周囲の流体から自己発熱で生じる対流が風速の測定に及ぼす影響は、高温微風速測定機は一般に熱線風速計を用いる場合に比べて精度が高い。

風速自体の変動が大いなる場合には、風速を代表できないから、参考と見做すことができない。測定を行なう場合は、下記頁に記載する。

(2) 熱線風速計の原理を述べたように

$$I^2 = I_0^2 + B \sqrt{V}$$

$$B = K(T_w - T_a) \sqrt{2\pi r C_p d / \rho} \cdot J/R$$

に於いて

$$T_w - T_a = \text{Const}$$

と仮定している。しかし、火災実験では測定対象となる流体の温度  $T_a$  がかなり変化する。よって  $B$  は定数とならない。このため、誤差が生じる。普通の方法では

プロローブ温度  $T_w$  と  $T_w - T_a$  の値を測定する。

C 受、天表面より 30 cm の流速測定

相関利用、測定法による

15秒毎、于一、9、77.8 cm/s

87.3 cm/s

84.6 cm/s

79.8 cm/s

84.6 cm/s

平均 83.2 cm/sec

15秒毎、于一、9、測定法による

熱線風速計、KANOMAXI Model 24-311

15秒毎、于一、9、79 cm/s

74 cm/s

75 cm/s

78 cm/s

68 cm/s

85 cm/s

81 cm/s

73 cm/s

平均 75.7 cm/sec

る事に依りて  $T_a$  の変化が  $T_0 - T_a$  の値に依りて大きく影響を及ぼすようになる。しかしこれは程度的な所であり、 $T_0$  の値に依りて二階級を有する為め結果は解凍の速度に依りて相関を利用する場合  $T_a$  が変化し、その機、熱線回路計の出力が同様の影響を受ける。これは時間的にすれば信号の遅延は正確に一致するはずである。従つて、気流温度  $T_a$  の変化による回路計の誤差は生じない。

(2) 相関利用の測定法では、相関管の出力がフルスケールの値に達したと判ると、フルスケール数から経過する時間  $T$  の平均回数を計算する事になる。従つて、この間に著しい回数が変化する場合正確な回数の状態を知る事が出来ない。平均時間  $T$  を減少する事は、フルスケール数を減らすか、その場合フルスケール数を減らすと相関関数  $R(\tau)$  の信頼性が減少する。また、フルスケールを小さくする事は、回路計の応答性能を上げなければならぬ。この機は、平均



測時間可及の範囲には限界がある。従って

要するはこの測定方法。一つの次元であり、変動周

期の短い測定対象は向付ない

(4) 本実験では、流速の水平方向成分(周囲図面参照)

を測定して、しかし、周面が未知である、

変動がある場合、この測定方法は不都合である。

例えば、火源近くでは、昇気流が水平方向に流れる

置や気流の方向が異なる場合など、二本の

ロープの設置方法が問題になる。

(5) 流速の測定限度は、ついで

これは単に流速の大小に依って決まるのではなく

風の乱れ  $\Delta U$  に大きく影響を受ける。例えば、越前

場合、微密に

$$U = \text{const} \quad \Delta U = 0$$

の一定流速で

$$R(t) = \text{const}$$

となり、グラフで示すは認められぬ。従って、同  
速も求められぬ。

実験では、鉛管水面下 95cm の位置で最小値  
15.4 cm/sec で測定できた。

(6) 測定誤差について

流速計から正確な出力が得られず、相関関数  $R(\tau)$   
が自ら最大値を最終的に同位置で得るか何番目か  
くる。この場合、 $\tau_{max} = n \Delta \tau$  とする。これを読み取  
るには、 $\Delta \tau$  で示される。従って、 $\tau_{max}$  は  $\Delta \tau$  の整数倍  
の近似値としてしか知らな。誤差が生じる  
誤差の大きさは、 $\Delta \tau$  の値と同一か何番目か  
かによって異なる。

例として、 $\Delta \tau$  の間距離 12 mm とする。

①  $\Delta \tau = 0.4 \text{ msec}$

(a)  $n = 10$  の時  $320 \text{ cm/sec}$

$n = 11$  の時  $352 \text{ cm/sec}$

差 32.5 cm/sec



(b)  $n=50$  では  $60 \text{ cm/sec}$   
 (c)  $n=50$  では  $58.8 \text{ cm/sec}$  } 差  $1.2 \text{ cm/sec}$

③  $\Delta t = 1.0 \text{ sec}$

(a)  $n=50$  では  $120 \text{ cm/sec}$   
 $n=11$  では  $109.1 \text{ cm/sec}$  } 差  $0.9 \text{ cm/sec}$

(b)  $n=50$  では  $24 \text{ cm/sec}$   
 $n=11$  では  $23.5 \text{ cm/sec}$  } 差  $0.5 \text{ cm/sec}$

(7) より正確なデータを得るには

① 相関利用の測定法では、瞬間的な風速を求め  
 るは不可能であるが、平均時間を短縮する事は  
 可能であり、近似的に事は可能である。この際、計

算用のカーンが、仮に減らされた場合は、カーン

の値が小さくなるが、これは、仮に減らさない

とすれば、同時に熱線風速計の応答性能の向上も

必要である。従って、カーンとモサとフ、及び、モサとフ

の程度、同期電圧の波数を知ることが、本稿は、

②この制度をシステム化するに際しては、

出カオーガニスム(組織)計画、出カオーガニスム

を必要とする。本東映の場合、組織計画を

国憲計の△D出カが小さいが、急激な急増を

同時に離者も増幅した時に急激な急増を

程度の出カはどの程度に達する。

参考文献

1. 「相関函数の計算」 渡辺ハクトウ

機部 5 頁 東大出版会

2. 「計測法」

夏島正市 機部 5

東大出版会

3. 「煙の二層流に関する研究」 S. 45. 5

煙と空気の一層流 渡辺ハクトウ

S. 45. 9

4. 「煙と空気の混合に関する形状の影響について」

S. 46. 11

5. 「煙と空気の一層流境界層について」

Richardson 数による S. 47. 10

6. 「相関利用速度測定法について」

渡辺ハクトウ 機部 5 頁



燃焼回數を以て標準とする PLOWE 法による

S. 475

寺井俊夫 新田勝通

日本建築学会大会技術報告集

4 煙の発生伝播性概観に関する研究

S. 481

若松孝雄 山崎邦

日本建築学会大会技術報告集

5 気象研究 No. 114 1952 S. 482

境界層と乱流

1 風の乱れの測定

岩谷正雄

日本気象学会

6 建築気候

1 着床平截

1 伝熱

技研出版

## あとがき

本論文作成にあたり、御指導を賜った、東京大  
 学工学部建築学科、斎藤平蔵教授、同総合試験  
 講師、鎌田元康氏、同大学院生、射場本志彦氏、  
 坂本雄三氏、辻本誠氏、京都大学工学部建築学科、  
 新田隆通氏の皆様に心より感謝致します。

又実験装置に用いたのは、タリフ工業株式会社（  
 耐熱風洞）、能美防災工業株式会社、熱線風速計  
 日建設計（オシロスコープ）、東京大学工学部建  
 築学科加藤研究室（テータスコープ）に御協力を  
 頂きました。