

Vol. 19

1980

No. 73

April

# 伝 熱 研 究

News of HTSJ

第 73 号

日 本 伝 熱 研 究 会

Heat Transfer Society of Japan

## 日本伝熱研究会第18期(昭和54年度)役員

- |                     |                |                 |
|---------------------|----------------|-----------------|
| 1. 会 長              |                | 甲 藤 好 郎(東 大)    |
| 2. 副会長(無任所)         |                | 岐 美 格(京 大)      |
|                     | (事務担当)         | 棚 沢 一 郎(東 大)    |
| 3. 地方連絡幹事           | 北 海 道          | 熊 田 俊 明(北 大)    |
|                     | 東 北            | 増 田 英 俊(東北大)    |
|                     | 関 東            | 土 方 邦 夫(東工大)    |
|                     | 東 海            | 馬 淵 幾 夫(岐阜大)    |
|                     | 北陸・信越          | 林 勇 二 郎(金沢大)    |
|                     | 関 西            | 荻 野 文 丸(京 大)    |
|                     | 中国・四国          | 鍋 本 暁 秀(広島大)    |
|                     | 九 州            | 宮 武 修(九 大)      |
| 4. 幹 事              | 赤 川 浩 爾(神戸大)   | 荒 木 信 幸(静岡大)    |
|                     | 井 上 晃(東工大)     | 浦 川 和 馬(徳島大)    |
|                     | 小 口 幸 成(幾徳工大)  | 大 中 逸 雄(阪 大)    |
|                     | 金 山 公 夫(北見工大)  | 北 山 正 文(広島工大)   |
|                     | 久 我 修(信州大)     | 小 森 友 明(金沢大)    |
|                     | 佐 藤 恭 三(東北学院大) | 佐 藤 新 太 郎(福島高専) |
|                     | 斉 藤 武 雄(東北大)   | 鈴 置 昭(日 立)      |
|                     | 鈴 木 健 二 郎(京 大) | 田 中 修(三菱電機)     |
|                     | 中 西 重 康(阪 大)   | 成 合 英 樹(船 研)    |
|                     | 藤 井 哲(九 大)     | 藤 田 秀 臣(名 大)    |
|                     | 二 神 浩 三(愛媛大)   | 増 岡 隆 士(九工大)    |
|                     | 森 岡 幹 雄(石 播)   |                 |
| 5. 監 査              | 片 山 功 蔵(東工大)   | 佐野川 好 母(原 研)    |
| 第17回日本伝熱シンポジウム準備委員長 |                | 平 井 英 二(金沢大)    |
| 第18期「伝熱研究」編集委員長     |                | 福 迫 尚 一 郎(北 大)  |
| 第13回伝熱セミナー準備委員長     |                | 藤 井 哲(九 大)      |

## 伝 熱 研 究 目 次

回転乾燥機内及び流動層内における 空気一粒体間の伝熱について……………	篠原 久(九大・工)
私の行った伝熱研究……………	坪内 為雄(東北学院大・工)
第15回国際冷凍会議に出席して……………	服部 賢(長岡技術科学大)

### <研究トピックス>

蒸気爆発について……………	井上 晃(東工大・原研)
---------------	--------------

### <入門講座>

極低温域における伝熱工学……………	尾形 久直(日立・機械研)
-------------------	---------------

### <地方グループ活動報告>

- (1) 北陸・信越グループ
- (2) 関西グループ
- (3) 九州グループ

### <お知らせ>

- (1) 第17回日本伝熱シンポジウム
- (2) 第14回伝熱セミナーのお知らせ
- (3) 石油・代替エネルギーの諸問題に関するシンポジウム

# 回転乾燥機内及び流動層内における 空気一粒体間の伝熱について

篠原 久(九大・工)

## 1. まえがき

昭和54年9月21日(金)、日本伝熱研究会九州研究グループ研究会において、講演の機会を与えられた私は、これまでに行った雑多な研究の中から、一応伝熱の部門に属すると思われる上記のテーマについて約1時間講演した。ここではその概要を記述したい。

## 2. 回転乾燥機内における空気一粒体間の伝熱

昭和27年の夏、恩師故和田正雄先生の仲介で、私達が設計した実験用小型回転乾燥機が九州電力(株)の手によって製作され、これが所期の目的のためにはほとんど使用されないで、全く無料で私達の研究用に寄贈された。これが回転乾燥機の研究に着手できた動機である。その装置の概略図をFig.2.1a、2.1b、2.1cに示す。

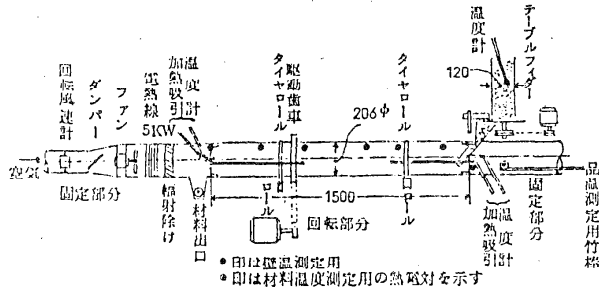


Fig. 2.1a 実験用回転乾燥機

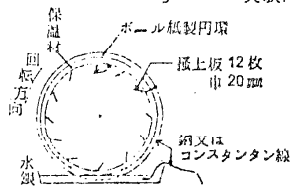


Fig. 2.1b 回転部熱電対の接続

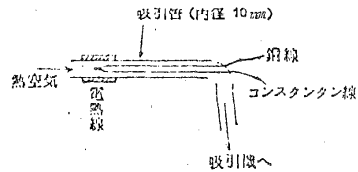


Fig. 2.1c 加熱吸引温度計

さて、回転乾燥機の設計・操作に当っては、粒体の平均滞留時間 $\bar{T}$ 及び伝熱容量係数( $h_a$ )などの予知が必要である<sup>1)</sup>。これらについての報文もかなり多く提出されているが、当時は十分満足な整理式が得られているとは言い難い状況であった。よって本研究では $\bar{T}$ 及び( $h_a$ )を表わす整理式を得ることを目的とした。

## 2・1 初期の成果

### 2・1・1 $\bar{T}$ の有次元整理式

まず、Fig・2・2 に示される掻上板の掻上容量 $Z_{\alpha=45^\circ}$  (粒体の安息角 $\alpha = 45^\circ$ としたときの掻上容量)を用いて、無風時における $\bar{T}_0$ の実験式として次式が得られた。<sup>2) 3)</sup>

$$\bar{T}_0 = 0.6 \times 10.5 Z_{\alpha=45^\circ}^{1/2} (1 + 0.041 N) d_p^{-0.16} \frac{L}{N S_d D} \dots\dots\dots (2 \cdot 1)$$

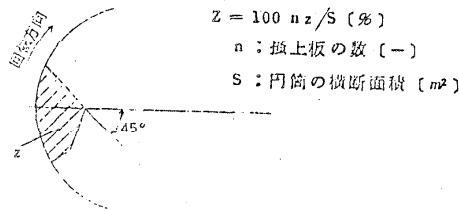


Fig. 2・2 掻上容量  $Z$  の定義

ただし、 $\bar{T}_0$  : (min),  $N$  : rpm,  $d_p$  : 粒径 (mm),  $L$  : 回転円筒の長さ (m)  $S_d$  : 回転円筒の勾配 (-)  $D$  : 回転円筒の内径 (m) 保有率  $X_0 \leq$  最適保有率  $X_{opt}$

上式における  $(1 + 0.041 N)$  は掻上板から落下する粒子群の放物線状落下の効果を示すこと、また  $d_p^{-0.16}$  は、主として乾燥機底部における粒体のとびはねの効果を表わすことが理論的、実験的に実証された。

つぎに、通風時における $\bar{T}_u$ の実験式として次式が得られた。<sup>2) 3)</sup>

$$\bar{T}_u = \bar{T}_0 \left\{ \frac{1}{1 + 5 \times 10^{-3} (G / S_d \rho_b d_p^{0.5})} \right\} \dots\dots\dots (2 \cdot 2)$$

ただし、 $G$  : 空気の質量速度 ( $kg/m^2 \cdot hr$ )、 $\rho_b$  : 粒体の容密度 ( $kg/m^3$ )

$\times u \leq X_{u opt}$ 、+ : 並流、- : 向流 また次式の関係が見出された。

$$X_{opt} \approx X_{u opt} \approx 3.0 Z_{\alpha=45^\circ}^{0.4} \dots\dots\dots (2 \cdot 3)$$

つぎに、粒子群の代表として、単一球形粒子をとりあげ、その運動を解析し、 $\bar{T}_u$  についての

理論式を得、これを(2・2)式と比較したところ、両者はおおよそ同形の式であることが認められ、(2・2)式は理論的にも妥当であることがわかった。

(2・1)、(2・2)式は $D = 0.2 \sim 1.8$  mの乾燥機の実験値をおおよそ相関する。<sup>2)</sup>

2・1・2 (h<sub>a</sub>)の有次元整理式

伝熱容量係数は一般には次式のように $U_a$ として定義されるが、ここでは粒子内の伝熱抵抗を無視できると仮定して、

$$Q_{am} = U_a V (\Delta t_{am})_{av} \dots \dots \dots (2 \cdot 4)$$

ただし、 $Q_{am}$ ：空気から材料に伝えられた全伝熱量〔kcal/h r〕、 $V$ ：回転円筒の内容積〔m<sup>3</sup>〕、 $(\Delta t_{am})_{av}$ ：空気と材料間の平均温度差〔°C〕  $U_a \div (h_a)$

2・1・2 a 実験装置及び方法

Fig 2・1 cに示した加熱吸引温度計を用いて、著者らは、Fig 2・1 aの回転円筒部分の両端の気温を測定し、また筒の途中2ヶ所の気温を無水材料加熱実験時には加熱吸引温度計により、湿潤材料乾燥実験時には熱収支により求めた

加熱吸引温度計は、放射をさけて気温を測るに必要な空気吸引量を少量にとどめるのに役立った。この吸引管を加熱する電熱線の電圧調節により、吸気によっても変動しない熱電対の示度を得、これを気温とした。なお、吸気の反復には粉塵濾過器付の多翼式ブロワーと手動スイッチの開閉とを用いた。

無水材料の加熱実験においては、筒横断面内における気温の均一分布を仮定した。この仮定は空気の入口及び出口においてはほぼ正しいと思われる。また筒内の他の位置におけるこの仮定の妥当性はFig・2・4にみられるようにこの場合の気温との差がかなり小さいことから、おおよそ妥当であると考えられる。

しかし、湿潤材料の加熱実験すなわち乾燥実験においては気温と品温との差が大きいためFig 2・6に示されているように気温の実測値と熱収支に基づく計算値とはかなり大きく異なる。よってこの場合には筒横断面内における気温の均一分布を仮定することは妥当でない。

筒壁の温度測定に用いた熱電対は筒外壁にハンダ付けされた後、Fig 2・1 bに示した環状の熱電対線とこれに接する水銀浴とによって、ミリボルトメータに連結された。空気入口側の固定円筒内にある放射よけは、トタン製の回転しない風車型のものである。なお駆動歯車及びタイヤローラ以外の円筒部外周には厚さ約2 cmの保温用珪藻土を塗付した。

筒内の品温測定には、Friedman<sup>4)</sup>らに倣って熱電対を内蔵するガラス容器(径30 mm、長さ40 mm)を長い竹棒の先端に取り付けて使用し、これを測定の度毎に筒内の4ヶ所に挿入し、搔上板から落下する材料をこれに受け入れ、この受入を一定の品温が得られるまで、竹棒を半回

転させて繰り返した。

無機材料としては、粒径  $d_p = 0.73 \sim 3.6 \text{ mm}$  の珪酸白土(別府白土)、コークスA及びBを使用した。湿潤材料には、乾量基準の含水率30%以下ではほとんど付着性、凝集性を示さない珪酸白土のみを用いた。

Table 2・1には、セメントの水和熱測定用の装置を用いて得た試料の比熱を掲げた。

Table 2・1 試料無水物の比熱

試料	白土	コークスA
比熱 (kcal/kg°C)	0.185	0.170*

\* コークスBに対してもこの値を用いた。

### 2・1・2 b 実験結果及び考察

#### 1) 材料を供給しない場合

この場合の温度分布の一例をFig 2・3に示す。

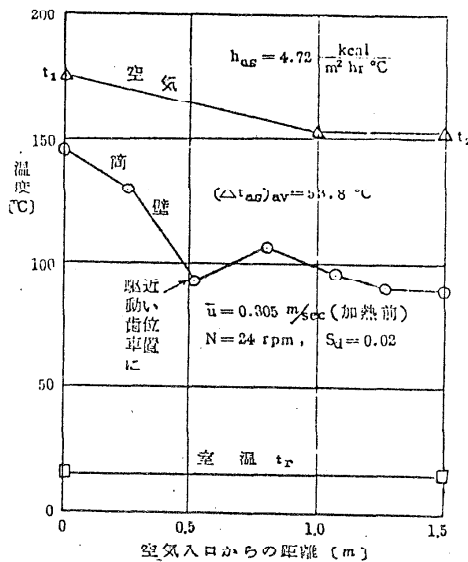


Fig. 2・3 材料を供給しないときの温度分布の一例

図を見ると、空気入口から約0.5 mの点で壁温がとくに低い。これは無水材料の加熱実験の場合 (Fig 2・4 参照)にも、つねに現われる現象であって、その位置は駆動歯車とチェーンが接触

している場所に近い。ここでは、その接触面積が、タイヤロールと支持ロール間のそれよりも大きいので、伝導によってかなり熱量がここから失なわれていると考えられる。

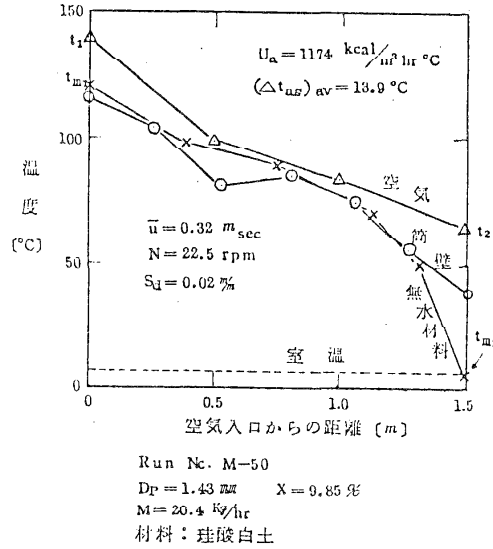


Fig. 2.4 無水材料を供給したときの温度分布の一例

さて、この場合には、空気の回転部分における消費熱量  $Q_{air}$  (kcal/hr) は、空気が直接筒壁を経て失なう熱量  $Q_{Loss\ air \rightarrow shell}$  (これを以下では  $Q_{Las}^*$  と略記する。) に等しい。すなわち、Table 2.2 中の (2.5) 式が成立する。

Table 2.2

1) 材料を供給しない場合

$$Q_{air} = Q_{Las} = G S C_{H_1} (t_1 - t_2) \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Q_{Las} = h A (\Delta t_{air})_{av} = U_{air} A (\Delta t_{sr})_{av} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$1/3.5 = 0.02 / 0.08 + 1 / (h_0 + h_r) \dots\dots\dots (2.7)$$

2) 無水材料を供給した場合

$$Q_{air} = G S C_{H_1} (t_1 - t_2)$$

$$= Q_m + Q_L$$

$$= Q_{am} - Q_{Lms} + Q_{Lms} + Q_{Lrs}$$

$$= Q_{am} + Q_{Las} \dots\dots\dots (2.8)$$

ただし、\*接尾字中のLはLoss (損失)、aはAir (加熱空気)、sはShell (筒壁)、後出のmはmaterial (材料)、rはroom air (室内空気)を示す。また、asおよび後出



の  $a_m, s_r, m_s$  などの接尾字においては前文字は、高温側、後文字は低温側を示す。G：乾空気の質量速度〔 $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 〕、S：円筒横断面積〔 $\text{m}^2$ 〕、 $C_{H1}$ ：送入熱空気の湿り比熱〔 $\text{kcal}/\text{kg dry air}$ 〕、 $t_1, t_2$ は熱空気の入口および出口温度〔 $^{\circ}\text{C}$ 〕

いま、熱空気と筒内壁間の熱伝導率を  $h^{**}$ 〔 $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^{\circ}\text{C}$ 〕筒内壁より外気に至る間の伝熱係数を  $U_{sr}$ 〔 $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 〕とすれば、Table 2・2の(2・6)式の関係がある。ただし、A：回転筒内壁の表面積〔 $\text{m}^2$ 〕、接尾字  $av$ は平均値を意味する。したがって、温度分布図より  $(\Delta t_{as})_{av}, (\Delta t_{as})_{av}$  をプランメータまたは計算によって求めると、 $h$ 及び  $U_{sr}$  が得られる。

これらを風速  $\bar{u}$  (常温) に対して図示したものが Fig・2・5である。測定点はひどくバラついており、その原因はいまなお不明であるが、おおよそ  $h$  は  $\bar{u}$  の増大について大となり、 $U_{sr}$  は大略一定で  $3.5 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^{\circ}\text{C}$  であることが見られる。

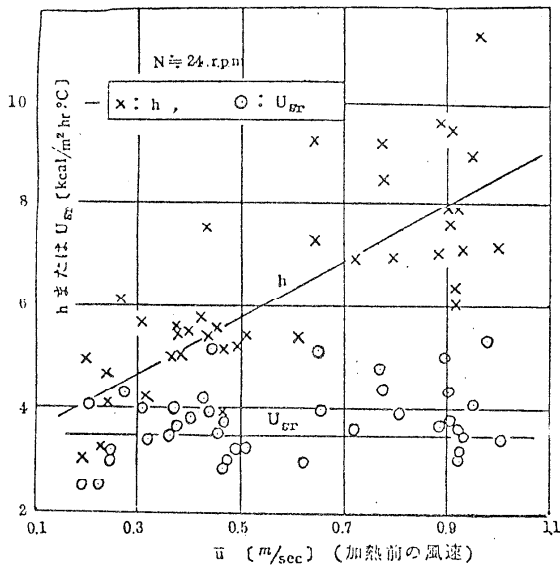


Fig.2・5 空気筒壁間の熱伝達係数  $h$  および筒壁外気間の伝熱係数  $U_{sr}$   
(材料を供給しない場合)

$U_{sr}$  はもちろん  $\bar{u}$  の影響を受ける筈がない。しかし、その値は過大である。すなわち、外表面の複合伝熱係数を  $h_c + h_r$ 、珪藻土(保温材)層の熱伝導度を  $0.08$  として、Table 2・2中の(2・7)式により伝熱面積の変化を無視して  $h_c + h_r$  を概算すると、 $28 \text{ Kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^{\circ}\text{C}$  がえられるからである。その主な原因は既述の接触部の熱伝達ではないかと思われる。

××ここでは筒壁自身のもつ伝熱抵抗を無視する。

2) 無水材料の加熱実験

Fig 2・4はこの場合の温度分布図の1例である。この場合には、壁温が上昇してつねにFig 2・3の場合よりも気温に接近する。したがって、本図の $(\Delta t_{as})_{av}$ はFig 2・3におけるその約 $\frac{1}{4}$ である。一般に $(\Delta t_{as})_{av}$ は気温を一定とすれば、保有率 $\times$ (%)大、 $d_p$ 小のとき小となる。

この定常状態に達するまでの経過においては、材料受熱量の一部が熱伝導で筒壁に与えられ、その結果壁温が上昇するものと考えられる。材料入口付近では逆に筒壁から材料への伝熱も行われるが、定常状態において材料を供給しないときよりも高い壁温を保持するためには、材料より筒壁への伝熱量がつねにより大きい筈である。

したがって、 $Q_m$ ：材料の見掛けの受熱量(kcal/hr)とすれば、つねに $Q_{am} > Q_m$ 、さらに、 $Q_L$ ：見掛けの全熱損失、 $Q_{Lms}$ ：空気から材料に伝えられ、ついで筒壁に伝わって損失となる熱量とすれば、つぎの関係をえる。

$$Q_m + Q_{Lms} = Q_{am}, \quad Q_{Las} + Q_{Lms} = Q_L$$

したがって、Table 2・2中の(2・8)式が得られる。この式中の $Q_{Las}$ すなわち空気から直接筒壁に伝えられて損失となる熱量は正確には求められないが、前項で得た $h$ (Fig 2・6参照)とこの場合の $\bar{u}$ 、 $(\Delta t_{as})_{av}$ とを用いて(2・6)式により概算できる。

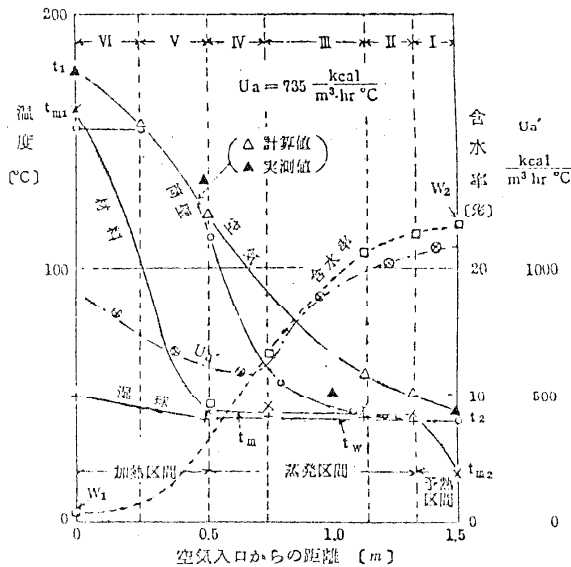


Fig. 2・6 乾燥実験の一例(完全乾燥、Run No. k-8)

$N = 24 \text{ rpm}$ ,  $S_d = 0.02$ ,  $\bar{u} = 0.30 \text{ m/sec}$  (加熱前)

試料：珪酸白土,  $D_p = 1.43 \text{ mm}$ , 初含水率23% ( $W_1$ )

$M$  (供給速度) =  $6.04 \text{ kg/hr}$   $X = 5.49 \%$

よって(2・8)式により $Q_{am}$ が求められる。したがって $(\Delta t_{am})_{av}$ を温度分布図(Fig 2・4参照)から求めると、(2・4)式から、 $U_a$ が算出される。

### 3) 湿潤材料の乾燥実験

材料の供給速度、比熱(Table 2・1参照)、入口及び出口の水分をすべて乾量基準で表わして、それぞれ $M$  [kg/hr]、 $C$  [kcal/kg<sup>o</sup>C]、 $W_2$ 及び $W_1$  [kgH<sub>2</sub>O/kg dry stock]とし、水分の蒸発がすべて品温が $t_m$  [°C] (湿球温度 $t_w$ に近くほぼ一定)のときに行われるとする。さらに材料の入口及び出口温度 $t_{m2}$ 、 $t_{m1}$ とすれば、この場合の熱収支はTable 2・3中の(2・9)~(2・11)式で表わされる。

Table 2・3

3) 湿潤材料を供給した場合

$$\begin{aligned}
 Q_{air} &= CS C_{H_2O} (t_1 - t_2) \\
 &= M (c + W_1) (t_{m1} - t_{m2}) \\
 &\quad + M (W_2 - W_1) (t_m - t_{m2} + \lambda t_m) \\
 &\quad + Q_L \\
 &\quad + M (W_2 - W_1) (t_2 - t_m) (0.45) \dots\dots\dots (2\cdot9)
 \end{aligned}$$

$$Q_{air} = Q_m + Q_L + Q_{st} \dots\dots\dots (2\cdot10)$$

$$Q_{air} = Q_{cm} + Q_{Lap} + Q_{st} \dots\dots\dots (2\cdot11)$$

$Q_{st}$ は $Q_{air}$ と同様に測定可能であり、また $Q_{Las}$ は前項と同様にして、この場合の温度分布図(Fig 2・6参照、筒を数区分した熱収支から得られる気温の計算値を用いる。)及び(2・6)式を用いて概算できる。したがって(2・11)式より $Q_{am}$ が、ついで(2・4)式により $U_a$ を得る。

以上のような粒体の加熱及び乾燥実験から $U_a \doteq h_a$ の実験式として次式がえられた。(2) 3) (Fig 2・7参照)

$$(h_a) D = 15 (1 + 0.2 N) X_u^{0.6} d_p^{-0.75} \dots\dots\dots (2\cdot12)$$

ただし、 $X = 2 \sim 10 \%$ 、 $d_p = 0.73 \sim 3.6 \text{ mm}$ 、 $G = 894 \sim 3680 \text{ kg/m}^2 \text{ hr}$

上式は、 $N$ 及び $d_p$ の影響を定量的に見出したこと、及び $X_u$ で整理する限り $G$ の効果はないことを示した点などに特徴がある。また、Friedman<sup>4)</sup>らと同様、粒体の加熱、乾燥実験から得られた $(h_a)$ は同一条件下ではおよそ相互に一致することもFig 2・7から認められる。

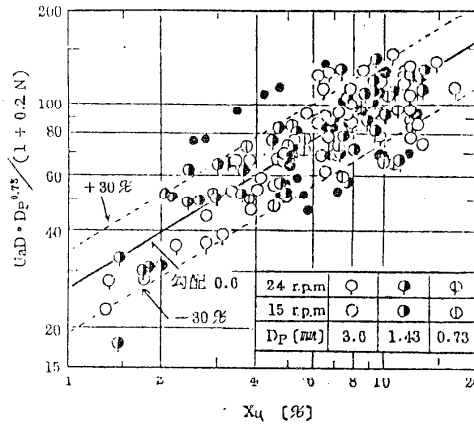


Fig. 2.7 著者らの加熱実験の結果

●印は乾燥実験の結果を示す。

## 2.2 最終の成果

その後、(2.1)(2.2)両式の無次元化を試み次の2式を得た<sup>5)</sup>。

$$\bar{T}_o = 0.14 \frac{(1 + 0.34 Z_a^{1/2})(1 + 5.4 F_r^{2/3})}{(1 + 0.033 G_a^{1/3})} \cdot \frac{F}{NS_d D} \dots (2.13)$$

ただし  $X_o \leq X_{o \text{ opt}}$ 、 $F_r = (\pi D N_s)^2 / D_g$ 、 $N_s : \text{r.p.s}$ 、 $G_a = d_p^3 \rho_a^2 g / \mu_a^2$

$$\bar{T}_u = \bar{T}_o \left\{ \frac{1}{1 \pm 2.8 R_e G_a^{-0.55} (\rho_a / \rho_b) S_a (1 - 1.5 F_r^{1/2})} \right\} \dots (2.14)$$

ただし、 $X_u \leq X_{u \text{ opt}}$ 、 $R_e = d_p u \rho_a / \mu_a$

つぎに、 $(h_a)$ についてはすでいくつかの実験式が提出されているが、相互の一致は十分とはいえない<sup>6)</sup>。この原因は従来の研究が空気-粒体間の接触面積について十分に検討していない点にあると考え、この接触面積を求めるために、まず乾燥機横断面内における粒体の挙動を解析した<sup>7)</sup>。その結果を用いて、乾燥機内の平均全落下粒子数 $\bar{N}$ を求めた<sup>8)</sup>。つぎに空気-粒体間の移動現象として、測定が容易で、しかも熱移動よりもデータのバラツキが少ない圧力損失 $\Delta P_p$  [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]に着目し、これについて実験的、理論的検討を加え次の2式を得た<sup>8)</sup>。

(Fig. 2.8 参照)

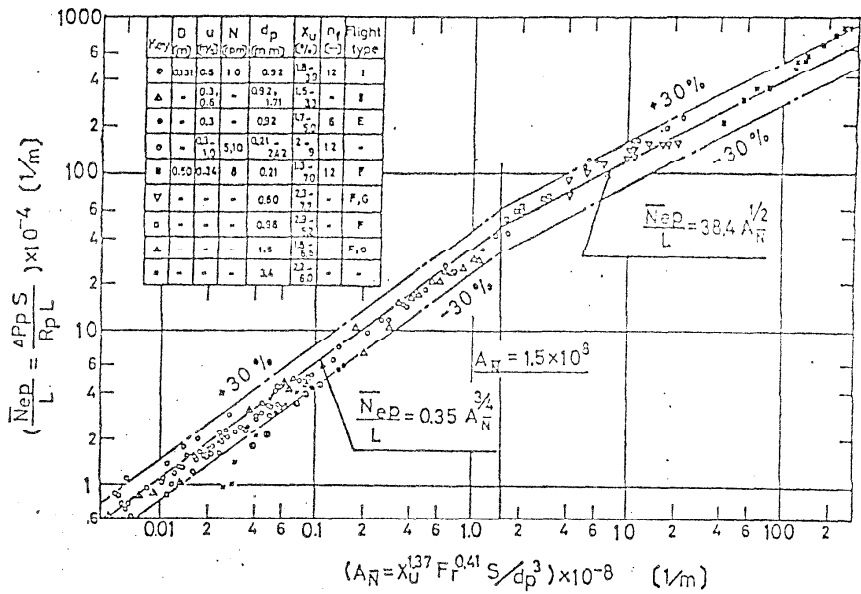


Fig. 2-8 Relation between effective number of falling particles per unit length  $\overline{N}_{ep}S/R_pL$  and number proportional to the total number of falling particles per unit length  $\overline{A}_N (= X_u^{1.37} Fr^{0.41} S/d_p^3)$ .

$$\overline{N}_{ep} S / R_p L = K_p \left( \overline{N} / L \right)^e = 0.35 \left( X_u^{1.37} Fr^{0.41} S / d_p^3 \right)^{3/4} \dots (2 \cdot 15)$$

ただし、 $5 \times 10^5 \leq X_u^{1.37} Fr^{0.41} S / d_p^3 \leq 1.5 \times 10^8$

$$R_p = R \left( \frac{u}{V_r} \right) = \frac{10}{\sqrt{d_p V_r \rho_a / \mu_a}} \frac{\rho_a V_r^2}{2g_c} \frac{\pi d_p^2}{4} \left( \frac{u}{V_r} \right)$$

$V_r^2 = \overline{V}_p^2 + u^2$   $\overline{V}_p$  : 粒子群の平均落下速度 [m/sec]

$$\overline{N}_{ep} S / R_p L = 38.4 \left( X_u^{1.37} Fr^{0.41} S / d_p^3 \right)^{1/2} \dots (2 \cdot 16)$$

ただし、 $1.5 \times 10^8 \leq X_u^{1.37} Fr^{0.41} S / d_p^3 \leq 3 \times 10^{10}$

上2式の左辺は乾燥機単位長さ当りの有効落下粒子数を表わし、右辺の括弧内は乾燥機単位長さ当りの平均全落下数 ( $\bar{N}/L$ ) に比例する関数である。(  $h_a$  ) についても  $\Delta P_p$  と同様な解析を行い、さらに既往の文献値及び著者らの実験値を用いて次の2式を得た。1) ( Fig 2・9 参照 )

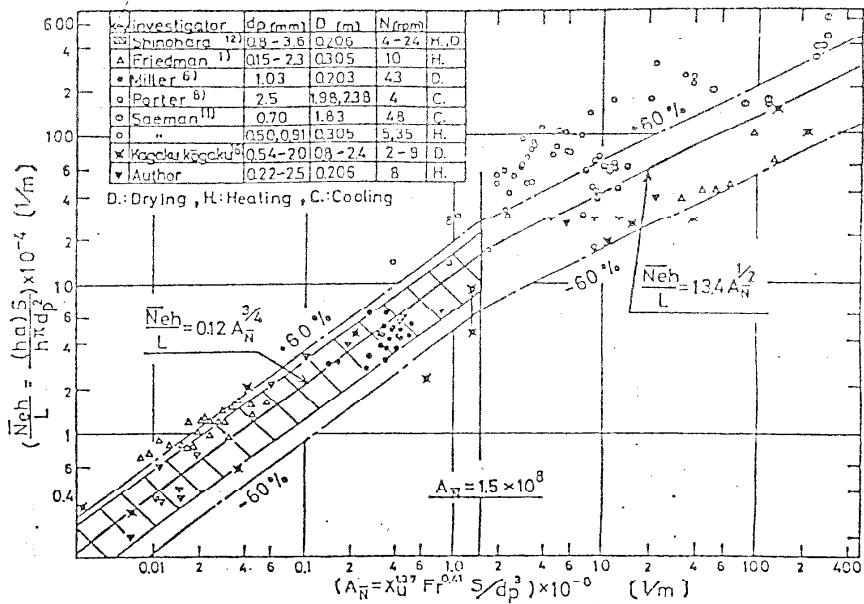


Fig. 2・9 Relation between effective number of falling particles per unit length  $(h_a)S/h\pi d_p^2$  and number proportional to the total number of falling particles per unit length  $A_N (= Xu^{1.37} Fr^{0.41} S/d_p^3)$

$$(h_a) S / h \pi d_p^2 = 0.12 (X_u^{1.37} F_r^{0.41} S / d_p^3)^{3/4} \dots \dots \dots (2 \cdot 17)$$

ただし、  $3 \times 10^5 \leq X_u^{1.37} F_r^{0.41} S / d_p^3 \leq 1.5 \times 10^8$

$$Nu = \frac{h d_p}{k_a} = 2 + 0.6 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad k_a : \text{空気の熱伝導率} [kcal / m \cdot hr \cdot ^\circ C]$$

$$(h_a) S / h \pi d_p^2 = 1.34 (X_u^{1.37} F_r^{0.41} S / d_p^3)^{1/2} \dots \dots \dots (2 \cdot 18)$$

上2式の左辺も乾燥機単位長さ当りの有効落下粒子数を表わす。なお上2式の右辺の係数は(2・15)、(2・16)の右辺の係数のそれぞれ $\frac{1}{3}$ に近いことは相似性の点から興味深い。

ただし、以上の諸式は付着性の非常に少ない粉粒体について得られた式であることに注意されたい。

### 3. 流動層内における空気-粒体間の伝熱<sup>9)</sup>

#### 3. 1 まえがき

流動層内における空気-粒体間の伝熱係数については、従来数多くの研究があるが、Fig. 3・1に見られるようにそれらのデータはかなりバラついている。しかしガス側を押し出し流れとした文献のデータはかなりまとまっているように見える。

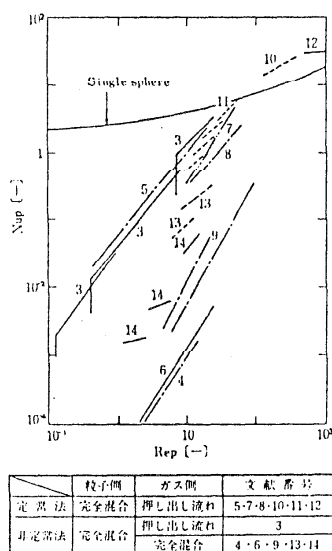


Fig. 3-1 Correlation for fluid-to-particle heat transfer coefficients

著者らはTable 3・1に示した試料の湿潤粒子(含水率30%程度でも壁への付着粒子間の凝集が起りにくい)の恒率乾燥期間を利用し、分散板直上の軸方向の空気の温度分布(Fig. 3・4及び3・5参照)をFig. 3・2及び3・3に示した実験装置及び吸引温度計で測定して伝熱係数を算出した。

Table 3-1 Fluidized particles

	粒径分布	粒径	真密度	見掛け密度	$U_{mf}$
	mesh	mm	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	cm/sec
前府白土	8~10	1.36	2.25	1.27	79
	10~12	1.08	*	1.10	61
	12~16	0.852	*	*	47
	16~20	0.696	*	*	37
Neo bead	14~22	0.727	2.50	1.02	29
	22~28	0.472	*	*	22

粒径測定は、空気透過法による

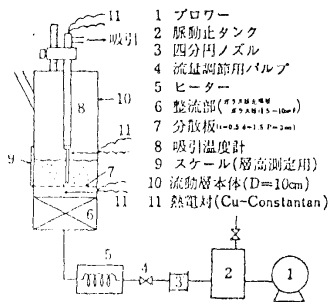


Fig. 3.2 Schematic diagram of apparatus

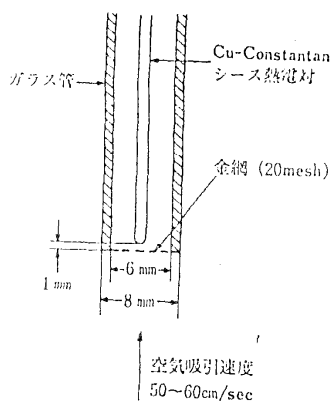


Fig. 3.3 Suction thermocouple

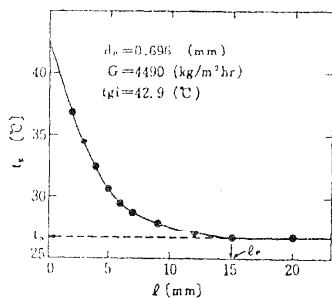


Fig. 3.4 Gas temperature distribution curve

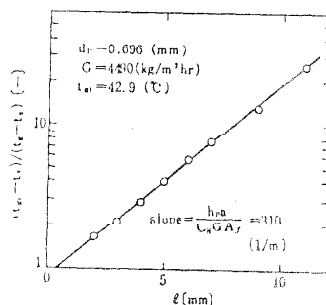


Fig. 3.5  $\ln \frac{(t_{gi} - t_g)}{(t_g - t_{gi})}$  as a function of height above distributor

その際 Table 3.2 に示した仮定及び式(1)~(4)を用いた。この定常法による実験結果として Fig 3.6 を得た。すなわち著者らのデータは±2.5%の精度で次式で整理された。

$$Nu_p = 0.13 Re_p^{0.9} \dots \dots \dots (3.1)$$

ただし、  $10 < Re_p < 200$

つぎに既往の結果と比較するために、Fig. 3.1 中でガス側を押し出し流れと仮定している結果のみを抽出し、本結果も含めて整理すると Fig. 3.7 が得られる。この図はガス側は押し出し流れとする仮定がほぼ妥当であることを示しているように思われる。



Table 3.2 伝熱係数の算出方法について

次の仮定をおく。

- (i) 粒子群は、層内で完全混合であり、各粒子の温度は等しい。
- (ii) 空気の流動層内流れは、押し出し流れである。
- (iii) 流動層壁面からの熱損失はない。
- (iv) 粒子は球形であり、全粒子表面積が伝熱に寄与する。
- (v) 層内の嵩密度は均一である。

Table 3.3

以上の仮定を基にして、流動層の微小高さ  $dl$  についての熱収支をとると、定常状態であるため

$$C_H G_A \gamma dl t_g + h_p a (t_g - t_s) dl = 0 \quad \dots(1)$$

$$\text{境界条件 } l=0 \text{ で } t_g = t_{g1} \quad \dots(2)$$

Eq. (1)を(2)の条件で積分すると

$$\ln((t_{g1} - t_s)/(t_g - t_s)) = h_p a l / C_H G_A \gamma \quad \dots(3)$$

$$\text{ただし } a = 6W/d_p \rho_p \rho_f \quad \dots(4)$$

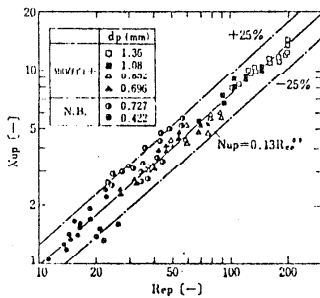


Fig. 3.6 Correlation for fluid-to-particle heat transfer coefficients (this work)

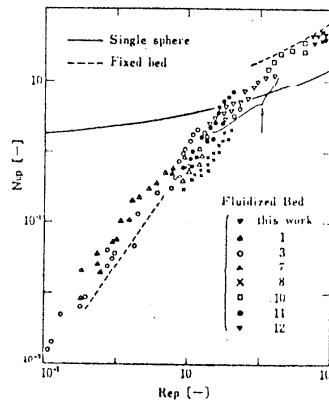


Fig. 3.7 Correlation for fluid-to-particle heat transfer coefficients

引用文献

- 1) Hirosue, H. and H. Shinohara: Kagaku Kōgaku Ronbunshu, 1, 445 (1975)
- 2) Shinohara, H. Doctor thesis, Kyushu univ. (1961)
- 3) Shinohara, H. Kagaku Kikai Gijutsu, 14, 86 (1962)
- 4) Friedman, S. J. and W. R. Marshall: Chem. Eng. Progr., 45, 573 (1949)
- 5) Shinohara, H., et al.: Kagaku Kōgaku, 31, 478 (1967)
- 6) Toei, R.: "Kanso Sochi", Nikkankōgyō-Shinbunsha, p. 135-178 (1966)
- 7) Hirosue, H. and Shinohara, H.: Kagaku Kōgaku, 37, 57 (1973)
- 8) Hirosue, H. Akimaru, H. and Shinohara, H.: Kagaku Kōgaku Ronbunshu, 1, 375 (1975)
- 9) 粉碎 20号 p.56 昭和50年 共著者 田中勇武、吉原紀幸

# 私の行った伝熱研究

坪内 為雄 (東北学院大・工)

私は昭和7年東北大学工学部機械工学科を卒業と同時に助手に採用され、内燃機関学講座に配属されましたが、当時の前川道治郎教授から内燃機関の動作ガス温度を測定せよという命を受けました。学生時代弾性学しか勉強しなかった私は大変なことだと思い、熱力学講座の坂山先生に相談したところ測定用の細線直径を決めるには、表面熱抵抗を知る必要があるとの注意をうけました。丁度その頃坂山教授実験室では、白金線  $0.14\text{ mm } \phi$ 、ニッケル線  $0.14$ 、 $0.4\text{ mm } \phi$ 、ニクロム線  $0.535$ 、 $0.575\text{ mm } \phi$ 、長さ  $200\text{ mm}$  を水槽中に水平に張り沸騰熱伝達の実験を行って熱流束に極大と極小値があること見出し、後に Jakob 賞の対象になった著名な研究 (機械学会誌、昭和9年、207号) を行って居ましたので、私はその水槽を空気槽に変え、白金線  $0.005 \sim 0.06\text{ mm } \phi$  の細線を水冷壁を周囲に取付けた空気槽中で自然対流実験を始めました。隣室の沸騰実験は2、3週間で終了しましたが、私の実験は実験点のばらつきが大きく難行しました。その原因は白金線の抵抗と温度の関係が実験の前後と日によって違うためとわかり、抵抗の検定は毎日実験の前後に繰返し、差があった場合は、その実験は採用しない事にしてようやく望む結果を得ました。 $G_r = 10^{-8} \sim 1$  の範囲で  $Nu = 0.794 G_r^{1/15}$  を得ました (日本機械学会誌 38巻 (1935) 頁 222, p.695 ~ 696)

次いで強制対流の実験は風胴がなかったので他より研究費を貰い噴口径  $200\text{ mm}$  吸い出し型風胴を試作しました。噴口、吸出口はアルミ鋳物で測定室はその周囲に木材で造ったが引型板にベルマウスプロフィールを画いて渡したところ、鋳型作りのとき中心とすべき線を間違えて反対にとったので出来上がった風胴風速分布が均一にならなかったという失敗もあって、強制対流の実験は昭和24年までかかり、 $Re = 0.5 \sim 40$  に対し  $Nu = 0.841 Re^{0.36}$  であった。〔応用物理 第9巻 (1946) 第5号, p.215 ~ 217〕

次に変動気流中の金属細線の温度変化 [速研報告 第20巻 (1953) 第97号, p.99 ~ 132] という論文で、内燃機関または空気圧縮などの動作ガスのように変動する温度、流速などを測定する金属細線使用の温度計または熱線風速計の補正法を定めるため、電流を通じた熱電対の周囲流体の流速と温度が周期的変化をなす場合、その金属細線の温度変化が如何なるかを理論的に求めて、その応用として風速計、温度計の各場合の補正法を定めた。実験は気温一定で流速が周期的に変動する風胴吹出口に2本の直径異なる細線を平行に並べて張り電流を通じてそ

の抵抗変化、すなわち温度変化を記録し、強制対流伝熱式を用いてそれぞれの熱線から風速変化を求めたところ両者が一致した。このことより変動気流の場合のような非定常過程でもこの伝熱式が成立することが間接的に証明された。それからガス機関の動作ガスの温度測定も行った。内燃機関の場合は白金線の融点以上に瞬間的に温度が上昇するので、適当な熱容量を持たせるため、 $d_1 = 0.0312$ 、 $d_2 = 0.0414$  mm 長15mmの二対の白金および白金ロジウム熱電対を、引出線を兼ねた  $d = 0.6$  mm の4本の白金および白金ロジウム線に熔接で距離3mmで平行に並べて張った二対の熱電対を機関が定常運転に変わってから気筒内に挿入し温度変化を記録した。この場合熱伝達式として前述の強制対流の実験式を用いて補正して動作ガスの変動曲線を求めた。供試機関は6PSN = 215、点火 $-5^\circ$ のガス機関であった。

以上の実験的研究を行っている中に私の興味は、次第に伝熱研究に移り、当時日本では余り研究対象としていない方が多くなく、熱伝達は形状で異り、その実験値も少ない事から、各種形状の物体の対流熱伝達というテーマに取り組むこととし、今回に至るまで同テーマで研究を行っている。その研究は大部分は研究室の助手、助教、研究員、大学院学生との共同研究であって、自然対流では(1)坪内、宇佐見、小泉；傾斜円柱の自然対流による表面熱伝達率（機械学会論文集第20巻（1954）92号、P.245）、(2)坪内、佐藤、宇佐美；円筒体の表面熱伝達率について（第2報）（論文集第22巻（1956）63号、P.31）(3)坪内、佐藤；円筒体の表面熱伝達率について（第3報）（論文集第23巻（1957）132号、P.567）、(4)坪内、佐藤、永倉；極細線及び微粒子の自然対流による熱伝達（論文集第25巻（1959）156号、P.798）、(5)坪内、佐藤；強制対流と自然対流が共存する場合の微粒子の熱伝達（論文集第29巻（1963）207号、P.1809）、(6)坪内、増田、佐藤；微粒子の自然対流熱伝達におよぼすプラントル数の影響（論文集第30巻（1964）219号、P.141）、(7)坪内、増田；矩形小溝のある水平円柱の自然対流熱伝達（速研報告第22巻（1966）220号、P.203）、(8)坪内、増田；水平円柱の低レイレイ数領域における自然対流熱伝達（速研報告第23巻（1967）230号、P.189）、(9)坪内、増田；水平な円形フィン付円柱面の自然対流熱伝達第1報、第2報、第3報（速研報告第27巻（1971）第276号）、その他、平板に造った矩型キャビティと正方形突起、垂直細線、垂直二平板の干渉、水平な四角柱と三角柱、水平なヘリカルコイル、水平細線列、等からの自然対流熱伝達、垂直平板の自然対流熱伝達に及ぼす偏流板の影響、その他の論文がある。又強制対流については、(1)坪内、佐藤；微粒子の強制対流による熱伝達、（論文集第25巻（1959）156号、P.810）、(2)坪内、増田；各種流体中における微粒子の強制対流熱伝達（論文集第30巻（1964）219号、P.1394）、(3)坪内、太田；ビンの強制対流熱伝達（論文集第30巻（1964）219号、

P.123)、(4)坪内、増田；円柱の強制対流熱伝達の実験式について（速研報告第23巻（1967）231号，P.203）、その他、流れに直交する一列円柱群からの強制対流熱伝達、単一斜めプレートフィン付伝熱面からの強制対流熱伝達、坪内、藤田；周期的変動気流中における加熱板からの非定常熱伝達等を行った。

## 第 15 回国際冷凍会議に出席して

服 部 賢 (長岡技術科学大学)

昨 1979 年 9 月 23 日より 29 日までの 1 週間、第 15 回国際冷凍会議が開催されたので、後学のためにもと思い参加した。場所はイタリア国ヴェニス、会場はヴェニス本島の有名な San Marco 広場の向い側、大運河を隔てた San Giorgio Maggiore 島の古い教会 Fondazione Giorgio Cini、この島にはホテルがないので宿泊はサンマルコ広場附近にとり、会場へはバス即ち通船 (ヴェニスではバス、タクシーは全て船である) で通う。

開会式は Lido 島のシネマパレス、同伴夫人を含めて千数百人が出席、ここでは種々の賞、国際冷凍協会賞、Kammerlingh-Onnes 賞、Ottesen 賞の授賞式が併せて行われた。開会式後のカクテルパーティ、開会式場の隣の Casino のホールで行われたが、飲むも食べるも厳しい競争、もっとも人間の方が飲み物、食べ物より多いのだから仕方ない。そこでカジノで稼いでやろうと思ったが先方に稼がれても都合が悪いので止めにした。

洪水、2 日目、0 メートル地帯水没、我々の宿も 1 階浸水、外ではひざ上、ズボンをたくし上げて素足で歩く。御婦人がスカートを濡らさぬようにして歩いている。見とれている人が多い。洪水のための会場への交通困難、それをよい事に会場の方は失礼した人も。

国際冷凍会議、余りなじみのない方もおられましょう。国際冷凍協会 (I. I. R.、条約に基づき政府が加盟している。本部バリ) 主催で 4 年毎に開催され、総会、各委員会、研究発表が行われます。I. I. R. のコミッションは表 1 の 10 部会、今回の会議で E 2 ヒートポンプとエネルギー回収の部会が追加されることになりました。この中で伝熱研究会々員に特に関係するのは B 1、それに A 1/2、E 1、E 2 の部会でしょう。

“冷凍と世界の資源の保護” をテーマとした今回の会議への参加国約 55 ヶ国、論文発表 39 ヶ国 518 編、熱力学・伝熱関係の論文約 80 編、うち我国からのものが 10 編発表されました。全体の論文の国別編数は前号に関西大学勝田先生が書かれているので省略し、B 1 部門 (熱力学と輸送過程) の論文を国別、分野別に分けると表 2 のようになります。

論文の内容は玉石混肴、全てを聞き、全てを読んだ訳ではありませんが、国によって差があるようですし、玉より石の方が多いかなという所でしょうか。冷媒の物件値など期待を持っていたのですが、慶応大学渡部先生、幾徳工大小口先生のグループの御報告以外とりたてて見るべき程のものはありません。ただ R 1 の部門ではありませんがヒートポンプを扱ったものが今回

の会議で非常に多くなっているのが目につく所でした。

各セッションは4時間、一人の座長のもとで行われます。1つのセッションの論文数は多い所で16編もあり、従って当然のことながら発表時間が足りなくなります。時間の宰領は座長に任されているようで、セッションによって発表何分と言われますが、前の人が長くかければ後の人へしわ寄せが来ます。突然に座長から時間の短縮を指示されても不自由な言葉を操ってそう簡単に短縮などできるものではありません。中には座長とどの様な話をつけたか延々1時間にわたる発表をやったのけた男(日本人ではない)がいました。おかげでその後の順番の人など座長から「発表の意志があるか」などと問われる始末、ヨーロッパ的なのでしょうか、フィギュアスケートなみに座長へ顔を売っておく必要がありそうです。

会議中の公用語は英語とフランス語、同時通訳のつかないセッション(我々のB1もそうであった)ではフランス語の講演のときには聴衆はぞろぞろ退場してしまいます。いろいろと運営面の気になる会議でした。

拙ないことばかり書きましたが、終りに今回の国際冷凍会議に提出された論文の題目は冷凍誌1月号にその全てが掲載されています。また、Preprint (Proceedingsの発行は後になる)も全て冷凍協会に揃っていること、次回第16回国際冷凍会議は1983年にパリで開催が予定されていることを申し添えておきます。

表 1

セッション	区 分	コミッション	範 囲
A	極低温学	A 1/2	極低温物理、極低温工学
		A 3	ガスの液化と分離
B	熱力学・伝達・冷凍機	B 1	熱力学、熱および物質の伝達
		B 2	冷凍機械
C	生物学と食品科学	C 1	凍結乾燥、低温生物学および医療応用
		C 2	食品の科学と技術
D	貯蔵と輸送	D 1	低温貯蔵
		D 2	陸上低温輸送
		D 3	海上低温輸送
E	空気調和	E 1	空気調和

表 2

COMMISSION B1 (1) Thermodynamics

	I	II	III	IV	V	Tot.	
Japan	4	1	1	-	-	6	I: Thermodynamic
FRG	-	3	1	1	-	5	Properties
Italy	-	1	-	1	-	2	Measured
France	-	1	-	-	-	1	II: Calculated
UK	-	-	-	1	2	3	III: Exergy
USA	1	-	-	-	-	1	IV: ThermoPhysical
USSR	-	1	-	-	-	1	Properties
Others	-	5	-	2	-	7	V: Trends of
Total	5	12	2	5	2	26	Refrigerant

COMMISSION B1 (2) Transport processes

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	T.
Japan	-	2	-	1	1	-	-	-	-	4
India	-	2	5	-	-	-	-	-	-	7
Italy	1	-	2	-	-	2	2	1	-	8
FRG	-	1	2	-	-	-	1	1	-	5
France	1	1	-	-	3	2	-	-	-	7
USA	-	-	-	-	-	-	-	5	1	6
Yugoslavia	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3
USSR	-	-	1	-	-	-	1	3	2	7
Norway	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2
Others	1	-	1	3	1	-	2	-	-	8
Total	3	9	12	4	5	5	6	10	3	57

I: Finned Heat Exchanger

II: Combined Heat and Mass Transfer

III: Boiling, Pool, Flow

- IV: Condensation
- V: Heat Transfer with Change of State
- VI: Insulation
- VII: Others
- VIII: A1/2 Heat and Mass Transfer
- IX: A1/2 Refrigeration



## 蒸気爆発について

井上 晃(東工大・原研)

“研究トピックス”を研究成果のトピックスではなく、現象がよくわからない問題のトピックスと云う意味に解釈して、“蒸気爆発”についての問題点とそれに対する私の理解について、この機会を利用させていただき述べることにいたします。……が独断的な解釈もありますので、いろいろコメント等いただければ幸いです。

### [ 1 ] 事の起り

沸点が異なり、大きな温度差にある2液体が混合した時に、衝撃波を伴う爆発—蒸気爆発—が生じることがあるが、この現象は、安全性に関する古くて新しい問題を提起している。古くから海底火山とか、熔岩が海水中に流入した場合とかまた金属工業で熔融金属が水たまり等に落下した時とかに大きな爆発が生じることがよく知られていたが、類似の状態が、液体冷却型原子炉の仮想事故でも、熔融燃料と軽水またはナトリウム間でも想定されるため、原子力関係では炉心の安全上注目すべき課題の一つとなっている。しかし、この現象の機構は、まだよく理解できていない。原子炉の安全対策上、明らかにされるべきことは、次のような点である。

(1) 蒸気爆発の発生する条件を明らかにする。

(2) 大きな爆発に至るには、爆発のトリガー・伝播・増大の各過程があるわけだが、それらの機構はどうなっているのか。

(3) 爆発の大きさ(発生圧力とか、そのエネルギー)をどう算定するか。

(1)、(2)が明らかになれば、爆発の発生や増大を防止する対策が可能になるかも知れない。また(3)は炉容器の構造・強度設計に関し重要であろう。

### [ 2 ] これまでの研究ではほぼ明らかにされていること

実験は種々の物質(高温液体として、純金属、金属酸化物、 $\text{VO}_2$  や Oil 等、低温液体として水、フロン、LNG等)について温度、圧力、混合比等の条件を変え、自由落下法、注入法または、直接通電による液中熔融法等により高温液体と低沸点液体を混合、高速度カメラによる爆発に到る現象の観察や発生圧力、機械的エネルギーへの変換率および相変化のはげしさの度合いの目安として液体の微粒化程度等が調べられて来た。数万コマ/秒の高速度写真によっても、爆発の過程はよくわからないほど速い。しかし、これらの実験から明らかにされている事実として次のことがあげられる。

(a) 爆発は2液体がある温度条件範囲にある時に起こる。すなわち、高温液体の温度が低沸

点液体の均質核形成温度<sup>4)</sup> 附近<sup>5)</sup> ( \*この温度と極小熱負荷点はほぼ近くにありどちらかかはまだ明らかでない。 ) 以下では起こらない。また、ずっと高温にある時とか低沸点液体が飽和温度附近にある時は、発生しにくい。

(b) 爆発の発生は条件がそろっても必ず生じるものでなく、確率過程である。

(c) 爆発の発生には、2液混合直後ではなく、必ず「待ち時間」( dwell time ) が存在する。

(d) Exploding wire 等で小さな衝撃波を与えることにより爆発の確率は大きく増大する。

(e) 系圧力を上げて行くと発生しなくなる。

(f) 爆発の原因か結果かまた両方であるか明確ではないが、爆発が起こる場合は、高温液体の大部分は、数10～数100 $\mu$ の微粒子になっている。

このうち、(c)の「待ち時間」がある事は、液-液間に初期条件として<sup>6)</sup>凝縮性の蒸気膜<sup>7)</sup>が存在することが必要条件であることを意味していると考えられる。また(d)および(e)は、この蒸気膜の<sup>8)</sup>破壊<sup>9)</sup>に関係があるかも知れない。

### [3] 蒸気爆発の発生と伝播のモデル

これまで種々のモデルが提案されているが、ここでは、その内主要な二つのモデルを示す。それは(1)Homogeneous Nucleation Modelと(2)Pressure Induced Detonation Modelである。前者は、爆発と云う高速現象が起こるためには、コヒーレントに生じる相変化が対応しており、このような状態は低沸点液体がその均質核形成温度以上に過熱された時に可能であるからである。また、界面に発生核をもたない液-液系で蒸気膜が消滅した時この過熱状態は容易に作られ得ると考えている。Fauske, Henry, Bankoff 等主として米国の研究者によって、この考え方を中心としたモデルが提唱されているが、自由落下等での種々の液体の混合実験での発生温度条件は、二三の例外をのぞくと、この考えをほぼ支持している。

しかしながら、大容量の混合での液-液接触における空間的なコヒーレント性について説明できないのがこのモデルの欠陥である。後者は、英国の Boardらにより提唱されたものであり、これは、初期蒸気膜をへだてて、粗く混合していた液-液系に、他所で発生した凝縮パルス等の原因で圧力波が到来し、この蒸気膜がつぶれる時の過渡流動や凝縮パルスで微粒化と混合が急速に起こり、接触面積の増大により高温液体から低温液体への熱の急速な移行と突沸が生じる。この時相変化の質量流束が、反応前後の Rankine - Hugoniot の曲線から定まる限界値以上であれば、衝撃波は減衰されずに伝播される。このモデルは、大容量混合での爆発を説明することが可能であるし、[2]の(c)(d)および(f)の実験事実にもよく合致する。しかし、モデルの主要部分である限界値以上の相変化割合を作るにたる微粒化と混合を得るためには、初期に数10MPaオーダー

一の非現実的な圧力波を要するとする解析結果となり、まだ十分な信頼を得ていない。

以上実験事実と代表的なモデルの検討から得られる現時点の課題として、次の点があげられよう。

- (a) 初期条件として、蒸気膜の存在の意味するものは何かをはっきりさせる必要がある。
- (b) 大容量すなわち空間的に広がりのある系でも、爆発はほぼコヒーレントに起こること。さらに②の(d)の事実は、衝撃波(圧力波)が発生・伝播・増大の各過程に密接に関係していることをうかがわせるが、この役割は何か。

この衝撃波の効果について次の3つの側面から検討される必要がある。すなわち、

- (1) 液-液直接々触を実現させるための蒸気膜消滅の条件(衝撃波の強さや形状)
- (2) 蒸気爆発のエネルギーに関係すると思われる非定常熱伝達への効果
- (3) 微粒化と混合過程への効果

等である。

まえおきが長くなってしまったが、以上の疑問点を明らかにすることを目的として、私共の研究室では、次のような研究を行っている。

#### [4] 衝撃波到来時の非定常膜沸騰現象について

(a) 実験は、垂直管型衝撃波管の低圧部に低沸点液体をおき、この中で応答性の速い薄肉の白金リボン面上に直接通電法によって膜沸騰を作る。これが蒸気膜におおわれた高温液滴に対応する。そして、この中央部温度が均一な約5 mm 区間の温度変化を電気抵抗変化から測定する。低沸点液体としてはフロン又は水である。白金リボンの温度や低圧部の初期圧力および衝撃波の強度、立上り等の条件を変えて実験を行い白金加熱部の温度変化より熱流束および熱伝達率が求まる。一方解析は、白金部、蒸気膜部および液体部のそれぞれに非定常熱伝導方程式にプロフィール法を適用したエネルギー式、蒸気膜部の質量平衡式と状態方程式、液体部の運動量式等から成る連立微分方程式系を時間軸上で解くことによって行われる。

#### (b) 結果と蒸気爆発についての考察

Fig. 1 は、フロン 113 の液温 ( $T_l$ )、初期圧力 ( $P_1$ )、衝撃波の強さ ( $\Delta P$ ) と立上り時間 ( $\tau$ ) がそれぞれ図中の値の時、衝撃波到来直後 0.2~0.3ms に現われる熱流束のピーク値に対応した熱伝達率 ( $h_p$ ) と白金の壁温 ( $T_{mo}$ ) の関係を示したものである。図中  $T_{Homo}$ 、 $T_{crit}$  は、固-液接触が起こった場合界面温度がフロン 113 の均質核形成温度および臨界温度になる点に相当する。接触時圧力が上昇し飽和温度が上ることを考えると実際の均質核形成温度は  $T_{Homo}$  と  $T_{crit}$  の間にあると考えられる。

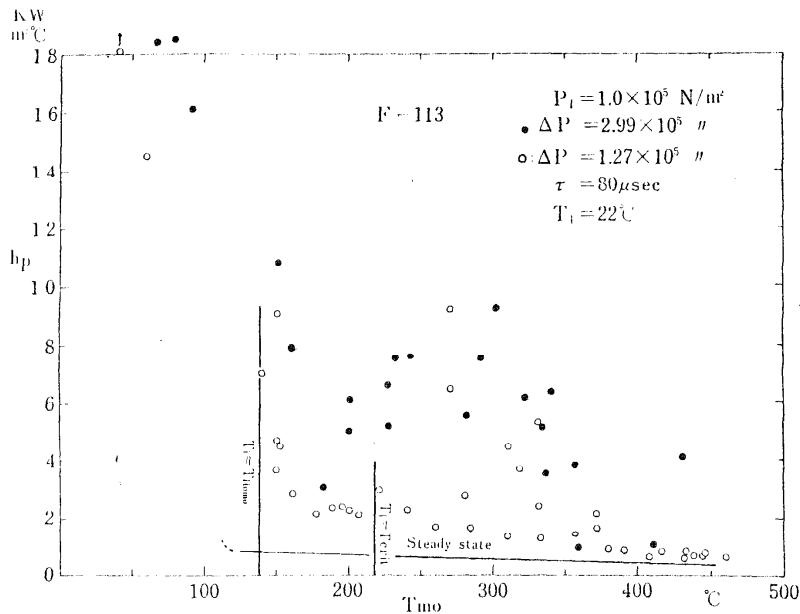


Fig.1

$T_{mo}$ が低いと蒸気膜は消滅しやすくなることも均質核形成温度以下では、固-液接触が起こった時再び膜沸騰になるまで比較的長い時間がかかるため伝熱がよい。 $T_{mo} < 200^{\circ}\text{C}$ 以下で $h_p$ が急に増大するのは、このためと考えられる。一方均質核形成温度附近(正しくは界面状態できる自発核形成温度)以下では、固液接触が起こっても $10^{-6}$  sec以下の短い時間で膜沸騰になるため伝熱量は逆に小さいし、もしコヒーレントな核形成でするといピーク熱流束が生じていても計測系の応答特性( $\sim 10\text{kHz}$ )では十分な計測はできない。また $T_{mo}$ が高くなると蒸気膜が消滅せず、この最低膜厚も大きくなる。従って $T_{mo}$ が $T_{crit}$ より増大するにつれて $h_p$ が減少してくるよう理解されるが興味深く、しかし説明できない点は、 $h_p$ がなぜ $T_{mo}=T_{crit}$ 附近で極小値を示すのかと云うことである。この温度附近は液-液系では最も蒸気爆発が起こりやすい領域である。次に衝撃波によるピーク熱流束は、衝撃波の強さ( $\Delta P$ )を上げていくとフロン113では、 $0.5\text{MPa}$ で定常膜沸騰の値の50~60倍の伝熱が得られる。これは計測系の応答特性による減衰を考えると更に大きい値であると考えられる。しかし、蒸気爆発が局所で生ずる以前の圧力発生源として、小さな凝縮または沸騰パルスしかないことを考えると、これらと関連する意味で興味深いのは、低圧部の初期圧力および衝撃波の立ち上り速度に対する傾向である。Fig 2は、Fig.1の黒点とはほぼ同じ $\Delta P$ であるが $P_1$ が半分近く減圧された場合である。

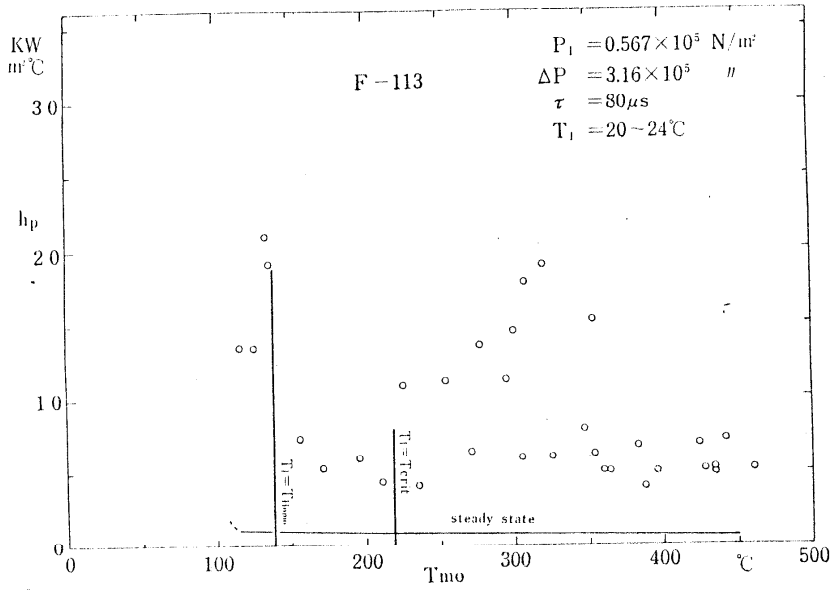


Fig. 2

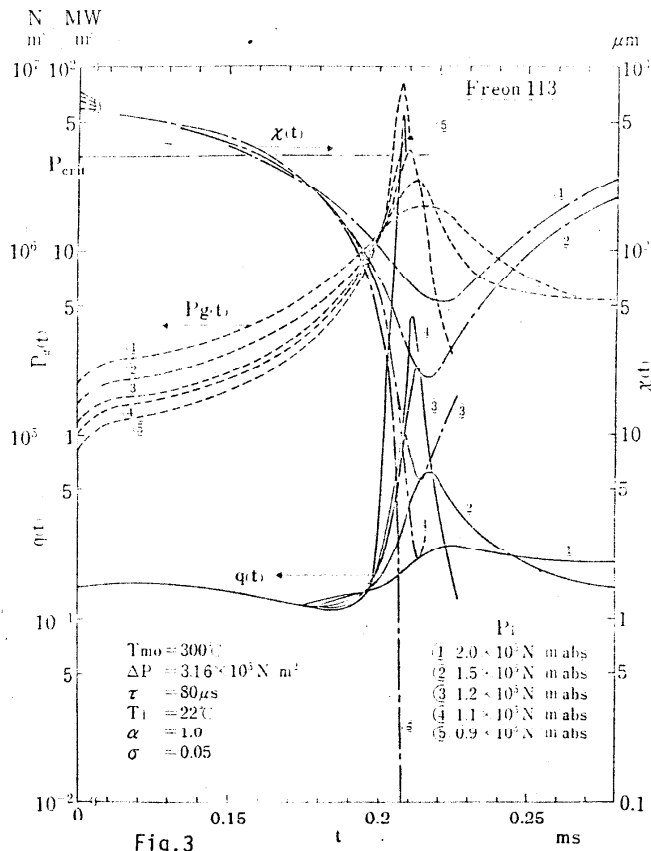


Fig. 3

Fig.1に比し、非常に大きな $h_p$ が得られる。Fig.3は $P_1$ を変えて蒸気膜厚 $\delta(t)$ とその内圧 $P_g(t)$ 、および熱流束 $q(t)$ の変化の解析結果である。

初期圧力に非常に敏感であることを考えると過度的に蒸気膜の振動等で減圧状態が生じている時には、小さな衝撃波でも容易に蒸気膜は消滅し、大きな熱流束が流れることになる。また逆に、このことは高圧で蒸気爆発が起こりにくくなる2-(e)の実験事実の理由でもあると考えられる。次にFig.4および5は、衝撃波の立上り時間を変えた時のピーク熱流束の実験および解析結果を示したものである。これからわかるように立上りがするどい、いわゆる“衝撃波らしい”衝撃波が蒸気膜の消滅とピーク熱流束の増大に効果があると云うことを意味している。蒸気膜の応答性は、膜厚や蒸気の熱伝導率によるが数 $10\sim$ 数 $100\mu s$ のオーダーである。

Fig.3とFig.5の解析結果が信じられる値とすると蒸気膜の内圧は、膜厚が $2\sim 3\mu m$ 以下になるとフロン113の臨界圧以上に容易に上昇し、しかも時間的に鋭いスパイク状の圧力を発生する。実際の蒸気膜厚は、初期に場所的、時間的に変動していることを考えると、衝撃波到来時に均一に蒸気膜がつぶれることは考えられないので、このスパイク状の高圧部は場所的に時間的に不均一に分布することが考えられ、これが界面近傍にマイクロスケールの混合と微粒化を誘起する要因となり得ることが予想される。

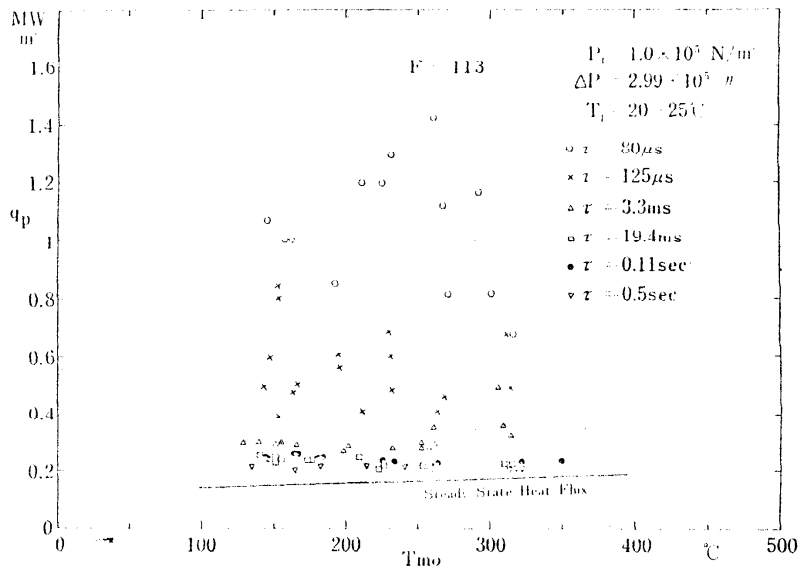
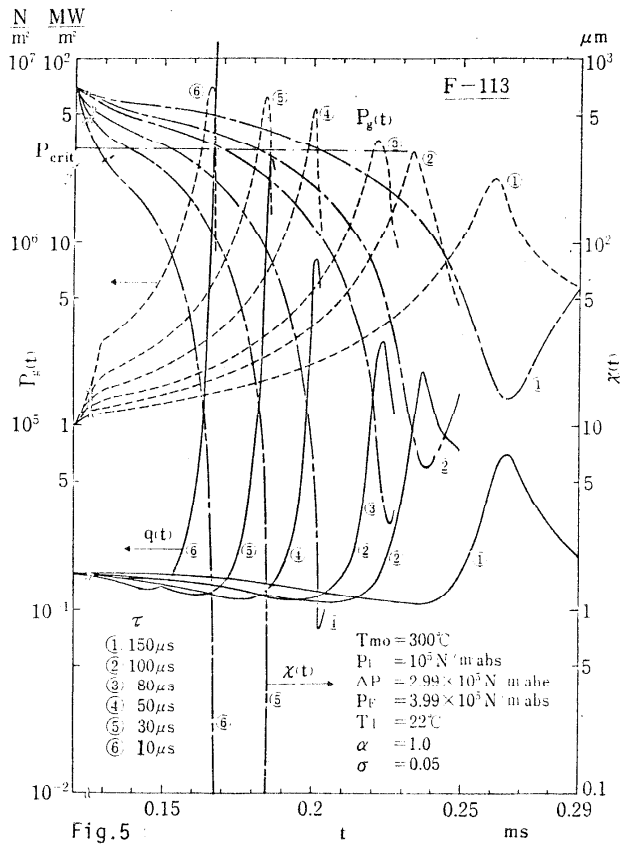


Fig.4



更に自由落下実験で液滴が自由液面と衝突した時蒸気爆発が起こらないのは、非凝縮性ガスを含んだ蒸気膜は堅固であたかも  $P_1$  が大きい場合の蒸気膜と似ており小さな衝撃波では  $\chi(t)$  も小さくならず  $P_g(t)$  も大きくならないことが原因かも知れない。実験事実 2(c) の意味するものは、意外に深いのかも知れない。最後に  $T_{mo}$  が臨界温度より高い場合、解析結果を信用すれば、Fig. 3 や 5 に示すように、固-液直接々触直前の蒸気膜内圧は、ほとんどの場合臨界圧を越えている。この場合固液接触後の沸騰形態はどんな状態になるのであろうか。すなわち、気泡核発生とその合体による蒸気膜形成と云う経過をとるのか。超臨界状態の流体層は、圧力低下に従って直接蒸気膜に移行するのか。どちらの形態が生じるかは、非定常伝熱としては、大きな差を生じると考えられるが、10,000コマ/秒までの高速度カメラによる観察でもよくわからない。

## 極低温域における伝熱工学

尾形久直(日立・機械研)

### 1. 極低温の利用分野

液化天然ガス(LNG)、空気分離、宇宙開発、超電導<sup>\*</sup>応用など極低温に関連した産業技術の進展は、わが国でも最近めざましいものがある。極低温の利用形態としては、低温そのものは特に必要ではないが、低温にせざるを得ない場合と、超電導<sup>\*</sup>応用のように低温そのものを必要とする場合がある。前者の例が液化された天然ガスや酸素、水素の利用であり、後者の例が液化された窒素やヘリウムの寒剤としての利用である。

LNGはいうまでもなく用途は燃料であるが、遠隔地からの船舶輸送のためにいったん液化している。液体酸素は空気を液化して精製される(温度90K)。液体窒素(温度78K)は、酸素製造の副産物であるが、化学工業用としての利用のほか、食品冷凍、生体の冷凍保存、低温破砕、赤外線検知器冷却、真空ポンプ、低温風洞、低温加工などの分野で寒剤としての利用がある。液体水素(温度20K)はロケット燃料として使用される。

超電導は、ある種の金属が転移温度 $T_c$ 以下で電気抵抗を失う性質を言うが、実用的な超電導体(NbTiや $Nb_3Sn$ )の $T_c$ は9~18Kであるから、寒剤として液体ヘリウム(沸点~4K)が利用される。超電導はその性質から明らかなように、電気抵抗損のない電気機器を提供するため、これまで不可能とされていた高磁界や大容量磁界の発生、あるいは従来の機器の効率向上や小形化を可能にする革新的技術として、また省エネルギー、新エネルギーの有効手段として注目されている。磁気閉じ込め核融合炉、MHD発電、電力機器(発電機、送電ケーブル、モータ、エネルギー貯蔵)、大形加速器とその医療応用、交通機関(磁気浮上列車、船舶推進モータ、航空機用発電機)などへの応用が現在展開されつつある。また、超電導の特性を利用したジョセフソン素子は、近い将来、小形、高速、低消費電力のコンピュータを提供するだろうと期待されている。

### 2. 極低温流体の特徴

(1) 超流動：極低温流体のうち、もっとも特異な性質は「超流動性」であろう。この性質を示すのは極低温の液体ヘリウム( $He^4$ )である。図1は $He^4$ の相図であるが、 $He^1$ は一般流

(注)<sup>\*</sup> 極低温域としては、一般にcryogenic engineering(低温工学)<sup>(1)</sup>と呼ばれる分野で取り扱われる温度領域(すなわちLNG温度120K以下)をさすことが多い。



体と同じ性質を有する液体ヘリウム、He IIは超流動性を示す液体ヘリウムである。He IIの流動には、粘性を完全に消失した量子論的挙動が観測され、その熱の伝達機構も通常の流体と異質である。液体自体の熱の輸送能力が非常に大きいこと、固体と液体間に「カピツァ抵抗」と呼ばれる熱抵抗が生ずることなどが特徴である。

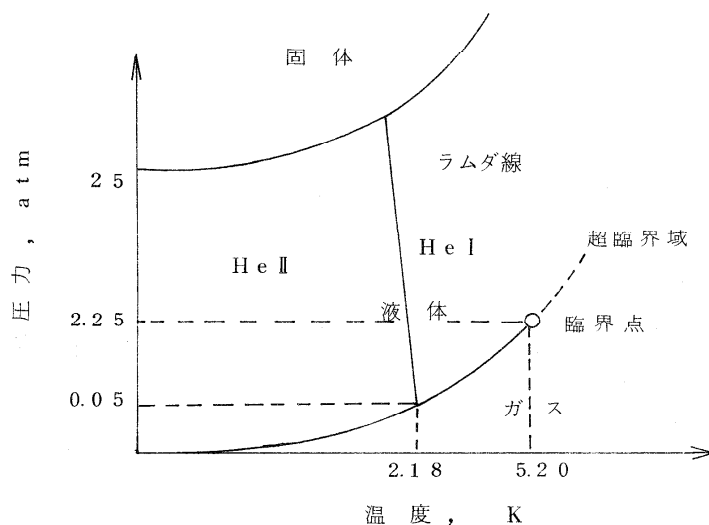


図 1 ヘリウムの相図 (任意スケール)

(2) 一般流体：各種極低温流体の物性値を表1に示す。これからも明らかのように物性値が常温流体と著しく異なるために、常温付近で実現しにくい領域に入るような伝熱形態が極低温体で現われることが多い。典型的な流体がヘリウムである。例えば、同一流速、同一直径の管内流では、飽和液体ヘリウムのレイノルズ数は飽和水の場合の約10倍、同一代表長さ、同一温度差に対し、気体ヘリウムのグラスホフ数は室温空気の場合の約40,000倍になる。ヘリウムの核沸騰最大熱流束は、水の場合の約1/500である。極低温液体では膜沸騰遷移温度が低いため、しばしば膜沸騰状態で熱の伝達が行われる。また各種の物性値が大きな温度依存性を示すのも極

低温域での特徴である。

表 1 各種流体の物性値 ( 1atm )

	沸 点 K	密 度 kg/m <sup>3</sup>	粘性係数 N・s /m <sup>2</sup>	熱伝導度 W /m・K	比 熱 kJ /Kg・K	表面張力 N /m
水 ( 飽和 )	2 9 3.2	9 5 8	2 8 1 8 <sup>×10<sup>7</sup></sup>	0.6 8 0	4.2 1	5 8.8 <sup>×10<sup>-3</sup></sup>
液体窒素	7 7.4	8 0 7	1 5 8 0	0.1 4 0	1.9 6	8.8 5
液体水素	2 0.3	7 0.2	1 3 0	0.1 1 8	9.7 5	1.9 8
液体ヘリウム	4 2	1 2 5	3 2	0 0 1 9 6	4.9 8	1.0 0
	温 度	密 度	粘性係数	熱伝導度	比 熱	体膨張率
空 気	2 0 <sup>0</sup> C	1.1 6 6	1 8 2	0 0 2 5 7	1.0 0	0.0 0 3 4
ヘリウムガス	1 0 K	5.0 2	2 2.6	0.0 1 7 5	5.4 1	0.1 0 8

### 3. 伝熱工学上の諸問題

ここでは、これまで筆者と関連の深かった液体ヘリウム温度領域 ( 2 0 K 以下 ) を中心に述べたい。

(1) 断熱：極低温で特徴的な断熱技術は、いわゆるスーパーインシュレーションと呼ばれる多層断熱法 ( 真空空間にアルミニウム箔とガラス繊維紙などを交互に 2 0 ~ 5 0 層重ね合わせたものを配置し、等価熱伝導率として 1 μW / cm K 以下が得られる。 ) である。その伝熱は、輻射伝熱と接触伝熱が支配的である<sup>(2)</sup>。超電導マグネットのように、コイルに発生する大きな電磁力を外部の室温雰囲気で支持しなければならない場合には、支持部材の熱伝導による侵入熱が冷凍負荷の大部分を占めることになる。したがって、支持材料の選択、支持構造の工夫、支持部材の冷却などは、極低温装置設計上もっとも重要な項目であると言って過言でない。

(2) 冷凍機：ガスの液化と関連して熱交換器、蓄冷器、リボイラーなど歴史的にもかなり古くから研究対象となっていた。最近、低温応用機器と冷凍機を直結した系で、負荷変動に対応した冷凍機の過渡現象が注目され、熱交換器の動特性、系内に生ずる流動と熱の振動の解析<sup>(3)</sup>と実験などが行われるようになった。

#### (3) 超電導応用

(i) 大形マグネットの安定化：核融合、MHD 発電などに使われる大形超電導マグネットは、

外乱（磁氣的、熱的）が加わっても決して超電導が破れることのないように完全に安定化しておかなければならない。もし全体的な超電導破壊（クエンチと呼ぶ）がおこると、大量の磁気エネルギーが短時間のうちに放出されるため、爆発的なヘリウムの蒸発や、高電圧発生によるコイルの破損が生ずる。これを防止するために、超電導線を高純度の銅の中に埋め込み、外乱によって導体の一部がクエンチを起こしても、電流は銅の部分バイパスして、外乱の消滅とともに再び超電導に回復するように設計される。すなわち、常電導部のジュール発熱量（ $= \rho I^2 / A$ ）が冷却量（ $= P q$ ）以下になるようにする。ここに、 $\rho$ ：銅の比抵抗、 $I$ ：電流、 $A$ ：銅の断面積、 $P$ ：冷却ペリメータ、 $q$ ：冷却の熱流束、である。

(a) プール侵漬冷却：もっとも一般的な冷却方法で、コイルは液体ヘリウムに侵漬され、熱伝達の形態はプール沸騰である。ヘリウムの沸騰曲線の一例を図2に示す。

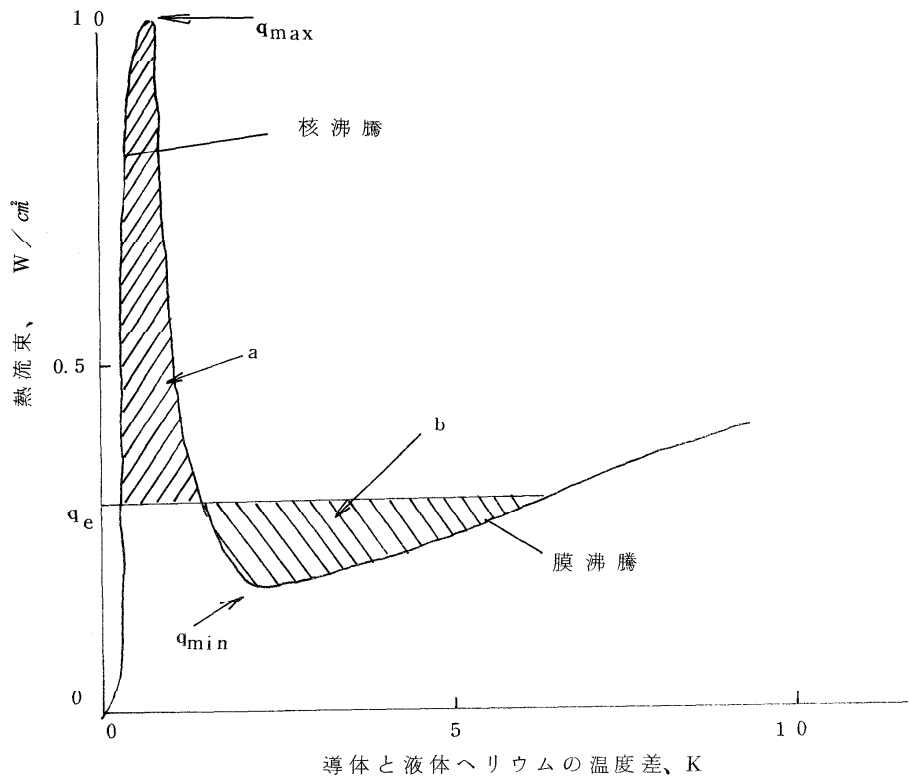


図 2 ヘリウムの沸騰曲線

良く使用される超電導体の  $T_c$  は 9 K 程度であるから、核沸騰域で冷却されるのが望ましい。核沸騰の最大熱流束  $q_{max}$  までの熱外乱は許容される。設計熱流束として膜沸騰の最小熱流束  $q_{min}$  をとれば、もっとも安全である。最近、超電導部と常電導部の境界での熱伝導による熱放散を考慮して、ジュール発熱と冷却とがバランスする熱流束  $q_c$  (図 2 中の面積  $a$  と面積  $b$  が等しい) で設計することが多い。従来から、 $q_{min}$ 、 $q_{min}$ 、 $q_c$  に関する研究は多く、これらを高めるための伝熱面の工夫<sup>(4)</sup>やコイル内部の狭い流路における特性の研究<sup>(5)</sup>などが行われている。最近、外乱がパルス的であることから、非定常沸騰に関心が集まっている<sup>(6)</sup>。また、図 2 からも明らかなように、遷移沸騰域も重要であるが、電気加熱法で温度制御した実験が報告されている<sup>(7)</sup>。

(b) 強制冷却：超電導体の内部または周囲に冷媒を強制的に流して冷却する方法は、コイルの設計や製作上大きな利点があるため注目され、実用になっているものもある。この場合、冷却熱流束  $q$  は  $h(T_c - T_B)$  として表わされる。ここに、 $h$ ：熱伝達率、 $T_B$ ：液体バルク温度、である。流れは、圧力によって超臨界圧流、二相流、サブクール流に分けられるが、基本的にはいずれも一般の流体の挙動と類似しており、従来の伝熱相関式で表わされると考えていいようだ<sup>(8)</sup>。非定常加熱時の流れの挙動、伝熱劣化現象、振動現象などの問題がある。

(c) 超流動冷却：超流動体でも一般の液体に似た膜沸騰遷移が観測されるが、そのときの  $q_{max}$  は He I に比べて非常に大きい。加えて、狭いすき間でも気泡発生を伴わずに熱輸送が行われるなどの利点を応用して、大規模な系(核融合用超電導マグネットなど)への適用が検討されている。それと関連して、サブクールされた超流動ヘリウムの発生と伝熱が最近のトピックスになっている<sup>(9)</sup>。

(ii) 回転機：超電導交流発電機は、回転子に超電動巻線を用いる。冷却方式としては、界磁巻線部分に強制的に液体ヘリウムを流す方法と界磁巻線を液体ヘリウムのプールに浸漬する方法がある。いずれの場合も、重力の数千倍の遠心力が発生するので、強制対流や自然対流におよぼす遠心力の効果を明らかにする必要がある<sup>(10)</sup>。また遠心力を利用した熱サイホン効果によって冷媒の循環を促進することも考えられている。

(iii) 送電：超電導送電では、長距離線路となるため、大口径管路と超臨界圧ヘリウムが用いられる<sup>(11)</sup>。浮力の影響を無視できない場合が多い。

#### 4. むすび

本文では伝熱の中身までは触れなかったのですが、詳細は解説書<sup>(5、8、12、13)</sup>を参照して頂きたい。また、これから低温を始めようとする方のための低温技術入門的な事項も割愛した。

参考書(1、14)などが適当と思われる。

おわりに、伝熱実験上の留意点を述べる。実験装置は規模によって費用や労力が大きく影響されるので、できれば本質から離れない程度に小規模にして実験点を増やす方がいい。また、実験の精度を十分把握しておくこと、とくに、熱リークの評価には最大の注意を払うことが重要である。今後は極低温流体と通常流体との関連まで考察を拡げてゆくことが有用と思われる(15、16、17)。

前にも述べたように、極低温流体を使うと、常温流体では実現し難い実験が可能な場合もある。また、極低温応用も今急速な展開を見せようとしている。多くの方が、この分野に関心を持たれ参加されることを切望する。

最後に、本稿を書くにあたり御指導を賜った九州大学伊藤猛宏教授ならびに福島工業高等専門学校佐藤新太郎教授に謝意を表します。

#### 参 考 文 献

- (1) R. B. Scott, Cryogenic Engineering D. Van Nostrand Co. (1957), (2) 稲井, 機論 43 (1977) 217, 44 (1978) 3116, (3) 玉田ほか, 低温工学, 13 (1978) 198, (4) A. P. Butler et al., Int. J. Heat Mass Transfer, 13 (1970) 105, (5) 佐藤ほか, 低温工学, 12 (1977) 2, (6) W. G. Steward, Int. J. Heat Mass Transfer, 21 (1978) 863, (7) P. J. Giarratano et al, C E C paper E C - 2 (1979), (8) 佐藤ほか, 低温工学, 13 (1978) 3, (9) G. Bon Mardion et al, Proc. I C E C 6 (I P C Science and Technology), (1976) 159, (10) 尾形ほか, 冷凍, 53 (1978) 733, (11) D. J. Brassington et al, Int. J. Heat Mass Transfer, 20 (1977) 207, (12) W. Frost, Heat Transfer at Low Temperatures Prentice Hall Press, (1975), (13) J. A. Clark, Advances in Heat Transfer, 5 (1968) 375, (14) 田沼, 低温, 共立出版, (1974), (15) 西川ほか, 機論, 38 (1972) 858, (16) 甲藤, 機論, 44 (1978) 3908, (17) 稲井, 機論, 45 (1979) 562。

## 地方グループ活動報告

### (1) 北陸・信越グループ

日 時 昭和54年11月30日(金) 13:10~17:00  
場 所 富山大学工学部講義教棟会議室  
講 演

- 1) 低温域における充填層の伝熱特性  
竹越栄俊、\*平沢良男、井村定久(富山大工)
- 2) 大量排温水のバブル冷却における総括エンタルピー係数  
\*宮下尚、山口信吉(富山大工)、萩野文丸、水科篤郎(京都大工)
- 3) 微生物による発酵槽内堆肥の発熱進行過程について  
小森友明、\*関平和(金沢大工)
- 4) 断面が長方形の物体からの自然対流熱伝達  
部谷尚道、竹内正紀、田中義樹、\*中島理(福井大工)
- 5) 薄板加熱による温度伝導率の測定法  
久我修、白向滋、\*野川正文(信州大繊維工)
- 6) 高分子基質内への染料の拡散について  
— フィルム巻層法による拡散係数の算出法 —  
榊原三樹男(福井大工)
- 7) 水平平板に沿うブラジウス流れの熱的不安定性  
— 流れの構造と熱伝達 —  
\*松田理(石川工専)、林勇二郎、滝本昭(金沢大工)
- 8) 国際会議報告  
— 第15回国際冷凍会議(ベネチア) —  
服部賢(長岡技科大)

40数名の参加のもとで、上記の講演会ならびに懇親会が行われた。服部先生の国際会議報告は、その概要が本号に掲載されているものであり、7件の講演論文はほとんど第17回伝熱シン

ポジウム(金沢、5月)あるいは機械学会東海支部講演会(名古屋、3月)で発表されるものです。なお、今回のグループ講演会は、宮下、竹越両先生はじめ富山大学工学部の諸先生方にお世話いただいたことを付記いたします。

(北陸・信越地方連絡幹事 林 勇二郎)

## (2) 関西グループ

日 時 昭和54年11月15日(木) 13:30~18:00

場 所 神戸大学工学部会議室

講 演

- 1) 自然対流熱伝達(管相互の干渉について) — 統報 —  
勝田勝太郎、\*石原勲(関大工)
- 2) 非定常共存対流に関する数値解析  
松本隆一、能登勝久(神戸大工)、\*西山良一(神戸大工・院)
- 3) 低温における伝熱の問題  
加治増夫(阪大工)
- 4) アメリカの工学教育とその評価方法(ルイジアナ州立大学化学工学科における一例)  
片岡邦夫(神戸大工)
- 5) アメリカ・ヨーロッパにおける伝熱研究の現状(ASME Heat Transfer Conf. サンジェゴ; 国際蒸気性質会議 ミュンヘン; 国際冷凍会議 ベネチアに参加して)  
勝田勝太郎(関大工)

講演1) 単管を含んで、水平並列円管の加熱時の熱伝達実験を広範囲の管配列について行い、並列円管の局所および平均の熱伝達率を求めた結果、管相互の干渉の程度は単管の境界層理論から得られる境界層厚さの重なり合いから推定できること、および局所熱伝達率の分布は変形レイリィ数によって4種類に分類されることが判り、また平均熱伝達率は変形レイリィ数によって三つの領域に区分され、これらの領域の熱伝達を考察することによって一つの実験式を得た。

講演2) 特別な場合として円柱や平板にも適用できる楕円柱を伝熱面とし、浮力の働く方向と強制流れ方向とが同一または逆の場合の渦の発生の概要を把握し、各物理条件での流れの様子を調べるために、 $Re = 100$ として $Gr$ を種々かえて数値計算を行い、楕円柱周りの流れ関数と温度の分布の時間的変化を示した。

講演3) 超電導マグネットの冷却等に用いる液体ヘリウムのように0 Kに近い温度領域から、 $LH_2$ 、 $LN_2$ 、 $LO_2$ 、 $LNG$ のように20~100 K程度の温度領域、さらには冷凍、空調などで問題となる氷点付近の領域までかなり広範囲にわたる低温伝熱の研究の現状と問題点を熱伝導、対流(非沸騰、沸騰、凝縮、着霜、着氷)、ふく射の全範囲にわたって概括した。

講演4) 片岡先生が1978年9月から1979年8月までアメリカのルイジアナ州立大学にInstructorとしてTransport Phenomenaの講義をしに出張された時の経験を基にアメリカの工学教育の現状とその評価方法(先生からの学生の成績評価と学生からの先生の教育方法に対する評価)を、片岡先生の滞米生活の様子のスライド等をまじえて話して頂いた。

講演5) 「伝熱研究」19巻72号の11頁から16頁までに勝田先生御自身の詳しい文章があるのでそれを参照されたい。ただ御講演頂いた時はとても美しいスライドと共にお話し頂いた。

以上のように講演1)、2)はそれぞれの御研究の詳しい報告で、講演3)は加治先生のうんちくを傾けられたお話しで、講演4)と5)はスライドをまじえた有益かつ楽しいお話しで盛会裡に講演会を終えることができました。なお、本講演会のプログラム、会場設営等神戸大の赤川先生に大変お世話になったことを付記しておきたい。

( 関西地方連絡幹事 荻野 文丸 )

### (3) 九州グループ

日 時 昭和55年1月19日(土) 13:00~18:00

場 所 九州大学生産科学研究所講義室

講 演

#### 1) 水平細線からの自由対流

\*藤井丕夫、藤井哲、本田知宏(九大・生研)

#### 2) 電解水素気泡による核沸騰伝熱促進機構について

\*中山昭男、鹿野松太郎(九産大・工)



3) 狭い矩形流路内の沸騰熱伝達

\*門出政則、楠田久男(佐賀大・工)

4) 管内凝縮器の熱的設計法の比較

\*野津滋、藤井哲(九大・生研)、本田博司(岡山大・工)

特別講演

復水器の熱的設計法——蒸気流速とイナデンションの効果

九州大学生産科学研究所教授 藤井 哲氏

企業(5)、九大(25)、九工大(3)、佐賀大(2)、九産大、宮崎大、大分大、山口大、(各1)から39名の参加があった。今回は講演の応募がなかったので、進行中の研究について講演を依頼した。その結果、質疑応答は極めて活発で、各講演毎に討論を打ち切らざるをえなくなり、それでも予定時間を1時間ほど超過した。

当グループでは過去において、設計した実験装置や研究に随伴してきた問題を紹介し、参加者の意見を求めることもよく行われていたが、今回はそれに近い形式に戻り面白く有意義であった。

講演1)では、まず、 $Ra = 10^{-8} \sim 10^7$ の範囲で適用可能な実験式が提出され、低 $Ra$ を対象に行った数値解析について、計算空間領域外周の境界条件の設定法による数値解の相異と実測値との相関が述べられた。

講演2)では、伝熱面から電解水素気泡を発生させた場合の核沸騰伝達促進の機構を究明するために、100mmHg abs.において、水素気泡分布と蒸気泡分布の相関、電解電流が離脱気泡径と気泡発生頻度に及ぼす影響などについて測定した結果が述べられた。

講演3)では、片側が加熱面の垂直流路(幅1~4mm)内に飽和の蒸気泡を一定周期で下方より吹き込んだ場合について、加熱面温度と気泡位置の関係、すなわち気泡通過による加熱面からの熱除去と加熱面温度変化の特性を中心に、熱伝達上昇機構が計算結果と実験結果から説明された。

講演4)では、フロン系冷媒が水冷ジャケット内の水平管内で凝縮する場合について、演者らの得た凝縮熱伝達係数及び摩擦係数を用いることにより、従来提案されている設計法よりも所要伝熱面積を減ずることができ、圧力降下も適確に見積れることが説明された。

特別講演は、計算機による設計法、空気の影響、ファウリング、伝熱促進などに関して本年3月米国で開催されるWorkshop on Modern Developments in Marine Condensersでの講演論文をまとめられた藤井教授にお願いした。蒸気流速の熱伝達促進効

果とイナレーションによる熱伝達低下の総合作用についての研究を、蒸気流の方向を変えて撮影した16ミリフィルムを用いて、詳細に解説された。詳しくは追って紹介される機会があるろう。

引続き行われた懇親会には17名の参加があり、打切られた討論が復活し、賑やかで和やかなうちに午後8時半散会した。

(九州地方連絡幹事 宮武 修)

## お 知 ら せ

### (1) 第17回日本伝熱シンポジウム

開催日 昭和55年5月28日(水)～30日(金)

〔共催 日本学術会議熱エネルギー工学研究連絡委員会、本会ほか10学協会〕

講演会場 ホリデイ・イン金沢〔金沢市堀川町1-10、電話(0762)23-1111〕

懇親会場 同 上

参加諸費 シンポジウム参加費：1名4500円、ただし学生、大学院生は1名2500円  
(いずれも講演論文集代を含まず)。講演論文集代：1部5000円(ただし、日本伝熱研究会会員には1部無料進呈)

懇親会 5月29日(木) 18:15～20:00、1名5000円(ただし、同伴夫人は無料)。

申込要領 はがき大の用紙に「第17回日本伝熱シンポジウム申込」と題記し、(1) 氏名、(2) 勤務先、(3) 連絡先、(4) 講演論文集部数(進呈分以外)、(5) 懇親会出欠(夫人同伴の方はその旨を明記)を明記し、該当費用を添えて、必ず現金書留にて下記へお申込み下さい。(6) 伝熱研究第73号最終ページに添付されている申込書をなるべく御利用下さい。(7) 参加証、領収証などは当日受付でお渡しいたします。

申込締切 昭和55年5月10日(土)

申込先 〒920 金沢市小立野2丁目40番20号  
金沢大学工学部化学工学科内  
第17回日本伝熱シンポジウム準備委員会  
Tel(0762) 61-2101 内線322

なお第1日目の会場の受付は8:30より行います。

講演次第 \*印は講演者、各講演は15分、討論はそれぞれの講演群のうちで適宜まとめて行います。ただし、沸騰のセッションは講演(5分)総合討論を含めたポスタ形式により行います。

## 沸騰セッションのご案内

1. 沸騰セッションは、〔沸騰Ⅰ、B104～B110〕、〔沸騰Ⅱ、B111～B118〕、および〔沸騰Ⅲ、B119～B128〕および〔沸騰Ⅳ、B209～B218〕の4セッションです。
2. 各セッションとも、ポスタの展示・討論、口頭発表を経た後、総合討論を行います。
  - (1) ポスタの展示・討論(45分)……………発表者は、各自の張り付けた掲示板の前で、出席者の質疑・討論を受けます。出席者は、どの発表者とも自由に質疑討論していただきますが、一人の発表者を長時間独占することはご遠慮下さい。同席の連名者(会場ではリボン着用)との討論も可能ですが、飽くまでも発表者が中心となるよう心がけて下さい。
  - (2) 口頭発表(5分/1件)……………ポスタの展示・討論後、発表者により口頭発表が行われます。ここでは、論文の目的、結論を含めた簡単な内容の紹介と、ポスタの展示・討論中に交えた質疑の概略が公表されます。
  - (3) 総合討論(35～50分)……………座長の司会のもとで全体的な討論を行う場とします。従って、ポスタの展示・討論の段階で可能な、個別の質疑討論は避け、発表者相互の質問、論文相互の関連性をもった質問およびコメントを中心といたします。
3. ポスタ形式は、第18回伝熱シンポジウム(仙台)においても受施の予定です。その資料とするため、アンケートの回答にご協力をお願いいたします(アンケート用紙は会場入口に用意しておきます)

— A 室 —

第1日 5月28日(水)

「強制対流(I)」座長佐藤俊君(京大工) 講演(9:00~10:15) 討論(10:15~11:05)		
A101	前縁はく離を伴う平板の熱伝達 (隣接平板の影響)	* 鍋本暁秀(広島大工、機正) 千葉徳男 (広島大工、機正)
A102	剝離と再附着を伴う鈍い前縁を有する平 板まわりの熱伝達(乱流熱流束および乱 流プラントル数)	* 太田照和(秋田大鈺、機正) 金伸彦(秋 田大鈺)
A103	ステップ後方剝離流の輸送機構に関する 研究(第2報)	* 中村幹英(東大院、機学) 津路正幾(東 大工) 笠木仲英(東大工、機正) 平田賢 (東大工、機正)
A104	はく離領域における流れの非定常性と熱 伝達	五十嵐保(防衛大、機正)
A105	二次元くぼみ内の3次元流れおよび熱伝 達	* 檜和田宗彦(岐阜大工、機正) 馬淵幾夫 (岐阜大工、機正) 熊田雅彌(岐阜大工、 機正)

「強制対流(II)」座長馬淵幾夫君(岐阜大工) 講演(11:15~12:00) 討論(12:00~12:30)		
A106	曲り円管内流の速度・温度助走区間におけ る強制・自然複合熱伝達(第1報、層流 理論解析)	* 秋山光庸(宇都宮大工、機正) 鈴木止美 (新菱冷熱、機正) 鈴木道義(宇都宮大 工、機正) 西脇一郎(宇都宮大工、機正)
A107	鉛直円管内助走区間層流熱伝達I(気体 流の場合)	* 千々木享(京大院、機学) 木枝茂和(京 大工、機正) 島岡清重(三菱自工、機正) 鈴木健二郎(京大工、機正) 佐藤俊(京 大工、機正)
A108	鉛直円管内助走区間層流熱伝達II(液体 流の場合)	* 木枝茂和(京大工、機正) 千々木享(京 大院、機学) 鈴木健二郎(京大工、機正) 佐藤俊(京大工、機正) 島岡清重(三菱 自工、機正)

「強制対流(Ⅲ)」座長平田賢君(東大工) 講演(13:00~14:00)討論(14:00~14:40)		
A1109	平行平板間を流れる内部発熱流体により形成される渦列について(第2報、速度および温度変動の測定)	*中島健(神大工、機正)西浜渉(神大院機学)松本隆一(神大工、機正)
A1110	傾斜平行平板間での共存対流場における2次流れ	*福井啓介(姫路工大、化工正)中島正基(姫路工大、化工正)植田洋匡(国公研、化工正)
A1111	円柱周囲の非定常共存対流	松本隆一(神大工、機正)能登勝久(神大工、機正)*西山良一(神大院、機学)
A1112	円柱後方伴流加熱による対称渦の生成	*森康夫(東工大、機正)土方邦夫(東工大、機正)宮内敏夫(東工大、機正)前田均(東工大)

「強制対流(Ⅳ)」座長森康夫君(東工大) 講演(14:45~15:25)討論(15:25~16:25)		
A1113	衝突噴流熱伝達の増進技術(第2報)に関する研究	*M.M.Ali Khan(東大院、機正)笠木伸英(東大工、機正)平田賢(東大工、機正)
A1114	衝突噴流熱伝達の増進技術(第3報)に関する研究	M.M.Ali Khan(東大院、機正)*大西寛(富士通、機准)笠木伸英(東大工、機正)平田賢(東大工、機正)川畑淳一(日立)
A1115	軸対称衝突噴流のよどみ域における輸送機構(第2報)	横堀誠一(東大院、機正)*宮崎洋(東大工、機学)笠木伸英(東大工、機正)平田賢(東大工、機正)
A1116	衝突噴流の伝熱増進機構	*片岡邦夫(神大工、化工正)上山洋一郎(神大工、化工学)橋本伸一(神大工、化工学)

講演  
中止

「強制対流 (V)」座長菱田幹雄君 (名工大) 講演 (16:30~17:45) 討論 (17:45~18:35)		
A 1 1 7	岐点まわりの熱伝達に及ぼす乱れの影響	* 土方邦夫 (東工大、機正) 森康夫 (東工大、機正) 吉田英生 (東工大、機学)
A 1 1 8	円形自由噴流中に置かれた球の熱及び物質伝達に関する研究 (第 1 報)	* 鳥居薫 (横国大工、機正) 天野俊之 (横国大院、機准)
A 1 1 9	鉛直浮力噴流の乱流特性	水科篤郎 (京大工、化工正) 荻野文丸 (京大工、化工正) * 武内洋 (京大工、化工正) 大木勝 (京大工、化工正)
A 1 2 0	円形加熱噴流の数値解析	石垣博 (航技研、機正)
A 1 2 1	軸対称管内噴流の壁面からの熱伝達 (第 4 報、非等温管内噴流の場合)	西野淳二 (京大院) 久保智彰 (東芝) * 康倫明 (京大工、機正) 鈴木健二郎 (京大工、機正) 佐藤俊 (京大工、機正)

第 2 日 5 月 2 9 日 (木)

「強制対流 (VI)」座長泉亮太郎君 (名大工) 講演 (9:00~9:45) 討論 (9:45~10:15)		
A 2 0 1	平行平板流路内に千鳥状に円柱を置いた場合の壁面熱伝達	* 親川兼勇 (琉球大工、機正) 馬淵幾夫 (岐阜大工、機正)
A 2 0 2	管群の熱伝達 (千鳥型配列の場合)	* 相場真也 (秋田工高専、機正) 土田一 (秋田工高専、機准) 太田昭和 (秋田大、機正)
A 2 0 3	低 Re 数における円柱群間の物質移動	* 西村龍夫 (廣大工、化丁学) 河村祐治 (廣大工、化工正)

「強制対流 (VII)」座長千葉徳男君 (廣大工) 講演 (10:25~11:40) 討論 (11:40~12:30)		
A 2 0 4	管内乱流の伝熱機構	菱田幹雄 (名工大、機正) * 長野靖尚 (名工大、機正) 福安富彦 (名工大、機学)
A 2 0 5	正方形断面曲り管内強制対流熱伝達に関する研究 (十分発達した乱流域における数値解析と実験)	内田豊 (電通大、機正) * 小泉博義 (電通大、機正) 狩集二郎 (電通大院)

「強制対流(VII)」座長千葉徳男君(広工大) 講演(10:25~11:40) 討論(11:40~12:30)		
A206	加速場中における二次元管内乱流の流動および熱伝達(速度乱れの減衰に及ぼす管路長、助走距離の影響について)	*北村健三(豊橋技科大、機正)吉部明信(豊橋技科大)三田地紘史(豊橋技科大機正)
A207	円管内ガス流の加熱による層流化実験	*小川益郎(原研、機正)河村洋(原研、機正)滝塚貴和(原研、機正)秋野詔夫(原研、機正)
A208	二重円管内乱流の層流化的現象に関する研究	森康夫(東工大、機正)土方邦夫(東工大、機正)*松本功(東工大、機学)

「強制対流(VIII)」座長武山 斌郎君(東北工大) 講演(14:30~15:30) 討論(15:30~16:10)		
A209	波形流路内の流動および熱伝達(第6報、多数回折れ曲がる場合の解析-乱流)	泉亮太郎(名工大、機正)*山下博史(名工大、機正)親川兼勇(琉球工大、機正)
A210	矩形管路の壁面に配列された発熱体まわりの流動と熱伝達	*柳田武彦(日立機研、機正)中山恒(日立機研、機正)根本武夫(日立機研)
A211	不均一熱流束分布を有するダブルテーパ管における熱伝達特性	*新野正之(航技研、機正)熊川彰長(航技研、航正)鈴木昭夫(航技研、機正)坂本博(航技研)佐々木正樹(航技研)
A212	矩形ダクト内の乱流促進体による熱伝達の増進(壁と促進体間に clearance のある場合)	宮下尙(富大工、化工正)高柳暁(富大工、化工学)*塩見裕(富大工、化工学)

「強制対流(IX)」座長鈴木健二郎君(京大工) 講演(16:15~17:30) 討論(17:30~18:20)		
A213	高熱負荷における環状流路の熱伝達	*藤井貞夫(原研、原正)菱田誠(原研、機正)河村洋(原研、機正)秋野詔夫(原研、機正)
A214	環状流路の液体ナトリウムの熱伝達(第2報)	石黒亮二(北大工、機正、原正)杉山憲一郎(北大工、機正、原正)*坂下弘入(北大工、原学)浅倉公治(北大工)
A215	局所流路閉塞試験-8(中心流路が閉塞された燃料集合体における局所温度上昇)	*山口勝久(動燃、原正)魚谷正樹(動燃、原正)



「強制対流 (IX)」座長鈴木健二郎君 (京大工) 講演 (16:15~17:30) 討論 (17:30~18:20)		
A 2 1 6	半円周加熱面における超臨界圧水の強制対流熱伝達 (その2、円周方向の熱伝達率分布)	石川浩 (電中研、機正) 須原繁雄 (電中研、機正) 阿部俊夫 (電中研、機正) * 高橋毅 (電中研、機正)
A 2 1 7	静電冷却法とその応用 (第1報、静電気風の強さ)	* 藤掛賢司 (豊田中研、機正) 大沢克幸 (豊田中研、機正) 鈴木正利 (富田中研) 杉山勝彦 (豊田中研、機正)

第3日 5月30日(金)

「強制対流 (X)」座長小茂鳥和生君 (慶大工) 講演 (9:00~10:00) 討論 (10:00~10:40)		
A 3 0 1	全面膜冷却技術 (F.C.F.C.)に関する研究 (第3報、吹き出し孔ドッチの影響)	笠木伸英 (東大工、機正) 平田賢 (東大工、機正) * 高橋毅 (東大工、機学) 定司崇 (東大工) 熊田雅彌 (岐阜大工、機正)
A 3 0 2	全面膜冷却技術 (F.C.F.C.)に関する研究 (第4報、局所熱伝達率への温度比の影響)	* 熊田雅弥 (岐阜大工、機正) 野口陸郎 (岐阜大工、機学) 三矢輝章 (岐阜大工) 平田賢 (東大工、機正) 笠木伸英 (東大工、機正)
A 3 0 3	二次元平行多列吹き出し膜冷却に関する研究	* 吉川進三 (同大工、機学) 御倉徹也 (同大工、機准) 竹内右人 (同大工、機学)
A 3 0 4	フィルム冷却用吹き出しによるガスタービン翼列の空気力学的性能への影響	* 伊藤定祐 (幾徳工大、機正) E.R.G.Eckert (ミネソタ大) R.J.Goldstein (ミネソタ大)

「自然対流 (I)」座長石黒亮二君 (北大工) 講演 (10:50~11:50) 討論 (11:50~12:30)		
A 3 0 5	内部発熱を伴う水平流体層の自然対流熱伝達に及ぼす下面加熱の効果	* 菊地義弘 (京大工、原正) 河崎照文 (京大院、原学) 塩山勉 (京大工) 岐美格 (京大工、原正)
A 3 0 6	表面張力駆動流に関する研究	* 新免則英 (東大院) 松本洋一郎 (東人工、機正) 斉藤孝基 (東大工、機正)

「自然対流 (I)」座長石黒亮二君 (北大工) 講演 (10:50~11:50) 討論 (11:50~12:30)		
A 3 0 7	断面が長方形の物体からの自然対流 熱伝達	部谷尙道 (福井大工、機正) * 竹内正紀 (福井大工、機正) 田中義樹 (福井大工) 中島伸一 (福井大院)
A 3 0 8	任意曲面上の自然対流熱伝達 (曲率一定 内面壁と平面壁と曲率一定外面壁の三要 素からなる一般化モデルについて)	* 岸浪紘機 (室蘭工大、機正) 齊藤図 (室 蘭工大、機正) 戸倉郁夫 (室蘭工大、機 正) 村本和夫 (室蘭工大、機准)

「自然対流 (II)」座長増岡隆士君 (九工大) 講演 (13:00~14:15) 討論 (14:15~15:05)		
A 3 0 9	鉛直加熱二平行平板間の自由対流熱伝達	中村博 (都立大工、機正) 浅古豊 (都立大 工、機正) * 内藤孝 (都立大院、機学)
A 3 1 0	二重管型熱サイフォン	* 深田智久 (電中研、機正) 大野裕司 (電 中研、機正) 阿部俊夫 (電中研、機正)
A 3 1 1	L D V による垂直平板上空気の乱流自由 対流境界層の研究	* 宮本政英 (山口大工、機正) 岡山正義 (山口大院、機学)
A 3 1 2	光ファイバ L D V による不透明媒体の局 所流速測定	大場謙吉 (阪大工、機正) * 松野俊樹 (阪 大院、機学) 吉村浩一 (阪大工、機学)
A 3 1 3	シュリーレン干渉法による平板からの強 制対流熱伝達率の測定	* 藤田尚毅 (東北学院大、機正) 坪内為雄 (東北学院大、機名誉)

「自然対流 (III)」座長秋山光庸君 (宇都宮大工) 講演 (15:10~15:55) 討論 (15:55~16:25)		
A 3 1 4	環状積層断熱層内の自然対流	* 増岡隆士 (九工大、機正) 坂本直樹 (東 京三洋、機准) 勝原哲治 (九工大、機正) 下村寛昭 (原研、機正、原正) 岡本芳三 (原研、機正、原正)
A 3 1 5	傾斜二重円管状多孔質層内自然対流の三 次元解析	* 高田保之 (九大院、機学、原学) 福田研 二 (九大工、機正、原正) 長谷川修 (九大 工、機正、原正) 下村寛昭 (原研、機正、 原正) 佐野川好母 (原研、機正、原正)
A 3 1 6	傾斜環状容器内の自然対流 (軸端壁加熱冷却の場合)	* 尾添紘之 (岡大工化工正) 柴田勉 (岡大工) S.W.Churchill (ペンシルベニア大)

「自然対流(Ⅳ)」座長相原利雄君(東北大速研)講演(16:30~17:15)討論(17:15~17:45)		
A 3 1 7	平行四辺形密閉空間内の自然対流熱伝達に関する研究	* 前川透(東大院、伝学) 棚沢一郎(東大生研、機正)
A 3 1 8	成層流体の容器内自然対流 (第3報、無次元整理式)	* 森岡幹雄(石幡、機正) 塩治震太郎(石幡、機正)
A 3 1 9	鉛直密閉空間内の自由対流熱伝達 (内部に鉛直しきり壁をもつ場合)	中村博(都立大工、機正) 浅古豊(都立大工、機正) * 平田東彦(都立大院、機学)

## B 室

第1日 5月28日(水)

「燃焼( )」座長松本隆一君(神戸大工) 講演(9:00~9:45) 討論(9:45~10:15)		
B 1 0 1	高温燃焼ガスと冷壁との熱伝達に関する研究(第3報)	* 竹内正雄(慶大院、機正) 溝本雅彦(慶大工、機正) 猪飼茂(慶大工、機正)
B 1 0 2	球状合成高分子材料の点火と燃焼	岡島敏(法政大工、機正)
B 1 0 3	拡散火炎における温度、炭酸ガス濃度の光学的測定	竹内貴一郎(同大工、機正) 石田耕三(堀場製作所、機正) 田中文朗(同大工、機学) * 吉原福全(同大工、機学)

「沸騰(I)」座長 甲藤好郎君(東工大)		ポスタ展示(10:35~11:20)
井上晃君(東工大)		講演(11:20~11:55)
総合討論(11:55~12:30)		
B104	飽和核沸騰における細線の沸騰特性とその統計的性質	*佐右光雄(広島大工、機正)千葉徳男(広島大工、機正)
B105	水溶液の沸騰伝熱に関する研究	一色尙次(東工大、機正)*鴨志田隼司(芝浦工大、機正)竹内正顕(東工大、機正)工藤文弘(東工大院、機学)
B106	リチウム・プロマイド水溶液の低圧力下における沸騰伝熱について(第7報、水平上向き伝熱面の場合)	*近藤弘之(名工大院、機学)田島収(名工大、機正)神谷博(名工大院、機学)朝日聰(名工大)小出富夫(名工大)
B107	カリウムのプール沸騰熱伝達	*竹中信幸(京大院、原学)村田保(京大院、原学)高橋修(京大工、原正)岐美格(京大工、原正)
B108	直管型蒸気発生器におけるポストドライアウト域熱伝達(第2報簡易計算法)	*老国潔一(川崎重工、機正)白羽陸宏(川崎重工、原正)
B109	ピンバンドルにおけるナトリウム沸騰試験-12(崩壊熱出力レベルの沸騰挙動)	羽賀一男(動燃、原正)*魚谷正樹(動燃、原正)
B110	液体ヘリウムへの過渡熱伝達(第1報)ゲルマニウム蒸着膜による伝熱面温度の測定)	関昌弘(原研、機正)

「沸騰(Ⅱ)」座長 西川兼康君(九大工) 成合英樹君(船研)		ポスタ展示(13:10~13:55) 講演(13:55~14:35) 総合討論(14:35~15:15)
B1111	ブール膜沸騰の研究(1)(熱伝達係数に対する系圧力及びサブクール度の影響)	*桜井彰(京大原エネルギー研、原正) 塩津正博(京大原エネルギー研、原正) 畑幸一(京大原エネルギー研、原正)
B1112	ブール膜沸騰の研究(2)(極小熱流束に対する系圧力及びサブクール度の影響)	桜井彰(京大原エネルギー研、原正) *塩津正博(京大原エネルギー研、原正) 畑幸一(京大原エネルギー研、原正)
B1113	ブール膜沸騰の研究(3) (非定常熱伝達及び極小熱流速)	桜井彰(京大原エネルギー研、原正) 塩津正博(京大原エネルギー研、原正) *畑幸一(京大原エネルギー研、原正)
B1114	サブクールブール遷移沸騰熱伝達	*稲田茂昭(群馬大工、機正)佐久本伸 (群馬大工) 宮阪芳喜(群馬大工、機正)
B1115	サブクール下の膜沸騰とクエンチング時における蒸気膜の挙動	*森治嗣(東北大工、原学) 戸田三朗(東北大工、原正、機正)
B1116	衝撃波下における膜沸騰の非定常熱伝達に関する研究(第2報)	*井上晃(東工大原研、機正)青木成文(東工大原研、機正)片岡寛人(東工大院)
B1117	不純物を含む液滴のライデンフロスト温度	秋山守(東大工、機正)
B1118	液々接触層状流の熱伝達に関する研究(第3報 界面沸騰を伴う流動と伝熱)	高橋実(東工大院、機正)*有富正憲(東工大原研、機正)井上晃(東工大原研、機正)青木成文(東工大原研、機正)

「沸騰(Ⅲ)」座長 青木成文君(東工大) ポスタ展示(15:35~16:20) 秋山 守君(東大工) 講演(16:20~17:10) 総合討論(17:10~18:00)		
B119	浸漬冷却時の冷却速度に及ぼす物体表面付加層の影響	西尾茂義(東大生研 機正)
B120	高温面の液膜冷却とスバッタリング	植田辰洋(東大工、機正)井上満(東人工機正)*岩田裕弘(東大工、機学)
B121	高温加熱水平円柱の急冷に関する研究	庄司正弘(東人工、機正) *船渡稔(東大院、機学)
B122	非定常減圧場の気泡成長	*戸田三朗(東北人工、原正機正) 北村正彦(東北大院)
B123	減圧下プール内核沸騰の4種の沸騰様式	*飯田嘉宏(横国大工、機正、化工正) 露木敏勝(東女医大)川端一司(横国大院)
B124	多孔面沸騰伝熱における液の引き込み現象の解析	*中山恒(日立機研、機正)大黒崇弘(日立機研、機正)中島忠克(日立機研 機正)
B125	高性能沸騰伝熱面の評価(第2報)	*伊藤猛宏(九人工、機正)西川兼康(九大工、機正)田中克典(九大工、機正) 安元孝一(九大院)
B126	核沸騰熱伝達に及ぼす表面粗さの影響について	西川兼康(九大工、機正)*藤田恭伸(九人工、機正)大田治彦(九大院、機正) 日高澄具(九大工)
B127	核沸騰における伝熱面姿勢の影響について	西川兼康(九人工、機正)藤田恭伸(九人工、機正)*内田悟(九大工、機正)
B128	環状フィンの沸騰熱伝達の実験的研究	*緒方次郎(東北大院)島田了八(東北人工、機正)熊谷哲(東北大工、機正) 大内雅樹(東北大工、機正)武山斌郎(東北大工、機正)

第2日 5月29日(木)

「二相流(I)」座長世右口言彦君(九大工) 講演(9:00~9:45)討論(9:45~10:15)		
B201	気泡流の相対速度	* 芹沢昭示(京大原エネルギー研、機正原正) 片岡勲(京大原エネルギー研、機正、原正)
B202	蒸発管での気液二相流水撃現象に関する研究(第1報 気泡流の解析)	赤川浩爾(神大工、機正) 藤井照重(神大工、機正)* 伊藤裕(神大院、機准) 山口敏明(神大院、機学)
B203	衝突気ほう噴流の熱伝達	森康夫(東工大、機正) 土方邦夫(東工大、機正)* 吉田英生(東工大院、機学)

「二相流(II)」座長植田辰洋君(東大王) 講演(10:25~11:40)討論(11:40~12:30)		
B204	垂直管内気ほう流におけるボイド率分布の一推算法	日向滋(信州大織、機正)
B205	垂直正方形管内気泡流の乱流構造(とくに壁面近傍の微細構造について)	* 大場謙吉(阪大工、機正) 湯原勉(神戸製鋼、機准)
B206	デジタルボイドベロシメータの研究	* 砂田謙二(広工大、原正) 北山正文(広工大、原正)
B207	静電容量の変化による噴霧液滴の粒径測定法の開発	玉野和保(広工大、化工正)
B208	気液二相液膜噴霧流に関する研究(第2報 液膜と気相速度分布)	赤川浩爾(神大工、機正) 坂口忠司(神大工、機正) 藤井照重(神大工、機正) 中谷洋二(三井造船、機正) 中瀬古広三郎(住友ゴム、機正) * 伊藤淳一(神大院、機学) 浜野行男(神大院、機学)

<p>「沸騰(Ⅳ)」座長 岐美格君(京大工) ポスタ展示(14:50~15:35)</p> <p>伊藤猛宏君(九大工) 講演(15:35~16:25)</p> <p>総合討論(16:25~17:15)</p>		
B209	垂直流路内における自然流動沸騰系の限界熱流束(矩形流路について)	*門出政則(佐賀大理工、機正) 楠田久男(佐賀大理工、機正) 上原春男(佐賀大理工、機正)
B210	一様加熱垂直円管流路における自然流動沸騰の限界熱流束	*河村成人(東大工、機学) 甲藤好郎(東大工、機正)
B211	二重管サーモサイフオンの限界熱流束	関信弘(北大工、機正) 福迫尙一郎(北大工、機正)*小口勝之(北大院、機学) 井手武雄(北大工)
B212	流動沸騰系の限界熱流束と液膜流量	植田辰洋(東大工、機正) *諫山保志(東大工、機学)
B213	一様加熱垂直円管内の強制流動沸騰限界熱流束の「熱流束-クオリティ」形式の整理について	甲藤好郎(東大工、機正)
B214	管内二相流の限界熱流束特性の一考察	一色尙次(東工大 機正)*堀政義(石播機正) 川入明男(東工大) 長沢幸雄(石播)
B215	強制対流下の過渡沸騰熱伝達(Ⅳ)	桜井彰(京大原エネルギー研、原正) *片岡勲(京大原エネルギー研、原正機正) 芹沢昭示(京大原エネルギー研、原正機正)
B216	管内高速流による強制流動沸騰熱伝達に関する研究(第2報)	*福山佳孝(東大院、機正) 平田賢(東大工、機正) 池田忠弘(東大工) 佐藤哲志(東大工)
B217	狭い流路内における非定常沸騰熱伝達に関する研究 (第2報 非定常沸騰と発生圧力の関係)	*小沢由行(東工大原研、機正) 青木成文(東工大原研、機正) 井上晃(東工大原研、機正) 奥山邦人(東工大)
B218	臨界圧近傍におけるR-22の管内流熱伝達に関する研究(第2報)	西川兼康(九大工、機正)*吉田駿(九大工、機正) 大野正規(九大工、機正) 山田明(九大院)



第3日 5月30日(金)

「二相流(Ⅲ)」座長大場謙吉君(阪大工) 講演(9:00~10:00) 討論(10:00~10:40)		
B301	曲円管内における固気混相媒体の流動 伝熱の解析(続報)	越後亮三(九大工、機正原正)*上村宏 (九大院、機学)中島克彦(出光興産) 長谷川修(九大工、機正原正)
B302	剝離・再付着を伴う固気混相流の熱伝達	前田昌信(慶大工、機正)菱田公一(慶大 院、機正)広瀬貞夫(慶大院、機学) *清田浩之(慶大院、機学)
B303	レーザー流速計による水平管内固気二相 流の測定	*辻裕(阪大工、機正)森川敬信(阪大工 機正)高橋誠一(川崎製鉄、機准) 上地哲男(阪大院、機学) 朝海弘資(阪大院、機学)
B304	レーザー流速計による混相流の分散相お よび連続相の速度測定	前田昌信(慶大工、機正)菱田公一(慶大 院、機正)*松本千秋(慶大院、機学) 猪飼茂(慶大工、機正)

「二相流(Ⅳ)」座長赤川浩爾君(神大工) 講演(10:50~11:50) 討論(11:50~12:30)		
B305	垂直下降気液二相流系の不安定流動	中西重康(阪大工、機正)小沢守(神大工、 機正)石谷清幹(阪大工、機正) *菅孝雄(阪大院、機学) 田中哲郎(阪大工、機学)
B306	混相ノズル流における不安定現象	*蔵坪学(筑波大院、機学)松井剛一 (筑波大、機正)森岡茂樹(筑波大、機正)
B307	管群内二相流三次元熱流動解析に関する 研究	平尾康彦(三菱重工、機正) *藤原誠(三菱重工、伝正)鶴飼修(三菱 重工)宗実茂樹(三菱重工) 佐藤正文(三菱重工、原正)
B308	垂直非円形断面流路内気液二相流の研究 (第1報 流動様式およびボイド率)	*佐藤泰生(熊本大工、機正)佐田富道雄 (熊本大工、機正)猿渡真一(有明高専、 機正)世古口言彦(九大工、機正)

「二相流(V)」座長 戸田三朗君(東北大工) 講演(13:10~14:25) 討論(14:25~15:15)		
B309	水-空気2成分系の噴霧気流中におかれた楔面からの対流熱伝達 (第2報 等温楔の理論)	相原利雄(東北大速研、機正化工正) *傅武雄(東北大院、機学)
B310	噴霧状気液二相流の熱伝達に関する研究 (平板の迎角の影響)	*菱田公一(慶大院、機正) 前田昌信(慶大工、機正) 猪飼茂(慶大工、機正)
B311	くさびに沿うミスト流の解析と実験	*西川進栄(千葉大工、機正) 菅井茂勝(千葉大工)
B312	水-空気混合体噴流による焼入冷却法	*蜂巣毅(日立機研、機正) 山口啓二(日立機研)
B313	多流体モデルによる管群内ドライアウトの解析	斎藤健彦(東芝、機正原正) *石塚隆雄(東芝、機正原正) 香川達雄(東芝、機正原正) 浜崎亮一(東芝) 木村次郎(東芝、原正)

「二相流(VI)」座長 坂口忠司君(神大工) 講演(15:25~16:40) 討論(16:40~17:30)		
B314	垂直上昇気液二相流におけるホールドアップ	深野徹(九大工、機正) *川上靖(宇部高専、機正) 大原武(宇部高専、機正) 清水英男(宇部高専、機正) 世古口言彦(九大工、機正)
B315	環状流路における気液二相流の相分布特性	*古川徹(佐世保高専 機正) 福井久和(佐世保高専、機正) 世古口言彦(九大工、機正)
B316	くさび状流路における気液二相流の特徴	世古口言彦(九大工、機正) 田中収(九大工、機正) 江崎秀司(九大院、機正) *杉浩司(九大院、機学) 上野隆司(九大院、機学)
B317	水平管内気液環状二相流の研究 (第1報 管周方向の液膜厚さの分布)	世古口言彦(九大工、機正) *逢坂昭治(徳島大工短、機正) 深野徹(九大工、機正) 森本隆雄(徳島人工短、機正)
B318	二相流の相分布と熱伝達	岐美格(京大工、原正) 稲瀬澄男(京大工、原学) *青木聰明(京大工、原学)

## C 室

第1日 5月28日(水)

「熱物性(Ⅰ)」座長 小林清志君(静大工) 講演(9:00~10:00) 討論(10:00~10:40)		
C101	自由噴流過程での比熱変化の分子線法による検討	* 滝昌弘(豊田中研、機正) 山崎哲(豊田中研) 藤谷義保(豊田中研)
C102	フロン系冷媒の熱伝導率の研究 (装置および低温液体域での測定)	* 矢田順三(京工織大、機正) 南山龍緒(京工織大、機正) 原賢二郎(京工織大)
C103	液体の熱伝導率の高精度測定に関する研究(第3報 非定常細線法による電気伝導性液体の熱伝導率の絶対測定)	* 長坂雄次(慶大院、機准) 長島昭(慶大工、機正)
C104	DTA法・DSC法の組み合わせによる有機物質の熔融・凝固過程解析	架谷昌信(名大工、化工正) 松田仁樹(名大工、化工正) * 西尾亮(名大工、化学)

講演  
中止

「熱物性(Ⅱ)」座長 飯出嘉宏君(横国大工) 講演(10:50~11:50) 討論(11:50~12:30)		
C105	分散媒質の有効熱伝導度と近隣効果の算定	大島信徳(東大工、機正)
C106	充てん層の低温における伝熱特性	竹越栄俊(富大工、機正) * 平沢良男(富大工、機正) 井村定久(富大工、機正)
C107	分散系混合物の有効熱伝導率に関する実験	* 山田悦郎(秋田大鉦、機正) 高橋カネ子(秋田大鉦、機正) 太田照和(秋田大鉦、機正)
C108	地下帯水層熱物性値測定法に関する研究	梅宮弘道(山形大工、機正) 横山孝男(山形大工、機正) 宮沢隆亀(山形大院、機学) * 寺岡達夫(山形大院、機学)

「熱物性(Ⅲ)」座長 鳥居薫君(横国大工) 講演(13:10~14:10) 討論(11:10~11:50)		
C1109	高温における鉄基二元合金の熱定数について(第3報、Fe-Ti、Fe-V、Fe-W合金)	*小林清志(静大工、機正)大森利雄(トヨタ自工、機正)藤村全戒(静大工、機正)
C1110	ステップ状ふく射加熱による液体の熱拡散率測定法 (第3報、熱損失特性と熔融塩の測定)	*荒木信幸(静大工、機止) 越智正明(静大工) 小林清志(静大工、機止)
C1111	ステップ加熱法による熔融塩の熱拡散率測定(第3報、メタライズドセラミックセルの開発)	*加藤義夫(原研、原正)古川和夫(原研原正)小林清志(静大工、機正)
C1112	ラプラス変換法に基づく熱物性値の自動測定装置の研究	飯田嘉宏(横国大工、機正、化工正)*梅本真鶴(横国大院、機字)大橋稔生(横国大工)河合幹夫(昭和電工)

「流動層( )」座長 小竹進君(東大宇航研) 講演(15:00~15:45) 討論(15:45~16:15)		
C1113	真空流動層中での球からの熱物質移動	河村祐治(広大工、化工化) *山本一己(広大工、伝正)
C1114	流動層形熱交換器の研究 (第1報、垂直円筒形の壁面熱伝達特性)	泉亮太郎(名大工、機正)山下博史(名大工、機正)加賀定(名大工、機正) *阿部真一(名大工、機学)
C1115	気泡系流動層における熱伝達特性	関信弘(北大工、機正)福迫尙一郎(北大工、機正)*鳥越邦和(北大院、機正) 津島栄樹(北大工)

「凝縮(Ⅰ)」座長 熊田俊明君(北大工) 講演(16:25~17:25) 討論(17:25~18:05)		
C1116	乱流自由噴流中でのミスト生成 (液滴成長と場の緩和)	滝本昭(金大工、機正)林勇二郎(金大工機正)*児玉恒宜(富山工高専、機准)
C1117	ミストの発生を伴う水平平行平板間乱流熱・物質移動(過飽和場の緩和と熱・物質伝達)	林勇二郎(金大工、機正) *滝本昭(金大工、機正) 河原誠二(金大工、機正)
C1118	気体分子の凝縮の素過程に関する研究	山下雅道(東大宇航研、航工)*佐野妙子(東海大産研、機正)青木功(東大宇航研、機正)小竹進(東大宇航研、機正)
C1119	凝縮核と気体凝縮	小竹進(東大宇航研、機正)

第2日 5月29日(木)

「凝縮(Ⅱ)」座長 藤井哲君(九大生研) 講演(9:00~10:00) 討論(10:00~10:40)		
C201	滴状凝縮熱伝達に関する研究 (垂直円管上凝縮の場合)	* 勝田勝太郎(関西大工、機正 命止) 林宏和(前川製作所、機准)
C202	滴状凝縮面における滴の清掃作用による 伝熱効果	* 千葉陽一(一関工高専、化工正) 丸山俊郎(東北大工) 大谷茂盛(東北大工、 化工正) 磯部佳伸(東北大工)
C203	凝縮を伴う直接接熱 (凝縮の二形態)	* 樋下田和也(慶大工、機正) 森康彦(慶 大工、機正) 小茂島和生(慶大工、機正) 金子 峰夫(慶大院、機学) 楠木直毅(慶大院、機学)
C204	蒸気ほう吹き込みによる吸収・凝縮熱伝 達	一色尙次(東工大、機正)* 二階敷(石碯 機正) 及川智博(東工大)

「凝縮(Ⅲ)」座長 棚沢一郎君(東大生研) 講演(10:50~11:50) 討論(11:50~12:30)		
C205	鉛直面上の膜状凝縮熱伝達の実験的研究	上原春男(佐賀大理工、機正) 楠田久男(佐賀大理工、機正) 中岡 勉(佐賀大理工、機正) * 山田 美(佐賀大理工、機学)
C206	フルーテッド面上の凝縮熱伝達	上原春男(佐賀大理工、機正) 楠田久男(佐賀大理工、機正) 中岡 勉(佐賀大理工、機正) 武石誠二(佐賀大理工、機学) * 中島昌二(佐賀大理工、機学)
C207	空気を含む水蒸気の凝縮 (鉛直平板と水平円筒とのアナログ)	藤井 哲(九大生研、機正) * 加藤泰生(九大院、機正)
C208	回転形凝縮器に関する研究 (第1報、垂直円筒面上で凝縮する場合)	泉亮太郎(名大工、機正) * 高橋俊夫(名大工、機正) 前田 隼(名城大理工、機正) 山下博史(名大工、機正) 加賀 定(名大工、機正)

「凝縮(Ⅳ)座長 中山恒君(日立機研) 講演(14:50~15:35)討論(15:35~16:05)		
C209	管内凝縮器の熱的設計値の比較 (凝縮熱伝達係数の影響)	藤井 哲(九大生研、機正) 本田博司(岡 大工、機正) *野津滋(九大生研、機正)
C210	傾斜管内膜状凝縮熱伝達に関する研究 (上向流の不安定流動の場合)	*内藤修平(ライト工業、機准) 石原 勲(関西大工、機正冷正) 勝田勝太郎(関西大工、機正冷正)
C211	格納容器壁面のLOCA時凝縮熱伝達	成合英樹(船技研、機正原正) *綾威雄(船技研、機正原正) 小林道幸(船技研)

第3日 5月30日(金)

「熱交換器(Ⅰ)座長 一色尙次君(東工大) 講演(9:00~10:00)討論(10:00~10:40)		
C301	超電導発電機の伝熱モデルによる実験	*尾形久直(日立機研、機正) 藤岡和正(日立機研、機正) 安川 明(日立機研) 中山 恒(日立機研、機正)
C302	特性曲線法による蒸気発生器の動特性解 析	*山川正剛(日立エネ研、機正原正) 坂田太郎(バブ日立、機正原正) 阿部興司(日立、機正原正) 鈴置 昭(日立エネ研、機正原正)
C303	ジェット・エジェクタの空気吸入、 冷却性能および水蒸気凝縮性能について	*望月弘保(動燃、機正) 小堀哲雄(動燃、機正)
C304	ねじ状粗面うず室を有するホルテックス チューブのエネルギー分離性能	*幾世橋広(東北大工、機正) 能登 裕(東北大院) 京宗輔(東北大工、機正) 石浜 渉

「熱交換器(Ⅱ)」座長 谷口 博君(北大工) 講演(10:50~11:50) 討論(11:50~12:30)		
C305	1.5 MWT He-He 高温熱交換器の伝熱試験	* 渡辺健次(石播、機正) 中西武徳(石播、機正) 仲田哲朗(石播、機正) 伊藤正己(石播、機止) 森康天(東工大、機正)
C306	多孔質金属板を挿入した高温ガス用熱交換器に関する研究	* 福田研二(九大工、機正、原正) 秋永誠(九大院、原学) 吉松茂(九大工) 越後亮三(九大工、機正、原正) 長谷川修(九大工、機正、原正)
C307	セラミックス熱遮蔽層の研究(第2報、セラミックス材質と空隙間距離の影響)	* 阿部俊夫(電中研、機正) 石川 浩(電中研、機正) 須原繁雄(電中研、機正)
C308	対流ふく射拡大伝熱面の最適形状について(第2報)	* 田中貞行(福井高専、機止) 国友 孟(京大工、機正)

「熱交換器(Ⅲ)」座長 長谷川修君(九大工) 講演(13:10~13:55) 討論(13:55~14:25)		
C309	選択吸収面及び平板型太陽集熱器の性能評価法	* 金山公夫(北見工大、機正) 馬場 弘(北見工大、機正) 蝦名尚(北見工大)
C310	平板形太陽熱集熱系の過渡特性	片山功蔵(東工大、機正) 斎藤彬夫(東工大、機正) 宇高義郎(東工大、機正) * 槌尾武久(東工大、機学) 長谷川正史(東工大)
C311	水平同軸二重円筒太陽エネルギー集熱システムの最適設計手法について	* 丸本健二(京大院、機学) 森本教稔(京大工) 国友 孟(京大工、機正)

「熱交換器(Ⅳ)」座長 斉藤孝基君(東大工) 講演(14:35~15:50) 討論(15:50~16:40)		
C312	断続電場における液滴への直接接触熱伝達(界面張力の影響)	* 梶信藤(慶大院、機正) 森康彦(慶大工、機正) 寺沢秀彰(慶大工、機学) 棚谷吉郎(金工大、機正) 小茂鳥和生(慶大工、機正) 津井伸彦(慶大工、機学)
C313	低温度差発電用直接々触凝縮器	* 天野雅稚(電総研、機正) 西山勝男(電総研、機正) 梶川武信(電総研、伝正)
C314	低温度差用凝縮器の研究	* 西山勝男(電総研、機正) 阿川孝司(電総研) 梶川武信(電総研、伝正)
C315	熱サイフォン型ヒートパイプの作動特性	* 白石正夫(幾技研、機正) 菊地健太郎(機技研、機正)
C316	ヒートパイプを用いた熱交換器の伝熱特性	* 中尾正和(神戸製鋼、伝正) 山口喜弘(神戸製鋼、機正)

講演  
中止

D 室

第1日 5月29日(水)

「一般( )」座長 片山功蔵君(東工大) 講演(9:00~10:00)討論(10:00~10:40)		
D101	温度成層流中での物質の乱流拡散	水利篤郎(京大工、化工正) 荻野文丸(京大工、化工正) 植田洋匡(国公研、化工正) *小森 悟(京大工、化工正) 高橋成夫(京大工、化工学)
D102	海陸風循環の基本構造	植田洋匡(国公研、化工正) *光本茂記(国公研、気象正) 尾添紘之(岡山工大、化工正) 柴田 勉(岡山工大)
D103	深層温水放流	平井英二(金大工、化工正) 林良茂(金大工、化工正) *中村英朗(金大院、化工学)
D104	都市過熱により発生するヒート・アイランドの3次元シミュレーション	斉藤武雄(東北大工、機正) *遠藤光緑(東北大院、機学)

講演  
中止

「熱伝導(I)」座長 長島 昭君(慶大工) 講演(10:50~11:50)討論(11:50~12:30)		
D105	カプセル型潜熱蓄熱の実験的研究	伊藤定祐(幾徳工大、機正) *三浦直勝(幾徳工大、機正) 渡辺文雄(幾徳工大)
D106	潜熱蓄熱の伝熱問題(第2報)	片山功蔵(東工大、機正) 斉藤彬夫(東工大、機正) 斉藤明宏(東工大、機正) 松井秀夫(東工大院、機学) *長久保伸一郎(東工大、機学)
D107	潜熱蓄熱の伝熱問題(第3報)	片山功蔵(東工大、機正) 斉藤彬夫(東工大、機正) 宇高義郎(東工大、機正) *松井秀夫(東工大院、機学) 黒田茂樹(東工大、機学) 桜田宗夫(東工大)
D108	太陽熱の潜熱蓄熱の研究(水平円管カプセル内の融解現象の解析)	斉藤武雄(東北大工、機正) *広瀬宏一(東北大院、機准)

講演  
中止



「熱伝導(Ⅱ)」座長 服部 賢君(長岡技科大) 講演(13:10~14:25) 討論(14:25~15:15)		
D1109	有機質資材の発熱特性に関する研究	小森友明(金大工、化工正) * 関 平和(金大工、化工正)
D1110	融解熱利用の蓄熱に関する研究(その1)(加熱流体からの熱伝達を考慮した一次元融解)	浜松照秀(電中研、機正)
D1111	潜熱蓄熱装置の基礎研究	* 青木 亮(松下電機、機准) 長島 昭(慶大工、機正)
D1112	大規模地下蓄熱槽による太陽熱顕熱蓄熱システムの研究	斉藤武雄(東北大工、機止)
D1113	流線を足掛にした蓄熱領域の算定	片山功蔵(東工大、機正) 斉藤彬夫(東工大、機正) 桂木公平(日本地下水、機正) 梅宮弘道(山形大工、機正)* 横山孝真(山形大工、機正) 寺岡達夫(日立電線、機正)

講演  
中止

「熱伝導(Ⅲ)」座長 福迫尙一郎君(北大工) 講演(15:25~16:10) 討論(16:10~16:40)		
D1114	溶液の凝固についての研究 (第1報、凝固の過程と移動速度論)	* 林勇二郎(金大工、機正) 加藤信治(日本電装、機准)
D1115	汚泥凍結時の熱移動	平井英二(金大工、化工正) 林良茂(金大工、化工正)* 中村静大(金大院、化工学)
D1116	金属のリボン状結晶育成	梅宮弘道(山形大工、機正) 大築稔(小松電子、機正)* 丸山晋一(山形大院、機学) 堀 誠(山形大工、機学)

「熱伝導(Ⅳ)」座長 勝田勝太郎君(関西大工) 講演(16:50~17:35) 討論(17:35~18:05)		
D1117	雪層の融解挙動	関信弘(北大工、機正) 菅原征洋(北大工、機正) 福迫尙一郎(北大工、機正)* 木元浩司(北大院、機学) 館野克(北大工、機学)
D1118	空気・氷系多孔質層の融解過程に関する研究	* 青木和夫(長岡技科大、機正) 服部 賢(長岡技科大、機正)
D1119	水滴を含む寒冷気流中におかれた水平円管よりの熱伝達	関信弘(北大工、機正) 福迫尙一郎(北大工、機正)* 大竹実(北大院、機学) 松尾邦之(北大工)

第2日 5月29日(木)

「蒸発 (I)」座長 河村祐治君( 九大工 ) 講演(9:00~10:00) 討論(10:00~10:40)		
D2001	スプレッシュ蒸発に関する実験的研究( 気泡核供給の影響)	宮武 修( 九大生研、機正 ) * 富村寿夫( 九大院、機正 ) 井手雄一( 九大院、機学 ) 片山芳次( 九大工 )
D2002	低圧下の均一過熱水中における気泡成長( 非平衡現象の影響)	宮武 修( 九大生研、機正 ) * 田中逸夫( 九大生研、機正 ) 久保田和憲( 九大工、機学 )
D2003	高温固体面に衝突する水滴の蒸発に関する研究 - 表面被覆層の影響) ( 水滴の連続衝突による非定常冷却実験)	* 奈良崎道治( 宇都宮大工、機正 ) 淵沢定克( 宇都宮大工、機正 ) 坂内房尚( 宇都宮大院、機学 ) 武田信男( 宇都宮大工、機正 )
D2004	エマルジョン燃料液滴の加熱面蒸発	* 青木功( 東大宇航研、機正 ) 内海泰男( 東海大工、機学 ) 小竹 進( 東大宇航研、機正 )

「蒸発 (II)」座長 大谷茂盛君( 東北大工 ) 講演( 10:50~11:50 ) 討論(11:50~12:30)		
D2005	平行平板内層流場におけるミストの発生と物質伝達	* 熊田俊明( 北大工、機正 ) 来海洋治( 前川製作所 ) 石黒亮二( 北大工、機正 )
D2006	平行平板間層流熱伝達に及ぼす物質移動の影響	谷本明( 金大工、化工正 ) * 森 茂( 金大工、化工正 ) 鈴木功一( 金大工 ) 北村 一( 金大工 )
D2007	落水膜と対向空気流との間の熱および物質伝達( 円柱列を挿入した場合)	* 藤田秀臣( 名大工、機正 ) 高浜平七郎( 名大工、機正 ) 浅野秀夫( 日本電装、機准 )
D2008	海水の加熱、蒸発の促進 ( アサカワ効果の海水淡水化への応用 )	浅川勇吉( 浅川研究所、機研 )

「放射 (I)」座長 越後亮三君(九大工) 講演(14:40~15:25) 討論(15:25~15:55)		
D 2 0 9	多層塗膜のふく射性質に関する理論的研究	* Hamdy M. Shafey (京大院、機正) 国友 孟(京大工、機正)
D 2 1 0	室温から250℃までの温度域で常用される塗膜のふく射伝導特性の解析	* 藤出雅彦(京大院、機学) H. M. Shafey (京大院、機正) 坪井 靖(京大工、機正) 国友 孟(京大工、機正)
D 2 1 1	アルミニウムおよびアルミニウム合金の室温以下における熱ふく射性質の研究	* 神田 誠(京大院、機学) 辻本聡一郎(京大院、機准) 国友 孟(京大工、機正)

「放射 (II)」座長 国友 孟君(京大工) 講演(16:05~17:05) 討論(17:05~17:45)		
D 2 1 2	Neumann 級数展開法の反転問題への適用(分散媒体の位相関数、アルバートの決定と関連して)	* 上宇都幸一(九大工、機正、原正) 木下 泉(九大院、機学、原学) 長谷川修(九大工、機正、原正)
D 2 1 3	高空隙率多孔質体中における伝導-ふく射熱伝達に関する研究	* 木下 泉(九大院、機学、原学) 上宇都幸一(九大工、機正、原正) 松井 満(九大工) 長谷川修(九大工、機正、原正)
D 2 1 4	裸熱電対による火炉内温度測定時の温度補正	* 谷口 博(北大工、機正、空調正) 若井和憲(岐阜大工、機正)
D 2 1 5	短形開水路内を流れる半透過性液体層へのふく射収熱	架谷昌信(名大工、化工正) * 新井紀男(名大工、化工正) 坂東芳行(名大工、化工学) 中村 肇(大同工大、化工正)

(2) 第14回伝熱セミナーのお知らせ

1. 会 期 昭和55年8月16日(土) 14:00から  
8月18日(月) 12:10まで  
2泊3日
2. 会 場 鳴門ハイッ  
徳島県鳴門市瀬戸町堂浦字阿波井72 〒771-03 TEL 08868-8-1155  
利用交通機関は参加申込者に追って通知いたします。  
所要時間は徳島空港から約1時間、国鉄鳴門駅から約40分です。
3. 参 加 費 (2泊、朝夕食2回、昼食1回、懇談会費を含む)  
日本伝熱研究会会員 21,000円  
学 生 18,000円  
会員外、一般 25,000円  
(司会者、講師、話題提供者、部分参加者からも同額を徴収)
4. 定 員 先着 100名
5. 申 込 締 切 5月30日(金)  
方 法 73号最終頁添付の申込用紙に必要事項をご記入の上、当該参加費  
と共に現金書留にて、下記に申込んで下さい。  
なお、締切後の取消は、原則として参加費を返却いたしません。  
申込先 〒770 徳島市南常三島町2-1  
徳島大学工学部 機械工学科  
浦川和馬宛  
TEL 0886-23-2311 内線555
6. 参 考 会場は、瀬戸内海国立公園の東端鳴門海峡にのぞむ島田島にあります。すぐ  
隣りの大毛島と淡路島との間には、鳴門海峡をまたぐ大鳴門橋の工事が進行  
しており、吊橋の上部構造の建設もはじまりました。この二つの島と鳴門市  
の中心部とは、島の尾根を走るスカイライン(自動車道路)で結ばれており  
ます。会場はこのスカイラインから脇路を下った、山かげの閑静なところに  
あります。

7. セミナー日程表

8月16日(土)

13:00~14:00 受付

14:00~14:10 準備委員長挨拶 浦川和馬(徳島大)

14:10~17:30 伝熱学における測定法

司会者 千葉徳男(広島大)

1) 「液晶の応用」 笠木伸英(東京大)

2) 「沸騰に関する測定」 岐美 格(京都大)

3) 「高温における熱定数測定法」 小林清志(静岡大)

17:30~19:00 休憩

19:00~21:00 懇親会

司会者 浦川和馬(徳島大)

8月17日(日)

8:00~ 9:00 スカイラインドライブ 註1)

9:30~12:30 エネルギーシステム

司会者 宝諸辛男(広島大)

1) 「製鉄所における省エネルギー技術」

篠原 虔章(川崎製鉄)

2) 「冷熱利用システム」 大岡五三実(大阪瓦斯)

3) 「太陽熱利用冷凍機」 藤江 邦男(日立機械研)

12:30~13:30 昼食

13:30~17:00 伝熱研究の展望(パネルディスカッション)

司会者 森 康夫(東京工大)

「熱交換器」 泉 亮太郎(名古屋大)

「伝熱と限界問題」 甲藤 好郎(東京大)

「輸送現象と乱れ」 佐藤 俊(京都大)

「エネルギーと伝熱」 西川 兼康(九州大)

17:00~19:00 休憩、夕食

19:00~21:00 自由討論会 註2)

8月18日(月)

8:30~12:00 伝熱トピックス

司会者 二神浩三 (愛媛大)

- 1) 「触媒燃焼」 貞森博己 (大阪瓦斯総研)
- 2) 「ガスタービン翼の冷却」 小幡正一 (石播研)
- 3) 「LNG船の概要(気液自由界面の問題)」  
桂 豊 (日立造船)
- 4) 「マグネットシステムの冷却」 中島 洋 (鉄道技研)

12:00~12:10 挨拶

12:10 解散

註1) スカイラインドライブは、会場のマイクロバスおよびマイカーでスカイラインを鳴門公園までドライブします。鳴門公園千畳敷からは、朝の鳴門海峡および本州四国架橋工事が望観できます。

註2) 自由討論会は、下記のテーマごとに4グループに分かれて行い予定です。添付申込み用紙の所定記入欄に、参加ご希望のテーマを第2希望までご記入下さい。

- 1) 熱伝導、 2) 対流、 3) 沸騰・凝縮、 4) 二相流

## 8. その他

### 1) テニス

テニスコート(3面)は徳島大学教育学部(工学部と同一キャンパス)のものを使用します。ボールは用意しておきます。参加費は1,000円です。コートの使用時間は下記の通りです。

8月15日(金) 13:00~17:00

8月16日(土) 9:00~12:00

### 2) 阿波おどり見学

8月15日(金) 18:30頃からさじきで見学します。

さじき券は500円です。

### 3) 駐車場

阿波おどりの期間中は、徳島市の中心部への車の乗り入れは、禁止されております。

したがって、マイカーで来られる方の8月15日の駐車場としては、工学部構内を利用することとしております。まえもっておおよその台数を知りたいので、申込書の所定欄に駐車場の要・否を記入して下さい。

4) 宿舍の予約

8月15日の徳島市における宿舍の予約を受付けます。おそくなると市内中心部の条件のよい宿舍の確保がむづかしくなりますので、できるだけ早くお申込み下さい。予約金は3,000円です。

宿舍の料金は、ほとんど1泊2食付のセットとなっており、12,000円前後です。

5) 申込みについて

テニス、阿波おどりおよび宿舍の申込みのさいは、伝熱セミナーの申込みも同時にしていただくようお願いします。

(3) 石油・代替エネルギーの諸問題に関するシンポジウム

プログラム

- 1 共 催 日本学術会議エネルギー・資源開発問題特別委員会  
石油技術協会、(社)日本化学会、(社)日本機械学会、(社)日本鉱業会、日本  
地質学会、(財)都市調査会
- 2 日 時 昭和55年4月14日(月)  
10時30分から17時
- 3 会 場 日本学術会議講堂  
東京都港区六本木7-22-34  
地下鉄千代田線乃木坂駅下車  
電話：(03)403-6291

4 次 第

- (1) 開会挨拶  
石 谷 清 幹(エネルギー・資源開発問題特別委員会委員長)
- (2) 太陽熱 水素及び化学エネルギー  
太 田 時 男(横浜国立大学工学部教授)
- (3) 日本周辺の石油ガス開発の現状と将来  
池 辺 穰(石油資源開発株式会社常務取締役)
- (4) 地熱開発の問題点  
与 良 三 男(日本地熱資源開発促進センター理事)
- (5) LNGの現状について  
田 和 恭 介(東京瓦斯株式会社技術企画室長)
- (6) 総合討論
- (7) 閉会挨拶  
中 島 篤之助(エネルギー・資源開発問題特別委員会幹事)



第17回伝熱シンポジウム申込書		
(ふりがな) 氏 名		
勤務先	〒	TEL
連絡先	〒	TEL
参加諸費		
種 別	参加費	
	(該当欄に○印をつける)	
1. 個人会員 2. 特別会員 3. 維持会員 4. 非会員		4500円
1. 学生会員 2. 学生		2500円
講演論文集代		1部 5000円
懇親会費		5000円 夫人同伴
合 計		円

通信欄

第 1 4 回 伝 熱 セ ミ ナ ー 申 込 書

(ふりがな) 氏 名		( 会 員 、 学 生 、 非 会 員 )			
連 絡 先		〒 電 話			
勤務先又は学校名					
自由討論会参加テーマ		第 1 希 望		第 2 希 望	
セ ミ ナ ー 参 加 費	会 員 21,000	円	テ ニ ス	参 加 費 1,000円	円
	学 生 18,000		阿波おどり見物	さじき券 500円	円
	会 員 外 、 一 般 25,000		宿 舎 予 約 ( 8 月 1 5 日 )	予 約 金 3,000円	円
駐 車 場 ( 8 月 1 5 日 )		要	否	総 計 円	
通 信 欄					

<input type="checkbox"/>	-----
<input type="checkbox"/>	-----
<input type="checkbox"/>	-----
<input type="checkbox"/>	-----
<input type="checkbox"/>	----- 敬

1 名につき申込書 1 枚をご使用下さい ( 複写使用可 )

郵便宛先もご記入下さい ( 領収書及び案内書の送付に、このまま宛先として使用します )

伝熱研究

Vol.19 №73

1980年4月発行

発行所 日本伝熱研究会

〒106 東京都港区六本木7-22-1

東京大学生産技術研究所 第二部 気付

日本伝熱研究会

電話 03(402)6231(代) 内線 317

振替 東京 6-14749

(非売品)