

Vol. 23

No. 89

1984

April

# 伝 熱 研 究

News of HTSJ

第 89 号

日 本 伝 熱 研 究 会  
Heat Transfer Society of Japan

日本伝熱研究会第22期（昭和58年度）役員

会 長		植 田 辰 洋（東 大）	
副 会 長	（無 任 所）	松 本 隆 一（神 戸 大）	
	（事 務 担 当）	齋 藤 孝 基（東 大）	
地方連絡幹事	北 海 道	齋 藤 岡（室 蘭 工 大）	
	東 北	幾 世 橋 広（東 北 大）	
	関 東	波 江 貞 弘（船 研）	
	東 海	長 野 靖 尚（名 工 大）	
	北 陸・信 越	竹 内 正 紀（福 井 大）	
	関 西	鈴 木 健 二 郎（京 大）	
	中 国・四 国	千 葉 徳 男（広 島 大）	
	九 州	伊 藤 猛 宏（九 大）	
幹事（23名）	石 黒 亮 二（北 大）	稲 葉 英 男（北 見 工 大）	
	山 田 悦 郎（秋 田 大）	大 内 雅 樹（岩 手 大）	
	佐 藤 恭 三（東 北 学 院 大）	宮 内 敏 雄（東 工 大）	
	伊 藤 正 昭（日 立）	庄 司 正 弘（東 大）	
	森 康 彦（慶 応 大）	藤 田 秀 臣（名 大）	
	藤 本 哲 夫（名 大）	前 川 博（新 潟 大）	
	棚 谷 吉 郎（金 沢 工 大）	萩 野 文 丸（京 大）	
	加 茂 信 行（大 阪 府 大）	古 川 哲 郎（日 立 造 船）	
	木 本 日 出 夫（阪 大）	中 鳥 健（神 戸 大）	
	宮 本 政 英（山 口 大）	水 上 紘 一（愛 媛 大）	
	深 野 徹（九 大）	三 塚 正 志（新 日 鉄）	
	吉 岡 啓 介（大 分 大）		
監事（2名）	越 後 亮 三（東 工 大）	小 関 守 史（三 井 造 船）	
第21回日本伝熱シンポジウム準備委員長		岐 美 格（京 大）	
第22期「伝熱研究」編集委員長		架 谷 昌 信（名 大）	
第17回伝熱セミナー準備委員長		勝 田 勝 太 郎（関 西 大）	
第18回伝熱セミナー準備委員長		菱 田 幹 雄（名 工 大）	

## 伝 熱 研 究 目 次

### <解 説>

各種材料のふく射物性の測定法.....	国友 孟 (京大・工)	1
---------------------	-------------	---

### <研究トピックス>

人工衛星用放熱制御器.....	宮崎 芳郎 (東芝総研)	4
レーザー計測による燃焼診断の動向.....	藤井 昭一 (航技研)	7

### <入門講座>

液体熱物性値の高精度測定法.....	長坂雄次・長島昭 (慶大・理工)	11
--------------------	------------------	----

### <研究雑感>

研究雑感.....	谷口 博 (北大・工)	15
研究と思い出.....	甲藤 好郎 (東大・工)	17
研究雑感.....	棚沢 一郎 (東大・生研)	20

### <会社・大学・研究所紹介>

豊橋技術科学大学	大竹一友 (豊橋技科大・エネルギー工学系)	22
日本原子力研究所・安全性試験研究センター.....	藤城 俊夫 (原 研)	25

北海道研究グループ .....		28
-----------------	--	----

### <お知らせ>

(1) 第21回日本伝熱シンポジウム.....		30
(2) 第18回伝熱セミナーのお知らせ.....		57
(3) XVII ICHMT Symposium .....		60

# 各種材料のふく射物性の測定法

京都大学工学部 国友 孟

## 1. はしがき

上記のような表題をいただいたが、各種材料という一般には気体を含んでいないものと考え、固体材料を主体としてそのふく射物性の測定法を簡単に解説する。固体材料も不透明材料、吸収性半透明材料および吸収-散乱性半透明材にわたるのが妥当である。それぞれについての測定法を筆者の経験をふまえながら以下に述べる。ふく射率測定については紙面の都合上記述しない。

## 2. 不透明材料

金属のようにふく射が表面現象であるものは、内部の状態を考慮する必要がない。その表面が平滑鏡面である場合には、各波長ごとの複素屈折率  $n - ik$  でそのふく射物性を表わすのが普通であり、ふく射率、反射率などはそれから容易に計算できる。複素屈折率を求めるために物理学サイドでよく用いられる方法は <sup>(1)</sup>Drude の方法と呼ばれ、表面に特定の入射角で直線偏光を入射させ、反射偏光の平行と垂直偏光の振幅比、位相差を求めて、複素屈折率を算出する。厳密な値は求まるが計測設備が高価につき、また、高温、低温条件の測定などは非常に難しい。もう少し、簡単な方法としては自然光を2種の入射角で入射させて反射率を計測し、理論式にその値を導入して連立式を解き  $n$ 、 $k$  を求める方法がある。反射光計測時に垂直偏光と平行偏光にわけて測定すれば、データは多くなる。連立式を解くのは実際上無理があり、筆者の実施例ではあらかじめ逆算した図表を用意して  $n$ 、 $k$  を求めた。

工学的に必要なのは、広範囲の波長で  $n$ 、 $k$  を連続的に与えて、反射率、ふく射率などを容易に予測することである。それには反射率、ふく射率を連続波長走査で求め、解析するほうがよい。ひとつの方法は、Kramers-Kronig の関係式を用いて広い波長域の実測値を導入して、 $n$ 、 $k$  を求める方法 <sup>(2)</sup>であり、簡単ではあるが測定領域の両端に近いところでは正しい値を求めにくい。もうひとつの方法は、個々の波長での  $n$ 、 $k$  を逐一求めるのではなく、広い波長域をカバーする光学定数分散式、例えば Drude の式とか Roberts の式を用いて、その分散式中のパラメータを反射率、ふく射率の実測値を用いて決めてしまう方法であり、金属などの場合、電気的な値と光学的な値との対比をしながら決めることにより、妥当な式を定めることができる。また、測定温度点以外の内、外挿することも容易であり、工学的には非常に便利である <sup>(3)</sup>

## 3. 吸収性半透明材料

ガラス、フィルム、光学結晶さらに液体などがこの範ちゅうに入る。半透明材料では一般に  $k$

が  $n$  あるいは 1.0 にくらべて非常に小さいので、表面での 1 次反射率の計算においては無視できる。この材料では屈折率  $n$  と内部での吸収をあらわす吸収係数 (単位としては例えば  $\text{mm}^{-1}$  のふたつでふく射物性を示しておくのが便利である。これらの値は 2 種類の厚さの試料について透過率を測定すれば容易に求まる。

#### 4. 吸収-散乱性半透明材料

実際に我々が扱う材料の多くはこの範ちゅうに入る。表面から入射した光は内部で散乱と吸収を受けて複雑な挙動をする。ふく射物性値の測定にあたっては、例えば反射率測定の場合、入射面積と検知面積の関係を予じめ検討しておくことが必要である。検知面積を入射面積よりできるだけ大きくとって測定するか、あるいは逆に入射面積をできるだけ大きくとってその中心部のみを検知面積として測定するかの 2 つの方法がある。透過率測定を行なう場合も同様である。このような試料では反射光は半球的に拡散するのでそれらをすべてとらえる必要がある。分光光度計の付属品として市販されている積分球が適当なようであるが、実際に使用してみると内部壁面の非均一性、波長によって拡散性が異なること、また可視部ぐらいしかまとな値が出ないことなど欠陥が多い。筆者の研究室で製作した装置をあげると次のようである。そのひとつは放物面鏡の焦点に試料をおいて、すべての反球拡散反射光を放物面鏡でとらえ平行光とし、その後レンズ、鏡等で処理する<sup>(4)</sup>。また、試料を切り出せないような半無限体は上記の装置で処理するのは難しく、そのような場合には回転楕円面鏡の 2 焦点のうちのひとつに試料表面を設置して、光を入射し、他の焦点に検知器を設置して半球拡散反射光を求める装置を用いた。また、内面を黒化したかまぼこ型容器の底面中央に試料面を設置し、種々の反射角での強度を測定して積分するような装置も製作した<sup>(5)</sup>。これらの装置によるデータの相互関係は比較的良好で、現在では紫外から遠赤外領域までの測定を相互比較しながら行なえるようになっている。これらの装置で得られた測定値は一般に多重散乱を考慮したふく射輸送方程式と組み合わせ、その材料のふく射物性値としての屈折率、減衰係数、散乱アルベドを定めることになるが、散乱位相関数については簡単な形を仮定しても十分測定値に適合する物性値を求めることができるようである<sup>(6)</sup>。

なお、ふく射率測定と反射率測定を選択規準、粗面のとり扱い、上記物性値からマクロな物性値を導く手法、標準鏡面、標準鏡面の絶対反射率標準散乱面等記述しなければならぬことも多いが紙面の都合上割愛する。

#### 文献

- (1) 石黒浩三、光学、共立全書 (1953)
- (2) 牧野俊郎、木下博文、小林義直、国友孟、第 21 回日本伝熱シンポジウム (1984)
- (3) 国友孟、日本機械学会誌、87-783 (1984)

- (4) H. M. Shafey, Y. Tsuboi, M. Fujita, T. Makino, T. Kunitomo, *AIAA Journal*, 20-12 (1982)
- (5) N. Terada, H. Itoh, M. Kobayashi, T. Kunitomo, *Proc. 4th Japan Symp. on Thermophysical Properties*, (1983)
- (6) 牧野俊郎、阪井一郎、木下博文、国友孟、*日機論集*、50-452 (1984)

# 人工衛星用放熱制御器

東芝総研 宮崎 芳郎

## 1. はじめに

人工衛星は、搭載機器を安定に動作させるため、一定の温度範囲に保たれるよう熱制御が行なわれる。このために用いられる放熱制御器としては、ブラインドのブレードをバイメタルで駆動する方式、サーマルルーバと呼ばれている、がもっとも一般的であり、可変コンダクタンスヒートパイプも試験的にではあるが用いられている。

ここで紹介するのは、筆者等が開発を行なっている新しい方式の放熱制御器で、動作原理は、温度による蒸気圧の変化を利用して、接触面の熱コンダクタンスを制御するものである。ON-OFF する接触伝熱面を持っているので、これをサーマルスイッチと称している。これまでに三回の試作を行ない、ほぼ実用化の見通しを得たという段階である。以下、開発のプロセスを追いつながら、簡単にサーマルスイッチの紹介を行なう。

## 2. サーマルスイッチの開発

### 2-1 一次試作：機能の確認

一次試作器を図1に示す。基本的な構成要素は、作動流体を封入したベローズ容器と放熱板で、この間の接触面の接触圧力が作動流体の蒸気圧とともに変化する構造となっている。したがって基板の温度が高くなると接触面の熱コンダクタンスが大きくなり放熱量が増す。基板の温度が低くなると放熱能力は小さくなり、或る定まった温度以下では、接離板は放熱板から離れ、断熱に近い状態となる。この温度はコイルバネのバネ力によって調整出来る。

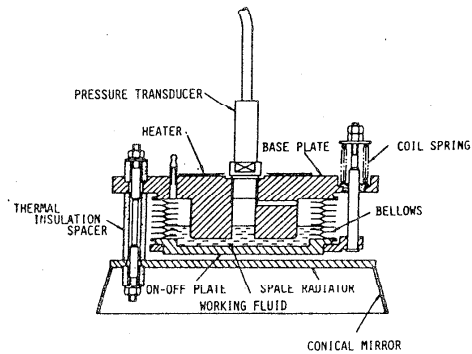


図1. 一次試作器

真空中での性能試験の結果、予期した通りの温度制御機能が得られた。また接触面の凝着などの現象も起らず、動作は滑らかであった。<sup>(1)</sup>

### 2-2 二次試験：実用化の検討

宇宙での実用のためには、無重力下で高性能が得られることはもちろんの事、軽量、実装性、信頼性の厳しい条件を満足するものでなければならない。このため(1)構造部材にはSUS、伝熱

部材にはアルミを用い、まさつ溶接、EB溶接で組み立てる。(2)ペローズ容器内に同心のかみ合わせフィンを設け、フィン間の0.1 mmのギャップに作動流体の薄膜を形成し、無重力下でも高い伝熱性能が得られるようにする。等の対策を施したサーマルスイッチを試作した。

この試作器によって、性能、重量等、実用レベルを実現することが出来た。(2) 図2参照。

### 2-3. 三次試作：高性能化

温度制御性能をよくするには、ペローズ端板間の伝熱性能を高めるとともに、接触熱コンダクタンスの温度に対する変化率を大きくすることが重要である。前者の目的

のため、向かい合った平板間で熱伝達を行なう形式のヒートパイプを開発した。(3) また後者の目的のために高い蒸気圧の作動流体を用いることが出来る構造とした。因みに一次試作器の作動流体はR-114。二次試作器ではR-114とR-12、三次試作器ではR-22と次第に蒸気圧は高くなっている。

図3に構造を、図4に性能試験の結果を示す。性能は基板温度の変化に対する実効放射率の変化で表してあり、6 K程度の基板の温度変化に応じて実効放射率は6倍以上変化していることがわかる。

### 3. 熱設計における問題

#### 3-1. 対向平板ヒートパイプ

ペローズ容器の基板を蒸発部とし、接離板を凝縮部とするヒートパイプを実現するためには、両方の板の間に連続

した液膜を形成し、板の間の距りか変化しても液膜が切断することがないようにしなければならない。このため凝縮側の板に液溜りを設け、蒸発側の板に、液溜りに挿入する挿入板を設けた形式のヒートパイプを開発した。各々の板の向い合った面と挿入板には、断面が0.2 mm×0.2 mmのグループが彫ってある。

このヒートパイプが動作しているときのメニスカスの様子を図5に示す。熱伝達量が増すにつれ、蒸発側のメニスカスがグループの内側に後退し、曲率が大きくなるのが観察される。

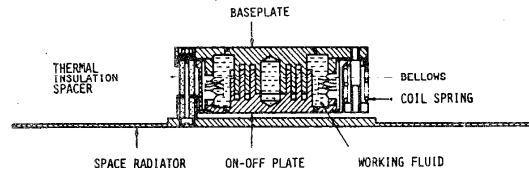


図2 二次試作器

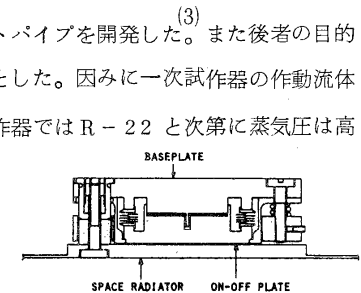


図3 三次試作器

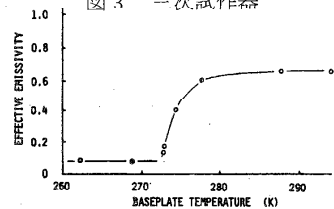
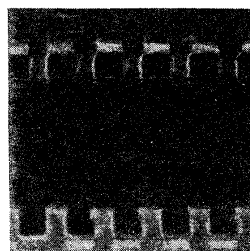
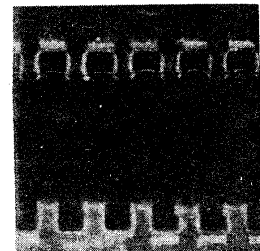


図4 性能試験結果



0 (W)



8.9 (W)



### 3-2. 接触面の熱伝達

接触面の熱伝達率が、面の材質、仕上精度、温度、接触面圧力及びその分布でどのように変化するかを知ることは、サーマルスイッチを設計するうえで、非常に重要である。しかし、真空中で、わりあい広い面積

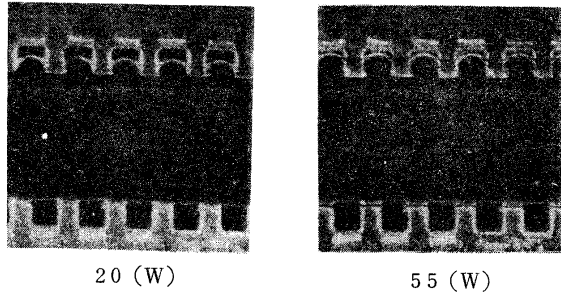


図5 対向平板ヒートパイプのメニスカス

が、わりあい低い接触圧力で接触し、一方の面の温度が150K~300K程度にも変化するという特殊な条件であるので、直接用いることが出来るデータはないようである。試作器の性能試験の結果では、接触熱伝達率と接触圧力との比が1000~1500(W/m<sup>2</sup>K)/MPa という値が得られているが、まだ定量的な検討が行なえる段階ではない。今後、検討しなければならない重要な問題である。

また構造上の制約から高い蒸気圧の作動流体を使うのにも限度があるので、低い圧力変化でも大きな熱伝達率の変化が得られる接触伝熱面を探すことも重要な問題となる。

### 4. おわりに

非常に簡単にではあるが、宇宙用熱機器という特殊な分野の研究開発の一例を紹介した。

この分野に興味をもっていただく糸口にもなれば幸いである。

### 参考文献

- (1) 宮崎、佐々木、第20回日本伝熱シンポジウム講演論文集、439
- (2) Miyazaki, Y., Sasaki, T, Proc. Int. Symp. Environmental and thermal Control Systems for Space Vehicles, 351
- (3) 宮崎、ヒートパイプ協会第2回総会講演論文集、47

## レーザー計測による燃焼診断の動向

航技研 藤井 昭一

### 1. ゴードン研究集会について

筆者は昨年7月に米国ニューハンプシャー州で開かれたGordon Research Conference「Laser Diagnostics in Combustion」に招かれる機会を得た。1931年にジョンホプキンス大のGordon氏によって創設されたゴードン会議は、半世紀後の1983年は物理、化学から医学にまで及ぶ分野の科学者1万人が100の会場に別れて討論したが、その中の1つに始めて燃焼における分光技術が取上げられた。ゴードン会議は、科学の先兵を目指しており、筆者の参加したレーザー診断会議は、高原にあるPlymouth State Collegeで開かれたので合宿のような形になり、高名な先生方と寝食を共にする又とないチャンスに恵まれた。参加人数は120名位であったが、文献等よくみかける研究者はすべて一同に会したように思えた。午後のリクリエーション以外は、夜11時まで、4日間、ノーネクタイで論議がたたかわされた。ただし、通常の学会ではないので一切の出版物は刊行せず、すべて本音を語り非公式に進められた。

冒頭に、議長のスタンフォード国際研のCrosley氏が会議の実現のため寄付を受けた各機関を紹介し礼を述べたあと、蛍光法による燃焼ガスの流動計測について議論がなされた。強力なレーザー光による蛍光現象は電子のスピン運動と深くかかわり合っており、LIF(エル・アイ・エフと呼ぶ)の名で知られる。放出された光の積分量が検出したい成分の濃度に比例している。しかし、放出過程において同時に混在している他の成分にエネルギーを奪われ(Quenching現象)、必ずしも正確な測定が保障されないが、有名なDailyモデルによると入力光線が極めて強ければ上記のクエンチングにあまり依存しない。Daity氏も熱心に討論に加わっていたが、装置が安価で簡単なこと、感度が良好なことすなわち条件を良くすればppbのオーダーまで検出可能であるなどのために基礎分野の研究には適している。2-photon LIF(2光子蛍光法)は、2段階の励起を考え、まず一つの光子である仮想状態にあげ、いま一つの光子でさらに目的のレベルへもっていき蛍光を得ようとするもので、現在までO、N、H、C、Sの原子の検出に成功している。

次に、CARS(Coherent Antistokes Raman Spectroscopy)に話を移そう。話題が多いので2日間に分けられ、現状と問題点が議論された。通常のCARSは卒業して、すでに実エンジンの測定に使用されている。しかし通常のCARSは濃度が0.1%以下になると検出

不能になるので電子共鳴CARSが見直されるようになった。

次に、ディーゼルエンジンなどの高圧燃焼への応用から、高圧CARSが興味の対象となった。スペクトルのライン巾は、温度、回転量子にも関係するが圧力依存性が最も強い。従って、常圧と高圧では得られたCARSスペクトルが同一温度であってもかなり異なってくる。Hall氏は、感受率のテンソルについて詳しい計算をして理論と実験の両面から研究をしていた。彼とは以前から私信を交している仲でもあり、個人的にいろいろ参考になる意見を伺うことができた。一方、Eckbreth氏はやはりCARS分野の第一人者の風格をそなえており、プラットエンジンの燃焼器の流動測定に応用していた。彼とは旧知の間柄であり、housingでの雑談のときにたずねてみるとUTRCグループとしてはCARSはすでに完成したので、自分自身はライフサイエンスに向っているとのことであり、何才になっても専門分野を大きく変えていかなければ生きて行けないアメリカ研究社会の厳しさと迫力を知った。色素レーザーの特性とCARSスペクトルの関係、IRS (Inverse Raman Stokes) が通常CARSより2倍感度がよいことなどが話題に挙がったが、エール大のChang氏が低温CARSによりガス的高速膨脹を測定していた。多点同時測定CARS法、共線CARSの測定体積を小さくする技術などが披露された。

ONERAのMrs. Attalがバックグラウンドノイズの除去について、基礎的な計算をしていたが、流暢な英語とその内容はTaranグループの一員であるという誇りを充分に感じさせた。

筆者もポスターセッションを要請された一人であるが、2日目の午後3時から7時頃までつけられ、CARS研究の先駆者であり、我々のグループも大いに参考にした論文を多く書いた海軍研究所のHarvey氏から、航技研の研究を過大評価され3回も握手を求められたのには恐縮した。

## 2. 筆者らの最近の研究成果

研究に着手した初期の頃(1980年)のコースの基本システムは文献(1)、(2)に詳しく報告している。我々のシステムの特徴は次の点に要約できる。すなわちミニコンピューターと連動させ、レーザーの発振及びデータ処理をすべてコンピューター制御で行なっている。さらに、実験データと理論カーブのつき合わせという最も面倒な部分をコンピューターにまかせている。また、分光部においては、コース信号の分離を二枚の相対するダイクロイックミラーで行ない、S/N比を極めて高い値に保っている。(特許出願中)。このような基本形を発展させ、実際の燃焼器に近いモデルで計測できるように改良した(1981年)。その上、先に計測システムとして完成しているレーザー・ドブラー流速計(LDV)と組合せて、温度/速度を同時・同一地点で測定することに成功した(1982年)。そこで燃焼工学で重要な因子でありながら、測定が極めて困難である速度のFavre平均量(密度加重平均)のデータ採集に着手し、ごく最近、有益な実験

データを得た(1983年)。これらをもとに、現在までに提案されてきた理論モデルの検証やより進んだ理論が生まれる可能性が生じた。しかも、実験室規模を越えて実際の燃焼器でも実用に耐える段階に来ている。

図1に装置全体の配置図を示す。高出力レーザーの発振系やデータ処理部は、燃焼器から約50

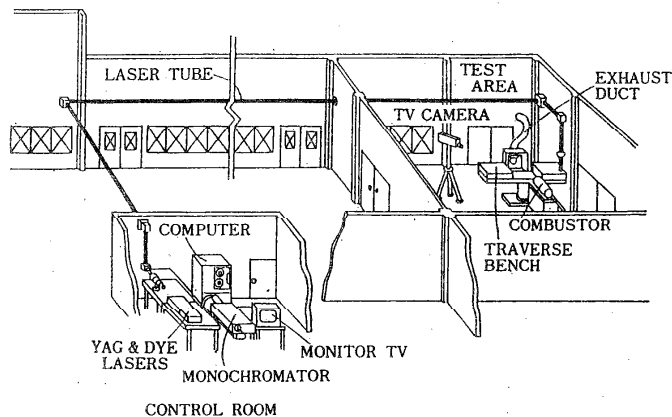


図1 燃焼ガスの遠隔レーザー計測装置

m離れた別室で作動させて、燃焼に伴う公害物質や騒音・振動を避けた。実験の様子はモニターTVで、データ処理室にも伝わるようにした。図に示されているように、直径150mmのビーム配送管を設置し、各コーナーに鏡をおいてカーブ発生用ビームを燃焼実験室へ送った。ただし、LDV用のHeNeレーザーは現場においた。燃焼器を囲むようにして光学台を作り、送られて来たビームでカーブ光及びLDV用散乱光が発生するように光学的調整を行なった。信号光は光学ファイバーで計測室へ戻している。

ブラフ・ボディ保炎器でプロパン予混合させた高乱流火炎の計測を行なってみると、燃焼現象は温度すなわち密度の時間的变化に大きく支配されており、速度の乱流性はそれよりも弱い影響力を持つことが判明した。ごく最近、上記のことを証明できる速度のファブリ平均量に関する実験データの収集に成功し、論文(3)を発表した。

### 3. 文 献

- (1) S. Fujii, M. Gomi and Y. Jin, 'Instantaneous CARS Thermometry in Turbulent Flames', *Combustion and Flame*, 48, 1982, 232-240
- (2) S. Fujii, M. Gomi and K. Eguchi, 'A Remote Laser-Probe System for Velocity and Temperature Measurements', *ASME Journal of*

Fluids Engineering, 105, June 1983, 128-133

(3) S. Fujii, M. Gomi, K. Eguchi, S. Yamaguchi and Y. Jin, 'Time-Resolved LDV and CARS Measurements in a Premixed Reacting Flow', Combustion Science and Technology, 36, 1984, 211

# 液体熱物性値の高精度測定法

長坂雄次(慶大理工)、長島昭(慶大理工)

## 1.はじめに

伝熱計算に必要とされるのは、熱物性値のうちでも特に、熱伝導率(または温度伝導率)、粘性率、拡算係数、比熱、密度等である。通常の工業計算にはさほどの精度は必要ないと思われるが、ここではそれよりももう1ケタ近く上の精度で測定する場合について要点を説明してみよう。そのような高精度な測定値は工業的な測定機器、測定装置を検定する標準として必要なものである。

高精度な測定を行うための具体的方法は、測定する性質や測定方法によって大きく異なるので、ここでは輸送的性質の場合について抽出された一般的な条件をあげてみる。a) 温度、圧力を制御して必要とする平衡状態に正確に保つこと。b) 試料の流体力学的安定条件を十分達成すること。c) 測定のプロセスを忠実に記述する数学的モデルがあり、かつ具体的な計算式の形になっている精度の高い解と、すべての補正項が明らかになっていること。d) 要求する精度や計算式の感度と少なくとも同程度の高い分解能で測定すべき主な量を検知できること。

過去約10年間の測定技術の進歩は次のことによるところが大きい。(1)センサーの小型化、高感度化、応答性向上(2)コンピュータの利用(3)レーザーの利用。これらの組合せにより、例えば複雑な理論解を要する測定法、非定常測定法、非接触の光学的測定法などが可能となり、測定精度は大巾に向上した。以下に、熱伝導率と粘性率を例として説明する。

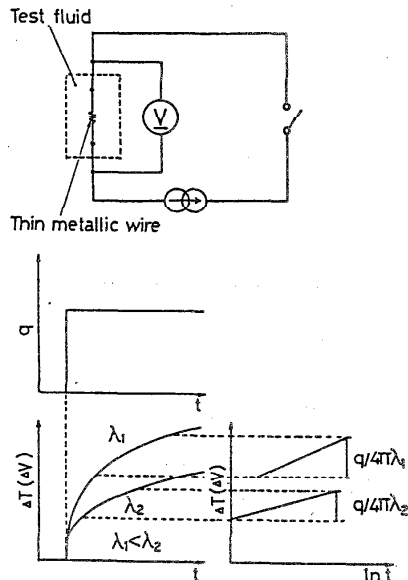


図1 非定常細線法の原理

## 2. 非定常細線法による熱伝導率の高精度測定

### 2-1. 原理および特徴

非定常細線法は、測定試料中に鉛直に張った金属細線をステップ関数状に通電加熱し、この時の細線の発熱量とその温度応答から熱伝導率を測定するものである。(図1)この方法の特徴は、試料中に対流が発生すると温度上昇と時間の対数の関係が直線から下にはずれ、測定中に対流の発生を検知し、そ

の影響をとりぞくすることができることである。この理論や各種の補正についての詳細は文献<sup>1)</sup>を参照されたい。

## 2-2. 高精度測定に必要な点

測定精度をその測定法の限界に近づくまでに高めるためには、従来の方法での主要な誤差要因を新たな方法で大きく減らすばかりでなく、数多くの細かい要因をできるだけ小さくしていくという努力が不可欠である。ここでは特に細かい点で注意しなければならないことを列挙する。○非定常温度応答を十分な精度、時間間隔で正確に測定すること。○細線抵抗の温度係数はなるべく広い温度範囲で白金抵抗測温体などの十分信頼できる温度計を用いて検定すること。○抵抗測定は必ず4端子式で行うこと。○測定開始前の対流をなくすために、温度勾配をつけるなどの工夫が必要。

液体の熱伝導率の標準物質の候補であるトルエンについての例では0.5%の精度を達成している。得られた結果と他の研究者の結果を総合的に評価したトルエンの熱伝導率の標準値については文献<sup>2)</sup>にまとめられている。

## 2-3. 温度伝導率の同時測定

非定常細線法で熱伝導率を高精度で測定するためには、どうしても試料の温度伝導率が種々の補正のために必要となってくる。このために非定常細線法を使って温度伝導率も熱伝導率と同時に測定することが可能であり<sup>3)</sup>現在温度伝導率で5%程度の精度が得られている。

## 2-4. 電解質水溶液への適用

従来の非定常細線法は発熱体として金属細線を通電加熱して用いるため、電解質水溶液のような電気伝導性の液体には適用できないという欠点をもっていた。高精度・絶対測定法という長所を生かしながら、導電性の液体にも適用できるようにするため、筆者らは金属細線を薄い絶縁物で被覆した発熱体を用いる方法を開発した<sup>4)</sup>。これまでのところ、この装置によってNaCl水溶液を高圧下で精度0.5%で測定している<sup>5)</sup>。現在、この装置は図2に示すように種々の点にさらに検討を加え改良され、その結果測定精度は向上し0.3%に達している<sup>6)</sup>。

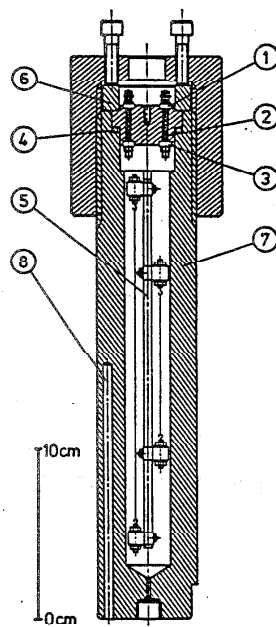


図2. 電解質水溶液用測定セル

- (1): PTFE insulator.
- (2): terminal (sus 304).
- (3): PTFE seal.
- (4): PTFE O ring.
- (5): hot-wire cell.
- (6): thrust ring.
- (7): pressure vessel (hastelloy C)
- (8): platinum resistance thermometer well.

### 3. 粘性率の高精度測定

粘性率の最も高精度な測定は、気体については振動円板法<sup>7)</sup>により、液体については毛細管法<sup>8),9)</sup>振動球法<sup>10)</sup>、落球法<sup>11)</sup>によって達成されている。紙面の都合で一言ずつ説明する。

#### 3-1. 毛細管法

原理は、ハーゲンポアズイユの式を用いるもので、内径のわかった毛細管両端間の圧力差と流量の値から粘性率を求める。比較的最近の進歩は、流入部の流れの解析が進んだこと<sup>12)</sup>、管端補正係数 $m$ がレイノルズ数によって変化することがはっきりしたこと<sup>13)</sup>などである。誤差0.1%以下の高精度が可能である。

#### 3-2. 振動球法

液中に細線で懸垂した球にねじり振動を合わせ、その減衰から粘性率を求める。蒸留水の粘性率の精密測定に用いられている。重要なことは懸垂線にPt-W(92-8wt%)の合金線(俗称Kestin Wire)を用いることと、計算式に厳密解に近い式を用いることである。誤差0.1%程度の測定が行なえる。

#### 3-3. 落球法

静止液体中を自由落下する球の落下速度から粘性率を求める。高密度液体、高粘度液体特に500MPa以上の高圧液体の測定に適している。この方法による最も精密な測定は最近発表されている<sup>(1)</sup>。非常に重要なことはレイノルズ数が1より小さい条件で用いることである。

### 4. おわりに

比熱等の高精度測定法は紙面の都合で省略した。高精度測定法は、あくまでも標準値などを定めるために用いる方法であり、通常の工業測定に用いる簡易測定法とは別にして考えなければならない。しかし簡易測定法(特に比較法)の信頼度を高めるには、高精度測定法の進歩は常に必要である。そのためには電子工学その他の先端技術の導入を行ってチャレンジングな測定を試みなくてはならない。

### 文 献

- 1) 長坂、長島、機論(B編)、47-417(昭56)、821。
- 2) 長坂、長島、第1回日本熱物性シンポジウム講演論文集(1980)、67。
- 3) Y. Nagasaka and A. Nagashima, Rev. Sci. Instrum., 52-2(1981)、229。
- 4) 長坂、長島、機論(B編)、47-419、(昭56)、1323。
- 5) 長坂、岡田、鈴木、長島、機論(B編)、50-451、(昭59)
- 6) 鈴木順一、慶応大学修士論文、(昭和59)



- 7) J. Kestin and W. Leidenfrost, *Physica*, 25, (1959), 1033.
- 8) M. Kawata, K. Kurase, and K. Yoshida, *Proc. 5th Int. Cong. Rheology*, vol. 1 (1969), 453.
- 9) 小林、長島、機講論、№830-13, (1983)、12.
- 10) R. Roscoe and N. Bainbridge, *Proc. Phys. Soc.* 122, (1958), 585.
- 11) 倉野、吉田、第23回高圧討論会要旨集、(1982)、204.
- 12) J. Kestin, M. Sokolov and W. H. Wakeham, *Appl. Sci. Res.* 27,(1973), 241.
- 13) M. Kawata, K. Kurase and K. Yoshida, *Rheol. Acta*, 13,(1974), 757.

# 研 究 雑 感

谷 口 博(北大工)

## 1. はじめに

伝熱に関する研究らしいことを始めてから丁度20年経った。研究を始めた頃が偶然にも日本伝熱研究会の発足間もない時期に当たっていたので、第1回伝熱シンポジウムから参加させて頂いている。それ以前は実務面で多少伝熱に関連する開発業務に携っていたので、日本における伝熱研究の進展に期待するところが大きかったのは当然のことであった。

## 2. 放射伝熱について

最初に興味を引いた研究課題は、ボイラ火炉内の伝熱計算で、当時所属していた設計グループの先輩から文献を紹介され自分なりに検討したことを覚えている。しかし、未だコンピュータの無い時代のため、筆算の範囲では計算モデルが極めて単純で、火炉内を単一メッシュとして取扱うほかなかったのである。

多くの設計者が知っているように、ボイラでの伝熱は1/2が火炉内で行われ、またその90%程度が放射伝熱によるものである。そのため実用的な解析に際しては、放射項のみでも概略値を求めることができるので、まず放射伝熱を正しく取扱うことが望まれていた。しかし、放射項と対流項の双方を考える基礎式の表現では、非線形の放射項は便宜上簡単な形で与えられることもあり、式の上からは全体に与える影響を直接予測し難いのが通常である。対流項主導型の場合はそれでもよいが、放射項主導型の場合はその表現が好ましくないものと思われる。

また解析条件として、複雑な形状および空間各部での放射物性値の違いについて考慮を払う努力も当然必要であるが、従来の放射伝熱解析法ではコンピュータの導入を計っても種々問題が多いことに気付いた。その時テキサス大学Howell教授らによる放射伝熱へのモンテカルロ法の応用を知り、早速自分の研究に取入れた次第である。文通で研究連絡を続けていたが、一昨年Howell教授と会う機会を得て旧交を深めることができた。ご承知のように、モンテカルロ法によれば固体面からの放射、ガス放射とも同じ演算論理を適用可能で、とくに固体面での反射も極めて容易に取扱うことができる。さらに次元問題の解法を三次元問題へ拡張する場合の容易さは、他の数値解析法にない大きな特色の一つである。しかしモンテカルロ法の利用者が少ない理由は、一種の数値実験法のため計算精度に限度があること、コンピュータの計算時間が長くなり勝ちであることなどによるものであろう。また演算論理を数式表現し難いことも利用者層拡大への障害となっている。

今後はこれらの欠点を少しでも補い、モンテカルロ法による放射解析を利用して頂けるよう、ソフトウェアの充実を計って行きたいと考えている。

### 3. 熱移動としての伝熱

伝熱研究として取扱われている現象は、通常高温側から低温側への熱移動のみであるが、良く考えて見ると逆方向への熱移動も実用上重要な研究課題となっている。最近関心の高まっているヒートポンプ、従来から使われている冷凍機は双方とも低温側から高温側へと熱移動を行わせるハードウェアであり、伝熱を広義に解釈すれば当然含まれて良いはずである。

前述の伝熱研究を始めた頃から、熱機関の逆作動ハードウェアとしてヒートポンプに興味を持っていた。その後エネルギー危機を迎え、身近に存在する最大のエネルギー資源である廃熱の活用を目指したのである。もし高レベルの熱エネルギーを少し投入することにより低レベルの廃熱を汲み上げ、暖房あるいは工場作業用熱供給に利用することができれば、その場合の熱利用率を100%以上にすることは極めて容易である。しかし現状ではこの熱供給を通常ボイラーで行なっているため、熱効率は90%程度で頭打ちになっている。

科学技術庁関連の新技术開発事業団に上記の構想を申出たところ、早速昭和55年度開発課題「ヒートポンプ・ボイラー併用による高効率熱利用温水供給システム」として採用して頂き、現在前川製作所と共同で開発を進めている。前述の廃熱量が投入エネルギーの1/2位にも達することを認識すれば、低レベルの熱エネルギーを活用することの重要性が判って頂けるのであろう。伝熱研究も単に高温側より低温側への熱移動を対象とするばかりでなく、その逆方向への熱移動も包含し、熱移動の広い領域をカバーして頂くことを期待している。

### 4. 伝熱材料について

現状ではボイラーの熱効率が90%で頭打ちになっていることは周知のとおりであるが、もし燃焼ガス中の水蒸気の潜熱を回収する技術が開発されれば100%程度あるいはそれ以上に到達可能なのである。100%以上の熱効率はと疑問に思う前に、ボイラー熱効率の基準が低発熱量ベースであることに気付いて頂きたい。通常の燃料で高発熱量は低発熱量より5%程度大きいことを知っていれば、上述の可能性は当然のことと受入れることができよう。

この潜熱回収を妨げているものはその分野への研究不足と、伝熱材料の耐食性不足であろう。最近この研究課題に取り組む始め、基礎的な測定を開始している。同時に産業界の協力も得られたので、伝熱材料の検討も行って実用化への見通しを付けたいと思っている。

### 5. おわりに

熱機関に関する伝熱研究を進めている立場から二三研究雑感をとりまとめた。研究に関連した方々に紙面を借りて謝意を表する次第である。

## 研究と思い出

甲 藤 好 郎 (東京大学)

私は今年(1984年)の9月で満60歳になる。そういう歳頃になったせいであろうか、新鮮はつらつとした中学生時代、本当にフレッシュに気持ちで代数や幾何や物理を学んだ頃のことなど、ふと思い出すと非常になつかしくなる。まだ若いつもりだけれど幾星霜、随分長い道のりを歩いて来たような気もする。思い出も多い。世の中も大きく変わって来た。

思えば終戦の翌年の9月、東京大学を卒業して以来ずっと、研究所や大学で仕事をして来たが、勤務先は三個所ある。最初は東京大学・理工学研究所(現宇宙科学研)。こゝは当時、すばらしい学問的雰囲気を持つ研究所で、また恩師の一人、曾田範宗先生(現学士院会員)から、学問の真の姿とでも言うべき事柄の伝授を受けた所でもある。次は、航空研究再開に伴ない新設された科学技術庁・航空宇宙技術研究所で、遷音速風洞、ジェット・エンジン、液体燃料ロケットなどの大型試験設備の計画建設の仕事にたずさわった。ここには当時の山内正男原動機部長(現宇宙開発事業団理事長)をはじめ非常にすぐれた技術研究者が集まっていて、実際技術が熱を持って渦巻くような雰囲気があった。そして三番目が現在の東大工学部である。ここに正式に移ってから23年ほどになる。

しかし実を言うと、私の研究生活は、戦時中の動員で、学生時代、谷下市松先生(当時東大)の研究補助をした時から始まっていると言えるかも知れない。私が一生涯、一貫して熱工学の分野で仕事を続けるようになったのも、一つにはこの辺に原因がある。空襲の下で、ドイツのロケット1号の液酸タービン軸の振動数の計算などをした思い出がある。卒業後も御指導頂き、私の最初の論文は太陽熱利用給湯装置の研究である。また先生は、ほとんど卒業したての私を機械学会の熱の委員会などに引き出して下さった。そんなことから栗野誠一先生や橘藤雄先生の知遇を得ることとなり、両先生を通して伝熱工学への眼が開かれて行った。九州大学の山縣清先生から生前頂いた知遇も大きい。私は時々、非常に長い手紙を先生に書いた。先生からは格調高く名文の長い手紙が必ず返って来た。

なお名前は省略するが、ほぼ同じ年輩で同じ時代を熱工学のため生きて来た人々の中に、優れた研究者が少なくなかったことも印象深いことである。振り返ってみて、非常に面白く、また良き時代を生きてきたような気持ちがするの、そんなせいからであろうか。

ところで、そんな私であるが、三つの勤務先での代表的な研究を仮に一つずつ挙げるとなると、熱工学と必ずしも関係しなくなるのは妙である。それだけに歩んだ研究の道が多様だったためか

も知らないが、理工研時代は気体軸受理論、航技研時代は軸流圧縮機のサージング、東大工学部においては限界熱流束の研究である。気体軸受の研究は、私が26歳の時のもので、当時の思い出については、先般、曾田先生が英国機械学会からトライボロジー・ゴールド・メダルを受賞された記念講演会において講演する機会が与えられ、また活字にもなっている〔甲藤：潤滑、28（昭58）、3〕。これは世界的に大変有名になった研究で、私にとっては先生とのめぐり合いの記念として貴重なものである。一方、サージングの研究は、私が33歳の頃、英国の Imperial College of Science and Technology でおこなったものである。当時世話をして頂いた A. G. Smith 教授の部屋へ研究の完成報告に行った時、先生は大変に喜ばれ、こんな研究が出来たと大学のいろいろの所へ電話されるので恐縮した思い出がある。Smith 先生は後に Birmingham 大学へ移られ、一昨年、停年退官されたが、日本製のテレビやパソコンを愛用しておられる。

なお当時 Imperial College の工学部長をしておられたのが O. A. Saunders 教授である。同教授は、その後1961年（ちなみに日本伝熱研究会発足の年である）の春、英国機械学会会長として来日され、日程の一部として熱伝達懇談会が学士会館で開かれた。その時、私が日本の研究概況を、また Saunders 先生が英国の研究概況を講演した〔Saunders：日本機械学会誌、64（昭36）、1127〕。現在は Sir の称号を持つ先生であるが、今年9月に80才になられる。そこで Int. J. Heat Mass Transfer の本年9月号は、その記念号として出版される予定になっている。

限界熱流束の研究については、まだ終わっているわけではない。しかし、それに投じた時間と労力の規模から言って、私のライフ・ワークと言ってよいものであろう。世話になった人々も多い。研究に関係した学生、研究室の職員、文献について多大の援助を受けた図書室職員や秘書のお嬢さん、それに文部省科研費（特にエネルギー特研）関係など、すべてここで厚く謝意を表しておきたい。限界熱流束と言うと従来は、限られた形式のプール沸騰とか流路内強制流動沸騰だけが、ばらばらの形でとりあげられる嫌いがあった。しかし、流れ学全般と言ってもよいほど、様々の様式の流れや状態を通して広く生じ得るところの一般現象である。その広い立場から、この複雑な現象を系統的に見通すということは、難しくはあるが興味あるテーマである。

それにしても私は、この歳で、昨年から今年にかけて、まるで受験生のように気ぜわしい生活を強いられた。アメリカで出版される書物の原稿2件の依頼を受けて執筆したためである。昨年3月、ハワイでの ASME-JSME 熱工学合同会議で代表講演をすませ、帰ってきてから仕事にとりかかった。しかし原稿執筆の前に必要上、論文を7編ばかり書いておかねばならなかったりして随分時間をとられ、他の仕事は出来る限りセーブするようにした。原稿2件のうち一つが

限界熱流束と題するもので、他の一つはあるハンドブックの中の1章ぶんである。前者に大半のエネルギーを集中したが、いま振り返ってみて、もう、あのよう過度に集中的な一年は絶対に御免だと思う。しかし私は若い頃、真の書物とはライフ・ワークから成るものを言うのだと曾田先生から教えられたことがある。ささやかなものながら、世界に通じる英文の書物で、私にも多少それに類する仕事果たせるものならば、満足感も無いわけではない。

## 研 究 雑 感

東大・生研 棚 沢 一 郎

僕は物事をさほど悲観的に見るほうではないと思うのだが、それでも伝熱研究の未来については灰色の見通ししか持てないことが多い。

周知のように、伝熱現象は、すでに確立されて久しいごく単純な法則に支配されており、その法則自体が修正されたり、瞠目すべき新法則が発見されたりする可能性はまあ無いといってよいであろう。従って、現実起きる伝熱現象は、すべて既知の法則の枠内にあり、洞察力さえあれば、難易の差こそあれ、何らかの数字モデルによって記述できる性質をもっているといえる。このことはすべての伝熱現象が容易に解明できることを直には意味しないが、少くとも数字モデルを正確に作りうるものに関しては、残された困難はそれを解く手法のみに係るということになる。そして、近年の電算機の発達速度から判断すれば、現在計算不能のモデルもいずれ容易に計算できるようになるに違いないから、いま四苦八苦して求めた答も、何年か後には無駄骨だったという羽目に陥る恐れが十分にある。

次に、工学の一分野としての伝熱研究は、近いか遠いかは別として、将来のある時点における技術への貢献を目標に置くべきものであろうが、残念ながら伝熱現象が先端技術開発の中心的役割を演ずることはきわめて稀である。確かに、多くの産業技術において、熱に関する配慮ぬきに装置を設計・製作することなどとても不可能といえる場合が多い。しかし、そこで必要とされる知識は必ずしも高度なものではなく、伝熱の基礎についてある程度の理解さえあれば足りる場合がほとんどであろう。歴史的にみても、ワットの蒸気機関を初めとして、熱に関連する分野での重要な発明や技術革新は、伝熱研究に先んじて成し上げられてきている。むしろ、多くの事例は、伝熱研究が技術的成果を解釈するために発展したことを示している。

こう考えてきてみると、伝熱研究が将来大発展をとげるという予測は立てにくいようである。

しかし、現実に伝熱研究（少くともわが国の）は依然として隆盛を続けている。これは、もちろん伝熱研究に対する社会的要請が強いこと、多くの研究者をひきつける魅力が伝熱現象にあること、の二つの理由によるものであろう。しかし、多くの人が参加する分野が、必ずしも本質的に重要だとは限らないことに留意する必要があるのではないだろうか。

昨年亡くなられた抜山先生の随筆集『冷えた湯たんぽ』の中で、僕が笑いを禁じ得ずしかも印象深く読んだ一文に次のような箇所があった。『陸上競技に三段跳びというものがある。誰がそのような競技を考え出したのか知らぬが、鼻をつまんで早く走って見ろというのと大して変わりは

ない。しかし世界中で三段跳びをやっている人がいるから負けるものかと若者がこれをやる。  
(中略) どうも人間性かどうか知らないが大勢やると面白くなってさらに大勢がやるようだ。』  
伝熱研究の隆盛の原因の何パーセントぐらいが、附和雷同によるのか気になるところである。

さて、あまり消極的な予測ばかり書くのは非建設的なことにも思えるので、最後にこれからの伝熱研究においてまだ価値が見出せそうな分野を二、三挙げておくことにしたい。

- (1) 現象に確率的な要素が含まれるため、単純な数式モデルによる記述が困難なもの。
- (2) 現象が微細であったり高速であったりするため、観察による把握が困難なもの。
- (3) 伝熱以外の現象が共存し、現象自体が複雑で記述が困難なもの。
- (4) 熱的物性値の測定と評価

具体的なテーマについては、読者諸賢の判断におまかせしたい。

(1984. 3)



# 豊橋技術科学大学

大竹一友(豊橋技科大・エネルギー工学系)

豊橋技術科学大学は、昭和51年10月1日に開学され、昭和53年4月24日に第1回の入学式が挙行され、本年3月23日に、1年次から入学した第1期生が卒業する若い大学で、一般の大学とは大きく異なる制度のもとに運営されている新構想大学の一つであり、長岡技術科学と姉妹校の関係にある。

全学入学定員300名のうち、240名を主として高等工業専門学校(高専)の卒業生を直接学部3年次に受け入れ、高校から1年次に受け入れるのは、残りの60名の少数とし、うち半数は工業高等学校の卒業生を入学させている。また、大学院修士課程の定員は学部卒業生と同数として、学部と大学院の一貫教育を建前としている点も特色の一つとしてあげられる。これらの学生を教育する学科は、本校では系と呼ばれ、次に示す6工学系と、一般教養および大学院教育を担当する計画・経営科学コースの含まれている第7学系とからなっている。6つの工学系は、それぞれ3つの大講座(教授3名、助教授3名、助手および技官合せて3名)から構成されており、それぞれ以下に示すような名称が付されている。

## (1)エネルギー工学系

熱・液体工学講座、エネルギー変換工学講座、機器設計学講座

## (2)生産システム工学系

材料工学講座、加工学講座、生産計画学講座

## (3)電気・電子工学系

基礎電気・電子工学講座、電気システム工学講座、電子デバイス工学講座

## (4)情報工学系

計算機工学講座、情報処理工学講座、情報システム工学講座

## (5)物質工学系

工業分析化学講座、工業無機化学講座、工業有機化学講座

## (6)建設工学系

建築・地域計画講座、環境工学講座、構造工学講座

本学の機構の特徴の一つに各種センター構想がある。これは、これまでの大学付属研究所で、とかく人事や組織が硬直しがちであったものを活性化し、人事交流などを積極的に行ない、研究

の円滑化をはかろうとするものであり、センター長をはじめ専任教員もほぼ2～3年で、学外も含めて交流する。本学には現在技術開発センター、工作センター、分析計測センター、体育保健センター、計算機センター、語学センターなどがあり、特に技術開発センターには、この一兩年の間に自然エネルギー実験棟および極低温実験棟が付属施設として増設された。また、工作センターにも工作実習工場が付属施設として建設され、この4月から業務を開始する。

本学の対外的活動の一つに産学共同研究の推進があげられる。この種の研究は、従来とかく取り扱い上の問題などから、実施面で難しい部分があったが、本学では、大学のプロジェクト研究制度や受託研究制度などにのせて、この種の研究を円滑化している。また、技術開発センターや工作センターには、客員教員制度があり、プロジェクト研究の企業側構成員などの中から客員教員として着任していただき、産学共同をさらに強く進める制度がとられる。この他、任期制教員制度を活用して、企業などから2～3年の期間を限って教員任用を行なっている。

産業界との交流は、教育面にも現われており、大学を卒業して企業に2年以上勤務し、開発研究などにすぐれた業績をあげた人を、修士課程に学生として迎え、一般学生と同様に教育・研究を行なわせ、修士の称号を与える、いわゆる社会人受入れ制度が活用されており、筆者の研究室にも本年2人の学生を受け入れている。この場合、学生の企業側身分については、企業にゆだねている。多くの学生は在学中も企業の社員として奉給を受けているようである。

学生の教育面での特徴ある事項としては、学部4年次の1月～3月上旬の2ヶ月間、実務訓練と呼ばれる教育を行なう。これは学生を企業にお願いして、実務教育をしていただくもので、大学での勉学を企業における実務面でいかに応用して行くか、また自身の勉学における不足部分を発見するなどのほかに、実社会での人間関係などの体験といった多目的な教育を行なうもので、企業側の深い御理解のもとに、毎年成功裡に運ばせていただいている。

本学の学生は、冒頭に述べたごとく、ほとんどの者が高専の卒業生であるため、実技を十分身につけており、これに本学での基礎的・理論的裏付けを与える教育を加えることにより、本学が目指している「高度な実践的・創造的な能力を備えた指導的技術者の養成」を行なおうとしている。一方、大半の学生は、前在籍校の特徴から、人文・社会科学的な教養が十分でないくらいがあるため、本学のカリキュラムでは、1年～4年次のみならず、修士課程までも、これらの科目の履修が義務づけられている。例えば修士課程では、全修得30単位のうち、10単位(うち4単位は他コースの専門科目で補うこと可)をこれら人文・社会科学の分野から修得しなければならいようになっていることも大きな特徴である。

最後に筆者の所属するエネルギー工学系において行なわれている代表的研究を、3つの講座別に列記する。

(1)熱・流体工学講座

トータルエネルギーシステム解析、熱エネルギー貯蔵、熔融塩熱伝達、乱流および乱流熱伝達、自然エネルギー利用暖冷房システム、ポンプ系の動特性、油圧システム、フリーピストンエンジン、混相流工学、アンモニアエンジンなど

(2)エネルギー変換工学講座

乱流燃焼、噴霧燃焼、微粉炭・流動床・噴流床・COMなどによる石炭燃焼、電磁流体力学およびMHD発電、反応性熱流体力学場の測定技術、レーザー応用計測技術、大気乱流構造およびその制御、乱流拡散など

(3)機器設計学講座

機械要素の応力および変形解析、材料の弾塑性およびクリープ変形、材料の強度と破壊、機械振動とレーザーホログラムを応用した振動体の計測、表面特性とトライボロジー、材料の熱的特性、エネルギーシステムの制御

# 日本原子力研究所・安全性試験研究センター

藤 城 俊 夫(原研)

## 1. 概 要

通称「原研」で通る当研究所は、原子力の開発利用に関する総合的な公的研究機関として、原研法により昭和31年に特殊法人の形で設立された。研究所は、主力である東海研究所(茨城県東海村)、放射線利用研究を行う高崎研究所(群馬県・高崎市)および材料試験炉による照射研究を行う大洗研究所(茨城県・大洗町)の3研究所より成り、さらに、現在、茨城県那珂町に核融合研究センターの建設が進められている。職員数は、現在約2,400人(このうち研究員は約900人)という大世帯で、この約7割が東海研究所に所属している。総合研究所という性格から、研究内容は核物理、炉物理、炉化学、燃料・材料研究等の基礎研究から、各種の放射線利用研究、軽水炉およびその他原子力施設の安全性研究、さらに、高温ガス炉や核融合炉等の新エネルギーシステムの開発まで、極めて広範囲にわたっており、また、これらの各部門が相互に有機的な連携を保って研究を進めている事もこの研究所の特色である。

安全性試験研究センターは、このうち安全性研究を実施する部門として東海研究所内に設置されたものである。試験研究センターは安全工学部、安全解析部、環境安全研究部の3部および実用燃料試験室より成り、約300名の研究・技術職員が18の研究室と5の技術課(室)に分れて実験研究や解析コードの開発を進めている。

## 2. 主要な研究課題

安全性試験研究センターの主要な研究課題は、現在の原子力発電の主力を担っている軽水炉の安全性に係る研究を中心とし、これに関連する核燃料施設や放射性廃棄物の処理処分の安全性、環境の安全評価研究等も包括している。主なものを列記すると次のようになる。

### 1) 原子炉燃料に関する安全性研究

通常運転時の安全性に関しては、発電炉で使用した燃料の非破壊および破壊試験・検査、内外の研究用原子炉を用いた燃料の照射挙動実験、また、事故時に対しては、パルス炉NSRRによる原子炉暴走事故時の燃料破損挙動実験、および炉心損傷時の燃料挙動や崩壊炉心の冷却性に関する炉外・炉内実験等。安全工学部および実用燃料試験室で実施。

### 2) 原子炉圧力バウンダリの安全性研究

原子炉圧力容器用鋼材の破壊靱性、照射による脆化、配管の亀裂伝播の試験、配管破断時のジェット放出試験、パイプホイップ試験、材料の応力腐食疲労試験等。

### 3) 冷却材喪失事故に関する工学的安全研究

R O S A 施設による一次系配管破断事故模擬実験、大型再冠水実験装置による非常炉心冷却系の実証試験、格納容器スプレー効果に関する試験、圧力抑制系の信頼性試験等の大型実験が中心。2)、3)、は安全工学部で実施。

### 4) 原子炉施設の安全評価解析コードの開発

燃料挙動解析、冷却材喪失事故解析、炉心損傷事故解析のための計算コードの開発、整備、および確率的な安全評価手法の開発を、安全解析部を中心に進めている。

### 5) 環境放射能の安全評価研究

自然環境中の放射能評価、気体および液体廃棄物の拡散に関する研究、緊急時のモニタリング技術開発等が主な研究課題である。

### 6) 放射性廃棄物の処理処分研究

低レベル放射性廃棄物の陸地処分の安全性、高レベル放射性廃棄物の固体処理技術開発や処分方法の安全評価研究。5)、6)は環境安全研究部で実施。

## 3. 大型施設による実験研究

以上に述べた研究は、いずれも原子炉施設の安全性の向上や評価に直接反映させる事を目的とした応用研究である。このため、実プラント条件を模擬した大型装置による実験が多いのも原研の安全性研究の特徴である。これらの実験施設は、研究所内の海岸近くの1本の道路に沿って並立し、内外の見学者を感嘆させる景観を呈している。このうち代表的なものを記すと燃料挙動研究に関する大型実験施設では、最大23,000MW のパルス出力能力を有する研究用原子炉NSRRがある。この原子炉の中で試験燃料棒をパルス中性子照射する事により、原子炉暴走事故時の急激な出力上昇を模擬した発熱を生じさせ、燃料破損やその影響を調べる実験を行っている。冷却材喪失事故研究のためには何基もの大型施設が建設されてきた。R O S A計画は冷却材喪失から炉心の過熱までの過程を主な研究対象とする計画である。現在は第4期に入り、最大出力10MW、1.064本の電気加熱型模擬燃料棒より成る炉心部を有する世界最大規模の大型非定常ループの建設が進行中である。これによりTMI-2事故を模擬したPWRの小口径破断事故の模擬実験が今年から開始される。また、大型再冠水実験装置は、PWRの実炉長の電気加熱型模擬燃料棒約2,000本より成る模擬炉心をもつ装置で、冷却材喪失による過熱した燃料を冷却するための非常炉心冷却系の効果の実証試験を実施している。これらの大型実験は伝熱・流動研究と深く係っている。燃料挙動研究では燃料の温度評価が重要課題の1つであり、冷却材喪失事故模擬実験は非定常二相流およびpost-DNB熱伝達実験そのものである。これら伝熱・流動実験を実物の燃料あるいは実炉規模の条件で究明している所に原研の研究の特色があると言えよう。このた

め、原研内の伝熱関係の研究者の半数以上が当研究センターに集まっている。

国際協力も盛んに行われている。上記の大型実験はいずれも米国、西独、フランス等と協力を密に行っており、当センター内だけで現在12の国際協力協定が結ばれている。これは、日本の経済力向上の現れではあるが、それと共に、原子力の安全性については、国際的にも常にコンセンサスを保持しておく必要があるという、現代の情報化社会の反映でもあろう。

## 北海道研究グループ

日 時 昭和59年2月4日(土) 13:00~16:00

場 所 室蘭工業大学本部会議室 室蘭市水元町27番1号

講 演

- 1) 加熱壁と非加熱壁の連続する面上の自然対流熱伝達(非加熱部が断熱壁の場合)

室蘭工業大学<sup>\*</sup> 岸浪紘機、齋藤凶、戸倉郁夫

- 2) 寒地の工場暖房に関するエネルギー消費実態とその検討

室蘭工業大学<sup>\*</sup> 花岡裕、窪田英樹、水野忠治

- 3) 多孔質充填円筒容器内の非定常伝熱特性

北見工業大学<sup>\*</sup> 稲葉英男、福井武幸

- 4) 温熱感と対流熱伝熱

室蘭工業大学<sup>\*</sup> 窪田英樹

\*印: 講演者

### <講演概要>

講演1) 加熱壁と非加熱壁が続く面上の自然対流熱伝達現象は、エレクトロニクス関連機器の冷却問題に関わるもので、最近になってその重要性が認識されてきた。このような場では、非加熱部分の熱物性がきわめて重要で、その部分における熱伝導による伝熱量あるいは壁面からの熱放射量などの程度によって対流挙動はかなり異なったものになる。ここでは、問題を単純化して壁内熱伝導を無視し、壁面放射のみを考慮しているが、加熱部分の長さ及びその表面温度などが壁表面温度や熱伝導にどの様に影響するかについて理論的、実験的に考察したものである。

講演2) この研究は、寒冷地における工場暖房に関する実態調査を実施した結果をまとめたものである。従来、工場暖房に関しては、その対象を特定しそこでの暖房システムを調べるのが通例であった。しかし、工場暖房を一般的に調べようとするときは、工場の多様性が問題になる。調査の第一段階として、各種業種に対し郵送によるアンケート調査を実施した。ここでは、建屋の面積・保温性、暖房及び生産用エネルギー消費量を調べた。ここで得られた燃料消費量を、モデル化した全体暖房と局所ふく射暖房における燃料消費量と対比する形で整理したが、その結果は概ねモデルで推定される範囲にあった。しかし、アンケートに表われた数値のみでは、各工場個々の事情が異っており、必ずしも十分に実態を表わさぬ恐れがあり、工場における作業性、品質管理及び経済性などを考慮に入れた調査・分析が必要であることが述べられた。

講演3) 蓄熱された球状粒子充てん水平円筒形多孔質層の強制対流による非定常放熱特性が、種

種の因子のもとで実験的に明らかにされた。すなわち、充てん粒子層と流動する流体間の熱伝達は、粒子直径と円筒直径の比 $d/D$ が大きくなるに従って、同じレイノルズ数 $Re_d$ でもヌセルト数 $Nud$ が増加すること、充てん粒子層と流体間の熱伝達は $Nud = f(Pr, d/D, Re_d)$ の関係で整理できること、蓄熱された粒子層より流体への放熱完了までの時間は、 $Fo$  (フーリエ数)  $= f(Pr, d/D, L/D, Re_d)$  の関係で整理しうることなどが明らかにされた。

講演4) 人体の温熱感を扱う場合、全身と局所に分けて考える必要があるが、全身温感では、人体表面での自然対流の影響が無視しえなくなるのが $10\text{cm/s}$ 程度で、この近辺での $10\text{cm/s}$ 程度の風速の差が $1\sim 2\text{K}$ の差に相当することを明らかにした。局所温感に関しては、顔面における気流の主観的な刺激強さ感について述べられた。この感覚は流れの乱れ強さに比例して増大するが、既存の資料に基く乱れによる対流熱伝達率の増加のみでは、この現象を説明できず、熱刺激の他に風圧や風速変動の刺激が寄与していることが示された。しかし、顔面に熱流計を貼るなどの方法で熱伝達率を測定した結果、対流熱伝達率の増加のみで、即ち冷却効果のみで気流に関する主観的な刺激感を説明しうる可能性のあることなどが述べられた。

(文書連絡幹事)



# < お 知 ら せ >

## 第 21 回日本伝熱シンポジウム

〔 共催：日本学会会議エネルギー工学研究連絡委員会、本会ほか 9 学協会 〕

- 開 催 日 昭和 59 年 5 月 30 日（水）～ 6 月 1 日（金）
- 講 演 会 場 国立京都国際会館〔〒606 京都市左京区宝ヶ池、電話 075-791-3111〕
- 懇 親 会 場 京都ロイヤルホテル〔〒604 京都市中京区河原町通三条上ル、  
電話 075-223-1234、講演会場から貨切バスを用意します。〕
- 参 加 諸 費 シンポジウム参加費：事前申込 1 名 5,000 円、当日申込 1 名 6,000 円、  
但し、学生、大学院生は事前申込 1 名 2,500 円、当日申込 1 名 3,000 円（いづ  
れも講演論文集代を含まず）  
講演論文集代：1 冊 5,000 円（但し、日本伝熱研究会会員には 1 冊無料進呈）、  
但し、郵送の場合は 1 冊 5,550 円（5,000 円+送料 550 円）
- 懇 親 会 5 月 31 日（木）18：30～20：00 1 名 7,000 円（バス代を含む）  
ただし、同伴夫人は無料
- 申 込 要 領 郵便振替払込書の通信欄に、(1)氏名（ふりがな）、(2)勤務先または学校名、(3)講  
演論文集冊数（進呈分以外）、(4)懇親会出欠（夫人同伴の方はその旨を明記）をご  
記入の上、当該費用をご送金下さい（できるだけ、本号同封の郵便振替払込書をご  
利用下さい）。参加証は当日、受付にてお渡しいたします。  
なお、事務の簡素化と経費節減のため、原則として、領収書の発行を省略させて  
頂きますので、郵便局で受取られる郵便振替払込金受領書を保存して下さいように  
お願い申し上げます。
- 申 込 締 切 昭和 59 年 5 月 16 日（水） 消印有効
- 申 込 先 郵便振替口座：京都 8-10387  
第 21 回日本伝熱シンポジウム準備委員会  
〒606 京都市左京区吉田本町  
京都大学工学部原子核工学教室内  
電話 (075) 751-2111 内線 5842、5823
- なお、会場での当日受付は第 1 日目の 8 時 30 分より行います。
- 講 演 次 第 ※印は講演者、各講演は 10 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。

— B 2 室 —

第1日 5月30日(水)

〔強制対流(Ⅰ)〕 講演(9:00~9:40)、討論(9:40~10:20)

〔座長 田中宏明君(東大)〕

- B101 二平行平板間氷層の融解熱伝達  
機正 関 信 弘(北大) 機正※福 迫 尚一郎(北大)  
ヨウナン・ガミル・ウイサ(北大院)  
高 橋 伸 二(北大学)
- B102 等温加熱平板上の境界層流れおよび熱伝達に及ぼす浮力の影響(傾斜平板に関する考察)  
機学※小 野 通 陸(慶大院) 機正 菱 田 公 一(慶大)  
機正 前 田 昌 信(慶大)
- B103 超臨界圧ヘリウムの強制対流熱伝達(第1報)  
機正※伊 藤 猛 宏(九大) 機正 西 川 兼 康(九大)  
機正 笠 尾 大 作(九大) 機学 山 口 方 士(九大院)  
森 英 明(九大院)
- B104 パーステイング現象に連成する固体壁内非定常熱伝導を考慮した乱流熱伝達  
機正※笠 木 伸 英(東大) 鈴 木 正 博(東大院)  
機正 平 田 賢(東大)

〔強制対流(Ⅱ)〕 講演(10:40~11:30)、討論(11:30~12:20)

〔座長 河村 洋 君(原研)〕

- B105 管内乱流の速度と温度の乱れのスペクトル  
機正※長 野 靖 尚(名工大) 機正 菱 田 幹 雄(名工大)  
機准 田 川 正 人(名工大)
- B106 低レイノルズ数ダクト内乱流の加速による層流化と乱流再遷移  
機正 田 中 宏 明(東大) 機学※矢 吹 博 陸(東大院)
- B107 静圧一定の平板乱流境界層に及ぼす主流部乱れの影響  
機正※堀 正 倫(京工繊大) 機正 南 山 龍 緒(京工繊大)  
機学 大 前 比呂文(京工繊大院)

- B 108 円柱によりかく乱を受ける乱流境界層（第3報）（乱れ熱流束の測定）  
 機正※川 口 靖 夫（京大） 松 森 善 郎（京大院）  
 機正 鈴 木 健二郎（京大） 機正 佐 藤 俊（摂南大）
- B 109 二次元表面乱流噴流に及ぼす浮力の影響  
 化工正 荻 野 文 丸 化学※田 中 孝 幸（京大院）  
 化工正 水 科 篤 郎

〔強制対流（Ⅲ）〕 講演（13：40～14：30）、討論（14：30～15：20）

〔座長 鈴木 健二郎 君（京大）〕

- B 110 軸方向流速を伴う回転二重同心円管内の流動様式の遷移  
 機准※平 井 秀一郎（阪大） 機正 高 城 敏 美（阪大）
- B 111 施回乱流場における逆勾配拡散現象とその原因  
 機正※高 城 敏 美（阪大） 機正 岡 本 達 幸（阪大）  
 機学 田 地 正 憲（阪大院） 機学 中 筋 善 淳（阪大院）
- B 112 正方形断面曲り管内強制対流熱伝達（十分に発達した乱流域における実験ならびに数値解析）  
 機正※小 泉 博 義（電通大） 機正 内 田 豊（電通大）  
 機正 森 康 夫（電通大）
- B 113 ナトリウム中温度成層化実験  
 原正※大 塚 雅 哉（日立製作所） 機正・原正 山 川 正 剛（日立製作所）
- B 114 現象論的乱流モデルを用いた非定常乱流の解析  
 機正 河 村 洋（原研）

〔強制対流（Ⅳ）〕 講演（15：40～16：30）、討論（16：30～17：20）

〔座長 荻野 文丸 君（京大）〕

- B 115 乱流気相と蒸発液面間の熱および物質伝達  
 — 蒸発による吹き出しが大きい場合 —  
 機正 熊 田 俊 明（北大） 伝学※栗 原 利 行（北大院）  
 機正 石 黒 亮 二（北大）
- B 116 異種ガス吹き出しを伴う多孔壁円管空気流の乱流輸送現象  
 化工正※平 田 雄 志（阪大） 化工正 伊 藤 龍 象（阪大）

- B 117 ガスタービン翼腹面の三次元吹出し膜冷却  
機正※吉川進三(同志社大) 機学 中西克己(同志社大)
- B 118 曲率壁の全面膜冷却に関する研究(第1報;凹凸面壁の冷却効率)  
機学※池山正隆(東大院) 機正 笠木伸英(東大)  
機正 平田賢(東大) 機正 熊田雅弥(岐阜大)
- B 119 曲率壁の全面膜冷却に関する研究(第2報;凸面壁上の物質伝達率)  
機学※三矢輝章(岐阜大院) 機正 熊田雅弥(岐阜大)  
機正 平田賢(東大) 機正 笠木伸英(東大)

第2日 5月31日(木)

〔強制対流(V)〕 講演(9:00~9:40)、討論(9:40~10:20)

〔座長 長野靖尚君(名工大)〕

- B 201 内面に突起を有する伝熱管の管内強制対流熱伝達  
機正※餅田芳雄(東芝) 機正 三好倫三(東芝)
- B 202 流路壁の滑らかな突起列による伝熱促進の基礎的研究(第3報)  
機正※石黒博(東工大院) 機正 土方邦夫(東工大)  
機正 森康夫(電通大)
- B 203 中小温度差用熱電発電システムの伝熱学的研究  
機正 土方邦夫(東工大) 機正 森康夫(電通大)  
機正 石黒博(東工大院) 機正 姫野修廣(東工大)  
機学※井上多加志(東工大院)
- B 204 断面が急激に変形する流路内の乱流熱伝達  
機学※古屋孝明(東工大) 機正 吉田英生(東工大)  
機正 越後亮三(東工大)

〔強制対流(VI)〕 講演(10:40~11:40)、討論(11:40~12:40)

〔座長 土方邦夫君(東工大)〕

- B 205 部分加熱円柱表面の熱伝達特性  
機正 木本日出夫(阪大) 機学※井上和夫(阪大院)
- B 206 円柱表面からの熱伝達に及ぼす壁面近傍の流動障害物の影響  
機正※藤田秀臣(名大) 機正 高浜平七郎  
機学 田中秀明(名大院) 機正 河村鈞(名大)

- B 207 単管まわりの熱・物質伝達に及ぼす側壁の影響  
 機正 藤井 哲(九大) 機正※稲石 正明(九大院)  
 機正 藤井 丕夫(九大)
- B 208 壁近傍におかれた円管まわりの熱伝達(円管直径の影響)  
 機正※相場 真也(秋田工高専) 機学 大久保 悟(秋田工高専学)  
 機学 今田 良徳(秋田工高専学)
- B 209 長方形柱まわりの流動と熱伝達  
 機正 五十嵐 保(防衛大)
- B 210 二楕円柱からの強制対流熱伝達  
 機正 太田 照和(秋田大) 機正※西山 秀哉(秋田大)

〔強制対流(Ⅶ)〕 講演(14:00~14:50)、討論(14:50~15:40)

〔座長 藤田 秀臣君(名大)〕

- B 211 乱流衝突噴流の組織構造に関する研究  
 化工正※片岡 邦夫(神戸大) 化学工 御幡 一郎(神戸大)  
 化学工 丸尾 勝彦(神戸大) 化学工 勝呂 雅彦(神戸大)
- B 212 短い衝突距離をもつ軸対称衝突噴流の熱伝達特性  
 機正※栗間 諄二(山口大) 機学 世良 裕明(山口大)  
 機正 宮本 政英(山口大) 機正 加藤 泰生(山口大)  
 機正 平田 賢(東大) 機正 笠木 伸英(東大)
- B 213 波形面に衝突する二次元噴流の熱伝達  
 機正※車 指 永(東大) 機正 笠木 伸英(東大)  
 機正 平田 賢(東大) 機学 牧野 雅樹(東大院)
- B 214 高温銅片の温度平坦化に伴う非定常伝熱(第1報)  
 機正 越後 亮三(東工大) 機正※一宮 浩市(山梨大)  
 機正 富村 寿夫(東工大)
- B 215 対向噴流における流動および伝熱(二次元場での実験)  
 機正※山下 博史(名大) 機正 泉 亮太郎(名大)  
 機正 加賀 定(名大) 西浦 隆幸(名大院)

〔強制対流 (Ⅶ)〕 講演 (16:00~16:50)、討論 (16:50~17:40)

〔座長 平田 賢君 (東大)〕

- B 216 剥離流域流路の非剥離流側の熱伝達 (第1報、拡大流路における実験)  
機正 涌坂 伸明 (船舶技研)
- B 217 前縁はく離を伴う平板の熱伝達 (Re 数100 近ほうの場合)  
機正\*鍋本 暁秀 (広島大) 機正 領内 正勝 (シャープ)  
機正 千葉 徳男 (広島大)
- B 218 はく離流再付着点近傍伝熱特性の時空間的微細構造解明の研究  
機正 森 康夫 (電通大) 機正 内田 豊 (電通大)  
機正 小泉 博義 (電通大) 機学\*酒井 宏 (電通大)
- B 219 剥離と再付着を伴う流れの熱伝達 — 再付着領域における極大熱伝達率 —  
機正\*太田 照和 (秋田大) 機正 西山 秀哉 (秋田大)
- B 220 大きな再循環流を伴う円筒容器内の乱流特性  
機学\*小尾 晋之助 (慶大院) 機正 菱田 公一 (慶大)  
機正 前田 昌信 (慶大) 機正 横堀 誠一 (東芝)

第3日 6月1日 (金)

〔自然対流 (Ⅳ)〕 講演 (9:00~9:40)、討論 (9:40~10:20)

〔座長 長添 紘之君 (岡山大)〕

- B 301 閉領域内成層化流体の過渡時自然対流  
原正\*魚谷 正樹 (電中研) 原正 猶原 信幸 (電中研)  
原正 木下 泉 (電中研)
- B 302 密閉空間自由対流伝熱の過渡状態に対する冷却条件の効果  
機正\*吉岡 啓介 (大分大)
- B 303 鉛直平行板伝熱面を含む長方形断面流路内の自然対流熱伝達 (一様熱流束・両面加熱の場合) 第二報  
機正\*玉利 賢一 (鹿児島大)
- B 304 等温加熱垂直二平行平板上の強制・自然複合対流伝熱に関する実験的研究 (第1報)  
機正\*武石 賢一郎 (三菱重工) 原正 藤本 哲郎 (三菱重工)

〔自然対流（V）〕 講演（10：40～11：30）、討論（11：30～12：20）

〔座長 相原利雄君（東北大）〕

- B 3 0 5 電子機器の自然空冷に関する研究  
機正 宮本政英（山口大） 機正 加藤泰生（山口大）  
機正 栗間諄二（山口大） 航学※坂田昌一（山口大）
- B 3 0 6 垂直密閉容器内が流体層と多孔質層とに水平分割される場合の自然対流伝熱  
化工成※西村龍夫（広島大） 化学 多久見 徹（広島大）  
化工正 尾添紘之（岡山大） 化工正 河村裕治（広島大）
- B 3 0 7 異種流体が密閉容器内で成層する場合の自然対流熱伝達現象  
機正※木村照夫（福井大） 機正 部谷尚道（福井大）  
機正 竹内正紀（福井大） 機学 磯見英明（福井大院）
- B 3 0 8 内部発熱を伴う水平流体層における乱流自然対流  
伝学※河原全作（京大院） 原正 森島信弘（京大）  
原正 菊地義弘（京大） 原正 岐美 格（京大）
- B 3 0 9 凝固と発熱を伴う水平円管内自然対流熱伝達（第2報：定常場の数値解析）  
機正 三田地 紘 史（豊橋技科大） 機学※青木克之（豊橋技科大）  
機正 北村 健 三（豊橋技科大）

〔自然対流（VI）〕 講演（13：40～14：30）、討論（14：30～15：20）

〔座長 三田地 紘 史 君（豊橋技科大）〕

- B 3 1 0 鉛直管路内の層流自由対流熱伝達に及ぼす物性値の温度依存性の影響  
機正 相原利雄（東北大） 機正※円山重直（東北大）  
崔 準 燮（東北大院）
- B 3 1 1 自然対流熱伝達におよぼす温度成層の影響  
機正 小山 繁（九大） 機学※小金井 真（九大院）  
機正 藤井 哲（九大）
- B 3 1 2 対向する鉛直壁を加熱・冷却した矩形空間内の水の層流および乱流二次元自然対流の数値計算  
機正・化工正※尾添紘之（岡山大） 毛利 晃（松下電器）  
大 室 勝（松下電器）  
S. W. Churchill（ペンシルベニア大）  
Noam Lior（ペンシルベニア大）

- B 3 1 3 垂直平板上自然対流の乱流域に現われる大きな渦の構造と伝熱（第3報）  
 機正※北村健三（豊橋技科大） 機学福岡勇（豊橋技科大）  
 機名誉員斎藤武（豊橋技科大）
- B 3 1 4 鉛直平行平板間の乱流自由対流熱伝達（第3報）  
 機正宮本政英（山口大） 機正加藤泰生（山口大）  
 機正栗間諄二（山口大） 機学※佐々木均（山口大）

〔自然対流（Ⅶ）〕 講演（15：40～16：30）、討論（16：30～17：20）  
 〔座長 藤井哲君（九大）〕

- B 3 1 5 乱流ブルームの特性  
 機正石垣博（航技研）
- B 3 1 6 自然対流によるカルマン渦列の崩壊  
 機正能登勝久（神戸大） 機学※石田仁志（神戸大院）  
 機正松本隆一（神戸大）
- B 3 1 7 水平線熱源からのブルームの揺動  
 機正※能登勝久（神戸大） 機学石田仁志（神戸大院）  
 機正松本隆一（神戸大）
- B 3 1 8 容器内の有限加熱平板による自然対流とその振動現象  
 機正※内田豊（電通大） 機正森康夫（電通大）  
 菅谷正弘（電通大院）
- B 3 1 9 多孔質内対流ブルーム  
 機正増岡隆士（九工大） 機学※遠田祐治（九工大）

— I 室 —

第1日 5月30日（水）

〔二相流（Ⅰ）〕 講演（9：00～9：40）、討論（9：40～10：20）  
 〔座長 芹沢昭示君（京大）〕

- I 1 0 1 大口径管内の気液二相流（第1報垂直下降流）  
 機正堀慶一（三菱重工） 機正※上野隆司（三菱重工）  
 機正岩淵牧男（三菱重工） 機正松尾篤二（三菱重工）



- I 102 並列チャンネル気液対向流現象の評価  
機正※村 瀬 道 雄(日立エネ研) 機正 鈴 木 洋 明(日立エネ研)
- I 103 水平管内気液二相対向流のスラグ流遷移に関する研究  
機学※副 島 洋(東大院) 機正 飛 原 英 治(東大工)  
機正 齋 藤 孝 基(東大工)
- I 104 障害物周辺の二相流動解析  
機正※寺 坂 晴 夫(東芝原研) 機正 平 田 憲 昭(東芝原研)

〔二相流(Ⅱ)〕 講演(10:40~11:30)、討論(11:30~12:20)

〔座長 齋 藤 孝 基 君(東大工)〕

- I 105 空気-水気泡流の2次元乱流流動特性  
原学※津 田 和 宏(京大院) 尾 野 昌 之(京大工)  
覚 張 和 彦(京大工) 原正 芹 沢 昭 示(京大工)  
原正 岐 美 格(京大工)
- I 106 非定常二相スラグ流に関する研究(第2報)  
機正 田 中 直 樹(三菱電機)
- I 107 一成分二相流中の衝撃現象における緩和現象の研究  
機正 赤 川 浩 爾(神戸大工) 機正 藤 井 照 重(神戸大工)  
機正 坪 倉 定 雄(神戸大院) 機学 松 下 肇(神戸大院)  
機学※平 岡 洋 一(神戸大院)
- I 108 単成分気ほう流中の圧力波  
機正 中 川 勝 文(豊橋技科大) 機学※丸 岡 章(豊橋技科大院)
- I 109 蒸気流中への冷水注入に伴う流動振動  
機学※小 沢 昇(筑波大院) 機正 成 合 英 樹(筑波大構造工)  
機正 綾 威雄(船舶技研原子力船)

〔二相流(Ⅲ)〕 講演(13:40~14:30)、討論(14:30~15:20)

〔座長 深 野 徹 君(九大)〕

- I 110 上昇流動水中におかれた単孔ノズルから発生する気ほうの大きさに関する研究  
(続報)  
機正 日 向 滋(信州大)

- I 111 複合流路における気液二相流体の流動（第3報、副流路への気液の流量配分）  
機正※佐田富道雄（熊本大工） 機正 佐藤泰生（熊本大工）
- I 112 細管内高速二相流に関する研究  
機正 土方邦夫（東工大） 機正 森 康夫（電通大）  
機正 長崎孝夫（東工大） ※野畑邦夫（東工大院）
- I 113 固体粒子層内沸騰二相流に関する研究  
機正 井上 晃（東工大原研） 機正 有富正憲（東工大原研）  
※大平博昭（東工大院）
- I 114 磁場内ヘリウムーリチウム環状噴霧二相流の流動・伝熱特性に関する研究  
機正※井上 晃（東工大原研） 機正 有富正憲（東工大原研）  
松崎充男（東工大原研）

〔二相流（Ⅳ）〕 講演（15：40～16：30）、討論（16：30～17：20）

〔座長 片岡邦夫君（神戸大）〕

- I 115 低温熱水の膨張による高速ミスト流生成の基礎的研究  
機正 土方邦夫（東工大） 機正 森 康夫（電通大）  
機正 長崎孝夫（東工大） 伝学※園田幸弘（東工大院）
- I 116 熱水タービン用ノズルの特性に関する研究（続報）  
機正 中川勝文（豊橋技科大） 機学※吉田勝正（豊橋技科大院）
- I 117 Stochastic model による固気二相自由噴流の解析  
機正※仁田脇武志（日立製作所） 機正 清水昭比古（九大総理工）  
機正 越後亮三（東工大工） 機正 長谷川 修（九大工）
- I 118 凹面壁に対する固気二相衝突噴流の熱伝達  
機正※深道建次郎（東芝） 機正 清水昭比古（九大総理工）  
機正 長谷川 修（九大工）
- I 119 スリット吹き出しのある平板上の固気混相流動と熱伝達  
（レーザー流速計による流動場の測定）  
機正※菱田公一（慶大理工） 機学 渡辺英行（慶大院）  
機正 前田昌信（慶大理工）

第2日 5月31日(木)

〔二相流(V)〕 講演(9:00~9:40)、討論(9:40~10:20)

〔座長 成合英樹君(筑波大)〕

- I 201 液流量減少時の非整定二相せん断流の挙動  
機正※山内庄司(高松高専) 機正 中西重康(阪大工)
- I 202 発達しつつある二成分環状二相流の流動および熱伝達に関する数値解析  
機正 鈴木健次郎(京大工) 伝学 三輪田達典(京大工院)  
機正※萩原良道(京大工)
- I 203 蒸発管内密度波振動における各種因子の影響に関する研究  
(第3報、安定限界線の簡易構成法)  
機正 中西重康(阪大工) 機正 加治増夫(阪大工)  
機正 山内庄司(高松高専) 機学※岸本明(阪大院)
- I 204 管内凝縮二相流に関する研究(第1報、流路方向ボイド率変化)  
原学※堀 豊(東北大工) 機正 戸田三朗(東北大工)  
原正 黒川政秋(東北大工)

〔二相流(VI)〕 講演(10:40~11:30)、討論(11:30~12:20)

〔座長 坂口忠司君(神戸大)〕

- I 205 空気-水系垂直上昇流におけるボイド率変動と静圧変動との関係  
機正 深野 徹(九大工) 機正※逢坂昭治(徳島大工短)
- I 206 局部ボイド比測定法の研究  
原正※砂田謙二(広島工大) 原正 北山正文(広島工大)
- I 207 管群内気液二相流の平均ボイド率について  
機正※山口信行(三菱重工) 機正 坂田 薫(三菱重工)  
機正 柘植綾夫(三菱重工)
- I 208 二相流の気液界面積の研究  
原正※片岡 勲(京大原研) 原正 芹沢昭示(京大工)
- I 209 高圧垂直上昇気水二相流の流動様式の研究  
機正 世古口言彦(九大工) 機正 中里見正夫(宇部高専)  
機正※今坂卓男(九大工) 機正 清水英男(宇部高専)  
機正 武石雅之(九大工) 井上勝裕(大分大工)

〔熱物性(I)〕 講演(14:00~14:50)、討論(14:50~15:40)

〔座長 南山龍緒君(京工繊大)〕

- I 210 非定常熱線法による高温固体の熱伝導率測定  
機准※高橋一郎(慶大院) 機正 陳明堃(慶大理工)  
南佳憲(慶大) 機正 長島昭(慶大理工)
- I 211 衝撃波管法による高温気体の熱伝導率の測定  
機准※星野知彦(原子力発電) 機正 三戸慶一(慶大理工)  
大沢練太郎(住友3M) 機正 宮田昌彦(明星大理工)  
機正 長島昭(慶大理工)
- I 212 電解質水溶液の熱伝導率を非定常細線加熱法で計るときの過渡的な漏れ電流  
機正※竹内正顕(東海大) 機正 黒崎晏夫(東工大)
- I 213 熔融塩の液相における熱定数測定  
機正 荒木信幸(静岡大工) 機学※田村匡伸(静岡大院)  
機正 小林清志(静岡大工)
- I 214 混合塩の固相における熱定数測定  
機正 小林清志(静岡大工) 機学※大石学(静岡大工)  
機正 荒木信幸(静岡大工)

〔熱物性(II)〕 講演(16:00~16:30)、討論(16:30~17:00)

〔座長 長島昭君(慶大)〕

- I 215 土壌の熱物性の研究(温度伝導率について)  
機正※佐々木章(秋田高専) 機正 福田浩(秋田高専)  
機正 相場真也(秋田高専)
- I 216 弾性接触子の接触圧力と熱コンダクタンス  
機正 中山恒(日立機械研) 機正※芦分範行(日立機械研)  
機正 大黒崇弘(日立機械研) 機正 佐藤元宏(日立機械研)
- I 217 分る線によるセラミックス表面のエネルギー交換  
機正 藤本哲夫(名大) 機正※加藤征三(三重大)  
正 島宏祐(分子科研)

第3日 6月1日(金)

〔凝縮(Ⅰ)〕 講演(9:00~9:40)、討論(9:40~10:20)

〔座長 山川紀夫君(岩手大)〕

- I 301 鉛直面上の膜状凝縮の流動と熱伝達(強制流動がある場合)  
機正※上原春男(佐賀大理工) 機正中岡勉(佐賀大理工)  
機正中村保彦(新日鉄八幡)
- I 302 鉛直面上の膜状凝縮の流動と熱伝達(体積力対流の場合)  
機正上原春男(佐賀大理工) 機正※中岡勉(佐賀大理工)  
機正中村保彦(新日鉄八幡)
- I 303 電場による凝縮伝熱の促進に関する研究(第2報、らせん電極による垂直管外凝縮伝熱の促進)  
機正竹谷隆夫(機技研) 機正※矢部彰(機技研)  
機正菊地健太郎(機技研) 機正森康夫(電通大)  
機正土方邦夫(東工大)
- I 304 ミスト化を併用した湿式電気集塵法の開発  
機正林勇二郎(金沢大工) 機正滝本昭(金沢大工)  
機学※多田幸生(金沢大院) 機正河原誠二(金沢大工)

〔凝縮(Ⅱ)〕 講演(10:40~11:30)、討論(11:30~12:20)

〔座長 棚沢一郎君(東大)〕

- I 305 周期運動をする凝縮器の伝熱性能に関する研究  
機正※西山勝男(電技総合研) 村田晃伸(電技総合研)  
伝正梶川武信(電技総合研)
- I 306 管群中の強制対流凝縮に及ぼす凝縮液のイオンテーションの影響  
機正※小田鶴介(九大生産技研) 機正藤井哲(九大生産技研)
- I 307 冷媒の水平管外凝縮(高蒸気流速域の特性)  
機正本田博司(岡山大工) 機正野津滋(岡山大工)  
機正※内間文顕(岡山大工)
- I 308 多孔質排液板を取付けた水平ローフィン付管上の凝縮熱伝達の研究  
機正本田博司(岡山大工) 機正※野津滋(岡山大工)

- I 309 水平平板間での結霜現象（重水を用いた霜層内拡散速度の測定）  
 原正※深 田 智（九大工） 井 上 邦 博（九大工）  
 津 留 久 範（九大工） 原正 三 石 信 雄（九大工）

〔凝 縮（Ⅲ）〕 講演（13：40～14：30）、討論（14：30～15：20）

〔座長 小 竹 進 君（東大）〕

- I 310 滴状凝縮の初生液滴と液膜  
 機正 原 口 忠 男（茨城大工短）
- I 311 小過冷度域における滴状凝縮熱伝達の研究  
 機正※永 田 真 一（東大生産技研）機正 棚 沢 一 郎（東大生産技研）
- I 312 粗面上における滴状凝縮熱伝達（水平研摩痕をもつ場合）  
 化正※泉 正 明（岩手大工） 新 村 利 治（岩手大工）  
 化正 山 川 紀 夫（岩手大工） 化正 大 谷 茂 盛（東北大工）  
 J. W. Westwater（U. of. Illinois）
- I 313 超精密仕上面上の滴状凝縮実験  
 機正※幡 宮 重 雄（東大工院） 機正 田 中 宏 明（東大工）
- I 314 水平円管下端部における滴状凝縮熱伝達  
 機正※細 川 力（姫路工大） 機正 小 松 源 一（姫路工大）  
 機正 河 合 彊（鉄鋼短大）

〔凝 縮（Ⅳ）〕 講演（15：40～16：30）、討論（16：30～17：20）

〔座長 勝 田 勝太郎 君（関西大）〕

- I 315 分子線による $H_2O$ クラスターの生成  
 機准※井 上 剛 良（東大院） 機正 小 竹 進（東大）
- I 316 希ガス二量体の生成機構  
 機正※佐 野 好 子（東海大） 航正 山 下 雅 道（宇科研）  
 機正 小 竹 進（東大）
- I 317 カリウム蒸気の凝縮熱伝達（Ⅲ）  
 原正 石 黒 亮 二（北大工） 原正※杉 山 憲一郎（北大工）  
 寺 山 文 彦（北大工院）

- I 318 LiBr 水溶液中への水蒸気吸収機構に関する研究  
 (高分子アルコールの添加による吸収促進機構の解明)  
 機正※柏木孝夫(東工大) 機正黒崎晏夫(東工大)  
 宍戸弘明(東工大) 機正二階勲(IHI)  
 両角尚哉(東工大)
- I 319 2成分蒸気の凝縮に関する研究  
 機正土方邦夫(東工大) 機正森康夫(電通大)  
 機正※姫野修廣(東工大) 稲川真(東工大院)  
 高橋圭子(東工大院)

— J 室 —

第1日 5月30日(水)

- [ 燃 焼 ] 講演(9:20~9:50)、討論(9:50~10:20)  
 [ 座長 高城敏美君(阪大) ]
- J 101 熱分解を考慮した乱流燃焼のモデリングと数値計算(第1報)  
 機正鈴木健二郎(京大) 機正※千田衛(同志社大)
- J 102 空けき率の大きな多孔性固体中の燃焼速度の解析  
 機正※吉澤善男(東工大) 機正・原正越後亮三(東工大)
- J 103 帯電による燃料液滴の粒径測定法  
 化工正玉野和保(広島工大)
- [ 環境伝熱 ] 講演(10:40~11:30)、討論(11:30~12:20)  
 [ 座長 植田洋匡君(公害研) ]
- J 104 都市型ヒートアイランドの3次元シミュレーション  
 (汚染物質およびスパイクタイヤ粉塵の大気流動)  
 機正斎藤武雄(東北大) 伝学※千葉秀樹(東北大院)
- J 105 都市大気熱環境の2次元シミュレーション  
 機正※吉田篤正(京大院) 機正国友孟(京大)
- J 106 室内温度分布のシミュレーション  
 機学※言上佳秀(京大院) 河上俊雄(京大)  
 機正国友孟(京大)

- J 107 二方程式モデルによる立方体空間内の三次元乱流自然対流の数値計算  
機正・化工正 尾添紘之(岡山大) 化工正※毛利 晃(岡山大)  
平 光 雅 志(岡山大) S. W. Churchill (ペンシルベニア大)  
Noam Lior (ペンシルベニア大)
- J 108 自然エネルギーオートナマスハウスの性能  
( Sky radiation cooling の実験およびシミュレーション結果 )  
機正 齋 藤 武 雄(東北大) 伝学※松 橋 博 基(東北大院)
- [放 射 (I)] 講演 (13:40~14:30)、討論 (14:30~15:20)  
〔座長 黒 崎 晏 夫 君(東工大)〕
- J 109 吸収性媒質中におかれた球状粒子の非波動領域における吸収・散乱特性  
機正・原正 上宇都 幸 一(大分大)
- J 110 高温用金属材料の熱ふく射性質の研究(第3報、高融点金属と金属的セラミック  
スの光学定数および熱ふく射率)  
機正※牧 野 俊 郎(京大) 木 下 博 文(京大院)  
小 林 義 直(京大) 機正 国 友 孟(京大)
- J 111 水素炎中に浮遊する極微炭素粒群の温度測定  
化学工※板 谷 義 紀(名大) 化工正 架 谷 昌 信(名大)
- J 112 傾斜面日射量算定に関する直達日射成分因子の近似式表示  
機正※馬 場 弘(北見工大) 機正 金 山 公 夫(北見工大)
- J 113 波長依存性を考慮した平板型集熱器の性能  
機正※金 山 公 夫(北見工大) 機正 馬 場 弘(北見工大)
- [放 射 (II)] 講演 (15:40~16:40)、討論 (16:40~17:40)  
〔座長 国 友 孟 君(京大)〕
- J 114 ナトリウム・ミスト層中におけるふく射伝熱  
機正・原正 上宇都 幸 一(大分大) 機正・原正※木 下 泉(電力中研)
- J 115 高温面上に設置した高空隙率多孔質体のふく射特性  
機正・原正 上宇都 幸 一(大分大) 機学※北 山 公 也(大分大)
- J 116 多孔性媒体内における非定常ふく射・対流複合伝熱  
機正※富 村 寿 夫(東工大) 機正・原正 越 後 亮 三(東工大)  
機正 吉 澤 善 男(東工大) 増 田 則 夫(東工大)



- J 117 高性能ふく射加熱装置に関する研究  
 (続報、ふく射エネルギーへの変換特性の解析)  
 機正・原正※越 後 亮 三(東工大) 機正 吉 澤 善 男(東工大)  
 機正 富 村 寿 夫(東工大)
- J 118 多孔性媒体中における燃焼現象とふく射による伝熱促進  
 機学※花 村 克 悟(東工大院) 機正・原正 越 後 亮 三(東工大)  
 機正 吉 澤 善 男(東工大) 機正 富 村 寿 夫(東工大)  
 古 田 基(東工大)
- J 119 ふく射性ガスの非灰色性を利用したふく射伝熱促進(炭酸ガス)  
 機正※平 野 昌 宏(三菱重工) 機正 森 康 夫(電通大)  
 機正 宮 内 敏 雄(東工大)

第2日 5月31日(木)

〔沸 騰(Ⅰ)〕 講演(9:00~9:40)、討論(9:40~10:20)

〔座長 塩 津 正 博 君(京大)〕

- J 201 溝付加工面における核沸騰熱伝達(第3報)  
 機正※浜 野 陽一郎(阿南高専) 機正 中 条 義 輝(阿南高専)
- J 202 フィン列をもつ円形伝熱面のプール沸騰実験  
 機正 趙 鋁 琪(東北大) 機正 広 野 洋 一(東北大)  
 機正 島 田 了 八(東北大) 機正※熊 谷 哲(東北大)  
 機正 武 山 斌 郎(東北大)
- J 203 管群における沸騰熱伝達の研究(第3報、高性能伝熱管を用いた実験)  
 機正 藤 田 恭 伸(九大) 機正 西 川 兼 康(九大)  
 機正※大 田 治 彦(九大) 機正 日 高 澄 具(九大)  
 機准 吉 田 敬 介(九大院)
- J 204 微細面構造を用いた高熱流束沸騰放熱フィンに関する研究  
 機正 中 山 恒(日立) 機正※中 島 忠 克(日立)  
 機正 平 沢 茂 樹(日立)

〔沸 騰(Ⅱ)〕 講演(10:40~11:30)、討論(11:30~12:20)

〔座長 戸 田 三 郎 君(東北大)〕

- J 205 大気圧における円管内の水の流動沸騰限界熱流束と流れの不安定  
原正※三 島 嘉一郎(京大) 原正 西 原 英 晃(京大)
- J 206 サブクール沸騰流の限界熱流束と膜沸騰遷移  
機正 植 田 辰 洋(東大) 機正 金 京 根(東大)  
機学※犬 丸 淳(電力中研)
- J 207 直交流下の一様加熱円柱面の限界熱流束機構の研究  
機学※村 田 秀 和(東大) 機正 甲 藤 好 郎(東大)
- J 208 高圧下の直交流における一様加熱円柱の限界熱流束の研究  
機学※三 明 誠 司(東大) 機正 甲 藤 好 郎(東大)
- J 209 非定常高熱入力下の沸騰除熱特性に関する研究  
(第2報、過渡沸騰限界熱流束近傍の気泡挙動)  
機正※小 澤 由 行(東工大) 機正 奥 山 邦 人(東工大院)  
機正 井 上 晃(東工大) 機正 青 木 成 文(東工大)

〔沸 騰(Ⅲ)〕 講演(14:00~14:50)、討論(14:50~15:40)

〔座長 吉 田 駿 君(九大)〕

- J 210 不溶性2成分混合液体の管内沸騰に関する研究  
機正 土 方 邦 夫(東工大) 機正 森 康 夫(電通大)  
機学※伊 藤 弘 基(東工大院)
- J 211 高質量流量管内逆環状流熱伝達に関する研究  
機学※栗 山 透(東大院) 機正 平 田 賢(東大)  
機正 西 尾 茂 文(東大) 機正 笠 木 伸 英(東大)
- J 212 沸騰の限界熱流束に関連して壁面からの空気吹出しを伴う平面噴流系の壁面に沿う液流の流量特性  
機正※原 村 嘉 彦(東大院) 機正 甲 藤 好 郎(東大)
- J 213 円形衝突噴流の沸騰熱伝達(平行な二本の噴流が衝突する場合)  
機正 中 西 重 康(阪大) 機正※越 智 敏 明(大阪府高専)  
機正 多 賀 正 夫(大阪府高専) 機正 加 治 増 夫(阪大)  
機学 大 坪 秀 昭(阪大)
- J 214 衝突噴流下の非定常沸騰除熱特性  
機正※奥 山 邦 人(東工大院) 機正 小 澤 由 行(東工大)  
機正 井 上 晃(東工大) 機正 青 木 成 文(東工大)

〔沸騰(Ⅳ)・蒸発〕 講演(16:00~16:50)、討論(16:50~17:40)

〔座長 飯田嘉宏君(横浜国大)〕

- J 215 噴霧液滴群の蒸発を伴う対流熱伝達(第3報、液滴径分散の影響)  
機正※松田理(石川高専) 機正 林 勇二郎(金沢大)
- J 216 等温傾斜平板からのミスト冷却熱伝達  
機正 滝本 昭(金沢大) 機正 松田 理(石川高専)  
機正※西山 等(東洋紡) 機正 林 勇二郎(金沢大)
- J 217 液体金属ミスト冷却に関する研究(第2報)  
原正※黒川 政 秋(東北大) 機正・原正 戸田三郎(東北大)  
原学 堀 豊(東北大)
- J 218 加熱面に衝突する液滴の非定常熱伝達(液滴衝突速度および加熱面汚損の影響)  
機正※稲田 茂 昭(群馬大) 機正 宮 阪 芳 喜(群馬大)  
機学 西田 浩 二(群馬大院) 皆川 正 明(群馬大)
- J 219 加熱面での乳化燃料油滴の挙動  
機正※木本 恭 司(大阪府高専) 機正 尾 鷲 幸 男(大阪府高専)  
機正 大 前 義 弘(大阪府高専)

第3日 6月1日(金)

〔沸騰(Ⅴ)〕 講演(9:00~9:40)、討論(9:40~10:20)

〔座長 伊藤猛宏君(九大)〕

- J 301 非混合性液体の表面上におけるレンズ状揮発性液体の蒸発  
伝学※野底 武 浩(慶大) 大山 哲 也(慶大)  
機正 森 康 彦(慶大)
- J 302 直接接触式蒸発器の伝熱過程に関する研究  
(第3報、蒸発媒体の流量とその注入温度の影響)  
機正 藤田 恭 伸(九大) 機正 西川 兼 康(九大)  
機正※平 国 男(九大) 機正 本田 知 宏(九大)  
機学 大住 敏 彦(九大)
- J 303 高温液小滴と低沸点液による蒸気爆発の機構に関する研究  
(溶融すず・エタノール水溶液による実験)  
機正・化工正 飯田嘉宏(横浜国大) 機正※高 島 武 雄(横浜国大)  
化工学 秋 吉 亮(横浜国大院) 化工学 安 藤 喜 昌(横浜国大)

- J 304 高温液小滴と低沸点液による蒸気爆発の機構に関する研究  
 (プロパゲーションの確認と機構の定性的モデル化)  
 機正・化工正※飯田嘉宏(横浜国大) 機正 高 島 武 雄(横浜国大)  
 化学工学 秋 吉 亮(横浜国大院)

〔 沸 騰 (VI) 〕 講演 (10:40~11:20)、討論 (11:20~12:00)  
 〔 座長 井 上 晃 君 (東工大) 〕

- J 305 層流膜沸騰問題の近似解法  
 機正※中 山 頭(静岡大) 機正 児 山 仁(静岡大)
- J 306 水平円柱膜沸騰熱伝達(Ⅱ)  
 原正 櫻 井 彰(京大) 原正※塩 津 正 博(京大)  
 原正 畑 幸 一(京大)
- J 307 蒸気膜崩壊に伴う膜沸騰極小点からの非定常熱伝達  
 原正 櫻 井 彰(京大) 原正 塩 津 正 博(京大)  
 原正※畑 幸 一(京大)
- J 308 飽和プール沸騰における極小熱流束点条件の経験的整理に関する考察  
 機正 西 尾 茂 文(東大)

〔 沸 騰 (VII) 〕 講演 (13:40~14:30)、討論 (14:30~15:20)  
 〔 座長 藤 田 恭 伸 君 (九大) 〕

- J 309 熱境界層における発泡待時間  
 伝正※浅 井 朗(キャノン) 伝正 平 沢 伸 一(キャノン)
- J 310 非定常減圧場の気泡成長(第2報)  
 機正・原正※戸田三朗(東北大) 岡 田 和 久(東北大院)  
 原学 堀 豊(東北大) 原止 黒 川 政 秋(東北大)
- J 311 AI 蒸着ガラス面からの沸騰気泡の挙動  
 機正※佐 古 光 雄(広島大) 機止 十 兼 徳 男(広島大)
- J 312 高温白金細線の水焼入れ  
 機正・化工正 大中逸雄(阪大) 機止※佐 藤 三 義(奈良高専)  
 谷 村 暉(ユニチカ) 安 原 清 己(ユニチカ)

- J 313 浸漬冷却における表面断熱層の急冷促進効果  
 原正※菊 地 義 弘(京大) 原正 堀 徹(京大院)  
 柳 川 治 之(京大) 原正 岐 美 格(京大)
- 〔 沸 騰 (VIII) 〕 講演 (15 : 40 ~ 16 : 30)、討論 (16 : 30 ~ 17 : 20)  
 〔 座長 中 西 重 康 君 (阪大) 〕
- J 314 密閉流体層内の沸騰熱伝達に関する研究 (第2報、可視化実験結果)  
 機正 神 永 文 人(茨城大)
- J 315 円形伝熱面上の沸騰熱伝達における空間と姿勢の影響  
 機学※柴 川 早 人(東北大院) 機正 広 野 洋 一(東北大)  
 機正 熊 谷 哲(東北大) 機正 武 山 斌 郎(東北大)
- J 316 核および膜沸騰の遷移特性の促進と抑制  
 機学※千 葉 明 宏(東北大院) 機正 広 野 洋 一(東北大)  
 機正 熊 谷 哲(東北大) 機正 武 山 斌 郎(東北大)
- J 317 パラフィン系有機液体の沸騰特性  
 機准※山 崎 博 司(広島大) 機正 千 葉 徳 男(広島大)
- J 318 カリウムのプール沸騰熱伝達  
 原正※竹 中 信 幸(神戸大) 原学 塩 川 隆 弘(京大)  
 原学 永 瀬 睦(京大) 原正 高 橋 修(京大)  
 原正 岐 美 格(京大)

— K 室 —

第1日 5月30日(水)

- 〔 熱交換器 (I) 〕 講演 (9 : 20 ~ 9 : 50)、討論 (9 : 50 ~ 10 : 20)  
 〔 座長 田 中 修 君 (三菱電機) 〕
- K 101 金網ウィックヒートパイプの伝熱特性  
 機正 井 村 英 昭(熊本大) 機正※小佐井 博 章(熊本大)  
 機准 林 田 親 弥(三菱重工) 機学 高 嶋 一 介(熊本大院)
- K 102 水平を自軸まわりに回転するヒートパイプの熱輸送の促進  
 空正・機正※大塚吉則(日立) 機正 中 山 恒(日立)  
 吉 川 次 雄(日立)

- K 103 平板金網型ヒートパイプにおける蒸発部の挙動に関する研究  
機正※野田英彦(大分大) 機正吉岡啓介(大分大)  
機正浜武俊朗(大分大)

〔熱交換器(Ⅱ)〕 講演(10:40~11:30)、討論(11:30~12:20)  
〔座長 越後亮三君(東工大)〕

- K 104 高温ガス炉の燃料体の伝熱に関する試験  
機正菱田誠(原研) 機正※高瀬和之(原研)  
原正丸山創(原研) 機正日野竜太郎(原研)  
機正井沢直樹(原研) 機正下村寛昭(原研)
- K 105 二重円管向流式熱交換器における固体ふく射伝熱の効果  
機正鳥越邦和(ダイキン) 機正※川添政宣(ダイキン)  
藤原正典(ダイキン) 機正黒崎晏夫(東工大)
- K 106 太陽熱集熱器の熱交換に及ぼす火山性降灰の影響  
機正玉利賢一(鹿児島大) 機正松村博久(鹿児島大)  
機学※楠本保浩(鹿児島大院) 機学佐藤了紀(九大院)  
機准佐藤伸雄(新明和工業)
- K 107 電場による液滴への直接接触熱伝達の促進  
(変形正弦波状交流電場によって誘起される液滴の共鳴振動の効果)  
機正※梶信藤(職訓大) 機正森康彦(慶大)  
機正棚谷吉郎(金沢工大)
- K 108 直接液-液接触式蒸発器の伝熱評価法の一考察  
機正※椎名孝次(日立) 機正坂口晴一郎(日立)

〔熱交換器(Ⅲ)〕 講演(13:40~14:30)、討論(14:30~15:20)  
〔座長 宮武修君(九大)〕

- K 109 静止形(透過式)全熱交換器の温度および湿度交換の解析  
機正田中修(三菱電機)
- K 110 流線形型通水管を有する自動車用放熱器の実験  
(第1報、矩形型通水管との比較)  
機正佐藤恭三(東北学院大)

- K 111 細線群からの強制対流熱伝達  
 機正 藤井 哲(九大) 機正 藤井 丕夫(九大)  
 機正 小山 繁(九大) 機学※兼 平 真吾(九大院)
- K 112 二重コーン型コイル式熱交換器によるボイラ排熱回収  
 機正※磯 田 徹(大阪工業技術研)  
 空正 永石 勲男(大阪工業技術研)
- K 113 回転および静止多層円板体の伝熱特性(シングル・ブロー法の応用)  
 機正 望月 貞成(東農工大) 機准※上野 充(東農工大院)

[熱交換器(Ⅳ)] 講演(15:40~16:30)、討論(16:30~17:20)

[座長 中山 恒君(日立)]

- K 114 ストリップ・フィンの圧力降下特性  
 機正・航正・化工正※宇佐見 久雄(富士重工)  
 機正 栗原 哲夫(富士重工)
- K 115 千鳥配置平板列流動・伝熱特性(第4報)  
 機学※三宅 俊也(京大院) 平井 悦郎(三菱重工)  
 黒田 茂(京大) 機正 鈴木 健二郎(京大)
- K 116 ルーバーフィンの伝熱に関する研究(多段多列の場合の温度場の可視化)  
 機正 黒崎 晏夫(東工大) 機正 柏木 孝夫(東工大)  
 機学※小林 博樹(東工大) 機正 埋橋 英夫(日立)
- K 117 千鳥配列管群における層流熱伝達に関する数値解析  
 機正 藤井 丕夫(九大) 機学※荒牧 宏敏(九大院)  
 機正 藤井 哲(九大)
- K 118 着霜をともなうフィン付管群型熱交換器の特性に関する研究(第1報)  
 機正 青木 和夫(長岡技科大) 機正 服部 賢(長岡技科大)  
 機学※伊藤 武(長岡技科大院)

第2日 5月31日(木)

[熱交換器(Ⅴ)] 講演(9:00~9:40)、討論(9:40~10:20)

[座長 吉川 進三君(同志社大)]

K 201  $C_sO/C_s(OH)_2$ 系可逆反応を伴う充填層内2次元非定常熱移動  
 化工成 架谷昌信(名大) 化工成 新井紀男(名大)  
 化工成 松田仁樹(名大) 化学※石津 貴(名大)

K 202 潜熱・顕熱混合型蓄熱に関する研究  
 (運転条件と関連づけた蓄熱器形状の最適化)  
 機正 林 勇二郎(金沢大) 機正※滝本 昭(金沢大)  
 機准 孔 鉄男(高砂熱学) 機正 河原 誠二(金沢大)

K 203 温度成層型多槽蓄熱水槽の蓄熱効率  
 機正※宮 武 修(九大) 機学 田中 学(九大院)  
 機学 窪田 誠治(九大院)

K 204 クローズドサイクルMHD発電用蓄熱型高温熱交換器に関する実験  
 機正※吉川 邦夫(東工大) 梶山 博司(東工大)  
 梶島 成浩(東工大) 機正 塩田 進(東工大)

[自然対流(I)] 講演(10:40~11:20)、討論(11:20~12:00)

[座長 宮本政英君(山口大)]

K 205 塩類溶液における球の自由対流熱伝達  
 機正※鴨志田 隼司(芝浦工大) 機正 一色 尚次(日本大)

K 206 水平円筒容器内自然対流による温度成層  
 機正 吉村 雅晴(日立造船)

K 207 軸方向に有限な水平環状流体層内の三次元自然対流  
 機正 福田 研二(九大) 機学※三木 康臣(九大)  
 機正 長谷川 修(九大) 機正 高田 保之(九大)  
 機学 饒 燕飛(九大) 日高 政隆(九大)

K 208 水平二重構造密閉空間内の自然対流熱伝達  
 機正 宮部 喜代二(大分大) 機正※鶴崎 淳(大分大)

[自然対流(II)] 講演(14:00~14:50)、討論(14:50~15:40)

[座長 増岡隆士君(九工大)]

K 209 鉛直加熱円管内の自由対流熱伝達(上部に煙突を設けた場合)  
 機正※浅古 豊(都立大) 機正 中村 博(都立大)



- K 210 部分的に加熱及び冷却された鉛直管内自由対流  
機正 藤井 哲(九大) 機正 小山 繁(九大)  
機学※N. S. Buenconsejo, Jr. (九大院)
- K 211 対流助長用ダクト付き自然対流式空気冷却器の研究(第1報)  
機正・冷正・空正 鎌田 幸慈(茨城大)
- K 212 加熱入力異なる並列多チャンネル間の自然循環  
機准※武田 哲明(原研) 機正 関 昌弘(原研)  
機正 河村 洋(原研)
- K 213 開放形円管熱サイホンの伝熱機構(水とエチレングリコール作動の場合)  
機正※山岸 英明(室工大) 機正・原正 石黒 亮二(北大)  
機正・原正 熊田 俊明(北大)

〔自然対流(Ⅲ)〕 講演(16:00~16:40)、討論(16:40~17:20)

〔座長 熊田 俊明 君(北大)〕

- K 214 円柱の熱伝達に対する音響流の影響  
機正 木本 日出夫(阪大) 機学※桃瀬 一成(阪大院)  
隅田 嘉裕(阪大院)
- K 215 水平流体層内の対流不安定問題におよぼす磁場の影響  
機正※前川 透(東洋大) 機正 棚沢 一郎(東大)
- K 216 動揺を伴うタンク内の流動と熱伝達(自然対流加熱に及ぼす動揺の影響)  
機正※赤木 新介(阪大) 機学 内田 完司(阪大院)
- K 217 環状多孔質層内自然対流の二次流れ  
機正※増岡 隆士(九工大) 機学 内 幸彦(九工大院)

第3日 6月1日(金)

〔強制対流(Ⅴ)〕 講演(9:00~9:40)、討論(9:40~10:20)

〔座長 福迫 尚一郎 君(北大)〕

- K 301 平行平板間の助走区間熱伝達  
機正※鶴野 省三(防衛大) 機正 榎原 伸一(防衛大)  
久保 一郎(防衛大) 機正 金子 靖雄(防衛大)

- K 302 非対称加熱を受ける管内流の伝熱(第4報、円管における理論解析)  
機正 黒 崎 晏 夫(東工大) 機准※佐 藤 勲(東工大院)
- K 303 局所加熱された管内強制対流層流熱伝達(管壁内熱伝導を考慮した数値解析)  
機正 藤 井 哲(九大) 機正※小 山 繁(九大)  
機学 田 中 守 也(九大院)
- K 304 軸流れをともなう偏心回転二重円管内の輸送現象に関する研究  
機正 青 木 和 夫(長岡技科大) 機正 服 部 賢(長岡技科大)  
機学※安 達 正 樹(長岡技科大) 機学 福 井 和 司(長岡技科大)

〔集熱・蓄熱(I)〕 講演(10:40~11:30)、討論(11:30~12:20)

〔座長 架 谷 昌 信 君(名大)〕

- K 305 真空管式太陽熱集熱器の過渡特性  
機正 斎 藤 彬 夫(東工大) 機正 宇 高 義 郎(東工大)  
機学※斎 藤 安 彦(東工大院) 機正 片 山 功 蔵(東工大)
- K 306 逆平板型太陽熱集熱器に関する基礎研究(第3報、屋外における集熱特性について)  
機正※田 中 耕太郎(慶大院) 機学 梅 原 規 司(慶大院)  
機正 渡 部 康 一(慶大)
- K 307 ソラーボンドの伝熱に関する研究(第1報、塩水ボンドを用いた実験)  
機正 一 色 尚 次(日本大) 機正 黒 崎 晏 夫(東工大)  
※ラム・バン・チー(東工大) 波 頭 伸 哉(東工大)
- K 308 地下帯水層による自然エネルギーの蓄熱  
機正 梅 宮 弘 道(山形大) 機正 羽 賀 恵 寿(山形大)  
機学※工 藤 正 之(山形大) 伊 藤 誠 昭(山形大)
- K 309 過冷却対策としてヒートポンプを用いた球カプセル潜熱蓄熱システム  
機正※斎 藤 武 雄(東北大) 機正 廣 瀬 宏 一(東北大)

〔蓄 熱(II)〕 講演(13:40~14:30)、討論(14:30~15:20)

〔座長 林 勇二郎 君(金沢大)〕

- K 310 たて型潜熱蓄熱カプセルの伝熱特性  
機正 斎 藤 彬 夫(東工大) 機正 宇 高 義 郎(東工大)  
機学※大 河 誠 司(東工大) 機正 片 山 功 蔵(東工大)

- K 3 1 1 接触溶融を利用する潜熱蓄熱の基礎研究  
 機正 斎 藤 彬 夫(東工大) 機正 宇 高 義 郎(東工大)  
 機正※篠 田 耕太郎(王子製紙) 機正 片 山 功 蔵(東工大)
- K 3 1 2 単一球カプセル内の融解現象の解析  
 機正 斎 藤 武 雄(東北大) 機正※廣 瀬 宏 一(東北大)
- K 3 1 3 潜熱蓄熱用フィン付カプセルの伝熱問題  
 機正※伊 藤 定 祐(幾徳工大) 機正 三 浦 直 勝(幾徳工大)  
 機正 森 田 茂 弘(幾徳工大)
- K 3 1 4 フィンチューブ型潜熱蓄熱装置の伝熱特性  
 (第3報、凝固過程におけるNTUとピッチ数の影響)  
 機正※笹 口 健 吾(熊本大) 機正 井 村 英 昭(熊本大)
- (熱 伝 導) 講演(15:40~16:30)、討論(16:30~17:20)  
 (座長 荒 木 信 幸 君(静岡大))
- K 3 1 5 境界温度あるいは熱流束が時間のべき乗に比例する場合の一方熱伝導  
 機正・原正※水 上 絃 一(愛媛大) 機正 二 神 浩 二(愛媛大)
- K 3 1 6 逆問題における内部温度表示と表面温度・表面熱流束との関係  
 機正 黒 柳 利 之(原研)
- K 3 1 7 垂直加熱壁からの融解に対するサブクーリングの影響  
 機正 岡 田 昌 志(青山学院大) 機学※小 柳 裕(青山学院大院)
- K 3 1 8 融雪を対象とした多孔質層の融解過程に関する研究  
 (下面からの加熱融解について)  
 機正 青 木 和 夫(長岡技科大) 機正 服 部 賢(長岡技科大)  
 機学※氏 家 孝(長岡技科大院)
- K 3 1 9 製氷蓄熱に関する研究(第1報、剝離製氷実験)  
 機正 梅 宮 弘 道(山形大) 機学※大久保 甚 一(山形大院)  
 機学 大 橋 正 浩(山形大)

## 第18回伝熱セミナーのお知らせ

1. 会 期 昭和59年7月16日(月) 15:00から  
7月18日(水) 13:00まで  
2泊3日
2. 会 場 名古屋市民御岳休暇村セントラルロッジ  
長野県木曾郡王滝村御岳高原  
〒397-02、 電話026448-2111  
利用交通機関等の詳細は、参加申込者に追って通知いたします。  
所用時間は、国鉄中央本線木曾福島駅よりバスで約1時間10分です。  
会場は木曾御岳の南山麓に広がる標高1,450mの高原にあたり、雄大な自然の中でのセミナーです。また、木曾路および信州景勝地巡りの拠点としてご利用いただけます。
3. 参加費 (2泊、朝昼夕食各2回、懇親会費を含む)  
日本伝熱研究会々員 22,000円  
学 生 19,000円  
会 員 外 27,000円  
なお、日程の一部に参加される方も同額の参加費を徴収いたします。
4. 定 員 先着80名
5. 申 込 締 切 6月15日(金)  
方 法 本号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、締切後の取消しには参加費を返却いたしません。  
申込先 〒466 名古屋市昭和区御器所町  
名古屋工業大学機械工学科  
菱 田 幹 雄  
電話 052-732-2111 内線 420 又は 428
6. セミナー日程表  
7月16日(月)  
13:00~15:00 受 付  
15:00~15:05 準備委員長挨拶 菱田幹雄(名古屋工大)

- 15:05~17:20 伝熱研究の展望と解説 司会者 菱田幹雄(名古屋工大)
- 1) 「熱拡散率、熱伝導率、比熱の非定常迅速測定法」  
小林清志(豊田工大)
  - 2) 「沸騰二相流熱伝達における問題点」 植田辰洋(東京大)
- 17:20~18:30 休 憩
- 18:30~21:00 懇 親 会 司会者 藤田秀臣(名古屋大)
- 7月17日(火)
- 9:00~12:00 伝熱促進と熱交換器 司会者 藤掛賢司(豊田中央研)
- 1) 「伝熱促進と高性能熱交換技術の方向」 棚沢一郎(東京大)
  - 2) 「自動車用コンパクト熱交換器の改良動向」 梶野幹夫(日本電装)
  - 3) 「表面加工・処理伝熱促進管について」 野世溪精(住友軽金属)
- 12:00~13:00 昼 食
- 13:00~17:00 乱流伝熱の機構 司会者 河村洋(日本原子力研)
- 1) 「乱流の統計量・組織構造と伝熱機構」 鈴木健二郎(京都大)
  - 2) 「乱流構造と伝熱機構」 荻野文丸(京都大)
  - 3) 「壁面乱流の構造と伝熱機構」 笠木伸英(東京大)
  - 4) 「乱流伝熱の組織的構造」 長野靖尚(名古屋工大)
- 17:00~18:30 休憩・夕食
- 18:30~21:00 座 談 会
- 1) 「研究と技術の接点 — 熱交換器と伝熱促進について —」  
司会者 棚沢一郎(東京大)
  - 2) 「乱流伝熱の研究について」 司会者 鈴木健二郎(京都大)
- 7月18日(水)
- 9:00~12:00 伝熱トピックス 司会者 架谷昌信(名古屋大)
- 1) 「エレクトロニクスと伝熱」 中山 恒(日立機械研)
  - 2) 「ガスタービンの伝熱・流動」 福山佳孝(東芝総合研)
  - 3) 「エンジンの伝熱に関する問題点」 藤掛賢司(豊田中央研)
- 12:00~13:00 昼 食  
解散の挨拶

## 7. その他

### 1) テニス

王滝村営テニスコート（全天候型）2～3面を下記の時間に使用します。参加費は1,500円です。ボールは用意しておきます。

7月15日（日） 13：00～17：00

7月16日（月） 9：00～12：30

### 2) 御岳登山

標高3,063 mの木曾御岳へ7合目（標高2,180 m）から軽装で登山することができます。所要時間は往復4時間30分程度で早朝よりの登山をお勧めします。好天時には山頂より日本海側も眺望できます。なお、7合目は田ノ原天然公園となっており、高山植物の群生するハイキングコースです。

### 3) 宿泊の予約

伝熱セミナー開催前後の7月15日、7月18日のセントラルロッジの宿泊予約ができます。早目にお申込み下さい。料金は1泊2食付、5,000円です。テニス、登山にご利用下さい。

### 4) 申込みについて

テニス、宿泊予約の申込みは、伝熱セミナーの申込みと同時にして下さい。



**International Centre  
for Heat and Mass Transfer**  
Belgrade, Yugoslavia

**XVI IChMT Symposium**

**HEAT AND MASS  
TRANSFER  
IN FIXED AND  
FLUIDIZED BEDS**

Sponsored by  
United Nations Educational, Scientific  
and Cultural Organization, Paris  
Boris Kidrič Institute of Nuclear  
Sciences, Belgrade

September 3 — September 7, 1984  
Hotel Libertas  
Dubrovnik, Yugoslavia



**International Centre  
for Heat and Mass Transfer**

The general objective of the International Centre for Heat and Mass Transfer, founded in 1968, is to promote and foster international cooperation in the field of heat and mass transfer. This objective is achieved by the following special activities:

- organization of international symposia and advanced courses,
  - promotion of international cooperative research in the field,
  - promotion of the exchange of technical information and personnel,
  - publication of technical literature, etc.
- Members of the Organs of the Centre — the Scientific Council and the Executive Committee — are leading scientists in the field from all over the world.

**Institutional Members**

Heat Transfer Society of Japan,  
Society of Chemical Engineering of Japan,  
ASIME and other Societies

**Scientific Council**

U. Grigull (President), M. A. Strykovich (Past President),  
W. M. Rohsenow (Vice President).

**Executive Committee**

Y. Mori and others

**Symposium Organization Committee**

Co-Chairmen: Prof. W. P. M. van Swaaij  
Twente University of Technology  
P.O. Box 217, 7500 AE Enschede  
The Netherlands  
Prof. D. Kunii  
University of Tokyo  
Tokyo, Japan

**PRELIMINARY PROGRAMME**

Monday, September 3, 1984

**OPENING SESSION**

Introduction Lecture: *Present development in gas/liquid  
contracting by W. P. M. van Swaaij,  
Twente University of Technology,  
Enschede, The Netherlands*

**SESSION 1**

**Fluid Particle Transfer in Packed Beds**

**Heat Transfer to Fixed Submerged Surface  
in Fluidized Beds**

**SESSION 2**

**Part 1 — Fundamentals**

**SESSION 3**

**Part 2 — Measurement and Application**

**SESSION 4**

**Heat and Mass Transfer to Suspended Object  
in Fluidized Beds**

**SESSION 5**

**Modelling of Fluidized Bed Reactors**

**SESSION 6**

**Fluidized Bed Combustion and Gasification**

**SESSION 7**

**Special Fluidized Bed Process**

**SESSION 8**

**Liquid and Three-Phase Fluidization**

**SESSION 9**

**Packed Bed Reactors**

**SESSION 10**

**Special Operations in Fluidized Beds**

(各セッションの内容については  
事務局にお問合わせ下さい。)

## SCIENTIFIC INFORMATION

### Symposium Sessions

The opening session will be at 09.00 Hours on Monday, September 3, and the closing session will be in the afternoon of Friday, September 7, 1984.

### Presentation of Papers

As in the past, the Symposium format will include invited lectures by recognized experts from many countries whose major work on heat and mass transfer in fixed and fluidized beds is in progress. The invited lectures will be followed by a number of contributed papers in each session. The Symposium is aimed at focusing attention on heat and mass transfer problems especially associated with fixed and fluidized beds. The objective is to bring together those people who are interested in research in the area and those who are involved in the design of actual equipment. After each invited lecture and contributions within these discussion periods should be arranged with the Chairman of the session in which the contributions are to be made.

The official language will be English, and no translation service will be provided.

Standard projectors for 8 mm and 16 mm films, overhead transparency projector and automatic, remote-controlled slide projectors, single line for size 5 x 5 cm (2" x 2") will be available in the lecture hall.

Persons presenting papers are asked to deliver their slides to the lecture hall prior to their session, so that they can be checked by the technician on duty.

### Preprints and Proceedings

Papers will be preprinted and therefore available to all participants on arrival at the meeting. Subsequently the majority of papers submitted will be published in a volume of Proceedings by Hemisphere Publishing Corporation, 1010 Vermont Ave., N. W., Suite 612, Washington D.C. 20005, USA.

### Exhibition

Throughout the Symposium, organizations can display literature and associated material illustrating products and services. In addition, an advertisement or brochures can be placed in the papers received by the participants. For further details about the arrangements, please write to the Scientific Secretary of the ICHMT not later than July 15, 1984.

## GENERAL INFORMATION

### Registration

Persons wishing to attend the Symposium are requested to complete the Final Registration Form, only use the attached form for registration and return it to the ICHMT Secretariat before July 15, 1984, if possible. The address to which forms should be sent is:

International Centre for Heat and Mass Transfer  
Secretariat  
P.O. Box 522, 11001 Belgrade, Yugoslavia  
Phone: (11) 440-371, ext. 255  
Telex: YU 11563

Registration desk will be open from September 2, at 16.00 to 19.00 Hours. If at all possible, we recommend you to use this possibility to avoid the rush on Monday morning. More information may be obtained by writing either to the Chairman of the Symposium Committee or the Scientific Secretary of ICHMT.

### Symposium Fee

The Registration Form lists the schedule of registration fees for the Symposium. Registration includes: complete set of a soft bound copy of Proceedings, which will be available at the start of the Symposium. Payment should be made by check or money order payable to the account no: 7000-12-01-82/02-5/82, Jugobanka, Maršala Tita 11, Belgrade, marked "1984 Symposium". Payment can also be made during the Symposium. Participants from Yugoslavia should address payments to the account no: 60603-678-15052, Medunarodni centar za preno: toplote i mase, Beograd, also marked "1984 Symposium".

### Place and Travel

The Symposium will be held at the Hotel Libertas, Dubrovnik. The Symposium is a city easily accessible by air, automobile or ship and the most celebrated medieval town on the Yugoslav Adriatic Coast. It was founded in the 7th century and is today preserved as it was at the end of the 15th century. The whole town is encircled by high stone walls. There are many museums in Dubrovnik, but the town itself is a museum, with history in almost every house.

### How to get to the Hotel Libertas

The International Dubrovnik Airport is situated 25 km from Dubrovnik Air Terminal and Yugoslav Air lines (JAT) buses connect the airport directly with the terminal. From the terminal bus no. 7a and 7b is a direct connection with the Hotel Libertas.

### Accommodation

Participants and accompanying persons will be accommodated at the Hotel Libertas. A category Hotel Libertas is located in one of the most beautiful parts of the town facing the Lovrjenac Fortress and the Island of Lokrum, with a view over the city ramparts. It is within 15 mi-

nutes walking distance from the old city. Full central heating and air-conditioning, year round heated swimming pool, outdoor swimming pool, separate children's pool, own beach, health centre with sauna, massage, solarium; bowling, billiards, boutique, hairdresser, small sales art gallery; large restaurant, taverna, aperitive bars, night club, banqueting hall, convention hall, parking space and garage, rent a car.

Your hotel reservation can be done by direct contact with the Hotel. The reserve capacity in the hotel is limited to 250 persons, and there is an additional limitation on the number of single rooms. Priority will be given to those who first submit Reservations forms. The special prices for Symposium participants are:

Hotel Libertas, per person, per day:

Demi pension, single room/bath/balcony/ sea-viewed	US \$ 38.50
Demi pension, double room/bath/balcony/ sea-viewed	US \$ 48.50
Demi pension, single room/bath/balcony	US \$ 35.00
Demi pension, double room/bath/balcony	US \$ 39.00
Addition for full board expenses	US \$ 8.00
Deduct for room plus breakfast	US \$ 8.00
Hotel taxes per day per person	US \$ 0.40

20 double rooms have been reserved in the nearby "B" category hotel "Lero".

Demi pension US \$ 23.00  
Addition for full board expenses US \$ 2.30  
Hotel taxes per day per person US \$ 0.40

Participants are asked to make their own reservation by use of the attached form, which is to be sent directly to Hotel Libertas, not later than July 15, 1984. Please note that participants attending the Symposium are responsible for their own hotel reservation. Hotel reservation form is included into this program for your convenience. The address of the hotel is:

Hotel Libertas  
Sales Department  
Att: Miss Neđa Trozno  
I. Lavevceva St., 50000 Dubrovnik, Yugoslavia  
Phone: (453) 27-444, Cable: LIBHOT,  
Telex: 27598 LIBHOT

Hotel reservation will be confirmed after receipt of the Form, a deposit of US \$ 100 per person (which will be deducted from the hotel bill) and reservation fee of US \$ 4 (which will not be deducted from the hotel bill). The payment of the deposit and fee should be done only by use of bank cashier checks payable to the bank account no: 31700-420-16-2530-1627, Dubrovacka banka. Participants from Yugoslavia are asked to transfer deposit of din. 1.500 by use of "opca uplatnica" to account no: 31700-601-1627, SBK Dubrovnik. Cancellations that reach the hotel before July 15, 1984, will be returned in the whole amount. 50% of the deposit will be returned in those whose cancellation reaches the hotel in the period from July 15, 1984, to five days prior to the beginning of the Symposium. Deposit will not be returned in those cases when cancellation reaches the hotel after this period.



第18回 伝熱セミナー申込書

(ふりがな) 氏名		(会員、学生、会員外)
連絡先		〒 電話
勤務先又は学校名		
送金額 (○て 印下 をつ け)	セミナー参加費	会員 22,000円 学生 19,000円 会員外 27,000円
	テニス参加費	1,500円
	宿泊予約	(1)7月15日 (2)7月18日 (各1泊 5,000円)
	合計	円
通信欄		

- (1) 1名につき申込書1枚をご使用下さい。(複写使用可)
- (2) 宿泊予約は宿泊日をご指定下さい。
- (3) 下欄の郵便宛先もご記入下さい。(領収書および案内書送付にこのまま宛先として使用します)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

殿

伝熱研究

Vol. 23 No. 89

1984年4月発行

発行所 日本伝熱研究会

〒113 東京都文京区本郷7-3-1

東京大学工学部機械工学科気付

日本伝熱研究会

電話 03(812)2111 (代) 内線6322

振替 東京 6-14749

(非売品)