

Vol. 19

1980

No. 72

January

# 伝 熱 研 究

News of HTSJ

第 72 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

<西脇仁一先生 Jakob 賞受賞>

西脇仁一先生の Max Jakob 賞受賞	平田 賢 (東大・工)	.....	1
西脇仁一先生の御業績 .....	田中 宏明 (東大・工)	.....	4
西脇仁一先生の国際活動 .....	水科 篤郎 (京大・工)	.....	7
西脇先生おめでとうございます .....	一色 尚次 (東工大・工)	.....	9

<国際活動小特集>

国際会議とびある記 .....	勝田勝太郎 (関西大・工)	.....	11
米国伝熱会議に出席して .....	西山 槐 (三菱電機・中研)	.....	17
第18回米国伝熱会議と高性能沸騰伝熱面の研究 .....	中山 恒 (日立・機研)	.....	19
米国の伝熱会議に出席して .....	本田 博司 (岡山大・工)	.....	21
Giedt 教授の講義 .....	藤田 秀臣 (名大・工)	.....	23
カナダ・アルバータ大学に滞在して .....	平田 哲夫 (信州大・工)	.....	26

<研究トピックス>

凍土の熱伝導率の温度依存性 (0 ~ -170°C の温度範囲において) .....	沢田 正剛 (北見工大・一般教育)	..	29
---	-------------------	----	----

<入門講座>

熱線風速計による乱れの測定 .....	菱田 幹雄 (名工大)	.....	35
---------------------	-------------	-------	----

<地方グループ活動報告>

(1) 北海道グループ .....	43
(2) 東北グループ .....	44
(3) 九州グループ .....	45

<おしらせ>

(1) 昭和54年度分会費の納入について .....	47
(2) 第17回日本伝熱シンポジウム講演募集 .....	47
(3) 第14回伝熱セミナー開催予告 .....	48
(4) 第18回日本伝熱シンポジウム開催地について .....	49
(5) 「日本伝熱シンポジウム論文集」および「伝熱研究」の バックナンバー領布について .....	50
(6) 第7回国際伝熱会議について .....	51
(7) 論文募集 .....	52

<西脇仁一先生 Jakob>

## 西脇仁一先生のMax Jakob 賞受賞を祝して

平 田 賢(東大・工)

東京大学名誉教授西脇仁一先生が1979年度Max Jakob賞を受賞された。この賞は、米国機械学会の伝熱分科会(ASME Heat Transfer Division)の中に設けられた選考委員会が推薦した候補者に、ASMEが贈るものであるが、1961年度に米国ミネソタ大学のE.R.G. Eckert教授を選んで以来、国際的視野で受賞して来ているので、伝熱学分野では最高の権威のある賞と言えよう。西脇先生に心からのお祝いを申し上げると同時に、日本の伝熱学界の、世界に対する貢献が認められたものとして、広く日本伝熱研究会の皆様とも喜びを領ちたい。

9月末、西脇先生の“高弟”達が30人ほど集って、お祝いの会を催したが、席上、先生から教えを受けた事柄の思い出話があれこれと語られた中で、期せずして一致した教えが2つある。伝熱研究会の皆様にも、あるいは御参考になるかもしれないので御紹介しよう。

その1つは、「5分間実験」である。思いついたら手近かなもので“すぐ実験”をやってみるということである。回流水槽の代りに水道の蛇口から流れ出る水、風洞の代りにヘアードライヤー、可視化装置の代りに煙草の煙、等々我々の身のまわりに実験に使えるものは限りがない。実験装置がないからと手を拱いているのは愚の骨頂で、身体を動かして“まずやってみる”ことで、そのタネにはこと欠かないというわけである。大きな予算を動かすことに先生は批判的であられたが、それは巨額な予算がつくと実験設備の設計、発注、組立てで大半の時間を費やし、本当の実験をやっている暇がない。手近かなもので必ず6割位の真実にせまる実験が出来る筈だ。まずやってみて現象を見、頭で考えよと指導された。このことから派生して、“60点主義”、“ファースト・ターム主義”という概念が生れて来る。研究テーマの選択にあたっては、常に本質の60%を支配するファースト・タームを追い、人のやったことの精度を向上するといったようなセカンド・タームは追うな、ということである。“5分間実験”の陥り易い欠点は、6割の本質にせまる実験をやってしまうと、急に面白味が半減して、成果をきちんとまとめておくことをせずに、興味にかられて手当たり次第食いちらすということになりがちである。完全なデータをとってから論文にまとめようなどと考えていると、いつまで終ってもまとまらない。したがって、60点でいいから論文にまとめておけ、まとめておかなければ“研究をした”ことにならない、とい

うことも強調された。

教えの第2は、「文献を読むな」ということである。これは我々不肖の弟子どもには極めて都合のよい教えであったが、真意が誤り伝えられると大変なことになる。前項と関係が深い、テーマ、問題が与えられたら、まず自分の頭で考え、まずやってみろということである。他人の論文を読めば、必ずそれにとられる。カント研究、ヘーゲル研究と言え、カント以上、ヘーゲル以上の学者にはなり得ないではないかというわけである。研究室で文献を読んでいけば、いかにも“研究”をしているように見えるが、西脇先生は学生が実験室に居れば御気嫌がよかった。しかし、この話には、あとがあり、ある程度まで自分の実験が進行したら、今度はその方面の内外の文献に通暁して、真のエキスパートになっていないと御気嫌が悪かった。

伝熱・燃焼の問題、高効率熱機関の問題、NOx の問題、超低周波騒音の問題と、先生の早越した先見性は、我々凡愚の到底及ぶところではない。加うるに、69才の現在もお、株式会社西脇研究所を主宰して、先頭に立って徹夜実験をもいとわぬ好奇心と体力と若々しさに、不肖の弟子どもはただただ脱帽のほかはない。

終戦後すぐ、日米会話学院に学ばれ、毎晩英語のレッスンを受けられたキャリアは、日本機械学会や国際伝熱会議などで、国際交流を強力に推進され、今回の受賞のベースの一つとなっているが、現在、先生が同学院の評議員であられることを知る人は少いであろう。先生のヒヤリングの確かなことと、不思議に通ずる英語とは、これまた弟子どもの追隨を許さないのである。

国際的親友が多いのも先生のお人柄であるが、今回の受賞にあたり、カリフォルニア大学のW. H. Giedt教授ほかの絶大な御力添えがあったことを記して感謝の意を表したい。



西脇仁一先生受賞式  
(棚沢副会長撮影)

## 西脇仁一先生の御業績

田 中 宏 明（東大・工）

今夏カリフォルニアのサンディエゴ市で開かれた第18回米国伝熱会議において西脇先生がマックス・ヤコブ記念賞を受賞されたことは、日本伝熱研究会の一員として、とりわけ先生の門下生でもある筆者にとって、誠に喜ばしいことであった。本誌編集委員長の福迫先生より標記の題を与えられたのも多分このことにちなんでのことと思われる。西脇先生の多岐に亘る精力的な御活躍の足跡を限られた紙面に適確に述べることは、いざ筆を執るとなかなかむずかしい。そこで、先生の御受賞の席で配られたリーフレットに所載の一文が誠に簡明かつ客観的な先生の御経歴と御業績の紹介となっているので、ひとまず以下にその拙訳を掲げることとした。

### 西脇仁一教授について

西脇仁一教授の貢献と業績は、日本に於ける伝熱工学・技術の急速な進歩と目ざましい発展を代表するものです。教授が1979年マックス＝ヤコブ賞の受賞者として選ばれましたことは、秀でた教育者、研究者として、また優れた指導者として、日本の内外に亘って、伝熱分野に於ける学識の発展と交換につくして来られた教授の長年の創造豊かな生涯にふさわしい一つの頂点をなすものと言えましょう。

西脇教授は、1910年3月18日京都の近くに生れ、航空機の革創期に育たれました。教授は航空原動機の開発に興味を持たれ、1932年東京帝国大学機械工学科を卒業ののち、同学航空研究所の研究員として大学に残られました。まさにこの時をもって教授の伝熱工学の分野での仕事が始まる訳で、その最初の貢献は航空機用小型高性能熱交換器の開発に関するものであります。

続く10年間は、航空研究所に於ける幾多の研究と開発計画に大部分の時間を捧げられました。その様な中にも、教授は東京帝国大学の大学院課程の研究を進められ、1947年工学博士の学位を得られました。その年、機械工学科の教官となられ、1970年の退官に至るまでその職にあられました。退官の後も教授の専門学術面での活躍は一向衰えを見せず、東京大学に於ける門下・知友と仕事を続けられる一方、成蹊大学で教鞭を執ることも引受けられ、さらに、騒音・大気汚染の実地調査を行ったりその対策の実施について相談を受けるといった仕事もしておられます。

教授の退官に際し、教授の門下生、共同研究者が集まり、教授から受けた専門学術面での指導のみならず広く人生一般に亘る薫陶への心からの感謝のしるしとして、記念論文集を刊行しました。この論文集には英文で書かれた興味深い論文が集められており、西脇教授の数多くの発表論文の中から選ばれたものです。これらの論文は興味と才能が驚くほど広い範囲にまたがっていることを示してくれます。研究は、実験と理論の両面にわたり、液滴の燃焼、触媒面に於ける熱・物質伝達、炭酸ガスと水蒸気のパンドスペクトル、輝焰からの輻射、高プラントル数流体の伝熱、超臨界圧流体の伝熱、自然対流、吹出し冷却などの内容を含んでいます。教授に教えを受けた研究を共にした者なら、問題の解決に当って、その鍵となり重要な因子となっているものを見抜く異常なまでに鋭い洞察力を教授が具えていることが分るでしょう。教授の研究を貫く基本姿勢は、目下研究している現象について先ずもって物理的意味をしっかりと把握することであり、次いで、理論は簡明を旨とすることです。

教育と研究のかたわら、西脇教授は学術行政面でも有力な指導者でした。教授は大学内に於いて多くの管理・運営の任務を引受けられる一方、政府の各種諮問委員も勤められました。教授は日本伝熱研究会の設立と発展に大きな寄与をして来られました。教授は1974年の国際伝熱会議を日本で開催するに当って重要な役割を果たされました。教授がその会議の大会委員長に選任されたことは、日本の伝熱関係者が教授の優れた統率力を認めていることの現れであります。教授の優れた能力と貢献は国際的にも認められる所であり、その会議に続いて教授は国際伝熱会議評議会の会長に選ばれました。

以上の引用をもって西脇先生の御業績の一通りの紹介を果たしたものととして、ここで先生に親しく教えを受けた者の一人として特に二・三を加えておきたい。その一は、先生の研究における先見の明についてである。それは伝熱上学分野で先生が取上げられた多くの問題が数年を経るうちに常に先端的な研究テーマとなって学会の議論を沸かせて来たことでも明らかであるが、筆者の学部学生時代に起ったロスアンゼルス市の大気汚染に着目し、そのとき既に日本におけるロスアンゼルス型大気汚染問題の発生を予見してその研究を手掛けられていたことにも窺うことができる。その二は、先生が真の意味での上学者の名に値する方であることである。即ち、先生は工学が人類の福祉を究極の目的としておりその成果が必ずや社会に還元されねばならぬことを信じ、それを出来得る限り自ら実践してこられた。このことの一面は先生が上に述べた大気汚染問題に関心を示されたことにも物語るが、大きな成果をあげられ数多くの貢献を今もって続けておられる点では、古く自動車用消音器の研究に始まり騒音防止対策の研究と実践に注いでこられた

情熱をあげないわけにいかない。その三は、先生が空論でなく実験を非常に重んじられることである。このことは上の騒音発生源の現地測定に必ず御自身で出掛けられ実地に調べられることで今なお身をもって示し続けておられる所であり、ただただ頭の下る思いであるが、かって教えを受けた実験室でも、立派な装置を作り上げてから実験するのではなく、手造りの粗末なものでも良いから先ず物理現象を目のあたりに見てその機構を考えるようつね日ごろ御指導戴いたことは研究室の誰しもが記憶に深く留めていることの一つである。この様な師の姿に照らして我が身を振り返るとき、不肖の弟子の思いを深めるばかりであるが、もう一つ先生が良く言われたことに、本務を大切にせよということがある。先生は極めて御多忙であられたにもかかわらずその殆んどの時間を大学内で過しておられたことを思い出すと共に、この点でのみ筆者もいささかその教えを継ぐ者となぐさめている次第である。

先生がこれからもますますお元気で御活躍を続けられるよう心からお祈りして筆をおきたい。

## 西脇仁一先生の国際活動

水科篤郎(京大・工)

西脇先生の Jakob 賞の受賞の事を聞いたのは実はかなり前で、1978年のトロントの第6回国際伝熱会議の際であった。私に情報をくれた米国の友人は「いい話がある」と私を物かげに呼んで大体決定された事を伝えてくれた。当然彼もその結果を喜んでくれたからこそ私に耳打ちしてくれたのであり、西脇先生の国際的友人層の厚さを物語るものである。

西脇先生と私のお付き合いは Assembly for International Heat Transfer Conference を結成して、日本の委員として機械学会から西脇先生、化学工学協会から私が選出された事に始まる。

それ以来第4回のパリーベルサイユ、第5回の東京、第6回のトロントと色々御指導いただきながら、大過なく過ぎて来た。

特に第5回の東京大会は組織委員長として、第6回のトロント大会は Assembly 会長として力を尽くされた。

先生の国際会議運営における特徴は、そのたくまざるユーモアにあると云えよう。少々トンガッタ会議の空気も、先生の柔らかい関西訛と、あまりお上手とは云えないトツツたる英語によって軟化されて、何となく和気あいあいとなると云った風である。お陰で東京大会も盛会裡に終る事ができ、トロントの Assembly の会議も首尾よく終り、次回をミュンヘンに決定することが出来た。

私のように性急に結論を出したが、進行の遅さに苛立ちを感じる者にとっては、先生のソフトで、しかもきちんと纏めて行かれるやり方は学ぶべき点が多々あると思っている。殊に色々な国の人々の寄り集りである国際的な集会ではこの点によく注意すべきと自省している。

また先生は日本に訪れて来た外国人学者の良きホストとして実に親切に世話しておられる。例えば米国のギート教授、ハートネット教授は先生の御親切を今でも語り草にするし、中にはどうして、先生とつながりがあるのだらうと思われるような人までも良くお世話をされている。この点も先生の国際活動の大きな要素となっているように思われる。

先生はまた愛妻家として世界的に有名である。どこに行っても、その話がでるし、先生の一面を物語るものと云えよう。

トロントの会議で先生は Assembly をひかれ、甲藤教授にその後をゆずられたけれど、いつ

までも我々の後見役としての御指導にあずかりたいものとする。

最後に抜山先生について、日本人として二人目の Jakob 賞を受けられた事は誠に慶賀すべき事であり、第三、第四の受賞者が先生の跡を追って出て来る事を望んでやまない。

## 西脇先生おめでとうございます

一 色 尚 次(東工大・工)

先生に私が初めて出会ったのは、忘れもしない昭和19年、戦争もたけなわの秋9月、陸軍立川飛行場のど真中であった。一台の偵察機のエンジンのオイルクーラーに、新しい装置を取り付けている時カーキ色の服を着たがっちりした青年紳士が近づいて来た。若い技術将校達は一せいに敬礼をして「西脇先生、これでいいですか」と色々の説明や討論が始まった。その時動員学生であった私は初めてこれが航空原動機、とくに航研機のクーラーなどで有名な西脇先生であることを知ったのである。当時「航空原動機」なる大きなテキストが出版され、その中でもクーラー編を担当しておられたし、また私は陸軍航空技研のインタークーラー部門について、これらの書物や論文を通じて大いに先生を尊敬していた欠先であったので、この出会いに私はまるで恋人にあった時のように一人で心をときめかしたのである。当時の先生はそれまでの想像とは全く違って日焼けのため真っ黒で、歩兵の将校のようにタフに見え、航空原動機の油ににじんだ、今風に言えばハードの地についた姿であったのは印象的であり、大きな励みとなった。

それから次の出会いは、昭和31年に飛ぶ、所はアメリカのボストン、MITのガスタービン研究室であった。そこでは約半年間先生と一緒に時を過ごす。その頃は日本人の数も少なかったもので、東大の堀幸夫先生などと共に先生と極めて緊密な人間的な交わりをすることができたのはすばらしい事であった。その時感じたことは、先生はやはり何といてもハードに立脚した研究者であると共に、極めて包容力の大きい、私などとてもまねのできない広い人間性を持たれているとともに、素晴らしいひらめきを持たれておられることであった。特にそれは、当時まだMITでは問題となっていなかった冷却翼タービンの構想を盛んにテラー教授らにぶつけられておられたことで、私もその構想を聞いて「こいつはいいですね」と思わずびっくりしたことがあると覚えている。そのような先生なので、先生のまわりにはいつも多くの人が集まり、魅きつけられていたのも自然であった。

日本に帰ってからは、船研でのガスタービン開発、原子力船研究、伝熱研究会、等々で先生との接触は日増しに深くなり、また先生の秘蔵弟子で先生と同様に広い人間性を持たれる平田賢先生、ならびに西脇 門の鈴々たる面々と近づきになれたのも誠に幸いなことであった。特に何度もあった国際会議では、先生はその幾多の研究と人となりで、多くの外人の知己を作られ、我々他の研究者もその余慶にあづかることが出来たのも素晴らしいことであった。

このたび先生がヤコブ賞を受賞されることとなられたのは、先生の世界的な数々のひらめきに満ちた伝熱学研究の業績と先生の広大なお人柄とによることは、誠に当然の事ではあるが、何といてもこれは素晴らしいことである。そもそも伝熱工学は、電子計算機にはのらないハードを基本とする学門である。この道の先駆者として、あの航研機や立川の飛行場から、今日に到るまで、スパナの油とブロワーの騒音にまみれたハードの道を歩み続け、また大勢の後継者を育成された西脇先生が受賞されたのは、とくに意義があることと思う。

また、これを契機に今なお若い先生が益々元気になられ、伝熱学の後輩に声をかけ、ハードの尊さを身をもって示していただければ、この上もない光栄と感ずるものである。

先生の一層の御発展を祈りつつ本文を了えたい。「先生、本当におめでとうございます」。

## <国際活動小特集>

# 国際会議とびある記

勝 田 勝太郎（関西大・工）

### 1. はじめに

江戸っ子は野次馬根性が強いと言われるが、正に先祖代々の血を受けて、私は好奇心旺盛な人間である。しかし根が臍曲りのところもあるから、余り大勢が見るようなものは見たがらないし、行こうともしない男である。ところが今年私共の大学の在外調査研究員として、7月1日より9月29日まで3ヶ月間出張を許可され、大学研究所の視察、それにこの期間中に開催される国際会議に出席することに至って、編集担当の先生からのお勧めを受け、海外出張の感想を書くような破目に相成った次第である。なにしろ外国の大学は夏期休暇中であるから、多くを期待できないと考えていたが、ご連絡を出発前に頂戴したり、目的地に滞在されている方のお世話などで、最終的には9箇所訪問でき、いろいろ交歓を深めることができ、有難いことであったり、大変よい勉強や刺激になったが、野次馬が大分ご迷惑をおかけした方々も多いことと思ひ、ここをお借りしてお詫び申したい。

約13年前の1966年に、シカゴでの第3回国際伝熱会議に出席し、その後米国内、ヨーロッパの主要都市をとび廻って見た時の印象に比べて、非常に多くの点において世界の時流ともいうべきか、変わったのを強く感じたが、結論的になるが要約してみると、①国際会議での日本の発表論文が増え、その水準が高く、評価がよい。②日本人に対する評価が一般に高まり、肩身が広がった。③日本企業が海外進出をなし、多くの邦人が広い分野で活躍している。経済大国の実感をもつ。④世界はどこもインフレ傾向。⑤各国とも地球全体に対する共通意識の強い世界観を持ち始めている。などある。そんなこと今知ったのかと言われる向きもあるが、13年前とは大変な落差を感じさせられるのである。

### 2. 国際会議に出席して

紙数の関係もあるので、会議に出席した模様だけをとりまとめてご報告してみたい。

#### (i) 米国機械学会伝熱会議

ロスアンジェルスから自動車で約2時間南へ下ると、サンジェイゴに到着する。ここは古い港町であり、米海軍の航空基地もある。海辺に面した避暑地であり、家族と休暇を過す保

養地でもある。イルカやシャチの曲芸をテレビでご覧になったであろう海の動物園 (Sea World) や、世界的に有名な動物園などがあり、大変な人出であった。自動車で行って来るから、その交通整理や駐車場は想像以上のものであり、数多くのホテルも満杯の状況であった。

米国機械学会と化学工学会の合同の国内伝熱会議は、Town and Country Hotel という近代的建物とロッジ風の宿舎を併せもつ、大きなホテルを会場とされた。ここは常時大きな催しがあるらしく、立派な大きい部屋が数多く設置された建物がそれに当てられた。

会議に提出された各国の論文数は表1のようになっていた。作年の国際伝熱会議はご承知のようにカナダのトロントで開催されたが、カナダは伝熱関係の研究者層は薄いので、単独でシンポジウムを開くなどにはできないとアルバータ大の Prof K.C.Cheng から伺っていた。したがって普通米国の学会に加わるらしいのである。日本からは12編であったが、ここに提出されるまでに洗練されてきているから、立派なもので評価が高い。さらに私達にとって誇らしいことには東大名誉教授西脇先生の Jakob 賞を会議中に受けられたのである。先に東北大名誉教授抜山先生が受賞されていることは周知のことだが、後進の私共を精神的にも常にけい引して下さいることを考え、感激に堪えなかった。東大の平田先生もこの会議

表 1

18 th National Heat Transfer Conference	
ASME & AIChE	
Aug. 6-8, 1979 ( San Diego )	
U.S.A.	173
U.K.	12
Canada	8
Japan	12
F.R.C.	3
France	1
Italy	1
India	3
Others	5 ( USSR ... 0 )
<b>Total 218</b>	

に参加されたのだが、ご都合で東大の棚沢先生と私とが受賞の模様を撮影することの代役をつとめたのである。このことはまた詳報されることと思う。また東工大森康夫先生、東大棚沢先生、九大藤井先生をはじめ若い方々が出席され、堂々の発表をされるとともに、異国で互に交流を深めたことは印象的であった。この米国内の伝熱会議であるにもかかわらず、大変国際化されて各国研究者の参集も多く、大いに交歓できることはうれしいことであるが、日本伝熱シンポジウムも困難な言葉の問題もあるが、常時国際化して権威を高めてほしいものと思えてならなかった。なおカーター大統領の方針もあろうが、廃熱・太陽熱・地熱利用に関する発表も多く、各々のセッションを構成していたのを見ると、わが国でも頑張らなくちゃあという思いであった。

## (ii) 国際蒸気性質会議

サンジェイゴ会議後私は棚沢・藤井両先生と港にあるレストランで別れの杯を上げてから英国に直行し、マンチェスター大とロンドン大を訪ねた。さらに西独へ渡って、ジュッセルドルフで西独についての社会勉強に専念し、ミュンヘンへ赴いた。国際蒸気性質会議の会場はミュンヘン工科大学の教室が当てられていたが、大きい階段教室が二、三あり、しかもロービーに相当する場所も比較的広くて、この程度の組織には恰好の場所と思った。本年は第1回会議がロンドンで開催されてから50年ということで、記念を兼ねていたから幾分華やいた気分も感じられた。

会議の運営企画は、ドイツのお国柄もあって、周到でそつのないものであり、会期中に催されたレセプションや、夕食付のボートツアーでも出席者が殆んど全員、家族とも参加しており、会期を十分充実させていた。開会の挨拶をミュンヘン工科大学長のProf. Grigullがされ、第1回会議より皆出席のProf. Hausenが歴史を語られたのは印象深いものであった。また日本において蒸気に関する研究で長年貢献された京大名誉教授菅原先生、幾徳大学長谷下先生（慶応大名誉教授）のお写真と著書などもロービーのケース内に展示され、その功績を紹介していた。谷下先生はなおお元気にこの会議に出席され、司会・役員をつとめられていたのには敬服の外ないことである。前述のレセプションはドイツ科学博物館の機械展示場で催され、Prof. Grigullのビール樽の栓抜きから始められたり、ボートツアーはミュンヘンからバスで45分位のスターンバーガー湖で、観光船をチャーターして行われた。各国出席者家族ぐるみで十分に交歓させ、ツアーをエンジョイさせる。まさにこの企画どおり、貧弱な会話力ながら美味しいドイツの白ブドウ酒の酔いにまかせて、楽しく話し合ったのである。

表 2

9 th International Conference on the Properties of Steam  
 Sep. 10 - 14, 1979 ( München, F.R.G. )

F.R.G.	.....	15
U.S.A.	.....	15
U.K.	.....	4
Canada	.....	6
France	.....	1
Japan	.....	7
USSR	.....	14
Others	.....	6
Total		68

Survey Paper .... 5

Invited Lecture .. 4

ところで会議に提出された論文数は表2のようになっている。ソ連では出国が容易でないのか、出席者は論文数の約三分の一になっていたようである。慶応大渡部先生の役員としてのご活躍は申すまでもなく、慶応大長島・京都工繊大矢田・幾徳大小口・日大田中(楠)先生などのご発表を聞かせていただいたが、日本の研究が多く、発表に引用されているのを見聞きしたり、招待講演に東大久保亮五先生の「非平衡の統計熱力学」のすぐれた発表などあり、よろこばしい日本の発展の跡を歴然と察知できたのである。

(iii) 国際冷凍会議

ミュンヘン会議後の工科大学の熱工学研究室見学、ミュッツガルト大学訪問などあるが、ここでは割愛させていただき、9月24日～29日ベニスでの国際冷凍会議に臨んだ。チューリッヒよりの直行便で夜おそく到着した上、私は不幸にも初めての土地であるので、全く交通事情の違うのには面食ってしまった。ホテルのフロントでは珍妙なる英語でタンカを切ったの喧嘩をする仕末もあり、まあまあ日本人の名折れにならずに済み、喧嘩は引際が肝心だと江戸っ子の私は初日から悟った次第で、余りイタリーの印象はよくなかった。

会場は大運河(グランドチャネル)を隔てて向いのサン・ジオルジオ・マジョーレ島、

正確にはフォンダジオネ・ジオルジオ・チニイという、今は寺院と学校とが併設されているところであった。各部屋は広く、椅子は布張りで古く粗末なものだが、壁には大きい宗教画がある立派なものであった。参加者は可成り多数で、しかもご婦人の参加も多い(食品関係・微生物関係などもあるからであろう)。島には宿泊施設はないから、中心部のサンマルコ広場近くの船着場との間をタクシーと称する乗合ボートで参加者は皆通って来るわけである。日本からの慶大渡部・長島先生、幾徳大小口先生らミュンヘン会議出席者、金沢大林先生・長岡科学技術大服部・青木先生らとお会いし、また日本冷凍協会の肝入りで、この会議参加とヨーロッパの工場・研究施設見学のグループを東京商船大室谷先生や協会副会長加藤先生が案内役で多数来られたのにお会いできた。

ところで発表論文数を大別すると表3のようであるが、件数は大変なもので、これからも会議の様相がご想像されるであろう。地元イタリーが多いが、これはイタリーの冷凍工学のレベルの高いことを示しているもので、その他の中ではポーランドの件数が実は一番多いのである。ソ連は例によって発表論文数の人が出席している訳でないから、そのところは時間調整や司会によっては休憩になったりしていた。イタリーのお困振りで時間感覚はのんびり

表 3

15 th International Congress of Refrigeration	
Sep. 24- 29, 1979 ( Venezia, Italie )	
Italy .....	78
France .....	63
F.R.G. ....	25
U.S.A. ....	40
U.K. ....	28
Japan .....	19
USSR .....	43
Others .....	225 ( Swiss, Poland, Sweden, Norway, Holland, India, etc )
Total 521	
( General Lecture ... 3 )	

したもので、日本の発表者には発表時刻に戸迷うということもあった。しかし参加者が大変で、お祭りの態を呈しており、論文内容は玉石混交の感が深かった。国際語は英語とフランス語であるから、この点私ばかりでなく外人でも困ったようでもあった。

私は10月からの講義もあるので、会議中の27日午後ベニスを後に帰国の途に着いた。したがって許された紙数のこともある故、詳細は後日のものお待ちねがうとして、一筆ご報告とします。

## 米国伝熱会議に出席して

西山 槐（三菱電機・中研）

1979年8月6日（前夜のパーティを含めば5日から）8日まで、米国カリフォルニア州サンディエゴで第18回伝熱会議が開催され、これに出席する機会を得たのでこの印象を述べたい。実をいうと、この文を書くに到ったいきさつは、会議の最終日に昼食を撮ろうと、カフェテリアに飛び込んだところ、棚沢先生につかまったのが運のつきという次第で、レポーターの意識をもって会議を見ていた訳ではないので、全くの個人的な、そして多分に偏見に満ちた印象記であることをおことわりしておきたい。

御存知のように、米国伝熱会議は、ASMEとAICHEの共催で、ほぼ毎年8月に開催され、伝熱の分野での準年会に相当する。1978年は、国際伝熱会議がカナダのトロントで開かれた関係から行われず、その前年はソルトレークシティで開催されている。

今回会議が開催されたのは、サンディエゴ有数のホテルであるが、都心からかなり離れたFashion Valleyという近郊住宅地のセンター的な場所にあります。その名前に関係があるのか、丁度会議の最終日には、絵や工芸品などの露店が、ショッピングセンターの通路を埋めて店を出しなかなか楽しませてくれました。しかしながら車が無い限り自由行動には適していませんし、私自身は準備不足から会議の開催されたホテルに宿がとれず、毎日通勤を強いられるはめになりましたので、セッションの終了後の交流などの有意義な経験について述べる資格はありません。一般に、こういった会議の効能の1つに、研究者相互が知り合うことがあげられますが、この点で私の場合は、先ず失敗であったと言わざるを得ません。

会議自体について見ると、セッションはパネルディスカッションやオープンフォーラムも含めて36で、6つのセッションが並行して開催された。セッションのテーマは会議毎に幾らか異なり（論文公募時に決まっています）、各々ASMEやAICHEによって主催されるという形式をとります。そのうち、ASMEとAICHEの両者によって共催されるものをシンポジウムとし、今回は、伝熱促進の進歩（Advances in Enhanced Heat Transfer）、非平衡界面輸送過程（Non-Equilibrium Interfacial Transport Process）、凝縮熱伝達の3テーマがとり上げられ、いずれも2～3セッションにまたがって実施された。その他のセッションでは、2つ以上にまたがった、反応熱伝達（Process Heat Transfer）、固化・融解の熱伝達、内部発熱流体の熱伝達など、21テーマが選ばれています。太陽エネルギー、地熱や廃熱利

用に関するセッションなどが開かれたのも、エネルギー問題について関心の高い時代を敏感に反映したアメリカらしい動きの早さであったが、セッションを直に見る機会がなかったので、どのような雰囲気であったか分かりません。

会議の参加者は、大雑把な感じで500から1000名の間と見受けられた。外国からの参加者は、1～2割程度で、日本人は20名程度だったでしょうか。さて、会議の雰囲気であるが、夏期に開催されるという性格上、幾らか気の緩みといったものが感じられた。長期の夏期休暇が一般化している欧米では、夏期の会議は風光明媚な場所で開かれるのが普通であるのも、この辺の事情を示しています。例えば、最終日の午後ともなると、会場のホテルの裏手にキャンピングカーが並び、その準備に余念のないCalifornia大学のSeban先生などの姿も見られた。

しかしながら、そうは言ってもさすがは伝統ある会議であり、全般的には厳しい雰囲気です。学術的な討論がなされていた。形式的なところでは、聴衆にカードを配り、1件1件の発表毎に、発表の仕方、内容、討論の各々について、大学の成績と同じように、Excellent、Good、……と評価されることなどがあります。出席者の1/3程度は記入していたようであるが、これをどのように用いるのかについては聞く勇気はありませんでした。それと、発表が始まってから、ゾロゾロ退席者が出るのは身から出た錆とは言いながら厳しいもので、こたえます。

セッションのテーマは、先程述べた通りですが、その発表内容について暴論をはかせていただきます。少数の例外を除いて、全般的に、数値的な手法ないし複雑なモデルで現象の細かい議論を行う傾向が著しく感じられました。これは大雑把な現象論から定量的な検討段階にうつったということでしょうが、逆に見れば、現在の伝熱研究は、……流とか、……学派という程の明確な個性のないことと軌を一にして、次のステップの模索段階にあることを物語っているような気がします。しかしこんな事をアレコレ考えるには、余りにも明かるい南国?の空でした。

## 第 18 回米国伝熱会議と高性能沸騰伝熱面の研究

中山 恒（日立・機械・研究所）

先夏 8 月 6～8 日の間、米国サンディエゴにおいて例年の伝熱会議が開かれました。今度の私の出張は同会議での発表と、もうひとつは東工大森先生を団長とする地熱発電の調査団への参加の 2 つの任務があったので、会期中終始出席していたわけではありません。そこで以下には、会議紹介の枠内には入らぬことも含め、少し勝手に書かせて頂くことにしました。

今度の発表の機会を得た経緯を述べますと、1978 年のトロントにおける国際会議が発端でした。トロントでは企業展示が初めて行われ、例の高性能伝熱管の展示に行ったわけです。その時に面識を得た人が、会社のヒューストン事務所を通じて“Advances in Enhanced Heat Transfer”のセッションを次年度に企画したので、沸騰伝熱面に関し発表する論文は無いかといってきました。ところで高性能熱交換器への関心の高まりに乗って、伝熱管の商品名は世間に知られるようになりましたが、トロントで受けた質問の多くは「値段」のはかに「基礎研究の公表論文は無いか」でした。従来、製品の冷凍機を対象としてはかなりのデータの蓄積があり、冷凍の学会、ASHRAE の論文集などには発表してあります。しかし今日、エネルギー問題に関連して種々の用途に関する照会がありますが、流体の種類とか行動条件の違いに対するデータの蓄積は必ずしも充分といえません。折角の発表の機会をとらえ、これらの研究の推進にも役立てようと決めました。

種々用途への対応を考える場合、物理現象に対する洞察が少しでも得られていれば大きな指針となることはいうまでもありません。もともと沸騰現象は複雑怪奇なものとの強迫観念があり、以前は近づく気が起こらなかったのですが、仕事のため泡を眺める破目になりました。とにかく当対象としている伝熱面についていささか強引なモデルを考え、実験データと共に発表することにしました。人工的な気泡発生核の研究は多くなされていますが、空洞が連絡されているいわゆる多孔質伝熱面の研究は、最近のことといてよいと思います。現在企業製品として発表されているものの製法を大別すると、金属粒子を焼結し多孔質層としたもの、機械加工によるものの 2 種があります。前者については最近九大の西川、伊藤両先生が研究を進めておられ、米国ではコーオソカーバイド社（UCC）が伝熱管として製造し、基礎データの発表を行なっています。今度の学会では 7 日の Enhanced Heat Transfer のセッションで、この問題に関し UCC と三菱電機（西山氏）から焼結金属伝熱面の発表、日立の機械加工伝熱面の発表（中山）と 3 件が

集中し、活発な質疑応答が行なわれました。UCCの発表は電子顕微鏡を用い焼結層断面を走査し、多孔質空洞の大きさの統計的平均値と伝熱性能との相関を調べたものです。西山氏の発表はパワートランジスターの冷却に関連した基礎データの発表でした。私の発表に対する質問には圧力の大小の組み合わせと性能、液体窒素の場合の質問者の経験との対比等がありました。これらは現在から将来にかけての研究テーマであり、テーマの数は気泡の数ほどある気がしてきました。

伝熱促進効果の解釈に当たっては単に気泡発生核を人工的に増やしたというだけでは済まない問題があります。発生気泡、空洞内の蒸気と液体の運動は相互に干渉し合い、表面構造の幾何形状、圧力、温度により種々の様態が考えられます。ところで学会の話からは外れますが、沸騰伝熱面を眺めながら諸先輩の思考の大胆さを学ぶ必要があると感じます。気泡の発生離脱といういわばデジタル現象と液体流動の連続現象とがからみ合う様相は、数値解析をしてやろうと構えているコンピューターには取りつくまのないもののように思えます。乱流のバースト現象と流れとのからみ合いも想起されますが、コンピューターによる“厳密解”が不可能に見えるこれら問題の存在は、研究者の職の安定を保証しているかに見えます。以上は沸騰に関して素人が抱いた感想です。

7日のEnhanced Heat Transferのセッションでは沸騰伝熱のほかには海洋温度差発電用のふりかけ蒸発形熱交換器のモデルの試験結果、管内フィン付凝縮管の性能などの報告がありました。このほかに私が出席したのはCondensation Heat Transferのセッションで、東工大森先生、九大藤井先生が講演され活発な質疑が行われていました。冒頭に記した事情に加え、今回はホールや廊下で人と会っていた時間が多く、会議全体の様子をお伝えできないのが残念です。日本から参加された方も多く、上記2先生のほか勝田先生、棚沢先生ほかの方がたと昼食を共にする機会が持てました。

なお今回西脇先生がMax Jacob Awardを受賞されたのは御存知の通りですが、私がかつてカナダ滞在中に出席したミネソタの伝熱会議は抜山先生が受賞された折で、両度共、受賞昼食の一隅よりお祝いできました。

## 米国の伝熱会議に出席して

本 田 博 司 (岡山大学・工)

米国の第18回伝熱会議に出席した感想なりを書くようにとの編集委員長よりのご依頼を受けました。同会議には十数名の伝熱研究会員の出席があったことでもあり、また、その席で西脇仁一先生に対してMax Jacob賞が授与されたという特別の意味を持つ会議でありましたので、その詳細については他の方々のご報告があることと思います。したがって、重複があるかもしれませんが、同会議に初めて出席した印象記を、記憶をたどりながら書いてみることにします。

この会議は、ご承知のようにASME AICHEの共催で毎年の夏に開催されるものですが、1979年は8月6～8日にカリフォルニア州のメキシコ国境に近いサンディエゴ市で行われました。会場は、タウンアンドカントリーホテルという、その名前にふさわしい(?)雰囲気を持つホテルの別棟の会議場でした。会議の案内書には、当地は非常に気候の良い所であり、8月には降雨を見ないと書かれていましたが、例外はあるもので、4、5日には多少雨も降りました。このことに関しては、歓迎パーティーでお会いしたViskanta教授も大変めずらしいことだと話されておりました。

会議に出席してみて、この会議と日本伝熱シンポジウムとは、種々の面で類似点があり、また相違点もあることがわかりましたが、開催回数(18回)、発表論文数(214、うち外国から45、日本11)、日程(3日間)、一講演の持ち時間(20、25または30分)、セッションの内容(講演会形式33、オープンフォーラム1、パネルディスカッション1、フィルム1)等は似ている方、室数(6)、印刷物(シンポジウムボリューム4、ASMEペーパー115)、論文の特徴(長くてよい(最大6000、Words十図)、査読がある)は似ていない方になると思います。多少くわしく述べますと、米国の伝熱会議の場合、セッションの内容とオーガナイザが予め定められており、各セッションの取りまとめはオーガナイザに任されているようです。査読の過程が含まれますので、準備期間も長く、オーガナイザの負担は相当大きいと推察されます(なお、伝熱研究 Vol.18 4671 P.47 に次回の論文募集要項が掲載されている)。日本からの論文数が英国(13)に次いで多かったのは、日本にとって米国が最も関係の深い外国であることを考えれば当然のことでしょうか。会議は6セッションが並行して行われましたので、各自に最も関心の深いセッションを選ぶ必要があります。私の場合は凝縮伝熱、伝熱促進、乱流伝熱およびフィルム等のセッションに出席しました。講演時間は、最も短いものは20分で、その中

に討論時間が含まれます。したがって、内容の濃い論文の講演者は大変だったと思います。事実、予定時間を越えるセッションがあったり、司会者によっては、持ち時間を越えた講演者にはストップをかける人もあったりでしたが、その点日本の方々、とくに若手の方の講演には感心しました。会議について日本の場合と異なるのは、会場に机がないこと、講演論文等を持っている人が少いこと、出席者に各講演の評価等を記入するカードが渡されること等が挙げられます。3番目の点については、そのカードがその後どのように処理され、学会の運営に反響されるのか興味のあるところです。講演に対する質疑応答は、日本の場合とほぼ同様で、私の見た限りでは議論が白熱するような場面はありませんでした。伝熱促進に関するセッションについては参加者の関心が高かったようで、日本から発表された2論文について活発な議論がありました。私にとって最も関心のあった凝縮伝熱のセッションでは、14編の論文中8編が外国からのもので、その中の4編は日本という状態でした。このように、凝縮に関しては、米国での研究はそれ程活発ではないようです。もっとも、凝縮伝熱の促進や凝縮器に関する研究は、大学、国立および民間の研究機関で続けられているようですが、凝縮のセッションでは、水平管内凝縮の論文に対する Rohsenow 教授のコメントが記憶に残っています。同論文の主旨は、mixed regime（蒸気流によるせん断力と重力とが凝縮液膜に同程度の影響をおよぼす領域）の熱伝達係数が環状流領域に関する従来の式より高く、分離流領域に関する式より低かったというものですが、これに対して Rohsenow 教授は、両領域に関する式を適当に滑らかにつないで使えばよいのではないかと発言されました。工学的には、このような考え方が通用する問題は多いのではないかと思います。

以上、米国の学会の雰囲気を知ることが出来たという意味では有益な経験でありました。ただ、講演者の話を半ばしか聴きとれないので、質問をするなど思いもよらないことでして、トロントの会議で知り合いになった若手の人等と歓迎パーティの際や休憩時間に話をした程度であったのは残念ですが、致し方ありません。円の価値が下落傾向にあるとは云へ、米国へは比較的 low cost のツアーを利用出来ますので、若手の方々がこの会議や、それに前後して開催される ASME および AIChE 主催コース（講義）に主席されると大変良い経験になるのではないかと思います。

## Giedt 教授の講義

藤田 秀 臣 (名大・工)

10月の末に福迫編集委員長から「海外留学研究生活をおくって」との題で「伝熱研究」に寄稿するようにとの依頼を受けた。たしかに1976年10月から1年間文部省在外研究員としてカリフォルニア大学デイビス校で Giedt 教授のお世話になった。しかし帰国後すでに2年余を経て今日では記憶もあいまいになっており、「いまさら」の感が強くずい分躊躇したが、いつも受身でばかりいるうしろめたさもあって、とにかく筆をとることにした。

出発を間近かに控えた頃、当時の上司であり、また Giedt 教授を紹介し下さった二重大学の藤本哲夫先生から、先生ご自身のパークレー校における大学院生活のご経験などをよくお聞きした。そんなあるとき、不安げな小生をはげまされ(？)て、「日本にいてさえろくに研究できないのに、わずか1年間の外国留学に研究成果など期待していない。とにかく見聞を広めてきなさい。」、「あちらの教授達は講義のやり方を工夫しているから、大学院だけでなく学部の講義に出てみるのもよい。」などとおっしゃったことがある。お言葉の前半にだけ忠実であるわけにもいかないので学部の講義ものぞいてみた。気楽に出席してみた Giedt 教授の「Properties of Materials」の講義は考えさせられることが多かった。

Giedt 教授といえば私達の年代のものには、横堀・久我両先生訳「基礎伝熱工学」の原著者としてなじみ深いが、教授は本会の多くの先生方と懇意にしておられ、すでに十指に余る先生方が在外研究員等として教授のお世話になっていると伺っている。

当時(多分、今も) Giedt 教授は大学院担当の Associate Dean として校務にご多忙であったが、各期1科日ずつ学部の講義を担当しておられた。秋及び冬の学期には、低学年向けの力学と前述の Prop. of Matis を、春学期には高学年向けに Conductive and Radiative Energy Transfer を講義された。工学部の2年生を対象としている Prop. of Matis は受講生が多いため、秋・冬・春の毎学期に開講されていた。秋と春は Material Science を専門とする教授が担当していた。Giedt 教授は前年度の春学期に初めてこの科目を担当され、2度目とのことであった。「1回目はきつかった。実にきつかった。」専門を多少異なる分野の講義の準備は Giedt 教授にも人変なことであったようだ。「しかし、やってみると面白いんだ。有益なんだ。君も出席してみないか。」とさそわれた。藤本先生のお話もあることだし、学部の講義風景の見聞も悪くないと思い、英語の勉強をかねて出席することにした。

200人近く収容できる細長い階段教室はキルティングとナップザックを持った嵩の高い学生で満員。まずその数に驚き、ついで女子学生が3割近くもしめているのに驚いた。

どの講義もそのようであったが、第1日目には、講義の主な内容と進度、小試験や期末試験の日時などを記した予定表が配られる。これは、どのような内容がどの程度の重み(期間)で講義されるかを予測でき、予習や復習のよい指針となろう。契約社会のアメリカらしく、成績の評価基準も期末試験25%、小試験4回各10%、宿題10%、実験(レポート)25%(この科目は、3単位の講義に3時間1単位の実験が付属している)などと明記されている。

当時カリフォルニア大学はquarter制をとっており、冬学期は1月初めから3月中頃まで、3単位のProp. of Matlsの場合には月水金の11時から12時まで1時間ずつ約25回講義された。このうち5~6回、授業の前半20分程度をさいて教卓上で簡単な実験を披露された。また講義後半の約20分間をあてた小試験を数回実施された。講義では重要なところを重点的に話され、例題を示される程度で、あとは学生の自習に任される。その案内役が宿題であって毎週金曜日には一週間の期限でテキストに掲載されている問題の中から多数課せられていた。

これでは学生も大変であるが、教師は更に大変である。Teaching Assistant(T.A.)なしではとてもやっていけないであろう。このときのT.Aは、実験の準備、拡声器の調整、宿題の採点と、まさに教授の手足となって実によく働いていた。T.A.に採用されることは光栄なことのように、またその実績はAssistant Prof.などに採用されるときに業績として評価されているようであった。さすがに百数十人に及ぶ受験生がいるためか、小試験には共通一次試験で話題をよんでいるマークシート方式が採用されていた。

T.A.がいるとはいえ、これだけの準備をするのはたしかに大変なことであって、「第1回目はきつかった。」といわれた教授の言葉の重みを再認識したものである。2回目の当時も講義のある日には、直前まで自宅で準備されるご様子で、その時間には急用でない限り電話を控えてほしいといわれたことがある。講義室では原稿は机上に置いたまま一べつもせずに話され、演習問題などは、式はもちろんのこと物性値や答の小数点3桁までも空んじて板書されたものである。ノートに頼って講義することに慣れてしまった自分には驚異的にさえ思われた。

このような多角的な講義の仕方については議論もあろうし、また制度や慣習の違いもあってそのまま日本の大学に適用できるとも思えないが、他の同僚教授達も認めていたようにGiedt教授の教育に対する情熱は人並以上のものがあり、その講義に対する真剣な姿勢に感銘をさえおぼえた。ただ、前述の講義中に行われた卓上実験などは、教授のご努力の割には学生の興味はもりり上らないように見受けられた。これは学生数が多いことに起因していると思われる。マイクを

使わねばならない、というところにすでに問題があるのではなかろうか。教授もこの点は十分に了解しておられるようであった。帰国間近かの頃、「三重大学にも来春修士課程が新設されそうだ」とお話ししたとき、「大きくなることは必ずしもよくない。新しい問題を生むだけだ」といつになく厳しい顔でおっしゃった。また今年の初めにいただいた手紙にも、「学生が増加して講義室のやりくり困っている」と書かれていた。大学生の増加は世界的趨勢であるが、こればかりは Giedt 教授もいたしかたなく、ご熱心なだけではがゆさを覚えられることであろう。

Giedt 教授は小生の滞在中に ASME から「The 1976 Heat Transfer Memorial Award」を受けられた。その受賞理由に「his outstanding contributions to the field of heat transfer in research, teaching, publications and the advancement of the profession of heat transfer engineering」と記されていたが、大学教授としてはもちろん、人間的にも非常によくバランスのとれた方である。このような立派な先生のそばで一年間を過ごしたことを心から感謝している。

今年の伝熱シンポジウム（広島）の懇親会場でのこと、思いがけずも録音テープに納められた Giedt 教授のメッセージが披露され、なつかしくお声を拝聴したものである。

## カナダ・アルバータ大学に滞在して

平 田 哲 夫 (信州大・工)

1977年7月より1979年3月までの約1年9ヶ月間、カナダ・エドモントン市のアルバータ大学にて、Post Doctoral Fellowとして研究生活を送る機会がありまして、先日、編集委員長より上記の題目で留学先の紹介をするようにとの御依頼を賜りました。学問的な事柄につきましては、何ら特別な資料を収集して来た訳ではありませんので、印象等を記させていただきますと存じます。

面積が日本の約2倍、人口が1/50のアルバータ州は、その西部には観光地カナディアンロッキー、南部には穀倉地帯が広がり、雄大な自然環境に恵まれている地域です。また、カナダ国内でも最も資源の豊富な州であり、石炭、石油、天然ガスはもとより、Athabasca 地方は Tar Sands の豊庫として知られています。その推定埋蔵量は  $270 \times 10^9$  bbl とも云われており、オイルショック以来 Tar Sands からの原油の分離、採取技術について積極的な研究がおこなわれており、現在では実用化に至っていますが、アメリカ合衆国の Oil Shale と共に近年注目されている資源の一つです。

エドモントン市はアルバータ州のほぼ中央に位置しており、近代的なビルが建ち並ぶ州都となっています。北緯54度の高緯度に位置し、地理的にはカラフト北端に相当しますが、冬の厳しさは言語に絶するものがあります。降雪量は少ないが、最低気温が  $-40^{\circ}\text{C}$  まで下がる事が度々あります。数年前には、この寒波が約一ヶ月続いたそうですが、市はその時に「厳寒の中で一ヶ月生き抜いた証明書」なるものを希望者に発行したそうです。欧米社会特有のユーモアとも受け取れますが、寒さの程度を物語る一つのエピソードと云えます。風の冷たさは低温時には無視し得ない要素となり、天気予報には Chilly factor なるものを導入しています。例えば  $-20^{\circ}\text{C}$  の気温で  $10\text{ m/s}$  の風が吹くと、 $-30^{\circ}\text{C}$  の気温に相当すると云った具合です。このような日には、夜間、車のエンジンを電気ヒータで暖めて置かないと、翌朝の始動は不可能と成ってしまいます。

一般家庭の暖防設備は完備されておりまして、basement にガスを燃料とした furnace があり、11月～4月は昼夜の別なく暖房されています。エネルギーが安く入手出来る産油地域の特典でしょうか、電気製品が台所を占め、車の小型車指向も一部の人々を除いてそれほど強くない印象を受けました。しかしながら省エネルギーの努力も種々の角度から行われていまして、エネ

ルギ節約に関する100ページ程度の小冊子が政府から発行されており、市民が無料で入手出来るように配慮されている点には感心しました。家屋の断熱方法、燃費節約を心掛けた車の運転・保守、家庭からの排出ゴミをエネルギーとして捉えその少量化、等々に関する idea がイラスト入りで解り易く説明されています。

アルバータ大学は、エドモントン市を南北に二分するサスカチワン川に沿って構えられている州立の総合大学です。約1Km 西方の敷地を有する構内には、各学部の比較的新しい建物の他、図書館、大学病院、劇場、寄宿舎等があります。手入れの行き届いたローンが美しく、昼休みには学生達が軽い昼食をしたり、読書、球技に興ずる人々で賑わいます。寒い季節になると、休み時間や授業のあいた時など、廊下に並べてある机で寸暇を惜しむかのように勉強している学生達の姿が印象的でした。

機械工学科の建物は7年前に改築されたものですが、その設計、構造はユニークで、建物自体が単に講義が行われる場としてではなく、教育の一環として役立つよう工夫がなされており、空調施設、給排水やガスの配管などは、学生にわかるように壁や天井の前面に配列しており、また、各研究室の実験施設が部屋の外から見学出来るように、壁には多くのガラスを用いています。旋盤やフライス盤が並ぶ工作工場、各種の大型試験機を有する機械材料試験室等は一階に設けられ、それらの作業や実験の様子が二階から直接見る事が出来るように設計されています。学生が居ながらにして、機械工学の重要性やそれに対する興味・関心を持ちつつ学ぶ事が出来るように配慮されている点には感心しました。

機械工学科は21名のAcademic Staffから成っていきまして、研究室も多岐にわたっています。Heat Transfer, Materials Engineering, Photomechanic, Acoustic, Aerodynamics, Shock and Vibration, Engine などの Laboratory があり、研究設備としてはSolar Radiation Facility, Cold Room, Frost Tunnel, Water Tunnel 等が備えられています。伝熱関係ではLock教授を始め、Cheng教授、Gilpin教授らが活躍しておられます。Lock教授は現在Interdisciplinary StudiesのDeanを務められており、大学院学生の指導が主のようです。Cheng教授は、Thermal instability やLiquid solidification の問題を扱っておられましたが、最近ではTar Sandsに関する研究を始められたと聞きます。Cheng教授のもとでは、幾名かの学位取得後の研究者も仕事をしております。Gilpin教授は、地域色のある比較的低温の伝熱に関心を持っておられるようですが、Tar Sandsの水噴流によるcutting などについても研究され、流れの専門家でもあります。小生はCheng教授とGilpin教授の共同研究である平板上の氷の生成問題について研

究の一端を携わってきました。実験装置自体が大きく、使用したWater Tunnelの水の容量は約7～8トンあるため、実験開始時には、その水を室温から0℃近くまで冷却するのに一日かかりました。また、平板上に氷を生成させてから定常状態になるまで、氷の生成現象の特異性も加わって、3～4日必要とし、昼夜連続運転の状態が続きました。毎週予定されたCheng教授とGilpin教授とのmeetingには、時には大学院生やこの問題に関心のある教授を交えて討論するなど、小生には有意義であったと思います。

当時6～7名の修士課程の学生がおりましたが、大半はインドや香港から来ている人達で当大学の出身者は少ないようです。大学院生には、各自の研究について、科内のSeminarで発表することが義務づけられており、週末でも研究室で頑張っている学生もいます。4年生の試験科目で興味深いものがありました。課題は「700gの鉄の錘一個を動力源として、板や川が設けてある全長5mのコースを完走出来るViecleを作製せよ」と云うものでした。学生達は設計に知恵を絞り、与えられた材料で各自製作し、試験当日は各々自分の「愛車」をそのコースに走らせるのですが、単位が関係しているため皆真剣な面持ちでした。完走するもの、転倒するものなどさまざまで、その度に歓声が沸き上がり、傍観者には楽しいひと時でしたが、ペーパーテストの数多い中で感慨深い思いがありました。

最後にこの紙面を拝借しまして、公私にわたりお世話頂いたCheng教授、Gilpin教授、また渡航に際し貴重な御助言や御激励を賜った多くの方々に心より感謝致します。

## <研究トピックス>

# 凍土の熱伝導率の温度依存性 ( $0^{\circ}\sim -170^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において)

沢 田 正 剛 (北見工大・一般教育)

### 1. ま え が き

一般的に土壌の熱伝導率は含水比、乾燥密度、粒度分布、土粒子構造、鉱物組成など多くの要因の影響を受けることが知られている。(例えば文献(1)、(2)、(3))しかし土壌の凍結-融解の過程で生ずる凍上災害などを解明するためには是非とも必要な、凍土の熱伝導率に関する報告は数少なく、しかもこれらの研究においては熱伝導率に対する温度の影響には殆んど注意が払われていない(文献(4)、(5)、(6)など)。

特に近年の天然ガス地下タンク貯蔵や、地盤凍結工法などに伴って、凍土の熱伝導率が温度の低下とともにどのように変化するかという基礎的なデータが必要となってきている。

本研究は、凍土の熱伝導率の温度依存性を明らかにする目的で行っているもので、現在までに3種類の土について $0\sim -170^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における凍土の熱伝導率を測定したので報告する。

### 2. 測定方法及び試料

本研究で用いた熱伝導率測定法は、一般にサーマル・プローブ法又は線熱源法と呼ばれているもので、非定常絶対測定法である。この方法は試料内の温度勾配を小さくできることと、試料に熱を与える時間が短かいために、試料中の水分移動や物質移動の影響を小さくすることができるという利点があり、最近特に土のような多孔質物質や、流体などの熱伝導率測定に多く使用されるようになっている。

このプローブ法の原理については数多くの詳しい報告があるのでここでは省略する。

熱伝導率測定試料について表-1に示す。試料S1～S6は北見工大・凍土研究室の野外実験場より採取した火山灰土で、篩分けによって粒径を $105\sim 250\mu\text{m}$ に揃えた細砂である。試料S7～S10も北見地方の火山灰土で粒径を $420\sim 840\mu\text{m}$ に揃えた粗砂である。試料S11～S14は北大低温研究所付属・苫小牧凍土観測所より採取した苫小牧シルトであり、粒径は約 $100\mu\text{m}$ 以下で粘十分をかなり含んでいる。これらの土を $110^{\circ}\text{C}$ 恒温槽中で

24時間乾燥したものを含水比が0の試料として用いた。またこの乾燥土に規定の含水比になるように予め用意した蒸留水を加えてよく攪拌する。このように用意した土を内径80 mm φの塩化ビニールパイプに一定体積となるようにつき固めて入れる。このとき乾燥土の重量と、つき固めた試料の体積を一定にすることにより、種々の含水比の試料でも乾燥密度を一定にすることができる。

このようにして得た湿潤土を凍結させて凍土試料とするのであるが、凍土中の水分移動による氷晶分離を起こさないように-40℃以下に急冷してコンクリート状の凍土試料を作って熱伝導率の測定を行った。測定には、表-1にもあるように、3本の寸法の異なるプローブを用いているので、それに応じて試料の寸法(長さ)が変わっている。しかしヒータに与える熱量を予め調節して、プローブの温度上昇は約0.4℃以内となるようにした。また試料の温度としては測定直前のプローブ(試料の中心)の温度を採用している。

### 3. 結果及び考察

熱伝導率の測定結果を図-1、図-2及び図-3に示す。各図中の×印はプローブの試験のために氷の熱伝導率を測定したものである。

氷の熱伝導率については低温まで測定した例が少ないのであるが、現在最も信頼できると思われるDillard等による(7)、(8)実験式の値を破線で示してある。

図-1、図-2及び図-3からわかるように凍土の熱伝導率は、含水比が大きくなるにつれて大きくなっている。また、ある含水比を境にして、温度の低下とともに熱伝導率が増加又は減少することがわかった。このことは凍土を構成している土粒子、空気、水及び氷の各成分の割合と各成分自身の温度依存性によっていると思われる。

土粒子の熱伝導率がこの温度範囲で温度に依らず一定であると考え、空気の熱伝導率は温度とともに減少するので含水比が0の試料(S1、S7、S11)においては空気と同様に温度の低下とともに熱伝導率も減少している。また含水比の大きな試料に対しては、氷の熱伝導率が温度の低下とともに増大するのにつれて変化することがわかる。

図-1の結果を試料の絶対温度と熱伝導率の対数を取って書き直して見ると図-4のように直線関係にあることがわかった。このことからこの温度範囲において、凍土の熱伝導率と絶対温度に対して(1)の関係式が成立することがわかる。

$$K = A \cdot T^B \quad (1)$$

ここでKは凍土の熱伝導率、Tは凍土試料の絶対温度、A及びBは定数である。またこの直線関係は図-2及び図-3の結果についても成り立っている。

また、図-3の結果において約-10℃から0℃にかけて熱伝導率が異常に大きな値を示している。(図-5に温度日盛を拡大して書き直したものを示す。)このような異常は、図-1及び図-2の細砂や粗砂については認められず、図-3のシルトについてのみ現れた現象である。このことは凍土中の不凍水の量が変化することに伴って吸収される潜熱の影響であると考えられる。さらに0℃付近での水と氷の熱伝導率の比が約1:4であり、比熱の比が約2:1であることも原因となるが潜熱の影響に比較すると無視できる程度のものであると筆者は考えている。いずれにしても図-5の結果は単に凍土中の不凍水が熱伝導率に影響を及ぼしていることを示しているだけであり、凍土中の不凍水の分量を決定するには不十分であり、更に進んだ研究が必要である。

#### 4. あとがき

凍土の熱伝導率の温度依存性を明らかにする目的で、細砂、粗砂及びシルトの3種類の土について測定を行った結果、凍土の熱伝導率と絶対温度に関して(1)式が成立することがわかったが、この関係式が粘土についても成り立つかどうか現在も研究を進めている。同時に含水比または乾燥密度などと熱伝導率の関係が凍土の各成分の体積比などから考えられるモデルで表わすことができないか解析を試みている。さらに、粘土試料では、シルトより更に多くの不凍水があると予想されるので凍土中の不凍水分量を決定できるような新たな実験を計画している。

#### 5. 文 献

- 1) Kersten, M.S., Thermal Properties of Soils.; Bull. Univ. Minnesota, Vol. LII, No. 21, '49.
- 2) Smith, W.O., Thermal Conductivities in Moist Soils.; Soil Sci. Soci. Proc., '39.
- 3) Rooyen, M. van, & H.F. Winterkorn, Structural and Textural Influences on Thermal Conductivity of Soils. ; Proc. Highway Res. Bd., Vol. 33, '59.
- 4) Kersten, M.S., Thermal Properties of Frozen Ground. ; Proc. Permafrost Int. Conference, '63.
- 5) Akira Higashi, On the Thermal Conductivity of Soil, with Special Reference to That of Frozen Soil. ; Trans. Amer. Geophysical Union, Vol. 34, No. 5, '53.
- 6) Penner, E., Thermal Conductivity of Frozen Soils. ; Canadian J. Earth Sci., Vol. 7, No. 3, '70.
- 7) Dillard, D.S. & K.D. Timmerhouse, Low Temperature Thermal Conductivity of Solidified H<sub>2</sub>O and D<sub>2</sub>O. ; Pure and Applied Cryogenics, Vol. 4, '66.
- 8) Ratcliffe, E.H., The Thermal Conductivity of Ice New Data on the Temperature Coefficient. ; Phil. Mag., 7, '62.

表 - 1

Table-1 Conditions of Samples

Sample No.	Particle Size	Specific Gravity	Dry Density ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Moisture Ratio	Degree of Saturation	Probe Size	Sample Size	
S1	105 250 $\mu\text{m}$ fine sand	2.42	0.893	0.0	0.0	6mm $\phi$ 220mm	80mm $\phi$ 280mm	
S2				0.270	0.382			
S3				0.370	0.523			
S4				0.943	0.469			0.725
S5				0.956	0.548			0.866
S6				0.990	0.559			0.936
S7	420	2.63	1.27	0.0	0.0	2mm $\phi$ 185mm	80mm $\phi$ 240mm	
S8	840 $\mu\text{m}$			0.092	0.227			
S9	sand			0.139	0.343			
S10				0.245	0.606			
S11	silt	2.61	1.0	0.0	0.0	2mm $\phi$ 100mm	80mm $\phi$ 100mm	
S12				0.256	0.416			
S13				0.467	0.759			
S14				0.590	0.959			

図-1 凍土の熱伝導率と温度の関係(細砂)

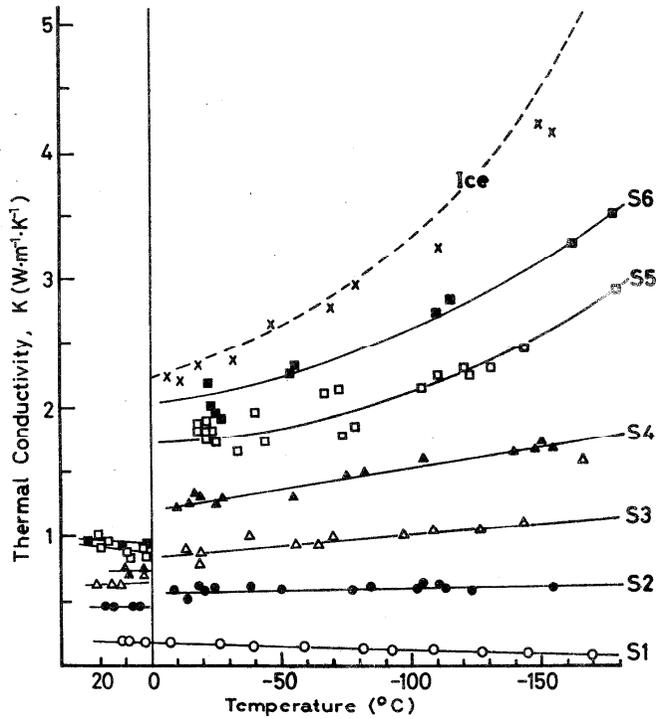


図-2 凍土の熱伝導率と温度の関係（粗砂）

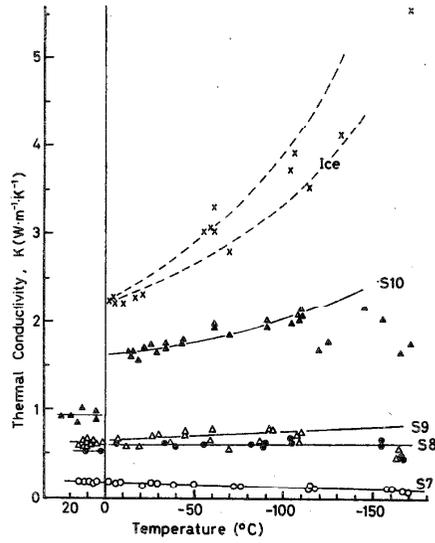


図-3 凍土の熱伝導率と温度の関係（シルト）

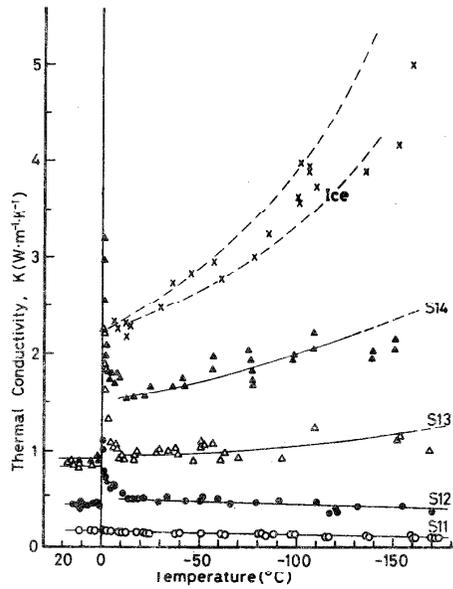


図-4 凍土の熱伝導率と絶対温度の関係(細砂)

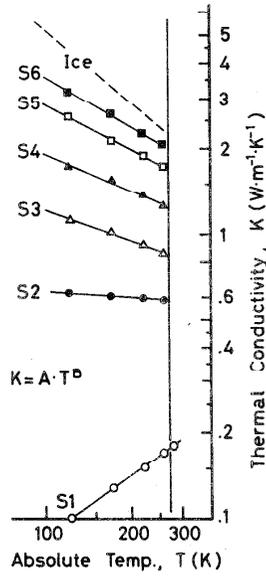
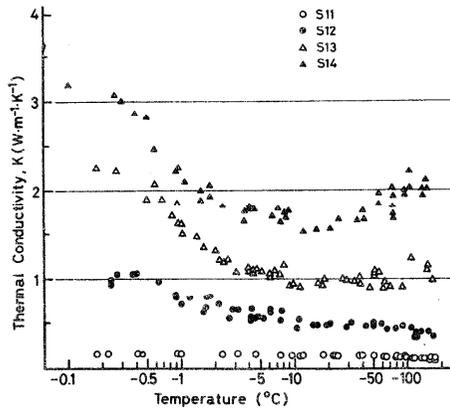


図-5 0℃付近の凍土の熱伝導率と温度(シルト)



<入門講座>

## 熱線風速計による乱れの測定

菱田 幹雄 (名工大)

### 1. まえがき

乱流の測定では目的に応じていろいろな測定法が用いられているが、流れの速度に関連した諸量を比較的精度良く測定できて、信頼性があり、取扱いも割合に簡単である等の点から熱線風速計が広く使用されている。筆者もまた乱流熱伝達の研究で熱線風速計を用いた若干の測定を行ってきたが、ここでは乱れの測定に重点を置いて、経験したことを簡単に述べてみたい。

### 2. 熱線風速計の基礎式

熱線風速計の原理は、電流を流した細線を流体中に置き、流速の変化による発熱量或いは細線温度の変化を調べて速度を求めることである。

電流  $I$  を流した細線を速度  $U$  の流体中に置いたとき細線の熱平衡式は次式で表わされる。ただし細線の軸方向には諸状態は変化しないものとする。

$$\pi r^2 c \rho \frac{dt}{d\tau} + 2\pi r h (t - t_f) - j I^2 R = 0 \quad (1)$$

ここで  $t$ 、 $r$ 、 $c$ 、 $\rho$ 、 $R$  はそれぞれ細線の温度、半径、比熱、密度、単位長さの電気抵抗で、 $t_f$ 、 $h$  は、流体温度、細線周りの熱伝導率（速度  $U$  の関数）、 $\tau$  は時間である。

熱線の動作は、電流  $I$  を一定にして作動させる定電流式と、線温度  $t$  を一定で使用する定温度式があるが、後者の方式が優れていて広く用いられるので、ここでは定温度式について述べる。

熱線の電気抵抗は温度により定まり、次式で表わさせる。

$$R = R_0 \{ 1 + \beta (t - t_0) \} \quad (2)$$

$\beta$  は抵抗の温度係数、 $R_0$  は基準温度  $t_0$  における抵抗である。

熱線温度  $t$  の代りに式(2)による  $R$  を用いると定温度 ( $R$ ; 一定) の熱線の熱平衡式は次式となる。

$$\frac{I^2 R}{R - R_f} = \frac{2\pi r}{j\beta R_0} h \quad (3)$$

$R_f$ は細線温度が流体温度と一致したときの抵抗である。熱線を定抵抗(定温度)に保たせるにはホイートストンブリッジを用いた図1のような方法によって行っている。流速が増大し

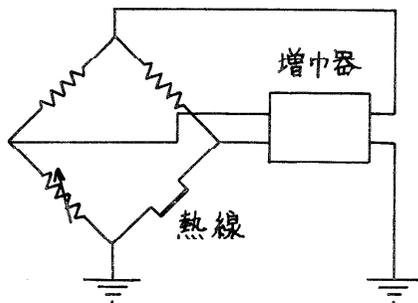


図1 定温度回路

て熱線温度が下ると抵抗が下り、ブリッジに不平衡電圧を生ずる。それを増幅器で増大してフィードバックさせてブリッジ電圧を上げると、電流  $I$  が増大して熱線の発熱量が増加して線温度が上り抵抗が回復する。増幅度や回路定数を適当にとると、 $R$ の変動は無視できる程度に小さくできる。

熱伝達率  $h$  と  $U$  の関係に *kramers* の式、 $Nu = a + b\sqrt{Re}$  を用いると次式を得る。  
 $Nu$  はヌセルト数、 $Re$  はレイノルズ数、 $a$ 、 $b$  は定数である。

$$E^2/R(R - R_f) = A + B\sqrt{U} \quad (4)$$

ただし  $E = RI$  ; 単位長さの電圧、 $A$ 、 $B$  ; 定数。熱線の電圧を測定すれば上式より速度  $U$  を求めることができる。 $U = 0$  のときの電圧の測定値を求めて、これを  $E_0$  とすると

$$(E^2 - E_0^2)/R(R - R_f) = B\sqrt{U} \quad (5)$$

を得る。使用に当っては、まず熱線抵抗(従って熱線温度)を或る値に設定し、既知の流速  $U$  の場で検定して定数  $B$  を決定すればよい。

前式では  $U$  は  $E$  の 4 次式になる。市販の熱線風速計では  $E$  を直線化回路に入れて、式(4)右辺第 2 項を  $B U^n$  として、実験値によりよく一致するように  $n$  を選び、その上で回路出力電圧を  $U$  に比例するようにしたものが多い。その場合は取扱いに都合がよいだけでなく、次に述べる乱れの測定にも都合がよい。

前記の *Kramers* の式は適用可能な範囲があり、筆者らの測定では  $2r = 5 \mu m$ 、 $t = 180$  °C で  $U$  が  $4 \sim 25 m/s$  の間では測定値とよく合致する。この範囲外では、 $Nu$  は  $Re^n$  ( $n \approx 1/2$ ) の 1 次式とすればよい。たとえば *Collis - Williams* の式を用いれば、より広い速

度の範囲で適用できるが、 $n \approx 1/2$ となる為に扱いが非常に面倒になる。従って実用上は Kramers の式による式(4)を用いて真のUとの差を調べて置き(この差は割合小さい)、式(4)による値との差を補正する方法が簡単で良い。

### 3. 1 方向の乱れの測定

1 次元的に変動している速度Uは、速度の時間平均値を $U_m$ 、変動分を $u$ とすると、 $U = U_m + u$ で表わされる。流れに直角に熱線を置くと、速度Uに応じて $E = E_m + e$ の出力電圧が得られる。 $E_m$ はEの時間平均値、 $e$ は変動分である。 $u/U$ とそれに応じた $e/E$ が小さい場合は、速度変動 $u$ に対応する電圧変動 $e$ は

$$e = \frac{\partial E}{\partial U} u \approx \frac{\partial E_m}{\partial U_m} u = s u \quad (6)$$

で与えられる。ここで $s$ は電圧感度である。乱れの強さは電圧の実効値より求められる。

$(\overline{e^2})^{1/2} = s (\overline{u^2})^{1/2}$  ( $\overline{\quad}$ は時間平均を表わす。)直線化回路が設けられている場合は、Uに比例した回路出力電圧  $E^* = CU$  (Uは定数)が得られる。 $C\sqrt{\overline{u^2}} = (E^*$ の変動分の実効値) であり、 $u/U_m$ の大きい場合も簡単に乱れ強さが求められる。

変動電圧の実効値は、熱電対を用いた高周波電圧計で測定することができるが、最近では測定すべき変動電圧の周波数の下限を任意に選ぶことができ、それより遅い変動は測定されない実効値電圧計が市販されている。

### 4. 傾斜熱線

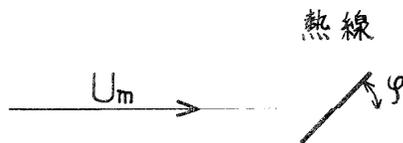


図2 傾斜熱線

いま図2のような、速度 $U_m$ の流れの中で角度 $\phi$ 傾斜した熱線を考える。熱線の冷却に關係するのは、熱線に直角方向の分速度 $U_m \sin \phi$ と、軸方向の分速度の一部 $k U_m \cos \phi$  ( $k < 1$ ) であると考え、熱伝導率は次式の有効速度 $U_0$ で定まる。

$$U_0^2 = (U_m \sin \phi)^2 + (k U_m \cos \phi)^2$$

式(4)より

$$E^2/R(R-R_f) = A + B\sqrt{Ue} \quad (8)$$

変動速度Uの場合は、x、y、z方向の変動成分をu、v、wとしてUmをx方向にとり、熱線をx-y平面に置くと、有効速度は次式となる。

$$Ue = \left[ \{ (Um+u) \sin \varphi - v \cos \varphi \}^2 + k^2 \{ (Um+u) \cos \varphi + v \sin \varphi \}^2 + w^2 \right]^{1/2}$$

$u^2$ 、 $v^2$ 、 $w^2$ が $Um^2$ に比して十分に小さい場合は、上式右边を展開して次の近似式を得る。

$$\begin{aligned} Ue &\doteq Um \sin \varphi (1 + k^2 \cot^2 \varphi) + \sin \varphi (1 + k^2 \cot^2 \varphi) u \\ &\quad - \cos \varphi (1 - k^2) v \\ &= Um \sin \varphi (1 + k^2 \cot^2 \varphi) + u_e \end{aligned} \quad (9)$$

$u_e$ は乱れ成分u、vによる有効速度の変化である。

$$u_e = \sin \varphi (1 + k^2 \cot^2 \varphi) u - \cos \varphi (1 - k^2) v \quad (10)$$

$e_e/Em$ 、 $u/Um$ 、 $v/Um$ 等が小さい場合には、電圧変動 $e$ は

$$\begin{aligned} e &= (dE/dUe) u_e \\ &= \frac{\partial E}{\partial Um} u - \frac{1 - k^2}{1 + k^2 \cot^2 \varphi} \cot \varphi \frac{\partial E}{\partial Um} v \\ &= s_1 u - s_2 v \end{aligned} \quad (11)$$

となる。 $s_1$ 、 $s_2$ はu、vに対応する電圧感度である。式(9)~(11)のkは0.2近傍の値であるが、余り詳しくは知られていない。k<sup>2</sup>の値は約0.04であるから、諸式中のk<sup>2</sup>の項を普通は省略している。その場合は、 $\varphi = \pi/4$ では $s_1 = s_2$ となる。

乱れの少ない流れでは $Ue \doteq Um \sin \varphi$ となり、 $Um = 0$ で $E = E_0$ とすると、式(7)より

$$S_1 = 2E/2Um = (E^2 - E_0^2)/4EUm \quad (12)$$

となる。一方Umを一定にして傾斜熱線を $\delta\varphi$ 回転させて $\delta E$ の電圧変化を得たとする。 $\delta\varphi = -v/Um$ であるから

$$\begin{aligned} \delta E &= (\partial E/\partial \varphi) \delta \varphi = -(\partial E/\partial \varphi) v/Um \quad \text{より} \\ S_2 &= -(\partial E/\partial \varphi)/Um \end{aligned} \quad (13)$$

を得る。式(12)、(13)を用いて $S_1$ と $S_2$ の実験値を求めることができる。

##### 5. X型熱線による2方向乱れの測定

図3のように同一寸法の2本の熱線I、IIを傾斜角 $\varphi_1$ 、 $\varphi_2$ で設置し、出力電圧を $e_1$ 、 $e_2$ とする。 $\varphi_2 = \pi - \varphi_1$ とすると、 $\cos \varphi_2 = -\cos \varphi_1$ であるから、式(11)より

$$e_1 = s_1 u - s_2 v \quad (14a)$$

$$e_2 = s_1 u + s_2 v \quad (14b)$$

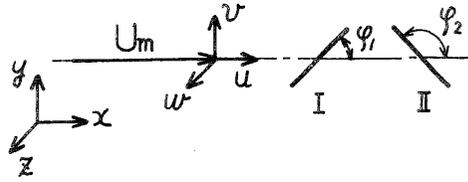


図3 X型熱線

となり、この2式より

$$e_1 + e_2 = 2 s_1 u \quad e_2 - e_1 = 2 s_2 v \quad (15)$$

$$e_2^2 - e_1^2 = 4 s_1 s_2 u v \quad (16)$$

の関係をj得る。(15)、(16)の諸式より、x、y方向の乱れ強さおよび相関 $\overline{uv}$ を求めることができる。これがX型熱線の原理である。

式(9)~(11)の結果にはz方向の速度変動wが含まれていない。これは式(9)を導く過程で $(w/U_m)^2 \ll 2 \sin^2 \varphi \cdot u/U_m$ として省略した為であり、 $w/U_m$ が小さくない場合は、uの測定値は真の値より $(w/U_e) (w/2 \sin^2 \varphi)$ だけ増加する。vの測定値はwにより影響されない。

X型熱線では普通は傾斜角 $\varphi_1$ を $45^\circ$ で使用する。熱線の長さは測定条件によって異なるが殆どの場合 $1\text{mm}$ 以下である為、正確に $\varphi_2 = \pi - \varphi_1$ と設定して対称形のX型にすることは非常に困難である。 $\varphi_1 = 45^\circ$ の場合、図3で熱線IIの傾斜角 $\varphi_2$ が $1^\circ$ 増加すると、式(14b)で電圧感度 $s_1$ は $1.7\%$ 減少して $s_2$ は $2.6\%$ 増加する。また熱線の全電圧およびその電圧感度は熱線の長さに比例するから、2本の熱線の長さが異なると式(15)から熱線長さの誤差の2倍の誤差が測定結果に現われる。以上のことから、2本の熱線の $s_1$ と $s_2$ が等しいX型熱線を製作するのは無理と言ってもよい程困難である。この問題は次のようにすれば実際上はほぼ解決できる。即ち寸法形状をできるだけ正確に作ったX型熱線を、なるべく乱れの小さい流れの中に設置して、流速 $U_m$ を変化させる。両熱線の感度 $s_1$ が異なっていると $v=0$ でも $e_2 - e_1 = 0$ にならない。そこで片方の熱線抵抗を増減して電圧感度を変化させ、 $U_m$ が変化しても $e_2 - e_1$ が変らぬようにすれば、両熱線の $s_1$ が等しくなる。この調整の後でX型熱線全体を微小角度 $\delta\varphi$ 回転させても $e_2 + e_1$ が変化しないようにすれば両熱線の $s_2$ が等しくなる。

6. 垂直・傾斜熱線による方法

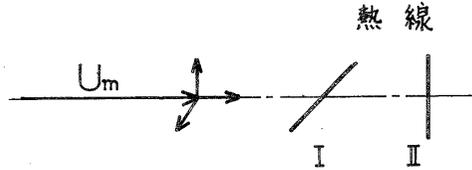


図 4 垂直・傾斜熱線

いま2本の熱線を図4に示したように、熱線Ⅰは傾斜角 $\phi$ で設置し、熱線Ⅱは $U_m$ 方向に垂直に置いた場合を考えている。熱線Ⅱの電圧感度を $s_3$ とすると出力電圧は次式となる。

$$e_1 = s_1 u - s_2 v \quad (17a)$$

$$e_2 = s_3 u \quad (17b)$$

$u$ は式(17b)より、 $v$ は式(17)より得た次式より求められる。

$$(s_1/s_3) e_2 - e_1 = e_v = s_2 v \quad (18)$$

式(18)の演算回路の例を図5に示した。回路定数の設定は $s_1/s_3$ の計算によらず、平均速度

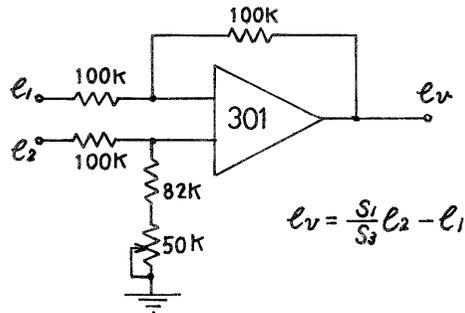


図 5 演算回路

$U_m$ を変化させて出力 $e_v$ が変化しないように、図5の可変抵抗を調整すればよい。

X型熱線では、前節で述べた方法で大体は克服できるものの、2本の熱線をできるだけ同一寸法に製作するという難しい条件がある。本節の方法では傾斜熱線の傾斜角も自由に選んでよく、垂直熱線も、図4で紙面に直角の方向に設置してもよい。両者の配置は、熱線のホルダも

含めて、互いに他の熱線に流れの干渉が起こらぬように選ばばよく、調整も簡単である。筆者はいろいろな見地から、この組合せ熱線による方法を用いられることを推奨したい。

## 7. プローブ

- a) 構造 熱線の寸法、ホルダの形、大きさおよび配置は流れの様子と測定の目的に応じて定めなければならない。プローブ先端は図6のような形が最も一般的である。

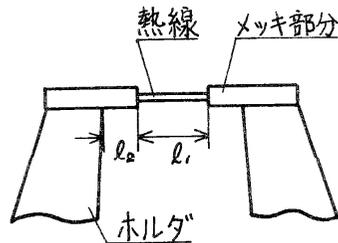


図6 プローブ

- b) 熱線 熱線の直径は小さい程応答速度が早い、大きな速度では機械的強度が不足するおそれがある。熱線の材質はタングステンと白金が一般的であるが、タングステン線の方が機械的強度が強い。現在は直径  $5\mu\text{m}$  のタングステン線がよく用いられる。タングステン線は両端を銅メッキして、ホルダ先端にハンダ付(或いは溶接)する。

熱線の長さ(図6の  $l_1$ ) は乱れの最小渦よりも小さくなければならない。一方、長さが短くなると電圧感度が低下する上に、直径の大きなメッキ部分が熱線の両端で起こす流れの攪乱の影響が大きくなる。たとえばメッキ部分の直径が  $30\mu\text{m}$  位の場合では  $l_1$  が  $0.5\text{mm}$  程度より短くなると、流れの乱れ以外の乱れが測定結果に現れてくる。メッキ部分の長さ(図6の  $l_2$ ) が短かいと、ホルダ先端で生ずる乱れが熱線に影響を与える。先の尖った細いホルダの場合でも、 $l_2$  は  $0.5\text{mm}$  より大きく取りたい。先端が余り尖っていない場合は  $l_2$  の大きさに注意を要する。

熱線は使用中に空気中のごみが付着して特性が変化する。乱れの測定では特にこの影響が大きいので注意を要する。

垂直・傾斜熱線の組合せやX型熱線を使用する場合は、熱線やその両端のメッキ部分およびホルダ先端などにより、他の熱線への流れの干渉が起こらないように、各部分の形状と寸法に1分な配慮を要する。また2本の熱線が占める空間の大きさは乱れの最小渦の範囲に留

めなければならない。

- c) 熱線の振動　ホルダ全体による流れへの影響をできるだけ少なくする為に、ホルダは特に先端付近でできる限り細くしたい。しかしホルダを細くすると剛性が失われて、流れの中で振動を起し、それが熱線に伝わる。熱線の振動はまたメッキ部分を含めた熱線の全長が長いこと起り易い。振動防止の為にホルダに熱線を取付ける際には軽い引張力が熱線に加わるようにする。熱線の振動は乱れの測定には致命的な欠陥となる。熱線の振動の有無を調べるのは、熱線部分を拡大して直視するだけでは不十分である。拡大鏡による直視では振動が確認できず、熱線出力のエネルギースペクトルを調べて、ホルダに起因する高調波の振動が検出されるのを筆者はしばしば経験している。熱線が振動すると、その周波数で乱れのエネルギーが高くなる。
- d) 流体温度の影響　流体温度の変化は熱線出力に大きな影響を与え、速度の測定に大きな誤差を生ずる。温度が変動する流れの測定については、通常の熱線風速計は使えない。この場合については、たとえば文献(1)を参照にされたい。

## 8. あとがき

Xプローブによる乱れの測定はそれ程難しいものではないが、簡単に適確な使用ができる垂直・傾斜熱線の使用を筆者はすすめたい。測定に当たっての問題はプローブである。本来の流れだけが正しく熱線への入力となるためには、その形状、寸法、配置等に細心の注意と、流れの洞察および若干の経験を要する。本文がいささかでもお役に立てば幸いである。熱線の一般的な記述は、例えば文献(2)、(3)等を参照されたい。

## 文　献

- (1) 菱田　ら　日本機械学会論文集  
43巻　365号(昭和52年)　P. 225
- (2) Hinze, J.O., Turbulence. 2nd ed. McGraw-Hill
- (3) 谷、小橋、佐藤　流体力学実験法　岩波書店

## 地方グループ活動報告

### (1) 北海道グループ

日 時 昭和54年10月27日(土) 13:30~16:30

場 所 北見工業大学講義室(351教室)

講 演

- 1) 流動層内におかれた加熱円管よりの局所熱伝達  
関 信弘 福迫尚一郎 (北大工)  
\* 烏越 邦和 田中順一郎 (北人工・院)
- 2) 凍土の熱伝導率の温度依存性(0~-170℃の温度範囲において)  
沢田 正剛 (北見工大・一般教育)
- 3) 過給ボイラでの燃焼と熱伝達  
\* 媚山 改良 水野 忠治 (室工大)
- 4) 二重サーモサイフンの熱伝達  
関 信弘 福迫尚一郎 (北大工)  
山口 勝之 宇佐見 優 (北大工・院)
- 5) ヒートポンプによる排熱利用システムの解析  
\* 園田 隆 谷口 博 (北大工)

講演1) 流動層内に加熱円管を置き、気相の流速を変化させて円管周りの局所熱伝達率を測定した。流動層内の円管の局所熱伝達率は、単相流中における円管の局所熱伝達率に比較し低速域では同様の傾向を示すが、流速が増加するにつれて後流域の熱伝達率は著しく改善される。

講演2) 本誌研究トピックス欄にて内容紹介。

講演3) 過給ボイラの動作原理、過給の度合を増す方法および過給ボイラ実験における操作量と測定量の関係について、小型実験装置およびそれによる成果を中心にして概説した。過給ボイラは小型軽量化され、かつ燃焼効率が著しく改善され、移動式動力源としての利用が考えられる。

講演4) 通常の単管熱サイホンではリザーバからサイホンに流入する冷たい流体と流出する加熱された流体が混合するため、一般にはレイリー数を大きくしても、サイホンのヌッセルト数は

あまり大きくならない。本研究ではこの点を改善するため、同芯円状の補助管を挿入して二重管構造として、ヌッセルト数の改善を試みている。補助管の入口部形状と寸法を適当にすればヌッセルト数は3～10倍大きくなることが示された。北海道地区の雪積路面の融雪などへの利用が考えられている。

講演5) 排熱を熱ポンプによって吸み上げ、再利用するシステムの性能評価である。省エネルギーの観点から実用化されることが望ましいが、そのためには熱力学的な面からの性能評価ばかりでなく、経済性の面からの評価が望まれる。

(北海道地方連絡幹事 熊田俊明)

## (2) 東北グループ

日 時 昭和54年11月14日(水) 14:00～17:20

場 所 東北大学工学部機械系講義室

購 演

### 1) 移動境界問題研究の近年の進展

齊 藤 武 雄 (東北大工)

### 2) 高性能伝熱面の研究現状

桑 原 平 吉 (日立製作所機械研究所)

特別講演

私の行った伝熱研究

東北学院大学工学部教授 坪 内 為 雄 氏

昨年秋の研究会に続いて、今回も専門分野の研究をやや広い視野からわかり易くお話ししていただくという趣旨で、上記の2題の講演をお二人の先生にお願いした。特別講演は老いてなお活躍の坪内先生に久びさにご登場願った。

講演内容は以下のようなものであった。

講演1) 凍結、融解、蒸発、凝縮など自然界のさまざまな現象に見られる、いわゆる移動境界問題について、C. G. Neumann または J. Stefan に始まるとされる歴史的な背景から、近年の研究課題の1つとされている解法手段として諸数値解法の検討までを概説された。さらに将来の展望として、解法としては有限要素法の適用、また実用面ではカプセルによる太陽熱蓄

熱蓄熱などユニークな応用が期待されるとしている。

講演2) 沸騰伝熱面の熱伝達率を増すため、伝熱面の表皮下に特殊な微小構造を取り入れたサーモエクセル管について、その開発過程と一連の実験および理論から解明された諸性能を概括された。特に微小構造としての表皮下のトンネル内の薄液膜の蒸発は伝熱面の性能向上に大きな役割を果たしているということがつき止められた。そのほか伝熱性能促進を目的とする場合のみぞ付管のミスト冷却用伝熱管への応用についても触れられた。

特別講演 昭和の初期から現在に至る約半世紀にまたがる坪内先生ご自身の研究を回顧された。入学を卒業されて当時としては新しい学問分野であった伝熱学の研究に取り組み始めた動機は、1つはすぐ隣の部屋に抜山先生がおられてその方面のすぐれた研究をされていたこと、他の1つは丁度その頃、内燃機関の燃焼ガス温度を白金抵抗温度計で測定できないかと思案中であったが、精密にそれを行うには細線の熱伝達を詳しく調べる必要があったこと、と話された。以後永年にわたる伝熱の研究が続けられたが、それにつきものの幾つかの失敗例を織り交ぜて豊富な経験談を語られた。

(東北地方連絡幹事 増田英俊)

### (3) 九州グループ

日 時 昭和54年9月21日 14:00~17:30

場 所 九州大学生産科学研究所講義室

研究発表:

1) ふく射輸送における二流束モデルの反転問題への適用

\*上宇都幸一 木下 泉 長谷川 修 (九大丁)

2) 高効率燃焼炉の試作及び加熱実験

越後 亮三 \*久留須 守 安部 康典 (九大丁)

特別講演:

回転乾燥機内及び流動層内における空気 - 粒子間の伝熱について

九州大学工学部化学機械工学科教授 篠原 久 氏

九大(45名)、企業(3名)、岡大、九産大、山口大、九工大、熊大(各1名)から合計53名の参加があり、予定時間をはるかに超過するほど活発な討論がなされた。

研究発表1) では、半球ふく射透過率分布( $T_P$ )及び指向ふく射透過率分布( $T_D(\theta)$ )の差分解

に二流速モデルを適合させることにより求めたふく射物性値を、電磁光学的に求められる真の値と比較した結果が示され、反転して得られる吸収係数はアルベドが小さくなるにつれて真の値より小さくなる傾向にあり、後方散乱係数は非常に過大な値が得られること、並びに  $T_D(\theta)$  と  $T_F$  に対する反転結果を比較すると一般に  $T_D(\theta)$  (特に  $T_D(40^\circ)$ ) の方が真の値に近くなることが説明された。また二流速モデルに現われる未定パラメータが反転に及ぼす効果の検討結果も述べられた。

研究発表2) では、炉内燃焼ガスのもつ顕熱をふく射エネルギーに変換し、有効な被加熱物体の加熱を行うため、炉内に通気性固体を配置した試験炉についての実験結果が示された。加熱実験によれば昇温過程での燃費は通気性固体のない場合に比べ40～50%、高温連続運転中もほぼ同程度節減可能であり、排ガスの温度及び流量も半減し、排熱損失は約1/4になるという注目すべき説明がなされた。

特別講演は 熱及び物質伝達の分野で幅広い研究をされている篠原教授にお願ひし、表記題名のごとく伝熱関係に絞った講演をいただいた。殊に回転乾燥機についてはここ二十年來の同教授の研究成果が整然と示され、研究苦心談、発想法を織りまぜて語られる内容に参加者一同深い感銘を受けた。

引続き行われた懇親会は21名の参加者があり、和気あいあいの雰囲気の中に午後7時すぎ散会した。

(九州地方連絡幹事 宮武 修)

## お 知 ら せ

### (1) 昭和54年度分会費の納入について

本誌の前々号 ( Vol. 18, №70 ) に日本伝熱研究会の昭和54年度会費納入のための振替用紙を同封しました。未納の方は早急にお納め下さるようお願いいたします。

銀行振込みの方が便利な方は、富士銀行青山支店 ( 普通口座 : 211-466472 名義人 : 日本伝熱研究会 ) を御利用下さい。

また現金書留で御送金下さっても結構です。

なお、会費は

維持会員	:	一口につき	30,000円
個人会員	:	〃	5,000円
学生会員	:	〃	3,500円

となっております。ここで学生会員とは、高専、大学学部、大学院修士および博士課程に在学する学生をいい、指導教官による在学中である旨の証明を必要とします。

### (2) 第17回日本伝熱シンポジウム講演募集

- 開 催 日 昭和55年5月28日 (水) ~ 30日 (金)
- 会 場 ホリデイ・イン金沢 (金沢市堀川町34番地)
- 講演申込締切 昭和55年1月31日 (木)
- 原稿締切 昭和55年3月10日 (月)
- 講演申込先 〒920 金沢市小立野2-40-20 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

ただし、日本機械学会会員は下記宛に申込んで下さい。

〒151 東京都渋谷区代々木2-4-9

三信北星ビル内 日本機械学会企画室

#### ○ 講演申込方法

1. はかき大の用紙に「第17回伝熱シンポジウム研究発表申込み」と標記し(1)題目 (2)氏名、勤務先、所属学会ならびに会員資格 (連名の場合は講演者に\*印) (3)概要 (100字程度) (4)セッション振分けのため、下記に示す分野1個と若干のキーワードを入れて下さい。

(分野: 強制対流、自然対流、沸騰、二相流、流動層、凝縮、蒸発、放射、燃焼、熱伝

導、熱交換器、熱物性、その他)

(5)連絡先を記入し、整理費1,000円をそえて現金書留にて申込み下さい。(6)伝熱研究第72号最終ページに添付されている申込用紙をなるべく御利用下さい。

2. 講演は1名1題に限り、講演時間は15分の予定。(沸騰セッションの場合は下記参照)
3. 講演の採否は、準備委員会にご一任願います。
4. 前刷原稿：前刷集はオフセット印刷、原稿執筆枚数は、1,927字詰原稿用紙3枚以内、原稿用紙は準備委員会より講演申込者(講演者)宛送付します。
5. 本シンポジウムでは、沸騰のセッションの発表形式をポスタ形式(発表者は数人が一室で、それぞれ5分間講演発表し、その後、発表要旨を数枚のポスタで約1時間展示し、その間、一般出席者の討論および発表者相互の自由討論を行う)とします。プログラムについては、準備委員会にご一任願います。ポスタ形式の詳細は、後日、各講演者宛ご案内いたします。

(3) 第14回夏期伝熱セミナー開催予告

準備委員長 浦川和馬 (徳大)

会 期 : 昭和55年8月16日(土)~18日(月)

会 場 : 徳島県鳴門市瀬戸町堂浦字阿波井72番 鳴門ハイツ

(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。鳴門海峡の渦潮、8月12日~15日の4日間徳島市で行なわれる阿波おどりは、徳島の夏をいろどる風物詩です)

会 費 : 会 員 21,000円 学 生 18,000円

非会員 25,000円

定 員 : 80~100名

日 程

第14回 伝熱セミナー日程

時刻	1	2	3
	8月16日(土)	8月17日(日)	8月18日(月)
8.00		鳴門観潮	伝熱研究の展望
10.00		エネルギーシステム	
12.00	受付	昼食	解散
14.00	伝熱学における測定法	伝熱トピックス	
16.00		休憩	
18.00	休憩	夕食	
20.00	懇親会	自由討論会	

8月15日には阿波おどり見物、8月15日、8月16日(午前中)には親善テニスが出来ます。このため8月15日の徳島市における宿舎の予約は伝熱セミナーとは別個に55年3月までの間(おそくなると予約がむつかしくなるからです)随時受け付けます。宿舎の料金は、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。なお伝熱セミナーのプログラム等の詳細および参加申込方法は、次号でお知らせします。

連絡先 〒770 徳島市南常三島町二丁目1番地  
 徳島大学工学部機械工学科 浦川和馬  
 TEL (0886) 23-2311 内線555(浦川), 556(志摩), 557(清田)

(4) 第18回日本伝熱シンポジウム開催地について

第18回日本伝熱シンポジウム(昭和56年度)は、仙台で開催されることが、幹事会で決定されました。

なお、準備委員長は武山斌郎東北大学教授が任に当られることになっています。

(5) 「日本伝熱シンポジウム論文集」および「伝熱研究」のバックナンバーの領布について

日本伝熱研究会の事務局の移転にともない、上記文献のバックナンバーの処分をすることになりました。去る10月6日の幹事会での決定に従い、会員の方に限り、最近5か年分（昭和50年度分から）の「シンポジウム論文集」を実費（個人会員年会費＋郵送料）で、それ以前のもは郵送料のみでお分けいたします。また「伝熱研究」については、昭和49年度以前のもを郵送料のみでお分けします。御希望の方は昭和55年3月末日までに、文書または電話にて日本伝熱研究会事務局宛にお申込み下さい。なお、申込みが多い場合には利用範囲の広さ（大学の図書室などに保存するものを優先）や、会員の方の在会期間などを配慮して事務局の方で領布先を決めさせていただきたいと思しますので御承知おき下さい。

なお、昭和50年度以降発行の「伝熱研究」の領布価格は、会員の場合1冊につき当該年度の個人会員会費の1/10、非会員の場合はその倍額（いずれも送料込）とすることになりました。

○ 伝熱シンポジウム論文集残部（1979. 12 現在）

回	開催地	残部	回	開催地	残部
1	京 都	0	10	仙 台	30
2	東 京	0	11	名 古 屋	85
3	仙 台	35	12	福 岡	100
4	名 古 屋	0	13	神 戸	45
5	福 岡	0	14	東 京	125
6	札 幌	0	15	札 幌	50
7	東 京	20	16	広 島	35
8	大 阪	45			
9	広 島	70			

○ 「伝熱研究」残部

在庫なし

№ 3, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 44, 53

在庫僅少（10冊以下）

№ 17, 29, 33, 52, 55, 58

# DECHEMA- PRESSEDIENST



No. 35

Datum October 1979

7th International Heat Transfer Conference,  
München, Federal Republic of Germany, 6 - 10 September 1982

The Assembly for International Heat Transfer Conferences ~~has~~ decided to hold the next International Heat Transfer Conference in München, Federal Republic of Germany from 6 - 10 September 1982.

The Conference is being organized under the responsibility of DECHEMA Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen, Frankfurt (Main), in association with the GVC, Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemie-Ingenieur-Wesen im Verein Deutscher Ingenieure.

The Conference will cover both fundamentals and applied topics in heat transfer. It is established as an event where the world's foremost experts in the heat transfer field meet to exchange the latest knowledge in their field.

The Call for Papers will be distributed at the end of 1980.

Interested persons may apply already now to DECHEMA Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen, P.O.B. 97 01 46, D-6000 Frankfurt 97.

They will receive more detailed information in due course.

CALL FOR PAPERS

BASIC MECHANISMS IN TWO-PHASE FLOW AND HEAT TRANSFER

1980 Winter Annual Meeting  
Chicago  
Fluids Engineering Division  
Heat Transfer Division

A Symposium on the Basic Mechanisms of Two-Phase Flow and Heat Transfer will be held at the 1980 Winter Annual Meeting in Chicago.\* This Symposium is being co-sponsored by the Polyphase Flow Committee and the Nucleonics Heat Transfer Committee of the ASME. The objective of this symposium is to provide a forum for discussing recent work that forms a bridge between basic principles and physical reality.

SCOPE

Contributions describing either analytical or experimental work are sought. Appropriate topics should focus on mechanisms of interfacial exchange of mass, momentum or energy in non-equilibrium, liquid-vapor flows, including:

- direct contact condensation on subcooled liquid
- interfacial drag
- phase separation and distribution
- non-equilibrium mixing
- two-phase flow regime transitions
- boiling, dryout, and rewetting
- wave propagation in two-phase systems
- entrainment mechanisms
- the role of turbulence in phase distribution
- flashing and critical flow

Interested authors are requested to submit three (3) copies of an abstract of approximately 500 words. Deadline for abstracts is March 15, 1980. Authors will be notified of abstract acceptance by April 1, 1980. Authors of accepted abstracts must submit three (3) copies of full manuscript for review by May 15, 1980. Authors will be notified of comments and/or manuscript acceptance by June 25, 1980. Final manuscript are due by July 20, 1980.

Abstracts and manuscripts may be sent to:

Dr. Paul Rothe  
Creare Incorporated  
Hanover, New Hampshire 03755

Professor Richard Lahey  
Department of Nuclear Engineering  
Rensselaer Polytechnic Institute  
Troy, New York 12181

\*November 16-21, 1980.

## 日本伝熱研究会への入会手続きについて

(1) 個人会員および学生会員

葉書または、下記の当該申込み用紙に所要事項御記入の上、事務局宛御送付下さい。同時に郵便振替等にて当該年度分の会費（個人会費は5,000円/年、学生会員は3,500円/年）をお支払い下さい。

会員には「伝熱研究」及び「日本伝熱シンポジウム講演論文集」等をお送りしています。

申込書送付先：〒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

郵便振替口座：東京6-14749

銀行振替口座：富士銀行青山支店・普通預金

(店番号211) - (口座番号466472)

日本伝熱研究会

日本伝熱研究会個人会員申込書			
(昭和 年 月 日)			
ふりがな 氏名	年 月 日生	学 位 称	号
勤務先・部・課	(電 話 )		
同上所在地			
通 信 先	〒 (電 話 )		
現 住 所	(電 話 )		
最終出身校 及卒業年月日			
備 考			

日本伝熱研究会学生会員申込書			
(昭和 年 月 日)			
ふりがな 氏 名		生年月日	年 月 日
学 校 名		学 年	
同上所在地			
通 信 先	〒		(電 話 )
現 住 所			(電 話 )
在学証明 上記の学生が確かに在学していることを証明します。 <div style="text-align: center;">指導教官名 <span style="float: right;">㊟</span></div>			

(2) 維持会員

葉書または、下記の用紙に所要事項御記入の上、事務局宛御送付下さい。同時に郵便振替等にて当該年度分の会費(1口30,000円/年)をお支払い下さい。申込は何口でも結構です。会員には「伝熱研究」及び「日本伝熱シンポジウム講演論文集」等を申込1口につき1部ずつお送りしています。

日本伝熱研究会維持会員申込書			
(昭和 年 月 日)			
ふりがな 会 社 名			
部 課			(電 話 )
同上所在地			
連絡代表者			(電 話 )
会誌送付先	〒		(電 話 )
備 考		申込口数	口

第17回日本伝熱シンポジウム講演発表申込書

第17回日本伝熱シンポジウムに講演発表を申込まれる方は、添付の用紙を御利用下さい。著者への返送用は原稿提出時の講演題目の確認のためのものです。住所・氏名は、原稿用紙を送付する際に、宛先としてそのまま使用いたしますので楷書体で御記入下さい。

第17回日本伝熱シンポジウム発表申込み		
<b>題目：</b> (講演者に*印) 氏名                      勤務先                      所属学協会と資格		
<b>概要：</b>		
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----		
分野：	キーワード：	
連絡先：〒	TEL(    ) -	
受付欄：		

(著者への返送用)

<b>題目：</b>
〒住所・氏名

伝熱研究

Vol. 19 No. 72

1980年1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)