ISSN 0910-7851

伝熱研究

1991
January
Vol.30
No.116

Journal of Heat Transfer Society of Japan

〈特集：第9回国際伝熱会議〉
国際伝熱会議よもやま話……………………………甲藤　好郎
第9回国際伝熱会議と論文審査について……小竹　進
各分野のレビュー・報告
飯田　嘉宏　　石黒　亮二　　荻野　文丸　　上宇都幸一
河原　全作　　高城　敏美　　棚沢　一郎　　戸田　三朗
日向　滋　　布施木　徹　　本田　博司　　松尾　篤二
水上　紘一　　柳原・ジュランディール・一蔵

〈研究トピックス〉
エネルギー変換と光量子工学……………………………………板谷　義紀、架谷　昌信
航空機によるマイクログラビティー下での伝熱実験……大串　哲朗、村上　政明
高田　孝、矢尾　彰

〈故大谷茂盛先生を偲んで〉
大谷茂盛先生の御急逝を悼む……………………………………平田　賢
大谷茂盛先生を偲んで…………………………………………藤掛　賢司
大谷先生を偲ぶ……………………………………………………飯田　嘉宏
大谷茂盛先生を偲んで…………………………………………架谷　昌信
大谷先生を偲んで………………………………………………三浦　隆利

〈特別寄稿〉
Observations from a JSPS Fellowship Visit to Japan
…………………………Thomas F. Irvine, Jr.

〈国際会議報告〉
NATO ASIに参加して………………………………………土方　邦夫
旧東独で開催された二つの国際会議に出席して………花岡　裕
ASME Winter Annual Meetingに参加して……………黒崎　晏夫

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

日本伝熱研究会第29期（平成２年度）役員

会長		石黒亮二（北大）
副会長	（無任所）	鈴木健二郎（京大）
	（事務担当）	黒崎晏夫（東工大）
地方連絡幹事	北海道	花岡裕（室工大）
	東北	三浦隆利（東北大）
	関東	森康彦（慶大）
	東海	藤田秀臣（名大）
	北陸信越	竹越栄俊（富大）
	関西	芹澤昭示（京大）
	中国四国	菊地義弘（広大）
	九州	深野徹（九大）

幹事（23名）	岸波紘機（室工大）	早坂洋史（北大）
	相場眞也（秋田高専）	島田了八（石巻専修大）
	石黒博（筑波大）	中島忠克（日立）
	西尾茂文（東大）	西脇信彦（東農工大）
	吉澤善男（東工大）	中山顕（静大）
	長野靖尚（名工大）	木村照夫（福井大）
	平田哲夫（信大）	萩原良道（京大）
	浜口八郎（神戸大）	平井秀一郎（阪大）
	平田雄志（阪大）	坂本雄二郎（神鋼）
	栗間諄二（山口大）	森岡斎（徳大）
	神坂光男（三菱重工）	佐田富道雄（熊大）
	清水昭比古（九大）	
監査（２名）	稲井信彦（東芝）	河村洋（理科大）

「伝熱研究」編集委員長	太田照和（東北大）
第28回日本伝熱シンポジウム準備委員長	伊藤猛宏（九大）

Vol.30 1991
No.116 January

伝　熱　研　究

目　　次

〈特集：第9回国際伝熱会議〉

国際伝熱会議よもやま話 …………………………………………… 甲藤好郎(日　大)… 1
第9回国際会議と論文審査について …………………………… 小竹　進(東　大)… 11
第9回国際伝熱会議における液体金属熱伝達に関する
　パネル討論会について …………………………………………… 石黒亮二(北　大)… 16
伝熱促進（先端エネルギー工学を含む）………………………… 棚沢一郎(東　大)… 19
強制対流単相伝熱(乱流、層流)、乱流輸送現象 ………………… 荻野文丸(京　大)… 25
自然対流伝熱（共存対流も含む）………………………………… 戸田三朗(東北大)… 30
沸騰熱伝達（CHF、ポストCHFも含む）………………………… 水上紘一(愛媛大)… 34
凝縮熱伝達 …………………………………………………………… 本田博司(九　大)… 39
第9回国際伝熱会議における二相流の研究動向 ………………… 日向　滋(信州大)… 43
ふく射伝熱 …………………………………………………………… 上宇都幸一(大分大)…46
燃焼・CO_2・環境 ……………………………………………………… 高城敏美(阪　大)… 48
熱流体の数値シミュレーション ………………………………… 布施木徹(計算流体研)…49
エルサレム大会での研究発表の様子とその反省の記 ………… 飯田嘉宏(横国大)… 51
第9回国際伝熱会議に参加して ………………………………… 河原全作(京　大)… 52
第9回国際伝熱会議に参加して ………………………………… 松尾篤二(三菱重工)… 54
第9回国際伝熱会議に参加して …………………………………
　…………………………………………… 柳原・ジュランディール・一蔵(横国大)… 56

〈研究トピックス〉

エネルギー変換と光量子工学 ……………………… 板谷義紀、架谷昌信(名　大)… 57
航空機によるマイクログラビティー下での伝熱実験
　……………………………… 大串哲朗、村上政明、高田　考、矢尾　彰(三菱電機)… 66

〈故大谷茂盛先生を偲んで〉
大谷茂盛先生の御急逝を悼む ………………………………… 平田 賢(東 大)… 74
大谷茂盛先生を偲んで ………………………………………… 藤掛賢司(豊田中研)… 75
大谷先生を偲ぶ ………………………………………………… 飯田嘉宏(横 国 大)… 77
大谷茂盛先生を偲んで ………………………………………… 架谷昌信(名 大)… 78
大谷先生を偲んで ……………………………………………… 三浦隆利(東 北 大)… 80

〈特別寄稿〉
Observations from a JSPS Fellowship Visit to Japan
…… Thomas F. Irvine, Jr. (State Univ. of New York)……………………… 82

〈国際会議報告〉
NATO ASIに参加して ………………………………………… 土方邦夫(東 工 大)… 89
旧東独で開催された二つの国際会議に出席して ………………… 花岡 裕(室蘭工大)… 92
ASME Winter Annual Meeting に参加して …………………… 黒崎晏夫(東 工 大)… 96

〈地方研究グループ活動報告〉
北海道地方グループ Ⅰ. 特別講演会
Ⅱ. 北海道地方第1回伝熱セミナー … 花岡 裕(室 工 大)… 99
東北研究グループ「1990年秋期伝熱セミナー」………………… 三浦隆利(東 北 大)… 101
第1回北陸信越伝熱セミナー報告 ……………………………… 竹越栄俊(富 大)… 102
北陸信越グループ(妙高山麓セミナー)の報告 ………………… 竹越栄俊(富 大)… 103
東海地方研究グループ主催
浜名湖畔セミナー“乱流伝熱の基礎と最前線”を終えて … 中山 顕(静 大)… 105
関西研究グループ伝熱技術フォーラム例会報告 ………………
……………………………………………… 片岡邦夫(神 戸 大)・芹澤昭示(京 大)… 107

〈お知らせ〉
第28回日本伝熱シンポジウム ……………………………………………………………… 109
中四国研究グループ《第3回講演会および見学会のご案内》……………………………… 111
混相流シンポジウム'91(第10回)参加募集要項 …………………………………………… 112
3 rd UK National and 1 st European Heat Transfer Conference ……………………… 114
International Conference on Multiphase Flows '91-TSUKUBA …………………… 116
European Conference on Heat Recovery and Heat Rejection ……………………… 117

Journal of Heat Transfer Society of Japan

Vol.30, No.116, January, 1991

CONTENTS

<9th International Heat Transfer Conference>

Various Topics of International Heat Transfer Conferences
…………… Yoshiro Katto (Nihon Univ.) …………… 1

An Overview of the 9th International Heat Transfer Conference and Screening Problems of the Papers
…………… Susumu Kotake (Tokyo Univ.) …………… 11

On the Panel Discussion for Liquid Metal Heat Transfer at the 9 th International Heat Transfer Conference
…………… Ryoji Ishiguro (Hokkaido Univ.) …………… 16

A Review on Heat Transfer Enhancement (including Advanced Energy Engineering)
…………… Ichiro Tanasawa (Tokyo Univ.) …………… 19

A Review on Forced Convective Single-Phase Flow Heat Transfer and Turbulent Transport Phenomena
…………… Fumimaru Ogino (Kyoto Univ.) …………… 25

A Review on Natural Convective Heat Transfer (including Mixed Convection Heat Transfer)
…………… Saburo Toda (Tohoku Univ.) …………… 30

A Review on Bolling, Critical Heat Flux and Post Critical Heat Flux
…………… Koichi Mizukami (Ehime Univ.) …………… 34

A Review on Condensation
…………… Hiroshi Honda (Kyushu Univ.) …………… 39

Report on Two Phase Flow in 9th IHTC
…………… Shigeru Hinata (Shinshu Univ.) …………… 43

A Review on Radiation Heat Transfer
…………… Kouichi Kamiuto (Oita Univ.) …………… 46

A Review on Combustion Heat Transfer
…………… Toshimi Takagi (Osaka Unix.) …………… 48

A Review on Numerical Simulation in Heat Transfer
…………… Tohru Fuseki (ICFD) …………… 49

Presentation Method at the Jerusalem Congress and Self-examination
…………… Yoshihiro Iida (Yokohama National Univ.) …………… 51

Impressions of the 9th International Heat Transfer Conference
…………… Zensaku Kawara (Kyoto Univ.) …………… 52

Impressions of the 9th International Heat Transfer Conference
…………… Tokuji Matsuo (Mitsubishi Heavy Industries) ………………………… 54

Impressions of the 9th International Heat Transfer Conference
…………… Jurandir Itizo Yanagihara (Yokohama National Univ.) ……………… 56

<Research Topics>

Application of Quantum to Energy Conversion
…………… Yoshinori Itaya and Masanobu Hasatani (Nagoya Univ.) ………… 57

Heat Transfer Experiment under Micro-gravity by Aircraft
…………… Tetsurou Ohgushi, Masaaki Murakami, Takashi Takada and Akira Yao (Mitsubishi Electric Co.) …………… 66

<In Memory of Professor Shigemori Ohtani>

In Memorial-Professor Shigemori Ohtani
…………… Masaru Hirata (Tokyo Univ.) ……………………………………………… 74

Memories of Dr. Shigemhri Ohtani
…………… Kenji Fujikake (Toyota Central Res. & Develop. Labs., Inc.) ……… 75

In Memory of Prof. Ohtani
…………… Yoshihiro Iida (Yokohama National Univ.) ……………………………… 77

In Memory of Professor Skhigemori Ohtani
…………… Masanobu Hasatani (Nagoya Univ.) ……………………………………… 78

In Memorial Professor Shigemori Ohtani
…………… Takatoshi Miura (Tohoku Univ.) ………………………………………… 80

<SPECIAL CONTRIBUTION>

Observations from a JSPS Fellowship Visit to Japan
…………… Thomas F. Irvine, Jr. (State Univ. of New York) ……………………… 82

<Reports on International Conference>

NATO Advanced Study Institute
…………… Kunio Hijikata (Tokyo Inst. of Technol.) ………………………………… 89

An Impression on Two International Conferences Held in Former East Germany
…………… Yutaka Hanaoka (Muroran Inst. of Technol.) ………………………… 92

ASME Winter Annual Meeting
…………… Yasuo Kurosaki (Tokyo Inst. of Technol.) ……………………………… 96

<Reports on the Local Group Activities> 99

<Announcements> 109

＜特集： 第９回国際伝熱会議＞

国際伝熱会議よもやま話

甲藤　好郎　（日大・理工学部）

１．

今年（1990年）の８月、イスラエルはエルサレムの第９回国際伝熱会議の会場の中で、出席者の一人から私は一通の手紙を渡されました。そしてそれは本誌「伝熱研究」の編集委員、芹沢先生が日本で託されたもので、何だろうとその場で開いてみると、１枚の紙に書いたやや長文の書面でした。それでざっと眼を走らせると、国際伝熱会議のよもやま話、舞台裏の話、その他云々を書くようにとの文章が眼に止まりました。イラクの化学兵器やミサイルの照準がエルサレムに向けられていたかどうかは定かでありませんが、何しろ場所が国際会議の会場だっただけに深くも考えず、「あゝ、いいですよ」とお使いの方に答えたような記憶があります。しかも原稿は１２月中旬までにとありましたので、未だだいぶ先のことだし、そのまま封筒に手紙を戻し、帰国した後、芹沢先生から電話で念を押された時も、中は見ずに、一度お約束したことだからＯＫですと気楽に返事を申し上げたことでした。

ところが最近思いがけず私は、現在の勤務先で学科主任に選挙され、この10月から２年間の任期。以前、東大にいたとき主任教授を２回やらされて、しかも１回目などは大学紛争の真っ最中。想像も出来ないほど膨大な仕事をやらされました。だから、もうこれ以上は沢山という気持がない訳でもなかったのですが、日頃、大変お世話になっている勤務先には、中東問題以後の日本のように、汗をかく形で協力しなければ男が立ちません。そして実際に10月に入ってみて驚いたことは、日大の学科主任というのも実に忙しい。日大に限らず私学の学科主任というもの、総じてそういうものかも知れませんが、気もそぞろのうちに毎日が過ぎて原稿締切の期限が迫って来ました。

そこで無理やり余裕を作り、あらためて芹沢先生の手紙を出し、順を追って読みながら、やおら考えたとき、何でこんな原稿を安易に引受けたのかと愕然としました。と言うのは、そこで要望されているのはどうも、これまで公開されていないとか、表面に出ていない、それだけに面白い話が主であるらしく、また実際そういう記事が読者の興味をひくことになりましょう。しかし国立公文書館や外務省の資料でも、こと外交や国際関係のものは、時効になる頃、初めて公表されることは誰でも知っていることです。もちろん本稿の場合は、それに比べて規模は小でありましょうが、一国の名誉に関するようなことは、なかなか筆にのせられないし、また国の内外を問わず個人についても同じことです。つまり、面白い裏話のようなものは簡単には出来ない訳ですし、その当たり前のことに今ごろ気付くのは大きな失態に違いありません。し

かし約束を守ることを信条にしている私にとって、約束はまさに約束ですから、気をとり直し、差し障りのないことを主体に話を始めることにいたしましょう。

2.

さて今ここで話題になっている国際伝熱会議は、第1回会議（1951年）から数えて本年（1990年）の第9回会議まで実に40年の歴史を持ち、つまり、ほぼ半世紀近い長さであります。もちろん「山高きがゆえに尊からず」、ただ歴史が長ければいいという訳でもありませんが、その40年の長い間に払われた多くの人々の努力や貢献の重みは、想像以上に大きなものがありましょう。そして現在の国際伝熱会議（International Heat Transfer Conference)は、国際伝熱会議連合（Assembly for International Heat Transfer Conferences）の企画によって計画運営され、また各会議ごとに国際論文委員会（International Scientific Committee）が作られ、"招待講演論文"の選定とか、"一般論文"の収集、査読、採否決定などに責任を持つようになっていることは、多くの人が知っていることです。

しかし言うまでもなく、この第一回会議から第九回会議まで全部が全部、こういう形で運営されて来た訳ではありません。ごく大まかに言えば、第一回会議から第三回会議まではアメリカ、イギリスの企画、運営であり、それから第三回会議（1966年）の頃、国際的な中心機構を作ろうという動きがあって、結局それが前に述べた国際伝熱会議連合（以下、簡単のためアセンブリと呼ぶことにいたします）になる訳でありますが、当時、その動きに参加した国は、カナダ、西独（当時の）、フランス、日本、英国、ソ連、アメリカであります。つまりそういう国々からの代表（原則的には機械工学、化学工学それぞれから）が、第三回国際伝熱会議（それはシカゴで開かれたのですが）のとき集って討議の末、アセンブリの運営規約素案を作成、それを各国に持ち帰って批准し、翌年ふたたびパリに集り、若干の改定も行われて正式の規約が出来たのです。

そしてそのアセンブリの正式成立から3年後、第四回国際伝熱会議（フランスと西独の共催）がパリで開催されたのですが、つまりこれがアセンブリの企画のもとに開催された最初の会議ということになります。またその時、第五回会議は日本でやると言うことがアセンブリで決められております（当時は今と違い開催都市までは決めていない）。そして日本国内の判断に基づいて、第五回会議が東京で行われたのですが、ごく簡単にいうとこの東京会議が、ある意味でその後の国際伝熱会議の中心スタイル、つまり現在の形式を決めたと言えるものになっています。そしてその後、カナダのトロント、西独のミュンヘン、アメリカのサンフランシスコ、今回のエルサレムと続き、また今後、第十回会議（1994年）はソ連のキエフ、第十一回会議（1998年）は英国のブライトンで開催するという予定が決まっているという訳です。

3．

ところで日本の運営にかかる東京会議は、いま申し上げたように、いろいろ主要な面でその後の会議の形式をきめています。例えば、論文集の形、寸法、形式にしても、また会議のロゴ（つまりシンボルマーク）の作成、それから国際論文委員会を作って加盟各国がそれぞれ中心になって分担領域から論文を集め、査読し、採否を決定するようなことが、以後ずっと続いている訳です（実は第4回会議までは、例えば日本からの論文はずっとアメリカで査読、採否決定されました）。従って東京会議は、われわれとして大変誇りに思っていい会議であろうかと思います。もちろん今から考えますと、当時はまだ国際会議というものを日本で開くこと自体かなり勇気のいることでありました。また第四回会議の後の4年間、東京会議の準備のために多くの関係者がいろいろの苦労をした訳でありますが、それが非常な成功裡に完了することが出来た。しかも前述のように、国際伝熱会議の標準スタイルを作った。そしてそれだけに私たちの年配のものにとって、国際伝熱会議というとまず、第五回会議と、それに至る以前のことがそれなりに懐かしく思い出される訳であります。

さて第二回会議から第三回会議の頃を振り返ってみると、今の若い方々には想像もつかぬ位、当時の日本、否それだけでなく世界の状態さえ、今とは随分違ったものでありました。例えば第二回会議、これは昭和36年（1961年）の8月にアメリカのボウルダーで行われ、その時、日本からは10篇か11篇の論文が提出されましたが、その会議のはじまる20日ほど前の夕方、東京の赤坂プリンスホテルで、出陣式と言っては大げさですが、出席者の懇親会なるものが開催されています。今ではもう皆さん、気楽かつ勝手に国際会議に出かけていますが、あのとき出席者が集って互に元気を確かめあうというような会合をやったこと。まあ、これは当時の一般風習という訳でもなかったのですが、それにしても今から見れば当時の雰囲気を相当よく表わしていると言えるかも知れません。そして今それは昭和36年のことと申し上げましたが、この昭和36年はどんな年であったか。それは未だ東海道新幹線が開通する3年も前であり、高速道路もまだ日本にはなく、名神高速の全線開通がそれから4年後、東名高速は何と8年後。ま、そういうような時代で、国際的にみても、今年、劇的な形で崩壊したベルリンの壁、あの壁が東独によって東西ベルリンの境界に重苦しく作られたのが、やはりこの昭和36年のことなのです。またついでに申しあげれば、日本原子力研究所で国産第一号研究用原子炉に初めて火がともったのが翌年。とにかくそんな時代でありました。それに未だ東京の街は綺麗ではなく、当時はまだ大抵の道路の両側に下水用のドブが流れていたような時代だったと思います。なにしろ英国の新聞か何かに、東京は"世界の大きな田舎"だと書かれたりしていたのですから。

4．

それにしてもその年の秋に日本伝熱研究会が発足しました。この研究会は当時、日本の伝熱

研究の国際連絡をも一つの大きな目的として作られたもので、これを基盤に日本学術会議に伝熱関係の研究連絡委員会を作り、わが国の伝熱分野の国際的窓口にする計画も進められました。そしてそれから2年半ほどして、第一回日本伝熱シンポジウムが開かれ、それ以降、毎年ずっと行われて来ている訳ですが、まあ、そういう風にして日本の中の伝熱研究の研究者が手を取り合って研究レベルを上げて行こうとする機運が、その頃急に盛り上がって来た訳です。なお、ついでに申し上げますと今とは違い、当時の日本の学問、技術の進み方は、大まかに言えば、外国がどの方向を向いた、外国がどんなことをした、だからその方向、問題を追いかけるといった感じの強いものでありました。ですから学会誌などでも当時は、いろいろの工学分野の展望記事が随分流行したものでありました。また日本の工業力、科学的実力もまだまだ西欧の後塵を拝すという感じの時代であったと言えようかと思います。今の水準から言えば当然のことながら、国際性というか国際感覚も表面的で、例えば第三回国際伝熱会議（シカゴ、1966年）の翌年、日本機械学会が伝熱関係を主にして国際的なシンポジウムを開催したことがあります。そして、そのシンポジウムの名称が Semi-International Symposium で、このように Internationalの前に'Semi'を付けたのは、外国からの出席者や国の数が限られ、国際会議というには気がひけるといった、ある種の謙虚さからでありましたが、限られた外国人の参加する会議であっても、国際的な性格のものならInternational と言うのが筋だということを、後になって外国から教わったりするという状況でありました。

5．

さて、それはともかく第三回国際伝熱会議（1966年）の前の年、そういった伝熱に関する熱気あふれる国内活動の中から、伝熱研究の指導的な立場の人達の間で、将来、日本で国際伝熱会議をやりたいという動きが早くも始まった訳です（実は前述の機械学会のシンポジウムもその流れに沿っていると言えましょう）。それは当時としては非常に先見の明があったと言える訳ですが、あの頃、このように何か新しい計画を進めようというような時には、未だ国内交通も至極不便な時代だったせいか、まず主だった大学の先生や研究者に連絡し、それから発起人会とか準備会とかのステップを一つづつ慎重に踏みながら、最後に全国的な一つの運動組織を作って推進するといった動きをよくやったものであります。そしてこの場合、最終的には1966年5月"国際伝熱会議連絡委員会"の設立に到達するのですが、面白いことに、そうした動きが日本で始まったところへ、アメリカとイギリスの機械学会、化学工学協会の各会長4名連署で日本の機械学会、化学工学協会に、前述の国際的アセンブリの設立を検討する"臨時委員会"への参加を呼びかけて来たように思います。従って日本としては嫌も応もない訳でしたが、しかし多くの指導的な人達の本心はむしろ、日本で国際伝熱会議をやりたいという希望の方が優先していたと言えようかと思います。そしてその辺の経緯については前に「伝熱研究」に書い

ていますので、重複するようなことは避けたいと思いますが、いずれにせよ第三回国際伝熱会議の折にシカゴで開かれた"臨時委員会"に日本から二人の代表（機械系、化学工学系）が出席しました。そしてアセンブリ設立の討議に参加すると同時に、日本での国際会議開催の希望意志を公式、非公式に表明して行った訳です。

またそれが、パリの第四回国際伝熱会議の次に第五回国際伝熱会議を東京でやるという所につながって行った訳ですが、しかし当時は前にも話したような日本の社会的、国際的状態であり、関係者の人達自身だって、国際伝熱会議のような本格的な国際会議の日本開催が近い将来に実現するとは思っていなかったというのが真実であったように思います。また実際、このシカゴにおけるアセンブリ設立のための臨時委員会に参加した日本代表の一人から聞いた話では、その人は国際伝熱会議の日本開催を極力プッシュしたのだけれど、もう一人の代表は積極的な意見は言われず、むしろ日本はまだ難しい状況だと言われるので困ったということでした。しかし考えてみると、この後者の方の意見も決して誤っていたということではなく、当時の日本の状況では、そんな仕事は難しいと思っている人の方がむしろ多かった、その気持を代弁したと解すべきものかも知れません。ただ、それだけに、積極的な線で推進した人達の功績は、国際会議の日本招致だけでなく、その後の日本の伝熱研究自体を大きく盛り上げる力にもなっている訳で、いずれにせよ、これら先輩の努力を忘れてはならぬことでしょう。

6.

さて、第三回シカゴ会議の時に開かれた前述のアセンブリ準備委員会で、アセンブリの運営規約の素案が作られ、関係各国の批准をすませ、その翌年（1967年）、パリでもう一度集った準備委員会で討議の後、正式のアセンブリ規約が出来上がったのでした（ついでながら日本は当時、日本学術会議内の熱工学研究連絡委員会をもって、日本の代表窓口、つまり国内代表組織としてアセンブリに加盟したのですが、このことは今ではすっかり忘れ去られています）。そしてその3年後に第四回国際伝熱会議が行われるという順序になりますが、当初のアセンブリ運営規約は大まかに言って英文 500語程度（詳しく計算した訳でないので正確ではありませんが）のものから成り、要するに短いものでありました。なお、その頃のアセンブリ関係の情報は「伝熱研究」の No.19や No.23（1966～1967年）に詳細な内容が紹介されていることを付け加えておきましょう。ところで現在のアセンブリの運営規約は、これも詳しい計算をした訳ではありませんが、英文で約1600語、つまり最初の約3倍の長さに増えている勘定になります。私はもちろん、このアセンブリの日本代表を全期間にわたってやっていた訳ではありませんから、その時々の改定状況をつまびらかにはいたしませんが、その中で特に二つだけ大きな問題について、お話しておくことにいたしましょう。

第一はアセンブリへの加盟の問題であります。すなわち、前に申し上げたように、当初アセ

ンブリを構成したのは、カナダ、西独（当時の）、フランス、日本、英国、ソ連、アメリカの7ヶ国でありましたが、その後、ユーゴスラビア、イタリア、インド、オランダ、中国、韓国が加盟し、それだけ加盟国が増えている訳です（なおあまり知られていないことですが、アセンブリの規約上では、最初の構成国、つまりカナダ、ドイツ、フランス、日本、英国、ソ連、アメリカにユーゴスラビアを加えた8ヶ国は、常任アセンブリ構成国として他と区別され、特に Charter Membersの名で呼ばれています）。そしてそうした新しい国の加盟にかかわる規則も、最初の運営規約では非常に簡単で、未加盟国の国内代表組織（機械学会などのこと）は、アセンブリ会長に書面で加盟要望書を提出し、アセンブリでは次の会合で投票、あるいは郵便による投票で加盟が決定されるという、ごく簡単なルールになっています。しかし現在はそんなに簡単ではありません。細かいことは省きますけれども現在は、加盟したい国は、その国がいま、伝熱の研究においてどれだけアクチビティがあるかを示す詳細な資料を添え、またその国のどの学会が国内組織になり、誰がアセンブリへの最初の代表者になるか、というようなことを記した要望書をアセンブリ会長に出す。そしてそれを受けた会長は、その要望を検討し、この件について各加盟国代表に配布すべき報告や推薦文を準備するために審査委員数名を任命、その審査作業（私もこの仕事をやったことがあります）が行われた後、最終的には次回のアセンブリ会合で討議の末、可否を決定するという手続になっています。つまり加盟要望だけで簡単に入れる訳のものではなく、なお加盟申請のあった国で、まだ十分な条件が整わないという理由で決定が延期になっている所もない訳ではありません。

7.

さて次に、もう一つは国際伝熱会議の開催国の決定問題でありますが、国際伝熱会議は今のところアセンブリ規約により4年ごとに開くことになっております。従って、これに対応して開催国を次々に決定して行く必要がありますが、これについても最初のアセンブリ規約は非常に簡単で、次回以降の会議を開催しようとする国の国内組織からの開催要望書をアセンブリが承認するという風になっているだけです。なお私自身、直接関係した訳ではありませんが、今回のイスラエルおよび次回のソ連開催については、だいぶ以前、いくつかの開催希望国について郵便による各国代表の意向調査をおこない、その票数がもとになって、結局こういう決定にまで至ったと言うようなことがあったようであります。これに対して現在は、それら従来の諸経験を踏まえたうえで、やや複雑な手続が規約にきめられています。

つまり、まず第一に、ある国が国際伝熱会議を開催するとなると、その国際伝熱会議の8年前にアセンブリの会議で決定することになっています。ですから、例えば現在、次の次の第十一回国際伝熱会議は8年後、イギリスのブライトンでやるということが決められているのは、この規則による訳です。従って開催を希望する国は、8年以上前から希望表明をしないといけ

ない訳になります。また、もう一つ大事なことは、最近、東西対立が急速に緩んで、世界がかなり融和的になって来ました（もっともソ連、東欧の社会情勢などをみると、世界の将来について、まだ安心出来ない面が多々あるようにも思いますが）。そしてベルリンの壁も壊れるというような情勢でありますから、このまま行けば、この問題は今後、次第に必要がなくなって行くだろうと思いますけれども、一時、一部の人達によって強く心配されたことと言うのは、次のことであります。すなわち、"国際伝熱会議は伝熱に興味のある人すべてに解放される"というのが大原則になっていますが、それだけに、ある国で開催する時、そこへ入国するビザが人によって得られないというようなことがあってはいけない訳です。

そこで、現在のアセンブリ規約では、国際伝熱会議開催を希望する国は、その外務省、あるいはその他の責任ある省庁から、いかなる国からの参加者にも入国ビザを出すという証明文書を付して開催の希望申請をするというようなことが必要条件になっております。なおアセンブリの運営規約には、そこら辺の条件や具体的対応の仕方がもっと詳しく書いてありますけれども、ここでは、そんな所までお話しすることはないでしょう。ただ、とにもかくにも、そんなことで、アセンブリの規約一つにしても、その時々の情勢や問題によって、現在でさえ少しずつ手直しが行われながら進んでいるということであります。

8.

なお、ついでにお話しますと、現在加盟国が14ヶ国ある訳ですが、アセンブリ設立後、これらの中で未だ国際伝熱会議を開催したことのない国、あるいは開催が決定していない国は、ユーゴスラビアは特別として除くとしますと、イタリー、インド、オランダ、中国、韓国の5ヶ国が残っていることになります。ここにアジアの国が3ヶ国も含まれているのは、私たちにとって一応留意すべきことですが、前述5ヶ国のうちでインド、イタリー、中国などは、すでに今後の国際会議開催の希望書を出したり、あるいはアセンブリ会議の席上で開催希望の表明をしています。また韓国は今年加盟したばかりですけれども、ソウル・オリンピックの成功もありますし、恐らくそのうちに国際会議のホストを勤めたいというようなことになるのではなかろうかと思います。

ただ、そういうことと直接関連するという訳でもありませんけれど、これまでの国際伝熱会議の歩みが、必ずしも将来そのまま続いて行くという訳でもないだろうと思います。そして、これは私見ですが、これまでいくつかの国で国際伝熱会議が開催されて来た、それぞれの会議の状況を踏まえた上で、現在、国際伝熱会議も一つのターニング・ポイント、つまり曲り角に来ている感じがしないでもありません。例えば、国際伝熱会議を開催するとなると、それなりに相当の費用や施設がいる訳であり、また準備段階の各種業務や、運営のための人手の問題もある訳ですが、国によって大きい国、小さい国、あるいは経済的に豊かな国、また比較的豊か

でない国もある訳であります。そしてそれらがすべてが同じようなやり方で、やろうとすると無理がでる場合もある訳であります。

また国際伝熱会議が別に、そういう風になる筈だという意味で言っているのではありませんけれども、オリンピックにしても昔のやり方と最近のやり方、考え方とはかなり質的に違ったものになって来ている訳で、もちろん国際伝熱会議はオリンピックと違う性格のものですけれども、少しそのあたりのことをこれからは考えて行くこと、特にアセンブリなどでよく考えて無理のない方向でやって行く必要があろうかと思います。なお国際伝熱会議で発表される主要な研究テーマ、研究内容の必然的な変遷の問題も留意の対象になりましょう。ごく大まかな流れとして、基礎的現象の解明が進むにつれて、人々の関心は当然、先端技術を含む、より複雑なシステムおよび応用的問題に移って行く筈です。

一方、国際伝熱会議の開催は、前にも述べましたように、現在は4年毎と決められています。そして私などは本格的な会議が4年毎に開かれ、その間に最近頻繁に開催されているような、いろいろの国際会議、これら両者を考え合せて行くやり方も悪くないようにも思いますが、国際伝熱会議の開催間隔をもっと短縮したいという希望や意見も無いわけではないでしょう。前にも述べましたように、アジアには開催を希望、ないしその可能性のある国が3ヶ国あり、なお日本の若い人達だって、日本での再度開催の希望は強いものがあろうと思います。従って、こうした事情は会議の開催間隔を短縮する方向への圧力として作用し得るものですが、ただ国際伝熱会議の開催はあくまで、その本来の目的、趣旨から考えて行くべき問題だろうと思います。

なお最後に、私個人は、国際伝熱会議の開催地は、世界の有力な研究者や研究発表が多く集まる土地がやはり望ましいと考えています。それは会議のレベル維持のためにも必要なことであります。また国際伝熱会議を開催した国の組織委員長は、その会議の終了後の4年間、アセンブリ会長となりアセンブリを主宰する役割を担う慣習にあり、これも忘れてはならぬことでありましょう。

9.

さて、私の話も思わず長くなりました。そこで、この辺で肩のこらない話などを付け加える形で、結びに近づくようにしたいと思いますが、いつかアセンブリ加盟国のある代表が、国際伝熱会議の開催のためにアセンブリ・メンバーはいろいろ苦労をし、また仕事もする（いや、それだけでなく、2年おきに現在、会合が開かれおり、それに出席する旅費というようなものも要る訳であります）。だから、アセンブリのメンバーには国際伝熱会議の登録費を免除した方がいいと思う。また実際、前回の国際伝熱会議のときは確かに登録費免除だったというような提案を、勢こんだ書面でアセンブリ・メンバー全員に出し、賛否の意見を集めたことがあり

ました。その結果は公表されず不明ですが、ただこの提案自体、結局、その人の記憶違いから来たものでありましたし、また私個人の考えでは、アセンブリ・メンバーは立場上、いわば国際伝熱会議のプロモターに当る訳ですから、それが先頭にたって自分たちの登録費だけを免除にするようなことは大変問題だと思います。ともあれ、この問題はその人の思い違い、記憶違いで消滅しましたが、ただ面白かったのは、前回の国際伝熱会議を開催した国の代表者から、もしお言葉通り前回会議の登録費が未払いであるのなら、いま払って頂きたいとの請求のあったことでした（もちろんユーモアです）。

なお話が飛びますが、国際伝熱会議やアセンブリの会合などに出る時、著名な伝熱研究者ご夫婦に会えるのも、楽しみの一つであります（ある会議では、その方の年老いたお母さんに会い、かつディナーの食卓で隣り合い大変楽しかったことさえあります）。そして名前はひかえますが、例えば容姿端麗なゼントルマンのご主人に、実に明るく磊落な奥様がいたり、あるいは大変世話好きのご主人に、大学教授である威厳のある奥様が一緒だったり、その対象の妙と言うか、なにか心がほのぼのとして来るものがあります。またこうした面から言っても、われわれの方もなるべく夫婦で出席した方がいいように思います。もっとも日本では、子育てに追われる比較的若い時代は、夫婦一緒に出かけるのが、なかなか難いことになってしまいますけれど、ＧＮＰがいくら大きくなっても、家屋の構造、ベビーシッターの問題、その他をも含んで、われわれの社会生活のモードはまだまだ、どうしようもないことなのでしょうか。

１０．

ただそれにしても、日本から国際伝熱会議への参加者数が毎回多いのには本当に驚かされます。多分、ミュンヘン会議（1982年）あたりからでしょうか、参加者数の点で日本はアメリカに次ぐ第二位の地位をずっと保持しているようです。もともと各国に対する一般論文の割当て数は、大まかに言って、これまでアメリカがずばぬけて多く、ソ連が続き、さらに英国、日本の順というような形で来ていたのですが、その割当て数の順位に必ずしも比例せず、日本の出席者数が目立つように思います。なお今言いましたように、ソ連は割当て数が相当多かったのに、近年は実際に提出される論文数が非常に少ないという状況になっておりました（そのためエルサレム会議のときは、英国、日本より下の割当て数になりました）。ひょっとすると、ペレストロイカのような急激な改革路線の導入を必要とする社会状況が、当時から影響していたのかも知れません。

ともあれ、それはそれとして、以上のような参加者の趨勢は、少なくとも日本のずばぬけた活力を示すものでありましょうし、嬉しいことに違いありませんが、ただ日本の国内のシンポジウムなどのやり方を見ると、伝熱分野に限らず、燃焼分野でも、熱物性分野でも、希望者には誰にでも研究発表講演を許可しています。それで日本では訳もなく参加者が増えて来る土壌

があるのに対し、例えば英国の国内伝熱シンポジウムなどでは、発表論文のきびしい査読があり、私のところにまで査読を依頼して来たりしたことがあります。その善し悪しは別として、参加者の数の問題には、研究のクオリティに関する、ものの考え方の質的な違いのようなものが背後にあることを、一応わきまえている必要があるように思います。

また日本からの参加者数が多く、常に世界第二位のレベルを続けるというようなことになりますと、単純に数の多さを喜んでいるだけではすまなくなります。当然、日本の研究レベル、学問的、技術的貢献の深さといった事柄が否応なしに問題にされることになりますし、またそれ以外の点でも、いろいろ注目を浴びることになりましょう。そして、これに関連して最近、私がちょっとショックに思ったのは、国際伝熱会議の席上で、ある大変親しい外国の友人から、「日本人には何か外国人を嫌うような体質がないだろうか？」という質問を受けたことでした。もしそれが、単に言葉の問題などから日本人同志が集りやすいといったようなことであるのなら、あまり問題でもないでしょうが、この質問のような、ある意味で深刻な心理的印象を、無意識のうちにわれわれが外部に与えていることがありとすれば、それ相応の反省が必要でありましょう。

思うに日本は、極東の果てに位置し、しかも周囲を海に囲まれ、開闢以来、他民族の侵略や干渉を受けず、温和な自然の中で自分たちだけに通用するような生活や社会を営み築いて来たと言って過言でありません。最近シルクロードなどが、世界と日本のつながりの歴史と言った意味でマスコミなどで広く話題にされたりしますが、考えてみれば、それもこれも文物が外から日本に一方的に流入して来ただけのものであります。そして有史以来、種々の動乱や戦国の世などがあったにしても、本質的には外界からの隔絶の中で、のほほんとした歴史を描いて来ています。だから明治開国以後だって、日本人の心理や社会の深層には、そうした歴史に培われた、ある種の鎖国的心理を捨て切れない部分が強く残っているかも知れません。少なくとも、異民族との激烈な抗争の歴史などを過去に持つ人々と比べるようなとき、自分でも気付かぬ差異が、われわれの体質の中に無いとは決して言い切れないでありましょう。

ともあれ、国際伝熱会議を考えるとき、私たちの前には、伝熱という学問、技術分野でのレベルの高い寄与だけでなく、今や日本人には、それらを通して世界全体に文化的な寄与をして行くという大きな問題もあることを自覚したいものだと思います。その意識なく、単に自分の研究の発表や、職人的な情報収集だけが目的といった狭い視野では、もはやすまない状況になっていると言えましょう。そして、少し面はゆいことを申し上げましたけれど、このことを結びにして、国際伝熱会議についての私のつたない話を、この辺で終わりにさせて頂きたく存じます。

第９回国際伝熱会議と論文審査について

第９回国際伝熱会議
International Scientific Committee
委員　　　　　　小竹　進（東大）

第９回国際伝熱会議（Jerusalem,Israel 19-24 August 1990)の論文数は、

一般論文＝415　Keynote論文＝30　Panel討論＝8　Open Forum ＝43

であり、日本からのものは、

一般論文＝46　Keynote論文＝3　Panel討論＝1　Open Forum ＝1

であった。一般論文の発表は、全部がポスター形式で21のセッション（同時に３会場）に分れ、おのおの２時間の個別のposter討論とchairmanによる約20分の全体討議により行われた。Keynote論文（90分）は同時に２会場で講演形式で行われ、Panel討論（２時間）は、一般論文のポスター発表と平行して行われた。

国別の一般論文数、Keynote 論文数、研究分野別の論文数を表１，２，３にしめす。ただし、研究分野の分類はプログラム上の分類にしたがったので、必ずしも当を得たものでないかも知れない。また、表１で（）内の数字は論文数の国別割当て数である。当初、日本関係はこの数が50編であったが、日本の伝熱研究の Activity を考えて60編に増加して頂いた。USAについで第２位の研究活動であることがわかる。

表３の研究分野別論文数をみると、全体としては、強制・自然対流、沸騰・相変化の研究が主流であり、おのおの全体の約20％を占めている。日本からの論文は

沸騰、相変化、自然対流、伝熱促進、特殊分野

の研究論文が多かった。これは最近の日本伝熱シンポジウムでの研究発表の傾向をそのまま表わしている。各分野での発表論文の内容についてはそれぞれの解説が予定されているので、詳細はそれらを参照していただくことにして、ここではこれらの論文の採択をきめたInternational Scientific Committeeの役割について述べることにする。

International Scientific Committeeの役割は、国際伝熱会議発表申込み論文の審査をしてその採否を決定することである。この委員会は各国から１名の委員で構成され、その委員は会議開催の２年前に開かれる Assembly for International Heat Transfer Conference（日本の委員は甲藤好郎先生と荻野文丸先生）で決定される。また、このときに、表１に（）内数字でしめされる各国（地方）の割当て論文数も決定される。各委員は応募論文をなんらかの基準で審査して、この数字内の論文数に絞って最終的な発表論文として国際伝熱会議に推薦することになる。この委員には長い間水科篤郎先生がご尽力されてこられたが、今回はどういうわけか私が指名された。いろいろな個人的な理由で辞退を申し出たが効果がなく何とか努力しなければならないはめになってしまった。

表1　国際伝熱会議における一般論文の発表数

	Paris 1970	Tokyo 1974	Toronto 1978	Munich 1982	San Fran. 1986	Jerusalem 1990
Canada	14	10	31	28	29	25 (25)
France	21	11	26	30	37	36 (35)
F.R.G.	19	16	25	41	35	36 (35)
India	1	9	12	10	15	9 (10)
Israel	2	5	3	6	7	17 (15)
Italy	-	-	-	10	9	12 (10)
Japan	17	30	34	55	65	59 (50)
Netherld.	4	2	3	10	6	11 (10)
PR.China	-	-	-	-	(16)	18 (15)
UK	37	22	51	58	56	48 (55)
USA	140	135	102	152	146	102 (140)
USSR	67	56	72	27	14	32 (40)
Yugoslv.	2	4	3	22	20	10 (10)
Others	21	30	23	-	-	-
(total)	345	330	395	449	440	415 (450)

Canada: Canada
F.R.G : F.R.Germaney, Switzerland, Austria, German Democratic Rep.
France: France, African countries
India : India, South Asian countries
Israel: Israel
Italy : Italy, Spain, Portugal
Japan : Japan, Korea, Taiwan, Pakistan, East Asian countries
Netherld.: Netherlands, Benelux countries, Scandinavia
PR.China : P.R. China
UK : UK, Ireland, Australia, New Zealand, South Africa, Turkey, Greece, Egypt, Middle East countries
USA : USA, Latin America
USSR : USSR
Yugoslv. : Yugoslavia, East European countries

従来、この採否結果についてはいろいろな問題を耳にしているので、できることなら引き受けたくなかった。幸いに、多くの伝熱関係の先生のご協力を頂けることになったので、なんとか役目を果せることになった。この際に、この論文の審査方法と問題点を述べて、審査結果についてご理解いただくとともに、今後の論文審査のご協力をお願いし、私の役目を終わらせていただきたい。

論文審査結果の不満の根源は、論文数の割当てである。今回の論文数の割当ては1989年の Assembly 委員会で表1の（）内数字のように決定され、日本関係（日本、韓国、台湾）は50編と割当てられた。第8回国際伝熱会議では中国を含んで65編であり、中国を除くと49編であった。今回、中国は組織メンバーとなり独自に論文審査権をもつことになったので、日本関係は、日本、韓国、台湾、パキスタンなどアジア諸国（インドを除く）である。この範囲で前回が49編に対して今回が50編というのは他の国と比較すると妥当な数字であるが、最近の4、5年間の日本伝熱シンポジウムの発表論文数の増加率は20～30％であり、50編という数字は審査の困難さが予想されたので、International Scientific Committee委員長の Hetsroni教授に事情を説明して60編にして頂いた。

発表論文の応募・審査の要領は、前回までの手順にしたがうことにして

1989. 5.10　アブストラクト申込締切
7. 1　アブストラクト採否通知
10. 1　論文原稿提出
12.15　最終採否通知

の日程で、審査も前回同様な審査委員会を設けて行うことにした。専門分野を考慮して15名の審査委員からなる審査委員会を組織し、応募論文にたいして

独創性、信頼性、完結性、発展性、有用性、国際会議適用性

の点について、同一論文を2人の審査委員で評価審査して採否を決定していただいた。

応募論文数および採否結果は

	アブストラクト	論文
応募数	77	67
採択数	69	59

であった。大部分の論文は上記の評価基準で容易に採否の決定がなされたが、何件かの論文は2人の審査委員の評価が異なり採否決定は困難を究めた。その場合、審査委員会で担当委員に評価の詳細な報告をしていただき、審査委員全員で討議して採否の決定をした。このため、最終委員会は白熱した議論が半日も続いた。問題は論文の内容そのものよりもその論文を上記の論文数内の論文として評価するかどうかということであり、いろいろな評価に分れた。長時間の議論の後になんとか上記の数内に絞り込むことができたが、採択否になった論文はこのような条件での結果であることをご理解願いたい。

実際、会場では審査結果に関するいろいろなご批評をいただいた。確かに、採択否になった論文よりもはるかに内容の低い論文もあり、また採択された論文でも著者あるい

表２　国際伝熱会議における Keynote 論文数

	Paris 1970	Tokyo 1974	Toronto 1978	Munich 1982	San Fran. 1986	Jerusalem 1990
Canada		1	3		2	1
France			2	1	2	2
F.R.G.		1	2	5	1	2
India			1		1	1
Israel				1	1	4
Italy						1
Japan		1	2	2	3	3
Netherld.		1	1	1	1	1
PR.China					1	1
UK		1	3	1	3	3
USA		2	15	8	10	9
USSR		2	5	2	3	1
Yugoslv.			1			1
(total)		8	35	21	28	30

はそれに代る者がだれも出席せずポスターの質疑応答ができなかったものもあったが、論文の審査はこのように国別の論文数の制限のもとに国別の評価審査の結果であることをご理解願いたい。

日本関係では全部の審査委員が国内の研究者であり、審査には全くの自弁で多大な時間と労力を割いていただいた。ここに厚く感謝の意を表します。

なお、日本からは、Keynote 論文を６件推薦してつぎの Keynote論文３件と Panel討論１件が採用され、４人の先生には活発な研究活動の優れた成果を発表していただいた。

Aihara,T., Augmentation of convective heat transfer by gas-liquid mist.
Kataoka,K., Impingement heat transfer augmentation due to large scale eddies.
Sakurai,A., Film boiling heat transfer.
Ishiguro,R., Some recent development in liquid metal heat transfer.

表 3　第 9 回国際伝熱会議での研究分野および国別の発表論文数

	BO	NC	EL	MC	PC	MT	TP	EH	JC	IN	HX	PB	TR	CD	EN	SP	RD	Ttl	OP
Canada	0	2	1	6	4	2	0	0	0	4	0	2	0	0	3	1	0	25	2
France	0	0	0	4	3	6	0	0	3	4	1	5	1	6	2	0	1	36	0
F.R.G.	5	4	0	4	1	3	6	1	0	1	4	1	1	1	1	3	0	36	0
India	0	1	0	2	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	9	0
Israel	0	1	0	0	1	0	2	2	2	1	1	0	1	2	1	2	1	17	3
Italy	1	1	0	0	2	0	3	0	1	0	2	0	0	1	1	0	0	12	0
Japan	8	8	2	1	9	2	3	6	1	0	0	0	6	1	1	8	3	59	3
Netherld.	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	11	2
PR.China	0	4	0	1	0	2	0	3	1	2	0	2	0	0	0	2	1	18	0
UK	1	6	1	3	4	4	6	2	1	3	6	1	5	0	4	0	1	48	2
USA	7	8	5	14	11	3	6	5	5	5	6	9	3	4	3	3	5	102	11
USSR	3	2	0	7	1	0	4	1	0	1	1	1	5	2	2	1	1	32	9
Yugoslv.	0	2	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	10	3
(total)	25	40	10	43	40	24	32	20	16	23	24	23	22	18	21	21	13	415	43

	BO	NC	EL	MC	PC	MT	TP	EH	JC	IN	HX	PB	TR	CD	EN	SP	RD	Ttl	OP
Japan	6	5	2	1	8	2	1	6	1	0	0	0	4	0	1	7	2	46	1
Korea	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	8	1
Taiwan	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	1
(total)	8	8	2	1	9	2	3	6	1	0	0	0	6	1	1	8	3	59	3

BO : boiling, CHF, post CHF heat transfer
NC : natural convection
EL : electronic equipment cooling
MC : mixed convection
PC : phase change
MT : measurement techniques, modeling
TP : two phase flow
EH : enhancement heat transfer
JC : jets, sprays, combustion
IN : industrial heat transfer
HX : heat exchangers, heat pipes
PB : packed/fluidized beds, porous media
TR : tranport processes
CD : conduction, insulation
EN : energy,heating/cooling
SP : special applications, films
RD : radiation

OP : open forum

第9回国際伝熱会議における 液体金属熱伝達に関するパネル討論会について

石 黒 亮 二（北大工学部）

本年8月19日より24日まで、エルサレム市で開催された第9回国際伝熱会議において、筆者は液体金属熱伝達に関するパネル討論会を準備・進行せよとの大役を仰せつかった。ここに、その顛末をご報告し、このことでご盡力下さり、またご協力を賜った先生方への感謝の気持ちの一端を申し述べたいと思います。

昨年の春、国際伝熱会議のInternational Scientific Committee委員の東大 小竹 進先生より、ご連絡があり、第9回の会議で日本が担当する諸行事の一つとして、液体金属伝熱についてのPanel Discussionを準備してもらいたいとの連絡と先方よりの手紙の写しを頂戴した。

液体金属の話題であれば原子炉関連の話題のみではなく、ＭＨＤ発電装置の関係やＭＨＤ効果の大きい核融合炉ブランケットの関連、あるいは、半導体単結晶の作成における自然対流抑制にＭＨＤ効果を使うといった手法など広く取り上げてみたいというのが私の希望であった。

また、国際会議なのだから話題提供者は、あまり特定の国に偏らない配慮も必要と感じていた。しかし、高速炉関係の研究がほとんど停滞しているアメリカにはその分野の方は極めて少ないのが現状であり、ヨーロッパ各国には原子力の研究所の方は居られるものの、ほかのテーマや大学関係者は多くなく、ソ連には先駆的な業績をお持ちの方は居るが、当日確実に出席して戴けるかどうかに一抹の不安があり、決めかねていた。

夏にミネソタ大学のR. J. Goldstein先生が来学された。Goldstein先生は、前回の国際会議の準備委員長であり、また、筆者にとっては30年来の知己である気安さから国際会議のPanel Discussionの準備をどのように進めるのがよいのか、またアメリカでは誰が話題提供者として適任なのかなどを尋ねてみた。彼の意見ではPanel Discussionの話題提供者を依頼するのは毎回至難の業であるので、それなりの覚悟が必要であることを告げ、そして、アメリカ国内の適任者については後に手紙で連絡をしてくれた。

しかし、委員会からはそのことに関する正式の依頼状は10月になっても届かず、動いてよいものかどうか判断に苦しんでいた。日本国内からの話題提供は低プラントル数の流体の乱流に対する数値計算法を取り扱ってこられた京都大学の鈴木健二郎先生と、ＭＨＤ効果によって半導体材料の融体の自然対流の抑制を検討しておられる九州大学の尾添紘之先

生にお願いすることとし、それぞれにご内諾を頂戴したが、外国への働きかけについては、正規の依頼状の来るのを待っていた。

その頃International Scientific CommitteeのChairmanであるHetsroni教授が来日しているという話を聞き、たまたま京都大学　芹沢昭示先生のところを訪問中に、芹沢先生にお願いして、どのようなスケジュールになるのかを聞き出して戴いた。その返答では近々正式依頼状を発送予定であるが、平成2年1月1日までに話題提供者を決めて、連絡してほしいとのことであった。しかし、その正式依頼状は、11月下旬になっても届かなかった。その頃、たまたま小竹先生とある会合でご一緒した折り、その後の状況についての質問があり、以上のことを説明した結果、小竹先生よりHetsroni教授あてに問い合わせてくださることとなった。

その結果、12月中旬になり、Hetsroni教授よりの10月26日付の私宛の依頼状と、発送の手違いを詫びておいてくれという11月26日付の小竹先生宛の手紙をご回送戴いた。期日までには到底、話題提供者全員を決め得ないことを知りつつも、これからが戦場のような忙しさであった。あらかじめ、最近の研究報告で調査してあった何人かの方々へ急遽依頼状を発送する作業が始まった。

このうち、西独Karlsruhe国立研究所の L. Krebs博士は比較的順調にお引き受け戴くことができたお一人で、もちろん当日にもご出席下さって、日本からの二人の先生と共に興味深い話題提供をして下さった。しかし、ほかの方々については色々なトラブルが伴った。フランスＡ教授は、一応引き受けてくれ、ＭＨＤ関連の話題を提供してくれる予定であったが、旅費が出ないことを知るや否や断わってきたし、その代わりに会場の近くからと思ってお願いしたイスラエルのＢ教授などは返事すら戻してもらえなかった。また、フランスの原子力研究所のＣ博士は、当初は引き受けていたが、後になって上司であるＧ博士と交替することを通知してきた。米国のＬ教授は、自分は必ずしも適任者ではないのでとの前置きで、多くの日本の先生の名前をあげて推薦してきたが、日本人ばかりが話題提供者になることもできず当惑してしまった。そのようにいろいろな悪条件の中ではあったが最終的にはなんとか形を整えてほっとしていた。

ところが期日がせまってから、委員会からの連絡があり、当初第２日目の昼に予定していたこのPanel Discussionを第１日目の夕方に行うという通知を受け取った。話題提供者の皆さんにはそれぞれ予定や都合もあり、現に開催日時を確認されているケースもあったので、これをもとに戻すようにと交渉したが予定されたPanel Discussionのうちの多数が取り消されたための措置であり、すでに最終プログラムを印刷してしまったということで不調に終わった。その結果各話題提供者にさらなる協力をお願いする羽目となった。それに追い討ちをかけるように、中東湾岸危機が勃発したのである。予定していたフランスＧ博士は、この頃になって何の説明もなく、会議の出席を取りやめたとのテレックスを打っ

てきた。

このような状況の下では、当日Panelの始まるまでは、もしかしたら日本のお二人の先生しか出席して戴けないのではないかと本当に心配であった。しかし、開催の直前になってKarlsruheのKrebs博士の出席が確認され、不十分ではあるが辛うじて国際会議のPanelの形が整った。

Panelは当初の心配をよそに、そこそこの参加者数を得て比較的順調に始まった。開始直後、ソ連のMartynenko教授に伴われて、年配の方が筆者の近くに現れ、Martynenko教授より、その方に発言の機会を与えてほしいとの要望をうけた。紹介されたその方は、ソ連アカデミー会員のSabottin氏であり、液体金属の管内乱流の熱伝達実験式として最も信頼性の高い推算式を導いた方であって、液体金属の伝熱を手掛けた人ならば誰でも、彼の業績を知っているその道の先駆者である。Martynenko教授の通訳で長々と話をしたSabottin氏の話の内容は、必ずしも最新の情報というわけではなく、高速炉の必要性と、液体金属冷却の教科書的な説明などが多く、多少期待はずれとの印象を受けた方も居られたと思うが、このPanelの国際性を増してくれたことは疑う余地のないところであった。

結局今回のパネルでは、当初の計画に反して、高速炉関連の話題に偏り、心ならずもＭＨＤ効果に関する話題が少なかった。尾添先生の先端技術がらみのお話を充分なバックグランドを持って受け止め得た人はあまり多くなかったかも知れない。しかし、乱流数値計算に対する鈴木先生とKrebs博士の意見は可成り一致しているように受け取られ、この分野の将来に一つの方向を与え得たように思う。この経験を通じて、国際会議におけるPanel Discussionの計画・実行が如何に大変なことであるかを痛感した次第である。

終わりにあたり、この計画の当初から各種のご配慮を頂戴し、また当日もわざわざ現場にご出席下さった小竹進先生、話題提供者として全面的なご協力を賜った鈴木健二郎先生と尾添紘之先生、また当日会場にご出席下さり、ご援助を賜った荻野文丸先生をはじめとする日本の先生方に心から感謝申し上げて、この報告の結びと致す次第です。

伝熱促進（先端エネルギー工学を含む）

棚沢一郎（東大生研）

１．はじめに

京都大学の芹沢昭示先生から筆者に依頼されたテーマは「先端エネルギー工学（伝熱促進を含む）」であるが、それを表題のように変更させていただいた。その理由は、（１）第９回国際伝熱会議のプログラムには HEAT TRANSFER AUGMENTATION というセッションはあっても、「先端エネルギー工学」に該当するセッションがないこと、（２）筆者自体が真面目に出席した唯一のセッションが HEAT TRANSFER AUGMENTATION であること、（３）帰国後、プロシーディングスを眺めてみても「先端エネルギー工学」に分類できる論文が見当たらないこと、などである。したがって、本稿の表題中、括弧に入っている部分は形式的なものに過ぎないことをお断わりしておきたい。

２．論文のタイトル

上述のように今回の国際伝熱会議には、HEAT TRANSFER AUGMENTATION のセッションが設けられ、そこには２０編の論文が並んでいる。ただし、会場に行ってみると、他のセッションと同様に欠席者が多く、実際に展示されたポスターは１０数件であった。論文数が２０というセッションは、会議全体の中では少ない部類に属する［最大は PHASE CHANGE (BOILING を除く）で３９編、次は TWO-PHASE FLOW で３２編、最小は COOLING OF ELECTRONIC EQUIPMENTで１１編］。このセッションの論文はプロシーディングスの第４巻に収録されている。

なお、「伝熱促進」に関連する論文は、KEYNOTE PAPER や他のセッションに分類された論文中にも散見される。これらを含めた論文のタイトルと著者名を別表に示す（各表題の前に付けられた数字および記号は左端から順にセッション番号、セッション名および論文番号で、セッションの略号は KN:Keynote Papers, PC:Phase Change, MC:Mixed Convection, EH:Heat Transfer Augmentation, IN:Industrial and Process Heat Transfer, MSC:Films, Micro-gravity and Special Applications を表す）。また、HEAT EXCHANGERS のセッションで発表された論文の中にも伝熱促進に関連するものが見受けられるがそれらはすべて除外した。一方、 HEAT TRANSFER AUGMENTATION セッションの論文の中には、伝熱促進をまともに扱っていないものもあるが、これらは除外しなかった。

KN-15 **Impingement heat transfer augmentation due to large scale eddies**
Kunio Kataoka

KN-18 **Condensation on enhanced surface horizontal tubes**
S. P. Sukhatme

KN-29 **Augmentation of convective heat transfer by gas-liquid mist**
Toshio Aihara

6-PC-03 **Filmwise condensation of R-113 on horizontal integral-fin tubes of different diameters**
A. G. Michael, P. J. Marto, A. S. Wanniarachchi and J. W. Rose

6-PC-19 **Experimental study of the enhancement of condensation heat transfer on downward-facing horizontal surfaces**
H. Honda, S. Nozu, B. Uchima, H. Fukumori and T. Kobayashi

12-PC-08 **Condensation heat transfer in a bundle of horizontal integral-fin tubes**
Keiji Murata, Norimitsu Abe and Kenichi Hashizume

8-MC-09 **Improvement of forced convection heat transfer by using static mixers**
M. Bohnet, H. Kalbitz, J. Németh and J. Pázmány

10-EH-01 **The effect of cutting sharp-ended annular fins on the efficiency and optimized dimensions**
H. Kalman and M. Tavi

10-EH-02 **Increase of heat transfer and negative eddy viscosity in turbulent flows influenced by a magnetic field**
C. Henoch, M. Hoffert, A. Baron, D. Klaiman, S. Sukoriansky and H. Branover

10-EH-03 **Optimal fin profiles—classical and modern**
A. D. Snider, A. D. Kraus, S. Graff, M. Rodriguez and A. G. Kusmierczyk

10-EH-04 **A study of enhanced ceramic tubes for high pressure waste heat recovery**
R. D. Armstrong and A. E. Bergles

10-EH-05 **Heat transfer augmentation in an annulus with interrupted axial fins**
T. V. V. R. Apparao, Ye-di Liu and N. V. Suryanarayana

10-EH-06 **Startup transient modeling of vapor flow in heat pipes**
Farrokh Issacci, Ivan Catton and Nasr M. Ghoniem

10-EH-07 **Combined enhancement of tube-side heat transfer in cast-iron air preheater**
Qiang Tai Zhou, Sai Yin Ye, Yuan Huang Ou-Yang and Nian Zu Gu

10-EH-08 **Heat transfer characteristics and the augmentation mechanism of carrying gas impingement on minute heat source in liquid coolant bath**
N. S. Yang and Z. Q. Shen

10-EH-09 **Simultaneous heat transfer enhancement and flow loss reduction of fin-tubes**
Martin Fiebig, Nimai Mitra and Youchang Dong

10-EH-10 **Conjugate heat transfer in a three dimensional channel with a built-in cylinder and vortex generators**
Manuel Sanchez, Nimai Mitra and Martin Fiebig

10-EH-11 **Augmentation of heat transfer by regular narrowings of tubes in gas turbine compact heat exchangers**
O. N. Favorsky and V. M. Matveyev

10-EH-12 **Enhancement of evaporation of a droplet from a hot surface by electric field**
Kiyoshi Takano, Ichiro Tanasawa and Shigefumi Nishio

10-EH-13 **Enhancement of pool boiling heat transfer by static electric field**
Mitsuhiro Uemura, Shigefumi Nishio and Ichiro Tanasawa

10-EH-14 **Experimental study on heat transfer characteristics of offset fin arrays—effect of fin thickness in the low and middle ranges of Reynolds number**
G. N. Xi, K. Suzuki, Y. Hagiwara and T. Murata

10-EH-15 **On the characteristics of transitional phenomena in heat transfer from extended surfaces to boiling liquid**
S. Kumagai, S. Matsui, R. Shimada, T. Haraguchi, M. Ouchi and T. Takeyama

10-EH-16 **Heat transfer augmentation by two-phase bubbly flow impinging jet with a confining wall**
Akimi Serizawa, Osamu Takahashi, Zensaku Kawara, Tomomi Komeyama and Itaru Michiyoshi

10-EH-17 **Mechanisms of heat transfer enhancement around the stagnation point of an impinging air jet laden with solid particles**
Yasuo Kurosaki, Isao Satoh, Yuji Kameoka and Yoshihiro Annmo

10-EH-18 **Measurements of local velocity and turbulence levels in arrays of louvred plate fins**
A. A. Atoniou, M. R. Heikal and T. A. Cowell

10-EH-19 **Oscillatory heat transfer in extended surfaces**
J. M. Houghton, D. B. Ingham and P. J. Heggs

10-EH-20 **The analysis of extended surfaces with a variable heat transfer coefficient**
Allan D. Kraus and Fred Landis

13-IN-06 **Comprehensive evaluation criterion for the heat transfer augmentor as a fouling cleaner**
S. R. Yang, J. M. Wang, G. D. Zai and R. H. Kim

13-IN-12 **Industrial application of dropwise condensation**
Qi Zhao, Dongchang Zhang, Xiaobu Zhu, Dunqi Xu, Zaiqi Lin and Jifang Lin

20-MSC-05 **An experimental research of spray falling film boiling on the second generation mechanically made porous surface tubes**
Yingke Tan, Guoqing Wang, Shiping Wang and Naiying Cui

20-MSC-09 **Intensification of heat exchange at condensation and evaporation of liquid in flowing-down films**
Vladimir Rifert

20-MSC-14 **Heat transfer characteristics of laminar boundary layers in the presence of vortex generations**
Jurandir Itizo Yanagihara and Kahoru Torii

3．論文内容の分類

3．1　能動的方法と受動的方法

伝熱促進において、伝熱過程中にパワー投入を行うものを能動的方法（active technique)、パワー投入のないものを受動的方法(passive technique)、両者を併用するものを複合的方法（combined technique）と称する。これはA.E. Berglesによる命名である。前掲の３２論文中、能動的方法および複合的方法を扱ったものは４編ある。すなわち 磁場（EH-02)、電場(EH-12, EH-13)、機械的補助(IN-06) である。ただし、EH-02 は複合的方法であって、しかも磁場が伝熱促進に積極的な役割りを演じているわけではなく、乱れ促進体の効果が主体のように思われる。IN-06 では、シェルアンドチューブ型熱交換器の管内に、往復運動するファウリ

ング・クリーナーを入れ、管内面に付着するスケールを除去することによって伝熱の劣化を防止しようとする、いわば消極的な伝熱促進を目指したものである。伝熱促進を裏側から追求しているような感じであるが、実用的には重要な技術であろう。電場による伝熱促進を扱ったEH-12、EH-13は筆者らの論文であり、内容の説明は省略する。

筆者は、能動的的伝熱促進法の研究は、この分野に残された将来の重要な課題であると考えているが、現在のところこの方面の研究はあまり盛んにはなっていない。

3．2　受動的方法

受動的伝熱促進法に関する２８編の論文の内容をまず伝熱様式別に分けると

ａ．対流伝熱（相変化なし）－１８編

ｂ．凝縮伝熱　－５編

ｃ．蒸発・沸騰伝熱　－３編

ｄ．沸騰＋凝縮　－２編

となる。最後のｄは同一論文中で沸騰と凝縮とが同時に扱われているものである。

ａ．対流伝熱の促進

対流伝熱の促進に有効な受動的方法には次のようなものがある。各項目の最後の括弧内は、分類に該当する論文を示す。

（ｉ）　伝熱面積を拡大する（EH-01，EH-03，EH-09，EH-20）

(ii)　中断フィンによって温度境界層の有効厚さを小さくする（EH-05，EH-14，EH-18）

(iii)　渦発生などにより流体の入れ換えを促進する（KN-15，EH-07，EH-08，EH-10，EH-11，MC-09，MSC-14）

(iv)　液滴・粉体などの添加により混相流とする（KN-29，EH-17）

これらの他、フィンに周期的温度変動を与える（EH-19），セラミックス管を使う（EH-04）などの論文も提出されている。

ｂ．凝縮伝熱の促進

凝縮伝熱を受動的に促進する手段としては、拡大面の使用と、表面張力を利用して液膜を薄くする方法がある。KN-18 はそのレビューであるが、率直に言ってとくに新しい見解が見られるものではない。他の４編の論文のうち、6-PC-03，12-PC-08 はフィン付き凝縮面を扱い、6-PC-19 は多孔質排液板による下向き凝縮面の凝縮伝熱促進、IN-12 は滴状凝縮を復水器に応用しようという試みである。これらのうち、筆者の個人的興味をもっともそそったのはIN-12 であった。

ｃ．蒸発・沸騰伝熱の促進

蒸発・沸騰伝熱野受動的促進手段は、拡大面の利用のような普遍的方法は別として、伝熱面の過熱度および熱負荷の大きさにより異なる。すなわち、沸騰を伴なわない液膜蒸発では、できるかぎり薄く一様な液膜を維持することが重要であるが、沸騰開始点直後の小過熱度域では

気泡核を維持できるような形状・寸法を有する微細構造伝熱面が有効であり、大過熱度域では、伝熱面への液供給を保証する方法が問題となる。発表された論文は、フィン面上での沸騰挙動に関するもの(EH-15)、多孔質面上での膜沸騰(MSC-05)、および二相噴流による高負荷除熱を扱ったもの(EH-16)の３編である。積極的方法をも含めると、蒸発・沸騰伝熱の促進に関する論文は５編あったが、その４編が日本からのものであり、日本のこの分野の研究が世界のトップレベルにあることを象徴している。

ｄ．凝縮＋沸騰伝熱の促進

一見奇異な分類と思われるかもしれないが、凝縮と沸騰についての伝熱促進を同一論文中で扱っているものである。そのうち、１編はヒートパイプ(EH-06)、他の１編は表面張力および回転を利用した凝縮・沸騰の同時促進に関するもの(MSC-09)である。内容として特に新規性のあるものではない。

４．まとめ

伝熱促進に関する限り、日本の研究のレベルは世界の中でもっとも高い水準にあるといってよいであろう。前掲の３２論文のうち１１編、すなわち３４％が日本からの論文であることはこの事実を裏付けるものである。伝熱促進は、伝熱研究の中の先端的分野の一つであり、しかもエネルギー有効利用技術において中核的位置を占めることを考えると、このような状況はまことに喜ばしい限りであるが、逆に日本以外の諸国、とくに米国における伝熱促進に関する研究が低調であり、今回の国際伝熱会議に提出された論文にほとんど見るべきものがなかったのは淋しいことである。

周知のように、米国の科学研究の体制は極端な経済主導型である。政治家・軍・経済界・産業界のごく短期的な意向が敏感に科学研究費の配分に反映される。エネルギー危機の折には、伝熱促進が伝熱研究の一つの中心課題であったが、危機が遠のいた現在では NSF もその他の財団も伝熱促進に殆ど興味を示さないようである。その点、日本における科研費のシステムは、時代の趨勢にやや鈍感なところがかえって幸いしているのかもしれない。

しかし、日本における伝熱促進の研究の前途あるいは伝熱研究全体の行方が必ずしも洋々たるものであるとは言えないであろう。伝熱過程は、それを巨視的に捉える限り、きわめて単純な物理法則の上になり立っており、それから逸脱するような現象は起こりえず、原理的に新しい事実が発見される可能性は恐らくまったくない。現在の伝熱研究の困難さは、主として microscopic なスケールの現象についておおよそ正確に記述される物理法則を、mesoscopic あるいは macroscopic なスケールへ拡張することの困難さに由来するものである。これは質的な問題というより、（単なる）量的な困難さに過ぎず、多くの人々が予測するように、将来超大型・超高速計算機の出現によって解決されるはずのものであろう。したがって、この意味での伝熱研究の将来は無限には広がっていないことになる。

欧米において、一流の頭脳は伝熱研究に対する興味を失ってしまっているという話を耳にする。歴史的経過をたどれば、日本の伝熱研究はほぼ欧米の足跡を追っているから、近い将来における日本の伝熱研究が現在の欧米の状況と同様になる可能性は高いと見たほうがよいかもしれない。少なくとも、その間（１０年か１５年かは）、日本の伝熱研究の隆盛は続き、われわれはこの状態を楽しむことができるであろう。

（１９９０年１２月）

強制対流単相伝熱

荻野文丸（京大工）

筆者に与えられたテーマは、強制対流単相伝熱である。Keynote paper 27 論文の中で、強制対流単相伝熱に入ると思われる論文としては、神戸大片岡先生の「衝突噴流の大規模渦による伝熱促進」、S. Faggiani and W. Grassi の「加熱面への液体の衝突噴流」、および S. Banerjee の「界面における乱れ構造と輸送機構」の 3 論文が挙げられる。

片岡先生の論文は、衝突噴流における伝熱促進を、大きなスケールの渦の運動に注目して論じたもので、この大規模渦による伝熱面の表面更新効果が重要であると結論している。S. Faggiani and W. Grassi の論文は、液体の衝突噴流の加熱壁面上におけるヌッセルト数に関する従来の研究結果をまとめたものである。S. Banerjee の論文は、乱れエネルギーの生成速度と消散速度との比を、無次元せん断速度と名付け、これをキーとなる無次元数として、界面での乱れ構造と輸送機構を論じている。すなわち、この無次元せん断速度の値が大きいとき、乱れ構造は縞構造となり、バースト現象を引き起こし、さらにこの時の熱や物質のスカラー量の輸送は、このバースト現象に支配され、輸送速度は界面のせん断速度を用いて相関されることを示している。一方、無次元せん断速度の値が小さいときは、界面から離れた場所で作られた乱れが支配的となり、界面では斑状の乱れ構造をとり、輸送速度は、壁のせん断速度と主流の平均速度とをミックスした形で整理できることを示している。

次に General paper であるが、強制対流単相伝熱に属すると思われる論文の数は、拾い間違いあるいは拾い忘れもあるかも知れないが、全論文数 415 篇中、57 論文である。すなわち約 14 %である。ここでは、強制対流が主体ではあるが、浮力の影響があるような伝熱は除外している。この 57 論文中 36 篇、63 %が実験的研究で、残り 37 %が数値計算である。国別に分類すれば、米国 14 論文、ドイツ 8 論文、日本とソ連がそれぞれ 7 論文、英、仏、インド、イスラエルがそれぞれ 3 論文、残りはその他 6 カ国からの論文である。

General paper の内容別の大体の分類を表 1 に示す。表 1 で目につくのは、内部流れ、外部流れともに、壁面に突起やくぼみのある場合の伝熱に関する研究が多いと言うことである。57 論文中計 14 篇であるから 1/4 を占めていることになる。そのほか、主流乱れの影響、衝突噴流、非定常の研究が比較的多い。

まず、内部流れの管内流れに分類した論文は、九大の伊藤先生の、超臨界ヘリウムを管内に流して、超電導体を冷却する場合の数値計算に関する up-to-date な研究、G. S. Ilic（ユーゴ）の、テーマとしてはやや古いが、Confined jet の中心軸上の速度、温度、乱れ強度、

壁静圧の変化を測定した実験的研究、 M. R. Butcher ら（英）の、二重管環状部の断面積が緩やかに大きくなる場合の熱伝達係数の測定に関する実験的研究、京大鈴木先生の、偏心二重管環状部を液体金属が乱流で流れるときの、流れと熱伝達の計算、および S. Blancher ら（仏）の、軸対称波状管内の層流の数値計算の 5 論文である。

突起、挿入物に分類した 8 論文のうち、 M. Faghri ら（米）の、電子装置冷却のシミュレーションとして、平行平板の一方の壁に電子デバイスのモデルとして角柱を並べた場合の、３次元的な流れと熱伝達を k-ε モデルを用いて計算した研究、およびレベルは余り高くはないが、 K. Muralidhar （インド）の、放射性物質を投棄したとき、岩の割れ目を通って放射性物質が拡散する場合の基礎研究として行われた、２枚の平行平板間に小さな円柱が縦にいくつかあるような流路での、流れと温度の応答に関する計算との 2 論文が、他の 6 論文とは目的が少し異なるので目を引いた。他の 6 論文は多かれ少なかれ、伝熱促進に関連する研究である。 Y. D. Lee ら（カナダ）の論文は、同心二重円管の内管外壁に突起をつけた場合の環状部流れと内管との間の熱伝達の計算を行ったものである。計算は乱流拡散係数を用いている。O. N. Favorsky （ソ連）は、コンパクト熱交換器の基礎研究として、直径 2.5 mm の細管内に溝をつけ、熱伝達係数と圧力損失を測定している。 J. W. Baughn ら（米）の研究は、矩形ダクト内のピンフィン上の局所熱伝達係数を測定したものであり、京大鈴木先生らは、オフセットフィンのフィン厚さの影響を実験的に調べている。 M. Bohnet ら（独）の論文は、７種類のスタティックミキサを使用した場合の流れの可視化、熱伝達性能及び圧力損失を測定したもので、やや一般性に欠ける。 C. V. Hermann ら（ユーゴ）の研究は、平行平板ダクトにおいて、一方の壁にくぼみがある場合の流れをホログラフィー法で可視化し、それと同時に熱伝達の測定も行ったもので、次のステップのある場合の研究に近い。

表１　強制対流単相伝熱の内容別分類

内部流れ	
管内流	５篇
突起、挿入物	８篇
ステップ	３篇
曲管	２篇
スワール流れ	２篇
磁場	２篇
非ニュートン流体	２篇
計	２４篇
外部流れ	
突起、へこみ、ステップ	６篇
主流乱れの影響	５篇
衝突噴流	５篇
膜冷却	３篇
壁噴流	２篇
円柱周り	２篇
反応	１篇
計	２４篇
その他	
非定常	５篇
膜流れ	２篇
複雑流れ	２篇
計	９篇

ステップのある場合の研究としては、東北大太田先生らは、2次元の対称および非対称の拡大管における流れと局所熱伝達係数を、数値計算により求めており、E. Achenbach（独）は、やはり2次元の非対称急拡大および急縮小流れの両者について、数値計算およびナフタリンの昇華を用いて実験的に物質移動係数を測定し、両者を比較している。D. Lee ら（米）は円管を用い、円管への入口が偏心している場合の急拡大、並びに入口と出口両者共に非対称に偏心しているキャビティ内の熱伝達係数の分布を測定している。以上 3 篇の研究はいずれも大変おもしろい研究である。

曲管に分類した論文は 2 件あり、J. Vilemas（ソ連）はコイル状チャンネルの臨界レイノルズ数、速度分布、レイノルズ応力および凸壁と凹壁面上の熱伝達係数を測定している。J. M. Choi ら（米）は直角に2度曲がるU型のチャンネルの層流の計算を行っている。壁の熱伝導の影響も考慮している。

スワール流れを伴う場合としては、A. A. Khalatov ら（ソ連）の、矩形断面を有する曲管内で、スワール流れを伴う場合の熱伝達係数を測定した実験的研究と、R. J. Edwards ら（英）の同心二重管環状部におけるスワール流れへの熱伝達係数に関する、これも実験的研究がある。

磁場に分類した論文は 2 篇である。C. Henoch ら（米）の水銀の流れに磁場を印加した2次元流れに関する研究と、東北大相原先生らの、円管内流れにＭｎ－Ｚｎフェライト粒子を混入し、伝熱を制御しようとする研究である。前者は、磁場の作用によりほぼ完全な2次元乱流場を作り、速度分布、乱れ強度分布、エネルギースペクトル、熱伝達係数を測定した実験的研究であり、負の乱流拡散係数を得ている。後者も前者と同様にユニークな研究で、数値計算ではあるが、管内流れの軸方向に磁場を印加して、粘度と磁化率の温度依存性を利用することにより、速度分布を変化させ、伝熱を制御しようとするものである。

非ニュートン流体の管内流に関する研究も 2 篇あり、その一つは M. Naimi ら（仏）のアクリル酸樹脂およびＣＭＣ水溶液の同心二重管環状部流れにおける伝熱を扱った研究で、単なる環状部層流から、内管を回転させることによりテイラー渦を含んだ流れまでを取り扱い、熱伝達係数に関する実験式を提出している。もう一つは、P. Hrycak ら（米）の研究で、種々の形状のダクト内に指数法則に従う非ニュートン流体が層流で流れるときの計算手法に関するものである。

次に外部流れであるが、まず内部流れと同じく、突起を有する壁面上の熱伝達の研究が 6 篇ある。いずれも管内流と同じく多かれ少なかれ伝熱促進に関連するものである。A. Baron ら（イスラエル）の研究は前向きステップを持つ境界層流れの熱伝達係数に関する実験的研究であり、A. Predisius ら（ソ連）は、壁面に3種類の突起物を設置した場合の熱伝達係数を測定している。A. Zukauskas ら（ソ連）は、平板近傍に円柱を設置し、圧力分布、熱伝達係数を測定している。M. Fiebig ら（独）は、vortex generator として一対の三角翼を用いて、それにより生ずる縦渦が伝熱を促進し、摩擦損失を小さくする効果があることを実験的に示し、

もう一つの論文で計算を行っている。さらに横国大の鳥居先生らも彼らとよく似た研究を発表している。

境界層流れの主流乱れの壁面での熱伝達への影響に関する研究も相変わらず多いが、その目的はいろいろである。まず、 P. K. Maciejewski ら（米）の研究は、文字どうり主流の乱れ強度の熱伝達係数に対する影響に関する実験的研究であり、S. G. Simmons ら（米）は薄膜熱流束計を用いて、主流の乱れ強度の影響を調べている。 V. Kottke ら（独）は、数種の格子を用い、格子下流の Stagnation line 上の熱伝達係数を測定している。 M. Beziel ら（独）は、伝熱管が一列に並んでいる場合の熱伝達係数に対する主流乱れの影響を実験的に調べている。最後にユニークなのは、H. Soltan ら（独）の研究で、彼らは都市部で強く風が吹く土地で熱伝達係数を測定し、乱れ強度のみならず、自然の風は方向を不規則に変えることを考慮し、方向性乱れ強度なる概念を導入して、実験データを整理している。大変おもしろい研究であるが、方向が変わることは、そのまま普通の意味の乱れ強度に反映するはずであるから疑問も残る。

衝突噴流に関する研究は予想外に多い。片岡先生、 S. Faggiani らの keynote paper 以外に 5 篇の論文がある。 C. F. Ma ら（中国）は内燃機関をオイルの噴流で冷却することを目的にして、プラントル数の大きい場合の実験を行い、 D. J. Womac ら（米）は、電子デバイスの冷却を目的とし、小さな加熱面上への衝突噴流の実験を行っている。この方向の研究が今後さらに増えるかも知れない。 S. Chakraborty ら（インド）は、半径方向に噴流を噴出させ、それが、ノズルの下方に設置した平板面上に衝突する場合の実験を行っている。 S. Faggiani 、片岡先生共に General paper を提出しており、 Faggiani らは液体の衝突噴流の熱伝達係数の実験式を提出し、片岡先生らは２次元ノズルと平板伝熱面との間に、円柱格子を設置した場合の実験結果を報告している。

膜冷却については、 V. P. Motulevich ら（ソ連）、 G. Grossman （イスラエル）、 M-Y Zhang ら（中国）の実験的研究がある。

壁噴流については、Y. F. Xu ら（米）は、研究のレベルはかなり低いが、 k-εモデルを用いて計算を行っており、R. B. Rask ら（米）は円柱面上の壁噴流に関して、かなり高度で詳細な実験的研究を行っている。

円柱周りの熱伝達の研究として２篇あり、その一つは B. V. S. S. S. Prasad （インド）の研究で、その目的ははっきりとは判らないが、円柱を風車あるいはプロペラのように回転させた場合の円柱表面上の熱伝達係数を測定し、実験式を提出している。もう一つは、 H. J. Sung ら（韓国）の研究で、一様な平均せん断を持つ流れ中に置かれた円柱表面の物質移動速度を測定している。

反応を伴う伝熱として分類した論文が１篇ある。 R. Germerdonk ら（独）は、melting furnace の基礎研究として、プロパン、シクロヘキサン、イソプロパノールを燃焼させたときの炎と壁との間の熱伝達係数を測定している。このような研究は従来少なかったのではないだろう

か。

以上の内部流れ、外部流れの他に、その他として、非定常問題、膜流れ、複雑流れとして分類した。まず、非定常伝熱として 5 篇ある。 S. Kakac ら（米）は、アスペクト比 10：1 のダクト内流れにおいて、入口温度がサイン状に変化する場合の温度助走域の温度変化を測定している。A. M. Nasibulov ら（ソ連）は、チャンネルの壁温がステップ状に上昇したときの温度分布、熱伝達係数の時間変化を測定しており、乱流拡散係数は通常の場合と同じとして計算した結果とよく一致すると報告している。F. Issacci ら（米）は、ヒートパイプの始動時における蒸気の非定常流れを、圧縮性流体の非定常管内流れと仮定して数値計算を行っており、蒸発部で shock wave 反射が生ずることを示している。W. S. Kim ら（米）はダクト流れで入口温度が種々に変化する場合の計算法に関する研究を行い、 J. O. Ismael ら（英）は管内乱流において、流速がサイン状に変化する場合の計算を k-ε モデルを用いて行っている。

次に、膜流れの論文は2篇あり、I. Toorey ら（イスラエル）は液膜表面が波状になった場合の、固液界面の物質移動に関する計算を、G. Grossman （イスラエル）は、不凝縮ガスが存在する場合の液膜の気液界面の物質移動に関する計算を行っている。

最後に複雑流れとして分類したのは、いずれも電子部品のキャビネット内の流れを取り扱ったもので、C. J. M. Lasance （オランダ）、S. Witzman ら（カナダ）の研究がある。

以上、強制対流単相伝熱に関する論文を大雑把に紹介したが、筆者の思い違いや、理解不足で間違って紹介しているものもあるかも知れない。もし興味を覚えた研究があれば、どうぞ原報をお読み戴きますようお願い致します。

自然対流伝熱（混合対流も含む）レビュー

戸田　三朗（東北大・エ）

1、　はじめに

自然対流と混合対流の分野の論文について、私自身の印象でまとめ、本特集号の数ページを進まぬ筆で埋めることを、今大変悔いている。というのは、２つの理由がある。第一は、今度の国際伝熱会議は身の危険を常に気にしながらのエルサレム滞在であって、学問的関心の集中よりもイスラエルという国の置かれている国際的な緊迫感に完全に圧倒された国際会議参加であったこと、第二は、日本伝熱シンポジウムに数年来研究発表しているとはいえ、この分野は私の専門と認識していないためである。したがって、初めはお断りしたのであるが、編集委員の芹沢先生に押されて、やむなくお引受けしたといういきさつもあって、レビューというよりキーワード的説明でお許しいただきたい。なお、事情の故に、非常に多くの論文が欠席でキャンセルとなったと思われるが、正確なことは判らないのでプロシーディングに掲載の論文を全て対象にした。

2、　自然対流

自然対流のセッションでは４０編の論文が提出されている（混合対流セッションでの２編をここではさらに追加する）。ほぼ半数が純粋に解析だけの研究であり、残りは実験と解析の両面からの研究である。自然対流の研究は、近年のコンピューターによる数値解析の著しい進歩もあって、対象となる体系の幾何学的条件や境界条件が複雑になって多様化しており、これらを集約してまとめることは難しい。散漫なまとめとなったが、論文は、プロシーディングに示されている論文番号、解析（Ａ）および／または実験（Ｅ）、著者の国名を順に括弧中に記して示した。

矩形キャビティ（側壁：加熱、冷却）内の自然対流について、乱流対流の壁面せん断応力の測定データ（2-NC-1, E, U.K.）、高レイリー数での乱流モデル（修正Jones-Launder、修正To-Hunphrey）の比較（2-NC-3, A, USA）、２次元キャビティ内の乱流$\kappa-\varepsilon$モデルによるアスペクト比１、１０の場合の解析（5-NC-11, A, Korea）、層流自然対流の安定解析（2-NC-17, A, Netherland）、上下の壁の熱伝導の影響（2-NC-18, A, Canada）、内部の局所熱源の位置による対流パターンの変化（2-NC-10, A, China）、キャビティ中央部に置かれた２個のヒターによって生ずる対流パターン（5-NC-9, E, Taiwan）、またビ

ルディングの部屋を想定して、単一ゾーン及び複数ゾーンのキャビティ内自然対流の数値解析（5-NC-17, A, Yugoslavia）、部屋・廊下の構成での火災時の乱流対流シミュレーション（4-MC-11,A E, France）などの報告がされた。上面冷却、下面加熱の矩形キャビティにおいて、水のレイリー数10^7-10^9の乱流自然対流の研究（5-NC-5, E, USSR）がある。

水平面上の自然対流については、水平面の１部が加熱された場合の対流発生（２つ渦）（2-NC-2, E, USA）、上流に垂直加熱面があって、そこを上昇してくる境界層の影響（2-NC-5, E, China）、上面および下面からの同時自然対流の加熱条件（等温度、等熱流束）による相違（2-NC-14, E, Finland）が発表されている。

液体ナトリウム層のベナール・セル対流の実験（2-NC-13, E, Germany）、水平流体層に誘起される乱流自然対流プルームの特性とその液晶実験（5-NC-10, E, Japan）、下部加熱を受ける板上のクウェット流の安定性（5-NC-7, A, Korea）、また矩形容器内のレイリー・ベナール対流における上、下面の熱伝導の影響（4-MC-9, A, Brazil）が報告されている。

垂直円管内の自然対流については、側壁を加熱した場合の非定常対流の解析（2-NC-6, A, USA）、上面冷却、下面加熱の条件下での臨界領域における実験（2-NC-15 and 16, E, Germany）、そして垂直環状空間内の自然対流では、アスペクト比、半径比が変わった場合の２次元解析（5-NC-18, A, USA）、上下にプレナムを持つ狭い環状間隙での上昇流と下降流の１ペア、２ペア間のパターン遷移と非対称流動についての実験および解析（2-NC-7, A E, Japan）が報告されている。

熱サイホン・ループについて、矩形断面ループの１次元動特性解析（2-NC-4, A, USA）、また円形断面ループの１次元、２次元のモデル解析による循環流量の予測（5-NC-12, A, U.K.）の報告がある。

垂直平板体系においては、板中に埋め込まれた加熱ストリップによる自然対流のレーザー・スペックル法による光学的測定（2-NC-12, E, China）、垂直平板に沿って発達する境界層の層流、遷移流域での擾乱の発達（5-NC-4, A, Japan）、さらに一様加熱の平板間の自然対流の解析（5-NC-2, A, USA）がある。

傾斜条件下の対流として、傾斜した矩形キャビティまたはチャンネル内（上面冷却、下面加熱）の内部隔壁の有無による対流の相違（5-NC-3, E, Japan）、非定常浮力流伝熱の解析（5-NC-8, A, Taiwan）の報告がある。

相変化を伴うものとして、フレオン‐空気混合気の水平管上での自然対流凝縮（2-NC-11, AE, China）、球および楕円体カプセルの融解を伴う液体中の自然対流伝熱（5-NC-6,

A E, Japan) がある。

そのほか、複雑な構造に付随するものとして、CGCR原子炉の燃料ピンのアンニュラス中 (2-NC-19, E, U.K.)、電子デバイス (2-NC-20, E, USSR)、水平管群を含む容器内の対流 (2-NC-8, E, USA)、水平矩形フィンからの対流 (2-NC-9, E, India)、部分的に充された水平円筒内の流体 (2-NC-21, E, Canada)、半球形キャビティ内でディスクリートな内部熱源のある場合の対流、AGR原子炉などの熱流力安全に関わる体系での対流問題 (5-NC-14, A, U.K.) などが、また振動する円柱周り (5-NC-16, E, Yugoslavia) や多孔質媒体中の加熱球周り (5-NC-15, A, U.K.) の対流がある。

自然対流の整理式Y=kX^{m} 型における独立変数に生ずる誤りを防ぐガイドライン (5-NC-13, A, U.K.) と、地球上の風力エネルギーの上限値の自然対流モデルによる算出 (5-NC-1, A,Israel) の研究も出されている。

3、混合対流

強制対流と自然対流が共存する混合対流については、体系の姿勢と加熱条件が重要なパラメーターとなっている。該当セッションでは、この分野の論文として19編 (内2編はすでに自然対流の方で述べた) が発表されている。実験を行っている論文は僅かに5編であり、実験の困難な分野の故に数値解析による研究が先行しているといえよう。

垂直チャンネル内で強制対流に自然対流が重累する場合として、下部に冷却部分がある平板上の流動 (4-MC-3, A, U.K.)、 平行平板間で非対称の加熱条件が付与されている場合 (4-MC-4, A E, USA)、内側加熱の環状流路内層流流れに対する浮力流と変物性の影響 (4-MC-7, A, USA)、隣接する3つの垂直2次元ダクト内の混合対流の解析解 (4-MC-12, A, U.K.)、 上下の壁の影響を受けないアスペクト比4以上の垂直キャビティ内の境界層不安定と乱流遷移 (4-MC-12, A E, France)、外管加熱の垂直同心管内の多孔質中の混合対流 (4-MC-22, A E, USA) などがある。

傾斜した体系での混合対流問題として、上部に開放されている半円形断面のキャビティからの自然対流と上部空間内強制流動のある場合の混合対流 (4-MC-18, A E, Canada)、穀物乾燥機の太陽コレクターの傾斜ダクトで、上面と下面の非対称加熱によって誘起される混合対流 (4-MC-19, A, Canada)、傾斜加熱板間の上向き流れ中に生ずる2次流れ (8-MC-5, A, USA) が報告されている。

立方体空間内の1側面に周期変動加熱 (多面は冷却) を与えた場合の温度と流れの線形応答 (8-MC-2, A, USA)、また重力加速度gが時間的に周期変動する場合の温度と流れの応答解析 (8-MC-3, A, USA) が発表されている。

そのほかに、特殊、複雑な条件の場合として次のような研究が報告されている。垂直に立てたトーラスの円管内に誘起されるカオス的流動（4-MC-2, A, USA）、下面加熱の矩形水平ダクト内での混合対流に見られる下面上のマッシュルーム型渦とそれによる熱伝達の促進（4-MC-15, A, Germany）、回転円板の上面および下面での混合対流熱伝達（4-MC-14, A, India）、カナダのＣＡＮＤＵ原子炉炉心に対応した水平円筒容器内に多数の内部加熱源がある場合の混合対流（8-MC-11, A, Canada）、水平管内の凍結を伴う水のグレッツ流れにおいて、最大密度の存在によって引き起こされる２次流れのパターン（8-MC-10, A, Canada）、さらに、チョコラルスキー法による半導体の単結晶製造を想定した論文はこの１編のみであるが、回転垂直管内の流体が、上部の回転板により冷却されている時に生ずる混合対流とそのパターン（8-MC-13, A, Canada）など、非常に複雑な混合対流の研究成果が報告されている。

４、おわりに

以上、各論文をプロシーディングの編成と違ったまとめによりキーワード的にレビューしてきた。自然対流、混合対流ともに、大変に複雑な構造や境界などの付与条件の場合がコンピューターによる直接シミュレーション解析により、我々の眼にリアルに実現されるようになってきた。他方、困難さから実験は減る傾向にあり、コンピューター・シミュレーションの結果の真偽を判断するツールを、今後どうしていくのか、問題となってこよう。今回の会議の論文に標準問題を志向するものが皆無であったことは、多くの研究者が物理的、現象的関心にのみ指向している最近の傾向が読み取れる。したがって、今後も複雑な機器内を想定した研究、すなわち機器工学の傾向が一段と加速されよう。とはいえ、自然対流、混合対流伝熱は、まだその物理、特性が必ずしも明かではないので、これらの機器工学の成果をいかに体系化し、整理式の形で表現していくか、大きな課題が待っているように思われる。

第９回国際伝熱会議に出された自然対流関連の論文の概要をおわかりいただき、今後の研究の参考にしてただければ幸いである。

沸騰熱伝達（ＣＨＦ，ポストＣＨＦも含む）

水上　紘一　（愛媛大）

標記のセッションは第１セッションで，第２・３セッションと並行して，初日の午後４時から Massada Room で開かれた．このセッションの呼称は，正確には，BOILING, CRITICAL HEAT FLUX, POST CRITICAL HEAT FLUX である．ずっと昔，ヘロデ王が死海西畔の峻険な山の上に砦を築いた．この砦を Massada という．王の死後，約千人のユダヤ人がこの砦に拠ってローマ帝国に抵抗し，自決した．

Massada Room の中には，幅１ｍのポスターパネルが何枚も屏風のように並べて立てられており，入口のドアを加えてほぼ３０枚の面で囲まれた筒状の空間がセッションのために用意されていた．この狭い空間の中では，発表者が事務局から予め指示された通りときどき数分の概要説明をすることは困難で，１人対１人の対話がやっとであった．

このセッションの論文には，米国，西独，イタリア，英国，ソ連，日本，韓国，台湾の順に２６まで番号がつけられているが，５番が欠番なので論文編数は２５である．そのうち２編の説明者が欠席した．当時は，クウェートに侵攻したイラクが，問題をパレスチナ問題に摩り替えようとしていた頃で，皆がイスラエルへの入国を躊躇していたことを考えれば，出席率は大変高かったと言ってよかろう．セッション当りの論文数はこのセッションが最多であるが，それでも収容できなかったらしい論文が他の不適切なセッションにいくつか見出せる．

セッション開始後しばらくは質問者がなく，私は暇をもて余した．また，開店休業のまま終わるのでは寂しいと憂慮もした．他にも何人か同様な境遇の人が見られた．しかし，次第に忙しくなって，幸い店仕舞いまでには１０人程度のお客様を迎えることができた．

５時４０分から討論に移った．まず，甲藤議長がテーマ別に論文を多くのグループに分類し，内容や成果等について説明を行なった．この説明は１０分を超える長いものだった．ポスターの説明が終わった直後のことでもあり，私はぼんやりと聞いていた．今この拙文を書きながら，謹聴しなかったことを後悔している．甲藤議長の説明が終わると，ソ連の人（この人はソ連からの論文のポスターの前にいたので，多分，ソ連人であろう）が発言した．私の記憶に間違いがなければ，この人は3回 "surprising" と言った．何が suprising なのか定かでないが，１つは水平流路のＣＨＦが垂直流路のそれよりも大きいという報告（BO-26），１つは狭い流路ではかえってＣＨＦが大きいという報告（BO-22）についてらしかった．続いて，Kenning 氏が，沸騰開始加熱度がサブクーリングに依存しない（BO-12）のは unbelievable だ，と意見を述べた．発言が途絶えると，議長は平田氏を指名した．氏はご自身の研究（上記のBO-22）について

短く説明した．かくして，討論時間を少し残してセッションは終了した．気が付くと，会場は満員で，議長の周囲にわずかな空間を残すだけであった．

各論文へのキーワードを下表に示す．論文にはキーワードが書かれていないので，これらのキーワードは、私が勝手に与えたものである．私の能力では読みこなせない論文もあるので，ピント外れのものもあるかもしれない．また，キーワードにはふさわしくない表現もあるかも

沸騰熱伝達セッションの各論文へのキーワード

論文番号	キーワード
BO-01	流動不安定，密度波，非線形解析，数値計算，自律混沌的挙動
BO-02	鉛直下降流，実験，流動不安定（L/Dに依存），圧力降下，熱伝達率
BO-03	強制流動，計算，利便性，熱伝達率線図作成，水，R22、R134a
BO-04	強制流動，サブクーリング，２次元解析モデル，温度，ボイド率
BO-06	過渡冷却，回転球，R113，冷却曲線，ロケットエンジンのベアリング
BO-07	プール，多成分液体，熱伝達率算出，実験との比較，物性値の選び方
BO-08	プール核沸騰熱伝達，実験，ポリマー水溶液，粘弾性
BO-09	クロス流ＣＨＦ，実験，大直径水平管，R11-R113混合液
BO-10	熱サイフォン，充塡液量大，特性評価モデルの改良，諸種流体・寸法
BO-11	強制流動ＣＨＦ，実験，温度・熱入力制御，小流量，低圧，小Ｌ／Ｄ
BO-12	強制流動，沸騰開始，ぬらす液体，サブクーリング，σ／ｒ＝一定
BO-13	プール，実験，伝熱促進，Gewa-T改良面，プロパンなど，圧力の影響
BO-14	熱サイフォン，特性解析モデル，発達した沸騰様式，実験による検証
BO-15	対流伝熱項，表示式改良，水，有機液体，冷媒，各種流路，フィン
BO-16	自発核生成，理論，非均質効果，実験結果の解釈，放射線
BO-17	プール，多孔質表面，実験，ＣＨＦまでの沸騰曲線
BO-18	多孔質表面，理論，毛管近似，ＣＨＦまでの沸騰曲線
BO-19	自然対流ＣＨＦ，実験，一様加熱，気液密度比，L/D，水，R113，R12
BO-20	沸騰開始，力学モデル，接触角ヒステリシス，ﾘｴﾝﾄﾗﾝﾄｷｬﾋﾞﾃｨ
BO-21	強制流動，熱伝達，２成分混合液，理論，水平管内実験（R22-R114）
BO-22	強制流動熱伝達・ＣＨＦ，実験，細管，熱伝達率・ＣＨＦ向上
BO-23	プール，膜・遷移沸騰，実験，粗さ，接触角，ぬれ面積・時間の割合
BO-24	上昇流ＣＨＦ，低クォリティ，理論予測モデルの精密化と適用条件拡張
BO-25	プール，遷移沸騰熱伝達，理論，接触角，ぬれ面積の割合
BO-26	核沸騰熱伝達，ＣＨＦ，狭空間・傾斜・閉側端・閉底端の効果

[注]　Ｌ＝管長，　Ｄ＝管内径，　σ＝表面張力，　ｒ＝沸騰開始時気泡核半径．

しれないが，私の苦心に免じてお許しいただきたい．表から，どの現象を研究の対象として，どの因子の影響を究明したか，理論的にか実験でか，は一応お判りいただるものと思う．一部については，動機や結論も挙げてある．

強制流動熱伝達を扱った論文は７編ある．これらはさらに，適用対象流体（多成分流体を含む）や適用対象流路（小Ｌ／Ｄ，細管，傾斜流路を含む）の拡張を目的として相関式や解析モデルの精密化を目指したもの，多次元性を考慮に入れたもの，流動不安定や気泡離脱位置も気にしたもの，利便性に配慮して数種の流体に対して熱伝達線図を作成したもの，よくぬらす液体（R12）の沸騰開始条件のサブクーリングへの依存性を改めて調べたものに分けられる．なお，沸騰熱伝達率を２つの項の加算的寄与によって表すという方法がある．表中の「対流伝熱項」（B0-15）とは，これらのうちの１項を指す．

ＣＨＦに関する論文は自然流動とプールでのものを含めて約６編である．やはり，諸種流体，混合液，広い範囲の圧力や気液密度比，Ｌ／Ｄへ適用できるように，相関式の精密化と拡張が図られている．また，狭い流路や傾斜，側端や底端を閉じたことの影響およびクロス流の場合について報告されている．熱入力制御の場合と温度制御の場合とで，ＣＨＦが相違しないという報告もあるが，一様熱流束や一様温度を意味するものではなく，単に熱入力と温度のどちらを時間とともに変化させるかということに過ぎないから，この結果は当然であろう．

液充塡量が多い密閉形２相熱サイフォンの特性評価モデルが提案あるいは改良された（論文数２編）．

沸騰流動系の密度波不安定の非線形解析（１編）によって strange attractor が見出された．この解析では単純化のために多くの仮定が置かれているので，実際の装置で奇妙な挙動が予測通り起こるか否か，あるいは増幅されるか興味がある．この論文の著者は，多くの研究者が興味をもつことへの期待を表明している．

プール沸騰に関する論文は，必ずしもそこに限定できないものも含めて，約10編あった．回転球からのR113の膜・遷移・核沸騰曲線が非定常冷却法によって得られている．この研究に対しては，動機や目的に興味がある．ロケットエンジンのベアリング内で類似の現象が起こるとのことである．ポリマー水溶液は非ニュートン液体であるが，ニュートン液体と同じ特性を示すものもあり，そうでないものもある．しかし，何がその相違をもたらすのか，不明である．今後の研究の課題であろう．Gewa-Tを改良して，さらに沸騰を促進する試みも報告されている．多孔質被覆表面からの沸騰熱伝達の理論と実験がそれぞれ１編ずつ提出されている．どちらも，これまでの自己の成果のまとめという印象を受ける．多孔質被覆面に対しては，初期沸騰とＣＨＦの中間にヒステリシスが現れることがあるらしい．これは，通常の伝熱面で現れる初期沸騰のヒステリシスとは傾向が逆で（沸騰曲線上で右廻り），遷移沸騰のそれと傾向が同じである．考えてみれば，多孔質被覆面上の沸騰には，核沸騰とも膜沸騰とも分けがたいところがある．

自発核生成理論では，臨界半径を超える蒸気の核の発生が沸騰開始につながるので，その発生確率を問題とする．臨界半径以下の核は消滅するが，消滅するまでに臨界半径以上に成長する確率も存在する．したがって，自発核生成による沸騰開始過熱度は低くなる可能性がある．泡箱を念頭に置けば分かるように，放射線場では核が供給されるので，自発核生成が促進される．一方，伝熱面上のキャビティに保持されている蒸気を核として沸騰が始まる条件を予測する力学モデルが提案されている．このモデルでは，蒸気保持機構としてリエントラントキャビティと接触角のヒステリシスの両方を考えているが，前進接触角が２０°以下では蒸気の保持はむずかしいと結論している．

沸騰について今までに多くの研究が行われて，液体の物性値の影響はほぼ明かになっていると言ってよかろう．しかし，粗さ，熱伝導率，ぬれなど，伝熱面の性状に関係する因子の影響はまだ明かではない．ぬれおよびその目安としての接触角は，伝熱面表面の汚れや非均質性，粗さ，酸化などに依存し，得体が知れないという印象がある．物理化学の分野でさえ，高エネルギー表面と見なされる金属表面が親水性か疎水性かについて，少なくとも１５年前には結論が出ていなかった．ただし，酸化された金属表面が親水性を示すことは知られていた．しかし，約１０年ほど前から，エタノール水溶液の濃度や，銅表面の酸化状態を変えることによって接触角を変えて，沸騰実験が行われるようになった．それらの結果について，Dhir 氏が今回の会議の Keynote Lecture (KN-9) でレビューしている．本セッションでプール遷移沸騰を扱った論文は２編あるが，いずれもぬれの影響を評価している．１編は理論で，伝熱面表面の蒸気に覆われる部分の面積の割合に接触角の影響を組み込んでいる．計算で求められた熱伝達特性はこれまでの実験結果とよく合うと述べられているが，Dhir 氏の講義録の中の図とちょっと見較べただけでは賛否は言えない．他の１編で報告されている実験の結果は，明らかに一致しない．

今回の会議に提出された沸騰に関する論文のうち１０編近くが，ぬれに着目あるいは言及している．したがって，これは重要な因子の１つだったと言えよう．また，フロン系冷媒やその他の多くの有機液体を，よくぬらす液体という観点から見ることもできる．熱サイフォンの安定性を良くするために，伝熱面にテフロンを蒸着して沸騰を安定させるという提案には，もっともだと思う．しかし，水とクライオゲンに対する流動ＣＨＦを予測するモデルに前進接触角と後退接触角を導入し，３桁の数値を与えることには，首をかしげざるをえない．

並行して行われた「電子機器の冷却」セッションで，高度にぬらす液体FC-72の沸騰開始実験の結果が報告されている（EL-10）．それによれば，沸騰開始過熱度したがって沸騰開始時の気泡核半径はサブクーリングや溶存気体量に依らず，ほぼ一定である．そして，過熱度が均質自発核生成過熱度よりずっと小さいので，自発核生成ではないだろうと注釈がつけられている．また，論文BO-12では，フロン系冷媒の強制対流沸騰開始過熱度はサブクーリングに依存せず，σ / r はほぼ一定であると結論している．ここで，σ は表面張力，ｒは沸騰開始時の気泡核半径である（ｒの値は非常に小さく，0.1μm以下）．この論文の著者は，熱モデル（キャビティ

の口元に坐った気泡核の熱平衡が崩れるとき沸騰が始まるとするモデル）に基づいてデータ整理を行っているから，気泡核は予めキャビティ内に存在していると考えている．しかし，自発核生成でないなら，Kenning 氏が言うように，サブクーリングに無関係だという結果は un-believable である．

私は自分の論文（BO-20）の中で，前進接触角が約２０°以下の場合にはキャビティは蒸気を保持できないと結論した．したがって，私は上記の実験結果を信じるが，沸騰開始は伝熱面表面における自発核生成すなわち非均質自発核生成によるのではないかと思っている．この点をはっきりさせることが，今後の課題となるだろう．沸騰開始という視点から見るとき，私の判定基準によれば，「よくぬらす」とは「前進接触角が約２０°以下である」ことを意味する．

上の段落で述べた私の結論は，実は，他ならぬ Kenning 氏ら（R.I. Eddington & D.B.R. Kenning, Int. J. Heat Mass Transfer, Vol.22, pp.1231-1236, 1979）が行なったエタノール水溶液中に置かれた金属表面からの窒素気泡の発泡実験の結果から導いたものである．この実験では，加圧あるいは接触角の減少に耐えて生き残った気泡核から発泡する．エタノール濃度を増加させるにつれて前進接触角は減少する．それにつれて発泡点密度が減少し，前進接触角が約２０°になると，気泡核を潰すための加圧をまったく行わなくても発泡は起こらない．この実験結果と，エタノール水溶液中で維持される核沸騰における発泡点密度に関する他の研究者による実験結果について，飛原氏（伝熱研究，Vol.29, No.112, pp.70-80, 1990）が紹介しているので，興味のある方は参照されたい．ただし，後者は保持能力のあるキャビティはすべて蒸気を保持していて，ある熱流束を維持するために都合の良い発泡点だけが選択的に利用される沸騰に対するものであろうから，前者と比較することが妥当かどうか，注意が肝要である．

私は今，水の沸騰の研究から知らず知らず身に付けた「常識」を探し出して，それを疑ってみることに努めている．

凝縮熱伝達

本田 博司 （九大）

下の表は、第５回東京会議以降の国際伝熱会議における凝縮関連の発表論文（Keynote paper）を含む）を分類したものである。論文数は第７回会議が最も多く、その後減少傾向にある。これは凝縮研究の現状を反映しているものと考えられ、その原因を明らかにすることは重要であろう。論文の中では、膜状凝縮に関するものが最も多く、全体の半数以上をしめる。直接接触凝縮、滴状凝縮に関するものはそれぞれ20％前後である。取り上げられている内容は多岐にわたっているが、実際の凝縮器の操作に関連した問題が多く取り上げられている。なお、膜状凝縮では伝熱促進に関する論文が多くなっている。

今回の発表論文も、大勢としては従来の研究の延長上にある。しかし、一部応用面では新しい試みも見られた。なお、日本からの提出論文が37％と多かったことも今回の特徴である。以下では、上述の分類に従って発表論文を概観し、筆者の感想を述べる。

回（開催年）	5(1974)	6(1978)	7(1982)	8(1986)	9(1990)
膜状凝縮	11	14	22	12	13
純蒸気	11	11*	16	10	9
混合気	0	4*	4	2	3
油の影響	0	0	2	0	1
直接接触凝縮	4	3	6	5	4
滴状凝縮	5	3*	3	5	2
液体金属の凝縮	0	1*	0	2	0
論文数	20	20	31	24	19

*２つの分類にまたがる論文を含む。

１．膜上凝縮

１．１　純蒸気

20-MSC-6は鉛直面上の層流体積力対流凝縮におよぼす液の過冷および蒸気の過熱の影響を取り

扱っている。これは古くから取り上げられている問題であるが、本論文は摂動解を求め、これらのパラメータの影響について一般的な表示式を得ているのが特徴である。しかし、層流理論の適用範囲が狭いことを考えると、提案されている式が従来の簡単な表示式に代わって使用されるようになるとは考え難い。

6-PC-05 は水平円管上の共存対流凝縮におよぼす並列管の影響を取り扱っている。並列管の存在によって蒸気の主流速度が増大し、その結果熱伝達係数も増大することが数値解析によって示されている。この解析は管群に拡張できると考えられるが、その場合凝縮液イナンデーションおよび液膜の乱れの取扱いが問題になる。

6-PC-11 は平滑管の千鳥管群におけるR11 とR113の下降流の凝縮伝熱特性を調べている。管群に関する従来のデータは以外と少ないので、実用的には重要な研究である。

KN-18 は水平フィン付き管上の凝縮に関する研究のレビューである。同様のレビューは前回の論文集や最近の雑誌に２、３掲載されており、それほど新味はないが、単管の伝熱性能におよぼすフィンの形状、寸法および凝縮物質の影響に関するデータをまとめている点は有意義と考えられる。しかし、実際の凝縮器において重要な管群の伝熱特性に関する記述が少ない点に不満が残る。

6-PC-03 は水平フィン付き管上のR113の凝縮におよぼすフィン間隔および管径の影響を調べている。実用伝熱管の管径の範囲では、管径が大きいほど伝熱促進率もわずかに増大し、一方最適フィン間隔は変化していない。

12-PC-8 は水平フィン付き管の碁盤目管群におけるR123の凝縮熱伝達特性と凝縮液の流動特性を取り扱っている。R123はR11 の代替冷媒として重要であるが、本研究はこの物質に関する最初のデータを提出している。実験によれば、熱伝達におよぼす縦管列数の影響は凝縮液の落下モードによって大幅に変化している。この問題については今後の研究が必要と考えられる。

フィンの形状、寸法の影響に関する系統的な実験データを蓄積することは重要であるが、幾何学的パラメータの多さを考えると、実験的にフィンを最適化するのは容易ではない。また、従来の研究は単管に関するものが多いが、単管と管群の伝熱特性には差があることにも注意する必要がある。この問題については理論解析の予測精度も向上してきているので、実験と解析を組み合わせるのが効果的な方法であると考えられる。

6-PC-16 は二相サーモサイホンの凝縮器部における局所熱伝達特性と流動様式の関係を取り扱っている。この系では蒸気と凝縮液が対向流になるのが特徴である。本研究では液膜の乱れ、気液界面せん断力と液滴の付着を考慮した理論モデルが提案され、実験的に求めた局所熱伝達特性と良好な一致を得ている。なお、上端付近での不一致は微量残存ガスの蓄積を示唆するもののようである。

6-PC-19 は下向き水平面上の凝縮熱伝達の促進に関するもので、浸漬冷却モジュールへの応用を想定して蒸気空間型と液中浸漬型の伝熱面の特性を比較している。液中浸漬型は、上昇気泡を

伝熱面下部に保持する構造にすることによって伝熱性能が向上し、蒸気空間型と同程度になる。フィン付き面の平滑面に対する伝熱促進率は4.5～7に達している。

20-MSC-9はフィン付き面、回転伝熱面、旋回流、添加剤による滴状凝縮促進等に関する実験結果を示している。この論文は多くの事柄を取り上げているので、個々の研究に関する記述が不十分でわかりにくい。また、得られた伝熱促進効果もそれほど印象的ではない。

1．2　二成分、多成分蒸気

KN-17 は膜理論による凝縮器設計法に関する研究のレビューである。混合気層の物質伝達に関する近似解法、液膜の取扱いについて解説し、これらを組合せた設計計算法を示している。ついで、鉛直管内凝縮およびシェル側凝縮に関する一連の実験データによる検証を行っている。本論文に紹介されている一連の研究は工業的価値が高いと考えられる。

6-PC-20 はメタノール/ 水、エタノール/ 水およびメタノール/ エタノール静止混合気の水平平滑管上の凝縮を取り扱っている。アルコール/ 水では成分比によって滴状、縞状、リング状、膜状の凝縮パターンが現われ、滴状の場合には熱伝達係数が膜状の2～6倍になることが示されている。凝縮パターンの変化は凝縮液の管表面へのぬれ性の変化と、液膜内の濃度分布によるマランゴーニ対流の発生によると考えられるが、より詳細な機構の解明が待たれる。

12-PC-10 はR113/R114流動混合気の管外凝縮を取り扱っている。平滑管および２種類のフィン付き管について、水平および鉛直の管配置と、水平および鉛直下降の蒸気流の組合せに関する実験データが示され、混合気側熱伝達係数の表示式が導かれている。フィン寸法、管配置および蒸気流方向の複合効果に関する研究ははじめてであり、混合気の物質伝達促進に関する基礎研究として重要と考えられる。

1．3　油の影響

14-HX-06はR113の管内凝縮におよぼす混入油の影響を平滑管と内面フィン付き管について調べている。このテーマは圧縮式冷凍・空調機の凝縮器設計に関連しているが、実用の冷媒であるR12とR22についてはすでに混入油の影響に関する報告がある。従って、本研究の価値は相対的に低くなる。

2．直接接触凝縮

6-PC-01 は相互溶解性液中を上昇する気泡の凝縮を取り扱っている。気泡の挙動は相互不溶解性液の場合と基本的に同一であり、凝縮液の内部熱抵抗と周囲液体の外部熱抵抗を考慮した相互不溶解性液に関する著者の解析モデルがそのまま適用できることが示されている。

6-PC-10 は容器中の水蒸気に過冷水をノズルから噴射した際の過度現象を取り扱っている。過冷水ジェットへの凝縮による減圧と、それに伴う放出水のフラッシングを伴う現象の計測結果と、著者らのモデルによる計算値との比較例が示されている。しかし、モデルに関する記述がないので、その妥当性が評価できない。

12-PC-13は鉛直管中へ下部から噴出させた過冷水の自由界面における水蒸気凝縮を取り扱っている。圧力変動を伴う３種類の凝縮モードが観察され、熱伝達係数と自由界面近傍の水の自乗平均乱れ速度の間に一意的な関係があることが示されている。しがし、乱れ速度は実測されていないので、今後の研究による検証が必要である。

6-PC-17 は、フロンガスと酸素の混合物を容器内の静脈血に小気泡として吹き込み、酸素処理（oxygenation）と加熱を同時に行う方法を提案している。フロンガスは凝縮潜熱を放出すると同時に気泡表面に薄膜を形成し、酸素と血液の直接接触を妨げるため、赤血球の破壊が防がれる。本論文は予備実験の段階であるが、相互不溶解性液中における気泡凝縮に関する基礎研究の成果を巧妙に応用した研究として興味深い。

３．滴状凝縮

6-PC-18 はふっ素系高分子化合物でコーティングした面上の滴状凝縮における縮流抵抗を取り扱っている。コーティング層がない伝熱面の縮流抵抗に関する著者らの理論をコーティング層がある場合に拡張し、熱伝達係数の数値解と低圧水蒸気に関する実験値が良好に一致することを示すとともに、理論解析に基づく熱伝達係数の表示式を導いている。この一連の研究によって、滴状凝縮の基本的問題の一つが解決されたと言えよう。

13-IN-12は滴状凝縮伝熱面の実用化に関する研究である。銅伝熱ブロックの表面をArイオンのスパッタリングによって清浄にし、ついでCrおよびN のイオンプレーティングを行うことによって低表面エネルギーの面を製作し、アンモニアを含む水蒸気の滴状凝縮を実現している。ついで、同様の処理を行った伝熱管を用いて小型復水器を製作し、5500W/m^2K の熱通過係数を長期間維持することに成功している。実器について滴状凝縮を長期間実現した例はないようなので、今後の連続運転の結果に興味がある。

第９回国際伝熱会議における凝縮関連論文の概要を紹介した。発表論文数の推移は、外的要因としての研究の必要性と、研究の新しい展開の可能性に関係していると思われる。膜状凝縮に関する研究が相変らず多いのは、応用との結び付きの深さによると考えられる。しかし、最も基本的な問題である液膜の挙動に関する理解はそれほど進んでいない。これは測定の困難さにも原因があるが、今後の重要な研究課題であると考えられる。直接接触凝縮は、気層と液層の空間的分布によって多くの形式があり、それぞれに応じた応用が考えられている。研究の進展は分野によってかなり差があるようであり、今後の可能性も大きいと言える。滴状凝縮については、実用化の可能性の確立が最大の課題であろう。

第9回国際伝熱会議における二相流の研究動向

日向　滋　（信州大・繊）

会議初日、あのファラデーの「蠟燭の科学」を想起させるような R.J.Goldstein教授による科学技術史として非常に興味深い Rumford伯の業績を主題とした教育的な講演の後、会場は二つに分かれて Keynote Session に移った。一つは、対流熱伝達に関するもので E.R.G.Eckert教授によるものと、もう一つはマイクロ熱電対で沸騰のメカニズムについて研究した論文を以前拝見したことのあるユーゴスラビアの N.Afgan教授による"Transient Two Phase Flow" という表題のキーノート講演であった。私としては、学生時代に Eckert教授の書いた"Heat and Mass Transfer"で伝熱の研究分野に入り込んだという思い出もあり、両方とも聞きたく迷った。とにかく判断の材料が Abstract しか手元になかったことと、本誌に二相流についての研究の動向を伝えよという依頼を受けていたので結局 Afgan 教授の講演を拝聴した。会場は200席位の部屋でほぼ満席に近い聴衆であった。スピーカに近い席を陣取ったおかげでよく聞こえた。また、ゆっくり話をしてくれたのには助かった。二相流の研究の流れを的確に捉えた発表であったと考えています。そこでごく簡単にここで紹介しますが、詳しい内容は議事録を読んでいただければ有難いと思います。

出力10000 MWにも達しているボイラープラントの高効率化と、原子炉の安全なシステムの設計にはやはり、二相流の流動現象のより一層の解析、実験的研究が望まれ、特に Transient phenomena に注目した研究が進められるべきだと指摘されました。界面によって隔てられた不連続な性質を持つ二相流体の流動現象を記述する基礎式の定式化は十数年前に J.M.Delhayeらによる空間平均と時間平均の操作の厳密な検討に始まり、N.Zuber and J.A.Findley, M.Ishiiらによる努力の結果、本会議の二相流のSession においても盛んにこれらの手法を使った研究発表がなされていた一次元二流体モデルの骨格が完成された。D.A.Drew and R.T.Laheyによる二次元へのモデルの適用は、A.Serizawaらによって実験検証されてきた垂直管内定常気泡流のボイド率分布の解明に大きな進展をもたらしたと、Afgan 教授は基礎式の定式化の時代を以上のようにまとめていました。

付け加えさせていただきますと、この方面の研究はさらに二相流の乱流構造、とりわけ平均操作をした結果、生じた平均主流速度U_l,変動量の平均である $\overline{u_l v_l}$, $\overline{u_l{}^2}$, $\overline{v_l{}^2}$, $\overline{w_l{}^2}$との結び付きの解明、即ちこれらは従来行われている単相流のようなBoussinesq形式の結合では実験結果を説明出来ないとされている。また気泡径と乱れのスペクトルとの関係を知るといった重要な問題が実験的にも、解析的にも残されているように思います。是非若い研究者には、これら

の問題に立ち向かって、Ishii, Serizawa 先生らに続く成果を出してもらいたいと講演を聞いた際強く感じました。

Afgan 教授は、さらに続けて、平均化された基礎式のTransient 現象への適応性の限界についての検討とそれを補うモデルの出現を期待しつつ、 Flashing phenomena , Refill and Bypass phenomena, 管の破損時における Steam generator transients の解析例と実験との比較を示しながら詳しく解説してくれた。この辺りでは二相流研究の一面であるApplication の状況につて、日頃不勉強な私にもよく解る説明で、教授の卓越した知識の広さに感心した。

会議終了の前日、Panel discussion PD-8 において、さらに突っ込んだ" Multidimensional Phenomena in Two Phase Flow " と題してLahey 教授の司会で、現在この問題の具体的なテーマで取り組んでいるパネラーによって問題点の指摘を含んだ発表がなされ、その後討論がおこなわれた。参加者は、主会議室と離れた場所にある部屋に設けられたことと、伝熱に直接関係しない問題であったためか15人程と、ちょっと少なかった。それでも私の斜め後ろに Delhaye 教授、また私がCanadaでお世話になった Sousa教授も顔を見せていた。３人のパネラーの紹介があったが私は部屋を捜すのに手間取り途中から入ったため、名前を知っていたZǔn 教授以外は不明であった。

パネラーの一人が紹介した研究は、一様気泡流中におかれた垂直平板の表面に発生する気泡境界層のピークを持つボイド率分布に関するもので、この研究は東大の大橋秀雄教授らが行っている翼形周囲に発生するボイド率分布の挙動と同じ現象で、ちょうど一ヶ月前に、名古屋で開かれた混相流シンポジュウムでの特別講演で話して下さってあったので非常に関心深く聞いた。この問題はこれらの方々によっていずれ解明されることが期待されます。

またZǔn 教授の発表は、垂直円管内気泡流のボイド率分布に関するもので気泡径との関係について言及していた。その中でも、やはり混相流シンポジュウムで発表していた東京商船大の賞雅氏らの、垂直気泡流における気泡挙動の画像解析のデータが引用されており、研究情報が非常に速くなったという印象を受けました。

二相流のPoster session は PS-9, PS-18 の二つあり、32 編の論文発表があった。その国別の内訳は、USA 6, FRG 6, UK 5, USSR 4, Italy 3, Israel 2,他は一編づつ、日本は三菱重工のM.Iwabuchi氏らのものが唯一で、ちょっと寂しい感じでした。日本ではFlow boilingという場合、Boiling session に入るような研究が多いため、より二相流的な研究が少ないのかもしれない。これらの論文中での、日本人論文の引用割合は37/479 に留まっている。

内容的には、Inverted annular flow を含めたRewetting phenomena が５編と一番多かった。面白いことに、これらは発表数の多い国 USA, FRG, UK, USSR の発表の中には見られなかった。他はTransision boiling, Flooding , Bubbly flow , Annular flow, Parallel condensers の Instability, Thermosyphon, Subchannel等形態の違った場合の二相流、あるいは三相流と非常に散らばっているのが特徴で、Flow patternによる分類と言うより、二相流動が関与して

いる伝熱問題の集合であった。各論文ともテーマの目的に応じたそれなりの成果が報告された優秀な論文であったが、解析手法、実験手法において、二相流に関する限り、私見ではあるがそれほど驚くものは見あたらないと思った。　ただ、Lahey 教授が７月来日のおり、混相流シンポジウムでもその一部を紹介してくれたのでご存じの方も多いと思いますが、ボイド波についての解析は、スマートであり、彼らのように自由にtoolとして二相流の基礎式をこなし、二相流の流動現象を次から次ぎへと説明出来ればと、凡才の私にとっては大変羨ましく思った次第であった。

局所ボイド率の測定法では、私たちも使っている光ファイバによる方法を２件程見かけ、この方法がかなり定着してきたという印象を受けた。特にドイツの M.Stephan and F.Mayinger らによるFloodingにおいて発生した液膜と液滴を検出するのに約10 μmと非常に細い先端のプローブをつかっており、なおかつ出力の高いきれいな信号が得られているのは注目に値する。

以上、責任ある報告を浅学を省みず気楽に引き受け、駄文で紙面を汚したことをお詫びします。

ふく射伝熱

上宇都　幸一（大分大工）

ふく射セッションでの発表予定者の一人として、今回の国際会議に参加したので、このセッションに分類された論文について報告したいと思います。プログラムによれば、このセッションでは、全部で13件の発表が行われる予定になっておりましたが、3、4件（正確に数えたわけではありませんが）の発表は行われませんでした。又、発表時間中は、自分のブースを離れて、他のポスターを拝見する時間的余裕がなく、従って、他の発表の詳細を把握できませんでしたので、以下、ProceedingsのVol.6によって、紹介することにします（発表者名と発表論文題目を一括して表に示しておきます）。

まず、R-01は、吸引式温度計で、変動ガス温度を精度よく測定するために、熱電対温接点の周囲に、セラミックウールを設置することを提案し、それが有効であることを理論・実験によって示している。R-02は、発泡ポリウレタン断熱材のふく射伝熱評価に関連して、減衰係数を測定し、理論的検討を加えている。R-03は、正方形ダクト内を灰色ガスが流動する場合のふく射－強制対流複合熱伝達の問題を理論的に扱ったもので、乱流モデルには、k-ε モデルと代数応力モデルを使用し、ふく射輸送には、P_1近似を適用している。R-04は、複雑な境界形状を有する領域内でのふく射を含む複合伝熱問題を解析的に扱うために、有限要素法と区分的ふく射交換係数法を併用することを提案している。R-05は、球殻領域内での伝導－ふく射伝熱を理論的に解析している。R-06は、平行平板流路内をふく射性ガスが流動する場合のふく射－強制対流複合熱伝達の問題を理論的に扱ったもので、吸収係数はランダム統計バンドモデルで、乱流は、k-ε モデルで扱っている。R-07は、高温のふく射性媒体が円管内を流動する場合の、複合熱伝達の問題を実験と解析によって検討したものであり、ふく射性媒体としては、微粉炭灰を用いている。R-08は、規則配列をした単分散粒子群からのふく射エネルギを評価することを意図したものである。R-09は、非灰色ガスが充満する立方体容器内での自然対流－ふく射共存熱伝達の問題を理論的に扱ったものである。この発表に（発表者は布施木さん）、本セッションのワイン賞が与えられた。R-10は、アルミナとガラス粒子充てん層の減衰係数、アルベド、Henyey－Greensteinの位相関数を境界散乱光強度適合法で決定したものである。R-11は、正方形領域内での伝導－ふく射伝熱の問題を理論的に解析している。R-12は、高温流動層内に設置された伝熱管への伝熱評価モデルを提案している。最後にR-15は、中央部に上下から仕切板が突出した閉空間内での自然対流－ふく射共存熱伝達の問題を解析したものである。

以上の発表論文の中で、私個人としては、R-06のSoufiani等の研究に、もっとも興味を引かれた。なお、本セッションの総合討論は、Lehigh University のJ.C.Chen教授の司会によって

行われた。Chen教授は、Churchill教授とともに連名で、1963年に発表された充てん層内ふく射伝熱についての研究で、ふく射の領域では、よく知られている方であるが、実際、この仕事を御自身でも、誇りに思っておられる御様子であった。

表　ふく射セッション発表論文一覧

21-R-01 OSCILLATING GAS-TEMPERATURE MEASUREMENTS USING SUCTION AND COMPENSATING FOR OFF-RADIATION LOSSES
G.M.H.J.L. Gadiot and **Y. Goldman**, Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, Israel

21-R-02 RADIATION HEAT TRANSFER IN FOAM INSULATION
L.R. Glicksman, M. Mozgowiec, and M.Torpey, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA

21-R-03 COMBINED RADIATIVE AND TURBULENT CONVECTIVE HEAT TRANSFER IN A THREE-DIMENSIONAL SQUARE DUCT
G. Yang, A. Campo and **M.A. Ebadian**, State University of Florida, Miami, FL, USA

21-R-04 COMBINED-MODE HEAT TRANSFER IN RADIATIVELY PARTICIPATING MEDIA USING THE DISCRETE EXCHANGE FACTOR METHOD WITH FINITE ELEMENTS
C. Saltiel, University of Florida, Gainesville, FL, USA and **M.H.N. Naraghi**, Manhattan College, Riverdale, NY, USA

21-R-05 COMBINED RADIATION AND CONDUCTION FROM A SPHERE IN A PARTICIPATING MEDIUM
P.D. Jones and **Y. Bayazitoglu**, Rice University, Houston, TX, USA

21-R-06 RADIATION-TURBULENCE INTERACTION IN CHANNEL FLOWS OF INFRARED ACTIVE GASES
A. Soufiani, P. Mignon and **J. Taine**, Ecole Centrale Paris, Chatenay-Malabry, France

21-R-07 RADIANT AND CONVECTIVE HEAT TRANSFER FOR FLOW OF AN OPTICALLY ACTIVE GAS IN A COOLED TUBE WITH A GREY WALL
J. Stasiek and **M.W. Collins**, City University, London, UK

21-R-08 RADIANT HEAT TRANSFER IN ORDER FLOWS OF MONODISPERSED DROPS
V.V. Averin, A.S. Dmitriev and **A.V. Klimenko**, Moscow Power Engineering Institute, Moscow, USSR

21-R-09 THREE-DIMENSIONAL STUDY OF CONVECTION-RADIATION INTERACTIONS IN A CUBICAL ENCLOSURE FIELD WITH A NON-GRAY GAS
T. Fusegi, Institute of Computational Fluid Dynamics, Tokyo, Japan, **K. Ishii** and **B. Farouk**, Drexel University, Philadelphia, PA, USA and **K. Kuwahara**, Institute of Space and Astronautical Science, Kanagawa, Japan

21-R-10 RADIATIVE PROPERTIES OF PACKED-SPHERE SYSTEMS
K. Kamiuto, M. Sato, and **M. Iwamoto**, Oita University, Oita, Japan

21-R-11 THE CONDUCTIVE AND RADIATIVE HEAT TRANSFER IN RECTANGULAR ENCLOSURE USING THE DISCRETE ORDINATES METHOD
S.W. Baek and **T.Y. Kim**, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Seoul, Korea

21-R-12 A MODEL OF RADIATIVE HEAT TRANSFER IN HIGH TEMPERATURE FLUIDIZED BEDS
Y. Xu and **R. Qian**, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, China

21-R-15 COMBINED NATURAL CONVECTION AND RADIATION IN PARTITIONED ENCLOSURES
A. Yücel, University of Texas at Arlington, TX, USA and **S. Acharya**, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA

燃焼・CO_2・環境

高城敏美（阪大工）

燃焼に関する発表は Keynote Paper が１件，Jets, Flames and Combsution と題した Session が１つであった．

Keynote Paper は Flamelet description of turbulent combustion (S. Candel, France) であった．乱流火炎はミクロに見ると層流の火炎片の集まりであるとする考え方に基づく乱流燃焼モデルを詳しくレビューした．このモデルの要点は(1)火炎片を歪を受けた層流火炎とし，乱流計算と切り離して考える．このため，多成分拡散と素反応を用いた反応計算を組み込むことができる．(2)火炎片とマクロな乱流計算との連結には確率密度関数や火炎面積を従属変数とする輸送方程式を用いる．(3)マクロな乱流計算は通常の乱流モデルを用いる，などである．このレビューは現在の燃焼の重要問題を正面からとりあげたもので有意義なものであった．講演もきれいなスライドを用いよく準備されたものであった．今後は上記(2)，(3)のモデルについてさらにミクロに見た直接計算の方向に進展することが伺われる．

Jets, Flames and Combustion の Session では燃焼に関係したものとして，ガスタービン翼への物質のデポジションと熱伝達の問題，アルカリ液体金属内のハロゲンガスの反応（燃焼）における乱れと輻射の相互影響の解析，壁面近傍乱流境界層における熱伝達と燃焼の相互影響の解析，垂直壁面燃焼とプール火炎の相互干渉の実験，固体プロペラント燃焼の数値解析，であった．別の Industrial and Process Heat Transfer の Session では炉内の流れと輻射計算，金属処理炉の非定常３次元計算（輻射を含む）があった．このように，燃焼と名のつく発表はごくわずかであること，個々の論文は全く異なる燃焼形態を扱っていること，などのため「燃焼のSession」としてはまとまりがつかないように感じられた．なお，日本から燃焼に直接関係する論文は提出されていない．ただし，燃焼の問題から反応を除けば流れと伝熱の問題となるから，燃焼を扱うにはまず流れと伝熱の問題をよく理解する必要があると考えれば，発表された論文の多くが燃焼研究に深い関係があるともいえる．

編集委員からいただいた表題にはCO_2・環境が付随している．しかし，それを取り上げた Session はなく，研究発表もみあたらなかった．ただし，Keynote Paper には Climate change due to greenhouse gases: change, impact and responses ならびに Pollution control by granular filters - an aerosol science perspective があった．企画者にはこのような分野の期待があったと伺える．

国際伝熱会議にふさわしく伝統的な伝熱研究の隆盛があきらかで，燃焼のKeynote Speaker に，今回の会議のシンボルマークは火炎の模式図であると言わしめているのである．

熱流体の数値シミュレーション

布施木徹（計算流体研）

今回の国際伝熱会議でも従来のように，特に表題に関連したセッションが設けられたわけではなく，数値解析のみ，あるいは数値解析を含む研究発表は，すべてのセッションに分散して行われた．そういう論文の数はたいへん多くにのぼる．したがって，本稿では個別の論文の内容への言及はせず，手短かに，全般的な事項を述べることにする．ただし，問題とする熱流体の現象によって，研究手段における数値計算の位置付けや，その計算技法が異なるため，以下の意見は，おそらく，筆者には専門外の伝熱研究の分野には，あてはまらない所もあろうかと思う．その点，どうか，研究者の方々のお許しと御了解を乞う次第である．また，できるだけ総合的な事を書こうと心がけたつもりではあるが，筆者にとって関心の高い部分の研究動向に，内容が傾きがちになってしまっているかもしれない．本稿の読者の方々は，筆者個人の会議の印象記としてでもお読みいただければ幸いである．

キーノートレクチャーはもちろんの事，ポスター・セッション論文にも，２・３次元の数値計算の結果を，自身あるいは文献から得られる実験データと比較して，検証を試みている発表が数多くあった［例えば，2-NC-03（論文番号を示す），5-NC-11，7-M-11，8-MC-11 など］．これは，熱流体工学でも，現象の数値シミュレーションは，すでに標準的な研究手法として定着しており，単純な問題をただ数値的に解くだけでは，工学的に大きな意味のある研究とは認められなくなってきているという，最近の動向を反映しているものであろう．本会議の発表で扱っている問題では，簡単な境界条件が圧倒的であるが，そのような研究を通して，数値計算の信頼性が向上して行く事が期待される．それとともに，実際の工学問題に近い，形状的に複雑な，あるいは時間的に変化するような境界条件をもった現象の数値シミュレーションも，さかんに行われるものと思う．

特に近年，スーパーコンピューターなどの高速計算機がよく使われるようになってきた事を反映して，計算量の多い，熱流体現象の非定常過程の研究や，バイファケーションなどの，強制あるいは自然対流の安定性問題の数値シミュレーションの発表が日立った［ 2-NC-17，4-MC-21，7-M-11，11-J-09，15-PB-01 など］．ただし，まだ計算時間や計算機の記憶容量の制約から，定量的な結果と見なせるものは，ほぼ，２次元問題に限られており，３次元の場合には，定性的計算と考えるべきものが大部分をしめていた．

この状況は，実験（常に３次元性をもつ）との比較検証の不確定性の一要因ともなっている．しかし，有用なデータを実用的な資源から得るという工学の観点からみて，膨大な計算機能力を必要とする，３次元の大規模な数値シミュレーションの不可欠性を主張するのは難しかろう．将来の計算機の，現在以上に急速な進歩に期待を寄せる事にする．それと同時に，工学的な制限を受けない，計算物理などの研究者と共通の興味をもてる，単純な境界条件をもった問題での協力研究なども考えるべき事であろう．

計算手法に関して，特別真新しいものはなかったといってよいと思う．ポスターセッション (PS-7: Modelling, Computations and Measurements Techniques)が組織されていたが，そこで発表されていた内容からも，上述の事が裏書きできるであろう．計算機の発達にともなって，高速・大容量記憶を要する計算が容易になってきた時，研究者の関心は，すでに確立され，あるいは確立されつつある方法を使っての，複数の物理現象の混在する(例えば，熱エネルギー輸送と物質移動など)，より現実問題に近い状況を想定してのシミュレーションにあるといえるであろう．

最後に，東京を除いて，はじめて欧米を離れた，中近東の地での国際伝熱会議に出席した者として，常に国際関係が緊迫しているイスラエルでこの会議を開催しなければならないという必然性は，感じることができなかったという感想を述べさせていただき，本稿を閉じることにする．

エルサレム大会での研究発表の様子とその反省の記

飯田　嘉宏　（横浜国大・工）

国際伝熱会議には、諸事に多少無理があっても参加してきたが、特に今回は若い頃から一度は訪れたかったイスラエルということで是非にと論文を投稿したところ、応募数が余り多くなかったことが幸いしたらしく受理され、８月１８日の飛行機に乗ることが出来た。それだけに多くの思い出があるが、同大会については他にも報告があると伺っているので、ここではポスターセッションでの発表の様子と、そこでの自らの反省を記して一部の諸兄の今後の参考に供したい。

今大会では前回と同様にポスター発表形式が大々的に取り入れられ、一般研究発表４２０件は全て同発表形式であった。各セッション毎に準備された、余り大きくない部屋の壁面に沿ってぐるりとセットされた約２０枚の白色ボードのひとつ（巾約1メートル、高さ約２．２メートル）に、発表者は準備してきたポスターを張り、2時間の発表時間中はこの前に居ることが要求されていた。この間お客さんは三々五々やってくるわけだが、時には3分程度の short lecture を行なうこともまた要求されていた。しかし普通はお客さんのひとりないし複数とすぐに喋り合うことになり、不特定多数を相手に lecture している説明者を見ることは少なかった。イラク問題のおかげか参加を取り止めた方も多く、ポスターが張ってなかったりポスターは有っても説明者の居ないボードもあったが、両方揃っているボードでは濃淡有っても大体はお客さんと議論していることが多かった。議論を快調に行なうためにもポスターのアレンジは極めて重要である。一見してきれいに整っていることは必要条件だろうが、研究の筋書きを要領よく、多くもなく少なくもなく書いておけばそれだけお客さんとの議論も活発になろうというものだ。ある日本研究者は、ブロック図で表すなどの工夫を行なっていた。

発表時間最後の２０分間は討論時間として用意されており、やり方はチェアマンに任されているらしく、お開きの簡単な挨拶をするだけの所がある一方、著者発表のセッションの様に全員参加の場で各発表の寸評を行なった上本格的な質疑をしてくれる所もあった。さて、著者のポスターには幸いにも多くの方が関心を寄せてくれ、その質疑は冷汗をかきつつも無事にこなしたのであるが、討論時間の質疑にはチェアマン他の方の質問に十分応え得ず、的はずれの回答をしてしまった。英語力の所以である。質問者及び周囲の方々に大変申し訳なかった。また自分でも残念である。此迄の同会議では自ら想定問答集を作る等した上での回答だったので難なく過ごしたが、今回は多忙さと疲れとエルサレムの魅力に負け、更に多少甘く見て全く準備不足であった。一般の日本人の英語力は外国人も周知とは言え、これ程の国際化時代にしかも国際会議に参加するからには、必要な英語力を持つか、或いは著者の様に英語が苦手の場合は想定問答等必要十分な準備が不可欠であろう。著者の経験を他山の石として、参考にしてくれる方があれば幸いである。

第９回国際伝熱会議に参加して

河原全作（京大・工）

国際伝熱会議への出席は今回が初めてでしたので、今までの国際伝熱会議との比較はできませんし、会議の内容については他の方々が詳しく書かれると聞きましたので、エルサレムでの個人的な雑感を書かせていただきます。

テルアビブのベングリオン空港からシェルート（乗合タクシー）に乗ってエルサレムに着いたのは、８月１７日金曜日の夕方でした。最初に思ったことは、「色がない」ということでした。夕闇のせいもあったでしょうがエルサレムの街はＳＦ映画で見た火星都市の雰囲気でした。後で気がついたのですが、金曜の日没から土曜の日没まではサバット（安息日）で、街の商店・バスは営業していなかったのです。そのことも、エルサレムの街をモノトーンにしていたのでしょう。その後、街の色は滞在するにつれて徐々に自分の眼に映るようになりましたので、僕自身が色覚の適応不順をおこしていたのかもしれません。

日中のエルサレムは、空の青と建物の薄茶灰色の２色があればスケッチできます。エルサレム滞在中は毎日快晴であり、ついに雲を見ることはできませんでした。エルサレムは街の中心にある旧市街とそれを取り囲んでいる新市街からなっていますが、会場になったヒルトンホテルは新市街の中でも一際高いビルです。古都の景観保存ということで京都と同じ問題をかかえているだろうと思ってイスラエルからの出席者に尋ねたところ、やはりヒルトンホテルを建てるときにビルの高さが街の雰囲気を壊さないかどうかの議論があったとのことでした。新市街のビルはみんな同じ色をしていましたが、これは近くで採取される石でつくられているためで、特に規制があるわけではなく、ただ好き好んで色をつけることをしていないとのことでした。

中東情勢が緊張しているせいでしょうか、エルサレムの街には実に多くの兵士がいました。高校を卒業すると男子で３年、女子で２年の兵役があるとのことで、自動小銃をもった若い兵士が街の風景にとけ込んでいるのです。新市街においては生命に対する危険は感じませんが、それでも何かに自分の生命をさらしているような一種独特の緊張を感じました。あえて独断と偏見をおそれずに言うなら、イスラエルはサバイバルの国であり、善悪の判断の前に存在するかしないかを自らに問いかけ続けなければならない国なのです。正しい正しくないということではなく、存在の問題という観点から見ないことにはイスラエルを本当に理解することはできないだろうということを実感しました。もちろん、理解する必要はなく批評していればよいという考え方もあるでしょうが。

慣れぬ海外ましてや今話題の中東ということもあり出発前には十分準備をしていたつもりだ

ったのですが、小さなトラブル・予想外の事が続き予定していた日程とかなり異なった行動をしました。会議についても予想外の事が多かったというのが本音です。中東情勢の影響からか欠席が多く無人のポスターが目立ち、パネラーが欠席したパネルディスカッションもありました。個人的に困ったことはポスターを掲示するボードが予想していたものと異なっていたことと、ポスターセッションの部屋が狭くて混雑したことです。そこで、一部のセッションの会場は Ballroom Gardenに移され、太陽のもとでのセッションとなりました。伝熱促進のセッションがそうでしたが、そのために私の隣の京大の萩原先生による見る者を感心させず（ここまでようやるわ～と思わさず）にはおかなかった電化ポスターのイルミネーションもエルサレムの太陽の日差しには勝てませんでした。

激動する国際情勢を反映している事柄に数多く出会いました。伝熱促進のセッションでの Chair はUSSRのリトアニア人でしたが、彼からもらった名刺はUSSRの文字が消してありました。また、会議中にロビーに置かれていた今後開催される予定の国際会議のパンフレットの中にバルティック伝熱会議というのがありましたが、Organizing and Scientific Committee の国名にはリトアニア・ラトビア・エストニアのバルト３国が明記されており、USSRの文字はリトアニア人の連絡先住所にのみ記載されていました。

今回の国際伝熱会議に出席しての私個人としての最大の収穫は、多くの海外の研究者と出会えたと同時に、伝熱研究者の国際的な集まりの雰囲気というものを直接感じることができたことです。修士課程１回生の時に初めて伝熱シンポジウムに参加したときと同じような刺激を受けました。

以上、とにかく私にとっては刺激的なエルサレムでの国際伝熱会議でした。
（蛇足ですが、死海の水は本当に刺激的です。味わいたい方はご連絡下さい。）

第９回国際伝熱会議に参加して

松尾篤二（三菱重工）

世界の伝熱研究者が一堂に会する国際伝熱会議に、今回初めて参加する機会を得た。過去に国際的な会議やシンポジウムに何度か参加した経験はあるが、これほどの規模の会議は初めてである。参加者の大半は大学関係者という中、数少ない企業からの参加者の一人として、感想などを述べてみたい。

今回の国際伝熱会議の参加者は、前回のサンフランシスコよりも少なかったそうで、特に日本の企業からの事前登録は弊社の３名のほかは１社、論文投稿は他に１社のみであった。欧米の企業からの参加も少ないように見受けられ、やや寂しい感じがした。参加者が少なかった原因のひとつは、イスラエルというなじみの薄い国での開催だったことにあると思う。それに、企業によっては、イスラエルと敵対関係にあるアラブ諸国との関係を配慮して、参加を見送ったところもあったかもしれない。また、開催直前のイラクのクウェート進攻により、参加予定者の中には会社からの指示で参加を取り止めた方もおられたと聞く。一旦参加しながら、途中で帰国された方もあったとのこと。私としても、会社からの許可はあったものの、不安な気持ちでの出発となった。しかし、予想に反してイスラエルへの入国は簡単で、エルサレム市内も特に警備が厳しいわけでもなく、平常通りといった感じで、まずは安心した。

さて、会議の全体的な印象として、まず、雰囲気がなごやかなのに驚かされた。この会議は伝熱の分野では最も権威ある会議のひとつであることから、形式ばった堅苦しい雰囲気を予想していただけに、これは意外だった。おそらく、多くの方々が旧知の間柄であることが、なごやかな雰囲気を作り出していたのだろう。参加者に事前に配布されたアナウンスメントに、『インフォーマルな服装で』と記載されており、実際、欧米からの参加者を中心にカジュアルなリラックスした服装で会議に臨んだ方が多かった。真夏の開催でもあり、リラックスした服装で会議が進められたのは、打ち解けた雰囲気作りに役立っていた。

会議は、午前、午後、いずれも 1.5時間のキーノートセッションの後、ポスターセッション２時間、それと並行してパネルディスカッションという形で進められた。テーマごとにキーノートセッションは２部屋、ポスターセッションは３部屋に別れており、企業の人間から見ても関心の高いテーマが多く、興味深く参加させて頂いた。いずれも高度に専門的な内容であり、英語力の不足もあって、十分に理解することは到底できなかったが、断片的ながら内容をつかむことができたつもりである。プログラムを見て、これはぜひ聞きたいと会場へ行ってみてもプレゼンターの不参加のためか、キャンセルになったものがいくつかあったのは残念だった。

キーノートセッションでは、ＯＨＰやスライドを使って講演がなされたが、プレゼンテーションの仕方によってずいぶん聞きやすさが違うと感じた。原稿を読むだけの講演では聞くほうも疲れてしまう。メリハリのある話には自然に引き込まれる。中に一人、スライドごとに大標題と小標題を入れた方があり、そのスライドが話の全体の中のどの部分であるかが分かりやすかった。国際会議では言葉の障壁があるので、自分が話す場合にもこのような理解を助ける工夫が必要と感じた。

ポスターセッションは部屋が狭く、入口まで人があふれて中に入れないという状況もあった。しかしながら、その割には、たまたま私が入室したときがそうだったのかもしれないが、セッションでの議論は全般にあまり活発でない印象を受けた。言葉の問題や関心の対象の違いなど原因はいろいろあるだろうが、ポスターに記載されている情報が少なすぎることも一因ではなかったかと思う。ポスターの良し悪しもさることながら、自らポスターを作成して、面積が狭すぎてごくわずかのことしか書かけないのに困惑した。ポスターは、２倍とまではいかないまでも、1.5 倍程度の広さは欲しかったと思う。

それでも、その狭いポスターで如何に人の注意を引くかは、それぞれのプレゼンターが工夫されていたようで、中には色彩豊かなもの、奇抜なアレンジのものなど、見て楽しいものもあった。実は私も優れたポスターの作成者に贈られるイスラエルワインをひそかにねらい、それなりの工夫をした。といっても奇をてらったものではなく、インストラクション通りに作ったのである。ただ、大きめ、太めの文字で簡潔にを心がけ、白黒主体で要所要所を着色してアクセントをつけただけのシンプルなものに仕上げた。最近は白黒の原稿から、文字や図を部分的に任意に着色して拡大コピーできるようになっており、それを活用した。幸い、同じセッションでは他に目立ったポスターはなく、ねらい通りワインを獲得出来た。研究の内容についてもChairmanからユースフルだとの評をいただき、何人かの参加者からも高く評価された。私をポスターのそばに立たせて写真を撮って行った方もいた。悪い気持ちはしないものである。

企業人としての立場から、製品の設計や将来へ向けた技術開発に直ちに応用できるような実用に直接結びつく研究成果に目が行きがちであるが、このような観点からは、今回の会議はやや物足りなさを感じた。しかし、世界の伝熱研究の動向をつかむことができ、内外の著名な先生方と面識を得たのは、大きな収穫だった。

以上、思いつくままに参加した感想を述べたが、一面的な見方や手前みそな部分があったことをお許し願いたい。

第９回国際伝熱会議に参加して

柳原・JURANDIR・一蔵　（横浜国大院）

昨年の八月にエルサレムで行われた第９回国際伝熱会議に参加したときの感想を若い参加者の立場から書くようにと言われて、恐縮ながら筆をとらせて頂いた。私が国際会議で研究発表を行うのは今回が初めてであり、エルサレムで開催されたことも含めて学ぶ機会が非常に多く与えられた。

私は日本で伝熱を学ぶブラジルからの留学生であり、縦渦による強制対流伝熱の促進を研究しているので本会議では関連の研究に特に興味を注いだ。また、クリスチャンであるのでイスラエル各地を回ったときには聖書に記されている色々な出来事を思い浮かべながら黙想をした。中東情勢が不安定の中で、いつも注目を浴びるイスラエルであるが、エルサレム市内の雰囲気は平和そのものであった。余分な心配もせずに会議に熱中できたこともとても幸いであった。

会議でまず印象的であったのはポスターセッションによる発表形式である。日本国内の主要な講演会（機械学会、伝熱シンポ等）では使用されない形式なので、私はポスターを作成する段階から戸惑いを覚えた。結果的には満足のいくポスターができあがったので各セッションで一番きれいなポスターが授賞するというワインをひそかにねらったが惜しくも逃してしまった（参考までに今回の授賞作品をみると、ほとんどの場合バックに色紙を使用していた）。ポスターセッションは、少人数あるいはマンツーマンで直接的に討論ができるのでとても有意義である。また、参加者は興味のある研究のみに時間を費やすことができ、発表する側としてもやりがいがある。日本の伝熱関係の講演会でもぜひ採用して頂きたい方法である。ただし、今回の場合、残念であったのはポスターセッション用のルームが小さかったことである。会場となったヒルトンホテルのルームはこのような会議を行うには適していなかった。各ポスターに与えられたスペースは小さく、５人以上聴講者が集まると話ができなくなり、隣の迷惑にもなると言う状況であった。

基調講演も興味深く聞く事ができた。いずれの講演も頷かされる内容と説得力があった。特に印象に残ったのは相原先生（東北大）のミストによる伝熱促進、Prof. MOFFAT(Stanford)の伝熱の実験的研究、そしてMr. COLLIER(Nuclear Electric, UK)の原子力発電の将来に関する発表であった。基調講演であるにも関わらず、かなり突っ込んだ質問もありとても有意義であった。

会議中の夜に行われた色々な催しやポストカンファランスツアーにも楽しく参加させて頂いた。交流の場が比較的多くあり、多くの方々と親睦を深めることができたのは幸いであった。国籍、年齢、地位を問わず伝熱の研究者という共通点をもとにして自由な雰囲気で話ができ、若い私にとっては大きな励みになった。

最後になりますが、私がこの会議に参加するに当たり色々なご配慮を下さり、行動をともにさせて頂きました横浜国大教授の鳥居薫先生にこの場を借りて感謝の意を表したいと思います。

<研究トピックス>

エネルギー変換と光量子工学

板谷義紀、 架谷昌信（名大工）

1．はじめに

一般に、エネルギーは熱、光、電気、化学、運動（位置）および核の6つの形態に大別することができる。この中でも特に熱エネルギーは、人類にとって最も古くから幅広く利用されてきたエネルギーであり、他の形態のエネルギーを利用する場合にも、そのほとんどが一旦熱エネルギーの形態を経由してエネルギー変換が行われている。また、種々の形態のエネルギーは最終的には再び高エントロピーの熱エネルギーとして消散してしまうというような事実から熱エネルギーは、あらゆるエネルギーの中でも中心的なエネルギーの役割を担っている。このような観点から、エネルギー資源の高効率利用を図る上で、熱エネルギーから他のエネルギー形態へのエネルギー変換の高効率化が重要と考えられ、現在のところ各方面で研究・開発が鋭意進められている。

しかし、熱から光エネルギーへの変換技術に関しては、現在までのところ輻射を利用した伝熱促進および照明程度で、他のエネルギー変換に比べてやや立ち後れの感がある。最近、光エネルギー輸送、光化学反応、レーザー加工、レーザー分光等、光利用技術が注目を集めている。このような光源として、熱から光エネルギーへの直接変換技術の開発によって、トータル的なエネルギー効率の向上や光の高出力化が図られることが期待されている。

熱・光変換原理としては、まず熱輻射が考えられる。熱輻射は温度の4乗に比例するエネルギーを射出するため、高温になるに伴い高効率高出力変換を比較的容易に行うことができる。しかし熱輻射は、エネルギー伝播の進行方向や位相がランダムで波長も連続スペクトルとなり、レーザー光等と比較して”質”的に高い光エネルギーとはいえない。したがって、熱から”質”の高い光エネルギーに選択的に変換させるための原理、技術、材料などを開発して行くためには、従来の伝熱、燃焼、熱工学に加えて、光量子的検討が不可欠となる。本稿では、熱から”質”的に高い光エネルギーへの変換の可能性ならびにその現状の一端を紹介する。

2．固体面からの輻射の指向性

光エネルギー輸送、微細加工などのように光をエネルギーとして有効利用する場合、光エネルギーの高密化が要求される。光の集光を効率よく行うためには一方向への指向性が高い光の放射源が望ましい。ここではまず固体面からの熱輻射の指向性について考えてみる。

固体面から天頂角θの方向に波長λで射出される単色指向輻射強度$I(\lambda, T, \theta)$は、方位角に

よらず一定の均質面を仮定すると、一般によく知られているように、

$$I(\lambda, T, \theta) = \varepsilon(\lambda, T, \theta) I_b(\lambda, T) \qquad (1)$$

で与えられる。ここに、Tは温度、$\varepsilon(\lambda, T, \theta)$は単色指向射出率である。また、$I_b(\lambda, T)$は、黒体輻射強度でPlanckの法則により得られる。式（1）の関係から、一方向への強い指向性は、θがある方向θ_0近傍で$\varepsilon(\lambda, T, \theta)=1$、それ以外で0となることが必要であることが分かる。物体の平滑面からの単色指向射出率$\varepsilon(\lambda, T, \theta)$は、透過率が0と近似でき、熱的平衡状態の場合には次式で得られる。

$$\varepsilon(\lambda, T, \theta) = 1 - \rho(\lambda, T, \theta) \qquad (2)$$

ここに、$\rho(\lambda, T, \theta)$は単色指向反射率で、以下のようなFresnelの式により、物体の屈折率$\hat{n}=n-ik$の関数として予測することができる。

$$\rho(\lambda, T, \theta) = \{\rho(\lambda, T, \theta) + \rho(\lambda, T, \theta)\}/2 \qquad (3)$$

ただし、$\rho(\lambda, T, \theta)$および$\rho(\lambda, T, \theta)$はそれぞれ輻射線の垂直偏波および平行偏波に対する反射率で、

$$\rho(\lambda, T, \theta) = (a^2+b^2-2a\cdot\cos\theta+\cos^2\theta)/(a^2+b^2+2a\cdot\cos\theta+\cos^2\theta) \qquad (4)$$

$$\rho(\lambda, T, \theta) = \rho(\lambda, T, \theta)(a^2+b^2-2a\cdot\sin\theta\tan\theta+\sin^2\theta\tan^2\theta)/(a^2+b^2+2a\cdot\sin\theta\tan\theta+\sin^2\theta\tan^2\theta) \qquad (5)$$

$$2a^2 = \sqrt{\{(n^2-k^2-\sin^2\theta)^2+4n^2k^2\}} + (n^2-k^2-\sin^2\theta) \qquad (6)$$

$$2b^2 = \sqrt{\{(n^2-k^2-\sin^2\theta)^2+4n^2k^2\}} - (n^2-k^2-\sin^2\theta) \qquad (7)$$

で与えられる。また、屈折率は物体の分子構造、自由および束縛電子状態などと密接な関係を有し[1]、例えば、セラミックスなどの物体では、次式のような分散式でその波長依存性を推算することができる[2]。

$$\hat{n}^2 = \varepsilon_{ropt} + \Sigma\, \delta_j \lambda^2/(\lambda^2 - \lambda_{0j}{}^2 + i\delta_j \lambda_{0j} \lambda) \qquad (8)$$

ここで、ε_{ropt}は格子振動域の短波長側での比誘電率、δ_j、λ_{0j}、δ_jはそれぞれj番目の振動モードの強度、共鳴波長、減衰パラメータである。図1は、実在の有無は別として、複素屈折率$\hat{n}=n-ik$の実数部のnを2.0とし、虚数部のkをパラメータとした場合の物体の平滑面および実在のSiC結晶平滑面の指向射出率を上式に基づいて計算した一例を示したものである（透過率は無視しうる程度に物体の厚さが十分に大きいと仮定）。図示した範囲では、前方への強い指向性を有する条件は認められない。実際、物体中の熱輻射に関係するすべての調和振動子が量子論的に一方向のみに電磁波または光量子を放出することは考え難く、熱輻射だけでレーザーのような指向性を有する射出物体を得ること

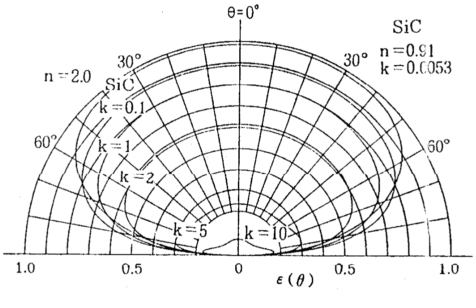


図1　種々の複素屈折率における指向射出率

は原理的に不可能と思われる。従って、固体面の指向性改善の簡易的な手法としては、表面を溝付にしたり、反射板を設置するなどの方法[3)]が考えられている。

3．レーザー発振

熱輻射のみによって”質”の高い光エネルギーを得ることが無理として、ここでは熱を利用したレーザー発振の可能性について、紹介する。

3．1　誘導放出、自然放出

レーザーの熱発振について論じる前に、まずレーザーの発振原理について概説しておく。統計力学によると、原子または分子が温度Tで熱的平衡状態にあるとき、任意の２つのエネルギー準位E_1およびE_2にあるそれぞれの原子（分子）数N_1およびN_2はBoltzmann 分布になり、その比$N_2／N_1$は次式で与えられる。

$$N_2/N_1=(g_2/g_1)\exp\{ (E_2\ E_1)/kT\} \qquad (9)$$

ここで、kはBoltzmann定数、g_1およびg_2は、それぞれE_1およびE_2の状態の縮重度すなわち同じエネルギー準位レベルにある状態の数を表す。

これらの状態にある原子（分子）はあくまで時間平均的なもので、準位間の遷移が確率的に生じるとEinsteinは考えた。簡単のため、エネルギー準位E_1、E_2（$E_1<E_2$）の２準位原子を仮定し、それぞれの原子数をN_1、N_2とする。このとき、状態２から１へ自然に遷移する確率をA_{21}とすると、これは自然遷移確率係数と呼ばれる。$h\nu=E_2-E_1$（h:プランク定数、ν:振動数）のエネルギーを持つ光がエネルギー密度$u(\nu)$で存在する場合、この光子を吸収して状態１から２へ遷移する確率は$u(\nu)$に比例し、$B_{12}u(\nu)$となる。これは誘導吸収と呼ばれる。また逆に、$u(\nu)$によって、原子の調和振動子の強制振動が生じた場合、振動の位相によっては状態２から１への遷移いわゆる誘導放出が起こる。その確率は、$B_{21}u(\nu)$となる。B_{12}、B_{21}は誘導遷移確率係数と呼ばれる。これらの遷移は模式的に図２のように示される。これらより、N_1、N_2の時間変化は

$$\frac{dN_1}{dt}=-\frac{dN_2}{dt}=B_{21}u(\nu)N_2-B_{12}u(\nu)N_1+A_{21}N_2 \qquad (10)$$

で与えられる。レーザー発振は、この誘導放出の原理を応用させたものである。このような誘導放出による光の増幅は、等しい波長および位相で起きる。

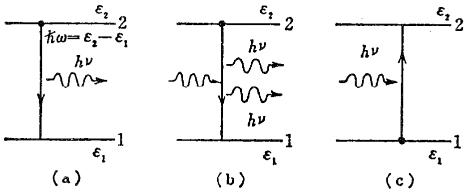


図２　光子の吸収・放出

(a) 自然放出　(b) 誘導放出　(c) 光吸収

この原子および光子場が空洞内で熱平衡にあれば、式（１０）中の左辺は、

$$\frac{dN_1}{dt} = \frac{dN_2}{dt} = 0 \qquad (11)$$

となる。また、Boltzmann分布が成立しているとすると、式（９）、（１０）、（１１）より

$$u(\nu) = \frac{(A_{21}/B_{21})}{(g_1/g_2)(B_{12}/B_{21})\exp(h\nu/kT)-1} \qquad (12)$$

が得られる。これは、Planckの法則との対比から、

$$(A_{21}/B_{21}) = 8\pi h\nu^3/c^3、\quad B_{21} = (g_1/g_2)B_{21} \qquad (13)$$

の関係が成立する。ここでcは光速を表す。

３．２　光の吸収・放出

一般に準位間を遷移することにより放出または吸収されるエネルギーに対応する振動数νは、原子（分子）間衝突やドップラー効果等によりあるバンド幅を持っている。従って光の吸収・放出を論じる場合、このバンド幅を考慮に入れる必要がある。

準位１および２にある原子数をそれぞれN_1、N_2とし、これにエネルギー密度$u(\nu)d\nu$の平行光が入射した場合を考える。このとき誘導吸収および誘導放出による単位時間当たりの光エネルギー密度の増分は、式（１０）、（１３）の関係から

$$\frac{d[u(\nu)d\nu]}{dt} = \frac{dN_1 h\nu}{dt} = u(\nu)d\nu B_{21}h\nu\{(g_2/g_1)N_1-N_2\} \qquad (14)$$

が得られる。ただし、自然放出による影響は入射光に関係なくランダムな方向に放出され、また、位相もランダムなため無視しうる。光が距離dxだけ伝播する時間は、dt=dx/cとなるため、上式は次式のように書き換えられる。

$$\frac{d[u(\nu)d\nu]}{dx} = h\nu u(\nu)d\nu B_{21}\{(g_2/g_1)N_1-N_2\}(1/c) \qquad (15)$$

式（１５）を解き、吸収線の全バンド幅で積分すると、

$$\frac{u(\nu)}{u_0(\nu)} = \exp[-h\nu B_{21}\{(g_2/g_1)N_1-N_2\}(x/c)] \qquad (16)$$

の関係が得られる。ここで吸収係数$\bar{\alpha}_{21}$を次式のように定義すると、

$$\bar{\alpha}_{21} = h\nu B_{21}[(g_2/g_1)N_1-N_2]/c \qquad (17)$$

式（１６）は次のように書き直すことができる。

$$u(\nu) = u_0(\nu)\exp(-\bar{\alpha}_{21}x) \qquad (18)$$

式（１７）、（１８）から、$(g_2/g_1)N_1-N_2<0$のとき、α_{21}は負となり、光の伝播に伴い光のエネルギー密度$u(\nu)$すなわち、エネルギー強度が増幅されることになる。このような状態を、原子（分子）数の反転分布といいレーザー発振の必要条件となる。なお、式（１７）は式（１３）の関係より、次式のようにも表せる。

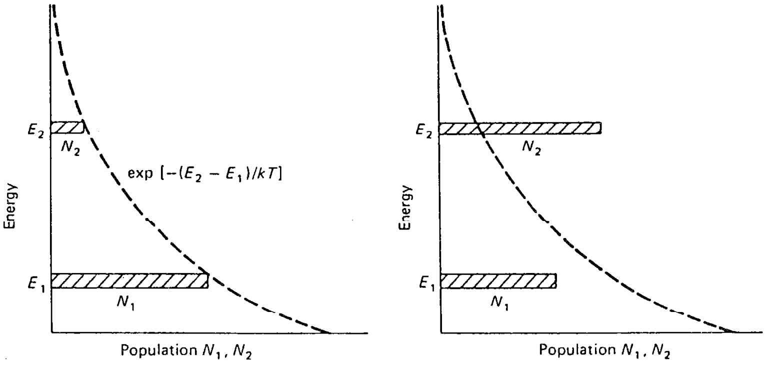


図3　2エネルギー準位の分子数　(a) 熱的平衡　(b) 反転分布

$$\bar{\alpha}_{21}=(\lambda_0{}^2A_{21}/8\pi)[(g_2/g_1)N_1-N_2] \qquad (19)$$

ここで、λ_0は吸収バンドの中心波長を示す。

3．3　レーザー発振原理

熱的平衡にある各エネルギー準位の原子（分子）数は図3（a）のようなBoltzmann分布をしており、縮重がないならば、$N_1-N_2>0$となり、反転分布とはなりえない。そこで何らかの方法で図3（b）のように$N_2>N_1$の状態が達成されるならば、レーザー発振が可能となる。しかし現実的には、2準位間の遷移のみで選択的に上準位へ励起させることは困難である。

反転分布を生じさせるために、通常3準位または4準位レベル間の遷移が用いられる。図4は4準位レベルの概略を示したもので、外部からのエネルギーにより基底状態0から準位3に励起を行わせる。準位3から2および準位1から0への遷移速度が速い（緩和時間が短い）場合、準位2と1の間で反転分布が生じる。したがって、このような条件を満たす準位が存在し、準位0から3への励起を熱的に行わせることができれば、熱によるレーザー発振が可能となる。

4．ガス・ダイナミックレーザー

熱発振レーザーに関連して、これまでに気体分子の急激な加熱・冷却[4]や、温度勾配[5]、断熱膨張[6]などによって反転分布が生じる可能性が示唆されている。これらは、それぞれのエネ

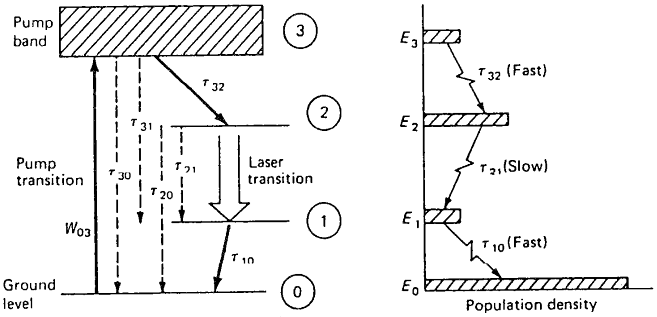


図4　4準位レベルレーザーの遷移

ルギー準位間の緩和時間の差を利用して、ある2準位間に逆転分布を生じさせるもので、現実的には、Kuehnらは[7]ガスの断熱膨張による方法を発展させ、CO_2-N_2高温高圧混合気の急激な膨張によるガスダイナミックレーザー（ＧＤＬ）の発振に成功した。それ以来、ＧＤＬに関する研究は、高出力化の可能性を有するため、いくつかの研究が行われ、CO_2, CO, N_2O, CS_2などのＧＤＬ発振が実現している[8]。これらのＧＤＬの中でも、CO_2ガスは、取扱い、安全性、CO_2生成の容易さなどの面から最も有望と考えられ、以下では、CO_2ガスダイナミックレーザーの研究動向を述べるとともに、今後の課題についても概説する。

5．CO_2ガスダイナミックレーザー

5．1 発振原理

CO_2ガスダイナミックレーザー（ＧＤＬ）では、一般に図5に示すように、CO_2分子の対象伸縮振動モードの量子数が1である振動状態（10^00）、変角振動モードの量子数1および2の（01^10）、（02^00）、逆対象伸縮モードの量子数1の（00^01）の振動エネルギー準位および基底状態（00^00）の間の遷移を利用している。

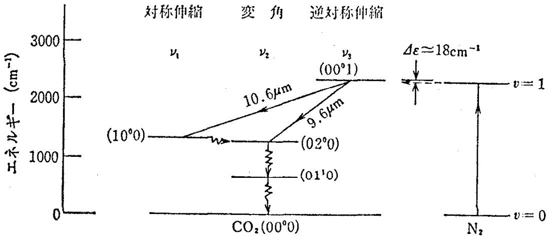


図5　CO_2とN_2の振動エネルギー準位と遷移

（10^00）→（02^00）→（01^10）→（00^00）の緩和速度は（00^01）→（10^00）または（02^01）の緩和速度に比べて大きいため、（00^00）→（00^01）の十分速い遷移が行われるならば（00^01）→（10^00）または（00^01）→（02^00）の遷移よってそれぞれ波長10.6μm、9.6μmのレーザー発振が行われる。（00^00）→（00^01）の遷移を促進させ、発振効率や出力を増大させるため、一般にはCO_2レーザーではCO_2とN_2の混合ガスが用いられる。N_2ガスが混合している場合、N_2分子の振動励起状態v_1=1に励起される確率が大きく、またこのエネルギーはCO_2の（00^01）との差が$18cm^{-1}$程度と小さいため、共鳴により高速でCO_2の(00^01)準位への励起が行われる。

CO_2-ＧＤＬでは、(00^00)→(00^01)の励起を行わせるため、図6に示すようにCO_2-N_2の高温高圧混合ガスをノズルを通して急激に断熱膨張させる。この時高温状態でのCO_2分子の乱雑な並進回転エネルギーは、一定方向への流体流れの運動エネルギーに変化し、分子の並進回転モードは、断熱冷却されたガス温度とほぼ等しい温度で熱的平衡状態となる。しかし、分子振動モードの上準位(00^01)から下準位(10^00)または(02^00)への緩和速度は、遅いため、準位(00^01)の振動温度は並進回転温度より高い状態が長く維持される。したが

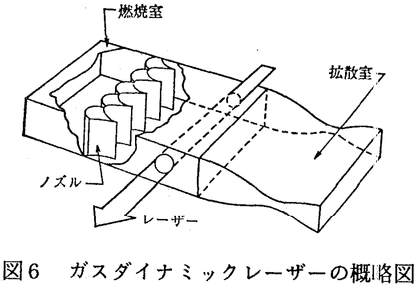


図6　ガスダイナミックレーザーの概略図

って、条件によってはノズルより下流側では、上準位の分子数は下準位の分子数より多くなるいわゆる反転分布が生じる。なお、ノズルから下流への流体の到達時間を上準位の緩和時間に比べて短くするために、流体の噴出速度は、超音速流にされる場合が多い。

5．2　発振特性

CO_2－ＧＤＬは、上述のごとく、高温高圧のCO_2, N_2の混合ガスを急膨張させたときのそれぞれの準位間の緩和時間の差を利用して反転分布を起こさせるものであるが、実際には、下準位の失活を速やかにさせ、下準位の分子数を少なくし反転分布を容易にするために、Heの混合が必要となる[9]。また、図7[8]に示すように、H_2Oを混合させることによってもHeと同様の効果によって出力が増大する。ただし、図中のG_0は式(18)中の負の吸収係数（$-\alpha_{21}$）で定義され、レーザー出力性能を表すパラメーターとしてよく用いられ、微少信号利得係数と呼ばれている。CO_2の反転分布は、N_2ガスのみを高温高圧にし、ノズルから噴出後にCO_2を混入させた場合にも得ることができる[10]。このような方式の場合、Heを混入しなくてもレーザー発振が容易に可能となり、最大利得G_0=0.8m^{-1}が観測されている[11]。また、本方式の出力効率は、温度が1000～1500K, 圧力～1 atmの場合、温度に対してほぼ直線的に増大し、温度2000Kで4%程度の効率となることが理論的に予測されている[12]。

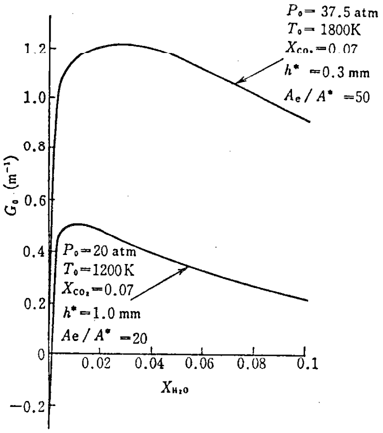


図7　CO_2 ガスダイナミックレーザーの利得に与えるH_2O 濃度の影響（h*はノズル開口径、A_e/A^*はノズル開口面積比）

ＧＤＬのノズルより上流でガスを高温にさせる方法として、アーク放電加熱、衝撃波加熱、燃焼（化学反応）による加熱などが考案されている。アーク放電加熱による方法は、例えば上述の文献[10-12]などで採用されている。衝撃波による加熱は、図8[13]に示すように衝撃波管で

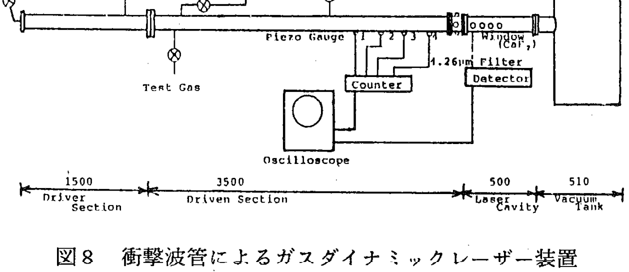


図8　衝撃波管によるガスダイナミックレーザー装置

高温に加熱されたガスをノズルを通して急膨張することにより反転分布が可能となる。図9[14]は、衝撃波管によるCO-N_2O系のCO_2-GDLの利得G_0に与える混合ガス組成および温度の影響をCO_2-N_2系と対比して示したもので、H_2の混入によるG_0の増大が観測されている。このような加熱方法は、レーザー発振に与えるガス組成、温度、ノズル形状などの諸パラメータの影響を調べる上で容易な方法であるため、反転分布の基礎研究によく利用される。しかし、実用的には、アーク放電では効率的に、衝撃波では継続的にレーザー発振が行えないなどの点で問題がある。

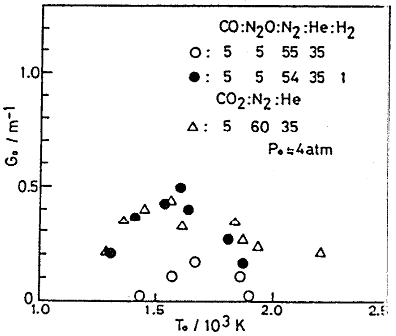


図9　レーザー利得に与えるガス組成および 温度の影響

一方、燃焼による加熱は、ガス組成、温度などの反転分布に必要な最適条件を満足させることが困難であるが、大量の高温ガスを比較的容易に供給できるだけでなく、トータル的なエネルギー効率の増大や高出力化の可能性を有している。辻角ら[15-18]は、CO_2-GDLの実用化を目的として、種々の燃料および酸化剤を用いる高負荷燃焼器の研究開発を行っている。燃料としては、トルエン，ベンゼン，キノリン，トリレンジイソシアネート，CO，CH_4，ロケット推進薬など、酸化剤には、N_2O，N_2O_4，空気が選ばれている。これらの中でメタンのような炭化水素気体燃料ー空気系は、安全性，操作性，経済性などの点で望ましいと考えられるが、空気は比較的酸化性が低く、また、燃料のC/H比も低いため燃焼後のH_2O濃度が高くなりすぎるという欠点を有している。これは、少量のH_2Oの存在は、先述したように反転分布の生成に寄与する反面、存在量が多いと逆に上準位の失活により利得の低下の原因となる。現在のところ、効率よくレーザー発振するための条件としては、CO_2が10～15%程度、H_2Oが5%程度以下、残りをN_2とするガス組成が報告されている[19]。しかし燃焼条件によっては、種々のラジカル，その他の炭化水素，CO，H_2，などが生成される。また、燃焼器内に他の分子または原子をドーピングした場合、これらが、反転分布をさらに容易に起こさせ、利得も大きくしうる現象が発見されるならば、炭化水素気体燃料ー空気系はCO_2-GDLの最も有望な燃焼系と考えられる。したがって、今後、このような分子の存在の可能性、および高温、高圧での燃焼制御および高負荷燃焼器の開発を検討していく必要があるものと考えられる。

6．おわりに

以上、熱エネルギーから”質”的に高い光エネルギーであるレーザー光への変換法の一つとして、ガスダイナミックレーザーについて、発振原理から研究動向、今後の課題について概説を行った。このような分野の研究についても、今後我々熱工学の分野の研究者が寄与し得る部

分は数多いと思われる。また、とくに本文中では、述べなっかたが、ガスダイナミックレーザーのようにガスの超音速噴流により分子の熱的非平衡状態が存在するということは、例えば、噴流の後流で何らかの表面処理した伝熱管などを設置した場合、その表面で非平衡分子が失活を起こし、著しい伝熱促進を示す可能性が考えられる。このような点からも、伝熱を量子論的観点から検討を行うことも興味ある問題と思われる。

熱励起レーザーのその他の方法として、高温熱から得られる熱輻射を固体レーザーの発振源として利用する方法が考えられるが、赤外域の光で励起し反転分布を生じさせるような固体ロッドの存在の可能性は現在のところ不明で、光量子的観点からの検討が期待される。

最後に、レーザー発振原理の解説では、概念的理解を容易にするため、若干厳密性を欠くところがあるかも知れないが、詳細については他の解説書を参照して頂くとして、本稿が少しでも興味の対象となれば幸いである。

参考文献

1) 板谷, 架谷; 表面, 27, 793 (1989)

2) 牧野ら; 日本機械学会論文集（B）, 50, 1045 (1984)

3) 伊吹; 光物性, 三省堂 (1974)

4) N.G.Basou and A.N.Oraevskii; Sov. Phys, JETP, 17, 1171 (1963)

5) K.Shimoda; Sci. Papers I.P.C.R., 59, 53 (1965)

6) I.R.Hurle and A.Hertzberg; Phys. Fluid, 8, 1601 (1965)

7) D.M.Knehn and D.J.Monson; Appl. Phys. Letters, 16, 48 (1970)

8) 片山、レーザー化学（I）、裳華房 (1985)

9) J.D.Anderson; Phys. Fluids, 13, 1983 (1970)

10) K.Kasuya etal.; Japan. J. Appl. Phys., 12, 771 (1973)

11) 糟谷ら;応用物理, 45, 857 (1976)

12) 堀岡ら;応用物理, 48, 726 (1979)

13) 杉山ら;第２１回燃焼シンポジウム前刷集, p.40 (1983)

14) 藤井ら;第２３回燃焼シンポジウム前刷集, p.433 (1985)

15) 辻角ら;第２１回燃焼シンポジウム前刷集, p.251 (1983)

16) 辻角ら;第２２回燃焼シンポジウム前刷集, p.154 (1984)

17) 辻角ら;第２３回燃焼シンポジウム前刷集, p.64 (1985)

18) 辻角ら;第２４回燃焼シンポジウム前刷集, p.229 (1986)

19) J.D.Anderson; "Gasdynamic Lasers: An Introduction", Academic Press, New York (1976)

航空機によるマイクログラビティー下での伝熱実験

三菱電機㈱　大串哲朗、村上政明
高田　孝、矢尾　彰

1．はじめに

大形人工衛星、宇宙ステーションなど宇宙構造物の大形化・大容量化に伴い、そこからの排熱処理はますます重要な問題となっている。2000年段階では一つの宇宙構造物からの排熱量は数十KWから百KWに達すると予想され、現在スペースシャトルで使用されている単相の液体ループによる方式では熱輸送能力が不十分であり、液体の相変化を利用する二相流体ループやヒートポンプの原理を応用したアクティブな大容量熱輸送・排熱技術が必要となっている。

また、電力増幅器など電子機器単体の大容量化も進み、従来のアルミ伝熱板に代わる軽量で熱伝導特性に優れた放熱器の開発も求められている。

著者らは宇宙用熱制御システムとして、すでに実用化している人工衛星用軸方向ヒートパイプの技術を生かした平板形ヒートパイプによる放熱器の開発を[1] 、また大容量熱輸送・排熱方式として宇宙用ヒートポンプシステムの開発を進めてきた[2] 。

これら宇宙用熱制御システム開発の最大の開発ポイントは、ヒートパイプやヒートポンプの構成機器を、内部で使用されている作動流体（冷媒）の微小重力下での二相流動現象と伝熱特性を踏まえた形にいかに構成し、検証していくかにある。特に、微小重力下では液体の表面張力が支配的な流れとなることから、液体の表面張力とそれにより生じる毛管現象をいかにうまく利用するかがキーポイントと言える。

例えば、平板形ヒートパイプにおいては、ヒートパイプの両端部にシャープエッジを設け、その部分に毛管現象により生じる液体スラグを液流路として利用するシャープエッジ冷媒循環方式を採用している。そのため、今回の実験においては微小重力下において液体スラグが所定の位置に生じ、その結果ヒートパイプの動作が正常に行われることを検証する必要があった。

また、ヒートポンプシステムにおいても、特に微小重力下での使用に適するように工夫したコールドプレートにおいて、液体の流動および伝熱特性が重力下とはどのように異なるかを知る必要があった。

これまで米国においては微小重力下での二相流動現象を解明するための微小重力実験は約２０年程前から落下塔やジェット機を使用して時々行われていた[3] が、宇宙ステーションの排熱システムとして、二相ループシステムの必要性が明らかになった４～５年程前からは本格的に研究が進められ、管内二相流動の流動様式や圧力損失が解明されてきた[4][5]。しかし伝熱特性に関する実験は現在進行中あるいは計画中の段階にある。

我が国においては二相流動に関する微小重力実験は皆無に近く、機器設計における二相流動に関する諸データは外国の文献に頼っているのが現状といえる。前記のような機器の開発にあたっては、実際の微小重力下での基礎実験あるいは検証実験は不可欠であり、今回NASA航空機KC-135を利用し、二相流動伝熱機器に関する微小重力実験を行った。ここではその実験の概要について、特に航空機での微小重力下という特殊な環境での実験の経験談を含めて紹介する。

2．微小重力実験方法

（１）航空機による微小重力実験

今回の実験は米国ヒューストンにおいてNASA航空機KC-135を利用して行なった。KC-135はボーイング707 と同形機で、内部空間全長約20m 、幅3m、高さ2mの約100 人乗り程度の大きさである。その内部が５つのグループに分けられ、それぞれ2 ～4 名の実験者が同乗して実験が行なわれた。微小重力は図１に示すように１回の弾道飛行で約２０秒間得られる。この弾道飛行は図２に示すように約2 分周期で連続して10回、中途１～５分程度の水平飛行を挟んで一日に合計40回、それが3 日間（合計120 回）行なわれた。

機内に同乗した実験者は実験のパラメータを中途で変更することができ、我々の実験では水平飛行時にヒータ加熱量、液流量等を変化させた。また一日の実験終了後翌日のフライトまでの間に装置の一部変更あるいは修理が可能であり、我々もヒートパイプの方向を水平から垂直に変更するなどの作業を行った。

フライトは午前９時離陸11時着陸の約２時間である。搭乗者はその間に1.6-g から0.01-gの重力変化を40回経験することになるが、希望すればフライト前に飛行機酔い防止の薬をもらえ、我々のクルーは全員薬のききめのせいか酔うことなく実験を行うことができた。それでも他のクルーには初めから酔う人もあり個人差があるようである。1.6-g から0.01-gに重力が小さくなると、重力から解放されて頭への血液循環量が増えるためか少し紅潮ぎみになる。また足の力が強いため普通に動こうとすると反動で足が床から離れて体が空中に浮き、機体の天井にぶつかってしまう。空中に浮いている間は、夢の中のように体の負担を全く感じず非常に快適

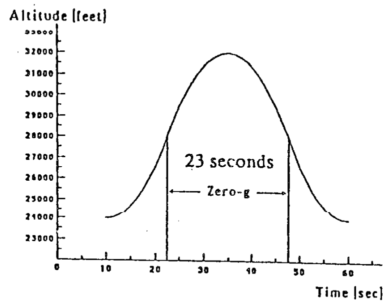


図１　航空機KC-135による微小重力時間

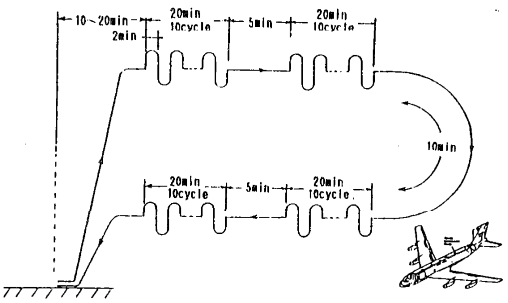


図２　微小重力実験飛行運用モード

であった。逆に1.6-g では頭から血の気が引き、代わりに足と胃が重く極めて不快になる。初心者は酔わないようにその間床に寝るか首を動かさないように注意される。２回目のフライトでは馴れてきたせいか始終立った状態で実験を行い、容器内の流動や沸騰現象を観察することができた。

（２）実験装置の構成

航空機内部に固定された実験装置の状況を図３に示す。装置は一辺が約1.2mの立方体状（重量400kg)のもの２台からなり、平板形ヒートパイプテストモジュール、ヒートポンプ要素機器テストモジュール、計測系モジュールからなっている。機内の電力は通常110V、AC400Hz であるが、これを60Hzに変換するコンバータを機内に別途準備してもらい最大3KW使用した。

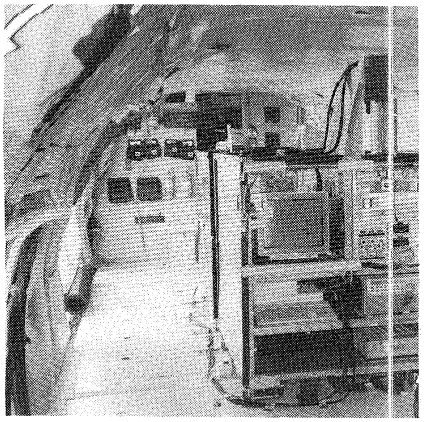


図３　実験装置設置状況

機内の床や壁は安全のために全てマットで覆われおり、装置のキャスタがマットにめり込むため、装置の機内への搬入、固定に苦労した。実験装置もコーナ部は全てマットでカバーし、装置内部の機器の固定も離着陸時の衝撃（水平方向9-g ，上下方向6-g ）に耐えられることが要求された。また、今回は可燃性のメタノールを使用したので、漏れた場合のためにガラスの部分は二重容器とするなど、安全審査が厳しく行われた。

機器内部の二相流の流動状況は全て小形ビデオカメラで撮影し、温度変化は熱電対と赤外線カメラを用いて測定した。機内は微小重力時以外は薄暗いため、機器のそれぞれに照明装置（ビデオライト）を用意したが、心配された機内の振動もビデオの撮影に影響するほどは大きくなく、撮影は成功であった。

温度、圧力、流量などの信号(120チャンネル) はデータ取込みの高速化のために全てコンピュータのＲＡＭメモリに一時的に記憶し、着陸時に電源が切れるため着陸までの間に固定ディスクに記録しなおした。

３．平板形ヒートパイプ実験[6]

（１）実験装置構成

平板形ヒートパイプは図４に示すように内面に矩形溝が切られた上板と底板からなり両端面がシャープなエッジをもつ中空の容器となっている。内部には作動液体としてアンモニアが封

入されている。ヒートパイプ内部では、加熱面で加熱された作動液体は蒸発して冷却面に流れ、冷却されて凝縮し、凝縮した作動液体は溝の毛管現象で溝中を流れ中途ではシャープなエッジの部分に形成される液体スラグを通って元の加熱面に還流する（シャープエッジ冷媒循環方式）。このような作動液体の循環で熱が加熱面から冷却面に微小な温度差で伝えられることになる。

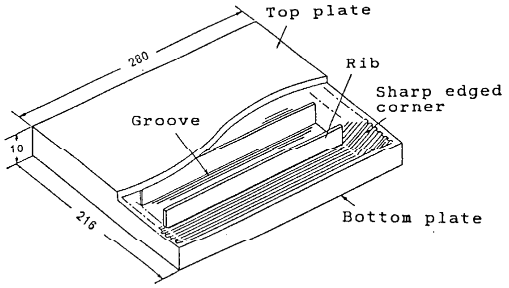


図4　平板形ヒートパイプ構成

実験装置は図5に示すようにヒートパイプ内部の液体スラグを可視化するための可視化モデル（安全のためメチルアルコールを使用）、熱特性を得るためのヒートパイプ単体モデル、ヒートパイプの実用性を検証するための固体化電力増幅器(Solid State Power Amplifier) を搭載した実用モデルからなっている。実験はヒートパイプを水平および垂直の2通りについて行った。ヒートパイプの加熱部と冷却部および温度測定点の位置を図6に示す。ヒートパイプ中央部を加熱し両端部を冷却した。

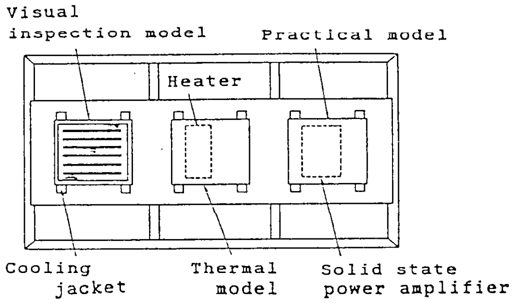


図5　平板形ヒートパイプ実験装置構成

（2）実験結果

a．垂直設置の場合　　ヒートパイプを垂直にして加熱した場合の液体スラグと温度変化を図7に示す。重力下では液体スラグが下部に溜り、上部では加熱部中の溝から液体が無くなるドライアウト状態が見られ、上部の温度は下部に比べ高い状態となった。微小重力下では液体スラグは両端部にあるシャープエッジやリブの間隔の狭い部分などの所定の位置に復帰して正常な動作状態となり、上部の温度も低下しヒートパイプ全体の温度が均一になることが確認された。

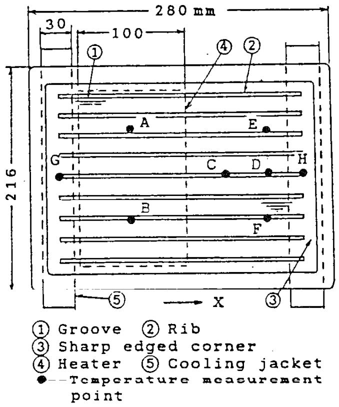


図6　温度測定位置

b．水平設置の場合　　水平状態におけるヒートパイプ定常時の壁面温度分布を図８に示す。水平状態では1-g と0.01-gではほとんど同じ温度分布となり重力の影響が小さいことが分る。また図中にはヒートパイプに作動液体を注入する前の、アルミ容器の熱伝導のみの場合（作動液体無し）の温度分布も示しているが、ヒートパイプはアルミ容器の熱伝導のみの場合の約1/5 の温度差となり、ヒートパイプの有効性が現れている。

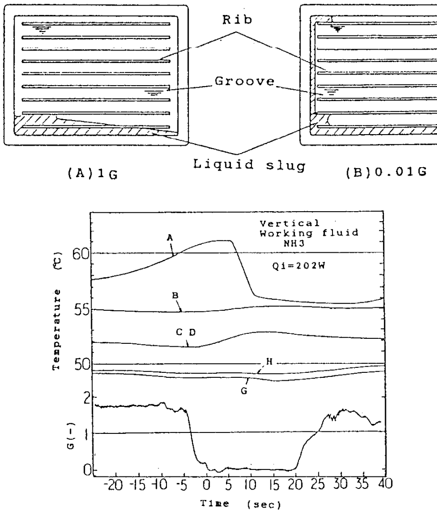


図７　垂直設置時のヒートパイプ内の液体スラグと温度変化

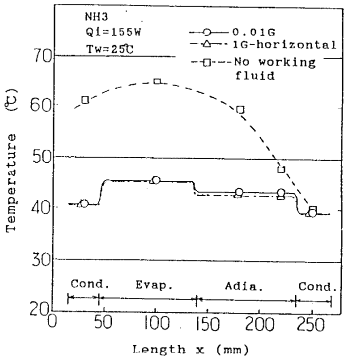


図８　水平設置時のヒートパイプ温度変化

４．ヒートポンプ蒸発器実験[7]。

（１）実験装置

実験装置は図９に示すようにヒートポンプの要素機器として蒸発器（コールドプレート、U字形配管、螺旋形配管）、凝縮器、液リザーバからなっており、内部に冷媒としてメチルアルコールが封入されている。蒸発器はU字形、螺旋形および毛管現象を利用したコールドプレートの３種類の方式を検討し、それらの内部の液体の流動状況、温度の均一性、熱伝達の重力下と微小

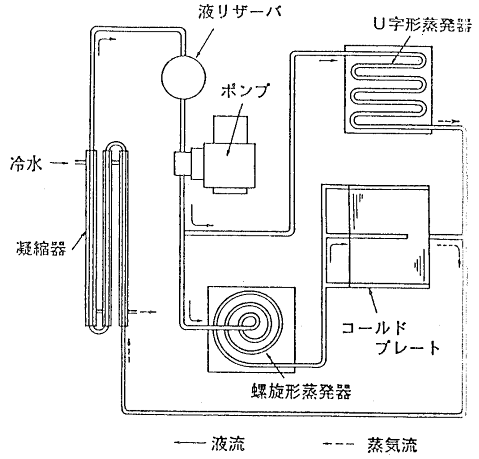


図９　ヒートポンプ要素機器実験装置

重力下との間の変化などについて比較した。コールドプレートは図10に示すように微小重力下での性能向上を考慮して設計されており、溝が切られた底板と液分配管からなっている。

実験は冷媒の駆動源として蒸気圧縮機を使用せず、蒸発器で加熱して蒸発させたメチルアルコールを、凝縮器で凝縮させ、凝縮した液体を液ポンプで駆動して蒸発器に還流させる二相流体ループとして動作させ、各機器の特性を把握した。

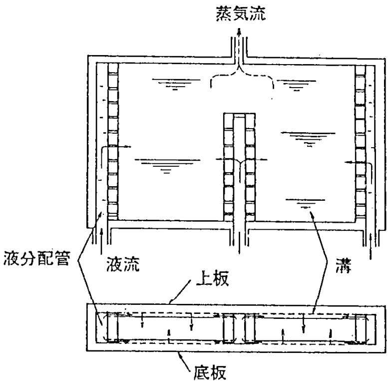
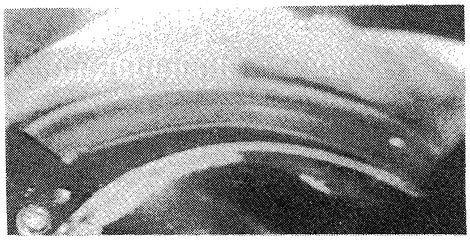


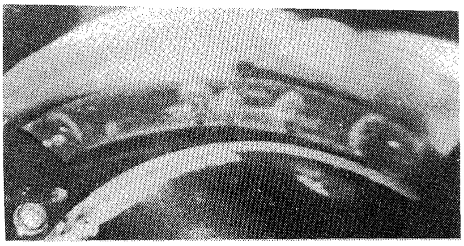
図10　コールドプレート構成

（３）実験結果

螺旋形蒸発器の温度測定位置と温度変化を図11に、流れの様子を図12に示す。螺旋形蒸発器では微小重力下になると流れは層状流からスラグ流に変化した。液流速が小さいことから遠心力の効果が小さいため、蒸気泡が内側に片寄る現象は見られなかった。また、微小重力下になると壁面の温度は上昇しており、微小重力下でのスラグ流の熱伝達特性はあまり大きくないことが推定される。



(a) 1.6g　層状流



(b)0.01g　スラグ流

図11　螺旋形蒸発器内二相流動変化

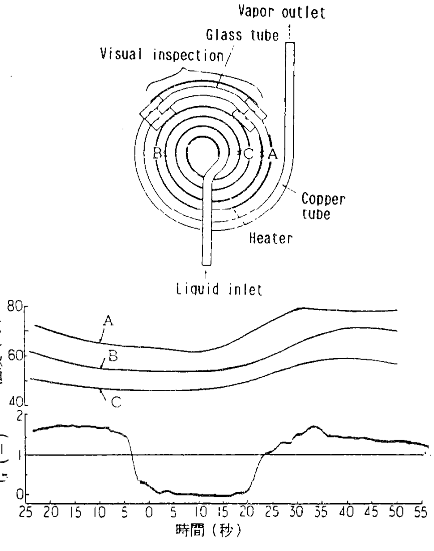


図12　螺旋形蒸発器温度変化

毛管現象を利用したコールドプレートの温度測定位置と温度変化を図12に、コールドプレート内部の液体挙動を図13に示す。微小重力になる直前は機体後方斜めに加速度が生じるため、余剰の液体が容器底部の伝熱面Ｂ上に溜り、伝熱面Ｂからは核沸騰が、伝熱面Ａからは溝中の薄い液膜からの蒸発現象が観察された(図13(a))。微小重力に入ると伝熱面の気泡が大きく成長し(図13(b))、それらが余剰の液を排出して容器コーナに僅かに液体スラグが残るだけとなり、その結果伝熱面Ａ、Ｂには伝熱に適した薄い液膜が形成された(図13(c))。この薄い液膜からの蒸発熱伝達(実測値2000W/㎡)に比べ、重力下での核沸騰による熱伝達率(実測値700W/㎡)が小さいため、Ａ点の温度は常に低いのに対し、Ｂ点の温度は重力下では高いが微小重力下ではＡ点同様低くなっている。このことから、本コールドプレートが微小重力下で優れた伝熱特性を有していることが分る。

また航空機内に同乗してパイプや容器内の液体の挙動の観察した結果は定性的ではあるが次の様であった。

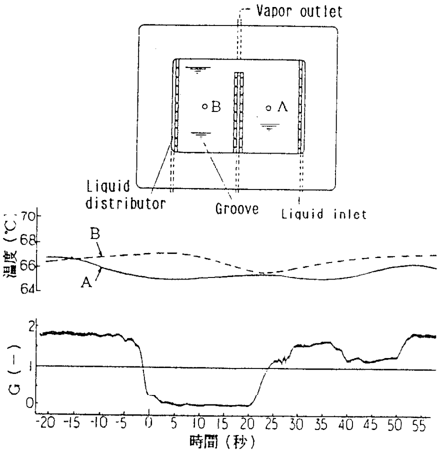
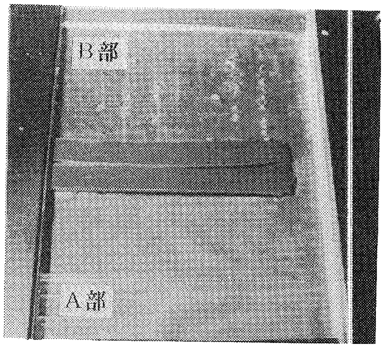
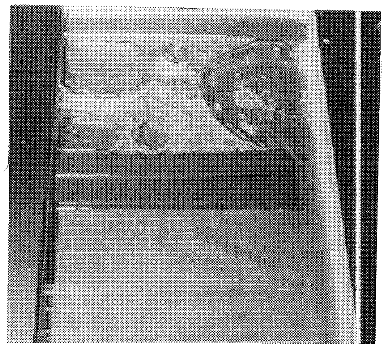


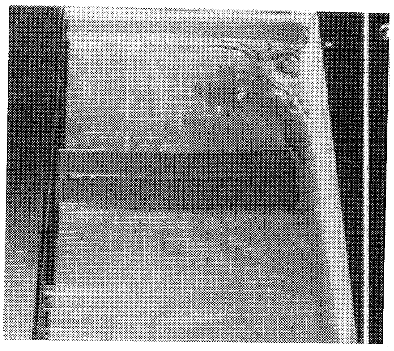
図13　コールドプレートの温度変化



(a) 1.6-g



(b) 0.01-gの瞬間



(c) 0.01-g時

図14　コールドプレート内の液体挙動

(1) 表面張力の影響が顕著に現れ、容器内の液体は壁にそって存在し内部は中空になる。
(2) 容器中の液体は非常に粘性が大きいように（例えばメタノールが油のように）見える。

5．まとめ

航空機を利用した微小重力下において、平板形ヒートパイプおよびヒートポンプ蒸発器内の二相流動の観察および熱伝達実験を行い以下の結果を得た。

(1) シャープエッジを利用した平板形ヒートパイプが微小重力下で正常に動作し、優れた熱伝達特性が得られた。

(2) 微小重力下での蒸発器として毛管現象を利用したコールドプレートは温度の均一性、熱伝達特性などの点で優れている。

以上、航空機を利用した微小重力中での伝熱実験の概要を述べたが、今回の実験で得られた経験を今後の微小重力下での伝熱実験に活かして行く予定である。

参考文献

[1] T.Ogushi and M.Murakami., et al,;Study on Newly Developed Flat Plate Heat Pipe Heat Sink, Proc, of 1988 National Heat Transfer Conf., Houston Texas, July 24-27, 1988

[2] T.Ogushi and M.Murakami, et al ;Development of a Heat Pump Thermal Control System for Spacecraft, Proc., of 16th Int. Symp. on Space Technology and Science Sapporo 1988

[3]C.J.Feldmanis,;Pressure and Temperature Changes in Closed Loop Forced Convection Boiling and Condensing Proceses Under Zero Gravity Conditions, Proc. Annual Tech. Meeting, Institute of Environmental Sciences,455(1966)

[4]A.F.Dukler.,et al ;Flow Patterns and Their Transition, Int.J.Multiphase Flow, 14, 389(1988),P389

[5]I.Y.Chen,R.Parish,E.Kenshock,;A Reduced Gravity Flight Experiment : Observed Flow Regimes and Pressure Drops of Vapor and Liquid Flow in Adiabatic Piping, AIChE SYMPOSIUM SERIES Heat Transfer-Houston (1988)

[6] 大串、村上他；平板形ヒートパイプの微小重力実験、日本機械学会熱工学講演会講演論文集、1990

[7] 村上、大串他；微小重力下における平板形蒸発器の二相流動挙動と熱伝達特性、第34回宇宙科学技術連合講演会予稿、 1990

<故大谷茂盛先生を偲んで>

大谷茂盛先生の御急逝を悼む

東京大学先端科学技術研究センター教授
平　田　　賢

大谷茂盛先生の御急逝を新聞で知り眼を疑った。東北大学学長に就任されてからは、ますます健康に留意され、最後にお眼にかかった昨年の伝熱シンポジウム懇親会の２次会でも、お酒を控えておられたように思う。学生部長、工学部長、学長とうち続いた激務が、先生の生命を奪ってしまった。“戦死”のような気持ちがしてならない。

大学を中心とした先端科学技術都市構想をはじめ、スケールの大きい、多くの地域振興の構想を熱っぽく語っておられたお姿が脳裏に焼きついている。宮城県の副知事や企画部長に御ひき合わせ頂いたのはもう15年以上も前のことであった。これらのプロジェクトがその後どのように発展したか、詳しくないが、何らかの形で実を結んでいることと思う。

大谷先生から引き継ぎを受けて、日本伝熱研究会の第27期会長を勤めさせて頂いたが、甲藤好郎先生を委員長とする将来問題検討委員会の答申に基づいて、大谷会長の任期中に、基本的な路線が敷かれていたので、私はその路線の通りに具体化に向けて進めばよかった。ここでも大谷先生は、人一倍の責任感から、的確な進路をお示しになっておられたのである。

日本伝熱研究会は大きな存在を失った。痛恨の極みである。心からご冥福をお祈り申し上げます。

大谷茂盛先生を偲んで

藤掛賢司　（豊田中研）

平成２年１０月１５日の夕刊で大谷先生ご逝去の記事を見て目を疑った。少し体調を悪くされたことは承知していたが、まさかこんなに早く永眠されるとは思いもよらなかった。

大谷先生は豊田合成の技術顧問として、また、トヨタ自動車では材料技術部で熱計測、熱管理の面から生産技術の改善を推導され、現場に多大の貢献をされた。

トヨタ自動車の創業者、故豊田喜一郎が昭和８年に自動車の製造を決意したとき、もっとも頼りにしたのが二高（仙台）、東大と同窓生であった東北大学教授、故抜山四郎先生であった。抜山先生の紹介で材料面では本多光太郎先生、歯車では成瀬先生などの懇切なる指導を受けて、なんとかＡ１型乗用車の試作と、トラックの１号車Ｇ１型を昭和１０年５月に完成させた。以来、抜山先生はトヨタグループでの自動車作りに大きな影響を与えられた。そして、その門下の先生方にもトヨタグループの技術力向上に大きな支えとなっていただいた。

故梅原半二（豊田中研２代目所長）はトヨタ自動車の創業前に、抜山先生のもとで講師をしていたが、豊田英二（現トヨタ自動車会長）が喜一郎の命を受けて作った豊田自動織機製作所の芝浦研究所に招聘され、豊田英二とともにラジエータの研究、開発を行なった。そして、その後、トヨタ自動車の技術担当重役を経て、豊田中研の２代目所長に就任した。

抜山先生のもとで伝熱を研究した棚沢泰先生は東北大学工学部長を経て、昭和４５年に豊田中研の２代目名誉所長に就任され、一昨年８２才で退職されるまでエンジンの燃焼、排気の改善で多大の功績を残された。また、武山先生は現在もトヨタ自動車の技術顧問であり、大谷先生は昭和５２年から昭和６３年まで豊田合成の技術顧問として主として、省エネの面でご指導いただいた。

昭和４８年の第一次オイルショックのとき、豊田合成株式会社では組織的な省エネを行なうことになり、当時、トヨタ自動車から豊田合成に移った故分田専務がその最高責任者として、トヨタ自動車時代に指導を受けた大谷先生を技術顧問に迎えることにした。大谷先生は社内での報告に対して適切な指導をされたのみならず、必ず、現地、現物を確認し現場でも大きな声で、よくわかるように改善方法について説明された。先生は実践を重要視され、理論的な話の後には「計算と実際は異なるものだから実験し確認すること」と言

われ、具体的なやり方を指導された。その指導にもとづいて実施した結果、大きな省エネ効果を得ることができたと、当時先生の指導を受けた豊田合成の技術者が述べている。また、ご指導会の後には夜遅くまでマージャンを付き合われたり、次の日が休日のときにはゴルフを一緒にされたが、大変多忙のなかでも約束されたことは確実に実行される方であった。

先生のご指導により大きな改善に結びついたものとして、①表面温度の測定方法（精度よくかつ簡易に）、②熱清算の実施方法（主要生産設備、工程について）、③ＯＴバーナのボイラへの適用、④ゴム射出成形機の金型加熱方法の改善、⑤ゴム押出製品用加硫用熱源の改善、⑥ゴム押出製品用加硫炉の改善、⑦樹脂射出成形機シリンダの保温、⑧ＬＳＣ重油の転換、⑨廃棄物焼却プラント運転維持の改善、⑩ボイラの低O_2燃焼化などがある。

抜山先生が豊田中研の梅原、棚沢のところへ度々来所されていたこともあり、大谷先生にも豊田中研に何回か来ていただき、その都度ご指導を賜った。大きな声で、大変明るい話しぶりと、アルコールが入ると実にたのしく快活に話をされていたことが強く印象に残っている。

大変立派な先生を失いましたことは学会はもとより、産業界にとりましても誠に残念至極であります。先生のご指導により多大な影響を受けた産業界の一員として、先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。

（トヨタグループの人名は敬称を略させていただきました。）

大谷先生を偲ぶ

飯田嘉宏　（横浜国大・工）

最後にお会いできたのは、仙台での第２６回伝熱シンポジュウムの時となってしまった。「学長室に遊びに来なさい」と云って下さったのに、ご多忙だろうと遠慮していたのが残念である。

先生に始めてお会いしたのは東北大学工学部内の学科対抗野球戦においてであった。化学工学科チームの三塁を守られていた大谷先生の、恐ろしく速い球を投げる端正で軽い身ごなしはとても印象深く、相手チームのひとりで院生だった私の脳裏に焼き付けられ、２５年以上経た今でも実に鮮明に思い描くことが出来る。あれ程お元気だった先生がなぜこんなに早く逝かれたのであろうか。

野球から２～３年後の大学内のある出来事がきっかけになり、その後公私共に大変お世話になれたのは私にとって幸せなことであった。直接研究の教えを受ける立場ではなかったが、研究の姿勢の問題や、大学や社会の中での人のあり方等について先生から学んだことは数知れない。

先生は何をなさるにも、最も大事なことは何か、核心は何かを常に弁えられようとし、それは着実にこなして、その他は比較的柔軟にお考えになったように思える。化学工学便覧の伝熱章の企画・編集時や、熱物性誌発行初期に先生がおっしゃった「始めが肝腎」は、このことを言っているのではないだろうか。そして先生の柔軟さを裏付けるものは、先生の座右訓「常日頃」という言葉であったような気がする。日頃の努力こそ、研究や仕事だけでなく人生の基本であると信じられ自らには厳しく実践されたことが、他に対して柔軟で誠実な自然体を生み出し、誰からも信頼され敬愛されるお人柄と繋がったのであろう。

また先生は、弱い者にも目を向け、その側に立って考えようとする態度を持ち続けられた、今の世では数少ない方のひとりであったと思う。まことに他人のことを心から考えようとして下さる方であった。最近、日本学術会議会員として「地球環境問題における工学研究の在り方について」なる報告を原動力になって纏められ、さらに学長としてこの問題に本格的に取り組もうとする矢先であった、と聞いているが、先生は心底人類全体のために奉仕しようという純正なお気持ちで取り組まれたに違いないと思う。その志半ばで倒れられ、あるいはご無念であったかもしれない。しかし、先生のご遺志は、多くの勝れた先生のお弟子さん達やその他の薫陶を受けた人々に受け継がれ、やがて実を結ぶことになると信じて止まない。

先生の端正さと闊達さとまた優しいお人柄は、生まれ育たれたあの信州・安曇野の風土に基づいて居るように思える。安曇野の豊かで且つ厳しい自然の懐の中で、先生は再び山々と遊んで居らっしゃるのではないだろうか。

先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。

大谷茂盛先生を偲んで

架谷　昌信　（名大工）

五月末の名古屋での伝熱シンポジウムで大谷先生がご入院中であると聞かされ、「まさか」の思いで一度驚かされ、其後快方に向かわれた由を伺い安心していたところ、10月15日の御訃報に接し、二度目の大驚きとなり、何ひとつ実感の湧かぬまま今日に至っている。

実感の湧かぬ者が先生に追悼の辞を送る資格などないと思いつつ、三浦先生や編集の花岡先生からのご依頼を受け、無理やり我が心に大谷先生が幽明界を異にされてしまったことを言い聞かせ、生前の大谷先生との数々の思い出を掘り起こしながら、先生を偲ぶ一文をこの偉大な先達にお贈りしたいと思う。

大谷先生は、何かしら他人に対し精神的な負担感や圧迫感をお掛けにならない人柄だったため、ついそのお人柄に甘えてしまい、若い頃から随分と無理なお願いやら、本来なら筋の異う事柄についても数々御世話になってきたように思う。思い返せば、ただただ御恩になるばかりで、何ひとつお返しをする間もなく逝ってしまわれた。　先生との出会いがいつの頃になるのか、多分化学工学の乾燥研究会に参加し始めた昭和40年前後のことか。今、先生のご遺影を手近につくづくと拝見しつつ、出会い当時の先生の印象を思い起こすと、何処か瓢々として、何処か暖かく、それでいて深い深い物思いの芯をお持ちのお方であるとの思いが新たとなり、結局この25年有余、先生に対する基本的印象は変わらぬままに来てしまったような気がしている。

乾燥研究会においても、ご立派な研究成果で常時われわれに刺激を与えられるけれども、ご自分では直接何もおっしゃらない。むしろ鈴木睦先生や山川紀夫先生を前面に押し出される。人が何かしら行き悩んだり、苦しんでいると、ご自分の若い頃のご経験やらはお話になるけれど、研究上の信念のような強いお言葉はいっさい吐露されない。特別講演やKeynote Lectureをされても、先生は若い御弟子さん達といつも一緒におられるような印象を不思議と醸し出される。そのため、その当時の先生の思い出となると、親睦野球大会での大当たりや飲み屋さんでの清談や前田大先生との海釣行や、ついそういった類いのことが先行してしまう。しかし、ある時湿った粒状層の熱伝導率の測定で水分蒸発の影響をどうして除去するか悩んでいたところ、先生から鋭い指摘を受け、先生の研究のバックグランドの大きさや洞察力の深さにつくづく感銘させられたことがある。

其後こちらもだんだんと年が行って、教室や学会支部の運営やらに首をつっこむようになると、先生とのお付合いも別の局面を迎えるようになってきた。そして、それに伴って先生に対する印象も徐々に大きくふくらんでいった。学会支部での法人会員の増強で、他支部のことで

あるにもかかわらず、実に軽々と多くのご支援を賜った。学術会議の地方区選出委員（当時はそういう制度があった。）の件でも色々連絡を取り合い、ご教示を頂いた。私どもの企画したつまらないシンポジウムにもいつも仙台から飛んで来られ、御礼を申し上げると、名古屋はお若い頃縁があって第二の故郷みたいなものだからいいですよと気を楽にして下さった。

こんな風に御世話になっているうちに、先生が益々偉くなられて、化学工学協会（当時）が環境庁から委託された石炭燃焼における環境評価調査研究の委員長になられたときや、化学工学協会50周年記念の諸行事で色々活躍され、特に50周年記念誌の編集委員長をされたときなどに下働きをさせて頂いたが、その頃から大きな組織を動かすご苦労がだんだんと増えていかれたけれども、相変わらず軽々と、周囲の声も随分辛抱強くお聞きになりながら仕事をこなしておられた。そんなご多忙な中でも、三浦先生らと一緒にやっておられた化学工学の燃焼研究会等にも熱心に参加されていた。一度、若手数人が研究会に関する無理難題を持って先生の泊まっておられたホテルまで押しかけたことがあったが、ユカタ姿で丁寧に応対して下さったお姿が今では忘れ難いものになってしまった。

昭和62年、東北大学工学部長、化学工学協会会長、日本伝熱研究会会長、日本熱物性研究会会長と一度に四つの重職を兼務され、仙台－東京間を毎日のように往復されていた時、化学工学協会理事としてお側近くお仕えした関係で、ついつい大丈夫ですかと一度ならずお伺いしたことがあるが、その都度皆さんが助けて下さるからとの返事で、学会の会名変更という大事業をも又軽々と成し遂げられてしまわれた。

思い返せば、先生は何事に対しても、おそらくは先生の精神の及ぶ限りのすべての者に対して、一切合財にたいして一所懸命の方、あるいは誠心誠意の方であったのではないかと思われる。そのような積み重ねの上に実に巨大な足跡を残された。東北大学総長としてのお仕事の中半で逝かれたことは残念ではありますが、先生の精神は数多くの後継の方々に立派に受け継がれ、一層大きな拡がりとなって輝き続けることは信じて疑いのない所です。

平成元年4月、化学工学の年会で5月の総長就任までは浪人中ですよと笑っておられた御姿が最期になってしまいました。衷心より先生のご冥福をお祈りいたします。

大谷先生を偲んで

三浦隆利（東北大工）

多くの方が大谷茂盛先生の体調が芳しくないということを東北大学総長辞任の報を受けて初めて知ったと思います。辞任なされるまではは っきり先生の体調を公表することはできませんでした。改めて皆様からのご配慮に感謝申し上げます。

先生は、約１年半に亘り、総長を務められ、精力的に学内外において産官学が一体となった教育、研究あるいは行政にあたってこられました。しかし、昨年暮れになって好きなビールも飲まず、酒の量も少なくなり、痩せ方が異常であることにやっと気が付き、弟子共で検査を受けるよう説得致しました。検査も内密に行い、付添いも弟子一人という約束でようやく重い腰をあげられました。しかし、既に末期に近く、手術の困難な食道癌であることが判明致しました。先生には告知せず、深い食道潰瘍ということにしました。病状の公表は避け、公務多忙ということで皆様には応対することになりました。即刻入院し手術を行ってもらうように、先生に申しましたが、以前から約束されていた会議などの予定をこなした上でということになりました。そのため大学病院で手術を受けられたのは１月３０日でした。その後の経過は順調で卒業式の総長告辞も療養中とは思えないほど元気にやり遂げられました。療養中におかれましても健康な時期と変わらず、絶えず皆様のことを心配なされ、健康を快復されたら直ちに大学の将来構想に向けて努力したいと意欲を燃やしておられました。療養中は、総長職に復帰する御意志もあり、ひたすら治療に励まれました。しかしながら９月に入り、回復が思わしくなく、学内の皆様に応えられない責任を痛感なされ、辞意を表明なさいました。責任感の強い先生にとって途中で総長職を放り出すことは、さぞや無念であっただろうと推察しております。元気になったら皆様と一緒に研究もしたい、酒も飲みたい、緑の芝の上でゴルフもしたいと、いろいろな希望を洩らされていました。先生の意識は、最後まではっきりしておられました。見舞い客に手を挙げて応対されていたのが印象的で、先生らしさが感じられました。９月下旬以降は一進一退という状況で、不整脈の症状を繰り返され、肺炎で１０月１５日午前５時２０分永眠されました。

大谷茂盛先生は昭和２４年３月東北大学工学部機械工学科を卒業した後、大学院に入学し、昭和２６年３月大学院第１期特別研究生を終了し、同年５月工学部機械工学科の助手、昭和３５年２月に化学工学科助教授、昭和４０年８月に教授に昇進され、平成元年３月まで化学工学科の第１講座を担当された。その間、昭和５７年６月工学部付属燃焼限界実験施設の初代施設長、６２年には工学部長、６３年７月には第１４期学術会議会員に任命されました。平成元年５月から東北大学総長に就任し、１０月１日辞任されました。

担当された講義は「化学工学第１」という科目で流体力学、伝熱工学、乾燥、機械的単位操作を講義内容としていました。この講義は２年の繰上げ授業から３年の前期までの授業で

これは学生に対して学問の洗礼となるわけです。先生の授業は黒板に１つか２つの専門用語を書いた位で殆ど話に終始するのが常で、豊富な余談を交えて非常にわかり易く教えて戴きました。定期試験や大学院入学試験も内容は一定で今迄この恩恵に預かった学生は数知れないと思います。居眠りさせる授業は講義がまずい、工夫が第一と授業の前には必ず予習をされていました。私にはとうていその真似は不可能と思いつつも努力している所です。

大谷先生の最初の研究は、故抜山四郎教授のご指導の下でボイラーの性能に関する研究であり、その成果の一部はボイラー運転の指針を与えたものとして日本機械学会の論文賞を授賞されました。また陶器上絵付け時の挙動の解析を行い、チヂレ防止及び焼付け時間の短縮や省燃料化を図り、占領下の輸出品生産に貢献しました。さらに耐火煉瓦やガイシの乾燥特性を解析し、乾燥操作の合理化を可能にするなど工業に密着した研究を重ねました。このことが化学工学科に移ってからの核となり、目的意識を明確にした学問の基礎になりました。

ガイシの乾燥は湿った固体の乾燥機構の研究に進展し、水分移動と熱移動の機構を理論的に解析し、材料内部の水分分布の推算法、乾燥速度特性曲線の推算法、噴霧乾燥、乾燥収縮の解析および乾燥器の制御に発展していきました。一方、プレート型熱交換器の研究も手掛けられ、狭い流路内の液体の伝熱特性だけではなく、加熱側の蒸気の加熱現象を研究され、凝縮伝熱の研究に進展しました。凝縮滴の成長、合体、落下の現象を表面温度変動と関係付け、２次元モデルによる数値解析を行い、凝縮伝熱機構の全体像を明らかにしました。また結霜伝熱における熱及び物質移動現象機構の解明には、精密な表面温度測定法を駆使し研究されました。その後、コークス炉の伝熱解析による省エネルギー、新しい燃焼バーナの開発による省オイル化、低ＮＯx燃焼炉設計法の開発、ヒートパイプの伝熱機構解明と温熱療法への応用などに発展しました。

私が大谷研に配属されたのは昭和４５年であり、噴霧乾燥器の伝熱及び流動特性に関するテーマを戴きました。当時先生と話す機会は比較的多く、夜の９時頃になると先生が研究室に見えられ、先輩に実験を手伝ってもらう一方で、駄弁りながら将棋を連日さしてもらいました。実験に失敗したり、焦って下手な論文を書いたり、電車に乗り遅れそうになると、戴く言葉はいつも「慌てることはない」でありました。実験を一生懸命やって、汗を流しても過程ではなく結果を重視する先生であり、「要するに結果は？」でありました。「研究は任せる、金のことは心配するな、ただし責任は私がとる」、「下手な嘘をついて遊んでも全て見通しているよ。私が抜山先生に対して同じことをしたのだから」など、全てを承知して見守って戴きました。先生は決して不得意分野まで手を広げず、得意な者に任せることをモットーになさっておられました。思い切り仕事をさせる雰囲気作りが非常に上手でそれは研究の面で、その後の学部長、学長職においても遺憾なく発揮されました。

最後に先生の好きな言葉をご紹介します。「まごころ」「常日頃」「径寸の石十枚、是れ国宝に非ず、一隅を照らす、是れ則ち国宝なり」

大谷茂盛先生のご冥福を心よりお祈り致します。

<特別寄稿>

Observations from a JSPS Fellowship Visit to Japan August 27 to October 5, 1990

by

Thomas F. Irvine, Jr.

State University of New York
at Stony Brook

To place my visit in some kind of context, I would like to describe my previous contacts with various Japanese persons in the heat transfer field and with the Japanese heat transfer community in general.

In the 1950's, I was on the faculty of the University of Minnesota and a member of the heat transfer group directed by Professor E. R. G. Eckert. During that period the late Professor Takashi Sato of Kyoto University made an extended research visit to Minnesota and I had the pleasure of working directly with him on a specific project. We became good friends and because of his descriptions of the heat transfer work in Japan and the Japanese culture and country in general, I decided to visit there at the first opportunity.

That opportunity finally arose in September of 1967 when I attended the Semi-International Heat Transfer Conference in Tokyo. At that time I met Professor Niichi Nishiwaki and his associate Professor Masaru Hirata who were my hosts for the conference. During this visit I met many of the leading Japanese heat transfer specialists both in Tokyo and in visits to Kyoto and Hokkaido. I previously had known Professor Ryoji Ishiguro from his visits to the United States.

An important event occurred during my visit to Kyoto at that time. Along with my long time friend and colleague, Professor James Hartnett, we had the idea to make the Japanese heat transfer research effort better known in the English speaking world by starting a translation journal of Japanese research papers. Both Professors Takashi Sato and Tokuro Mizushina were enthusiastic

about the idea and Professor Mizushina agreed to serve as the Japanese editor. Professor Sato was willing to be on the Japanese editorial board along with S. Aoki, S. Fujii, Y. Hasegawa, M. Hirata, S. Ishigai, R. Ishiguro, R. Ito, D.Kunii, Y. Mori, K. Nishikawa and S. Ohtani.

The first issue of this journal, Heat Transfer-Japanese Research was published in January 1972 and has been in continuous publication to the present time. In the early 1980's, Professor Mizushina turned the editorship over to Professor Takeshi Kunitomo who continued on until his untimely death in 1986. At the present time the editor is Professor Kenjiro Suzuki, who continues to effectively carry out this important connection between our two heat transfer communities.

As a parenthetical remark, I might mention that I have served as the coordinating editor of Heat Transfer-Japanese Research from its inception to the present time. As such, it was my responsibility to read every Japanese translation before sending the manuscripts along to the publisher. A simple calculation shows that I have read every word of approximately 500 Japanese research papers in heat transfer. I am sure that is a record for an American and perhaps even for a number of Japanese. The advantages of course, were that I learned a considerable amount about the subjects of interest to the Japanese, their general method of solving research problems and the names and affiliations of those active in research.

During these years, I had many personal contacts with members of the Japanese heat transfer community. Professors Hiromoto Usui from Yamaguchi University and Masaya Kumada from Gifu University both spent year long research visits at my laboratory. I served on several international committees with Professor Yasuo Mori and I have met many of my Japanese colleagues at International meetings including Professors Kenjiro Suzuki, Toshio Aihara, Hiroshi Taniguchi and many others previously mentioned.

With this rather extensive background of Japanese contacts, I was delighted to hear from Professor Kenjiro Suzuki in early 1990 that I had been awarded a JSPS Fellowship to make an extended visit to Japan. The visit was arranged with Professor Suzuki's invaluable assistance to cover the period August 27-October 5, 1990 and included the following institutions:

Name of Institution		Host(s)
1.	Kyoto University	K.Suzuki,F.Ogino,Y.Hagiwara
2.	Kobe University	K.Kataoka
3.	Yamaguchi University	H.Usui
4.	Kyushu University	Y.Fujita
5.	Hokkaido University	R.Ishiguro,H.Taniguchi
6.	Tohoku University	T.Aihara
7.	University of Tokyo	M.Hirata
8.	Tokyo Institute of Technology	R.Echigo
9.	Gifu University	M.Kumada
10.	Nagoya University	H.Fujita
11.	Toyota Central R & D Labs	K.Fujikake
12.	Osaka University	T.Takagi

The visits to the above institutions generally followed the same pattern where I gave a seminar on a previously agreed topic from the following list.

1. A Multipurpose Viscometer to Measure Thermophysical Properties of Newtonian and Non-Newtonian Fluids
2. Anomalous Predictions of Laminar heat Transfer and Pressure Drops in Ducts with Non-Newtonian Fluids.
3. Experimental Investigation of Film Boiling Heat Transfer with Surface Gas Injection.
4. Conjugated Heat Transfer in Duct Flows
5. Prediction of Turbulent Flow Pressure Drops in Ducts with Non-Newtonian Fluids
6. Observations on the Theory of Experiments.

The remaining time of my visits was taken up by tours of university laboratories that were relevant to the field of heat transfer. During my stay in Japan, I visited approximately 60 separate laboratories at 11 Universities. Although it is not practical to mention every one by name, I wish to thank all of those faculty members who so graciously gave me their attention and time during these many laboratory visits. It was these tours and the informal talks that attended them that were the very heart of my visit to Japan and which enabled me to gain some understanding of both the research and higher education efforts.

Because of the large number of laboratories which I visited and the many heat transfer specialists that I met, it is not possible to outline my travels on a laboratory by laboratory or research project basis. Rather, it would seem to be most useful if I offer some general observations on the similarities and differences between the two countries. I present these differences in an entirely neutral manner without any implications that one system is superior to another. I also list them in no particular order of importance since I have assembled them from my notes and memory in an entirely unorganized manner.

1. There is a wide perception in the United States that one of the reasons for the success of the Japanese technological enterprise is the close relationship between Japanese industry and the research universities. I was most surprised to discover that this definitely was not the case. Rather the contrary is true in that there seems to be very little University-Industry interaction and in the case of the National Universities it is even prohibited. Most Japanese university research is supported by the Ministry of Education, Science and Culture and the funds are used mainly for equipment and instrumentation. There are no provisions for additional faculty stipends or for the support of graduate students.

In the United States system, the majority of research support comes from federal government agencies such as the National Science Foundation, NASA, the Department of Energy and certain defence agencies (although most universities prohibit secret research on the university campus). These funds can be used both for equipment, faculty summer stipends and graduate student financial support. Relations with industry are encouraged by most universities both in the form of research contracts or faculty consulting. Actually some of the research activities face the difficulty of the need for industry to keep the results proprietary (secret) because of industrial competition. This makes it awkward for the university which is presumably dedicated to free inquiry and the dissemination of research results. Consequently, faculty-industry consulting is a far more prevalent activity.

2. I heard complaints in many places of the difficulties which arise because of the Japanese system of not financially supporting native born graduate students. The result appears to be that the universities have difficulty in attracting Japanese students to continue in post-graduate study.

This problem is exacerbated by the fact that various government agencies do support foreign graduate students by scholarships and fellowships. This leads to the situation where foreign and native students in the same course of study or in the same laboratory have gross differences in financial support. This appears to cause a severe morale problem for Japanese graduate students.

We have a somewhat similar problem at my university and others in the Unites States. Although we pay most graduate students a stipend, either from university or grant funds, the amount is low, approximately $9,000 for the academic year. Consequently the best American students, when they receive their bachelors degree, tend to go into industry rather than continuing in post graduate study. On the other hand many foreign students find this stipend adequate and therefore we have a large percentage of foreign graduate students, on the order of 65%. This is not all bad, of course, because many of the foreign students are academically outstanding and increase the level of the graduate program.

3. I was most impressed with the methodology of research which I found in Japan. This was not a great surprise because of my acquaintance with Japanese heat transfer literature as previously mentioned. By this methodology I mean that almost all research problems are separated into two parts; the analysis and experimentation. Since the advent of the electronic computer there has been a tendency among some workers in the United States to carry out only a numerical analysis of a problem in the belief that no experiments are required. In addition, there is the temptation to continue to solve numerically the same problem, over and over again with only minor changes in the boundary conditions or the geometry. It should be clear that I personally believe in the marriage of analysis and experiment.

4. I am impressed with the participation of the Japanese heat transfer specialists in international activities. They are active contributors to both the technical and administrative side of international conferences, organizations and publications. To mention only a few activities I would cite their active involvement in the Assembly for International Heat Transfer Conferences, The International Centre for Heat and Mass transfer (Professor Yasuo Mori is the current president), The International Journal of Heat and Mass Transfer, Heat Transfer-Japanese Research, and joint JSME-ASME meetings.

5. There is one curious difference between the United States and Japan on the matter of research support services. This concerns such facilities as machine shops, etc. In the United States, such facilities are a part of the operational resources of the department-or in some cases the college. This means that research level apparatus and instrumentation are constructed by professional technicians. The costs of such services are usually shared by the department administration and faculty research grants. In Japan, on the other hand, it appears that research apparatus is most often constructed by the graduate students themselves. This system has the advantage that the students gain "hands on" experience in machine shop practice and electronic circuit assembly but this must be considered as a trade off against the overall suitability of the final apparatus.

6. There is a major difference in philosophy between the two countries in the matter of faculty recruitment and advancement. In the United States, new young faculty members are appointed to the department (without tenure) and are almost never graduates from the same institution. There then ensues a "probationary" period of approximately six years at which time the senior department faculty and the academic administration considers them for a permanent position or tenure. In this way here is a constant mixing of personnel from institution to institution as well as an opportunity for young faculty members to demonstrate that they can be productive in research and teaching in that particular academic environment.

In Japan, the system is quite different. An assistant or associate professor is normally selected by the chair professor with the approval of his professor colleagues. It is expected that he will succeed to the chair position at the retirement of the chair professor. Also,it is not at all unusual that the new assistant professor has graduated from the same institution. Thus the aspect of institutional mixing is absent in the system.

Although both procedures of faculty recruitment and advancement have significant differences in the two countries, each group appears to be satisfied with its own procedures. This probably occurs because each system evolved from its own culture and traditions.

7. Finally, I would like to make a few general remarks about the level and types of heat transfer research that I observed in Japan. As in any country or

among different groups of people it varies in quality and profundity. In general however the level is as high as any place in the world and the heat transfer specialists in Japan are to be commended for their success in organizing the field including having a strong and vibrant heat transfer society, well attended national meetings, respected publications and a heavy involvomont in international activities.

The profiles of the heat transfer research topics in the United States and Japan are quite similar. There is a strong interest in studying fundamental phenomena related to electronic cooling problems, combustion, multiphase flow systems including boiling and condensation, thermal radiation transfer, numerical analysis techniques, jets, heat exchangers, heat transfer augmentation, packed and fluidized beds, Non-Newtonian systems etc. I was impressed with the Japanese application of new experimental techniques such as advanced laser-doppler systems, image processing and the use of liquid crystals in flow visualization. All in all, it was an exhilarating experience for me to observe this technical excellence and I shall be forever grateful for the opportunity.

Acknowledgements I would like to express my appreciation to the Japan Society for the Promotion of Science for giving me the opportunity to make this visit to see old friends and colleagues in Japan and to make many new ones. I am deeply grateful to my many hosts at the institutions visited for their time,their gracious hospitality and their many illuminating technical discussions. Finally, my sincere thanks to Professor Kenjiro Suzuki and Associate Professor Yoshimichi Hagiwara for taking care of me while I was in Kyoto. Professor Suzuki initiated the application for this fellowship and made all of the complicated arrangements and for this he has my deepest gratitude.

<国際会議報告>

NATO ASIに参加して

土方 邦夫（東工大）

NATO諸国が若手研究者や技術者の教育・研修のために開催しているAdvance Study Instituteの一環として行われたConvective Heat and Mass Transfer in Porous Mediaに参加する機会を得たので、その詳細について報告する。同セミナーはInternational Summer School として、トルコの Izmir市近郊の Cesmeで1990年8月6日から17日まで12日間開催された。同Schoolはマイアミ大学の教授でトルコ人のカカッチ教授により企画され、講師や参加者の都合を考え、イスラエルで国際伝熱会議の開催に先立って行われた。日本はNATOには加盟していないので、参加は講師またはオーガナイザーとしての可能である。日本からは東京工業大学の中山 恒教授、黒崎晏夫教授が講師として参加された。

参加者の総数は80名程度であり、受講者は主にトルコ、米国、ヨーロッパから参加しており、参加者によっては自国から参加費用を得ているようであった。日本人はコロラド州立大学に留学中の横山君がクラキー教授と参加し、真面目に勉強していたのが印象的であった。講義は8:30から 12:30までの午前中のセッションと、 17:00から 19:30までの夜のセッションであり、日中はリゾートライフを楽しめるように企画されている。夏期休暇中の長期間にわたる講習会であることを考えれば当然の計画と言えよう。

講義内容は以下に示すように多孔質体内の伝熱流動の多岐に渡っており、同分野の研究者、技術者にとっては非常に有意義なものであった。

"Transport Processes in a Rapidly Changing World" by A.E. Bergles

"Modeling of Transport Phenomena in Porous Media" by J. Bear

"Non-Darcy Natural Convection in Saturated Porous Media" by N. Prasad

"Convective Flow Interaction and Heat Transfer Between Fluid and Porous Layers" by V. Prasad

"Forced Convection Flows in Porous Filled Pipes and External Flows over Plates" by G. Lauriat

"Natural Convection in Porous-Filled Vertical Enclosures" by G. Lauriat

"Melting in the Presence of Natural Convection in a Saturated Porous Medium" by A. Bejan

"Heat Transfer from a Surface Covered with Hair" by A. Bejan

"Mixed Convection in Saturated Porous Media" by F.A. Kulacki

"Buoyancy-Induced Flow and Heat Transfer in Fissured Media" by F.A. Kulacki

"Forced Convection in Packed Columns with Effects of Variable Porosity and Thermal Dispersion" by P. Cheng

"Natural Convection in Confined Porous Media with Effects of Variable Porosity and Thermal Dispersion" by P. Cheng

"The Stability of Convective Flows in Porous Media" by D.A.Nield

"Heat Transfer During Unsaturated Flow in Porous Media" by O.A. Plumb

"Non Invasive Techniques Christiansen Effect - Nuclear Magnetic Resonance Magnetic Resonance Imaging-" by S.A. Bories

"Stochastic Models to Simulate the Structure of Porous Media" by G.A. Davies

"Models to Simulate the Flow of Liquid Dispersions Through Porous Media" by G.A. Davies

"Transient Double Diffusion Experiments in a Horizontal Fluid Layer Extending Over a Porous Substrate" by D. Poulikakos

"Effect of Randomness on Heat and Mass Transfer in Porous Media" by J.G. Georgiadis

"Measurement of Thermal Conductivity in Porous Media" by E. Hahne

"Fluorescent Particle Image Velocimetry : Application to Measuring Flow in Refractive Index-Matched Porous Media" by M. A. Northrup

"Analytical Solutions to Transient Convective Mass Transfer within Porous Media" by R. M. Cotta

"Free Convection Heat and Mass Transfer in a Porous Medium" by H.S. Takhar

"Forced Convection Heat and Mass Transfer in a Porous Medium" by H.S. Takhar

"Freezing of Binary Alloys in Saturated Porous Media" by D. Poulikakos

"Fundamentals of Drying Processes" by S.A. Bories

"Drying Complex Porous Materials- Modeling and Experiments" by O.A. Plumb

"Drying in a Fixed Bed of Wood Residues" by R. Sheikholeshami

"Radiation Transport in Porous or Fibrous Media" by Y. Kurosaki

"Heat and Mass Transfer in Adsorbent Beds" by S. Ulku

"Mechanics of Heat and Mass Transfer in Saturated Porous Media" by R.I. Nigmatulin

"Temperature Distribution in Porous Slab with Random Thermophysical Characteristics" by L. Carlomusto

"Air-Water Two-Phase Flow Pressure Drop in Large Scale Porous Media" by N.H. Afgan
"Boiling and Dryout in Unconsolidated Porous Media" by A. Stubos
"Heat and Mass Transfer in Spouted-Beds" by B. Kilkis
"Heat Transfer in Fluidized Bed Combustors" by N. Selcuk
"Porous Surface Boiling and its Application to Cooling of Microelectronic Chips" by W. Nakayama
"Some Geophysical Problems Involving Convection in Porous Media" by D.A. Nield
"Recent applications of Porous Media Approach to Manufacturing of Advanced Composites" by S.I. Guceri

同講義内容は出版されるが、それ以前に必要な方には御連絡いただければコピーをお送りします。トルコはイスラム諸国のなかでいち早く西欧化を成し遂げた国であるとともに、ヨーロッパとアジアにまたがり、まさにヨーロッパとアジアの架け橋である。対日感情も良いので、一度御旅行されることをお勧めする。

旧東独で開催された二つの国際会議に出席して

花岡　裕（室蘭工大）

科学技術に携わる研究者は一般に、彼らの研究の発想や展開がその時代の政治体制やイデオロギーに無関係ではないにしても相対的に独立し得るもの、と思いがちであり、またあえてそのように振舞うことが多い。この事実は、歴史をひもとくまでもなく現実にかっての同一民族が政治的、経済的に東西に分割され、四十数年の間、別々の社会体制下に置かれた結果としての科学技術の展開の違いやそのギャップに注目するとき、上記の考え方が如何にそうではない結果を引き起こしたかを認識することが出来る。

筆者は、たまたま東西ドイツの政治的統一（10／ 3）がなった直後の旧東独、ドレスデン市で開催された二つの国際会議に出席できる機会を得た。ここでは、このような立場から二つの会議の報告の印象を記すと同時に、上記の命題の検証をこの目で不完全ながらも確かめることができたので、独断と偏見を恐れつつその印象をつづってみたい。

二つの国際会議とは、一つは 41st.IAF（International Astronautical Federarion、10/8-13開催）であり、他の一つは 22nd.Kraftwerkstechnisches Kolloquium（第２２回－動力発電工学コロキュム、10/16,17開催）である。両者とも開催期日は統一後のドイツとなったが、会議の準備段階ではいずれもＤＤＲ（Deutsche Demokratische Republik ）としての開催であり、主催者側、参加出席者側もまさか統一された形での国際会議になるとは考えてもいなかったと思われる。

前者は、今年度”Space for Peace and Progress”と副題が付けられたが、1950年に設立されて以来、毎年、何処かの国で開催される大きな国際会議である。開催国としてはどういう訳か1988年のインド以外、未だアジアあるいは日本での実績はなく、欧米諸国に限定されているようである。来年はモントリオール（カナダ）、1992年はワシントンＤＣ（米国）の予定とのことであり、日本のこの分野における発言力の位置づけが示されている印象を受ける。にも拘らず、今回の会議における日本からの参加者は８０名に及び、論文提出者も３９編と米国、旧西独、フランス、ソ連に次ぐ数である。この会議の守備範囲は、「宇宙に関する自然科学、工学、さらには社会科学の全てにわたる平和利用に寄与することを目的とする」とあるように発表論文の内容が極めて広く、総数６５０編に及ぶ論文が７３セッションに分割されて行われていた。表１に、今回の会議に提出された論文について、筆者なりに最終プログラム集からテーマ別、国別に分類して示したものである。

筆者は、この会議そのものには論文を投稿しておらず、専ら拝聴する立場であったが、会場があまりにも分散されすぎとても全貌を把握し得る状況にはなかった。そこで筆者の興味がマ

イクログラビティにあったので、このテーマに限定すると、合わせて５セッションが用意され、総数４９編の論文が発表されていた。その中で比較的対象として多い研究テーマは、マランゴニ対流を含む流体運動、溶融金属やアモルファスなどの凝固に伴う結晶成長、タンパク質凝固など材料物性、無重力環境の測定技術や操作法などが目立った。

後者の会議は、１０／１６～１７にわたり同じドレスデン市内で開催された発電動力技術会議である。しかし国際会議と銘うってもソ連を含む東欧圏が対象であり、西側の参加が増えたと云われているが、それは旧西独に限定されていた。筆者は、昨年度ドレスデン工科大学の研究者を文部省外国人研究留学生として一年間受け入れ研究指導した経緯から、彼の日本における成果の発表の場をこの会議に合わせ、論文発表（「フロン系液体の急減圧沸騰現象に関する研究－数値シミュレーションの結果」）したものである。もちろん日本人の参加は、筆者一人であった。論文の発表件数は、４セッション併せて１２１編に上ったが、実際には、２～３割程度の欠席があった模様である。会議で使用される official language はドイツ語であり、イヤホーンを耳に充ててもロシア語の翻訳しか聴けず、筆者の場合、両方ともその能力がなく、切歯扼腕の思いであった。幸いにして上記の研究留学生が帰国後新しい職を得て現地で活躍しており、期間中、筆者のエスコート役を務めてくれたおかげで凡その概要を把握することが出来たのである。

会議は、大会委員長であるDresden 工科大学エネルギー変換工学部長 Dr.Schramm 教授の開会宣言から開始された。この宣言の内容がこの度の変革に伴う関係者の苦衷を具現する発言であったので、その概要を紹介すると、「①この会議は、１９６９年に第１回が持たれ、今年度で２２回目である。②ここ数年、参加者が５００名程度あったが、この度は大幅に減少した。主な理由は、ドイツ統合に伴うビザ申請手続きの関係や参加者個人の経済的な理由と思われる。③この度の社会変革に伴い、次回の会議運営をどうするか重大な局面にある。」等が話され、改めてその重大さを知った次第である。引続き、７件の基調講演がなされ、二日間にわたって口頭発表２３件、ポスター発表９１件の論文が発表された。参考のため表２に、基調講演の演題と発表者、並びにセッション別論文数と国別分布を示す。今回の会議のメーンテーマは、”Sicherer und Wirtschaftlicher Betrieb, Rekonstruktion von Kernkraftwerken” となっており、提出論文のほとんどが原子力発電に関連する安全性、経済性、環境問題への影響に関する話題に集中した。とくに、旧東独北方にある Greifswald 原発（ソ連製加圧水型炉、現在でもちゃんとした格納容器がないとか、炉心の緊急冷却系に多重性がない等の指摘がなされている）やTschernobyl原発の安全管理や改修等に議論が集中した。

二つの会議の合間を利用して、旧西独のMunchen工科大学と旧東独Dresden工科大学の同規模の類似する研究室を見学する機会を得た。T.U.Munchenの方は、Prof.Mayinger研究室であり、一方のT.U.Dresdenについては、Energieumwandlung学部の多くの研究者達と意見交換を果たすことが出来た。双方共、国を代表する工学系の大学であり、特に、後者のドレスデン工科大学

に関しては、1957年までは熱伝達で我々が常日頃お世話になる無次元数の W.Nusselt教授が、また第二次大戦中には、蒸気線図で馴染みのある R.Moiller教授が在籍していたといわれ、当時の工学界にあって世界的に影響を与えた学者を多く輩出した由緒ある大学である。しかし現在の処、筆者が見聞した限りでは、往時の面影は見られず、あえて独断が許されるならば、ミュンヘン工科大学との学問的レベルや実験設備充実度の差は覆い隠されないほどのギャップがあると感じた。さらに問題なのは、大学の研究者のほとんどがドイツ語またはロシア語で論文を作成している現況を見たときであり、人を非難することは出来ない（特に筆者の場合）が、世界共通語である英語を通して国際的な学術レベルに到達するまでには数年を要するのではとの感じを抱いたのが実感である。何故このような状況に追い込まれたかの分析は、その道の専門家に任せることにして、筆者なりに解釈すれば、一言、「社会主義体制がそうさせた」と考えている。

これが冒頭に提示した命題に対する筆者なりの答えであった。しかしながら、彼らが２０世紀前半までの世界の技術、科学をリードしたきた実績から推論して、ドイツが再統一し、西からの強力な支援を得るならば、基礎教育がしっかりしているだけに急速に力を蓄え、再度、世界の学問を主導することも不可能ではないとの思いがあったことを付け加えておきたい。

表２、第２２回動力発電工学会議における基調講演の演題および
セッション別の論文数、国別分布

○基調講演：

①"Die weitere Entwicklung der Energiewirtschaft auf dem Gebiet der DDR"
Dr.Muller, DDR

②"Kernenergie und Gesellschaft" W.Stoll, FRG

③"Perspektiven der weiteren Entwicklung der Kerntechnik im Lichte des CO2-Problems" W.Hafele, FRG

④"Solarer Wasserstoff - Energietrager der Zukunft- unerschopflich, sauber, risikoarm - " C.J.Winter, FRG

⑤"WTZ-Abkommen BRD-DDR Reaktorsicgerheit - Ausgewahlte DDR-Beitrage - "
G.Ackermmen, DDR

⑥"Die Kernenergetik in der UdSSR" J.A.Korowin, USSR

⑦"Tscernobyl und die Kernenergetik" J.A.Kasanski, USSR

○セッション：

Ⅰ."Sicherheit von Kernkraftwerken": FRG-14,DDR-13,USSR-4,POL-3,TCH-2,EGY-2, FIN-1

Ⅱ."Betriebsfuhrung,Messtechnik,Diagnose,Weiterbildung":
FRG-11,DDR-15,USSR-10,TCH-7,BUL-1,JPN-1

Ⅲ."Rekonstruktion von Kernkraftwerken",

Ⅳ."Chemische Betribsfuhrung von Kernkraftwerken":
FRG-8,DDR-5,USSR-5,TCH-5,anders-4

表1　第41回IAF会議、セッションおよび論文数の国別分類

	USA	FRA	USSR	FRG	GDR	UK	JPN	CHN	CAN	IND	
Space Systems	23	8	1	10		1	4	1		1	ITA-2, NED-2,SPA-1
Space Station	14	4	3	4			5		3		NED-3, BUR-1
Earth Observation	11	5	9	3	3	1	2	2	3	2	POL-3, ITA-2, BUL,NOR,HUN-1
Space Transportation	12	7	3	5	2	2	4	1		2	
Space Power	7	3	3	6			2				BRA,TCH-1
Space Propulsion	10	5	5	6	1	3	3	2		2	
Material & Structure	6	7	2	7			2			1	NED-1
Astrodynamics	7	4	9	5	1	1	3	3	1	2	ITA-2, RUM,BUL,NED-1
Microgravity	14	6	2	10	1	2	3	1	1		BEL-3, ITA-2, NED,ISR,TCH,SPA-1
Space Exploration	14	7	5	7	2		2	1			NED,BUL,FIN-1
Satellite Communication	8	4	3	1		1	5		2		ITA-3, BUL-2, POL,NED-1
Space & Education	13	4			1						SPA,BUL,SIG-1
Life Science	11	4	12	2	3			1			TCH-3, BUL-2, HUN,SPA,AUS-1
Safety & Rescue	4	1	1	6	1	1	1				BUL-1
Search for Extraterrestrial Intelligence	13		4	2							NED,HUN,MEX-1
Economics in Space	9	1	1	2	1	1	2				
History of Astronautics	8	1	3	2							
Laws	25	2	6	4	4		1	1	1		NED-6,ARG-4,TCH-3,POL,BUL,HUN-2, BEL,GRC,ISR-1
Others	9	3	1	2	4	4		3			TCH,SWT,THA,YUG,BRA-1
Total	218	76	73	84	24	17	39	16	11	10	ITA-11,NED-16,BUL-12,TCH-9,SPA-4,HUN-5, BEL-4,BRA-2,POL-5,ARG-4

USA:米国、FRA:フランス、USSR:ソ連、FRG:旧西独、GDR:旧東独、UK:英国、JPN:日本、CHN:中国、CAN:カナダ、IND:インド、ITA:伊国、NED:オランダ、SPA:スペイン、POL:ポーランド、BUL:ブルガリア、NOR:ノールウェイ、HUN:ハンガリー、BRA:ブラジル、TCH:チェコスロバキア、RUM:ルーマニア、BEL:ベルギー、ISR:イスラエル、FIN:フィンランド、SIG:シンガポール、AUS:オーストリア、MEX:メキシコ、ARG: アルゼンチン

The 111th ASME Winer Annual Meeting に出席して

黒崎晏夫（東工大）

米国機械学会（American Society of Mechanical Engineerers、通称ＡＳＭＥ）の１９９０年のWiner Annual Meeting （WAM）が１１月２５日－３０日の間テキサス州、ダラス、ロース・アナトールホテルで開催された。　この meeting は 年次総会であり、 論文発表講演会、特別講演、基調講演、各種委員会、製品・書籍展示会などが企画されているASME の年間最大の行事である。会員２０万人で広大な米国各地から年一度集まるために少々イベント的に成りすぎている感は否めないが、３７５のセッションの研究発表、発表論文数にして約２０００は総会プログラムにしてＢ５判２６０頁となる冊子である。

Heat Transfer Divisionの研究論文発表関連の企画では、口頭発表session２７（発表論文１２７），ポスターsession9（発表論文６３）、パネルsession6が行われた。このDivision での日本からの発表は７編で、芹沢（京大）、福迫（北大）、土方、山田（以上東工大）、鳥越（ダイキン）らの方々が参加されていた。

私は、論文発表の他に１９９１年３月に開催されるrenoでの The 3rd ASME/JSME Thermal Engineering Joint Conference の ＡＳＭＥ側の organizing committee に出席して、準備の最終的な打ち合せを行うために参加したが、この度の会議 もこれまで数度参加したことのあるＷＡＭとほぼ同じ雰囲気であった。ＷＡＭには、沢山の参加者が有るために開催地の最大のホテルで大イベントとして行われる。春に大学の建物を利用して開催される日本機械学会の総会とは異なるので、参加登録費が＄３００と比較的高いが何故このような開催が可能なのか尋ねてみたところ、ホテルでの講演会場等はそのホテルに参加者のうち何百人かが学会特別宿泊料金（約半値）で宿泊してくれる条件でホテル側が無料で提供することになっているとのことである。ホテルとしては、部屋を空けることもなくまたレストラン等の利用を考えると十分に引き合うようある。もっとも日本では、結婚式に使用するほうが利益が上がるので可能性はなさそうだ。

ＷＡＭの雰囲気は、ご存じの方も沢山いらしゃると思いますが、ロビーにはとにかく沢山の参加者がおりますが、個々の講演発表会場には案外参加者が少ない。その代わりに、一小冊子からなるほどの各種委員会が連日朝早くから並列で開催されており、有名教授連は委員会を渡り歩いている。個人的には、論文を発表をするのならば、AIChE と共催の Natioanl Heat Transfer Conference とか AIAA との共催の Thermophysics and Heat Transfer Conference などの方が、講演会場への参加者の多い点で良いのではないかという感じを受けている。

Heat Trasfer Division が企画したsession および １９９１年のASME 主催のMeeting, Conference の予定を参考までに以下に記しておくので、文献等興味のある方は御連絡下さい。

SESSIONS ON HEAT TRANSFER IN 1990 WAM

I. Oral Session:

1. Stochastic Methods in Heat Transfer
2. Heat Transfer in Gas Turbines
3. Radiation Heat Transfer - I and II
4. General Papers - I,II, III, IV, V and VI

II. Symposium (Oral Presentation):

1. Heat Transfer in Earth Science Studies-I and II
2. Thermodynamics and the Design, Analysis and improvement of Energy Systems: Heat Transfer in Advanced Energy System-I and II
3. Transportation Phenomena in Material Processing - 1990:
   (1) Thermal Phenomena in Superconductor Processing
   (2) Heat Transfer in Food and Polymer Processing
   (3) Heat Transfer in Casting and Welding-I and II
4. Advances in Measuring and Computing Temperatures in Biomedicine:
   (1) Bioheat Transfer Models - I and II
   (2) Thermal Tomography in Biomedical Engineering
5. Thermal Modeling and Design of Electronic Systems and Devices:
   (1) and (2) Empirical Modeling on Heat Transfer in Complex Electronic Systems -I and II
   (3) Design and Modeling of Heat Transfer Devices in High-Density Electronics-I and II
6. Heat and Mass Transfer in Fires and Combustion Systems:
   (1) Spray Combustion
   (2) Heat Transfer in Fires and Combusting Flows
   (3) Diagnostics and Experiments in Particle-Laden Combustion

III. Poster Sessions:

1. Fouling in Heat Exchangers
2. Tubeside Enhancement in Boiling Heat Transfer
3. Heat Transfer in Materials Processing
4. Fundamentals of Phase Change: Freezing, Melting and Sublimation
5. Fundamentals of Mixed Convection
6. Heat Exchangers and Future Refrigerants
7. Simulation and Numerical Methods in Heat Transfer
8. Heat Transfer and Flow in Porous Media
9. Measurement of Heat and Mass Transfer in Environmental Flows
10. Thermal Hydraulics of Advanced Nuclear Reactors

IV. Panel Sessions:

1. Directions and Issues in Heat Transfer
2. Research Needs in Direct Combustion Synthesis
3. The Role of Computers in Heat Transfer Education
4. Heat Exchangers and Future Refrigerants
5. Trends in the Federal R&D Budge
6. A Significant Question in Heat Transfer:"Whenare Convective Interactions among Elements of a Dispersed Phase Significant?"

ASME

MEETINGS, CONFERENCES & EXHIBITIONS

January 1991–December 1991

Meetings, Conferences, Exhibitions	Dates	Location
Energy-sources Technology Conference and Exhibition	Jan. 20–24	Houston, TX
Environmental Controls for Power Plants Symposium, Fifth Integrated	March 3–5	New Orleans, LA
Technology Executives (Training) Conference	March 8–10	Houston, TX
International Solar Energy Conference	March 17–22	Reno, NV
ASME/JSME Thermal Engineering Conference	March 17–22	Reno, NV
National Design Engineering Show and Conference	April 8–11	Chicago, IL
American Power Conference	April 29–May 1	Chicago, IL
International Wear of Materials Conference	April 7–11	Orlando, FL
Fluidized Bed Combustion Conference	April 21–24	Montreal, Canada
Offshore Technology Conference	May 6–9	Houston, TX
International Gas Turbine and Aeroengine Congress and Exposition	June 3–6	Orlando, FL
Summer Annual (Business) Meeting	June 9–13	Houston, TX
Applied Mechanics Conference	June 16–19	Columbus, OH
Bioengineering Conference	June 16–19	Columbus, OH
First ASME/JSME Fluids Engineering Conference	June 23–27	Portland, OR
Pressure Vessels and Piping Conference	June 23–27	San Diego, CA
International Offshore Mechanics and Arctic Engineering Conference	June 23–28	Stavanger, Norway
Heat Transfer Conference and Exposition	July 28–31	Minneapolis, MN
International Computers in Engineering Conference and Exposition	Aug. 18–22	Santa Clara, CA
Intersociety Energy Conversion Engineering Conference	Aug. 3–9	Boston, MA
ASME Cogen-Turbo V Symposium and Exposition	Sept. 3–5	Budapest, Hungary
Fluid Control, Measurement, and Flow Visualization (FLUCOME) Conference	Aug. 28–31	San Francisco, CA
Design Automation Conference	Sept. 22–25	Miami, FL
Flexible Assembly Systems Conference	Sept. 22–25	Miami, FL
Mechanical Vibration and Noise Conference	Sept. 22–25	Miami, FL
Design Theory & Methodology Conference	Sept. 22–25	Miami, FL
Failure Prevention and Reliability Conference	Sept. 22–25	Miami, FL
Joint Power Generation Conference	Oct. 6–10	San Diego, CA
Joint ASME/STLE Tribology Conference	Oct. 13–16	St. Louis, MO
International Waste Management Conference	Oct. 21–26	Seoul, Korea
Winter Annual Meeting	Dec. 1–6	Atlanta, GA

<地方研究グループ活動報告>

北海道地方グループ

I. 特別講演会

" Anomalous Predictions of Laminar Heat Transfer and Pressure Drops in Ducts with Non-Newtonian Fluids"（非ニュートン流体の流路内の層流熱伝達と圧力降下に関する変則的な予測）と題して、米国ニューヨーク州立大学機械工学科教授　Thomas F.Irvine 先生の講演が行われた。

日時：平成2年9月13日（木）　15：30～16：30
場所：北海道大学工学部原子工学科会議室
出席者：道内大学、高専から約25名

II. 北海道地方第1回伝熱セミナー

主題：「企業における伝熱問題」
日時：平成2年11月22日（木）　13：30～17：00
場所：室蘭工業大学機械システム工学科会議室
出席者：大学、高専、会社から約25名、学生、院生約10名

題目および話題提供者：

1．原子力における熱工学の応用－最近の研究開発の中から－
（株）東芝原子力技術研究所　　　尾崎　脩

軽水型原子炉内の燃料束内を流動する冷却・減速材の挙動に関し、特に熱負荷最大時の垂直気液二相流としての気泡含有量や流動模様を観察するため、X線投射法が用いられ、詳細な計測技術の紹介と得られたデータの画像処理技術に関し話題提供された。類似な手法として中性子照射法が考えられるが、現時点では、気液の吸収係数の差異からは今少し画像の分解能に問題がある等が話された。

２．気体分散系液体による鋼材冷却技術について

新日本製鉄（株）室蘭製鉄所設備部　　　安沢　典男ほか

鉄鋼生産プロセスにおける鋼材冷却方法に関連して、従来の冷却方法では得られない気泡分散系流体による冷却試験結果と開発状況が報告された。この方法は、界面活性材を水溶液に混入させた小さな気泡集合体から成る気体分散系気液二相流であり、気／液界面面積の飛躍的増大から鋼材冷却速度の制御性と均一冷却性が期待できるのみならず、高温下燃焼でも燃焼ガス発生の遮断性が優れるなど、他の工業プロセスにも応用の可能性は大であることが提示された。

３．機械構造のリアクター関係の熱応力

（株）日本製鋼所室蘭製作所　　　東海　幸一

石油精製用反応塔（圧力20MPa 、温度450 C）の本体とサポート用スカートの継ぎ手部分に発生する熱応力について、設計段階における熱応力の緩和対策に関連して、有限要素法を用いた定常状態の温度分布ならびに応力分布の計算例が提示された。　その結果、スカート取り付け内部に環状のHot Box を設けることにより継ぎ手部の急激な温度勾配を避けることが出来、結果的に応力の集中が６割程度にまで緩和されることが例示された。

４．41st.I.A.F.(International Astronautical Federation)および22nd Kraftwerketechnisches Kolloquiumに参加して

室蘭工業大学機械システム工学科　　　花岡　裕

ドイツ統一（10/3）直後の旧東独、ドレスデン市で開催された上記二つの国際会議に出席する機会を得たので、両国際会議の模様ならびに急激な社会変革に伴うドレスデン工科大学など大学の対応の様子や市場経済に暴露されることになったポーランド国境に近いヨーロッパ最大と云われる褐炭専焼ボイラを有する火力発電設備の現況について報告があった。

以上の講演の中、１および４は、機械学会道支部熱工学懇話会の発表を兼ねていたが、それぞれの話題に対し活発な質疑が交わされ企業サイドと大学側の研究姿勢の違いを認識する研究会であった。講演会修了後、引続き懇親会が行われ、盛会に終わった。

（北海道地方連絡幹事　花岡　裕）

東北研究グループ「１９９０年秋期伝熱セミナー」

日時：平成２年１１月１７日（土）～１８日（日）
場所：八戸ハイツ（青森県勤労福祉センター）
講演：SeminarⅠ．精密伝熱工学

「能動熱遮断と伝熱制御」　　円山重直（東北大・流体科学研究所）

能動熱遮断の原理とモデル化について論じ、能動熱遮断の特性を概説した。さらに従来の伝熱促進と異なる立場から、能動熱遮断の透過ガス流速を正負に変化させ、多孔質内の伝熱形態自身を変化させた伝熱の能動的制御の試みを紹介した。

「伝熱の制御法（固体焼成プロセスの最適温度制御）」
塚越律夫（東北学院大・工・ＤＣ３）

セラミックスの焼成時間を短縮するために急速昇温を行うと、亀裂が発生する。そこで亀裂が発生しないように最短時間で昇温を行う制御方法を２、３の現代制御理論を用いて比較・検討した。

SeminarⅡ．沸騰現象

「低重力下における沸騰現象」　　山下善之（東北大・工・生物化学工学科）

任意の低重力場を実現できる速度制御型落下塔を作成することにより沸騰現象に対して重力の及ぼす影響を観察できる方法を開発し、実験結果を紹介した。

「原油流出時における沸騰現象」　　稲村隆夫（東北大・工・精密工学科）

原油流出時における沸騰現象を明らかにするために既存のプール燃焼モデルと燃料と水の液相モデルを結合させ、輻射熱量や燃焼速度の時間変化および残存燃料量などの推算を試みた。さらにin-depth radiation absorptionの効果を考慮し、液相内の温度分布および燃料/水界面の沸騰に要する時間を予測した。

SeminarⅢ．特別講演

「潜熱蓄熱器の熱特性とその整理法」海野紘治（豊田工大・機械工学科）

凝固過程にける縦フィン付円管形潜熱蓄熱器を用いて、潜熱蓄熱器内のフィンのみの特性を表すShamsunderらによる相関関数と凝固割合との関係の検討を結果を紹介した。

東北グループのセミナーとしては、初めての試みを行いたいという趣旨で、山川教授（岩手大・工）および鎌田長幸助教授（八戸高専）と相談し、予稿集の作成および学生のために、学生による運営を実施することに致しました。予稿集は６頁以内で各講演者に学生にも分かり易く執筆して戴き、セミナー開催の二週間前に参加者に配布し、学生に予め学習して頂きました。またSeminarⅠ、ⅡおよびⅢの座長も学生に依頼し、それぞれ岩手大学、東北学院大学および東北大学のＭＣ２年以上の大学院生を充てました。学生からの質問を優先し、活発に討論を行って戴きました。なお、参加者は、大学・高専２５名、公的研究機関２名、企業４名、学生２０名の合計５１名でした。このような試みが学生に刺激を与え、研究の活性化につながることを願う次第です。

第1回北陸信越伝熱セミナー報告

昨年から地方活動の一環として、各地区で伝熱セミナーが行われてきたが、北陸信越地区でも遅ればせながら5月11日(金)、12日(土)に伝熱セミナーを開催した。場所は富山厚生年金福祉センターで、昨年4月にオープンした温泉付きの立派な施設である。ここは立山・黒部アルペンルートの富山県側入口である立山駅から約2kmの所に位置し、冬はスキー、夏は登山客で賑わうところである。5月は比較的静かで新緑が大へん美しく、セミナーを開くにはよい季節である。

参加者は北陸信越地区の大学、高専の先生を主体とし、セミナーの講師も含めて38名（内学生13名）であった。当初予定した定員40名をほぼ満たすことができ、主催者として責任を果たせたが、企業からの参加が一人もなかったのは残念であった。これは全く我々の責任であるがセミナーの内容が企業向きでなかったこと、会告が遅れて会員の皆さんに周知されなかったこと、並びに北陸信越地区に企業のメンバーが非常に少ないことが原因と思われる。特に最後が問題で、地区活動の活性化のためにも今後企業の会員の増強を図らねばならない。

セミナーの内容は以下のようであった。

セミナー(1)　1990年代の伝熱トレンド

ミクロ・マクロ、複合系の伝熱	土方邦夫（東工大）
伝熱工学・技術の新分野への展開	小竹　進（東大）

セミナー(2)　伝熱促進

最近の伝熱促進技術	宮下　尚（富山大）
電場を利用した熱伝達の促進	多田幸生（金沢大）
架橋効果による凝固伝熱の制御	平澤良男（富山大）
2成分蒸気の凝縮伝熱と最適作動の条件	姫野修廣（信州大）
不溶性混合冷媒による凝縮伝熱の促進	寺西恒宣（富山高専）
ミスト流による伝熱促進	滝本　昭（金沢大）

セミナー(1)では、東京から遠路土方先生と小竹先生に出席いただき、今後の伝熱研究の一つの方向についてご教示いただいた。いずれも原子、分子を対象とした伝熱問題が取り上げられ、伝熱現象も将来物理・化学と密接に関連してくるように思えた。セミナー(2)では「伝熱促進」をテーマとして、北陸信越地区の先生方に各々の専門の立場からご講演いただいた。

第1日目の夜は懇親会が開かれた。先生方はいつもお目にかかるメンバーなので、和やかな雰囲気のうちに夜遅くまで話がはずんだ。学生諸君にとってはこういう機会が少ないので、先生方を知っていただく良いチャンスであったと思う。会場の浴場にはいくつかの種類の風呂が用意され、温泉のはしごが出来るようになっており、皆様には好評であった。ほんとうの意味での裸の付き合いができたのではないかと自負している。

セミナー終了後、数人の先生が立山に足を延ばされた。朝方は少し雨が降っていたが、セミナーが終わる頃は五月晴れの天気となり、富山の印象を良くされたものと喜んでおります。

セミナー実行委員代表
北陸信越地区連絡幹事　　竹越　栄俊

北陸信越グループ（妙高山麓セミナー）の報告

日　時：　平成２年１１月１６日（金）～１７日（土）
場　所：　妙高かんぽ保養センター
内　容：　セミナー１　技術と環境Ｉ

(1) 技術と場の伝熱　　林勇　二郎（金沢大）
(2) フロンと環境　　岡田　昌章（長岡技科大）

セミナー２　伝熱研究レビュー

(3) 自然対流研究の現状　　竹内　正紀（福井大）

セミナー３　技術と環境II

(4) 環境問題と伝熱　　柏木　孝夫（東京農工大学）

セミナー４　グループ講演会

(5) 電場による固気混相流熱伝達の促進と制御
＊小村伸次、多田幸生、滝本昭、林勇二郎（金沢大）
(6) 傾斜密閉容器内の自然対流熱伝達（内部物体の熱伝導率の違いによる熱伝達の促進と抑制効果）
木村照夫、竹内正紀、＊宮永俊晴（福井大）
(7) 平板乱流境界層内のスパン方向渦熱拡散係数に関する実験的研究
＊斎藤北、前川博、小林睦夫（新潟大）
(8) ボロノイ多面体要素法を用いた不定形固体混合物の平均熱伝導率の計算
＊近藤泰平、小林睦夫、前川博（新潟大）

＜講演要旨＞

講演(1)では、技術と関わりのある場として宇宙、海洋、極地、材料製造、エレクトロニクス、エネルギーなどを中心として取り上げ、それらの場における伝熱工学的論点に関して概説がなされた。また、人間環境をとりまく場、すなわち人間環境の中で宇宙、海洋、極地などの新技術が求められる場あるいは、衣食住の場における技術、とりわけ伝熱工学的視野についての問題提起がなされた。

講演(2)では、現在地球環境破壊として大きな問題となっているオゾン層破壊、温室効果をもたらす原因のひとつであるフロンガスの発明、用途の拡大から環境問題に至るまでの歴史的背景が述べられた。また、環境問題に対応できる次世代フロンの毒性などの問題点が解説されるとともに、オゾン層破壊のメカニズム並びに破壊を妨害するような未知の反応などの諸学説について報告があった。

講演(3)では自然対流現象に関する日本と欧米における研究を、実験的報告と数値計算的報告に大別してそれらの比率を比較すると、日本では実験的報告が多く、欧米では逆の傾向があること

が紹介された。そして、その原因や技術的背景についての説明があった。とくに数値計算においてはニュートン流体、非ニュートン流体、多孔質における流れなど多岐にわたって研究がなされているが、最近では種々の形状・構造を持つ容器内の内部流れ、特殊な形状の物体周りの外部流れについての報告が多いこと、また熱伝導・物質伝達との複合問題が増加の傾向にあることが指摘された。

講演(4)では、地球環境と伝熱との関わり、とくにこれから地球環境の再生を行うために必要な技術における伝熱研究の役割を中心として講演された。CO_2発生の低減やCO_2固定化技術として、エネルギー高効率利用システムやCO_2からメタノールを製造するための技術的問題、光合成微生物利用の可能性を話題として取り上げた。また、酸性雨の原因となるSO_x、NO_x減少のために、液化天然ガスの利用推進あるいは触媒燃焼、希薄燃焼技術の必要性が述べられた。さらに、特定フロンによるオゾン層破壊対策として最も実用化に近いHFC(R-134a)、また、冷媒としてのアンモニアへの再注目、フロンガス回収・再生技術について言及された。

講演(5)では、気流中にガラス粒子を懸濁させた鉛直ダクト流を対象に、直流電場を付与した際の粒子動挙動、ならびに粒子運動に伴う流動・伝熱特性を印加電圧およびローディング比などの操作条件と関連づけて報告された。

講演(6)では、密閉容器内の自然対流に及ぼす内部物体の熱伝導率を考慮して、容器内の流体とそこに置かれた物体の熱伝導率の比をパラメータとして、種々の角度に置かれた矩形断面容器について解析された。

講演(7)では、スパン方向渦熱拡散係数の分布特性を調べるため、スパン方向に一定の温度勾配を持つ平板乱流境界層の実験が作動流体として空気を用いて行われた。実験結果からこの渦熱拡散係数と通常の渦動粘性係数の比は壁の極く近傍、壁領域の残りの部分及び外側領域のそれぞれにおいて特徴的な性状を呈することが示された。

講演(8)では、異なる熱伝導率を持つ二種の固体成分が三次元的に無作意に混合された不定形混合物の熱伝導率をボロノイ多面体要素法を用いた数値計算法によって直接計算し、平均熱伝導率の簡便な推算式が提案された。

なお、今回の参加者は定員いっぱいの３０名で、その内９名が学生諸君であった。他地区からは東京農工大の柏木先生と芝浦工大の片山先生にお越しいただき、講演並びにコメントをいただいた。１６日の晩は懇親会が開かれ、夜遅くまで伝熱問題に花が咲いた。

北陸信越地区連絡幹事
富山大学　　竹越　栄俊

東海地方研究グループ主催

浜名湖畔セミナー ”乱流伝熱の基礎と最前線 ”を終えて

中山 顕 (静岡大工)

東海研究グループの企画によるセミナーが”乱流伝熱の基礎と最前線 ”というテーマで平成2年10月12日から13日にかけて1泊2日の日程で浜名湖畔の保養所、浜名荘で開催されました。(会場となった浜名荘は、湖口近くの弁天島に位置し、宿の窓からは浜名湖から遠州灘に通ずる美しい景観が一望できるところにあります。)

セミナー開催までの具体的な作業は豊橋技大の北村健三先生、名工大の辻俊博先生と私の三人で担当しました。テーマを乱流伝熱に絞り、理論的側面を第一日目、実験的側面を二日目に充てるという方針の基に両日の提供話題を選定し、講師の依頼に入りました。特別講演をお願いした大澤克幸氏(豊田中研)、また最前線に属する話題提供をお願いしたく東京よりわざわざご足労願った森西洋平氏(東大生研)、黒田明慈氏(東大)をはじめ、みなさんお忙しいにもかかわらず、快く講師をお引受け下さいました。セミナー参加者は総数55名でしたが、東海地区から講座の勉強会を兼ねた参加もあり、学生が32名を占める活気に満ちた構成となりました。

第一日目は加藤征三先生(三重大)に進行をお願いし、藤田秀臣先生(名大)による”乱流入門 ”からはじめて頂きました。乱流の基礎方程式の解説に加え、レイノルズが行った乱流遷移の実験装置の説明から、先生が乱流伝熱促進に関して行ってこられた一連の研究の概要を苦労話も交えてお話頂きました。引続き、島信行先生(静大)より、”速度場のモデリング ”と題しお話頂きました。レイノルズ応力輸送の厳密式から応力輸送モデル、代数応力モデルそして k-ε モデルにいたる手続き、各モデルの位置付けに続き、応力輸送モデルの高い可能性を示す計算例の紹介がありました。今回のセミナーの企画において多くのご助言を頂いた長野靖尚先生(名工大)には、速度場のモデリングの話を受けて、”温度場のモデリング ”の話をお願いしました。乱流プラントル数が空間的にかなり変化する事実の紹介があったのち、乱流プラントル数を導入せずに、熱の渦拡散係数を関連する乱流諸量の輸送方程式から求める温度場2方程式モデルの詳しい解説がありました。次の二つの話題提供ではコンピュータを駆使した大規模乱流計算にスポットをあて、森西洋平氏(東大生研)にラージエディ・シミュレーション、また黒田明慈氏(東大)にダイレクト・シミュレーションのお話をお願いしました。スポールディングの壁関数を導入する際、計算時間が大幅に短縮されラージエディ・シミュレーションもエンジニアリングのレベルに達しうるなど、以前にもまして現実味を帯びた大規模

計算の解説がありました。お二人とも難しいテーマをたいへん分かりやすく解説頂きました。特に黒田氏からは一次元熱伝導問題を例題としたスペクトル法のやさしい解説があり、学生も興味深く聞き入っておりました。第一日目の話題提供の締めくくりとして、大澤克幸氏（豊田中研）に”エンジン内の空気流動と燃焼のシミュレーション　”と題し特別講演をお願いしました。乱流モデルを用いて行った現実の複雑な流れの数値シミュレーション結果をビデオによる映像も交えて、たいへん印象深く紹介して頂きました。

二日目は進行を三田地紘史先生（豊橋技大）にお願いし、まず、熊田雅弥先生（岐阜大）に”熱流体計測入門　”と題して実験編の最初の話題を提供して頂きました。　”非定常熱流束センサの２０チャネルをすべて正常に作動させるのは、初期の宇宙ロケットの打ち上げにさえ似ている　”など、測定技術にまつわる苦労話もお聞きすることができました。蒔田秀治・佐々浩司両先生（豊橋技大）からは”乱流境界層中の大規模馬蹄形渦　”と題し境界層中の秩序構造に関する話がありました。非常に巧みに人工的に誘起させた大規模渦まわりの速度、渦度、レイノルズ応力などの立体的分布が紹介されました。続いて、田川正人先生（名工大）より”乱流輸送現象の構造的モデリング　”と題し、大規模計算が吐き出す数値実験データの山から乱流の本質を探る上でこれから特に重要になるだろう構造的モデリングの解説がありました。また廣田真史先生（名大）からは”管内乱流　”として、非円形断面流路内の流れが取り上げられ、流路断面内に発生する乱流特有の二次流れのメカニズム、さらには伝熱促進を念頭においた粗面流路内の平均速度および温度分布の測定結果が報告されました。強制対流の話に続いて”乱流自然対流　”の話題が辻俊博先生（名工大）により提供されました。渦粘性モデルにおけるようなレイノルズ応力と平均速度勾配との比例関係が自然対流においては成立しないなど、通常の乱流境界層とは異なる乱流自然対流特有の性質が一連の測定データより示されました。セミナー最後のテーマとして北村健三先生（豊橋技大）より”乱流共存対流　”に関する話題提供がありました。熱流束一定の下で並行流の近寄り速度を上げても、近寄り速度一定の下で熱流束を上げても、いずれの場合もいったんヌッセルト数が降下するという乱流共存対流に特有な興味深いデータが紹介されました。

第一日目の夜には荒木信幸先生（静大）の巧みな司会進行の下で、児山仁先生（静大）による乾杯の後、理論（数値実験）組と実験組間の熱っぽい討論からはじまり、仲居さんからストップをかけられる９時過ぎまで、（２０代前半から５０代後半にわたる参加者全員によって）世代を越えた共通のテーマ、”乱流　”に関する放談が繰り広げられました。

最後に、今回のセミナーでは準備段階から当日の進行に至るまで多くの方々にご助言、ご協力頂きました。ここに心から感謝申し上げるとともに、私の不手際から多くの不備があったことをお詫び申し上げます。

関西研究グループ　伝熱技術フォーラム例会報告

平成２年度第１回例会

日　　時：平成２年５月１７日（木）　14:00 ～ 17:00
　　　　　特別懇談会　　　　　　　　17:30 ～ 19:30
場　　所：京都大学工学部２号館１０１講義室
話題提供：
　　１）創造的開発テーマの選択プロセスについて・・・私の経験から・・・
　　　　　　藤江　邦夫（新明和工業㈱）
　　２）伝熱学のフロンティアを目指して・・・その２、３の話題・・・
　　　　　　鈴木健二郎（京都大学工学部）
見 学 会：京都大学工学部機械工学科伝熱工学講座研究室

＜講演概要＞

話題提供１）　ターボ冷凍機の熱交換器小型化のための高性能伝熱管の開発におけるご自身の体験をもとに、基礎研究→応用研究→実用化の各段階に対する哲学を話された。先ず、経営資源とは人を中心とした物、金、情報、時間の４要素であり、研究開発には感性と悟性が不可欠であること、戦略的には極超省信技術に目標を常に高く掲げることが重要である。また、研究開発には偶然的研究と必然的研究があり、偶然的研究なくして大きな発展が望めないこと等が指摘された。さらに、技術者の心得として、(1) 設計の土俵で相撲が取れること、(2) 常に工場から信頼されること、(3) 開発テーマを責任をもって商品化すること、(4) 常に問題意識を持ち、継続的に市場を見ること、(5) 各分野の極限技術を現流品に適用すること、などを挙げられ、これによる製品開発成功の要因および企業が必要とする人材の理想像が述べられた。

話題提供２）　現在ご自身の研究室で進めておられる研究テーマの中で、特に、現時点では将来の結果を予測できないチャレンジングな研究テーマについて、各々の問題点と面白さを話された。特に、(1) 乱流伝熱の非相似性（圧損の低減と伝熱促進の両立は可能か？）、(2) 非定常流の熱伝達（渦は効果があるか？）、(3) ICEME （理論解の一意性を崩す方法は？）等のテーマについて具体的に説明された。最後に、藤江氏と同様に、良いものは偶然的研究から生まれることが多いと言う意味の Serendipity なる言葉の由来と偶然的発見のロマンを求めるご自身の研究哲学とを結び付けて締めくくられた。

例会には６１名の参加があり、その後の見学会を含め活発な質問と討論が行われた。例会終了後京大会館で開催された特別懇談会には４８名の出席者があり、これまた盛会に終わった。

（伝熱技術フォーラム幹事：片岡　邦夫、関西地方連絡幹事：芹澤昭示）

平成２年度第２回例会

日　　時：平成２年９月２１日（金）　14:00 ～ 17:00
　　　　　特別懇談会　　　　　　　　17:30 ～ 19:30

場　　所：大阪大学工学部図書館（吹田分館）３Ｆ視聴覚ホール

話題提供：

　　１）催眠と創造
　　　　　野田　泰夫（関西化学機械製作㈱）

　　２）熱工学の意外な現象を求めて・・・いくつかの経験から・・・
　　　　　高城　敏美（大阪大学工学部）

見 学 会：大阪大学工学部産業機械工学科輸送現象学講座研究室

＜講演概要＞

話題提供１）　技術者にとっても関係の深い創造開発における催眠の効用について、脳の構造と機能を中心とした大脳生理学の観点から解説された。特に、古皮質の海馬にインプットされた記憶から派生する「ひらめき」を新皮質の前頭葉が、側頭葉の助けを借りて、理論付けし、考えとして纏めて「発想」とするメカニズムが説明された。新皮質が強く働き過ぎると批判が強くなり、発想を抑制してしまう。従って、「ひらめき」を促進するには新皮質の働きを抑える催眠が有効となる。このような催眠効果は技術開発や会社経営の上で多くの成果を上げていることを氏の豊富な体験に基づいて実例をあげて説明された。また、このような催眠術は「ひらめき」や発想・創造のみならず、人間関係、心・精神、健康の上で非常に大きな効果があることが述べられた。

話題提供２）　ご自身の伝熱工学研究の経緯と変遷・展開についてに紹介された。学生時代に始められた水平蒸気・水二相流の局所熱伝達に関する研究では、上面と下面では現象が大きく異なり、上面でドライアウトすることから、流動実験の重要さを認識するに至り、その後の水平流路内沸騰における限界熱負荷に関する学位論文研究へと発展したことが述べられた。次いで、燃焼工学の研究を始められた経緯と目的・意義について話された。燃焼におけるＮＯ、ＣＯの生成機構と低減技術に関する研究では、乱れのある噴霧流に点火し火炎ができると流れが層流化すること、旋回流では逆勾配拡散が起こることなど、当時としては意外な現象を見いだされたこと等の話をされた。最後に、ＬＤＶによる測定、計算機シミュレーションによる予測などを駆使して、現在精力的に研究を進めておられる噴霧流、旋回流における輸送現象について紹介された。

講演会には企業、大学等より６１名の参加をえて、催眠術の実演、質問など多数あり、大変盛況であった。講演会終了後大阪大学工学部キャンパス内「ローゼン」で開催された特別懇談会も３８名の出席をえて、盛会であった。

（伝熱技術フォーラム幹事：片岡　邦夫、関西地方連絡幹事：芹澤昭示）

＜お知らせ＞

第２８回日本伝熱シンポジウム

開　催　日	平成3年5月29日（水）～5月31日（金）
講演会場	福岡リーセントホテル　〒812 福岡市東区箱崎 2-52-1 TEL 092-641-7741　　FAX 092-641-5851 地下鉄２号線「箱崎宮前」下車③出入口より徒歩３分.
シンポジウム 参　加　費	一般（1名）　　事前申込：６，０００円，当日申込：７，０００円 学生・院生（1名）事前申込：３，０００円，当日申込：３，５００円 （いずれも講演論文集代を含みません）
講演論文集代	１セット5，０００円（消費税含む） ただし，郵送の場合は１セット5，５５０円（送料含む） （日本伝熱研究会会員には１セット無料進呈）
懇　親　会	日時　5月３０日（木）　夕方（時間は未定） 会場　福岡リーセントホテル 会費　事前申込：６，０００円，当日申込：７，０００円 　　　ただし，同伴夫人は無料です.
参加申込要領	本号に同封の郵便振替払込用紙を１人につき１枚ご使用になり，通信欄に［（１）氏名（ふりがな），（２）勤務先または学校名，（３）参加費（一般・学生を明記），（４）懇親会費（夫人同伴の方はその旨を明記），（５）講演論文集冊数および金額（進呈分以外），（６）合計金額］をご記入の上，当該費用をご送金ください．参加証は当日受付にてお渡しします． 　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いただきますので，郵便局で受け取られる郵便振替払込金領収書を保存していただきますようお願い申し上げます.
事前申込締切	平成3年5月１０日（金）　消印有効
申　込　先	郵便振替口座：福岡０－６８０７６ 第２８回日本伝熱シンポジウム準備委員会
参加についての 問合せ先	〒816 福岡県春日市春日公園 6-1 九州大学機能物質科学研究所　システム工学部門内 TEL 092-573-9611 内606（高松洋）　　FAX 092-575-3634
講演についての 問合せ先	〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1　九州大学工学部機械工学科 TEL 092-641-1101 内5456（吉田敬介）　FAX 092-641-9744
当　日　受　付	第１日８時３０分よりシンポジウム会場で行います.

第２８回日本伝熱シンポジウム航空券・宿泊のご案内

１．航空券のご案内　（団体設定便は１５名様以上とします。）

発着地	往路			復路			特別料金
	月日	略号	出発時刻	月日	略号	出発時刻	(片道)
東　京	5/28	TF-1	16:00 頃	5/31	FT-1	17:00 頃	17,000 円
		TF-2	19:00 頃		FT-2	19:00 頃	
大　阪	5/28	OF-1	17:00 頃	5/31	FO-1	19:30 頃	10,500 円
名古屋	5/28	NF-1	17:00 頃	5/31	FN-1	18:00 頃	12,500 円
札　幌	5/28	SF-1	13:00 頃	6/01	FS-1	10:00 頃	30,000 円

設定便以外のお申込あるいは他の交通機関との組み合わせもお受けいたします。

２．宿泊のご案内　（龍王旅行では以下のホテルの斡旋をいたします。）
宿泊日：平成３年５月２８日（火）、２９日（水）、３０日（木）、３１日（金）
宿泊条件：お一人様、一泊朝食付き、税・サービス料込み

略号	ホテル名	部屋	料金	最寄り駅
ＡＳ	サンライフホテル	シングル	7200 円	J･S 博多
ＢＳ	東京第一ホテル福岡	シングル	9500 円	S 中洲川端
ＣＳ	アークホテル博多	シングル	7500 円	S 天神
ＤＳ ＤＴ	博多グリーンホテル	シングル ツイン	6300 円 4800 円	J･S 博多
ＥＳ	冷泉閣ホテル川端	シングル	7000 円	S 中洲川端
ＦＳ	セントラルホテルフクオカ	シングル	6300 円	N薬院, S天神

S:地下鉄、J:ＪＲ、N:西鉄

３．お申込方法

必要事項をご記入のうえ、平成３年４月３０日（火）（必着）までに下記宛までお送りください（ＦＡＸでの受付もいたします）。受付後２週間以内に予約確認書、請求書を郵送いたします。ご確認後、請求金額を５月７日までに、下記口座にお振込ください。宿泊券、航空券引換証等はご入金確認のうえ、平成３年５月１０日～５月１５日までの間に郵送いたします。なお、お申込後、お客様のご都合で予約を変更または取り消される場合は、取消料がかかることがあります。

申込先
〒812 福岡市博多区中呉服町１番２４号
龍王旅行 呉服町店 「第２８回日本伝熱シンポジウム」係
TEL 092-291-1933, FAX 092-291-1932（担当：たつぐち）

振込先
大和銀行 福岡支店
普通預金 No. 3473615
口座名：龍王旅行

※　講演申込をされた方には、従来通り航空券・宿泊の詳しい資料・申込用紙ならびにホテル一覧をお送りいたします。

平成２年１２月１０日

《第３回講演会および見学会のご案内》

会　員　各　位

日本伝熱研究会中四国研究グループ

中四国研究グループ第３回講演会と見学会を下記のとおり開催致しますので，多数ご参加下さい．

記

日　時：平成３年１月２５日（金）13:00～

場　所：㈱四国総合研究所
高松市屋島西町 2109　(TEL 0878-43-8111)
交通：ＪＲ高松駅よりタクシー約10分

◎講演会：13:00～16:00

（１）植物工場の生産技術
主席研究員　井本　武（四国総研）

（２）青果物の鮮度と環境制御
助教授　川田　和秀（香川大農学部）

（３）小容量ボイラにおける低ＮＯＸ燃焼
技術部次長　小畑　直樹（サムソン）

◎見学会：16:00～17:00
四国総合研究所実験室

◎懇親会：17:30～19:30
見学会終了後，引き続き懇親会を行いますので，あわせてご参加ください．
（会費 5000 円）

会場：ホテルニューフロンティア
高松市西の丸町 147　(TEL 0878-23-0674)
ＪＲ高松駅より徒歩３分

◎申し込み：参加ご希望の方は１月２１日（月）までに，はがきまたはファックスにて氏名，所属，および講演会，見学会，懇親会別の出欠を下記までお知らせ下さい．

申込先　〒724 東広島市鏡山１丁目 4-1
広島大学工学部第一類
原動機工学講座　　佐古　光雄
TEL 0824-22-7111　(内線3239)
FAX 0824-22-7193

混相流シンポジウム'91　（第10回）

参加募集要項

共　催　　日本学術会議水力学水理学研究連絡委員会、日本混相流学会ほか16学協会共催の予定

開催日　　平成3年7月11日（木）、12日（金）

会　場　　関西大学100周年記念会館
〒564 吹田市山手町3-3-35　TEL（06）388－1121（内線4660～3）

開催主旨　　混相流シンポジウムは、日本学術会議水力学水理学研究連絡委員会から、1987年に創立した日本混相流学会が幹事学会となって受け継ぎ、以来混相流に関連を持つ多くの専門分野の研究者のための学術交流の場として成果を挙げてまいりました。
本年度も、昨年度までと同様、今後のこの分野の進展と社会への貢献を目的として混相流シンポジウム'91（第10回）が開催されます。本シンポジウムにおいて各種混相流の分野を越えて情報交換を行い、混相流に関する科学・技術について討論を行いたいと存じます。。

研究発表講演募集テーマ

1．混相流の流動特性、流動機構、熱物質移動現象
2．混相流のモデリング、基礎方程式
3．混相流のシミュレーション
4．混相流のダイナミックス
5．混相流の計測技術
6．混相流関連技術
7．自然現象における混相流
8．生体内における混相流
9．その他

以上の他、「地球規模での混相流」と題して特別セッションを予定しています。

講演要旨

1．講演の採否は実行委員会にご一任願います。
2．講演は2室で並行して行う予定です。1件につき講演時間15分、討論時間10分の予定ですが、件数によって多少変更があるかも知れませんのでご了承下さい。
3．講演論文現行ページ数は、原稿用紙（47字×41字）4枚以内とし、その原稿を縮小オフセット印刷致します。

講演申込締切　　平成3年4月20日（土）

原稿提出締切　　平成3年5月25日（土）

講演申込方法
申込書　　日本混相流学会誌Vol.4,No.4(12月号)の巻末に添付されている申込み用紙（またはそのコピー）、あるいはB5用紙に「混相流シンポジウム'91（第10回）講演申込」と題記し、

(1)題目、(2)氏名（ふりがな）、連名の場合には講演者に※印、所属（勤務先）、連絡先ならびに日本混相流学会会員資格または所属学協会の資格、(3)講演概要(200字程度)およびキーワード（３項目以内）と関連テーマ番号、(4)原稿用紙送付先を明記し、下記の申込先までお送り下さい。。

整　理　費　　講演１件につき1,000円を郵便振替、現金書留または郵便小為替にてお送り下さい。

講演申込先　　〒565 吹田市山田丘２－１
大阪大学工学部産業機械工学科
混相流シンポジウム'91実行委員会
TEL　(06) 877-5111 (内線 5126、5127) FAX (06) 876-4975
郵便振替口座　名称：混相流シンポジウム'91 実行委員会
番号：大阪４－310208

問 合 せ 先　　東稔節治（実行委員長：阪大・基礎工学部）TEL (06) 844-1151 (内線 4700)
大場謙吉（副実行委員長・技術展担当：関大・工学部）TEL (06) 388-1121 (内線 5793)
辻　裕（講演論文担当：阪大・工学部）TEL (06) 877-5111 (内線 5126)

特別セッション予定

日時：　シンポジウム開催中

「地球規模の混相流」

司会　大橋　秀雄　東京大学教授

講演テーマ（仮題）

大気循環
海洋循環
自然災害

講師交渉中

THE INSTITUTION OF CHEMICAL ENGINEERS

in association with

THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS

Present

3RD UK NATIONAL AND 1ST EUROPEAN HEAT TRANSFER CONFERENCE

14 - 18 September 1992
University of Birmingham, UK

PRELIMINARY ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS

The UK National Committee for Heat Transfer, made up of representatives of the Institutions of Chemical and Mechanical Engineers and members of the Heat Transfer Society, following on the successful conferences at Leeds in 1984 and Glasgow in 1988, is organising an International Conference on Heat Transfer at the University of Birmingham in 1992. It will be joined this time by Eurotherm who are organising the 1st European Heat Transfer Conference. The joint conference promises to be even more successful than the UK conferences and have wider European participation.

Papers are invited from academic and industrial contributors on all aspects of Heat Transfer and associated technologies including:

Post dryout and drop heat transfer
Thermal hydraulic aspects of accidents and transients
Thermal hydraulic of reflood
Reactor operational heat transfer
AGR and other fuel heat transfer
Fouling mechanisms
Fouling detection, inhibition and control
Heat transfer in generators and fixed beds
Condensation and condensers
Heat transfer intensification
Two-phase flow and boiling
Natural convection
Measurement techniques in heat transfer
Radiant heat transfer
Heat transfer in combustion systems
Free and forced convective heat transfer
Heat transfer in cross flow
Industrial heat exchangers
Novel heat exchanger design

It is intended to allocate adequate time for authors to present their papers individually and for the papers to be discussed. They will be published in a standard format and form part of the archival literature on heat transfer.

The deadline for abstract submission is 6 September 1991.

The venue is located in an attractive site close to the centre of Birmingham, the UK's second city. Accommodation will be available in modern and well equipped halls of residence as well as the major international hotels located in the city.

Full social and accompanying persons programmes will be organised taking in some of the many famous and historic sites in the locality for example, the world famous Royal Worcester porcelain and Stewart Crystal factories and Stratford-upon-Avon.

THE 3rd UK NATIONAL and 1st EUROPEAN HEAT TRANSFER CONFERENCE

14 - 18 September 1992
University of Birmingham, UK

PRELIMINARY ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS

Name...Title.....................................
Organisation...
Address forMailing...
....
....
....
Country...Postcode.............................
Telephone..Fax..Telex....................

	YES	NO
I wish to attend the symposium	☐	☐
Enter my name on the mailing list	☐	☐
I wish to present a paper	☐	☐

Title of Paper...
....
....

I suggest you send the Call for Papers to the following..
....
....
....

Please return this form to:
The Conference Section
The Institution of Chemical Engineers
165-171 Railway Terrace
Rugby, CV21 3HQ, UK
Tel: 0788 78214 Fax: 0788 560833 Telex: 311780

Second Announcement and Call for Papers

International Conference on Multiphase Flows '91-TSUKUBA

September 24-27, 1991

UNIVERSITY OF TSUKUBA
TSUKUBA, JAPAN

ICMF'91
TSUKUBA

日本混相流学会

Sponsored by

THE JAPAN SOCIETY OF MULTIPHASE FLOW
UNIVERSITY OF TSUKUBA

日本伝熱研究会会員の方々の参加料は，日本混相流学会会員並として取り扱わさせていただきます．ふるってご参加下さいますようお願いいたします．

問い合わせ先：筑波大学構造工学系　松井　剛一
FAX. 0298-53-5207, TEL. 0298-53-5129

Lead Author

Prof/Dr/Mr/Ms:..

Position: ....

Organisation: ....

Postal Address: ....

....

....

Country: ....

Telephone: ....

Telex/Fax: ....

Date: ....

Title of Paper: ....

....

....

....

Authors: ....

....

....

CONFERENCE FORMAT

- There will be an oral presentation of each paper.
- There will be an Open Forum to allow general discussion.
- A volume of Proceedings will be available prior to the Conference.
- There will be Keynote papers from Europe, Japan, USA and USSR.

EXHIBITION

An exhibition is planned to enable participating organisations to bring their company products to the attention of potential customers. Further details are available on request.

TECHNICAL LITERATURE FOLDER

A technical literature folder service will be available. Further details are available on request.

ACCOMMODATION

Accommodation (single rooms only) will be available at Warwick University. All rooms will have en-suite facilities. Hotels will also be available in the surrounding area. The University is convenient for Birmingham Airport.

ENQUIRIES AND ABSTRACTS TO:

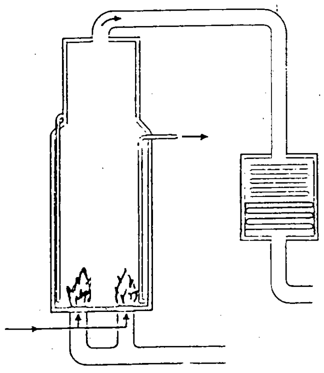
Ms. A. Gillett
HTFS B392.7
Harwell Laboratory
Oxon OX11 0RA, UK

Telephone: 0235 432388
Fax: 0235 831981

EUROPEAN CONFERENCE ON HEAT RECOVERY AND HEAT REJECTION

WARWICK UNIVERSITY
WARWICKSHIRE
ENGLAND

18th-20th MARCH, 1992



ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS

INTRODUCTION

With world-wide attention focussed on environmental issues, it is timely to address the question of how heat recovery can be improved to enhance plant efficiency and reduce heat rejection. The aim of this conference is to explore the technology associated with heat transfer processes with a focus on equipment to recover heat from gas streams using extended surfaces.

This international forum will deal with fundamental processes, new design concepts and full-scale case studies. It is set against a backdrop of sharp fluctuations in energy costs and major changes in national energy policies - issues vital to determining the need for developing heat transfer technology.

ORGANISING COMMITTEE

Mr. R.J. Berryman (Chairman)	HTFS Harwell, UK
Ms. A.R. Gillett (Secretary)	HTFS Harwell, UK
Mr. T. Ralston	HTFS NEL, UK
Prof. D.A. Reay	Heriot-Watt University, UK
Dr. T. Cowell	Brighton Polytechnic, UK
Prof. R.L. Webb	Penn. State University, USA
Prof. L.L. Vasiliev	Luikov Inst, Minsk, USSR
Prof. B. Kalitventzeff	University of Liege, Belgium
Dr. P.A. Pilavachi	CEC, DG XII Brussels, Belgium
Mr. A.E. Ruffell	Babcock Energy Ltd UK

TOPICS

EQUIPMENT

- Recuperative and regenerative equipment
- Evaporative and condensing exchangers
- Cooling towers
- Aircooled heat exchangers
- Heat recovery boilers and economisers
- Full scale plant studies
- Heat storage

PROCESSES

- Extended surface heat transfer
- Gas to gas heat transfer
- Fundamental design concepts
- Use of computer software
- Fouling and corrosion effects
- Condensing heat recovery
- Combined heat and mass transfer
- Process integration
- Combined heat and power
- Upgrading heat (eg. heat pumps)

ASSOCIATED ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS

- Water and air quality
- Health and safety
- Emissions
- Equipment noise

OFFERS OF PAPERS

Authors are invited to submit titles and abstracts (maximum 500 words) of papers appropriate to the subject and scope of the conference. Papers from outside Europe are welcome although they must be submitted and presented in English.

TIMETABLE

All abstracts by	8 Feb	1991
Paper acceptance	12 April	1991
Referees version by	21 June	1991
Approval by	20 Sept	1991
Camera ready copies	15 Nov	1991
Conference	18 March	1992

EUROPEAN CONFERENCE ON HEAT RECOVERY AND HEAT REJECTION

WARWICK WARWICKSHIRE ENGLAND

18th-20th MARCH 1992

****

Please complete and return as indicated on the previous page.

- I wish to submit a paper. Abstract enclosed/to follow. ☐
- I am unable to offer a paper but would like to attend. Please send full particulars and a reservation form when published. ☐
- My organisation is interested in using the Technical Literature Folder Service. Please send further details. ☐
- My organisation is interested in exhibiting at the conference. Please send further information. ☐

****

Please give details of paper, lead author and co-authors overleaf.

「伝熱研究」の原稿のワープロ化のお願い

「伝熱研究」編集委員会　（伝熱研究会）

1．はじめに

日本伝熱研究会の会誌「伝熱研究」の原稿をワープロで打って提出してくださる方が、近年増加しており、現在では、かなりの割合に達しております。もし、ワープロ原稿をそのまま会誌にのせることができれば、「伝熱研究」の印刷費用は安くなりますし（活字組みから写真製版への移行による費用の減少）、活字組みの時に生じる文章中の誤字、脱字を減らすこともでき、また、ゲラ刷りの校正作業もずっと楽になるなど種々の利点が生じるものと思われます。そこで、原稿をワープロで打っていただける方には、なるべくワープロの出力原稿を提出していただき、それをそのまま会誌にのせることにいたしました。印刷用原稿としては、各著者のプリンタ出力をそのまま使用しますので、印刷の仕上りは機種による字型の違いなどのために多少不揃いになると思われますが、以下の標準書式に従ってプリンタ出力をし、原稿を御提出いただきますよう、ご協力のほど、どうぞよろしくお願い申し上げます。

2．「伝熱研究」用原稿の標準書式

2．1　標準出力フォーマット

★この用紙の書式を参考にして、Ａ４の用紙に打出す。（切り貼りは自由。印刷時にＢ５に縮小します。なお、縮小された大きさでＢ５に打出しても構いません。）

★縦長、横書き。（プリンターは、24×24ドット以上の文字構成とする。）

★全角文字を標準とする。（英語、数字は半角が望ましい。）

★一行に印字する文字数：４２文字程度（４０～４４文字の間なら構いません。）

横　幅　：160mm 程度（150mm ～170mm の間なら構いません。）

（この場合、文字間隔は 1/8文字程度に対応します。）

★一頁の行数：３４行程度（３３～３５行の間なら構いません。）

縦の長さ　：255mm 程度（245mm ～265mm の間なら構いません。）

（この場合、行間隔は１文字分程度に対応します。）

★図面・表は、シンポジウム講演論文集と同様に貼り込む。

（以上よろしくお願いいたします。）

（一行目は表紙の頁のみ空白とする。二頁目以降は文章を書く。）

「伝熱研究」の原稿のワープロ化のお願い

（表題は三行目の中央に文章と同じ大きさの文字で書く。）

「伝熱研究」編集委員会・（伝熱研究会）

（表紙の頁は一行空白）　（氏名、所属［略称］を右に詰めて書く。）

1．はじめに・・・（本文スタート↓）

・日本伝熱研究会の会誌「伝熱研究」の原稿をワープロで打って提出してくださる方が、近年増加しており、現在では、かなりの割合に達しております。もし、ワープロ原稿をそのまま会誌にのせることができれば、…………

←――――――――――――――――――160mm――――――――――――――――――→

255mm

10mm

なお、…………

…………、事務局で対応できますので、お気軽にお申し付け下さい。

（一行空白）

2．「伝熱研究」用原稿の標準書式

2．1　標準出力フォーマット

★この用紙の書式を参考にして、Ａ４の用紙に打出す。（切り貼りは自由。印刷時にＢ５に縮小します。なお、縮小された大きさでＢ５に打出しても構いません。）

★縦長、横書き。（プリンターは、24×24ドット以上の文字構成とする。）

★全角文字を標準とする。（英語、数字は半角が望ましい。）

★一行に印字する文字数：４２文字程度（４０～４４文字の間なら構いません。）

横　幅　：160mm 程度（150mm ～170mm の間なら構いません。）

（この場合、文字間隔は 1/8文字程度に対応します。）

★一頁の行数：３４行程度（３３～３５行の間なら構いません。）

縦の長さ・：255mm 程度（245mm ～265mm の間なら構いません。）

（この場合、行間隔は１文字分程度に対応します。）

★図面・表は、シンポジウム講演論文集と同様に貼り込む。

（以上よろしくお願いいたします。）

Typing Instructions for Contributors to Journal of Heat Transfer Society of Japan

Editorial Board for J. Heat Transfer Soc. Japan

c/o Dept. Mechanical Engineering for Production
Tokyo Institute of Technology
Meguro-ku, Tokyo 152, Japan

Manuscripts should be typed single-half-spaced within a space of 170 x 255 mm, on one side of the page, using A4 (210 x 296 mm) or letter-size ($8^1/_2$ by 11 inch) white paper and 12-pitch typing letters. The manuscripts must be typewritten clearly using a black carbon or film ribbon on an IBM or equivalent typewriter. A word processor may be used with a letter-quality printer. The printing plates will be prepared by photographing the original manuscripts submitted. Therefore, it is important for typists to avoid erasers and keep the manuscripts as clean as possible. The pages will be reduced approximately 14% by the printer so that the data must be large enough to be readable at that reduction.

On the first page of each chapter, the chapter title should be typed centered, leaving two lines of space above it. The author's name and affiliation should also be typed centered. Put them on a line separate from the title and the text, leaving one line of space above and two lines of space below. On the second and subsequent pages, start typing at the top of the page. Each text page holds 40 lines of type. Using a light-blue pencil, lightly write the page number at the upper right corner of the page.

Equations should be typed if possible. If handwritten, they must be carefully lettered using black ink, using symbols approximately the same size as the typewritten characters. Type the equation and its number enclosed in parentheses as follows:

$$St = 0.0287\ Pr^{-2/5}\ Re_x^{-1/5} \tag{1}$$

All symbols should be defined in the text. If a nomenclature section is included to define unique symbols, place it at the end of the text just ahead of the reference section. All data should be reported in SI units.

Place the table/figure preferably at the top or bottom of a page as close as possible to its first mention in the text. Type captions for tables/figures right above/under them. Leave one line of space between the table/figure and

following or preceding text. High quality reproduction of illustrations depends on the condition of the original artwork. It should be prepared as carefully as the text. In planning sizes of line figures and labels, keep in mind that the final page will be reduced 14% by the printer. Be certain that labels and data points will be legible at this reduction. Glossy prints, photostats, or reprints of drawings may be used if they are of high quality with sharp, even lines and lettering. Photographs must be sharp black-and-white glossy prints.

References should be listed immediately following the text. They may be listed either in alphabetical order or in numerical order by text citation. In the text, reference citations should be either by the last name of the author(s) and the year of publication or by the reference number enclosed in square brackets, respectively. Some sample lists of symbols and references follow:

NOMENCLATURE

c_p	specific heat at constant pressure, J/kg K
h_x	local heat transfer coefficient, W/m^2K
Pr	Prandtl number
Re_x	Reynolds number, $u_\infty x/\nu$
St	Stanton number, $h_x/\rho c_p u_\infty$
u_∞	free stream velocity, m/s
x	distance from the leading edge, m
ν	kinematic viscosity, m^2/s
ρ	density, kg/m^3

REFERENCES

[1] Clark, J. A., 1986, Private Communication, University of Michigan, Ann Arbor.

[2] Lee, Y., Korpela, S. A., and Horne, R. N., 1982, "Structure of Multi-Cellular Natural Convection in a Tall Vertical Annulus," Proc. 7th Int. Heat Transfer Conf., U. Grigull et al., ed., Hemisphere, Washington, DC, vol. 2, pp. 221-226.

[3] Sparrow, E. M., 1980, "Forced-Convection Heat Transfer in a Duct Having Spanwise-Periodic Rectangular Protuberances," Num. Heat Transfer, vol. 3, pp. 149-167.

[4] Tung, C. Y., 1982, "Evaporative Heat Transfer in the Contact Line of a Mixture," Ph.D. Thesis, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy.

Note that a long list of references may be typed single-spaced.

事務局からの連絡

本会では事業年度は『毎年４月１日に始まり、翌年３月末日で終わります。』が業務処理の基本になっています。
尚、事務局は当分の間、毎週土曜日に限り不在になる事が有ります。

1. 入会手続きについてのご案内（手続き後の事は２．を参照）

会員には「伝熱研究」および「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。尚、「日本伝熱シンポジウム講演論文集」については、前年度の会費を納入された方に限り、当該年度のものを１冊お送りしております。

本会の事業年度は毎年４月１日に始まり、翌３月末日に終わります。

申込書送付先：　〒１５２　東京都目黒区大岡山２－１２－１
東京工業大学工学部生産機械工学科気付
日本伝熱研究会
Tel. 03-3726-1111 ext.3090、2540

郵便振替口座：　東京６－１４７４９　日本伝熱研究会

※ 平成２年度入会扱いは、３月31日までの方です。

※ 会員資格と要項は以下の通りで、定期購読のみの会員制度はありません。
個人会員（個人資格の内容は他人への引継は不可）
正　会員：学生・維持会員に該当しない社会人で個人資格。
学生会員：指導教官の下で卒業研究を行う学生で個人資格。
維持会員（代表者の名義変更は可）
会社・事業所単位で代表者による会員。

※ 巻末の入会申し込み届用紙に必要事項をご記入の上、事務局宛ご送付下さい。
記載された全項目は、貴方の個人ﾃﾞｰﾀとしてﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽに構築されます。
（氏名は特に明瞭に記入し、難読字にはJISｺｰﾄﾞの御指示を頂けるとﾍﾞﾀｰ。）
送付後、郵便振替にて当該年度分の会費をお支払い下さい。
（通常の場合、個々には会費の請求はいたしませんので毎号の伝熱研究送付宛名ラベルに注意。入金作業は、個人名をフリガナ検索で行っていますので特定できませんと未納扱いになります。尚、照会行為は一切しません。）

※ 平成２年度内『伝熱研究』既刊
４月号　1990　Vol.29　No.113（表紙色：ワインレッド　）
７月号　1990　Vol.29　No.114（　〃　）
10月号　1990　Vol.29　No.115（　〃　）
１月号　1991　Vol.30　No.116（表紙色：コーヒーブラウン）

(1) 個人会員および学生会員の場合
個人会員は￥５，０００円／年
学生会員は￥３，５００円／年
注）学生会員とは、高専・大学学部・大学院（修士・博士課程）に在学する学生をいい、指導教官による証明（記名・捺印）を必要とします。

(2) 維持会員
維持会員に入会申し込みの場合は、上記事務局に直接書面または電話でご連絡いただくか、あるいはお近くの個人会員に御連絡下さい。　事務局から研究会の内容、会則、入会手続きなどについて御説明致します。
維持会員の会費は１口３０，０００円／年で、申し込みは何口でも結構です。
会員には「伝熱研究」および「日本伝熱シンポジウム講演論文集」等を申し込み１口につき１部ずつお送り致します。

2. 会員の方々へ

事務局は、大学に有りますが外部に委託して専従の係が処理に当たっている訳では有りません。お問い合わせには必ず『書面』にて、事務局までご一報くださいませ。書面には、郵便振替用紙の通信覧やＦＡＸでも結構ですが電話での直接の応対は致しかねます。

(1) 会費請求について

会費請求は一括して、毎号の伝熱研究の送付封筒の『宛名ラベル』の表示で行っています。この請求金額は、貴方の入会時からのデータを基にﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ上で処理された”最新のデータ”で表示していますので、御確認を申し上げます。
昨年より事務処理量低減の為に、以下の様にしていますので御注意下さい。

注意：入金作業は、個人名をフリガナ検索で行っていますので会社名のみで個人名が特定できない場合、照会行為等はせず未納扱いとなりますので御注意ください。
※　トラブルを防ぐ上からも貴方自身で送金手続きをしてください。

(2) 変更事項について

事務局では、貴君もしくは代理と認めうる方の『書面』をもってﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽの変更を受け付けています。事由が発生した時点で、速やかに”巻末の変更届用紙”にて御連絡下さい。連絡が頂けませんと送付物はﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽに登録されている宛先へ一括処理で発送を続ける恐れが有ります。従って、貴方宛の書籍や通信物は回収されるまでは再度お送りはできませんし、再発送する場合にはその費用につきましては、別途御請求を申し上げます。
※　変更事由等の『予告通知』は受け付けません。

(3) 会員資格変更について

学生会員で今春、社会人になられる方々は（学会員－→正会員）への変更届を出してください。特に、指導教官の方々には適切な御指導をお願いを申し上げます。

(4) 退会予定者の方々に

事務局では、通常の場合は書面通知（郵便振替用紙に記載可）を持って退会手続きを行います。退会連絡には『○月○日付けで退会を致します。』と具体的な内容で御指示を願います。その時点で、宛名ラベルに会費請求が有る方には充当をお願いを申し上げます。退会手続きが完了しますと貴方のﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽを削除するとともに『退会案内』の送付後は、本会より送付物はお送り致しません。

(5) 第２８回日本伝熱シンポジウムに関して

伝熱研究会事務局は、シンポ関連の事務は扱っておりません。
※参加申込書や参加費、懇親会費、論文集代等は直接『準備委』へ送ってください。
（当事務局では準備委員会への対応や返金・送金等の便宜は一切いたしません）
○講演論文集の事前送付に関しては
理由の遺憾に関わらず、今会計年度末（平成３年３月３１日消印）までに当該年度までの会費を納め、かつ次年度も当会会員である方に限り、事務局では事前送付該当者として準備委員会へ通知します。
○シンポ終了後の対応について
当事務局へ論文集の残部が届いた時点で対応しますが全て、有償扱いとなります。

事務局　　1991.01.

会員各位

(1) 第２７回日本伝熱シンポジウム（英文アブストラクト）の配布について

この件に関しては、事務局より各地方研究グループへは配布して有りますので、希望者は該当する各地方連絡幹事まで直接お問い合わせください。

	地方連絡幹事		電話（代）
北海道：	花岡　裕	（室工大）	0143-44-4181
東　北：	三浦　降利	（東北大）	022-222-1800
関　東：	森　康彦	（慶　大）	044-63-1141
東　海：	藤田　秀臣	（名　大）	052-781-5111
北陸信越：	竹腰　栄俊	（富　大）	0764-41-1271
関　西：	芹澤　昭示	（京　大）	075-753-5829
中国四国：	菊池　義弘	（広　大）	0824-22-7111
九　州：	深野　徹	（九　大）	092-641-1101

(2) 東京０３局エリアの電話番号変更に伴う処置

平成３年元日より、東京０３局の電話（ＦＡＸ含む）番号は変更になりましたので、事務局では変更処置を行いました。

事務局

日本伝熱研究会　新規入会申し込み・変更届用紙

（該当に○を記入の事。）　1. 新規入会個人会員（正・学）申込書
2. 変更届書（書面での届出に限って手続きをします。）

0	申込年月日	H　　年　　月　　日

※入会の方は同時に郵替にて会費の納入を願います。
氏名にはふりがなを記す事。
※余白に通信文記載可
※難読乱書は再届が有ります。

1	会員資格		正・学
2	氏名		
3	ふりがな		
4	生年月日		M・T・S　　年　　月　　日
5	*勤務先	名称	
6			
7		〒	－
8		所在地	
9			
10		TEL	
11		FAX	共通・専用
12	自宅	〒	－
13		住所	
14			
15		TEL	
16	通信先***		勤務先・自宅
17	学位		
18	最終出身校		
19	卒業年次		T・S・H　　年
20	専門分野		・　・　　← （下記専門分野の番号）
21	学生会員の場合：指導教官名**		印

○

○

専門分野

1：自然対流	2：強制対流	3：熱伝導	4：凝縮	5：沸騰・蒸発	6：混相流
7：物質移動	8：反応・燃焼	9：放射	10：熱物性	11：熱交換器	12：流動層
13：蓄熱	14：冷凍・空調	15：内燃機関	16：ｶﾞｽﾀｰﾋﾞﾝ	17：蒸気機関	18：原子力
19：太陽熱	20：環境	21：その他（　　　　）			

*)　学生の場合はここに在学学校名、学部、学科、研究室名、学年（M２、D３など）を記す。

**)　指導教官の署名及び捺印の事。

***)　送付先限定の為、必ず記入の事。

伝　熱　研　究
Vol.30,　No.116　　　　　1991年１月発行
発行所　　日本伝熱研究会
〒152　東京都目黒区大岡山２－12－１
東京工業大学工学部生産機械工学科気付
日本伝熱研究会
電話　03(3726)1111(代)　内線3090, 2540
Fax　03(3729)0587
振替　東京　６－14749

(非売品)