

Vol. 23

No. 90

1984

July

伝 熱 研 究

News of HTSJ

第 90 号

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

日本伝熱研究会第23期（昭和59年度）役員

会 長		武 山 斌 郎（東北大）
副 会 長	（無任所） （事務担当）	藤 井 哲（九大） 斎 藤 孝 基（東大）
地方連絡幹事	北 海 道 東 北 関 東 東 海 北陸・信越 関 西 中国・四国 九 州	工 藤 一 彦（北大） 戸 田 三 郎（東北大） 黒 崎 晏 夫（東工大） 長 野 靖 尚（名工大） 前 川 博（新潟大） 鈴 木 健 二 郎（京大） 千 葉 徳 男（広島大） 吉 田 駿（九大）
幹 事 （23名）	稲 葉 英 男（北見工大） 相 場 真 也（秋田工専） 三 浦 隆 利（東北大） 小 澤 由 行（東工大） 鈴 置 昭 ^{（高速炉 エンジニアリング）} 架 谷 昌 信（名大） 棚 谷 吉 郎（金沢工大） 木 本 日出夫（阪大） 柘 植 綾 夫（三菱重工） 平 田 雄 志（阪大） 宮 本 政 英（山口大） 山 下 宏 幸（福岡大）	花 岡 裕（室蘭工大） 大 内 雅 樹（岩手大） 小 竹 進（東大） 笠 木 伸 英（東大） 森 康 彦（慶応大） 熊 田 雅 弥（岐阜大） 日 向 滋（信州大） 塩 津 正 博（京大） 中 島 健（神戸大） 北 山 正 文（広島工大） 児 玉 英 男（九州電力）
監 査（2名）	塩 治 震太郎（石川島播磨重工）、井 上 晃（東工大）	
「伝熱研究」編集委員長		宮 武 修（九大）
第22回日本伝熱シンポジウム準備委員長		片 山 功 蔵（東工大）
第18回伝熱セミナー準備委員長		菱 田 幹 雄（名工大）

伝 熱 研 究

目 次

高浜先生を偲んで	藤 田 秀 臣(名大・工).....	1
ごあいさつ	第23期会長 武山斌郎(東北大・工).....	4
この一年をふりかえって	第22期会長 植田辰洋(工学院大).....	6

<第21回日本伝熱シンポジウム特集>

[準備委員会側からの回想]

(1) 第21回日本伝熱シンポジウム経過	準備委員長 岐美 格(京大・工).....	7
(2) 第21回日本伝熱シンポジウム(京都)を終えて...	菊 地 義 弘(京大・工).....	9
(3) B2室の会場係として	千 田 衛(同志社大・工).....	10
(4) I室会場係をして	高 橋 修(京大・工).....	11
(5) J室会場係の感想	牧 野 俊 郎(京大・工).....	11
(6) K室会場雑感	松 本 利 達(京大・工).....	12

[参加者側からの所感]

(1) 環境伝熱セッションの新設について	植 田 洋 匡(公害研・大気環境).....	14
(2) 第21回伝熱シンポジウムに参加して.....	山 岸 英 明(室蘭工大).....	15
(3) 修業と悟り	円 山 重 直(東北大・速研).....	17
(4) 第21回伝熱シンポジウムに参加して.....	高 橋 圭 子(東工大・理工院).....	18
(5) 第21回日本伝熱シンポジウムに参加して...	種 村 康 成(トヨタ白).....	19
(6) 伝熱シンポジウムとは	滝 本 昭(金沢大・工).....	21
(7) 「伝熱シンポ」雑感	平 井 秀 一 郎(阪大・工).....	22
(8) 第21回伝熱シンポジウムに参加して.....	西 村 龍 夫(広大・工).....	23
(9) 伝熱シンポジウムに出席して	高 松 洋(九人・工院).....	24

[セッション内容を振り返って.....自然対流]

(1) 自然対流(I)	K205~K208	座長 宮本政英(山口大・工)	27
(2) 自然対流(II)	K209~K213	座長 増岡隆士(九工大)	28
(3) 自然対流(III)	K214~K217	座長 熊田俊明(北大・工)	29
(4) 自然対流(IV)	B301~B304	座長 尾添紘之(岡山大・工)	31
(5) 自然対流(V)	B305~B309	座長 相原利雄(東北大・速研)	32
(6) 自然対流(VI)	B310~B314	座長 三田地紘史(農橋技大)	34
(7) 自然対流(VII)	B315~B319	座長 藤井 哲(九大・生研)	35

<論 説>

(1) 沸騰フィンの根元温度に関する放熱量の多価性について	伊 藤 猛 宏(九大・工)	37
(2) 沸騰フィンの研究 — その序奏と展開 —	熊谷 哲, 武山斌郎(東北大・工)	43

<研究雑感>

研究雑感(?)	太 田 照 和(秋田大・鉱山)	48
---------	-----------------	----

<会社・大学・研究所紹介>

HTRIの紹介	石 原 宏 平(HTRI)	50
---------	---------------	----

<地区研究グループ活動報告>

(1) 北陸・信越グループ研究発表会	55
(2) 関西グループ研究発表会	56

<お知らせ>

(1) 東北地区夏季セミナー	59
(2) Symposium on Transport Phenomena in Rotating Machinery	60

高浜先生を偲んで

藤田秀臣（名大工）

すでにご承知の方も多いかと存じますが、名古屋大学名誉教授 高浜平七郎先生は、本年4月1日に逝去されました。享年64才でした。

本誌の編集委員長 宮武修先生より、追悼文を寄せるようにとのご連絡をいただきましたので、高浜先生の思い出などを思いつくままにつづらせていただきます。

高浜先生は、極めて複雑なエネルギー分離現象を伴うボルテックスチューブに関する先駆的な研究を約30年前に手がけられ、以来定年ご退官されるまで、貴重な研究成果を多数報告してこられました。高浜先生といえばボルテックスチューブ、ボルテックスチューブといえば高浜先生といわれるほどですが、「ボルテックスチューブは直接には伝熱の問題ではないのですね」と、その成果を伝熱シンポジウムで発表することには控え目のご様子でした。しかし、伝熱研究会のかかわりは古く、東海地方研究グループの発足以来、連絡幹事や幹事をたびたび務められ、編集委員長として「伝熱研究」の編集にも携わられました。また、当地方で開催された伝熱シンポジウムや伝熱セミナーでも重要な役割を担われ、東海グループはもとより、伝熱研究会の発展に多大の貢献をしてこられました。とりわけ、病気と闘いながら準備委員長の重責を果された2年前の伝熱シンポジウムでのご尽力ぶりは、印象深く思い出されます。

3年前の仙台の伝熱シンポジウムで、高浜先生は第19回日本伝熱シンポジウムの準備委員長に指名され、懇親会では「来年はどうぞ名古屋へ」とお元気に歓迎の挨拶をされました。

1年後の開催に意欲を燃やして帰名された先生をお待ちしていたのは、皮肉なことに、仙台への出発前に受けられた胃の精密検査の結果であり、直ちに入院するようにとの通知でした。

日頃から健康管理に十分留意しておられ、自覚症状も皆無とのこと、先生ご自身全く信じられない様子でした。

準備委員会としても、予算案の作成などシンポジウムの大枠を決めねばならない時期であり、一時は大変緊張しましたが、人一倍真面目な性格ゆえに、病床の先生のご心痛は想像を絶するばかりであったことでしょう。

辛い手術後の経過も良好で、講演募集要項やポスター・セッションの実施方法を検討する頃には、委員会にも出席できるほどに回復されました。寒さ厳しい時期のこととて、病後のお身体にさしさわりがあってはと案じましたが、夜遅くなっても、いつも最後まで律義に付き合われました。

シンポジウムの開催中も、ほとんど常時、受付の一隅に席を空けて、会が円滑に進行するように気を配っておられました。当時の先生の体力では負担が過ぎるのではないかと心配しておりましたが、三日間頑張りとおされ、見事に準備委員長の責を果されました。先生の責任感の強さに改めて感服した次第です。

このシンポジウムを無事に終わられたことは、大病を患われた後だけに、とくに感慨深い様子でした。以来あの会場が大変お気に召され、他の学協会の方々にPRされたり、あの会場で開かれる会合には喜んで出席しておられました。また、これをきっかけにご自身の健康回復にも自身をつけられ、翌春に定年退官されるまで、講義や校務を以前にもまさる元気で行なわれ、機械学会の東海支部長の重責をも無事に務められました。

私は昭和43年の秋以来、高浜先生のご指導を受けてまいりましたが、先生は非常に温厚なお人柄で、お叱りになることはほとんどなく、研究面においても、若い者の自主性にまかせるご方針で、あまり細かいことはおっしゃいませんでした。しかし、「実験装置は事情が許す限り大きくしなさい」、「実験データの再現性はチェックしたか」など、実験データの精度や信頼性については、いつもきびしく注意していただきました。ボルテックスチューブにおける複雑な流れの速度や温度の測定に苦心された先生ならではのお言葉として強く印象に残っております。

先生は文学にもご造詣が深く、とくに短歌は学生時代から同人誌の発行に参画されたほどの力量をおもちである、ということを入づてにうかがっていましたが、研究室ではその方面のお話しはほとんどなさいませんでした。

しかし、伝熱シンポジウムに出かける車中や宿などでは、その蘊蓄の一端を披露されることもあり、シンポジウムに同行する一つの楽しみでもありました。ご退官後は定職には就かれず、健康回復に専念しておられたため、しばしば実験室に立ち寄られ、私も雑談のお相手を致しましたが、話題は幅広く、大学の使命や人間教育のむずかしさなど含蓄のあるお話しを伺うことができました。

昨年の秋には、ご依頼の立山・黒部アルペンルートのご旅行を奥様とご一緒に楽しんでこられ、私どもも健康のご回復を喜んでおりましたが、年末頃より身体の不調を訴えられ、1月末には再び入院なさいました。今年の伝熱シンポジウムの講演論文集用原稿のコピーを病床にお届けした折には、いつものように笑顔で迎えて下さり、「京都は素晴らしい街だし、国際会議場にも行ってはみたいが、5月末では無理だろうなあ」と残念そうにおっしゃりながらも、「秋までには元気になって、機械学会の全国大会(名古屋)にはぜひ出席したいね」と、同学の士に会える日を楽しみにし、また、ご自身を励ましておられました。

それから10日あまり後、その日を待たずに不帰の客とられました。このあまりにも早すぎるご逝去は、ご退官後ちょうど一年目の日のことでした。

謹んで先生のご冥福をお祈り申し上げます。

ごあいさつ

第23期会長 武山斌郎(東北大・工)

創刊号を読む

会長の大役をおひきうけし、光栄と感ずる前に、私の座らなければならない場のXY座標を確認しなければならないという緊張感が、京都の伝熱シンポジウムの帰り足の頃から脳裡を走って離れない。

仙台にも初夏の訪れを告げる陽気となった6月上旬のある日曜日、伝熱研究 Vol. 1, No.1, 1962 March の朱の表紙の創刊号をひもとかなければならぬ羽目におち入ったのもそのためであろう。頁数も現在のもと同じだった。この種の機関紙は年々歳々、厚くなっていく傾向をもつものであるが、絶対に厚くしないようにという棚沢泰先生の20年前の言葉を想い出した。

創刊号を見て、新たな驚きと同時に伝熱研究会のすばらしさを再認識させられた。

初代小林明会長は、“伝熱工学は非常に多方面の応用対象を持つところにその特色があり、個々の学会や協会などの局限された範囲に止まるようでは充分ではありません。ここに総合的研究連絡機関の結成が切実に要望されて、わが日本伝熱研究会が発足したわけであります”と書かれている。また、初代副会長の橘藤雄先生は、“会の目的を達成するため地域的又は専門的に関係の深い研究者の研究活動の単位である研究グループに重点を置き、会が総合的な連絡と総合的行事を企画するという実際的で効果の多い編成をとった”と書いておられる。

これらのお言葉通りに22年間初心を忘れずに、着々と力強く歩み続けている日本伝熱研究会の姿を、改めてたのしく感ぜざるを得なかった。

総合的行事としての年に一度の伝熱シンポジウム、そして、地方研究グループの活動が昇華して、伝熱セミナーとなり、それぞれ、21回と18回の歴史をきざんでいる。

また、日本熱物性シンポジウムと人間—熱環境系シンポジウムへの本会の協賛と共催も会員が大きな原動力を持っていることは否定できない。

第23期もこの伝統をひたすら守り続けることが私の任務であろうと心に誓った次第である。

若い人の祭

京都における総会と懇親会の席上、シンポジウムお祭り論を唱えた。セミナーとて祭りであろう。祭りのない民族は滅亡する。私の持論であり、多数の賛成者もおられると思う。

先頃、どの町であったろうか、NHK取材のテレビに、町の人全員が参加し、一年がかりで祭の準備をする風景があり、何か異様に感動した。伝熱の研究も、そしてシンポジウムも、まさにこれではなければならない。

とくに、若い研究者にいたいことがある。

伝熱研究会は若い人を大事にするところである。“何かの集りで若い人が気まずい想いをするならば、その周囲にいる最年長者に責任がある”ことを身をもって実行している人達の集りである。討論はきびしかろう。しかしあたたかいはずだ。自信をもって発表して欲しい。私も20年前、伝熱研究会の先輩のあたたかさに触れた経験をもっている。

東北に七夕・ねぶた・竿灯とつづく夏祭りが来る。祭り囃子の中の実験も乙なものであろう。明年、新緑の頃、東京にいい論文をひっさげて、大勢の若い研究者が集ってくることを祈って止まない。

(' 8 4 . 6 . 2 2 仙台にて)

この一年をふりかえって

前会長 植田 辰 洋（工学院大）

第21回伝熱シンポジウムが盛大に京都で行われました。第1回伝熱シンポジウムが京都で開かれて以来、20年を経て再び京都で開催されたことに、いろいろの意味を感じます。20年という歳月は世代交替、技術環境変遷の1周期という気が致します。今回のシンポジウムに、環境伝熱・熱交換器（1～5）・集熱と蓄熱（1～2）というセッションが設けられ、活発な討論が行われたこともその一つ。伝熱関連分野が著しく拡大された結果であろうと存じます。

さて、この1年間、私は柄になく第22期の会長を勤めさせて頂きました。甚だ微力でありましたのに、この間、日本伝熱研究会の活動を維持し発展させることができましたのは、いつに松本副会長、斎藤事務担当副会長をはじめとする幹事会のかたがたの御盡力によるものであります。

全国各地から参集頂き、熱心に会の運営、将来のあり方について討議頂きましたことに、心から感謝申し上げます。

本会の目的は、会則にもありますように、伝熱に関する学理技術の振興を促進することにあります。したがって、研究については、基礎研究と応用研究の両方を対象としていることとなります。基礎研究であれば、創意のある現象解明、限界の追求とか、学問的な体系化に結びつくものであってほしい。また応用研究であるならば、多くの場合、材料・工作・使用環境等の制約条件がつくわけでありますから、それへの対応も考えたものであってほしい。

伝熱関連分野が拡大されるとともに、研究対象が多様化し、問題の取上げ方にも幅がでてくるのは当然であります。多様化し細分化すればするほど、研究における学問的目標となり、物への結びつきなりをより明確にしておく必要があります。現在の伝熱シンポジウムの発表は大学における研究が大部分であります。上のような意味からも、産業界からの特に応用研究を中心とした研究発表を一層期待したいし、また産業界からの卒直な問題提起をもっと「伝熱研究」あたりに出して頂けるとよいのではないかと、この1年間考えてまいりました。一言、感概を述べさせて頂き、会長退任のご挨拶とさせて頂きます。

本会もいよいよ第23期、新会長を中心に清新な伝統を維持しつつ、一層有意義な研究会に発展されることを期待申し上げます。

＜第21回伝熱シンポジウム特集＞その1

〔準備委員会側からの回想〕

① 第21回日本伝熱シンポジウム経過

準備委員長 京都大学 岐 美 格

日本電熱研究会から第21回の伝熱シンポジウム(京都)の準備委員長を指名されて以来、京阪神地区の32名の方々に準備委員会を構成し、日程と会場、講演募集と参加申込の要領、予算の立案などの主要な事項について審議していただき、さらに具体的な実施計画について検討するため、準備委員会の了承を得て、京都大学の国友孟、鈴木健二郎、荻野文丸、岡崎守男、菊地義弘の諸氏と私の6名で実行委員会を構成することにし、プログラムの作成、講演論文集の印刷、シンポジウムの運営などの実務を行った。そしてシンポジウム当日までに、準備委員会を3回、実行委員会を9回開いた。

講演の申込件数は225件(その後、中止3件)で、従来のシンポジウムより1割強増加した。

これによって、3日間4室では時間的に満杯で、特別講演は割愛せざるを得なくなった。

また講演発表も1件10分としたが、討論にはできるだけ十分な時間をとることとし、また休憩時間(コーヒープレイク)や昼食時間にも余裕をとり、ロビー討論が可能ないようにした。幸い会場の京都国際会館には至るところソファがあり、またまわりの緑が美しいこともあって、ゆったりした気分が得られたものと思われる。シンポジウム参加の事前申込が440件ほどあったので、当日申込がどのくらいになるか見当がつかないこともあって、初日の受付の混雑が予想されたので、受付の人員配置計画に苦勞したが、地震などの影響もあってか、三三五五来場されてホッとした。さらに受付に広い空間がとれたのが幸いした。都心から離れているにもかかわらず、全国各地から遠路はるばる参加される方々に感謝したい気持ちにかられ、私はできるだけ受付に居てお迎えすることにした。それにしても、参加者総数が670名に達したことは、全く予想外であった。初日のK室、2日めのJ室など、まさに満員で、予備椅子の補給、空調の調整などに苦慮した。不行届の点は何卒お許しいただきたい。実は予算の都合もあって、B2室の1室だけを大きな部屋にしたのであるが、これほどの参加者があるならば、B2室と同じ大きさの部屋を2つ準備しておけばよかつたとくやまれる。私の見通しの悪かつたためである。

B2室は円卓会議場である。丁度20年前の昭和39年5月26、27日に第1回の日本伝熱

シンポジウムが水科篤郎先生を準備委員長として京都岡崎の京都会館で開かれたときに、円卓会議場1室が使用されたことにあやかったのである。そのときのことは、伝熱研究 Vol. 3, No. 10, 1964—June の第1回伝熱シンポジウム特集号に詳しいが、それには講演論文も全部掲載され、伝熱研究会の会員全員に配布された。それによると講演件数29件、参加者235名で、参加費600円、懇親会費600円、予算総額約27万円である。それから20年、今回の参加費、懇親会費は約10倍であるが、予算の倍率は20倍以上である。これは、会場費や印刷費などの高騰によるものである。第1回の成功によって、第2回を東京で開催することが予告されているが、その予告文に、「伝熱工学は非常に多方面の応用対象を有する。それだけにその進歩も多方面からの寄与によってはじめて可能になるもので、一学会、一協会などに局限された範囲では不十分である。この見地より、本シンポジウムは広い専門分野、応用分野に点在する研究者に共通の議論の場を作ることを目的として始められたものである。昭和39年京都において開催の第1回シンポジウムは予期以上の成果を収めた。今後これを次第に拡充し、国際的にも重要なシンポジウムに生成させる目的を有する」とある。昭和49年に第5回国際伝熱会議が東京で開かれたことは記憶に新しい。あらためて諸先達の先見に敬意を表するものである。以上のことは190名をこえる懇親会の席でも披露したことであるが、ここに再度書き止めたのは、今後の発展の道標としたい気持ちからである。

さて、伝熱シンポジウムが盛会で、講演件数も参加者も多いことは喜ばしいことであるが、実際シンポジウムの運営はなかなかむずかしいものである。とりわけ、会場をきめることと、参加者数の予想を立てることは、予算を立てる上に重要なことであるが、実はそれが一番むずかしい。

何処の都市でシンポジウムを開いても、このような悩みと苦勞はつきものであろう。先例が参考にならないのである。今回は東京で開かれることになっているが、ひとごとならず苦勞なことも同情する。京都を前例にしないで、独自の計画で、すばらしいシンポジウムにされるよう祈っている。ともあれ、3日間、比較的天候にもめぐまれ、さしたる事故もなくシンポジウムを運営することができたのは幸いであった。ここに伝熱研究会を初め共催学協会に厚く御礼を申し上げますとともに、今回の伝熱シンポジウムに参加された方々、講演者、座長、会場責任者、準備委員、実行委員、アルバイトの諸氏、ならびに京都国際会館に対し、深く感謝するものである。

(2) 第21回日本伝熱シンポジウム（京都）を終えて

菊地 義弘（京大）

地震による東海道・山陽新幹線の一時不通というハプニングがありましたが、比較的好天に恵まれ、第21回日本伝熱シンポジウムを無事終了でき、ほっとしています。準備委員会の一員として誠心誠意努力したつもりではありますが、講演申込件数、参加人員が当初の予想をはるかに上回り、皆様のご要望に応えられなかった点多々あったと思います。とくに、懇親会については料理数の都合上、当日申込の一部の方を断わらざるを得なかったことは甚だ残念です。

一昨年の暮に開催予定地が京都に決まって以来、実行委員（岐美、国友、鈴木、荻野、岡崎）の先生方を中心に、会場調査、印刷屋との交渉、プログラム編成などの準備作業を進めてまいりましたが、その中から具体的に2、3述べさせていただきます。

まず、どこの開催地でも会場探しには苦勞されているようですが、最近のシンポジウムでの講演件数、参加人員から判断して、100～150人程度収容できる部屋4室を3日間、借りられるということで会場調査を始めました。しかし、これらの条件を満たす会場は、ホテルなど民間施設のみで、とても予算内で納まりそうになく、再度検討した結果、市内の中心部から外れてはいるが、設備としては申し分のない国立京都国際会館に決定することになりました。

参加者の皆様には交通の便が悪いため、多少のご迷惑をおかけ致しましたが、開催当日、第1日目に懸念されていた受付事務の混乱もなく、比較的スムーズに事務処理がなされたことは、設営の苦勞もさることながら、恵まれた会場に負うところ大でありました。講演会場はB2室を除いて、予想を上回る聴講者のため、椅子が足りなく、ご不便をおかけしたことをお詫び致します。

しかし、カクテルラウンジを始め、随所にソファが用意されており、会議での疲れを安めたり、ロビー討論を十分やって頂けたのではないかと想像しています。

プログラム編成については225件もの申込件数となったため、編成作業は困難を極めました。

また、清書等の作業も実行委員の先生方に分担して頂きましたが、年度末の忙しい中で、申込書から論文題目、著者名、所属などを転記することは骨の折れる仕事であったと思います。

その後、論文集の目次や著者名索引などを作成し、論文原稿の提出を待ったのですが、申込書と原稿における記載事項の不一致、原稿提出の遅延、発表取消などのため、論文集の印刷には手間どりました。

参加費などの送金方法は従来の現金書留にかわって、郵便振替を採用したため、とまどわれた

方もあるようですが、参加者にとっては送料が安く、また、主催者側にとっては大幅な事務量の軽減となりました。一方、会社などの要望に応じて、銀行振込の方法も併用致しました。

最後に、この一年半にわたり、準備委員会の一員として、大変有益な経験をさせて頂きましたことを感謝致します。

(3) B2室の会場係として

同志社大 千 田 衛

20年ぶりに京都で開催された伝熱シンポジウムでは、B2室(強制・自然対流)の会場係を仰せつかった。私の専門分野でもあり、3日間いつもとは違ってサボることもなく講演を聞かせてもらったのは良い勉強になった。しかし始めての慣れぬ裏方の仕事でもあり、各セッションがトラブルもなく無事に進行するか気掛かりで、講演に気持が集中出来なかったこともあった。

今までさして気にもせず参加していた伝熱シンポジウムの裏方の皆様の御苦労がわかるとともに、地元で開かれぬ方が気楽だなどと本音を吐けば先生方に叱られるでしょうが、とにかく学生の人達ともチームワークよく責任が果たせて一先ずほっとしている。

B2室は参加者が多い強制・自然対流のため、会場は十分な広さがあり、しかもゆったりとしていた。円卓のある立派な部屋であったから、ここで発表を行いたかった人も多かったのではないだろうか。3日間とも部屋はほぼいっぱい、会場としては申し分なかったようである。

討論も活発に行なわれた。問題の本質に鋭くせまった討論が展開されかかったセッションもあったようだが、時間がきて打ち切らざるを得なかったのは残念である。その後はロビー或いは懇親会でのディスカッションとなるのであろうが、参加者にも討論が伝わる工夫は出来ないものだろうか。伝熱シンポジウムとは研究発表はもとより、その自由で厳しい討論を行う場であるとするれば、白熱しかけた討論には時間を延長するなりまたは適時討論を再開出来るような場がつけられるような配慮がほしいと感じた。

京都で第1回が開かれ産声を上げた伝熱シンポジウムは、立派に成長した青年として京都にもどってきたことになる。私も伝熱研究に携わった初心に帰り、これからも努力をしていきたいと思う。

最後に、全国各地から参加された皆様どうも有難うございました。そして、来年お世話になる東京の皆様どうか宜しくお願いいたします。

(4) I 室会場係をして

京都大学工学部 高 橋 修

日頃慣れないネクタイ姿で、プロジェクタ、マイク、時計、会場の点検、受付と慌しいうちに最初のセッション「二相流」を迎え、やれやれと思っているとプロジェクタの故障と緊張の連続であったが、「二相流」28件、「熱物性」8件がすみ、3日目に入ってやっと講演を聞いたり、庭園を散歩したりする余裕が出来るという調子でした。特に会場担当者をして感じた事は普段あまり気にしないスライドを受付に渡すタイミング一つを取っても、あまり速いと整理にこまり、反面遅いとヒヤヒヤするという具合に、伝熱シンポジウムに参加しているだけでは解らぬ点を多く知り得た。これまで20回と運営されて来た諸先輩に頭の下がる思いをしました。セッション毎の講演が終っても部屋の内外で研究者間の討論が続き、シンポジウムらしい雰囲気が見られた。また他の会議に参加している外人が部屋を間違う等国际会議場らしい光景もあった。

三日間を通じて最も印象に残ったのは「熱物性」で講演された慶應大学の留学生陳さんの一年半という短い期間に学ばれた流暢な日本語の講演であった。

(5) J 室会場係の感想

京都大学 牧 野 俊 郎

伝熱シンポジウムにはもう10年くらい毎年参加してきましたが、今回は京都での開催ということで会場係を仰せつかり、いつもとはちがった経験をさせていただきました。

私に与えられた任務はJ講演室での講演と討論がうまく運ぶようにするためのもろもろというもので、受付・スライド撮写・照明・計時などがおもなものでした。慣れないことでしたので、前日には1セッション分を予行演習して備えました。アルバイトに頼んだ研究室の学生には手袋を渡してスライドに指紋をつけないように言って、プロジェクタのたま切れに備えて交換法の実習をやって、等々。1日めの第1セッションが終るまでは、ふだんにはない緊張状態をつづけておりました。

落ちついてみれば、しかし、それまで気づかなかったいくつかのこともおもうようになり、なんとかならないかとも考えてみたものでした。そのひとつは、正面に向かって右から座長席・スラ

イド幕・講演台・討論時の講演者席と並べられる席の配列のことです。講演者はふつう左手でマイクをもち右手で指示棒を用いますから、この場合どうしても聴衆に背を向ける姿勢で話すようになりがちです。席配列の左右を反転すれば事情はよくなるのではないかとおもいました。しかし、どの講演会でもたいてい右が座長席となっているのには慣例や上下の問題もあるのでしょうか。おもったことのもうひとつは、部屋の明かるさのことです。スライド撮写時にはスライドがよく見える明かるさというのは当然のことですが、講演論文集も同時に見ていたいし、また書き込みをしておきたいこともあります。

デジタルにしか消してゆけない部屋の最後の灯りを消したのか点けておこうか、迷ったものです。連続可変の照明がほしいとおもいました。

シンポジウムの3日間、7時半には会場に出向いて6時頃まで、朝寝夜型の私にとってはなかなかたいへんな3日間でした。しかし、最終日の最後のセッションの最後まで、席が足りないほどの盛況で真剣な討論がつづけられたのを見て、感じるものがありました。

(6) K 室会場雑感

京都大学工学部 松 本 利 達

過去幾度か一参加者として伝熱シンポジウムで勉強させて頂いた。今回は、準備委員長岐美先生の御命令で、塩津先生をチーフとするK会場のお世話を期間中アルバイト学生の諸氏とともにお手伝いする機会を得た。

主として、熱交換器、自然対流、集熱・蓄熱技術等に関連したセッションが開かれたK会場は、第1日目に参加者が非常に多く、その日は終日110%の盛況であった。留学生であろうか外人の講演者が黒板を利用しながら堂々と意見を交換する等、討論も活発であった。しかし、立ったまま聴講したり討論に参加された熱心な皆様には、前もって準備委員長から指示を受けていたにもかかわらず、補助椅子が十分でなく御不自由をかけてしまった。その後始末として、会場の顛末記を書くようにとの再度の命令である。

しかし、第2日目以後は、ほぼ定員予想どおりの参加者数となり、また、アルバイト学生も優秀であったので、小生は、討論で白熱する会場をよそにして例年のごとく、コーヒープレイク、ティータイムとサボタージュに励んでしまった。用意周到に教官が準備された学生実験を注意力散漫、観察力欠除のまま漫然と行ってしまった学生と同じでよいレポート等書けるはずがなく、

困惑の程です。国際会議場も10年前同様の視聴覚設備、カーテン等閉め無いでプロジェクターが見えるくらいの設備があっても恥かしく無いではなからうか。これは、前述の学生のレポートに良くある関係のない感想です。

諸先生方によって前日までに成されてしまっていた運営準備には、ただただ、頭が下がります。

何日の日か再度この様な機会を得たならば、十分な準備と注意深い観察のもとに独創的な報告が出来、研究会の恩恵を享受するだけでなく、少しでもお役に立てるようにと勉強させられ、反省している次第です。

＜伝熱シンポジウム特集＞その2

〔参加者側からの所感〕

(1) 環境伝熱セッションの新設について

国公研 大気環境部 植田 洋 匡

日本伝熱シンポジウムが21周年を迎え、今回は「環境伝熱」セッションが新設された。「環境伝熱」については、京都での伝熱夏季セミナーで一度取り上げられたが、シンポジウムでのセッションは初めてで、今後、講演募集の段階からこれを認知していただければ積極的に参加していきたいと考えている。今回は、自然環境、室内環境のシミュレーションと自然エネルギー利用に関連した伝熱問題が報告された。

環境中の流動・伝熱は、(1)高Re数であること、(2)非定常性をもつこと、(3)浮力の効果が著しいことなど多くの特徴をもっている。高Re数乱流であるために、例えばエネルギー、スペクトルの $-5/3$ 乗則の成立する慣性小領域が波数で3～4桁にも及ぶ。また、非定常過程が重要で、これに特有の現象も多くある。例えば、流れの加速、減速時の乱れの減衰、増大などがそれである。

また、季節風、局地風、室内気流など環境中の気流は多くの場合温度差が原因になって起こる。このため、浮力が流れに直接あるいは間接的に大きな作用を及ぼし、剪断力の作用よりはむしろ、浮力作用の方が支配的な場合が多い。このような環境中の流れ場では必然的に鉛直密度（温度）勾配を伴っていて、しかも規模が大きいため、Ri数が大きくなって、それが乱流構造の変化をもたらす。更にこの変化を通して乱流輸送機構に大きな変化をもたらす。例えば、成層状態だけの相違によって、乱流拡散係数は数千倍も変化し、極端な場合には、速度、温度勾配に逆った方向への拡散（カウンター・グラディエント拡散）の生じることさえある。更に、不安定成層状態ではRa数が高いため、層流不安定と同様に乱流でも浮力的な不安定のためセル状対流などの二次的な流れが形成される可能性がある。また、安定成層気流が山や建物などの地表障害物にぶつかり、気流は上空の軽い気層にブロックされて、山（建物）の周りを迂回する。このように流れは浮力の直接の作用を受けて、中立成層時の山越えのフローパターンとは全く異なったものになる。このように、環境中での流れ場は、伝熱工学的な感覚から言えば、スケールの一つの極限状態であり、上記のように目新しい基本的な事象を多く含んでいる。

環境伝熱の問題としては、対流現象の他に、大気放射や凝結、蒸発を含んだ雲物理現象などが

重要な役割を果たしており、環境特有の興味ある多くの事象を含んでいる。また、これらが相互に絡み合っている。従来、このような問題は、地球科学、農学、土木、衛生工学などでそれぞれ独立に行なわれてきた。しかし、伝熱工学の目でこれらをながめると、環境中で起こる条件での現象のみを対象としており、これらの結果を抽象化して普遍的な法則を導き出す努力に欠けている。

現在、人間活動の環境への影響や、気候変動の問題が社会問題としてクローズアップされてきており、さらに積極的に、自然環境の人工調節や快適な居住空間づくり、自然エネルギー利用など工学的なアプローチのニーズが高まっている。これらのニーズに答えるために、今回「環境伝熱」セッションが新設されたのを機会に、環境科学の従来の研究分野に積極的に働きかけ、これらの研究者を巻き込んで環境伝熱を育てていく必要がある。また、工業規模から環境規模に亘る広い条件に適用できるような一般性のある普遍的な法則性を見つけ出す研究を伝熱研究者が行っていくのが望まれる。

伝熱工学として、環境伝熱の研究を推進していく事は一つの魅力的な方向であると同時に、我々の義務でもある。伝熱工学が従来工業開発、エネルギー消費を促す役割を分担してきたが、反面、熱汚染をはじめとして多くの環境破壊に加担してきた訳である。エネルギー開発などに伴う環境破壊に対しては、当然、伝熱工学が環境保全の対策にまで責任を負うべきである。

今回のセッションでは数値シミュレーションが先行して実測結果との比較検討がないのが淋しかった。今後、環境伝熱を生き生きとしたものに発展させるためには、従来の環境研究の成果や国立研究機関、官庁、自治体のデータを活用し、これらと連携をとりながら研究成果が実用化され、あるいは環境行政に反映される努力をしなければならない。また、研究経費との関連からも、環境科学特別研究など、大きなプロジェクトに積極的に参加して伝熱工学の出身者がプロジェクトの中で中心的な役割を果たしていく必要がある。

(2) 第21回伝熱シンポジウムに参加して

室蘭工業大学 山 岸 英 明

昭和53年以来、伝熱シンポジウム参加が定着してきたが、今回の参加で高校の修学旅行以来24年振りで京都市内に宿泊することになった。出発前に北大のK先生から感想文の依頼があるかもしれないのでよろしくという連絡があり、そのつもりで出かけたが、5月初めからの風邪が

いまだ治らず、とくにせきが会期終了後も止まらることなく、体調を崩したままの3日間となった。そのため懇親会や予め予定していたいくつかのセッションの出席も取り止め、広いロビーの片隅でじっとしていることが多く残念であった。従って得られた情報量も少なく、本原稿に盛り込むべき話題にも事欠くこととなった。京都見物ができれば少しは話題が増えたが、3回目の午後には京都を発ち、結局何も見ないで帰って来た。出発前の色々の期待がほとんど吹き飛んでしまった。一昨年の名古屋の時もそうであり、万全の体調で臨まなければ参加の意義が薄れてしまう。

会場の国立京都国際会館は始めて見たが、その巨大さと灰色のコンクリートそのものの色のために、軍艦のイメージで、グッとのしかかれるような威圧感で圧倒されるようであった。外観が非常に複雑で、それが日本の寺や神社のデザインを考慮したためと分かったのはもう少し後になってからだが、建物の内部の構造もややこしく、とくに立体的な感覚を狂わしてしまうような設計である。相当コストの高い建物のように見えるが、近くに大きな寺があると、対比するものがあるって面白いのではないかと思った。会場の豪華さには毎年驚かされるが、今年はそれが飛切りのものであった。

今回は京都開催とあって発表件数が過去最高のように、準備にあたった方々のご苦労も並み大抵のものではなかったのではないかと思った。昨年から発表時間が10分に縮まり、討論の時間が長くなったが、その討論が断えることなく続き、本シンポジウム参加の方々の意気込みの凄さが感じとられた。私も今回で5回目の発表となり、会場の雰囲気にそろそろ慣れてきて良い頃だと思うが、相変わらず緊張感でいっぱいになった。毎年そうであるが、どの会場も常に満員の上、討論も活発に行なわれて息が抜けないため、それだけに発表が終ったあとの開放感は大きく、それが一種の快感となって身体全体に広がり、精神的・肉体的に急に余裕が生じてくる。その点から見て私は初日の午前中の発表が好きなのだが、希望通りにはなかなかならない。

今回は、初夏の暑くなりかけてきた時期なのにセキが止まらず、発表を聴くことに集中できなくて悔いが残るものとなった。私と同じセッションで、九大のF先生の研究室から外国人留学生の若いB氏の発表があったが、討論の時日本語では十分意が通じないということで、座長の先生の許可の下で英語によるディスカッションになり、非常に面白かった。

伝熱シンポジウムは今年も盛況のうちに終り、その目的を十二分に果たしたように思われる。伝熱研究会の運営に責任のある方々や伝熱シンポジウムについて深く考えておられる方々には満足のいかない点があるかもしれないが、私には本シンポジウムによって今までと同様緊張と刺激を与られ、来年こそはという気持ちにさせられて有意義なものとなった。今後も可能な限り発表論文

を抱えての参加を続けたいと思う。

最後に本シンポジウムの準備と運営に当たられた京大の諸先生始め関係者の皆様のご尽力にお礼申し上げます。また伝熱シンポジウムがこれからもいっそうの発展を遂げることを願って、つたない文章でしたが筆を置くことにします。

(3) 修業と悟り

円山重直(東北大・速研)

むし暑いくらいに感じられる5月末の京都で開催された第21回日本伝熱シンポジウムは私にとって何もかも初めての体験でした。

バス停を降りると、緑に囲まれた京都国際会館の立派な建物や庭園など、その周囲の環境にまず驚かされました。それと同時にこのような立派な会場を用意して下さった今回の幹事の先生方の苦勞を思い起しました。

私は最終日に発表することになっていましたが、京都に来る前に「伝熱シンポは討論が活発で質問をビシビシされるので大変だゾ。」と先輩や同僚達におどされてきたので少々不安でした。でも準備もして来たことだし、こんなに多くの発表者がいるのだから、形式的な討論で終わるのではないかという一抹の期待??も持っていたのです。1日・2日目と色々なセッションの講演を聞いているうちに、私のこの一縷の望みはもの見事に打ち崩されることになったのです。各講演会場のどれもが、大学の研究者や学生、さらに企業の方々で一杯で、椅子に座りきれないほど盛況な部屋も多く有りました。1つのセッションの発表が終ると討論となりますがそれが儀礼的なものでなく、研究の本質をつくような鋭い質問がボンボン飛び出してくるのです。それも、それぞれの分野で権威と言われる先生方から率先して質問が出るのですから発表者も大変です。発表者同志の討論や、私のようなものもそれにつられて質問したりするものですから、ついには座長が「時間切れですので後は懇親会の席にでも……」と言うこともしばしばでした。このような発表会は活気があり、傍聴者として聞く分には大変おもしろく、その生々した討論の中から得る所も多くあるように思われます。とは言うものの発表者にとってこの時間は試練の場です。研究の方針や現象の把握を一步誤ると討論の時間は針のむしろとかわすのですから……、とそこまで考えた時、『そう言えば私も3日目に発表するのだ。これは大変な学会に出て来たものだ。』と内心不安になるやら後悔するやら。このような発表会が2日間続いてその晩は懇親会となりま

した。

京都ロイヤルホテルでの懇親会は約200名の出席者で盛大に、なおかつ和やかに始まりました。まず役員の先生方のお話があり、その中で伝熱シンポジウムは20年前に第1回が同じ京都で開催されたことを知り、その時の講演論文集の薄さと、このシンポジウムの伝統の厚さに改めて感心させられました。20年前と言えば私はまだ小学生の頃だったのですから。一般の懇親会は私にとって敷居が高く、偉い先生方の社交場との先入感があったのです。しかし、なぜかこのパーティは若手の研究者も多く出席していて、これらの人々と意見の交換が Outcome しました。さらに先輩の先生方も話に加わって下さって、講演会場では聞かれない研究の話、テニスやお酒の話などを聞かせていただきました。そこでは、先ほどの発表会場での鋭い刃物のような語気はどこへやらで、明るく和やかな雰囲気を楽しむことが出来ました。

このように日本の他学会ではなかなか見られない、討論会の厳しさと懇親会でのなごやかさはどこから来るのでしょうか。このシンポジウムの出席者一人一人が、研究に対する純粋な疑問や自然現象を明らかにしようという前向きな姿勢があるからこそ討論が厳しくとも、それが私怨や怨念と言ったドロドロしたものや無縁な、伝熱シンポ独特の明るく乾いた雰囲気を持っているのではないのでしょうか。だからこそ、ここで発表することは、研究者にとって（特に私のような若輩者にとってはシンドイ）修業の場であり、そこで鍛えられることによって研究に対する新しい発見や理解という、いわば自然現象に対する悟りの一片でも見出し出す気がするのです。伝熱研究会の一人一人が持つこのような気質は、これからも発展させ守っていかねばならないと思います。

古くから仏教と共に栄えてきた京都、その寺院の多い街並みやほとけ様の悟りの話が私をこんな気持ちにさせたのでしょうか。

(4) 第21回伝熱シンポジウムに参加して

東京工業大学大学院 高橋圭子

私は、今回、初めて参加しました。

かねがね、先生方や先輩から様子をきいていましたので、大体の様子は想像していたとおりのすばらしいものでした。発表する側にも、聴く側にも、学問に対する厳しさというもので買かれた一体感があったように感じられました。

少し小さめの I・J・K ルームでは、時々、用意された席に坐わりきれないで、長い時間立ったままで熱心に発表を聴いている方々もいらしたようです。

発表後の質疑応答も活発に行なわれていました。しかし、残念ながら、半分以上の討論は、私には、難かし過ぎて、雲の上でのやりとりのように感じられたというのが正直な所です。

その一方、興味深かったのは、自分の研究に関連のある論文で、これは、かなり勉強になりました。また、「不勉強なので、是非教えていただきたいと思うのですが。」という質問に対する答えも時々、勉強になることがあったように思います。

さて、昼休みにはかなり長い時間が裂かれていました。その間、普段地理的に遠く離れた先生方が討論なさったり、歓談なさったりするのを多くお見うけすることができました。著書や論文で、お名前だけしか知らなかった、いろいろな先生方のお顔を拝見することが、できました。特に、何人かの立派な先生方の歓談されるのを直に何う機会を得たのは、幸運なことでした。その才気煥発なこと。そして深い人間性。はじめは恐縮するばかりでしたが、じきにすっかり感動してしまいました。

シンポジウムが終わってみて、全体に満ちていた活気や、厳しい質疑応答のやりとり、先生方の暖かいお話、さっぱり分からない討論をきいているときの自分の情けない気持ち。これらのことが、混然となって、「もっと頑張らなくっちゃ」という気持ちが、かきたてられるようです。とても有意義な三日間でした。

最後に。今回、女性の参加者が、皆無に等しかったようですが、現在、工学部に占める女子学生の割合も増えていますし、女子の参加者ももっと増えればよいのにと思います。

(5) 第 21 回日本伝熱シンポジウムに参加して

種 村 康 成 (トヨタ自動車)

今回、私が伝熱シンポジウムに初参加した理由は、勿論、仕事を進める上で、伝熱が避けることのできない重要な問題となってきたことが挙げられますし、また、第一線の研究というものを、知ることが、必要であると感じたためであります。

シンポジウムを体感する中で、研究情報を得たり、研究方法を学び取れればと思い、できるだけ多くの論文や討論を拝聴することを心掛け、3日間会場を回りました。興味深い発表論文を拝聴するため、セッション単位で移動しましたが、各会場とも盛況で、席を確保するのに苦労しな

から聴講した感想を企業人の立場から述べます。

まず、発表形式ですが、前回までの経緯を知りませんので、今回の方式について言えば、討論が一括され、又多く時間が費やされていた点は非常に良かったと思います。

論文数が200を越えるため、発表時間が10分というのは、いたしかた無いとしても、時間に追われるような発表が多かった点が少々気に掛りました。

発表内容は、数値解析や、論理の展開等、伝熱に取り組んで日の浅い私には、理解できないところが多くありましたが、研究の着眼点やその方法等、取り組み方が大変参考になりました。しかし反面、限定された、条件内で、それほどまで綿密な、解析が必要なのかといった疑問や、現実の問題に目を向けた時、研究目的が不鮮明に感じられるものもありました。これは、コストパフォーマンス、及び現象の結果を重視する立場から、見ているためかも知れません。

さて、今回初めて参加して、最も、有益に感じたのが、やはり討論の場でした。諸先生方の意見が生で聞けたことであり、特にその論点が参考になりました。又、研究論文に対する予想外に厳しい評価は、伝熱シンポジウムの高い価値付けを示し、研究というものの厳しさを知らされました。ただ、討論者が少々偏っており、若い研究者からの質問や、反論があまり見られなかったのは全体的盛り上がりという観点からすれば、多少物足り無い気がしました。

伝熱シンポジウムに企業からの参加が少ないと聞いていましたが、今回も例外ではなかったようです。

企業側単独の発表論文が少ないことは、現象を十分解析し、完成度の高い論文を提出できる環境にある研究者が企業側には、限られているためと思われます。例えば、現在のセッション分類とは別枠で企業の研究者を対象としたセッションが設けられるなら、企業側の論文も増加することでしょう。そして、シンポジウムも一層盛り上がり、さらには、伝熱研究の進展に継がるのではないかと思います。又、企業側の聴講者も少なかった点は、先に述べた立場の違いによる、価値感の相違や、私自身がそうであったように、シンポジウムは研究者の啓発の場で、企業にとって得るものが少ないといったイメージがあることが理由として挙げられると思います。

これは、企業のより広い視野に立っての出席の増加が望まれます。

感じたままに、失礼な文章を書きましたが、シンポジウムを終えた時、頭書の目的を達したことは別に、何か言い知れぬ満足感に浸ることができ、私にとって大変有意義なものでした。

末筆ではございますが、すばらしいシンポジウムの開催に御尽力下さった諸先生に感謝するとともに、今後の益々の発展をお祈りいたします。

(6) 伝熱シンポジウムとは

金沢大学 滝本 昭

松の内が明けた頃、「さて、今年の伝熱シンポジウムの発表は……」と、1月31日申込み締切りの講演テーマを相談するのが、私共の研究室の年頭行事です。続いて、学生の修論や卒論の発表が終り、漸く一段落した3月初旬に前刷原稿の執筆、通常は3月15日ギリギリ間に合うように原稿を送付。新年度が始まり、兼六園に杜若が映える頃、漸く待ちに待った？ 伝熱出張となるわけです。このようにして見ると、どうも自分の年間スケジュールが伝熱カレンダーに乗せられて、しかも少い出張旅費のはほぼ全額を伝熱につき込んでいるわけで、私にとって伝熱シンポはまさに年間の最大行事と言っても過言ではないようです。

最初に参加したのが第9回の広島で、大学院1年の時でしたから、今回の京都で実に13回の出席と講演をしてきたこととなります。諸先生方の厳しい視線を受けて、緊張のあまり何を発表し何を討論したか、内容をすっかり忘れてしまったことが今でも懐しく想い出されます。自分の研究に自信らしきものを持ち始めた20代の後半、そして30代の半ばを過ぎた最近では、漸く楽しんで伝熱シンポに参加できるようになった気がいたします。九州から北海道に及ぶ全国津々浦々を公務で旅行し、しかも旅行先で同じ研究者との温古知新の機会を持つことは、日頃は実験室で油まみれとなっている自分にとって一服の清涼剤とも言えるバカンスです。

前置きが長くなりましたが、今回の旅行は5月30日の早朝に金沢を出発し、会場に直接乗り込むことになりました。噂にたがわず京都国際会館は、宝ヶ池の閑静な環境の中に、20年の経過を感じさせない近代的な偉容を調和させており、これまでの会場とは異なる荘厳な雰囲気漂わせていました。兎も角、入口でまず圧倒され、整然と並んだ受付で登録を済ませ、超満員の会場に首を差し込んだときにはバカンス気分は吹き飛び、自分だけが場違いの中にいる緊張感を禁じ得なかったようです。しかし、これも東の間のことで、セッションの合い間をぬっての洛北の寺院巡りは会議の興奮を醒してくれましたし、雨に濡れた大徳寺や等持院の枯山水は、京都を一層魅力的なものにしてくれました。

さて、個人的な感想として、今回の会場はロビーが広く心ゆったりして大変結構でしたが、前回から中止されているポスターセッションに相当するようなものがあれば、もう少し充実したコーヒータ임을過ごせたのではと思います。ポスターセッションの実施にあたって多くの問題はありますが、特定の分野に限定することなく、講演発表とは別に希望者だけを対象にこの企画を

復活させるのも一つの案かと考えます。エネルギー、情報、新素材の先端技術に関する伝熱工学の進歩は揺ぎないものであり、伝熱研究会の発展に伴い講演件数や参加者の増加、それに伴う会場の選定、参加費の値上げなど様々な難問が予想されます。これらの対応策としてこれまで何度か、シンポジウムの細分化や一人当りの講演数の制限等の種々の案が出たと聞きます。しかしながら、拡大を抑えるのではなく、それを正しく受入れる受皿を用意することこそ、我が国の学問の発展に必要ではないでしょうか。そして、これまでのオープンフォーラムやポスターセッションが、ある意味で方向性を与える受皿の役目を持っているように思えます。

これからも益々伝熱シンポジウムが発展し、主催者の頭をもっと痛めるより多くの参加者、講演数を期待して筆を置くこととします。古都における伝熱シンポジウムは歴史のスケールでの温古知新であり、この機会を与えて下さった岐美先生を始め京都大学ならびに関西グループの諸先生方に心からお礼申し上げます。

(S 59. 6. 22 記)

(7) 「伝熱シンポ」雑感

(阪大工) 平井 秀一郎

今年の伝熱シンポは京都の国際会館で行なわれたため、勤務先から比較的近いということで車を運転して行きました。堀川通を上って、十二間道路で右折し、「トンネルを抜けると、そこは……」という感じで、会場付近は京都市内の混雑し、密集した街並と一変して別世界のようなのんびりした風景が広がっていました。

宝ヶ池の横にそびえる会場の国際会館の外観は風変わりな造りですが、いざ中に入ると、和と洋が実にうまくミックスした落ちついた感じで、例年のことながら立派すぎる会場に戸惑いを感じると共にファイトがわいてきました。

「伝熱シンポ」に参加するのは、去年の博多に続いて2回目です。今年の3月までは、修士課程存学中の身であり、今回の伝熱シンポを顧みて、教官になりたてのフレッシュな感覚で、個性味あふれる記事を書いて下さいとのことですが、感想文というものを書くのが小学生の頃から大の苦手でありますので乱文をお許し下さい。

実験の計画にとりかかったのが去年のシンポジウムが終わってからであり、実験装置ができたのが去年の12月過ぎでした。そのため、今回の伝熱シンポは前日までその実験を行いデータを大

急ぎでとりまとめて会場に駆けつけた次第です。

私の講演発表は、B2室、強制対流のセッションで2回目であることでもあり、去年のように異常に緊張することはないと思っていました。しかし、自分の講演の番に近づくと従って、予行練習が不十分だったことも相まって、緊張のボルテージは上がる一方で、特に講演終了後、質疑応答の時間に、前の雑壇にひきずり出された時は、まな板の上の鯉の心境です。幸いにも、今回はなんとか切り抜けた感触があったのですけれど、正直なところ、この瞬間ほど日頃の勉強不足を痛感するときはありません。

また講演の上手な先生方は、あらかじめ準備していた講演原稿を読むのではなく、スライドを示しながら説明的に講演されていて、その方が聴く方もわかりやすく、大いに反省した次第です。

最近、伝熱シンポジウムは、以前の厳しさがなくなりつつあるという意見を聞くことがありますが、私は決してそんなことはないという気がします。ただ質問されるのが、ほとんど決まった先生方であるような気がして、もっと自由にディスカッションできるような雰囲気があったらと思ったりします。

講演は、3日目の午前中まで拝聴させていただきましたが、特に自分の研究に関連のある講演は、測定技術、数値計算法等、学ぶべきこと等が多く、また休憩時間などのロビーディスカッションで教わったりして、密度の高い3日間を過ごさせていただきました。

また、厳しい視線の中で自分の研究の洗礼をうけるだけでなく、参加することにより、あのビーンと張りつめた空気に触れるだけで自分の中に眠っている何かを目ざめさせてくれる刺激の場でもあると感じられ、今後もできるかぎり毎年積極的に参加したいと思います。

最後に、今回のシンポジウム開催のために苦勞された準備委員会の先生方の御尽力に心より感謝申し上げます。

(8) 第21回伝熱シンポジウムに参加して

西村 龍夫（広島大学・工）

編集委員長の宮武先生から伝熱シンポの所感を述べるようにとの御依頼により、若輩ながら筆を執った次第です。私が伝熱シンポに初めて出席したのは5年前の広島からであり、発表は今回も含め3度行いました。以上に私事ながら今回の伝熱シンポでの行動および感想を述べさせていただきます。

初日は午後からのセッションに出席する予定を午前8時頃広島を出発しました。しかし突然の地震の発生によって新幹線は姫路の手前で急停車し、予定より約3時間遅れて京都に到着しました。そのため最後のセッションしか聞くことができませんでしたが、私が出席した熱交換器のセッションは満席に近い状態で、相変らず伝熱シンポは盛会であるという印象を受けました。

2日目は朝からまじめに(?)強制対流のセッションに出席しました。強制対流は自然対流と並んで伝熱研究の盛んな分野であり、特に離れを含んだ乱流伝熱に関する発表が数年前から見ても、年毎に増えて行く傾向を感じ取れました。これは乱流伝熱促進機構の解明が工業的に重要視されることと相まって、計測器や計算機シミュレーション等が進歩したためと私は思っています。そういう訳で研究発表は非常に活発ですが、一方それに対する質問や討論が非常に少ないことが気になりました。質問は発表者にとって不意をつかれるところがあって緊張する場面ではありますが、聴衆、特に私を含めて若い人たちには色々考えさせられる面(研究の目的、手段、まとめなど……)があり大変勉強になります。したがって質問のない研究発表は某会社の宣伝ではありませんが“……のないコーヒー”のようなものであり、今後多くの人が質問や討論をしやすい雰囲気作りが必要ではないでしょうか? 無論伝熱シンポ参加者一人一人が前もって講演論文集を読んでくるのが前提としてあらねばなりません。

さて、最終日には私自身の発表が午前中にあるため、昨日までとは違って緊張した面持で会場へ向いました。私の発表会場は他の会場とは異なり、広い円卓会議室であり、どこか外国での国際会議を連想させました。そのためか多少のプレッシャーを感じながら研究発表を行いました。発表内容は流体層と多孔質層とが共存する系での自然対流の理論的研究で、北大の福迫先生や東工大の越後先生からモデルに関する質問やコメントを頂き、勉強になりました。午後からは発表も終了し、ホットしたこともあって、会場を抜け出し、周辺の庭を散策し、京都の雰囲気を満喫しました。

最後に、今回の伝熱シンポ開催のため御苦労された準備委員会の諸先生の御尽力に心より感謝いたします。

(9) 伝熱シンポジウムに出席して

高 松 洋 (九大工院)

金沢にはじまって、仙台、名古屋、福岡、そして京都は私にとって5回目の伝熱シンポジウム

であった。最初は全く公明正大に行ける観光旅行という感が強かったのであるが、年を経るにしたがって少しずつシンポジウムに臨む態度も真面目になってきた。ところが今回は4月と5月の2ヶ月間、ややしんどい生活を余儀なくされたため、半分慰安旅行のような気分で京都に行ってしまう、現在後悔の念にさいなまれている次第である。したがって、ユニークで積極的な意見は無理であると感じたことを幾つか述べることにする。

シンポジウムに参加して一番面白いのが白熱した討論を聞くことである。今回はずっと沸騰のセッションに出席していたのであるが、やはり膜沸騰や極小熱流束に関するセッションでの討論が一番賑やかであった。これは毎年そうであるため、実は行く前から楽しみにしていたのである。この分野のセッションの討論が盛んなのは、やはり重要な問題でまだわかっていない問題も多く、かつ多くの人が興味を持っているからなのだろう。諸先生方の討論を聞くのは本当に楽しい。ある一つの研究あるいは一つの問題に対してもそれぞれ考え方が違い、「なるほど、あの先生はこう考えているのか」ということがわかり、物事のとらえ方の違いを知るのは非常に勉強になるからである。また、討論を聞くと言言のされ方や素振から各先生方の学問的な知識や考え方のみならず、人間性がある程度わかるからである。しかしながら、どのセッションでもこのような楽しみを満喫できるわけではない。座長が質問者や討論者の指名、あるいはまとめて苦勞されるセッションもあれば、一方、静まりかえった場内で座長が時間つなぎ的に質問をされるセッションもある。どちらかといえば後者の方が多いように私は感じた。聞くところによると、昔は喧嘩腰とも思われるような白熱した討論が行われていたそうである。また、外国人に比べるとおとなしいとも聞く。これらについては、世代を反映していると言われてもしかたがない我々若手の責任も大きいのではなからうか。また、前に諸先生方の討論を「聞く」のが楽しいと書いた消極的な姿勢も反省せねばなるまい。

全国各地から集まった人達の顔が同じ部屋で見られるのは懇親会である。7千円という会費は我々貧困(?)学生にすれば少々痛いのだが、「こういう会に若い人が出てくれるのは大変嬉しい」と言われると、やはり出て良かったと思う。アルコールが入った席では討論のとき以上にその人の人間性がよくわかる。いい先輩からいい話を聞くのは楽しいだけでなく昼間と同じ位、あるいはそれ以上にたためになるものである。会場でお年を召された先生から私と同年代の若い人までが明るく、そしていきいきと話をされているのを見ると、意識も啓発され「よし今度こそ」と思ったのだった。というのは残念ながら伝熱シンポジウムでまだ講演の経験がないのである。特に地球防衛軍の基地のような立派な国際会議場での講演を果たせなかったのは残念である。いくら質問、批判の矢面に立たされようとも、やはり講演をしないとシンポジウムに「参加した」実

感がわからない。自ずと懇親会等での立居振舞にも shy な雰囲気が漂ってしまうのである。はやく初土俵を踏み、シンポジウムに出席ではなく参加したいものである。

今回の伝熱シンポジウムでもう一つ残念だったのは特別講演がなかったことである。福岡での西川先生の記念講演や名古屋での「水の不思議さ」という講演は非常に印象に残っている。普段聞けない話を聞けるということで楽しみにしておられる方も多いと思うので、来年は是非また復活していただきたいと思う。

京都で始まって20年の後、再び京都に戻ってきた伝熱シンポジウム、2nd scoreの最初の年であり新たにスタートを切ったとも思えるシンポジウムを国立京都国際会館という立派な会場で開催されるにあたっては大変な御苦労があったことと思う。準備、運営にあられた方々に心から感謝いたします。

＜伝熱シンポジウム特集＞その3

〔セッション内容を振り返って……………自然対流〕

(1) 自然対流 (I) K205～K208

座長 宮本政英 (山口大・工)

いずれのご研究も実用的に重要な問題が取り上げられ、非常に興味深く拝聴した。

A205, 塩化リチウム水溶液 (濃度5%～20%) について得られた球の平均スッセルト数とレイリー数の関係式は、レイリー数の指数部が濃度と共に0.427から0.527へ増加している。この場合の代表温度が膜温度であることは後に確認した。一方液体温度を代表温度に用いると、指数部は0.25で整理できるという結論であった。討論において、物性値の測定をやった方がいいのではないかと指摘もなされた。後に講演者にお尋ねすると、物性値はかなり詳細にわかっているとのことであった。上記実験結果の原因は、物性値の温度依存と用いられた測定法の特性および誤差が大きいことによると推定される。球の大きさを変えた実験も必要であろう。

A206, 温度成層内の温度分布を決定するパラメーターが理論的に決定できない点は、このパラメーターが結論に重大な影響を持つだけに、本解析の最大の問題点である。討論においては、液表面での熱伝達や凝縮さらに船の動揺による影響について質問が出た。二次元モデルにより実験がおこなわれているから、流れの可視化もそれ程困難ではあるまい。タンク内、流れの可視化や温度分布の実測例が示されれば、境界層の開始点 (球形タンクの場合と差がある) や提案された流動の解析モデルの妥当性もより一層よく理解されたのではないかと思われる。

A207, 大変精密な三次元数値解析がおこなわれている。計算時間等については聞き漏した。得られた結果はPoweによる流動パターン分類とよく一致しているように見えた。レイリー数が大きくなると、非定常な振動する解が得られないかとの質問があったが、振動する解は得られなかったということであった。前報を拝見すると基礎方程式には非定常項は含まれていない。さらに軸を含む鉛直面に対称になるとする数値解析上の仮定が結果に影響することはないであろうか。

A208, 本セッション中で最も白熱した討論がおこなわれた。特に数値解析結果に質問等が集中した。その一部を次に列記すると、

1. 領域や境界条件が上下対称であるにもかかわらず、仕切板は中心より下側に入れた方が断熱効果が高いという、非対称の結果が得られた点は理解できない。

2. レイリー数が増加するのに渦の数が減少することはありえないのではないか。
3. この糸では縦ロールでなく横ロールが発生するのではないか。又左右対称であるのに奇数個の渦が並ぶことはありえない。

これらの質問に対する解答は、今一つ明瞭さに欠けた感がある。最初の質問に関連するが、下面側ではわずかに非一様な温度分布が境界条件として与えられており、上面側が一樣温度であるのとは異なる。これが上下方向に非対称な結果が得られた原因と推定される。従って、仕切板の位置に関して得られた最適条件は、この境界条件の与え方によって変る可能性があり検討を要する。

さて、以上おおいに主観を交えて感想を述べさせていただいた。ご関係の方々の意図に沿わない、的はずれの部分もあるかと思うが、お許し下さい。さらにご意見を賜われれば幸いである。

(2) 自然対流(Ⅱ) K209~K213

座長 増岡隆士(九工大)

伝熱面の後流部にダクトないし煙突を設けると、煙突効果による流速増加のため熱伝達が促進される。この対流助長用ダクトを加熱源に応用した場合の後流部煙突の最適半径(K209)ならびに冷却源(地下鉄トンネルの冷房)に応用した場合の後流部ダクト幅等について検討がなされた(K211)。その結果によれば、煙突効果を最大とする幾何条件としては、後流ダクト内に逆流、循環領域をとまなう偏流を生じない範囲でダクト・煙突寸法を大きくすることが望ましいようである。とすれば、種々の熱的条件、幾何的条件において、逆流・循環領域を形成しないための条件をより明確にすること、さらには逆流・循環領域を形成し難いダクト形状を明らかにすることも今後の課題とならうか。

両端開口の鉛直円管を部分的に加熱あるいは冷却した場合の熱的条件が流れに及ぼす影響が検討された(K210)。壁温のステップ変化に対し、管内流体温度もほぼ壁温に追随しステップ変化するとして流体の駆動力を評価できること、したがって流れの向きと大きさが簡単にコントロールできることを示している。たゞしこの場合流速は慣性力が問題とならない程度に小さい範囲に限られている。今後流速の大きい範囲への拡張が待たれる。温度助走区間における慣性力の影響などはどう効いてくることにならうか。なお本研究には流速測定に石英糸のたわみが利用され、抵抗則の適用流速範囲あるいは速度場と関連して石英糸のたわみ、石英糸の構造等流速測定法に

関する討論，太陽熱利用自然涼房（内外換気）への応用について英語による（「国際会議場だからそれもいい」（原研：河村氏）とした）熱心な質疑応答が行なわれた。

加熱入力の異なる並列多チャンネル系の自然循環（K212）に関して数値解析のモデルと実験との比較がなされた。提案された方程式系により，流れの逆転も含め，ほとんどの現象が記述できるにもかかわらず，わずかに記述できない部分が残ることも指摘された。すなわち条件によっては流れが一意的に定まらず，加熱入力の履歴に依存する。これは何によるのであろうか。著者らの指摘にあるようにプレナム内の抵抗，あるいはそれによる減速作用，プレナム内流体の局所的な慣性力の違いなどが影響し，これが方程式系に対しては境界条件ないし初期条件の形で関与して，それを規定できれば加熱入力と流れは一意的に対応するとも考えられようか。加熱入力に対する流れの履歴現象とプレナム内流動との関連も興味深いようである。チャンネル間に途中クロス・フローが存在する場合への拡張に関しても討論が行われた。

開放型円管熱サイホンにおいて内部流体がエチレングリコールの場合は，水と違ってオリフィス近辺を除き旋回流があらわれず，両流体の流動様式に大きな差が存在することが実験的に観察された（K213）。討論においてはリザーバ内温度分布の影響等について質疑応答がなされた。対流熱伝達の面からはオリフィス面の低温下降流の温度が重要であろうが，オフィス面温度には低温下降流と高温上昇流の非定常混合による変動が影響し，タセルト数の評価を困難にしていると述べられている。このような結果によれば，オリフィス面の流動および熱的境界条件の規定のしかたにも検討を要する部分があるかとも思える。

本セッション座長としては成りゆきまかせであったが，活発な御討論を頂いた。今年もまた多くの方のお世話になり；平安神宮の薪能を見ることもでき，お蔭様ですばらしい日々であった。

(3) 自然対流(Ⅲ) K214～K217

座長 熊田俊明

筆者はこのセッションの研究について精通していないのに安直に座長を引受けたことを悔やんでいるが，門外漢の無責任な論評も何かの足しになるかと考え敢えて筆を取ることにした。このセッションの研究は互いにあまり共通点がないように思うので，講演順に気付いたことを述べてみたい。

(1) 円柱の熱伝達への音響流の影響

この研究が行われた目的は音響流による熱伝達促進機構を明らかにすることである。音響流が直進流に間欠流が重畳したものであることが周知のこととすれば、直進流による熱伝達率の変化はよく研究されているから、研究対象としては音響流の特徴である間欠流の影響について力点を置くべきではないか。そして音響流が前述のような性質を持つとすれば、振動する伝熱面の熱伝達との関連についても検討し考察すべきではないか。また、この種の効果を研究するのに何故円柱の自然対流が選ばれたか、さらに実用上重要な研究であることにも触れてはしいものである。

(2) 水平流体層内の対流不安定問題における磁場の影響

磁場が強くなれば流れを抑制するのであるから対流を生じにくくなり、このため著者らがいう対流の臨界波数とレイリー数が磁場の強さと共に大きくなる定性的結論は、自明のことである。この研究の価値は各磁場の強さに対して臨界波数とレイリー数を決定したことにある。そうであるとすれば円筒容器を用いてアスペクト比 $\rightarrow\infty$ としたときの臨界波数やレイリー数が、この場合の特有の値でなく一般性のある結果であることの説明を加える必要があるように考える。同心円状のセルを生じるとする結果は実際の流体層で生じるベナールセルなどの流れとあまりにも差がある。このため不安定問題で予め想定するセル構造に臨界波数やレイリー数があまり依存しないという周知の事実があるにも拘わらず、解析法や結果に信頼性が無いとの誤解を与えることにはならないか。最初から無限水平流体層として解いて本研究の結果と比較できないものであろうか。

(3) 動揺を伴うタンク内の流動と熱伝達

船舶などのタンク内の高粘性流体の加熱に関連した実用上大切な問題であろう。実際の使用条件ではCOMのような高粘性流体でさえレイリー数は 10^8 以上といわれる。この場合も本解析のように層流解析でよいのであろうか。層流から乱流への遷移が関与するとすれば、動揺を伴うことから考えて現象は層流と乱流が空間的にも時間的にも入り乱れた流れとなることは容易に想像されることである。したがってレイリー数が大きくなっても層流解析でよいとする根拠を明らかにできなければ、本解析で得られた結果は信頼性の乏しいものと考えられてしまう。レイリー数 10^8 以上でプラントル数が大きい場合に、流れが一方方向に循環する現象の存在そのものが上述のように危ぶまれているときに、さらにその架空かも知れない現象を検討するのはどのようなものであろうか。

(4) 環状多孔質層内自然対流の二次流れ

本研究で用いた体系は一見水平配管などの保温に関連した基礎的研究と考えられるが、このような現象が保温などの性能を維持する上で問題となるのであろうか。実際には使用する保温材にもよるが、このような二次流れを防ぐ施工は極めて容易であり工学上特に問題とするようなことではないとする筆者の意見は独断と偏見によるものであろうか。

大学における研究は如何にあるべきかを問われている今日、テーマの選び方については大学人の一人として常々反省させられている。大学が予算や人員構成の点から、より基礎的な研究へと傾斜するのは当然としても、どのようなテーマに取り組むべきかについて大いに議論すべきことのように考える。

(4) 自然対流 (IV) B301 ~ B304

座長 尾 添 紘 之 (岡山大・工)

本セッションは二件が過渡自然対流、一件が流路内自然対流、一件が流路内複合対流から構成されていた。質疑はセッション中に書き留めるのを忘れた為、正確な再録ができなかったことを予かじめお断りしておく。

まずB301はタンク型高速炉の中間プレナム内の自然対流を対象としたものであり、初め液体金属の上面を加熱、底面を冷却し、定常になった後、上面をステップ的に冷却していき、液体金属の上面近くに発生する混合層内の温度分布を測定したものである。一方、 $k-\epsilon$ 型一次元(高さ方向)方程式と熱伝導式(乱流拡散仮定)を連立させ、混合層厚さの予測が試みられている。前刷にはなかった一方程式モデルと二方程式モデルを組み合わせたものは実験値とよく一致していた。混合層厚さは時間の平方根に比例するという結果が得られた。この二つのモデル化において乱流モデルから得られる混合長はいくら位かという質問があったが計算してないということであった。液体金属(鉛-ビスマス合金)で実験データが得られたことに意味があると思われる。なお低プラントル数流体の乱流自然対流のモデル式について議論を積み重ねる必要を感じる。

B302は建築物の周囲壁内空間の熱伝達現象を巨視的にみることを目的としているものと思われるが、背の高い矩形空気層の左鉛直壁を一樣熱流束で加熱し、右鉛直壁の外側を定温流体で冷却した時の加熱・冷却板温度の過渡応答(定常状態漸近時)を放熱板外側の熱伝達係数をパラメータとして集中定数近似計算したものである。実験値との比較は平衡状態から時間の遡行で4時

間程度(厚さ0.15mの空気層)の由である。質問は「領域内自然対流研究は分布定数系近似が普通だが、何故集中系にしたか」であり、答は「大略の特性予測のため」ということであった様に思う。以下私見だが、熱伝達率の時間変化は必ずしも仮定された指数式によらないので他の場合へ拡張すること、また時間全域に過渡応答の計算ができるよう改善されれば、実用化の道が開けると思われる。一部、文章が難解だった。

B303 は一様熱流束、両面加熱を受ける平行平板間流路内の自然対流熱伝達について平板間隔が ∞ と0の両場合について、境界層近似解、積分近似解が与えてある。発表者から一部近似計算の訂正があったが、他にも可成の誤記がみられる。上記両手法は既知のものであり、シンポジウムで詳細に発表される必要はないように思われる。それに対し、計算と実験結果の図は、質問者からも苦情が出たが、あまりにも小さく判読でき難い。質問は「主流温度より境界層近くの温度が小さくなるのは何故か」ということであり、前刷では「重力方向の分子引力云々…」と記してあるが、「その実験では対向壁が加熱されてはいなかった」とのことで、閉空間内でよくみられる一部逆転した温度分布データと思われる。結果と考察の部分の文章は難解でよく理解できなかった。

B304 は等温加熱垂直二平行平板上の強制自然複合対流の熱伝達率を空気について実験的に求めたもので、主流域が層流時、乱流時に対して、Jackson-Fewster の提案した式が適用可能であると報告されている。自作されたらしい熱伝達率測定装置と共に関係者には有益な結果であろうと思われる。測定法について質問があった。

以上セッション内容の紹介に私見を加えて簡単に述べさせていただいたが、当日は討論時間が休憩時間に10分食い込み、御迷惑を御掛けした向きがあったかもしれないことをここで改めて御詫びする。

(5) 自然対流(V) B305~B309

座長 相原利雄(東北大・速研)

準備委員長の岐美先生からの御指名で座長をお引受け致しましたが、上記セッションが最終日の昼食前に当たっていますので、参加者が極端に減らねば良いかと危惧しておりましたところ、予想外に多数の参加者を得、活発な御討議を頂きました。厚く御礼申し上げます。

さて自然対流(V)のセッションは、いずれも2種以上の伝熱系が組合わさった複合伝熱系で、

紙表に出せない研究上の御苦心があったものと思われます。以下、編集委員長の宮武先生の御方針に沿って「大いに主観を交えた論評」をさせていただきます。

B305の研究は電子機器の自然空冷に関するもので、著者らの関心は内部の自由対流（特に可視化）にある様です。一般に機器の伝熱は、系が複雑多岐にわたっており、支配因子の抽出・評価と確たる指針の下に研究を進めないと、一般性のある成果が得難く、一例紹介に終りかねません。討議もこの点に集中した様ですが、著者らの今後の進展に熱い声援を送る次第です。

B306の研究は、長方形密閉容器内（鉛直壁の一方が加熱，他方が冷却）の下半部に多孔質層があり，上半部に流体層がある場合の自由対流に関する数値解析と実験（ $Pr=8000$ ）です。対流場について興味ある解析結果が得られていますが，多孔質層内の流れ解析に用いたBrinkman式が固体壁との境界上でもそのまま適用できるか，と言う点に質問が集中した様です。今後低プラントル数流体による実験と共に，この点に対する検討が進められることを期待致します。

B307の研究は，長方形密閉容器の上下壁が断熱で，鉛直壁の一方が加熱，他方が冷却された中に，2種類の流体（スピンドル油と純水ないしエチレングリコール）が成層状態で存在する場合の自由対流の実験です。討論は主として二流体界面でのマランゴニ効果や，流体の汚れが界面張力に及ぼす影響に関するものですが，残念なことに化学屋さんがこの討論に加わらなかった為，明確な結論には至りませんでした。伝熱シンポジウムが，広い分野の専門家によって営まれることが望まれるゆえんです。

B308の研究は，下面加熱・上面冷却の水平流体層（塩化カリ水溶液）に交流通電して内部発熱させた場合の乱流自由対流において，速度信号と温度信号の時系列のスペクトル解析を行ったものです。PSDについて，かなり突込んだ質疑がなされましたが，著者は『研究途上』と言うことで，あまり強く反論はされなかった様です。しかしこの分野の研究を始めようとしている方達には，示唆に富んだ御研究であり，かつ討論ではなかったかと思えます。

B309の研究は，水平な冷却円管内の内部発熱流体が壁面から凝固層を形成して行く場合の自由対流に関する数値解析です。討論は数値解法，特に境界固定法についてなされました。しかし，この課題と酷似した蓄熱関係のセッションが，同時刻にI室で開かれていたせいも，専門の方が分散して，それ以上の活発な討議には至らなかった様です。

全般を通じて感じたことは，開催回数が一桁の頃に比べると，若い研究者（特にDCの院生）からの質問が少いことです。シンポジウムが巨大化して大家以外は発言しにくいのか，討論時間が不足なのか，あるいは研究が余りに専門的になり過ぎたのか。何れにせよ，若い方々の発言を引き出せなかったのは座長の責任と，自省しております。

(6) 自然対流 (VI) B310~B314

座長 三田地 紘 史 (豊橋技大)

編集委員長の宮武先生より、先日の伝熱シンポジウムで担当したセッションの講演内容・討論内容について論評するようにとの御指示を戴いた。浅い研究経験をかえりみず、討論を拝聴しながら感じた主観的な感想を、あえて述べさせていただきます。

B310とB311は実際の機器でよく現われる問題を扱った研究である。特にB310は流体の熱物性値が温度により大きく変化する場合の鉛直管路内自然対流熱伝達の研究であるが、単純に壁面温度で熱物性値を評価することにより、定物性値の解析結果より、その $1/6$ 倍~10倍にも変化する熱伝達率の値を精度良く推定できることを示している。さらに管の断面形状が円形以外となる場合についても、円形断面の結果と関連づけるなど、従来の理論の適用範囲を大きく拡張する手法を要領よくまとめられており、実際の機器の設計にあたって、かなり役立つ提案がなされている。

B312は矩形容器内の自然対流の研究であり、 $k-\epsilon$ による2方程式乱流モデルを導入し、乱流領域の数値解析を試みている。実験例が少ないため、この数値解析の適用範囲などは今のところはっきりしない。しかしナビアーストークスの式を直接解いて乱流場を解析することは、当分の間出来そうにもない現状を考えると、各種のタンクや機器類の設計に際して、このような2方程式乱流モデルによる数値解析は実用上、有力な解析手法になると思われる。もちろん $k-\epsilon$ モデル式系に含まれる一連の定数値は、適用体系や条件により変える必要があるかも知れない。今後の研究の進展が期待される。

B313とB314は共に乱流自然対流場の測定である。特にB313は鉛直平板の場合について、熱線プローブによる1定点(又は2定点)の温度変動の測定と、液晶シート、水素気泡法、スモークワイヤー法などによる壁温分布や流れ場の可視化観測とを組み合わせ、境界層内の流体塊の運動の様子を明らかにした研究である。不規則乱雑な動きをする乱流自然対流場でも、流体塊の大きさや、流体塊が壁に衝突する周期には、壁面熱流束に関係したある種の規則性のある事を見出ししている。これらの知見は乱流自然対流場を理解し、理論を進め、さらには乱流モデルを作る上で重要な意味をもってくるものと思われる。

歴史的な名所旧跡の多い京都でのシンポジウムで、最終日の午後にもかかわらず、このセッションは多数の出席者に恵まれた。活発な討論を展開し、会場の雰囲気盛り上げて下さった多く

の著名な先生方，若手研究者の方々に心から感謝いたします。またこのようにすばらしいシンポジウムを開催された関西地方グループの先生方に心から感謝の意を表します。

(7) 自然対流 (VII) B315～B319

座長 藤井 哲 (九大・生研)

本セッションは主として熱源の上に生ずる浮力流れ(ブルーム)に関するものである。

B315は乱流ブルーム内の時間平均の速度と温度の分布を簡単な式で表わす試みである。速度と温度の分布形を Gauss の誤差関数で近似し、それに含まれる定数を局所リチャードソン数と熱量保存の関係及び実験値を用いて定めている。実験値として、半値幅ではなく、それを含むパラメータを用いたのが特徴である。このような研究の場合に、速度と温度の最大値及び分布形がいずれも実験結果と一致するか否かを確認かねばならないだろう。今後は、異なる実験結果の原因の理論的説明が待望される。

B316は上向きの気流中に置かれた、加熱された水平円柱及び水平三角柱の後流に生ずるカルマン渦が、浮力によって加速され、渦列が崩れる現象を実験的に解明したものである。

B317は水平線熱源によって生ずるブルームの揺動について、時間平均温度、揺動温度波形温度変動強さ等を克明に測定したものである。いずれについても、この種の基礎研究の必要性、意義及び効果を明らかにしてほしい。

B318は、容器(高さ100, 200mm, 幅200, 400mm, 長さ900mm)の中央部に加熱された平板(幅20mm, 40mm, 長さ約900mm)を置いた場合に生ずる容器内の自然対流に関する研究である。ブルームの発生限界、振動及び発生点の振動に関する特徴が明らかにされている。これらの成果が、“計算機のチップの冷却”と如何に関連づけられるか今後の研究が期待される。

B319には無限の拡がりをもつ多孔質内におかれた点熱源からのブルームの解が示されている。そして、水-ガラスビース系の実験結果と可なりよい一致が示されている。この研究は地熱探査に関連するものであって、試算によれば、地表近くで半値幅が約100mで最高温度が70℃であれば、7kmの深さに半値幅35m中心温度約200℃の熱源(11kmの深さの13MWの点熱源に相当)があることになるという。興味ある提案であるが、地表境界をもつブルームの解析によって、地表温度分布を求めてみたらどうだろうか。

以上のように共通点が多いセッションであったが、研究者相互の討論が活発とはいえなかった。

漠然とした基礎研究ではなく、具体的な現象について、解明すべき焦点を絞る必要があるはしないか。例えば、ブルームの研究は火災と関連があるとされている。実際の木造家屋の類焼の場合は、ブルームの揺動によって隣家の軒下に火が移る場合が多いそうである。その時、揺動の週期、軒下までの距離と最高温度との関係等が従来の予測値と異なるために基礎的にブルームを考えなおすというようなことであれば、議論は活発になるのではなかろうか。

本セッションにおいては、やむを得ざる事情により、一人で二つの講演をせざるを得ない場合が生じた。発表予定者が企業に就職予定の場合など、講演申し込み前に先方に了解を得ておくか、不測の事態になってもバックアップする連名体制を整えておくよう心掛けたいものである。

代わりに、岐美先生はじめ準備委員会の方々に感謝いたします。

< 論 説 >

(1) 沸騰フィンの根元温度に関する放熱量の多価性について

九州大学 工学部 伊藤 猛 宏

いきさつ

前期伝熱研究編集委員会に1回だけ欠席した際に、いわゆる「沸騰の高性能伝熱面」について執筆するよう依頼されることが決まってしまった。いったん引き受けてはみたものの、そのままの表題で書くのも多少あまのじゃくな性格にふさわしくないし、この表題ではすでに書きすぎる位書いているし、「伝熱研究」は研究発表そのものの場ではないと理解しているので、全く別の話題で紙面を塞ぐことにした。

問題の設定

液体中に1本の直線型フィンが沈められていて、その表面はプール沸騰で冷却される。フィン面には長手方向に温度勾配があるが、特定の点における熱流束は、その点の温度に対する通常面の沸騰特性曲線上のそれに等しいと仮定する。そうすれば、根元温度差 ΔT_B 対フィンの全放熱量 Q の関係は、仮定された沸騰特性曲線の下に熱伝導の数値解析を行うことにより定まる。

この問題の数値解析はイリノイ大学ウェストウォータ先生や東北大学武山先生の研究室でなされていて、条件によっては図1のような具合になることがある、という結果を与えている。つまり根元温度差の特定の範囲では、一つの根元温度差に対してフィンの全放熱量が複数個対応する。

(1) 一体このような多価性が存在してよいものか。(2) フィンの根元温度を思うままに制御することができる、温度制御型の加熱源を用意することができたとして、根元温度を連続的に変化させたとき全放熱量はどのような変化をするのか。これが問題である。

大変不満足ながら(1)について多少とも考えがまとまったので、また原稿の督促も厳しいので、以下それについて書いてみる。

答えのようなもの

直線型フィンのフィン面上の熱流束がその点の温度に対して与えられる場合の微分方程式は、一次元の質点の運動の問題で、外力が位置の関数で与えられ、それ以外の力が存在しない場合のそれと同じである。表1のように両方の問題を並行的に記述してみても、まずは質点力学の問題として考え、うまくゆけばその結果を元のフィンの問題にほん訳することにした。

表の内容を少し説明する。事項1でフィンの $f(y)$ は(周長)/{(断面積)×(フィン材料の熱伝導率)}を1としたときの表面熱流束、質点の $f(y)$ は単位質量当たりの外力である。事項4のフィンの放熱量では、(断面積)×(フィン材料の熱伝導率)を1としてある。問題は事項5に記してある疑問に答えることである。

直接的に解答するためには、しかるべき $f(y)$ 、したがってその積分である $F(y)$ の下で、任意の y_0 に対して式(8)を満足する y_1 を求め、しかるのちに y_0 に対して $\sqrt{2\{F(y_1)-F(y_0)\}}$ をプロットし、これが図1のような形になる可能性があるかどうか検討すればよい。

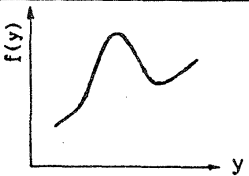
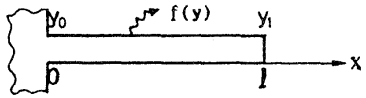
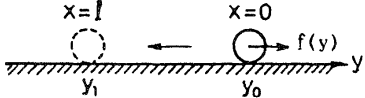
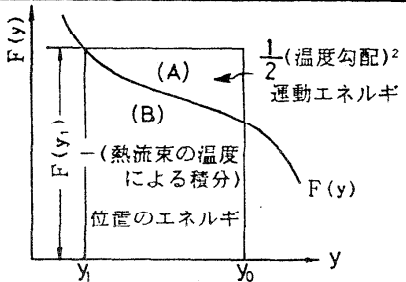
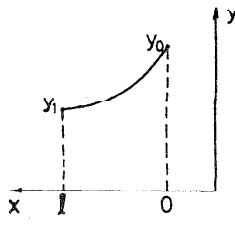
ここまで考えて行き詰まり、表1を携えて同じ教室の力学担当の田村英之教授の所に、駆け込んだ。答えはこうであった。『 $f(y)$ を y の多項式として、それが2次および3次の場合には、式(8)は楕円積分になる。力学系ではポテンシャルの意味を持つ $F(y)$ の形からして、静止点 y_1 が複数個定まることは十分にありうる。あとは具体的な例について計算してみることになる。』そこで引き返して、また式をいじってみた。なるほど $f(y)$ が y の2次ないし3次の多項式であれば、 $F(y)$ は y の3次ないし4次の多項式となり、 $1/\sqrt{2\{F(y_1)-F(y)\}}$ の積分は楕円積分になる。図1の曲線の形は遷移沸騰を中心として、その前後の伝熱特性から来ているものであるから、 $f(y)$ の多項式としては少なくとも3次であるべきである。そこで $f(y)$ を y の3次の多項式にしかるべく置き換えて、式(8)をいわゆる楕円積分の標準形に変形することにした。そうしなければ昔なつかしい関数表が使えない。すぐにわかったことは、最低限度の意味のあるような $f(y)$ についてその係数が整数や有理数になる望み(望むらくは多くは0になる)はまずない。したがっていわゆる「汚い」 $f(y)$ の式に対して、式(8)を標準形にまで変形することは、少なくとも私の腕力では望みが薄い。しからば、要するに式(8)をそのまま数値積分してもよいのでは、ということになる。ところがこれは y_1 の所で変格(広義)積分になっているので、数値積分にも特別な工夫を要する。あれやこれやで、結局どのような意味においても計算することは諦め、計算なしで「 y_1 が複数個定まる」ことを推論することにした。

推論の手順を図2に示し、質点力学系の方で説明する。(a)は変位に対するポテンシャルの分布であり、静止点のポテンシャル $F(y)$ と任意の点のポテンシャル $F'(y)$ の差(A)が質点の速度($\sqrt{2A}$)に関係する(一方が大きくなれば、他方も大きくなる)。3個の可能な静止点の座標 y_1' 、 y_1'' および y_1''' とする。 y の変化に対し、 $F(y)$ の変化がゆるやかになる領域(遷移沸騰領域)が存在することが眼目である。 $1/\sqrt{2A}$ を(b)に示す。これは速度の逆数であるから、単位変位するに要する時間であり、曲線と横軸の変位との間の面積は、質点が静止に至るまでの時間に等しい。したがって y_1' 、 y_1'' および y_1''' に対して、この面積が等しければよいわけ

で、これは $F(y)$ の形状と ℓ の大きさ (大きい方) によって十分にありうる。したがって、変位と時間の関係は (c) のようになる。これで話は終りである。あとは以上の議論をフィンの放熱の問題にほん訳すればよい。図 2 中に説明を記入した。なお y_1' はフィン面全体が膜沸騰 (F) に、 y_1'' はフィン面の根元側が膜沸騰で先端側が遷移沸騰 (T+F) に、 y_1''' はフィンの根元側から順に膜沸騰、遷移沸騰、核沸騰および自然対流 (NA+NU+T+F) となる場合にそれぞれ対応する。ただし最後のパターンでは自然対流にまで温度降下が及ばないこともありえよう。F, T+F・・・などの記号を図 1 にも記入した。

あとがき

これで「いきさつ」の所の問題 (1) は、自分ではわかったような気持ちになった。問題 (2) についても、おいおい考えてみたいとは思っているが、知恵も時間もあまりないので、いつのことになるか覚束ない。両方ある方の発言を期待する。最後に今回の拙文を書きつつ思いついた、必ずや物議をかもし標語を一ひねり。「すぐに数値計算をするのは最もエレガントでない。解析学等で答えを出すのは中くらい。何もしないで答えるのが最もエレガントで、問題に対する理解が最も透明。」

事項	系	直線型フィンの放熱	質点の一次元運動
1. 微分方程式		$\frac{d^2 y}{dx^2} = f(y) \quad \dots\dots(1)$	
		 <p> x = 空間座標 y = 液体に対する温度差 $f(y)$ = 表面熱流束 </p>	 <p> x = 時間 y = 空間座標 $f(y)$ = 正方向の外力 </p>
2. 付加条件		$x = 0 : y = y_0 \quad \dots\dots(2),$	$x = l : dy/dx = 0 \quad \dots\dots(3)$
		根元温度差は y_0 である 先端は断熱されている	質点は時刻 0 で y_0 にある 質点は時刻 l で静止する
3. 第一積分		$\frac{1}{2} \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 + F(y) = F(y_1) \quad \dots\dots(4)$	 <p> $\frac{1}{2} (\text{温度勾配})^2$ 運動エネルギー (A) (B) $F(y)$ 位置のエネルギー y_1 y_0 </p>
		$\frac{dy}{dx} = -\sqrt{2\{F(y_1) - F(y)\}} \quad \dots\dots(5)$ $F(y) = -\int f(\eta) d\eta \quad \dots\dots(6)$	
4. 解		解 $\int_{y_0}^{y_1} \frac{d\eta}{\sqrt{2\{F(y_1) - F(\eta)\}}} = x \quad \dots\dots(7)$	
		y_1 を決める式 $\int_{y_1}^{y_0} \frac{d\eta}{\sqrt{2\{F(y_1) - F(\eta)\}}} = l \quad \dots\dots(8)$ <p> フィンの全放熱量 初速 は $\sqrt{2\{F(y_1) - F(y_0)\}}$ に等しい </p>	
5. 疑問		図 1 を見る 特定の根元温度差に対して、 先端の温度勾配を 0 にするような 3 個の放熱量がありうるか？	図 1 を () の座標で見る 特定の出発点から出発し、 l 時間後に静止するような 3 個の初速がありうるか？

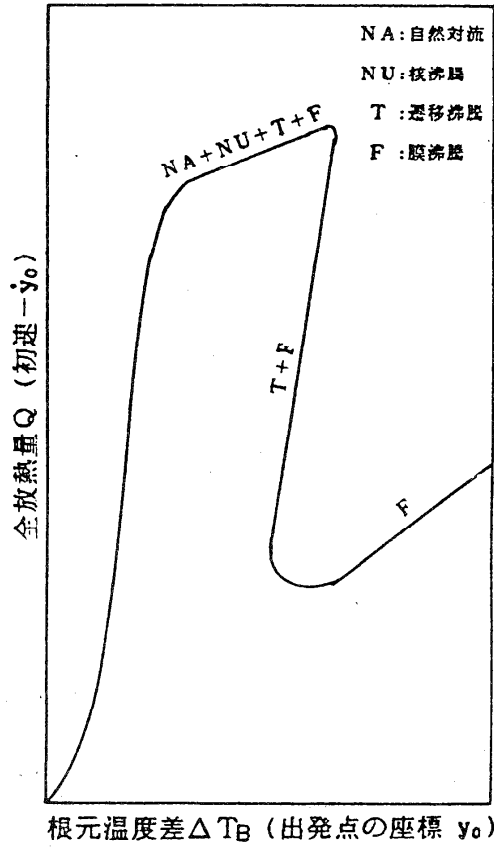


図1 特異な沸騰フィンの放熱特性

(2) 沸騰フィンの研究 - その序奏と展開 -

東北大工 熊谷 哲・武山 斌郎

プレリュード、抜山点の積極利用への意地

沸騰曲線の最大熱伝達率点は抜山点と呼ばれる。ここでの熱伝達率は非常に大きく、工業的に極めて魅力の多い領域であるにも拘らず、そのすぐ後に続くバーンアウトの脅威のために、利用安全限界は例えば図1の実線のように遙か下の値に押えられているのが現状である。抜山点をもっとポジティブに解釈し、積極的にこの高熱伝達率を利用する方法を考えることは我々の意地であった。

その1つの答が表題の沸騰フィンである。フィンからの沸騰熱伝達は、図2のように根本温度が膜沸騰を行う高温になっても、先端に向って遷移・核沸騰が共存し、飛躍的遷移の危険なしに極大熱流束点付近の高熱伝達率の核沸騰を安定に利用できる外、高熱流束の混合沸騰領域で曲線の傾きが緩やかとなり、急こう配の核沸騰から突然遷移する通常の沸騰よりも制御が容易であることなどが特徴である。(1)

第1幕 沸騰領域間の干渉

フィン上の局所沸騰熱伝達は、普通平面の熱流束対表面過熱度の関係を、フィン表面温度に沿ってそのまま実現はしない⁽²⁾。これは隣接共存する沸騰領域間の干渉によるもので、上向き水平の矩形フィンについて温度分布を測定し、それを基に局所熱流束と局所表面過熱度の関係を求めると図3のように沸騰曲線は根本温度が異なる毎に違ったものとなり、特に遷移沸騰から低熱流束の膜沸騰にかけては広い範囲に分散する。要約すると次のようになる。

- (1) 核沸騰の隣接は対流領域に気泡の発生を助長する。
- (2) 沸騰の極大点は遷移沸騰が隣接するとその値が大きくなる。
- (3) 膜沸騰をもつ混合沸騰伝熱面の遷移沸騰の範囲は小さい。

沸騰フィンに関する以上の特徴は、いろいろな形状のフィンの伝熱特性を、普通平面のデータを用いて推測する上で大きな障害となる。この特徴を考慮しながら試行錯誤の結果、R 113に対してかなり良い精度で実験値を表すことができ、しかも簡単な4つの直線から成る修正沸騰曲線を得た⁽³⁾。

インタメッツ最適フィン寸法

使用目的に合致するフィンの最適形状を見付け出すことは重要である。単純な形の修正沸騰曲

線が得られたことから、これをいろいろな形、寸法のフィンに適用し、それらの性能を推定して最適諸元を求めることが比較的容易にできる。縦形フィンや環状フィンについてこれを求めると、単位体積当りの熱流束密度の観点からは、フィンは薄いものをできるだけ多数植えるのがよく、高さは R 113 - 銅の組合わせて高さ 2.5 mm 付近に最適値が存在する⁽⁴⁾。

第 2 幕 フィン列の干渉

沸騰フィンを工業的に応用する場合にはフィン列の形をとることになる。このとき隣り合うフィン間の相互干渉は重要な問題である。前述の最適値はいかなるフィン間隔でも干渉がないと仮定した場合の結果で、干渉を考慮してある間隔が必要とされる場合、結論は異なったものになる。Westwater ら⁽⁵⁾は環状フィン列の実験から、間隔 1.6 mm 以上では干渉がなくフィン列として有効であると結論している。

フィン列の干渉はすきま内の気液流動の結果として現れる。フィン面に透明の干渉板を近づけてその様相を高速写真で観察すると、気液流動は規則性の強い周期的な運動をしているのが分る⁽⁶⁾。このときの伝熱特性は図 4 に示される。干渉の影響は熱流束により 2 つに分けることができる。比較的低熱流束では、すきま内に急速に広がる気泡塊により過熱液層が剥奪され、間隔が狭くなるにつれ熱伝達が促進される。他方、比較的高熱流束ではすきま内を気泡塊が埋め尽くす場合が多く、液体の進入が損なわれて、間隔が狭い程熱伝達が劣下する。この 2 つの干渉を上手に組み合わせることにより、最適フィン列の形が決定される。熱流束密度で考慮すると、最適間隔として 0.25 mm が求まる⁽⁷⁾。

図 4 の 3 本の曲線を比較すると、単独フィンの熱流束は普通平面の 6 倍となり、フィン列にすると、核沸騰低熱流束域ではさらにその 3 倍という高い値を得ることが分る。但し、このとき極大値は普通平面の 2 倍程度まで低下する。

ポストリユード

フィン列について、干渉を考慮したフィン間隔を含む最適値を示すことができたが、これは R 113 と銅の組合せについてのものである。R 113 の使用は実験が容易なための方であるが、極大点の高熱伝達率を積極的に利用するという当初の目的からすれば、やはり水を用いるのが本筋である。この点は著者らの最も遺憾とするところである。

文 献

- (1) 武山・ほか 2 名；機論 37 - 296 (昭 46) 750
- (2) 人内・武山；機論 44 - 377 (昭 53) 154
- (3) 熊谷・ほか 4 名；機論 49 - 448 (B) (昭 58) 2847

- (4) 趙・ほか4名；機論50-458(B)(昭59)掲載予定
- (5) Bondurant, D. L. and Westwater, J. W; Chem. Eng. Progr. Symp. Ser. 67-113 (1972) 30
- (6) 熊谷・ほか 名；機論50-456(B)(昭59)掲載予定
- (7) 熊谷・ほか 名；機論50-459(B)(昭59)掲載予定

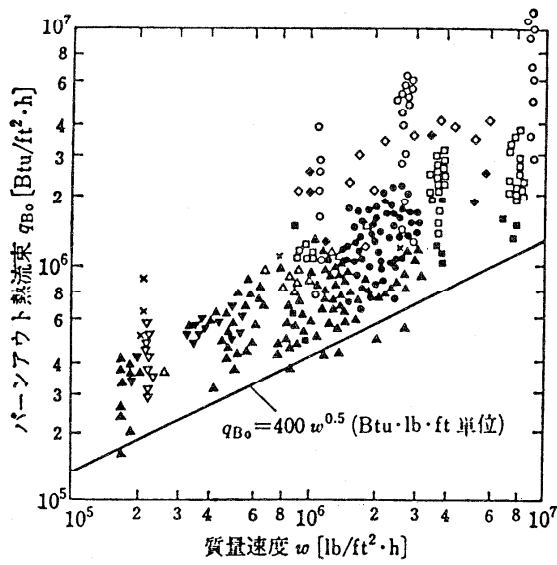


図1 平田による管内流バーンアウト熱流束の整理

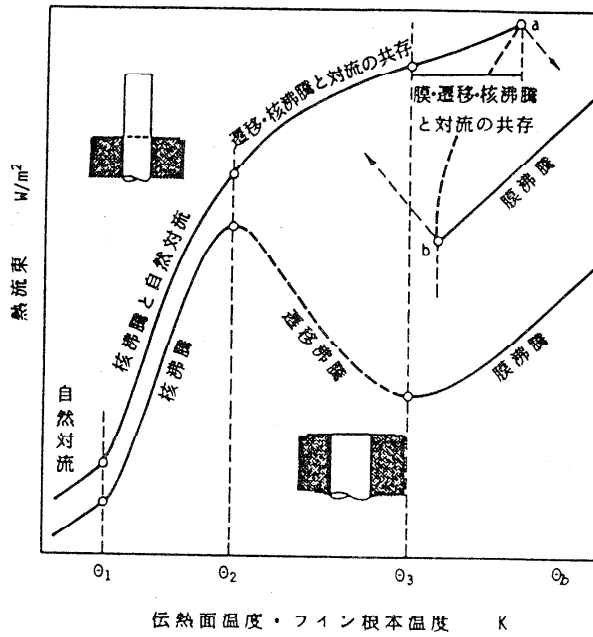


図2 普通平面の沸騰曲線と単独フィンの混合沸騰曲線

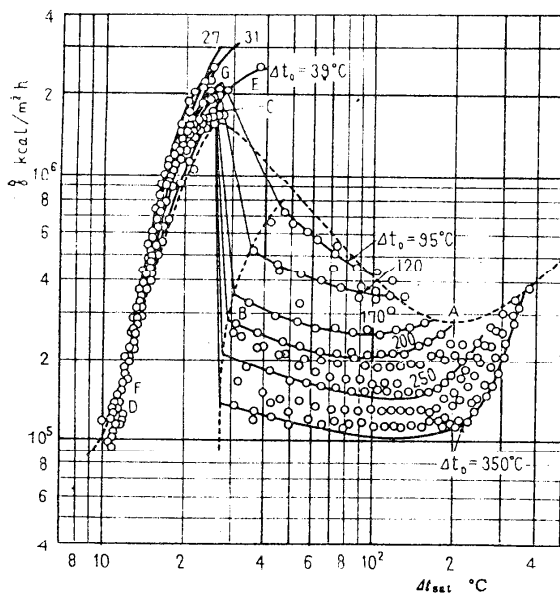


図3 フィン局所における沸騰曲線

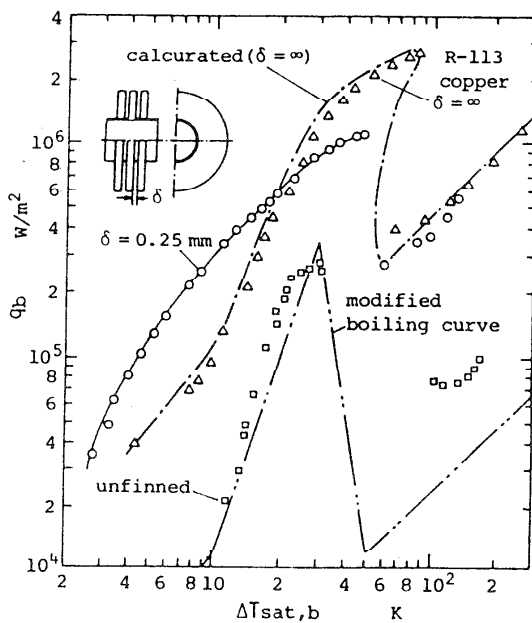


図4 単独フィン及びフィン列の熱流束

< 研究雑感 >

研 究 雑 感 (?)

秋田大学 太田 照和

京都での伝熱シンポジウムの最中に、会議場のフロアをうろろしているところを東北大学の
大谷茂盛先生から、伝熱研究に原稿を代りに投稿するようにとのお話があり、私の任ではないと
お断り申し上げたのですが、とうとう書かざるをえない状況となりました。“研究雑感”を書け
る程の経験はなく、“研究トピックス”は既に5年程前に書いておりましたので、まるで中途半
端な駄文となりました。

今回の伝熱シンポジウムの会場となった京都国立国際会館では大学院時代の昭和44年に国際
水理学会 (I A H R) が開催され、当時できてまもなく (と聞いている) 国際会議場で研究発
表をした。初めての英語による口答発表で相当緊張し、良く覚えてはいないが、その時の講演室
は確か今回の強制対流のセッション会場であったと思われ、大変懐しかった。

その翌年の昭和45年3月に東北大学大学院博士課程を修了して秋田大学に赴任し、研究生活
を始めて14年、大学院時代に勉強した流体力学、特に翼理論を離れ、伝熱の研究に取り組み出し
て丁度10年になる。始めの2、3年は何をやるのかなという研究方向の模索をし、自由噴流そ
して加熱噴流の実験を行ったが、研究費・装置・研究室のスペース・人等の種々の条件を考え、
2年で打切った。その間にもやるべき何かをもよもよと探していたが、学生時代に勉強した流れ
の剝離を伴う翼まわりの流れ、特にスーパーキャビテーションからの延長線上にあるとも考えら
れる“剝離と再付着を伴う流れ、そして熱伝達”がよかろうと考え、最も簡単な形状として“鈍
い前縁を有する平板、および円柱”を取上げた。学生時代には大半の時間と興味を理論解析 (特
に analytical solution) にかけていた筆者にとって、流れの実験はともかく、伝熱の実験に
ついては何もわからず、秋田大学の山口先生には大変御世話になり、種々教えて頂いた。風洞の
製作から始まり、特に速度分布の測定においては逆流が存在することもあり、様々な形のピトー
管を作り、殆ど手作りの実験であった。

当初は5年あればなんとか一区切は着くであろうし、“乱流”にだけは足を踏み入れないよう
にしようと考えていたが、研究を続けていけばいく程“乱流”を避けて通るのは困難となり、乱
流劣断応力や乱流熱流束の測定等にも手掛けてみざるを得なくなった。種々な形での実験を積重

ねてはきたが、流れと熱伝達の詳細な機構にはいまだ未解決の要素が多々あり、今後も研究を続けていくことになりそうである。

最近の4年程は楕円柱の熱伝達に関する実験的研究も平行して行ってきた。全て手作りのものであり、始めは試行錯誤の連続であった。楕円柱に迎え角をもたせた実験などはまさに昔勉強していた翼理論の名残りとも見えるかも知れない。

研究費・実験設備・研究室のスペース・人等様々な制約を考えれば、できる限り独創的な研究をしなければ、研究成果は得られにくいと考え、努力をしてきたつもりではある（疑問を感じる読者が多々いらっしゃるのではないか！）。今後もそうしたいとは考えているが、現実には厳しく、伝熱の研究を始めて10年先でも行えるような研究課題の模索をしなければいけない段階にもなっている。

< 会社・大学・研究所紹介 >

H T R I の 紹 介

HTRI 主任研究員 石原 宏平

読者の方々の中で HTRI (Heat Transfer Research, Inc.) という名前を見ただけで、「あっ、あれか」とお分りになる方は何人もおられないと思います。特に大学や国・公立の研究機関の方々には HTRI など聞いたことがない方が多いでしょう。しかし、石油、化学、エネルギー関連産業界でプラントの設計、拡張、変更、改良に携わっておられる技術者の方々には、熱交の設計、評価の仕事上、HTRI は非常にユニークな存在であるはずでず。事実、HTRI のコンピュータ・プログラムは、世界中で毎日 500 回以上の頻度で使用されております。

HTRI は、恐らく、世界唯一の“民間”の熱交専門の研究会社であると言えます。イギリスに HTFS (Heat Transfer and Fluid Services) という組織があり、Harwell や NEL の研究員をパート・タイム的に使って、産業用伝熱関係の研究や情報収集を行い、レポートや熱交設計用コンピュータ・プログラムにまとめて会員会社に配布しておりますが、イギリス政府の資金と人材を使っておりますので、民間ではありませんし、HTRI のように専門の研究員がおりません（しかも、政府がうしろだてとはいっても、会費は少しも安くありませんので御注意の程）。

また、HTRI はアメリカにある HEI (Heat Exchanger Institute, Inc.) という機関と混同されることもあります。HEI は発電所用の Surface Condensers, Steam Ejectors, Feed Water Heaters 等の製造会社が会員になっている社団法人で、会員が出し合った資料を基に、上記機器に関する設計基準を定期的に出版・発行しております。これら発行物は、会員でなくても出版経費のみの低価格で入手できます。勿論 HEI は民間ですが、専門の研究員はおりません。

それでは HTRI というのはどういう組織であるかと一口に申しますと、工業用熱交換器を設計、製造、あるいは使用する民間会社を株主（会員）とする非営利の共同研究会社です。加入会社は、入会金と年会費を支払い、その見返りとして、研究活動の成果であるレポート、コンピュータ・プログラム、及びトラブル・シューティングやコンサルティングのサービスを受け取ります。ついでですが、HTRI のような非営利の共同研究会社としては、FRI (Fractionation

Research, Inc.), FPRI (Fluid Properties Research, Inc), PSRI (Particulate Solid Research, Inc), EPRI (Electric Power Research, Inc)等と色々あります。

もう少し具体的に、HTRI がどのようなものであるかを以下に説明いたします。

発 足 : 1962年にアメリカ国内のデュボン, フィリップス石油会社等 11 社が集まり, 工業用伝熱の会員制, 非営利の共同研究会社を設立。研究所長に当時フィリップス石油会社にいた Dr Jerry Taborek を指名。

所在地 : 本社は, 1499 Huntington Dr., Suite 409 South Pasadena, CA 91030。研究所は, 1000 South Fremont Ave., Alhambra, CA 91802 でエンジニアリング会社の CF Braun & Co. の敷地内に研究施設をもっております。CF Braun も HTRI の会員です。

会員数 : 会員会社は世界的にあり, 1984年5月現在, 177社です。国別の内分けは, 米国 86社, 日本 28社, 西ドイツ 11社, イギリス 8社, イタリア 6社, 韓国及びブラジル各 5社, カナダ, メキシコ, オランダ各 3社, スウェーデン, オーストラリア, スペイン, インド各 2社, ベルギー, デンマーク, ポルトガル, 台湾, ニュージーランド, ベネズエラ各 1社, 共産圏の国はなし, 日本は数の上でも米国に次いで多く, 西ヨーロッパ全体に匹敵する程で, 日本の経済・技術活動の重要性を示すものです。

会員構成 : 加入会社の種類は主に 3つに分けられ, 熱交のユーザー(石油会社など), プラントのエンジニアリング会社, 及び熱交の製造会社で, その数の構成は, 各々 19%, 39% 及び 42% となっています。

会 費 : 年会費と入会金に分けられます。入会金は入会時の年会費の 4 年分で 5 回分割払いができます。年会費は上記の 3 種の分類によって違い, ここでは詳細な計算方式は述べませんが, 大体的ところ 84 年 10 月入会の場合, 製造会社の 6,500 ドルの最低から, 最高額はユーザーの 43,000 ドル程になっています。会費がユーザーの場合, 高いように考えられるかも知れませんが, 近年, 大学卒の技術者を一人採用し, 熱交の設計をまかせられるまでには, Overhead を入れた年給額は 4 万ドルは下らぬと思います。HTRI の会員として受けとれるレポート, マニュアル, プログラム及びコンサルティング・サービスを考慮すれば, 会費は充分安いものと言えます。

会社組織 : 各加入会社が 1 株 (100 ドル) を所有する株式制ですが, 株の売買はありません。株主の各社から 1 名ずつ評議員を出し, 予算運営の決定権を持っております。同時に研究プロジェクトの決定は, 別に各社から 1 名ずつ出した技術系の代表者から成る技術諮問委員会が決定権を持っています。実際には, 177 名ずつの評議会や, 技術諮問委員会で詳細な検討は不可能なの

で、それぞれ9名の代表からなる理事会、技術委員会にまかせるわけです。株主総会は毎年1回夏に開かれます。技術諮問総会は年2回、夏と冬にあります。ここで半年毎の研究成果の発表を研究員が行います。冬の総会は、暖かい南加のパサデナであります。夏の総会は、ふつう米国のNational Heat Transfer Conferenceの開催地でその1週間前に行います。これは、HTRIの総会に出席した人々の多くが、米国の伝熱会議に移動せずに出席できるように便宜をはかるためです。

研究員：日本からのお客さんが驚かれるのは、研究員がたったの15名程度と少数であることですが、スタッフの2、3人を除き、皆Ph.D.を持って、それぞれ専門分野を担当しております。他に、一時出向の者や、パート・タイムの学生が手助けをしております。時々、日本の加入会社から、研修の名目で1年間程プロジェクトの手助けに来ていただけることもあります。

研究テーマ：さて、最も大切な事はHTRIが何をやっているかです。HTRIの中心テーマは、工業用熱交換器の流動・伝熱様態の相関式を実験・理論の両面から確立し、最適熱設計の方法、プログラム及びノウハウを会員各社に提供するというものです。工業用熱交の代表的なものとして、Shell and Tube型熱交換器、コンデンサー、サーモサイホン・リボイラー、エアフィン・クーラーなどがあります。これら熱交換器中における单相、二相流の場合の圧損、伝熱、管群振動、汚れ係数等の実験データの測定、収集を行い、相関式の改良、開発を重ね、それに基づいてより精度の高い、使いやすい熱交設計・評価用プログラムの改良をおし進めています。

従って、HTRIでは新しい伝熱装置とか伝熱材などの開発・研究はやっておりません。これは各会員会社が個々に行うものですが、HTRIは勿論そのような新製品の委託テストを行い、公正なデータを出すことはよくしております。例えば、日本のH社が開発した、沸騰伝熱促進管で作った管群の委託性能テストを行ったことがあります。委託テストの場合でも、結果はレポートにまとめて会員各社に配布しますので宣伝効果が大きいと言えます。このH社の製品の場合は、米国のDOE(エネルギー省)が実験費を出す形の委託テストであったため、ふところは大きくしていません。しかも政府の金が出ているため、HTRIのスタッフによる一般学会での発表も自由に行えて、製品の知名度を大いに高め得たと考えられます。

工業用熱交の中心をしめるShell and Tube型のシェル側流れは、本流の他に主に4種のもれ流れがあり非常に複雑です。HTRIでは十数年前に“Stream Analysis Method”という方法を開発しましたが、これよりじゃま板前後間の各もれ流れに対する圧損バランスと物質バランスの連立式を数値計算で解いて、Tinkerの名づけた、有名なA、B、C、E及びFの各Streamの分率を、低Re域から高Re域の全域にわたり、あらゆるもれ間隙寸法に対して出す

ことが可能です。伝熱量については、この各 Stream に対する伝熱係数式と流量から集計できます。このようなプログラムを使えば、効率のよい C - Stream（管群を横切る本流）を最も高くするよう管寸法、管配列、じゃま板間隔、じゃま板切り、もれ間隙などのパラメータを広範囲に検討、撰択して許容圧損や管振動制限を満足する最適熱交の寸法を素速く決定することができます。また、現存の熱交を設計値以外の条件で使用する場合の熱交の挙動を予測することもできます。

小生の担当するシェル側管群上の凝縮、二相流圧損の研究開発の方もこの数年で大いに進展がありました。HTRI の実験プラントで、純粋蒸気、凝縮混合気、非凝縮気体の存在する凝縮蒸気等を用いて、平滑管及びフィン付管の管群でじゃま板間隔、切り寸法を変えて多数のデータを収集し、それに基づいて相関式の開発・改良を行って来ました。相関式と一口に言っても単純ではありません。シェル側流れの様相を Gravity Flow Regime, Transition Flow Regime 及び Shear Flow Regime に分類し、そのうちの Gravity Flow Regime を更に Laminar Flow Region, Transition Flow Region 及び Turbulent Flow Region に分け、各流動様相域に合わせた伝熱モデルに対して相関式を立てておりますので、解析、改良が合理的に行えます。この実験・理論の蓄積のお蔭で、Shell and Tube 型コンデンサーの設計・評価用としては世界で最先端を行く方法になっていると言えます。勿論このためには、過去数年間に 3 百万ドル以上の研究費を使って来ました。しかし、まだまだ明らかにせねばならぬ分野が沢山ありますので研究活動は休みなく続けねばなりません。ついでながら、最近では HTRI のプログラムを用いて熱交を設計するよう製造会社やエンジニアリング会社に注文をつけるユーザーが出て来ている事実にみられるように、HTRI の方法の信頼性が高く標準化して来ていると言えます。

もう一つ記すべき HTRI の強みとしては、会員会社からの研究成果全般、特に設計方法、プログラムに対する Feed back が多くあり、この蓄積がプログラムの改良に重要な役割をはたすばかりでなく、過去の経験に基づいた Trouble Shooting の Consultation に生かされることです。

多くの High Tech 分野で日本に技術的に追い上げられ、あるいは追い越されつつある米国では、この 1, 2 年間、日本の科学技術活動文献に対する“真の”（必要にせまられた）関心が急速に高まって来ております。最新の情報はやはり日本語で先ず出ますので、米国政府・議会の方では、日本の文献収集・翻訳活動の予算を大幅に増やして、研究開発情報と結果を早急に知るよう対処し出しています。伝統的に、日本の伝熱関係の研究活動は極めて盛んでありますので、HTRI では早くから、開発・改良の一助となる公開文献情報の収集に常に注目して来ておりま

す。有益なデータの多い日本の伝熱文献は、特に HTRI の相関式の確認，改良，開発に大いに役立っております。

以上，HTRI の内容・活動について概要をお話ししましたが，百聞は一見にしかずですので，加入されてもされなくても，Los Angeles にお来しの際はお立ち寄り下さい。大学関係の方々も，今まで少数ですが，九州大学の藤井先生，宮武先生，岡山大学の本田先生，東大の棚沢先生に見学していただきました。お来しの際は，前述の住所までお知らせ下さい。

<地区研究グループ活動報告>

(1) 北陸・信越研究グループ研究発表会

日 時 昭和 59 年 4 月 21 日(土) 13 : 00 ~ 16 : 00

場 所 信州大学繊維学部同窓会館

講 演 1) 上昇流動水中におかれた単孔ノズルから発生する気ほうの大きさに関する研究(続報)

日向 滋(信州大織)

2) 軸流れをとまなう偏心回転二重円管内の輸送現象に関する研究

青木和夫, 服部 賢(長岡技大), 安達正樹, ※福井和司(長岡技大院)

3) 仕切板をもつ密閉容器内の自然対流熱伝達(鉛直伝熱壁に仕切板が存在する場合)

木村照夫, 部谷尚道, 竹内正紀(福井大工)

※白井滝雄(福井大院)

4) ミスト化を併用した湿式電気集塵法の開発

※滝本 昭, 林勇二郎, 河原誠二(金沢大工)

多田章生(金沢大院)

5) 低温における粉体真空断熱に関する実験的研究

※竹越栄俊, 平沢良男, 井村定久(富山大工)

講演 1), 2) と 4) の内容については, 第 21 回日本伝熱シンポジウム講演論文集の I 110, K 304 と I 304 とご参照いただきたい。講演 3) では, 密閉容器の鉛直伝熱壁に断熱仕切板を設けた場合の自然対流熱伝達に関する実験結果が報告された。仕切板の寸法, 取付角などの条件により 2 次循環流が発生する場合があります, それに伴って熱伝達率分布が大きく変ることなどが示された。講演 5) では, 低温断熱用粉体の高真空下の伝熱特性に関する実験結果が報告された。熱流束は熱伝導とふく射の項に分離できること, 常温附近では両者の寄与は同程度であるが, 極低温では前者が支配的となること, およびふく射透過性粉体においては適量のアルミ粉体添加がふく射遮へい効果を発揮することなどが示された。

この研究発表会は, 久我修先生, 日向滋先生をはじめ, 信州大学繊維学部の方々のお世話により開催された。23 名の参加者があり盛会であった。

北陸・信越地方連絡幹事 前 川 博

(2) 関西グループ研究発表会

日 時 昭和 59 年 4 月 19 日 (木) 14 : 00 ~ 17 : 00

場 所 神戸大学大学院自然科学研究科中会議室

講 演 1) 減圧下のプール沸騰について

森田駿樹(神戸商船大), ※福田勝哉(神戸商船大), 忽那泰章(神戸商船大)

2) 壁領域の不安定成層乱流

※福井啓介(姫工大), 中島正基(姫工大)

3) 湿った地盤の蓄熱過程の境界要素法による解析

松本 衛(神大), ※芝池英樹(神大)

〔講演概要〕

講演 1) 液体金属中での沸騰現象を解明する基礎研究の一つとして、発熱体に白金細線を用い、減圧下の水中におけるプール沸騰実験を行い、次の結果を得た。

沸騰曲線は系圧力が低くなるにつれ過熱度の高い方へ移行する。バーンアウト熱流束は系圧力の低下に伴い減少し、いずれの圧力範囲においても、Kutateladze の式より幾分高い値を示す。気泡径は系圧力の低下に伴い著しく大きくなり、この大径の気泡に包まれた伝熱面上には、滴状の液が付着していることが写真観察により確認された。

また、気泡の挙動を考慮したモデルを想定し、伝熱面温度変化の計算を試みたところ、計算値は発熱体にステップ状熱流束を与えた場合の非定常実験結果および定常実験結果と傾向的に一致した。

講演 2) 密度成層乱流に関して、特に壁領域の不安定成層場での乱流輸送現象について、室内実験結果に基づき、検討された。壁領域における成層効果の評価方法として、局所勾配モデルが提案された。また、このモデルは、fully turbulent 領域では、従来の Shear 関数に一致し、壁領域全域で適用できることが、実験結果により検証された。大気汚染物質の拡散で重要な水平方向への乱流拡散係数が実測され、 $y^+ < 100$ では大きく y^+ に依存し、 $y^+ \approx 10$ では鉛直方向の乱流拡散係数の約 100 倍になることが明らかにされた。一方、2 方向の速度変動及び温度変動が実測され、壁領域の乱流構造に及ぼす不安定成層効果について、定性的な考察が行われた。特に、強い不安定成層場においては、大規模な乱流縦渦列の存在が示唆された。

講演 3) 地盤は一般に水分を含む多孔体であり、その伝熱過程に水分移動が関与することはよく知られている。一方年周期程度を考えた長期蓄熱媒体としての地盤の伝熱解析には、少なくとも

二次元場として解析が必要である。ここでは、この問題をいわゆる境界要素法によって解析する方法を検討した。入力は一時的とし、その一時的定常解法をここでは取扱っている。伝熱現象を記述する連立放物型の線形熱水分同時移動方程式系をその随伴方程式を用いて連立境界積分方程式に変換し、積分方程式の核となる随伴方程式の基本解を求め、その解の性質と数値計算の方法を示した。これを用いて数値計算のための離算化、すなわち境界要素法による数値計算の方法を示し、これを用いて水平配管の地盤蓄熱過程の解析を行うとともに、計算法の精度の検討を行い、十分な精度で計算できることを示した。

<お 知 ら せ>

東北地区夏季セミナー

開 催 要 領

開催日時： 昭和59年8月29日 12:30 受付開始

8月30日 15:30 解 散

8月29日

1. 江草瀧男(八戸工大)：伝熱研究をふりかえって(13:30~14:50)
2. 土屋毎雄(動燃開発事業団)：高速増殖炉における伝熱問題(14:50~16:10)
3. 工藤昭雄(バブコック日立)：ガス冷却炉における伝熱問題(16:10~17:30)
4. 親 睦 会(大放談会)：(18:00~20:00)

8月30日

5. 太田照和(秋田大)：強制対流伝熱の諸問題(9:00~10:20)
6. 栗山雅文(山形大)：攪はん槽の熱および物質移動(10:20~11:40)
7. 昼 食(11:40~12:40)
8. 新野正之(航宇技研角田支所)：国産大型ロケット開発と伝熱学上の問題点(12:40~14:00)
9. 幾世橋広(東北大)：ウォータージェットの利用技術(14:00~15:20)

場 所： 東北大学川渡共同セミナーセンター

宮城県玉造郡鳴子町大口字原75 tel 02298-4-7300 or 7309

定 員： 50名

参 加 費： 正会員5,000円 学生会員4,000円

申込み締め切り：参加費同封の上、8月15日迄必着で下記まで御申し込み下さい。

〒980 仙台市荒巻字青葉東北大学工学部燃焼限界実験施設三浦隆利宛
(tel 0222-22-1800 ext 4382)

尚、セミナーセンター迄の交通は下記の通りです。

東北新幹線古川駅下車、古川駅より陸羽東線にて川渡駅下車徒歩またはタクシー(約2.9Km)

交 通

- 仙台から車で約1時間40分
- 国鉄川渡駅下車徒歩またはタクシー(約2.9Km)
- 宮城交通仙台発鳴子行急行バス川渡駅前または川渡温泉下車(約2.5Km)
- 宮城交通古川発鳴子行普通バス鍛冶屋沢停留所下車徒歩(約1.8Km)

ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS
SYMPOSIUM ON TRANSPORT PHENOMENA IN ROTATING MACHINERY

to be held in Honolulu, Hawaii

April 28-May 3, 1985

Sponsored By: Pacific Institute for Thermal Engineering
University of Hawaii

Organized By: Professor Wen-Jei Yang
Dept. of Mechanical Engineering & Applied Mechanics
2150 G. G. Brown Bldg.
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan 48109
U.S.A.
Phone: (313) 764-9910

A. General Papers

1. Flow Visualization in Rotating Machinery
2. Gas Turbines
3. Measuring Techniques
4. Rotating Tubes and Channels
5. Steam Turbines
6. Numerical and Analytical Methods
7. Rotating Heat Pipes and Thermosyphons
8. Rotating Surfaces and Enclosures
9. Turbine Blade Cooling
10. Other Pertinent Subjects

The following schedule should be followed:

Three copies of 300 word abstract due by December 1, 1984.
Notification of abstract acceptance by January 10, 1985.
Submission of full length manuscripts on author-prepared
mats due by February 28, 1985.

The abstracts and final manuscripts should be submitted to the
Symposium organizer. The papers will be published.

B. Open Forum

C. Keynote Speakers

Internationally recognized experts will be invited to address
state-of-the-art reviews of several subjects.

伝熱研究

Vol. 23 No. 90

1984年7月発行

発行所 日本伝熱研究会

〒113 東京都文京区本郷7-3-1

東京大学工学部機械工学科気付

日本伝熱研究会

電話 03(812)2111 (代) 内線6322

振替 東京 6-14749

(非売品)