

Vol. 19

No. 75

1980

October

伝 熱 研 究

News of HTSJ

第 75 号

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

日本伝熱研究会第19期(昭和55年度)役員

会 長		国井 大蔵(東大)
副 会 長	(無任所) (事務担当)	関 信弘(北大) 棚沢 一郎(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	水野 忠治(室蘭工大) 増田 英俊(東北大) 土方 邦夫(東工大) 馬淵 幾夫(岐阜大) 服部 賢(長岡科技大) 赤川 浩爾(神戸大) 鍋本 暁秀(広島大) 宮武 修(九大)
幹事(23名)	谷口 博(北大) 武山 斌郎(東北大) 斉藤 武雄(東北大) 鈴置 昭(日立) 秋山 守(東大) 児山 仁(静大) 宮下 尚(富山大) 大場 謙吉(関西大) 鈴木健二郎(京大) 浦川 和馬(徳島大) 岩淵 牧男(三菱重工) 石橋 英一(大分大)	金山 公夫(北見工大) 石垣 博(航宇研) 小口 幸成(徳工大) 森岡 幹雄(石播) 斉藤 彬夫(東工大) 新井 紀男(名大) 老固 潔一(川重) 矢田 順三(京都工繊大) 大中 逸雄(阪大) 本田 博司(岡山大) 吉田 駿(九大)
監 査	小茂鳥和生(慶応大)	福井 資夫(東芝)
第19期「伝熱研究」編集委員長		河村 祐治(広島大)
第18回伝熱シンポジウム準備委員長		武山 斌郎(東北大)
第15回伝熱セミナー準備委員長		水野 忠治(室蘭工大)

伝 熱 研 究 目 次

〈第14回伝熱セミナー特集〉

準備委員長挨拶

第14回伝熱セミナーの経過報告 浦川和馬(徳島大・工)..... 1

各セッションの紹介と感想

伝熱学における測定法 千葉徳男(広大・工)..... 5

エネルギー・システム 宝諸幸男(広大・工)..... 9

伝熱研究の展望(パネル・ディスカッション)

伝熱研究の展望(パネル・ディスカッション) ... 森康夫(東工大・工).....12

熱交換器 泉亮太郎(名大・工).....13

伝熱と限界問題 甲藤好郎(東大・工).....14

輸送現象と乱れ 佐藤俊(京大・工).....15

省エネルギーと伝熱学 西川兼康(九大・工).....16

伝熱トピックス 二神浩三(愛媛大・工).....17

自由討論会

対流 藤井哲(九大・生研).....20

二相流 中西重康(大阪大・工).....21

熱伝導 片山功蔵(東工大).....22

沸騰・凝縮 棚沢一郎(東大・生研).....24

参加所感

第14回伝熱セミナーを終えて 清田正徳(徳島大・工).....27

第14回伝熱セミナーに参加して 大岡五三実(大阪瓦斯).....29

伝熱セミナーに参加して 吉廻秀久(広大・工).....31

第14回伝熱セミナーに参加して 原利次(日立製作所).....33

<研究トピックス>

熔融塩

- 熱媒体から熔融塩増殖炉まで— …………… 荒木 信 幸(静大・工) ……36

<所 感>

17th National Heat Transfer Symposium of Japan

H・Schmuecker ……42

<お知らせ>

- (1) 日米伝熱セミナー論文集の領布について ……………43
- (2) 第14回伝熱セミナー講演要旨集領布について ……………43
- (3) 会員名簿の改訂発行について ……………43
- (4) 第18回日本伝熱シンポジウム開催予告 ……………44
- (5) 第15回夏期伝熱セミナー開催予告 ……………44
- (6) 第7回国際伝熱会議論文募集 ……………45
- (7) 第1回日本熱物性シンポジウム ……………45
- (8) 第4回人間-熱環境系シンポジウム、プログラム ……………51
- (9) 日本学会会議第12期会員候補者推薦について ……………50
- (10) 論文募集 ……………52

<編集後記>

<第14回伝熱セミナー特集>

第14回伝熱セミナーの経過報告

準備委員長 浦川 和 馬(徳島大・工)

第14回伝熱セミナーを、中国・四国グループの徳島地区で開催してはという打診があったのは昨年のはじめ頃であった。徳島地区の会員は小人数ではあるが、いずれはやらなければと考えていたので、力不足に不安を残しながらもあえて開催にふみ切った。

まず準備の第一歩として、セミナー運営の実態を体験するため、森岡・清田両君が福岡のセミナーへの参加申込みを5月末広島のスポンジウム会場で行った。

ついで、6月23日の第18期第1回幹事会において、第14回伝熱セミナーを昭和55年8月9～11日の間に定員を80名として、徳島市の郵政省簡易保険保養センターで開催することを披露した。

徳島市の中心部は吉野川の南岸と、「眉のごと雲居に見ゆる阿波の山……」と万葉集にも詠まれている眉山との間にはさまれた、巾2～3Kmの細長いデルタに発達した城下町である。保養センターはその眉山の頂上にあるが、徳島駅から徒歩10分位の山麓からロープウエーで登れるようになっており、ドライブウエーもある。80名前後の宿泊設備のある会場としてはまずここ以外にはなく、経費も比較的安いようなので一応仮契約をした。

期日を8月9～11日としたのは、12～15日の4日間くり上げられる徳島市のカーニバル・阿波おどりをセミナー終了後に見物出来るようにという計画であった。

しかしこの保養センターには、セミナー会場としては一大欠点があった。それは主会場となるべき唯一の大広間が、60畳の畳敷ということである。文字通りヒザ付き合わせてとなるわけで、悪くはないという意見もあったが、丸二日間の座りづめはやはり困るし、その他スライド・マイクの使用などにも問題があり、全体的に手狭でもあるので、再検討の必要を痛感した。

その頃、鳴門市に銀行、会社あるいは自治体などが研修会場としてよく使用する、徳島勤労総合福祉センター・鳴門ハイツという施設があることを知った。この鳴門ハイツは、保養センターに比べてセミナー会場としては格段にすぐれており、申し分ないように思われた。一方、経費が相当割高になること、徳島市からさらに30Kmもはなれており、国鉄のローカル線のそのまた支線の終端鳴門駅からでも13Kmの所にあることなど、参加者に多大の負担が加わるため容易に決断することが出来なかった。しかし、セミナーの目的が、出来るだけ快適な会場でミッチリ勉

強ずることであるとすれば、準備委員会としては参加者の負擔の軽減に可能なかぎりの手を打った上で、ある程度のご辛抱をお願いするというで、最終的に会場を鳴門ハイツに決定した。

さきに会期を8月9～11日ときめていたが、鳴門ハイツの場合にはすでに先客があつた。鳴門市の阿波おどりに数年前から恒例として出演している宝塚歌劇団の一行である。こちらとしては別に差支えはなく、あわよくば歌劇団との合同懇親会も考えたが、これは収客能力の点から同時宿泊は不可能とわかり幻に終わった。そこで会期の変更であるが、3日くり下げた12～14日の場合はお盆の最中となり、セミナーへの参加者の減少が予測された。最終的にはさらに4日後の8月16～18日を採用した。

定員はすこし強気に出て、80名を100名に増加した。参加費は出来るだけおさえることにつとめたが、会員2,1000円、学生会員1,8000円、非会員2,5000円となり、福岡の場合よりそれぞれ2,000円高くなった。

日程関係であるが、従来通り14:00より開会するとすれば、新幹線利用の場合、当日出発してその時刻に余り無理せずに会場に到着出来る範囲は、京都～広島間に限られる。したがって第1日目は懇親会からはじめる、あるいは一部の参加者によるセッションを考えるなどの案もあった。しかしこれにもいろいろ問題もあり、アンケートの回答も否定的な空気であつたので、やはり14:00より開会し第3日目の12:00まで、4つのセッションを設けることとした。

伝熱セミナーの目的をわれわれは、次のように考えた。

- (1) 各分野で活躍される伝熱学に関心のある人達が、お互いの問題点を提起し、討論しながら情報交換を行
- (2) 伝熱学の研究における長老、中堅、若手あるいは学生が起居を共にしながら、過去の経験を語り、またフレッシュな発想をうち上げるなど伝熱研究に新しい活力を与える。
- (3) 伝熱学に志ざす同学の士の親睦を深め、交流の輪を拡げて行く。

このような趣旨を実現することを念じてセッションを考えた。表1は日程表である。

セッション2および4は、企業で実際の問題に取り組んでおられる方々に講師をお願いした。セッション2はエネルギーシステムをテーマに、「製鉄所における省エネルギー技術」、「冷凍機利用システム」および「太陽熱利用冷凍機」の3題目である。セッション4は伝熱トピックスをテーマに、「触媒燃焼」、「ガスタービン翼の冷却」、「LNG 船の概要(気液自由界面の問題)」および「マグネットシステムの冷却」の4題目である。

セッション1および3は、いずれも大学関係の方々が講師および話題提供者であつた。セッション1は、伝熱学の実験的研究にとって関心の深い測定法をテーマとして、「液晶の応用」、「沸騰に関する測定」および「高温における熱定数測定法」を3人の講師にお願いした。セッション

3は、伝熱研究の展望というテーマでパネルディスカッション形式である。長老の先生方によって、「熱交換器」、「伝熱と限界問題」、「輸送現象と乱れ」および「省エネルギーと伝熱」を中心に討論をしていただくこととした。

第2日目の19:00～21:00の間に自由討論会を計画した。「熱伝導」、「対流」、「沸腾・凝縮」および「二相流」の4つの部屋を設け、それぞれ座長の先生に議論の交通整理をお願いした。

第1日目の懇親会は、スピーチは講師の方々の自己紹介にとどめ、瀬戸内海の海の幸を肴にもっぱら肩のこらない歓談に重点をおくこととした。徳島地方では、結婚式などのお祝の行事における打上げは、参列者も加わって阿波おどりを行なうのが恒例である。われわれの懇親会においても、鳴門市のうず潮連（連：男女の踊り子のほかに、三味線・鉦・太鼓・笛などはやし手を含めた十数人のチーム）に30分程度の出演を依頼して、阿波おどりで景気を付けることを考えた。

前夜祭的な行事として、8月15日午後および16日午前に親善テニスを計画した。また15日の夜は、ご希望の方々には栈敷を予約して徳島市内で本場の阿波おどりを観賞するコースを設けた。以上が第14回伝熱セミナーの準備経過の概要である。

セミナーには、非会員講師6名、会員63名、学生員28名、非会員10名および部分参加者1名の計108名が参加された。地方別にみると関東18名、東海・北陸9名、関西8名、中国・四国41名、九州16名であった。公務、病気その他の理由で申込み後欠席された方は5名であった。

終りに当りご多忙中かつ遠路にもかかわらず出席された参加者の皆様、また準備委員会からの依頼をご快諾された講師、話題提供者、座長および司会者の方々に衷心からお礼申し上げる。

さらに1年半以上にわたって、セミナーの企画および準備に協力を惜しまれなかった準備委員会の方々に感謝する。

心配した台風の来襲もなく、急患などの事故も起らず無事終了できたことは幸であった。

後始末をすべて終り、助手席にオーバーヘッドプロセクターを安全ベルトで縛りつけて会場を後にした。

セミナー運営面のいくつかの点について、「あれはこうすべきであった」といつた今更どうしょうもない後悔にさいなまれつつも、長い間の懇案が終った喜びは大きく、快い疲労を覚えつつ、東工大の片山教授が乗られた車と前後しつつ徳島市へ帰った。

第14回セミナー講演要旨集(39頁)の残部があります。ご希望の方は下記へお申込み下さ

い。

一部1,000円(送料込)

〒772 徳島市南常三島町2-1

徳島大学工学部

浦川 和馬

TEL(0886)23-2311 内(555~557)

表1. 第14回 伝熱セミナー日程表

時刻	第1日	第2日	第3日
	8月16日(土)	8月17日(日)	8月18日(月)
8:00		8:00 スカイラインドライブ	8:30
		9:00	S 4
		9:30	伝熱トピックス
10:00		S 2 エネルギーシステム A 室	A 室
12:00		12:30	挨拶 12:00 挨拶 12:10
	13:00 受付	昼 食	解 散
14:00	挨拶 14:00 挨拶 14:10	13:30 S 3 伝熱研究の展望 A 室	
16:00	S 1 伝熱学における測定法 A 室	17:00	
	17:30	休 憩 夕 食	
18:00	休 憩		
	19:00	19:00 自由討論会	
20:00	懇 親 会 A 室	対 B 室 二相流 C 室 熱伝導 D 室 沸騰凝縮 E 室	
	21:00	21:00	

伝熱学における測定法

千葉 徳 男(広 大 ・ 工)

今年の伝熱セミナーの最初のセッションは「測定法」でした。内容は次の三つです。

- 1) 液晶の応用
- 2) 沸騰に関する測定
- 3) 高温における熱定数測定法

一般的に言って、伝熱では流れの測定と温度の測定とが必要であって、いずれもそう簡単ではありません。そこで、若い人を対象にして測定のコツの話をしてもらうというのがこのセッションの目的です。

1) 液晶の応用

ここ数年来、流れの可視化が流行していてシンポジウムも毎年開かれており、ハンドブックも出版されています。また、このために流れのこまかい部分についての知見が年ごとにふえていることも皆さんご承知のとおりです。

流れの可視化とともに、温度場の可視化もわれわれの研究を進める上で有力な助けとなります。温度場の可視化法としては、古くからシュリーレン法とマッハツェンダ法が使われていますが、シュリーレンでは温度場の数量化が不可能であり、マッハツェンダでは数量化はできるが、その手続きが複雑であるという欠点に伴います。両者の欠点を克服するために、最近では液晶の利用が各所で試みられている例を耳にします。伝熱学界では、東大の平田研究室から液晶応用の研究が何回か報告されていることは皆さんご承知のとおりです。これらの経験をふまえて、今回同研究室の笠木伸英さんにお話を伺うことができたのは、大へん結構なことでした。

笠木さんの話によれば、液晶にはスメクティック、ネマティック、コレステリックの3種類があり、最後のコレステリックだけが光学活性なので、温度場の可視化に使えとのこと。コレステリック液晶は化学的に不安定なので、セラチンとアラビアゴムを主成分とするコロイド相で使われるそうです。顕微鏡写真で見ると、牛乳の脂肪球を見ているような感じがします。このコロイドの寿命は約1年だそうです。

コレステリック液晶はそれぞれの化合物が特定の温度で選択的散乱をおこすので、混合物を物体表面に塗つたとき、温度分布に応じた模様を示すので、これをカラー写真で撮影すると、温度分布のパターン認識が容易に行えるようです。また、この塗膜の時定数は0.2秒程度、精度は0.2℃程度だそうですから、あまり速くない現象なら、非定常温度分布の測定も可能なようです。な

お、一成分系を水中に懸濁させたときは、立体的な温度分布をも知るができるそうです。

地方在住者であるわれわれにとっては、実験に都合のよい物質が世のなかにあることがわかっていても、入手する経路がわからないために利用できないことが間々あります。今回は会社名を教えてくださいましたことも大へん役に立ちました。

2) 沸騰に関する測定

これは京大の岐美(みちよし)格さんの話です。岐美さんの沸騰研究歴は長く、八王子のセミナーハウスで行われた第1回のセミナーでも講師をされています。

沸騰現象の可視化も歴史が古く、日本では、当時船研におられた一色さんが、シュリーレン法による高速度写真を撮っておられたことが記憶に残っています。第1回のセミナーでは一色さんがこの話をされたように記憶しています。この研究では一色さんが離脱気泡の下に熱水の伴流があることを指摘され、これを鉄研の原さんが解析的に解かれたことを思い出します。

今回の岐美さんの話はおもに液体金属の沸騰に関するものです。われわれが通常実験している水その他の液体とちがって、液体金属では通常の光学的方法の使えないところが痛いところです。そこで岐美さんはマイクロフォンを使つて沸騰音の測定を行なうと同時に、複針型のプローブを用いて気泡径を測定しています。この実験は水銀のサブクール沸騰ですが、岐美さんのオッシログラムを見ると、低熱負荷で出ているのは気泡の圧壊音であつて、高熱負荷になると、気泡の生成音も出ているようです。なお、気泡直径は低熱負荷で2~3 mm、バーンアウト直前では10 mmにも達するそうです。

次に話されたのは京大だからできる実験で、京大原子核研究所のシンクロトロンから出るプロトンでカリウムの液体を通して気泡そのものを見ようというものです。今回は結果を見せてもらうことはできませんでしたが、近いうちに液体金属中の気泡の写真を撮ることができると思います。

最後の話はフレオンの単一気泡を作つて、孤立気泡や連立気泡を任意に作り、その干渉効果をしらべようというものです。固体面としてはフッ化バリウムの板に酸化スズを蒸着させ、これに背後から炭酸ガスレーザの赤外線を照射して、加熱面の広さを任意に変えようというものです。これも結果が待たれます。

岐美さん独特の洒落な語り口に聴衆は随分と感銘を受けたようでした。

3) 高温における熱定数測定法

このテーマは静岡大の小林さんに話してもらうことになっていましたが、小林さんが今度工学部長になり、当日どうしても出席しなければならない用事ができたということで、話は同研究室の荒木信幸さんにしてもらいました。

伝熱屋にとって、高温ガス温度と固体表面温度の測定はつねに古くて新しい問題です。高温ガス温度についていうと、国内で一番古い論文は昭和6年頃日本化学会雑誌に発表された元東工大学長の内田さんのサクシオン・パイロメータの研究です。この手の研究論文は戦後もいくつか発表されていますが、原理的にいって内田さんのものが一番いいように思われます。

温度を測定しようという場合、われわれにとってもっとも扱いやすいのは熱電対です。ところで、これで板の表面温度を測ろうとするといろいろと問題がでてきます。まず、熱電対で得られるのは2種の金属の接合面の平均温度だということです。したがって、熱電対を板に埋め込まないかぎり、板表面から外側に突き出た部分の温度を測ることになります。この熱電対を表面にほぼ直角に押しつけたとすると、素線が冷却フィンとなることを心配しなければなりません。フィン効果避けるためには、熱電対をローラで圧延して箔状にして表面に接着することが考えられます。この場合でも箔の厚みは20 μ m程度は考える必要があります。また箔にして板表面に沿わせた場合、金属板中心の一点の温度を知るためには板と熱電対との間に電気的絶縁が必要になり、板が電気的絶縁材の場合は接着剤で貼りつけることが必要になります。いずれにしてもある厚さが必要になります。このように熱電対を表面に接触させること自体が板厚の誤差となって現れます。絶縁材または接着剤が有機物質だと比較的とり扱いやすいのですが、200 $^{\circ}$ C以上の高温になると、これらは分解して役に立たなくなります。というわけで、表面温度の測定については、わたくしも随分苦労しているわけです。

熱伝導率は一種の物理定数なわけですが、これなしでは伝熱計算ができないので、古くから測定が行われています。国内では、昭和初期に抜山先生が断熱材から始って金属以外の固体・液体・気体についての測定を常温から100 $^{\circ}$ C以下の領域にわたって、定常法で測定を行っています。この測定における誤差の検討は東大の棚沢さんのお父さんの泰さんがやっています。泰さんの話では、誤差は2%だろうとのことでした。

定常法での実験ではどの程度の定常かが問題となります。抜山先生の実験では100Vのバッテリーからの電流を熱源としています。これを電源にして、熟練した人でも定常状態まで持っていくのに5~6時間はかかります。したがって、1日に1点しか実験点がとれないので、非常に大へんなわけです。

戦後、原動機の作業ガス温度がどんどん高くなり、材料の高温強度が問題になっています。特にガスタービンのガス温度は1500 $^{\circ}$ Cを目標とするようになり、この温度で十分な強度をもつ材料は考えられないので、タービンディスクとブレードの冷却技術の開発が行われています。熱応力を考えるにしろ、冷却方法を考えるにしろ、金属の高温における熱伝導率はどうしても必要な物性値ということになります。

前述したように定常法では時間がかかりすぎますので、戦後は非定常法によることが多くなりました。この場合、一般的には解析解のあることが条件になります。この場合、実験装置の境界条件と数学的境界条件とが誤差範囲内で一致していることが重要です。熱伝導率測定の場合、前述した温度測定技術に不可避免的に伴う試料板の厚さの変化という問題がありますが、そのほかに試料板の寸法の問題があります。しかし、この問題は解決済みと考えてよいでしょう。寸法の問題を除けば、境界条件としてはっきり記載されるのは、表面熱抵抗の条件です。これは対流と輻射とに分れますが、常温付近における大気圧下の空気中では、誤差要因とはほとんどなりません。もし気になる場合は、ラフな計算で十分な補正ができます。しかし高温になると、これらを無視することはできなくなります。そこで、小林研究室では、対流の影響を除くためには装置内を真空とし、輻射に対しては計算による補正を行っています。

最後に総合誤差について一言します。測定の方法論とそれに応じた測定装置がきまると、そのあとの測定はいわゆる試験業務といわれるものになります。この場合に、最大測定誤差として何パーセントを保証するかが問題です。小林さんは測定誤差を5%とっていますが、わたしが小林研究室の測定点の並び具合を見ると、5%という大きな値とはとても思えないわけです。この点については荒木さんと二度ほど話し合ったことがあります。荒木さんの話では、どんな人がやっても5%以内には収まるという意味だとのこと。皆さんご承知のように、信頼できる測定値であるためには、測定者は一定の訓練を受け、ある程度の経験を持っていることが必要なので、このような条件下で保証される最大測定誤差が何パーセントなのか、小林さんに公表してもらいたいものです。普通の工業的目的のためには、熱伝導率測定の誤差が5%で十分なわけですが、特殊な目的あるいは物理定数として見た場合、誤差1%以内というのがわれわれの目標です。他日、われわれが十分に満足するようなお話があることを期待しています。

思いついたことを勝手に書きましたが、8月のさなかに遠いところを来ていただいたお三方には聴講者の皆さんを代表し、感謝の意を付記して、この文を終わります。

エネルギー・システム

宝 諸 幸 男(広大・工)

以前から参加したいと考えていた夏期伝熱セミナーが8月16日(土)～8月18日(月)の間、風光明媚な鳴門市島田島にある鳴門ハイツにおいて開催され、地元徳島大学浦川和馬先生を準備委員長に、同大学機械工学科の諸先生によって万端の準備がなされたところに出席しました。本セミナーの実施に当って、私共中四国グループとして何かお伝えしようということで委員長浦川先生に度々広島に足を運んで頂いたが、かえつてご多忙な先生の時間を費してしまつてご迷惑だったと恐縮している次第です。ともかく浦川先生はじめ委員の諸先生の行き届いたご配慮により、講義のメニューもご馳走のメニューも極めて豊富で、出席された108名の万々が十分満足されたように見受けられました。まるまる二昼夜にわたつて缶詰めでみっちり勉強し、懇親を深めることができたと思います。特にお盆の直後を選ばれたのは、遠方からの参加者に前夜の阿波踊を楽しんで頂くという趣向でした。

初日の懇親会には地元の「連」による阿波踊を見物し、その指導によって急造の伝熱研究「連」に全員加わつておどり楽しみました。翌日は早朝スカイラインドライブをかねて、ほぼ橋脚工事が完成した本四連絡橋の大鳴門橋の工事現場を見学しました。鳴門側橋脚だけでコンクリートの使用量28万立方米という規模の大きさに驚いたものです。また、架橋工事によって鳴門の渦潮が消滅したり、変化したりしないように十分にアセスメントが行われたとのこと、従米の豊かで便利になればよいという考え方に対して、大工事と雖もできるだけ自然の景観を残そうという考え方はよいことだと思います。

このように書くとも所見物のように聞えますが、これは勉強の合間のほんの短時間のことで、初参加の私にとってここ10年間の最も充実した勉強会であったと思います。

さて、上記見学に続いて、私が司会を担当した9:30～12:30の間のセッション「エネルギー・システム」に関して簡単に紹介します。このセッションのテーマは次の3件です。

S2-1 製鉄所における省エネルギーシステム 篠原虔章氏(川崎製鉄)

川崎製鉄水島製鉄所で昭和49年以来実施された省エネルギー技術の実態の紹介で、その中の主なるものをあげると、

- (1) スラブクーリングボイラ：分塊圧延後(約1000℃)のスラブのもつ 160×10^9 Kcal/t-Slabの顕熱を蒸気として回収する。
- (2) 連続加熱炉の省エネルギー対策：冷却水損失熱の防止、低O₂燃焼、予熱空気温度の増大等

々の個々および複合効果により45%削減に成功した。

- (3) 連続加熱炉の伝熱変換装置：バーナの燃焼フレーム内の流れに沿って煉瓦を積むことにより、高温にすべき所を高温にできるので、熱量原単位の約4%の省エネルギーが達成された。
- これらの他にも種々の対策が講じられ、昭和49年度の粗鋼生産用エネルギー原単位を100%とし、第1次、第2次の省エネルギー計画完了により、昭和54年度のエネルギー削減率は約15%を達成した。これに、その内訳として昭和49年度には石炭系78.6%、石油系21.4%であったものが、昭和54年度には石炭系87.7%、石油系12.3%となった。引き続き第3次省エネルギー計画実施中で、昭和56年度には石油系エネルギーを0にし、いわゆるオイルレス製鉄所を目標にしている。

S2-2 LNGの冷熱利用発電システム 大岡五三実氏（大阪瓦斯株式会社）

現在わが国ではLNGは大部分発電と都市ガスに使用され、少量が液体酸素、液体窒素、液化炭酸ガスの製造及び超低温倉庫などに有効に利用されている。LNGの冷熱はその1Kg当たり200Kcalを有し、1990年には全体の輸入量が4,000～4,500万tonに達し、かなり大きな冷熱エネルギー量となる。この冷熱を発電に利用するシステムについて説明する。

- (1) 海水または火力発電温排水を熱源とし、LNGの低温エクセルギを利用するランキンサイクルと圧力エクセルギを利用する直接膨張方式を組み合わせ使用することにより、LNG1ton当たり約70kwh程度の電力が得られる。回収電力は少ないが、建設費が少なく、運転や保全が簡単という利点がある。
- (2) 利用できる各種発電サイクルを上げると、
- イ) 圧縮動力削減ガスタービン：窒素ガスによるクローズドガスタービンにおいて、圧縮機吸込ガスをLNGにより -130°C 程度に冷却することによって圧縮機動力を削減し、出力や効率を上げようとするもので、LNG1ton当たり100kwh程度の電力が回収される。
 - ロ) 再生式オープンガスタービンでは加熱炉が不要となり、タービン入口温度を上げて比出力を大きくすることができる。また、ハ) ガスタービン・蒸気複合サイクルの圧縮機吸込空気をLNG冷熱により冷却して効率向上が得られる。

S2-3 太陽熱利用冷凍機 藤江邦男氏（日立機械研究所）

化石エネルギーに代って太陽熱は広範囲に利用できるが、熱密度が小さく、天候に左右され、時間的に変化するという問題がある。そこで集熱器面積を大きくし、集熱・断熱に工夫を要するとともに蓄熱器が必要である。

集熱器は低、中温用（外気温度 $+20\sim 70^{\circ}\text{C}$ ）は平板でカバー透明板を低温用1枚、中

湯用 2 枚重ねて使用するものが多い。冷凍機の熱源流体は 80°C 以上の高温が要求されるので真空管形が使用され、かつ集熱効率を高めるために選択吸収膜で被覆される。いずれも熱源流体をポンプで強制循環させている。

太陽熱利用システムには給湯のみ、給湯・暖房及び給湯・暖房・冷房の場合があり、集熱器により $80^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$ に加熱された温水を蓄熱槽に蓄えておき、給湯の場合は必要に応じて取り出し、暖房の場合には熱交換器を通してファンで送風すればよい。

冷房用冷凍サイクルにはフロン R-114 等を作動流体として熱を機械的仕事に変換する方式すなわちランキン機関によって駆動される冷凍機サイクルと熱をそのまま利用する吸収式冷凍サイクルとがある。集熱量の不足分を補助ボイラで補足することにより冷房システムの成績係数を向上することができる。

これらのことから構成機器の性能と信頼性の向上に不断の努力が払われる必要があるが、システムのコスト低減が最大の問題であり、年々に改善されるものと期待できる。

以上の経過から、個人住宅でも、給湯のみの場合には 1985 年までに、給湯と暖房の場合には 1990 年までに採算が成り立つようになるであろうが、冷房システムが経済ベースで実用されるにはさらに 10～15 年を要すると考えられる。

以上の内容について 3 人の講師の熱心な説明があり、また参加者の質疑討論も盛んで、時間が若干不足気味で終了しました。

以上、甚だ拙文でとりとめもない記事になってしまいましたが、セミナー参加に当って伝熱研究編集委員長の河村祐治先生からの宿題を果たしたことにさせていただきます。

伝熱研究の展望 (パネルディスカッション)

森 康 夫(東工大・工)

パネルディスカッションは先ずパネリスト一人一人による意見・見解の発表があり、その後パネリスト相互あるいは出席者との討論が行なわれる。成果のあるパネルディスカッションにするためには、予めパネリストの発表内容について打合せすることも考えるが今回のパネリストの方々が、わが国伝熱界の権威ある大先生方ばかりであるので、むしろ先生方にすべて一任した方が、特徴がありかつ有益な意見をおうかがいできると思ひ、この旨予め先生方にお話ししてパネルディスカッションにのぞんだ。

以下に述べられている発表の内容もそれぞれ先生方におまとめいただいたものである。ご意見を述べられた後の討論も活発であり、有益なパネルディスカッションであったと思う。

熱 交 換 器

泉 亮太郎(名大・工)

各種熱交換器とその応用例についての印刷物2部を配布し、説明にはスライドを用いた。

まず、熱交換器の発展とくに自動車用ラジエータの例について述べ、放熱性能を同一とした場合の重量およびコア容積は15年間に約 $\frac{1}{2}$ に減少できたが、これはフィンのコルゲイト化およびフィン厚さが0.1 mmから0.05 mmとなったことによるものである。ついで、2重管形熱交換器、管胴形、プレート形およびコンパクト形熱交換器について図を示して説明し、特長および問題点について述べ、とくにコルゲイトフィンの性能を示した。

蓄熱形熱交換器については、直交流形および回転マトリックス形について説明し、とくに回転形については筆者の実験結果を引用し、この種の熱交換器は全熱交換器として排熱回収に用いられていることを述べた。伝熱管や蓄熱材料については概要のみを述べ、詳細は印刷物およびこれに挙げてある文献を調べることをすすめた。

熱交換器の進歩は伝熱工学の進歩によることを強調し、各種フィンおよび乱流促進を目標としたインナーフィンについて述べ、また最近開発されたサーモエクセル、スパインフィンおよび削り出しバインフィンなどのスライドを示した。

現実に広く用いられている熱交換器は、気-液あるいは液-液の場合に高性能を発揮しており、各社の研究もその方面に集中しているが、排ガスを対象とする気-気の熱交換器は例が少く、また研究も少ない。筆者らが取上げている波形板熱交換器はこれを補う目的で研究中のものであり、その一端を紹介した。高温ガス炉の熱交換器の例を印刷物に示したが、これは司会の森教授が担当されたものなので直接解説して載くこととし、進行中に司会者より詳細の説明が行われた。

伝熱と限界問題

甲 藤 好 郎(東大・工)

司会の森康夫先生は最近、今後の熱エネルギー利用の研究には単に高性能というようなことではなく、最高性能の特性とか限界特性の追求をおこなうことが特に重要であろうと言っておられる。これに対し私の方は、そういう高邁な思想からではなく自分の好みからか、なんとなくガス軸受、サージング、熱振動、対流、臨界流、沸騰などの研究を通して限界的な現象を多く扱って来た思いがする。ともあれ、そのような気持から、将来の研究分野の問題に関連し、伝熱に含まれる各種の限界現象を広く取りあげて話をするのも意味があるろうかと思いつつ・上記のような表題を浦川先生に申しあげておいた。ところがセミナーの少し前に思いがけず手術のため少し長く入院するようなハメに陥り、上記の話の準備をする時間的余裕がとれなくなってしまった。そこで本日は、中訳ないが、最近手がけている流路内強制流動沸騰の限界熱流束(CHF)の話だけで許して頂こうと思う。

さてこの形のCHFについて最近、環状流状況下のCHFに対しては優れた理論解析がいろいろ見られるようになった。ただこれらでは、二相流動状況およびCHF発生条件等に仮定(実験結果に合うよう数値を定めることも含む)を置かざるを得ないので、現状ではまだその適用範囲が必ずしも確定できぬ問題がある。また一方、流路内強制流動沸騰CHFは複雑な様相を呈し、多くの人々の実験的研究も相互の間ではさながら群盲象をなめるような状況におかれ勝ちになり易い。こうした状況下には、まず経験的にCHFの特性を統一的に把握する方法を見出すことであり、もしそれが可能なら大きな価値があるわけである。

ところで最近の研究(その詳細の説明はここでは省略)をみると、強制流動沸騰CHFはかなり規則的な性格を持ち、広い条件範囲にわたってかなり統一的な見通しが得られるものようである。従って今後、いかなる形であるにもせよ、多くの人々が限界熱流束の方面の研究に手をのびされることをおすすめた。それは必ずなんらかの成果が得られるような興味ある分野の一つになると思う。なお自然流動沸騰のCHFの方が簡単のように思われ勝ちだが、強制流動沸騰CHFよりかなり難かしい性格にあるようである。

輸送現象と乱れ

佐藤 俊(京大・工)

乱流場の輸送現象は実際装置において重要であることは言うまでもないが、乱れた流れ場は現象の複雑さに加え、流れ場を厳密に解く手法が得られないため、Boussinesq が渦粘性係数の概念を導入して以来既に100年余になるにも拘らず、なお実用面と学術面の両面から解明が続けられている問題である。この間、蓄積されて来た多くの知見や研究はあえて大別すれば3つに分けられる。

- (i) 層流の不安定化および乱流への遷移の研究。微小攪乱の増大、線形、非線形成長など乱流遷移の本質の論議であるが、より遷移に強く影響する因子の多く存在する工業的な場では、これら乱流遷移の本質は必ずしも興味を中心にはなっていない。ただ乱流から層流への逆遷移はなお注目を要するであろう。
- (ii) 発達した乱流での統計量を扱う研究。複雑かつ不規則な乱流現象を何の制約もなしに基礎方程式群を解くことは今なお不可能と言え、不規則運動の特徴に注目し経験的に各種の統計的平均量を用いて乱れ構造を解明し、また解析を行う試みが特に1960年代後半より進展し、多くの乱流モデルの提示やそのより一般的適用性、種々の実際場への応用や複雑な場での乱れ構造の解明などが続けられている。高次モデル程より実用上の適用性がよいとも言えず、目的に応じた適当なモデルの選択やその応用範囲の拡大など問題は多い。
- (iii) 組織構造に着目した研究。バースト現象や間欠性などコヒーレントな挙動もその現象のより詳細な解明と共にこれらの現象に着目した解析手法も多くの改良がなされつつあり、特に壁面近傍や流れの界面でより重要な輸送現象に着目する時、注目すべき方向であることは言うをまたない。

残念ながら、これら3つの研究は未だ充分統合されつつあるとは言えないが、当然相互の結合に意が払われるべきで、その意味で大渦シミュレーション法などは注目してよい方向であると共に、特に(iii)の現象的扱いと沸騰現象との相似性を見ても、乱流輸送の知識が二相流などより広い分野へ適用されることを期待したい。

省エネルギーと伝熱学

西川 兼 康(九大・工)

これまで熱管理対策として現場の問題をいくつか取扱ったものの中から、多少とも参考になるであろうと思われる次に列記するものを取り出し、「省エネルギーの今昔」あるいは「省エネルギー物語」というような気楽な気持ちで述べる。

- (1) 屋外蒸気管の保温効果
- (2) 上椎葉ダムに使用したコンクリートの温度伝導率の測定⁽¹⁾
- (3) 事故の発生した水冷炉壁における水循環の検討⁽²⁾
- (4) 沸騰水の伝熱特性二三⁽³⁾
- (5) みぞ付蒸気管におけるバーンアウトに関する研究⁽⁴⁾
- (6) 焼結金属層による核沸騰の伝熱促進⁽⁵⁾
- (7) 地熱発電所のエネルギー変換過程に対する熱力学的考察⁽⁶⁾

(1)は蒸気管継目の裸フランジによる放熱効果の推定よりフランジ部の保温の重要性を論じたものであり、(2)はコンクリートのヒビワレ防止および収縮継目グラウト時期決定の資料として骨材とモルタルという異種固体混合体の温度伝導率と周期的熱流による方法で求めたものである。(3)はボイラ水冷炉壁の冷却管破損事故解決のため、水循環の実測と測定よりボイラ改造指針を決定したものである。(4)は加圧型原子炉の蒸気発生装置の熱設計として公表された論文の誤を指摘したものであり、(5)は高熱負荷域におけるボイラ蒸気管の限界熱流速の向上対策について述べたものである。(6)は熱エネルギーの有効利用に関連して核沸騰熱伝達係数を一桁上昇させる方法を提案したものであり、(7)は地熱エネルギーの利用効率として有効エネルギー概念に基づく有効率が適切であることを実例について立証したものである。

〔文 献〕

- (1) 山県、西川、青木、藤井；九大工学集報、28巻3号(昭30,12)
- (2) 山県、西川、機械の研究；8巻8号(昭31,8)
- (3) 西川；機械の研究、13巻5号(昭36,5)
- (4) 西川、藤井、吉田；機械学会誌、75巻640号(昭47,5)
- (5) 西川、伊藤、田中；冷凍、53巻612号(昭53,10)
- (6) 西川、吉田、森、吉田、三嶋；地熱、15巻3号(昭53,9)

伝熱トピックス

二 神 浩 三(愛媛大・工)

東京での幹事会后、第14回伝熱セミナーを是非徳島でと言う声を耳にしたのは随分以前のことでしたが、阿波おどりシーズン中の徳島での交通、宿舎問題等を克服され、風光明媚な鳴門ハイツで、内容のあるセミナーを開催された徳島大学の浦川先生を始めとする諸先生方に厚く感謝申し上げる次第です。

懇親会での阿波おどりのリズムの余韻を残しながらも最終日を迎え、最後のセッションである伝熱トピックスの司会を仰せつかった。8時30分から12時までの間に4テーマがあり、しかも、解散後のバス出発の時刻が決まっているため、時間延長の許されない状態の中で、かなり時間が気になった。講師の方々には平均的な時間配分をお知らせし、適当に質問時間を残して頂くようお願いした。

以下、伝熱トピックスとしてお話し頂いた内容を簡単にご紹介させていただきます。

第一番目は、大阪ガス総合研究所で触媒の研究を続けてこられた貞森博己氏より、触媒燃焼バーナを中心とした「触媒燃焼技術の現状」と題して、触媒燃焼のあらましと長年の研究成果として開発された都市ガス用の低温触媒燃焼バーナについての諸特性が披露された。まず、種々の可燃ガスに対して燃焼開始温度の低い触媒の探索があり、メタンに対しては白金属触媒を用いることにより、200℃～300℃の燃焼開始温度の得られることが示され、その支持体に対して要求される性状を満たすものとして多孔性アルミナファイバー低密度マットが好適であり、白金属触媒粒子をマット内に分散させたものを開発し、マット層内で拡散燃焼させる方式がとられた。メタン燃料の場合、マットの表面温度は300～450℃、放射波長3～15 μm 、放射効率50%、サーマルNOも抑制され、またCO/CO₂は0.001以下とクリーン燃焼が確保され、バーナとしての安全性も確認できる等詳細な試験結果が示された。

最適の触媒探索とその支持体構造等、開発に当ってのご苦労が忍ばれるが、バーナの点火、消火方法、触媒粒子の分散技術等についての質問が出ていた。

第二番目として、石川島播磨重工技術研究所ターボ機械性能部の小幡正一氏より「ガスタービン翼の冷却」について、現状と展望が述べられた。

ガスタービン入口ガス温度の推移から、冷却翼時代には約22℃/年の割合で高くなる傾向にあり、やがて1400℃～1500℃になろうとしていること、それに伴うタービン翼の各種冷却方法の分類が述べられ、最近の冷却翼の特徴として、静翼においては、前縁部は膜冷却、中

間部はインピンジメント冷却と膜冷却、後縁部は膜冷却と翼内部のピンフィンによる対流冷却等が用いられ、動翼においては対流冷却が主となるが、ガス側熱伝達率の高い部分には膜冷却を取り入れる等の実例が示され、実用段階での冷却翼に課される条件の厳しさを痛感させられた。

また、翼冷却に関する今後の伝熱研究課題として、(1)翼表面ガス側の局所熱伝達率の予測手段の改良、(2)全面膜冷却および滲出冷却の熱遮断と圧力損失特性、(3)翼シュラウド部の熱伝達率と膜冷却特性、(4)インピンジメント冷却や乱流プロモータ、ピンフィンといった内部対流冷却強化構造に対する熱伝達率と圧力損失特性、(5)水、蒸気冷却の熱伝達率と圧力損失特性、(6)1300℃以上の高度で高圧下の燃焼ガスの物性等が挙げられた。

入口温度を高め高効率ガスタービンの開発を進めることはムーンライト計画にもあり、重要課題であるが、それに伴う具体的な伝熱研究課題を提供頂いたことに感謝する次第です。

第三番目のトピックスとして、日立造船、造船基本設計部の桂豊氏より「LNG船における気液自由界面の問題」についてご講演頂いた。

低温液化ガス船の計画に当って、タンク周辺からの浸入熱の防止と蒸発ガスの処理が重要となる。蒸発ガスの処理方法として、(1)船上に冷却装置を設け、蒸発ガスの冷却再液化、(2)蒸発ガスを重油と混焼し船の推進エネルギーとして利用する方法、(3)タンクを密閉し蒸発ガスを封じ込める方法、等が考えられている。

特に内港船にとつて、(3)の方法はコストの面でメリットが大きい。そこで、密閉した低温液化ガスタンク内で浸入熱のある場合の圧力上昇問題を取り上げ、簡単な解析モデルを用い、沸点の異なる二成分混合物について熱平衡関係式を、界面で凝縮が起る場合と界面で液の自己蒸発が起る場合に対して試算し、液相部が気相部に比し大きいときと小さいときの時間-圧力曲線が示され、液相部が小さいときの圧力上昇が大きくなることが例示された。

しかし、実際現象としては、波による船体動揺の影響が無視できない場合もある等多くの検討課題を残している。

密閉容器内で相変化を伴う熱移動問題とそれに基づく容器内圧力上昇の問題は各種タンクの防災上の面からも興味ある問題と考えられる。

第四番目としては、鉄道技術研究所動力研究室の中島洋氏より「浮上式鉄道用超電導磁石の冷却」と題して液体ヘリウムによる極低温下の冷却システムに伴う問題が述べられた。

磁気浮上式鉄道の開発も、昨年12月に宮崎実験線で最高速度517km/hを記録したが、その開発の重要課題として、超電導磁石を冷却するための極低温冷却システム問題があり、この問題を中心として、宮崎実験線の概要、車載用冷凍機の現状、冷凍機による極低温容器(クライオスタット)の冷却特性等が紹介された。

超電導磁石を冷却するため、コイルを収納するクライオスタットとそれに液体ヘリウムを移送する液体ヘリウム溜らになっており、蒸発したガスは液体ヘリウム溜に気相部を形成する。この気相部（ヘリウムガス）を冷凍機において直接冷却再液化させる方法と、気相部に配置された熱交換器を介して間接的に冷却凝縮させる方法とに分れるが、間接冷却の方が安定した冷却を可能とする。この冷却のため小型冷凍機を必要とし、その軽量小型化が進められている。

間接冷却方式でのクライオスタットの冷却試験を行ない、内槽圧力、温度の応答特性から、通常の負荷に対して内槽と冷凍機との温度差を0.05 K以下にできることが述べられた。また、クライオスタット毎に小型冷凍機を設け車上に低温配管を必要としないシステム等が考えられている。

最後の二つの講演では、温度域の差はあるが、ともに一つのタンク内に液相と気相とが自由界面で接するときの気相処理に伴う冷却問題として本質的には同一現象と考えられるが、スペースや重量に対する制約は全く異なり、実際には全く違った処理技術となるであろう。

各講師の方からは実際上の諸問題に関連したトピックスを提供頂き、種々の伝熱課題の実例を示されたことに感謝いたしますとともに、時間的制約から講演時間の短縮をお願いせねばならなかったことを申し訳なく存じます。また最後まで熱心に聴講頂いた皆様にも十分な質疑応答の時間を生み得なかったことを深くお詫び申し上げる次第です。

本州・四国架橋の槌音高い鳴門に多数の参会者を得た今回のセミナーが、いろんな意味での本州・四国のかけ橋となることを願って止みません。

自由討論会・対流

藤井 哲(九大・生研)

報告を書く役目も司会者にあることを、この原稿依頼によって知らされ、大変困惑した。記憶をたどると、約20名が大きなテーブルの周囲に腰かけて、終始なごやかに歓談したように思う。また顔触れも初めてお目にかゝつた方が多かつたようだ。

始めに愛媛大学の二神先生が二重管形熱交換器における強制対流と自由対流の共存熱伝達についての数値計算上の困難さについて、経験をくわしくのべられ、しばらく対流伝熱の数値解析をめぐる話題が続いた。次に広島大学の吉廻さんが、乱流変動成分の測定結果の解釈について経験を話され、その当否をめぐる議論が続いた。司会者の理解も少々あいまいであったので、適当に打ち切り、その後順番に参加者の仕事の紹介があり、質疑応答が終った時、時間切れになってしまった。

以上のように、何となく時間がたって、まとめがあいまいな「放談」会になってしまったが、これも司会者の準備不足のせいによるところ大であって、改めておわびしたい。つぐないに、この会の討論を通じての感想を若干のべさせていただく。

多数の人々がスライドや掛図や黒板などを使わずに議論することは大変むづかしいということも改めて知らされた。理論的话题では、異った方程式系が先入観として各自の頭にはいつている場合が往々にしてある。例えば、非常に遅い流れを取扱っている人は粘性と浮力だけの式、流体機械を取扱っている人は慣性項と圧縮性だけの式。ある人は境界層方程式、ある人は省略なしのナビエストックスの式等々。実験的研究を議論するときには、対称物の大きさの感覚、目的に応じて要求される実験精度の感覚がそれぞれ異なるので、装置を前にしてでなければ、ほんとうにかみ合った議論は不可能ではなからうか？ そう考えると、放談会では、研究のどういう段階のことを話題にするのが適当であらうか？ あらかじめ主要テーマを知らせておくべきであらうか？ レベルをそろえるためには、「対流熱伝達」では範囲が広すぎるのではなからうか？

個人について考えると、研究がますます細分化されて、伝熱学全体あるいは関連技術全体に対する自分の仕事及びその問題点の位置づけを簡単明瞭に説明することが難しくなったのではなからうか？ 個々のテーマに没入しなければ研究成果が上らぬことも事実であるが、その全体に対する位置づけにもう少し気をつける必要があらう。今後の伝熱研究の進展のために、このような会での討論を意義あらしめるためには、若い人達自身においても、研究指導の面でも反省したい。

自由討論会・二相流

中西重康(大阪大・工)

14名の予定のところ1名欠席で結局13名という割合い小人数の集りになった。今回はいわゆる二相流本流の方の参加がなく、そのお陰で私に司会のお鉢が廻って来た次第。まず、中西が日米二相流ダイナミックス・セミナーの経験などから見た日本の研究の水準のレベルについて考えを述べたのち、参加者の自己紹介をかねて各人の現在の仕事、興味の対象をしゃべっていただき(この順序は逆かも知れません)、ついで自由討論に入った。前半は広大の宝諸先生たちの行われている内燃機関内の二相流の話が中心となり、気化器での噴霧流の問題、ディーゼル機関内の噴霧の挙動など興味深い(少くとも私にとっては)トピックについて質問や意見がかわされたが、後半は話題が測定法の問題に移り、参加者一同がピッタリと来る測定法のないなやみをこもこも述べあう次第となった。最後には液膜のコンダクタンス法による測定 of 具体的な議論になって、測定上の微妙なコツの伝授に進展し、実際に液膜の測定で苦労をされている方には有益な情報が得られたのではないかと思われる。会もそろそろ終りの頃に一足先に沸騰のセッションを終えられた九大の西川先生が顔を出されて「二相流の研究は進歩が遅いのではないか」と一発ハッパをかまされたが、その時に先生が戦争末期に大学を卒業されてすぐ大きな技術開発に取組まれたときの貴重な体験談や、九大で初期に取組まれた省エネルギーとかボイラーの水循環とかの現場と深いつながりを持った研究の経験をお話いただき、この会としては実にうまく締めくくりをつけることができた。

司会者として反省してみると少し盛り上りに欠けていたことはいなめず、刀量不足を痛感させられたが、一つの大きな問題点は出席者の数が二相流研究者の層の厚さと比例していなかったことにあるのではなからうか。中心的な方々のセミナー欠席も一因だが、大きな原因は管内沸騰関係の研究者が「沸騰」の自由討論へ行かれてしまったことであろう。これは恐らく二相流を狭くとられて断熱二相流と解釈されたからだと思いか、Boiling Two-Phase Flow と言ひ術語もあるくらいであり、気液二相流の本流はあえて言わせていただければ熱、物質移動のある場合の研究にあり、したがって断熱と限定されてしまうと二相流の研究分野はごく狭い範囲に限られてくる。自由討論をもっと実りのあるものにするには、すべてのと言ひわけではないけれども管内沸騰に関心を持たれる多くの方々に二相流のセッションの方へ出席していただく必要がある。次回も放談会、自由討論などの集りを持たれるのでしたら、ぜひ「二相流(管内沸騰、管内凝縮等非断熱流を含む)」として参加者を募集されることを切に希望する次第です。活発な自由討論が期待でき、意見交換、情報交換の輪も広まるでしょうから。

自由討論会・熱伝導

片山 功 蔵(東工大)

午後のセミナーを終えて素晴らしい夕食をとったのが7時頃、鳴門の渦が寝静まるのとは反対に2階の某室で「伝導」関係の方々が集まった。他のテーマと比較して古典的、陳腐的と思いがちであるが、既にその頂に達したとも言えず又溪谷の恐しい流れを知り尽くしたわけでもあるまい。

熱伝導率等の物性値測定に明るい静岡大荒木先生を始め、煉瓦を積む、積まないのちよつとした工夫で百万円単位の省エネにつながるという会社の方々、それに応援団として9時過ぎに他の室から駆けつけた広島大の千葉先生共々にぎやかなミーティングとなった。

まず私から熱伝導論として熱工学全般の基礎となっているフーリエの業績について、当時のナポレオン治世及び科学全般の指導理念となっていたニュートンの運動の法則との兼合いで述べてみた。名著として名高いCarslaw & Jaegerの「CONDUCTION OF HEAT IN SOLIDS」で使われる温度変数 v は、ニュートンの運動の法則での速度 v に対応してフーリエが使用したのを踏襲したのではないか。

ここでビール他のさし入れがあり、これと共に参加者の口も緩み、和やかな雰囲気となってきた。ここで改めて浦川先生始め幹事の方々に感謝しつつ、全員の自己紹介をしていただいた。

トップバッターとして、静岡大荒木先生が話された。荒木先生は、前日に熱定数測定に関する話題提供をされたばかりであり、このことに関して、自己紹介後、質疑、応答が続いた。

山形大の横山氏からは帯水層を用いた年周期の蓄熱が紹介され、エネルギー或いはエクセルギー密度としては低いが、山形のように夏は猛暑、冬は豪雪というように寒暖の差の激しい地域では期待が持てるという話になった。

又高知県紙業試験場から参加された宮地さんからは、伝熱に関する事もさる事ながら、特産の和紙保存についての話があり、失いたくない先人技術と現在のマスプロ技術との葛藤が浮き彫りにされた。

川崎製鉄の篠原さんからは、入社以来関係してこられた排熱利用部門の歴史的な変遷についての経験談を伺うことができた。このような技術への投資は時期が大切であり、早すぎても、遅すぎてもよくないとのことであった(会社の経営に関する問題としてである)。

前にも述べたように、他所の放談会の終了後、広島大の千葉、佐古両先生が来室され、時間超過にもかかわらず一段と活発に討論が行われ、両先生より、物性値測定における誤差の評価、測定における問題点などについて荒木先生方の御意見を求められていた。

この他、ここでは割愛させていただくが、予定時間を1時間半ほどオーバーしてしまったところで終了とした。

なお、この後も、会社こそ異なるが同職種である、川鉄、新日鉄（それぞれ篠原さんと吉水さん）の約一世代異なる先輩と新人との間で和やかな意見交換がしばらく続いていた。

自由討論会・沸騰・凝縮

棚 沢 一 郎 (東大・生研)

スタート

自由討論会「沸騰・凝縮」部門の座長は、はじめ東北大の武山先生の予定であったが、都合で武山先生は鳴門にはおいでになられず、武山先生が代わりにと依頼された広大の千葉先生は、『オレは「沸騰・凝縮」には出たくない』といつて断われたため、小生がにわか座長をやる羽目になつてしまった。指名代打の代打であり荷が重い感じがした。

武山先生から千葉先生宛のお手紙の中には、沸騰・凝縮現象の分類や、種々の条件下での沸騰・凝縮曲線の形などを図表化したスライドが3枚程同封されており、武山先生はこれらを元にしてどのように討論を進めて行かれる心積りでおられたのか、皆目見当がつかないながらも、兎も角このスライドを写すことからスタートした。

自己紹介

出席者全員の自己紹介を兼ねて、各自が興味を抱いているテーマについて喋っていただいた。その結果、開会後ほぼ30分経過した時点での参加者数は33名、このうち主として凝縮に興味を持っておられる方は僅かに5名に過ぎないことがわかった。どちらかというとな凝縮への興味の方が強い小生としては、これであとは沸騰愛好グループの面々の白熱の議論を拝聴してさえいればよいという気軽な立場に身を置くことになった。

沸騰音

議論の皮切りは、九大の伊藤先生による『水銀が沸騰すると一体どのような音がするのか?』という京大グループへの質問から始まった。これは、セミナー初日に京大の岐美先生が話された「沸騰に関する測定」という講演の中で、液体金属の沸騰音のことが、強さとか周波数分布などの測定結果としては何度も出てきたが、それが我々の耳にどのように聞えるのかさっぱりわからない、誰かその音を物真似で再現してみてくださいませんか、というものであった。意表外の質問に、京大原子炉工学グループの若手諸賢も一寸吃驚されたようで「キンキン」「カンカン」「ポコポコ」などの音色がひとしきり披露されたが、この最後の音については、会場最俊力におられた九大の西川先生より『「ポコポコ」というのは気泡が液面に出てくる動きの形容であって音ではない』という異議が唱えられた。さらに議論百出と思われた折、東大の秋山先生より『沸騰音というが、それは気泡自体の音というよりむしろ容器とか配管の音響インピーダンスによって決まる振動が耳に達するもので、がっちりした容器とへこへこのブリキ細工で作った容器とでは、元が

同じ沸騰現象であっても違って聞えるはずだ。』との指摘があつて一応のケリとなる。なるほど音とは物体の振動が空気を媒体として伝播し、最後に耳という感覚器官が刺激されて発生する極めて主観的知覚現象である。計器が感じとる音と、耳が聞く音とは全く別物かも知れない。

[寸感] ガマの油売りいわく。『鐘が鳴るやら撞木がなるやら、とんと物の道理がわからぬ。』

沸騰開始点

細線に電流を通すという伝統的なやり方で沸騰曲線を測るとき、自然対流から核沸騰へ移行する点、すなわち沸騰開始点が一体どのような条件で決まるのか、というのが次の議論のテーマであった。最初の発言者は広大の佐古先生。仄聞するところでは、この議論は金沢の伝熱シンポジウムのポスターセッションでも活発に行われていた由。

固体面上での核生成は均質核生成とは異なり、理論・実験両面からの扱いが難しいこと、また空洞理論では説明できない不規則事象的性格をもつこと、などが佐古先生の発言の骨子であったと思う。これに対し、沸騰開始点での核発生過程も、ある程度空洞理論で説明がつかはずだ、という東大の甲藤先生その他の方からの反論があり、議論はすれ違い気味であった。この間、液化窒素格納容器内でのひっくり返り現象でも核生成は重要だという注釈的意見も出された。小生も20年近く昔にいささか沸騰現象を眺めていたことがあるが、多くの研究者の努力と、かなり歳月を経て、今なおごく基本的課題に未解決の部分が残っていることを知り、感銘をもって議論を拝聴した。

鋼板の冷却

この日の討論会の特徴の一つは、企業の方の発言が大変活発だつたことである。例えば川鉄の白石氏と新日鉄の古山氏からは、それぞれ別個に鋼板の冷却に関連した現場での問題が披露された。すなわち、高温の鋼板を冷却するために、水溜りをくぐらせたり水の噴流を当てたりする際、どうも除熱が様にいかず、最悪の場合板が凸凹になってしまう、これにはどんな対策が有効かという質問であった。液体の種類を変えればとか、系の圧力を上げてはどうかなどいくつかの意見が出されたが、果して解決策となっていたであろうか。もっとも現場の問題は実際に現場を見てからでないと答が出せないことが多いが――。今後このような実際問題についての産学合同意見交換会のようなものが頻繁に開かれるべきではないかと感じた。

直接接触沸騰

東大の秋山先生は、この7月下旬米国各地を廻ってこられたが、御自身が現在手掛けておられる固体不純物を含む液-液直接接触伝熱の研究に関連のあるユタ州立大学での研究状況について紹介された。それによると、直接接触方式は、温度や流れの条件の影響が小さいことと、小形軽量化がはかれるという点で極めて有望であり、とくに地熱利用の場合のようにひどく汚れた熱水

の利用が避けられない場合には、他をもつては代えがたい決定的方式と見なされているとのことであった。

相変化を伴う直接接触伝熱では、二液界面で最初の相変化が起る確率が高いことから、ここで再び先程の沸騰開始点の話が出るのではないかと思っていたところ、案の定日立の原氏から次のような挑戦的問題が提起された。

現在、家庭用冷蔵庫は冷凍室（約 -20°C ）と冷蔵室（約 $+3^{\circ}\text{C}$ ）とが上下に分かれた形式が多い、そこで下の冷蔵室の温度を無動力で制御する方法として、上の冷凍室との間を、不凝縮気体封入の熱サイホンで連結して、もし冷蔵室の温度が 3°C を越して上昇しはじめたら、サイホン下部に溜っている液が沸騰蒸発して上の低温室との間での熱交換が生じるようにしてはどうかと考え、試してみたところサイホン下部の温度が 3°C を越えても仲々沸騰が始まらなかった。できるだけ小さい過熱度で確実に沸騰を開始させるにはどうしたらよいか。

もしこの問題について良い解答が得られればそれだけでこのセミナーに出席した価値があったと思う、という原氏の言葉につられて、出席者からの名案妙案が続出した。その詳細は略すが、次に発売される新型日立冷蔵庫には、これらの中の一つ以上が生かされていることであろう。

伝熱研究が実際に役立つのは、国家的大事業よりは、このような家庭用品などの分野ではないかという小生の日頃の考えが立証された思いであった。

多成分系凝縮

前述のように、この「沸騰・凝縮」討論会への出席者は、沸騰愛好派が圧倒的多数を占めたため、凝縮についての議論に入る余裕は殆どなかった。僅かに三菱重工の橋本氏から多成分系の凝縮についてもっと研究をしてほしいという要望が出され、これに対し岡山大の本田先生、東大の甲藤先生などが寸言されたにとどまった。それを聞きながら、二年前のトロントの国際伝熱会議での基調講演で、オクラホマ州立大のベル教授が予稿とは無関係に多成分蒸気の凝縮計算法についてきわめて実際的な話をし、後刻別室で行われた討論会でもベル教授（HTRIの顧問でもある）とその顧客達との間のQ & Aの会のようであったことを思い出し、日米の大学における研究者の仕事の違いを感じた。

まとめ

初めに抱いていた危惧も、論客揃いの「沸騰・凝縮」討論会とあってスタート直後に解消。二時間の予定時間は一人当り一缶強の麦酒とともにあっという間に消費されてしまった。楽しい二時間であったが、欲を言えばもう少し問題ごとに掘り下げた議論がほしかった。しかしこれは座長の責任でもあるだろう。

最後に、会場でお世話下さった徳島大の森下・清田両先生をはじめとする皆様方に感謝の意を表して筆をおくことにしたい。

[発言者名・内容等についての記憶違い・記憶もれについては乞御寛恕。]

(1 9 8 0 . 9 . 2 7)

第14回伝熱セミナーを終えて

清田 正徳(徳島大・工)

以前から一度参加してみたいという希望はありながら、なかなか参加すらできなかつたセミナーを徳島で開催しようという話もち上がったのが昨年の初め頃だったと思う。最初、伝熱関係者の数が少ないこと、適当な会場がないというようなことから開催に否定的なムードが大であったが、2,3会場の候補地を検討するうち鳴門ハイツがよさそうということで、一気に開催が本決まりになった。会場は国立公園内にある大変景色のよい所ではあるが、ただ交通の便があまり良くないことを考え一人でも多くの方に参加してもらえる様徳島名物の阿波踊り期間をひっかけることで開催時期も決まった。これだけ決まればあとは本番を待つばかりのはずが、5月末日の参加申し込み切日の時点では定員にはるかに不足、金沢でのシンポジウム会場での受付もわずか3名しかなく、非常に心配させられた。しかしながら7月上旬頃まで参加申し込みが続き、最終的には100名を越す参加者数となったのである。これは準備する側にとってうれしい反面、責任を感じさせられることでもある。ところで過去のセミナーにおいても今回同様、参加申し込みの出足が遅かったそうだが、これはPR不足というよりも1人で参加するのが億劫でというような方が案外多いためではなかるうか。もう少し気軽に(費用の面においても)参加できれば、もっと出足も早まるのではと思う。

さてセミナー前日の15日は年一度の阿波踊り期間中であるため、帰省客のみならず県外客などで普段の倍以上の人達でごった返している。阿波踊りの見物を希望しておられる方々を案内するため宿所で待ち合わせていると、西川先生、片山先生、甲藤先生、森先生、講師の石播の小幡さん等々の方々が三々五々到着されるのを見ると、一大伝熱シンクタンクができた感があった。車でこられた方もあった様だが、盆の混雑にもかかわらず無事到着されよかつたと思う。この日の午後から翌日の午前にかけて、徳大教育学部テニスコートでは親善テニス大会が開かれた。常連の棚沢先生、伊藤先生はじめ20名前後の方々が参加され腕を競われた。不順な天候が連続していたにもかかわらず、セミナー期間中割合良い天気にも恵まれたので十分プレーを楽しんでいたことと思う。なお、徳島大より森本先生(内燃機関工学)、中瀬先生、福富先生(流体工学)が参加され、大会の御世話を担当して下さつた。三人とも腕にはかなりの自信を持っておられたのであるが、今回の他流試合で自信をさらに深められたかどうか?この日の夜の阿波踊りに関しては、多分の外交辞令が含まれているとは思いますが、「女性のゆかた姿がこんなにきれいなものとは思わなかつた。」というような感想を耳にした。踊り自体は単調であるが、踊り子の素朴な美

しさとか踊り子の数の多さが初めて見る方にとっても好評を得る原因とは思いますが、確かに毎年見ても飽きがこない。踊り子連は数えきれない程あり、各大学の県出身学生が中心となって作った大学連もほとんど全ての大学から出ている。御自分の大学の連を見かけた方もおられたことであろう。見られていることを知らず踊る学生と、それを見ている教授との対照がおかしかった。

セミナー初日は徳島駅前より会場までスクールバスを走らせた。この運行時間についても何時が最も適当か予想がつけ難く、利用される方がないのではなからうかという心配さえあった。徳島駅改札口よりはき出されてくる列の中に長身の千葉先生の姿やその他広島大学の方々はじめ多くの参加者らしき人を見かけた時はほっとしたものである。途中テニスコートに立ち寄り、数名の人をのせたのだが手違いで第1日午後のセッションの講師の荒木先生（静岡大）はじめ数名の方を積み残してしまった。その結果講演の順序が入れ替わるということになった。（実際は荒木先生は予定通り別便で来られた。）御迷惑をおかけしました方々に御詫び申し上げます。

開会後の様子については他の方々に御任せすることにした。ただ世話役の役得として講演場以外の場所でも大家の先生方の話を直接伺う機会が一般参加者の方より多かったと思う。忙しかったとはいえ、私共にとって今年の8月は有意義な月でありました。遠路御参加下さった方々に御礼申し上げます。

第14回伝熱セミナーに参加して

大岡 五三実(大阪瓦斯)

初めて伝熱セミナーに参加させて頂いたお陰で、久しぶりに故郷の空気をゆっくり味わうことができ感謝している。瀬戸内海も最近ではだいぶ浄化されたのか、あるいは、例年にない冷夏のために赤潮の発生がなかったのか、セミナー会場近くの国立公園小鳴門海峡は以前のように碧くなっていた。

私は会場のあった島田島の対岸で生まれ育ち、25年余り前に故郷を離れたものであるが、今、島には会場の鳴門ハイツヤスカイライン、展望台、土産物店などができてずいぶん変わったものである。明治の頃には島には野生の鹿もいたそうで、戦後鳴門市となったが市の中ではもつとも辺鄙なところで、当時は橋はなく、車もほとんどなかった。私は子供の時からときどき遊びに行くことがあって、島の人びとから珍しがられはしたが、土地の子供達は私ら他の小学生と喧嘩することもなく、平和で静かな農村であった。今でもスカイラインから少しはずれて村落へはいると昔のままで、島の人達は橋や車の恩恵にあずかりながらも、島が開発されすぎて自然破壊されるのを力を合わせて抵抗しているようだ。そういえば、スカイライン沿道には派手な看板や広告もなく、島を含む町の中には一軒のモーターがないのも風景とともに土地の自慢である。故郷はいつまでも美しくあってほしいものだ。

私事はさておき、阿波おどりの熱狂で始まったセミナーは、名のとおりその熱が伝わったのか、熱気あふれる討論や興味ぶかい講演に終始し、すっかり感心させられた。このセミナーがお祭りごとではなく、きびしい質問や討論の中にも暖かい忠告や激励が感じられ、私が参加している他の協会や研究会の活動だけでなく、会社の業務の上でも大いに得るところがあった。

学問、技術の面からみて非常に広い範囲の分野での研究開発を見聞して、直接会社の業務には関係がなくても、それぞれ、問題点の把握の仕方、研究のアプローチの方法を理解することによって十分満足感が得られたし、業務にも役立てていきたいと思っている。従来から、産業界の人はよく企業秘密を理由に、このような研究会や学・協会の催しに参加することには消極的であったが、最近では、参加する企業が増加して喜ばしいことである。現在の技術水準から言って、研究発表から技術ノウハウが漏れたり、盗んだりするのではなく、積極的な意見交換や討論をすることによって、お互いに新しい情報やヒントが得られるメリットは非常に大きいものと感じている。また、企業の研究発表はほとんどの場合、内容が豊富で発表時間が少なく感じられるくらいで、今後、より多くの企業からの参加を望むものである。

一方、パネルディスカッションに出席された先生方は、現在わが国の技術を創りあげられた先輩であり、科学技術的な面だけでなく豊かな人間味に魅せられるものがあった。今後の御活躍と引続いてわれわれ後輩への御指導をお願いしたい。また、自由討論会では非常に活潑な意見交換で、今後も大学や研究所の先生方、とくに若い方々と、われわれ企業人との交流が深まっていくものと期待される。ただ、四つのグループ分けでは参加者が多く、特別なキーワードを設けて少ない人数の討論があってもよいのではないかと感じられた。

私自身は粗末な発表で恐縮しているが、L N G冷熱利用発電については実用機の完成で将来の見通しも得られ、容量の大きい第2号機も現在詳細設計が順調に進められていて、このような低温度差のエネルギー利用は今後は増加して行くものと予想され、その一つの先駆けとなつたことを誇りに思っている。なお、現在はエネルギーの高効率利用ということから、ガスによるヒートポンプシステムを手がけている。一例として従来の温水ボイラでは熱効率で約80%であるが、これをヒートポンプによつて50%の熱を年中どんな大気温からでも汲み上げるようにし、合計120%の効率で温水が得られるような家庭用給湯器の開発に取り組んでいる。要はいかに有効エネルギー(エクセルギ)を如何にうまく取出せるか、つまり、いかにうまく熱交換をさせるかであり、セミナーでいわれていたように人体のようなエクセルギ効率、いいかえれば、すばらしい熱交換器の開発利用をめざして頑張つていきたいと思っている。そして皆様の仲間に入れて頂いて、今後の御指導、御鞭撻をお願いする次第である。

最後にすばらしい企画、ゆきとどいた準備とお世話を下さつた浦川先生をはじめ、準備委員会の皆様から心からお礼を述べ、セミナー初参加の所感としたい。

伝熱セミナーに参加して

吉 廻 秀 久(広大・工)

私は伝熱シンポジウムで講演したのは数回になるが、伝熱セミナーは自分が発表するわけでもなく、また、料金が安いこともあってまだ参加したことがなかった。ところが、今年の中四国が主催ということで半強制的に参加させられることになった。私は四国は初めてであり「あわ踊り」も見たことがなかったので鳴門見物のつもりで出かけた。

高松に着くと青空の中に白い雲がポツカリ浮んだ「なっちゃんの写真館」のポスターやあわ踊りのポスターが目に入った。今年は異常気象でそんな風景は全然みられず、鳴門へ着くまでの列車の中では四国に来たという感慨はなかった。そんな気持のまま鳴門ハイツに着いたらすでに講演は始まっており、会場の席は一杯だった。聞きたいことは後で聞けばよいと思っていたせいか、旅の疲れか、それとも暑さのせいか、興味のない話にはつい眠気をもよおしてしまった。

しかし、講演が終わり、風呂に入って汗を流してしまうと急に意欲が出てきた。伝熱シンポのときでも遠くまで出かけていく意義は懇親会だと我が先生に教えこまれてきたせいか、学会は懇親会に出かけることだと体が覚えているらしい。もっとも、セミナーの場合は全員参加のせいもあって学生が多かったのは良かった。私は東京のシンポのときに講演で痛めつけられたために、森先生とか平田先生などに懇親会のときに話しかけられた思い出がある。それを考えると、学生がただ懇親会に出席するのは物足りない気がした。

さて、酒がだいぶ入ったところに「あわ踊り」が始まった。地元の女の子達が照明の中に浮んで踊る姿もなかなかよかったが、その後で伝熱研究会の酔っ払い達が一諸になってデタラメに踊って騒いだ時の気分は、酒だけの懇親会と違ってまた格別のもがあった。もう少し時間が長くあったらと思った。懇親会のあとは、乱流の話を読んだ佐藤先生を部屋に引きこんで美声を聞かせてもらい、充実した夜であった。

二日目は午前と午後に講演があったが、折しも甲子園の最中でもあり、時々会場から出てしまうことになった。また、二日酔い気味の体には気持のいい風にさそわれて海岸に出てみると、ちょうど小鳴門には速い潮が流れていたために渦とか入り江に巻き込んでいく流れが展望できた。まさに、流れの可視化のパノラマ版であった。暗い部屋の中で討論するより、大自然が見せてくれる流線を前にして討論の方が素晴らしいのではないかと感じたのは私の自己弁護だろうか。とにかく、日頃は実験室の小さな水槽の中にしか見ないものをキロメートルのオーダーで見せつけられたのは圧巻であった。もっとも、早朝に渦潮見物があったらしいが朝に弱い私が行くはずもな

かったから、まだまだ迫力のある風景を見逃していたのかもしれないが。

夕食のあとは各セッションごとに分れた自由討論の時間であった。初めて参加する私にはどういう形式・内容のものか最初はわからなかったが、テーブルの上に十分に並べられたビール缶やつまみを見てやはり伝熱研究会だと思った。私は強制対流の部屋に入ってビールを飲んでいたら、二番目の乱流の問題提起をすることになってしまった。そこで、現在ひっかかっている速度変動のスペクトル分析を話すことにした。私の大学院の時からテーマは乱流拡散係数をオイラー的観測による速度変動から決定しようとするものである。今年から3本型の熱線風速計を用いて、発達した管内乱流と自由噴流の測定を行っているところであるが、オイラー的観測から拡散を論じようとすると、どうしてもラグランジュ的観測値に変換しなければならない。つまり時系列から空間的な挙動に変換しなくてはならない。ところが現在得られたスペクトル分析から単純に空間的なスケールに変換するととんでもないことになる。すなわち、時系列から得られた低周波成分は空間的には大きなスケールとなるわけであり、低周波成分の強度が高周波成分に比べて同じオーダーであると、空間的に巨大な渦（回転）が存在することになる。ところが、パイプの中に直径の何倍もの渦が存在するはずはないと考えるのが普通である。したがって、オイラー的観測によつて得られた時系列を単純に空間的なものに置きかえることはできない。

さて、そんな話をしてしまったら佐藤先生から熱心なアドバイスをもらい、私にとっては良かった。しかし他の人からの発言が得られない結果となり、部屋全体の話題提起としてはたいへん不適當であったことを恐縮している。

その後、順番に自己紹介があったが学生、ならびに若い人達にはスライドなども使用して、シンポジウムに出せないような話でも発表してもらい、そして討論するというような形式の方がより充実したものになると思う。自由討論のあとも延々と話は続いて行き、私にとっては初めてのセミナーは十分に意義のあるものであった。

第14回 伝熱セミナーに参加して

原 利 次 (日立製作所)

温暖の地、お遍路さんの地、台風の通り道位の予備知識しか持ちあわせていない状態で、初めてのまだ見ぬ土地、四国に渡りました。そこには阿波踊りに代表される南国のエネルギーが溢れていました。

10年以上も前に参加した伝熱セミナーのことを思い起こし、日々の忙しさを振り切るようにして、万障繰合せて今回のセミナーに参加しました。期待にたがわず多くの刺激と研究のヒントを得ることが出来ました。今再び工場の期限に追われた生活に戻ると、余計当時の印象が懐しく思い出されます。

お世話をしてくださった徳島大学側の御好意を受け、1日早く徳島に入り阿波踊りを見物しました。踊りが若干観光化したまきらいはありますが、町のあちこちで、老若男女いろいろな職業の人々が、思い思いの服装で、思い思いのしぐさで、自由に激しく踊るさまは見ていて小気味よく、飛び入りしたい気持ちにさせられました。

セミナーは人里離れた鳴門の一小島で行われました。結婚式場もあるような立派なホテルで、会場の諸設備を始めロビーも広く、場外懇談にも最適でした。

セミナーは徳島大学の浦川先生の挨拶で始まりました。総勢108名が、お互いの親睦と、大学と会社との情報交換と、大先生をはじめとするリーダーの方々と学生など若手との自由討論、の3つを主な目的として活動を開始したわけです。

第1日は、伝熱学における測定法について勉強しました。カリウムの沸騰に関する測定につき岐美先生(京大)から、シンクロサイクロトロンを使い、50 MeV の加速陽子で核沸騰時の気泡挙動を調べる話がありました。従来X線でかろうじてカリウムの発生気泡をとらえた写真を見たことがありますが、ほとんどが沸騰音響など無指向性の信号をたよりにしたものであるため、提案のような強い指向性をもった新しい手段を興味深く感じ、液体金属の沸騰にきっと新しい知見が得られることと思いました。

私が現在工場で担当しているルームエアコンや冷蔵庫では省エネルギー化が強く要求され、年年熱交換器の性能が上ってきています。最近ではプレートフィンに短冊状のスリットを切ったり、さらに切ったスリットを山形状にしたものが出てきています。これらは境界層が前縁で薄く熱伝達率が大きいことを利用したのですが、さらに高性能なフィンを開発するため、局所的な熱伝

達率や温度分布が必要になっています。笠木先生（東大）の液晶を用いた表面温度測定や熱伝達率測定のお話は、この意味で大変興味深く拝聴致しました。スライドによる豊富な実例の紹介と、研究室のノウハウに属するような具体的な内容についても話をされました。ただ、残念なことにテキストにはこれらのことにあまり具体的に触れられておりませんので、その後講義中紹介のあったメーカと打合せしておりますが、記憶とメモを頼りのため若干歯がゆい思いをしております。

2日目は朝から夜中までフルタイムの勉強です。先ず各種エネルギーシステムにつきお話を聴きました。午後は4人の大先生方をパネラーとして、「伝熱研究の展望」と題したパネルディスカッションでした。先生方の若かりし頃の実地問題に対する対応の仕方や、解決に至る過程を具体的に聴き出すことが出来て、普段とは違った一面を見ることが出来ました。

私にとって会社の直接の業務に一番関係の深いのは、泉先生（名大）のお話された熱交換器の部分でした。具体例を上げて説明されましたが、討論の時間がもう少しあり、伝熱促進と風路抵抗増大の相反する二つの要素をどのように克服していくかの理論付けにつき少しお話をうかがえたら、と思いました。メーカ側ではどうしても try and error になる傾向にありますから。

2日目の夜はそれぞれ各自の専攻に分かれての自由討論会です。棚沢先生（東大生研）の司会される沸騰・凝縮の分科会に出席しました。ウィックのない重力形で不凝縮ガス入りのヒートパイプ（単に垂直管に低沸点液体と不凝縮性ガスを入れたもの）の単体実験をしたり、冷凍冷蔵庫の冷蔵室の冷却器を応用して試験をしたりしていると、液体の沸点以上にかなり加熱されても沸騰が開始しないことがままあり、困っていました。多分初気泡が発生し難いためと思い、金網などのメッシュ状のものをパイプ中に入れてみましたが、完全ではありませんでした。今回丁度よい機会でしたので紹介させていただき、伊藤先生（九大）をはじめいろいろな方々から御提案、御教示をいただきました。この種のヒートパイプは自己温度制御性があり、熱的なダイオード特性を持っているので興味があります。いつか別の機会にでも時間があればまた御説明させていただき、いろいろ御討論いただけると有難いと思います。

沸騰・凝縮分科会の終了の後、二相流の部屋に出かけてみました。二相流の特にボイド率の程度領域はルームエアコンや冷蔵庫の熱交換器にもよく現われますし、この領域の熱伝達率がエアコンなどの性能を左右すると言っても過言ではないのですが、現状では理論的に決めるまでには至っていません。そろそろ二相流の研究が、伝熱に関する諸量を精度よく見積れるような段階になってくれるよう期待して止みません。

3日目の最終日は午前中だけでしたが、伝熱トピックスのうち、触媒燃焼に興味をもって聞き

ました。熱負荷、耐熱性、家電品としての安全性にまだ問題がありますが、低公害の意味で今後注目していきたいと思えます。

一度ホテル付属のプールで約10分間泳いだけで、残念ながら瀬戸内海で泳ぐことは出来ませんでした。頭の洗濯と久し振りの勉強にいそしんだ3日間でした。関係者の皆様どうもありがとうございました。

「 溶 融 塩 」

—熱媒体から熔融塩増殖炉まで—

荒 木 信 幸 (静岡大・工)

1. はじめに

友人との雑談の中で熔融塩の事を話題にとりあげると、「シオ (NaCl) を溶かして何に使うの?」とか、「あーそうか、おまえは冷凍機のブラインの研究をしているのか」と言った類の質問や見解に遭遇し、世間一般の熔融塩に対する認識の低さを痛感する。特に機械系技術者に熔融塩を知らない人が多いので、この機会を利用して若干の宣伝をさせていただきたいと思う。

化学の教科書をひも解くまでもなく、「塩」とは一般に酸とアルカリとが化学的に中和し合って生ずる化合物であり、「熔融塩はその塩が熔融した液体である」と誰しもがわかるであろう。しかし、機械系の者が「熔融塩」と聞いたとき、それに対する認識がはつきりせず、焦点が定まらないのではないかと思う。

我々が熔融塩と通称する場合には無機塩の熔融体であり、アルカリを形成する金属陽イオンと、酸を形成する非金属陰イオンまたは強い結合をもつ原子集団からなる錯陰イオン (例えば NO_3^- 、 SO_4^{2-} など) とから成る化合物であると言ってよい⁽¹⁾。その陽イオンは80種以上、陰イオンは30種以上あるから塩の種類は2400種以上ありうることになる⁽¹⁾。さらに、これらは広範囲な組成領域で混合できるであろうから、無数の熔融混合塩が形成できる。

これら熔融塩の工学的用途は非常に広範囲であり、伝熱工学上もきわめて興味深いものがあるが、その基礎的熱物性値や性質については不明である点が非常に多いのが現状である。本稿では、熔融塩の工学的主要用途について概観し、現在我々が行っている熱物性値測定法について簡単に紹介する。

2. 熔融塩の工学的用途⁽¹⁾

2-1. 熱媒体および蓄熱材としての熔融塩

300°C以上では有機質媒体の使用は困難であるが、熔融塩は300°C以上でも一般に安定であり、場合によっては3000°C位まで熱分解せずに使用可能な液体である。蒸気圧も一般に低いので常圧で使用できる。さらに、一般に低粘性であり、熱容量も比較的大きいので熱媒体として優れている。

熱伝達特性については実験がまだあまり行われているわけではないが、熔融塩と言えども基本的には他の普通の流体 ($0.5 < Pr < 100$) と同じ挙動を示すので、これまで他の流体によって積み重ねられて来た熱移動に関する解析をそのまま使用できる。ただ、若干の例外もあるので注意を必要とする。例えば、インコネル管内をFlinak (NaF-KF-LiF) が流れる場合には、一般の熱伝達の関係式よりかなり低い値が報告されている⁽²⁾⁽³⁾。これはインコネルとFlinakが反応して K_3CrF_6 が壁面で生成されるためであるとされている。つまり、表面反応とか、ぬれにくさなどの現象が壁面で発生する場合には一般的な関係式は使用できないことになる。

現在、熱媒体として最も良く用いられているのは硝酸塩の混合物 (HTS; $\text{NaNO}_2\text{-NaNO}_3\text{-KNO}_3$) であり、融点の 142°C から 600°C 程度まで使用できる。これは適量の水を加えて凝固点を下げて固化させずに使用することもできる。

蓄熱材として熔融塩を使う場合に注目すべきことはその融解あるいは凝固潜熱を利用し、単位体積当りの蓄熱量を飛躍的に増やすことが可能であることである。これは発熱または吸熱を伴う相変化における伝熱現象として、興味深い分野である。実際には、過冷現象や相分離問題、さらには熱伝達向上のためのかき取り伝熱法の確立などの解決すべき問題点を多く含んでいる。

2-2 化学反応媒体としての熔融塩

熔融塩はイオン電導性であるため、電気分解ができて、各種金属の精錬などに利用されてきた。また、浸炭、窒化、焼入および焼戻しなどの金属熱処理に熔融塩浴が大いに使用されている。その他、石油精製、石油化学および石炭ガス化における熔融塩の利用、さらには熔融塩電池や熔融塩を用いる高温燃料電池などの電気化学的分野における熔融塩の活躍も目ざましいものがある。

2-3 熔融塩の核工学的利用

熔融塩は放射線によっても各イオンは一般には損傷を受けることはないと言っても良いので、核工学への応用も期待される。中でも、米国ORNL(Oak Ridge National Lab.)で開発された熔融塩増殖炉 (MSBR) は最も注目すべきものである。これは熔融フッ化物塩 ($\text{LiF-BeF}_2\text{-ThF}_4\text{-UF}_4$ (71.7-16-12-0.3 mol%)) を液体燃料とする中性子増殖炉であって、 ^{233}U を核分裂させつつ天然Thからそれ自身を生産増殖する原子炉である。この炉型は化学的に安定な物質からなり (爆発力がない)、炉心熔融の考えられない唯一のもので、安全性、経済性に優れている。さらに、液体燃料再処理が炉格納容器内で連続的に実施されるので、核拡散防止の点からも有利である。

3. 熔融塩の熱拡散率の測定

上述のように、溶融塩増殖炉等のビッグサイエンスにおける溶融塩の活躍には目を見はるものがあるが、それを支えるのは小規模な基本的技術およびデータである。そのような位置付けのもとに溶融塩の熱物性値、特に熱拡散率を測定しているので、その概要を紹介する。

3-1 測定方法および装置

試料および容器のモデルとして、図1のような三層から成る無限平行平板を考える。すなわち、第一層と第三層が金属容器に、第二層が試料液体にそれぞれ相当する。試料液体の熱拡散率は容器表面をステップ関数状に加熱したときの容器裏面の温度応答から算出する⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾。その求め方の詳細は省略するが、

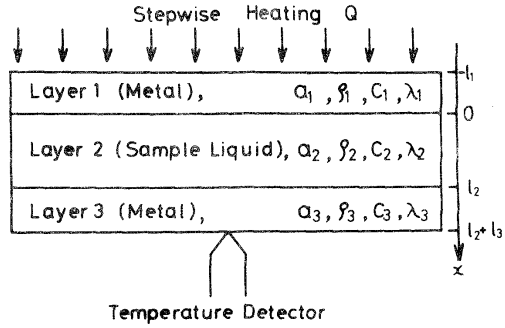


図1. 試料および容器のモデル

図2に理論的な無次元温度応答例を示す。図2において、 $\theta_3 = \theta_3 / (Q l_2 \lambda_2)$ 、 $H_{3/2} = (c_3 \rho_3 l_3) / (c_2 \rho_2 l_2)$ 、 $\eta_{3/2} = (l_3 / l_2) \sqrt{a_2 / a_3}$ 、 $F_{02} = a_2 t_1 / l_2^2$ 、 θ_3 ；容器裏面温度上昇、 λ ；熱伝導率、 c ；比熱、 ρ ；密度、 a ；熱拡散率、 l ；厚さ、 t ；時間、 Q ；供給熱流束である。

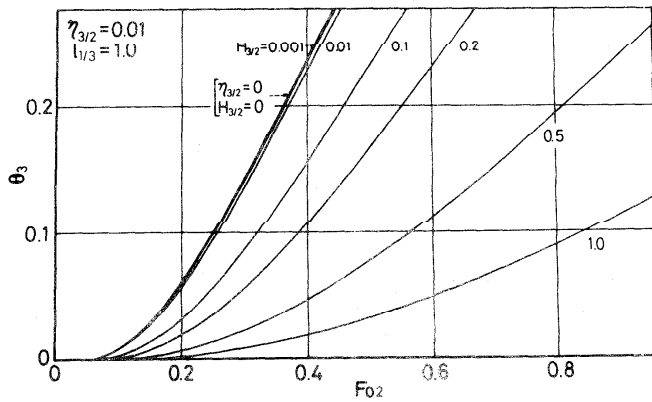


図2. 無次元温度上昇曲線

図3に測定装置の概略を示す。

試料塩をポット10に入れて、電気炉11により昇温し、溶融する。溶融したことを確認した後、ポット内の弁を開いて試料を容器8に供給する。その容器表面をハロゲンランプ4によりシャッタ6を通してステップ関数状に加熱する。その時の容器裏面の温度変化を増幅した後、記録計22に記録し、データを処理する。

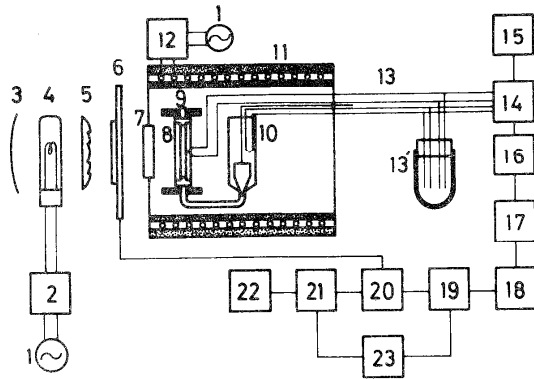


図3. 測定装置概略図

3-2 測定結果

図4、5に硝酸融塩に対する測定結果の例を示す。これまでに公表された値は数少ないが、Gustafsson⁽⁷⁾によるものなど良い一致を示している。本測定値は容器表面からの対流およびふく射熱損失による誤差の影響を考慮し、補正してある⁽⁶⁾。

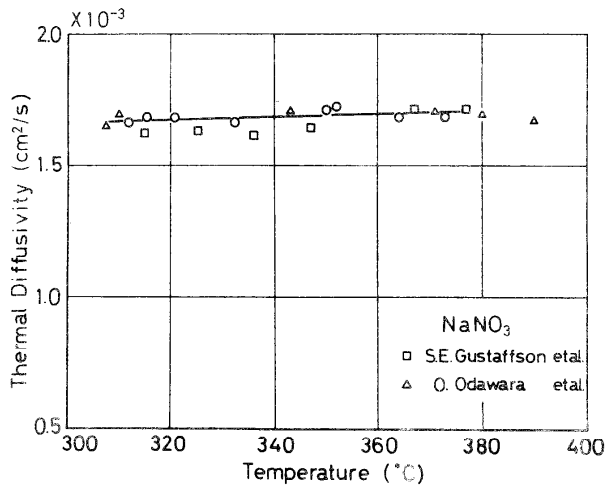


図4. 硝酸ナトリウムの熱拡散率

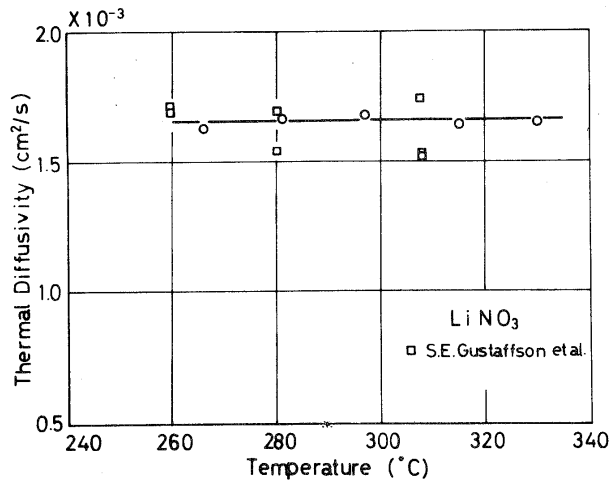


図5. 硝酸リチウムの熱拡散率

図6はORNLの溶融塩増殖炉に使用されたFlibeに対する測定結果である⁽⁸⁾。このデータは容器としてセラミックを用い、ステップ状加熱源として上部容器(第一層)と試料(第二層)との間の薄い白金層(メタライズドセラミック)を電気抵抗加熱する方法によつて測定したも

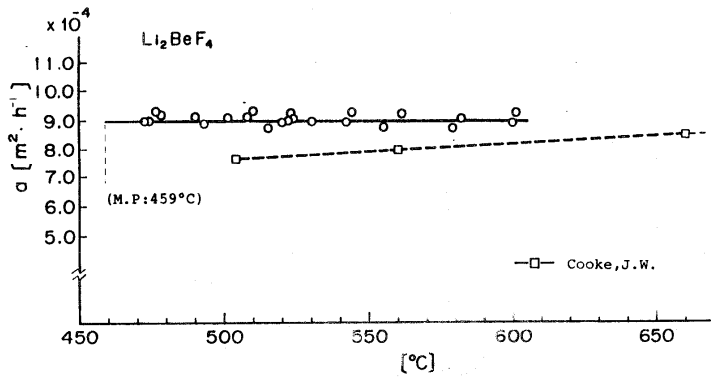


図6. Flibeの熱拡散率

のである。このメタライズ層は試料塩と絶縁するため、さらに薄いセラミック層でコーティングしてある。Flibe に対する熱拡散率の他の測定値は見当たらないが、Cooke⁽⁹⁾が測定した熱伝導率等から換算すると図中の点線のようにになって、両者には大きな差はないことがわかる。

4. あとがき

他の仕事が出積しているとき、研究トピックスを一週間で書けとの御託宣であったので、急ぎよ思いつくまま書き上げたところ、少しもトピックス的でなく入門講座風になってしまった。伝熱研究会員がこの拙稿を読んで、熔融塩に対する認識が少しでも深まればこれに越した喜びはありません。

最後に、本研究に関し御指導をいただいている静岡大学小林清志教授および原研古川和男主任研究員に感謝いたします。

5. 文 献

- (1) 熔融塩・熱技術研究会編、熔融塩・熱技術の基礎 ― その現状と展望 ―、(1979)
- (2) Hoffman, H.W., et al, ORNL-1777, (1955)
- (3) Hoffman, H.W., et al, ORNL-2433, (1960)
- (4) 荒木他、16回伝熱シンポ、(1979)127
- (5) 荒木他、機講論、№803-2(1980)56、
- (6) 荒木他、17回伝熱シンポ、(1980)385
- (7) Gustafsson, S.E., et al, Z.Naturforsh, 23a(1968)、682
- (8) 加藤他、17回伝熱シンポ、(1980)388
- (9) Cooke, J.W., ORNL-4728、(1971)41

<所 感>

17th National Heat Transfer Symposium
of Japan

28. May - 30. May 1980

Personal Impressions

Due to the kind invitation of Prof. Dr. A. Inoue, TIT, I was able to attend this years National Heat Transfer Symposium in Kanazawa. I gratefully accepted this invitation not only because I was keen to look into the advances of heat transfer, but it also offered the possibility to renew old acquaintances.

The program offered at the Symposium, scheduled for three days, displayed the intensive activities in heat transfer research many Japanese University departments devote to. Out of the nearly 200 papers which were presented, most of them were dealing with highly specialized topics, therefore parallel sessions had to be held. They covered single phase natural and forced convection flow, pool boiling and two phase flow, also under transient conditions, condensation phenomena, simultaneous transfer mechanisms in environment, and radiation transfer.

The large variety of subjects and the emphasis on experimental investigations indicate that solutions are sought for immediate technical applications, though more basic problems are not neglected. Those attendants seeking to get a general impression on the advancement of heat transfer through reviewing key notes may have been perturbed by the variety of the presentations, but those interested in specific investigations may have been lucky to find their or a similar problem solved. So it is a matter of philosophy what a conference should represent, if it should only display major and substantial achievements in a sector of science or if it should enable a broad insight of all activities underway. The latter idea may have the advantage to avoid unnecessary duplication of activities.

Needless to say that this years conference was held at a charming city, away from the turbulence and hustle, offering a superb scenery and historical places worth seeing. It was equally matched by an extraordinary organization of high perfection. Therefore, it is an intense desire to attend next year's symposium.

Changwon, 12, June 1980


Dr. H. Schmuecker

＜お 知 ら せ＞

(1) 日米伝熱セミナー論文集の頒布について

去る9月29日～10月2日にわたって東京で開催された日米伝熱セミナーの講演論文集
Heat Transfer in Energy Problems
が若干残っておりますので、御希望の方には実費でお頒けします。頒布価格は1冊6,400
円(うち400円は送料)です。

御希望の方は伝熱研究会事務局にお申込み下さい。なお、送金は現金書留でお願いします。

(2) 第14回伝熱セミナー講演要旨集の頒布について

第14回伝熱セミナーの講演要旨集(39頁)の残部があります。御希望の方は下記へお申
込み下さい。

1冊 1,000円(送料込)

申込み先

〒770 徳島市南常三島町2-1

徳島大学工学部 浦川 和馬

TEL 0886(23)2311

(3) 会員名簿の改訂発行について

日本伝熱研究会の会員名簿は、昭和52年12月に改訂版が発行されましたが、その後新会
員の加入や会員の異動のため約3分の1程が修正を必要とするようになりましたので、今秋よ
り改訂発行の作業にとりかかることにいたしました。

そこで正確な名簿を作るため、全会員の方に名簿用原稿の提出をお願いいたします。

11月中旬頃、往復はがきで記入用フォーマット(次頁参照)をお送りしますので、所定欄
に御記入の上、忘れずに御返送下さいませようお願い申し上げます。

ふりがな
氏名

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

普通会員 (どちらかに○印)
学生会員 (をおつけ下さい)

勤務先
(所属研究室)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

同上所在地

〒 □□□-□□□

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

↑
どちらかに通信先※印を
↓

現住所

〒 □□□-□□□

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

電話 ()-()-()

電話 ()-()-()

専門分野

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

なるべく早くお出し下さい。

(4) 第18回日本伝熱シンポジウム開催予告

開催日 : 昭和56年6月23日(火)~25日(木)

会場 : ホアル白秋(〒980 仙台市錦町2-2-9)

準備委員長 : 東北大学 武山斌郎教授

準備委員会 : 〒980 仙台市荒巻字青葉東北大学工学部機械工学科内

第18回日本伝熱シンポジウム準備委員会

(講演募集等の詳細については次号でお知らせする予定です)

(5) 第15回夏期伝熱セミナー開催予告

会期 : 昭和56年7月22日(水)~7月24日(金)

会場 : 支笏湖畔国民休暇村

(北海道千歳市支笏湖畔。会場は活火山とカルデラ湖をもつ太古のままの自然公園の中にあります。)

準備委員長 : 水野忠治教授

〒050 室蘭市水元町27-1

室蘭工業大学機械工学科

TEL (0143)44-4181 内線456

(6) 第7回国際伝熱会議論文募集

日 時 : 1982年9月6日～10日

場 所 : 西独ミュンヘン工科大学

概 切 : 英文アブストラクト及びフルペーパーに近い日本語論文 正副2部
1981年6月1日

提 出 先 : 京都大学工学部化学工学教室
水科篤郎教授

採否仮決定 : 1981年8月1日

英文フルペーパー概切: 1981年10月1日

採否正式決定: 1982年1月15日

尚詳細な要項は水科教授宛返信封筒に切手をはり請求されたし

(7) 第一回日本熱物性シンポジウム

日 時 昭和55年11月25日(火)26(水)

会 場 東京青山会館(東京都港区青山4の17の58 TEL03-403-1541)

参 加 申 込 ハガキに所属機関、連絡先、氏名、懇親会参加希望の有無を記して下記へ申込んで下さい。当日会場で、参加費引換に講演論文集をお渡しします。

参 加 費 4,000円(学生3,000円)(講演論文集1冊の代金含む)。なお懇親会(同会館)費5,000円は当日会場で申し受けます。

申 込 先 〒223 横浜市港北区日吉3-14-1

慶應大学工学部 機械工学科

長島研究室気付

日本熱物性シンポジウム実行委員会

TEL 044-63-1141 内線3168

11月25日(火)

開会の辞および趣旨説明 9:30-9:50

測定法(I) (座長 小林 清志 静大工) 10:00-11:00

- 110 最近の熱定数測定法の展望(レビュー)
小林 清志(静大工)
- 111 任意加熱による熱伝導率と温度伝導率の同時測定法
※飯田 嘉宏(横浜国大工) 重田 治彦(横浜国大工)
秋元 久雄(横浜国大工) 梅本 真鶴(横浜国大工)
- 112 注湯法による砂型の熱物性値の測定について
※久保 公雄(阪大工) 大中 逸雄(阪大工)
福迫 達一(阪大工) 水内 潔(阪大工)
- 113 マイクロコンピュータを利用した熱伝導率測定装置
※河合 幹夫(昭和電工) 館 龍一(昭和電工)
荒川 美明(昭和電工)

測定法(II、熔融塩)(長島 昭 慶大工) 11:05-12:20

- 114 ステップ状輻射加熱による熔融塩の熱拡散率測定法
※荒木 信幸(静大工) 越智 止明(豊田中研)
小林 清志(静大工)
- 115 熔融塩の熱拡散率測定法について
加藤 義夫(原研) 古川 和男(原研)
- 116 1000℃以上の高温融体の熱定数測定
※前園 明一(真空理工) 岸 証(真空理工)
市橋 正彦(真空理工) 加藤 良三(真空理工)
- 117 高温酸化物融体の熱伝導率の測定
※永田 和宏(東工大) 後藤 和弘(東工大)
石黒 伸二(東工大) 須佐 匡裕(東工大)
- 118 レーザーフラッシュ法による液体の熱伝導率測定
※多田 豊(鳥取大工) 原田 誠(京大原子エネ研)
谷垣 昌敬(京大原子エネ研) 江口 弥(京大原子エネ研)

断熱材・建築 (藤井 正一 芝浦工大) 13:10-14:25

- 1 2 0 建築用断熱材の熱物性値の標準化(レビュー)
藤井 正一(芝浦工大)
- 1 2 1 超微細気孔断熱材の熱材の熱伝導率
田北 善暉(日本アスベスト・研究所)
- 1 2 2 重回帰分析による多次元方向の温度伝導率の算定
羽根 義(清水建設・研究所)
- 1 2 3 建築材料の比熱・熱拡散率測定結果
※稲葉 一八(愛知工業高校) 宮野 秋彦(名工大)
- 1 2 4 建物開口部の熱貫流率測定方法とその性能
※上園 正義(建材試験センター中研)
黒木 勝一(建材試験センター中研)

液 体(蒔田 董 神戸大工) 14:30-15:45

- 1 3 0 流体の熱伝導率測定における非定常細線法の役割(レビュー)
長島 昭(慶大工)
- 1 3 1 細線加熱定常法による液体の熱伝導率の測定
※菜島 健司(計量研) 吉田 清(計量研)
- 1 3 2 液体の熱伝導率標準について
※長坂 雄次(慶大工) 長島 昭(慶大工)
- 1 3 3 フロロカーボン系冷媒の熱伝導率に対する圧力効果
※森本 佳秀(神戸大工) 野口 真裕(ダイキン工業)
田中 嘉之(神戸大工) 久保田博信(神戸大工)
蒔田 董(神戸大工)
- 1 3 4 有機溶媒の熱伝導率の温度・圧力による変化
※橋本 敏昭(神戸大工) 大石 雅夫(日本ペイント)
田中 嘉之(神戸大工) 久保田博信(神戸大工)
蒔田 董(神戸大工)

特 別 講 演

水蒸気の熱物性値研究—国際蒸気性質会議の50年

谷下 市松氏(幾徳工科大学長)

総 会 (日本熱物性研究会) 17:00-17:50

懇 親 会 東京青山会館内 18:00-20:00

11月26日(水)

固体・高温 (平野 賢一 東北大工) 9:30-11:00

- 210 セラミックス燃料(ウラン化合物等)の熱伝導度(レビュー)
菊池 武雄(原研)
- 211 高効率ガスタービン用高温機器部材の熱物性測定
※須原 繁雄(電力中研) 石川 浩(電力中研)
阿部 俊夫(電力中研) 高橋 毅(電力中研)
- 212 レーザーフラッシュ法による各種金属の80~1000Kの熱容量の精密測定
※高橋 洋一(東大工) 中村 仁一(東大工)
秋山 英俊(東大工) 菅野 昌義(東大工)
安積 忠彦(理学電機)
- 213 恒温壁型レーザー法熱拡散率測定装置による金属の熱拡散率測定
※安積 忠彦(理学電機) 高橋 洋一(東大工)
菅野 昌義(東大工)
- 214 非定常熱線法による耐火物及び耐火断熱材の高温熱伝導率の測定
林 国郎(京都工繊大工)
- 215 高温における各種耐火レンガの熱定数
小林 清志(静大工)

一般の問題 (片山 功威 東工大) 11:05-12:20

- 220 エネルギー研究と熱物性値測定(レビュー)
片山 功威(東工大)
- 221 地下帯水層の熱物性値測定
※梅宮 弘道(山形大工) 横山 孝男(山形大工)
寺岡 達夫(日立電線)
- 222 双子型高温熱量計による蓄熱材料のエンタルピー測定
神本 正行(電総研)
- 223 空気及び燃焼ガスの状態量の新数式表示
※稲垣 詠一(東理大) 須之部量寛(東理大)
- 224 仕上材の温冷感触の定量化
松井 勇(日大 生産工) 笠井 芳夫(日大 生産工)

13:10-14:10

特別講演

米国における熱伝導率研究に関する展望(仮題)

R. Tye氏(米国Fiber Materials社エネルギー材料試験研究所)

多孔質材料・湿り物質 (関 信弘 北大工) 14:15-15:45

230 多孔質材料の熱伝導率の評価方法の現状(レビュー)

関 信弘(北大工)

231 分散系混合物の有効熱伝導率

※山田 悦郎(秋田大鉱山) 高橋カネ子(秋田大鉱山)

太田 照和(秋田大鉱山)

232 含水1.6多孔質断熱材の有効熱伝導率に関する研究

竹越 栄俊(富山大工) 井村 定久(富山大工)

※精広 清和(富山大工院) 平沢 良男(富山大工)

233 低温度域における多孔性断熱材の熱特性

※坂瓜 伸二(釧路工専) 関 信弘(北大工)

234 湿り材料の熱伝導率とその測定法について

※鋒井 修一(京大工) 堀江 悟朗(京大工)

池田 哲朗(京大工)

235 線熱源法による湿り土壌の有効熱伝導度の測定

※伊藤 銈造(名大工) 架谷 昌信(名大工)

生体・衣服・食品 (棚沢 一郎 東大生研) 15:50-17:05

240 生体の熱物性測定について(レビュー)

棚沢 一郎(東大生研)

241 生体における熱物性-循環系を中心にして-

※谷下 一夫(東京女子医大) 長坂 雄次(慶應大工)

長島 昭(慶應大工) 山口 隆美(東京女子医大)

菅原 基晃(東京女子医大)

242 角膜の熱物性の測定

※光永サチ子(ハマノ眼科) 浜野 光(阪大医)

宮部喜代二(大分大工)

243 被服材料の熱貫流率について

伊藤 花子(北海道教育大)

2 4 4 乳製品（粉乳）の熱伝導率について

佐藤 敏（雪印乳業） 佐々木寿幸（雪印乳業）
 福島 正義（雪印乳業） 平泉 幸子（宮の森病院）



主 催 日本熱物性研究会
 協 賛 日本冷凍協会、計測自動制御学会、日本エム・イー学会、粉体工学会、窯業協会、
 日本ガスタービン学会、空調調和衛生工学会、日本繊維製品消費科学会、
 日本金属学会、日本化学会、化学工学協会、日本伝熱研究会、日本熱測定学会、
 日本医科器械学会、日本真空協会、日本建築学会、応用物理学会、日本物理学会、
 日本家政学会被服衛生学部会

(9) 日本学術会議第12期会員候補者推薦について

本年11月に「日本学術会議第12期会員選挙」が行われるに当たり、幹事会において相談の結果、次の方々を候補者として推薦することになりましたのでご報告申し上げます。

地 区 別	候 補 者 氏 名	勤 務 先 ・ 職 名	備 考
全 国 区	石 谷 清 幹	大阪大学教授 工学部	第5部 機械工学
全 国 区	森 康 夫	東京工業大学教授 工学部	第5部 機械工学
九州・沖縄地方区	西 川 兼 康	九州大学教授 工学部	第5部 機械工学
中国・四国地方区	頼 実 正 弘	広島大学 工学部長	第5部 応用化学

(8) **第4回 人間-熱環境系シンポジウム**

期 日：1980年12月5日(金)、6日(土) (2日間)

場 所：空気調和・衛生工学会 会議室、東京都新宿区北新宿1-8-1 中島ビル
TEL 03-363-8261 (国鉄中央線「大久保駅」下車、徒歩3分)

第1日 12月5日

9:00	開会の辞	人間 熱環境系の研究の展望	準備委員会代表 森 徹 司 会 田 村 照 子
9:05	研究発表	体熱平衡(Heat Balance)と温冷感	国立公衆衛生院 長田泰公・小川貞吉 昭和女大 吉田敏一・物原裕・田中正雄・大中山忠勝
9:25	"	変動気流の人体影響に関する実験的研究 夏期、青年女子、吹出しが周期的に変動する廊下	奈良女子大 大嶋達生・二尾由美・柳原典子・家加達子 昭和女大 松井佳子・物原 裕・大中山忠勝
9:45	"	病室の温熱環境と患者の温冷感 体 憩(5分間)	昭和女大 田山信也・田中正雄・吉田敏一 司 会 長 田 泰 公
10:10	講 演	代謝のメカニズムと測定	労働科学研 沼 坂 幸 吉 司 会 吉 田 敏 一
10:50	"	発汗の機序について	聖路加大 小 川 健 雄 司 会 川 島 手 勢
11:30	"	温熱環境と皮膚微小循環動態 昼 食(70分間)	国立公衆衛生院 後 野 敦 茂 司 会 小 林 陽 人 照 子
13:20	特別講演	湿度とは何か 体 憩(10分間)	■大分県立特小 野 野 司 会 織 田 達 生
15:30	研究発表	合成皮革の冷感測定	豊田中央研 川 崎 直 也 司 会 織 田 達 生
15:50	"	接触型センサーによる皮膚表面温度計測システム	慶大 森田久次郎・山口直 京大 中 村 泰 人
16:10	"	人体に作用する熱放射の方向分布測定	京大 中 村 泰 人
16:30	"	熱赤外画像計測システムによる植物温度の計測 特に植物温度と生体反応との関連について	国立公衆研 大 越 勝 次 司 会 長 田 泰 公
16:50	総 合 討 論 (20分間)		司 会 長 田 泰 公
17:30~19:30	懇 親 会		

第2日 12月6日

9:00	研究発表	住宅の室温と着衣量に関する実態調査 (北里地方の戸建住宅の場合)	司 会 物 原 裕 東北大 吉 野 博
9:20	"	各種湿度条件下着衣標準の設定に関する調査ならびに実験研究 第1報 女子学生の実態調査	日本女子大 大野静枝・興隆女子大 飯島千子・和洋女子大 山口秀子 文化女子大 田村照子・東京学芸大 中橋美智子・昭和女大 吉田敏一・文化女子大 渡辺ミチ 司 会 後 藤 謙 東 大 福 本 一 郎・藤 原 正 男
9:40	"	改良型熱痛計の開発とその応用	東 大 福 本 一 郎・藤 原 正 男
10:00	"	職業性レノ-症候群における末梢(手指)皮膚冷却負荷における温度特性	川崎中島中央病院 行 徳 治 治 司 会 織 田 達 生
10:20	"	人の皮膚脈血温度の変動 体 憩(10分間)	横国大 内 野 敏 司 司 会 堀 沢 一 郎
10:50	講 演	湿度センサーとその使用上の注意	日立電研研 二 木 大 夫 司 会 余 出 矢 次郎
11:30	"	車輛の乗客のために必要とする熱環境 体 憩(70分間)	職業訓練大 長 谷 川 康 司 会 梶 池 安 行
13:20	講 演	心拍出量からみた温熱環境	千歳大 藤 原 大 造 司 会 後 藤 謙
14:00	"	労働環境の諸問題と保護具 (株)豊松製作所 藤 松 隆 一郎 司 会 梶 池 恒 徳	
14:40	"	労働温熱環境と作業基準 体 憩(10分間)	労働科学研 引 形 豊 司 会 吉 田 敏 一
15:30	研究発表	放射能防護服の研究 (1)衣服気候特性	横国大 川島美勝・後藤謙・堀田敏子・大平通泰・(株)豊松製作所 小 林 達・(関)ネブスリー 井 上 武 郎
15:50	"	放射能防護服の研究 (2)着脱性・作業性	横国大 堀田敏子・大平通泰・川島美勝・後藤謙・(関)ネブスリー 井 上 武 郎
16:10	"	耐熱防火服の研究 -防熱性試験装置の試作と特殊防火衣の衣服気候特性-	横国大 川島美勝・大平通泰・後藤謙・佐藤忠 関 青 彦 赤 尾 安 秀 東 海 研 堀 野 恒 徳
16:30	総 合 討 論 (30分間)		司 会 小 林 陽 人 照 子
17:00	閉会の辞		豊橋技科大 小 林 陽 人 照 子

共 催：空気調和・衛生工学会・人間工学会・労働衛生学研究会・日本産科婦科学会・日本生化学会・計測自動制御学会
協 賛：生体力学研究会・日本産業衛生学会若柳徳也委員会編纂班・日本生理学会・日本MIA学会・日本医学・生物学フォーラム研究会・日本人間
工学学会女医部会・日本家畜学会獣衛生学研究会・協賛学会獣医科学研究所委員会、動物飼育システム研究会、日本獣医学会、日本労働動
工学生会、東風会、日本気象協会、日本生物物理学会、日本薬業、気象学会、日本産科婦科学会、日本獣医産科協会、日本家畜産科協会、
後 援：日本学術会議

参 加 費：4000円の予定(前振代) 懇 親 会：12月5日 17:30~19:30、食 費 3,000円の予定
参 加 申 込：往復の航空に(1)氏名(ふりがな) (2)電話番号 (3)連絡先 (4)所属学会 (5)懇親会出席の有無を記入し下記まで海申込下さい。
定例レクリエーションの参加も出来ます。
参 照 先：〒240 横浜山保1-9 各区常設台156 横浜国立大学工学部機械工学科内 講 義 員 人 間 - 熱 環 境 系 シ ン ポ ジ ウ ム 準 備 委 員 会
TEL 045-335-1451 内線 2666 (川島)

(10) 論文募集

ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS

102nd ASME Winter Annual Meeting
Washington, D. C.
November 15-20, 1981

FUNDAMENTALS OF PHASE CHANGE - FREEZING, MELTING, AND SUBLIMATION

The K-8 Committee, Theory and Fundamental Research, of the Heat Transfer Division of the ASME plans to sponsor a session "Fundamentals of Phase Change-Freezing, Melting and Sublimation" at the 102nd ASME Winter Annual Meeting, Washington, D.C., November 15-20, 1981. A broad coverage of all aspects of heat transfer with freezing, melting, or sublimation is intended and analytical, numerical, and/or experimental papers are invited. Application topics of interest include, but are not limited to:

- Metal casting processes
- Chemical processes
- Effect of natural and/or forced convection on phase change processes, including crystallization
- Thermal stress during solidification
- Welding problems
- Nuclear reactor core meltdown
- Crystal growing
- Pyrolysis
- Phase-change in energy storage systems
- Ablation

Prospective authors are requested to submit three (3) copies of an abstract of about 500 words containing sufficient detail to allow a selective judgment based upon technical merit. Abstracts should reach the session organizers not later than February 15, 1981.

Authors of accepted abstracts will be notified by February 28, 1981 and will be required to submit five (5) copies of the completed manuscript by April 15, 1981. All papers will be reviewed according to ASME policy and notifications of acceptance will be completed by May 20, 1981. The final papers that are accepted will be preprinted for the meeting from mats prepared by the authors. The final mats will be due July 1, 1981. Authors of papers of permanent interest will be encouraged to submit their work to the Journal of Heat Transfer for archival publication.

Abstracts or inquiries regarding the session should be addressed to the session organizers:

Dr. Peter G. Kroeger
Bldg. 703
Nuclear Energy Dept.
Brookhaven National Lab.
Upton, New York 11973
(516) 345-2610

Prof. Jerzy R. Moszynski
Dept. of Mechanical & Aerospace
Engineering
University of Delaware
Newark, Delaware 19711
(302) 738-8141

日本伝熱研究会への入会手続きについて

(1) 個人会員および学生会員

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

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

申込書送付先：〒106 東京都港区六本木7-22-1

東京大学生産技術研究所 第二部気付

日本伝熱研究会

郵便振替口座：東京6-14749

銀行振替口座：富士銀行青山支店・普通預金

（店番号211）－（口座番号466472）

日本伝熱研究会

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

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

(2) 維持会員

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

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



< 編 集 後 記 >

本号は例年夏に行なわれた伝熱セミナーの特集号とするのが慣例になっています。伝熱セミナーは毎年斯界の先達の先生方、企業の技術第一線で活躍されている技術者の方々それに学生を含む若い研究者・技術者が一堂に会して講義討論が行なわれ、研究発表中心の公開型の伝熱シンポジウムとは一味違った近親的熱意のもった集りです。夜はビールなどを交わしながら自由討論会もあり、参加された方々は殆んど得るところが多かったことを感想として述べておられます。

これらの内容の一端を会誌を通して会員にお知らせして、来年以降ますます発展させたいと思い、セミナーで司会に当られた方々及び準備委員、参加者の方に執筆をお願いしました。それぞれセミナー当日の御協力に更に重ねて執筆の労をおかけし、あらためてお礼を申し上げます。

研究トビックスとして静人・荒木先生の溶融塩についてのお話を掲載します。この方面はなじみの薄い方が多いと思われ、裨益するところの大きい内容です。急ぎの執筆依頼に応じて頂きながら、恐縮ながら編集の都合で本号掲載になりました。このような一般にはなじみの少ない分野の知見を披歴下さる御投稿をお待ちしています。

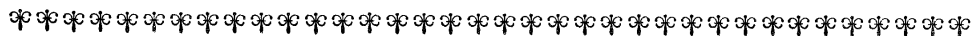
金沢での伝熱シンポジウムに参加された西ドイツのSchmucker先生の所感文が届きましたので、ご披露いたします。

次号は一般号で地方連絡幹事の方々に原稿集めをお願いしてありますが、内容の種類は問わず自由投稿歓迎で、寄稿をお待ちします。12月10日迄に地方連絡幹事が編集委員長まで。

伝熱セミナーの原稿を集めるのに日数がかかり、刊行が表記 October より少し遅れて申訳なく思っています。

〒730 広島市中区千田町3

広島大学工学部 河村祐治



伝熱研究

Vol.19 №75

1980年10月発行

発行所 日本伝熱研究会

〒106 東京都港区六本木7-22-1

東京大学生産技術研究所 第二部気付

日本伝熱研究会

電話 03(402)6231(代) 内線317

振替 東京 6-14749

(非売品)