

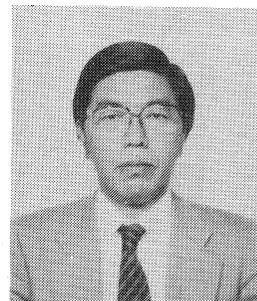
■ 論 説 ■

国際伝熱会議(サンフランシスコ)に出席して

Report on the Eighth International Heat Transfer Conference

鈴木 健二郎*

Kenjiro Suzuki



第8回国際伝熱会議(Eighth International Heat Transfer Conference)が8月17日(日曜日)から22日(金曜日)にかけてサンフランシスコ市で開催された。国際伝熱会議は、4年に一度の伝熱界最大の行事なので、各国から多数の研究者が参加する。したがって会議の目的である研究発表や討論の場であるのはもちろんだが、国際的な連絡や、参加者相互が旧交を温めるための場としても利用されている。また御夫人の参加も多く、レディースプログラムも用意されているので、こちらの方の交友の場としても機能しているようである。昼間の忙しい会議のあとは、連夜のようにパーティやディナーが用意されていて(もちろん会費を払えばの話であるが)、夕刻以降の活動も盛んである。以下、昼の部、夜の部、余談をとりまけて会議の参加報告をすることにしよう。

国際伝熱会議では、伝熱現象全般にわたる基礎研究や応用研究、それに関連する測定技術や諸物質の物性値などが取扱われている。伝熱現象は、熱エネルギーの移動現象のことであるから、それは、自然現象として我々の身のまわりに数多く存在するが、同時に日常生活の、また種々の工業的生産活動の熱エネルギーを利用するあらゆる箇所において冷却、加熱、保温などの操作を通じて利用されている。とりわけ、エネルギー変換や、熱エネルギーの回収、貯蔵を行う場合には、伝熱現象の促進や抑制、あるいは制御が重要な役割を演じている。伝熱研究は、かかる技術を支え、また進展させるために必要なものである。したがって、その成果が集中的に発表される国際伝熱会議は本研究会の活動と密接に関連している。

4年ごとに会議が開かれることが決ったのは、シカゴで開かれた第3回会議であり、その後パリ(第4回)、東京(第5回)、モントリオール(第6回)、ミュンヘン(第7回)で開催されたので、米国での開催は丁度

20年振りとなった。そのような関係からと思われるが、今回のオープニングセッションでは、大会実行委員長(ミネソタ大学の R. J. Goldstein 教授)の開会挨拶、国際伝熱会議 Assembly の会長(ミュンヘン工科大学の U. Grigull 名誉教授)などの歓迎の辞について、ミネソタ大学の E. R. G. Eckert 名誉教授による“草創期の国際伝熱会議の沿革”と題する講演が行われた。Eckert 先生は本年82才であるが今もかくしゃくとしておられ、毎日大学に顔を出して学生の指導にあたっておられる。私も先生が指導しておられた学生の一人を昨年一年間あづかったことがある。ところで、この講演では大西洋をはさんでの英米伝熱会議(1951年)が国際伝熱会議へと発展した経過と、この発展にあたって国際協力の雰囲気作りに貢献した学術誌 International Journal of Heat and Mass Transfer(略称 IJHM)発刊の経緯とを述べられた。この講演ではIJHMの初代のアジア地区編集者として御活躍になった佐藤俊京都大学名誉教授(現摂南大学教授)の御名前を挙げられた。また使用されたスライドには長年にわたって Assembly の日本代表の一人として尽力されて来た水科篤郎京都大学名誉教授の御名前が幾度か現われた。なお今回の会議までこの IJHM のアジア地区編集者を務めて来られたのが森康夫東京工業大学名誉教授(現電気通信大学教授)であることを御存知の方は多いと思う。言うまでもなく、水科篤郎先生は本研究会の会長であり、森康夫先生は副会長、佐藤俊先生は常任理事である。このことから本研究会と国際伝熱会議の関連をおわかりいただけるであろう。

ところで、熱移動の基本形態は1)熱伝導、2)対流熱伝達、3)ふく射熱伝達、の3形態に大別されるが、実は2)の区分の中には機構が異なる多数の伝熱形態が含まれている。たとえば、2)の伝熱形態はまず流体の相変化が生じない狭義の対流熱伝達と、蒸発、沸騰、凝縮伝熱などのように流体が相変化を起す熱伝達とに二分できる。このうちの狭義の対流熱伝達について見

* 京都大学工学部機械工学科教授

〒606 京都市左京区吉田本町

表1 区分ごとの論文数の内訳

イ) 熱伝導及び断熱技術	22編
ロ) 強制対流	70
ハ) 自然対流	48
ニ) 沸騰	43
ホ) 凝縮	20
ヘ) その他の相変化	23
ト) 二相流, 混相流, 多孔層	66
チ) ふく射, 燃焼	23
リ) 熱交換器, 原子炉等応用伝熱	68
ヌ) 計算技術, 物性	21
ル) 伝熱促進	23
ヲ) 数値計算, モデリング	23

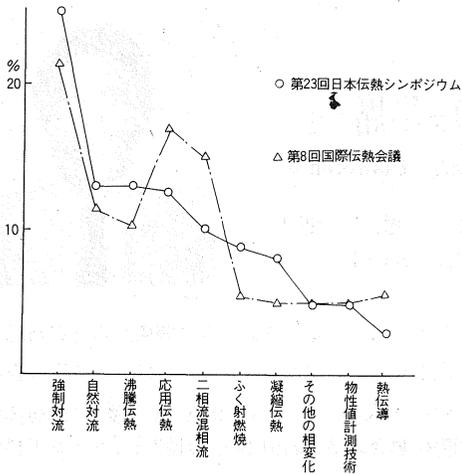


図-1 国内と国外の分野別論文数の比較

ると、それはさらに熱移動が原因となって流動が生じる自然対流熱伝達と、他の原因によって強制的に流動が引起されている強制対流熱伝達に区分される。他方、相変化を伴う場合の熱伝達について見ると、相変化が気相-液相間、気相-固相間、液相-固相間のいずれで生じるかによって伝熱機構に相違があるうえに、気相-液相間で相変化が生じる場合の気-液二相流熱伝達では、界面が変形し易いことに基いて多様な流動様式が発生し、それぞれの流動様式ごとに伝熱機構が相違する。このように多様な伝熱形態が存在するうえに、実際の問題では複数個の伝熱形態が併行あるいは混在して熱移動が進行することが多いので、ひとくちに伝熱と言っても、その内容は多岐にわたっている。

国際伝熱会議は、論文の募集にあたってトピックスを限定していないので、発表される論文は伝熱全般にわたっているから、その内容もかなりの広がりを持っている。今回の会議で採択された論文数は450編である。全論文は、対象とする伝熱形態、使用している手法、ねらっている応用分野などによって会議事務局により20のグループに類別されている。この分野を筆者なりに少しまとめて各区分ごとの論文数を示したのが表1である。さらに、国内と国外の研究動向を比較するために、この内訳を本年の日本伝熱シンポジウムにおける発表論文の内訳と比較したのが図-1である。ただし、この図では、発表論文数が日本伝熱シンポジウムと今回の会議とは相互に異なるので、数値は百分率で示してあり、さらに日本伝熱シンポジウムでは伝熱促進、数値計算法のセッションが設けられていないので、今回の発表論文で表1のル)ヲ)に区分されてい

るものについては、筆者の考えで他の区分に振り分けをした。

両者を比較すると対流熱伝達(ロ)ハ)とその他の相変化(ヘ)については両者はほぼ同じである。あとの区分については差異があるが、国際伝熱会議と日本伝熱シンポジウムとは、それぞれがカバーしている範囲が必ずしも同一でなく、またセッション区分の概念についても両者でやや差異があるので判断には注意が必要である。たとえば、国内では熱物性シンポジウム、混相流シンポジウムが独立して比較的活発に活動しているので、日本伝熱シンポジウムでは物性関係の論文や、また国際伝熱会議で相当数みられる非加熱の二相流の論文が相対的に少い。いっぽう、今回の会議で熱伝導、計算技術、原子炉の伝熱に区分されている論文には、日本伝熱シンポジウムであればそれぞれ物性、ふく射伝熱、沸騰伝熱に区分されているであろうものが相当数ある。これらのことを考え合せると、二相流と物性については明確な判断が下し難いが、沸騰伝熱、ふく射伝熱、熱伝導などについては国内、国外の差異は小さいと見るべきである。したがって、国内、国外の研究動向には大差はないように思われるが、強い差異をあげれば国内では凝縮伝熱の研究が国外に比してやや活発であり、いっぽう応用伝熱についてはやや国外の方が関心が高い、と言えるかと考える。

つぎに、450編の論文をファーストオーサの研究機関所在国に注目して国別に分類して見ると表2のようになる。この会議で発表される論文の採否の決定は、世界を12地域に区分し、それぞれに割当てられた採択数の範囲で各地域が別個に行っている。(表2の区分はこの採択数とは必ずしも一致しない)。したがって、論文の質は国ごとに微妙に異なっている。日本からの論文は質においてかなり上位(筆者の考えでは最高位)にあるので、数の上ですでに3位にあるものの、国内の

表2 各国の論文発表数

米国	152編	カナダ	31
英国	49	ソ連	16
日本	46	インド	15
西独	36	中華人民共和国	14
フランス	34	その他	57
		(ポーランド, イタリア, イスラエル, オランダ等)	

伝熱研究者の数, 企業の研究機関の数などから推して, 日本への論文採択数の割当はまだ少いように思う。

ところで, 今回の会議の会場にあてられたフェアモントホテルは, サンフランシスコを特徴づける急坂の丘のひとつ Nob Hill の頂上に建てられている大きなホテルである。坂の上から下を見下すと仲々のながめであった。準備された会議室はいずれも落ち着いており, 広いロビーや休憩室にあてられた喫茶室などはディスプレイに好適であった。

筆者は, 宿泊にはチャイナタウンの入口にある別のホテルを利用したが, これはやゝ失敗であった。このホテルは地図の上では会場と数ブロックしか離れていない。しかし地図には書いていない高低の差はかなりのものであり, 平地であれば数分の距離であるが, 実際には10分以上かかった。これまでもサンフランシスコは幾度か行ったことがあったが, その坂が急であると意識したことはなかった。昼食時にはチャイナタウンまで下ったり, 夜の部のパーティまでの時間つぶしに自分のホテルに帰ったりするため, この坂を一日に3往復することが多かったが, 毎日3回の往復は日がたつにつれてこたえた。とうとう最後の日には, 目の前に見えている坂の上までケーブルカーを利用した。お蔭で1ドル50セントの価値がわかった。

今回の会議では, 450編の一般応募論文は全てポスターセッション形式で発表された。ポスターセッションに平行して, キーノートセッション, ラウンドテーブルディスカッション, オープンポスターセッション, フィルム及びビデオフォーラム等多様なセッションが持たれた。キーノートセッションでは28件の論文が講演会形式で発表された。このうち日本からの発表は, “高温熱交換器”(森康夫本研究会副会長), “浮力を伴う乱流とその熱伝達”(荻野文丸京都大学教授), “沸騰限界熱流束”(甲藤好郎東京大学名誉教授, 現日本大学教授)の3件であり, また28件の区分内訳は表1に示した一般応募論文のそれと大体において同じである。ラウンドテーブルディスカッションでは現状の問題点



図-2 会場近くの Powell Street を上って来るケーブルカー (角度に注目下さい)。

や将来に向っての展望が討議され, オープンポスターセッションでは一部の最新の成果を発表しているのが見られた。フィルムフォーラムやビデオフォーラムでは可視化実験や数値計算のディスプレイが行われた。それぞれの会場は隣り合わせではなく, とくにポスターセッションの会場はキーノートセッションのそれとは階も違ううえに, ホテル内の対角線の両端に位置していた。これらの会場を往き来するのは面倒だった。この点では, ホテルの大きいのは良い点ばかりとは言えなかった。

ポスターセッションは7セッション用意され, 会議事務局の行った類別ごとにまとめて各セッションで約70編の論文が発表された。それぞれのセッションには午前8時から12時までか, 午後1時から5時までのいずれか4時間が割当られた。事前の連絡では, セッションの半分に相当する2時間が発表者の待機義務時間であり, 後は自由とのことであったが, 実際には次々と人が押しかけて来るので, こまぎれの合間はあるけれども, 討論者の方が疲れる終了間際を除くとほぼ4時間目一杯に応待することになった。このため, 自分の研究と最も関連の深い同一セッション内の発表論文については討論をするチャンスがなかったのは残念であった。

少し余談になるが, 今回の会議ではポスターセッションの発表方法改善奨励策として, 見ばえのよく仕上がったポスターを準備した発表者に賞状とカリフォルニアワイン1本とが授与されることになっていた。このため, カラーフルなポスターはもちろんのこと, 3次

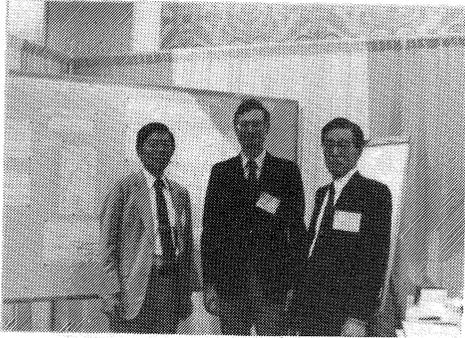


図-3 セッション終了後に押しかけて来た Greif 教授とワイン獲得には遠かった筆者のポスターの前で（左筆者、右佐藤先生）。

元的表示に工夫を凝らしたのものなど仲々に出来の良いのものがあり、論文の内容はそっちのけでポスターの作成方法を熱心になぞっている討論者もあった。各セッションには6本のワインが用意されていたらしいから、発表者の10分の1弱がその恩恵に浴しているはずである。論文の数からすると日本からの参加者のうちにもワインを手に入れた方が数人はいるはずだと推測するが、それが誰なのかはいまもって知らない。

1日目の昼間は登録手続きに費されたので、会議の実質的な活動は2日目午前のオープニングセッションから始まったが、夜の部の活動は17日の参加者登録終了後に会場で早速行われた Early Bird Reception を皮切りに一足先に始まった。次の日の夕刻には、庭の向うに金門橋が見渡せる Palace（米国では Palace をどういう意味で使用するのかわからないが）で Conference Reception が、19日の夕刻からはサンフランシスコ湾を巡る船の上で Conference Dinner が、1日おいた21日の夜は本年65才になった MIT の W. H. Rohsenow 名誉教授を囲んでの Rohsenow Dinner が開かれた。実は夜の部が休みのはずであった20日にも私的なパーティに招待されて出掛けたので、結局夜の部もフル出場したことになる。

アメリカ人は、夜遅くまでのパーティがあっても翌朝早くから会議をする生活に慣れ親しんでいるようであるが、連夜のパーティは日本人には少きつい面もある。しかし、昼間の会議では参加者は常時いくつかの会場に分散しているので、参加しているのがわかっている人でも、実際に会えるとは限らない。それにくらべて、夜の部では比較的限られたスペースに一同が会っているので人と会うチャンスは増す。そのような訳で、昔一年間御世話になったインペリアルカレッジ

の D. B. Spalding 教授や、前回の会議のあとの一月間パリの CNAM に招待して下さいだった J. Gosse 教授御夫妻、あるいは現在悠々自適の日々を送っておられる日本びいきの W. H. Giedt 先生御夫妻などなど昼間には会えなかったもののパーティではゆっくり話しができた方達も沢山あった。その意味では、フル出場の意義は有ったと言うべきであろう。

木曜日の Rohsenow Dinner では最後に Rohsenow 先生がシロホンを演奏し、御夫人が歌唱する自然発生的なアトラクションもあって、なごやかなうちに散会となった。全くの余談であるが、このパーティには最初にフルーツが出たが、何を使ってこれを食べるのか食べ方に困った。私のついたテーブルは、日本人が二人、フランス人が三人、アメリカ人が一人そしてドイツ人が四人という構成であった。用意されていたナイフとフォークの数が同じでなかったのがやがやといろいろの意見は出たが統一見解は出なかった。その結果私のようにフォークだけを使用した者が三人、スプーンだけで食べた人が四人、ナイフとフォークの両方を使ったのが三人とばらばらになった。国別に違うと言う訳でもなく、夫婦でも同じとは限らなかった。ちょっとしたことではあるが、日本ならばこうした場合どんな構成になるのだろうか、この場と同様に個人的な結果になるのだろうか、とふと考えた。

今回の会議の参加者総数は公表されていないが事前登録及び17日登録完了者のリストによると千名弱である。しかし、筆者の知っている範囲でも18日以降に登録した参加者がかなりあったので全参加者数は千名は優に越えていたものと思われる。日本からの参加者数も推定の域を出ないが、筆者自身御挨拶した方々が50名余であったから、全体としては前回とほぼ同じ70～80名程度ではなかったかと思う。今回は、会議の前日と初日にかけて種々のショートコースが用意されていて企業からの参加が比較的容易であったし、また留学中の夏休みを利用してサンフランシスコまで出掛けて来られた企業からの参加者もあったけれども、日本の企業からの参加者は前回より多かったが、それでも10名余にとどまった。次回からは、他の国と同様に日本でも企業からの研究発表や参加がもっと多くなることを願っている。

おそらく全参加者の約半数がアメリカ人であったものと推定される。米国では、3年前に来たときすでにエネルギー関連の研究費が削減されつつあると聞いた。昨年にはさらに、NSF (National Science Founda-

tion)の方針がかわり、応用研究に重点が置かれるようになったと聞いた。たしかに米国の研究者は、エネルギー関連の研究費の動向に不安感を持っており、したがって伝熱研究の新しい応用分野を模索しているのも事実である。しかし、今回の発表論文に見る限り、そのことがエネルギー関連の基礎研究の衰退につながる程の影響をもたらしているとは見えなかった。原油の値下りはあるにしても、新エネルギー源の開発はまだ先の目標でしかなく、エネルギー問題が解決を見た訳ではない。コスト上の競合性の観点からすると、原油の値下りはむしろ新エネルギー源の実現を遠のかせたことになる。したがって、より長期にわたって在来のエネルギー源に頼らざるを得ない状況が生じている

のであるから、在来技術の安全性を高めるための、また化石燃料の消費量を低減し、それを枯渇から守るべく熱エネルギーの有効利用度を高めるための、基礎研究の重要性は以前にもまして高まっている。この意味で、米国においてもエネルギー関連の基礎研究への関心度が低下していないことは御同慶の至りであると感じた。

以上、先頃開かれた第8回国際伝熱会議の様相を紹介したが、伝熱を専門とされる会員の方々には詳細な情報を入手される機会が他にもあると思われたので、こゝでは概略の雰囲気を描写することに努めた。会員諸兄への一般的な情報として何か御役に立つ面があれば良いがと願っている。

シンポジウム案内

第1回「環境科学」シンポジウム開催について

環境科学シンポジウム実行委員会より下記の案内状が届きました。どうか御参照下さい。

主催：「環境科学」特別研究総合班・「環境科学」シンポジウム実行委員会

日時：昭和61年11月12日(水)～14日(金)

場所：東京虎ノ門パストラル

〒105 東京都港区虎ノ門4-1-1

TEL 03 (432) 7261 (大代表)

〔交通〕地下鉄銀座線虎ノ門駅下車徒歩8分、
地下鉄日比谷線神谷町駅下車徒歩2分

<プログラム>

3日間9:00より17:00まで4会場にて、環境科学全般にわたり広範な研究成果340篇が発表されます。

参加費：要、当日渡しの講演要旨集代を含む。

事前の参加申込みは不要

懇親会：11月12日(水)18時より同パストラル宴会場裏間

会費5,000円(予定)実行委員会まで早目に葉書で申し込んで下さい。なお、当日も受け付けます。

展示：期間中、文部省科学研究費「環境科学」特別研究成果報告のデータベース(筑波大学環境科学研究科、UTOPRRA)および国立公害研究所のデータベースINFOTERRAのオンライン検索の展示・実演を企画しております。

連絡先：〒305 茨城県新治郡桜村

筑波大学大学院環境科学研究科内

「環境科学シンポジウム」実行委員会

実行委員長 山中 啓 (TEL 0298-53-4572, 6598 何れも直通)

なお、プログラムについては、郵送料60円切手同封の上、連絡先に申し込むこと。