

見聞記

第4回国際伝熱シンポジウムに参加して

The 4th International Symposium on Heat Transfer in Beijing

中 部 主 敬*

Kazuyoshi Nakabe

1. はじめに

本年10月7日～11日の5日間にわたって、中華人民共和国の首都北京に位置する清華大学（Tsinghua University）において第4回国際伝熱シンポジウムが開催された。著者はその会議に参加する機会を得ることができたので、ここに会議の様子を報告する。なお、図-1は会議のシンボルマークである。

2. 国際伝熱シンポジウムについて

今年で4回目を迎えるこの国際会議は、過去3回、1985年、1988年、1992年のいずれの年も北京で開催されており、清華大学機械工学科教授Buxuan Wangがオーガナイザーを務めている。特に、前回の第3回会議はハワイに本拠を置く環太平洋熱流体工学センター（Pacific Center of Thermal-Fluid Engineering）が主催する第5回輸送現象に関する国際シンポジウム（The 5th International Symposium on Transport Phenomena (ISTP-5)）との合同会議となったため、規模としては過去最大の会議になっている。この前回の会議に比べると今回はやや小振りになったものの、普通講演114編ならびに基調講演10編が登録された。なお、会議の前刷り集¹⁾には募集論文総数およそ250編と記載されていたので、約半数の論文がスクリーニングされたことになる。

会議当日には99人、16カ国からの参加があった。参加者を国別に見ると表1ようになる。中華人民共和国はホスト国であるだけに参加者が最も多いことが表から分かる。参加者としては、大学関係者だけでなく、中国科学アカデミーなど政府の研究機関からもかなり多かった。このことから、中国の伝熱研究者にとっては、この会議を国際的な情報交換ならびに共同研究推



図-1 会議のシンボルマーク

進の場と位置付けているように思われる。それゆえ、逆に、我々外国人にとってこの会議は、中国国内の伝熱関連の最新の研究ならびに技術の動向視察を行うに最適の場とも考えられる。

表によると日本からの参加者はホスト国中国に続いて多かったことが分かる。次いで韓国・台湾・米国が同人数で並んでいる。なお、欧州諸国、その他の国からの参加者はかなり少なかったが、これは交通機関の利便性も考慮すると現時点においては止むを得ぬ状況かもしれない。

会議は、毎日8時半からの基調講演に始まり、午前午後1セッションずつ3会場平行で行われ、基礎研究から応用研究、さらには中国のエネルギー事情の紹介に至るまで幅広い内容の論文発表が行われた。講演論文は、[1] 熱伝導、[2] 対流現象、[3] 多孔質体熱伝達、[4] 輻射・燃焼、[5] 伝熱促進・熱交換器、[6] プロセス熱・物質伝達、[7] ミクロスケール伝熱、[8] 沸騰・凝縮伝熱、[9] 数値伝熱解析、[10] 熱現象一般の10テーマに分類されていた。

各テーマの発表論文数を国別に分類すると、表2に示すような分布となる。これを見ると、現在中国では、多孔質体熱伝達や、最近日本でも盛んに行われるようになったミクロスケール伝熱現象に関する研究が比較的盛んに行われているようである。また、数値計算による研究は分野[9]として別に分類されていたが、

*京都大学工学研究科機械工学専攻助教授
〒606-01 京都市左京区吉田本町

表1 国別参加者人数

国名	参加人数
China	40
France	1
Germany,	2
Hong Kong	2
Israel	1
Italy	3
Japan	16
Korea	9
Lithuania	1
Norway	1
Poland	2
Romania	1
Saudi Arabia	1
Taiwan	9
U. K.	1
U. S. A.	9
計	99

他の分野においても当然数値解析的な研究手法は多く用いられているので、表2の最下欄に数値解析・理論モデルに重きを置いた研究の内訳を挙げた。それを見ると、中国に限らずこの会議全体の傾向として、数値解析・理論モデルに関する論文は実験に関する論文よりもやや数の多いことが分かる。

3. 基調講演について

基調講演は都合により、当初の10編の内9編が発表されたが、これらはいずれも既存の研究ならびに技術

を十分に評価した上で、今後の技術発展に繋がる新たな指針をも盛り込んだ興味ある内容となった。それらの題目は次のとおりである；〈1〉ミクロスケール伝熱の進展、〈2〉生体組織の低温保存、〈3〉微小重力下における界面での熱および物質移動、〈4〉チョクラスキー法による結晶生成過程での熱伝達、〈5〉乱流境界層中でのバースティング現象と熱伝達、〈6〉二成分混合冷媒の沸騰、〈7〉振動流中での流体力学と伝熱機構、〈8〉クロスフロー中に挿入した管からの熱伝達に関する基本特性、〈9〉核エネルギーの研究およびその有効利用に関する中国での主要プロジェクト。〈9〉の内容に関しては、2050年には人口が約15億人、電力需要が1990年のおよそ7.7倍になるという試算とともに、それを賄うために、米国スリーマイル島や旧ソ連チェルノブイリの核エネルギー関連事故を踏まえた安全対策を講じながらの水冷高温炉(NHR; Water-cooled Nuclear Heating Reactor)および高温ガス炉(HTGR; High Temperature Gas-cooled Reactor)による核エネルギー高効率有効利用プロジェクトが紹介された。

4. 普通講演について

普通講演は2節で前述した10テーマの多岐に亘って行われた。まず、熱伝導問題に関しては、固化・融解等の相変化を伴う場合あるいはそうでない場合についての複合材料や金属材料内部の熱伝導、温度・熱流束分布についての逆問題が発表された。対流伝熱現象を扱った研究では、平板境界層・ステップ流・チャネル流、リブやフィンのある流れ、衝突噴流、流下液膜に

表2 各テーマにおける国別発表論文数

分野	中国	日本	韓国	台湾	欧米諸国	その他	計
[1] 熱伝導	4	0	0	2	0	0	6(5)
[2] 対流現象	6	2	1	1	3	1	14(5)
[3] 多孔質体熱伝達	8	0	0	0	4	3	15(12)
[4] 輻射および燃焼	3	1	1	0	4	1	10(7)
[5] 伝熱促進・熱交換器	7	1	1	0	4	1	14(6)
[6] プロセス熱・物質伝達	5	3	0	1	3	1	13(11)
[7] ミクロスケール伝熱	7	0	0	0	5	0	12(6)
[8] 沸騰・凝縮伝熱	6	2	0	2	2	0	12(2)
[9] 数値伝熱解析	4	1	0	1	2	1	9(9)
[10] 熱現象一般	6	2	0	1	0	0	9(2)
計	56	12	3	8	27	8	114
(数値解析・モデル)	(25)	(7)	(1)	(5)	(20)	(7)	(65)

対して、定常・非定常、単相流・二相流、自然対流・強制対流・共存対流の実験、数値計算、理論モデルが発表された。多孔質体を扱った研究では、実用に供される複雑な形状や混相流・非ニュートン流体に対しての熱伝達解析、非ダルシー則モデルを使った多孔質体内熱伝達、プール沸騰時の多孔質体表面伝熱特性の実験的評価が発表された。放射および燃焼現象に関しては、海上火災を想定したプール燃焼や伝熱管表面への粒子付着等の具体的事例を想定した放射伝熱計算、炉内や流動層の燃焼・伝熱現象解析が発表された。伝熱促進技術・熱交換器特性については、ボイラーや自動車等に用いられる熱交換器の数値予測、マルチパス型凝縮管採用・フィンレイアウトの最適化などによる性能改善策提言、ヒートパイプを用いた熱交換器の性能評価、新材料（PTFE；Polytetrafluoro-ethylene）を利用した動力プラント用空気加熱器の提案などが行われた。プロセス熱・物質伝達に関連しては、材料の溶融・結晶成長・氷形成過程における熱・物質輸送の数値解析、実際のエネルギーシステムに対するエネルギー輸送プロセス解析などが発表された。ミクロスケールの伝熱現象に関しては、レーザーパルス照射時の固相表面熱伝達の計算やマイクロチャンネルでの冷媒の沸騰熱伝達の実験、マランゴニ対流あるいは薄液膜層内サーモキャピラリー流の可視化実験、マイクロ熱サイフォンの性能評価など、多岐に亘る研究対象が取り上げられていた。沸騰・凝縮伝熱現象については、非一樣壁面熱流束の場合の臨界熱流束や、らせん管、ピンフィン、ポリマーコート表面などの場合に注目した凝縮・沸騰熱伝達実験ならびに数値予測が報告された。

5. 清華大学および首都北京について

今回の会議の開催場所となった清華大学は1911年に創立され、1930年代に総合大学となった。その後、1950年代には一部の学部が分離・独立して単科大学等も生み出したが、現在、中国政府から最重点大学として多大な援助を受けている。敷地はかつて皇族の使用していた庭園の一部分だそうで、中国全土にある大学の中で最も美しいキャンパスとされている。今回は会議開催の時期がちょうど秋の草花の咲き競う時期と重なっており、確かに美しかった。写真1にキャンパス内の風景（清華園）を示す。それにしてもキャンパスは十分に広く、市場や居住施設も含めた生活に必要なものは全て揃っているのでキャンパスから一步も出ずして生活が営めるそうである。なお、今回、外国から



写真1 キャンパス内の風景

の会議参加者に対しては清華大学のゲストハウスが宿泊場所として提供された。

会議の中日には機械工学科の一部の実験室を見学する機会を得たが、見学した範囲内では、ワークステーション、レーザー光学装置、日本製の最新計測器など、かなりの資金をつぎ込んだ精力的な研究が行われているように思われた。これは清華大学が最重点大学であることとも関係すると思われるが、中国政府からの研究費のみならず、中国国内の外国資本の企業も含んだ研究機関からの委託研究がかなり盛んに行われている事によるようだ。

ただ、一步建物の外へ出ると、そこはキャンパス内ではあるが、研究室の設備と生活に必要な設備とのギャップがあまりにも大きいように感じられた。卑近な例でいうならキャンパス内の市場での食料品鮮度保持に対する処置などが挙げられ、(研究費/生活費)の比はおそらく日本の場合に比べて何桁も大きいように思われた。このようなギャップ・隔たりに限らず、両極端という意味での大きな隔たりは、今回の北京滞在中に至る所で何度となく強く感じられた。例えば、会議プログラムとして企画されていたツアー中に目にした、林立する西洋式高層ビルディングと庶民生活の場(胡同)、故宮(紫禁城)や万里の長城に代表される壮大なスケールの建築と超微細な美しい装飾加工、外国人の場合時として10倍程度高くなる名所旧跡への入場料金などである。

あわせてもう一つ感じた点は大気汚染問題である。時として砂塵が舞って視界が霞むのは風土として止むを得ぬ事だが、それと建設ラッシュの現場から出る煤塵に混じって、自動車からの排気ガスや練炭の燃焼ガス(おそらく一般家庭、食堂等の暖房・調理による)が鼻を突き、目に染みた。街路にあふれてごった返す

人と自転車と自動車に揉まれながら、急激なモータリゼーション・近代化推進政策—環境問題—エネルギー問題の深刻なトリレンマがここでも起こっている事を確認させられた次第である。

6. 次回の会議について

会議でのバンケットの席上、次回、第5回国際伝熱シンポジウムは4年後の2000年に同じく清華大学で開催されることが公表された。4年後どの程度インフラが整備されるかも期待されるころではあるが、前述

のトリレンマ問題に挑戦しゆくためには今後、我が国を含めた世界的な研究協力体制が不可欠であり、その中で熱・エネルギー関連研究の果たす役割は極めて大きく、次回の会議でより多くの研究者がその成果を持ち合い参加することを期待する。

参考文献

- 1) Heat Transfer Science and Technology (Proceedings of the 4th International Symposium on Heat Transfer in Beijing), (1996), Higher Education Press.

他団体ニュース

公式環境審査員養成セミナーのご案内

英国EARA認定「ISO14001環境マネジメントシステム」

1. 開催日時

- ・1997年3月10日(月)～14日(金)の5日間
(宿泊は3月9日の晩から3月14日までの5泊)
- ・AM 9:00～PM18:00(14日は16:00終了)

2. 開催場所

住友金属人材開発センター
(茨城県鹿嶋市光3番地)

3. 定員 20名程度

4. 受講料

- ・1名につき360,500円(うち10,500円は消費税)
- ※受講料には、テキスト代、5日間の朝食、昼食、喫茶(1日2回)、夕食(14日夜除く)の代金、5日間の宿泊料金のすべてが含まれています。

5. カリキュラム

- ・環境マネジメントシステムの展開
- ・環境規格ISO14001, BS7750及び制度EMASの概要
- ・環境マネジメントシステムの基本「初期環境影響評価」の実施
- ・重大な環境影響の評価及び登録簿の作成
- ・我が国の環境法規制等

6. 研修修了後の資格取得

- ・EARA認定ISO14001監査員補
- ・JAB認定ISO14001審査員補(予定)

7. 5日間セミナー+2日間ホームワーク

研修の前に2日分のホームワークを終えていただいた後、快適な環境と充実した施設で行う5日間の集中合宿型セミナーです。

8. 受講対象者

- ・社内で環境マネジメントシステム構築責任者となった方およびリーダー役の方
- ・第三者認証機関の環境マネジメントシステム監査員を目指す方
- ・企業の主任内部環境監査員および内部環境監査員を目指している方
- ・環境専門家(技術士, エネルギー管理士, 公害防止管理者等)で環境監査の技術を身につけたい方

9. 協力: (株)環境技術機構

10. 問い合わせ先

(財)省エネルギーセンター教育普及部

〒104東京都中央区八丁堀3-19-9 ジョオ八丁堀

TEL 03-5543-3014