

ISSN 0910-7851

伝熱研究

Journal of The Heat Transfer Society of Japan

1994 October
Vol. 33 No. 131

〈小特集：第10回国際伝熱会議〉

ISSN 0918-9963

THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING

Vol. 2

No. 4

社団法人 日 本 伝 熱 学 会
The Heat Transfer Society of Japan

日本伝熱学会第33期 (平成6年度) 役員

会 長 副 会 長 理 事 (編集出版) 東 北 中国四国 (企 画) 北陸信越 (総 務) 北 海 道 監 事 評 議 員	(編集出版) (企 画) (総 務) 山 田 悦 郎 (秋 田 大) 稲 葉 英 男 (岡 山 大) 伊 藤 正 昭 (日立製作所) 平 田 哲 夫 (信 州 大) 青 木 博 史 (豊田中研) 中 島 利 誠 (お 茶 大) 杉 山 憲 一 郎 (北 大) 岡 田 孝 夫 (高砂熱学) 金 山 公 夫 (北見工大) 戸 倉 郁 夫 (室蘭工大) 高 橋 一 郎 (山 形 大) 高 橋 爪 秀 利 (東 北 大) 一 宮 浩 市 (山 梨 大) 神 永 文 人 (茨 大) 長 坂 雄 次 (慶 大) 西 尾 茂 文 (東 大) 北 村 健 三 (豊橋技科大) 松 田 仁 樹 (名 大) 平 澤 良 男 (富 山 大) 神 吉 達 夫 (姫路工大) 稲 室 隆 二 (京 大) 竹 中 信 幸 (神 戸 大) 森 岡 斎 (徳 島 大) 村 上 幸 一 (愛 媛 大) 金 丸 邦 康 (長 崎 大) 笹 口 健 吾 (熊 本 大) 縄 田 豊 (八代高専) 田 辺 新 一 (お 茶 大) 中 谷 元 (三菱電機) 師 岡 慎 一 (東 芝) 小 泉 安 郎 (工学院大) 山 中 晤 郎 (三菱電機)	中 山 恒 (東 工 大) 福 迫 尚 一 郎 (北 大) 坂 本 雄 二 郎 (神 戸 製 鋼) 土 方 邦 夫 (東 工 大) 部 会 長 芹 沢 昭 示 (京 大) 東 海 加 藤 征 三 (三 重 大) 九 州 増 岡 隆 士 (九 工 大) 部 会 長 庄 司 正 弘 (東 大) 伝熱シンポジウム準備委員長 宮 本 政 英 (山 口 大) 関 西 木 本 日 出 夫 (阪 大) 柳 謙 一 (三 菱 重 工) 水 野 彰 (豊橋技術大) 部 会 長 河 村 洋 (東 理 大) 前 田 昌 信 (慶 大) 関 根 郁 平 (苦小牧高専) 小 川 清 (日 大) 泉 正 明 (岩 手 大) 長 崎 孝 夫 (東 工 大) 勝 田 正 文 (早 大) 前 川 透 (東 洋 大) 石 塚 勝 (東 芝) 海 野 紘 治 (豊田工大) 辻 俊 博 (名 工 大) 小 林 睦 夫 (新 潟 大) 姫 野 修 廣 (信 州 大) 唐 土 宏 (松下電器) 小 澤 守 (関 西 大) 増 田 雅 昭 (シャープ) 秋 山 巖 (パブ日立) 奥 山 喜 久 夫 (広 島 大) 小 森 悟 (九 州 大) 松 尾 篤 二 (三 菱 重 工) 平 井 秀 一 郎 (東 工 大) 新 井 紀 男 (名 大) 谷 下 一 夫 (慶 大) 赤 井 誠 (工 技 院) 五 十 嵐 喜 良 (東 北 電 力) David Copeland (東 工 大)
---	---	---

伝熱研究 目次

日本伝熱学会法人化に際して……………第31期会長 藤江邦男 (新明和工業) ……	1
社団法人日本伝熱学会の発足にあたって……………第33期会長 中山 恒 (東工大) ……	3

〈小特集：第10回国際伝熱会議〉

Assembly for International Heat Transfer Conferences 1994 Meeting の報告 ……………平田 賢 (芝浦工大) ・荻野文丸 (京大) ……	5
第10回国際伝熱会議 International Scientific Committee 委員の役目を終えて ……………鈴木健二郎 (京大) ……	7

〈各セッション報告〉

ふく射伝熱と燃焼……………牧野俊郎 (京大) ……	9
測定技術……………姫野修廣 (信州大) ……	10
数値計算法とモデリング……………尾添紘之 (九大) ……	12
外部強制対流……………太田照和 (東北大) ……	14
火力および原子力発電システムにおける伝熱……………戸田三朗 (東北大) ……	15
凝縮と気-液直接接触熱伝達および Keynote Lecture を担当して……………棚沢一郎 (東大) ……	16
凍結、融解および凝固、および Keynote Lecture を担当して……………福迫尚一郎 (北大) ……	18
内部強制対流……………望月貞成 (農工大) ……	20
熱交換器……………山下浩幸・喜 冠南 (ダイキン工業) ……	22
プール沸騰……………庄司正弘 (東大) ……	24
自然および共存対流……………能登勝久 (神戸大) ……	25
伝熱促進……………鳥居 薫 (横浜国大) ……	27
相変化を伴う場合と伴わない場合の二相流……………藤田秀臣 (名大) ……	29
伝導伝熱および断熱……………増岡隆士 (九工大) ……	31
自然対流……………杉山憲一郎 (北大) ……	33
応用伝熱……………松田仁樹 (名大) ……	34
強制対流沸騰……………井村英昭 (熊本大) ……	35
インダストリアルセッションに参加して……………加賀邦彦 (三菱電機) ……	37
第10回国際伝熱会議に参加して ……………宗像鉄雄 (機械研) ……	39
……………石井達哉 (航宇研) ……	40

〈寄稿論文〉

生体内伝熱現象の基礎……………横山真太郎・落藤 澄・長野克則 (北大) ……	41
--	----

〈国際会議報告〉

乱流・熱物質移動国際会議の報告	鈴木健二郎（京大）	51
-----------------	-----------	----

〈支部・地方研究グループ活動報告〉

関西支部活動報告	木本日出夫（阪大）	53
----------	-----------	----

〈お知らせ〉

学会の社団法人化について		54
「財政基盤強化のための募金事業」会計報告		60
募金事業実行委員会の経過報告		60
日本伝熱学会学術賞・技術賞・奨励賞公募のお知らせ		62
第32回日本伝熱シンポジウム研究発表募集		65
講習会・懇談会「温度計測と問題点」開催のご案内（企画部会）		69
東北研究グループ 伝熱セミナーのご案内		70
関西支部 熱・物質移動国際シンポジウム		71
放電プラズマ応用の現状とその将来展望に関する研究会		72
「エクセルギー再生産の学理」平成6年度研究成果報告会の御案内		72
第3回微粒化シンポジウム「微粒化のミクロとマクロ」		73
分子熱流体シンポジウム		73
第32回燃焼シンポジウム		74
第4回「基礎研究の振興と工学教育」シンポジウム		74
9th International Conference on Thermal Engineering and Thermogrammetry with Exhibition		75
トピックス記事情報ご提供のお願い		76
「伝熱研究」原稿の書き方		77
事務局からの連絡		78
日本伝熱学会 入会申込み、変更届用紙		

Journal of The Heat Transfer Society of Japan

Vol.33, No.131, October, 1994

CONTENTS

At the Time of Shift to a Corporate Body of the Heat Transfer Society	
Kunio Fujii (Shin Meiwa Industries, Ltd.)	1
The HTSJ Approved by the Ministry of Education as a Registered Society	
Wataru Nakayama (Tokyo Institute of Technology)	3
 〈Special Issue : 10th International Heat Transfer Conference〉	
Report of Assembly for International Heat Transfer Conferences 1994 Meeting	
Masaru Hirata (Shibaura Inst. of Tech.) and	
Fumimaru Ogino (Kyoto University)	5
The View of a Member of International Scientific Committee	
Kenjiro Suzuki (Kyoto University)	7
 (A Personal Impression on the Sessions)	
Radiation and Combustion	
Toshiro Makino (Kyoto University)	9
Measurement Techniques	
Nobuhiro Himeno (Shinshu University)	10
Numerical Techniques and Modelling	
Hiroyuki Ozoe (Kyushu University)	12
External Forced Convection	
Terukazu Ohta (Tohoku University)	14
Heat Transfer in Nuclear and Conventional Heat and Power Generation Systems	
Saburo Toda (Tohoku University)	15
Condensation and Direct Contact Gas/Liquid Heat Transfer, and Keynote Lecture	
Ichiro Tanasawa (University of Tokyo)	16
Freezing, Melting and Solidification, and Keynote Lecture	
Shouichiro Fukusako (Hokkaido University)	18
Internal Forced Convection	
Sadanari Mochizuki (Tokyo Univ. of Agricul. and Tech.)	20

Heat Exchangers	
Hiroyuki Yamashita and Xi Guannan (Daikin Industries, Ltd.)	22
Pool Boiling	
Masahiro Shoji (University of Tokyo)	24
Natural and Mixed Convection	
Katsuhisa Noto (Kobe University)	25
Heat Transfer Augmentation	
Kaoru Torii (Yokohama National University)	27
Two-Phase Flow With and Without Phase Change	
Hideomi Fujita (Nagoya University)	29
Conduction and Insulation	
Takashi Masuoka (Kyushu Institute of Technology)	31
Natural Convection	
Kenichiro Sugiyama (Hokkaido University)	33
Applied Heat Transfer	
Hitoki Matsuda (Nagoya University)	34
Flow Boiling	
Hideaki Imura (Kumamoto University)	35
Industrial Sessions	
Kunihiko Kaga (Mitsubishi Electric Corp.)	37
A Personal Impression of the 10th International Heat Transfer Conference	
Tetsuo Munakata (Mechanical Engineering Laboratory, MITI)	39
Tatsuya Ishii (National Aerospace Laboratory)	40
〈Contribution from Members〉	
Heat Transfer Phenomena in the Human Body	
Shintaro Yokoyama, Kiyoshi Ochifuji and Katunori Nagano	41
〈Report on International Symposium〉	
International Symposium on Turbulence, Heat and Mass Transfer	
Kenjiro Suzuki (Kyoto University)	51
〈Reports on the Local Branch/Group Activities〉	53
〈Announcements〉	54

日本伝熱学会法人化に際して

藤江 邦男（新明和工業）

はじめに、この度の日本伝熱学会法人化に際しましては、市場の景況が最悪の時期に当り当初は「財政基盤強化のための募金事業」の目標達成が危ぶまれましたが、棚沢実行委員長はじめ、各地区代表委員並びに委員、総務・会計担当の先生方のご努力、ご協力によって、予期以上の成果を納めることができ、その上目的とした法人化についても、予想外の短期間に許可される見通しが得られましたことに対し、この事業の発起人代表として、改めて会員各位に厚くお礼を申し上げます。

本学会法人化に当りましては、昭和62年2月に「将来問題検討委員会」（甲藤委員長）が設置され、アンケートによる会員の声を参考とし、研究会から学会への移行を検討しましたが、その時は創立の趣旨と研究会の雰囲気を持すべきとする意見が比較的強く、私も委員の一人として、結局従来通り研究会として運営することに、賛成した経緯がございます。しかし、最近の世の中は改革の時代に入り、学会と言えども良い所は残し、変改すべき所は変えなければ、魅力を失い活動が衰退することは必然であります。したがって、第28期幹事会（藤井会長）のご英断によって「先の将来問題検討に関する答申」の主旨を実行するため、並びに学会の将来動向を考えると、法人化の問題点を早急に明確にすべきとの意見が出され、「学会（法人）移行の検討」ワーキンググループ（小竹主査）が組織され、そこでの検討の結果、将来において学会法人化が提案された経緯がございます。

私が第31期の会長をお引き受けした際、前小竹会長からの申し送り事項の一つに、法人化の問題がありました。その時は法人化には少なくとも2～3年位かかるので、法人化着手の準備期間の

第一年目と考えればよいと言われたように記憶しています。しかし、会長に就任して間もなく、藤井先生、小竹先生、河村先生と私の四人で、文部省の法人化担当部署にお伺いした時、先方から会員が1300名程では基金集めが大変ですねと同情されたが、法人化については至急実行に移すよう努力する方が良いとの、感覚を得ることができましたので、私はその帰り道に法人化の早期実現を決意致しました。

募金事業を始めるに当り、まず理事会で発起人代表を誰にするか人選の問題と、募金事業での個人会員一口と企業（賛助会員）一口の金額を幾らにするかが問題でした。人選についてはご高名な先輩先生方の中から選ぶのが適当と考えて、理事会にかけましたが決まらず宿題としましたが、結局は責任上、会長が引き受けるべきであるとの意見が大勢を占めたので、期日の関係もありお引き受けした次第です。募金一口の金額につきましては、前以って関東、関西地区企業出身の会員の中から各10名位を選考させて頂き、臨時委員会を各一度開催して一口の金額案を整理し、理事会に図って決めさせて頂きました。

「財政基盤強化のための募金事業」を実現するためには、実行委員会の設置が必要でありますので、棚沢東大教授に委員長をお願いし、地区代表委員、委員の人選も依頼された先生方の伝熱学会を愛する気持の現れとして、ご多忙中のところを多くの先生方から、直ぐご内諾を戴け短期間で募金事業を開始することができた。特に企業の賛助会員（特別）加入形式の募金につきましては、初めの地区代表委員の実行委員会でも、市場の景況が悪く募金の時期を、もう少し景気の見通しが良く

なるまで、待つべきであるとの意見もありましたが、先の見通しが付かないまま、延期するのも問題であり、また2、3の企業に当たった感覚では何とかかなると思ひ、予定通り実施に踏みきりました。このため、実行委員の先生方には大変なご心労をお掛けし、恐縮に存じております。

さて、将来の学会の財政を考えると法人化によって、従来より研究分野の拡大、学際分野への展開、国際活動の活発化など、学会活動の活性化が推進されると、運営出費がかさむことは避けられません。この対策として、今回の募金事業で賛助会員(特別)として、ご協力戴きました企業に対し、可能な限り通常の賛助会員にご加入して下さいませう。今後、例えば5年計画(中期計画)の課題の一つとして、賛助会員を倍増する計画を、各期理事会でご検討下さるようお願いいたします。また、従来からの賛助会員については、一口の企業には二口にして戴くなど、増額を景気の状態を見てお願いしては如何でしょうか。

一方、個人会員につきましては、現在の1300名の勤務先分類によると、学と官関係者70%、企業30%の比率と言われております。もしこれが事実ならば、5年計画で会員数を2000名に増員し、比率をほぼ半々にするためには、学と官会員を約100名増加に対し、企業内個人会員を約600名増加する必要があり、努力は要するが不可能ではないように思われる。このためには学会の各種行事に出席した会員が、まず如何に自分にとって利益があるかを実感することが必要であります。特に企

業における幹部研究者、幹部技術者は自分の智を強化する意味でも、積極的に学会活動に参加し、色々の方とお話することが自分の成長にとって、大切であることを職場の先輩として、若い人たちに教えることをお願いしたい。

常日頃、私は伝熱工学の研究に関する情報源として、日本伝熱シンポジウム講演論文集、伝熱研究、日本機械学会論文集(B編)、Trans. of the ASME (Journal of Heat Transfer)、ASHRAE Journalなどに目を通していますが、少なくとも国内での伝熱研究分野の研究状況を知る上では、伝熱シンポジウム講演論文集を一通り見れば、最近の研究内容の概略を知ることができ、情報を得る上で大変価値があるように思います。したがって、日頃時間的制約の多かった私は、毎年日本伝熱シンポジウムへの出席を楽しく心待ちしています。既に入会され研究成果をシンポジウムで発表されている、先輩格の研究者、技術者は是非若い人達に、日本伝熱学会の雰囲気伝えて頂き、魅力と価値観を感じて、入会するようにご勧誘をお願い致します。また、個人会員については、特に企業出身の理事の方々には、企業内個人会員の増員対策を積極的に推進するよう期待しています。

最後になりましたが、募金事業の目標達成に向けて、終始地区委員と学会との連絡、情報の収集、印刷、発行さらに二、三ヵ月に一度の実行委員長主催の会議に、手弁当で遠路ご出席頂いた総務担当坂口委員、山川委員、並びに井上委員、飯田委員、会計担当吉田委員に心から感謝申し上げます。

社団法人日本伝熱学会の発足にあたって

第33期会長

中山 恒 (東京工業大学工学部)

伝熱学会が社団法人としての一步を踏み出す日が遂にやってきました。この日に向けて、多大のエネルギーと時間を費やして頂いた多くの方々に感謝申し上げます。とくに、法人化委員会、募金委員会、及び法人化の検討に関わってこられた数代にわたる学会役員の方々に厚く感謝申し上げます。また、法人化に必要な基金に多数の個人からご寄附を頂き、多くの企業には賛助会員(特別)としてご入会頂きました。更に、募金事業開始後、国際伝熱会議準備会(日本伝熱学会とは別組織)より、業務と資産を引継ぎました。紙上を借りて心より御礼申し上げます。これらの基金を、基本金、活性化活動引当金、国際伝熱活動引当金、に充当させて頂きました。

この記念すべき時に、本学会の一層の発展を願い、21世紀へ向けての活動を会員の皆様と共に考え、実行に移して行きたいと思っております。本稿では9月10日の理事会で検討し承認頂いた特別委員会の活動計画を記します。

1. 基盤強化特別委員会

法人化へ向けての募金事業により本学会の財政基盤は確かなものになりました。今後、この基盤を有効に活用するとともに、更に強固なものにして行く必要があります。また、より多数の会員を擁するようになると、学会の活動様態、とくに支部活動のさらなる活性化と学会全体へのコミュニケーションのさらなる円滑化を検討する必要があります。更に、専任事務職員の支援が得られるようになったとは言え、学会活動の性格からして事務業務のかなりの部分を従来通り私達自身の間で持ち回りあるいは分担していかなければなりません。負担の分かち合いをこれからどのようなパターンですべきか、も大きな課題です。本委員会は活性化活動引当金の有効利用

法と、これらの課題について長期的視野からの検討を行うものです。会員の皆様からの意見を本委員会に集約し、理事会に答申する機能を期待しています。委員長役を林 勇二郎先生(金沢大)をお願いしています。

2. 国際活動特別委員会

本学会の定款に「国際的な研究協力の推進」がうたわれており、法人化の申請の過程でこの項目が重視されたことを、文部省との折衝に労をとられた河村 洋先生(東理大)から伺っています。従来から本学会は海外伝熱界への窓口としての機能を十分に果たしてきましたが、法人となったことからこの機能を制度上も確かなものにする必要があります。折しも海外においても各所で連絡組織の整備が進められています。ユーゴスラビアに本拠を置いていた International Centre of Heat and Mass Transfer が、周知の事情からトルコに事務局を移し、これを機に組織の改革が行われました。(組織改革には前会長の森 康夫先生と前General Secretary の Goldstein 教授が尽力されました。) ICHMT の最上位機関は Institutional Members からなる General Assembly で、先の Brighton での会議において日本からは伝熱学会、化学工学会、機械学会が member となることを承認されました。また、国際伝熱会議に対する支援を本学会が伝熱研究会の時代から担ってきたことは周知の通りで、これも引き続き重要な役目の一つです。このほか、環太平洋、インド東南アジア、ヨーロッパなど、地域に根差した活動のための組織が誕生しています。こうした状況のなかで、私達が果たす国際的な役割を考え、国際伝熱活動引当金の有効利用法を提案するのが本委員会の役目です。委員長の役を私が仰せつかりました。

3. FILGAP委員会

「企業の伝熱研究に対するニーズをより効果的に大学での研究に取り込むにはどうしたらよいか？」このための仕組みを考える委員会です。この度の法人化に際し、多くの企業からご支援を頂きました。また今後も企業からの貢献は欠かすことができません。これは資金面のみでなく、わが国の伝熱研究を更に活性化するためにも重要です。前号にも書きましたが、私達は国が立てた大目的に向かって皆が総力を結集するフェーズを卒業し、多様化する応用に対応して自ら研究の流れを創成して行くフェーズに入っています。現在、大学での研究と企業のニーズとの間にギャップがあると感じられるのはこうした時代背景があるからでしょう。FILGAPとは「ギャップを埋める」の意を含め、「Forge Industrial Liaison to Generic Academic Problems」の頭文字をとったものです。本委員会の機能は下記の活動を推進し、連絡網の中核になることです。実際の活動は主要な応用分野のいくつかについて編成されるプロジェクトにより遂行することを考え、プロジェクト活動は次のような4段階に構成します。

ギャップを埋めるための最も重要な課題は、企業が抱えている各種の問題から大学での研究に適した、即ちある程度の普遍性を備えたテーマをいかに抽出するかにあります。テーマの抽出作業は容易ではありません。このため、主要な応用分野について限られた数の人達が集中して作業する必要があります。これが第一段階で、作業してもらう人達をコアチームと呼ぶことにします。第二段階ではコアチームが抽出した幾つかのテーマについて研究協力者を企業と大学の双方から公募します。第三段階では応募者の中で協力方法の擦り合わせを行います。協力にあたっては企業側からの試験片の供与、大学への企業研究者の受入れ、など各種の形態を柔軟に考えます。第四段階は実行と研究成果の普及で、伝熱シンポジウムでセッションを組み成果を集中して発表するなど、企画をします。コアチームが抽出するテーマとはどのようなものか、具体例を示すほうが分かりやすいと思うので、「電子機器の熱制御」をとりあげ

ると次のテーマが考えられます。即ち、遷移域流れのモデル化、低面圧下の接触熱抵抗、部品の熱的最適配置を求めるアルゴリズム、表面温度分布から内部温度を推定する逆問題解析、などです。こうしたテーマ抽出を各種の応用分野について系統的に行う過程で、企業の技術者と大学の研究者の間により深い相互理解が生まれると期待できます。

本委員会の委員長役を坂本雄二郎氏（神戸製鋼）にお願いしています。

4. 記念出版特別委員会

社団法人としての新たな出発を記念して「伝熱学大系」の出版を検討することになりました。これまでに多くの研究者、技術者により蓄積されてきた「伝熱」に関する知識を、世界でも例を見ない規模で系統的に網羅しようとの企画です。これには極めて多数の会員の方々の力を結集しなければなりません。完成の暁には世界に誇れるものとなりましょう。委員長役を坂口 忠司先生（神戸大）にお願いしています。詳細な企画が近い将来発表されることと思います。

以上の他に、支部活動、研究会活動、出版活動が活発に行われています。それぞれの詳細に関しては機を見て担当の先生方から本誌上で紹介される予定です。今期の活動への皆様のご支援を学会役員一同に代わりよろしくお願い申し上げます。

また、基本金と各引当金への充当については、総会においてご報告させていただいておりますが、より詳細な点については、総務担当の土方副会長にお問い合わせください。

中山 恒：東京工業大学工学部機械知能システム学科（〒152 目黒区大岡山2-12-1, Tel(03)5734-2531, Fax(03)3729-0587）

Assembly for International Heat Transfer Conferences 1994 Meeting の報告

平田 賢 (芝浦工大) ・荻野 文丸 (京大)

I. Assembly の概要

既に御存知の方も多いと思うが、よい機会であるので、1994 Meeting の報告の前に、Assembly の概要を説明しておきたい。

Assembly の構成 Member は Charter Member とその他の Member に区別されている。Charter Member とはカナダ、フランス、ドイツ、日本、ロシア (前のUSSR をそのままロシアが引継いでいる)、イギリス、アメリカ、ユーゴスラヴィア (現在は、前のユーゴスラヴィアを構成していた国が新Member への申出をすることになっているが、未だその手続きはされていない) の8ヶ国のそれぞれの

Representative National Organization (RNO) を指し、Assembly が認めたそれ以外の国の RNO がその他の Member である。現在のところ、中国、インド、イスラエル、イタリア、韓国、オランダ、ブラジルの7ヶ国のRNO がその他のMember である。日本の RNO は日本機械学会と化学工学会である。そしてそれぞれの RNO の代表者が Assembly の委員ということになる。ただし、Assembly で意見を述べたり、意見を求められたりするものは RNO 単位というより、むしろ国単位であるのが通例である。

Assembly の目的は、もちろん第1に International Heat Transfer Conference(IHTC) を企画・開催することであり、第2には国際的な組織として伝熱分野の学問を推進するための活動を行うことである。

Assembly Meeting は2年毎に開催することになっており、IHTC の開催年の Meeting の主な議題は、

- i) その年の IHTC の中間報告
 - ii) 次回 (4年後) の IHTC の進捗状況の報告
 - iii) 次々回 (8年後) の開催国の決定
 - iv) 新役員の選出
- である。

それより2年後に開催される Meeting では

- i) 2年前の IHTC の最終報告
 - ii) 2年後の IHTC の準備状況の報告と細部の決定
 - iii) International Scientific Committee 委員の決定
 - iv) 各国の採択論文数の決定 (これは最終的には開催国に任される)
 - v) 6年後の IHTC の準備状況の報告
 - vi) 10年後の開催国の検討
- 等が議題となる。

新しい Member の決定はどちらの Meeting でも行われる。

II. 1994 Meeting の概要

今年より2年前の1992年開催の Assembly Meeting の内容については、「伝熱研究」32巻124号133頁「国際伝熱会議アセンブリ委員会に出席して」を参照して戴くことにし、以下8月18日 (木) 10:00よりBrighton Center で開催された Assembly の1994 Meeting の概要を報告する。

1. 新しいMember の審査

新しく Assembly の Member になりたい国 (正確にはその国の RNO) は、あらかじめ資料を添えて Assembly の President に申し出る必要があり、今回はオーストラリア・ニュージーランド、前のユーゴスラヴィア、南アフリカが予想されたが、どの国からも必要な手続きがなされなかった。

但しオーストラリアから de-Vahl Davis 教授が Meeting に出席し、新 Member になりたい旨発言があった。

2. IHTC10-1994, Brighton, UK の中間報告

○参加登録人数は約850名である。同伴者は200名位か?

- 「DISCUSSION」は半分はよかったが、半分は余り活発でなかった。これは「POSTER SESSION」で既に十分に討論が行われたためであろう。
 - ポスター会場は少し狭く、混雑した。
"no-show"については、未だデータがない。
 - 東欧の発表者への旅費支援のための基金を集めた。
 - その他、IHTC 10の開催地が Kiev から Brighton に変更されたという情報がよく伝わっていなかった、宿泊費を含めて旅費が高かった等の発言があった。
 - 日本からは、日本人の keynote speaker の数が全体のバランスから見て少な過ぎる旨発言した。次回の韓国は、その点を考慮してくれる模様。
3. IHTC 11-1998, Seoul, Korea の進捗報告
- 1998年8月23日～28日に開催予定
 - 旅費については各国で団体ツアーを組織すれば安くなるだろうという発言があった。1974 IHTC（東京）の時、ドイツはそうにした。
4. IHTC 12-2002 の開催国の決定
- 中国、イタリア、フランスが開催の意向を述べた。投票の結果、圧倒的多数でフランス（グルノーブル）に決定した。
- なお、オーストラリア（シドニー）とUSA（ミネアポリス・セントポール）が2006年の開催国に立候補する旨発言があった。
5. 新役員の選出
- President — Prof. H. Simpson
(University of Strathclyde)
- Vice - President — Prof. S. T. Ro
(Seoul National University)
- Secretary — Prof. J. S. Lee
(Seoul National University)
- Assistant to the President — Prof. G. F. Hewitt
(Imperial College)
6. 次回の Assembly の1996 Meeting は1996年5月28日（火）にローマで開催されることになった。

第10回国際伝熱会議

International Scientific Committee 委員の役目を終えて

鈴木健二郎 (京都大学)

暑い夏は続いているが、4年に一度の伝熱学界最大のイベントである第10回国際伝熱会議は閉幕した。International Scientific Committee (以下ISC) 委員として報告をおこなう。

ISCは、平田賢、荻野文丸両先生が委員を努めておられるアセンブリーの小委員会に相当し、論文の採否の決定や招待講演者の推薦を通じて開催運営委員会を支援する役目を負っており、アセンブリーの委嘱を受けた14名の委員から構成され、委員長は、開催国委員が務める。今回は、G.F. Hewitt 教授であった。各委員はアセンブリ委員と同じ地域を代表し、今回の私の担当地域は中華人民共和国、インド、韓国を除く東南アジア全域であった。各委員は担当地域内からの投稿論文の採否について責任を負うが、採択論文数についてはアセンブリの決めた地域割当数に拘束され、勝手に増減は出来ない。但し、ISCは開催国運営委員会が容認する範囲で総枠を若干変える事ができ、その場合には各地域の採択論文数も委員と委員長の交渉により変更できる。以上が、ISCの大略の位置づけと役務である。

委員をお引受けしてすぐに、招待講演者の推薦依頼が飛び込んだ。今回は3種類(レビュー、キーノート、特別キーノート)の招待講演があったので、総計20名以上の方を推薦させて戴いたが、御本人には了解を得る時間的余裕が無かったため、演題の特定を必要としたキーノート講演だけ、5人の先生方に事後承認をお願いした。ただし、御一人の辞退があった。日本からの招待講演は、結局キーノート講演2件だけに留まったので、私とアセンブリーの先生方を除くと、御名前を挙

げさせて戴いた諸先生方には御自分では御承知ないまま推移した結果になり、大変申し訳なく思っている。

論文の募集については、ISC推奨のアブストラクト(締切1993年6月1日)と本論文(締切10月1日)の2段階査読方式を採用した。これまで、国内だけ本論文1段階査読方式として二重ルールを採用して来たが、この方式は国外の研究者から見ると不明朗と見えなくもないと考えて、平田、荻野両先生の御了解を得て変更した。また、全体的に本会議が博士課程の学生諸君を含む次の次の世代に対しても刺激となることを願って、なるべく客観性を強調し、透明感を増し、自由競争の原理で処置したと感じて戴けるように努力した積もりである。この観点から、公表出来る範囲内で今回の論文採否の決定過程について報告する。

締切に先だって、第1回の国内Scientific Committee (以下国内SC) を第30回日本伝熱シンポジウム期間中に開催した。国内SC委員としては、私の経験した過去2回よりは人数を増し、また伝熱学会各支部から少なくとも1名以上となるように委嘱した。伝熱学会全体の行事として認識して戴く上で好ましいと判断したからである。また、論文の評価は、個人レベルでは所詮主観的とならざるを得ないもの、なるべく多数の委員の査読を経ることでその客観性が増すと考えて、第1回委員会では御提案に沿って、各論文3名査読方式を御承認戴いた。投稿論文数は、2重投稿論文や、期限切れによる返却論文、他のISC委員担当地域からの投

稿論文等合計10編弱を除いて総計127編であった。このため、各委員には平均約20編強の論文を査読戴くことになった。アブストラクト締切直後に数名の委員の協力を得て、委員の御専門を勘案し、かつ各委員の査読総数に大きな凹凸が出ないように査読委員を定めた。

前回は韓国、前々回はさらに中華人民共和国からの投稿論文が含まれていたことを考慮に入れると、今回は国内、国外ともに投稿数はかなり増えた。アセンブリの定めた採択割当数50編に絞り込むことは極めて難しいと判断して、ISC委員長Hewitt教授に割当数の増加を依頼した。決定には、う余曲折があったため、かなりの時間が掛かったが、結果として80編に拡大した。

京都の夏を彩る昨年の祇園祭りの日に第2回の国内SCを開いて、アブストラクトの絞り込みを行った。また、12月中旬に第3回の国内SCを開催し、本論文の採否の決定を行った。第2回委員会の段階では、まだ論文割当数の交渉の掃趣は不明であったが、国外及び企業からの投稿論文を相当数残して置く目的から、少し多めの上位94編を採択した。この時点で、本論文提出後にも大幅な絞り込みが必要なことについて投稿者の理解を求め、また割当数の交渉内容と絡んで、1編1名以上の会議出席をお願いした。第3回国内SCでは91編の本論文から、内容的に採用し難いと思意見が出た数編を除く上位80編を採択した。

論文の査読にあたっては、アブストラクトの段階では独創性、充実度、完結性、記述の明確さ、英語表現の良否、の5項目につき、本論文の段階では、さらに誤りの有無、仮定の記述の適切さ、の2項目を加えて7項目につき、各項目7点満点で評価戴いた。その際、評価の個人差を縮小するため、平均点についてのガイドラインを設けた。また、査読戴いた全論文について推薦順位を付けて戴き、同時に特記事項も注記戴いた。各委員の評価では、点数と順位の間で逆転現象が見られた

が、3名の合計で見ると少数例を除いて良い相関が認められた。例外は、たとえば内容的に充実していても熱物資移動の観点が希薄と判定されたもの等である。

委員会では、全論文を得点合計と順位総計の降順に並べた表を作成して審議に使用した。表中では、各論文に受付番号とは無関係な数字を当てて著者でも特定出来ないようにし、また各委員の評価得点と報告順位は掲載したが、著者名、査読委員名は削除した。委員により、評価が分かれている場合には、予め御聞きした理由を私から紹介し、議論がもつれて止むを得なかった一、二の例を除いて客観データのみを便りに御審議戴いた。この結果、番狂わせ的な結果が生じた可能性もないではない。このような方法が果たして本当に良かったかどうかは諸賢の御判断に任せたいと思う。

今回は採択枠の中に国外から5編、企業から5編の論文が入った。また発表者層も広がり、若返ったと感じた。さらに、今回新しくインダストリアルセッションが持たれ、企業から上とは別に9編の論文が採択された。発表会場では、大先生方も、若い学生諸君も真剣に発表をしておられて、お手伝いした者として嬉しく感じた。大役を無事終えることが出来たのはアセンブリ委員の平田、荻野両先生と前任者の小竹進先生の御支援、ならびに多数の論文の査読をして下さり、貴重なご意見を頂戴した国内SC委員の先生方の御協力によるものである。また、今回から事務経費が日本伝熱学会会計に繰り込まれたが、費用節約のため委員会出席旅費1回分は自弁して戴いた。国内SC委員の方々には御名前を申し上げれないものの、ここに記して深甚の謝意を表したい。又、インダストリアルセッションの日本代表をお願いした山中晤郎氏には、1年以上にわたって雑務に貴重な時間を割いて戴いた。併せて感謝申し上げたい。

ふく射伝熱と燃焼

牧野俊郎（京都大学）

このセッション Session 1 は、会議の第一日め 8月14日(日)の午後、開会式に引き続き開催された。座長は、Prof. J. Taine (Ecole Centrale, Paris) と Prof. H. C. Simpson (Univ. Strathclyde, Glasgow)であり、ほぼ次の予定の通りに行われた。

Poster Session Review:	13:00-13:30
Prof. Maria de Graça Carvalho (Inst. Superior Técnico, Lisbon)	
Poster Session:	13:30-16:00
Keynote Lecture:	16:30-17:10
Prof. J. Swithenbank (Univ. Sheffield)	
Discussion:	17:10-18:30

'Poster Session Review' は、各セッションで発表される論文の要点が 30分で紹介される 参加者にはたいへんありがたい番組であるが、このセッションの Prof. Carvalho のレビューはよくまとめられたものであった。彼女に深く敬意を表して、以下にはその多くを引用させていただく：

このセッションで発表された論文数は計32編であり、その内訳は、大学からが21編、研究所からが7編、(大学+研究所)からが3編、(大学+企業)からが1編、日本からは 石井・飛原・斎藤(東大)と牧野・蔵田(京大)の各1編であった。内容的には、ふく射伝熱を主題とするものが18編、燃焼を主題とするものが9編、(ふく射伝熱+燃焼)を主題とするものが5編であった。

ふく射伝熱関係では、ふく射伝熱モデル、ふく射物性、(ふく射伝熱+伝導伝熱)、(ふく射伝熱+対流伝熱)を扱うものがそれぞれ4、9、1、4編あった。燃焼関係では、火炎の安定性、混相流の燃焼、燃焼の応用、反応なし流れを扱うものがそれぞれ2、3、2、2編あった。(ふく射伝熱+燃焼)を主題とするものには、ボイラ-燃焼に関する実験研究1編

と、粒子のふく射吸収による燃焼ガスの着火、プール火炎における重力効果、微粉炭燃焼、ディーゼル・エンジンに関するモデリング研究の各1編があった。以上の統計は、しかし、このセッションの論文に限って見た場合のものである。なぜか他のセッションに廻されたこの分野の研究も少なくなかった。

'Poster Session'の会場では、常時 200人くらいの人たちがいて活発な討論がなされた。ただし、この数には、その広い部屋で平行して行われた測定法のセッションへの参加者の数も含まれている。また、なによりも、初めのセッションであるので、とにかくやって来て討論にまで参加してしまった人が多かったという事情もあった。ともあれ、そこでは、ふく射伝熱・燃焼の分野の多くの友人たちとよい討論ができた。また、伝熱の他の分野の人たちからの素朴で本質的な質問にも出会うことになった。いずれのポスターの前にも 長く留まっている人たちが見られた。この分野への関心は日本におけるよりもはるかに強いという印象を このたびも受けた。

'Keynote Lecture'の時間には、失礼して 測定法のセッションの Prof. DeWitt の講演を聴いた。こちらのセッションにあってもよいふく射温度測定の第一人者のお話であったが、収穫は大きくなかった。'Discussion'は無意味な番組であった。座長たちの努力にもかかわらず 会場はシーンとしたままで、発言があると、"質問があるくらいならポスターの前で済ましている"、"いちばん関心のある研究の並ぶセッションで 自分のポスターの前に釘付けになるのは困る"、... 座長たちは早々に Session 1 のこの番組を終わってしまった。

第一日めに時差ぼけ状態で臨んだこのセッションは、発表者には苦しいものであったが、おかげで多くの参加者を得たし、その後やって来た解放感はこちらよいものであった。

測定技術 (Session 2 Measurement Techniques)

姫野 修廣 (信州大学・繊維学部)

測定技術の専門家とは言えない筆者がこうした報告を書くのは大いに気が引けるが、素人目を通した報告も一般の読者にはそれなりに意味があるのではないかとも思い、執筆をお引き受けした。最初に筆者自身の心苦しい点をお断りしておく。

本セッションでは、当初21件の発表が予定されていたが、3件の講演中止があり、実際にProceedingsに収録された論文は18件である。それらを分類・整理しようとも考えたが、各論文の内容は雑多とも言えるくらい多岐にわたっており、しかも日本から本セッションで発表した研究者は筆者一人ということからもわかるように、測定技術の分野ではそれ専門の国際会議があり、本セッションの論文を整理したところでこの分野の研究動向がつかめるというわけでもない。そこで、ページ数の制約もあり、以下では以前の伝熱研究誌でなされていたような総合的なレビューは行わず、筆者の感想を中心に述べさせていただく。なお、プログラムをお持ちでない読者には無意味かもしれないが、各論文の参照は論文番号(2-MT番号)で行った。

まず、本セッションの論文を通読した印象から述べると、現在の測定技術は確かに高度化していると感じた。例えば、マッハ・ツェンダー干渉計による自然対流の観察(2-MT5)、レーザー蛍光色素を混入して流れの可視化を行い、水平流を静止液体中に底面に沿って流入させたときの混合現象の観察(2-MT18)など、測定技術自体としては何等新しいわけではないが、これら両測定とも画像データはすべてCCDカメラを通して計算機に取り込み画像処理を行っている。画像データを取り扱った研究は今回数多く報告されているが、それらはすべて例外なく計算機処理を行っている。ただこうした画像処理はともかく、高度化した測定技術報告は読んで分には確かに興味深いが、一方で最新の高価な測定装置のカタログを見ているのと同じで、

確かにこうした装置は欲しいが、自分には手の届かない代物だなとも感じる。

今回発表された論文のなかで、Heat Flux Microsensorを用いた測定技術報告が2件ある。一つ(2-MT14)はフィードフォワード制御に関するもので、加熱物体の温度制御をするのに、通常は物体の温度(加熱と熱損失の結果として生じる)を測定しその結果をフィードバックして加熱量の制御を行うが、この論文では、Heat Flux Microsensorを用いて熱損失量を直接測定しこれより必要な加熱量を決定しフィードフォワード制御する方法について論じている。もう一つ(2-MT20)は、Heat Flux Microsensorを使用してステップ加熱法による熱物性値測定を行う際の加熱時間の最適値を論じたものである。これらの論文の内容はともかく、筆者はこのHeat Flux Microsensorに興味を引かれた。これについての詳細は、ASMEのTransaction他で既に発表されているのでご存じの方も多いかもしれない。厚さ1 μm の熱抵抗層(SiO₂)の両面にサーモパイルを形成し、この温度差から熱流束を測定する。また薄膜抵抗温度センサも備え、熱流束と温度の同時測定が可能である。センサ全体の厚さは2 μm で、このため応答時間は10 μsec 程度と短い。筆者ならずともこうした高性能センサを使用したいと思われる方は多いと思うが、このセンサの製作にはスパッタリングと蒸着の特殊処理が必要で、とても簡単に手にできるとは思えない。先に「最新の高価な測定装置のカタログを見ているのと同じ」と筆者が述べた気持ちがおわかりいただけるだろうか。

その他に同様な印象をもった研究にヘテロダイン・ホログラフィーによる伝熱場の測定(2-MT16)がある。基本的には、ホログラフィーで干渉縞を作り、これより密度変化を測定するわけだが、通常の干渉縞測定では、(1)縞の最暗部と最明部の間の領域では正確な測定

が難しい、(2)縞が密になっている部分の測定が難しい等の問題がある。それに対しこの方法では、2本の参照光で二重露光し（これにより立体像が再生される）、再生時にはそのうち1本の参照光の周波数をシフトさせることにより（ヘテロダイン）、干渉縞を時間的に移動させ、2本の光ファイバーディテクタをトラバースして立体再生像内の各点での光強度の時間変化を記録する。この結果をもとに2点での位相差を測定して密度変化の正確な測定を行うのである。つまり静止干渉縞の場合とは異なり、どの位置においても確実に干渉縞の変化を測定できるので、上記の問題が解消されるわけである。この研究も確かにおもしろいが、まさにホログラフィー装置のカタログを読んでいるような気がした。

今回筆者らの発表した研究(2-MT12)は上記の状況のまさに裏返しが動機となって出発した。つまり当時筆者ら自身で熱物性値の測定を行う必要があり、これまで報告されている方法では特殊設備や熟練した測定技術が必要なため、全くの素人が行うには相当の困難を感じた。そこでなるべく素人でもできそうな方法を開発したいと思ったのが研究のきっかけであった。しかし、最新の測定技術はそうしたレベルを遥かに越えている。ただ、中にはこの程度であれば何とか自分でできそうなものもある。

2-MT10はペルチェ効果を利用した風速計に関する論文である。これは一種の熱線風速計であるが、熱線の部分が少し異なり、コンスタンタン線の中央の一部を銅メッキしたものとなっている。したがってこれに電流を流すと、ペルチェ効果により銅メッキ境界の一端では吸熱し他端では発熱する。その結果、熱線全体にわたって正弦波状の温度分布ができる。実際の測定では連続的なオン・オフ電流を流し、電流がオフの時にゼーベック電圧を測定して流速を求める。この風速計の利点として、普通の熱線風速計では低流速のときに熱線の発熱が問題となって測定できなくなるのに対し、この風速計では15K以下に温度上昇が抑えられるので、0-3m/s程度の低流速でも測定が可能なことである。筆者自身よく納得のいかない点もあるが、この程

度のものであれば自分でもできそうである。しかし前述したように多くのものは、筆者のような素人がそのまま適用するのは難しい。ただ、そのまま適用するのは難しくても基本的な考え方自体は面白くいろいろ応用できそうなものも多いので、以下では筆者が特に面白いと思ったものを紹介しよう。

2-MT7は、室温での輻射率と反射率の同時測定に関する論文である。熱源と測定物体がともにほぼ室温状態にあるときには、熱源からの輻射線の反射成分と測定物体自身が出す輻射成分を分離することが非常に難しい。そこで本論文では、熱源と測定物体の両方にペルチェ素子(thermoelectric cooler)を取りつけ、それぞれ異なった周波数で微小な温度変動を加える。その結果、反射成分と自身が発する輻射成分とでは周波数が異なり、これらを分離して測定することができる。こうして輻射率と反射率を同時測定できるわけであるが、この考え方はいろいろな場合に適用できそうな気がして興味深く思った。

また、2-MT21は光ファイバー温度プローブに関する論文である。これは高温測定用のプローブで、光ファイバーの先端を白金膜で覆い（正確には、高温に晒される先端近くは光ファイバーではなくサファイア）、熱せられた白金膜から発する輻射線を測定して温度を計測するものである。熱電対に比べてこの方法がなぜ良いのか必ずしも明らかではないが（おそらく熱損失の点で有利なのだろう）、考え方としては面白い。

その他、液晶に関する報告が2件あった。1件は液晶の温度較正法に関するもの(2-MT2)、もう1件は液晶カプセルによる自然対流の可視化に関するもの(2-MT5)である。前者はともかく後者は測定法に関する論文と言うよりも、測定結果に意味がある論文であるので、本セッションに分類するのが適当かどうか。こうした測定技術よりも測定結果に意味がある論文が今回いくつも見受けられた。

以上、筆者が特に興味を覚えたものを中心に紹介したが、他にも生体の温度計測に関する論文(2-MT1)等興味深い報告もあるので、興味のある方は是非お読みいただきたいと思う。

数値計算とモデリング(Session 3 Numerical Techniques and Modelling)に出席して

尾添紘之 (九州大学機能物質科学研究所)

今回の国際伝熱会議においては、ポスターセッションに先立って、各セッション30件余りの論文を対象として、レビューが行なわれ、レビューで使われたOHPフィルムのコピーが予め販売されたので下記の四つの表はその一部である。レビューはMartha Salcuden (Univ. of British Columbia)という年配の女性教授で、全報文の内容を適宜まとめた本セッションの構成は表1に示すような所属と国からのものであり、企業からも、主催国の英国からのものもゼロということが分かる。表2には本セッション内の内容別分類を示す。8種類の分野のものが同一セッションにあり、内容的には極めてバラエティに富むと言える。応用分野は14にわたり、用いられた計算法は差分法、有限要素法、スペクトラル法といろいろである。数値計算法という観点からの分類は表3に示されるように格子のとり方、近似精度、解法にもいろいろなものがあり、一般的なコメントとしては表4が出された。この後、会場をかえて、2時間半のポスターセッションに入った。各報文については、題目のリストでは内容がよく解からぬものもあるので、以下簡単な紹介をする。

- NT1: 円筒表面の局所熱流束分布の数値計算で熱交換への応用を目指すもの。
- NT2: 蒸発・凝縮速度に対する液層内の熱伝導の効果を経々の流体について計算。
- NT3: 正方形断面容器内自然対流のベンチマーク問題をスペクトル法で $Ra=10^7$ まで。
- NT5: 水平二重円管環状部多孔質内自然対流の3次元流のスペクトル法解析。
- NT6: 土壌と建築基盤を含めた多孔質系内の熱物質移動の二次元解析。
- NT7: プラスチックのエクストルーダー内の流れの二次元数値解析。
- NT8: 長い円柱管群の膨張接触を輻射と伝導を含めて有限要素計算。

- NT9: 加熱平板に噴出口を設けた場合の噴出実験。
- NT10: 上下に重なった二つの流体層が互いに逆方向に流れる際のせん断渦の数値計算。
- NT11: 600Kの平板間に1000Kのガスが流入する問題の乱流複合熱伝達問題。
- NT12: 室の側壁上下に窓とヒーターがある問題の3次元乱流計算で $Ra=5 \times 10^{11}$ 。
- NT13: 円筒容器内中央底面加熱の自然対流場のブラウン微粒子凝集の計算。
- NT15: 複雑形状2次元モールド内の鋳造プロセスの過渡数値解。
- NT16: 密度成層流の乱流場の数値解析。
- NT16A: 二重円管内を流れるガスと管壁との熱交換(含輻射、伝導)問題の簡略解法。
- NT17: 水平ダクト内の二相流圧損実験データの neural network を用いた相関法。
- NT18: 同心環状円管 constriction を通過する熱量計算。
- NT19: 不透明複合壁を通過する熱伝導の簡略計算法。
- NT20: 分子動力学法を用いた Ar 液滴 (20 Å 直径) の同定計算。
- NT21: 印刷電子基板の強制対流冷却計算。
- NT22: 熱伝導度と粘度の温度依存性の一般的なモデルを求めた由。
- NT24: 高速圧縮流の有限要素解析を5例について示した。
- NT25: 熱拡散プロセスの簡略モデルと詳細モデルの組み合わせ。
- NT26: 液化天然ガスタンク内の非定常乱流自然対流の熱・物質移動の2次元解析、($Gr=10^{14}$)。
- NT27: プラントル数($0.01 \sim 10^4$)効果を入れた新しい二方程式乱流モデルの提案と解析例。
- NT28: 高速(Mach 25)反応流(平衡、非平衡)の上流近似計算例。
- NT29 傾斜 talus 内の季節的対流の自然対流モデルを

立て夏季の冷風出現の証明を行なった。この業績に対し本セッションのベストとしてワインを与えられた。

- NT30: 3000K近くの原子ロケット壁近傍の伝熱問題の数値解析が試みられた。
- NT31: スペクトル法による層流混合対流の数値計算。
- NT32: 圧力管路の急減圧と急速温度降下の問題の数値解析。
- NT33: 層流拡散火炎で熱と反応種の preferential 拡散によって断熱温度以上にも低温にもなることが数値解析で示された。
- NT34: 対流放熱フィンの最適形状をファジー理論を使って求めた。

次に昼休み2時間の後で、40分間 R. Brown (MIT) による Keynote 論文があり、Cz 結晶炉の有限要素解析、輻射の取り扱い方、乱流モデルを使った対流解析、応力解析とミクロ構造、酸素分布解が紹介された。その後、鈴木(京大)と Spalding (Imperial college) 両氏の共同司会による検討に入り、上記各論文につき順に意見の有無を聞いていき、1時間20分の時間をかなり超過して終了した。朝9時から午後4時過ぎまで、長丁場のため、疲れがひどかった。

表 1

Total Number of Papers : 32			
Total Papers from Universities : 18			
Total Papers from Research Institutes : 14			
Total Papers from Industry : 0			
Countries of Origin			
Australia	2	Japan	4
Belarus	1	Korea	2
France	10	Lithuania	1
India	1	Russia	3
Israel	1	Switzerland	1
Italy	1	United States	5

表 2

Heat Transfer Mechanisms :		
Combustion 2; Conduction 3; Forced and Mixed Convection 10; Methodology 8; Natural Convection 2; Porous Media 2; Radiation 3; Two-Phase 2		
Areas of Application :		
Aerospace	Construction	Manufacturing
Atmospheric Studies	Electronics	Nuclear
Casting	Furnaces	Oceans
Chemical	Geological	Plastics
Composite Materials	Heat Exchangers	
Numerical Techniques :		
Formulations - Eulerian & Lagrangian		
Grid Arrangement - Staggered, Collocated		
Discretization - Finite Difference, Finite Element, Control Volume, Spectral Methods		
Variables - Primitive, Stream Function - Vorticity, Stream Function - Velocity		

表 3

Computational Techniques
Objective:
To obtain accuracy and performance
• Method (Finite Difference, Control Volume, Finite Element, Spectral Methods, Mixed)
• Grid (Cartesian, Curvilinear, Orthogonal, Curvilinear General)
• Staggered or collocated
• Discretization (First Order, Higher Order)
• Solution method (Coupled, Uncoupled)

表 4

General Comments
• Increasing number of three-dimensional treatments
• Increasing use of spectral methods
• Most papers address different aspects of processes, but not the complete process
• Little preoccupation with convergence, numerical errors
• No use of multigrid acceleration techniques, unstructured grids
• Interdisciplinary methods e.g. Neural techniques and application of fuzzy logic

External Forced Convection

太田 照和 (東北大学)

本セッションでは当初 28 編の論文が発表されることになっていたが、最終プログラムでは 23 編となり、ポスター発表には 2 編が欠席であったために、結局 21 編の論文が発表されたことになる。日本からは片岡 (神戸大)、千田 (同志社大) の両先生と筆者の 3 編が発表された。他に、米国 7、英国 3、旧ソ連邦 5、韓国、イタリア、ドイツ、カナダから各 1 編の発表があった。

ポスター発表に先立って、テキサス大学 Crawford 教授による本セッション全体を通したレビューが研究内容を中心としてなされ、その後 2 時間半におよぶ活発なポスターセッション、リトアニア Zukauskas 教授によるキーノート講演、全体の討論でしめくくられた。本セッションで発表された内容は、対照とする流れ形状、研究方法が多岐にわたっており、その詳細は論文集を参照して頂くとして、実際に発表された論文についてのみ以下に概略を示す。

論文 EC1 はガスタービン翼の熱及び浮遊固体からの防御のための膜冷却方法に関するもので、直交円柱を使用した実験である。EC4 は千鳥配列ピンフィン群の流れおよび熱伝達特性を 3 種類のピンフィン形状について実験し、円形段付きフィンが有用であることを示している。EC5 はターボ機械内の熱伝達解明を目的として、環状回転ドラム表面の熱伝達特性を高レイノルズ数で実験研究したものである。EC6 は円形衝突噴流熱伝達のノズル振動による伝熱促進に関する実験であり、その効果は大きいことを示している。EC8 は二次元衝突水中水噴流熱伝達に及ぼす縦渦の影響を壁面更新運動の測定より明らかにしている。EC9 は圧力勾配下における凸面上の流れと熱伝達に関する理論と実験両面からの研究結果である。EC10 は超音速飛行物体上の境界層の遷移・再層流化と摩擦抵抗、および熱伝達の飛行実験と理論解析の比較を行って

る。EC11 は正方形柱まわりの二次元流れの渦放出と熱伝達を FVM により $Re = 250, 1000$ で計算し、密度変化の影響も明らかにしている。EC12 は円柱の物質伝達に及ぼす平板後流の影響を乱れ特性の詳細と関連づけて実験的に明らかにしている。

EC13 は円形自由水衝突噴流熱伝達を特に低速域で実験したものである。EC14 は平板乱流境界層および熱伝達に及ぼす横振動波の影響を FDM により数値解析している。EC16 は衝突自由水噴流群の局所熱伝達特性を赤外線放射温度法によって可視化している。EC17 は二次元空気噴流中の円柱まわりの流れおよび物質伝達特性を実験的に明らかにしている。後退角の影響も検討している。EC18 は円形水中噴流および制限水噴流による微小発熱体の熱伝達を実験したものである。EC20 は平板およびデフューザ壁面の膜冷却効率と摩擦抵抗に及ぼす壁面粗さの影響を実験的に検討し、相関式を示している。EC21 は浮力誘起流れ中の円柱群の熱伝達特性を測定している。EC22 は環状鈍頭物体を有する円管内軸対称制限空気噴流の熱伝達を可視化を含めて実験している。EC23 は傾斜後向きステップまわりの剥離・再付着流れの乱流熱伝達および乱れ特性を傾斜角を変化させ系統的に明らかにしている。EC25 は二次元および軸対称層流自由衝突噴流熱伝達を FVM により数値解を求めている。

EC27 は二次元膜冷却効率の予測に Multiple-Time-Scale 乱流モデルを用い、実験結果と比較している。

EC28 は楕円柱の強制対流熱伝達を種々の流体を用いて実験し、相関式を示している。

総合討論では、衝突噴流に関する論文が多かったこともあり、時間がさかれたが、物質伝達と熱伝達による測定方法の留意点、流体力学的な観点に重点を置いた研究とそうでないものという研究方法および立場などについて討論された。

原子力および火力発電システムにおける伝熱 (Session 5 Heat Transfer in Nuclear and Conventional Heat and Power Generation System)

戸田三朗 (東北大学)

本セッションでは23件の論文が発表され、その内訳は、原子力とその安全関連10件、ガスタービン関連3件、流動層関連3件、ボイラ、自動車インタークーラーや内燃エンジン3件、熱貯蔵1件、電気モーターの冷却1件、超電導体のクエンチ1件、エネルギー変換1件、となっている。また、研究者の所属は、大学58%、国立研究所など23%、企業15%、その他4%である。約半数を占める原子力分野の研究は、高速増殖炉(FBR)関連40%、ガス炉(GCR)関連30%、軽水炉(LWR)関連10%、ALWR関連(10%)その他10%となっている。また、現象的には、自然対流17%、燃焼13%、流動層13%、ガスタービン13%、熱電磁関連9%、その他となっている。日本からは5件の発表があり、この分野での活発な研究を反映している。

先ずレビューで、23件の論文から15件が具体的に紹介されたあと、ロシアのKilirov教授による蒸気爆発とCHFのキーノート講演が行われた。彼の講演内容は日本での現在の知識からは余り新しさを感じるものではなかった。その後ポスターによる長時間の発表を行った後。そのまとめの討論が約1時間半行われてセッションは終了した。本セッションの論文で使われた流体の解析コードにおける $k-\epsilon$ モデルの適用性について、また非凝縮ガスの存在下の凝縮のモデルについて、討論が行われた。最終討論では、超電導体とエネルギー変換の論文でのエクセルギーの検討について質疑応答があった。以下に、本セッションでの論文の概要を順に紹介する。

原子力とその安全関連: (5-NR-2) isolation condenser システムにおける窒素ガスの存在を考慮した熱輸送と熱伝達の解析コードに関する論文で、SBWRを例にした研究。(5-NR-4) flow excursion メカニズムをベースに液体金属のCHFモデルの提案。(5-NR-6) FBRでのホットナトリウムからアルゴン場への熱と物質の伝達の研究。(5-NR-12) NRR-HWR炉の薄い矩形燃料チャンネルのpassive崩壊熱除去に関する沸騰2相流駆動の自然対流の解析研究。(5-NR-13) 高速炉の蒸気発生器を低融点金属と水の直接接触により行う方式の熱伝達特性に関する研究(日本)。(5-NR-16) AGR

の燃料クラスタ上の浮力ブルームのモデリングに関する実験とCFD法による解析。(5-NR-19) 高温ガス炉の横型矩形リブ付き燃料ロッドの熱伝達と流動の特性に関する実験と解析(日本)。(5-NR-20) 核消滅加速器の液体金属ターゲットやFBRに関連する基礎研究で、円筒容器内の液体金属中に、偏在局所内部加熱により誘起される自然対流の実験と3次元解析による研究(日本)。(5-NR-23) ガス冷却炉の燃料ピンクラスタにおけるホットスポットの構成の確率的解析に関する提案と解析。(5-NR-24) LOCA事故後のVVER格納容器における熱・物質輸送の特性の研究。

ガスタービン関連: (5-NR-1) 高温ガスタービンブレードの冷却に水蒸気を使用して、ガス温度を1300~1500°Cに高めた研究。(5-NR-5) 空気冷却ガスタービンディスクとケーシングを想定して、rotorとstatorシステムにおける速度プロファイルの低 Re 数 $k-\epsilon$ モデルによる解析とLDA実験による研究。(5-NR-8) ガスタービンブレードの3次元、非定常温度分布の数学的モデリングに関する論文。

ボイラ、インタークーラー、内燃エンジン: (5-NR-9) 12 MWthのCFBボイラーにおける運転パラメータおよび壁形状の温度分布に与える影響を調べた論文。(5-NR-14) bubblingの状態にある流動層中の、大きな粒子との間の熱伝達に関する実験的研究。(5-NR-22) 循環する流動層ベッド内の溶融スラグからの良質な排熱を回収するための解析および実験による研究。

熱貯蔵、エネルギー変換、超電導体のクエンチ、電気モーターの冷却: (5-NR-3) ソーラパワープラントの相変化を利用した熱貯蔵を、エントロピー生成最小から設計する有効な手法。(5-NR-7) 多孔質thermoelectricエレメントによるthermoelectricエネルギー変換の新しいコンセプトの提案。急激な温度勾配の維持により高い出力が可能である(日本)。(5-NR-10) 第2種超電導体クエンチ時の電流と温度分布の連成を解析し、安定限界を明らかにした論文(日本)。(5-NR-11) 電導モーターのend-windingでの熱伝達の変化を実験的に明らかにした論文。

凝縮と気-液直接接角熱伝達 (Session 6)

および Keynote Lecture を担当して

棚沢一郎(東大生研)

1. はじめに

第10回国際伝熱会議のプログラム編成にはいろいろと問題がある、という声を何度か会場の内外で耳にした。本セッションに関する限り、上のような疑義は当たっていたと思う。セッションのタイトルを知らずに、展示されていたポスターだけを、ずっと眺めていった人達には、このセッションがどういう観点で分類されたものなのかを理解することは困難だったであろう。しかし、逆にプログラム編成者側の立場にたって考えてみると、このようなセッションを作らざるをえなかった事情も判らなくはないような気がする。本来このセッションは「凝縮」のセッションのはずだったと思われる。それは、筆者によるKeynote Lectureがこのセッションに入られていることから判る。しかし、凝縮に関する論文の数はわずかに10編で、1セッションを構成するに足る数(25~30編程度)には至らず、止むを得ず直接接触伝熱を合体させたという辺りが真実ではなかろうか。このところ、伝熱研究全体の中での凝縮伝熱研究の割合は低下しつつある。筆者は、Keynote Paperの中でそのことを指摘した。しかし一方では、今後のエネルギー有効利用技術の展開において、凝縮に関する研究がいつそう重要度を増すこともまた確かなことなのである。

2. ポスターセッションについて

この会議の他の多くのセッションと同様に、本セッション(8月15日午後開催)でも、まず初めにこの分野の代表的研究者によって、ポスター展示される論文のレビューが30分間行われ、引き続いて2時間30分にわたりポスター展示が行われた。さらに、30分間の休憩の後、40分間のKeynote Lectureがあり、その後約1時間が総合討論に当てられた。

本セッションのレビューの担当者は、UMISTの Dr.

Webb、Keynote Lecturer は筆者、座長は Prof. L.S. Fletcher (Texas A&M University) および Dr. M.A. Patrick (University of Exeter) であった。

本セッションでポスター展示された論文の総数は23編である。Reviewerは、30分という短時間でこれら全部について紹介しなければならないので、事前の準備をも含めてさぞかし大変な労力だったものと推察する。しかし、Dr. Webbによるレビューはなかなか手際のよいものであった。Dr. Webbはまず23編の論文を次の5つのカテゴリーに分類した。

1. “凝縮” および “蒸発” において、気体側の物質移動が律速となるプロセス(8編)。
2. “吸収” および “結晶化” において、液体側の物質移動が律速となるプロセス(5編)。
3. 凝縮液内の伝熱が律速となるプロセス(5編)。
4. “凝縮” および “沸騰” における平衡からのずれの大きな系での自発的輸送過程(4編)。
5. “凝縮器” における過渡的挙動(1編)。

このような分類には異論もあろうが、本セッションに含まれている論文の多様さからすると、むしろよくできた分類法という事ができよう。さらに、Dr. Webbは次のような事をつけ加えている。

- ・ 論文はほとんどが大学からのものであるが、しかし、大学以外からの著者の入っているものが2編あり、また産業への寄与を目指した論文が4編ある。
- ・ 本セッションでの一つの重要なテーマは、物質移動である。50%の論文で、物質移動が支配的メカニズムとなっている。この中には吸収(4編)と結晶化が含まれる。
- ・ 2編の論文が冷媒の利用に関するものであるが、多くの場合そのような冷媒は実験用流体として用いられているに過ぎない。

- ・伝熱促進についての論文がいくつかある。フィン付き管(2編)、滴状凝縮(2編)。
- ・前述の分類の4、5は過渡的現象を扱っている。

短時間で多くの論文を紹介しなければならないため、Dr. Webbによるレビューは各論文の概要をごく簡単に述べた程度に終わったが、これもやむを得ないことであろう。本稿でもそれを繰り返したり、補足する事はしない。どのような論文が発表されたかについては、Proceedingsを参照していただきたい。ここでは、本セッションで発表された日本人著者による論文4編のタイトルを示すに留める。

- ・ *Condensation heat transfer of ammonia water vapour mixture on a vertical flat surface*
M Takuma, A Yamaha, T Matuo and Y Tokita
(Mitsubishi Heavy Industries Ltd and Oita Univ.)
- ・ *Mass transfer into a liquid film flowing concurrently with a gas flow*
T Fukano, Y Kinoue and T Matsunaga
(Kyushu Univ.)
- ・ *Clathrate hydrate formation on single refrigerant vapour bubbles in water*
K Nojima and Y H Mori
(Canon Inc and Keio Univ)
- ・ *Heat transfer characteristics of condensation of vapour on a lyophobic surface*
Y Utaka, R Kubo and K Ishii
(Nat Defence Acad and Tokyo Inst of Tech)

なお、本セッションに展示されたポスターの中で、九州大学の深野先生達のものが最優秀賞を受賞されたことを付記する。

3. 基調講演について

筆者のKeynote Lectureのタイトルは "Recent Advances in Condensation Heat Transfer" で、第8回国際伝熱会議(San Francisco)から現在に至る約8年間の凝縮伝熱研究の進展に焦点を絞ってレビューを行った。ただし、時間の制約上、純蒸気の膜状凝縮、管群への凝縮、管内凝縮、直接接触凝縮などについての議論は一切割愛し、後述する4つのトピックスについて

述べるにとどめた。その内容の詳細については、これもProceedingsを参照していただくことにして、筆者の講演の要点をまとめると次のようになる。

(1) 凝縮における分子動力学: 従来議論の多かった水蒸気の凝縮係数の値について、最近の実験・解析では、1より有意に小さい値(0.5前後)とする結果がいくつか発表されている。また、分子動力学的シミュレーションによっても同程度の値が得られている。今後この分野の研究はいつそう発展し、それによって凝縮現象の物理的理解が深まるであろう。

(2) 滴状凝縮: 長年の課題であった凝縮面材料の熱伝導性の影響について明確な結論が得られた。残された唯一の課題は、滴状凝縮を長時間維持しうる表面処理法の確立である。

(3) 伝熱促進: 受動的方法に関する限り、凝縮伝熱の促進技術の進展は行き詰まりに近づきつつあるように見える。電場利用のような能動的方法には期待がもてるが、経済性の問題の解決が困難であろう。

(4) 多成分蒸気の凝縮: ヒートポンプなどの熱エネルギー利用装置の技術開発に関連して、多成分蒸気の凝縮についての研究の重要性は、今後ますます増大する。現在のところ、新冷媒(特に混合冷媒)についての物性値データ・伝熱特性などの情報がきわめて不足しており、産業界から学界への要望が急増しつつある。

4. 総合討論について

基調講演に引き続く総合討論では、初めに筆者の講演に対する質疑があり、続いてポスター展示をも含めた本セッション全般についてのディスカッションが行われた。全体として討論は非常に活発であったが、今思い出してみると、ポスター展示された個々の研究についての討論はごく僅かで、ほとんどがKeynote Lectureに関連する問題、例えば分子動力学的研究の将来性、滴状凝縮の実用化の可能性、凝縮促進技術の開発の展望、多成分蒸気の凝縮に関する研究における学界と産業界の考え方の違いなどについてであった。Tien(U. C. Berkeley), Hewitt(Imperial College), Rose(Queen Mary College), Butterworth(HTFS)などの論客に混って、矢部彰氏(機械研)の積極的発言が目立った。

凍結, 融解および凝固, および Keynote Lecture を担当して

福迫 尚一郎 (北大工)

1. はじめに

ここで報告するのは, 9月21日(火)9:00-16:00に行われたSession 7 Freezing, Melting and Solidification における論文の内容である. 表(論文題目は, 日本よりのもののみ記述)に示すように, 凍結・融解に無関係な一編をのぞき, 30編について述べさせていただく.

Poster Session Review: Y.V. Polezhaev

Keynote Lecture: Recent advances in research on melting heat transfer problems (S. Fukusako)

FM-8 Heat and mass transfer at microscales during freezing of biological substance (Y. Hayashi et al)

FM-9 Morphological microstructures during directional solidification of suspensions of human red blood cells (H. Ishiguro & B. Rubinsky)

FM-13 Freezing of supercooled water on an oscillating surface (Y. Kurosaki & I. Satoh)

FM-20 Solidification around horizontal cylinder in porous medium saturated with aqueous solution (M. Okada et al)

FM-22 Fundamental research on initiation of freezing of supercooled water on heat transfer surface (A. Saito & S. Okawa)

FM-23 Time-space method for melting and solidification problem (T. Saitoh & T. Gomi)

FM-25 Effect of maximum fluid density on the melting of ice around a finned surface (K. Sasaguchi & T. Sumikawa)

2. 論文内容等の分類

2. 1 国別等の論文数 7編(日本), 4編(アメリカ, カナダ, 中国, フランス), 1編(イギリス, ウクライナ, 韓国, サウジアラビア, 台湾, ドイツ, ロシア)である. 内容は, 単一成分子物質(8編), 多成分物質(5編), 多孔質層(3編), 間接熱源・金属(7編), 移動熱源(2編), 解析法(3編), および昇華(2編)であり, うち実験を伴っているもの17編である.

2. 2 単一成分子物質凍結・融解 古典的研究と考えられがちであるが, 材料製造, 蓄(冷)熱などに密接に関与しており, 未解決の問題が残されている. 特に, 過冷却現象であるが, 静止伝熱面(FM-22)および振動伝熱面(FM-13)上の凍結に関し, 詳細な現象の把握と整理がなされている. 水は約4°Cで最大密度を有しているため, それに起因する自然対流が凍結・融解に影響を及ぼす. 立方体内の三次元凍結(FM-1), 二壁面が熱伝導体(フィン)である場合の傾斜矩形容器内融解(FM-25), 矩形容器内円柱周りの凍結(FM-32), 半無限垂直管内凍結(FM-12)が検討されている. さらに, 境界条件が外部と複合する場合の融解(FM-14, FM-33)の数値計算がなされている.

2. 3 多成分物質の凍結・融解 生体, 蓄(冷)熱, 食品, 環境(たとえば海洋関係)など, 多岐にわたる現象に関与する問題であり, 今後さらに検討を要する事象が山積している. この範疇の論文では, 生体に関与した凍結現象の詳細な観察(FM-8, FM-9)およびモデル化(FM-9)がすばらしく, 微視的現象の正確な把握が, 巨視的なモデル化(それに基づくシュミレーションの基礎の構築など)にいかにか大切かを示唆しているものと考えられる. 水溶液を共晶点以上の濃度で凍結した場合に現れるフィンガーは, 凝固層内にチムニーを作り, それがフレックルの原因であることはすでに知られているが, 矩形容器の境界条件を変えることにより, 成層の発生および樹枝状凝固層の破碎も含んだ複雑な挙動の観察(FM-16)がなされている. また, 地球環境問題と密接な関係がある水溶液で満たされた多孔質層の凍結(FM-20), 水溶液中での純氷の融解(FM-2)の報告がある. 解析(FM-2)において, 融解する純氷表面の温度は0°Cと仮定されているが, 観察される値はそうにならない. 今までの報告によると, 例えば海水(濃度3.3wt%)の場合, 0°Cと-1.8°C(液の凍結温度)の間にある. これは, 融解量ゼロと無限大に対応し

ているように考えられる。まず詳細な現象の把握が先行すべきことを示唆する一例と言えよう。

2. 4 多孔質層の凍結・融解 多孔質層の凍結・融解は、食品および地球環境など多岐にわたる分野に關与する問題であるため、従来より数多くの研究が行われている。含水多孔質層内におかれた水平加熱管周りの融解熱伝達の解析(FM-4)および含水水平円管状多孔質層の凍結現象の観察とモデル化(FM-30)が報告されているが、新規性は薄いように考えられる。積雪寒冷地では、厳冬期には凍土の上に積雪層が存在する構造となっている。これらは、気象の条件に基づき非常に複雑な現象をもたらすが、雪層の中の融解水の移動量および凍土へのその浸透量などを予測するモデル(FM-28)が提案されている。再凍結氷層を考慮するなど、実際の現象を良く示していると考えられる。

2. 5 間接熱源による融解および金属の凝固 レーザーによる精密加工技術の発展は、最近特に著しいものがある。その基本現象は、間接熱源による局所加熱に基づく融解問題に帰する。ただし、材料が金属で熱伝導率が大きいこと、融液の特性(蒸発などの効果)を考える必要がある。レーザー加熱による超伝導セラミック材の融解(FM-17)、レーザー加工における伝熱機構(FM-24)、融液の自然・マランゴニ対流と表面リップルとの関係(FM-18)の報告があり、さらにエレクトロンビーム・エバポレーターによる融液に及ぼす浮力および表面張力対流の影響(FM-3)が検討されている。実験は少なく(FM-3)、ほとんど数値シミュレーションである。温度変化が非常に大きい領域での物性値の選択など、基本的に考慮すべき点があるように考えられる。金属の凝固に関しては、連続鋳造のシミュレーション(FM-7A)、冷却面上における溶融金属フィルムの凝固(FM-31)、および金属液滴の凝固における液と冷却壁の熱的接触抵抗を考慮したもの(FM-15)が報告されている。

2. 6 移動熱源による融解 従来より数多くの研究がなされているが、任意形状の加熱移動熱源の解析(FM-6)および材料が硫黄という特殊な場合の円筒熱源による数値シミュレーション(FM-11)が報告されている。加熱移動熱源の場合、一般に前部融解部には、非常に薄い融液層が存在し、この部分の

伝熱は熱伝導により支配される事が明かにされている。いずれの論文にも、そのステータスが明瞭でないように考えられる。

2. 7 解析法の提案 計算機の高速化に伴い、数値解析・シミュレーションは、ますますその重要度を増しており、その際より高質の数値解析法を使用する必要がある。時間座標を空間座標の一つの中に取り込むタイム・スペース法(FM-23)が提案されている。また、系内に多数の相変化面を有する場合の境界要素法の利用例(FM-29, FM-19A)が報告されている。

2. 7 昇華を伴う問題 昇華を伴う伝熱問題は、食品の凍結乾燥、アブレーション冷却など幅広い分野に關与するものである。ミルクを用いた凍結乾燥(FM-26)および固形炭酸の昇華現象の観察とモデル解析(FM-27)が報告されている。解析モデルの中には、注意すべき多くの物性値があるが、それらの値の採用については慎重である必要があるように考えられる。

3. Poster Review と Keynote Lecture

Poster Session Review は、IVTAN(ロシア、モスクワ)の Polezhaev 教授により行われた。30分間に全体を簡潔にレビューされたと考えられる。ただ、高温の方がご専門なのであろうが、レーザー関係の方に多くの時間を使われ過ぎたように考える。

Keynote Lecture は、小生自身が行わせていただいた。融解の研究は、広い分野で膨大な数に亘るので、蓄(冷)熱に關与する融解に焦点を絞り、しかも過去10年以内の報告についてのレビューになっている。現象の説明、特に温度・濃度に基因して生ずる自然対流の効果に注目している。拙文をお読みいただければ、この分野における我国の研究者の寄与がいかに大きいか、ご理解いただけると思う。

4. おわりに

凍結、融解と凝固のセッションについて報告させていただいた。この分野においては、日本の研究は質・量ともに先端にあると考えられる。おわりに紙面をかりて、Keynote Lecture の準備に関してご援助いただいた諸先生方に、厚く御礼申し上げます。

内部強制対流 (Internal Forced Convection)

望月貞成 (東京農工大学)

"Internal Forced Convection" のセッションでは、24編 (IC1 ~ IC24)の論文が発表された。国別には、米国6、ロシア4、カナダ3、ドイツ3、日本、フランス各2、イスラエル、韓国、ラトヴィア、英国各1編であった。このセッションには様々な場合の内部流れが含まれており、回転系5編 (IC4, IC5A, IC13, IC14, IC21)、非ニュートン流体3編 (IC7, IC18, IC20)、伝導・対流共存 (IC1, IC21A)、伝熱面の汚れ (IC5, IC6,)、vortex generators (IC8, IC15) 脈動流 (IC12, IC15) 各2編、180度曲がり管 (IC19)、前向きステップ (IC10)、後ろ向きステップ (IC16)、磁場における液体金属 (IC17)、圧縮性解離ガス (IC2)、入口流体温度周期的変動 (IC3)、断面積が正弦的に変化する管路 (IC22)、ヘリカルコイル (IC23)、チャンネル内のピン群 (IC24) 各1編があった。このように分類してみると回転場における流れと伝熱を扱っている論文が多いことが今回のこのセッションの一つの特徴であることがわかる。

まずこれら全ての論文に対して、午前9時から9時30分にわたりオーストラリア New South Wales 大学の Graham de Vahl Davis 教授によるレビューの結果が発表された。彼のレビューはかなり辛口で、例えば英文が推敲されていない論文があるとの批評から始まって、セッション内の2つの論文について図の書き方が悪く判読し難いと具体的にそれら論文の内から読み難い図を拾い出しOHPで示し非難したかとおもうと、式に誤りがある論文を指摘し正誤表を配布すべきであると述べ、更にある論文については論文の結果は期待外れ (The results are disappointing.) であるとまで酷評していた。確かに論文の質は玉石混淆の感があるのは否めなかった。この伝熱会議は一般的に日本では大変に権威ある会議とみなされ、こ

へ投稿する論文の内容については日本からの論文投稿者は少なからぬ気を配り、さらに日本国内で事前にかなりしっかりした査読とスクリーニングが行なわれている。それゆえ、このセッションにおける日本からの二つの論文に対しては、流石の G. de Vahl Davis 教授も論文の内容を客観的に紹介するだけではなく、そのうちの一つについては提示されたデータは貴重であり、今後より詳細な報告を期待すると述べていた。

このレビューの後に直ちにポスターセッションが行なわれた。ポスターの体裁に関するフォーマットは予め定められていないためその作り方は各人各様で、論文原稿を単に拡大コピーしたものを貼り付けただけというもっとも手抜きをしたものから、何種類ものカラーを用い、文字や図面の大きさや配列を考え、見る人を惹きつけると共に理解を容易にするための工夫をこらしたもので様々なポスターがあった。9時30分から正午までの1時間30分間発表者はポスターの前に立ち質問者達とディスカッションをすることになっていた。質問者を大勢集めて活発な議論をしているところが結構多かったが、なかにはいつも閑散としているところ、さらには発表者の姿さえ全く見えないところもあった。ポスターセッションでは、先ず内容がしっかりしていなければならないことは言うまでもないが、如何に人目を惹きつけて会場をそぞろ歩きしている観客を呼び込むかが大切である。すなわちポスターの作製方法がプレゼンテーションの重要な要素となることは否めない。

午後2時より、University of Illinois at Chicago の L. P. Hartnett 教授により "Single phase channel flow forced convection heat transfer" と題してこのセッションに関連する Keynote Lecture が行われた。次いで14時40分からこのセッション全

体に関するディスカッションに移った。予定では16時までたっぷり時間がとられていたのであるが、会場からの質問が全くなかずか数分ほどで終わってしまった。他のセッションの場合にもこのディスカッションは余り意味がなかったところが多かったようである。既にポスターセッションで著者と直接十分にディスカッションをしているはずゆえ、これがあまり機能しないのも当然かもしれない。ポスターセッションの後にさらにこのようにたっぷり時間をとったディスカッションのための時間帯を設けたのが今回の伝熱会議の

売り物の一つであったはずだが、残念ながらこれはあまり有効ではなかったようである。

今回の会議は総てにわたって比較的良く組織されスムーズにことが運んだように思われる。ただ、最終プログラムにおいて、内部強制対流のセッション名が

Session 8 International Forced Convection となっていたのは何とも国際会議らしくほほえましいミステークであった。

以下に内部強制対流セッションにおいて発表された論文24編の表題の一覧を掲げておく。

- | | | | |
|------|---|-------|--|
| IC1 | Conjugate heat transfer in a turbulent channel flow with through substrate cooling from discrete heat source | IC14 | Local heat transfer in 3-D turbulent flow through ducts rotating in the orthogonal mode |
| IC2 | Numerical analysis of near wall heat transfer in high temperature high heat flux hydrogen cooled systems | IC15 | Convection from rectangular heated block in pulsating channel flow |
| IC3 | Transient laminar forced convection heat transfer with periodic variation of inlet temperature in circular ducts | IC16 | Velocity and temperature distributions at the turbulent separated flow behind backstep in the channel |
| IC4 | Flow visualization and laminar heat transfer in rotating curved square channels | IC17 | Experimental study of convective heat transfer with liquid metal flows in a pipe in a longitudinal magnetic field |
| IC5 | The effect of hydrate formation on heat transfer | IC18 | On the behaviour of non-Newtonian liquids in collinear ohmic heaters |
| 1C5A | Heat Transfer and flow predictions in rotating square duct with Coriolis-modified turbulence models | IC19 | Detailed measurement of local heat transfer in a square-cross-section duct with a sharp 180-deg turn |
| IC6 | A model of the initial chemical reaction fouling rate for flow within a heated tube and its verification | IC20 | Numerical and experimental investigation of the thermal convection for Herschel-Bulkley fluid in the entrance region of a duct |
| IC7 | Laminar forced convection heat transfer of a non-Newtonian fluid in the entrance region of a square duct with different boundary conditions | IC21 | Heat transfer in liquid in a cylindrical container with a rotating disc at the liquid surface |
| IC8 | Local heat transfer and flow structure in grooved channels, measurements and computations | IC21A | 2-D conjugate heat transfer in fluids with an arbitrary fully-developed velocity distribution |
| IC10 | Experimental investigation of the streaming of the upward step of various height | IC22 | Heat transfer augmentation due to turbulence promotion in a pipe with sinusoidal wavy surface |
| IC12 | Modelling of oscillatory laminar, transitional and turbulent channel flows and heat transfer | IC23 | An experimental and theoretical study of laminar fluid flow and heat transfer in helical coils |
| IC13 | Flow and heat transfer in rotating cavities with axial throughflow | IC24 | Transverse turbulent momentum and energy exchange in the channels of complicated form |

熱 交 換 器

山下浩幸、喜 冠南 (ダイキン)

今回の国際伝熱会議の特徴の一つは熱交換器のセッションとは別にインダストリアルセッションが設けられたことであろう。インダストリアルセッションでは主に企業から熱交換器の設計法や、コンパクト熱交換器、産業機器における伝熱プロセス、特殊熱交換器などというトピックスに分け、36件の発表がなされている。したがって、本「熱交換器」のセッションでは、企業からの研究報告の比率は低いものとなっているが、本セッションで発表された論文数は欠番の論文を除いて22件であり、熱交換器という伝熱現象をそのままにした機器に対する評価や性能向上への取組みに対する興味は今もって高いものであることを示している。22件のうち、15件が大学から、4件が公的研究機関から、そして残りの3件が企業からの報告であった。国別に分類すれば、米国、ドイツ、中国、イギリスがそれぞれ4件で、日本、フランス、韓国などの6か国がそれぞれ1件である。

各論文の内容を研究手法別に分類した結果を表1に示す。同表より数値解析の件数が総件数の半分以上あることがわかる。このことは、近年のコンピュータの計算速度や容量の増大および計算手法の高度化によって、熱交換器のような複雑な機器をモデル化してシミュレーションできるようになってきたことを示唆している。また、計算手法や解析の妥当性を実験で検討した数値および理論解析の研究がそのうちの1/3に相当している。

また、研究対象を大まかに分類すると表2のようになっている。以下、この分類にしたがって、本セッションで発表された論文について簡単にレビューさせて頂く。

まず、汚れの影響に関しては、N. H. AfganとM. G. Carvalho(9-HE-2)が熱交換器の汚れの影響を考慮した性能評価法について発表した。熱交換器の汚れの影響を考慮した性能評価法はまだ確立されていないが、彼

表1 研究手法別の分類

分類	実験		数値計算		理論解析		実験
件数	2	3	7	3	5	2	

表2 研究対象別の分類

研究内容	件数
汚れ (フォウリング)	4
対流と輻射	1
熱伝導	2
二相流	1
シェル&チューブ	3
フィン付きチューブ	2
プレートフィン	2
ルーフフィン	1
マイクロ熱交換器	1
マイクロチャンネル	1
その他	4

らの解析は、単純なモデル化をしているものの、汚れの影響に関する理論的検討と評価方法についてひとつの方向性を示している。M. A. MasriとK. R. Cliffe(9-HE-14)は汚れから熱交換器の性能に及ぼす影響を見極めるため、フラットフィンとウェーブフィンを用いて実験を行い、フラットフィンよりウェーブフィンのほうが、汚れが付着しやすく圧力損失が顕著に増大する結果を得ている。R. L. Shilling(9-HE-18)はフィン付きの場合とフィンなしのチューブ型熱交換器の比較により、汚れの生成および影響について詳しく検討した。彼は性能評価の中に汚れ付着速度の変化概念および汚れ付着への敏感性減少の概念を導入した。これらの概念は熱交換器の選択、設計および開発にあたって有効であると思われる。また、Z. M. XuとS. R. Yang(9-HE-23)は汚れの影響を考慮した熱交換器緒元の最

適化について数値解析を行った。

対流と熱輻射に関しては、P. B. Teguhら(9-HE-3)が、高温用熱交換器に関する理論解析のモデルを提案し、さらに実験でその妥当性を確認した。

熱伝導については、T. Skiepkoと R. K. Shah(9-HE-19)が、回転式再生器の縦壁の熱伝導について発表した。また、Y. M. Xuan(9-HE-24)が、crossflowの影響を考慮した熱交換器内部の熱伝導を厳密解と近似解を用いて求めてみた。

二相流については、T. M. Menzelと T. Hecht(9-HE-15)が、流入の流れが二相流である場合に、3種類の非定常流れが存在していることを実験的に調べ、そのうちの一つの非定常流れを予測する方法を確立し、二相流状態の分流器の最適化に対して、有益な設計指針を得ている。

シェル&チューブ型熱交換器に関する研究では、T. Bes and W. Rotzel(9-HE-4)がシェル&チューブ型熱交換器を使用したシステムに関して2次元熱移動の理論解析を行った。また、R. Kukralと K. Stephan(9-HE-13)が内部漏れによりシェル&チューブ型熱交換器の性能に及ぼす影響に関して数値解析を行い、漏れにより、シェル側の圧力損失が低減し、温度場の脈動が顕著になることを示した。さらに、G. Schouら(9-HE-17)は、シェル&チューブ型熱交換器の性能予測モデルを確立し、実験結果との比較を行い、よく一致する結果を得ている。

フィン付きチューブ型熱交換器に関する研究では、C. I. Ferreiraら(9-HE-6)が空気冷却機用熱交換器の湿り特性を予測するモデルを確立し、理想的な境界条件下で、熱交換器諸元の最適化を行った。鳥越ら(9-HE-16)は、空調機用フィン付きチューブ型熱交換器をモデル化し、3次元非定常数値解析を行った。計算コードの妥当性を実験で検証したのち、幾何パラメータ、特にフィンピッチによる熱交換器の流動・伝熱特性の変化について詳しく検討した。

プレートフィン型熱交換器に関しては、T. A. Foxと L. E. Easeler(9-HE-7)がプレートフィン型熱交換器用の分流器形状と熱交換器の伝熱性能の関連について数値解析を行い、分流器形状が性能に与える影響が大きいことを明らかにした。S. Kimと A. F. Mills(9-

HE-12)は穴開きプレートフィン型熱交換器に関して数値解析を行い、幾何パラメータの影響について詳しく検討した。

空冷熱交換器でよく使われているルーバフィンに関しては、A. Achaichiaら(9-HE-1)が、一般座標系を用いて2次元数値解析を行い、低、高レイノルズ数の場合において、ルーバ角度による流れの影響について詳細に検討した。残念ながら、従来の実験結果や計算結果との比較がなされていない。

マイクロ熱交換器に関しては、S. Wildら(9-HE-21)が数値解析コードを確立し、実験によりコードの妥当性を検証した。

また、マイクロチャンネルについては、S. Yuと M. Xin(9-HE-25)が、実験と理論解析によりマイクロチャンネルの伝熱特性について検討した。

その他、R. Brickmanら(9-HE-5)の直接接触熱交換器に関する研究、S. L. Garrettら(9-HE-9)の、Thermo-acoustic冷凍機の設計、解析および製造についての研究、Z. Y. Guoら(9-HE-10)の、温度差の均一性による熱交換器の性能変化についての数値解析、B. Spangと W. Reotzel(9-HE-20)の、熱交換器の設計のため、一般温度境界条件を確立した研究についての発表があった。

以上、第10回国際伝熱国際会議の熱交換器セッションで発表された論文内容について簡単に紹介した。本セッションでは、新たな伝熱原理を用いた熱交換器や蒸発や凝縮を伴う熱交換器に関する研究報告はなかった。特に、近年空調業界などで最も大きな関心事である、特定フロン冷媒の使用停止に伴う代替冷媒物質の使用により生じる問題点およびその対策に関する論文は皆無で、内容としては、やや寂しいものであった。

最後に、筆頭での述べた、インダストリアルセッションに関して若干触れておく。発表件数を国別にみると、開催国のイギリスが11件(31%)と最も多く、次に日本から9件(25%)、米国から6件(17%)という順であった。日本からの発表は国の事情を反映しており、コンパクト熱交換器に関するものが4件と高い比率であった。熱交換器のタイプ別にみた場合、シェル&チューブ型熱交換器に関する報告が最も多いものの、プレートフィン熱交換器やフィン付きチューブ型熱交換器に関しても多くの研究報告がなされていた。

プール沸騰

庄司正弘（東京大学工学部）

このセッションには33編の論文が発表された。国別で見ると、米国が13編でもっとも多く、日本が8編でこれに続き、独国、仏国、中国、露国が各2編、伊国、英国、インド、ポルトガルが各1編であった。発表はポスター方式であり、セッションに先立ち英国バーミンガム大学のウィンタートン教授が30分のレビューを行い、2時間半のポスターセッションの後、米国ヒューストン大学のリーンハート教授のキーノート講演があり、引き続き1時間半程度の総合討論が行われた。この一連のセッションの司会は英国のウェブ教授と米国のバンコフ教授が担当した。

発表論文を沸騰モード別に分類（一部重複）すると、核沸騰に関するものが18編、限界熱流束に関するものが11編、遷移沸騰に関するものが2編、膜沸騰に関するものが3編、その他2編であり、極小熱流束に関するものは皆無であった。

核沸騰に関するものの内2編は比較的低過熱度、低熱流束における核生成と加熱面粗さ、および沸騰曲線のヒステリシスに関するものであった。また、核沸騰に関するものの内、混合液の沸騰特性に関するものが6編と活発であり、液体はプロパンと水、エチレングリコールと水、エタノールと水、R11とR113などの組み合わせであり、管群の場合、拡大加熱面の場合、加熱面を振動させた場合などの特性が報告された。加熱面の酸化や粗さ、添加物など加熱面性状や液体の影響を調べた研究が4編あり、他に微小加熱面や狭い限定空間内の気泡挙動の影響に関するもの、加熱面に沿って気泡が流れるときの加熱面の温度や熱流束を議論したものなどがあった。特に後者については、低熱流束核沸騰の主要な支配因子となるため、総合討論で話題の一つとして取り上げられた。マクロ液膜に基礎を置いた核沸騰熱伝達のモデルがUCLAのディア教授とロスアラモスのネルソン博士らから提案されたが、これらは核沸騰研究の究極目標（完全で普遍的な核沸騰モデル）である

ことから総合討論でも討議題目の一つになった。

限界熱流束に関する論文の内5編はモデルに関するものであったが、その1編を除き加熱面上のマクロ液膜に立脚したものであった。他の論文は、限界熱流束に及ぼす加熱面の厚さや熱伝導性、重力や加速度、加熱面の向きの影響などについて述べたもの、超流動ヘリウムや混合液の限界熱流束を扱ったもの、ボイド率や気泡の流動パターンとの関連を調べたものなどであった。

遷移沸騰に関する研究は我国から発表された2件であり、水および溶液での細線の急冷実験に関するものと、微細化沸騰に関するものであった。

膜沸騰の研究3編は、気液界面の安定性に関するモデルと実験が各1編、膜沸騰熱伝達に及ぼす液サブクールの影響に関するもの1件であった。

そのほか、二酸化炭素が超臨界に近いときに見られる沸騰もどき現象に関する研究、温水にR114を注入したときの直接接触の問題、EHDによる核沸騰熱伝達の促進、核沸騰の確率論モデルなど興味深い報告もあった。

プール沸騰のキーノート講演として行われたリーンハート教授の話の内容は、氏の歴史感に基づいた自然現象認知の考え方に関するものが主であった。ただ、限界熱流束機構に関し流力不安定モデルの優位性が論述されたため、これが総合討論の場でも話題となり、論争となった。この議論は一昨年サンタバーバラで行われた沸騰の専門家による会議においても議論となった問題である。今回の議論は「不安定モデルは限界熱流束の上限を与えるもの」というUCLAのディア教授の意見によって一応の収束をみたが、この問題は我国の沸騰研究とも深く関わるものであり、いずれ適当な場で真剣に討議しておく必要がある。

なお、前記のように総合討論では他に、加熱面に沿って流れる気泡の影響に関する問題、核沸騰熱伝達モデルに関する問題などが話題として取り上げられ議論された。

自然および共存対流 (セッション12)

能登 勝久 (神戸大学)

発表された1編のKeynoteと31編のPapersの内容は共存対流と自然対流に大分類できる。各論文の内容概略を小分類して述べる。数値計算と理論は26編(3次元(3D):13, 2D:12, 1D:1), 実験は11編(変動値計測:5, 定常値:6)。論文番号, 著者名, 国, 外部流れか内部流れか/数値計算(方法)か実験(作動流体, センサなど)か/層流か乱流か/2Dか3Dかを, 括弧内に示す。発表論文の先頭著者の国別分類は, 亜米利加8, 日本4, 加奈陀4, 仏蘭西3, 独逸3, 英吉利2, 和蘭1, 葡萄牙1, 西班牙1, 羅馬尼亞1, 伯刺西爾1, 印度1, 韓国1, リトアニア1の14ヶ国。

§ 1. 全体の動向

計測技術も進み, 数値計算では13編が3D計算で, 層流から乱流への遷移の研究も増加し, これらに伴って, 乱流のDNSがなされ, カオスと分枝の視点が増え, 自然および共存対流とその伝熱現象の多様なメカニズム(3D効果, 渦と2次流れの物理, 時間変動挙動, 安定性, 乱流など)が解明されるようになって来た。

§ 2. 内部流れの共存対流

2.1 水平直線方向の主流をもつ層流 (1) 2D: 下壁の2次元V型空洞内の自然および共存対流を干渉法と数値解析で調べた(NM27, R. A. Shawoleら, 加, 内部流/実験(空気, マッハ・ツェンダー干渉計)と計算(SOR法)/層流/2D)。周期的に空洞をもつ流路内流れを数値解析し, 自然対流効果が増大すれば, 流れが不安定になることを明らかにした(NM12, 布施木, 日本, 外部-内部流/計算(有限体積法, PWMC)/層流/2D)。

(2) 3D計算: 扇形断面の流路内での2次流れの発生(NM8, C. Chinporncharoenpong, 加, 内部流/計算(SIMPLER法)/層流/3D), 正方形断面の流路内流れで, 不均一加熱によって, 浮力の影響が強いほど, 流れがはく離しやすいこと(NM17, 功乃ら, 日本, 内部流/計算(有限体積法, Patankar法)/層流/3D)を数値計算で明らかにした。

2.2 水平曲管内の層流(計算) 水平で90度曲がる加

熱ベンド内の, 主流と遠心力と浮力が共存する対流を数値計算し, 複雑な二次流れの発生を示した(NM28, J. J. M. Sillekensら, 和, 内部流/計算(FEM)/層流/3D)。

2.3 水平流路内の安定性と乱流 下壁加熱のクエット流れの浮力効果を安定性解析し, 縦渦発生 of 臨界レイリー数を求めた(NM9, C. K. Choiら, 韓, 内部流/計算(安定性理論)/層流, 遷移, 乱流/3D)。加熱壁面の温度挙動を計測し, 乱流遷移, 不安定性, 2次流れ, カオス, フラクタル次元を明らかにした(NM1, C. Abidら, 仏, 内部流/実験(水, 赤外線サーモグラフィ)/遷移/3D)。

2.4 鉛直流路内の層流 (1) 実験: 内部に正方形柱をもつ流路内の自然および共存対流のヌセルト数を計測した(NM10, B. Faroukら, 米, 内部流/実験(空気, デジタル・マルチメータ, 熱電対)/層流/3D)。

(2) 計算: 入口温度が突変する流れの過渡変化の数値計算(NM31, N. El Wakilら, 仏, 内部流/計算(差分法)/層流/2D), 岩の割れ目を模擬した半有限長さの鉛直溝内流れの理論と結果(NM33, J. Woodら, 英, 内部流/理論(漸近展開法)/層流/3D), 偏芯環状流路内流れの数値計算(NM24, N. Patelら, 英, 内部流/計算(差分法, FEM)/層流/3D), 凝縮器内の共存対流凝縮を数値計算し, 蒸気-空気系の蒸気分率の画像と変動挙動と分枝の発生(NM11, R. J. Foxら, 米, 内部流/計算(MAC法)/層流/2D)を示した。

2.5 鉛直流路内の乱流 (1) 実験: 管内の対向共存対流の入口部の逆流域での, 高温の大スケールの乱流渦の発生を明らかにした(NM15, D. D. Joyeら, 米, 内部流/実験(水, 熱電対)/乱流/3D)。乱流熱伝達率を計測した。共存対流固有の現象を示唆する(NM26, P. Poskasら, リ, 内部流/実験(空気, 熱電対)/乱流/3D)。

(2) DNS計算: 2枚の加熱壁間の流れの乱流遷移を, 初期攪乱を付与し, DNSで計算した(NM7, Y. C. Chenら, 米, 内部流/計算(スペクトル法のDNS)/遷移/3D)。

2.6 傾斜管内の層流(計算) 傾斜加熱円管内流れの発達域での傾斜効果を, 円管壁部の熱伝導を考慮して計算した(NM18, A. Laouadiら, 加, 内部流/計算(SIMPLER法

)/層流/2D). 傾斜加熱円管流れの入口領域を数値計算し, 2個または4個の2次流れを示す2重解の存在や, 完全発達域で分枝現象の発生を明らかにした(NM23, J. Orfira, 加, 内部流/計算(SIMPLE-C法)/層流/3D).

2.7 原子炉内の熱流動 強制対流から自然対流への変化域の3D場の温度を計測し, 速度と温度を数値計算で求め, 熱流動を明らかにした(NM32, D. Weinbergら, 独, 内部流/実験(水, 350本の熱電対)と計算(FLUTAN code)/層流/3D). 鉛直または水平状態のロッド・バンドル内の熱流動と熱伝達の報告である(GK7, A. K. Mohanty, 印, 内部流/計算(既報)と実験(空気, 既報)/層流と乱流/3D).

§ 3. 外部流れの共存対流

3.1 鉛直面に沿う層流 鉛直平板からの連成共存対流を境界層近似で計算したが, 古典的研究であることは否めない(NM25, I. Popら, 羅, 外部流/理論(漸近展開法)/層流/2D). 前方向にステップを有する鉛直面に沿う共存対流の実験で, 2次渦の発生と再付着点を明らかにした(NM2, H. I. Abu-Mulawehら, 米, 外部流/実験(空気, LDV, CWA)と計算(既報)/層流/2D).

3.2 鉛直上向きの主流内の加熱物体からの熱対流

(1) **実験:** 加熱円柱の熱伝達に与える主流脈動の振幅と振動数とストローハル数の影響(NM16, 菊地ら, 日本, 外部流/実験(水, 熱電対, 脈動発生装置)/層流/2D). 主流内の加熱球からのブルームの時間平均速度と温度の計測と球加熱の効果(NM29, D. Suckowら, 独, 外部流/実験(水, 風洞はFLUTMIK, LDA(3ビーム, 2カラー), 熱電対, ADC, DMA)/遷移/2D)を明らかにした.

(2) **計算:** 鉛直に並んだ5本の各加熱円柱の上下部の熱伝達に与える上流円柱の影響と流れ模様を数値計算したが, 従来文献の調査に不備がある(NM34, D. Yuら, 米, 外部流/計算(FEM, 格子生成はCOSMOS/M法)/層流/2D).

3.3 火炎の熱流動(計算) 山と平地の地形を想定した複雑な隆起面上で, 火炎熱によって誘起される乱流共存対流の計算を, 2種類の燃料で, 火炎モデルで行った. 環境問題にも関連する(NM19, A. M. G. Lopesら, 葡, 外部流/計算(SIMPLE法, 境界適合座標)/乱流/3D).

§ 4. 主流のない共存対流

左の加熱壁のみが上昇し, 右壁は冷却, 残り壁が断熱の鉛直密閉容器内の共存対流を調べた. 装置と計測法に工夫点がある(NM21, R. B. Mansourら, 米, 内部流/実験(空

気, 27本の熱電対の多点同時計測)と計算(SIMPLER法)/層流, 遷移, 乱流/現象は3D, 2D計算(層流と乱流)と3D計算(層流). 静止流体中に設置した回転加熱円柱周りの強制回転流れと遠心力と浮力が共存する対流を数値計算した. 共存対流固有の現象を示唆する(NM4, A. Balpardoら, 伯, 外部流/計算(有限体積法)/層流/2D).

§ 5. 純自然対流

5.1 内部流れ(計算) 乱流モデルで, 内部に短い仕切板をもつ容器内の遷移レイリー数域(NM13, K. Hanjalicら, 独, 内部流/計算(SIMPLE法)/遷移/2D), 偏芯水平環状管内の多孔質内(NM5, J. P. B. Mataら, 仏, 内部流/計算(ADI法, 微細格子)/層流/2D), 広い領域から急縮小した鉛直管内(NM14, J. Hernandezら, 西, 内部流/計算(PHOENICS code)/層流/2D)の自然対流を数値解析した. 左壁加熱と右壁冷却, 上下壁断熱の容器内の鉛直細線の表面温度分布を求める理論を示した(NM20, B. T. Lubinら, 米, 外部流/理論/層流/細線の熱解析は1D).

5.2 外部流れ(計算) 等熱流束加熱された鉛直の正方形または矩形板からの三次元自然対流の熱伝達で, 3D効果は伝熱抑制であることを明らかにした(NM22, 能登ら, 日本, 外部流れ/計算(ベクトル・ポテンシャル法, 座標変換, 格子依存性)/層流/3D).

§ 6. 『討論』のテーマ

『総合討論』で司会のHoogedoon(和)が示したテーマ:(1) Gr/Re^n のnの値は? (2) $\Delta T/T_\infty$ は無視可能か? $\beta \Delta T$ (ブジネ近似)は? (3)放射の影響は? (4)2重解: 現実に発生するか? 時間依存現象の初生か? (5)時間依存流れ: 時間的に周期解か? 卓越振動数は? を討論した.

§ 7. 今後の展望

共存対流の多様なメカニズムで, 不安定性(絶対-, 移流-, など)も含めての更なる解明, それらが共存対流固有の現象か, 自然対流と強制対流の中間現象かの特定, それらのコントロールは, これからで, そのために数値解析法と計測/可視化技術の進展も必要である. 環境に関連する都市大気と生物関連にも, 「自然および共存対流」現象が, 当然数多く発生している. 今後, これらの現象を, 我々の対象にしても良いと思う. またカオス概念の根底思想は, 『多様性が, なぜ存在するのか?』という素朴な問の答であることに留意したい.

伝熱促進

鳥居 薫 (横浜国立大学工学部)

伝熱促進のセッションで発表された25編の論文について先ず簡単に紹介する。

Assis, E. (HA1, Israel)らはフィン効果の過渡的性能を表すパラメータを提唱し、代表的なフィン形状について、それらの値を計算した。Cavallini, A. (HA2, Italy)らはシェルチューブコンデンサ用のロウフィンチューブについて蒸気流速の影響を調べているが、結果は予想される通り大した影響はなく、全くお粗末な論文である。Cheng, L. (HA3, UK)らは、らせん溝付き管の伝熱が円滑管よりも30-200%促進されるのに圧損は増えない点に注目し、その機構を解明する目的で、Xプロブによる乱流測定と壁反射を考慮したレイノルズ応力モデルによる数値解析を試みた結果、らせん溝の山への主流の衝突が重要な現象であること、空気流では促進効果はなく、水では効果が大きいことを明らかにしたが、実験結果との定量的一致には、なお、底層での乱流モデルの改善が必要である。Dilevskaya, E. V. (HA4, Russia)らは電力半導体デバイス冷却器のプレートフィンに球状キャビティを付けた実験で、予め数値計算によって最適条件を探し、圧損を最大22%減らし、伝熱を最大50%増やすことに成功した。Dolata, M. (HA5, Poland)らは3つの大きな穴を開けた仕切円盤を多数挿入して発生させた乱れにより管内伝熱を促進させ、実験式にまとめただけの論文である。Habetz, D. K. (HA6, USA)らはラジアルジェットの壁面への再付着衝突領域の乱れ強さと伝熱の良さを利用しようとして設計された新型燃焼ノズルの特性を調べたもので、予期したほどの効果はなかった。Gutfinger, C. (HA7, Israel)らは超音

波による促進の可能性を理論的に調べた結果、水平平行平板(上面加熱、間隔0.1m)に150dBの超音波を加えても $Nu=4$ 程度にしかならないことが分かった。Hijikata, K. (HA8, Japan)らは微小加熱面に電場を付与して、25mm²面で1.8倍、0.25mm²面で1.2倍の伝熱促進を得た。Igarashi, T. (HA9, Japan)は正方角柱周りの伝熱をその上流に置いた小さな円柱によって制御しようとするもので、40%もの伝熱促進を70%もの抗力減少を伴って可能にしたのは注目に値する。Korsun, A. S. (HA10, Russia)らは、らせん管群や、らせん管の挿入管の流れを解析するための数学モデルを提案した。Liu, S. (HA11, Canada)らは、らせん管の層流伝熱特性を非直交一般座標(円柱らせん座標等)を用いて、分かりやすく表示することに成功した。Manglik, R. M. (HA12, USA)らはラジアルコンパ外熱交換器の伝熱促進の第2法則解析を行った。Matsubara, K. (HA13, Japan)らは2次元ダクトの一方の壁面の2個の正方形リブによって生ずる層流非定常流の伝熱促進はVortexによって誘起される間欠的流れとVortex自身による洗濯効果とによって行われることを明らかにした。Owsenek, B. L. (HA14, USA)らは自然対流層流平板の羽風による伝熱促進を理論的実験的に研究し、ジュール加熱の影響が無視できないことを示した。Saito, A. (HA15, Japan)らは直接接触融解による潜熱蓄熱をスプリットフィンで促進させる実験的研究を行った。Sato, Y. (HA16, Japan)らは気流中に柔らかい磁性粒子を混ぜ、永久磁石で伝熱制御を試み、145 μ m Ni-Zn-Ferriteを1.6kg/kg

混入して60%の伝熱促進を得た。Serizawa, A. (HA17, Japan)らは自然及び強制循環系沸騰、非沸騰伝熱への超音波の影響を調べ、キャビテーション泡による沸騰誘起が主たる促進機構ではなく、音響的に誘起されたマクロ的流れが伝熱促進の支配的要因であると結論付けている。Stasiek, J. (HA18, UK)らは発電所用回転式空気予熱器伝熱面として波板間の流れと伝熱の実験的理論的研究を行い、柔軟な感温液晶シートを使って、正確な局所熱伝達率分布測定のための工夫をした。Sunden, B. (HA19, Sweden)らはラジエータ用の6種類の標準的ル-バフィン伝熱特性を測定したに過ぎない。Tan, Y. K. (HA20, China)らは陰イオン陽イオン界面活性剤（遺憾ながら物質名を明らかにしていない）の混合液を0.01wt%混ぜてプール核沸騰伝熱を2-3倍に促進した。Torii, K. (HA22, Japan)らは縦渦による平板層流境界層の伝熱促進機構は縦渦の壁面へのDownwash Motionによる境界層薄化（加速、洗濯効果）とUpwash Motionによる局所的乱流遷移とによることを明らかにした。Van Aken, G. J. (HA23, Australia)はプレートフィン熱交換器の過渡特性を有限要素法を用いて計算した。Yabe, A. (HA24, Japan)らは壁面近傍に電場を付与してHCFC123の平行平板間流れの $j/f=1.9-4.4$ を得た。その支配的機構は陽極から射出される陰イオンの変動により発生する乱れによる促進であることを明らかにした。Yeo, V. (HA25, UK)らは円盤フィンフィン部の汚れの測定を石膏粉末で模擬して行った。Zuev, A. V. (HA26, Russia)らは水-水蒸気管内二層流のドライアウト特性を多孔質被覆（ステンレス焼結、0.2mm厚、空隙率40-50%）によって改善した。

今回のDiscussion Sessionの試みは失敗であったが、本セッションのは他の所のものよりはまだまだましで、なんとかセッションの体を成していた。電場による伝熱促進は危険との意見に対して矢部氏は

「技術的に既に十分克服されていて危険はない」と反論した。議論を沸かせようと、Prof. Fiebigは「平板よりも j/f が優れた伝熱促進面はないのではないかと問題提起した。ま、これは最も優れたフィンはフィン効率100%であるフィンなし面であると言うようなものであろう。

国際伝熱会議も40年たち肥大化、硬直化、老齢化が目立ってきた。講演者等の人選や論文の採否に国や地域のバランスが重視され過ぎているきらいがある。割当論文数枠内であるということであらう。紛れ込んできたような論文も散見され、全く見識に欠ける講演者の存在、60や70歳を越える先生のレビューや講演には失望した。今では、国際会議が頻繁に数多く開かれるようになったせいなのか、本会議もたんにその中の一つに過ぎなくなってしまうのではなかったのか、参加者の意気もモラルも低下していた。フィンをもらった後その後にある討論会はずぼかしてしまう者、論文をそっくりコピーしたポスターを貼っただけで、ポスターの前には全く立たなかった者、ゴルフをする暇はあっても事前に全く論文を読まずにレビューした老犬先生。しかし、一方では、Prof. de Vahl Davisのレビューのすばらしさに感銘を受けた。このようなCritical Reviewは一般には無理にしても、少なくともReviewerは全ての論文を紹介するようにして欲しい。

初心に帰り、四年間で世界的に選ばれた論文だけを採択すべきであらう。思い切って採択論文数を減らし、割当制を止めてはどうであらうか。某国際シンポジウムに流れている噂のようにポストと連名でないと採択が難しいなどという弊害も出るかもしれないが、現状よりはましであらう。以前のラポートセッションに近いレビューセッションにして欲しいし、レビューが頼りにならないのであれば事前に論文集が入手できるようにして欲しいものである。

相変化を伴う場合と伴わない場合の二相流

藤田 秀 臣 (名古屋大学)

Session 14 "Two-Phase Flow With and Without Phase Change" は、第4日の8月17日(水)の午後であり、発表論文は、TP7が欠番のため、TP28まで27件であった。今回の会議では、"achieving a more coherent structure for the conference" との目的のもとに新しい試みが導入された。その中で各セッションの最後に設けられた Discussion は、ほとんどのセッションで所期の目的を果たしたとは言いがたかったようであるが、各セッションの最初に行われた Poster Session Review は、準備をされた reviewer のご負担は大きかったと思われるが、参加者には大変興味深く有益であった。各 reviewer のOHP原稿のコピーをまとめた冊子も頒布されたが、これは記録に残る貴重な資料であり、英語の hearing の不得手な私には特にありがたい企画であったと喜んでいる。

本セッションの reviewer は J. M. Delhaye 教授 (CEA Grenoble, France) であった。18枚のOHPは手書きではあったが、読みやすく、27件の論文が非常によく分類、整理されており、各論文の特徴も簡潔に記されている。したがって、本稿においても、この資料を利用して頂くことにする。

セッションのタイトルが示すように、本セッションには相変化を伴う場合と伴わない場合の両方が含まれているが、前者が14件、後者が13件でほぼ半々である。ほとんどが気液二相流であるが、固液二相流や固気液三相流も含まれている。

気液二相流で相変化がない場合は、ほとんどが空気-水系であるが、空気-油系も1件ある。また、相変化がある場合は、冷媒 (R11, R12, R113) が多いが、水、エタノールも使用されている。相変化では、凝縮と凝固が各1件で、他はすべて蒸発、沸騰である。

第一著者の所属によって国別に分類すると、カナダが7件で最も多く、イギリス6件、アメリカ5件、日

本3件、イタリア2件と続き、中国、ドイツ、韓国、オランダ、ユーゴスラビアが各1件で、2カ国の共同研究が3件 (英-米、伊-米、英-仏) ある。

研究機関による分類では、大学のみが17件、研究所のみ1件、産業界のみ0件、大学と産業界の共同研究3件、大学と研究所の共同研究6件となる。産業界からの論文が非常に少ないが、Delhaye 教授もこの点を review の結論の一つに掲げている。

表1は、各論文に述べられている工業的応用分野を Delhaye 教授が分類された結果である。非常に広い範囲に及んでいることがわかる。

表1 各論文の工業的応用分野

分 野	論文番号
Aerospace	27, 28
Air conditioning	4, 5, 6, 8
Building construction	20
Chemical reactors	15
Distillation reactors	5, 17
General equipment	1, 2, 9, 13, 14, 28
Heat exchangers	14, 16
Liquefaction plants	5
Nuclear reactors	10, 11
Oilwell blowout	3
OTEC Systems	5
Petrochemical plants	5, 14
Pulverized coal combustion	28
Refrigeration	4, 5, 6, 8
Steel industry	15, 23, 28
Papers with no specific applications	1, 2, 9, 19, 21, 22, 25, 26

研究手法で分類すると、実験が16件、実験と計算の両方が行われているもの2件、実験データの相関式を検討しているもの1件、理論的研究あるいは数値解析8件である。Numerical simulationが増えてきたとはいえ、この分野ではまだ実験的研究の比重が大きいようである。

論文で取り扱われている現象に注目すると、気泡に関するものが6件ある。その対象は、液中オリフィスからの気泡の発生、気泡塔内の気泡の寸法に関する研究、気泡の軌跡に関するもの、気泡塔内の伝熱、攪拌槽内の循環流など多岐にわたっている。TP26の、ダクト内の気泡流や気泡塔内の気泡の寸法(ザウター平均径)が、物性値に依存せずに管径の0.04倍であるとの結論は、意外な感じもして興味深い。

二相流の流体力学的特性に関しては、管内やバッフルつき熱交換器のシェル側の流動様式、傾斜管内のボイド率分布、環状噴霧流におけるエントレインメントやデポジションに関する研究がある。TP25の、エントレインメントやデポジションに及ぼす物性値の影響を実験的に検討しているWhalleyらの報告は、一連の研究の一部分とはいえ、質の高さを感じさせた。

水平急縮小管内の圧力降下、カーエアコン用エバポレータの冷媒流路を模擬した180度シャープターン偏平流路内二相流に及ぼす流路姿勢の影響、垂直T形継手管における気液の分離抽出特性など、角をもつ流路内の気液二相流の挙動に関する報告もあった。

3本の並列垂直管内の圧力降下の振動現象、微小重力下での圧力降下データの整理も報告された。微小重力下では、slug flowやfrothy slug-annular flowにおける圧力降下が液单相流のみを考慮したBlasiusの式で整理できるとの結論は興味深い。

伝熱すなわち相変化を伴う場合の論文は、管内の沸騰あるいは蒸発、流下液膜の蒸発、サーモサイホン、噴霧冷却の4グループに大別できる。管内蒸発では、マイクロフィンをもつ水平管内の冷媒流について、潤滑油の混入の影響を調べた研究、水平管内のスラグ流時の管周方向伝熱特性の比較など興味深い。

液膜蒸発では、垂直管の外側に液膜がある場合の実験、直列配置の水平管群上を流下する液膜の蒸発熱伝達に関する予測式と実験結果が報告されている。後者

のTP5には、広範囲かつ丁寧な実験結果に基づく実験式も提案されている。

サーモサイホンに関しては、蒸発側のCHFにおよぼす壁面の材料、厚さ、作動流体の種類、サイホンの傾斜角の影響を調べた研究と実物大の実験装置によるsubatmospheric thermosyphon loopにおける不安定現象を扱った研究が報告されている。

噴霧に関しては、放射加熱された固体壁の噴霧冷却に関連して、単一水滴の蒸発過程における過渡温度分布が理論モデルによる結果と比較されている。また、group splitting approachによって乱流二相流中の液滴の分散を計算する試みもなされている。

特殊なものとして、液体金属の液滴が、低温の固体壁に衝突したときの凝固過程を実験と数値解析によって検討した研究、コンクリート壁の乾燥時における熱および物質移動の数値解析も報告されている。

本セッションのKeynote Lectureは、Lehigh大学のJ. C. Chen教授が、"Two-Phase Flow With and Without Phase Change: Suspension Flows -- Some Questions Answered and Unanswered"と題して朗々と講義された。実際には、Dispersed Liquid-Vapor FlowsとParticle-Gas Suspension Flowの2つに焦点を絞っておられるが、Main Titleをセッションの名称と同じにする配慮もなされており、内容的にも充実しているように思われた。

Keynote Lectureにつづいて、Discussionに入ったが、その冒頭に本セッションのbest posterが発表された。はからずも私どものポスターが選ばれ、English wine 1本を戴く光栄に浴することができた。これは連名者の廣田先生のご努力の賜であるが、素晴らしいおみやげができて喜んだ次第である。

以上、二相流のSession 14を概観してきたが、詳細については、やはりProceedings等をご覧いただきたい。セッションの内容や雰囲気がいささかなりとも伝われば幸いである。

伝導伝熱および断熱 (Session 15 : Conduction and Insulation)

増岡 隆士 (九工大)

本セッションでは、フォトレジスト・水素吸蔵金属粉体・多孔質断熱層・ら旋加熱源・PCM積層潜熱蓄熱系等が取り扱われ、またレーザーパルス加熱など極めて早い熱擾乱の付与に対しては、擾乱伝播速度の有限性から非Fourier型の方程式が支配し、従来のFourier式からは予測できないホットスポットを生じるという熱慣性効果などに関する興味深い結果が示された。さらに、数値解法ないし解析モデル、接触熱抵抗・ふく射等との連成問題等が理論的・実験的に検討されるとともに、空隙寸法が空気平均自由行程より小さいナノ構造多孔質断熱材等の講演が催された。会議のPoster Session Reviewerでは、Prof. G.P.Peterson (米国) が、本セッションを基本的問題5件、数値解析/モデリング7件、熱物性測定/予測4件、熱接触コンダクタンス4件、複合モード伝熱3件と分類した。以下には、この分類に従い紹介する。

1. 基本的問題 Ameer (米国) は、高流束X線加熱されたフォトレジストにおいて、温度上昇に付随する変形および熱応力を二次元有限要素コードを用いて解析し、100 μ m厚さのレジストに対して、最大温度上昇が10 $^{\circ}$ Cのオーダーで、変形が0.1 μ mのオーダーとなることを示している。Kallweit-Hahne (ドイツ) は、水素吸蔵金属粉体において、水素吸蔵に伴う粒子体積の変化が空隙率・接触面積・固体熱伝導率の変化をもたらし、有効熱伝導率に影響が及ぶことを解析および非定常細線加熱法の実験により検討している。Masuoka (日本) は、鉛直および水平断熱層内に有効熱伝導率の極めて高いヒートパイプからなるスクリーンを設置すれば、温度成層が低減されあるいは温度分布の均一化のため、温度分布は伝導温度分布に近づき、対流は抑制され、断熱性能が向上し得ることを示している。Sathuvalli-Bayazitoglu (米国) は、表面にら旋状の加熱源を有する円錐および円柱の定常熱伝導問題を取り扱い、ら旋ピッチ・円錐角等の幾何形状

の影響について議論している。Gong-Mujumdar (カナダ) は、数種の異なる相変化材料(PCM)からなる積層系の周期的融解・凝固非定常特性に対し、一次元相変化熱伝導の有限要素モデルを提案し、融点の異なる物質の導入の蓄熱・放熱過程時間変化に及ぼす影響を均質PCMの系と比較・検討している。

2. 数値解析/モデリング 通常のFourier熱伝導方程式が適用できないような極めて早い応答が問題となる現象においては、条件によっては熱的擾乱の伝播速度が有限で熱流束と温度勾配ベクトルの間にタイムラグがあるとすの取り扱いが必要となる。

$$\tau \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{q} + \mathbf{q} = -\lambda \nabla T \quad (1)$$

ここに、 τ は物質の緩和時間であり、左辺第一項が熱慣性項である。この式はCattaneoの式(1958)とも呼ばれ、エネルギー式と組み合わせることにより、Fourierの式の修正式として双曲型方程式

$$\tau \frac{\partial^2 T}{\partial t^2} + \frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \nabla^2 T \quad (2)$$

が得られる。 κ は熱拡散率である。

Orlande-Özsisik (米国) は、物質の緩和時間 τ と熱拡散率 κ の同時決定のために熱伝導逆解析を応用した。Vázquezら (メキシコ) は、同様に時間スケールが物質の緩和時間 τ より短い現象に対しては、熱的慣性効果が無視できないとし、不可逆熱力学の変分原理の仮定により、さらに熱流束の非線形貢献が附加される可能性を指摘している。Vedavarzら (米国) も、物質の緩和時間 τ のオーダーのレーザーパルス加熱においては、熱擾乱の伝播速度の有限性に基づく非Fourier伝導効果(熱慣性効果)が問題となり、熱的代表長さ(緩和時間オーダーの拡散距離ないし平均自由行程)とレーザーの代表長さ(ビーム幅)の比が大きいと、通常のFourier式では予測できないホットスポットを生じるとを指摘している。Villasenor (メキシコ) -

Krutitskii (ロシア) は、擬スペクトル法を用いた非線形第二種Volterra型積分方程式の数値解法を提案し、ふく射冷却の非線形境界条件あるいは非定常対流冷却の境界条件の下で、時間依存内部発熱を伴う円筒の表面温度を求めている。Ramos (ブラジル) -Giovannini (フランス) は、局所微小場の解析解を境界値問題の数値解に組み込む有限解析(FA)数値解(Finite Analytic Numerical Scheme)をパルス的に表面照射加熱された積層系三次元非定常熱伝導問題に適用している。Neto-Özsisik (米国) は、初期条件が不明の熱伝導において、推定初期条件より得られる解と与えられた温度条件との誤差の二乗和で定義される汎関数が最小になるように推定初期条件の繰り返し最適化を行う手法を検討している。Cole-Kim (米国) は発熱を伴う二次元定常熱伝導問題に対し、グリーン関数の二重級数表現と単一級数表現(Single-Summation)について検討を行い、単一級数グリーン関数の完全系を示し、二重級数系より早い収束解が得られること示している。

3. 物性値測定/予測 Bart-Brodt (オランダ) は、ポリウレタンフォームなど閉じた気泡を内部に含む断熱材に対し、空隙内に閉じこめられるガスの拡散流出がもたらす熱伝導率の経時変化の解析モデルを示している。Haimら (イスラエル) は、周囲を断熱され、両端に温度差のある円筒が、その両端の中央部かつ中心軸上に球状の空気キャビティを含むときの軸方向有効熱伝導率の実験的検討を行い、理論値との比較を行っている。Hsu (香港) らは、粒状多孔質層の有効熱伝導率のモデルとして、連結棒を介する二次元楕円柱および三次元楕円体の格子配列に対して集中パラメタ法による解析的検討を行い、固体熱伝導率が高い場合は物質の形状が有効熱伝導率に大きく影響することを示している。Moreno-Trevisan (ブラジル) は、試料表面に熱流束センサーを組み込み、熱流束および温度の非定常および定常応答から物質の熱伝導率・熱拡散率を求めている。

4. 接触熱コンダクタンス Couedelら (米国) は、接触両表面の間に金属フォイルを挟むとき、表面のくぼみが埋められ、フォイルの硬さ・厚み・熱伝導率の条件によっては、接触熱抵抗低減が実現されることを、二つのアルミ面の間にアルミ・錫・鉛・銅のフォ

イルを挟んで実験的に検討し、関係式を得ている。Nishino-Torii (日本) は、実際面を、マイクロ粗さを有し、よりマクロには波状に変化する表面としてモデル化し、波状変化による熱の縮流効果が無視できないこと、全接触熱抵抗が熱伝達実験に依存しない方法を用いた著者らの予測関係式によってよく表現できることを示している。Marottaら (米国) は、表面に適当な金属または非金属膜ないしコーティングを行えば、接触熱抵抗を低減もしくは増加させることが可能であることを報告している。Parmenterら (米国) は、接触熱抵抗の解析において、ステンレス鋼は修正弾性変形モデルで記述されるがアルミは塑性変形の影響を受けること、熱流の方向依存性(Thermal Rectification)は明確でなかったことを、低温温度条件 (110K~120K) のデータ等とともに示している。

5. 複合モード伝熱 Aronov-Zvirin (イスラエル) は、毛細管チャンネルを組み込んだハニカム構造が長波長の熱放射には不透明ながらも短波長透過性の断熱(Transparent Insulation)の機能を持つことから、太陽熱空気加熱器への応用と関連して、空気の流入・流出に伴う対流と放射の連成システムを解析している。Gori-Pietrafesa (イタリア) は、薄い微小円筒の内部にヒーターと熱電対を設置し、外側の薄円筒部には充填物質と鋼製外円筒によって熱プローブを構成し、非定常法による熱伝導率の測定および定常状態のプローブ回りの熱伝達率の測定を行っている。Ho-Chien (台湾) は、電子機器の空冷技術へのPCMの応用と関連して、上下面を断熱され両側面を冷却された二次元密閉空間を発熱鉛直板で仕切り、一方の空間をPCM層、他方を空気層とする系において、非定常相変化および自然対流伝熱特性を検討している。

6. Keynote Lecture Prof. Fricke (ドイツ) による講演は、シリカエアロゲルのように空隙寸法が気相の平均自由行程より小さいナノ構造多孔質(Nanostructured Porous Materials)を用いた断熱材の構造最適化に関するものであった。討論では、東工大越後教授から電気伝導性など新たな機能との複合の可能性などに関してコメントがあった。最後に、今後も熱伝導・断熱の分野は新材料や最新加工技術・先端技術と密接に関連し、新たな展開がなされるであろう。

自然対流

杉山憲一郎（北海道大学）

自然対流のセッションでは、合計33編の論文が発表された。容器内流れを扱った発表が21件、外部流れ（境界層）と見なせるものが11件、流路流れと見なせるものが3件である^{*)}。

大部分の論文は定常流れを扱っており、非定常流れ5件、振動流6件、分岐理論2件、不安定性や流れの発生4件、流れの分類と遷移に関するもの4件などが含まれる。

日本からは九州大学の藤井（丕）先生が垂直平板配列の自然対流を報告している(NC11)。尾添先生は二重拡散自然対流の振動現象(NC14)を報告した。京都大学の河原先生は、内部発熱を伴う自然対流の可視化実験を(NC15)、関西大学の小澤先生は、二層ベナールセル対流(NC25)を報告している。また、筆者は、減圧容器内の壁面温度勾配により発生する流れの数値解析(NC30)を報告した。

自然対流セッションのキーノートレクチャーとして、フランスのP.LeQuéréが、Onset of Unsteadiness, Routes to Chaos and Simulation of Chaotic Flows in Cavities Heated from the Side: a Review of Present Status(GK8)という演題で分岐に関する講演を行った。Boussinesq近似の妥当性、境界条件の検討、三次元効果など総合的な報告が行われた。

講演後の討論では森康夫先生やProf.K.T.Yangなどが現実の熱流体挙動との差異を指摘する展開となり、講演者からは必ずしも明確な解答が示されなかった。全体の印象としては、現在の計算機のレベルで行える分岐のテーマはほぼ出尽くしたという感じであった。

なお、この講演の内容に関する論文としてBergmanとBall(NC3)およびEspositoとBehnia(NC10)が低Pr流体を対象とした容器内流れを解析している。後者の論文では3次元効果により、2次元解析に比べ低いGrから非定常性が表れることが強調されている。また、Opstetlerら(NC23)は、一辺0.55mの立方体容器を用い実験的に不安定流れの発生のメカニズムを検討している。

以下では筆者が日頃関心を持ったテーマに関連して二つの論文を紹介させて頂く。YangとZhang(NC33)は古典的な水平円筒外面の自然対流を外径210mmの円筒を用いて測定し、MorganやMcAdamsより高い遷移Ra($=3.3 \times 10^9$)を報告している。数年前より原子炉の安全性に関連して大口径水平円管の遷移Raのデータを見い出せなかったが、大きな国際会議の有り難いところで必要な情報を同じセッションで見い出すことができた。

CoatesとIvey(NC8)は、回転成層流体の重力流れの挙動を小規模可視化実験により検討し、局所的な表面冷却を起因事象として海洋の安定密度成層を深海部まで貫通する対流メカニズムの解明を試みている。

大きな空間（原子炉プレナムや海洋）の熱流体挙動を小規模実験とコンピューター解析により予測することは、工学的に極めて重要な問題であるが、極めて困難な問題でもある。パラメーターが多数存在する広い空間の熱流動挙動は典型的な“複雑システム”であり、今後のチャレンジのフィールドの一つであると感じた。

幾つかの論文は境界条件だけの問題と思われるものもあった。カルノーは、彼の論文“火の動力、およびこの動力を発生させるのに適した機関についての考察”の冒頭で“熱こそ地球上で我々が目にする大規模な運動の原因となるものである。大気の擾乱、雲の上昇、降雨、その他もろもろの大気現象、（中略）地震や火山の爆発の原因もまた熱である。”と述べている。すなわち、熱による自然循環が自然界の全ての物質循環の原動力と見なしていた。カルノーの視点は現在でもその重要性を失っていない。その意味で熱に起因する流れのフィールドは、未知で魅力的問題がまだまだ多数存在しており、新たなチャレンジが必要であると感じた。

*) 分類はセッションレビューのProf.Y.Zvirinの資料を参考にさせて頂いた。

応用伝熱

松田 仁樹 (名古屋大学)

「応用伝熱」はセッション17で、最終日8月18日(木)の午後13:00から16:00にわたって約35件(うち数件は未参加)のポスター発表が行われた。本セッションは伝熱研究の中でも極めて多方面の最近の話題から構成されており、ポスターレビュアーはじめ座長にとってはとりまとめにより多くの手腕が要求されるセッションである。

ポスター発表に先立ち、13:00-13:40頃までレビュアーによって大まかに以下の5つに分類してその要約が紹介された。

1. 医用/生物学伝熱 (8件)、
2. アドバンスト伝熱 (10件)、
3. 相変化/化学反応を伴う伝熱 (7件)、
4. 環境制御のための伝熱 (4件)、
5. 通常の伝熱問題 (6件)。

少し詳しく内容に触れると、1.では、i) 水槽内における動物の熱バランス、ii) 屋外水槽の熱・物質移動、iii) 皮膚と表面組織の温度分布と伝熱速度の関係、iv) 熱傷モデルパラメータの感度、v) スラッグなどの不透明体の赤外/対流伝熱プロセッシング、vi) 食品プロセッシングにおける伝熱、などから成っている。2.は、i) オプティカルファイバー製造における伝熱問題、ii) CVDモデリング、iii) 分子レベルの伝熱解析、iv) パルスプラズマ遠心分離器のプラズマ流れと物質移動、v) 結晶成長過程におけるキャピティ内の流れ解析、vi) 熱噴霧粒子のデポジション過程における伝熱モデル、vii) 宇宙空間におけるヒートパイプの応用、viii) 太陽炉を用いる結晶の溶融モデリング、などから構成されている。さらに3.は、i) アーク溶接における3次元熱移動・流動問題、ii) 回転電磁場を用いる凝固過程の多相流れ解析、iii) 転移時の伝熱解析、iv) 凍結ヒートパイプのスタートアップ、v) インジェクションエンジンにおけるスプレー蒸発のシミュレーション、vi) ケミカルヒートポンプにおける熱・物質移動、などに細分される。さらに4.は、i) 氷生成冷却容器間のチャンネルにおける流体流れと伝熱、ii) PCMカプセル充填容器の蓄熱モデル、iii) エアコンディショナー室外機周りの空気流れ、iv) ビルディングにおける空気流れと伝熱挙動、v) ルーフスプレー冷却システムの伝熱性能、となっている。最後に5.は、i) 密閉容器の加圧/排水時における非定常伝熱性能、ii) 回転ロール間の粘

弾性流体内温度・速度場の計算、iii) 自然通風冷却塔の熱・物質移動、iv) ヘリカルコイルとジャケット付攪拌槽反応器における伝熱比較、v) ロールオーバーに及ぼす初期温度差の影響、vi) デルタ翼がある場合の矩形開路における渦構造と熱移動、から成っている。

ポスターエリア1において16:00までポスター発表を終えた後、基調講演『複合材料プロセッシングにおける流体流動の諸問題』が米国イリノイ大学のS.Guceri教授によって行われる予定であったが同教授不在のまま講演とりやめとなった。また、引続きディスカッションに移ったが特に質疑等もなく、本セッションは予定を大幅に切上げて終了した。

今回の発表形式についてはそれぞれ出席者ごとにご意見等があるものと思います。私見を述べれば、企画側の意図は充分理解できるものの、ポスター発表を終えた後の質疑応答セッションの設定(特に1時間半もの長時間)は若干、蛇足的だったように思います。とくに本セッションはかなり境界領域の問題から構成されており、ディスカッションするにしてもとりまとめが極めて難しいものと考えられます。さらに、ポスター発表者は原則的にそのセッション中自分のポスターの所に拘束されているので、他の興味ある発表が聞けず、このあたりのフレキシビリティ調整が今後の課題になると思われます。なお本ポスター発表のベストプレゼンテーション賞には機械技術研究所の宗像鉄雄氏が選ばれました。

強制対流沸騰 (Session 18, Flow Boiling)

井村英昭 (熊本大学)

Session 18, Flow Boiling は8月18日の午後 Poster session review, Poster session, Keynote lecture 及び Discussion が行われた。この Session の Final Programme 及び Proceedings には 31編の論文が掲載されているが、Poster session ではその内、2編の論文は発表されていなかった。この2編の論文も含めて、まず第一著者の国別発表論文数を示すと以下の通りである。

日本: 7(8), イギリス: 6, アメリカ: 4(5),
ドイツ: 4, カナダ: 2(3), 中国: 2,
ロシア: 2, イタリア: 1, エジプト: 1,
スイス: 1, モルドバ: 1

なお、カッコの中の数字は第二著者以下にもその国の著者を含んでいる場合の数字である。以下に発表された論文の簡単な概要を示す。

FB1: 寒剤の旋回沸騰流における熱伝達に関する理論と実験的研究が行われ、流れ方向の温度分布が示された。**FB2:** 平板型蒸発器と凝縮器を水平にして、2本の管で接続したループ型ヒートパイプの駆動力に Electrohydrodynamic ポンプを用い、蒸発器内の過熱度と熱流束の関係を示している。印加電圧および作動液 R113 の封入量の影響等を示している。**FB3:** ミスト流における熱伝達係数を予測するモデルを提出している。壁面から蒸気への放射および対流熱伝達、蒸気から水滴への熱伝達の式を用いて解析し、他のモデルおよび実験値と比較している。**FB4:** サブクール対流沸騰における気泡の成長と崩壊の様子を可視化装置によりシネカメラで撮影・観察し、気泡の成長と崩壊のデータを整理式と比較している。**FB5:** ペンタン、イソオクタンおよびこれらの二つの液体の混合液を用いて対流沸騰熱伝達の実験を行っている。**FB6:** 環状流における強制対流サブクール沸騰流の不安定について簡易式が提出されている。**FB7:** 熱サイフォン内の降下液膜蒸発に関して、これまでに発表されたデータの解析を行い、整理・検討を行っている。**FB8:** エタノールと水の混合液を作動

流体とした熱サイフォン内の限界熱流束の実験的研究を行い、作動限界に五つのタイプがあることを示し、実験データを単成分の場合の整理式と比較検討している。**FB9:** 2種類の非共沸3成分混合冷媒 (HP 80およびHP62) およびR502を用いた強制対流沸騰の実験が行われた。熱伝達係数は既存の強制対流沸騰の式に混合液の核沸騰の式を含めて、修正することによりよく整理できた。**FB10:** 底が閉じられた垂直管内の限界熱流束について、蒸気と液の密度比が広範囲にわたった実験データを示し、解析によって得られた式とのよい一致が示されている。**FB11:** 二相ループ熱サイフォンにおいて、3本の加熱管を持つ蒸発器をループに組み込み、水、エタノールおよびベンゼンを作動液体として、循環流量および蒸発器内の熱伝達係数等が実験的に測定された。また、ループ内流れの理論的解析がなされ、実験値との比較検討がなされた。**FB12:** 狭い通路内に制限された気泡の流れと沸騰熱伝達に関する研究が行われ、これまでのデータを整理できる熱伝達の式が導かれた。この場合の大きな熱伝達係数は制限された気泡の底の液膜の蒸発によることが示されている。**FB13:** 微小体積力場においては発生した気泡を伝熱面から除去するために、浮力に代わる力が必要である。この蒸気泡除去への浮力と主流の慣性力の相対的影響を表す無次元パラメータとして、二相リチャードソン数が定義され、この値によって、慣性力支配の領域と浮力支配の領域を区分できることが示されている。**FB14:** 二相自然循環流動におけるドライアウト熱流束に関する実験的研究がR113を用いて行われた。そして、ドライアウト熱流束の整理式が提出されている。**FB15:** 水を作動流体として、長い水平細管内の強制対流沸騰における限界熱流束に関する実験的研究が行われた。結果は甲藤の式とよく一致することが示された。**FB16:** R113を用いて微小重力場における水平管内のサブクール強制対流沸騰熱伝達の実験が飛行機を用いて行われた。実験結果は通常の重力

下のデータよりも5~20%大きな値が得られ、乾き度が大きいほど大きな値が得られた。FB17:90°円管ベンド内の噴霧流に関して実験的および理論的研究が行われた。相分布および水滴の力学から熱伝達の機構が解析された。水滴の運動と相分布の変化のために、噴霧流の熱伝達はベンドにおいて顕著に改善される。FB18:大きな直径を持つ水平加熱管を横ぎるサブクール沸騰熱伝達の実験が行われた。R11およびR113を用いて得られたデータはプール沸騰熱伝達係数と大きく異なることが示された。FB19:水、R113およびR22を作動流体として、加熱面の中心にサブクール液が噴出衝突される時の限界熱流束に関する実験が行われ、得られたデータから限界熱流束の一般整理式が導かれた。FB20:円周方向に部分的に加熱された加熱管内に振れたテープを挿入した場合としない場合、サブクール強制対流沸騰における限界熱流束に関する実験が水を用いて行われた。振れたテープを挿入した部分加熱の限界熱流束は等熱流束加熱の場合の1.8倍にもなることが示された。FB21:なし。FB22:サブクール沸騰において、n-ペンタンに溶解したスチレンのファウリングの実験的研究が行われた。スチレンに10, 100および1,000mg/lの硫黄化合物が添加された。n-ドデカンチオール添加の場合、ファウリングは発生しなかった。硫化物を添加しない溶液では高いファウリングが起こった。FB23:垂直管内を流れる非共沸2成分混合液の上向き環状二相流の蒸発熱伝達に関する数値的解析が行われた。計算において、非理想混合液の相平衡特性が考慮に入れられた。2成分混合液の熱伝達の場合は乾き度が大きくなるにつれて、熱伝達係数が小さくなる場合がある。FB24:多管ケトルポイラ内の循環速度が、R113を用い、レーザードップラー流速計によって測定された。循環流量は最初熱流束の増加とともに増大し、さらに熱流束が増加すると減少することが示された。FB25:自然対流沸騰流におけるカオストラクタの検証が実験的に行われている。カオス現象について、筆者は十分な知識が無いので、具体的内容は本論文を参照頂きたい。FB26:局所強制対流沸騰熱伝達係数の実験がR12, R113, R134aおよびエステルオイルが混合したR134aについて水平円滑管を用いて行われた。エステルオイルが1.1お

よび2.7%の場合は純粋なR134aに比べて大きな熱伝達係数が得られたが、4.7%になると熱伝達係数は乾き度が大きい場合、かなり低下した。FB27:核沸騰が発生しない環状二相流に関して2成分混合液の対流熱伝達について解析が行われた。混合液に対する熱伝達の問題は局所熱伝達係数へ修正を加える従来の手法よりも、界面における正確な局所気泡発生点温度を決定することによって扱うことができる。FB28:大きな乾き度の二相流において、対流支配の強制対流沸騰熱伝達係数は同様の条件下での凝縮熱伝達係数よりも1.8倍程度になることが示されている。この原因として壁に付着している蒸気泡による攪拌の影響を考慮したが、15%程度の増加しか期待されなかった。FB29:真つすぐな壁面と凹な壁面に沿って流れるサブクール強制対流沸騰に関する比較が沸騰開始点、熱伝達係数および限界熱流束について実験的に研究された。沸騰開始点および沸騰曲線は両者共ほとんど同じであった。サブクール度が小さい場合、CHFは凹面の場合が大きかったが、サブクール度が大きくなると逆になる傾向があった。FB30:熱伝導率の小さいリブによって区切られた長さ方向に四つのサブチャンネルを持つ環状加熱流路内の流れの不安定の開始に関する実験的研究が行われた。リブがある場合、不安定流が開始する流速は同じ条件に対して、リブなしの場合よりも大きくなるが、CHFはリブの存在によって小さくなることを示している。FB31:水を作動流体としてサブクール強制対流沸騰におけるCHFに関する実験的研究結果が示され、実験式が提出された。また、圧力損失に関するデータも示された。FB32:内壁に3次元のスライフィンを持つ垂直管内の飽和上昇流における圧力損失と沸騰熱伝達係数を求める実験的研究が水を用いて行われ、実験整理式が提出された。圧力損失は円滑管内二相流の場合の1.80~2.30倍となった。一方、熱伝達係数は1.17~3.01倍の値が得られた。Keynote lecture:単成分と2成分液体のサブクールおよび飽和強制対流沸騰に関する最近の研究がレビューされた。特に、純粋液体のサブクール沸騰における沸騰開始点、熱伝達係数および圧力損失について述べられた。さらに、混合液(特に、冷媒とオイルの混合液)の熱伝達についての知見が述べられた。

第10回国際伝熱会議インダストリアルセッションに参加して

加賀邦彦 (三菱電機 (株))

国際伝熱学会の新しい試みとして今回設けられたインダストリアルセッションは、企業内での伝熱に関わる応用研究や技術開発を対象としており、8月15日から18日までの4日間にわたって6つのセッションに分かれて行われた。このセッションでは、一般のセッション (general session) と異なり、午前のオーラルセッションと午後のポスターセッションの2部に分かれて実施された。時間の関係で、オーラルセッションの発表者は、ポスターセッション参加者の中からチェアマンに選ばれた数人によって行われた。残念ながら小生はオーラルセッションに参加する機会を与えられなかったためポスターセッションのみの参加となった。

6つのセッション名は以下の通り。

1. Thermal design, modeling and software applications
2. Compact heat exchangers design and developments
3. Heat transfer processes in industrial equipment
4. Special heat exchangers
5. Enhancement and extended surfaces
6. Process optimisation and fouling

ポスターセッションは、学会に併設して開催された熱交換器の展示会と同一の会場で、展示会の周囲に上記のセッション毎に分かれて設置され、一般のセッションとは異なる雰囲気の中で行われた。一般セッションの盛況に比べると、隅の方で細々と行った感じで、まるで製品展示の一部分のように取り扱われたとの不満の声もあり、小生も発表者の一人として次回からの一考を希望するものである。

小生の行った発表は、セッション2の中で行わ

れ、"Improvement of the capacity of a plate-fin tubed heat exchanger by the thermal analysis considering thermal interaction between pipes by heat conduction in fins" という非常に長いタイトルの研究である。これは、空調用熱交換器の内部温度場を、比較的簡便で、実用的には十分な精度の数値計算によって求め、熱交換器の性能を予測することにより高性能化を図るというものであり、特に凝縮器として使用した場合のフィン内熱伝導が性能に及ぼす影響を実験を交えて検討したものである。幸い何人かの方から質問があり、いくつかの有益な議論も行うことができた。

その他の内容は、Heavy Industry の分野からの、プラント用の熱交換器の開発や最適設計に関する発表が目立った。この分野は、古くから多くの検討がなされて技術として成熟していると考えられがちであるが、今回の発表の中では、熱流体の数値解析の技術を導入して従来の理論解析では扱えなかった作動流体の局所的な伝熱特性・流動特性を考慮した検討が多く見られた。小生も、空調用熱交換器に対して伝熱数値解析技術を用いて性能改善を行う主旨の発表を行っており、成熟技術であるかに見える熱交換器技術においても、数値解析などによってより細かく検討することにより、高性能化の余地を探るといった技術の動向にはある種の共感を覚えた。

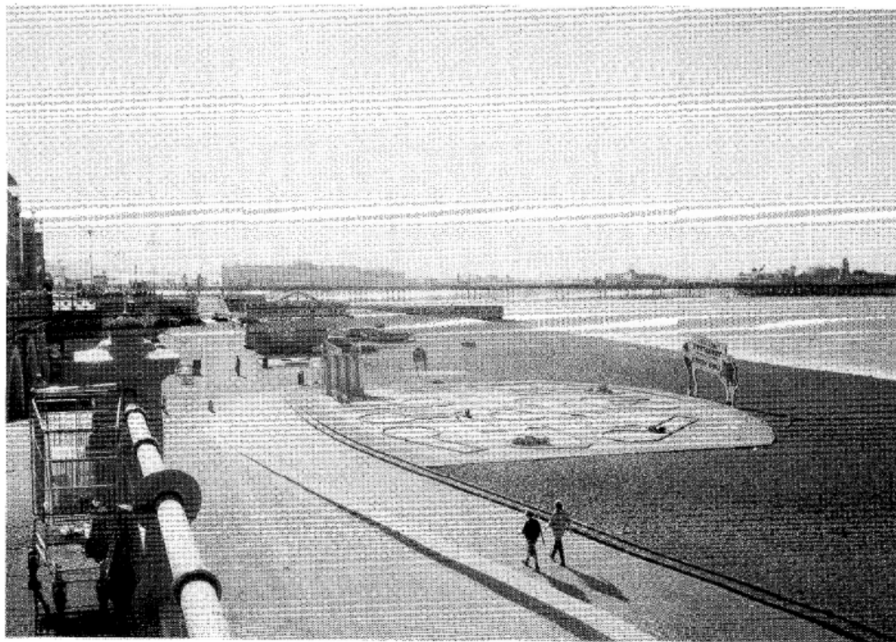
しかし、その一方で、これらの検討から、例えば性能を2倍にできるような技術が生まれる可能性は希薄であり、設計手法の最適化にとどまらない、新しい視点からのハードウェアの研究開発が必須である。その意味で、東芝の水上氏の発表されたピンフィンヒートシンクや、ダイキンの山下氏の発表されたメッシュフィン熱交換器の基礎検討などは非常に興味深く刺激的な内容であった。

さて、インダストリアルセッションの感想は

以上のようなところであるが、今回の学会参加では日本ではなかなか経験できない体験をした。滞在中のホテル近くの栈橋（栈橋といっても遊園地付きの派手な栈橋でパレスピアという。）で、IRAによる爆弾騒ぎがあり、一時的にホテルを追い出されるという事態に遭遇したのである。3時間以上に及ぶ当局による爆弾処理作業の間、どうしていいものやら分からぬまま野次馬の一人と化し、その後、学会の行われたブライトンセンターで午前2次過ぎまで待機するはめとなった。その晩は、結局、代わりのホテルに泊まることができたが、翌日（8/14、学会一日目）の夕刻まで、学会発表用のポスターやレジストレーションカードなどを含めた荷物一式は非常線の張られたホテルの中に残しての学会参加となった。小生の発表は8/16であったため事なきを得たが、ホテル泊まり客の中には、一日目に発表があり、ポスターの代わりに発表原稿のコピー（中には平和を祈るメッセージ付きのものもあった）を展示せざる

終えない不運な状況に陥った人もあった。

アクシデントに備えてポスターを2部用意していったが、こんな場合には無力である。こうなると学会どころではなくなるのである。日本国内で平和に研究開発ができる状況に感謝する今日この頃である。



パレスピア遠景（筆者写す）

第10回国際伝熱会議に参加して

宗像鉄雄（機械技術研究所）

第10回国際伝熱会議の様子、セッション体験談、感想等を若手研究者の立場から書くように日本伝熱学会編集担当委員の先生から依頼があり、恐縮ながら筆を執らせていただいた。今回の参加は、私にとって、8年前サンフランシスコで開催された第8回会議について2回目の参加である。当初の予定では、第10回はロシア、第11回は英国でそれぞれ開催されることになっていたと記憶しているが、種々の情勢から英国ブライトン市で開催されることに決定されたものと思われる。私の場合、平成5年4月1日～平成6年3月31日まで、霞ヶ関の工業技術院ニューサンシャイン計画推進本部に併任しており実験がほとんどできない状況であったため、数値解析による論文を投稿し、なんとか選択され会議に参加することができた。

会議は午前と午後およびPoster Area 1と2にそれぞれ別れ、1日で合計4つのセッションが開かれた。各セッションでは、まずセッションで発表される各論文のレビューが30分間行われ、つづいてポスターセッション（2時間30分）に移り、最後にそのセッションに関連したKeynote LectureとDiscussion（2時間）が行われた。ポスターセッションの会場は、4つのセッションが一つの部屋となっていて、多くのポスターが移動なしで同時に見れるため便利であると感じたが、サンフランシスコの時と比較すると、参加者数が増大したのに対してポスターセッションの会場が狭いと感じられた。また、各企業の展示やOpen Forum Poster Sessionが火～木曜日の3日間ポスターセッションの会場と隣接した会場で行われた。

会議期間の最初から最終日の前日までのセッションでは、比較的多くの参加者がポスターに集まり熱心な議論がされていたが、私の発表した最終日の午後のセッションでは、参加者がほとんど集まらず、私の場合、僅かに数人の外国人と何人かの日本人に説明を行っただけであった。（これは、前日のバンケットが

終了した時点で帰られた参加者が多く、最終日の参加者が少なかったこと、および、午前のセッションでは午後の発表者も参加していたのに対し、午後のセッションでは、午前のセッションのKeynote LectureおよびDiscussionが平行して開かれていたため、午前のセッションの発表者が参加していなかったことのためと思われる。）

各ポスターは、それぞれ発表者の工夫が施され、全体的にカラフルなポスターが目立ったが、これは、今回も視覚に訴えるポスターに対して各セッション毎にChairmanの選択により与えられるBest Poster Prize（イギリスワイン1本）が設けられたためと思われる。私も密かにこの賞を受賞しようと企み、できるだけカラフルかつシンプルにポスターを仕上げるように心がけた。具体的には、文字やグラフが立体的に見えるNext画面風表示となるように、かつ色合いがそれほど奇抜にならないようにポスターを作成した。ポスター作成環境は、Color Monitor付きMacintoshで、出力はColor PS/IPU付きCanon Pixel EPOである。若干文字やグラフが小さいとの批判やポスター中の誤字等の指摘もポスターを貼ってからあったが、なんとか私の発表したセッションでは私のポスターが受賞し、ワイン1本を頂くことができた。受賞後、多くの方々から祝福されたことが印象に残っている。

最後に、会議が始まる前日にブライトン市内のあるホテルでは爆弾騒動があったり、また、イギリス国鉄のストなども絡んだことから、会議参加者の足が乱れたようであるが、個人的にはこれらの影響を受けず、無事参加することができた。次回は韓国で4年後に開催される予定となっているようなので、次回もBest Poster Prizeを狙って参加するつもりである。次回までにはさらにカラープリンターが普及すると予測されるため、もっと工夫してポスターを作成しないと受賞できないと思われるが、...

第10回 国際伝熱会議に出席して

石井 達哉 (航空宇宙技術研究所)

この度、権威ある国際伝熱会議に出席させていただき、関係者の皆様には心より感謝申し上げます。若手研究者ということで会議の様子などを「伝熱研究」に報告するように依頼されましたが、難しい話は他のページの記事にお任せして、私は当地の出来事などを簡単に紹介いたします（ただし、編集委員を怒らせてボツにされない程度の内容にしたいと思います）。

今回の会議は、英国南海岸の Brighton 市にて開催されました。当地は、ロンドンから電車で一時間程の距離にある有数のリゾート地でありまして、マリナーやパレスピア（埠頭に遊園地が付いたようなもの）や海水浴場が揃っております。日本で言えば熱海をもっと大きく、きれいにした街といったところでしょう。気候は温暖で、日差しは強くない代わりに日没が遅く、夜8時を過ぎても夕方という感覚でした。治安もよくて、せいぜいマリナー近くの商店街がIRAに爆破されたぐらいで、“外国は怖い”といった不安は不要(?)でした。ちょうどバカンスシーズンでしたから街には観光客があふれておりまして、なぜこのような場所を開催地に選んだのか？という疑問を持ちましたが、それは二三日すると解決しました。

私の場合、ポスターセッション (Radiation and Combustion) は会議二日目(実質は初日)でしたから出席者も多く、中には論文をじっくり読んで来られた方もいて、困惑する反面、非常に勉強になりました。セッションの終わりに keynote lecture があって、その後に discussion の時間が80分ほど取ってあるのですが、白熱した議論が繰り広げられるセッションもあったようです。会議三日目、私どもは、「海中の魚類を探知し捕獲する弾性棒に関する研究」をするためにマリナーへ行って、朝から実験に取りかかりました(“実験器具”は日本より持参したが、入国審査で厳しく追求された)。午前中は結果が芳しくなかったため、“esa”を変えて、いわゆる“makie”をおこなったところ、“弾性棒”の反応に急激な変化が現れました。写真1に“研究成果”を示します。ちなみにパリで“研究”をする時には許可証が必要でして、釣具屋に300フラン程支払うと発行してもらえます。無断でやろうとすると高額な罰金を取られるそうです(警官談)。会議五日目、私は大学時代の指導教官と先輩とともに、忙し

い学会スケジュールの合間をぬって「英国高速道路におけるガソリンエンジンの特性」を調査するために Dover, Canterbury と周遊してまいりました。英国の高速道路は清掃が行き届いていて、風景もなかなかのもので、Motor Way 沿いの丘陵地に放牧されている羊や馬などはミニチュアセットのようでした。ところで、海外旅行をする際には、カメラとハンデビデオは必携品でしょう。よく、“典型的な日本人のスタイル=肩からカメラを下げて手にはビデオを持つ”と言われますが、安心して下さい。欧米人だってやっています。けれど欧米人がやるとかっこ良く見えるのはどうしてでしょうか？

当地の食事情については、もともとイギリス料理なるものではなく、なぜかイタリア系の料理店が多いようです。しかし、私はむしろ中華料理とインド料理を薦めます。後者のカレーとナム(パンのようなもの)の組み合わせは素朴で香ばしいのです。料理に少々時間がかかるのですが、これも料理を待つという至福の時間と思えば、インド料理も楽しめるのではないのでしょうか。

なんだかんだと書いてまいりましたが、“結局、お前は遊びに行ったんじゃないか”というご指摘も多々あるかと思えます。しかし、私は、自分の熱容量だけ、高温熱源(日本)から低温熱源(英国)への熱輸送をはたし、今年の日本の猛暑軽減のために多少なりとも貢献できたと自負しております。



写真1: 研究成果: 写真左が筆者。服の柄で判りづらいが右胸あたりに“成果”が見える。一緒に写っているのは通りすがりの観光客である。