

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

<p>会 長</p> <p>副 会 長</p> <p>理 事</p> <p>(編集出版)</p> <p>東 北</p> <p>中国四国</p> <p>(企 画)</p> <p>北陸信越</p> <p>(総 務)</p> <p>北 海 道</p> <p>監 事</p> <p>評 議 員</p>	<p>中 山 恒 (東 工 大)</p> <p>福 迫 尚一郎 (北 大)</p> <p>坂 本 雄二郎 (神戸製鋼)</p> <p>土 方 邦 夫 (東 工 大)</p> <p>部 会 長</p> <p>東 海</p> <p>九 州</p> <p>部 会 長</p> <p>関 西</p> <p>部 会 長</p> <p>前 田 昌 信 (慶 大)</p> <p>関 根 郁 平 (苫小牧高専)</p> <p>小 川 清 (日 大)</p> <p>泉 正 明 (岩 手 大)</p> <p>長 崎 孝 夫 (東 工 大)</p> <p>勝 田 正 文 (早 大)</p> <p>前 川 透 (東 洋 大)</p> <p>石 塚 勝 (東 芝)</p> <p>海 野 紘 治 (豊田工大)</p> <p>辻 俊 博 (名 工 大)</p> <p>小 林 睦 夫 (新 潟 大)</p> <p>姫 野 修 廣 (信 州 大)</p> <p>唐 土 宏 (松 下 電 器)</p> <p>小 澤 守 (関 西 大)</p> <p>増 田 雅 昭 (シャープ)</p> <p>秋 山 巖 (パプ日立)</p> <p>奥 山 喜久夫 (広 島 大)</p> <p>小 森 悟 (九 州 大)</p> <p>松 尾 篤 二 (三 菱 重 工)</p> <p>平 井 秀 一 郎 (東 工 大)</p> <p>新 井 紀 男 (名 大)</p> <p>谷 下 夫 (慶 大)</p> <p>赤 井 誠 (工 技 院)</p> <p>五 十 嵐 喜 良 (東 北 電 力)</p> <p>David Copeland (東 工 大)</p>
<p>山 田 悦 郎 (秋 田 大)</p> <p>稲 葉 英 男 (岡 山 大)</p> <p>伊 藤 正 昭 (日立製作所)</p> <p>平 田 哲 夫 (信 州 大)</p> <p>青 木 博 史 (豊田中研)</p> <p>中 島 利 誠 (お 茶 大)</p> <p>杉 山 憲 一 郎 (北 大)</p> <p>岡 田 孝 夫 (高砂熱学)</p> <p>金 山 公 夫 (北見工大)</p> <p>戸 倉 郁 夫 (室蘭工大)</p> <p>高 橋 一 郎 (山 形 大)</p> <p>橋 爪 秀 利 (東 北 大)</p> <p>一 宮 浩 市 (山 梨 大)</p> <p>神 永 文 人 (茨 大)</p> <p>長 坂 雄 次 (慶 大)</p> <p>西 尾 茂 文 (東 大)</p> <p>北 村 健 三 (豊橋技科大)</p> <p>松 田 仁 樹 (名 大)</p> <p>平 澤 良 男 (富 山 大)</p> <p>神 吉 達 夫 (姫路工大)</p> <p>稲 室 隆 二 (京 大)</p> <p>竹 中 信 幸 (神 戸 大)</p> <p>森 岡 斎 (徳 島 大)</p> <p>村 上 幸 一 (愛 媛 大)</p> <p>金 丸 邦 康 (長 崎 大)</p> <p>笹 口 健 吾 (熊 本 大)</p> <p>縄 田 豊 (八代高専)</p> <p>田 辺 新 一 (お 茶 大)</p> <p>中 谷 元 (三 菱 電 機)</p> <p>師 岡 慎 一 (東 芝)</p> <p>小 泉 安 郎 (工 学 院 大)</p> <p>山 中 晤 郎 (三 菱 電 機)</p>	<p>芹 沢 昭 示 (京 大)</p> <p>加 藤 征 三 (三 重 大)</p> <p>増 岡 隆 士 (九 工 大)</p> <p>庄 司 正 弘 (東 大)</p> <p>宮 本 政 英 (山 口 大)</p> <p>木 本 日 出 夫 (阪 大)</p> <p>柳 謙 一 (三 菱 重 工)</p> <p>水 野 彰 (豊橋技術大)</p> <p>河 村 洋 (東 理 大)</p>

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なと同情されたが、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先生方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き継いでいる)、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国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、点数と順位の間には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。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ないものもあるので、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~ 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 $k-\epsilon$ 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れ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っ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良いものであった。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、直接接点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 の準備に關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知れない。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編は比較的低温過熱度、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, PWIMC)/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, 功刀ら, 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) $\Delta T/T_w$ 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、らせ線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、らせ線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。Dilevsckaya, 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とを利用しようと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、らせ線管群や、らせ線7°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、らせ線管の層流伝熱特性を非直交一般座標(円柱らせ線座標等)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)らはオフセットフィンコル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10枚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工夫をした。Sunden, B. (HA19, Sweden)らはチータ用の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)らは円盤フィンチューブ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に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も、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。ワインをもらった後その後にある討論会はずっぽかしてしまう者、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大先生。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かった。

初心に帰り、四年間で世界的に選り抜かれた論文だけを採択すべきであろう。思い切って採択論文数を減らし、割当制を止めてはどうだろうか。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ろう。以前のレ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ら (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搬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る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-Özisik (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ことが指摘している。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-Özisik (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た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ェ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、フェウリングは発生しなかった。硫黄化合物を添加しない溶液では高いフェ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:多管ケトルボイル内の循環速度が、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次元のスパイン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棧橋（棧橋といっても遊園地付きの派手な棧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回会議につづいて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。

生体内伝熱現象の基礎

-部位別特性を考慮した体温調節モデルの開発をめぐる-

横山真太郎・落藤 澄・長野克則（北海道大学）

1. はじめに

著者らの研究室では、人間と環境の熱授受の機構を考え、室内の温熱環境の評価と制御が伝統的な研究課題の1つとなっている。この課題の最近の研究としては、生体の部位別特性を考慮した体温調節モデルの開発があげられる。これは、体温調節モデルとマイクロプロセッサ利用の温熱環境計測システムをリンクさせ、それらによる温熱環境の評価予測というプロセスを通して、最適な環境設計、評価、制御を行うことを目的としている。これまで、モデルに関して、基本事項の局所産熱量の推定方法とそれに基づく推定値、生体内の熱移動方程式、体温調節系の調節出力量の数理モデル、全身の血管系熱収支式の計算アルゴリズム、精度の高い制御対象系のデータベース、および何例かの数値シミュレーション結果について報告してきた。

そもそも生体まつわる伝熱現象には、産熱、蓄熱、熱伝導、血液移流、血管壁からの熱伝達、肺からの呼吸放熱、体表面での対流熱伝達、放射熱伝達、蒸発に伴う熱伝達、接触面との熱伝導など多様な事柄が存在する。本稿では、著者らの生体の部位別特性を考慮した体温調節モデルの開発をめぐる得られて事項を中心に、生体内伝熱現象の基礎について改めて考え、いささかなりともこの分野の発展に供したいと考える。

2. Thermal Comfort Equation と Two-Node Model

現在世界的に多用されている人間と温熱環境との間の熱平衡に基づく評価法としては、Denmark 工科大学暖房・空気調和研究所の Thermal Comfort Equation (Fanger, 1970, 1982) と Yale 大学 John B. Pierce 研究所の Two-Node Model (Gagge et al., 1971, 1986) が挙げられる。両者に共通する原理を単純化していえば、人間を質点系とみなし集中定数化し、皮膚面を通過する平均熱流束と、温受容器と冷受容器が存在する皮膚表面の温度すなわち平均皮膚温の関係を推定し、温熱環境を評価するものである(図1参照)。

しかし、生理学や生化学をひもとくまでもなく産熱

量が心臓とアキレス腱では同一でありようがなく、伝熱学的にも大脳皮質と大腿骨の熱物性値が同じであろうはずがなく、対流熱伝達率が胸部と手部の中指では常に同一であろうはずがない。また、人間は衣服をまとうが、伝熱学的にみれば衣服は熱抵抗と湿分移動抵抗や熱容量、湿気容量を変化させる。単位面積当たりのそれらの量が顔部、躯幹部、手部など、部位毎に大きく変異していることは、日常の身支度の際に自己の鏡像を一瞥すれば、容易に理解される。

にもかかわらず、人間を質点系とみなす Thermal Comfort Equation や Two-Node Model が世界的に多用されている理由を著者らなりに、考えてみると、以下のようなになる。Denmark 工科大学暖房・空気調和研究所と Yale 大学 John B. Pierce 研究所には当時としては豪華な人工気候室が付設されていた。それらを中心に多額の研究費をかけて被験者実験が行われた。至適温熱環境を中心として、得られた実験データにフィットするように、未定あるいは未知のパラメータを指定していった。その結果、ビルディングの空気調和で具現するような比較的限られた温熱環境因子の組み合わせの至適温熱環境条件を示すのにある程度成功した。

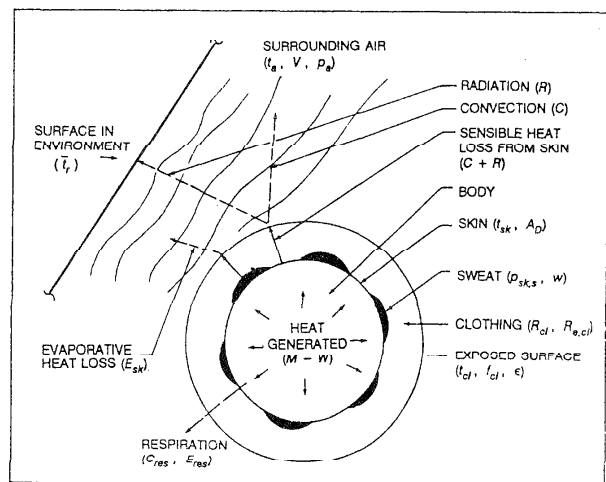


図1 人間-温熱環境系の熱授受の概念図

すなわちビジネススーツの着衣条件で、坐位作業のような産熱量でのもとの、現実の建築設備系の容量の制約条件に助けられ、各因子が極端に変動幅をもたない気温、放射温度、気流、湿度の至適温熱環境条件を示すのに成功したといえる。事実、予測のための計算プロセスの各段階での結果は異なるにもかかわらず、Thermal Comfort Equation と Two-Node Model の上記のような条件の最終結果は驚くほどの一致をみせる。

3. Multi-Compartment Model の研究の系譜

数値計算に大型計算機が利用される時代の入ると、人間の部位別特性を考える研究がなされるようになった。いわゆる Multi-Compartment Model の研究に着手されるようになった。

温熱生理学研究のメッカであった Yale 大学 John B. Pierce 研究所でも、体温調節中枢の基礎研究と併行してシステム工学手法の導入に取り組んだ。Hardy, Gagge and Stolwijk (1970) の "Physiological and Behavioral Temperature Regulation" は、その時代の記念碑的集成である。そこにはいくつかの Multi-Compartment Model が報告されている。その中で Stolwijk (1970) は身体を頭部、躯幹部、腕部、手部、脚部、足部の6部位に、かつ各部位を4層に分け、それに血液を加え、計25の compartment をもつ、体温調節モデルを報告している (図2参照)。

また、Wissler (1970) は彼独自の Multi-Compartment Model と差分解法について報告している。Wissler についていえば、彼が先に提出したアルゴリズム自体特に血管系のそれは現在でも参考にされることが多い (Wissler, 1964)。

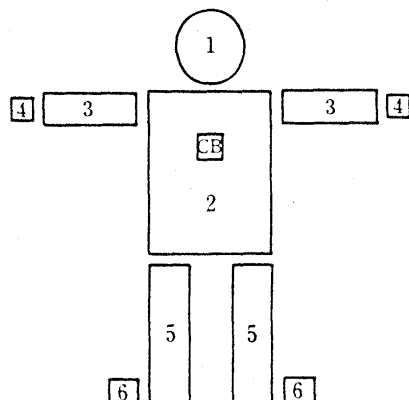


図2 Stolwijk らのモデル

Yale 大学 John B. Pierce 研究所の Stolwijk and Hardy (1977) は、先述した図2のような体温調節モデルによる総説を報告している。このモデルの特徴は John B. Pierce 研究所での温熱生理学の基礎研究の結果がちりばめられていることにあると考えられる。

その他にもいくつかの Multi-Compartment Model が提出された。その中で California 大学 Santa Barbara 校の環境ストレス研究所の Gordan et al. (1976) のモデルは部位分割に特徴があり、球層状セグメント、円筒層状セグメント、円筒セグメントを組み合わせたものである (図3参照)。

しかし、論理上優れているはずのこれらの Multi-Compartment Model は単純な Thermal Comfort Equation や Two-Node Model を凌駕出来なかった。

何故に Multi-Compartment Model が単純な Thermal Comfort Equation や Two-Node Model に対して、困難性があり、凌駕できなかったかを、著者なりに考えてみると、以下のようにまとめられる。

生体内では、産熱、蓄熱、熱伝導、血液移流、血管壁からの熱伝達、肺からの呼吸放熱、体表面からの対流熱伝達、放射熱伝達、蒸発に伴う熱伝達現象がみられる。その中で、結論を先にいえば、主として、産熱量の同定問題と血液移流の卓越性の問題が主因として挙げられる。

産熱量の同定問題とは、一般に人間を対象とした場合の熱量測定法には全身一括で測定する方法、総エネルギー代謝量の方法のみが活用されている。そのような状況で、Multi-Compartment Model の場合、割り

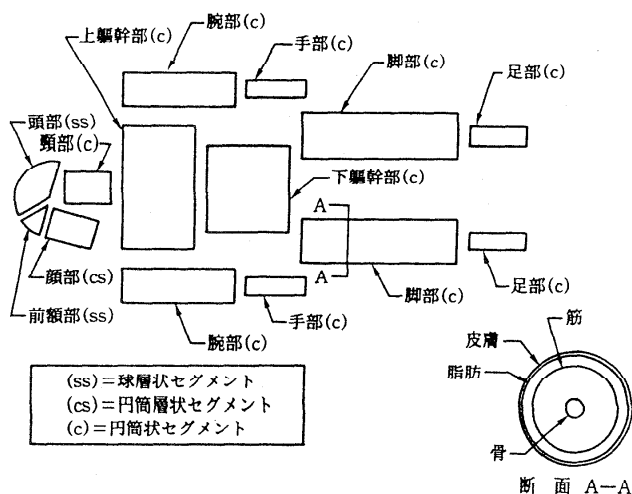


図3 Gordan らのモデル

当てるべき部位別の産熱量に多くの誤差がつきまとう。このことを、通常の伝熱問題でいえば、発生熱量の基本情報を知らされずに、熱物性値や移流項および熱伝達率のそれぞれを探索しながら、個々の **Compartment** の熱収支を同定し、かつシステム全体の熱収支をとるという極めて困難な問題に匹敵する。

一方、血液移流の卓越性の問題とは、工学的問題に置き換えて、かいつまんでいえば、活動する器官から発生する熱の大部分は、静脈系を介して、一旦心臓に戻され、さらに物質交換器と冷却器に相当する肺胞を経由することにより変成を受け、また心臓に戻り、熱が再配分されることである。再配分される血液は、酸素などの物質供給とともに、視床下部を中心とする体温調節中枢に変化した温度情報を伝達する。その結果、皮膚の血管拡張反応、血管収縮反応、能動汗腺の発汗反応、筋器官によるふるえ熱産生のいわゆる体温調節機構が作動する。事実、下肢部の活動（産熱）条件のもとで、サーモグラフィの皮膚温変化を継続的に観察すると、当該の部位よりも上躯幹部の変化が卓越していることが見られる。全身のどの部位をみてもそれぞれの部位での発生熱量と分配熱量が一致する

ことはないことを示している。一方、全身平均値を用いる単純な **Thermal Comfort Equation** や **Two-Node Model** の場合は、総産熱量と総放熱量の熱収支原理が活用できる。これと血液移流の卓越性の問題がリンクして、**Multi-Compartment Model** における対流熱伝達率や蒸発に伴う熱伝達率の合理性を越えて、優位性を保持していたと見ることができる。

4. 部位別の発生熱量を求めて— 局所筋エネルギー代謝量の推定方法の開発 人間—温熱環境系の研究において物理的放熱機構や

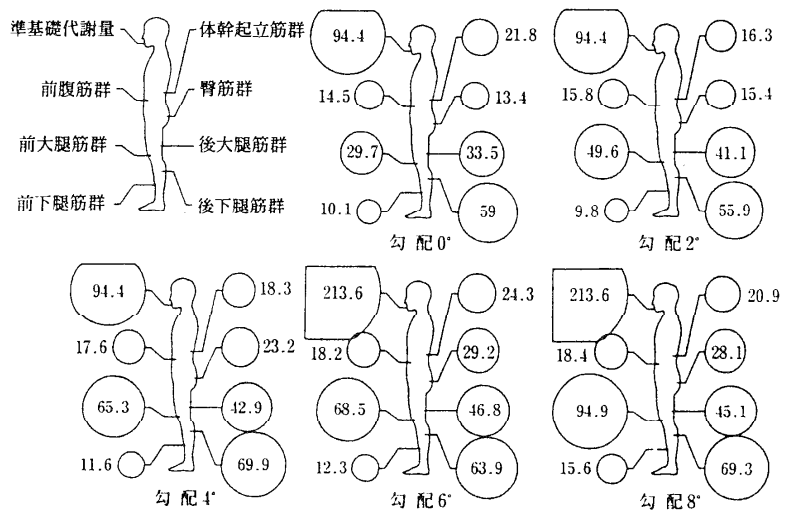


図4 トレッドミル歩行における局所筋エネルギー代謝量

表1 安静時と労作時における各内臓の代謝量(kcal/h)

	安静時	労作時
全身	72.00	216.00
筋肉	27.36	150.00
肝臓	8.94	4.74
胃腸	5.46	3.48
腎臓	5.40	1.56
脾臓	4.56	6.00
心臓	3.18	9.60
脳	2.16	2.40
脾臓	0.96	0.42
血液	0.78	0.78
唾液腺	0.48	0.18
小計	31.92	29.16

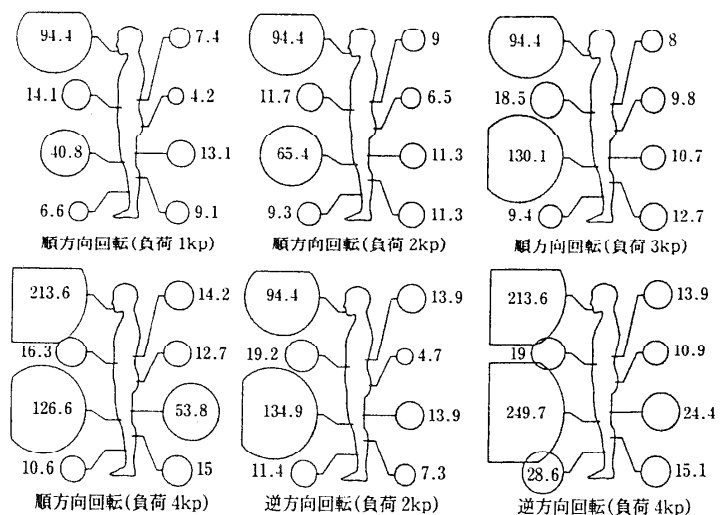


図5 自転車エルゴメータ作業における局所筋エネルギー代謝量(kcal/h) 4種の順方向回転と2種の逆方向回転

温度情報の受容部位の研究はすすんでいる。十分な体温調節機構の解明には、Multi-Compartment Modelにおいて、最も基本的な情報の発生熱量が総エネルギー代謝量の体表面積比という大略的な形ではなく、物理的放熱機構の対流熱伝達、蒸発に伴う熱伝達や温度情報受容部位の研究成果と整合する形で捉える必要があると考えた。

表1にみるように、主要な臓器の産熱量を比較すると、生体内産熱量の変動を規定している器官は大部分が筋器官によるものであることがわかる。

上記のような状況を踏まえて、著者らは独自に局所筋エネルギー代謝量の推定方法を開発した。その推定方法に基づく静的姿勢保持時の局所筋エネルギー代謝量、最大局所筋エネルギー代謝推定量、二足歩行や走行が該当する巡回性動的筋収縮時の局所筋エネルギー代謝量、寒冷環境下における部位別のエネルギー代謝量の生体内産熱に関する研究成果が得られた。

局所産熱量の推定方法の原理を簡単に述べると、活動する筋エネルギー代謝と線形関係にある指標（著者らは双極表面誘導筋電図を多用した）と総エネルギー代謝量の同時測定値を連立させ、線形指標のエネルギー換算係数と定数値（著者らは準基礎代謝量と呼んでいる）を求め、線形指標の値とエネルギー換算係数から、活動する局所筋エネルギーを同定する（横山，1980，1993参照）。

ここでは、一連の報告の中から代表的な推定値を図4-図6に掲げる。数値の単位はいずれも [kcal/h] である。図4と図5は身長171cm、体重71kgの男子を被験者にして得られたものである。図6は比較的多数の男子被験者から得られた平均値をまとめたものである。頭部最上段の括弧内の数値は被験者数を表している。人間活動が多様化すると、産熱量の部位別変異が多様化することがわかる。

5. 部位別特性を考慮した体温調節モデル

モデル開発の基本となる組織に関する熱収支式を、血管系の熱収支式とともに、表2に示した。

組織の熱平衡式の左辺は、単位体積当たりの組織の蓄熱項である。右辺第1項は空間座標における温度拡散項、第2項は組織に流入する動脈血液の保有する熱量がもたらす移流項、第3、4項は動脈系小プールと静脈系血液小プールと組織との熱伝達を表す項、伝熱学的にみた場合、血液は熱伝導や血管壁からの熱伝達より移流としての役割が卓越している存在である。

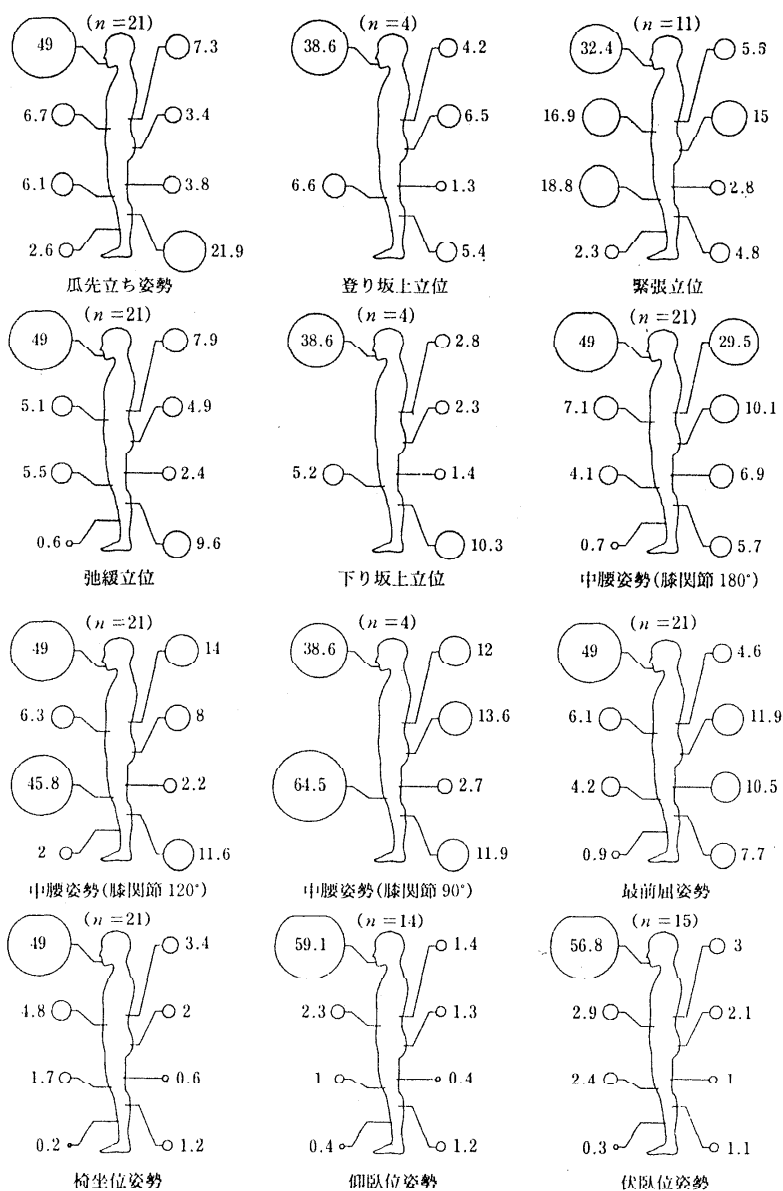


図6 各種姿勢保持時の局所筋エネルギー代謝量

動脈系の式の左辺は、ある組織の動脈系小プール全体の蓄熱項、右辺第1項は上位の他の組織の流入動脈血による移流項、第2項は動脈系血管壁を介しての組織と動脈血液間の対流熱伝達による項、第3項は動脈系と静脈系の対向流熱交換による項である。

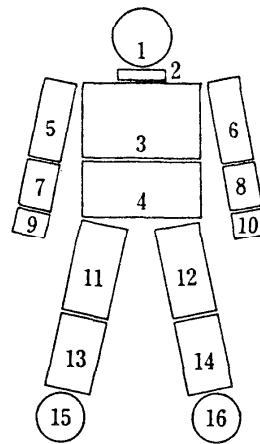
静脈系の式の左辺は、ある組織の静脈系小プール全体の蓄熱項、右辺第1項は下位の他の組織の流入静脈血による移流項、第2項は静脈系血管壁を介しての組織と静脈血液間の対流熱伝達による項、第3項は動脈系と静脈系の対向流熱交換による項である。

体温調節系の産熱量調節は式のMを増加させ、皮膚の血管拡張反応と血管収縮反応による血流量調節はfを変化させる。能動汗腺の発汗反応による水分蒸発量調節は皮膚境界条件のPsを増加させる。

また、表2の動脈系と静脈系の式中には、隣接部位あるいは隣接層の血液温度T_{am}、T_{vn}が入ってくる。言い換えば、血液温度を求めるためには、全血液温度を連立して解く必要がある。

モデルの全体像としては、まず機能と形態の側面から全身を16部位ないし32部位に分割する(図7参照)。対流熱伝達の問題からは16部位分割では満足されると考えられるが、人間の多様な活動場面を想定すれば、各部位にはおおむね伸展のための伸筋群と屈曲のための屈筋群が存在する。そのような人間の活動状態が重視される問題には32部位分割が適当と考えられる。

生体内の体温調節機構を含めた伝熱現象において、血液循環の果たす役割は大きい。これまでのMulti-Compartment Modelでは、組織の分割数に対して、循環系の分割数が粗大であった。



- 1 頭部
- 2 頸部
- 3 上軀幹部
- 4 下軀幹部
- 5 上腕部(右)
- 6 上腕部(左)
- 7 前腕部(右)
- 8 前腕部(左)
- 9 手部(右)
- 10 手部(左)
- 11 大腿部(右)
- 12 大腿部(左)
- 13 下腿部(右)
- 14 下腿部(左)
- 15 足部(右)
- 16 足部(左)

図7 モデルの部位分割の例(16分割)

表2 生体内熱移動方程式

(1) Tissue

$$\rho(x,y) c(x,y) \frac{\partial T(x,y,t)}{\partial t} = \lambda(x,y) \nabla^2 T(x,y,t) + \frac{f(x,y,t) c_b}{V} \{T_a(x,y,t) - T(x,y,t)\} + H_a(x,y,t) \{T_a(x,y,t) - T(x,y,t)\} + H_v(x,y,t) \{T_v(x,y,t) - T(x,y,t)\} + M(x,y,t)$$

(2) Arterial Pool

$$\rho_b c_b V_a(x,y,t) \frac{\partial T_a(x,y,t)}{\partial t} = f_a(x,y,t) c_b \{T_{am}(x,y,t) - T_a(x,y,t)\} + L \int \int H_a(x,y,t) \{T(x,y,t) - T_a(x,y,t)\} dx dy + H_{av}(x,y,t) \{T_v(x,y,t) - T_a(x,y,t)\}$$

(3) Venous Pool

$$\rho_b c_b V_v(x,y,t) \frac{\partial T_v(x,y,t)}{\partial t} = f_v(x,y,t) c_b \{T_{vn}(x,y,t) - T_v(x,y,t)\} + L \int \int \left\{ \frac{f(x,y,t) c_b}{V} + H_v(x,y,t) \right\} \{T(x,y,t) - T_v(x,y,t)\} dx dy + H_{av}(x,y,t) \{T_a(x,y,t) - T_v(x,y,t)\}$$

(4) Boundary Condition at Skin Surface

$$-\lambda_s \frac{\partial T_s}{\partial n} = h_e (T_e - T_s) + h_r (T_s - T_r) + \kappa h_e (p_s - p_e)$$

where,

x : distance in x-coordinate [m]

y : distance in y-coordinate [m]

t : time [h]

T : temperature [°C]

c : specific heat [kJ/kg °C]

ρ : specific gravity [kg/m³]

λ : thermal conductivity [w/m °C]

f : blood flow [kg/h]

V : volume [m³]

H : heat transfer coefficient [w/m² °C]

M : heat generation rate [w/m³]

L : length of compartment [m]

h_e : convective heat transfer coefficient [w/m² °C]

h_r : radiant heat transfer coefficient [w/m² °C]

κ : modified Lewis coefficient [°C/kPa]

p : vapor pressure [kPa]

The suffix b: blood

a: arterial system

v: venous system

m: adjacent arterial system

n: adjacent venous system

s: skin

e: environmental air

r: radiation

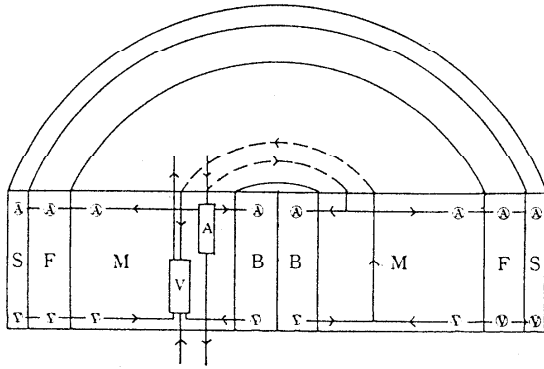


図8 循環系のモデル概念図

そのことが、特に温度分布の実測値と計算値の大きな隔たりの原因の1つと考えられる。それに対して、図8のように循環系をモデル化することが、良好な結果を生むと考えられる。図中、Aは動脈系、Vは静脈系を表し、また、この例はB(骨層)、M(筋層)、F(脂肪層)、S(皮膚層)からなる四肢部の概念図である。これらを全身に拡張した場合、一例として、16の部位毎に1ないし2の大動脈、大静脈に相当する動脈大プール、静脈大プール、そして各組織毎に下位レベルの血液小プールを設定すると、大プールが36、小プールが192、計228程度の血管系のCompartment数となる。

部位形状のモデル化にあたって、有用と考えられる著者らの被験者17名(日本人男子、平均年齢22.8歳)から得た生体計測値を表3に掲げる。内部構造については、皮下脂肪厚を計測するとともに、日本人男子の内蔵器官、骨器官、筋器官、皮下脂肪、皮膚の文献をくまなく調査した。それらの資料を基に著者らが行った内部構造の推定例を表4に示す。

この場合の推定の考え方として各部位を円筒層近似を採用し、実体とモデル部分容積の誤差を小さくするという立場をとった。そのため、体表面積と身長に若干の誤差が存在するが、各部位毎の水平断面の2次元空間における数値計算には有用と考えられる。

表3 生体計測値

計測項目	平均値	標準偏差	計測項目	平均値	標準偏差
身長 cm	171.0	5.66	上腕最小囲 cm	23.5	1.43
体重 kg	65.0	6.24	前腕長 cm	24.7	1.31
前下胸最長 cm	32.8	4.60	前腕最大囲 cm	25.7	1.53
腹部最小囲 cm	75.3	4.29	前腕最小囲 cm	16.3	0.85
後胸最長 cm	45.3	3.48	大腿長 cm	49.2	3.03
胸囲 cm	89.1	4.80	大腿最大囲 cm	53.2	2.59
臀囲 cm	90.4	3.58	大腿最小囲 cm	38.4	2.83
臀部厚径 cm	21.6	1.06	下腿長 cm	35.4	2.38
腸骨稜幅 cm	23.5	1.58	下腿最大囲 cm	36.9	1.33
上腕長 cm	29.9	1.28	下腿最小囲 cm	21.8	0.79
上腕最大囲 cm	27.1	2.05			

表4 モデルの部位分割(16部位)

部位	層	体積 (cm ³)	長さ (cm)	半径 (cm)	体表面積 (cm ²)
頭部	内臓	1,611		7.27	1,146
	骨	923		8.46	
	筋	769		9.24	
	皮膚	344		9.55	
頸部	内臓	39		1.03	445
	骨	96		1.91	
	筋	1,034	11.70	5.64	
	脂肪	86		5.85	
上腕幹部	皮膚	90		6.05	2,736
	内臓	8,691		10.24	
	骨	856		10.73	
	筋	6,111	26.39	13.74	
下腕幹部	脂肪	197		13.83	2,575
	皮膚	836		14.19	
	内臓	7,740		9.30	
	骨	745		9.74	
上腕部	筋	5,584	28.50	12.54	718
	脂肪	797		12.89	
	皮膚	712		13.19	
	骨	185		1.40	
前腕部	筋	929	29.90	3.44	471
	脂肪	114		3.62	
	皮膚	143		3.82	
	骨	119		1.23	
手部	筋	500	24.74	2.82	273
	脂肪	8		2.84	
	皮膚	87		3.03	
	骨	85		1.53	
大腿部	筋	180	18.00	2.17	1,645
	皮膚	61		2.41	
	骨	538		2.18	
	筋	4,552	35.92	6.76	
下腿部	脂肪	487		7.03	1,146
	皮膚	420		7.29	
	骨	380		1.85	
	筋	2,226	35.41	4.84	
足部	脂肪	65		4.90	492
	皮膚	280		5.15	
	骨	199		1.85	
	筋	442	25.50	2.83	
	皮膚	116		3.07	

6. 部位別特性を考慮した体温調節系の調節出力量の数理モデル化

体温調節には、(1) 暑熱下で発揮される発汗量調節すなわち水分量調節、(2) 中性温域で重要な役割を果たす皮膚血管拡張反応と皮膚血管収縮反応の組み合わせからなる血流量調節、(3) 遊離脂肪酸が重要な役割を果たす非ふるえ熱産生と筋器官によるふるえ熱産生による産熱量調節の3様式が知られている。

生体内熱移動方程式の節で述べたように、体温調節機構は解析の面で伝熱現象を複雑にしている。体温調節機構をシステム工学的に捉えた場合調節部自体のメカニズムすなわち温熱生理学上の厳密なニューラルネットワークの構造には不明な点が多い。現状では、調節部と調節出力部を合わせて考えた場合にのみ、あるまとまった成果が得られており、それを表5に示した。

表5は過去の報告や著者らの実験結果を基にして求

表5 部位別特性を考慮した体温調節モデルにおける調節出力量の数理モデルの例

- 水分蒸発量調節：局所発汗量 E_i (local perspiration rate) [W/m^2]
 $E_i = \epsilon_i * [197 * (T_{es} - 36.7) + 23 * (T_{sm} - 34.0)] * \exp\{(T_{si} - 34.0)/10.0\}$ ($dT_{sm}/dt - r_0 \geq 0$)
 $E_i = \epsilon_i * [197 * (T_{es} - 36.7) + 23 * (T_{sm} - 34.0) + \gamma * (dT_{sm}/dt - r_0)] * \exp\{(T_{si} - 34.0)/10.0\}$ ($dT_{sm}/dt - r_0 < 0$)

ただし、 $\gamma = -120.2$ [$(W/m^2)/(^{\circ}C/min)$], $r_0 = -0.19$ [$^{\circ}C/min$].

- 血流量調節：局所皮膚血流量 (SBF) $_i$ (local skin blood flow rate) [$g/cm^2 \cdot min$]
 $(SBF)_i = \zeta_i * [0.694 * (T_{es} - 36.7) + 0.074 * (T_{sm} - 34.0)] + 0.149$
- 産熱量調節：局所ふるえ産熱調節量 M_i [W/m^2]

$$M_i = \delta_i \{13 * (T_{in} - 37.0) + 0.4 * (T_{sm} - 34.0)\} * (T_{sm} - 34.0)$$

ここで、 i は各部位をあらわす添字 ($i=1, 2, \dots, 32$) である。

また、 T_{es} ：深部温測定で安定した値を示す食道温 [$^{\circ}C$], T_{in} ：脳内深部温 [$^{\circ}C$], T_{sm} ：平均皮膚温 [$^{\circ}C$], T_{si} ： i 部位の皮膚温 [$^{\circ}C$], ϵ_i ： i 部位の相対的発汗係数 [-], ζ_i ： i 部位の血流変化量相対比 [-], δ_i ： i 部位のふるえ産熱量相対比 [-].

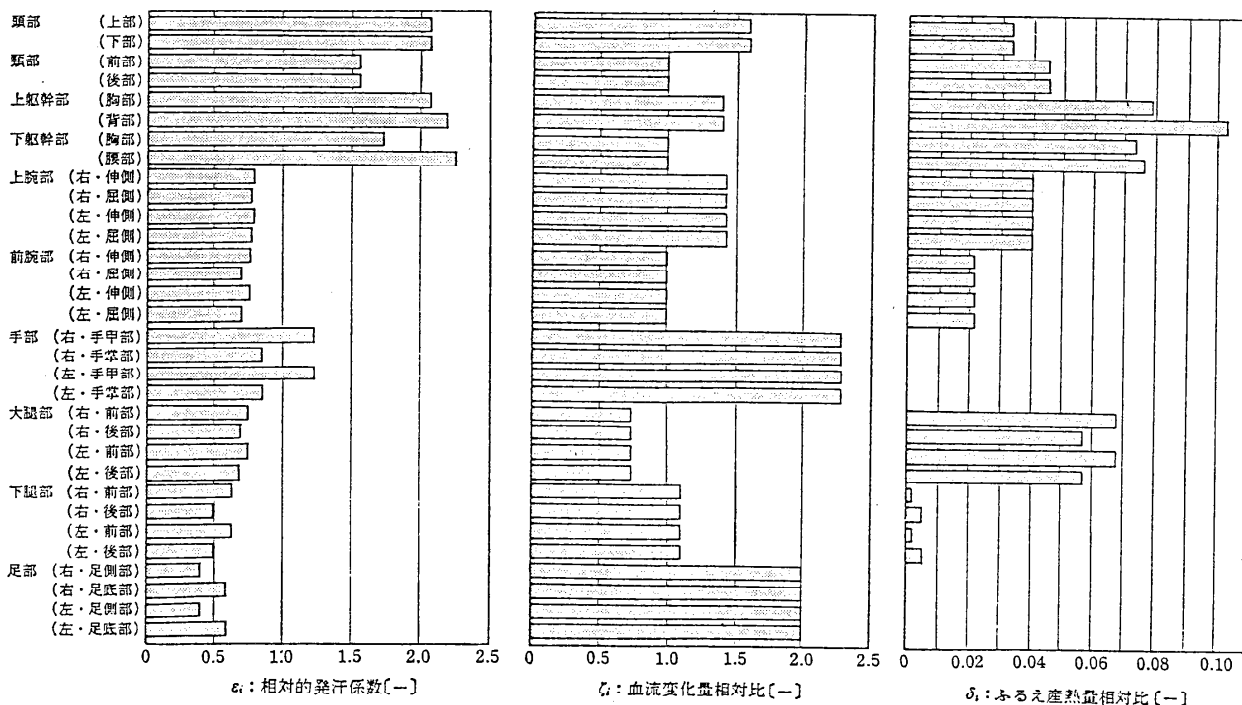


図9 相対的発汗係数 ϵ_i 、血流変化量相対比 ζ_i 、ふるえ産熱量相対比 δ_i の推定値

められたもので、深部温度（視床下部温度）と平均皮膚温度情報によって、調節出力量が駆動される。水分蒸発量調節の場合、研究が進展していることもあって、局所皮膚温度と平均皮膚温の変化率によって変成されるモデルとなっている。それぞれの部位別特性は著者らが求めた相対的発汗係数 ϵ_i 、血流変化量相対比 i 、ふるえ産熱量相対比 δ_i によって表され、それらの実数値を図9に示した。これらの導出過程の詳細は、著者らの報告（横山，1993）を参照していただければわかるが、そのプロセスを検討すると了解されるように水分蒸発量調節に対して、血流量調節、産熱量調節の順に精度の面で改良の余地があることを付記する。

7. コンピュータプログラムの開発

コンピュータプログラムについては、いくつかのものに取り組んだ。最初の成功例は、差分法による指部における寒冷血管反応のものである（Yokoyama and Ogino, 1985）。これは、生体内熱移動に及ぼす血流の効果が顕著にわかり、モデルの作動性を確認するとともに、全身の体温調節モデルの構築の基礎となると判断して行ったものである。著者らによる実験データ（横山ら，1983）と解剖学的知見が充実していたため、有用な知見が得られた。

ここでは、よりスケールの大きい大腿部の差分法による数値シミュレーションについて紹介する。大腿部については先述した局所筋エネルギー代謝量の推定値があり、かつ図10に示すように、著者らによる比較的詳細な生体内内部温度が測定されている。

まず、図10は (A) 弛緩立位姿勢から (B) 中腰姿勢（膝関節120度）に移行した場合の直腸温度と前大腿部の筋温度（5mm, 10mm, 30mm, 50mm）と皮膚温度の挙動をまとめたものである。(A) 弛緩立位姿勢時にほぼ定常状態にあった生体内内部温度が、両側で約40 [kcal/h] の産熱増加する (B) 中腰姿勢（膝関節120度）に移行すると、筋温度が上昇する。

図11は (A) 弛緩立位姿勢保持時の生体内温度をシミュレートしたものである。この場合の方法は、内部温度を忠実に再現することを絶対条件として、くまなく調査した過去の報告の範囲で、各種パラメータ（熱伝導率、血流量）を探索していくものである。その結果を表6に示す。

次に、図11を初期条件として、(B) 中腰姿勢（膝関

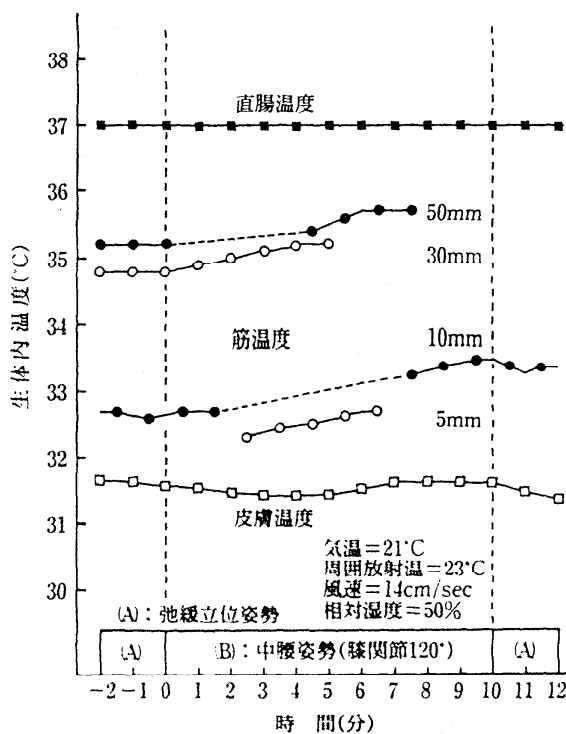


図10 静的作業時の生体内内部温の測定

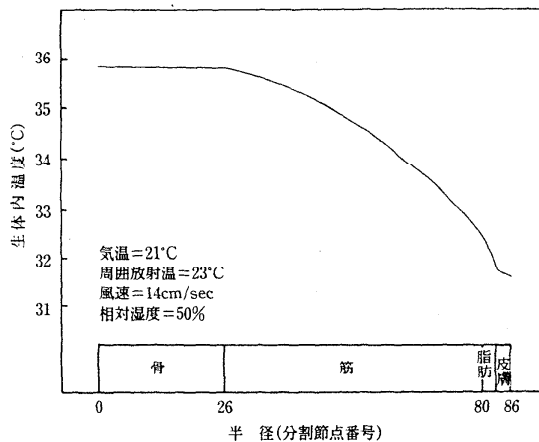


図11 大腿部の温度分布

表6 各層の熱伝導率と血流量の推定値

	熱伝導率 (kcal/mh°C)	血流量 (ml/100 ml min)
骨	1.9	0.32
筋	0.400	0.12
脂肪	0.175	0.45
皮膚	1.360	3.5

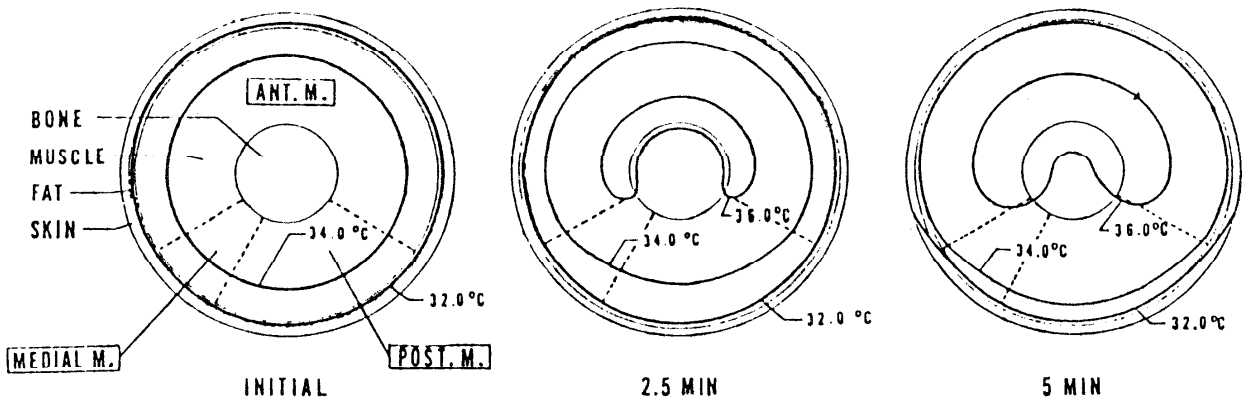


図12 静的姿勢保持時の生体内温度変化のシミュレーション（大腿部）

節120度)保持時の筋温度の上昇をシミュレートしたものが図12である。これは、右側大腿部を想定しており、筋層の上部は前大腿筋群、下部は後大腿筋群である。また、左方下側に内転筋群が存在している。温度分布の変化を32°C、34°C、36°Cの等温線で表した。

前大腿筋群の産熱増加の影響で初期には存在しなかった36°Cの等温線が現れてきている。その高温化の傾向は、5分後の計算結果では前大腿部を中心として拡大していることがわかる。

図13と図14には温熱環境条件の変化すなわち至適環境から寒冷環境移行時のシミュレーション結果について示した。図13より計算結果と測定結果がほぼ一致していることがわかる。また、図14には、その際の内部温度分布の計算結果を示した。

以上の例は、著者らのコ

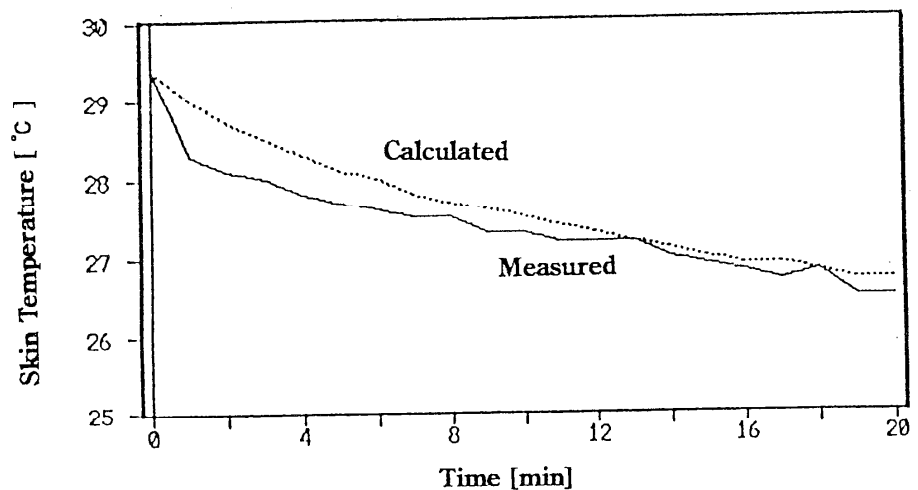


図13 至適環境から寒冷環境移行時のシミュレーション

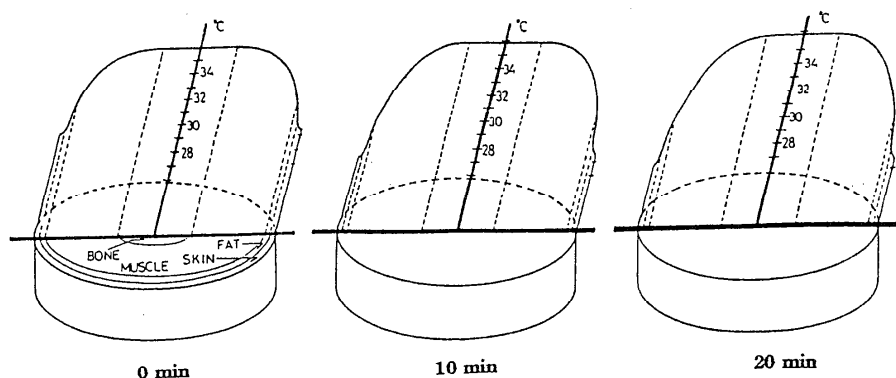


図14 寒冷環境移行時の生体内温度分布の変化（大腿部）

ンピュータプログラムが生体内伝熱現象の解明に有用な手段になり得ることを示すものと考えられる。

8. おわりに

著者らの研究室の人間と環境の熱授受の機構を考え、室内の温熱環境の評価と制御への応用という課題を通して生体内の伝熱現象について述べてきた。

従来の Thermal Comfort Equation や Two-Node Model による温熱環境評価の問題点と、次のステップへの展開のための Multi-Compartment Model 研究の系譜、伝熱の基本事項である産熱量を求めるための局所産熱量の推定方法とそれに基づく推定値、生体内の熱移動方程式、体温調節系の調節出力量の数理モデルと差分法による数値シミュレーション例を紹介した。

著者らの差分法のコンピュータプログラムは生体内伝熱現象の解明には有用な手段であると考えられる。しかし、冒頭に述べたように、生体の部位別特性を考慮した体温調節モデルとマイクロプロセッサ利用の温熱環境計測システムをリンクさせ、それらによる温熱環境のオンラインの評価や制御を目的とした場合、安価でかつより高速な計算速度が求められる。それに対して、境界要素法を活用する方法についての努力も一方で行ってきた。基礎科学より応用科学を志向する著者らにとって、その作業は比較的困難性を伴うものとなり、生体内伝熱現象への適用の際の境界要素法の数理的側面がもたらす構造について思いが至った段階にある。応用科学を志向する著者らの行ったそれら一連の作業結果については、稿を改めて紹介出来ればと現在考えている。

本稿を終えるにあたり、著者らの研究室にて、これら一連の課題に取り組んだ卒業生の諸氏に対して改めて謝意を表したい。

<参考文献>

- 1) ASHRAE (1993): 1993 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS. ASHRAE, Atlanta.
- 2) Fanger, P.O. (1970): Thermal Comfort - Analysis and Applications in Environmental Engineering. Danish Technical Press, Copenhagen.
- 3) Fanger, P.O. (1982): Thermal Comfort. Robert E. Krieger Publ., Malabar.
- 4) Gagge, A.P., J.A.J. Stolwijk and Y. Nishi (1971): ASHRAE Transaction, 77 (1), 247.
- 5) Gagge, A.P., A.J. Fobelets and L.G. Bergland (1971): ASHRAE Transaction, 927 (1).
- 6) Gordon, R.G., R.B. Rober and S.M. Horvath (1976): IEEE Transaction, BME-23, 434-444.
- 7) Hardy, J.D., A.P. Gagge and J.A.J. Stolwijk (1970): Physiological and Behavioral Temperature Regulation. Charles C. Thomas, Springfield.
- 8) 落藤澄・横山真太郎・中村真人・浦山保昌 (1987): 空気調和・衛生工学, 61(4), 281-297
- 9) Stolwijk, J.A.J. and J.D. Hardy (1977): Control of Body Temperature. Handbook of Physiology. Sec.9., Amer. Physiol. Soc.: 45-68.
- 10) Wissler, E.H. (1964): Bull. Math. Biophys., 26, 147-166.
- 11) 横山真太郎 (1980): 人類学雑誌, 84, 97-108.
- 12) 横山真太郎・田島章男 (1981): 人間工学, 17(Suppl.), 98-101
- 13) Yokoyama, S., T. Namioka and Y. Ogata (1982): Bull. Fac. Engin., Hokkaido Univ., 107, 13-22.
- 14) 横山真太郎・荻野弘之・木下均・三浦邦弘 (1983): 生理人類誌, 2, 143-145.
- 15) Yokoyama, S. and H. Ogino (1983): Jap. J. Biometeor., 20, 1-7.
- 16) 横山真太郎・荻野弘之 (1984): 人間-熱環境系シンポジウム報告集, 8, 77-80.
- 17) Yokoyama, S. and H. Ogino (1985): Annals Physiol. Anthropol., 4, 309-314.
- 18) 横山真太郎・落藤澄 (1990): 日本建築学会学術講演梗概集 (環境工学), 85-86
- 19) 横山真太郎・落藤澄・坂本成次・古瀬健二 (1990): 空気調和・衛生工学会学術講演論文集, 1085-1088
- 20) 横山真太郎・落藤澄・古瀬健二 (1991): 空気調和・衛生工学会北海道支部学術講演論文集, 25, 11-14
- 21) 横山真太郎 (1993): 生体内熱移動現象. 北海道大学図書刊行会, 札幌

乱流・熱物質移動国際会議の報告

鈴木 健二郎 (京都大学)

去る8月8日の組織委員会を皮切りに、同9日から12日までの5日間ポルトガル国リスボン市のポルトガル工科大学において標題の会議を開催した。本会議は、国際伝熱センターの活動の一貫であるセミナーの一つとして1980年に故Zoran P. Zaric教授が現在戦火の中にある中世海港都市ドブロブニク市において開催した「熱物質移動における乱流構造」セミナー及びZaric教授の同方面の先駆的な業績を顕彰するために同じく同センターが1988年に開催した「壁近傍乱れ」セミナーに引き続くものとして企画された。過去の両セミナーいずれにも出席したのは国内では、北海道大学名誉教授小橋安次郎先生と私だけであると思う。そのような背景からと思うが、昨年8月京都で開催した「第9回せん断乱流国際会議」の期間中、本会議の委員長であったK. Hanjalic教授から組織委員会に入るよう要請を受けて委員をお引受けした。日本からは私の他に、本会議のScientific Advisory Committeeに、センター推薦委員として土方邦夫先生が入っておられて、御尽力戴いている。

これまでのセミナーは招待講演だけで運営されて来たが、今回は全くオープンの国際会議として開催した。約200名強の参加者があり、不況の故で発表辞退も若干有ったが、8件の招待講演に加えて、約130編の論文が口頭およびポスターの形式で発表された。参加者は地元ポルトガルの他25ヶ国に及び、日本国内からは21編の論文が発表され、34名が参加した。この参加者数はポルトガルについて第2位の数に相当し、ヨーロッパ諸国中のフランスがほぼ同数で、米国、英国、ドイツがこれについだ。昨年の「せん断乱流

国際会議」と同様に、米国からの参加者が伸び悩んだ。経済不況とからんで、旅費として使用できるFundに落込みがあるためと聞く。

招待講演はW. K. George「せん断乱流の相似性」、B. E. Launder「複雑乱流中の熱移動の計算」、J. W. Baughn「乱流伝熱研究への液晶計測の応用」、M. Fiebig「内部流中への渦の導入」等であった。3室に分かれての一般講演20セッション、会場ロビーでのポスターセッションの2セッションを行い、乱流構造と乱流熱伝達、衝突・剥離・再付着、熱伝達問題のための乱れモデル、乱流混相流、乱流熱伝達のDNSとLES、反応性乱流、実際問題への応用、乱流と自然対流、流体機械の乱流と熱伝達、計測手法、乱流伝熱促進、非定常乱流熱伝達につき議論を交わした。

連日の抜けるような青空、各所の白い砂浜や切り立った崖の海岸、美味しい魚料理、夕刻のファド等、学問以外の楽しみもあって、会議も次第に外出者が増えたけれども、多数の参加を得て閉会式も行った。その際に、Hanjalic委員長から説明があったように、優秀論文をなんらかの形で出版する予定で現在出版社と折衝中である。また、河村洋先生にも御出席戴いた拡大組織委員会で、次回以降については2年毎の国際会議とし、ハイシーズンをはずした時期(おそらく9月)に開催することを決定した。開催場所は、費用が少なく済み、会議運営経験豊かな、同じリスボンとなる可能性が高い。決定次第、お知らせする予定である。本会議は、伝熱分野だけでなく、流体力学、燃焼工学、混相流分野の研究者が意見を交わし、刺激を与え合う場として設けられたものである。次回もぜひ多くの方の参加を期待したい。

<支部・地方研究グループ活動報告>

関西支部活動報告

関西支部担当理事
木本 日出夫

日本伝熱学会関西支部は、理事会でご承認頂いた支部規則に記載の通り、平成6年5月19日（日本伝熱学会総会の日）に発足致しました。この関西支部の発足を記念して、下記の関西支部の設立記念総会ならびに記念講演会を開催致しました。当日は日本伝熱学会を代表して 中山 恒会長の御来臨を賜り、関西支部の前途に期待を込めた御挨拶を頂きました。ここに関西支部が活動を開始していることを会員の皆様方に御報告申し上げますとともに、今後の関西支部の活動に皆様方の御支援を賜りますよう宜しくお願い申し上げます。なお、別紙掲載の「熱・物質移動国際シンポジウム」も計画しておりますので、是非ご参加下さいますようにご案内申し上げます。

記

日 時：平成6年7月16日（土） 13：00－17：00
会 場：大阪市大文化交流センターホール（大阪駅前 第3ビル16階）

支部設立記念総会次第：

総 会（13：30－14：20）
役員選出，活動計画，予算審議，その他。
式 典（14：25－14：55）
支部長挨拶
御来賓の御挨拶

日本伝熱学会会長 中山 恒 氏
神戸大学名誉教授 松本隆一 氏

支部設立記念講演会次第：

記念講演（15：00－17：00）
1. 新明和工業（株） 藤江邦男 氏
「研究開発のフィロソフィーについて（企業での私経験をもとに）」
2. 大阪大学名誉教授 石谷清幹 氏
「ボイラ火炉内放射伝熱の相似則研究からJAFI管巢コンバスタの開発まで」

懇親会（17：30－19：30）

懇親会会場：大阪駅前第3ビル 33階 中国大飯店

平成6年度の関西支部役員ならびに各種委員会委員長を下記致します。

支部長：鈴木健二郎*（京都大学）
副支部長：木本日出夫*（大阪大学，支部担当理事）
鳥越 邦和*（ダイキン工業（株））
常任幹事：平田 雄志*（大阪大学）
幹 事：上田莞爾（大阪ガス（株）），大隅正人（三洋電機（株）），
荻野文丸（京都大学），神吉達夫*（姫路工業大学），
坂口忠司（神戸大学），高城敏美（大阪大学），
高島啓行*（住友マネジメント（株）），牧野俊郎（京都大学）
監 事：吉川進三*（同志社大学），柘植綾夫（三菱重工業（株））
（註）*印の役員の任期は1年，他の役員の任期は2年。

総務委員会委員長：平田雄志（大阪大学）
企画委員会委員長：高城敏美（大阪大学）
セミナー委員会委員長：中島 健（神戸大学）
伝熱技術フォーラム委員長：片岡邦夫（神戸大学）

以上

<お知らせ>

学会の社団法人化について

法人化委員会

本学会の社団法人化につきましては、会員各位のご支援を得て、その準備をすすめて参りましたが、この度、平成6年9月20日付けをもって、文部大臣のご許可をいただきました。それにとともに、同日付けにて(旧)日本伝熱学会は解散し、新たに社団法人日本伝熱学会が発足致しました。むろん、旧学会の会員、財産、権利義務等は、すべて新しい社団法人としての日本伝熱学会に引き継がれます。

最近の経緯は、以下の通りでございます。

- ①第一次審査合格(5月17日)
- ②設立総会の開催(5月19日)
- ③設立申請書(案)の提出
- ④第二次審査合格(8月8日)
- ⑤設立申請書の提出(8月17日)
- ⑥文部大臣による許可(9月20日)
- ⑦社団法人日本伝熱学会の設立(9月20日)

社団法人としての新定款を、以下に掲載いたします。

ここに至るまでの会員各位のご支援に、心から感謝申し上げます。

平成6年9月21日 (幹事 河村 洋 記)

社団法人日本伝熱学会定款

第1章 総 則

(名 称)

第1条 この法人は、社団法人日本伝熱学会(The Heat Transfer Society of Japan)と称する。

(事務所)

第2条 この法人は、事務所を、東京都文京区本郷5丁目25番18号に置く。

(支 部)

第3条 この法人は、理事会の議決を経て、必要の地に支部を置くことができる。

第2章 目的及び事業

(目 的)

第4条 この法人は、伝熱に関する学理及び応用についての発表、知識の普及、会員相互及び国際的な交流を図ることにより、伝熱学の進歩普及を図り、もってわが国における学術の発展に寄与することを目的とする。

(事 業)

第5条 この法人は、前条の目的を達成するため次の事業を行う。

- (1) 研究会、学術講演会等の開催
- (2) 学会誌、学術図書等の刊行
- (3) 研究及び調査の実施
- (4) 研究の奨励及び研究業績の表彰
- (5) 関連学術団体との連絡及び協力
- (6) 国際的な研究協力の推進
- (7) その他目的を達成するために必要な事業

第 3 章 会 員

(種 別)

第 6 条 この法人の会員は、次のとおりとする。

- (1) 正会員 伝熱に関する学識経験を有する者で、この法人の目的に賛同して入会した個人
- (2) 賛助会員 この法人の目的に賛同し、この法人の事業を援助する法人又はその事業所、あるいは個人
- (3) 学生会員 高等専門学校、短期大学、大学の学部及び大学院に在学中の学生で、この法人の目的に賛同して入会した個人
- (4) 名誉会員 この法人に特に功労のあった者で、総会において推薦された者
- (5) 推薦会員 この法人の発展に寄与することが期待できる者で、当該年度の総会において推薦された者

(会員の入退会)

第 7 条 会員の入会は、所定の入会申込書を提出し、退会は、その申出にもとづき、それぞれ理事会の承認を受けなければならない。

(会 費)

第 8 条 会員は、総会において別に定める会費を、納入しなければならない。 2 別に定める一部の会員については、会費の納入を免除することができる。

(資格の喪失)

第 9 条 会員は、次の事由によって、その資格を失う。

- (1) 退会したとき
- (2) 死亡、又は法人あるいは事業所が解散したとき
- (3) 除名されたとき

(除 名)

第 10 条 会員が、次の各号の一に該当するときは、理事会の議決を経て、会長が、これを除名することができる。ただし、その会員に弁明の機会を与えなければならない。

- (1) 会費を滞納したとき
- (2) この法人の名誉を傷つけ、又はこの法人の目的に反する行為のあったとき

(会費等の不返還)

第 11 条 既納の会費その他の金品は、これを返還しない。

第 4 章 役員，評議員，事務局及び職員

(役 員)

第 12 条 この法人に、次の役員を置く。

理事 15名以上20名以内 (うち会長1名、副会長3名以内)

監事 2名

2 理事及び監事は、兼任することができない。

(役員を選任)

第 13 条 会長、副会長及びその他の理事並びに監事は、総会において、会員のうちから選任する。

2 特定の理事とその親族その他特別の関係にある者の合計数は、理事現在数の3分の1を超えてはならない。

(理事の職務)

第 14 条 会長は、この法人を代表し、この法人の業務を総括する。

- 2 副会長は、会長を補佐し、会長に事故があるとき又は会長が欠けたときは、あらかじめ会長が指名した順序により、その職務を代行する。
- 3 理事は、理事会を組織し、この法人の業務を執行する。

(監事の職務)

第 15 条 監事は、この法人の業務及び財産に関し、以下の職務を行う。

- (1) この法人の財産及び理事の業務執行の状況を監査する。
- (2) 財産の状況又は業務の執行について不整の事実を発見したときは、これを理事会総会、又は文部大臣に報告する。
- (3) 前号の報告をするため必要があるときは、理事会又は総会を招集する。

(役員任期)

第 16 条 役員任期は 2 年（2 年後の通常総会まで、以下準用）とする。ただし、毎年その約半数を改選する。

- 2 会長又は副会長の職にある期間は、1 年とする。ただし、一部の副会長については再任を妨げない。
- 3 選任時にあらかじめ指定した場合には、一部の役員任期を、1 年とすることができる。
- 4 役員再任は妨げない。
- 5 補欠又は増員により就任した役員任期は、前任者又は他の現任者の残任期間とする。

(役員解任)

第 17 条 役員解任には、理事及び正会員の各々の現在数の 4 分の 3 以上の議決を経なければならない。

(評議員)

第 18 条 会長が必要と認めるときは、総会の議決を経て、会員のうちから、評議員を委嘱することができる。

- 2 評議員は、80 名以内とする。
- 3 評議員は、評議員会を組織し、会長の諮問に應ずるとともに、この法人の業務執行について評議協力する。
- 4 評議員任期は 1 年とする。
- 5 評議員には、第 16 条第 4、5 項及び第 17 条の規定を準用する。この場合、「役員」とあるのは「評議員」と読み替えるものとする。

(事務局)

第 19 条 この法人の事務を処理するために、事務局を置く。

- 2 事務局に職員若干名を置く。
- 3 事務局及び職員の任免その他についての規定は、理事会に諮って、会長が別にこれを定める。

第 5 章 会 議

(総会の招集)

第 20 条 通常総会は、毎年 1 回会計年度終了後 3 か月以内に、臨時総会は、必要あるごとに、会長がこれを招集する。ただし、正会員数の 5 分の 1 以上から会議に付議すべき事項を示して総会の招集を請求されたときは、その請求のあった日から 20 日以内に、会長は臨時総会を招集しなければならない。

(総会の通知)

第 21 条 総会の招集は、正会員に対し少なくとも 14 日以前に、その会議に付議すべき事項、日時及び場所を記載した書面をもって通知しなければならない。ただし、緊急に臨時総会を

招集するときは、この期限を7日以前まで短縮することができる。

(総会の構成及び議事)

第 2 2 条 総会は、正会員をもって構成し、会長が、その議長となる。

- 2 総会は、正会員の10分の1以上が出席しなければ、その議事を開き議決することができない。ただし、書面をもってあらかじめ意志を表示した者、及び書面をもって出席正会員に委任した者は、出席者とみなす。
- 3 総会の議事は、この定款に別段の規定がある場合を除くほか、出席者の過半数をもって議決し、可否同数のときは、議長がこれを決する。
- 4 総会の議事録は、議長がこれを作成し、議長及び出席者代表2名が署名押印のうえ、これを保存する。

(付議事項)

第 2 3 条 次の事項は総会に付議して、その承認を受けなければならない。

- (1) 事業計画及び収支予算
- (2) 事業報告及び収支決算
- (3) 財産目録及び貸借対照表
- (4) その他理事会において必要と認めた事項

(議決事項等の通知)

第 2 4 条 総会の議事の要領及び議決した事項は、会員に通知する。

(理事会)

第 2 5 条 理事会は、毎年4回以上会長が招集し、会長がその議長となる。ただし、理事現在数の3分の1以上から会議に付議すべき事項を示して理事会の招集を請求されたときは、その請求のあった日から20日以内に、会長は理事会を招集しなければならない。

- 2 理事会は、総会に付議する事項並びに業務執行に関する重要事項を決定する。
- 3 理事会は、理事現在数の3分の2以上が出席しなければ議事を開き議決することができない。ただし、書面をもってあらかじめ意志を表示した者、及び出席理事に委任した者は、あらかじめ通知した事項については出席者とみなす。
- 4 理事会の議事は、出席した理事の過半数をもって議決し、可否同数のときは、議長がこれを決する。
- 5 第22条第4項の規定は、理事会の議事録にこれを準用する。この場合「総会」とあるのは、「理事会」と読み替えるものとする。

(評議員会)

第 2 6 条 評議員会は、必要あるごとに会長が、これを招集する。

- 2 前条第3、4、5項の規定は、評議員会に準用する。この場合、「理事会」、「理事」及び「3分の2」とあるのは、それぞれ「評議員会」、「評議員」、「4分の1」と読み替えるものとする。

第 6 章 資産及び会計

(資産の構成)

第 2 7 条 この法人の資産は、次のとおりとする。

- (1) 設立当初の財産目録に記載されている財産
- (2) 会費
- (3) 事業に伴う収入
- (4) 資産から生ずる収入

- (5) 寄付金品
- (6) その他の収入

(資産の種別)

第 28 条 この法人の資産を分けて、基本財産と運用財産の二種とする。

2 基本財産は、次に掲げるものをもって構成する。

- (1) 設立当初の財産目録中基本財産の部に記載された財産
- (2) 基本財産とすることを指定して寄付された財産
- (3) 理事会で基本財産に繰り入れることを議決した財産

3 運用財産は、基本財産以外の資産とする。

(資産の管理)

第 29 条 この法人の資産は、会長が管理し、基本財産のうち現金は、理事会の議決を経て定期貯金とするなど確実な方法により、会長が保管する。

(基本財産の処分の制限)

第 30 条 基本財産は、譲渡し、交換し、担保に供し、又は運用財産に繰り入れてはならない。ただし、この法人の事業遂行上やむを得ない理由があるときは、理事会及び総会の議決を経、かつ、文部大臣の承認を受けて、その一部に限りこれらの処分をすることができる。

(経費の支弁)

第 31 条 この法人の事業遂行に要する経費は、運用財産をもって支弁する。

(事業計画及び収支予算の策定)

第 32 条 この法人の事業計画及びこれに伴う収支予算は、会長が編成し、理事会及び総会の議決を経た後、毎年会計年度開始前に、文部大臣に届け出なければならない。事業計画及び収支予算を変更しようとする場合も同様とする。

(収支決算)

第 33 条 この法人の収支決算は、会長が作成し、財産目録、貸借対照表、事業報告及び財産増減事由書並びに会員の異動状況書とともに、監事の意見を付け、理事会及び総会の承認を受けて毎会計年度終了後 3 月以内に文部大臣に報告しなければならない。

2 この法人の収支決算に剰余金があるときは、理事会の議決及び総会の承認を受けて、その一部若しくは全部を基本財産に編入し、又は翌年度に繰り越すものとする。

(長期借入金)

第 34 条 この法人が借入れをしようとするときは、その会計年度の収入をもって償還する短期借入れを除き、理事会及び総会の議決を経、かつ、文部大臣の承認を受けなければならない。

(新たな義務の負担等)

第 35 条 第 30 条ただし書及び前条の規定に該当する場合並びに収支予算で定めるものを除くほか、この法人が新たな義務の負担又は権利の放棄のうち重要なものを行おうとするときは、理事会及び総会の議決を経なければならない。

(会計年度)

第 36 条 この法人の会計年度は、毎年 4 月 1 日に始まり、翌年 3 月 31 日に終わる。

第 7 章 定款の変更並びに解散

(定款の変更)

第 37 条 この定款は、理事会及び総会において、各々の出席者の 4 分の 3 以上の議決を経、かつ文部大臣の許可を受けなければ変更することができない。

(解 散)

第 38 条 この法人の解散は、理事及び正会員現在数の各々の 4 分の 3 以上の議決を経、かつ、文部大臣の許可を受けなければならない。

(残余財産の処分等)

第 39 条 この法人の解散に伴う残余財産は、理事及び正会員現在数の各々の 4 分の 3 以上の議決を経、かつ文部大臣の許可を受けて、この法人の目的に類似の目的を有する公益事業に寄附するものとする。

第 8 章 補 則

(書類及び帳簿の備付等)

第 40 条 この法人の事務所に、次の書類及び帳簿を備えなければならない。ただし、他の法令により、これらに代わる書類及び帳簿を備えたときは、この限りでない。

- (1) 定款
 - (2) 会員の名簿
 - (3) 役員及びその他の職員の名簿及び履歴書
 - (4) 財産目録
 - (5) 資産台帳及び証拠書類
 - (6) 収入支出に関する帳簿及び証拠書類
 - (7) 理事会及び総会の議事に関する書類
 - (8) 処務日誌
 - (9) 官公署往復書類及び帳簿
 - (10) その他必要な書類及び帳簿
- 2 前項第 1 号から第 5 号までの書類及び同項第 7 号の書類は永年、同項第 6 号の帳簿及び書類は 10 年以上、同項第 8 号から第 10 号までの書類及び帳簿は 1 年以上保存しなければならない。

(細 則)

第 41 条 この定款の実施についての必要な細則は、理事会の議決を経て、別に定める。

付 則

1. この定款は、文部大臣の設立許可があった日から施行する。
2. この法人の設立当初の会計年度は、第 36 条の規定にかかわらず、この法人の設立日から当該年度の 3 月 31 日までとする。
3. この法人の設立当初の理事及び監事は、第 13 条の規定にかかわらず、次のとおりとする。

理事(会長)	中山 恒	理事(副会長)	福迫尚一郎
理事(副会長)	坂本雄二郎	理事(副会長)	土方 邦夫
理事	庄司 正弘	理事	芹沢 昭示
理事	宮本 政英	理事	杉山憲一郎
理事	山田 悦郎	理事	河村 洋
理事	平田 哲夫	理事	加藤 征三
理事	木本日出夫	理事	稲葉 英男
理事	増岡 隆士	理事	伊藤 正昭
理事	青木 博史	理事	柳 謙一
理事	中島 利誠	理事	水野 彰
監事	岡田 孝夫	監事	前田 昌信

4. 従来、日本伝熱学会に属した一切の権利義務は、この法人が継承する。

**「財政基盤強化のための募金事業」
会計報告** (平成6年8月31日現在・最終)

実行委員会

【収入の部】

個人会員募金 (3015、7口)	15、078、500
賛助会員(特別)会費 (529口)	15、870、000
資料代	241、300
利息	9、470
合計	31、199、270

【支出の部】

(固定資産)基本金	12、000、000
(固定資産)学会活性化活動引当金	10、000、000
募金郵便振替手数料負担累計	54、170
会費銀行振込手数料負担累計	12、339
送金手数料・残高証明手数料	1、854
実行委員会経費	1、186、602
(内訳) NTS事務補助費	406,108
NTS事務用品費・郵送費	99,655
地区代表委員活動費(3万円/人)	390,000
実行委員会幹事会開催費	76,072
資料印刷費	165,285
総務担当・会計担当郵送費	49,372
雑費	110
未収金	931、300
銀行残高(内、定期5,000,000円)	7、013、005
合計	31、199、270

上記会計報告は適正であることを監査報告する

監査 二階 勲
平成6年9月6日

募金事業実行委員会の経過報告
(会計報告と共に)

会員の皆さまの絶大なるご支援を戴きました すでにご報告してご承認を受けたものであります。既
「財政基盤強化のための募金事業」の最終会計報 にお預けしていた2,200万円を加えた合計2,994万
告を、上に掲げます。9月10日の第2回理事会 円余を実行委員会から学会にお預けした次第です。

事業の詳しい結果は、藤江発起人代表および棚澤実行委員会委員長によるお礼とご報告と共に、個人会員募金については「伝熱研究」129号に、賛助会員（特別）については130号に、それぞれ掲載いたしました。本稿では、本事業の実行委員会の経過その他を簡単に記させていただきます。理事会および「募金事業幹事会」（発起人会を発足させるほか募金事業実施の方針を決めるなどして戴いた準備会）の決定に基づいて、「実行委員会」が最初に開かれたのは平成4年12月19日でした。当時本件に関する推移は極めて急速で、多くの委員にとっては法人化や募金についての十分な理解が未だ無かったのでこの日の議論は沸騰し、同じくこの日初めて本件に関わった上に総務担当を依頼された筆者もえらいことになったと思ったものです。しかし、これら率直な議論がその後の活動上で大変有意義な示唆を数多く与えてくれる結果になりました。

事業実行の主体は、地区代表委員（「伝熱研究」124号等に記載）と下記の総務幹事会メンバーで構成する「実行委員会幹事会」でありましたが、「総務幹事会」（藤江発起人代表、棚澤委員長、坂口、山川、井上、吉田、飯田各委員で構成）はその中枢として企画・調整・広報や事務等を担当しました。事業の実行は、上記の募金事業幹事会が既にご検討下さっている方針に従って行ったわけですが、しかし実際に当たっては、幾つか変更せざるを得ない問題も生じました。例えば企業関係については、事業を6月から開始することや賛助会員（特別）にご加入いただくことにしたこと等で、その理由は他の問題と合わせて平成5年5月26日の学会総会時に、「募金事業ニュース」に従ってご説明したとおりであります。

個人会員募金は、当初から会員の皆さまに支え

られて比較的順調な歩みを続け、途中の実績を文部省の法人化担当者の方も評価され、学会の活発さを認めていただいたとの話を伺うことができました。また、この実績は企業への依頼事業においても、説得力あるデータとなったと聞いております。個人募金期間終了前には、事業の趣旨に立って個人募金をなるべく広く御願しようとの作業を企画しましたが、皆さまの多分なご賛同を戴きました。

企業各位に賛助会員（特別）にご加入を勧誘する事業は、各地区毎に地区実行委員会を構成される等で積極的な活動をしていただきました。結果として、景気の最も低迷する時期に拘わらず予定を大きく上回る結果を得たことは、企業各位のご厚誼と共に、地区代表委員を初めとして現案に各企業をご担当いただいた方々のおかげであります。

一方、当初の事態の展開は大変急峻であり、十分なコンセンサスを得たりご説明することが出来ず、さらには委員会発足早々「伝熱研究」1月号に出す会告記事を直ぐ作らねばならぬ等事務的にも当初には混乱を極めた等により、会員の皆さまにご迷惑をおかけした事務的問題が多々あったと存じます。また、個人募金勧誘の一部作業では、十分意を尽くせずに行い、ご懸念をお招きしたこともありました。不備の諸点はすべて総務担当によるものです。お詫び申し上げます。なお、委員の皆さまには委員会旅費は一切お払いしてない等、ほとんど手弁当でご活躍戴いたことをここに付記します。

最後に、伝熱学会に寄せる会員各位の熱意に敬意を表すると共に、本事業による結果は学会活動に十分有用に活用されますよう、総務事務担当としても心から御願いたします。

（記：実行委員会 総務担当 飯田嘉宏）

日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 公募のお知らせ

第27期より拠金（200万円，森 康夫元会長）に基づいて学術賞，拠金（100万円，天野工業技術研究所）に基づいて技術賞，さらに第33期より拠金（100万円，Wen-Jei Yang 氏）に基づいて奨励賞が設けられております。

つきましては，下記の募集要項に沿って，本年度の学術賞・技術賞・奨励賞の募集・選考をさせていただきます。自薦，他薦を問いませんので，所定の用紙「日本伝熱学会学術賞・技術賞・奨励賞 申請・推薦書」に必要事項を御記入の上，手続き下さるようお願い申し上げます。

記

1. 対象となる業績

- ・学術賞の対象は，原則として，最近5回の日本伝熱シンポジウムにおいて発表し，国内外で審査のある論文集に掲載された優秀な伝熱研究論文とする。
- ・技術賞の対象は，公表された優秀な伝熱技術とする。
- ・奨励賞の対象は，原則として，最近2回の日本伝熱シンポジウムにおいて優秀な論文を発表した若手研究者で，発表時に大学院生，またはこれに準ずる者（大学卒業後5年以内の者）とする。
- ・学術賞および奨励賞の対象資格は，原則として本会会員に限る。
- ・学術賞は2件程度、技術賞は1件程度、奨励賞は4件程度とする。

2. 選考方法

- ・学術賞・技術賞・奨励賞の選考は，「表彰選考委員会」が「学術賞・技術賞・奨励賞に関する覚書」によって行う。
- ・表彰選考委員は，公募の他に学術賞・技術賞・奨励賞候補を推薦することができる。

3. 提出書類： 所定用紙「日本伝熱学会学術賞・技術賞・奨励賞 申請・推薦書」 1通
論文抜刷または技術内容参考資料 6部
日本伝熱シンポジウム講演論文集抜刷 6部

4. 提出先：

〒060 札幌市北区北13条西8丁目
北海道大学工学部機械工学第二学科
福迫 尚一郎 宛
Tel. 011-706-6424 Fax. 011-706-7889

5. 提出期限： 平成7年1月13日（金） 必着

6. 問い合わせ先： 同上

日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞
申請・推薦書

申請・推薦者氏名 _____ 印

論文題名または： _____

技術名 _____

刊行物名または： _____

技術内容 _____

(論文抜刷または技術内容参考資料6部添付)

受賞候補者 (氏名・勤務先・職名・代表者の連絡先住所・Tel. No, Fax. No
本会会員資格の有無、氏名には振り仮名をお付け下さい)

代表研究者： _____

共同研究者： _____

関連研究の伝熱シンポジウム発表

論文題名： _____

講演発表： 第 _____ 回シンポジウム講演論文集 _____ 頁 (抜刷6部添付)

申請・推薦理由： _____

注) 不要の文字を消して下さい。

第32回日本伝熱シンポジウム研究発表募集

- ・開 催 日 平成7年5月24日(水)～5月26日(金)
- ・会 場 山口県教育会館(〒753 山口市大手町2番18号)
山口県社会福祉会館(〒753 山口市大手町9番6号)
- ・研究発表申込締切 平成7年1月27日(金) 必着
- ・原 稿 締 切 平成7年3月15日(水) 必着
- ・研究発表申込先 〒755 宇部市常盤台2557
山口大学工学部 機械工学科
第32回日本伝熱シンポジウム準備委員会
宮 本 政 英

TEL 0836-31-5100 (内) 3011

FAX 0836-35-9926

【研究発表申込方法】

1. 伝熱研究本号の最終ページに添付されている申込用紙(または、そのコピー)に必要な事項を記入し、整理費3,000円をご送金のうえ、払込受領書のコピーとともにお申し込み下さい。送金には、本号挟み込みの振替用紙をご利用下さい。なお、セッション振り分けの都合上、別表の分類より発表内容が属する項目をお選び下さい。特にオーガナイズドセッションお申し込みの場合でも、その他の小分類は必ずお書き下さい。
2. 講演発表申し込みは講演者一名につき一題に限ります。
3. 発表の採否およびセッションへの振り分けは、準備委員会へご一任願います。
4. 前刷原稿： 講演論文集はオフセット印刷です。原稿はA4判2枚とし、刷上がりもそのまま原寸A4判とします。A4判白紙に原則として1ページ当たりの文字数は2段組み×片段26字×60行=3120文字程度となるよう文字の大きさ(文字間隔、行間隔)等ご検討の上、ご執筆下さい。なお執筆要項の詳細は申し込み受け付け後、準備委員会より発表申込者宛お送りします。

【御注意】

1. 研究発表申込後の取消は準備と運営の支障を来しますのでご遠慮下さい。
2. 論文原稿の題名や著者名が申込書と相違しないよう申込書の控えをお残し下さい。
3. 本シンポジウムでは、一般申込による通常のセッション形式を予定しております。講演時間は約10分です。

第32回日本伝熱シンポジウムセッション分類表

【大分類】

A 強制対流	B 自然対流	C 沸騰	D 凝縮	E 物質伝達・蒸発
F 溶解凝固	G 混相流	H ふく射	I 熱伝導	J 熱交換器
K 熱機器	L 熱物性	M 反応・燃焼	N 分子動力学	O その他

【小分類】

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) 層流伝熱 (2) 乱流構造と伝熱 (3) はく離流における伝熱 (4) 噴流・せん断層の流動と制御 (5) 乱流モデル (6) 乱流数値シミュレーション (7) 密閉空間内の自然対流 (8) 物体周りの自然対流 (9) 複合対流伝熱 (10) 対流熱伝達の促進・制御 (11) 回転場の伝熱 (12) 多孔質内の伝熱 (13) 電子機器の冷却 (14) 生産加工プロセスにおける流動と伝熱 (15) 核沸騰 (16) 限界熱流束 (17) 遷移沸騰 (18) 膜沸騰・極小熱流束 (19) 凝縮のメカニズムとモデル化 (20) 沸騰・凝縮における伝熱促進 (21) 冷媒の沸騰・凝縮 (22) 二相流のモデル化と数値解析 (23) 二相流の可視化計測 | <ul style="list-style-type: none"> (24) 二相流の流動と伝熱 (25) 直接接触伝熱 (26) ミスト冷却 (27) 蒸発伝熱 (28) 凝縮伝熱 (29) 沸騰凝縮利用機器 (30) ヒートパイプ・熱サイフォン (31) 高性能コンパクト熱交換器 (32) 蓄熱蓄冷 (33) 粒子層における伝熱
(充填層・流動層) (34) 熱物性値 (35) 熱物性測定法 (36) 燃焼における伝熱 (37) ふく射物性 (38) ふく射伝熱 (39) 計測技術 (40) 微小重力下の流動と伝熱 (41) 生体と食品の伝熱 (42) ヒートポンプ・冷凍・空調 (43) 自然エネルギー利用 (44) 都市・地球環境に関する熱物質伝達 (45) その他 |
|---|---|

オーガナイズトセッション

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> (46) 人間熱科学 (47) 鉄鋼における熱流体問題 | <ul style="list-style-type: none"> (48) 極低温における熱流体問題 (49) 高温エネルギー変換 |
|--|---|

第32回日本伝熱シンポジウム研究発表申込書

題目	
和文	
英文	

著者名	伝熱学会 会員資格	氏名 (講演者に*印)	所属・勤務先 (省略形)
	会員外の場合所属 学協会・会員資格	和文 _____ 英文 _____	
		和文 _____ 英文 _____	
		和文 _____ 英文 _____	
		和文 _____ 英文 _____	
		和文 _____ 英文 _____	
		和文 _____ 英文 _____	
I. 大分類 (A-0) : 1.(), 2.(), 3.() *I-1およびII-1, 2は II. 小分類 (I-49) : 1.(), 2.(), 3.() 必ずご記入下さい。 III. キーワード : (), () (4つ程度) (), ()			

執筆要項等送付先		
住所： 〒		
氏名：		
TEL() - (内) , FAX() -		
準備委員会記入欄	受付番号	受付日

本申込書はプログラム作成・諸連絡等に使用しますので、楷書でお書き下さい。

講習会・懇談会「温度計測と問題点」開催のご案内

企画部会

下記のように企業技術者向けの講習会と懇談会を計画しておりますので奮ってご参加下さい。

開催日	: 平成7年2月3日(金)
開催場所	: 早稲田大学国際会議場および大隈会館
懇談会	: 企業向けアンケートを行い、現在抱えている温度計測上の問題点や疑問点を予め調査し、2～3個のカテゴリーにテーマを分け、カテゴリー別懇談会で講師の先生方と懇談していただく予定です。
定員	: 80名程度に制限させていただきます。
会費など	: 賛助会員(特別)については1企業1名をご招待いたします。その他の参加者については参加費(テキスト代含む)として5000円を徴収させていただきます。懇談会については会費制(5000円)とさせていただきます。

講習会の内容(題目の一部は仮題)

午前の部	9:00-12:25	測定基礎			
		「温度計測の基礎」	東京大学	棚澤一郎先生	
		「放射温度計測について」	工技院計量研	小野 晃先生	
		「赤外線画像による温度計測」	航技研	吉田豊明先生	
		「極低温における温度計測」	工技院電総研	玉田紀治先生	
午後の部	13:30-14:30	温度計測の実例-計測機器とシステム-			
		「熱電対および測温抵抗体」	助川電気工業	渡辺弘功 氏	
		「放射温度計」	日本電子工業	木山史郎 氏	
	14:40-16:20	温度計測における最近のトピックス			
		「ホログラフィーによる気液界面の温度測定」	東京大学	飛原英治 先生	
		「レーザーを用いた燃焼ガスの温度測定」	東京大学	畦津昭彦 先生	
		「極細熱電対によるミクロスケールの温度測定」	東京工大	中別府修 先生	
		「加熱金属薄膜の超高速温度測定」	東京大学	T. Qiu 先生	
懇談会	17:00-19:00	(大隈会館)			

申し込み方法: 下記の申し込み用紙をコピーして必要事項をご記入の上、お申し込み下さい。複数でお申し込みの場合は、お手数ですがお一方1枚にてお願い致します。参加費ならびに懇談会費は当日会場にて徴収させていただきます。

締め切り日:平成6年11月30日(水)

申し込み先:〒169 東京都新宿区大久保3-4-1

早稲田大学理工学部機械工学科 勝田 正文 宛

TEL&FAX: 03-3207-3746

Fax: 03-3207-3746

早稲田大学理工学部 機械工学科 勝田 正文 行

日本伝熱学会 講習会・懇談会(2月)申し込み

氏名:

所属:

会員の別: 賛助会員(特別) 正員 学生員 会員外 (いずれかに○)

住所及び連絡先: 〒

TEL/FAX:

参加の別: 講習会のみ参加 講習会・懇談会に参加 (いずれかに○)

<東北研究グループ企画>

伝熱セミナーのご案内

東北研究グループでは下記要項にて秋期伝熱セミナーを開催致します。多数ご参加下さいますようご案内申し上げます。学生諸君の参加も大いに歓迎いたします。

記

日時：平成6年10月29日（土） 一泊
場所：日本大学工学部磐梯セミナーハウス
福島県耶麻郡猪苗代町グミ沢原7092-8
TEL 0242-62-2567

[交通] バス：JR磐越西線猪苗代駅より「磐梯高原行」磐梯国際スキー場入口下車、徒歩7分
車：磐越自動車道猪苗代磐梯IC下車、15分

参加費：会員9,000円、学生5,000円、非会員10,000円
(宿泊費、懇親会費及び予稿集代を含みます)

日程及びプログラム：

10月29日（土）○受付 12：00より
○講演（13：00～16：40）
1) 混合冷媒の熱物性とその問題点 東之弘 [いわき明星大学]
2) 風力発電について 土屋 敬一 [東北電力]
休憩（14：40～15：00）
3) 熱機関の排出物対策事例 齊藤 篤 [日本大学]
-電子油圧制御燃料噴射装置の研究-
4) 化学工業における伝熱 中村 和仁 [(株)日揮]
-マクロ的アプローチ・ミクロ的アプローチ-
○夕食及び懇親会（17：30～20：00）同所にて

10月30日（日）朝食後解散（9時ごろ）

申し込み：10月11日までに参加費を添え（現金書留）お申し込みください
お申し込みお問い合わせは下記へ

〒963 郡山市田村町徳定字中河原1
日本大学工学部 機械工学科
小川 清 Tel.0249(44)1300 Fax.0249(43)3819

日本伝熱学会が「**社団法人 日本伝熱学会**」になりました

(平成6年9月20日)

日本伝熱学会関西支部主催

熱・物質移動国際シンポジウム 「伝熱技術フォーラム」5周年記念シンポジウム

関西支部では標記の国際シンポジウムを下記のように計画しております。奮ってご参加下さいますようにご案内申し上げます。なお、プログラムの詳細は10月下旬に確定する予定ですので、下記の連絡先にてご確認をお願い致します。

日 時 平成6年11月28日(月) - 29日(火)
場 所 Kyoto Research Park
600 京都市下京区中堂寺南町17
Phone 075-322-7800
Fax 075-322-5348

目 的

本シンポジウムの開催目的は、関西支部規則第3条にあるように、国際的な交流を推進することである。また、本シンポジウムは、関西研究グループ(現在は関西支部)の将来の活動の基盤となることを期待して活動を開始した「伝熱技術フォーラム」が本年11月で満5年になるので、それを記念する企画でもある。

セッション予定

Rotating Flow and Related Heat Transfer
Reacting Flow and Related Heat Transfer
Heat Exchangers and Applications
Two-Phase Flow
New Refrigerants and Thermal Systems
Micro Heat Transfer
Computational Fluid Dynamics and Heat Transfer
Flow Control and Instability
Unsteady Flow and Heat Transfer

発表論文数 約40篇(内 中国から4篇、韓国から7篇、台湾から1篇、
日本滞在中の外国人から5篇の予定)

組織委員会

委員長 荻野文丸(京大)
副委員長 鈴木健二郎(京大)、高城敏美(阪大)
委員

木本日出夫(阪大)、鳥越邦和(ダイキン)、平田雄志(阪大)、上田莞爾(大阪ガス)、大隅正人(三洋電機)、神吉達夫(姫工大)、坂口虫司(神大)、高島啓行(住金マネジメント)、牧野俊郎(京大)、吉川進三(同大)、柘植綾夫(三菱重工)、中島 健(神大)、片岡邦夫(神大)、唐土 宏(松下電気)、小澤 守(関大)、増田雅昭(シャープ)、藤井雅雄(三菱電気)、老固潔一(川崎重工)

連絡先 606-01 京都市左京区吉田本町
京都大学工学部化学工学教室
荻野文丸
Phone 075-753-5561
Fax 075-761-3779

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

非平衡放電プラズマプロセスの基礎と応用を主題に、大気圧下でのプラズマの発生とプラズマ化学反応によるメタノール合成、燃焼排ガス浄化、有機ガス状汚染物質除去、CVDプロセス、オゾン発生への応用などの講演を予定。

- 期日 平成6年12月14日(水)
場所 東京都目黒区大岡山
東京工業大学百年記念館フェライト記念会議室
申込 聴講御希望の方は、講演題目詳細と参加申込用紙を、連絡先FAX番号を明記
のうえ11月15日以降に下記まで御請求下さい。
研究成果発表を御希望の方は、10月31日までに下記に御連絡下さい。
441 豊橋市天伯町 豊橋技術科学大学エコロジー工学系
水野 彰 FAX 0532-48-3422
主催 日本伝熱学会 電荷移動を伴う熱科学現象研究会
静電気学会 環境対策技術研究委員会

文部省科学研究費補助金 重点領域研究「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

平成6年度より標記重点領域研究(領域代表者 吉田邦夫 東大教授)が、4年間の予定でスタートしております。本研究は、現在のエネルギー利用体系をエクセルギー消費という観点から抜本的に見直し、エクセルギーの再生産という概念に基づいたエネルギー有効利用法を新しい学理として構築することを目的として、下記の4つの研究班の有機的な連携のもとに研究を推進しています。

- A01 炭化水素系燃料からのエクセルギー抽出
(班代表 東京工業大学炭素循環素材研究センター教授 岡崎健)
A02 CO₂フリー燃焼の基礎学理
(班代表 大阪大学工学部産業機械工学科教授 高城敏美)
A03 水素生産によるエクセルギー増進と再生産
(班代表 横浜国立大学工学部物質工学科教授 大矢晴彦)
A04 熱エネルギーのエクセルギー低損失変換
(班代表 九州大学工学部機械工学科教授 藤田恭伸)

つきましては、以下の要領で平成6年度研究成果報告会を開催いたしますので、御案内申し上げます。参加御希望の方は、上記各班代表者へお問い合わせ下さい。

日時：平成7年1月30日(月) 13:00～19:00
1月31日(火) 9:00～15:00

場所：福岡リーセントホテル

〒812 福岡市東区箱崎 2-52-1 (Tel. 092-641-7741)

シンポジウム開催と参加募集のお知らせ
第3回微粒化シンポジウム 《微粒化のミクロとマクロ》

主 催：日本液体微粒化学会，日本エネルギー学会
協 賛：日本伝熱学会 他20学協会

- 1.開催期日：1994年12月21日(水)～22日(木)
- 2.開催場所：慶応義塾大学 理工学部 矢上台校舎 (日吉)
- 3.内 容：微粒化の基礎、応用、測定法、微粒化の効果など微粒化に関するあらゆる分野の幅広い研究成果の発表，特別講演および関連機器のカタログ展示
- 4.参加申込：詳細は、下記事務局にお問合せ下さい。
(1)参加費(前刷集代を含む)
会 員 6,000円 (事前 5,000円) 学 生 2,000円
非会員 9,000円 (事前 8,000円) 懇親会 5,000円 (学生は無料)
なお、日本伝熱学会会員は、「会員」として登録できます。
(2)事前申込期限：1994年11月30日(水)
- 5.事務局：〒223 横浜市港北区日吉 3-14-1
(問合せ先) 慶応義塾大学 理工学部 機械工学科
徳岡研究室 気付 『日本液体微粒化学会』
担 当 徳 岡 直 静
Tel.045-563-1141 Ex.3196 Fax.045-563-5943

分子熱流体シンポジウム

- 主 旨：熱流体現象を分子・原子運動論的に見たあるいは見ようとしている研究の発表・
話題提供・討論を自的として、下記の要領で開催します。奮ってご参加下さい。
- 日 時：平成7年2月28日(火)，3月1日(水)
- 場 所：東京大学山上会館
- 参加費：無料
- 主 催：日本機械学会熱工学部門分子熱工学研究会 (主査：小竹進)
- 共 催：日本伝熱学会
- 発表申込方法：発表題目，氏名，連絡先，要旨(約100語)を記入して下記にお申し込
み下さい。
- 発表申込期限：平成6年12月26日(月)
- 申込先：〒113東京都文京区本郷7-3-1
東京大学工学部機械工学科 松本洋一郎
- Fax：(03)3818-0835
- E-mail：ymats@mech.t.u-tokyo.ac.jp

第32回燃焼シンポジウム

- 主催** 日本燃焼学会
共催 日本学術会議熱工学研究連絡委員会, 日本伝熱学会, 日本化学会, 日本機械学会, 日本航空宇宙学会, 化学工学会, 日本エネルギー学会, 火薬学会, 触媒学会, 日本ガスタービン学会, 自動車技術会, エネルギー・資源学会, 日本火災学会, 日本熱物性学会
- 期日** 平成6年11月21日(月)~23日(水)
- 会場** 仙台国際センター 〒980 仙台市青葉区青葉山 TEL 022-265-2211 FAX 022-265-2485
- 参加申込方法** 事前申込を原則とします。日本燃焼学会会員は「燃焼研究」第97号をご覧ください。それ以外の方は、下記シンポジウム事務局へ10月21日(金)までに、FAXにて仮申込みをして下さい。折り返し、所定の申込用紙および郵便振替用紙を送付いたします。当日受付にて参加証をお渡しします。
- 申込先** 〒980-77 仙台市青葉区片平2丁目1-1 東北大学流体科学研究所内 第32回燃焼シンポジウム事務局
TEL 022-227-6200 EXT 2831, 2433, FAX 022-268-4033
- 参加費** 一般 5,000円(当日申込 6,000円), 学生 2,000円
講演論文集 当日受取 4,000円, 事前郵送 5,000円
- 一般講演** 207件, 「層流炎」「乱流炎」「着火」「窒素酸化物」「微小重力燃焼」など52セッション
- 特別講演** 11月21日(月)9:50~10:50「液体の微粒化と噴霧燃焼」広島大学工学部 廣安 博之 教授
- ワークショップ** 11月21日(月)18:30~20:30「乱流火炎構造」「燃焼による材料・物質合成」「産業界における最近の話題」
- 懇親会** 11月22日(火)18:30~ 仙台国際センター内「桜」 会費 6,000円(当日 7,000円)
- 宿泊・交通チケット** 期間内の宿泊と、新幹線または航空便の利用については団体割引料金にてご用意いたします。ご希望の方は、下記宛に直接お申し込み下さい。
日本通運(株)仙台旅行支店 旅行第二課 小西, 高橋, 加藤
TEL 022-265-3344, FAX 022-261-4653
- 昼食** 会場の食堂は込み合いますので、弁当のご予約(日通仙台旅行扱い)をおすすめします。

<70万人科学者・技術者代表集会>

第4回

「基礎研究の振興と工学教育」シンポジウム

—— 21世紀へ向かっての大学・学協会の連帯と社会教育 ——

日時: 平成6年12月19日(月) 10:00~16:50

場所: 建築会館ホール

東京都港区芝5-26-20 (☎03-3456-2051)

参加申込みについて

参加費: 2,000円(懇親会費を除く)

参加申込: 往復ハガキに氏名・勤務先・同住所・同電話番号・所属学協会名・会員番号を明記した上、返信ハガキ表に通信先住所・氏名を必ずご記入下さい。

(FAXでのお申込みは受付ません)

懇親会: 懇親会参加希望の方は、その旨ハガキに明記して下さい。

申込期日: 平成6年12月5日(月) 必着

申込先: ☎107 東京都港区赤坂9-6-41

社団法人日本工学会「10月シンポジウム」係宛

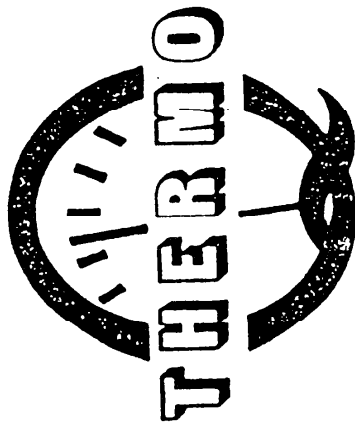
参加証: 参加証(返信ハガキ)を順次お送りいたしますので、当日ご持参下さい。

社団法人 日本工学会

☎107 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3階

電話 03-3475-4621 FAX 03-3403-1738

9TH INTERNATIONAL CONFERENCE
ON THERMAL ENGINEERING and
THERMOGRAMMETRY
with Exhibition



14 -16 June, 1995
House of Technology, Budapest, Hungary

First Announcement and Call for Abstracts
July, 1994

THE CONFERENCE ORGANIZER:

Branch of Thermal Engineering and Thermogrammetry (TE and TGM),
Hungarian Society of Thermology (HST) at MATE,
European Association of Thermology (EAT).

MAIN TOPICS

The structure of the sessions will be fixed after receiving the papers, but the topics will cover the following fields:

General thermal engineering; theory of measurements; thermo-CAD and its applications; industrial energy management and process control systems; practice of thermal engineering; thermogrammetry; thermal defectometry; applied thermo-optics; thermophysical properties; heat and mass transfer; electronic cooling; heat exchangers; combustion; thermophysics of the environment; building services; environmental aspects of energy use; thermo-ergonomy and thermo-psychology; thermo diagnostics; system analysis in thermo-biology; IR-imaging in biomedical and bio-engineering applications; multidisciplinary topics.

ORGANIZATION OF THE CONFERENCE

The language of conference and abstracts is English. Together with oral presentation of papers a poster session will be organized.

Duration of each presentation will be limited to 15 minutes and additional time for discussion will also be provided.

CALL FOR ABSTRACTS

The photocopy-ready abstracts of six A4 format pages to be presented on the conference are to be submitted before 30 November, 1994. To assist the work of the Scientific Committee the authors are kindly requested to point out the aim, method and results of their work

Notification of the acceptance will be forwarded to the authors until 31 January, 1995. The abstract of all accepted papers will be included in the Proceedings to be presented to the participants at the Conference.

INFORMATION

Application Forms and abstracts should be sent to:
Dr. Imre BENKŐ, MATE Secretariat, House of Technology, III.318,
H-1372 Budapest, P.O.B. 451., Hungary.
Fax: +361-153-1406 Phone: +361-132-9571.

トピックス記事情報ご提供のお願い

「伝熱研究」編集委員会

「伝熱研究」編集委員会では、今期より本誌紙上に「トピックス欄」を設け、伝熱研究者あるいは技術者として見逃すことのできない伝熱各分野の新技术や周辺技術に関する情報、あるいは大学や企業の研究室における研究内容等を紹介することを計画致しております。会員各位におかれましては下記要項をご一読の上、ふるって記事をお寄せ下さいますようお願い申し上げます。また、お近くにトピックス記事としてふさわしい話題等がございましたら、是非編集委員会宛てお知らせ下さい。

I. 「トピックス欄」記事要領

1. 記事の内容

(1) 伝熱研究者、技術者として見逃す事のできない新技术や周辺技術に関する国内外の情報、例えば、

- a. 企業などにおいて開発・設計した新技术・新製品の紹介（とくに技術面での独創性や有効性についての紹介を中心とし、単なる製品の宣伝でないこと。）
- b. 内外の伝熱関連雑誌の紹介、新刊専門書（特色のあるもの）の紹介、論評。
- c. 伝熱に関連した各種プロジェクトの紹介など。

(2) 大学や企業の研究室紹介、例えば、

- d. 研究テーマや研究内容の紹介など。

2. 記事の体裁

本誌添付「伝熱研究原稿の書き方」に基づき、1ページ以内。（執筆にあたっては、読者の理解を深めるために極力、図、写真、または表を入れて下さい。）

3. 記事の責任

記事はすべて署名記事とし、内容に関する責任は著者にあるものとする。

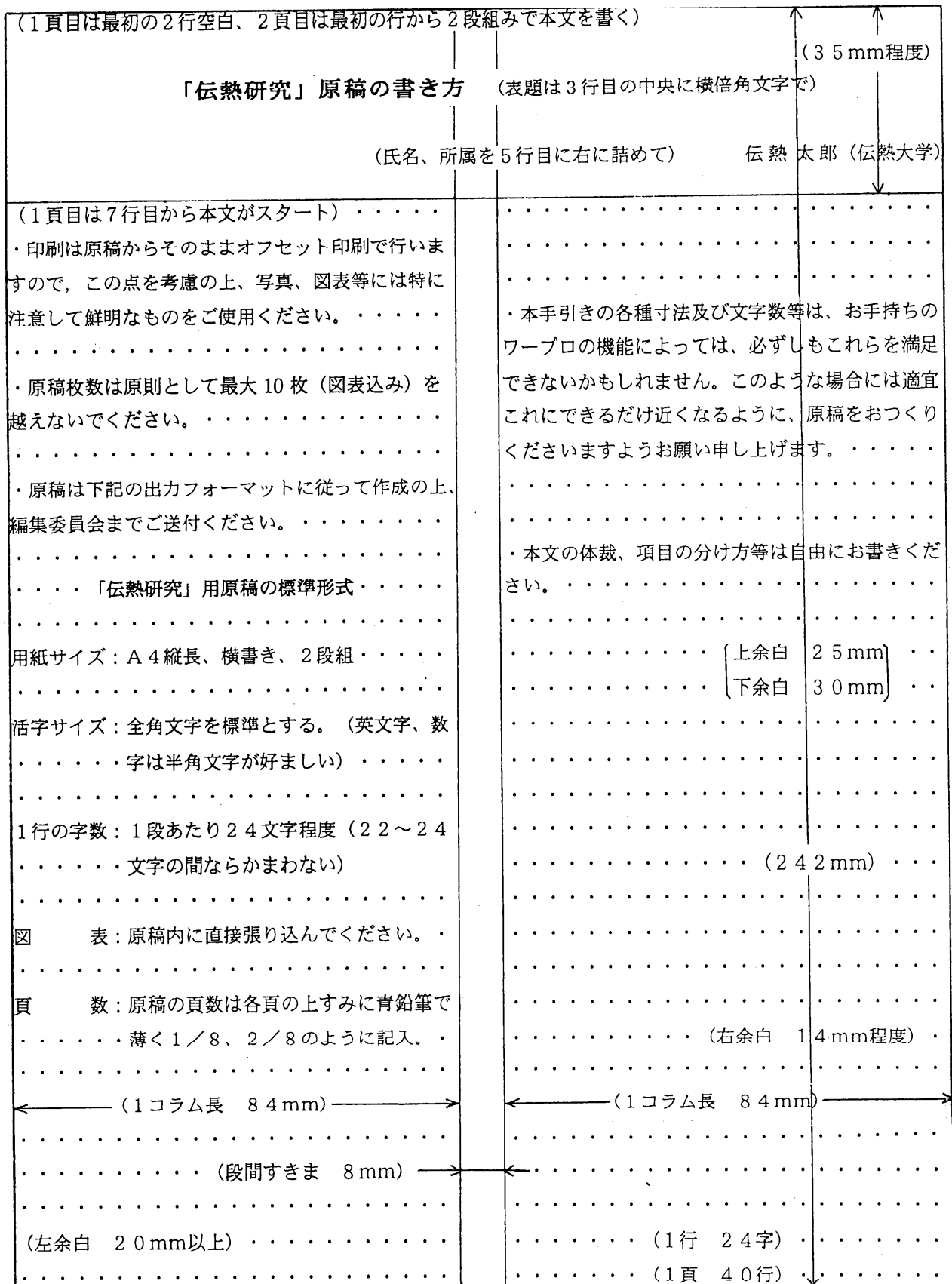
II. 記事提供にあたって

1. トピックス記事の直接投稿：上記の執筆要項に従って作成された原稿は、掲載を希望される号（1月、4月、7月、10月）の担当編集委員または編集委員長へ直接送付下さい。（各号担当編集委員および編集担当委員長名は、「伝熱研究」'94年7月号p.101をご参照下さい。なお、掲載を希望される号（月）の2ヶ月前を投稿の目安として下さい。）

2. トピックス記事の推薦：トピックス記事として適当と思われるものがありましたら、i) テーマ名 ii) 執筆者名、iii) 勤務先、住所および iv) 原稿の概要をB5用紙に明記の上、掲載を希望される号の担当編集委員または編集委員長まで手紙またはファックスでお寄せ下さい。（この場合、記事のご推薦から掲載まで少なくとも3ヶ月をお見積もり下さい。）

3. 原稿の採否は編集委員会にご一任下さい。なお推薦記事につきましては、編集委員会で検討の上委員会より直接執筆依頼をいたします。

以上



事務局からの連絡

1. 学会案内と入会手続きについて

【目的】

本会は、伝熱に関する学術技術の進展と知識の普及、会員相互及び国際的な交流を図ることを目的としています。

【会計年度】

会計年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日までです。(但し、「伝熱研究」の巻と表紙の色は1月号から10月号までの一年間同じです)

【会員の種別と会費】

会員種別	資格	会費(年額)
正会員	伝熱に関する学識経験を有する者で、本会の目的に賛同して入会した個人	8,000円
賛助会員	本会の目的に賛同し、本会の事業を援助する法人またはその事業所、あるいは個人	1口 30,000円
学生会員	高専、短大、大学の学部および大学院に在学中の学生で、本会の目的に賛同して入会した個人	4,000円
名誉会員	本会に特に功労のあった者で、総会において推薦された者	0円
推薦会員	本会の発展に寄与することが期待できる者で、当該年度の総会において推薦された者	0円

【会員の特典】

会員は本会の活動に参加でき、次の特典があります。

1. 「伝熱研究・THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」を郵送します。

(本年度発行予定：4月号、7月号、10月号、1月号)

・正会員、学生会員、名誉会員、推薦会員に1冊送付
・賛助会員に口数分の冊数送付

2. 「日本伝熱シンポジウム講演論文集」を無料でさしあげます。

・正・学生・名誉・推薦の各会員に1部、賛助会員に口数分の部数
(但し、伝熱シンポジウム開催の前年度の3月25日までに前年度分までの会費を納入した会員に限る)

【入会手続き】

正会員または学生会員への入会の際は、入会申込用紙にご記入の上、事務局(本郷)宛にファックスまたは郵送で送り、郵便振替にて当該年度会費をお支払い下さい。賛助会員への入会の際は、入会申込用紙にご記入の上、事務局(本郷)宛にファックスまたは郵送でお送り下さい。必要があれば本会の内容、会則、入会手続き等についてご説明します。賛助会員への申込みは何口でも可能です。

(注 意)

・申込用紙には氏名を明瞭に記入し、難読文字にはJISコードのご指示をお願いします。

・会費納入時の郵便振替用紙には、会員名(必要に応じてフリガナを付す)を必ず記入して下さい。会社名のみ記載の場合、入金の手続きができず、会費未納のままとなります。

・学生会員への入会申込においては、指導教官による在学証明(署名・捺印)が必要です。

2. 会員の方々へ

【会員増加と賛助会員口数増加のお願い】

個人会員と賛助会員の増加が検討されています。会員の皆様におかれましても、できる限り周囲の関連の方々や団体に入会をお誘い下さるようお願いいたします。また、賛助会員への入会申込み受付におきまして、A(3口)、B(2口)、C(1口)と分けております。現賛助会員におかれましても、できる限り口数の増加をお願いいたします。

【会費納入について】

会費納入状況は「伝熱研究」郵送ラベルの累積請求額でご確認下さい。会費納入には折込みの郵便振替用紙をご利用下さい。その他の送金方法で手数料が必要な場合には、送金額から減額します。フリガナ名の検索によって入金の手続き処理を行っておりますので会社名のみで会員名の記載がない場合には未納扱いになります。

【変更届について】

(勤務先、住所、通信先等の変更)

勤務先、住所、通信先等に変更が生じた場合には、巻末の「変更届用紙」にて速やかに事務局へお知らせ下さい。通信先の変更届がない場合には、郵送物が会員に確実に届かず、あるいは宛名不明により以降の郵送が継続できなくなります。また、再発送が可能な場合にもその費用をご負担頂くことになります。

(賛助会員の代表者変更)

賛助会員の場合には、必要に応じて代表者を変更できます。

(学生会員から正会員への変更)

学生会員が社会人になられた場合には、会費が変わりますので正会員(正会員)への変更届を速やかにご提出下さい。このことにつきましては、指導教官の方々からもご指導をお願いします。

(変更届提出上の注意)

会員データを変更する際の誤りを防ぐため、変更届は必ず書面にて会員自身もしくは代理と認められる方がご提出下さるようお願いいたします。

【退会届について】

退会を希望される方は、退会日付けを記した書面にて退会届(郵便振替用紙に記載可)を提出し、未納会費を納入して下さい。会員登録を抹消し、「退会処理通知」を送付します。

【会費を長期滞納されている方へ】

長期間、会費を滞納されている会員の方々には、本号宛ラベルの会費請求額をご確認の上、至急納入をお願いします。特に、平成5年度以降の会費未納の方には「伝熱研究・THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」の送付を停止しており、近く退会処置が理事会で協議されます。

3. 事務局について

次の業務を下記の事務局で行っております。

事務局
(業務内容)
i) 入会届、変更届、退会届の受付
ii) 会費納入の受付、会費徴収等
iii) 会員、非会員からの問い合わせに対する対応、連絡等
iv) 伝熱シンポジウム終了後の「講演論文集」の注文受付、新入会員への「伝熱研究・THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」発送、その他刊行物の発送
v) その他必要な業務
(所在地)
〒113 東京都文京区本郷5-25-18
日本伝熱学会
TEL/FAX : 03-5689-3401
(土日、祝祭日を除く、午前9時～午後5時)

(注 意)

1. 事務局への連絡、お問い合わせには、電話によらずできるだけ郵便振替用紙の通信覧やファックス等の書面にてお願いします。

2. 学会事務の統括と上記以外の事務は、下記にて行なっております。

〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学 工学部 機械宇宙学科 上方 邦夫 TEL:03-5734-3172, 3336 FAX:03-3729-0628
--

日本伝熱学会正会員・学生会員入会申込み・変更届用紙

- (右の該当に○を記入) 1. 正会員・学生会員入会申込み書
 2. 変更届 (書面による届出のみ受付)
 ・氏名にふりがなを付す
 ・楷書体で明瞭に記入
 ・通信文は余白に記入
 ・申込み時に郵便振替にて会費納入

0	申込年月日	H	年	月	日
1	会員資格	正・学			
2	氏名				
3	ふりがな				
4	生年月日	M・T・S	年	月	日
5	名称				
6	〒				
7	勤務先				
8	所在地				
9	TEL				
10	FAX				
11	〒				
12	住所				
13	自宅				
14	TEL				
15	勤務先・自宅				
16	通信先**				
17	学位				
18	最終出身校				
19	卒業年次	T・S・H			
20	専門分野				
21	学生会員の場合: 指導教官名				

- 専門分野
 1: 自然対流 2: 強制対流 3: 熱伝導 4: 凝縮 5: 沸騰・蒸発 6: 混相流
 7: 物質移動 8: 反応・燃焼 9: 放射 10: 熱物性 11: 熱交換器 12: 流動層
 13: 蓄熱 14: 冷凍・空調 15: 内燃機関 16: ガスタービン 17: 蒸気機関 18: 原子力
 19: 太陽熱 20: 環境 21: その他 ()
- 例: 電子機器の冷却、生体伝熱、分子動力学等

- *) 学生会員入会申込み者は学校名、学部、学科、研究室名、学年 (M2、D3など) を記す。
 **) 郵送物発送先として通信先を必ず記入する。
 ***) 学生会員入会申込み者は、指導教官の署名・捺印を受ける。

日本伝熱学会 賛助会員新規入会申込み届用紙

0	申込年月日	H	年	月	日
---	-------	---	---	---	---

※ご記入に際しての注意
 日本伝熱学会からの郵送物は代表者にお送りしておりますので、代表者の所属に変更がありましたら、書面にて事務局宛ご連絡下さるようお願いいたします。

1	会員資格	賛助会員
2	代表者氏名	
3	ふりがな	
4	名称 (所属)	
5	代 表 者	
6	〒	
7	所在地	
8	勤務先	
9	TEL	
10	FAX	
11	口数	口

日本伝熱学会入会のご案内

1. 本学会の会計年度は毎年4月1日から翌年3月末日までです。
 賛助会員の会費は1口30,000円/年で、申し込みは何口でも結構です。申し込み口数により、次のように分けております。
 A (3口)、B (2口)、C (1口)
 会員になりますと「伝熱研究」をお申し込み口数1口につき1部お送りします。「日本伝熱シンポジウム講演文集」等をお申し込み口数1口につき1部無料でお届けします。
 この伝熱研究は通常、年4回 (4、7、10、1月号) 発行しております。
 但し、日本伝熱シンポジウム講演論文集につきましては、前年度の会費を年度末までに納入された会員に限り当該年度のものを無料でお届けいたします。
2. 尚、年度途中でご入会の方には残部の都合でお送りできない場合もありますので、あらかじめご承知おき下さい。
3. 本学会では、事務作業簡素化のために会費の領収書の発行は郵便振替や銀行振込の控えをあてております。簡単な書式の領収書はご用意できませんが、それ以外の場合には貴社ご指定の書式をご送付下さいますようお願いいたします。
 申込書送付先: 〒113 東京都文京区本郷5-25-18
 日本伝熱学会事務局 TEL: FAX: 03-5689-3401
4. 全費の払込先:
 (1) 郵便振替の場合 - 郵便振替口座 東京6-14749 日本伝熱学会
 (2) 銀行振込の場合 - 第一勧業銀行 大岡山支店 普通預金口座 145-1517941
 日本伝熱学会 代表 土方邦夫
 (3) 現金書留の場合 - 上記の事務局宛に御送金下さい。

複写をされる方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、著作権者から複写権の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

学協会著作権協議会内日本複写権センター支部
〒107 東京都港区赤坂 9-6-42-704
Phone 03-3475-4621/5618
Fax 03-3403-1738

Notice about photocopying

In the U.S.A., authorization to photocopy items for internal or personal use, or the internal or personal use of specific clients, is granted by [copyright owner's name], provided that designated fees are paid directly to Copyright Clearance Center. For those organizations that have been granted a photocopy license by CCC a separate system of payment has been arranged.

Copyright Clearance Center 27 Congress St.
Salem, MA 01970
Phone (508)744-3350
Fax (508)741-2318

平成6年度の「伝熱研究」の出版には、平成6年度科学研究費補助金「研究成果公開促進費」の補助を受けています。

伝 熱 研 究	ISSN 0910-7851
(Journal of The Heat Transfer Society of Japan)	
Vol.33, No.131	1994年10月発行
THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING	ISSN 0918-9963
Vol.2, No.4	October, 1994

発行所 **社団法人 日 本 伝 熱 学 会**
〒113 東京都文京区本郷5-25-18
電話 03(5689)3401
Fax. 03(5689)3401
郵便振替 00160-4-14749

Published by
The Heat Transfer Society of Japan
25-18, Hongo 5-chome, Bunkyo-ku,
Tokyo-113, Japan
Phone, Fax: +81-3-5689-3401

伝熱研究 Vol. 33, No. 131

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……………尾添絃之 (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) ・石井達哉 (航宇研) ……39

〈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

THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING Vol. 2, No. 4

1. Simultaneous Measurement Method of Velocity and Temperature Fields by Using Image Processing (in Japanese)…………… 1
Sakakibara J., Hishida K. and Maeda M.
2. Molecular-Scale Heat Conduction in Metal-Dielectric Films……………11
Qui T.
3. Study of Rayleigh-Benard Instability Using the Direct Simulation Monte Carlo Method……………17
(in Japanese)
Watanabe T., Kaburaki H., Machida M. and Yokokawa M.