

ISSN 1344-8692 Vol. 41 No. 169

伝 熱

Journal of the Heat Transfer Society of Japan

伝熱学会 40 周年記念号シリーズ
< 記念セミナー・第 39 回伝熱シンポジウム号 >

2002.7

日本伝熱学会第41期(平成14年度)役員・評議員

会 長

塩冶震太郎 (石川島播磨重工業)

副会長

(編集出版)

長野 靖尚 (名古屋工業大学)

(企画, 国際・広報)

本田 博司 (九州大学)

(総 務)

望月 貞成 (東京農工大学)

理 事

小澤 守 [†] (関西大学)	瀧本 昭* (金沢大学)	神永 文人 [‡] (茨城大学)
円山 重直** (東北大学)	近久 武美 (北海道大学)	横山 孝男 (山形大学)
花村 克悟 (岐阜大学)	岩城 敏博 (富山大学)	藤井 照重 (神戸大学)
奥山喜久夫 (広島大学)	門出 政則 (佐賀大学)	菊地 義弘 (広島大学)
石田 哲義 (北陸電力)	高橋 修一 (東北電力)	北村 邦彦 (九電工)

†: 企画部会長、*: 編集出版部会長、‡: 総務部会長、**: 国際・広報部会長

監 事

有富 正憲 (東京工業大学) 山中 晤郎 (三菱電機エンジニアリング)

評議員

山田 貴延 (北見工業大学)	杉山憲一郎 (北海道大学)	黒田 明慈 (北海道大学)
大竹 秀雄 (北海道工業大学)	稲村 隆夫 (弘前大学)	栗山 雅文 (山形大学)
菅原 征洋 (秋田大学)	小原 拓 (東北大学)	青木 秀之 (東北大学)
桑原 啓一 (宇宙開発事業団)	渡辺 裕 (東 芝)	水上 浩 (東 芝)
岡本 孝司 (東京大学)	大竹 浩靖 (工学院大学)	小尾普之介 (慶応義塾大学)
落合 淳一 (石川島播磨重工業)	佐藤 洋平 (産業技術総合研究所)	宗像 鉄雄 (産業技術総合研究所)
近藤 義広 (日立製作所)	小泉 安郎 (工学院大学)	奈良林 直 (東 芝)
西野 耕一 (横浜国立大学)	大久保英敏 (玉川大学)	村田 章 (東京農工大学)
小林 健一 (明治大学)	納富 信 (早稲田大学)	井上 剛良 (東京工業大学)
中別府 修 (東京工業大学)	一宮 浩市 (山梨大学)	小川 邦康 (慶応義塾大学)
北村 健三 (豊橋技術科学大学)	横井 淳二 (トヨタ自動車)	板谷 義紀 (名古屋大学)
加藤 鎮 (東邦ガス)	青木 和夫 (長岡技術科学大学)	棚谷 吉郎 (金沢工業大学)
太田 淳一 (福井大学)	石塚 勝 (富山県立大学)	稲室 隆二 (京都大学)
黒坂 俊雄 (神戸製鋼)	多久島 朗 (シャープ)	中澤 武 (神戸商船大学)
梅川 尚嗣 (関西大学)	坂本 秀行 (大阪ガス)	池田 裕二 (神戸大学)
橋詰 健一 (広島工業大学)	村上 幸一 (愛媛大学)	土井 宣男 (三井造船)
西村 龍夫 (山口大学)	八木 良尚 (呉工業高専)	高松 洋 (九州大学)
高橋 厚史 (九州大学)	高田 保之 (九州大学)	松永 崇 (久留米高専)
石田 賢治 (佐賀大学)	鳥居 修一 (鹿児島大学)	屋我 実 (琉球大学)

委員会委員長

伝熱シンポジウム実行委員長

菊地 義弘 (広島大学)

表彰委員会委員長

長野 靖尚 (名古屋工業大学)

学生会委員長

石塚 勝 (富山県立大学)

FILGAP 委員会委員長

石田 哲義 (北陸電力)

ネットワークシステム委員会委員長

村田 章 (東京農工大学)

国際交流委員会委員長

前川 透 (東洋大学)

論文集「Thermal Science and Engineering」チーフエディター

西尾 茂文 (東京大学)

伝 熱

目 次

〈新旧会長挨拶〉

会長就任にあたって	第41期会長 塩冶 震太郎 (石川島播磨重工業)	1
会長を退任して	第40期会長 藤田 恭伸 (九州大学)	2

〈日本伝熱学会 40 周年記念セミナー〉

(社) 日本伝熱学会 40 周年記念セミナーの報告	企画部会長 小澤 守 (関西大学)	3
「ナノテクノロジーと伝熱」	矢部 彰 (産業技術総合研究所)	5
「燃料電池：エネルギーと環境の視点から」	菱沼 孝夫 (北海道大学)	15

〈第14回日本伝熱学会賞〉

第14回日本伝熱学会賞の報告	河村 洋 (東京理科大学)	25
日本伝熱学会学術賞を受賞して	笠木 伸英, 鈴木 雄二 (東京大学)	27
日本伝熱学会学術賞を受賞して	小森 悟, 長田 孝二 (京都大学)	28
日本伝熱学会学術賞を受賞して	高田 保之, 田中 克典, 日高 澄具, 伊藤 猛宏 (九州大学)	29
日本伝熱学会学術賞を受賞して	丸山 茂夫, 崔 淳豪 (東京大学)	30
日本伝熱学会技術賞を受賞して	五十嵐 敬 (榊東機械製作所), 円山 重直, 青木綱芳 (東北大学)	31
日本伝熱学会技術賞を受賞して	山本 憲 (デンソー), 沖ノ谷剛, 河地典秀, 斎川路之, 橋本克己, 小早川智明, 草刈和俊	32
日本伝熱学会奨励賞を受賞して	辻村 真治 ((株) 小松製作所)	33
日本伝熱学会奨励賞を受賞して	矢嶌 健史 (石川島播磨重工業㈱)	34

〈第39回日本伝熱シンポジウム〉

第39回日本伝熱シンポジウムを振りかえって	実行委員長 工藤 一彦 (北海道大学)	35
-----------------------	---------------------	----

〈支部活動報告〉

中国四国支部活動報告	37
関西支部活動報告	38
北陸信越支部活動報告	39

〈行事カレンダー〉 41

〈社団法人日本伝熱学会第40期（平成13年度）総会議事録〉 43

〈お知らせ〉

日本伝熱学会中国四国支部企画「第14回 中国四国伝熱セミナー・山口」のご案内 47

4th International Conference on Compact Heat Exchangers and Enhancement Technology for the Process Industries
..... 48

インターネット情報サービス

●<http://www.htsj.or.jp/>

最新の会告・行事の予定等を提供

●htsj@asahi-net.email.ne.jp

事務局への連絡の電子メールによる受付

Journal of The Heat Transfer Society of Japan
Vol.41, No.169, July, 2002

CONTENTS

<New and Former Presidents' Addresses>

New President's Address for the 41th term of HTSJ Shintarou ENYA (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.) ······	1
Message from ex-President to the Members Yasunobu FUJITA (Kyushu University) ······	2

<The 40th Aniversary Seminar>

Report of The 40th Anniversary Seminar Mamoru OZAWA (Kansai University) ······	3
Nano-technology and Heat Transfer Akira YABE (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) ······	5
Future of Fuel Cell: From the view point of Energy and Environment Yukio HISHINUMA (Hokkaido University) ······	15

<Heat Transfer Society Awards>

On Selection of the 14th Heat Transfer Society Awards for Scientific and Technical Achievements and for Stimulation of Young Members Hiroshi KAWAMURA (Tokyo University of Science) ······	25
On Receiving the Heat Transfer Society Award for Scientific Contribution Nobuhide KASAGI and Yuji SUZUKI (The University of Tokyo) ······	27
On Receiving Heat Transfer Society Award for Scientific Contribution Satoru KOMORI and Kouji NAGATA (Kyoto University) ······	28
On Receiving Heat Transfer Society Award for Scientific Contribution Yasuyuki TAKATA, Katsunori TANAKA, Sumitomo HIDAKA and Takehiro ITO (Kyushu University) ······	29
On Receiving Heat Transfer Society Award for Scientific Contribution Shigeo MARUYAMA and Soon-Ho CHOI (The University of Tokyo) ······	30
On Receiving Heat Transfer Society Award for Technical Achievements Kei IGARASHI (Azuma Machine Works), Shigenao MARUYAMA, Tsunayoshi AOKI (Tohoku University) ······	31
On Receiving Heat Transfer Society Award for Technical Achievements Ken YAMAMOTO ¹ , Takeshi OKINITANI ¹ , Norihide KAWACHI ¹ , Michiyuki SAIKAWA ² , Katsumi HASHIMOTO ² , Tomoaki KOBAYAKAWA ³ , Kazutoshi KUSAKARI ³ (1: DENSO CORP., 2: R&D CRIEPI, 3: TEPCO) ······	32
On Receiving Heat Transfer Society Award for Young Investigators Shinji TSUJIMURA (Komatsu Ltd.) ······	33
On Receiving Heat Transfer Society Award for Young Investigators	

Takeshi YAJIMA (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.)	34
<The 39th National Heat Transfer Symposium of Japan>	
Looking back upon the 39th National Heat Transfer Symposium of Japan	
Kazuhiko KUDO (Hokkaido University)	35
<Reports on Activities of Branches>	37
<Calendar>	41
<Record of the 40th Heat Transfer Society General Meeting>	43
<Announcements>	47

会長就任にあたって

New President's Address for the 41th term of HTSJ



第41期日本伝熱学会会長 塩冶 震太郎（石川島播磨重工業）
Shintarou ENYA (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.)

41期会長を仰せつかりました塩冶でございます。力不足、実績不足を承知の上でお引き受けをすることになりましたのは、私が産業界に身をおいていること、この1点でございます。H4年に藤江先生が企業からの会長になられてから10年目になります。蛮勇を奮ってお受けした次第です。そこで普段企業におりまして一般の学会に関して希望していることを、いまさら新しいことではありませんが2、3述べて挨拶に代えさせていただきます。

ご承知のように、いま大学、研究機関には産学連携、技術移転の強い風が吹いております。しかし数年前までは基礎研究重視の風でした。いわゆる第1次、第2次科学技術基本計画に沿った施策でありまして政治の主導で進行しております。学会、産業界を含めてこの大きな流れに強く影響を受けていると思います。一言で希望を述べれば学会はもっと主体的であって中長期のビジョンをもって対応して欲しいということです。工学の世界では産学連携もポイントの一つですが基礎研究もおとらず重要な役割であり両者バランスよく組み込まれることが重要で、どちらか一辺倒になるのはよくないと思います。ただ、伝熱のような基盤部門では産学連携が遅れる懸念もあります。新しい分野への挑戦、新産業との連携などを加速することも重要であると考えています。

現在、わが国の科学技術政策は総合科学技術会議で決められます。学の世界の主体的対応とは、学問の進展による新発見と社会や産業界の動向を把握し、将来の社会に必要な研究が何かを中長期的観点からまとめて推進してゆくことであると思います。産業界からは経団連を通して比較的短期的な要求提言をしています。学界からは関連学会の連携により学術

会議などを通して権威ある長期的提言がなされることを望んでいます。

もう1点は学会がオープンであり社会との係わりの中でも役割を持つことです。専門の研究集団としてその成果を論文集やシンポジウムなどにより広く公表し社会貢献が認められることが基本ですが、学会外への働きかけや周辺学会との連携も重要です。いま、教育の面では学力低下が問題になり、中でも理数の学力低下、理科離れは私たちにも直接関係の深い社会現象であり危機的状態です。人材の確保に繋がる学会としての努力も必要です。また、この根底にはわが国一般の人々の科学技術への理解・リテラシーが先進国の中でも極めて低い事実があります。長期的改善が望まれるテーマであります。その他国際協力、会員の拡充などなど多くの課題があります。これらの課題に対応した活動が組織的に円滑にできるように支援し、仕組みを作り、種々の場を提供することが学会の大きな仕事の一つであると思います。伝熱学会ではこれらの課題に対して、藤田前会長の事業報告で説明がありましたように、すでにいろいろな施策が議論され、スタートしているものも多々あります。歴代会長、副会長、理事の方々のご見識とご努力に敬服しております。これらのベクトルをさらに伸ばし、皆様方のご意見により方向を定めてゆくのが私たち理事の役割であると考えております。さいわい望月、本田、長野三副会長はじめ、理事にいずれも有能な方々をご承認頂いております。一同密な連携により事業計画を推進してゆく所存でございます。忌憚の無いご意見をいただきますとともに、ご支援、ご鞭撻をお願いしましてご挨拶に代えさせていただきます。よろしく願いいたします。

会長を退任して

Message from ex-President to the Members

第40期日本伝熱学会会長 藤田 恭伸 (九州大学)
Yasunobu FUJITA (Kyushu University)



6月6日の第40期総会をもって会長を退任致しました。この1年間、大役を大過なく果たし終えることができましたのは、河村、森田、望月副会長はじめ、理事、評議員、支部役員の方々のご協力と会員の皆様の温かいご支援に拠ることは申すまでもなく、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

足早に過ぎた1年を振り返りますと、第40期は1961年に本会が「伝熱研究会」として創設されて以来40周年目に当たりましたので、特別の企画行事を実施して、40周年を記念することに致しました。その一つは会誌「40周年記念特集号シリーズ」の編集で、本年の会誌1、3、5月号を“10年間の伝熱研究の進展(その1)、(その2)”、“歴代会長からのメッセージ”の掲載にあてました。その二は40周年記念セミナー開催で、第39回伝熱シンポジウム前日に、“ナノテクノロジーと伝熱(矢部彰氏)”、“燃料電池：エネルギーと環境の調和の視点から(菱沼孝夫氏)”の特別講演をして頂きました。セミナーは多くの参加者と活発な質疑討論で盛り上がり、近未来技術への関心の深さを覗わせるものでした。その三は学会が保有する知的財産の継承保存の観点から“会誌のCD-ROM”化です。第1巻、第1号(1962年3月)から第41巻、第168号(2002年5月)までの総頁、およそ10000枚に及ぶCD化の膨大な作業は順調に進行しており、40周年記念品として会員の皆様に7月には配布予定です。最後は国際シンポジュ

ームの企画です。具体化の検討は第41期への持越しになっておりますが、国際行事の定期開催の起点になるような企画となることを期待しております。なお、これらの企画行事の全てがそれぞれの担当部会長と部会委員の発案によるもので、その企画力と実行力の確かさには敬服しております。

さて、最近の大学をとりまく環境の急速な変化は目を見張る物があります。中長期計画、評価制度、社会連携、任期制、公募制、外部資金導入、法人化、など枚挙に暇がありません。変化への対応や受止め方は、人それぞれの考え方、特に研究や教育活動に対する考え方と過去の履歴(慣性力)に依存しているように思われます。しかし、過去には貴重な存在感をアピールした研究上の唯我独尊志向は排除される傾向にあり、モノカラー化が危惧されます。また変化への即時対応は不可避状況の感がします。組織のもとに構成員たる個人が存在する限り、組織の大河に身をゆだねざるを得ません。その中で、個人の研究上のアイデンティティをいかにして方向付けし、それを守り抜くか、時には大河の流れに逆らうことも必要でしょう。今こそが、真に思索するために天が配剤した好機ではないでしょうか。

最後になりましたが、皆様のこれまでの温かいご支援にお礼申し上げますとともに、新会長塩冶震太郎様を中心とする新役員の方々に万事を託し、退任の挨拶とさせていただきます。

(社) 日本伝熱学会 40 周年記念セミナーの報告

The 40th Anniversary Seminar

日本伝熱学会企画部会長 小澤 守 (関西大学)

Mamoru OZAWA (Kansai University)

第 39 回日本伝熱シンポジウム (札幌市, 北海道厚生年金会館, 2002 年 6 月 5 日-7 日) に先立つ 6 月 4 日に同じ厚生年金会館において伝熱学会 (伝熱研究会) の創立 40 周年を記念してセミナー、そしてセミナーの後に会場をサッポロビール園に移してウェルカムパーティを開催した。これら企画の立案から実施にいたるまで基本的には企画部会・学生会委員会が担当したが、実際には会場の手配から設営、パーティ会場の設定ならびにバスの手配などすべての実務をご担当いただいた北海道大学工藤実行委員長をはじめとする実行委員会ならびにアルバイトの学生諸君の献身的なお世話なくしてはこのような盛大な記念事業の成功はなかった。またセミナーにおいて矢部・菱沼両先生の極めて興味深い、また将来を見通したお話に参加者が強くひきつけられた。この一文をしたためるにあたってまず関係各位にお礼申し上げたい。

そもそもこの企画は昨年度筆者が企画部会長を拝命し、初めての理事会で指示された事業であった。10 年を区切りとして 30 周年においても記念事業を行っており、その経過からして断りにくい状況であった。企画部会において具体的案を検討した。その

ひとつはこれまでに刊行された伝熱研究、その後の伝熱学会誌の PDF 化であり、これは編集部会にお願いして実施にこぎつけた。ただし企画部会としてはエースとして小林委員にご担当いただき、ご本人にとっては大変な作業を押し付けられたわけであるが、一応企画部会としても協力した形となっている。もうひとつが今回の記念セミナーである。当初は学生会委員会が伝熱シンポジウム参加の学生を集め、優秀プレゼンテーション賞獲得の前祝的なパーティを企画しておられたのに、相乗りする形でセミナーを開催してはどうか、ということになった。40 周年を記念するのであるからセミナーの内容としては学生のみを対象としたものというよりは一般会員をも視野に入れて、今後伝熱、エネルギーの分野でますます重要になると目されている燃料電池やナノテクノロジーのお話をさせていただいたらどうかという提案が企画部会でなされた。あわせて人選も行われ、直ちに産総研の矢部氏と北大の菱沼教授に決定した。ご講演内容については本会誌に収録されているのでご覧いただきたい。

記念セミナーは企画部会長の司会進行で始まり、まず 40 期会長である藤田先生にご挨拶をいただい



第 40 期会長 藤田先生挨拶



矢部先生のご講演



菱沼先生のご講演



パーティ風景

た。伝熱学会創立から 40 周年を迎えるにあたり伝熱学会は今後どのような展開を遂げるのか、そのひとつがこのセミナーでのお二人の講演の内容に深く関係していることなどを中心としたお話であった。続いて森田副会長の司会により 2 件のご講演をいただいた。話題は下記のとおり。

『ナノテクノロジーと伝熱』

矢部 彰 (産総研)

『燃料電池: エネルギーと環境の調和の視点から』

菱沼孝夫 (北大)

この記念セミナーには 100 名を超える参加者があり、また活発な討論が行われた。そのあとバス 2 台に分乗してウェルカムパーティの会場である札幌ビール園に向かった。パーティの参加者総数は 107 名であり、そのうち学生の参加者は 50 名と半数を数えた。始めの予定では特にまとまった挨拶などなしに各テーブル個々に適宜始める予定にしていたが、実行委員のお計らいで 1 室が確保されており、マイクまで用意してあったため、ともかく 2 時間の飲み放題・食べ放題である旨を伝えただけで開始した。もうもうと煙るなかで、ともかく食べまくり (?), 飲みまくり (?) の 2 時間

が経過した。最後に無理やり藤田会長に挨拶をお願いし、無事お開きとなった。このような企画が大成功であったのは、先に述べた方々のご尽力ご協力があったからであり、また 100 名を越える参加者の皆さん方の協力があったからであると深く感謝している。今回の成功に味をしめて、企画部会、学生会委員会では 2003 年に広島で開催される伝熱シンポジウムにおいても、同様な企画を考えている。会員諸兄ならびに学生諸君の積極的な参加を期待している。

ナノテクノロジーと伝熱 *Nano-technology and Heat Transfer*

矢部 彰 (産業技術総合研究所 マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター)
Akira YABE (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

1. はじめに

本稿では、現在注目を集めているナノテクノロジーに関して、産業技術全体の中における位置付け、機械工学等が深く関与する製造技術やその研究動向との関係、また、ナノテクノロジーの研究開発の現状と特徴を分析する。次に、ナノテクノロジーを体系的に整理する試みとして、基礎現象、製造技術、出口を含む応用分野の視点から整理し、キーワードを示すと共に、伝熱現象や輸送現象に関連した研究課題についても例示する。また、ナノメートルスケール現象やマイクロメートルオーダーの現象と、伝熱との関係について考察する。さらに、マイクロ・ナノ現象を如何にして製品の大きさという広域に発現させ、実用に役立てるかという、広域発現化技術に関して考察する。特に、ミクロなスケールゆえに必要な、制御された自己組織化現象の活用による広域発現化という観点から考えると、ミクロな動的プロセスの制御にとって、伝熱をはじめとする輸送現象が、最も重要な制御因子であり、自己組織化の動的メカニズム解明やそれに基づく制御技術の開発に関わる伝熱研究が、ナノテクノロジーのキーテクノロジーになり得ることを説明する。

2. ナノテクノロジーの産業技術における位置付け

ナノテクノロジーを活用する技術開発に対する期待は大きく、ナノテクノロジーの中でも、エレクトロニクス分野への展開、材料分野のナノ技術、バイオ分野への展開、環境・エネルギー分野への適用と共に、製造分野の革新のために必須なナノレベルの構造創製を可能にする超微細加工・組立技術の研究開発は、科学技術会議の「ナノテクノロジーの戦略的推進方策に関する懇談会報告書」(平成 12 年 12 月)にも、今後の重要な技術開発項目として明記されている。

一方、わが国の製造業は、熾烈な国際競争の中で、世界をリードする役割を果たしており、我が国の産

業・経済の発展に多大な貢献を果たしてきた。また、今後の先端技術の急速な進展は、製造業の技術開発の分野においても急激であり、高付加価値化、高機能化を目指した革新的製造技術開発が強く求められている。

このようなナノ・マニュファクチャリング(ナノ製造技術、ナノ構造創製超微細加工・組立技術)に関する研究開発により汎用性のあるナノスケールの製造技術を確立することができれば、多くの分野において、新たな機能を発現する革新的製造技術の創製に結びつくこと期待されており、そのための技術開発の必要性が強く指摘されている。ここでは、特に、ナノスケールの製造技術の基盤を構成し、エンジニアリングデータベースを提供する位置付けとして、ナノスケールの伝熱技術を考えることも重要であるので、ナノ製造技術の位置付けや研究動向を、まず、検討することにしたい。

製造技術分野の産業技術における位置付け

2010年をにらんで、産業競争力会議は、バイオテクノロジー、情報通信、機械、化学、エネルギー、医療・福祉、材料、環境等の分野に、技術開発目標を設定する国家産業技術戦略を産学官の英知を結集して策定し、当該戦略を科学技術基本計画に反映させるべく、国家産業技術戦略を取りまとめた。ここにおいて、4つの大目標として、(1)高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現(2)経済社会新生の基盤となる高度情報通信社会の実現(3)環境と調和した経済社会システムの構築(4)エネルギー・資源と食料の安定供給の確保の実現を目指している。このような観点から産業技術について体系的に考えてみると、図1に示すような製造技術分野の位置づけが考えられる。高度情報化社会、安全・安心で人間に調和した技術を持つ社会、エネルギーや資源も含めて環境と調和した循環型経済社会を実現するために、社会や人間と技術が接する、人間社会に近いところで、人間社会を支えているの

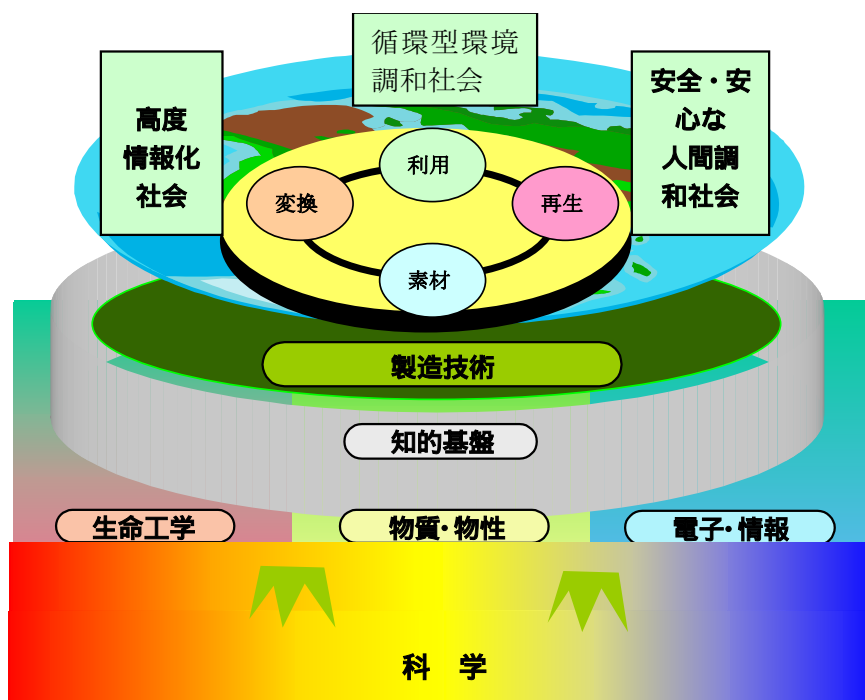


図1 製造技術分野の位置づけ

が製造技術の特徴であろう。また、製造技術は、生命工学、物質工学、電子・情報などの工学分野やそれに関連する科学分野と融合して、人間社会を支える産業技術を形作っていることが多い点も特徴である。さらに、計量標準やISOで代表される工業標準、エンジニアリングデータベースなどの知的基盤と製造技術との関係は、人間社会を支える産業技術の一つである製造技術を、知的基盤分野はさらに周囲から支えてくれている状態と考えることが出来る。

製造技術分野のマイクロ化の研究開発動向

このように人間や社会と接する部分で人間社会を支える製造技術の今後の動向として、人間や環境に調和した高度な産業技術を作り上げることがこれからの重要な目標となる。また、研究発展の方向性としては、分野横断的に研究機能を集中して、マイクロ化（極限化、微細・精密化、新機能の発現）、自律化（自立化・知能化・協調作業）、コンカレント化（環境調和化、異分野技術との融合化・同時並行化）の基本3方向に製造技術を発展させていくことにより、人間・環境調和型高度産業技術の実現に向けて邁進していくことが重要と考えている。マイクロ化の研究方向に関する来展開のロードマップを、図2に示すが、以下の3つのキーワードが挙げられる。大きな特徴として、マイクロ化により、新しい機能を出

そうとしているのが、ナノ機能広域発現を目指す方向であり、小さいシステムで、大きい場合と同じ機能を実現することにより、新たな価値を創造するのが、マイクロマシン、MEMS（Micro-Electro-Mechanical System）、マイクロファクトリーの方向である。

(1) ナノ機能広域発現を目指す研究開発の推進

具体的には、「マイクロ・ナノレベルでの機能発現のメカニズムの解明と産業技術に資する工学的体系化を図り、それらの統合と情報との融合を図ることにより、新たなマクロ的機械機能や革新的製造システムなどを実現し、新産業創出や既存産業の高度化、自然や人間と調和した循環型社会の実現に資する。」（産業技術戦略 III 重点化戦略 p. 11 より）ナノ機能のメカニズム解明、マイクロ効果の広域発現化技術、加工技術と組立技術の融合、ナノスケール状態計測・分析技術、機能付加加工の実現等の重要な技術課題が存在する。また、レーザー光など種々の量子ビームを活用するナノ加工技術の開発は、対象材料や雰囲気に影響されにくい汎用性のあるナノ加工手段を提供できる可能性があり、エレクトロニクス分野への応用を初めとして、バイオ、環境等のナノテクノロジーの発展にとって必須な基盤的加工技術として貢献しうる。

(2) 微小機械要素の組み合わせによる機能の発現を

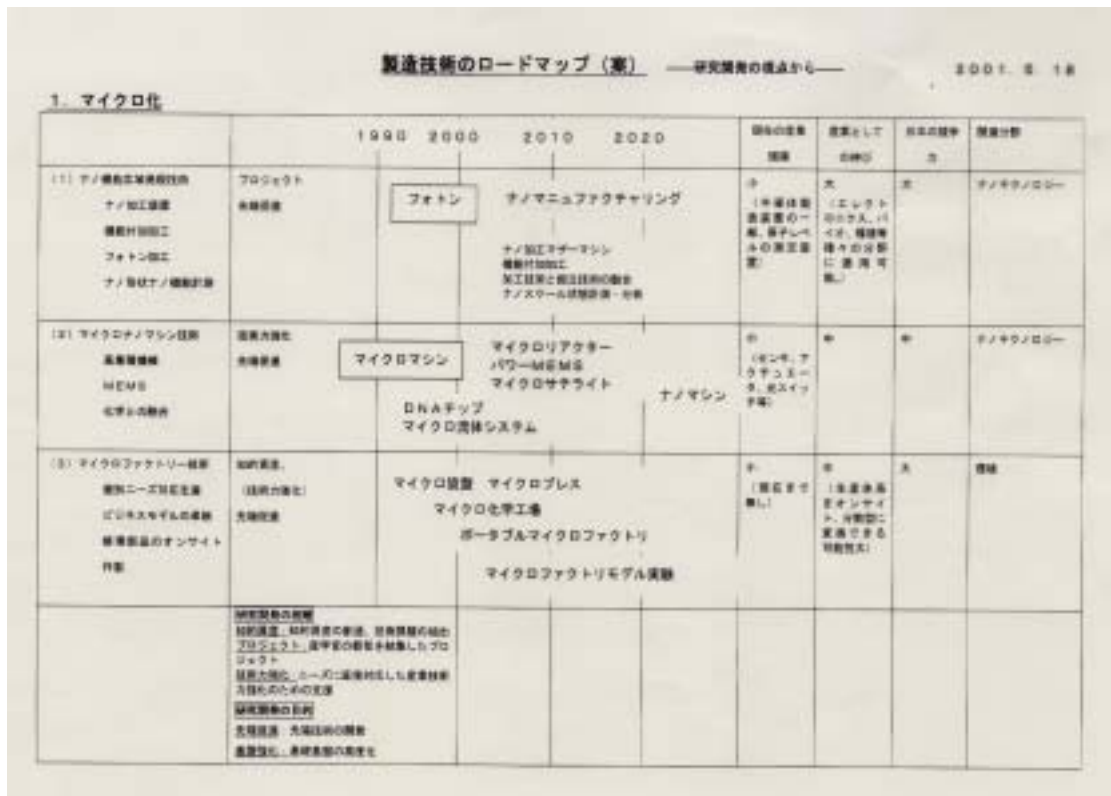


図2 製造技術におけるマイクロ化の研究動向

目指すマイクロマシン技術の進展とナノマシンへの挑戦

適用技術開発目標を明確に持つ微小機械要素のアセンブル技術であり、技術の進展により、目標となるアセンブル機械の大きさが小さくなる。アセンブル技術は、適用対象により異なるため、対象機能に合わせた個別のアセンブル技術が必要になるので、目標を明確化して実用化を促進し、役に立つマイクロマシン技術の一つ一つ作り上げることが当面の目標となる。細胞の分別・操作、微量の化学薬品の合成、特殊な反応場を提供するマイクロリアクター、分散型エネルギー源としてのパワーMEMS、コスト低減を目指したマイクロサテライト、医療診断用DNAチップ、ポータブルな環境分析機器などを実現するマイクロ流体機構は広く社会にインパクトを与えるシステムである。マイクロマシン技術の基礎研究が今後飛躍的に進展することにより、構成可能な機械の大きさが十分に小さくなると、小型のアクチュエータとして筋肉の機能を果たしたり、人工臓器等の実現の可能性が生じる。さらに、エネルギーの供給技術が進展すると生体や人工物の内部の高度な検査・修復などが可能となり、医療福祉技術や安

全保安技術における極めて大きな発展が期待できる。(ナノマシン技術としての展開)

(3) マイクロファクトリーによる高速加工化、高精度化、省資源化、省エネルギー化の追求

従来の機械加工技術をより高速化し、設計・試作期間の短縮を実現するためには、高精度、かつ、高速で広域な機械加工の出来ることが必須である。そのためには、機械の位置制御部分の質を最大限小さくし、慣性力の影響を減少させた加工機械を製作することが重要である。このような加工機械が実現すると、省資源、省エネルギー、省スペースも実現できる。このためには、全体の質を低減することによりどこまで高速化し得るのか、また、小さな慣性力でどこまで難加工材を加工できるのか、さらに、ナノレベル加工の精度に大きく影響する温度制御をどのように実現するかという大きな技術的課題が存在する。

しかし、循環型製造技術を構築するためには、小型ゆえに、スペースの制約が緩く、低コストでシステムの再構築が容易であるという特徴を活かして、製品ニーズに合わせて、比較的lowコストで製造システムを変更できるマイクロファクトリー技術を確立

ナノテクノロジーの目指すもの

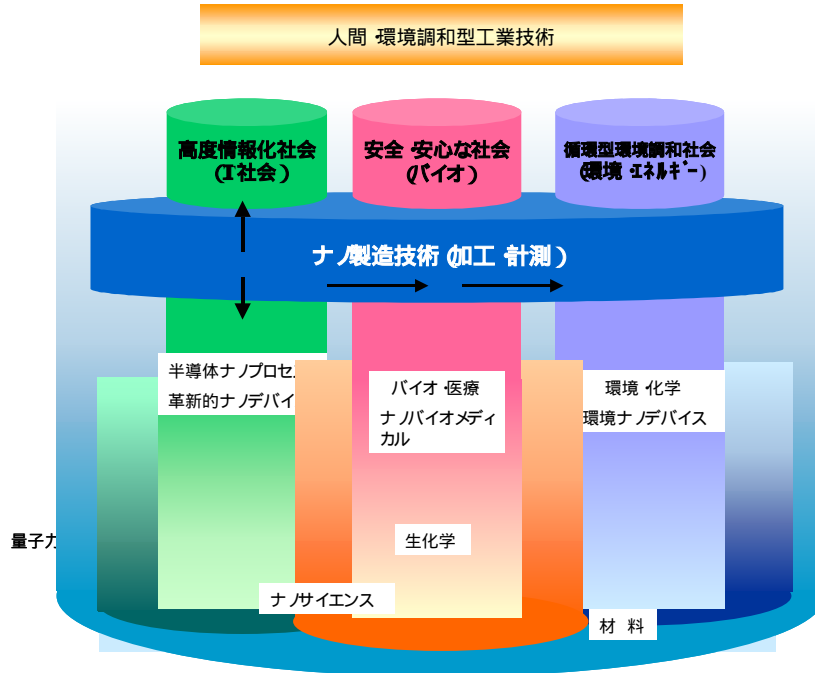


図3 ナノテクノロジーの研究動向

することが重要となる。これらは、個別ニーズ対応生産、修理部品のオンサイト作製などを実現でき、製造技術の体系をオンサイト、分散型に大きく変換し、ビジネスモデルに革新をもたらす可能性を有している。

ナノテクノロジー分野での研究開発の位置付けと特徴

ナノテクノロジー分野も、情報通信技術、バイオ、環境・エネルギーの3つの分野で今後発展が予測されるが、現在は、経済性の観点から、産業規模の大きい情報通信（IT）の分野での技術開発が中心であり、情報通信分野での出口への貢献から出発して、バイオ・医療・環境・化学・エネルギーなどの分野にいかに関係していくかがポイントとなる。

図3にナノテクノロジーの全体像を示すが、ナノマニュファクチャリング技術（ナノ製造技術）は、情報通信技術、バイオ、環境・エネルギーに共通基盤的に必要な加工・計測技術であり、情報通信分野において必要な技術であり、かつ、バイオや環境の分野でも活用できる圧力や雰囲気、対象材質などを選ばない汎用性のあるナノマニュファクチャリング技術を研究開発することにより、バイオ、環境・エネルギーの分野におけるナノテクノロジーが急速に

発展できると考えられる。

このように、ナノレベルの製造技術の確立への貢献から出発して、種々の分野におけるナノテクノロジーへの貢献を図ることが、技術の一つの方向と考えられる。図4に、情報通信、バイオ、環境の各分野におけるナノマニュファクチャリング技術の対象となる加工雰囲気、対象となる加工材質の特徴を示すが、情報通信分野から、バイオ、環境の分野に発展させるためには、大気圧環境下や液体雰囲気、また、加工対象材料も生体材料やエネルギー変換材料などの様々な材料に適用できる加工技術を開発することが必要である。情報通信の出口にも貢献でき、しかも、加工環境や加工材質を選ばない汎用性のあるナノマニュファクチャリング技術を研究開発することが、極めて重要な段階に至っていると判断することが出来る。

3. ナノテクノロジーの研究開発の現状と特徴

人間環境調和型産業技術を作り上げるための共通基盤技術としてのナノマニュファクチャリング技術に関して、ナノテクノロジー全体としての位置付けは、図3に示したとおりであり、情報通信分野での技術開発から、バイオ、環境分野でのナノテクノロジーの発展を生み出すためのキーテクノロジーとな

	IT	バイオ	環境
	エレクトロニクス、光情報通信	生体 医療	エネルギー 化学
想定される加工環境 使用環境	高真空中 大気中 []	[] 大気中 液体中	[] 大気中 液体中
想定される加工材質	半導体 金属 絶縁体	(タンパク質、遺伝子 等) センサー用半導体	環境触媒 エネルギー変換材料 (シリコン、チタニア等) エネルギー機器用材料

図4 マイクロ・ナノテクノロジーの応用分野と加工技術に必要な条件

っている。現在のナノテクノロジーは、以下のような特徴を持つと考えられる。

(1) ナノテクノロジー全体のロードマップを作成することが重要であると共に、明確な目標を持って、ナノのサイエンスに本腰を入れて取り組むことが大切である。

これは、現在、多くの関心を集めているナノテクノロジーであるが、5年から10年で出口が見え、成果が出てこない、経済情勢が厳しい中、多くの企業で本格的な取り組みは出来ないと予測される。ナノレベルのエレクトロニクス技術を活用するバイオ、医療、環境技術という展開で、英知を結集して出口を考案すると共に、成果に至るまでの加工・計測技術などの基盤技術の確立も、ロードマップに位置付ける必要がある。連続体力学から量子力学的効果の顕著化し出すメソスコピック領域にかけての学問体系は、まだまだ確立しておらず、技術としての体系化はさらに時間を要すると推測される。しかしながら、現在のポイントは、新しい機能を見出して、技術として活用する方法を考案し、基本的な特許をどんどん取ってゆく段階であり、その競争が行われている段階である。たとえば、生物のメカニズムを模倣する技術でも、生物のメカニズムを正確に解明することは重要であるが、応用する視点で、エンジニアリングとしてのバイオミメティックな応用技術を考案することがより求められていると言えよう。

(2) ナノ加工装置、ナノ計測装置は、設備等が大がかりになるので、多くの企業や多くの研究者が協力して使用することが重要になる。

マイクロマシン技術やMEMS技術でも、クリーンルームやリソグラフィ装置が必須で、かつ、種々のエッチング装置などを揃えることを考えると、場所的にも、資金的にも、運営面でも、大きな規模にならざるを得ない状況であった。これから本格化するナノ加工装置、ナノ計測装置の分野では、さらに、大きな規模が必要になるので、多くの研究者の協力

の下に実施することが、極めて有効である。さらに、ナノテクノロジーの場合、従来の工学でイメージされているクリーンという概念が通用しないことが多い。固体表面への吸着分子の性質で、表面の加工特性等は大きく変化し、また、汚れが多い中では、ナノバブル等は計測できない場合が多く、マイクロ・ナノ機能を議論するには、再現性のある清浄な環境を実現することが前提となる。

ナノマニュファクチャリングのロードマップ

ナノマニュファクチャリング、マイクロマニュファクチャリングについてのロードマップの試案を、図5に示す。このロードマップは、製造技術を、設計、加工、組立、計測の4つの技術に分けて検討したもので、さらに、アウトプットとして、製品として予測される素子部品、機器装置を記述した。各技術分野ごとに発展が予測され、出口としての機器装置でもナノ加工のマザーマシンが10年以内に実用化されるのではないかと期待される。一つの特徴として、ナノメートルの領域に入ってくると、表面張力、分子間力、また、静電気力などの従来の部品では無視できた力が相対的に大きくなるため、部品を加工した後に組立を実施することは困難になるので、加工しながら組み立てを同時に行うという、加工と機能を発揮する構造体化を同時並行に実施する必要が生じてくる。

4. ナノテクノロジーの体系的整理の試み(伝熱、輸送現象関連課題の例示)

ナノテクノロジーを体系的に捉える試みとして、基礎現象を対象にする研究課題、製造技術に貢献する課題、そして、出口を目指した応用技術課題という3つの視点から、ナノテクノロジーに関連するキーワードやトピックス、ナノテクノロジーに関連する伝熱現象、輸送現象を分類して見ると、図6のようになる。まだ多くの未解明の課題を抱えているナ

HI 3.4 マイクロ・ナノマニファクチャリング (製造技術のマイクロ化) の ロードマップ (案)

産業技術総合研究所 マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター

		現在 (2000年)	2005年	2010年	2015年以降
設計技術		形状設計支援ツール	加工 組立一体設計ツール 分子動力学利用シミュレータ	機能設計技術ツール	界面現象シミュレータ
	加工技術 (マイクロ・ナノ ファブ리케이션 技術)	レーザー微細加工 極短パルスレーザー加工 波長可変レーザー加工 イオンビーム加工 CVD,PVD加工 リソグラフィ 超精密機械加工	ナノスケール形状レーザー加工 ナノスケール構造制御加工 クラスタービーム加工 リガプロセス		特定分子結合切断 接合 (コヒーレントリアクション利用加工) バイオミメティック加工
組立技術			加工技術と組立技術の融合 素子パッケージング (マイクロマニピュレーション)		自己組織化利用組立
計測技術		ナノスケール形状計測	ナノスケール状態計測 分析	量子機能計測	加工場 <i>in-situ</i> 計測
アウト プット	素子 部品	マイクロ機械要素 量子ドット発光素子 高品質半導体レーザー	フォトリソグラフィ素子 ダイヤモンドナノ構造素子 高性能光エネルギー変換素子	超常磁性素子 ダイヤモンドナノ構造素子 高性能光エネルギー変換素子	フォトミカルホールバーニング素子 バイオミメティック素子
	機器 装置	超精密機械加工装置	ナ加工マザーマシン 波長多重情報通信機器		ナノ電子線加工装置 (オンゲストローム加工装置) 超精密マイクロファクトリ バイオミメティックマシン

図5 マイクロ・ナノ製造技術のロードマップ(案)

ノサイエンスの課題は、特に、量子力学的効果、クラスターなどのメソスコピックな領域の効果、連続体としての効果などが複雑に絡み合い、新しい機能を発現する可能性が高い。また、製造技術の観点からは、各プロセスにおいて伝熱現象をはじめとする輸送現象は重要な役割を果たしている。さらに、出口に近い応用分野においても、熱現象に関連する課題は多い。伝熱や輸送現象に関連して、マイクロなスケールの現象と言う場合、いくつかの物理的意味合いを持つ。(1)時間スケールが極めて短い場合は、フェムト秒レーザー照射などのケースが代表例であり、多大な温度上昇を伴わずに穴あけ加工等が可能になる。(2)長さスケールが極めて短い場合には、ナノワイヤーなどナノメートルの長さスケールでの電気伝導性などの物性変化に起因する特性変化が予想される。(3)三次元構造や形状がナノメートルオーダーで変化する場合、光学特性等の変化が可能となる。一方において、(4)温度差をmK以下のマイクロな変動精度で保持するなどの、マイクロな温度差が、ナノ精度の形状を実現するためには重要となる。以

上のように、マイクロ伝熱という概念でも多くの物理現象を包含しており、ナノテクノロジーに関連して、伝熱現象に与える影響には多くの種類のあることを前提にして、現象解明や応用技術の開発に進むことが重要である。

一方において、分子レベル、量子レベルの効果を発現させる場合、時間平均・空間平均したマクロな現象方程式で記述できなくなるため、分子動力学、さらには、電子状態、回転、振動自由度を量子化した量子分子動力学が現象記述のためにも必要になるが、量子分子動力学ですべての自由度を扱うと方程式は解けきれない。どの自由度を平均化していいか、どこまで近似できるのかを考察して、ポイントを押さえることが重要となる。

5. マイクロ・ナノ現象を如何にして製品の大きさで実現し実用に役立たせるか 自己組織化現象の制御の役割と伝熱技術の重要性

マイクロ・ナノ現象を如何にして製品の大きさで実現し実用に役立たせるかという表現の意味すると

ナノテクノロジーの分類

分類	キーワード・トピックス	伝熱現象、輸送現象関連技術課題
基礎現象		
ナノ現象	カーボンナノチューブ	種々のナノ構造の熱伝導率(ナノチューブ、超格子) ナノスケール接触時の熱伝導 ナノ構造の熱物性、ジュール熱の発生メカニズム ナノ領域、三次元ナノ構造の加熱現象、光物性、輻射特性 ナノバブル、ナノメートルオーダーにおける表面張力利用 燃料電池電極のナノレベル触媒反応の高性能化
マイクロスケール現象	MEMS, マイクロマシン	マイクロ微小凹凸面による液体の流動抵抗低減 マイクロ微小凹凸面からの輻射・吸収特性 MEMS利用高熱流束除熱 半導体の低熱伝導化、高電気伝導化による熱電冷却素子の高性能化
製造技術		
設計技術、エンジニアリングデータベース	量子分子動力学、分子動力学、熱流体データ	種々のナノ構造の熱伝導率(ナノチューブ、超格子)計算 ナノ構造の熱物性、ジュール熱の発生メカニズム解析
加工、成形、プロセス技術	超微細加工、ナノ加工、リソグラフィ、レーザー加工	カーボンナノチューブの生成方法の高効率化の熱工学的研究 短パルスレーザーアブレーション・レーザーアニーリングにおける相変化現象、結晶構造変化
組立・集積技術	加工と組立の一体化の推進、自己組織化の制御、高精度マイクロ組立	ナノスケールのミセル・ネットワーク構造による乱流の抵抗低減 ナノスケールの結晶成長制御による氷のスラリー化
システム、メンテナンス、信頼性、計測技術	冷却システム、マイクロ送液システム、複雑形状ナノ計測技術	マイクロ領域高熱流束除熱、温度制御 半導体薄膜熱物性、信頼性 固体レーザーの温度均一化、高熱流束除熱(高コヒーレンス化)
応用分野		
IT	光情報通信用機器	加熱によるナノメートルオーダーの熱変形を活用するメモリー
バイオ	バイオチップ、DNA診断機器	生体エネルギー変換機構の模擬 水素結合、静電力、分子間力と熱運動のバランスを利用する輸送現象
環境・エネルギー	エネルギー変換素子、環境センサー、光触媒	マイクロバブル、ナノバブルによる環境浄化 超音波による壁面からのナノ粒子の除去

図 6 ナノテクノロジーの分類と伝熱・輸送現象に関連する技術課題

ころは、一言で言えば、「マイクロ・ナノ機能広域発現技術」という表現になるが、連続体力学では記述できなくなるナノメートルオーダーの代表寸法を持つ現象で実現する量子力学的機能、あるいは、ミクロンメートルのオーダーでも従来の大きさでは無視できたメカニズムを顕在化することにより発揮される新たな機能に対して、それをエンジニアリング的

視点から検討し、マクロオーダーの機能として発現させ、機器装置として実用化することを目的とする考え方であり、ナノテクノロジーの実用化を目指すためには重要、かつ、必須な技術課題である。

原子数で千個から一億個程度での形状変化、物性変化を持つ物質では、通常の大きな物質とは異なった機能を生じる場合があることが知られてきており、

<p>マイクロ・ナノ機能広域発現化技術 (マイクロな新しい機能を、製品の大きさのオーダーで実現し、マクロな機能を発揮させる方法)</p>	
<p>1. マイクロ部品の組立技術 ミクロな領域では、吸着水分による表面張力効果が大きく、接着などの従来方式の組立は困難 光や超音波、衝突過程などを活用する能動的制御法が必要</p>	
<p>2. 制御された自己組織化を活用する方法</p>	
<p>場の制御</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電磁場 ・ 温度場 ・ 流れ場 ・ 圧力場(光や超音波)
<p>物質制御</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ クラスタ添加 ・ 種結晶添加 ・ 粒界の活用 ・ 界面の活用
<p>制御された自己組織化においては、伝熱現象などの輸送現象が最も重要な制御因子となりうると考えられる。</p>	

図7 マイクロ・ナノ機能広域発現化技術

こうした現象を工学的に役立たせるための技術開発に期待が高まっている。こうした要素を一体として組み合わせた超微細構造からなる3次元の人工物を作ることができれば、これまで材料や形の違う様々な部品を組み立てて作っていた機械や機器に替わってより高性能で小型な機械や機器を実現したり、またこれまで得られなかった機能を発揮する機械や機器を実現することが期待できる。

また、分子一個一個の積み上げ技術や、ナノスケールを一箇所ずつ加工して行く方法では、加工時間の観点から現実的でないため、従来の製造技術における組立・集積技術が重要になる。しかしながら、ナノ製造技術のロードマップのところでも述べたように、ミクロな領域では、吸着しやすい水分による表面張力効果や、分子間力により、従来の組立工程を実現することは難しく、加工終了時に、組立が終わっているような加工と組立に一体化が望ましい。

それゆえ、図7に示すように、光や超音波等を併用したミクロな領域での組立技術が重要になると共に、凝縮現象や結晶成長現象、不安定に基づく対流現象などを利用する自己組織化現象を活用することが極めて重要になる。その場合も、電磁場、温度場、流体場、光制御や超音波による制御、さらには、クラスタ添加や種結晶添加、粒界利用や界面利用などのあらゆる手段を通じて、自己組織化を制御し、形状や物性の制御、さらには、欠陥の制御を実現す

ることが重要になる。

マイクロ・ナノ現象を広域に発現させる自己組織化技術には、単分子膜形成、結晶成長、粒子内部の構造形成、触媒形成、機能多孔体形成、機能薄膜形成などがありうるが、この場合の自己組織化現象とは、種々の制御された境界条件のもとでの動的な輸送現象を伴う構造形成プロセスであり、伝熱現象や物質輸送などの熱流体力学現象が現象を決定するポイントとなっているということが出来る。ミクロなスケールでの現象であるため、巨視的な方程式は使用できないが、自己組織化とその制御というナノテクノロジーにおける重要な広域発現化技術に対して、伝熱現象をはじめとする輸送現象の解析が、最も重要な制御因子を与えるキーテクノロジーとして貢献できることは、重要な点である。

ナノテクノロジーの進展、実用技術の実現のためには、伝熱研究者の役割は重要であり、かつ、実用技術に結びつけるキーテクノロジーを提供できる可能性がある点を強調しておきたい。

6 .マイクロ・ナノ現象を活用する輸送現象の高機能化、高効率化の具体例

ナノスケールの現象やマイクロスケールの効果を活用する伝熱現象の高度化や輸送現象の高機能化、高効率化の具体例を、以下に説明する。

(1) シリコン単結晶超微粒子のサイズ分級技術と発

光素子開発への応用

レーザーアブレーションにより作成した超高純度のシリコン超微粒子を、低圧作動を可能にした微分型モビリティアナライザ (DMA) により、2～数十ナノメートルの範囲で分散性良く分級することに成功したもので、新しいナノ材料作成プロセス技術としての応用が可能である。ナノメートル領域の超微粒子では、電子の閉じ込め効果などの量子効果が出現することが知られており、粒径を制御することで波長の変化する量子ドット型発光素子や将来の光電変換デバイス作成などの用途が考えられている。レーザーアブレーションのような溶融・蒸発・再凝縮プロセスを通して、ナノレベルの構造や機能を如何に実現するかがポイントとなる。

(2) 超微細凹凸面による液体の層流域流動抵抗低減技術

ナノメートルオーダーの量子効果ではないが、マイクロメートルオーダーの形状を付与することにより、表面張力効果を顕在化させ、水を中心とする液体の流動抵抗を低減する技術を開発した。これは、間隔数マイクロメートル、高さ1マイクロメートルの微小突起群を作成することにより、表面張力で固体表面に気体層を保持し、液体流動時に液相が固体に直接接触する面積を低減させ、界面における速度滑りを生じさせて、10～15%の抵抗低減を実現するもので、図8に示す。ポンプ動力の低減やマイクロ機器の流路の抵抗低減技術として、また、壁面からの熱損失低減技術として活用することが可能である。

(3) 不凍化タンパク質のナノレベル効果を模擬する氷スラリー作成方法

氷の生成を防ぐ効果のある不凍化タンパク質のナノレベル吸着効果を解明することにより、親水基の間隔を氷の結晶の水素結合の間隔にほぼ一致させ、まわりが疎水基で覆われたポリビニールアルコール等の不凍化タンパク質模擬物質により、図9に示すような針状で再結晶しにくい流動性氷を生成することに成功した。図10に示すような長さ5nm、直径1nm程度の不凍化タンパク質が付着した氷表面のSTM像を撮ることに成功し、メカニズムを解明すると共に、冷房時の冷熱供給媒体として活用し、冷房に伴うポンプ動力を軽減し、省エネルギーを推進することを目指している。

7. まとめ

本稿では、ナノテクノロジーと伝熱現象に関して、

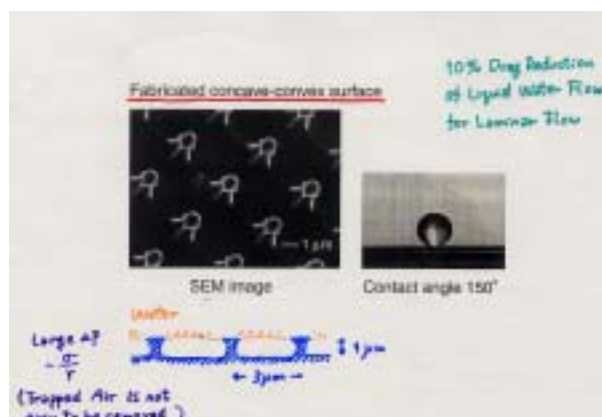


図8 超微細凹凸面による液体の流動抵抗低減技術



図9 流動性氷の流動状況

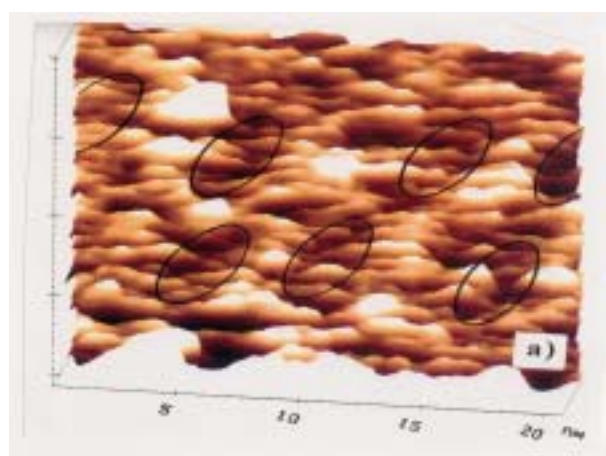


図10 不凍化蛋白質の吸着した氷表面

産業技術全体の中におけるナノテクノロジーの位置付け、製造技術やその研究動向との関係、また、ナノテクノロジーの研究開発の現状と特徴を説明した。次に、ナノテクノロジーを体系的に整理する試みとして、基礎現象、製造技術、出口を含む応用分野の視点から整理し、伝熱現象や輸送現象との関わりについて考察した。さらに、マイクロ・ナノ現象を如何にして製品の大きさという広域に発現させ、実用に役立てるかという観点から、ミクロなスケールゆえ

に必要な、制御された自己組織化現象の活用による広域発現化の重要性と、伝熱をはじめとする輸送現象が、キーテクノロジーになり得ることを説明した。伝熱や輸送現象を専門にする研究者が、一人でも多くナノテクノロジーの分野で、産業技術の高度化を目指して活躍されることを期待したい。

[参考文献]

ナノテクノロジープロジェクトについては、以下のホームページに詳しい。

<http://www.nano.gov/> (米国)

<http://itri.loyola.edu/nano/> (米国)

<http://www.ethrat.ch/>

topnano21/e-index.html (スイス)

<http://www.nedo.go.jp/informations/other/130626/pdf/gaiyou.pdf> (NEDO)

[2] M.W.バーンズ、レーザーによる細胞内手術、日経サイエンス、pp.64-72、1998-8.

[3] 畑村洋太郎、ナノ・マイクロ世界での加工と組立て、日本機械学会誌、pp.732-735、103-984、2000.

[4] 大津元一、ナノ・フォトニクス、米田出版、1999.

[5] 猪俣浩一郎、黒部篤、ナノで実現する新しいデバイス原理への挑戦、東芝レビュー、a02,99.02.

[6] ナノテクノロジーが拓く 21 世紀の産業技術、産総研国際シンポ予稿集、2001.11.

[7] T.Seto,他、J. Nanoparticle Research, 3, 185-191, 2001.

[8] T.Inada 他、Materials Science and Engineering (Antifreeze Protein), A292, 149-154, 2000.

[9] M.Hasegawa 他、Thermal Science and Engineering, 7-6, 133-138, 1999.

[10] Abstracts of International Symposium on “Micro/Nanoscale Energy Conversion and Transport” April 2002, Turkey

[11] ナノテクノロジーのすべて、川合知二監修、工業調査会、2001.

[12] 次世代マイクロマシン技術応用システムの創出に関する調査研究報告書、マイクロマシンセンター、2001.

燃料電池：エネルギーと環境の視点から

Future of Fuel Cell: From the view point of Energy and Environment

菱沼 孝夫(北海道大学)

Yukio HISHINUMA(Hokkaido University)

1. はじめに

燃料電池は効率がよく、環境性に優れていることから実用化が期待されており、国内の自動車などの機器メーカーが開発を推進していると共に国家プロジェクトが推進されている。燃料電池は1839年英国W.Groveにより発明され、基礎・応用研究が続けられていたが、1950年代に宇宙用電源として実用化されたのがその後の民生用発電設備の開発につながっている[1]。わが国では1980年代に入って民生用燃料電池開発に関する国家プロジェクトが開始され、リン酸型(PAFC)、熔融炭酸塩型(MCFC)、固体酸化物電解質型(SOFC)および固体高分子型燃料電池(PEFC)の開発が取上げられ、PAFCが分散電源として実用化され、MCFCが高効率分散電源として実用化されようとしている。最近では固体高分子型燃料電池が100℃以下の低温作動が可能で、出力密度も高く、起動停止が容易であることから注目を集め、自動車用、小型分散電源用として開発されている。PEFCについてはすでに性能評価[2][3]燃料電池自動車システム[4]について報告しているので本稿では燃料電池のエネルギー機器開発における位置付けを明らかにするとともに最近注目されている固体高分子燃料電池に関して実用化上の課題を検討し、将来のエネルギーを展望する。

2. エネルギー・環境に関する最近の動向

エネルギーは文明を作り図1に示すようにエネルギー、鉱物および生物資源を大量に消費し、人工物を作り都市を発展させてきた。その結果温暖化による気候変動、自然循環の破壊、鉱物・生物資源の枯渇、大量廃棄物、などにより人間の生活が直接地球システムへ影響を及ぼすことになった。これを抜本的に解決するには自然エネルギーの利用など循環システムへ移行して行く必要がある。水素エネルギーを燃料とする燃料電池は循環システムの一つである

と共に省エネルギー、省資源システムであり、20世紀は石油をを大量に消費する熱機関の時代であったが、21世紀は水素を使用する燃料電池の時代となる可能性を秘めており社会の仕組みも変わろうとしている。

図2にエネルギー・環境に関する最近の動向を示す。わが国では温暖化防止のための炭酸ガス削減の一層の強化、自動車のリサイクル、電力小売の全面自由化など、循環型社会への移行と新規電源の市場参入が容易になる規制の緩和が具体化しつつある[5]。規制緩和によるエネルギーコストの低下は消費者にとって望ましいが、そのため反って消費量の増加することは社会的には望ましくないので社会シ

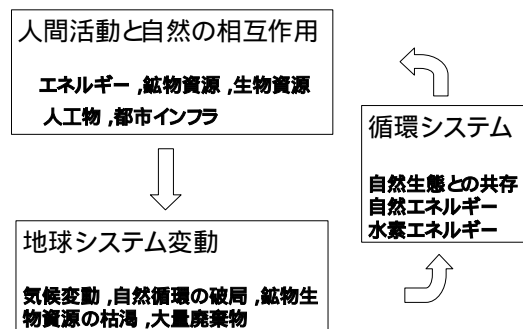


図1 環境・エネルギー問題

<ul style="list-style-type: none"> • 米国が温暖化防止・京都議定書に反対(U36.1, J8.5%) • 日本'99年CO₂6.8%増, '10赤信号 / 3段階対策 • 産廃の再資源化/自動車リサイクル法('04) • ハイブリッド燃料電池車, ディーゼル排ガス規制強化('05)
<ul style="list-style-type: none"> • 電力小売全面自由化('07) 分散電源, 太陽光, 風力発電の拡大 • 電力・ガス価格競争, '01電力需要-1.2%, 電力人員削減, • エンロンの破産(事業モデルと適切な規制)
<ul style="list-style-type: none"> • 産学連携 • 国債格下げ, デフレスパイラル

図2 エネルギー・環境に関する最近の動向

テムも変えて行く必要がある。人間にとって生活するためのエネルギーの最小量は食料から摂取するエネルギーであり 2000~2500kcal/日程度であるが、遥かに多くのエネルギーを照明、冷暖房、交通、情報、人工物などに消費し、人間一人当りに換算すると食料から得るエネルギーの約 50 倍近くのエネルギーを消費していることになる。

われわれ人間には時間が平等に与えられているが時間内に行われる仕事量はエネルギー消費量に比例する。一方では自動車、計算機、通信などエネルギーを使えば使うほど速度が速くなり消費時間を短くしている[6]。この時間を機械時間と定義して環境破壊との関係を図3に示す。エネルギー消費量が増加するほど機械時間は短縮されるが環境破壊は逆に増大するものと考えられる。一方では人間が対応できる人間時間があり、その時間はほとんど変わらないとすればエネルギーを消費しそれ以上時間を短くしても人間が対応できなくなると思われる。今後わが国は高齢化がますます進むことは間違いなく、エネルギーを多量に消費することにより、情報量の増加と交通の発達で時間を速くしても人間が対応するにも限度があり、より人間性主体の社会に帰る事によってもエネルギー消費を削減することが出来よう。

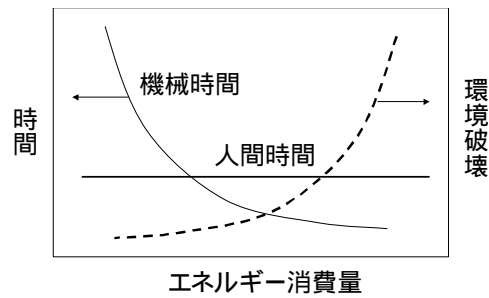


図3 環境・エネルギーと時間との関係

向上と燃料供給インフラの整備、最終的には経済性の壁を越える必要がある。

図5に製品化の課題を示す。民生用燃料電池の開発が本格化した1970年代からすでに30年以上を経過しているがまだ燃料電池は本格的に実用化されているとは言い難い。ドックイヤーといわれる電子機器の開発と比較すると気の遠くなる期間を要している。開発を担当する技術者が一生掛かっても製品化されないこともありえる。これは、本質的に発電で生み出される電力は発電設備に関係なく同質であり、既存設備と同じ価格で販売されることになるので、最終的に経済性の壁を越えるために膨大な時間を要していると思われる。最近の電力の規制緩和、地球

3. 燃料電池の特徴と製品化の課題

燃料電池に関する長所と課題を図4に示す。燃料電池は高効率、優れた環境性、燃料の多様性が特徴となっている。燃料電池の効率は理論的に $\Delta G / \Delta H$ であり熱力学的に90%以上の効率は可能である。しかし、実際に装置を組み立て、性能を測定するとともに90%以上の効率は得られない。それは発電するためには燃料である水素と酸素を供給する必要があり、そのための損失、電池内における反応、イオン抵抗および拡散に関する損失が伴うことにある。物質の移動量が多いほど損失は増加するので、燃料電池で反応量を表す燃料電池単位面積あたりの電流密度(A/cm²)が大きいほど損失が増加することになる。効率を高くするため電流密度を低く設計するとセルの面積が増加し、コストが高くなるので経済性から制約を受け、おのずと限界がある。したがって熱に変換して動力を得る熱機関に対して燃料電池では熱に変換しないで直接発電できることから高効率発電が可能であると工学的には言えなくなる。コストを考慮した効率の選定が必要である。さらに実用化を考えた場合、効率とコスト以外に運転性、保守性の

長所

- 分散型発電の領域で高効率
- 環境性に優れている
- 燃料の多様化に対応できる

課題

- 設備コストが高い
- 化学的寿命が存在する
- 運転特性、耐環境性、メンテナンスコスト、リサイクルを評価する必要がある
- 水素燃料

図4 燃料電池の長所と課題

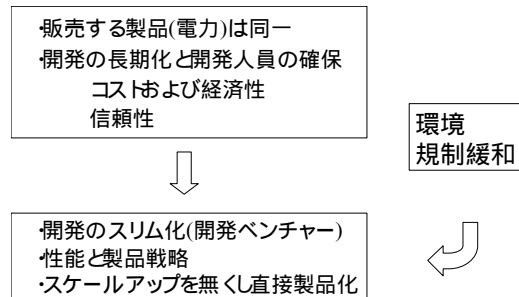


図5 燃料電池の製品化

温暖化に伴う環境規制がこの壁の高さを低くしており、需要に対応した製品開発を促進することによって、燃料電池技術が永い眠りから覚める事を期待している。

4. 固体高分子型燃料電池 (PEFC) の開発

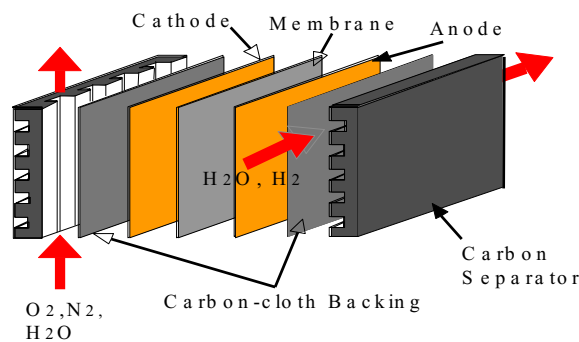
4.1 PEFC の構造

図 6 に PEFC の構造と特性を示す. 薄い高分子膜よりなる電解質の両側に白金を分散したカーボン粉末を添着し、アノードおよびカソード極とし、カーボクロスを介してカーボン製のセパレータで押さえることによって単セルが出来上がる. セパレータの役目は形成された溝を介して燃料と空気を電極に供給することと、集電することであり、多層積層することにより電力を得る. 反応温度は 100℃以下と低く、電解質が固体であるため取り扱いやすく、自動車、分散電源、ポータブル電源など幅広い用途が考えられている. アノードでは $H_2 = 2H^+ + 2e^-$ の反応により水素イオン H^+ が生成し、カソード側に拡散し、 $2H^+ + O_2/2 + 2H^+ = H_2O$ の反応により水を生成する. 電池を構成する電極・電解質、保持材は薄く、電池セルの厚さを決めるのがセパレータである. そこで実用上課題と考えられるセパレータの薄型化による電池出力密度の向上、凍結温度以下での運転、システム効率について検討する.

4.2 高出力薄型燃料電池

(1) マイクロチャンネルセパレータ (7)

電池セパレータを薄くすることにより、セルの薄型化をはかり、電池の出力密度を高めると共に材料および加工コストを下げる目的で従来の 4mm 厚みのセパレータに対して、0.6mm セパレータの性能を評価した. 図 7 に両者を比較した外観写真とセパレータの仕様を示す. 写真の上が薄型、下が従来のセパレータである. 形は 138×138mm 正方形となっており直線溝が加工されている. 溝の両端にはガス流路のための開口部があるため電極面積は更に小さくなる. 電極面積は 104×104mm であり、薄型セパレータに加工した溝深さは 0.2mm とガス流路をマイクロチャンネル化し、シール構造をゴムシートから均一な締め付けが可能となる O リングに変更している. 図 8 に実験装置を示す. ガスの供給系、電子負荷装置、データ処理装置よりなり kW クラス電池の性能評価が可能である.



反応温度	80
セパレータ	カーボン
保持材	カーボンシート(0.3mm)
電解質	高分子膜 (90 μm)
電極	Pt/Carbon (16 μm)

図 6 PEFC の構造



	Normal Type	Thin Type
Reaction Area	104 cm ²	104 cm ²
Passage of Gases	Straight	Straight
Thickness of Separator	4 mm	0.6 mm
Height of Channel	1 mm	0.2 mm
Width of Channel	1 mm	1 mm
Length of Channel	104 mm	104 mm
Type of Seal	Rubber Sheet	O-ring
Type of Backing	Carbon-Cloth	Carbon-Paper
Thickness of Backing	0.47mm	0.3mm

図 7 薄型セパレータ

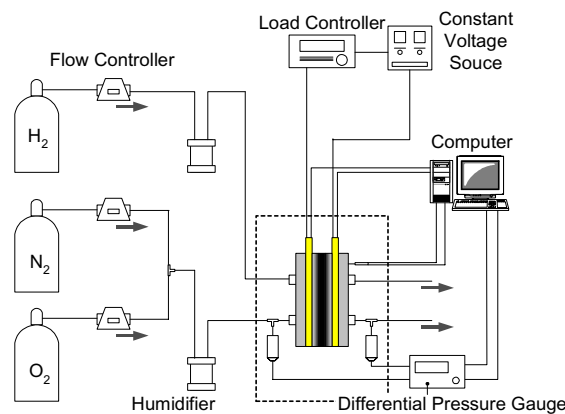


図 8 燃料電池実験装置

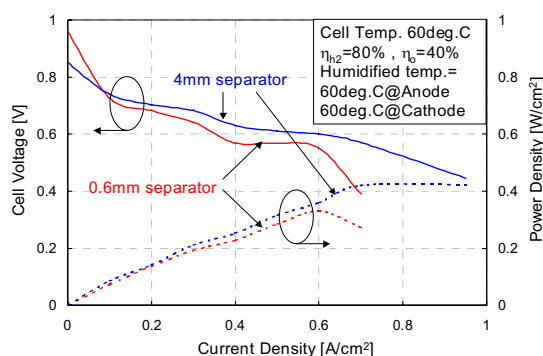


図 9 従来型と薄型電池の性能比較

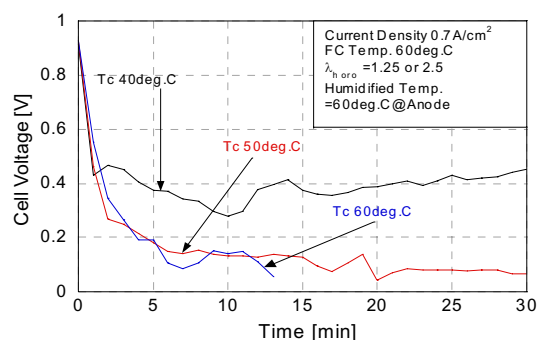


図 10 高電流密度における薄型電池の性能

(2) 燃料電池の性能

図 9 に従来および薄型セパレータから構成された単セル電池の電流電圧曲線を示す。電池温度 60℃に保ち電流密度を増加し電池電圧を測定したところ高電流密度である 0.6A/cm² 以上で薄型電池の電圧は急激に低下している。これは高電流密度領域ではカソードの電極反応で多量の水が生成し、マイクロチャンネル内を覆い、ガスの拡散を阻害したものと考えられる。凝縮水の影響を調べ調べるため、電流密度を 0.7A/cm² と高くし、電池入口のガスの加湿温度を変化して性能を測定した結果を図 10 に示す。入口加湿温度が低いほどガス側に水分が蒸発するためチャンネル内に滞留する凝縮水の量が少なくなりより安定した性能を示す。しかしチャンネル内の凝縮水の非定常的な動きにより電圧は変動しており、チャンネル内の水分管理が安定な性能を維持するため重要な要因であることがわかる。凝縮水を排出しやすいチャンネル構造に設計する必要がある。

(3) マイクロチャンネルにおける不安定現象

マイクロチャンネルにおける電池性能の不安定現象を明らかにするため図 11 に示す装置を使用し電池カソードチャンネルにおける圧力損失の変化を測定した。水が生成する燃料電池カソード側の圧力損失と電池電圧の時間的変化を測定した。電流密度を 0.7A/cm²、電池温度 60℃とし、電池入口のガス加湿温度を 40～60℃まで変化した時の電池電圧と圧力損失の変化を図 12 に示す。電池入口温度が 40℃の場合、チャンネル内での生成水の凝縮による圧力損失および電圧の変動は少ないが、50、60℃と加湿温度が高くなるに従い圧力損失の変動が大きくなり、電圧は低下する。圧力の変動はチャンネル内に生成する凝縮水がチャンネルの閉塞、排出を繰り返すことによって起こるものと考えられ、チャンネル断面

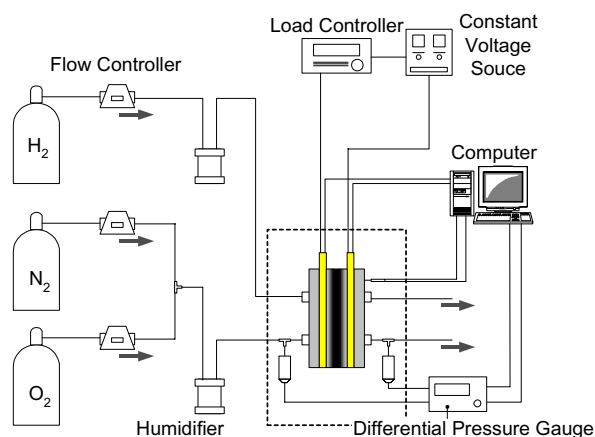


図 11 燃料電池圧力損失測定装置

積を小さくすればするほど変動が激しくなる。試験に使用した 1×0.2mm 断面積で凝縮水の影響を無くすには 0.7A/cm² が電流密度の限界と考えられる。図 13 に電池温度 60℃、加湿温度 50 度の場合の性能を測定値と計算結果を示す。計算値はセル内のカソードおよびカーボンの空隙率が凝縮水により満たされるため大幅に減少すると仮定して計算した結果を示しており、空隙率を 0.023 とすることによりほぼ現象を説明している。

(4) 薄型燃料電池の出力密度

実験に使用した 0.6mm の薄型セパレータを使用し、単セルの実験結果から 100 セル積層スタックの電池出力密度を試算した結果を表 1 に示す。入口ガスの加湿温度 40℃の場合圧力変動も少なく最も高電流密度まで性能を維持するので、この場合の性能測定結果を使用した。また積層した場合冷却セルを必要とするので、発電セル 2 セルに 1 セルの割合で冷却セルを配置している。薄型セパレータを使用すること

とにより電池出力密度を 1.68kW/L まで高めることができる。電池性能を更に高めることが出来れば 2kW/L も可能である。

4.3 凍結温度以下における燃料電池の起動(8)

(1) 解析手法

燃料電池が自動車用動力源などのように外気に晒される場合冬季、凍結温度以下まで低下するので、起動時カソードに生成する水分が凍結し、運転に支障をきたす。そのため電池内の水分の挙動を解析することは重要であり、水分凍結時の電池性能を評価した。電池内における熱・物質移動シミュレーションモデルを図 14 に示す。アノードの電極反応で生成した水素イオンは水和しアノードからカソードへ移動する。水素イオンはカソードで酸素と反応し水となり、カソードガスを加湿する水分とアノードへ逆拡散する水分に分かれる。熱は電極反応、イオン抵抗、拡散抵抗により電極、電解質で発生し、熱伝導、熱伝達によりガス側へ伝わる。凍結温度以下ではカソードガスの加湿で持ち去られる水分以外はすべてカソードに凍結し電極触媒を覆い凍結量に比例して反応面積が減少すると仮定し電池性能をシデータ処理装置よりなり kW クラス電池の性能評価が可能である。シミュレートした。電極反応を 1 次元として、熱移動を 3 次元で取り扱っている。図 15 に電池性能の測定値とシミュレーションとの比較結果を示す。計算では水素、空気の利用率を実験条件に合わせ 40℃ではそれぞれ 0.8, 0.4, -10℃では 0.029, 0.0087 としてシミュレーションしたが、実験結果を良く模擬している。

(2) カソードにおける水分の生成 このシミュレーションモデルを用い反応温度-10℃において加湿しない乾燥ガスを供給しカソードとアノードで生成する水分量を計算した結果を図 16 に示す。ここでは水分の凍結を考慮していない。水分はアノード、カソードで生成するが、カソードでの生成量はアノードの約 10 倍と多い。この結果から計算では低温における水分の凍結はすべてカソードで発生すると仮定した。

(3) 凍結温度以下における燃料電池の性能

図 17 に温度-10℃での電池性能測定結果を示す。初期電圧は電流密度 0.01A/cm² の時 0.770V, 0.015 で 0.717, 0.03 で 0.690, 0.05 で 0.695 と電流密度が高いほど低下する。低温におけるイオンの移動抵抗が大きくなるためと考えられる。電流密度が 0.01A/cm² の時一定電圧を維持したが、これ以上の電流密

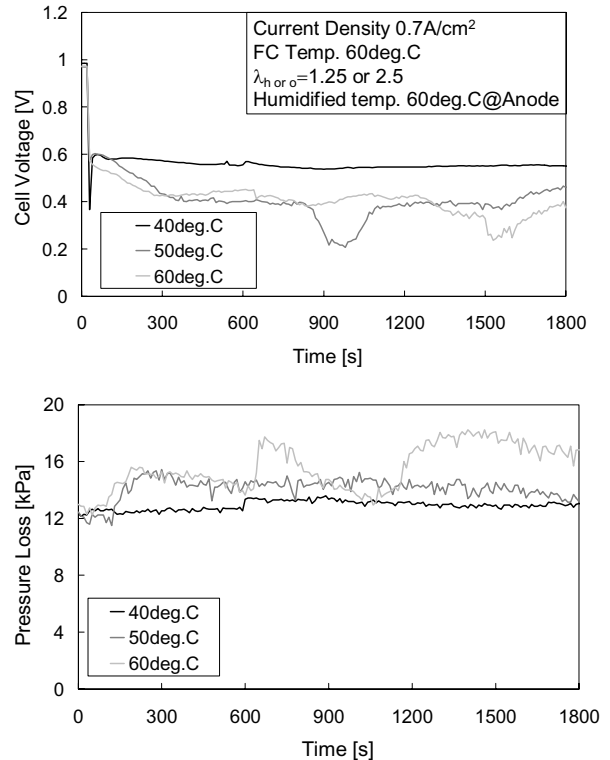


図 12 薄型電池における圧力損失、電圧の変動

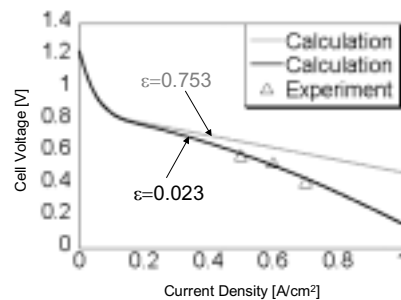


図 13 電池性能に及ぼす凝縮水の影響

度における電池電圧は時間の経過と共に低下し、電流密度が高いほど低下速度は大きくなる。図 18 に温度-20℃のときの電池性能測定結果を示す。-10℃より更に温度が低下すると一定電圧を維持する電流密度は更に低くなり 0.003A/cm² となる。また電圧の低下速度は同じ電流密度での比較でも更に大きくなっ

表 1 薄型電池の出力密度

Current density	$0.55V \times 0.7A/cm^2 = 0.39W/cm^2$
Thickness of one cell	0.6 (Separator) + 0.016 × 2 (Electrode) + 0.03 (Membrane) + 0.3 × 2 (Carbon paper) = 1.26mm
Thickness of 100 cells stack	1.26 × (100 (generating) + 50 (cooling)) + 20 × 2 (end plate) = 229mm
Power of 100cells stack	1.68kW/L

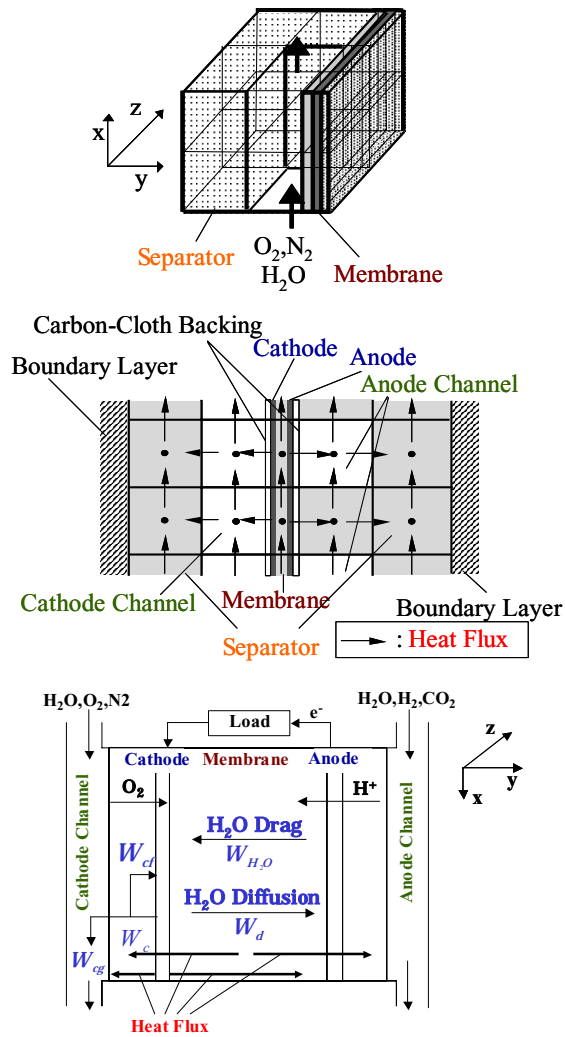


図 14 熱・物質移動シミュレーションモデル

ている。これは電池温度が凍結温度以下では生成する水分がカソードの反応面で凍結しガスの拡散を阻害するためである。反応温度が低ければ低いほど凍結量が増加するため電圧の低下速度は速くなる。凍結温度以下の環境で安定な性能を維持するためには、生成水量とカソードガスが持ち去る水分量がバランスするように電流密度とガス流量を設定し、電極面への生成水の凍結を防止する必要がある。温度 -10°C で電流密度 $0.01\text{A}/\text{cm}^2$ 、 -20°C で 0.003 で電圧が一定に維持出来たのはこの条件下で生成水量とカソードガスが持ち去る水分量が等しく、凍結は起っていないことを示している。

(4) シミュレーション

図 19, 20 にそれぞれ電池温度を一定にして電流密度を変化した場合、電流密度を $0.03\text{A}/\text{cm}^2$ 一定にして電池温度を変えた場合のシミュレーション結果を示す。計算では生成水分量の凍結量に比例して反応

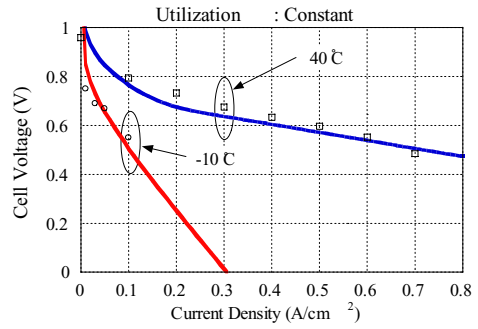


図 15 シミュレーションと実験値の比較

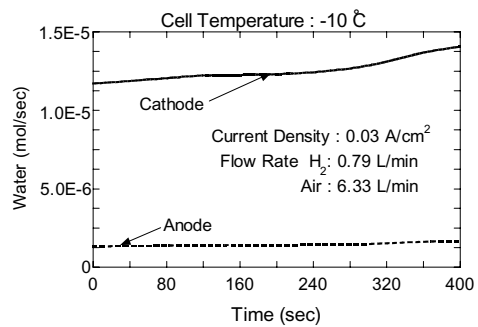


図 16 電極における水分の生成

面積が減少すると仮定して計算している。比例乗数 k は実験結果からシミュレーションに合うように求めたが電流密度が多い場合また電池温度が低い場合のように凍結量が増加する条件ではより小さな値になっている。これは凍結水分量が増加しても反応面積の減少に関与する水分の比率は減少するためと考えられるが、電極面への生成水分の凍結状態を更に調べる必要がある。

凍結温度以下の燃料電池を起動するにはカソードに生成する水分が凍結しない温度まで加熱する必要があり、燃料電池に加熱ガスを直接導入するか、電池における自己発熱を利用することが最も現実的と考えられる。電池の熱計算では実際の燃料電池では多層セルより構成されることから断熱系を仮定し、電池性能をシミュレートした。図 21 に加熱ガスを -20°C の燃料電池に導入した場合の電池性能と温度変化のシミュレーション結果を示す。 40°C 加熱ガスを導入した場合は急速に電池の温度は上昇し定常に達するが、 20°C では定常に達するまで 10 分以上要する。図 22 に電池の発熱のみを利用して起動した時の性能を示す。電池温度を $-20, -10, -5, 0, 5^{\circ}\text{C}$ と変え同一温度でアノードガス、カソードガスを導入した場合の電池温度と性能の関係を示す。 $-20, -10^{\circ}\text{C}$ の場合

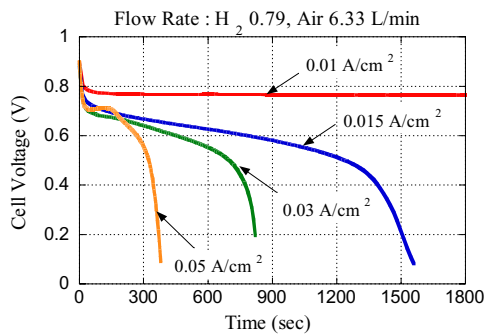


図 17 電池性能 (-10°C)

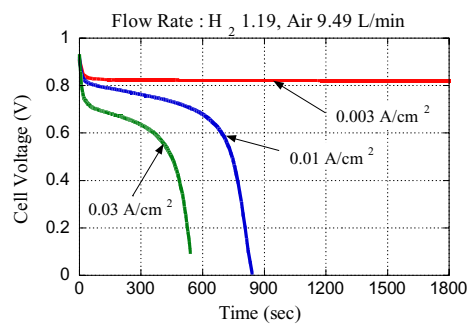


図 18 電池性能 (-20°C)

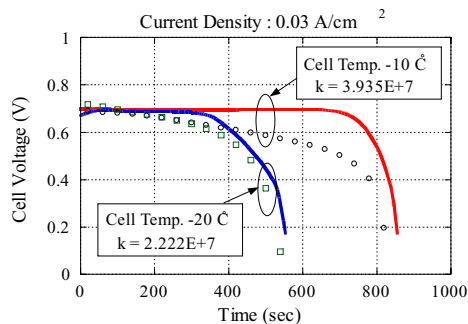


図 19 シミュレーション結果 (0.03A/cm²)

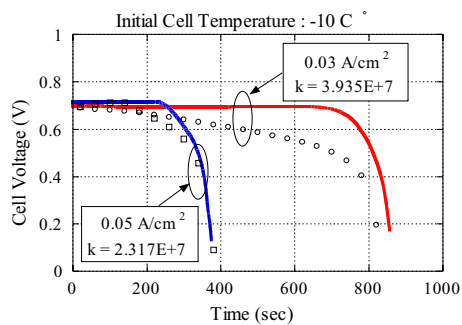


図 20 シミュレーション結果 (-10°C)

は電池発熱により凍結温度以上に上昇するので外部から熱を加えずに自立起動が可能となる。しかし電池温度が凍結温度以下の領域における運転では前述したように生成水が凍結しない電流密度を運転条件として選択する必要がある。

4.4 電池システムの高効率化(9)

(1) メタノール改質型燃料電池システム

燃料電池では水素が使用されるので、将来水素燃料のインフラを新たに必要とするが、当面炭化水素燃料から水蒸気改質反応を利用し水素を製造する必要がある。炭化水素燃料としては小型分散電源用として都市ガス、プロパン、灯油、移動用としてガソリン、メタノールが考えられている。ここでは一例としてメタノールを使用した場合の燃料電池システムを検討した。図 23 にメタノール燃料電池システムを示す。メタノールは水溶液で供給され、熱交換器により加熱され、蒸発し、改質器に導入され水素に改質される。メタノール水溶液の蒸発および水蒸気改質反応に消費される熱はメタノールの燃焼ガスにより供給される。改質ガスに含まれる CO ガスは選択空気酸化され、ドライバースで約 70%の水素ガスが燃料電池に供給される。一方空気は電池および改質器からの排出ガスで加熱され燃料電池に供給され、水素と反応後、生成水分が回収され排気される。

(2) システムの効率

図 24 に燃料電池出力に対するシステム総合効率、改質器および燃料電池効率を示す。負荷は全負荷で 50kW を想定しその負荷率で表している。改質器効率は燃料電池負荷に対してほぼ 74%一定値を示している。一方燃料電池の効率は負荷の増加と共に低下するのでシステム効率も低下し 25%負荷時のシステム効率は 35.1%、改質器効率 74.7%、100%負荷時はシステム効率 27.1%、改質器効率 74.4%となる。低負荷ほどシステム効率が高くなるので、大部分低負荷で運転する自動車用動力源に燃料電池を使用する場合、大幅な効率上昇が望める。一方小型分散電源として使用する場合は発電効率は高くないので総合効率を上げるために廃熱の利用が必須の条件となる。図 25 に効率の良い 25%負荷におけるエネルギーフローを示す。ここでは供給するメタノールの総発熱量を 100 として示す。供給するメタノールの約 25.6%が触媒燃焼器で直接燃焼してメタノール水溶液の加熱およびメタノール改質反応の熱量として利用される。この時供給熱量の 66.8%がメタノールの蒸発熱量として消費される。これはシステムを簡単

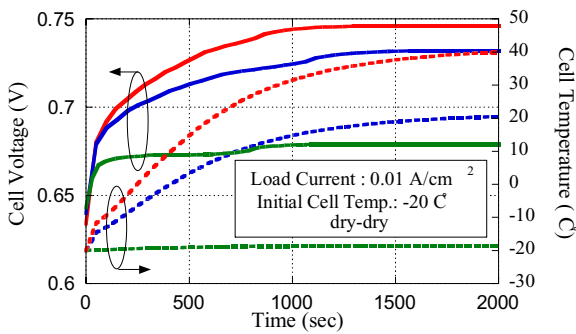


図 21 燃料電池の加熱起動

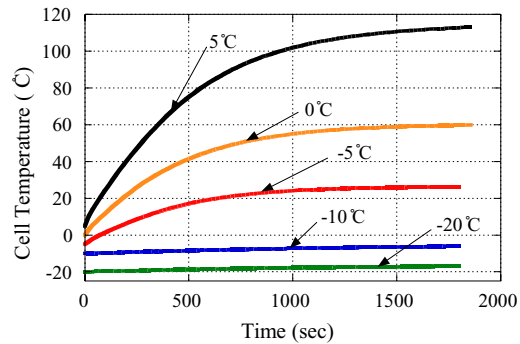


図 22 燃料電池の自立起動

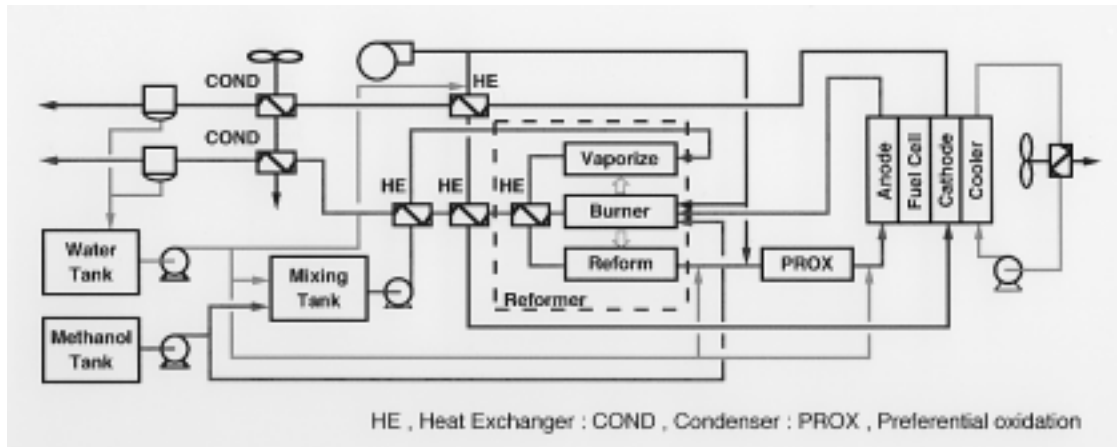


図 23 メタノール改質型燃料電池システム

にするため、燃料電池入口ガスの湿度調整を含めてメタノール改質用水分添加量により制御したためメタノールに対する蒸気比 (S/M) を 3.5 と多くしたことによるが、水とメタノールの蒸発熱量はシステムへの効率に大きく影響を与えることが分かる。一方排気熱量は燃料電池の冷却水の持ち去る熱量が約 30% と大きい。この時の冷却水の温度は電池温度と同じ 80°C と低く、自動車の場合では暖房、小型分散電源として考える場合は温水利用となる。熱利用の 30% と燃料電池の効率 35% を合わせると、65% となり、熱を効率的に利用することが出来る。その他の廃熱は熱交換器の放熱損失、燃料電池からの蒸気損失である。ここで、空気ブロワー、ファンの補機動力は常圧運転としたため小さな値となった。またシステム内で水を回収するための凝縮器冷却温度は 55°C とした。システム効率向上のためには加湿用水分の低減が重要である。図 26 に電池温度を変化した場合の効率を示す。システム効率に影響がある加

湿水分量は燃料電池温度が高くなるほど飽和蒸気圧が高くなることにより多くなるので電池性能が低下しない範囲で反応温度を低く設定することが効率向上に有効である。ここでは電池温度 67 から 80°C に変化し性能を評価したところ電池温度が低いほどシステムの効率は高くなった。電池温度 67°C では S/M を 1.96 と下げることが出来改質器効率 84.1% システム効率 40.3% と 40% 以上の効率を達成することが出来る。

5. エネルギー・環境技術の将来

燃料電池、特に最近注目されている PEFC を中心に最近の実用上問題となると思われるテーマについて検討結果をまとめたが、出力密度、低温起動、システム効率いずれも既存のプロセスに対して対抗できる特性を有していると思われる。PEFC の応用は自動車の動力源の他に、電池温度が低いので温水利用小

規模分散電源が考えられる。エネルギー・環境技術開発の将来から分散電源の位置づけを考える。エネルギー・環境技術の将来を 20 と 21 世紀を対比して図 28 に示す。20 世紀はエネルギーをふんだんに使用し、資源を集中して投入し、人工物を作り、市場拡大を図り、物質的な社会を形作ったが地球環境による制約が 20 世紀の延長上の人間生活を不可能にし、また資源の枯渇が循環型社会を必須の条件としている。21 世紀は 20 世紀の延長上にはなくより人間性を回復した、人間の顔を持った人間回復の社会になると考えられ、個人の生き方、将来の社会のイメージから新しい市場の形成と価値の創造が始まる。このような社会的変化対応して発電設備の集中化、大型化、高効率化から分散化、コジェネ化、家電化、都市構造改革など熱と電気を効率よく利用できるシステムにする必要がある。更に最近のわが国の電力事情を考えるとマイナス成長となっており、巨大な電源設備を投資する環境にないことも分散化を加速するものとする。分散電源としては燃料電池以外にもマイクロタービン、ガスエンジンと風力、太陽光などの自然エネルギー、ごみ発電など導入が進む。この様に分散化の波はコンピューターに始まり、エネルギー、人間生活にも及び人間回復の社会に変わってゆく。このような環境変化における燃料電池は分散電源の中で主要な地位を占めるものと期待している。

6. まとめ

21 世紀は環境破壊、資源の枯渇から考えて、20 世紀の延長にはない。エネルギー機器は大型、集中、高効率化から分散、高効率化へ進む。人間社会は資源消費型から人間回復型に変化するのでエネルギー大量消費による効率化、時間の短縮には限界がありエネルギー消費の抑制につながる。分散型に移行することは、技術が分かり易いものでないと社会に受け入れられないので透明性のある技術が使われる。燃料電池の中でも PEFC は反応温度が 100℃以下と低くいので自動車と共に温水を利用する小型分散電源に利用されると思われる。PEFC について実用上問題となる出力密度、凍結温度以下の起動、システム効率について検討し、下記の結果を得た。

(1)高出力、低コストを目的に 0.2mm 厚さのマイクロチャンネルを有する 0.6mm 厚さのカーボンセパレータを使用した電池を開発し出力密度は 1.68kW/L であった。電池入口ガスの加湿温度を電池温度に

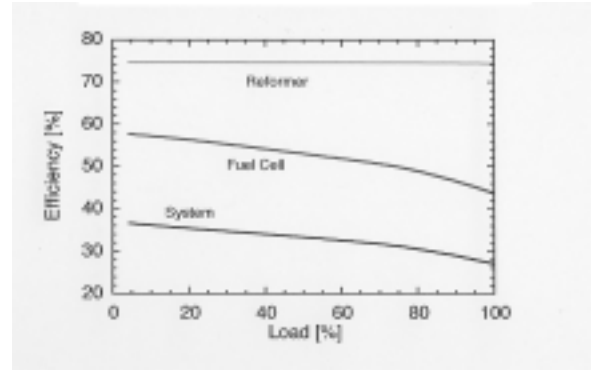


図 24 燃料電池システムの負荷と効率の関係

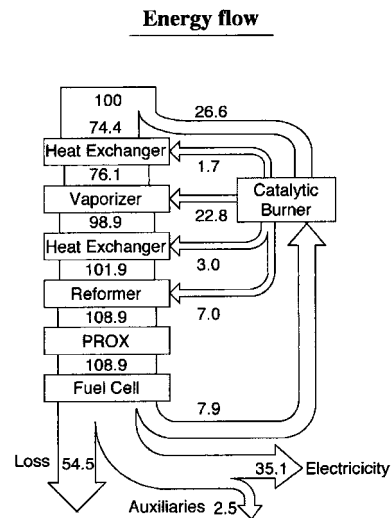


図 25 燃料電池システムのエネルギーフロー

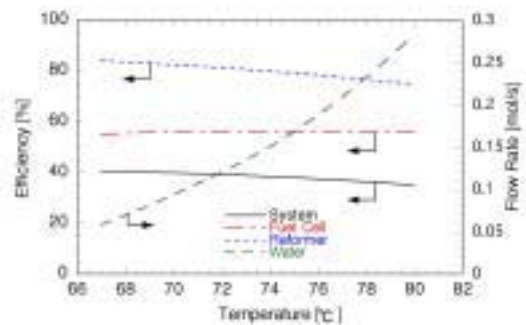


図 26 燃料電池の運転温度と効率

近づけるとマイクロチャンネル内に凝縮水が蓄積し、ガスの圧力損失、電池電圧が不安定な現象を示す。電流密度および入口加湿温度が高いほど、不安定現象は激しくなる。

(2)凍結温度以下で燃料電池を起動するとカソードに生成水分が凍結し電池電圧は経過時間と共に低下する。温度が低いほど電流密度が高いほど凍結水

20世紀	21世紀
物質的な社会	人間回復の社会
市場の拡大	新しい市場と価値の創造 将来の社会 個人の生き方
発電設備の大型, 高効率,集中化	分散化,コジェネ MEMS 家電化,都市構造
環境機器	循環型機器・社会
技術指向自動車	人間回復自動車 都市システム
若者指向	若者&高齢化指向

図 27 エネルギー・環境技術の将来

分量が増加するので性能低下速度は大きい。生成水が凍結しない温度まで電池を加熱する必要があり、外部から熱量を供給し加熱する方法と、電池の反応熱による自己加熱法をシミュレーションした結果、温度 40℃ガスによる加熱で十分であり、また自己加熱では-5℃程度であれば外部から熱の供給なしに起動できる。

(3)メタノー改質型燃料電池システムの効率を計算した結果、電池性能が維持されるのであれば、温度が低いほど加湿水分量が少なくなるのでシステム

の効率が高くなり、約 40%の効率を得ることが出来る。

参考文献

- [1] 笛木他, 燃料電池設計技術, サイエンスフォーラム(1987/9).
- [2] 吉川・菱沼・近久, 機論 (B), 66-652, pp.3218-3225(2000-12).
- [3] 吉川・菱沼・近久, 機論 (B), 67-653, pp.197-202(2001-1).
- [4] 吉川・菱沼・近久, 早坂, 機論 (B), 68-665, pp.218-223(2002-1).
- [5] 日本経済新聞(2002.3.20, 4.5, 5.10) .
- [6] 本山, エネルギー問題—動物学から考える, 平成 13 年度定時総会特別講演記録, エネルギー総合推進委員会.
- [7] 高木・菱沼・近久, 吉川, 自動車技術会 2001 年春季大会学術講演会前刷集, No.28-10(2001.5).
- [8] 各務・菱沼・近久, 第 9 回燃料電池シンポジウム講演予稿集 (平成 14 年) pp.43 - 50.
- [9] 菱沼・近久・馬場・武田, 第 8 回燃料電池シンポジウム講演予稿集(平成 13 年)pp.344-349.

第14回日本伝熱学会賞の報告

On Selection of the 14th Heat Transfer Society Awards for Scientific and Technical Achievements and for Stimulation of Young Members

第40期日本伝熱学会表彰選考委員会 委員長 河村 洋 (東京理科大学)

Hiroshi KAWAMURA (Tokyo University of Science)

今期においても、日本伝熱学会賞、学術賞、技術賞、奨励賞 (Wen-Jen Yang ミシガン大学教授の醸金による) について、公募を行いました。その結果、学術賞10件、技術賞4件、奨励賞5件のご応募をいただきました。これらについて、学会の規定に基づき表彰選考委員会を組織して選考を行い、理事会の御承認も得て、下記のように各賞の受賞者を決定させていただきました。いずれの候補も、非常にレベルの高いもので、選考は困難でありましたが、今期は、とくに学術賞に優秀な候補が多数ノミネートされ、その内容も、環境、伝熱制御 (対流、沸騰)、マイクロナノ伝熱と先端の各分野に関わるものでありましたため、理事会にもお諮りして、例年よりも多い数の表彰をさせていただきました。

技術賞も、環境とふく射関連技術の優秀な技術開発を表彰することが出来ました。若手の奨励賞は、現状では応募の資格がかなり制限されているため、応募数は必ずしも多くはありませんでしたが、研究者・技術者として将来を期待しうる若手の方々に差上げることが出来ました。

今回惜しくも選にもれた候補者の方々も、決して大きな差異はありませんでしたが、表彰数の制限から、一線を画さざるを得なかったものであります。

これらの賞は、平成14年6月6日に札幌厚生年金会館において行われた総会の席上受賞者各位に贈呈されました。これらの審査に多くの時間を費やしていただいた審査委員各位に、この紙面をかりて御礼を申し上げます。

今回、委員長を務めさせていただいて痛感しましたことは、学会賞も会員各位のご協力なくしては、意義ある運営は出来ないことであります。その第一は、会員各位が学会賞にご関心を持っていただき、自薦、他薦によらず適切な候補をご推薦いただくことです。それについて今期では、学会のホームページ上に、ご担当者のご協力を得て、学会賞の項目を新設していただき、申請書類がダウンロードできる

ようにし、さらに過去の受賞者一覧を掲載して、記録に残すとともに推薦が容易になるように致しました。第二は、会員各位が毎年の表彰内容と受賞者にご関心を持っていただくことです。この意味で、本学会では、総会に多くの会員がご参加下さり、受賞者を暖かく祝福して下さることは、本学会のよき伝統で、大変ありがたいことであると思いました。そして第三には、当然のことながら、毎年の表彰に値する優秀な研究が、学会全体で活発に継続して行われることであります。

このように、会員が相互の研究に関心を持ち、互いに議論・評価し、優秀な研究を賞賛し、それらを通じて活発な研究活動が維持されることは、まさに学会活動のもっとも根幹をなす部分であると思われま

す。また、本学会は社団法人として社会的にも認知された団体でありますから、本学会の提携する学会賞は、社会的にも重要な評価基準を提供するものであるといえます。これらの意味から、今後とも、本学会の学会賞が、意義あるものとして適切かつ活発に運営されますよう、会員各位の暖かいご支援をお願いしたいと存じます。

今年度の受賞は、以下の通りであります。ここにご報告を申し上げるとともに、受賞された方々には、再度お祝いを申し上げます。

(順不同、敬称略)

1. 学術賞

(1) フラップ型マイクロ電磁アクチュエータ群による軸対称噴流の能動制御

代表研究者：笠木 伸英 (東京大学)

共同研究者：鈴木 雄二 (東京大学)

(2) 温度成層乱流場における熱と物質の乱流拡散機構に関する研究

代表研究者：小森 悟 (京都大学)

共同研究者：長田 孝二 (京都大学)

(3) Boiling and Evaporation from a Super-hydrophilic Surface

代表研究者：高田 保之（九州大学）
共同研究者：田中 克典（九州大学），日高 澄具，
伊藤 猛宏

(4) カーボンナノチューブによる熱伝導の分子動力学

代表研究者：丸山 茂夫（東京大学）
共同研究者：崔 淳豪（東京大学・院生）

2. 技術賞

(1) スパイラル熱交換器を用いた円筒形ふく射変換体の開発

代表研究者：五十嵐 敬（東機械製作所）
共同研究者：円山 重直（東北大学），青木 綱芳
（同・院生）

(2) CO₂冷媒給湯器用熱交換器の開発

代表研究者：山本 憲（デンソー）
共同研究者：河地 典秀（デンソー），沖の谷 剛，
小早川智明（東京電力），草刈 和俊，
齋川 路之（電中研），橋本 克巳

3. 奨励賞

(1) Structure of Homogeneous Rotating Turbulence under Stable Density Stratification

辻村 真治（コマツ）

(2) プール沸騰限界熱流束および限界熱流束の電場による促進効果のメカニズムに関する研究

矢野 健史（石播重工）

以上

日本伝熱学会学術賞を受賞して
*On Receiving the Heat Transfer Society Award for
Scientific Contribution*



笠木 伸英、鈴木 雄二（東京大学）
Nobuhide KASAGI, Yuji SUZUKI (The University of Tokyo)

日本伝熱学会第 40 期総会において、「フラップ型マイクロ電磁アクチュエータ群による軸対称噴流の能動制御」に対して、日本伝熱学術賞をいただきました。マイクロマシン技術により製作したアクチュエータ群を用いて、噴流の特性を制御する新しい試みを評価していただき、選考委員の方々に厚く御礼申し上げます。

噴流は代表的なせん断流のひとつであり、加熱・冷却、混合、乾燥、推進、切削など、産業界での応用例も多い。これまでの伝熱シンポジウムでも、衝突噴流熱伝達は実験的あるいは数値的な研究の対象として数多く取り上げられ、その興味深い熱流動構造に関して知見が蓄えられている。近年、せん断乱流の制御技術に関する研究の中で、乱流の微細構造のダイナミクスを考慮して高度な知的制御を可能とする試みが続けられている。筆者らも同様な研究を進めていたが、微弱な制御入力に対して大きな特性変化を示す、噴流特有の性質を利用することを思いついたのは 5 年ほど前である。

顕著な自己増幅機構を有する噴流の特性は、初期せん断層から発生する大規模渦構造の時空間発展に支配され、ノズル出口の条件によって、渦構造の放出や合体などの挙動が大きく変化することが知られている。著者の一人は親しい友人であるスタンフォード大学の W.C.レイノルズ教授の行った分岐噴流の実験 (Lee & Reynolds, 1985) を印象深く覚えていたので、当時小さなアクチュエータを作り始めた段階でまずは噴流に応用してみようと考えた。アクチュエータひとつひとつを、コンピュータでプログラ

ム化して駆動すれば、分岐噴流や開花噴流を自在に実現し、混合を著しく増進することが出来るのではないかと予想したのである。早速、大学院学生の鈴木宏明君を巻き込んで、実験室に残っていた回流水槽とノズルを再利用して可視化実験に取り組んだ。アクチュエータの駆動に反応して現れる噴流の挙動は際だって多彩であり、この手法を系統的に研究することを動機づけるに十分であった。

円形ノズル出口に 18 個のフラップ型電磁アクチュエータ群を配置して、インテリジェントノズルと名付け、後に特許も申請することができた。噴流の初期せん断層に制御入力を局所的に投入できるので、小さなエネルギー消費で多彩な噴流モードを実現できることが利点である。半周ごとのアクチュエータ群を交互に動作させる Alternate モードでは、交互に傾き、しかも周方向に渦度が一様でない渦輪が発生し、それらの相互干渉で噴流が明確に分岐することもわかった。現在、この方法を用いて、同軸噴流の混合制御、希薄予混合乱流燃焼の制御に応用すべく研究を続けている。

一連の研究では、伝熱工学、流体力学、画像計測の知識だけでなく、機械力学、メカトロニクス、材料学など広い知識が必要であったことも、筆者らにとっては楽しいチャレンジであった。今後、さらに熱流動の制御に相応しいマイクロアクチュエータの開発が急務である。

本研究のフラップ型アクチュエータの初期試作段階では、東京大学三浦宏文名誉教授、下山勲教授にご協力を頂いた。記して謝意を表する次第である。

日本伝熱学会学術賞を受賞して
*On Receiving Heat Transfer Society Award for Scientific
 Contribution*



小森 悟, 長田孝二 (京都大学)

Satoru KOMORI and Kouji NAGATA (Kyoto University)

日本伝熱学会第40期総会において、日本伝熱学会学術賞をいただきました。受賞対象となった研究課題名は「温度成層乱流場における熱と物質の乱流拡散機構に関する研究」であり、一連の研究内容は *Journal of Fluid Mechanics* の Vol.326(1996), Vol.408(2000), Vol.430(2001) に発表した3つの論文に示されております。なお、この受賞対象研究課題名は、複数の論文を対象としたため発表論文名そのものではなく、一連の研究内容を集約したものとなっております。このような我々の研究成果に対しまして、本学術賞は論文賞ではないのだから長期に渡る一連の研究成果も当然評価されるとの考えに立ちご推薦を賜りました九大名誉教授 宮武修先生、ならびに、ご選考を賜りました東理大教授 河村洋先生を委員長とする選考委員会の先生方に厚く御礼申し上げます。

本研究の原点は、代表研究者が大学院生であった1970年代の後半に京大化学工学科の水科研究室で始めた開水路内の温度成層乱流場での乱流輸送現象の研究と、1980年代前半に国立公害研究所で行った開水路および風洞内での物質拡散の研究にあります(詳細は日本流体力学会誌「ながれ」第20巻1号(2001))。この初期の研究では、鉛直方向に負の大きな密度勾配を有する強い安定温度成層が存在する乱流場では、熱および物質が時間平均した温度および濃度の勾配に逆らって輸送される逆勾配拡散現象が現れることや逆勾配拡散が内部波の崩壊時に発生することなどを開水路を用いた室内実験で初めて見出しました。しかし、この逆勾配拡散の発生機構等の詳細を当時の乱流計測技術では明確にすることが出来ませんでした。

そこで、我々は、レーザドップラー流速計、レーザ蛍光法、抵抗線温度計を組み合わせた温度・濃度・速度の同時測定法を開発することにより、乱流場としては比較的単純な格子乱流場の強い安定成層下で熱と物質の乱流拡散機構の解明に取り組みました。その結果、逆勾配拡散現象の発生機構等を明らかに

するとともに、強い安定温度成層下での乱流拡散機構はプラントル数に強く依存することを見出しました。この結果は、大気と海洋中の安定成層下で乱流拡散に及ぼす密度成層効果は大気・海洋に関係なく同じと仮定してきた従来の乱流モデルに大きな疑問を投げかけるものになりました。さらに、安定温度成層乱流中を浮力の生成には関与しない *passive scalar* である物質が乱流拡散する場合、その物質の乱流拡散を、浮力そのものを生み出す *active scalar* である熱の乱流拡散と全く同じに扱うことは出来ないという事実の実証に成功しました。この結果は、大気中での排ガス拡散予測のような環境アセスメントにおいて両スカラの乱流拡散係数等に対する浮力依存性が同じとする通説を覆すものとなりました。

安定成層とは逆に鉛直方向に正の密度勾配を有する不安定温度成層下では、初期の開水路を用いた研究で著しく乱流混合が促進されることを見出しました。この結果を基にして、バイオリアクタや高分子重合反応器などで要求される無せん断状態での乱流混合反応促進に、不安定温度成層下で発生する浮力対流が(大スケールのみならず小スケールの乱流域まで混合を促進するため)非常に有効になることを実証しました。

今後も、大学改革等で騒がしくなる状況の中で流行に惑わされることなく、従来の実験的研究や数値計算では見つからない乱流現象を見出すことや従来の通説を覆すことに喜びを感じられるような研究で、しかも、大学でしかやれない環境熱物質流体工学関連の地味な基礎研究を室内実験をベースに進めていく所存であります。

最後に、本研究に関し、長年に渡りご指導を賜りました京大防災研究所教授 植田洋匡先生と九大時代に多大のご支援を賜りました故村上泰弘先生に深く感謝の意を表させていただきます。

日本伝熱学会学術賞を受賞して
*On Receiving Heat Transfer Society Award
for Scientific Contribution*



高田 保之, 田中 克典, 日高 澄具, 伊藤 猛宏 (九州大学)
Yasuyuki TAKATA, Katsunori TANAKA, Sumitomo HIDAKA, Takehiro ITO (Kyushu University)

この度、日本伝熱学会学術賞を受賞しましたことは、大変名誉なことであり、厚くお礼申し上げます。

受賞対象となったのは、2000年11月発行のTSEに掲載された「Boiling and Evaporation from a Superhydrophilic Surface」と題する論文です。内容は、光触媒の一種である酸化チタンの超親水性を利用して、伝熱面の濡れ性を改善することにより、沸騰と蒸発の熱伝達促進、CHFの増大化を図るというものであります。

光触媒を伝熱促進に利用しようと着想したのは、ある講演を聴いていた時でした。1996年3月に九大で行われた機械学会九州支部総会で、TOTOの社長さんによる同社の光触媒事業に関する特別講演がありました。酸化チタン表面を紫外線照射すると水に対する接触角が減少し、ほぼゼロ度になる超親水化現象が生じ、環境分野で大いに利用可能であるとの内容でした。この講演を聴いたとたん、紫外線で相変化伝熱の制御ができるのではないかと思います。

早速、超親水化現象の発見者である同社基礎研究所の渡部俊哉氏(現、東大先端研教授)にお願いして、伝熱面へのコーティングをしていただきました。超親水性を伝熱促進に利用するというアイデアはユニークだとコンタクトの当初から好意的な評価を頂戴しました。コーティング液の提供を受け、順調に共同研究が進んで行き、1998年には特許を出願することになりました。まず、流下液膜式蒸発の実験を行い、特に低流量、低熱流束の領域で大きな促進効果が得られることを確認しました。ついで、焼入れの実験で通常面に比べて冷却速度が増大するという結果が得られました。その後、プール沸騰においてCHFが増加すること、液滴の蒸発実験では濡れ限界

温度が接触角により大きく変化することなどの結果が得られました。

光触媒の業界ではタイルやガラスなどの建材へのコーティングを念頭においていたため、金属材料へのコーティング技術は開発されていませんでした。したがって、研究開始当初使用したコーティング剤も金属用のものではなく、耐久性の点で実用性はありませんでした。やむなく同じ大学の表面工学研究室の増田正孝助教授に頼んで、スパッタリングでのコーティングをしていただきました。スパッタやイオンプレーティングなどのPVD法によるコーティングは密着性も高く、非常に有望であると考えております。今後もさらに強固な共同研究体制を構築し、実用超親水性伝熱面の開発を目指したいと存じます。

渡部氏や増田氏のように受賞対象論文の共著者で、本研究に対し非常に多大な貢献をいただいたにもかかわらず、本会会員でないために受賞の対象とならなかった方がおられます。また、本学機能物質科学研究所の小山繁教授には、本研究の着想の段階からディスカッションを通じて全面的なご支援を賜りました。これらの方々にはこの紙面を通じて厚くお礼を申し上げたいと思います。

今回の伝熱シンポジウムでは、東京理科大の鈴木先生の企画による濡れ性に関するフロンティアフォーラムが開催されましたが、最近この分野の企画やオーガナイズドセッションが盛んになってきたような気がします。伝熱の分野で光触媒を使っている方も少しずつ増えているようであり、我々にとって大変喜ばしい状況になって参りました。今回の受賞を契機に、更なる研究の進展を目指して精進いたします。各方面からのご指導ご鞭撻を賜れば幸いです。

日本伝熱学会学術賞を受賞して
*On Receiving Heat Transfer Society Award
for Scientific Contribution*



丸山 茂夫, 崔 淳豪 (東京大学)

Shigeo MARUYAMA and Soon-Ho CHOI (The University of Tokyo)

日本伝熱学会第 40 期総会において、日本伝熱学会学術賞をいただきました。受賞対象となった論文は、*Thermal Science & Engineering*, Vol. 9, No. 3 (2001) に発表した「カーボンナノチューブによる熱伝導の分子動力学」です。我々が以前から進めてきたフラーレン・ナノチューブの生成や応用に関する研究と分子動力学法による伝熱の研究とがまさに融合した内容であり、研究の価値を認めて頂いた推薦者ならびに選考委員の方々に厚く御礼申し上げます。研究内容については、受賞対象論文やその後の研究論文を参考にして頂くとして、ここでは、本研究の背景について記述してご挨拶に代えたく思います。

分子伝熱に関する日米セミナーなどを通じて交流のある米国の研究者が薄膜材料における熱伝導の問題について実験とフォノンを用いた解析を行い、フォノンの界面散乱やフォノン同士の散乱の物理的な解釈と予測を渴望していることから、原理的にこれらの解析が可能な分子動力学法の活用を考えていたところ、京大の松本先生が分子動力学法によるフォノン分散関係の直接計算の可能性を示した。一方、研究室で実験的に生成している単層カーボンナノチューブは、直径が 1 nm 程度で炭素原子の結合が完全に閉じており、化学的に安定な表面を持った 1 次元材料である。この系であれば、煩わしい横方向の境界条件についての問題なしに、現実サイズのナノチューブ長に相当する炭素原子を直接配置することによって熱伝導の分子動力学法シミュレーションが可能であると考えた。結果的には、1 次元的材料であるが故に独特な性質を示し、フォノン分散なども単純な 3 次元結晶とは比べものにならない複雑さを示すことに後で気づくことになった。

熱伝導率やフォノンの分散関係を求めた上で、もしやと思って他の研究者の論文を検索してみると数件の分子動力学法計算が見つかり、これらの熱伝導率が我々の計算結果より 1 桁程度も大きいことがわかった。カーボンナノチューブはダイヤモンドを超えて、最も熱伝導率の高い材料として期待されていたのである。一方、我々の現実的な計算では薄膜同様に熱伝導率がナノチューブ長さの影響によって大幅に減少していた。直径 1 nm の単層カーボンナノチューブの熱伝導率に関する信頼できる実験結果は存在しないが、多層のナノチューブに関する実験の結果からも熱伝導率が高くなるであろうことは推測でき、その値の予測がもう一つの重要なテーマとなる。実験で困難な熱伝導率の予測を分子動力学法で行うなど分不相応なことと思われるかもしれないが、この系に関しては、分子動力学法の手法とポテンシャルをチューンしていく方が実験手法を開発していくよりも近道であるかもしれない。

最後に、この記事を書いているのはボストンで開かれた *Nanotube 2002* という国際会議からの帰りの飛行機であるが、カーボンナノチューブに関する研究は主に物理や化学の分野で進められてきたこともあって、輸送物性といったら電気伝導であり、熱伝導に関する発表は皆無であった。ところが、会議の *Closing Remarks* をつとめた、MIT の Prof. M. S. Dresselhaus が次回の会議までの最大の課題としてカーボンナノチューブの熱伝導問題をあげていたことは心強い。

日本伝熱学会技術賞を受賞して

On Receiving Heat Transfer Society Award for Technical Achievements



五十嵐 敬 (株東機械製作所), 円山 重直, 青木 綱芳 (東北大学)
Kei IGARASHI (Azuma Machine Works), Shigenao MARUYAMA, Tsunayoshi AOKI (Tohoku University)

このたび第 40 期総会において私どもの「スパイラル熱交換器を用いた円筒形ふく射変換体の開発」につきまして日本伝熱学会技術賞を戴きました。ご推薦、ご選考下さいました先生方、日本伝熱学会の皆様方に深く御礼申し上げます。

スパイラル熱交換器と一体化されたふく射変換体は排ガスの有する熱エネルギーを効率良く回収して燃焼に供する空気を予熱可能であることから高効率のふく射エネルギーの発生手段として様々な用途が考えられ、現状の電力をエネルギー源とするふく射熱源に代わり省エネルギー型のふく射ヒーターとして有望であると考えられます。しかし実用化には熱応力の回避策の確立や低廉な材料の使用など様々な課題が残されておりました。

今回受賞の対象となった研究では東北大学からご提供いただいたアイデアを基本としながら、熱交換器の構造及び製作工程を見直して運転、停止に伴う素材の膨張収縮を十分に吸収可能で且つ容易に製作可能な構造を開発いたしました。さらに熱交換器、燃焼器のいずれについてもコスト高となる高合金鋼ではなく、弊社のこれまでの経験を生かし、市場から安価に入手可能な耐熱鋼が採用できることを実証いたしました。

研究を進める過程では実用化の可能性を探る先行試作機から始まり、暖房、融雪など具体的用途を想定した機種、小型化の可能性を調査した機種など 5 台のふく射変換体を製作いたしました。いずれの製品もスパイラル熱交換器については同一の構造によって設計製作をおこない、実用化に必要な様々なノウハウを蓄えることができました。

燃焼器については当初の熱交換器と一体型の構造では効率の良い燃焼を実現することが出来ず、熱交換器と分離された構造で高効率を実現しております。しかし今後さらに研究を進め当初目指した通りの、熱交換器が内部に設けられその周りに燃焼室が構成され最外面がふく射面となるようなコンパクトな構

造を有する商品を実現したいと考えております。

かつて弊社では食品加熱用の遠赤外線加熱機を主力の製品にすべく開発製造に力を入れた時期がありました。当時はメーカーより購入した電熱式のヒーターをそのまま製品に組み込み使用した為、加熱される製品の出来栄は良かったものの、電力を大量に消費することによるランニングコストの高さが原因となり競争力を維持することが出来ませんでした。しかし現在においても遠赤外線グリルあるいはオーブンの調理器としての評判は高く、エネルギーコストさえ解決できれば多くの用途に活路が見出せますので、燃焼式のふく射変換体の採用で弊社製品の競争力を回復させたいと考えております。

同様に商品への応用としてこれまでの研究の過程で検討されたものにふく射による歩道等の融雪システムがあげられます。いずれの分野への応用でも反射板の装備が不可欠であります。この点につきましても高効率の反射板の設計、試作ならびに性能の評価を行なって参りました。その他、ふく射面にコーティングされる材質の検討、商品化を進める場合に不可欠な小型化への対応など実用機の開発には多くの課題を解決することが必要でした。

弊社は極めて小規模な企業でございまして研究に振り向けられる人的資源、資金等も限られております。従って研究の進捗も遅れ気味で、多くの課題を解決してある程度の結果を出すまでには 3 年を越える年月を費やしてしまいました。しかし今後も商品化に向けてできる限りの努力をして行く所存でございます。

今回私どものような中小企業に研究の機会を与えて下さったうえ、大変名誉ある賞をいただいたことは今後の励みになるものです。重ねて御礼申し上げます。

日本伝熱学会技術賞を受賞して
On Receiving Heat Transfer Society Award for
Technical Achievements



山本 憲 (株デンソー), 沖ノ谷剛, 河地典秀, 斎川路之, 橋本克巳, 小早川智明, 草刈和俊
Ken YAMAMOTO¹, Takeshi OKINITANI¹, Norihide KAWACHI¹, Michiyuki SAIKAWA²,
Katsumi HASHIMOTO², Tomoaki KOBAYAKAWA³, Kazutoshi KUSAKARI³
(IDENSO CORP. 2, R&D CRIEPI, 3 TEPCO)

「CO₂冷媒給湯機器用熱交換器の開発」について、日本伝熱学会技術賞を戴きました。名誉ある賞を賜り喜びにたえません。ご推薦、ご選考を下さいました諸先生方、ならびに日本伝熱学会会員の皆様方に心より御礼を申し上げます。

近年フロン等の温暖化ガスの排出により生じる地球温暖化への対応が緊急課題となっています。また家庭の中での、最終エネルギー消費の約 35%をしめる給湯分野での、エネルギーの削減が重要になっています。このような背景の基で、東京電力(株)、(財)電力中央研究所、(株)デンソーは、平成 12 年度から自然冷媒である二酸化炭素を用いたヒートポンプ給湯器の開発推進してきました。我々は、このシステムに使われる二酸化炭素冷媒で、水を温める水冷媒熱交換器を開発しました。

二酸化炭素は、臨界点温度が低い為、作動域が超臨界域になります。そのため高性能と高強度が必要になります。この要求に対応する為、車載用の熱交換器開発で培われた微細化の技術を冷媒側に用いることにしました。設計するに当たり超臨界域での熱伝達率データを測定することにしました。新たにペルチェ素子を使った熱伝達率測定装置を開発し、超臨界域での熱伝達率と圧力損失の測定を行いました。その結果、超臨界域においてチューブ径を微細化することにより、熱伝達率を大幅に向上できることが明らかになりました。

水側については、低流量で高性能にする為には、水側の伝熱促進が重要な課題であります。われわれは車載用の熱交換器の一つであるオイルクーラで開発されたオフセットフィンの技術を応用することになりました。オイルクーラは、2 段のオフセットフィンを使用していますが、さらに高性能化するために、水の流れの方向に対して、3 段のオフセットとすることにしました。その結果、水側の高性能化を達成できました。

最適設計手法であります。二酸化炭素冷媒の超臨界域を用いるため、臨界点近傍で物性値が大幅に変化します。そこで我々は、物性の変化に対応して微小領域に分割した性能計算プログラムを作成し性能計算を行いました。

冷媒側については、チューブ内径をパラメータとして性能を計算しました。チューブの長さについては、システムの搭載上から決めました。この制約の中で、チューブ内径を微細化していくと、熱伝達率が向上して性能は良くなります。一方圧力損失も増大する為、内径が 0.3mm にピークが生じそれより細くすると性能が低下します。微細のチューブの入手性を考慮して、内径 0.5mm のチューブを 150 本並べることとしました。水側については、低流量で性能が優れる、3 段オフセットフィンを採用しました。

製品の構造としては、水側は 3 段オフセットをプレート挟み込む事によって、蛇行流路を形成し、冷媒側は微細チューブを 150 本並べ、リン銅ろうで炉中ろう付けしました。

性能試験を行った結果、目標性能を達成し、冷媒基準の温度効率 0.92 という高効率を達成することができました。

小型で高性能な熱交換器を開発した事によって、システムの小型化および COP 達成に大きく貢献しました。

最後に、この製品は地球温暖化に対する取り組みの中から生まれた製品であり、伝熱工学分野での技術を駆使することで、開発できました。本学会賞を受賞したことは、大きな意味があり励みになります。今後とも、地球温暖化に対するとりくみを、行い社会に貢献できる熱交換器を開発していく所存であります。

誠にありがとうございました。

日本伝熱学会奨励賞を受賞して

On Receiving Heat Transfer Society Award for Young Investigators



辻村 真治 ((株) 小松製作所)

Shinji TSUJIMURA (Komatsu Ltd.)

平成 14 年 6 月 6 日, 札幌市の北海道厚生年金会館で開催されました日本伝熱学会第 39 期総会におきまして, 日本伝熱学会奨励賞を頂き大変光栄に思っております。御推薦を賜りました諸先生方, 選考委員の先生方, また指導教官の名古屋工業大学工学部機械工学科長野靖尚教授, および関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

本研究は, 私が学部の卒業研究生として, 指導教官であります長野靖尚先生の研究室に配属された時から着手してきた研究テーマであります。私は当時より数値シミュレーションに関心があり, さらに解析対象が乱流という予測が極めて困難な流れであることや, 大気・海洋といった大規模な流れの解明までを視野に入れたものであることなど, 私にとって興味深い要素がたくさん詰まった研究テーマでありました。本研究は, 浮力とコリオリ力が重畳する流れ場について, 近似を施さない厳密な支配方程式を基に一樣乱流を対象とした直接数値シミュレーションによる解析を行い, 鉛直渦構造の生成・発達機構などの基礎的な知見を得ることを目的としております。このような浮力やコリオリ力といった体積力が同時に作用する流れ場は, 大気や海洋の流れ, また高温ガスタービンのようなターボ機械の内部流れなど, 地球・天体物理学および工学上極めて重要な流れ場であります。これらの体積力を含む乱流現象は, いわゆるバロクリニック不安定 (コリオリ力と浮力の重畳による流体力学的不安定) に起因する鉛直渦の発生が見られまして, 流体力学的に興味深い現象が生じます。例えば, 安定成層下では, 地球大気の大気圧, 高気圧や木星大気の大赤斑といった鉛直方向渦度を伴う大スケールの組織的渦構造の生成が観測により知られています。また, これらの鉛直渦はコリオリ力と乱流の非線形作用により渦の回転方向に対する偏りが見られまして, 地球大気では, 系の回転方向と同方向の渦であるサイクロニック渦が反対方向の渦であるアンチサイクロニック渦より強いこと, また木星大気では逆にアンチサイクロニック

渦が支配的であることが指摘されています。これまで地球物理学や気象学の実験における回転成層流体の研究では, 地衡流近似及び静水圧近似を仮定した準地衡流近似による解析がほとんどでありまして, 静水圧近似により鉛直方向速度が小さく無視できるような準 2 次元的な流れを対象としているため, 強い内部重力波などによって鉛直方向に 3 次元の外乱が加えられる場合等の地球物理学上重要な現象は議論できません。また, 鉛直方向渦度に対して対称な方程式のため, 鉛直渦の偏りについてもそのメカニズムは検討されておりました。

このようなことから, 乱流の直接数値シミュレーションを用いた解析により, 鉛直渦の生成・発達機構や渦の偏りのメカニズムなど地球流体力学・気象学的にも重要な現象の解明を目指し, 研究を遂行してまいりました。そして, 鉛直渦の偏りは内部重力波の強さに影響され, 強い内部重力波が発生するような場合ではサイクロニック渦が強められること, また内部重力波の影響が小さく無視できるような場合ではアンチサイクロニック渦が強くなることが分かりました。この鉛直渦の偏りのメカニズムは, コリオリ力による線形渦伸張が渦の生成または消滅に寄与し, さらに非線形作用による渦伸張の影響を受けることにより生じます。また, 低プラントル数の回転成層乱流では, 流れ場は 2 次元的になり, 鉛直方向に伸びた 2 次元的な渦柱が生成されるなど, 多くの興味深い現象について解析出来たことは幸運であったと思います。

最後に, 本受賞は, 本研究を進める上で多大なご指導を賜りました長野靖尚先生, 共同研究者の名古屋工業大学工学部飯田雄章先生をはじめ, 研究全般に対して様々なご助言を頂きました諸先生方, ならびに研究室のみなさまのおかげによるものであります。ここに深く感謝の意を表させていただきます。

日本伝熱学会奨励賞を受賞して

On Receiving Heat Transfer Society Award for Young Investigators



矢 健史 (石川島播磨重工業株)

Takeshi YAJIMA (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.)

日本伝熱学会第 40 期総会において、日本伝熱学会奨励賞というすばらしい賞をいただき、身に余る光栄と思っております。お蔭様でこの不景気の中、久しぶりに伝熱シンポジウムに参加することができました。ご推薦賜りました諸先生方及び関係者の方々ありがとうございます。

この研究は、筑波大学連携大学院 教授(産業技術総合研究所 マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター センター長) 矢部 彰先生のライフワークとして、矢部研及び牧研(東京理科大学 牧博司教授)の学生にも受け継がれてきた「電場による沸騰限界熱流束促進効果」に関するメカニズム解明の一環です。これまでも先達が、電極や液体を変えたり、高速度ビデオカメラを用いたり、あるいは気液界面に電場が及ぼす効果を計算したりと様々な方法で解明に取り組み、電場と発泡密度の関係については実験及び理論的な解析結果が得られていました。また個々の気泡における電場と気泡形状変化及び熱流束増大効果の関係についても、実験的結果は得られており、これを理論的に解明することが私に残された課題でした。

まず沸騰気泡形状と沸騰限界熱流束の関係を実験からさらに解明するため、気泡と伝熱面との間に形成される液膜の、圧力、厚さおよび気泡形状の時間変化を同時計測しました。この実験から、沸騰限界熱流束の発生に対する新しい動的な沸騰モデルを作成する事が出来ました。本モデルは『ヘルムホルツ不安定によって気泡下部縁の縦断面方向曲率が周期的に変動し、これにともない気泡下部液膜内圧力、気泡下部液膜厚さが周期的に変化する。液膜厚さが薄くなる時に沸騰熱伝達が顕著になるため、単位時間あたりの液膜厚さが薄くなる回数、すなわち周期に比例して、平均熱流束が増大する』というものです。

次に電場の効果ですが、電場をかけると電気力線

が沸騰気泡側面に張力として働き界面振動周波数増加効果が生まれる事は分かっています。これに先ほどのモデルを合わせることで、電場による沸騰限界熱流束促進効果を説明する事が出来ました。

このように、本受賞には実験の成功が深く関与しています。実験に用いた測定器、特に気泡下部液膜内圧力測定用の圧力計は、マイクロ加工技術なくして作成する事が出来なかったでしょう。幸運にも私が矢部研に入った当初、産業技術総合研究所はマイクロ・ナノ技術を盛んに研究しており、その加工技術が多数導入されていました。この中の集積回路設計技術を応用する事で、伝熱面に埋め込む事が出来る 1mm^2 の小さな圧力計を作成する事が出来たのです。

マイクロ・ナノ技術をはじめとする計測機器の進歩で、以前は測定のかなわなかった事が実現可能となってきました。技術の進歩によってこれからも様々な分野で謎が解明されていくのだと思うとワクワクしてきます。

今後は矢部彰先生からいただいた多数の教え、例えば「誰も見たことが無いものを信じる必要はないからね」「矢 君ならできるよ?」「世界初にチャレンジしようよ」などを肝に銘じ、伝熱技術の応用に重点をおいて、伝熱学会のお役に立てる様微力を尽くす所存です。

最後に、本受賞は矢部彰先生の大きな愛と、産総研の優秀な研究者の方々の援助、そして矢部研及び牧研先輩方のすばらしい研究があったからこそ実現がかないました。

ここにお礼申し上げます。

第39回日本伝熱シンポジウムを振り返って

Looking back upon the 39th National Heat Transfer Symposium of Japan

第39回伝熱シンポジウム実行委員長 工藤 一彦 (北海道大学)

Kazuhiko KUDO (Hokkaido University)

第39回日本伝熱シンポジウムは、平成14年6月5日(水)から7日(金)までの3日間にわたり札幌で開催され、論文数412件、参加者数727名を得て、無事終了いたしました。会場としては北海道厚生年金会館を使用しましたが、ほとんどの講演室および受付等を1フロアにまとめることができたこと、結婚式等も行われるホテルであるという性格上、かなり豪華な雰囲気の会場であったこと、特別講演、総会、懇親会も同一会場で行えたことなど、皆様にはゆったりとした雰囲気で、落ち着いてシンポジウムの講演・討論をしていただけたのではないかと思います。また会期がサッカーワールドカップの札幌での試合と重なったため、ホテル・交通機関等が混雑するのではないかと心配があり、皆様にも早めに予約をとっていただくようお願いいたしました。幸いトラブルもなく終了することができホッとしております。ご支援いただきました伝熱学会第40期の藤田会長、望月総務担当福会長、小澤企画部会長、学生会担当石塚委員長および理事各位、ならびに学会事務局の倉水さん、前年度の資料・情報を快くご提供いただいた望月委員長と村田幹事、また遠路来札されご参加いただいた皆様に厚く感謝の意を表する次第です。

会計的には、大きな黒字をだされた前回第38回のシンポジウムの後を受けた大会でしたが、現在の経済状況の下で、札幌と言う遠隔地での開催を考えますと、参加者数が大幅に減ることが予想されました。また、前回の札幌のシンポジウム(第31回)では学内の施設の利用が可能であったため、会場費を安くあげることができましたが、シンポジウムの規模の拡大によりこれも不可能となりましたため、学外の施設を会場として確保せざるを得なくなりました。これらのため、ご参加される方には心苦しいことではありましたが、参加登録費を2000円値上げさせていただくことで、伝熱学会の理事会のご了承をいただきました。実際、講演件数は昨年の454件から412件とあまり変わらず、したがって支出の半分近くを

占める論文集、CD-ROMの印刷・作成費用があまり変わらなかったにもかかわらず、収入に直結する参加者数が昨年の1097名から727名と大幅に減少し、これらの値上げによって、なんとか赤字を免れることとなりました。また講演会場は、会期の3日半にわたってほぼ全室を押さえていましたが、幹事の努力で、使用しない時間帯や会議室等をこまめにキャンセルして100万円程度浮かせることができました。

シンポジウムの実施につきましては、昨年の埼玉大会の下記のような方針を踏襲いたしました。

- (1) 印刷版講演論文集とCD-ROMの同時製作
- (2) 会員へのCD-ROMの事前配布
- (3) 印刷版講演論文集の会場配布
- (4) 受付時に非会員に学会加入勧誘
- (5) 優秀プレゼンテーション賞の審査

今回はこのほか、伝熱学会の40周年ということで、その記念セミナーを前日の6月4日の午後で開催し、また、学生会主催のウェルカムパーティをその夜に開催しました。

伝熱学会40周年記念セミナーは企画部会の企画により、シンポジウム会期の前日の14時から17時まで、同じ厚生年金会館で森田副会長の司会で下記のテーマで開催いたしました。

- (1) ナノテクノロジーと伝熱(産総研:矢部彰)
- (2) 燃料電池:エネルギーと環境の調和の視点から(北大:菱沼孝夫)

ホットな話題でしたので、シンポジウムの前日であったにもかかわらず、124名の方が参加され、熱心な討論がかわされました。

学生会発足を記念して行われたウェルカムパーティは、この記念セミナーのあと、札幌ビール園の一角を貸し切って、110名(内、学生49名)の参加を得て、盛大に開催されました。セミナーの会場である厚生年金会館からパーティ会場までは2台のバスで移動し、生ビール飲み放題、生ラムジンギスカン食べ放題の北海道の夜を楽しんでいただきました。

- また企画部会提案のフロンティアフォーラムは、
- (1) 相変化を伴う伝熱現象におけるぬれ性の諸問題 (講演7件)
 - (2) エネルギーネットワーク分散発電・分散エネルギーシステムへの潮流 (講演5件)
- の2件が開催され、またフロンティアフォーラム準備セッションが、
- (3) 二相流の分岐・相分離の諸問題 (講演4件)
- のテーマで実施されました。

2日目の午後の特別講演は、UC Berkeley の Prof. Van P. Carey により "Microscale Effects in Liquid-Vapor Phase Change Process" と題したご講演をいただきました。

懇親会は、6月6日の18時30分から、シンポジウム講演会場のA室を模様換えした会場で286名(内学生27名)の参加を得て盛大に開催され、塩冶会長の挨拶、谷口先生の乾杯の音頭で始まり、平田先生の閉めの挨拶で終了となりました。伝熱シンポジウムの懇親会では、いつもあつというまに料理がなくなるという伝説がありますが、懇親会担当委員の御尽力で、北海道名産のワイン、生ビール、地酒、魚介類の他、盛りだくさんの北海道メニューが供され、結果的になんとか御満足いただけたのではないかと、委員一同ほっとしております。

最後に、実行委員および実務に携わってくださった学生諸君、および機器展示、広告掲載に御協力いただきました各企業に心から感謝申し上げます。なお、本シンポジウム開催にあたりましては、北海道と札幌市の助成を受けたことを記し、ここに感謝申し上げます。

第39回日本伝熱シンポジウム実行委員会

役割・担当	氏名 (*:主査)
委員長	工藤一彦 (北大)
幹事, 総務, 会告	黒田明慈 (北大)
会計	持田あけの (北大)
広告・展示	* 池川昌弘 (北大) 川南 剛 (北大)
ホームページ	* 小原伸哉 (苫小牧高専) 戸谷剛 (北大)
論文集編集 プログラム編成 印刷手配	* 近久武美 (北大) 菱沼孝夫 (北大) 池川昌弘 (北大) 黒田明慈 (北大) 菊田和重 (北大)
CD-ROM 編集 作成手配 発送	* 山田雅彦 (北大) 川南 剛 (北大) 大竹秀雄 (道工大) 山田貴延 (北見工大)
会場, 受付 総会, 会議	* 杉山憲一郎 (北大) 岸波紘機 (室蘭工大) 戸倉郁夫 (室蘭工大) 河合洋明 (道工大) 阿部弘道 (専大短大) 麓 耕二 (釧路高専) 坂下弘人 (北大) 戸谷剛 (北大)
懇親会 旅行社	* 早坂洋史 (北大) 関根郁平 (苫小牧高専) 山岸英明 (釧路高専)
会計監査	窪田英樹 (北大)
顧問	石黒亮二 (北電) 谷口 博 (北大名誉) 福迫尚一郎 (札幌市) 伊藤獻一 (北大)



受付の合間にほっと一息



塩冶会長ご挨拶(懇親会)



北海道の生ビールはいかがですか。(懇親会)

中国四国支部活動報告
Report of Chugoku-Sikoku Branch

佐古 光雄 (広島大学)
Mitsuo SAKO (Hiroshima University)

平成 14 年度 (第 41 期) 支部総会・講演会

1. 支部総会

日 時：5 月 11 日 (土) 13:00～

場 所：広島大学法学部・経済学部東千田校舎

参加者：23 名

- 議案：1) 平成 13 年度事業報告
2) 平成 13 年度会計報告
3) 会計監査報告
4) 平成 14 年度事業計画および予算案
5) 平成 14 年度役員選出
6) その他

2. 平成 14 年度支部役員

- 支 部 長：水上 紘一 (愛媛大学)
副支部長：奥山 喜久夫 (広島大学)
橋本 律男 (三菱重工)
幹 事：安達 一成 (川崎製鉄)
稲葉 英男 (岡山大学)
逢坂 昭治 (徳島大学)
片山 一三 (近畿大学)
菊地 義弘 (広島大学)
佐藤 一教 (パブコック日立)
鈴木 豊彦 (鳥取大学)
田中 収 (三浦研究所)
土井 宣男 (三井造船)
西村 龍夫 (山口大学)
野津 滋 (岡山県立大学)
野村 信福 (愛媛大学)
橋詰 健一 (広島工業大学)
廣安 博之 (近畿大学)
宮本 政英 (山口大学)
森岡 斎 (徳島大学)
監 事：加藤 泰生 (山口大学)
村上 幸一 (愛媛大学)

- (1) 超臨界水を用いたバイオマスガス化とその
ガス化特性に及ぼす伝熱の影響
松村 幸彦 (広島大学)
(2) 半導体排ガス処理装置の開発
* 寶山 登 (パブコック日立(株)呉事業所)
馬場 彰, 野村 伸一郎
(3) 生ごみ炭化処理装置の要素技術開発
佐藤 恵一 (三菱重工業(株)広島研究所)
(4) 回転多孔質円板周りの流れ場に関する研究
* 加藤 泰生 (山口大学)
磯部 佳成 (山口県産業技術センター)
上田 誠一 (山口大学), 宮本 政英
(5) 下向きニッケル体の非定常スプレー冷却
阿部 文明 (愛媛大学), * 水上 紘一
向笠 忍
(6) 自然対流による固一液懸濁液中の粒子偏析と
その機構

西村 龍夫 (山口大学)

概要：講演会は中四国熱科学・工学研究会と共催で行われた。(1)では超臨界水中でバイオマスをガス化する過程で遭遇する種々な伝熱問題が紹介された。(2)では半導体製造プロセスで排出される PFC ガスと SiH₄ ガスを一括処理する排ガス処理装置の開発とその性能試験結果が報告された。(3)では食品廃棄物の処理用に開発したキルン方式の炭化処理装置の性能試験結果を紹介し、良好な炭化物が得られることを示した。(4)は研削加工時の発生熱エネルギーの輸送プロセス解明を目的にした研究で、多孔質ディスク内の内部透過流が砥石まわりの流れに影響することを示唆した。(5)では下向き伝熱面のスプレー冷却に対する伝熱特性を検討した。(6)は粒子径数百ミクロンで粒子密度が液体よりわずかに大きい懸濁液中の自然対流における粒子の偏析現象を調べたもので、粒子の大半は加熱側に集積されることを示した。いずれの講演に対しても忌憚のない意見が続出し、地方の講演会ならではの活発な質疑応答がなされた。

3. 講演会

参加者：35 名

関西支部活動報告
Report of Kansai Branch

森 幸治 (大阪電気通信大学)
Koji MORI (Osaka Electro-Communication University)

第9期総会・特別講演会・講演会

日時 : 平成14年5月17日 13時より
会場 : 大阪大学基礎工学部シグマホール
ディスプレイ室
大阪府豊中市待兼山町 1-3

1. 総会 : 13時~13時30分

- 議案 : 1. 平成13年度事業報告
2. 平成13年度収支決算報告
3. 平成14年度事業計画案
4. 平成14年度収支予算案
5. 平成14年度支部役員選出
6. 平成14年度学会役員候補者選出
7. その他

参加者28名、委任状58通で成立。

今回から総会資料の活動報告に会合時の写真を入れることにした。

2. 特別講演会 : 13時30分~15時

- (1) 「燃料電池発電技術の現状と展望」
産業技術総合研究所 生活環境系特別研究体
副系長 宮崎義憲 氏
- (2) 「固体電解質燃料電池/マイクロガスタービンのハイブリッドシステム」
京都大学大学院工学研究科
教授 鈴木健二郎 氏

参加者55名 活発な討論が行われた。

3. 講演討論会 : 15時10分~17時20分

- (1) 「マイクロタービンコージェネレーションシステム」
株式会社タクマ マイクロタービン事業部
遠藤 憲雄 氏
- (2) 「移動体通信基地局の冷却システム」
三菱電機株式会社 住環境研究開発センター

岡崎 多佳志氏

- (3) 「Transport Phenomena in Pulse-Tube Refrigerators / Cryocoolers」

香港科学技術大学

Prof. Ping CHENG

- (4) 「Spoke patterns in the melt during growth of single crystals by Bridgman and Czochralski methods」

University of Mining and Metallurgy

Prof. Janusz SZMYD

海外の先生方(鈴木健二郎教授が招聘)にご参加頂き、充実した質疑応答が行われた。参加者は55名であった。

4. 懇親会 : 17時30分~19時30分

会場 : 待兼山会館2階会議室

参加者 : 25名

平成14年度の事業計画

1. 講演討論会

第2回を8月5日(月)に川崎重工業(株)技術研究所にて開催予定。第3回は12月13日に京都地区においてエネルギー応用技術研究会と合同で開催予定である。

2. 関西伝熱セミナー

2003 関西伝熱セミナーの開催準備を行う。

3. 伝熱技術フォーラム

年3回の開催を予定している。第1回は6月21日(金)にダイキン工業滋賀製作所で開催された。第2回は三洋電機岐阜事業所ならびに川重冷熱草津工場で開催予定である。第3回は1月に開催を予定している。

北陸信越支部活動報告
Report of Hokuriku-Shinetu Branch

岩城 敏博 (富山大学)
Toshihiro IWAKI (Toyama University)

支部総会・春季セミナー講演会

日 時：平成 14 年 5 月 18 日(土)

11 時 00 分～17 時 00 分

場 所：富山工業高等専門学校・視聴覚室

参加者：46 名 (会員 35 名, 学生 11 名)

[概要] 富山工業高等専門学校の先生方のお世話で両会が行われた。講演会は pre-伝熱シンポ的であるが、熱流体関係のいろんな分野の研究者が集まるため、他の分野との関連、新しい視点の発見など関心が強く、活発な討論があった。また発表者にとって、いろんな方面から評価や批判をもらえ、伝熱シンポとは異なる支部独特の講演会であった。

1. 支部総会

- (1) 第5期(平成13年度)事業報告および決算報告について
- (2) 支部役員の選出について
- (3) 学会理事および評議員候補者の選出について
- (4) 第6期(平成14年度)事業計画案および予算案について
- (5) その他
- (6) 第5回支部賞贈呈式
功 績 賞 竹越栄俊 (富山大学, 教授)
功 績 賞 林勇二郎 (金沢大学, 学長)
研究奨励賞 永井二郎 (福井大学, 助教授)

[概要] 本支部では、永年にわたって本支部の発展運営に貢献された方に功績賞が、また、活発な研究活動を行っている 40 歳以下の若手研究者に研究奨励賞が授与されることになっていて、今期は上記の方々を選ばれた。

2. 第 6 期(平成 14 年度)支部役員

支 部 長 竹内正紀 (福井大学)
副支部長 岩城敏博 (富山大学), 小林陸夫 (新潟大学)
幹 事 青木和夫 (長岡技科大学), 石田哲義

(北陸電力) 太田淳一 (福井大学),
鈴木立之 (富山県立大学)
棚谷吉郎 (金沢工業大学), 羽田 (長野高専)
監 事 齋藤明宏 (新潟工科大学), 平澤良男 (富山大学)

3. セミナー講演会

(1) 格子ボルツマン法による核沸騰熱伝達のシミュレーション

瀬田剛 (富山大工)

[概要] 外力項を改良し、van der Waals-Cahn-Hilliard 自由エネルギー理論から導出される圧力テンソルを解析する熱流動二相格子 Boltzmann モデルを提案し、クエット流れ、自発的相分離、気泡の生成・離脱、プール沸騰のシミュレーションに適応して、物理実験結果とほぼ一致することが示された。「温度の定義はどのようにするのか。」「境界条件はどのように設定するのか。」

「どれくらいマイクロ現象を解明できるのか。」などの質問があった。

(2) アルカリ水電解モデルの検討 (発生気泡の影響)

中尾元英 (福井大院), *永井二郎 (福井大工), 竹内正紀 (福井大工)

[概要] 燃料電池の開発に関連して、電解電極間の発生気泡の上昇速度、気泡の直径分布が測定され、電流密度の増大に伴い上昇速度、直径が大きくなることが明らかにされた。「気泡の離脱径と電流密度の関係はどのようになっているか。」「電極表面での発泡核の数密度はどれくらいか。」「実機と比較して電流密度が低いのはなぜか。」などの質問があった。

(3) 内部混合型二流体噴霧器に関する研究(空気流入法の影響)

*幸塚栄三 (富県大院), 舟渡裕一 (富県大工), 坂村芳孝 (富県大工), 鈴木立之 (富県大工)

[概要] 内部混合型二流体噴霧器では噴霧粒子径を小さくすることで未燃分を減少させることが期待

できる。このために、ここでは電極法によりノズル内の液膜厚さが測定され、ノズル内の流れ構造が解明された。「粒子径分布ではなく、流量分布を測定しているのではないか。」「混合室内の挙動と噴霧角の関係はどのようになっているのか。」「結果として、ノズル出口で環状流を形成すればよいのではないか。」などの質問があった。

(4)メタン・空気予混合火炎のゆらぎに及ぼす固有不安定性の影響

*梅香高志(長岡技科大院), 門脇敏(長岡技科大)

[概要] 火炎の固有不安定性によって生成されるセル状火炎について、その生成条件、セル形状の変化、セル状火炎のゆらぎが明らかにされた。「火炎ゆらぎのピーク周波数が高くなるのはなぜか。」「セル状の火炎は安定なのか。」「結果をどのように評価するのか。」などの質問があった。

(5)カーボンブラック反応炉モデルの数値解析

*松原幸治(新潟大工), 斎藤正人(新潟大院), 小林睦夫(新潟大工), 西脇勝也(旭カーボン)

[概要] 工業材料として期待されるカーボンブラックを高品質で生成するために、その凝集機構の解明が重要である。ここでは気流、滞留時間を数値解析して、実験結果と比較された。「カーボンブラックの用途は何か。」「凝集をどのように定義したのか。」「捕集される粒子径に一次粒子径分布が影響しないか。」などの質問があった。

(6)下向き面を用いた水蒸気吸収促進に及ぼす吸収伝熱面長さの影響

姫野修廣(信州大織), 日向滋(信州大織), *荻野大蔵(信州大織院)

[概要] 吸収式ヒートポンプの吸収性能向上のための新たな吸収促進法として、既に著者らによって提案されている下向き伝熱面による方法に関連して、その特性、特に傾斜角と伝熱面長さの影響について

実験的に追究された。「伝熱面の表面処理はどうしているのか。」「伝熱面の溝の深さと液膜厚さとの関係はどのようになっているのか。」「吸収溶剤はいずれ飽和するが最適長さは決まるのか。」などの質問があった。

(7)ミスト化を併用したUV光電子法によるガスクリーン技術の開発

瀧本昭(金沢大工), 多田幸生(金沢大工), 大西元(金沢大工), *藤田雅昭(金沢大院)

[概要] 微粒子と同時にガスを高効率に回収する新たな方式として、ミスト化を併用したUV光電子法が提案され、その有効性について実験的に検討された。「ガス吸収の点では溶解度はそれほど大きくないのではないか。」「窒素酸化物などの実際の有害ガスを対象にした場合、どの程度回収できるのか。」「電力消費のコストはどれくらいか。」「捕集部の光触媒コーティング剤の親水性はどれくらい持続するのか。」などの質問があった。

(8)マテリアルリサイクルを目指した廃棄発泡スチロールの減容化

*森茂(金沢大工), 徳野剛史(金沢大院), 汲田幹夫(金沢大工), 八十田豊志(テラ)

[概要] 廃棄発泡スチロールを固体粒子状態に減容して、それを直接、代替ペレットとして再利用することを目的とする研究で、まず、希薄溶剤混合水を用いた簡便な発泡スチロール減容処理法が提案され、減容特性の評価や実用性について検討がなされた。「混合を良くするためにエマルジョン状態にまでもっていけるのではないか。」「溶けるのは化学反応か。」「減容された固体粒子は元の発泡スチロールに戻るのか。」などの質問があった。

行事カレンダー

本会主催行事

開催日	行事名(開催地,開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2003年					
5月 28日(水) ～ 30日(金)	第40回日本伝熱シンポジウム (広島国際会議場、広島市)	未定	未定		

本会共催, 協賛行事

開催日	行事名(開催地,開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2002年					
7月 22日(月) ～ 24日(水)	第30回可視化情報シンポジウム (工学院大学 新宿校舎)	'02.3/1	'02.5/10	(社)可視化情報学会 Tel:03-5993-5020, Fax:03-5993-5026 E-mail: info@vsj.or.jp http://www.vsj.or.jp/symp2002	
7月 23日(火) ～ 25日(木)	日本流体力学会 年会 2001 (主テーマ: 21世紀の流体力学) (仙台国際センター)	'02.3/29	'01.6/7	日本流体力学会年会2002運営委員会 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1 東北大学流体科学研究所衝撃波研究センター内 Tel/Fax:022-217-5285/5284 E-mail: ryu2002@ifs.tohoku.ac.jp http://nenkai02.fluid.mech.tohoku.ac.jp/	
7月 29日(月) ～ 31日(水)	混相流シンポジウム2002 (名古屋大学)	'02.3/29	'02.5/31	〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学工学研究科分子科学工学専攻 坂東芳行 Tel:052-789-3622, Fax:052-789-3272 E-mail:bando@nuce.nagoya-u.ac.jp	
8月 26日(月) ～ 29日(木)	第10回流れの可視化国際シンポジウム 10 th International symposium on Flow Visualization (ISFV10) (京都国際会議場)	'02.1/31	'01.5/31	ISFV10事務局・論文委員会委員長 川橋正昭(埼玉大学) RAN2001事務局(総務担当古畑朋彦) Tel:048-858-3443, Fax:048-858-3711 E-mail:mkawa@mech.saitama-u.ac.jp	
9月 5日(木) ～ 7日(土)	日本機械学会流体工学部門集中講義 [流体・粒子 混相流入門] (大阪工業大学)	'02.8/25 (着金)		〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 大阪大学 工学研究科機械物理工学専攻 辻 裕 Tel & Fax: 06-6879-7315 E-mail:tsuji@mech.eng.osaka-u.ac.jp	
9月 12日(木) ～ 13日(金)	日本機械学会関西支部第257回講習会 「最新の熱流体計測技術の基礎と応用」 (大阪科学技術センター)	'02.9/5 (申込締切)		〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4 大阪科学技術センター内(社)日本機械学会関西支部 Tel:06-6443-2073 Fax:06-6443-6049 E-mail:jsme@soleil.ocn.ne.jp http://www.jsme.or.jp/ks/	
10月 9日(水) ～ 11日(金)	第18回睡眠環境シンポジウム (横浜国立大学)	'02.7/10	'02.8/10	横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学大学院環境情報研究院 人工環境と情報部門内 Tel:045-339-3888, Fax:045-331-6143 E-mail:sse@ynu.ac.jp	
11月 7日(木) ～ 8日(金)	(社)日本機械学会 2002年度熱工学講演会 (琉球大学)	'02.6/14	'02.8/16	沖縄県西原町千原1 琉球大学工学部機械システム工学科 長田孝志 Tel:098-895-8612, Fax:098-895-8636 http://www.jsme.or.jp/tesd/	
11月 7日(木) ～ 8日(金)	第6回オーガナイズド混相流フォーラム (混相流の相界面における輸送現象) (山口県秋吉台-国民宿舎若竹山荘)	'02.7/31	'02.9/6	〒755-0151 宇部市あすとびあ 4-1-1 山口県産業技術センター熱計測研究室 磯部佳成 E-mail:isobe@iti.pref.yamaguchi.jp	
11月 21日(水) ～ 23日(金)	第40回燃焼シンポジウム (グランキューブ大阪 大阪国際会議場)	'02.7/19'	'02.9/24	第40回燃焼シンポジウム事務局 大阪市立大学大学院工学研究科エネルギー機械工学分野内 Tel:072-254-9225, Fax:072-254-9225 E-mail:sympo40@bosei.combustionsociety.jp	

2003年						
2月	6日(木) ~ 7日(金)	第9回エレクトロニクスにおける マイクロ接合・実装シンポジウム (パシフィコ横浜)	'02.9/4 (Abstract ✂切)		東京都千代田区神田佐久間町1-11 (社)溶接学会 Mate 2003 事務局 Tel:06-6879-8698 Fax:06-6878-3110 E-mail:mate@jwri.osaka-u.ac.jp http://www.soc.nii.ac.jp/jws/research/micro/Mate2003.html	
6月	25日(水) ~ 27日(金)	第3回乱流・剪断流現象国際シンポジウム Third International Symposium on Turbulence and Share Flow Phenomena(TSFP-3) (仙台国際センター)	'02.9/1 (Abstract ✂切)		東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業 大学大学院理工学研究科機械宇宙シ ステム専攻宮内敏雄 Tel/Fax:03-5734-3183E-mail:tmiyauc h@mes.titech.ac.jp	
11月	2日(日) ~ 7日(金)	International Gas Turbine Congress 2003 TOKYO 8 th Congress in Japan (江戸川総合区民ホール)	'02.5/31	'03.2/1	The Gas Turbine Society of Japan 7-5-13-402Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023, Japan Fax:+81-3-3365-0387 E-mail:igtcnal.go.jp	
11月	2日(日) ~ 7日(金)	International Gas Turbine Congress 2003 TOKYO 8 th Congress in Japan (江戸川総合区民ホール)	'02.5/31	'03.2/1	The Gas Turbine Society of Japan 7-5-13-402Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023, Japan Fax:+81-3-3365-0387 E-mail:igtcnal.go.jp	
11月	3日(月) ~ 8日(土)	第3回国際シンポジウム「複雑系における 非常にゆっくりとした緩和現象の解明」 3rd International Symposium on Slow Dynamics in Complex Systems (仙台国際センター)	'03.5/31	'03.5/31	〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1 東 北大学流体科学研究所 徳山道夫 Tel/Fax:022-217-5327E-mail:tpkuyam a@ifs.tohoku.ac.jphttp://www.ifs.t ohoku.ac.jp/slow-dynamics/	
11月	9日(日) ~ 13日(木)	International Conference on Power Engineering-03, Kobe 2003年 動力エネルギー国際会議神戸大会 (神戸国際会議場)	'02.3	'03.3	東京都新宿区信濃町 35 信濃町煉瓦館 (社)日本機械学会総合企画グループ 高橋正彦 Tel:03-5360-3505	
12月	1日(月) ~ 3日(水)	マイクロエンジニアリングに関する国際シンポ ジウム - 熱流体・信頼性・メカトロニクス - (日立製作所機会研究所、土浦市、 産業技術総合研究所、つくば市)	'02.3 Abstract	'02.8 Full Paper	東京都新宿区信濃町 35 信濃町煉瓦館 (社)日本機械学会総合企画グループ 高橋正彦 Tel:03-5360-3505	

国際会議案内

開催日	行事名(開催国,開催地)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2002年					
7月	14日(日) ~ 18日(木) (カナダ, Convention Center, Victoria, BC)	'01.11/1 (Abstract)	'02.3/1	Dr.Sadic Dost, ISTEP13, Dept. of Mech. Eng., Univ. of Victoria, BC, Canada, V8W 3P6 http://www.istp13.uvic.ca	
8月	18日(日) ~ 23日(金) (フランス, グルノーブル)		'01.10/1	東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻 庄司正弘 Tel & Fax:03-5800-6987 E-mail:shoji@photon.t.u-tokyo.ac.jp http://www.ihtc12.ensma.fr/	
2003年					
3月	16日(日) ~ 20日(木) (米国, ASME-JSME Thermal Engineering Conference)	'02.3/29(A bstract)	'02.6/14	西尾茂文(東京大学生産技術研究所) E-mail:nishios@iis.t.u-tokyo.ac.jp 佐藤勲(東京工業大学大学院) E-mail:satohi@mep.titech.ac.jp	

社団法人日本伝熱学会第 40 期 (平成 13 年度)総会議事録

1. 日 時 平成 14 年 6 月 6 日 (木) 15 時 45 分～16 時 45 分
2. 場 所 北海道札幌市中央区北 1 条西 12 丁目 北海道厚生年金会館
3. 正会員数 1, 211 名
4. 出席者 667 名 (うち委任状出席 528 名).
これは定足数 (正会員数の過半数) を上回り, 総会は成立した.
5. 議事経過
議長に藤田 恭伸氏を選出し, 次の議案について逐次審議した.

第 1 号議案 第 40 期事業報告の件

議長より, 社団法人日本伝熱学会第 40 期 (平成 13 年度)総会議案 (以下, 総会議案と呼ぶ) の第 1 号議案第 40 期事業報告について諮り, 満場一致でこれを可決した.

第 2 号議案 第 40 期会務報告の件

議長より, 総会議案の第 2 号議案第 40 期会務報告について諮り, 満場一致でこれを可決した.

第 3 号議案 平成 13 年度収支決算の件

議長より, 総会議案の第 3 号議案平成 13 年度収支決算について諮り, 満場一致でこれを可決した.

第 4 号議案 平成 14 年度事業計画および収支予算案の件

議長より, 総会議案の第 4 号議案平成 14 年度事業計画および収支予算案について諮り, 満場一致でこれを可決した.

第 5 号議案 日本伝熱学会賞の授賞の件

議長より, 総会議案の第 5 号議案日本伝熱学会学術賞・技術賞・奨励賞・優秀プレゼンテーション賞授賞について選考経過についての報告がなされた. 本年度の日本伝熱学会賞受賞者は, 次のとおりである.

- 日本伝熱学会学術賞
- ・代表研究者: 笠木 伸英 (東京大学大学院)
 - 共同研究者: 鈴木 雄二 (東京大学大学院)
 - ・代表研究者: 小森 悟 (京都大学大学院)
 - 共同研究者: 長田 孝二 (京都大学大学院)
 - ・代表研究者: 高田 保之 (九州大学)
 - 共同研究者: 田中 克典 (九州大学)
 - 日高 澄具 (九州大学)
 - 伊藤 猛宏 (九州大学)
 - ・代表研究者: 丸山 茂夫 (東京大学大学院)
 - 共同研究者: 崔 淳豪 (東京大学)

- 日本伝熱学会技術賞
- ・代表研究者: 五十嵐 敬 (東機械製作所)
 - 共同研究者: 円山 重直 (東北大学流体科学研究所)
 - 青木 綱芳 (東北大学工学研究科)
 - ・代表研究者: 山本 憲 (株デンソー)
 - 共同研究者: 河地 典秀 (株デンソー)
 - 沖の谷 剛 (株デンソー)
 - 小早川智明 (東京電力株)

草刈 和俊（東京電力㈱）
斎川 路之（電力中央研究所）
橋本 克巳（電力中央研究所）

日本伝熱学会奨励賞

- ・辻村 真治（コマツ研究本部中央研究所）
- ・矢嶋 健史（石川島播磨重工業㈱）

日本伝熱学会優秀プレゼンテーション賞

（学年は第 38 回日本伝熱シンポジウム当時）

- ・稲葉靖二郎（慶應義塾大学修士 2 年）
- ・川口 達也（慶應義塾大学博士 3 年）
- ・小宮 敦樹（東北大学博士 3 年）
- ・陣内 亮典（東京工業大学博士 2 年）
- ・達本 衡輝（京都大学博士 3 年）
- ・水野 梨貴（京都大学修士修了，現 NEC）
- ・森 昌司（九州大学博士 2 年）
- ・森 匡史（東北大学修士修了，現 三菱重工）

第 6 号議案 名誉会員の顕彰の件

議長より、総会議案の第 6 号議案名誉会員の顕彰に基づいて以下のとおりに名誉会員顕彰の提案がなされ、満場一致でこれを可決した。

井上 晃
福迫尚一郎
前田 昌信

第 7 号議案 第 4 1 期役員選出の件

議長より、総会議案の第 7 号議案第 4 1 期役員選出に基づいて以下のとおりに次期役員の提案がなされ、満場一致でこれを可決した。

定款第 1 6 条により退任する役員

理事（会長）	藤田 恭伸	理事（副会長）	森田 昭生
理事（副会長）	河村 洋	理事（副会長）	望月 貞成
理事	宇高 義郎	理事	山田 雅彦
理事	橋爪 秀利	理事	牧野 俊郎
理事	西村 龍夫	理事	武石賢一郎
理事	石塚 勝	理事	工藤 一彦
監事	太田 照和		

第 4 1 期選任役員

理事（会長）	塩冶震太郎	理事（副会長）	長野 靖尚
理事（副会長）	本田 博司	理事（副会長）	望月 貞成
理事	神永 文人	理事	円山 重直
理事	近久 武美	理事	横山 孝男
理事	藤井 照重	理事	奥山喜久夫
理事	高橋 修一	理事	北村 邦彦
監事	有富 正憲		

第8号議案 議事録署名人選任の件

議長より、本日の議事の経過を議事録にまとめるに当たり、議事録署名人2名を選任いただきたい旨を諮り、協議の結果、河村 洋氏、望月 貞成氏の2名を選任した。

以上により、本日の議事を終了した。

平成14年6月6日

社団法人日本伝熱学会第40期（平成13年度）総会

議長 藤田 恭伸

議事録署名人 河村 洋

議事録署名人 望月 貞成



第40期役員



第41期役員



新旧会長挨拶



名誉会員



受賞者の方々

日本伝熱学会中国四国支部企画
第 14 回中国四国伝熱セミナー・山口のご案内

日本伝熱学会中国四国支部では、標記セミナーを下記の要領で開催いたします。奮ってご参加下さいませよう、ご案内申し上げます。

日 時：平成14年9月13日（金）～14日（土）

場 所：山口県セミナーパーク

〒754-0893 山口県山口市大字秋穂二島1062 (TEL: 083-987-1410)

会場案内は、<http://www.pref.yamaguchi.jp/4semina.htm> をご覧下さい。

交 通：・JR 小郡駅からタクシーで所要時間約15分。

・中国縦貫自動車道小郡ICから約13km。

・山陽自動車道山口南ICから約5km。

参 加 費：一般7,000円、学生5,000円（宿泊、食事、懇親会とテキスト代を含む）

参加費は当日受付にて集めます。

定 員：70名（先着順に受け付けます。どなたでも参加できます）

申込方法：「伝熱セミナー・山口」と明記の上、参加者の氏名、所属、一般又は学生の区別、連絡先住所、電話番号、E-mailアドレスを記入し、下記へE-mail、はがきまたはFAXでお申し込み下さい。

なお、申し込み後の取り消しはご遠慮下さい。

申込締切：8月20日（火）

申 込 先：〒755-8611 宇部市常盤台2丁目16-1

山口大学工学部機械工学科

エネルギー制御工学研究室 西村 龍夫

E-mail: tnishimu@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp

TEL: 0836-85-9121 FAX: 0836-85-9101

プログラム

9月13日（金）

12:10-12:50 受付

12:50-13:00 開会挨拶

《セッション1》「高効率エネルギーシステムの最新研究・技術開発」

13:00-13:20 1. エネルギー・環境と経済活動

西村 龍夫（山口大学）

13:20-14:10 2. 燃料電池開発の現状と将来

菱沼 孝夫（北海道大学）

14:10-15:00 3. ガスタービン利用の発電システムの動向

武石 賢一郎（三菱重工業）

15:00-15:20 休 憩

15:20-16:10 4. ヒートポンプ式空調機の最新技術

内海 正人（ダイキン工業）

16:10-17:00 5. 新LNG冷熱発電方式の開発

久角 喜徳（大阪ガス）

18:00-20:00 懇親会

9月14日（土）

《セッション2》「産業界は伝熱研究に何を期待するのか？」

9:00-10:15 1. 事例の紹介：5件

バブコック日立(株)、三菱重工業(株)、三浦工業(株)、宇部興産(株)、山口産業技術センター

10:15-10:30 休 憩

10:30-12:00 2. パネルディスカッション：(司会 後藤 邦彰) パネラー6名

記念撮影、昼食後解散

2003 年動力エネルギー国際会議 神戸大会 International Conference on Power Engineering -03, Kobe (ICOPE-03)

主催 日本機械学会(JSME)
共催 米国機械学会(ASME), 中国機械学会(CSPE)

開催日 2003 年 11 月 9 日 (日) ~ 13 日 (木)

会場 神戸国際会議場 (神戸市)

趣旨

本会議 (ICOPE) は、動力エネルギーおよびこれに関連する分野の最新の研究や技術の成果に関する発表、討論ならびに情報交換を行うために、日米中が中核となって世界の研究者や技術者が参加し、隔年ごとに開催される国際会議です。

今回の ICOPE-03 は日本での開催の 3 回目となり、日本の研究者や技術者が世界の動向に直接触れ、情報交換ができ、国際的な相互理解を深めることが出来る絶好の機会と確信しております。

論文発表のセッションとともに、特別講演、キーノートスピーチ、見学会、展示会などを企画しておりますので、多くの方々のご発表、会議へのご参加をお願い致します。

組織委員会 委員長 吉識晴夫 (東京大学 生産技術研究所)

実行委員会 委員長 藤井照重 (神戸大学 工学部 機械工学科)

論文募集分野

- (1) Power Systems (2) Distributed Energy Systems (3) Fuel Utilization
- (4) Advanced Combustion Technology (5) Boilers (6) Turbines
- (7) Generators (8) Components, Equipment and Auxiliaries
- (9) Operations and Maintenance (10) New Materials for Energy Systems
- (11) Environmental Protection (12) Renewable Energy
- (13) Waste to Energy (14) Fuel Cells (15) Economics
- (16) Emerging Technologies (17) Others (power-related topics)

使用言語 英語

申込方法

ICOPE-03 のホームページ (<http://www.jsme.or.jp/pes/ICOPE-03>) にアクセスし、400 語程度の英文アブストラクトと必要事項を入力して送信してください。

申込期限 2002 年 11 月 30 日 (土)

アブストラクト採否通知 2003 年 1 月 31 日 (金)

論文原稿提出期限 2003 年 3 月 31 日 (月)

論文採否通知 2003 年 6 月 1 日 (日)

最終原稿提出期限 2003 年 7 月 31 日 (木)

(A4 判 所定様式のカメラレディで 4 あるいは 6 ページ)

なお、日本機械学会会員の方は、講演論文を JSME International Journal の特集号 (企画中) に投稿できます。

問合せ先

〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-3 5

関西大学工学部機械システム工学科 小澤 守

E-mail: ozawa@ipcku.kansai-u.ac.jp

Tel & Fax: 06-6368-0807 Fax: 06-6388-8785

ホームページ

ICOPE-03 に関する詳細・最新情報は下記に掲載されています。

<http://www.jsme.or.jp/pes/ICOPE-03>

第 16 回数値流体力学シンポジウム

主 催：日本数値流体力学学会

日 時：平成14年12月16日（月）～18日（水）

会 場：国立オリンピック記念青少年センター（東京都渋谷区代々木神園町3-1）

小田急線 参宮橋駅下車 徒歩7分

地下鉄千代田線 代々木公園駅下車（代々木公園西門出口） 徒歩10分

京王帝都バス 新宿駅西口16番より渋谷駅行き 代々木5丁目下車

渋谷駅南口14番より新宿駅行き 代々木5丁目下車

道路混雑事情にもよりますが、バスは便利です。

参加費：講演要旨集（印刷誌）およびCD-ROM 論文集代を含む

日本流体力学正会員 6,000 円

同上学生会員 1,000 円

一般 10,000 円

学生 4,000 円

講演発表申し込み：受付開始 8月5日（月）

締め切り 9月27日（金）

講演申し込みは Web 経由で当シンポジウムホームページから行ってください。

ホームページ URL: <http://www.ad.mech.tohoku.ac.jp/~cfd16>

ただし、ホームページは8月1日（木）より公開の予定です。

原稿締め切り：要旨（A4 1ページ） 11月15日（金）

論文（A4 10ページ以内） 12月6日（金）

両原稿とも原則として PDF 形式にて Email での投稿をお願い致します。

詳細は、ホームページ <http://www.ad.mech.tohoku.ac.jp/~cfd16> に掲載の予定です。

問い合わせ先：第16回数値流体力学シンポジウム実行委員会委員長 中橋和博

幹事 松島紀佐

（東北大学大学院工学研究科機械・知能系 航空宇宙工学専攻）

TEL: 022-217-6918 FAX: 022-217-6979

E-mail: cfd16@ad.mech.tohoku.ac.jp

URL: <http://www.ad.mech.tohoku.ac.jp/~cfd16>

Fourth International Conference on Compact Heat Exchangers and Enhancement Technology for the Process Industries

September 29-October 3, 2003, Fodele Beach Hotel, Crete Island, Greece

Chair:

R.K. Shah, Delphi Harrison Thermal Systems, USA

Co-Chairs:

A.W. Deakin, BP Chemicals, UK; H. Honda, Kyushu University, Japan
T.M. Rudy, ExxonMobil Research & Engineering Co., USA

Scientific Committee Members (Japan)

Prof. H. Inaba, Okayama University, Tel: 086-251-8046, E-mail: inaba@mech.okayama-u.ac.jp
Prof. M. Ishizuka, Toyama Prefectural University, Tel: 0766-56-7500, Ext. 387,
E-mail: ishizuka@pu-toyama.ac.jp
Prof. N. Kasagi, University of Tokyo, Tel: 03-5841-6417, E-mail: kasagi@thtlab.t.u-tokyo.ac.jp
Prof. K. Suzuki, Kyoto University, Tel: 075-753-5250, E-mail: ksuzuki@htrans.mech.kyoto-u.ac.jp

Conference Objectives

- I. To provide a forum to present the latest advances in R&D of compact heat exchanger and enhancement technology.
- II. To identify present applications of advanced heat exchanger technology, evaluating benefits and drawbacks; and to identify further areas where advanced heat exchanger technology could be used.
- III. To identify barriers, real and perceived, to further applications.
- IV. To identify actions which can be taken by the various parties and disciplines to overcome these barriers, and to provide communication channels to the several segments of the technical community.

Conference Format

The conference will be held for 4-1/2 days. Sessions will be scheduled in the mornings, afternoons, and/or evenings, with breaks in the formal program to allow small group interactions. There will be Keynote lectures, technical presentations, panel discussions and informal sessions. There may be a Poster session for personal interactions. There will be no parallel sessions. There will be an Open Forum session to include presentations that do not go into the conference proceedings. Attendance at the conference will be limited to about 80 to 100 participants to encourage maximum interaction among the participants. All participants will stay at the conference site. Conference registration fee will include complete room and board, conference proceedings and other related conference material, and two coffee/tea breaks per day. This format employed in conferences of Engineering Conferences International allows maximum interaction, discussion and networking among the conference participants.

Deadlines

- August 31, 2002 An electronic copy of the abstracts (no longer than 1000 words) to be sent to the Regional Scientific Committee member or the Co-Chair; the authors will then be notified of the abstract acceptance within a few days.
- October 4, 2002 Full manuscript prepared electronically in the specific format to be sent to the Scientific Committee members.
- January 6, 2003 Notification of the manuscript acceptance and the reviews to be sent to authors.
- January 27, 2003 Complete author-prepared electronic version of the paper with two hard copies to be sent to Regional Scientific Committee members.

詳細については組織委員会委員または本田 (Tel: 092-583-7787, E-mail: hhonda@cm.kyushu-u.ac.jp) にお問い合わせ下さい。

熊本大学工学部知能生産システム工学科教官公募

募集人員：教授 1名

所属学科・講座：知能生産システム工学科 エネルギーシステム講座

勤務場所：熊本市黒髪2丁目39-1

応募資格：博士の学位を有し、50歳くらいまでの方

専門分野：(1) 熱工学分野（熱力学、伝熱工学、熱機関等）の教育に熱意をもち、関連の講義等が担当できる方

(2) 熱エネルギーの有効利用・環境問題に関連する研究に熱意のある方

(3) 大学院博士課程の学生の教育・研究の指導ができる方

採用予定時期：平成15年4月1日（火）

応募締切：平成14年8月23日（金）必着

提出書類：(1) 履歴書（写真付き）

(2) 健康診断書

(3) 研究業績リスト（学会誌に掲載された査読付き論文、国際会議論文、レビュー論文、紀要、解説・研究報告、学位論文、著書、学会発表、特許、受賞、学会活動、教育活動等も記載のこと）

(4) 主要論文の別刷またはコピー（10編まで、各1部）

(5) これまでの研究業績の説明（1,000字以内）

(6) 今後の研究構想（1,000字以内）

(7) 熊本大学での教育に関する抱負（1,000字以内）

(8) 研究助成金、科研費等の代表者としての取得状況

(9) 推薦書またはコメントを求め得る方2名の氏名、住所、電話、電子メールアドレス

選考方法：書類による選考のほかに、必要に応じて来学の上面接を受けて頂きます

書類提出先：〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39-1

熊本大学工学部知能生産システム工学科 学科長 柏木 潤

電話：096-342-3742, E-mail:kashiwa@gpo.kumamoto-u.ac.jp

（応募書類は簡易書留で、封筒に「教官応募書類」と朱書して下さい）

なお、応募書類は原則として返却しませんのでご了承下さい）

問合せ先：熊本大学工学部知能生産システム工学科 エネルギーシステム講座 教授

井村英昭 電話：096-342-3752, E-mail: imura@gpo.kumamoto-u.ac.jp

（できるだけ電子メールでお願い致します）

北海道大学大学院 工学研究科教官公募

1. 公募人員 教授 1 名
2. 所属 機械科学専攻熱エネルギー工学講座（大講座）
3. 専門分野 熱エネルギー変換工学およびその関連分野
4. 担当講義 大学院では熱エネルギー変換工学に関する講義等、また学部では熱力学および機械工学科に関連する講義、演習および実験を担当
5. 応募資格 博士の学位または ph.D を有すること
6. 任用予定 2003 年 4 月 1 日
7. 提出書類 (1) 履歴書（写真貼付、現住所、連絡先（電話番号、電子メールアドレス）、学歴、研究歴、職歴、所属学会、賞罰等を記入する事）
(2) 論文目録（査読付論文、国際会議プロシーディングス、解説、著書等に分類して記載すること）
(3) 最近 5 か年間の代表的論文 5 編の別刷
(4) 科研費・助成金取得歴（代表者の場合のみ）、特許等
(5) 現在までの研究の内容と成果（1200 字程度）
(6) 今後の研究計画および教育に関する抱負（1200 字程度）
(7) 応募者に対して意見を伺える方 2 名（連絡先と電話番号、電子メールアドレス）
8. 公募締切 2002 年 10 月 1 日（必着）
9. 問合せ先 北海道大学大学院工学研究科教官公募
〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目
北海道大学大学院工学研究科機械科学専攻
専攻主任 藤川重雄
Tel. 011-706-6429 Fax. 011-706-7889 E-mail: fujikawa@eng.hokudai.ac.jp
10. 応募書類 送付先 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目
北海道大学工学研究科・工学部総務課人事掛 (Tel. 011-706-6156, Fax. 011-706-7895)
(封筒表面に「教官公募応募書類 (No.14-8) (機械科学専攻熱エネルギー工学講座)」と明記し、書留で送付願います。応募書類は原則として返却致しません。)
11. 工学部ホームページアドレス <http://www.eng.hokudai.ac.jp/>

神戸大学工学部機械工学科教員公募

1. 募集人員 教授 1名
2. 所属 機械工学科 機械システム講座
3. 専門分野 エネルギー環境工学
4. キーワード エネルギー環境, 燃焼, 数値シミュレーション, 複雑流体
5. 着任時期 平成15年4月1日から着任可能な方
6. 応募資格 博士の学位を有し, 機械工学科におけるエネルギー環境工学(上記キーワード)に卓越した研究業績があり, 教育と研究に熱意があり, 大学院自然科学研究科博士課程後期課程も担当可能な年齢50歳位までの方
7. 提出書類
 - (1) 履歴書(学歴, 職歴, 研究歴, 学位, 受賞歴, 所属学会, 連絡先等を記載し, 写真を付けて下さい。)
 - (2) 業績総合リスト(下記の項目別に詳細に記載下さい。)
 - ・2-1・研究業績: 学術論文, 専門書, 国内外における招待講演, 国際会議発表, 学術報告, シンポジウム・研究会発表などについて, 項目別に記載して下さい。また, 知的所有権もあれば記載下さい。
 - ・2-2・教育業績: 経験がある方は, 具体的に教科書の執筆, 講義形態あるいは博士・修士・学部生の指導経験などについて実績と教育期間を項目別に記載下さい。また, 社会での教育活動状況などについてもあれば記載下さい。
 - ・2-3・研究費の導入実績: 科学研究費, 共同研究, 委託研究, 各種公的研究費, 奨学寄付金など代表のみについて項目別に記載下さい。
 - ・2-4・学会・社会等での業績: 国際会議, シンポジウム, OS等の企画・開催, 学会役員, 審議会委員, 国際専門誌の編集委員など項目別に記載下さい。
 - (3) 主要論文10編の別刷り(コピー可)各1部
 - (4) 研究業績の概要(A4用紙2枚程度)
 - (5) 教育に関する抱負(A4用紙1枚程度)
 - (6) 研究に関する抱負(A4用紙1枚程度)
8. 応募締め切り 平成14年9月30日(月)必着
9. 応募書類送付先および問い合わせ先 機械工学科長 中井善一
〒657-8501
神戸市灘区六甲台町1-1
神戸大学工学部機械工学科
電話/ファックス: 078-803-6128
E-mail: nakai@mech.kobe-u.ac.jp

近畿大学 理工学部 機械工学科教員募集

1. 募集人数 助教授 1名
2. 専門分野 熱工学およびエネルギー変換に関する分野
3. 担当科目 熱力学, 伝熱工学, 熱機関, 機械設計製図
4. 所属 近畿大学理工学部機械工学科
5. 応募資格
 - (1) 博士の学位を有する方
 - (2) 年齢は45歳位までの方
 - (3) 上記専門分野の教育, 研究に従事し, 顕著な研究業績のある方
 - (4) 大学院は専門に相応しい科目および大学院の研究指導の担当可能な方
6. 着任時期
2003年4月1日
7. 提出書類
 - (1) 履歴書(写真貼付)
 - (2) 全研究業績リスト(著書, 学術論文, 国際会議録, 講演発表論文, 特許など)
 - (3) 著書, 学術論文と国際会議録の抜刷(コピー可)
 - (4) これまでの研究概要(1000字程度)
 - (5) 本学における教育と研究に対する抱負(1000字程度)
 - (6) 推薦書(自薦も可), または当方から応募者に関する問い合わせ可能か方の連絡先
 - (7) 社会活動, 学会活動の記述(注)(1), (2)の書式については, 近畿大学ホームページ内の理工学部公募を参照ください.
8. 応募締切

2002年10月15日(必着)

8. 書類送付先および問合せ先

〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1

近畿大学理工学部機械工学科 青山 邑里

電話(06)6721-2332 FAX(06)6727-2024

Email: yuri@mech.kindai.ac.jp

(応募書類は簡易書留で封筒表面に「教員応募書類」と朱書きの上郵送して下さい.)

なお, 応募書類は原則として返却しませんのでご了承ください.)

「伝熱」原稿の書き方

How to Write a Manuscript of Dennetsu

伝熱 太郎 (伝熱大学)
Taro DENNETSU (Dennetsu University)

1. はじめに

以下の注意事項に留意して、原稿を作成すること。

2. 「伝熱」用原稿作成上の注意

2.1 標準形式

原稿は Microsoft Word 等を用いて作成し、図や写真等は原稿に張り込み一つのファイルとして完結させる。原稿の標準形式を表 1 に示す。

表 1 原稿の標準形式

用紙サイズ	A4 縦長(210mm×297mm), 横書き
余白サイズ	上余白 30mm, 下余白 30mm 左余白 20mm, 右余白 20mm
タイトル	1 段組, 45mm 前後あける (10 ポイント(10×0.3514mm)で 8 行分)
本文	2 段組, 1 段 80mm, 段間隔余白 10mm
活字	10 ポイント(10×0.3514mm) 本文 (Windows) MS 明朝体 (Macintosh) 細明朝体 見出し (Windows) MS ゴシック体 (Macintosh) 中ゴシック体 英文字・数字 Times New Roman または Symbol
1 行の字数	1 行あたり 23 文字程度
行送り	15 ポイント(15×0.3514=5.271mm) 1 ページあたり 45 行 ただし、見出しの前は 1 行を挿入

2.2 見出しなど

見出しはゴシック体を用い、大見出しはセンタリングし前に 1 行空ける。中見出しは 2.2 などのように番号をつけ左寄せする。見出しの数字は半角とする。行の始めに、括弧やハイフン等がこないように禁則処理を行うこと。

2.3 句読点

句読点は、および、を用い、、や、は避けること。

2.4 図について

図中のフォントは本文中のフォントと同じものを用いること。

2.5 参考文献について

2.5.1 番号の付け方

参考文献は本文中の該当する個所に[1], [2,4], [6-10]のように番号を入れて示す。

2.5.2 参考文献の引き方

著者名、誌名、巻、年、頁の順とする。毎号頁の改まる雑誌(Therm. Sci. Eng.など)は巻-号数のようにして号数も入れる。著者名は、名字、名前のイニシャル。のように記述する。雑誌名の省略法は科学技術文献速報(JICST)に準拠する。文献の表題は省略する。日本語の雑誌・書籍の場合は著者名・書名とも省略しない。

参考文献

- [10] 伝熱太郎, 伝熱花子, 日本機械学会論文集 B 編, 80-100 (1999), 3000-3005.
[11] Incropera, F. P. and Dewitt, D. P., *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, John Wiley & Sons (1976).
[12] Smith, A. et al., *Therm. Sci. Eng.*, 7-5 (1999), 10-16.
[13] 山田太郎, やさしい伝熱, 熱講社 (1980).

原稿作成用のテンプレート (MS-WORD) は下記の伝熱学会のホームページよりダウンロードできます。

伝熱学会のホームページ <http://www.htsj.or.jp/>

または学会誌「伝熱」のホームページ

会告・記事のテンプレート

http://www.htsj.or.jp/den_guide.html

転載許諾願申請フォーム

<http://www.htsj.or.jp/reqcopy.html>

「伝熱」会告の書き方

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、伝熱に関する学理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。

【会員の種別と会費】

会員種	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	8,000円 但し、70才以上は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」 「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」を郵送します。

(本年度発行予定：5, 7, 9, 11, 1, 3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】

会費は当該年度内に納入してください。請求書はお申し出のない限り特に発行しません。会費納入状況は事務局にお問い合わせ下さい。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、送金者側の負担にてお願い致します。フリガナ名の検索によって入金の手続き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は、至急納入をお願いします。特に、平成12年度以降の会費未納の方には「伝熱」「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」の送付を停止しており、近く退会処分が理事会で決定されます。

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応対、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、新入会員への学会誌「伝熱」、論文集「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》

〒113-0034 東京都文京区湯島2-16-16
社団法人 日本伝熱学会
TEL, FAX : 03-5689-3401
E-MAIL: htsj@asahi-net.email.ne.jp
HP: <http://www.htsj.or.jp>

(土日、祝祭日を除く、午前10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欄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。

〒184-8588 東京都小金井市中町2-24-46
東京農工大学工学部機械システム工学科
望月 貞成
TEL:042-388-7088 FAX:042-388-7088
E-mail : motizuki@cc.tuat.ac.jp

新入会員 (2002.4 ~ 2002.7) 67名

資格	氏名	勤務先	資格	氏名	勤務先
正	瀬田 剛	富山大学工学部	学生	伊吹 竜太	東北大学
正	横山 信博	明星電気(株)守谷工場	学生	安井 真也	名古屋工業大学大学院工学研究科
正	五十嵐 敬	(株)東機械製作所	学生	竹内 祥奎	名古屋工業大学大学院工学研究科
正	横谷 裕嗣	日本電産エレクトロニクス(株)	学生	長田 純一	名古屋工業大学大学院好学研究科
正	山本 勉	(株)富士電機総合研究所	学生	稲垣賢一郎	名古屋工業大学大学院工学研究科
正	北村 邦彦	(株)九電工	学生	市川美智子	名古屋工業大学大学院工学研究科
正	正司 毅	(株)大阪真空機器製作所	学生	熊野 智之	岐阜大学大学院工学研究科
正	村越 元彰	日本製紙(株)	学生	崔 淳豪	東京大学大学院工学系研究科
正	斎藤 秀介	(株)富士電機総合研究所	学生	山口 雄一	慶應義塾大学理工学研究科
正	小泉 雄大	コーセル(株)	学生	花折 洋量	東京理科大学大学院理工学研究科
正	野口 佳樹	龍谷大学理工学部	学生	平 彰介	北海道工業大学大学院
正	佐久間宙之	日産自動車(株)	学生	松田 義信	東京工業大学理工学研究科
正	牧野 拓也	ソニー(株)	学生	工藤 正樹	東京理科大学理工学研究科
正	君島 真二	芝浦工業大学システム工学科	学生	関 洋治	東京理科大学理工学研究科
正	長田 裕司	(株)豊田中央研究所	学生	丸岡 伸洋	大阪府立大学大学院工学研究科
正	藤山 周秀	光洋サーモシステム(株)	学生	太田 順	東京大学大学院工学系研究科
正	石井 秀明	日本窯炉(株)	学生	長田 光広	東京大学大学院工学系研究科
正	山本 憲	(株)デンソー	学生	中岡 真一	東京大学大学院工学系研究科
正	沖ノ谷 剛	(株)デンソー	学生	小原 義隆	東京大学大学院工学系研究科
正	河地 典秀	(株)デンソー	学生	小清水孝夫	九州大学大学院工学府機械科学専攻
正	丸太 薫	東北大学	学生	福井 克人	琉球大学大学院理工学研究科
正	加藤 鎮	東邦ガス(株)基盤技術研究部	学生	小暮かの子	芝浦工業大学大学院
正	青木 綱芳	(株)フジクラ	学生	伊藤 譲治	芝浦工業大学大学院
正	齊川 路之	(財)電力中央研究所	学生	敵 子翔	東京大学
正	山崎 啓司	昭和電工(株)	学生	岡 啓一郎	神戸大学大学院自然科学研究室
正	羽入田勝也	北陸電力(株)	学生	廣川 文仁	東京大学大学院工学系研究科
正	内田 博幸	石川島播磨重工業(株)			
正	草刈 和俊	東京電力(株)営業部			
正	堀木 幸代	東京商船大学			
正	森原 淳	パブコック日立(株)			
正	山口 康隆	大阪大学 工学部			
正	村上 泰城	三菱電機(株)			
正	中川 勝文	豊橋技術科学大学			
正	小谷 正直	(株)日立製作所 機械研究所			
正	吉野 英夫	(株)富士通			
正	渡辺 学	東京水産大学			
正	石川 博一	ソニー(株)CNC CT開発本部			
正	北原 博幸	トータルシステム研究所			
正	青山 繁男	松下冷機(株)			
正	小林 洋平	芝浦工業大学			
正	王 劍鋒	東京大学新領域創成科学研究科			

寄付会費 (2002.4 ~ 2002.7) 55名 129,000 円

資格	氏名	勤務先	資格	氏名	勤務先
正	石塚 勝	富山県立大学工学部	正	長野 靖尚	名古屋工業大学大学院
正	石原 勲	関西大学工学部	正	橋爪 秀利	東北大学大学院工学研究科
正	稲田 孝明	産業技術総合研究所	正	日向野三雄	秋田県立大学
正	岩城 敏博	富山大学工学部	正	菱田 公一	慶應義塾大学理工学部
正	太田 照和	東北大学大学院工学研究科	正	廣田 真史	名古屋大学大学院工学研究科
正	岡崎 健	東京工業大学大学院	正	藤田 秀臣	名城大学理工学部
正	緒方 潤司	三菱重工業(株)高砂研究所	正	本田 知宏	福岡大学
正	小川 邦康	慶應義塾大学理工学部	正	本田 博司	九州大学
正	小澤 守	関西大学工学部	正	前沢 三郎	成蹊大学工学部
正	小畑 良洋	産業技術総合研究所	正	牧野 俊郎	京都大学大学院工学研究科
正	親川 兼勇	琉球大学工学部	正	増岡 隆士	九州大学大学院工学研究院
正	勝田 正文	早稲田大学	正	松原 幸治	新潟大学工学部
正	上宇都幸一	大分大学工学部	正	丸山 茂夫	東京大学大学院工学系研究科
正	河原 治	富山工業高等専門学校	正	宮良 明男	佐賀大学理工学部
正	河村 洋	東京理科大学理工学部	正	望月 貞成	東京農工大学工学部
正	工藤 一彦	北海道大学大学院工学研究科	正	桃木 悟	長崎大学工学部
正	功刀 資彰	京都大学大学院工学研究科	正	森 茂	金沢大学工学部
正	佐藤 公俊	産業技術総合研究所	正	森 康彦	慶應義塾大学理工学部
正	芝原 正彦	大阪大学大学院工学研究科	正	森田 昭生	三菱重工業(株)
正	庄司 正弘	東京大学大学院工学系研究科	正	門出 政則	佐賀大学理工学部
正	杉山憲一郎	北海道大学大学院工学研究科	正	山口 邦彦	金沢大学工学部
正	鈴木健二郎	京都大学大学院工学研究科	正	山口 朝彦	長崎大学工学部
正	辻 俊博	名古屋工業大学	正	山口 康隆	大阪大学工学部
正	寺西 恒宣	富山工業高等専門学校	正	山田 雅彦	北海道大学大学院工学研究科
正	時田 雄次	大分県立工科短期大学校	正	横堀 誠一	(株)東芝
正	鳥居 修一	鹿児島大学工学部	正	吉田 駿	九州大学大学院工学研究院
正	永井 二郎	福井大学工学部	正	吉田 英生	京都大学大学院工学研究科
正	長田 孝志	琉球大学工学部			

日本伝熱学会正会員・学生会員入会申込み・変更届用紙

広告

Leading Edge the Thermal Technology

編集後記

伝熱学会40周年記念号シリーズの第4段「記念セミナー」・第39回日本伝熱シンポジウム号をお届けします。本号は瀧本と井上委員の担当で、発行いたしました。原稿執筆いただきました方々に厚くお礼申し上げます。

本誌への原稿の投稿、また、本誌に対するご意見・ご要望など、お近くの下記委員ないしは編集出版事務局、第41期編集出版部会委員までお寄せください。

副会長	長野 靖尚	名古屋工業大学
部長	瀧本 昭	金沢大学
委員		
(理事)	近久 雅彦	北海道大学
	花村 克悟	岐阜大学
	岩城 敏博	富山大学
	藤井 照重	神戸大学
	奥山喜久夫	広島大学
(評議員)	小原 拓	東北大学
	井上 剛良	東京工業大学
	一宮 浩市	山梨大学
	高田 保之	九州大学
(事務)	大西 元	金沢大学
TSE チーフエディター		
	西尾 茂文	東京大学
TSE 出版担当		
	永井 二郎	福井大学

平成 14 年 7 月 31 日

編集出版事務局：〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20
金沢大学工学部人間・機械工学科
瀧本 昭 / 大西 元
Tel : 076-234-4741 / -4742
Fax : 076-234-4743
e-mail: takimoto@t.kanazawa-u.ac.jp

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外は、著作権者から複写権等の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。なお、著作物の転載・翻訳のような複写以外許諾は、直接本会へご連絡下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F
学術著作権協会 (Tel / Fax : 03-3475-5618)

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.(CCC)
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
Phone : +1-978-750-8400 Fax : +1-978-750-4744

Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Except in the USA

The Copyright Council of the Academic Societies (CCAS)
41-6 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan
Phone / Fax : +81-3-3475-5618

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
Phone : +1-978-750-8400 Fax : +1-978-750-4744

伝 熱

ISSN 1344-8692

Journal of The Heat Transfer Society of Japan
Vol. 41, No. 169

2002年7月発行

発行所 社団法人 日本伝熱学会
〒113-0034 東京都文京区湯島 2-16-16
電話 03(5689)3401
Fax. 03(5689)3401
郵便振替 00160-4-14749

Published by

The Heat Transfer Society of Japan
16-16, Yushima 2-chome, Bunkyo-ku,
Tokyo 113-0034, Japan
Phone / Fax : +81-3-5689-3401