

ISSN 1344-8692 Vol. 40 No. 165

伝 熱

Journal of the Heat Transfer Society of Japan

伝熱セミナー号

2001.11

「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

- [1] 伝熱太郎, 伝熱花子, 日本機械学会論文集 B 編, 80-100 (1999), 3000-3005.
- [2] Incropera, F. P. and Dewitt, D. P., *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, John Wiley & Sons (1976).
- [3] Smith, A. et al., *Therm. Sci. Eng.*, 7-5 (1999), 10-16.
- [4] 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

http://htsj.mh.sd.keio.ac.jp/dennetsu_templ-j.html

若手伝熱セミナーを終えて 伏信 一慶(東京工業大学) 稲田 孝明(産業技術総合研究所)	1
【東北伝熱セミナー】	
秋季伝熱セミナー・秋田象潟	日向野 三雄(秋田県立大学)
5	
熱・流体・磁場の連成現象に関する数値解析と可視化	赤松 正人(秋田県立大学)
6	
マイクロチップによるDNAの分離解析	小原 拓(東北大学)
7	
ダイカスト工業の熱効率と省エネルギー対策	山崎 博次(山崎ダイカスト株式会社)
8	
おいしい日本酒を造る温度管理について	齋藤 銑四郎(株式会社 齋彌酒造店)
9	
【第12回東海伝熱セミナー】	
- エネルギーの生成と高度利用の科学と技術 -	花村 克悟(岐阜大学)
10	
BIFURCATION PHENOMENA AND INSTABILITIES OF CONVECTION IN CAVITIES Earl BILGEN (Shizuoka University)	11
循環型社会の構築と新エネルギー	長野 靖尚(名古屋工業大学)
13	
エネルギー・環境技術におけるグローバルビジョン	新井 紀男(名古屋大学)
15	
高効率石炭火力発電技術の展望	田中 雅(中部電力株)
17	
ハイブリッド車におけるエネルギーの有効活用	阿部 眞一(トヨタ自動車株式会社)
20	
プラズマと核融合エネルギー	浜田 泰司(核融合科学研究所)
22	
【第13回中国四国伝熱セミナー・広島】	
概要報告 ナノ材料の合成における伝熱	佐古 光雄(広島大学)
24	
【九州伝熱セミナー】	
九州支部 伝熱セミナーの報告	桃木 悟(長崎大学)
30	
.....	36
第39回日本伝熱シンポジウム開催案内	38
日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 公募のお知らせ	42
日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞申請書・推薦書	43
第6回宇宙環境利用に関する地上研究公募のご案内	44
教官公募	45
「伝熱」会告の書き方	46
事務局からの連絡	47
日本伝熱学会入会申し込み・変更届用紙	49
日本伝熱学会賛助会員入会申し込み・変更届用紙	50

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.40, No.165, November, 2001

CONTENTS

< Thermal Engineering Seminar >

Heat Transfer Young Investigators Seminar

Kazuyoshi FUSHINOBU (Tokyo Institute of Technology) and

Takaaki INADA (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) 1

Autumn Seminar on Heat Transfer in Kusakata, Akita

Mitsuo HIGANO (Akita Prefectural University) 5

Numerical analysis and visualization on complex phenomena of magnetothermofluidmechnics

Masato AKAMATSU (Akita Prefectural University) 6

Separation of DNA by a Microchip

Taku OHARA (Tohoku University) 7

Thermal Efficiency and Energy Saving in Die Casting Industry

Hiroji YAMAZAKI (Yamazaki Diecast Co.,Ltd.) 8

Temperature Control for Making Delicious Japanese Sakes

Senshirou SAITOU (Saiya Japanese Sake Brewery Co.,Ltd.) 9

The 12th Tokai Branch Seminar on Heat Transfer

- Science and Technologies on Generation and Effective Utilization of Energy-

Katsunori HANAMURA (Gifu University) 10

BIFURCATION PHENOMENA AND INSTABILITIES OF CONVECTION IN CAVITIES

Earl BILGEN (Shizuoka University) 11

Construction of Sustainable Societies and New Energy

Yasutaka NAGANO (Nagoya Institute of Technology) 13

The Global Vision in Energy and Environmental Technology

Norio ARAI (Nagoya University) 15

A View of High Efficiency Coal Fired Power Plant System

Tadashi TANAKA (Chubu Electric Power Co.,Inc) 17

Effective Energy Management on Hybrid Vehicle

Shinichi Abe (Toyota Motor Corporation) 20

Plasma and Nuclear Fusion Energy

Yasuji Hamada (National Institute for Fusion Science) 22

Re the 13th port on Thermal Engineering Seminar of Chugoku-Shikoku Branch

<Heat Transfer in Synthesis of Nano-Sized Materials>

Mitsuo SAKO (Hiroshima University) 24

Report of the Annual Seminar of Kyushu Branch

Satoru MOMOKI (Nagasaki University) 30

<Calendar> 36

<Announcements> 38

若手伝熱セミナーを終えて

Heat Transfer Young Investigators Seminar

伏信 一慶（東京工業大学） 稲田 孝明（産業技術総合研究所）

Kazuyoshi FUSHINOBU (Tokyo Institute of Technology)

Takaaki INADA (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

1. はじめに

さる7月27日（金）28日（土）の両日にわたり、千葉県の幕張にある（財）海外職業訓練協会において、日本伝熱学会学生会創設記念・若手伝熱セミナーが開催された。同セミナーは企画部会・学生会委員会主催、関東支部共催の行事であり、いわゆる「若手」を対象とした全国規模の企画としては久々と思われる。本稿ではその内容などについて報告する。

2. セミナー報告

2.1 参加者

セミナーは、いわゆる「若手」の参加者が31名、うち学生が22名、という構成であり、盛況な会合となった。学生の半数は修士課程の学生であった。また、博士課程の学生もほぼ同数の参加があり、若干ながら学部学生の参加者もあった。さらに、企業の若手技術者の参加もあったことを記す。開催地の関係で参加者の多くは関東地区からであったが、東海、北陸、九州と、他の地区からの参加者も多くあり、日頃知りあう機会のほとんどないメンバー同士の貴重なコミュニケーションの場となった。

2.2 講演会

本セミナーのメインイベントは、伝熱研究に携わる著名な先生方のご講演である。4人の講師の先生方（西川先生、棚澤先生、鈴木先生、庄司先生）にはご多忙の中をご準備いただき、また遠路よりお越しいただき、熱工学の歴史、最新のトピックスの紹介、今後の方向性と、大変に興味深い内容のご講演をいただいた。以下に、それぞれの先生方のご講演を簡単に紹介する。ご講演のエッセンスを完全にはお伝えしきれないことは、なにとぞご容赦いただきたい。



写真1 西川先生のご講演の様子

西川兼康先生：

「火の動力の進展と熱工学の歩み」

西川先生のご講演では、主として蒸気動力の変遷の観点から、ワットなど我々にもなじみの深い熱機関のパイオニアやその後継者達がどのように技術の発展に関わってきたか、その中でどのような技術的発展が成し遂げてこられたか、またその黎明期における隠れた先達の功績などのご紹介があり、これと平行して我が国における熱工学関係の進展について、東京の茅場町に始まる発電所の建設の歴史や、あるいは各種学協会設立発展などを交えてご講演いただいた。

大半の若手参加者にとって、これだけ系統的に熱工学の歴史をまとめた形で講義を受ける経験は、おそらく初めてのことでなかろうか。自身を省みても、とかく今行っている研究については、自身が担当する前後からの発展については非常に深い知識を有していても、そのテーマが生まれるに至る歴史的な背景については意外と見えにくいとも言える。各人の研究の位置づけを歴史的経緯の中で捉え直す絶好の機会となったようである。

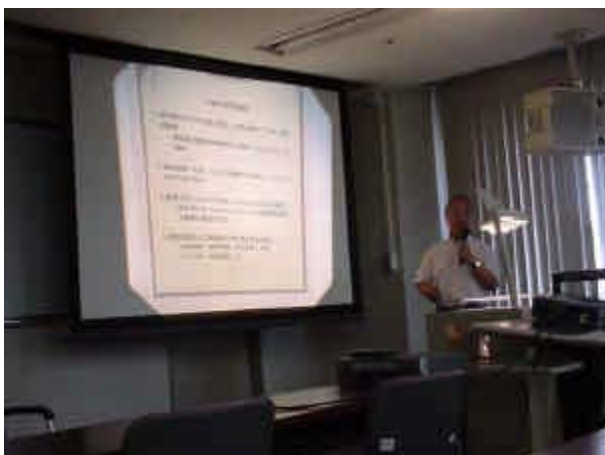


写真 2 棚澤先生のご講演の様子

棚澤一郎先生：

「マクロからミクロへ，単純系から複雑系へ」

棚澤先生からは、生体における熱現象を中心として、ミクロな複雑系の熱現象の面白さをご講演いただいた。

生体組織の冷凍保存において、冷却速度によりその生存率がどのように変わるかに関して、そのメカニズムから説き起こして生体におけるミクロ/マクロな現象の連成問題の重要性、それに関わる熱工学のアプローチの重要性についてご紹介があった。さらに、生体に関わる熱工学的アプローチの最新動向、医学分野との共同研究の重要性についての幅広いご講演があり、他分野との境界領域、ならびにミクロスケールとマクロスケールの混在する現象への展開がもたらす新たな方向性を実感する機会となったのではなかろうか。複雑なミクロ系故の難しさ、面白さ、新しさにあふれたご講演であった。

鈴木健二郎先生：

「21世紀の伝熱：その主役はYOU！」

21世紀を迎え、熱、エネルギーの関連技術・研究に携わる人々にとっては、今までにも増して多くのチャレンジングな課題が待ち受けていると言えよう。その重要な役割を担うべき主役は、具体的には例えば今回のセミナー参加者であるあなた方なのである、という先生の熱いメッセージからこのご講演は始まっている。歴史的・社会的な背景から説



写真 3 鈴木先生のご講演の様子

き起こしてその重要性を浮き彫りにされた後に、具体的な事例として、マイクロガスタービンと燃料電池を組み合わせたエネルギーシステムの有用性、そこに熱工学の研究活動がいかに重要な役割を果たしているかについて、最新のデータを交えてご紹介いただいた。また、ここでも他分野の研究者と共同で研究を実施しておられることが披露され、このような境界領域への展開がもたらす実り多い成果について、さらにそこで熱工学の果たす大きな役割について、伝熱学会関係の若手参加者にとって、大きな動機付けとなったと思われる。

庄司正弘先生：

「カオスフラクタル熱工学」

庄司先生のご講演は、カオスやフラクタルの基礎・歴史の紹介から、これらの概念を如何に熱工学に取り込んでいくか、またその現状の取り組みについてのご紹介であった。

大半の参加者にとって新しい概念であることもあり、まずはカオスとは、フラクタルとは、ということについて特に運動論の観点から紹介があり、これに引き続きローレンツ、マンデルブローなど、これらに関わる学問体系を作り上げてきた先人達の紹介があった。今回の参加者の大半と同年代であった当時の米国の大学院生のグループが、興味の赴く方向に努力を続ける過程でこの分野のリーダーになっていくプロセスのご紹介は、参加者にとっても刺激的な物語となったと思われる。さらに、現状、

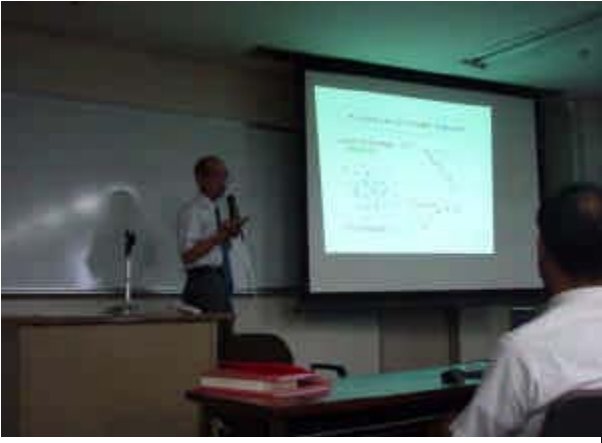


写真 4 庄司先生のご講演の様子

カオスを熱流体に関連する分野に適用している例として、雲のモデル、沸騰のモデルなどが紹介された。普段見慣れている偏微分方程式で構成される基礎方程式群ではなく、ずっと簡単な方程式の組み合わせにより、たとえば沸騰現象（と言えるかどうか？との先生ご自身のコメントもあったが）のような極めて複雑な現象をシミュレートした例などのアニメーションをご紹介いただいた。お話はさらに新たな数学理論の構築に関わってくるようなところまで進み、先生ご自身の強い学問的興味にあふれるご講演であった。

以上、4名の先生方からの、熱いメッセージにあふれたご講演により、身近な学生参加者の中には、さっそく関連の本を買って、ああでもない、こうでもない、と議論のきっかけになったようである。



写真 5 セミナー会場の様子

講演会終了後、若手だけの放談会が企画された。文字通り放談会であり、様々な話題があがったが、特に共通の関心である研究のこと、伝熱学会との関わり方については長めの時間をかけての意見交換となった。特にいくつかの話題を挙げれば、まずは伝熱学会の学生会員制度についてである。現状、既に正会員の半額の年会費と安く設定されており、しかも会員になることで伝熱シンポの参加費は格安に、講演論文集に至っては無料に、また隔月の「伝熱」「Thermal Science and Engineering」がもれなく送付されるということで、これをかなりおトクなシステムと感じる人々もある一方で、必ずしも全ての人々にとってはそうでもなく、まだまだハードルが高い、あるいはメリットを実感できない、といったような印象を受けるケースも少なくないだろう、という雰囲気であった。また、研究面では、研究や開発の対象となる技術について、その社会との関わりについても意識を持ちながら進めていきたいといった意見も出されるなど、活発な意見交換が行われた。このあとは懇親会となり、幕張の夜景を眺めながらの立食パーティーが行われた。また立食の懇親会の終了後も、会議場と宿泊設備とが一体の施設という好条件も手伝い、参加者にとっては長時間に渡り親睦を深める絶好の機会となった。

3. 雑感

参加者によれば、まずなにより、講演会のインパクトが大変に大きかったようである。考えてみれば、



写真 6 懇親会の様子

これだけまとまったご講演を一度に聞ける機会というのは、なかなか無いのではなかろうか。受講者は基本的に若手が主体、というある種の気楽さもあるなかで、リラックスした中にもそれぞれになにかを得るきっかけとなったことが期待される。

また、放談会で、あるいは懇親会で繰り返し話題になったのが、現状ではこのように全国規模で若手同士の集う場が殆どない、ということである。今回の参加者同士は、おそらく今後、伝熱学会や機械学会など関連の場での各種行事で再び相まみえることもあると思われるが、新たな知己を得たことでこれまでとはまたひと味違った新たな楽しみを得られることになるのだろうと思われる。さらに、同じ伝熱というフィールドにいるわけで、実はよくよく話してみれば、同じような研究上の悩み（とまでは言わなくとも）を抱えていたりして、知り合いが増えることで簡単に相談ができたりする可能性もあるのだろうということを確認できた場でもあった。今回のように、日頃意外と知りあうことの少ない若手同士が繰り返し集う場を持つことで、互いに気楽に連絡の取り合える関係を築いていくこととなり、

あるいは諸行事参加のモチベーションとなれば、それこそが多くの方が期待されるような方向性ではなかろうか。肩の力を抜いて集まることのできる広い輪ができるような枠組みがこのような形で広がっていくことを期待している。

4. おわりに

学生会委員会立ち上げをきっかけとして関係組織により企画された行事でもあり、あまり時間のない中での準備・実施となったが、「この内容でこの参加費は安い！」と語った学生参加者もあり、まずは何よりのメッセージではないだろうか。来年度以降、より多くの若手が集まりやすいような仕組みでの行事实施が検討されているとも伺っており、期待される場所である。

末筆ではあるが、セミナー準備・実施にあたっては勝田先生、宇高先生、石塚先生をはじめ、勝田研究室の Bae 氏、納富氏を始めとする各位ならびに関係研究室各位、また宇高研究室各位のご尽力によるものである事を記して報告を終える。

秋季伝熱セミナー・秋田象潟

Autumn Seminar on Heat Transfer in Kisakata, Akita

日向野 三雄 (秋田県立大学)

Mitsuo HIGANO (Akita Prefectural University)

1. はじめに

日本伝熱学会東北支部第40期幹事会は平成13年10月20日(土), 21日(日)に秋田県内での秋季伝熱セミナー開催を決定し, 実行委員長に筆者を指名した。今年開学3年目の秋田県立大学は教育・研究に加え, 地域貢献も設置理念に掲げており, それをセミナーに反映させた。セミナー講師には, 従来通り大学の伝熱研究専門家, しかし比較的若い先生お二人をお願いし, また産学共同研究を通じて知己を得た秋田県内在住の元気な実業家お二人にも講演をお願いした。これは, 将来の研究者を目指す若い院生・学生諸君が年齢の近い先輩先生方の最新の伝熱研究成果を理解すると共に, 実業界には職種独特な伝熱関連問題が未解決のまま多く存在することやモノづくりの微妙さ, 奥深さに気付くことを期待したためである。

2. 講演

千葉陽一支部長(一関高専・教授)の熱い開会挨拶に引き続き, 赤松正人氏(秋田県立大・助手)が「熱・流体・磁場の連成現象に関する数値解析と可視化」を講演された。Czochralskiシリコン単結晶育成法での坩堝内の低 Prandtl 数流体 3次元対流と, 現在ホットなテーマの磁化力対流の挙動などを解説された。アニメーション可視化により, 現象が非常に分かり易かった。

2人目は, 小原拓先生(東北大学流体研・助教授)で, 「マイクロチップによる DNA の分離解析」と題して講演された。その内容は, 古い頭の筆者にはチンプンカンプンで後続頁の概要を熟読願いたい, 講師をお願いした動機は, 『「拡散項3兄弟」を考える』(伝熱, 40-160(2001)38)の記事のように, 分子動力学法を駆使し, 新しい切り口で伝熱・熱物性領域を研究されているバイタリティに期するものがあつたからに他ならない。しかし, 演題を頂いて吃驚! 尤も先生の御言葉を借りると, 分子も

DNA も同じだそうですか・・・?

3人目は, 山崎博次氏(山崎ダイカスト工業(株)・社長)で, 「ダイカスト工業の熱効率と省エネルギー対策」を講演された。昔に鋳物と呼ばれたモノが単に名称変更した訳でなく, 大物はエンジンブロックから小はDVD部品まで, ミクロン精度で製造する優れた技術, それに関連する熱的諸問題を多くの写真, 実物を示して解説された。一代で会社を起し, 秋田の米どころ横手盆地にありながら, ソニー, ナショナルなど多くの企業から指名される企業に育て上げた自信が覗え, 溶けた金属の如く熱い暑い御講演であった。

4人目は, 齋藤銑四郎氏(株齋彌酒造店・会長)で, 伝熱のキーワードで見ると些か離れた人選であるが, 秋田県立大システム科学技術学部がある本荘市の酒蔵に生まれ, 先祖代々の家業を地道に, しかし様々な新技術を取り入れながら「本当に美味しい酒」を醸し出している経営姿勢に共感し, 御講演をお願いした。演題は言わずもがな, 「おいしい日本酒を造る温度管理」である。米の蒸し, 麹の育成, 醸造醗酵から製品の保管まで, すべての工程で微妙な温度管理がいかに重要かが分る素晴らしい御講演であった。

3. その他

天然温泉入浴後, 山田悦郎・秋田大学名誉教授の音頭で乾杯し, 夜の部: 伝熱ノミナーが再開された。良く温度管理された銘酒3種類を試薬に4番目の講演の実習・実験をした。参加した教員ら26名と学生・院生36名全員は, 大学対抗ペロメータ競争などを楽しみ, セミナー本来の交流の実を大いに挙げ, 戸田三朗・東北大学教授の中締めで閉会とした。が, 海と鳥海山に挟まれた象潟シーサイドホテルには夜明けまで歓声が響いていた。

最後に, 筆者の気候な伝熱セミナー計画を黙認された秋田大学, 秋田高専の諸先生に感謝する。

熱・流体・磁場の連成現象に関する数値解析と可視化

*Numerical analysis and visualization on complex phenomena of magnetothermofluidmechnics*赤松 正人 (秋田県立大学システム科学技術学部)
Masato AKAMATSU (Akita Prefectural University)

1. はじめに

セミナーでの発表を頼まれたとき、初め驚きを隠せなかった。なぜならば、学生時代何度かセミナーに参加させて頂いたが私みたいな若輩ものが発表する場面を見たことが無かったからである。しかしながら、これも良い経験だと考え以下の2つの題目で発表させて頂いた。前者は、博士前・後期課程時代に取り組んだ研究であり、後者は現在取り組んでいる研究である。

2. 水平方向磁場印加下における

Cz 単結晶育成ルツボ内の融液の挙動[1]

半導体の基盤材料として用いられる Si 単結晶は主に Cz 法により生産されているが、高品質の単結晶を得るためにはルツボ内融液の対流を制御することが重要である。そこで、半導体融液の大きな電気伝導性を利用し外部から磁場を印加して対流を制御する試みがなされている。外部磁場を利用した単結晶引き上げ法として、垂直磁場、水平方向磁場、カスプ磁場、そして回転磁場等がある。この中で、水平方向磁場印加下において楕円形状の単結晶が成長することが Kajigaya ら[2]によって報告された。しかしながら、なぜこのような形状の単結晶が成長するのか説明されていなかったため、この疑問を解明するために数値解析を行った。この結果、磁場と平行な鉛直断面内では下降流が支配的となり、一方、磁場と垂直な鉛直断面内では自然対流が支配的になるために、彼らによって報告されたような楕円形の単結晶が育成されることがわかった。さらに、この特異な熱流動場は融液内に発生する電気的な場からうまく説明することができた。

3. 強磁場印加下における

加熱密閉円筒容器内の空気の挙動[3]

前述の単結晶成長プロセスでは、電気伝導性融液に磁場を印加し電流との相互作用で発生するローレンツ力を利用して対流を制御している。この場合の磁場強度は 0.5 テスラ程度である。しかしながら、数テスラ程度の強磁場下ではローレンツ力は固より、これまで無視されてきた磁化力が顕在化してくる。そこで現在、これまで磁場とは無縁とされていた物質についても磁場効果を再発見しようとする研究が盛んになりつつある。例えば、鉄と比較すると極端に小さな磁化率で、かつ非電気伝導性、常磁性体の空気[4]、さらに反磁性体の窒素[5]が強磁場下で興味深い流動特性を示すことが報告されている。しかし、このような強磁場下での伝熱問題の研究報告はまだまだ少ない。本研究では、磁化率が小さな非電気伝導性流体に強磁場を印加した場合の伝熱問題として、加熱密閉円筒容器内の空気の挙動を数値解析した。この結果、磁化率が小さく非電気伝導性の空気においても磁化力によって対流が誘起されることを見出した。さらに、浮力より磁化力が支配的になると磁化力の方向に依存した熱流動場が形成され、無重力場とほぼ同様の現象が生じることがわかった。

参考文献

- [1] M. Akamatsu, M. Higano and H. Ozoe, Int. J. Heat and Mass Transfer, 44, 17 (2001) 3253.
- [2] T. Kajigaya, T. Kimura and Y. Kadota, J. Crystal Growth 112 (1991) 123.
- [3] M. Akamatsu, M. Higano, Y. TAKAHASHI and H. Ozoe, The First International Symposium on Advanced Fluid Information (2001) 318.
- [4] T. Tagawa, H. Ozoe, K. Sassa and S. Asai, Advances in Computational Heat Transfer, 2 (2001) 777.
- [5] N. I. Wakayama, Chemical physics letters, 185 (1991) 449.

マイクロチップによる DNA の分離解析

Separation of DNA by a Microchip

小原 拓 (東北大学)

Taku OHARA (Tohoku University)

DNA やたんぱく質などバイオ分子の解析は、近年盛んに行われており、効率の良い分離解析法に対する需要は極めて高い。現在は電気泳動法が多くの場合に用いられ、大量のデータが蓄積されているが、その改良についても多くの報告がある。従来多く用いられてきたスラブ状ゲルによる電気泳動法に見られた欠点の多くはキャピラリー電気泳動法により緩和され、これによりヒトゲノムの解読など大規模な解析が行われているが、必要な時間や装置のコスト・占有面積、分離選別の柔軟性など、多くの点で改良の余地が残されている。

これらの解決のため、近年のマイクロリソグラフィ技術の普及に伴って、さまざまなマイクロデバイスを用いた分離選別法が提案されている。例えば、特殊な流路や鋸歯状電場を用いたサーマルラチェットや、障害物群や隘路により分子の移動速度にサイズ依存性を生じさせる方法など、電気泳動の移動度による分離選別とは異なる原理による分離選別法が提案される一方で、マイクロチャンネルを用いたキャピラリー電気泳動法は、サンプル供給や分子の検出などの機能を一つのマイクロデバイスに統合した「Lab on a Chip」を実現するものとして期待されている。しかし、これらのマイクロデバイスは、分子の移動経路が短いことによる分離性能の低下が克服されるべき課題として残っている。

マイクロリソグラフィにより微細な電極を近接して形成して電気泳動に用いられれば、わずか 1V 程度の低電圧により、1~10kV を用いるキャピラリー電気泳動に匹敵する強い電場を形成することができる。このような低電圧は、水の電気分解に対する懸念を無用にするだけでなく、簡単な電圧コントローラにより意のままに制御することができ、柔軟なプログラムが可能な電気泳動デバイスとして期待できる。電極間の距離は極めて短いから、上記のように分離性能の低下は避けられないが、一方で小さな装置上に

多数の電極をもつことができることから、多数の分離選別プロセスを同時並行で実行することができ、この特色を利用すれば装置全体として良好な分離選別性能を実現することも可能と考えられる。

最近ひんばんに言及されるサーマルラチェットでは、このような多数の微細電極を用いて鋸歯状の電場を溶液中に形成し、本来等方的な分子の熱運動による拡散を特定の方向への分子の流れに変換することができ、拡散速度に依存した分離選別の特性が柔軟にプログラム可能となる。このラチェットがもつ可能性は、分子の拡散だけではなく電気泳動にも応用可能と考えられる。

筆者らが提案するラチェット式電気泳動マイクロチップ (Ratcheting Electrophoresis Microchip、REM) は、以上述べた考えに基づいて計画されたものである。すなわち、(1) マイクロチップ上に微細電極を多数配置し、(2) 電極間で高速な電気泳動を行い、(3) 多数の電極で繰り返し分離選別を行うことにより優れた性能を実現し、(4) ラチェットを適用することにより、プログラム可能な従来にない特性をもたせることを目的としている。このマイクロチップの構造や、電気泳動とラチェットを組み合わせた分子の駆動法など基本原理を報告し、多数の電極で分離選別を繰り返すことによる特性の向上を、簡単な確率シミュレーションにより明らかにした。本デバイスは、任意の閾値より大きな試料分子あるいは小さな試料分子のみを電気泳動させるフィルタ機能や、全ての試料分子をその移動度に応じて移動・固定する従来の電気泳動法同様の機能など、多彩な動作をプログラムすることができる。また、実際に製作されるマイクロチップについて、純水中のイオンによる電極電位のデバイ遮蔽や分子の泳動経路の多様性を考慮したシミュレーションを行い、このデバイスの動作プロセスを最適化した。

ダイカスト工業の熱効率と省エネルギー対策

Thermal Efficiency and Energy Saving in Die Casting Industry

山崎 博次 (山崎ダイカスト株式会社)
Hiroji YAMAZAKI (Yamazaki Diecast Co., Ltd.)

1. ダイカストとは？

(1) ダイカストとは.

精密な金型に溶けた金属を圧入し、高精度で
鑄肌のすぐれた鑄物を短時間に大量に生産する
鑄造方式.

(2) 材料は.

- ・亜鉛合金(比重 6.6 鑄造管理温度 410 ±10)
 - ・アルミニウム合金(比重 2.7 鑄造管理温度 680 ±10)
 - ・マグネシウム合金(比重 1.8 鑄造管理温度 650 ±10)
- 亜鉛合金材料は、粒間腐食による材料劣化の危険性があるので、厳しい材料管理が必要である.

2. ダイカストとの出会い

- ・1956年4月 ダイカストメーカー設計担当として勤務.
- ・1965年12月 山崎ダイカスト創業.
- ・以来、ダイカスト業界基盤確立の時代を含み、45年の経験をもつ.

3. ダイカストの特徴

- (1) 生産性が高い.
- (2) 寸法精度が良い.
- (3) 後加工が少なくて済む.
- (4) 鑄肌がきれい.
- (5) 機械的性質がよい.
- (6) 薄肉の鑄物製造に適している.

4. ダイカスト業界における問題点

(1) 生産数(注文数)の変動が大きい.

- A 飛び込み注文依頼
- B 注文数変更依頼
- C 注文取消し依頼
- D 短納期化

(2) 品質が安定しない.

鑄造(ワンサイクル)毎のバラツキが大きい.

(3) コスト競争が激しい

- A 品質要求は厳しくなる.
- B 金型が老朽化(保証数量に近づく)するに従い、仕上工数は増えていく(コストアップ要因).

5. ダイカスト工業の熱効率

ダイカスト工業は、熱をいかに制御し、利用するかにかかっている. そうした視点から熱効率を考える.

6. ダイカスト工業の省エネルギー対策

- (1) 燃焼から見た省エネルギー
- (2) 溶解炉から見た省エネルギー
- (3) 手元炉から見た省エネルギー
- (4) 溶解作業から見た省エネルギー
- (5) ダイカストマシンから見た省エネルギー
- (6) 省エネルギーの可能性

参考文献

- [1] (財)機械振興協会経済研究所, (財)日本ダイカスト協会, 「ダイカスト工業の省エネルギー対策」調査報告書, (1950.4)
- [2] ダイカスト新聞, (2001.7.15)

おいしい日本酒を造る温度管理について

Temperature Control for Making Delicious Japanese Sakes

齋藤 銑四郎 (株式会社 齋彌酒造店)

Senshirou SAITOU (Saiya Japanese Sake Brewery Co., Ltd.)

日本酒は酒類の中でもっとも複雑な工程を経て造られます。ワインなどの果実酒は果糖を酵母によって発酵させる1工程で酒ができあがります。これを単醗酵酒といいます。ビールの場合はデンプンを麦芽で糖化させたのち酵母で醗酵するという2工程を経てできあがります。日本酒も同じように米のデンプンを麹の酵素によって糖化し酵母でアルコールを作る2工程を経て酒になります。これらを複醗酵酒といいます。複醗酵酒の中でもビールのように糖化と醗酵の工程が完全に分かれているのを単行複醗酵酒といい、日本酒のように同一の容器のなかで糖化と醗酵が同時に行われるのを並行複醗酵酒といいます。できた酒を蒸留して造る蒸留酒は別にして、醸造酒のなかで日本酒が最も高い20%以上のアルコールを生成することができるのは並行複醗酵のおかげです。簡単に考えると糖度を多くすればアルコール度数が高くなると思われがちですが、糖度が多すぎると糖圧迫が起きて酵母の育成が妨げられます。また、アルコール分が高くなりすぎると酵母自身が生きていけなくなります。酒のもろみの中で麹の糖化酵素が持続的にはたらいって糖分が小出しに供給され、元気のいい酵母がつぎつぎに生まれ成長する環境をつくり出すことによってアルコールが長期にわたって生成されるのです。糖化と醗酵のバランスが妙味、並行複醗酵によって生み出される日本酒はわれわれの先人が創り上げたすばらしい技術です。

現在行われている酒造りの原型が室町時代にはできていました。このころ日本では酒が腐るのを防ぐための「火入れ」が行われていました。パスツールが微生物を見つけ、ぶどう酒の低温殺菌をするのは300年後のことです。江戸時代末期には乳酸醗酵を利用して雑菌の混入を防止しながら酵母を純粋に培養する「もと(酵母)造り」が行われ、現在と全く同じ方法で酒が造られています。微生物の存在すらわからず、温度を測る道具も無く、まして温度を

コントロールする方法もほとんどない時代に、五感をフルに使って複雑な日本酒の造り方をあみだした先人の努力にはただただ感心させられます。

日本に米が入ってきた弥生時代、米から酒を造る技術も入ってきました。三世紀前半の倭国の様子を

書いた「魏志倭人伝」に「父子男女ノ別無シ、人性酒ヲ嗜ム」の記述がみられます。われわれの遠い祖先は生まれながらに酒を好み、老若男女を問わず酒に親しんだ生活をしてきた様です。おおむかしかからこの国の人々は酒を愛し、酒は無くってはならないものであったにちがひありません。二千年以上も前から人々が酒に傾けてきた情熱がすばらしい酒造りの技術を完成させたのです。

文化勲章の受章者で歌会始の選者でもあった坂口謹一郎博士の「日本の酒」に、世界の歴史をみても、古い文明は必ずうるわしい酒を持つ。すぐれた文明のみが、人間の感覚を洗練し、美化し、豊富にすることができるからである。それゆえに、すぐれた酒を持つ国民は進んだ文化の持ち主であるといっている書かれています。

近年われわれの生活が豊かになるにつれて、日本酒以外にさまざまな酒が飲まれるようになりました。残念ながらいま日本酒の消費量は10%にまで落ち込んでいます。日本酒に限らず、フランスではワインが、ドイツではビールが、イギリスではウイスキーがそれぞれの国で飲まれなくなっているのを見ると、世界の国々で人々の生活が多様化し、グローバル化したからです。

これからも日本民族の文明のあかしともいえる日本酒の伝統をまもりながらも、その時代にあった日本酒を造るための努力を重ねていかなければならないと思っております。

第 12 回東海伝熱セミナー

- エネルギーの生成と高度利用の科学と技術 -

The 12th Tokai Branch Seminar on Heat Transfer

- Science and Technologies on Generation and Effective Utilization of Energy -

花村 克悟 (岐阜大学)

Katsunori HANAMURA (Gifu University)

平成 13 年 10 月 12 ~ 13 日に第 12 回東海伝熱セミナーがグリーンハイツ養老 (岐阜県, 養老町) にて行われた。表記のようなタイトルで、いわゆる力学エネルギー (動力, 電力) を生み出す各種の方法について話題を提供していただいた。また、モントリオール大学から静岡大学に客員教授として滞在されている E. Bilgen 教授にも特別に「濃度勾配と温度勾配が存在する多孔質閉空間内の対流不安定性」について講演いただいた。他の話題と少々趣を異にしているが、せっかくの機会でもあるので特別講演としてお話しいただき、やや国際的なセミナーとなった。

エネルギーの有効利用や、新エネルギー、未来のエネルギーなど、エネルギーに関する話題は新聞などでも多くみられる。これは世の中のエネルギー問題への関心の高さを反映していると思われる。と同時に、産業、運輸、民生それぞれの分野の中でも多種多様なエネルギー利用形態があるために、化石燃料や自然エネルギーなどのいわゆる 1 次エネルギーからどの道を経由して動力や電力などの有効なエネルギーとするのが最も効率的か、といった難問に答を一つに限定できず、その時々でクリアできることを地道に進めざるをえない現状を映し出しているともいえる。さらに、環境負荷を極力低減することも視野に入れる必要があるし、化石燃料で現状維持ができる間に、長期的に生き残るエネルギーを考えておく必要がある。やはり話は尽きない。そこで今回は、東海地区でこうしたエネルギー問題に取り組まれている 5 名に最近の話題を提供していただいた。

その多くは発電に関するものであり、風力発電およびマイクロガスタービン、石炭火力発電、ケミカルガスタービン、さらに核融合の話題である。翼の形状に突飛な提案がない風力発電に関連して、ここでは、断崖の海岸線に風車を設置する場合、岸壁がもたらす乱流のため、海岸線から少し離れた場所に

設置すべきであることを、数値計算によって指摘している点が興味深い。一方、最近の石炭火力発電は、過去の石炭燃焼のような汚いイメージはなく、特に IGCC (石炭ガス化複合発電) は灰分まで処理できるとして、次世代の主力とされている。石炭は現在のところ化石燃料の中では埋蔵量が最も多いとされるので、その有効利用が化石燃料の延命効果の鍵を握ると思われる。また燃料過濃燃焼により駆動される 1 段目ガスタービンに続き、その未燃成分の燃焼により駆動される 2 段目ガスタービンから構成されるケミカルガスタービンは、蒸気タービンと組み合わせ、65% の発電効率が期待され、近い将来実現されるよう研究が進められている。また、未来のエネルギーとして期待される核融合は巨額な費用が投じられているが、庶民が理解できる範囲の結果がなかなか見えてこない。しかし、化石燃料に頼れなくなる前にこうした未来のエネルギーを発掘することの必要性は皆理解している。このジレンマを解消するには早急な成果もしくは見通しが必要であろう。

一方、運輸部門に関連してハイブリッド車のエネルギーマネジメントの話題をいただいた。ちょっとした組み合わせで、互いの最も得意とする領域で運転させることができる。システムの最適化のお手本ともいえる。また、次世代の自動車用パワーとされる燃料電池に引けを取らないことが示されており、ハイブリッドが健闘しているのか、燃料電池が期待ほどではないのか、物議を醸すところである。

最後に、もちろん、話題提供いただいた方々のみならず、多くの熱流体工学に関連する研究者の中でこの問題意識を持っている方や、また独自の方法を提案している方々も多い。2 日間で議論が尽きない問題ではあるが、少しでも新たな問題意識や次世代のエネルギー有効利用法や変換法の着想につながれば企画された名古屋工業大学の田川正人先生のご尽力が報われたことになるだろう。

*BIFURCATION PHENOMENA AND INSTABILITIES OF
CONVECTION IN CAVITIES*

Earl BILGEN (Shizuoka University)

1. Introduction

Thermosolutal convection is present in many industrial processes, especially those involving phase change phenomena such as melting-solidification, solid-gas reactions. For example, hydrogen diffuses in solidifying liquid metals and creates porosity defects that substantially reduces the metal's ductility and leads to premature fractures. The alloying elements can also diffuse and macrosegregation can occur in solidifying alloys due to the double diffusion of heat and mass. The bibliography reveals a great number of studies on this subject, due to the industrial and technological importance of applications such as industrials processing, oceanography, solid-gas thermochemical systems, adsorption systems, building insulation, underground disposal of contaminants and fog formation. These systems involve double diffusive flows with or without reactions. For example, the main problem of chemical reactors is to maintain the nonconvectivity of the reactive zone and its stability to guaranty good performance. This shows the great importance of the thermosolutal convection in porous beds. Since the diffusivities of these two components are quite different, instabilities of the double diffusive type may occur and lead to multiple steady convective solutions.

Many studies have been done with the vertical porous enclosure and the existence of multiple steady states for opposing flows has been already demonstrated. The thermosolutal convection in enclosures may be classified according to the order of magnitude of the Lewis number. The range of large value Lewis number (order of magnitude 10²) refers to thermosolutal convection in liquids and small numbers to double diffusion in binary gases. The latter is encountered in various applications, such as, in contaminant transport in groundwater, solar ponds

and solid-gas chemical reactors. Its special feature is to understand the dynamic behaviour of the solid-gas fixed bed reactor whom the performance limitations are due to heat and mass transfer. The first aim is to determine the critical conditions of the onset of convection, which is not desirable in such chemically reacting systems. It is important to know the presence of instabilities as well as oscillating instabilities.

The thermosolutal natural convection due to vertical temperature and concentration gradients in horizontal layers without reaction has been investigated in [1]. The Lewis number is in the range of $1 < Le < 10$. The critical conditions for the onset of convection have been determined.

2. Mathematical Formulation

We consider a saturated porous layer with a given void fraction, bounded by two dimensional planar channel of height H and width L . The lower plane of the system is maintained at higher constant temperature T'_1 and higher concentration C'_1 , the upper plane at lower constant temperature T'_2 and lower concentration C'_2 . The lateral walls are impermeable and perfectly insulated, so that the system can be considered adiabatic. The solute will enter the system by diffusion through the lower plane while it will leave the system through the upper plane. It should be noted that the basic problem concerns two diffusing components, heat and mass (solute, gas or liquid).

The fluid is considered Newtonian and incompressible, and all thermophysical properties are constant except for the density variations in the buoyancy term as modeled by the Boussinesq approximation. Assuming the Dufour and Soret effects negligible and the validity of two-dimensional Darcy's laminar flow in an homogeneous and isotropic medium, the governing

equations consist of (a) the state equation, (b) the mass conservation equation, (c) the energy conservation equation and (d) the momentum equation (see, for example, [1,2]). The dimensionless governing parameters are Rayleigh numbers, R_T and R_C , Lewis number Le , aspect ratio, $A = H/L$, porosity-heat capacity ratio, $\Omega = \varepsilon/\sigma$.

3.Solution Methods

They are analytical (linear and non-linear stability analyses) and numerical (the finite difference and finite element methods) (see, for example, [1-4]).

4. Results and Discussion

Typical numerical experiments were carried out covering the range $0 < R_T < 150$ for a unity aspect ratio and $\Omega = \varepsilon/\sigma$ and $R_C Le = 20$ and 40 corresponding to $Le = 0.5, 1, 2, 5$ and 10 . Thus the space (R_C, Le, R_T) was studied and the thermal Rayleigh number, R_T , was chosen as the bifurcation parameter. For all experiments, the curves were obtained by increasing or decreasing respectively the thermal Rayleigh number, R_T value from 0 to 150 or from 150 to 0. The initial conditions for the first run were the rest state and those of the decreasing branch were initiated from steady clockwise (or counterclockwise) solutions of higher ($R_T=250$) values. All subsequent runs were performed with initial conditions being at the previous state.

Typical results obtained with bifurcation and sub-critical steady flows are shown in Figs 1 and 2 for the cases indicated. The streamlines, isotherms and isoconcentrations of the steady state for $R_C Le = 20$, $R_T = 140$ for various values of Lewis numbers are shown in Fig. 3.

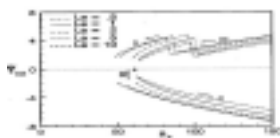


Fig.1 Extremum stream function as a function of the thermal Rayleigh number for $R_C Le = 20$ and various Lewis numbers.

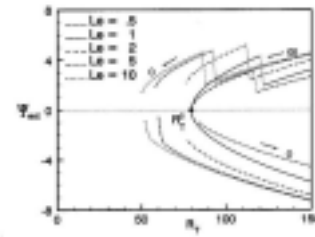


Fig. 2 Extremum stream function as a function of the thermal Rayleigh number for $R_C Le = 40$ and various Lewis numbers.

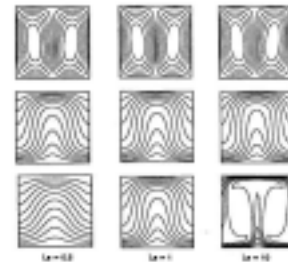


Fig. 3 Streamlines (top), isotherms (middle) and isoconcentration (bottom) for $R_C Le = 20$ and $R_T = 140$ and various Lewis numbers.

5.Conclusion

- A bifurcation phenomenon is found in the double diffusive flows within the enclosure with both temperature and concentration gradients. A steady state convection can be developed below the critical value R_T^C . This fact shows the possibility of development of subcritical steady flows.
- The main point of this study is that when Le is very high, convection can arise for $R_T > R_T^C = 4\pi^2$, which is the critical value for the onset of Benard convection in purely thermal systems.

References

- [1] Mbaye, M. and Bilgen, E. , Int. J. Therm. Sci. 40 (2001) 595 .
- [2] Mamou, M. et.al., Int. J. Heat Mass Transfer, 38-10 (1995) 1787.
- [3] Mamou, M. et al., J. Fluid Mechanics, 368 (1998) 263.
- [4] Nield, D.A. and Bejan, A., Convection in Porous Media, Springer Verlag, (1992).

循環型社会の構築と新エネルギー *Construction of Sustainable Societies and New Energy*

長野 靖尚 (名古屋工業大学)

Yasutaka NAGANO (Nagoya Institute of Technology)

1. 地球環境の維持と新エネルギー

現在の地球環境を維持するには、所謂、持続可能な「循環型社会」の構築が不可欠である。それに必要な技術は、よく言われる次の 3R である。即ち Reduce(天然資源利用・廃棄物の発生抑制), Reuse(製品又は部品の再使用促進), 及び Recycle(廃棄物・副産物を原材料やエネルギーとして再生利用)である。本セミナー参加者の主たる専門が熱流体工学であるから、地球環境を維持するのに必要な今後のエネルギーシステムについて論じてみたい。抽象的な総論を排除し、現在著者が関与しているプロジェクトについて述べ、最先端研究の進展を推論することにする。

新エネルギーは、大別すると、(1)再生可能エネルギー、(2)リサイクルエネルギー、(3)分散型エネルギー、となる。再生可能エネルギーとしては、風力発電、太陽光発電、太陽熱利用、バイオマスエネルギーが代表的なものである。リサイクルエネルギーとは、廃棄物燃料製造(RDF、廃プラスチックの油化、廃食油など)、廃棄物発電・廃棄物熱利用(ゴミ発電がその代表)、未利用エネルギー(海水・河川水・下水の水温と気温差を利用、工場廃熱利用、超高圧地中送電線からの廃熱、地下鉄廃熱など)のことを言う。又、分散型エネルギーシステムとは、従来型エネルギーの新利用形態のことであって、燃料電池、マイクロガスタービン、天然ガスコージェネレーションが現在脚光を浴びている。上記の新エネルギーに関する二つのプロジェクトが、著者の研究室で現在進みつつある。一つは、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)のニューサンシャイン計画である「離島用風力発電システム等技術開発」における「局所的風況予測モデルの開発」である。もう一つは、科学技術振興事業団の戦略的基礎研究(CREST)「超小型ガスタービン・高度分散エネ

ルギーシステム」である。これらは他機関との共同研究であるが、公開可能な範囲で以下に示し、代表的な新エネルギーシステムの構築に対する学問的課題を熱流体工学研究者の立場で述べたい。

2. 再生可能エネルギー(風力発電)[1]

クリーンで再生可能な風力エネルギーの利用は、ヨーロッパでは急速に拡大しつつある。風力発電の設置拡大には、風車の最適設置場所を選択するために、局所的な風の状況(風況)を正確に予測できるモデルの構築が不可欠である。これまでの風況予測には、欧米の標準コードとなっている線形解析解に基づく WASP や AVENU が広く用いられていた。しかし、このモデルでは地形の起伏が激しい日本では正しい風況予測は殆ど不可能に近い。そこで、我が国独自の局所風況予測モデルの開発が、本プロジェクトである。これは、地形の条件(離島であれば、島の形状、崖の形状、木々の生えている状況)、気象庁からの風情報(GPV)を基に、複数の風車をたてた場合に、風の乱れが相互にどのような影響を与えるかまでも予測できる工学モデルの開発をすることである。上空の気象モデルのベースは、計算流体力学に基づくモデルでその精度が検証されている日本気象協会の局地気象モデル(ANEMOS)である。接地境界層のモデル開発が、著者の研究室の担当である。2000年度は乱流モデルの実地検証場である潮岬周りの地形データが作成されたため、それから領域用数値計算格子を作成し、試験計算を行った。以下その結果の一例を示そう。

例えば、離島で岩壁のあるところに風車を建てるとなると、感覚的には海に最も近いところに建てたくなる。ところが、実際は岩壁がもたらす乱流のため、少し離れたところの方が良い。図1にこのような場合の計算結果を示した。計算におい

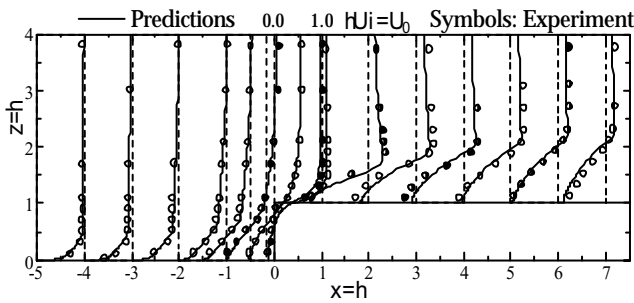


図1 前向きステップを有する乱流境界層流（海面する岩壁）における平均速度分布

て、岩壁前縁での剥離および再循環領域の形成、また、岩壁後の再付着および再循環領域の形成が観察されるため、この流れにおける現象を正しく捉えていることが分かる。同じ流れを、プロジェクト構成メンバーである気象協会などが既存モデルの WASP や AVENU を用いて解析したが、岩壁前縁での流れの剥離や再付着は全く再現されなかった。本結果は、NEDO プロジェクトで開発されたモデルが、設置場所付近の局所風況(流れ)の予測や年間を通してどの方向の風が一番強いかなどを推定する強力なツールとなることを保証する一例である。

3. 分散型エネルギーシステム[2]

科学技術振興事業団の戦略的基礎研究 (CREST)「超小型ガスタービン・高度分散エネルギーシステム」(代表: 鈴木健二郎京大教授)は、東大、京大、阪大、名工大、産総研の共同プロジェクトである。残念ながら、本年度がプロジェクトの中間評価時期であるため、多くは語れない。プロジェクトの発端は、今世紀は家庭の個性化が進み、家庭や地区のニーズに応じた分散型の電力や熱エネルギー供給システムが間違いなく求められるという確実な予測にある。その為には、5kW から 30kW 程度の発電を各家庭でしてしまおうという「家庭内発電所」とも言うべきプロジェクトである。

このプロジェクトの主役はマイクロガスタービン(MGT)と燃料電池である。MGT については、米国の Capstone, Honeywell が火付け役となって世界的に技術開発が進展し、最近では欧州の Turbec, BOWMAN においても積極的な技術開発が行われている。MGT と燃料電池を組み合わせた高効率複合システムが、本プロジェクトではメインになりつつある。燃料電池としては、MGT の相

乱流モデルによる高速回転チャンネル乱流の解析

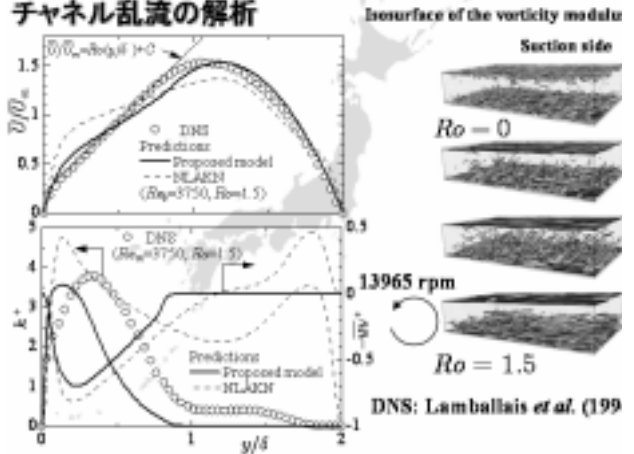


図2 高速回転乱流の数値予測

性から固体酸化物形のもの (SOFC) が研究中被る MGT 内の流動と伝熱の解析用モデルを作成するのが著者の研究室の担当である。MGT あるいは超小型コンプレッサーにおいては、極めて多くの流体力学的素過程を考慮しなければならない。回転数は 10 万 rpm 以上で、タービンの径は 5 ~ 10 cm、翼の高さは 2 ~ 3 mm 程度で、そのシミュレーションは困難を極める。現在の最先端の学問レベルでも、回転の効果適切に表す乱流モデルは完成していない。著者の研究室で最近開発したモデルは、乱れの非等方性と回転の効果を組み込んだものである。図2に最近の成果の一例を示した。高速回転になり、サクシオンサイドで流れが層流化する現象がようやく予測できるようになった。

以上、著者の研究室で行われているプロジェクトを紹介しつつ、現在どこまで解明できたかを述べた。モノができて次の発展に繋がらないのは、このような基盤技術が日本ではまだまだ不足しているからだと常日頃感じている。国家プロジェクトの一環として、このような基盤研究が取り上げられるようになったのは、大いに評価すべきことと言えよう。

参考文献

- [1] 長野靖尚ら、平成 12 年度ニューサンシャイン計画離島用風力発電システム等技術開発「局所的風況予測モデルの開発」、日本気象協会、平成 13 年 3 月、pp. 53-63.
- [2] Nagano, Y. and Hattori, H., An Improved Turbulence Model for Rotating Shear Flows, Journal of Turbulence, Institute of Physics (2001), in press.

エネルギー・環境技術におけるグローバルビジョン

The Global Vision in Energy and Environmental Technology

新井 紀男 (名古屋大学)
Norio ARAI (Nagoya University)

1. はじめに

エネルギー問題や大気汚染等の環境問題は地球規模の問題であり、これに対する技術的取り組みはその国だけではなく、全世界に影響を及ぼす。そのため、エネルギー・環境技術を考えるためには、地球的なものの見方が必要であり、世界各国と協力していくことが大切である。

私の所属する名古屋大学高温エネルギー変換研究センターは、2002年3月で10年の時限を迎える。これを機に、当センターにおけるこれまでの取り組みや研究内容の紹介を通して、エネルギー・環境技術におけるグローバルビジョンの一端について触れてみたいと思う。

2. エネルギー・環境技術に関する 国際共同研究の紹介

2.1 ケミカルガスタービン

「ケミカルガスタービン」とは、燃料過濃燃焼（不完全燃焼）により一段目のガスタービンを駆動し、さらにその未燃分を含む燃焼排ガスを燃料として、燃料希薄燃焼により二段目のガスタービンを駆動するという二段燃焼・二段ガスタービンである。そして、蒸気タービンと組み合わせたコンバインドサイクルとすることにより、65%を超える発電効率が達成可能である^[1]。また、軽量で高温強度に優れた次世代のタービン翼材として期待されているC/Cコンポジット（炭素・炭素繊維複合材料）を応用することを提案している。しかしながらC/Cコンポジットは炭素材料であるため、高温の酸化雰囲気中で容易に酸化・損耗してしまう。そのため、酸化防止コーティングとして有用なガラス質のコーティング材料とコーティング手法に関して、アメリカ・オハイオ州立大学のG. R. St. Pierre教授と共同研究を行い^[2]、効果的な手法を見いだしている。当センターでは、

本システムを提案し、その実用化に向けた基礎研究を進めてきた。ケミカルガスタービンと同様なシステムは、アメリカやヨーロッパでも注目されつつあり、アメリカ・ペンシルバニア大学のN. Lior教授と共同で、システムの最適化に関する研究を進めている^[3]。また、燃料過濃燃焼ガスタービンをガス改質システムとして扱う研究についても、オランダ・トゥエンテ大学と共同研究を行うべく準備を進めている。

2.2 ダブルスパイラル型熱交換器の応用

閉鎖空間内の汚染空気の浄化を目的とし、ダブルスパイラル型触媒反応器の適用を提案した。反応中心部には電気ヒーターが設置され、中心付近には触媒充填層の設置が可能である。汚染空気は側面から反応器の流入路に入り、中心高温部で浄化された後に流出路を反対方向に流れ、反応器側面から室温とほぼ同じ温度で排出される。反応器上下面に断熱材を設置したこと、流入路と流出路の間の熱交換効率が極めて高く熱交換が十分に行われることにより、少量の供給熱量で汚染空気の浄化に必要な高温場を作り出すことが可能である。当センターではこのダブルスパイラル型熱交換器と触媒を組み合わせた亜酸化窒素分解システムを提案し、その開発を進めている。これらの研究については、アメリカ・ペンシルバニア大学のS.W.Churchill教授と共同研究を行ってきており^[4]、これからもその伝熱特性や、触媒反応器への応用に関する研究を続けていく。

3. 当センターの国際交流について

3.1 国際シンポジウムの開催

(社)化学工学会と当センターの主催で、「高温エネルギー変換システムおよび関連技術に関する国際シンポジウム(RAN)」を1995年(RAN95)と1998年(RAN98)に、これまでに2度開催した。当センタ

ーにおける国際活動の一環として行ってきたが、日本やアメリカの関連学会にも共催あるいは協賛としてご協力いただいた。21世紀の課題である、エネルギーの効率的な利用方法の開発、環境低負荷技術をテーマに、幅広い分野から最新の研究成果を国際レベルで情報交換することがRANの目的である。研究発表では、日本国内の最先端技術に関する報告のみならず、海外からも世界的な最先端エネルギー開発の動向について、詳細な報告がなされた。過去2回において海外21ヶ国を含むのべ500名近い参加があり、学際的なシンポジウムとして誠に盛況であった。

本年12月に、第3回目の国際シンポジウム(RAN2001)を名古屋にて開催する。参加者も過去最多の予定で、さらなる国際交流の場となることを期待している。

3.2 ASME(アメリカ機械学会)との交流

2001年6月4日、ASMEよりCalvin W. Rice賞を受賞した。この賞は1906-1934年まで米国機械学会(ASME)の会長を務めたカルバン・W・ライス氏が私財を投じて創設したものである。機械工学の分野で国際交流に貢献し、研究内容を広めた米国人以外の個人に与えられる賞であり、日本人としては初の受賞である。これまで国内で国際会議を開催してきたが、やはり海外へも目を向けるべきであると機会を探していたところアメリカ・メリーランド大学のA. K. Gupta教授よりASMEが主催する国際会議IJPGCへの参加要請があり、1997年から毎年約20名程度の日本国内の研究者、技術者に呼びかけて出席してきた。この賞はこれらの功績が認められたものと考えている。

これ以外にもASME、AIChE(アメリカ化学工学学会)を中心に多くの世界各国の研究者と交流があり、いくつかの共同研究を行っている。今後こうしたグローバルビジョンをもとにエネルギーおよび環境に関する技術を我が国を含む世界各国の方々が開発していくとともに、そういう視野を持った若者を育てていくことが重要であると考えている。

4. おわりに

これまで述べてきたように、当センターは国内だけでなく世界を視野に入れ、国際的な活動や交流に力を注いできた。そして、これを通じて世界

中の様々な方々とのつながりをもつことができ、強力な人的ネットワークを形成しつつある。人と人のつながりは何よりも重要なものであり、大事にしていかなければならない。今日に至るまで、大変多くの方々の協力により個人の力だけでは成し得ない有意義な活動を行うことができたことに大変感謝している。今後も、更に多くの方々と交流を深め、人と人のつながりを生かし、エネルギーや環境問題などの地球規模の問題に取り組んでいく所存であるので、皆様のさらなるご協力をお願いしたい。

資源に乏しい上、食料自給率も低い我が国を支えているのは言うまでもなく技術力である。国際競争が激しくなるこれからの大変な時代の日本を支えていくのは、若者である。そんな若者たちに以下の教訓を送りたい

1. 人生はわからない、決してあきらめな
 2. 偏差値より、感性を磨くこと
 3. 一瞬の出会いを大切に
 4. ダブルメジャーを持って
 5. 凡人であれ、しかし、情熱を燃やしつづけよ
- 最後になりましたが、これまでの当センターの数々の実績は、個人やセンターの力のみによるものではなく、大変多くの方々によるお力添えの賜物であると思っております。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。また、当センターは来年度より、高効率エネルギー変換研究センター(仮称)へと移行し、より一層その活動に力を入れる所存であります。今後ともご指導ご鞭撻のほどをよろしくお願い申し上げます。

参考文献

- [3] 山本剛, 加知岳志, 杉山雄一郎, 榊原功治, 古畑朋彦, 新井紀男, 化学工学論文集, Vol.26, No.2, pp.251-256(2000).
- [4] Y. Kato, K. Kakamu, Y. Hironaka, N. Arai, N. Kobayashi and G. R. St. Pierre, J. Chem. Eng. Japan, Vol.29, No.4, pp.669-674 (1996).
- [5] N. Lior and N. Arai, 1997 Joint Power Generation Conference, ASME, Vol.1, pp.431-437 (1997).
- [6] K. Doi, Y.-Y. Wu, A. Matsunami, N. Arai, T. Hamanaka and S. W. Churchill, AIChE Annual Meeting 2000, Los Angeles, USA(2000).

高効率石炭火力発電技術の展望

A View of High Efficiency Coal Fired Power Plant System

田中 雅 (中部電力株)

Tadashi TANAKA (Chubu Electric Power Co., Inc.)

1. はじめに

有力なエネルギー資源を国内に持たない我が国にとって、一次エネルギー供給源の多様化を図ること、特に石油への依存度を緩和することは非常に肝要な課題である。石炭は可採埋蔵量の多さと賦存地域分布の広さが相俟って、石油代替エネルギーの重要なひとつとして位置付けられており、火力発電においてもその導入が推進されている。しかし、石炭は本質的に対環境性の悪い燃料であることから、導入推進に当っては環境へのインパクトをより弱める対策を図ることが不可欠である。

火力発電において熱効率を高めることは出力エネルギー当りの排煙量を減ずることになり、燃焼技術および排煙処理技術とともに環境対策上の有用な因子である。特に、排煙からの有効な除去・回収・処理技術の見通しが立っていないCO₂については、発電効率向上は重要な対策要因である。

高効率発電システムとして導入が進められているのがガスタービン複合発電システムである。高温で作動するガスタービンとその排熱を回収して作動する蒸気タービンを組み合わせるもので、ガスタービン燃料として適している液化天然ガスを燃料とするシステムの導入が進み、発電端効率が55%を越えるもの(ガスタービン入口温度1500級)が実用化されている。

しかし、石炭はそのままではガスタービン燃料としては使用できず、そのためには新たな技術開発が必要である。高効率石炭火力発電技術開発とは、石炭を用いたガスタービン複合発電を実現する技術開発と換言してもよいだろう。効率向上を目指し、現在実用化に向けた開発が進められている高効率石炭火力発電技術について展望する。

2. 加圧流動床ボイラ複合発電

2.1 システムフローおよび特徴

加圧流動床ボイラ複合発電 (PFBC; Pressurized Fluidized Bed Combustion Combined Cycle) のシステムフローを図1に示す。圧力容器内に納められた流動床ボイラで石炭が燃焼され、発生した燃焼排ガス(約850℃, 1.5MPa)でガスタービンを駆動する。併せて、ボイラで発生した熱を回収した蒸気で蒸気タービンを駆動することにより複合サイクルが形成される。流動床へは石炭とともに脱硫剤(石灰石等)が供給され、燃焼時に発生するSO₂と反応し脱硫が行われる。

PFBCは最新鋭の微粉炭火力の送電端効率約42%(低位発熱量基準)に対し、相対値で3~4%程度の効率向上が見込まれるとともに対環境性や省スペース性にも優れた特徴を有する。低温で炉内滞留時間が長い流動床燃焼を行うため低NO_x燃焼となり、さらに脱硫剤による炉内脱硫も行われることから排煙処理設備の軽減が可能となる。また、加圧するためボイラがコンパクト化され、排

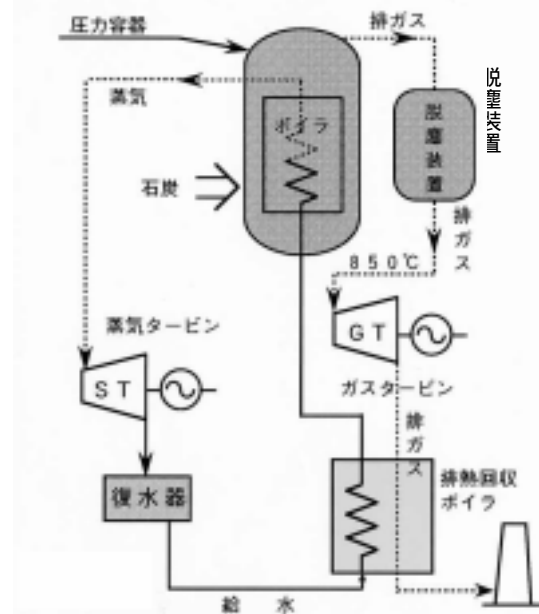


図1 加圧流動床ボイラ複合発電

煙脱硫装置が不要であることと相俟ってプラント設置スペースが微粉炭火力の約3/4に縮小可能である。

2.2 開発状況および課題

1990年前後にスウェーデン、米国、スペインで70～80MW級の実証機や商用機が運転を開始している。我が国においても電源開発(株)の71MW機実証試験が1999年末に終了し、北海道電力(株)の商用機(85MW)が1998年3月に運転開始している。さらに、中国電力(株)の250MW機、九州電力(株)の360MW機が昨年末から本年夏にかけて相次いで運転を開始している。

このように、実用化の域に達していると言えるが、ガスタービンへ導くボイラ排ガス中のばいじん除去のための高温脱じん設備の信頼性確保を始めとする長期安定運転の確立が課題として残されている。実運用の実績を踏まえつつ必要な改良を加え、高い信頼性、安定性が要求される発電設備としての技術確立を図っていくこととなる。

3. 石炭ガス化複合発電

3.1 システムフローおよび特徴

石炭ガス化複合発電(IGCC; Integrated Coal Gasification Combined Cycle)は、石炭をガス化炉で不完全燃焼させてCOとH₂を主成分とする可燃性ガスを生成し、それを燃料としてガスタービン複合発電を行うものである。図2にシステムフローを示す。ガス化炉に投入された石炭は空気あるいは酸素による不完全燃焼によりガス化される。ガスタービンの腐食・磨耗対策および環境対策のため生成ガス中のばいじんおよび硫黄分がガス精製装置で取り除かれる(硫黄分はガスタービンで燃焼後の排煙から取り除くシステムの提案もある)。精製されたガスはガスタービンの燃焼器で完全燃焼されガスタービンを駆動する。さらに、ガスタービン排ガスおよびガス化炉からの熱回収によって蒸気タービンを駆動する。

PFBCでは石炭の持つエネルギーの一部(約1/4)しかガスタービンへ導入されないのに対し、IGCCでは全量に近いエネルギー(約80%)がガスタービンへ導かれる。エネルギーの流れから見れば、PFBCは部分的な複合サイクルであり、IGCCはほぼ完全な複合サイクルである。そのため、より高い熱効率が期待でき、送電端効率45～46%(低位発

熱量基準、相対値で微粉炭火力の約10%増)が見込まれている。また、開発が進められているほとんどのガス化炉は、石炭を1,500以上の高温でガス化する方式(噴流床ガス化炉)で、石炭中の灰分を炉内で熔融分離し、熔融スラグとして排出するものである。この場合、熔融固化灰はガラス状の安定した形態であり、燃焼飛灰に比べ容積が大幅に縮小されるとともに、重金属類等の微量物質の溶出もなく、灰の取り扱い、処理においても有利である。IGCCはこれらの利点を有する次世代の石炭火力発電の主力と位置付けられている。

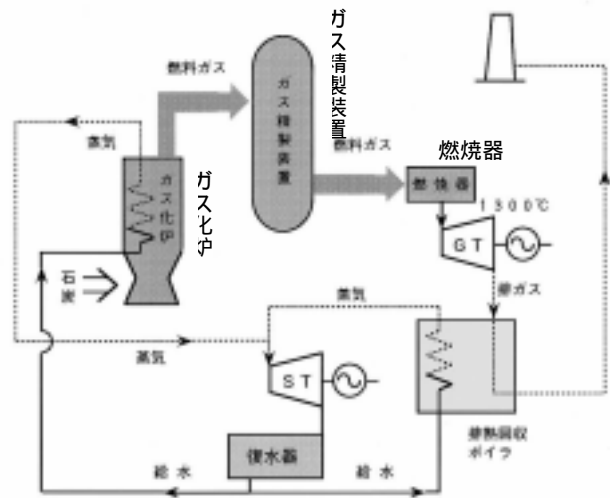


図2 石炭ガス化複合発電

3.2 開発状況および課題

欧米において石油化学系プラント技術を背景に技術開発が進められ、1980年代以降いくつかの実証プラントが建設されている。最近では発電出力250～300MW級の実用規模プラントの運転が行われるレベルにまで至っている。

一方、我が国の開発は国家プロジェクトを中心に進められており、電気事業者から成る研究組合による石炭処理量200t/日規模のパイロット試験が1991年から約5年間行われた。その成果を踏まえて250MWの実証機の運転を2007年から開始するプロジェクトが進められている。この他にも方式の異なるガス化炉の開発が行われており、数10t/日級のパイロットテストが終了している。

このように開発段階は実用化に近づきつつあるものの、先行している欧米においても実用プラントとしての信頼性、安定性はまだ確認されておらず、今後さらに実用レベルでの研究開発を進めて

いく必要がある。主な課題としては、スラグの安定排出を含めたガス化炉の長期信頼性、脱じん等の高温ガス精製技術の確立、アルカリ金属によるガスタービン腐食対策等が挙げられる。

3.3 石炭ガス化に関連する他のシステム

石炭ガス化に関連した他の複合発電技術として、ガス化と加圧流動床を組み合わせた技術およびガス化と燃料電池を組み合わせた技術とがある。

3.3.1 トッピングPFBC

石炭の炭素分全量をガス化せずに 70%程度 のガス化に留め（流動床ガス化）、残った未反応炭素は流動床ボイラで完全燃焼させようというもので、完全ガス化よりはガス化が容易であるとともに石灰石等による炉内脱硫が可能であるという考えに基づくものである。広い意味ではこのシステムも IGCC の一種であるが、一般には「流動床ガス化複合発電」あるいはシステム系統上、PFBC の上流にガス化炉が位置することから、「トッピングPFBC」と呼ばれている。IGCC 並の高効率期待できるが、設備構成が複雑になる難点もある。現時点では IGCC の方が開発が先行しているが、米国における 100MW 実証機の運転、我が国におけるパイロットプラントの建設やガス化要素試験の実施等、方式によって開発段階に差はあるものの技術開発が鋭意進められている。

3.3.2 石炭ガス化燃料電池複合発電

CO を含む石炭ガスを使用できる燃料電池（溶融炭酸塩型、固体酸化物型）を核とした複合発電を行うもので、石炭ガス化炉、燃料電池、電池排ガス駆動ガスタービン、排熱回収蒸気タービンから構成される。約 57% の送電端効率が期待されるが、燃料電池の開発を始めシステム構成上の多くの課題があり、実用化の目途がつくのは早くても 2010 年代後半となりそうである。

4. 石炭直接燃焼ガスタービン複合発電

石炭は燃焼ガスに多量の灰分が含まれるため、そのままではガスタービン燃料として使用することはできない。そのため、前述した PFBC や IGCC 等のシステムによる複合発電技術開発が行われて

いるのであるが、もし、灰分が完全に除去された石炭であればガスタービンで直接燃焼することができ、ガス化等を行う必要がなくなる。このような考えから、完全無灰炭を製造し、それを燃料とするガスタービン複合発電を行おうという研究が行われている。研究は、まずシステムの成立性を評価するための先導研究を国レベルで進めており、無灰炭製造や燃焼に関する要素研究から着手している。新しい石炭利用技術開発の一つとして、今後の展開に注目していく必要がある。

5. おわりに

エネルギーの安定確保を図ることは、社会の成り立ちの根幹に係わるものであり、可採年数が 50 年前後と言われている石油や天然ガスへの依存度を低減し、エネルギー源の多様化を推進する必要がある。風力、太陽、地熱等は環境へのインパクトが少ない自然エネルギーとして重要であるが、エネルギー密度の低さ、安定性の乏しさといった短所もあり、全エネルギー需要の 10% 程度の供給が上限であると予想されている。中長期的な観点からは、自然エネルギーはあくまで補完的なものであり、やはり原子力および化石燃料が主たるエネルギー源の役割を演じる必要があろう。埋蔵量が多く賦存地域の分布が広い石炭は、今後ますます重要なエネルギー源としての位置が高まっていくものと考えられる。しかし、同時に石炭は本質的に対環境性に劣る燃料であり、利用にあたっては環境への十分な配慮が必須条件である。対環境性の悪い燃料ほど、大量に集中的に使用する方がより効果的、合理的な対策が図れるものであり、石炭火力発電に係る技術革新は非常に重要な意味を持っている。石炭をより効率良く、環境へのインパクトを少なく使用する発電技術の開発は、今後のエネルギーを考える上で必要欠くべからざるものである。

ハイブリッド車におけるエネルギーの有効活用 Effective Energy Management on Hybrid Vehicle

阿部 眞一（トヨタ自動車株式会社）
Shinichi Abe (Toyota Motor Corporation)

1. はじめに

地球温暖化防止に資するためCO₂排出量の削減が、国際的な課題となっている。内燃機関電気モータハイブリッドシステムは、電気自動車の欠点を補うものとして位置付けられる一方で内燃機関の欠点を解消するシステムとしても注目されている。ハイブリッドシステムにおいては、その駆動エネルギーは専ら主原動機である内燃機関による発電、または車軸の直接駆動によって得られるため、内燃機関の効率がシステム効率に大きく影響する。さらに電池、システム制御等もハイブリッド自動車を構成する要素技術として重要である。

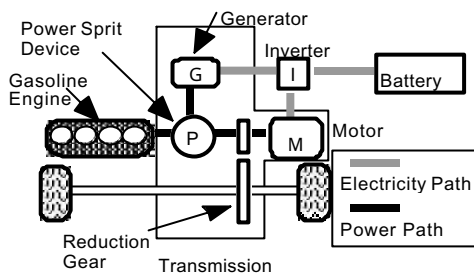


図1 トヨタハイブリッドシステム

2. ハイブリッドシステムによる燃費向上手法

ハイブリッド車では通常以下の燃費向上手段の全て、あるいはいくつかを採用する事となる(図2, 3)。

- (1) 効率の悪い停車時および走行中のエンジン停止
- (2) システム効率の良いエンジン動作点の使用
(CVTあるいはCVT機能の利用)
- (3) エンジン単体の効率の向上
- (4) 制動エネルギーの回収, 再利用(回生ブレーキ)

都市内走行モードにおいては、上記(1)~(3)により80%燃費を向上させ、さらに回生ブレーキによる20%を加え100%(2倍)の燃費向上を達成した。

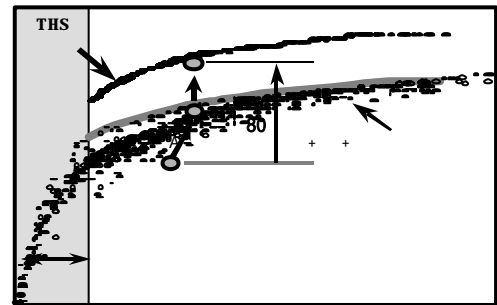


図2 エンジン運転法とエンジン改良による効率

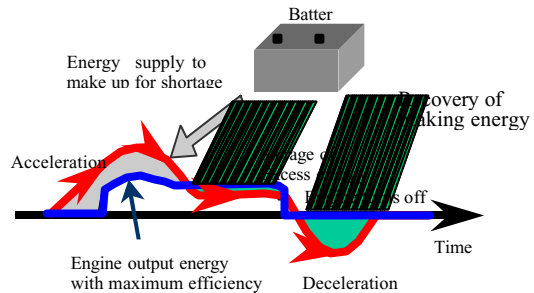


図3 エネルギーマネジメント

3. 高効率ガソリンエンジン

3.1. エンジン仕様

ハイブリッド車用として高効率の狙いを実現するためにエンジン要求出力、車両搭載条件を満たす範囲内で排気量の選定は自由とするとして計画した。これによって、吸気弁遅閉じ高膨張比サイクルの採用、低回転化による摩擦損失低減が可能となった。排気量が大きい程最高回転数は低く設定でき、動弁系バネ荷重の低減、ピストンリング張力の低減などによって、同一出力時の摩擦損失は小さくできる。これらをもとに排気量と燃料消費の関係性を計算した結果が図4である。

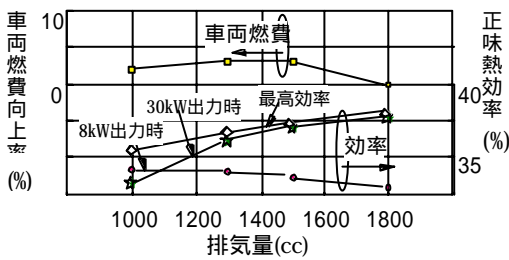


図4 排気量と燃費

出力の高い領域では、排気量が大きいかほど熱効率は高く、逆に出力の低い領域では排気量が小さいほど熱効率は高い。これは図示熱効率、機械効率（摩擦損失）ともに排気量が大きいかほど有利であるが、低出力域では部分負荷に移行するためポンプ損失の影響で排気量が小さいほど熱効率で有利となるためである。したがって1500cc前後がTHS搭載車の車両重量での最適値となる。

3.2 高膨張比サイクル

等容サイクルの理論熱効率は圧縮比を高めることで向上する。ガソリン機関の場合、圧縮比を高めると圧縮端温度が上昇しノッキングが発生する。高膨張比エンジンでは、ノッキングを回避するために、吸気弁の閉じ時期を大幅に遅らせて実圧縮比を下げることによって、実質的に熱効率を支配する膨張比を高めることにした。膨張比を高めるとノッキングにより点火進角が遅くなり、正味効率は低下するが、同時に吸気弁閉じ時期を遅くしてゆくとノッキングが徐々に緩和され、熱効率は向上してゆく。従って、正味平均有効圧力の低下（すなわち性能の低下）を許容すれば、高膨張比と吸気弁閉じ時期の遅角によって高い熱効率が実現する。（図5）

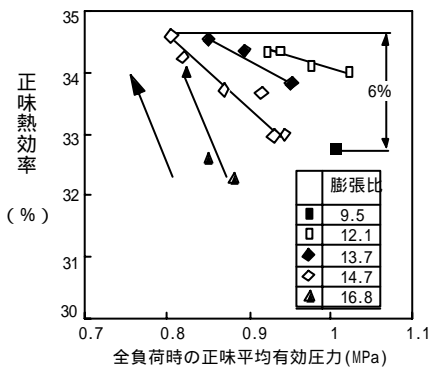


図5 高膨張比サイクルの効率

4. 回生ブレーキシステム

減速時や制動時には、駆動モーターを発電機として作動させて、運動エネルギーを電気変化してバッテリーに回収する回生ブレーキシステムを採用している（図6）。作動時は回生ブレーキと油圧ブレーキを強調制御し、回生ブレーキを優先的に使用することでより多くのエネルギーを回収している。この回収した電気エネルギーを発進時や通常走行時に再利用することにより、一層の低燃費と低排ガスを達成している。

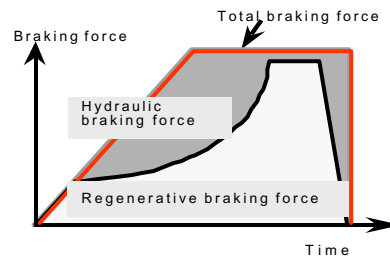


図6 回生協調ブレーキ

5. 終わりに

本稿では特に車両燃費に絞ったまとめをしたが、CO2低減の観点からみると、所謂 Pump to Wheel ではなく、Well to Wheel の効率を配慮すべきで、現状の燃料電池システムと比較してもハイブリッド車は高い効率を示している。（図7）

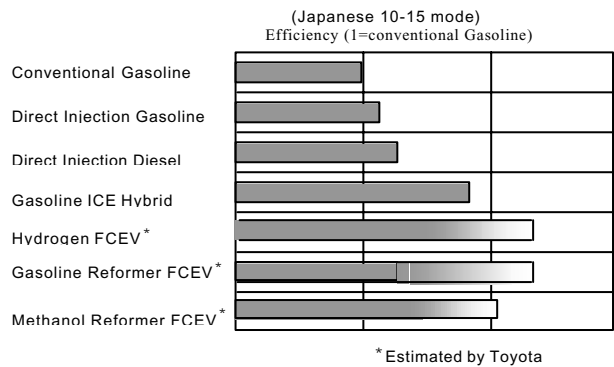


図7 Well to Wheel の効率

ハイブリッド車が市場でさらに拡大していくためにはコスト、重量低減等課題は多いが、将来にわたって自動車に果たすべき役割と、環境に対する負荷を低減していくための現実解としてますます重要性が増すものと考えられる。

プラズマと核融合エネルギー

Plasma and Nuclear Fusion Energy

浜田 泰司 (核融合科学研究所)

Yasuji Hamada (National Institute for Fusion Science)

1. はじめに

核融合研究は1950年代にはじまり、約50年を経過した。ようやく、1990年代後半に米国のTFTR (Toroidal Fusion Test Reactor)、EUのJET (Joint European Tokamak) が約10MWのDT核融合出力を出すのに成功して、制御された形の核融合エネルギーが実際に実現可能であることを示すことができた。またDTプラズマが核燃焼するのに必要な1億度程度に熱するために必要な加熱入力より、核融合出力が大きくなる条件もJETや日本のJT60 (DD実験からの推定値) において満たされた。核融合研究は世界的にみて、次の段階としての実験装置ITER、(International Tokamak Experimental Reactor、1GW程度の熱出力をだし、殆ど、核融合反応で生成される高エネルギーのヘリウムでプラズマ自体が一億度程度を保持できる自己燃焼を実験の視野にいれている) の日本への誘致は、総合科学技術会議の審議に現在かかっているが巨額の費用が必要となるため、はかばかしい展開が難しい段階にきている。

2. 研究の歴史

1950年代には、基本的な高温プラズマの閉じ込め配位であるトカマックやヘリカル線の提案がなされていたが、プラズマの加熱方法の開発がジュール加熱 (ニクロム線に電流を流す抵抗加熱で1000万度あたりで、銅線と同じ抵抗におちてより高温では有効な加熱方法でない) に制限される温度に1960年代では、トカマックで到達している。ヘリカル系にはプラズマ電流をトランス形式で維持する必要がないため、トカマックに比べ、より核融合炉に有利であると考えられ、

アメリカ、ソ連、日本、ドイツ等で本格的に研究されたが、よりシンプルなトカマックが1000万度を先に到達すると、研究投資がトカマックに集中し、3大トカマックの研究と進展した。理論的には、電磁流体的な解析は1960年代にはほぼ完成し、無衝突型の速度分布関数のゆがみもたらず、マイクロ不安定性が、磁場閉じ込め容器での伝熱係数を決定していると、理論的に考えられ、実験的にもそれらのマイクロ不安定性が種々見出されているが、複雑なタービュレンスとなっている。理論も様々なモデル方程式をスーパーコンピュータで解いているが、まだ実験を主導できるには10年近くかかると考えられる。

3. LHDの結果

現在のもっとも研究のすすんでいるプラズマ保持形式はトカマックであるが、トカマックでは、プラズマ保持のため、核融合炉では10MA以上の電流をプラズマ中に流し、生成される磁場でプラズマを保持する。プラズマ電流は、高温高密度のプラズマ自身が生み出す場合もあるが、この場合、非常に高温高密度が必要となるため、プラズマ保持の安定性領域は狭くなり、定常的にプラズマを保持できるか、様々な変化に耐えられるか不明の部分がある。ITERの物理的な建設目的もプラズマ自身が生み出す自発的電流にどの程度頼って、安定なプラズマの燃焼ができるかがもっとも重要な物理課題となるだろう。もし50%程度かより小さい自発電流しか期待できないとなると、他のプラズマ駆動方法は効率が悪いので炉内還流電力が大きくなり、魅力的な炉形式ではなくなるだろう。また現在のトカマックの電流が一瞬に消滅するDisruptionという現象が存在する。またこれはプラズマ電流が大きく、そして高温高密度であれば

あるほど統計的に起こりやすくなるため、ITERにおいてもこの現象の理解と防止も重要な物理課題となる。核融合科学研究所で研究しているヘリカル型装置は、プラズマ閉じ込めをすべて外部電磁石でおこなうため上記の2つのトカマクの課題を本来的に持っていない。現在研究所で推進している大型ヘリカル装置計画(LHD)で閉じ込め特性がトカマクより優れている、もしくは同程度だという実験結果が一億度の領域で得られた場合、ITER後の核融合炉の開発はヘリカル型装置が主流となるだろう。

現在、LHDでは、今週一億度のプラズマの生成に成功し、これから高密度領域での性能向上にむけて、加熱装置の開発・整備に努力を傾けたい。閉じ込め総合性能として、トカマクと同程度ではないかというのは、数千万度の領域のこれまでのLHDの結果である。

4. 材料研究の重要性

核融合研究でプラズマに関する研究以外に、炉材料の研究が本質的な重要性をもっている。現在の鉄(ステンレス系)材料は、DT中性子のため、長い寿命の放射化物質に変化してしまい、廃炉の際大量の放射物質を生み出してしまうため、鉄系の低放射化材料の研究が行われている。また中性子にさらされても、非常に放射性物質になりにくく(低放射化)且つ高温で使用可能性を持つものとして、VA合金、SiCセラミックが提案されていて、材料開発が真剣におこなわれている。これからの核融合実験装置は、低放射化金属材料でつくられるであろう。

核融合炉材料として、もっとも必要な特性は、数百DPAにも及ぶ高エネルギー中性子の照射に耐える耐放射特性である。核融合炉材料を研究するグループは20年以上もかけて原子炉(特にFast Breeder)に試験片を挿入し、様々な物質の耐放射特性を測定して、低放射化鉄材料、VA合金等の開発をおこなってきた。しかしFast Breederを用いても数MeVでの照射実験であり、DT反応により発生する中性子のエネルギー15MeVで研究を行えない。したがって、金属内での溶解度の非常に小さなヘリウムを生成する(n, α)反応の効果が比較的小さく完全にはFast Breeder

においてDT中性子の効果をシミュレートすることは完全にはできなが候補材料の選出し等に威力を発揮してきた。したがってDT中性子を多量に発生しうる炉材料試験装置の建設も重要である。

5. これからの大学の核融合研究のありかた

核融合エネルギーはやはり炉材料を低放射化材に選んだ場合、高レベル廃棄物を生み出さないという本来的によりクリーンなエネルギーである可能性と、核燃料物質を原子炉に比べ非常にすくしかもっていないため、核爆発の可能性を持っていないという性質のため、各国に置いて着実に基礎的な開発がおこなわれてきた。しかしITERで約5000億円が必要となるほど研究が巨大化したため、研究の進歩も遅くなり、戦略も大事になるなど慎重な楯取りが必要になっている。もし実験装置の値段を数分の一にできるアイデアがあれば、劇的に局面が展開するだろうとおもわれる。

ヘリカル系においては、トカマクに比べ、軸対称性の制限がないため、これまでにそれは様々な配位が考えられたが、それを評価するための、理論的解析もまだ発達中である。いわんやトカマクが最も低い伝熱係数を持つのかどうかもわかっていない。大学人として、まさに研究の醍醐味が味わえる研究の局面であると野心を燃やし、ヘリカル系の研究に邁進することが我々の責務であり実用的核融合炉を実現する効果的な方法であろうと考える。LHDの実験において一億度領域での1)伝熱係数の振る舞い、2)高温高密度の限界値、3)その限界値と磁気流体不安定性との対応、4)タービュレンスの特性の研究等を行い、ヘリカル系の核融合プラズマ領域の特性を把握する実験的努力が必須である。

より高性能な磁場閉じ込め配位をもとめて、さまざまな形状の電磁石をどのように組み合わせ、最良のプラズマを閉じ込め配位を作るかというヘリカル系のテーマは現在世界特に米国において精力的組織的に理論研究がおこなわれている。この問題は電磁流体力学特に無衝突希薄電磁流体学(ヴラソフ流体学)の先端の問題である。この問題に対しわれわれ大学人の果たす役割はおおきいし、大学共同利用機関である核融合科学研究所の一員として貢献する責任があると自負している。

第 13 回中国四国伝熱セミナー・広島の概要報告
< ナノ材料の合成における伝熱 >

Report on the 13th Thermal Engineering Seminar of Chugoku-Shikoku Branch
<Heat Transfer in Synthesis of Nano-Sized Materials>

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

1. はじめに

以前、全国規模で開かれていた伝熱セミナーは、昭和 63 年九州国東でのセミナーを最後にその幕を閉じた。平成年度に入って各地方グループ（現在の学会支部）単位で開催することになり、中国四国グループでは、平成元年に岡山で「第 1 回中国四国伝熱セミナー・岡山」を開催、以後各地区持ち回りでセミナー名に「セミナー・開催地」を付して毎年行っている。今年は広島地区担当で去る 9 月 7、8 の両日、66 名の参加者（内訳：一般 31 名、学生 35 名）を得て宮島の対岸に位置する宮浜温泉で開催した。セミナーの企画は実行委員長の広島大学奥山教授を中心に行い、最近注目を浴びているナノテクノロジーに関する話題をセミナーのテーマに選んだ。主題を「ナノ材料の合成における伝熱」とし、初日に「膜材料」、2 日目に「微粒子材料」と 2 つのセッションに分け、それぞれ 4 名の講師にこの分野における先端技術および研究の解説をお願いした。学生参加者の多くは機械系の熱工学を専攻している大学院生で、初めて耳にする専門用語もあり内容が少し難しかったかもしれないが、ナノサイズの世界で生じるマイクロ現象とナノ材料の合成で直面する技術的問題について具体例を挙げてやさしく解説いただき、専門外の学生にとっても今後の研究生活におおいに参考になったと思う。夜の懇親会では、瀬戸内料理に舌鼓を打ちながらアルコールが入るほどに議論が沸騰、二次会をお開きにしたときは午前様になっていた。参加者にはおおむね好評をいただきセミナー運営担当者の一人としてほっとしている。講師の先生方をお願いして執筆いただいた講演要旨を以下に紹介して、中国四国支部のセミナー概要報告とする。

2. 本セミナーの講演要旨

2.1 セッション 1 [膜材料]

2.1.1 薄膜製造過程のマイクロ・マクロ移動現象

九州大学 今石宣之

半導体デバイス等を製造する場合に均一な薄膜を作成する事が要求される。薄膜製造には蒸発・昇華による物理的な手法（PVD 法）と、化学反応を利用する手法（CVD 法）とがある。CVD は、微細な凹凸の被覆性が良い、各種原料・操作条件が応用可能、などの利点を持つ。ここでは熱化学反応を利用する CVD 操作のための装置と操作条件を合理的に設計するために数値シミュレーションが有効であることを示した。CVD では気体原料を含むガスを装置内に供給し、加熱した基板上に薄膜を堆積させる。気相内および固気界面上で生じる化学反応の機構とその速度を知れば、通常の熱流動・物質移動解析ソフトを利用する事で、基板上的成膜速度のマクロ分布を予測する事は容易である。下側加熱の枚様式装置において一様な成膜を達成するには、流路高を小さくしグラスホフ数の増大を防ぎ自然対流の発生を抑制すること、気体流速を増し後縁まで成膜速度の低下を少なくすること、基板を低速回転させて前縁・後縁の機会を均等に与えること、非線形反応系の利用などの工夫が必要である。一方、IC プロセスでは、開口幅サブミクロンで深さ数 μ の溝や孔の中に導体や絶縁物の薄膜をつけたり、完全に埋め込んだりする操作が必要である。このような操作で得られる膜の形状を予測するためのモンテカルロシミュレーションコードを開発した。このシミュレーションはサンプル粒子モンテカルロ法にもとづいており、高速計算が可能である。固気界面での化学反応の速度を、固体面に衝突した分子の「反応性付着確率」で表現する。このコードは又、実験で得られたマイクロ凹凸上の成膜形状を最も良く再現する「反応性付着確率」の値を試行計算で追求する事により、界面反応機構を同定しその速度定数を決める目的にも使用できる。

線形反応系，非線形反応系に対する適用例を紹介した．CVD 装置内のミクロ，マクロ移動現象に対するシミュレーションコードを組み合わせる事で装置特性をかなり適格に予測できるようになったが，生成固体の結晶構造や復酸化物の組成の定量的予測には未だ困難な点が残されていることなどを解説した．

2.1.2 レーザーアブレーションによるナノ粒子の合成と薄膜化

産業技術総合研究所 瀬戸 章文

ナノメートルサイズの超微粒子（ナノ粒子）の合成と薄膜化は，量子サイズ効果を利用した量子ドット発光素子，極微細配線など，新機能デバイスの作製プロセス技術として注目されている．固体基板に高出力レーザー光を集光・照射することによって，ナノ粒子を作製するレーザーアブレーション法は，不純物の混入がなく，しかも高融点材料のナノ粒子が作製できるために，量子機能材料に適したナノ粒子の作製が可能である．ここで気相中でのナノ粒子作製においては，生成したナノ粒子のサイズ，分散性，凝集状態，結晶性等の制御が技術的課題として挙げられ，また作製したナノ粒子をデバイスとして用いる場合には，基板上への局所的・選択的な堆積を行い，薄膜・ナノ構造体化を行うことなどが重要となる．

本セミナーでは，レーザーアブレーションによるナノ粒子／薄膜の合成と制御を目的として，1)「フォトン計測・加工技術」プロジェクトにおけるレーザー微細加工技術の開発内容，及び2)レーザー法によるナノ粒子の作製と薄膜化に関する最近の研究成果について発表を行った．まず1)では，ナノ粒子を用いた量子機能デバイスの応用例として，シリコンナノ結晶による発光デバイスの開発と，ガスデポジション法による微細配線技術に関して紹介した．2)では，レーザープロセスにおけるナノ粒子／薄膜の作製とその生成メカニズムに関して，気相中での粒子生成・成長や，堆積・薄膜化過程に関して解説した．また DMA (Differential Mobility Analyzer) を用いたナノ粒子の分級，サイズ選別技術に関する現状とレーザープロセスとの組み合わせに関して，近年開発が進む減圧動作型 DMA 技術を中心に説明した．さらにナノ粒子の形態制御に関して，結晶や粒子形状，凝集状態などの制御を目的とした

シリコンナノ粒子のガス中再加熱による形態制御法について発表した．また，ナノ粒子を用いたナノ構造体薄膜化技術について，DMA を用いてサイズ制御を行った 4～10 ナノメートルのシリコン超微粒子の基板上への堆積による薄膜・ナノ構造体化過程や，エアロダイナミックフォーカス等を利用したナノ粒子の選択堆積及び薄膜化過程の制御法に関して紹介した．

2.1.3 半導体シリコンエピタキシャル成長装置の化学反応と温度環境

横浜国立大学 羽深 等

本講演では，マイクロプロセッサなどの先端電子素子の作製に用いられている高品質な半導体シリコンエピタキシャルウエハを生産する装置とプロセスに関わる化学反応・加熱方法が述べられた．(エピタキシャルウエハとは，Chemical Vapor Deposition (CVD) 法を用いてシリコンウエハの表面に更に成長させたシリコン結晶膜を有するウエハである．) 講演は，主に次の 4 項目から構成された．

(1) 半導体シリコン結晶技術の歴史

最初に，半導体シリコン技術における「微細化と大口径化」の歴史において，欠陥が少ない材料としてエピタキシャルウエハの採用が広がったことが紹介された．

(2) エピタキシャル成長の化学反応に適した条件

次に，高品質なエピタキシャル成長を実現するための化学反応の特徴について述べられた．エピタキシャル成長においては，最終生成物であるシリコン原子をシリコン基板表面だけで生成することが望ましいことが紹介され，工業生産用成長装置では「コールドウオール環境」(シリコン基板が最も高温で周辺の温度が低い)の採用により実現されていることが示された．

(3) 大口径化の課題と成長プロセス・装置

今後もシリコン基板の直径が大きくなるにつれて，熱応力によるスリップ欠陥(結晶格子のずれ)の発生を抑制することが大きな課題となり，この解決には高温で大きなシリコン基板を均一に加熱できる技術が必要となることが紹介された．ここで，現在の工業生産用装置で多用されている赤外線ランプ加熱法を，コールドウオール環境を維持しながら更に発

達させることの必要性が述べられた。

(4) 赤外線ランプ加熱炉のシミュレーション技術

赤外線ランプ加熱炉は、反射鏡の中に赤外線ランプを置き、その下のシリコン基板（鏡面）を加熱する炉である。言わば、「鏡の中で鏡を加熱」する炉である。加熱炉設計を体系化・効率化するために有効なシミュレーション技術として、直接レイトレース法の可能性が最後に述べられた。これは、レイトレーシング法を基本とし、単純な原理を採用することにより、複雑な反射鏡の構造を具体的に計算することを目指した方法である。加熱分布を予測する手段として有効であることが、計算と実測によるデータを用いて述べられ、最後に全体がまとめられた。

2.1.4 微粒子へのカーボンハイブリッドコーティング

戸田工業株式会社 林 一之

カーボンブラック粒子やマグネタイト粒子は、代表的な黒色顔料として、塗料、印刷インク、化粧品、ゴム・樹脂組成物等の着色材料として古くから用いられている。

カーボンブラック粒子は、各種黒色顔料の中では最も黒色度に優れているが、一次粒子径が $0.005 \sim 0.05 \mu\text{m}$ 程度の微粒子であるため、ビヒクル中や樹脂組成物中への分散が困難であり、かさ高い粉末なので取り扱いが困難で作業性が悪いものであった。また安全、衛生面からの問題も指摘されるケースもある。

一方、マグネタイト粒子は、カーボンブラック粒子に比べ、 $0.08 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 程度の適当な一次粒子径を有していて、ビヒクル中や樹脂組成物中への分散が比較的良好で、かつ取り扱い易いものであり、しかも無害であるという特徴を有しているが、着色力はカーボンブラックに比べて不十分であることが指摘されている。またマグネタイト粒子は磁性を有しているため、磁気的な凝集を生じ易く、特にビヒクル中での分散安定化にとっては不利である。これらを改良するために、Mn 等の異種金属で変性させた非磁性の黒色ヘマタイト粒子が提案されているが、黒色度の点においてマグネタイト粒子より劣るものである。

近年、着色材としての黒色粒子の諸特性向上が望まれており、カーボンブラック粒子の有利な特性と

マグネタイト粒子もしくは黒色変性ヘマタイト粒子の有利な特性とを兼ね備えた黒色粒子が強く求められている。そこで今回は、カーボンブラックの機能を有する酸化鉄粒子の合成を目的として、酸化鉄粒子表面へのカーボンブラックのコーティングが可能かどうかという観点で検討した。

従来のカーボンブラック複合化方法としては、たとえば母材樹脂粒子とカーボンブラック粒子とに強力なせん断力を加えてエネルギーを与え、メカノケミカル的にカーボンブラック粒子を樹脂粒子表面にコーティングさせる方法、水溶液中に母材粒子とカーボンブラック粒子とを懸濁させて、母材粒子表面にカーボンブラック粒子をコーティングする方法などが提案されているが、酸化鉄材料に関しては、前記方法では複合化処理が困難であった。

本検討では、母材粒子となるマグネタイト粒子や変性ヘマタイト粒子等の酸化鉄粒子表面に結合剤を用いたカーボンブラックコーティングを試み、カーボン複合化処理が施された粒子表面にはコーティング層が形成されていることが観測できた。これらの結果より、カーボン複合化処理によってカーボンブラック粒子が微細化され、酸化鉄粒子表面に被覆されたものと推定される。

得られたカーボン複合化マグネタイト粒子および変性ヘマタイト粒子では、各々の未処理粒子や物理混合された粒子に比較して、隠蔽力、着色力ともに大幅に向上しており、さらに耐酸性および耐光性の改善にも効果があることが判明した。

2.2 セッション2 [微粒子材料]

2.2.1 ナノ粒子の合成と機能化技術

広島大学 奥山喜久夫

本講演では、平成 13 年 10 月から開始する NEDO のプロジェクト「ナノ粒子の合成と機能化技術」の研究課題および噴霧法によるナノ粒子の合成が述べられた。講演は、主に次の項目から構成された。

(1) ナノ粒子による現行デバイスの高機能化

微粒子の大きさがナノメートルオーダーのナノ粒子となると、量子サイズ効果により、バルクの状態と異なる電子的、光学的、電気的、磁氣的、化学的、機械的特性などを発揮する。また、材料として用いる際の充填特性の向上などが期待できるから、ナノ

粒子は、高性能化、小型化、資源化などが要求されている新しいデバイス用の原料材料として将来重要に成ることを、磁気記録媒体、光電変換素子(太陽電池)、発光素子、有機/無機ハイブリッド材料を例にとって紹介した。

(2) 塩を用いた新規噴霧熱分解法によるナノ粒子の合成

噴霧熱分解法は、製造する金属の硝酸塩、硫酸塩などをふくむ水溶液を噴霧させて、生成された液滴を高温の加熱炉で蒸発・固相反応により、単純酸化物、複合酸化物、金属などの微粒子を製造するプロセスであるが、液滴のサイズをミクロンメートル以下にすることが非常に困難のために、直接ナノ粒子を製造するのが困難であった。最近、演者らは、塩を噴霧液に混入させて、液滴での核生成および成長の制御により、ナノ粒子が製造できることを紹介した。製造されるナノ粒子は、単結晶で、サイズが非常に揃っており、蛍光特性の非常に優れた特性を持ち、工業化に適していることを紹介した。

(3) 噴霧乾燥法による自己組織化メソポーラスシリカ微粒子の合成

シリカのナノ粒子とポリスチレン粒子(PSL)の混合液を噴霧させて、つぎに、加熱温度を2段にした加熱炉に噴霧液滴を導入した。最初の加熱炉は200程度で、PSL粒子が自己組織化し、その隙間にシリカのナノ粒子が充填したコンポサイト微粒子が製造された。つぎに、300の高温に加熱された反応管に導入し、PSL粒子を燃焼させて除去した。この結果、PSL粒子がテンプレートとなり、規則的に配列した、メソポアを持つ自己組織化シリカ微粒子が製造された。そして、この応用が紹介された。最後に、全体がまとめられた。

2.2.2 熱プラズマによるナノ粒子の合成

東京工業大学 渡辺 隆行

熱プラズマは廃棄物処理や材料プロセス等に広く用いられている。しかし熱プラズマの物理的な現象や化学的な現象は解明されていないことが多く、装置の開発や改良は経験的に行われていることが多い。そこでこの講演では、特に熱プラズマによるナノ粒子の合成やナノチューブの合成における特異な伝熱現象について、最近の研究例に基づいた研究の

紹介が行われた。

まず高周波熱プラズマの特徴についての解説が行われた。高周波熱プラズマの重要な特色は、大きな直径のプラズマであること、およびガス流速が直流アークに比べて低いために、プラズマ内における反応物質の滞留時間を長くすることができること、また、反応後の超急冷が可能であることは、材料合成には有利な特徴である。熱力学的に不安定な材料合成をしようとする場合には、エネルギーレベルの高い状態で準安定相を凍結しなくてはいけないので、超急冷が可能である熱プラズマは、新しい材料合成の手段として適しているとの解説が行われた。

次に高周波熱プラズマの数値解析に関する研究紹介が行われた。熱プラズマ中で起きている化学反応を解析しようとする多量の化学種と反応式を考慮する必要がある。多量の化学種に対する成分保存式と反応式を、流体力学の保存式と連立させて解くことは困難であるが、熱プラズマを材料合成等の各種のプロセスに活用するには、プラズマ中の化学反応を数値解析により解明することが必要である。現在行われている水素、酸素、窒素などの比較的簡単な2原子分子の解離および再結合反応を含めたモデリングについての研究成果の紹介が行われた。

次に高周波熱プラズマによるナノ粒子の合成に関する研究紹介が行われた。機能性材料として注目されている金属間化合物のナノ粒子合成では、原料となる金属とSiが異なる蒸気圧を有しているため、その凝縮過程を制御する必要がある。シリサイドのナノ粒子の組成を制御するための方法、および原料の蒸発過程の制御に関する最近の研究が紹介された。

最後にプラズマ蒸発法によるナノチューブの合成に関する研究紹介が行われた。特にプラズマジェットを用いた蒸発・超急冷法による新しい方法によるB-C-Nナノチューブの合成では、気相からの凝縮物以外にもプラズマ蒸発法に用いた原料固体表面に大量のナノチューブとナノカプセルが析出し、原料内部にもナノカプセルが析出していることが報告された。ナノチューブは気相からの凝縮過程で合成されると一般的に考えられているが、原料を加熱するだけでナノチューブが合成できる可能性が示唆された。

2.2.3 高温高压水熱合成によるナノ粒子の製造

産業技術総合研究所 伯田 幸也

ナノ粒子は、半導体素子材料、太陽電池素子、蛍光材料、高性能塗料、触媒などに適用することで、サイズ効果により材料としての飛躍的な機能向上が期待されている。ここでは、ナノ粒子の合成法のひとつとして超臨界水中での水熱合成法による金属酸化物微粒子の連続合成法を取り上げ、その粒子サイズの制御法について述べる。

水熱合成法は、高温高压下で金属塩水溶液を加水分解、脱水、結晶化させて金属酸化物を得る手法である。したがって水熱合成法によって生成する粒子のサイズ、分布などの粒子特性は、モノマー生成速度すなわち加水分解反応速度と生成物である酸化物の溶解度から決まる。常温常圧の水は誘電率が80程度の極性溶媒であるが、水の臨界点(374, 22MPa)以上の超臨界条件では、水の誘電率は5程度まで低下する。誘電率の低下によりイオン反応速度は増大し、金属酸化物の溶解度も極めて小さくなる。超臨界水中で水熱合成法の特長は、モノマー生成速度が極めて大きく、生成物である金属酸化物の溶解度が極めて小さいため、古典的核生成の考えによれば、微粒子が生成しやすい反応場である点にある。流通式水熱合成法によってこの特性を生かすことで、ナノから数ミクロンまでの金属酸化物微粒子の合成を可能とした。

流通式水熱合成法における操作パラメータと粒子サイズの関係について調べた。生成する粒子サイズは、金属イオン種によってナノからミクロンと分類されるが、いずれの金属種においても、粒子サイズの反応時間依存性は小さかった。また、粒子サイズは原料溶液のpHに極めて大きく影響され、高pHほど粒子が小さくなった。また、圧力が大きくなるほど粒子サイズも大きくなった。これらは、反応温度に到達するまでの溶解度の変化へのパラメータ依存性によって整理できる。

本手法を複合酸化物微粒子合成に適用する場合、金属イオンごとの溶解平衡が異なるため圧力やpHを粒径制御変数として選べない。その場合、反応液の相状態(溶解度の変化)を操作することが有効である。磁気微粒子バリウムヘキサフェライト合成実験において、原料である鉄バリウム混合水溶液を直接超臨界条件まで昇温させたときと比較して、原料溶液をあらかじめ200℃で熱したのち、超臨界条件まで昇温した場合は、80~100nmと非常に単分散性

の高い微粒子が得られた。原料溶液は常温では水酸化鉄を主成分とする沈殿ゲルを形成しているが、200℃で予熱することにより、沈殿が溶解し均相溶液となり、粒子は均一核生成反応により生成し、非常に単分散な微粒子が得られたと考えている。このように複合酸化物微粒子合成の場合、反応液の相状態を変化させることで粒径の制御が可能であることが示唆された。

2.2.4 熱CVD法によるナノ粒子の製造

広島大学 島田 学

粒径が0.1マイクロメートル以下の超微粒子、いわゆるナノ粒子は、電子材料、光学素子材料、構造材料、量子素子用材料としての微粒子材料として期待されている。特に、気相プロセスを用いた材料製造技術は、ナノテクノロジーの一翼を担う技術であり、要求される化学的・物理的特性を満たす純度の高いナノ材料微粒子を製造できる有力な技術として期待されている。しかしながら、ガス状の原料より微粒子が生成されるプロセスは、複数の同時に起こる生成・成長機構により支配されるため、実験的検討のみによって製造された粒子の性状に対する生成条件の影響を検討することは困難である。したがって、理論的モデルに基づいたシミュレーションによる製造プロセスの総合的な評価も非常に重要である。

気相プロセスによるナノ粒子の製造方法には、いくつかの種類があるが、本講演では、組成、成長条件の制御に優れている電気炉加熱を用いた熱CVD(Chemical Vapor Deposition; 化学気相析出)法による製造に焦点を絞り、これによる粒子の製造の評価手法について述べた。熱CVDプロセスでの微粒子生成過程は、ガス状原料物質の化学反応による粒子物質の生成、核生成、粒子へのガスの凝縮、粒子同士の凝集、凝集粒子の緻密化による形態変化など多くの機構に支配されている。講演では、これらのうち、各種材料ナノ粒子の製造において特に重要となる、凝集粒子の生成、成長、形態変化、および凝集体を構成する一次粒子の粒径を評価するための、最近の実験とシミュレーションに関する研究について論じた。

まず、原料ガスを粒子製造装置に導入して温度を変化させたときの原料ガス濃度ならびに生成した粒子の個数濃度の変化により、粒子物質が生じる化学反

応の反応速度を求める実験手法ならびにその結果を紹介した。次に、凝集体同士がガス相中で衝突合体する速度（凝集速度）の理論的評価手法、および凝集体の緻密化による形態変化の理論的評価手法の代表的な検討例が述べられた。粒子の形態変化の議論においては、粒子サイズの制御された凝集粒子を用いた実験の結果による理論の検証について詳説した。最後に、以上の粒子合成機構を考慮した、粒子製造のシミュレーション手法の構築について論じた。実験結果との比較検討によって、シミュレーションの有用性を述べるとともに、現状におけるシミュレ-

ションの問題点および今後発展が必要とされる研究課題についても言及した。

3. おわりに

本セミナー講師の先生方から寄稿頂いた講演要旨を中心に、平成13年度中国四国伝熱セミナーの概要を報告した。今回のセミナーで快く講師をお引き受け頂いた先生方に、この紙面を借りて改めてお礼申し上げます。最後に、本セミナーは(財)マツダ財団の事業助成を受けて開催したことを記して、ここに謝意を表します。

九州支部 伝熱セミナーの報告

Report of the Annual Seminar of Kyushu Branch

桃木 悟 (長崎大学生産科学研究科物質科学専攻)

Satoru MOMOKI (Nagasaki University)

1. はじめに

九州支部では、毎年秋季に参加者数 50 名程度の 1泊 2 日のセミナーを開催しており、九州内の研究者が泊り込みで集い、研究について討論し、情報交換を行い、さらには懇親を深める有意義な場となっています。今年度のセミナーについては、九州支部長の佐賀大学 門出教授をはじめとする支部役員による検討を行い、会場および運営の担当は長崎大学とし、1 日目には「経験と実績の豊富な研究者に講演をお願いする」、2 日目には「次代を担う若手研究者に発表・討論の場を提供する」事としました。会場については私の独断で決めさせて頂き、初日に講演して頂く先生方の選定と講演依頼は、支部役員全員の担当で、九州から二人、九州外から一人、企業から一人を依頼する事に決定しました。2 日目の若手研究者による講演については支部役員を通じて募集を行い、最終的に、今年度の伝熱セミナー九州を下記の要領にて開催することができました。

日時：平成 13 年 10 月 12 日(金) ~ 13 日(土)

場所：ホテルエスパリーナルネサンス長崎伊王島
長崎県西彼杵郡伊王島町伊王島甲 3277-7

TEL：095-898-2331, FAX: 095-898-2233,

URL：http://www.ioujima.com/

内容：

10 月 12 日(金)：

13:30 - 18:00 : 一般講演 4 件

1. 「混合物の沸騰」

藤田 恭伸 (九州大学大学院工学研究院教授)

2. 「高熱流束プール沸騰における固液接触構造と沸騰曲線」

西尾 茂文 (東京大学生産技術研究所教授)

3. 「水平マイクロフィン管内凝縮のモデリング」

本田 博司 (九州大学機能物質科学研究所教授)

4. 「八ニカム構造材における吸脱着を伴う熱伝達」

深川 雅幸(三菱重工業長崎研究所火力プラント研究推進室)

18:00 - 20:00 : 懇親会

10 月 13 日(土)

9:00 - 11:40 : 若手研究者による講演 5 件

1. 「冷媒の水平蒸発管内におけるドライアウトクオリティ」

柿本 益志(九州大学大学院工学研究院助手)

2. 「溶液中微粒子の界面張力勾配駆動型運動の解明」

Lei Zexin (九州工業大学大学院博士後期課程)

3. 「Mass and Heat Transfer during Absorption of Ammonia into Ammonia Water Mixture」

Issa Mahmoud(佐賀大学大学院博士後期課程)

4. 「下向き水平面の膜沸騰熱伝達の数値計算」

中野 昭裕(長崎大学大学院博士後期課程)

5. 「A Study on Bubble/Slug Type Absorber for Ammonia-Water Absorption Refrigerating System」

金 鉉永(九州大学大学院博士後期課程)

会費(宿泊費, 懇親会費込み)：

一般 15000 円, 学生 9,000 円

参加者：一般 26 名, 学生 19 名

なお、このセミナーでは伝統的に、講演者に対して原則として謝礼や旅費等の支給はなく(さすがに、九州外からの講演者の旅費は、依頼を担当した役員の方でセミナーとは別個に捻出しているようです)参加費も他の参加者と同等に支払って頂いており、今年度も全くのボランティアとしてお願いいたしました。忙しい中、講演を引き受けて頂きました諸先

生方には、この紙面をお借りして御礼を述べさせていただきます。

2. セミナーの概要

2.1 一般講演

セミナー初日は、一般講演として4人の講師にそれぞれ50分程度の講演をお願いしました。

(1) 混合物の沸騰

藤田恭伸(九大)

セミナー最初の講演は、藤田恭伸九大教授による非共沸混合物のプール核沸騰熱伝達の特性やその熱伝達係数の整理法に関する講演で、その概要を以下に述べます。

非共沸混合物の特徴の一つに、気液平行状態にある液体と蒸気の組成が異なり、蒸発や凝縮の際の温度が変化する事がある。相変化の温度が変化する性質を上手く利用することで蒸発器や凝縮器におけるエクセルギの損失を小さくできる可能性がある。しかしながら、例えば、沸騰においては低沸点成分が優先的に蒸発して気泡を生成するために、蒸発を継続するためにはバルク液中から蒸発界面まで低沸点成分の補給がかかせない。つまり、熱の移動に加えて物質の移動が存在する事になるために、非共沸混合物の沸騰における熱伝達係数は、単成分液に対して十分評価された核沸騰熱伝達整理式に混合物の物性値を代入して求めた予測値に比べて小さくなる。

混合物の熱伝達の低下について、物質移動を考慮した単一気泡の成長理論がよく参照される。しかしながら、現実の沸騰においては多数の気泡発生点があり、また気泡は伝熱面に接する温度境界層内において非対称形状で成長し、気泡の変形、合体、分裂、伝熱面離脱のため複雑な様子を呈する事を考慮すると、このような微視的な手法を用いるのは現実的ではない。現状では、巨視的な手法、つまり、広い範囲で実験を行ってその測定結果を経験的に整理する手法に頼らざるを得ないと考えられる。そのような観点から、二成分混合物については、純成分液の沸点差が小さい物から大きい物、濃度に対する物性変化が小さい物から大きい物までの組み合わせを選定して、その全濃度範囲にわたり沸騰開始点から限界熱流束点までの広い範囲で実験を行った。またフロン系冷媒R123/R142b/R134aによる3成分混合物につ

いても同様の測定を行った。

混合物の熱伝達係数の整理法としてよく用いられている手法に、各成分が純物質である場合において同一圧力条件下における熱伝達係数(あるいは伝熱面過熱度)の値を成分組成で平均した値を h_{id} で表わし、それより実際の熱伝達係数(あるいは伝熱面過熱度)が低下する割合を、気液の組成差 $|X - Y|$ または蒸発終了点と蒸発開始点の温度差 T_{bp} で表す手法がある。なお、 T_{bp} を用いた場合の方が簡便であり、測定結果との一致も良いようである。二成分混合物のプール核沸騰熱伝達については、既に、 T_{bp} を用いた広い範囲で適用可能な整理式を提案している。三成分混合物 R123/R142b/R134a に対しても同様に、 h_{id} と T_{bp} の間に相関が確認した。さらに、 h_{id} を T_{bp} と熱流束 q の関数として表す経験式を作成した。

(2) 高熱流束プール沸騰における固液接触構造と沸騰曲線

西尾茂文(東大)

次に、西尾茂文東大教授による高熱流束プール沸騰における固液接触構造の特性に関する講演が行われました。この講演は、擬似二次元空間での高熱流束プール沸騰における気泡や伝熱面近傍の薄膜液の形状や挙動等を詳細に研究する事により、気泡の離脱や限界熱流束発生メカニズムの解明を試みた結果について述べたもので、その概要を以下に述べます。

限界熱流束を含む高熱流束沸騰における沸騰構造の解明には気泡および固液接触構造の把握が重要である。現在のところ、限界熱流束を総合的に説明できるモデルは、Hanamura-Katto[1]のマクロ液膜消耗モデルであると考えられる。このモデルを用いると微小重力場における限界熱流束は通常の重力場における値の10%程度の値となる。そこで、微小重力場における冷却系の故障などにより沸騰が発生する場合を想定し、微小重力場を対象として、幅0.5mmのリボン状水平沸騰面を2枚のガラス板で挟んで構成される擬似二次元空間における沸騰実験を行い、気泡自己球形化による合体気泡離脱促進と限界熱流束向上の可能性を検討するとともに気泡構造の観察を行った。ガラス板の高さをパラメータとして行った

実験の結果、合体気泡離周期、限界熱流束ともに地上地程度の値が実現できる事がわかった。

次に、液体サブクール度をパラメータとして変化させて、先と同様の擬似二次元空間における沸騰実験を行い、気泡挙動の観察と限界熱流束の測定を行ったところ、最大気泡径が必ずしも限界熱流束のトリガーとなるわけではない事が判明した。そこで、気泡の中心部にはマイクロ液膜が存在せず伝熱面が乾いている領域がある程度存在していると仮定して、加熱面から気泡への伝熱の大半は、伝熱面と気泡の境界線近傍にある非常に薄い液膜からの蒸発により行われるとの考えに基づき、接触界線長さ密度の概念を提案した。

この仮定を確認するために、透明なサファイア板をヒーターとする実験装置を用いて、固液の接触状態の観察と限界熱流束の測定を行ったところ、熱流束がある程度大きくなると伝熱面に乾いた部分が広く存在する事が確認できた。また、熱流束の増大に伴って接触界線長さ密度も増大し、限界熱流束に達した所で接触界線長さ密度が減少する事がわかった。熱流束が増加すると、まず発泡する気泡の数とそれぞれの気泡径が増大していくが、これに伴って接触界線長さ密度も増加する。しかしながら、気泡の大きさと個数がある段階に到達すると隣り合う気泡同士が合併を開始する。合併により気泡の数が減るために、乾いた部分の面積は増大しても接触界線長さ密度は減少に転ずる事になる。この気泡の合併が活発になる領域がまさにドライアウトが生じるポイントである。したがって、接触界線長さ密度と熱流束あるいは伝熱面過熱度の関係を求める事ができれば、限界熱流束を予測する事も可能となる。

(3) 水平マイクロフィン管内凝縮のモデリング

本田博司(九大)

先の2つは蒸発を対象とした講演でしたが、3番目の講演は、本田博司九大教授による管内凝縮熱伝達に関する講演で、水平マイクロフィン管内の凝縮熱伝達を精度良く予測する手法について説明されました。以下に、その概要を述べます。

マイクロフィン付き管は高性能伝熱管として冷凍機、空調機に広く使用されており、その蒸発、凝縮伝熱性能におよぼすフィンの形状、寸法、管径、冷

媒の種類、油混入の影響等に関する多数の研究報告がなされている。しかしながら、マイクロフィン付き管の凝縮熱伝達に関しては、理論解析に基づく一般性のある伝熱計算法はまだ提案されていない。そこで、らせん溝マイクロフィン付き水平管内凝縮について、それぞれ環状流モデルと成層流モデルに基づいた理論解析を行った。

環状流モデルでは、フィン表面に生成された凝縮液は、蒸気によるせん断応力と表面張力の影響によって排出されると想定した。また、成層流モデルにおいては、気液界面の形状を Taitel-Dukler[2]モデルに基づいて求まるポイド率の値と Brauner[3]らのモデルに基づいて求まる界面曲率の値より求めた。管の上半部については重力と表面張力の複合効果を考慮した層流膜状凝縮の計算を行い、管の下半部の熱伝達は内面溝付管の強制対流に関する Carnavos[4]の実験式で見積った。

以上の2つのモデルによる周平均熱伝達係数の予測値を6種類の管、5種類の冷媒に関する従来の実験値と比較を行った。また、提案したモデルと従来の整理式との比較を行うために、5種類の溝付管内凝縮熱伝達係数の整理式を用いて同様の比較を行った。以上の比較検討の結果、ここで提案した2種類のモデルに基づいて求めた値の大きい方を最終的な熱伝達係数の予測値として採用すると、予測値と測定値の二乗平均誤差の値に関して、従来の整理式を使用した場合よりも良好な値が得られた。

(4) ハニカム構造材における吸脱着を伴う熱伝達

深川雅幸(三菱重工)

一般講演の最後として、三菱重工長崎研究所の深川雅幸氏に、環境浄化を中心とした多くの機器への応用が期待されているセラミックハニカムの応用例や現時点の課題に関する講演をお願いしました。以下に、その概要を述べます。

セラミックハニカムは、セラミックにハニカム構造を付与したもので、当初は、排出ガス浄化用触媒の担体として実用化されたものである。その特徴は、幾何学的表面積が大きい、圧力損失が小さい、かさ比重が小さい、機械的強度が大きい事であり、この特徴を生かして、現在では、熱交換器エレメント、

吸着材，触媒，フィルタ等へ応用されている．現時点におけるセラミックハニカム構造材の重要な開発課題として，ハニカムの内部流れの伝熱促進と脱吸着を伴う動的な熱・物質移動の機構の解明が挙げられる．

脱吸着を伴う動的な熱・物質移動の機構の解明を目的として，長さ 66.5mm，幅 20.2mm，高さ 20.2mm，セル数 6x6 のハニカム吸着材内を流れる湿り空気の伝熱に関する実験を行った．測定の結果，加熱あるいは冷却過程において生じるハニカム吸着材の変化は，変化途中でほぼ一定の温度機関を経過する特徴的な傾向を示し，その傾向は加熱過程の場合に顕著であった．

このハニカム吸着材の温度の変化を生じる現象を解明することを目的として流れ方向一次元の非定常解析モデルを作成した．このモデルを作成するにあたり，次の仮定を行った．ハニカム内部では流れに垂直な方向の温度分布は一様である，ハニカム内の細孔内の湿り空気の水分濃度は厚さ方向に一様である，水蒸気の物質伝達率はハニカム表面の境界層を通しての物質伝達率と細孔内の物質伝達率の逆数の平均で表される，流れ方向の熱伝導は無視できる，流れ方向の水蒸気の濃度勾配による拡散は無視できる，物性値は一定とする，吸着された水分の潜熱は無視する．

このモデルを用いて予測した値と実験値を比較することにより，加熱あるいは冷却過程においてハニカム吸着材温度が変化途中でほぼ一定の温度期間を経過する現象は，吸脱着とこれに伴う発吸熱によって生じるものであることが判明した．また，この解析モデルは加熱と冷却，また流量の違いによらず，実験値を定量的に十分良く再生する．

2.2 若手研究者による講演

セミナー2 日目には，5 人の若手研究者にそれぞれの研究成果について，約 30 分の時間で発表して頂きました．

(1) 冷媒の水平蒸発管内におけるドライアウトクオリティ

柿本 益志(九州大学)

垂直蒸発管におけるドライアウトに関しては従来

から数多くの研究が行われている．しかしながら，水平蒸発管では，液体の分布が管周方向に一様でないことがドライアウトの発生に影響を及ぼすために，垂直管の結果をそのまま水平管に適用することはできない．本研究では，冷媒の水平蒸発管内におけるドライアウトに関して実験を行い，ドライアウトの生じる点のクオリティ，すなわちドライアウトクオリティの特性を明らかにするとともに，その整理式を作成した．

テストセクションには平滑管および内面ら旋溝付管を使用し，2 種類のフロン系冷媒 HFC-134a と HCFC-22 について実験を行った．測定の結果，熱伝達係数の低下は，あるクオリティ範囲にわたって，徐々に低下する傾向を示した．これは，ドライアウトがまず管頂点で生じ，クオリティの増加とともに管底側に移っていくこと，およびドライアウト点が管軸方向に時間的に変動しているためである．管周平均熱伝達係数が低下し始める点および低下し終わる点をそれぞれ x_{di} ， x_{de} と定義し，それらの値を，熱流束をパラメータとして質量速度に対してプロットしたところ，流量と熱流束の影響の違いによって，平滑管では三つの特性域に，また溝付管では領域二つの特性域に，それぞれ分類された．各解特性域について，平滑管とら旋溝付管のそれぞれについて，ボイリング数，フルード数，ウェーバ数，レイノルズ数および気液密度比を用いて，ドライアウト開始クオリティ x_{di} とドライアウト完了クオリティ x_{de} の整理式を作成した．この式は，実験値の傾向をよく再現し，すべての実験データと比較して，平滑管の整理式は，いずれのドライアウトクオリティも絶対値で ± 0.03 以内，溝付管の整理式は ± 0.02 以内で一致した．

(2) 溶液中微粒子の界面張力勾配駆動型運動の解明

Lei Zexin(九工大院)

鋼材中に存在する異相粒子の数量、分布、大きさは鋼材の品質に大きな影響を与える．鋼材中に存在する異相粒子とは非金属介在物や気泡などであり、これらは溶鋼の凝固界面前面に捕捉され、鋼中に残留したものである．凝固進行中の固液界面と異相粒子の相互作用及び界面付近での異相粒子の運動の解

明は、高純度鋼の製造あるいは、異相粒子の分布をコントロールするうえでの重要な研究課題である。このような溶液中の異相粒子と凝固界面との相互作用は、材料プロセスにおいて粒子分散型金属基複合材料中の粒子の分散や偏晶合金の組成変形などにも深く関わるものと考えられている。

本研究では、界面張力勾配駆動型運動の解明を目的として、地上と微小重力環境下、温度勾配が垂直に存在する系において、液体中微粒子の挙動の観察を行った。その結果、次の結果が得られた。1. 等温系の場合、粒子の移動速度はストークスの法則と一致している。2. 温度勾配が存在する系においては、PS 粒子の密度は水の密度よりも大きいにもかかわらず $30\ \mu\text{m}$ 以下の粒子が上昇する現象が見出された。このことにより、温度勾配により生じる界面張力勾配を駆動力とする力が存在する事が確認でき、その力は温度勾配が垂直に存在すると想定して導出した理論式による計算値とほぼ一致する事が分かった。3. 微小重力環境における等温系において液体粒子が静止することが分かり、温度勾配が垂直に存在する時、液体粒子が上昇することを確認した。

(3) Mass and Heat Transfer during Absorption of Ammonia into Ammonia Water Mixture

Issa Mahmoud (佐賀大院)

近年、太陽熱や各種排熱を有効に利用できる可能性があり、動作流体が環境に優しい吸収式冷凍機が注目されている。吸収式冷凍サイクルの主な構成要素は複数の熱交換器であり、その中でも最も複雑な要素は、熱と物質の両方の移動が同時に存在する吸収器である。例えば、水-アンモニア吸収式冷凍機の場合、吸収器においてアンモニア蒸気がアンモニア水溶液に吸収される。本研究では、この吸収器におけるアンモニア蒸気の吸収量を予測し、気液両相の温度の変化量を測定するための実験的研究を行った。実験では、吸収プロセスにおけるアンモニア蒸気の圧力損失を測定し、その値を気体の状態方程式を用いて変換する事でアンモニアの吸収量を求めた。また、熱伝導の逆問題の手法を用いて界面における熱流束を求め、その値からもアンモニアの吸収量を見積った。測定結果に基づいて、アンモニア水溶液におけるアンモニアの初期濃度がアンモニア蒸気の吸

収量におよぼす影響を調査した。その結果、アンモニア水溶液の初期濃度が増加すると、アンモニア蒸気の吸収量は減少し、初期濃度が約 60%に達すると殆ど吸収されなくなった。また、蒸気が吸収される際に気液界面で放出される熱の大部分は蒸気バルクへ移動する事が判明した。

(4) 下向き水平面の膜沸騰熱伝達の数値計算

中野 昭裕(長崎大院)

金属の焼入れ、材料の製造工程、原子炉緊急冷却時の原子炉等で発生する膜沸騰の熱伝達特性を把握しておくことは物体の冷却速度や熱応力を正確に推定し、制御する上で必要である。一般に使用される物体は、単一面ではなく、多くの面の接続で構成されているために、物体まわりに形成される連続した蒸気膜に関する理論的な取り扱いが困難である。三次元物体まわりの膜沸騰の伝熱機構を解明するために、複雑な形状の解析が可能な数値流体力学の果たす役割は大きい。気液二相流の数値解析は、単相の場合と比較して、理論的取り扱いが一層複雑となるため、適切な定式化が必要不可欠である。三次元形状を持つ有限物体まわりの膜沸騰の数値計算を行うための準備として、飽和液体中に浸漬された有限物体の下向き水平等温加熱面を系として選択し、そこからの膜沸騰熱伝達を検討するために蒸気膜の形状と厚さを決定する数値解析の方法を検討した。有限下向き水平面の膜沸騰は、端部で蒸気が上昇流となって流出するため、解析に当たっては、そこでの流れの取り扱いが、蒸気膜厚さ、形状、ひいては熱伝達特性に大きく影響する。そこで、端部周りの流動も考慮できるように計算領域を設定し、伝熱面端部の影響も数値計算により検討することができるようにした。計算方法としては、気液相共に非圧縮で物性値は一定、界面は飽和温度、表面張力及び放射伝熱を無視するという仮定のもとで、二次元の気相、液相に関する連続の式、運動方程式、及びエネルギー方程式を有限差分法を用いて離散化し、圧力場の解法には HSMAC 法、対流項は一次風上差分を用い、気相、液相、及び気液界面の表現は気液界面での蒸発、凝縮を考慮した VOF 法を用いる。その上で、計算領域に適切な境界条件を設定して非定常的に解き、定常状態になるまで計算を繰り返していくというも

のである。

- (5) A Study on Bubble/Slug Type Absorber for Ammonia-Water Absorption Refrigerating System

金 鉉永(九大院)

ワイヤーコイルを挿入した垂直円管内対向二相流における流動様式、ボイド率およびスラグ上昇速度に関する実験的研究を行った。作動流体には水と空気を、ベースとなる試験円管には内径20mmの亚克力管を使用し、ピッチや径の異なる4種類のワイヤーコイルについてそれぞれ実験を行った。流動様式に関する検討の結果、ワイヤーコイル挿入管の場合には平滑管の場合とは全く異なる流動様式となった。例えば、蒸気と液の見掛け速度をそれぞれ横軸、縦軸とする流動様式線図において、挿入管におけるスラグ流からチャーン流/環状流への遷移する境界線は、平滑管の場合の境界線と比べても、蒸気、液のいずれについても見かけ速度がより小さい領域に位置した。また、ボイド率に関する検討の結果、蒸気の見かけ速度が大きい領域では、ワイヤーコイル挿入管の場合のボイド率の測定値は、平滑管の場合よりも低い値となる事がわかった。また、有効流路面積を考慮した上で Wallis[5]のドリフトフラックスモデルを用いて算出したボイド率の値は、実験に使用した4種類の挿入管のうち3種類の挿入管に対して、比較的良好な精度で実験値と一致した。スラグ上昇速度に関する検討の結果、修正した平均速度を用いて Nicklin[6]の式により算出したスラグ上昇速度の値は、本研究で使用したコイル挿入管においても約20%の精度で測定値を再現できる事がわかった。

3. 最後に

ルネサンス長崎伊王島は、長崎では比較的有名なリゾート施設で、価格の割に高級感があって良い施設であるとの印象がありましたので、今回のセミナー会場として使用しました。ただし、交通の便が悪く長崎市から高速船を利用する必要があるため、悪天候で海が荒れることが心配でしたが、幸いセミナー当日は晴天に恵まれ、好評のうちに無事終了する事ができました。講演を心良く引き受けて頂いた西尾教授ならびに九州支部会員の皆様の日頃の行いの賜物ではないかと思い、感謝する次第です。

最後に、来年度のセミナーについて一言触れさせていただきます。九州支部として初めての試みとなりますが、来年度のセミナーは沖縄での開催を予定しています。九州地区のみならず全国の会員の皆様のご協力をいただくと幸いです。

参考文献

- [1] Hanamura, Y. and Katto, Y., Int. J. Heat Mass Transer, 26 (1983) 389
- [2] Taitel, Y. and Dukler, A., AIChE J, 22 (1976) 47.
- [3] Brauner, N. et al., Int. J. Multiphase Flow, 22 (1996) 1167.
- [4] Carnavos, T.C., Heat Transfer Engineering, 1 (1980) 32.
- [5] Wallis, G. B., One-dimensional two-phase flow, McGraw-Hill, N.Y. (1969).
- [6] Nicklin, D. J. et al., Trans. Inst. Chem. Engrs., 40 (1962) 61.

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
2002年						
6月	5日(水) ~ 7日(金)	第39回日本伝熱シンポジウム (北海道厚生年金会館、札幌市)	'02.1/18 (講演申込) '02.4/12 (参加事前 申込)	'02.3/15	第39回日本伝熱シンポジウム実行委員会 委員長 工藤一彦 北海道大学大学院工学研究科	2001.9
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
2001年						
12月	7日(金) ~ 8日(土)	第25回人間-生活環境系シンポジウム (沖縄県女性総合センター)	'01.8/31	'01.10/31	琉球大学工学部 堤 純一郎 〒903-0213 沖縄県西原町茅原1 Tel:098-895-8655, Fax: 098-895-8677 E-mail:jzutsumi@tec.u-ryukyu.ac.jp	
12月	15日(土) ~ 17日(月)	第3回高温エネルギー変換システムおよび関連 技術に関する国際シンポジウム(RAN2001) (名古屋大学シンポジオン)	'01.5/31	'01.7/31	名古屋大学高温エネルギー変換研究セ ンター RAN2001 事務局(総務担当 古畑朋彦) Tel:052-789-3916, Fax:052-789-3910 E-mail:furu@nuce.nagoya-u.ac.jp http://ran.nagoya-u.ac.jp/RAN/RAN2001.ht ml	
12月	19日(水) ~ 21日(金)	第15回数値流体シンポジウム (国立オリンピック記念青少年センター)	'01.9/21		第15回数値流体シンポジウム実行委 員会幹事 大岡隆三(東京大学生産技 術研究所 加藤/大岡研究室) Tel:03-5452-6435, Fax: 03-5452-6432 E-mail:ooka@iis.u-tokyo.ac.jp http://venus.iis.u-tokyo.ac.jp/?fd15	
12月	20日(木) ~ 22日(土)	第10回微粒化シンポジウム (大阪市立大学学術情報総合センター)	'01.10/5	'01.11/16	第10回微粒化シンポジウム実行委員 委員長 東恒雄(〒558-8585 大阪市住 吉区杉本3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科機械工学専攻) Tel:06-6605-2666, Fax: 06-6605-2766 E-mail:symposium@iilass-japan.gr.jp http://www.mech.eng.osaka-cu.ac.jp/atomize/	
2002年						
1月	30日(水) ~ 31日(木)	日本機械学会関西支部第253回講習会 製品開発を加速する軽量化設計技術と応用 (建設交流館、大阪市西区立売堀)	'01.1/23	'01.11/20	(社)日本機械学会関西支部 Tel:06-6443-2073, Fax: 06-6443-6049 E-mail:j sme@soleil.ocn.ne.jp http://www.jsme.or.jp/ks/	
1月 2月	31日(木) ~ 1日(金)	第8回エレクトロニクスにおける マイクロ接合・実装技術	'01.9/3	'01.11/20	(社)溶接学会 Mate 2002 事務局 Tel:06-6879-8698, Fax:06-6878-3110 E-mail:mate@jwri.osaka-u.ac.jp http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jws/res earch/micro/Mate2002.html	
3月	4日(月) ~ 6日(水)	第5回CO2固定化とエネルギー効率利用 に関する国際シンポジウム 第4回世界エネルギーシステム国際会議 (東京工業大学百年記念館フェライト会議室)	7/7 ｽﾄﾗﾌﾞ '01.9/30		東京工業大学炭素循環素材研究センタ 玉浦 裕 Tel:03-5734-3292, Fax:03-5734-3436 E-mail:ytamura@chem.titech.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	
11月	2日(日) ~ 7日(金)	International Gas Turbine Congress 2003 TOKYO 8th Congress in Japan (江戸川総合区民ホール)	'01.5/31	'02.2/1	The Gas Turbine Society of Japan 7-5-13-402Nishi-Shinjuku, Shinnjuku-ku, Tokyo 160-0023, Japan Fax:+81-3-3365-0387 E-mail:igtconal.go.jp	

行事カレンダー

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						
4月	8日(月) ~ 10日(水)	1 st International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics (南アフリカ, Kruger National Park)	'01.4/1	'01.6/30	http://www.walthers.co.za/conference/hefat	
7月	14日(日) ~ 18日(木)	The 13 th International Symposium on Transport Phenomena(ISTP-13) (カナダ, Convention Center, Victoria, BC)	'01.11/1 (Abstract)	'02.3/1	Dr.Sadic Dost, ISTP13, Dept. of Mech. Eng., Univ. of Victoria, BC, Canada, V8W 3P6 http://www.istp13.uvic.ca	
8月	18日(日) ~ 23日(金)	第12回 国際伝熱会議 (フランス, グルノーブル)	'01.5/31	'02.2/1	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/	

39

開 催 日	平成 14 年 6 月 5 日 (水) ~ 7 日 (金)
会 場	北海道厚生年金会館 (〒060-0001 札幌市中央区北 1 条西 12 丁目, TEL : (011)231-9551)
研究発表申込締切	平成 14 年 1 月 18 日 (金)
論文原稿締切	平成 14 年 3 月 15 日 (金)
参加事前申込締切	平成 14 年 4 月 12 日 (金)

一般申込みによるセッション形式で実施し、講演は1題目につき20分(発表10分,質疑10分)の予定です。

- ・ 原則として Web からの申込み (ホームページ: <http://htsymp-me.eng.hokudai.ac.jp>) と致します。ホームページにある申込書に必要事項を記入し、お申込み下さい。その後、申込受理のメールがお手元に届きましたら、それに記載されている申込番号、第一著者名、題目 (最初の7文字程度)、必要経費 (講演申込整理費 (1件 3,000 円)、ファイル変換代行作業料 (1件 5,000 円))、依頼人の住所、および振込金額をご記入の上、下記の口座に講演申込整理費を郵便為替でご送金ください (本号挟込みの払込取扱票をご利用ください)。
- ・ なお、Web からの申込ができない場合は本号に掲載の研究発表申込書に必要事項を記入し、下記送付先に FAX で発表申込書をお送りください。その後、申込受理の FAX がお手元に届きましたら、上記 Web 申込の場合と同様に、FAX に記載されている申込番号、第一著者名、題目 (最初の7文字程度)、必要経費 (講演申込整理費 (1件 3,000 円)、ファイル変換代行作業料 (1件 5,000 円))、依頼人の住所、および振込金額をご記入の上、下記の口座に講演申込整理費を郵便為替でご送金ください (本号挟込みの払込取扱票をご利用ください)。

FAX 申込時の送付先及び問合せ先: 苫小牧高専機械工学科 小原伸哉 宛 FAX: (0144)67-8963
講演申込整理費払込先: 口座番号: 02750-7-36400, 口座名: 第 39 回日本伝熱シンポジウム実行委員会

- ・ 申込整理費を講演会当日にて支払われる場合は 4,000 円とさせていただきます。
- ・ 講演発表申込は、講演者 1 名につき 1 題目とさせていただきます。
- ・ 発表の採否及びセッションへの振分けは、実行委員会にご一任願います。
- ・ 講演論文集は原寸大のオフセット印刷および CD-ROM として作製致します。論文の長さは、1 題目当たり A4 用紙 2 ページとし、作成フォーマットは前回と同様の予定です (2 段組 × 片側 26 字 × 60 行)。
- ・ 執筆要綱は、会誌「伝熱」(平成 14 年 1 月号) 及びホームページに掲載致します。
- ・ 本シンポジウムでは講演論文集を CD-ROM 化するため、論文原稿は原則として PDF ファイルで提出して戴きます。PDF での提出が困難な場合には、論文申込整理費のほかに別途変換作業料 (5000 円) を申し受けて、実行委員会が PDF 化を代行致します。CD-ROM 化のために印刷日程が厳しくなっており、原稿締切りに遅れると論文集と CD-ROM には載りませんのでご注意ください。
- ・ 論文の電子化 (PDF 化) については、下記の文献が参考になります。
“小林, Microsoft Word を使った論文作成方法, 日本機械学会誌, 103-979(2000.6), pp.396-403.”
“川野・岡本, 論文の電子化について(より良い PFD を作るために), 可視化情報, 20-77(2000.4), pp.27-32”
- ・ 講演申込整理費: 3,000 円 (当日会場支払い: 4,000 円)
- ・ シンポジウム参加費 (論文集代は含みません)
一般 (事前申込: 10,000 円, 会場申込: 12,000 円), 学生 (事前申込: 5,000 円, 会場申込: 6,000 円)
- ・ 講演論文集: 伝熱学会会員: 無料 (CD-ROM 版は事前送付, 印刷版はシンポジウム参加者に当日手渡し)
非会員: 8,000 円 (会場受付で会員登録も可能です)
- ・ PDF ファイル変換代行作業料 (スキャナー変換含む, 日本伝熱学会会員, 非会員共): 5,000 円

- ・開催日：平成 14 年 6 月 6 日（木）
- ・会 場：北海道厚生年金会館
- ・参加費：一般（事前申込：8,000 円，会場申込：10,000 円，事前申込，会場申込共に夫婦同伴者 1 名無料）
学生（事前申込：4,000 円，会場申込：5,000 円）

40

伝熱学会 40 周年を記念して、近未来とそれに続く将来において、伝熱の領域で実りある研究開発分野を提供し、また新しい産業分野（利益の源泉）に発展すると予測される、ナノテクと燃料電池についてのセミナーを計画いたしました。その開発の渦中におられる方々に解説をお願いしております。伝熱シンポジウムの前日、少し早めに札幌に来られ、午後のひととき、夢と実益に満ちたセミナーに出席されることをお勧め申し上げます。多数の皆様のご参加をお待ちいたしております。

日時：平成 14 年 6 月 4 日 14:00-17:00

会場：北海道厚生年金会館（伝熱シンポジウムと同じ会場です）

会費：無料

内容：ナノテクノロジーと伝熱（仮題），燃料電池開発の現状と将来（仮題）

40 周年記念セミナー参加者と伝熱学会学生会発足記念のパーティを、下記のように計画しております。多数の皆様がご参加され、シンポジウム本番を前に北海道の味を満喫されるよう、学生会、企画委員会、実行委員会一同お待ちしております。

日時：平成 14 年 6 月 4 日 18:00-19:40

会場：札幌ビール園

内容：生ビール飲み放題、生ラムジンギスカン食べ放題（100 分）

申込：学会の参加申込と同時の事前申込とします。詳細は次回の会告をご参照ください。

- ・シンポジウム開催期間が 2002 年ワールドカップサッカーの開催時期と重なります。札幌でもサッカーの試合が行われるため多くの人出が予想されますので、航空便等交通手段と宿泊先の確保は早目にされることをお勧めします。取扱旅行業者につきましてはホームページ（<http://htsymp-me.eng.hokudai.ac.jp>）をご参照ください。

- ・研究発表申込の取り消し及び論文原稿の差し替えは、準備と運営に支障をきたしますのでご遠慮下さい。
- ・論文の題目と著者名が発表申込時と論文提出時において相違ないようにお願いいたします。
- ・発表に用いる機器は原則として OHP のみとさせていただきます。
- ・論文原稿及び別刷りは返却，配布いたしません。
- ・その他ご不明な点がございましたら下記まで FAX または E-mail にてお問合せください。

第 39 回日本伝熱シンポジウム実行委員会

北海道大学大学院工学研究科 機械科学専攻内

FAX：(011)706-7889，E-mail：htsymp39@mech-me.eng.hokudai.ac.jp

第 39 回日本伝熱シンポジウム実行委員会

委員長 工藤 一彦

【セッション分類表】

()

大分類	小分類
a:要素機器	a-1:熱交換器, a-2:蒸発器・凝縮器, a-3:空調・冷凍機器, a-4:加熱・冷却機器, a-5:反応・燃焼機器, a-6:蓄熱・蓄冷機器, a-7:熱輸送デバイス・熱輸送機器, a-8:ヒートシンク, a-9:その他
b:エネルギー・環境システム技術	b-1:動力・発電システム, b-2:高効率エネルギー変換システム, b-3:エネルギー有効利用システム, b-4:自然エネルギー等利用システム, b-5:空調・冷凍システム, b-6:環境技術, b-7:その他
c:境界技術 (thermal management を含む)	c-1:素材製造技術, c-2:加工・成形技術, c-3:生産技術, c-4:航空・宇宙技術, c-5:生体・食品技術, c-6:電子・情報技術, c-7:極低温・低温技術, c-8:MEMS, c-9:ピークル, c-10:その他
d:実験・計測・データ処理技術	d-1:温度計測, d-2:熱流束計測, d-3:速度計測, d-4:画像処理, d-5:その他
e:その他	e-1:その他

()

大分類	小分類
A:熱物性	A-1:固体熱物性, A-2:液体混合系熱物性, A-3:測定法, A-4:その他
B:熱伝導	B-1:熱伝導, B-2:接触熱抵抗, B-3:その他
C:熱放射(ふく射)	C-1:放射(ふく射)物性, C-2:放射(ふく射)伝熱, C-3:放射(ふく射)の数値シミュレーション, C-4:伝熱促進・制御, C-5:その他
D:強制対流	D-1:層流, D-2:乱流構造とモデル化, D-3:乱流の数値シミュレーション, D-4:剥離流れ・噴流, D-5:伝熱促進・制御, D-6:その他
E:自然対流	E-1:密閉空間, E-2:物体周り, E-3:共存対流, E-4:伝熱促進・制御, E-5:その他
F:相変化素過程	F-1:相変化分子運動論, F-2:接触界線, F-3:界面安定性, F-4:核生成・核活性化, F-5:異相成長, F-6:構造化, F-7:その他
G:蒸発・沸騰	G-1:蒸発, G-2:核沸騰, G-3:限界熱流束・遷移沸騰, G-4:極小熱流束・膜沸騰, G-5:過渡沸騰, G-6:伝熱促進・制御, G-7:直接接触系, G-8:その他
H:凝縮・吸着	H-1:凝縮, H-2:直接接触系, H-3:吸着, H-4:伝熱促進・制御, H-5:その他
I:凝固・凍結・融解	I-1:凝固, I-2:凍結, I-3:霜, I-4:融解, I-5:伝熱促進・制御, I-6:その他
J:混相流	J-1:等温系二相流, J-2:沸騰二相流, J-3:凝縮二相流, J-4:固気・固液二相流, J-5:噴霧系, J-6:混相流のモデル化と数値解析, J-7:伝熱促進・制御, J-8:その他
K:多孔質・粒子系	K-1:充填層・流動層, K-2:多孔質層, K-3:その他
L:物質移動	L-1:物質伝達, L-2:熱移動を伴う物質移動, L-3:その他
M:反応・燃焼	M-1:反応を伴う伝熱, M-2:燃焼を伴う伝熱, M-3:その他
N:超スケール伝熱	N-1:分子・クラスタースケール, N-2:マイクロスケール, N-3:都市スケール, N-4:地球スケール, N-5:マルチスケール, N-6:その他
O:微小重力場など特殊場	O-1:微小重力場, O-2:電場・磁場, O-3:極低温場, O-4:回転場, O-5:その他
P:その他	P-1:逆問題, P-2:その他

3

()

講演 題目	和文		
	英文		
著者名(フルネーム) (講演者に*印)	所属・勤務先(省略形でお願いします。 学生(申込時)の場合は最後に学をつ けて下さい。例:北大院学)	伝熱学会 会員資格	会員外の方の所 属学協会と資格
和文	和文		
英文	英文		
和文	和文		
英文	英文		
和文	和文		
英文	英文		
和文	和文		
英文	英文		
和文	和文		
英文	英文		
セッション分類(分類表の小分類から少なくとも2つを選び,優先順位を考えてご記入下さい。選択に際しては, できれば技術別分類と現象別分類の両方から選択して下さい) 例: 1.(a - 6), 2.(A - 2), 3.(0 - 4), 4.(b - 2), 5.(K - 2)			
希望小分類 1. (-), 2. (-), 3. (-), 4. (-), 5. (-)			
キーワード(5つ程度)			
() () () () () ()			
連絡先			
住所	〒		
氏名		所属	
TEL		FAX	
E-mail			
実行委員会記入欄	受付日	年 月 日	受付番号:

(お願い)原則 Web からの申込み (<http://htsymp-me.eng.hokudai.ac.jp>) となっております。なお、Web からの申込みができない場合は苫小牧高専機械工学科 小原伸哉 宛 FAX:(0144)67-8963 にお送りください。外国人著者の場合、英文著者名欄に記入頂くと共に、和文著者名欄もカタカナ書きでご記入をお願いします。

日本伝熱学会には、内規にしたがい、学術賞、技術賞、および奨励賞が設けられています。つきましては、下記の要領にしたがって本年度の募集を行いますので、自薦、他薦を問わず、多数ご応募下さい。

記

1. 対象となる業績

- (1) 学術賞の対象は、原則として、最近3年間の Thermal Science and Engineering 誌に掲載された、あるいは、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の審査のある学術論文集に掲載された伝熱に関する優秀な研究論文とします。なお、受賞対象研究課題名は、必ずしも論文題目と一致する必要はありません。

(今回より、Thermal Science and Engineering 誌に掲載された論文は、日本伝熱シンポジウムにおける発表の有無にかかわらず、受賞の対象となります。)

- (2) 技術賞の対象は、公表された優秀な伝熱技術とします。
- (3) 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)とします。
- (4) 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ります。
- (5) 贈賞数は、学術賞2件程度、技術賞1件程度、奨励賞4件程度とします。

2. 選考方法

- (1) 各賞の選考は、「表彰選考委員会」が「日本伝熱学会賞審査・選考方法内規」によって行います。
- (2) 表彰選考委員会は、公募の他に、各賞の候補を推薦することが出来るものとします。

3. 提出書類

- (1) 所定用紙「日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 申請書・推薦書」 1通
- (2) 論文抜刷または技術内容参考資料 6部
- (3) 日本伝熱シンポジウム講演論文集抜刷 6部 (該当する場合)

4. 提出先

〒278-8510 千葉県野田市山崎
東京理科大学工学部機械工学科
河村 洋 宛 (E-mail kawa@rs.noda.sut.ac.jp)
TEL 0471-24-1501 内 3909 FAX 0471-23-9814

5. 提出期限：平成14年1月9日(水)

6. 問い合わせ先：提出先に同じ。

以上

申請書・推薦書は伝熱学会ホームページ<http://www.htsj.or.jp>からダウンロードできます。

申請者・推薦者名 _____ 印
所属 (_____)

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(ふりがな) , 本会会員資格・勤務先・職名・代表者の連絡先住所 , E-mail , Tel , Fax)

代表研究者：氏名・所属・職名 _____

連絡先 _____

共同研究者：氏名・所属・職名 _____

関連研究の伝熱シンポジウム発表 (該当する場合)

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： _____

連絡先 (推薦の場合)

第 6 回宇宙環境利用に関する地上研究公募のご案内

宇宙環境は、微小重力、高真空等の地上では得ることのできない特徴を有しており、広範な分野にわたる研究や実験、観測等を行うことが期待されます。国際宇宙ステーション計画における我が国独自の実験棟「きぼう」等を利用した研究を目指す地上研究テーマを広く公募します。

公募対象研究分野

微小重力科学	微小重力物理学
生物科学	バイオメディカル
宇宙医学	宇宙科学
地球科学	宇宙利用技術開発

の 8 分野

スケジュール

募集開始：平成 13 年 12 月末（予定）
締 切：平成 14 年 2 月 28 日（木）消印有効
研究開始：平成 14 年 8 月～

問い合わせ先

財団法人 日本宇宙フォーラム 公募研究推進部
電話：03 - 3459 - 1653 FAX：03 - 5470 - 8426
URL <http://www4.jsforum.or.jp/>
e-mail：koubo@jsforum.or.jp

詳細は、平成 13 年 12 月以降、各研究機関に発送する募集要領、当財団のホームページでご案内いたします。

資料の請求は氏名、所属、役職、住所、電子メールアドレス、希望部数を明記の上、電子メールまたは FAX でお願いいたします。

教官公募

富山大学工学部機械知能システム工学科教員公募

- (1)募集人員 助教授または講師 1名
- (2)所 属 機械知能システム工学科 機械制御情報工学講座
- (3)専門分野 機械制御情報（計算力学，シミュレーション工学，機械分子工学など）
- (4)講義科目 シミュレーション工学，ソフトウェア工学演習など
- (5)応募資格 年齢は 45 歳位までが望ましく，博士の学位を有し，大学院博士前期・後期課程の教育研究を担当できる方
- (6)着任時期 2002 年 4 月以降のできるだけ早い時期
- (7)提出書類
 - 1)履歴書（写真添付，学協会および社会活動を記載，連絡方法）
 - 2)研究業績リスト（学术论文，著書，国際会議発表論文，その他の論文，特許などに分類）
 - 3)最近 5 年間の論文の別刷（コピーも可）
 - 4)教育と研究に対する抱負（1000 字以内）
 - 5)応募者に関する意見を伺える方 2 名の氏名，所属，連絡先
- (8)応募締切 2002 年 1 月 15 日(火)
- (9)書類送付先および問合せ先

〒930-8555 富山市五福 3190

富山大学工学部機械知能システム工学科

教授 岩城敏博

TEL & FAX 076-445-6796 e-mail:iwaki@eng.toyama-u.ac.jp

- (注)応募書類は，封筒の表に「教員応募書類在中」と朱書きし，書留で郵送して下さい．
応募書類は原則として返却しません．なお選考状況により別途書類の提出を願うことがあります．

「伝熱」会告の書き方

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。

会計年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日までです。

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

会員は本会の活動に参加でき、次の特典があります。

- 「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

- 「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)

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、入金の手配ができず、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。

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します。

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、送金額から減額します。フリガナ名の検索によって入金の手務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。

(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となります。

(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の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。

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。

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》

-)入会届、変更届、退会届の受付
-)会費納入の受付、会費徴収等
-)会員、非会員からの問い合わせに対する対応、連絡等
-)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
-)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

第40期入会者 (2001年9月1日～11月30日まで)

正会員

有井 誠次	宇部興産機械(株)
富野 義孝	アサヒビール(株)
水田 敬	鹿児島大学
吉野 愛子	理化工業(株)
坂元 剛	住友精密工業(株)

学生会員

杉浦 規郎 東京農工大学

日本伝熱学会正会員・学生会員入会申込み・変更届用紙

日本伝熱学会 賛助会員新規入会申込み届け用紙

広告

Leading Edge the Thermal Technology

編集後記

本年も残すところ 1 ヶ月となりました。2001 年は「聖域なき構造改革」、そして「聖戦の同時多発テロ」と一文字で表すと「聖」の年でした。11 月号は花村・塚田委員の担当で、“伝熱セミナー号”として発行することができました。原稿ご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までお寄せください。

第 40 期編集出版部会委員

副会長	河村 洋	東京理科大学
部会長	瀧本 昭	金沢大学
委員		
(理事)	山田雅彦	北海道大学
	花村克悟	岐阜大学
	岩城敏博	富山大学
	牧野俊郎	京都大学
	西村龍夫	山口大学
(監事)	太田照和	東北大学
(評議員)	塚田隆夫	東北大学
	井上剛良	東京工業大学
	一宮浩市	山梨大学
	鈴木 洋	神戸大学
	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 13 年 11 月 30 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.in

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

ISSN 1344-8692

Journal of The Heat Transfer Society of Japan
Vol. 40, No. 165

2001 年 11 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