

伝 熱

目 次

第36回日本伝熱シンポジウム

第36回日本伝熱シンポジウムを振り返って……………準備委員長 井村英昭(熊本大学)……………1

支部研究会報告(北陸信越)

複雑・複合系の相変化伝熱研究会……………平田哲夫(信州大学), 青木和夫(長岡技術科学大学)……………3	
多成分系のミクロ凝固とマクロ伝熱……………林勇二郎(金沢大学)……………5	
冷却面における結晶氷の生成と離脱現象……………平田哲夫(信州大学)……………6	
二成分混合液の凝固と融解 潜熱蓄熱への応用 ……姫野修廣(信州大学)……………7	
水溶液凍結層の数値モデル……………石川正昭(信州大学)……………8	
凝固過程における分子運動……………岩城敏博(富山大学)……………9	
フィン付垂直伝熱面周りの水の融解・凝固特性に関する研究……………平澤良男(富山大学)……………10	
粒子層の相変化を伴う伝熱問題……………青木和夫(長岡技科大)……………11	
不溶性混合媒体を用いたヒートパイプの伝熱特性……………寺西恒宣(富山高専)……………12	
ミスト化を利用した環境適合型排熱回収システム……………瀧本昭(金沢大学)……………13	
沸騰における固気液三相界線近傍の現象把握……………永井二郎(福井大学)……………14	
物質移動・化学反応と磁場印加の効果……………森 茂(金沢大学)……………15	
高速フラーム溶射ガンのノズル設計と溶射粒子の伝熱・加速挙動 ……………清水保雄(信州大学)……………16	

セミナー報告

日米セミナー雑感……………小竹進(東洋大学)……………17	
日本伝熱学会産学連携サマーセミナー顛末記……………菱沼孝夫(北海道大学)……………20	
キッズ・エネルギー・シンポジウム'99……………片岡勲(大阪大学)……………23	

ワンポイント伝熱

- 伝熱の常識と非常識 - 「伝熱研究の方法に関する常識・非常識アラカルト」 ……………飯田嘉宏(横浜国立大学)……………25	
--	--

行事カレンダー……………27

お知らせ

日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 公募のお知らせ……………29	
日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 申請書・推薦書……………30	

第37回日本伝熱シンポジウム開催案内	31
関西支部主催見学ツアーのお知らせ	32
日本伝熱学会研究会「マイクロマシンと熱流体」第3回会合のお知らせ	32
「伝熱」会告の書き方	33
事務局からの連絡	34
日本伝熱学会、入会申込み、変更届用紙	35
日本伝熱学会、賛助会員入会申込み、変更届用紙	36

インターネット情報サービス

<http://htsj.mes.titech.ac.jp/htsj.html>

最新の会告・行事の予定等を提供

htsj-info@mes.titech.ac.jp

最新の情報を電子メールで受け取りたい方のための電子メールアドレスの登録受付

htsj@mes.titech.ac.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.38, No.152, September, 1999

CONTENTS

<The 36th National Heat Transfer Symposium of Japan>

Looking back upon the 36th National Heat Transfer Symposium of Japan
Chairman Hedeaki IMURA (Kumamoto University) 1

<Reports on the Research Branch (Hokuriku• Shin-etsu)>

Research on Phase Change Problems of Multi-component and Complex Systems
Tetsuo HIRATA (Shinshu University) and Kazuo AOKI (Nagaoka University of Technology).....3

< Reports on the Seminars>

Molecular and Microscale Thermophysical Phenomena in Nanotechnology
The Seminar Chairman, Susumu KOTAKE (Toyo University)..... 17

The HTSJ summer seminar report for collaboration
Yukio HISHINUMA (Hokkaido University)20

Energy Symposium for Kids '99
Isao KATAOKA (Osaka University)23

< One Point of Heat Transfer>

Common Sense and Lack of Sence in Approaches to the Study of Heat Transfer
Yoshihiro IIDA (Yokohama National University)..... 25

<Calendar> 27

<Announcements> 29

第 36 回日本伝熱シンポジウムを振り返って

Looking back upon the 36th National Heat Transfer Symposium of Japan

準備委員長 井村英昭 (熊本大学)

Chairman Hideaki IMURA (Kumamoto Univ.)

第 36 回日本伝熱シンポジウムは平成 11 年 5 月 26 日 (水) から 28 日 (金) まで熊本市で開催されました。第 1 回は昭和 39 年、京都で開催されました。小生が伝熱関係の研究を始めたのは大学卒業後 1 年経過した昭和 40 年 4 月からであり、初めて伝熱シンポジウムに参加したのは昭和 42 年、名古屋で開催された第 4 回のシンポジウムでありました。当時、浅学の小生にとって、深遠な知識をお持ちの大先生の鋭い質問には怯えたものでした。

それから三十数年第 36 回日本伝熱シンポジウムの準備委員長を引き受けるなど思いもよみませんでした。仙台で開催された第 34 回日本伝熱シンポジウムにおいて、次の次は九州の順番で、熊本ではどうだ等と冗談半分に話を聞いたように思いますが、本当にそうなるとは考えませんでした。しかし、不運にも (幸運にもというべきか) それは現実の話となりました。平成 9 年 6 月九州研究グループで正式に熊本での開催を検討するように依頼がありました。

そこで、最初 2 施設で 8 室確保できる会場を予定しておりましたが、名古屋の第 35 回シンポジウムが大盛会で発表件数が 489 件、10 室を使つてのシンポジウムとなったことから大変なことになりました。もし、熊本でもその程度のシンポジウムとなったら会場はどうしよう。会場費も考慮に入れて、あちこちの施設を調査した結果、一つの施設ではせいぜい 5 室しかとれないし、二つの施設で 10 室が準備できる所を探す必要が出てきました。大学で開催するのであれば、10 室程度の講演室は簡単に確保できるけれども、大学は講義中であるので、学外に 3 日間講演会場を確保することは大変なことになりました。

結局、最終的には KKR ホテル熊本と熊本厚生年金会館で開催することにしました。この二つのホテルは距離的には近く隣どおしですが、道路の都合で片道 5 ~ 6 分程度の時間がかかることから、ここに決定するには少し抵抗がありました。しかし、不評を覚悟の上でこの 2 施設を使用することに決定

致しました。その後、施設使用申し込みの段階になって、快い返事が得られないなどの問題がありましたので、会場の決定にはかなりの苦勞をしました。

以上、長々と会場決定までの経緯を記述致しましたが、大都市ならいざ知らず、地方都市において、1,000 名に近い参加者で 10 室を使用する程の規模の学会を開催するには、かなりの障害があるということでもあります。

次に、役割分担を決めて準備に入りました。総務係、広報・論文集係、会場係、総合受付・総会・懇親会係、会計係の五つの係を設けました。しかし、熊本市内の伝熱学会会員は 7 名でありますので、一つの係を 2 ~ 3 名で受け持ってもらおうと、一人二役ということになりました。しかし、各人自分の分担を一生懸命果した結果、特別のトラブルもなく無事 3 日間を終えることができました。

本シンポジウムにおいては、講演を 17 時まで終了してほしいとの施設側からの要望により、レクチャーコース、国際セッション及びフロンティアフォーラム準備セッションのいずれも単独の時間割とせず、普通講演と平行して開催することを西尾企画部会長及び理事会に承認頂き、実行することに致しました。三つの特別企画は大変盛況で座席が不足するほどの聴講者がありました。これらの企画は部会長が中心となって、講師の依頼及び連絡を取っていただきました。部会長の素早い対応には大変助かりました。厚く御礼申し上げます。また、各企画の講師及び司会者の皆様にも心から御礼申し上げます。

それから、これも西尾先生の発案により、普通講演のセッション分類をかなり大幅に変更致しました。分類を「技術別分類」と「現象別分類」に分け、両方から選択できるようにしました。これは複雑に混じり合っていたものを二つの系列に分け、すっきりさせると同時に、企業からの講演発表申し込みがし易くなると考えられたからであります。

第 33 回の新潟から電子メールによる申し込みとプログラムのホームページによる公開が始められたようですが、それが第 34 回の仙台に引き継がれ、前年度の名古屋においてほとんど完成に近づいたようでありました。本年度もその方法をより徹底して行いました。数名の方からは書類による申し込みがありました。ほとんどの方からはインターネットによる申し込みでありました。ホームページも詳しい内容のホームページを開設し、かなりの共催学協会のホームページからもアプローチできるようにリンクして頂きました。内容も含めてかなり好評であったと聞いております。この申し込み及び広報の方法は前年度を引き継いだ本年度においてほぼ完成したのではないかと思います。ただ、申し込みの送信に不安のあった申し込み者の中には同じ申し込みを 5、6 回も送信された方がおりましたが、受け付けた時点で受付番号を返信するようになっておりますので、来年度からは 1 回送って、しばらく待って頂きたいと思っております。なお、今後の方向は講演論文集の CD-ROM 化に向かうのではないかと予想されますが、未だ、時期尚早かも知れません。

ここで、今までも続いて来たり、またこれからも続くであろうと思っておりますが、準備委員に不要な負担をかける一部の発表者及び参加者に是非注意してほしいことをお願い申し上げます。

前年度の準備委員長が「お願い」として記述されておりますが、講演申し込み時の講演題目及び著者名が後に送られてきた論文原稿と異なっていると、論文集係はその読み合わせと修正をしなければなりません。これは随分と余分な労力を必要とするものであります。十分検討の上、申し込みをお願い致します。また、申し込み整理費の払込みを忘れておられる方がかなり多かったことです。これも催促をする余分な手間となりました。

さらに、期限を過ぎても申し込みを行う人、期限後一度申し込んだ論文題目と著者の変更を要求する人、期限が過ぎても論文原稿が届かない人、期限が過ぎて論文原稿の差し替えを要求する人、期限が過ぎても参加申し込みを事前登録として行う人、等々その外にも考えも及ばないようなことが次々に起こります。本来の仕事もあり、それらにいちいち対応するのは小人数の準備委員にはかなりの負担でありました。

学会の規約にもシンポジウムのいろいろな決まり事にも罰則がありませんので、これらはお互いを信

頼した紳士協定であると思っております。うっかり忘れることもあるでしょうが、できる限り紳士協定を守って下さい。今後の準備委員に負担をかけないために、是非遵守されるようお願い申し上げます。

伝熱学会会員の皆様はご存知のように、現在、伝熱学会会員で伝熱シンポジウムに欠席した方には講演論文集 1 セットを無料で準備委員会から送付することになっております。講演論文集 1 セットの梱包費と送料は距離によって異なりますが、平均すると約 1,000 円かかります。それを約 1,000 部発送しなければなりません。更に講演論文集の印刷費も含める必要があります。これらの費用は結局参加者からの参加費と準備委員会が集めた寄付金等によって負担することになります。欠席者へ送付する論文集 1 セットの印刷費、梱包費及び送料は本部の予算から支出するか、または論文集購入希望者のみに有料で送付することを提案致します。そうすることによって、参加費を安くできるし、準備委員会が運営資金の捻出に頭を痛めなくてもよくなります。このことはかなり以前から議論されているようであります。しかし、未だ続いております。早くこの矛盾を解消して頂く様お願い申し上げます。

次に、共催学協会についてであります。共催の申し込みは会長名で、会長押印の申込書を送っておりますが、申込書を本部に送って、押印してもらい、準備委員会から各学協会へ発送しております。これは非効率的で、手間がかかりますので、是非本部で一括して頂くことを要望致します。

「一部の会員に対するお願い」及び「本部に対するお願い」を述べましたが、伝熱シンポジウムがさらに発展していくためには、気持ち良く準備委員を引き受け、スムーズな運営ができるシステムを確立すると同時に、講演申込み者及び参加者は準備委員にできるだけ負担をかけないように、配慮すべきであると思っております。

最後に、黒崎会長、飯田総務担当副会長、第 37 期理事各位、前年度の資料を提供して頂いた東海支部の前準備委員会委員の先生方、その他多くの方々のご助言及びご支援に衷心より感謝申し上げます。また、本シンポジウムの開催準備に献身的に協力してくれた準備委員の苦勞をねぎらいたいと思っております。

複雑・複合系の相変化伝熱研究会

Research on Phase Change Problems of Multi-component and Complex Systems

主査 平田 哲夫 (信州大学)

幹事 青木 和夫 (長岡技術科学大学)

Tetsuo HIRATA (Shinshu University)

Kazuo AOKI (Nagaoka University of Technology)

1. はじめに

相変化は潜熱移動を伴う伝熱形態であり、凝固・融解、蒸発・凝縮および昇華・凝着など広範囲の伝熱現象に関わっている。このような相変化を伴う伝熱問題は材料・生体・食品・エネルギー・環境など伝熱を取り巻く多くの重要な分野と密接に関連している。特に最近の傾向は、単一成分や単純系として取り扱えない複雑・複合系の相変化問題がより重要となっている。例えば、凝固におけるデンドライト構造やマイクロ偏析の生成、沸騰・凝縮における非共沸や疑似共沸代替冷媒の利用など多成分系の相変化問題に関わる研究、また、生体凍結やマイクロ不均質系相変化における浸透圧や毛管圧の付加、沸騰・凝縮における電磁場の積極的な付加など種々の力が複合した複合系の相変化問題に関わる研究が重要となっている。

2. 相変化伝熱の諸問題

2.1 生体・食品分野における相変化問題

生体細胞の凍結・融解後の生存率は冷却速度に大きく依存し、冷却速度が小さいと細胞外の水溶液が凍結し細胞内外の浸透圧差により細胞が脱水・収縮し損傷を受けやすい。また冷却速度が大きいと細胞内外の水溶液はガラス化するかまたは損傷の原因とならない程度の微細な氷結晶となって凍結する。凍結保存温度はドライアイスを用いた -80 または液体窒素を用いた -198 がほとんどであり、家畜またはヒトの精子、哺乳動物胚、血液、角膜、小動物の心臓や肺、骨など広範囲にわたり研究されている。また、グリセリンなどの凍結保護物質により処理された生体組織の凍結・融解についても研究されている。

医療分野においては、脆い組織やゲル状組織を固化する凍結固化、凍結による組織の破壊による凍結壊死などを応用した凍結手術の研究がある。

食品の凍結保存においては、凍結速度を適切にとらないと細胞外での氷結晶発生のため細胞内外の浸透圧差により細胞内の溶液が細胞外へ滲出し、解凍時にはドリップと呼ばれるうまみを含んだ液汁として流出する。また未凍結塩溶液の凍結濃縮により蛋白が変性し、肉質・組織が劣化し復元性を損なうこともある。これを避けるためには、細胞全体に微細な氷結晶ができるように凍結することが必要であり、 $-1 \sim -5$ の最大氷晶生成帯を短時間で通過する急速凍結が望ましい。急速解凍と緩慢解凍のどちらを用いるべきかについては理論的根拠が明らかにされていないが、鯨肉やマグロ肉など収縮型の場合は緩慢凍結が望ましいとされている。今後、生化学的・酵素的反応速度および微生物増殖の観点と伝熱理論とから最適な解凍速度の解明が待たれている。他に凍結濃縮や凍結乾燥の研究もされている。

2.2 エネルギー・環境分野における相変化問題

氷蓄熱の製氷方法には、スタティック型とダイナミック型とに大別されるが、氷の搬送性などの観点より水溶液を用いたリキッドアイス製氷にも関心が持たれてきた。これに関連して、氷水スラリーの管内流動特性や採冷熱時における温度・濃度複合融解が研究されている。新展開としては、リキッドアイス製氷方法として、振動冷却面や非金属冷却面を用いて氷結晶を剥離させる方法やシランカップリング剤を用いる方法などが提案されている。また、急減圧下における水の蒸発潜熱を利用して凍結させる蒸発凍結の研究や流動性を有する粒状の多孔性固相蓄熱材の接触溶融特性に関する研究がされている。多成分系の凝固においては、排出された溶質による濃度境界層内の組織的過冷による熱力学的不安定場のマッシュ域の一次、二次アーム形成に関する研究がある。

高温エネルギーの蓄熱に関しては、工場廃熱、太陽熱や発電所夜間余剰蒸気などの潜熱蓄熱に関する研究がある。

混合冷媒を用いた性能向上に関する研究としては、吸収式冷凍機の作動流体の多成分化、二成分不溶性混合媒体を用いたヒートパイプ、動力サイクルやヒートポンプの作動媒体としての二成分・三成分混合液の沸騰・凝縮熱伝達などに関する研究がされている。また、熱交換器の高性能化をねらった微細伝熱管の沸騰伝熱や宇宙往還機の熱制御やミスト冷却に関するスプレーフラッシュ蒸発の研究がある。

汚泥処理における凍結融解法の研究もある。これは、冷凍により汚泥中の自由水分が凍結し始め固形分が凍結界面を移動しながら濃縮され、凍結による圧縮を受けると結合水も凍結するため汚泥の脱水性が高められ、この凍結汚泥を徐々に融解させると、コロイドや微細粒子が集合して固液分離性がよくなり濃縮・脱水しやすくなる性質を利用するものである。

また LNG 冷熱を利用した排ガス中の炭酸ガス固液分離に関する研究、微小粒子や有毒ガスを含む高温の排ガスに水蒸気を過飽和状態で持ち込み微粒子を核とするミストを生成し、コロナ放電を用いて回収する排熱回収システムの研究などがある。

2. 3 生産・加工分野における相変化問題

鋳型内の溶鋼の流動制御に電磁力を利用する技術や連続鋳造機での凝固過程における介在物集積挙動に及ぼす静電場の影響に関する研究、シリコン単結晶の製造プロセスに関しては、チョクラルスキー法での伝熱現象、結晶を固化するために融液中に温度分布を設定するとこれに起因して生ずる対流不安定性の現象、引上法の特徴である温度場と回転場におかれた融液の対流の不安定性に関する研究がある。

脱フロンの新しい洗浄方法として、超純水をスプレーして液体窒素で冷却し 20 ~ 100 μm の微細氷を製氷し空気噴射ガンを用いて洗浄するアイス・ブラスト装置の研究がある。

2. 4 電場・磁場・超音波下における相変化問題

電場下における相変化問題としては、油中の水滴の凍結促進、過冷却水の凝固、着霜・除霜現象、また電場作用下における凝縮液の排除作用を利用したフィン付管凝縮熱伝達の促進がある。

磁場下においては、導電性磁性流体を用いた MHD 発電システムに関して磁性流体の沸騰熱伝達とその制御、核融合炉等における強磁場下により層

流化され伝熱性能が低下するのを防ぐための伝熱促進体の研究などがある。また超音波付与による水の過冷却解消についても研究されている。

2. 5 マイクロスケールの伝熱における相変化問題

滴状凝縮やキャピテーション沸騰における核生成のメカニズムはマクロな理論展開の上で分子レベルの現象まで把握する必要があり、分子動力学による分子レベルでの研究がなされている。また、ミクロな現象の解明は、半導体産業における薄膜生成技術やレーザ・電子ビームを用いた加工技術、表面処理・表面改質技術などへの応用が期待される。また急冷凝固過程における固液境界層の分子運動に関する研究がある。

2. 6 各種設備等における相変化問題

海水を冷媒で直接接触冷凍させスラリー化する海水淡水化技術や軟弱な地盤を人工的に凍結して掘削工事をしやすくする地盤凍結工法に関する研究も行われている。着氷や凍結土のジェット削坑の基礎研究として水蒸気による氷層の融解、食品の解凍に関してマイクロ波による凍結粒子層の融解、凍上現象に関して不飽和粒子層の水分凍結などの研究がある。

3. 本研究会の活動状況

相変化問題に対する以上のような背景のもとで、本研究会では、多成分系や多層構造から成る複雑系および種々の場（電磁場、重力、表面張力、毛管圧、浸透圧など）と複合した複合系の相変化問題をミクロ的視点をも踏まえて研究を行った。研究会は、平成 9 年 4 月～平成 11 年 3 月の設置期間に合計 6 回開催され、参加メンバーは北陸信越支部の会員 29 名である。次ページ以下に本研究会での研究成果の概要を掲載し、活動報告と致します。

終わりに本研究会活動にご支援戴いた日本伝熱学会に感謝の意を表します。

多成分系のマイクロ凝固とマクロ伝熱

林 勇二郎 (金沢大学)

1. 研究目的

多成分系の凝固においては、凝固による溶質の排出が固液界面の溶液側に濃度境界層を形成し、これが凝固点降下や組成的過冷却による熱的不安定な場をもたらす。この熱的不安定な場は固液共存相としてのマッシュ域を誘起し、そこで溶質の排出を領域的に取り込むことにより、平衡凝固を進行させる。したがって、凝固相の組織や組成を論ずるには、マイクロ性の基盤が input される mushy 域の形成に対する理解と、それに基づくミクロスコピックな速度論の展開が必要となる。以上の観点から、本研究は、温度や界面位置のマクロ量を対象としてきた従来の取り扱いを発展させ、凝固相の組成とモフォロジーのミクロ量を記述する速度論の確立を目的とする。

2. 研究概要

NaMnO₄-H₂O 系のマッシュ域先端部の形態と溶質濃度分布を光吸収法により観察した結果を図1に示す。マッシュ域は、一定間隔の主軸(1次アーム)と、その周方向に成長する側枝(2次アーム)をもつ複数のデンドライト氷晶に始まり、それらは熱流と反対方向に成長する。デンドライト晶先端から濃度境界層が発達するが、境界層の内側では、温度と濃度の拡散速度の差に基づく組成的過冷場が界面不安定をもたらし、2次アームが発生・成長する。スパン断面の濃度分布は、1次アーム側面に近いほど

溶質が蓄積されるため凹型となる。これらの結果から、マッシュ域は個々の結晶が濃度境界層の発達を伴いながら独立に成長する前駆域(Leading front)と、間隙溶液の完全混合のもとで肥大化・稠密化する成長域(Growing region)よりなることが示された。

次に数値計算およびサクシノニトリルーアセトン系を供試した凝固実験を行い、以下の事項が明らかにされた。まず、1次アームの先端半径Rと間隔 η_1 が溶液濃度、結晶成長速度、局所冷却速度と関連づけて定式化された。また、1次アームの結晶側部に誘起される2次アームの生成機構が組成的過冷却による界面不安定性理論により解明された。即ち、図2に示されるように1次アーム側面に生じた摂動が前駆域を通過するとき、溶液側に突き出た摂動先端での組成的過冷却 $\Delta T_{C\tilde{O}}$ が界面の曲率変化による平衡温度降下 $\Delta T_{K\tilde{O}}$ よりも大きくなれば摂動が増幅し、2次アームが形成される。この結果、2次アーム間隔 η_2 は結晶の成長速度と溶液濃度に依存する。また、デンドライトの包絡角 θ は温度勾配と溶液濃度に依存する。以上により、結晶のマイクロ構造がマッシュ前線での局所状態量と関連づけられた。

導出された関係式とマクロな伝熱解析との連成により、マイクロ凝固のシミュレーション計算を行った。結果の一例を図3に示す。これより、温度、固相率、界面移動速度などのマクロな状態量に対して、1次アーム間隔 η_1 、2次アーム間隔 η_2 、および包絡角 θ などのマイクロ構造の決定が可能となった。文献 Y.Hayashi, Proc. of 11th Int. Heat Transfer Conf., Vol. 1(1998), 287-299.

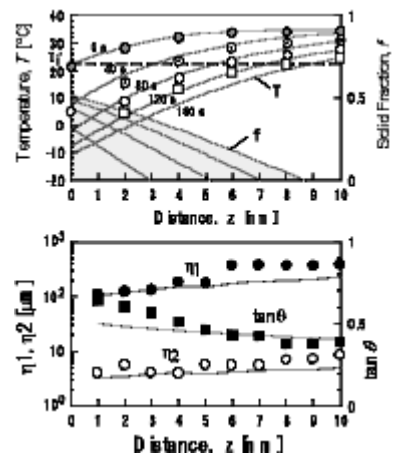
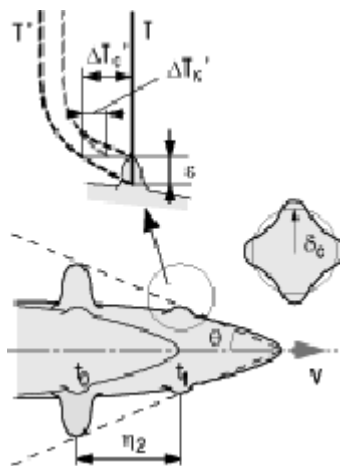
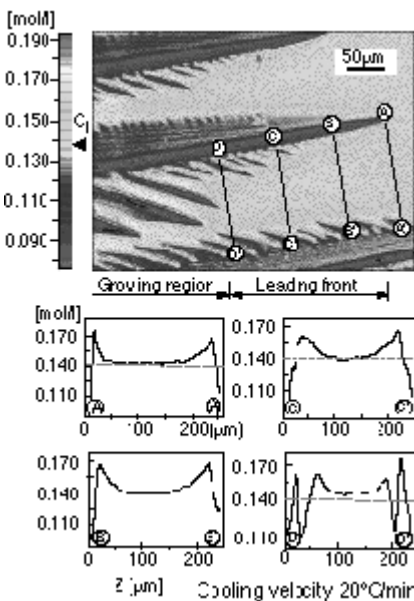


図1 マッシュ域先端部の様相と濃度場 図2 2次アーム形成の物理モデル 図3 マクロ伝熱とマイクロ凝固の連成

冷却面における結晶氷の生成と離脱現象

平田 哲夫 (信州大学)

1. 研究目的

氷蓄熱システムにおけるリキッドアイス製氷方法には様々な方式があるが、本研究では、固体冷却面における凍結層の自然離脱現象を利用した新しい連続製氷法について検討する。

2. 研究概要

4.6wt% エチレングリコール (EG) 水溶液を矩形容器に充填し、容器下部に注入した厚さ 3mm の液体 (デムナム、水銀) を冷却して、液液界面における凍結現象を観察した。その結果、図 1 に示すように EG 水溶液 / 水銀では、針状の氷結晶が界面に密着して成長し離脱しないが、図 2 に示す EG 水溶液 / デムナムでは、界面に発生した氷結晶は界面との間にすき間を保持しつつ水溶液側に成長するため、ある大きさになると氷結晶に作用する浮力により離脱浮上することが観察された。また図 3 に示すように、水 / デムナムを用いた実験では氷結晶は界面に密着して成長し離脱しないことが観察された。以上のことより離脱・浮上するためには、概略的に、(1) 水溶液であること、(2) 冷却体の熱伝導率が比較的小さいこと、などが必要であることが明らかとなった。

このことを踏まえて、固体冷却板を用いた凍結現象を観察した。冷却板として厚さ 3mm の銅板、ガラス、アクリル板、塩化ビニル板、シリコンゴム板を用いた。その結果、銅板とガラス板は離脱しないが、その他の冷却板はすべて離脱することが確認された。

以上のことより、氷結晶が自身に作用する浮力により離脱するためには、界面に発生した氷結晶が水溶液側へ成長することが必要条件と考えられる。すなわち、図 4 に示すように界面での氷結晶の発生に伴い放出された凝固潜熱熱流束が、冷却板側 q_1 と水溶液側 q_2 へ吸収される際に $q_2/q_1 > 1$ が氷結晶が水溶液側へ成長する条件と考えた。近似的な解析として、EG 水溶液 / 冷却板をそれぞれ半無限体と仮定し、氷結晶の発生に伴う凝固潜熱放出により界面温度が凝固温度までステップ的に上昇した場合の q_2/q_1 を求めた。その結果 q_2/q_1 は熱物性値のみの関数として表現でき、離脱限界条件は観察結果と一致した。今後、さらに広範囲の冷却温度条件における離脱条

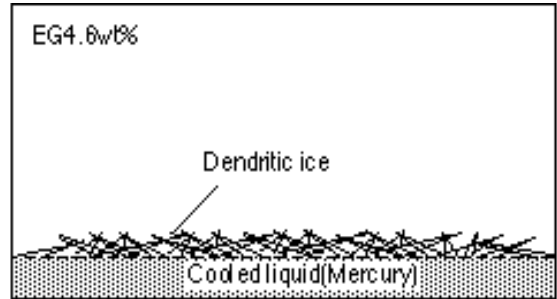


図 1 EG4.6wt% 水溶液 / 水銀の凍結挙動

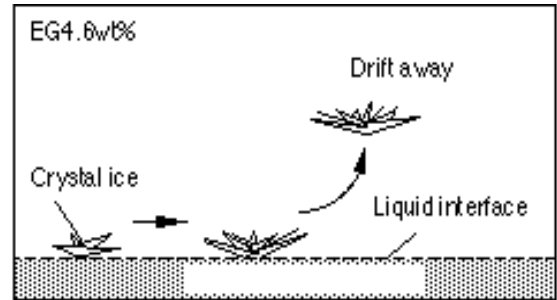


図 2 EG4.6wt% 水溶液 / デムナムの凍結挙動

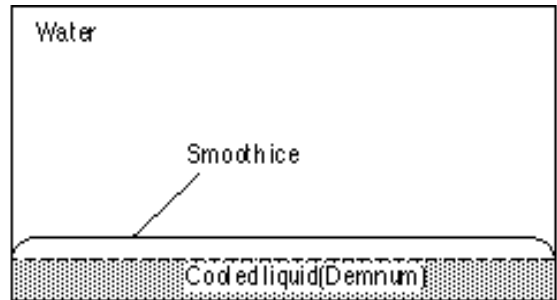


図 3 水 / デムナムの凍結挙動

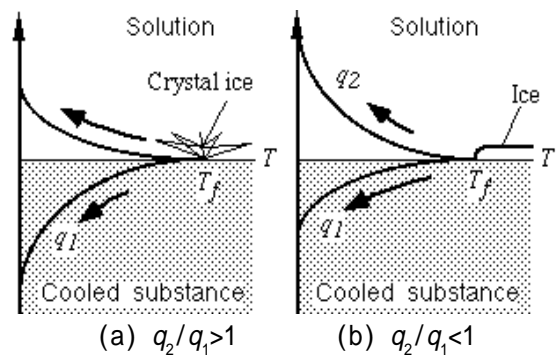


図 4 氷結晶生成時の熱流束モデル

件を求めるためには、実際の温度分布に基づいた解析が必要である。

文献 平田・他 3 名, 機論, 63-615, B 編 (1997), 3669-3674.

二成分混合液の凝固と融解

- 潜熱蓄熱への応用 -

姫野修廣 (信州大学)

1. 研究目的

図1は単成分蓄熱材を使用したときの潜熱蓄熱の蓄・放熱過程を概念的に示したものであるが,蓄熱材融点 T_m に起因した図の T に相当する有効エネルギー損失が生じる.しかし図2のように融点の異なる数種の蓄熱材を組み合わせ使用すれば,有効エネルギー損失を低減できる.この際,二成分蓄熱材を使用し,その混合比を調整することによって任意の融点の蓄熱材を作成できれば非常に都合がよい.こうしたことから本研究では,二成分蓄熱材の基礎的特性を明らかにするため,二成分混合液の凝固・融解現象につき研究を行った.

2. 研究概要

まず現象の解明が容易な一次元の融解・凝固現象について研究を行った.具体的にはp-ジクロロベンゼン($p-C_6H_4Cl_2$:融点53)とp-ジブロモベンゼン($p-C_6H_4Br_2$:融点87)の混合物を二成分蓄熱材とし,これを上下方向より一次元的に加熱・冷却したときの融解・凝固現象について実験を行った.

二成分蓄熱材の融解・凝固を理解する上において重要な現象に偏析がある.これは液相状態が濃度一様であっても,凝固の際に凝固しやすい成分から凝固し,その結果,固相内に非一様な濃度分布が生じるという現象である.この偏析による濃度分布は混合比によっても大きく変化するが,文献[1]で示したような適切なモデル化によりある程度予測可能である.図3はp-ジブロモベンゼンの混合比が80%の蓄熱材を下面から冷却したときの温度分布の時間変化を示したものであるが,破線で示した理論値は実線の実験値をよく予測している.また偏析の結果,温度分布は単成分蓄熱材とはかなり異なるものの,実用上重要な蓄・放熱時の熱流束の特性は等価的な融点を持つ単成分蓄熱材と同様な結果が得られた.このことから二成分蓄熱材は有効と考えられる.

そこで次に実用上重要な円管カプセル内で二次元融解・凝固実験を行った.詳細な結果は文献[2],[3]に報告してあるが,この場合,一次元実験では観察できなかった特徴的な現象が存在することが明らかとなった.図4は円管カプセル内で単成分蓄熱材

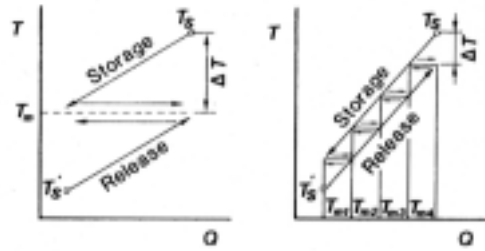


図1 単成分蓄熱材 図2 二成分蓄熱材

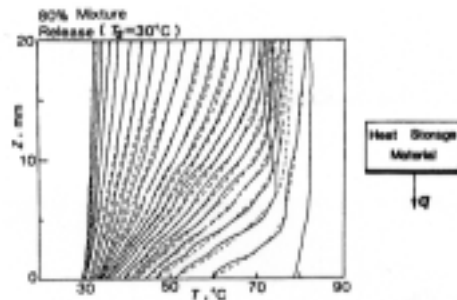


図3 混合比80%の放熱時温度分布

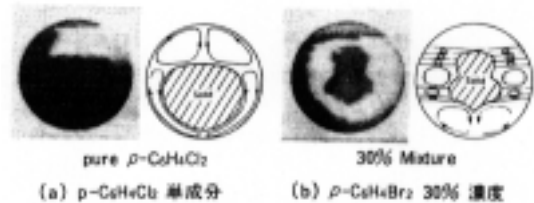


図4 円管カプセル内での融解面形状

($p-C_6H_4Cl_2$)と二成分蓄熱材($p-C_6H_4Br_2$ 混合比30%)を融解させたときの観察結果を示したものである.両者を比較すると,液相内の対流の様子が全く異なっている.これは偏析の結果,融解時においても液相内に非一様な濃度分布が生じ密度成層が形成されるため,二重拡散対流が発生しているためである.そのため固相表面での局所熱伝達率が単成分の場合と異なり,融解面形状は全く異なったものとなっている.このように二成分蓄熱材を円管カプセルで使用した場合には,二重拡散対流熱伝達が重要となり,その解明が必要である.これに対しては,現在,文献[4]他,種々研究を進めている.文献[1]土方・他4名,機論,52-479,B編(1986),2640-2646.[2]N.Himeno et al., Int. J. Heat Mass Transfer, 31-2(1988),359-366.[3]姫野・土方,エネルギー・資源,9-1(1988),100-104.[4]姫野・他2名,機論,55-516,B編(1989),2486-2492.

水溶液凍結層の数値モデル

石川 正昭 (信州大学)

1. 研究目的

ハーベストタイプの製氷装置において水溶液を用いてリキッドアイス生成の際、冷却面上に水溶液の凍結層(マッシー領域)を成長させる。本研究では、非等方性の強いマッシー領域のマクロな数値予測を可能とするため、モデル化のアイデアを示す。

2. 研究概要

従来のマクロな数値モデルでは、マッシー領域の構造が一様等方的で過冷却は考慮しないとされてきた。しかし実際には非等方性の強い構造となっており^[1]、またその構造は凝固初期の非平衡過程に依存しているものと考えられる。これらを考慮できるマクロモデルを構成することを最終目的としている^[2]。

まず非等方の程度を検討するため、マクロな数値計算格子内部(一辺が2mmまたは3mmの立方体)にサブグリッド(一辺が50μmの立方体)を配置し、個々のサブグリッドに固相か液相の値をおくことで三次元的な結晶構造を模擬して、各方向の熱伝導率を数値計算により求めた例が図1である。ここで結晶構造の模擬には、すでにわかっている過冷却水の凝固開始直後の結晶寸法と乱数を用いている。過冷却度や格子の寸法などをパラメータとして、熱伝導率が方向性を持っていることが示されている。

次に過冷却解消直後の非平衡過程を数値計算で考慮するために図2のような検査体積モデルを考える。結晶部分と液相部分の温度を分離して考えることにより、現象は結晶成長速度と結晶の表面積(形状)で記述されることを見出した。

結晶成長速度を純水のそれで、また結晶表面積を先の模擬構造から求めたもので与え、図3に示すような場について計算をおこなった。図4は定常状態での濃度および温度分布を示す。定量的満足はいまだ達成されてはいないものの、図4を非定常に観察することで、過冷却解消直後の挙動や組織的過冷却などがマクロな数値計算で可能であることがわかった。しかしこれ以上は水溶液の種類に依存し、普遍的な法則は無い。現在はエチレングリコール水溶液に関してこれらの基礎データや、結晶の成長方向を決める要因、結晶の枝分かれ条件などを明らかにするために実験をおこなっている。

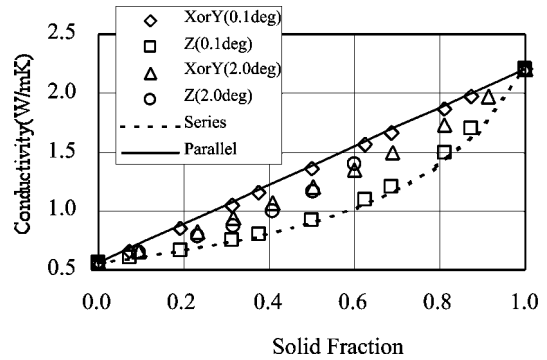


図1 非等方熱伝導率

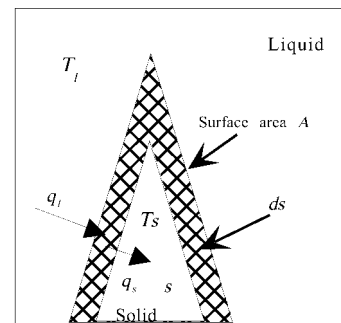


図2 検査体積モデル

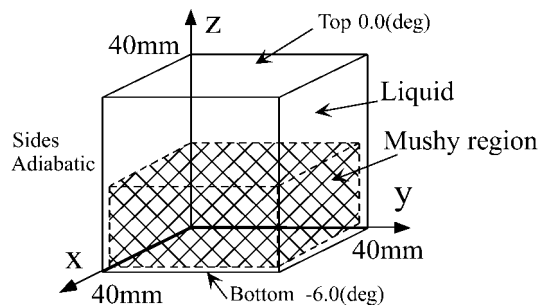


図3 解析例題

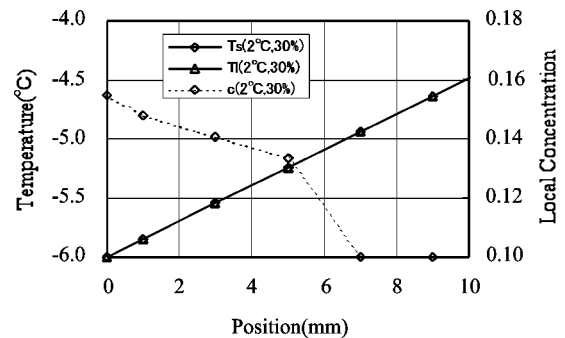


図4 温度分布と濃度分布

文献 [1] Ishikawa et.al., Thermal Sci. and Eng. 投稿中.

[2] Ishikawa et.al., ISTESCR'99 印刷中.

凝固過程における分子運動

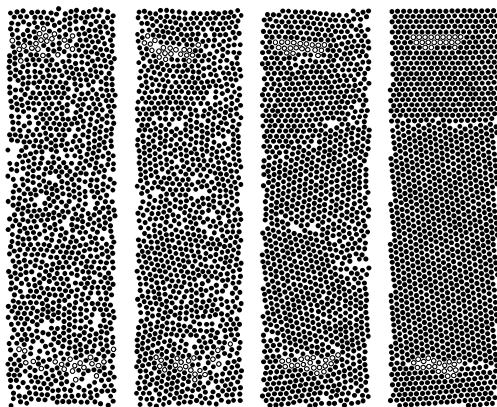
岩城 敏博 (富山大学)

1. 研究目的

凝固過程で発生する結晶粒界, 転位などの格子欠陥は, 材料の強度のみならず, 機能性材料としての性能にも大きな影響を及ぼす. このような格子欠陥は本質的には原子・分子の配列の異常であり, 格子欠陥の生成現象は原子・分子の力学に基づいて理解されるべきものである. 本研究は分子動力学を用いて, 凝固過程における格子欠陥生成を, 分子運動という観点から調べることを目的としている.

2. 研究概要

現在の計算機の性能では, 分子動力学で実際の凝固過程をシミュレートすることは非常に難しい. このため, 巨視的に熱平衡, 非平衡の系の両面から検討を加える必要がある. ここでは, まず非平衡の系を用いた. 図1は系の一部のスナップショットで, 凝固の進展と, 固相内の結晶粒界生成を示している. 結晶粒界, 結晶粒内となった粒子をそれぞれ20個選び, 時間を遡って, それらの配置を調べると (図1の上の印は結晶粒内, 下は結晶粒界), 結晶粒界となる粒子群に比べて, 結晶粒内となる粒子群は小さくまとまり, その周囲は密である. 図1に示す領域のポテンシャルエネルギーの時間経過をみると, 図1 (a) ~ (c) は固液境界相に, (d) は固相になる. 液相における粒子配列は時間とともに著しく変化し, 固相ではほとんど不変である. したがって, 結晶粒, 結晶粒界の生成は固液境界相で行なわれることになる. 固液境界相における粒子個々の, ある



(a) $t^*=100$ (b) $t^*=300$ (c) $t^*=600$ (d) $t^*=1350$
Fig. 1 Time development of particle configuration

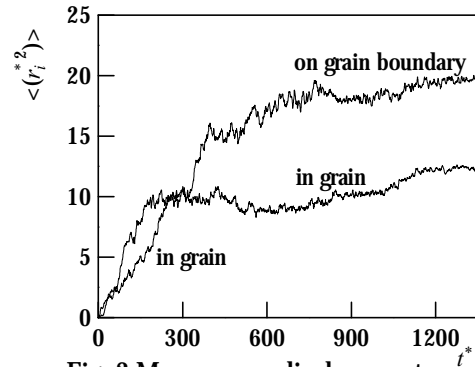


Fig. 2 Mean square displacement

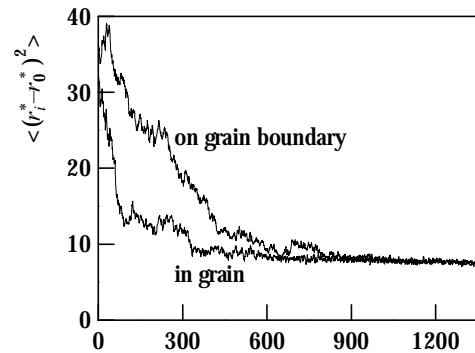


Fig. 3 Relative mean square displacement

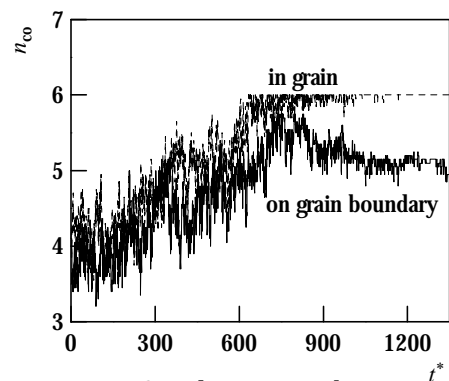


Fig. 4 Coordination number

いは集団としての運動, すなわち集合 (逆拡散) 運動が結晶粒, 結晶粒界を決めることになる. 図2は平均二乗変位でその勾配は拡散係数を与え, 図3はそれぞれの集団の中央の粒子を基準とした相対平均二乗変位で, その値は集団の大きさ, その勾配は集合度を与える. また, 図4は配位数を示す. 図2 ~ 4はそれぞれの集団の粒子数で平均してある. 多くの結晶粒内, 結晶粒界について平均二乗変位, 相対平均二乗変位, 配位数を求め平均してみると, 上記の図2 ~ 4のようになった. すなわち, 結晶粒内あるいは結晶粒界となる粒子には運動の相違があることが明らかになった.

フィン付垂直伝熱面周りの水の融解・凝固特性に関する研究

平澤 良男 (富山大学)

1. 研究目的

近年、氷蓄熱を利用した潜熱蓄熱システムが広く実用化されている。本研究では、フィン付き垂直伝熱面と通常の平面を持つ蓄熱槽について実験と数値計算を行い、その伝熱特性を検討した。

2. 研究概要

図1, 2に実験で得られた凝固率及び融解率と無次元時間 ($\tau = at/L^2$) の関係を示す。aは熱拡散率, tは実時間, Lは容器の厚さ(X方向)である。フィン無伝熱面の場合よりフィン付伝熱面による相変化速度がかなり大きくなることが示されている。とくに、凝固過程では最大で1.6倍程度の伝熱促進効果を有するのに対し、融解過程では最大で2倍程度に達している。これは、凝固過程では生成される氷の熱伝導率が現象を支配しているのに対し、融解過程では水の熱伝導率によって支配されるため、フィンの熱伝導の効果がより明確になること、さらにフィン周囲の自然対流の影響もあると考えられる。フィンの熱伝導の効果がより明確になるためである。

図3に、数値解析で得られたFin P-15による凝固及び融解過程における温度分布と固液界面形状を示す。左右の伝熱面から相変化が進行し、フィン周囲の凝固(融解)相が連結する。凝固過程では熱伝導支配で現象が進むため、温度分布は層状となるがフィン内部の熱伝導の寄与のためにフィン根元で固相が良く発達している。融解過程では、左側の伝熱面付近から自然対流が発達するだけでなく、フィン周囲からも発達し融解相が連結する。

図4に、融解過程におけるNo-Fin及びFin P-15の自然対流による速度分布を示した。どちらも伝熱面の位置は図3と同じである。フィンのない場合、伝熱面の温度が左右等しいため、左右対称の流れが中央で合流して下降し固液界面上で加速される。フィン付伝熱面については、フィン軸面の速度分布を示した。左の伝熱面で生じた流れがフィン下面に沿って移動していること、フィン周囲からも穏やかな上昇流が生じており、融解が均一に進行していることがわかる。

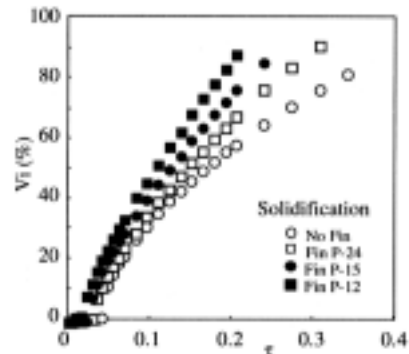


Fig. 1 Relation between volume ratio of ice and time

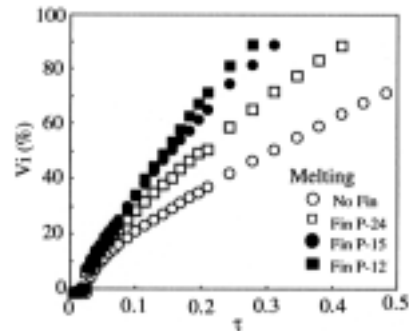
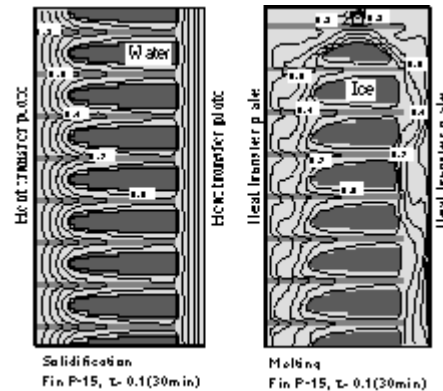


Fig. 2 Relation between volume ratio of water and



Solidification Fin P-15, $\tau=0.1(30\text{min})$ Melting Fin P-15, $\tau=0.1(30\text{min})$

Fig.3 Numerical results of temperature distribution:

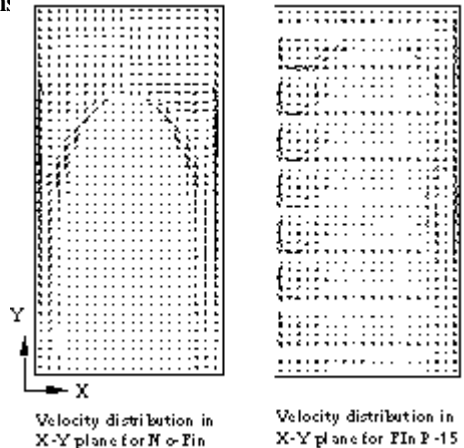


Fig.4 Numerical results for velocity

粒子層の相変化を伴う伝熱問題

青木 和夫 (長岡技科大)

1. 研究目的

粒子層内の伝熱を議論する場合, 粒子層の空隙が一つの流体で満たされる飽和粒子層と, 空隙に二つ以上の流体(一般には気体と液体)が共存する不飽和粒子層に大きく分けられる. 不飽和粒子層の伝熱は, 毛管力が作用する細かな粒子層(粒子直径が1mm以下)において特に重要であり, 土壌蓄熱, 凍土・凍上, ウィックを有するヒートパイプ, 粒子層の乾燥, デブリベッドの緊急冷却, 蒸気注入によるオイル回収など多くの系と関連する問題である.

ここでは, 不飽和粒子層内で相変化を伴う伝熱問題に関するいくつかのトピックについて述べる.

2. 研究概要

2.1 不飽和粒子層の凝固・融解 [1]

不飽和粒子層内の凝固の特徴として, 凍結にともない間隙水が凍結面方向に移動することが挙げられる. 図1に実験結果から得られた間隙水移動速度 dW/dt と凍結熱流束 q_f との関係を境界面の含水飽和度 s_{wb} をパラメータとして示す. 間隙水の移動速度は凍結熱流束および含水飽和度に依存し, 特に, 含水飽和度に対しては極大値(この場合 $s_{wb}=0.3$ 近傍で生じる)を有する複雑な変化となる. 図2に粒子層内の凍結に伴う含水飽和度分布(凍結層は含氷飽和度)に対する実験結果と計算結果の比較の一例を示す. 凍結の進行に伴い凍結層の含氷飽和度は上昇し, 未凍結層の含水飽和度は低下することがわかる.

2.2 不飽和粒子層の沸騰・凝縮 [2]

不飽和粒子層内の沸騰現象として, 粒子層下面から加熱により液が蒸発し, 上面で冷却により蒸気が凝縮する一次元定常問題を取り扱う. 特に, 粒子層が二つの異なる粒子径の積み重ねとなる成層粒子層を例にとり, 粒子構造がドライアウト時の熱流束に大きく依存することを示す. 図3は成層粒子層の体積割合 ξ に対するドライアウト熱流束 q_{dr} の変化を示す. ここで, 体積割合 ξ は全粒子層体積に占める細かい粒子層の体積割合を意味する. C-F 粒子層(上層が粗く, 下層が細かい粒子層)と F-C 粒子層(上層が細かく, 下層が粗い粒子層)ではドライアウト熱流束の変化傾向が大きく異なる. すなわち, C-F 粒子層では, 体積割合 ξ の増加にともないドラ

イアウト熱流束は低下するが, その値は細かい粒子単層 ($\xi=1$ に対応) のドライアウト熱流束よりも小さくなることはない. これに対して, F-C 粒子層では, 細かい粒子層が存在するとドライアウト熱流束は急激に低下し, その値は細かい粒子単層のドライアウト熱流束よりもさらに小さくなるという特異な変化を示すことがわかる.

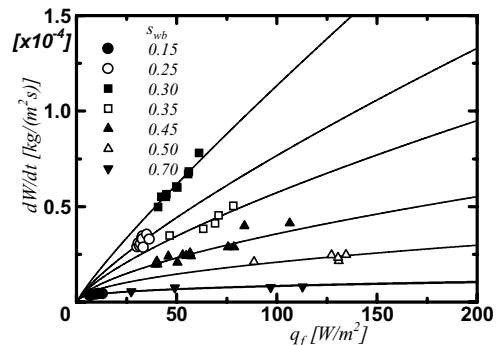


Fig.1 Relationship between the rate of the absorption of water and the freezing heat flux

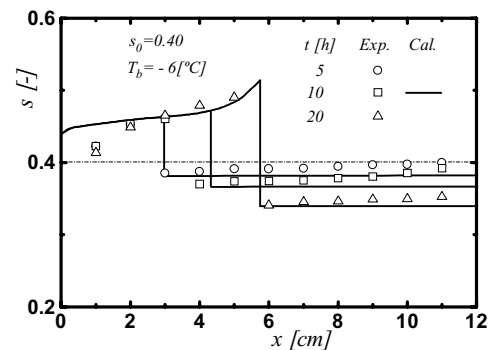


Fig.2 Comparison between the predicted and the experimental profiles for ice and water saturations

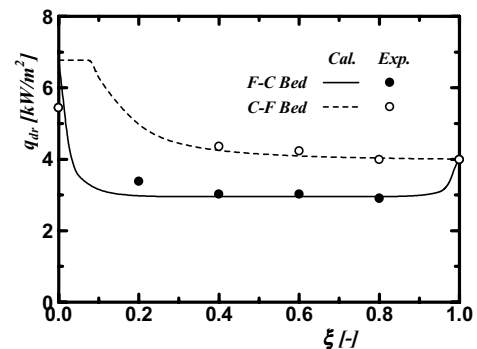


Fig.3 Relation between dryout heat flux and volumetric ratio

参考文献

[1] 赤堀・ほか3名, 機論, 64-620, B(1998), 1149-1154.
 [2] 赤堀・ほか3名, 機論, 64-628, B(1998), 4200-4205.

不溶性混合媒体を用いたヒートパイプの伝熱特性

寺西恒宣 (富山高専)

1 研究目的

多成分系の凝縮・沸騰伝熱問題の一つとして二成分不溶性混合物を作動媒体としたヒートパイプを提案し、伝熱特性に及ぼす二液の混合割合ならびに加熱・冷却条件の影響を相平衡特性と関連づけて検討した。

2 研究概要

ウィックレスの銅製ヒートパイプ (内径 18mm, 長さ 1500mm) 内にパーフロロカーボン C_6F_{14} (沸点 58℃, 以下 PFC と記す) と水を種々の割合に封入し、輸送熱量 Q および軸方向温度分布、管内圧力 P を測定した。また、パイレックスガラスを用いて同様の装置を作成し、内部の様相を観察した。その結果、共沸混合物となる不溶性二液の混合化では加熱部と冷却部の平均管壁面温度差 ΔT の増加に対する輸送熱量の増加の割合が急峻になる混合割合が存在すること (図 1), およびほんのわずか水を付加しただけで輸送熱量の増加による圧力の増加はほとんど見られないこと (図 2) が確認された。即ち、最適な混合割合についてはさらに検討する必要があるが、PFC に水を付加することにより優れた定温度特性および定圧特性が得られることが明らかとなった。そこで定温度・定圧特性に及ぼす二液の混合割合や操作条件の影響を明らかにするため、冷却部および加熱部の伝熱特性について検討を行った。冷却部 (図 3) では、軸方向温度分布や現象の可視化実験から、二成分不溶性混合蒸気の凝縮特有の現象として、冷却面上に形成される PFC の膜状と水の滴状からなる複合凝縮挙動と気相中に形成される拡散抵抗層のため、いずれの混合割合においても輸送熱量の増加に伴う冷却部平均温度差 ΔT_c (冷却部壁面平均温度 T_{wc} と冷却部入口蒸気温度 T_v との差) の変化は少なくほぼ一定となることが明らかとなった。加熱部 (図 4) では、二液の密度差から低沸点成分の PFC が下層に、高沸点成分の水が上層に分離して成層することから、下層で発生した蒸気泡は PFC 単成分組成から液-液界面で共沸状態へ移行し、さらに水中を上昇する間に場の温度と圧力により定まる平衡蒸気組成へと変化していくため、加熱部から発生する混合蒸気組成は二液の体積混合割合ではなく、特に上層の液深や加熱量に依存することが明らかにされた。沸騰熱伝達率は二液の混合割合と加熱条件により異なるが、本実験範囲においては PFC: 水 = 20:40 の混合割合が最も優れており、同時に優れた

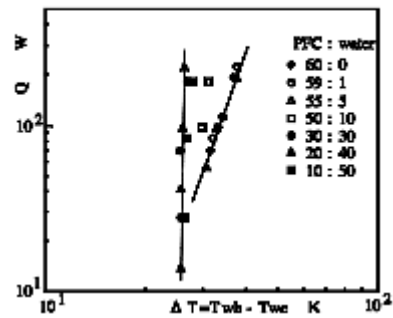


図 1 輸送熱量 ($T_{wc}=30\text{C}$)

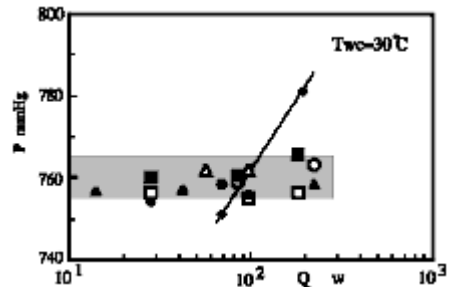


図 2 管内圧力

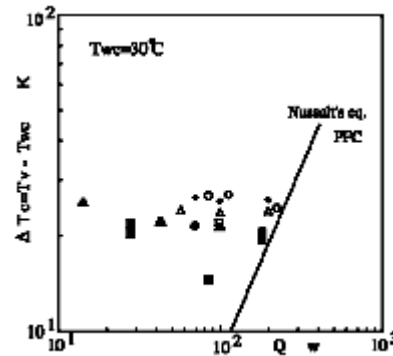


図 3 冷却部伝熱特性

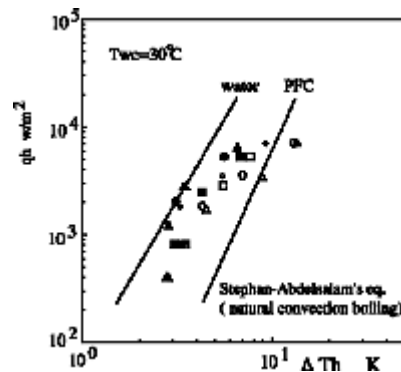


図 4 加熱部伝熱特性

定温度特性を示す混合割合と一致する。以上、加熱部から発生する混合蒸気の温度・組成は、冷却部の伝熱性能、強いてはヒートパイプの熱輸送特性を大きく左右すると考えられるが、今後さらに検討が必要と言える。

文献 寺西・植原・瀧本, 第 35 回日本伝熱シンポジウム講演論文集, (1998), 523-524

ミスト化を利用した環境適合型排熱回収システム

瀧本 昭 (金沢大学)

1. 研究目的

環境影響物質の除去を含めた熱交換の高効率化が、重要なエネルギー利用技術になるとの観点から、一次エネルギーの燃焼ガスを対象とした新しい環境適合型熱回収システムを提案し、その有効性について理論的・実験的に検討を行ったものである。

2. 研究概要

提案するシステムは Fig.1 に示すように、熱交換部と電気集塵部から構成されている。まず、熱交換部において微小粒子や有害物質を含む高温の排ガスから熱回収する過程で、ガス中に凝縮性気体として含まれる水蒸気を過飽和状態にまで持ち込み、微粒子を核とするミストを生成する。次いで、ミストを荷電しやすいミクロン以上の大きさにまで成長、同時に、液滴により汚染ガスを吸収し、電気集塵部で汚染物質を含む液滴をコロナ放電(電場)により捕集し、清浄ガスとして排出する。

ミスト化による粒子の除去は、原理的には捕集可能な粒径に肥大化させる点で、超音波の照射による凝集や正・負の2種類の荷電法による静電凝集などと類似であるが、凝縮性気体の過飽和の雰囲気では外部核(被除去粒子)による不均一核生成が優先するため、粒子のミスト化が確実であり、数密度が低くかつサブミクロンの粒子を高効率かつ確実に捕集できる。その他、本システムの特徴としては、熱回収に関して(1)ミスト生成による熱伝達の促進、(2)凝縮熱伝達による熱回収の向上、物質回収に関して(3)ミスト化(サイズおよび誘電率の増加)による

電気集塵率の向上、(3)ミスト滴による汚染ガスの高効率吸収(吸収表面の更新性、表面積の増大、ガス拡散距離の短縮)、(4)湿式タイプの電気集塵による集塵極面の清浄性の維持、(5)回収液の処理量の軽減などが上げられる。

以上の提案した本方式の有効性を検討するために、管群熱交換器および電気集塵装置からなる実験装置を製作し、主流速度、蒸気濃度、印加電圧を種々変化させた凝縮・電場実験を行い、ミスト化の効果を含めて実験的に追究した。さらに、熱交換器内におけるミスト生成と成長および管群への衝突付着、電気集塵装置内でのミスト滴の動き動についての理論解析を行い、実験結果との比較検討により、本システムのミスト化-捕集機構およびミストの発生を伴う熱・物質回収特性について検討を行った。

以上の結果、気流中の微小粒子を場の過飽和によりミスト化・肥大化し、さらにガスを吸収し、次いでイオンシャワーにより荷電し電氣的に捕集し、同時に熱回収する原理の有効性が実験的・理論的に確認された。また、熱・物質回収に及ぼすミスト化の効果が明らかにされると共に、装置形状に対する最適運転条件の指針が示された。

参考文献

[1] Takimoto, A., Tada, Y. and Hayashi, Y., *Thermal Science & Engineering*, 4-1, (1996), 59-64.
 [2] Takimoto, A., Tada, Y. and Hayashi, Y., *Thermal Engineering for Global Environmental Protection*, Begell House Inc. Pub., (1996), 208-214.
 [3] 瀧本・岩井・多田・林, 第33回日本伝熱シンポジウム講演論文集 Vol.1, (1996), 51-52.
 [4] Takimoto, A., Kanayama, Y., Tada, Y. and Hayashi, Y., *Proc. 3rd KSME-JSME Thermal Engineering Conference*, Vol.III, (1996), 203-208.
 [5] Takimoto, A., Kanayama, Y., Tada, Y. and Hayashi, Y., *Thermal Science & Engineering*, 6-4, (1998), 9-15.
 [6] 瀧本・小東・多田・松田, 第34回日本伝熱シンポジウム講演論文集 Vol.1, (1997), 323-324.
 [7] 瀧本・小東・松田, 第35回日本伝熱シンポジウム講演論文集, III, B324 (1998).

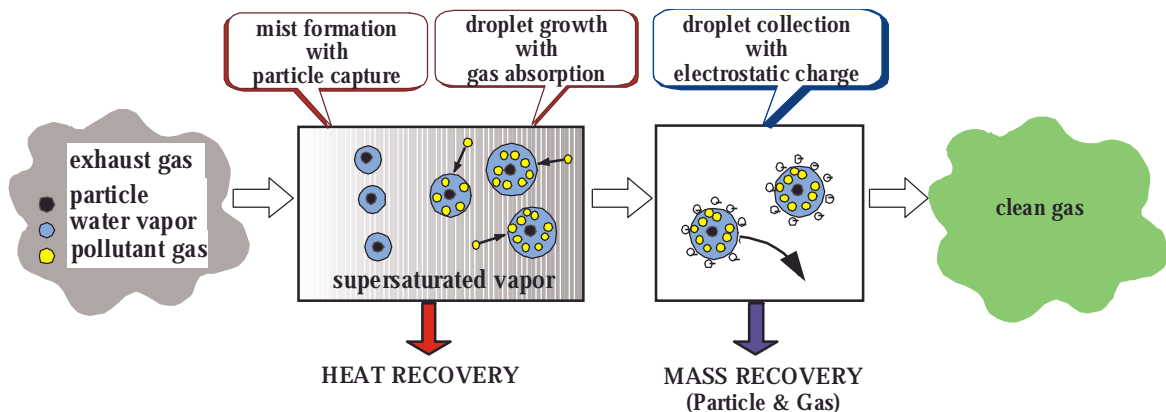


Fig. 1 Heat and mass recovering system

沸騰における固気液三相界線近傍の現象把握

永井二郎 (福井大学)

1. 概要

表記のテーマについて, (1) 筆者が興味を持ったきっかけと, (2) これまでに行ってきた研究内容と成果, さらに (3) これからの研究方向, について報告を行う.

2. 研究のきっかけ

筆者は学部4年生のときに東大の庄司先生の研究室に卒論配属され, テーマは「遷移・膜沸騰領域における固液接触機構」となった. ある秋の日のこと, 先輩の院生の方と銅伝熱面からの大気圧飽和水の沸騰曲線を膜沸騰側から準定常測定したところ, MHF点温度が120程度(普通, 清浄な銅伝熱面では200前後)となるハプニング(?)が起こった. 原因は, 銅表面に撥水性物質が偶然にきれいにコーティングされたためということになったが, その後, 再現しようとして何度か試みたものの, 失敗に終わった. あのととき低過熱度領域まで持ちこたえていた膜沸騰の現象は, あまりにも美しくかつ不思議に思えて, 「なぜあんなことが起こりうるのか?」を究めたいと強く感じた. その後, 大学院修士からは東大生研の西尾先生の研究室に配属となり, まずは「沸騰における固液接触」に関心を持つようになり, 現在に至っている.

3. これまでの研究内容と成果

これまでに行ってきたことを大きく2つの段階にわけて説明する.

3.1 なぜ沸騰では固気液三相界線近傍の現象把握が重要か?

筆者らは「沸騰面の近傍で何が起きているか」を知るために高速度ビデオ観察実験を行った [1]. 熱伝導性が良く透明な単結晶サファイアを沸騰面として使い, 沸騰面の裏側から現象の観察を行うことに成功した. その結果, 核沸騰から遷移沸騰領域にわたり沸騰熱伝達に直接的に関与するパラメータは, 従来使われていた固液接触割合ではなく, 「接触界線長さ密度」(単位沸騰面面積あたりの三相界線の長さ)ではないか, という結論に到達した [2]. 接触界線長さ密度の値は, 過熱度の増大に伴い沸騰曲線と同様の変化を示し, CHF点過熱度でちょうどピーク値をとる. したがって, 沸騰熱伝達のモデル化をする上でも, 沸騰現象を理解するためにも, ま

た将来沸騰の数値計算を行う上でも, 固気液三相界線近くの様子をしっかりと把握する必要がある.

3.2 固気液三相界線近傍の現象把握を行うにはどうすればよいか?

この点についてはミクロ的な観点とマクロ的な観点からのアプローチが必要であると考えられる. 筆者らは, まず, マクロ的な観点からのアプローチとして, 過熱された面の上での接触角について研究を行っている. 過熱面上での接触角は, 平衡・前進・後退接触角すべてについて, あまり温度に依存せず, また沸点以下の接触角と連続的な値を示す, という結果を得ている [3]. このことが真実であるとなれば, 常温で測定された平衡・前進・後退接触角の値を沸騰時の接触角として適用しても大きな誤りではないことが分かる.

4. これからの研究方向

4.1 ミクロ的な観点からのアプローチ

MD等を用いて接触角の温度依存性をシミュレーションすることが出来るか? 同様に, 前進・後退接触角をシミュレーションすることが出来るか?

4.2 マクロ的な観点からのアプローチ

接触角という物理量以外に, より適切に表面の濡れ性を表現するパラメータがあるか? 「接触界線長さ密度」というパラメータを用いて沸騰熱伝達のモデル化が出来るか?

参考資料

- [1] 永井ら, 「プール沸騰熱伝達における固液接触に関する研究」, 日本伝熱学会北陸信越研究グループ'94秋季セミナー講論集, (1994). または永井・西尾, 「単結晶サファイア面上でのプール沸騰(固液接触にかかわる諸量の測定法)」, 機論, **61-588**, B編(1995), 254-259.
- [2] 永井・西尾, 「沸騰熱伝達における固液接触現象(接触界線長さ密度の概念の提案)」, 機論, **63-610**, B編(1997), 2104-2111. または S. Nishio et al., 「Observation of Boiling Structures in High Heat-Flux Boiling」, Int. J. Heat Mass Transf., **41-21**(1998), 3191-3201.
- [3] 永井ら, 「過熱面上での接触角に関する研究」, 第35回伝熱シンポ講論集, (1998), 183-184. または N. Nagai et al., 「Attempts for Measuring Contact Angles on Superheated Walls」, Proc. 11th Int. Heat Transf. Conf., Kyongju, Vol. 4(1998), 137-141.

物質移動・化学反応と磁場印加の効果

森 茂 (金沢大学)

1. はじめに

化学反応や物質移動速度を促進・制御するために磁場を利用することは、古くから試みられており、研究も進展してきてはいるが、いまだに機構が解明されていない部分も残っている。ここでは、磁場印加の効果をも、物質移動へ及ぼす影響を中心に、幾つかの研究例を取り上げて紹介する。

2. 結晶析出への影響

東谷らは、管内のスケール析出防止に対する磁場の有効性を解明するため、 NaCO_3 水溶液に磁場を印加し、 CaCl_2 水溶液と混合、 CaCO_3 結晶を析出させる実験を行った [1]。その結果、Fig.1 のように磁束密度 B と印加時間 t_e に依存して、生成結晶の粒径が増大し個数が減少することを明らかにした。また、磁場効果が長時間持続するという事実を見出したが、その機構は明らかにされていない。

3. 水への酸素溶解に対する効果

磁場中における水への酸素溶解挙動が研究され、平衡関係は磁場に影響されないが、溶解速度が変化すること、酸素含有水に作用する磁気力により誘起される対流が溶解促進に寄与していることが解明された [2]。

4. 電気化学反応に対する効果

液中での電荷移動を伴う現象は必然的に磁場の影響を受ける。最近の電気化学プロセスに対する研究進展に関しては Fahidy の総説がある [3]。

4.1 金属の腐食や析出 青柿らは、Fig.2 のように硝酸による銅の腐食速度が磁場中では著しく抑制されることを示し、これは、微視的な MHD 流れが局所電池の形成を抑制するためと説明している [4]。

銀の無電解析出においては、Fig.3 に示すとおり、磁場の印加に伴い析出樹枝状晶の形状が MHD 流れによって顕著に変化することが示されている [5]。

4.2 電解時の物質移動速度 筆者らは円柱・球陰極への $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ の移動に対する磁場印加の効果を実験的に解明してきた [6]。交番磁場印加による物質移動促進率の変化(パラメータ: 周期, デューティ)を一例として Fig.4 に示す。磁場の効果は、電極の形状, 磁場に対する配向, 磁場の周期特性によって著しく変化することが明らかとなった。

引用文献

[1] Higashitani, K. et al.: *J. Colloid Interface Sci.*, **156**, 90-95 (1993)
 [2] 池添, 他: *日本応用磁気学会誌*, **22**, 821-824 (1998)

[3] Fahidy, T. Z.: Proc. 3rd Intern. Conf. on Transfer Phenomena in Magnetohydrodynamic and Electro-conducting Flows, 63-67, Aussois, France, (1997)
 [4] Aogaki, R. et al.: *ibid.*, 75-80
 [5] Mogi, I.: *ibid.*, 81-86
 [6] Mori, S. et al.: *ibid.*, 127-132, *Electrochimica Acta*, **39**, 2789-2794 (1994) & *J. Chem. Eng. Japan*, **27**, 803-807 (1994)

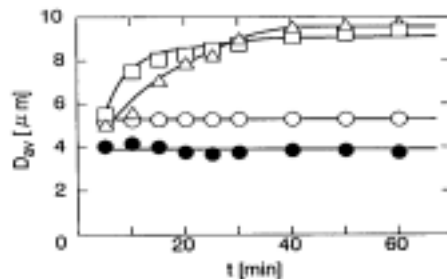


Fig. 1 Variations of number-average particle size D_{av} for various values of B at $t_e = 10$ min: (○) $B = 0$ T, (□) $B = 0.11$ T, (△) $B = 0.33$ T, (◇) $B = 0.45$ T.

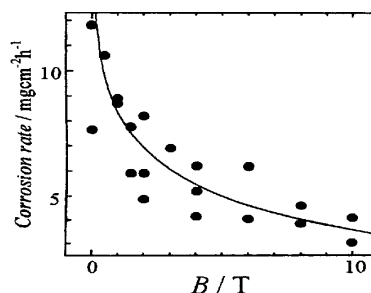


Fig. 2 Copper dissolution rate against magnetic flux density.

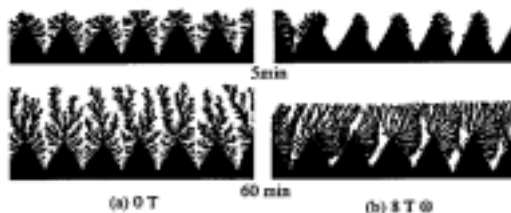


Fig. 3 Time dependence of the growth patterns of silver electroless deposits on a jagged piece of copper.

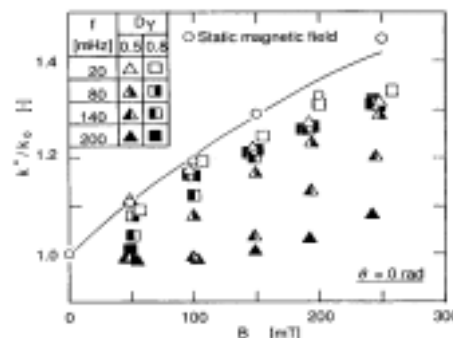


Fig. 4 Mass transfer enhancement for cylindrical cathode at $\theta = 0$ rad vs. magnetic flux density.

高速フラーム溶射ガンのノズル設計と溶射粒子の伝熱・加速挙動

清水 保雄 (信州大学)

1. 研究目的

高速フラーム (High Velocity Oxygen Fuel : HVOF) 溶射ガンは、燃焼室とそれに連なるノズルから構成され、大量の燃料と酸素あるいは空気を高速で燃焼室に供給して混合・燃焼させ、その燃焼ガスをノズルから高速フラームとして噴射させる。このフラーム中で溶射材料粉末は加速、加熱され、軟化あるいは溶融、酸化や分解などのさまざま物理的・化学的变化を経ながら基材に衝突、偏平化、凝固、堆積されて皮膜が形成される。この高速・高温のフラーム中での溶射材料粒子の伝熱現象は皮膜形成に影響をもたらす極めて重要な因子であるにもかかわらず、従来ほとんど研究されていない。

本研究では、HVOF プロセスを解明する目的のもとに、燃焼ガスおよび溶射粒子の状態や挙動に支配的な影響を及ぼすと考えられるガンノズル形状に視点を向け、流体力学および伝熱学の基礎理論をもとに数値シミュレーションの手法を提案した。また、実験的に燃焼ガスの噴出状態ならびに溶射粒子の飛行速度や温度を測定し、溶射皮膜特性にもたらす影響について調べた。

2. 研究概要

数値シミュレーションにおいては、(1) 燃焼ガスは圧縮性で半完全気体であり比熱比のみが温度の関数である、(2) ノズル内の流れは準一次元定常エントロピー流れすなわち非粘性可逆断熱流れである、(3) 燃焼ガスの組成は二酸化炭素、水(気体)、過剰な酸素および粉末搬送用窒素ガスからなり、燃焼は理想的に燃焼室で完了する、(4) ノズル部における外部への熱移動は無視する、などを仮定して数値計算を行った。その結果、図1に示すように、ノズル内部の圧力分布、粒子速度、粒子温度、粒子溶融度などが求められ、溶射粒子の熱的挙動を把握することができた。また、粒子の速度並びに温度を二色式放射光温度計の原理を用いて測定した結果、数値解析結果は実験結果を裏付けることができた。

以上のことより、様々なガンノズル形状における溶射粒子の熱的挙動を数値解析により明らかにし、実験結果の解釈に踏み込むことが可能となった。また、ガンノズル形状最適設計の指針を与えることができた。

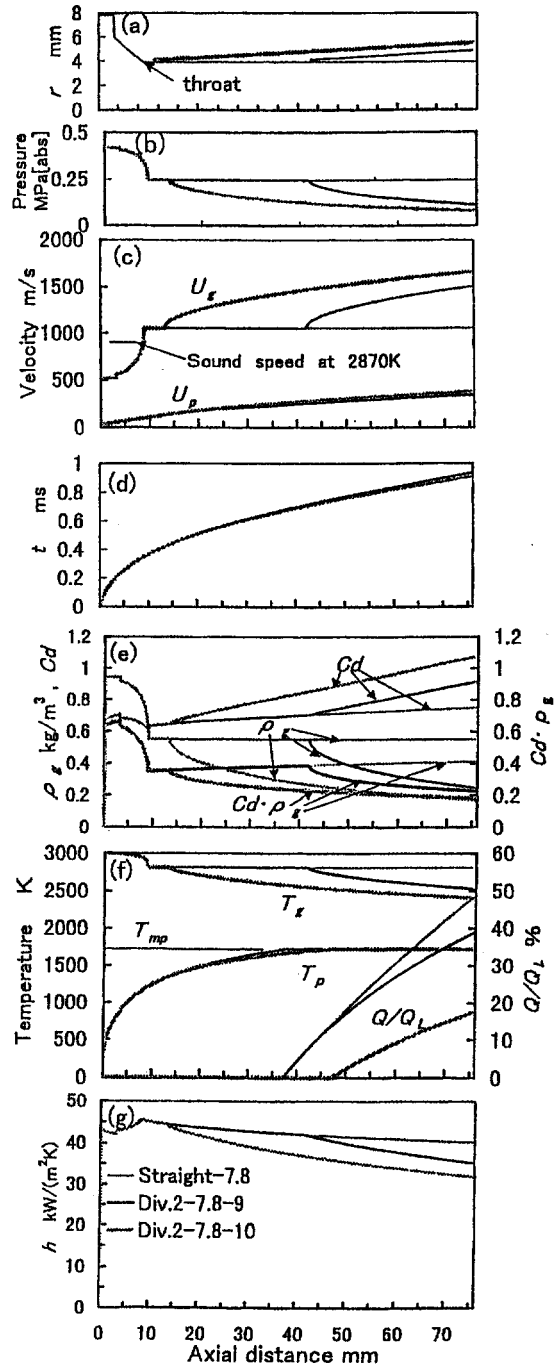


Fig.1 Numerical simulation of HVOF sprayed Ni-20%Co particle ($D_p=24\mu\text{m}$) for three nozzle shapes; (a) nozzle contour, (b) gas pressure, (c) gas and particle velocity, (d) particle residence time, (e) gas density, drag coefficients and their products, (f) temperatures of flame gas and particle, and degree of melting of the particle, (g) heat transfer coefficient.

日米セミナー雑感

"Molecular and Microscale Thermophysical Phenomena in Nanotechnology"

小竹 進 (The Seminar Chairman)

この関係の日米セミナーは、3年毎にJSPS(日本)とNSF(米)のプログラムとして開催されてきており、1993年の金沢、1996年のSanta Barbara(NSFのみ)に続いて、今回1999年(8月9,10,11日)仙台は第3回目にあたる。JSPS-NSFのプログラムであるので双方12名づつの非公開形式であるが、実際には興味を持つ多くの研究者が参加できるようにとりはからせてきている。しかし、単なる研究発表というより、トピックスを絞って討論することが主目的である。

今回のトピックスは

Energy and mass transport in nanotechnology

Quantum and phonon behavior in nanotechnology

Thermal processing in nanotechnology

Fundamental and measurement

Thin film and device

Thermal control in nanotechnology

であり、各セッション4~5件の研究発表と関連討論で構成され、最後に総合討論を行った。

Molecular and Microscale Heat and Mass Transfer(以下簡単にミクロ伝熱ということにする)は6年前の金沢セミナーで初めて用いた言葉であり、日本側がイニシャティブをとって開催した(これは故土方邦夫先生の功績である)。伝熱研究の飽和現象も手伝っ

て、伝熱現象の何がミクロであり、ミクロでどんなことができるのかということで多くの関心がもたれた。

それから6年、伝熱シンポジウムではこの関連の研究発表が年々増加はしているが、内容の発展には問題がある。その証拠には、6年前の金沢セミナーで関心をもたれた先生方は今回ほとんど姿を消している。ミクロ伝熱に興味をなくしたのかあるいは興味をいなくできなかったのか分からないが、とにかく現象としては「ミクロ」な寿命(?)であった。

US側はどうかというと、6年前の金沢ではミクロ伝熱という新しい概念を日本側が持ち出してきたが、これで金(予算)が取れるか様子を見にしてみようというのが本音だったと思う。彼らが持ってきた討論の材料はミクロというよりマクロに近いものであった。もっとも、日本側のものもそれに近いものがないとは言えないが、US側よりはミクロ伝熱であった。

USの研究者にとっては、予算がとれるかどうか最大の関心事であり、ミクロ伝熱が「もの」としてなりたつかどうか大きな問題である。分子レベルで熱がどう運ばれるかなどということには関心がない。いや、関心がないわけではないのかもしれない。

表1 テーマの比較

	1993 Kanazawa		1999 Sendai	
	J	US	J	US
Fundamental				
Energy transfer	6	7	4	1
Phase change	9	1	2	1
Light interaction	2	2	1	
Application				
Energy transfer	1		5	6
Device		1	2	5
Fabrication				1
Measurement		1	2	4

いが、第一級の関心事ではない。

表1は6年前の金沢セミナーと今回の仙台セミナーについての討論テーマの比較である。この表は、セミナーを基礎と応用のセッションに分けて、その中で発表討論された研究の数である(厳密なものではない)。

この表でもっとも特徴的なものは、基礎と応用が6年間で完全に逆転していることである。金沢セミナーでは応用はほとんど討論にならなかった。というより各セッションおよび総合討論では、マイクロ伝熱のなにが応用としてこれから「もの」になるかが取り上げられた。そこで問題になったのは、半導体薄膜など電子デバイスの生成過程の制御、微小領域の加熱冷却、レーザー利用の加工、薄膜など微小領域の温度測定などであった。基礎といっても必ずしもマイクロそのものが特性となるものでなく、むしろマクロからの連続としての討論が多かった。

これに対して今回の討論は双方とも応用が多くなっており、とくにUS側は基礎には興味がないようにも見える。しかし、本心は基礎の重要性と必要性は十分に認識しているが、そこまでの余裕がない、余裕ができないというのが事実である。

日本側は依然として基礎重視であり、基礎的に重要な討論もいくつかあったが、US側とは噛み合わない感があった。例えば、US側は薄膜の熱伝導をほとんどphonon theoryで考えようとして、薄膜や薄膜境界での伝熱にはphononのmismatch, reflection, scatteringなどの概念を導入する。初歩的な分子動力学の計算を少しやればすぐ分かることだが、phononなどという概念は連続体の概念であり、扱う系が小さくなるとすぐ成り立たなくなる概念である。ナノテクノロジーも μm のスケールでは連続体でもよいが、 nm のオーダーではこうした連続体の概念は危

なくなる。薄膜自体は μm のスケールであってもその境界は nm のスケールの問題であり、phononのmismatchやreflectionなどという概念で処理することはできなくなる。もっとも、phonon理論のリミットはどこかを議論すべきであるという提案もあったが、もともとphononなどという概念を導入しているところに問題がある。

こうした意味で基礎的研究は日本側がまだ先導的な立場にある。しかし、この基礎研究も6年間で進歩はしているが、その速度と方向をみると一抹の不安を感じる。もう少し体系だった組織的な研究が必要であることが痛感された。

工学的には温度は物体のマクロな状態量として定義されるが、これを物体の原子分子の運動と結びつけてその定義を理解しようとする直感的には分からない問題が多くでてくる。平衡状態ではすべての温度は平衡等値であると定義されるが、なぜ温度が同じになるのか、温度が同じとはどういうことなのか、分子の振動や回転運動のある物体とその運動のない物体の境界ではこれらの温度のつながりはどうなるのかなど簡単には結論がでない。

「伝熱」というが、熱の移動とエネルギーの移動はどう関連するのか、エネルギーが保存されるということはどういうことなのか。マイクロとマクロのつながりにはこうした基本的な問題が数多くある。Keynoteでこうした問題の呼びかけをしたが、いまの段階ではまだ多くの議論を呼ぶまでには至らなかった。もっとも、これらは今後のマイクロ伝熱の基礎研究ではあり、これからの研究をまつ問題である。

さて、応用についての討論の数では双方同じようなものであるが、中身はかなりの差がある。トピックスをひろってみると表2のようになる。

表2 応用部門におけるトピックス

J	US
Film deposition	MEMS fluidic sensor
Plasma reaction	MEMS device
Laser ablation	Electronic cooling
Laser heating	Micro heat-pipe
Drug reduction	Laser annealing

MEMS(Micro-ElectroMechanical System)はもともとマイクロホンやスピーカにその原理を発するが、そのマイクロ化と熱的な要素も入って、USではその応用が最大の魅力であり、熱流体のデバイス、セン

サーとしてばかりでなく、アクチュエータ、光学デバイスや医用などへの応用としてもかなりの需要が期待されているとのことである。近いうちに、日本の伝熱研究にもその影響が現れてくるであろう。IC

冷却は最大の関心事ではあるが、直接製品と結びつくために公的な場で議論されることは少ないが、US側はその断片をチラホラさせていた。

このようなUS側に対して、日本側は応用といっても基礎に近い応用であり、直接「もの」になる、あるいは「もの」と関連するようなものではなかった。

総合討論は以上のセッション討論の続きのようなものであるが、今回の特徴はUS側でマイクロ伝熱関係の教育について討論を取り上げてきたことである。教育というにはある程度の学問体系ができあがってその柱となる哲学、論理の展開を説くことである。単なる現象や事象の羅列は知識のデータにすぎず教育とは言えない。そこでは、基礎研究がものを言う。

マイクロ伝熱は物質を構成する原子分子の構成や運動であるから、こうした物理化学を教育すれば良いという意見もある。物理や化学の学科の関連科目で事足りるとする意見である。それで良いならばマイクロ伝熱はこうした関連の研究者にその解

決を委ねれば良いことになる。機械工学関連の研究者が研究することではなくなる。しかし、そこに問題がある。

確かにマイクロ伝熱を考える場合は物質を構成する原子分子の構成や運動を基本的には考えなければならないが、その見方は「工学」としての、「伝熱」としてのフィルターを通してでなければならない。そのフィルターでのマイクロ伝熱学なり分子伝熱学の体系が確立されなければならない。「物理化学」としての分子の運動と「伝熱工学、伝熱技術」としての分子の運動は、本質的には同じものでも、発現は異なるものである。「伝熱」としては後者の教育が必要である。日米の大学教育に違いもあり、本質的な議論にまでは至らなかったが、こうしたテーマが取り上げられたのはそれだけこの分野の関心が大きくなったことの現れであろう。3, 4年後のつぎのセミナーが期待される。

つぎのセミナーは3年後同じような企画でJSPSとNSFに応募することが結論されたので、関心ある向きは早めに手を挙げて、その企画に参加されることを希望する。

日本伝熱学会産学連携サマーセミナー顛末記

The HTSJ summer seminar report for collaboration

菱沼孝夫 (北海道大学)

Yukio HISHINUMA (Hokkaido University)

1. はじめに

昨年(西尾茂文部会長)で大学と企業の研究交流推進に関するFILGAPの答申[1]について具体的に計画する事になり、西尾、菱田の両先生の熱意を受け、企画案を検討したのが今回のセミナーのスタートでした。産学連携は古くて新しい問題で、表面では常に望まれていながらなかなか実行を伴わないのが普通だったと思います。それは研究開発目標が同一軸上に無く、また大学と産業界間に時間的な面でも、インセンティブの面でも研究開発にミスマッチがある事に有ります。

しかし日本の産業界は21世紀に向かって、グローバルな競争の中で製品の競争力を高めるため、経営資源の集中を図る必要があり、一企業ですべてを開発する事は難しくなっています。一方、大学は新産業のインキュベーター的な役割を求められており、今後、産学連携を産業の発展に繋がるものにする必要があるでしょう。お互いに利用し利用される関係を築く事に有ります。日本伝熱学会では既に産業界との連携を強めるため、研究会の設置、支部活動、日本伝熱シンポジウムのThe Frontier Forum、特別セッションにおける討論等々いろいろな手が打たれて居ります。又各大学の先生方もそれぞれ産業界に貢献されており、改めて産学連携を目的に研究会を発足させても、二番煎じになるのではと危ぶみましたが、極力、ミスマッチを無くし、開発戦略を戦わせ、研究交流を深めるため魅力的な夏の北海道でサマーセミナーを開催する事にしました。

当初、サマーセミナーのテーマについて、関係者に集まってお話ししようと考えましたが、時間的な問題もあり、既にいろいろ議論されているので[2]、独断と偏見で「人間にとってクリーンで快適な環境を作り出すための熱の制御とエネルギーミニマム」とし、エネルギー関連の幅広い分野の研究者が参加するようにしました。場所は北見工業大学にお願いし、屈斜路研修所を借切り、企業から14名、大学から15名大学院3名参加し、朝から夜遅くま

で喧喧譁譁議論しました。その結果、今までの研究会とは違って、それぞれの親元を離れた、研究者個人の本音の議論が続出し、産業と大学、企業と企業間の壁が無くなり、産学連携の足掛かりを作る目的をなんとか達成する事が出来ました。

いずれにせよ、「超」に繋がる根本技術に関する研究への要望は強く、今後、新たな流れを作る研究開発テーマと共に企業の開発ニーズを議論する研究会を継続的に企画し、産学連携に関する学会の発信源としたいと考えておりますので宜しく御協力の程お願いいたします。

2. プログラム

セッション「エネルギーの統合利用」

1. 次世代に向けてのより少ない悪の選択と22世紀に向けての原理的に正しい選択 吉田英生(京大)
2. 環境調和を考慮したエネルギー利用とCO₂削減 小熊正人(IHI)
3. CO₂/水反応によるハイドレート生成を伴う炭酸ガスの隔離 平井秀一郎(東工大)
4. 水素利用電力平準化システム 小澤由行(高砂熱学)
5. 産学連携について 西尾茂文セッション「快適環境」(東大)
- セッション「アドバンスド空調・蓄熱」
6. 冷媒から見た冷凍・空調技術の将来 勝田正文(早大)
7. 蓄熱技術の新展開と熱のカスケード利用 稲葉英男(岡大)
8. 排熱投入型ガス焼き吸収冷温器 小島弘(東ガス)
9. POST HFC冷媒空調の課題 松尾一也(日立)
10. 寒冷地向けヒートポンプ式エアコン 東條健司(日立空調)
- グループディスカッション(散策、テニス、ゴルフ)
- バーベキュー(屈斜路湖畔)
- セッション「快適環境」
11. 広域屋外環境シミュレーション 高木賢二(鹿島建設)
12. 熱環境の快適性のための人体着衣熱モデル 庄司祐子(大ガス)
13. 車室内の温熱快適環境 片桐晴郎(豊田中研)
14. 自動車の車内環境と快適性 原田宏昭(日産)

3. 参加者の御意見

(1) 松尾篤二(三菱重工)

FILGAP委員会の提案をまとめた責任者としてセミナーに参加するようにとのお誘いを受け、提案内容の実施にも責があると感じて参加しました。今回のセミナーの企画に私は参画していませんが、FILGAP提案の趣旨をよくご理解いただいていた。提案では「研究会」となっていますが、名前は少しでもよく、気楽に企業のニーズを出して語り合える場をつくるのが狙いでした。今回のセミナーは

まさにその「場」になったと思います。欲を言えば、ニーズとそれに対する研究の取り組み方についてももう少し突っ込んだ議論ができれば、より意義は大きかったと思います。しかし、参加者にセミナーの趣旨が事前あまりよく伝わっていなかった、というよりも、主催者側が手探りの状況だったと思いますので、初回としてはこれで十分ではないでしょうか。通常のシンポジウムや講演会とは違って、裏話も聞けて、楽しいセミナーでした。二日目のグループディスカッションやバーベキューも良い企画だったと思います。

談話室での話の中で、こういったセミナーの成果を上げるには、企業からの参加者の間に無言の紳士協定がなければいけないといった趣旨(言葉は違っていますが)の意見がありました。つまり、たとえば、セミナーで他社から得た情報を持ち帰ってそれをもとに特許を出すとか、組織を挙げて他社を出し抜くための秘策を練るとか、そういうことがあってはならないという意見でした。私もそれには同感です。そのためには、企業からの参加者の間に、この人なら少々ことは話しても大丈夫という信頼関係が必要です。そのような信頼関係を築くためのもう一つのFILGAP提案が「企業会員交流会」だったわけですが、今回のセミナーはその「交流会」の役割も少し果たしていました。企業側は自社の情報をガードしがちですが、ある程度それを出さないとセミナーの意義は薄れますので、気軽に話せる雰囲気作りが今後も必要と思います。大学の先生方も含めて上述の紳士協定的なことをセミナーの最初に主催者からさりげなく言っていただくと、企業側も話題提供しやすいのではないのでしょうか。企業での開発や製品化のうまくいっていない部分に研究のニーズはありますので、今後のセミナーでは、失敗例やトラブル事例など、「ここだけの話」がたくさん出てくることを期待します。(理想論かもしれませんが)

(2) 小澤 由行(高砂熱学工業)

およそ35年ぶりに、夏の北海道は屈斜路湖を訪ねる機会を得て、表記会合に参加させて頂きました。その会合の目的は、35年前には禁句の一つであった「産学協同」に因んだものであると伺いました。またその会合の中では、35年前の伝熱シンポジウムの時のように「エンドレスの自由闊達な議論」に触れることができました。しかしその会合の結論は、結局の所「何であったのか?」、私にはやはり理解できませんでした。

この会合の言い出しっぺは西尾先生と伺ったので、まずは先生に「交流・連携・共同」とは何が違うか?から議論を吹きかけました。先生の説では、交流とはいわゆる「文化交流」みたいなものとのことです。次の連携とは、「酒でも飲みながら、人となりを理解する」とのことです。最後の共同では、産学という属性の違う者が「何かの仕事と一緒にする」ことのようにあります。今回の会合では3日間に渡って、若いも若きも全員で寝食を共にして、幹事の先生方の格別なご配慮に預かり、余るほどの酒を酌み交わしてお喋りに花を咲かせることができ、産学連携の実は確実に上げられました。

だからと言って、次に繋がる議論の種や、願わくば今後の「共同」作業に付せる話題・課題が特定されたわけではありません。これは、今回の昼間のテーマが「エネルギーの統合利用」・「アドバンスド空調・蓄熱」・「快適環境」という、必ずしも伝熱研究真っ直中の問題でなく、また伝熱がその開発のキーテクノロジーにならないためかもしれません。あるいは伝熱学会ベースでは「産学連携・共同」を指向する場合に、別に何かの限界があるのかもしれませんが。いくら議論を尽くしても、いくら人的交流を深めても、何かの問題提起や新しい方法論の同定とは難しいものであるというのが偽らざる心境であります。後で菱沼先生からは、「産学連携とは、短兵急にはできない」とのご託宣を頂戴して、私には自己満足的に納得するのが精々でありました。

産学の交流・連携・共同については、言われて久しいことであります。またFILGAP委員会の答申でも今回の会合でも、総論では誠に結構なことに思います。問題は当事者が自立した自己責任の基に、具体的なアクションを起こすことのように思います。今回の会合で培った産学の人的交流の深まりを契機に、近い将来の一つでも実行が生起することを願うのみであります。

(3) 松尾一也(日立製作所)

今回初めて参加させて頂き有難うございました。開催場所もすばらしく、昼間は歯に衣を着せない議論が、夜には更に本音の議論ができました。また、深夜まで懇親が深められ、極めてユニークなセミナーであったと思います。

「産学連携」の必要性は、企業側でも強く感じていることです。研究開発の効率的な経営を図っていく上で、「産」でやるべきことと、「学」と提携すべきことが、今後より明確になっていくと思います。

「産」では製品への貢献度の高い開発に重点投資されていく結果、現象の洞察・解析や、Serendipityの能力が落ちるかと思えます。「学」にお願いするところです。一方、産学連携と一言でいっても、どうもSystematicにできるものではないようで、やはり人と人との繋がりがベースになるかと思えます。この意味でも、このセミナーが今後回を重ねる事が肝

要かと思えます。最後にご準備・運営にあられた北大・北見工大を始めとします皆様方の多大のご尽力に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1)松尾篤二, 伝熱研究, 37-146, (1998)
- (2)林雄二郎, ibid, 35-137, (1996)



キッズ・エネルギー・シンポジウム '99

Energy Symposium for Kids '99

片岡 勲 (大阪大学)

Isao KATAOKA (Osaka University)

キッズ・エネルギー・シンポジウムは小中学生そしてその保護者を対象に、エネルギーの重要性や伝熱学の面白さをできる限り早い段階で理解し興味を持ってもらうために、エネルギー・伝熱学のトピックスを講演し、(1) 科学技術に関する知識の公開と普及、(2) 青少年の理科教育に対する興味の喚起、(3) 地球の温暖化などの環境問題とエネルギー問題の啓蒙を主たる目的として、日本伝熱学会主催により平成8年度以来これまで4回にわたり開催されてきている。本年は、大阪大学大学院工学研究科の共催、並びに茨木市教育委員会、吹田市教育委員会、豊中市教育委員会の後援により、平成11年8月27日(金)13時30分～17時まで、大阪大学吹田キャンパスにある大阪大学コンベンションセンターにおいて開催した。参加者は、近隣の小学生高学年を中心とした児童生徒並びにその保護者であり、参加者数は児童生徒57名、保護者40名であった。残暑の厳しい折にも拘わらず、申し込みのあった方々のほとんどが参加され、講演会場はほぼ満席の状態であった。また、講演の内容には小中学生にはやや高度なものもあったが、参加者の方々は最後まで熱心に聴講された。

シンポジウムの内容は、まず関西大学工学部教授の小澤守先生により「エネルギーって何だろう」と題して、人類とエネルギーの問題、エネルギー利

用に伴う廃棄物や地球温暖化の問題、エネルギー利用の安全性の問題、新エネルギーの開発や資源の枯渇の問題等についての講演が行われた。イラストや写真を駆使した巧みな話術により、小中学生にもわかりやすく、おもしろく解説された。

続いて、「核融合とエネルギーとレーザーのお話 - 地球上に太陽を作る計画」と題して、大阪大学レーザー核融合研究センター教授の三間園興先生により、レーザーとは何か、核融合とは何か、また、レーザーを用いてどのように核融合が起こさせるのかについて、極めて高度な内容を、小中学生にもわかるように平易に解説を戴いた。また、大阪大学レーザー核融合研究センターでの最新の研究開発の内容を紹介するビデオを用いて説明された。小中学生には理解の難しいと思われる内容も含まれていたが、映像や実際のレーザーを用いた世界最先端の研究の解説に、児童生徒の及び保護者の方々も興味深く熱心に聞き入っていたのが印象的であった。

これに続いて、「エンジンの中を覗こう」と題して大阪大学工学研究科教授の香月正司先生により、エンジンの種類、エンジンの仕組み、エンジンとエネルギー、環境問題について、わかりやすく解説が行われた。特に、模型のスターリングエンジンや透明で内部を可視化できる内燃機関(福井大学教育学部宮阪研究室よりお借りした)を実際に運転させて



の説明に児童生徒、保護者の方々とも非常に興味を示して耳を傾けていた。また、三菱自動車(株)のご厚意により、GDIエンジンのカットモデルと紹介のビデオをご提供戴き、それに基づいたGDIエンジンの解説も行われ、参加者は最新のエンジン技術に熱心に聞き入っていた。

講演の後、大阪大学レーザー核融合研究センターの見学並びに、「おもしろ不思議実験室」と題した、様々な科学実験をいくつかのグループに分けて行った。

大阪大学レーザー核融合研究センターの見学では、世界最大級の巨大なレーザー発生装置とターゲット照射装置、及びそれに使われている機器を実際に見学するとともに、研究センターのスタッフの方々により、レーザーの反射、屈折、レーザー加工等の様々な実験が行われ、児童生徒及び保護者の方々には初めてみる巨大科学装置及びレーザーに深く感銘を受けている様子であった。

また、続いて行われた「おもしろ不思議実験室」では大阪大学大学院工学研究科の小宮山正治、大川富雄、松本忠義、吉田憲司の各先生及び工学部学生、大学院生の指導により、太陽光発電、ペルチェ素子、温度測定、断熱圧縮点火、ロボット、浮沈子、スライムづくり等、実際に自分の目で見、手で触れて実験を行ってもらった。児童生徒及び保護者の方々には予定時間一杯まで実験を楽しんで戴くとともに、科学技術への関心を大いに高めて戴いた。

また、エネルギーに関連した種々の情報を提供するために参加者に資料として次の小中学生向けの小冊子を配布した。(スキッパーのものしりブック(大阪ガス提供)、エネルギーのはなし、原子力発電のはなし、放射線のはなし(関西原子力懇談会提供))

今回のキッズ・エネルギー・シンポジウム'99の開催に当たっては、ご講演並びに実験指導を戴いた各先生方、並びに共催戴いた大阪大学大学院工学研究科、後援戴いた茨木市教育委員会、吹田市教育委員会、豊中市教育委員会の各位には多大のご協力とご配慮を戴き深く感謝する次第である。また、大阪大学レーザー核融合研究センターの先生方、事務部の方々には見学等につき、格別のご配慮、ご協力を戴いたことに深く御礼申し上げます。また、企画立案に関してご指導、ご助言を戴いた勝田正文企画部会長、西尾茂文前企画部会長をはじめとする企画部会の委員各位、及び実行に当たり種々ご協力を戴いた関西支部の方々、資料をご提供戴いた、大阪ガス(株)、関西原子力懇談会、透明エンジン、模型スターリングエンジンを御貸与戴いた福井大学教育学部宮阪憲治教授、GDIエンジンカットモデル及びビデオをご貸与戴いた三菱自動車(株)人事部嶋省一主席にも記して謝意を表する次第である。

また今回のシンポジウムは平成11年度文部省科学研究費補助金研究成果公開促進費「研究成果公開発表(B)」による公開企画であることを記して感謝申し上げます。

伝熱の常識と非常識

「伝熱研究の方法に関する常識・非常識アラカルト」

Common sense and lack of sense in approaches to the study of heat transfer

飯田嘉宏 (横浜国立大学)

Yoshihiro IIDA (Yokohama National Univ.)

1. はじめに

標記の主テーマで何か書けと依頼されたとき、伝熱研究上での常識と、常識的には考えられない何か思いがけない事象や方法についてのことかと考えた。一方、創造性発揮のために非常識性を積極的に出すべきとの編集委員会の勧めなのかも知れないとも考えた。何となれば、かのシェークスピアまでが学者は非常識だとどこかで書いているのだが、これはむしろ常識的な人間では独自の偉大な研究など出来ないのだと断じて、学者の非常識性を勧めているものである。とは言え、天文学や数学はいざ知らず、伝熱という工学分野の話であることを考慮し、少し区分けして考えてテーマを絞りたい。つまりここでは事象や人間についてよりも、伝熱工学の研究方法に関して小文を纏める。何れにしろ、浅学の身がこのような課題で記事を書くのは大変難しいことであっていろいろ考えた末の苦し紛れである。

そこで本稿では、著者が聞いたり経験した幾つかの研究事例をアラカルト的に述べることにより、多少はご参考になるかも知れない伝熱の方法論を軸にして、常識・非常識と創造性や意外性などの関係を論じてみたい。しかし多分に著者らの研究に偏る点は予め謝したい。

2. 抜山先生の温泉の話から

何人かを通しての伝聞なのでかなり実際と違っていると思うが、以下に述べる抜山四郎先生と温泉の話は著者が伝熱に興味を持つ一因となったものであるし、教室では学生に対して計算までさせて伝熱工学に親しませようとする材料である。

宮城県の山岳地帯に地震があって、山の上の方の源泉から引き湯している温泉宿の湯の温度が適温より下がってしまった。宿の死活問題故何とかならないかとの相談が県の観光課を通してあったとのことである。そこで先生は温度計一本を持ってくだんの温泉にでかけ、たちまち解決した。何と、源泉で沸き出るのお湯の中に、近くを流れる水を入れること

にして逆に源泉位置での温度を下げた結果だという。源泉から宿まで湯を送るには土中に埋めた引き湯管からの熱放散があるわけだが、先ず湯の温度が下がればその区間での放散熱量は少なくなる。水混入で流量が増えたから同じ熱放散量を仮定すれば(この仮定は正当)湯の温度は余り下がらない等の効果がある。そうした結果が温泉宿湯口での温度を適温以上にし、さらには湯量も増して「良い湯だな」を再実現したわけである。

以上の実現の成否は源泉での湯の温度および流量条件の如何などにもよるが、伝熱を研究した者なら聞いて始めてのコロンブスの卵とはいえず「なるほど」と膝を打つだろう。しかし温度を上げるために「温度を下げた」発想は、一般人には大変な非常識に思えたに違いないし、専門家でもなかなかこの発想は出にくいと思われる。しかしこれが非常識的発想かということとそうでないことは専門家なら誰でも理解できる。先生の知恵が勝っているものの、先生の専門的常識と柔軟な発想が基となっていることは明らかである。

3. マイクロ伝熱の実験から

マイクロエレクトロニクスの発達には目を見張る。これらに引き換え、著者らがやっていることはダ・ビンチ以来余り変わっていないのではないかと自嘲していたので少しは現代風なことをやろうと、マイクロ技術を対象として非常に微小な規模の非定常沸騰伝熱の実験を行っている。

伝熱面の大きさは $0.1 \times 0.25 \text{ mm}$ の白金薄膜表面であり、その厚さは $0.25 \mu \text{ m}$ で薄いから石英ガラス基盤上にスパッタリングして作成してある。これにパルス状に通電加熱して沸騰開始温度やその後の伝熱および気泡の挙動などを研究している。温度は両タップ間の電気抵抗から得るもので、最高 $8 \times 10^4 \text{ K/s}$ の加熱速度を得、自発核生成による沸騰に間違いのない現象を実現観察などしているが、思いがけずもそれまでの通常規模の実験での常識からは考えにく

かった諸事実に接している。先ず第1は、こうした微小試験部でも最近の製作精度は非常に高いため、計測系を揃え必要な校正を行えば、高い精度の実験が出来ることである。第2に、小電力でも思いがけない程の高熱流束の実験が出来る。本実験の場合、非常に短い時間内だが数ボルト・数アンペアで数十MW/m²程が実現できる。一方発生熱量は非常にわずかなので加熱を繰り返しても液体温度は変わらない。液体は小スポイドでわずか垂らただけで実験を行える。また熱容量が小さいので、応答性の早い現象も的確に捉えることが出来る。第3に、微小なので影響因子が少なくなるからだと思われるが、非常に再現性の高い実験が可能である。ただし定常実験では、基盤に伝わる熱量の3次元的効果が強まるので、上記の利点は相殺されるだろう。また、顕微鏡を使用するの観察の必要性など新たな問題はあ

る。しかし、常識的に考えると大変困難と思われるこの規模の伝熱実験は、意外にも通常規模の実験に比べて却って容易なのではないかと考えている次第である。要は試験部の設計と製作次第である。

4. 蒸気爆発の研究から

特別な資質のない著者が多少とも「売り」に出すことがあるとすれば、物事を原点に立ち返って単純に考えようとする性向かも知れない。これは人間や社会関係を考えるときと同様に、研究の場合もそうしたいと思っている。

研究の初期には、高温の融体を水中に落として爆発発生の温度等の条件を求める実験を行った。当時までのほとんどの実験はこうした実際に即した方法が常識であったからだが、何しろ現象は複雑で高速な上確率的でもあるし内部が観察できないなどで、機構の内容に迫ることは非常に難しい状況であった。そこでこうした現象に迫るには、出来る限り単純な体系で実験するべきであると考え、高温融体の小さな単一滴を水中に落として膜沸騰に続く細粒化過程について実験を行ったのである。研究発表の時期についてはNelsonらに先を越されたが、同じ発想をもって優れた成果をあげた方がいたことは素直に喜べた。そしてこの方法で著者らは大規模蒸気爆発発生に必須の拡大伝播現象を始めて撮影するなどの結果を得た。またその後、こうした一連の液滴規模実験が各所で行われ、蒸気爆発の詳細な機構の幾つかが明らかにされてきている。当初は、いわば非常

識的な方法であったが、過去の研究にとらわれずに、また肩肘張らずに自分で出来ることは何かという楽な発想によって新しいことが出来たわけである。肩肘張ると常識と非常識の境界を設定したくなるが、柔軟に考えること自体が常識なのかもしれない。

5. ラプラス変換利用の物理測定の研究から

著者らは他研究からのヒントを基に、ラプラス変換を本格的に物理測定に応用する一連の研究を行った。現在の所、熱拡散率、熱伝導率、発生熱量、拡散係数、混合拡散係数、接触熱抵抗、粘度などの測定に使用できることを示している。

ラプラス変換といえば、微分方程式を簡単に解いてしまうので、大いに驚いた方も多かるう。余りにも便利なので、常識としては却って数学的手法としてのみしか理解されなかったのかも知れない。実際、何回目かの伝熱シンポジウムで同法による熱物性値測定の発表を行ったとき、日頃尊敬する年輩の先生が新しい数学的解法の研究とおとりになり、質問と回答が全く噛み合わなかったことがある。

しかし数学的にかくも便利なものは、例えば物理的手法にも便利ではないか、と当然考えて良いのではないか。つまり常識は限定的ではなくなるべく柔軟に構えておく方が適当のように思われるのである。あまりに確立された概念は、意識の中にすっかり取り込まれてそこから一步も出ないことがある。実はそれこそが非常識なことなのだろう。

6. おわりに

いつものことで原点に戻るため、「常識」を広辞苑で引いてみた。「普通一般人が持ち、また持っているべき標準知力。専門知識でない一般的知識と共に理解力・判断力・思慮分別などを含む」とある。これで安心した。理解力などを含むから、ここで取り上げた方法論も常識・非常識の議論の範疇に入らう。そして結論として上げたいのは、研究の成否は矢張り常識に依存しているのではないかと、この当たり前のことである。柔軟な常識プラス人間の創意工夫の悩みが創造に繋がる基であろう。

なお、当初は一項を設けて「伝熱人の常識・非常識」も書こうとしたが、複雑で誤差許容範囲が大きい伝熱現象に所以するためか大方の伝熱人は他分野の学者・技術者より常識的な方が多い、と述べるだけで今回は稿を終えることとする。

行事カレンダー

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
2000年					
5月	29日(月)~31日(水) 第37回日本伝熱シンポジウム (神戸,神戸国際会議場)	'00.1.21.	'00.3.10.	第37回日本伝熱シンポジウム準備委員会 委員長 藤井 照重 神戸大学 工学部 機械工学科 657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1 Tel:078-803-6112, Fax:078-803-6122 fujii@mech.kobe-u.ac.jp	

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
1999年					
10月	14日(木)~15日(金) 集中講義「流体・粒子 混相流入門」 (工学院大学 新宿校舎 3階大教室)	'99.9/30 (先着200名)		大阪大学工学部機械物理工学専攻 辻 裕 Tel:&Fax:06-6879-7315 E-mail:tsuji@mech.eng.osaka-u.ac.jp	
10月	15日(金)~16日 第15回睡眠環境シンポジウム			横浜国立大学大学院人工環境工学専攻内 日本睡眠医学会 事務局 Tel:045-339-3888,3843,Fax:045-331-6593	
10月	19日(火)~20日(水) 第238回講習会 使える最先端流動解析とその応用事例 -デモ展示付き- (大阪科学技術センター 中ホール)	'99.10/12 (先着80名)		(社)日本機械学会 関西支部 http://www.jsme.or.jp/ks	
10月	20日(水) エネルギー・環境問題講演会 (大田区産業プラザ)			第20回日本熱物生シム'99 実行委員会委員長: 上松公彦(慶應義塾大学)	
10月	25日(月)~26日(火) 可視化情報学会全国講演会(関西) (関西大学 百周年記念会館)	'99.6/14	'99.8/10	関西大学工学部管理工学科 植村知正 Tel: 06-6368-0802, Fax: 06-6330-3154 E-mail:umra@kansai-u.ac.jp 関西大学工学部管理工学科 米原紀吉 Tel: 06-6368-0976, Fax: 06-6330-3154 E-mail:yonehara@iecs.kansai-u.ac.jp	
11月	9日 可視化情報学会 ワークショップ「最新情報:3次元P.I.V」 (横浜国立大学教育文化ホール)	先着40名		〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 横浜国立大学大学院工学研究科 人工環境工学専攻 西野耕一 Tel:045-339-3900	
11月	12日(火) 日本機械学会関西支部 ウィークエンドセミナー'99 「今話題の新製品開発 成功のポイント」	'99.11/5 (先着300名)		(社)日本機械学会 関西支部 http://www.jsme.or.jp/ks	
11月	19日(金) 未来社会を支える学術体系の創成と工学教育シンポジウム -日本学術会議創立50周年記念-	'99.11/12		(社)化学工学会 産業部門委員会 拡大化工研重支援助会協議 大田(高木) Tel:03-3943-3527, 03-3943-3530	
12月	2日(木)~3日(金) OMF'99-Yokohama(第3回オーガナイズド混相流フォーラム) (東京電力技術開発センター(〒230-8510 横浜市鶴見区江ヶ崎町))	ア) 12/5 '99.7/30	'99.10/15	混相流学会ホームページ http://www.iiinet.or.jp/JSMF	
12月	2日(木)~3日(金) 第23回人間・生活環境系シンポジウム (北海道大学学術交流会館)	'99.7/10	'99.9/20	北海道大学大学院工学研究科 持田徹 Tel:011-706-6284	
12月	17日(金) 科学者・技術者集会100万人集会 第9回科学技術振興・推進に関するシンポジウム -科学技術と社会-			〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル 日本工学会 Tel:03-3475-4621,Fax:03-3403-1738	
12月	20日(月)~21日(火) 第8回微粒化シンポジウム (大阪大学コンベンションセンター)	'99.10/8 (講演申込) '99.12/10 (参加申込)		〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1 慶應義塾大学理工学部 機械工学科 徳岡研究室 徳岡直静 (担当)徳岡直静 Tel:045-563-1141 内3196,Fax:045-563-5943 E-mail:tokuoka@mech.keio.ac.jp	
12月	21日(火)~23日(木) 第13回数値流体力学シンポジウム (中央大学理工学部 春日キャンパス:東京都文京区春日)	'99.9/17		東京農工大学工学部 機械系工学専攻 東野文男, 亀田正治 Tel: 042-388-7075, Fax:042-388-7413 E-mail:cfd13@cc.tuat.ac.jp http://www.tuat.ac.jp/~kamelab/cfd13/	

本会共催，協賛行事（つづき）

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
2000年						
2月	3日（水） ～4日（木）	6 th Symposium "Microjoining and Assembly Technology in Electronics"(Mate2000) (パシフィコ横浜)	'99.9/1	'99.11/19	<論文>大阪大学接合科学研究所 高橋康夫 Tel:06-6879-8658, Fax:06-6879-8689 E-mail:taka@jwri.osaka-u.ac.jp <事務局>(社)高温学会 Mate 2000 事務局 Tel:06-6879-8698, Fax:06-6878-3110 E-mail:mate@jwri.osaka-u.ac.jp	
3月	23日（木） ～30日（木）	The 8 th International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery (ISROMAC-8) (ハワイ，ホノルル)	Abstract '99.7/1	'99.12/20	Prof. J.C.Han Dept. of Mechanical Engineering, Texas A&M University Tel: (409)845-3738, Fax: (409)862-2418 E-mail:jchan@mengr.tamu.edu	
4月	7日（金）～ 8日（土）	日本機械学会熱工学部門講習会 「乱流輸送現象のモデリングとシミュレーションの新展開」	先着 70 名		〒432-8561 浜松市城北3-5-1 静岡大学工学部 機械工学科 日本機械学会熱工学部門講習会 委員長 中山 顕 Tel:053-478-1049, Fax:053-478-1046 E-mail:tmanaka@ipc.shizuoka.ac.jp	
6月	6日（火）	CO ₂ の排出削減のための技術革新 (学術会議大講堂)			東京大学生産技術研究所 第2部 西尾茂文 Tel:03-3402-6231, Fax:03-5411-0694 E-mail:nishios@cc.iis.u-tokyo.ac.jp	

日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 公募のお知らせ

日本伝熱学会の内規に基づき、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、下記の要領に従って本年度の募集を行いますので、自薦、他薦を問わず応募下さいますようお願い申し上げます。

記

1. 対象となる業績

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

2. 選考方法

- ・学術賞・技術賞・奨励賞の選考は、「表彰選考委員会」が「日本伝熱学会賞審査・選考方法内規」によって行う。
- ・表彰選考委員は、公募の他に学術賞・技術賞・奨励賞候補を推薦することができる。

3. 提出書類

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

4. 提出先

〒812 - 8581 福岡市東区箱崎6 - 10 - 1
九州大学 大学院 工学研究科 機械科学専攻
吉 田 駿 宛
TEL 092 - 642 - 3480 FAX 092 - 641 - 9744

5. 提出期限：平成12年1月10日（月）必着

6. 問い合わせ先： 提出先に同じ

日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞
申請書・推薦書

申請者・推薦者名 _____ 印

論文題名または： _____

技術名 _____

刊行物名または： _____

技術内容 _____

(論文抜刷または技術内容参考資料6部添付)

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

代表研究者： _____

共同研究者： _____

関連研究の伝熱シンポジウム発表

論文題名： _____

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

申請・推薦理由： _____

注) 不要の文字を消して下さい。

第 37 回日本伝熱シンポジウム開催案内

- ・ 開 催 日 平成 12 年 5 月 29 日 (月) ~ 31 日 (水)
- ・ 会 場 神戸国際会議場 (〒 650-0046 神戸市中央区港島中町 6-9-1, TEL : (078)302-5200)
- ・ 研究発表申込締切 平成 12 年 1 月 21 日 (金)
- ・ 論文原稿締切 平成 12 年 3 月 10 日 (金)

【シンポジウムの形式】

- ・ 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。

【研究発表申込方法】

- ・ インターネットによる申込 (ホームページ : http://www.mech.kobe-u.ac.jp/ht_sympto) を原則と致します。
- ・ 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。
- ・ 詳細は会誌「伝熱」(平成 11 年 11 月号) に掲載致します。

【論文】

- ・ 講演論文集は原寸大のオフセット印刷で作製致します。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です (2 段組 × 片側 26 字 × 60 行) 。
- ・ 執筆要綱は、会誌「伝熱」(平成 12 年 1 月号) 及びホームページに掲載致します。

【講演登録及び参加費用】

- ・ 講演申込整理費 : 3,000 円 (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, 日本伝熱学会会員, 非会員共)
一般 (事前申込 : 8,000 円, 会場申込 : 9,000 円), 学生 (事前申込 : 4,000 円, 会場申込 : 4,500 円)
- ・ 講演論文集 : 日本伝熱学会会員 : 無料, 非会員 : 8,000 円

【懇親会】

- ・ 開催日 平成 12 年 5 月 30 日 (水)
- ・ 会場 神戸ポートピアホテル (〒 650-0046 神戸市中央区港島中町 6-10-1, Tel : (078)302-1111)
- ・ 参加費 一般 (事前申込 : 7,000 円, 会場申込 : 8,000 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)

【ご注意】

- ・ 研究発表申込の取消は、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致します。
- ・ その他ご不明な点がありましたら下記までお問い合わせ下さい。

【お問い合わせ先】

第 37 回日本伝熱シンポジウム準備委員会
浅野 等 (神戸大学工学部機械工学科)

TEL & FAX : (078)803-6122 , E-mail : ht_sympto@mech.kobe-u.ac.jp

第 37 回日本伝熱シンポジウム準備委員会
委員長 藤井 照重

関西支部主催見学ツアーのお知らせ

日本伝熱学会関西支部では、第37回日本伝熱シンポジウムが神戸で開催されることを機に、下記のようなエネルギー関連の見学ツアーを企画しております。詳細は追ってお知らせ致しますが、多数のご参加をお待ち申し上げます。

日 時： 平成12年6月1日(木)

予定見学先： 三菱重工業(株)高砂製作所 - 高温ガスタービンの開発・製作部門
大阪ガス(株)姫路製造所 - LNG基地
関西電力(株)姫路第一発電所 - コンバインドサイクル発電システム

お問い合わせ先： 京都大学大学院工学研究科機械工学専攻 吉田 英生

TEL：(075)753-5255, E-mail：yoshida@mech.kyoto-u.ac.jp

お願い：上記見学先は、いずれも現在競争の激しい分野ですので、同業他社の方はご遠慮願うことになると思われます。ご了承下さい。

日本伝熱学会研究会「マイクロマシンと熱流体」第3回会合のお知らせ (電気学会 マイクロマシン研究会会合との同日開催)

標記会合を下記の通り開催致します。本研究会(主査：笠木伸英(東大)、平成11～12年度設置)はマイクロマシンに関連した熱流体を広く対象とし、意見交換、勉強会、見学会などを行っております。第3回会合は電気学会のマイクロマシン研究会(委員長：佐藤一雄(名大))との同日開催とし、本研究会委員以外の方の参加も歓迎致します。整理の都合上、参加ご希望の方は下記問い合わせ先までご連絡下さいませようお願い致します。

日 時： 平成12年 2月28日(月) 場所：立命館大学理工学部(滋賀県草津市)

問い合わせ先： 〒184-8588 東京都小金井市中町2-24-16

東京農工大学 大学院 生物システム応用科学研究科 村田 章

TEL 042-388-7089(直通) FAX 042-385-7204(学科共通)

E-mail murata@mmlab.mech.tuat.ac.jp

URL <http://www.mmlab.mech.tuat.ac.jp/micromachine>

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】

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

- 「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)

【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、入金の取扱いができず、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、送金額から減額します。フリガナ名の検索によって入金事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。

【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、指導教官の方々からもご指導をお願いします。

(変更届提出上の注意)

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

【退会届について】

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

【会費を長期滞納されている方へ】

長期間、会費を滞納されている会員の方々には、至急納入をお願いします。特に、平成10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)

- 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「伝熱」「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 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

(土日、祝祭日を除く、午前10時～午後5時)

(注意)

- 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。
- 学会事務の統括と上記以外の事務は、下記にて行っております。

〒113-8656 文京区本郷7-3-1

東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻 庄司 正弘

TEL:03-5841-6406 FAX:03-5800-6987

E-MAIL: shoji@photon.t.u-tokyo.ac.jp

編集後記

第38期編集出版部会委員

副会長	吉田 駿	九州大学
部会長	菱田公一	慶應義塾大学
委員		
	水上紘一	愛媛大学
	小林睦夫	新潟大学
	平田雄志	大阪大学
	渡邊激雄	中部電力株式会社
	横堀誠一	株式会社東芝
	山田雅彦	北海道大学
	小原拓	東北大学
	小熊正人	石川島播磨重工業(株)
	川口靖夫	機械技術研究所
	佐藤勲	東京工業大学
	泰岡顕治	慶應義塾大学
	花村克悟	岐阜大学
	瀧本 昭	金沢大学
	中部主敬	京都大学大学院
	吉田敬介	九州大学大学院
TSE	小竹 進	東洋大学

平成11年9月29日

第38期編集出版部会長 菱田公一

編集出版事務局：〒223-8522 横浜市港北区日吉3-14-1

慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科
菱田公一

TEL: 045-563-1141 (内 3130)

FAX: 045-563-2778

e-mail: hishida@sd.keio.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 : (978) 750-8400 FAX : (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
TEL/FAX : 81-3-3475-5618

In the USA

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

伝 熱

ISSN 1344-8692

(Journal of The Heat Transfer Society of Japan)

Vol. 38, No.152

1999年9月発行

発行所 社団法人 日 本 伝 熱 学 会

〒113 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, Japan

Phone, Fax: +81-3-5689-3401