

ISSN 1344-8692 Vol.38 No.150

伝 熱

Journal of the Heat Transfer Society of Japan

紙面上端より 30mm

「伝熱」原稿の書き方

伝熱 太郎 (伝熱大学)

42 mm

- (1行)
- (2行)
- (3行)
- (4行)
- (5行)
- (6行)
- (7行)
- (8行)

1. 「伝熱」用原稿の標準形式

用紙サイズ：A4 縦長 (210mm × 297mm), 横書き
 余白サイズ：上余白 30 mm, 下余白 30 mm
 左余白 20 mm, 右余白 20 mm

コ ラ ム：2段組とします。
 1 コラム 80 mm, コラム間隔 10 mm
 活字サイズ：10ポイント(10×0.3514=3.514mm)の全角文字を標準とします。英文字・数字には半角文字が好ましい。

1 行の字数：1段あたり 23 文字程度
 行 送 り：15ポイント(15×0.3514=5.271 mm)
 1 頁あたり 45 行となります。

15 ポイント行間
 15 ポイント行間

題目の部分は、編集委員会で作成いたしますので、8行の空白(=42 mm)を用意しておいてください。また、表題・氏名・所属の和文および英文は別紙にご用意下さい。なお、2頁以降は、最初の行から2段組で本文をお書きください。

2. 「伝熱」用原稿作成上の注意

- (1)印刷は原稿からそのままオフセット印刷で行いますので、この点を考慮の上、写真・図表等には特に注意して鮮明なものをご使用下さい。
- (2)原稿枚数は原則として最大 10 枚 (図表込み) を越えない下さい。
- (3)原稿は出力フォーマットに従って作成の上編集委員会までご送付下さい。
- (4)図表は、原稿内に直接張り込んで下さい。
- (5)原稿の頁数は各頁の上すみに青鉛筆で薄く 1/8, 2/8 のように記入して下さい。
- (6)本手引きの各種寸法及び文字数等は、お手持ちのワープロの機能によっては、必ずしもこれらを満足できないかもしれません。このような場合には適宜これにできるだけ近くなるように、原稿をお作りくださいますようお願い申し上げます。
- (7)本文の体裁・項目の分け方などは、自由にお書き下さい。

22.5 ポイント行間あるいは半行を挿入
 22.5 ポイント行間あるいは半行を挿入

その他の事項

- ・可能ならば、字体に関しては、本文には明朝体を使用し、見出しにはゴシック体を使用して下さい。

紙面左端より 20 mm

紙面右端より 20 mm

紙面下端より 30mm

伝 熱

目 次

〈随想〉

国語辞典を引くとき 水上 紘一 (愛媛大学)1

〈解説 - 食品加工における伝熱問題 -〉

食品材料を対象とした熱的操作

..... 相良泰行 (東京大学、大学院農学生命科学研究科、農学国際専攻)3

オープン加熱調理における熱的諸問題

..... 佐藤秀美 (お茶の水女子大学生生活科学部調理学研究室)10

〈追悼〉

松本隆一先生を思う 岐美格 (京都大学名誉教授)17

松本隆一先生を偲んで 中島健 (神戸大学)19

追悼 安達公道先生 阿部豊 (山形大学)20

〈ワンポイント伝熱 - 討論〉

沸騰か? 武田靖 (パウルシェラー研究所、スイス)22

〈行事カレンダー〉23

〈支部活動報告〉

関西支部活動報告24

北陸信越支部活動報告24

中国四国支部活動報告25

九州支部活動報告25

〈お知らせ〉

「第11回中国四国伝熱セミナー・阿波」のご案内28

関西伝熱セミナー'99「21世紀へ挑戦する伝熱技術」29

「Heat Transfer・Japanese Research」の誌名変更のお知らせ30

東京大学生産技術研究所・教官候補者の公募について30

会告記事の訂正31

「伝熱」会告の書き方31

事務局からの連絡32

日本伝熱学会、入会申込み、変更届用紙33

日本伝熱学会、賛助会員入会申込み、変更届用紙34

広告35

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.150, May, 1999

CONTENTS

<Essay>

Some Situations Where I Need a Dictionary Koichi Mizukami (Ehime University)	1
---	---

<Topics on Heat Transfer in Food Processing>

Thermal Operations for Food Materials Yasuyuki Sagara (The University of Tokyo)	3
Thermal Aspects in the Oven Cooking Hidemi Sato (Ochanomizu University)	10

<Memorial Tribute>

In Memory of Professor Ryuichi Matsumoto Itaru Michiyoshi (Professor of Kyoto University, Emeritus)	17
Grateful to Professor Ryuichi Matsumoto Tsuyoshi Nakajima (Kobe University)	19
Grateful to the late Professor Hiromichi Adachi Yutaka Abe (Yamagata University)	20

<One point of Heat Transfer -Discussion->

Boiling? Yasushi Takeda (Paul Scherrer Institut, Switzerland)	22
--	----

<Calendar>	23
-------------------------------	----

<Reports on the Activities of Branches>	24
--	----

<Announcements>	28
------------------------------------	----

国語辞典を引くとき

Some Situations Where I Need a Dictionary

水上 紘一 (愛媛大学)

Koichi MIZUKAMI (Ehime University)

シンプルイズベスト

本誌の今年の1月号で小竹先生が岡崎卓郎先生を追悼なさっている。もちろん私は岡崎先生を存じ上げないが、常識では考えられない記憶容量の持ち主だったとのことである。とはいえ、追悼文を書かれた小竹先生も、岡崎先生との会話を克明に覚えておられるのだから、やはり恐るべき記憶力の持ち主なのであろう。

私は修士課程を終えるまではガンマ線の散乱や透過の研究をしていた。研究と言うのはおこがましいかもしれないが、指導してくださった先生のことを考えると、こう書かざるをえない。しかし、記憶している先生のお言葉は、「誰でもノーベル賞級の研究ができるわけではない。」だけである。その言葉を聴いた状況も模糊としている。情けない限りである。

修士課程に在学していた頃、原子核理論をやっていた友人が口癖のように「シンプルイズベストや」と繰り返していた。物理学の分野では自然法則はそもそも単純であるという信仰があったようで、その雰囲気はなんとなく私にも理解できた。反復学習の効果のゆえか、彼の言葉は今だに忘れない。

記憶に残るもう1つの言葉は、「教科書に載る研究がしたい」である。これは桜井彰先生が言っておられたが、達成済みの先生ご自身はもうお忘れかもしれない。今思うと、私はこれらの言葉に呪縛されて歩んできたのかもしれない。

棲み分け説の方が現実では？

私が学生の頃、伝説的秀才という評判があった先生の講義を受けた。その講義は聴いているときはよく分かると思わされるが、後で気付くと本当は何も理解できていなくて呆然とした。別のある先生は教科書を教卓に置いたまま講義中一度も開かなかった。

このような能力者が先生であれば畏敬していればよい。しかし、そんな人が同僚にいれば、一緒に仕事をするのはご免だというのが常人の心理であろう。むずかしいことや複雑なことは博覧強記にして頭脳明晰な人たちに任せ、ノーベル賞は忘却し、常人は常人らしく「シンプル」に徹するのが自己保全の道である。考えてみれば、人間社会はこのような棲み分けでなりたっている。弱肉強食のダーウィン進化論は非現実的と感じる。飛躍するが、ダーウィンが「種の起源」を書いたとき、メンデルの遺伝の法則はまだ発見されていなかったことは興味深い。

学説を遺伝子とみなせば

ドーキンスの「利己的な遺伝子」説が広く紹介されている。この説では、生物は遺伝子の乗り物に過ぎない。遺伝子は自身の保全と増殖を唯一の目的とするがゆえに利己的であり、生き残り戦略によって生物の行為を操る。ドーキンス自身がこの説はネオ・ダーウィニズムに属すると言っているそうである。私は韓非子や荀子の性悪説を想起させられる。

文化は継承の過程が遺伝子と似ている。ドーキンスはこのような文化の単位をミームと呼んだ。学説は文化の1つであり、多くの場合師から弟子へと受け継がれるからミームである。利己的な遺伝子説の立場からは、研究者となる弟子を数多く育てた学者の学説ミームが生き残ることは論を待たない。この結論がまったく荒唐無稽とは思えない。

知っているはずの言葉を辞書で引き直す

随想の執筆は各地区の持ち回りで担当している。今この拙文を書いているのは、4月上旬に熊田編集委員長から、5月号の随想の担当は中国四国地区の長老だからとの連絡を頂いたからである。私はそろそろ60才になるから、年寄りになったという自覚

はある。しかし、私は伝熱学会という棲み分け社会の片隅にひっそりと棲ませてもらっている身にすぎない。しかも、伝熱学会は高齢化しており、また、辞書によれば長老は敬称であるから、私には長老という格付けはふさわしくない。随想と雑感辞書では意味に差はないが、語感の格調は随分違う。今やむをえず書いてはいるが、心には葛藤がある。

高度経済成長期に各地の国立大学に生産機械工学科が設置された。ところが、10年くらい前に各大学に個性的な改革が要求されると、この学科は姿を消してしまった。生産機械工学科があった頃、私は流体力学の初歩（水力学）の講義を担当した。その講義では毎年最初に次の問題を解かせていた。

「板の近くの速度分布が表面からの距離の2次式

$$u = Ay + By^2$$

で表され、板の表面から1.27mmと2.54mm離れた位置における速度の測定値がそれぞれ45m/sと60m/sであった。板の表面における摩擦応力を求めよ。」

15年ほど前、上の式に直ちに数値を代入して問題を解こうとする学生がチラホラ現れ始めた。この問題を毎年解かせていたのは、代数の基本精神をわきまえよと注意を促すためであった。昨年度、今の担当者が外国出張したために、代わって2年生に流体力学を教えた。久しぶりに上の問題を解かせたところ、数値を文字に置き換えた学生は1人もいなかった。このとき、私は分かりきっているはずの代数という言葉の意味を国語辞典で確認した。もちろん、辞書を引くと学生に言うためであった。

事は代数だけに限らない。一事が万事、基本的な約束事を知りあるいは無神経ゆえに守れない例は頻繁に起こる。一例を挙げよう。我々にとって dx は意識せずとも無限小の量であるが、学生は

$$dx = 0.1$$

などと無邪気に書く。ただし、無邪気は純真を意味しない。私は性悪説の立場から学生に対しての。

方々の国立大学で起こったように、吾が大学でも3年前に教養部が解体された。そのあおりで、私は今英語の授業を担当し、技術科学史を分担している。それに至る経緯は省略するが、私は教授歴では学科で3番目の“長老”であるから、逃げてはいられない。歴史が人文分野に属することは述べるまでもなく、また、人文という言葉も当たり前に使っているが、その授業をするとなれば、私は先ず国語辞典を引く。人文学科の学生が人文の意味を答えられないという笑えない経験もある。

原子力発電所はいつまで運転できるか

昨年、英語の授業の際、私は「感じが悪い」と学生に罵られた。些細なことではあるが、心構え上重要なことで追及したからである。私の二言で彼はキレた。彼に共感する学生が2割はいる。

先週小テストを行ったときに、残っている学生が出て行く学生と話をしていた。注意すると、「自分は電卓の貸し借りの話をしていただけで、何も教わっていない。」とむしろ反抗口調の返事である。「問題はそんなことではない。李下に冠を正さずということを知らないのか。」と言うと、「そんなこと知ってるわけじゃないでしょう。」とくる。他にもたじろいだ経験がある。学生と先生は平等だなどと訳の解らないことを口走られたときである。

とにかく数年前から学生が変である。まともな判断力がないし、責任感や使命感に欠ける。上の例から判るように、学級崩壊は小中学校だけでなく、国立大学でもすでに始まっている。そしてふと、こんなことでは原子力発電所はそのうち運転できなくなるなどと思った。今春、原子力学会の際にシンプルズベスト君に会って、この話をした。彼の返事はこうだった。「会社でも同じことを言っている。」

社会は病んでいるとつくづく思う。これは変な大学生を弁護するために言うのではない。大学生がこうも変になっていること自体が社会の病であり、放置すれば日本の将来は危うい。大学にとって最重要事はこの病を治療することであろう。それなのに、大学は改革という旗のもとに、自己点検評価や外部評価、独立行政法人化対策などに忙殺されているのである。現在の日本の社会は効率を至上とし、特別な存在を許さない狭量さをもつ。大学改革はそれによるいわば楽園破壊と見ることができよう。おそらく後悔することになるであろうが。

国立大学を独立行政法人化できるのは、それだけの収入が見込めるからである。税金で養われていると長い間思い込まされてきた向きには意外であろうが、その主な収入源は授業料である。十分ではないにしても我々が稼いでいるとすれば、法人化する必要がどこにあるのだろうか。

授業料収入が多いということは、授業料が高いということである。これは学生を消費者化し、皮肉にも先生と学生の立場の上下を逆転させる。国立大学の今の深刻な状況はその必然的帰結かもしれない。

食品材料を対象とした熱的操作

Thermal Operations for Food Materials

相良 泰行 (東京大学、大学院農学生命科学研究科、農学国際専攻)
Yasuyuki SAGARA (The University of Tokyo)

1. 食品加工と伝熱操作の現状

食品の流通・貯蔵・加工・調理などのプロセスには加熱や冷却を伴う多様な熱的操作が含まれる。代表的操作としては穀物の乾燥・貯蔵、青果物の予冷(pre-cooling)・冷蔵・低温輸送および食品加工における加熱・冷却・乾燥・殺菌・濃縮・冷凍などが挙げられる。これらの操作を行う機械装置・設備の設計や合理的操作法検討するためには、対象とする材料に生ずる熱的現象のメカニズムを解明する必要がある。また、農産物や食品は熱的操作に伴って、物理的・化学的に、さらに生理学的にも変化し易い。このため、これらの材料を対象とする機械装置の設計や操作法は最終製品の品質維持または向上を第一の目的として経験的に決定されてきた。これは従来、食品流通や加工の大部分が家内工業的規模で行われ、優れた品質をめざした操作法も小規模の機械類で試行錯誤的に簡単に探ることができたためである。さらに近年になって、消費者と流通・加工業者の分離が進み、大量生産のために機械設備の大型化とプラント化が進展してきて、これらの操作には小規模生産時代に得られた経験的操作法を再現する方法が採られているためである。

一方、我が国の食品加工業は大部分の原料を輸入に依存しており、その結果最終製品の価格に占める原料コストの割合が極めて高いという宿命がある。例えば、白米の価格に占める原料費の割合は約90%と言われ、籾の乾燥・精米などに要する加工費の割合を極めて低くせざるを得ない現状にある。さらに、化石燃料価格の変動に対処して、生産から消費に至る食品の流通・加工プロセスの省エネルギーを促進して、製品価格を維持する事が死活問題となっている。

このような背景から、食品工業界では、機械の設計・操作法を再検討する必要に迫られており、熱的操作では伝熱現象の解明に基づく合理的改善、

もしくは新技術の導入が強く望まれている。しかし、この「伝熱現象の解明」は工業材料を対象とする場合に比べ、解析法、物性値、研究成果のいづれをとっても業界の要望を満たすほどには整っていない現状にある。この理由として、食品材料は一般に不定形で、多成分を含み、さらに複雑な幾何学的内部構造を有する不均質混合系として存在するために、その物性値を測定・推算する事が困難であることが挙げられる。次に、生物・食品材料は熱操作に伴い物理・化学的に変化し易く、その変化のメカニズムを把握するために、工業分野で提唱されてきた解析法などを適用しても、得られた結果に大きな誤差が含まれる場合が多く、これらの解析法を実用の現場で安心して利用できないなどの事由が挙げられる。

しかし、近年に至り、単一細胞から出発し、生体・食品の組織という「複雑系」を対象にした伝熱現象の解明に迫る研究が機械工学、化学工学、食品工学などの分野の研究者により精力的に進められており、その研究成果も徐々にではあるが、食品製造の現場にも導入されつつある。

本稿では、インスタントコーヒーの製造プロセスを例に採り、その熱処理プロセスの特色と最新の研究課題を概観すると共に、ブロッコリの形態計測、凍結乾燥法における凍結速度-材料構造-移動物性値の関連性など、食品材料に特有な伝熱問題の一端を紹介する。

2. インスタントコーヒー製造プロセス

図1にインスタントコーヒー製造プロセスと各工程に関連する研究開発の主要課題を示す。また、製造工程は熱的操作と機械的操作に分けて示している。

1)原料と配合

原料は主にブラジル、インドネシアおよびコロンビアなどの国々から輸入されている。日本に輸

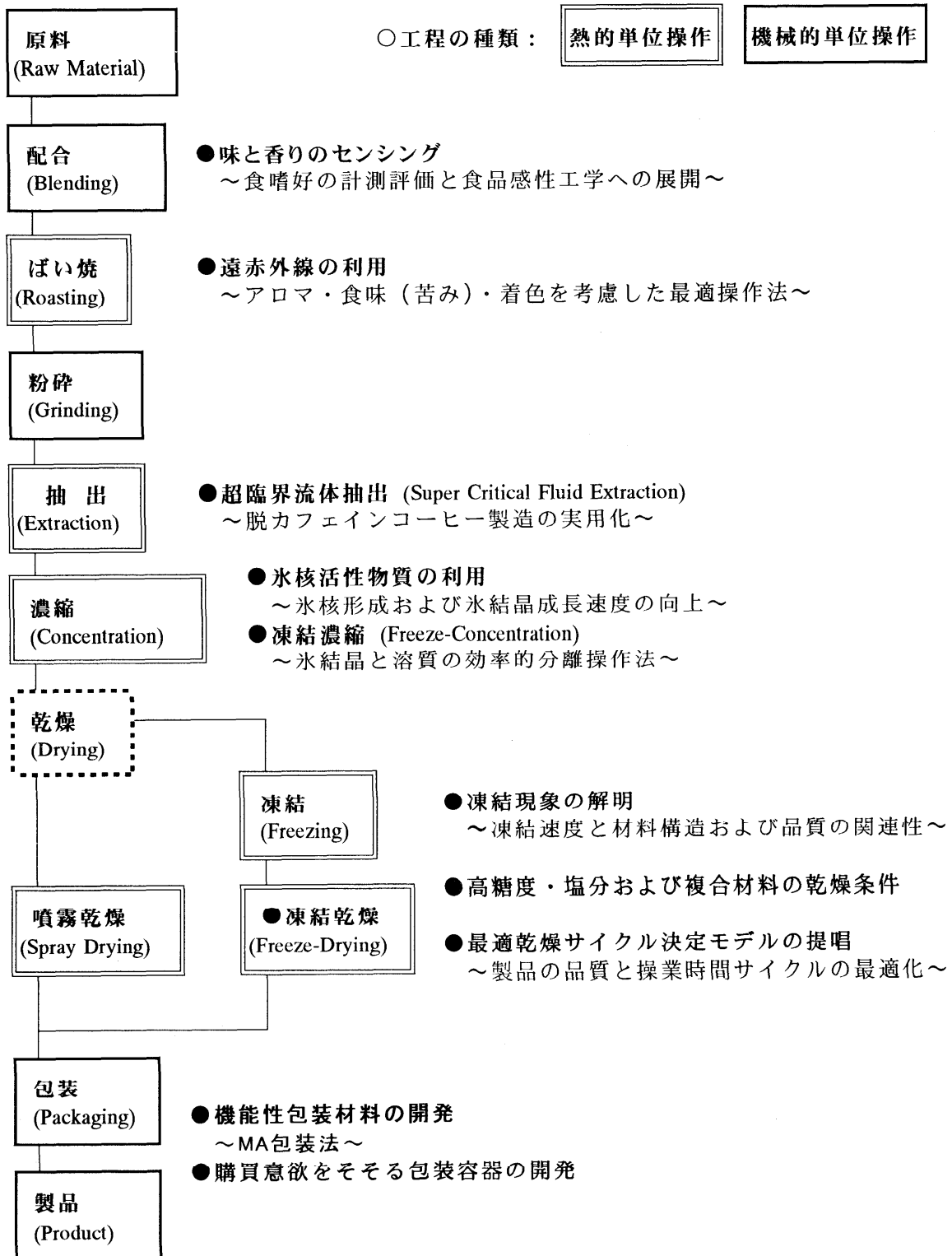


図1 インスタントコーヒーの製造プロセスと研究開発の課題

入される豆は現地にて果肉を除去した後に乾燥・選別した生豆で、その表面色は淡いレモン色を呈している。これらの生豆は製品別に製造会社独自の配合割合で配合される。配合は乾燥製品の特色を創出してその品質を一定に維持し、さらに、その品質を消費者の嗜好と合致させることが販売戦略上の重要課題である。この操作は従来から訓練されたブレンダーの主観によってなされてきた。しかし、このような品質設計やプロダクトマネジメントに関わる操作は客観的かつ数量化された情報に基づいて行うことが要望され、そこでは、製造プロセス各段階の品質評価が可能な多機能食味計の開発が望まれている。

2) ばい焼・抽出

ばい焼はコーヒー豆に褐色の色彩と芳醇なアロマを発生させる加熱操作であり、ばい焼の程度により「浅炒り」「深炒り」などが行われている。この操作には通常加熱テーブル上に堆積した豆を攪拌しながら加熱する方法が採られている。このような加熱操作の伝熱効率を向上させて省エネルギーを達成するためには、熱源に遠赤外線を利用するなどの方法が有効と考えられる。ばい焼を終えた材料は機械的に粉碎される。粉碎後の材料粒子のサイズは次の抽出工程の抽出効率・成分、すなわち歩留まりと味を決定する重要なファクターである。通常、インスタントコーヒーの抽出には、その抽出歩留まりを高めるために、缶入りレギュラーコーヒーの粒子より小さいサイズに粉碎したものが用いられている。

抽出工程では抽出タンク内に堆積した粒子状材料の上面に熱湯と蒸気を吹き込むことにより固形分濃度で約10%の抽出液が得られる。ここでも、熱湯や加熱蒸気の温度が抽出液の品質を制御する主要因となる。この工程に超臨界状態にある炭酸ガスを用いてカフェイン成分のみを選択的に抽出する方法、すなわち、超臨界流体抽出法が導入され、カフェインレスコーヒー製造の核心技術となっており、また、超臨界流体抽出法の数少ない実用化の例でもある。

3) 濃縮

抽出工程で得られるコーヒー溶液をそのまま乾燥させるためには膨大な熱エネルギーを必要とする。そこで、乾燥工程の前に抽出液を濃縮し、エネルギーコストを削減する操作が行われている。ここでは、低コストエネルギーで材料の品質的変性を

極力抑制する低温度の操作が必要とされる。このため、フレッシュジュースなどの濃縮には減圧濃縮法が採られてきた。この方法は蒸発タンク内の溶液上部空間を減圧することにより水の沸点を降下させ、溶液を低温度に保ちながら水分蒸発を促進させて残留溶液濃度を高める方法である。しかし、この方法により残留溶液の熱的変性を完全に抑制する温度低減効果を得ることは困難であり、また、減圧と蒸発水分の補足に要するエネルギーコストも比較的高いことが問題視されてきた。特に、アロマの保持が最優先されるべきコーヒー溶液の濃縮では、水分蒸発に伴うアロマ成分の消失が50%以上にもなることが指摘され、この方法に代わる新技術の開発が切実な課題となっていた。

これらの問題点を改善する方法として「凍結濃縮法」が実用化され、コーヒー製造工程に導入されている。この方法はコーヒー抽出液を3~7℃の低温度に保ち、攪拌しながら溶液中に氷の結晶を析出させ、この氷結晶を分離することにより溶液の濃縮を達成する方法である。この方法により溶液は40%前後まで濃縮され、この溶液が1次の工程で乾燥・粉末化される。

4) 乾燥

コーヒー濃縮液の乾燥には噴霧乾燥法 (spray drying) と凍結乾燥法 (freeze-drying) が用いられている。噴霧乾燥法はスキムミルクの粉末化など、多方面で利用されている方法であり、この方法により得られるコーヒー粉末は球状微粒子となる。第二次大戦後に、国内で最初に販売されたインスタントコーヒーは噴霧乾燥法により製造された。しかし、この方法ではアロマの散逸と味の熱変成を防止する事が困難であり、このような問題点を克服する理想的乾燥法として凍結乾燥法が導入された。凍結乾燥プロセスは凍結工程と乾燥工程に分けられ、凍結工程では濃縮した厚さ約15mmのコーヒー溶液を-40℃のトンネルフリーザーで凍結し、これを機械的に破碎・分級して凍結粒子のサイズを揃えている。乾燥工程では、凍結粒子を平板トレー上に厚さ約15mmの堆積層とし、これを凍結乾燥装置内に搬入して乾燥する。従って、この方法により得られる顆粒状粒子の形状は凍結粉碎後に形成されたものである。

現在、凍結乾燥法は各種飲料の溶液系材料、主に即席麺の具として利用される細断された食肉や青果物、さらに、卵や海草を含む各種の即席スー

ブ類の製造に利用されている。しかし、高濃度の糖分や塩分を含む材料や大型の細胞質材料の乾燥には採用されていない。これの原因はこれらの材料を対象とした乾燥条件が不明で、技術的に克服すべき多くの課題が残され、実用的な乾燥サイクルの設計が困難となっているためである。このような問題点を解決するためには、材料の構造変化に着目しながら乾燥プロセスにおける熱および物質移動のメカニズムを明らかにするための基礎的研究と、これらの研究に基づく実用装置の設計と最適操作に関する応用的研究・開発が必要とされる。本稿の後半部分ではこれらに関する筆者らの研究成果の一端を紹介する。

5) 包装

凍結乾燥製品は一般に多孔質となり、水分を吸収し易い性質を持っている。この性質は水を短時間に吸収して元の状態に還元する、インスタント食品が基本的に具備すべき重要な特性である。しかし、他方では貯蔵中に吸湿・酸化して腐敗や変性を引き起こし易く、衝撃に対しても弱い性質を持っていることになる。このために、乾燥製品の包装にはアルミフィルムやガラス容器が多用され、さらに機械的衝撃に強い外装材が必要となる。また、酸化防止のために包装袋内部に窒素ガスを封入するなど、いわゆる MA (Modified Atmosphere) 包装法などが採用される。また、消費者の購買意欲をそそる各種包装法の開発も重要な検討課題となっている。

これまで述べてきたように、我々の身近で便利に利用している食品の製造工程には多様な熱的操作が含まれており、これらの操作の合理化のために伝熱現象の定量的把握や先端技術を導入を実現するための努力がなされている。

3. ブロッコリの形態計測

1) 計測の必要性

筆者らは「マイクロスライサ画像処理システム」を開発し、ブロッコリの表面積と体積を計測した。測定対象にブロッコリを選んだ主な理由はブロッコリの鮮度保持のための冷却機構の解明に必要であることなどである。すなわち、空気や水を冷却媒体とする場合の伝熱表面積や減圧下で水分を蒸発させて、その潜熱を材料から奪うことにより冷却する真空冷却のメカニズム解明には、水分の有

効蒸発表面積などの値が必要である。

2) マイクロスライサ画像処理システム

(1) システムの構成 マイクロスライサ画像処理システムの構成を図2に示す。本システムはマイクロスライサ部を含む①断面像作成装置、露出した二次元断面像を CCD カラーカメラで取り込む②断面画像取込装置、取り込んだ原画像をレーザディスクに収録する③画像記録装置、記録した原画像の情報に基づきボリューム・レンダリング法により三次元画像を再構築したり、実際には切断していない任意の試料断面画像を再構成して表示するなど、画像情報処理を行うワークステーションとしての機能を有する④三次元画像構築装置、マイクロコンピュータにより上記装置①のスライスと③の記録タイミングを同期させるための信号を発生する⑤信号発生器および②で撮像中の画像や③に収録された原画像、さらに④で得られた再構築画像を観察者に表示するための⑥モニターで構成される。

(2) スライサ部の機能 本システムの特徴は図3に示すマイクロスライサ部における切削・撮像方式にある。断面像は試料の大きさにより CCD カメラとこれに接続したレンズを組み合わせ撮像する。試料はステップモータで駆動する一軸ステージで間欠的に押し上げ、その上端をマイクローム用ナイフで連続的に切削する。切削用ナイフは回転数90rpm で回転するスピンドル上端部に装着したナイフホルダの先端部分に取り付けられ、また、スピンドルは DC モータとタイミングベルトにより駆動する機構となっている。この機構による試料の最小切削厚さは0.1 μ m である。

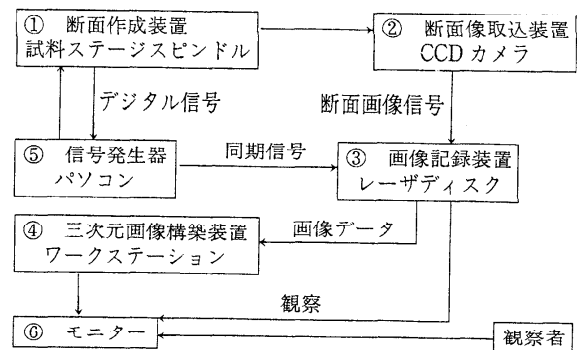


図2 マイクロスライサ画像処理システム

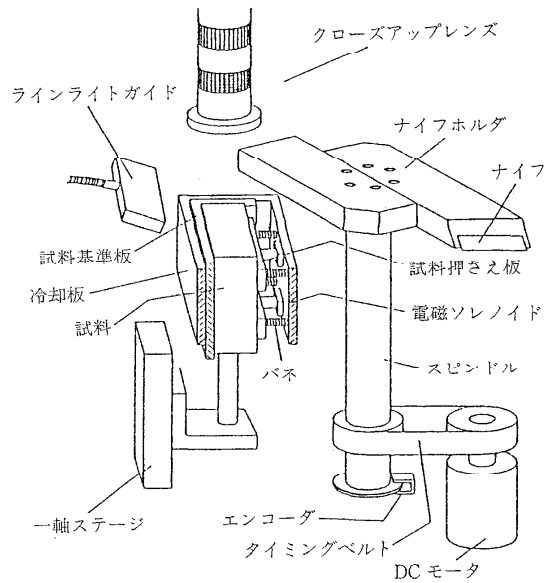


図3 スライサ部の構成

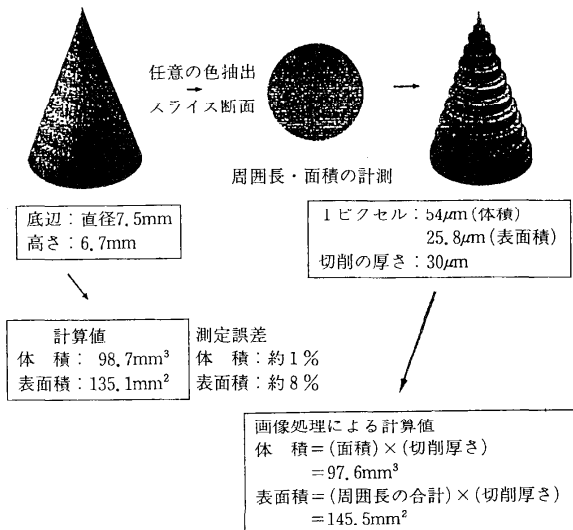


図4 表面積と体積の計測法

(3)画像処理法 レーザビデオディスクレコーダに記録したアナログ画像データはビデオ入力ボードを介してワークステーションに送られてデジタルデータに変換される。その後、光磁気ディスクに記録され、これが画像処理に供される。画像処理により円錐試料の表面積と体積を求める手順を図4に概念図として示した。この図に示すように、両者は切削厚さにそれぞれ断面画像の周囲長と面積を乗じることにより求められる。

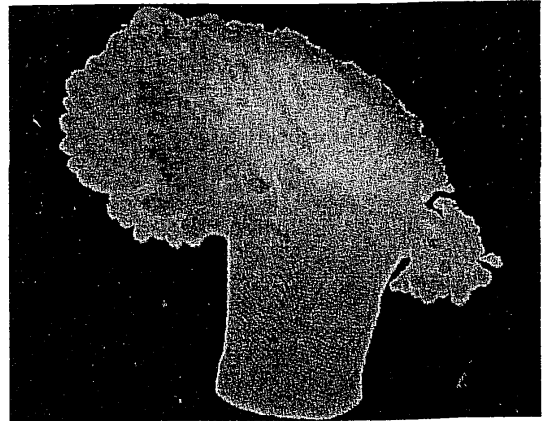


写真1 任意の断面で切断した3次元像

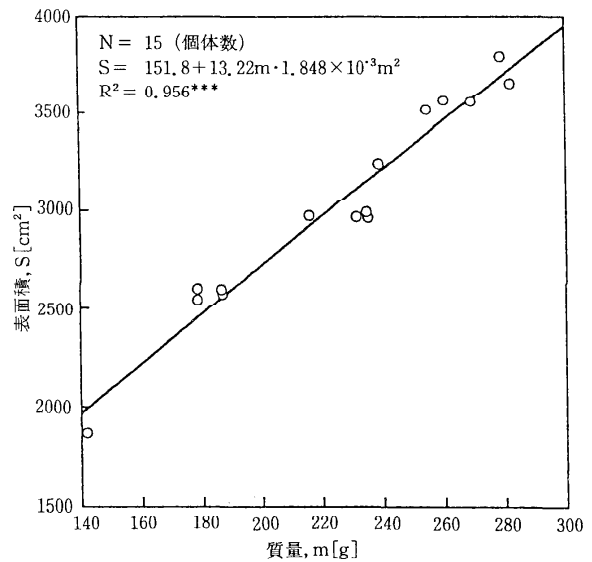


図5 固体質量と表面積の関係

3)計測結果

ワークステーション上でポリウムレンダリング法によりブロッコリーの3次元画像再構築し、これを任意の切断面で切断した画像の例を写真1に示す。また、ブロッコリーの質量に対する表面積のデータをプロットして図5に示した。このように、市販されているブロッコリーの質量範囲において、その表面積、比表面積及び体積を求めることが可能となった。

4)真空冷却効果の検討

このようにして得られたブロッコリーの表面積お

よび汎用型の画像処理装置を用いて計測したレタスとニンジン表面積に基づき、真空冷却効果を比較した。その結果、従来「真空冷却速度は青果物の比表面積に依存する」といわれてきた定説を覆し、「青果物の中には比表面積よりも水分蒸発抵抗に依存する度合いが大きいものが存在する」ことを立証することとなった。

4. 凍結乾燥における移動物性値の計測

1) 移動物性値推算モデル

食品材料を対象とした凍結乾燥装置の最適な運転操作法を確立し、乾燥時間を短縮して生産コストを下げるためには、乾燥プロセスにおける乾燥速度を定量的に把握する必要がある。乾燥速度は乾燥層の熱および物質移動速度に律速されるので、両移動速度を正確に計算し乾燥速度を予測するためには乾燥層の移動物性値、特に熱伝導率と水蒸気の透過係数が不可欠な物性値となる。筆者は乾燥中の計測データからこれらの移動物性値を推算するためのモデルを提唱している。

図6に凍結乾燥プロセスにおける材料乾燥層の移動物性値推算モデルを示す。このモデルでは材料を半無限平板と仮定し、その底面は断熱され、一次元的な熱および物質移動が生じているものとする。また材料の両面から輻射加熱する場合には、断熱底面を試料の中心と見なすことによりモデルの適用が可能である。さらに、このモデルには次に示すような仮定を設けている。(1)昇華面は材料表面から均一に後退する。(2)乾燥は準定常状態で

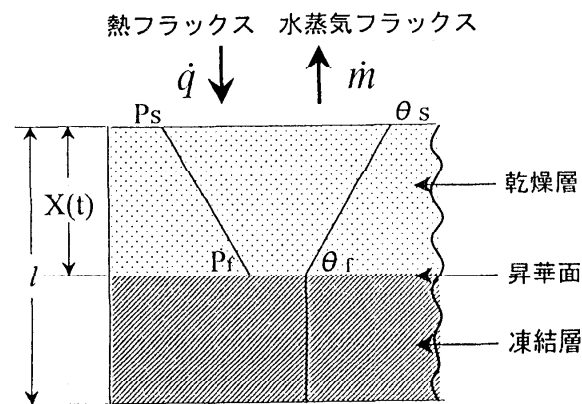


図6 熱伝導率と透過係数の推算モデル

進行し、材料内各部の温度・圧力および昇華面の位置の経時変化は小さい。(3)乾燥層の温度・圧力分布は直線で近似でき、凍結層の温度は均一でこれを昇華面の温度とみなすことができる。(4)乾燥層を通じて供給された熱は全て昇華潜熱として消費される。以上の仮定をもとに試料についての熱および物質移動速度式を導入すると、熱伝導率と透過係数の計算式が得られる。

2) 移動物性値の測定例

このようにして得られたコーヒー溶液の熱伝導率を乾燥層の空隙率に対してプロットしたデータを図7に示す。ここで空隙率は商業用インスタントコーヒーの比容積の値を用いて推算した値である。図に示すように熱伝導率と空隙率との間の回帰式は高い相関を示し、溶液系での熱伝導率は溶質濃度により決まる材料乾燥層の空隙率に依存することが明らかとなった。同様にして透過係数と空隙率との関係を図8に示す。図中の温度および圧力は乾燥層の平均温度および平均圧力を示す。透過係数は溶質濃度、すなわち乾燥層の空隙率にまず依存し、次に乾燥層の温度と圧力に依存することが分かった。また、図中の K_{max} および K_{min} はそれ

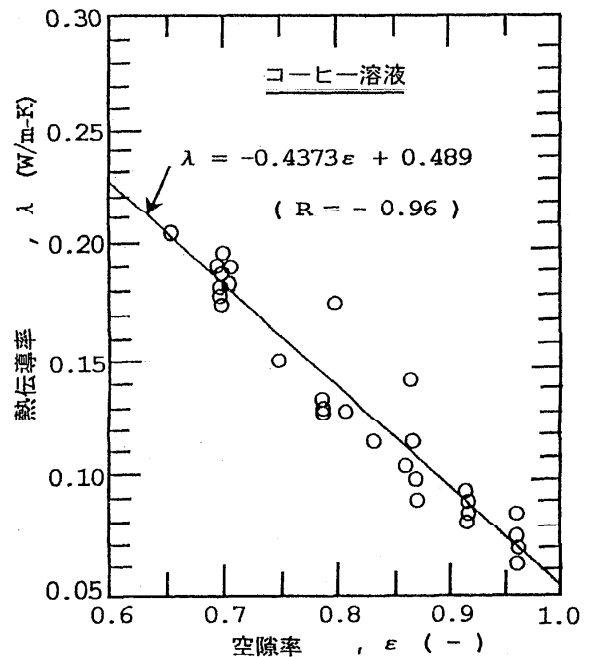


図7 乾燥コーヒーの空隙率と熱伝導率

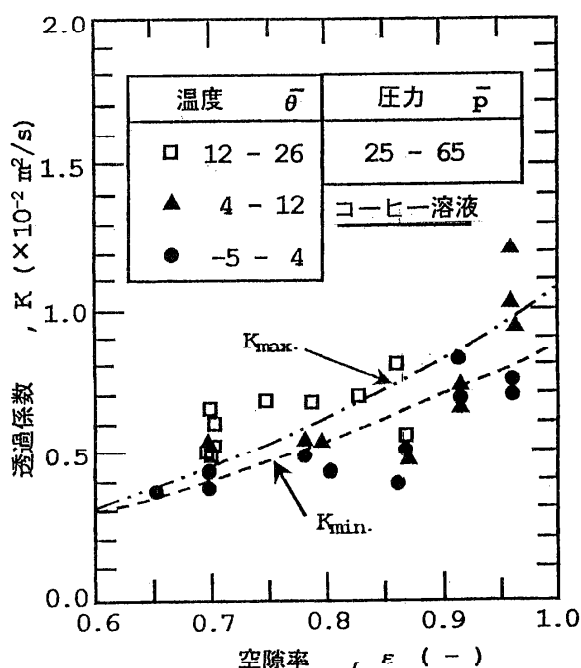


図8 乾燥コーヒーの空隙率と透過係数

それ25Pa、65Paの圧力条件下で空隙率を変数として得られた分子衝突理論に基づく理論曲線を示す。

図に示すようにコーヒー溶液の透過係数値と理論曲線との間に良好な一致がみられている。また溶液系材料では同じ濃度・空隙率でも凍結速度が速いほど乾燥層に形成される細孔のサイズが小さくなると共に、その数が増加することが知られている。またこれらの構造変化は主に乾燥層の透過係数に影響を及ぼすことが明らかとなったために、乾燥材料を均一な半径を持つ毛細管束とみなした乾燥層モデルの幾何学的構造パラメータから透過係数を予測するための数理モデルを提唱している。これらのデータは乾燥層を通じて供給される熱移動速度と水蒸気の移動速度を定量的に把握し、最終的には乾燥速度を予測し、また、試料表面の加熱温度プログラムを決定するのに不可欠な物性値となっている。

5. おわりに

本稿で述べた真空冷却法や凍結乾燥法は既に実用化されている技術であるが、生産の現場ではこ

れらの操作は必ずしも定量的かつ合理的なものではなく、未だに勘と経験に頼っている場合が多い。特に、凍結乾燥操作は小型のパイロットプラントによる試行錯誤的実験の結果に基づき検討された操作法が実用規模の装置にスケールアップされている。このために、異なる対象材料を同一プラントで乾燥する場合には、再度、同様の手順を踏まねなければならず、これに要する労力と費用が膨大となっている。この方法に代わる方法として、筆者らは電算機による凍結乾燥プロセスのシミュレーションの構築を提案し、このモデルに不可欠な物性値として、乾燥層の熱伝導率と透過係数の自動計測システムを提案している。さらに、これらの物性値を乾燥層の幾何学的構造を表現した数理モデルから推算する方法を提唱している。このように、既に実用化されている技術も本章で述べたような基礎的研究により人幅な合理化が達成される場合が多く、食品生産現場の技術者、装置メーカーおよび大学などに所属する研究者相互の協力関係の確立が望まれている。

参考文献

- 1) 都 甲洙・相良泰行他(1997). マイクロスライサ画像処理システムによるブロッコリーの表面積および体積の計測、農業施設 28(1):21-291
- 2) H. A. C. Thijssen(1975). Freeze Concentration of Liquid Foods, Freeze Drying and Advanced Technology (Ed; S. A. Goldblith et al.) p.482, Academic Press
- 3) J. Ichiba, Y. Sagara (1994). Measurement of Transport Properties for the Dried Layer of Coffee Solution Undergoing Freeze Drying, Drying Technology (12)5: pp. 1081-1103
- 4) Y. Sagara (1985). Automatic Measurement of Transport Properties During Freeze Drying of Food, Fundamentals and Applications of Freeze-Drying to Biological Materials, Drugs and Foodstuffs p.165, Int. Institute of Refrigeration
- 5) 相良泰行 (1983). 食品材料の凍結乾燥特性計測システム, 最新バイオセンシングシステム, pp. 351-364 R&D プランニング社
- 6) 荒木徹也・相良泰行他(1997). 細胞質材料の凍結乾燥特性と移動物性値の計測、低温生物工学会誌 43(2):112-117

オープン加熱調理における熱的諸問題

Thermal Aspects in the Oven Cooking

佐藤 秀美 (お茶の水女子大学生活科学部調理学研究室)
Hidemi SATO (Ochanomizu University)

1. はじめに

食品の調理過程においては、多くの場合、食材の加熱が行われる。これは、食材を加熱することにより、人間が食材の栄養素を容易に吸収できるようにすること、食材の殺菌が容易にできること、味付け等と組み合わせることにより食材をおいしい「食べ物」に加工できることによっている。このように加熱調理は我々の食生活に欠かせない調理法であるが、食品の加熱過程に関する学術的研究はこれまであまりなく、経験の積み重ねによる言い伝えにより加熱調理の技法が伝えられてきている。筆者らは、この加熱調理の分野で、オープンによる調理を主体に幾つか研究を行ってきたので、それらを中心にその熱的諸問題について述べてみたい。

2. オープンにおける食品の加熱

オープンにおける加熱調理の様子を図1に模式的に示す。オープンで加熱調理の方式の違いにより分類すると、放射加熱式、強制対流加熱式、それらを複合した方式とに分けられる。放射加熱式は、庫内のヒータで食品を放射加熱するもので、庫内の空気の強制対流を行わないものである。この場合、庫内での自然対流は存在する。食パンを焼くトースタや魚焼きグリルは放射加熱式のものが大半である。強制対流式は、庫外で作られた高温空気または高温蒸気を庫

内に導き庫内の雰囲気攪拌しながら食品を加熱するものである。主に業務用の調理機器にみられる方式である。この場合、庫内の壁面温度は食品より高温な雰囲気温度付近に保たれるので、壁面から食品への放射伝熱が存在する。放射加熱と強制対流加熱を積極的に複合した方式のオープンも使われている。放射加熱式オープンの中に強制対流用ファンを備えたものがこれに当たる。

食品の側から加熱時の変化をみてみると、加熱により食品の内部に熱が浸透し昇温していくにつれ、食品からの水分の蒸発、食品内部での水分の移動、食品成分の変性、食品表面でのクラストの形成及び表面の褐変などが起こる。食品は、加熱調理時間からみると熱的に厚く、また、そこで起こる物理的・化学的現象の特性時間は加熱調理時間に比べると短いので、これらの諸現象は、準定常熱問題として取り扱うことができる。

加熱調理は、以上述べた加熱側及び食品側の諸現象が複合した極めて複雑な熱的問題をもつ。これまで、この分野の研究が少ないのも、現象の複雑さによるところがあるものと思われる。筆者らは、加熱調理現象を一般化するため、放射加熱及び強制対流加熱に対し、伝熱的に単純な系を用いてその特性を

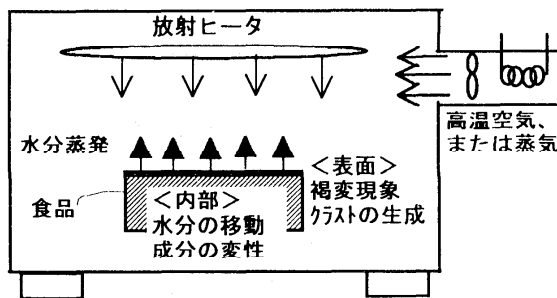


図1 オープンによる調理

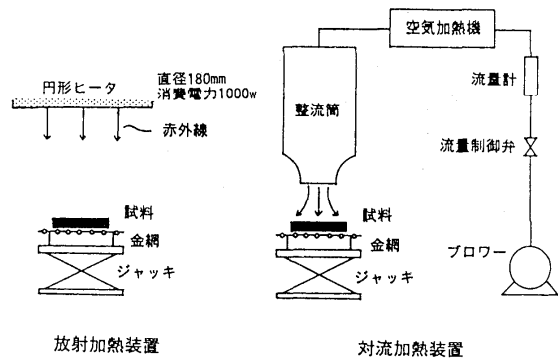


図2 実験装置

実験的に調べた。以下に、これらの研究を基に、放射加熱調理及び強制対流加熱調理の熱的な一般特性について述べる。

3. 放射加熱及び強制対流加熱の加熱特性

オーブン庫内における食品の加熱過程は、前述のように、庫内壁の放射の影響や庫内の3次元流れのため極めて複雑である。そこで筆者らは、図2に示す装置を用いて、放射加熱及び強制対流加熱時の食品の加熱過程を調べた。放射加熱の実験では、各種の電気ヒータを用い、開放系で実験を行った。開放系で実験を行っているので、食パンはヒータからの放射熱のみによって加熱される。ヒータと被加熱物である食品との距離は任意に変えることができる。このようにすることにより、ヒータの放射波長特性を変えることなく食品が受ける放射伝熱量を変化させることができる。

一方、強制対流加熱の実験では、高温の空気を食パンに垂直に当て、高温空気のよどみ点流れ場で食パンを加熱した。実験は放射加熱実験と同様に開放系で行った。高温空気のよどみ点流れ場を用いることにより、食パンを一次元的に均一に加熱することができるばかりでなく、空気温度と空気力学的パラメタが食パンの加熱過程に及ぼす影響を容易に把握できる。

これから述べる実験結果は、試料として、オーブントースタで焼かれる場合が多い食パンを使用したものである。食パンの厚さは14mmである。また加熱条件として、放射加熱及び強制対流加熱実験ともに、食パンが2～3分で焼ける通常のオーブントースタとほぼ同じ条件を選定した。

放射加熱及び強制対流加熱時の食品の表面温度の

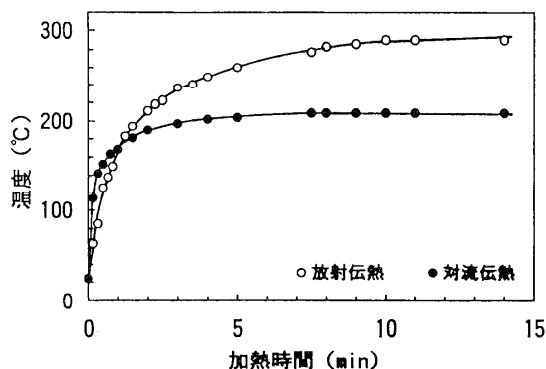


図3 食パン表面の温度変化

経時変化を図3に示す⁽¹⁾。放射加熱実験に用いた直径180mmの円盤ヒータの表面温度は約600°Cである。強制対流加熱実験の空気温度は250°Cで、ノズル出口での空気流速は10m/sである。強制対流加熱の場合、食パンの表面温度は加熱初期に急速に上昇するが、加熱開始後30秒を過ぎたあたりから温度上昇速度が低下しはじめ、3分経過後にはほとんど上昇しなくなる。一方、放射加熱の場合には、対流加熱の場合ほど加熱初期に急激に温度が上昇しないものの、3分経過後も温度は上昇し続ける。

図4は、食パンの受ける受熱速度の経時変化である⁽¹⁾。受熱速度の計算に用いた放射率及び高温空気からの熱伝達率は、これらの系を用いて実験的に求めた値を用いた。強制対流加熱の場合、高温空気から食パンへの熱伝達量は、空気温度及びよどみ速度勾配が一定の場合、高温空気と食パン表面との温度差に比例する。従って、加熱により食パン表面の温度が上昇するにつれ、高温空気から食パンへの熱伝達量は減少する。図3に示すように、食パン表面の温度は急速に上昇するため、食パンの受熱速度は急激に減少し、加熱3分後からはそれほど変化しなくなる。一方、放射加熱の場合、高温のヒータから食品への放射伝熱量は、ヒータ及び食パンの表面温度の4乗の差に比例する。従って、ヒータと食パンとの温度差を考えると、放射加熱による食パンの受熱速度はヒータの表面温度支配であり、加熱時間によらずほぼ一定となる。

4. 放射加熱過程

加熱源であるヒータの放射波長特性の影響について調べた⁽²⁾⁻⁽⁶⁾。図5は、実験を行った5種類のヒ

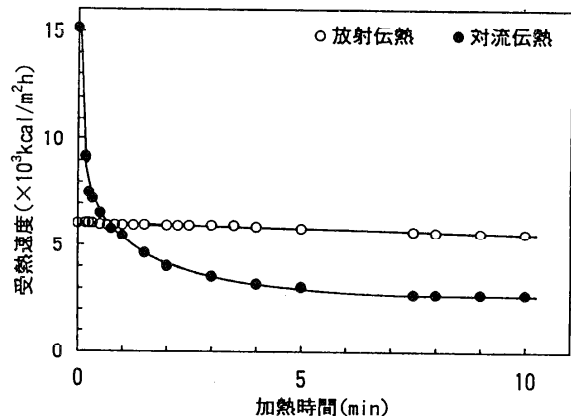


図4 受熱速度の経時変化

ータの放射波長特性である。ヒータCは、いわゆる遠赤外線ヒータで、これで食品を加熱すると熱が内部まで伝わり、早くおいしくできると言われているものである。ヒータにより放射伝熱量が異なる⁽⁶⁾ので、ヒータと食パンの距離を変化させ、ヒータからの放射伝熱量が等しくなるようにして実験を行った。図6は、食パン表面の温度の経時変化である。全く異なる放射波長特性を持つヒータAとCを比べると、放射波長特性が影響していることがわかる。遠赤外線ヒータの方が加熱時間全般にわたり表面温度が高い⁽³⁾。食パン内部の温度変化を示したのが図7である。食パン内部の温度分布もヒータの放射波長特性により異なることがわかる。長波長領域の赤外線は、短波長領域の赤外線に比べて水分に吸収されやすい⁽⁵⁾。従って、この実験結果のように、ヒータCの放射する長波長領域の赤外線、すなわち遠赤外線は、食パン内部に浸透するのではなく、食パンの表面層で吸収され、その結果食パンの表面温度が上昇する。一方、短波長領域の赤外線を放射するヒータAで加熱した場合、この波長の赤外線は水分に吸収されにくいいため、食パン内部まで浸透する。表面の温度は長波長領域の赤外線の場合ほど上昇しない。これらの実験結果は、遠赤外線は、一般に言われているように、食品内部まで浸透するのではなく、表面で吸収されることを示している。

次に、食パンからの水分蒸発について調べてみる。食パンを加熱すると、水分が食パン表面から蒸発していき、食パン表面には硬化層であるクラストが形成される。クラスト部分の水分含量は、約17%以下

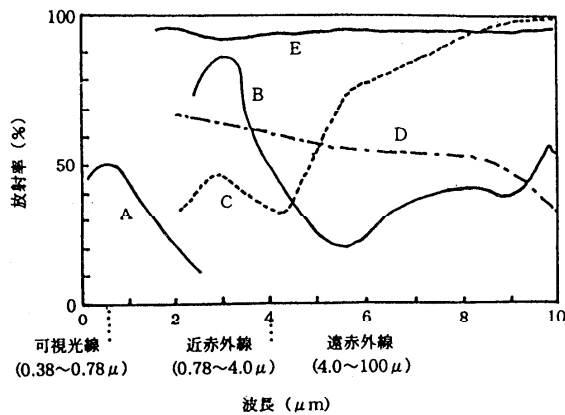


図5 ヒータの放射波長特性

A: ハロゲンヒータ, B: 石英管ヒータ, C: 遠赤外線ヒータ
D: シーズヒータ, E: 遠赤外線ヒータ

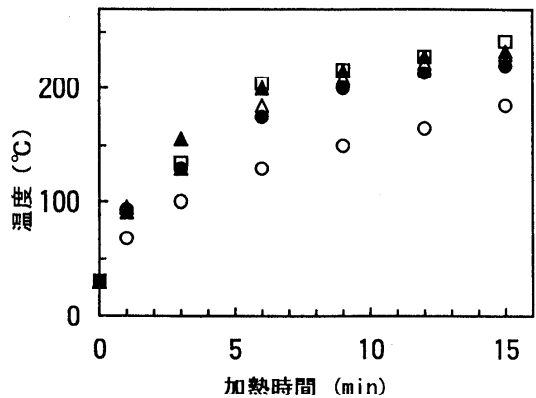


図6 食パン表面温度の経時変化

熱源: ○ヒータA (可視光領域)
● B (近赤外線領域)
▲ C (遠赤外線領域)
△ D (近赤外線領域~遠赤外線領域: 低効率)
□ E (近赤外線領域~遠赤外線領域: 高効率)

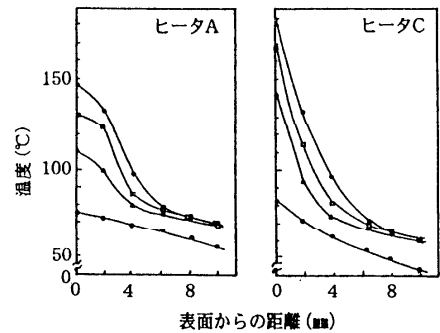


図7 食パン内部の温度変化

加熱時間: ○2分間, △6分間, □10分間, ●15分間
試料: 食パン (厚さ 14mm)
熱源: ヒータA 可視光領域, ヒータC 遠赤外線領域

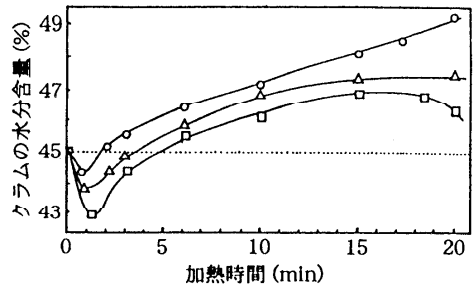


図8 クラム全体の水分含量の経時変化

点線: 加熱前後のクラム水分含量が同じ
熱源: □ヒータA (可視光領域), ○C (遠赤外線)
△D (近赤外線~遠赤外線)

である。図8は、食パンのクラムの厚さ方向の平均水分含量の経時変化である。クラムとは食パンの柔らかい部分を指す。食パンがヒータにより加熱されると、最初、表面から水分の蒸発が始まり、クラムの水分含量は減少するが、ある時間で最小値をとり、その後時間とともに増加し、初期の水分含量より大きい値をとる。クラムの水分含量が最小値を取る時間は、食パン表面にクラストが形成される時間とほぼ一致している⁽⁴⁾。クラストが形成されるとクラムの水分含量が増加し始める。これを模式的に示したのが、図9である⁽⁵⁾。加熱が開始されると、食パン表面の温度が上昇し、それに伴い、表面から水分が蒸発する。表面からの水分含量が蒸発により低下するに従い、内部の水分は表面に向かって移動するため、クラム全体の水分含量は徐々に低下する。図9の(b)は、クラストができる直前の食パン内部の水分分布である。クラストが形成されるまで、蒸発面は表面付近に存在し、そこから蒸気は大気中に逃げていく。加熱時間の経過とともに熱が内部まで浸透すると、クラストが成長し厚くなり、クラストとクラムの境界面付近に存在する蒸発面が食パン内部に移動する。このような状態になると、蒸発した水分が食パン内部に多く移動するようになり、その移動した水分は低温の食パン内部で凝縮し、食パン内部の水分含量を増加させることになる。その状態が、図9の(c)である。

図10は、食パン内部の水分含量に及ぼすヒータの放射波長特性の影響を示したものである⁽⁵⁾。食パン内部の水分分布は、食パンをクラスト、上部クラ

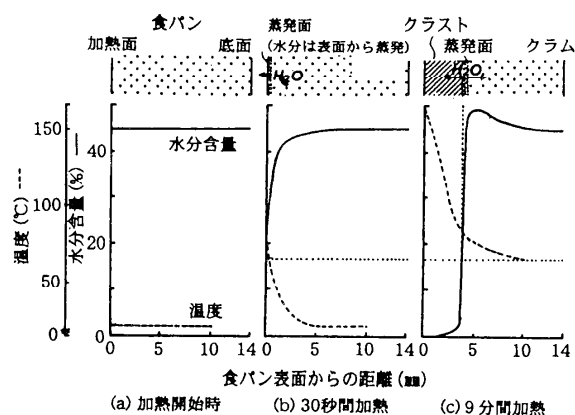


図9 食パン内部の温度分布及び水分移動状態

— 温度 — 水分含量
クラストとして認められるようになる時の水分含量 約17%

ム、下部クラムの3層に分けそれぞれ測定し求めたものである。ヒータの放射波長特性の違いにより、加熱開始後9分の食パン内部の水分分布が異なっていることがわかる。遠赤外線放射するヒータCで加熱した場合の方が、クラストは厚く、クラムの水分含量は高くなっている。これは、先に示した図7からわかるように、長波長領域の赤外線加熱した場合、赤外線が表面で吸収されるため、表面の温度が上がり、内部の温度がそれほど上がらないためである。

食パン表面の着色、すなわち焼き色も加熱調理で

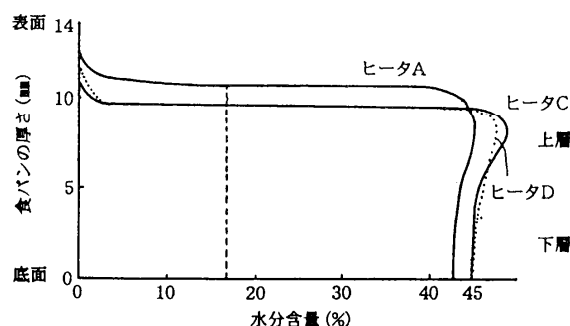


図10 食パン内部の水分分布
 - ヒータの放射波長特性の影響 -

点線：クラストとクラムの境界面
 破線：クラストに変わる水分含量 (17%)
 加熱前の水分含量 45.0%, 食パンの厚さ 14mm
 加熱時間 9分間

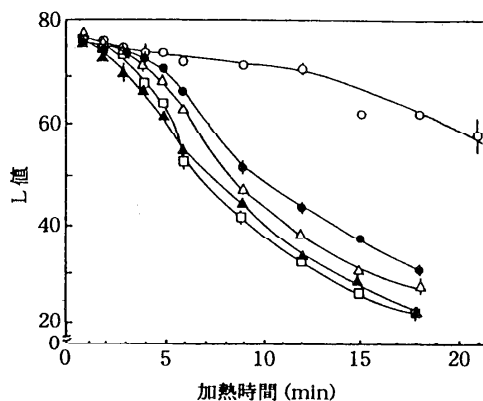


図11 着色度の経時変化

熱源：○ヒータA (可視光領域)
 ●B (近赤外線領域)
 ▲C (遠赤外線領域)
 △D (近赤外線領域～遠赤外線領域：低効率)
 □E (近赤外線領域～遠赤外線領域：高効率)

は重要なポイントである。例えばトーストの場合、キツネ色の焼き色が求められる⁽⁷⁾。図11は、放射加熱の場合の食パン表面の着色度の経時変化である⁽³⁾。縦軸のL値は着色度の指標で、この値が小さいほど黒っぽいこと、すなわち焼き色が濃いことを示している。トーストでは、L値が約60の時がほぼキツネ色であり、L値が約20の時が黒こげの状態である。ヒータの放射波長特性の違いにより食パンの着色度の変化はかなり異なっている。短波長領域の赤外線放射するヒータAの場合にはあまり着色しませんが、長波長領域の赤外線放射するヒータCの場合には着色が時間とともに進行する。食パン表面の着色は、基本的にアミノ・カルボニル反応の結果起こる現象であると思われる。そこで、食パン表面温度と着色度の関係を調べたのが、図12である。食パン表面の着色度を表すL値は、食パン表面温度に依存しており、ヒータの放射波長特性によらないことがわかる。食パン表面温度の経時変化に及ぼす放射波長特性の影響を示す図6と、図11及び図12とを比べると次のようなことがわかる。食パン表面の褐変反応に大きな影響を及ぼすパラメータは表面温度であり、ヒータの放射波長特性は食パン表面温度の変化を通して食パンの着色度の経時変化に影響を及ぼしている。

5. 強制対流加熱過程

強制対流加熱の加熱特性は、先に3項のところで述べたように、放射加熱の場合と本質的に異なっ

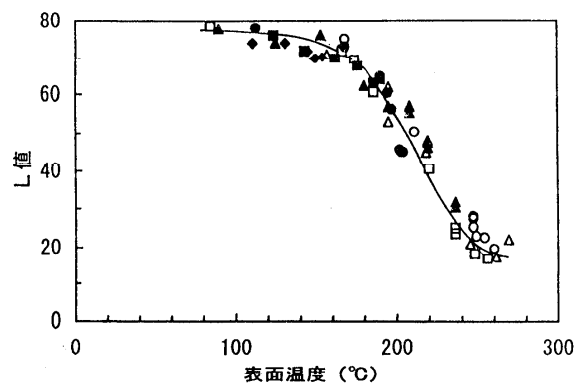


図12 焼き色と表面温度の関係

熱源：○ヒータA（可視光領域）
 ●B（近赤外線領域）
 ▲C（遠赤外線領域）
 △D（近赤外線領域～遠赤外線領域：低効率）
 □E（近赤外線領域～遠赤外線領域：高効率）

ている。それは、高温空気から食品への熱伝達量が高温空気と食品との温度差に比例していること、その温度差が加熱時間の経過とともに急速に小さくなることである。図13に、図3の実験と同様な実験を、空気温度及びノズルからの高温空気吹き出し速度を種々変化させた場合の結果を示す⁽⁸⁾。縦軸は、食パンの表面温度で、横軸はノズルから吹き出される高温空気の時間当たりのエネルギーに加熱開始からの時間をかけたものである。ノズルから吹き出される高温空気の時間当たりのエネルギーは、空気温度、ノズルからの高温空気吹き出し速度、及び比熱・密度から計算される。この横軸の値は、調理機器への投入エネルギー量になり、調理機器を設計する上で重要な値である。図13の結果から、食パンの表面温度に大きな影響を及ぼすのは空気温度であり、これをいかに設定するかが強制対流加熱の調理機器を設計する上で重要であることがわかる。

強制対流加熱時の食パン表面の着色について、空気温度及びノズルからの吹き出し速度を種々変化させた結果を先に述べた放射加熱の場合と同様にL値と表面温度の関係で整理したところ、強制対流加熱の場合も図12と全く同一の結果となった。このことは、食パン表面の着色は、加熱方式や加熱時の種々のパラメータによらず、着色度は表面温度のみに依存していることを示している。加熱方式や加熱条件等は食品の表面温度を変化させ、その結果として着色度が変わることがわかる。

強制対流加熱時の食品からの水分の蒸発について、放射加熱時と比較して考えてみる。図14は、図3の場合と同じ条件で実験した時の食パンからの水分蒸発速度である⁽⁹⁾。図の縦軸は水分蒸発速度で、食パンに含まれている水分が時間当たり蒸発により減

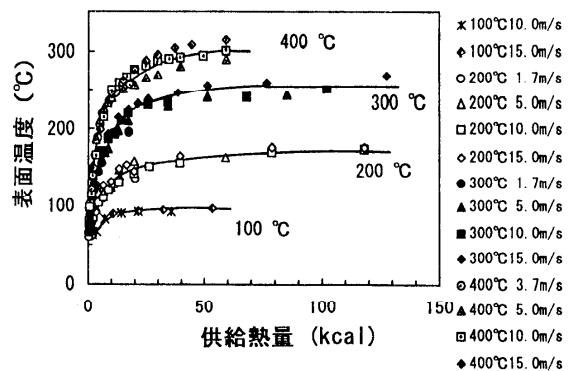


図13 供給熱量と表面温度の関係

少する量を初期の水分量で除したものである。強制対流加熱の場合、水分蒸発速度は加熱初期に極めて大きく、加熱時間の経過とともに急激に減少し、その後徐々に低下していくことがわかる。この加熱初期の期間は、食パン表面にクラストができるまでの期間であり、食パン表面からの蒸発が支配的な期間である。強制対流下で加熱されているため、食パン表面の水蒸気の拡散層は放射加熱時に比べて薄く、これが蒸発を促進している。加熱30秒後付近から食パン表面にクラストが形成されるようになる。このようになると、放射加熱で述べたように、蒸発面が食パン内部に移動し、食パン内での水分の移動が蒸発速度の律速過程となる。そのため、蒸発速度は低下し、その値は、放射伝熱の場合とあまり変わらない。図3に示すように、食パン表面温度は放射加熱の場合の方が高いが、水分蒸発速度は強制対流加熱の場合の方が常に大きい。これは、食パン内部での水分の移動が律速過程となっても、食パン表面の水蒸気の拡散層の厚さが全体の蒸発量に影響を及ぼしていることを示している。

図4に示す食パンの受熱速度と図14に示す水分の蒸発速度との関係から、食パンが受けた熱量の内どの程度の熱量が蒸発に使われたかがわかる。それを図15に示す。加熱開始時には、強制対流加熱、放射加熱とも約60%の熱量が蒸発に使われている。強制対流加熱の場合、その割合が時間とともに大きくなり、最大値を取り、その後低下する。放射加熱の場合は、時間とともに単調に減少するだけである。強制対流加熱の場合、水分の蒸発が促進されるため、これに使われる熱量の割合が放射加熱の場合より大

きいことがわかる。

6. おわりに

オーブンにおける加熱調理を対象に、放射加熱及び強制対流加熱の調理における特徴を述べてきた。これまで、この分野は、調理人のカンやコツの世界であり、伝熱学的な研究や考察は、あまりなされてこなかったように思われる。一流の料理人は、常に上手に、焼いたり、煮たりの加熱調理を行う。これは、一流の料理人のコツには、科学的な根拠があることを示している。これを調理機器に反映させることにより、万人がおいしい調理を食べることができると思われる。その意味で、このような調理の科学的研究が重要となる。

ところで、食パンは遠赤外線で焼いた方が良いのか否かを述べていなかったように思う。おいしいトーストとは、好みもあるが、表面はキツネ色で、かりっとしたクラスト層があり、内部は水分がありふかふかしているものを指す。放射加熱のところで述べたように、この条件に合致する調理ができるのは、遠赤外線ヒータを使用したものである。なお、遠赤外線は食品内部にまで熱を通すので食材を早くおいしく加熱できるという通説は、先に述べたように間違いである。今後、加熱調理等に対して、科学的な研究が進むことを望む次第である。

引用文献

- 1) 佐藤秀美・畑江敬了・島田淳了：家政誌，50，NO.7 掲載予定（1999）。

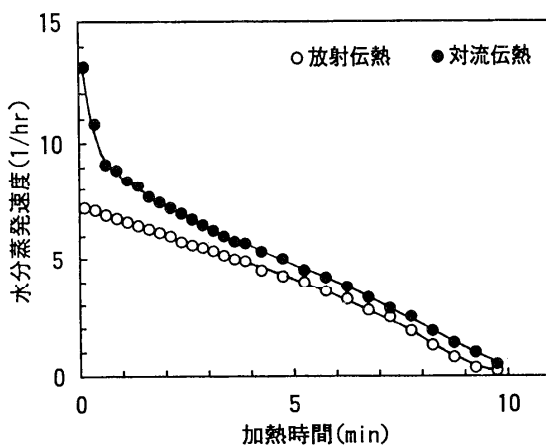


図14 蒸発速度の経時変化

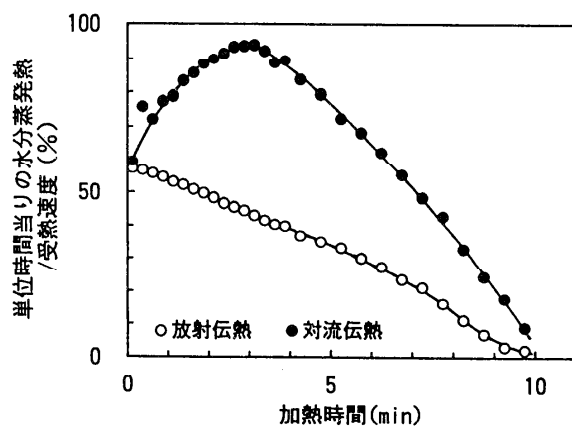


図15 水分蒸発熱と受熱速度の関係

- 2) 佐藤秀美・渋川祥子：家政誌，40，pp.987-994 (1989).
- 3) 佐藤秀美・畑江敬子・島田淳子：日食工誌，39，pp.784-789 (1992).
- 4) 佐藤秀美・畑江敬子・島田淳子：日食科工誌，42，pp.248-253 (1995).
- 5) 佐藤秀美・畑江敬子・島田淳子：日食科工誌，42，pp.643-648 (1995).
- 6) 佐藤秀美・畑江敬子・島田淳子：日食科工誌，43，pp.904-909 (1996).
- 7) 佐藤秀美・早川文代・畑江敬子・島田淳子：調科誌投稿中。
- 8) 佐藤秀美・畑江敬子・島田淳子：日食科工誌，46，NO.7 掲載予定(1999).
- 9) 佐藤秀美・畑江敬子・島田淳子：日食科工誌，46，NO.8 掲載予定(1999).

松本隆一先生を思う

In Memory of Professor Ryuichi Matsumoto

岐美 格 (京都大学名誉教授)

Itaru MICHİYOSHI (Professor of Kyoto University, Emeritus)

故松本隆一先生

平成2年5月26日に、神戸のホテルで、松本隆一先生の神戸大学定年ご退官記念祝賀会があり、私も出席した。そのとき、奥様と一緒に、にこやかにしておられたのを忘れることはできない。当日いただいた退官記念集録には、松本先生の最終講義（平成2年2月17日）「私の研究遍歴 伝熱、燃焼そしてシステム工学」も掲載されている。私は松江に居て、校務に追われていたので、聞くことができなかったが、それによると、先生のご研究の経過がよくわかるし、私にとってもなつかしいことが多い。

松本先生は、海軍兵学校を昭和20年10月に卒業後、21年5月に京都帝国大学工学部機械工学科に入学されたが、健康を害されたので、28年3月に京都大学を卒業された。卒業研究は、菅原菅雄先生の研究室で、自然対流の伝熱実験をされたが、その頃大学院の学生であった私との共同研究であった。研究の成果は、28年3月20日、日本機械学会第185回

(大阪) 講演会にて講演発表の後、論文集第19巻84号（昭和28年）にその論文が掲載された。前掲の最終講義で、「幸か不幸か、というのか、運良くというのか、運悪くというのか、これが生涯の仕事の出発点になったわけです」と言っておられる。

その後大学院学生として、ボルテックス・チューブ、噴霧燃焼、輝炎輻射、振動燃焼の研究を実行されたが、輝炎輻射の研究成果は、第2回国際伝熱会議（1961年アメリカ・ボルダー）に発表され、また振動燃焼については機械学会論文集に掲載された。さらに、ガスタービン用燃焼室中の局所熱発生率の論文も掲載された。昭和36年4月に私が工学部原子核工学科に移ったとき、同学科の助手として来ていただいた。そして、原子核工学科の学生に対する実験科目や製図科目を担当していただいた。研究は、その頃私の手がけていた内部発熱を伴うスラリ、広く非ニュートン流体の流動・伝熱に関するものであった。実験は、アルミナ粉末を水に懸濁したスラリを用いて行われた。またその頃、漸く京都大学にも設置された電子計算機を用いて、その熱伝達の理論計算も精力的に行われた。その成果の一部、スラリの乱流熱伝達については、昭和39年5月26日、27日に京都の京都会館で開かれた第1回日本伝熱シンポジウム、並びに第3回国際伝熱会議（1966年、アメリカ・シカゴ）において発表された。そのほか、機械学会論文集や日本原子力学会誌に掲載されていることは言うまでもない。Advances in Heat Transfer, Vol.2, 1965にもMetznerによってとりあげられた。これらの研究成果をとりまとめたものが先生の工学博士論文である。機械学会から出版されている「伝熱工学資料」にも成果の一部が掲載されてきた。いち早く、ハルトマン流の熱伝達の理論的研究も1964年のInternational J. Heat Mass Transferに発表されている。

昭和37年10月に神戸大学助教授として工学部機械工学科に迎えられることになった。39年3月末まで京都大学工学部非常勤講師であった。そして41年4月教授に昇任された。松本先生の研究室と私の研究室と野球の試合をし、そのあとでコンパをすることが長年続いた。両者の交流は、人事面でも、研究面でも、教育面でもずっと続いたのである。もっとも、直流とでも言うべきか、当方がお世話になることが多かった。本当に有り難いことであった。松本先生は、はやくから神戸大学計算センター主任、そして入学試験機械化委員会委員長、附属図書館長、工学部長などの要職を歴任されている。先生の識見と実行力、お人柄と気配りが、それらの要職の遂行に大きな力となっていたと思われる。私事で恐縮であるが、松本先生とのつきあいは、私の結婚前からである。小さいときから先生を存じ上げていた私の長女の結婚についてお世話になり、披露宴では、新婦側主賓としてお祝辞をいただいた。神戸で開催の伝熱シンポジウムに提出する論文のオフセット印刷用の原稿を、締め切り間際に直接、先生のお部屋まで娘に届けさせたときの話も出ていた。嬉しい限りであった。

昭和46年には「伝熱研究」編集委員長、58年には日本伝熱研究会副会長をつとめられた。また63年には機械学会関西支部長として活躍された。平成

9年3月、機械学会関西支部総会において、関西支部功績賞がおくられることになった。先生は私の前に賞状を受け取り、舞台から降りられるとき、よるめいて低い階段から落ち、骨折されたことがあった。数日して私と家内は病院にお見舞いに行った。お嬢さまが付き添っておられたが、先生は静かにベッドの上で読書しておられた。もう大分良くなっておられて、お元気そうであり、安心した。しかし、それまでは商議委員会でお目にかかっていたのであるが、それ以来先生にお会いすることはなかった。そして新しい分野を開拓しようと、神戸大学をご退官後おつとめになっていた姫路獨協大学経済情報学部も退職したというお手紙を最近いただいていたので、これからはゆっくりされることと思っていた。ところが、この3月10日、東京出張から帰ってきた夜に松本先生の訃報に接し、健康を害されていることはつゆ知らなかったので、全く寝耳に水の驚きであった。残念としか言いようがなく淋しい。京都大学、神戸大学をはじめ方々の大学での先生の教え子が、いろいろの分野で活躍しているが、今後一層の発展をいつまでも見守ってくださいとお願いするばかりである。

松本隆一先生、長い間本当に有り難うございました。先生のご冥福を心からお祈り致します。

(平成11年5月27日)

松本隆一先生を偲んで

Grateful to Professor Ryuichi Matsumoto

中島 健 (神戸大学)

Tsuyoshi NAKAJIMA (Kobe University)

神戸大学名誉教授松本隆一先生が平成11年3月10日に72歳でお亡くなりになりました。神戸大学での先生のご研究は、伝熱よりも燃焼が中心でしたが、本学会においても、昭和46,47,50年に幹事、昭和58年には副会長を務められました。また、伝熱学会の関西支部設立に際しては、纏め役として貢献されました。

先生は、昭和28年京都大学工学部機械工学科をご卒業後、昭和36年に京都大学工学部原子核工学科助手に就任され、昭和37年に神戸大学工学部機械工学科に助教授として赴任されました。昭和41年に教授となられ、機械工学科熱力学及び熱機関講座を担当されました。昭和61年からはシステム工学科システム設計講座を担当され、多くの後進の育成に努められました。また、平成2年に神戸大学をご退官後は、姫路獨協大学の経済情報学部でコンピューター関係の講義を担当しておられました。

私が松本先生に最初にお会いしたのは、学部学生であった昭和36年で、先生が京都大学工学部原子核工学教室の助手として着任されたときのことで、その頃は計算機ができた頃の、「内部発熱を伴うスラリーの流動・伝熱に関する研究」を、京都大学で開発したKDC1という計算機で数値解析をしておられました。当時の計算はフォートラン言語もなく、マシン語で数値計算をしておられたので、計算コードを見ても何のこともかさっぱり分からなかった記憶があります。

松本先生は、お体があまり丈夫な方ではありませんでした。特に神戸大学に着任されてからの10年間ほどは胃潰瘍に悩まされておられました。当時は今のように潰瘍に効く良い薬がなく、手術も容易でなかった時代なので、昼食は部屋でパンと牛乳、食後は薬を飲んで、ソファでしばらく横になられるのが日課でした。ある日、松本先生が私の部屋に連れられ、一通の封筒を渡されました。「今度、手術をしようと思う。自分にもしものことがあったら、これを読んで下さい。無事に手術が終わったら、封を切

らずに、このまま返して下さい」と言われました。先生の覚悟が並々ならないものと悟り、緊張が私の体の中を走ったことを今でもはっきりと覚えています。血液型の同じ学生を集め、手術の日に待機させましたが、手術は無事に終わり、手紙は厳封のままお返ししました。手術後は見違えるばかりに元気になられ、食事も皆と一緒に食堂で取られるようになりました。昭和56年から60年まで工学部長を務められましたが、その頃はお顔のつやもよく、手術前に比べて、まるで別人の感がありました。

先生はいつも帽子を愛用しておられました。自分の机の中には学生時代の写真を入れておられ、「この写真にあるように、同期のA教授より俺の方が髪の毛は多かったんだ」と、よく学生達に写真を見せておられました。帽子の先生として、三宮の飲み屋でも有名でした。もっとも先生は、お酒が好きだから飲み屋へ行かれるのではなく付き合い上からで、ご自身はほとんど飲まれないのに、雰囲気にとけ込んで、酔っばらいと同じパフォーマンスができるという不思議な芸の持ち主でした。一緒にいる人の気持ちをいつも考えておられる先生でした。

松本先生は、他人に自分の仕事を押しつけることは決してなく、雑務もご自分で処理されるので、我々も自分の研究に没頭することができました。交際範囲が広く、いろいろな情報を持っておられたので、困ったときに相談すると、「これはこうしたほうがよい」とか、「それは誰々に相談すればよい」とか、親身になって面倒をみられるので、誰からも信頼されていました。細かいことにも注意を払っておられましたが、私達にはポイントだけしかおっしゃらず、陰でいろいろ助けて下さいました。

先生は海軍兵学校のご出身ということもあって、海に関しては特に親しみを感じておられるようであり、錨のマークの入ったネーヴィーブルーのカフスポタンを愛用しておられました。キャンパスから海を眺めていると、私には先生が好きな海でのんびりと過ごしておられるように思えてなりません。

追悼 安達公道先生

Grateful to the late Professor Hiromichi Adachi

阿部 豊 (山形大学)

Yutaka ABE (Yamagata University)

山形大学工学部機械システム工学科教授安達公道先生には、本年4月15日午後4時55分、心室細動により、米沢市立病院にて急逝されました。享年63歳でした。

安達先生は、伝熱研究創生の頃より日本原子力研究所にて原子力の開発・安全性研究を中心にご活躍され、ここ10年は山形大学工学部機械システム工学科にて教鞭をとられ後進の育成にご尽力されるとともに伝熱学会東北支部の活動にもご貢献されておられました。ここに東北支部より心から哀悼の意を表するとともに、安達先生と最も関係の深かったものの一人を代表し、故人を偲んで謹んで追悼の文を寄稿させていただきます。

4月15日午後1時すぎ、午後の講義が開始された時刻に、安達先生が倒れて救急車で病院に運ばれたとの第一報が入りました。直ちに病院に駆けつけたところ、既に心臓が停止しており、意識は無く、心臓マッサージにて血流を確保しているという状況でした。倒れる直前、御自分で奥様を呼び救急車の手配を居合わせた事務の方をお願いするなど、日頃から暑いとか寒いとかつらいとか苦しいとか、決して御自分の感情を出すことのなかった安達先生ですので、よほどおつらかったのだらうと思います。奥様や急を聞いて駆けつけていただいた学長先生や工学部長先生はじめ関係の先生方の見守る中、午後4時55分安達公道先生は不帰の人となりました。

安達先生は、昭和36年東北大学大学院工学研究科修士過程を御卒業後、特殊法人日本原子力研究所へ入所され、原子炉の開発研究や安全性研究に従事されました。特に、軽水炉の安全性に関する ROSA

実験においてはプロジェクトの中心技術者として活躍され、昭和50年には日本原子力学会より学会賞を授与されています。また、日本・米国・西独の三国研究協力計画2D/3Dプロジェクトにおいては、グループリーダーとして世界最大級の実験装置 SCTF を建設、実験を実施するとともに、その実験結果の理論解析を主導され、世界に先駆けた結果を多数生み出されました。昭和62年には、独自の理論を取りまとめられ、東京大学より工学博士の学位を取得されておられます。この間、原子力学会や原子力工学試験センター（現原子力発電機構）の委員として軽水炉の安全性評価に貢献されました。また、日本原子力研究所在職中も多くの後進を指導・育成され、当時安達先生より薫陶を受けた多くの人たちが現在第一線で活躍されておられます。

平成2年からは、山形大学工学部機械システム工学科の教授として赴任され、学生の教育ならびに二相流と伝熱に関する研究を積極的に進めておられたところでした。4月20日には、東京で行われる国際会議においてかつての三国研究協力計画2D/3Dプロジェクトの日本・米国・西独のメンバーが集まることとなり、安達先生もこの集まりに参加されることを、事了他楽しみにされておられました。安達先生にあとほんの数日も残さなかったとは、天もなんと酷いことをするものかと嘆かざるを得ません。亡くなられて、はや数週間が過ぎようとしています。いまでも安達先生の教授室の扉を見るとき、その扉が開いてあの暖かい笑顔が出てくるような、そんな思いが残っています。

安達先生の研究の特徴は、その透徹した思索に

よって二相流や伝熱のような複雑な現象の本質を見極めようとするものでした。安達先生が沈思熟考した後に出てきた言葉や文章は、既に完成された内容であって、どうしてこのようなことができるのかと不思議に思うことがしばしばでした。また、安達先生は穏やかで人を思いやる優しい心に満ちており周囲の人たちに安らぎを与える人柄でしたが、研究においては妥協をせず御自分のお考えを貫かれる厳しい面もお持ちでした。学生に対しても、指導することとともに、一対一の人間同士として対話する、という姿勢を終始とおられました。なにもにも頼ることがないという意味において、生涯一研究者の立場を貫かれたものと考えます。

安達先生は、若い時にしばしば吾妻連峰や朝日連峰を縦走されたとのことで、その折のことをいつも楽しそうにお話をされておられました。また、焼き

物や書画を特に好まれて、備前焼きの大皿やつばなどを収集されておられました。山形に赴任されてからの安達先生は、ことのほか米沢の地を気に入られて、永く米沢に居住されることもお考えでした。ただ、5年前心臓の疾患により人工心臓弁への置換手術をされた後は、定年後は気候の温暖な茨城のご自宅へ戻られる予定でした。いま、安達先生が好きだった吾妻の山々が最も美しいこの季節に、桜の花が散るように突然この世を去られたことは、こよなく愛した米沢の地に、安達先生は命を捧げることにされたものと考えます。

奥様はじめご家族の皆様のお悲しみを思うと筆舌に尽くしがたい思いがあります。残されたご家族や学生に対してできるだけのことをしてゆくことが我々の責務であると考えます。安達先生、どうか安らかにお休みください。

沸騰か？

Boiling?

武田 靖 (パウルシェラー研究所、スイス)

Yasushi TAKEDA (Paul Scherrer Institut, Switzerland)

伝熱研究会・学会会員としての3/4を外国で過ごしてしまったために、学会へ何の貢献もすることなく、常々大変申し訳なく思っている。その長さにも拘わらず日本の学界と疎遠にならずに済んでいるのは、ひとえに学会誌を定期的に送って下さっている編集委員と事務局の方々のお陰で、心から感謝する次第である。それに報いるという訳ではないが、本文をお礼がわりにとしたため。

本誌148号のワンポイント伝熱に、「ビールの発泡は沸騰か？」という筆者にとっては興味深い話が掲載された。筆者の工学学位論文がFlashingという沸騰に関連するテーマであったので、昔（ほぼ20年前）のことを思い出しながら興味を持って読ませていただいた。それに誘発されて本文を書いているが、学位取得後、この問題を追求することは一切なかった。現在の学問の状況を踏まえた上での話では全くなく、単なるお話でしかないことをまずお断りしたい。

この記事を読んでまず感じた印象は、「？」であった。どうもタイトルを見た時の予測とは大分違うのである。何度か読み返してみたが、印象は変わらない。それでこの印象の違いは何なのだと考えてみた所、突き詰めてみると言葉の定義の問題、あるいは議論の前提となる所が少々ずれているのだという風に思えてきた。つまり、沸騰という現象がどのようなものをさすのかが、大きく違っているのである。筆者は2節ではっきりと「沸騰はキャビティに保持されている気相を核として始まる」と述べている。その後の議論はすべてそれが前提となっている訳であるから、沸騰の議論というよりも、(後述する筆者の理解では)いわゆるBubble Dynamicの話なのである。もちろん気泡生長というかなりマクロな話(可視レベル)は以前からあり、それをさらにその前段階である気泡核の存在条件や気泡核の安定条件に安定性の議論が取り入れられているのは、近年(筆者の学位取得後)の学問の進展であるから、それなりに面白い。しかし、それらを基として「沸騰が始まる」としたり、「発泡と沸騰を区別できる云々」とするのは、少々水の引き過ぎではないだろうか。筆者

は沸騰に対してかなり異なる理解をしている。つまり沸騰とは元来もっと大きな(そして狭義の)概念で、単一成分の物質の状態が液相から気相に変わり、その時に液相側から見て、発生したそのVoidをBubbleと呼んでいて、その様な状態の変化を伴う現象を沸騰と呼ぶという風に捉えている。この様な状態の変化は、必ずしも壁とそこにあるCavityの存在や気相核の存在を前提としなくても発生しうるものであろう。また凝縮性であろうがなかろうが、異なる物質の存在も考えなくても良い。例えば、Flashingというのは場の圧力減少が非常に激しく、熱力学的に液体として存在できない場合に起こるもので、気泡は液相の中に自然と発生する。従ってこのようなBubblingを伴う現象をHomogeneous Boilingと読んでいる。つまり気泡が発生する確率は液相内の位置に依存しない。大きな減圧波が液体を通過した後にWave Frontのすぐ後ろに似たような現象が起こる。また最近では、非常に強くfocusされた強力なレーザービームや荷電粒子ビームによって液体内にBubbleを発生させている例も見たことがある。(蛇足だが、この類の研究は昔のSDIがらみでアメリカのロスアラモスやリパモア、サンディアなどで相当なされているが、その性格上、表には出てきていない。)

さて以上の様な文脈で言えば、沸騰とは物質が持つエネルギーが特定の分子(複数)へ集中することにより起こる現象で、液体の破壊である。固体の破壊とは原因もメカニズムも異なるが、分子間の距離が異常に大きくなるという点では似ている。以前にカタストロフ論で両者を同一レベルで議論しようとしていた話を読んだことがある。その様なエネルギーの集中は単に分子衝突による確率的な問題が基本となるであろうが、さらに表面張力等の分子の協同現象をも考慮して捉えていかない限り、現象の本質的な理解・解明には届かないのではないだろうか。そのための最初の努力が分子動力学の導入であり、科学の方法論の自然の流れであるように思えるのである。そういう見方から筆者はこの分野での分子動力学の進展に大いに期待している。みなさんのお考えはいかがでしょう。

行事カレンダー

本会主催・共催行事

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
1999年					
8月	27(金) ~28(土) 第11回中国四国伝熱セミナー・阿波 (徳島、土佐休養村センター)	先着60名		徳島大学工学部機械工学科 逢坂 昭治 Tel.: 088-656-7375, Fax.: 088-656-9082 E-mail: ousaka@me.tokushima-u.ac.jp	Vol. 38 No. 150 参照
9月	3(金) ~4(土) 関西伝熱セミナー'99 「21世紀へ挑戦する伝熱技術」 (和歌山、住金マネジメント大泉研修所)	先着80名		近畿大学生物理工学部基礎機械工学科 加治 増夫 Tel.: 0736-77-3888, Fax.: 0736-77-4754 E-mail: kaji@fmec.waka.kindai.ac.jp http://www-hts.fmec.waka.kindai.ac.jp/	Vol. 38 No. 150 参照

その他の関連行事

開催日	行事名(開催地、開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	備考
1999年					
6月	25(金) 日本熱物性学会創立20周年記念セミナー 「肌で感じるアメニティー - そのメカニズムから熱物性まで -」 (東京、東京大学山上会館)	先着150名		日本熱物性学会セミナー事務局 Fax.: 0298-54-5754 E-mail: y.abe@etl.go.jp http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jstp2/	Vol. 38 No. 149 参照
7月	18(日) ~23(金) Engineering Foundation Conference on Compact Heat Exchangers and Enhancement Technology for the Process Industries (カナダ、バンフ)	Abstract '98.9.18	Mat '99.2.22	九州大学機能物質科学研究所 本田 博司 Tel.: 092-583-7787, Fax.: 092-583-7882 E-mail: hhonda@cm.kyushu-u.ac.jp http://www.engfnd.org/	Vol. 37 No. 146 参照
8月	1(日) ~5(木) 34th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference (IECEC'99) (カナダ、バンクーバー)	Abstract '98.11.20	Mat '99.6.1	東北大学大学院工学研究科 斎藤 武雄 Tel.: 022-217-6974, Fax.: 022-217-6975 E-mail: saitoh@cc.mech.tohoku.ac.jp http://www.sae.org/	
9月	12(日) ~15(水) First International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena (米国、サンタバーバラ)	Abstract '98.9.15	Mat (electronic) '99.4.1	東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 笠木 伸英 Tel.: 03 3812 2111内6417, Fax.: 03 5800-6999 http://tsfp.t.u-tokyo.ac.jp/	Vol. 38 No. 149 参照
	29(水) ~30(木) 日本機械学会熱工学講演会 (東京、東京工業大学大岡山キャンパス)	'99.4.30	'99.7.30	東京工業大学工学部機械宇宙学科 宮内 敏雄 Tel.: 03-5734-3183, Fax.: 03-5734-3982 E-mail: tedconf@navier.mes.titech.ac.jp http://www.navier.mes.titech.ac.jp/tedconf.html	Vol. 38 No. 149 参照
2000年					
1月	5(水) ~7(金) 15th National Heat and Mass Transfer Conference and 4th ISHMT/ASME Heat and Mass Transfer Conference (インド、Pune)	Abstract '98.12.15	Mat '99.9.15	京都大学大学院工学研究科 鈴木 健二郎 Tel.: 075-753-5250, Fax.: 075-753-5851 E-mail: ksuzuki@htrans.mech.kyoto-u.ac.jp http://www.pune.tcs.co.in/ISHMT	
	9(日) ~12(水) Symposium on Energy Engineering in the 21 Century (中国、香港)	Abstract '99.2.1	Mat '99.5.15	Prof. Ping Cheng Dept. of Mechanical Engineering, Hong Kong University of Science and Technology Tel.: +852-2358-7182, Fax.: +852-2358-1543 E-mail: mepcheng@usthk.ust.hk http://www-mech.ust.hk/see2000	Vol. 37 No. 147 参照
4月	3(月) ~6(木) 3rd International Symposium on Turbulence, Heat and Mass Transfer (名古屋、吹上ホール)	Abstract '99.6.1	Mat '99.11.1	名古屋工業大学大学院都市循環工学専攻 長野 靖尚 Tel.: 052-735-5325, Fax.: 052-735-5359 E-mail: nagano@heat.mech.nitech.ac.jp http://heat.mech.nitech.ac.jp/thmt3	Vol. 38 No. 149 参照
8月	22(火) ~25(金) 9th International Symposium on Flow Visualization (連合王国、エジンバラ)	Abstract '99.12.12	Mat (electronic) '00.5.15	Prof. Ian Grant Heriot-Watt University Tel.: +44-131-447-8800, Fax.: +44-131-447-8660 E-mail: 9misfv@ode-web.demon.co.uk http://www.ode-web.demon.co.uk/9misfv	

<支部活動報告>

関西支部活動報告

平成11年度支部総会・特別講演・講演討論会

日時 平成11年4月16日(水) 13:00-13:40

場所 神戸大学瀧川学術交流会館

総会参加者80名(委任状含む)

- 議題: 1. 平成10年度事業報告
 2. 平成10年度収支決算報告
 3. 平成11年度事業計画案
 4. 平成11年度収支予算案
 5. 平成11年度支部役員選出
 6. 平成11年度学会役員候補者選出
 7. その他

特別講演: 14:00-15:00

「六甲山系の土砂災害」 神戸大学 都市安全研究センター
 沖村 孝 教授

平成11年度支部役員

支部長 中島 健(神戸大学)

副支部長

平田 雄志(大阪大学) 古川 哲郎(日立造船)

常任幹事 吉田 英生(京都大学)

幹事

稲室 隆二(京都大学) 井上 義朗(大阪大学)
 蛭子 毅(ダイキン工業) 小清水 保(関西電力)
 久角 喜徳(大阪ガス) 元田 武彦(積水化学)
 安田 俊彦(日立造船) 鈴木 洋(神戸大学)

監事 中西 重康(龍谷大学) 山中 晤郎(三菱電機)

支部委員会・分科会委員

総務委員会委員長 吉田 英生(京都大学)

企画委員会委員長 竹中 信幸(神戸大学)

セミナー委員会

委員長 加治 増夫(近畿大学)

伝熱技術フォーラム分科会運営委員会

委員長 小澤 守(関西大学)

講演討論会: 15:10-17:20

- 「低抵抗乱流の熱伝達」
 神戸大学 大学院 自然科学研究科 鈴木 洋
- 「低レベル放射性廃棄物のプラズマ熔融減容処理技術」(株)神戸製鋼所 機械研究所 東 康夫
- 「熱流体現象のレーザ計測からの知識発見」
 神戸大学 機器分析センター 池田 裕二
- 「メタンハイドレートに関する取り組み」(合成メタンハイドレートの分解, 燃焼の実演)
 大阪ガス(株) 研究開発部 基盤研究所 坂本 秀行

懇親会: 17:30-19:30 瀧川記念学術交流会館1階
 (18名参加)

北陸信越支部活動報告

1. 第1期(平成9年度)支部総会および平成10年度春季セミナー

日時: 平成10年5月16日(土)

場所: 富山大学工学部(富山市)

参加者: 37名

内容

- ・第1期(平成9年度)支部総会
 (1)第1期事業報告および決算報告, (2)支部運営に関する覚書の承認, (3)支部役員の選出, (4)学会の理事と評議員候補者の選出, (5)新旧支部長の挨拶, (6)第2期事業計画案および予算案審議, (7)第1回支部賞贈呈, その他

・支部賞受賞者

功績賞 玉木恕乎氏, 前川博氏

研究奨励賞 多田幸生氏

[支部第2期(第37期)役員]

支部長 服部 賢(長岡技術科学大学)

副支部長 竹越栄俊(富山大), 竹内正紀(福井大)

幹事 齊藤明宏(新潟工科大),
 姫野修廣(信州大),
 平澤良男(富山大), 森 茂(金沢大),
 永井二郎(福井大)

監事 平田哲夫(信州大), 瀧本 昭(金沢大)

・支部講演会

- (1)スプレーフラッシュ蒸発の機構と微粒化特性
 小坂暁夫(富山大工), 中川陽子(石川島播磨),
 瀧本 昭(金沢大工)
- (2)マッシュ域の形成と場の発達
 林勇二郎(金沢大工), 多田幸生, 渡辺詩朗(金沢大院),
 義岡秀晃(富山商船高専), 國峰寛司(明石高専)
- (3)水分供給による粒子層の蒸発を伴う伝熱特性
 赤堀匡俊(長岡技科大), 青木和夫,
 移川秀弥(長岡技科大)
- (4)円管内乱流熱伝達のDNS
 佐竹信一(富山大工), 功刀資彰(東海大工)
- (5)強い衝撃波背後における二原子分子気体の振動緩和と解離
 坂村芳孝(富山県大工), 鈴木立之
- (6)雪からの低温冷熱生成の実験の試み
 竹内正紀(福井大工), 木村照夫(京都工繊大),
 永井二郎(福井大工), 山田忠幸(山田技研),
 志村英輝(福井大院)

2. 平成10年度秋季セミナー

日時：平成10年10月16日（金）～17（土）
 場所：(株)GAC本社豊科工場，ビレッジ安曇野（長野県南安曇郡豊科町）

参加者：47名

内 容

- ・見学会
見学場所 (株)GAC本社豊科工場
- ・支部講演会
- (1)冷却円管を用いた水溶液の凍結と離脱現象
平田哲夫(信州大工), 神原完太(信州大院), 石川正昭(信州大工)
- (2)連続供給型水水直接接触式熱交換器の伝熱特性に関する基礎的研究
伊藤友克(長岡技科大院), 中嶋聖也(日産自動車), 河田剛毅(長岡高専), 服部 賢(長岡技科大), 白樫正高
- (3)レーザーフラッシュ法によるCu-Mo系積層複合材料の熱定数に関する研究
平澤良男(富山大工), 有川 正(東京タンクステン), 青木 修(富山大院), 竹越栄俊(富山大工)
- (4)矩形導波管を用いたマイクロ波による多層物体加熱の特性
青木和夫(長岡技科大), 横山忠司(長岡技科大院), 山野善生, 赤堀匡俊(長岡技科大)
- (5)壁乱流におけるスパン方向伝熱に関する研究
坂井隆浩(新潟大院), 松原幸治(新潟大工), 小林睦夫
- (6)自励振動ヒートパイプの圧力変動
宮崎芳郎(福井工大)
- (7)スターリングエンジンにおける熱交換器性能解析
野川正文(アイシン精機), 日向 滋(信州大織)
- ・懇親会

中国四国支部活動報告

1. 研究討論会

日時 平成10年5月12日（火）
 場所 山口大学地域共同研究開発センター
 参加者 30名
 内容

- ・水平温度勾配下における二重拡散界面上に形成されるブルーム 西村龍夫（山口大）、作良総俊、後藤邦彰
- ・界面活性剤添加水溶液の曲管部での流動抵抗と熱伝達率 稲葉英男（岡山大）、春木直人、堀部明彦、尾崎公一
- ・平行平板型吸収器の吸収シミュレーション

- 森岡斎（徳島大）、清田正徳、中津健人
- ・研削加工時に発生する非加工物表面熱流束の逆問題解析 磯部佳成（山口工技センター）、香川正信、加藤泰生（山口大）、田戸保（宇部高専）

2. 中国四国伝熱セミナー・大洲

日時 平成10年9月11日(金)～12日(土)
 場所 国立大洲青年の家
 参加者 59名
 内容 超電導の現状と展望—開発の最前線では—
 ・超電導とは 村上幸一（愛媛大）
 ・超電導の応用（概論） 松尾晃治（四国総合研究所）
 ・超電導フライホイールによる電力貯蔵 石川文彦（四国総合研究所）
 ・4K-GM小型冷凍機の開発 稲口隆（三菱電機）
 ・高温超電導線とその応用開発 日方威（住友電気工業）
 ・大型ヘリカル装置用超伝導ボロイダルコイルの開発 高畑一也（核融合科学研究所）

3. 講演会・見学会

日時 平成10年12月15日（火）
 場所 中国電力株式会社大崎発電所
 参加者 34名
 内容
 (1) 講演会
 ・大崎発電所の概要と流動層ボイラに関する最近のトピックス 玉置浩二（中国電力）
 (2) 見学会
 大崎発電所（加圧流動床複合発電方式）

4. 中国四国支部設立集会

日時 平成10年12月15日（火）
 場所 中国電力株式会社大崎発電所
 参加者 34名
 内容
 中国四国支部の設立を決め、支部規則を承認した。

九州支部活動報告

1. 伝熱セミナー

- ・日時：平成10年10月16日(金),17日(土)
- ・会場：国民宿舎 湖畔荘(佐賀県神埼郡三瀬村)
- ・参加者：58名(一般21名、学生37名)
- ・講演：13:00-15:30

(1) 4倍ビーム光ファイバ局所湿度計の開発と透湿度測定への応用 岡本実(福岡工大院)

試料をはさんだ上下の空気層内の非定常一次元向流拡散での水蒸気濃度変化を光ファイバ局所湿度計で測定し、見かけの拡散係数として評価する方法の概要を説明した。今回新たに、凹面ミラー2個と全反射ミラー1個で測定光路長を4倍にした光ファイバ局所湿度計を開発した。検定結果は従来のダブルビームのものの2倍の感度を示した。また、高分子繊維紙(15TH-145)での見かけの拡散係数の測定例も示した。

(2) 畜産廃棄物燃料の流動床内燃焼特性

新屋直史(九州大院)

畜産廃棄物を流動床炉で焼却し、発電用蒸気を製造し、さらに焼却灰は農業用肥料として売却する畜糞発電システムの開発が計画されている。システムの設計を行う際には、炉床内の燃焼特性を正確に予測することが不可欠となる。そこで、実際に畜糞燃焼実験を行った結果に基づき、炉床内燃焼に及ぼす畜糞性状の影響を検討し、水分率の変動が大きい畜糞を安定燃焼させるための炉床温度制御が可能となった。

(3) 極薄フィルム内熱衝撃波の伝播現象

鳥居修一(鹿児島大工)

極薄フィルムを両面から非対称に強く加熱した場合又は冷却した場合、内部に発生する熱衝撃波の伝播特性を双曲型熱伝導方程式を用いて解析した。無次元で表わされたフィルムの厚さが大変薄い場合、加熱又は冷却開始直後から熱衝撃波が両側面近傍で発生し、フィルム内部で衝突した後、双方は両側へ伝播する。内部で干渉した後、熱衝撃波の両側壁での温度は当初加熱又は冷却されている壁温より大きくなる。このような現象はフィルムが厚くなるに従って弱くなることが分かった。

(4) 多孔性媒体を用いた自己断熱型ガス-ガス熱交換器の研究

明里好孝(九州人院)

高空隙率の多孔性媒体によるガスエンタルピとふく射エネルギー間の効果的双方向変換機能を応用した新しい型式のガス-ガス熱交換器が越後らにより提案されている。本研究では系の自己断熱と高温部からの熱回収とを目的として、同じ多孔性媒体で構成される併熱回収部を設置した場合の伝熱特性に及ぼす高温部作動ガス入口温度、多孔性媒体の光学的厚さ、作動ガス平均流速の影響について理論的、実験的に検討した結果を報告する。

(5) 多孔質層内自然対流のカオス挙動

谷川洋文(九州工大工)

本研究は、高レイリー数域で積層系多孔質層内に生じる自然対流の揺動に対して実験ならびに数値解析を行い積層系多孔質層内対流のカオス特性について検討している。高レイリー数領域の積層系多孔質層内自然対流はカオスの挙動を示し、多孔質パラメータによってはそのカオスの挙動は局所化される。また、多孔質自然対流においてエントロピー生成を大きくし、カオス挙動を低下させる

対流モードが存在する可能性がある。

(6) パルスレーザーによる金属表面変形の数値解析 岩本光生(大分大工)

コンピュータのハードディスク表面に、ヘッドの吸着防止のための微小な突起を小口径のパルスレーザーを用いて作成する場合における、レーザー光直径・レーザー出力・加熱時間の各パラメータが変形量に及ぼす影響について、数値解析的に検討を行った。計算はHS-MAC法を用いてレーザー光によって表面が融けて変形し、凝固するまでの過程を計算した。この結果変形後のリム部高さはレーザー出力と加熱時間に比例して増加し、レーザー光直径に反比例することを示めた。

(7) 閉領域内の水の非定常自然対流に及ぼす密度逆転の影響 浅井隆史(熊本大院)

矩形容器内に置かれた冷却二円筒回りの水の非定常自然対流に及ぼす密度逆転の影響を数種シミュレーションによって調べた。初期温度 $T_i(4, 6, 8, 12^\circ\text{C})$ に対し、円筒間隔 S を d 及び $3d$ (d : 円筒直径) に変化させ計算を行い、 T_i 及び S が容器内の流動状態、熱伝達特性及び平均水温の時間変化に与える影響を明らかにした。その結果、全ての T_i に対し、 $S=3d$ の場合の熱伝達が $S=d$ の場合を僅かに上回り、また、単円筒の場合との比較によって、円筒本数を増やすことによる水の冷却促進への効果は T_i が高いほど大きいことが分かった。

・特別講演: 15:40-17:30

(1) カリナ・サイクルの熱力学的評価

山口朝彦(長崎大工)

カリナ・サイクルは比較的低温の熱源からの動力回収のために考案されたものであり、ロレンツ・サイクルの特性である昇温蒸発受熱と降温凝縮放熱に、低沸点成分を含む混合物媒体の復液圧力の上昇を防止する独特の装置を組み合わせたものである。本講演では、動作流体となる二成分混合物の熱物性、カリナ・サイクルの基本構成、熱力学的特徴および講演者らが行ったサイクル解析とサイクルの熱力学的評価について紹介した。

(2) 液体表面における界面活性物質の吸収現象及び吸着層の相転移の解析法 石田賢治(佐賀大理工)

本講演では、液体表面における界面活性物質の吸着現象に関して、吸着平衡や吸着プロセスの解析法、吸着単分子層の相転移についての基礎的情報、吸着単分子層に関する各種研究方法等について紹介した。また、吸着現象と表面張力対流の相関を調べるために講演者が開発してきた、レーザー光学系と画像処理を用いた可視化・解析法について述べ、アルコール水溶液系における流動現象や吸着層の二次相転移の可視化例などを紹介した。

2. 講演会

・日時: 平成10年12月4日(金)

・会場: 九州大学工学部

- ・ 参加者：55名
- ・ 講演：13:40-15:50

(1) 地熱バイナリー発電におけるプレート式熱交換器の伝熱性能について（作動媒体として混合媒(R22+R123)を用いる場合）

鈴木浩志(九州電力)、
廣渡和緒(西日本技術開発)
西川兼康(九州大名誉教授)

バイナリーサイクル発電においては、高い伝熱性能をもつ熱交換器の開発が一つの重要な課題である。本研究はこの課題に対してプレート式熱交換器を採用することにし、その伝熱特性を解明したものである。プレート式熱交換器を用いた、混合媒体用バイナリーサイクル発電システムの系統を模擬した実験装置で単一媒体(R123)及び混合媒体(22+R123)の実験を行った。熱交換器各部の伝熱性能は熱流束一定の仮定の下に顕熱部及び潜熱部に分割し、各々の平均熱伝達係数で評価した。その性能は強制対流熱伝達、沸騰熱伝達、単一媒体凝縮熱伝達の各部の伝熱性能を一般的な表示式で表現できた。混合媒体凝縮熱伝達については、九州大学機能物質科学研究所の予測計算結果を基に整理式を作成し、実験結果とほぼ一致することが確認できた。その結果、プレート式熱交換器の採用により、蒸発器、凝縮器および吸収器における媒体側熱伝達係数を、平滑管を採用した場合より、50-150%上昇させることが期待される。

(2) 氷蓄熱について

笹口健吾(熊本大工)

まず、現在までに考案されている蓄熱方式の紹介を行った。今後、小規模店舗や家庭などに氷蓄熱を普及させるためには小型高性能な蓄熱器の開発が必要である。それには内融直膨式が最適であるが、小型化を進めるには氷充填率の増加が重要であり、この目的のために、低濃度水溶液を相変材として用いるアイデアを紹介した。また、スタティック型の範疇に入る流下液膜式氷蓄熱器は融解速度がかなり大きく、ピークカットに有効であることを示した。

(3) 九州地域新エネルギー導入計画について

宮武 修(九州大工学研究科)

石炭、石油、天然ガスの採可量の予想、経済成長、環境保全、エネルギーの安定供給、環境エネルギー問題、ごみ問題等について講演があった。また、海水淡水化についての話しが行われた。

・ 特別講演：16:00~17:00

相変化蓄熱に関わる熱・物質移動現象

福迫尚一郎(北海道大学)

スラッシュアイスの生成法(空気吹込み法、冷却面回転法、反転回転法)及びスラッシュアイスの融解等についての実験結果を基にした解説が行われた。

3. 特別講演会

・ 日時：平成11年1月29日(金) 13:00~16:50

・ 会場：九州大学筑紫キャンパス

・ 参加者：31名

・ 特別講演；

(1) 二相熱サイフォンの限界熱流束とその促進

門出政則(佐賀大理工)

本講演では、まず通常の二相熱サイフォンの伝熱特性について概説し、その最大熱輸送量を決定している限界熱流束について検討した結果が解説された。更に、二重円管二相熱サイフォンによる最大熱輸送量の改善について述べられた。

(2) Heat Transfer Measurement Using Naphthalene

Sublimation Technique

Prof. Yoo, S.-Y. (Chung Nam National

University, Korea)

平板上、円管回り、四角柱回り等の局所物質伝達をナフタレンの昇華法を用いて測定する方法及び測定結果が詳細に述べられ、局所熱伝達係数と比較した結果が示された。

(3) Facilitation of Transport Process by Fluid

Convective Activities

Prof. J. M. Hyun(Korea Advanced Institute

of Science and Technology)

The inducement of bulk fluid motions is effective in facilitating transport processes. It is known that convection is a far more powerful mode of transfer than conduction. Examples will be shown of the situations of practical occurrence in which bulk fluid motions are generated, which leads to an enhancement of transport processes. Discussions will be given of heat-up, spin-up, resonant buoyant convection, baroclinically-initiated convection, to name a few. The common thread is the presence of bulk fluid motions in the system, which accelerates the transport of momentum and thermal energy.

(4) 超高温用セラミック熱交換器の高効率化に関する研究

熊田雅弥(岐阜大工)

高温用セラミック管内外の熱伝達係数についての解説があった後、セラミック熱交換器を用いたコンバインドサイクルの性能計算結果等が解説された。セラミック管の外側の熱伝達係数はフィンを付けたり、流動床を用いたりすることによって増大することが可能であるが、内側の熱伝達係数は流れの再層流化によって小さくなることが述べられた。

(九州支部担当理事 井村英昭)

日本伝熱学会中国四国支部企画
「第11回中国四国伝熱セミナー・阿波」のご案内

日本伝熱学会中国四国支部では、最近の宇宙開発なかでも伝熱と流動に関する諸問題に焦点をあて、標記セミナーを下記の要領で開催致します。奮ってご参加下さいませよう、ご案内申し上げます。

開催日時：平成11年8月27日（金）13時から28日（土）13時まで（昼食後解散）、1泊2日

開催場所：土柱休養村センター Tel.(0883)35-4795, Fax.(0883)35-5471

〒771-1704 徳島県阿波郡阿波町字北正広 213

JR徳島本線阿波山川駅からタクシーで約10分（約1,500円）

四国縦貫自動車道の脇I.C. から車で約10分

参加費用：一般10,000円、学生6,000円（宿泊、27日夕食、28日朝昼食、懇親会費とテキスト代を含む）

定員：60名（申し込み先着順に受け付け、満員になり次第締め切ります。参加資格は不問）

申し込み：「第11回中国四国伝熱セミナー・阿波」と明記の上、申込者氏名（ふりがな）、所属、役職、連絡先住所、Tel.、Fax.、E-mailアドレスを下記へ郵送、Fax.またはE-mailでお知らせ下さい。参加費は当日受付にて集めます。なお、参加申し込み後の取り消しはご遠慮下さい。

〒770-8506 徳島市南常三島町2-1 徳島大学工学部機械工学科

逢坂 昭治 Tel.(088)656-7375、Fax.(088)656-9082

E-mail:ousaka@me.tokushima-u.ac.jp

日程：

8月27日（金）2階大研修室

12:30-13:30 参加受付（昼食を済ませてお越し下さい。）

セミナーⅠ

14:00-15:20 伝熱機器に関する宇宙開発の現状

川崎重工業（株）岐阜技術研究所 山田浩之氏

15:40-17:00 微小重力下における沸騰熱伝達

九州大学工学部 大田治彦氏

18:00-21:00 夕食・懇談会

8月28日（土）2階大研修室

セミナーⅡ

8:30-9:50 微小重力下における気液環状二相流の流動特性

神戸大学工学部 藤井照重氏

10:10-11:30 宇宙開発における伝熱と流動の問題

三菱重工業（株）高砂研究所 大谷雄一氏

12:00-13:00 昼食（1階食堂） あと解散

関西支部企画 関西伝熱セミナー'99「21世紀へ挑戦する伝熱技術」

日本伝熱学会関西支部では、標記セミナーを下記のように計画いたしました。ふるってご参加くださいますよう、ご案内申し上げます。

開催日：1999年9月3日（金）～4日（土）、1泊2日

場 所：住金マネジメント大泉（だいせん）研修所

（〒640-8453 和歌山市木ノ本1521、☎0734-55-2409）

参加費：一般 18,000円、学生9,000円（宿泊、食事（2食）、懇親会、講演要旨集を含む）

定 員：80名（申し込み先着順とします。）

申込み：氏名、所属、資格（一般、学生）、連絡先（住所、電話、e-mail）を明記し、下記までe-mail、郵送、FAXいずれかの方法で連絡願います。

〒649-6493 和歌山県那賀郡打田町西三谷930 近畿大学 生物理工学部 基礎機械工学科 加治増夫
e-mail kaji@fmec.waka.kindai.ac.jp
TEL 0736 77 3888（代表）、0736-77-0345、内線4504（直通）
FAX 0736-77-4754

申込締切：1999年8月14日（土）

WWW ホームページ：<http://www-hts.fmec.waka.kindai.ac.jp/>

（詳細な情報はホームページをご覧ください。）

9月3日（金）

【受付開始】（12:30）

《セッション1》冷凍・空調技術はどう変わるか（13:30-15:30）

- | | |
|--|-----------------------|
| 1-1 「冷凍・空調技術の行方」 | 中西 重康（龍谷大学） |
| 1-2 「蒸気圧縮式空調機における新技術と展望 - 熱交換器における新技術 -」 | 横山 昭一（松下電器産業（株）エアコン社） |
| 1-3 「吸収式冷凍機における技術的推移と今後の展望」 | 大石 修（川重冷熱工業（株）） |
| 1-4 「ちょっと変わった冷凍技術 - 波動冷凍 -」 | 河本 明（東芝（株）） |

《セッション2》エコ・ビークルへの挑戦（16:00-17:30）

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 2-1 「EVおよびHEV用電池の性能と温度管理」 | 金成 克彦（電子技術総合研究所） |
| 2-2 「天然ガス自動車の現状と将来」 | 東野 耿二（大阪ガス（株）） |
| 2-3 「GDIエンジンの進化」 | 田保 栄三（三菱自動車工業（株）） |

【夕食】（17:30-19:00）

《セッション3》バイオサイエンスと伝熱（19:00-20:20）

- | | |
|-----------------|-------------|
| 3-1 「青果物の貯蔵と温度」 | 泉 秀実（近畿大学） |
| 3-2 「生殖技術最前線」 | 細井 美彦（近畿大学） |

【懇親会】（20:30-）

9月4日（土）

【朝食】（8:00-9:00）

《セッション4》高エネルギー物理における伝熱（9:00-10:30）

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| 4-1 「SPRING-8 加速器概要と真空」 | 大石 真也（（財）高輝度光科学研究センター） |
| 4-2 「SPRING-8 ビームラインにおける熱関連問題」 | 望月 哲朗（（財）高輝度光科学研究センター） |
| 4-3 「スプレッション中性子源のターゲット冷却における課題」 | 三島 嘉一郎（京都大学） |

《セッション5》温度場計測における最新技術の可能性（10:45-12:15）

- | | |
|------------------------------|---------------|
| 5-1 「赤外線サーモグラフィーの最近の進歩と応用事例」 | 阪上 隆英（大阪大学） |
| 5-2 「半導体レーザー分光による温度・濃度計測」 | 池田 裕二（神戸大学） |
| 5-3 「ホログラフィ干渉法による温度分布測定」 | 大辻 友雄（神戸商船大学） |

「Heat Transfer - Japanese Research」の誌名変更のお知らせ

いつも伝熱学会の会員の皆様には「Heat Transfer - Japanese Research」の発行について、御協力をいただきありがとうございます。

この度、本誌を一層拡大して日本だけでなく、中国と韓国でそれぞれ自国語で発表された論文の英訳も掲載することになり、1999年のvol.28, No.1より誌名が「Heat Transfer - Japanese Research」から「Heat Transfer - Asian Research」に変更になりました。

また、これを機に日本の Editorial Advisory Boards のメンバーも次の先生方に変更になりました。

工藤一彦 (北大)、	三浦隆利 (東北大)、	齊藤彬夫 (東工大)、	飯田嘉弘 (横国大)、
牧野俊郎 (京大)、	中部主敬 (京大)、	稲室隆二 (京大)、	片岡勲 (阪大)、
平田雄志 (阪大)、	藤田恭伸 (九大)		(敬称略)

今後ともよろしく御協力の程お願い申し上げます。

日本側 editor 京都大学 荻野文丸
東京大学 庄司正弘

東京大学生産技術研究所・教官候補者の公募について

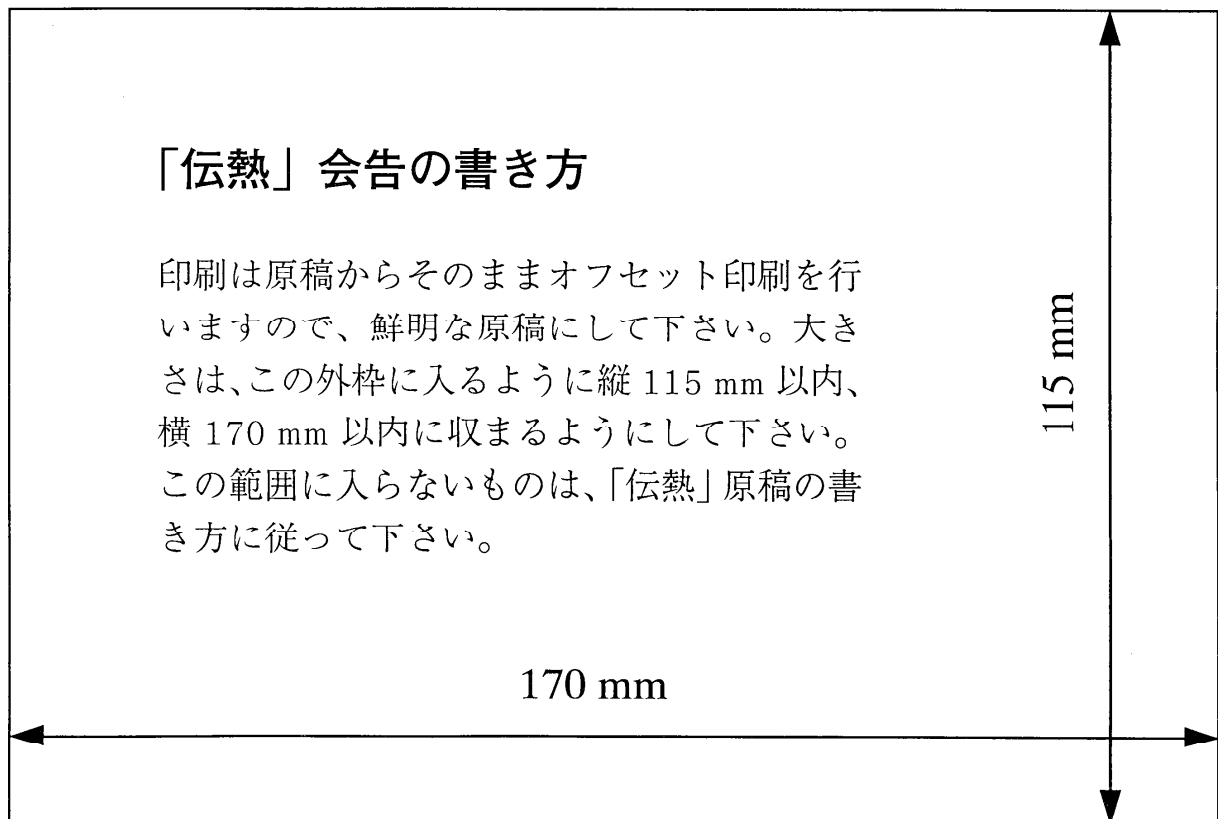
記

1. 公募人員： 教授1名
2. 所属： 生産技術研究所・第2部（機械工学・精密工学・海洋工学系）
3. 専門分野： 生産システム学または環境保全機器学
4. 研究・業務内容： FA、CAD/CAM、CIM、FMS、物流工学、メンテナンスなどの生産システムに関わる研究、或いは廃棄物処理技術、水質汚濁防止技術、大気汚染防止技術等の環境保全機器に関わる研究を行う。
5. 応募資格： 博士の学位を有し、上記のいずれかの専門分野の研究・教育に十分な熱意と業績を有し、大学の運営と学生指導に十分な日本語能力を有する50才前後の方。
6. 着任時期： 平成12年4月1日（予定）
7. 応募締切： 平成11年9月末日（必着）
8. 提出書類： (1)上記の専門分野におけるこれまでの研究内容および今後の研究計画概要（4000字程度）・・・2部
(2)履歴書・・・2部
(3)業績リスト・・・2部
9. 書類提出先および問い合わせ先：
106-8558 東京都港区六本木7-2-2-1
東京大学 生産技術研究所 第二部
主任教授 都井 裕
Tel 03-3402-6231 内線2210 Fax 03-3479-2761

【会告記事の訂正】

「伝熱」3月号50ページの”「学会賞基金」へのご寄付に対するお礼とご報告”中
のご氏名に一部謝りがありました。お詫びかたがた、以下のように訂正させていた
だきます。

(正) 曾田正浩、 (誤) 増田正浩



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、伝熱に関する学識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の手続き処理を行っておりますので会社名のみで会員名の記載がない場合には未納扱いになります。

【変更届について】

(勤務先、住所、通信先等の変更)

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

(賛助会員の代表者変更)

賛助会員の場合には、必要に応じて代表者を変更できます。

(学生会員から正会員への変更)

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

(変更届提出上の注意)

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

【退会届について】

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

【会費を長期滞納されている方へ】

長期間、会費を滞納されている会員の方々は、至急納入をお願いします。特に、平成9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、下記にて行なっております。

〒240 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
人工環境システム学専攻 飯田 嘉宏
TEL:045-339-4010 FAX:045-339-4010 (又は4012)

日本伝熱学会正会員・学生会員入会申込み・変更届用紙

(右の該当に○を記入) 1. 正会員・学生会員入会申込書
2. 変更届 (書面による届出のみ受け)

(注意) ・楷書体で明瞭に記入 ・氏名にふりがなを付す
・通信文は余白に記入 ・申込み時に郵便振替にて会費納入

0	申込年月日	1	9	9	年				月			日	
1	会員資格	正・学											
2	氏名												
3	ふりがな												
4	生年月日	1	9		年				月			日	
5	* 勤務先・ 学校	名称											
6		〒											
7		所在地											
8		TEL											
9		FAX											
10		電子メール											
11	* 自宅	〒											
12		住所											
13		TEL											
14		FAX											
15	通信先 **	勤務先・自宅				自宅情報を会員名簿に掲載しない ****							<input type="checkbox"/>
16	学位												
17	最終出身校												
18	卒業年次	T・S・H											
19	専門分野	基礎的分野											
20	専門分野	応用分野											
21	学生会員の場合：指導教官名 ***												
22													

※専門分野

基礎的分野

- 1: 強制対流 2: 自然対流 3: 高速気流 4: 沸騰・蒸発 5: 凝縮 6: 混相流
7: 融解・凝固 8: 熱伝導 9: 接触熱抵抗 10: 放射 11: 反応・燃焼 12: 物質移動
13: 多孔質伝熱 14: 直接接触伝熱 15: 電場・磁場・電荷移動 16: 分子動力学 17: 極低温 18: 熱物性
19: 計測・可視化 20: 数値シミュレーション 21: その他 ()

応用分野

- 1: 熱交換器 2: 蓄熱 3: 冷凍・空調 4: 電子機器 5: ヒートパイプ・熱パイプ
6: 航空・宇宙機器 7: 海洋機器 8: 海水淡水化 9: 火力発電プラント 10: ガスタービン
11: 内・外熱機関 12: 地熱 13: 燃料電池 14: 熱電変換 15: エネルギー貯蔵
16: 原子力発電プラント 17: 化学プラント 18: 建築・土木 19: 製鉄 20: 材料・加工
21: 流動層 22: 廃棄物処理 23: 住環境 24: 都市環境 25: 地球環境
26: 生体・人間熱科学 27: バイオ・食品 28: その他 ()

*) 学生会員入会申込者は学校名, 学部, 学科, 研究室名, 学年 (M2, D3など) を記す.

**) 郵送物発送先として通信先を必ず記入する.

***) 学生会員入会申込者は, 指導教官の署名・捺印を受ける.

****) 会員名簿等作成時に自宅情報の掲載を希望しない場合は, レ印を付ける.

日本伝熱学会 賛助会員新規入会申込み届用紙

0	申込年月日	1	9	9	年		月		日
---	-------	---	---	---	---	--	---	--	---

※ご記入に際しての注意

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

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

日本伝熱学会入会のご案内

1. 本学会の会計年度は毎年4月1日から翌年3月末日までです。
2. 賛助会員の会費は1口30,000円/年で，申し込みは何口でも結構です。申し込み口数により，次のように分けております。
A (3口)，B (2口)，C (1口)
3. 会員になりますと「伝熱」「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」をお申し込み口数1口につき各1部お送りします。「日本伝熱シンポジウム講演論文集」等をお申し込み口数1口につき1部無料でさしあげます。この伝熱とTHERMAL SCIENCE AND ENGINEERINGは通常，年6回(5, 7, 9, 11, 1, 3月号)発行しております。但し，日本伝熱シンポジウム講演論文集につきましては，前年度の会費を年度末までに完納された会員に限り当該年度のものを無料でさしあげます。尚，年度途中で御入会の方には残部の都合でお送りできない場合がありますので，あらかじめご承知おきください。
4. 本学会では，事務作業簡素化のために会費の領収書の発行は郵便振替や銀行振込の控えをあてています。簡単な書式の領収書はご用意できますが，それ以外の場合には貴社ご指定の書式をご送付下さいますようお願い申し上げます。

申込書送付先：〒113-0034 東京都文京区湯島 2-16-16

社団法人日本伝熱学会事務局 TEL & FAX : 03-5689-3401

会費の払込先：

- (1) 郵便振替の場合－郵便振替口座 00160-4-14749 社団法人日本伝熱学会
- (2) 銀行振込の場合－第一勧業銀行 大岡山支店 普通預金口座 145-1517941
社団法人日本伝熱学会
- (3) 現金書留の場合－上記の事務局宛に御送金下さい。

◇編集後記◇

第37期編集出版部会委員

荒木信幸、 石塚勝、 小澤由行、
佐藤勲、 鈴木裕二、 滝本昭、
平田雄志、 水上紘一、 渡邊激雄、
小竹進(TSEチーフエディター)

平成11年5月25日

第37期編集出版部会長 熊田雅弥

編集出版事務局：〒501-1193 岐阜市柳戸1-1
岐阜大学工学部機械システム工学科
熊田雅弥
TEL: 058-293-2530 FAX: 058-230-1892
e-mail: kumada@cc.gifu-u.ac.jp

複写される方に

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

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

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.(CCC)
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
Phone : (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.150

1999年5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