

ISSN 1344-8692 Vol. 42 No. 172

# 伝 熱

*Journal of the Heat Transfer Society of Japan*

ものづくりと伝熱 特集号 ( 2 )

2003.1

# 「伝熱」原稿の書き方

## How to Write a Manuscript of Dennetsu

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

### 1. はじめに

以下の注意事項に留意して,原稿を作成すること.

### 2. 「伝熱」用原稿作成上の注意

#### 2.1 標準形式

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

表 1 原稿の標準形式

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

#### 2.2 見出しなど

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

#### 2.3 句読点

句読点は, および . を用い, 、 や . は避けること.

#### 2.4 図について

図中のフォントは本文中のフォントと同じものを用いること.

#### 2.5 参考文献について

##### 2.5.1 番号の付け方

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

##### 2.5.2 参考文献の引き方

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

#### 参考文献

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

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

伝熱学会のホームページ <http://www.htsj.or.jp/>  
または学会誌「伝熱」のホームページ  
会告・記事のテンプレート

[http://www.htsj.or.jp/den\\_guide.html](http://www.htsj.or.jp/den_guide.html)

転載許諾願申請フォーム

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

# 伝 熱

## 目 次

### ものづくりと伝熱

関西支部におけるもの作りと伝熱に関する取り組み	森 幸治 (大阪電通大学)	1
「お湯で電気を起こそう」 - 産業技術総合研究所の科学啓蒙イベントへの取り組み -	舟橋 良次, 松岡 邦治 (産業技術総合研究所)	2
最近の理科離れ問題を考える	小澤 守 (関西大学)	5
「エネルギー教育コーディネーター」としての経験	松木 健次 (元シャープ)	9
省エネルギーのための教育実践	赤対 秀明, 土居 巖, 長野 優雄, 吉本 隆光 (神戸市立高専)	13
高専におけるものづくりとエネルギー教育	越智 敏明・大前 義弘 (大阪府立高専)	17
近畿大学・生物理工学部・生体機械工学科における「ものづくり・エネルギー・環境教育」	加治 増夫, 澤井 徹 (近畿大学)	21
ものづくりと環境熱工学に関する教育・研究	西村 伸也 (大阪市立大学)	23
「ものづくり」とSAEフォーミュラなどへのとりくみ	香月 正司, 芝原 正彦 (大阪大学)	27
神戸大学におけるものづくり教育と学生実験	浅野 等 (神戸大学)	31
伝熱教育用の実験装置作りに関する試みと失敗	吉田 英生 (京都大学)	33
ガスタービンの開発を例とした“もの作りと伝熱”について	武石 賢一郎 (三菱重工業)	35
MOT (技術経営) スクールの開講	林 和俊 (株式会社アイさぼーと)	39
企業における技能伝承の取組み事例	加納 順市 (川崎重工業株式会社)	43
物作りで日本の危機脱出を	勝田 勝太郎 (元関西大学)	47
海外旅行の裏技シリーズ		
ベッドサイドで朝食を	工藤 一彦 (北海道大学)	49
Tien 教授と Yang 教授への日本伝熱学会感謝状の贈呈	第 41 期副会長 長野 靖尚 (名古屋工業大学)	51

### 支部活動報告

行事カレンダー	55
---------	----

### お知らせ

「伝熱」会告の書き方	65
事務局からの連絡	66
日本伝熱学会入会申し込み・変更届用紙	69

インターネット情報サービス

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

最新の会告・行事の予定等を提供

[htsj@asahi-net.email.ne.jp](mailto:htsj@asahi-net.email.ne.jp)

事務局への連絡の電子メールによる受付

**Journal of The Heat Transfer Society of Japan**  
**Vol.42, No.172, January 2003**

**CONTENTS**

**< Manufacturing and Heat Transfer II >**

Activities on Manufacturing and Heat Transfer Education in Kansai Branch Koji MORI (Osaka Electro-Communication University) ······	1
Creating Electricity from hot water-Enlightenment of science by AIST- Ryoji FUNAHASHI and Kuniharu MATSUOKA (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) ······	2
How Can We Develop a Strategy to Breakthrough the Recent Stagnation of Science Course in School? Mamoru OZAWA (Kansai University) ······	5
Experiences as Energy Education Coordinator Kenji MATSUKI (Formerly Sharp Corporation) ······	9
Practical Education for Energy Conservation Hideaki SHAKUTSUI, Iwao DOI, Yuo NAGANO & Takamitsu YOSHIMOTO (Kobe City College of Technology) ······	13
Manufacturing and Energy Education Toshiaki OCHI and Yoshihiro OHMAE (Osaka Prefectural College of Technology) ······	17
Manufacturing, Energy and Environmental Education in Department of Mechanical Engineering, School of Biology-Oriented Science and Technology, Kinki University Masuo KAJI and Toru SAWAI (Kinki University) ······	21
Education on a practice in machine design and manufacture, and studies on environmental thermal Engineering Nobuya NISHIMURA (Osaka City University) ······	23
Manufacturing and SAE Formula in Our Laboratory Masashi KATSUKI and Masahiko SHIBAHARA (Osaka University) ······	27
Education of production and experiments in Kobe University Hitoshi ASANO (Kobe University) ······	31
Trial and Failure on Making of Experimental Apparatus for Heat-Transfer Teaching Hideo YOSHIDA (Kyoto University) ······	33
“Manufacturing and Heat Transfer” based on Research and Development of Industrial Gas Turbines. Ken ichiro TAKEISHI (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.) ······	35
The Opening of MOT (Management of Technology) School Kazutoshi HAYASHI (Ai-support Co.Ltd) ······	39
Case Report of Skill Training System in Manufacturing Junichi KANO (Kawasaki Heavy Industries, Ltd. ) ······	43
Save Japanese Society from the turning point by means of “Monozukuri” Katsutaro KATSUTA (Kansai University) ······	47
< Technique series for overseas travel >	
Breakfast at Bedside Kazuhiko KUDO (Hokkaido University) ······	49

HTSJ Award “ Certificate of Appreciation” to Profs. Chang-Lin Tien and Wen-Jei Yang  
Yasutaka NAGANO (Nagoya Institute of Technology) ..... 51

**<Report of Branch>**

**<Calendar>** ..... 55

**<Announcements>** ..... 57

関西支部におけるもの作りと伝熱に関する取り組み  
*Activities on Manufacturing and Heat Transfer Education in Kansai Branch*

関西支部企画委員会 委員長 森 幸治 (大阪電気通信大学)  
*Koji MORI (Osaka Electro-Communication University)*

もの作りという言葉が世の中で語られるようになってから随分時間が経っているが、未だに至るところで“もの作り”という言葉を目にする。これは、産業界が長引く厳しい不況から脱出し、エネルギー資源や安い労働力を持たない日本が他国と競争していくためには、他国の企業では作れない競争力ある商品(いわゆる“もの”)作りが欠かせないからであろう。このような産業界のニーズは高専や大学の教育にも大きく影響を与えており、もの作りを1つの教育テーマとして取り上げている教育機関も少なくない。私が所属する学科も、まさにその通りである。

さて、“もの作り”とはいったいどんな行為であろうか？この言葉の解釈は、人によって大きく異なっているようである。本学の学生諸君に“もの作り”という言葉のイメージを聞いて見ると、ただ単に材料を加工して形あるものを作るというイメージしか持っていない場合が多いようである。確かに、もの作りは加工や組立を伴う行為である。しかし、競争力ある“もの”を作るためには、従来の技術や知識に加えて、独創的な発想と新しい技術が必要であろう。従って、“もの作り”を行うためには、独創的な発想と新しい技術を生み出す“人作り”を行うことが不可欠である。

では、どうすれば、独創的な発想と新しい技術を生み出す人を作ることができるであろうか？この問いに対して人生経験が浅い私などはとても語ることはできないが、私がある鉄鋼会社に勤務していたとき、特許の報奨金で生活ができるというアイデアマンから、アイデアを出すコツ？を教わったので、それを紹介しよう。答えは単純で、何事にも興味を持ち、幅広い分野から知識を習得すれば、それが将来の仕事で斬新な開発に結びつくということであった。つまり、発想は多くの知識と経験、すなわち勉強から生まれるというのである。この教えを裏返すと、独創的な研究開発を行

う技術者を育成するには、子供のころから技術者をリタイヤするまで、継続して勉強できる環境作りが必要であるとも言えると思う。

本特集号の企画会議でも、有能な人作りが話題になり、以下の取り組みが必要であろうという結論に達した。

- (1) 子供に対して、科学技術あるいは理系に感心を持たせる啓発活動
- (2) 独創的なもの作りを意識した高等教育
- (3) 産官学における新技術の研究開発とその積極的な交流、および社員の技術教育
- (4) 開発された技術の体系化と次世代への伝承

次世代への伝承は、企業内の場合もあるが、それが成熟すれば、子供たちへの教育の題材にもなるであろう。このように考えれば、子供への教育から始まり、高等教育、企業での取り組みを経て、再び子供への教育に戻るという循環を通じて、技術力が向上していくと考えることができ、一種のスパイラルが形成される。

本特集では、この“もの作り”(言い換えれば“人づくり”)に関する技術のスパイラルに着目した。幸い、関西支部は産官学に所属する多くの方々で運営されており、講演討論会、伝熱セミナー、伝熱技術フォーラムといった積極的な活動を通じて密接に交流を行っている。この産官学の連携を生かし、それぞれの立場から、もの作りと伝熱に関する取り組みを、上記(1)から(4)の流れで纏めることにした。これらの中には、ユニークな取り組みや、実施までの苦労、また取り組みを通じて明らかになった問題点とその対処法など、いろいろな角度から議論されているので、多くの方々の参考になると考える。ぜひご一読頂きたい。

最後に、年末から年始という忙しい時期にも拘わらず、原稿を執筆頂いた著者の方々に、深く感謝を申し上げます。また、企画にご意見を頂いた委員の方々にも、感謝する次第である。

「お湯で電気を起こそう」

～産業技術総合研究所の科学啓蒙イベントへの取り組み～  
*Creating Electricity from hot water-Enlightenment of science by AIST-*

舟橋良次（産業技術総合研究所・生活環境系特別研究体）

松岡邦治（産業技術総合研究所・関西産官学連携センター）

Ryoji FUNAHASHI, Kuniharu MATSUOKA (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

1. はじめに

近年、子供たちの理科離れが大きな社会問題になっており、将来の科学技術の発展を担う層をどのように育てていくかが課題とされている。こうした中、科学技術の最前線にいる研究者たちにも問題解決のための協力や支援が要求されている。旧国立研究所である独立行政法人産業技術総合研究所（以下産総研）は独自に開催する研究所公開の他に、各センターの所在地域における科学啓蒙のためのイベントへ積極的に参加している。大阪府池田市に所在する関西センターにおいても関西一円で行われるイベントへ参加し、現場の研究者と支援部門が一体となって小・中・高校生に対し科学の不思議や楽しさを紹介している。ここでは、平成14年8月24～25日に大阪・ハービスホールで開催された、ふしぎと遊ぼう！青少年のための科学の祭典2002「サイエンス・フェスタ」\*1に出展紹介した「熱電発電」についての内容と実験風景について報告する。なお、ここでご覧頂く図は子供用に作成されたものであることをあらかじめお断りしておく。

2. 熱電発電とは

我が国、日本は石油や天然ガス等ほとんどのエネルギーを外国から輸入している。その量は石油に換算すると一年あたり10億キロリットル弱にも達する。このエネルギーを燃やして、電気を起こしたり、自動車を走らせたり、さらには繊維など化学製品を製造している。しかし、有効に利用しているエネルギーは一次供給エネルギーの30%程度であり、残りの約70パーセントを熱エネルギーとして空気中に捨てている（図1）。例えば、自動車のエンジンの周りは大変に熱くなっている。これはガソリンを燃やすことで発生した熱エネルギーが空気中に逃げているためである。熱エネルギーは自動車の他に工場やゴミ焼却場等、非常に多くの場所から捨てられてい

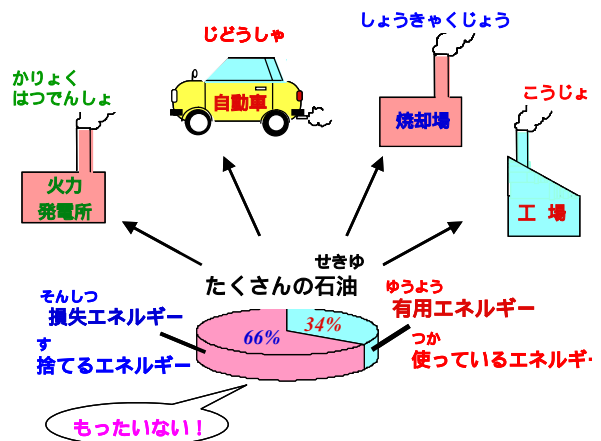


図1 一次供給エネルギーに占める廃熱量  
 る。また太陽熱や地熱のような自然熱も有効利用されぬまま捨てられていると言ってもよい。この多量の熱エネルギーを回収し、有効利用することができれば、残りわずかな石油の消費量や温暖化ガスとして有害な二酸化炭素の発生量を減らすことができようである。そこで関西センター・生活環境系特別研究体では、この熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換できる熱電変換システムに関する研究を行っている。熱電発電とは図2に示すように、熱電発電モジュールに温度差をつけるだけで発電できるシステムである。このシステムからは火力発電のような二酸化炭素や原子力発電のような放射性廃棄物は出ない。つまり、地球にはとても優しい、クリーンな発電方法である。

3. 「お湯で電気を起こそう」実演

熱電発電は温度差さえあれば発電ができるため、熱湯を用いてもプラモデル用の小型モーターを回転させることができる。ここでは熱電発電モジュールとして市販のBi-Te系ペルチェ素子を用いた。この素子は大阪・日本橋や東京・秋葉原などのコンピュータ部品店でも手に入れることができる。



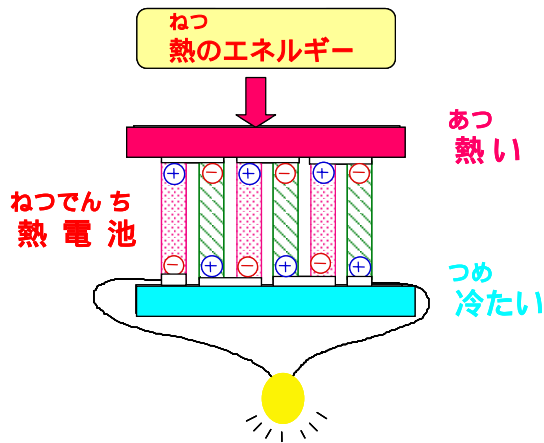


図2 熱電発電の仕組み

しかし、どうすればこのモジュールを使って子供たちに「熱電発電」への興味を持ってもらえるのだろうか？ただモーターを回してみても何の面白味もない（大人が面白くないことは、子供はもっとつまらない！）。そこで、子供の工作用に販売されている、乾電池で作動するロボットを熱電発電で動かしてみることにした。ここでもただロボットが動くだけではやはり子供たちに与えるインパクトが小さい。そこでスイッチが音センサーによりオンし、動き始めるロボットを作製した。できたロボットは子供たちの手拍子や叫び声によって10秒程度四つ足歩行をする。これには子供たちも強い興味を示してくれ、「熱電発電」と「音センサー」について頭の片隅にでも覚えてもらえたのではないかと考えている。さらに興味深かったのは同伴した大人たちの声や手拍子も混じっていた、というより子供たちよりも大きかったことである。この実演の後、熱電発電とはどのようなものか、そのメカニズムを説明した。そしてもう一つ違う実演をしてみせた。「熱電発電」は温度差発電であるため冷却によっても発電が可能であり、その場合、加熱した場合とは極性が入れ替わる。この現象はモーターの回転方向で分かる（図3）。そこで、モーターに小さなファンを付けた扇風機を作製し、加熱と冷却でファンがどちらの方向へ回るのがかを実演してみせた。お湯でファンを回した後、氷で冷やすとどうなるかと質問したところ、多くの子供たちが逆回転すると正解を返してきた。中にはしっかりと理由を付けて返答できる小学生もいた。横でふんふんと頷いておられた大人たちよりもたぶんよく理解していたのではないだろうか。さらに、ピ

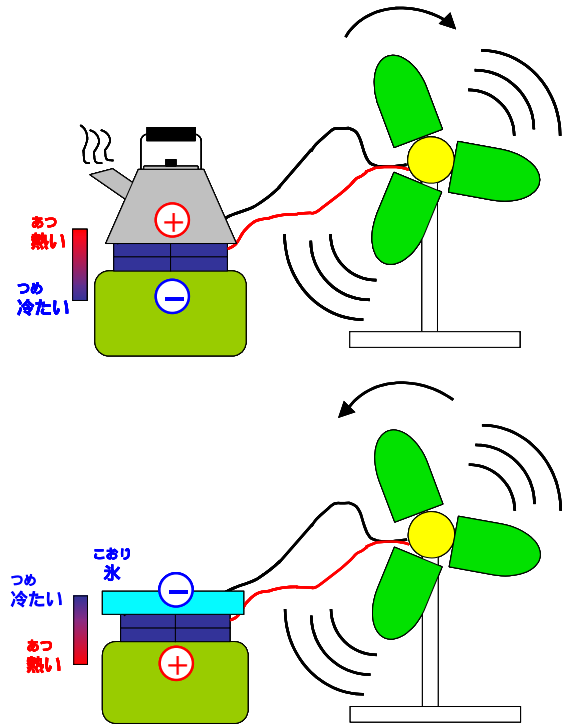


図3 モーターによる熱電発電の実演

ーカーに入ったお湯を長時間熱電モジュールの上に置いておくと伝熱とお湯が冷めることの両方で、温度差が小さくなり次第にモーターの回転も鈍ってくる。この原因について返答できた小学生も少なくはなかった。

今回の「お湯で電気を起こそう」はサイエンス・フェスタガイドブックに実験方法を掲載している。夏休みの自由研究で作ってみたいという子供たちも多く、ガイドブックを見ながら真剣な眼差しで質問や写真撮影をする風景（図4）を見て、どうすればもっと子供たちが科学に興味を持つようになるのか真剣に考えなければならぬと強く感じた。

#### 4. まとめ

ここで紹介した熱電発電は決して子供向けの実演として面白いだけではなく、研究でも次世代分散型電源として「ホット」な分野になっている。特に酸化熱電材料は日本が世界をリードしており、その実用化が叶えば、自動車、ゴミ焼却場などからの高温廃熱を用いた発電が可能になるものとして注目されている。このように最先端の研究、生きた研究に触れさせることが子供たちに自然科学への興味を持たせる唯一の方法ではないであろうか。そのためには研究者も一肌脱ぐ準備は常にしておかなければな

らない。なぜならばそのことが我々が描いた夢を叶えてくれる次世代の研究者育成にも繋がっていくのだから。

ここで紹介したお湯でファンが回る実験は私どものホームページでもご覧頂けます。お時間が許せば一度ご覧下さい。

アドレス:

<http://unit.aist.go.jp/greenlife/ssc/fom/FOM.htm>



図4 「サイエンス・フェスタ」当日の様子

---

## 最近の理科離れ問題を考える

*How Can We Develop a Strategy to Breakthrough the Recent Stagnation of Science Course in School?*

小澤 守 (関西大学)

*Mamoru OZAWA (Kansai University)*

### 1. はじめに

最近、子供たちの理科離れが大きな問題として取り上げられ、ゆとり教育の弊害か、受験勉強のせいかはともかくとして、ある種の社会問題として取りあげられている。この号の主題は「ものづくりと伝熱」であることを踏まえて、ものづくりとの関連で理科離れ問題を考えてみたい。以下に私論を述べる前に、著者自身、工学部に席をおいて工学研究や関連する講義や演習を職務として行っているが、残念ながらいまだかつて企業で働いたこともないし、実際に機械製作に関わったこともない。せいぜい著者が作ったものといえば実験装置と自らおよび子供の手伝いをして作った図画工作の類だけである。著者の体験したものづくりとは実は現代産業に関わるものではなく、親父の手伝いをしての米や野菜であり、また親父の副業であった今は懐かしい炭焼きであった。今、振り返ってみれば、季節や天候に左右されながら水や土に触れて、自然の恵みの中で過ごした大学入学前の18年間が著者にとってのベースかもしれない。いずれにしてもここで述べるものはたわごとの類であり、多くの方からご叱責をいただくであろうことも覚悟しておこう。

### 2. 理科離れとは何か

そもそも世間でいう理科離れとは何だろう。子供たちの自然科学に対する素養や理解力が乏しくなったのか、自然科学や最近の技術に対して興味を持たなくなったのか、何を意味するのか実のところ判然としていないのではないか。以前にも伝熱研究の紙上で書いたかも知れないが、では逆に理科から離れて文科寄りになっているのか？そんなことは決していない。試しに研究室の学生や職場の身近な若い人たちに聞いて見ればいい本を読んでいるかと。最近、著者の研究室の学生とともに東大で開催された機械学会の年次大会でのこと。学生曰く、何か東大構内

で見るべきものはあるかと。著者の世代ならすぐに、安田講堂というだろう。大学紛争の象徴であり、その終焉でもあった安田講堂に何かしら惹かれるものがあるからだ。研究室の学生にそんなこと言っても始まらないが、一通りの説明をしたら、それ以外に何かと催促されたので、次に三四郎池といたら、何ですか？ときた。彼らは夏目漱石さえまともに読んではいないんだと初めて知らされた。彼らに文科寄りも、理科離れもない。あるのは文化離れではないか。人類が嘗々として築いてきた文科も理科も含めた文化そのものに彼らは憧れも関心も希薄になってはいないか。そんなにいうお前はどうか、と聞かれたら、返答に困ることになるのだが。

### 3. ものの価値とは

最近の学生はおろか塾通いの子供たちに至るまで携帯電話が大流行である。携帯電話もしくはその前にはやったPHSの便利さを否定するわけではないが、ものづくりを考える上で特徴的であるので、授業が脱線した際に、よく学生に携帯電話の値段のことを話している。最近では写真やムービーが送れるのが中心であるが、いずれにしてもやたら安い。著者も例にたがわず携帯電話で操縦されているが、初めて契約したときに電話機の値段が0であった。携帯電話は明らかにものを売っているのではなく、サービスを売っているのであって、値段が0であっても驚くに値しないかも知れない。しかしここがカメラやMDプレーヤーと決定的に違うところである。いくら高級なハイテクを投入してまさしく心血を注いで開発した100gを切る軽快な携帯電話であっても、利用者、特にものづくりに関わったことのない若い世代にとっては、電話機そのものはただとしか見えない。これも市場制覇の戦略かも知れないが、本当にこれでいいのだろうか。確かに携帯電話に使われている合成樹脂や半導体の値段は安いものかも知れ

ないが、金型屋をたたき、部品屋をたたき、メーカをたたいてただに近い値段で購入し、それによってサービスを売って生業としている電話会社のみ金が出ていないか。携帯電話にこめられた技術の粋はどこに消えてしまったのか。

ものにはそれに相応しい価値があり、価値を測るものがお金であるとすればそれに相応しい値段がついていてしかるべきでないか。このような状況の中で、若い学生たちにもものづくりの楽しさなど教えられるのか。技術の空洞化に対する危機が叫ばれているが、そんじょそこの誰にでもできない代物を自らの技で作っている町工場のおやっさんがどうして息子に家を継げといえるのか。空洞化など当たり前で、わが国では一丸となって目先の利潤を追求する余り、このような方向に突き進んできたのではないか。農家は米や野菜を作って、そこに知恵と技を注ぎ、その結果としてお金を儲け、機械屋はものづくりに知恵と技を注ぎ、結果としての商品を市場に投入し、それによってお金を儲けるのではなかったか。そうでない技術などに若い人が集まってくるとはとてもとても思えない。

ぼやきついでにもうひとつ。著者は農家の出身だと上に述べたが、今を去る15年前に著者の田舎の田んぼの耕地整理が行われた。ほとんどが自給のための米作りの田舎に政府の補助金が投入され耕地整理が行われた。野菜を作ろうにも市場から遠く、また経営規模が極めて小さい、ほとんどが数反の農家に対して、耕地整理を行った結果として10から20%の農地が削られ、おまけに3年に1回は計画的に休耕しなければならない。親不孝な著者兄弟はお袋を田舎に残して、米作りを任せっぱなしにしていたが、しかし3年に1回は米が作れず、かといって野菜など急に作っても売れるはずもない。仕方がないかられんげの種をまいて一応転作の形はとっていたが、休耕の年には食う米もなくなってしまふ。日本の農業政策はどうしようもないほどの状態であるのをご存知か。場所により状況により柔軟に対応できるような政策はないものか。日本の農業を破壊したのは実は政府と農協だろうし、同じように日本の技術や産業を空洞化に追いやっているのは政府と大企業かもしれない。文教政策も同じである。なお議論が不公平になってはいけなないので念のために追記しておくが、我が家の田んぼが休耕の際にはわずかばかりの補償金が出ているそう。その金で米を買えとい

うことだろう。お袋は年も取ったし、ばかばかしいのでもう米作りをやめてしまい、我等兄弟は田んぼの回りの草刈と田んぼを荒らしてしまいたくないので定期的にトラクターで鋤いてはいるが、いったい何をやってるんだろうと思う。祖先が嘗々として作り上げてきた、黄色い稲穂がゆれていた田んぼが今や消えようとしている。産業の空洞化だけでなく農業の空洞化、そして実は教育の空洞化が現在の象徴かもしれない。

#### 4. 教育の空洞化

受験競争の弊害を緩和することを目的としてか、文部省が大学入試センターを設立し、共通一次テストを始めたのは何時だったか、正確には記憶していないが、少なくとも阪大で助手をしていたころに監督をやった記憶があるので昭和50年代の初めだろうか。それがいまやセンター入試となったが実態は変わらず、結局のところ大学入学に関して予備校、塾といった受験産業を育成し、いまや学校教育はひどい言い方をすれば、運動会と音楽会などいわゆる行事のみを行う遊園地と化してしまつた。勉強するのなら塾へ行けである。我が家の子供は小学校はともに地元の公立に、中学は姉はミッション系の私学に、妹は公立に通つた。学校での様子を比較すると、少なくとも姉の通つたほうが数段上品で、学校と家庭を結んでのある種の温かみのある教育を受けさせることができた。一方の妹の学校は怒鳴り声と号令しか聞こえなかったような気がする。勉強はそれなりにやっていたが学校の主目的は勉強ではなく、明らかに体育と、とても音楽とは思えない大きな声さえ出せばよいといわれる音楽会であったように思う。つまり共同作業のみに価値があったようで、下の娘には少々引け目を感じてならない。二人が小学校にいらしているとき、娘たちが学校から帰ってきてわからないことを質問され、説明すると、先生の言っていることと違うと指摘された。おかしいと思い、よくよく聞いて見ると、どうやら教師が単位のことを理解していないのではないかと思ひ当たり、連絡帳にその件を質してみたら案の定であった。教師側から一度、説明したいというので出かけて行って2時間くらい色々議論してみたが、単位のことをどうしても理解してもらえなかった。それ以上やっても無駄とあきらめた。

わが国は開国以来、欧米の教育システムを取り入

れ、国策として教育に多くのお金をかけて、多くの人材を育成してきた。かつてはみんなが大学に入ったわけでもないし、みんなが高等教育を受けたわけでもない。事実、著者の両親は高等小学校卒である。しかし少なくとも今の学生諸君よりものをよく知っていた。子供のころは親父に何でも聞いたものだ。聞いたことに対して親父が知らんといった覚えはない。子供心にも、親父は何でもできるように見えた。米は作るし、木炭は焼くし、エンジンは自分で修理もしたし、牛のことも酒つくりのことも、当たり前だが戦争のことも知っていた。今、思い出せば、著者はきっと恵まれていたのだろう。いつのまにか教育が Education でなく、ビット数の少ない画像メモリーになってしまった。文部省、文科省はこのような教育の問題を全て大学受験に原因をおいて、ゆとり教育を推進してきたのだから、結果として現実になったのは、本も読まず、かといって理科が好きでもないし、大学に入るまでドライバーも持ったこともなく、大学に入ってもパソコンやデジタルゲームには反応するが実験はいやだという、ゆるゆるの学生が溢れることになってしまった。

このような現状を取り繕うためか、最近、スーパーサイエンスハイスクールがあちこちに作られ、理系の科目に重点をおいた教育が注目を集めている。それはそれとして対症療法的には認められるかもしれないが、教育を100年の大計とするなら、とてもとても長続きする施策ではありえないといったら言い過ぎだろうか。高校までの教育で科目ごとの縦割りを貫徹させ、入試においても例えば物理の問題において微分・積分が使えないという現実をほっておいて、理科教育などあったものではない。最近、オーストラリアの高校の物理の教科書を送ってもらって驚いた。きちんと大学でやるような力学が講じてあるではないか。わが国の現状を考えてみたとき、背筋が寒くなる。

##### 5. 現状のブレークスルーはあるか

先に述べたように、現在はものづくりが正当に評価されていない時代である。一方で、文科省を中心としてノーベル賞受賞者を数10人か100人が忘れたがともかく増やすことが議論され、当のノーベル賞受賞者に痛烈に批判された。大学教育に関しては、かつての大綱化や最近の設置基準などの規制緩和、独立行政法人化などなど種々の方策が打ち出されて

いる。一方、我われ教員サイドは改組、2006年問題、2009年問題など対応にばたばたして、実は肝心の教育について考える余裕さえ無くしているようにも思える。いずれの大学でも状況は同じようで、学生のことを話すときはいつでも、自らの姿勢はともかくとして、最近の学生は... というのはお決まりの話題となる。最近の工学部の学生は本当にみんなそうだろうか。最近の子供たちはみんな理科が嫌いか。みんなものづくりに関心を示さないか。いや、そうではない。

ご存知のように、伝熱学会は既に平成7年以来9回にわたって主として子供たちを対象としたキッズエネルギーシンポジウムを開催してきた。文部省、文科省の科学研究費補助金研究成果公開促進費をもらって初期のころは関東地区で、最近は大阪、九州、東北と順次開催し、平成15年度には川崎での開催を予定している。そこに集まる子供たちの様子を見ると、担当者の努力もあってか、生き生きと楽しげに遊んでいる。これが中学高学年、高校生となるときっとしらけてくるのだから。伝熱学会のみならず、多くの学会で子供向けや一般を対象としたセミナーなども多く開催されている。このようなしんどいけれど地道な活動が、結果として学会や専門研究者、技術者が社会的に信頼されることに結びつくと思う。学会はその対象とする技術、科学を通じて社会に貢献することを旨としているのであり、その意味でも重要な活動と考える。これらの成果が即席麺のごとく成果につながるなどと考えてはいけない。少なくとも今のキッズエネルギーシンポジウムに参加した子供たちが大人になって、その子供たちが小学校にあがるようになるまで成果は現れない。

一方で、学会として教育問題についてもっとアピールをする必要がある。どこかの学会では理科の教科書づくりを手がけているところもあると聞く。伝熱学会でそこまでできるかどうか、定かでないが(現企画部会長の言うてはいけないことかもしれないが)、学会として、あるいは学術会議を通じて、教科書の規制緩和を勧告するべきであろう。縦割りの教科書ではどうしようもないのではないか。さらに企業は技術系の採用にあたっては、しんどいけれどもじっくり時間をかけ、本当に実力のあるものを採用すること。つまり就職に関しても、実際機能するかどうか難しいが、本当の意味での競争原理を導入することである。個人についているのは大学の名前ではなく

基礎的な学力であり、測るべきは実力である。基礎学力なくしては就職もできないようにする。さらに大学としては卒業証書を廃止するべきであろう。旧制帝大を中心とした大学院大学が多くの修士号をもった学生を輩出するようになった状況からも、かつての卒業証書の持つ意味も薄れてきた。大学として提示するのは修士号と博士号だけでよい。わざわざ飛び級といわなくてもいつでも実力さえあれば大学をでて就職もできるし上にも上られる。これこそ規制緩和であろう。そしてより本質的には、ものづくりや技術に価値があり、それらの結果としての商品に正当な価格が設定される社会の構築が肝要である。

#### 6. ふたたびものづくりについて

最近の政府と産業界の動きをみていると、訳がわからない。かつて IT 革命といわれ、IT といえばなんでも金がついた。その IT バブルがはじけ、なみいる大企業が赤字をだし、不景気にあえいでいる。今度はバイオ、マイクロ、ナノといえばお金がついているといえば、再びぼやきに聞こえるか。その次はなにかと先を読む才覚があればいいが。しかし考えなくてもわかるように、基盤技術がないところに先端技術はない。技術は機械と同じで絶えずメンテナンスをしておかないと使えなくなる。その意味で基盤技術も先端技術も含めてバランスよく発展することが必要である。かつての先端技術は今の基盤技術であることを忘れてはならない。伝熱学会では国際伝熱フォーラムを 2004 年に開催するべく企画中で、第 1 回目のフォーラムのキーノートのテーマをバイオ、マイクロ、ナノとした。これはなにもこの分野を選択的に推進しようとするものではなく、基盤技術としての伝熱工学の領域を拡大するためのものである。基盤技術の新しい展開を図りたいからである。その昔、師匠から人並み理論というのを教わり、爾来行動規範にしている。人並み以上になるにはまず人並みのことをこなさなければならないというものである。理論といったのはこちらが勝手につけたのであるが、基盤があってはじめて先端があるというのと同じ発想である。最近、東大阪の町工場にハイ

テクで稼いでいるところがあると聞く。まさしく上記のことを地でいっている。

翻って大学ではどうか。伝熱の分野は相変化を抱えている分だけまだ実験が多く行われているが、総じて実験をやるだけの腕力がなくなってきている。教員も学生も一緒にバーチャルの世界に住み着いているように思えてならない。著者などは学生がいずれは企業の中心的な技術者としてそれこそ基盤技術で活躍してくれることを念願し、実験を絶やさない。お金もかかるし手間もかかるが（実際はこれしかできないのかもしれないが）最近の話題を二つばかり。著者の研究室の M2 の学生がとある国際会議で最優秀ポスター賞をいただいた。やたら照れ屋であるが、研究室のリーダーの一人である。実験をやっているときの目がいい。もう一人のリーダーである別の M2 の学生は、著者が最近凝っている DME 燃焼技術に関連していて、拡散バーナーを開発した。13A、LPG などの燃焼実験も行い、一応の指針が得られたので学会にて発表した。会場におられた燃焼の専門の方だろう「この程度で拡散バーナー設計の指針が得られたとってもらっては困る」とのきついお言葉をいただいた。実はこのバーナー設計に関してはボイラメーカーのバーナー開発担当者にも太鼓判を押されていたものだっただけに本人にはかなりのショックだったようである。当方が助け舟を出してもよかったがどのように切り抜けるかを見たかったのもあって何もしなかった。その後、著者が同じ内容の話 enterprises のバーナーの専門家が集まる会合で話した折に、さる大企業で長らくボイラやバーナーを開発し、現在、大学で教鞭をとっておられる方に「少し気になるところもない訳ではないが、理にかなった立派な研究開発の成果である」とのお褒めの言葉をいただいた。当該の学生にこのことを話した際に、喜んだことこの上なかった。専門の技術屋さんにお褒められたことが本当にうれしかったようだ。学会は研究者だけの場ではない。訳がわからなくてもものを作らなければならない技術屋さんとの交流の場でもある。学ぶことは多い。

## 「エネルギー教育コーディネーター」としての経験

*Experiences as Energy Education Coordinator*

松木 健次 (元シャープ)

*Kenji MATSUKI (Formerly Sharp Corporation)*

### 1. エネルギー教育コーディネーターになった経緯

私は、職業生活の大部分をシャープ株式会社において送り、担当分野は電化機器技術、特に冷熱関係技術の開発、太陽熱利用技術の開発であった。この時期には当学会にも入会して、ある期間理事も拝命したことがあった。シャープ退職前の約10年間は太陽光発電にも関わることになった。

私は1996年6月にシャープ株式会社を定年退職し、1997年4月から国立奈良工業高等専門学校において非常勤講師を務めている。以来6年余になるが、その間ずっと毎年、同校5年生の「エネルギー変換工学」あるいは「エネルギー工学」を担当している。この教科の他に年により、計測工学、機構学、工業英語なども担当したことがある。エネルギー変換工学ないしエネルギー工学では、教科書として田中忠良著「エネルギー環境工学」(パワー社)を使い、私の企業での経験もまじえ、インターネットや新聞・TVなどの情報も加え、授業を進めてきた。

エネルギー関連の教育に携わる者の団体に「エネルギー環境教育情報センター」(以下、センターという)があり、教育現場での実践事例発表会の開催、エネルギー環境関連情報の提供、エネルギー関連施設の見学会の開催、エネルギー環境関連教科用の副読本やビデオカセットの提供(無料)等行っている。私のような、企業を離れてエネルギー教育に携わる者にとっては大変ありがたい団体で、大いに活用させていただいている。

2000年10月ころ同センターより「エネルギー教育コーディネーター」なる資格を設けるので、応募しないかとの呼掛けがあり、私は「太陽光発電」を担当テーマにして、手をあげた。

2001年2月から3月にかけて養成研修会があり(私の場合は大阪で)、エネルギー・環境関連の講演、教育学者の講演、小中高校で実践しておられる先生方の経験談を聞いた後、それぞれの担当テーマ

で模擬授業を行った(十分な時間は与えられなかったが)。併せてエネルギー関連施設の見学と各施設スタッフとの懇談の機会も作っていただいた。なんとかこれで資格をもらい(私の場合、主な対象は高校生)、登録され、指名を待つこととなった。

### 2. エネルギー教育コーディネーターとは[1]

#### 2.1 エネルギー環境教育情報センター

センターは、1984年に政府・教育関係機関・エネルギー関係機関等の支援により設立され機関で、学校教育や社会教育におけるエネルギー環境教育の推進を図ることを目的に、次世代層や教育関係者の方々を対象に、総合的な観点からエネルギー環境教育を実践する上で役に立つ各種教材・資料や様々な学習機会の提供を行っている。

具体的な取組みとしては、エネルギー環境教育に関するカリキュラムの開発、各種補助教材の作成、教諭や児童・生徒を対象としたセミナー、施設見学会、体験学習会、各種コンクールの実施等、実践的な活動を展開しています。また、機関紙の発行や全国各地でのシンポジウムの開催等を行っている。

#### 2.2 エネルギー教育コーディネーター

「エネルギー教育コーディネーター」とは、学校教育や社会教育において、エネルギー問題に関する学習の実践を支援・指導する者のことで、その役割は、

- 児童生徒に対する講演・講義
- 児童生徒に対する実験、観察、工作等各種体験活動の指導
- 教職員対象研修等における講演や実習指導
- カリキュラム、教材開発に関する教職員への情報提供

などである。

#### 2.3 エネルギーコーディネーター派遣制度

エネルギー・環境問題の解決を図るためには、地

球温暖化防止等に資する環境負荷の少ないエネルギー源の一層の導入、社会システムやライフスタイルの変革を伴う省エネルギーや省資源の推進などについて、国をあげた取組みを強力に推進していくことが重要である。特に、世代を越えた取組みの重要性を考えた場合、次代を担う青少年層に対するエネルギー教育の意義は大きく、学校と地域社会の連携のもと、エネルギー教育の一層の拡充を図るための環境整備が強く求められる。

折しも、学校教育の基本指針である学習指導要領が改訂され、2002年度から全国の小・中学校校で新しい教育課程が始まる(高等学校は2003年度から)。今回の改訂では、横断的・総合的な課題等を扱う時間として「総合的な学習の時間」が新設され、教育現場でも高い関心を集めている。今後、この時間を活用した、探究活動や体験活動等を取り入れた多様なエネルギー教育の実践が期待される。こうした実践をより意義深いものとする上で、企業、団体、研究機関等の実務経験者並びに専門家の指導や支援が、生きた教材として極めて重要な意義を持つものと考えられる。

このような認識のもと、センターでは、経済産業省資源エネルギー庁からの委託を受けて、「エネルギー教育コーディネーター」の養成・派遣制度を2000年度に創設した。この制度は、エネルギーに関する豊富な知識や実務経験を持つ企業、団体、研究機関等に勤務もしくはご退職者を対象に研修会を実施し、修了した者をエネルギー教育の実践を支援・指導する「エネルギー教育コーディネーター」として登録し、学校や社会教育団体等のニーズに応じてご出講させるものである。

### 3. 太陽光発電「出前授業」の経験

さて、コーディネーターに一応登録されたはずであったが、2001年には出講の要請はなかった。2002年になって、以下のように要請が来て、それに対応してきたが、概要について述べる。

- 1) 2月16日 兵庫県立尼崎工業高等学校
- 2) 7月12日 兵庫県立伊丹西高等学校
- 3) 10月9日 広島県立国泰寺高等学校
- 4) 11月21日 京都府立桃山高等学校

いずれも工業系または理数コースの生徒対象であった。

数ページの、図表中心のレジュメを用意し、次の

ような項目でOHPを主体に話を進めた。

地球温暖化防止に向けた国際的な動き

地球温暖化と日本のエネルギーの現状

- エネルギー消費により発生する温室効果ガスと増加しつづけるエネルギー消費量
- 地球温暖化問題の解決に向けたエネルギー政策

太陽エネルギー/太陽電池

- 太陽エネルギーの利用形態
- 太陽電池の構造と仕組み
- 太陽電池の出力特性
- 太陽電池の歴史
- 太陽電池の日本および世界における生量
- 太陽光発電の仕組み
- 太陽光発電システムの特長
- 住宅用太陽光発電システムの普及拡大
- 太陽光発電システムの設置費用
- 将来の太陽光発電システム

私の居住する奈良県が作った「ならエコライフガイド」というパンフレットも授業に用いた[2]。判りやすく図表を使って、地球温暖化の原因とその削減目標を説明し、私たちの生活をどう変えれば、CO<sub>2</sub>減量作戦に寄与できるかを示している。また、メーカーから提供されたカタログも配布した。私が用いたカタログは、単なる製品説明に止まらず、副読本として十分活用可能であると感じた。

第1回の授業では途中、太陽電池の話になったときに、用意した太陽電池セルのサンプルや太陽電池模型を示し、手で触れさせたり、遊ばせたりしようとしたが、そこへいくまでの話に食付いてくれないことが分かり、以後順序を変え、最初の20~30分間模型で光が当たればファンが回る、ソーラーミニカーが走ることを実感させるようにした。それでも、90分間生徒たちを居眠りさせないようにするにはまだまだ工夫が必要であると思っている。特に私の不得意とするところは、双方向授業である。企業でのプレゼンテーションではないことを念頭に、今後努力していきたいと思っている。

私の授業の様子が写真付きで伊丹西高等学校のホームページに載せられている(担当: 山内正幸教諭)[3]。これには3人の生徒の感想も載っており、地球環境問題の深刻さを認識したこと、太陽光発電システムの素晴しさは理解できたが、これだけでは問題解決の決め手にならないこと、これからの自分た



ちの考え方や生活を真剣に見直す必要があるなどと述べている。この辺りは、授業をしてよかったと思える点である。

伊丹西高のホームページから写真を2,3枚借用してここに示す。



図1 太陽電池セル1枚とファンを組み合わせた模型



図2 室内なので電球により光を当ててファンを回す

第4回目の京都府立桃山高等学校の授業では私の授業終了後に、生徒全員(77名)にアンケートをされ、その結果を私に連絡いただいた(担当: 田口二三生教諭)。その集約結果をそのまま引用させていただくと、次のようになる。

「生徒の95%が講義の内容を理解できた、92%の生徒が今後このような専門家の社会人講師の授業をまた受けたい、また94%の生徒がこのような授業(特別講義)は好奇心や興味・関心を昂揚するのに効果的であると回答しています。」

さらに同アンケートでは、



図3 OHPによる授業の風景

- 1) 講師に対する質問
- 2) 講師の話で一番印象に残った事柄
- 3) 講師の話で何がわかったか。また何がよかったか。
- 4) 今回の講義に関する意見・感想など(自由記入)

についてもまとめてうえ私に届けていただいたので、今後の活動に大いに役立たせたいと思っている。

この内、2)の印象に残った事柄をそのまま列記させていただくと、以下のようなになる(順不同)。これを見ていただくと、私の講義内容もご理解いただけると思う。

- ・ 京都議定書のこと。
- ・ シャープの太陽電池が海外で使用されていること。
- ・ 太陽電池の実演があったこと。
- ・ 太陽電池の将来性
- ・ 宇宙での太陽光発電による電力をマイクロウエーブで地球に送るという構想
- ・ 余剰電力を売りに出せるということ。
- ・ コスト削減が大変なこと。
- ・ 中国の砂漠で太陽電池が使用されていること。
- ・ 太陽電池生産量は日本が世界一であること。
- ・ 京都の京セラ本社ビル南面に太陽電池が設置されていること。
- ・ 太陽電池セルに単結晶型と多結晶型があること。
- ・ 太陽電池の歴史

- ・ 太陽光発電の仕組み
- ・ 太陽電池の作り方
- ・ 急激な二酸化炭素濃度の増加.
- ・ 太陽エネルギーは無限であること.
- ・ 既にいろんな所で実用化されていること.

学校側から指摘された、改善すべき点は、後方の席では私の用意した OHP スライドがよく見えなかったことであった。この点は私も認めるが、OHP プロジェクターにもやや問題があったように思う。OHP プロジェクターについては他校の例でもあったが、生徒たちの集中度を維持するためにもハードとコンテンツのレベルを高くしておく必要があるが、コンテンツは私のコンピューター能力の問題もあり難しいところである。

余談であるが、第3回の出講では学校側から、太陽光発電授業のほかに企業技術者になった動機、経緯や経験などを語るよう求められ、希望者対象に1時間ほど話をし、生徒たちと質疑応答した。私の教育を受けたころや職業生活を振り返る良い機会を与えられたように思った。

#### むすび

数回の出講ながら、新しい経験をしたことをうれしく思っている。教えること、伝えることのむつかしさを感じてはいるが、今後とも努力していきたい。

#### 謝辞

今までの4回の出講のうち、センターから同道下さった大内敏史氏(第1回)および伊藤友宣氏(第4回)には種々支援いただいた。また、各高等学校では担当の先生方が準備・支援下さった。謝意を表す。カタログ、太陽電池セルのサンプルおよび太陽光発電システム模型を提供いただいたシャープ株式会社ソーラーシステム事業部にお礼申上げる。

#### 参考文献など

- [1] エネルギー環境教育情報センター  
ホームページ <http://www.icee.gr.jp/>
- [2] 奈良県生活環境部環境管理課、「ならエコライフガイド」(2002).
- [3] 兵庫県立伊丹西高等学校ホームページ  
<http://www.hyogo-c.ed.jp/~itaminishi-hs/frame.html>
- [4] シャープ太陽光発電システムカタログ、住宅用および産業用(2002).

省エネルギーのための教育実践  
Practical Education for Energy Conservation

赤対 秀明, 土居 巖, 長野 優雄, 吉本 隆光 (神戸市立高専)

Hideaki SHAKUTSUI, Iwao DOI, Yuo NAGANO and Takamitsu YOSHIMOTO (Kobe City College of Technology)

1. はじめに

我が国のエネルギー消費は増加の一途をたどっているが, 中でも民生用の増加率が特に大きい[1]. 家庭や学校での省エネの取組みなど, 教育面からの対応が重要となってきた。

本特集の「ものづくりと伝熱」を広く解釈して, 本稿では, 神戸市立高専・機械工学科および専攻科機械システム工学専攻における省エネルギーに関する授業や卒研等での取組みを紹介する。

2. 高専におけるものづくり(早期一貫実践教育)

高専では, 中学校を卒業した15才から受け入れ, 一般教養科目と専門科目を学年進行(5年制)と共にくさび型に配置し, 特に実験・実習に重点をおいた早期・一貫・実践教育を行なっている[2]. 5年間の専門科目の中で実に約40%が, 実習, 実験, 製図, 卒研などの実学科目である。卒業資格は準学士と呼ばれる。平成4年以降, 専攻科を設置できるようになったが, 区別するためにこの5年間を本科と呼んでいる。

本校では平成10年に専攻科が設置され, 本科の上にさらに2年間のカリキュラムを設けている。研究成果レポートを大学評価・学位授与機構に提出して審査を受け, さらにその試験に合格しないと学士の資格を得ることはできない。

最長7年の課程において, 特に「ものづくり」に重点をおいているが, その中でも機械工学科は, 高専ロボコン大会, ソーラーカーレースなどにも積極的に取り組み, ものづくり教育の一つの通過点としている。

3. 神戸市立高専の熱流体関係のカリキュラム

本校における熱流体関係の授業として, 本科4年流体工学(2)・工業熱力学(2)において熱流体の基本を学習し, また5年では流体工学(1)・工業熱力学(1)・エネルギー変換工学(選択1)・伝熱工学(選択1)・流体力学(選択1)や実学として各学年実験をおこなっている。さらに専攻科1年では流体計測(選択2)・数値流体工学(選択2), 専攻科2年では流れ学(選択

2)・熱機関論(選択2), また1グループ3~4人の専攻科実験をおこなっている。さらに専門性を高め, 探求心を豊かにすることから本科5年では卒業研究を, 専攻科では特別研究・ゼミナールをおこなっている。(括弧内は単位数を示す。本科の1単位は, 大学の2単位に相当する。専攻科の単位数は大学と等価である。)

4. 省エネに関する授業

省エネに関する授業は「エネルギー変換工学」の中で行っている。選択科目で毎年30~60名の受講生がある。この授業ではエネルギーに関するテーマを上げ, 興味のあるテーマを学生が選び各テーマ3~4名ずつグループにわかれる。そのテーマについて各人が調べ資料にまとめて発表する。発表は口頭形式で行ない学生がプリント, OHPを準備して発表して学習する授業形態を平成8年から始めている。授業の狙いとして, 学生が自ら調べ発表する過程でエネルギー変換の知識や技術内容を理解し学習するだけでなく, 自分たちで考え出すことをめざしている。

4.1 授業形態

授業時間は1コマ(90分)/週で半期15週である。1週目は班分けから始め, エネルギー概論について説明して, 選択したテーマごとに8~10グループにわかれ, さらに発表日を決める。各グループでは選択したテーマをどのような内容で発表するか検討に入る。4~5年前までは図書館などでしらべたのが, 近年インターネット利用による新たな情報源を大いに利用している。また疑問も直接学生が企業に問い合わせている。例えば燃料電池の応用ではトヨタ自動車工業(株)に直接今後の見通しを問い合わせたり, 原子力発電について関西電力(株)にメールを送り問い合わせるなど, 本や雑誌・論文というだけでなく新たな学習形態を作り出している。

また, 実学という面から近年は企業から実務担当者を講師(三菱重工(株)高砂製作所設計課・関西電力(株)広報課等)として招聘し2~3回(90分/回)ボランティア授業をしてもらっている。発電

用ガスタービン・蒸気タービンプラントについて、世界におけるタービン製造状況から実際の設計・製造上での手順また問題点などを2回にわけて講義をして頂いている。また原子力発電の現状、核燃料の再利用の状況やその安全対策を含めた技術についても講義して頂いている。そこから「実社会ではいかにして無駄を省き、ものをつくるか。また、エネルギーをいかに有効利用するか」実務経験をとおしての具体的内容の話が聴講でき学生に好評であった。

#### 4.2 授業展開

授業展開としては以下の要領でおこなっている。学生は、各班に与えられたテーマについて、OHP、資料を用いて発表する。各自25分(20分発表、5分質疑)の持ち時間とする。聴講者は質問する。内容の概略説明を行いチェックを受けさせ、資料の原稿およびOHP原紙のコピーを提出する。OHPシートを必要枚数(A4サイズ・10枚以内)受け取り、OHPの焼き付けは、各自で行う。資料の印刷は教官がおこなう。資料はB4サイズ2ページ以内とする。章構成をして記名しておく。質問に回答できなかった場合は、次週に回答書として全員に回答する。

#### 4.3 テーマ

テーマとして新しいエネルギーから代替エネルギーおよび省エネと幅広くテーマをあげて学生に選択させている。発表内容も変換技術を主体にするのではなく、エネルギー事情の背景からエネルギーの有効性や問題点に視点をあてた内容など、学生自身が発表内容も考えている。

#### 4.4 評価法

出席は前提条件として、発表のわかりやすさ・内容・発表態度等について、また発表者の回答状況を採点する。3年ほど前から学生自身も評価点をいれ自己評価させている。毎回発表者の内容をレポートで提出させ、その内容把握もさせている。さらに年3~4回レポートを提出させる。最終には配布プリントをファイルにして提出させている。

#### 4.5 授業法に対する学生の評価

学生にとって発表準備や毎回のレポートはきつい。が学生主体である参加型授業のため学生の評価はよいようである。当然であるが出席率はよい。授業アンケートによると授業形態に対してもよいとのことである。

### 5. 省エネに関する卒研・研究

#### 5.1 省エネナビによる省エネ実践

省エネは節電などの努力によりかなりできるようである。本研究では、これを量的に求めるために、

(財)省エネルギーセンターが募集している「平成12年度住宅及びビルの省エネルギー実態調査事業」に応募し、モニター契約を結んだ。エネルギー使用料をリアルタイムに把握できる「省エネナビ(使用料金表示システム)」を各サンプル家庭に取り付け、電気・ガス・水道の使用料を逐次モニターし、省エネ意識を高め、使用料を押さえようとするものである。平成12年11月に取り付けが行われ、1年間のモニターを行った。

図1に、一例として、12月と1月の1日当たりの電気使用量を、それぞれの家庭ごとに、過去3年間の平均値と共に示す。

図1より、A家、B家、C家ではエネルギー消費が減少していることがわかる。約15%の節電ができることがわかった。これは省エネナビにより省エネ意識が向上し、省エネ努力を行ったためであると考えられる。

しかし、D家については、逆にエネルギー消費が増加している。その原因については、家庭での新規購入電化製品や特に子供の生活パターンの変化(年令と共に夜型生活へ移行)などを詳しく検討する必要がある。

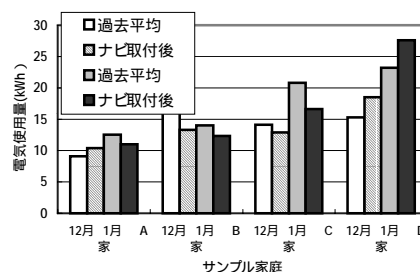


図1 電気使用量における省エネナビの効果

#### 5.2 節水型給湯配管の設計

主婦へのアンケートの結果、給湯器においてお湯が出るまでの無駄な水をどうにかできないかという意見が多かった。そこで、この意見にもとづいて節水型給湯配管の設計を行うことにした。

一般の給湯配管系では給湯器使用時、給湯器から給湯栓までの管内にある水が、ほとんどの場合捨てられている。そこで、二方・三方電磁弁と循環用管、循環用ポンプを用いることによって水を循環させ(リターン配管)、所定の温度になってからお湯が出るようにする。その概略図を図2に示す。

図2に示した節水型給湯配管は、最終的に目標と

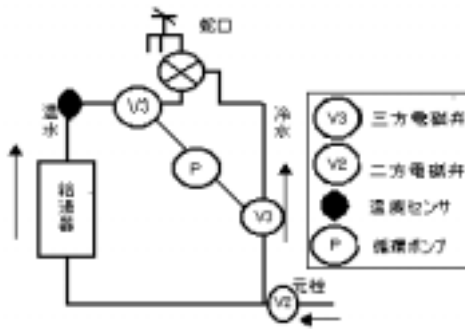


図2 節水型給湯配管

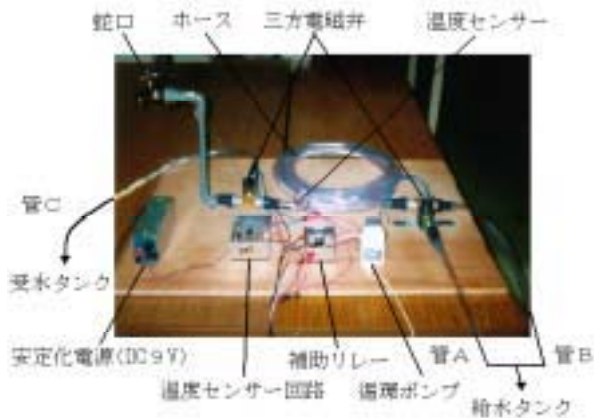


図3 簡略化モデル

する構成である．現状では，費用面で給湯器などの設備を用意できなかったため，本研究では本質をそこなわないように，簡略化モデルを検討し，実際に製作してみた．その完成品を図3に示す．

図3を用いて，動作工程を説明する．

蛇口を開き，温度センサー・循環ポンプのスイッチを入れる

給水タンクから管 A を通りお湯が吸い上げられ，ホースにある設定温度に満たない水は管 C を通り受水タンクに流れる

水が温度測定点で設定温度に達すると2つの三方電磁弁の向きが変わり，お湯は給水タンクから管 B を通って蛇口へと流れる

基本的な開発はできたが，今後実用化に向けて，蛇口を開くと同時にセンサー回路を動作させる

循環ポンプの全自動化(現在はOFFのみ)

温度センサーの応答速度の改善

などが必要である．

なお，この成果は，第4回ひょうごエコグッズ・アイデア大賞(2002年，(財)ひょうご環境創造協

会)で佳作を受賞した．また，神戸市機械金属工業会，神戸市産業振興財団，神戸商工会議所などと共催している産学官技術フォーラム'01においても発表し[3]，地元企業と情報交換を行ない，発表した学生は高い評価を受けた．

### 5.3 数値解析による暖房効果の検討

本校の本科の熱流体関係の科目は第3章で述べたとおりで，数値解析の授業はない．したがって本科の学生が実際に即したものの数値解析を行うことは難しい．しかし流体解析の基本的事項を教えれば，その後ソフトウェアを利用することは最近の学生にとっては比較的容易である．

本校実験室で使用している熱流体解析ソフトウェア Phoenics はプリプロセッサ，ソルバー，ポストプロセッサを備えている．プリプロセッサを用いて天井，床，壁，窓，人間，吹き出し口，吸い込み口などの設定を行い室内の暖房の数値実験を行わせた．天井からの吹き出し角度をかえる，また扇風機を用いたとして計算させると人間の周辺の温度が変わる．学生はこのことを体験的には知っているが数値ででてくると，かなりのインパクトを受けるようである．この際に，暖房温度を1度下げると全国で約43万世帯分の年間使用量が節約できること，二酸化炭素の排出量が削減できること，特にエアコンは暖房温度を2度低く設定すると約10%の省エネになることなどを説明している．

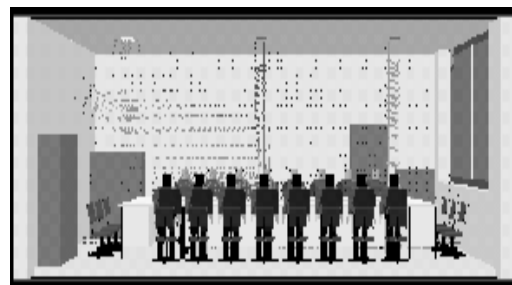


図4 会議室の暖房状況

図4はソルバーによる計算結果をポストプロセッサで表示したものである．天井からの吹き出し，吸い込み，左上方に扇風機を設定したときの速度ベクトル図である(カラー表示でないため不鮮明である)．

### 5.4 その他の研究

水道のエネルギー回収に関する研究や，ペットボトルを利用した太陽熱温水器の製作等も行っている．

## 6. 小学生を対象とした省エネ工作教室

本校では、公開講座の一環として、神戸研究学園都市の施設「ユニティ」を使用して、小学生高学年を対象とした「わくわく理科教室」を毎年夏休みに開催しているが、いろいろな理科実験を体験してもらおうと同時に、「ものづくり」も体験してもらっている。材料はできるだけ身近なもので、かつ廃材として処分されているようなものを使うようにしている。今までに行なった理科工作のテーマは十数種類あるが、その中から特に子どもたちがものづくりのよこびを体験でき、省エネにも役立つと思われるものを3テーマ紹介する。

### 6.1 使いきりカメラで作る蛍光灯スタンド

使いきりカメラを分解し、フラッシュ回路を取り出す。コンデンサを切り取り(この時、放電させてから、ニッパで切り取るのであるが、パチッと火花が飛んで大騒ぎになる)、半田ごてを使い、ダイオードの部分を読み線で短絡したり、スイッチ回路を作る。1.5リットルのペットボトルを切ってスタンドの台に、1リットルのペットボトルを笠にして蛍光灯ができあがる[4](図5左側参照)。子どもたちは四苦八苦しながら半田付けをしたり、ペットボトルを切って作った蛍光灯が電池で点灯すると大喜びする。

### 6.2 使いきりカメラで作る顕微鏡

カメラのレンズとファインダーに使われている凸レンズを、丸く切った厚紙(中央にパンチ穴を開けたもの)ではさみ、ラップの芯(紙の筒)の両端に貼り付け、ラップの芯を二つに切った間に別に用意した視野拡大レンズを入れると、倍率が40~50倍のたいへんよく見える顕微鏡ができる[4](図5右側参照)。子どもたちは自分や友達の着ている服の布地などを見たりして、「でっかぁー」と大喜びする。

### 6.3 ソーラークッカー

まだ理科教室では行っていないが、次回の教室で取り上げる予定のものである。段ボール紙に銀色の光沢フィルム(アルミホイルでも良いが、幅60cm、長さ1mが150円のもの)を貼り付けて作るだけの簡単で安価にできる集熱器である[5]。子どもたちにとっては型紙どおりに段ボールを切ったり、光沢フィルムをしわにならないよう貼り付けるのに少し苦労するであろうが、自分が作ったクッカーで焼き芋をしたり、ゆで卵ができたなら大満足するであろう。

ちなみに、筆者が試作したソーラークッカー(図6参照)で作った焼き芋はほくほくしてたいへん美味しく、ゆで卵はラップでくるんだだけであるが、熱湯でゆでたゆで卵より美味しく感じられた。



図5 蛍光灯スタンド(左)と顕微鏡(右)

## 7. おわりに

神戸市立高専における省エネに関する教育実践について「ものづくり」を中心に述べた。省エネは身近な問題であるため、学生は非常に興味を持って取り組んでいるようである。一人が省エネをしてもという感じがあるが、少しの量でも多くの人が省エネを実践すれば、大きな省エネになることを実感させなければならない。地道ではあるが、ここで述べた教育実践が省エネの啓蒙となり、やがて多くの学生が省エネを心掛けてくれることを期待したい。

### 参考文献

- [1] 日本エネルギー経済研究所エネルギー計量分析センター編, EDMC/エネルギー・経済統計要覧, (財)省エネルギーセンター(1998).
- [2] 日本高専学会出版委員会編, 創造教育実践事例集 No.3, 日本高専学会(2002).
- [3] 赤対秀明, 日本高専学会誌・高等専門学校の教育と研究, 6-3(2001), 10-16.
- [4] 相場博明, 使いきりカメラの実験, さ・え・ら書房(1997).
- [5] クリーンエネルギー利用研究会編, 太陽でお料理 ソーラークッカー, パワー社(1995).



図6 ソーラークッカー

## 高専におけるものづくりとエネルギー教育

*Manufacturing and Energy Education*

越智 敏明, 大前 義弘 (大阪府立高専)

*Toshiaki OCHI and Yoshihiro OHMAE (Osaka Prefectural College of Technology)*

## 1. はじめに

大阪府立高専は公立5高専のうちのひとつで、機械工学科、システム制御工学科、電子情報工学科、工業化学科、建設工学科の5学科からなる。高専におけるものづくりとエネルギー教育の1例として、本校機械工学科とクラブ活動での実践例を紹介する。機械工学科ではエネルギー教育としては工業熱力学、内燃機関などの講義科目があるが、本稿では著者らが担当している機械工作実習のうちエネルギーに関連したものづくり教育である「創造設計製作」について説明し、また、ものづくりを主たる目的としたクラブ活動を行っている「省エネルギー研究部」について述べる。

## 2. カリキュラムの中のものづくり

## 2.1 機械工作実習

機械工作実習の現行のカリキュラムが実施されるようになってから6年目である。「機械実習」として1年と2年では週3時間(1時間は45分)が当てられている。

1年で機械製作における基本的な加工技術(鋳造、鍛造、溶接、旋盤加工、フライス盤加工、エンジンの分解・組立)を教えた後、2年ではNCフライス盤などのFA機器の基本操作を習得させるとともに総合実習として小型万力を製作する。総合実習ではシェルモールドで鋳型を作り、鋳込みだけを外注した鋳造品の万力本体を用い、切削、穴開け、ねじ切りなどの作業工程を経て1人1台の万力を完成させる。製作図は与えているが、鋳型から完成品までの工程を経て各学生1台の器具を製作するので学生はそれぞれ達成感を感じているようである。図1は完成した小型万力である。

## 2.2 創造設計製作

これらの1, 2年での実習を基礎に3年では、創造設計製作として週3時間当てられている。これは創造力養成とものづくりの基本を習得させることを目的としており、授業の概要は次の通りである。製



図1 小型万力



図2 モデルタイプの空気機関

作する機械は圧縮空気によってピストンを往復運動させて動力を取り出す空気機関とこれを動力源として動く機械で、ひとつの班5, 6人で1年間を通して機械の設計、製図、製作、運転の一連の作業を行う。図2のような横型単気筒のモデルタイプ(シリンダー径35mm)の空気機関は各班に与えて参考にさせるが、それにとらわれなくてよい。授業は年間28回あり、スケジュールは次の通りである。

1週目: 講義

2~5週目: 空気機関の設計・製図

6~14週目: 空気機関の製作

15～17 週目：空気機関を動力源として動く機械の設計製図

18～27 週目：上記機械の製作，運転

28 週目：発表会

このほか、前年度（2 年次）末には機械製図のスケッチの教材に、これまで製作したモデルタイプの空気機関を用いているので、学生は最初から構造についてはある程度の知識を持っている。1 週目の講義では授業の概要、スケジュールの説明、班分けと空気機関の作動原理、トルク、動力、動力計の原理などの説明を行う。

2～5 週目の設計・製図では空気機関のタイプを決めて設計し、方眼紙に製図する。この段階で空気機関で駆動する機械の概要を決めてエンジンの設計を行う。設計するタイプとしてはほぼ半数がモデルタイプに近く、残りは縦型 2 気筒、V 型 2 気筒、4 気筒、小型にして高速回転を得るもの等様々である。製作した空気機関は空気圧 0.5MPa の圧縮空気を用いると回転速度は 700～3000 rpm、出力は数 W である。図 4 に完成した空気機関の例を示す。

空気機関が完成するとそれを駆動源として動く機械を設計して製作する。機械の種類は駆動用機関出力が小さいこともあり遊技具が多い。これまで製作したものを上げると、ピッチングマシン（ピンポン玉用）、モグラたたき、観覧車、ポート、模型自動車、遠心ポンプ、歯車ポンプ（図 4）、ウィンチなどである。圧縮空気を送るビニールチューブがつながれているため、ポートや模型自動車のような移動する機械は苦しい。

指導形態としては 1 クラス 40 人を 6 班に分け、教員 2 名と技術職員 5 名の計 7 名で担当する。指導側はそれぞれの担当班を決めず、全員がすべての班を

見るようにしている。指導内容は設計段階でのアドバイス、材料の選択、加工方法などである。

材料は丸鋼、平鋼、鋳鉄角材、アクリル板など使用が予想されるものをあらかじめ用意しておく。できるだけ用意された材料を使うようにするが、必要とする材料がなければ学生の要求に応じて購入する。学生には毎授業時間の終わりにその日の作業、感想などを書いた報告書を提出させている。

この科目についての学生の感想を求めると、「機械を作る難しさを知った」、「もっと多くの知識が必要であることがわかった」、「能率良く作業するには加工前の製作図の作成、工程の計画などが大切であることがわかった」など反省点が多く述べられている。授業担当者として見ると、学生が自らの発想により企画、設計し、製作するので、ものづくりに関心を持つようになり、その能力が高められることは確かである。ただ、授業時数の割には進度が遅く、この点は指導方法によって改善すべきであろう。

### 3. クラブ活動（省エネルギー研究部）

#### 3.1 指導方針

クラブ名は「省エネルギー研究部」と称し、省エネルギーカーレースに出場する省エネルギーカーを製作している。部員は現在 11 名でほとんどが機械工学科の学生である。クラブ誕生のきっかけになったのは、10 年前、入学したばかりの学生 5 名が著者に「ソーラーカーを製作したいので、顧問になってほしい」と言って来たことであった。学生に刺激を与え、「ものづくり教育」の一端になればと思って引き受けることにした。ただし、製作するものは、多くのレースがあり、目標を数値として表しやすい省エネルギーカーとするクラブにした。省エネルギ



図 3 空気機関の例



図 4 歯車ポンプ



カーレースは 50 cc のガソリンエンジンを用いた車両でガソリン 1L 当りの走行距離を競うレースである。エンジンは市販の 4 ストロークエンジンで、走行抵抗を小さくし、伝動系の効率を上げてエンジンの発生仕事をいかに効率良く走行距離に結びつけるかが競われる。

当時、すでに有名になっていた NHK 主催の「ロボットコンテスト高専の部」に出場するための「ろぼとくらぶ」が活動していた。競技用のロボットの製作ではアイデアがより重視されるが、省エネルギーカーの製作は広く行われ、アイデアは出尽くしているのので、どの機構を採用するかということとともに工作精度や耐久性など製作に重点が置かれる。

顧問を引き受けるに当たって、高専のクラブ活動であることを前提に次のことを念頭に置いた。

1. チームワークを育成し、個人個人の協調性を高めること。
2. 勉学と両立させること。
3. 上級生が指導できるようになるまでは顧問がきめ細かく指導すること。
4. 工作機械、自動車について正しく認識させ、事故防止に努めること。
5. 年 3 ~ 4 回発表させ（レースに参加させ）刺激を与えること。

省エネルギーカーはドライバー育成用 1 台とレース用 2 台の計 3 台を確保する。すべての車が競技会での車検をパスし、ドライバー育成用では、運転感覚を養うため十分練習させる。

そして、学年ごとの目標を次のように設定した。

1 学年：レースに参加させ、計画の大切さを認識させる。ものづくりの入門として簡単な部品を作る。

2 学年：視野の拡大。製作技量を磨き、精度の必要な部品を製作。部品や消耗品の購入、渉外、資料やデータの収集と分析。

3・4 学年：下級生の技術指導、レース参加についての企画立案、実施、レース目標設定。

5 学年：クラブ全体を見てアドバイス。

### 3.2 活動

勉学との両立を目指しているのので、恒常的には週 3 回、長期休暇中はほぼ半分の日数だけ活動している。活動場所は動力機関実験室で機械工場にも近く便利である。機械工場での機械工作では技術職員の協力が得られる。

新しい省エネルギーカーの製作は 2 年に 1 台のペースであとはレースに向けての改良を行っている。部品の加工については上級生が下級生に教え、旋盤、

フライス盤は自由に使いこなせるようになる。ウォータージェット切断機や NC フライス等の特殊機械を使用する時は技術職員の指導を受けて作業することになる。また、FRP によるモノコックボディやカウルの製作は外部の専門家から指導を受けた。図 5 はフレームを製作中、図 6 は完成車の写真である。



図 5 フレームの製作



図 6 完成車



図 7 省エネルギーカーレース



図8 エコデンレース

現在参加しているレースはホンダエコノパワー鈴鹿大会(5月, 図7), 学生自動車研究会燃費発表レース(12月)であるが, 4年前から, 与えられたバッテリーで1時間に走行する距離を競う小型電気自動車のレースである「エコデンレース」にも参加している(図8)。部員はレースの申し込み, レース車両の運搬, 宿舎の手配などレースのマネジメントも行うようになり, 顧問としては安全管理, 資金面の交渉の他はクラブの方向付けを指導する程度になっている。

燃費率はクラブ発足当初は 160 km/L 程度であったが3年後には 300 km/L を越え, 現在 450 km/L 程度で伸び悩んでいる。伸び悩みがまた, 教育材料になっているのである。エコデンレースでは参加者中の上位 1/3 以内の成績を収めるまでになった。

### 3.3 クラブ活動の効果

当クラブ部員のものづくりに対する関心度, 創造性, 協調性, 積極性などに伸張がみられると同時に彼らはクラス内においては実習の授業あるいは文化祭の展示物の製作など, ものづくりに関連したことで指導的役割を果たしている。また, 機械工学科の公開講座と体験入学に協力して市民の方にも高専の学生の積極性の一端を見せている。

## 4. まとめ

大阪府立高専におけるエネルギーに関連したものづくり教育について機械工学科の「創造設計製作」で学生が主体となって設計・製作する授業の内容を紹介した。また, ものづくりを中心とする「省エネルギー研究部」の活動を通じて日常的にもものづくりに接して生まれる数多くの教育的効果を紹介した。

近畿大学・生物理工学部・生体機械工学科における  
「ものづくり・エネルギー・環境教育」

*Manufacturing, Energy and Environmental Education in Department of Mechanical Engineering,  
School of Biology-Oriented Science and Technology, Kinki University*

加治 増夫, 澤井 徹 (近畿大学)

*Masuo KAJI and Toru SAWAI (Kinki University)*

1. はじめに

近畿大学・生物理工学部(「なまものりこうがくぶ」ではありません。「せいぶつりこうがくぶ」と呼びます)は既存の技術では対応の難しいさまざまな問題(地球の温暖化、熱帯雨林の減少、オゾン層の破壊、砂漠化の加速、高濃度の酸性雨、海洋汚染の拡大、野生生物の減少等)を解決するためのブレークスルーとして、バイオサイエンス分野に注目し、これまで医学、理学、工学、農学などに細分されていた教育・研究環境を統合することにより、生物の優れた機能や特性を広範に研究することを目的として平成5年、和歌山県打田町に設置された学部となっています。

この「生物理工学部」は、生体機能を解明する「生物工学科・遺伝子工学科」、これらを情報・通信・制御などに応用する「電子システム情報工学科」、さらに機械設計や制御システムに応用する「生体機械工学科」・「知能システム工学科」の5つの学科で構成され、教員は工学系37名、農学系16名、理学系7名、医学系4名となっています。

本稿では生体機械工学科で実施している教育内容のうち、スターリングエンジンの工作実習およびエネルギー・環境に関連したカリキュラムについて紹介したいと思います。

2. 生体機械工学科の取り組みについて

聞きなれない学科名称である「生体機械工学科」を理解するためのキーワードはバイオミメティクス(生体模倣)である。機械の高性能化、マイクロ化の一方で大規模化が進む中、生物・生体システムの優れた機能、外的環境への適応性、エネルギー効率の高い運動特性等を機械設計に活用しようとするバイオミメティクスは、機械設計のニーズを生物・生体のシーズから見出そうとする新しいものづくりの概念となっている。生体機械工学科では、機械工学の基礎となる力学とコンピュータ援用による機械設計をベースに、バイオミメティクスの視点から

機械システム工学、バイオメカニカル工学、エネルギーシステム工学が絡み合う複合領域での人と自然に優しい機器の開発・設計に取り組むことができる人材の養成を目指している。

2.1 スターリングエンジンの製作

3年生前期で実施している機械工作・CAM実習では、1・2年次に習得した生産加工プロセス、機械加工学、機械要素設計、CAD基礎演習、CAD応用演習をベースに、設計・加工のセンスを磨く目的で汎用加工から最新の加工までを設計から組立までのものづくりの中でとらえて体験する。実施テーマは下記の通りであり、教員7名が担当している。

安全教育(2H, 教員1名)

スターリングエンジンの製作(4H, 教員3名)

マシニングセンタによる加工(2H, 教員1名)

レーザー加工(2H, 教員1名)

研削加工と精密測定(2H, 教員1名)

金属組織の光学顕微鏡による観察と硬さ測定(2H, 教員1名)

「スターリングエンジンの製作」では1班10人を5人ずつ2つのグループにわけ、2台のスターリングエンジンの製作を4時限(4×90分)で行なう。

1・2時限目 旋盤, フライス盤・ボール盤

3時限目 ボール盤, ハンドタップ

4時限目 組立, 加熱始動実験

1・2時限目では汎用工作機械による機械加工として旋盤あるいはフライス盤・ボール盤のいずれかを使って一人一部品(フライホイール, 偏心円盤, アクリルフレーム, ピストンホルダー, 連結角棒再生器)の製作を行なう。製作する部品の図面はAUTOCADを利用して描いたものである。3時限目にはハンドタップによるネジ立て, 4時限目には各人の作成した部品を持ち寄り組立作業, ならびに加熱始動実験を行なう。

スターリングエンジンは、熱源の種類を問わずに動力を発生させることができ、さらに、静粛性、排気ガスの清浄性、理論的なエネルギー変換効率等の

点ですぐれた性能を持っている。地球にやさしいエネルギー変換の方法を形にしたスターリングエンジンは、ものづくりの楽しさ・難しさを知る意味でも、エネルギー・環境問題を考える上でも非常に有用な工作実習のテーマとなっている。スタッフの少ない私立大学の機械工作実習のテーマとしてはかなり完成度の高い内容になっているものと考えている。

また、このスターリングエンジンは手軽に組立および分解が可能なおよびオープンキャンパス時の体験実習教材としても利用しており、小学生から大人までを対象に組立作業と加熱始動実験を体験してもらうと同時に、スターリングエンジンの基本原理、熱源としてバイオ燃料・廃熱等が利用可能なこともあわせて説明を行なっている。

## 2.2 エネルギー・環境関連カリキュラム

上述のように、本学科は機械工学をベ - スとしているので、通常の機械工学科で学ぶ「熱力学」、「伝熱工学」をエネルギー・関連の専門基礎科目として開講し、応用的な科目として「環境工学」、「生物熱環境学」を開講している。

「生物熱環境学」は4年前から開講したが、適当な教科書が見あらず、金沢大学の人間・機械工学科で「人間・熱環境学」を開講していることを知り問い合わせしてみたが、4年生対象の授業であるので、当時はトピック的な話題をとりあげて講義しているとのことであった。外国に教科書としては Human Thermal Enviroments (Parsons, K.C., 1993) や Biological Process Engineering (Johnson, A.T., 1999) があつたが、本学の3年生の学生には難しすぎる点もあるので、一部その内容を盛り込みながら毎年内容を変えて、試行錯誤で授業を行っている。主な内容は、人間が摂取した食物が筋肉運動のエネルギー源として蓄えられ消費される際の効率と、エンジンや発電所の熱効率との比較から始まり、生体、人体内の熱移動、生体の冷凍保存、人間の熱環境(快適性)などである。また、冷凍・空調に関する講義科目は他にないので、冷凍サイクル、冷凍機、湿り空気や、凍結現象など熱力学、伝熱工学でとりあげる内容も盛り込んでいる。

「環境工学」は、一般的には化学や生物学に関連する内容のものが多く、他大学ではこのような専門

分野の教員が担当しているが、本学では我々の学科が開設されるまでこのような授業科目は設けられていなかった。現在では、研究者、技術者の倫理問題の一環として重要な科目となっている。地球温暖化、排気ガスによる大気汚染、ゴミ焼却炉のダイオキシン発生、水質汚染と水処理など、機械工学とも密接に関連する内容も多いため、他学科の学生も対象として開講している。とくに、エネルギー - 科学を中心として、地球環境の成り立ちから、化石燃料、原子力発電、自然エネルギー - の問題をとりあげている。また、専門外ではあるが、オゾンホール、酸性雨、生態系などについても、参考書を読みあさりながら苦労して授業しているのが現状である。

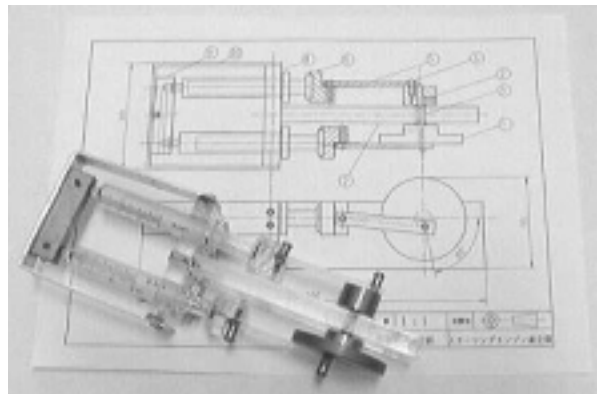


図1 組立図と製作したスターリングエンジン



図2 エンジンの組立・加熱始動実験

## ものづくりと環境熱工学に関する教育・研究

*Education on a practice in machine design and manufacture, and studies on environmental thermal Engineering*

西村 伸也 (大阪市立大学)

*Nobuya NISHIMURA (Osaka City University)*

### 1. はじめに

大阪市立大学工学部機械工学科および大学院機械物理系専攻(機械工学科と知的材料工学科により構成)では, 学生の実験・実習や製図などの演習科目離れを防ぐとともに, 各専門講義の理解を深め, さらに幅広い知識を習得させるために, 全教員参加(大学院は講師以上)のもと, 学部3回生において機械設計製作実習, 大学院前期博士課程において特別演習を実施している。以下, これらの試みについて簡単に紹介する。

### 2. 「機械設計製作実習」によるものづくりの実感教育

#### 2.1 経緯

当学科では, 1970年度に, 必修科目のうち一科目でも不合格になれば卒業を認めないとする必修制を改め, 必要単位数を修得すれば卒業を認めるとする全科目選択制を採用した。この制度は発足当初うまく機能していたが, 約15年前のバブル景気に世間が浮き足立ったころには, 製図などの演習科目を中心に履修者が激減し, 問題が生じ始めた。特に3回生に提供されていた機械設計製図演習(4単位)で顕著であった。

この演習の内容は, 電動ウインチの設計計算とドラフターを用いた製図が主であり, 完成時には, A4レポート用紙100枚程度の計算書と60~70葉のボリュームとなるものであった。このボリュームは3回生の履修者にとって生易しいものではなかったが, それにもかかわらず, 1987年度までは, 各年度において学生数の90%前後が完成にまでこぎつけていた。しかしながら, 1988年度になると履修完了者数は急激に減少し始め, 90年度には学生数の50%を割り, その後は30%程度に低迷するようになった。

数年間の間にこれほど急変した理由としては, いくつかの理由が考えられたが, 多大な労力を要する科目から順に敬遠する傾向が現れ始めたこと, パーソナルコンピュータの普及によりソフト志向

が急に強まったことが主要因として挙げられる。この事態のために, 機械工学科における基幹的な科目である設計製図演習において根本的な見直しを迫られることとなった。

この見直しは, 実は二つの側面から迫られていた。一つは, すでに上に述べた学生側の履修実績である。機械設計製図に対する彼らの関心を実質的に取り戻し高めてゆく有効な方策を考え出さねばならなかった。もうひとつの側面は, 当学科固有の問題(小規模)に起因する, 機械設計製図演習を担当できる教員の老齢化であった。この演習は, 少数の特定教員がかなりのエネルギーを費やして担当していたが, これら担当教員の老齢化(退職)とともに, 限界が見え始めていた。これは当時の若手教員(小生もそのうちの一人でしたが!)のソフト志向傾向にもあった。このような傾向の中で, 少数の教員の中から, 将来の設計製図教育の担当者をどのように養成して行けばよいのかを真剣に考えなければならなかった。

このような二つの側面を見据えて, 新しい設計製図教育の内容と教育体制について, 93年度より学科内で討論を始め, 94年度にはワーキンググループを作り, 一つの方針を固めた。方針では以下の二点を基本とした。

- 1) 機械設計製図演習と機械工作実習を組み合わせ, 機械の設計から製作までを一貫して行うことにより, 機械設計・製作に関する基礎的な知識, 考え方を修得する。また, 設計に対する創造性を高めることを目的とする。
- 2) 学生を6班程度に分け, 各班を3名程度の教員が専属で担当し, 上記の内容を指導する。具体的には, 毎週四コマ・1年間で完成できる程度の内容とすること, また, 実習科目であることから製作費が高まらないようにすることから, 「ねじ駆動方式による空き缶潰し機」の設計・製作をテーマとし95年度より実施に移した。

なお、JABEE 対応などもあり、2001 年度より、学生実験や機械設計製作実習、その他の演習など実技系科目の多くを必修科目に戻している。

## 2.2 実施例

上記の 2.1 に述べたように 95 年度より実施し、現在まで 8 年間継続して行っているが、以下、実施内容を簡単に紹介する。

なお 2.1 に述べた教員のグループ担当制では教員の負担が大きすぎるとの反省意見が出たことから、現在では、各教員が、前期の設計・製図演習、後期の製作実習の期間にそれぞれ 2～3 回ずつの負担で済むように運営方式を改めている。

### 2.2.1 設計製図

空き缶潰し機的设计においては、設計条件として以下のいくつかの条件を与えている。(条件は年度によって変更)

ネジ駆動方式によってアルミニウム空き缶を潰す。空き缶潰し機の総重量を制限する。平成 13 年度は 30kg 以内。空き缶を潰す時間を制限する。平成 13 年度は 3 秒以内。潰れた缶の高さは 20mm 以下。モータの出力は 200W 以下。空き缶潰しの一連の動作はセンサーを用いて自動的に実行させる。

上記の課題をもとに、各班 7～8 人になるよう実習班を編成し、班ごとに 1 台の「ネジ駆動方式による空き缶潰し機」の設計製図を行わせている。

### スケジュール

前期は火・水曜日の 3・4 時限を使って全員一緒に設計製図を行っているが、大まかなスケジュールは以下の通りである。

#### ガイダンス

該年度の機械設計製作実習の世話役教員によるガイダンスを行い、その後、機械工作室にて前年度製作した「空き缶潰し機」の分解・組立てを行う。以上のことより、空き缶潰し機の構造や機能について理解を深める。

#### 概念設計

班ごとに、上述の設計条件を満たした上で、製作費や加工の難易性、製作に要する時間等も考慮に含めて、概念設計を行う。

#### 設計計算

駆動ネジ、軸受、プーリ及び V ベルト(タイミングベルトもあり)、モータの選定、圧縮板、締結ネジ、キー、その他(プレーキトルク・パネ・



図 1 空き缶潰し機の分解・組立て風景



図 2 概念設計の発表・討論会の風景



図 3 概略組立て図の一例

歯車)などについて設計計算を行う。

#### 概略組立て図作成

概略組立て図を作成し、缶潰しの機構、加工方法、ならびに制御回路・電気部品配置の確認を行う。この時点で、教員および実習担当の技術職員(三宅、多々良および佐藤の 3 名)のチェックを受け、不都合な点が見つかった場合には、概念設計からやり直しとなる。

#### 部品図・組立て図作成

ついで、製図の演習に移り、製作時に必要となる部品図・組立て図の作成を行う。製図においては、寸法公差(はめあい)やネジ下穴径・ボルト穴径などの寸法表示を含めて、部品の整合性について確認を行う。

この時点で、教員および実習担当の技術職員の再チェックを受ける。

作業工程表作成および部品発注リスト作成

グループで部品製作の作業工程表を作成する。

ついで、部品図をもとに部品発注リストを作成する。この部品発注リストに基づいて、夏休み期間中に部品購入を行う。

### 2.2.2 製作実習

後期は毎週火曜日の3・4時限を使って製作実習を行っている。スケジュールは、基本的に、旋盤加工、フライス盤加工、ボール盤加工、溶接、手作業および制御回路（シーケンス）の作成の各作業が実習期間内に終了するよう指示して、各班ごとに学生の自主性に任せている。

また、各班の進捗状況は各回担当の教員が電子メールを用いて、教員および技術職員にその都度連絡するようしており、進捗の遅い班は補習を行っている。なお、実習であるので、全員に保護めがねを購入させるとともに、作業に適した服装で出席するよう指示し、また、学生保険にも加入させ、怪我の無いように努めている。

図4に実習風景を、図5に空き缶潰し機の作品の一例を、図6に作品発表会の光景を示す。

作品発表会は、各班に約20分の時間を与え、作品のセールスポイント（特徴やユニークな点）、加工時に苦労したことや工夫したこと、図面通りに作れたか（設計変更等はなかったか?）、および設計段階では予想できなかったハプニングが生じなかった等について口頭で説明させ、その後、アルミニウム空き缶を用いて、空き缶潰しの実演を行わせている。

### 2.3 機械設計製作実習の波及効果

本実習を一昨年度履修した機械物理系専攻 M1 の学生5名（乙脇，藤田，山内，山口（壮），米田）



図4 実習風景（旋盤）

が昨年9月22・23日の両日もてぎサーキットで開催された第22回 Honda エコノパワー燃費競技全国大会に参加し完走するなど、本実習がものづくりに関する学生の興味を高めている好例を得ている。

### 3. 環境熱工学に関する教育・研究

2にも述べたことであるが、当大学の機械系学科・専攻の規模は他大学に比べて相当に小さい。そのため、学部における熱工学に関連する講義数も少ない。したがって、これをどう補い、学生に幅広い専門知識を身につけさせるかが長年の課題であった。幸いなことに、ここ数年、大学院前期博士課程への進学率が7割を超えるようになってきた。また、昨年四月の大学院再編成により、機械工学科と知的材料工学科の二つの学科により、新たに機械物理系専攻が誕生した。これに合わせて、大学院前期博士課程学生に自分の研究分野以外の研究にも興味を持ってもらい、幅広い専門知識を習得してもらう目的から、半期1コマの特別演習が設けられた。この演習では、学生は自分の指導教員以外の演習を三つ選択しなければならない。そこで、小生が所属する熱工学分野（野邑教授，小生，伊與田助手）では相談の上、現在行っている研究の中から、自然エネルギーを活用した



図5 作品一例（2000年度D班）



図6 作品発表会風景

分散型エネルギーシステム・まちづくりに関連して、大阪湾沿岸地域における自然エネルギーの実測と評価(野邑)、自然エネルギーの賦存量推定と分散型エネルギーシステムへの導入(西村)をテーマに環境熱工学に関する演習を行うこととした。

屋外調査は、野邑・西村が参加している NPO 大阪湾研究センター「環境共生型まちづくり研究会」(代表:野邑)、日本生命財団特別助成研究「大阪湾奥部沿岸域における自然の摂理と共生した海陸一体の都市づくりに関する研究」(代表:阪大地球総合工学専攻 山口)の研究対象地域である西宮市香櫨園浜・御前浜一帯で行っている。

図7は昨年10月に行った実測調査のスナップ写真である。屋外調査では、風向、風速、日射量、温・湿度の各項目を測定した。これらの測定データを、太陽エネルギー、風力に分けた特別演習履修学生のグループに渡して、利用可能な自然エネルギー量の推算や評価を行わせている。以上の検討の中で、太陽日射の波長特性、接地境界層の速度分布や温度分布、また風況と風車出力の関係、ソーラーパネルの特性など、伝熱学や流体力学などについての基本的な専門知識を習得してもらうとともに、定量的評価を行うために必要となるコンピュータを用いたデータ処理(数値計算法の初歩)方法についてのトレーニングを行っている。

#### 4. あとがき

- 産官学民の交流に向けた取り組み -

今回のテーマを拡大解釈し、ものづくりと大学の役割に関して、当分野での試みを紹介し、読者諸氏の参考にしていただくとともに、ご意見・ご批判をいただければ幸いです。

大都市にある公立大学としての当大学の立地条件もあり、当分野では、省エネルギーや広く環境問題に関連して、従来はあまり関係のなかった NPO や NGO など非産業分野の民間の方々との交流が増えつつある。これらの活動に参加されている方々のなかには、企業を定年退職されたエンジ

ニアで、生産現場での豊富な経験や、実学に裏付けられた専門知識を有されている方々が多い。また、この方々は、一線を退いて、利益追求のみではなく、社会貢献を目的とされている方が多い。

交流のなかから研究のシーズを見出すのはなかなか困難であるが、これまでは大学に届かなかったようなニーズを見出すことが多く、また、それらニーズの多くは、一分野の専門家で解決することが困難なものが多い。このような状況のなかで、大学に籍を置くものとして、上記の NPO や NGO などのの方々との交流で感じたのは、現在声高に叫ばれている産官学交流ではなく、日常生活に根ざした市民レベルでの産官学民交流の大切さと、世代間での技術や専門知識の伝達の大切さである。

今後、このような非産業分野の民間団体との交流活動が全国的に増えるであろうと感じているが、これら取り組みが、大学での専門教育を補い、学生や若い世代の方々にもものづくりの大切さを教える実践の場となることを祈っている。



図7 屋外調査風景(西宮市,平成14年10月)



## 「ものづくり」とSAEフォーミュラ などへのとりくみ

*Manufacturing and SAE Formula in Our Laboratory*

香月 正司, 芝原 正彦 (大阪大学)

*Masashi KATSUKI and Masahiko SHIBAHARA (Osaka University)*

### 1. はじめに

昨今、「ものづくり」という言葉を耳にする機会が多くなった。これは、逆に一般に「ものづくり」に接する機会が減ったことを意味するのであろうか。あるいは理工学系学生の製造業離れが顕著になったことを意味するのだろうか。本稿では、研究室の一情景から、最近、筆者が関係することとなった学生自動車研究会での「SAE フォーミュラ」という競技の紹介することで、学生の「ものづくり」の取り組みについて考えてみたい。

### 2. 休日の実験室

さていきなり余談だが、週末や休日であっても、実験室には誰か学生がいることが多い。といっても、必ずしも休む時間を惜しんで卒業論文、修士論文などの実験や研究を行っているというのではない。かなりの場合、自らの工具や部品などを大学に持ちこんで、自分の2輪や4輪の整備、メンテナンス、さらには改造を行っているのである。大学という場所で、自分の自動車を保守することは是か非かという議論もあるかも知れないが、大人として自分の責任において作業し、後始末を完全にしさえすれば、長い時間スケールで考えた場合、非常にいいことではないかと私は思う。というのは、自分の手で自分の車の部品を交換することは、さまざまな経験と思考プロセスを経る必要があるからで、その経験を自主的に積むことができるからである。まず部品を購入するためには、カタログか店頭で部品について調べる必要がある。さらに実際にどのような性能の部品がどのくらいの値段か、さらに自分の車に必要なものはどれくらいのもので十分で、それは自分の予算で購入可能かというコストパフォーマンスの検討も必要になる。当然、その値段と性能の釣り合いを考える上で、交換すべき、あるいは、付すべき部品がどのような役割を果たしているのかを

理解することが必要である。次に、その部品を交換するには、自分の車のどの部分をどの順番で外すか、どのような工具が必要であるかということを考えなければならない。その上で、それらの作業が、どのくらいの時間で完了可能かということをあらかじめ見積もらないといけない。何故なら、休日が終わっても修理が完了してないと自分の交通手段がなくなってしまうからである。そして、さらによいことに、自分の判断の良し悪しについて明確なフィードバックがある。つまり、物品の交換、見積もりや選択、作業手順が正しかったかどうかは、その後、自分で運転してみれば明らかである。このような経験は、知らず知らずのうちに「ものづくり」の過程を学んでいることにはならないだろうか？

同様なことは、趣味としての車のメンテナンスのみならず、パーソナルコンピュータやワークステーションの組立てでも同様である。ワークステーションの冷却ファンだけが壊れた場合に修理することや、CPUの冷却ファンの能力が不足して動作不安定になることがよくあるが、購入したメーカーの品物を再度発注して手に入れるとすれば時間がかかってしまう。そこで、冷却ファンであれば元のものより冷却能力が優れていればよく、電源さえ確保できることを確認してより安くて大きな物を近くの店で購入して取り付けてやればよい。たとえ数値解析の研究テーマについての学生にとっても、コンピュータのメンテナンス、整備まで考えれば、それは実際に手を動かして行う勉強になるはずである。

### 3. エコラン

燃焼に関する研究を行っているためか、本研究室に配属希望の学生には、自動車(2輪, 4輪)やエンジンに興味を持っている学生が多い。そのために、研究室の有志が約20年前から、エコラン

に参加しているようである．参加しているようであるというのは，研究室の研究テーマとして行っているのでも，研究室として経済的な援助をしているわけでもなく，有志が自主的に参加しているためである．研究室としては，卒業論文や修士論文の研究とは別に，プライベートな時間にエコランカーの製作作業をするのを黙認しているだけである．

エコランとは，基本的に1リッターで何キロメートル走れるかという燃費を競う自動車競技であり，日本国内でもさまざまな地域で行われている[1]．競技規定としては，大会ごとに定められる車両規程をクリアし，一定の距離を制限時間内に走らなければならない．したがって，走行後の燃料の消費量で走行距離を割れば，それぞれの車の燃費が算出でき，燃費がよいほど順位が高くなる．上位に入賞するチームではリッターあたりの走行距離は1000kmを超え，また，世界記録はリッターあたり3000kmを超える．もちろん，それら上位に入賞するチームは，車全体の軽量化，シャシーの形状，エネルギー回収機構，ドライバーのテクニックに至る細部まで，十分に時間と予算をかけて取り組んでの結果である．

この競技会への参加グループにはいろいろな目的があると考えられるが，大会会場をぐるっと見渡すと，大別して二通りのグループがあるようである．一つは人と時間と予算を十分にかけて，上位入賞を狙うことを目標にしているチームである．他方は，限られた予算や人や物の範囲内で，改良を少しずつ重ねて，自分たちの前回の記録を上回ることを目標としたチームである．本研究室の学生有志の場合は，卒業論文や修士論文のテーマの研究を行いながら，自分のプライベートの時間に行っているのだから時間的制約もあろう．また，予算に関しては，千円，二千元単位の寄付を研究室のOBに募ったり，自分たちの小遣いを持ち寄って，エントリー代や部品代にあてている．したがって，明らかに後者の立場といえる．総額何万かの予算では，自転車用タイヤ1本を購入するにも，どうしようかということにもなるだろうし，エンジンに至っては，毎年購入できるというようなものではなく，数年お金をためてようやく新品を購入できるということになる．また，学生有志は必ず何年かすれば大学を卒業してしまうので，ベテランといっても2年目，3年目ということになる．だからといって有志の彼らが，研究室の研究テ



図1 エコランの製作作業とレース

マとしてじっくりとエコランに取り組んでいる大学や専門学校のチーム，工作機械やノウハウをふんだんにもったメーカーのチームに比べて，そのような取り組みから学ぶものが少ないかといえばそうとはいえないだろう．さらに，エコラン自体をどっちの方がより楽しんでいるかといえば，研究室の学生有志の方かも知れない．彼らは他チームよりもよい結果を出さねばならないとか，昨年度よりもよい結果を出さねばならないといった義務感から解放たれており，自分の手で触ったマシンが走り，自分の手で保守を行ったエンジンが回転

するということ自体が重要で楽しいのだ。したがって限られた予算内でどのようにいいものを購入し、それをエコランカーに実装するかということが大きな問題であり、また逆に自分ならではの工夫を凝らすこともできる。もっとも予算や時間といった制約条件内で最善を尽くすという意味では他のチームも同じかも知れないが。

#### 4. SAE フォーミュラ

近年、アメリカ自動車技術会（SAE, Society of Automotive Engineers）が、「フォーミュラ SAE」という競技会を開催している。フォーミュラとはフォーミュラカーのことである。この競技会は小型フォーミュラスタイルのレーシングカーを構想、設計、製作して競争するものであり、大学生たちが自動車技術や「ものづくり」を学ぶ場として開催されているものである。現在では、世界中の大学から百台以上の車が参加する大きな国際競技会となっている。日本では2000年大会から社団法人自動車技術会関東支部の学生組織である学生自動車研究会が大学間の垣根を越えて参加して好成績をすでにおさめている[2]。社団法人自動車技術会関西支部の学生組織でも参加に向けて動きはじめたところである。また、車体フレームやエンジンについては細かな規程があり[3]、その規程を守って設計・製作しなければならない。また、車両の設計目的も規定されており、参加者は自動車メーカーがプロトタイプ車両を製作するのとはほぼ同じ手順を体験することとなる。例えば、販売対象はプロのためでなくアマチュアレーサーとする、車両コストは低くし、そのメンテナンスが容易で信頼性に富むこと、設計・製作した車両を販売する自動車メーカーを仮想的に考え、限定ラインで一日あたり4台の生産計画とし、プロトタイプは25,000ドル以下でなければならない、などである[3]。各車は、技能検査、費用、プレゼンテーション、エンジニアリング設計、単独走行性能トライアル及びテストコース耐久走行での高性能トラックトライアルなどを含む、総合的な比較採点によって審査され、車の性能の良否が決定される。2002年の競技会の配点は表1のとおりである。

参加学生は、「可能な限り上記のすべての製作過程を自らこなさなければならず、競技の得点はフィニッシュラインを速く踏むかではなく、技術者としてのプロフェッショナルリズムの度合いにかかっている」と、レギュレーションに明記されて



いる[3]。当方では、日本で開催予定の競技会に参加を目指してようやく動き出したところである。研究室の一部の学生がたたき台としての試作マシンの設計・製作を目指している。現在のところ、市販のフォーミュラカーを採寸し、どのようなマシンがよいか、検討している初期段階である。当然ながら、興味があり意欲のある学生は大学の垣根を越えて参加を呼びかけたいと考えている。また、競技会の趣旨からして、「ものづくり」を目指す学生の自己実現あるいは総合的な教育の場として最適であると考えられ、すでに、アメリカでは、

表1 競技会の採点配点[3]

静的イベント	
プレゼンテーション	75
エンジニアリング設計	150
コスト分析	100
動的イベント	
加速性能	75
スキッドパッドイベント	50
オートクロスイベント	150
燃料消費量イベント	50
耐久トラックイベント	350
合計	1000

この競技会に参加すること自体が学位論文のテーマとなるほど認知されている。今後、「ものづくり」に関する総合的な開発能力の教育実践の場として、日本でも認知されていくものと考えられる。

#### 5. おわりに

「ものづくり」に関して、研究室の一情景から、SAE フォーミュラへの取り組みなどについて思いつくまま紹介させていただいた。このような情景から判断すると、意欲のある学生諸君はむしろ大学の授業や研究より熱心に、自主的に「ものづくり」に関する諸プロジェクトに取り組んでいると考えられる。しかし、コンピュータ技術や新しいテクノロジーの発達にともなって、一口に機械工学といっても、学ぶべき分野は広がる一方であ

り、一定のカリキュラムの中で実際に「ものづくり」に関連する技術を学ぶ機会と時間が必要になっているかも知れない。このような状況の中でSAE フォーミュラなどのように、学生などの若い次世代の人材が「ものづくり」のプロセスに実際に触れ、さまざまな人と物と交流する機会を、大学、企業を問わず社会として協力して、今後より多く作る必要があるだろう。次世代の製造業を担う人材を育てるために、大学教育としては、より広い視点から「ものづくり」に関する人、金、物の流れを捉える総合教育と、それら「ものづくり」を支える基本原理や学理を合理的に深く思考する研究教育をいかに両立できるかが、今後の課題であると考えられる。

#### 謝 辞

本文中の写真は本研究室の修士課程および学部  
の学生諸君に提供いただいた。ここに記して謝意  
を表す。

#### 参考文献

- [1] <http://www.susono.com/~nobby/econet.html>.
- [2] 社団法人自動車技術会全日本学生フォーミュラ大会 -ものづくり・デザインコンペティション- <http://www.jsae.or.jp/formula/index.html>.
- [3] Formula SAE 2002 レギュレーション.

## 神戸大学におけるものづくり教育と学生実験 *Education of production and experiments in Kobe University*

浅野 等 (神戸大学)  
*Hitoshi ASANO (Kobe University)*

### 1. はじめに

神戸大学工学部機械工学科カリキュラムには、ものづくりに関連した科目として、専門教育への導入のための“機械工学基礎(1年前期)”, 製造プロセスの理解と実習のための“機械工学実習(1年後期・2年前期)”, 現象理解とデータ処理及び考察の実践のための“機械工学実験(3年通年)”があります。また、選択科目として学生から提案されたテーマを教官の指導のもと遂行させる“応用機械工学演習(3年後期)”が準備されています。ここでは、“機械工学基礎”と“機械工学実験”について紹介します。

### 2. 機械工学基礎

#### 2.1 これまでの経緯

神戸大学では平成5年度末に教養部が廃止され、専門教育は1年生から導入されています。教養部廃止後、高校教育からのソフトランディングを目的として1年前期に“機械工学ゼミナール”が開設されました。この授業では、学科全教官・学生は10人程度の小グループに分かれ、グループ毎に設定されたテーマに沿った講義が行われました。一方、理科離れやものづくり離れの危惧から、ものづくり教育への関心が高まっていること、また前述の講義で得られた経験から機械部品の製作を通じて創意工夫させることが必要と感じられたことから、平成12年度にものづくりを含めた“機械工学基礎”に変更され現在に至っています。

#### 2.2 実施内容

機械工学基礎は2コマ・半期の授業であり、講義・PC教育・学科内ラボツアー・学外工場見学・機械製作からなります。機械製作は6週間割り当てられており、学生は5~6名の小グループに分かれ、準備された3つのコースで機械製作を行います。学生の発奮への期待から各々のコースには作成条件が設けられており、6~7グループが性能

を競い合うコンペティション形式をとっています。賞品はささやかなものですが、それ以上に競争意識が大事なようです。以下にそれぞれのテーマについて紹介します。

#### (a) 橋の製作

内容は至ってシンプルで限られた材料で強い橋を作ることです。材料は細い木材数本と木工用ボンドであり、設定されたスパンの橋梁を製作します。製作条件として橋の幅、道路を想定した通路の高さ、総重量が定められ、性能は橋の中央におもりをつるす強度試験で評価しました。荷重を徐々に増やすことで、耐荷重が小さければ橋は変形し破壊されるのですが、破壊にいたる過程から学生は製作の出来具合を知ることが出来ます。また、橋の製作は比較的短時間・安価で出来るため1グループで複数製作し、中間試験を通じて問題点を抽出し、構造の改善を検討します。細い木材だけで製作するため橋の構造は必然的にトラス構造になるのですが、箱型トラスだけでなくレンズ型トラスを試みるグループ、トラス構造にせず路盤だけを束ねた木材で強化しようとしたグループ(期待通り見事に壊れました)などもあり、個々のグループが特徴を出そうという様子も見られました。

#### (b) スターリングエンジンカーの製作

スターリングエンジンで駆動する車を製作します。橋と違い学生がはじめて知るものであり、動作原理を知らないわけですから、その性能が云々より、結果的に性能の判断基準は“動くかどうか”になってしまいました。まず、動作原理の説明と製作事例を紹介し、その後設計、部品の調達を始めます。初年度は、空き缶を利用したスターリングエンジンを課題にしていたましたが、次年度以降はシリンダに注射器や試験管を利用したスターリングエンジンカーの製作に変更されました。

作品の形式は最初の説明で紹介されたものが多くなりますが、発生トルクが小さいため、製作後のチューニングが重要になります。また、円滑に動かすための工夫も必要になります。

しかし、インターネットでスターリングエンジンを検索すると中学校の授業で製作している例もあり、ホームページ上で紹介されているもののほうが明らかに完成度が高いようです。専門教育を受けたあともう一度挑戦させたほうがよいのかも知れません。

#### (c) 飛行機の製作

製作条件はゴム駆動のプロペラ式であることだけで、あとは全くの自由です。作品の性能は滞空時間で競います。競技会は室内（体育館）としたため滞空時間を稼ぐには円軌道を飛行させる必要があります。つまり、構造のバランスによる飛行能力はもとより飛行軌道の操作が重要になります。

### 3. 機械工学実験

機械工学実験は3年通年で行われ、講義で教わった現象の理解、その測定手法・データ処理法に関する知識の体得を目的としています。12の実験テーマが準備されており、5～6名の小グループに分かれ各テーマをまわります。熱流体に関するテーマとして、“熱伝達実験”、“内燃機関の性能特性”、“ピトー管及び球の抵抗の実験”がありますが、ここでは筆者が担当する熱伝達実験を紹介します。

実験は文字通り熱伝達率を計測するものであり、測定対象はシンプルな水平管内強制対流としました。試験部は内径5mmのSUS製円管とし、コンプレッサーからのブロアダウンにより空気を供給し、加熱します。加熱はSUS管への直接通電による内部発熱により行い、壁温は学生自らが作成した熱電対により測定します。計測結果からヌセルト数とレイノルズ数を求め、Dittus-Boelterの式と比較・考察するわけですが、レポートではデータ整理手順の確認だけでなく、考察を重視するようにしています。特に、自作の熱電対で壁温を計測しているため、計測結果の誤差評価が重要になります。熱電対はK型を使用し、線径0.2mmのクロメル・アルメルの素線を点溶接により接合し、温接点はSUS管外面に再び相関を点溶接により接合します。ご存知の通り、自作熱電対により壁



写真1 橋の強度試験の様子



写真2 スターリングエンジンカー

温を測定する場合、計測結果には熱電対個体の誤差と熱電対接点の接着位置による誤差が含まれます。誤差評価は従来の経験式との比較評価でしかできませんが、他の自作熱電対との比較評価として、先ず壁温への位置・加熱量・流量の影響を理論から考えさせ、実際の測定結果の傾向を評価させています。さらには、壁温の測定誤差による熱伝達率の計測誤差の評価が出来るように注意を払っています。

### 4. おわりに

ここでは、神戸大学機械工学科で取り組んでいる2つの講義を紹介しました。前者は、学生の自主性を目覚めさせるものであり、後者は講義で教わった現象を理解させるものと、目的が異なりますが、それぞれの特長を生かしたカリキュラム、すなわち他の講義との連携が重要であると感じました。現在のカリキュラムは改定後3年目でその効果はまだわかりませんが、今後、JABEEへの対応を含め、その評価が必要であると思います。

最後に、これらのものづくり教育では機械工学科教官だけでなく、機械工学科技術官及び工学部工作技術センター職員の方々の協力により運営されていることを記します。

## 伝熱教育用の実験装置作りに関する試みと失敗

Trial and Failure on Making of Experimental Apparatus for Heat-Transfer Teaching

吉田 英生 (京都大学)

Hideo YOSHIDA (Kyoto University)

## 1. それはさておき・・・

関西支部から「もの作りと伝熱に関する大学の取り組みについて」というテーマをいただいた。あれこれ考えてみたが、現状では、「もの作り」、「伝熱」、「京都大学」の三つのキーワードの共通集合を求め、これに真っ向から答えることは容易ではない。そこで本稿では、これらのキーワードを部分的に入れ替え、さらに語順を変更して表題のようにして、筆者のかなり以前の経験を紹介させていただくことでお許し願いたい。

本来は、学生の「もの作り」だったのを筆者の「もの作り」とし、「大学の取り組み」という「教育的要素は、実験装置という「もの」に対する形容部分「伝熱教育用の」に移してしまったわけである。昔の大学生（小林秀雄の仲間？）の話であつたらうか、試験で解答できない問題を出されたとき、「それはさておき・・・、この件は・・・」と、自説を展開できる問題にしてしまう横着なやり方を、いい年をした筆者が繰り返すことになる。

## 2. Benard セルから Rayleigh の問題へ

いうまでもなく、理科教育において学生の興味を喚起する有効な手法の一つは実験である。その中でも、可視化実験は直感に訴えやすいという点で、最右翼に挙げられると思う。そんな思いから、大学院を卒業して大学職員となった駆け出しの頃、それまでの学生実験の装置が老朽化していたこともあり、Benard セルの実験装置を手作りした。四角い水田のような形をした、一辺 150mm、深さ 5mm 程度の装置に作動流体としてシリコンオイルを満たす。可視化用トレーサーとしてアルミの微小粉末を添加する。そして、上面は大気に開放して、底面だけをステンレス箔に電流を流して加熱する。しばらくすると、蜂の巣のような渦構造が浮かび上がる。その渦構造の中に筆者が指を突っ込んでシリコンオイルをグチャグチャにかき混ぜても、渦はそのような逆境にもめげず何度でも

成長を繰り返す。まるで生き物のような渦の挙動に、それまで筆者の説明に対して勉強する気なく仏頂面をしていた学生も、身を乗り出し大いに関心を示す。半年間、毎週繰り返される学生実験の度に、このような体験をした。

見せ物としての Benard セルの効果は疑うべくもないが、一歩進んで理論との比較を行おうとすると、不安定解析の理論そのものが学部 2・3 回生には難しいし、上面が気液界面の Benard セルは Marangoni 対流も重畳されているので、さらに難しい。また、対流が生じる臨界 Rayleigh 数を実験で精度よく求めるのも難しい。つまり

(難しい)<sup>3</sup> = (結局見るだけの実験) (1)

となってしまうと、全く引き締まらない。

そこで、伝熱の基礎的な問題の一つである非定常熱伝導ならば、比較的簡単に求められる解があるから、その解と実験結果がピタッと合ったら学生の喜びもひとしおだろうと考えた。問題は、何とかこれを可視化実験でできないか？ そうだ！運動量の拡散とのアナロジー、Rayleigh の問題を用いよう！

Rayleigh の問題は、図 1 に示すように、流体力学の教科書でおなじみの無限平板が静止流体中でステップ的に運動し始める場合の速度境界層の拡大現象である。解析解は誤差関数で表される。こ

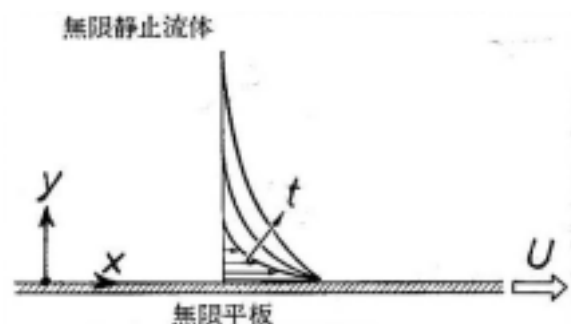


図 1 Rayleigh の問題

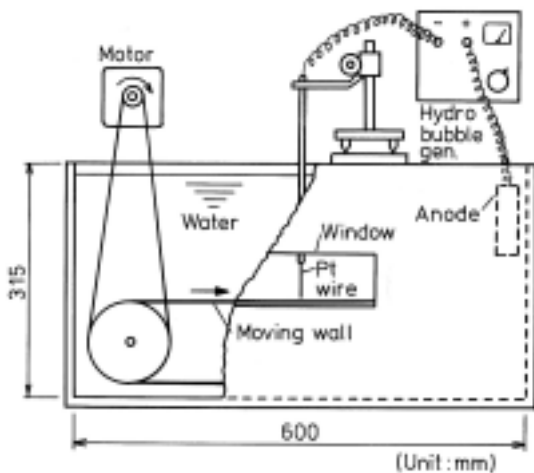


図2 Rayleighの問題の実験装置

れだったら，例えば図2のように，水槽の中にキャピラーのように循環するゴムベルトを沈め，このゴムベルト表面に近い領域の速度分布を，パルス的にタイムラインを発生させる水素気泡法により可視化できるのではないかと期待に胸はふくらんだ。

### 3. 苦難の装置作りとその結果

思い立ったら設計はすぐだった。会議や幾多のメールに悩まれることもない時代。朝，研究室に来たら終日，作業服と安全靴に身を固め，ひたすら旋盤やフライスでの工作に打ち込めた。

水中でも錆びないようにピカピカのアルミのアンクルとステンレスのネジでフレームを組み，ゴムベルト駆動用の二つのローラーは，直径12cm，長さ(奥行)30cm程度の塩ビパイプの側面に一回り大きめのガイド円板を接着し，ちょうど巨大な糸巻きのような構造とした。これを対(つい)にして，シームレス幅広ゴムベルトで形成される疑似無限平板面を，サーボモーターによりベルトドライブ駆動するという計画だった。

幸いシームレス幅広ゴムベルトを加工してくれる業者は，電話帳から探し出せた。しかし，できあがったベルトを回転させると，またたくまに片寄って行って片側のガイド円板に乗り上げてしまう。フレームの一部を解体し，ローラーの回転軸の方向や，回転軸の間隔を微調整できる構造に改良してもみたが，問題は一向に解決しない。困り果ててシームレス幅広ゴムベルトを製作してくれ

た業者に相談したところ，そういう場合はローラーを中太に，ちょうどギリシャのエンタシスのようにしなさいと教えてもらった。そればかりか，塩ビ製パイプでできたローラーも滑らかなテーパに削ってもらって(この加工は，工作では平均レベル以上の腕を自負していた筆者にとってもハードルが高かった)，何とか問題解決した。それにしても，ローラーの端面に鉄道車輪のようにフランジを付けておけば大丈夫だろうという凹形の発想をしていた筆者にとって，正反対の凸形の発想はショックだった。こんなことは，たぶん機械力学や機械要素の授業でも教わらなかったのではないかと思う。(筆者は大学の講義をサボりがちだったので，ひょっとして理論的裏付けを含めて講義していただいていたとしたら，大変申し訳なく思います。その場合は，お許し下さい。)

かくして，疑似無限平板はローラーの中央に安定して機嫌よく動いてくれたが，シームレスとはいえ若干のつなぎ目のために，ちょうど自動車暴走防止用のハンブのようになり，さらにゴムの弾性による振動も含めて1mmオーダーの上下動は抑えることができなかった。このため，境界層厚さが0から数mmに発達してゆく過程を追う際に，水素気泡発生用白金ワイヤも壁面極近傍までは近づけられなかった。さらに境界層が10mm程度まで厚く発達するころは，装置の有限性により水槽全体に伝播した擾乱のために，水素気泡で可視化されるはずの境界層内速度分布は，きわめて定性的(いいかげん)なものとなった。

このように問題を抱えながらも，手塩に掛けて育てた我が実験装置に後ろ髪を引かれ，学生実験としては続行させた。ただ，これだけで終わっては前述の式(1)の繰り返しである。そこで窮余の策として何をしたのかというと，毎回の学生実験の後半約1時間で，当時普及してきたPC9801のN88BASICを使って，放物形偏微分方程式の数値シミュレーションを行った。そして，「本来ならこのような分布が可視化されるはずだったんだけど・・・」ということで，学生実験を締めくくるといパターンになってしまった。実験というactualな感動を学生に，と願って出発した学生実験の試みであったが，筆者の浅慮・力不足で結局，数値シミュレーションというvirtualなPC画面上で終わってしまった，ほろ苦い失敗である。



ガスタービンの開発を例とした  
“もの作りと伝熱”について

“Manufacturing and Heat Transfer” based on Research and  
Development of Industrial Gas Turbines.

武石 賢一郎 (三菱重工業)

Ken ichiro TAKEISHI (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.)

1. まえがき

伝熱研究においては、単相流の強制対流伝熱などの研究分野は、ほとんどやり尽くされ、新しく研究するテーマはほとんど残っていない古典的な学問分野になりつつあると、日本では言われる昨今であるが、まだ解明すべきことの多い、もの作りに最も深く関係している学問の一つであると考えている。筆者が従事しているガスタービンの分野では、世界では、未だに精力的に研究がなされている。毎年開催される ASME (米国機械学会) 主催の国際ガスタービン会議においても、ターボ機械、燃焼に続く多くの論文が発表されている事実から、この潮流を読み取ることが出来る。日本と欧米間のこの違いは、産学連携の推進状況の違いによるところが大きいと考える。学生の理工離れが進み、日本の将来が危惧される中、大学では創造性を重視した教育の試みがなされていることを、先月号の記事を読み、頼もしく感じた。製造業においては、企業の活動それ自体、創造性が要求されるもの作りであるのでその成果を期待する次第である。本報では、筆者が携わってきたガスタービンの例を挙げて、もの作りと伝熱に関する考えの一端を述べさせていただく。

2. 三菱重工業の産業用ガスタービンの変遷

地球温暖化問題の追い風を受けて、LNG 焼きコンバインドプラントの建設は旺盛で、その主機となる高温ガスタービンの開発が勢力的に続けられてきた。良く知られているように、コンバインドサイクルプラントの熱効率は、ガスタービンのタービン入口温度に依存するために、高温ガスタービンの開発が続けられてきた。代表的な産業用および航空用ガスタービンの開発年代とタービン入口温度の関係を図 1 に示す[1]。最新鋭の三菱重工業製 501G 形ガスタービンのタービン入口温度は 1500 に達していて、これを用いたコンバインドサイクルプラントの熱効率は 52% (HHV (高位

発熱量) 基準) に達しようとしている。

1500 の高温は、ほとんどの金属が溶融する温度であり、このために燃焼器から出た高温ガスが流れるタービン動静翼には、圧縮機で製造した高圧の空気を用いた冷却が行われている。図 2 に、燃焼器出口の最も高温のガスに晒される 501G 形ガスタービンのタービン第一段静翼の冷却構造を示す[2]。図 2 から明らかなように、内面からインピンジメント (衝突噴流) 冷却、タービン翼外

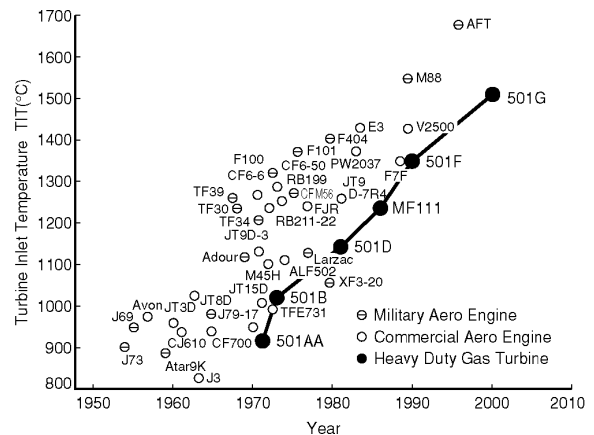


図 1 ガスタービンの高温化の趨勢

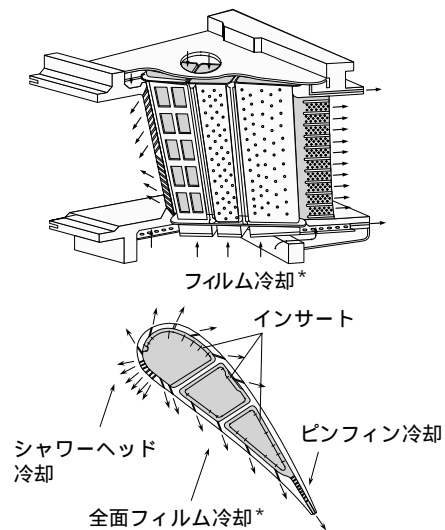


図 2 501G 形第 1 段静翼の冷却構造

面にフィルム冷却を組み合わせて、タービンのメタル温度を材料の許容温度以下に保っている。

三菱重工業は、1960年以來米国 Westinghouse 社との技術提携で、産業用ガスタービンの製作を行ってきた。しかし筆者が入社した 1974 年当時 A 形ガスタービンが昼間電力のピークカット用に運転されていたが、タービン入口温度は 900 程度と低かった。提携であれば技術的問題が生じた場合、提携先に聞くことが当たり前であるが、当時のガスタービンの研究開発を取りまとめる統括者は自主開発技術を重視して専門分野の 7 人の侍を決めて研究開発を進めた。伝熱の領域の開発研究を、幸運にもさせていただくこととなった。図 1 の D 形ガスタービンまではタービン冷却翼は Westinghouse 社が設計したが、このタービン翼も当社が設計しなおし DA 形とした。さらに 1250 級の MF-111 形ガスタービンはエンジン全体を自主開発し、それ以降の全てのガスタービンで三菱重工業がリードして設計を担当してきた。Westinghouse 社との提携は 1991 年に解消した。

高温ガスタービンのタービン冷却翼における伝熱の寄与は非常に大きい。しかし図 3 に示すごとく、タービン翼と言う製品を開発するには、伝熱のみでなくタービン翼に関係した色々な技術がバランスよく最適化出来た時に、優れた製品になるのである。この点から、世界で最も進んだ伝熱技術の研究開発を実施することが必要であると共に、関連した技術の影響を判断できる裾野の広さを有する設計者である必要がある。



図 3 冷却翼に必要な技術

### 3. ガスタービン冷却翼と伝熱

#### 3.1 伝熱模型

ガスタービンのタービン翼の、実機で生じている現象を理解して、その使用環境に耐えるタービン冷却翼を設計するためには、タービン冷却翼を構成する種々の伝熱データが必要となる。このために多くの伝熱試験・解析を実施してきた。もの作りと伝熱に関しては、製品を開発する前に、必要なデータを引き出す伝熱模型をまず作る必要があった。一例として、主流のガスからタービン翼に流入する伝熱量を算出するベースとなるタービン翼周り熱伝達率の分布の測定試験用模型を振り返ってみる。1975 年ごろは低熱伝導材のベークライトで製作した 2 次元翼の外面に、薄い Ni 箔を接着剤で貼り付けて、その Ni 箔を短冊状のヒータが形成されるように、片刃のカッターナイフ 2 枚を定規に沿って移動し製作した。各 Ni 箔が等温度になるように通電加熱量を制御して、局所の熱伝達率を測定した。この方法は 1mm 以下のヒータ幅のものが作りやすく、また不揃いになるため、制作方法を改良した。すなわちガラスエポキシの薄い基盤に Ni 箔を加熱圧着したものを製作して、Ni 箔をプリント基板を作成するのと同じ方法でパターンをプリントして、エッチングで不要部分を除去し、設計通りで均質なヒータを製作する方法を確立した。この方法で製作したヒータを、断熱材で製作したタービン翼の表面に貼り付けて供試体とした写真を図 4 に示す。この方法でヒータを製作する方法は大型の回転ディスク面の伝熱などにも応用することができて、当時色々な実験式が発表され、ばらつきの大きかった回転ディスク面の熱伝達率の理論解と非常によく一致する実験結果を得た[3]。現在この手法による局所熱伝達率の計測方法はマニュアル化され標準的な測定方法として使用されている。

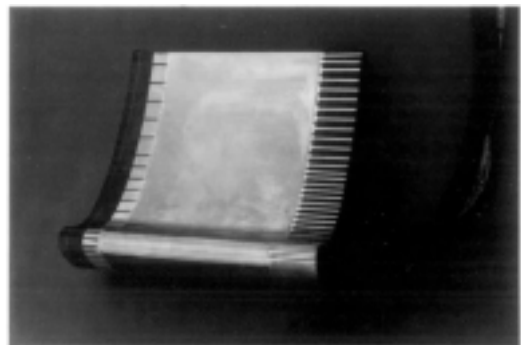


図 4 翼まわりの熱伝達率分布計測模型

局所の熱伝達率をさらに精度良く測定する方法として、高熱伝導材（例えば銅など）で供試体を製作したところに円形の穴を設け、この穴に断熱材の表面に円形のヒータを形成したゲージを埋め込み、ヒータの温度が等温加熱した回りの供試体温度と同じようになるように電気加熱量を制御することによって、さらに精度の良い計測が可能となった。この方法は等温壁からなる垂直二平行平板の自然対流熱伝達率の計測においても精度良く計測することができた[4]。

熱伝達率計測を例に、ここで伝えたいことは、実験手法のバラツキを排して、人為的誤差が入りにくい手法を構築することが重要だと考えていることである。伝熱模型 = ものの製作方法は、記述した改良の方向に、未経験の素人が実験を実施しても精度は保証されるようになっている。

### 3.2 タービン冷却翼の設計

現在までに 30 種以上のガスタービン冷却翼の冷却構造の設計を実施してきた。これらの冷却設計の中で、伝熱的に最適な形状と、運用上あるいは製作上の制限の問題を多く経験している。例えば運用上の制限の例を上げると、図 2 に示す冷却構造でタービン翼を内面から冷却する方法にインピンジメント冷却という、小さなノズルから冷却空気をジェット形で噴出しそれを内面に衝突させて冷却する方法を用いている。このノズルは径の小さなものを多数用いたほうが、大きな径のノ

ズルを少数配置した場合に比べて高い冷却性能を達成することができる。しかしあまり小さいノズル径では、冷却空気の中に含まれるかもしれない塵が詰まり、冷却する機能そのものをだめにしてしまう危険性がある。タービンの冷却翼を設計する場合、ガスタービンが使用される環境、状態を十分把握しておかなければならない。

一方、製作上の制限の一例を述べる。図 5 に示したフィルム冷却孔の形状で、上側の形状は、下側の斜めにあけた丸穴のフィルム冷却孔に比べて、主流と噴き出したフィルム冷却空気の混合を出来るだけ少なくして、フィルム冷却空気が噴き出した下流のタービン翼面に沿って流れるように、フィルム冷却孔の出口を広げる加工を行った形状で、シェイプトフィルム冷却と呼ばれている。この形状のフィルム冷却効率が高いことは 1980 年ごろに既の実験的に把握していたが[5]、この技術をその当時のタービン翼に適用することは困難であった。円孔のフィルム冷却孔は楕状の電極を、翼面にある角度で当てて 1 回または数回であけることが出来る。しかしシェイプトフィルム冷却孔を製作する場合、円孔のフィルム冷却孔をあけた後、その出口側にフィルム冷却孔を広げる形で、広がる形状をした電極を 1 個ずつ位置決めをして、加工していく必要があるからである。この製作方法は非常にコスト高になるとともに、不良品の発生確率が高くなる危険があった。結局、シェイプトフィルム冷却孔が本格的にタービン冷却翼に採用されたのはレーザ加工で一気にシェイプトフィルム孔の加工が可能となってからである。以上簡単な例で示したように、伝熱を応用した“もの”作りは、製作方法を十分熟知した上で、もの作りに反映しなければならない。逆に製作法における技術の進歩は、今までには出来なかった冷却手法を提供してくれる可能性があることも考え、冷却翼に応用可能と考えられる周辺技術の進歩も、調査しておく必要がある。

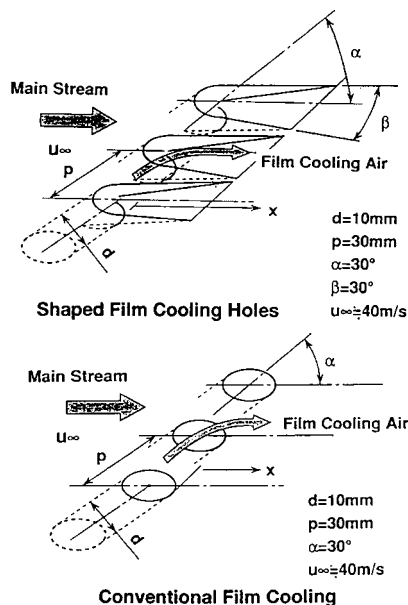


図 5 フィルム冷却孔の形状

### 3.3 検証試験

ガスタービン冷却翼を開発する過程を図 6 に示す。設計されたタービン冷却翼は、所定の冷却空気量で、設計したメタル温度になっている事を確かめる必要がある。タービン静翼の場合、静翼をセクター状に配置した高温翼列試験で、流れを相似にするため圧力比を合わせた条件で実施して、メタル温度を確かめる。タービン動翼の場合、静

止した翼列試験も実施するが、回転運動が伴うので、燃焼器からタービン部分の実機スケールモデルを用いた高温回転試験を実施する。特にタービン動翼にフィルム冷却を採用した図2に示すF形以降は、実機相当の回転状態での動翼の性能を評価して、信頼性を確保する手法がとられてきた。さらに新しく開発したガスタービンは、初号機を工場実負荷試験を実施して、性能・信頼性を確かめている。この実負荷試験設備は、試験をするガスタービンで発生した電気を電気抵抗器で全て熱に変える装置であり、起動停止を含む実際の運転状態の圧力、温度、クリアランスなどの詳細が、2000点以上に渡って計測され、エンジンの詳細が把握される。

さて、ガスタービンの運用で、起動停止などのタービン冷却翼にとって熱疲労が問題になる場合を事前に予測する解析方法を構築するために、タービン翼の実態熱疲労強度を測定する試験を翼列試験として実施することを考えたことがある。実機と翼列試験とのピオ数を当然合わせる事が出来ず、また合わせる試験は大掛かりで途方も無い研究費が必要であることがわかり、要素試験と解析で詰めるしか方法が無かった。実機の寿命を評価する難しさは、そのとき以来ずっと持ち続けているが、現在では、高砂製作所の構内にM501G形ガスタービン1台(出力225MW)と蒸気タービン1台(出力105MW)の計330MWのコンバインドプラントを設置して、夏冬の電力需要期は関西電力(株)殿管内の発電所として運転を実施して、長期間の運転上のデータの蓄積を計ると共に、春秋には改良したガスタービンの性能確認試験などを実施して性能向上・信頼性向上に努力している。

以上、製造業は製品に対して大きな責任を有するので、“もの”の信頼性の検証には非常に力を入れていることが、ご理解いただけたと考える。高温ガスタービンの要の部材である、タービン冷却

翼を技術的に支える“伝熱”のテーマとしては、このような厳しい要求の中でそれを満足する手法、推定法、新しいアイデアなどとして、未だ多く存在する。

#### 4. あとがき

三菱重工社が、自主開発してきた産業用ガスタービンに適用する、タービン冷却翼の開発研究を例に、“もの作りと伝熱”について考えるところを記した。

ガスタービンなどの回転機械も、世界市場での競争の中で低コスト化のために生産が海外に移るのが潮流であるが、これが進めば技術の空洞化は避けられない。技術の空洞化を避けるためには、国内で生産する製品をより付加価値を有した製品とする必要があり、このためより高度な技術開発を行っていかねばならない。この場合、従来のように、製造業が全ての研究開発を実施することは困難であり、基礎研究力・斬新なアイデア等を有する大学と、応用面を得意とする製造業が協力する産学連携を強力に進めなければならない。また企業の若手を大学の定時後に受け入れ専門の教育、基礎実験を実施するような制度の充実、また大学の若手教官の企業での研修とその逆の、企業専門家の大学での講義など具体的に交流を図っていく必要がある。特に前述したごとく、ガスタービンの伝熱は、応用面のテーマが多く残っているので、欧米流の研究開発のやり方に早期に移行しなければならないと考える。

#### 参考文献

- [1] Takeishi, K. and Aoki, S. Heat Transfer in Gas Turbine Systems, ed. By R. J. Goldstein, Vol. 934, pp. 305-312, Annals of the New York Academy of Sciences. (2001).
- [2] Nishida, M. et al., 22nd CIMAC, (1998)
- [3] 武石賢一郎, 他, 第23回日本伝熱シンポジウム pp.111-113, (1986).
- [4] 武石賢一郎, 他, 第21回日本伝熱シンポジウム pp.127-129, (1984).
- [5] Sato, T. and Takeishi, K., Seminar on Rotating Machines, Ban dung, Indonesia (1988).

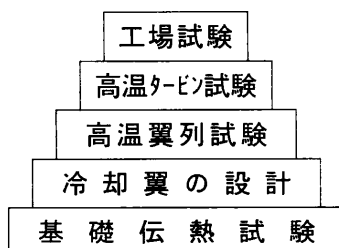


図6 冷却翼の開発過程

## MOT（技術経営）スクールの開講

*The Opening of MOT (Management of Technology) School*

林 和俊（株式会社アイさぼーと）  
*Kazutoshi HAYASHI(Ai-support Co.Ltd)*

### 1. はじめに

平成14年10月22日pm6時、大阪ガスプロフェッショナルスクール（OSAT）の1コースとして「MOT（技術経営）スクール」が開講した。

開講式では、本スクール講師陣のコーディネーターである大阪大学大学院経済学研究所・浅田孝幸教授が、30名の第1期生と関係者を前に「これからの企業に求められる技術経営者とは」という演題で記念講義をされた。

この中で浅田教授は、MOTの重要性を強調され「企業の国際競争力を高めるためには、技術開発を推進するだけでは不十分。市場変化の洞察・マーケティングとの融合・新商品や新サービスの開発など、企業をイノベーションに導く経営の分かる技術者が求められる。」と力説された。

日本における本格的なMOTスクールの開幕である。

MOT（技術経営）とは「技術を核とする企業や組織が次世代の事業を継続的に創出し、発展を継続するための創造的で戦略的なイノベーションのマネジメント手法」である。

べつの言葉でいえば「企業経営の分かる技術者を育成すること」であり、「基礎的な研究開発の成果をビジネスに結びつけること」である。

アメリカでは、現在200を超える大学でMOTコースが開講されているというが、10年遅れで日本でのスタートが切られたことになる。ビジネスに直結するだけに企業の関心は高い。大学に先駆けて、社会人を対象として開講した本MOTスクールの成果が注目される。

また現在、経済産業省や関西では関西経済連合会がMOTモデル構築に注力されているが、本コースはそのモデルとしても注目されている。

### 2. MOTスクール開講の背景

#### 2.1 スクールの母体

大阪ガスは、「専門技術は、企業競争力の源泉であり企業活力を持続していく原動力」という理念のもと専門技術人材の育成に注力してきた。その一環として、企業内大学OSATを開講・運営してきた実績がある。

H14年4月、人事部の採用・研修業務が子会社「(株)アイさぼーと」に移管されたのを契機に、OSATを拡充・公開講座化したが、そのなかで本MOTスクールが新規コースとして構築され開講に至った。

#### 2.2 「技術」についての基本認識

「技術戦略」を制する企業が21世紀を制する。現代社会に大きな変化をもたらし、その変化を加速していく最大の要因は「技術革新」である。多様なニーズに応えるには「技術」が不可欠であり、競争激化の市場で差別化をはかり優位を保つ手段が「技術」である。

情報化・規制緩和が進むにつれ、競争要因の中で「技術」要素はますます重要度を高める。

#### 2.3 日本産業界の問題点

ところで、日本の産業界の現状を概観すると（1）1980年代の日本産業の強みが消失し、国際競争力が低下。

IMD (International Institute for Management Development) 発表の世界競争力ランキングの総合点で、日本は92年まで第1位だったが、02年では30位にまでランクを落としている。

（2）産業構造の変革が遅れ生産性の低下が顕著。グローバル化対応・高収益企業への変身等企業の構造改革が進んでいない。

（3）イノベーション・ベンチャー志向が弱い。

バイオベンチャーでは欧米に大きく後れをとり挽回は難しい。ナノテクノロジーでも同じことが危惧されている。

- (4) 形資産・知的財産の活用が遅れている。
- (5) R & D部門の改革が進まず、技術マネジメントの重要性の認識が遅れている。

等々の指摘がなされている。

しかし、先の世界競争力ランキング「R & D」部門では、今でも2、3位を維持しており、技術水準そのものが劣っているわけではない。それらを生かし切る戦略・マネジメント・組織等に構造的問題があるのではないか。

## 2.4 日本企業に今求められるもの

それでは、今日本企業に求められるものは何か。

- (1) 戦略的発想とスピーディな決断
- (2) 国および各企業に独自イノベーションシステムの確立
- (3) MOTの強化
- (4) 産学官連携による新技術創生等による技術力の強化

今まさに日本企業は、イノベーション・技術マネジメントを強化・駆使することにより、技術資産からキャッシュフローを生み出せる経営が求められている。

キーワードは次の通りである。

- (1) 経営戦略と技術戦略との整合性
- (2) 自社のコア技術とは
- (3) アウトソーシングと自社開発
- (4) 選択と集中
- (5) 積極的なアライアンス
- (6) MBAとMOTの相乗効果

## 3. MOTスクールの概要

### 3.1 コース設計の趣旨

上記2.2以下でMOTスクール開講の理念、というよりも現状に対する危機感をややくどく述べた。本MOTでは、技術をマネジメントする人材を育てる実践的な教育を行う。技術を軸に、事業構築力およびその実現に向けたマネジメント力・経営センスの向上を目指し、経営人材の育成に寄与することを目的とする。

### 3.2 カリキュラムと講師陣

カリキュラムと講師陣は、次ページに掲載のとおりである。

カリキュラムは、単に経営学や会計学といった講座だけでなく、リスクマネジメントやベンチャー起業論・技術戦略など、これまでは空白となっていた学際的な内容も盛り込み、10コースを設計した。

また、講師陣にはコーディネーターをお願いした既述の浅田教授はじめ20名におよぶ新進気鋭の大学教授陣に加え、民間企業で活躍中の経営者にも講師を依頼し、充実を期した。

### 3.3 開講の期間および時間

H14年10月からH15年9月まで1年間。授業は原則週2日、pm6:00から8:30。年間80日余、200時間の授業を予定。

### 3.4 研修場所

アーバネックス備後町ビル内研修室

〒541-0051 大阪市中央区備後町3-6-14

地下鉄御堂筋線本町 番出口から徒歩1分で、ビジネスマンがアフター5で通学するには至便のロケーションにある。

お問合せ先：06-6205-4763 担当：松本、前川

E m a i l : k-hayashi@isupport.jp

<http://www.isupport.jp/osat/special.html>

[参考] 新聞記事の紹介

[1] H14/7/21 (朝日)

「経営の分かる技術者育てます

10月開講・大阪ガス子会社」

人事業務支援業の「アイさぼーと社」は、企業経営が分かる技術者を育成する「技術経営」(MOT)の社会人大学を10月に開講する。授業は1年間で合計200時間。数日間の技術経営セミナーはあっても本格的な講座は日本ではきわめて珍しいという……………

## カリキュラム

### 経営学基礎

経営学概論、会計・財務分析、ファイナンス・国際財務、グループ経営論・開発コストマネジメント etc.

#### 財務基礎

【会計・財務分析ファイナンス・国際財務】

大阪大学大学院経済学研究科 高尾教授

摂南大学大学院経営情報学部 塘助教授

#### グループ経営論

【事業部経営概論 カンパニー・持株経営グループ

経営ケース（東芝）

大阪大学大学院経済学研究科 浅田教授

#### 開発コストマネジメント

【原価企画（戦略）（手法）技術予算管理・業績管理

原価企画ケース（ダイハツ・ボーイング）

大阪大学大学院経済学研究科 浅田教授

### 経営戦略

経営戦略、技術戦略、経営戦略事例、組織論 etc.

#### 経営戦略・技術戦略

大阪大学大学院経済学研究科 小林敏男助教授

（経済学博士）

#### 経営戦略事例研究・組織論

神戸大学大学院経営学研究科 原田助教授

（経営学博士・経済学博士）

### 技術マネジメント

イノベーション・マネジメント、テクノロジー・マネジメント、技術評価 etc.

#### イノベーション・マネジメント

北海道大学院経済学研究科 金井教授（経済学博士）

#### 技術評価

京都工芸繊維大学大学院（元：長銀、日立製作所）

川北教授

### リスクマネジメント

リスクマネジメント・ファイナンス、意思決定理論 etc.

#### リスクマネジメント・ファイナンス

京都大学大学院経済学研究科（ファイナンス工学）

木島教授（理学博士・経済学博士）

#### 意思決定理論

神戸大学大学院経営学研究科

原田助教授（経営学博士・経済学博士）

### プロジェクト&プログラム・マネジメント(P2M)

プロジェクト&プログラム・マネジメント概要、組織プロジェクトマネジメント etc.

#### プロジェクト&プログラム・マネジメント概要

大阪大学大学院経済学研究科 浅田教授

（P2M資格認定センター理事）

#### 組織プロジェクトマネジメント

芝尾芳昭氏

### 経営工学・経営情報科学

ITと経営（経営情報科学）経営情報システム、経営戦略と情報技術 etc.

#### ITと経営（経営情報科学）

摂南大学 栗山学長（経営学博士・工学博士）

元松下電器 FA ソフトテクノロジー代表取締役 森 俊洋氏

#### 経営情報システム

大阪工業大学情報科学部情報システム学科 椎原助教授

大阪工業大学情報科学部経営工学科長 能勢教授

#### 経営戦略と情報技術

同志社大学大学院商学研究科 高井教授

### 知的財産戦略

知財戦略ケース、知的財産理論 etc.

#### 知財戦略

大阪大学大学院国際公共政策博士後期課程（PhD 候補生）

帝塚山学院大学非常勤講師

株式会社ネットエデュ取締役社長 小林恵氏

#### 知的財産論

大阪工業大学知的財産部

### ハイテク・ベンチャー起業論

技術ベンチャー論 etc.

#### 技術ベンチャー論

大阪大学ベンチャービジネスラボラトリー

兼松助教授（理学博士）

### 産学連携におけるイノベーション

技術移転論、ベンチャー起業論、技術創成論 etc.

#### 技術移転論・ベンチャー起業論・技術創成論

大阪大学先端科学技術共同研究センター

（羽衣国際大学客員教授）

谷口 産学連携コーディネーター

### 技術戦略論

#### （特別講師・企業講師等交渉予定）

京都大学国際融合創造センター科学技術戦略室

折戸文夫次長（工学博士）（元：三菱化学）

京都大学経済学部 末松助教授（東工大電子制御、

スタンフォード大で経営工学（MOT）修士、

マッキンゼー、日揮で勤務

パトリック サリバン氏 企業での知的資産の管理

大阪ガス（株）代表取締役副社長 松村雄次

その他：企業講師を予定

[ 2 ]H14/9/17 ( 日刊工業 )

「技術者版MBA

ものづくり復権へ研究者に経営者魂

MOTスクール来月始動」

経営学修士 ( MBA ) の技術者版ともいえる技術経営 ( MOT ) スクールが日本でもようやくスタートする。10月に本格的なMOTスクールの第1号が大阪で産声を上げるのをはじめ03年4月には早稲田大学や芝浦工業大学でもMOT講座が開講する。米国から10年遅れの日本版MOTだが、ビジネスに直結するだけに企業の関心は高く、MBAをしのぐブームになる可能性もありそうだ。……

[ 3 ]H14/10/19 ( 日経 )

「技術者に経営センス伝授

関西で講座続々設置

大阪ガス子会社や各大学」

経営センスを兼ね備えた技術者の育成を目的とした講座が関西で相次ぎ誕生している。大阪ガスの子会社で人材研修事業を手がけるアイさぼーとは22日、「技術経営 ( MOT ) スクール」を開講、企業の技術者に経営学の基礎を教える。……

関西経済活性化には製造業の国際競争力強化と研究開発型ベンチャーの創出が不可欠。技術と経営の両方が分かる人材を育てる動きは今後も活発になる公算が大きい。

[ 4 ]H14/10/22 ( 朝日 )

「技術者向け夜学開校・大阪ガス、きょう

経営者育成、松下役員も講師」

・・・授業の中身は知的財産戦略や企業論など10コース。大阪大や京都大、神戸大の教授らを

講師に招く。松下の現役専務も特別講師になる予定。来春には財務など専門分野を絞った「アドバンストコース」も開く。

[ 5 ]H14/10/25 ( 産経 )

「技術者にも経営学アイさぼーと・教育講座を開講」

人事研修事業の「アイさぼーと」は22日、経営センスをもった技術者教育講座「技術経営スクール」を開講した。企業の技術者を対象に、経営学の基礎から経営戦略論、リスクマネジメント論などを教える。

国際競争が激しさを増す中、企業の競争力の源泉である新技術の持続的な開発・発見を目指し、技術者にも経営論を学んでもらう試み。……

[ 6 ]H14/11/4 ( 日経 )

「工学版MBAを増やせ

技術と経営両方に精通

研究・事業化つなぐ」

MOTは経営学修士 ( MBA ) の工学版ともいえる学位。米国ではマサチューセッツ工科大学など二百以上の大学が技術を基礎にした経営戦略を学ぶ機関としてMOT大学院を設置している。80年代に急速に増え、90年代の米国経済復興の原動力になったといわれている。

産業界などには、国内産業の国際競争力の低下は技術水準そのものが劣っているのではなく、高度な研究成果を事業化する人材が不足しているためとの認識がある。このため、企業は技術と経営の双方に精通した人材を大学の協力を得て育成し、最高技術責任者 ( CTO ) の候補として取り込むことを狙っている。……



浅田教授による開講記念講義



熱心に聴講する受講生



企業における技能伝承の取り組み事例  
Case Report of Skill Training System in Manufacturing

加納 順市 (川崎重工業株式会社)  
Junichi KANO (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.)

戦後、日本企業は海外からすぐれた技術、技能を取り入れ、これを独自に変化させて「技術立国」「技能立国」を築き上げてきた。このような卓越した技術、熟練の技能が高度成長を支える基盤となったことは論を待つ必要がないであろう。

しかし一方で、少子高齢化が加速し、社会問題となってきた。日本人の平均年齢は、1970年が31才、現在は41才、35年後には50才を超えると予想され、しかも、2050年には3人に1人が65才以上の超高齢化社会を迎える。また、合計特殊出生率(生涯女性が何人生むかを表す指数)が1.35前後で年々下がり続けており、このままでは2007年をピークに総人口が減少に転じることが予想されている。このような少子高齢化現象は何も我が国の問題だけでなく、先進国共通の課題である。図1を見ていただきたい。他の先進諸国と少子高齢化について比較したものであるが、高齢者が人口に占める比率はそんなに変わりがないことがわかる。問題は高齢化が進むスピードである。即ち、高齢化の問題が短期間で顕在化することがわかりになっていただけたらと思う。

このような少子高齢化に関連した課題は世界中のどこにも例がなく、我が国が先頭に立って解決しなければならないものである。今年の製造基盤白書(ものづくり白書)によると、日本の製造企

業は「製造現場の機械化やデジタル化が進んでも精度の高い熟練技能は必要だ(図2)」と考えている。同時に、熟練技能者の高齢化が進むことを考えれば、「より意識的な伝承の取り組みが必要だ」と警鐘を鳴らしている。

1. 現状認識と課題

一般に、製造業は'70年代のオイルショック、'80年代のプラザ合意による円高ショックによる不況を乗り越えるため新入社員の採用を控えてきた。このつけが現在の中堅技術・技能者の空洞化すなわちワイングラス型の年齢構成となって顕在化してきた。

当社においても、50才以上の優秀な技能を後輩に伝えるには、あと10年しか残されていない。人の空洞化こそがものづくり最大の危機があるという認識に立って技能伝承の取り組みを始めた。具体的には、人員構成は、特に高齢者が多く、次いで若年層が多いという中堅層の少ない二極化の状況にある。今後、高度な技能を保有する高齢者が大量に退職するので、必要とされる特殊技能の計画的な伝承が特に重要である。生産工程のライン化・自動化の進展により、現場での脱技量化が進みつつある。そのため、生産職の業務内容の変化(例えば、コンピュータ、ロボットのオペ

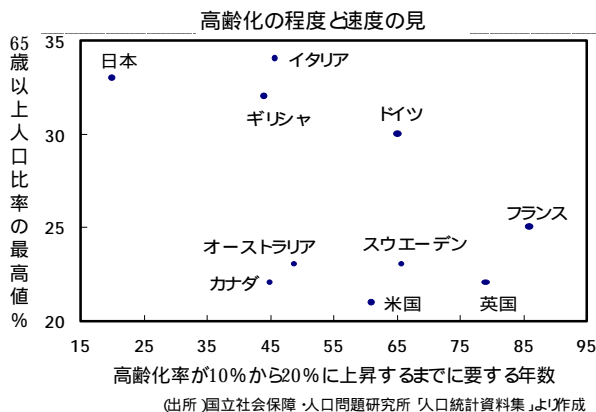


図1. 少子高齢化の現状

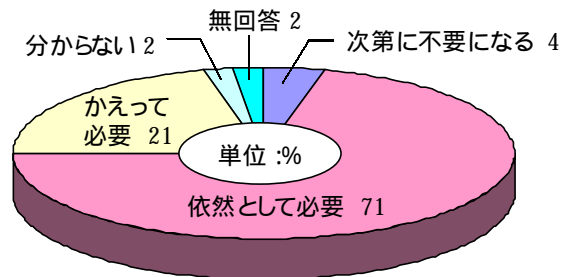


図2. 製造現場の機械化・デジタル化が進んだ場合の熟練技能について

レータ等)にも対応していく必要がある。 新入社員に対する教育訓練は、各事業所とも比較的充実しているが、その内容は異なり、戦力化の時期に差が生じている。 作業マニュアルは整備されており、定期的に更新されている。しかし、大半は紙ベースであり、時代の流れに合致しているとはいえず、特に特殊技能については徒弟制度に頼っているのが実情である、等が課題として挙げられる。以上のような課題を十分認識した上で検討を進めてきた。以下に詳述する。

2. 当社における取組み状況

前述のような背景のもと、全事業所の製造部長が中心になって、系統だった技能教育、技能伝承のあり方、マニュアルのビジュアル化などについて検討した。検討に当たっては、社内の成功事例だけでなく、他社をベンチマークするとともに、最近の目覚ましいITの発展を考慮し、最大限ITの活用を図ることを念頭に置き進めた。

当社は、船、大型陸上構造物に代表される個別受注型製品から単車、ジェットスキーのような量産製品まで多種の製品を扱っており、当然、ものづくりの仕組み、やり方も千差万別である。従って、伝承の進め方も、標準的なものとしてまとめ、推進に当たっては各事業所の特徴を加味した形で行なっている。以下に、主な取組み状況について述べる。

2.1 技能の把握

品質向上や生産合理化、また、今後の教育計画立案や自己啓発の奨励のためには、各個人のスキルを把握しておくことが必要である。

A工場で運用しているスキルマップを図3に示す。各個人と技能の関係をマトリックスで整理するだけでなく、技能レベル(A~Dの4段階評価基準)や教育計画(誰がいつまでに教育するかを明記)が記載されており、計画的・効率的に技能の向上・多能工化を推進する上で大きな成果をあげている。なお、この方法は、他の事業所にも横展開され、活用されている。

2.2 仕組みおよび教育

新入社員に対しては、一般に、入社1年後に体系的教育を行って基礎技能を修得させ、その後、職場でのOJTにより技能レベルの向上を図ってきた。

これに対し、B工場では新入社員を中心とした若手の早期育成のため、1994年から「マイスター制度」を導入した(表1)。

この制度は、新入社員を定常的に教育し一人前に育てる目安を設定したもので、罫書き・クレーン・切断は5年、プレス・取付溶接は6年、機械・組立は7年というように、職種毎に基本から応用、多能化、特殊までの修了年数を明確にした。この期間で、熟練工が必要なら、手取り足取り教育している。

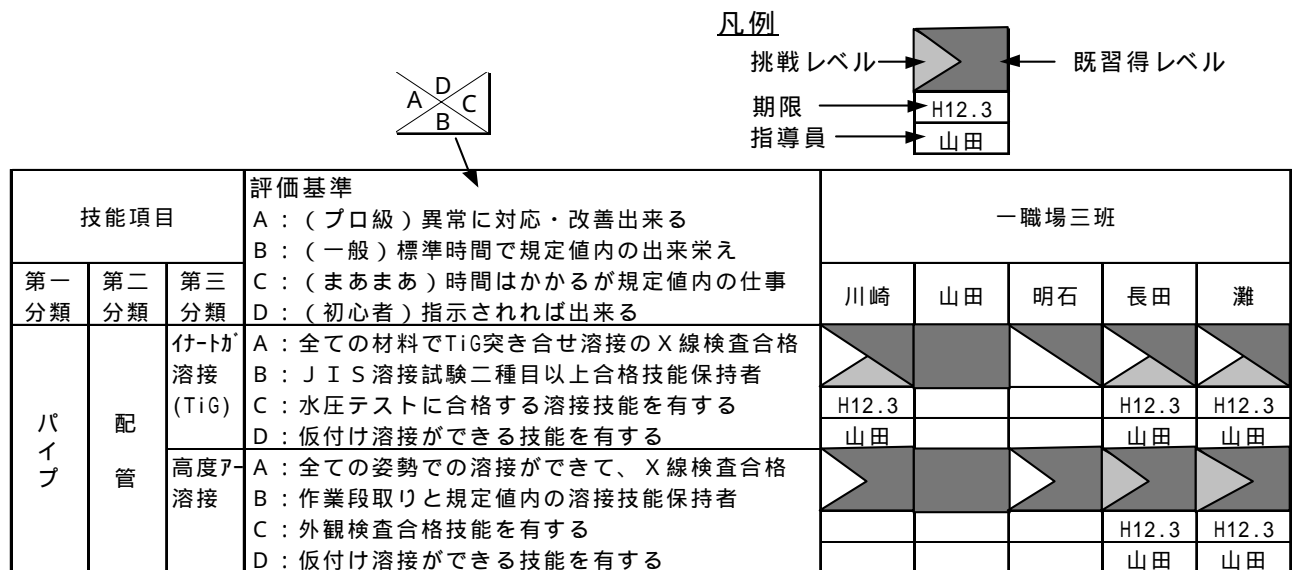


図3 . スキルマップの例

また、達成度評価においては、直属の職場長は計画表の取得技能などを着目し達成状況を確認し、その上の工作係長は達成状況に基づき、4段階の達成度を審査し、その上位の工作課長は審査結果に基づき、その達成者を認定し達成度を示す肩章を与え着用させている。なお、制度対象者の達成状況は、「年度別フォロー表」に記入することにより、組織的に全体状況を把握しやすくしており、技能伝承という観点で効果を上げている。

また、C工場では、技能教育を確実に実施するためには現場監督者の指導能力向上が必要であるとの認識から、職場長を対象にした、技能教育のやり方を指導する「指導士認定制度」を導入し、専門教育コンサルタントによる研修を実施中である。

表1. マイスター制度の概要

項目	内容
目的	若手生産職に対する技術・技能継承と育成を確実、かつ早期に行い、高度な熟練技能者に育成
対象者	新入社員
育成期間	5～7年
育成段階	基本技量、応用技量、多能技量、特殊技量の4段階で、各職場毎に取得すべき技術・技能および資格を設定
育成計画	各個人別に上記段階を考慮した計画表を作成し、それに基づき達成度を評価

### 2.3 マニュアルのビジュアル化

各事業所では、作業マニュアルは完備されており、定期的に更新されているが、これまでは、大半が文章形式の紙のマニュアルであった。しかし、デジタルカメラや3D CADの普及により、写真や三次元図を取り入れた作業マニュアルを作成することは勿論のこと、これらのデータをパソコンに取り込むことにより、現場に設置したパソコンモニターを介して、ビジュアルな作業指示が可能になっている。

D工場では、最初は絞り作業のように比較的基本的な作業からビジュアル化し、徐々に熟練度の高い作業へと移っていった。マニュアルは、作業分類毎に検索できるようになっており、画面上には、作業手順を始め、安全面や品質面のポイントが解

説してあり、利用しやすくなっている。(図4)



図4. 作業標準のビジュアル化

### 2.4 脱技量化

熟練技能者の大量退職時代を迎えて、今後、その匠の技に頼ることなく、未熟技能者でも短期間で戦力化でき、かつ能率よく作業できるように、積極的に自動化(含むIT化)やロボット化などを進めている。特に、E工場では生産変動に対応して外国人労働者・女性労働者が多く、作業者の技能・経験に影響されない品質・能率の安定化を目指した自動化やロボット化を展開しており、不良コスト減少など大きな成果を上げている。

また、塗装や線状加熱などの特殊作業にも、ロボットの適用拡大を図っている。

表2に脱技量化の推進例を示す。技量項目を曲げ、歪取り、取付および溶接に分類し、技量要素、ハードウェア、ソフトウェアの現状レベルを、=相当の努力が必要、=何らかの努力が必要、×=一般のレベル、の3段階で評価している。これを基に、今後の方向性を決定している。

### 2.5 デジタルマイスターへの挑戦

E工場では、ITを駆使した技能伝承に取り組んでいる。デジタルマイスターへの挑戦と位置づけ、自動工程編成システム、帳票の電子情報化、視覚的表現による理解の促進、自動ラベル打ち出し、変化点の自動記録、完成検査との連動などのシステム化を図っている。これは、熟練者のノウハウ(暗黙値)を科学的に分析し、誰でも使えるようにする狙いがある。

図5に示すように、工場と事務所をLANでつなぎ、事務所からパソコンの画面を通じて指示を

表2．脱技量化の推進

技量項目	現 状								今後の方向性
	技量要素			ハードウェア		ソフトウェア			
	施行条件 設定機能	定常動作 実行機能	適応制御 機能	グレード	NC化	ロボット 化	標準化	ビジュアル 化	
曲げ	ハンディングローラ			B	-	-	-	-	平成12年NC化予定
	プレス			B	-	-	-	-	標準化、ビジュアル化を図る
歪取り	プレス仕様			B	-	-	-	-	標準化、ビジュアル化を図る
	加熱			C	-	-	-	-	標準化、ビジュアル化を図る
取付				B	-	-	-	-	標準化、ビジュアル化を図る
溶接	一般			A			-	-	峽部の自動溶接化検討
	特殊 (TIG、・・・)			B		-	-	-	概ね完了
	ロボットプログラミング			B	-	-		-	能力保有人員の拡充

出すとともに、工場の生産データや品質データをリアルタイムにモニタリングできるようにしたものである。

### 3. 最後に

以上、技能の伝承について事例を中心に述べたが、言うまでもなく熟練者の匠を後世に伝えることは製造業にとって喫緊の課題である。今までは

コストパフォーマンスを追求する余り、生産の海外移転、労働のアウトソーシング、多能工化等を重要視し続けてきたことは否めない。しかし、これでは5年後、10年後に製造業は存続し得ないことは明白である。

我々はもう一度原点に戻り、ものづくりにとって何が重要か、一時的な利益追求だけで良いのかを問う時期に来ていると思う。

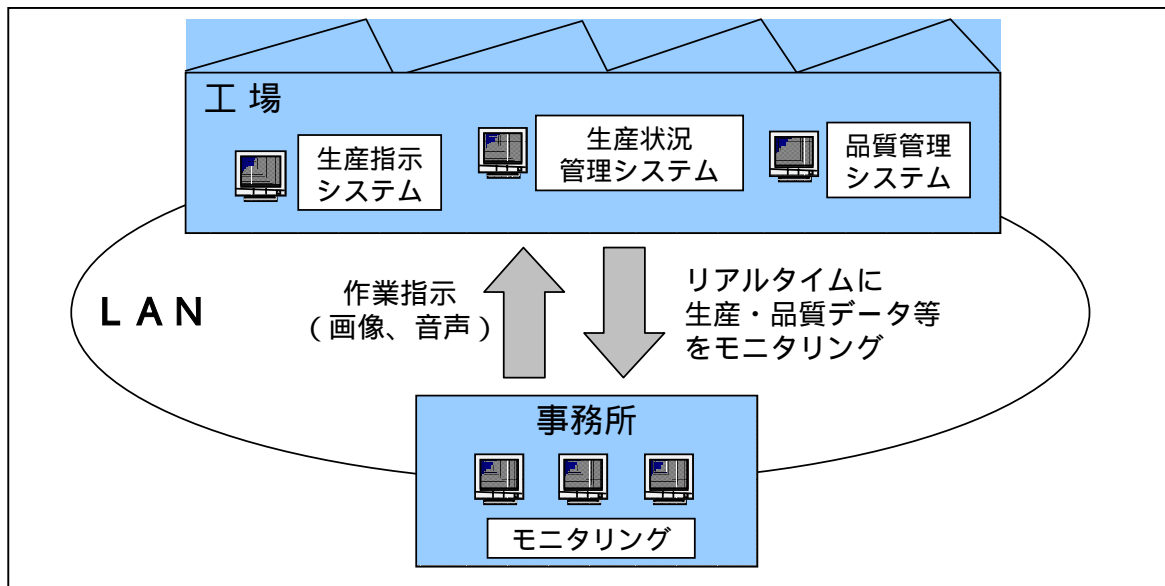


図5．デジタルマイスターのイメージ

物作りで日本の危機脱出を  
*Save Japanese Society from the turning  
point by means of "Monozukuri"*

勝田 勝太郎 (元関西大学)  
*Katsutaro KATSUTA (Kansai University)*

1. はじめに

「厚生労働省は、先端技術や伝統技能などの分野で長年にわたり技術を磨き、現役で活動する現在の名工に今年度 150 人を選び、表彰する」という新聞記事に接した。長年の苦心・苦労が広く評価されることは、職人氣質の筆者にとってよろこばしい報道と思われてならないが、と同時にその技術・経験そして知識を継承する者がいるのであろうかと思わざるをえない。

現在「物作り」に求められているものは何かを改めて考え直して見ることは必要である。敗戦以後半世紀を経て、技術者は全力を挙げ、技術立国・技術日本・経済大国といわれる裕福な日本社会を再生構築したが、経済バブル社会の崩壊は日本社会をマイナス方向へと変化させてしまった、と考えざるをえない。構造改革、リストラなど次から次へとプラス方向への変容を試行している。その経路の中では、いろいろな問題が発生介在しているのであって、「物作り」に対する見方、考え方、そしてわれわれ工学に携わる者の在り方を考え直す必要が求められていると言ってしまう過言ではない。以下私見をまじえて二、三問題点を後述してみることにする。

2. ギリシャ時代からの差別観

ヘロンは蒸気球という蒸気噴出の反動で回転するおもちゃを上流社会の会合の席で、参加者に見せて好評を博した。しかし彼は蒸気噴出の装置をなんら役立つ物に育て上げなかったと言われている。また今より二百年以上前の英国において産業革命を引き起こした蒸気機関の発明は、フランスの小華族のカルノーに熱機関サイクル(カルノーサイクル)を発表せしめたが、夭折した彼の死後 30 年間も評価されることがなかった、と伝えられている。そこには上流社会の人々の「物作り」に携わる人に対する支配、劣等視そして差別観を意識するのである。現在社会でも企業内での開発研究者、技術者そして技能者の

間に差別観を感ずるのであって、相互の知識・経験を生かし、交換そして協調しなければ差別観を無くすことはできない。本年度ノーベル化学賞の受賞者田中耕一氏もこの協調を感謝し、その受賞講演で述べておられる。成しえた研究者の正しい実感であろうと筆者も思う一人である。

3. 動機と失敗そして目標と努力

「物作り」の結果生じる権利を守ってくれる特許には、その物の斬新性・経済的高効果そして一般性に適合したものでなければならぬという条件が言われている。しかし創造の動機や思い付きに斯様な条件を全て考えるのであろうか。それは物作りの結果の評価より生じていることと考える。動機、思い付きでもよい。先ず目標を立てることが肝要であろう。

この目標・目的に対して、できれば要求事項の分析・解析を行い、それに基づき独自の仮説・仮定をおき、検証に入る。この過程を繰り返すことが必須とされている。繰り返すことは最終目的を達成できなかったこと、そして失敗を意味するものである。この失敗に対してもその要因判断認識と対策を必要とする。ホンダ自動車の創業者本田宗一郎氏の言葉として、「成功は 99%の失敗に支えられた 1%である」と伝えられている。

すなわち継続の努力を求めていることを意味する。さらに筆者はそこに資金・投資および時間を感じ、また技術の限界突破を覗うものである。この失敗の成功への原因となった例は全く枚挙にいとまがない程で、ノーベル化学賞の受賞者白川教授また田中氏の発言は明瞭明白で、最近において強い印象を与えている。これらを偶然性のなせるものと考えたことを禁じているのである。広く「失敗を論じ合うフォーラム」が開催されたことも報じられたし、小澤守教授(関大・会員)「リスクマネジメント」なる研究会を開催継続しているのは結構なことと筆者は思っている。

もう一つ付言するならば、「大学発創意のベンチャービジネス」の創出が挙げられ、その推進奨励まで進められている。確かにシリコンバレーにおける成功は極めて印象的事実で、衆知のことである。ここにも投資・資金の問題と成否に関らず責任が生じるのである。ある評論者は日本と欧米との背景風土の相違そして創業精神の薄弱化を挙げている。しかし現在の日本社会では、そうではなく、技術者側から見るならば、「物作り」対象の大小規模、必要な技術レベルの高度、発意のユニークさ、そして一般の要求性であろう。勿論発想の適否の判断を前提とする。大学にける研究成果の企業化であるが、企業運営に対する知識が薄弱であろうから十分熟慮が肝要であると考え。さらにこのような活動を大きく進展させ、「産学官連携システム」の創出が提唱され、TLO なる橋渡し役をなす組織ができ上がっている。「物作り」の経済的効果を狙い、雇用機会の増大を求めている。日本経済の不況脱出、回復のための一方法手段とされたのである。筆者は後述するようにこの政策を是として、進展の努力をなすべきと考えている。

#### 4. 「産学官連携システム」の推進について

現在国公立大学および研究所の統合企画が進められており、同時にその法人化の計画も進行中との情報が流れているが、その詳細は不明のままである。それぞれの創設の趣旨もあろうから、大変なことと今は推察する外は仕方がない。理由は国家財政・地方財政の苦境を救出する手法であり、その財政難の「しわ寄せ」との極言もある。しかし大学が学理の追究、社会に貢献できる役立つ人材の育成の場であることを考え、併せて、かつて白亜の殿堂と称し、権威とエリートを誇示していた大学を開放し、社会と連携する構想には全く賛成である。

産学官協同は海外と制度面に差があると批判する論者もいるが、産学官連携サミットが催され、中小企業の声として、「現場の人が具体的に話し合う場をつくりたい」との発言を聞くと、真に構造改革は前述のプラス方向への変換に役立つことであると考え。しかし産学官それぞれに連携の活動への障害ともいえる諸規制が存在していようから、規制の早期緩和が必要である。その点私学においては、規制はゆるいからよいが、研究陣容が劣ると遺憾ながら言わざるをえない。

私学は人材育成教育に重点をおかねばならない、

そしてエリート学歴社会への挑戦態勢をもつ必要が理由に挙げられよう。「物作り」への適材資質・専門知識を修得した人材を育成しなければならないことを、教員は銘記すべしと心得てもらいたいものである。結論的には機構改革は、「物作り」の資金獲得と、自力遂行の努力を要求していると認識しておかねばならぬであろう。

#### 5. 熱工学（伝熱学を含む）関連の関心事項

「必要は発明の母」という語があるが、今は「必要は育ての母」と言いたいと思う。研究者の観点から熱工学に求められている研究課題を要約してみると、エネルギー問題（省エネ・自然エネルギー利用 未利用エネルギー・化石燃料消費節約など）環境浄化問題（地球規模温暖化防止対策・燃焼排気ガス処理対策・ごみ処理対策など）新素材開発問題 宇宙工学関連問題 バイオテクノロジー関連 ライフサイエンス及びテクノロジー関連などが直ぐに列挙される要項と考えられ、「物作り」なる命題に対し、いかに多方面にわたる課題であるかが理解されよう。しかも緊急度が要求されている。これらの問題解決でも理論 実際 基礎 応用研究が交錯し、車の両輪的働きを心得ねばならないから、次に若干事例を挙げてみよう。

太陽光 電気エネルギー変換効率を高める研究。電気エネルギーの貯蔵 電池の高性能化。エネルギー変換によるエネルギー貯蔵方法開発。潮汐力 潮流による発電 最近発電装置付海上ブイの情報公開あり。燃料電池装置実用化問題解決手法。低温度差利用手法。核融合開発研究推進化。高温プラズマ状態の利用手法。高温超伝導物質の開発研究。宇宙空間環境利用手法 無重力場の伝熱問題、新素材作製手法問題。フロン系除外の代替冷媒開発研究と利用手法。マイクロ・ナノテクノロジー開発研究。人・動物・植物の生命維持における熱関連問題等々。研究者各自のもつ研究主テーマに対する情報を広く求め、その整理・評価は重要なこと勿論である。結論的には「火種」は多数あり、「物作り」への移動努力をまつばかりと言えよう。

#### 6. おわりに

分に過ぎたことの記述をお詫びし、同時に記載許可して下さった編集企画者に対し感謝する次第である。「職人に定年なし」の気構の筆者よりの激励・夢の言葉と受けていただきたい。

## ベッドサイドで朝食を *Breakfast at Bedside*

工藤 一彦 (北海道大学)

Kazuhiko KUDO (Hokkaido University)

### 1. はじめに

従来、伝統的スタイルの和式旅館では、起きて顔を洗った後は、寝巻きである浴衣を着用のまま、いまままで寝ていた部屋の畳の上に女中さんが並べてくれた朝食を食していた。

しかし海外出張に出て、ホテルなるものに宿泊すると、朝は、起床、洗顔後、空きっ腹をかかえて身繕いをし、ルームキーを持ち、エレベータに乗ってレストランに行き、座るべき席を確保し、食べ物の配列状態を観察し、皿とスプーンとフォークを確保し、皿に食べ物を盛り上げ、人ごみを摺り抜けて席に戻って皿を置き、ついで飲み物コーナーに行ってジュースとミルク等をコップに充填し、横目でコーヒーがあるのを確認し(食後に取りに来ようという魂胆である)席に戻る途中でフルーツを発見したが、両手にコップを持っているのでとりあえず席に戻り、またいやしくもフルーツコーナーに戻るのである。焚き出しに並ぶホームレスのような屈辱的気分がしてくる。洋式ホテルの朝食は、かくのごとく、空きっ腹をかかえた屈辱の労働の集積の後でなければ始まらない不合理なものである。これは朝早く起きて稽古をし、その後でなければ朝食が食べられない相撲部屋にも匹敵すべき悪習である。(ちなみに相撲部屋で、空きっ腹で稽古をし、その後ちゃんこを腹いっぱい食べると、非常に効率よく太るそうである。)

本報は、このような不合理な朝食システムを画期的に改善する手法に関するものである。

### 2. ベッドサイド朝食の実現手法

前章に述べたような洋式ホテルの朝食の問題点を解決するためには、部屋で寝具のまま朝食を食べること(以下かのヘップバーン主演の「ティファニーで朝食を」にちなみ「ベッドサイドで朝食を」と称する)が必要となる。前夕予約制朝食ルームサービスなる制度もあるが、これは腹がくちくなるのと引

き換えに財布が軽くなる欠陥を有する。また、私の胃に適合する可撓性円柱状/小楕円球状のでんぷん系食品(要するに麺か米)はまずないので、財布の軽量化と引き換えにこのようなものを発注する意義は認められない。人に頼めないとすれば、自給するより他はないことになる。

ここで、(やっと)ベッドサイド朝食の実現法にたどりついた。ここまで我慢して読んでいただいた皆様に感謝感謝。貴重な伝熱学会誌の紙面を下らぬ文章で埋めて、編集委員の皆様ごめんなさい。とまあ、このような調子で書いていると、紙面がいくらあっても足りなくなるので、以下は、普通の文章にさせていただきます。

さて筆者は、海外旅行の際、飛行機の時間遅れ等で食事がとれない場合に備え、いつもビスケットあるいはカロリーメイトを1袋と、ミネラルウォーターの小瓶1本を携帯しているが、これを朝食にあてるのはあまりにも倅しい。そこで、日本が世界に誇る発明品カップヌードルを持参することを考えた。ホテルの洗面所のお湯は、しばらく出しっぱなしにしておくと、湯気が立ち、手も触れられなくなるほど熱くなるのを思い出し、電気ポットは持って行かなくてもよいだろうと、カップヌードル3ケだけスーツケースの底にしおぼせ、勇躍海外に旅立った。ホテルについた翌朝、目覚ましの音と共に飛び起き、期待のベッドサイド朝食の実現に胸躍らせて(?)、洗面所の蛇口のレバーを最高温度の方にひねり、待つこと3分、湯気の立つお湯がでていることを確認して愛しのカップヌードルの蓋を半分はがし、所定の線まで入れた。さらに待つこと3分。蓋を明け、さあパジャマのままのホテルの朝食が今実現!、と思いきや、なんとなく麺のふくれかたが足りない。持参の割箸でかきまぜてみると抵抗が大きい。どうやらお湯の温度が低く、生煮えの様相である。しばらく放置すれば水分を吸って食べられるようになるかと思って置いておいたが、ついに芯のある麺のま

までであった。せっかくであったので食べたが、残念無念。残りの2つのカップヌードルはそのまま日本に里帰りとおいた。よく考えてみれば、洗面所のお湯は洗顔用であり、洋式ホテルの伝統に反する「ベッドサイドで朝食を」なる客のことを考えて、蛇口から熱湯を出す必然性はなにもなく、かえって危険でもあり、ホテルがそのようなことをするはずもないことに気がついた。

そこで次回から、カップヌードルと電気ポットというスタイルになった。電気ポット(電気湯沸し器)は100/240ボルト切替式、差し込みプラグはヨーロッパ、中国用の丸棒のもの(これも棒の太さと間隔で2種類ある)と、日本・米国用の2枚歯の普通のプラグを用意した。これらは皆、成田空港(日本の他の国際空港の免税店でもたいてい売っている)の売店で購入したものである。プラグは国によって色々違うので、成田の売店等にある一覧表で、目的国のプラグ型を確認のこと。カップヌードルと電気ポットを持参したのに、プラグがコンセントにつながらないなんて最低である。私に限って言えば、今まで日・米型と2種類の丸棒型の3種類のプラグですべて間に合ってきた。このカップヌードルと電気ポットの組み合わせはしばらく続け、朝起床とともにまず電気ポットで湯を沸かし、ベッドサイドの朝食を楽しんだ。

なお、洗面所のコンセントが髭剃り専用で、電力を必要とするポットなどをつなぐとブレーカが落ちるシステムのところもあるが、部屋の中にはテレビ用あるいはスタンド用のコンセントがどこかにあるのでそれを利用すること。

また最近では欧米でも結構カップヌードルを売っていたりする(イスタンブールではタイ製のカップヌードルを賞味した)ので、電気ポットだけ持参し、麺は現地調達という手もあるが、必ず入手可能というわけでもないで、確実性に欠けるのが難点である。

さて、カップヌードルの欠点は、かさばることと、カップが旅行中に破損することである。かさばる欠点は、荷物をコンパクトにしたい海外旅行では大問題である。特に最近では、荷物受け取り時の待ち時間のイライラとバッグ紛失の防止のため、機内持ち込みサイズのスーツケースをもっぱら愛用しているので、これは痛い。またカップが壊れると、お湯を入れるわけにはいけなくなる。

そこでその後、カップヌードルよりコンパクトで破損もしない袋入りのインスタントラーメンを持って行くことにした。ただこれを食べるためには、煮るための鍋と、できた麺とスープを入れる食器が必要となる。このためには好適な小型の電気鍋(ラーメンクッカーとかいう名前で8000円くらい)をやはり空港の免税店で売っている。これはちょうどインスタントラーメン1ヶが調理できる四角いアルミ鍋と、この中にぴったりはまる四角いプラスチック製の食器、およびこの食器の中にぴったり入れ子のように入る電気ヒータからなっている。もちろん電圧は、上述の電気ポットと同じ100/240ボルト切替式である。プラグに関しては、この鍋に付属として丸棒タイプが付いていたと記憶しているが、購入時に確認し、ついてなければ渡航先に適合したプラグも買っておくこと。重さは1kg程度とちょっと重い、大きさはインスタントラーメン2袋を重ねたくらいの大きさである。この鍋は、これでお湯を沸かしてティーパックのお茶を楽しむことも可能である。また米も炊けると説明書にはあったが、やったことはない。この鍋はラーメン1袋用なので、友達が食べせるといって来たときには、2回調理する必要がある。

あと親指くらいプラスチック容器に入れた台所用洗剤が必要である。ラーメンスープは結構油っぽいのので、食後の鍋と食器は洗面所のお湯だけでは洗いきれず、べたべたして不衛生であるし、洗顔石鹸はこの目的には無力である。また、ティッシュペーパーで拭いてみたが完全にはいかない。なお洗剤は、飛行中の減圧による漏洩防止のため、ビニールの袋にいれておくべきである。こんなものがかばんの中で漏れ出したら大変である。

以上「ベッドサイドで朝食を」の準備をまとめると下記ようになる。是非お試しのほどを。

1. 海外用電気鍋1式
2. 渡航先コンセント適合プラグ
3. インスタントラーメン(必要個数)
4. 台所用洗剤(1回の旅行に親指位の分量で十分、漏洩防止にビニールで包んで持参)
5. 割り箸/使い捨てプラスチックフォーク

P/S: 朝食時に筆者がレストランに現れなかったときは、寝坊したか、「ベッドサイドで朝食を」を楽しんでいるかのどちらかかもしれません



Tien 教授と Yang 教授への日本伝熱学会  
感謝状の贈呈

*HTSJ Award "Certificate of Appreciation" to  
Prof. Chang-Lin Tien and Wen-Jei Yang*

第 41 期副会長 長野 靖尚 (名古屋工業大学)  
Yasutaka NAGANO (Nagoya Institute of Technology)

日本伝熱学会は、その前身の伝熱研究会の時代から諸外国の伝熱研究の先駆者から数多くの助言、援助を頂いております。以前よりこれらの方々には何らかの感謝状をお贈りしようと言う意見がございましたが、前期表彰委員会担当副会長の河村洋先生を中心に議論され、今期に具体化されました。第 1 号として、米国カリフォルニア大学バークレー校の Chang-Lin Tien 前学長に 昨年 6 月 22 日にバークレー校のキャンパス内で行われました Tien 教授退職記念シンポジウムの場で、産総研の矢部彰氏から日本伝熱学会からの感謝状の内容をエピソードを交えて紹介しつつ贈呈して頂きました。今期の塩冶会長のサインを入れた感謝状(盾の画像)を図 1 に載せます。文章はご判読が難しいかも知れませんが、Tien 教授のご業績と国際交流への多大なる寄与が記されています。残念ながら、Tien 教授はこの感謝状を受賞された後、昨年 10 月 29 日にご他界されました。享年 67 歳で、まだまだ現役でのご活躍が期待されておりましたので誠に残念です。会誌「伝熱」3 月号に Tien 教授への追悼文が載せられる予定です。

感謝状の第 2 号は、若手研究者に授与されています伝熱学会奨励賞が、ミシガン大学の Wen-Jei Yang 教授からのご寄付に始まり、また更に追加のご寄付を最近頂いたことに感謝するために、Yang 教授に贈呈することになりました。手配は今期の表彰委員会担当副会長の長野がすることになり、塩冶会長の日本語のサインをいれ、クリスマスプレゼントにかけて日付を 2002 年 12 月 24 日にし、図 2 の盾のような装丁で贈呈しました。文章は、THE HEAT TRANSFER SOCIETY OF JAPAN awards this Certificate of Appreciation to Professor Wen-Jei Yang for his outstanding contributions to the activities of young engineers in the field of heat transfer with his large endowment, for his constant efforts to promote international collaboration and for his remarkable contribution to the field of heat transfer となっています。今後もこのような感謝状の贈呈はあると思いますが、今期に 2 件顕彰致しましたので、ここにご報告申し上げます。



図 1 Chang-Lin Tien 教授への感謝状



図 2 Wen-Jei Yang 教授への感謝状

九州伝熱セミナー・沖縄ムーンビーチ  
Kyushu Heat Transfer Seminar in Okinawa Moon Beach

屋我 実 (琉球大学)  
Minoru YAGA (University of the Ryukyus)

今年の九州支部企画伝熱セミナーは11月8日及び9日の2日にわたって沖縄・ムーンビーチで開催されました。当初沖縄ということ、参加希望者が見込めるかどうか心配していましたが、評議員の先生方のご協力のおかげで、講演者の含め最終的に一般27名、学生18名合計45名の参加を頂きました。特別講演2件(講演時間50分)、一般講演4件(各30分)の計6件の講演が行われ、セミナーを通して活発な議論がなされ盛況のうちに終わることができました。また今回特に学生の参加が18名と比較的多く、そのほとんどがこれまで学会への参加の経験が無かったため、極めて貴重な経験ができたという感想を得て、幹事として本セミナーの開催意義の1つが達成できたと考えています。セミナーで発表された講演題目および要旨は以下の通りです。

【特別講演】

「固体高分子燃料電池の流動を考慮した性能・伝熱解析」

九州大学大学院工学研究科化学工学部門  
峯元 雅樹 教授

最近自動車用あるいは一般家庭用として早期の実用化が期待されている固体高分子形燃料電池(PEFC)の性能向上および低コスト化を図る上で重要な、セル内部におけるガス流動状態および電流密度分布に関する検討例は極めて少ない。一般にPEFCの解析は、供給ガスの流量分布が無く一様流れとしているものが多く、ガスの流動や伝熱を反応を連立させた解析はほとんど行われていないのが現状である。そのため、PEFCシステムの最適設計の一助としてこの両者を連立させた解析について紹介した。

PEFC反応モデルを熱流動解析モデルと連立させて、PEFC単セル解析モデルを作成し、種々の条件で数値計算を行った。著しい電流密度分布は膜の性能劣化、出力低下、不安定性に繋がるため極力電流密度分布を均一にする必要がある。ここで作成した

モデルを用いることにより、実験で測定困難な電流密度分布の推測が、さらに種々の条件下でのセルの内部特性を理論的に検討することで最適操作条件および最適形状の提案が可能になると考える。

「伝熱工学の成熟と学際領域への展開」

バイオエンジニアリング分野にも伝熱工学の活躍する舞台があります

九州工業大学大学院生命体工学研究科生体機能攻  
石黒 博 教授

1) 伝熱工学の内容が、伝熱の基本形態から、随時、新しい因子を取り込むことにより、多様に豊かになってきた過程から、進化する生物の特徴を準えて、伝熱工学の成熟を概観した。

2) その上で、これから、伝熱工学が展開する方向として、基礎の深化・拡大、応用への進出、学際領域・総合領域への展開を上げた。

3) 伝熱工学と関わりのある学際領域・総合領域について、バイオエンジニアリング分野も含め、概観した。

4) 機械工学・伝熱工学の役割に基づいて、バイオエンジニアリング、特に、生体伝熱工学の具体的内容(流れ、物質移動、熱の効果など)を紹介した。

【一般講演】

「逆問題解の応用について」

佐賀大学理工学部機械システム工学科  
門出 政則 教授

非定常熱伝達現象を扱う場合、その熱伝達は、一般に固液や固気の連成問題となる。この連成問題を取り扱うためには、固液あるいは気液界面の温度や熱流束を測定する必要がある。そのために必要となるのが、逆問題解析である。まず初めに、最近、門出らによって提案された1次元や2次元非定常熱伝導問題の逆問題の解析手法について簡単に解説した。その後、その逆問題解を利用して、ライデンフロスト温度以上の高温面を冷却したときの固体表面の濡

れ位置の進行速度を推定する方法について説明した。また、熱物性の測定では、従来順問題解を利用して測定が行われていたが、逆問題解を利用すると、順問題解利用のときに求められる厳密な境界条件の設定が不必要となり、測定は非常に簡単になること示した。なお、この逆問題解が解析解であるために複雑な形状に対して適用できないという問題点も残されている。

「同心環状流路内の温度助走区間層流熱伝達の数値解析」 差分法および直交選点法と格子ボルツマン法の比較

長崎大学工学部機械システム工学科  
山口 朝彦 助教授

格子気体法および格子ボルツマン法は、比較的新しい熱流体の数値計算法である。この方法は、分子が確立過程で扱えるくらいの量だけ集まった仮想的な流体粒子が、離散速度、離散時間で離散化された空間を並進、衝突を繰り返して運動する様子を計算するメソスコピックな方法である。マクロスケールの式を離散化して解くのでは難しい、流体のミクロスケールな挙動を、分子動力学のようなミクロスケールの方法よりも少ない計算量で計算することが可能であり、複雑な境界条件にも比較的容易に対応することができる。計算モデルが、連続流体の基礎式を満足することを検証することが必要であるが、計算プログラムは、単純な計算の繰り返しで、しかも並列化が容易である。本講演では、これらの基礎理論と計算例を、差分法の結果と比較して紹介した。

「Dynamics of surface waves on a falling water film and the associated gas absorption」

琉球大学理工学研究科博士後期課程 2 年  
C.D.Park

Dynamics of forced surface waves evolving from periodic disturbances, as well as naturally evolving waves, on water film falling inside a vertical circular

tube and the associated gas absorption were experimentally investigated in the range of  $Re = 10 - 1000$ . It was found that the transition from laminar to turbulent flow occurs at  $Re = 400 - 700$ , causing a sharp increase in the Sherwood number  $Sh$  for the naturally evolving waves.

A new transition was found to occur at  $Re \approx 40$  in the laminar flow range. The  $Sh$  is in proportion to  $Re$  to a power of approximately 1.1 at  $Re < 40$  whereas the power is approximately 0.5 in  $40 < Re < 400$  for the forced waves. The transition of the dynamics of surface waves also occurs at the same  $Re$ ; the wavefronts make continuous lines in  $Re < 40$  whereas they start to be broken at  $Re \approx 40$  and disintegrate into “dimples” at larger  $Re$ . This tendency appears to be enhanced more as  $Re$  increases, and continuous wavefronts do not occur but the disintegrated dimples and bumps only appear in the turbulent flow range  $Re > 400$ .

「圧縮性流れ及び衝撃波を利用した流れ及び伝熱の制御」

琉球大学工学部機械システム工学科  
屋我 実 助教授

圧縮性流れは流体の中で非線形現象が現れる典型的な現象 1 つで、そのなかでも衝撃波は重要な問題である。そこで、このような非線形現象を積極的に応用し流れ場や伝熱場の制御に用いることを提案した。その手法は衝撃波の不連続的な圧力上昇を用いた、パッシブコントロールを適用した超音速混合促進や不足膨張噴流によって得られる空気の高圧・低温の特性を壁面冷却に用いる方法を紹介した。

北陸信越支部活動報告

Report of Hokuriku-shin-etsu Branch

岩城 敏博 (富山大学)

Toshihiro IWAKI (TOYAMA University)

見学会・秋季セミナー

日 時：平成 14 年 11 月 22 日(金)~23 日(土)

場 所：福井県立恐竜博物館，ホテルニュー勝山

参加者：41 名(会員 32 名，学生 9 名)

福井大学の先生方のお世話で見学会・秋季セミナー(講演会)が行われた。特別講演として看護福祉分野における「温度」の研究紹介があった。

【特別講演】

「出生後 1 週間の新生児の皮膚表面温度の特性」

大川洋子(福井県立大学看護福祉学部)

[概要] 胎児が母親の胎内から自然界へとステップ関数的な環境変化におかれたとき，胎児は自然界を砂漠のような乾燥と極地のような低温の環境に感じ，また自発呼吸のためのエネルギーを必要とする。このような状況で胎児は背中に蓄えてある褐色脂肪を消費して，自発呼吸の継続，体温の維持と乾燥の防止を行い，自然界に順応していく。この順応過程は出生後 1 週間の体温低下となり，皮膚表面温度変化として捉えることができるが，未熟児にはこのような体温低下はなく，皮膚表面温度の異常とされている。

【一般講演】

(1)波動方程式に関する分子動力学的研究

\*岩城敏博(富山大工)

[概要] 非平衡・非定常現象として連続体力学における波動方程式を取り上げ，このような現象が分子動学的にどのような状態のときに成り立つかを明らかにした。

(2)スイッチング電源設計における熱流体シミュレーションの適用 \*小泉 雄大(コーセル)，長原 邦明(コーセル)，石塚 勝(富山県立大)

[概要] ノートパソコンなどの小型機器にとって熱的に重要なスイッチング電源部に関して，部品のモデル化，境界条件，部品配置を詳細に検討し，熱解析シミュレーションの有効性を明らかにした。

(3)二重円管内密度成層中での自然対流熱伝達(外管加熱・内管冷却の場合) 姫野修廣(信州大織)，日向 滋

(信州大織)，\*増田千尋(信州大院)

[概要] 多成分系の融解・凝固に密接に関連する密度成層内の自然対流熱伝達を解明するために，二重円管を取り上げ，外管を加熱，内管を冷却したときの熱伝達を実験により明らかにした。

(4)A numerical investigation on thermal convection in a salinity gradient under partial heating for a circular cavity

\*Pouresfandiary Cham Jamshid(信州大織)，

日向 滋(信州大織)，姫野修廣(信州大織)

[概要] ガラーキン有限要素法を用いて，円形容器壁面を部分加熱と部分断熱したときの容器内の安定密度成層における多層二重拡散対流の発生限界を明らかにした。

(5)曲がり管における乱流熱輸送の DNS

\*山梨将人(新潟大院)，松原幸治(新潟大工)，小林 睦夫(新潟大工)

[概要] 二次元曲がり流路内の乱流を DNS で解析し，計算領域のスパン方向寸法の変化が大規模渦の形状と挙動，輸送特性・伝熱特性に及ぼす影響を詳細に明らかにした。

(6)円形噴流の組織構造に対するレイノルズ数の影響

\*須藤 仁(新潟大院)，松原幸治(新潟大工)，小林 睦夫(新潟大工)

[概要] スカラー拡散を伴う円形噴流に対し，高次差分による LES を行い，レイノルズ数 1200 ~ 1000000 の範囲でサブグリッドスケールモデルとしてダイナミックスマゴリンスキーモデルを使って解析し，発達噴流における瞬間組織構造，二点相関係数および渦度変動ベクトルに及ぼすレイノルズ数の影響を明らかにした。

(7)マイクロ波加熱における反射板の影響

青木和夫(長岡技科大)，赤堀匡俊(長岡技科大)，

\*太嶋健司(長岡技科大)

[概要] マイクロ波の干渉を利用したマイクロ波加熱の高効率化を目指して，最大加熱量を得るために物体後面に反射板を設置して共振定在波をつくり，この反射板を制御することの有効性を理論的，実験的に明らかにした。

## 行事カレンダー

## 本会主催行事

開催日	行事名(開催地,開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2003年					
5月 28日(水) ~ 30日(金)	第40回日本伝熱シンポジウム (広島国際会議場、広島市)	'03.1/17 (講演申込)	'03.3/10	第40回日本伝熱シンポジウム実行委員会 広島大学大学院工学研究科機械システム工学専攻内 E-mail:htsymp40@thermo.mec.hiroshima-u.ac.jp http://home.hiroshima-u.ac.jp/hpthermo/htsymp40.htm	'03.1
2004年					
5月 26日(水) ~ 28日(金)	第41回日本伝熱シンポジウム (富山国際会議場および富山県民会館、富山市)	未定	未定		

## 本会共催,協賛行事

開催日	行事名(開催地,開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2003年					
1月 23日(木) ~ 24日(金)	日本機械学会関西支部第260回講習会 「構造・強度設計における数値シミュレーションの基礎と応用」 (建設交流館)	'03.1/16		〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4 大阪科学技術センター内 (社)日本機械学会関西支部 Tel:06-6443-2073 Fax:06-6443-6049 E-mail:jsme@soleil.ocn.ne.jp http://www.jsme.or.jp/ks/	
2月 5日(水)	コミュニティコジェネレーションで省エネ社会を (隣組コジェネレーションシステム研究会フォーラム) (KKRホテル大阪)	'03.1/25		(独)産業技術総合研究所関西センター 熔融炭酸塩形燃料電池連携研究体谷本一美 Tel:072-751-9612 Fax:072-751-9626 http://www.kansai.meti.go.jp/5sience/new/index.html	
2月 6日(木) ~ 7日(金)	第9回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装シンポジウム (パシフィコ横浜)	'02.9/4 (Abstract 切)		東京都千代田区神田佐久間町1-11 (社)溶接学会 Mate 2003事務局 Tel:06-6879-8698 Fax:06-6878-3110 E-mail:mate@jwri.osaka-u.ac.jp http://wwwsoc.nii.ac.jp/jws/research/micro/Mate2003.html	
2月 7日(金)	自動車技術会シンポジウム 「車室内環境における空気質」 (江戸川区総合区民ホール、東京)	'03.1/24 (Abstract 切)		(社)自動車技術会事務局技術交流・出版グループ 小峰・石山 Tel:03-3262-8214 Fax:03-3262-2204 E-mail:komine@jsae.or.jp http://www.jsae.or.jp/	
5月 19日(月) ~ 21日(水)	第8回日本計算工学会講演会 (江戸川区総合区民ホール、東京)	'03.1/31 (Abstract 切)	'03.4/14	〒102-8646 東京都千代田区平河町2-7-4 砂防会館内(株)アイシーエス企画 画気付 日本計算工学会 講演会事務局 Tel:03-3263-6014 Fax:03-3263-7537 E-mail:jsces@ics-inc.co.jp http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsces/	
6月 25日(水) ~ 27日(金)	第3回乱流・剪断流現象国際シンポジウム Third International Symposium on Turbulence and Share Flow Phenomena (仙台国際センター)	'02.9/1 (Abstract 切)		東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学大学院理工学研究科機械宇宙システム専攻 宮内敏雄 Tel/Fax:03-5734-3183 E-mail:tmiyauch@mes.titech.ac.jp	
7月 10日(木) ~ 12日(土)	日本実験力学会 2003年度年次講演会 (青山学院大学渋谷キャンパス)			〒157-8572 東京都世田谷区千歳台6-16-1 青山学院大学理工学部機械創造工学科 Tel:03-5384-1111(ext23322) Fax:03-5384-6311 E-mail:jsem2003@cc.aoyama.ac.jp	
7月 22日(火) ~ 24日(木)	第31回可視化情報シンポジウム (工学院大学新宿校舎)	'03.2/28		〒114-0034 東京都北区上十条3-29-20(社)可視化情報学会事務局 Tel:03-5993-5020 Fax:03-5993-5026 E-mail:info@vsj.or.jp http://www.vsj.or.jp/sympo2003	
7月 23日(水) ~ 25日(金)	日本混相流学会年会講演会 2003 および第22回混相流シンポジウム (大阪大学豊中キャンパス)	'03.3/28	'03.5/30	〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 大阪大学大学院工学研究科機械物理工学専攻 片岡研究室内 日本混相流学会 年会講演会実行委員会事務局 Tel:06-6879-7256-7259 Fax:06-6879-7247 E-mail:mpfc2003@mech.eng.osaka-u.ac.jp http://mpfc2003.mech.eng.osaka-u.ac.jp	

行事カレンダー

7月	27日(日) ~8/ 1日(金)	第19回爆発と反応系の力学の国際コロキウム -ICDERS- (箱根プリンスホテル)			国際コロキウム組織委員会 Tel 03-5384-1718 E-mail:ICDERS2003_mail@cow.me.aoyama.ac.jp	
11月	2日(日) ~ 7日(金)	International Gas Turbine Congress 2003 TOKYO 8th Congress in Japan (江戸川総合区民ホール)	'02.5/31	'03.2/1	The Gas Turbine Society of Japan 7-5-13-402 Nishi-Shinjuku, Shinnjuku-ku,Tokyo 160-0023,Japan Fax:+81-3-3365-0387 E-mail:igtc@nal.go.jp	
11月	3日(月) ~ 8日(土)	第3回国際シンポジウム「複雑系における非常にゆっくりとした緩和現象の解明」 3rd International Symposium on Slow Dynamics (太白区文化センター楽楽ホール、仙台市)	'03.5/31		〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1 東北大学流体科学研究所 徳山道夫 Tel/Fax:022-217-5327 E-mail:tpkuyama@ifs.tohoku.ac.jp http://www.ifs.tohoku.ac.jp/slow-dynamics/	
11月	9日(日) ~ 13日(木)	International Conference on Power Engineering-03, Kobe 2003年 動力エネルギー国際会議神戸大会 (神戸国際会議場)	'02.3	'03.3	東京都新宿区信濃町 35 信濃町煉瓦館 (社)日本機械学会総合企画グループ 高橋正彦 Tel:03-5360-3505	
12月	1日(月) ~ 3日(水)	マイクロエンジニアリングに関する国際シンポジウム - 熱流体・信頼性・メカトロニクス - (日立製作所機会研究所、土浦市、産業技術総合研究所、つくば市)	'02.3 Abstract	'02.8 Full Paper	東京都新宿区信濃町 35 信濃町煉瓦館 (社)日本機械学会総合企画グループ 高橋正彦 Tel:03-5360-3505	

国際会議案内

開催日	行事名(開催国,開催地)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2003年					
3月	16日(日) ~ 20日(木)	The 6th ASME-JSME Thermal Engineering Conference	'02.3/29(A bstract)	'02.6/14 西尾茂文(東京大学生産技術研究所) E-mail:nishios@iis.t.u-tokyo.ac.jp 佐藤 勲(東京工業大学大学院) E-mail:satohi@mep.titech.ac.jp	

## 第40回日本伝熱シンポジウム参加申込方法

- ・開 催 日 平成15年5月28日(水)～30日(金)
- ・会 場 広島国際会議場  
(〒730-0811 広島市中区中島町1-5(平和記念公園内), TEL:(082)242-7777)
- ・シンポジウム  
参 加 費 一般(事前申込:8,000円,会場申込:10,000円)  
学生(事前申込:4,000円,会場申込:5,000円)  
(いずれも論文集代は含みません)
- ・講演論文集 伝熱学会会員:無料  
(CD-ROM版は事前送付,印刷版はシンポジウム参加者に当日手渡)  
非会員:8,000円(会場受付で会員登録も可能です)
- ・懇 親 会 日 時:平成15年5月29日(木)  
会 場:広島全日空ホテル  
(〒730-0037 広島市中区中町7-20, TEL:(082)241-1111)  
参加費:一般(事前申込:8,000円,会場申込:10,000円,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)
- ・参加申込方法 本号に挟込みの郵便振替払込取扱票をご利用ください。通信欄には、「氏名(ふりがな),会員・非会員の別,勤務先又は学校名,参加費,懇親会費(同伴者の有無),論文集代,払込合計額」をご記入の上,その合計金額をご送金下さい。参加証は会場受付にてお渡し致します。また,原則として領収書の発行を省略し,郵便振替払込金受領証をもってかえさせていただきます。  
(郵便振替口座:01340-2-73324,第40回日本伝熱シンポジウム実行委員会)
- ・事前申込締切 平成15年4月11日(金)
- ・お問い合わせ先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1  
広島大学大学院工学研究科機械システム工学専攻内  
第40回日本伝熱シンポジウム実行委員会事務局・松村幸彦  
Tel&Fax:0824-24-7561  
E-mail:[htsymp40@thermo.mec.hiroshima-u.ac.jp](mailto:htsymp40@thermo.mec.hiroshima-u.ac.jp)  
URL:<http://home.hiroshima-u.ac.jp/hpthermo/htsymp40.htm>
- ・宿泊・航空券 次頁の様式に従って,日本旅行広島支店に申込・問合わせをして下さい。

## 宿泊・航空券のご案内

謹啓

平成15年5月28日(水)から3日間「第40回日本伝熱シンポジウム」が広島国際会議場にて開催されますことを心よりお慶び申し上げます。ご出席されます皆様方の宿泊のご案内を、(株)日本旅行広島支店にて担当させていただきますことになりました。

私共は、ご参加の便宜を図り、事前にホテルと航空券の確保をしておりますのでお早めにお申込下さいますようお願い申し上げます。

敬具

(株)日本旅行広島支店

## 1. 団体割引航空券

団体割引 (15名以上の場合、団体割引の適用ができます。又、片道お一人様でも申込ができます。)

東京～広島 広島～東京 提供価格料金 13000円(片道) \*通常料金 26000円

仙台～広島 広島～仙台 提供価格料金 20000円(片道) \*通常料金 31500円

出発日	往路(区間)	便名	申込記号	出発日	復路(区間)	便名	申込記号
5月27日(火)	東京(19:10頃) ～広島(20:35頃)	JAS299便	A-1	5月30日(金)	広島(19:20頃) ～東京(20:30頃)	JAS298便	A-2
5月27日(火)	仙台(18:00頃) ～広島(19:45頃)	ANA283便	B-1	5月30日(金)	広島(18:05頃) ～仙台(19:30頃)	ANA284便	B-2

## 2. 宿泊のご案内 「ツインはお二人様でお一人様の料金を掲載しております。1泊朝食(税サ込)」

ホテル名	客室タイプ	宿泊料金	申込番号	最寄駅からの所要時間
広島全日空ホテル 082-241-1111	シングル	11,500円	1-1	JR広島駅南口から市内電車「袋町」徒歩3分 広島国際会議場まで徒歩7分
	ツイン	10,500円	1-2	
サンル-トホテル広島 082-249-3600	シングル	10,500円	2-1	JR広島駅南口から市内電車「中電前」徒歩3分 広島国際会議場まで徒歩5分
	ツイン	9,450円	2-2	
三井ガーデンホテル広島 082-240-1131	シングル	10,500円	3-1	JR広島駅南口から市内電車「中電前」徒歩1分 広島国際会議場まで徒歩10分
	ツイン	9,450円	3-2	
コンフォートホテル広島 082-542-5711	シングル	8,400円	4-1	JR広島駅南口から市内電車「中電前」徒歩1分 広島国際会議場まで徒歩8分
	ツイン	7,350円	4-2	
インテリジェントアネックスホテル 082-263-7878	シングル	7,500円	5-1	JR広島駅南口から徒歩8分 広島国際会議場まで市内電車で15分
	ツイン	6,800円	5-2	

## 3. お弁当のご案内

1,000円(お茶付):会場周辺には食事場所がございません。是非、お申し込み下さい。

## 4. お申込のご案内

別紙申込書にご記入の上、コピーしていただいたものをFax又は郵送にて下記宛にお申込下さい。

尚、ご宿泊の手配につきましては

通信実費としてお一人様につき500円(消費税含む)を申し受けます。

日本旅行ホームページからのお申込 <http://www.nta.co.jp> イベント・会議  
直接: [http://www3.nta.co.jp/convention/rinri\\_4.htm](http://www3.nta.co.jp/convention/rinri_4.htm) 国内学会会議・大会・宿泊・交通のお申込みをクリック

## 5. 申込締切日: 平成15年5月6日(火)

## 6. 予約の回答と費用のお支払い

申込書受領後、Fax又は郵送にてご回答を致します。後日、「パウチャ-券」「振込用紙」を送付致しますので速やかにお振込頂きますようお願い申し上げます。変更取消し等のご連絡は、すべてFAX・メール又は郵送にてお願いします。

## 7. 申込・お問い合わせ先: 日本旅行広島支店 第40回日本伝熱シンポジウム係担当: 牧・岩本・高田

〒730-0011 広島市中東区二葉の里3-8-21

Tel: 082-261-5243 Fax: 082-264-3549 E-mail: [hiroshima\\_office@nta.co.jp](mailto:hiroshima_office@nta.co.jp)

この旅行は、手配旅行契約にてご手配いたします。



お知らせ

《FAX送信用紙》 Fax：082-264-3549

第40回日本伝熱シンポジウム 日本旅行広島支店

「宿泊・航空券・弁当」申込書

(フリガナ) 代表者名	送付先住所(〒          ) 勤務先・自宅(○で囲んでください)	
	Tel (          ) -	Fax (          ) -
	返金時 <input type="checkbox"/> 座名義 振込先    当座 普通 口座名                      銀行                  支店 口座番号(          )	

宿泊・弁当 お申込み(○をつけて下さい。)

団体航空券のお申込・(お申込の方は○を付けて下さい。但し、15名に満たない場合は特割料金でお手配します。)

	(フリガナ) 氏名	年令	性別	第一希望	第二希望	宿泊	宿泊	宿泊	弁当	弁当	弁当
						5/27	5/28	5/29	5/28	5/29	5/30
1			男女								
2			男女								
3			男女								
4			男女								

搭乗月日	区 間	航空会社	記号	お申込の方のみ○を
5月27日(火)	羽田(19:10頃) - 広島(20:35頃)	JAS299便	A-1	
5月27日(火)	仙台(18:00頃) - 広島(19:45頃)	ANA283便	B-1	
5月30日(金)	広島(19:20頃) - 羽田(20:30頃)	JAS298便	A-2	
5月30日(金)	広島(18:05頃) - 仙台(19:30頃)	ANA284便	B-2	

取 消 変 更 其 他	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 取消・変更の場合はこちらにご記入後、FAX又は郵送にてお送りください。</li> <li>* 個人航空券・JR・バス等のお申込はこちらにお願いします。</li> </ul>
----------------------------	---

締切り期日：平成15年5月6日(火)

日本旅行広島支店

〒732-0057 広島市東区二葉の里3-8-21 担当：牧

Tel：082-261-5243 Fax：082-264-3549 E-mail：[hiroshima\\_office@nta.co.jp](mailto:hiroshima_office@nta.co.jp)

\* 振込み用紙・パウチャ-券の送付は5月上旬の予定です

## 第 40 回日本伝熱シンポジウム論文原稿提出方法

開催日：平成 15 年 5 月 28 日（水）～30 日（金）

会 場：広島国際会議場(広島市)

URL：<http://home.hiroshima-u.ac.jp/hpthermo/htsymp40.htm>

### 【講演原稿等の提出方法】

本シンポジウムでは、昨年と同様に講演論文集を「CD-ROM 版」と「冊子版(印刷物)」の 2 様式で発行いたします。ただし内容は同じものとします。

講演論文 1 件につき下記のものを揃えて、平成 15 年 3 月 10 日(月)必着にてご提出願います。

#### 1. 講演論文原稿の電子ファイル 1 部

- 原則として PDF ファイルで提出してください。
- ファイル名としては、講演申込時に発行された受付番号に拡張子「.pdf」をつけて下さい。(例：123.pdf)
- 提出していただいた PDF ファイルに問題があった場合は、再提出をお願いする場合がありますのでご了承ください。
- PDF ファイル以外では、日本語版 MS-Word95 以降、一太郎 8 以降の文書ファイル、ポストスクリプトファイル、PageMaker ファイルからの PDF ファイルへの変換、およびカメラレディ原稿からのスキャンを受け付けますが、変換作業料 5,000 円が必要となります。(変換作業料は 4 月 11 日までに下記口座まで郵便振替で送金ください。その際、内訳としてファイル変換料であることを明記してください。): 郵便口座番号：01340-2-73324, 加入者名：第 40 回日本伝熱シンポジウム実行委員会
- ファイルは下記のいずれかの方法で送付していただきます。論文を受付整理する上で混乱の元になりますので、重複しての送付、複数の方法による送付は行わないようお願いいたします。
  - a) 電子メールに添付して送付：[htsymp40@thermo.mec.hiroshima-u.ac.jp](mailto:htsymp40@thermo.mec.hiroshima-u.ac.jp)
  - b) 郵送(フロッピーディスク、CD-R など)：下記郵送先

#### 2. 講演論文原稿の印刷物 1 部

- 論文原稿は原則として返却いたしません。返却を希望する場合、宛先を記入した返信用封筒(切手貼付)を同封願います。
- 別刷りは配布しません。

#### 3. 講演論文原稿の印刷物のコピー 3 部

#### 4. JICST データベース用抄録 1 部

#### 5. 提出物チェックシート

### 【書類郵送先・問合せ先】

〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1

広島大学大学院工学研究科機械システム工学専攻  
松村 幸彦

Tel&Fax：0824-24-7561

E-mail：[htsymp40@thermo.mec.hiroshima-u.ac.jp](mailto:htsymp40@thermo.mec.hiroshima-u.ac.jp)

### 【論文原稿締切】

平成 15 年 3 月 10 日(月)

## 提出物チェックシート

提出物をご確認の上、チェック覧にチェックしていただき、書類に同封してください。

講演受付番号		代表 著者名	
E-mail アドレス			
表 題			

提出物	部 数	提出方法	チェック覧
論文原稿ファイル	1	電子メールを利用した送付	*
		郵 送	*
		* 上記二つの方法の中からどれか一つの方法で送付し、利用した提出方法の覧にチェックをしてください。	
論文原稿	1	郵 送	
原稿のコピー	3		
JICST データ ベース用抄録	1		
本チェックシート	1		

## 論文原稿ファイルの形式

提出いただく論文原稿ファイルの形式に丸印を付けてください。

PDF		
PDF 以外の形式	MS-Word 95	
	MS-Word 97,98	
	MS-Word 2000	
	MS-Word 2001	
	一太郎 8	
	一太郎 9	
	一太郎 10	
	Postscript ファイル	
	PageMaker	
	紙	
	その他	
PDF への変換を依頼します。		
代表著者名： _____		

PDF ファイルへの変換代行を希望する場合は、右の代表著者名覧にサインの上、変換手数料 5,000 円を 4 月 11 日までに所定の郵便口座に振込願います

## 講演論文の書き方

講演論文原稿の書式は、原稿見本に示すとおり従来の書式からほとんど変更はありません。詳しい論文の書式設定については、本シンポジウムのホームページにて解説いたしますのでご覧ください。

ここでは、提出をお願いする PDF ファイルを作成するに当たり、特に注意していただきたい点について解説いたします。

文章，図，表，写真，数式 全ての素材の電子化が必要

PDF ファイルを用意するには、文章，図，表，写真，数式などの論文中で使用する全ての素材を電子化し、ワープロソフト等を利用してレイアウトする必要があります。

微妙な違いを表現する写真等，電子化の難しい素材の場合は、PDF ファイルには電子化したものを利用してレイアウトし、印刷用原稿には素材をしっかりと貼ってください。

CD-ROM はカラー対応，印刷物はモノクロ

印刷物（本）の論文集は、従来通りモノクロで編集・印刷いたしますが、CD-ROM 版の論文集では、カラーの図及び写真を用いることができます。ただし文章中での色使用は避けてください。

PDF ファイルのサイズは、1 論文当たり 1MB（メガバイト）以下に

文書中で使用できるフォント

論文中では、本文，図・表等においても、下表のフォントを使用してください。これ以外のフォントを用いた場合、PDF ファイルを作成したコンピュータ以外では正しく表示されない場合がありますのでご注意ください

論文中で使用できるフォント一覧

	Windows	Macintosh
明朝体	MS 明朝	細明朝体
ゴシック体	MS ゴシック	中ゴシック体
Times	Times New Roman	Times
Arial	Arial	Arial
Symbol	Symbol	Symbol

MS-Word 用テンプレートの利用

MS-Word を用いて講演原稿を作成する場合は、用紙設定、使用するフォント、スタイル等をあらかじめ設定したテンプレートファイルの本シンポジウムホームページにて提供しております。できるだけ、テンプレートの利用をお願いいたします。

PDF ファイルを作成する際の Acrobat の設定

PDF ファイルは、Adobe Acrobat を用いることにより、プリンタで印刷するのと同じ手順で作成することができます。Acrobat には、PDFWriter と Distiller という二種類の PDF 変換方法がありますが、講演原稿用 PDF ファイル作成には出力解像度等を設定できる Distiller を用いてください。

各種ワープロソフトから Distiller を用いて PDF ファイルを作成する手順は、

1. Distiller の解像度等の設定
2. 使用するプリンタを Distiller に設定
3. 文書を印刷

となります。講演原稿用 PDF ファイルを作成する場合、Distiller の解像度設定は、Distiller を起動すると表示される画面から、[ジョブオプション]を[PrintOptimized]に設定してください。

講演番号，シンポジウム名，ページ番号等は，実行委員会にて挿入します

講演論文 PDF ファイル及び講演論文原稿は、以下に示す要項に従って作成してください。

表題パート

表題パートは、図のように、段組せず幅 150mm に収まるようレイアウトしてください。

論文タイトル、会員資格・著者名・所属（略記）は、申込書と同じものを、同一順序でお書き下さい。申込書と異なる場合でも、目次等には反映されませんので、ご注意ください。

連名者がある場合には、講演者の前に\*印をつけて下さい。英文の所属機関・所在地は、複数の場合には上付き数字で区別して下さい。

本文パート

本文は 1 ページ目を右図の様に 2 段組み片側 1 行 26 文字程度、9 ポイントで作成下さい。2 ページ目は、先頭から 2 段組みとし、片側 60 行程度を目安として作成下さい。

図表

図表中の記号及びキャプションは英語でお書き下さい。

文献

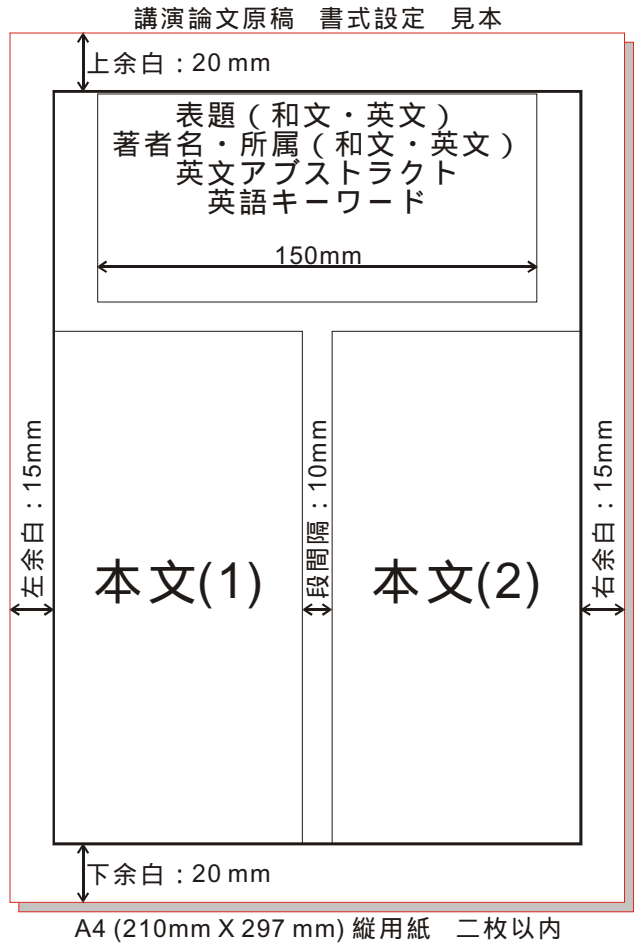
文献を引用する場合には、本文中の引用箇所の右上に小括弧を付けた番号<sup>(1)</sup>で表し、本文の末尾に下記のようにまとめて文献を列記して下さい。

(1) 伝熱・他 2 名, 機論(B), 12-345(2001), 1234.

(著者名), (雑誌略称), (巻 - 号 (発行年)), (先頭ページ数)

その他

講演論文原稿（印刷用）は、右上隅の余白部分に講演者名とページ（伝熱・1/2）、及び研究発表申込時に発行した申込番号を、薄く鉛筆でご記入下さい。



伝熱シンポジウム講演論文の書き方（和文表題・14 ポイント）

（和文副題・12 ポイント，無い場合は 1 行あける）

Instruction for Preparing a Paper（英文表題・12 ポイント）

（英文副題・12 ポイント，無い場合はつめる）

（1 行あける）

伝正 \* 伝熱 太郎（熱重工）                      機正      機械 次郎（伝工大）

伝学      熱力 花子（伝工大）（12 ポイント，発表者には\*を付ける）

（1 行あける）

Taro DENNETSU<sup>1</sup>, Jiro KIKAI<sup>2</sup>, Hanako NETURIKI<sup>2</sup>（10 ポイント）

<sup>1</sup>Netsu Heavy Industries Ltd., 1-2-3 Sakura, Ohmiya, Saitama 123-4567

<sup>2</sup>Dept. of Mech. Eng., Dennetsu Inst. Tech., 4-5 Fuji, Yokohama, Kanagawa 890-1234

（1 行あける）

（5 文字あける）English abstract.（英文アブストラクト・10 ポイント，100 語程度）

（1 行あける）

Key Words : Heat Transfer, Forced Convection...（10 ポイント・3～5 個程度）

表題パートの見本

JICST データベース用講演論文集抄録提出のお願い

本シンポジウムで発表される論文は速やかにかつ広く引用されることを目的として、その抄録を日本科学技術情報センター（JICST）のデータベースに収録されます。つきましては下欄に貴論文の概要を必ずご記入の上、原稿に添付してご提出願います。

なお、シンポジウムホームページ（<http://home.hiroshima-u.ac.jp/hpthermo/jicst.html>）に記入用テンプレートを準備しておりますので、ご利用下さい。

- （記入上の注意）
- 1．著者名：講演者を筆頭に書き、連名者も含め全てふりがな（カタカナ）を付す。
  - 2．抄録：200～250字以内でご記入下さい。

実行委員会で記入



講演会名称	第40回日本伝熱シンポジウム	貴講演番号	
-------	----------------	-------	--

著者名	
フリガナ	

講演者勤務先		
フリガナ		

右欄はJICSTが記入

表題	主	
	副	


## 「伝熱」会告の書き方

## 事務局からの連絡

## 1. 学会案内と入会手続きについて

## 【目的】

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

## 【会計年度】

会計年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日までです。

## 【会員の種別と会費】

会員種	資格	会費(年額)
正会員	伝熱に関する学識経験を有する者で、本会の目的に賛同して入会した個人	8,000円
賛助会員	本会の目的に賛同し、本会の事業を援助する法人またはその事業所、あるいは個人	1口 30,000円
学生会員	高専、短大、大学の学部および大学院に在学中の学生で、本会の目的に賛同して入会した個人	4,000円
名誉会員	本会に特に功労のあった者で、総会において推薦された者	8,000円 但し、70才以上は0円
推薦会員	本会の発展に寄与することが期待できる者で、当該年度の総会において推薦された者	0円

## 【会員の特典】

会員は本会の活動に参加でき、次の特典があります。

- 「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、入金の手配ができず、会費未納のままとなります。
- ・学生会員への入会申込においては、指導教官による在学証明(署名・捺印)が必要です。

## 2. 会員の方々へ

## 【会員増加と賛助会員口数増加のお願い】

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

## 【会費納入について】

会費は当該年度内に納入してください。請求書はお申し出のない限り特に発行しません。会費納入状況は事務局にお問い合わせ下さい。会費納入には折込みの郵便振替用紙をご利用下さい。その他の送金方法で手数料が必要な場合には、送金者側の負担にてお願い致します。フリガナ名の検索によって入金の手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のご指導をお願いします。

(変更届提出上の注意)

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

【退会届について】

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

【会費を長期滞納されている方へ】

長期間、会費を滞納されている会員の方々は、至急納入をお願いします。特に、平成12年度以降の会費未納の方には「伝熱」「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」の送付を停止しており、近く退会処分が理事会で決定されます。

3. 事務局について

次の業務を下記の事務局で行っております。

事務局

《業務内容》

- )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応対、連絡等
- )伝熱シンポジウム終了後の「講演論文集」の注文受付、新入会員への学会誌「伝熱」、論文集「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」発送、その他刊行物の発送
- )その他必要な業務

《所在地》

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

(土日、祝祭日を除く、午前10時～午後5時)

(注意)

1. 事務局への連絡、お問い合わせには、電話によらずできるだけ郵便振替用紙の通信欄やファックス等の書面にてお願いします。
2. 学会事務の統括と上記以外の事務は、下記にて行なっております。

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

## 新入会員 (2002.12 ~ 2003. 1) 9名

資格	氏名	勤務先	資格	氏名	勤務先
正	山口 正敏	日本地下水開発(株)	学生	KHOUKHI MAATOUK	東北大学流体科学研究所
正	鶴 和也		学生	椿 耕太郎	東北大学流体科学研究所
正	角田 哲也	大島商船高等専門学校	学生	寺西 一浩	東京工業大学
正	片桐 晴郎	名古屋大学	学生	西浦 博之	大阪大学大学院基礎工学研究科
正	岡本 哲也	(株) H・F			

## 寄付会費 (2002.12 ~ 2003. 1) 9名 18,000円

資格	氏名	勤務先	資格	氏名	勤務先
正	山脇 栄道	石川島播磨工業(株)	正	桃瀬 一成	大阪大学
正	花村 克悟	岐阜大学	正	武石 賢一郎	三菱重工業(株)
正	瀧本 昭	金沢大学	正	高杉 勝治	三洋電機(株)
正	服部 直三	東京理科大学	正	西村 龍夫	山口大学
正	多田 寿雄	明治大学			

---

日本伝熱学会正会員・学生会員入会申込み・変更届用紙

## 日本伝熱学会 賛助会員新規入会申込み届け用紙

0	申込年月日					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くだ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	代表者勤務先	名称(所属)										
5												
6		〒	-									
7		所在地										
8												
9	TEL											
10	FAX											共通・専用
11	口数	□										

### 日本伝熱学会入会のご案内

1. 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。(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。なお、年度途中でご入会された方には残部の都合でお送りできない場合もありますので、あらかじめご承知おきください。
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をご用意できますが、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

### 会費の振込先；

- (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 みずほ銀行 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。

広告>

センサテクノス株式会社

広告

Leading Edge the Thermal Technology

広告  
日本カノマックス

## 編集後記

新年明けましておめでとうございます。前号からスタートした「ものづくりと伝熱特集号」の第2号を関西支部中心に作成いたしましたので、お届けします。本号は藤井委員の担当で森先生のお世話により発行いたしました。原稿執筆いただきました方々に厚くお礼申し上げます。

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

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

平成 15 年 1 月 31 日

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



## 複写される方に

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

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

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

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

### Notice about photocopying

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

Except in the USA

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

In the USA

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

## 伝 熱

ISSN 1344-8692

Journal of The Heat Transfer Society of Japan  
Vol. 42, No. 172

2003年 1月発行

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

Published by

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