

ISSN 1344-8692 Vol. 43 No. 181

伝 熱

Journal of the Heat Transfer Society of Japan

◇第 41 回日本伝熱シンポジウム◇

2004. 7

(社)日本伝熱学会 第43期(平成16年度)役員・評議員

会 長

荒木 信幸(静岡大学)

副会長

(編集出版)

増岡 隆士(九州大学)

(企画, 国際・広報)

武石 賢一郎(大阪大学)

(総務)

笠木 伸英(東京大学)

理 事

門出 政則†(佐賀大学)

高田 保之*(九州大学)

花村 克悟‡(東京工業大学)

池川 昌弘(北海道大学)

円山 重直(東北大学)

北村 健三(豊橋技術科学大学)

平田 哲夫(信州大学)

竹中 信幸(神戸大学)

逢坂 昭治(愛媛大学)

清水 昭比古(九州大学)

三浦 隆利(東北大学)

大原 敏夫(デンソー)

森 治嗣(東京電力)

康 倫明(ダイキン)

†:企画部会長, *:編集出版部会長, ‡:総務部会長

監 事

伊藤 正昭(日立製作所)

工藤 一彦(北海道大学)

評議員

岡 喜秋(北海道立工業試験場)

武田 靖(北海道大学)

山田 貴延(北見工業大学)

藤田 尚毅(岩手大学)

日向野 三雄(秋田県立大学)

丸田 薫(東北大学)

高橋 一郎(山形大学)

平井 秀一郎(東京工業大学)

丸山 茂夫(東京大学)

稲田 茂昭(群馬大学)

稲垣 照美(茨城大学)

山田 幸生(電気通信大学)

高橋 実(東京工業大学)

栗山 透(東芝)

播木 道春(フェローテック)

市川 直樹(産業総合研究所)

丸山 直樹(三重大学)

三松 順治(岐阜大学)

梅田 良人(東邦ガス)

佐藤 英明(デンソー)

廣田 真史(名古屋大学)

平澤 良男(富山大学)

多田 幸生(金沢大学)

永井 二郎(福井大学)

稲岡 恭二(同志社大学)

木戸 長生(松下冷機)

西村 真(神戸製鋼所)

澤井 徹(近畿大学)

田坂 誠均(住友金属)

細川 茂雄(神戸大学)

高津 康幸(広島国際学院大学)

堀部 明彦(岡山大学)

佐藤 一教(パブコック日立)

青山 善行(愛媛大学)

石黒 博(九州工業大学)

吉田 正道(有明工業高専)

藤本 登(福岡教育大学)

伊藤 衡平(九州大学)

鈴木 雄二(東京大学)

師岡 慎一(東芝)

谷下 一夫(慶応大学)

松本 充弘(京都大学)

菊山 功嗣(名古屋大学)

鈴木 康一(東京理科大学)

阿部 豊(筑波大学)

中部 主敬(大阪府立大学)

石塚 勝(富山県立大学)

小原 拓(東北大学)

伏信 一慶(東京工業大学)

佐藤 勲(東京工業大学)

吉田 英生(京都大学)

白樫 了(東京大学)

栗山 雅文(山形大学)

平澤 茂樹(日立)

黒田 明慈(北海道大学)

大竹 浩靖(工学院大学)

稲田 孝明(産業総合研究所)

堀 慶一(三菱重工業)

委員会委員長

伝熱シンポジウム実行委員長

三浦 隆利(東北大学)

表彰委員会委員長

増岡 隆士(九州大学)

学生会委員長

三松 順治(岐阜大学)

FILGAP 委員会委員長

師岡 慎一(東芝)

広報委員会委員長

伏信 一慶(東京工業大学)

国際伝熱フォーラム組織委員会委員長

円山 重直(東北大学)

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

西尾 茂文(東京大学)

伝 熱

目 次

〈新旧会長挨拶〉

- 会長就任にあたって …………… 第43期会長 荒木 信幸（静岡大学） …………… 1
 日本伝熱学会会長を退任して …………… 第42期会長 荻野 文丸（舞鶴工業高等専門学校） …………… 2

〈第16回日本伝熱学会賞〉

- 第16回日本伝熱学会賞の報告 …………… 表彰委員会委員長 太田 照和（東北大学） …………… 3
 日本伝熱学会学術賞を受賞して …………… 小澤 守（関西大学） …………… 4
 日本伝熱学会学術賞を受賞して
 …………… 小原 拓（東北大学），Arun MAJUMDAR（カリフォルニア大学バークレー校） …………… 5
 第16回日本伝熱学会技術賞を受賞して
 …………… 功刀 資彰（京都大学），向 勝己（伊勢屋機械製作所（株）），芝原 正彦（大阪大学） …………… 6

〈第41回日本伝熱シンポジウム〉

- 第41回日本伝熱シンポジウム（富山）を終えて …………… 実行委員長 竹越 榮俊（富山大学） …………… 7
 第41回日本伝熱シンポジウムにおける学生会委員会関連行事についての報告
 …………… 日本伝熱学会・学生会委員会・委員長 三松 順治（岐阜大学） …………… 9

〈生命システムとバイオ・メディカルテクノロジーにおける熱・物質移動（続）〉

- 高分子ナノミセルによる薬物・遺伝子のピンポイントデリバリー
 …………… 片岡 一則（東京大学） …………… 10

〈ヒストリーQ〉

- 復水器の発達史 …………… 藤井 哲（九州大学名誉教授） …………… 15

〈プロジェクトQ〉

- 熱工学技術を活用した大学発ベンチャー起業—小型廃棄物ガス化発電システムの研究開発と事業化—
 …………… 吉川 邦夫（東京工業大学） …………… 21

〈シリーズ 博物館めぐり〉

- 博物館のすすめ …………… 加藤 之貴（東京工業大学） …………… 26

〈国際会議報告〉

ISMNT-1 の報告 伊藤 衡平 (九州大学) 30

〈支部活動報告〉

北陸信越支部活動報告 平田 哲夫 (信州大学) 32

〈行事カレンダー〉

..... 35

〈お知らせ〉

社団法人日本伝熱学会第 42 期 (平成 15 年度)総会議事録 37

第 16 回中四国伝熱セミナー・阿波池田のご案内 39

「伝熱」原稿の書き方 41

事務局からの連絡 42

インターネット情報サービス

●<http://www.htsj.or.jp/>

最新の会告・行事の予定等を提供

●htsj@asahi-net.email.ne.jp

事務局への連絡の電子メールによる受付

日本伝熱学会 2004 年度 (第 43 期) 会長・副会長・理事・監事

◆会 長 荒木 信幸 (静岡大学)

◆副会長 増岡 隆士 (九州大学)

◆理 事 門出 政則 (佐賀大学)
池川 昌弘 (北海道大学)
平田 哲夫 (信州大学)
清水 昭比古 (九州大学)
森 治嗣 (東京電力)

◆監 事 伊藤 正昭 (日立製作所)

武石 賢一郎 (大阪大学)

高田 保之 (九州大学)
円山 重直 (東北大学)
竹中 信幸 (神戸大学)
三浦 隆利 (東北大学)
康 倫明 (ダイキン)

工藤 一彦 (北海道大学)

笠木 伸英 (東京大学)

花村 克悟 (東京工業大学)
北村 健三 (豊橋技術科学大学)
逢坂 昭治 (愛媛大学)
大原 敏夫 (デンソー)

Journal of The Heat Transfer Society of Japan
Vol.43, No.181, July 2004

CONTENTS

< New and Former Presidents' Address >

New President's Address

Nobuyuki ARAKI (Shizuoka University) 1

Message from ex-President to the Members

Fumimaru OGINO (Maizuru National College of Technology) 2

< The 16th Heat Transfer Society Awards >

On Selection of the 16th Heat Transfer Society Awards for Scientific and Technical Achievements and
for Stimulation of Young Members

Terukazu OTA (Tohoku University) 3

On Receiving Heat Transfer Society Award for Scientific Contribution

Mamoru OZAWA (Kansai University) 4

On Receiving Heat Transfer Society Award for Scientific Contribution

Taku OHARA (Tohoku University)

Arun MAJUMDAR (University of California, Berkeley) 5

On Receiving Heat Transfer Society Award for Technical

Tomoaki KUNUGI (Kyoto University)

Katsumi MUKO (ISEYA Manufacturing Co.)

Masahiko SHIBAHARA (Osaka University) 6

< The 41st National Heat Transfer Symposium of Japan >

Report on the 41st National Heat Transfer Symposium of Japan

Eishun TAKEGOSHI (Toyama University) 7

Report on the Special Programs by the Student Committee in the 41st Heat Transfer Symposium of Japan

Junji MIMATSU (Gifu University) 9

< Recent Functional Materials and its Applications >

Polymeric Micelles for Pin-point Gene and Drug Delivery

Kazunori Kataoka (University of Tokyo) 10

< History Q >

History Q "Development of Steam Condensers"

Tetsu Fujii (Professor Emeritus, Kyushu University) 15

< Project Q >

Project Q “Establishment of an University based Venture Company utilizing Thermal Engineering Technologies
: R&D and Commercialization of Small-scale waste Gasification and Power Generation Systems”
Kunio YOSHIKAWA (Tokyo Institute of Technology) 21

< Museum Tour >

Invitation to Museum World
Yukitaka KATO (Tokyo Institute of Technology) 26

< Report on International Conference and Seminar >

Report on ISMNT-1
Kohei ITO (Kyushu University) 30
Report of Hokuriku-shin-etsu Branch
Tetsuo HIRATA (SHINSHU University) 32

< Calendar > 35

< Announcements > 37

会長就任にあたって
New President's Address



第43期日本伝熱学会会長 荒木 信幸 (静岡大学)
Nobuyuki ARAKI (Shizuoka University)

このようなときの挨拶では、「はからずも」会長を務めることになりました荒木です、などと「はからずも」という言葉を使うことが多いのですが、私の場合、もし「はかることができたのであれば」このような挨拶文を書くことはなかったと思います。なお、「はかる」を漢字に当てはめると、図、計、測、諮、謀などがありますが、もちろんいずれも該当しません。

前会長の荻野先生からお話があったときには、正に晴天のヘキレキで、考える余裕もなく引受けてしまいました。会員の皆さんも驚いておられるでしょうが、一番当惑しているのが当の本人です。私事で恐縮ですが、長い間大学の管理運営に携わっていて、忙しいことを理由に伝熱学会への貢献が少なかったからです。研究分野も熱伝導や熱物性といった携わることが少ない分野で、コツコツと研究を進めてきましたので、会員の方々との交流も狭い範囲に限られていたからです。そうは言っても、会長を引受けたからには、伝熱学会のために最大限の努力をさせていただきます。

伝熱学会のあり方、特に、伝熱学会の最大の催物である伝熱シンポジウムをどのように運営するかについては、種々意見交換が行われ、今年の「伝熱」(11月号、No.177)誌上でピークに達したように思われました。そのときは一会員であって、会誌を通じての情報が唯一でしたので、そのように感じたのかもしれませんが。

多くの学問領域に横断的に広がっている伝熱現象をもっともっと実質的な討論を行って内容を深めるべきであり、「学芸会」的なものは不用ではないかとの小竹元会長からの提言があり、さらにまた、学会運営そのものが形骸化して官僚的になりつつあることへの警告も含まれていました。

それに対して、理事会や企画部会等で検討していただいたようですし、幾つかの対応策も実行に移されつつあると思います。その一つの例が本年

3月30日に東京工業大学で開催された「伝熱フォーラム」であろうと思います。私もマイクロとマクロの連結問題に興味がありましたので、参加しましたが、いろいろと考えさせられる催し物であったと評価しています。ただ、コーディネータの意図する「伝熱現象の本質を深く理解するための自由討論を通じて、澄んだアカデミズムを伝熱学会に喚起する機会」とするためには、もう少し多くの事前情報の発信と多量の参加者と終了後の綿密な総括が必要であろうと感じました。

肝腎の伝熱シンポジウムについても富山では間に合わなかったことが、仙台で少しずつ実現に向けて努力されています。非常に難しい問題が含まれていますので、継続して検討して行かなければなりません。少し長い目で見いただければ幸いです。

熱を扱っておられる方は、心が広いと言うか物事にあまり固執しない方が多いのではないかと常日頃感じています。シンポジウムや学会のあり方についても、適切な解(共通認識)が比較的容易に求められるものと予想しています。

ともあれ、学会は、専門を同じくする同志が学問的レベルの向上を図るため互いに研鑽する場でなければならぬと認識していますが、同時に楽しくなければならぬとも思っています。楽しく感じる要因も人さまざまですが、人と人の触れ合いの中で、その楽しさが生まれるものと私は考えています。

日本伝熱学会は、伝熱研究会としての発足以来、研究活動を通じた会員個人相互の親密な交流を維持してきており、そのことが特徴となっています。月並みですが、「厳しさの中にも楽しさを」を再確認させていただきます。幸い、優れた方々が副会長、理事などの役員に選任されておりますので、互いに協力しあって前進したいと思っております。どうかよろしくお願い致します。

日本伝熱学会会長を退任して

Message from ex-President to the Members



荻野 文丸 (舞鶴工業高等専門学校)

Fumimaru OGINO (Maizuru National College of Technology)

会員の皆さん、一年間ご協力有難うございました。皆さんや副会長・理事の先生方に仕事をしてただけで、私は結局伝熱学会に何も寄与しませんでした。本当にお恥ずかしい次第です。

今、日本の社会は政治の面、経済の面、そして産業の面でも、何か大きな転換期にきていると言われていています。今までは追いつき、追い越せ、すなわち欧米の水準に達することだけを考えればよかったわけですが、今はまさしく目標がなくなり、「どこに問題があるのか分からない。答えがあるのか無いのかも分からない。」という状態に突入しているのだと思います。しかし、よく考えれば、このような状態は明治以前の日本では、そして世界中の大部分の人々にとっては、ごく「当たり前の状態」なのです。

追いつき、追い越せは、大学での研究もそうであったと思います。研究体制は欧米に手本があって、我々は最も効率よく研究成果をあげるために、それに多少の修正を加えるだけでよかったのです。研究課題も欧米の研究者と同じ課題を設定すれば、一緒に議論をして貰えたのです。そしてその為には、研究成果の質の高さと如何に効率よく早く、低コストで研究成果を挙げるかが重要であったのです。つまり「如何に研究するか」が問われたのです。

問題は今後です。今日の日本の社会の「ごく当たり前の状態」は決して悲観するような状態ではないと思います。「どこに問題があるか分からない」という状態の中では、暗中模索し、試行錯誤を繰り返すと思いますが、自ら新しい体系を創出したものは、その体系に対して主体性を持ち得るからです。今後は「如何に研究するか」ではなく、「何を研究するか」が問われるのだと思います。

皆さんは、世界中の研究者から「日本では何を研究しているのか」と注目されるような研究、真似をされるような研究をせねばならない責務を負っているのです。そして恐らく皆さんは暗中模索し、試行錯誤を繰り返すと思います。しかし、個人のレベルでは、多少試行錯誤を繰り返してもまだ取り返しがききますから、気が楽だと思います。どうぞ失敗を

恐れないで、大きな課題に挑戦して下さい。

「如何に研究するか」の時代には、先に述べましたように、研究成果の質の高さが何より重要です。誤解はしないで下さい。「何を研究するか」と言う時代であっても研究成果の質の高さは重要ですが、それは「何を研究するか」の次に重要なのです。そして、今までの「如何に研究するか」の時代に、我が「伝熱シンポジウム」は大変素晴らしい役割を果たしました。研究成果の質とは何か、その質を上げるためにはどうしたらよいかを、伝熱シンポジウムの大変厳しい討論を通して、私より少しお年を召した先生方から少し若い先生方まで、文字通り叩き込まれました。

これからはもっと厳しい状況になると思います。皆さんは「何を研究するか」と「如何に研究成果の質を上げるか」の二つを追求しなければならないからです。現在の伝熱シンポジウムは過渡期にあり、皆さんは「何を研究するか」と「如何に研究成果の質を上げるか」でもがいておられるという印象を持っています。私はこれが当然であり、健全だと思っています。

そして、伝熱学会は今後何をしたらよいのでしょうか。通常、学会の第一の目的は構成員のために学術情報および技術情報の交換の場を作ることです。すなわち伝熱シンポジウム等の研究発表会の開催や、研究論文、技術論文を掲載する雑誌を刊行することでしょう。しかし、今やそれだけでは済まされない時代になっているような気が致します。伝熱学会自体も、皆さん一人一人と同様に「何を研究するか」で悪戦苦闘しなければならないのではないかと感じています。実は私は伝熱学会会長として、私自身が悪戦苦闘しなければならなかったのですが、このことに気付くのが遅すぎました。申し訳ありません。

伝熱学会にはもう一つ目的があります。それは同じことをメシの種にしている者同士のクラブとしての役割を果たすことです。これは今までどおり是非維持していただきますようお願い申し上げます。筆ならず、パソコンのキーボードから手を離します。

第 16 回日本伝熱学会賞の報告

On Selection of the 16th Heat Transfer Society Awards for Scientific and Technical Achievements and for Stimulation of Young Members

第 42 期日本伝熱学会表彰選考委員会 委員長 太田 照和 (東北大学)
Terukazu OTA (Tohoku University)

平成 15 年度の日本伝熱学会賞の学術賞、技術賞および奨励賞について公募を行いました。その結果、学術賞 3 件、技術賞 4 件、奨励賞 2 件の応募がありました。これらについて、学会の規定に基づき表彰選考委員会を結成して慎重に審査を行い、下記のように学術賞 2 件、技術賞 1 件、奨励賞 1 件を決定し、理事会の承認も得ました。

今回の応募件数は前年度、前々年度に比較して少ないものですが、いずれも立派な内容であり、選考は極めて慎重に行われました。

これらの賞は、平成 16 年 5 月 27 日に富山国際会議場において開催された総会の席上、受賞者各位に贈呈されました。これらの審査に多大な時間を費やしていただいた選考委員各位に、本誌面をお借りして厚く御礼申し上げます。

本学会賞が今後ますます意義のあるものとなるためには、会員各位が学会賞にご関心を持っていただき、自薦、他薦によらず適切な候補を推薦いただくことが重要であり、ご協力の程をお願い致します。

今年度の授賞は次の通りです。ここにご報告申し上げますとともに、受賞者の方々にはあらためてお祝い申し上げます。(順不同、敬称略)

1. 学術賞

(1) Structure of Recirculation Flow Induced by an Annular Jet

代表研究者：小澤 守 (関西大学)

共同研究者：松本 亮介 (関西大学)

大西 崇之 (クボタ)

石原 勲 (関西大学)

(2) バイオ分子解析のためのラチェット式電気泳動マイクロチップ

代表研究者：小原 拓 (東北大学)

共同研究者：Arun MAJUMDAR (University of California)

2. 技術賞

(1) ナノ粒子多孔質層形成による低圧損・高効率伝熱促進技術

代表研究者：功刀 資彰 (京都大学)

共同研究者：向 勝巳 (伊勢屋機械製作所)

柴原 正彦 (大阪大学)

3. 奨励賞

1 件 (辞退)

なお、名誉会員については、学会の規定に基づき慎重に審議し、理事会の承認も得て、下記の 3 名の方々を名誉会員として顕彰致しました。ご功労とご功績に感謝するとともに、ますますのご活躍を祈念致します。(順不同、敬称略)

飯田 嘉宏

伊藤 猛宏

長島 昭

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



小澤 守 (関西大学)

Mamoru OZAWA (Kansai University)

富山における第 41 回日本伝熱シンポジウムの 2 日目に開催された日本伝熱学会第 42 期総会において、日本伝熱学会学術賞をいただきました。受賞者一同を代表しまして、ご推薦いただきました方々、選考委員会ならびに関係各位にまずもお礼申し上げます。対象となりました論文はかつて伝熱シンポジウムで発表し、さらに検討を進めた結果を含めて、*Thermal Science and Engineering*, Vol.11(2003) に掲載されました“Structure of Recirculation Flow Induced by an Annular Jet”で、松本亮介、大西崇之、石原勲と小澤が共同して行った研究です。

ここで詳細な研究の内容について記述しましても紙面も限られていることでもあり、中途半端に終わりますので、興味のある方には TSE の論文をお読みいただくとして、私がどのようにしてこのような研究をするに至ったかについて、記憶をたどりながら述べたいと思います。

17 年くらい前、当時神戸大学に在職しておりましたころ、大阪のボイラメーカーである(株)平川鉄工所(現ヒラカワガイダム)を中心として始まった新型ボイラに関する調査研究委員会に参加しました。当委員会の委員長は私の恩師であります大阪大学名誉教授の石谷清幹先生で、石谷先生の号令で一門が結集して新型ボイラ開発に取り組みました。元々阪大の石谷研は伝熱の研究室というよりボイラの研究室であり、研究テーマは大きくボイラガス側、水側、さらに先生ご自身の工学概論に分かれており、常日頃から私の本職になる気液二相流はもとよりボイラ対流伝熱面、燃焼室などの諸問題を初めとして材料の熱応力、熱衝撃、果てはバナジウムアタックに至るまで、ボイラ関連技術の大半を扱っていたように思います。そのような環境に育ったためか、あるいはそれ以前の神戸大学時代の恩師、赤川浩爾先生の薫陶か判然としませんが、いずれにせよ「もの」に即して技

術があること、技術屋は現象が完全にあるいは理論的に定式化されていなくても、蓋然性が高ければ、すなわち理屈はともかくほしいこんな値であることがわかれば、現物をつくることを教わったように思います。その意味で、技術屋さんはずいぶんと思います。ボイラなど基盤技術の分野では、多くの研究は後付けであり、しかし明日の一步を踏み出すためには今の研究が不可欠であるとも教わりました。以来、M 社の循環流動層ボイラの層材循環問題、また前述のヒラカワガイダムの各種の水循環問題など多くの現物の問題に関与させていただきました。先の委員会の成果でもある管巢燃焼ボイラ(石谷先生の命名)の実際の開発に際しては技術者と夜を徹して実験を行ったこともあります。そのボイラ開発の流れの一部が、今回受賞対象となった論文につながりました。

水管ボイラそのものは鞍馬天狗の時代から存在し、手元にあります昭和 13 年邦訳の Muenzinger の原著 *Dampfkraft* の第 2 版が出版されたのは 1933 年だし、Stodola の *Dampf- und Gasturbinen* の初版(ガスタービンが追加されたのは 1904 年)が Springer から発行されたのは更に古い 1903 年、また皆さんご存知の抜山先生の沸騰伝熱の論文が 1934 年に発表されています。いずれもそれらの時代にすべての問題が解決されたわけではありません。技術は生き物であり、絶えざる進化と適切なメンテナンスによって、真にその役目が終了するまで生きながらえます。我々伝熱技術に関わるものは、その大きな流れの只中にあり、流れに掉さずもよし、流れに漂うもよしというところでしょうか。しかし次世代を担う新しい技術の芽は大なり小なり現状の技術の中にあると思います。まさしく「事件は現場で起こっている」と信じて、今日も実験室をさまよっています。

今回の受賞はこのような流れの中の 1 つであり、その過程で協力頂いた方々に感謝いたします。

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



小原 拓 (東北大学), Arun MAJUMDAR (カリフォルニア大学バークレー校)
Taku OHARA (Tohoku University) and Arun MAJUMDAR (University of California, Berkeley)

日本伝熱学会第 41 期総会において、日本伝熱学会学術賞をいただきました。対象となった論文は、*Thermal Science & Engineering*, Vol. 9, No. 3 (2001)に掲載された「バイオ分子解析のためのラチェット式電気泳動マイクロチップ」です。マイクロチップを用いて初めて可能となる新しい電気泳動のスキームと、その動作条件を見出すために行った数値シミュレーションの結果を報告したのですが、この研究を目に留めて下さった推薦者や選考委員の方々に、厚くお礼申し上げます。

この研究は、小原が在外研究で Majumdar の研究室に滞在した機会に始まったものです。Majumdar の研究室では、マイクロ/ナノテクノロジーのバイオ分野への応用に取り組んでおり、研究室は, antigen, enzyme, polymerase, hybridization などの単語が飛び交う「Pseudo-biologist」の一群と化していました。そこに小原の流体や輸送現象に関する知識を合わせて何ができるかを二人で考えた結果、バイオ分子の分離法に手を染めることにしました。

DNA やタンパク質などバイオ分子の選別は、配列決定や同定に必要な基礎技術として、ゲノムやテーラーメイド医療などの研究と絡んで極めてホットな分野で、電気泳動法の方法論だけで 1 年に数千本の論文が出ています。現状では弁当箱状の容器や毛細管に「ふるい」の役割をもつゲルを充填して行うゲル電気泳動法がもっぱら使用されていますが、これをマイクロチップに替えることができれば、必要なサンプル量や装置の占有面積が小さくなることや、いわゆる「Lab on a Chip」の利点があるだけでなく、従来法では hour 単位の所要時間を分単位に短縮することも可能です。当時は *Thermal Ratchet* が大きな話題となっていました。これはマイクロチャンネル内に設置した多数のマイクロ電極により溶液内に鋸歯状の非対称電気ポテンシャルを形成し、そのオン・オフを繰り返して荷電した溶質分子に対してラチェットとして作用させることにより、本来等方

的な分子拡散を特定の方向への物質輸送に変えるもので、拡散係数の大きな分子を選別的に輸送することができます。最初はこれに興味を持ったのですが、簡単なモデルで数値実験を行った結果、実験室レベルで作成容易なミクロンスケールのマイクロチップでは、拡散速度の小さいマクロ分子を選別するには長い時間が必要で、実用的なメリットは直ちには得られないことがわかりました。それではと思いついたのが、同様の電極群への印加電圧をコントロールすることにより、鋸歯状の電気ポテンシャルを ms 単位で変化させて電気泳動と「ふるい」を行わせる「Ratcheting Electrophoresis」のコンセプトです。設定したしきい値を境に、大きな移動度をもつ分子は右に/小さな移動度の分子は左に、というように、2 群の分子がそれぞれ逆方向に泳動するという従来の電気泳動にない特性に加えて、従来と同様のバンド状の分離結果を生成する、高速でラフな分離と低速で高精度な分離を選択できる、など、プログラム自在な機能が特長です。

研究を始めたときには両名とも電気泳動にほとんど知識がなかったのですが、集中的に教科書や論文を読んで専門家の話が理解できる程度に基礎知識を身につけたあとは、液体中の電場・電極表面現象や DNA・蛋白質分析の実際については本物の電気化学者や分子生物学者に質問を重ねて研究を進めました。マイクロチップについては、研究室の学生が助けてくれました。我々がそれぞれ従来の守備範囲から一歩出たところで研究を行うにあたっては、これらの方々のサポートが大きな支えとなっています。ここに改めてお礼申し上げます。

数値シミュレーションにより一定の動作条件を見出すことができたものの、試作したマイクロチップが緩衝溶液など実際の分析環境で動作するためには、まだいくつかのハードルが残っています。今後も努力を継続して完全動作を目指し、また、新たなターゲットにも積極的に取り組みたいと考えています。

第 16 回日本伝熱学会技術賞を受賞して

On Receiving Heat Transfer Society Award for Technical Achievements

功刀 資彰(京都大学), 向 勝己(伊勢屋機械製作所(株)), 芝原 正彦(大阪大学)

Tomoaki KUNUGI¹, Katsumi MUKO², Masahiko SHIBAHARA³

(1 Kyoto University, 2 ISEYA Manufacturing Co., 3 Osaka University)

この度、富山国際会議場で開催された日本伝熱学会第 42 期総会の席上で、日本伝熱学会技術賞を戴きました。名誉ある賞を賜り、受賞者一同大変光栄に思っております。ご推薦賜りました諸先生方、選考委員会ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。対象となりました技術は、「ナノ粒子多孔質層形成による低圧損・高効率伝熱促進技術」であり、第 40 回日本伝熱シンポジウム講演会と International Symposium on Micro-Mechanical Engineering (2003) に研究内容を発表いたしました。

対流熱伝達の促進については、従来から乱流混合促進体や拡大伝熱面などの伝熱促進技術が中心であり、これらの手法では、例外なく圧力損失の増大を誘引し、伝熱促進効果と圧損増加のトレード・オフを如何に考えるか、が大きな課題となっています。本技術は、ナノ粒子群を含むナノ・ミクロスケール多重多孔質構造を伝熱面上に形成することにより、圧損増加につながらない粘性底層領域の伝熱活性化に着目し、大きな伝熱促進効果を得ることに成功したものです。基礎実験のみならず、実規模に近い熱交換器試験を実施し、従来技術に比べ約 2 倍程度の伝熱促進効果を実証すると同時に、ほとんど圧損が増加しないことを確認いたしました。本技術は、圧損を増加せずに大きな伝熱促進効果を得る画期的な技術であり、伝熱促進技術に新たなパラダイム転換をもたらす可能性があります。

本技術開発は、功刀が平成 13 年度に「ナノ粒子人工流体の熱流動特性に関する基礎研究」を開始したことに端を発しています。その研究目的は、ナノ粒子を高粘性流体に希薄に分散し、流体的特性である粘性は変えることなく高熱伝導率を付与し「物性制御を目的としたナノ粒子人工流体の創製」による伝熱性能の向上を目論んでいました。しかし、分散媒体として伝熱流動で一番需要の大きい水を選択したため、見事にナノ粒子の分散に失敗し、次いでカーボン・ナノチュー

ブを伝熱面上に成長させて伝熱促進させようと思いましたが、これも手元にカーボン・ナノチューブを伝熱面に形成させる高価な装置が無かったので諦めざるを得ませんでした。そんな折、ナノ粒子人工流体実験装置の製作を担当した共同研究者の向が、「突飛なアイデア」、すなわち、「酸やアルカリを用いてナノ粒子を金属伝熱面に強引に付着する」を持ち出し、さっさと実施してしまったのです。このアイデアは、伝熱の専門家にとっては自殺行為に等しい、愚考(愚行)に思えました。つまり、新しい管と錆付き管とでは、明らかに錆付き管の方が伝熱劣化するからです。ところが、実験結果は全く予想を覆すものでした。その伝熱機構の解明には、ミクロな視点が不可欠と考え、共同研究者に芝原を迎え、分子動力学を駆使した検討を開始しました。それと並行して、功刀と向は液液系並流型熱交換器を製作し、熱交換性能を測定したところ、従来の伝熱相関式で得られる熱交換率の 2 倍以上の伝熱促進効果を得ました。その後、3 者の共同研究によってナノ粒子多孔質層の形成方法に関する様々な改良が加えられ、現在では、汚れに強く伝熱促進効果が大きいナノ・ミクロスケール多重構造を有する伝熱面の形成が可能となりました。この伝熱面を気液系同軸並流型熱交換器に施工し、従来の伝熱面に較べて約 1.4 倍の伝熱促進効果が得られました。これらの進展につきましては第 41 回日本伝熱シンポジウム講演会(D211, D214)で発表させて戴きました。しかしながら、この伝熱促進機構は未だ解明できておらず、「なぜナノ・ミクロスケール多重構造を有する機能性界面がマクロな熱流動特性を制御可能なのか?」については、今後の大きな研究課題であります。

最後に、本研究を開始する動機付けをして戴きました京都大学・芹澤昭示教授、並びに解析に関して多大なご助言を賜りました大阪大学・香月正司教授に対し、記して感謝申し上げます。

第 41 回日本伝熱シンポジウム（富山）を終えて

Report on the 41st National Heat Transfer Symposium of Japan

実行委員長 竹越 榮俊 (富山大学)

Eishun TAKEGOSHI (Toyama University)

第 41 回日本伝熱シンポジウムは 5 月 26 日(水)から 28 日(金)までの 3 日間、富山国際会議場と富山県民会館の 2 会場に分散して開催しました。両会場間は約 550m 離れており参加者の皆様にはご不便をかけたが、幸いにも天候に恵まれ皆様方のご支援、ご協力により無事終えることができましたことを厚く感謝申し上げます。

講演件数は一般講演 402 件、オーガナイズド講演 13 件、特別講演 1 件の計 416 件でした。また参加者数は 776 名、懇親会出席者数は 289 名でほぼ例年の人数でした。講演申込締切日は当初 1 月 16 日でしたが、その時点で一般講演申込件数が約 350 件で例年より 15%ほど少なく、急遽 2 週間延期しましたところ 50 件余りの追加申込がありほとと致しました。おそらく、国立大学の独立法人化等でご多忙のため、ついうっかりしておられたのではないかと推察しています。

シンポでは例年のように幾つかの企画を行いました。昨年から引き継いだものとしては「優秀プレゼンテーション賞セッション」があります。これは昨年「学生プレゼンテーション賞セッション」と言っていたものの名称を変え、かつ学生だけでなく企業等の 28 才以下の若手研究者・技術者を含めたものです。これには学生部会の三松委員長(岐阜大)を始め委員の絶大なご協力により、第 1 日目講演会終了後の「学生・若手研究者の交流会」で盛大に締めくくることができました。また、高効率エネルギー変換研究会が企画された「IECEC2004Pre-symposium セッション」は、昨年「フロンティアフォーラム」として開催されたものをダイレクトな名称に変えました。特別講演は伝熱に関連がなくても良いとのことで、富山医薬大の寺澤捷年先生に「和漢診療学の風景」と題して東西医学の融合についてお話して頂き大変好評を受けました。さらに、今シンポジウムの目玉としてオーガナイズドセッションを 3 テーマ企画し

ました。これは一般から公募するのではなくオーガナイザーに内容、講演者の選定等総てを企画していただきました。テーマは「生体における熱と物質移動」、「熱物性研究開発の役割とその展望」、「電子機器における伝熱問題」の 3 テーマで講演時間、討論時間とも一般講演よりも長くしました。いずれも好評で活発な議論があったことを主催者としてうれしく思います。とくに、オーガナイザー、司会者、講演者のご苦勞に感謝申し上げます。

懇親会は第 2 日目の総会終了後 18 時より名鉄トヤマホテルで開催しました。当初幾つかの候補がありましたが、実行委員の多数決で一番熱心な所に決まりました。講演会場から徒歩 10 分程度で少し離れていましたが、会場までバス 2 台を出すことで決着しました。幸いにも雨も降らず、大多数の方が徒歩で会場に行かれました。伝熱シンポの懇親会では料理がすぐなくなると言う話は以前から聞いていまして、実行委員会ではこれについて大いに議論し、手抜かりのないようにしました。懇親会係の先生は大変だったと思います。お酒は富山の銘酒コーナーを設け、その中に大吟醸も数本入れていただきましたが、さすが酒通の方が多くあっと間になくなったようです。また、今回は久しぶりにアトラクションを入れました。これは近年有名になりました富山県八尾町の風の盆(9 月 1 日~3 日)に開かれる「越中おわら」を本場の八尾から来ていただきました。哀調を帯びた音色と踊りは如何だったでしょうか。

富山市は人口約 32 万人の中規模の都市で以前に開催された大宮、札幌、広島などのように全講演室を 1 カ所にとれる会場がなくご不便をおかけしましたが、その代わり何か富山で参加者・学会に貢献できないかと検討しました。結果として、参加費をなるべく安くすること、懇親会を充実すること、そしてできれば収支で黒字を出して伝熱学会に貢献しようと言うことで一致しました。こ

れを実現するために出来るだけ補助金や賛助金を集めること、実行委員会のできる仕事は実行委員自身が行い人件費を削減すること、合い見積もりをしてなるべく経費を削減することなどを実施しました。具体的には、(1)特別講演会に一般市民も参加できるようにして富山国際会議場の会場費を1/3値引きしていただいた、(2)プロジェクターは日本アビオニクス販売(株)に4000ルーメン程度のマルチプロジェクターを格安で提供いただいた、(3)プロジェクター切り替え器やタイマー等の器具は購入しないであちこちから借用した、(4)手提げ袋はコンベンションビューロから提供いただいた、(5)当日のアルバイトの一部を実行委員とボランティアの方をお願いして人件費削減を図った、(6)懇親会のアトラクション出演料の半額をコンベンションに補助していただいた、(7)富山駅と空港の看板をコンベンションに負担していただいた、(8)論文集印刷費は当初見積もりより相当に安くできた、(9)展示コマ数が当初見積もりより大幅に増加した、(10)富山市の宿泊補助制度を利用して補助金を大きく増やした、等であります。これらは実行委員担当者の献身的なご努力、富山市、富山コンベンションビューロや展示企業の絶大なご支援・ご協力の賜とっております。また、参加者の皆様には宿泊ホテルの申告をお願いしたところ快く応じてくださり、大多数の方にご協力いただきましたことを感謝申し上げます。

シンポを終えてみて次回以降の開催のため実行委員会で気づいた幾つかの問題点を書きとめておきます。

広島のとときに菊地委員長が指摘されていたセッション分類表で現象別分類を先に記載したが、やはり広島と同様に第2希望の記載がほとんどなく、セッションを組むのにプログラム系の先生方が大変苦勞されました。講演者の一部の方にご自分の講演が予想したセッションに入っていなかったのは、セッションを組む主催者側の事情もありますがご本人にも責任の一端があることをご理解下さい。これを改善する方法としてセッション分類表をもう少しシンプルにする必要があります。企画委員会で是非検討していただきたいと思います。

シンポには締切日が幾つかありますが、期限を守らない方が少なからずありました。例えば、講演申込締切後1週間以上も経過してから入れてく

れないかとか、講演申込整理費の振込を督促してもなかなか振り込んでもらえないかとか、事前参加申込締切後相当日数が経過しているにもかかわらず事前申込にならないかとか、等々です。今回は担当者の計らいでほとんどご希望に沿えたと思いますが、やはり事務の煩雑さから言えば期限を守っていただきたいものです。この中でもいちばん困ったのは原稿締切日を守らない方です。一応期限には余裕を持たせてありますが、何回も督促してようやく印刷に間に合った状態です。

講演申込時と原稿提出時で題名が違っていたり、著者の数や順序の違っていたものも幾つかありました。また、日本文題名と英文題名が全く似ていないものもありました。あまりにもひどいものは電話やメールで問い合わせして修正しましたが、主催者側では原則講演申込時のものをプログラムに載せるわけですから、プログラムと原稿の違っているものが幾つかあったはずです。事務の混乱のもとになりますので、今後はご注意をお願いします。

今回も伝熱関連企業や地元企業等をお願いして展示を出して頂きましたが、今一つ観客が集まらなくて一部の展示企業からお小言を頂戴いたしました。展示会もシンポの収入源の一つですので会員におかれましては休憩時間等を利用して是非見学して頂きたかったと思います。

それからもう一つ、論文集の印刷費が以前より相当に安くなっていることです。業者に聞きますと1ページ1,200円程度と言っていましたので、プログラムや製本、紙代を入れても150万円以内で出来ました。講演申込者からは論文整理費3,000円を頂いておりますので、これでほぼ賄えます。従って、個人的な希望ですが今後とも論文集の発行を続けていただきたいと思います。

最後に、今回のシンポでは富山県の伝熱学会会員を主体に顧問2名を含めて総数31名で実行委員会を構成しました。仕事の分担をほぼ勤務先別に総務、会場、プログラム及び懇親会の4係に分割し、それぞれ数名ずつ責任を持って担当していただきました。また、学会本部の理事会、企画部会、学生部会、事務局から適切なアドバイス、ご支援をいただきました。お陰様でトラブルもなく無事終わることができましたこと、本誌をお借りして御礼申し上げます。

第 41 回日本伝熱シンポジウムにおける学生会委員会関連行事についての報告
 Report on the Special Programs by the Student Committee in the 41st Heat Transfer Symposium of Japan

日本伝熱学会・学生会委員会・委員長
 三松 順治 (岐阜大学)
 Junji MIMATSU (Gifu University)

日本伝熱学会・学生会委員会は、第 41 回日本伝熱シンポジウムにおいて、企画部会および伝熱シンポ実行委員会と協力の上で、優秀プレゼンテーション賞および学生・若手研究者の交流会の 2 行事を行いましたので、概要・結果を報告します。

優秀プレゼンテーション賞は、次世代の伝熱研究を担う学生および若手研究者の学会会員の研究発表中から、優秀な講演を審査・表彰する事により、各研究機関・各研究室の代表的な研究について、学会役員を中心とする学会主要メンバーによる議論討議を行い、シンポの活性化・学会の活性化を図る目的で実施しております。今年から、学生 (= 教育研究機関) のみから、28 歳以下の若手技術者・研究者にも対象を広げて、企業の研究者の方々にも積極的に御参加戴く様に勧誘しました。

今年は、35 件 (学生 32 件、企業 3 件) の御応募を戴き、5 月 26 日 (第 1 日目) に B 室・C 室を使用して、研究発表および審査を行いました。実行委員会の協力を受け、今年は、大きく研究領域毎 (熱流動、エネルギー、相変化、他) に分類して、関連の研究が続き、議論討議が行い易いように配慮しました。審査は、発表態度、発表資料、質疑応答、発表でのアイデア性、発表の新規性・斬新性、説明的確さ、発表技術、総合評価等に関して、非常に良い、良い、普通の 3 段階での評価を、5 名ずつの審査員にお願いし、学生会委員会を中心とする審査集計時に、数量化し、総得点により選考 (図 1) しました。また、各審査員の方々に、プラスなコメントを御願いし、審査結果と一緒に、後述の交流会で応募者に結果を配布しました。受賞者数については、応募 10 名あたり 1 名を目安とする事が決められておりましたので、今回は、4 名の受賞候補者 (表 1) を選びました。審査員の方々に厚く御礼申し上げます。また、次回シンポでも実施予定ですので、応募対象者 (範囲拡大は検討中) の多数の御応募を御願います。

新井 崇洋 (筑波大学)	B142
「ペーストリガ蒸気爆発のマイクロメカニズムに関する研究」	
上藤 陽一 (三菱重工業)	B155
「フィン&チューブ熱交換器のパス設計ツールの開発」	
菅原 一彰 (東北大学)	C133
「対称急拡大流路内の三次元剥離流れと熱伝達の LES」	
田中 志穂 (東京理科大学)	C142
「液柱内マランゴニ対流における回転振動流と動的粒子集合」	

表 1 優秀プレゼンテーション賞 (2004, 4 件)

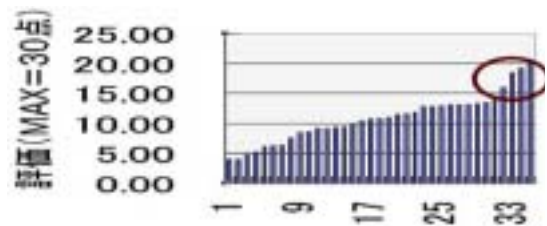


図 1 優秀プレゼン賞の審査結果集計 (円内受賞)

学生・若手研究者の交流会 (兼: 優秀プレゼン賞結果発表会) は、同じく 5 月 26 日 (第 1 日目) 18:20 から約 2 時間弱にわたり、B 室で開催され、学生・若手研究者の相互交流および学会正員の方々との親睦を計りました。次世代研究者へのメッセージと題して、会長・荻野先生、副会長・小澤先生、国際委の圓山先生、学生委の三松の講演が行われ、並列して開催された優秀プレゼン賞審査委での集計後、各応募者に審査結果票が配布されました。学生委・幹事の伏信先生から審査概況の説明後、優秀プレゼン賞の受賞候補者 (4 名) が発表され、受賞・残念賞の方々のスピーチを行い、軽い飲酒食 (会員のカンパで! : 感謝) を取りながら、和やかな交流の場を設ける事ができました。また、研究機関 HP リストおよび抜粋データ等の CD-ROM を配布しました。参加者は、事前 (優秀プレゼン応募者 35 名、会員 23 名)、当日 (61 名) の計 119 名 (内: 学生会員 55 名) でした。

高分子ナノミセルによる薬物・遺伝子のピンポイントデリバリー Polymeric Micelles for Pin-point Gene and Drug Delivery

片岡 一則 (東京大学)

Kazunori Kataoka (University of Tokyo)

1. はじめに

最近、様々な分野で、原子・分子のサイズや精度でものを加工 (processing) し、組み立て (assembly), 高次な機能を持つユニットを形成する技術(ナノテクノロジー)が注目されている。とりわけ、先端医療の分野においては、薬物や遺伝子の体内分布を時間的・空間的に正確に制御する事によって、「必要な時 (timing) に、必要な部位 (location) で、必要な薬物・遺伝子治療 (action)」を最小限の副作用で達成する高精度ピンポイント治療に対する関心が高まっているが、この目的を首尾良く達成する為には、ナノスケールで精密設計された高機能化薬物・遺伝子運搬体 (ナノキャリア) の開発が最重要とも言える課題である。特に、遺伝子治療との関連では、副作用や危険性が指摘されているウイルスベクターに取って代わる合成ベクターの開発競争が米国をはじめとする各国のベンチャー企業や大学を中心に過熱状態の様相を呈しつつある。本稿では、精密合成された高分子鎖のアッセムブリーに基づいて形成されるナノ構造体 (高分子ナノミセル) を薬物や遺伝子のキャリアとして用いる著者らのアプローチを紹介し、そのナノ医療システムとしての展望を解説する^{1,2)}。

2. 生体機能性高分子ミセルの構築とその標的指向性ナノキャリアへの展開

親水性連鎖と疎水性連鎖とからなるブロック共重合体は、水中で会合することによって、疎水部を内核(core), 親水部を外殻(shell)とする会合体 (高分子ミセル) を形成する。このような高分子ミセルは、その直径が 20~50nm であり、天然物で言えば、丁度、リポタンパク質やウイルスと同等のサイズである。高分子ミセルは低分子ミセルに比べてミセルを構築する高分子鎖のミセルからの解離速度が小さく、極めて高い構造安定性を実現することが可能である。また、内核は外界から隔離された非水的マイクロ環境を構成し、疎水性物質のマイクロリザーバーとしての機能が期待される。一方、外殻は親水性で、高分子ミセルの優れた安定性と溶解性を維持するのに役立つとともに自由端を有する高分子鎖の特徴として極めて高いフレキシビリティを示し、生体内において細網内皮系からの認識を免れるのに役立つ。更に、この外殻を構成する高分子鎖の先端には、必要に応じてパイロット分子を連結することも可能である (図1参照)。

実際、動物実験より、この様な高い生体適合性を有する高分子ミセルは、血中投与後も効果的に異物認識を免れ、長い血中半減期を示すステルス型薬物キャリアとして機能することが我々の研究によって明らかとなった³⁾。さらに、固形がんにおいては、毛細血管の透過性が正常部位に比べて著しく亢進している結果 (EPR 効果)⁴⁾、血中長期循環型高分子ミセルは高いがん集積性を示し、局所薬物濃度の上昇に伴う優れた制がん効果を導くことも実証された^{5,6)}。この様な高分子ミセル型制がん剤の第一号であるアドリアマイシン (ADR) 内包高分子ミセルは、現在、国立がんセンター中央病院において、臨床第二相試験が実施されており、再発肺がんの治療に有効性が認めら

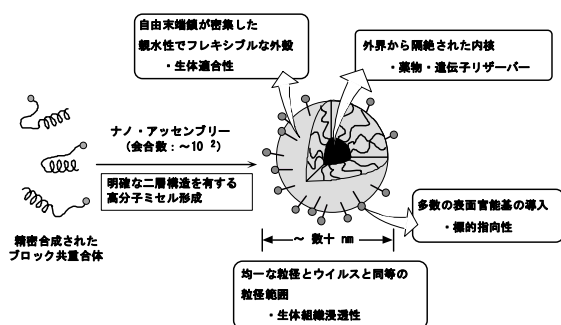


図1 薬物・遺伝子デリバリーのための高分子ミセル設計

れている。また、最近では、同様のシステムが血管バルーン損傷に伴う再肥厚化を抑制するなど循環器病分野における有用性も明らかとなりつつある⁷⁾。ADR 内包高分子ミセルに代表される第一世代型ミセルは、EPR 効果に基づいて固形がん組織に薬物を効率良く運び、局所薬物濃度を高めることを主眼としていたが、我々はさらに、腫瘍組織内のがん細胞にエンドサイトーシス経路で取り込まれた後に、エンドソーム内の低 pH 環境に的確に反応して高分子結合 ADR を放出する細胞内低 pH 環境応答型高分子ミセルの設計を行った(図2)⁸⁾。実際、このミセルはエンドソーム内で選択的に ADR を放出することがレーザー共焦点顕微鏡観察から明らかとなるとともに、最近では、*in vivo* において一段と優れた制がん効果を示すことが確認されている。この様な、細胞内に入り込んだ後に、局所環境に反応して搭載薬物を放出する、いわばトロイの木馬とも言うべきナノキャリアシステムは、細胞膜表面に薬物汲み出しタンパク質 (P-glycoprotein) を過剰発現した多剤耐性がん細胞の治療にも有効性が期待される第二世代のインテリジェント高分子ミセルである。

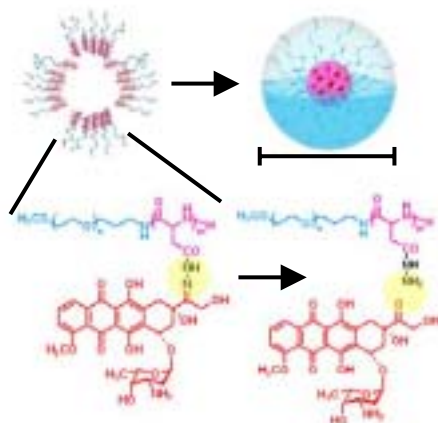


図2 細胞内低 pH 環境で薬物を放出するインテリジェントミセル

3. 様々な駆動力に基づく高分子ミセルの形成とその薬物・遺伝子キャリアへの展開

ブロック共重合体の会合によるミセル形成の駆動力としては、前述の様な疎水性相互作用のみならず、金属錯体形成や静電相互作用をも利用することが可能である。事実、制がん剤として広く用いられている白金錯体であるシスプラチンを配位子交換反応を利用して内包した高分子ミセルにつ

いても、優れた固形がん集積性と高いがん治療効果を有することが最近、明らかとなっている⁹⁾。このシステムの場合、配位子交換反応の進行とともに一定の誘導期(〜10時間)を経てミセル崩壊が生起するため、ちょうど、固形がん集積した頃にミセル崩壊に伴う急激な薬物放出を惹起させることが可能となる。すなわち、空間的薬物分布のみならず時限爆弾の様に標的組織における薬物放出の時間制御が可能な高分子ミセルシステムである(時空間制御型ナノキャリア)。

反対荷電を有する高分子同士の静電相互作用に基づいても高分子ミセル(ポリイオンコンプレックスミセル)形成が可能であることは、1995年に我々が発見し¹⁰⁾、かつ、形成時に高分子鎖間での厳密な鎖長認識が起こるという興味深い事実も明らかとなった¹¹⁾。長さの異なるブロック共重合体を水溶液中に混ぜておくと、同じ長さ同士のポリイオンコンプレックス対が定量的に生成するという現象であり、ミセル内核における荷電セグメントの分布の均一性と外殻/内核界面の明確な相分離性より説明することが出来た¹²⁾。これは、会合に伴って明確なナノドメインを形成するブロック共重合体であるが故の新たな分子認識機序の発現と言える。ポリイオンコンプレックス(PIC)ミセル中には、酵素や DNA などの荷電性生体高分子を内包することも可能である¹³⁻¹⁵⁾。また、相田らと共同して、表層に荷電を有する dendrimer 型光増感剤の PIC ミセル内への内包を行っている¹⁶⁻¹⁸⁾。この様なナノキャリアシステムを用いて、がんなどの標的部位に光増感剤を送り込んだ後に局所光照射を行うと、光増感剤からのエネルギー移動に基づいて生成する活性一重項酸素によって効果的な局所ピンポイント治療(光力学治療)が可能となる¹⁹⁾。事実、この光増感剤内包高分子ミセルは動物実験において、難治性眼疾患である加齢黄斑変性に対して高い治療効果と著明な副作用低減効果を示すことが東京大学医学部眼科との共同研究によって確認されている²⁰⁾。光や熱などの外部からの物理エネルギーの賦与に応じて内包薬物の活性化や放出を誘導出来るミセルは、将来的には、イメージング診断と標的治療を同時に行える single-platform device として、QOL の高いナノ医療への貢献が期待されている。

4. 遺伝子を運ぶナノキャリアとしての 高分子ミセル

静電相互作用に基づいて DNA を内包するポリイオンコンプレックス (PIC) ミセルは、ウイルスに代わる合成の遺伝子キャリアとしての機能を有しており、血中での DNA の核酸分解酵素耐性を高め、主要臓器における遺伝子発現を導くなど、遺伝子治療に取って最重要課題とも言える遺伝子デリバリーシステムへの展開が期待されている²¹⁻²³⁾。この場合、目的組織に到達するまで PIC ミセルが解離してしまわないように安定化する必要があるが、安定化により細胞内での解離も抑えられてしまった場合は、内包された DNA の機能が発揮されない。そこで、この問題を解決するために、我々は、細胞内の環境に反応して PIC ミセルが解離するメカニズムが必要であると考え、ジスルフィド (SS) 結合によるミセルの架橋というアイデアを考案した^{24,25)}。SS 結合の特徴は、この結合が細胞内の還元的環境で開裂するという点である。このため、SS 結合で PIC ミセルの内核を架橋すれば、静脈注射後も血流中で解離が抑制されるうえ、細胞内に取り込まれた後には、SS 結合の開裂に伴い内包された DNA が放出されることが期待できる (図 3)。事実、この様なコンセプトで設計したミセルは著しく高い遺伝子導入効率を達成し、遺伝子治療分野における有用性が示されている²⁶⁾。このシステムは、凍結乾燥製剤としての保存も可能であり、また、遺伝子治療に用いるプラスミド DNA に限らず短鎖の核酸医薬であるアンチセンス DNA や siRNA についても内包安定化が可能であることが最近、明らかとなっている。

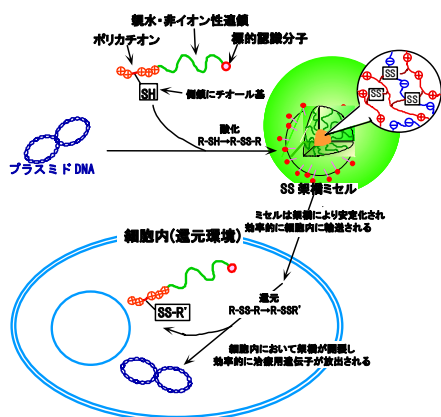


図 3 細胞内還元環境に反応する SS 架橋高分子ミセル型遺伝子キャリア

一方、細胞内では細胞外に比して遊離 Ca^{2+} 濃度が 1/10000 に低下することが知られており、この事実を利用した環境応答型ミセルの構築も可能である^{27,28)}。ポリエチレングリコールとポリアスパラギン酸からなるブロック共重合体(PEG-PAA)を共存させた状態で、DNA をリン酸および Ca^{2+} 溶液と混合すると、DNA を内包するリン酸カルシウム (ヒドロキシアパタイト) 微結晶を PEG がおおおう、コアシェル型の粒径数百ナノメートルの有機—無機ハイブリッドミセルが構築される。この有機—無機ハイブリッドミセルは細胞内に導入されると Ca^{2+} 濃度の低下に同期して内包 DNA を効率的に放出する。特に、新しい核酸医薬として急速に関心が高まっている siRNA を本ハイブリッドミセルに内包すると、培養細胞系において顕著な RNA 干渉作用を引き起こせることが明らかとなった²⁹⁾。高分子ミセルを用いた RNA 干渉作用は siRNA そのもののみならず発現ベクターを用いた場合にも確認されており、RNAi の強力な遺伝子発現抑制能と高分子ミセルのデリバリー機能を組み合わせた新しい標的治療の確立が期待される。

以上のようにウイルスと同等のサイズを有し、優れた溶解性と遺伝子発現活性を示す高分子ミセル型遺伝子キャリアに新たに標的指向性と環境応答性を賦与することによって、必要な場所で必要な時に必要な機能を示すインテリジェント型遺伝子キャリアが構築出来るものと考えられる。標的指向性に関しては、末端に官能基を有するブロック共重合体の新規合成ルートを東京理科大学の長崎と共同で開発し³⁰⁾、現在、これらのブロック共重合体とプラスミド DNA とからなる PIC ミセル表面にラクトースを導入したシステムを用いて培養細胞系への遺伝子導入を推進しているが、ラクトースリガンドの導入に伴い、大幅な遺伝子発現効率の上昇を達成している³¹⁾。これまでのところ、遺伝子治療においては、アデノウイルスをはじめとするウイルス性ベクターが臨床的に用いられているが、米国における患者の死亡事故以来、ウイルスベクターの安全性に対する懸念が指摘されており、高機能で安全な非ウイルス性ベクターへの期待が高まっている^{32,33)}。本稿で紹介した高分子ミセルは、優れた標的認識性や環境応答性の賦与が可能であり、ウイルスに学ぶインテリジェント型ナノ構造デバイスとして、今後の遺伝子治療

野における展開が期待される。

5. おわりに

以上、紹介してきた様に、ブロック共重合体の自己会合によって形成される高分子ミセルは、天然のナノデバイスであるウイルスと同等のサイズと類似のコア-シェル構造を有しており、薬や遺伝子を運ぶ一種の「人工ウイルス」として、様々なナノ治療分野における応用が期待される。一方、ナノ医療の分野においては、バイオイメージングに用いる診断用ナノ微粒子など、ナノ診断分野への展開を目指した材料開発にも強い興味を持たれている。本稿で述べた方法論はナノ診断を目的とする機能性微粒子の構築にも適用可能であり、例えば、機能性 PEG で被覆されたナノ微粒子を用いたタンパク質や DNA の高感度アッセイも可能であることが最近、明らかとなった^{34,35}。高分子の会合を的確に制御したナノ構造デバイスは今後のナノ診断・ナノ治療の分野で確実にその重要性を増してくるに相違なく、今後は、検出(センサー機能)→診断(プロセッサー機能)→治療(エフェクター機能)を生体内環境において一体として成し遂げるナノスケールの超分子構造体(ケミカル・ナノマシン)の構築が大きな課題となるであろう。実際米国においては、ナノテクノロジー分野における重要な研究課題として National Nanomedicine Initiative が始動しており³⁶、細胞内で働くケミカル・ナノマシンの開発が本格化しつつある。我が国においてもナノテクノロジーとバイオメディカル分野を融合した分野の総合研究戦略の策定を行うことが喫緊の課題であると言えよう。

参考文献

- [1] K. Kataoka, A. Harada, Y. Nagasaki, *Adv. Drug Deliv. Rev.* **47**, 113-131 (2001).
- [2] 片岡一則, *学術月報* **57**, 115 (2004)
- [3] G. S. Kwon, S. Suwa, M. Yokoyama, T. Okano, Y. Sakurai, K. Kataoka, *J. Contrl. Rel.* **29**, 17-23 (1994).
- [4] Y. Matsumura, H. Maeda, *Cancer Research*, **46**, 6387-6392 (1986).
- [5] M. Yokoyama, T. Okano, Y. Sakurai, H. Ekimoto, C. Shibasaki, K. Kataoka, *Cancer Research* **51**, 3229-3236 (1991).
- [6] K. Kataoka, G. S. Kwon, M. Yokoyama, T. Okano, Y. Sakurai, *J. Contrl. Rel.* **24**, 119-132 (1993).
- [7] T. Uwatoku, H. Shimokawa, K. Abe, Y. Matsumoto, T. Hattori, K. Oi, T. Matsuda, K. Kataoka, A. Takeshita, *Circulation Research*, **92**(7), e62-e69 (2003).
- [8] Y. S. Bae, S. Fukushima, A. Harada, K. Kataoka, *Angew. Chem., Int. Ed.* **42**, 4640-4643 (2003).
- [9] N. Nishiyama, S. Okazaki, H. Cabral, M. Miyamoto, Y. Kato, Y. Sugiyama, K. Nishio, Y. Matsumura, K. Kataoka, *Cancer Research* **63**, 8977-8983 (2003).
- [10] A. Harada, K. Kataoka, *Macromolecules* **28**, 5294-5299 (1995).
- [11] A. Harada, K. Kataoka, *Science* **283**, 65-57 (1999).
- [12] A. Harada, K. Kataoka, *Macromolecules* **36**, 4995-5001 (2003).
- [13] A. Harada, K. Kataoka, *Macromolecules* **31**, 288-294 (1998).
- [14] A. Harada, K. Kataoka, *J. Amer. Chem. Soc.* **121**, 9241-9242 (1999).
- [15] A. Harada, K. Kataoka, *J. Amer. Chem. Soc.* **125**, 15306-15307 (2003).
- [16] H. R. Stapert, N. Nishiyama, D.-L. Jiang, T. Aida, K. Kataoka, *Langmuir* **16**, 8182-8188 (2000).
- [17] G.-D. Zhang, N. Nishiyama, A. Harada, D.-L. Jiang, T. Aida, K. Kataoka, *Macromolecules* **36**, 1304-1309 (2003).
- [18] G.-D. Zhang, A. Harada, N. Nishiyama, D.-L. Jiang, T. Aida, K. Kataoka, *J. Contrl. Rel.* **93**, 141-150 (2003).
- [19] N. Nishiyama, H. R. Stapert, G.-D. Zhang, D. Takasu, D.-L. Jiang, T. Nagano, T. Aida, K. Kataoka, *Bioconjugate Chemistry* **14**, 58-66 (2003).
- [20] R. Ideta, Y. Yanagi, Y. Tamaki, F. Tasaka, A. Harada, K. Kataoka, *FEBS Lett.*, **557**, 21-25 (2004)
- [21] S. Katayose, K. Kataoka, *Bioconjugate Chemistry* **8**, 702-707 (1997).
- [22] M. Harada-Shiba, K. Yamauchi, A. Harada, T. Takamisawa, K. Shimokado, K. Kataoka, *Gene Therapy* **9**, 407-414 (2002).

- [23] K. Itaka, K. Yamauchi, A. Harada, K. Nakamura, H. Kawaguchi, K. Kataoka, *Biomaterials* **24**, 4495-4506 (2003).
- [24] Y. Kakizawa, A. Harada, K. Kataoka, *J. Amer. Chem. Soc.* **121**, 11247-11248 (1999).
- [25] Y. Kakizawa, A. Harada, K. Kataoka, *Biomacromolecules* **2**(2), 491-497 (2001)
- [26] K. Miyata, Y. Kakizawa, N. Nishiyama, A. Harada, Y. Yamasaki, H. Koyama, K. Kataoka, *J. Amer. Chem. Soc.*, **126**, 2355-2361 (2004)
- [27] Y. Kakizawa, K. Kataoka, *Langmuir* **18**, 4539-4543 (2002).
- [28] Y. Kakizawa, K. Miyata, S. Furukawa, K. Kataoka, *Adv. Mater.*, **16**(8), 699-702 (2004).
- [29] Y. Kakizawa, S. Furukawa, K. Kataoka, *J. Contrl. Rel. in press*
- [30] K. Kataoka, A. Harada, D. Wakebayashi, Y. Nagasaki, *Macromolecules* **32**, 6892-6894 (1999).
- [31] D. Wakebayashi, N. Nishiyama, Y. Yamasaki, K. Itaka, N. Kanayama, A. Harada, Y. Nagasaki, K. Kataoka, *J. Contrl. Rel.*, **95**, 653 (2004)
- [32] E. Marshall, *Science* **286**, 2244-2245 (1999).
- [33] N. Boyce, *Nature* **414**, 677 (2001)
- [34] H. Otsuka, Y. Akiyama, Y. Nagasaki, K. Kataoka, *J. Amer. Chem. Soc.* **123**, 8226-8230 (2001).
- [35] M. Tabuchi, M. Ueda, N. Kaji, Y. Yamasaki, Y. Nagasaki, K. Yoshikawa, K. Kataoka, Y. Baba, *Nature Biotechnology*, **22**, 337 (2004)
- [36] <http://nihroadmap.nih.gov/nanomedicine/>
-

復水器の発達史

Development of Steam Condensers

ヒストリーQ

藤井 哲 (九州大学名誉教授)

Tetsu Fujii (Professor Emeritus, Kyushu University)

1. はじめに

筆者は、上原春男君と共著で、1974年に養賢堂発行の「機械の研究」に「復水器の発達と熱伝達」[1]を連載した。1983年には日本船用機関学会誌に「日本の船用復水器の発達史—明治初期より第2次大戦まで—」[2]を発表した。1988年にはASMEに「History of steam condensers」[3]を発表した。2001年愛智出版発行の「復水器—理論と実際—」[4]には以上の3論文の要約的な記述を載せた。今回、出版部会長の高田保之教授から復水器の発達史について執筆依頼を受けたが、最近はこの種の研究から離れているので、その後の新しい発展を述べる資料を持ち合わせていない。そこで、以上の論文の一部を取り上げて、復水器は他の熱交換器と性格を異にすること、復水器と伝熱の基礎研究との関係、伝熱の著書に現れる著名人が復水器の開発あるいは凝縮の研究にいかにかかわったか、日本の技術あるいは技術者の性格、技術史の方法等を考えるための資料を提供することを念頭において解説してみたいと思う。なお、現在は手元に過去の全資料が揃っていないわけではないので、文献の引用に若干の誤りがあるかもしれない。

2. 復水器とは

現在の蒸気動力技術の始まりは1690年(註1)のPapinの実験とされている。それはピストン付きシリンダ(内径63mm)内に水を封入し、それを外部から繰り返し加熱・冷却し、冷却過程におけるピストンに働く大気圧を利用して仕事を取り出す試みである。当時は鉱山の排水のために強力な動力機械が要求されていた。また、科学的にはGalileoとTorricelliによる真空の研究やPascalによる大気圧の測定(1648年)の知識が確立していた。Papinには有名なHuygensやBoyleの下で働いた経歴がある。(科学的知識と実験技術との結合—わが国でも大学の研究者出身で発明家や企業家にな

った人がいる。)一旦、問題が基本的に解決されると、工業化・大規模化がそれに続く。1712年にNewcomenエンジン(大気圧ビームエンジン)が実用化され、以後100台ぐらい製作され、かなり長期間稼動したということである。このエンジンはボイラからシリンダへ蒸気が供給されるような構造になっている。Newcomenエンジンではシリンダの中に冷水を噴射してその中を真空状態にするようになっていたが、別に箱を作ってシリンダと連結し、箱の中に冷水を噴射してシリンダ内を真空にするようにしたのが、1769年(註2)のWattのエンジンであり、その箱が復水器である。すなわち復水器の機能は、熱交換ではなく、真空を作ることである。Wattの発明はシリンダ壁の非定常熱伝導の考察が基本になっている。(彼はGlasgow大学の講義用のNewcomenエンジンの模型の修理の過程でこの着想を得た)。以上のPapinからWattへの発展の詳細はMatschoss[5]の著書に詳しく述べてある。Wattはその後ビームエンジンの直線的往復運動を回転運動に変換する機構も開発した。Wattの業績については文献[6]に詳しい。

Wattの蒸気エンジンは18世紀の産業革命の推進力となった。1800年にWattの特許の有効期限が切れると、大気圧より高い圧力の蒸気の利用が始まった(大気圧の利用から蒸気圧の利用へ)。そして、工場、船舶、鉄道、自動車等のためのエンジンが作られた。ただし、鉄道の機関車や自動車のエンジンなど小型のものには復水器がついていない。エンジンは大型のものほど高度の製造技術を要する。19世紀ではそれは船用エンジンであった。そのボイラには海水を用いていたので、航海中にエンジンを止めて、濃縮海水と沈殿した塩を取り出し、新しい海水と交換せねばならなかった。この問題を解決するために、凝縮した蒸気をボイラ給水として再利用しようとの要求が現れた。1840年頃に表面凝縮式の試作復水器が現れたが、

ようやく 1860 年頃 (註 3) にいろんなタイプの表面復水器が実用化された。ここで、復水器の機能に純水の回収が追加されたのである。1860 年頃の論文によれば、蒸留水は金属を溶かす可能性があるという理由で噴射復水器製造者側から表面復水器に対する反対があったことがわかる。(現在では、ボイラ給水の純度をあげ過ぎて超純水に近づけると危険だと考えられている！)

1861 年に Joule[7]の管内凝縮の論文(凝縮に関する最初の工学的論文)が発表された。その序文に「熱移動に関する重要問題の一つは燃焼生成物からボイラへの heat の communication であり、他の一つは蒸気の凝縮に関して容器への cold の application である」と述べてある。Joule は鉛直二重管で凝縮の実験を行った(内管で凝縮、環状流路を冷却水)。そして、冷却水の流量と温度、流路の間隙、流れ方向、蒸気空間の大きさ、伝熱面の材料と表面状態等のパラメータを変えて、151run の実験データを表示した。蒸気圧は 3.5~120kPa であった。さらに Kelvin の指導のもとに、蒸気→(凝縮液膜→管壁→)冷却水の間熱通過率に相当する値も計算した。冷却水側の熱抵抗は冷却管壁に付着している水によるものであるとして、金属線を巻きつけて、それを自動的にはがす工夫(対流伝熱促進)もしている。1本の管内凝縮管の凝縮特性は凝縮器一般の特性と類似であるので、当時、彼のデータは設計のために有用であったと考えられる。ただし、凝縮完了の個所すなわち有効伝熱面積が特定されていないので、現在彼のデータを利用することは不可能である。ついでであるが、1873年に Reynolds[8]は水蒸気の管外凝縮に及ぼす混入空気の影響に関する実験を行った。彼は凝縮液膜の熱抵抗はない、すなわち純蒸気の凝縮の熱抵抗はゼロと考えていたようであるが、混合気の実験データはかなり正確である。

(註 1) 1690 年頃日本では和算が盛んになり、元禄文化が隆盛となる。松尾芭蕉の奥の細道、将軍綱吉の生類憐れみの令もこの頃である。

(註 2) 日本では前野良達、杉田玄白の解体新書、平賀源内のエレキテルの頃。

(註 3) 日本では西欧の科学、技術の紹介、輸入が盛んになり、咸臨丸がアメリカへ、桜田門外の変起こる。アメリカでは南北戦争開始。

3. 表面復水器に関する特許

筆者は 1960 年代から水蒸気の凝縮熱伝達の研究を始めた。それとともに、実験条件や数値解析の境界条件を如何に設定すればよいか、また研究成果を実機の開発に役立てるためには如何にすればよいか、を考えるために復水器の発達史の研究を始めた。

当時の機械工学便覧[9]には、性能の良い表面復水器の条件として、次の 3 項目が挙げられている。

(1) 与えられた冷却水温度と冷却面積に対し真空度が高い、(2) 復水の過冷がなく、復水の酸素含有量が少ない、(3) 抽出空気温度が低い。そして、これらの条件を満足するために、伝熱をよく、蒸気の流動抵抗を少なくするための管巢の形、そらせ板の配置等についての説明が述べられ、実機の冷却管配列の例が挙げられている。しかし、機械工学便覧の 1937 年の第 2 版には 16 個、1960 年の第 4 版には 10 個、1968 年の第 5 版には 7 個、(ついでに 1977 年の第 6 版には第 6 版と異なる 7 個、1984 年版には 3 個—文献[4]参照) と冷却管配列の例の数が漸次減っているが、その理由についての説明はない。

そこで、復水器の性能は冷却管の配列に関係すると考え、1907 年から 1937 年までの復水器に関する日本の特許明細書を調査した。そして、この期間の明細書に一貫している主張を次のように要約した。(1) 漏れ込んだ空気の滞留を防ぐために、蒸気がスムーズに流れるようにすること、(2) 蒸気が管巢へ流入しやすくし、かつ蒸气流方向の管列数を少なくして圧力降下を減少させ、タービン排気口での真空度を上げること、(3) 凝縮液が冷却管表面に厚い膜を作らぬようにして(インアンダーションの防止)、伝熱抵抗を減少させること。

(4) 復水の過冷却を防いで、サイクル効率を向上させること。実際には、これらのことを実現するような工夫をしつつ、蒸気量の増大とともに冷却管の配列法が発達したのである。

また、特許のなかには、楕円形断面を持つ冷却管、電場による凝縮の促進、遠心力を利用する回転復水器等があるが、実用化されていない。真空増進装置などは種々試みられたが短期間に消えた。また構造が簡単で掃除が容易であることは復水器の必要条件であることがわかった。復水器の性能向上には、伝熱促進の工夫よりも、伝熱が低下す

る部分をなくす工夫（ボトムアップ？）の方が重要である。このことは、特殊用途を除き、熱交換器設計一般に当てはまる。

その他の文献調査によれば、1925年にHoefer[10]、Sim[11]、Wright[12]の著書が刊行されているので、この時点で復水器技術は一つの発展段階に達したと考えられる。1935年のPendred[13]の著書には当時の代表的な復水器について冷却管配列図や性能の実績などが示されている。

4. HEIの基準

現在、わが国の復水器の設計はHEIの基準[14]に従ってなされることになっている。したがってユーザもそれを基に性能をチェックしている。HEIの基準第9版にのっている熱通過率 U の部分は次のようになっている。

$$U = U_1 F_w F_M F_C$$

ここに、 U_1 は70°Fの冷却水が流れる清浄な18BWGアドミラルティメタル管の熱通過率であり、管径をパラメータとして U_1 対冷却水流速 V_w の図および表に示されている。 F_w は冷却水温度に関する補正係数であり、 F_w 対冷却水入口温度 T_1 の関係がやはり図および表に示されている。 F_M は管材質と管の肉厚に関する補正係数であり、表に示されている。 F_C は管内面に付着したスケールや海生生物による熱抵抗の増加を評価するためのもので清浄度といわれる。 U_1 対 V_w の図および表の U_1 値は $3 \leq V_w \leq 8 \text{ ft/s}$ の範囲で $U_1 \propto \sqrt{V_w}$ の関係があり、管内乱流熱伝達の特性 $U_1 \propto V_w^{0.8}$ から大きくはずれている。 F_w 値は水の物性値の温度依存性による影響と無関係の値である。 F_M 値には管壁の熱伝導抵抗との定量的対応はない。さらに、これらの表に示されている数値について不思議なのは、 U_1 値は4桁、 F_w 値は3~4桁、 F_M 値は2~3桁であり、 F_C 値は通常0.75~1.0など1~2桁の数値で与えられている。したがって、科学的常識では上述の式から算出される U 値の精度は F_C 値に支配され、詳しく見積もっても2桁しかないということになる。

Dunham (1970年)はASMEのPower Test Codeに準拠して、7個の復水器の熱通過率 U_{EXP} を測定したが、定格運転時において、HEIの基準と一致

するのは1例に過ぎず、 U_{EXP} の V_w に対する変化もHEIの基準よりフラットであることを示した。そのほか、Wenzel(1980年)はアメリカにおける実機の熱通過率 U_{EXP} の測定値の数百例について、それらとHEIによる予測値 U_{HEI} との差を図示した。それによれば、 $(U_{HEI} - U_{EXP})$ の値が(-200~+500) Btu/(ft²h°F)の範囲にばらついている。 U_{HEI} の値を650 Btu/(ft²h°F)とすると、 $U_{EXP}/U_{HEI} = 0.35 \sim 1.3$ 程度と推定される。しかし、残念ながら、わが国では以上のような比較が詳しく公表されたものはない。そして現場では簡単に F_C 値が0.7の時は性能低下、0.9なら妥当な値であるなどと議論されている。

HEIの基準は1932年の雑誌Power[15]に発表された線図が基になっていると考えられる。その線図の表現法が現在のHEIのものと同じであるからである。雑誌Powerには、当時のアメリカの製造業者6社が伝熱面積の算出のための熱通過率はこの線図によると合意したと述べてあるだけで、その根拠は示されていない。詳しく調べていないが、多分Orrock[16]による1910年から1916年の間の実機の性能測定結果が参考になったと想像される。McAdams[17]は既に1927年にOrrockのデータを U_1 対 $V_w^{0.8}$ の関係で再プロットし、彼の清浄度の考えが誤りであることを証明した。清浄度には冷却管の汚れだけでなく、漏れ込み空気の滞留、凝縮水のインテンションの影響など設計上の欠点が含まれる。1930年代には復水器内の伝熱・流動の知識が不足していたので、実機の経験値を重視したのは現実的であったであろう。しかし、未だにHEIの基準を支持するための研究があるのは驚くべきことである。

ドイツで1994年に出版されたVGBの指針[18]には伝熱学的に常識的な取り扱いがなされている。このことは、1925年のHoefer[10]の著書の伝統を継承するものである。著者も早くから、HEIの方法にこだわれば、復水器の発展は望めないと発言してきたが、日本では問題にされない。復水器技術が発電技術全体に対して無視される程度のものか、規制元締めに通産官僚の怠慢か、当事者の事なかれ主義か、わからない。

5. 日本の船用復水器

日本舶用機関学会誌に発表した「日本の船用復

水器の発達史」[2]は同学会の日本船用機関史編集委員会における復水器・熱交換器小委員会報告の復水器の部分の要約，すなわち明治初期から第2次世界大戦までの艦船用復水器に関して，その構造と仕様の変遷を簡単に纏めたものである。

明治初期 1868 年頃の日本帝国海軍の軍艦は江戸時代末期に幕府と諸藩が主として外国から購入したものの寄せ集めであったが，それらの軍艦の仕様が文献[19]に記述されている．そのエンジンに使用されていた噴射復水器について，復水器体積とエンジン出力の関係性を推定（抽気ポンプの体積の4倍として）したものが図1である．この図を外挿すると，エンジンの出力増加とともに復水器体積が大きくなり，商船の積み荷のスペースが狭くなり，経済的でなくなることも，噴射復水器から表面復水器への転換の要因になったと考えられる（この例は直接接触熱交換器が大型のものに不向きであることを示す）．なお 1860 年頃の蒸気エンジンの出力は 100HP，復水器の蒸気圧力は 27～40kPa 程度であったことがわかった．

以後 1900 年までは，イギリス，（アメリカ，フランス各 1 例）から購入したものと国産が半々である（1904 年の日露戦争の時の連合艦隊の新鋭艦は外国製！）．その後はすべて国産である（しかし復水器の形は外国製と同じ）．文献[19]には，それらの全てについて，竣工年，エンジン出力，真空度，冷却面積，冷却水循環回数，冷却管の管板間

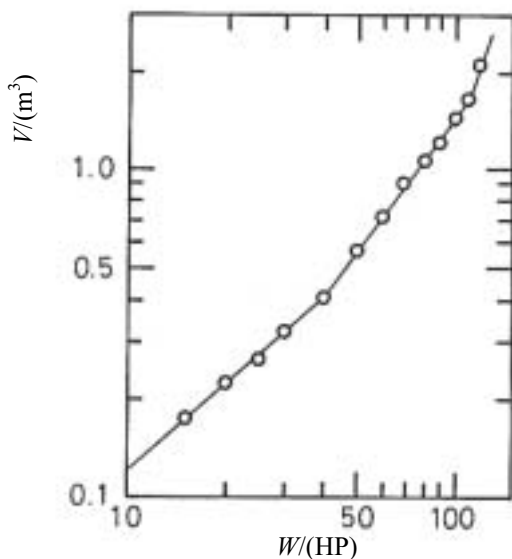


Fig.1 Volume of jet condenser V vs. output of steam engine W [2,3].

距離，管径，ピッチ，管数，胴体の形状と材質が記録されている．初期に外国から購入したものについては性能テストが行われ，それが仕様値よりかなり劣るものがあることがわかる．

図2は1876年から1943年までの艦艇および長崎造船所製の艦艇と商船の復水器の代表例について，冷却面積 S とエンジン出力 W の関係をプロットしたものである．1876～1893年のもの（x印）は復水器がエンジン本体と一体型の構造になっている．1894～1906年の艦艇レシプロエンジンのものはそれ以前のものに比べて冷却面積が約1/3になっている．これは復水器がエンジン本体から分離されたときに設計法が変わったことを示す．これらのデータには，横置管外蒸気，鉛直管内蒸気，横置管内蒸気の型が混在しているが，図のデータは設計値であって，実際の性能については不明である．1907年以降のタービン復水器は全て現在と同じ横置管外蒸気型になっている．冷却水は大部分2折流で，下部から入って上部から出るもの（対向流熱交換）の冷却面積は図の線の下側，逆の流れ（並向流熱交換）の場合は上側になっている．これは設計計算上そうなっていると考えられる．復水器真空度は後者のほうが高かったはずである．

図2のデータはプラント効率が高くなった現在の大型復水器にまで外挿することは出来ない．し

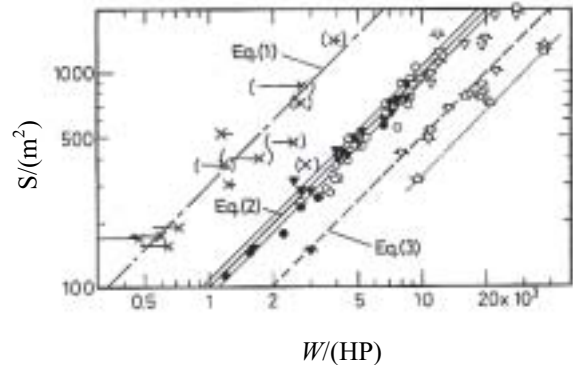


Fig. 2 Cooling surface area S vs. output of steam engine and/or steam turbine W for Japanese marine condensers [2,3]. \times ;war ship, reciprocating engine (1876-1893), \blacktriangledown ;war ship, reciprocating engine (1894-1906). ∇ ;war ship, turbine (1907-1929), \triangle ;war ship, turbine (1930-1942), \bullet ;mercantile ship, reciprocating engine (1900-1906), \circ ;mercantile ship, turbine (1908-1942), () : imported, ∇ , \blacktriangledown : single flow condenser.

かし、次式の冷却面積 S と蒸気量 G の関係は 1930 年代の商船用と陸用プラントの復水器から現在のものまで適用できる。

$$S / \text{m}^2 = 30G / (\text{ton/h})$$

艦艇用復水器には、冷却面積が小さく、冷却水流速が高い傾向がある。そのほか、冷却管の数と管板間距離の関係、冷却管の径と蒸気流方向ピッチ、それに直角方向ピッチとの関係等については一定の傾向を見つけることが出来なかった。

長崎造船所製作の復水器の図面をチェックした結果、文献[1]で特許明細書から導いた冷却管配列に関する著者らの要約が誤りでないことを実機について確認できた。図面を読むに際して、現場の経験者からの教示と凝縮の特性についての研究成果が有益であった。このことは技術史の研究には専門の歴史家と専門の技術者との共同作業が必要なことを意味する。なお、図面上の説明は 1931 年（註 4）までは英語、その翌年からは日本語になっている。図面調査を終えて、その艦船の全てが海底の藻屑と消えたことを再認識した時、戦争の無益さを痛感した。

（註 4）この年「満州事変」起こる。

6. History of steam condensers

1998 年の「History of steam condensers」[3]はアメリカ機械学会の heat transfer division の 50 周年記念のエッセイ集に、伝熱のハード面の歴史の一つとして依頼されたものである。

主な内容は文献[1]と[2]をあわせて簡略化したものであるが、要点の一つは歴史研究に必要な成果として復水器発達史の時代区分を提案したことである。すなわち (1) 噴射復水器時代 (1769～1860 年)、(2) 蒸気エンジン用表面復水器時代 (1860～1900 年)、(3) 蒸気タービン用表面復水器時代 (1900～1930 年)、(4) 復水器技術の全面的発達の時代 (1930～)。さらに、表面復水器開発の要請が、噴射復水器の体積の増加にもあったことを図 1 によって説明したこと、および図 2 に示したように技術史に於いても定性的な考察だけでなく、具体的なデータで議論する必要性を示したことが評価されたようである。また 1925 年の Hoefler[10]、

Sim[11]、Wright[12]、1935 年の Pendred[13]等の著書の重要性に注意を喚起したことも意味があったと思う。

7. 日本人の技術観

後進国であったが植民地にはならなかった日本は、西欧技術の導入に際して、まず教科書を翻訳し、物作りを始めた。

薩摩藩主島津斉彬は、1850 年に、オランダ語からの翻訳である「水蒸気船説略」を完成させた。そして、1855 年に実用エンジンを雲行丸に装備させた。しかし、出力は 2～3HP に過ぎなかったといわれている。このことによって、江戸時代末期には、実物を見ることなしに、先端技術書の記述をある程度理解できる知識層と勇敢に新技術に挑戦する職人層が存在したことがわかる。

1869 年に徳川慶喜設立による沼津海軍学校において船用機関の教科書である「蒸気機械書」が出版された。それはオランダ語と英語からの翻訳を編集しなおしたものであり、コンデンソル(蘭、英)が復水器(水蒸気船説略には冷箱となっていた)と訳されている。4年後の 1873 年には横須賀造船所にて軍艦迅鯨と清輝が起工された(進水は 1876 年)。その蒸気エンジンには既に表面復水器が装備されている。

福沢諭吉が「20 世紀は蒸気の時代である」と書いているように、その後盛んに蒸気動力の先進技術が輸入された。そして、その実物の運転経験から学んで国内の技術力を育てたようである。このことは自主技術開発より輸入の方が企業にとって高い利潤を保証したのであろう。あるいは国益であったのかもしれない。20 世紀前半までの工科大学の仕事は、自主技術開発とのかかわりよりも、先進技術の翻訳が主であったと言えるであろう。1916 年の Nusselt[20]の水膜理論の翻訳が翌年には機械学会雑纂に掲載されている。しかしそれを実機に生かすことには成功していない(この理論と設計法との間には距離がある—それ以前の復水器の経験的知識の集積が必要)。

明治時代に日本は専門分化した 19 世紀末の科学を輸入したので、科学の根本精神が理解できず(今でも「和魂洋才」を唱える人がいる)日本の科学は「たこ壺」型になったという意見がある。技術においても、「もの」を輸入して模倣すると

もに、その来歴や新技術開発の方法と組織をもつと学ぶ必要があったであろう。

8. むすび

技術について、「必要は発明の母」という諺は古く、最近「発明は必要の母」が流行していると言われているが、復水器技術は、一貫して、必要性から生まれ発展したものであった（Papin, 噴射復水器から表面復水器へ）。しかもそれは試行錯誤の連続であり、多くの試みは消え、生き残るものは少なかった（表面復水器の冷却管配列）。現在の復水器は巨大で、新開発のための試行が困難になったが、それを補うのが数値解析あるいはシミュレーションであろう。当面の具体的問題としては（1）シェルと管束の間の空間における圧縮性湿り蒸気の流れの3次元数値解析、（2）管束内における蒸気と冷却水との凝縮熱交換および蒸気の圧力降下と管配列（管径とピッチ）との関係に関する数値解析、が挙げられる。

その他の当面の重要問題は実機の計測である（HEIの成立の根拠）。すなわち（3）低圧タービンと復水器の連結部における蒸気状態、特に、流速分布（マッハ数0~0.7）、水滴の大きさや運動、圧力分布、温度分布の測定—これは（1）の計算の条件として必要であるが、信頼できる資料が少ない。（4）実機内の凝縮水イナデンションの観察。また（5）冷却管内汚れの生成メカニズムの解明である（文献[4]参照）。

これらの研究成果の後に、復水器の設計や運用への電算機の全面的適用の時代になるであろう。そして、蒸気量クラス別に最高性能の形式が決まるかもしれない。

参考文献

- [1] 藤井 哲, 上原春男, 機械の研究, 26-1~7 (1974).
- [2] 藤井 哲, 上原春男, 日本船用機関学会誌, 18-6 (1983) 437.
- [3] T. Fujii and H. Uehara, History of heat transfer, essays in honor of the 50th anniversary of the ASME heat transfer division, E.T. Layton Jr. and J. H. Lienhard, ed., ASME, NY (1988) 147.
- [4] 藤井 哲, 川辺允志 編著, 復水器—理論と実際—, 愛智出版 (2001) 10.
- [5] Matschoss, C., Die Entwicklung der Dampfmaschine, Springer, Berlin (1908).
- [6] Dickinson, H. W. and Jenkins, R., James Watt and the Steam Engine, Clarendon Press (1927).
- [7] Joule, J. P., Philosophical Trans. Roy. Soc. (London) 151 (1961) 133.
- [8] Reynolds, O., Proc. Roy. Soc. (London) 21 (1873) 275.
- [9] 日本機械学会編, 機械工学便覧, 改定第5版, 13 (1968) 103.
- [10] Hoefler, Die Kondensator bei Dampfkraftmaschinen, Springer, Berlin (1925).
- [11] Sim, J., Steam Condensing Plant in Theory and Practice, Blackie and Sons, London (1925).
- [12] Wright, A. R., Modern Practice in Steam Condensing Plant, A Practical Treatise, Crosby Lockwood, London (1925).
- [13] Pendred, B. W., The Surface Condenser, Sir Issac Pitman & Sons, London (1935).
- [14] Standards for steam surface condensers, 9th ed., Heat Exchange Institute Inc. NY (1995).
- [15] Commercial Factors For Designing Surface Condensers, Power, 76, (9132) 133.
- [16] Orrock, G. H., Trans. ASME, 32 (1910) 1139, 34 (1912) 713 and 38 (1916) 476.
- [17] McAdams, W. H., Chem. Met. Eng., 34 (1927) 599.
- [18] Abnahmemessung und Betriebsueberwachung an wassergekuehlten Oberflaechenkondensatoren, VGB Technische Vereinigung der Grosskraftwerksbetreiber E. V (1994).
- [19] 日本船用機関史編集委員会編, 帝国海軍機関史 (明治100年史叢書), 原書房. (1975)
- [20] Nusselt, W., Z., VDI (1916) 68 & 1121.

熱工学技術を活用した大学発ベンチャー起業 — 小型廃棄物ガス化発電システムの研究開発と事業化 —

Project Q “Establishment of an University based Venture Company utilizing Thermal Engineering Technologies: R&D and Commercialization of Small-scale Waste Gasification and Power Generation Systems”

プロジェクトQ

吉川 邦夫 (東京工業大学)

Kunio YOSHIKAWA (Tokyo Institute of Technology)

1. はじめに

「大学発ベンチャー1000社」という政府のかけ声の下、ここ2、3年の間に、多数の大学発ベンチャーが誕生している。しかし、その多くは、バイオ、情報、材料の分野であり、エネルギーの分野では、大学発はもちろんのこと、ベンチャーそのものが我が国では皆無に近いのが現状である。エネルギー分野にはこれまで様々な規制があり、それがベンチャーの活躍できる場を狭めてきたのがその一因である。しかし、昨今のエネルギー市場の自由化の動きの中で、マイクロタービンや燃料電池などの分散型電源の分野では、米国のキャプストーン社や、カナダのパラード社のようなベンチャーが主役になりつつある。

我が国では、2000年4月に制定された「産業技術力強化法」によって、それまで禁止されていた国立大学教官による民間企業の役員兼業が一定の条件の下に認められることとなった。私は同年7月に(株)エコミート・ソリューションズ (EcoMEET Solutions) というベンチャーを設立し、8月に、人事院から非常勤役員の兼業許可をいただいた。7月に4名の国立大学教官に役員兼業許可が下りたのが最初であるので、私は全国で5番目ということになる。また、2003年4月には、(株)マイクロ・エナジーという新たなベンチャーを立ち上げ、現在、同社の技術顧問も兼職している。両社ともに、「東工大発ベンチャー」の称号を大学からいただいた。ベンチャーの経営という面でも様々な勉強をさせてもらったこの4年間であったが、本稿では、技術の話を中心として、なぜ私が起業し、何をやろうとしているのかをご紹介したい。熱工学分野の若手の研究者や技術者の皆様のご参考になれば幸いである。

2. 高温熱交換技術との出会い

話は1995年にさかのぼる。私は当時、MHD発電の研究開発に携わっており、2000℃という超高温熱交換器の開発に成功したところであった。技術的に

は有望であるが、経済的には成り立たない技術がエネルギー分野では数多くあるが、残念ながらMHD発電もその例にもれず、90年代に入ると、世界中がMHD発電の研究開発から撤退を余儀なくされた。私自身、そろそろ新たな研究分野を開拓しなければならないと考えていたある日、MHD発電の共同研究をしていたA社の方から「面白い技術がある」といって紹介されたのが、当時、NEDOの大型プロジェクトとして研究開発が行われていた「高温空気燃焼技術」であった。これは、工業炉の燃焼排ガスが持つ熱エネルギーを蓄熱体を經由して燃焼空気に伝達することによって、約1000℃の高温空気を生成し、高温空気低酸素燃焼場を形成して、「省エネルギー」、「低NOx」、「機器のダウンサイジング」を同時に達成することをめざす画期的な技術である。それまで高温熱交換器というものは大型にならざるを得ないと考えていた私には、わずか数十秒という蓄熱・放熱の切り替えサイクルの短縮化によって実現された非常にコンパクトなハニカム蓄熱体を用いた空気加熱器は驚異であった。そして、A社からいただいた課題が、この高温空気燃焼技術を石炭燃焼に使えないだろうかというものであった。石炭灰による蓄熱体の目詰まりを避けるにはどうすればいいのか。そう簡単な技術課題ではないことは明らかであった。

3. プロジェクト開始

そこから試行錯誤の日々が約1年続いた。確か、1996年の秋だったと思う。ある朝、ふと思いついたのが、「高温空気で石炭を燃焼させる」のではなく、「高温空気で石炭をガス化し、精製後のガス化ガスの一部を燃焼させて高温空気を生成する」というアイデアであった。酸素吹きガス化ほどではないにしても、低温空気でのガス化に比べて高い発熱量を持つ燃料ガスが得られるはずである。また、石炭だけでなく、廃棄物などの他の固体燃料にも適用できる

に違いない。私はこのシステムをMEET (**M**ulti-staged **E**nthalpy **E**xtraction **T**echnology: 多段階熱抽出技術) と命名し、A社を含む3社の協力の下、このシステムを実証する共同研究が1997年4月から開始された。図1にMEETシステムの概要を示す。幸いなことに、科学技術振興事業団 (JST) の戦略的基礎研究推進事業 (CREST) に応募した「高温空気燃焼技術を用いた石炭・廃棄物高効率発電」という研究テーマが同年8月に採択され、そこから、5年間に及ぶ総額10億円の研究開発プロジェクトがスタートすることとなった。その開発スキームは、エネルギー技術開発の一般的なやり方である、ベンチプラント (MEET-I) →パイロットプラント (MEET-II) →実証プラント→実用プラントというスケールアップによる実用化であり、CRESTではパイロットプラントまでできればいいと考えていた。図2にMEET-IIプラントの写真を示す。開発当初にはまさか、現実にはその逆のスケールダウンによる実用化が進むとは夢にも考えていなかったのである。

たまたまMEET-Iが小規模であったことから、従来にない小型の廃棄物発電システムであるということで、NHKの「サイエンスアイ」や新聞で紹介され、全国からの問い合わせが殺到することとなった。最初私は、なぜ皆さんが廃棄物処理の相談を私にしてくるのかわからなかった。しかし、間もなく、大手の焼却炉メーカーが商売の対象にしているのは、日量何百トンもの大量の廃棄物処理であり、日量数トンあるいは数百キロの廃棄物処理に困っている人々には誰も相談相手がいないことがわかった。しかも、皆さんが興味を感じたのは、単なる廃棄物処理ではなく、あくまでも廃棄物からの発電であった。そこで初めて、世の中が求めているものは廃棄物を大量に集めて発電を行う設備ではなく、廃棄物の発生元で小規模に発電できる設備であることが理解できたのである。しかし、高温空気ガス化で得られる低カロリーガス (発熱量が 1000kcal/Nm^3 と、天然ガスの約 $1/10$) で駆動可能な発電機は、大型のガスタービンや蒸気タービンしかなく、MEETのガス化システムも、小規模では様々な形状や性状の廃棄物に対応できるものでなかった。自分のやろうとしている研究開発が、どうも世の中のニーズに合致していないのではないかと気がついたのであった。

4. 小型廃棄物ガス化発電技術の誕生

それは、1999年の1月のことであったと思う。B社の開発担当のC氏から、面白い話が持ち込まれた。

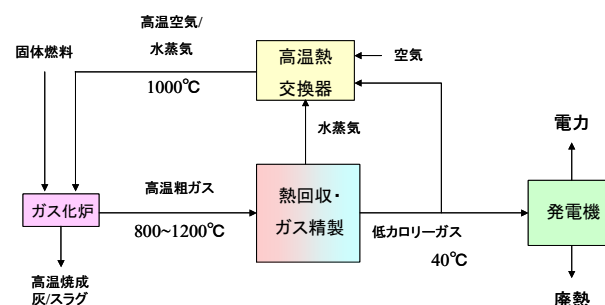


図1 MEETシステム

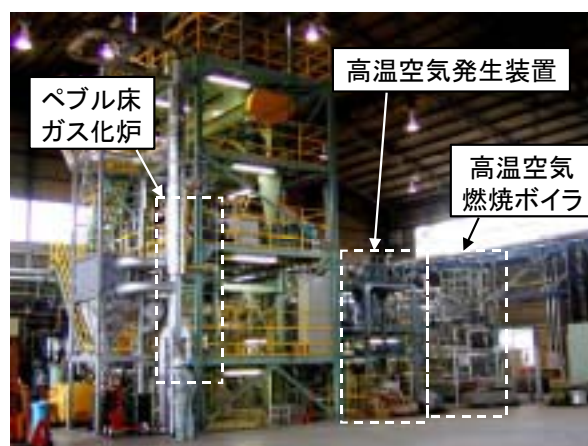


図2 MEET-IIプラント (4トン/日)

その会社は、スターリングエンジンの開発を行ってきており、その用途の一つとして、小型のガス化焼却炉で生成される燃焼ガスで出力10kWのスターリングエンジンを駆動するというシステムの開発を行っているとのことであった。その実証機を見学させていただいたが、設置面積が 5m^2 、バッチ式だが全自動運転と、これこそ正に私が思い描いていた小型廃棄物発電であった。しかし、C氏のお話では、これ以上大きなスターリングエンジンを作ることはできず、量産してもそのコストを100万円/kW以下にすることは困難であるとのことであった。何とか安価な通常の内燃エンジンを駆動できるようにはできないかというのが、C氏からの問いかけであった。ガス中にタール分が多くて、とうていエンジンの駆動は無理であった。

再び、解決策を求める日々が始まったが、今回は答えが見つかるのが早かった。同じ年の3月、D社の廃棄物熱分解ガス化設備を見学する機会があった。それは、外熱式の熱分解炉から発生する熱分解ガスを高温で部分燃焼させることによってタール分を分解させるという設備であり、それを見た瞬間にこれだと直感した。部分燃焼させるのではなく、水蒸気改質ではどうか。しかし吸熱反応であるので、空気

を加えて発熱反応も生じさせ、かつ、この水蒸気と空気の混合気を予め 1000℃まで予熱したらどうか。ここまでくれば後は簡単であった。

こうして図3に示す STAR-MEET システムの構想は固まった。STAR は、**STeam/Air Reforming** の略である。廃棄物は熱分解炉に供給され、約 600℃の高温空気で熱分解ガス化される。熱分解ガス中にはタール分が含まれているため、800℃～1000℃に加熱された高温空気/水蒸気を注入して、800℃以上の高温下で、タール分を一酸化炭素および水素へと改質する。同時に熱分解ガス中のダイオキシンも完全に分解される。改質後のガスは熱回収しながら冷却・精製し、精製ガスの一部を燃焼させて、高温熱交換器を介して高温空気/水蒸気を発生させ、残りの精製ガスを燃料として、内燃エンジンを駆動する。わずか2ヶ月で特許出願まで行った直後の6月に、シンクタンクの社長をされていたE氏にこの構想をお話する機会があった。即座に開発を支援していただくことになり、これまで問い合わせをいただいていた多くの企業に開発支援金のお願いをした。その結果、1週間で1000万円近くの金が集まり、E氏の会社にこのお金のマネージメントをお任せすることで、7月には高温空気/水蒸気による熱分解ガスの改質効果の実証実験が名古屋近くの企業の敷地内で開始された。図4に、当時の実験設備の写真を示す。夏休み返上で学生も泊まり込みで2ヶ月間、様々な廃棄物でデータを取った結果、どうやら予想通りの改質が行えそうだとの確信を持つことができた。それから半年、JST に追加の予算措置をお願いし、民間企業からも資金を募って、2000年秋には、大学内に本格的な STAR-MEET 実証プラントを建設することができた(図5)。それと同時に、この技術の本格的な事業化は既存の企業では無理と判断し、E氏のアドバイスを受けながら、(株)エコミート・ソリューションズ(EMS)を立ち上げた。MEET 技術の中核として、環境(Ecology)に適合(MEET)し、経済的(Economy)にも成り立つ解決策(Solutions)を提供したいという私の思いを込めた社名であった。

2001年の春には、STAR-MEET 実証プラントで所定のガス化性能を確認し、JSTの技術発表会を経て、正式に民間企業にライセンスが開始される体制が整ったが、本格的な事業化に入るためには、まだ超えなければならない技術的な壁が2つ残されていた。システムの心臓部である高温空気/水蒸気を生成する熱交換器をよりコンパクトで安価なものにするにはどうしたらいいか、また、生成される低カロリー

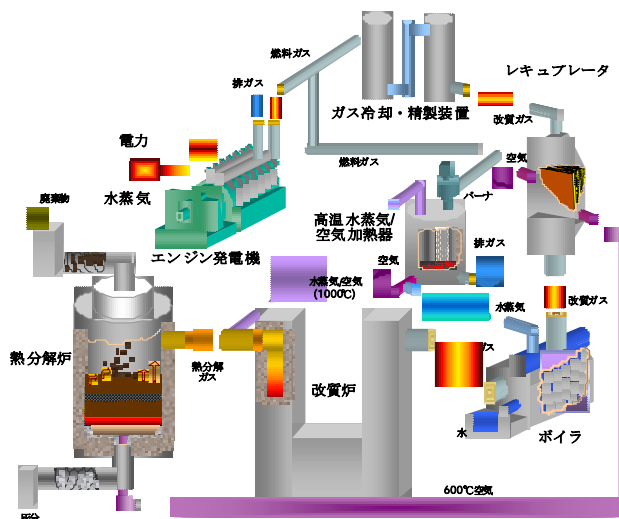


図3 STAR-MEET システム



図4 STAR-MEET 実験設備



図5 STAR-MEET 実証プラント

ガスでエンジンを駆動するにはどうしたらいいかという2つの課題の解決である。

5. 事業化の始動

最初の課題の解決への道を開いてくれたのがF社との出会いであった。熱交換器の専門メーカーであるF社は、当時大フィーバーとなっていたマイクロタービン向けの再生器（ガスタービンの排気で燃焼空気を600℃まで予熱する熱交換器）の量産工場を建設していた。私が注目したのは量産技術による低コスト化であった。材料を変えることで、800℃まで空気/水蒸気の加熱が行える熱交換器ができないのか、という私の提案に、再生器の高温化の必要性を感じていた同社の開発陣は即座に開発のGOサインを出してくれた。そして誕生したのが、本年4月7日付けの日経産業新聞に掲載された熱交換器である（図6）。ちなみにF社は、EMS社の第1号法人株主にもなっていた。F社は、EMS社の第1号法人株主にもなっていた。



図6 高温熱交換器



図7 マイクロ STAR-MEET

次の課題であったエンジンについては、軽油と混焼させることによって、既存のディーゼルエンジンを低カロリーガスで駆動することが可能となるという論文をたまたま見つけた。エンジン本体にはまったく手を加えずに、燃焼空気に低カロリーガスを予

混合することによって、軽油の消費量を大幅に減らせるという論文であった。私はさっそくある方の紹介で、G社にこの混焼ディーゼルエンジンの開発を持ちかけた。最初は半信半疑であった同社の研究員も、発熱量1000kcal/Nm³の模擬ガス単体で、小さな火花点火のガソリンエンジンが簡単に回ったのには驚いた。しかも、NO_xの排出量が大幅に低減されていたのである。その後同社には圧縮着火の混焼ディーゼルエンジンの試作機を作ってもらったが、現在まで3年近く、ノーメンテナンスでちゃんと回っている。このエンジンによって、軽油の消費量を最大2割にまで落とせること、NO_x排出濃度が100ppm程度にまで低減可能なこと、軽油の供給量を制御することによって、低カロリーガスの発熱量が変動しても発電出力を一定に保持できることなどが明らかになった。しかし、残念ながらG社はこのエンジンの事業化には踏み切らなかった。実際には、遅れて共同研究に参加したH社が新規事業として積極的にこのエンジン技術の実用化に取り組んでくれることとなったのである。

こうして多数の企業の協力の下、STAR-MEET技術の開発は加速された。前述の（株）マイクロ・エナジー社では世界最小の廃棄物発電設備であるマイクロ STAR-MEET（廃棄物処理量：1トン/日以下）の開発を行い（図7）、I社ではミニ STAR-MEET（廃棄物処理量：数トン/日程度）の開発を行っている（図8）。また鹿児島県市来町では、初の灰溶融 STAR-MEET 実用設備が建設され、一般廃棄物と肉骨粉を一日20トン処理し、150kWの混焼エンジン6基で900kWの発電をめざして、現在調整運転が行われている（図9）。このような小さな設備でも発電出力の2/3は売電可能であり、同町では、エンジン排熱の有効利用による施設園芸も計画している。肉骨粉の処理費と売電収入が入ることから、事業採算性も高く、所定の性能が実証されれば、広域化で設備が大規模化してきた廃棄物処理の流れを大きく変えるインパクトを持つものと期待される。これまでの大手焼却炉メーカーのビジネスモデルが大規模なプラントを建設して必要な量の廃棄物を広域で収集するというものであった。ダウンサイジングを指向する世の中の流れに唯一逆行していたのが廃棄物処理の世界であった。しかし、設備の大規模化や廃棄物の広域収集に伴うコスト負担に自治体も国も耐えられなくなりつつある。私が狙う方向は、廃棄物の発生量に適合した最適な規模の設備を設置することで、産業廃棄物を含めて、なるべく廃棄物は発生元で処

理し、電力と排熱の両方を利用することで、廃棄物が持つエネルギーを高効率で活用するというものである。どちらの方向が正しいのかは、10年後に明らかになることであろう。



図8 ミニ STAR-MEET



図9 鹿児島県市来町廃棄物ガス化発電施設

6. おわりに

昨年、米国で開催された学会で衝撃的な技術に出会った。米国のベンチャー企業であるJ社が、出力55kWの本格的なスターリングエンジン発電機の開発に成功し、今年の秋から販売を開始するというのである。目標価格が10万円/kW強であり、再熱器

を組み込むことで30%の発電効率が達成される。スターリングエンジンが小さくて、高コストであるというのが、STAR-MEETが生まれたきっかけであった。スターリングエンジンが使えるのであれば、改質プロセスは不要となり、システムは大幅にスリム化される。バイオマス系の廃棄物であれば、排ガス処理も不要となる可能性がある。私はさっそくJ社に飛び、我々が持つガス化技術との組み合わせの可能性を議論した。定格出力を出すには1000℃以上の高温の熱源を必要とするため、排熱駆動の用途は限られると考えていたJ社にとって、私の提案は非常に興味深いものだったに違いない。これまで開発してきたガス化炉と、F社と共同開発した高温再熱器を組み込んだこのスターリングエンジンとを組み合わせることによって、安価で高効率なバイオマス発電設備を実現するというEMS社の研究開発提案に対して、最近東京都のベンチャー向け助成金の内定通知があった。また、1000℃を超える高温水蒸気のみで廃棄物をガス化して水素を製造するという、HyPR (Hydrogen PRoduction) -MEETシステムの実証プラントも今年建設される。新たな研究開発の始動である。

この間、本プロジェクトで博士号を取得した者7名、現在の私の研究室の博士課程在籍者は9名である。また、2001年にはASMEより、熱工学分野の顕著な業績を対象とするJames Harry Potter Gold Medalを日本人として初めていただいた。大学が主導権を握る産学連携でなければ、本当に革新的な技術は生まれないというのが私の信念である。熱工学の分野には、まだまだエキサイティングな研究テーマが沢山眠っている。本稿をお読みいただき、若い方々が少しでも夢を広げていただけたら本望である。

シリーズ 博物館めぐり

博物館のすすめ

Invitation to Museum World

加藤 之貴 (東京工業大学)

Yukitaka KATO (Tokyo Institute of Technology)

本誌の新しいシリーズとして『博物館めぐり』をスタートすることにしました。その趣旨は、本シリーズの皮切りとしてお願いした加藤之貴先生の以下の文章中に語り尽くされています。

次号以下では、国内外の熱あるいはエネルギーに関係する博物館を順次取り上げていく予定です。会員諸氏の自薦を含め執筆候補者を募集しますので、よろしくご協力のほどお願いします。

編集出版部会

1. はじめに

読者諸兄に問う。日本が誇る浮世絵はどこで見られるか？ボストン博物館 (Boston Museum of Fine Arts, Boston, 米国) [1]にそれらはある、東洲斎写楽らの絢爛かつ膨大なコレクションが版木と揃いで保存されている。絵師、彫師、摺師の超絶技巧のコラボレーションをいまも堪能できる。日本で発明された3.5インチフロッピーディスクの分解モデルはどこで見られるか？ドイツ博物館 (Deutsches Museum, Munich, ドイツ) [2]に行けば良い。ドイツ堅気の明快で美しい手法のカットモデルがそこにある。ディスクのメカニズムが一目でわかり、ディスクとホルダー間の摩擦防止シートが芸術的な輝きを見せている。では阪神淡路大震災の記録はどこで見られるか？ロンドンの自然史博物館 (The Natural History Museum, London) [3]の Erath Gallery に被災家屋が忠実にそのままに展示されている。何とありがたいことか？

本稿では筆者がヨーロッパで立ち寄った博物館で感じた文化、気分を紹介し、わが国における科学・工業系の博物館必要性を考えたい。世界には数々の科学・工業系の博物館がある。ここでは産業革命発祥の地、英国の博物館なかでもロンドン

の科学博物館 (The Science Museum, London) [4]を中心に、フランス、ドイツの博物館に触れる。

2. ヨーロッパの科学・工業系博物館あれこれ

Museum はギリシャ神話中の芸術と知の女神 Muse に語源を持つ。Museum は知的財産のコレクションの場であり、同時に公開展示する場である。

ご承知のように欧米には珠玉の博物館が多々ある。科学・工業系の博物館は美術系と異なり、18世紀以降の産業革命と密接に関連する。ここでは革命の先駆者英国とこれに続いたフランス、ドイツの代表的な博物館のみを紹介する。

2.1 英国

英国の博物館としてはイングランドの大英博物館, The British Museum [5] (大英) が有名であり、その評価に恥じない展示物を有している。大英自身はフランスのルーブル博物館を意識して、国威発揚的な雰囲気につくられた背景があるにしても、その価値は揺るがない。大英は今も入場料無料の姿勢を守り、知の発信源として膨大な人々を迎えている。英国の博物館は大英に始まると言える、その膨大な資料を展示するため、19世紀以降、活発に新たな博物館建設が進んだ、その中の傑作は自然史博物館と後述する科学博物館であろう。これらの自然科学、近代科学に関する展示物の質、量は世界の他の博物館を圧倒する。これらの博物館は文化の面における大英帝国の一つの到達点と思える。大英は良くも悪くも海外の遺跡、遺物を収集した単なる展示場であるのに対し、これら二つの博物館は英国が築きあげた近代科学の成果で成り立っている点で異なる。すなわち、その中を歩けば現代に至る理学、工学の歴史的背景を体感できる。とくに西洋から地理的・文化的に離れた我々にとっては、それまでに言葉や絵でしか知らない Science や Technology が実物としてそこに展示されているのを見ると新鮮な感慨とともに、西

洋の科学文化の奥深さを実感できる。

2.2 フランス

Paris の 3 区に国立工芸博物館 (Musée des Arts et Métiers) [6]がある。これはフランス国立工芸院 (Conservatoire National des Arts et Métiers, CNAM) のコレクションをベースに開館したものである。CNAM の前身である王立工芸院はフランス革命を契機に 19 世紀初頭より発展した産業向け研究教育機関であり、フランスの産業育成に貢献するとともに産業史上の重要製品のコレクションを有している。現在、科学機械、材料、建造技術、通信、エネルギー、工業機械、輸送機器関連の 80,000 点の作品が所蔵されている。白眉はコンピュータアニメーションによる原理説明システムである。科学、工業の各テーマコーナーにはその原理発見に因む機器が展示されている、その傍らにタッチパネル式液晶ディスプレイが置かれ、およそ 10 代前半の子供レベルで各原理をアニメーションで解説してくれる。例えば光の速度の測定方法も 2 分で誰もが理解できる。誰もという点が肝心である。言葉での説明は使用言語が理解の壁となる、しかしアニメーションであれば言葉にとらわれず世界中の人々が等しく理解できる。コスモポリタン、フランスの気配りが感じられる。もちろん子供が見るための踏み台付で老若男女が順番にこれをながめる。工業原理もしかり、ベアリング軸受けの歴史はエジプト古代人がピラミッド石材を運ぶところから始まり、現在の工業ベアリングまでの進化が極めて明快にわかる。明快さも大事である。ありふれたベアリングが何故その形をしているのかを考える機会を与えてくれる。このシステムは“何故？”と考える動機付けのための非常に優れた手法である。フランスのエスプリと技術伝承文化を感じる瞬間である。

2.3 ドイツ

ドイツ博物館 [2]が代表である。ドイツ南部バイエルン州の首都ミュンヘンの Isar 川の中洲 Museum Island にそれはある。1903 年に基礎となるドイツ自然科学工業史博物館協会 (German Society of the Museum for Masterpieces of Natural Science and Technology) が創設され、1925 年に本館が落成した。創立には Oskar von Miller の功績が重要である。また M. Planck, W. C. Röntgen, C. von Linde から各界の権威が発展に協力した。この博物

館は上述のロンドン科学博物館、フランス王立工芸院をモデルに、一般人の啓蒙に加えて科学技術を親しみ、体験し、楽しむことを当初から目指している。戦火を受けた後も発展し今日に至っている。とくにドイツ工業製品の逸品が見られる。Carl Benz による世界最初の自動車 (Benz tricycle, 1886) のオリジナル (コピー数ある中の本物) から始まり、ドイツの工業の発展史を眺めることができる。世界最初の実用ジェットエンジン戦闘機 Messerschmitt Me 262 (1944) や、潜水艦 U-boot U1 (1906) の実物があり、当時のドイツの機体・船体建造、エンジン、電気系等での卓越した技術の粋を肌で感じることができる。もう一つの特徴は産業自体を展示していることである。炭鉱、製鉄所、発電所、石油化学プラントなどがあるものは実物で、あるものはジオラマモデルで精緻に表現している。ドイツの有名な重電機器、化学、音楽機器にいたる各メーカーと協力してこれらを展示している点が参考になる。化学コーナーでは滴定分析に始まり、多種多様な実験が実演されており、有機化学発祥の地としての誇りを感じ取ることができる。物理学、電気学しかり、まさに体験する博物館である。

3. 科学博物館

さてロンドンの科学博物館 [4]に進もう。正式名 The Science Museum に“London”はつかない。産業革命によって発展した近代科学・工業技術に関する所蔵では世界随一である。

科学博物館はロンドン市街の西、ハイドパークの南側のサウスケンジントンにある。ピカデリー駅から地下鉄で 10 分、下車徒歩 3 分にある。ゲートから中に一歩足を踏み入れれば、科学を志したものであれば心弾まずにはいられなくなる。かつて教科書や伝記絵本でみた蒸気機関等の産業機械、科学実験装置の本物が整然と並べられ、美しく輝いている。

この博物館は世界の博覧会の先駆けとなった 1851 年の大博覧会、The Great Exhibition の成功を契機に構想が作られ、1857 年にこの地にサウスケンジントン博物館として開かれ、大英等からのコレクションをもとに発展した。サウスケンジントン地区は大博覧会の折りに英国 Albert 皇太子の着想のもとに科学・芸術の地として開発され、19 世

紀の大英帝国の科学芸術に対する気分が味わえる。すなわち、北のハイドパーク沿いからロイヤルアルバートホール劇場、ロンドンインペリアルカレッジ、科学博物館そして自然誌博物館と並ぶ、また筋向かいにヴィクトリア&アルバート美術館がある。このエリアは19世紀当時の一大娯楽テーマパークであったといえる。

さて、展示室に入ろう。グランドフロアーには熱機関が一同に並ぶ。吹き抜けのスペースには良く整備された蒸気機関が置かれ動く様が頭部から底部まで眺められる。階を上がるとざっと見ただけでも電気、天文、化学、生物から都市工学、情報工学、薬学、材料科学、航空、船舶と延々と続く。展示は幅広い見学者の要望を良く理解して作られ、子供から大人、素人から玄人までが飽くこと無く楽しむ工夫が凝らされている。簡易にして要を得た説明、精密なカットモデル、触ってわかる各種原理モデル、歩きやすいレイアウトどれも心地良く楽しい。一方でこれら展示の裏には膨大なスタッフの活動が隠されている。彼らのお陰で展示物の維持は良く行き届いており、例えば展示物の日本製携帯電話すらも芸術品になってしまっている。覆いのショーケースから壁、フロアー、ドアの取手までも手入れが行き届いており、日頃から手間と時間をかけた気配りが見て取れる。ものを大事にする国民性を垣間みるときである。

3.1 ジュールの実験装置

私が最も強い印象を受けた展示物がある。各種体験コーナーの子供たちの喧噪を抜け3階（日本式の4階）に上がると、ひとけの少ない熱力学のコーナー、Heat and Temperature、がある。そこに熱力学第一法則の基礎になったジェームス・ジュール、James Prescott Joule (1818-1889)の実験装置がある[7]。熱エネルギーと運動エネルギーの等価性を実証した装置であり、読者諸兄も熱力学の教科書等でスケッチをご覧になったことと思う。とかく理論で考えがちな熱力学もこれを眺めると親しみがわく。彼が用いたリール付き回転翼攪拌部、攪拌槽と蓋が展示されている。実験では回転翼を縦置きに攪拌槽に収め、リールに巻かれた2本の細線の先端に各々重りを釣り、重りの位置エネルギーで回転翼を回転させ、槽内の水を攪拌しその温度変化を計った。装置製作は江戸末期1840年代である。造作はけして芸術的では無いが英国らし

い無骨で実直な点に親しみがもてる。ただし設計は合理的である。ご存知のように水は100mの落差分で0.3程度の昇温しかせず、容器熱容量、熱損失等を考えると実際の熱当量測定は容易では無かった。事実、測定は昇温度0.5~0.7で行われている[8]。彼は回転速度を高速にするため別途変速プリーを設けた。このため高速巻き取りに耐える細線部の工夫や、熱変換効率を上げるためバップル板を回転翼に間隙を極力狭めて設置、回転翼に補強棒を付ける等の設計が施されている。このように装置の実物がある故に、実験と目的のイメージは鮮烈になり、アイデアを具現化することができる。また、彼の生い立ちやライバルであったドイツのヘルムホルツらにも思いは膨らむ[9]。実物を見ることが理論の本質的な理解への重要なヒントであることを感じ、それを実践する博物館の姿勢に感心した。

3.2 フェア・プレー精神

展示物の豪華さもさることながら、英国の精神もそこにある。航空機コーナーに行く。そこにデ・ハビラント社製旅客機コメット (de Havilland Comet)のパネルコーナーがある。コメットは1949年に完成した世界最初のジェット旅客機であり、航空史上の重要な作品であった。不幸にして金属疲労が原因による度重なる墜落事故のために就航が中止され、ついには英国単独での旅客機事業をも断念させた原因となった。いわば英国産業史の負の象徴である。しかし、この史実も産業の進化の過程としてこのコーナーで公にされている。この博物館が作品を利益の対象と捉えず、人類進歩の歴史財産として公平に評価し残すことに配慮していることを伺うことができる。英国のフェア・プレーの精神がここにも見られる。

3.3 科学文化の継承

科学博物館には知的文化の記録とそれを継承する努力を感じる。ここでは博物館が過去の知の置き場ではなく、文化資産として次世代に科学の歴史を伝え、新たなインスピレーションを与える場となっている。特に若年層への配慮が篤く、彼らが科学に興味を惹くよう努力がなされている。周到なデザインの体験コーナーが好例である。また、17歳以下と引率の先生は入場料無料であることにもその心意気が示されている。ここを訪れた子

供達はこの科学文化を継ぐに違いない。一方膨大な展示物の整備、維持には多大な資金と労力を要する。多くの優秀なキュレーターによって、ジュエルの装置のみならず、今も増え続ける膨大なコレクションが維持されている。その経済コストは少なくない。しかし、科学博物館は科学文化の継承の場として人々に支持され活動を続けている。かの国の無言の自負をこのスペースに感じた。

話が堅くなってしまった。別にジュエルにこだわる必要は無い。階下にはフライトシミュレーターで航空疑似体験もでき、また超精密船舶モデルを楽しむのもまた良い。サンダーバード2号もある。はたまた科学の歴史を静かに整理するのもも有意義であろう。科学博物館は万人の知的な遊びの空間であるのだから。

4. 博物館のすすめ

ヨーロッパ的な言葉とし“Property”がある、日本人にとって不動産、金銭としての Property は理解できるが、Intellectual Property（ここでは特許のみならず広く知的な財産）の理解となると怪しくなる。上述のように彼の地では人類が生んだ芸術美のみならず、発見・創案した科学・工業的な作品も知的な財産とし評価し後世に伝える文化がある。昨今、ITの発達に伴いとかく Virtual な情報で満足してしまいがちである。デジタル化できるものは対象のほんの表層だけに過ぎず、本質に到底いたることはできない。本物を前にすると見ることで触れることがいかに大切かを痛感する。工業製品であれば本物から、何故その時その人々がそれを欲したのかを知り、その構造から技術レベルがつかめ、さらには細かな歪みやキズから作者の努力や意志をも汲み取れる。

わが国にも残すべき知的な財産が多々ある、なかでも 20 世紀後半以降の工業製品群は世界をリードし、人類社会に非常に重要な役目を果たした立派な財産であろう。テレビをはじめ時代毎に現れる家電3種の神器群、自動車、オートバイ、電卓・ゲーム機などの IT 製品にアニメーションやカップ麺。時間に正確な電車運行システムしかり。包装文化に根ざすパッケージデザイン、コマースルしかり。パリのオートクチュールにおいて他の追随を許さないファッションしかり。しかし残念なことに工業的名品・傑作を受け入れる博物館

が母国に極めて少ない。気付くとそれら重要な作品群は保存されぬゆえに次世代は歴史として俯瞰できず、猛烈な勢いで過去に忘れられようとしている。博物館はあるにはある。各企業、自治体のご努力で各地に散在している。しかし、統合的に眺めることができないゆえに、何故その製品が生まれ、それが次世代の何に影響を与えたのかを見ることは困難である。近年の理科離れとの関係は浅くはなからう。

そして重要なそれら財産は海外に渡り続ける... あらためて問う。世界の鉄道に革命を与えた日本の高速列車 SHINKANSEN の初代車両はどこで見られるか？それは海を渡り National Railway Museum (York, 英国) [10]に贈呈されている。鉄道史の重要なマイルストーンとして評価され、彼の地で可動状態のまま、他の歴史的機関車らとともに少なくとも数100年はYorkにその勇姿を示し続けるであろう。明治初期に浮世絵等の世界屈指の文化財が海外を渡った。百数十年後の今何が変わったのだろうか。

海外の博物館を訪れる度に、それらのコレクションの素晴らしさと日本の現状との差に気付かずにいられない。本物を見ることは最も確実な技術伝承法といえる。先人の残した知的な財産を見極め収集し大切に保存し一堂にこれらを示すことは重要である。文化・技術の継承発展のために、わが国の Museum 文化のより良い進歩を望むのは筆者だけだろうか。

参考文献

- [1] <http://www.mfa.org/>
- [2] <http://www.deutsches-museum.de>
- [3] <http://www.nhm.ac.uk>
- [4] <http://www.sciencemuseum.org.uk>
- [5] <http://www.british-museum.ac.uk>
- [6] <http://www.arts-et-metiers.net>
- [7] Science Museum, *Inside the Science Museum*, NMSI Trading Ltd. (2001) 39.
- [8] Joule, J. P., *The Physical Society of London*, 298-329 (1884).
- [9] Cardwell, D., *James Joule, a biography*, Manchester Univ. Press (1989).
- [10] <http://www.nrm.org.uk>

ISMNT-1 の報告
Report on ISMNT-1

伊藤 衡平 (九州大学)
Kohei ITO (Kyushu University)

1. はじめに

ある時、東工大の伏信先生から、「ISMNT-1 国際会議で、何か話してみない」と連絡が入った。聞き慣れない会議だと思いつつ、春にハワイで開催されるということで、飛びつき OK した。

2. ISMNT-1 の位置付けと内容

「ISMNT-1」は、The 1st International Symposium on Micro & Nano Technology の略である。「マイクロ・ナノ技術は多くの分野に革新的な展開をもたらしている。このような背景を踏まえ、マイクロ・ナノ技術に携わる技術者、研究者が会し、情報交換できる場を供する」目的で、小松エレクトロニクス井上社長を議長に、the Pacific Center of Thermal-Fluid Engineering をスポンサーに、ハワイ・ホノルルで、2004 年 3 月 14 日～17 日の日程で開催された会議である。

会議では、154 件の発表、8 件のキーノートレクチャーがあり、アジアを中心に 12 カ国から、180 人もの人々が集ったようである。発表内容を、セッション名を利用して分類すると、表 1 のようである。マイクロ・ナノ技術に関する研究が、多岐に渡って報告されたのが分かる。小生の専門外の報告も多かったが、情報収集の絶好の機会と捉え、セッションをつまみ食いし、例によってつまらない、素朴な質問を連発した。勉強になった一方で、ご迷惑をおかけした諸氏に、ここでお詫び申し上げたい。

国別、産官学別のデータを持ち得ないが、雑駁、バランスの取れた参加者構成と感じた。特筆すべきは、台湾からの参加であろうか。参加者数、発表数、その内容ともに、充実していると感じた。その理由が、台湾の S.H.Chan 先生のキーノートレクチャーから明らかになった。「台湾では、国を挙げてナノテク事業を進めている。お金、人、組織

を充足させ、ナノテクに関する研究開発、及び教育を戦略的に進めている。」と講演された。この流れで、「第二回の ISMNT は、2006 年台湾で開催される」ことも分かった。

3. 会場の話

会場は「Waikiki Beach Marriot Resort」ホテルであった。ホテルの名の通り、ワイキキビーチ(写真 1)が目の前に広がっていた。また、セッションルームと正に隣接してプール(写真 2)があり、大変誘惑の多い会場であった。バンケットの時の、井上議長「参加者登録数のわりには、寂しいセッションがありました。ビーチを優先された方がおられるようで」の挨拶には、一同爆笑であった。

他、会場にまつわる話と云えば、「パソコン持参式の発表」があげられよう。ノートパソコンが安くなったおかげであろうか。各自、ノートパソコンを持参し、会場のプロジェクターに接続し、発表する形式であった。当初、プロジェクターとの相性を心配したが、無事に接続できて安堵した。

表 1 発表の分類

セクション名	発表数
MEMS	5
Bubble	11
Materials Processing	12
μ TAS	8
Molecular Dynamics	26
Thermoelectric Cooling	5
Micro Flow Visualization	8
Microfluidics	23
Heat Transfer	12
Biomedical	2
Thermal Management of Electronics	13
Biosensor	7

私も含めて、大きな接続トラブルがなかったようである。

4. 蛇足：ハワイ再考

ハワイの美しい海や、観光地独特の開放的なふいん気を気に入っている。特にオアフ島は、自然を満喫できると同時に、都会的な機能性を持ち合わせているので気に入っている。そういった理由で、これまでに複数回訪れている。

お決まりのマリンスポーツやドライブ、夜のお酒やショッピングに満足できず、少しダープな体験をしたくなった。ツアーパッケージのパンフレットを見ていると、「ハイキングツアー」に目が止まった。なんでもオアフ島にある山を、ガイドさんと一緒に、2～3時間かけてハイキング。途中、滝あり、珍しい植物・鳥あり。なんとも面白そうで、即予約・参加した。

写真3の山を、登ったわけである。残念ながら、山の名前を忘れた。小生の顔が少々不機嫌なのは、「こんなに険しい山をのぼるのか」の心情の表れであろう。実際に登りはじめてみると、全然きつくなかった。プロのガイドさんが上手に道を選び、適度に休憩を挟み、折に触れて様々な植物や鳥(写真4)の話をしてくれたので、あっという間に終わった。例によって小生の英語力では、ガイドさんの英語がほとんど聞き取れなかったが、「オアフ島にはこんな所もあるんだ」と満足し、無事ツアーを終えた。

以上のように、ハワイの魅力进行再考した。冒頭、「ハワイと聞いて飛びつき OK」と記したのは、ハワイの魅力を伏線として張るためであった。

5. おわりに

日本からは副議長の石塚先生(富山県立大)、井上先生(東工大)をはじめ、顔なじみの諸氏が参加されていた。最近の研究などを話のネタに、親交を深めることが出来た。こうして有意義に時間を過ごせたのは、準備・実行部隊の多大な御尽力あってこそ、だと思う。

また、石塚先生、伏信先生、東工大の中別府先生、九工大の宮崎先生、ソニーの矢澤氏、コーセルの小泉氏、コマツの高尻氏には、この報告をまとめるにあたって情報を提供頂いた。この場をかりてお礼を申し上げたい。



写真1 会場付近のワイキキビーチ



写真2 セッション室に隣接していたプール



写真3 ハイキングした山



写真4 ハイキング中に見かけた鳥

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

平田 哲夫 (信州大学)
Tetsuo HIRATA (SHINSHU University)

支部総会・春季セミナー

監 事 姫野修廣(信州大学),
森 茂(金沢大学)

日 時 : 平成 16 年 5 月 8 日(土) 11 : 15~16 : 30
場 所 : 富山県立大学・大講義室
参加者 : 64 名 (会員 35 名, 学生 29 名)

1. 支部総会

- ① 第 7 期 (平成 15 年度) 事業報告及び決算報告について
- ② 第 8 期 (平成 16 年度) 支部役員の選出について
- ③ 第 8 期 (平成 16 年度) 学会理事及び評議員候補者の選出について
- ④ 第 8 期 (平成 16 年度) 事業計画及び予算案について
- ⑤ その他
- ⑥ 第 7 回支部賞贈呈式

功績賞 : 宮下 尚 (富山工業高等専門学校校長)
研究奨励賞 : 義岡秀晃 (富山商船高等専門学校
助教授), 松原幸治 (新潟大学助教授)

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

2. 第 8 期(平成 16 年度)支部役員

支 部 長 日向 滋(信州大学)
副支部長 平田哲夫(信州大学)
瀧本 昭(金沢大学)
幹 事 石川正昭(信州大学),
松原幸治(新潟大学),
平澤良男(富山大学),
多田幸生(金沢大学),
永井二郎(福井大学)

3. セミナー講演会

- (1) Quantum Molecular Dynamic study on energy transfer at surfaces and interfaces of low-dimensional nanostructures

*Tatiana Zolotoukhina (富山大)

[概要] ナノ構造物の表面や界面におけるエネルギー伝達を量子効果の観点から検討するために, 1)水素分子とナノサイズの孔との干渉, 2)遷移金属クラスター・ナノワイヤの静的エネルギーレベル状態とその状態の外場依存性に関して調べた. 水素分子のような軽い分子は極めて小さな孔のとき量子効果が強く発現し, 孔が大きくなると量子効果は消滅し古典的な挙動をすること, また, 遷移金属クラスターやナノワイヤのエネルギーレベル状態は量子効果のために表面原子に強く依存し, その結果, 弱い外場によってさえも容易に変わることが示された.

- (2) 液体の波動方程式に関する分子動力学的研究

*岩城敏博 (富山大)

[概要] 分子動力学法の利用は, 1) 電子の運動を取入れた量子効果, 2) 電子運動を平均化したナノ領域における物理現象, 3) 原子・分子の運動と連続体力学とのつながりに大別できるが, 3)に関する考察として, 非平衡, 非定常の代表的な現象である液体における波の伝播を取り上げ, 局所空間, 局所時間について検討を行った. L-J 粒子系の 2 次元分子動力学を用いて得られた伝播速度が波動方程式の波の伝播速度に一致するかについて比較検討がなされた.

(3) 分子動力学における圧力に関する研究

*加藤嘉一 (富山大院), 寺西恒宣 (富山高専), 岩城敏博 (富山大)

[概要] ナノテクノロジーが要求する非常に小さな空間では, 十分な平均化処理が必ずしも可能ではなく, 具体的にどれくらいの時間や粒子数が平均化に必要なのが問題となる. そこで圧力に関して以下の3通りの定義, 1) 時間平均の後に集合平均を行う場合, 2) 集合平均の後に時間平均を行う場合, 3) 粒子が平均的に領域内に存在する場合のそれぞれについて圧力と領域の大きさとの関係について検討を行った. その結果, 平均時間の長さや集団平均に要する粒子数だけでなく, 時間平均と集団平均の順序も重要であることなどを示した.

(4) 格子ボルツマン法による多孔質体中の熱流動解析

*喜多野一幸 (富山大), 瀬田剛 (富山大), 奥西泰之 (富山大), 竹越榮俊 (富山大)

[概要] 複雑形状をした多孔質の境界条件を有限差分法などで設定することの困難さを避けるため, 境界条件の設定が比較的容易でありマイクロ機構論に基づく格子ボルツマン法(LBM)を用い, 多孔質体内の熱流動解析を行った. その結果, 格子ボルツマン法が多孔質体内の熱流動解析に適用可能であることを示した.

(5) 凝固界面進行に伴う溶存気体の掃き出し・捕捉現象

青木和夫(長岡技科大), 赤堀匡俊(長岡技科大), 小泉明 (長岡技科大), *星野督亮 (長岡技科大)

[概要] 溶存空気を含む水が下方から凝固する場合, 凝固層は気泡の形成状態により, 小さな孤立気泡が多数含まれる白濁氷層, 気泡の成長が凝固方向に連続する筋状氷層, 気泡を含まない透明氷層の領域に分かれる現象について, さらに溶存空気が飽和及び不飽和状態の場合について, それぞ

れ上方及び下方から凝固する場合の凝固層に含まれる溶存気体の形成を実験的に検討した.

(6) 傾斜冷却面への飽和湿り空気の凝縮熱伝達

*増田智春 (福井大院), 仲野達也 (福井大院), 永井二郎 (福井大), 竹内正紀 (福井大)

[概要] 太陽熱淡水化装置では冷却面は様々な傾斜角で設置される. そこで大気圧下での飽和湿り空気 40°C~95°C について冷却面傾斜角を 0°~180° 変えた場合の体積力対流凝縮熱伝達を実験的に検討した. その結果, 冷却面角度が 0°~105° においては凝縮熱伝達率はほぼ一定の値となる結果が得られた.

(7) 光触媒に凝縮を併用した空間内臭気除去システムの開発

瀧本 昭 (金沢大), 多田幸生 (金沢大), 大西 元 (金沢大), *宮田好司 (金沢大院)

[概要] 光触媒の持つ強力な酸化分解力に, 凝縮によるガス吸収効果を併用した高性能脱臭の方式を提案している. 密閉空間を対象に臭気除去量や臭気除去速度などを測定し凝縮速度の影響などについて, 乾式法及び光触媒を使用しない凝縮ガス吸収法と比較している. その結果, 本方法が従来方式に比べ有効であること, また, 最適液膜厚さが示され操作条件の最適化や高効率化に対する知見が得られた.

(8) 分岐管による固液二相流の分配特性(水平方向の流入から上か下に分岐する場合)

*山本 司 (福井大院), 太田淳一 (福井大), 貝沼洋介 (福井大院), 藤本陽三 (福井大)

[概要] 低濃度の固液二相流を分岐管でさらに低濃度化する方法について, 重力方向に対して上向又は下向に直角に分岐する水平流路を用いて実験的に検討した. その結果, 分岐特性は定性的には高濃度で得られたものと同じであるが, 定量的には流速比に対する低濃度化の勾配が大きいことを示した.

行事カレンダー

行事カレンダー

本会主催行事

開催日		行事名 (開催地, 開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2004年						
11月	24日(水)～ 26日(金)	国際伝熱フォーラム International Forum on Heat Transfer(IFHT2004) (京都リサーチパーク、京都市)	'04.2/29	'04.7/31	〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1 東北大学流体科学研究所 円山重直 Tel&Fax: 022-217-5243 E-mail:maruyama@ifs.tohoku.ac.jp 〒599-8531 堺市学園町 1-1 大阪府 立大学大学院工学研究科 機械系専攻 エネルギー機械工学分野 中部主敬 Tel:072-254-9224 Fax: 072-254-9904 E-mail:nakabe@energy.osakafu-u.ac.jp http://www.ifht2004.energy.osakafu-u.ac.jp/	1月号

本会共催, 協賛, 後援行事

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
2004年						
7月	15日(木)、 16日(金)	日本機械学会関西支部第270回講習会 「設計に使える熱流体解析の基礎と応用」 (大阪科学技術センター、大阪)	'04.7/7 (申込締切)		〒550-0004 大阪市西区靱本町 1-8-4 大阪科学技術センター内 (社)日本機械 学会関西支部 Tel:06-6443-2073 Fax:06-6443-6049 E-mail:jsme@soleil.ocn.ne.jp http://www.kansai.jsme.or.jp	
7月	19日(月)～ 21日(水)	第32回可視化情報シンポジウム (工学院大学新宿校舎、東京)	'04.2/27	'04.5/17	〒114-0034 東京都北区上十条 3-29-20-103 (社)可視化情報学会事務局 Tel:03-5993-5020 E-mail:info@vsj.or.jp http://www.vsj.or.jp/sympo2004	
7月	24日(土)、 25日(日)	日本実験力学学会 2004年度年次講演会 (戦災復興記念館、仙台)	'04.4/16	'04.5/28	〒980-8575 仙台市青葉区星陵町 4-1 東北大学大学院歯学研究科 口腔器 官構造学分野 小西通雄 Tel:022-717-8283 Fax:022-717-8284 E-mail:konishi@anat.dent.tohoku.ac.jp http://moire.sys.wakayama-u.ac.jp/JSEM/	
8月	5日(木)～ 7日(土)	日本混相流学会年次講演会 2004 及び第23回混相流シンポジウム (岡山大学津島キャンパス、岡山市)	'04.3/26	'04.6/11	〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1 岡山 大学工学部機械工学科伝熱工学研究室 内 日本混相流学会年次講演会 2004 及び 第23回混相流シンポジウム事務局 E-mail:jsmf@heat6.mech.okayama-u.ac.jp http://heat6.mech.okayama-u.ac.jp/jsmf/index.html	
8月	9日(月)～ 11日(水)	日本流体力学会年次講演会 2004 (名古屋大学工学部)	'04.3/31	'04.6/18	日本流体力学会年次講演会 2004 運営委員会 http://fluid.nuac.nagoya-u.ac.jp/jsfm-c/NE NKAI2004/ あるいは http://www.nagare.or.jp/	
8月	29日(日)～ 9月3日(金)	第24回国際航空科学会議横浜大会(24th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, 2004, Yokohama) (パシフィコ横浜国際会議場、横浜市)	'03.7/31		〒105-0004 東京都港区新橋 1-18-2 日 本航空宇宙学会 第24回国際航空科学 会議事務局 Tel : 03-3519-4808 Fax:03-3519-9998 e-mail: icas@jsass.or.jp http://www.jsass.or.jp/icas	
9月	27日(月)～ 28日(火)	可視化情報学会全国講演会 (愛媛 2004) (放送大学愛媛学習センター、松山市)	'04.5/28	'04.7/23	〒790-8577 松山市文京町 3 愛媛大 学工学部機械工学科 榎原秀樹 Tel/Fax: 089-927-9721 e-mail: vsj2004@adm.ehime-u.ac.jp http://www.vsj.or.jp/ehime/	
10月	4日(月)～ 8日(金)	第6回原子炉熱流動と運転及び安全性に関する国際会議 (NUTHOS6) (奈良県新公会堂、奈良市)	'03.12/15 (Abstract)		e-mail: info@nuthos6.org http://www.nuthos6.org	
10月	22日(金)	第8回スターリングサイクルシンポジウム (日本大学理工学部、東京都)	'04.5/28	'04.9/10	〒160-0016 東京都新宿区信濃町 35 信 濃町煉瓦館 5階 社団法人 日本機械 学会 滝本 Tel : 03-5360-3507 e-mail:takimoto@jsme.or.jp	

行事カレンダー

11月	11日(木)、 12日(金)	AFI/TFI-2004 Fourth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration (仙台国際センター、仙台市)	'04.7/15 (Abstract)	'04.8/31	http://www.ifs.tohoku.ac.jp/afi-tfi-2004/	
11月	17日(水)、 18日(木)	「可視化フロンティア」第2回サイエンティフィック・ビジュアルゼーション講習会			〒114-0034 東京都北区上十条3-29-20-103 社団法人 可視化情報学会 事務局 長 柿沼肇 Tel : 03-5993-5020 Fax: 03-5993-5026 e-mail: info@vsj.or.jp http://www.vsj.or.jp	
11月	13日(土)、 14日(日)	熱工学コンファレンス 2004 (東北大学工学部、仙台市)	'04.6/11	'04.9/10	〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 東北大学大学院工学研究科機械知能工学専攻 熱工学コンファレンス 2004 実行委員会委員長 太田照和 e-mail: ota@cc.mech.tohoku.ac.jp http://www.e-kenkyu.com/JSME-TEC2004	
12月	1日(水) ～ 3日(金)	日本地熱学会平成16年度学術講演会			〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646 電力中央研究所 地圏科学領域 海江田秀志 Tel : 04-7182-1181 Fax: 04-7183-3182 e-mail: kaieda@criepi.denken.or.jp http://wwwsoc.nii.ac.jp/grsj/	
12月	4日(土)、 5日(日)	第11回エコテクノロジーに関するアジア国際シンポジウム (ASET11) (富山国際会議場、富山市)			〒939-8630 富山市本郷町13 富山工業高等専門学校内 ASET 事務局 袋布昌幹 Tel : 076-493-5479 Fax : 076-492-3859 http://www.toyama-nct.ac.jp/event/aset/	
2月	3日(木) ～ 4日(金)	11 th Symposium on "Microjoining and Assembly Technology in Electronics"(Mate2005)	'04.9.1	'04.11.19	〒101-0025 東京都千代田区神田佐久間町1-11 (社) 溶接学会 Mate2005 事務局 Tel : 06-6879-4166 Fax: 06-6879-4166 e-mail : mate@casi.osaka-u.ac.jp	

社団法人日本伝熱学会第42期 (平成15年度)総会議事録

1. 日 時 平成16年5月27日 (木) 16時10分～17時10分
2. 場 所 富山県富山市大手町1番2号 富山国際会議場
3. 正会員数 1,192名
4. 出席者 673名 (うち委任状出席 546名). これは定足数 (正会員数の過半数) を上回り, 総会は成立した.

5. 議事経過
議長に荻野 文丸氏を選出し, 次の議案について逐次審議した.

第1号議案 第42期事業報告の件
議長より, 社団法人日本伝熱学会第42期 (平成15年度)総会議案 (以下, 総会議案と呼ぶ) の第1号議案 第42期事業報告について諮り, 満場一致でこれを可決した.

第2号議案 第42期会務報告の件
議長より, 総会議案の第2号議案第42期会務報告について諮り, 満場一致でこれを可決した.

第3号議案 平成15年度収支決算の件
議長より, 総会議案の第3号議案平成15年度収支決算について諮り, 満場一致でこれを可決した.

第4号議案 平成16年度事業計画および収支予算案の件
議長より, 総会議案の第4号議案平成16年度事業計画および収支予算案について諮り, 満場一致でこれを可決した.

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

日本伝熱学会学術賞

- ・代表研究者: 小澤 守 (関西大学)
- 共同研究者: 松本 亮介 (関西大学)
- 大西 崇之 (クボタ)
- 石原 勲 (関西大学)
- ・代表研究者: 小原 拓 (東北大学流体科学研究所)
- 共同研究者: Arun MAJUMDAR (University of California, Professor)

日本伝熱学会技術賞

- ・代表研究者: 功刀 資彰 (京都大学)
- 共同研究者: 向 勝巳 ((株)伊勢屋機械製作所)
- 芝原 正彦 (大阪大学)

日本伝熱学会奨励賞 なし

日本伝熱学会優秀プレゼンテーション賞
(学年, 所属は第40回日本伝熱シンポジウム当時)

- 伊吹 竜太 (東北大学)
- 多ヶ谷 恵美 (東京理科大学)
- 寺西 一浩 (東京工業大学)
- 村上 陽一 (東京大学)

日本伝熱学会中国四国支部企画

第16回中四国伝熱セミナー・阿波池田のご案内

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

日時：平成16年9月10日（金）～11日（土）

場所：阿波池田簡易保険保養センター

〒778-5251 徳島県三好郡池田町白地字本名165-6 (TEL 0883-74-0011)

交通案内：徳島自動車道井川池田ICから国道192号線を西へ6km（車で10分）

JR阿波池田駅よりタクシーで8分

URL: <http://www.fukushi.kampo.japanpost.jp> に交通案内があります。

参加費：一般10,000円、学生7,000円（宿泊、食事、懇親会とテキスト代含む）

定員：70名（先着順に受け付けます。どなたでも参加できます。）

申込方法：「伝熱セミナー・阿波池田」と明記の上、参加者の氏名、所属、一般、または学生の区別、連絡先住所、電話番号、E-mailアドレスを記入し、下記へE-mail、はがきまたはFAXでお申し込み下さい。なお、申し込み後の取り消しはご遠慮下さい。

申込締切：8月25日（水）

申込先：〒770-8506 徳島市南常三島町2-1

徳島大学工学部機械工学科

熱工学研究室 清田正徳

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

TEL : 088-656-7374 FAX : 088-656-9082(共用)

プログラム

9月10日（金）

12:00-12:50 受付

13:00-13:10 開会挨拶

13:10-14:20 CO₂の海洋隔離と地中処理の原理と実現性 綾 威雄（海上技術安全研究所）

14:20-15:30 CO₂深海貯留実海域実験の進展 山根 健次（海上技術安全研究所）

15:30-16:00 休憩

16:00-17:10 家庭用コージェネレーションの開発 越智 雅人（大阪ガス）

18:00-20:00 懇親会

9月11日（土）

9:00-10:10 燃料電池開発 歴史、現状、未来/従来型コージェネとの比較

一本松 正道（大阪ガス）

10:10-11:20 ガスハイドレート利用研究の現状と課題 菅原 武（大阪大学基礎工学部）

11:20-11:30 閉会挨拶

記念写真撮影、昼食後解散

九州大学大学院工学研究院機械科学部門教員公募

1. 公募人員 助教授または講師 1名
2. 所 属 九州大学大学院工学研究院機械科学部門
3. 講 座 熱工学講座
4. 研究分野 熱エネルギー変換，熱エネルギーシステム，熱流動現象，冷凍・空調・蓄熱など
5. 講義科目 伝熱工学，熱エネルギー変換，機械工学設計製図，機械工学実験など
6. 応募資格 (1) 博士の学位を有して，上記の研究分野に関して実績を有し，教育熱心な方
(2) 公募締切り時点で40歳以下の方
7. 着任時期 採用決定後できるだけ早い時期（2005年1月1日以降）
8. 任 期 5年（ただし，5年ごとに審査の上再任可）
9. 提出書類 (1) 履歴書（写真貼付，連絡先とE-mailを明記）
(2) 研究業績（学術論文，国際会議 Proceedings，原著・編著書，総説・学術資料等，
発明・考案・特許等，その他（掲載決定論文，講演発表数等）に分類）
(3) 教育実績（公開講座，社内教育等を含む）
(4) 学会および社会における活動等（所属学協会およびその学協会での役員・委員歴，
国際会議委員歴，受賞歴等）
(5) 科学研究費，共同研究・受託研究等の競争的研究資金の獲得状況
(6) これまでの研究の概要（2000字以内）
(7) 今後の研究計画（2000字以内）
(8) 教育と研究に対する抱負（1000字以内）
(9) 代表的な論文の別刷り（5編以内，各1部，コピー可）
(10) 応募者について意見を伺える方1名以上の氏名，所属および連絡先
10. 公募締切 平成16年9月17日（金）必着
11. 選考方法 第一次は書類審査を実施し，合格者に対する二次審査は面接（プレゼンテーションを含む）により行う（10月上旬から下旬まで）
12. 応募書類提出先および問合せ先
〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1
九州大学大学院工学研究院機械科学部門 教授 森 英夫
Tel. 092-642-3481 Fax. 092-641-9744 E-mail : mori@mech.kyushu-u.ac.jp
※「応募書類在中」と朱書し，簡易書留にて郵送して下さい。なお，応募書類は返却いたしませんので，予めご了承下さい。

「伝熱」原稿の書き方

How to Write a Manuscript of Dennetsu

伝熱 太郎 (伝熱大学)

Taro DENNETSU (Dennetsu University)

1. はじめに

以下の注意事項に留意して、原稿を作成すること。

2. 「伝熱」用原稿作成上の注意

2.1 標準形式

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

表 1 原稿の標準形式

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

2.2 見出しなど

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

2.3 句読点

句読点は、および、を用い、、や、は避けること。

2.4 図について

図中のフォントは本文中のフォントと同じものを用いること。

2.5 参考文献について

2.5.1 番号の付け方

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

2.5.2 参考文献の引き方

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

参考文献

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

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

伝熱学会のホームページ <http://www.htsj.or.jp/>

または学会誌「伝熱」のホームページ

会告・記事のテンプレート

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

転載許諾願申請フォーム

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

事務局からの連絡

1. 学会案内と入会手続きについて

【目的】

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

【会計年度】

会計年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日までです。

【会員の種別と会費】

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

【会員の特典】

会員は本会の活動に参加でき、次の特典があります。

1. 「伝熱」, 「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」を郵送します。

(本年度発行予定：5, 7, 9, 11, 1, 3月号)

- ・正会員、学生会員、名誉会員、推薦会員に1冊送付
- ・賛助会員に口数分の冊数送付

2. 「日本伝熱シンポジウム講演論文集」を無料でさしあげます。

- ・正・学生・名誉・推薦の各会員に1部、賛助会員に口数分の部数(但し、伝熱シンポジウム開催の前年度の3月25日までに前年度分までの会費を納入した会員に限る)

【入会手続き】

正会員または学生会員への入会の際は、入会申込用紙にご記入の上、事務局宛にファックスまたは郵送で送り、郵便振替にて当該年度会費をお支払い下さい。賛助会員への入会の際は、入会申込用紙にご記入の上、事務局宛にファックスまたは郵送でお送り下さい。必要があれば本会の内容、会則、入会手続き等についてご説明します。賛助会員への申込みは何口でも可能です。

(注意)

- ・申込用紙には氏名を明瞭に記入し、難読文字にはJISコードのご指示をお願いします。
- ・会費納入時の郵便振替用紙には、会員名(必要に応じてフリガナを付す)を必ず記入して下さい。会社名のみ記載の場合、入金の手続きができず、会費未納のままとなります。
- ・学生会員への入会申込においては、指導教官による在学証明(署名・捺印)が必要です。

2. 会員の方々へ

【会員増加と賛助会員口数増加のお願い】

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

【会費納入について】

会費は当該年度内に納入してください。請求書はお申し出のない限り特に発行しません。会費納入状況は事務局にお問い合わせ下さい。会費納入には折込みの郵便振替用紙をご利用下さい。その他の送金方法で手数料が必要な場合には、送金者側の負担にてお願い致します。フリガナ名の検索によって入金の手続きを行っておりますので会社名のみで会員名の記載がない場合には未納扱いになります。

【変更届について】

(勤務先, 住所, 通信先等の変更)

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

(賛助会員の代表者変更)

賛助会員の場合には, 必要に応じて代表者を変更できます.

(学生会員から正会員への変更)

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

(変更届提出上の注意)

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

【退会届について】

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

【会費を長期滞納されている方へ】

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

3. 事務局について

次の業務を下記の事務局で行っております.

事務局

《業務内容》

- i) 入会届, 変更届, 退会届の受付
- ii) 会費納入の受付, 会費徴収等
- iii) 会員, 非会員からの問い合わせに対する応対, 連絡等
- iv) 伝熱シンポジウム終了後の「講演論文集」の注文受付, 新入会員への学会誌「伝熱」, 論文集「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」発送, その他刊行物の発送
- v) その他必要な業務

《所在地》

〒113-0034 東京都文京区湯島2-16-16
社団法人 日本伝熱学会
TEL, FAX : 03-5689-3401
E-MAIL: htsj@asahi-net.email.ne.jp
HP: <http://www.htsj.or.jp>
(土日, 祝祭日を除く, 午前10時~午後5時)

(注意)

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

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1
東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻
笠木 伸英
TEL: 03-5841-6417 FAX: 03-5800-6999
E-Mail : htsj@thtlab.t.u-tokyo.ac.jp

「伝熱」会告の書き方

大きさは, 縦 115mm 以内, 横 170mm 以内に収まるようにしてください.
この範囲に入らないものは, 「伝熱」原稿の書き方に従ってください.

「伝熱」会告の書き方のテンプレート (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/den_guide.html

寄付会費（2004.4～2004.7.2） 80名

資格	氏名	勤務先	資格	氏名	勤務先
正	中島 雅祐	石川島播磨重工業（株）	学生	青山 剛士	信州大学 大学院機械システム工学科
正	向笠 忍	愛媛大学 工学部	学生	角田 憲隆	東京工業大学 大学院理工学研究科
正	青柳 喜久	（株）メープル技術研究所	学生	朴 鍾徳	神戸大学 海事科学部
正	八賀 正司	富山商船高等専門学校	正	井上 誠	小松エレクトロニクス（株）
正	竹内 誠一	産業技術短期大学	学生	朴 相戴 (Park Chang-Dae)	琉球大学 工学部
正	梶田 欣	名古屋市工業研究所	正	生田 裕也	三菱電機（株）生産技術センター
正	永田 光夫	セイコーエプソン（株）	正	添田 晴生	大阪電気通信大学
正	棚橋 高成	日本アイ・ピー・エム（株）	正	高橋 桂子	（独）海洋研究開発機構
正	西田 耕介	東京工業大学	学生	ALY Wael Ibrahim Ahmed	岡山大学 自然科学研究科
正	岡本 寛	島根大学 総合理工学部	学生	大川 大輔	東京大学 大学院工学系研究科
学生	増田 智春	福井大学 工学部	学生	長島 啓介	群馬大学 大学院工学研究科
学生	横山 大志	宇都宮大学 大学院工学研究科	学生	田中 肇	北海道大学 大学院工学研究科
学生	西野 貴文	京都大学 大学院工学研究科	学生	梅木 信彦	北海道大学 大学院工学研究科
学生	定道 有頂	三重大学 大学院工学研究科	学生	奥村 真澄	東北大学 大学院工学研究科
学生	清水 達哉	三重大学 大学院工学研究科	学生	富樫 ひさえ	東北大学 大学院工学研究科
学生	鈴木 潤	北海道大学 大学院工学研究科	学生	井澤 宏昌	金沢工業大学 大学院
学生	宮田 好司	金沢大学 大学院自然科学研究科	学生	森本 賢一	東京大学 大学院工学系研究科
学生	田中 真人	久留米工業高等専門学校	学生	中川 和人	東北大学
学生	杉岡 真宏	大阪府立大学 大学院工学研究科	学生	若林 太郎	北海道大学 大学院工学研究科
学生	新井 崇洋	筑波大学 大学院システム情報工学研究科	学生	千葉 紘太郎	北海道大学 大学院工学研究科
学生	千足 昇平	東京大学 工学系研究科	学生	林 知生	北海道大学 大学院工学研究科
学生	中田 勝啓	北海道大学 大学院工学研究科	正	広瀬 義幸	住友電気工業（株）
正	江藤 淳朗	九州大学 大学院工学府	正	大野 裕司	東芝キャリア（株）
正	牧田 和志	川重冷熱工業（株）	正	森田 善幸	（株）本田技術研究所
正	佐藤 博	日本原子力研究所	正	大澤 充	（株）本田技術研究所
正	河野 正道	九州大学 大学院	正	早瀬 岳	サムスン電子（株）
正	加藤 敦史	高砂熱学工業（株）総合研究所	正	チン ウェイ	シャープ（株）
学生	實生 達朗	東京工業大学 大学院理工学研究科	正	鈴木 裕	（株）ヤチダ
正	窪田 光宏	名古屋大学 大学院工学研究科	正	岩崎 正道	富士電機アドバンステクノロジー（株）
正	藤原 真人	日機装（株）	正	工藤 奨	芝浦工業大学
正	松本 圭司	日本アイピーエム（株）	正	上野 裕平	有限会社エフテクノ
学生	矢尾 俊介	東京工業大学大学院総合理工学研究科	正	田中 貴博	石川島播磨重工業（株）
学生	東根 光善	大阪市立大学 大学院工学研究科	正	森田 慎一	独立行政法人国立高等専門学校機構
正	安原 薫	山形大学 工学部	正	藤岡 裕記	ダイキン工業（株）
正	堀 紀弘	（株）ノーリツ	正	名田 譲	千葉科学大学
正	清滝 和雄	日新電機（株）	正	森 英明	（株）日立製作所
学生	後藤 晃権	東北大学 大学院工学研究科	学生	小野寺 博樹	東京工業大学
学生	大庭 みゆき	九州大学 大学院工学研究科	学生	須賀 良介	青山学院大学 理工学部
正	福島 賢	JFE スチール（株）	正	首藤 登志夫	北見工業大学
正	佐谷野 顕生	（株）東芝 京浜事業所	正	静谷 光隆	（株）日立製作所 機械研究所

日本伝熱学会正会員・学生会員入会申込み・変更届出用紙

(右の該当に○を記入)

1. 正会員・学生会員入会申込書

2. 変更名 (書面による届出のみ受け)

(注意)

・楷書体で明瞭に記入

・氏名にふりがなを付す

・通信文は余白に記入

・申込時に郵便振替にて会費納入

0	申込年月日					年					月					日
1	会員資格	正・学														
2	氏名															
3	ふりがな															
4	生年月日	1	9			年										日
5	* 勤務先・ 学校	名称														
6		〒	—													
8		所在地														
10		TEL														
11		FAX	共通・専用													
12	電子メール															
13	自宅	〒	—													
14		住所														
16		TEL														
17		FAX														
18	通信先**	勤務先・自宅					自宅情報を会員名簿に記載しない...									
19	学位															
20	最終出身校															
21	卒業年次	T・S・H														
22	分専	基礎的分野	・		←(下記の専門分野の番号)											
23	野門	応用分野	・													
24	学生会員の場合:指導教官名***															印

※専門分野

基礎的分野

- 1: 強制対流 2: 自然対流 3: 表面張力駆動対流 4: 沸騰・蒸発・凝縮 5: 混相流
6: 融解・凝固 7: 熱伝導 8: 放射 9: 反応・燃焼 10: 物質移動
11: 多孔質伝熱 12: 極低温 13: 熱物性 14: 計測・可視化 15: 数値シミュレーション
16: EHD・MHD 17: 混合物 18: マイクロ伝熱 19: 分子スケール伝熱 20: その他 ()

応用分野

- 1: 熱交換器 2: 畜熱 3: 冷凍・空調 4: 電子機器・情報機器 5: ヒートパイプ・熱サイフォン
6: 航空・宇宙機器 7: 海洋機器 8: 火力発電プラント 9: ガスタービン 10: 地熱
11: 燃料電池 12: 熱電変換 13: エネルギー貯蔵 14: 原子力発電プラント 15: 製鉄
16: 材料・加工 17: 流動層 18: 廃棄物処理 19: 生体・人間熱科学 20: バイオ・食品
21: エンジン 22: 住環境 23: 都市環境 24: 地球環境 25: 建築・土木
26: MEMS 27: レーザー 28: グリーンエネルギー・小型分散エネルギー 29: その他 ()

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

**) 郵送物発送先として通信先を必ず記入する.

***) 学生会員入会申込者は, 指導教官の署名・捺印を受ける.

****) 会員名簿等作成時に自宅情報の掲載を希望しない場合はレ点をつける.

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		所在地												
7		TEL												
8		FAX												
9	口数	口												
10			共通・専用											

日本伝熱学会入会のご案内

- 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。
- 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)
- 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。
- 本学会では、事務作業簡素化のために会費の領収書の発行は郵便振替や銀行振込の控えをあてています。簡単な書式の領収書はご用意できますが、それ以外の場合には貴社ご指定の書式をご送付下さいますようお願い申し上げます。

申込書送付先 ; 〒113-0034 東京都文京区湯島 2-16-16
社団法人日本伝熱学会事務局 TEL&FAX ; 03-5689-3401

会費の振込先 ;

- 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
- 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
- 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

有) テクノオフィス 3月号 更新版

広告
日本カノマックス

◇編集後記◇

梅雨の真っ只中ですが、長期予報によれば降水量は平年並みだそうです。一方、国立大学法人化後の研究費は平年の50%~80%になってしまいました。局地的には集中豪雨のような研究室もあるようですが、我々一般人には縁のない話。わずかな外部資金に対する年貢も上がり、大学執行部が悪代官のように思えます。日照りは当分続きそうです。

さて、今月号から第43期編集出版部会が編集を担当することになりました。新メンバーとして産業界から3名の方に編集委員に就任していただきました。今までとは少し違った視点で編集企画ができるのではと期待しております。また、今月号から博物館めぐりも始まりました。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43期編集出版部会委員までお寄せください。

副会長	増岡 隆士	九州大学
部会長	高田 保之	九州大学
委員		
(理事)	北村 健三	豊橋技術科学大学
	平田 哲夫	信州大学
	森 治嗣	東京電力
(評議員)	栗山 雅文	山形大学
	稲田 茂昭	群馬大学
	平澤 茂樹	日立製作所
	白樫 了	東京大学
	吉田 英生	京都大学
	田坂 誠均	住友金属
	石黒 博	九州工業大学
(事務)	久保田裕巳	九州大学
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 16 年 7 月 10 日

編集出版事務局：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1
九州大学 大学院工学研究院 機械科学部門
高田 保之 / 久保田裕巳
Tel : 092-642-3398 / -3402
Fax : 092-642-3400
e-mail: takata@mech.kyushu-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. 43, No. 181

2004年7月発行

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

Published by

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