

ISSN 1344-8692 Vol. 40 No. 164

伝 熱

Journal of the Heat Transfer Society of Japan

関西伝熱セミナー・FILGAP 特集号

2001.

「伝熱」原稿の書き方

How to Write a Manuscript of Dennetsu

伝熱 太郎 (伝熱大学)

Taro DENNETSU (Dennetsu University)

1. はじめに

以下の注意事項に留意して,原稿を作成すること.

2. 「伝熱」用原稿作成上の注意

2.1 標準形式

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

表 1 原稿の標準形式

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

2.2 見出しなど

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

2.3 句読点

句読点は, および を用い, , や は避

けること.

2.4 図について

図中のフォントは本文中のフォントと同じものを用いること.

2.5 参考文献について

2.5.1 番号の付け方

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

2.5.2 参考文献の引き方

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

参考文献

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

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

伝熱学会のホームページ

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

または学会誌「伝熱」のホームページ

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

FILGAP

2001 関西伝熱セミナー「産学連携による21世紀のエネルギー技術の創成」神吉達夫(姫路工業大学), 武石賢一郎(三菱重工業(株))	1
家庭用コージェネレーションの開発動向と今後の展望.....栢原 義孝(大阪ガス株式会社)	2
超小型ガスタービン・高度分散エネルギーシステムに関するプロジェクト研究について吉田 英生(京都大学)	4
マイクロコージェネレーション用小形ガスエンジンの開発動向中園 徹(ヤンマーディーゼル(株)中央研究所)	5
家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの開発動向.....田島 收(三洋電機(株))	6
太陽電池の開発動向.....谷口 浩(シャープ株式会社)	7
小型燃料電池発電機と当社の取り組み.....工藤 均(松下電工株式会社)	8
TLOの活用による新事業の創生.....中村 卓爾(関西 TLO 株式会社)	10
高温熱交換技術を用いた分散型廃棄物発電の研究開発.....吉川 邦夫(東工大)	12
エネルギーのパラダイムシフトと産業.....菱沼 孝夫(北海道大学)	14
吸収式・吸着式による空調冷凍技術の開発動向.....稲葉 英男(岡山大院)	16
マイクロガスタービン用排ガス駆動吸収冷温水機.....片山 正敏(株式会社タクマ)	20
超大容量高効率吸収冷凍機の開発について.....藤原 誠(三菱重工業(株)高砂研究所)	21
アンモニア吸収冷凍機の開発.....藤田 優(日立造船)	22
吸収式冷温水機の省エネ化について.....篠原 進(川重冷熱工業株式会社)	23
新しいLiBr/水系吸収液への取り組み.....黒田 純(矢崎総業(株)空調機器開発事業部)	24
新クリーン燃料ジメチルエーテル(DME).....大野 陽太郎(日本鋼管(株))	25
化石メタノールから新エネ・メタノールへ.....佐野 寛(地球エネルギーシステム研究所)	27
バイオマスからの液体燃料生産.....坂井 正康(長崎総合科学大学)	29
水素エネルギー利用技術の展望と課題.....岡崎 健(東京工業大学)	31
ご冥福をお祈りします.....福田 研二(九州大学)	33
長谷川修 先生のご逝去を悼む 人の出会いと別れ.....越後 亮三(芝浦工業大学)	34
In memory of my respectable friend, Professor Shu HasegawaWen-Jei YANG(University of Michigan)	36
長谷川修先生への告別の辞.....清水 昭比古(九州大学)	37
日本伝熱学会 第1回学生優秀プレゼンテーション賞報告.....石塚 勝(富山県立大学)	38

日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 公募のお知らせ	41
日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞申請書・推薦書	42
日本伝熱学会 学生優秀プレゼンテーション賞の新設	43
第 39 回日本伝熱シンポジウム開催案内	44
キッズ・エネルギーシンポジウム 2001 開催案内	45
「第 2 回格子ガス法ならびに格子ボルツマン法による流体解析入門」	
初心者向け講習会（演習形式）のご案内	46
The 13th INTERNATIONAL SYMPOSIUM on TRANSPORT PHENOMENA (ISTP-13)	47
「伝熱」会告の書き方	48
事務局からの連絡	49
日本伝熱学会入会申し込み・変更届用紙	50
日本伝熱学会賛助会員入会申し込み・変更届用紙	51

インターネット情報サービス

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

最新の会告・行事の予定等を提供

htsj@asahi-net.email.ne.jp

事務局への連絡の電子メールによる受付

Journal of The Heat Transfer Society of Japan
Vol.40, No.164, September, 2001

CONTENTS

< Thermal Engineering Seminar, Kansai Branch, FILGAP, 2001 >

Innovation of Energy System by Collaborated R&D Activities of University and Industry in 21 st Century, Thermal Engineering Seminar, Kansai Branch, FILGAP, 2001 Tatsuo KANKI (Himeji Inst.Tech.) and Kenichiro TAKEISHI (Mitsubishi Heavy Ind.Ltd.)	1
The Development of Residential Co-generation and its Prospect Yoshitaka KAYAHARA (Osaka Gas Co.,LTD)	2
The Research Project on “Micro Gas Turbine/ Solid Oxide Fuel Cell Hybrid Cycle for Distributed Energy System” Hideo YOSHIDA (Kyoto University)	4
Development of Gas-Engine for Micro Co-generation Tohru NAKAZONO (Yanmer Diesel)	5
Status of the PEFC Cogeneration System for Residential Use Osamu TAJIMA (Sanyo electric Co.,Ltd)	6
Present and Future Prospects of Photovoltaics Hiroshi TANIGUCHI (SHARP Co.,LTD)	7
Portable fuel cell generator and Our company’s approach Hitoshi KUDO (Matsushita Electric Works,Ltd.)	8
TLO Practical Application of New Enterprise Revitalization Takuji NAKAMURA (Kansai Technology Licensing Organization Co., Ltd.)	10
R & D on Distributed Power Generation from Wastes Utilizing High Temperature Heat Exchange Technology Kunio YOSHIKAWA (Tokyo Institute of Technology)	12
Energy paradigm shift with venture business Yukio HISHINUMA (Hokkaido University)	14
Research and Development Review of Absorption and Adsorption Refrigerator for Air Conditioning Hideo INABA (Graduate School of Okayama Univ.)	16
Absorption chiller heater drove by exhaust gases from micro gas turbine engine Masatoshi KATAYAMA (TAKUMA CO.,LTD.)	20
Development of Large Capacity Absorption Chiller Makoto FUJIWARA (Mitsubishi Heavey Industries,Ltd)	21
Development of Ammonia Absorption Refrigerator Suguru FUJITA (Hitachi Zosen)	22
Energy Conservation for Absorption Chiller and Heater Susumu SHINOHARA(Kawasaki Thermal Engineering Co., Ltd.)	23
Work on new LiBr/water system Jun KURODA (Yazaki Corporation Air Conditioning R & D Division)	24
New clean fuel Dimethyl Ether(DME) Yotaro OHNO (NKK Corporation)	25
From Fossil Methanol towards Renewable Methanol Hirosi SANO(Lab.Office of Global Energy System)	27

Liquefied Fuel Production from Biomass	
Masayasu SAKAI (Nagasaki Institute of Applied Science) ·····	29
Prospect of Hydrogen Utilization Technologies	
Ken OKAZAKI (Tokyo Institute of Technology) ·····	31
<Memorial Tribute>	
Numerical Heat Transfer	
Kenji FUKUDA (Kyushu University) ·····	33
Moum the Loss of Professor Shu Hasegawa	
Ryozo ECHIGO (Shibaura Institute of Technology) ·····	34
In memory of my respectable friend, Professor Shu Hasegawa	
Wen-Jei YANG (University of Michigan) ·····	36
A farewell Address to Prof. Shu Hasegawa	
Akihiko SHIMIZU (Kyushu University) ·····	37
<Student Best Presentation Awards>	
On Selection of the Student Best Presentation Awards in 38th National Heat Transfer Symposium	
Masaru ISHIZUKA (Toyama Prefectural University) ·····	38
<Calendar> ·····	39
<Announcements> ·····	41

2001 関西伝熱セミナー産学連携による 21 世紀のエネルギー技術の創成
*Innovation of Energy System by Collaborated R&D Activities of University and Industry
in 21st Century, Thermal Engineering Seminar, Kansai Branch, FILGAP, 2001*

神吉達夫*(姫路工業大学), 武石賢一郎** (三菱重工業(株))

Tatsuo KANKI (Himeji Inst. Tech.) and Kenichiro TAKEISHI (Mitsubishi Heavy Ind. Ltd.)

関西伝熱セミナーは、若手から第一線の技術者・研究者が時の話題をもちより学術の進展と技術開発の動向を相互に学び研鑽することを旨として 1989 年より 2 年毎に開催されてきた。一方、伝熱学会では 1994 年に FILGAP 委員会が設置され大学での研究と企業の実用研究とのギャップを埋め研究の交流を推進する活動が始められており、1999 年 8 月には菱沼委員長企画で第 1 回産学連携サマーセミナーが北海道で開催された。この流れを引き継ぎ、FILGAP 委員会では平成 12 年度久角委員長を中心に第 2 回セミナーを関西で開催する方向で計画案が示されていた。折良く、委員長間の協議を経て、関西伝熱セミナーとの共催が受け入れられ今回の運びとなった。

早速、合同委員会(関西各大学と企業からセミナー委員 14 名, FILGAP 委員 4 名)を形成し、先ず、各委員から話題を募ることにした。寄せられた話題は、エネルギー関係が 6 件、環境技術関係が 2 件、電子機器の伝熱関係が 5 件、熱流体数値シミュレーションが 2 件、その他が 2 件であった。この情報を元に、“夢のある実技術を” “産学連携への提言と実施事例を” を共通理解として、セミナー主題を首記表題とすることで合意した。各委員の協力と講師の方々のご理解を得てプログラム編成は順調に進められた。セミナーは 8 月 30,31 両日に開催され、参加者は 106 名(内大学教員 25, 企業 46 名, 学生 35 名)と盛大に、且つセミナーの趣旨を達成して終えることができた。関係者各位に深くお礼を申し上げる次第です。

さて、日本は、世界第 4 位のエネルギー消費国で、年間に消費される化石資源は石油換算で 5.1 億 ton('97 年度)である。このうち 3.3 億 ton が最終消費され、排出する炭酸ガスは炭素換算で 3.14 億 ton である。世界規模では、約 85 億 ton という過大な資源が消費されており、各地で深刻な環境汚染を招いている。産業革命を境に、空気中の炭酸ガスは 280ppm から 360ppm に、地球の平均温度は 0.6°C 上昇している。化石資源の埋蔵量は、石油が 1330 億 ton、石炭が 5160 億 ton、天然ガスが 1020 億 ton、ウランが 220 万トンで、採掘寿命は、それぞれ 45, 150, 53, 74 年と推定されている。現状を放置するならば、今世紀後半には確実にエネルギー不足に陥ることになる。

このような中で、エネルギー技術の側面から、環境問

題への果敢な挑戦が進められている。大きな動きのひとつとして、電力事業の分野で、分散型コージェネレーションシステムの導入を目指した技術開発が目玉される。熱技術の飛躍的な進展により、特に小型ガスタービン、ガスエンジン、燃料電池、等の小中規模の発電機器、加えて吸収式冷凍機、等がいずれも実用化の段階にあり、さらに 20~25% のエネルギー資源の消費を削減するとする狙いが実現化しようとしている。

もうひとつには、化石資源に依存しないエネルギー供給システムの確立に向けての挑戦である。なかで、最も期待できるのはバイオマスであろう。世界の森林面積は 36~38 億 ha で年間炭素換算で 400~500 億 ton が光合成されている。植林可能な未利用地は 10 億 ha で、石油植物等のプランテーションにより 150~200 億 ton のバイオマスが確保されるとする試算もある。ちなみに、日本では年間、木屑、食廃材等、約 5,000 万 ton が廃棄されているが、実に、ブラジル、フィリピンなどでは、余剰農産物や廃棄物からエタノールを生産し混合燃料を実用している。この他、メタノールをはじめ DME、水素等の新燃料の開発も注目される。DME は蒸発燃焼特性が優れており LNG やリモートガスから高収率で化学的に変換できる。

さらに太陽光、風力、等の自然エネルギーの利用技術も上げられる。現時点ではコスト上、省エネルギーの視点で課題が残されているが、不可欠な未来技術である。

最期に、第一線の技術者から若い学生さん達まで、一同に会し、環境問題という難局に灯りを投げようとする相互の使命感と、産学総動員で“こと”に当たろうとする意気込み、を汲み取ることができたことをことのほか喜びとしているところです。また、支部と本部 FILGAP との合同企画で時代の要請を的確に捉えたことが本セミナーを成功に導いたものと認識しております。なお、セミナーの内容を広く会員の皆様にお伝えしたく、本号に掲載させていただくことになりました。この件につき本部出版部会および関西支部編集委員の方々にご理解をいただきました。ここに記してお礼を申し上げます。

*平成 12,13 年度伝熱セミナー委員長, **平成 13 年度 FILGAP 委員長

家庭用コージェネレーションの開発動向と今後の展望

The Development of Residential Co-generation and its Prospect

栢原 義孝 (大阪ガス 株式会社)

Yoshitaka KAYAHARA (Osaka Gas Co.,LTD)

1. はじめに

家庭におけるエネルギー消費は増加の一途をたどり、省エネルギーの必要性は言うまでもない。家庭用コージェネレーションシステムは、その総合効率の高さから、省エネルギーを実現することが可能になる。当社では 2002 年にガスエンジン式、2005 年に燃料電池式を、商品化すべく開発中でその状況と将来の展望を示す。

2. ガスエンジン (GE) コージェネレーション

2.1 商品化仕様と特徴 (参照: 表 1 GE 仕様)

発電された電力は、系統連系で、各家庭に送られる。家庭の負荷に対応させるため、排熱回収は貯湯槽を持つシステムとしている。

GE コージェネレーションの特徴は

発電効率 21%、総合効率 85% と高い。

排熱取り出し温度が 80

排熱回収温度は約 80 と高く、現状の給湯暖房機の端末 (浴室乾燥暖房、床暖、温水エアコン等) を全てそのまま利用できる。

放熱ロスが少ないシステム

床暖房や浴室乾燥暖房については、GE からの排熱を、リアルタイムに利用し熱ロスを低減する。

貯湯方法として成層型とし、貯湯槽を 100% 近く有効に利用できる。しかもタンクの循環回数は 1 以上で、タンク容量自体も 150リットル程度ですみ、缶体放熱ロスも低減させる事ができる。

2.2 給電方式と余剰電力制御

GE は 1kW 定格出力運転を行う。これにより耐久性も 10 年以上をクリアできる。余剰電力が発生した場合は、逆潮しないで、その電力を電気ヒータに送り、熱として回収する。

2.3 GE コージェネレーションの運転制御

GE は熱電比が大きいので、最大限の省エネルギー性を達成するために、熱主運転とする。

典型的な 4 人家族の戸建住宅では、夏季 2~3 時間、冬季で 8~12 時間運転される事になる。

また使用者側の省エネルギー意識を向上させるため、システムの運転リモコンには現在の貯湯量の表示や、その日の省エネルギー量表示等を行う。

表 1 GE 本体仕様 (効率は LHV 表示)

発電出力	1.0kW
発電効率	21%
電気方式	1 3W200/100V 60(50)Hz
配電方式	系統連系
運転形態	熱主間欠
排熱回収効率	64%
排熱取り出し	75~80
外形 (mm)	400x600x900

また生活パターンを省エネルギー運転に合わせるとようなナビゲーションにより、一層の省エネルギーを目指す。

2.4 省エネルギー性

平成 12 年 3 月~7 月に、当社内の実験ハウスにて、GE コージェネレーションシステムのフィールドテストを実施した

年間運転時間中の省エネルギー約 14% と、約 8% の光熱費の削減、20% の CO2 削減が実測から推定できた。さらに改良を進め、年間省エネルギー 18%、CO2 削減量 25% が達成できると予測している。

3. 燃料電池 (PEFC) コージェネレーション

3.1 商品化仕様と特徴

(参照: 表 2 PEFC 仕様)

都市ガスは燃料改質装置 (脱硫器、改質器、CO 変成器、CO 除去器、蒸気発生器で構成) で処理され、反応に使われる水素が取り出される。GE 式と比べ熱電比が小さく、熱主運転では発電過多となるので電主運転が省エネルギーとなる。燃料電池の特徴を以下にあげる。

35% 以上の発電効率が実現できる。

作動温度が低くコストダウンが可能

固体高分子型の反応温度は、約 80。材料も制約が少なく、取扱いが容易である。

騒音、振動が少ない

機械的な稼働部が少ないため、騒音や振動が少ない。

表2 PEFC仕様 (効率はLHV表示)

発電出力	0.5kW	1.0kW
負荷変動	50/100%	30/50/75/100%
発電効率	35%	35%
電気方式	1 3W200/100V 60(50)Hz	
配電方式	系統連系	
運転形態	連続	
排熱回収効率	30%	35%
排熱取り出し	60	70

3.2 技術的課題

水素燃料におけるセルの信頼性は確立されつつあるが、COを含む改質ガスでの耐久性を十分に確立する必要がある。また、発電効率の向上には、改質ガスにおけるセル特性をさらに向上させる事が重要である。燃料改質装置においては、改質部分の温度は700の高温になり長期耐久性の確保が重要である。周辺システムとしては、天然ガス改質用の水蒸気やセルの加湿に用いる純水を得るための水処理システムの開発、電池本体からの低電圧の直流を高効率で交流に変換するためのインバータの開発など、が必要となる。

3.3 燃料改質装置の開発

PEFCにおける、都市ガスの改質プロセスは、脱硫、改質、CO変成、そしてさらにCO濃度を10ppm以下に下げる必要があり、CO除去が新たに必要となる。

当社の燃料改質装置では、5つの反応器(脱硫器、改質器、CO変成器、CO除去器、蒸気発生器)を一体化することにより、各反応器からの放熱ロスを抑え、非常に高い熱効率が実現できている。また、非常にシンプルな構造を採用しているため、大量生産時には、大幅なコストダウンが可能である。

改質プロセスで使用される、当社の触媒(脱硫触媒、改質触媒、CO変成触媒)は、既に200kWリン酸型燃料電池(PAFC)に採用され、4万時間以上の耐久性が検証されている

CO除去触媒についても、改質ガス組成中のCO濃度は1ppm以下に抑えられており、今後長期的な性能も確認していく。

3.4 運転研究

PEFCの運転研究は日本ガス協会によって通産省・新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)から補助金を受けて、当社の実験住宅(NEXT21)において2000年1月に設置し、運転研究を行った。また、この国家プロジェクトと平行して当社開発の燃料改質装置を搭載した0.5kW機についても同実験住宅にて2000年4月まで実証運転を行った。

今年度も、改良機により実証運転を予定している。

4. おわりに

GEシステムは、商品化の最終段階に入った。2002年の発売までに、今後更なる経済性・省エネ性、コストダウンを追求していく。

PEFCも2005年までには、耐久性等の技術課題を解決し、ガスエンジン同様コストダウンしていく必要がある。ガスエンジンと燃料電池の2つのシステムは、それぞれが持つ特徴を活かし、家庭の負荷形態にあわせて最適なシステムが選択できるようになる時代がくる。

省エネルギー、CO2削減という与えられた命題は、地球規模の問題でもある。家庭用コージェネレーションの普及が、少しでもその解決策として貢献できるよう技術開発を続ける。

超小型ガスタービン・高度分散エネルギーシステムに関する
プロジェクト研究について

*The Research Project on "Micro Gas Turbine / Solid Oxide Fuel Cell Hybrid Cycle
for Distributed Energy System"*

吉田 英生 (京都大学)
Hideo YOSHIDA (Kyoto University)

1. はじめに

科学技術振興事業団の戦略的基礎研究 (Core Research for Evolutional Science and Technology) の研究領域「資源循環・エネルギーミニマム型システム技術」において、標記プロジェクトは、4大学と1独立行政法人(産業技術総合研究所)の研究者で構成し、平成11年度から5年計画で進行中である。本プロジェクトでは、現在話題になっているマイクロガスタービンよりもさらに小さい数kW級の分散型発電システムの開発を目標とする基礎研究を行っている。以下にその概要を報告する。

2. 研究内容

2.1 研究者の構成

京都大学大学院工学研究科機械工学専攻の鈴木健二郎教授の代表総括の下、表1に示すような研究グループを構成している。各研究グループは各研究室のスタッフ・学生のほか、科学技術振興事業団の研究員・研究補助員から成り立っている。

表1 研究グループの構成

研究機関	グループ代表者	
京都大学 大学院	工学研究科機械工学専攻 工学研究科機械工学専攻 工学研究科物質エネルギー化学専攻	鈴木健二郎 吉田英生 江口浩一
	エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻	伊藤靖彦
東京大学 大学院	工学系研究科 機械工学専攻	笠木伸英
名古屋工業 大学大学院	工学研究科 都市循環システム工学専攻	長野靖尚
大阪大学 大学院	工学研究科 機械物理工学専攻	高城敏美
産業技術 総合研究所	機械システム研究部門	筒井康賢

2.2 研究課題

以下のような9項目に分類される。

- 1: 小容積高負荷均質燃焼の研究
- 2: マイクロスケール伝熱技術の開発
- 3: 複雑系流動科学の展開
- 4: 高温・高速マイクロ流動科学の究明
- 5: 包括コンピュータ解析法の開発
- 6: インプロセス計測とマイクロ制御システムの構築
- 7: 異物衝撃損傷特性の研究
- 8: 固体電解質型燃料電池(SOFC)に関する研究
- 9: 最適システムの提案とLCAによる評価

上記課題中の1?6は、数kWという従来の概念にはなかったような小さいガスタービンにおいて30%近い効率を達成するため、燃焼や伝熱を伴う流体力学的問題に関し、実験・理論両面で飛躍を図ることをめざしている。日本伝熱学会の会員でもあるメンバーにより分担研究がなされている。

一方、性能向上にはタービン入り口温度の高温化が必須であるので、そのような高温でも無冷却で耐えられるセラミック製タービンブレードの強度に関する課題が7となっており、産業技術総合研究所の筒井グループが担当している。

課題8において、燃料電池の基礎的な技術開発も行うため、機械系以外の専門家として、京都大学から江口・伊藤両グループに加わっていただいている。現時点ではマイクロガスタービンとハイブリッドにする燃料電池として、SOFCを中心に据えている。

課題9においては、電気エネルギーと熱エネルギーのマッチングを含め、資源循環の立場からLCAを行うもので、どのようなシステムをどのように運転するのが最適かを検討している。

マイクロコージェネレーション用小形ガスエンジンの開発動向

Development of Gas-Engine for Micro Co-generation

中園 徹 (ヤンマーディーゼル(株)中央研究所)

Tohru NAKAZONO (Yanmar Diesel)

1. はじめに

地球温暖化を防止するため京都議定書 (cop6) が採択され現在国際間で実現に向けて努力がなされている。天然ガスを燃料とし総合効率が低いガスエンジンコージェネレーションシステムは、CO₂ 低減に効果的である。従来、100kW 以上であったコージェネレーションシステムを、電気主任者が不要の10 kW 以下に小形化したものをマイクロコージェネレーションシステムといている。

2. ガスエンジンマイクロコージェネレーションシステム

2.1 システム構成

ガスエンジンを駆動源として発電機から電力を取り出すとともに、排気ガスから熱交換器を介して熱を回収している。システム諸元を表1に示す。

型式		YCP10V
定格出力	kW	9.8
周波数	Hz	50/60
単相		単相
定格電圧	V	100/200
系統連携	-	インバーター連携
保護装置	-	インバーター内蔵
総合効率	% (LHV)	81.5
発電効率	% (LHV)	21.5
熱回収率	% (LHV)	57
外形寸法	高さmm	1660
	幅mm	1460
	奥行きmm	730
重量	重量kg	880
運転音	運転音db	60
メンテナンス インターバル	hr	6000

表1 システム諸元表

日本では50Hz/60Hz 地域があるので、従来は周波数を変更する場合エンジン回転数を変更していたが、本システムではインバーターによってエンジン回転数を一定とし周波数を変更している。このため、発電機のポール数と周波数に関係なくエンジン回転数を固定でき、従来50Hz とするために1500min⁻¹であったが2200min⁻¹ とすることで高出力化が可能となった。

また、システムを小型化するためにパッケージの中に発電機、制御装置、インバーター、熱交換機を設置して一体化している。

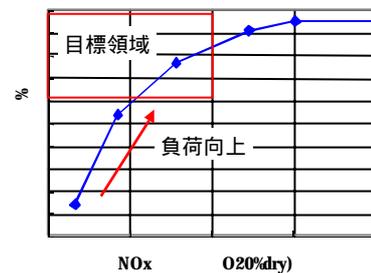
2.2 ガスエンジンの特徴

ガスエンジンは当社のガスエンジンヒートポン

プ用を転用している。システムが小形であるためエンジンのフリーメンテナンス化を目指し、従来と比してシステムのメンテナンスインターバルは100 kW クラスでの2,000時間の3倍の6,000時間、エンジン自体のオーバーホールインターバルも8,000時間に対し30,000時間と長くなっている。

NO_x 低減は重要な課題である。三元触媒を使用すればNO_x は大幅に低減できるが熱効率が低くなるため、本システムでは希薄燃焼方式を採用している。希薄燃焼は、限界はあるが熱効率と低NO_x が両立することが出来る方法である。

また熱効率は、エンジン負荷によって支配され負荷が高い場合と熱効率が高くなる。しかしNO_x は



逆に負荷が高い場合高くなる特性があるため出力の制御や排ガス触媒を適用することが重要である。

図1 熱効率とNO_xのトレードオフ

3. 今後の展開

今後、ガスエンジンマイクロコージェネレーションシステムの市場拡大に伴い、下記のような展開が予想される。

- (1) 高効率、低NO_x化がミラーサイクルや触媒の使用によってさらに促進される。
- (2) エンジン熱効率が向上するため排気温度が低減し、排熱回収率が低下して総合効率が低下する可能性がある。低温から熱を回収する技術が必要となる。
- (3) インバーターなどの採用によってさらに低コスト化が進むと思われる。
- (4) 電源の分散化・オンサイト化により10 kW 以下のさらに小形のエンジンが主流となり、小形化することによってさらに市場規模が拡大する可能性がある。
- (5) 電化製品の扱いとなるため、さらに長寿命化・フリーメンテナンス化する必要がある。

家庭用燃料電池コージェネレーションシステムの開発動向

Status of the PEFC Cogeneration System for Residential Use

田島 收 (三洋電機株)

Osamu TAJIMA (Sanyo electric Co.,Ltd)

1. はじめに

固体高分子形燃料電池 (PEFC) は、将来、自動車用エンジンに変わる可能性を有するとともに、住宅用・業務用等のコージェネレーションシステムとしての利用が期待されている。国際的にも、固体高分子形燃料電池は、次世代エネルギー技術の一つとして有望視され激しい開発競争が行われている。

三洋電機は、世界に先駆け 1998 年に情報通信機器用、非常用として、純水素を燃料とした固体高分子形燃料電池 1 kW 可搬形電源を実用化した [1]。1999 年末には都市ガス (13A) を燃料とする家庭用 PEFC コージェネレーションシステムの開発に成功した [2]。さらに、2000 年 12 月には、室内に設置されたリモコンで屋外の家庭用 PEFC コージェネレーションシステムの起動停止・出力調整等ができるプロト機を開発した [3, 4]。

本稿では、今回開発した家庭用 PEFC コージェネレーションシステムの仕様・構成・特性等及び設置用固体高分子形燃料電池の開発状況・動向等について述べる。

2. 家庭用 PEFC システムの開発

図 1 に当社が開発した家庭用 PEFC コージェネレーションシステムの写真を示す。都市ガス (13A) を燃料とした定格出力 1 kW、系統連系 (逆潮なし)、リモコンで操作する全自動制御方式である。燃料電池ユニット寸法は、970mm(H) × 900mm(W) × 420mm(D)。燃料電池モジュールは、外部加湿方式を採用し、改質器は、水蒸気改質方式である。排熱回収による温水は 70~75℃ であり、電力変換装置の変換効率は 87% である。

目標仕様は、送電端発電効率 35% (HHV)、熱回収効率 30% (HHV)、寿命 4 万時間以上 (耐用年数 10 年以上) である。



図 1 . 家庭用 PEFC コージェネレーションシステム

左：貯湯ユニット、 右：電源ユニット、
上左：インバータユニット、 上右：リモコン

3. まとめ

固体高分子形燃料電池における国の開発体制、開発計画、導入目標値等が整備されて来ており、関連技術開発も加速してきている。主な技術開発課題は、耐久性の向上、発電効率の向上、コストダウン等である。導入普及に向けた各種の規制緩和も急務である。さらに規格の国際標準化も重要である。

参考文献

- [1] 藤生・山本・楨原・畑山・野口, 三洋電機技報, 65(1999), 107-114.
- [2] Shindo, K. et al., 2000 Fuel Cell Seminar Abstracts, (2000), 492-495.
- [3] 小田・畑山・上田・湯川・黄木・田島・須齋, 燃料電池シンポジウム講演予稿集, 8 (2001), 92-95.
- [4] 田島收, 電気化学会講演要旨集, 68(2001), 371.

太陽電池の開発動向

Present and Future Prospects of Photovoltaics

谷口 浩 (シャープ株式会社)

Hiroshi TANIGUCHI (SHARP CORPORATION)

1. はじめに

太陽電池は 1954 年の発明来、当初は人工衛星や灯台などにリモート電源として活用されてきたが、最近では家庭用クリーンエネルギーシステムとして脚光を浴び、大きなマーケットを形成しつつある。本稿では、現状と今後の展開について紹介する。

2. 原理と特長

太陽電池は、光励起によるキャリア生成と内部電界によるキャリア分極を動作原理としており、通常は半導体のPN接合が利用される。そして現行商品では、価格面、資源面、安全面から多結晶シリコンが主流である。工程の概要を図1に示す。

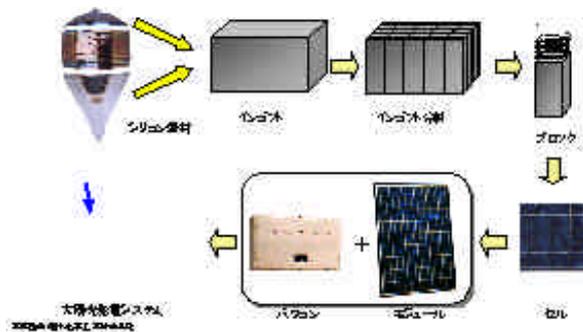


図1 太陽光発電システムの製造工程

太陽電池は、インプットが太陽光であるため無尽蔵でオンサイト発電が可能であり、アウトプットに有害ガス、騒音を発生しないため環境に優しく、しかも駆動部がなくメンテナンス不要である。

3. 技術開発

発電コスト低減に向け、光閉じ込めとパシベーションを中心としたセル高効率化技術、気相成長を用いた薄膜化技術、シリコン基板の薄型化/スライスレス化技術開発等が平行して進められている。更に建物との調和を図るため、デザイン性、透光性等の付加価値に配慮したモジュール/システムも開発中である。

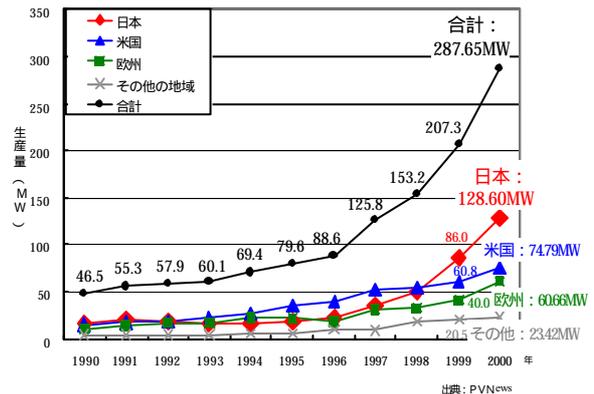


図2 世界の太陽電池生産量[1]

4. 市場動向と将来展望

図2の通り生産量は右肩上がりであり、特に我国では住宅用太陽光発電導入基盤整備事業の実施、電気事業法、建築基準法の改正、電力会社による余剰電力の買い取り制度、系統連系ガイドライン整備など政府の導入支援策を背景に伸長が著しい。



図3 ソーラータウン (ティアラコート春日部)

政府の 2010 年度導入目標 482 万 kW (1999 年 20.5 万 kW) の達成に向け、今後とも国を挙げての生産能力増強と技術開発加速が予想される。

参考文献

[1] 太陽光発電情報 01 年 2 月 (資源総合システム)

小型燃料電池発電機と当社の取り組み

Portable fuel cell generator and Our company's approach

工藤 均 (松下電工株式会社)

Hitoshi KUDO (Matsushita Electric Works, Ltd.)

1. はじめに

近年車両用電源として燃料電池の開発が加速されている。さらに燃料電池は、小型・軽量化が可能であることより小型の定置型や可搬型電源への展開も期待されている。

1997年12月の地球温暖化防止枠組条約第3回締約国会議(COP3)において我が国のCO₂等の温室効果ガス排出量を2010年までに1990年レベルに対して6%削減する目標が設定された。これを受けて一般家庭におけるエネルギー消費原単位で有利とされる燃料電池コージェネレーションの導入機運も徐々に高まりつつある中で、当社の燃料電池を用いた可搬型電源の開発状況と今後の取り組みについて紹介する。

2. 可搬型電源としての燃料電池

2.1 分類

発電出力の観点から用途の分類を見ると表1のごとき大まかな分類が考えられる。用途により要求性能は異なる為、用途に適した燃料電池形式が模索されている。例えば、モバイル機器用電源では最近注目されているDMFC方式が有望であるとの意見がある。一方車両用電源として小型軽量のPEFC個体高分子形燃料電池が早ければ2003年にも市場投入される方向にある。

表1 電源の分類

発電出力	用途
～100W	モバイル機器用電源 パソコン, 携帯電話等
100W～	可搬型電源 家庭用/業務用電源(コージェネ含む)
50kW～	電力分散電源, 車両用電源

このような中、当社が開発中の可搬型電源はPEFCの特徴を生かし、小型軽量の発電機として開

発が続けられている。PEFCの特徴は表2に示す通り、可搬型にとって極めて適応性の高い燃料電池方式であるといえる。

表2 PEFCの特徴

PEFCの特徴	使い勝手
発電効率が 高い 電流密度が 高い	クリーン 小型・軽 量化が容 易
作動温度が 低い	起動時間 が早い
電解質が固 体	メンテナ ンスが容 易
簡単な構造 耐食性構造 が不要	低価格化 が容易

2.2 可搬型電源の構成

可搬型電源に要求される性能として最も重要な点はその可搬性であり、これに付随する諸性能が決定される中で、当社はカセットボンベを燃料とすることを特徴として開発を行っている。写真1及び2は可搬型電源の外観及び内部構造の透視図である。



写真1 可搬型電源の外観

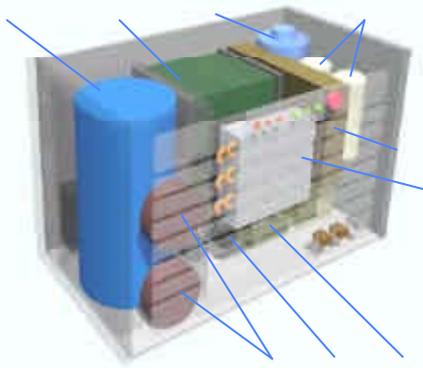


写真 2 可搬型電源の透視図

2.3 商品仕様

現在当社が開発を行った可搬型電源の商品としての仕様は、以下の通りである。

表 3 可搬型電源の商品仕様

型 式	個体高分子形燃料電池発電機
燃料電池形式	個体高分子形(PEFC)
冷却方式	空 冷
定格出力(25)	DC12V,250W
燃 料	カセットブタンガス
使用水	純水又は精製水
乾燥重量	75kg
外形寸法	685W × 375D × 460H
運転時間	約 60 分/カセットガス缶
騒音(正面)	58dB(A)/m
起動時間(25)	30 分以内

商品的な観点から見た場合、重量や大きさ、始動性等はまだ多くの課題を有しており、今後これらの点を克服する研究開発が急務であり、かつ市場投入する為には、必須の課題でもある。

2.4 可搬型電源の特徴

可搬型電源を構成する燃料電池システムの特徴は、表 4 に示す通りである。部位ごとの特徴のうち、燃料にブタンガスを用い、且つ高速に起動できる改質器を開発できたことはが可搬型の特徴を商品の観点から、可搬型としての一層の特徴を際立たせることとなった。また燃焼方式も触媒燃焼方式をとることで、燃料電池のクリーンなイメージを崩すことなく、達成できたことも商品としての価値を維持する一躍となっている。

表 4 システムの特徴

構成部位	特 徴
燃 料	カセットボンベ(ブタンガス)+ 純水
脱 硫	高性能乾式吸着脱硫
改 質 器	小型・軽量で一体構造 高速始動
燃 焼 器	クリーンな触媒燃焼方式
スタック	改質ガスで高性能(バラード製)
安定化電源	全負荷域で安定出力
システム	安全性確保, 高輝度 HID ランプ接続

3. 今後の展開

3.1 可搬型電源

今後、可搬型電源はより一層の市場ニーズを取り入れた形で課題解決を行い、市場にとって受け入れられる方向の技術・商品開発を行う予定である。

3.2 その他の燃料電池システム

冒頭でも一部触れた通り、地球環境やエネルギー問題を解決する一手段として、燃料電池を有効に活用するため、当社に於いては家庭用或いは業務用といった分野におけるコージェネレーションに対しても積極的に取り組み、今後の開発と商品化を推進する予定である。なお、写真 3 は当社のモデル住宅に設置された家庭用コージェネシステムの写真で、AC 端出力 1kW の発電部と貯湯槽(右)を組み合わせたものである。



写真 3 家庭用コージェネレーションシステム

TLO の活用による新事業の創生

TLO Practical Application of New Enterprise Revitalization

中村 卓爾 (関西 TLO 株式会社)

Takuji NAKAMURA (Kansai Technology Licensing Organization Co., Ltd.)

1. はじめに

大学が有する独創的な技術シーズと企業のニーズを結びつけ、産学連携による新事業創生の期待が強くなっている。

近年、日本の産学連携はその重要性が認識され、産学連携に関する法律や制度の整備が急速に進んできた。その一環として 1998 年 8 月、大学の研究成果を産業界に技術移転するための「大学等技術移転促進法」が施行された。この法律に基づいて日本各地に TLO (Technology Licensing Organization) 即ち技術移転機関の設置が始まった。2001 年 6 月現在、21 機関が国の承認を得て活動しており、関西 TLO (株) もその 1 つである。

2. 関西 TLO (株) の概要

関西 TLO (株) は、関西一円の大学を対象とする地域型の TLO として、1998 年 10 月設立し、同年 12 月国の承認を得ている。

当社の事業は、研究者会員と企業会員からなる会員制の「関西 TLO 技術情報クラブ」を中心に運営している。

現在、研究者会員は関西一円の国公私立 38 大学の教官 491 名、一方企業会員は 232 社で大企業と中小企業がほぼ半々の構成になっている。会費は企業会員のみから徴収している (1 口 10 万円/年)。

当社の技術移転の流れを図「知的創造サイクル」に示した。まず、TLO は大学研究者から発明の提供を受けると、TLO 内に設置した評価委員会で新規性、市場性等の評価を行う。委員会で出願の決定をすれば、TLO が出願者になり弁理士を介して出願手続きを行う。出願を終えれば、企業会員に優先的に発明情報を提供する。発明を使いたい企業が見つければ、特許の実施許諾の契約をする。企業がその特許を使って商品を製造販売すれば、TLO に実施料を払う。実施料は原則として発明した研究者と

研究者が所属する大学にそれぞれ三分の一ずつ還元し、残り三分の一が TLO のものとなる。

当社の特許出願済件数が 153 件 (内 9 件は外国出願済)、出願準備中が 16 件の合計 169 件である。

出願済特許の技術分野は、電気・電子、情報・通信等の種類の分野に分散しており、機械・加工分野は 17 件で全体の 11% である。

現在特許の実施許諾契約が成立した件数は 8 件である。その内の 1 件は、特許をもとに発明者がベンチャーを起し事業化され、TLO へのロイヤルティの返還が既に始まっている。他の 7 件は事業化に向けて、実施許諾契約先の企業で開発研究や商品化が行われている。

当社は実施許諾の前段階として、一定期間特許を使い試作品を作ったり、性能を確かめることが出来るオプションのシステムを設けており、現在オプション契約締結件数が 13 件である。実施許諾およびオプション件数を増やすため販売に努力している。

3. TLO の活用

TLO の設立によって、日本の産学連携が「おつきあい」から「ビジネス」へ変革を始めている。

従来、大学研究者は自分が発明した研究成果が企業で特許にして実施されていても、必ずしもロイヤルティが戻るとは限らなかった。それが TLO を活用することによって、ロイヤルティの返還が保証され、さらなる研究資金が得られる。

一方企業は、大学の研究成果を TLO を通して入手でき、その研究成果を実用化することによって、次の商品や事業を生み出すことが出来る。更に企業が実用化において必要な発明者のノウハウの提供や技術指導も TLO を介して受けることが出来る。また逆に、企業から大学へ依頼したい委託研究、技術指導等の斡旋も TLO で扱っており、TLO を大学への窓口として活用が可能である。これらの企業と大学との連携は、契約を交わしてビジネスライクに

行っている。

4. おわりに

大学等技術移転法が施行されてやがて3年，承認TLOの増加によって大学および産業界でTLOに対する認識も少しずつではあるが深まってきた。また各TLOから技術移転成果の報告も出始め，この事業が日本でも軌道に乗りつつあるように思われる。

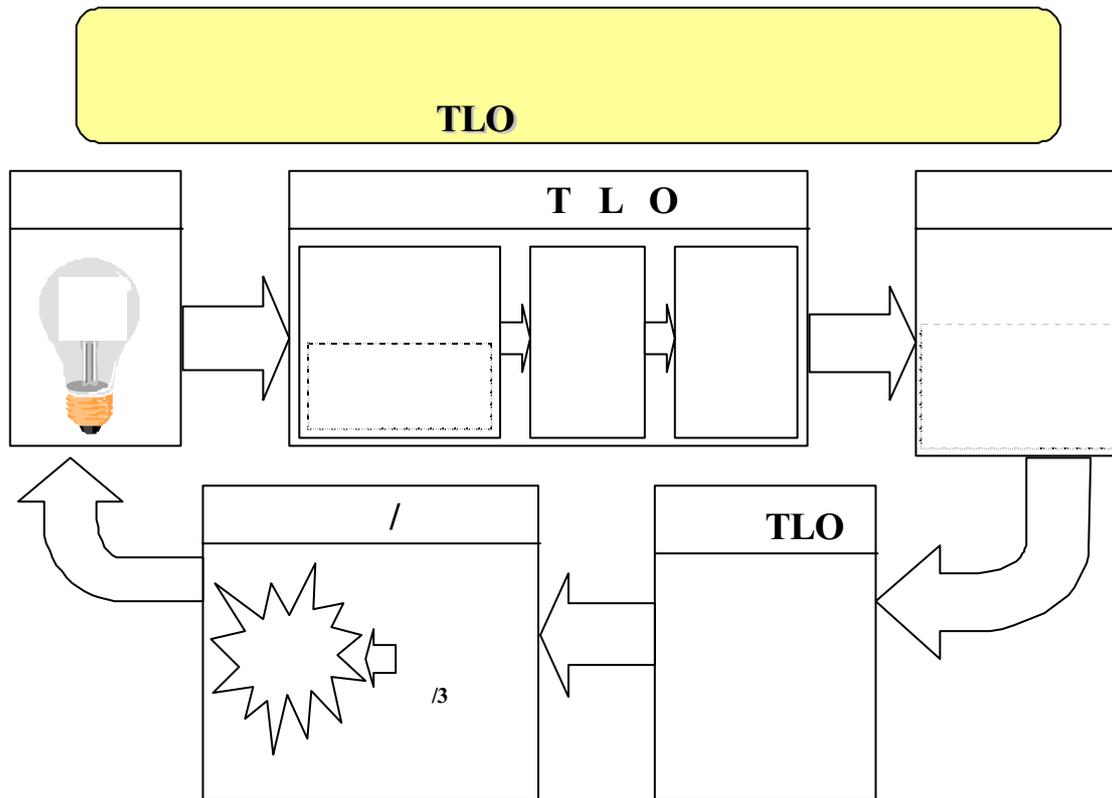
本年5月政府は新市場・雇用の創出のために，3年で1000社の大学発ベンチャーを目指す方針を打

ち出した。既に昨年4月から国立大学教員の役員兼業規制が緩和され，教員自らが役員となるベンチャー設立が相次いでいる。

TLOは既存の企業への技術移転に限らず，ベンチャー創出をも視野に入れた活動が求められている。

TLOはいずれにしても1件でも多く成功事例を出したいと努力している。

成功事例の蓄積が，企業，大学双方のTLOを活用しようとする意識の高揚を促すことになると考えている。



高温熱交換技術を用いた分散型 廃棄物発電の研究開発

*R & D on Distributed Power Generation from Wastes
Utilizing High Temperature Heat Exchange Technology*

吉川 邦夫 (東工大)

Kunio YOSHIKAWA (Tokyo Institute of Technology)

1. はじめに

現在、産業廃棄物の処理が大きな社会的問題となっている。本報告では、廃棄物の発生元で、廃棄物の処理とエネルギー抽出が行え、事業所のゼロエミッション化と省エネルギーが同時に達成可能な分散型廃棄物発電システムである STAR-MEET (S**T**eam/A**i**r R**e**forming type M**u**lti-staged E**n**thalpy E**x**traction T**e**chnology) システムについて報告する。

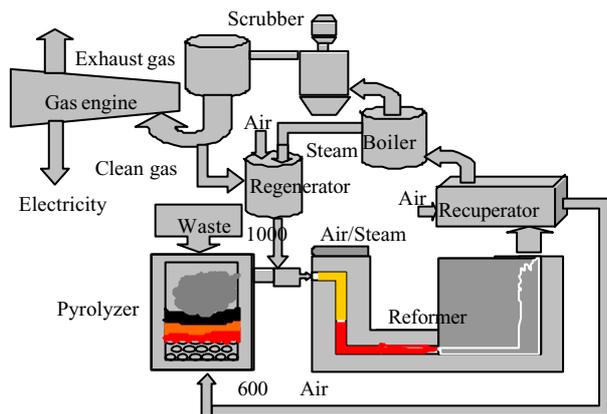


図1 STAR-MEETシステムの構成例

2. システム

図1にSTAR-MEETシステムの構成例を示す。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が含まれているため、約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空気/水蒸気を発生させ、残りの精製ガスを燃料として、発電などに利用する。本システムは、1) 小規模でも実用化でき、医療廃棄物のような有害廃棄物を含む多くの固形廃棄物に対し、予備処理の必要がほとんどない、2)

廃棄物のバッチ処理、自動処理ができ、ビルやホテル、ショッピングセンター、病院などへの設置が可能である、3) 熱分解ガス中に含まれるダイオキシンは高温の改質器内ではほぼ完全に分解される、4) 灰分、金属などの不燃成分は熱分解炉内に残留し、ダスト含有量の少ない燃料ガスが得られる、など、様々な利点を備えている。

3. STAR-MEETシステムの技術実証

STAR-MEETシステムの技術実証を行うため、東工大すずかけ台キャンパス内に、200kg/4時間の処理容量の実証プラントを設置した。本実験装置は、熱分解炉、改質炉、スクラバ式ガス冷却・洗浄装置、2次燃焼器によって構成されている。実験の目的は、1) 熱分解炉に投入する空気を加熱することによる、高い発熱量を持った熱分解ガスの生成の実証、2) 改質によるタールの分解および発生抑制の実証、3) 1000kcal/Nm³以上の発熱量を持った改質ガス生成の実証、である。

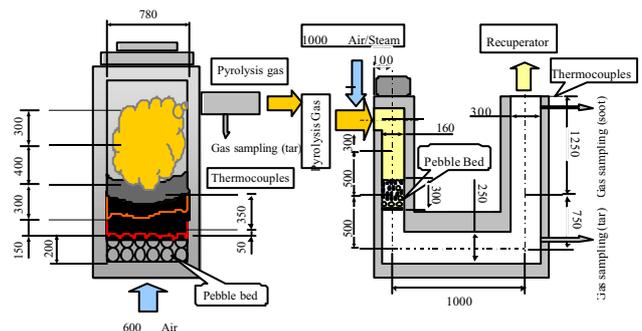


図2 熱分解炉

図3 改質炉

図2, 3にそれぞれ、熱分解炉と改質炉の構造を示す。熱分解炉の底部には、直径30mmのアルミナボールが約200mmの高さに充填されており、底部から導入される空気を炉内に均一に供給する役割を果たす。また、改質炉にも、直径30mmのアルミナボールが約300mmの高さに充填されているが、

これは、熱分解ガスと高温水蒸気/空気の混合を促進し、炉底部への放射熱損失を遮蔽する役目を果たす。

実験では、熱分解炉のおよそ半分の高さまでゴム端材を充填し、電気ヒーターで 400 まで加熱された空気を導入して、熱分解ガス化を行った。また、改質炉には、同じく電気ヒーターで 400 まで加熱された水蒸気/空気の混合気を導入して、熱分解ガスの改質を行った。図 4 は、熱分解ガスと改質ガスの発熱量の経時変化を示す。熱分解ガスの発熱量は、タール分の持つ発熱量と可燃ガス成分が持つ発熱量の和であり、特に、発熱量がピークとなっているあたりでは、熱分解ガスが持つ発熱量の 8 割程度がタール分の寄与となっている。熱分解ガス中のタール分の含有量は最大で $500\text{g}/\text{Nm}^3$ と、極めて高濃度であったが、改質ガス中のタール分は完全に分解され、計量不能であった。熱分解炉がバッチ運転であり、ゴム端材の投入量も少なかったことから、熱分解ガスの発熱量は経時変化が大きく、ピーク時で、約 $8000\text{kcal}/\text{Nm}^3$ の発熱量が得られていることがわかる。それに対して、改質ガスの発熱量は比較的变化が小さく、 $1000 \sim 2000\text{kcal}/\text{Nm}^3$ の発熱量が得られている。また改質炉に添加する水蒸気の量を増やすことによって、すす発生量を相当程度抑制することができることもわかった。

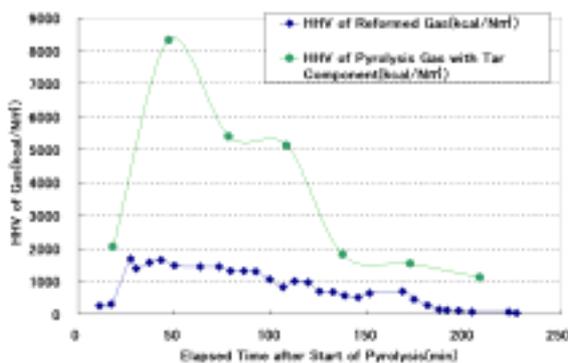


図 4 熱分解ガスおよび改質ガスの発熱量

4. 高温水蒸気/空気加熱器の開発

STAR-MEET システムの最大の特徴は、高温の水蒸気/空気を用いて熱分解ガスの改質を行うことにあり、コンパクトかつ安価な高温水蒸気/空気加熱器の開発が重要な課題となる。そこで、今回、マイクロガスタービン内での 600 レベルの空気予熱に

用いられ、すでに東洋ラジエーター（株）が量産体制に入っているプレートフィン型熱交換器の材料を耐熱合金（比較的安価な Cr23%、Ni11%を主成分とし、それに Si、Mo、Mn などを微量含有させたもの）に変え、900 レベルの高温水蒸気/空気加熱が可能となる新たな熱交換器を同社と共同開発した。この熱交換器は、セパレートプレートとコルゲートフィンを交互に積層し、Ni ろう材で一体真空ろう付けし、ケーシングに収めている。冷却板はスパーサーをなくし、熱応力の低減、部品数の低減、軽量化を図っている（図 5）。

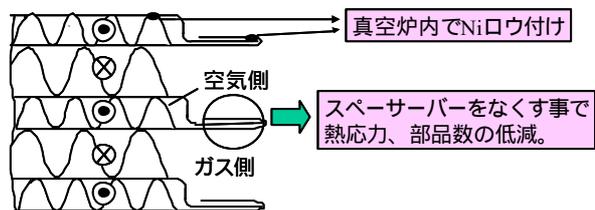


図 5 熱交換エレメントの構造

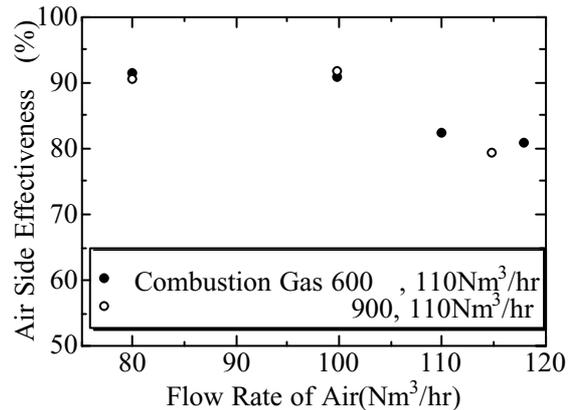


図 6 温度効率

図 6 には、燃焼ガス温度が 600 と 900 の場合の温度効率を示す。燃焼ガス温度にはよらずに、最高で 90% を越える温度効率が実証されている。この時の圧力損失は、燃焼ガス側、空気側いずれも 1.5% 以下であった。

5. まとめ

本システムは、平成 13 年度中に数力所、生産企業内に設置される。廃棄物処理の新たなアプローチとして注目されることとなろう。本研究開発の一部は、科学技術振興事業団「戦略的基礎研究推進事業」の一環として実施した。

エネルギーのパラダイムシフトと産業

Energy paradigm shift with venture business

菱沼 孝夫 (北海道大学)

Yukio HISHINUMA (Hokkaido University)

1. はじめに

日本の経済環境はグローバル化の中で失われた10年を取り戻すべく、大きく変わろうとしており、社会インフラとして重要なエネルギーの分野でも電力事業の一部自由化が行われ、ガス事業についても自由化が検討されている。共通した考えは送配電、ガスのパイプラインを社会資本と考え、我々が高速道路を利用すると同じように託送料金を支払って電力およびガスの取引を行うもので、競争市場の中で、効率を高め、消費者にとって安価で利用しやすいエネルギーの選択が可能になることを目指している。この様なエネルギーの規制緩和に伴い、独立系発電事業者 (IPP)、特定電気事業者、特定規模電気事業者、エネルギーサービス事業者 (ESCO事業者) 等、新たな産業が生まれつつあり、大学における研究成果も見方を変えれば産業へ生かすことが出来る。

- | |
|-----------------------|
| 1. 電力およびガスの自由化 |
| 2. 分散電源、コジェネレーション |
| 3. エネルギーサービス事業 (ESCO) |
| 4. グリーンコンシューマニズム |
| 5. グリーン電力基金の開始 |
| 6. 海外における脱原子力の動き |
| 7. 天然ガスシフト |
| 8. 京都議定書とCO2削減 |
| 9. 石油の寿命50年 |

図1 エネルギー市場の変化

エネルギー産業を独占から自由化へ転換し、エネルギー供給を集中型から分散型することによって、利用効率を高め、環境を維持し、資源の温存を図ろうとしている。エネルギーの分野でもコンピュータの分野と同じ様に集中型から分散型への移行し、そのための新しい産業が興りつつある。従来需要地から離れたところに発電所を設け高圧送電していたが、需要地に分散電源を置くことによって電力に加えて熱も利用できることが一層の効率向上を可能とする。機器の効率向上に加えて電気と熱の利用システムの検討が必要となる。

2.2 電力の自由化

1次エネルギーに占める電力消費エネルギーの割合は40%と高く年々増加している[3]。エネルギーの中で大きな比率を占める電力の自由化がエネルギー供給構造に与える影響は大きく電力コスト低下と省エネルギー化に繋がると共に新しいビジネスを起こすチャンスでもある。

図2に電力自由化に伴い新たに生まれた事業者を示す。電力会社に供給するのが卸供給であるIPP制度と、図示して居ないが、ソーラーセルおよび風力から電力会社が余剰購入する制度もある。

特定規模電気事業者は2万V、2000kW以上であれば託送料金を支払う事により既存の送配電システムを使用し直接需要家に電力を供給できる。また特定地域需要家に電力を供給する特定電気事業も認可されている[4]。

2. エネルギーのパラダイムシフト

2.1 エネルギー市場の変化

米国の地球温暖化防止に関する京都議定書批准拒否により炭酸ガス排出規制の枠組みが揺らいでいるが、環境影響を最小にする政策は人類の生存のため必要である。そのため燃料として天然ガスへの転換、再生可能エネルギーの利用拡大、原子力発電の安全性の向上により持続可能なエネルギーへの転換を必要としている[1]。しかしいずれのエネルギーを使用するにせよエネルギーをより効率的に使うことは必須な条件となる。今までエネルギー需要の伸びが大きかったため供給の集中化、大容量化により、高効率化を図ってきた。しかしエネルギーの伸びが集中消費する産業からビル、住宅などの民生、運輸交通にシフトつつある現状では必ずしも集中化が全体システムとして効率的とはならない。むしろエネルギーの分散化がシステムとしての効率向上と、設備投資効率を高める。

図1に最近のエネルギー市場の変化を示す。

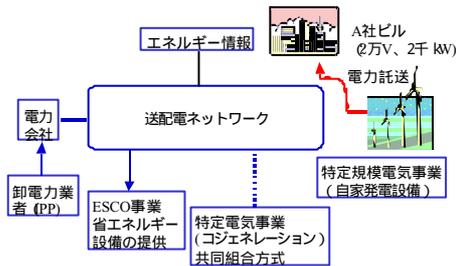


図2 電力自由化における事業者

省エネルギーに関しては省エネ法が強化され年間1%以上の省エネ目標が義務づけられており、省エネルギー化を請負うエネルギーソリューション事業(ESCO)が新たに起こりつつある。

3. 大学におけるエネルギー関連研究と産業

図3に大学におけるエネルギー関連研究を示す。

- ・ 学術的基礎研究(論文)シーズ
現象の掘下げ
複雑現象の論理的解析
興味本位の研究
- ・ 産学連携研究/ニーズ
学術的基礎研究を分担
新発想の実用化
共同研究
ベンチャー企業の創出

図3 大学における研究開発

研究開発をシーズ型とニーズ型に分けるとすると大学の研究の大半は前者に属するため産学連携に至らない例が多い。現象の掘下げは単純化、一般化することにあり、実装置において起こる複合現象に対応するには幅広い知識も必要になる[2]。

図4に熱工学関連で産学連携の可能性のあるエネルギー関連ビジネスの一例を示す。

- ・ エネルギーソリューションとビジネス化
都市、地域、ビル、大学、家庭
- ・ 電力貯蔵事業
余剰電力の購入貯蔵
- ・ 液化天然ガスの冷熱利用
- ・ エネルギー情報の蓄積と解析
都市、地域、ビル、大学、家庭
- ・ グリーン電力(風力、太陽、バイオマス、地熱)の計画とNPOとの連携

図4 産学連携によるエネルギービジネスの1例
主としてエネルギーを消費する都市、地域、ビル、大学、家庭におけるエネルギー消費形態を調査解析

し省エネルギープロセスを提案すると共にエネルギー情報を提供する。余剰電力の購入貯蔵、LNGの冷熱利用、NPOとしてのグリーン電力の計画等に大学の知識が生かされるのではないかと考えている。一例として省エネを推進するためのESCO(Energy Service Company)事業を図5に示す[5]。

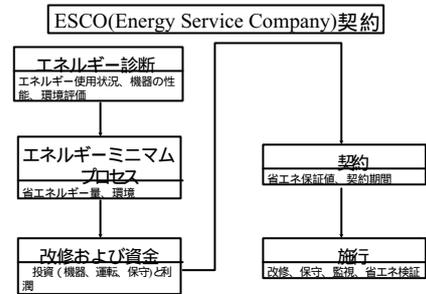


図5 ESCO事業

ESCO事業は建物の消費エネルギー、環境評価を行い、省エネルギープロセスを提案し、省エネルギーにより得られる節約金額を元手に設備を更新し投資資金を回収しながら利益を得るもので、提案プロセスが空理空論でないことを実証できる。

4. まとめ

我国におけるエネルギーは不足の時代から過剰の時代になり環境制約の時代となった。資源のない我国では、エネルギーの安定確保が根底にはあるが、環境優先の考え方は今後とも変わらないと思われる。電力の自由化を初めとするエネルギー政策の転換は今後のエネルギー事業に大きく影響を与えると共に新しいビジネスが生まれるきっかけにもなっている。大学におけるエネルギーに関する研究の一部は新しいビジネスに繋がる可能性もあり、今後ビジネスの面から社会に貢献する研究者も生まれることを期待したい。

参考文献

[1] 野村正勝他：日本エネルギー学会誌,80,885 (2001) 2-21
 [2] 菱沼孝夫：伝熱,40,161(2001)2-3
 [3] 東京電力(株):数値で見る東京電力(平成8年)
 [4] <http://www.hkd.meti.go.jp>
 [5] 坂内正明：北海道省・新エネシンポ(2001.2.14)

吸収式・吸着式による空調冷凍技術の開発動向

Research and Development Review of Absorption and Adsorption Refrigerator for Air Conditioning

稲葉 英男（岡山大院）

Hideo INABA (Graduate School of Okayama Univ.)

1. はじめに

21世紀は、コンピュータやデジタル通信技術等の情報技術から生命科学、新エネルギーや社会環境技術等の環境技術の時代へと変遷すると言われている。我が国も環境保全を考慮したエネルギーの多様化を思考しつつあり、地球温暖化対策やエネルギー需要増等への対応上、天然ガス、原子力エネルギー資源への依存度を増すと同時に、省エネルギーの促進や新エネルギーの創成に傾注している現状にある。特に、新エネルギーの開発においては、本年よりバイオマスや雪氷エネルギーも新エネルギーとして認知され、幅広い分野での新エネルギー開拓が展開されそうである。しかしながら、我が国のエネルギー供給構造は、やはり石油を始めとする化石燃料依存体質は変わらないようであり、このような従来型エネルギーの効率的かつ新利用に向けてのコージェネレーション技術の展開や各種の排熱の有効利用が重要視されている。最近に至り、マイクロガスタビンや燃料電池による分散型コージェネレーションシステムや各種の低温排熱利用システムの開発が、電力・ガス供給事業者を始めとして、エネルギー関連産業分野関係者の大きな関心事となっている。分散型コージェネシステムにおいては、発電効率の向上はもとより、発生する比較的低温の熱エネルギーを効率良く多目的に利用（給湯、暖房や冷房等）できる熱源機器の開発、特に、空調用冷房や冷凍環境の創成には、熱駆動型冷熱発生機器の展開が重要な鍵となる。最近の吸収式及び吸着式冷凍機の開発の目標としては、機器性能の高効率化、小型軽量化、省エネルギー化、熱源温度の低温化対応、そして環境対策等が指向されている。ヨーロッパでは、環境保全を優先した環境（炭素）税等の導入により、政策的に自然冷媒を利用した熱駆動型冷熱機器開発へ誘導する政策を取っており、吸収式や吸着式冷熱発生機器開発が盛んである。以下

に、我が国における吸収式及び吸着式冷凍機を中心にその開発動向とその展望について述べる。

2. 吸収式冷凍機開発の現状とその展望

2.1 吸収式冷凍機開発の方向性

環境問題や省エネルギーに対応するように、熱源の多様化（ガス、灯（重）油、蒸気、排熱、未利用熱エネルギーなど）や熱エネルギーのカスケード利用等を目的として、積極的な熱交換器の改善、新吸収媒体の開発やアドバンスサイクル等の展開が積極的に行われている。次に、吸収式冷凍機の高効率化や小型軽量化に向けての開発の動向とその展開について概説する。

2.2 アドバンス吸収サイクル

基準吸収（単効用）サイクルは、再生器（吸収液の高濃度化、吸熱）、凝縮器（冷媒の液化、凝縮放熱）、蒸発器（冷媒蒸発、蒸発吸熱）、吸収器（冷媒蒸気の吸収、発熱）の4つの熱交換器から成り、吸収液/冷媒の組み合わせは、臭化リチウム/水、水/アンモニア等が主に用いられており、熱交換器などの改善が図られているが、各熱交換器や熱交換器間での熱損失のために、その成績係数(COP)は、0.4~0.7程度である。このような基準吸収サイクルの高性能化（成績係数の向上）にむけて、以下に示すように、様々なアドバンスサイクルが提案そして一部は実用化されている。

(1)凝縮熱回収サイクル：(a)二重効用サイクル；高温・低温再生器を2台設けて、効率の向上を図るもので、高温側の再生器で発生した冷媒蒸気の凝縮熱で、低温側の再生器を加熱し、高温側の再生器を加熱するだけで、基準吸収サイクルより2倍の冷媒蒸気を発生させることが可能である。現在、実用されている吸収冷凍機は、大部分がこの二重効用サイクルである。臭化リチウム/水系で、高温再生器の操作温度 150℃そして圧力も 93kPa程度と高温・高圧となる。希薄吸収液を供給する

2 台の再生器を直列又は並列に配置するタイプのものがある。(b)三重効用サイクル；二重効用サイクルの上段に、さらに高温再生器を設けて、冷媒蒸気の発生を基準サイクルの 3 倍としたもので、操作温度が 250℃ として圧力が 500 kPa 程度まで増大させる必要がある。さらに、現在効率向上のために、蒸気圧縮機を設けた四重効用のものも計画されている。

(2) 吸収熱回収サイクル：(a)GAX(Generator Absorber Heat Exchange)サイクル；水/アンモニア系等では、冷媒を多く含んだ濃厚吸収液と希薄吸収液との濃度差が大きく、すなわち沸点上昇分が大きく取れる特徴がある。このことは、吸収過程における温度変化範囲と再生過程における温度変化範囲が重なる領域が存在し、吸収器で発生した熱を再生器で利用でき、外部からの入熱の減少となり、成績係数 (COP) は 1 以上が期待できる。(b)RA(Regenerative Absorption) サイクル；GAX サイクルより、吸収と再生過程の温度範囲のオーバーラップ部分が低温側へ拡張するように、中圧吸収器や中圧再生器を設けて、低温吸収器での吸収熱を有効利用するサイクルである。RA サイクルは、GAX サイクルよりも COP が 30% 程度増加する。さらに、中間圧力における吸収器や再生器を増やして、COP の向上を図る改良サイクルの提案もある。

(3) 凝縮・吸収熱回収サイクル：(a)二段三重効用サイクル；水/アンモニア系の高温側と低温側のサイクルが結合し、蒸発器を共用するサイクルである。高温側及び凝縮凝縮器からの凝縮液は合流後に蒸発器に流入し、蒸発した冷媒蒸気は分離して、それぞれ高温及び低温吸収器で吸収される。低温再生器では、高温凝縮器の凝縮熱と高温再生器での吸収熱により加熱されるので、三重効用が形成されて COP の増大となる。(b)デュアルサイクル；高温側の臭化リチウム/水系単効用サイクルと低温側の水/アンモニア系単効用サイクルを結合したもので、蒸発温度が氷点下に出来、第一種ヒートポンプに適用できる。(c)アルキレ-トトッピング(二元三重効用)サイクル；臭化リチウム/水系の腐食限界は 170℃ 程度であるために、それ以上の高温サイクルにアルキレ-ト(三種類の硝酸系化合物の混合物)を用いたサイクルを構成して、中温と低温サイクルは、臭化リチウム/水系の二重

効用サイクルを用いる。このサイクルでの COP は、1.7 ~ 1.8 となる。

(4) 蒸発熱増大サイクル：(a)リソ-プシオンサイクル；このサイクルは、低熱源からの冷媒の蒸発として吸熱するほかに、吸収液の再生熱としても吸熱して、吸熱量と吸収器の発生熱量を増大させる。中間圧の蒸発器から蒸発した冷媒をリソ-バの中間濃度の吸収液に吸収させ、吸収後の吸収液を低圧のリソ-バで再生させ、発生した冷媒蒸気を吸収器で吸収させることになる。このように蒸発器とリソ-バで吸熱し、凝縮器、リソ-バ及び吸収器で排熱させるので、COP の増加が望める。(b)補助冷媒循環サイクル；蒸発器と吸収器の間に、補助冷媒を循環させると蒸発器では、主冷媒と補助冷媒が蒸発し、吸収器では主冷媒に対して蒸気圧の低い吸収液に、主冷媒が選択的に吸収される。その結果、補助冷媒蒸気分圧が上昇し、補助冷媒は凝縮圧になって凝縮する。このように、蒸発器の吸熱量は、補助冷媒の蒸発潜熱分だけ大きくなり、吸収器の排熱量も補助冷媒の凝縮熱分だけ増加するが、再生器の加熱量は増大しないので、COP の増加となる。

2.3 吸収式サイクルにおける作動媒体と熱交換器等の展開

現状では、環境保全の立場と生成冷熱量の多さから臭化リチウム/水系が主流であるが、水/アンモニア系の方がアドバンスサイクルでの適用温度範囲や生成冷熱量増大の可能性がある。最近のフロンによる温暖化ガス抑制の機運からフロン系冷媒系に関する研究は、下火となっているが、ジメチルエーテル/酢酸プロピル系による高性能吸収式二重効用冷凍機 (COP=1.6 以上) の開発や吸収液としてオルトキシレン等の芳香族として、自然冷媒であるブタンやイソブタン等を冷媒とした研究開発も行われつつある。また、臭化リチウム水溶液に水蒸気吸収促進剤として *n*-オクチルアルコール等を添加し、気液界面でのマラゴニー対流による熱・物質伝達を促進し、COP の増大を図る試みがなされている。一方、蒸発器や吸収器等の熱交換器にプレート式やフルート管等の高性能伝熱管を利用、そして凝縮器や蒸発管内の伝熱管群配置の工夫等で、総合的な熱・物質伝達率の向上に関する要素技術研究も盛んに行なわれている。さらに、低温排熱を利用する吸収式冷凍機システム

と蒸気圧縮式システムとを組み合わせたハイブリット冷凍機システムの開発もこの種の高性能冷熱発生機器開発の将来を暗示しているものと言える。例えば、R134a/E181 との組み合わせで、蒸発器を高温吸収器と低温吸収器間に、蒸気圧縮機を設けて蒸発温度を低下して、氷点下の低温を再生温度 90 前後で得ることが出来るハイブリット冷凍機システムの開発も行われている。また、再生 MVR (機械的蒸気再圧縮) 型ハイブリット冷凍サイクルでは、凝縮器を省略し、再生器において MVR による濃縮過程の適用で、エネルギー消費を削減する。すなわち、再生器により発生した蒸気を圧縮機にて圧縮し、昇圧した蒸気を再生器内に設けた熱交換器内で凝縮し、その凝縮熱を再生熱源の一部として利用して、COP の増加を図るハイブリットシステムの開発が行われている。

3. 吸着式冷凍機開発の現状とその展望

3.1 吸着式冷凍機の方向性

吸着式冷凍システムは、シリカゲル、ゼオライトや活性炭等の固体吸着剤に水蒸気やアルコール蒸気等の冷媒を吸・脱着させることにより、吸収式システムと同じような熱操作機能を持たせた環境調和型冷熱創成システムである。冷媒の吸着量、吸着速度や脱着温度そして吸着剤の破砕による劣化等が、吸着システムの効率向上や小型軽量化を阻害しており、その普及が遅れている現状にある。しかしながら、省エネルギーや環境保全の社会的要請から、最近吸着システムが見直され、その研究開発も活発化している。吸着システムには、クロ-ズドサイクルの吸着式冷凍機や外気導入するオ-ブンサイクルのデシカントク-リング等がある。

3.2 アドバンス吸着クロ-ズドサイクル

基準吸着クロ-ズドサイクルは、複数の吸着剤熱交換器、蒸発器と凝縮器からなる。一方の吸着熱交換器で、吸着剤への冷媒蒸気の吸着操作を行っている間に、他方の吸着熱交換器で、冷媒の脱着操作を行う、バッチシステムである。吸着式冷凍機は、吸収式冷凍機に比較して、熱源温度の低下に対してその性能はそれほど低減せずに、低温熱源での駆動が可能である。しかしながら、吸着剤充填層の熱伝導率が低いために、成績係数が 0.4 ~ 0.6 程度と低いために、大きな伝熱面積を必要と

し、小型軽量化が難しい。この基準吸着クロ-ズドサイクルの性能向上のために、様々なアドバンス吸着サイクルが提案されている。(a)二段吸着サイクル；二組の吸着熱交換器を凝縮器と蒸発器の間に配置して、蒸発と凝縮温度差を分割することにより、脱着と凝縮温度差を小さく出来ることから脱着温度の低下が可能となり、COP の向上となる。各熱交換器間には冷媒蒸気の流れを制御する合計 6 個のバルブが存在し、それらのバルブ操作により、吸脱着操作等を行う。55 の脱着温度、30 の凝縮温度で、COP= 0.45 と報告されている。(b)直接接触吸着サイクル；蒸発器や凝縮器での冷媒の熱・物質伝達促進のために、吸着過程において蒸発器内へ液冷媒をノズルから噴霧しながら、蒸発させて冷熱を得る。また、脱着過程では、凝縮器内へ冷却水をノズルから噴射し、吸着熱交換器から脱着した冷媒蒸気を直接接触により凝縮させる。脱着温度 70 及び凝縮温度 30 で、COP = 0.58 を得ている。(c)再生式吸着サイクル；2 台の吸着熱交換器を加熱器と冷却器で生成した温水及び冷水を可逆ポンプで循環し、それぞれの吸着熱交換器での脱着及び吸着過程の熱授受を行う。各吸着熱交換器には、バルブ切り替え操作で冷媒蒸気が入り出す凝縮器と蒸発器が連結してある。熱媒体が吸着熱交換器内をその流れ方向に対して、吸着・脱着過程の切り替えで、大きな温度勾配が得られて、熱・物質伝達の促進となる。再生温度 120、冷熱温度 5 で、COP = 1.24 となる。

3.3 アドバンス吸着オ-ブンサイクル

基準吸着オ-ブンサイクルは、外部からの湿り空気を吸着式熱交換器で吸着し、得られた乾燥空気に水噴射し、その蒸発熱で冷空気を得るもので、吸着した水蒸気は熱源からの加熱により脱着する。このオ-ブンサイクルは、デシカントク-リングと一般に呼ばれており、吸着熱交換器を回転口-タ-型とした連続吸着・脱着システムと吸着熱交換器を 2 台設けて、バルブ操作で吸着と脱着過程を別個にしたバッチ吸着システムがある。次に、二、三の代表的アドバンス吸着サイクルを述べる。(a)湿度スイング型吸着システム；基準吸着サイクルでは、水噴射して、冷熱を得るために装置が大きくなる。この問題の解決のために、水蒸気を吸着した吸着層に、別の領域での脱着過程で得られた乾燥空気を流入して、その蒸気圧差から脱着に

よる吸熱作用により，低温空気を得る．回転吸着口 - タ - タイプやバルブ切り替えによる吸着容器によるバッチタイプが可能である．COPが1.2程度が可能である．(b)流動層式吸着サイクル；バルブ切り替えのバッチ式は，吸着剤が固定層を形成し，その熱・物質伝達は，小さいものとなる．流動層式は，2台の吸着剤熱交換器内で，流入した湿り空気を顆粒状吸着剤層に流入させて流動層化して，熱・物質伝達の促進を図るもので，脱着の過程では，他方の容器内へ吸着剤を移動し，加熱空気により脱着操作を行う．このように，吸着及び脱着専用の熱交換器間を吸着剤が移動することになる．

3.4 吸着熱交換器や吸着剤の新展開

吸着剤層と熱交換器間の熱伝達促進を図るために，従来のフィンチューブ型熱交換器に代わり，プレート型熱交換器を用いて性能の向上や小型化が図られている．冷媒の脱着温度が低い程成績係数が増大することから，吸着剤の改質操作，例えば，無機吸着剤のマイクロ孔やメソ孔の形成によ

る吸着・脱着速度や量の増大，そしてシリカゲル吸着剤をプラズマ処理によりシリカゲル表面のシラノール基を疎水基へ置換し，低温脱着性能の向上等が検討されている．また，シリカゲルやゼオライト等の無機吸着剤に代わる，高分子吸着剤（吸着現象利用：冷媒蒸気吸収機構が吸着と異なる）による低温再生可能な新たな材料開発が行われており，蒸気圧縮式冷凍機からの凝縮熱等の低温排熱の有効利用が可能な省エネルギー型冷熱源機器の開発の展開がなされつつある．

参考文献

- [1] 稲葉英男，日本機械学会誌，**104**-987(2001)32.
- [2] 稲葉英男，エネルギー体系（吸着式冷凍機），日本伝熱学会編(1986).
- [3] Saha,B.B.et al., 日冷論，**18**-1(2001)1.
- [4] 功刀能文，柏木孝夫，日冷論，**15**-1(1998)1.
- [5] 中津川昭一，エネルギー体系（吸収式ヒートポンプ・冷凍機），日本伝熱学会編(1086).

マイクロガスタービン用排ガス駆動吸収冷温水機

Absorption chiller heater drove by exhaust gases from micro gas turbine engine

片山 正敏 (株式会社タクマ)

Masatoshi KATAYAMA(TAKUMA CO.,LTD.)

1. はじめに

政府は地球温暖化の問題で、長期エネルギー需要見通しを改訂し、エネルギー需要の伸びを抑制するとともに、自然エネルギーや分散型発電家に力を入れざるを得ない状況になっている。その中でも家電品のように手軽に誰でも運転でき、優れた環境特性を持ち合わせたマイクロタービンコージェネレーションに期待がかけられている。

今回、次世代分散型発電システムの一つとして、注目されている米国 Capstone 社製 28 kW の排ガスを利用した排ガス駆動吸収冷温水機の研究を行ったので、得られた結果を報告する。

2. 機器仕様

マイクロパッケージは、タービン本体、ガス圧縮機、制御・電力変換装置、その他付帯設備から成り立っており、超高速発電システム特有の騒音低減と、電子機器からの排熱の除去を考慮してパッケージングされている。

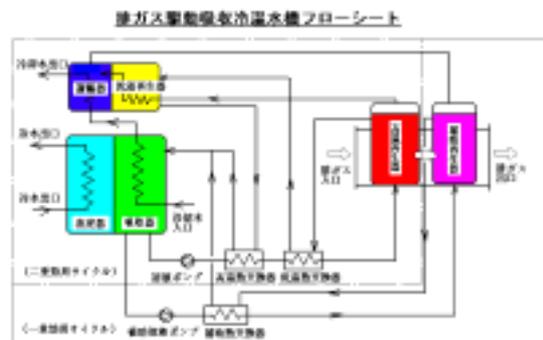
その排ガスを利用する排ガス駆動吸収冷温水機の仕様を表 1 に示す。

表 1 排ガス駆動吸収冷温水機仕様

フロー(サイクル)	シリーズフロー(一重+二重効用)
冷房能力	49 kW (14USRT)
暖房能力	49.8 kW
冷水出入口温度	12.0 7.0
温水出入口温度	49.9 55.0
冷温水流量	140 l/min
冷却水出入口温度	32.0 37.6
冷却水流量	250 l/min
排ガス温度	280 115
排ガス流量	820m ³ (N)/h
寸法	幅 1107×奥行 1780×高さ 1680mm
重量(搬入/運転)	2.0/2.3 ton

マイクロガスタービンの排ガス温度は、レシプロエンジンなどに比べて約 280~290 と低いため、吸収冷温水機の熱源として利用する場合、温水とし

て熱回収(約 85~90)し再生器温度が低い一重効用サイクルに利用されるケースが多いが、成績係数(COP=0.67~0.76)[1]が低くなるため、今回、ガスタービンの排ガスを直接再生器に導入して直接熱回収を行う。しかし、成績係数の高い二重効用サイクルでは、高温再生器温度が約 150~155 と高く、排ガスとの温度差が少ないため十分熱交換できなくなる問題があり、高温再生器の後に、一重効用の再生器を設置した一重効用+二重効用による吸収サイクルを採用する。



3. 測定結果

運転の結果、マイクロタービンパッケージの電力出力は、26 kW (NET パッケージ内部消費電力除く)、排熱回収による冷水出力は 49 kW (14USRT)、暖房時の熱回収出力 49.8 kW となり、併せてシステム総合効率 66~67% となり、非常に高い総合効率を有する結果を得た。

排ガス駆動吸収冷温水機の評価として、回収した冷房出力 49.0 kW を電気式冷凍機 (COP=3.0) にて冷房を行ったとし、その時の消費電力は 49.0/3.0=16.3 kW となる、この分を評価として 26 kW + 16.3 kW=42.3 kW の発電を行ったとした場合、発電効率は 37.8% になる。

参考文献

[1] 各吸収式メーカーカタログより

超大容量高効率吸収冷凍機の開発について

Development of Large Capacity Absorption Chiller

藤原 誠（三菱重工業（株）高砂研究所）

Makoto FUJIWARA (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd)

1. はじめに

吸収冷凍機は熱を駆動源とする冷凍機であり、排熱利用に非常に有効な冷凍機である。近年の地球温暖化問題、またエネルギーの有効利用の観点よりそのニーズはますます高まっておりその高効率化、小型化が最重要課題と考えられる。

このたび単機容量としては世界最大の 5000RT（従来は 2500RT が最大）また蒸気消費率としても従来の地域冷暖房機対比で 10%高効率化した蒸気熱源吸収冷凍機を開発し横浜みなとみらい地区「みなとみらい2 熱供給（株）」殿の第2プラントに設置し試運転を実施したのでその開発内容と試運転結果の概要について紹介する。

2. 開発機の仕様・特徴

Table-1 に開発機の仕様を従来機と比較した結果を示す。今回開発した冷凍機は、従来機対比で設置面積で 25%小型化、蒸気消費率で 10%削減した高効率・省スペース型の吸収冷凍機である。Fig.1 に今回開発した 5000RT 吸収冷凍機の外観写真を示す。

Table-1 Comparison of Specifications

	今回開発機	従来機
冷凍能力	5000RT	2500RT × 2 台
蒸気消費量	19500kg/h	21500kg/h
蒸気消費率	3.9kg/hRT	4.3kg/hRT
冷水温度	13 / 6	13 / 6
冷却水温度	32 / 40	32 / 40
据付面積	74.1m ²	98.1m ²

3. 高性能化技術

超大容量・高性能吸収冷凍機の開発での課題とその解決方法について下記に示す。

- (1)大型化に伴う各熱交換器の性能劣化の回避
吸収器・蒸発器の管群形状の最適化他
- (2)事前検証ロジックの構築
CFD と部分モデル及び現地検証の組み合わせ
- (3)高性能化技術の開発
高効率サイクル、低圧損管群構造の採用



Fig.1 Photograph of 5000RT absorption chiller

特に大容量化のためには大型管群での吸収性能の予測技術が不可欠であり CFD と要素データを組み合わせた性能予測手法を確立し計画に使用することにより大容量・高効率吸収冷凍機を短期間で開発する事が出来た。

4. まとめ

単機容量として世界最大で且つ従来の地域冷暖房機にたいし 10%の蒸気消費率削減を達成した超大容量吸収冷凍機を開発し、現地での確認運転により定格・部分負荷性能、また動特性も所期の性能を達成することを確認した。本冷凍機は超大容量であるとともに省エネルギー性、省スペース性に優れた吸収冷凍機であり本冷凍機の実用化によりエネルギーの有効利用に貢献できるものと確信している。

また今回の開発で得られた技術は、当社の地域冷暖房用吸収冷凍機シリーズ機に反映するとともに、これらの技術をベースに更なる吸収冷凍機の大容量化・省スペース化にも繋げていく予定である。

参考文献

- [1] 和島他,第 37 回日本伝熱シンポジウム講演論文集 17(2000)
- [2] 藤原他,三菱重工技報 Vol.35 No.2 (1998-3)
- [3] 藤原他,第 38 回日本伝熱シンポジウム講演論文集 77 (2001-5)

アンモニア吸収冷凍機の開発

Development of Ammonia Absorption Refrigerator

藤田 優 (日立造船)

Suguru FUJITA (Hitachi Zosen)

はじめに

1997年12月のCOP3以降、地球温暖化防止、脱フロン化が急速に進められ、各国でその対策を実践すべく検討されている。一方では、食品冷凍に加え、化学プラントやレジャー分野等への冷熱需要は増加の傾向にあり、このような分野に用いられる低温冷凍機は重要な役割を担っている。

こうした背景より、脱フロンや省電力等の観点から、オゾン層を破壊せず、地球温暖化に影響しない物質であるアンモニアを冷媒に使用し、都市ガスやコージェネレーション排熱等を熱源とする0以下対応の産業用アンモニア吸収冷凍機の開発を行ってきたので、ここにその内容について紹介する。尚、本開発は大阪ガス(株)、住友精密工業(株)および日立造船(株)の三社共同によるものである。

アンモニア吸収冷凍機の原理

アンモニア吸収冷凍機は冷媒にアンモニア、吸収剤にアンモニア水を使用し、熱(蒸気、排熱、都市ガス等)を駆動源として冷熱を取り出す装置である。図1に蒸気焚きのフロー図を示す。

蒸発器でアンモニア液が低圧で蒸発し、これによりラインに冷熱を与える。蒸発したアンモニアガスは、吸収器でアンモニア希溶液に吸収され、濃度の上がったアンモニア濃溶液は再生器に送って加熱される。加熱されたアンモニア濃溶液は、再生器で高純度アンモニアガスとアンモニア希溶液に分

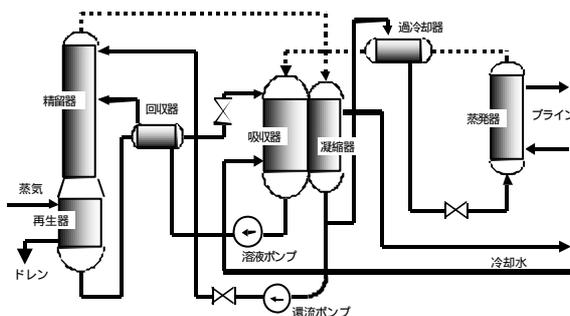


図1 アンモニア吸収冷凍機フロー

離される。アンモニア希溶液は吸収器に送られて吸収剤となり、一方アンモニアガスは凝縮器で冷却水により冷却され凝縮する。ここで凝縮したアンモニア液は再び蒸発器に送られる。

このアンモニア-水吸収冷凍サイクルはアンモニアと水との加熱分離において、純度の高いアンモニアを得るためには、精留という分離工程が必要となる点が水-臭化リチウム吸収式と異なる。

開発のポイント

開発着手時の吸収冷凍機の従来技術では、シェル&チューブ型熱交換器により構成されていたため、電動圧縮式と比較して装置が大きく、冷媒保有量も非常に多いという欠点を持っていた。

そこで市場ニーズに応えられるよう、従来技術の課題を克服するために、オールインワンパッケージにするべくコンパクト化やアンモニアに対する安全性向上を目指して開発を進めた。コンパクト化への課題の克服には主に以下の2点が挙げられる。

プレートフィン型熱交換器による吸収冷凍サイクルの実現

高性能規則充填物による精留器の小型化

とりわけプレートフィン型熱交換器については、吸収性能の向上や蒸気焚き再生器における再生器自体の精留効果など、冷凍機の小型化に大きく貢献している。またこれらの熱交換器の採用により、冷媒保有量の削減も可能となり安全性が向上した。

おわりに

アンモニア吸収冷凍機が、環境負荷の小さい21世紀の冷凍機として、今後全世界に広く普及していくことを期待して止まない。

参考文献

- [1] 藤田ら,日本機械学会関西支部第74期定時総会講演会講演論文集, No.994-1(1999), p11-17, 18

吸収式冷温水機の省エネ化について

Energy Conservation for Absorption Chiller and Heater

篠原 進(川重冷熱工業株式会社)

Susumu SHINOHARA(Kawasaki Thermal Engineering Co., Ltd.)

1. はじめに

地球温暖化問題への対応を図るため、わが国は2010年におけるCO₂排出量を概ね90年レベルで安定化させることを目指して産業、民生、運輸の各部門において最大限の省エネルギーを講じていくことが求められている。このような中、当社主力製品の吸収式冷温水機についても省エネ機の開発が急務であり、CO₂排出量の少ない製品を市場に投入し続けることで社会ニーズに応えたいと考える。本報では当社吸収式冷温水機省エネ化の推移と、2000年6月末に発売したCOP1.29(JIS基準COP1.4)省エネ機の技術的ポイントについて紹介する。

2. 吸収式冷温水機省エネ化の推移

1968年自動車製造(株)[その後1972年川崎重工業(株)と合併、1984年、現在の川重冷熱工業(株)に冷凍機事業を移管]は世界で初めて都市ガス等燃料をエネルギー源とした二重効用吸収冷温水機を開発した。燃料を使用する吸収冷温水機の効率は一般的にCOP(=冷房熱量/高位発熱量基準での燃焼熱量)で表し、本機の定格運転時COPは0.75であった。その後、近年に至るまでの省エネ化(COP向上)の推移を下記に示す。

- ・1968年 COP0.75 二重効用初号機の
- ・1979年 COP0.93 K型冷温水機
- ・1983年 COP1.07 L型冷温水機
- ・1992年 COP1.10 スーパーシリーズ

吸収式冷温水機は省エネ化が進むと共に機械のコンパクト化も進められ、1976年～1989年に生産量は急激に増大した。下図に当社製二重効用吸収冷温水機の省エネ・コンパクト化進展状況を示す。

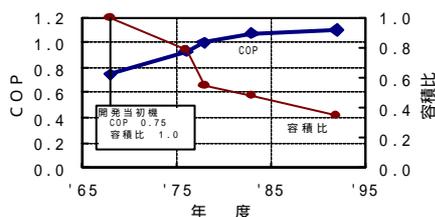


図1 二重効用吸収冷温水機の COP, 機械容積の推移

この間の省エネ化については、

- ・従来のリ-ス`サイクルに代わるリ`-サイクルの採用
- ・少容量液散布装置の開発による溶液循環量の減少
- ・高温再生器冷媒液からの熱回収等内部サイクルの改善
- ・高温再生器熱回収器の高性能化による燃焼排ガスからの熱回収量アップ
- ・内部熱損失の削減

により吸収冷凍機、吸収冷温水機の効率が大幅に向上した。また、

- ・蒸発器、吸収器の小型化(小口径伝熱管の採用)、性能向上

等によりコンパクト化が達成された。

3. COP1.29省エネ機(JIS COP1.4)の商品化

前述のCOP1.10省エネ機(1992年発売 スーパーシリーズ)は現在でも業界トップレベルの吸収式冷温水機として日々、市場に投入されている。このスーパーシリーズの技術を継承し、さらなる省エネ化を進めたCOP1.29省エネ機(シグマエースシリーズ)を発売した。

COP1.10省エネ機(スーパーシリーズ)からCOP1.29省エネ機(シグマエースシリーズ)へのCOP向上策とその効果は下記の通り。

高効率化要素	COP向上効果
高温再生器対流伝熱向上による排ガス出口温度低下	+0.04
低温溶液熱交換器及び高温溶液熱交換器の高性能化	+0.06
冷媒ドレン熱交換器による排熱回収	+0.03
吸収器・蒸発器の高性能化及び蒸気圧損の低減	+0.04
機械表面積放熱及び内部熱損失の低減	+0.02

合計 0.19

4. COP向上への今後の展望

上述のように吸収式冷温水機の省エネ化を展開中であるが、従来の二重効用では将来的に効率を上げていってもCOP1.4がほぼ限界であるのでさらなる省エネルギー達成のためには三重効用化が不可欠と考える。クリアすべき問題は多々あるが、次世代の省エネ機実現に向けて三重効用化の開発を進めていく考えである。

新しい LiBr/水系吸収液への取り組み

Work on new LiBr/water system

黒田 純 (矢崎総業 (株) 空調機器開発事業部)

Jun KURODA (Yazaki Corporation
Air Conditioning Research & Development Division)

1. はじめに

弊社では1970年(昭45)に単効用小型冷温水機(3.5,5RT)を商品化し、その後温水焚、二重効用、一重二重、排熱投入機と商品化してきた。主力の二重効用機の COP1.02 は中小型では高効率である。しかし、近年、新しい技術として空冷化、更なる高効率化が要求されている。本講演ではこれらの技術開発を行うに当たり、吸収液側からのアプローチについて紹介する。

2. 空冷化

2.1 空冷化の困難さ

LiBr/水系の空冷式吸収冷凍機では、非常に高濃度の吸収液が必要となり、今までの LiBr 単独の吸収液では吸収器の熱交換面積が非常に大きくなれば冷房サイクルを維持することができない。

この問題を克服するために、多くの研究者たちにより高濃度運転が可能となる吸収液が提案されている。例えば、小関ら[1]は LiBr に CaCl_2 を添加することにより晶析温度を下げる事が可能であると報告している。また、有機化合物を添加することにより晶析温度を低下させる報告もある。[2]

しかし、吸収液を実用化するには、物性面のスペックの他に、低腐食性・高耐熱性でなければならず、これらが実用化を阻んでいた。

2.2 吸収液の開発

先に述べた先駆者らの研究を参考に、空冷機に使える新しい吸収液の開発を行った。種々の無機化合物について溶解度と水溶液の pH を調査することで、物性と低腐食性・高耐熱性を満足する吸収剤を抽出した。それらの無機化合物と、LiBr との混合塩水溶液の蒸気圧と晶析温度を測定し、物性面で空冷化の可否を調査した。結果を Fig1 に示す。Fig 1 内の左下へ行くほど空冷化に有利な吸収液であるといえる。Fig 1 の プロットは、弊社市販の空冷機に使用している吸収液である。

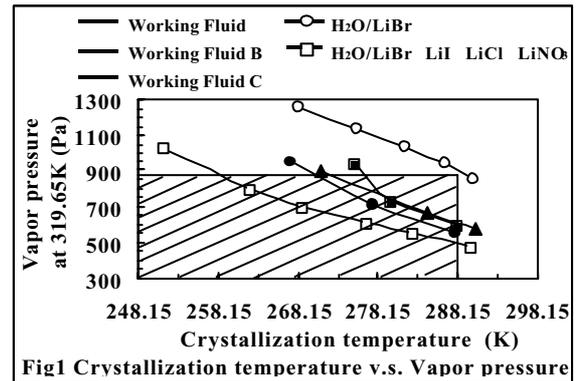


Fig1 Crystallization temperature v.s. Vapor pressure

3. 高効率化

更なる新しい吸収液の開発として、吸収液側から見た効率向上案を検討した。一般的に吸収冷凍機の効率を上げるには、サイクル内の熱を有効に使う、排熱を再利用する等が考えられるが、これらの改良には別途熱交換器の追加や、熱交換面積の増加が必要で経費増に繋がる。しかし、吸収剤を新しく添加する程度では、大きな経費増には繋がらない。ここで注目する因子としては、混合熱であり、この値が小さいと効率は高くなる。混合熱を小さくできる安価な吸収剤を添加してやることで効率は向上し経費的にも負担にならない吸収液が開発できる可能性がある。

4. おわりに

近年、省エネに対する意識が高まってきている中、更なる効率の向上が望まれている。吸収冷凍機の進展に呼応するように、新しい吸収液の技術向上にも努めていかなければならないと感じる。

参考文献

- [1] 小関康夫, 江原勝也, 高橋燦吉, 空気調和・衛生工学会論文集, 47 (1991) 67.
- [2] 伊予木茂樹, 植村正, 冷凍, 56-642 (1981) 11.

新クリーン燃料ジメチルエーテル(DME)

New clean fuel Dimethyl Ether(DME)

大野 陽太郎 (日本鋼管(株))

Yotaro OHNO (NKK Corporation)

1. はじめに

アジア地域における中長期的なエネルギー消費量は着実に増加すると予測されており、今後、エネルギー供給、環境問題が大きな課題となる可能性が高い。この課題に応えうる新しいクリーン燃料として、DMEが注目されている。

本稿では、DMEの物性と燃料としての利用技術、DME製造技術の開発経緯と現状、DMEの経済性と課題について紹介する。

2. DMEとは

ジメチルエーテル(DME)は、化学式が CH_3OCH_3 で示される最も炭素数の少ないエーテルである。現在では、大部分がメタノールの脱水反応により製造され、スプレー用噴射剤(化粧品、塗料、農薬用)として使用されている。年間生産量は日本で1万トン、世界でも15万トン程である。

2.1 DMEの物性と燃料用途

DMEは、沸点 -25.1°C で、常温では無色の気体である。25 $^\circ\text{C}$ における飽和蒸気圧が0.6Mpaと低く、圧力をかけると容易に液化する。その性質がLPGの主成分のプロパン、ブタンに類似しているため、貯蔵、ハンドリングはLPGの技術が応用できる。フロンに代わる噴射剤としての使用に先だって、各種毒性の調査が行われており、メタノールよりも毒性が低く、LPG並みに極めて低毒性であることが確認されている。大気中での分解時間は、3から30時間程度であり、温室効果やオゾン層破壊の懸念はないとされている。

DMEは金属を腐食しないが、ゴム類には膨潤するものがある。DMEに適したシール材の検討が行われている。DMEは、LPGと同様に民生用、輸送用、発電用と幅広い用途が期待される。DMEは、低分子量の含酸素化合物で燃焼性がよく、炭素同志の結合を持たないので無煙燃焼し、その火炎は天然ガスのように可視青炎である。

ウォッペ指数(ガス燃料の発熱量と流通抵抗の

比)がメタンとほぼ等しいので、天然ガス用のコンロがそのまま利用でき、熱効率、排気ガス特性も同程度である。実用規模ガスタービンによる発電用ガスタービン燃料としての利用も試験されており、天然ガスと同等の熱効率と排気特性が得られている。

2.2 輸送用燃料としてのDME

DMEはセタン価が55~60と高いことから、ディーゼル燃料としての利用が可能である。ただし、DMEは、粘度が軽油の約20分の1と低く、潤滑性にも乏しいので、燃料噴射系を一部改造するとともに、微量の潤滑性向上剤をDMEに添加して、エンジン燃焼試験が行われた。軽油を使用した場合は、出力の上昇とともに煤が発生するが、DMEの場合は全く発生しない。NO_x排出、騒音も低減している。出力当たりの燃料消費は熱量換算で軽油と同等である。

DMEを燃料とすると煤が発生しないので排ガス循環比を高くとり、NO_x排出を大幅に低下させることが可能である。また、軽油、プロパンとの混合燃料についての試験も行われ、エンジンが順調に運転でき、排ガス特性が改善される結果が示されている。

IEAの代替自動車燃料の分科会においては、自動車燃料用DME規格が検討され、腐食性の観点から不純物として許容されるメタノールと水の量を、各々100ppm以下、500ppm以下としている。

DMEは、メタノールと同様に容易に水蒸気改質され、毒性が無いことから、将来的には燃料電池自動車の燃料としても期待されている。

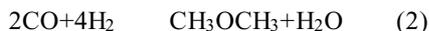
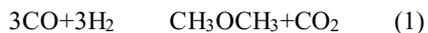
3. DME合成製造技術

DMEを燃料として利用するためには、安価かつ大量に製造することが必要であり、合成ガス(H₂,CO)から直接DMEを合成する技術が、ここ数年開発されつつある。

3.1 合成ガスからのDME合成プロセス

DME合成には次の2種の反応がある。どちらの

反応が支配的になるかは、触媒の特性に依存する。



2種の反応式(1)、(2)の(H₂+CO)平衡転化率を比較すると、反応式(1)によるDME合成の平衡転化率の最大値は、反応式(2)より高い。

石炭、石油残渣、木質系バイオマスのがス化により得られる合成ガス中のH₂/CO比は、0.5～1.0なので、反応式(1)(H₂/CO=1)を利用することは、反応式(2)(H₂/CO=2)の場合に比べ、ガス組成の調整幅が少ないので設備、運転コストが有利である。また、天然ガス、炭層メタンを原料とする場合は、DME合成の副産物のCO₂をメタン改質装置にリサイクルすることにより、次の反応で、H₂/CO=1の合成ガスを得ることが可能である。



3.2 DME合成技術開発の現状

現在、ベンチスケール以上の規模で開発が行われているのは、以下の三社のプロセスである。

ハルダー・トプソ社では、固定床を多段、多塔に分割して反応熱の除去を行い温度制御を容易にしているが装置として複雑なものになっている。触媒について、50kg/日の試験装置で12,000時間の耐久試験を行い、従来のメタノール合成触媒と同程度の劣化状況であることが確認されている。

エアプロダクツ・アンド・ケミカル社では、スラリー床メタノール合成の応用として研究を行っている。商用のメタノール合成触媒と脱水触媒の混合触媒を用い、メタノール合成用パイロットプラントでDME製造試験を行ったが、触媒の劣化が甚だしく基礎研究に戻った。最近になり、改良された触媒を用いたパイロット試験を行い、約600hrの比較的安定した試験成績が得られている。

NKKは、スラリー床において反応式(1)を実現する触媒と高効率のスラリー床反応プロセスを開発した。1997年度より4年間、通産省より補助金を受け、(財)石炭利用総合センター、太平洋炭硯、住友金属工業とDME製造量5t/日規模試験プラントを用いる共同研究を実施した。

1999年9月から2000年12月かけて、約2ヶ月間の長期連続運転を含む6回の試験を実施した。合成ガス製造、DME合成など試験プラントの運転状況は非常に安定していた。スラリー床反応器内の温

度分布は、目標温度(260℃)に対しほぼ均一に制御でき、総合転化率95%以上を達成した。

製品DMEの純度は99.5%以上で、不純物として問題となるメタノールと水分の合計値は100ppm以下であった。

4. DMEの経済性と課題

4.1 天然ガスを原料としたDME製造の経済性

NKKプロセスにより天然ガスからDMEを製造する総括の反応は、次式で表される。



天然ガスの消費原単位は、1,114Nm³/t-DMEである。天然ガスからDMEへの冷ガス効率率は、71.0%である。

製造プラント規模10,000t/日(333万t/年)について、天然ガス価格、輸送距離のDME価格に及ぼす影響を試算した。ガス価格0.5～1.0US\$/MMBTUで、DMEのFOB価格は、3.1～3.5US\$/MMBTUで、輸送距離6000kmのCIF価格は3.6～4.0US\$/MMBTUである。

DMEが現在輸入されている従来燃料に代替導入されるための限界価格は、熱量等価CIF価格で2.0円/Mcal(5.0US\$/MMBTU)と推定されるので、上記の価格であれば、DME製造の経済性が見込める。

4.2 国内流通体制の構築と課題

DMEの流通には、タンカー、受け入れタンク、ローリー、ボンベなどLPG用の技術が基本的に応用可能と考えられるが、細部に渡っては実証的に確認する必要がある。流通・利用技術確立と機器の製造体制の構築が今後の課題である。DME燃料の各種法律・基準の整備、適用法規の見直し、燃料規格、供給機器の安全設計規準の制定などについては、関連業界、行政機関と協力して進める必要がある。

5. まとめ

DMEは、石炭、炭層メタン、天然ガス等、多様な原料から製造可能で、LPGと同様の輸送の利便性に優れたクリーン燃料である。民生用、輸送用、発電用の幅広い消費分野における利用が期待される。

DMEを大量、安価に製造できる直接合成技術が開発されつつあり、商用化に向けて、製造のみならず、流通・利用に関する技術、社会制度面の検討も開始されている。

化石メタノールから新エネ・メタノールへ
From Fossil Methanol towards Renewable Methanol

佐野 寛(地球エネルギーシステム研究所)
Hirosi SANO(Lab.Office of Global Energy System)

1. はじめに

脱化石燃料化は、CO₂抑制と資源枯渇と2重のニーズのため、不可避である。今世紀における「化石エネルギー涸渇」は、人類史上初めて直面する課題である。そこで豊富な自然エネルギー(現在、化石燃料に比べ高価)への切替えニーズが発生する。

メタノールは合成燃料であって、化石時代と新エネ時代の双方に跨り登場する。この合成燃料の進化の道筋は、[天然ガス系(今) 石炭系? パイオ系 太陽系]と変遷する。その必然性と、途中で起きると予想されるいくつかの障害を乗り越えるための展望を解説する。

2. グローバル新燃料の王者=メタノール

輸送・貯蔵性:「グローバル輸送性のよい製品(=液体燃料,cal/容積で評価)」であり、合成燃料中で最良である。

高級用途(自動車用・燃料電池用):クリンで精密制御可能、火力発電用の粗悪燃料と異なり、高価な市場価値がある。

合成容易さ(各種炭素源+各種自然エネ):あらゆる炭素源、自然エネルギー水素が原料として取り込める。

厄介物だったCO₂さえもが輸送型転換の担い手(=C源)として評価を得るチャンスが現れる(例:CO₂リサイクル;主反応)。



3. メタノール資源の変遷

化石メタノールはあだ花。化石燃料から低C燃料を作っても、全システムでは(新エネを取込まぬ限り)CO₂増発になる。石炭例:

1/3燃焼



避けられぬ新エネ系メタノールへの移行。

CO₂排出評価は[C/E]と全合成システムのエネルギー収率[E/E₀]とによって決まる(ここでCは全

排出CO₂,Eは有効エネルギー,E₀は投入エネルギー)。化石システム内での変換ではE<E₀であるから、必ず

$$[C/E] > [C/E_0]$$

すなわち、変換を重ねるほど全CO₂排出増大となる。[C/E]を引き下げるには、分母Eを新エネ注入によって増大させる(新エネハイブリッド化)か、化石エネを新エネに置換してCを削減(新エネ転換)する。

メタノール合成の原料転換には、現在の天然ガス源から始まって下図のような転換先が考えられ、必ずしもCO₂排出削減方向だけとはならないことに注意する必要がある。

4. 天然ガスメタノール時代の終焉

21世紀前半に始まる資源枯渇、および、LNG化との競合が問題である。

最も使い易いエネルギー=石油は、21世紀前半でピークを迎え、以降、減衰(毎年マイナス成長)となる。天然ガスは少し遅れてピークを迎えると予想(BAU)されているが、実際には流体燃料としての共通性から、石油代替用の増産を強いられ、石油曲線と天G曲線は融合 共同の減衰曲線を持つことになる。

天然ガス資源寿命(60年)が石油(40年)より長いのは、資源量が同じ、年消費が小さいためのみかけである。天然ガスは、ポスト石油期にP(生産)増により、寿命(=R/P)は急激に短縮する。

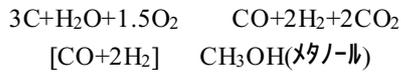
もう一つの問題=LNGとの競合:原料ガスのエネルギーに対して、LNG化(精製&液化)で約15%ロス;メタノール合成には約25%ロスがあり、液体燃料メリットを考慮してもメタノールへの転換は厳しい局面にある。

5. 石炭メタノール時代はくるか?

資源寿命の永い石炭(生産量現状固定で200~300年、石油・天G減産穴埋めに石炭動員すれば100

年)から、液体燃料メタノールを合成する誘惑は大きい。しかしこれには大きな障害が二つある。

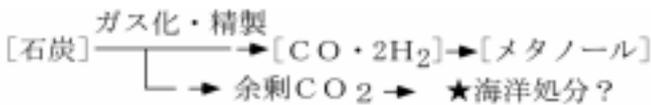
メタノール合成のエネルギー収率が低い。一般炭で約 2/3, 劣質炭で 1/2(下記の反応)。



石炭平均組成は $CH_{0.66}+0.1H_2O$ であるが、簡易化のため C として概算した。

合成時の CO_2 多発。原炭直接利用時より総 CO_2 増大(C/E 値で 1.5~2 倍)。

その結果、石炭メタノールを大規模実施には、プラント発生 CO_2 を回収、地中か海洋に隔離しなければ操業を許されない事態となる。



6. バイオメタノールの長所と弱点

バイオマス(植物体)は、空气中 CO_2 を太陽光エネルギーで固定したもので、その利用・燃焼については CO_2 排出免罪符を持つ。

他の間接太陽エネはどうか。水力は、潜在包蔵水力[1.34 兆 W]で世界需要[10 兆 W 強]に遠く及ばない。風力は数十兆 W あるが、南極など僻地に偏する。

バイオマスは、途上国を主にローカル実用(化石の約 1 割)される。森林は $44 \pm 5Mkm^2$ あるが、生産性は熱帯林 $20Mkm^2$ が千 t-C/ km^2 年と高く、生産資源としては、熱帯林[純生産量 > 22Gt-C/年](Gt= 10^9 ト)が目される。化石燃料 6Gt-C/年の、数倍の資源に相当する。だが日射・温度(> 5)・水供給(水/C > 500)を強く求める「贅沢な資源」であり、地域差が激しい。少量なら適地で安価供給できる。

バイオマス平均組成は $CH_{0.2} \cdot 0.7H_2O$ でほぼ C として概算できる。石炭と類似しているが、より容易に[ガス化 メタノール化]できる。最大課題は、空隙率が極度に大きいので、メタノール合成工業規模(1000t/日)への集荷が容易でないことであろう。因みに、林間の製材所規模は、10t 乾木/日以下が多い。

7. 終着点=太陽メタノール

太陽電力(太陽電池, 太陽熱発電)は、今は高価だが高効率(光電変換率 10~20%)で、バイオマスの約 10

倍である。無限大に近い砂漠太陽エネルギー獲得は、植物には全く不適だが、太陽電池には最も好適である。将来、地球システムとしての棲み分け設計が有望になる。

太陽電力の本質的な欠点は三つある：

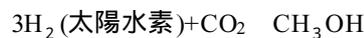
豊富な砂漠は、需要地から超・遠隔。

電力生産のみ。水電解でも水素まで。超長距離輸送には、好適でない。

メタノール化輸送には、合成用炭素不足。

CO_2 リサイクル(単独太陽メタノール)。

RITE は 1990 年代に、回収 CO_2 を輸送し炭素源として活用、太陽水素からメタノールを得るシステムを研究開発・提示した。



化石発電が太陽電池よりも安価である現在では、もちろん経済的に成立しないが、究極の救世主といえるシステムである。

望ましいシナリオ。単独石炭メタノールが炭素過剰、単独太陽メタノールが水素不足なことを受け、複合化メリットが提案される。

	原料種 \ 機能	エネ源	炭素源
化石	天然ガス(今) 石炭	○ ○	○少 ◎過剰
新E	バイオマス 太陽, 水力etc	○ ◎	◎過剰 -

[天G] [石炭] [バイオ] [太陽]

の単線型シナリオは、支障が多過ぎる。過渡的に[太陽+石炭],[太陽+バイオ]両ハイブリッドシステムは望ましい。なお後者は究極でも持続可能で、一部は永続的に成立できる。

参考文献

- [1] 佐野寛「新世紀におけるバイオマス資源開発とエネルギーシステムの可能性」機械学会関西支部 76 総会論文集,014-1(2001)7-37.
- [2] RITE NOW 36,2000- 「再生可能エネルギー最前線」
- [3] 佐野寛「バイオマスエネルギーにおけるグローバル輸送形の選択」17 回エネルギー・資源学会,4-3(1998)85-90.
- [4] 佐野寛「グローバルエネルギーシステムとしてのバイオマス燃料選択」日エネ学会関西支部発表会,12(1998).

バイオマスからの液体燃料生産

Liquefied Fuel Production from Biomass

坂井 正康 (長崎総合科学大学)

Masayasu SAKAI (Nagasaki Institute of Applied Science)

1. はじめに

草本類・木本類のバイオマスは毎年生産される豊富なエネルギー資源であると同時にカーボンニュートラルであるところから、21世紀の化石燃料代替エネルギーとして最大の期待が寄せられている。エネルギー政策が最も進んでいるEUの再生可能エネルギーの構成をみると、バイオマスが63.6%、水力が31.7%、地熱が3.5%となっている。今後、バイオエネルギーを更に増やし、京都会議の目標を達成するとしている。

日本では全エネルギー消費の55%を石油に依存しておりながら、これに替わる再生可能エネルギーの方策はみえていない。また、自動車をはじめとする機械動力源として再生可能な液体燃料の生産が不可欠である。現在、バイオマスからの液体燃料生産は糖質・澱粉を原料としたエタノールと油脂を原料としたバイオディーゼル油であるが、いずれも食品と競合すること、生産性が低いことから問題も多い。ここで、草木を原料にして合成ガスを発生させ、このガスからメタノール燃料を合成する技術が開発され実用段階に入った。

この製法では草木の種を問わず、全量を原料とすることができ、高い収率が期待できる。

2. 現在のバイオマス燃料利用と問題点

バイオマスの燃料利用の主な技術を図1に示す。このうち直接燃焼が約90%を占め、北欧ではバイオマス専焼のコージェネレーション、米国では石炭との混焼などで利用されている。含水性の糞尿や食品残渣などは廃棄物の処理を兼ねて嫌気性発酵によってメタンを発生させガス燃料として利用する。自動車用としてはエタノールとバイオディーゼル油が主な燃料で、一部にバイオガスも使われている。エタノールはサトウキビ、コーン、キャッサバ、葡萄などの食品を原料としているが、年間1800万キロリッターが自動車燃料に使われている。米国ではセルロースの加水分解による製法も開発された。バ

イオディーゼル油は菜種油、パームオイル、ヒマワリ油などをエステル化して使用する。

以上の直接燃焼(固体)、メタン(ガス)、エタノール(液体)とバイオディーゼル油(液体)が主なバイオマスのエネルギー利用形態であるが、国内事情からみると次のような問題を抱えている。直接燃焼では隣接した広大なプラントेशन地が必要なこと、メタン発酵では処理コストが高く残渣の処理が必要なこと、エタノールとバイオディーゼル油では生産性が低く食品と競合することなどである。

3. 新しいバイオ液体燃料製法

いま、求められているエネルギーは化石燃料に代替できる再生可能エネルギーで、中でも石油に代替できる液体燃料が望まれる。この一つの方法としてバイオマスのガス化によるメタノール燃料合成法が開発された。この方法であればバイオマスの種別に関係なく全ての草木を原料にすることができるし、生産されるメタノールは大半の機種に石油代替燃料として動力燃料に成りうる。例えば、メタノール自動車、燃料電池、水素製造、ガスタービンなどへの利用実績がある。さらに、バイオマスから得られた合成ガスを原料にしてDME(ジメチルエーテル)やガソリンを合成する研究も進められている。このガス化メタノール合成技術はこれまでも数多くの研究開発がなされ、ガス化までは工業規模に展開されたが、メタノール合成までは行き着いていない。理由はバイオマスの発熱量が低いため合成に必要な高熱量を持った合成ガスが得られなかったためである。

新しいガス化メタノール合成プロセスを図1に示す。原料はバイオマスに限らず炭素(C)、水素(H)、酸素(O)からなる可燃物であれば何であってもよい。酸素(O₂)と水蒸気(H₂O)の混合ガスをガス化剤として、原料のうち約30%を燃焼させて残りを水素(H₂)と一酸化炭素(CO)に分解する。この(H₂)と(CO)がメタノールの合成原料ガスとな

る。このガスを精製後、(CO)の一部を水蒸気(H₂O)と反応させて(H₂)に転換させ、(H₂):(CO)の比を2:1にしたあと銅・亜鉛系の触媒によってメタノールを合成する。このプロセスにおいてガス精製以降は既存の技術であるから、この技術のポイントはガス化技術にあると言える。

従来のバイオマスのガス化は木材をチップ状にして固定床または流動床形式のガス化炉に供給し、これに着火を保持できる条件でガス化剤を供給していた。この現象を燃焼学的にみると、(O₂)と木材を燃焼させて熱ガスを発生させ、残りの木材を熱分解していることになる。この方法では有効な(H₂)と(CO)は少なく、トラブルの原因となる高分子タールを多量に発生することになる。このタールを分解するためには二次の(O₂)を使うことになるが、この場合有効な(H₂)と(CO)を残すことはできない。つまり、化石燃料の1/2~1/3の発熱量しかもたないバイオマスの場合、ガス化合成法は成立しない。

新しいガス化法ではバイオマス原料を微粉碎して噴流床形式(微粒子の浮遊状態)にし、ガス化剤の酸素濃度を低くすることで、タールの発生を防ぎ、高カロリーの合成ガスを得ることに成功した。ベンチスケールの実験装置で、すす・タールを出すことなく有効な(H₂)と(CO)を多量に含む無色透明なクリーンガスが得られメタノールが合成できることも実証した。原料はスイートソルガムの乾燥微粉と微細藻スピルリナの乾燥粉で実験し、ガス組成から求めたメタノール収率は原料との重量比でそれぞれ49%と60%になった。実機を想定した収率でもプラント動力を差し引いて、バイオマス可燃重量に対し50%が予想される。

このガス化メタノール合成法の開発および実用化研究は国家プロジェクト研究として進められている。

参考文献

- [1] 坂井正康、バイオマスが拓く 21 世紀エネルギー、森北出版、1998。

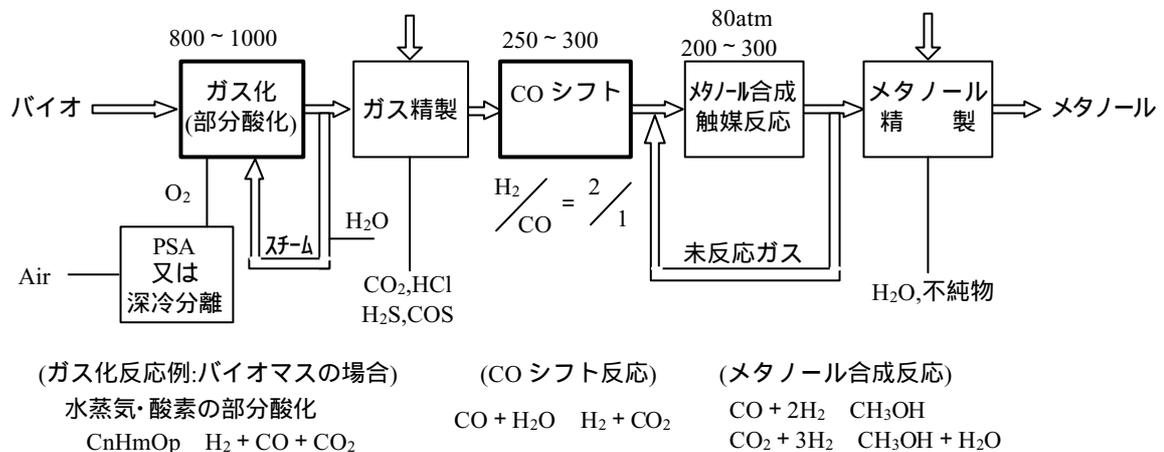


図1 バイオマスのガス化メタノール燃料合成プロセス

水素エネルギー利用技術の展望と課題

Prospect of Hydrogen Utilization Technologies

岡崎 健 (東京工業大学)

Ken OKAZAKI (Tokyo Institute of Technology)

1. はじめに

水素は、石油、天然ガス、石炭のような一次エネルギー源ではなく、何かしらの加工（エネルギー）を加えて得られる二次エネルギーであるから、よく言われるように、地球環境保全や化石燃料資源節約に本質的に寄与するためには、水素を核としたエネルギーシステムにより一次エネルギーから考えた総合効率が現状より格段に向上するか、あるいは、水素製造時のエネルギー源として再生可能な自然エネルギーを大量に導入するしか方法はない。後者が水素エネルギー導入の究極の姿であろうが、現状では自然エネルギーの利用は特に日本においては微々たるもので一次エネルギー消費の 0.2%程度（ここ数年で急増しつつあるものの、太陽光発電、風力発電は 0.01%程度）に過ぎず、近未来にこれを実現することは不可能に近い。しかし、地球環境問題やエネルギー資源枯渇問題を長期的に解決するためには、将来的にはこのような自然エネルギーとリンクした水素エネルギー社会の実現が必須であり、ここに水素エネルギー導入への明確な戦略と現実的な水素利用技術開発の中間シナリオが必要となる。まずは水素自動車の水素導入の牽引力となることは間違いないが、民生用の分散エネルギーシステム等の他の水素利用技術を含めて、たとえ当面は正味のあるいは量的な寄与は小さくとも水素利用の要素技術およびシステム技術の確立をステップ・バイ・ステップで今から進め、将来の水素エネルギー社会へつないでいく現実的な視点が重要なのである。

2. 水素はクリーンエネルギーか？

「水素はクリーンエネルギーか？」という命題に対して、「水素は燃えて水になるだけだから究極のクリーンエネルギーである」と答える人は多いであろう。確かに、「水素ありき」から考えればこれは真実である。しかし、先に述べた通り水素は二次エネルギーであるから、水素製造過程を含めて環境影

響を評価すると必ずしもクリーンとは言えないのである。例えば、一次エネルギーの天然ガスから工業的に水素を製造し水素内燃自動車を動かす場合を考えよう。一次エネルギーの約 1/3 は水素製造過程（採掘、液化、輸送を含む）での損失となり、一次エネルギーに対して動力に使われる正味のエネルギーは現状のガソリン内燃自動車の約 13%より低くなり、排ガス自体はクリーンであっても、地球全体での総量が問題となる CO₂ 問題に対しては改悪にさえなるのである。水素を別のところで製造して、ある都市や町だけをクリーンにする（ローカルクリーン）には大いに意味があるが、地球温暖化低減（グローバルクリーン）には逆効果ともなる。メタノール内燃自動車でも事情は全く同様である [1]。それでは水素製造のエネルギー源として太陽エネルギーや風力などの自然エネルギーを使えば良いと言うかもしれない。これは一見きれいで、アメリカでは、太陽光で発電した電力で水を電気分解して得られる水素で水素自動車を動かす Clean Air Now (Solar Hydrogen Vehicle Project) というデモンストレーションプロジェクトが実際に動いているが、これだけでは先述の通り地球環境保全において重要な量的寄与が当面は期待できない。

最近、純水素を燃料とする固体高分子燃料電池自動車が大きな話題となり、激しい開発競争が繰り広げられている。これが地球環境保全に大きな意味があるのは、この燃料電池の効率自体が 50%近くになり、一次エネルギーから考えても動力への正味変換効率が従来のガソリン内燃自動車の 3 倍近くにもなり得るからなのである。水素だからこそできるエネルギー変換機器性能の格段の向上、さらに化学熱力学的特徴を最大限活用したエネルギーキャリアとしての水素の利用などを含め、全体システムとして地球環境保全と化石燃料節約に寄与できる例は他にもいろいろある。このような水素の使い方をして、はじめて水素はクリーンエネルギーであると言えることになる。

ただし、わが国のCO₂排出量の2割近くを占める自動車で、水素利用固体高分子燃料電池自動車が地球温暖化低減に正味の寄与が出てくるのは、現状の正味のエネルギー変換効率が低いからであって、石炭火力でさえ約40%の送電端効率を達成しておりLNG複合発電では50%以上の効率が実機で実現しようとしているとき、家庭用小型分散型発電装置として水素利用固体高分子燃料電池を導入することはコジェネと組み合わせても、地球環境保全への正味の寄与を引き出すことはそう容易なことではない。電力需要と熱需要の大きなミスマッチを本質的に解消できるシステム技術が併せて要求される。

3. 水素エネルギー利用技術の展開

3.1 水素自動車

過熱気味とも言える水素エネルギーブームの原因ともなった水素利用固体高分子型燃料電池自動車が現実的になってきたきっかけは、カナダのBallard社が6年間で単位体積当たりの出力密度を12倍に向上させることに成功したことにある。同社では水素供給が容易なバスをまず実用化し、バンクーバーとシカゴの市バスでそれぞれ3台ずつ、1998年から2年間すでに運行に供した。水素供給インフラができるまでは水素供給が難しい小型乗用車では、メタノール供給、車上改質型の燃料電池自動車の開発も進められてはいるが、本命はやはり純水素供給型であろうことは疑いない。ただし、さらなる高効率化に加えて、コスト、耐久性、貴金属触媒使用量の大幅削減など、量産車の市場投入には依然として多くの課題が残されている。

一方、BMW社は量産型の水素内燃エンジン搭載車を発表し、今年5月末に日本でも試乗会を開催した。水素供給インフラ対策として液体水素タンクに加えガソリンタンクを備えたバイフュエル方式で、ボタン1つで走行中でも切り替えが可能である。これは水素自動車としてはほぼ完成品であるが、内燃方式であるため、先に述べたように地球環境保全への正味の寄与は現時点では無い。将来の自然エネルギーによる大量水素利用時代へのイニシアティブを優先させた企業の強烈なストラテジーを感じる。

3.2 水素供給ステーション

ミュンヘン空港では、旅客輸送用バスの一部に水素供給を行う350気圧の高圧水素供給ステーションと、ロボットによる完全自動化された液体水素供給ステーションが設置されている。水素製造には加圧型アルカリ水電解を採用し、バッファー用水素吸

蔵合金タンクを備えている。技術としては成熟段階に達している。

わが国でも、平成11年度にスタートしたWE-NET第II期のタスク7で、天然ガス改質型と固体高分子水電解型の2つの水素供給ステーション(実用の10分の1規模、水素製造能力:30Nm³/h)を設置し、今年度中に水素自動車と組み合わせて実証試験が実施される運びになっている[2]。この実証試験により、個別技術だけでなくシステムとしての新しい技術課題が抽出され、次の供給ステーションの高度化につながる技術指針が得られるものと期待されている。

3.3 水素利用分散エネルギーシステム

都市ガス改質水素を利用する固体高分子型燃料電池を核とした家庭用コジェネシステムの開発が、ガス会社を中心に精力的に進められている。メンバーリフォーマにより低温(500-550℃)で高純度の水素(99.999%,CO:10ppm以下)を製造するコンパクトなシステムの開発に成功している[3]。分散エネルギーシステムは、燃料電池に限らずマイクロガスタービン等も併せて、クラスタ(コミュニティー)サイズ、エネルギー需要の階層構造をふまえた最適トータルシステムのデザインが必須である。

最近、燃料電池と水電解の両方の機能を備えた固体高分子型可逆セルスタックと水素貯蔵を組み合わせ、利用サイドでの電力負荷平準化をはかる新しいシステムの検討が進められている[4]。

3.4 固体高分子型燃料電池の高性能化

水素利用技術の展開において、製造、貯蔵、供給、変換を含むシステム技術の開発とともに、固体高分子型燃料電池自体の高性能化への指針を得るために、膜内のプロトン輸送機構や、最大の損失要因であるカソード側活性化過電圧発生時のマイクロ反応機構などに関する基礎研究も進められている[5]。

参考文献

- [1] 武石哲夫,小林紀,NISSANN自動車交通,(1998) 10-11.
- [2] WE-NET 第II期研究開発,タスク7水素供給ステーション報告書,NEDO,ENAA(2001.3).
- [3] 白崎義則,安田勇,日本機械学会2001年度熱工学講演会,(2001.11)E117.
- [4] 小澤由行,岡崎健,化学工学(2001.10).
- [5] 陣内亮典,岡崎健,TSE,9-3(2001.5)67-76.

ご冥福をお祈りします

Numerical Heat Transfer

福田 研二 (九州大学)

Kenji FUKUDA (Kyushu University)

次は原子力の時代と思い、当時卒論の指導をして頂いていた九州大学西川兼康教授と相談し、長谷川先生を紹介頂いた。応用原子核工学科は学年進行中で、大学院は応用物理学専攻に所属して原子力について学んだ。そこでは、輻射と対流の複合問題について「らっきょうの皮を剥くようだ」と揶揄されながら試行錯誤を繰り返した。

一時はソ連に留学したいと言い「君は風来坊だ」とも言われた。先生は数多く仲人をされたが、そのとき「風に飛ばされた帽子を必死に追いかける二人を暖かく見守って欲しい」というのが先生の一つのおきまりの祝辞であった。どちらかと言えば脇目もふらず、きままな小生を、このように大きく包み込んでおられたと思う。

大学院修了後は動力炉核燃料開発事業団に就職し、一貫して続けた二相流の安定性に関する研究で、先生のもとで学位を取得し、母校にも呼んで頂いた。先生のもとで、ご退官まで助教授を勤めさせて頂いたが、先生は工学部長を勤められるなどマネーজে

ントでも結構お忙しかった。いきおい研究室のことは大体任せられ、小生としては自由にさせて頂いた。輻射による熱伝達改善、環状空間内自然対流、二相流安定性、多孔質内の伝熱特性など研究は多岐にわたったが、先生は要所や大きな方針はきっちり抑えておられた。自由と書いていても、釈迦の掌中でのことで、座標の原点、指針のような先生がおられてこそその自由であったと思う。

先生のご退官後、小生は（これからは環境の時代と思い）環境システム科学研究センターに飛び込み、エネルギーや経済、生態系の分野の研究を始めた。この分野での研究や活動についてご報告するたびに大きく興味を示され励みになった。相変わらず未知の分野に没頭する小生を、先生はいつまでも暖かったのは志を見ておられたと思う。先生にとって小生はいつまでも帽子を追いかける学生であったと思う。これからも、エネルギーや環境について研究の進捗などご報告したいと思っている。ご冥福をお祈りいたします。



長谷川 修 先生のご逝去を悼む
人の出会いと別れ

Mourn the Loss of Professor Shu Hasegawa

追悼

越後 亮三 (芝浦工業大学)

Ryozo ECHIGO (Shibaura Institute of Technology)

7月13日訃報は突然に舞いこんできた。詳しい状況もよく分からなかった。とっさに脳裏をかすめたことは「なぜ!」「なぜだろう!」の繰り返しで、暫くして目頭が熱くなり、絶句した。走馬灯のように駆け巡る記憶と葛藤しながら、空路を福岡へ発った。機中では落ち着きを取り戻したが、なにを考えていたのか憶えていないが気持ちだけは張りつめていた。通夜が営まれていた斎場に足を踏み入れた。沈痛な面持ちでせわしなく動いている教え子諸氏の後姿をみて途端に胸がつまり、声が出なくなり、そして再度目頭が熱くなった。

柩に安置され祭壇に祀られた長谷川修先生をみて自然と手が合い、合掌したとき目から涙が流れ落ちた。敢えてハンカチは取らなかった。声を掛けたが、隔てるガラスが冷たく、空しいつばやきに変わった。心なしか表情は冥土に旅立たれる安らかなものには見えなかった。いまだ血がたぎってさえいるようで、私の視線は先生の額を見据え、そしてなんども繰り返しその額を見直した。私にとって長谷川先生ほど長く、親しく、さらに思い遣りをこめてご指導をいただいた師はほかにない。本当に悲しい別れであった。

1965年の夏かあるいは既に秋口になっていたか、いまとなってはハッキリと憶えていないのが残念である。記憶の糸をたくってみても余計に遠ざかり、かえって迂遠になっていくのが悔しくもある。その時はじめて東京駅で長谷川先生とお会いした。それは私にとって人生の大きな岐路になるかも知れない予感があったが、それ以上に私にとってかけがえのない人との出会いでもあった。それ以降なんだか記憶を呼び覚ますよう努めたが、夏か秋口か蘇ってこない。額の汗をハンカチで何度も拭っておられたことだけを、なぜか強い印象として鮮明な記憶に残っている。

その頃、日本の大学で伝熱学の講義を最初に開講された山縣 清教授(故人・本会元会長)率いる九州大学は日本における「伝熱研究のメッカ」といわ

れ、西川兼康、長谷川 修、藤井 哲の諸先生がそれを支え、学会、シンポジウム等において活躍される様は当時の若手、院生レベルの者にも突出した存在として映っていた。長谷川先生には東京駅でお会いする前に何度か機械学会「熱および熱力学講演会」が赤門学生会館で行われていた頃にお見掛けしたことがあり、京都で開催された第1回日本伝熱シンポジウムの広い講演会場で山縣先生のご講演時に、会場の一角に陣取っておられた九大の先生方の中に長谷川先生の姿があったのも微かな記憶に残っている。

東京大学博士課程3年に在籍していた小生に「九州大学に行ってみないか」と声を掛けていただいた。勤まるか否かの不安と人事に関して当時の大学の閉鎖的な風土に照らし実現の可能性に半信半疑の気持ちを抱きながらお願いした。声の主は副指導教官でもあった甲藤好郎先生で、後に聞いた話によると甲藤先生のご推薦が決定的な重みがあったこと、また当初は生産科学研究所にて採用される予定が工学部共通講座の原子炉工学講座に変更になり、長谷川先生から直接ご薫陶を得る幸せにめぐり合うこととなった。

1966年4月希望と不安を抱きながら九州大学に赴任した。山縣先生は既に退官され、長谷川先生等が請われてもあまり大学に来られないようであった。ある日、山縣先生が来学され、長谷川先生の前で着任間もない私に「本学ではその気になれば落着いて勉強ができますよ」と云われたことが脳裏に焼きつき、生涯「落着いて勉強したい」と思い通してきた。長谷川先生ばかりでなく西川、藤井両先生も山縣先生をもってまことの「師」とおし抱き、また山縣先生が愛弟子の語りに目を細めて聞き入っておられた様に何度か接して学問を築き、継承していく生の舞台を目のあたりにする想いであった。長谷川先生が山縣先生について語られる時には何故か普段と違い、小刻みに体を動かしながら話す相

手の目線から反応を注意深く読み取っておられたように感じた。山縣先生を生涯の目標とされていたのである。

時代は移ろい今度は長谷川先生が九州大学に遺された愛弟子の自由闊達な活躍振りを見て、目を細めておられたに違いない。私が九州大学を辞し、東京に移った理由のひとつは彼等が私の存在をおびやかすほどに成長し、職をも襲ったからでもある。九州大学以外にも教えを受けた相当数の門下生が先生のご遺志を継ぎ、研究・教育に活躍している。また日本原子力研究所はじめ全国に先生のご薫陶を得て、元気に活躍している。消息もよくご存知で、楽しみにしておられたようである。

九州大学に勤務した最終年度にあたる1980年4月機械工学科の主任教授を拝命した。雑多な主任業務のなかでユニークだったのは旧帝国大学時代からの機械工学科全卒業生の成績表の管理をすることがある。長谷川先生が在学中修められた成績は昭和22年に記載され、歴代の首席者のなかでもトップであり、多分いまだに破られていないと思う。この逸話は西川先生が時折酒宴の席で披露されるのでご存知の方もおられるが、長谷川先生から直接語られたことは一度もない。逆に何度か伺ったことがあり、「戦後のドサクサの頃のことで当時の成績表は意味がない」と少々素っ気のないご返事だった。

長谷川先生について語るときにはほとんどのひとは先生の「人柄」に触れ、称えて止まない。深く親交のあった方も初対面のひとも同じである。しかし私にとって長谷川先生の存在はお人柄ひとつ捉えても一年毎に変化したように思う。もちろん第一印象が変わってくるわけではないが、ほかの人とどこか一味違っている点があるが、うまく表現できない。十分に理解しているつもりが一年経つうちにまた別な先生をみてハッとさせられる。世に高潔な人格をもって鳴る人々も少なくない。これらの人とは違う長谷川先生ならではの「お人柄」がある。長谷川先生に叱られた経験をもつ門下生は本号に追悼文を書いている清水昭比古氏以外ほとんどいないであろう。私は15年間ご指導を得た中でただ一度大学紛争中に「無言の叱正」を受けたことがあった。叱

正された私に非があったことはいうまでもない。辞表提出を迫られているほどの緊張を感じた。結果は逆に長谷川先生の海外生活を通じて親交を重ねられたミシガン大学のJ. W. Yang先生の研究室に留学する機会を作って頂いた。まさに師弟関係における師はこれを以って銘すべきであると思った。先生を失ってみていま心中には大きな空洞があき埋め難いものとなった。

先生はまた無類の愛妻家であられた。奥様も先生には心の真を捧げられ、支えられたと思う。国内外の学会にもよく一緒にお出かけで、奥様の日本人離れしたすばらしい英会話が先生の海外生活と海外旅行を数倍楽しいものとなったに違いない。亡くなる直前の6月にも欧州旅行をされ、遺作となったスケッチをいただき、以前叙勲祈念祝賀会で先生からいただいた小さな時計に添えて机上に並べた。奥様にはご苦労もあった。私が機械工学科に移った直後応用原子核工学科を揺るがす大事故が起こった。東大原子核研究所で九大職員が放射性物質を普通の焼却炉で燃やし、新聞では一面トップ欄をにぎわし、TV報道では上空にヘリコプターが舞うセンセーショナルな事件となった。職員処分のための秘密教授会が開催されて応用原子核工学科教授全員の管理責任が厳しく問われ、長谷川先生は過労とご心痛のあまりヘルペスの病に倒れられた。先生を病床に見舞ったあと悲痛な涙顔の奥様をみて、一瞬不吉な予感さえした。ご存知のとおりヘルペスは命にかかわる危険な病である。奥様の懸命なご看病が奏効して一命をとり止め、治癒された。職場に戻られた長谷川先生が再度指導力を発揮され、事件は収斂した。結果は当該職員の処分と文部省から工学部長も処分を受けるという大学にとっても汚点を残した。

初めてお会いした時と同様ご生前、先生に最後にお会いした時と場所も思い出せない。人の出会いと別れは案外こんなものかと思ってしまう。親しい人と別れる時を大切にしたいと思う。志願して火葬場まで赴いた。そして最後のお別れするとき先生の額の汗をそっと拭きたいという気持ちが湧き、再び額を見て合掌した。

*In memory of my respectable friend,
Professor Shu Hasegawa*

Wen-Jei YANG (University of Michigan)

I first met with Professor and Mrs. Shu Hasegawa in the office of my Department of Mechanical Engineering Chairman, Professor G.J.Van Wylen. His mission was to investigate a test facility of liquid metal (sodium) cooling for nuclear reactors operated by the Department of Chemical Engineering. Because I can speak Japanese and familiar with Japan (especially my wife), Professor Van Wylen thought I could be a good host to the Hasegawas. Their only son, Hitoshi, was a grad school student. Our impression of Professor Hasegawa was he always wore a nice and kind smile in his face. Ever since, my family and the Hasegawas have become good friends and we visited them often. Both Professor and Mrs. Hasegawa have been so nice to my children who went to Kyushu by themselves.

When I first visited Kyushu University, Professor and Mrs. Hasegawa took us around the island of Kyushu to see the places of interest such as Nagasaki, Aso,

Ibusuki(in Kagoshima) and others. Professor Hasegawa liked hot spas and we enjoyed together a lot. A few years ago, we took them by car to the northern part of Michigan and stayed in a hotel on the Mackinaw Island (which allows only bicycles and horse-carriages for transportation but no automobile) Professor Hasegawa was particularly happy eating smoked-fish which is a famous delicatessen in Michigan.

This summer, due to mutual scheduling, we missed getting together with the Hasegawas not only in the U.S.A. but also in Praha and Budapest. It has become our great regret. We would like to express our condolence to Mrs. Hasegawa and to extend our invitation for her to visit us at any time of her convenience.

Wen-Jei and Shu-Y Yang

August 19, 2001. Am Arbor, U.S.A.



長谷川修先生への告別の辞

A farewell Address to Prof. Shu Hasegawa

追悼

清水 昭比古 (九州大学)

Akihiko SHIMIZU (Kyushu University)

恩師長谷川修先生が逝かれてはや2ヶ月余が経った。狂ったようなこの夏の暑さの中で先生をお送りする諸々の儀礼に参加しながら、始めてお目に掛かった32年前のこと、必ずしも先生に従順でなくそのご期待にも応えられなかった不肖の弟子たる自らの歩みなど、諸々の思いが茫漠と脳裏を過ぎていった。

先生は文字通り日本の原子力の牽引車でいらっちゃった。国中が焦土であった昭和22年に九州帝国大学をご卒業になったあと、先生は日立製作所を経て昭和31年に日本原子力研究所に入られ、原研の発足メンバーとしてJRRシリーズに始まる黎明期の原子炉の設計を次々と手掛けられた。その成果が、現在総発電量の35パーセントを供給するまでに成長・成熟した我が国の原子力発電の礎になったことは言うまでもない。

原研発足に引き続いて大学に原子力関係学科設置の機運が高まるに及び、先生は昭和35年に母校に戻られ、原子核工学教室を経て昭和42年の九大応用原子核工学科の創設に中心的な役割を担われた。筆者が入学したのはその直後の昭和44年である。進路の選択に際して、文系で好きな国史をやるのか、それとも理系で原子力をやるのかと考えていたとき、ある筋から「九大の原子力にはさすが先生がごろごろおらっしゃるげな」と耳にしてのことであった。その頃、原子力という言葉は本当にきらきらと輝いていた。

教室では常に夢が語られていたといってよい。これから原子力社会が来る、船もロケットも医療も原子力という時代が眼前である、君達はその尖兵なり、という空気があった。そのような昂揚の中で、学部では先生に熱力学と原子炉熱工学を教わった。先生の語り口は「端正、風格」の語がびったりの静かで穏やかなものであった。卒業研究の選択では迷わず「さすが先生」のお一人である長谷川研を選んだ。その頃の長谷川研の顔ぶれは錚々たるもので、新入

りがゼミの前に受ける重圧は相当なものであった。しかし、筆者のまずい論文輪読の訳に対して先生はいつも穏やかな笑顔でうなづいて聴いておられた。そのご様子によっていつも報われたような気がしていた。

時移って平成10年、九大応用原子核工学科はエネルギー科学科へと改組され、先生の世代が心血を注いで造られた旧帝大系の原子力関係学科はすべてその看板から原子力・原子核の名をはずした。自らその改組の作業に携わりながら心中「本当にこれで良いのだろうか」という躊躇いの気持ちを抑えきれなかった。でも、“夢の原子力社会”は確かに来なかったのである。原子力は断じて基軸エネルギーであるにも拘わらず、である。

今年四月、筆者は長谷川先生と入れ替わるようにして九州エネルギー問題懇話会委員に就任し、この津、かしの浦と歩いては不信の目を向ける人々に原子力の必要性を説く行脚を行なう役目を担うようになった。正直、このようなことになるうとはその昔思いもしなかったことである。同懇話会篠原照和事務局長によれば、今後のエネルギー・環境問題に関する懇談で、どちらかといえば将来を悲観的に捉える篠原局長に対して、先生はいつもの穏やかな口調で「きっとあとの人がうまく考えてくれるよ。僕はそんなに悲観はしていない」と仰るのが常だったという。

不肖の弟子でも筆者は“あとの人”の一人には違いない。人々は今、漠然とではあるが我が国が二千年の歴史のなかで始めて衰退の局面に入ったのでは、と感じている。環境もエネルギーも先が見えない。囿らずもその転換点に生き合わせた身として棺の中の先生の安らかな瞑目のお姿を拝見して、前途に困難を覚えたときには是非ヒントをお与え下さい、我々をお導き下さい、という祈りの言葉が自然に口をついて出た。

日本伝熱学会 第1回学生優秀プレゼンテーション賞報告
- 第38回日本伝熱シンポジウム -

*On Selection of the Student Best Presentation Awards
in 38th National Heat Transfer Symposium*

第40期日本伝熱学会学生会委員会
委員長 石塚 勝 (富山県立大学)
Masaru ISHIZUKA (Toyama Prefectural University)

本会における学生による学会活動の活性化，発表技術の向上ならびに学生会員の増強を目的に，「日本伝熱学会 学生優秀プレゼンテーション賞」が本年5月開催の第38回日本伝熱シンポジウムから実施されました。

本賞は，原則として本会学生員(高専生，大学生，大学院生)を対象として，日本伝熱シンポジウムにおける口頭講演発表者の中から，特に優れた発表を行った者に対して授与されるものです。

各セッションの座長ならびに学生会委員会委員(学生委員を除く)からなる評価担当者が，日本伝熱シンポジウムにおける学生の講演発表の中から，受賞候補者を推薦する。

学生会委員会委員長，学生会委員会委員(学生委員を除く)で構成される「学生優秀プレゼンテーション賞審査・選考委員会」が，推薦された候補者の中から受賞者を審査・選考し，理事会において最終決定される。

<学会賞に関する内規，学生優秀プレゼンテーション賞に関する内規については本誌 p.43 の事務局からの連絡を参照ください。>

第38回日本伝熱シンポジウムでの評価担当者(各セッション3名)による推薦を基に学生会委員会にて審査・選考を行い，その結果，以下の8名を表彰候補者として推薦することが決定され，理事会において承認されました。

第1回学生優秀プレゼンテーション賞表彰者
(順不同)

稲葉 靖二郎 (慶應義塾大学M2)
「サブミクロン蛍光粒子による微小空間の流れ場計測(速度検出に対するブラウン運動の影響)」

川口 達也 (慶應義塾大学D3)
「干渉トモグラフィ法による噴流の時空間温度分布計測」

小宮 敦樹 (東北大学D3)
「微小重力場における非定常拡散場の計測」

陣内 亮典 (東京工業大学D2)
「固体高分子形燃料電池用カソード触媒の物理(Pt表面上へのO₂吸着)」

達本 衡輝 (京都大学D3)
「加圧 HeII 中の他端開放ダクト一端の平板発熱体における熱伝達特性(3) 定常熱伝達の数値解析」

水野 梨貴 (京都大学修士修了，現 NEC)
「格子ボルツマン法を用いた多孔質内における化学反応を伴う熱・物質移動解析」

森 昌司 (九州大学D2)
「垂直な環状流路内沸騰二相流の過渡変動時におけるスパーサ近傍の加熱表面温度変動特性」

森 匡史 (東北大学修士修了，現 三菱重工)
「急拡大流路内の三次元剥離流れと熱伝達の数値解析」

以上

行事カレンダー

本会主催行事

開催日		行事名(開催地,開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2002年						
6月	5日(水) ~ 7日(金)	第39回日本伝熱シンポジウム (北海道厚生年金会館、札幌市)	'02.1/18 (講演申込) '02.4/12 (参加事前 申込)	'02.3/15	第39回日本伝熱シンポジウム実行委員会 委員長 工藤一彦 北海道大学大学院工学研究科	2001.9
2003年						
5月	28日(水) ~ 30日(金)	第40回日本伝熱シンポジウム (広島国際会議場、広島市)	未定	未定		

本会共催,協賛行事

開催日		行事名(開催地,開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2001年						
10月	4日(木) ~ 5日(金)	東北大学流体科学研究所 主催 The First International Symposium on Advanced Fluid Information AFI-2001 (宮城蔵王ロイヤルホテル)			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	
11月	3日(土) ~ 4日(日)	(社)日本機械学会 2001年度熱工学講演会 (岡山大学 津島キャンパス)	'01.6/1	'01.8/17	岡山大学工学部機械工学科 稲葉英男 Tel:086-251-8046(稲葉), -8047(堀部,春木) Fax:086-251-8266(機械共通) E-mail:inaba@heat6.mech.okayama-u.ac.jp http://heat6.mech.okayama-u.ac.jp/ thermal/index.html	
11月	21日(水) ~ 23日(金)	第39回燃焼シンポジウム (慶應大学理工学部 矢上キャンパス)	'01.7/27	'01.9/10	東海大学工学部 動力機械工学科内 第39回燃焼シンポジウム事務局 Tel:0463-58-1211-4306(神本) 4315(飯島) Fax:0463-59-8293 E-mail:iijima@bosei.cc.u-tokai.ac.jp http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/cs2/cs2-j/symp39	
12月	7日(金) ~ 8日(土)	第25回人間-生活環境系シンポジウム (沖縄県女性総合センター)	'01.8/31	'01.10/31	琉球大学工学部 堤 純一郎 〒903-0213 沖縄県西原町茅原1 Tel:098-895-8655, Fax: 098-895-8677 E-mail:jzutsumi@tec.u-ryukyuu.ac.jp	
12月	15日(土) ~ 17日(月)	第3回高温エネルギー変換システムおよび関連 技術に関する国際シンポジウム(RAN2001) (名古屋大学シンポジオン)	'01.5/31	'01.7/31	名古屋大学高温エネルギー変換研究セ ンター RAN2001 事務局(総務担当 古畑朋彦) Tel:052-789-3916, Fax:052-789-3910 E-mail:furu@nuce.nagoya-u.ac.jp http://ran.nagoya-u.ac.jp/RAN/RAN2001.ht ml	
12月	19日(水) ~ 21日(金)	第15回数値流体シンポジウム (国立オリンピック記念青少年センター)	'01.9/21		第15回数値流体シンポジウム実行委 員会幹事 大岡隆三(東京大学生産技 術研究所 加藤ノ大岡研究室) Tel:03-5452-6435, Fax: 03-5452-6432 E-mail:ooka@iis.u-tokyo.ac.jp http://venus.iis.u-tokyo.ac.jp/?fd15	
12月	20日(木) ~ 22日(土)	第10回微粒化シンポジウム (大阪市立大学学術情報総合センター)	'01.10/5	'01.11/16	第10回微粒化シンポジウム実行委員 委員長 東恒雄(〒558-8585 大阪市住 吉区杉本3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科機械工学専攻) Tel:06-6605-2666, Fax: 06-6605-2766 E-mail:symposium@ilass-japan.gr.jp http://www.mech.eng.osaka-cu.ac.jp/atomize/	
2002年						
1月 2月	31日(木) ~ 1日(金)	第8回エレクトロニクスにおける マイクロ接合・実装技術	'01.9/3	'01.11/20	(社)溶接学会 Mate 2002 事務局 Tel:06-6879-8698, Fax:06-6878-3110 E-mail:mate@jwri.osaka-u.ac.jp http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jws/research/micro/Mate2002.html	

行事カレンダー

3月	4日(月) ～ 6日(水)	第5回CO2固定化とエネルギー効率利用 に関する国際シンポジウム 第4回世界エネルギーシステム国際会議 (東京工業大学百年記念館フェライト会議室)	77' ストラト '01.9/30		東京工業大学炭素循環素材研究センタ 玉浦 裕 Tel:03-5734-3292, Fax:03-5734-3436 E-mail:ytamura@chem.titech.ac.jp	
8月	26日(月) ～ 29日(木)	第10回流れの可視化国際シンポジウム 10 th International symposium on Flow Visualization (ISFV10) (京都国際会議場)	'02.1/31	'01.5/31	ISFV10事務局・論文委員会委員長 川橋正昭(埼玉大学) RAN2001事務局(総務担当古畑朋彦) Tel:048-858-3443, Fax:048-858-3711 E-mail:mkawa@mech.saitama-u.ac.jp	

国際会議案内

開催日	行事名(開催国,開催地)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号	
2002年						
4月	8日(月) ～ 10日(水)	1 st International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics (南アフリカ, Kruger National Park)	'01.4/1	'01.6/30	http://www.walters.co.za/conference/hefat	
7月	14日(日) ～ 18日(木)	The 13 th International Symposium on Transport Phenomena(ISTP-13) (カナダ, Convention Center, Victoria, BC)	'01.11/1 (Abstract)	'02.3/1	Dr.Sadic Dost, ISTP13, Dept. of Mech. Eng., Univ. of Victoria, BC, Canada, V8W 3P6 http://www.istp13.uvic.ca	
8月	18日(日) ～ 23日(金)	第12回 国際伝熱会議 (フランス, グルノーブル)	'01.5/31	'02.2/1	東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻 庄司正弘 Tel & Fax:03-5800-6987 E-mail:shoji@photon.t.u-tokyo.ac.jp http://www.ihtc12.ensma.fr/	

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

記

1. 対象となる業績

- (1) 学術賞の対象は、原則として、最近3年間の Thermal Science and Engineering 誌に掲載された、あるいは、最近5回の日本伝熱シンポジウムにおいて発表し国内外の審査のある学術論文集に掲載された伝熱に関する優秀な研究論文とします。なお、受賞対象研究課題名は、必ずしも論文題目と一致する必要はありません。

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

- (2) 技術賞の対象は、公表された優秀な伝熱技術とします。
- (3) 奨励賞の対象は、原則として、最近2回の日本伝熱シンポジウムにおいて優秀な論文を発表した若手研究者で、発表時に大学院生、またはこれに準ずる者(大学卒業後5年以内の者)とします。
- (4) 学術賞および奨励賞の対象資格は、原則として本会会員に限ります。
- (5) 贈賞数は、学術賞2件程度、技術賞1件程度、奨励賞4件程度とします。

2. 選考方法

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

3. 提出書類

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

4. 提出先

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

5. 提出期限：平成14年1月9日(水)

6. 問い合わせ先：提出先に同じ。

以上

申請者・推薦者名 _____ 印
所属 (_____)

論文題名または： _____

技術名 _____

刊行物名または： _____

技術内容 _____

(論文抜刷または技術内容参考資料6部添付)

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

代表研究者：氏名・所属・職名 _____

連絡先 _____

共同研究者：氏名・所属・職名 _____

関連研究の伝熱シンポジウム発表(該当する場合)

論文題名： _____

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

申請・推薦理由： _____

連絡先(推薦の場合)

(一般賞)

1. 伝熱学会賞一般賞として、学術賞、技術賞、学生優秀プレゼンテーション賞を設ける。

(学生優秀プレゼンテーション賞)

8. 学生優秀プレゼンテーション賞の対象は、当該年の日本伝熱シンポジウムにおける学生（高専生、大学生、大学院生）の口頭講演発表者の中で、特に優れた発表を行った者とする。
9. 学生優秀プレゼンテーション賞は原則として10件以内とする。
10. 学生優秀プレゼンテーション賞の推薦・選考・授賞方法は、本内規には拠らず別に定める。

制定 平成 13年 5月 6日

(賞の設置)

1. 本会における学生による学会活動の活性化、発表技術の向上ならびに学生会員の増強を目的として、「日本伝熱学会 学生優秀プレゼンテーション賞」を設ける。

(対象)

2. 日本伝熱シンポジウムにおける学生（高専生、大学生、大学院生）の口頭講演発表者の中で、特に優れた発表を行った者を対象とする。
ただし、伝熱シンポジウム申込み時点で学生であればよい。社会人所属の院生は対象外とする。
3. 受賞者は、原則として本会会員とする。なお、非会員に対しては、贈賞時までに入会するよう勧奨するものとする。

(候補者の推薦)

4. 「評価担当者」は日本伝熱シンポジウムにおける学生の講演発表の優劣を評価し、受賞の候補者を推薦する。
5. 評価担当者は各セッションの座長ならびに学生会委員会委員（学生委員を除く）とする。ただし、学生会委員会委員長の判断で評価担当者を適宜追加してよいものとする。
6. 評価担当者は、表彰に値すると考えられる講演者について、評価票にその講演発表の評価を記入し、候補者として推薦する。

(審査・選考)

7. 審査・選考は、学会賞担当副会長から委託された「学生優秀プレゼンテーション賞審査・選考委員が行う。
8. 「学生優秀プレゼンテーション賞審査・選考委員会」は、学生会委員会委員長、学生会委員会委員（学生委員を除く）で構成する。
9. 「学生優秀プレゼンテーション賞審査・選考委員会」は、回収された評価票の内容をもとに審査を行い、推薦された候補者の中から受賞者を選考する。
10. 受賞者は原則として10名以内とする。
11. 理事会の承認を経て受賞者の最終決定とする。
12. 審査・選考の過程は一切公開しない。

(表彰)

13. 表彰は、受賞者への表彰状の贈呈をもって行う。なお表彰状は、学会長名で授与する。
14. 受賞者の氏名・所属を、会誌ならびに学会ホームページ上で広告する。

(付則)

15. 上記に記載なき事項については、学会賞担当副会長、企画部会長、学生会委員会委員長、学生会委員会幹事が協議し、これに当たる。

39

開催日 平成 14 年 6 月 5 日 (水) ~ 7 日 (金)

会 場 北海道厚生年金会館

(〒060-0001 札幌市中央区北 1 条西 12 丁目

TEL : (011)231-9551)

研究発表申込締切 平成 14 年 1 月 18 日 (金)

論文原稿締切 平成 14 年 3 月 15 日 (金)

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

- Web による申込みと致します。
- 講演発表申込は、講演者 1 名につき 1 題目とさせていただきます。
- 詳細は会誌「伝熱」(平成 13 年 11 月号)に掲載致します。
- 講演論文集は原寸大のオフセット印刷および CD-ROM として作製致します。論文の長さは、1 題目当たり A4 用紙 2 ページとし、作成フォーマットは前回と同様の予定です(2 段組×片側 26 字×60 行)。
- 執筆要綱は、会誌「伝熱」(平成 14 年 1 月号)及びホームページに掲載致します。
- 本シンポジウムでは講演論文集を CD-ROM 化するため、論文原稿は原則として PDF ファイルで提出して戴きます。PDF での提出が困難な場合には、論文申込整理費のほかに別途変換作業料(5000 円)を申し受け、実行委員会が PDF 化を代行致します。
- 講演申込整理費： 3,000 円
(当日会場支払い：4,000 円)
- シンポジウム参加費(論文集代は含みません)
一般(事前申込：10,000 円, 会場申込：12,000 円)
学生(事前申込：5,000 円, 会場申込：6,000 円)
- 講演論文集：
伝熱学会会員：無料(CD-ROM 版は事前送付、印刷版はシンポジウム参加者に当日手渡します。)
非会員：8,000 円(会場受付で会員登録も可能)
- 開催日： 平成 14 年 6 月 6 日(木)
- 会 場： 北海道厚生年金会館

40

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

日時：2002 年 6 月 4 日 14:00-17:00

会場：北海道厚生年金会館

(伝熱シンポジウムと同じ会場です)

会費：無料

内容：ナノテクノロジーと伝熱(仮題)、
燃料電池開発の現状と将来(仮題)

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

日時：2002 年 6 月 4 日 18:00-19:40

会場：札幌ビール園

内容：生ビール飲み放題、生ラムジンギスカン食べ放題(100分)

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

• シンポジウム開催期間が 2002

の開催時期と重なります。札幌でもサッカーの試合が行われるため多くの人出が予想されますので、航空便等交通手段と宿泊先の確保は早目にされることをお勧めします。取扱い旅行者につきましてはホームページをご参照下さい。

「第 39 回日本伝熱シンポジウム実行委員会」
北海道大学大学院工学研究科 機械科学専攻内
FAX : (011)706-7889,
E-mail : htsymp39@mech-me.eng.hokudai.ac.jp
第 39 回日本伝熱シンポジウム実行委員会
委員長 工藤 一彦

平成13年度文部科学省科学研究費補助金研究成果公開促進費「研究成果公开发表(B)」補助事業

対 象 小学5・6年生とその保護者 約70名
 中学1・2年生 約70名
日 時 平成13年11月10日(土)
 午後1:00～5:00
場 所 中部電力でんきの科学館
 (地下鉄東山線および鶴舞線「伏見」駅徒歩2分)
その他

おはなし 荒木 信幸 先生(静岡大学副学長)

- 「熱」で物を動かす! -
ペルチェ素子、太陽電池、形状記憶合金、熱気球、燃焼、
液体窒素、冷凍、蒸発・凝縮、宇宙の温度などに関する各種実験

おはなし 児玉 優 先生(三菱重工(株)研究部次長)

申し込み方法

参加希望者は1人ずつ、官製はがきに(1)氏名、
(2)保護者氏名、(3)住所・郵便番号、
(4)電話番号、(5)学校名と学年、を書いて、
下の所へ10月12日(金)までに着くよう、送ってください。
先着順に定員までの方に参加整理券を送ります。

送り先

〒459-8522 名古屋市緑区大高町字北関山20番地の1
中部電力株式会社 エネルギー応用研究所 空調・熱供給チーム
キッズ・エネルギーシンポジウム係
問い合わせ電話番号 070-5970-8174(渡邊) -8180(永松)
、-8218(林)(注意:電話での申し込みは受け付けません)

主催 (社)日本伝熱学会、キッズ・エネルギーシンポジウム2001実行委員会

後援 名古屋市教育委員会・(社)日本機械学会東海支部
東海流体熱工学研究会・中部電力株式会社

近年、流れを数値的に解く手法の一つとして、格子ガスオートマトン法及び格子ボルツマン法が用いられるようになってきています。これらの手法は、仮想的な粒子の動きを統計力学的手法を用いて数値処理することによって流れを再現する方法で、今後、原子力を始めとする様々な分野でみられる複雑流れの数値解析などに対して、極めて有効なツールとなる可能性があります。しかしながら、その手法の内容や実際の使用方法などについては、まだ一般に広く知られていないため、現在のところその応用例は限られています。昨年に続いて2回目となる本講習会は、これら両手法に関して平易に解説するほか、パーソナルコンピュータを使った簡単な流体解析演習を合わせて行うことにより、広く原子力を始めとする関連分野への両手法の普及・応用の促進を目的として開催いたします。

日本原子力学会熱流動部会
日本伝熱学会、日本機械学会、日本混相流学会
平成 13 年 11 月 9 日 (金) 9:30 - 17:20
工学院大学 新宿キャンパス 情報科学研究教育センター 演習室
東京都新宿区西新宿 1-24-2 TEL: 03-3340-0134

40名

(参加者にはテキスト1冊とCD-ROM1枚を配布いたします。)

会員 : 1万円 (協賛学協会会員を含む)
非会員 : 1万5千円
テキスト・CD-ROMのみ : 5千円

ファックスまたは電子メールにて、「格子ガス格子ボルツマン法講習会」と題記し、加盟学協会、勤務先(院生、学生の場合は学校名、学部名、学年)連絡先を明記して申し込み下さい。請求書が必要な方は、その旨明記して下さい。折返し、参加番号をご連絡いたしますので、参加費を、この参加番号を明記の上、下記の郵便口座もしくは銀行口座にお振込みください(例:流体太郎 NO.12)。尚、テキスト・CD-ROMのみ希望の方は、「格子ガス格子ボルツマン法講習会テキスト」と題記して、同様にお申し込み下さい。

〒305-8569 茨城県つくば市小野川 16-1

独立行政法人 産業技術総合研究所 環境管理研究部門 高田尚樹(講習会幹事)

TEL: 0298-61-8232、FAX: 0298-61-8722、E-mail: naoki-takada@aist.go.jp

URL: <http://www.kz.tsukuba.ac.jp/~lga-lbm/>

郵便振替口座: 口座番号 10690 - 34014601

名 義 格子ガス格子ボルツマン法講習会運営委員会阿部豊

銀行口座: 常陽銀行 竹園支店 普通預金口座

店番号 : 186

口座番号: 1114788

名 義 : 格子ガス格子ボルツマン法講習会運営委員会阿部豊

:平成 13 年 10 月 31 日(水)

Call for Papers
The 13th INTERNATIONAL SYMPOSIUM on TRANSPORT PHENOMENA (ISTP-13)

July 14-18, 2002, Convention Centre, Victoria, BC, Canada

Background and Objective

ISTP-13 is organized by the *University of Victoria (UVic)*, Victoria, BC, Canada under the auspices of the *Pacific Center of Thermal-Fluids Engineering (PCTFE)*, USA.

ISTP-13 will be a multidisciplinary international conference and will provide a forum for researchers, scientists and practitioners from all over the world to exchange information, present new developments, and discuss the future direction and priorities in the field of transport phenomena. The previous ISTP symposia were in Honolulu 1985, Tokyo 1987, Taipei 1988, Sydney 1991, Beijing 1992, Seoul 1993, Acapulco 1994, San Francisco 1995, Singapore 1996, Kyoto 1997, Taipei 1998, Istanbul 2000. By all accounts these symposia were held with great success.

A special Open Forum session is being planned for ISTP-13 to provide a unique opportunity for authors to present their latest, as yet, unpublished research findings before a conference audience that serves as a "sounding board" to provide constructive feedback. Authors wishing to participate in this Open Forum should send their name, affiliation and title of topic to the Chairman of the Open Forum, **Dr. Paul J. Marto** at E-mail: **PJMarto@aol.com**, no later than *June 01, 2002*.

Venue

This time ISTP-13 will be held in **Victoria**, British Columbia, Canada. Victoria is the Capital of the Province of British Columbia and located at the southern tip of Vancouver Island, with about 250,000 inhabitants. Hospitality and variety are always in season in Victoria. With Canada's mildest climate, this year-round tourism destination offers a wide variety of activities for all travelers. It's no surprise the Conde Nast Traveler Magazine's readers' poll rated Victoria one of the top 10 cities to visit in the world!

Scope and Topics

Original and unpublished papers describing current research on transport phenomena from fundamental sciences to applied technologies are hereby solicited. Some key areas include, but not limited to, the transport processes of the following:

- Aerospace applications
- Biomass and bioenergy
- Combustion
- Chemical process systems
- Cooling applications
- Cryogenic systems and applications
- Crystal growth
- Energy and environmental impact
- Energy systems and applications
- Exergy analysis and thermodynamic optimization
- Experimental measurement techniques
- Fuels and alternatives
- Fuel cells
- Heat exchangers
- Melting and freezing
- Membrane technologies
- New and clean energy technologies
- Refrigeration systems and applications
- Thermal energy storage
- Thermal parameters, systems and applications

Important Dates

- | | |
|---------------------|---|
| • November 01, 2001 | One-page abstract due (via e-mail) |
| • December 01, 2001 | Notification of acceptance |
| • March 01, 2002 | Camera-ready manuscript due |
| • April 01, 2002 | Camera-ready manuscript due (in final form if revision is needed) |
| • April 01, 2002 | Advance payment due (for including the paper in the Proceedings) |

All papers will be peer reviewed, and all accepted papers will be published in the Proceedings that will be available during the Symposium.

Detailed information about the conference including the location, travel, accommodation, abstract submission, proceedings, venues, registration, etc. can be found at our web page: www.istp13.uvic.ca.

Contact

Dr. Sadik Dost
 ISTP-13
 Department of Mechanical Engineering
 University of Victoria, Victoria, BC, Canada, V8W 3P6
 Tel: 1-250-721-8898
 Fax: 1-250-721-6294
 E-mail: istp13@uvic.ca
 Web: www.istp13.uvic.ca

Dr. Ibrahim Dincer
 ISTP-13
 Department of Mechanical Engineering, KFUPM
 Box 127, Dhahran 31261, Saudi Arabia
 Tel: (966-3) 860-4497
 Fax: (966-3) 860-2949
 E-mail: idincer@kfupm.edu.sa

「伝熱」会告の書き方

事務局からの連絡

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

会計年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日までです。

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

会員は本会の活動に参加でき、次の特典があります。

- 「伝熱」「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」を郵送します。
(本年度発行予定：5, 7, 9, 11, 1, 3月号)
・正会員、学生会員、名誉会員、推薦会員に1冊送付
・賛助会員に口数分の冊数送付
- 「日本伝熱シンポジウム講演論文集」を無料でさしあげます。
・正・学生・名誉・推薦の各会員に1部、賛助会員に口数分の部数(但し、伝熱シンポジウム開催の前年度の3月25日までに前年度分までの会費を納入した会員に限る)

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

(注意)

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

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

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

(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もご指導をお願いします。

(変更届提出上の注意)

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

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

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

次の業務を下記の事務局で行っております。

事務局

(業務内容)

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

(所在地)

〒113-0034 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
(土日、祝祭日を除く、午前10時～午後5時)
学会HP: <http://www.htsj.or.jp>

(注意)

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

〒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

日本伝熱学会正会員・学生会員入会申込み・変更届用紙

日本伝熱学会 賛助会員新規入会申込み届け用紙

広告

Leading Edge the Thermal Technology

編集後記

猛暑だった今年の夏もいつの間にか過ぎ去り台風一過めっきり秋めいてきました。9月号は牧野・鈴木委員の担当で、“関西伝熱セミナー・FILGAP特集号”として発行することができました。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までお寄せください。

第40期編集出版部会委員

副会長	河村 洋	東京理科大学
部会長	瀧本 昭	金沢大学
委員		
(理事)	山田雅彦	北海道大学
	花村克悟	岐阜大学
	岩城敏博	富山大学
	牧野俊郎	京都大学
	西村龍夫	山口大学
(監事)	太田照和	東北大学
(評議員)	塚田隆夫	東北大学
	井上剛良	東京工業大学
	一宮浩市	山梨大学
	鈴木 洋	神戸大学
	高田保之	九州大学
(事務)	大西 元	金沢大学
TSE チーフエディター		
	西尾茂文	東京大学
TSE 出版担当		
	永井二郎	福井大学

平成 13 年 9 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

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

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

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

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

Notice about photocopying

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

Except in the USA

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

In the USA

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

ISSN 1344-8692

Journal of The Heat Transfer Society of Japan
Vol. 40, No. 164

2001年9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