

伝熱研究

1989
October
Vol. 28
No. 111

Journal of Heat Transfer Society of Japan

〈特集：地方伝熱セミナー〉

伝熱セミナーの特集にあたって 服部 賢

I. 関東地方セミナー

新企画伝熱セミナー（関東、北海道）の採点 小竹 進
熱い夏 吉田 英生
夢伝熱？—サーマル・サマー・スクールを終えて ... 飛原 英治
サーマル・サマー・スクールの企画に参加して 西野 耕一

II. 北海道地方セミナー

第1回北海道地方セミナーの概要
地球大気システムと放射・光化学反応 太田 幸雄
常温核融合—金属と水素に未知の反応は存在するか
..... 水野 忠彦、秋本 正、佐藤 教男

III. 九州地方セミナー

「第1回九州地方伝熱研究者の集い」の報告 ... 深野 徹
講演討論会、見学会 曾田 正治、大串 哲朗
語らいの場 金丸 邦彦、笹口 健吾、鶴田 隆治、鳥居 修一
参加者の声 東 昌彦、横峯 健彦、森永 雅彦

IV. 関西地方セミナー

六甲山上セミナー「いま、熱・伝熱ではこれがおもしろい」を振り返って
..... 高城 敏美
いま、企業ではこれがおもしろい（I） 赤平 信夫、三宅 俊也、鳥越 邦和
いま、企業ではこれがおもしろい（II） 浜辺 謙二、阿部 義人、鳴田 徹
芦沢 昭示、拓植 綾夫
乱流と乱流伝熱の直接シミュレーションとモデリングはどこまで可能か
..... 梶島 岳夫、田川 正人、平井秀一郎
「熱・流動の直接シミュレーションとコンピュータ・グラフィックス」の司会をして
..... 廣川 雅俊、高城 敏美
計測の最前線 小宮山正治、大串 哲朗、牧野 俊郎
平田 雄志、坂口 忠司
熱と流れの Visualization 三島嘉一郎、平田 雄志、河原 全作
片岡 邦夫、川添 政宜
参加者の声 鎌田 正裕、古藤 悟、播木 道春

〈第2回寒地圏伝熱国際シンポジウム〉

Some Thought and Observation Relating to the International
Symposium on Cold Regions Heat Transfer ... K. C. Cheng

1989年第2回寒地圏伝熱国際シンポジウムを終えて ... 関 信弘

第2回寒地圏伝熱国際シンポジウムに参加して ... 木村 照夫、藤本 尊子
仲沢 優司、大河 誠司

〈国際会議報告〉

6th International Conference Numerical Methods in Thermal
Problems Swansea 3rd-7th July 1989 伊藤 猛宏

日本伝熱研究会第28期（平成元年度）役員

会 長		藤 井 哲 (九 大)
副 会 長	(無任所) (事務担当)	相 原 利 雄 (東 北 大) 黒 崎 晏 夫 (東 工 大)
地方連絡幹事	北 海 道 東 北 関 東 東 海 北陸信越 関 西 中国四国 九 州	金 山 公 夫 (北見工大) 太 田 照 和 (東 北 大) 笠 木 伸 英 (東 大) 藤 田 秀 臣 (名 大) 竹 越 栄 俊 (富 山 大) 芹 澤 昭 示 (京 大) 菊 地 義 弘 (広 大) 深 野 徹 (九 大)
幹 事 (23名)	岸 浪 紘 機 (室 工 大) 相 場 眞 也 (秋 田 高 専) 島 田 了 八 (石 卷 専 修 大) 植 田 洋 匡 (公 害 研) 矢 野 歳 和 (石 播 重 工) 北 村 健 三 (豊 橋 技 大) 梅 村 晃 由 (長 岡 技 大) 鳥 越 邦 和 (ダ イ キ ン) 平 井 秀 一 郎 (阪 大) 栗 間 諄 二 (山 口 大) 大 田 治 彦 (九 大) 三 塚 正 志 (日 本 文 理 大)	杉 山 憲 一 郎 (北 大) 稲 村 隆 夫 (東 北 大) 秋 山 光 庸 (宇 都 宮 大) 河 村 洋 (東 理 大) 吉 澤 善 男 (東 工 大) 長 野 靖 尚 (名 工 大) 平 田 哲 夫 (信 州 大) 浜 口 八 郎 (神 戸 大) 矢 田 順 三 (京 都 工 繊 大) 水 上 紘 一 (愛 媛 大) 茂 地 徹 (長 崎 大)
監 査 (2名)	稲 井 信 彦 (東 芝)	庄 司 正 弘 (東 大)
「伝熱研究」編集委員長		服 部 賢 (長 岡 技 大)
第27回日本伝熱シンポジウム準備委員長		架 谷 昌 信 (名 大)

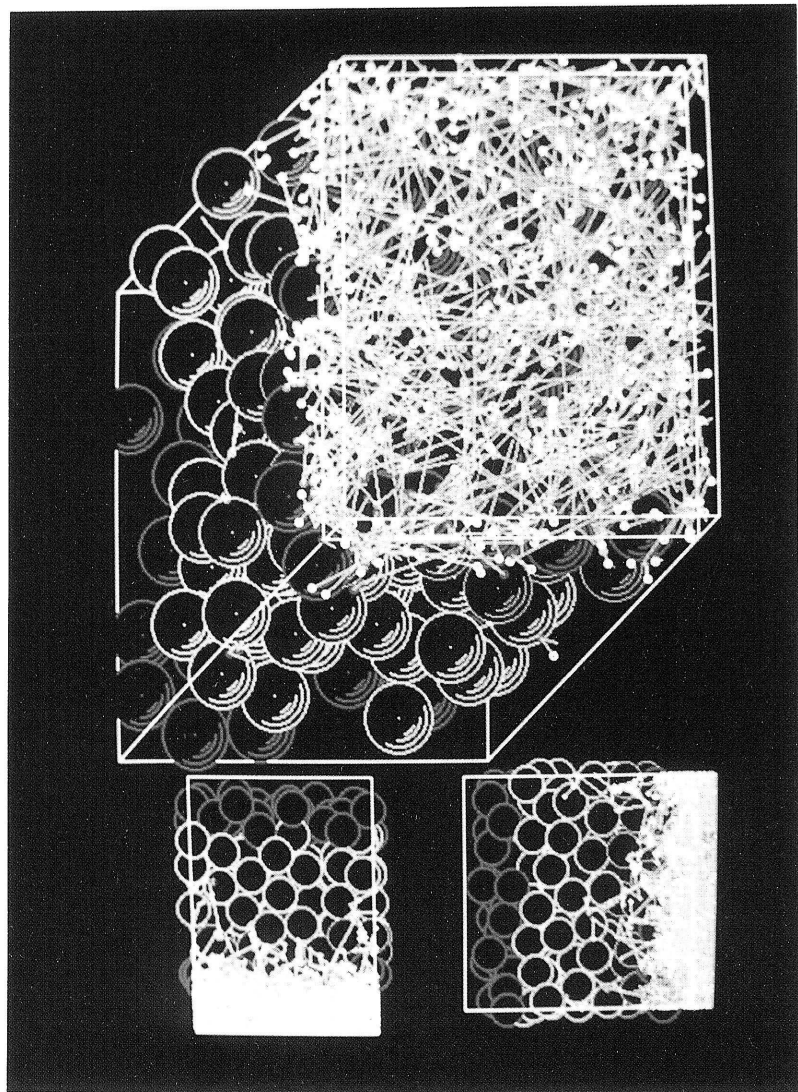


Fig. 2
側面図

Fig. 3.
上面図

Fig. 1
射影図

モンテカルロ法による球充填層中放射エネルギー透過解析 (充填率 0.5, 球表面: 放射率 0.3, 灰色面)

Fig. 1 の手前側の平面から入射した拡散放射エネルギー束 (図中の黄色の線) で模擬し、充填層中の各エネルギー束の散乱と吸収を追跡すること、多数の放射エネルギー束 (図中の黄色の線) で模擬し、充入口から球の直径の2倍位までのところまで追跡する。Fig. 2, 3より、奥への透過は非常に少ないことがわかる。本解析は、実験的には測定困難な充填層内部の諸量を求めることができ、数値実験の手段として、充填層の幾何学的特性や球の表面物性等の各種パラメータが、入射エネルギーの透過に与える影響とその物理的な機構の解明に有効である。 (北海道大学工学部機械工学科 工藤一彦、谷口博、金 鎔模)

伝 熱 研 究

目 次

<特集：地方伝熱セミナー>

巻頭言	第28期編集委員長 服部 賢(長岡技科大)...	1
I. 関東地方セミナー		
新企画伝熱セミナー(関東、北海道)の採点	小竹 進(東大工)...	2
熱い夏	古田英生(東工大)...	5
夢伝熱?—サーマル・サマー・スクールを終えて	飛原英治(東大工)...	7
サーマル・サマー・スクールの企画に参加して	西野耕一(東大工院)...	11
II. 北海道地方セミナー		
第一回北海道地方セミナーの概要		13
地球大気システムと放射・光化学反応	太田幸雄(北大工・衛生)...	14
常温核融合—金属と水素に未知の反応は存在するか— 水野忠彦、秋本 正(北大工・原子)...		23
..... 佐藤教男(北大工).....		
III. 九州地方伝熱セミナー		
1. 「第1回九州地方伝熱研究者の集い」の報告		
..... 九州地方連絡幹事 深野 徹(九大工)...		33
2. 講演討論会		
2-1 エネルギー変換機器に関する開発の現状	曾田正浩(三菱重工)...	35
2-2 電子機器冷却における伝熱問題	大串哲朗(三菱電機)...	38
3. 見学会		
3-1 三菱重工工業株式会社 長崎造船所及び長崎研究所	曾田正浩(三菱重工)...	41
3-2 三菱電機株式会社 長崎製作所時津工場	大串哲朗(三菱電機)...	42
4. 語らいの場		
4-1 物質ガス化の伝熱問題	金丸邦康(長崎大工)...	43
4-2 固-液相変化を含む系の伝熱問題	笹口健吾(熊本大工)...	45
4-3 凝縮と沸騰における伝熱材料の影響	鶴田隆治(九工大)...	47
4-4 実験装置の製作で感じたこと	鳥居修一(九大総理工)...	49

5. 参加者の声	
5-1 第1回九州地区伝熱研究者の集いに参加して	東 昌彦(長崎大工院)… 51
5-2 第1回九州地区伝熱研究者の集いに参加して	横峯健彦(九大総理工)… 52
5-3 第1回九州地区伝熱研究者の集いに参加して	森永雅彦(九大工院)… 53
IV. 関西地方伝熱セミナー	
1. 六甲山上セミナー「いま、熱・伝熱ではこれがおもしろい」を振り返って	高城敏美(阪大工)… 54
2. いま、企業ではこれがおもしろい (I)	
(1) 相変化型光ディスクの熱伝導解析による結晶化条件の定量化	武川博三、阿曾伸一、赤平信夫(松下電器) 中村 英(松下テクノロジーサーチ)… 55
(2) 溶鋼の流動シミュレーション	三宅俊也(神戸製鋼)… 56
(3) 流動層利用による空調用熱交換器の除霜効果	鳥越邦和(ダイキン)… 57
3. いま、企業ではこれがおもしろい (II)	
(1) ガスタービン冷却翼における伝熱について	浜辺謙二(川崎重工)… 58
(2) 宇宙エネルギーシステムのトピックス	阿部義人(三菱重工)… 59
(3) 再突入宇宙機の回りの希薄気体流れの数値シミュレーション	鳴田 徹(日産自動車)… 60
(4) このセッションの司会をして —大学と企業の相互理解の深化を目指して—	芹沢昭示(京大工)、柘植綾夫(三菱重工)… 61
4. 乱流と乱流伝熱の直接シミュレーションとモデリングはどこまで可能か	
(1) 乱流のLESとDSについて	梶島岳夫(阪大工)… 62
(2) 乱流輸送現象の構造論的モデリング	田川正人(名工大)… 64
(3) このセッションの司会をして	平井秀一郎(阪大工)… 66
5. 「熱・流動の直接シミュレーションとコンピュータ・グラフィックス」の司会をして	廣川雅俊(川崎重工)、高城敏美(阪大工)… 67
6. 計測の最前線	
(1) LIFを用いた乱流流束とラジカルの計測	小宮山正治(阪大工)… 68
(2) 赤外線画像法による温度分布計測法	大串哲朗(三菱電機)… 69
(3) 赤外スペクトル法による表面温度・性状の非接触計測	牧野俊郎(京大工)… 70
(4) このセッションの司会をして	平田雄志(阪大基礎工) 坂口忠司(神大工)… 71

7. 熱と流れの Visualization

- (1) 中性子ラジオグラフィによる二相流の可視化 …… 三島嘉一郎(京大原子炉)… 72
(2) 水素気泡法による円管内乱流混合過程の可視化 …… 平田雄志(阪大基礎工)… 73
(3) 感温液晶による自然対流の可視化 …………… 河原全作(京大工)… 76
(4) このセッションの司会をして …………… 片岡邦夫(神大工)
川添政宣(ダイキン)… 77

8. 参加者の声

- (1) 六甲山頂セミナーに参加して …………… 鎌田正裕(京大工)… 78
(2) 六甲山上セミナーに参加して …………… 古藤 悟(三菱電機)… 79
(3) 六甲山上セミナーに参加して …………… 播木道春(住友金属)… 80

<第2回寒地圏伝熱国際シンポジウム>

Some Thought and Observation Relating to the International

- Symposium on Cold Regions Heat Transfer …………… K. C. Cheng(U. Alberta)… 81
1989年第2回寒地圏国際伝熱シンポジウムを終えて …………… 関 信弘(北職訓短大)… 86
第2回寒地圏伝熱国際シンポジウムに参加して …………… 木村照夫(福井大・工)… 93
第2回寒地圏国際伝熱シンポジウムに参加して …………… 藤本尊子(北教大)… 95
第2回寒地圏伝熱国際シンポジウムに参加して …………… 仲沢優司(ダイキン機技研)… 97
第2回寒地圏国際伝熱シンポジウムに参加して …………… 大河誠司(東工大)… 99

<国際会議報告>

6th International Conference on Numerical Methods in Thermal Problems

- Swansea 3rd-7th July 1989 …………… 伊藤猛宏(九大工)… 101

<地方研究グループ活動報告>

- 九州研究グループ講演会 …………… 門出政則(佐賀大)
深野 徹(九大)… 103
関西研究グループ運営について …………… 芹澤昭示(京大)… 104

<お知らせ>

- 第27回日本伝熱シンポジウム講演募集 …………… 107
日本伝熱研究会学術賞・技術賞公募のお知らせ …………… 111
「第3回 ASME-JSME 熱工学合同会議」
開催のお知らせ …………… 113

ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPER

XXII ICHMT International Symposium on

HEAT AND MASS TRANSFER IN MANUFACTURING TECHNOLOGIES

- …………… 116

北海道地方グループ特別講演会、セミナー	117
中四国研究グループ第2回講演会および見学会のご案内	118
北陸信越グループ講演会のご案内	119
中四国伝熱セミナー・岡山	120
東海グループ研究会講演会	123
第13回人間-熱環境系シンポジウム	124
日本混相流学会混相流レクチャーシリーズ	
「基礎から最前線まで」	126
「伝熱研究」原稿のワープロ化のお願い	127
英文原稿のタイピングインストラクション	129

Journal of Heat Transfer Society of Japan

Vol.28, No.111, October, 1989

CONTENTS

<Special Issue : District Seminar of Heat Transfer>

Preface	Editor-In-Chief	1
I . Heat Transfer Seminar in Kanto		
On the "Reviewed" Seminars (Kanto and Hokkaido)		
.....	Susumu KOTAKE (Univ. of Tokyo)	2
Thermal Summer		
.....	Hideo YOSHIDA (Tokyo Inst. of Tech.)	5
Dream Transfer!? A Note of Thermal Summer School		
.....	Eiji HIHARA (Univ. of Tokyo)	7
Impression of the Thermal Summer School as an Organizing Committeeman		
.....	Koichi NISHINO (Univ. of Tokyo)	11
II . Outline of Heat Transfer Seminar in Hokkaido		
Radiation and Photochemical Reaction in the Earth-Atmosphere System		
.....	Sachio OHTA (Hokkaido Univ.)	14
Cold Fusion-Are there any Unknown Reaction between Metal and Hydrogen ? -		
.....	Tadahiko MIZUNO, Tadashi AKIMOTO and Norio SATO	23
III . Heat Transfer Seminar in KYUSYU		
1 . First Seminar of HTSJ, Kyushu Branch		
.....	Tohru FUKANO (Kyushu Univ.)	33
2 . Invited Rectures		
2-1 Development on Energy Conversion System		
.....	Masahiro SODA (Mitsubishi Heavy Ind., Ltd.)	35
2-2 Heat Transfer Problem on Electronic Equipment Cooling		
.....	Tetsuro OGUSHI (Mitsubishi Electric Cor.)	38
3 . Visits to Industries		
3-1 Visit to Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.		
.....	Masahiro SODA (Mitsubishi Heavy Ind., Ltd.)	41
3-2 An Outline of Togitsu Workshop of Nagasaki Works in Mitsubishi Electric Cor.		
.....	Tetsuro OGUSHI (Mitsubishi Electric Cor.)	42

4 . Symposium	
4-1 Heat Transfer Problems Related to Mass Burning/Gasification Kuniyasu KANEMARU (Nagasaki Univ.)	43
4-2 Heat and Mass Transfer in Solid/Liquid Phase-Change Phenomena Kengo SASAGUCHI (Kumamoto Univ.)	45
4-3 Effects of Surface Thermal Properties on Condensation and Boiling Heat Transfer Takaharu TSURUTA (Kyushu Inst. Tech.)	47
4-4 Personal Experiences for Production of Experimental Apparatus Shuichi TORII (Kyushu Univ.)	49
5 . Impression of Attendants	
5-1 Impression of First Kyusyu Group Seminar for Heat Transfer Researchers Masahiko HIGASHI (Nagasaki Univ.)	51
5-2 Impression of First Kyushu Group Seminar for Heat Transfer Researchers Takehiko YOKOMINE (Kyushu Univ.)	52
5-3 Impression of First Kyushu Group Seminar for Heat Transfer Researchers Masahiko MORINAGA (Kyushu Univ.)	53
IV . Heat Transfer Seminar in KANSAI	
1 . Current Topics in Thermal Problems and Heat Transfer Toshimi TAKAGI (Osaka Univ.)	54
2 . Topics in Industry (I)	
(1) Simulation for Setting up a Crystallization Condition in Phase Change Optical Disk Hirozo TAKEGAWA, Shinichi ASO, Nobuo AKAHIRA (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.) and Suguru NAKAMURA (Matsushita Technoreserch Inc.)	55
(2) Numerical Simulation of Molten Toshiya MIYAKE (Kobe Steel, Ltd.)	56
(3) Effect of Defrosting due to the Use of Fluidized Bed in Outdoor Heat Exchanger Kunikazu TORIKOSHI (Daikin Ind., Ltd.)	57
3 . Topics in Industry (II)	
(1) On the Heat Transfer of Gas Turbine Cooled Blade Kenji HAMABE (Kawasaki Heavy Ind., Ltd.)	58
(2) Topics in Space Energy System Yoshihito ABE (Mitsubishi Heavy Ind., Ltd.)	59
(3) A Numerical Simulation of Rarefied Gas Flow around Reentry Space Vehicles Toru Shimada (Nissan Motor Co., Ltd.)	60
(4) Impression of Chairman for This Session Akimi SERIZAWA (Kyoto Univ.) and Ayao TSUGE (Mitsubishi Heavy Ind., Ltd.)	61

4 .	Direct Simulation and Modeling of Turbulent Flow and Heat Transfer	
(1)	Large Eddy Simulation and Direct Simulation of Turbulent Flows	
.....	Takeo KAJISHIIMA (Osaka Univ.)	62
(2)	Structural Modeling of Turbulent Transport Phenomena	
.....	Masato TAGAWA (Nagoya Inst. Tech.)	64
(3)	Impression of Chairman for This Session	
.....	Shuichiro HIRAI (Osaka Univ.)	66
5 .	Impression of 「Computer Graphics of Flow and Thermal Problems」 from a View Point of the Chairman	
.....	Masatoshi HIROKAWA (Kawasaki Heavy Ind., Ltd.) and Toshimi TAKAGI (Osaka Univ.)	67
6 .	Topics in Measurement	
(1)	Measurements of Turbulent Mass Flux and Radical by Laser-Induced Fluorescence	
.....	Masaharu KOMIYAMA (Osaka Univ.)	68
(2)	Thermometry by Infrared Radiation	
.....	Tetsuro OGUSHI (Mitsubishi Electric Cor.)	69
(3)	Thermal Radiation Spectroscopy for Measuring Surface Conditions of Materials	
.....	Toshiro MAKINO (Kyoto Univ.)	70
(4)	Impression of Chariman for This Session	
.....	Yushi HIRATA (Osaka Univ.) and Tadashi SAKAGUCIII (Kobe Univ.)	71
7 .	Visualization of Flow and Thermal Phenomena	
(1)	Visualization of Two-Phase Flow by Neutron Radiography	
.....	Kaichiro MISHIMA (Kyoto Univ.)	72
(2)	Visualization of Mixing Phenomena in Turbulent Tube Flow by Hydrogen Bubble Method	
.....	Yushi HIRATA (Osaka Univ.)	73
(3)	Visualization of Natural Convection by Liquid Crystal	
.....	Zensaku KAWARA (Kyoto Univ.)	76
(4)	In the Chair of This Session	
.....	Kunio KATAOKA (Kobe Univ.) and Masanori KAWAZOE (Daikin Ind., Ltd.)	77
8 .	Impression of the Heat Transfer Seminar in Kansai	
(1)	Impression of Seminar on Mt. Rokko	
.....	Satoru KOTOH (Mitsubishi Electric Cor.)	78
(2)	Impressions of Mt. Rokko Heat Transfer Seminar	
.....	Michiharu HARIKI (Sumitomo Metal Ind., Ltd.)	79
(3)	Impression of Seminar on Mt. Rokko	
.....	Masahiro KAMATA (Kyoto Univ.)	80

<The 2nd International Symposium on Cold Regions Heat Transfer>

Some Thoughts and Observations relating to the International
Symposium on Cold Regions Heat Transfer
..... K. C. Cheng (Univ. of Alberta) 81

Since the 2nd International Symposium on Cold Regions Heat Transfer 1989 Closed
..... N. Seki (Hokkaido Polytech. Colg.) 86

Impression around the Second International Symposium on Cold Regions Heat Transfer
..... Teruo KIMURA (Fukui Univ.) 93

Attending 1989 International Symposium on Cold Regions Heat Transfer
..... Takako FUJIMOTO (Hokkaido Univ. of Education) 95

Impression of the 2nd ISCH
..... Yushi NAKAZAWA (Daikin Industries, Ltd.) 97

Impression of International Symposium on Cold Regions Heat transfer
..... Seiji OKAWA (Tokyo Inst. of Tech.) 99

<Report on the International Conference>

6th International Conference on Numerical Method in Thermal
Problems Swansea 3rd-7th July 1989
..... Takehiro ITO (Kyushu Univ.) 101

<Report on the Local Group Activities> 103

<Announcements> 107

<特集：地方伝熱セミナー>

伝熱セミナーの特集にあたって

第28期編集委員長 服部 賢（長岡技科大）

暑い夏の東京・八王子のセミナーハウスで行われた伝熱セミナー、ここで伝熱セミナーに参加してから二十余年、何回かの伝熱セミナーに参加させていただきました。各地で会を有意義な、楽しいものになろうとされたご努力がそのまま印象として未だに残っています。この伝熱セミナーも昨年（昭和63年）7月大分県国東で行われた第22回をもって一旦終止符をうつことになりました。

伝熱シンポジウムと並んで日本伝熱研究会の代表的行事である、あるいは、あった伝熱セミナーは、これまで伝熱シンポジウムと同じように全会の統一行事として、八つの地方研究グループの巡回企画として開催されてきました。この伝熱セミナーが本年からその形を変えて行われることになったことは、本誌 105号（昭和63年 4月）掲載の「将来問題委員会からの答申をうけて」、あるいはその後の会告等ですすでにご承知の通りであります。

新しい企画の伝熱セミナーとして、今年は五つの地方研究グループが開催を企画されました。皮切りは7月22日開催の北海道地方研究グループ「マクロシステムにおけるミクロ現象」、次いで 7月24,25日関東地方研究グループ「夢伝熱元年・新世代の鼓動」、8月22,23日九州地方研究グループ「第1回九州地区伝熱研究者の集い」、9月8,9日関西地方研究グループ「六甲山山上セミナー いま、熱・伝熱ではこれが面白い」、そして10月28,29日東北地方研究グループ伝熱セミナーが既に開催され、あるいは予定されております。

本「伝熱研究」誌はこれまで7月発行号を伝熱シンポジウム、10月発行号を伝熱セミナーのそれぞれ特集号に多く充てて参りました。これはそれぞれの開催時期、シンポジウム 5月末、セミナー夏休み中（昭和48年札幌は冬季に行われた）に行われていることもあります。それ以上にこの二つが本会の代表的行事であったからでもあります。

新しいセミナー方式となった今年も10月発行号をセミナー特集号とすることにしました。開催時期の関係で関西までの四つのセミナーを特集したものです。これは初めて行われる新方式セミナーがどの様に企画され、運営されそしてこれらに参加された方々は新しいセミナーをどの様に感じられたか、それぞれの地方グループでの今後のセミナー計画に参考にしていただければ、と考えたことによります。掲載の記事は各セミナーの幹事の先生を煩わしておまとめいただきました。ご執筆いただいた皆様へと併せて厚くお礼申し上げます。

なお、第2回寒地圏伝熱国際シンポジウムは本会主催の会ではありませんが、国内で行われ、かつ国内の参加者の大多数が本伝熱研究会の会員であることから、通常の国際会議報告より少し大きな扱いにさせていただきました。ご了承の上、お目通しいただければ幸いです。

新企画伝熱セミナー（関東、北海道）の採点

小竹 進（東大）

本年度から、従来形式の伝熱セミナーを廃止して、それに代ってより簡単な企画により活発かつ多様なセミナーを地方活動の一部として開催することになった。これは、従来の伝熱セミナーが、もともと若い年齢層を対象にしてきたのに若い年齢層に不人気になってきたこと、企画が大げさになり地方会員の負担が大きくなってきたこと、年一回の開催では変化の大きい多様なテーマに対処できなくなってきたことなどの理由による。伝熱研究会の将来問題検討委員会がこのような答申を行い、さっそく本年度から実施されることになったが、日本伝熱研究会の看板的企画の一つである伝統ある伝熱セミナーをあっさり無くしてしまったのはあまりにも決断が性急すぎたのではないかという批評もあった。したがって、この検討委員会の議論に加わり、幹事としてその結論をまとめた者としては、その結果がどのようなになるかを見守ることは非常に大きな関心事である。

図らずも、この新企画の伝熱セミナーの第1号（北海道）と第2号（関東）に講師として参加し、新企画セミナーを体験することができた。この体験を通じて、これらのセミナーが将来問題検討委員会が意図したような方向にあるのかどうかについて感じたことを述べてみたい。これら2つのセミナーは、いろいろな意味で対照的であり、両者を比較検討することは多くの点で今後のセミナー企画の参考になるものと思われる。両者は表面的につきのような特徴をもつ。

- (1) まず、会員数が最も大きい地方と最も少ない地方のセミナーであること。
- (2) テーマは前者（関東）が「夢伝熱元年：新世代の鼓動」と幻想的なのに対して、後者は（北海道）は「マクロシステムにおけるミクロ現象」と現実的。
- (3) 参加者の年齢層が関東は20-30才代（約60名）、北海道は40-50才代（約30名）。
- (4) したがって、前者は主として学生（大学院前半）を対象とし講義（スクール）的であるのに対して、後者は研究者が対象でワークショップ的。
- (5) 前者は「伝熱研究」、伝熱シンポジウムなどを通して前宣伝を華やかに行ったのに対して、後者は殆んど宣伝をしていない。
- (6) したがって、前者は企画運営委員会相当のものづくり組織的な企画運営をしているのに対して、後者は1-2名で簡単な企画運営をしている。
- (7) 会場も関東では宿泊宴会設備の整った国民年金保養所であるのに対して、北海道では空調設備もない大学の会議室。
- (8) 登録料もしたがって前者は10000円、後者は無料である。

これら2つのセミナーは、多くの点で今後のセミナーの在り方を示唆している。一方は、伝熱研究や伝熱技術にこれから向かおうとするものに対する啓蒙ないし教育として

の性格をもつものであり、他方はトピック的な研究や技術についての議論や討論を中心とするものである。これら2つのタイプのセミナーは今後も数多く企画されるものの代表的なものであろう。

さて、個々のセミナーについての所感であるが、まず、関東地方企画のものについて述べる。企画者たちの年代（30代後半）を反映してか、「伝熱研究には夢があるか」ということが、その背景にあったと思われる。60代の先輩が伝熱研究を大きく発展させ、その残りを40-50代の研究者がだいたい喰いあさってしまい、美味しそうところがほとんど残ってなくなってしまうこの年代層には、伝熱研究の将来像は致命的な関心事である。したがって、功を遂げ名を成した大先生に対して、「伝熱研究に夢はあると思いますか」という質問を真っ向から浴びせることができるのである。いや、浴びせざるを得なかったのかもしれない。伝熱シンポジウムの際に、このような質問をしてビデオに編集しセミナーで紹介していた。それはそれとして別の興味があるものであろうが、大学院学生（修士）の立場からどれほど意味のあるものであったか疑問である。研究をして未来（夢）ができ、未来（夢）があって研究ができるのであり、この両者の関連がなくなったら、研究すること自体にあまり意味が無くなったものと思ってよい。

企画としては、「伝熱現象にはこんな夢が山積みされているのであるから、若い年齢層の注意を多く惹きつけよう」ということだったのか、「企画者層が伝熱研究に未来を見たい」ということだったのか結果としてよくわからなかつたが、どちらにしても成果があったかどうかとも疑問である。講師としては精一杯に努力したつもりではあるが？ AV（Audio-Video）セッションがかなりの時間をしめ、主として測定技術についてであるが15分/件×8件と盛りだくさんであった。ほとんどの学生はテレビを見るのに精一杯で内容の理解までには至らなかつたようである。この企画と上述の夢伝熱の内容とどう結びつくかもはっきりしなかつたが、一つ一つもっと時間をかけて、苦労話などを交えたものにすれば、もっと得るところが大きかつたのではないかと残念である。いずれにせよ、企画された方々が非常に一生懸命に努力され、その努力が過剰になり企画の意図と結果のピントが合わなくなつてしまつたのではないかと思われる。企画の難しいセミナーである。教育的な内容でもあれこれ欲張らずに単様なテーマに十分な時間をかけたセミナーも必要ではないだろうか。

これに対して、北海道地方のセミナーはテーマが小さく絞つてあつたことと、対象が研究者ということで、討論（懇親会を含めて）もそれなりに高度であり、効果的であつた。それにしても、分子伝熱の問題、CO₂の問題、常温核融合の問題と3つのテーマは詰めすぎであつた。トピック的な問題なために、初めて聞く人をも対象として1~2件が妥当なところであろう。しかし、いずれにしてもこの種のセミナーは企画が簡単であり、講師も参加者も得るところが大きいことから、今後も数多く企画されるであろう。講師も種々な分野の研究者と討論できるのであるから、遠方から手弁当で積極的に協力すべきである。この点、セミナーでの話の内容を「伝熱研究」に書いて欲しいとの依頼

があったが、この種のセミナーは講演そのものより討論や雑談に重きがあるべきであり、紙面に記録されるべきものではない。もし、他地方の会員のためにということであれば、その地方でも同様なセミナーを企画すれば良い。同じような内容のセミナーが複数地区で開催され、さらに伝熱シンポジウムなどでそれらを総括するなどということも一つの方法である。このような柔軟なスタイルが、新企画のセミナーの特色であり向かうべき方向であろう。

「伝熱研究」7月号の会告を見ると

九州（8月22-23日）

関西（いま、熱・伝熱ではこれがおもしろい、9月8-9日）

東北（10月28-29日）

の研究グループがそれぞれ特色あるセミナーを企画している。これを見ると、検討委員会の答申があながち性急な結論ではなく、当を得たものではなかったかとほっとしている。

このようなセミナーが各地方研究グループの活動として今後ますます活発に企画されるであろうが、より遠方の会員の参加を考える上では、少なくとも3～4ヶ月前に会告（上の例では4月号に会告）していただけたらと思う。

熱い夏

吉田 英生 (東工大工)

サマー・サマー・スクールに、準備委員会の一員として携わらせていただいた。その評価はともかく、私自身としては、研究会から内容についての拘束条件がほとんど課せられていないセミナー、それゆえ無限ともいえる可能性を有するセミナーに対して、主体的に参加できたことを、幸いとするものである。そして、このような貴重な機会を与えていただいた伝熱研究会と関東地方研究グループの役員の方々に、心から感謝する次第である。

委員長の菱田さん以下、博士課程の学生諸君まで14名で構成された準備委員会(平均年齢31才、標準偏差3.3才)は、将来問題検討委員会の答申(伝熱研究, Vol. 27, No. 105)を受けた今回の試みを、何とか充実させたいという意欲に燃えていた。当然、各個人の意見の衝突もあったが、それは不協和音というよりは、むしろ産みの苦しみと受けとめるべき性質のものであろう。一方で、気心の知れた14人の仲間内で、形式的なことではできるだけ省いて効率優先主義で準備を進められたことは、小気味よい思い出となっている。

会告の中では、本スクールの目的を、“平成の幕開けとともに、もう一度伝熱研究会創生期の初々しく親密な関係の中で新たな伝熱の夢を求めてゆくこと”と謳った。“初々しく親密な関係”と“夢”とがキーワードであることは、いうまでもない。

将来問題検討委員会の答申にも強調されているように、同志のボランティア的な集いこそが伝熱研究会の真面目であるとは私は思っている。伝熱研究会の隆盛とは反比例して薄れてゆきがちな会員相互の連帯を、すこしでも強めたいとの願いが、本スクールの出発点にあった。単なる人間関係の連帯強化だけならば、リクレーショナルな催しを通じても可能だとも思われたが、今回はそれ以上のものがあったと思う。その端的な例は、パッケージソフトの力比べのセッションで、一般のソフト業者にまじって自作の伝熱ソフトを披露してくれた参加者がいたことである。ボランティア集団である準備委員会が用意した伝熱に関する土俵上で、参加者がこれまたボランティア精神で積極的に相撲をとってくれる。小さなこととはいえ、このような展開こそ、今の伝熱研究会にとって重要であり、また準備委員会にとっては冥利というべきことではなかろうか。

本スクールで主題とした“夢”については、思いは複雑である。先人の努力の結果、成熟の度を増してきた伝熱の分野で、今後どのような方向をめざして進んで行くか? 特に若い人の間で、迷い、不安、危機感が深刻になっているように思われる。これに対して、本スクールでは、何らかの希望を与えて鼓舞するようなものとしたかった。ところが、冒頭で“無限ともいえる可能性を有するセミナー”と述べたが、実際の企画段階となると、準備委員会の見識やア

アイデア不足が律速過程となった点は否めない。会告で本スクールの概要をアナウンスしたあと、あの内容のどこが夢伝熱だ、との批判もちょうだいした。夢に関してはスクール初日の夜に議論もしたが、まとまりのないものとなった。今思い直すと、“夢伝熱”というのはキャッチフレーズとしては情熱的で響きもよかったが、明確な内容をもたせるには至難の語であったようだ。

しかし、そのような反省はあるものの、本スクールでお願いした講演やA V - p a p e r 等は、現時点において我々が学び得る最良の成果群であり、明日への刺激であるとの気持ちは変わらない。小竹先生を初め、本サーマルスクールにご尽力いただいた伝熱研究会の同志の方々に、この紙面を借りて厚くお礼申し上げる次第である。そして最後に、本スクールが契機となって将来、brand-new といえる研究が展開されることを夢見てキーボードをおく。

飛原 英治 (東大工)

1. はじめに

伝熱シンポジウムとともに伝熱研究会の主要活動の一つであった伝熱セミナーが昭和63年で廃止され、本年度から地方活動を活発化する方向で、各地方支部により独自に開催されることになった。関東支部では7月24・25日に東京都国民年金保養センター(青梅市)において「夢伝熱元年・新世代の鼓動」と題してサマースクールを開催した。準備委員長の菱田公一(慶応大)さんがその直後からイギリスへ長期出張されたので、幹事の一人としてその経緯や内容などについて簡単にご紹介したい。事の発端は、昨年9月に関東地方連絡幹事の笠木先生より菱田さん、東大工の吉田英生さんと小生の3人に「新伝熱セミナー」の企画をたてるようにとの指示があったことに始まる。伝熱シンポジウムへの大学別参加者は関東地区では上記3人の所属する大学が飛び抜けて多いことから、3大学が中心となって準備委員会を構成することになった。多くの大学院の学生諸君や、筑波大学からは石黒博さんに参加していただき、11月に平均年齢31才の準備委員会が発足した。

2. 夢

当初より「新伝熱セミナー」は、伝熱セミナー発足当時の趣旨である若い年齢層の会員を主対象とすることが求められていたので、まず20・30代の目からみた伝熱研究会やこれまでの伝熱セミナーに対する印象、参加したいと思う企画内容などについて、自由な意見の交換を行なった。その要点を主観を交えて要約すると以下のようであった。

- ①大学院で伝熱関係の研究をした者が、会社に就職して全く違う分野の仕事につく場合が多くなってきた。伝熱研究の将来が暗いと思っている学生が多いのであれば、伝熱研究の明るい未来を「新伝熱セミナー」で見てもらうのが重要ではないか。
- ②一般論として学会なるものの社会的存在意義が薄れてきて、伝熱研究会や機械学会のような成熟分野の学協会においては特に所属する必要性が感じられなくなってきている。未来の伝熱研究を我々若手研究者が支えていかなければならないという自負は少ない。
- ③従来の伝熱セミナーについては、企画内容はいずれも斬新で工夫が凝らされているが、多様な情報を比較的容易に入手できる現代において、それに参加しなければ知ることができないような内容は少ないので、積極的に参加しようとは思わなかった。また、遠方で開かれるのも参加しにくくしている。
- ④企画内容については多様な意見があった。詳細は省略するが、基本的な方針として、以下の

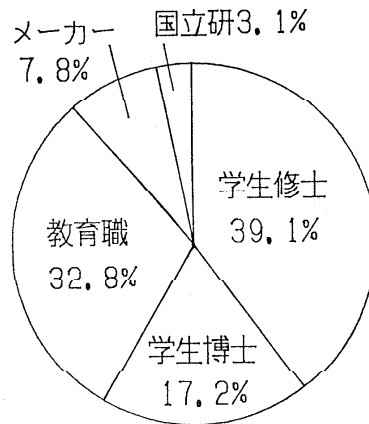
意見が大勢を占めた。

- ・伝熱シンポジウムのような硬い雰囲気ではなく、お祭りの雰囲気を大切にする。
- ・講義形式はなるべく避け、参加者が自由に意見を述べられるような形式とする。
- ・各大学間の横のつながりができるのは大切なことなので、学生間の横の懇親も深められるように1泊2日とする。

以上のような意見をふまえて、全企画を通したモチーフとして「夢」が選ばれた。モチーフとして「夢」が選ばれたのは、伝熱研究に夢はあるか？あるとすれば何だろう？という疑問を我々なりに考えてみることになったからである。近年の伝熱シンポジウムで発表される論文数の増加ぶりを見ると、夢はそこらじゅうに転がっているようにも思えるが、発表論文数とその分野の研究の活力は反比例するという仮説もある。即ち、ある研究分野の創生期には研究者は少ないながら革新的な研究がされやすく、多くの人材を輩出して行く。研究者の増加に見合うように研究領域が広がって行けば何も問題はないが、研究がある程度完成の域に達すると、構造不況の時代が到来する。大学などは研究分野についての硬直性が高いので、体制の変化は遅れがちになるし、業績を求められるので論文数だけはどんどん増加することになる。一説によれば、ロボットや情報処理の分野も構造不況の時代に入りつつあると言われている。伝熱の分野がそうであるかは意見が分かれるかも知れないが、従来通りの方法論による研究は次第に変化を求められるに違いない。このような状況下で、20・30代の研究者（の卵）が何を夢として進んでいけばよいかを考えたかったのである。夢についての話題を過去・現在・未来に分けて企画した。

3. 参加状況

サマースクールの内容をご紹介する前に、参加状況について簡単に触れておくと、定員60名に対して、64名の参加申し込みを頂いた。宿舎に余裕がある限りお断りしない方針であったが、運よく十分な宿舎の予約ができたので、全員の方に参加して頂くことができた。参加者の内訳は図の通りで、学生が56%を占めた。また、大学関係者が全体の89%を占め、大学偏重と言われかねないことになったが、準備委員会で企画を練る際に想定した対象は準備委員会委員とほぼ同年代の若い研究者（の卵）と叱咤と激励をいただける中堅以上の先生方であったので、予想された結果でもある。ただし、毎年このような状況では好ましくないので、来年以降の企



画では、多少考慮していただけると幸いである。

会計については、東工大の吉田さんと佐藤勲さんにお世話になった。両人とも天賦の才があるのか、決算は極めて良好で、関東支部からの援助金は予定の1/4で済むことになった。佐藤さんは伝熱研究会の事務局を担当されている講座に所属されているので、ここ当分は伝熱研究会の会費の値上げはないのではないかと秘かに期待した次第である。

4. 内容

まず、講師に本田技術研究所の土岐進さんをお迎えし、世界一の夢を実現したホンダのF1エンジンの開発の道のりの話で口火を切っていただいた。高い馬力と低い燃料消費率を両立させながら過酷な運転条件に耐えるハードを作り上げる必要があるのは言うまでもないが、雌雄を決するのは、1年間に行なわれる16サーキットのすべてについて最適状態で運転させるための制御の開発だそうである。したがって、現在のF1エンジンの世界は天才的な技術者の活躍できる要素は極めて少なく、ホンダの成功は組織として動く日本的行動様式をF1エンジンの開発に導入したことも一因のようである。小生はF1については全く無知で、セナとかプロストという天才ドライバーがエンジンの状態を肌で感じながら直感に頼って運転をしていると思っていたので、コンピュータによりすべてが管理されていると聞いてややがっかりしたが、現代の技術動向を象徴するような話であった。

今回のサマースクールの目玉の一つは「AV-PAPER」という誤解を招きそうな標題のセッションである。伝熱シンポジウムなどに発表されている論文の中から、内容や実験手法に斬新さがあり、夢を感じさせるような論文を選び、実験装置や現象を5分程度のビデオに収録していただき、それを使って論文の内容をご紹介いただいた。最近論文発表にOHPが使われるようになり、資料の作成がスライドに比べて容易になったが、ワープロで打ち出した原稿をそのままコピーしているだけの資料も多く、聴く側にとって分かりやすくなったとは必ずしも言えない。特に学生にとって、ブロック図だけの実験装置や話による現象の説明は分かりにくく、理解できないうちに講演が終了することもよくある。そこで、映像文化の中で育ってきた世代に適した発表方法の試みとして、ビデオの利用を考えたわけである。東工大の長崎孝夫さんと大河誠司さんのご尽力により、次の8氏のご協力を得ることができた。講師の方々にはビデオの製作という面倒な作業にご協力いただき、感謝申し上げたい。

- | | |
|-------------------------|-----------|
| 「蒸気爆発の機構に関する研究」 | 高島武雄（横国大） |
| 「強制レイリー散乱法を用いた温度伝導率の測定」 | 長坂雄次（慶大） |
| 「画像処理に基づく流れの三次元計測」 | 西野耕一（東大） |
| 「気体分子からの蛍光を用いた圧力の測定」 | 平井秀一郎（阪大） |
| 「単結晶成長過程などにおける伝熱問題」 | 平沢茂樹（日立） |
| 「ホログラフィによる圧力場の測定」 | 三松順治（岐大） |

「EHD効果を利用した沸騰伝熱促進」

矢部 彰（機械技研）

「BWR燃料の限界熱出力について」

横堀誠一（東芝）

参加者の感想は、発表時間が15分と短かすぎたことを除けば極めて好評で、映像を用いた発表がいかに有効であるかを再認識した。セミナーやワークショップなど発表時間が比較的長くとれる場合には、ビデオを用いた発表を試みられてはいかがであろうか。

最近の機械学会誌はパッケージソフトの広告で埋め尽くされるようになったが、パッケージソフトは研究者の夢のToolになり得るか、手で触れて体験してみようという趣旨で、パッケージソフトの説明と実演デモのセッションを企画した。参加していただいたソフトは下記4件である。

FLUENT, HOTFLOWII, ANSYS-PC/TH, PHOENICS

展示会でよく見かけるような定形型の説明しかできない説明員ではなく、内容に詳しい方に説明いただいたので、パッケージソフトの現状についてかなりよく分かったのではないと思う。

サマースクール最後の企画は、伝熱研究の未来の方向性についての話題である。「連続体力学からの take off」と題して、小竹先生（東大）には伝熱に関する分子工学的な問題を紹介していただき、能勢先生（慶大）には分子動力学の手法を用いたアルゴンのガラス転移の数値シミュレーションの結果を美しい16mmフィルムを使って説明していただいた。この分野の研究はマイクロ伝熱と呼ばれて、仙台の伝熱シンポジウムに見られるように関心が高まっている。

夜の部では、伝熱シンポジウムの懇親会の時に大先生に突撃インタビューさせていただいたビデオを見ながら、伝熱研究の夢について話し合った。話題の方向は、夢がいたるところにあって希望に満ちているというのではなく、多くの研究はかなりの程度までし尽くされており、これから若い研究者が夢を見るのがいかに大変であるかという、身につまされるような話が多かったので話題沸騰というわけには行かなかった。参加者が、サマースクール全体を通して伝熱研究の将来についてどの様な印象をもって帰られたか分からないが、時にはこのようなことを考えてみるのも良いことだと思った。

5. おわりに

今年の関東地区の「新伝熱セミナー」はこの原稿を書くことですべてが終了する。来年はどなたかが中心となって企画を立てられることと思う。「新伝熱セミナー」の性格については多様な意見があり、今回のようなお祭り気分の企画には異論もあると思うが、来年もいろいろな意味で面白い「新伝熱セミナー」が計画されることを期待したい。最後に希望を言わせてもらえば、20・30代の研究者（の卵）への伝熱研究会からの働きかけを忘れないでいただきたい。

何はともあれ、2日間にわたって滞りなく終えることができたのは、準備委員会の委員の方々のご協力と謝礼をお支払いすることができないにもかかわらず遠方から参加していただいた講師の方々のご協力のたまものであり、改めて感謝申し上げたい。

西野 耕一（東大工院）

関東地方研究グループでは、伝熱セミナーに代わる新しい研究活動として、サーマル・サマー・スクールを開催することになりました。若手研究者の親密な関係を築くということが目的の一つであることから、私を含めて5人の大学院生が準備委員として企画に参加する機会を得ました。もっとも、私自身は代役という形での途中参加であり、他の学生委員の方々に比べ仕事も少なく、特に苦労をしたということもありませんので、以下スクールにまつわる思い出話をさせていただきます。

親分肌の菱田先生（慶大）を委員長とする準備委員会は、2～3ヶ月に一度の割合で開かれ、斬新なアイデアを盛り込む方針のもと企画が練られていきました。そのためか、中にはかなり大胆な提案もあり、「夢伝熱元年：新世代の鼓動」というキャッチフレーズの決定にしても、「伝熱オアシス」「伝熱研究会の中の醒めない面々」「情熱伝達 in 青梅」といった、真意不明なものまで真面目に提案され議論されていました。私が代役として初めて委員会に参加した時点で、「AVペーパー」「パッケージソフト実演」といった主要な企画が既に具体化されていました。「AVペーパー」は、オーディオ・ビデオなどの視聴覚機器による、新しい時代の論文発表方式を試行するものとして企画されましたが、当日の各発表はいずれも視覚に訴えるという点が十分に達成されていたように思います。ただ、「聴覚」に訴える発表はほとんどなく、その点が今にして思うと不思議に感じられ、視覚だけでなく聴覚的效果にも工夫が凝らされた講演があってもよいのではないかという気がしました。

今回のスクールの主題は、「伝熱研究に残されている夢」を発掘することにあります。このため新しい分野と期待される分子工学に関して、「連続体力学からのTake Off」と題して、小竹先生（東大）、能勢先生（慶大）にご講演をお願いすることになりました。準備委員会では、ただ講演を聞くだけでなく、「伝熱研究の夢」について参加者同志が積極的に語り合う場として、「ビデオ試写会」を企画しました。どこかの深夜番組のタイトルようですが、準備委員会が秘かに最も力を入れ、多くの労力をかけて準備した企画です。この企画は、伝熱の各分野において既に偉大な業績を上げられた大先生方に、「伝熱研究に残されている夢」についてのご意見を伺い、そのインタビューの様子を収録したビデオを見ながら、参加者が意見交換を行うというものです。今年の仙台での伝熱シンポジウムの懇親会で、ビデオカメラを持ち込んで騒々しく動き回っていた一団をご記憶の方もおられると思いますが、実はこの企画のためのビデオ撮影を行っていたわけです。私はカメラマンとして懇親会にもぐり込み、ご馳走をつ

まみぐいする役得を享受しながら、「伝熱研究に残された夢はあるのか？ あるとしたらそれはどんなものか？」などの質問に対して、お考えを述べられる先生方を撮影することができました。時間が限られており、またなかには、インタビュー団が接近すると巧みに場所を変え逃げてしまわれる先生もおられて、当初予定した数の半分程度しか撮影できませんでしたが、特別におしかりを受けることもなく無事終了することができました。収録したビデオは、スクール初日の夕食のあと、半強制的全員参加のもと会議室にて上映されましたが、重要なキーワードが画面にスーパーインポーズされるなど工夫が凝らされており、大変好評でした。ただ、参加者の意見交換については、TV画面の大先生方の強烈な個性に圧倒されたのか、当初予定していた程は盛り上がりせず、ややアルコール不足だったのかなという気がします。もっとも、「大学院の修士・博士過程では、決められた年限の中で結果を出す必要があるので、夢を追うよりも確実に成果の上がるテーマを選択しがちである。」といった現実的な意見が出され、同じ立場の人間として思わずうなずいてしまいました。

スクール2日目の午後はバーベキューパーティーが企画され、盛夏午後2時からの野外バーベキューで、伝導・対流・放射という熱移動の3形態を身を以て味わいながら、日頃交流の薄い他大学の人たちと親交を深めることができました。東京に唯一残された秘境「青梅」という地理的条件のため、バーベキュー会場となった日の出町さかな園への移動が実は大きな問題でしたが、人数・時間・資金的制約による妥協案として「貸切り市内バス」ということになりました。

2日間という短い期間ではありましたが、平成元年度にふさわしい大変密度の濃い充実したスクールであったと、準備委員のはしくれとして自負しています。これも菱田先生、幹事を努められた飛原先生（東大）、吉田先生（東工大）をはじめとする、他の委員の方々のご苦労に負うところが大きく、深い感謝の意を表したいと思います。また、菱田先生直属の学生委員として非常に多くの仕事を担当してくださった、佐藤さん、小林さん（共に慶大）、本当に有難うございました。

北海道地方セミナーの概要

惜しまれながら止めることになった「日本伝熱セミナー」のあとを受けて、研究会の地方活動の活性化のため新しく誕生した「地方伝熱セミナー」の皮切りとして「第一回北海道地方セミナー」が平成元年7月22日（土）に、北海道大学工学部において開催された。テーマおよび話題提供の先生方は以下の通りである。

主 題：マクロシステムにおけるミクロ現象

話題提供：1. 熱工学における分子工学的問題

小竹 進（東大工・機械）

2. 地球大気システムと放射・光化学反応

太田 幸雄（北大工・衛生）

3. 水素吸収電極反応に未知現象は存在するか？

水野 忠彦（北大工・原子）

いずれも今日的な話題性および要求の強いテーマで、1. の分子工学の内容は以下に概要としてまとめ、2. のCO₂その他による地球温暖化の問題および3. の常温核融合の問題はフルペーパーを頂戴したので次ページ以降に掲載されている。

今回は初の地方セミナーでもあり、当地方としては従来の地方グループ研究会にならってこじんまりした形で行われたが、提供された話題をめぐって活発な意見交換が行われた。引続き開かれた懇談会において、講師の先生を囲み問題点についてさらに議論を深めることができた。出席者数は会員約25名、院生、学生約10名。

1. 熱工学における分子工学的問題（小竹 進先生）の概要

最近の半導体や新素材開発、レーザー光利用、バイオ技術において非常に精密な環境制御とともに、原子・分子レベルあるいは電子レベルのプロセス制御が必要となり、この種のミクロ現象の解明が不可欠となった。たとえば、

- 1) 半導体構造において、通常の連続体の式が使える領域、ボルツマン領域および原子・分子・電子レベル領域（界面近傍）に分けて考える必要がある。分子数にして10～100層程度の界面格子領域の熱伝導率はどうか。
- 2) ファインセラミックの微粒子間の対流や放射伝熱が重要で、SiCは熱伝導率大、電気伝導率小なので、これを改善するため粒界のバインダを除き微粒化して焼結する（ファインセラミック化）。
- 3) プラズマCVDによるダイヤモンド合成、Soot formation、ダイヤモンド薄膜の生成分離など興味あるプロセスが依然ブラックボックスになっている。
- 4) 分子・原子レベルからみた相変化過程では、分子動力学的手法による蒸発・凝縮過程のシミュレーションと結果の表示の問題あり。中間性質の分子クラスターの生成によりプロセス制御が異なってくる。
- 5) その他、レーザー光による機械加工、レーザーメスの技術、遠赤外線を用いた伝熱制御なども熱工学の範囲。伝熱促進制御、異方性伝熱、選択回路伝熱、凝縮・蒸発など多くの現象が分子熱工学の対象となる。

（北海道地方連絡幹事 金山 公夫）

1. はじめに

近年、人間活動の拡大、巨大化に伴い、地球の温暖化、成層圏オゾン層の破壊、酸性雨による湖沼の酸性化と森林被害、砂漠の拡大など、地球規模での環境変動（汚染）が進行しつつある。本稿では、その中でも特に、大気汚染物質が、放射過程及び光化学反応過程を通して地球大気システムに影響を及ぼす結果としてもたらされる、地球の温暖化及び成層圏オゾン層の破壊問題について述べる。

2. 温室効果

地球は太陽放射（日射）を吸収して暖められ、一方地球自身も絶えず赤外放射（地球放射）を射出することにより冷却されて、一定の温度を保っている。今、地球上に大気が全く無いものとして、この放射平衡温度 T_e を求めてみる。図1に示す様に、地球の半径を R とし、太陽放射の入射方向に垂直な単位面積当たりに入射する量（これを太陽定数と呼ぶ）を S_0 、太陽放射に対する地球の反射率（アルベド）を A とすると、毎秒当たり地球全体が受け取る太陽放射量は、地球の断面積が πR^2 であるから、

$$S_0 (1-A) \pi R^2 . \quad (1)$$

一方、地球を温度 T_e の黒体とし、 σ を Stefan 定数とすると、表面積 $4\pi R^2$ の地球の毎秒当たりの赤外放射量は、

$$4\pi R^2 \sigma T_e^4 . \quad (2)$$

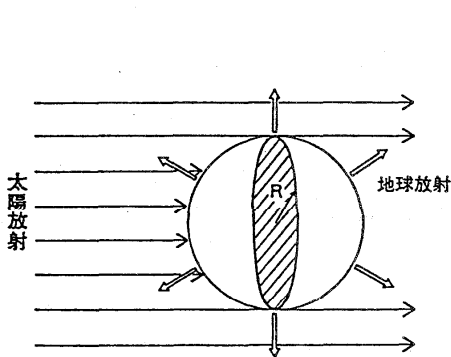


図1. 太陽放射と地球放射

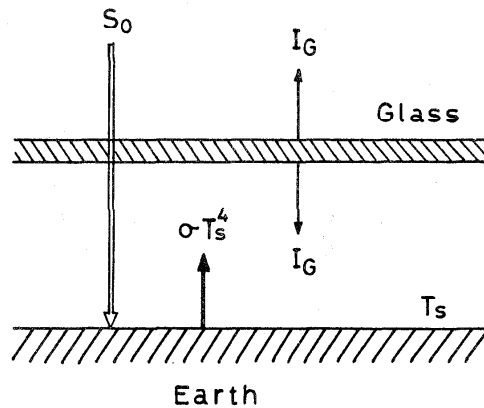


図2. 大気の無い地表面における各放射項

放射平衡状態においては、両者は等しいから

$$S_0 (1-A) \pi R^2 = 4 \pi R^2 \sigma T_e^4 \quad (3)$$

が成り立つ。地球のアルベドAはほぼ 0.30 であり、 $S_0 = 1.96 \text{ cal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ を代入すると、(3)式より、 $T_e = 255 \text{ K}$ が得られる。

さて次に、図2に示す様に、大気の無い地球上を、太陽放射に対しては透明であり、一方赤外放射は完全に吸収するような物質、例えばガラスで覆ったとする。この場合、ガラス板は完全に太陽放射を透過させるため、太陽放射により地球に与えられる熱量は(1)式と同様に、 $S_0 (1-A) \pi R^2$ で与えられる。しかし、 $4 \mu\text{m}$ 以上の長波長領域(赤外領域)では、ガラス板が地球放射を吸収し、自分自身が暖まって宇宙空間及び地表面へ I_c という強さの放射を射出する。(この I_c を再放射または逆放射とよぶ)。このため地球表面は、ガラスが存在することにより $4 \pi R^2 I_c$ だけ余計に放射エネルギーを獲得する。以上のことから、ガラス板が存在する場合の、地球表面の放射平衡関係は、地表面温度を T_s とすると、

$$S_0 (1-A) \pi R^2 + 4 \pi R^2 I_c = 4 \pi R^2 \sigma T_s^4 \quad (4)$$

となり、(3)式と(4)式との比較から、 $T_s > T_e$ となること、即ちガラス板のような赤外吸収物質が地球上に存在した場合には、地表面温度はより高温になることが分かる。これがいわゆる温室効果である。

ところで、上述したように、大気のない場合の地球表面の放射平衡温度 T_e が 255 K であるのに対して、実際の地球上の平均地表面温度 T_0 は 288 K であり、 33 K もの高温となっている。これは、大気もまたガラス板と似たような温室効果を持っているためである。

地球大気の波長 $0.1 \mu\text{m}$ から $30 \mu\text{m}$ までの領域における吸収率を図3に示す。図より、地球大気は、波長 $0.3 \sim 0.8 \mu\text{m}$ の可視領域の光に対してはほぼ完全に透明であり、波長 $0.8 \sim 4.0 \mu\text{m}$ の近赤外領域の光に対してもかなり透明であることが分かる。しかし、波長 $4 \mu\text{m}$ 以上の赤外領域においては、透明ではない。

図4に、波長 $4 \sim 30 \mu\text{m}$ の赤外領域における地球大気の吸収率と、地球を黒体と見なした場合の 288 K における黒体放射エネルギーの波長分布を示す。波長 $4 \sim 8 \mu\text{m}$ の水蒸気の $6.3 \mu\text{m}$ 帯、波長 $13 \mu\text{m}$ 以上の水蒸気回転帯及び波長 $13 \sim 18 \mu\text{m}$ の CO_2 $15 \mu\text{m}$ 帯のために、波長が $4 \sim 7 \mu\text{m}$ の間の領域、及び波長が $13 \mu\text{m}$ 以上の領域の赤外放射(地球表面より放出された地球放射)は、地球大気で吸収される。地球大気はこれらの領域の赤外放射を吸収して暖められ、地表面への再放射を行う。つまり地球大気も温室効果を持っている。大気の無い場合の地球の放射平衡温度 255 K に比べ、実際の地球の平均地表気温 (288 K) が 33 K も高温なのはこのためである。

ところで、赤外領域の $7 \sim 13 \mu\text{m}$ の波長範囲では、オゾンの $9.6 \mu\text{m}$ 帯を除けば大気はかなり透明であり、この領域を“大気の窓領域”と呼ぶ。地表付近からの赤外放射はこの窓領域ではほとんど地球大気に吸収されることなく、直接、宇宙空間に放出されて行く。

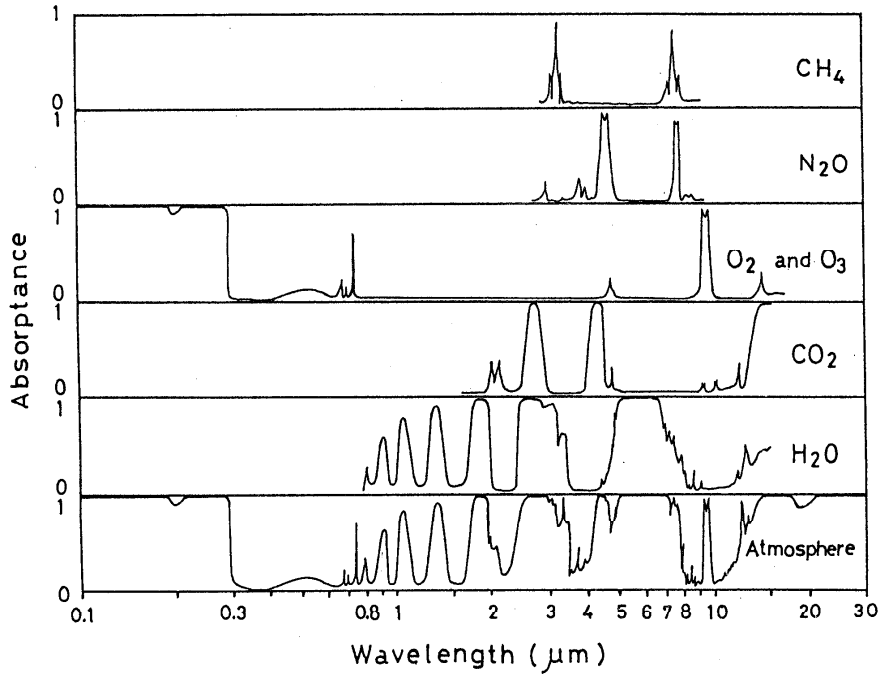


図3. 地球大気各成分の吸収率 (Howard, 1959 を基に作成)

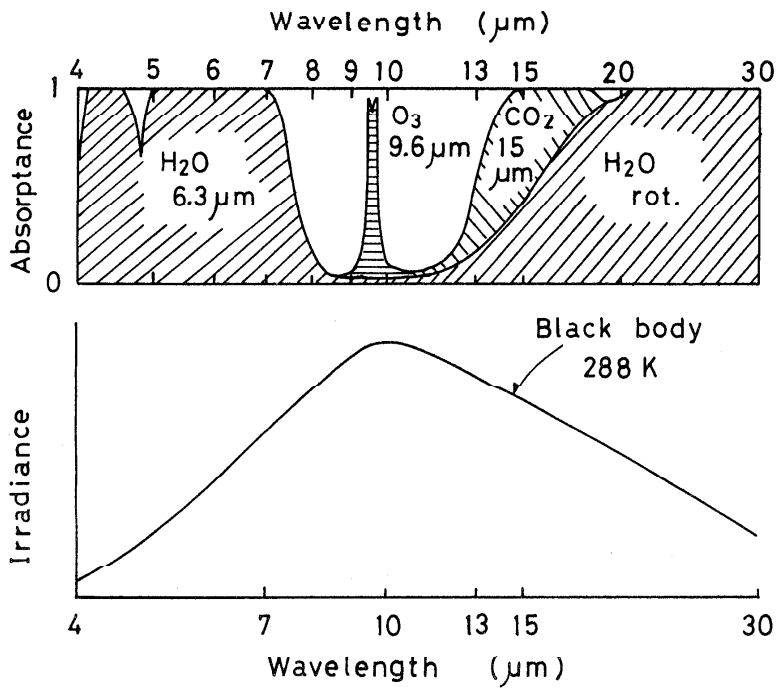


図4. 地球大気赤外領域における吸収率と地表(温度 288K)からの赤外放射

すなわち、大気の窓領域においては、地球放射はほとんど大気により再放射されることが無く、温室効果は生じない。

しかし、二酸化炭素は13~18 μm に強い吸収帯(CO₂ 15 μm 帯)を持っており、二酸化炭素の濃度が増加すれば、この吸収帯による赤外放射の吸収が強められる。また、この吸収帯は二酸化炭素の濃度が増加すれば13 μm 以下の波長域まで広がって、大気の窓領域を狭めることになる。それ故、二酸化炭素の濃度が増加すれば、地表からの赤外放射(地球放射)はより多く大気に吸収され、また従ってより多く地表へ再放射されることになり、温室効果が強まって地表気温の上昇をもたらすことになる。これが、二酸化炭素の濃度の増加に伴う温室効果の強化、及びそれに伴う地球の温暖化の基本的な機構である。

なお、これはまた水蒸気についても同様である。図3、図4に示された波長4~7 μm の水蒸気6.3 μm 帯及び波長13 μm 以上の水蒸気回転帯の両吸収帯は、水蒸気の濃度が増加すれば、より吸収が強くなり、また、より広がって、大気の窓領域を狭め、温室効果を強めて、地表気温を上昇させる。

この水蒸気濃度の増加に伴う温室効果の促進、地表気温の上昇効果は、また、気候変動における正のフィードバック効果のひとつとして重要である。すなわち、水の飽和蒸気圧は温度の上昇とともに増加するため、地表気温(海面温度)が上昇すると海水及び陸水からの蒸発量が増加し、大気中の水蒸気量が増加する。この水蒸気濃度の増加に伴い、温室効果が促進され、地表気温はなお一層上昇する。

3. 温室効果気体の増加に伴う地球温暖化

以上述べたように、大気中の二酸化炭素濃度の増加に伴い地表気温が増加することは疑いのない事実であり、これまで、Manabe and Wetherald (1967)を始めとして、大気中の二酸化炭素濃度の増加に伴う地表気温の上昇について数多くの予測計算が行われて来た。その結果、気候モデルの違いにより差はあるものの、これまでのところでは、大気中の二酸化炭素濃度が二倍に増加した場合、地球平均の地表気温は、3.0 ± 1.5 K 上昇すると考えられている。なお、この地表気温の上昇は、緯度別に見た場合には高緯度ほど著しく、例えば Manabe and Wetherald (1980)のモデル計算では、二酸化炭素濃度を二倍にした場合に、緯度10~20度の低緯度では2℃程度の上昇に対し、緯度50度で4℃、緯度80度では7.5℃にも達する上昇を示している。

ところで、大気中には二酸化炭素及び水蒸気以外にも、種々の微量気体成分が混在している。前節で述べたように、もしこれらの気体成分の中で、波長0.3~4.0 μm の太陽放射領域ではほぼ透明であり、一方、赤外領域の波長7~13 μm の大気の窓領域において強い吸収を持つ気体成分が、ある程度以上の濃度で存在するならば、二酸化炭素や水蒸気と同様に温室効果を持ち、濃度の増加に伴い地表気温を上昇させるはずである。このような効果(能力)を持つ気体成分を、二酸化炭素及び水蒸気をも含めて、“温室効果気体”と

呼ぶ。

1970年代には、温室効果気体として二酸化炭素及び水蒸気のみが考慮され、その増加に伴う気候変化が議論されてきた。しかし、1980年以降、大気放射過程の計算が精密化され、また各種気体成分の赤外吸収特性が明らかにされるにつれて、二酸化炭素以外の温室効果気体の地球温暖化に及ぼす影響が予想外に大きいことが推察され、注目されることとなった。

この二酸化炭素以外の温室効果気体としてまず挙げられるのは、メタン (CH_4) 及び一酸化二窒素 (または亜酸化窒素とも言う) (N_2O) である。図 3 に示すように、メタン及び一酸化二窒素は、大気の窓領域にあたる波長 7~8 μm に強い吸収帯を持っており濃度の増加に伴い地表気温を上昇させる可能性がある。最近のメタンの大気中濃度は、

1.7 ppmv (メタン 1 ppmv は 1 m^3 の空気中に百万分の 1 m^3 のメタンが含まれていることを意味する; $1 \text{ ppmv} = 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{m}^3$) であり、年に 0.8% の増加率を示している。また、一酸化二窒素も、大気中に 0.3 ppmv の濃度で存在し、やはり年に 0.3% の割合で増加している (Wang et al., 1986)。

メタンは、主として土壤中において微生物 (メタン生成菌) によって生成され、大気中に放出される。特に、水田、沼沢地、ツンドラ等の湿地帯において多量に生成されている。また、牛や羊の反芻胃の中には多量のメタン生成菌が生息しており、排泄物と共に牧場地に排泄されること、及びその他の家畜や家禽類の場合も、排泄物が牧場地に排泄され、分解される過程で、もともと土壤中に存在していたメタン生成菌によりメタンが生成されること等、牧場地からメタンが大量に放出されている。また、廃棄物の埋め立て地からも相当量のメタンが発生しており、天然ガス田や炭田からのメタンの漏出も非常に多いと言われている。さらに、樹木、柴、草本類の燃焼 (これをバイオマス燃焼と呼ぶ) によってもメタンが大量に放出される。

最近の大気中のメタン濃度が増加している原因としては、世界的な人口の増加に伴い、水田面積が非常に勢いで増えていること、家畜数が増加していること、及び特に熱帯地域において焼き畑農業や厨房、暖房における薪炭使用等のバイオマス燃焼量が増加していること、等が挙げられている。

一方、一酸化二窒素 (N_2O) もまた主として土壤中において微生物活動により生成されている。すなわち、土壤中において、酸素が多量にある条件下 (好氣的条件下) で、硝化細菌によりアンモニア (NH_3) が硝酸塩 (NO_3^-) に酸化される過程 (これを硝化作用と呼ぶ) において多量に生成され、大気中に放出される。また同様に、土壤中において、酸素不足の条件下 (嫌氣的条件下) で、脱窒菌により硝酸塩から窒素 (N_2) に変換される (これを脱窒作用と呼ぶ) 過程においても、その一部が N_2O となり、大気中に放出される。さらに一酸化二窒素は、化石燃料の燃焼によっても生成される。

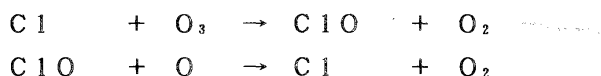
最近の大気中の一酸化二窒素の濃度増加は、主として化石燃料の使用量の増加によるも

のと思われるが、さらに、農耕地が拡大し、硝酸アンモニウム（硝安）などの窒素農業肥料が多量に施肥され、土壌中の硝酸塩の量が増加して、脱窒作用により大気中に放出される一酸化二窒素の量が増加していることもその一因と考えられている。

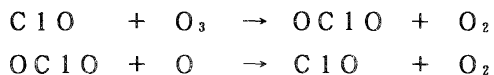
次に、フロンガスもまた、強い温室効果をもたらす問題の成分である。なお、“フロンガス”とは、日本の産業界で名付けた名称であり、正式には“クロロフルオロカーボン類（CFCs）”と言う。メタン（CH₄）やエタン（C₂H₆）等のアルカン類炭化水素の水素が塩素及びフッ素に置き換えられたものである。代表的なものとして、フロン11（CCl₃F）、フロン12（CCl₂F₂）等が挙げられる。なお、アルカン類炭化水素の水素が、塩素、フッ素の他にさらに臭素によっても置き換えられているものを“ハロン”と呼ぶ。代表的なものとして、ハロン1211（CF₂BrCl）、ハロン1301（CF₃Br）等がある。

これまでフロンガスは、化学的に安定であること、不燃性であること、冷媒として優れていること、毒性がほとんど無いこと、油に対する溶解性が高いこと等から、半導体やフィルム及び精密部品の洗浄剤、冷蔵庫やクーラーの冷媒、ウレタンフォームや発泡スチロールを製造する際の発泡剤、ヘアスプレーや脱臭剤等の噴射剤等、様々の分野で多量に使用されてきた。

このフロンガスは、波長0.24μm以下の紫外線を受けると分解（光分解）して塩素を放出する。一方、オゾンもまた波長が0.3μm以下の紫外線を強く吸収し、このオゾンが成層圏に非常に高濃度に存在するため（これを成層圏オゾン層と呼ぶ）、波長0.3μm以下の紫外線は地表には到達せず、フロンガスは大気下層（対流圏）では破壊されることなく、安定に存在している。しかしながら、対流圏に蓄積されたフロンガスはやがて成層圏にまで輸送され、オゾン層による紫外線の遮蔽が及ばない高さにまで運ばれると、太陽紫外線により光分解して塩素を放出する。この放出された塩素（Cl）は



及び



の反応で、正味、オゾン（O₃）と酸素原子（O）を酸素分子（O₂）に変換し、自分自身は再びClまたはOClOに戻ることで、オゾンを継続的に破壊して行く。これがフロンガスによる成層圏オゾン層の破壊のメカニズムである。

成層圏オゾン層が破壊されると、生物にとって有害な波長0.28～0.32μmの領域の紫外線（これをUV-Bと呼ぶ）の地上への透過量（照射量）が増加するため、皮膚ガンの増加や作物収量の低下が予想され、現在非常に重大な環境問題となってきている。

このように、フロンガスは最初は成層圏オゾン層の破壊という観点からのみ問題とされ

てきた。しかしながら、1980年以降、フロンガスの赤外吸収特性が明らかになるにつれて、地球温暖化に対してフロンガスもまた相当な寄与を及ぼすことが明らかになってきた。すなわち、フロンガスは、波長 7~13 μm の大気の窓領域に非常に強い吸収帯を持っており、モデル計算では、フロン 12 の大気中の濃度が 0 から 1 ppbv ($= 10^{-9} \text{ m}^3/\text{m}^3$) になると地表平均気温は 0.17 $^{\circ}\text{C}$ 上昇する。一方、二酸化炭素は 300ppmv ($= 30$ 万ppbv) の濃度が 2 倍に増加した場合、2.0 $^{\circ}\text{C}$ 程度の地表気温の上昇となるので、一分子当たりの温室効果は約 2 万倍も大きいことになる。

1988年時点での北半球中緯度におけるフロンガスの大気中濃度は、フロン 11 が 0.247 ppbv、フロン 12 が 0.457ppbv であるが、それぞれ年に 4~5 % ずつ増加しており、また半導体部品等の洗浄剤として、その使用が最近急激に増加しているフロン 113 は、大気中濃度が 0.06 ppbv であるが、年に 10~20 % の増加率を示している (富永, 1989)。

以上の様に、このままフロンガスの使用及び大気中への放出を続けるならば、近い将来成層圏オゾン層の破壊及び温室効果による地球の急激な温暖化という二重の破局を招きかねないことから、最近、フロンガスの製造禁止、回収、再使用等の措置が取られつつあり、さらに、地表面付近まで到達した太陽光で、すなわち波長 0.3 μm 以上の太陽光で容易に分解し、しかも毒性の少ない代替フロンの開発が非常な勢いで進められている。

次に、上に述べたように、オゾンは波長 0.3 μm 以下に強い吸収帯を持ち、さらに、波長 0.4~0.7 μm にも弱い吸収帯を持っていて、太陽放射をかなり吸収する。また、図 3、図 4 に示した様に、オゾンは赤外領域の波長 9.6 μm にも強い吸収帯 (O₃ 9.6 μm 帯) を持ち、それゆえ、温室効果を持つ。

このように、オゾンは温室効果気体ではあるが、さらに強い太陽放射吸収気体でもあること、及び地上 20~25 km 付近に極大値を持つような濃度分布をしていること等のために、他の温室効果気体とは異なり、オゾン全量が増加しても、増加量に比例して地表気温が上昇するとは限らず、複雑な効果を及ぼす。すなわち、オゾン濃度の変化が地表気温に及ぼす効果は、どの高さにおけるオゾン濃度が変化するかによって依存しており、図 5 に示す様に、オゾン濃度の増加は、正味、地表面温度を上昇させる方向に作用するが、特に高度 5~15 km の対流圏上層及び成層圏下層のオゾン濃度が増加した場合に最も効果的に地表気温を上昇させることが分かる (Wang et al., 1980)。

今後、化石燃料及びバイオマス燃料の燃焼や農耕等の人間活動が益々活発となり、それに伴って一酸化窒素 (NO) や二酸化窒素 (NO₂) の大気中への排出量が増加することが予想されるが、対流圏における NO 及び NO₂ 濃度の増加はオゾンを増加させる方向に作用するため、対流圏オゾン濃度も今後増加し、地球温暖化を益々促進することになるのではないと思われる。

以上の様に、二酸化炭素以外に、メタン、一酸化二窒素、フロンガス及び対流圏オゾンと下部成層圏オゾンもまた温室効果気体として地球の温暖化に大きな影響を及ぼす恐れ

あることが明らかとなって来た。そこで、1980年時点における各種温室効果気体の濃度及び増加率と、1980年以降50年間の人間活動の活発化に伴う各種温室効果気体の発生量、消滅量の変化を考慮して、2030年における各種気体の濃度を求め、1980年から50年後の、各種温室効果気体の増加による地球平均の地表気温上昇量を計算したものが図 6である（Ramanathan et al., 1985）。ただしここでは、フィードバック効果は考慮されていない。この結果から、すべての温室効果気体の増加による50年後の地表気温の上昇量は 1.54 K であり、二酸化炭素のみの増加による気温上昇量は 0.71 K であること、すなわち50年後には二酸化炭素以外の温室効果気体による気温上昇量が 0.83 K となり、二酸化炭素のみによる地表気温上昇量を上回るようになることが予想される。

以上のことから、今後、二酸化炭素はもちろんのこと、さらに、メタン、一酸化二窒素、フロンガス、対流圏オゾン及び成層圏オゾンの地球規模での濃度分布の測定、監視を行っていくこと、各温室効果気体の発生源からの発生量を明らかにすること、将来の発生量の変化の予測評価を行うこと、さらには、メタン、一酸化二窒素、オゾン及びNO、NO₂等を含む系における反応及び反応速度を明らかにしていくこと等が重要な課題となってくるものと思われる。

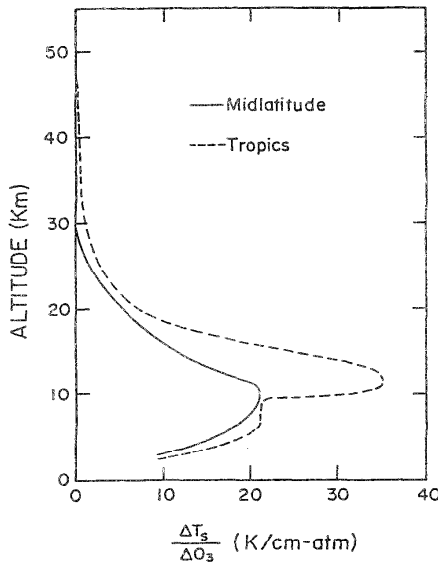


図 5、各高度におけるオゾン量の増加に対する地表気温の変化量。
1 cm-atmとは 1気圧 0°Cの下で 1 cm の厚さになる気柱内の気体濃度のことである。
(Wang et al., 1980)

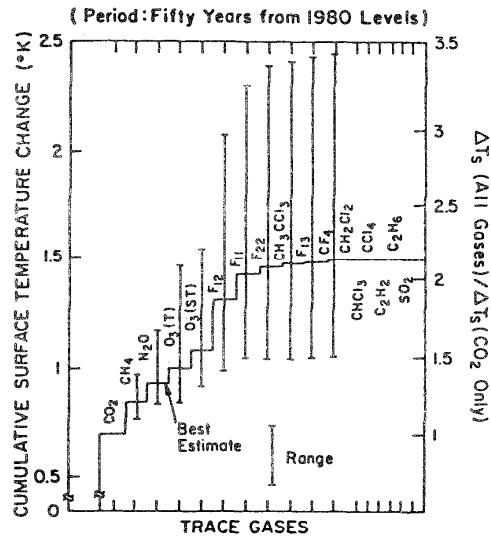


図 6、1980年から50年後の各温室効果気体による地表気温の上昇量（左側縦軸）。右側縦軸は二酸化炭素のみの増加による昇温量を 1とした時の、各温室効果気体の増加に伴う地表気温の上昇量。
(Ramanathan et al., 1985)

参考文献

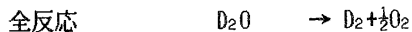
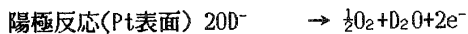
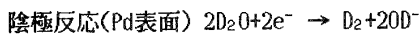
- Howard, J.N., 1959 : Proc. I.R.E. 47, 1451.
- Manabe, S. and R.T.Wetherald, 1967 : Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity. J. Atmos. Sci., 24, 241-259.
- Manabe, S. and R.T.Wetherald, 1980 : On the distribution of climate change resulting from an increase in CO₂ content of the atmosphere. J. Atmos. Sci., 37, 99-118.
- Ramanathan, V., R.J.Cicerone, H.B.Singh and J.T.Kiel, 1985 : Trace gas trends and their potential role in climate change. J. Geophys. Res., 90, D3, 5547-5566.
- 富永 健, 1989 : III-4. 着実に増えるフロンガス濃度 (105 頁)、『オゾン層を守る』 (環境庁「オゾン層保護検討会」編、全224 頁)、NHK ブックス、No.574.
- Wang, W-C., D.J.Wuebbles, W.M.Washington, R.G.Isaacs and G.Molnar, 1986 : Trace gases and other potential perterbations to global climate. Rev. Geophys. 24, 110-140.
- Wang, W-C., J.Pinto and Y.L.Yung, 1980 : Climatic effects due to haloganated compounds in the earth's atmosphere. J. Atmos. Sci., 37, 333-338.

1. はじめに

常温核融合発見の経緯と国内外での研究の現状を紹介し、その問題点や機構及びその将来の見通しについて報告する。アメリカにおいてはこの常温核融合はエネルギー源とはならないと言う結論や、反応そのものを否定した追試結果⁽¹⁾も報告されている。また国内においては色々な研究所や大学において精力的に研究が進行しており、常温核融合の可能性が確実視されてきているが、まだ問題点も少なくはない。なぜこの常温核融合の検証が困難なのか、どうして再現性が低いのかを逆に糸口として、その機構を予想し、それを解明してみる。さらに常温核融合が起こり得ると考えた場合、これが果して将来実用化出来て、多くの応用、特にエネルギー源としての利用が出来るのかどうかを想像を加えて述べてみる。

2. 常温核融合発見の経緯

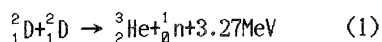
3月末にアメリカにおいて相次いで2つの論文^{(1),(2)}が発表され、その内容の重大さのために、全世界に大きな衝撃をまき起こした。それはいずれも重水中で Pd、Ti 等を陰極として電解し、核融合反応を起こすのに成功したというものである。重水(D₂O)を電気分解すると次のような反応が起こる。

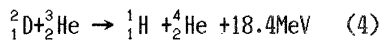
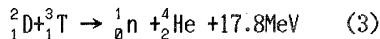
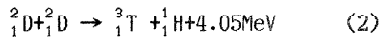


$$\Delta G^\circ = -243.5 \text{ kJ/mol}, \quad \Delta H^\circ = -294.6 \text{ kJ/mol}$$

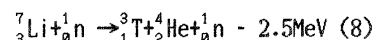
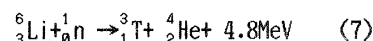
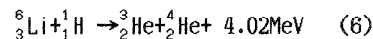
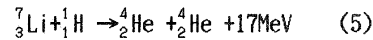
これは普通の電気分解であり反応それ自身は通常の水の場合と何ら変わらない。普通は Pd 表面で発生した重水素はどんどん大気中に拡散していくと同時にそのほんの一部の重水素が金属中に吸収されていくのである。しかしこの場合それ以後の重水素の挙動に大きな違いがある。すなわち、その重水素の一部が、金属表面かまたはその内部で核融合反応を起こし、中性子や熱を発生したというものである。

さて通常の重水素によって起こる核融合反応は次のようである。





さらに彼らはいずれも電解質に Li 等の塩類を加えているために以下の反応をも考えにいられた方がよいであろう。



ここで重水素以外に普通の水素による反応をも考えているが、実際の重水には軽水も含まれており、また水素による反応も大きなキーポイントと思われるためにそれらの反応も取り上げて行こうと思う。これらの反応の断面積を図1に示す。

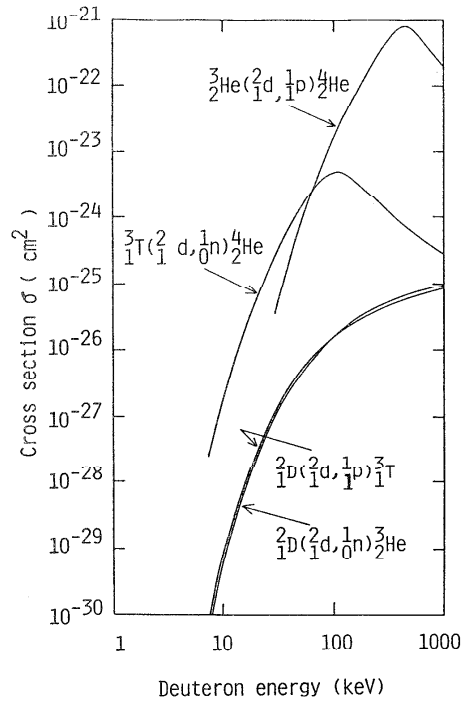


図1 核融合反応断面積

さてこの二つの論文においてその核融合反応によって生じた熱や中性子の発生率には大きな、けた違いの差があったことや、論文発表をめぐってのかけひきなどがこの学問的に大きな興味のある問題を極めて複雑にしてしまったのである。Fleischmann と Pons⁽²⁾ の報告は、人力に対して何倍にも及ぶ熱出力が得られ、それに伴ってトリチウムや核反応に基づくγ線を検出したと言うものであり、この方法によって世界のエネルギー問題が明日にでも解決してしまうような見通しをもたせるものであった。しかしながら現在までのところ、彼らの報告に基づくレベルでの反応の確認には、どこも成功はしていない。Jones等⁽³⁾ は低温核融合が起こっていることの間接的な例証として3つをあげている。1つは火山から高い ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ の比のヘリウムが放出されていること、2つめは木星の高い発熱量は木星のコアで p-d核融合反応が起きていることで説明できること、さらに電気精錬に際して金属箔等に高い濃度の ${}^3\text{He}$ が濃縮しているのは核融合で説明できることなどである。そのような仮説の実証として彼らは Pd ないしは Ti を電極としてカソード分極を行い、その結果核反応に基づく 2.45MeVのエネルギーを持つ中性子を得ている。Jones らのレベルの核反応の確認は世界の所々でなされているようである。

3. 常温核融合研究の現状

現在のところ、大きく分けて常温核融合にはカソード分極時の電解重水素吸収による方法と、気相からの重水素ガス吸収による方法がある。これら二つの方法は水素の入れ方が違うが、金属内部で起きていると考えられる核融合反応の機構については同じではないかと思われる。

日本においてもその後多くの報告がなされてきており、我々のチームでも基本的には Jones のチームと同じ追試実験を行い、彼らとほぼ同じ結果⁽⁴⁾を得ている。ただし使用した溶液は彼らとは異なり、より単純な 0.5M LiOD-D₂O である。また電極としての Pd 棒もあらかじめ真空中で焼鈍し、その後重水素を吸収させたものを用いている。そのようにして求めた結果を図2に示す。これは電解中 (200 mA/cm²、1.8 cm²) 及び電解を止めて得られた結果の差を処理して求めた中性子スペクトルで

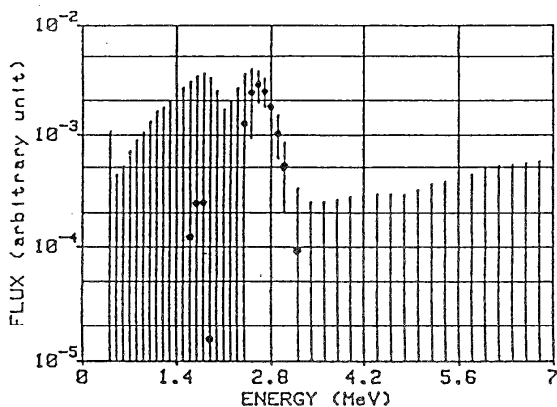


図2 重水中でPdを電極としてカソード分極した時に得られた中性子スペクトル

ある。約 2.5 MeV の位置に明らかに中性子のピークが認められる。これから得られた反応率は $\sim 10^{-23}$ fusions/s/d-d pair であった。その後報告された坂本⁽⁵⁾ の測定は太さ 0.1mm の Pd 線を用いて 0.1M NaOH-D₂O 中でカソード分極し、発生すると考えられる中性子を BF₃ 検出器で測定したものである。この時2台の中性子検出系を用いて、同時に電解中と、バックグラウンドの測定を行い、バックグラウンド変動幅を明らかに越える中性子の発生をみている。小山等⁽⁶⁾ も種々の金属及び合金で重水中でカソード分極した際に、ある特別な処理を行った合金から異常な熱発生を認めている。ただし彼らはこの反応が核融合以外によるものである可能性も指摘している。新村等⁽⁷⁾ も多数の検出器を用いて電解中の中性子の発生を認めている。ただし、彼らは再現性において問題点を提起している。また松本等⁽⁸⁾ は酢酸ウラニルを用いたフイツシヨントラック法によって、Pd や Pt を電極として重水を電解した際に速中性子の発生を認めている。高橋等⁽⁹⁾ は二種類の中性子検出系を用いて重水を Pd を電極として電流密度を変化させることによって 2.45 MeV のエネルギーを有する中性子の検出を認めている。

もう一方の高圧の重水素ガス吸収による方法では、試料として Ti などの粉末を使用して重水素ガスを数 10 気圧で吸収させ、温度を下げ 77K まで冷却し、その後さらに温度を上げて行くときに中性子の噴出をみている。この方法はまず Ninno 等⁽¹⁰⁾ が行い、その後 Ryan 等⁽¹¹⁾ によって追試されている。この時の中性子放出は非常に間欠的で、極めて短時間に相当数の中性子が発生している。同チームの Menlove はこの方法は初期には再現性で苦労があったが現在

ではかなり再現性良く反応を起こすことが出来ると述べている。

4. 常温核融合の問題点

現在までに常温核融合として報告されてきた例で最も重大な問題点は再現性に困難があった例が多いことである。もちろんその理由の一つとして、反応率が測定器の検出限界に極めて近いこともあるが、それだけではなく本質的にこの現象は定常的なものではなくて、間欠的な現象と思われる点にある。同じ条件で測定を行ってみても、常に中性子を観測するわけではない。これらのことは反応を起こすためにはいくつかの複数の条件があって、同時にこれらの条件を満たした場合にのみ核融合を起こすということを意味しているのではないであろうか。さらに言えば生じてくる中性子はいわゆる熱核融合に基づくものではなく他の原因によるものではないかとも考えられる。これは核融合研究をしている際にプラズマからたまたま中性子が放出されてくるが、その原因としてプラズマ内部に生じた不安定な電界に基づくものである例が多かったことが上げられる。この様な不安定な非平衡状態が金属内部にも生じている可能性がある。

5. 常温核融合の機構

この様な再現性が低く、データの少ない状況で反応の機構を論ずるには大変な無理があるが、逆にその状況が一つのヒントを与えてもいる。現在のところ、固体内での核融合の機構には次のようないくつかの説がある。もちろんこれ以外にも多くの説が提案されているが代表的なものとして上げる。

- (a) クラック誘起説
- (b) 相転移説
- (c) トンネル効果説
- (d) プラズマモデル
- (e) 物質内核融合説
- (f) 溶液金属界面反応モデル

ここで種々の報告例の示すとおり、ある時に突然核融合反応が生じ、中性子が発生し、また反応が停止する、という状態を考えるうえで、

(a) の機構は他の機構に比較して非定常な反応

を説明するのに適している。すなわち、金属中に水素が入っていき、その表面から水素化物を作って行くと、一般に水素化物の方が密度が低く、また時には新しい相が析出していくために、内部の金属相との間に大きな歪応力が形成されていく。その応力が金属同士の結合力を上回った時に破壊が生じ、金属内にクラックが発生する。この時新しい金属面に電荷の不均一が生じ、それに伴ってそのクラック内部に強い電場が形成されることになる(図3)。その電場の強さ

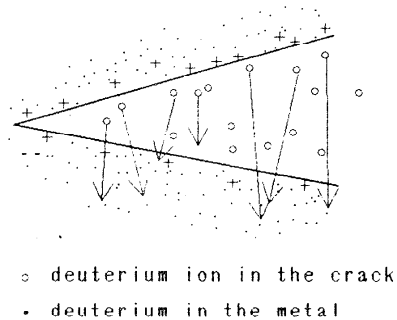


図3 金属内部のクラック中でD-D反応の起こる機構

は計算では数 keV～数百 keVとなる。もしこの時、金属内に重水素がイオンの状態で存在していたとすると、この電場によって加速され、他の重水素に衝突し、D-D 核融合を起こすことが考えられる。この場合、核融合反応を起こすためには少なくともつぎに示すような条件が必要である。

- (b-1) 金属内部で重水素がイオンの状態で存在すること。
- (b-2) 水素の進入に伴ってクラックが生ずること。
- (b-3) クラック内に核融合が生ずるための適当な電場が形成されること。
- (b-4) ターゲットとなる重水素原子ないしは分子が存在すること。

これらの条件を色々な金属について考えてみる。(b-1) の条件については一般に水素が金属中に入り込むと正負のイオンの形で金属内に存在することがある。(b-2) の条件については通常アルカリ金属以外は金属中に水素が入り、水素化物を形成するようになるとその体積が増加し、周りの金属部分と水素化物との間に応力を生ずるようになる。この場合、水素の入り方によっては金属にクラックが生ずるようになる。この様な金属には Ti、Zr、V、Ta、Nb、La、Ce、Pd等がある。また特に Ti、Zr、Pd は低温においては水素化物を形成し水素の吸蔵量が多いものとして知られている。電解水素吸収等によって化学量論比 (H/M=2.0) にまで達することがある。

しかしクラックの入り方、たとえばその形状、頻度や持続時間等には、金属中の不純物、熱処理、水素吸収速度、温度さらには金属本体の幾何学的な形状などが大きく影響を及ぼすと考えられる。(b-3) の条件は、最も重要な条件であり、この様な電場の発生機構はKing等⁽¹²⁾によって計算されている。また一般に金属を破壊すると、電子 (Exoelectron emission) や音波 (Acoustic emission) が放出される現象が知られている。例えば水素貯蔵合金に水素が入るときに電子が放出され、その電流は $10^{-11} \sim 10^{-12}$ A程度⁽¹²⁾と報告されている。またこの機構を直接裏づけるものとしてKlyuev⁽¹⁴⁾等は LiDの結晶に破壊が起きたときにクラックの発生にともなって中性子が放出さ

れることを確認している (図4)。これは直径 3 mm位の LiD の単結晶を、ガス銃を用いて200m/s位の速度で 50 g ほどの錘りで衝撃すると、その時の破壊にともなって大体 10 個くらいの中性子を観測したと言うものである。この報告はすでに3

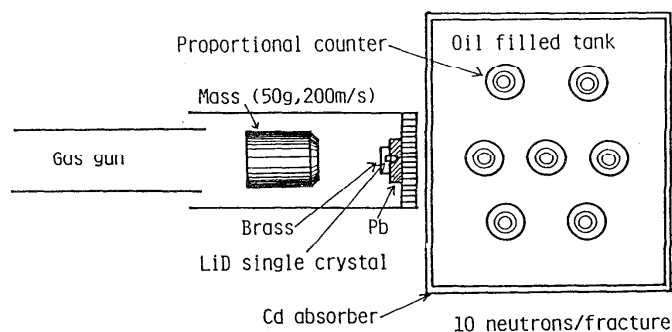


図4 Klyuev等の実験体系図

年も前になされており、常温核融合という点ではこちらの方が先輩格かもしれない。

6. 常温核融合を確実に起こすには

先の(b-3)の条件はこの機構の要であるが、今のところこの反応が生ずるための最適なクラックの形状、電場の強さ、その持続時間などについては全く分かっていない。常温核融合を起こすためには上記に示したような条件を同時にすべてみたしたときのみ反応が進行すると考えられる(図5)。しかしその条件の一つであるクラックの状態に影響を与える因子はさきに述べたように色々な条件によって左右される。また、さらにこれ以外の条件が必要であるかもしれないし、上記の条件すべてが必要というわけではないのかもしれない。さらにこのマイクロクラック説以外の説が、あるいは正しいのかもしれない。

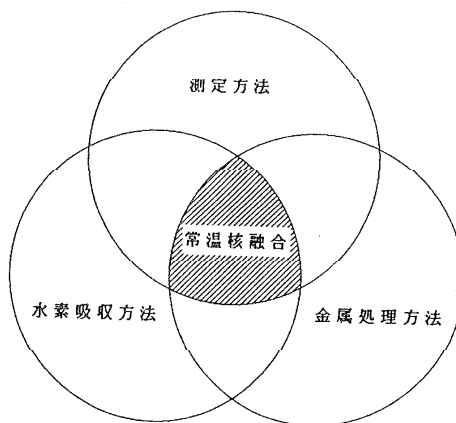


図5 常温核融合の起こる条件

さてここでこのクラック説を一応常温核融合の機構であると仮定して話を進めていこう。この場合、果してこの機構で常温核融合の利用が可能であるかと言うことが最も大きな興味である。これから得られている核融合反応率はさきに述べた通り、 $\sim 10^{-23}$ fusions/s/d-d pair であり、この反応率を増大させるためには次に述べるような事が上げられる。

- (c-1) 金属内部での重水素イオンの数を増やすこと。
- (c-2) 反応を進行させるクラックの数を増やすこと。
- (c-3) クラック内に生ずる電場の電界強度を増加させること。
- (c-4) クラック内での電場の持続時間を長くする。
- (c-5) ターゲットとなる重水素の数を増やすこと。

これらの条件はいずれも前に上げた常温核融合が生ずるための必要条件から出てくるものである。ここで(c-1)の条件は金属中での水素の状態であり、これは金属の処理、即ち添加元素や加工などによって変えられる可能性がある。

(c-2)は同じように不純物、たとえば他の元素や熱処理によって大きく変えられることが出来る。ただし、現在のところ最適なクラックの形状やその持続時間などの条件が分かっていないために明らかにはできない。しかしこのファクターは何れも変えられる可能性がある。

(c-3)の条件はこの機構の要であるが、この電場の強度を変えることが可能であるならば、この核融合反応に最も大きく寄与する条件である。もともとこの電場は電場の不均一によって伝熱研究 Vol. 28, No. 111

生ずるためにその割合を増大できれば良いのである。いま図6に示すような単純なクラックのモデルで考えてみよう。クラックの幅 W 、長さ L 、割れの幅 D 及びクラックを形成している金属の厚さ d 、その比抵抗を ρ とする。さらに電荷の不均一度を η/cm^2 とすると生ずる電圧 V は $10^9 \eta D$ となる。もし D-D核融合反応であるならば、その電圧が10倍増えると4~5桁も反応が増えと考えられる。図7にその様子を、各種の重水素化物を重陽子で照射した

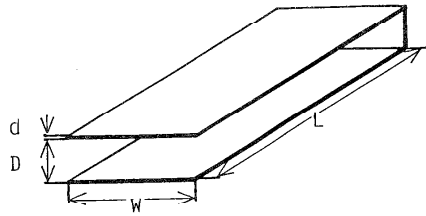


図6 クラックの計算モデル

時の D-D核融合反応によって生ずる中性子と熱量によって示す⁽¹⁵⁾。横軸には重陽子のエネルギー $E(\text{keV})$ を $(E^{-1/2})$ で表してある。加速電圧が増えると反応断面積が増えるばかりではなく、その飛程も長くなることによって他の重水素との衝突確率も増加するためである。また軽い重水素化物ほど反応の割合が増加する。

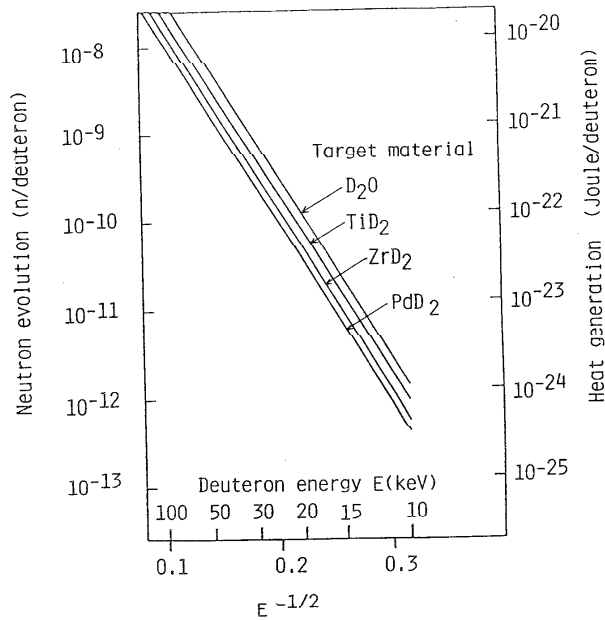


図7 重水素化物を重陽子で照射した時の D-D 核融合反応によって生ずる中性子量と熱量

(c-4) の条件は生じた電場の不均一をそのまま長時間持続できれば良いのであるが、この緩和時間はクラックの形状と金属の抵抗値とで決ってしまう。この割れの部分の容量 C は $\epsilon_0 W L / D$ であり、抵抗値 R は $\rho L / d W$ となる。

これから緩和時間 RC は $\epsilon_0 \rho L^2 / D d$ となる。するとクラック内の電圧を増やすには割れの幅を大きくすれば良いが、持続時間が短くなってしまふ。緩和時間を長くするためには割れの長さを大きくすれば良いが、逆に割れの幅の増加はその時間を短くしてしまうことになる。ただし電圧の増加は指数関数的に反応を増加させるのに対し、持続時間は直線的に反応を増加させられるので、割れの幅は大きい方がよいことになる。

(c-5) の条件は重水素の存在している場所にもよるがクラックの進行による電場の持続時間

が数百psと極めて短い場合には実際に反応にあずかる重水素は金属表面近傍のものだけである。これは初めから存在している重水素濃度と殆ど同じであるから飽和値以上には増やすことはできない。その濃度は最大でも金属原子1個につき2個である。

このように考えてくると種々のファクターを総合すると、理想的に反応率を上げることが出来たとすると現在の中性子発生数から考えて金属 1kg当りの発生熱量は $10^{-4} \sim 10^{-3}$ Joule/s/kg である。ただしこの時の中性子発生数は $10^8 \sim 10^9$ neutrons/s/kg という値が得られる。以上の議論は理想的に反応率を金属の処理等の方法によって上げることが出来たと仮定しての話である。また(c-1)から(c-5)までの条件はお互いに関連していて、どれかの条件を変えると他の条件も変化するのが一般的である。

さてここで忘れてならないことはこの反応は非可逆的な材料の破壊に基づく機構によるものであるということである。すなわち、反応は1回きりであり、当然金属全体に破壊が及ぶと反応はそれでおしまいである。それならば何らかの方法で破壊した金属を元に戻せないか、または出来たクラックを何度も使用できないかと言う期待があるがそれはもちろん可能である。ただしそれにはやはりそれなりのエネルギーの消耗を伴うということであり、エネルギー収支が合うとは限らない。

もちろん以上の議論はこの常温核融合の機構がクラックによって誘発されるものだと仮定しての話である。今のところこの機構がもっともありそうだと著者が考えるだけであって、これ以外の機構によるものかもしれない。もしそうであるならばこの常温核融合反応を飛躍的に増大させることが可能かもしれない。

7. 他の反応は存在するか

さてこれまでの議論は主にJonesの報告を基に進めてきたのであるが、一方のFleischmannとPonsの報告についてその話を全くのでたらめとして捨て去ってもいいものであろうか。今現在(9月18日)の時点では彼らの報告をまともに信じているところはないように見受けられる。確かに彼らの報告はあちらこちらに不満足な点が見受けられ、測定結果や計算にも多くの誤りが認められる。しかしここでそれらの点を今少し捨てておいて、本当にその可能性、すなわち観測し得る程の熱発生があるのかないのかについても考えてみたい。もし彼らの報告どおりに熱しか生じない反応があるとすると、初めにあげた色々な核反応の内では(5)、(6)の反応に可能性がある。通常のLiは ${}^7\text{Li}$ が92.58%を占めており残りが ${}^6\text{Li}$ である。そのために反応は主に(5)だけを考えれば良いであろう。もしこの反応が起こるならばそれから得られるエネルギーはLiの1mol当り 3.93×10^8 kcal という値になりこれは石油に換算すると40000 lに相当する量となる。もちろんこの核反応は核融合反応の一つと考えて良い。この反応は1932年にケンブリッジ大学のキャベンディッシュ研究所でCockcroftとWaltonが見いだした反応であり、歴史的に有名なものである。同じ年に同じ研究所でChadwickが中性子を発見しているが、今回の両

伝熱研究 Vol. 28, No. 111

者の常温核融合の発見報告、すなわち一方が熱をまたもう一方が中性子だけを検出したという報告と似ていて何か因縁めいたものを感じさせる。

さてそこでこの反応によってFleischmann とPonsの報告にあるような熱量が発生するためにはどの程度の反応が生じているかを求める。今 100watt/hour の熱量が生ずるためには 1.02×10^{10} Li/sのリチウム原子が消費されていれば良い。この様なことが生ずるための条件はどういうものであろうか。それは今までの議論から次のようなことが上げられる。

(d-1) 金属中で水素イオンが加速されること。

(d-2) 金属中でLiが存在すること。

(d-3) 反応の確率が十分高いこと。

ここで (d-1)の条件は(b-1)から(b-3)までの機構が金属中で成立するのであればこの場合にも当然満たされているはずである。ここで問題は (d-2)の条件であるが、普通水溶液中ではLiの方が水素を基準として-3V(NHE)程度と低いために電解しても水素だけが発生してくるはずである。しかし、能登谷等⁽¹⁶⁾の報告によると水酸化リチウムの水溶液中でカソード分極した電極中には相当量のリチウムが浸入していることが認められている。さらに (d-3)の反応の確率については加速される水素イオンの数、そのエネルギー、また生ずるクラックの数などについては全く分かっていない。これらのデータについては現在我々がPd電極で得られた中性子発生数からきわめて大ざっぱに概算すると1 fusion/sと仮定して良いであろう。ここで彼らの言うように100g程度のPdを使用し、観測にかかる程度の熱量、すなわち1 watt程度の反応を起こすとしても大体6桁程度まだ足りないようである。またこの計算もやはりクラック機構に基づいて行っており、材料の破壊に基づく非可逆的の反応に基づくものであるために、エネルギー源としての使用には不適と言わざるを得ない。ただし、連続的な使用目的ではなく、短期に大量の中性子を得たい場合などには使える可能性がある。

8. おわりに

以上常温核融合研究の現状や、発生機構の推定にふれた。現状においては常温核融合が起こっているのか、否なのか真偽がさだかではないが、そのためにも速やかな研究が必要であろう。起こっているとすれば、その機構を速やかに解明することが、学問的興味はもとより、その実用化のためにも急務であろう。

文献

- 1 : M.Gai, S.L.Rugari, R.H.France, B.J.Lund, Z.Zhao, A.J.Davenport, H.S.Isaacs and K.G.Lynn : Nature, Vol.340, 6, July, 29-34 (1989)
- 2 : M.Fleischmann and S.Pons : J.Electroanal.Chem., Vol.261, 301 (1989)

- 3 : S.E.Jones, E.P.Palmer, J.B.Czirr, D.L.Decker, G.L.Jensen, J.M.Thorne,
S.F.Taylor and J.Rafelski :Nature, Vol.328, 27 April 737 (1989)
- 4 : T.Mizuno, T.Akimoto and N.Sato :Denki Kagaku, Vol.57, No.7, 742 (1989)
- 5 : 坂元重康 :常温核融合に関する研究討論会資料、June 5 (1989)
- 6 : 小山昇、大坂武男、波戸崎修、山本信重、倉沢祐子、笠原誠司、武岡壮、今井祐子、
大山幸夫、中村知夫、柴田徳思、今村峰雄、上義義朋、柴田誠一 :電気化学ミニシンポジ
ューム (常温核融合と電気化学)、July 31 (1989) 東京
- 7 : 新村信雄、武藤正勝、今野収、渡辺浩、吉田博、板谷謹悟、梶谷剛 :同上
- 8 : 松本修、木村幹、斉藤裕子、宇山春夫、矢板毅 :同上
- 9 : 高橋亮人、飯田敏行、吉田茂生 :同上
- 10: A.De Ninno, A.Frattolillo, G.Lollibattista, L.Martinis, M.Martone, L.Mori,
S.Podda and F.Scaramuzzi :Europhysics Letters (Preprint submitted)
- 11: R.Ryan, M.Fowler, E.Garcia, H.Menlove, M.Miller, A.Mayer, J.Wilhelmy, C.Orth,
S.Schmidt, R.Mills and D.Moore :Workshop on cold fusion phenomena, May 23-25
(1989) Sante Fe
- 12: J.S.king, F.Mayer and J.Reitz :Workshop on cold fusion phenomena,
May 23-25 (1989)
- 13: S.Misawa and H.Sugawara :J.Less-Common Metals, Vol.89, 19 (1983)
- 14: V.A.klyuev, A.Lipson, Y.Toporov, B.Deryagin, V.Lushchikov, A.Strelkov and
E.Shabalin :Sov.Tech.Phys.Lett., Vol.12, No.11, 551 (1988)
- 15: 水野忠彦、諸住高 :北海道大学工学部研究報告 第93号、23 (1979)
- 16: 能登谷玲子 :触媒 Vol. 12, No. 3 (1970)

1. 「第1回九州地方伝熱研究者の集い」の報告

九州研究グループ

地方連絡幹事 深野 徹

従来行われてきた全国規模の伝熱セミナーが中止され、今年からは各地方独自の企画にまかせられることになった。九州地方としては(1)毎年やる(2)若手研究者を主対象とした情報交換と懇親の場とする(3)地方持回りとする、などを原則として、始めての試みであること、幹事就任が6月始めであるが開催時期は夏休みが最適であるため準備期間が短いことを考え、4人の幹事を中心として企画・運営に当たることにした。この点独断の面があったのではと懸念されるが、おゆるしいただきたい。行事内容は下記のとおりで、「語らいの場」が午前0時30分にやっと切り上げ、その後も各部屋において討論・懇親会が続いたことを予定外として、すべて無事終了した。盛会裏に終えることができたのは講演者・話題提供者が興味ある適切な話しをされたことや二つの見学会でも充実した内容としていただいたこと、さらには本会会長の九州大学藤井哲教授にも御参加いただいた会を盛り上げていただいたことにつきる。関係された方々には、それぞれ以下に報告も書いていただいている。あわせて感謝の意を表します。

なお本会の企画・運営にあたり、三菱重工(株)長崎研究所の曾田正治氏には現地のとりまとめを、九州大学の田田治彦氏には雑事全般をやっていただいた。記してお礼の意を表します。

なお本会の要約は以下のとおりであった。

1. 会 期：平成元年8月22日(火)13:00～8月23日(水)13:00、1泊2日
2. 開催地：長崎市を中心として
3. 参加者数：42名(うち学生12名)
4. 行事内容：

4.1 講演討論会(1.5時間×2)

・講師 三菱重工業株式会社長崎研究所

曾田正治氏

「エネルギー変換機器に関する開発の現状」

司会 三塚正志氏(日本文理大)

伝熱研究 Vol. 28, No. 111

・講師 三菱電機株式会社中央研究所

大 串 哲 朗 氏

「電子機器における伝熱問題」

司会 三 塚 正 志 氏

4.2 見学会(2時間×2)

・三菱重工業株式会社 長崎造船所香焼工場 曾田 正浩氏(長崎研究所)

・三菱電機株式会社 時津工場 保坂 征宏氏(冷熱製造部)

4.3 語らいの場(4時間) 1日目 20:30~24:30

司会 角 口 勝 彦 氏 (九州大)

・話題提供者: 金 丸 邦 康 氏 (長崎大)

「物質ガス化の伝熱問題」

・話題提供者: 笹 口 健 吾 氏 (熊本大)

「固-液相変化を含む系の伝熱問題」

・話題提供者: 鶴 田 隆 治 氏 (九州工大)

「凝縮と沸騰における伝熱材料の影響」

・話題提供者: 鳥 居 修 一 氏 (九州大)

「実験装置の製作で感じたこと」

4.4 懇談会(夕食時 1.5時間) 1日目 18:30~20:00

司会 大 田 治 彦 氏 (九州大)



懇談会における
藤井哲会長の挨拶。

語らいの場は深夜
までつづいた。



2. 講演討論会

2-1 エネルギー変換機器に関する開発の現状

曾田正浩（三菱重工）

1. はじめに

日本伝熱研究会九州研究グループ主催の「第1回九州地区伝熱研究者の集い」の一環として去る8月22日に当社長崎造船所香焼工場PR室において「エネルギー変換機器に関する開発の現状」と題して約1時間余り講演させていただいた。以下にその内容を報告させていただく。

変換効率の向上を目指したエネルギー変換機器の開発は国内外とも精力的に推進されているが筆者はもとよりその全貌を知るところではない。したがってここでは当社長崎研究所において取り組み中の火力発電プラント及び新発電プラントの開発の現状並びに開発に当たっての伝熱問題を中心にその概要を述べることにしたい。

エネルギー変換機器の開発は通常次のステップを踏んで進めている。先ず第1ステップとしてニーズとシーズを調査し開発機器の構想を立案する。次いで第2ステップとして技術面から実現性を検討し、同時に経済性を含め市場を調査する。さらに第3ステップとして実験を含めた要素研究を行ない、引きつづき第4ステップとしてパイロットプラントあるいは実証機を製作して検証することとしている。ここに各ステップの研究開発形態としては社内研究、外部との共同研究、外部からの委託研究あるいは外部への委託研究などさまざまである。また大学など国公立機関の先生方に指導していただくケースも多い。以下では紙面の都合上外部機関との関係についての記述を割愛させていただいた。御了解いただきたい。

2. 火力発電プラントに関する最近の開発ニーズ

火力発電プラントに関する最近の開発ニーズとしては燃料費の削減を更に進めるため部分負荷運転時を含めた発電効率の向上を計ることが先ずあげられる。特に石炭焼きプラントについてその開発ニーズは強い。次いで夜間電力の貯蔵あるいは有効利用を計ることが第2のニーズである。更に廃熱や低温熱源を利用した高効率発電及び熱併給発電の最適化があげられる。また火力発電の補間として太陽光や太陽熱、風力、地熱、海洋温度差などの自然エネルギー利用発電の推進も強く求められている。

火力発電においては排ガス中のNO_xやSO_xの低減は従来から広く取り組まれているが、最近ではCO₂の削減が重要な課題になりつつある。CO₂の削減には上述した開発ニーズに基づいた方策が当面の有効な解決方法である。この意味ではCO₂問題は上述した開発ニーズが一段と強まったものと受けとめることができる。

3. 火力発電プラントの高効率化

ボイラと蒸気タービンからなる火力発電プラントの効率向上を狙いに蒸気条件の改善のための研究開発を続けてきたが、本年7月には我が国初の超々臨界圧プラントである中部電力川越1号700MW LNG焚きプラントが運開した。その発電端効率は41.7%であり従来の超臨界圧プラントよりも相対値で約5%ほど効率が向上している。このボイラは同時期に運開した九州電力松浦1号700MW石炭焚きプラントと共に当社製の変圧運転ボイラであり、従来のスパイラルワウンド形に代って構造の簡単なライフル管を用いた垂直管形の火炉が世界で初めて採用されている。ライフル管を用いた火炉の設計には永年にわたる伝熱流動に関する実験的研究の成果が反映されている。また本ボイラには煙道蒸発器が採用されており、部分負荷時には入口ヘッダにおける気水二相流の均一分配が問題となるため空気・水を用いた可視化実験及びフロンを用いた高圧実験を実施してヘッダ構造の適正化を計った。

一方ガスタービンと蒸気タービンとのコンバインド化による効率向上については、昭和59年12月に運開した東北電力東新浜3号1090MW LNG焚きプラントにおいて発電端効率が43.7%を実現した。このプラントのガスタービン入口ガス温度は1154℃であるが、引き続き更に高温化(1300℃級)を計って47%の高効率を狙う計画がある。コンバインドプラントにおいてはガスタービンの高温化と共に排ガスボイラのコンパクト化も重要な課題である。ガス側の伝熱及び圧損特性を詳細に調べ最適なフィンの形状寸法及びチューブ配列を選定するための研究も地道に続けている。

単機容量の増大と温排水温度規制強化により復水器は一段と大型化傾向にあるので、復水器の高性能化とコンパクト化も重要な研究テーマである。冷却管の最適配列化を計るため管群内凝縮に関する系統的な基礎データの取得とそれをもとにした電算プログラムを開発している。

4. 石炭焚き発電プラントの高効率化

石炭焚き固有の発電プラントとしては流動床ボイラと蒸気タービンの組合せがすでに実用化されている。しかし流動床ボイラについては現状は必ずしも最適設計化が計られているとはいえず、このため各種の改良研究を実施している。流動床内の伝熱問題もその1つである。

流動床ボイラと蒸気タービンの組合せでは送電端効率は約38%程度であるが、流動床ボイラを加圧にして蒸気タービンとガスタービンをコンバインドすれば41~42%の効率を得られる。このため加圧流動床ボイラの開発にも着手している。更に石炭をガス化して1300℃級のガスタービンを用いたいいわゆる石炭ガス化複合発電プラントでは効率は43~44%に向上する。現在200T/Dの能力をもつパイロットプラントが国家プロジェクトとして建設されている。石炭ガス化炉の伝熱問題としては多量の粒子(チャー)を含む高温ガス中での放射対流複合伝熱や伝熱管への粒子付着による伝熱性能低下とその防止等があげられる。それぞれ要素研究を実施しパイロットプラントの設計に反映させている。

5. 新発電プラント

以上はどちらかと言えば従来技術の延長線上にある高効率化技術について述べてきたが、少々趣の異なるものとして固体電解質型燃料電池(SOFC)の開発に鋭意取り組み中である。

SOFCとその排熱を利用したガスタービンと蒸気タービンを組合せると石炭を燃料としたとき50%以上、またLNGを燃料としたとき60%以上の非常に高い発電効率が得られる。現在5000時間の耐久試験を実施中である。SOFCは1000℃近辺で作動するため材料の物性を含め幾多の伝熱に関連した課題がある。

またカリウムを作動流体としたトッピングサイクル、混合熱媒を用いたボトミングサイクルやアルカリ金属を用いた熱電変換等の新発電システムがいくつか提案されており興味をもっている。

6. 自然エネルギーを利用した発電

地熱発電については各種の開発研究を実施しすでに多くの実用機が稼働中である。最近復水器から抽出される有害物質を含む不凝縮ガスを熱水と共に地下還元する試みがある。このためには熱水ヘッドによるガスの加圧特性を把握する必要がある、最近の研究課題の1つである。

風力発電については1980年に実証機を製作し、1982年に九州電力(沖永良部島)で実用化されて以来、1台250kW級のものが米国を中心に相当数輸出されている。

太陽光発電については未だ実用化には至っていないものの出力向上と生産コストの低減を狙いに、磁界変調式大面積プラズマCVDを用いて2m²(1m×2m)の大面積アモルファスシリコン太陽電池を開発中である。

海洋温度差発電については「海洋温度差発電研究会」に参加して本格的な実用化に向けて努力中である。また凝縮器のコンパクト化に関する実験的研究も進めており、第26回日本伝熱シンポジウムにおいてその結果の一部を発表させていただいた。

7. おわりに

エネルギー変換機器特に発電プラントについて当社長崎研究所において取り組み中の研究開発の現状について述べたが、断片的でまとまりのない内容になったことをお詫びする。

伝熱研究者は伝熱現象の解明、伝熱促進、伝熱機器の開発については当然主体的に取り組まなければならないが、各種のエネルギー変換に関するサイクル(システム)についてもその改良と新サイクルの提案と開発に対し積極的に取り組む必要があると考えている。この意味から地球環境問題がクローズアップされてきた今日、伝熱研究者が果たすべき役割は誠に大きく、それだけに遣り甲斐もあり、また責任も重い。

近年、LSIなどの半導体部品の発熱密度増大あるいは電子機器の高密度実装化の要求に伴い、高性能冷却法の開発が求められている。講演会では電子機器の高性能冷却法として、高性能空冷ヒートシンク、液冷装置およびヒートパイプの開発に伴う伝熱問題について紹介した。

1. LSI冷却用高性能空冷ヒートシンク

強制空冷用ヒートシンクの高性能化として藤井ら⁽¹⁾により開発された多孔台形フィンを電子機器冷却用ヒートシンクに適用した例について述べた。

多孔台形フィンは円孔を多数あけた伝熱面を台形状に屈曲させ、隣合う伝熱面の屈曲位相を半周期ずらすことにより流れ方向に拡大・縮小を伴う流路を構成したもので、図1に示すように多孔壁を介しての流体の吹出し・吸込み現象(呼吸効果)により伝熱が促進されるものである。

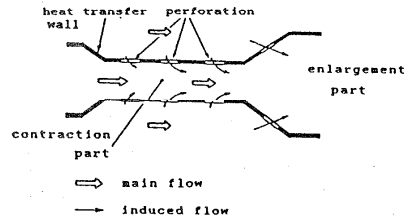


図1 流動状況

図2に平滑平板フィン、無孔台形フィンおよび多孔台形フィンの伝熱流動損失特性を比較したものを示す。平滑平板フィンに対する伝熱促進率は無孔台形フィンで約2倍、多孔台形フィンで約3倍と多孔台形フィンが最も大きく、しかも多孔台形フィンの流動損失は無孔台形フィンに比べ小さいことがわかる。藤井らによれば、多孔台形フィンの伝熱流動損失特性としてのヌセルト数 $Nu = hDe/\lambda$ および流動損失係数 $f = 2De \Delta P / (4l \rho u^2)$ は次式で整理されている⁽²⁾。

$$Nu = 1.04 Re^{0.55} (1 - \alpha^2)^{2.4} \beta^{0.08} (De/l)^{0.21} \quad (1)$$

$$f = 0.20 Re^{-0.34} \alpha^{-1.23} \beta^{-0.6} (De/l)^{0.69} \quad (2)$$

ここに、 α 、 β は縮小部と拡大部の断面積比および開口率である。

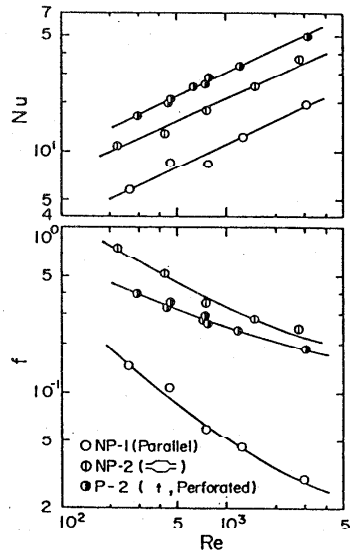


図2 伝熱流動損失特性

多孔台形フィンを使用したヒートシンクの構造を図3に示す。このヒートシンクによる一連の実験から、多孔台形フィン形ヒートシンクは、平滑平板フィン形ヒートシンクに比して容積が半分にできることが明らかになった⁽³⁾。

2. 液冷時の温度フロント移動問題

発熱負荷や外部環境条件が変動する条件下において、単相液体の循環による電子機器の温度制御を精度良く行うためには、管路内流体の過渡温度変化計算精度を高めることが重要である。ここでは一次元管路において、流体中に温度が急変する部分（温度フロント）が存在する場合の過渡温度数値計算法についての検討結果を紹介した⁽⁴⁾。

一次元管路内の流体に対するエネルギー方程式を、空間に対して計算領域を Δx の要素に分割し、一次風上差分を行うと次式が得られる。

$$\rho C_p V \frac{dT_i}{dt} = C_p \rho u A (T_f - T_i) + h S (T_s - T_i) + Q_i \quad (3)$$

ここに、 T_i, T_j はそれぞれ注目する要素の流体と壁面の温度、 T_f はその上流側の流体温度、 V, A, S, Q_i, h はそれぞれ Δx 間の管路の容積、断面積、内面積、発熱量および壁面と流体間の熱伝達率、 u は平均流速である。

時間刻み幅 Δt は $\Delta t = \Delta x / u$ で与えられるとして、式(3)の時間積分法にオイラー陽解法、オイラー陰解法、オイラー部分陽解形陰解法、ルンゲクッタギル法を適用して計算を行った結果の一部を図5に示す。オイラー部分陽解形陰解法は、流れに伴う熱移動の項(式(3)の右辺第1項)を陽的に、その他の項を陰的に解く方法である。

オイラー陽解法では温度振動が生じ、オイラー陰解法やルンゲクッタギル法では温度フロントの到達前に流体の温度が上昇するのにに対し、オイラー部分陽解形陰解法は解析解との良い一致を示した。

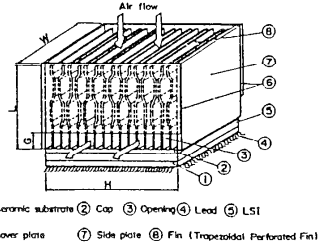


図3 多孔台形フィン形ヒートシンク

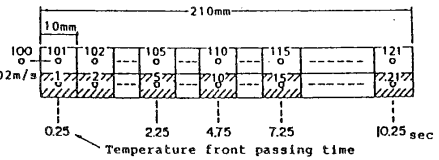
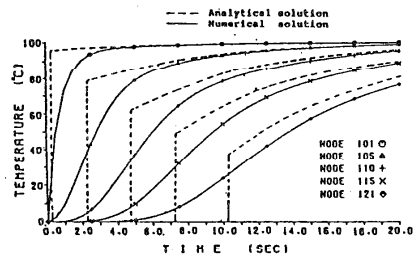
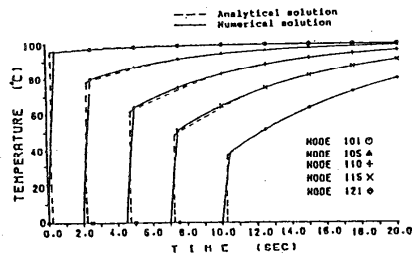


図4 管路の温度計算モデル



(a) オイラー陰解法



(b) オイラー部分陽解形陰解法

図5 流体温度の時間変化計算値

3. 分散熱負荷形ヒートパイプにおけるスラグ形成シミュレーション

通信衛星や放送衛星などの大形衛星においては、軽量・高効率の点から、U字状やL字状の溝形ウィックヒートパイプが網の目状に連結され、ハニカム内に埋設された放熱パネルが使用されている。パネル上には電子機器が分散して搭載されるが、この場合、ヒートパイプの熱源と熱源の間の凝縮部あるいはヒートパイプ連結部に液体スラグが形成され伝熱を阻害するため、スラグの長さや位置を予測する必要がある。ここでは無重力下でのヒートパイプ中における液体スラグ形成の予測法と実験との比較結果について紹介した⁽⁵⁾。

図6にヒートパイプ中に液体スラグが形成された時のスラグ位置とヒートパイプ内の液流と蒸気流およびウィック内の圧力分布の関係を示す。スラグ形成条件は次式で与えられる。

$$\Delta P_x = P_v - P_x \leq \Delta P_{cr} = \frac{4\sigma}{D_i} \quad (4)$$

ここに、 P_v, P_x はそれぞれ蒸気および液体の圧力、 σ 、 D_i はそれぞれ液体の表面張力およびヒートパイプ内径である。

実験は無重力下においてもスラグが形成されしかもその長さが観察できるように、蒸気相高さが2mmで一面をガラス板とした平板状ヒートパイプを使用した。ヒートパイプの温度分布図7に示す。スラグ部分では蒸気の凝縮が行われなため、温度が低下しており、スラグの位置と長さについての計算と実測は良く一致する結果であった。

参考文献

- (1) 瀬下、藤井、山中、日本機械学会論文集、B編、53巻、493号、昭和62年
- (2) H. Fujii, Y. Sesimo, G. Yamanaka, Int. J. Heat Mass transfer, Vol. 31, No1, pp. 135-142, 1988
- (3) 藤井、池内、小原、第26回日本伝熱シンポ講演論文集、pp358-360, 1989
- (4) 大串、第26回日本伝熱シンポ講演論文集、pp322-324, 1989
- (5) T. Ogushi, Y. Sakurai, Proc. of AIAA 24th Thermophysic Conf. Buffalo, New York, 1989

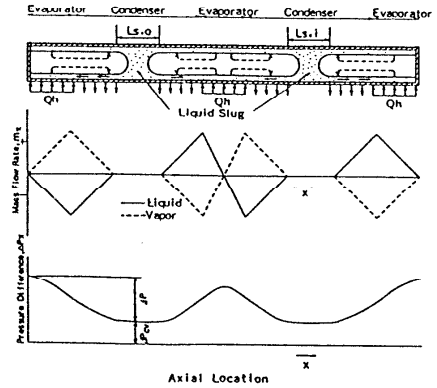


図6 ヒートパイプにおける液スラグの形成

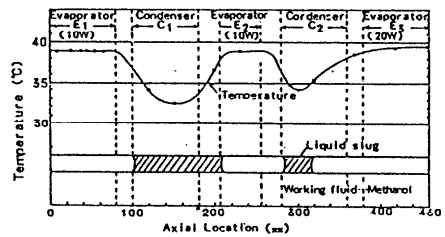


図7 ヒートパイプ両端と中央を加熱した時の温度分布

3. 見学会

3-1 三菱重工業株式会社 長崎造船所及び長崎研究所

曾田正浩（三菱重工）

1. はじめに

日本伝熱研究会九州研究グループ主催の「第1回九州地区伝熱研究者の集い」の一環として去る8月22日に当社長崎造船所と長崎研究所を約2時間見学していただいた。

2. 長崎造船所

長崎造船所は現在従業員が7700人、昭和62年度の生産高は3200億円、その内訳は陸・船用ボイラ・タービンが53%、修繕船が36%、その他11%である。工場は4地区に分かれているが、今回はそのうち香焼工場にある100万トンドック、風力発電設備及びボイラ工場を見ていただいた。

100万トンドックは長さ990m、幅100m、深さ9.55～14.5mの新造船ドックである。このドックでは現在オイルタンカを2隻並行して建造中である。他のドックでは豪華クルーズ客船を建造中で、またLNG船の艤装も進められている。風力発電設備は当社製の出力250kWの設備で、1985年運開以来現在も稼動中である。ボイラ工場は陸用590缶以上、船用1900缶以上の生産実績があり、各種の自動溶接装置、熱処理装置、NCヘッダ穴明機、全自動連続曲げ装置、高周波パイプベンダ、X線テレビ検査装置等の設備を有している。

3. 長崎研究所

長崎研究所は現在従業員が約500人で、船舶及び原動機関連の研究を中心に当社全事業所の製品開発を支援している。研究所は3つの地区に分かれているが、今回はそのうち深堀香焼地区にある耐航性能水槽、氷海水槽及び熱エネルギー関連設備を見ていただいた。

耐航性能水槽は長さ160m、幅30mの水槽で、造波機が設けられており、波浪中の操縦性能試験も実施できる。氷海水槽は長さ20m、幅9mの水槽で、氷中航行船や構造物の氷中抵抗試験や氷荷重計測などを行なっている。熱エネルギー関連設備としては超臨界圧伝熱テストループや凝縮伝熱テストループ等の伝熱関連研究設備及び石炭ガス化要素試験設備、石炭粉碎ミル試験装置、CWM（石炭・水スラリー）製造試験装置等をピックアップして紹介した。

4. おわりに

時間の関係から限られた設備見学となったが、暑い中熱心に見ていただき感謝している。

大串哲朗（三菱電機）

九州地区伝熱セミナー2日目のプログラムとして、当社長崎製作所時津工場の見学会が行われたが、ここでは当工場概要について紹介する。

長崎製作所は大正12年に開設され、当社の25ある製作所の中では古く伝統ある工場の一つで、主に重電機、冷熱機器を生産してきた製作所である。長崎製作所は長崎市内に近く長崎湾に面した丸尾工場（敷地60000㎡、従業員1090名）および以下に述べる時津工場（敷地98000㎡、従業員900名）から成っている（図1参照）。

時津工場は長崎市内からは車で北へ約30分、長崎空港からは大村湾を横切る船で約20分の場所に位置しており、時津湾に面した比較的広い敷地の中のゆったりとした工場立地となっている。

当工場は昭和44年に中形回転機の生産を開始し、その後当社製品の数量の拡大と共に工場が増設され現在に至っている。主要生産品目は以下の通りである。

(1) 中形回転機

(2) 冷熱機器

車冷用冷房装置、大形空調機器、大形低温機器、冷凍空調機器応用システム

(3) 映像情報処理システム

ダイヤモンドビジョン、ディスプレイモニタ他

これらの生産工場として中形回転機工場、冷熱工場、車冷工場、薄板工場を約20名ずつ二班に別けて見学して頂いた。プリント基板の自動組立ラインや薄板加工によるキャビネットの自動製造ラインなど、生産の自動化が広く進められている様子を御覧頂いたが、特に伝熱研究者としては、熱交換器や圧縮機などからなる大形空調機器や車冷用冷房装置の製造組立てラインが興味深かったのではないと思われる。

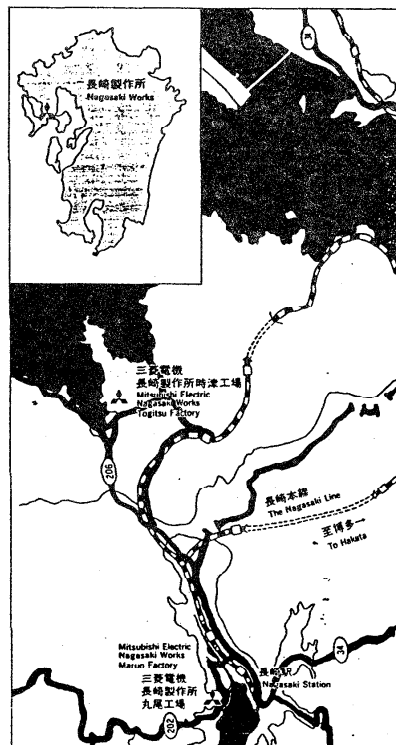


図1 長崎製作所の工場所在地

4. 語らいの場

4-1 物質ガス化の伝熱問題

金丸 邦康 (長崎大工)

著者は、1988年2月から1年余り、米国メリーランド州のNIST(National Institute of Standards and Technology, 旧NBS) のCenter for Fire Researchで、火災時の物質ガス化速度を簡便に予測するモデリングの研究を行ったので、語らいの場でその概要を話した。燃料としてPMMAを対象に、これを加熱し燃焼させる現象を一次元的に解析し、燃焼速度、すなわちPMMA表面の移動速度を算出することが目的である。着手に際して、ホストの柏木孝博士より言われたことは解析者にとって以下の肝に銘ずべきことであつた。すなわち、今日、高速の大型計算機が普及しこれを用いて、複雑な伝熱問題が解かれているが、その数値解析結果は他の研究者にはどの程度貢献しているか？ 例えば、他の研究者が、その論文の計算パラメータの範囲外に対して結果を得ることは不可能に近い。往々にして、研究者は、自分の目的のみに沿つた、いわば”独善”的な枠組みで解析し、他の研究者に自分の解析結果がどのように貢献するかという視点が抜け落ちていないか？ そこで、本解析に対して、手法としては簡便な解法、できれば解析解を求めて欲しいというのが、ホストの要請であつた。この背景には、実規模火災のシミュレーション用解析コードに組み込める程度の物質燃焼速度のモデリングが欲しいことがあつた。後日、NIST FellowのDr. Howard BAUMと討論して到達した解法は、解析解ではないが、半無限の厚さを持つ燃料部の予熱時の熱伝導方程式を積分方程式に変換して燃料の表面温度履歴を求め、これを熱分解温度以後も火炎が発生しないとして、ガス化開始後の燃焼速度と結び付けるというアイデア(数値解法としては境界積分法の一つ)であつた(図1参照)。すなわち、次式が示すように、物質ガス化速度(境界移動速度)は、ガス噴出開始時の燃料内部の深さ方向温度分布を積分することにより求まる。無次元時間 τ は、ガス噴出開始より測られている。

境界移動速度：

$$\frac{dys^*}{dt^*} = \frac{1}{1 - \epsilon \frac{\partial \Theta}{\partial \zeta}(0, \tau)}$$

where

$$\Theta(\zeta, \tau) = \exp(-\zeta)$$

$$= \frac{\exp\left(-\frac{\tau}{4}\right) \int_0^{\infty} d\zeta_0 (\Theta(\zeta_0, 0) - \exp(-\zeta_0)) \exp\left(\frac{\zeta_0 - \zeta}{2}\right) \left(\exp\left(-\frac{(\zeta_0 + \zeta)^2}{4\tau}\right) - \exp\left(-\frac{(\zeta_0 - \zeta)^2}{4\tau}\right) \right)}{2\sqrt{\pi} \tau}$$

一方、ガス噴出時の温度分布は、それ以前の予熱区間の表面のみの温度履歴を用いて積分方程式で表されるので、これを上式に代入して、 z_0 に関して解析的に積分することにより、最終的に、物質ガス化速度は、予熱時の燃料の表面温度履歴の積分式で表せることになり、これを数値積分すればよい。この程度なら、パソコンでも十分処理可能ということになり、Macintosh上でBasicプログラムを作成した。その後、燃料上部に火炎が生じる場合を簡単なFroudeモデルで近似し、燃料部と連成させ境界の移動速度を求めた。さらに、PMMAなどのふく射に対する半透過性を考慮し、予熱時の温度分布に対する積分方程式による表現を求めた。図2にPMMAを2W/cm²で加熱し上部にFroudeモデルで近似された火炎(半径0.365m)がある場合、ガス化開始後の時間に対し物質ガス化速度とガス化による熱の計算値を示す。

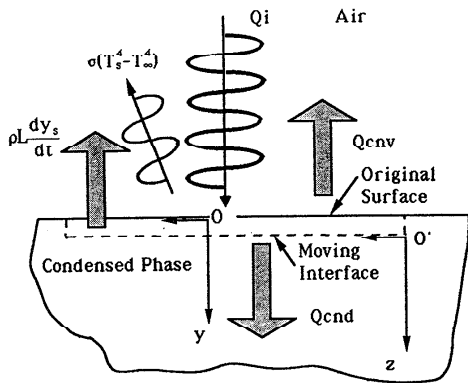


Fig.1 Physical model and coordinate System

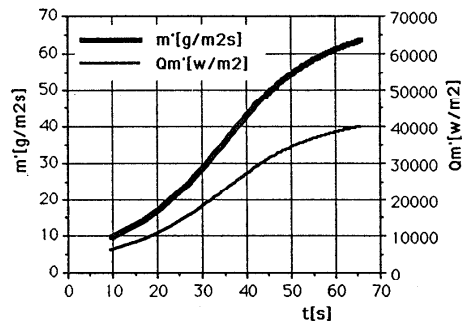


Fig.2 Mass burning rate and heat flux by mass burning vs. burning time

今後に残された問題は以下のとうりである。

- (1) 物質ガス化時の熱伝導方程式を積分方程式へ変換する際の近似の妥当性、
- (2) 有限厚さの燃料の燃焼速度の解析、
- (3) 着火後の火炎の成長の問題、
- (4) および上記解析と実験データとの検討。

記号：

$$t^* = \frac{t}{[t]}, \quad y_s^* = \frac{y_s}{[\lambda]}, \quad z^* = \frac{z}{[\lambda]}, \quad [\lambda] = \frac{kL}{Q_1^* c_s}, \quad [t] = \left(\frac{\rho k}{c_s} \right) \left(\frac{L}{Q_1^*} \right)^2, \quad Q_1^* = Q_1 - \sigma(T_V^4 - T_\infty^4),$$

$$\epsilon = \frac{(T_V - T_\infty)c_s}{L}, \quad \Theta(z^*, t^*) = \frac{T - T_\infty}{T_V - T_\infty}, \quad \zeta = \frac{dy_s^*}{dt^*} z^*, \quad \tau(t^*) = \int_0^{t^*} \left(\frac{dy_s^*(\xi)}{d\xi} \right)^2 d\xi$$

Cs: 燃料の比熱, k: 熱伝導率, L: ガス化潜熱, Tv: 熱分解温度, T_∞: 周囲温度, ρ: 密度

笹口健吾（熊本大工）

屋間の講演会および三菱重工長崎造船所と研究所の見学を終え、夕食を兼ねた懇親会後の8時30分頃から、学生さんを含む若い伝熱研究者を中心に「語らいの場」が始まった。私は二番目に表題の話題提供を行うことになっていた。屋間の疲れとアルコールの潤滑油を注入しながら言うことで皆さん眠くなるかと思いきや、全話題に対して午前0時30分までの長丁場、和気あいあい、時には真剣に、討論が続いた。この手の企画はこれまで参加した全国規模の伝熱セミナーではなかったもので、若い人達がきたんのない疑問、質問および意見が言える良い企画であると感じた、ただしそう若くない小生は少々疲れたが。

当日の持ち時間45分の内容をここで網羅することは、与えられたスペースの関係上、できないので、その概略を以下に記したいと思う。

（1）問題の応用上の分類

(1) 鑄造、合金製造、結晶成長などのマテリアルプロセッシング。(2) 潜熱を利用した蓄熱および蓄冷。(3) 土壌の融解凝固、海水の凝固、マグマの凝固など土木や地球物理学の問題。(4) 食品冷凍、血液や臓器保存、冷凍外科手術など食品、生体・医療関係。(5) 潜熱を利用した温度制御（宇宙技術関係）。以上、思い付くままに固-液相変化を含む応用上の問題を列挙したが、この問題は工業上はもとより土木、食品関係、医学、さらには自然界などに広く見られる問題で、各分野で勢力的に研究が行われている。本「語らいの場」では、上の(1)に関連した「二成分相変化材の凝固」および(2)の「潜熱蓄熱」に関して筆者の研究結果も交え話題提供を行った。

（2）問題の現象的分類

(1) 熱伝導支配系：初期温度が融点である液の凝固。(2) 自然対流支配系：容器内の一般的な融解現象（多孔質物質内含む）。(3) 強制対流を含む系：内部や外部流の凍結問題。(4) 濃度差対流を含む系：合金、不純物を含む金属や多成分溶液の凝固、海水中での氷の融解など。(5) 放射も重要な系：単結晶育成やガラスの製造など高温溶液を扱う問題。固-液相変化を含む問題は伝熱学上は以上のように分類できると思われる。

（3）潜熱蓄熱に関して

潜熱蓄熱用の熱交換器には大別してカプセル形およびシェルチューブ形があり、それぞれに

研究が行われているが〔例えば文献(1)参照〕，その概略を紹介し，残っている問題点について述べた．また，筆者はシェルチューブ形に対して，一つの伝熱促進法として考えられるフィンチューブを用いた潜熱蓄熱器の伝熱特性について研究を行ってきたので^{(2)・(3)}，その結果の一部も紹介した．潜熱蓄熱に対する研究の現状は次のように要約されると思われる．

(1)かなりの範囲の放熱過程（凝固過程：熱伝導が支配的な問題が多い）および簡単な系の蓄熱過程（融解過程）は実験的および理論的にもほぼ解明された．ただし，高Ra数（乱流域を含む）の融解に関しては計算はなされていない．

(2)カプセルタイプの熱交換器内の相変化材の融解，あるいはフィンチューブ回りの融解などの非定常三次元融解現象に関しては，計算量が膨大となるため，未だ本格的な計算はなされていない．

(4) 二成分相変化材の凝固問題に関して

最近，潜熱蓄熱（蓄冷）への利用あるいは合金製造に関する問題などの観点から，二成分相変化材の凝固問題（一部融解問題も含む）の研究が活発化してきた．現在までの研究成果を筆者の実験結果を交えながら紹介した．要点をまとめると，

(1)二成分相変化材の凝固形態は，初期濃度，初期過熱度，伝熱面の温度条件，あるいは伝熱面の姿勢などによって様々に変わり，場合によっては二重拡散現象(Double diffusive phenomenon)による対流セルができるなどかなり複雑で，実験的にもまだ解明すべき問題が多い．

(2)解析も一部行われているが^{(4)・(5)}，計算値と実験値の一致はきわめて悪く，モデル自身の検討も含め，今後の更なる研究が必要である．また，正確な物性値の測定や濃度分布の測定が必要．

他の伝熱分野同様，最近の急速な研究の進展により，簡単な問題は解明が終わり，固-液相変化を含む伝熱現象に関しても，かなり難しい問題ばかりが残っているように思われ，これからの研究はかなり厳しいと言う印象を持っている．

最後になりましたが，本問題に関して話題提供の機会を与えていただいたこと，並びにこの会の世話をされた深野徹教授をはじめとする諸先生方のご苦勞に感謝致します．

(参考文献) (1)神本・ほか2名，電総研彙報，45-11，12(昭和56)，71．(2)笹口，日本機械学会論文集，55-510，B(平成元年)，475．(3)笹口・坂本，日本機械学会論文集，55-513，B(平成元年)，1418．(4)M. S. Christenson, et. al., Int. J. Heat Mass Transfer, 32-1 (1989), 69．(5)C. Beckermann and R. Viskanta, PhysicoChemical Hydrodynamics, 10-2, (1988), 195．

若い研究者や大学院生を対象に、研究上の苦労話でも良いから話題提供をするようにとの話があり、「伝熱研究」に執筆することになるうとは思わず軽い気持ちで引き受けてしまった。

さて、その話題であるが、滴状凝縮と膜沸騰下限界近傍における伝熱面材料の熱物性の影響を取り上げた。滴状凝縮では、伝熱面に発水性を与える方法の一つにPTFE(フロン)等の高分子材料を被覆する方法があるが、その熱伝導率が極端に小さいため、広範な滴径分布に起因する凝縮面熱流束の不均一性が熱流の狭さく現象を生じ、熱伝達率の低下をもたらす。一方、膜沸騰の極小熱流束点近傍では、伝熱面に熱抵抗層を付加すると、より高い熱流束・過熱度において遷移沸騰に移行する結果、急冷が促進される。この二つの伝熱形態における伝熱面の熱伝導性の影響について、これまでに行った滴状凝縮の研究を中心に紹介させて頂いた。

まず最初に、滴状凝縮の顕微鏡観察を行ったビデオ画像を見て頂き、滴状凝縮が伝熱面上の各所で生じる裸面において微小液滴がいっせいに発生・成長していく過渡滴状凝縮からなっており、伝熱機構を論ずるにはこの過渡滴状凝縮過程を考えれば良いこと、および、我々が観察できる液滴の大半が、実は滴状凝縮の高い熱伝達に貢献しているのではなく、むしろ液滴の熱伝導抵抗が大きいため、熱伝導率の小さな凝縮面ではその底面温度の低下が平均熱伝達率を下げる方向に作用することを説明した。この問題に関する理論的研究⁽¹⁾では、液滴の熱伝導抵抗が気液界面の熱抵抗より大きくなる液滴サイズから離脱液滴までを対象に、過渡滴状凝縮の各微小液滴径区間が熱抵抗にもたらす寄与を記述する基礎方程式を導出し、凝縮面熱伝導の時間応答が凝縮面上の液滴配置が変化する時間のオーダーに比べて十分に速いと仮定を置いた準定常モデルを用いて、過渡滴状凝縮の任意の時刻における熱抵抗を求め、これを1サイクルにわたって時間平均することによって滴状凝縮の熱伝達率を求めている。

このモデルの実証を行うにあたっては、凝縮面材料を変えた実験を行うことは勿論であるが、凝縮面表面温度を精度良く測定することが必要となる。そこで、図1に示した薄膜抵抗温度センサを形成することとした。このセンサは、滴状凝縮の熱伝達に最も寄与する液滴径が低圧下の水蒸気で十数ミクロンであることから、これらの液滴の底面温度を検出するために最小線幅10 μ mの感温部を伝熱面ほぼ中央部の5箇所に配し、直列に結ぶことによって過渡滴状凝縮における面平均温度を計測できるようにしたものである。薄膜抵抗温度センサに関しては、これまでに多くの使用例があり、薄膜形成技術はかなり完成されているものの、地方に身をおくものがこの技術に触れることはなかなか難しく、研究機関の多い中央と比べれば、やはりある程

度の不便さがあることを痛感した。ともあれ、多くの方々の協力を頂いたおかげで、このセンサを自作することができ、図2に1例を示すような温度波形を得ることができた。これは、ガラス面上における測定例であって、凝縮面の面平均温度が離脱液滴の掃除作用によって繰り返される過渡滴状凝縮のサイクルに追従して周期的に変動し、その温度変動幅もかなり大きいことがわかった。この実験に関する詳細は文献(2)を参照して頂きたいが、凝縮面温度変動の時間遅れの影響が小さいことを仮定して得た理論結果と実験結果とが非常に良く一致することが確認された。この理由としては、微小液滴は合体によって頻繁に位置を変えるが、その温度変動幅が小さく影響が少ないこと、大きな液滴は合体によってその位置をあまり変えず、また、過渡滴状凝縮の周期が凝縮面の時定数に比べて大きいことがあげられる。なお、この理論が高分子被覆面においても適用可能であることが確認されている⁽³⁾。

次に、膜沸騰の極小熱流束点近傍における伝熱面材料の熱伝導性の影響については、広島大学の菊地先生が本誌⁽⁴⁾に詳しく紹介されており、膜沸騰においても局所的・間欠的に固液接触が起こり、熱伝導性の悪い伝熱面では接触時の急速な蒸発が局所的なコールドスポットを生じ、より高い過熱度で遷移沸騰に移行することが明らかとなっている。この場合においては、伝熱面の非定常性が重要になることが滴状凝縮と異なる点である。ところで、蒸気膜の揺動が伝熱面の熱伝導性との関連でどのような条件で不安定化するかという点については、検討の余地があるのではなかろうか。低熱流束域においては、蒸気膜の流体力学的安定性に伝熱の効果を加えれば、蒸気膜は本質的に安定化傾向を持つとの報告⁽⁵⁾もあり、熱伝導性の悪い伝熱面における蒸気膜の安定性に関しても、伝熱の効果を加えることが必要ではないかと考えた次第である。

最後に、伝熱研究の大御所の先生方にご遠慮いただき、和やかな雰囲気を作って頂いた準備委員の先生方に感謝致します。

参考文献 (1) 鶴田, 田中: 機論, 54-506, B(昭63), 2811. (2) 鶴田, 富樫: 機論, 55-517, B(平1). (3) 鶴田, ほか: 第26回日本伝熱シンポジウム講演論文集, I(平1), 127. (4) 菊地: 伝熱研究, Vol.27, No.107(1988), 63. (5) H. Tanaka, Int. J. Heat Mass Transf., Vol.31, No.1(1988), 129.

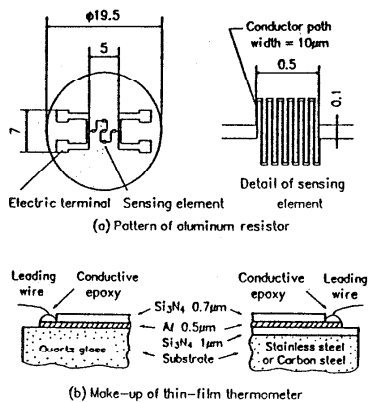


図1. 薄膜抵抗温度センサのパターンと膜構造

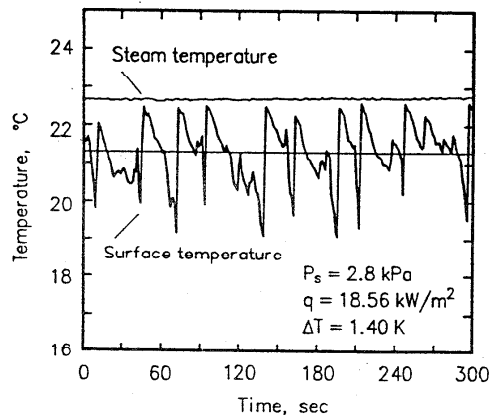


図2. ガラス凝縮面における滴状凝縮の温度履歴

4-4 実験装置の製作で感じたこと

鳥居修一（九大総理工）

1. はじめに

「第1回九州地区伝熱研究者の集い」が長崎市内で開かれることになり、その第一日目の夜に催される語らいの場で話題を提供してほしいと、幹事の太田先生から依頼がありました。語らいの場では、学会で聴けないような話がよいとのことでしたので、上記の題目で発表を行いました。

まず、実験装置を作製する前に、“問題点を把握し、それを解決するためにどのような装置を製作すればよいか”ということを考えなければなりません。また、装置を製作していく途中で色々な問題が起こり、それを一つ一つ解決していくためにはかなりの労力を必要とします。そのようにして完成した装置を用いてもよい結果が得られない場合もあり、装置を改良してようやく精度のよい結果が得られたという経験は、装置の製作に携わった者であれば誰でもあることと思います。そこで本稿では、実際に与えられた研究テーマについてどのような装置を製作し、その際に生じた問題点をどのように解決していったか、という過程を述べます。

2. 研究テーマの概要

高温ガス炉の炉心はグラファイト減速材にあげられた燃料孔に燃料棒が挿入された同心二重円管構造になっており、その環状の間隙をヘリウムガス冷却材が流れ高温に加熱されます。高温ガス炉では、高温を達成するために冷却材のレイノルズ数を低くして遷移領域により近く設定しなければなりませんので、バルクレイノルズ数が乱流域に相当する値でも流れが層流に遷移するいわゆる層流化の発生することが考えられます。一旦層流化が発生すれば、それは熱伝達の劣化につながるで、燃料棒の健全性を保つ上からよくありません。その場合、同心二重円管構造からなる実験装置を製作して、環状流を強く加熱した際の伝熱特性を十分に把握しておけば、炉心設計についての情報の幾らかは補足できるものと思われます。

3. 装置の製作における問題点とその解決策

伝熱試験部としては、外管内径39.4mm、内管外径27.2mmの2本のステンレス製シームレス管からなる環状流路構造で内管のみが加熱されるようにし、熱損失を軽減するためにその周りを真空容器で覆う、というようなものを考えました。この装置を鉛直方向に設置して作動ガスを上方から下方へ流します。

環状流路を用いた熱伝達の測定では、内管の偏心が特に重要です。伝熱試験部はかなり長く、しかも流路内にスペーサを一切使用していないので、内管が弓状になるかもしれません。そこ

でまず、材料が弓状になっていないものを厳選し、これを使うことにしました。また装置がそれ自体の自重で撓むことも考えられますので、装置全体を厳密に鉛直に保つように調整しました。偏心が発生しているかどうかを判断するには、例えば偏心測定用ゲージがありますが、本実験装置では構造上これが用いられないので別の方法を採用しました。その方法は、内管に熱電対をらせん状に取り付けることによって、偏心と壁温を同時に把握しようとするものであり、結果的には偏心の有無の判断にかなり威力を発揮しました。

内管が強く加熱されれば、ふく射熱によって外管も熱せられ、内外管とも上下方向に熱膨張することが考えられます。これを取り除くために、内管は上下方向に自由にスライドできるような構造にし、外管の熱膨張は真空容器に取り付けたペローズで吸収させました。

実験装置の製作で終始頭を悩ませたのは、内管の熱電対の取り付けです。内管の壁温の測定は、熱伝達係数を求める上で重要であるばかりでなく、上で述べた偏心の測定精度をも大きく左右します。更に測定がうまくいかなければ、上記の”環状流は層流化するのか”という問題を明らかにすることはできません。まず、高温高熱流動加熱条件で使いしかも十分な精度で温度を測定できる熱電対として、P-R 型熱電対がよく知られていますが、かなり高価ですので、その代用として素線径の太いC-A 熱電対を使用しました。また、これをセラミック管に通すことで、絶縁性能が高温条件でも十分確保できるようにしました。流れを乱さずに温度測定ができるように、予めセラミック管に通した熱電対を管の端から管内に挿入し、管にあけた2mm の穴からその接点を引き抜いて管表面に点溶接するという方法を用いました。しかしながら、接点をそのまま管表面に点溶接するのでは、何度やっても熱電対を管壁にうまく溶接することはできなかったもので、溶接に詳しい職人にこの問題を尋ねたところ、簡単でかつ確実な方法を得ることができました。それは、熱電対の接点を直径 1.9mm、長さ2mmの管に通してその管端で溶接し、これを上記と同じやり方で管表面で点溶接するというものです。このようにして製作した内管を用いて実験を行った結果、壁温は流れ方向になめらかな分布を示し、かなり高温に加熱してもこの傾向は変わりませんでした。上で述べた熱電対の取り付け方法は特殊なものではありませんが、この方法に到達するまでに5本の内管を無駄にしたことを付け加えておきます。

4. あとがき

限られた予算の中で装置を製作し、しかも精度のよい結果を得なければならないという厳しい条件のもとでは、これを創意工夫によって克服しなければなりません。そのなかで感じたことは、とにかく多くの専門家（職人）から知恵を拝借することが重要であり、独りで考え悩んでも時間を浪費するだけで的確な解決策は得られない、ということでありました。この考えはあまりにも当たり前すぎますが、装置の製作における基本的な姿勢ではないかと思えます。

最後に、学会とは違って肩のこらない自由な語らいの場を設けて頂いたことと、この集いの準備をされました方々に感謝の意を表わします。

5. 参加者の声

5-1 第1回九州地区伝熱研究者の集いに参加して

東 昌彦（長崎大工）

8月22日、23日の両日にかけてこの研究者の集いが開催されました。場所は私にとっては地元である長崎でありましたが、私はこのような場に参加するのは初めてのことで、そのため申し込みをしてからずっと楽しみにしていました。

例年は全国規模で開催していて、今回初めて、それぞれの地区で行うということでした。全国規模と地方規模との違いが明確に現れたのは、22日の夜に開かれた“語らいの場”ではなかったかと思います。それはホテルの一室で行われましたが参加者のほとんどが浴衣に着替えて畳の上で討論するというものでした。そのため非常にリラックスした雰囲気のもとで行われました。4人の先生がそれぞれ話題を提供して下さいましたが、参考資料、OHP、ビデオ等を活用し、大変わかりやすく説明して下さいだったので私のような初心者でもなんとか内容についていけました。また、懇親会的ムードであったため発表の途中に関わらず遠慮なく質問がなされました。その質問もアルコールの性もあって冗談の混ざったのもあり、聴いている方も一緒に楽しめるものでした。そのような具合でしたので、その場の全員が時のたつのを忘れていたようでした。実際、大幅に時間を延長したのにも関わらず終わったとき、「えっ、もう12時半か。」といった声があちらこちらで聞かれました。

この場のことで一番心に残っているのは鳥居先生（九州大）の「困った問題にぶち当たったときは一人で悩むより他人の意見を聞いて対処したほうがよい。」という言葉でした。実はこの日の午後に三菱重工の見学があり、その工場内に「一人で悩むな、他人他班も巻き込み」という標語が掲げられていました。まったく同じことですがこのことは簡単なようで難しく、そして忘れがちなことではないかと思います。しかし、また、研究に従事するものにとっては特に大事なことでもあると思います。

最後に、今回が第1回の集いということでしたが、例年のような全国規模よりこのような地区規模の方がよいのではないかと思います。社会的にも官公庁の地方分散が叫ばれていますが、それぞれの地区でこのような集いを開くことで、その地方の独自性が表れるのではないかと思います。またそのほうが懇親会の面でも成功し、各個人が自由に討論できるのではないかと思います。そして、そのことを証明したのはこの“語らいの場”ではなかったかと思います。

以上勝手なことばかり申し上げてきましたが今回この伝熱研究者の集いの準備及び運営に御尽力下さいました関係者の方々に深く感謝致します。また、この後2回、3回と回を重ねる度により一層の発展を遂げることを心よりお祈り申し上げます。

8月22日、23日に長崎で行われた「九州地区 伝熱研究者の集い」の初日、私達は早速バスに乗り込み、タンカー、客船が停泊する長崎港を横目に見ながら、三菱重工業株式会社長崎造船所、および長崎研究所の見学に向かいました。

到着しますと先ず、長崎研究所の曾田氏から「エネルギー変換機器に関する開発の現状」という題での講演がありました。最先端のことはお話できませんが、とのことでしたが、企業としての研究の進め方や三菱独自の技術などたいへん貴重なお話を聞くことができました。その後、香焼工場の見学に移りました。私事ではありますが、父が長崎造船所で勤務していたこともあって、小学生の時にまだ完成して間もない香焼工場の百万トンドックの見学に行った経験があります。当時はあの広い工場敷地内を歩いて見て回って、ただ”大きかった”という一語しか記憶に残っていませんでした。それから十数年ぶりに、今度はバスでその百万トンドックを見学させていただきましたが、今回もやはり”大きい”というのが真っ先に受けた印象でありました。小学生の頃から少しも成長していないなとも思いましたが、隣の席の先生方もやはり”大きい”の連発でしたので、改めてその圧倒されるような規模の大きさを感じました。引き続き長崎研究所の見学をさせていただきました。熱エネルギー関連試験棟においては、高温高圧下での伝熱からミクロな部分での伝熱までの幅広い基礎研究および開発研究が行われており、同じ建て屋でさえも、隣同士が全く違った実験研究をしているといった具合でその研究内容の豊富さに驚きました。またここではとりわけ、私自身固気混相流の研究を行っていますので、石炭ガス化の加圧給炭試験装置には興味があり、どういったものだろうと見てみますと、私達が大学で用いている実験装置がそっくり大きくなったものでした。話を窺うと、やはり一番の問題点は私達の実験同様、粒子供給部で粒子が詰まってしまうということだそうで、私達は詰まったら木づちでガンガン叩いているというのと、叩くこともやってみただけれど装置が大きいだけにたいへんな力仕事になったとのことでした。たとえ大きくなって、やっていることは同じだと妙なところに感心しました。この後、船舶関係研究の実験水槽を見せてもらいましたが、ここは、伝熱関係の実験棟とは異なり、見るもの全てが珍しく(特に東京湾におけるくらのシミュレーション)、不謹慎ではありますが、楽しませていただきました。

以上、三菱重工の見学について何かとのことでしたので、見たまま感じたままの単なる感想文になってしまいましたが、事実、企業ならではの規模の大きさ、内容の豊富さを実感しました。最後に自分の担当ではありませんが、全体の感想を述べさせていただきますと、学生の立場からするとより参加しやすくなった、いい意味での九州的なセミナーになったのではないかと思います。

最後になりましたが、長崎研究所の曾田氏、および見学の案内をしていただきました三菱重工の方々に改めてお礼申し上げます。

森永 雅彦（九大工院）

日程2日目の朝、我々は三菱電機株式会社時津工場へバスでむかいました。学生の立場ではなかなか企業、そして、その技術に直接接する機会が少なく、今回の見学を非常に楽しみにしていました。バス内では、昨夜の『語らいの場』の白熱した討論のため、少々目がさえてない状態でしたが、途中バスガイドさんのさわやかな声で目をさまし、見学会へと臨みました。

最初に、中央研究所の大串 哲郎氏による講演会が行なわれました。御講演は、『電子機器冷却における伝熱問題』という題で、我々のように伝熱研究に携わっている者にとっては非常に興味深く感じられました。しかし貴重な体験であるにもかかわらず、勉強不足ゆえに講演内容については理解できない箇所もあり反省しました。

次に、時津工場の見学会へと移りましたが、まず第一に思ったことは、非常に整備された工場であるということです。また各セクションごとに作業内容の表示と解説のパネルが掲示されており、見学し易いようになっていた事は印象的でした。第二に、自動化もかなり進められており、能率の良い進んだ工場でした。運搬ロボットが『メリーさんの羊』を歌いながら走り（歩き？）去って行ったのもかわいく感じられました。ただ、自動化を進めれば進めるほど人間の仕事は、単純化してストレスの蓄積という問題も起ると思いますが、そのあたりの対策はどうなっているのか聞いてみたいと後で思いました。第三に、モニターの工場も印象に残るものの一つでした。と言うのも普段、製品には結構接しているにも関わらず、そのハードウェアについてはほとんど無知であり、どのような状況下で製作されているかということに非常に興味があったからです。実際、工場を見せていただいて非常に驚いたのは、予想以上に様々なテストを行っていたことです。モニターのような製品は、かなり規格化されているので、組み上げたら即出荷だと思っていましたが、メーカーとユーザーの認識の差というものを感じました。

見学会終了後、非常に楽しく、おいしい食事をいただき、全日程を終了しました。

最後に、我々に熱心に説明および案内して下さいました皆様に厚く感謝いたしたいと思います。どうもありがとうございました。

1. 六甲山上セミナー「いま、熱・伝熱ではこれがおもしろい」を振り返って

高城敏美（阪大工）

伝熱研究会関西研究グループでセミナーを企画・実施することが決まったのは平成元年5月22日であった。筆者が実行委員長を仰せつかった。このセミナーは伝熱研究会将来問題検討委員会（委員長甲藤好郎教授）の答申（伝熱研究105号）の中の地方活動の活性化の提言にもとづいて、関西での活動の一環として伝熱研究会関西運営委員会（委員長松本隆一教授）において考えられたものである。

セミナーの企画の方針として(1)企業と大学の研究の融合、(2)企業および大学の若手研究者の参加の促進、(3)境界領域の拡大、を目指すことにした。このため、セミナーの実行委員としてとくに企業および大学の比較的若手の研究者に依頼し、企画から参加していただいた。セミナーでの話題として、実行委員から寄せられた提案を参考にしながら、企業および大学からほぼ同数の計15件の話題提供をいただくことになった。話題はかなり広い分野にわたり、いずれも興味深いものであり、セミナーの主題が「いま、これがおもしろい」となっているゆえんである。

セミナーは平成元年9月8日、9日（1泊2日）六甲山上のYMCA研修センターで行われた。前日までは大雨注意報が出るような天気が続いていたが、当日は晴天であり、幸運であった。参加者は企業から28名、大学から36名計64名であった。主として関西地区からの参加であったが、遠くは鹿島、倉敷からも参加をいただいた。大学院生の参加が9名であり多くなかったのは会場の都合でこれ以上参加人数を増やすことが出来なかったことにもよる。

すべての話題はそれぞれ貴重な経験に基づいた最新の研究についてであり、あまり十分ではない講演時間でもさすがに要領よくまとめられ、一種の緊張感をもって拝聴した。このセミナーは大成功であったと何人かの方々から好評をいただいたが、これは主として話題内容の「おもしろさ」によっている。

講演、討論、懇親会等をつうじてセミナーに参加したことが有意義であったと感じていただけだと期待しています。

最後に、ご多忙にもかかわらず話題提供を快諾いただき、講演資料まで準備いただいた講師および司会の方々、企画、各種準備、当日の運営などに御尽力いただいた大勢の実行委員の方々ならびに関係各位に心よりお礼を申し上げます。

2. いま、企業ではこれがおもしろい (I)

相変化型光ディスクの熱伝導解析による結晶化条件の定量化

武川博三、阿曾伸一、赤平信夫 (松下電器)、中村英 (松下テックサーチ)

1. はじめに

結晶⇄非晶質間の相転移による反射率変化を利用する相変化型光ディスクにおいて、レーザー照射実験とこれに相当する熱伝導シミュレーションにより相転移条件の定量化を試みた¹⁾。

2. レーザ照射実験²⁾

静止したディスク (基板に約1100Åの記録膜を蒸着) に円形レーザー光 (パワー: 2~8mW、照射時間: 0.1~5μs) を照射した。図1はA~Cの順に記録膜に照射するエネルギー強度 (パワー×照射時間) を大きくした時の照射箇所透過電子顕微鏡 (TEM) 写真の模式図である。それらの特徴は、A全体が微結晶。B中央部に非晶質、その周囲に粗大結晶、外周が微結晶。C中心部の非晶質が消え微結晶となりその周囲は粗大結晶、微結晶の順となる。

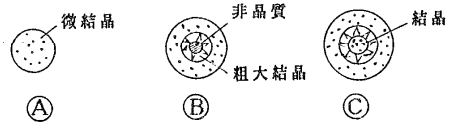


図1 透過電子顕微鏡写真模式図

3. 熱伝導解析

上記実験をシミュレートするのに(1)式の非定常2次元熱拡散式を用いた。

$$C\rho\frac{\partial T}{\partial t} = k\left\{\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial T}{\partial r}\right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right\} + Q \quad (1)$$

C:比熱[kcal/kg°C]、ρ:密度[kg/m³]、T:温度[°C]、t:時間[h]、k:熱伝導率[kcal/mh°C]、Q:発熱密度[kcal/m³]、r、z:ディスク半径、厚み距離[m]

(1)式を差分法によりディスクの温度場および冷却速度を計算した。図2は各温度点の最高到達温度(T_m)と冷却速度(V_c)をプロットしTEM写真より結晶・非晶質の選別を行ったものである。これより非晶質の生成条件(結晶はこれ以外の条件)はV_c≥1.5×10⁸°C/sかつT_m≥600°Cであり、前述のA~Cの変化はT_mとV_cより次のように説明できる。A)T_mが低く、V_cは大で結晶粒径が十分成長せず微結晶。B)中心部はV_c、T_mとも大で非晶質、周辺部より凝固し潜熱放出のため、中心部ほどV_cが小で中心部に近い部分に粗大結晶、周辺に微結晶。C)T_mが高いほど融点付近のV_cは小。これは、周囲

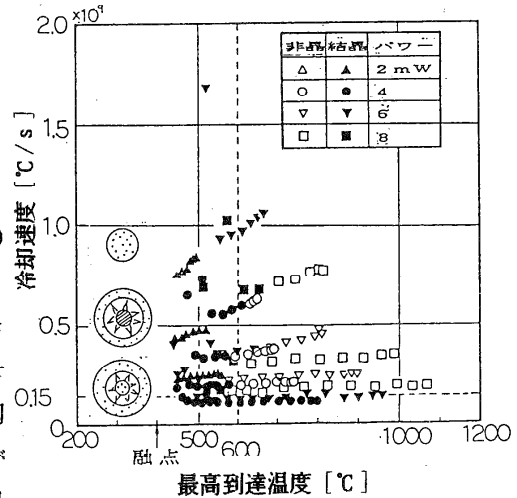


図2 結晶・非晶質生成条件

との温度勾配が小となるからで中心部はT_mが高いもののV_cが小のため結晶になる。

1)武川他:第34回応用物理学関係連合講演会(1987)、718 2)西内他:同第30回(1983)、88

溶鋼の流動シミュレーション

(株) 神戸製鋼所 機研 三宅俊也

1. はじめに

製鉄設備のプロセスにおいて、最近の鋼種の多様化、高級化、小ロット化の要求に対し、プロセス内の温度コントロール、流動コントロールの高精度化、さらに、最終製品の品質と、伝熱、流動現象との相関関係を、正確に把握する必要がある。伝熱も含めた、モデル実験、実機での物理量の測定の困難さから数値シミュレーション頼らざるを得ない背景があり、近年のコンピュータの計算スピードの向上である程度の解析が、できるようになった。ここでは、その一例として連続鋳造設備のタンディッシュを取り上げ、数値シミュレーションのアプローチをしめす。

2. タンディッシュ内の溶鋼流動解析

2-1 タンディッシュにおいて解析する項目

図1にタンディッシュにおける解析項目について示す。

- ・溶鋼の湯面レベルの変化も考慮した溶鋼の非定常3次元流動
- ・プラズマトーチによるふく射加熱
- ・Arによる攪拌効果
- ・耐火物内の非定常熱伝導、溶鋼-耐火物および、耐火物間のふく射

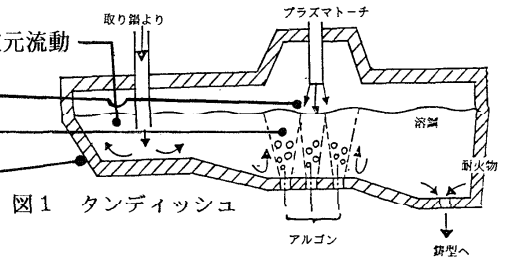
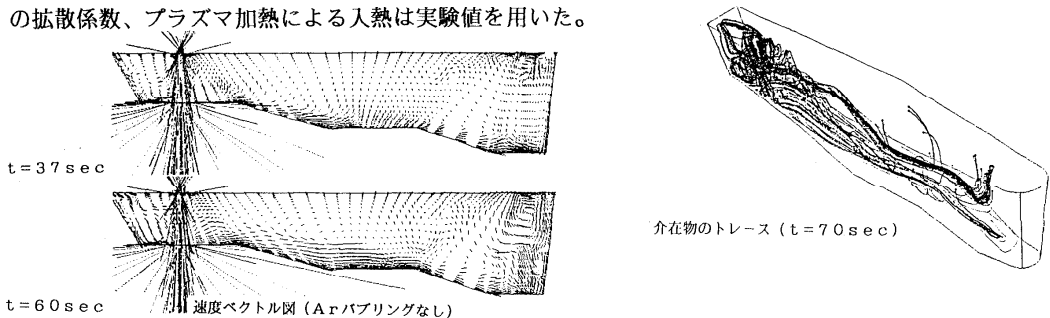


図1 タンディッシュ

2-2 解析手法および解析結果

解析は、Navier-Stokes方程式、Energy式、擬似的な温度の移流拡散式を、移動座標系で表示し、一般座標系でのFDMで解いた。なお、ふく射計算は、射度マトリックス法で行い、気泡の拡散係数、プラズマ加熱による入熱は実験値を用いた。



3. 今後の方針

このコードの精度向上、ほかの自由表面を有するプロセスへの適用を図る。

空調機器の主要な構成要素の一つである熱交換器の研究開発を推進する立場から、筆者は“おもしろい”というよりはむしろ関心を向けねばならない熱交換器の除霜に関するテーマを取り上げた。その背景として、ヒートポンプの普及増大、そして生活高度化という今日の社会状況の変化に伴う建築分野でのアメニティ追求が空調技術の一層の高度化を要求しているためである。即ち快適な居住および作業空間の実現のために質的向上が求められ、とくに熱交換器では暖房時での着霜による能力低下防止が重要な研究課題となっている。現状において、着霜条件下での暖房運転では着霜により熱交換器の通風抵抗が増加し、それに伴って風量が低下するが、その結果暖房能力の低下を招くので、運転途中に除霜させて能力を復帰させるという着霜・除霜サイクルが繰り返されている。実用上採用されている除霜プロセスはこの期間室内で運転が停止されていることから、快適な居住空間を実現するという課題に対して必ずしも満足すべき解答ではないが、この方法に対してこれまでいくつかの改善技術が提案され、実用化されている技術もある。

ところで熱交換器の“霜”の問題について、着霜挙動、その伝熱特性を明らかにした研究はかなり多いものの、除霜に関する研究は極めて少なく、後者はむしろ企業側で検討されている。たとえば着霜による空気流路の閉塞を緩和するためにフィン配列や寸法の異なるフィンを組み合せたりする方法や、除霜時間短縮を期待して伝熱面に親水表面処理を施すことが検討され、実用化されている。しかしながら空調技術の高度化の観点から、熱交換器の今後の訴求すべき課題は伝熱性能向上を達成しつつ、無着霜もしくは着霜量の制御技術を確認することである。

そこでその課題の対応技術として化学工業で開発され過去において良好な伝熱特性を有することが明らかにされた流動層を応用する試みがなされ、結果が最近集中して発表されている(1-4)。無着霜の条件範囲を見出した研究(2)、着霜の成長抑制(1)或いは管群では粒子群が凝固する範囲を示した研究(3)などである。これらの研究は流動層が着霜しても伝熱性能が低下しないという点では、霜に強い技術と言えるが、操作性を考えると実用に向けて克服すべき課題も多い。流動層技術を見ると応用分野で技術進展がなされてきたことを考慮すれば、この種の技術に適合する新規の流動層研究に関心が高まることを期待している。

文献

- (1) 鳥越・ほか2名,機論,53-496,8(1987),3763.
- (2) 相原・ほか3名,機論,54-503,8(1988),1744.
- (3) 福迫・ほか4名,機論,第26回日本伝熱シンポジウム講演論文集,(1989-5),214.
- (4) 武内・ほか2名,文部省科研費エネルギー重点領域研究,多様なエネルギー資源の利用,昭和63年度研究成果報告書,(1989),197.

3. いま、企業ではこれがおもしろい (II)

ガスタービン冷却翼における伝熱について

浜辺謙二 (川崎重工業)

ガスタービン冷却翼が初めて実機に採用されたのは第2次大戦末期のドイツであった。その時のタービン入口温度 (TIT) は 870 °C であったといわれている。当初、TIT は主に耐熱材料の進歩により上昇したが、1950年代後半に冷却翼が民間旅客機に用いられて以来急速に上昇を続けており現在では航空用ガスタービンでは 1400°C を越えるまでになってきている。これは耐熱材料のみならず精密鑄造技術や各種の加工技術に裏打ちされた翼冷却技術の進歩によるところが大きい。

また、冷却翼の構造も複雑になり計算機の発達と合待って高精度3次元設計へとすすみつつあり、そのベースになる基礎実験データの蓄積はより重要となり一層の基礎研究が必要とされつつある。今回のセミナーでは、このガスタービン冷却翼の伝熱に関する基礎的側面について概括的に述べた。

冷却翼の設計に当たっては種々の制限下で、「できるだけ少ない冷却空気流量比 β でいかに大きな冷却効率 η が得られる冷却構造とするか」が重要な課題となる。翼冷却構造の代表的なものとしては対流冷却、フィルム冷却、インピンジ冷却、トランスピレーション冷却があり、それを構成する伝熱要素としてはインピンジメント、フィルム、ピンフィン、タービュレンスプロモータなどがある。実際には翼外面熱伝達率を考慮し伝熱要素を組み合わせる翼冷却構造を設計するため翼内外面の熱伝達率を正確に推定する必要がある。

(翼外面熱伝達) : 主流乱れにより翼面上の層流から乱流への遷移位置や翼外面熱伝達率の値は変化する為、実機の主流乱れ強さの把握が必要であるが計測例はあまり報告されていない。この方面の計測技術の発達が望まれる。最近では高精度設計技術の必要性から翼端部の3次元流れの影響に着目した翼端部熱伝達率の実験的解明に関する研究が多くみられるようになった。そのほか今後は、タービンの高負荷化に伴うマッハ数の影響や、動翼の場合では静翼の後流中を通過することによる非定常性の影響も重要な研究テーマになると思われる。また、翼表面から冷却空気の一部を吹き出して高温ガスに翼面が直接晒されないようにするフィルム冷却に関しては詳細な研究が引続き広範に行われている。

(翼内面熱伝達) : 冷却翼の設計では、冷却空気の出入口圧力が決まっているため熱伝達率と同時に圧力損失の評価を行う必要がある。インピンジメント冷却の場合、実際に使われる構造は非常に複雑であるが、これを単純化した単一噴流についてのモデル試験を行い、噴流の衝突中心では熱伝達率のピークを持つがその外側では単調減少せずにリング状に熱伝達率がほぼ一定となる領域が生じることがあることを報告しているものもある。噴流の基本的な伝熱機構についても解明すべき点はまだ多く残されている様に思える。また、ピンフィン冷却では冷却翼の構造部材としての役割と、内部熱伝達の促進の為に翼後縁部にピンフィンが用いられるが、最近ではピンフィンを上下壁間に貫通させずに一部を切り欠いた形にして圧力損失の軽減を狙うタイプも研究されつつある。その他、動翼の場合、回転の影響も加わるためその取扱は大変難しくなるが、回転場における研究が散見されるようになってきた。

1. はじめに —— 宇宙に何を求めるか，“宇宙利用”

(1) 天文観測／地球観測／通信

(2) 材料／ライフサイエンス／理工学

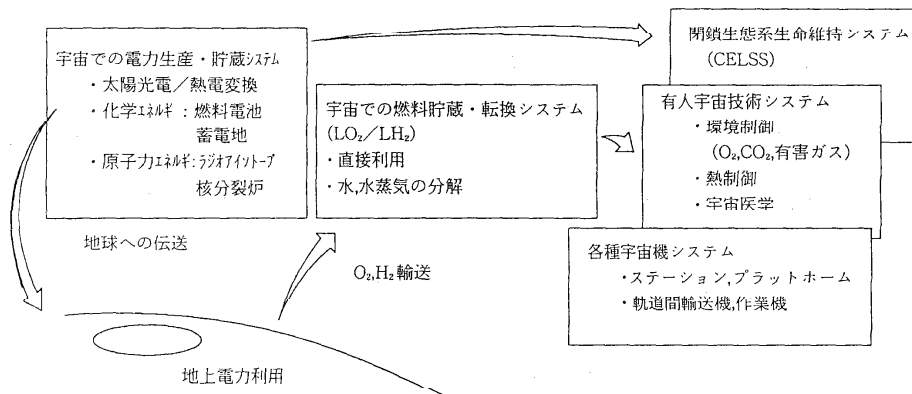
(a) 先端的材料の創製 : 熱対流が微弱な宇宙で結晶成長を行うことによって、結晶メカニズムの研究あるいは高性能の素材創製を図る。電気泳動装置、蛋白質結晶成長装置等を使い新薬開発に利用。

(b) 自然科学現象の解明 : 熱対流微弱場の利用、軌道上昼夜周期の利用など。

(c) 宇宙開発のためのR&D : 宇宙インフラ、宇宙機器・システムの開発のための実験。

2. 宇宙エネルギー・システム

2.1 宇宙の各種システム



2.2 発電システム例

(1) 太陽熱発電

(a) 環境条件例 (JEM実験用を想定) : 高度／460km, 軌道周期／93.7分, 真空度／ 10^{-5} Torr, 太陽光入力／1.4kW/m², 重力加速度／ 10^{-5} G等。

(b) 特質 : ・熱機関：ランキン，プレートン，スターリング。・熱電変換効率：20～50%。
・ポインティング精度要求：0.1°～0.2°。・蓄熱を含むシステム化により昼夜発電。

(2) 太陽発電衛星／地上へのエネルギー伝送

(a) 米国 P. Glaserの発想。1968年特許申請。

(b) 特質 : ・日照軌道で得られるエネルギーは地上の6～15倍。・システムは軽量化できる。
・廃棄物無く、排熱は宇宙空間へ。

3. むすび

宇宙開発・利用により何がどこまで得られるのか、まだまだ未知数である。今後の新規知見を踏まえて認識の刷新、あるいは新鮮な発想に応じて有益な展開が実現することが期待される。

再突入宇宙機の回りの希薄気体流れの数値シミュレーション

嶋田 徹 (日産自動車)

近年、スペースプレーンや空力制動型軌道間輸送機 (Aeroassisted Orbital Transfer Vehicle または、AOTV) 等の大気圏再突入を伴う宇宙機の議論と共に、物体回りの極超音速希薄流解析の必要性が増している。希薄気流は分子気体力学によって取り扱われ、数値解析法としてはモンテカルロ法が最も実用的である。中でも広く用いられているのは、モンテカルロ直接シミュレーション法 (Direct Simulation Monte Carlo Method または、DSMC法) である。

伝熱の立場から言えば、機体前方の粘性衝撃層の化学的および熱的な非平衡領域からの輻射熱伝達や、固体壁の触媒性を考慮した対流熱伝達、あるいは後流からの熱伝達等が、最も興味深い問題である。これらの問題は、DSMC法等によって、先駆的な解析が試みられているが、分子の非弾性衝突のモデルや、気体-固体表面干渉のモデルなど、十分に確立されていない、本質的な課題が多く残されている。

ここでは、これらの問題を扱うための前段階として、DSMC法を多次元の複雑形状物体に適用し易くするために、一般曲線座標を導入する場合の計算方法や、計算例等を紹介した。

DSMC法では気体を多数の模擬分子 (以下単に分子と呼ぶ) の集団によってモデル化する。各々の分子は3次元の速度成分と、問題に応じた次元数の位置座標を有する。分子は時間と共に、その速度に従って移動し、分子相互で、あるいは、固体壁と衝突して、速度を変える。DSMC法は、これらの出来事を時間依存的にシミュレートして、気流を解く方法である。一般曲線座標系をDSMC法に適用した場合の効果は、1)物体表面を $n=1$ のように単純に表わせるので、分子と固体壁の干渉を容易に検知できる、2)空間を単位体積の立方体に分割できるので、分子が属するセルを容易に判定できる、3)任意形状を扱うアルゴリズムを容易に構成できる、などが考えられる。

本計算法を用いて4種類の多次元物体回りの希薄流を計算した。計算例として、垂直平板、リフティングプレーキ (AOTV)、円柱ペア (以上2次元)、及び3次元AOTV回りのシミュレーション結果を示した。本方法が多次元任意形状物体の希薄流に対して広い応用性を持つことが、数値実験により確認できた。今後は、空気の電離、解離、再結合などの化学反応や、輻射の効果を含めたシミュレーションを試みたいと考えている。

このセッションの司会をして
—— 大学と企業の相互理解の深化を目指して ——

芹沢 昭示（京人工）

柘植 綾夫（三菱重工）

実行委員会（高城委員長）の今回の企画はユニークで、このセッションの魅力にひかれて出席した人々も多いのではなからうか。全ての分野でグローバル化の進行する現在、日本の技術力も地球規模の価値を問われている。外国の産業界が大学等の科学・工学研究機関との連携を益々強化しているのを見ると、我国においてもより一層の大学と産業界との前進的協力関係の強化の必要性を痛感する。この為には、両者の相互理解の深化が前提であり、日常的かつ恒常的な活動が求められている。今回の企画はその一環の活動として有意義な内容であり、本セッションの3件の挑戦的開発活動の紹介に対しても、参加者の熱気が司会者にも迫力として伝って来た。

一方では、大学の使命とする「優れた人材の産業界への提供」の面から見て、本セッションへの大学院生の参加が少かったのは残念である。物離れが進む学生の就職選択傾向の一因として、「製造業における開発活動の知的面白さへの理解不足」が挙げられる。本セッションにて紹介された様な、産業界で現在チャレンジされている開発活動とその課題が学生に理解されたならば、製造業の戸を叩く優秀な学生が増えるのではなからうか？ 今回のセミナーは、その内容の面白さから、大学の一線の研究者と企業側の参加に恵れた反面、定員数の制限から結果的に学生の参加が抑えられてしまったのは実行委員会としても不本意であったと思う。学生および若手研究者を対象とした本セッションの様な企画を行うとか、この問題の解決の具体的企画が課題であると考ええる。

最後になりましたが、本セッションで誠に面白いトピックスをお話しいただいた、浜辺氏（川崎重工）、阿部氏（三菱重工）および嶋田氏（日産自動車）の3氏に厚く御礼申し上げます。

4. 乱流と乱流伝熱の直接シミュレーションとモデリングはどこまで可能か

乱流のLESとDSについて

大阪大学 工学部 梶島 岳夫

1. 乱流のLESとDS

計算の対象となる領域を差分格子で分割して、Navier-Stokesの運動方程式と連続の式を差分法で直接計算すれば、これらの式に支配される乱流場の数値解が得られると考えられている。このような乱流の直接シミュレーション(DS, Direct Simulation)には現状ではいくつかの解決すべき点がある。

1・1 計算機的能力あるいは経済的な問題 流れ場にある最も大きい渦と小さい渦の大きさの比から、完璧な3次元の乱流計算に必要な格子点数 N は $R^{9/4}$ (R はレイノルズ数)と見積もられる。これまでに実施されている最大規模のDS($N \sim 1000$ 万)は乱流の下限に近い低レイノルズ数に限られている^{[1][2]}。一方、大規模渦のシミュレーション、LES^[3](Large Eddy Simulation)は、差分格子にかからない小さな渦をモデル化して、流れ場に特徴的な大規模渦のみを直接に計算しようとするものである。LESでは精度を気にしなければ高レイノルズ数の実用的な計算も可能である。しかし乱れ渦の多くが直接計算されなければ、モデルは格子幅を代表長さとする単なる混合長モデルとなってしまう、単純な乱流モデルよりも劣る結果を与えることになる。乱流の基礎研究のような目的では、LESでも膨大な格子点数を必要とする。

1・2 技術的問題 平均流れだけでなく乱れも計算の対象とするため、計算領域に流入・流出する乱れも境界条件として与えなければならない。これが可能なのは、乱れない流れまたは固体壁面に境界をとる場合、あるいは流れ場に周期性を仮定してその1周期分を計算の対象とする場合、またはこれらの拡張である。いずれにしてもかなり単純な流れしか扱えないこと、また結果は流入・流出条件と計算領域の大きさの影響を強く受けることがわかる。

1・3 数値計算法の問題 高レイノルズ数の流れはそれ自体計算が困難であり、陰に陽に数値的安定を得るための操作、人工粘性、を加えることが多い。また複雑な形状の流れ場にはかなり歪んだ格子が使われる。計算結果が、これらの数値的粘性に依存するものかモデルによるものかの判別が必ずしも明確にされていない。

以上のようなことから、LES(あるいはDS)は乱流の基礎研究において最も重要な役割を果たすのではないかと思われる。LESでは、全格子点上で時々刻々の速度・圧力の分布を求めてゆくので、実験では得難い多くの情報を得ることができる。したがって乱流渦の構造の把握や乱流モデルの改良のための基礎データの収集に非常に有力である。

2. 壁乱流の計算例

著者らの計算例についてはISCFD-NAGOYAの記事^[4]を参照されたい。

2・1 溝乱流（平行平板間の乱流） 溝乱流（またはPoiseuille乱流）には最も基本的な壁乱流として多くの計算例がある。大規模な計算^[5]（ $N \sim 383$ 万、 $R \sim 5000$ ）の結果はデータベースとして保存され、壁近傍の乱れの構造の抽出や乱流モデルの基礎となる統計量の算出に利用されている。

2・2 「複雑な」乱流 体積力の作用する場の乱流、二次流れのある乱流、圧力勾配下の乱流、剥離流などは、たとえ流路形状が単純であっても、複雑な乱流現象ということができる。これらの全てを扱うものは既存の乱流モデルには見あたらない。そこで、LESまたはDSにより計算可能な「複雑な」乱流を扱い、モデルに必要な統計量とそれに関わる乱れの構造を明かにするために次のような計算が行われている。

回転場の乱流（コリオリ力）、曲がり流路の乱流（遠心力）、密度成層乱流（浮力）などでは、体積力が乱流構造に影響を与え、乱れの強さ、摩擦応力などが変化する。LES（ $N \sim 383$ 万、 $R \sim 5000$ ）^[6]により回転場にある溝乱流に生じる大規模な渦構造が再現されている。

周期的な吹き出し・吸い込みにより圧力変動を発生させた溝乱流のLES^[4]（ $N \sim 123$ 万、 $R \sim 4000$ ）では、乱れの発生点から下流に向かってレイノルズ応力の各成分への分配が観察されるので、圧力勾配の影響と乱流モデルに現れる各統計量の相互関係がよくわかる。

非円形断面流路の乱流に発生するPrandtlの第2種二次流れは、等方的渦粘性に基づく乱流モデルでは再現できない流れとして知られている。LES（ $N \sim 184$ 万、 $R \sim 5000$ ）の計算^[7]では、角部に生じる二次流れと歪んだ主流分布がよく再現されている。

おわりに 以上のような計算例から、乱流モデルの問題点とその物理的背景を明らかにするために数値シミュレーションが有用であることがわかる。LESやDSの適用範囲は今後も拡大し続けられると思われるが、基礎研究のデータとして信頼できるのは十分な格子解像度が確保される場合、つまり低レイノルズ数に限られよう。高レイノルズ数流れに対しては、LESモデルの改良と、低レイノルズ数の結果からの外挿法という2つのテーマが興味深い。

文献

- [1] Spalart, P. R., J. Fluid Mech. 187 (1988) p. 61-98
- [2] Kim, J., Moin, P. and Moser, R., J. Fluid Mech., 177 (1987), p. 133-166.
- [3] たとえば Rogallo, R. S. and Moin, P., Ann. Rev. Fluid Mech., 16 (1984) p. 99-137.
- [4] Miyake, Y. and Kajishima, T., ISCFD-NAGOYA, (1989)
- [5] 三宅・梶島、日本機械学会論文集55巻512号D編、1989 4、p. 999-1007
- [6] Miyake, Y. and Kajishima, T., Soviet Union-Japan Sympo. Comput. Fluid Dyn. (1988)
- [7] 三宅・梶島・西本、第4回生研NSTシンポジウム講演論文集、1989-2、p. 53-58

乱流輸送現象の構造論的モデリング

田川 正人 (名工大)

◆構造論的モデリング

乱流およびその輸送現象の数値解析法は、(i) 乱流モデル (0~2方程式, 多方程式, 代数方程式等) を用いる方法; (ii) 大規模数値シミュレーション (LES, DNS) に大別できる。

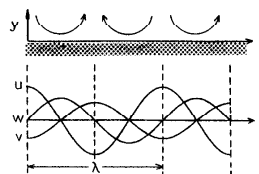
近年登場した LES, DNS は、既成の数値解析の概念を打ち破り, “数値実験” として確固たる地位を築いた。例えば, 約20年前に Stanford 大学の Klineらによって, 実験的に発見された壁乱流の準秩序構造 (組織構造) が, 現在では計算機上で再現されている。さらに, 実験固有の限界ゆえに姿の見えなかった「新しい構造」の発見も可能である⁽¹⁾。

ここで述べる構造論的モデリングとは, 実験あるいは数値データベースから抽出されたある構造 (もちろん力学的に重要な構造) を模型的に表現し, それにより乱流輸送現象に関わるバルクの諸量の予測, 特性の説明を行おうとするものである。即ちこれは, 乱流構造の知見が乱流モデルの開発や乱流制御技術に十分反映されていないという指摘⁽¹⁾ にあるように, 実験研究とモデリングの間にある空白地帯に橋渡しをする, 新しい解析法として位置づけられる。

ここでは, 例として3つの構造論的モデリングを紹介する。

1. 非定常擬縦渦モデルによる壁近傍乱流輸送機構

の数値解析⁽²⁾ 壁近傍のストリーク (縞) 構造を, ストリーク間隔 λ とバースト周期 T を用いた周期関数で表現し, これとエネルギー式を連立して解くことにより, 温度場の瞬時構造を明らかにしている。また, プラントル数, 壁温条件 (壁内熱伝導を考慮, 等温壁, 等熱流束壁) の違いが壁近傍の温度場乱流諸量にどのような影響を与えるのかが系統的に明らかにされている。



$$\begin{aligned}
 u^+ &= C_1(y^+ + c_1 y^{+2}) \sin(2\pi z^+ / \lambda^+) \sin(2\pi t^+ / T^+) & (1) \\
 v^+ &= C_2(y^+ + c_2 y^{+2}) \sin(2\pi z^+ / \lambda^+) \sin(2\pi t^+ / T^+ + \phi) & (2) \\
 w^+ &= C_3(y^+ + c_3 y^{+2}) \cos(2\pi z^+ / \lambda^+) \sin(2\pi t^+ / T^+ + \phi) & (3)
 \end{aligned}$$

where $C_1 = 0.73, C_2 = 0.0082, C_3 = 0.26, c_1 = 0.033,$
 $c_2 = -0.017, c_3 = -0.025, \cos(\phi) = 0.4.$

非定常擬縦渦モデルの数学的表現

2. 壁乱流の組織構造に立脚した速度と温度の三重

相関のモデリング⁽³⁾ 壁から解く応力・熱流束方程式モデルでは, 乱流拡散項の適切なモデル化が重要である (従来のごう配型拡散モデルはしばしば破綻する)。先の研究⁽⁴⁾ で, 速度と温度の三重相関の内部構造は, イジェクション, スワイプという組織的流動によりほぼ完全に支配されていることが

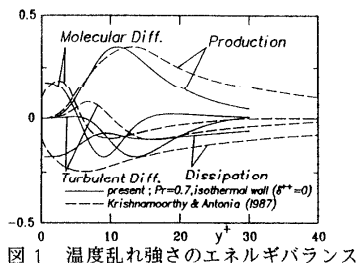


図1 温度乱れ強さのエネルギーバランス

明らかとなった。この研究は、それから理論的に導出される「三重相関構造モデル」を用いて、新しい見地から三重相関のモデル化を行ったものである。このモデルは、既存モデルが全て破綻した壁近傍のレイノルズ応力、乱流熱流束の乱流拡散 $-\overline{vuv}$ 、 \overline{vvt} 等の分布が精度良く予測できる。

3. 乱流諸量の壁面漸近挙動を満足する温度場2方程式乱流モデル¹⁰⁾

壁の極く近傍では、各乱流諸量は壁からの距離 y^* に比例して変化する（例えば、 $k \propto y^2$ 、 $-\overline{uv} \propto y^2$ 、 $\epsilon \propto y^0$ など）。高プラントル数流体の伝熱解析では、温度境界層が非常に薄くなるため、用いる乱流モデルはこの漸近挙動を満足していることが望ましい。明・笠木⁽⁶⁾ 以前は、壁面漸近条件を満たす k - ϵ モデルは存在しなかった。この研究は、壁・自由乱流の漸近挙動を満たす k - ϵ モデル⁽⁷⁾ を土台に、温度場2方程式モデル⁽⁸⁾ が温度場の漸近条件を満たすように改良したものである。このモデルは、壁の加熱（冷却）条件に応じて変化する温度場の漸近挙動（等温壁： $\overline{t^2} \propto y^2$ 、 $\overline{vt} \propto y^2$ ；等熱流束壁： $\overline{t^2} \propto y^0$ 、 $\overline{vt} \propto y^2$ ）を自動的に再現する。

あとがき 第7回 Turbulent Shear Flows シンポジウムが去る 8月21～23日にスタンフォード大学で開催された。乱流研究は世界的にも重要さが一層増し、研究成果は従来の一冊の Proceedings には納まらず、今回初めて二分冊となった。ここで述べたような乱流構造解析あるいはモデル化は科学としての位置づけが高く、非常に高度の議論が展開された。

文献 (1) S.K. Robinson, S.J. Kline and P.R. Spalart, Proc. Int. Seminar on Near-Wall Turbulence, (1988), Dubrovnik. (2) N. Kasagi, A. Kuroda and M. Hirata, Trans. ASME, J. Heat Transfer, vol.111, (1989), pp.385-392. (3) Y. Nagano and M. Tagawa, Proc. 7th Symp. on Turbulent Shear Flows, (1989), Stanford Univ. (4) Y. Nagano and M. Tagawa, J. Fluid Mech., vol.196, (1988), pp.157-185. (5) 長野・田川・新美, 第25回伝熱シンポジウム講義集, vol.2, (1988), pp.166-168. (6) 明・笠木, 機論, 54-507B, (1988), pp.3003-3009. (7) 長野・田川・新美, 機論, 55-512B, (1989), pp.1008-1015; To be published in Trans. ASME, J. Fluids Eng., (1990). (8) Y. Nagano and C. Kim, Trans. ASME, J. Heat Transfer, (1988), vol.110, pp.583-589.

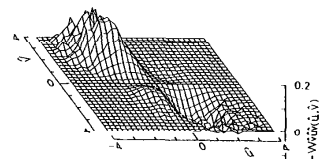


図2 三重相関 \overline{vuv} の微細構造 (u-v平面上の重み付確率密度)

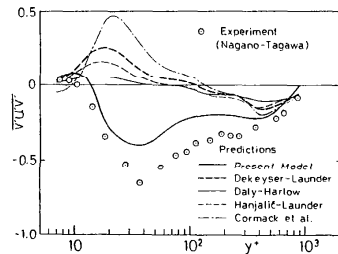


図3 壁乱流におけるレイノルズ応力の乱流拡散の予測

温度場基礎式

$$\frac{D\overline{T}}{Dt} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(a \frac{\partial \overline{T}}{\partial x_j} - \overline{u_j t} \right)$$

$$-\overline{u_j t} = a_t \frac{\partial \overline{T}}{\partial x_j}$$

$$a_t = c_\lambda \tau_\lambda k \left(\frac{k}{\epsilon} \right)^\lambda \left(\frac{\overline{T^2}}{\epsilon_t} \right)^m, \quad \lambda + m = 1$$

●温度場の漸近条件

$$k \propto y^2, \quad \epsilon \propto y^0, \quad \overline{t^2} \sim y^p, \quad c_t \sim y^0$$

$$\overline{vt} \propto y^{2+p/2} \quad (p=2: \text{等温壁}; p=0: \text{等熱流束壁})$$

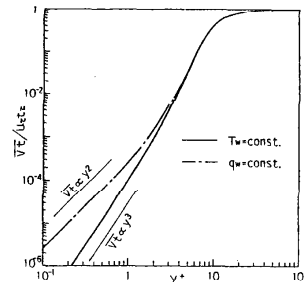


図4 乱流熱流束の漸近挙動

このセッションの司会をして

平井秀一郎（阪大工）

六甲山上セミナーの3つめのセッションである「乱流と乱流伝熱の直接シミュレーションとモデリングはどこまで可能か」の司会を私と三菱電機の高藤氏の二人で担当させていただきました。

このセッションが企画されたきっかけは、毎年伝熱シンポジウムで乱流と乱流伝熱の数値計算に関する講演では白熱した議論がとびかうので、このセミナーを計画したセミナー実行委員会が当セミナーでも伝熱を含む乱流の数値計算に関するセッションを設けることは魅力的なものになると考えられたからです。

話題提供はこの分野に特に造詣の深い大阪大学の梶島岳夫氏と名工大の田川正人氏のお2人をお願いいたしました。お二人には学会等の堅苦しい場所でなく、一度じっくりお話を聞かせていただけたら大変勉強になると私自身思っておりましたので、今回の六甲山上セミナーは大変よい機会だったと思っています。内容は期待にたがわず、乱流の数値計算についてそれぞれの専門の立場から30分づつ有意義な話をしていただいたので参加者は見識を深めるのに役だったと思っています。

梶島氏にはLESについての基本的な事を網羅していただくとともに、加えてLES乱流計算を行う場合に十分なメッシュを確保しなかったときの不自然な流れの挙動が数値計算上で起きることなど学会等では聞かれない話を、また田川氏には乱流輸送現象の構造論的モデリングについてご自分の研究以外にも広い視野にたった話をしていただくなどセミナーならではの話をしていただいたことなどが、今回のセミナーに参加された方にとって貴重な事の一つだったと思います。

討論は各々10分程度、乱流のLESとDSは壁面近傍の再分配項の挙動やDSで得られた結果のLESモデルへのフィードバック等について、乱流輸送現象の構造論的モデリングは壁面漸近挙動や3重相関乱流モデルの壁乱流以外の流れへの適用等について、活発な質疑応答が行われました。

今後もこういったセミナー等の機会をつくって、いろんな分野の有識者によびかけてじっくりと話を聞く機会をもてば、その講演者にとっても有益であるでしょうし、また参加者にその分野の意識の高揚を促し伝熱研究そのものもますます発展すると思います。

最後に第1回の関西伝熱セミナー（六甲山上セミナー）において乱流計算のセッションを充実したものにできましたのもひとえに梶島氏と田川氏のお2人が快く講演を引き受けていただいたことにつきると思います。この紙上を借りまして厚く御礼申し上げます。

5. 「熱・流動の直接シミュレーションとコンピュータ・グラフィックス」の司会をして

廣川雅俊（川崎重工） 高城敏美（大阪大）

最近のスーパーコンピュータの急速な発展に伴い、計算速度が飛躍的に増大し、乱流を含む流動現象をモデル化せずに直接シミュレートする試みがなされ始めている。またその解析結果として膨大なデータが出力され、その処理方法として、最近ではコンピュータ・グラフィックスが盛んに用いられるようになってきている。特に、非定常解析においては、各時刻毎の解析結果を記憶装置に保存し、それをコンピュータ・グラフィックスを用いて流線、コンター図等で表示し、ビデオ等により取り込み、アニメーションとして表示することにより、現象がわかり易くなる。

本セミナーでは、以上に示したような最先端の解析ならびにコンピュータ・グラフィックスに関して、精力的に活躍されている宇宙科学研究所の桑原邦郎先生をお招きし御講演いただいて、セミナー参加者夕食後のくつろいだ気分にも拘らず、ビデオ画像の美しさと現象の把握のし易さで、非常に興味を持って聴講することができた。講演された内容は、円柱周りの2次元および3次元流れ（本セミナーで初めて報告されたものも含む）、暖房時の室内の空気流れおよび温度分布、自動車周りの流れ、ビル周りの流れ、台風の動き等であり、コンターラインとシェーディングされたカラー表示等により流線、圧力、渦度、粒子軌跡等の中の、数種類同時に表示し、非常に現象がわかり易くなっていた。最近でこそハードの発展により、ビデオ作成がリアルタイムで処理できるようになっているそうであるが、以前は大変な労力のかかったものであると痛感する。また2次元解析は数学的にモデル化されたものであり、3次元の乱流構造はシミュレートできないことを、円柱の抵抗係数で実証されたのは興味深かった。

今後の課題として、3次元解析は計算時間も数百時間要し、解析結果のコンピュータ・グラフィックス表示によりアニメーション化するためにはデータ保管領域も非常に多く必要なため（数百GB程度）現在あるハードでは対応が難しく、コンピュータの一層の高速化、記憶領域の増大、コンパクト化が望まれること、また3次元量の表示の方法として半透明処理等、今後利用者として開発してもらいたい機能が、まだ数多くあることなどが提起された。

一方、伝熱工学分野においても、乱流をはじめとして数値解析が盛んに行われており、その結果の表示方法として今後一層のコンピュータ・グラフィックスが使用されるようになると思われるが、どの量をどの様に表示すると現象が把握し易いかが、今後の課題として残っているように思う。最後になりましたが、大変忙しいにも拘らず講演を引き受けていただいた桑原先生に感謝の意を表します。

6. 計測の最前線

L I Fを用いた乱流流束とラジカルの計測

小宮山 正治 (阪大工)

1. L I Fを用いた乱流流束の計測

乱流場における物質の乱流拡散は流速と濃度の変動の相互相関に起因する。このため、流速と濃度の瞬時同時測定を行い、それらの相関を求めれば、物質の乱流輸送流束を直接求めることができる。そこで、粒子からのミー散乱とは波長が異なり、かつ強度の強いレーザ誘起蛍光を用いた濃度検出とL D Vを組み合わせて濃度と流速の連続同時測定する方法を提案し、その適用性を調べた。図1に濃度と流速の同時計測のための光学系と信号処理系を示す。蛍光の誘起光源はL D V用光源と併用し、2 W (全波長) のアルゴンイオンレーザを用いる。測定流体にはよう素蒸気を添加しておく。これはよう素蒸気がアルゴンイオンレーザの波長514.5nmの光を吸収して強い蛍光を発する性質をもつためである。

2. L I Fを用いたラジカルの計測

水素拡散火炎を測定対象とし火炎内のOH濃度および温度の検出を行うことを目的とする。レーザ光源に比較的発振波長領域の広いXeClエキシマレーザを用い、火炎内のOHラジカルを励起することにより得られるOHのレーザ誘起蛍光スペクトルを検出した(図2)。また、レーザ光発振波長領域に多数励起線を含む特性を考慮し、スペクトル強度の予測計算を行い、これらからOH濃度の測定を行った。また、レーリ散乱光強度を蛍光スペクトルより分離し、火炎温度の測定を行い、その妥当性を調べた。

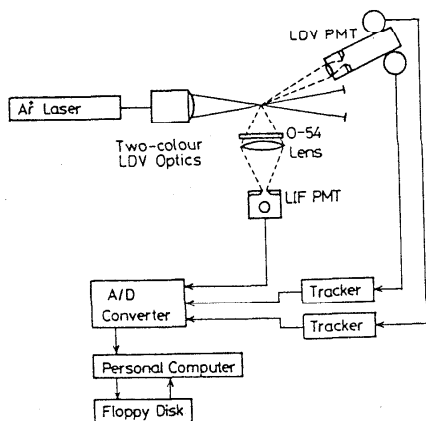


図1 光学系とデータ処理系

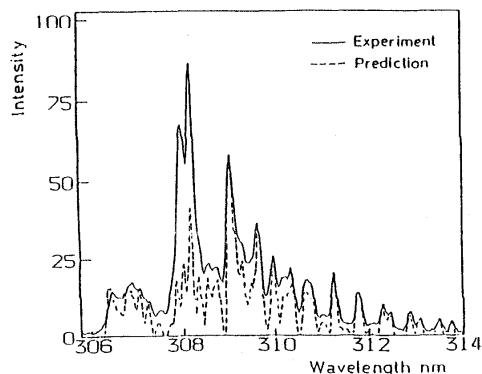


図2 XeClエキシマレーザ励起による火炎からの発光スペクトル

大串哲朗（三菱電機）

企業においては、赤外線温度計測器は機器開発時の温度測定ツールとしてのみならず、コンピュータとの併用でのプロセスコントロールや品質管理機器としても多く利用されるようになってきている。伝熱セミナーでは赤外線による温度計測の原理、問題点と対策およびいくつかの温度測定例を紹介した。

(1) 温度測定の原理

物体から放出される熱放射エネルギーと物体の温度との関係を表すPlanckの法則、Wienの変位測、Stephan-Boltzmann の法則などについて紹介した。

(2) 温度測定の問題点とその対策

赤外線による温度計測で生じる物体の放射率の問題、背景雑音の問題、伝播経路での吸収散乱の問題などとその対策について紹介した。

(3) 温度測定例

赤外線温度計の使用例を次の3種に分類し、それぞれの代表例について紹介した。

- a. 研究開発への適用 — ヒートシンクの温度分布、霜層表面温度分布
- b. 機器性能検証への適用 — 暖房機による室内の温度分布
- c. 品質管理への適用 — ヒートパイプパネルの温度分布

a の場合の 1 例として、LSI 等の高性能空冷ヒートシンクとして使用される多孔台形フィン形ヒートシンクの開発時に、ヒートシンク内空気の流量分布を温度測定により評価した時の温度測定方法を図 1 に示す。空気の出口部に黒色ペイント ($\epsilon = 0.87$) を塗布した計測板を設置し、側面から一様に熱を加えた場合の計測板の温度を測定した。計測板には銅板 (厚み 0.65mm)、ガーゼ (30mesh)、紙 (密度 840kg/m³, 190kg/m³ の 2 種) を試みてみた。銅板はそれ自身の熱伝導により温度が低く測定され、ガーゼは背景からの透過の影響を受けたが、紙ではその密度による違いは現われず、空気流分布が一様になっていることが確認された。

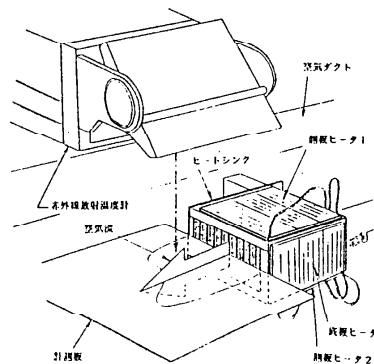


図 1. ヒートシンク出口空気温度測定

参考文献

- (1) 大串、日本機械学会関西支部第167 回講習会テキスト、1989、pp101-110

赤外スペクトル法による表面温度・性状の非接触計測

牧野俊郎(京都大・工)

標記のテーマに関して、本講演では表面のふく射温度計測の'最前線'を紹介した。温度は熱工学のもっとも基本的な量であるが、その計測には理解と研究が必要であることを強調した。

ふく射(radiation)温度計測法は感度・精度(precision)のよい方法であり、最近では温度計の価格も安くなっている。ところがこの温度計では、対象の放射率(emittance)が既知でないとき正確な(accurate)温度は計測されない。対象が安定していてしかも温度の絶対値はあまり重要でない場合、あるいは温度がなん度以上であるかを知ればよい場合には問題はないが、そうでない多くの場合には、役に立たないものになる。そこで、表面の放射率が未知であっても、また表面状態が時々刻々に変化しつつあっても対応できる実時間計測法の開発が望まれる。問題は、たとえば工場の生産ライン上を表面状態を変化しつつ走る高温物体についてのインプロセス計測、あるいは超高温物理の実験法の開発などに関係する。

この目的のためにはこれまでも、2色温度計、多色温度計、さらに反射板を近接し反射測定を併せる方法などが提案されたが、成功していない。その原因のひとつは、実在表面のふく射スペクトルが波長の簡単な関数として表せるほどには簡単でないことである。他の原因として、反射測定を併用する場合に Kirchhoffの法則が正しく理解されずに前提とされてきたということがある。伝熱の教科書にもよく、(反射率)+(吸収率)+(透過率)=1、(吸収率)=(放射率)、という記述を見るが、これらの'率'の測定法を併せて考えるとき、多くの場合これらの式は適切ではない。さらに、計測法を検証するための実験が上記の目的のためには適切でなかった点も重要である。典型的な実在表面についての決定的な検証実験が望まれる。

講演者らは、最近、放射と反射を同時に遠隔スペクトル測定し解析する温度計の考え方を提案した[1,2]。この方法では、反射の角度特性を厳密に考えてその角度特性の波長依存を簡単な波長の関数として記述し、また多くのスペクトル量を得てこれを最小2乗処理する。実機としては、この考え方に基づく最小規模の3波長点型の温度計を試作した。表面の放射・反射性質の波長・角度特性が時々刻々に激しく変化する高温大気酸化過程の金属表面を対象として温度計測の検証実験を行い、すぐれてよい結果を得た。その不正確さは、このもっとも難しい対象についても10K/1000K以内の程度であった。この計測法は、現在ふく射温度計測の最前線にある。計測温度域の低温側への拡張、強い背景ふく射のある場にも対応できる方法の開発などが今後の課題となる。

文献 1. 牧野・ほか, 計測自動制御学会論文集, 24(1980), 331. 2. 小坂・ほか, 第5回センシングフォーラム資料, 計測自動制御学会, (1988), 57.

このセッションの司会をして

大阪大学 基礎工学部 平田雄志
神戸大学 工学部 坂口忠司

前夜は、目の覚めるような美しいコンピューターグラフィックスの世界に誘われ、さらに懇親会と二次会で、夜遅くまで話に花が咲き、極彩色の夢を楽しまれたと思いましたが、朝一番のセッションには全員が漏れなく参加されました。十日余りも続いた雨で洗い清められた六甲の涼気の中で温度、流速、ラジカルの計測の話題が3人の若い講師の方々より提供されました。話の内容は各講師の報告にある通りでして、それ以上の説明は不要と思いますので、セッションを通じて感じましたことを述べて役目を果たしたことにさせていただきます。

今回のセミナーは関西の伝熱界の総力を結集したもので、各企業・大学の第一線で活躍しておられる方々の参加をえたのが特徴かと思えます。講師の方々のご努力の結果、各トピックスを通じて最新の情報を入手することができました。大申氏のお話は企業の研究の特徴を遺憾なく発揮されたものでした。製品に関連して生じた課題を、文献調査と基礎的研究によって解き、その成果を当面の問題である自社製品に的確に適用して成果を挙げています。ついでその成果を、単に製品の効率改善とかコストダウンに使うだけでなく、各種製品の性能をPRするための手段にも積極的に使っておられ、技術に裏付けされた製品であることを前面に押し出した説得力のあるしかも分かりやすい広告を作るのに成功しておられます。このあたりの行動は研究成果の有機的・広域的・高効率的利用のよい例かと思いました。小宮山・牧野両先生の研究は、困難な課題を厳密な原理的考察に基づいて正攻法で解明しようとしておられるものでして、大学の若手研究者としての清新さが印象的でした。小宮山先生はLDVを縦横に駆使され、牧野先生は珍しい非接触温度計を紹介されました。そのご研究に産学協力のよい例を見ることができました。いずれも沢山の内容を持っていて、短い時間内におさめきれなかったのではないかと思います。

ところで、これらの研究のお話を伺っていて、日頃から思っていたことが思い出されました。現時点で既に一部では行なわれているのですが、今後研究を遂行するためには、Newton力学の世界だけでなくEinstein力学の世界に立脚しなくてはならないという思いです。機械工学では量子力学を大学・高専の授業科目に取り入れているところは少ないようですが、今後、伝熱現象を真正面から量子力学の知識に基づいて解明するのが普通になるのではないのでしょうか。そのために、機械量子力学とか量子機械工学とか量子化学工学というような授業科目が開講され、そこで得られた知識が不可避的にますます幅広く使われるようになるでしょう。

7. 熱と流れのVisualization

中性子ラジオグラフィによる二相流の可視化

三島嘉一郎 (京大炉)

二相流の流動および熱・物質輸送の特徴は、それらが流動様式に強く依存することである。とくに気液二相流においては気液界面は複雑な様相を呈して変化するため、現象を正しく把握するためには流動様式の可視化が極めて重要になってくる。二相流の可視化の手法としては、可視光による方法が一般的であり、これまでも多くの例がある。しかしこの方法は金属管内二相流のように容器または管が不透明であったり、液体金属のように流体自身が不透明である場合には利用できない。このような場合には放射線透過法が用いられる。これは非破壊検査技術として開発され、物体を構成する物質内での放射線の減衰の差を利用して物体の透過像を得るものである。

放射線透過法のうち中性子線によるものは中性子ラジオグラフィ (NRG) と呼ばれ、X線透過法とは相補的に用いられている。NRG装置は基本的には中性子源 (原子炉、加速器、放射性同位元素)、減速材、中性子ビームの方向を整えるコリメータ、撮影対象物、中性子透過像の検出器 (コンバータ)、撮像部 (フィルムまたはテレビカメラ) 及び画像処理系より構成される。

概してX線は重い物質ほどよく減衰されるのに対し、中性子は、特別なものを除きほとんどの金属でよく透過し、含水素化合物等の軽い物質でよく減衰される性質を持っている。したがって、例えば金属容器内の含水素化合物等の観察はX線では困難であったが、NRGでは可能となる。この点に着目しNRGを二相流の可視化に利用する研究が近年行われている。この他にも、宇宙ロケットや航空機用部品、ファインセラミックス等の新素材の品質管理や検査、美術品の鑑定、コンクリートや土中の水分分布の測定、医学・生物学研究への利用など様々な分野への応用が広がっている。

NRGによる二相流可視化実験の例として、これまでの文献に発表されたものに、a. ビーカー内の空気-水二相流および沸騰二相流の可視化、b. ステンレス管内の水の逆環状流の可視化、c. ヒートパイプ内二相流の可視化、d. アルミ製狭間隙矩形流路内の空気-水二相流の可視化とボイド率の測定、e. ステンレス管内窒素ガス-水二相流、水の逆環状流の可視化、f. アルミ製管内酸化ホウ素粉末流動層等の可視化、g. 縮小-拡大ノズル内の一成分二相流の可視化およびボイド率の測定、等がある。これらを通じて、金属流路内気液二相流の流動様式の判定においてNRGが有効であること、また、適切な画像処理法と組み合わせることにより、平均ボイド率の測定も可能であることが示されている。

1 はじめに

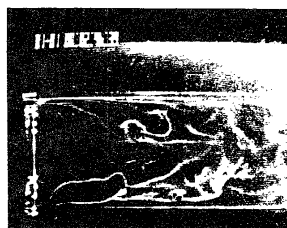
水素気泡法は、トレーサー線の発生が電氣的に制御できる利点があり、ダクト流れ、境界層流れ、噴流、後流など種々の流れの可視化に用いられてきた^{1,2)}。流跡、流脈、タイムラインの可視化像から速度ベクトルを求めることもでき、非定常流れ、特に、剪断乱流の構造解明に有力な武器となっている^{3,4,5)}。

また、本可視化法は流体混合現象の研究にも利用されている。混合現象は流体運動による界面の増加と界面を通しての分子拡散に支配されるが、流脈やタイムラインは流体界面の挙動が直接検討できる特性線である。水素気泡タイムラインをmaterial line とみなし、その伸長過程を格子乱流で定量的に考察した研究例がある⁶⁾。円管内乱流は管中心部の減衰乱流と壁近傍の組織的乱流が同時に存在する流れであり、これらが混合プロセスに及ぼす影響は興味ある研究対象である。本セミナーでは、種々の形状の電極を用いて可視化された円管内乱流のビデオ映像を紹介し、その画像処理結果についても簡単に触れた。

2 可視化映像

テストセクションは内径51mm、長さ1mの亚克力製円管であり、十分に発達した乱流が流入する。電極間に直流あるいはパルス電圧を印加し、陰極から水素気泡を連続的あるいは周期的に発生させて、そのside view とend viewを撮影した。本セミナーでは、線(直径、弦)電極、多角形電極、壁(フランジ)電極、格子電極を用いて可視化した円管内の各領域の流動・混合状態の映像を紹介した。

図1は、直径電極に直流を印加し、連続的に発生させた水素気泡のside view である。カーテン状の水素気泡幕の変化から比較的スケールの大きな動きを観察することができた。図1では、円管下方から中心へ向かって渦巻ながら噴出している流体の動き(バースト現象)が可視化されている。タイムラインを発生させるとこの挙動をより鮮明に捉えることができ、また、弦電極を用いると壁近傍の高速・低速縦渦構造も可視化できる。



$Re=4.9 \times 10^3$

図1 水素気泡カーテン

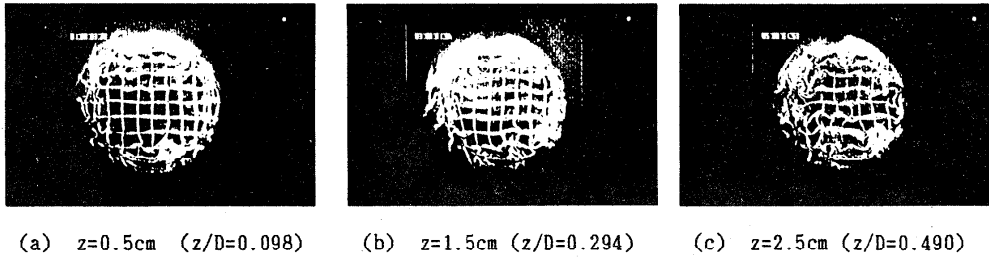


図2 格子電極から発生させた水素気泡の挙動 ($Re=4.9 \times 10^3$)

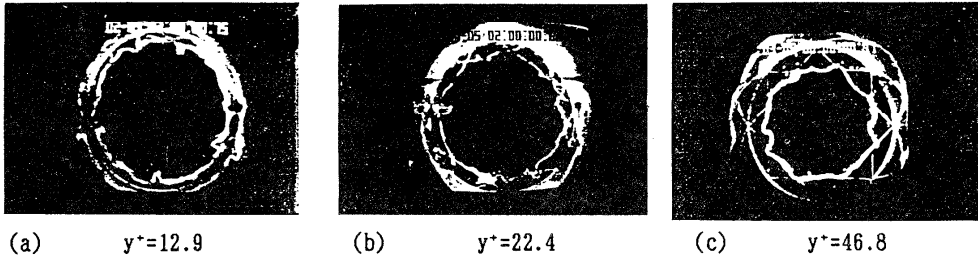


図3 多角形電極から発生させた気泡リングの挙動 ($Re=5.0 \times 10^3$)

円管断面内の流動・混合状態は、end viewから観察することができる。図2は、格子電極から連続的に発生させた水素気泡の光切断像である。スリット光が後方に位置するにしたがって、格子の歪みが壁近傍から管中心部へ向かって進行してゆく様子が観察できる。壁近傍でバースト現象が生じると、水素気泡格子は極端な歪みを示し、時には気泡線そのものが分散してしまうこともある。このような壁近傍の現象の周方向挙動を観察するために多角形電極を作製し、そこから連続的に水素気泡を発生させて、断面内挙動を可視化した(図3)。一番内側にあるリング状の像が多角形電極から発生させた水素気泡である。壁に最も近い電極から発生させた水素気泡リングには、数個所に中心向きに盛り上がった個所が存在する。これがいわゆる低速 streakであり、ある時間経過すると中心へ向かってバーストする。固定した位置からではなく、円周方向に激しく移動しながらバーストする場合が多い。

3 画像解析結果^{7,8)}

水素気泡ビデオ映像の定量解析を行うために、パーソナルコンピュータ(PC9801-VM 日本電気(株))に画像処理ボード(FDM08-1 フォトロン(株))を組み込んだ計測システムを使用している。直径電極から連続的に発生させた水素気泡カーテンを光切断し、撮影したビデオ映像の2値化画像例を図4に示した。このような処理画像をもとに水素気泡の位置計測を行った。

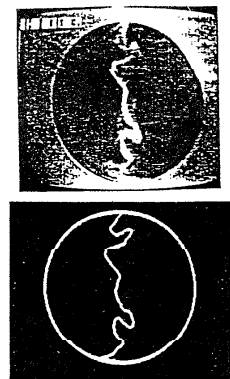


図4 画像処理例

3.1 壁近傍の流れ

壁近傍のstreak構造を調べるために、多角形電極から発生させた水素気泡リング映像を画像処理し、その位置計測を行った。多角形電極から

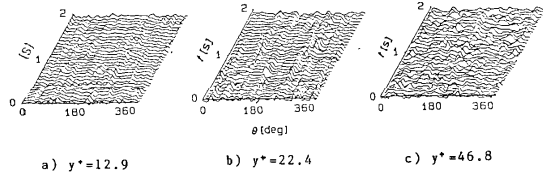


図5 水素気泡リングの変位の時間変化

の水素気泡の変位の時間変化を示したのが図5である。横軸は角度、縦軸は気泡の変位であり、円管中心は図の上方に位置する。2つの電極がbuffer layer内に位置している。乱流域で発生させた気泡線に比べてbuffer layerで発生させた気泡線の挙動は穏やかである。気泡線の盛り上がったstreakは円周方向に均等に存在するのではなく、図5(b)の $t=1.5$ 秒、 $\theta=0-90$ deg付近に示されているように比較的大きな領域でstreakが観察されない時間帯が存在している。しかし、streakの平均間隔は壁面近傍では $\lambda^*=80-100$ となり、平板上の剪断流の結果とほぼ一致した。

3.2 流体界面の変位・変形

図4に示された水素気泡カーテンの光切断線の時間変化を図6に示した。電極のすぐ後方では気泡線の変動は壁近傍に限定されている。下流に進むにしたがって気泡線の変動は中心部でも激しくなるが、比較的大きな変動は時間の経過とともに壁へ向かって移動するものが多い。これは、side viewで観察された壁から中心へ向かって立ち上がった渦が下流へ移行したときの気泡線の挙動を表している。画像処理の結果、気泡線長さは電極後方70mmでは直径の約2倍まで伸びており、その伸長速度は断面平均流速同オーダーの値をもつことがわかった。

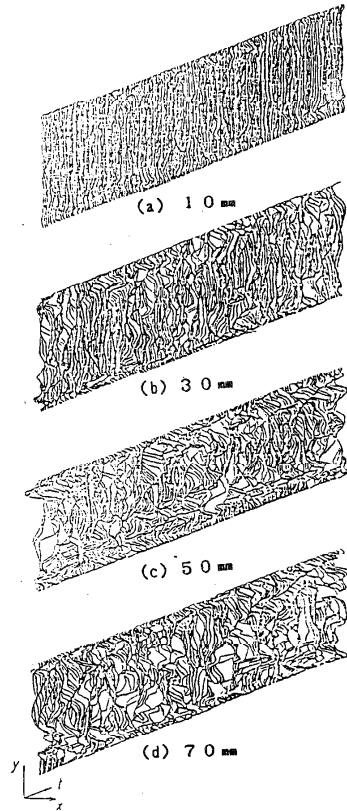


図6 気泡線の時間変化

($Re=4.9 \times 10^3$)

参考文献)

- 1) Schraub F.A. et al. : Trans ASME Ser.D. 87-2, 429 (1965)
- 2) 流れの可視化学会編：流れの可視化ハンドブック、第7章、p.234 朝倉書店(1986)
- 3) Kline S.J., W.C. Reynolds, F.A. Schraub and P.W. Runstadler : JFM Vol.30, 741 (1967)
- 4) Smith, C.R. and Metzler T.J. : JFM Vol.120 (1983)
- 5) Kasagi N. M.Hirata and K.Nishino : Experiments in Fluids, Vol.4, 309 (1986)
- 6) Corrsin S. and M. Karweit : JFM, vol.39, part 1, 87 (1969)
- 7) 足立、平田、伊藤：流れの可視化 Vol.7, No.26, 175 (1987)
- 8) 伊藤、平田、足立：流れの可視化 Vol.8, No.30, 251 (1988)

感温液晶による自然対流の可視化

河原全作（京大・工）

流れ場と温度場の可視化の有用な手段として、最近積極的に利用されるようになってきた液晶懸濁法についての概説を水平流体層内の自然対流の可視化ビデオを例として行なった。

ある種の液晶は光を当てたときにある波長領域だけを選択的に散乱させる性質をもっており、この散乱波長は液晶の種類、温度、圧力、電界、磁界、光の入射角、反射角等によって異なる。この性質のうち、温度による波長選択性を温度計測に利用できるようにしたものが感温液晶である。感温液晶は、ポリマー皮膜によって粒子径10~100ミクロンのマイクロカプセルに封入したものを利用する。カプセルの壁材としてゼラチン、アラビアゴム、樹脂等が用いられる。

感温液晶を用いて可視化する方法には大きくわけて伝熱面に塗布して表面の温度分布を可視化する方法と感温液晶のマイクロカプセルを流体中に懸濁して流体の温度・流れを可視化する方法がある。今回は後者について概説を行なった。

液晶懸濁法では、液晶カプセルを懸濁した試験流体中にスリット光を入射させその散乱光を観察することにより、流体中の任意の平面の温度分布を得ることができる。散乱光以外の波長の光は透過するので背景は黒にする必要がある。試験流体は液晶カプセルの比重（約1.02）に近いものを選ぶ（シリコン油、水が適している）。液晶の混入濃度は0.01~0.03wtで十分でありそれ以上混入すると白濁してかえって観察しにくくなる。散乱波長は散乱角に依存するために光源と散乱光の観察方向の関係は常に一定とする（入射光に対して90°方向から観察するのがよい）。定量的に扱う場合には液晶の変質等による散乱波長の経時変化に対処するためその場で色と温度の関係を校正できるのが理想的である。また、シリコン油の種類が違くと液晶の発色が随分と変わるので、色と温度の関係を定量的に取り扱う場合にはひとつひとつのケースについて校正する必要がある。水での発色は悪く長時間安定に使用することが難しい。

セミナーでは下面加熱・上面冷却の水平流体層の自然対流の可視化ビデオを見ていただいた。層流・乱流それぞれについて流れと温度場が同時に可視化されている様子やシリコン油・水による発色の違いなど実感していただいたと思う。

感温液晶による可視化法については東京大学の笠木先生や日本原子力研究所の秋野先生らによる詳細な解説や研究論文があるので、文献等を読めば理解できることは簡単に紹介するにとどめた。今回のセミナーでは感温液晶を扱ったことがなくこれから液晶を使おうとされている方々を対象に、液晶を使うとどの様な可視化像が得られるのか、使用上どの様な注意が必要かを話させていただいた。

このセッションの司会をして

片岡 邦夫（神大工），川添 政宣（ダイキン）

熱と流れの visualization のセッションの3件の講演はいずれも興味ある可視化画像の動画をビデオで示しながら、それぞれの可視化法のノウハウから難点まで率直に話してもらった。これも若い参加者が多く、一晚の合宿の翌朝のセッションであり、セミナー特有の friendly な雰囲気のためと思われた。

第一番の「中性子ラジオグラフィ」は光を通さない金属管内流とか、通常の可視化が困難な、例えば高温、高圧などの極限状態とか液体金属流などに有用である。と言っても中性子線の透過像を目で見る訳でないから、X線画像に変換し、これをさらにシンチレータで可視光画像にしなければならない。この方法はもともと非破壊検査のために生まれたものであるが、流れの可視化例として水の金属管内二相流の流動様式をビデオで示された。中性子源に原子炉か加速器が必要で、高価な大装置であるため、だれもが簡単に手に入るものではないが、応用分野が広がるよう期待する。

第二番の「水素気泡法」は化工の混合拡散の観点に立って、円管内乱流の水素気泡トレーサの動的挙動をビデオで示された。管壁近傍に張った電極で lift-up 現象を観察したり、直径上に張った一本の線電極から発生する水素気泡トレーサで二液界面を模擬して混合過程を観察させてもらった。質問時に、これらの画像を処理した流れの構造図(OHP)を示されたが、burstの流れ中心への伝播の状態など講師に指摘されない限りなかなか判りにくい。実際の乱流なんてそんなものであろう。

第三番の「感温液晶」は二平行平板間に閉じ込められた流体の自然対流（層流から乱流まで）にコレステリック液晶カプセルを懸濁して得られたビデオ画像を示しながら、この液晶懸濁法のノウハウを率直に話してもらった。特に、シリコンオイルを流体とした時の層流のきれいなベナールセルを見せてもらったが、数値定量化の確度に難しさがある。発色の応答性について質問もあったが、この流れではタイムスケールが大きいから大丈夫であろう。

流れや温度場の可視化はいつもそうであるが、流動様式、パターン認識だけならあまり難しくなくない。速度や温度の時間変動、空間変動（分布）を確度のよい数値に定量化するのは大変難しい。熱線流速計のような信号の統計解析は用意であるが、可視化画像の統計解析はなかなか難しい。Computer Graphic の目の覚めるような美しい画像と実際の可視化画像とを比較するにはまだギャップが大きい。今回の企画は先ずセミナー題名に感心し、立案された内容が大変良かった。準備された委員長と委員の方々、これに応じて興味深い講演をしてくださった講師の方々に感謝します。

8. 参加者の声

六甲山頂セミナーに参加して

鎌田正裕 (京大・工)

今回の六甲山頂セミナー「いま、熱・伝熱ではこれがおもしろい」には、研究室の院生3名と共に参加させていただきました。私自身が伝熱に関する研究に携わってから日が浅いせいもあって、そこでの講演内容はいずれも新鮮で興味深いものを感じられました。特にテーマの広範さ（ミクロな乱流構造に関するものから宇宙を舞台にするものまで）は、私のように日頃限られたテーマを追いかけている者にとっては、ある意味でとても刺激的なものでした。

一方、参加した院生にセミナーの感想を聞いてみたところ、講演内容に対して満足はしているものの、以下のような意見もありました。

K (D1) : 「企業は、研究の成果を中心に発表し、それがとてもきれいにまとまっているので、なんだか自分たちが大学でやっているものと全く別なものの様に感じられてしまう。何か研究に関する苦勞談や失敗談の様なものを含めて話してもらえたら、もっと親近感や興味を持たせたいと思う。」

N (M1) : 「企業の人ばかりで、自分たちがいるのが場違いのように感じられた。」

S (M1) : 「. ?」

苦勞談などについては時間の制約もあってなかなか多くは話せないかも知れませんが、確かに今回のセミナーでは学生・院生の参加は少なかったと思います。しかしながらこの様なセミナーが学生にとって、今自分が研究していることがどの様な分野で生かせるかを理解する、また今まで全く知らなかった研究テーマや研究方法を知る絶好の機会であることを考えれば、次回以降にはもっと多くの学生・院生にも参加して欲しいと思います。

最後に、初日の夜行われた懇親会についてですが、時間の関係もあって、1部と2部の2本立てで行われ、質・量（お酒のことです）ともに充実していました。特に2部はフランクな雰囲気のもとで、話題も研究分野における情報交換からM電機K氏による「大阪近郊に於ける、土地付き住宅の価格と購入時のローンの組み方」に関するSuggestionまであり、そのテーマの広範さでも決して昼の講演に負けないものでした。

私にとっては、楽しく有意義な2日間でした。次回以降もより多くの方が参加されることを期待して止みません。

古藤 悟（三菱電機中研）

第一回関西伝熱セミナーは、眼下に神戸港を眺望する六甲山上のYMCA六甲研修センターに於いて開催された。私はセミナー実行委員として、セミナー企画や手配、セミナー当日の講演会司会者および懇親会実行委員長という大任を仰せ付かったの参加となった。また、伝熱セミナーが全国制であった時代を含めて伝熱セミナーへは初参加であった事もあり、期待と不安が交錯した複雑な心境で臨んだ。当日は、前日までの不順な天候とは打って変わり、汗ばむ程の陽気に恵まれた。素晴らしい自然を満喫しつつ、会社の出張ではめったに行ける所ではないと密かに感謝した。ところが、いざ始めてみると、懇親会の打ち合わせ・依頼・手配から、セミナー運営の手伝い、司会、懇親会準備・進行、そして本来の目的である講演聴講と、息をつく暇もない内に閉会宣言を迎えてしまったのである。しかし私にとっては、全く充実した二日間、いや正確には24時間であり、無事終了できた安堵感と名残惜しさを抱いて会場を後にした。

さて、セミナーでの最大の収穫は、伝熱研究会の次世代を担う若い大学・企業の研究者の方々と、セミナー運営から深夜に及ぶ懇親会を通じて知合いになれた事であった。というのも、伝熱シンポジウムでのロビートークや懇親会での会話は、若輩たる一企業人には敷き居が高すぎるのである。本伝熱セミナーは、難しい学問の枠を越えた社交の場を提供してくれた。

本セミナーを振り返ってみて、テーマ設定と品揃え、参加者数の多さや階層の広さ、内容の豊富さのどれをとってみても、大成功であったと言っても過言ではない。この成功の秘訣は、第一に私を含めた企業・大学関係者から25名もの多くの実行委員を抽出し、セミナー当日の実行委員の参加を原則的に義務付けた事であろう。これによって、手作りのセミナーとしての愛着が湧き、互いの交流の機会も与えられた。第二に、セミナーのテーマ設定がよかった。「いま、熱・伝熱ではこれがおもしろい」と題し、大学・企業の最新の話題を集めて、講師の方には極力難しい事柄を避けて平易に解説していただいたため、非常に盛りだくさんなメニューにも拘らず、各々の技術に親しみを持って触れることができた。

この様に第一回目から素晴らしい成果が得られ、次回から企画される方々の御苦労が伺えるが、これからも大学・企業間の気軽な交流促進を念頭に置いた楽しい企画をお願いしたい。なお、関西伝熱研究会では、伝熱技術フォーラムという技術交流と人的交流を目的とした懇談会もスタートされると知り（平成元年11月22日阪大）、ますます庶民感覚になりつつある伝熱研究会におおいに期待したい。

最後に、懇親会の準備・進行・後始末に協力していただいた多数の方々に、深く感謝の意を表して私の体験記の締め括りとする。

六甲山上セミナーに参加して

播木道春（住友金属鉄研）

今回初めてこの種のセミナーに参加させていただき、今ここに有意義だった二日間をあわただしい研究室の中で一人静かに振り返っています。私ども鉄鋼プロセスにおける熱と流れを扱う研究者(?)にとって設備や操業に係わる問題は次から次へと起こっており、仕事のネタには困らないのですが、如何せん非常にドロ臭い話が多く、もっぱら鉄鋼協会主催の講演大会に発表することで満足していました。しかし、それだけでは社内における熱技術者の重要性が本当に理解されているのか疑わしくなってきました。いくらドロ臭い所をやっている、基礎的な面でのポテンシャルの高さとか先端技術を自由自在に利用出来る力をつけておかななくては、これからの企業の技術者、研究者として恥ずかしいと思います。そこで日本伝熱研究会に入会し、過去二回伝熱シンポジウムに参加させていただきましたが、まだまだ勉強不足で内容を十分理解し、議論に参加出来るのはしばらく時間がかかりそうです。そのような状況において、今回のセミナー開催案内が目にとまりました。そのとき、タイトルの「いま、熱・伝熱ではこれがおもしろい」を見て一瞬ヒヤッとしたのが正直な気持ちです。一体自分のやっている仕事の中でこんなテーマがあるのだろうかと不安になったからです。でも勇気を出して、学生になったつもりで二日間をすごさせていただければ、それだけの価値はあると思い、はるばる千葉の片田舎からやってまいりました。

今回の講演内容に関して批評などおこがましくてとても出来ませんが、感じた事を少し書かせて頂きます。「いま、企業ではこれがおもしろい」のテーマで六名の方の講演がありました。光ディスクを扱った微小な世界から日常生活、産業関連、さらに宇宙空間まで幅広く話題が提供され、聴講する者にとって非常に興味深く、もう少し時間があつたらと思いました。

「乱流」に関しては二名の先生方がレビュー風にわかりやすく自らの研究の位置づけをされており難しい内容なのに親しみを覚えました。夕食後は、桑原先生の「コンピューターグラフィックス」の世界を満喫させていただき、これだけでも十分参加した価値があったと思いました。先端技術をうまく利用することの大事さ、便利さをつくづく感じました。一日目の最後は、恒例の懇親会が盛大に行われ、係の方々ご苦勞様でした。さて二日目は、「計測の最前線」と「熱と流れの可視化」をテーマに六名の方の講演がありました。特に「水素気泡法」の実験は非常にタイムリーでした。以上勝手な事を書きましたが、今回のセミナーの準備と運営に当たられました諸先生方、ならびに関係者の方々に心から感謝申し上げます。

< 第 2 回 寒地 圏 伝 熱 国 際 シ ン ポ ジ ウ ム >

SOME THOUGHTS AND OBSERVATIONS RELATING TO THE
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COLD REGIONS HEAT TRANSFER

K.C. Cheng

Department of Mechanical Engineering
University of Alberta
Edmonton, Alberta, Canada T6G 2G8

INTRODUCTION

Recently the 1989 International Symposium on Cold Regions Heat Transfer was held on the campus of Hokkaido University in Sapporo (June 28-30, 1989) with a great success thanks to the great efforts of the Japanese National and Local Committees and the active participation of top research workers in this field in Japan. The participation of 13 foreign delegates are considered to be small and may be attributed to travelling expenses from foreign countries to Japan.

The 2nd International Symposium was held in Edmonton, Canada in June, 1987. The proceedings containing 8 review papers and 29 general papers were published by ASME. The following technical sessions were held:

- (1) Ground freezing and frost heave
- (2) Frazil ice and supercooling
- (3) Atmospheric icing on structures
- (4) Freezing phenomena in pipes
- (5) Solar energy and heat recovery
- (6) Snow melting and frost formation
- (7) Heat transfer with freezing or melting
- (8) Special topics
- (9) Free discussion on future research topics

The 37 technical papers came from 5 countries (Japan 15, Canada 13, U.S.A. 6, China 3, Norway 1) and about 100 participants came from 6 countries. The 3rd International Symposium will be held in Fairbanks, Alaska on the campus of University of Alaska, June 11-14, 1991. It is believed to be of some interest to provide some thoughts and background information on International Symposium on Cold Regions Heat Transfer.

COLD REGIONS HEAT TRANSFER

Since 1960 engineering activity in the polar regions of the world has increased significantly, due mainly to the search for and development of energy, petroleum and mineral resources, as well as the desire to improve the standard of living of northern residents. Because of the development of natural resources and related industrial activities in the Arctic regions in recent years, arctic engineering or cold regions engineering has clearly emerged as an important interdisciplinary subject in its own right. The subject encompasses all fields of engineering (mechanical, civil, architecture, chemical, mineral and aerospace), science (physics, chemistry, meteorology, oceanography, geophysics, zoology, physiology, biochemistry), agriculture and medicine.

The completion of the Trans-Alaska Oil Pipeline System in 1977 including the first permanent bridge (Yukon bridge) north of the Arctic Circle and the construction of the offshore artificial islands and platforms in the Beaufort Sea for petroleum exploration clearly mark the beginning of a new era in the development of Arctic engineering technology.

Heat transfer phenomena (conduction, convection, and radiation) occur in a variety of forms under the natural and industrial conditions in the cold regions and freezing and thawing processes are usually the limiting factors in the design, construction and operation of all types of engineering structures and facilities, such as building foundations, pipelines, roads, railways, airfields and utility systems.

The problem of heat transfer is encountered in almost every industry in cold regions and the scope and diversity in the fields of application can be seen from various ice forms in the atmosphere, on the earth's surface (lake, river and ocean), and in the soil. One observes that heat and mass transfer processes (freezing and melting) relating to water circulation in Lithosphere, Hydrosphere and Atmosphere lead to many complicated natural phenomena which become the subjects of cold regions science and engineering. The mentioned physical processes are noted below:

- (1) Freezing and Melting between Water (Liquid) and Ice (Solid)
- (2) Sublimation (Evaporation and Solidification) between Water Vapor (Gas) and Ice (Solid)
- (3) Evaporation and Condensation between Water Vapor (Gas) and Water (Liquid)

It is also noted that superheating, supercooling, supersaturation, molecular effects, materials, wind effects and geometry add to the complication of heat transfer problems involving conduction, convection and radiation.

The melting or solidification problem plays a special role in the design of buried pipelines in the arctic region. For example, in the design of an arctic pipeline transporting crude oil in the 50 to 80°C temperature range, one must consider the engineering aspects due to the melting of the permafrost on the outside of the pipeline. On the other

hand, for the chilled arctic gas pipeline at high pressure and low temperature in the discontinuous permafrost regions, one must consider the frost heave problems in its engineering and design.

Cold regions may be defined as those areas of the earth where operational difficulties due to freezing temperatures may occur. In this connection, one may identify the following temperature ranges for various heat transfer phenomena:

∞	No upper limit to temperature
$4 \times 10^7 \text{ }^\circ\text{K}$	Fusion reactions, Joint European Torus (JET) for 0.6 S
$6000 \text{ }^\circ\text{C}$	Temperature at surface of the sun (several $10^6 \text{ }^\circ\text{C}$, interior)
$+10 \text{ }^\circ\text{C} \sim -80 \text{ }^\circ\text{C}$	Climatic low temperature (natural phenomena, effects on animals and plants, and engineering problems) for cold regions heat transfer
$-150 \text{ }^\circ\text{C} \sim -273 \text{ }^\circ\text{C}$	Cryogenic temperature range
$-273 \text{ }^\circ\text{C}$	Lowest temperature (absolute zero temperature)

One may also identify the temperature ranges for power cycles (above normal sink temperature), reverse power cycles, for cryogenics and refrigeration and sub-millikelvin cryogenics ($0 \sim 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K}$).

The International Symposium on Cold Regions Heat Transfer was designed to provide a focus on such cold regions heat transfer problems as (1) Permafrost and Ground Freezing, (2) Atmospheric and Marine Icings of Structures, (3) River and Lake Ice Engineering, (4) Freezing and Melting Heat Transfer Problems, (5) Hot-Oil and Chilled-Gas Pipeline in Permafrost, and (6) Applications and Utilization of Cold Regions Technology. Recently, Fukusako [1] presented a comprehensive review on heat transfer problems in cold climates. Saito and Tokura [2] provide an overview on heat transfer problem of frost layers and frosting surfaces. Practical cold regions research problems are also reviewed in a recent issue of the Journal of Heat Transfer Society of Japan [3]. It is also important to identify the research problems and make available the most recent research results in cold regions heat transfer to students and practicing engineers.

Recent technical information relating to cold regions science and technology can be found in the proceedings, journals and monographs listed below:

International Conference or Symposium

1. International Conference on Permafrost
2. International Symposium on Ground Freezing
3. International Workshops on Atmospheric Icing of Structures
4. International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering
5. IAHR (International Association for Hydraulic Research) symposium on Ice Problems

6. IAHR Ice Symposium
7. International Conference on Port and Ocean Engineering Under Arctic Conditions

Specialty Journals

1. Cold Regions Science and Technology
2. Journal of Glaciology (International Glaciological Society)
3. Snow and Ice (Seppyō) (Japanese Society of Snow and Ice) (in Japanese)
4. ASME - Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering
- Journal of Energy Resources Technology
5. ASCE - Journal of Cold Regions Engineering

Monographs

1. Higashi, A., 1981, Fundamentals of Cold Regions Engineering Science (Kokon-Shoin Co. Ltd., Tokyo (in Japanese)).
2. Lunardini, V.J., 1981, Heat Transfer in Cold Climates, Van Nostrand Reinhold Co., New York.
3. Johnston, G.H., ed., 1981, Permafrost - Engineering Design and Construction, John Wiley & Sons, New York.
4. Andersland, O.B. and Anderson, D.M., 1978, Geotechnical Engineering for Cold Regions, McGraw-Hill, New York.
5. Kinoshita, S., ed., 1982, Ground Freezing - Its Control and Applications, Japan Soc. of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Tokyo (in Japanese).
6. Kinoshita, S., ed., 1982, Physics of Frozen Ground, Morikita Pub. Co., Tokyo (in Japanese).
7. ASCE Technical Council on Cold Regions Engineering Monograph Series, New York.

A brief review of historical developments in the research of cold regions heat transfer can best be seen by presenting a table of chronology. However, this will be omitted due to space limitation. In this connection, it is of interest to observe that Professor U. Nakaya, the first person in the world to produce artificial snow crystals, has identified many low-temperature physics problems in 1942 which are still under investigations today. One is impressed with his foresights and his pioneering works are still continued today by the scientists at the Institute of Low Temperature Science at the Hokkaido University. The publications from the Institute of Low Temperature Science and the U.S. Army cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, U.S.A., for example, provide many useful technical information on all aspects of cold regions heat transfer. It is also of interest to note that the recently published "Icing Technology Bibliography" [4] lists over 2000 references under 26 different topics. The literature in this field is indeed voluminous.

This essay is incomplete and not well organized. The writer wishes to thank Professors K. Kanayama and K. Hattori for the opportunity of reflecting on the International Symposium on Cold Regions Heat Transfer. It is hoped that this symposium will continue to receive strong support from research workers in Japan and provide a nucleus for future symposiums.

REFERENCES

- [1] Fukusako, S., 1989, "Freezing and Melting Heat Transfer Problems in Cold Climates", J. of Heat Transfer Society of Japan, Vol. 28, No. 108, pp. 97-126.
- [2] Saito, H. and Tokura, I., 1989, "Heat Transfer Problem of Frost Layers and Frosting Surfaces", J. of Heat Transfer Society of Japan, Vol. 28, No. 108, pp. 73-96.
- [3] Journal of Heat Transfer Society of Japan, 1989, Vol. 28, No. 109, pp. 100-130.
- [4] SAE, 1987, Icing Technology Bibliography, Aerospace Information Report, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA.

1989年第2回寒地圏国際伝熱シンポジウムを終えて

国内実行委員長 関 信弘 (北職訓短大)

低温環境は水、空気、大地や生物系などの中に多くの特異な凍結現象や融解現象、あるいはそれらに付随する複雑な現象を起こしているが、熱と物質の移動問題はこうした低温環境工学における種々の問題を解決する上で基礎的に重要な役割を果たす学問分野であることは周知のことである。最近数年間を見ても地下凍結、雪、氷のほか極地圏における港湾工学や海洋工学の分野へと低温環境工学は著しい広がりや技術的進歩を見せており、前述した問題に関連した国際会議あるいは国際シンポジウムなども世界のいくつかの場所で定期的に行われ始めている現状にある。こうした情勢のもとに、この国際シンポジウムは低温環境におけるすべての伝熱問題に関連した最新の科学的、技術的情報を伝熱工学という共通の視点に立って展望し、さらにこれを発展させつつ国際協力を国際協調の精神のもとに確立しようとする目的のもとに、K.C.Cheng (カナダ)、V.J.Lunardini (アメリカ) と筆者が議長団となって設立したものである。

この寒地圏国際伝熱シンポジウムの第1回会議は1987年6月4～6日にカナダ国アルバータ州・エドモントン市において非常な成功裡に開催され、5ヶ国から41編の発表論文が約150名の参加研究者によって討議された。その際第2回大会は1989年に札幌市において開催されることが決定されたのである。

こうした経過を経て今回の会議は1989年6月28～30日の3日間におわたって開催されたが、この会議で特に興味の対象にしたのは、1) 凍結、融解に関する解析とその手法の発展、2) 水、大気、地中や生活における凍結の際の自然的あるいは人工的な伝熱現象、3) 低温環境下の構造物の熱工学、4) 永久凍土や凍結土に関連した伝熱問題、5) 極限寒冷下における人間生活、6) その他低温環境下における伝熱現象などであった。しかし最終的に得られた内容は次ページの表に示すごときのものであった。

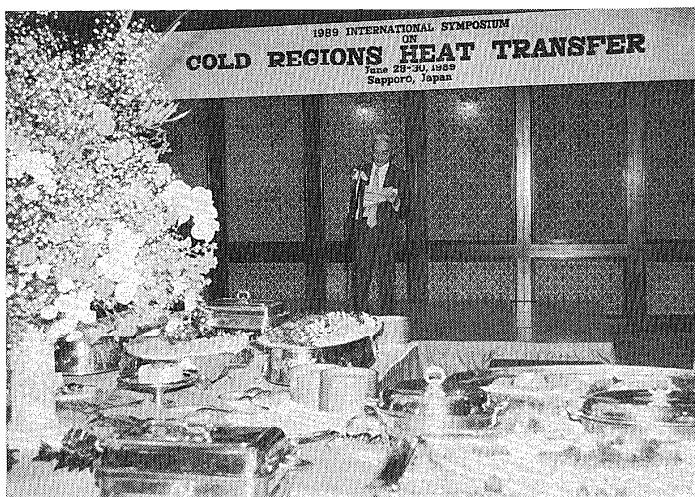


国際組織委員会

メンバー

Symposium Schedule Overview

June 28(Wed.)	June 29(Thu.)		June 30(Fri.)
(9:30-10:00) Opening Ceremony	A2-1 (9:00-10:00) Icing Phenomena and Frost Formation	B2-1 (9:00-10:20) Heat Removal and Thermal Storage	A3-1 (9:20-10:20) Heat Pump System in Cold Climates
Session A1-1 (10:20-12:00) Heat Transfer with Freezing and Thawing	A2-2 (10:20-12:00) Solar Energy and Heat Recovery	B2-2 (10:40-12:00) Special Topics II	A3-2 (10:40-12:00) Heat Transfer in Housing and Cloth- ing
(12:00-13:00) Lunch	(12:00-13:00) Lunch		(12:00-13:00) Lunch
Session A1-2 (13:00-14:00) Heat Transfer in Cold Water	Technical Tours (13:30-17:30)		A3-3 (13:00-14:20) Ground Freezing and Thawing
Session A1-3 (14:20-15:20) Freezing Heat Transfer with Supercooling			A3-4 (14:40-15:40) Artificial Permafrost and Ice Making
Session A1-4 (15:40-17:00) Snow Melting			A3-5 (16:00-17:20) Freezing in Porous Media
Session A1-5 (17:20-18:00) Special Topics I			(17:20-18:00) Closing Ceremony
(18:30-20:00) Reception			(18:30-20:00) Banquet



懇親会における藤井日本伝熱研究会会長の挨拶

会議は次のごとき実行委員長の挨拶に続いて開会された。

I would first like to extend my welcoming remarks to my colleagues in opening the 1989 International Symposium on Cold Regions Heat Transfer. I feel privileged to assume a chairmanship of the Japanese Committee during the entire course of this symposium.

The idea of the conduct of the symposium was initiated by the integrated effort made by Dr. Lunadini of America, Professor Cheng of Canada and myself in order to provide an opportunity for scholars and researchers to discuss various phenomena in cold regions from various engineering aspects, especially from an angle of heat transfer. It is also important to contribute to solutions of problems by mutual concerns crossing boundaries of countries. Hence, its content can not be confined to heat transfer engineering in a narrow sense, and we have to cover many fields of science and technology within the broader content of phenomena found in cold regions such as atmosphere phenomena, insulation by clothes, civil engineering and so on. I think this basic idea has to be carefully kept and taken into account of the future development of this symposium. For this symposium, 49 papers are accepted after strict screenings which are contributed from the United States of America, Great Britain, Canada, Poland, China, India, Japan and other countries.

Obviously, this conference has achieved a substantial progress which is compounded by the increasing interest of researchers in our symposium, and it is my pleasure to once again welcome the active participants from various countries to this symposium. I truly express my wishes that our discussions during the coming three days will be fruitful and useful, and valuable results will be obtained for the mutually concerned problems.

I would like to conclude my address with an expression of my personal thanks to Professor Fukusako and my colleagues of local committee who made their great efforts for realizing this symposium, and I would also like to extend my special thanks to the companies which gave us their financial supports. Thank you.

次に会議の概要について述べる。今回査読を終わった論文数の総数は49編であり前回の41編より8編多かったが、うち外国よりの発表数は14編であった。当初は中国よりの投稿数が相等数見込まれたが、Full Paperの査読時になって来日の意志確認が出来ず、止むを得ず発表中止とせざるを得ないものがあつた様に見える。国際会議を主催するにあたって外国よりの

発表数を正確につかみ得ない傾向が最近になって特に目立っているのは、国際経済的な理由に起因した各国の事情にあるかも知れないと痛感した次第である。次にシンポジウムの内容について述べる。第1日のSession A1-1 (凍結・融解を伴う熱移動) ではK.C.Chengら (カナダ) による「寒地圏熱移動研究における歴史的展望」と題する展望講演が行われた。これに引き続き、平田ら、中村ら、鳥越ら (日本) による管群、平板、水平管まわりの凍結・融解問題が発表された。Session A1-2 (冷水中の熱移動) ではP.W.Richmond (米国)、W.J.Changら (中国)、K.C.Cheng (カナダ) らによる冷却されたOpen Channelを流れる水からの熱伝達実験や傾斜管中の流れの不安定性、さらに水平パイプ内における非定常熱伝達等の報告がなされた。Session A1-3 (過冷却を伴う凍結熱伝達) では鳴海ら、斉藤ら、林ら (日本) による水平同心円隙間における過冷却をもつ水の凍結や、伝熱面上における過冷却現象や、冷却溶液の凍結などの報告があった。A1-4 (雪の融解) では青木ら、菅原ら、梅林ら、媚山 (日本) による落下する雪の融解に伴う熱交換器特性、塩化マグネシウム溶液中に浸された雪の融解や、雪利用のIntegrated Systemの可能性研究や、冬期に貯えられた雪水のトータル利用システムに関する研究などが発表された。Session A1-5 (特別なトピックス) では、J.Reszkaら (ポーランド)、Y.Leeら (カナダ) による真空中で乾燥される凍結アルコール試料中の歪の変位のほか、極寒地域における建築構造物の熱移動問題などの発表があった。第2日目Session A2-1 (凍結現象と霜の形成) では福迫ら (日本)、G.S.H.Lookら (カナダ)、竹内ら (日本) による海水しぶきに伴う寒冷気流中の円管に沿う熱伝達特性や、新鮮な水からスポンジ状水の形成に関する考察や、熱コレクターまわりの熱移動現象などの発表があった。Session A2-2 (太陽エネルギーと熱回収) では馬場ら、高橋ら、花岡ら、渡部ら、赤木ら (日本) による有効太陽放射エネルギーの実験や、West Kunlun山脈における氷河や地表面上の熱と水のバランスや、寒冷環境における氷河や地表面上の熱と水のバランスや、寒冷環境における工場暖房についてエネルギー需要や、北海道における水産養殖に対する大洋波浪エネルギーの有効利用や、Detached Housesにおける熱消費の解析などの発表があった。

Session B2-1 (熱除去と蓄熱) では斉藤ら (日本)、Prasad (インド)、C.Z.Wuら (中国)、山岸ら (日本) によるカプセル内の自然対流融解を含む熱伝達や、Premelt加熱の効果や、凝固を伴うサーモサイホンの熱伝達問題や、エチレングリコールに対するサーモサイフォン内の自然体流のシミュレーションなどの発表があった。Session B2-2 (トピックス) では一宮ら、河合ら、岸浪ら、戸倉ら (日本) による局所熱伝達におよぼす境界層内の棒の影響や、凹み内におかれた平行垂直板の熱伝達や、局所等温面を持つ垂直面からの層流自然対流熱伝達や、Open Cavity内の自然対流と表面張力対流などの報告があった。

第3日目Session A3-1 (寒地環境におけるヒートポンプシステム) では田村ら、落藤ら、福迫ら、(日本) による寒地圏における種々の圧縮比の成績係数の改善や、ヒートパイプによる地中熱採取と蓄積に対する計算と実験や、二重管サーモサイフォンとヒートポンプのシステムによる熱除去特性などの報告があった。

Session A3-2 (家屋や衣服における熱伝達) では、M.Kvarti (米国)、齊藤ら、窪田ら、藤本ら (日本) による部分断熱された床下からの定常的熱伝達や、Lumped Constant システムに基づいた建築構造物の熱解析や、衣服材料の断熱に及ぼす空気層の影響などの発表があった。

Session A3-3 (地中凍結と融解) では、V.J.Lunadini (米国) による凍結をともなう熱伝導問題についての展望講演が行われた。これについてO.T.Farouki (米国)、K.Szilderら (カナダ) によるスカンジナビア諸国における構造基礎に関する熱工学や、夏期永久凍土の気候とエネルギーバランスをシミュレートするための簡単な数値モデルについての講演があった。

Session A3-4 (人工的永久凍土と氷製作) では沢田、土屋ら、松田ら (日本) によるヒートパイプを用いた人工的永久凍土の創造や、人工的永久凍土に対するヒートパイプの利用や低温環境と氷形成下での氷製造システムに対する水分排出装置の開発等の講演があった。Session A3-5 (多孔質内の凍結と熱応力) では佐々木ら、福迫ら、稲葉ら (日本)、V.D.Murtyら (米国) による含水多孔質内の非定常凍結熱伝達や、多孔物質内に浸された垂直シリンダーまわりの凍結現象や、地下防火槽の凍結防止や、多孔質内に埋められたシリンダーまわりの自然対流熱伝達などの発表があった。

研究発表の内容は以上の様なものであったが、この会議に参加した人達は総計で約140名で、討論は非常に活発であった。なおアジア圏以外からの参加者は約15名であった。冒頭にも述べたごとく中国よりの参加者も相当数期待したのであるが、中国側の事情により貴重な発表は得られなかった事は残念であったと思っている。次にこのシンポジウムを通しての雑感を述べる。

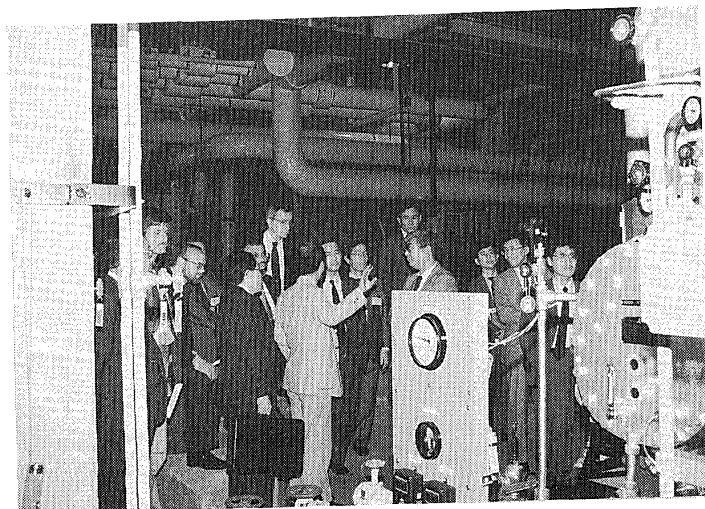
先ず第1に会議の内容についてであるが、基本的な解析手法によって格段に新しさが見られなかったかわりに、むしろ応用と実用という面で数多くの面白い発表があった様に思う。また国内の凍結問題研究者がほぼそろって討論に参加して頂いた事は全体を通して有意義であったと思う。しかしカナダ、米国等議長団国よりの参加が少なかった事は円高事情とは言え残念であったと思う。特に米国機械学会にはもつとActiveな研究者が多数いるだけに、今後この方々への積極的な参加呼びかけと情報交換が望まれるという問題を残していることも参加者には共通した感想であるかも知れない。

第2はこのシンポジウムの領域の問題であるが、開催期間中議長国で今後の問題を論議する機会を持った。現在エンジニアリングを主題とした国際会議が日本、カナダを軸にして定期的にかかれていていることなどの現状を考え、この会議をさらに魅力あるものにするためにはHeat Transferという限られた領域のシンポジウムとするのではなく、氷の結晶成長、雪の生成などの基礎物理的分野の研究、情報も広く紹介するとともに、実用的な面での研究発表をも積極的に歓迎すべきでないかという事柄について意見交換が行われた。そのためにはこの会議の名前を単にHeat Transferとするより"Thermal Eng. and Science"などとし、基礎物理にわたる情報をも含ませることが出来ないかという議論もなされたが、これは次回1991アラスカ Fairbanksにて開催される折に再検討することになった。

また、第3にはProceedingsの出版についてであるが、今回発表されているものはProceedingsとしてまとめられているが、発表者にすれば何等かの正式な印刷物にする希望もあることを考え、出来れば会議終了後、適当な評価基準を設けてその幾つかを出版物にできたらとの意見も出された。このためには日、米、加三国による新しい編集委員会を選出し、それに委任する方法が提案された。いずれこの問題はFairfanks会議後に決定することになると思われる。なおFairfanks会議は1991年6月中旬に開催されることになった。

第4の問題は発表会場の問題であるが、会議は一室主義を堅持するか、複数室主義を採用するかということについて実行委員会内で、ある程度の議論がなされた。非常に真面目に考えれば一室主義はすべての発表について参加者が討論に参加出来るという利点がある反面、折角遠距離から来られた参加者に観光する機会を限られた日数内で与えられないという問題が生ずる。こうした事を配慮して今回は2日目のみは2室にし、午後はサッポロビール開拓使麦酒記念館などのTechnical Visitにあてた。結果としてこれが好評であった。こうした国際会議にFestivalとしての香りをどの程度いれるかなどは主催する側として大変難しく苦勞するところであることを感じた次第である。

次に、第5の問題はBanquetについてである。Banquetの内容を決定するのはこれに参加する方々の人数が当日まで特定することが出来ず大変苦勞することはいずれの会議の場合も同様である。以前は食べるより飲む方に若干ウェイトがかかっていた様に思うが、昨今は食べる方にウェイトがかかって来たことを考え、今後は量の推定をどうするかなどこれを担当する方々の腕のふるいどころであるのかも知れない。



Technical Tours

次に、第6の問題は財政的問題であった。このシンポジウムの開催にあたっては伝熱研究会はじめ多くの企業が広い分野の財政的援助をしてくれた事は有難かった。将来は出来るだけ自前で出来る会議にもって行きたいものであるが、そうすると参加者の負担が増えるというジレンマが生ずる。このシンポジウムを通して感じた事は以上の事柄であったが、終わりにこのシンポジウムを開催するに当たって、石黒、谷口、荒谷、落藤、遠藤、鎌田（北大）、斉藤、花岡（室工大）、金山（北見工大）、岡垣（道工大）をはじめとする実行委員会の先生方には会運営のすみずみまで細かい気を配って非常に良くやって頂いたことに感謝している次第である。この会議の成功は委員会諸先生の御努力に負うところが多かった事を思い、謹んで心から感謝を表す次第です。

第2回寒地圏伝熱国際シンポジウムに参加して

木村 照夫（福井大・工）

3月31日一年間の出張を終えカナダ・アルバータ州立大から福井に戻り遺憾(?)ながら日本の生活ベースに戻った6月末日、カナダでお世話になったK. C. Cheng教授がオーガナイザーの一人である寒地圏伝熱国際シンポジウムが札幌で開かれると聞き、シンポジウムに参加しました。エスケープもしないでまじめ(?)に聴講している所を編集委員長の服部先生に見つかりこの文を書くはめになってしまいました。シンポジウムで論文発表しなかった分、感想文を書くことで参加者の仲間に入れていただくことにします。

北海道には学生時代に京都からリュックサックをかついで約1か月ユースホステルを渡り歩いて回った思い出がありますが、札幌にはそれ以来の訪問でした。小松空港より1時間余りで北海道に着き、昔1昼夜かけて北海道に渡ったのがうその様です。札幌も今では大都会になり、時計台もビルの谷間に遠慮がちに建っており、また北大のポプラ並木も何故かスケールが小さくなった様に感じました。ただし札幌ビール園のビールだけは昔も今も最高でした。

さて、シンポジウムは3日間(28日~30日)にわたって北海道大学学術交流会館で行われ約50編の論文講演がありました。講演数の約3割が国外、7割が日本からの発表で特にテーマの性格上、国内では北海道、東北、北信越地域の講演者が多かったようです。

内容の詳細は他の寄稿者が報告されると思いますが第1日目は9:30よりオープニングセレモニーに引続き、Freezing, Thawing, Cold water, Snow melting 等に関連したどちらかと言うと基礎的な内容の講演が18:00まで1室のみで行われました。第2日目は午前中 Solar energy や Thermal storage に関する講演が行われました。また、Special topics のSectionとして Free convection heat transfer に関する講演が4篇ありました。これらは他の講演とは異なり寒地圏伝熱に直接関係する研究内容ではなく、より多くの参加者を期待して設けられたSectionの様に見受けられます。この日は2室に分かれて行われたため参加者も分散し、少々寂しい感じがしました。午後には2コースのテクニカルツアーが企画され、どちらも定員オーバの盛況でした。夜には Banquet が札幌グランドホテルで盛大に催されました。日本で行われた国際学会のせいかな御婦人の参加者が少なかった様に思います。国際学会に見られがちな派手な演出もなく非常になごやかな好感もてる Banquet で十勝ワインを飲み過ぎてしまいました。第3日目はまた9:20より1室のみで Heat pump system, Ground freezing の問題から Clothing に関するものまで多岐にわたった内容の講演が行われ、いずれも興味あるものでした。最後に Closing Ceremony があり3日間の学会の幕を閉じました。寒地圏の伝熱問題は地域の

気候と密着している所があり、研究内容からその国、その地域の環境が想像される面白さを感じます。今回の講演者は現役の学生さんを含め若手(?)が多かったのが特徴的でした。

さて、本学会は研究分野が絞られていること、及び今回がまだ2回目であることなどから、それほどスケールの大きい学会ではありませんでしたが反面非常にファミリー的な雰囲気があり、参加者全員に一体感がありました。また会議の進行も非常にスムーズであり運営を担当された諸先生方の努力は並大抵のものではなかったであろうと推察されます。学生さん達も裏で走り回っておられた事でしょう。ご苦労様でした。また、関先生の終始絶やされない笑顔と貫禄、Cheng先生のスマートさ、そして福迫先生の時には冗談を混えた流ちょうな英語での司会と進行はとても印象的でした。

私にとって伝熱関連の国際会議に出席するのはこれが初めてでありました。学生時代に材料関連の国際学会では2度(ICCM3, ICCM2)発表の経験はありますが質問者の英語の早さについて行けず脂汗を流した苦い経験があります。それ以来英語恐怖症で国際学会とは縁遠いものとなってしまいました(発表のネタがないのが本音です)。正直言って、国際学会の発表内容が国内の学会発表の内容に比べて必ずしも程度が高いとは思われませんし、また各国の研究成果は数多く発行されている種々の論文集に目を通せば概略把握できると思います。従って国際学会の第一の目的は各国の研究者達と直接討論し親睦を深めることにあると思います。従って語学が出来なければ国際学会出席の意味が半減する様に思います(学会を機会に観光をし社会勉強をすることでは大いに意味がありますが)。今回の学会も流ちょうな英語を話される日本人の方も多々おられました。全体的に見て会話がスムーズであったとは思われません。私も英語が全くだめな方で研究内容よりも英語を理解するのに一苦労でした。研究の国際化のためにも日本人同士が英語で話し合っても違和感のない様に努力する必要性を感じます。懇親会の席上、雪のある季節に学会を行えばもっと雰囲気が盛り上がったであろうと言う意見が多く聞かれました。筆者も同感です。札幌雪祭りを背景に融雪、凍結の討論をするなんて粋なものです。ただし、私を含めエスケープして観光に走る参加者も増えたでしょうし、この拙文を書くはめにもならなかったでしょう。次回は2年後にアラスカで開催される予定です。観光型の一員として参加したいものです。最後に本誌に寄稿する機会を与えて頂き感謝いたします。

第2回寒地国際伝熱シンポジウムに参加して

北海道教育大学 藤本尊子

被服学の領域では、近年、人体－被服－環境系の熱交換に関わる研究が活発になってきている。快適な被服の条件としては、人体動作的にみた機能性と並んで、温熱的にみた性能が重要な要素としてあげられている。（実際には、衣生活が人間特有の高度な文化を象徴することからもわかるように、上述の条件にさらに審美的な要因も加わり、被服の性能の評価を複雑にしている）。

自然環境との関わりでは被服の保温効果の果たすの役割が大きいが、これまで保温効果の評価については、主として被服生理学の面からの研究がなされ、材料の側面からの掘り下げた研究は少ない。人体－被服－環境の系での被服を通しての熱移動についても現象的に捉える傾向が強い。つまり、シート状の布が衣服という構造物となり、人体を覆って利用されるとき、生じている現象がきわめて複雑なので、サーマルマヌキンを使って人体をシミュレートし、環境条件をいろいろ変化させてマヌキンからの熱損失量を測定することによって、簡便かつ実用的に被服の機能を評価しようとする研究が優先されてきた。これは、家政学の一領域である被服学が、歴史的には実践的性格を強くもっていたことの反映といえる。

私の専攻は被服材料学で、被服に用いられる多種多様な材料を取り扱ってきた（被服材料は、天然繊維、人造繊維等の繊維素材、および繊維集合の形態による糸の種別に加えて、布の構成により、織布、編布、不織布に分けられ、その他布以外にも、毛皮、キルティング、皮革などの繊維集合体も利用される）が、それらの被服の熱特性をスッキリ捉えられないかという興味から、伝熱工学に関わりはじめた。複雑な系で利用される物（生活資料）であればこそ、快適な衣服の設計も経験とか勘を頼りにせざるを得ないという現状を打破するには、材料そのものの基礎的な研究を充実することが必要と考えた。

まず、多種多様な被服材料について、その有効熱伝導率の測定することから着手した。これについては、カナダ、アルバータ大学で開催された第1回の標記国際シンポジウムで報告した。この研究では、簡単にいうと、厚い毛皮やダウンのような防寒用の被服材料から薄い化繊織布まで全体的に熱物性を把握することができたとともに、とくに厚い防寒用材料では輻射による熱輸送が重要になることが分かった。輻射による熱輸送については、繊維による輻射の放出・吸収効率の評価し、さらに布の構造を考慮して輻射輸送を解かねばならず、この点については、現在も研究を続行している。

これと並行して、人体－空気層－被服材料－大気という系での伝熱機構に着目し、その

基礎研究をはじめ、今回すなわち第2回寒地国際伝熱シンポジウムで報告した。被服の保温性能を決める上で、被服材料と空気層との相互作用、とりわけ空気層の流動に伴う効果が重要な要素となる。この研究では、多様な被服材料について、空気中に水平に設置した熱板から被服材料および介在する空気層を通して大気への熱損失を測定した。今回の実験では、外部の速度場が小さく、自然対流による熱輸送が支配的になる状況を設定した。測定結果を材料/大気、空気層/材料/大気の伝熱モデルと比較することによって、各構成要素の熱輸送への寄与の分離を試み、空気層、材料、大気各々の熱通過率、および材料を通しての貫流の効果についての定量的な評価を行った。その結果は次のようにまとめられる。(1)分厚く熱コンダクタンスの小さい ($\leq 10 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$) 被服材料を除くと、熱板と被服材料の間に介在する空気層は、熱輸送に大きく影響する。空気層/材料/大気/の総熱通過率は、空気層の厚さが 0.5 cm までは、空気層の厚さとともに減少するが、それ以上の厚さでは変化が小さくなる。これは、空気層の熱輸送が輻射できまるようになり、厚さに依存しなくなることによる。このときは、総熱輸送率は、ほぼ一定のレベル ($5 \text{ W m}^{-2}\text{K}^{-1}$) に近づき、材料による違いは小さくなる。(2)布表面から大気への熱損失は、平板からの熱損失よりも大きい。これは、布表面の凸凹・毛羽構造のためで、空気との熱交換は表面特性に依存することを示す。(3)平板(固体)と布との接触熱抵抗の大きさは、 $0.02 \text{ W}^{-1}\text{m}^2 \text{ K}$ のレベルであり、薄い布の場合は、材料それ自体の熱抵抗よりも大きい。(4)自然対流の下で、材料を通しての空気通過に伴う熱輸送率を見積ると、通気性の高い材料の場合に、伝導による熱輸送と同じオーダーとなる。もちろん、この貫流の効果は、周囲の空気層の速度場に依存するので、現在これらの結果をふまえて、強制対流下での熱輸送についての実験をすすめている。

寄稿を依頼されてから、何を書こうかと考えているうちに日が経ち、端なくも筆者の研究の紹介でお茶を濁すことになってしまった。しかし、伝熱の勉強を始めてまだ日も浅く、研究も未だ手探りの状態である故、思わぬ間違いや未熟な点ありやとの懸念を抱く次第。先達諸氏のお教えを頂ければ幸いである。

第2回寒地圏伝熱国際シンポジウムに参加して

仲沢優司(ダイキン機技研)

寒地圏とは程遠い大阪の地からシンポジウムの開催にふさわしい札幌の国際シンポジウムに論文発表のため参加させて頂きました。札幌へは中学の修学旅行以来で、ほとんど初めてに等しく、整然とした街並みや緑の多い風景に新鮮な印象を覚えました。

シンポジウムは6月28日から30日までの3日間、北大の学術交流会館で開かれましたが、この時期梅雨がないといわれている札幌には珍しく最初の2日間は雨にたたられ青空が見えたのは3日目だけでしたが、シンポジウムは11ヶ国から約80名の参加を得て盛況に催されました。

シンポジウムに関する感想を述べさせて頂きますと、シンポジウムでの発表のほとんどが大学からの発表であり、企業からの発表は私の発表だけという状況でした。寒冷地という特定の地域での伝熱問題、特に凍結、融解といった相変化に関する論文が多く発表されるシンポジウムということで基礎的な研究に重点を置く大学からの発表が多くなったと思われませんが、日本の企業において最近では凍結、融解現象を利用して熱を有効に利用しようとする蓄熱技術の開発が行なわれている点を考慮すると企業からの発表が極めて少なかったのは非常に残念に思いました。

企業から参加をする場合、情報収集的な側面も有るため大学の先生がどのような観点で研究をされているか、その研究は企業にとって参考となるかといった点も念頭に置きながら、発表を聞かせて頂くわけです。今回のシンポジウムでは氷蓄熱装置を想定した発表の他にも空調機の期間効率を取り扱った発表が見受けられたことは、空調メーカーから参加している者にとって参考になる点が多々あったばかりでなく、大学での研究が基礎指向的な研究のみならず実用指向的な研究も為されているのを知ることができました。

ところで私自身は初日の第一セッションでの発表で氷蓄熱装置の放熱に関する基本特性を把握するという目的で格子配列円柱群周囲の氷の融解に関する発表を行ないました。初めての国際会議での発表であったため論文の前刷りの正誤表の配付等で議長には大変ご迷惑をおかけしましたが、国際会議の雰囲気、特に質疑応答での真剣なやりとり等を実感できたことは非常に貴重な経験になったと思います。また発表終了後に会議場のロビーで質問者の方と引き続き歓談できたことも非常によい経験でした。

発表の場で真摯な討論はありましたがシンポジウム全体としては極めて和やかな雰囲気で行っていたという思いを抱きました。これは参加者が少なかったこともあると思うのですが、その他にも初日のReception、二日目のBanquet等参加者の交流の場が多く設けられていたことにもよると思います。

最後に今回のシンポジウムの準備、運営に尽力されました方々の努力に心から感謝致します。

第2回寒地圏国際伝熱シンポジウムに参加して

大河 誠司（東京工大）

平成元年6月28日～30日に北海道大学において『寒地圏国際伝熱シンポジウム』が開かれた。このシンポジウムは2年毎に行われるものであり、今回はその第2回目である。1回目はカナダのエドモントンで開かれているが、私自身は今回初めて参加させて頂いた。今回の学会に参加して得た印象を若者の一人として文章にするよう依頼されたので、若輩ながら私なりの感想を書かせて頂くことにする。

毎年開かれる日本伝熱シンポジウムと比べると、どこかしら家庭的な和やかな雰囲気満ちていたように感じる。このシンポジウムは、単なる発表／聴講だけではなく、北海道、しかも札幌というイメージが全面に押し出され、主催地やその地に住む人の人柄が参加者によく伝わった学会であったと思う。

さて、発表された研究分野は、寒地圏の名らしく、氷蓄熱、過冷却、雪及び氷の凝固・融解閉塞、低温域における自然対流、水の密度の逆転、寒地圏におけるスペースヒーティング、ヒートポンプ、多孔質内での凝固、霜、等であった。約50個の論文が発表されたが、さすがにこの分野の研究の多くは実験装置を野外に設けるなど、規模が大きく驚かされた。

今回の研究内容から、寒地圏に於て考えられている熱的な問題を幾つか取り上げてみると、

- a. 建築物の土台直下に霜が降りると、建物に影響を及ぼす。
- b. 消化設備用に設けられた地下貯水槽内で、水が氷結する。
- c. 船に氷が付くことにより、船のバランスが崩れる。
- d. 建築物の壁内部に埋め込まれた保温材上に、室内の湿気が結露する。

などがあった。

また逆に、寒地圏特有な条件を利用した研究としては、

- a. 食品等の保存用として土中に埋め込まれた建物の周りの土を冬期凍らせることにより、外気の温度変動に左右されず夏場でも室温の上昇を抑える。
- b. 外気を利用して氷を効率良く造り、その蓄えられたエネルギーを多方面で活用する。

等、実用的な研究が多くみられた。

スケジュール全般については、朝始まる時間が3日とも異なったため少し戸惑いを感じたが、1セッション当り3～4名が発表し、セッション間の休憩に20分取ってあったのでそれほど疲れずに済んだ。また、2日目の午前中二部屋に分かれた以外には全て一部屋で発表が行われたため、どのセッションを聴こうかなどと迷う必要がなかった。発表時間（15分＋討論5分）

もベルが鳴るわけでもなく、時間厳守をあまり気にせず、せかせかせした雰囲気なくシンポジウムを過ごすことが出来た。

2日目の午後にはテクニカルツアーが組み込まれ、2グループに分かれて見学を行った。私の参加したグループはまず低温研究所へ行き、雪や氷に関する研究の説明を聞いた。外気の温度が低いと植物中を茎から葉まで流れる水が過冷却状態になる話や、0℃以下の植物中に住む虫が自分の中の水分を過冷却状態に保持できずに失敗した瞬間を捕らえた連続写真、また、製氷の条件までは聞き取れなかったが、自然環境の中で海水が凍る際に塩分が押し出され、押し出された所では塩分濃度が高くなるためにその部分だけが凝固できず、その結果氷の中に幾つもの塩の柱が形成されている写真など、興味をそそる内容が多かった。中谷宇吉郎先生が昭和11年ごろに製作された実験装置が展示されていた。これは、うさぎの腹毛を利用して人工的に雪の結晶を造り、観察するものであるが、ガラスでできたその装置の素朴さに感激した。次に札幌エネルギー供給公社を訪れ、地下鉄の廃熱を利用した省エネ・ヒートポンプボイラーシステムプラントを見学し、最後にサッポロビール博物館でビールの製造方法を聞いた後ビールの飲み比べをして味の違いを確かめた。普段はあまり気づかなかったが、少量ずつ飲み比べてみると、意外と味が違うことに驚いた。

2日目の夜のBanquetでは、各セッションで司会の任に当たった先生方に対し、二人組で司会をして頂いた記念として額縁付き写真を贈呈していたが、なかなか気の効いたアイデアだと思った。

良く計画されていて全体の流れがスムーズであった。また内容も面白かったし、同じ様な分野で研究に励んでいる方々とこのシンポジウムを通して接することができたので、とても有意義な機会を得ることができた。自分も勿論含めての話ではあるが、日本人同士がお互いに慣れない英語を使い質疑応答している姿に、この集りが国際学会であることを実感し、私達にとって、この様に大きな語学の壁を乗り越えるためには、やはり国際学会を数多く経験して行くことが必要であると強く感じた。その様な観点から考えると、国際学会が今回のように日本国内で開かれるということは、海外で行われる場合に旅費などの関係上なかなか参加できない我々若者の研究者にとって、誠にありがたい話である。次回は2年後米国のアラスカで開かれるとのこと。チャンスがあればまた是非参加させて頂きたい。

< 国際会議報告 >

6th International Conference on Numerical Methods in Thermal Problems

Swansea 3rd-7th July 1989

伊藤 猛宏 (九大工)

題記の報告をします。会場はこの会議の中心的推進者である R. W. Lewis 教授の所属する University College of Swansea で、Swansea は Wales の南岸沿いにあり、Bristol 海峡の出口にあります。London/Paddington 駅から列車を利用しますと、首都の Cardiff 迄約 2 時間、さらに約 1 時間で Swansea 駅に着きます。

会期は 5.5 日、Proceedings (登録時配布) に収録されている論文は下表の 169 件で、Proceedings は 2 分冊で 9 cm 位の厚みです。しかし講演者の不出頭が大変に多く、1/4 には達していた模様です。社交行事としては初日にレセプション、間に参加者を約 1/2 づつの 2 回に分けて Welsh cuisine, 最終日前日にお別れ夕食、他に同伴者プログラムといった具合でした。連名者を含めた著者は 220 名 (内日本人 10)、国の数は 38 であります。実際の参加者の数は小生には分かりません。良かれ悪しかれ事務機構が大変に小規模で、これだけの会議を B/B の帳場位のもので取り仕切っておりました。

この会議の組織委員の一人である東大小竹進教授のお話によりますと、今回は始め東京開催で計画されおりましたが、東京の物価高と参加者の多い欧州からの距離の関係で、この地になったとのこと。次回は 1991 年 7 月上旬に San Francisco で予定されていると聞いて来ました。

必死に聞いては来ましたが、3 並行会場開催と小生の不十分な聴取能力の関係で、講演内容の取りまとめは致しかねますので、日本からの参加者の内から北大石黒亮二教授と九大尾添紘之教授に感想をいただきましたものを収録し、それで内容紹介に換えさせていただきます。

(石黒亮二: 北大工)

- 1) 全体的レベルは決して高くはない。
- 2) 数値解法のテクニックに主点があるのか、熱現象に主点があるのか曖昧で、目的が絞られないところがむづかしいと感じた。

3) 計算モデルと物理現象の整合性に問題のあるものが少なくない。

4) 数値解法上の仮定と物理現象の繋ぎ目のところを深く検討するような分野が、今後の方向ではないか。

(尾添紘之：九大機能研)

熱問題と銘打ってあっても、必ずしも伝熱の専門家だけが出席しているわけではなく、むしろヨーロッパを中心とした数値計算屋さんの集まりというイメージであり、特にアメリカからの伝熱屋さんの出席は少なかった。一般に相変化(固液)を取り扱ったペーパーが多く、比較的よいものがみられた。全般に層流解析が多く、乱流を取り扱ったものは少なかった。また新しい数値計算の手法を提案したものはほとんどなく、大部分は数値計算例の提出に留まり、この種の会議としてはそれが中心とならざるを得ないようであると感じられた。日本の伝熱シンポなどと比較して、考えられないことだが、欠席者が多く、ペーパー発表ができなくて、その間、空白ができるのは非常に問題で、学会運営の難しさを感じさせられた。

section 1: phase change problems:10件
section 2: heat conduction:12件
section 3: solidification and casting processes:10件
section 4: natural and/or forced convection:31件
section 5: radiative heat transfer:8件
section 6: thermal and/or mechanical loads:14件
section 7: heat and mass transfer:6件
section 8: novel computational techniques:18件
section 9: parallel processing:5件
section 10: fire and/or combustion simulation:6件
section 11: industrial and scientific applications:49件 合計169件

< 地方研究グループ活動報告 >

九州研究グループ講演会

1. 特別講演会

日 時：平成元年9月11日（月）、13:00～15:00

場 所：佐賀大学大学会館多目的ホール（佐賀大学理工学部主催）

講 師：Erich Hahne (Professor, Stuttgart University)

題 目：Thermal Storage

熱エネルギーの有効利用は、国際的にも重要な課題であることが報告された。その熱エネルギーの有効度を評価するために、熱力学の第二法則の立場からエクセルギという量が導入された。このエクセルギの意味についての説明がまず行われた。その後、Stuttgart 大学で現在行われている蓄熱方式（地中蓄熱）及びその実験結果について詳細な説明がなされた。その後、地中蓄熱と太陽熱コレクターを冬期に稼働するヒートポンプの低熱源として利用する方法などが具体的に示された。終わりに、この蓄熱方式とヒートポンプを組み合わせたときのエクセルギについては、現在検討中とのことであった。

（佐賀大学 門出政則）

2. 特別講演会

日 時：1989年9月16日（土）10:00～11:30

場 所：九州大学機能物質科学研究所

講 師：Professor Richard J. Goldstein (James J. Ryan Professor and Head)

Department of Mechanical Engineering, University of Minnesota

題 目：Some studies in thermal conduction from low Rayleigh number to high

Rayleigh number

講演要旨：一つの側面のみが加熱された密閉直方体内での自然対流では、流体のプラントル数のほかレイレイ数 Ra が関与する。 Ra が小さい場合には、transvers roll と longitudinal roll の2種類の渦が明確に発生すること、そのいずれが支配的となるかは供試ダクトのアスペクト比と傾斜角 θ に依存することを示した。 Ra 数が大きい場合には壁面近傍で温度こう配が急峻となるが、中間領域ではブール沸騰類似の現象によって比較的一様な温度場になることを示したほか、熱伝達と物質伝達の類似性を利用して物質伝達の実験を行い、シャーウッド数と θ や Ra との関係进行调查し、整理式を得た。

（九州地方連絡幹事 深野 徹）

伝熱研究 Vol. 28, No. 111

関西研究グループ運営について

関西地区連絡幹事 芹澤昭示 (京大工)

ご承知の通り、伝熱研究会将来検討委員会の答申(「伝熱研究」 Vol.27, No.105)では、日本伝熱研究会発足後25年余りの経過に伴う研究および技術環境の急速な変化、すなわち、研究分野の専門化・学際化、研究と技術水準のレベルアップと国際化等々に対処し、今後展開してくる新しい状況の中で本研究会の活性化を種々の手段で図ることが提言されている。その中には、学際領域の研究振興、国際集会の企画などを基盤とする柔軟性のある活動のほか、地方活動の活性化が強く唱われている。

関西研究グループでは本年の年明けより前地方連絡幹事の高城敏美先生(阪大工)を中心に有志が集い、関西研究グループ活動の活性化の方策に関して意見交換を行い、それに基づいて関西地区連絡幹事、幹事経験者を含む多数の方々にアンケート調査を行い、また、度々、有志および関西地区幹事が会合し、打ち合せを行った結果、「日本伝熱研究会関西運営委員会」を発足させるのが望ましいとの結論に至った。この運営委員会の役割は関西研究グループの活動の活性化(伝熱学と伝熱技術の融合、若手研究者、技術者の創意の助長、国際化への対処、境界領域の拡大化等)を長期的に実質化するための審議を行うとともに、企画の基本方針をたてることにあり、本年5月に発足した。また、この運営委員会は関西グループの諸活動の企画・支援・運営に関する実務をより効果的に執り行うための下部組織として、当面、次の3つの小委員会を設け実務を分担することとした。

総務委員会 運営委員会と各小委員会の活動の円滑化を図るため、主に事務連絡と経理を担当する。

企画委員会 関西研究グループの活動の活性化を目的とした行事の立案・検討および今後の活動形態やグループ活動のありかたについて検討する。

セミナー委員会 本年度のセミナーの立案、実行を担当する。

関西運営委員会の構成は関西グループ連絡幹事、幹事、連絡幹事経験者等、企業委員など合計15～20名程度の委員から構成され、委員の互選により委員長1名、副委員長2名(うち1名は企業委員)を置き、任期は通例2年までとすることが決定された。本年度は大学委員11名、企業委員10名より構成されている。

運営委員長 松本隆一(神戸大学)

副委員長 芹澤昭示(京都大学) 柘植縹夫(三菱重工)

総務小委員会 鈴木健二郎(委員長、京都大学)

大隅正人（三洋電気）、萩野文丸（京都大学）、芹澤昭示（京都大学）
鳥越邦和（ダイキン）、藤井雅雄（三菱電機）、矢田順三（京都工芸
繊維大学）

企画小委員会 片岡邦夫（委員長、神戸大学）
坂口忠司（神戸大学）、園井英一（神戸製鋼）、浜口八郎（神戸大学）
増田雅昭（シャープ）、唐土 宏（松下電気）、老固潔一（川崎重工）

セミナー小委員会 高城敏美（委員長、大阪大学）
大岡五三実（大阪ガスエンジニアリング）、加治増夫（大阪大学）、
柘植綾夫（三菱重工）、平井秀一郎（大阪大学）、古川哲郎（日立造
船）

監査 勝田勝太郎（関西大学）、吉川進三（同志社大学）

なお、総務小委員会の実務担当委員として萩原良道、牧野俊郎（以上京都大学）の両氏に加わ
っていただくこととした。

さて、本年度の活動についてはセミナー小委員会および企画小委員会で企業委員の方々から
の積極的な協力をも得て、多くの新しい活動計画が立案・検討され、その一部は既に実行され
極めて盛大な成功を収めた。以下に本年度活動計画の概要を述べることとする。

1. 伝熱セミナー 伝熱に関連する注目すべき分野のテーマを選定し、その分野の専門
家の研究者、技術者に話題を提供してもらう。特に、若手研究者、
技術者の意欲的参加を促し、参加者全員の交流親睦を併せて図る。
2. 研究講演討論会 伝熱に関連する注目すべき研究分野に的を絞って講演と討論を行う。
特に、伝熱研究の動向や直面する問題点についての討論を通して伝
熱工学、伝熱技術の向上を狙う。
3. 基礎伝熱工学講座 熱や伝熱の絡んだ装置やプロセスの設計、運転、研究開発に取り組
む研究者および技術者を対象に、伝熱工学の基礎とトピックスを講
義する。
4. 伝熱技術フォーラム 現在の研究開発の高度化に対応した新しい産学協同の模索と学術・
技術交流、情報交換、人的交流の場とする。特に大学、企業双方
の会員を含む会員個々のニーズとシーズが手を結ぶ機会となること
を期待する。

この中、伝熱セミナーについては既に9月8、9日に六甲山上セミナー「いま、熱・伝熱では
これが面白い」として開催され、盛況を極めた。これについては別稿の関連記事をご覧ください。

伝熱技術フォーラムは将来のグループ活動の基盤となることが期待されるもので、最近の我
が国の工業、科学技術の急速な発展と質的变化のなかで、益々高度化する技術開発にたつ産業

界と人材養成のための教育と基礎研究を担当する大学とが有機的に交流でき、基礎力のある創造性豊かな開発型人材の養成、技術・研究活動の情報化、協同化、学術交流、技術交流の国際化などに対応する場を持つことがグループ活動を活性化させる上で不可欠であるとの認識から企画されたものである。この新しいスタイルの産学協同を模索する試みとしての「伝熱技術フォーラム」の発会式が下記の通り、関西地区の関連企業多数の賛同を得て、大学、企業双方からの参加のもとに来る11月22日（水）に大阪大学レーザー核融合研究センターで行われる運びとなった。

以上、関西グループの活動に関する新しい運営方法についての概要と当面の企画について述べた。その多くが新しい試みであり、このような企画・運営を長期的に支えて行くためには企画的にも、また財政的にも相当の困難が予想されますが、会員各位の暖かいご支援を頂戴致したいと考えます。

記

伝熱技術フォーラム発会式

日 時：平成元年11月22日（水）午後2時～7時30分

場 所：大阪大学レーザー核融合研究センター（工学部キャンパス）

プログラム：(1) 発会式（2時～3時）

(2) 記念講演会（3時～4時）

題 目 「レーザー核融合の現状と将来」

講 師 大阪大学レーザー核融合研究センター

中井貞雄教授（センター長）、山中竜彦教授

(3) 見 学 同研究センター（4時～5時）

(4) 懇親会（5時30分～7時30分）

参 加 費：企業 20,000円（平成元年度年会費を含む）

大学・公立研究機関 5,000円

参加申し込み・問い合わせ先：

〒657 神戸市灘区六甲台町

神戸大学工学部化学工学科気付

伝熱技術フォーラム事務局（担当：片岡邦夫教授）

Tel: 078-881-1212 内線 5241

Fax: 078-802-3564

<お知らせ>

第27回日本伝熱シンポジウム講演募集

- ・開催日 平成2年5月30日(水)～6月1日(金)
- ・会場 愛知県厚生年金会館(〒464 名古屋市千種区池下町2-63)
- ・講演申込締切
平成2年1月31日(水) 必着 普通セッション
平成2年1月24日(水) 必着 特別セッション
- ・原稿締切 平成2年3月15日(木) 必着
- ・講演申込先 〒464-01 名古屋市千種区不老町
名古屋大学工学部化学工学科内
第27回日本伝熱シンポジウム準備委員会
TEL 052-781-5111(EXT.6773,3623)
FAX 052-781-8356
郵便振替 名古屋 4-46078

・講演申込方法

1. 本シンポジウムでは、講演は別表のような内容の普通セッションとオーガナイズド方式の特別セッションに分類されます。普通セッションの分類が、従来のものと大幅に変更されていますのでご注意ください。なお、特別セッションの詳細については、※印のついている各オーガナイザーに直接お問い合わせください。
 2. 伝熱研究本号の最終ページに添付されている申込用紙(またはそのコピー)、あるいはB5用紙に「第27回日本伝熱シンポジウム研究発表申込」と標記し、(1)題目、(2)日本伝熱研究会会員非会員の別・所属学協会ならびに会員資格・氏名(ふりがな、連名の場合は講演者に※印)・所属(勤務先)、(3)希望するセッションの番号または記号、(4)キーワード(5項目以内)、(5)連絡先・原稿用紙送付先、(6)返信用題目をそれぞれ記入し、整理費1,000円を添えて、上記準備委員会宛に申し込んで下さい。なお、普通セッションは第3希望までを、またセッション番号(44)のその他を選択された方は適切なセッション名を必ずご記入下さい。
 3. 講演は1名1題に限り、講演時間、討論時間はそれぞれ10分の予定です。
 4. 講演の採否は、準備委員会にご一任願います。
 5. 前刷原稿：前刷集はオフセット印刷、原稿執筆枚数は、1,927字(41行×47字)詰原稿用紙3枚以内、原稿用紙は準備委員会より講演申込者(講演者)宛送付します。
 6. 特別セッションの講演時間や前刷り原稿用紙枚数などについては、必ずしも上記の方法を取りませんので、これについては各オーガナイザーの指示に従ってください。
- ・ご注意
1. 講演申込後の取消しは、準備と運営に支障をきたしますので、ご遠慮下さい。十分検討の上、お申込み下さい。
 2. 申込書と前刷原稿の題目や講演者に不一致が生じないように申込書の控えをお残し下さい。
 3. 特別セッションは、場合によっては一部取りやめになることもありまますので、ご承知おき下さい。

第27回日本伝熱シンポジウムセッションテーマ分類表

【普通セッション】

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| (1) 層流熱伝達 | (22) 二相流のモデリングと数値解析 |
| (2) 乱流構造と伝熱 | (23) 二相流の可視化・計測 |
| (3) 剝離流の流動・伝熱 | (24) 二相流の流動・伝熱 |
| (4) 噴流の流動と熱伝達 | (25) 直接接触伝熱 |
| (5) 乱流モデルと数値シミュレーション | (26) ミスト冷却 |
| (6) 密閉空間内の自然対流 | (27) 蒸発伝熱 |
| (7) 物体周りの自然対流 | (28) 沸騰・凝縮利用機器 |
| (8) 複合伝熱 | (29) ヒートパイプ |
| (9) 強制対流一般 | (30) 高性能・コンパクト熱交換器 |
| (10) 自然対流一般 | (31) 潜熱蓄熱器の特性 |
| (11) 対流伝熱の促進・制御 | (32) 熱伝導方程式の解法 |
| (12) 回転場の伝熱 | (33) 溶融・凝固を伴う伝熱 |
| (13) 多孔質体内の伝熱 | (34) 粒子層における伝熱（充填層、流動層） |
| (14) 電子機器の冷却 | (35) 熱物性値測定法 |
| (15) 生産・加工プロセスにおける伝熱問題 | (36) 新物質の熱物性値 |
| (16) 限界・極小熱流束 | (37) 燃焼における伝熱 |
| (17) 沸騰・凝縮現象のモデル化 | (38) 輻射物性 |
| (18) 沸騰のメカニズム | (39) 輻射性媒体の伝熱 |
| (19) 凝縮のメカニズム | (40) 熱サイフォン |
| (20) 沸騰・凝縮における伝熱促進 | (41) ヒートポンプ |
| (21) 新冷媒の沸騰・凝縮 | (42) 自然エネルギー利用 |
| | (43) 環境伝熱 |
| | (44) その他 |

【特別セッション】

- | | オーガナイザー |
|-------------------|--|
| (A) CVDプロセスにおける伝熱 | : 杉山 憲一朗（北大）， 井上 剛良（九大）
※岡崎 健（豊技大） |
| (B) 食品工業における伝熱 | : 林 勇二郎（金大）， 加藤 文男（森永乳業）
※新井 紀男（名大） |
| (C) セラミックスにおける伝熱 | : ※加藤 征三（三重大）， 中村 泰久（東邦ガス） |
| (D) 航空・宇宙における伝熱 | : 棚沢 一郎（東大）， ※荒木 信幸（静岡大）
古浜 功吉（東芝） |
| (E) 自動車における伝熱 | : ※長野 靖尚（名工大） |

日本伝熱研究会学術賞・技術賞 公募のお知らせ

事務局

本誌上で既に御案内申し上げました様に、第27期より拠金（200万円、森 康夫元会長）にもとづいて学術賞が設けられ、また拠金（100万円）にもとづいて技術賞が設けられました。

つきましては、下記の募集要項に沿って、本年度の学術賞・技術賞の募集・選考をさせていただきます。自薦、他薦を問いませんので、所定の用紙「日本伝熱研究会学術賞・技術賞 申請・推薦書」に必要事項を御記入の上、手続きくださるようお願い申し上げます。

記

1. 対象となる業績

- ・学術賞の対象は、原則として、最近5回の日本伝熱シンポジウムにおいて発表し、国内外で審査のある論文集に掲載された優秀な伝熱研究論文とする。
- ・技術賞の対象は、原則として、最近3回の日本伝熱シンポジウムにおいて発表された優秀な伝熱技術とする。
- ・学術賞・技術賞とも対象資格者は原則として本会会員に限る。
- ・学術賞は2件程度、技術賞は1件程度とする。

2. 選考方法

- ・学術賞・技術賞の選考は「表彰選考委員会」が「学術賞・技術賞に関する覚え書」によって行う。
- ・表彰選考委員会は公募の他に学術賞・技術賞候補を推薦することができる。

3. 提出書類等 : 所定用紙「日本伝熱研究会学術賞・技術賞 申請・推薦書」 1通
論文抜刷または技術内容参考資料 5部
日本伝熱シンポジウム講演論文集抜刷 5部

4. 提出先及び期限 : 〒 980 仙台市青葉区片平 2-1-1
東北大学 流体科学研究所 相原利雄 宛
TEL 022-227-6200 (内3337)
1990年 1月15日(月) 必着

5. 問い合わせ先 : 日本伝熱研究会 事務局
東京都目黒区大岡山 2-12-1
東京工業大学 工学部生産機械工学科気付
TEL 03-726-1111 内線 3090, 2540

日本伝熱研究会学術賞・技術賞 申請・推薦書

申請・推薦者氏名 _____ 印

論文題名： _____
または技術名 _____

刊行物名： _____
または技術内容 _____

(論文抜刷または技術内容参考資料5部添付)

受賞候補者 (氏名・勤務先・職名・本会会員の有無)

代表研究者： _____

共同研究者： _____

関連研究の伝熱シンポジウム発表

論文題名： _____

講演発表： 第 _____ 回シンポジウム講演論文集 _____ 頁 (抜刷5部添付)

申請・推薦理由： _____

注) 不要の文字を消して下さい。

「第3回ASME-JSME熱工学合同会議」開催のお知らせ

この会議は、第1回会議（1983年3月）に続き第2回会議（1987年3月）が大変成功裡に終わったことを承けて、ASMEのHeat Transfer DivisionとJSMEのThermal Engineering Divisionの合意のもとに共催が決定されたものです。

会議の目的は、熱工学の分野の研究・開発に従事している日米ならびに環太平洋諸国の研究者が一堂に会して、親しく最新の情報や意見を交換することにあります。もちろん両学会に所属していない研究者・技術者の参加も歓迎いたします。

会議の運営などの詳細なスケジュールについては、目下ASME側と協議中ですが、現在までに確定した事項は下記の通りです。御関心のある方はそろそろ御準備ください。

なお、第1回・第2回会議共にハワイで開催されましたが、今回の会議は米国ネバダ州リノ市で開催されることになりました。リノ市は、リゾート地でスキー・観光などに最適です。多数の方々の参加を期待しております。

記

- 開催期間： 1991年（平成3年）3月17日-22日
開催場所： 米国ネバダ州リノ市 Bally's Hotel Rino
会議形式： 前2回とほぼ同様で、いくつかのトピックスに関するセッションごとの講演発表となる予定。（ただし、今回は全部のセッションがASMEとJSMEの合同企画であり、前回までのASMEとJSME別々の企画とは異なる。）
セッション・テーマ： 会議に予定されているセッションテーマ（大文字表題）は次頁に載せてあります。各テーマの下に、サブテーマ（小文字表題）が示されており、このようなトピックスのセッションが考えられております。
会議の言葉： 英語
論文募集：
 アブストラクト締切 1990年 3月1日
 著者への採否通知 1990年 4月1日
 論文原稿提出締切 1990年 7月1日
 最終採否通知 1990年10月1日（JSMEは 9月1日）
 最終原稿提出締切 1990年11月1日（JSMEは10月1日）

アブストラクトの提出先：

この会議で論文発表を希望される方は、500語程度の英文アブストラクトに発表希望セッション名（次頁の中より選択）を記して3部を期日までにJSMEの方は下記のJSMEの組織委員会に提出して下さい。

JSME

〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1
東京工業大学 工学部 生産機械工学科
第3回ASME-JSME熱工学合同会議組織委員会
黒崎晏夫 phone (03) 726-1111. FAX (03) 729-0587

なお、ASME側の委員長は、

Professor John R. Lloyd
Department of Mechanical Engineering
Michigan State University
East Lansing, MI 48824-126, U.S.A.
phone (517) 353-9717, FAX (517) 353-1750

この会議について、御意見・御質問などをお持ちの方は、JSME側組織委員会〔委員長 黒崎晏夫（東工大）、幹事 庄司正弘（東大）〕まで御連絡下さい。

PROPOSED TECHNICAL SESSIONS

- [1] THERMAL PROPERTIES
 - New measurement techniques for thermophysical properties.
 - Thermophysical properties for advanced technologies.
- [2] HEAT CONDUCTION
 - Heat conduction with freezing and melting.
 - Heat transfer in superconducting materials.
- [3] FORCED CONVECTION HEAT TRANSFER
 - Numerical methodology of forced convective heat and mass transfer.
 - Augmentation and control of forced convective heat transfer.
 - Symbolic computation in convection.
- [4] TURBULENT HEAT TRANSFER
 - Modeling and fundamentals of turbulent transport.
 - Heat transfer in separated flow.
- [5] NATURAL CONVECTION
 - Natural convection in enclosures.
 - Double diffusive natural convection.
- [6] CONDENSATION
 - Augmentation of condensation heat transfer.
 - Multi-component condensation.
- [7] MULTI-PHASE FLOW AND HEAT TRANSFER
 - Numerical simulation of two-phase flow.
 - Interfacial phenomena in two-phase flow.
 - Phase change heat transfer.
 - Heat transfer in solid/fluid two-phase flow.
- [8] THERMAL PROBLEMS IN SPACE TECHNOLOGY
 - Heat transfer in space processing of materials.
 - Thermal control in space systems.
- [9] FLUIDIZED BED HEAT TRANSFER
 - Fundamental mechanisms of heat transfer in fluidized beds.
 - Application of packed/fluidized beds.
- [10] COOLING OF ELECTRONIC EQUIPMENT
 - High-density packaging of electronic components.
 - Immersion cooling of electronic devices.
 - Modeling of conjugate heat transfer problems in electronic packaging.
 - Electronic cooling aircraft and space applications.
- [11] ACTIVE TECHNIQUES FOR HEAT TRANSFER AUGUMENTATION
 - Heat transfer augmentation by applied electric fields.
 - New methods of heat transfer enhancement.
- [12] ENERGY STORAGE
 - Energy storage with phase change or chemical reaction.
 - Heat transfer in energy storage systems.
- [13] BOILING HEAT TRANSFER
 - Fundamentals of flow boiling.
 - CHF/MHF in boiling heat transfer.
 - High-density energy transport by boiling.
 - Enhanced boiling and condensation.
 - Fundamentals of flow boiling stability.
- [14] MEASUREMENT AND DATA PROCESSING
 - Visualization and image processing in heat transfer.
 - Computer aided visualization in heat transfer.
 - Errors in thermal measurement systems.
 - Computational and experimental flow visualization.
- [15] COMBUSTION FUNDAMENTALS
 - Combustion-generated pollutants.
 - Laser diagnostics of combustion phenomena.
 - Spray combustion.
 - Heterogeneous combustion.
 - Multi-phase combustion.
 - Turbulent combustion.

- [16] COMBUSTION TECHNOLOGIES
 - Advanced combustion technologies.
 - Waste incineration.
- [17] HEAT TRANSFER IN FIRES
 - Fires in buildings.
 - Large scale fires.
- [18] BIO HEAT AND MASS TRANSFER
 - Heat and mass transfer in physiological systems.
- [19] HEAT EXCHANGERS
 - Compact heat exchangers.
 - Fouling in heat exchange equipment.
 - Feed to effluent heat exchangers.
 - Flow-induced vibration in heat exchangers.
 - Enhanced heat transfer equipment.
 - Heat exchangers for two-phase applications.
 - Mechanical design problems associated with heat transfer equipment.
- [20] HEAT AND MASS TRANSFER IN POROUS MEDIA
 - Advanced applications of heat and mass transfer phenomena in porous media.
 - Combustion in porous media.
- [21] HEAT TRANSFER AND FLUID FLOW IN MANUFACTURING AND MATERIAL PROCESSING
 - Chemical vapor deposition.
 - Heat transfer in laser processing.
 - Heat transfer in molding processes.
 - Heat transfer in crystal growth.
 - Heat transfer in processing of electronic material.
 - Heat transfer in metals processing.
 - Heat transfer in polymer processing.
 - Heat transfer in welding and casting.
 - Heat transfer in metal cutting.
 - Plasma processing.
- [22] MICRO-SCALE HEAT TRANSFER
 - Molecular approach to thermal engineering.
 - Heat transfer at micro-scale dimensions.
- [23] ENERGY CONVERSION SYSTEMS
 - New thermal energy conversion technologies.
 - Heat transfer in advanced heat engines and refrigerators.
- [24] CRYOGENIC HEAT TRANSFER
 - Cryogenic windtunnels.
 - Heat transfer in superconducting magnets.
 - Flow measurement in cryogenic systems.
- [25] RADIATION HEAT TRANSFER
 - Fundamentals of radiation heat transfer.
 - Conjugate heat transfer with radiation.
- [26] THERMAL PROBLEMS IN ENVIRONMENT
 - Reduction of CO₂ emission of fossil fuels.
 - Heat transfer with Freon alternative fluids.
- [27] GENERAL PAPERS
 - Thermal driven acoustic stability.
 - Interfacial heat and mass transfer.
 - Heat transfer in non-combustive reactive flows.
 - ACEME as a research strategy in thermal science.
 - Heat transfer in thin liquid films and capillary flows.
 - Probabilistic thermal design.



ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPER
XXII ICHMT International Symposium on

HEAT AND MASS TRANSFER IN MANUFACTURING TECHNOLOGIES

August 27 - August 31, 1990

Dubrovnik, Yugoslavia

The Twenty-Second International Symposium of the International Centre for Heat and Mass Transfer will deal with the rapidly developing field of Heat and Mass Transfer in Manufacturing Technologies, and will be held in Dubrovnik, Yugoslavia, August 27 - August 31, 1990. The purpose of this Symposium is to provide a forum for the exchange of ideas and for the review of recent progress in research. Invited lecturers, as well as contributed papers will be presented by researchers in heat and mass transfer from around the world who are active in the various sub-disciplines of manufacturing. The organizing committee is composed of leading international experts in the sub-disciplines. A broad range of subjects will be covered, including but not limited to the following:

1. Heat and Mass Transfer in Melting and Solidification
2. Heat and Mass Transfer in Metal Removal
3. Heat and Mass Transfer in Metal Forming
4. Heat and Mass Transfer in Polymer Processing
5. Heat and Mass Transfer in Ceramic Processing
6. Heat and Mass Transfer in Composite Materials Processing
7. Heat and Mass Transfer in Crystal Growth and Rapid Solidification
8. Heat and Mass Transfer in Laser and Plasma Processing
9. Numerical Techniques in Manufacturing Studies
10. Experimental Methods in Manufacturing Studies

The Organizing Committee welcomes contributions of papers in the above or other topics related to manufacturing. Papers will be accepted based on extended abstracts. It is expected that most contributed papers will be original contributions to the literature; however, review papers will also be accepted. Abstracts should be 500 words in length and include sufficient figures or sketches to give an adequate indication of the full extent of the contributions. Please send one copy of each abstract (as soon as possible, but no later than the deadline indicated below) to the symposium chairman for central coordination, and to the secretary general of ICHMT for information, at the following addresses:

- | | |
|--|---|
| (1) Dr. Win Aung
Symposium Chairman
Division of Mechanical and
Structural Systems
National Science Foundation
1800 G Street, NW
Washington, DC 20550
USA
Tel.: (202) 357-9542
FAX: (202) 357-7636 | (2) Professor N. Afgan
Secretary General
International Centre for
Heat and Mass Transfer
P.O. Box 522
11001 Belgrade
Yugoslavia |
|--|---|

The final proceedings will be published in a bound volume following the Symposium.

Deadline for Abstracts: December 1, 1989

Announcement of Acceptance: February 1, 1990

Full Papers Due: May 1, 1990

このシンポジウムに興味をお持ちの方は、日本の連絡委員 黒崎晏夫（東工大）まで御連絡下さい。

会告

I 北海道地方グループ

1. 特別講演会

日 時： 平成元年10月13日(金) 14:00~15:30

場 所： 北海道大学工学部

演 題： The Development of Electro-Chemical and Sublimation Mass
Transfer Techniques

講 師： Prof. R. J. Goldstein

Head, Department of Mechanical Engineering, University of
Minnesota

2. 第2回北海道地方セミナー

日 時： 平成元年11月25日(土) 13:00~17:00

場 所： 北海道大学工学部

主 題： 新しい計測法による熱・流体計測

話題提供： 1) 衝撃波管を用いた熱伝達率の計測

三菱重工業(株)技術本部高砂研究所

武 石 賢 一 郎

2) 画像処理を応用した速度・濃度の同時解析

パプコック日立(株)呉研究所

吉 廻 秀 久

3) 大型落下塔による微少重力下の熱流体実験

室蘭工業大学産業機械工学科

※ 前 野 一 夫、花 岡 裕

(株)日本製鋼所室蘭製作所

兜 森 俊 樹、後 藤 敏 満

脇 坂 裕 一、大 西 敬 三

連絡先：〒060 札幌市北区北13条西8丁目

北海道大学工学部機械工学科

工 藤 一 彦

TEL 011-716-2111 (内6377)

FAX 011-717-4745

平成元年9月8日

《第2回講演会および見学会のご案内》

会 員 各 位

日本伝熱研究会中四国研究グループ

下記のとおり講演会と見学会を開催致しますので、多数ご参加下さい。

記

日時：平成元年10月17日（火） 13:00～

場所：日新製鋼(株)呉製鉄所

〒737 呉市昭和町 11-1 (TEL 0823-24-1111)

交通；JR呉駅前より（昭和通経由）の鍋棧橋または音戸瀬戸行きバスにて日新製鋼前で下車（所用時間約15分）

◎講演会 13:00～15:30

(1) 鋼板の加熱・冷却技術

三菱重工業(株) 広島研究所 機械プラント研究推進室

橋本 律 男

(2) 連铸鑄片の高温脆化特性と鑄片欠陥防止技術に対する

熱応力解析の適用について

日新製鋼(株) 呉 研究所 製鋼研究室

八 島 幸 雄

◎見学会 15:40～17:00

日新製鋼(株) 呉 製鉄所

◎懇親会 17:30～19:30

場所；日新製鋼(株) 狩留家寮 (TEL0823-31-7315)

〒737 呉市狩留家 1-13

(会費 3,000円)

◎ 日新製鋼(株)へ参加者名簿を提出しますので、参加希望者は10月9日（月）までに葉書、電話またはFAXにて研究討論会、見学会、懇親会別にその出欠を下記あてお知らせ下さい。

連絡先 〒724 東広島市西条町下見

広島大学工学部第一類

原動機工学講座 佐古 光雄

TEL 0824-22-7111 (内線3239)

FAX 0824-22-7193

平成元年10月

会員各位

講演会のご案内

日本伝熱研究会北陸信越グループ

下記のとおり講演会を開催致しますので、多数ご参加下さい。なお、講演会終了後、懇親会を予定しております。

記

日時：平成元年10月21日（土） 午後1時10分より
場所：福井大学牧島荘（福井大学構内）

◎ 講演会 13：10～

- 1) 開放形熱サイホンの太陽熱集熱壁への応用
竹内 正紀、木村 照夫、田中 義樹（福井大）
※早川 晃宏（福井大・院）
- 2) イオン風による管内熱伝達の促進
－電極形状の工夫と性能の比較－
※土田 保（金沢工大・院）
井沢 博司、梅野 英城、白砂 修一（金沢工大・学）
栩谷 吉郎（金沢工大）
- 3) 回転同心二重円筒間の乱流熱伝達
小林 睦夫、前川 博（新潟大）
※石井 文生（新潟大・院）
- 4) コンクリートの水和熱モデル
前川 博（新潟大）
- 5) 過冷却凝固に関する研究
斎藤 彬夫（東工大）
- 6) 先端技術における伝熱工学
林 勇二郎（金沢大）

◎ 懇親会 講演会終了後

連絡先：〒910 福井市文京3-9-1
福井大学工学部機械工学科 竹内 正紀
TEL 0776-23-0500 内線 685（竹内）
内線 773（木村）
FAX 0776-26-7448（共）

主催 中四国研究グループ

協賛 岡山工学振興会

中四国伝熱セミナー・岡山

中四国研究グループでは標記のセミナーを企画しました。特に若手会員や大学院生に自由に発言、討論していただける雰囲気のためのセミナーにするため、運営に工夫をこらしたいと考えております。「自分の研究、開発テーマとは直接関係ないが、伝熱に関する知識の幅を広げる」と考えて、ふるってご参加くださいますようお願い申し上げます。

1. 日時 平成元年11月24日(金)～25日(土)
2. 場所 岡山厚生年金休暇センター
〒719-11岡山県総社市秦1215 (TEL) 08669-5-8811 (FAX) 08669-5-8381
交通 JR山陽本線岡山駅より中鉄バス(休暇センター行, 岡山発8:40,
10:55, 13:50)で80分
JR伯備線総社(そうじゃ)駅よりタクシーで15分, または
中鉄バス(休暇センター行, 総社発9:39, 11:54, 14:49)で20分
JR伯備線豪渓(ごうけい)駅よりタクシーで7分
3. 参加費 会員: 10,000円 非会員: 12,000円 学生: 7,000円
(宿泊, 食事, 懇親会費を含む)
4. 定員 約60名
5. 申し込み 本号綴じ込みの申し込み用紙に必要事項を記入の上, 下記宛先まで郵送下さい
(FAXでも可)。参加費は申し込みと同時に, 郵便振替にて中四国伝熱セミナー
準備委員会まで振り込んでください。
締め切り 平成元年10月31日(火)
郵送先 〒724 東広島市西条町下見
広島大学工学部第一類原動機工学講座内
中四国伝熱セミナー準備委員会 西田恵哉
(TEL) 0824-22-7111 ext.3241 (FAX) 0824-22-7193
振替先 中四国伝熱セミナー準備委員会
郵便振替 口座番号 広島7-18861
6. 中四国伝熱セミナー準備委員会
委員長 野津 滋(岡山大学)
委員 青山善行(愛媛大学), 石野 勉(ダイクレ), 金田博志(パブコック日立),
清田正徳(徳島大学), 栗間諄二(山口大学), 豊原秀史(広島大学),
西田恵哉(広島大学), 橋本律男(三菱重工)

7. 日程

11月24日 (金)

時間	内 容
12:30- 13:00-	受付開始 開 会
13:10- 17:00	Seminar (1) 蓄熱技術に関する最近の動向 司会 稲葉英男 (岡山大学), 橋本律男 (三菱重工)
	蓄熱技術に関する最近のレビュー 稲葉英男 (岡山大学) 過冷却現象を利用した潜熱蓄熱物質の紹介 江原賢二 (三井物産) リキッドアイス蓄熱空調システム 山崎隆尉 (三井造船) 高温蓄熱式コンパクト電気温水器 石田哲義 (パプコック日立) 潜熱蓄熱について 平嶋雅雄 (田熊総研)
18:00- 21:00	夕食および懇親会

11月25日 (土)

7:30-	朝 食
9:00- 12:00	Seminar (2) 伝熱問題における『壁』のブレークスルー 司会 秋山 巖 (パプコック日立), 西田恵哉 (広島大学)
	直接シミュレーションによる三次元乱流解析 - 旋回流への適用及び燃焼への拡張 - 関野裕明 (三菱化成) 鉄鋼プロセスにおける加熱, 冷却問題 小橋正満 (川崎製鉄) 真空下の伝熱で遭遇した『壁』 河村祐治 (広島大学)
12:00-	閉会, 記念撮影, その後解散

----- 切り取り線 -----

中四国伝熱セミナー・岡山 参加申し込み用紙

ふりがな
氏名

所属 (大学研究室)

役職 (学年)

連絡先住所 ☎

(TEL)

(FAX)

講演会開催通知

日本伝熱研究会東海グループ研究会

日 時： 平成元年11月25日(土) 13:30～

会 場： 名古屋大学工学部 7号館 701講義室
(市道 本山・八事線の西側、1号館の北西、中央食堂東隣)

- 講 演： 1) 「カーエアコンと快適性」
大須賀 正彦 (日本電装(株)第三開発部)
- 2) 「化学プラントにおける伝熱面の汚れと除去」
外山 茂樹 (名古屋大学工学部化学工学科)

※ 講演終了後、16時頃より、簡単な懇親会(会費1000円程度)を予定しております。ぜひご参加下さい。

問合せ先： 〒464-01 名古屋市千種区不老町
名古屋大学工学部機械学科 藤田 秀臣(連絡幹事)
TEL (052) 781-5111 内線 2700, 2702

(講演概要)

1) 快適空間を提供するための空調技術の中心は、「いかに不快感の除去をするか」であった。しかし今や、「いかに快適を創出するか」の段階にさしかかっている。本講では、人間の快適感を伝熱的側面から追求している研究の取組みの一端を紹介する。

2) 化学プラントにおいては液体溶存成分の析出や、ガス中の燃焼成分や粉塵によって伝熱面に汚れが生ずる。ここでは、その発生機構、評価方法、対策に関する文献・情報を展望するとともに、固形粒子混入による汚れ除去に関する研究結果を紹介する。

第 13 回 人間一熱

大会長:北海道大学 横山真太郎 期日:平成元年11月1日(水)、2日(木) 場所:北海道大学 学術交流会館

第1日 11月1日(水)			
9:15	開会の辞	準備委員会代表	後藤 滋 司会 梶井宏修
9:20	研究発表 人間・建物・設備システムシミュレーションによる居住環境の設計・制御法の確立のための研究	北大	松浦 茂
	(1) 各種温感指標の制御系への適用の検討	清水建設 小林昌弘 山武ハネウエル 神村一幸, 井齊千佳子	北大 山田篤志
9:30	人間・建物・設備システムシミュレーションによる居住環境の設計・制御法の確立のための研究	北大	松浦 茂
	(2) 各種温感指標を用いたシミュレーション適用例	清水建設 小林昌弘 山武ハネウエル 神村一幸, 井齊千佳子	北大 山田篤志
9:40	温熱環境における微弱気流	室蘭工大	窪田英樹
9:50	自動車車室内の環境計測	製科研 神田哲也	名工大 堀越哲美
	— 車室内環境の予察的研究 —	北大	持田 徹
10:00	民間航空機の低湿度環境の生体へ及ぼす影響	労研	前原直樹 堀越哲美
10:10	オフィス熱環境調査と評価法に関する研究	山武ハネウエル 田中 隆 横濱国大 川島美勝	後藤 滋
	(4) 秋季調査結果と年間のまとめ	山武ハネウエル 神村一幸 横濱国大	田中毅弘
10:20	オフィス熱環境調査と評価法に関する研究	横濱国大 田中毅弘	後藤 滋 川島美勝
	(5) オフィス環境アンケートの年間のまとめ	山武ハネウエル 田中 隆 神村一幸	川島美勝
10:30	オフィス環境の総合調査研究(I)	山武ハネウエル 田中 隆 横濱国大	堀 雅宏
	— 調査趣旨と温熱環境 —	国立公衆衛生院 栃原 裕 横濱国大	増田順子
10:40	オフィス環境の総合調査研究(II)	山武ハネウエル 田中 隆 横濱国大	池田耕一
	— 空気環境 その1 —	横濱国大 堀 雅宏 国立公衆衛生院	田中毅弘
10:50	オフィス環境の総合調査研究(III)	国立公衆衛生院 池田耕一, 入江建久, 吉沢 晋 郡山女子大	菅原文子
	— 空気環境 その2 —	横濱国大 堀 雅宏 山武ハネウエル	田中 隆
11:00	オフィス環境の総合調査研究(IV)	横濱国大 後藤 滋, 田中毅弘 国立公衆衛生院	大中忠勝
	— 空気環境 その3 —	国立公衆衛生院 栃原 裕 横濱国大 川島美勝 山武ハネウエル	田中 隆
11:20	特別講演 寒冷環境と適応	旭川医大	黒島晨汎
	昼 休	司会	中島利誠
13:00	研究発表 環境温度変化と皮膚温(そのII)	近大	梶井宏修
13:10	暑熱環境における皮膚温・ぬれ面積率・温冷感に関する検討	北大 持田 徹 名工大	堀越哲美
	— 広範な適用を考慮して —	製科研 神田哲也 ミヨケム	宮松宏光
13:20	屋外気候環境における温熱感覚申告実験	九州芸工大	山下盛久
13:30	ASHRAE標準新有効温度SET*算出に関する基礎的検討	九州芸工大	石井昭夫
13:40	床置型ファンコイルユニットによる暖房室内の温熱環境に関する研究	九州芸工大	岩本静男 石井昭夫
13:50	パーソナル空調時における温熱環境	三菱工業	松藤久良
14:00	変動環境における人体感覚(I)	三菱電機 菅原作雄	原 正規
	— その2 —	司会 佐藤 忠	
14:10	高齢者の体温調節と住宅熱環境に関する研究	横濱国大 川島美勝 日大	杉浦正郎
	(1) 環境体温計による実態調査	東電 瓜生芳樹 国立公衆衛生院 栃原 裕 日大	吉田 燦
14:20	住宅熱環境の調査と評価法	三菱電機 鈴木たかね 横濱国大 川島美勝, 後藤 滋	大平通泰
	— その2 —	三菱電機 菅原作雄	原 正規
14:30	中 止		
14:40	鉄骨系住宅の熱環境評価における壁体のみかけ熱伝導率	豊田中研	高橋道夫
15:00	パネルディスプレイカッション 雪と寒さと熱環境	司会	落藤 澄
	寒冷環境の人体影響	福島県立医大	田中正敏
	寒冷環境下の労働負担	国立公衆衛生院	栃原 裕
	採暖文化と暖房文化	北大	荒谷 登
	暖房とスト プの歴史	北海道地域暖房	松本保彦
	寒地の施設農業と雪利用	北大	堀口郁夫
	積雪寒冷型の都市施設	北海学園大	佐々木博明
17:30	懇親会(北海道大学百年記念館きゅら亭)		

環境系シンポジウム

札幌市北区北8条5丁目 TEL011-716-2111

第2日	11月2日(木)		司会	登倉舜夫
9:10	研究発表	赤外線透過フィルムを用いた衣服下サーモグラムの観察	文化女子大	田村照子、雨宮邦子
9:20	"	極低温環境の着用実験 — 南極防寒服・登山服・高所用登山靴 —		北陸農業試験所 横山宏太郎
9:30	"	開口部と衣服地の通気性が衣服気候に及ぼす影響	御茶の水女子大	長谷部ヤエ、田辺新一
9:40	"	高温環境下におけるアスベスト防護服着用時の生理負担	国立公衆衛生院	大中忠勝、栃原 裕
			愛知教育大	村松常司 日体大 井川正治、浜田元輔
			司会	栃原 裕
9:50	"	入浴浴室に関するアンケート調査	福島県立医大	田中正敏 東大 鎌田元敏、平手小太郎 信州大 浅野良信
			建研	坊垣和明 愛知工大 飯尾照彦 東工大 紀谷文樹、伊藤 肇
10:00	"	風呂追い焚き方法による人体反応		東大 洪 玉珠
10:10	"	入浴時の体温調節に関する研究	横浜国大	佐藤 志、川島美勝
			司会	大中忠勝
10:20	"	異なる環境下での中高年齢者の安静時体温調節反応の解析 — 皮膚温分布と体温調節行動を中心として —		産医研 澤田晋一
10:30	"	体温自動調節器に関する研究(その3)		二洋電機 菊本 誠
10:40	"	非定常状態における虹彩温度と深部温度の関係	御茶の水女子大	中島利誠、潮田ひとみ、仲西 正
10:50	"	寝床内気候が睡眠へ及ぼす影響、その3 寝床内気候の効果	松下住設機器	荻野弘之、三木正義、石井克己
11:00	"	ふとんの熱遮断能に関する研究 (1)ふとん側及び荷重と保温性の相関	綿万	小田土賢一 横浜国大 川島美勝 慶尚大 李 松子、大平通泰
			暁星女子大	成 秀光 横浜国大 吉田敬一
11:20	特別講演	快適熱環境とその評価		北海道工大 西 安信
		昼 休		
13:00	招待講演	International standards for the evaluation of thermal environments G. Aubertin (INRS, 仏; ISO/TC159/SC5/WG1 熱環境ワーキンググループ議長)	司会	吉田 肇
		昼 休		
13:30	招待発表	ふとんの熱遮断能に関する研究 (2)充填物の材質及び量と保温性の相関	慶尚大 李 松子 暁星女子大 成 秀光 綿万 小田土賢一	森田矢次郎
13:50	"	A field study of the clothing used at cold places of work B. W. Olesen (Technical Univ. of Denmark)	司会	大平通泰
14:10	"	Relevance of required insulation (IREQ) for the assessment of cold stress I. Holmer (National Institute of Occupational Health, Sweden)	司会	田村照子
14:30	"	Changes in clothing heat and vapour resistance due to posture, movement and wind G. Havenith, R. Heus, W. A. Lotens (TNO Institute of Perception)	司会	田辺新一
14:50	"	Thermal models and thermal comfort K. C. Parsons (Univ. of Technology, Loughborough, England)	司会	棚沢一郎
15:10	"	Human response to thermal transients P. O. Fanger (Technical Univ. of Denmark)	司会	棚沢一郎
15:40	研究発表	人間・熱環境系における評価問題のファジィ学的とりあつかいについて	東工大	森田矢次郎
15:50	"	人間の信頼性と作業環境との間の定性的表現とその定量化		熊本大 鬼沢武久
16:00	"	「温冷感覚」「快適感」「室温に対する希望」の関係について	名古屋文理短大	大野秀夫
16:10	"	暖房の快適性・エネルギー消費量とファジィ制御	御茶の水女子大	田辺新一
16:20	閉会の辞		準備委員会事務局長	川島美勝

共 催：生理人類学会(幹事学会)、空調調和・衛生工学会、人類動態学会、日本伝熱研究会、日本生気象学会、計測自動制御学会

後 援：日本学術会議

協 賛：日本産業衛生学会、日本生理学会、日本MEE学会、日本サーモグラフィ学会、日本人間工学会、日本家政学会、日本機械学会
日本建築学会、日本労働衛生工学会、電気学会、日本冷凍協会、繊維学会、日本生物物理学会、日本栄養・食糧学会
日本医科器械学会、日本繊維製品消費科学会、日本保安用品協会、日本火災学会、日本住宅設備システム協会、日本繊維機械学会
日本病院設備協会、日本熱物性研究会、全国ビルメンテナンス協会、日本温泉気候物理医学会

参加費：5,000円 懇親会：平成元年11月1日(水) 17:30~19:30 (会費5,000円)

申込方法：任復ハクキに1)氏名(印)2)勤務先 3)連絡先 4)所属学協会 5)懇親会参加の有無を記入して、下記宛お申込み下さい。

定員 300名で締切らせて頂きます。

連絡先：〒240 横浜市保土ヶ谷区常盤台156 横浜国立大学工学部
生産工学科内 TEL 045-335-1451 (内線2666 川島)

人間—熱環境系シンポジウム準備委員会

日本混相流学会

混相流レクチャーシリーズ 「基礎から最前線まで」

第4回－気液二相流の数値シミュレーション

協賛 (予定) 日本機械学会、化学工学協会、土木学会、粉体工学学会、スラリー輸送研究会、流
れの可視化学会、日本原子力学会、日本航空宇宙学会、資源・素材学会、日本
造船学会、日本伝熱研究会、日本流体力学会、日本ポイラ協会、日本鉄鋼協会

日時：平成元年 12月13日(水) 10時30分～17時

12月14日(木) 10時～17時
場所：大阪駅前第3ビル16階 大阪市立大学文化交流センター
〒530 大阪市北区梅田1丁目1番3-1700
Tel 06-344-5425

講演題目及び講師：

気液二相流の基礎方程式と構成方程式	京都大学原子エネルギー研究所	片岡 勲
気液二相流の数値解法の基礎	姫路工業大学産業機械工学科	中西重康
原子炉(PWR)におけるサブチャンネル解析	三菱原子力工業(株)	秋山美映
気液二相過渡スラッグ流のシミュレーション	神戸大学工学部生産機械工学科	小沢 守
エアレーションによる流れの数値解析	中部大学工学部土木工学科	松尾直規
ファジィ推論の数値計算への応用	東京工業大学原子炉工学研究所	高橋亮一
不安定流動に関する数値シミュレーション	東京工業大学原子炉工学研究所	有富正憲

参加費：(参加者にはテキストを一冊無料贈呈致します)

会員 12,000円(協賛学協会会員)、非会員 18,000円

学生、院生 4,000円

定員：100名

申し込み方法：

葉書大用紙(郵便振替の場合は振替用紙通信欄)に「混相流講習会申し込み」と
題記し、氏名、勤務先、連絡先、会員資格を明記し、参加費を添えて(現金書留、
郵便振替または銀行振込)本会事務局までお送りください。なお、テキストのみ
ご希望の方は4,000円(会員)、6,000円(非会員)を添えて「混相流
講習会テキスト希望」と題記してお申し込みください。

申し込み先：

〒554 大阪市此花区春日出中2-14-9 近藤印刷(株)内
日本混相流学会企画運営委員会(Tel. 06-466-1588 Fax 06-463-2522)
銀行口座 住友銀行豊中支店1264158 日本混相流学会企画運営委員会
郵便口座 大阪5-21783 日本混相流学会企画運営委員会

申し込み締切：

11月30日(木)

問い合わせ先：

〒560 大阪府豊中市待兼山町1-1 大阪大学基礎工学部化学工学科
東 稔 節 治 Tel 06-844-1151 内4700 Fax 06-853-5751

「伝熱研究」の原稿のワープロ化のお願い

「伝熱研究」編集委員会（伝熱研究会）

1. はじめに

日本伝熱研究会の会誌「伝熱研究」の原稿をワープロで打って提出して下さる方が、近年増加しており、現在では、かなりの割合に達しております。もし、ワープロ原稿をそのまま会誌にのせることができれば、「伝熱研究」の印刷費用は安くなりますし（活字組みから写真製版への移行による費用の減少）、活字組みの時に生じる文章中の誤字、脱字を減らすこともでき、また、ゲラ刷りの校正作業もずっと楽になるなど種々の利点が生じるものと思われまます。そこで、原稿をワープロで打っていただける方には、なるべくワープロの出力原稿を提出していただき、それをそのまま会誌にのせることにいたしました。印刷用原稿としては、各著者のプリンタ出力をそのまま使用しますので、印刷の仕上りは機種による字型の違いなどのために多少不揃いになると思われまます、以下の標準書式に従ってプリンタ出力をし、原稿を御提出いただきますよう、ご協力のほど、どうぞよろしくお願い申し上げます。

2. 「伝熱研究」用原稿の標準書式

2.1 標準出力フォーマット

★この用紙の書式を参考にして、A4の用紙に打出す。（切り貼りは自由。印刷時にB5に縮小します。なお、縮小された大きさでB5に打出しても構いません。）

★縦長、横書き。（プリンターは、24×24ドット以上の文字構成とする。）

★全角文字を標準とする。（英語、数字は半角が望ましい。）

★一行に印字する文字数：42文字程度（40～44文字の間なら構いません。）

横 幅：160mm 程度（150mm～170mmの間なら構いません。）

（この場合、文字間隔は1/8文字程度に対応します。）

★一頁の行数：34行程度（33～35行の間なら構いません。）

縦の長さ：255mm 程度（245mm～265mmの間なら構いません。）

（この場合、行間隔は1文字分程度に対応します。）

★図面・表は、シンポジウム講演論文集と同様に貼り込む。

（以上よろしく願いいたします。）

1 (一行目は表紙の頁のみ空白とする。二頁目以降は文章を書く。) 40・42・44

. 10 20 30

. 「伝熱研究」の原稿のワープロ化のお願い

. (表題は三行目の中央に文章と同じ大きさの文字で書く。)

5 「伝熱研究」編集委員会・(伝熱研究会)

. (表紙の頁は一行空白) (氏名、所属〔略称〕を右に詰めて書く。)

1 . はじめに (本文スタート↓)

・日本伝熱研究会の会誌「伝熱研究」の原稿をワープロで打って提出して下さる方が、近年増加しており、現在では、かなりの割合に達しております。もし、ワープロ原稿をそのまま会誌にのせることができれば、

. ↑

. ↑

. |

←-----160mm-----+-----→

15 |

. 255mm | ←-----→

. ↓ 10mm

なお、 ↓

.、事務局で対応できますので、お気軽にお申し付け下さい。

20 (一行空白)

2 . 「伝熱研究」用原稿の標準書式

2 . 1 標準出力フォーマット

★この用紙の書式を参考にして、A4の用紙に打出す。(切り貼りは自由。印刷時にB5に縮小します。なお、縮小された大きさとB5に打出しても構いません。)

25★縦長、横書き。(プリンターは、24×24ドット以上の文字構成とする。)

★全角文字を標準とする。(英語、数字は半角が望ましい。)

★一行に印字する文字数：42文字程度(40～44文字の間なら構いません。)

横 幅 : 160mm 程度(150mm～170mmの間なら構いません。)

(この場合、文字間隔は1/8文字程度に対応します。)

30★一頁の行数：34行程度(33～35行の間なら構いません。)

紙の長さ : 255mm 程度(245mm～265mmの間なら構いません。)

(この場合、行間隔は1文字分程度に対応します。)

★図面・表は、シンポジウム講演論文集と同様に貼り込む。

(以上よろしくお願いたします。)

35

Typing Instructions for Contributors to
Journal of Heat Transfer Society of Japan

Editorial Board for J. Heat Transfer Soc. Japan

c/o Dept. Mechanical Engineering for Production
Tokyo Institute of Technology
Meguro-ku, Tokyo 152, Japan

Manuscripts should be typed single-half-spaced within a space of 170 x 255 mm, on one side of the page, using A4 (210 x 296 mm) or letter-size (8¹/₂ by 11 inch) white paper and 12-pitch typing letters. The manuscripts must be typewritten clearly using a black carbon or film ribbon on an IBM or equivalent typewriter. A word processor may be used with a letter-quality printer. The printing plates will be prepared by photographing the original manuscripts submitted. Therefore, it is important for typists to avoid erasers and keep the manuscripts as clean as possible. The pages will be reduced approximately 14% by the printer so that the data must be large enough to be readable at that reduction.

On the first page of each chapter, the chapter title should be typed centered, leaving two lines of space above it. The author's name and affiliation should also be typed centered. Put them on a line separate from the title and the text, leaving one line of space above and two lines of space below. On the second and subsequent pages, start typing at the top of the page. Each text page holds 40 lines of type. Using a light-blue pencil, lightly write the page number at the upper right corner of the page.

Equations should be typed if possible. If handwritten, they must be carefully lettered using black ink, using symbols approximately the same size as the typewritten characters. Type the equation and its number enclosed in parentheses as follows:

$$St = 0.0287 Pr^{-2/5} Re_x^{-1/5} \quad (1)$$

All symbols should be defined in the text. If a nomenclature section is included to define unique symbols, place it at the end of the text just ahead of the reference section. All data should be reported in SI units.

Place the table/figure preferably at the top or bottom of a page as close as possible to its first mention in the text. Type captions for tables/figures right above/under them. Leave one line of space between the table/figure and

following or preceding text. High quality reproduction of illustrations depends on the condition of the original artwork. It should be prepared as carefully as the text. In planning sizes of line figures and labels, keep in mind that the final page will be reduced 14% by the printer. Be certain that labels and data points will be legible at this reduction. Glossy prints, photostats, or reprints of drawings may be used if they are of high quality with sharp, even lines and lettering. Photographs must be sharp black-and-white glossy prints.

References should be listed immediately following the text. They may be listed either in alphabetical order or in numerical order by text citation. In the text, reference citations should be either by the last name of the author(s) and the year of publication or by the reference number enclosed in square brackets, respectively. Some sample lists of symbols and references follow:

NOMENCLATURE

c_p	specific heat at constant pressure, J/kg K
h_x	local heat transfer coefficient, W/m ² K
Pr	Prandtl number
Re_x	Reynolds number, $u_\infty x/\nu$
St	Stanton number, $h_x/\rho c_p u_\infty$
u_∞	free stream velocity, m/s
x	distance from the leading edge, m
ν	kinematic viscosity, m ² /s
ρ	density, kg/m ³

REFERENCES

- [1] Clark, J. A., 1986, Private Communication, University of Michigan, Ann Arbor.
- [2] Lee, Y., Korpela, S. A., and Horne, R. N., 1982, "Structure of Multi-Cellular Natural Convection in a Tall Vertical Annulus," Proc. 7th Int. Heat Transfer Conf., U. Grigull et al., ed., Hemisphere, Washington, DC, vol. 2, pp. 221-226.
- [3] Sparrow, E. M., 1980, "Forced-Convection Heat Transfer in a Duct Having Spanwise-Periodic Rectangular Protuberances," Num. Heat Transfer, vol. 3, pp. 149-167.
- [4] Tung, C. Y., 1982, "Evaporative Heat Transfer in the Contact Line of a Mixture," Ph.D. Thesis, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy.

Note that a long list of references may be typed single-spaced.

日本伝熱研究会への入会手続きについて

(1) 個人会員および学生会員

下記の入会申し込み用紙に必要事項をご記入の上、事務局宛ご送付下さい。同時に郵便振替にて当該年度分の会費（個人会員は5,000円/年、学生会員は3,500円/年）をお支払い下さい。

会員には「伝熱研究」および「日本伝熱シンポジウム講演論文集」等をお送りしています。

なお、「日本伝熱シンポジウム講演論文集」については、前年度の会費を納入された方に限り、当該年度のものを1冊お送りしております。

本会の事業年度は毎年4月1日に始まり、翌3月末日に終わります。

申込書送付先： 〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1
東京工業大学工学部生産機械工学科気付
日本伝熱研究会
Tel. 03-726-1111 ext.3090、2540

郵便振替口座： 東京6-14749 日本伝熱研究会

(2) 維持会員

維持会員に入会申し込みの場合は、上記事務局に直接書面または電話でご連絡いただくか、あるいはお近くの個人会員に御連絡下さい。事務局から研究会の内容、会則、入会手続きなどについて御説明致します。

維持会員の会費は1口30,000円/年で、申し込みは何口でも結構です。会員には「伝熱研究」および「日本伝熱シンポジウム講演論文集」等を申し込み1口につき1部ずつお送り致します。

日本伝熱研究会新規入会申し込み・変更届用紙

(該当に○を記入の事。)

1. 新規入会個人会員(正・学)申込書

2. 変更届書(書面での届出に限って手続きをします。)

0	申込年月日	H	年	月	日	※入会の方は同時に郵替にて会費の納入を願います。氏名にはふりがなを記す事。		
1	会員資格	正・学						
2	氏名						※難読乱書は再届が有ります。	
3	ふりがな							
4	生年月日	M・T・S	年	月	日			
5	* 勤務先	名称						
6		〒	—					
7	所在地							
8								
9	TEL							
10								
11	FAX						共通・専用	
12	自宅	〒	—					
13		住所						
14								
15	TEL							
16	通信先***	勤務先・自宅						
17	学位							
18	最終出身校							
19	卒業年次	T・S・H	年					
20	専門分野						← (下記専門分野の番号)	
21	学生会員の場合: 指導教官名**	印						

専門分野

- | | | | | |
|-------------|----------|----------|-----------|----------|
| 1: 自然対流 | 2: 強制対流 | 3: 熱伝導 | 4: 凝縮 | 5: 沸騰・蒸発 |
| 6: 混相流 | 7: 物質移動 | 8: 反応・燃焼 | 9: 放射 | 10: 熱物性 |
| 11: 熱交換器 | 12: 流動層 | 13: 蓄熱 | 14: 冷凍・空調 | 15: 内燃機関 |
| 16: ガス・ピソ | 17: 蒸気機関 | 18: 原子力 | 19: 太陽熱 | 20: 環境 |
| 21: その他 () | | | | |

*) 学生の場合は在学学校名、学部、学科、学年(M2、D3など)を記す。

***) 指導教官の署名及び捺印の事。

*** 送付先限定の為、必ず記入の事。

伝熱研究

Vol. 28, No. 111

1989年10月発行

発行所 日本伝熱研究会

〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1

東京工業大学工学部生産機械工学科気付

日本伝熱研究会

電話 03(726)1111(代) 内線3090, 2540

Fax 03(729)0587

振替 東京 6-14749

(非売品)