

伝 熱

目 次

支部活動報告

- 最近の活動の中から(東海支部).....花村克悟(岐阜大学工学部)..... 1
 超高効率ヒートポンプ「ウルトラハイエフ」.....渡邊激雄・櫻場一郎(中部電力)..... 2

ワンポイント伝熱

- 伝熱の常識と非常識 - 沸騰伝熱研究のすすめ.....熊田俊明(北海道大学)..... 13

行事カレンダー 21

お知らせ

- 日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 公募のお知らせ..... 23
 日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 申請書・推薦書..... 24
 第37回日本伝熱シンポジウム研究発表募集 25
 関西支部主催見学ツアーのお知らせ..... 26
 セッション分類表..... 27
 第37回日本伝熱シンポジウム研究発表申込書..... 28
 Sixth International Conference on Advanced Computational Methods in Heat Transfer 29
 Heat Transfer and Transport Phenomena in Microsystems 30
 平成12年度宇宙環境利用に関する地上研究公募のご案内..... 31
 東北大学 流体科学研究所教官公募..... 32
 「伝熱」会告の書き方..... 33
 事務局からの連絡 34
 日本伝熱学会、入会申込み、変更届用紙 35
 日本伝熱学会、賛助会員入会申込み、変更届用紙 36
 広告..... 37

インターネット情報サービス

<http://htsj.mes.titech.ac.jp/htsj.html>

最新の会告・行事の予定等を提供

htsj-info@mes.titech.ac.jp

最新の情報を電子メールで受け取りたい方のための電子メールアドレスの登録受付

htsj@mes.titech.ac.jp

事務局への連絡の電子メールによる受付

Journal of The Heat Transfer Society of Japan
Vol.38, No.153, November, 1999

CONTENTS

<Reports on the Branch Activities>

From the Activities of Tokai Branch

Katsunori HANAMURA (Gifu University) 1

Ultra High Efficiency Heat Pump

Choyu Watanabe and Ichiro Sakuraba (Chubu Electric Power Co.,Inc.) 2

< One Point of Heat Transfer >

An exhortation toward the study of boiling heat transfer

Toshiaki KUMADA(Hokkaido University) 13

<Calendar> 21

<Announcements> 23

最近の活動の中から（東海支部）

From the Activities of Tokai Branch

花村 克悟（岐阜大学工学部）

Katsunori HANAMURA (Gifu University)

東海支部では、伝熱セミナー、伝熱コロキウム、講演会などを開催し、提供された話題についての議論はもとより、それにまつわるエピソードや誰がその計画にGoサインを出すのかなど、通常は表にできない内容についても活発に意見交換がおこなわれている。この中で、伝熱セミナーはテーマを絞り込みある程度オーガナイズして構成される。最近、取り上げたテーマは以下に示す通りである。

21世紀を展望する次世代技術

- ・超高効率ヒートポンプ「ウルトラハイエフ」の開発
渡邊激雄（中部電力）
- ・パワーモジュール用高性能小型沸騰冷却器の開発
川口清司（デンソー）
- ・環境調和型燃焼加熱システムの開発と鉄鋼プロセスへの適用
中川二彦（川崎製鉄）
- ・EV、HEV 開発の現状と課題
藤井雄一（パナソニックEV エナジー）

これからの新しい熱流体計測

- ・画像処理を用いた非定常熱流体計測
三松順治（岐阜大学）
- ・超音波CTによる温度計測
朱 寧（静岡理科大学）
- ・発光分光法による高温空気燃焼の画像計測
北川邦行（名古屋大学）

1泊2日で講演者にも宿泊いただき、深夜まで長い議論となることもしばしばである。また、このセミナーは学生の参加も多く求め、若手の育成も視野に入れた企画となっている。

一方、昨年度からスタートした伝熱コロキウムは東海地区の若手研究者が中心となって、年2回開催されている。これも件数を3～4件に絞り、また時にはパネルディスカッションとして開催時間のほとんどを質疑時間に当てるなど、議論に十分な時間を費やせるよう工夫がなされている。また、企業からの参加者が半数以上であり、熱工学に関するどのようなテーマが今後の産業の核となり得るかを企業側と大学側から模索する意図も含まれている。最近のコロキウムでは以下に示すような話題で開催され、また会場が「栄ガスビル（名古屋）」であったことから地域冷暖房の設備も見学できた。

- ・吸着ヒートポンプによる蓄熱式空調システムに関する研究

渡辺藤雄（名古屋大学）

- ・潜熱蓄熱システムにおけるエクセルギー解析

中村肇（大同工大）

- ・空調システム評価ラボと解析ラボによるエコアイスの開発

永松克明（中部電力）

このセミナーとコロキウムはいずれもエネルギーを有効に利用する上で不可欠なエネルギー変換、エネルギー輸送、エネルギー貯蔵に関するものである。もちろん計測技術がそれらを緻密に制御するために必要となる情報を提供するものであることはいうまでもない。

COP3京都会議以来、ますます、エネルギーの有効利用に関心が高まっているが、未利用エネルギーも含めて最も好ましいエネルギー利用法を未だに明確に提言できているとはいえない。現在の日本では化石燃料や核燃料など一次エネルギーの半分以上が発電（効率39%）に費やされ、他は気体、液体、固体の各種燃料として供給される。これら電力や燃料は産業、民生、運輸の各部門で消費される。この時、仕事へ変換される効率は電力100%に対し、燃料は標準的な熱機関において20～30%であろうか。したがって、一次エネルギーから考えれば、運輸や産業部門の多くは電力を大いに使うことが望まれる。一方、熱エネルギーに変換する場合、基本的にはいずれもほぼ100%利用できることから、燃料を利用することが望ましい。ただし、鉄鋼業などの燃焼加熱では加熱効率が30～40%に留まっており、電力と甲乙つけがたい。本セミナーではその効率向上の話題提供もあった。民生部門で比較的大きな割合を占める空調は成績係数によって左右され、その値が2.56以上（発電効率39%として）であれば、燃料の燃焼熱に勝ることになる。

伝熱セミナーで紹介されたヒートポンプ「ウルトラハイエフ」はその値が7.0にも達し、河川などの未利用エネルギーを資源化できるとした技術であり、民生部門における一次エネルギーを拡張した画期的なものである。そこで、次頁からその内容を本誌でも紹介する。なお、この技術は昨年日本伝熱学会技術賞を受賞している。

超高効率ヒートポンプ「ウルトラハイエフ」

Ultra High Efficiency Heat Pump

渡邊 激雄・櫻場 一郎（中部電力）

Choyu Watanabe and Ichiro Sakuraba (Chubu Electric Power Co.,Inc.)

1. はじめに

近年 地球環境問題への関心の高まりから、一層の省エネルギーの推進により、快適な生活環境を維持しながら地球環境の保全を図っていく必要がある。この面から、ヒートポンプは投入したエネルギー以上に熱出力が得られるので、省エネルギー性の高い機械といえる。

また 水に恵まれた日本では海水、河川水等の未利用エネルギー（温度差エネルギー）は比較的利用しやすい状況にあり、積極的に利用すれば更なる省エネルギーが達成される。

そこで 筆者らは温度差エネルギーを熱源として直接使用できる高効率のヒートポンプ「ウルトラハイエフ」を開発した。本稿では、開発した「ウルトラハイエフ」の特徴と、環境保全性について述べる。

2. 技術概要

2.1 開発コンセプト

「ウルトラハイエフ」は、未利用エネルギーを活用した地域熱供給のベースロード機として相応しいヒートポンプとすべく開発仕様を決定した。すなわち「ウルトラハイエフ」を組み込んだ熱供給システムが、水ポンプ等の補機を含めたシステム効率としてきわめて高く、またイニシャルコストも従来型ヒートポンプや吸収式冷温水発生機をメインとしたシステムに遜色ないレベルとすることを基本的な開発コンセプトとした。

表 1 試作機の仕様

冷媒	R407C
圧縮機	半密閉スクリュ
熱出力	1900 kW
モータ電力	290 kW
凝縮器	チタンプレート式
蒸発器	チタンプレート式

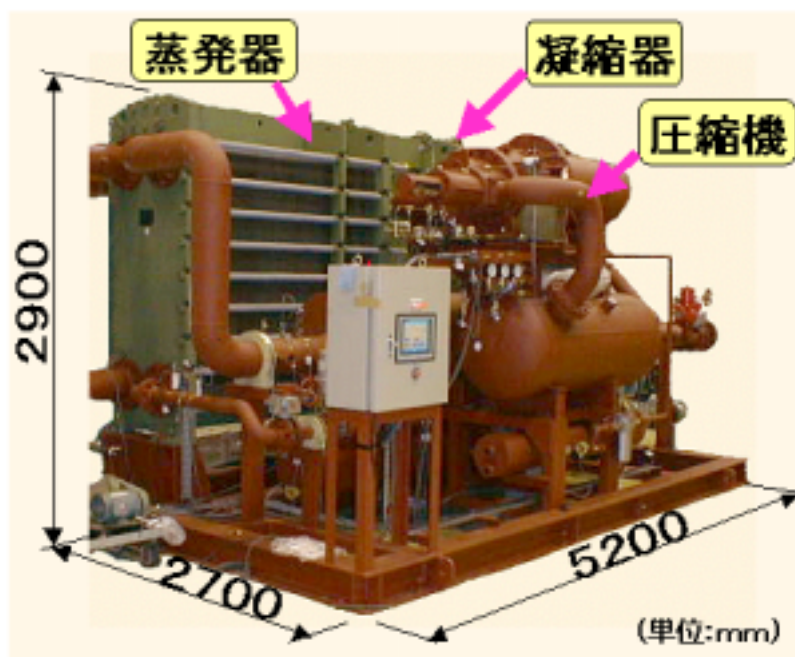


写真1 ウルトラハイエフ試作機の外観

2.2 高効率化の考え方

熱供給システムとしての高効率化には、補機を含めたシステム全体での高効率化を考える必要がある。すなわち、ヒートポンプとしては非常に高効率でも、補機に多大な動力が必要では、使い側にメリットは生じない。「ウルトラハイエフ」はヒートポンプ本体を高効率化すると同時に、通常では必要と考えられている補機でも削減できる可能性のあるものは削除する方針で開発を進めた。

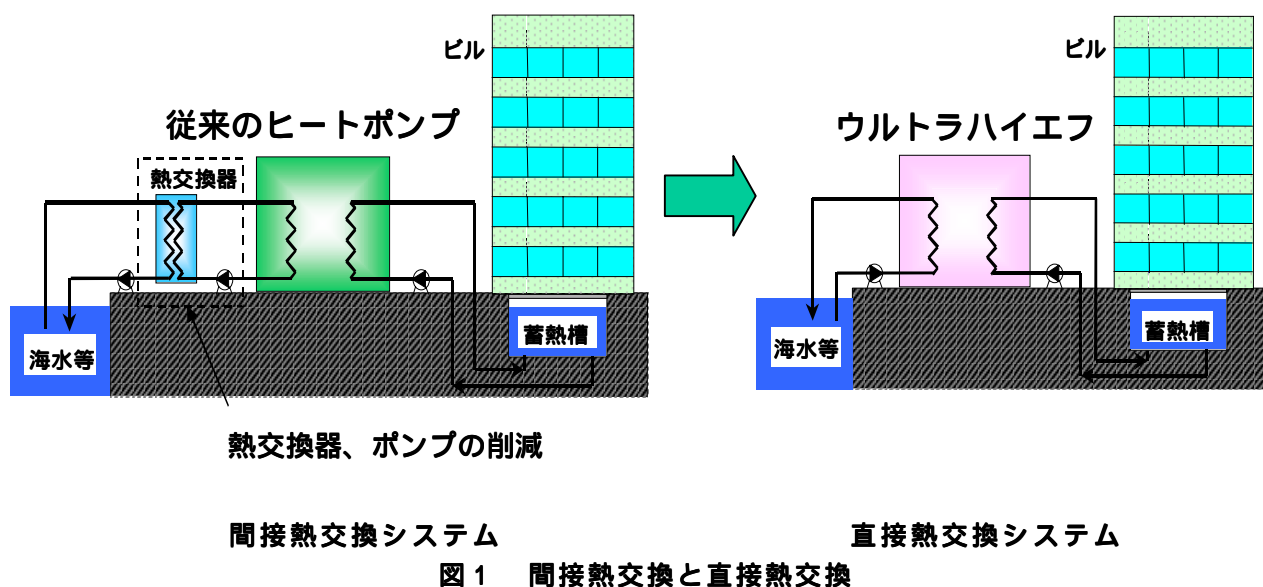
例えば、未利用エネルギーの活用を計画すると、熱需要地近くに取水点を求めることとなり、その場合、腐食成分を多量に含んだ水を使用する必要が生じるケースが多々ある。そのため、図1に示すように熱交換器により海水・河川水・下水処理水等の未利用エネルギーとヒートポンプに導かれる熱源水とを分離して、ヒートポンプに未利用エネルギーの熱だけを導く形式を選択することも多い。しかしながら、温度差エネルギーと呼ばれる未利用エネルギーは外気との10程度の温度差を活用するものなので、途中で熱交換器を設けると、その熱交換器に必要な1~2程度に相当するメリットが損なわれる上、熱交換器・ポンプの負荷設備がイニシャルコストを押し上げることとなる。よって、「ウルトラハイエフ」は、想定される温度差エネルギーで最も腐食性の高い海水でも直接ヒートポンプに導入できるよう計画した。

2.3 ヒートポンプとしての高効率化

ヒートポンプ自体の高効率化にも、幾つかのアプローチ方法がある。しかし、ヒートポンプの一般的な高効率化は多くの先駆者により既になされており、その努力を集約して現在の姿となっている。この段階から飛躍的な性能向上を図るには今までの高効率化とは異なる発想により行う必要がある。そこで我々はヒートポンプサイクルを一般的な逆カルノーサイクルからローレンツサイクルへ転換することにより達成した。

ヒートポンプをローレンツサイクル化すれば飛躍的な高効率化が可能なのは広く知られており、実施例としてはNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)が開発したスーパーヒートポンプが有名である。

しかしながらスーパーヒートポンプは、その高性能を引き出すためにコスト高、大型となり残念ながら商品化に至らなかった。「ウルトラハイエフ」は、スーパーヒートポンプの技術思想を承継し、後述するように各要素機器は、汎用性の高いものを組み合わせることにより高効率化とコスト抑制を両立させた。



2.3.1 ローレンツサイクル

図2はローレンツサイクルと逆カルノーサイクルをT-S線図(温度・エントロピー線図)上に模式的に示したものである。T-S線図上で囲まれた面積が、ヒートポンプを動作させるのに必要な動力となる。図中の長方形が一般的なヒートポンプの作動原理である逆カルノーサイクルで菱形がローレンツサイクルである。

水冷式の場合で考えると、冷水・温水は温度変化を伴う顕熱により冷媒と熱授受を行うので、冷媒側が凝縮・蒸発に伴い温度変化すれば図に示すように菱形を構成でき、図中の斜線部分の動力が削減できることとなる。よって、同一交換熱量に対して圧縮機に必要な動力が低減されるので、ローレンツサイクルは逆カルノーサイクルに対して高効率化を行える可能性がある。

2.3.2 非共沸混合冷媒

ローレンツサイクルを成立させるためには凝縮・蒸発につれて温度変化する非共沸混合冷媒が必要である。ASHRAE(米国冷凍空調学会)で登録された冷媒番号のうち400番台が非共沸混合冷媒であり、昨今のフロン規制の問題から空調用に広く用いられているR22の代替冷媒として、オゾン破壊係数のないHFC32・HFC125・HFC134aを混合成分とするR407系およびHFC32・HFC125を混合したR410系が注目され、一部で採用事例が見られるようになった。このうちR410系はR22に比べて飽和圧力が高く、圧縮機・熱交換器の耐圧設計を見直す必要があるうえ、凝縮・蒸発による温度変化(温度すべり)が1程度と非常に小さいのでローレンツサイクルを構成させても大きなメリットは生じない。一方、R407系は温度すべり

が5~7程度と水側の一般的な温度変化に近いので、図2に示すとおりローレンツサイクルを構成できる。また、飽和圧力もR22に近いので圧縮機・熱交換器に大きな見直しを必要としないメリットもある。よって、冷媒としてはR407系を使用することとし、試作機はR407Cを用いた。

2.3.3 小温度差対向流熱交換器

ローレンツサイクルによりヒートポンプの高効率化を達成するには、高性能な対向流熱交換器が必要となる。

図2においてローレンツサイクルが逆カルノーサイクルに比べて高効率なのは、前述したようにローレンツサイクルの菱形が逆カルノーサイクルの長方形の内部で形成されるからであり、十分な伝熱性能を伴わない熱交換器を用いると長方形の外に菱形をつくることとなり、逆に効率は低下してしまう。また、非共沸混合冷媒は一般的に用いられている単一冷媒(R22やR134aなど)に比べ伝熱性能で劣り、従来の設計手法で製作された熱交換器を用いると逆に効率は低下してしまうので、熱交換機のパフォーマンスは非常に重要である。

「ウルトラハイエフ」では、小温度差対向流熱交換器としてプレート式熱交換器を用いた。従来のプレート式熱交換器は各伝熱プレートをゴムパッキンでシールしており、ヒートポンプとして用いる場合の耐圧性・長期信頼性に疑問な点もあり、広くは普及していなかった。近年、一体ブレイジングタイプや2枚の伝熱プレートをレーザー溶接したタイプが開発され、ヒートポンプ分野への適用が容易となった。ブレイジングタイプは生産工程の問題から大型化に限界があり、「ウルトラハイエフ」ではレーザー溶接タ

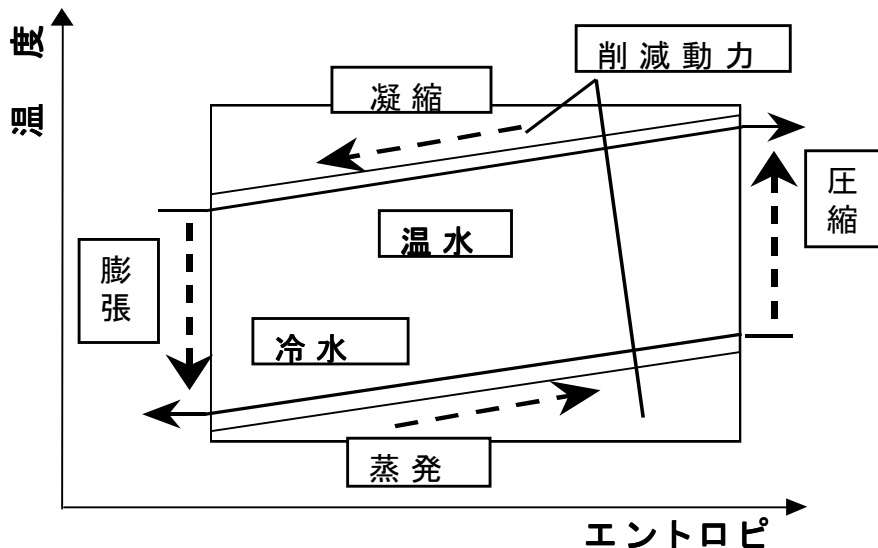


図2 ローレンツサイクルの模式図

イプを用いた。

レーザー溶接タイプのプレート式熱交換器は 2枚のプレートで構成された流路がレーザー溶接により袋状にシールされており冷媒漏れ対策、耐圧性の点で非常に高い信頼性を確保している。写真2に溶接プレートの外観と断面を、図3に溶接プレートの伝熱部の概念図を示す。

2.4 冷媒回路

図4に冷媒回路を示す。通常のヒートポンプに対してエコノマイザと冷媒熱交換器が付加されている。

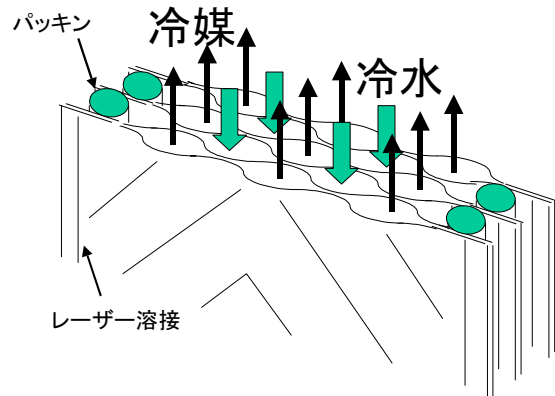


図 3 プレート式熱交換器の概念

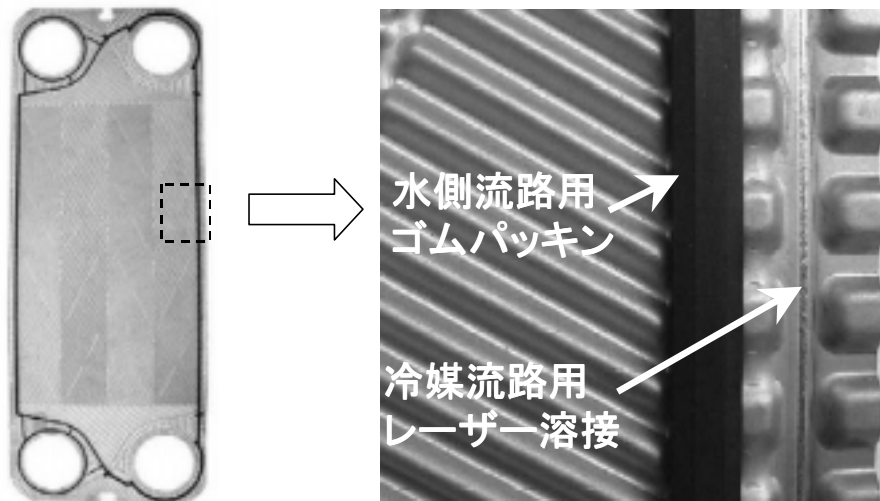


写真 2 プレート式熱交換器

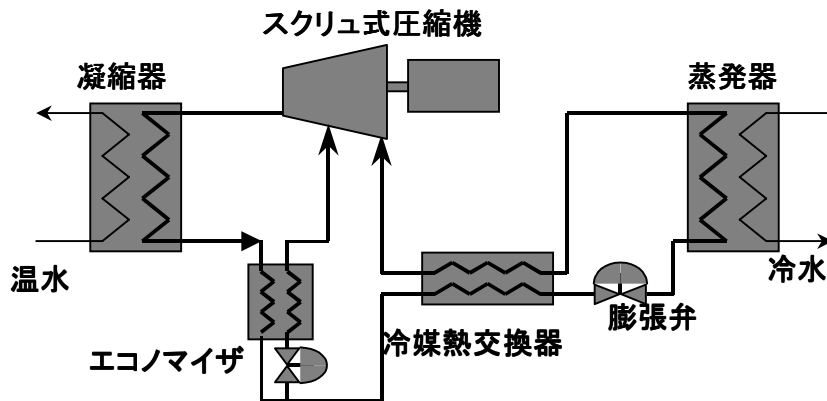


図 4 冷媒回路

2.4.1 エコマイザ

エコマイザは圧縮過程に中間圧力と呼ぶ部分がある場合に使用されるシステムで、スクリュ式圧縮機や多段圧縮機を用いている場合にしばしば採用される。

エコマイザは凝縮した冷媒液の一部を分岐して、凝縮圧力と蒸発圧力の中間圧力まで膨張させてやり、冷媒液を過冷却するシステムである。中間圧力まで膨張した冷媒は、冷媒液を過冷却することによって蒸発し、圧縮機の中間圧力部分に戻される。エコマイザで蒸発した冷媒は、保有する熱量を冷媒液の過冷却として用いるので、熱的な損失はない。一方、冷媒の圧縮仕事は図5に示すように、蒸発圧力から凝縮圧力まで冷媒ガスを圧縮するのに比べて図中の矢印部分が削減されることとなるので、ヒートポンプとしての性能は向上することとなる。

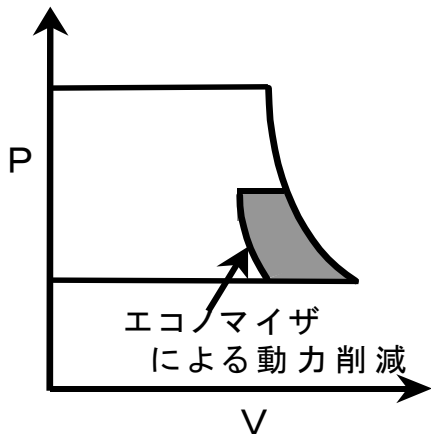


図 5 エコマイザの効果

2.4.2 冷媒熱交換器

冷媒熱交換器は、蒸発器出口の冷媒ガスを膨張弁手前の比較的暖かい冷媒液で加温してやる熱交換器で、圧縮機の液バック防止および蒸発器の性能向上に重要な役割を果たしている。

圧縮機は基本的に流入流体として気体を想定しており、液分を多量に流入させると機器トラブルの原因となる。一般に液体を蒸発させると気液の非平衡（気体は過熱蒸気となっても液滴が存在する状態）が生じ、蒸発器出口で熱力学的に飽和蒸気としても実際には多量の液分が存在する。そのため、一般的なヒートポンプでは蒸発器出口の冷媒を飽和温度より過熱することにより圧縮機に問題のない乾き度としている。しかし、非共沸混合冷媒で同じように蒸発器で過熱度を確保すると、図6に示すように冷媒と冷水の温度差が確保できなくなり、必然的に冷媒の蒸発開始温度が低下してローレンツサイクルによる性能向上効果が減少する。また、蒸発器は冷媒液を蒸発させる機器なので、伝熱面途中で過熱領域に入ってしまうと伝熱性能が著しく低下し、蒸発器の大型化が問題となる。

「ウルトラハイエフ」では、図7に示すように蒸発器出口の冷媒を恣意的に気液混合状態としながら、液分は冷媒熱交換器で蒸発させることにより、蒸発器のコンパクト化と液圧縮による圧縮機トラブルの防止を両立させた。

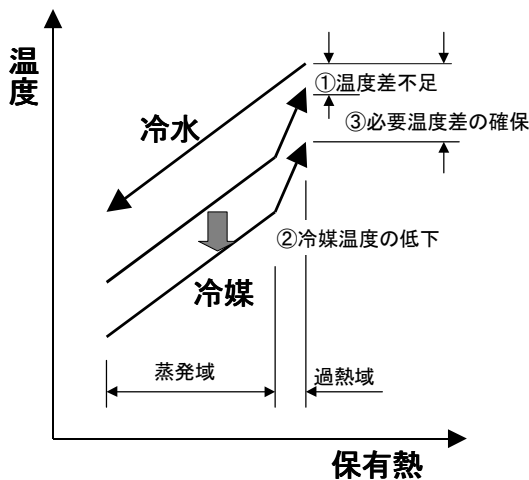


図 6 蒸発器の温度関係

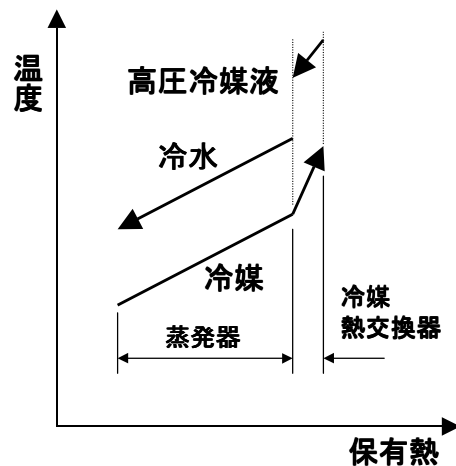


図 7 冷媒熱交換器の効果

3. ウルトラハイエフの特徴

3.1 ウルトラハイエフの性能

ウルトラハイエフの性能(COP:成績係数)を他の熱源機と比較して図8,図9に示す.吸収式冷温水発生機の暖房モードは第1種のヒートポンプ(高温の熱源を用いて,投入熱量以上の低温の熱を中温に昇温するヒートポンプ)として作動させるものとして示した.承知のように通常の吸収式冷温水発生器の暖房運転では,低温熱源からの熱の汲み上げを期待しておらず暖房時の効率はボイラー効率となるが,ここでは低温熱源が得られるものとしてCOPを設定した.

ウルトラハイエフは冷却水 熱源水の全温度域で他の熱源機に比べて良好な性能が得られ,特に冷房モードで冷却水温度が低下したときには,きわめて良好な性能が得られる.また,一般的にこのような冷却水温度では,ターボ式では圧縮機のサージングを,吸収式では吸収液の結晶化を回避するため,3方弁制御等により冷却水温度を一定温度以上に維持する必要があり,その分の補機コストが発生する.しかし,ウルトラハイエフは冷却水温度が冷水温度を若干下回るような条件下でも運転可能であり,冬季にも冷房需要がある場合には補機を必要としないうえに高効率で好適である.

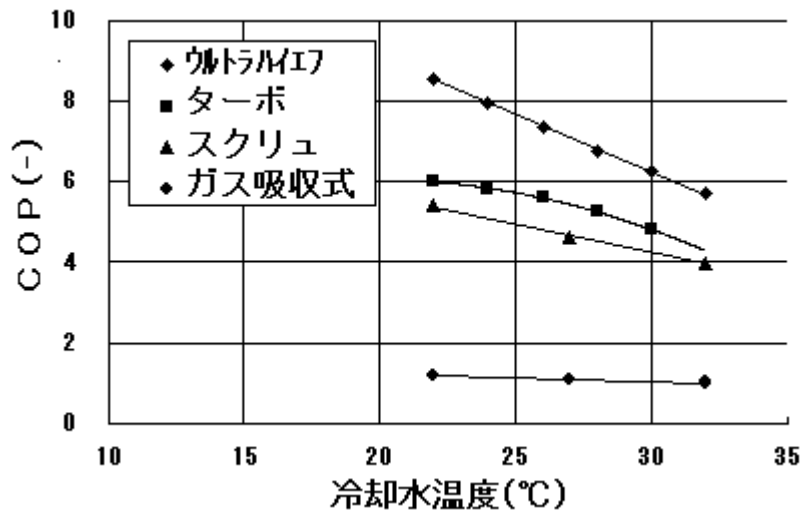


図 8 COPの比較(冷房)

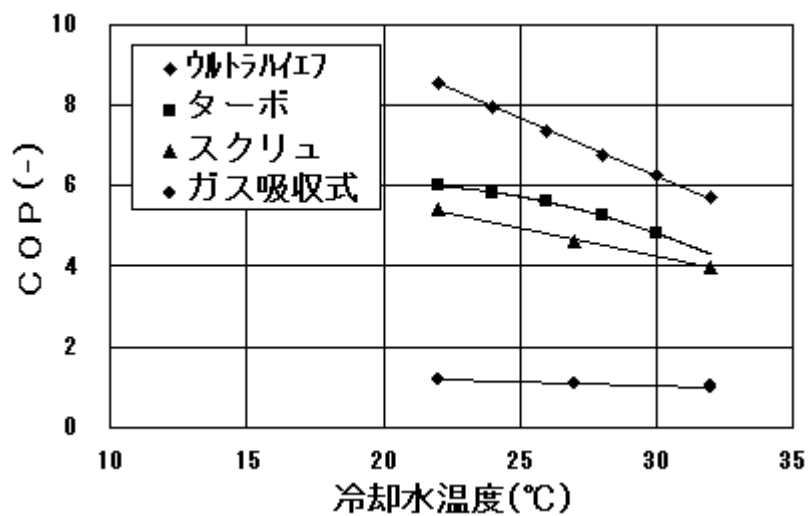


図 9 COPの比較(暖房)

3.2 ウルトラハイエフの省エネルギー性

冒頭に述べたように 地球環境問題への関心の高まりのなか熱源機器に対する省エネルギー性、環境保全性が重要視されてきている。ここでは、各種熱源機器の1次エネルギー効率を数ケース試算した結果を示す。

3.2.1 海水熱源地域熱供給に使用した場合

海水を熱源として地域熱供給(DHC)を行った場合の試算例を各種熱源機器と比較して示す。

試算は、以下の条件で行った。

- ・熱源機のCOPは図8、図9の値とした。

・各月の熱源海水温度と全負荷相当時間は図10のとおりとした。年間の全負荷相当時間は冷房として786時間で、暖房として580時間である。

・電力の1次エネルギー換算基準は、エネルギーの使用の合理化に関する法律(通称:省エネ法)で定められた2,450 kcal/kWhとした。

図11に試算結果を示す。図中には熱源機の冷媒も示した。COPの優劣が1次エネルギー効率に反映され、吸収式は第1種のヒートポンプと仮定したにもかかわらず最も低い値となった。

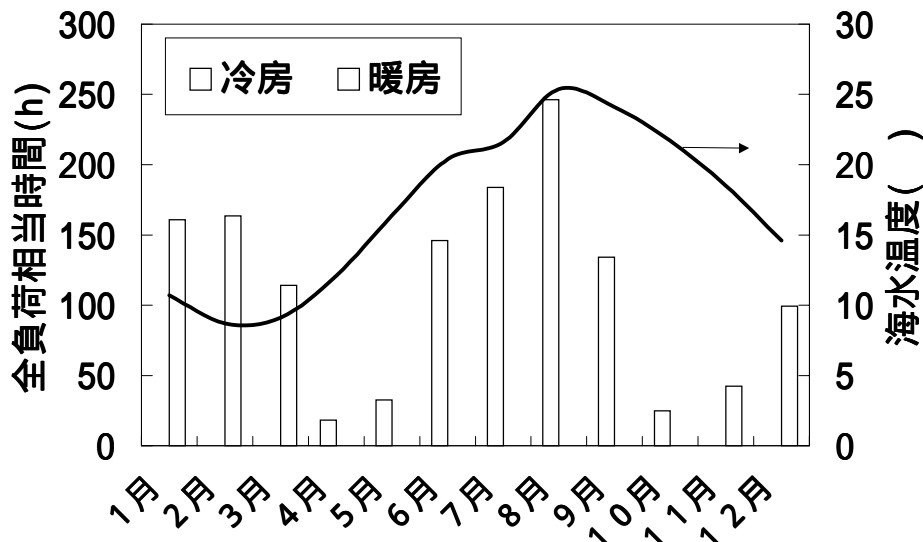


図 10 海水温度と全負荷相当時間 (海水熱源DHC)

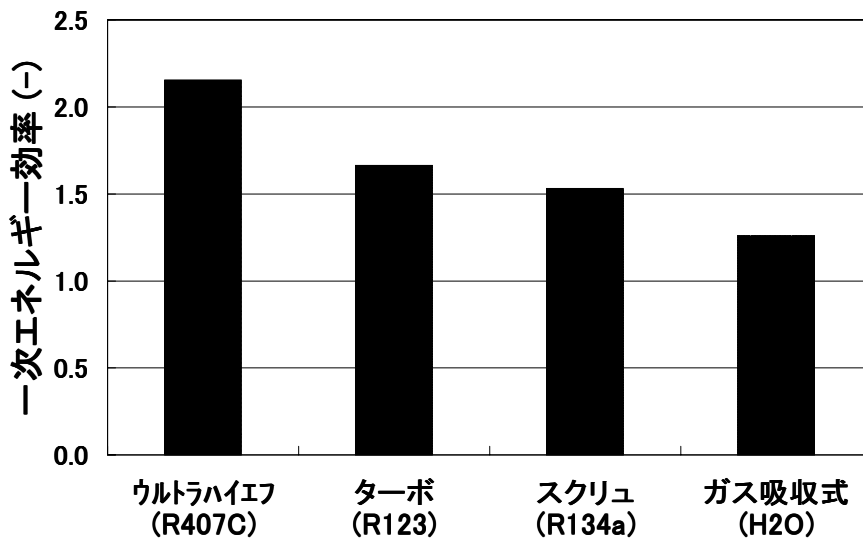


図 11 1次エネルギー効率 (海水熱源DHC)

3.2.2 年間冷却負荷に使用した場合
クーリングタワーを冷却源として、食品工業や化学工業の年間冷却に使用した場合の試算例を以下に示す。

試算は、以下の条件で行った。

- ・熱源機のCOPは図8の値とした。
- ・各月の冷却水温度と運転時間は図12のとおりとした。年間の運転時間は8,000時間である。
- ・電力の1次エネルギー換算基準は、エネルギーの

使用の合理化に関する法律(通称:省エネ法)で定められた2,450 kcal/kWhとした。

図13に試算結果を示す。図11に比べて電動式のウルトラハイエフ、ターボ、スクリュの効率向上は大きく、反対にガス吸収式は効率が低下している。これは、図11においてはガス吸収式を第1種のヒートポンプとしたために暖房COPが冷房COPに比べて高く設定したためである。ウルトラハイエフとガス吸収式とは3倍近くも差が開いている。

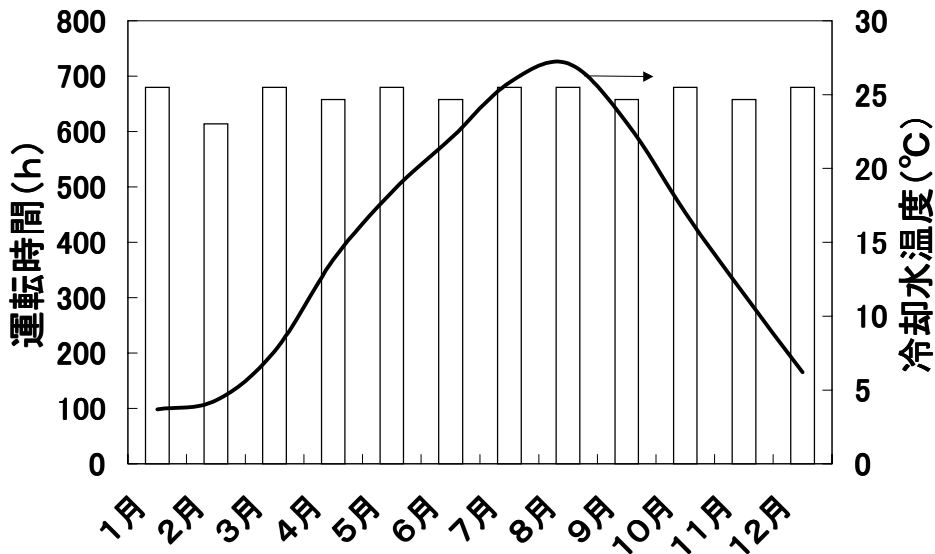


図 12 冷却水温度と運転時間 (年間冷却)

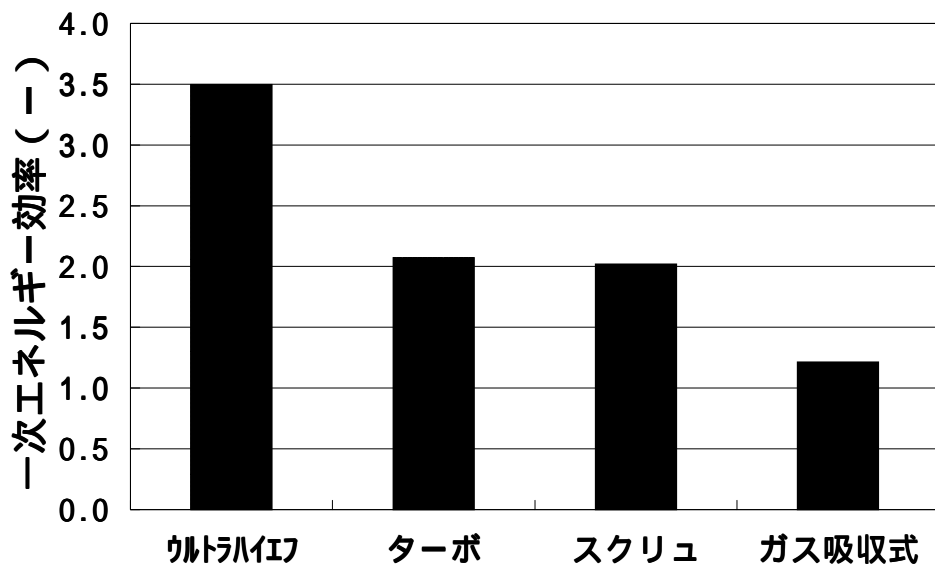


図 13 1次エネルギー効率 (年間冷却)

3.2.3 CGSとの比較

CGS(コージェネレーションシステム)は発電排熱を有効利用するので、一般的には総合エネルギー効率が高い印象を受ける。しかし、CGSは事業用発電機に比べて発電効率が低く、排熱では蒸気圧縮式に比べてCOPの低い吸収式冷凍機しか運転できないので、最終的に電力および熱として利用できる量は商用電源と電動ヒートポンプの組み合わせの方が多くなる。

図14は電動ヒートポンプとして「ウルトラハイエフ」を海水熱源で使用した場合と一般的なコージェネシステムとの比較例である。「ウルトラハイエフ」のCOPはシーズン平均で7を期待できるので、電力としての供給量を同一としてコージェネシステムと比較すると、45%も多くの熱を利用できることとなる。逆に、熱として利用するエネルギーを同一とすれば、電気として利用できるエネルギーが多くなる。

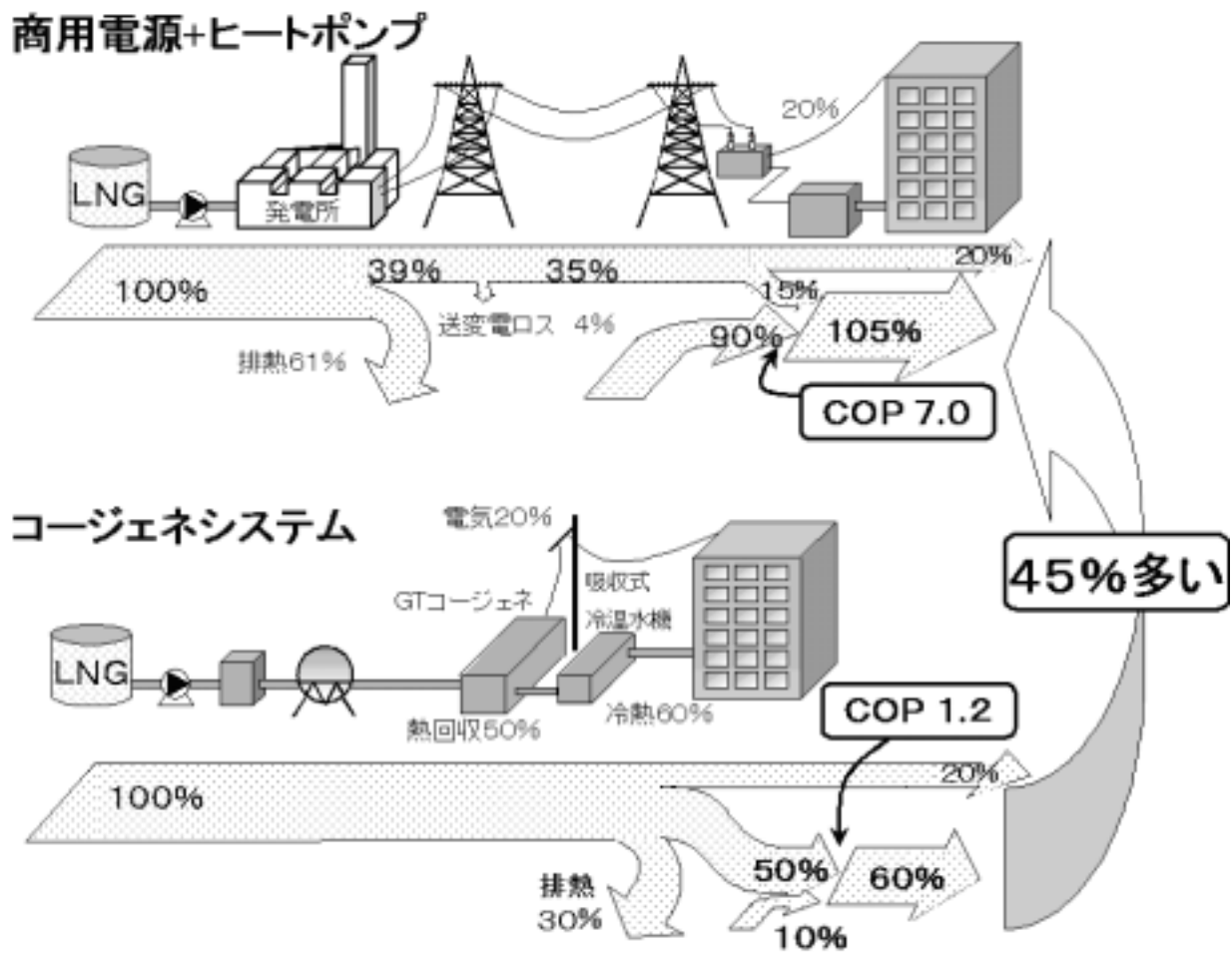


図 14 商用電源+ウルトラハイエフと、CGSとの比較

3.3 環境負荷

近年の地球温暖化問題に対する関心の高まりから、HFC冷媒はGWP(地球温暖化係数)が高いので自然冷媒を用いるべきだとの論がある。

しかしヒートポンプに用いられる冷媒は、洗浄剤や発泡剤と異なり機械内に封入されており、近年は冷媒回収の概念が浸透してきていることもあり、基本的には大気に大量放散されることはない。また、ヒートポンプは運転されることによる電力や都市ガスの使用により炭酸ガスを発生させるので、GWPだけではなく機器効率も含めた議論を進めるべきである。

以下で各種熱源機のTEWI(総合地球温暖化影響度)から環境への負荷を述べる。

TEWIは冷媒が大気中へ放散されることによって生じる温暖化影響度と、機器の運転によって生じる炭酸ガスの量を合算したものであり、冷媒やヒートポンプの温暖化影響を議論するのに適した指標である。

TEWIの試算には、以下の数値を用いた。

- ・各種熱源機冷媒と、その冷媒のGWPおよび冷媒封入量は表2の値を使用した。
- ・年間の冷媒漏洩量は、封入量の0.5%とした。

・熱源機の耐用年数は15年とし、廃棄時に10%の回収残が大気放散してしまうものとした。

図15、図16に計算結果を示す。図はウルトラハイエフを1としたときの相対値である。両図から明らかなように、冷媒の大気放散による影響は非常に僅かで大部分は運転中に消費する電力、都市ガスによって発生している。特に年間運転時間が8,000時間も数えるようなケースでは、冷媒の大気放散による影響は無視できる程度であり、COPの高い機械が最終的には地球温暖化に最も影響の少ないことがわかる。

4. おわりに

高効率ヒートポンプ「ウルトラハイエフ」の技術概要、省エネルギー性、環境負荷について現存する他機種と比較しながら概説した。

「ウルトラハイエフ」は平成11年4月より表3に示すラインアップで販売され、既に名古屋港水族館、当社岐阜支店などへの採用も決定し、今後の普及が期待される。

最後に、神戸製鋼所の関係者の方々をはじめ協力いただいた皆様方に感謝の意を表したい。

表 2 冷媒の GWP

機 種	ウルトラハイエフ	ターボ	スクリュ	ガス吸収式
冷 媒	R 4 0 7 C	R 1 2 3	R 1 3 4 a	R 7 1 8 ^{*1}
G W P ^{*2}	1, 6 0 0	9 3	1, 3 0 0	0
封 入 量 ^{*3}	1 . 0	1 . 0	1 . 0	-

*1: 水

*2: 100年値

*3: 機器容量1冷凍トン(3,024 kcal/h)当たりの冷媒封入量(kg)

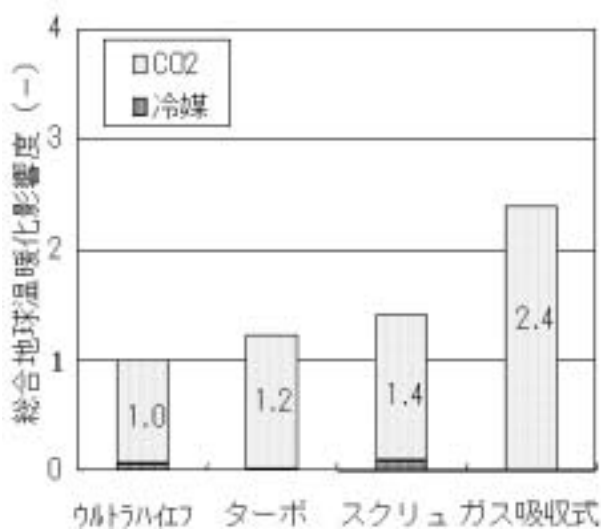


図 15 TEWI の比較 (海水利用 DHC)

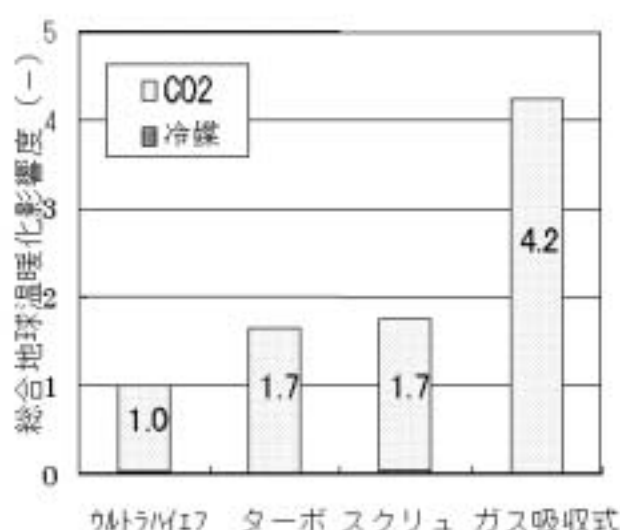


図 16 TEWI の比較 (年間冷却)

表 3 シリーズラインアップ(60Hz仕様)

型 式	KHS2006WS	KHS3006WS	KHS4006WS	KHS5506WS	KHS7506WS	KHS10006WS
圧縮機形式	KS16MHP	KS16LHP	KS19MHP	KS19LHP	KS23MHP	KS23LHP
冷房能力(USRT)	212	304	406	547	765	1,030
モータ入力(kW)	115	165	203	294	409	551

運転条件： 冷水12/7 冷却水28/33

伝熱の常識と非常識
沸騰伝熱研究のすすめ

An exhortation toward the study of boiling heat transfer

熊田 俊明 (北海道大学)

Toshiaki KUMADA (Hokkaido University)

本稿はいわゆる沸騰伝熱に関するレビューではなく、沸騰伝熱の研究について、日頃の著者の考えを述べたもので、学会などでの意見交換では、著者の考えに対して大いに異論のあるところですが、文献を綿密に調べた話ではなく、また説明の足りないところが多々あると思いますが、その辺は常識的に判断して下さい。若い研究者を沸騰伝熱の研究に誘うことが主目的で、ときには他の人の研究を批判するようなことにはなりません。上述の目的でありご容赦願います。また、間違いや誤解があれば容赦なく、ご叱責を賜りますようお願い致します。

薄くなります。このため、熱流束を高くすると、ある熱流束で合体泡が離脱する前に伝熱面が乾く状態になります。このように考えて甲藤・横谷[1]はCHF点

1. 沸騰伝熱の概要

限られた紙面で、いまさら沸騰の概要を述べるには、とお叱りを受けそうですが、伝統的な沸騰伝熱の研究とくに理論的研究と、私の研究に対する考え方とは、幾分違うように思えますので、敢えて沸騰の概要について述べさせていただきます。

1.1 大気圧近傍

大気圧近傍での上向き円形加熱面(直径10mm程度)での水の沸騰を考えて下さい。核沸騰の孤立気泡域は、限界熱流束(CHF)の数%以下の熱流束の範囲に限られます。この状態から熱流束を高めて、CHFの20%を越えます。大きな合体泡が形成され、その下に液膜が残るようになります。液膜が形成されるようになりますと、伝熱は主として液膜の沸騰または蒸発によって行われます。大気圧の水の場合には、伝熱面の性状や面の温度にもよりますが、液膜は1次気泡や2次気泡の接合により形成されます。著者らの理論モデルでは、液膜の形成は一樣の大きさの気泡の接合によると考えています。伝熱面温度にもよりますが、実際には大小さまざまな気泡が形成されてから、伝熱面(直径30mm以下)全体を蒸気泡または膜が覆うようになります。したがって、気泡の接合の様子を通常の沸騰実験装置で観察するのは難しいこととなります。この合体泡が形成され始める初期の状態から熱流束を高くすると、合体泡の離脱周期はほとんど変化しないで、液膜厚さが熱流束にほぼ反比例して

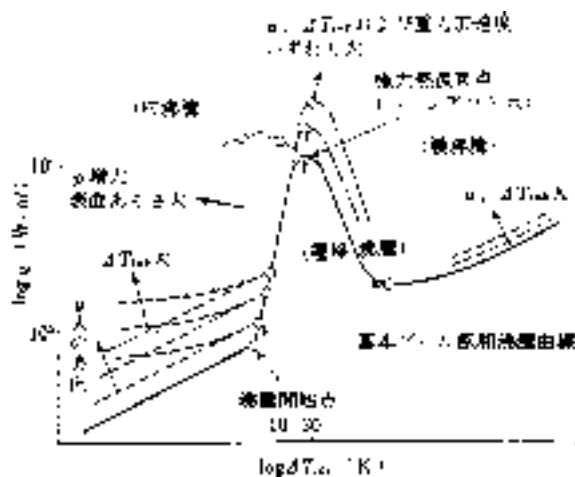


図1 沸騰伝熱の特徴

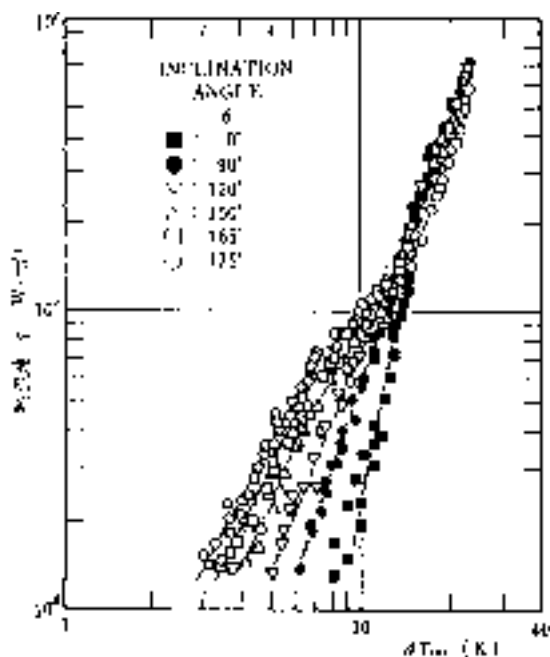


図2 核沸騰への伝熱面積傾きの影響

では次式が成立するとしました。

$$q_{CHF} = \frac{1}{1} \frac{1}{1} H_{fg} \cdot f \quad (1)$$

CHF点を伝熱面温度のどの点で定義するかによりませんが、CHFでは伝熱面の50%程度しか乾いていません。しかし、液膜形成直後の液膜の液量に比べて、CHF時の残存液膜の液量は少なく、近似的に式(1)は成立していると考えてよいでしょう。低熱流束の核沸騰から核沸騰に近い遷移沸騰域までの広い範囲で、液膜内の沸騰や蒸発が伝熱の支配因子です。このように考えますと、核沸騰の熱流束の高い領域で、図1[2]に示すようにバルク液の流速を上げたり、サブクール度を大きくしたり、図2[3]に示すように、試験装置に作用する加速度の向きを変えたときの沸騰曲線の変化の特性を容易に理解できます。すなわち、低熱流束域を除いて、伝熱は液膜の沸騰や蒸発によって行われます。液膜での核沸騰または蒸発へのバルク液の速度、サブクール度および加速度の影響は小さく、図1, 2のように、沸騰曲線はある熱流束からこれらの影響をほとんど受けなくなります。

1.2 高圧域での気泡挙動

高圧域の気泡挙動については、外径2mmの水平加熱線によるSemeria[4]の研究があります。図3の(a)は低熱流束で、伝熱面上の気泡も離脱気泡も大部分が1次気泡です。(b)では主として2次気泡、(c)では主として3次気泡となっています。Semeriaの実験により、熱流束によって離脱気泡径が連続的に変化するのはではなく、圧力によって決まるそれぞれの径で離脱します。伝熱面上には離脱気泡とほぼ同じ径の気泡が滞留しており、このような気泡挙動が高圧域の核沸騰やCHFにどのように関わっているか、従来ほとんど議論されていません。既存の核沸騰やCHFに関する理論では、以上のような高圧域の沸騰の様相をよく理解しないために、不適切な仮定をしたモデルを構成している場合が多いようです。

1.3 液膜形成機構

当初、筆者は1次気泡が接合して合体泡を形成し、その下に液膜が残ると考えていました。図4に示すように、1次気泡径は圧力にほぼ反比例しているのですから、1次気泡により液膜が形成されるとすれば、圧力が高くなれば1次気泡の形状変化を考慮しても、液膜は圧力とともに薄くなります。伝熱面を覆う合体泡が形成される場合の離脱周期は、ほとんど変化しませんから、1次気泡によって液膜が形成されるとすれば、圧力を高くすると、式(1)によってCHFは低下するはずですが、しかし、大気圧近傍で圧力を高くす

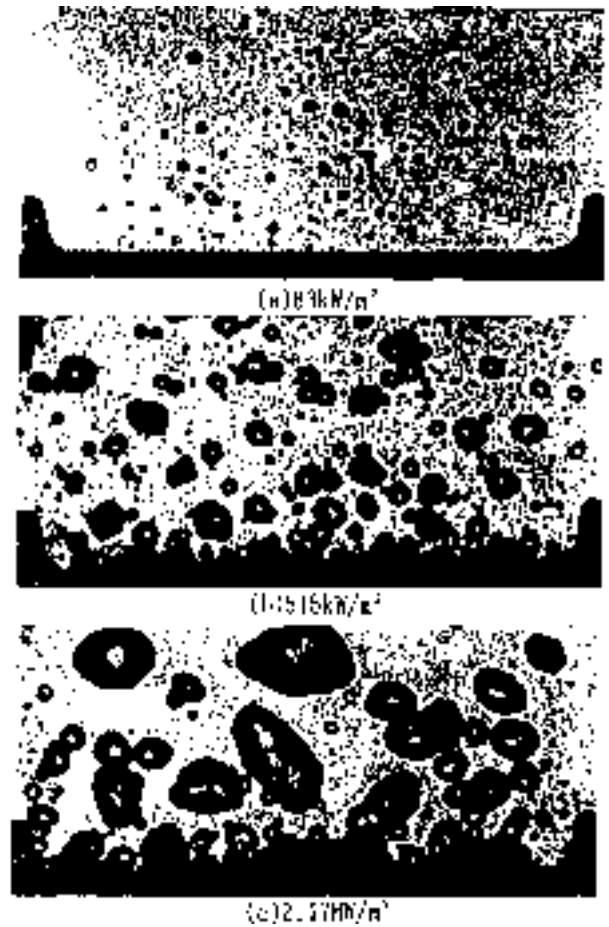


図3 SemeriaのSMPの水中の気泡挙動

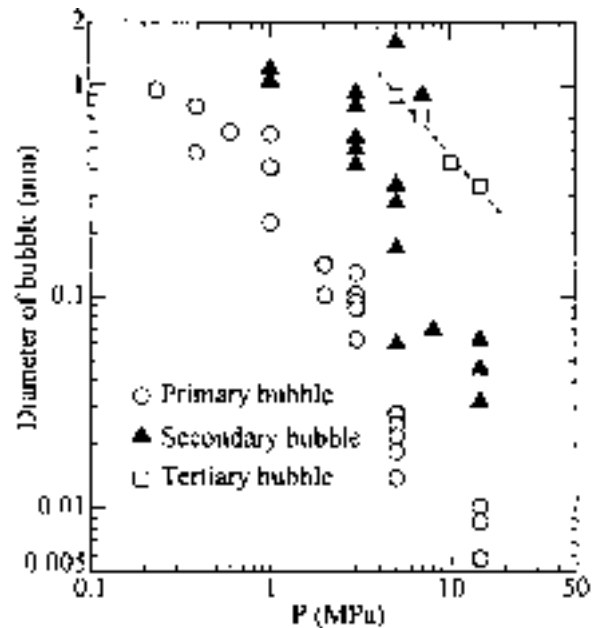


図4 Semeriaによる気泡径の測定

れば, CHFは圧力とともに急増します. このため, 液膜形成が1次気泡の接合によるモデルでは, CHFの圧力変化の特性を説明できません. 先の Semeriaの気泡挙動がヒントとなり, 液膜の形成では, 1次気泡が接合して液膜を形成するのは低圧域で, 圧力が高くなると2次気泡や3次気泡が液膜を形成すると考えれば, 先の矛盾も解消することが分かりました. 高圧域では, 液膜形成気泡は1次気泡に比べてはるかに大きくなり, 発泡点数はほぼ圧力の2乗に比例して増加しますから, 圧力がある程度高くなると, 液膜は蒸気の様吹き出しにより形成されると近似してよいでしょう. CHFでの蒸気の吹き出し量を, Chichelli-Bonilla[5]のエタノールのCHFの測定値について計算すると, 図5のように変化します. 蒸気の吹き出し量が少ないと気泡の成長が遅く, 小さな気泡では接合しても表面張力によって瞬時に球形により近くなるように変化し, 周囲の気泡との間に隙間ができます. 気泡の生長が遅いほど表面張力が相対的に大きくなりますから, より大きな気泡となつてから蒸気膜や蒸気塊を形成することになります. 筆者らの大気圧から4気圧程度までの測定では, 合体泡離脱頻度がほとんど変化しないのに, CHFが2倍程度に増加しました. したがって, 液膜厚さの変化がCHF増加の主要な要因と考えています. 液膜厚さと熱流束の関係については, 測定者により大きな差があり, 熱流束の1乗から2乗に反比例する測定値が多いようです. 筆者らの測定[6]では, 液膜厚さは熱流束の5/6に反比例しています. なお, 筆者らの液膜厚さの式は次式で表されます.

$$\delta = 0.786 \left[\frac{g^8 \rho_l^{11}}{(\rho_l - \rho_v)^5} \right]^{1/24} / G_0^{5/6} \quad (2)$$

この式には, 重力の加速度の項が含まれていますが, 液膜厚さの測定を通常の重力場で行ったもので, 重力項を入れなければ, 著者らの方法では測定値をうまく整理できませんした. この点については将来検討が必要でしょう.

2. 核沸騰について

核沸騰については, 古くから多くの相関式が提案されていますが, 多くの式には伝熱面の特性に関するパラメータが含まれていません. この場合は, 強いていえばcommercial surfaceに対する核沸騰相関式ということになります. 伝熱面の表面特性を考慮した研究としては, 伝熱面の幾何学的粗さや濡れを用いて発泡特性を表す方法が試みられています. しかし, 表面粗さとキャビティ寸法の関係は一義的ではなく,

かつ濡れの効果を考慮することの難しさを考えると, この方法によりさらに精度良い相関式を求めるのは難しいように思います. また, 核沸騰に関する無次元数を機械的に作り, 核沸騰曲線を多くの無次元数のべきの積で表し, 既存の沸騰曲線に基づいて未定係数や指数を実験データに基づいて決める方法[7]も提案されています. この方法では, 表面特性の平均的な伝熱面についての実験式は作れるものの, 採用された無次元数のみによって実験式が構成される保証がありませんし, 実験データの整理も十分ではありません.

筆者は, 既存の核沸騰の相関式およびその導出の方法を吟味し, 核沸騰の相関式をどのように導くべきかを検討しました[8]. その結果は以下の二つの内容にまとめられます. この手法の基本的な考え方は Mikic-Rohsenow[9]の手法と同じです.

- (a) 発泡点, 過熱度, 熱流束, 液体の物性値(液の種類と圧力)が与えられたとき, これらの因子のべきの積の形の相関式が存在するのか. 別の表現をすれば, 核沸騰伝熱では相似則が成立するのか.
- (b) 特定の伝熱面である圧力の液体についての発泡特性を調べたら, その特性を他の圧力や他の液体にも適用できるか.

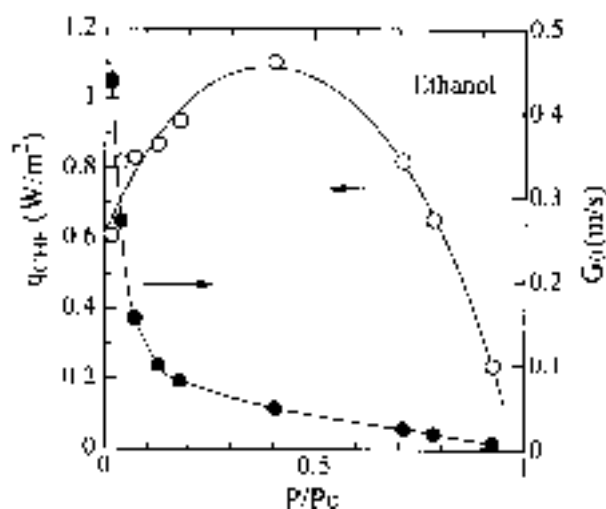


図5 CHFにおけるエタノールの蒸気吹き出し

まず,(a)については,すでに幾つかの相関式が求められており,筆者らの半経験的な相関式は次式で表されます.

$$q=B_H T_{sat}^{4/3} n^{3/8} \quad (3)$$

$$ここで, B_H=0.5 \left(\frac{\rho_l}{\mu_l a_l} \right)^{1/4} Pr^{-1/2} \left(\frac{C_{p,l}}{\sqrt{H_{fg}}} \right)^{1/3} \quad (4)$$

この式は発泡点密度と物性値が決まれば,式(3)によって過熱度と熱流束の関係が決まることを示しています.したがって,伝熱面の特性に関する因子は含まれていません.核沸騰伝熱の相関式を,最初から一つの式として求めるのは,パラメータが多く難しいようです.そこで,発泡点密度が与えられたときの核沸騰伝熱を表す式と,物性値が与えられたときの発泡点を求める式に分けて考えるのが,核沸騰相関式を求める手法としては簡便であろうと考えました.(b)については,まず発泡核となるキャピティ寸法と過熱度の関係を,従来と同じように次式のように仮定しました.

$$N(r^*)=C_s (1/r^*)^S \quad (5)$$

ここで, $r^*=2 T_w V_v / H_{fg} T_{sat}$ で,係数 C_s と指数 S は任意の圧力における沸騰曲線より決まります.キャピティの濡れの変化は,発泡条件を与える r^* の変化になると考え,この影響を (r^*) と仮定しています.気泡挙動によるキャピティの有効性については,気泡の生長速度と関連づけ,結局,濡れと周囲の気泡挙動の影響を考慮した発泡点密度は次式で与えられます.

$$n=C_{1s} \{N_{ja}^{3/10} r^{*3/10} (1/r^*)\}^S \quad (6)$$

$$P/P_c \leq 0.2$$

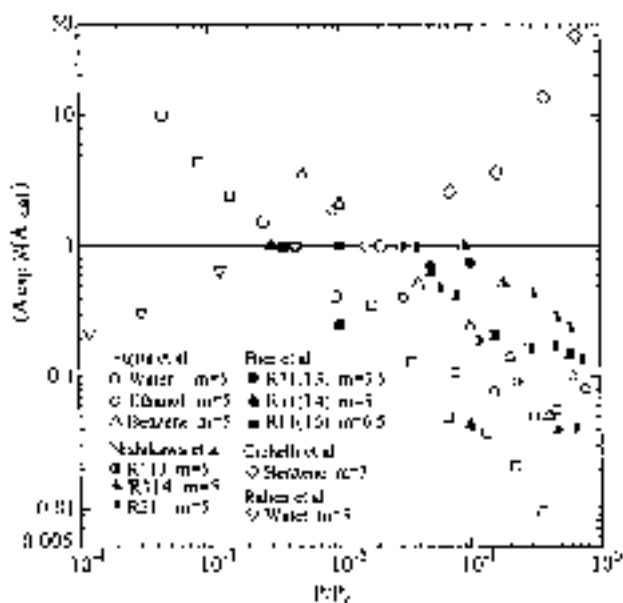
$$n=C_{1shp} \{N_{ja}^{3/20} r^{*3/20} (1/r^*)\}^S \quad (7)$$

$$P/P_c > 0.2$$

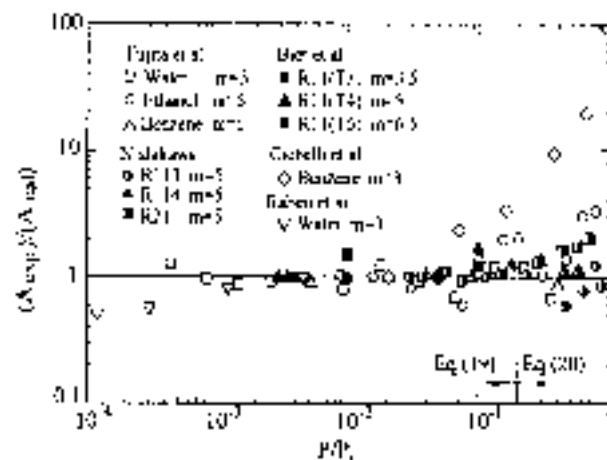
ここで,係数 C_{1s} , C_{1shp} 数 S は任意の圧力における核沸騰曲線により決定されます.式(3)と(6)または(7)を連立して核沸騰曲線を求めることができます.図6-a,bは,各種液体について大気圧での沸騰曲線 Mikic-Rohsenowの方法により求めた多の圧力における沸騰曲線 ($q=A T_{sat}^m$) の定数 A について実測値と推算値の比を求めたものです. Mikicらの方法ではデータの変化の傾向さえ不明なのに対して,筆者らの推算法では格段に精度が改善されています.この方法では中圧や高圧の沸騰曲線を精度良く求めるためには,その伝熱面について大気圧で沸騰曲線を求めればよいわけです.しかし,基準となる沸騰曲線を得た液体と異なる液体については推算精度が悪く,この点について今後大いに検討を要するところです.

3. CHFの機構

プール飽和沸騰のCHFは,1-1大気圧近傍のところで述べたように,式(1)で表されます.したがって,種々の体系や圧力に対してCHFを求めるには,式(1)の液膜厚さと蒸気塊の離脱頻度を求めればよいわけです.ただし,体系によっては伝熱面上に蒸気塊が存在している間に周辺から液膜に液が供給される場合があります.この場合のCHFは式(1)により求められる値より大きくなります.また,サブクールや速い流れがある場合には,これによって液膜厚さが変化すると考えられ,式(1)に既存の飽和沸騰の場合の液膜の式が使える保証はありません.液膜の形成は微細な気泡による局所的現象ですから,液膜厚さと同等の直径の細線または曲率半径が液膜厚さと同程度の面を



(a) Mikic-Rohsenowの推算法



(b) 著者らの推算法

図6 核沸騰の推算結果

除いて、飽和沸騰に液膜の式を利用できるでしょう。しかし、気泡離脱頻度は体系によってそれぞれ異なりますから、体系毎にCHFの値は異なり、表示式も異なるはずで。

4. 遷移沸騰 [10]

合体泡の離脱頻度は、遷移沸騰域でも核沸騰域に比べてあまり変化しません。液膜厚さが核沸騰曲線の延長上の過熱度に相当する熱流束で決まるとすれば、液膜厚さは熱流束にほぼ反比例しますから、極めて薄くなります。したがって、液膜はすぐに乾き、過熱度が高くなるほど乾いている時間が長くなります。遷移沸騰域で過熱度の上昇とともに熱流束が急激に下がるのはこのためです。遷移沸騰での液膜形成の熱流束を、核沸騰曲線の延長上の遷移沸騰での過熱

度に相当する熱流束としますと、液膜厚さを決めることができます。この液膜厚さと合体泡の離脱頻度を用いて、式(1)により熱流束を計算できます。このように合体泡滞留中に伝熱面に液が侵入しにくいように、伝熱面前方にガラス板を置いた垂直伝熱面についてCHFを計算した結果を図7に破線で示します。図中のcooling modeとは、銅ブロック製の伝熱面の冷却過程で得たデータという意味です。やっかいなことに、遷移沸騰では、伝熱面が大きくなったり、汚れていたり、あるいは体系が異なると、前述の計算条件が満たされない場合が多いのです。この場合には、液が合体泡周辺より侵入する分だけ図7の計算結果より熱流束が大きくなります。この増加分が、伝熱面の大きさや向き、体系および汚れなどによって異なるため、遷移沸騰の熱流束の推算は実質的に困難となります。

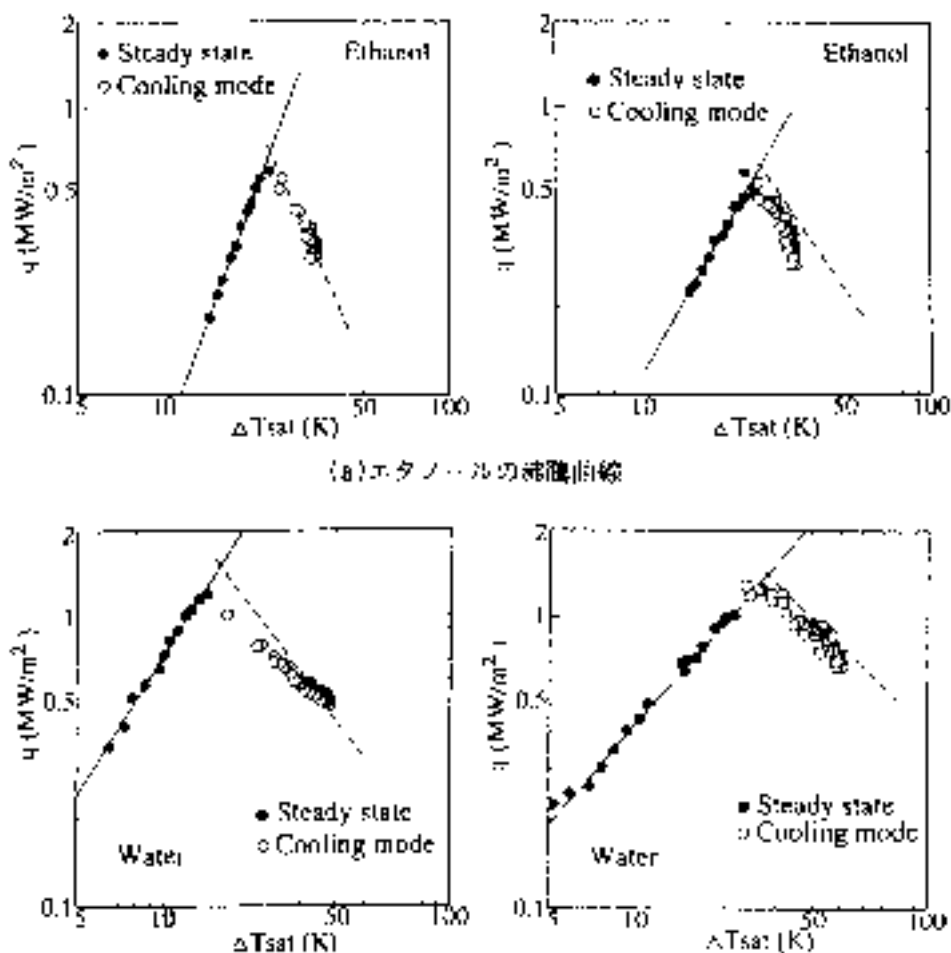


図7 遷移沸騰の推算

5. 既存のCHFモデル

5.1 ZuberのCHFモデル

無限水平上向き面に対してKutateladze[11]は、気液界面の不安定性がCHFに關与していることを示唆しています。Zuberがこれをヒントにしたか否かは不明ですが、周知のように物理モデルとしては荒唐無稽なTaylorとHelmholtzの不安定性を組み合わせたCHFモデルを提唱しました。この理論式による計算値は、上向き水平面(直径100mm)によるCichelli-Bonilla[5]のエタノールや直径0.15mmの水平細線によるKazakova[12]の水のCHFデータと、大気圧から臨界点近くまでよく一致します。しかし、これらの式と直径0.15mmの細線による水のデータと比較するのは、物理モデルの導出の過程から適切ではありません。KutateladzeやZuberのCHFの値は、Cichelli-Bonillaによるエタノール以外の液体のCHFのデータとは大きな差があります。本来ならば、物理モデルとして適切か否かの議論とともに、データとの比較の結果についても十分に吟味すべきでした。

核沸騰のある程度熱流束の高い領域から膜沸騰まで、蒸気塊は常に間欠的に離脱しており、すでに実験例があるように、伝熱面を蒸気で加熱して温度を制御すれば、CHF点またはその近傍で沸騰状態を安定させることができます。したがって、不安定理論の入り込む余地はないと考えられるのに、何故沸騰伝熱の研究では、不安定理論が頻繁に使われるのでしょうか。

5.2 Kutateladze-Zuberの式は物理的に無意味か

Zuberの式の計算結果がCichelli-BonillaのエタノールのCHFデータの圧力依存性をよく表していること、CHFの絶対値も実際の値に近いことを考えると、理論モデルは荒唐無稽であっても導出された結果であるZuber(Kutateladze)の式には何らかの物理的に意味があるのではないかと考えました。そこで、筆者らは甲藤・横谷の式(1)に基づいて、これらの式を導いていますので、文献[13]を参照して下さい。この論文の中で、二つの式を導くに当たって、実際の現象を相当簡略化し近似をしています。物理的には矛盾がない仮定や近似に基づいて導かれていると考えています。

5.3 Celata[14]のCHFモデル

一般に、沸騰現象のモデル化では、実際の沸騰現象をよく観察してから現象を単純化する、という基本的な手法がないがしろにされています。最近では、サブクール強制流動沸騰のCHFに関するCelataの理論もその一つです。Celataのモデルでは、伝熱面上で激

しい沸騰が起きていて、気泡が瞬時に合体して蒸気膜や蒸気塊ができるようなCHF下の伝熱面近傍の速度に、Karmanの一般速度分布の式を用いています。ZuberのCHFに関する不安定理論のように、沸騰の研究では、物理的にナンセンスであっても、最終的な結果であるCHFがある程度合えばよいのでしょうか。沸騰伝熱の研究者は、とりわけ理論的な研究をされている方は、この点についてとくに留意して欲しいと考えています。Celataの仮定により種々の物理量を計算すると、蒸気ブランケットの直径 D_b 、長さ L_b 、速度 u_b 、液膜厚さ δ_1 など現実離れした値になっています。この原因の多くは、Celataによる次の仮定によると考えられます。

- 気泡塊の長さがHelmholtzの不安定により決まる。
- 伝熱面近傍の温度や速度分布に、沸騰が起きていない場合の乱流速度や温度分布の式を使っている。
- 液膜厚さを乱流温度分布の飽和温度となる位置から気泡径を差し引き求めている。

このように実際の現象とかげ離れモデルでは、式が特定の範囲でCHFの測定値と合っていない場合でも汎用性がないのです。したがって、CHFだけの比較で評価するのではなく、モデルの仮定や近似についても物理的に妥当か否かの議論が必要と考えています。

6. その他

6.1 沸騰における不安定理論適用の是非

沸騰伝熱では、気泡径などを決めるために、不安定理論が使われることが多いようです。筆者の印象では、ほとんど例外なく不安定性が起きている証拠がなく、かつTaylorやHelmholtz不安定理論の物理的条件と異なる条件下にあるのに、安易に不安定理論が使われています。上向き水平面を用いて大気圧の水で行った実験で観察される合体泡の大きさは、10mmから数十mmであり、Taylorの不安定理論による最危険波長とほぼ同程度です。Lienhardらは一連の研究で、伝熱面の寸法が大きくなると、Taylor不安定により複数の気泡が発生するとしています。しかし、複数の気泡が発生するか否かは、蒸気の噴き出し量で決まります。すなわち、吹き出し速度を大きくすれば、大きな気泡が伝熱面から1個づつ離脱するようになります。

また、強制流動の場合でも観察される気泡の長さやHelmholtzの不安定理論により決まる最危険波長が、条件によってはほぼ同じ程度となります。しかし、この場合も激しい蒸気の吹き出しがあり、この蒸気の吹き出しによる蒸気塊長さへの影響が極めて大きい

のに、不安定理論ではこの効果を考えていません。このように不安定理論の成立条件と実際の沸騰場の条件が全く異なるのに、観察される蒸気塊の長さや Helmholtz の不安定によって決まる蒸気塊の長さがほぼ一致するとしても、どれほどの意味がありましょう。塩水と真水とか、河川水と海水のように密度差が極めて小さい液体間に適用される不安定理論を、液と蒸気のような密度が数百倍も異なる場合に適用することに無理があると考えるべきではないでしょうか。

6.2 無次元数の利用について

CHF の相関式は無次元数を用いて表されます。無次元数の求め方には Kutateladze に代表されるように、直接現象をモデル化するのではなく、関与する物性値や物理量から定理に従って無次元数を作り、実験値と比較しながら、重要な無次元数を決定する方法があります。しかし、この方法では誤った無次元数が混入する可能性があります。なぜなら物性値の圧力や温度への依存性は、類似した変化をする場合が多く、他の物性値で圧力や温度による変化を表すことができるからです。CHF の相関式によく現れる $(\rho_l/\rho_v)^n$ の項は、その代表的な例かもしれません。密度比の指数 n を適当に選べば、ほとんどの物性値の圧力や温度への依存性を表すことができます。そもそも密度比 ρ_l/ρ_v が含まれる物理量は、液や蒸気の運動エネルギーや運動量の比です。気液の界面では、液と蒸気の色度が等しいので、速度比が消えて密度比が残ります。しかし、現実には界面における運動エネルギーや運動量の比は密度の差が非常に大きく、通常は液体の運動エネルギーや運動量に比べて蒸気のそれらは無視できるはずですが、したがって $(\rho_l/\rho_v)^n$ が現象の支配的パラメータである可能性は低いと考えられます。その他、強制対流の CHF でよく使われる無次元数に $(u^2 L)/\sigma$ があります。() 内はウェーバ数の形ですが、その場合は L の代わりに液滴や気泡の直径が入るべきで、何故伝熱面長さ L のか疑問とされるべきです。

7. おわりに

現状では核沸騰から CHF 遷移沸騰まで、さらなる理論的研究が必要です。すでに述べたように、核沸騰の低熱流束域を除いて核沸騰から CHF に近い側の遷移沸騰まで、液膜が形成され、液膜への伝熱が支配的です。サブクール度が大きかったり流速が速く、熱流束が高い場合および遷移沸騰で過熱度の大きい場合には、本稿でいう液膜形成では説明できないでしょ

う。

過去の理論的研究は、モデルを構築するのに急なあまり、実験事実と合わないモデルが多く提案されており、そのモデルや相関式が無批判に使われているように感じています。この種の物理現象の研究は、まず実験や観察結果に基づいた現象の把握が何よりも大切で、次に実験事実と矛盾しないモデルの構築へと研究が進められるべきです。限界熱流束の Zuber の不安定理論は、まるで物理学におけるエーテルの存在や化学における燃素説の徘徊を思わせます。

最後に、永い間著者らの研究の中心となって尽力され、また今回の原稿を通読され、ご意見を下さいました坂下弘人博士に謝意を表します。

記号

a_1 : 温度拡散率, C_{p1} : 比熱, f : 気泡の離脱頻度, G_0 : 蒸気吹き出し速度, H_{fg} : 蒸発の潜熱, L : 伝熱面長さ, n : 発泡点密度, $N(r^*)$: キャビティ寸法分布関数, N_{ja} : ヤコブ数, P : 圧力, P_c : 臨界圧力, P_r : 換算圧力, q : 熱流束, q_{CHF} : 限界熱流束, T_{sat} : 過熱度, u : 速度, δ_l : 液膜厚さ, λ_l : 熱伝導率, μ_l : 粘性係数, ρ_l : 密度, ρ_v : 蒸気の密度. 添え字 l : 液体に関する値.

文献

- [1] 甲藤・横谷: 機論, **41-341**(1975) 294. [2] 日本機械学会編, 沸騰熱伝達と冷却, (1997) 22. [3] 日本機械学会編, 沸騰熱伝達と冷却, (1997) 42. [4] Semeria, R.: La Houille Blanche, No.6(1963) 679. [5] Cichelli, M.T. and Bonilla, C.F.: Trans. Am. Int. Chem. Eng., **41**(1945) 755. [6] 坂下・熊田: 機論, **62-598**(1996) 2314. [7] Stephan, K. and Abdelsalam, M.: Int. J. Heat Transfer, **23-1**(1980) 73. [8] Sakashita, H. and Kumada, T.: Prop. Pool and External Flow Boiling, ASME(1992) 143. [9] Mikic, B.B. and Rohsenow, W.M.: ASME J. Heat Transfer, **91**(1969) 245. [10] 坂下・熊田: 機論, **62-598**(1996) 2323. [11] Kutateladze, S.S.: Izv. Akad. Nauk. SSSR, Otd. ekhn. Nauk., No.4(1951) 529. [12] Zuber, N.: Trans., ASME, **80**(1958) 711. [13] Kazakova, E.A.: Engineers Digest, **12**(1951) 81. [14] Celata, G.P., et. al.: European two phase flow group meeting, Brussels, June-7(1997).

行事カレンダー

行事カレンダー

本会主催行事

開催日	行事名(開催地,開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
2000年					
5月 29日(月)~ 31日(水)	第37回日本伝熱シンポジウム (神戸,神戸国際会議場)	'00.1.21.	'00.3.10.	第37回日本伝熱シンポジウム準備委員会 委員長 藤井 照重 神戸大学 工学部 機械工学科 657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1 Tel:078-803-6112, Fax:078-803-6122 fujii@mech.kobe-u.ac.jp	
2001年					
5月 23日(水)~ 25日(金)	第38回日本伝熱シンポジウム (大宮,ソニックシティ)	未定	未定	第38回日本伝熱シンポジウム準備委員会 委員長 望月貞成 東京農工大学工学部機械システム工学科	

本会共催,協賛行事

開催日	行事名(開催地,開催国)	申込締切	原稿締切	問合せ先	掲載号
1999年					
11月 19日(金)	未来社会を支える学術体系の創成と工学教育シンポジウム - 日本学術会議創立50周年記念 -	'99.11/12		(社)化学工学会 産業部門委員会 拡大化工研連支援助会 太田(高木) Tel:03-3943-3527, 03-3943-3530	
12月 2日(木) ~3日(金)	OMF'99-Yokohama(第3回オーガナイズド混相流フォーラム) (東京電力技術開発センター (〒230-8510 横浜市鶴見区江ヶ崎町))	ア' ｽﾀﾌﾞ '99.7/30	'99.10/15	混相流学会ホームページ http://www.iiinet.or.jp/JSMF	
12月 2日(木) ~3日(金)	第23回人間・生活環境系シンポジウム (北海道大学学術交流会館)	'99.7/10	'99.9/20	北海道大学大学院工学研究科 持田徹 Tel:011-706-6284	
12月 17日(金)	科学者・技術者集会100万人集会 第9回科学技術振興・推進に関するシンポジウム - 科学技術と社会 -			〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル 日本工学会 Tel:03-3475-4621, Fax:03-3403-1738	
12月 20日(月)~ 21日(火)	第8回微粒化シンポジウム (大阪大学コンベンションセンター)	'99.10/8 (講演申込) '99.12/10 (参加申込)		〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1 慶應義塾大学理工学部 機械工学科 徳岡研究室 気付 日本液体微粒化学会事務局 (担当) 徳岡直静 Tel:045-563-1141 内3196, Fax:045-563-5943 E-mail: tokuoka@mech.keio.ac.jp	
12月 21日(火) ~23日(木)	第13回数値流体力学シンポジウム (中央大学理工学部 春日キャンパス: 東京都文京区春日)	'99.9/17		東京農工大学工学部 機械システム工学科 東野文男, 亀田正治 Tel: 042-388-7075, Fax:042-388-7413 E-mail: cfd13@cc.tuat.ac.jp http://www.tuat.ac.jp/~kamelab/cfd13/	
2000年					
1月 28日(金)	金属学会シンポジウム「白金族金属・合金の現状と将来」 (日本私立学校振興・共済事業団)			〒980-0845 仙台市青葉区荒巻青葉 (社)日本金属学会 Tel:022-223-3685, Fax:022-223-6312	
2月 3日(水) ~4日(木)	6th Symposium "Microjoining and Assembly Technology in Electronics"(Mate2000) (パシフィコ横浜)	'99.9/1	'99.11/19	<論文>大阪大学接合科学研究所 高橋康夫 Tel:06-6879-8658, Fax:06-6879-8689 E-mail: taka@jwri.osaka-u.ac.jp <事務局>(社)高温学会 Mate 2000事務局 Tel:06-6879-8698, Fax:06-6878-3110 E-mail: mate@jwri.osaka-u.ac.jp	
3月 23日(木) ~30日(木)	The 8th International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery (ISROMAC-8) (ハワイ,ホノルル)	Abstract '99.7/1	'99.12/20	Prof. J.C.Han Dept. of Mechanical Engineering, Texas A&M University Tel: (409)845-3738, Fax: (409)862-2418 E-mail: jchan@mengr.tamu.edu	
4月 7日(金)~ 8日(土)	日本機械学会熱工学部門講習会 「乱流輸送現象のモデリングとシミュレーションの新展開」	先着70名		〒432-8561 浜松市城北3-5-1 静岡大学工学部 機械工学科 中山顕 Tel:053-478-1049, Fax:053-478-1046 E-mail: tmanaka@ipc.shizuoka.ac.jp	
5月 24日(水)~ 26日(金)	第5回 日本計算工学会講演会	ア' ｽﾀﾌﾞ '00.1/28	'00.4/7	〒102-8646 東京都千代田区平河町2-7-4 砂防会館別館 (株)アイシーエス企画 気付 日本計算工学会 事務局 Tel:03-3263-6014, Fax:03-3263-7077 E-mail: jsces@ics-inc.co.jp http://www.kajima.co.jp/jsces/wwwjsces/jsces.htm	
6月 6日(火)	CO ₂ の排出削減のための技術革新 (学術会議大講堂)			東京大学生産技術研究所 第2部 西尾茂文 Tel:03-3402-6231, Fax:03-5411-0694 E-mail: nishios@cc.iis.u-tokyo.ac.jp	

日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞 公募のお知らせ

日本伝熱学会の内規に基づき、学術賞、技術賞、および奨励賞が設けられています。つきましては、下記の要領に従って本年度の募集を行いますので、自薦、他薦を問わず応募下さいます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、Thermal Science and Engineering 誌またはその他の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、公表された優秀な伝熱技術とする。
- ・奨励賞の対象は、原則として、最近2回の日本伝熱シンポジウムにおいて優秀な論文を発表した若手研究者で、発表時に大学院生、またはこれに準ずる者（大学卒業後5年以内の者）とする。
- ・学術賞および奨励賞の対象資格は、原則として本会会員に限る。
- ・学術賞は2件程度、技術賞は1件程度、奨励賞は4件程度とする。

2. 選考方法

- ・学術賞・技術賞・奨励賞の選考は、「表彰選考委員会」が「日本伝熱学会賞審査・選考方法内規」によって行う。
- ・表彰選考委員は、公募の他に学術賞・技術賞・奨励賞候補を推薦することができる。

3. 提出書類

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

4. 提出先

〒812 - 8581 福岡市東区箱崎6 - 10 - 1
九州大学 大学院 工学研究科 機械科学専攻
吉 田 駿 宛
TEL 092 - 642 - 3480 FAX 092 - 641 - 9744

5. 提出期限：平成12年1月10日（月）必着

6. 問い合わせ先： 提出先に同じ

日本伝熱学会 学術賞・技術賞・奨励賞
申請書・推薦書

申請者・推薦者名 _____ 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6部添付)

受賞候補者(氏名・勤務先・職名・代表者の連絡先住所, Tel. No, Fax. No, 本会会員資格の有無, 氏名には振り仮名をお付け下さい)

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6部添付)

申請・推薦理由： _____

注) 不要の文字を消して下さい。

第 37 回日本伝熱シンポジウム研究発表募集

- ・開催日 平成 12 年 5 月 29 日 (月) ~ 31 日 (水)
- ・会場 神戸国際会議場 (神戸市中央区港島中町 6-9-1, TEL : (078)302-5200)
- ・研究発表申込締切 平成 12 年 1 月 21 日 (金) 必着
- ・論文原稿締め切り 平成 12 年 3 月 10 日 (金) 必着
(間に合わない場合、論文集に掲載できないことがあります。)

【シンポジウムの形式】

- ・一般申し込みによるセッション形式で実施し、講演時間は 1 題目につき 20 分 (発表時間 10 分) の予定です。

【研究発表申込方法】

- ・インターネットによる申込 (ホームページ : http://www.mech.kobe-u.ac.jp/ht_sympo
ミラーサイト : http://htsj.mes.titech.ac.jp/~ht_sympo/)

本シンポジウムでは事務簡素化のため、ホームページからの研究発表申込を原則と致します。ホームページにある申込書に必要事項を記入し、お申込下さい。その後、申込確認のメールがお手元に届きましたら、それに記載されている申込番号、第一著者名、題目 (最初 7 文字程度) をご記入の上、下記の口座に申込整理費 3,000 円を郵便振替でご送金下さい (本号挟込みの払込取扱票をご利用下さい)。

なお、インターネットによる申込ができない場合は、本号に掲載の研究発表申込書 (コピー可) に必要事項を記入し、下記まで郵送下さい。その際、申込整理費 3000 円を郵便振替でご送金下さい (本号挟込みの払込取扱票をご利用下さい。申込番号欄は空欄で結構です)。

研究発表申込先	〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部機械工学科内 第 37 回日本伝熱シンポジウム準備委員会・論文集担当 竹中 信幸
申込整理費払込先	口座番号 : 00900 - 0 - 146980 口座名称 : 第 37 回日本伝熱シンポジウム準備委員会

申込整理費を講演会当日に会場にて支払われる場合は 4000 円とさせていただきます。

(お申込の際の注意事項)

- ・ホームページの「申込フォーム」にあるセッション分類表から、発表内容が属する小分類を少なくとも 2 つ選んで下さい。但し、オーガナイズドセッション希望の方は OS のみを選んで下さい。また、郵送で申し込まれる方は、次ページのセッション分類表から同様に選んで、研究発表申込書にご記入下さい。
- ・講演発表申込は、講演者 1 名につき 1 題目とさせていただきます。
- ・発表の採否・セッションへの振分けは準備委員会にご一任願います。
- ・研究発表申込受理通知は原則として E-mail で行います。

【論文】

- ・講演論文集は原寸大のオフセット印刷で作製致します。論文の長さは、1 題目当たり A4 用紙 2 ページとし、作成フォーマットは前回と同様です (2 段組 × 片側 26 字 × 60 行)。
- ・執筆要綱は、伝熱研究 (2000 年 1 月号) 及びホームページに掲載致します。

【講演登録及び参加費用】

- ・講演申込整理費：3,000 円（会場支払い：4,000 円）
- ・シンポジウム参加費（論文集代は含みません。日本伝熱学会会員、非会員共）
一般（事前申込：8,000 円，会場申込：9,000 円），
学生（事前申込：4,000 円，会場申込：4,500 円）
- ・講演論文集：日本伝熱学会会員：無料，非会員：8,000 円

【懇親会】

- ・開催日 平成 12 年 5 月 30 日（水）
- ・会 場 神戸ポートピアホテル（〒 650-0046 神戸市中央区港島中町 6-10-1、Tel：(078)302-1111）
- ・参加費 一般（事前申込：7,000 円，会場申込：8,000 円）
（事前申込，会場申込共に夫婦同伴者 1 名無料）
学生（事前申込：4,000 円，会場申込：5,000 円）

【ご注意】

- ・研究発表申込の取消は、準備と運営に支障をきたしますのご遠慮下さい。
- ・論文の題目と著者名が発表申込時と論文提出時において相違ないようお願い致します。
- ・準備可能な発表機器は原則として O H P のみとさせていただきます。
- ・論文原稿および別刷りは原則として返却，配布致しません。
- ・その他ご不明な点がありましたら下記までお問い合わせ下さい。

【お問い合わせ先】

第 37 回日本伝熱シンポジウム準備委員会
浅野 等（神戸大学工学部機械工学科）
TEL & FAX：(078)803-6122，E-mail：ht_sympo@mech.kobe-u.ac.jp

第 37 回日本伝熱シンポジウム準備委員会
委員長 藤井 照重

関西支部主催見学ツアーのお知らせ

日本伝熱学会関西支部では、第 37 回日本伝熱シンポジウムが神戸で開催されることを機に、下記のようなエネルギー関連の見学ツアーを企画しております。詳細は追ってお知らせ致しますが、多数のご参加をお待ち申し上げます。

日 時： 平成 12 年 6 月 1 日（木）
予定見学先： 三菱重工業（株）高砂製作所 - 高温ガスタービンの開発・製作部門
大阪ガス（株）姫路製造所 - L N G 基地
関西電力（株）姫路第一発電所 - コンバインドサイクル発電システム

お問い合わせ先： 京都大学大学院工学研究科機械工学専攻 吉田 英生
TEL：(075)753-5255，E-mail：yoshida@mech.kyoto-u.ac.jp

お願い：上記見学先は、いずれも現在競争の激しい分野ですので、同業他社の方はご遠慮願うことになると思われまふ。ご了承下さい。

【セッション分類表】

() 技術別分類

大分類	小分類
a:要素機器	a-1:熱交換器, a-2:蒸発器・凝縮器, a-3:空調・冷凍機器, a-4:加熱・冷却機器, a-5:反応・燃焼機器, a-6:蓄熱・蓄冷機器, a-7:熱輸送デバイス・熱輸送機器, a-8:ヒートシンク, a-9:その他
b:エネルギー・ 環境システム 技術	b-1:動力・発電システム, b-2:高効率エネルギー変換システム, b-3:エネルギー有効利用システム, b-4:自然エネルギー等利用システム, b-5:空調・冷凍システム, b-6:環境技術, b-7:その他
c:境界技術 (thermal management を含む)	c-1:素材製造技術, c-2:加工・成形技術, c-3:生産技術, c-4:航空・宇宙技術, c-5:生体・食品技術, c-6:電子・情報技術, c-7:極低温・低温技術, c-8:MEMS, c-9:ビークル, c-10:その他
d:実験・計測・ データ処理技術	d-1:温度計測, d-2:熱流束計測, d-3:速度計測, d-4:画像処理, d-5:その他
e:その他	e-1:その他

() 現象別分類

大分類	小分類
A:熱物性	A-1:固体熱物性, A-2:液体混合系熱物性, A-3:測定法, A-4:その他
B:熱伝導	B-1:熱伝導, B-2:接触熱抵抗, B-3:その他
C:熱放射(ふく射)	C-1:放射(ふく射)物性, C-2:放射(ふく射)伝熱, C-3:放射(ふく射)の数値シミュレーション, C-4:伝熱促進・制御, C-5:その他
D:強制対流	D-1:層流, D-2:乱流構造とモデル化, D-3:乱流の数値シミュレーション, D-4:剥離流れ・噴流, D-5:伝熱促進・制御, D-6:その他
E:自然対流	E-1:密閉空間, E-2:物体周り, E-3:共存対流, E-4:伝熱促進・制御, E-5:その他
F:相変化素過程	F-1:相変化分子運動論, F-2:接触界線, F-3:界面安定性, F-4:核生成・核活性化, F-5:異相成長, F-6:構造化, F-7:その他
G:蒸発・沸騰	G-1:蒸発, G-2:核沸騰, G-3:限界熱流束・遷移沸騰, G-4:極小熱流束・膜沸騰, G-5:過渡沸騰, G-6:伝熱促進・制御, G-7:直接接触系, G-8:その他
H:凝縮・吸着	H-1:凝縮, H-2:直接接触系, H-3:吸着, H-4:伝熱促進・制御, H-5:その他
I:凝固・凍結・融解	I-1:凝固, I-2:凍結, I-3:霜, I-4:融解, I-5:伝熱促進・制御, I-6:その他
J:混相流	J-1:等温系二相流, J-2:沸騰二相流, J-3:凝縮二相流, J-4:固気・固液二相流, J-5:噴霧系, J-6:混相流のモデル化と数値解析, J-7:伝熱促進・制御, J-8:その他
K:多孔質・粒子系	K-1:充填層・流動層, K-2:多孔質層, K-3:その他
L:物質移動	L-1:物質伝達, L-2:熱移動を伴う物質移動, L-3:その他
M:反応・燃焼	M-1:反応を伴う伝熱, M-2:燃焼を伴う伝熱, M-3:その他
N:超スケール伝熱	N-1:分子・クラスタースケール, N-2:マイクロスケール, N-3:都市スケール, N-4:地球スケール, N-5:マルチスケール, N-6:その他
O:微小重力場など 特殊場	O-1:微小重力場, O-2:電場・磁場, O-3:極低温場, O-4:回転場, O-5:その他
P:その他	P-1:逆問題, P-2:その他

() オーガナイズドセッション

分類	オーガナイザー
OS-1: 火炉等における燃焼・伝熱	工藤 一彦(北海道大学), 香月 正司(大阪大学), 円山 重直(東北大学)
OS-2: マイクロマシンと熱流体	笠木 伸英(東京大学), 藤田 博之(東京大学)
OS-3: 企業の現場における伝熱問題	竹中 信幸(神戸大学), 吉山 孝(川崎重工業(株))

第 3 7 回日本伝熱シンポジウム研究発表申込書

講演 題目	和文			
	英文			
著者名（フルネーム） （講演者に*印）		所属・勤務先 （省略形）	伝熱学会 会員資格	会員外の方の所 属学協会と資格
和文		和文		
英文		英文		
和文		和文		
英文		英文		
和文		和文		
英文		英文		
和文		和文		
英文		英文		
和文		和文		
英文		英文		
和文		和文		
英文		英文		
セッション分類（分類表の小分類から少なくとも2つを選び，優先順位を考えてご記入下さい．選択に際しては， できれば技術別分類と現象別分類の両方から選択して下さい） 例： 1.(a - 6), 2.(A - 2), 3.(O - 4), 4.(b - 2), 5.(K - 2) 希望小分類 1. (-), 2. (-), 3. (-), 4. (-), 5. (-)				
オーガナイズドセッション オーガナイズドセッション希望の方は下の欄に を入れてください．その場合，上記分類へのご記入は不要です． () OS-1 , () OS-2 , () OS-3				
キーワード（5つ程度） () () () () ()				
連 絡 先				
住所	〒			
氏名			所属	
TEL			FAX	
E-mail				
準備委員会記入欄	受付日	年	月	日
				受付番号：

（お願い）外国人著者の場合，英文著者名欄に記入頂くと共に，和文著者名欄もカタカナ書きでご記入をお願いします．



**Sixth International Conference on
Advanced Computational Methods in Heat Transfer**

26 - 28 June 2000 Madrid, Spain

Organised by **Wessex Institute of Technology, Southampton, UK**

Sponsored by **Developments in Heat Transfer Book Series**

TIME SCHEDULE Return Reply Form: As soon as possible
Submit Abstract: As soon as possible
Submit Final Manuscript: 8 February 2000

CALL FOR PAPERS Papers are invited on the topics outlined and others falling within the scope of the Meeting. Abstracts should be submitted by mail, fax or Email as soon as possible. Abstracts should clearly state the purpose, results and conclusions of the work to be described in the final paper. The final acceptance will be based on the full length paper. The author must attend the conference to present the paper, if accepted. Each submitted paper is subject to a separate registration.

TOPICS

- Conduction including non-linear problems
- Diffusion-convection
- Natural and forced convection
- Thermal radiation
- Fire and combustion simulation
- Phase change
- Thermal problems in porous media fibres and composites
- Metal casting, welding, forging and other processes
- Energy power systems
- Inverse problems and other ill-posed problems
- Combined heat and mass transfer
- Advances in heat transfer software
- Coupling different numerical methods
- Hot spots and thermal shocks
- Heat exchangers
- Heat transfer in manufacturing
- Cooling of electric and electrical equipment
- Gas turbine heat transfer
- Heat transfer enhancement
- Modelling and experiments in heat transfer

CONFERENCE SECRETARIAT

Conference Secretariat HEAT TRANSFER 2000

Wessex Institute of Technology
Ashurst Lodge, Ashurst
Southampton, SO40 7AA
Telephone: 44 (0) 23 80 293223 Fax: 44 (0) 23 80 292853
Email: wit@wessex.ac.uk
<http://www.witcmi.ac.uk/conferences/2000/heat2000/>

HEAT TRANSFER AND TRANSPORT PHENOMENA IN MICROSYSTEMS

October 15-20, 2000
Banff, Alberta, Canada

CONFERENCE SYNOPSIS:

The Conference objective is to address the state-of-the-art knowledge in the field of heat transfer in extreme conditions involving very small scale, both at space level and at time level. Recent development of industrial applications like micro-electronics, laser systems, micro-heat exchangers, and micro-devices (sensors and actuators), have led to studies dealing with microscopic behavior of thermal phenomena.

Areas of interest:

- Microscale Heat and Mass Transfer
- Two-Phase Flow in Micro Channels
- Advanced Cooling Techniques (Micro Heat Pipes, Micro Heat Exchangers)
- Radiative Transport
- Molecular Dynamics Approach to Heat Transfer
- Thermal and Temperature Micro Sensors
- Thermal Phenomena in Micro Sensors and Micro Actuators
- Photothermal Techniques
- Thermal Simulation in Micro and Nano Structures
- Thermal Measurement Techniques
- High Temperature Electronics
- Measurement of Thermal Properties
- Coupled (Thermo-Mechanical, Thermo-Optical, etc.) Effects.

The presence of specialists coming from academia and industry will be a fair opportunity to promote interesting exchanges in advanced experimental and theoretical techniques and to go deep into the knowledge of thermal phenomena related to microscale level.

CONFERENCE ORGANIZATION:

The conference Chair is Dr. Gian Piero Celata, National Institute of Thermal-Fluid Dynamics, ENEA, Italy (Phone: +39-06-3048-3905, Fax: +39-06-3048-3026, E-mail: celata@casaccia.enea.it).

The Conference Co-Chairs are Prof. Van P. Carey, University of California at Berkeley (Phone: +1-510-642-7177, Fax: +1-510-642-6163, E-mail: vcarey@me.berkeley.edu), Prof. M. Groll, University of Stuttgart, Germany (Phone: +49-711-685-24-81 (or 24-54), Fax: +49-711-685-2010, E-mail: groll@ike.uni-stuttgart.de), and Prof. I. Tanasawa, Nihon University, Japan (Phone/Fax: +81-24-956-8779, E-mail: tanasawa@mech.ce.nihon-u.ac.jp).

The Conference Scientific Secretary is Dr. Giuseppe Zummo, National Institute of Thermal-Fluid Dynamics, ENEA, Italy (Phone: +39-06-3048-4567, Fax: +39-06-3048-3026, E-mail: zummo@casaccia.enea.it).

<http://www.engfnd.org/0az.html>

平成12年度宇宙環境利用に関する地上研究公募のご案内

国際宇宙ステーションの宇宙における組立が昨年11月から開始され、本格的な宇宙環境を利用する時代を迎えようとしております。宇宙環境では、微小重力や高真空等地上では得がたい環境の下で、実験を実施することができます。

我が国は、国際宇宙ステーション計画に独自の実験棟「きぼう」をもって参加しており、今後、このような宇宙環境を利用する機会が飛躍的に増大することになります。

一方、地上での広範な分野の研究を宇宙環境を利用する実験に結びつけ、更には具体的な宇宙実験の提案・実施に至るまで地上における関連研究の蓄積が必要です。

本制度は、このように「きぼう」を中心とした宇宙環境を利用する準備段階として、幅広い分野の研究者に研究機会を提供し、宇宙環境利用に関連する地上研究を推進することを目的としています。

公募制度の概要

大学、国立試験研究機関、民間企業などの研究者の方々を対象に幅広く研究テーマを募集します。

応募資格

応募者の国籍、所属機関の所在地(国内外)は問いませんが、日本語による応募及び面接に対応できる語学力を必要とします。

公募対象研究分野

微小重力科学、生物科学、バイオメディカル、宇宙医学、宇宙科学、地球科学、宇宙利用技術開発の7分野

研究費、研究期間

- ・フェーズ 研究(A) 研究費：3千万円以下/年 研究期間：1～3年
- ・フェーズ 研究(B) 研究費：6百万円以下/年 研究期間：1～3年
- ・フェーズ 研究(B)萌芽的研究 研究費：150万円以下/年 研究期間：1年
- ・フェーズ 研究 研究費：1千万円程度～1億円以下/年 研究期間：3年

選定

財団法人日本宇宙フォーラム内に、有識者によって構成される委員会を設置し、応募された研究テーマの選定等を行います。

研究形態

研究形態としては、委託研究(大学、企業)、共同研究(国立研究所)、招聘研究の形態をとります。

実験施設、試験施設の提供

研究の必要に応じて調整の上、落下塔、航空機の微小重力模擬実験施設等の利用機会を提供いたします。

スケジュール

- ・応募受付締め切り：平成12年2月1日(火)消印有効
- ・研究開始：平成12年7月～

説明会の開催

本制度の内容、応募にあたっての手続き等についての説明会を以下のように開催します。

会 場	開催日	時 間	所在地
TFTホール	12月13日(月)	14:00～16:00	東京都江東区有明3-1 TFTビル 電話：03-5530-5010
東北大学流体科学研究所 2号館 大講義室	12月17日(金)		宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 電話：090-2335-2786
(財)大阪科学技術センター	12月20日(月)		大阪府大阪市西区靱本町1-8-4 電話：06-6443-5314
九州大学 創立50周年記念講堂	12月21日(火)		福岡県福岡市東区箱崎6-10-1 電話：090-2335-2786

注記：上記事項については、12月以降に詳細な応募要領等を下記ホームページに掲載する予定です。

問い合わせ先

財団法人日本宇宙フォーラム

公募研究推進部 募集担当 電話：03-3459-1653 FAX：03-5470-8426

URL：http://www.homepage.co.jp/jsforum E-mail：koubo@jsforum.or.jp

東北大学 流体科学研究所教官公募

1. 募集人員 : 助手 1名
2. 応募資格 : ・熱工学、流体工学、またはこれらと同種の研究分野を専攻し、博士の学位を有するか取得見込みの者、またはこれと同等以上の経歴と工学的素養を有すること
・原則として35才未満であること
3. 所属部門 : ・東北大学流体科学研究所 極限流研究部門 極限熱現象研究分野
及び職務 : ・極限状態における熱流動現象の解明と制御に関する研究
4. 着任時期 : 2000年4月1日
5. 必要提出書類 : (1) 履歴書
(2) 業績リスト(詳しくは照会先にお問い合わせ下さい)
(3) 上記リストの別刷および主要論文の概要(500字程度)
(4) 推薦書
6. 応募締切 : 2000年1月12日(水)必着
7. 書類提出先 : 〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1
東北大学 流体科学研究所
所長 谷 順二
8. 照会先 : 流体科学研究所 極限流研究部門 極限熱現象研究分野
教授 円山重直
電話&ファックス: 022-217-5243 E-mail:maruyama@ifs.tohoku.ac.jp

事務局からの連絡

1. 学会案内と入会手続きについて

【目的】

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

【会計年度】

会計年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日までです。

【会員の種別と会費】

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

【会員の特典】

会員は本会の活動に参加でき、次の特典があります。

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

【入会手続き】

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

(注意)

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

2. 会員の方々へ

【会員増加と賛助会員口数増加のお願い】

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

願いたします。

【会費納入について】

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

【変更届について】

(勤務先、住所、通信先等の変更)

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

(賛助会員の代表者変更)

賛助会員の場合には、必要に応じて代表者を変更できます。

(学生会員から正会員への変更)

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

(変更届提出上の注意)

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

【退会届について】

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

【会費を長期滞納されている方へ】

長期間、会費を滞納されている会員の方々には、至急納入をお願いします。特に、平成10年度以降の会費未納の方には「伝熱」「THERMAL SCIENCE AND ENGINEERING」の送付を停止しており、近く退会処分が理事会で決定されます。

3. 事務局について

次の業務を下記の事務局で行っております。

事務局

(業務内容)

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

(所在地)

〒113 東京都文京区湯島2-16-16
社団法人日本伝熱学会
TEL, FAX : 03-5689-3401
(土日、祝祭日を除く、午前10時～午後5時)

(注意)

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

〒113-8656 文京区本郷7-3-1

東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻 庄司 正弘
TEL: 03-5841-6406 FAX: 03-5800-6987
E-MAIL: shoji@photon.t.u-tokyo.ac.jp

「伝熱の常識と非常識」へ投稿しませんか！

編集・出版部会は本誌に「ワンポイント伝熱 伝熱の常識と非常識」シリーズを発足させ、1月号に第1回、9月号に第2回、そして本号にやっと第3回を掲載しました。今後しばらくは少なくとも2号に1回のペースで掲載できそうです。

研究が進むにつれて新しい常識が生まれ、あるいは過去の常識は非常識に変わります。一方では、誤った思い込みがそのまま残り、非常識化した過去の常識が学会ではまだ幅をきかせているという状況はなかなか改まるものではありません。皆さんのなかにも焦燥を感じた経験をお持ちの方は少なくないでしょう。「伝熱の常識と非常識」シリーズの主な目的は、そのような方々に自己主張の場を提供することにより、伝熱研究の到達点を示すことです。したがって、記事は若手研究者にとって大いに有益であるばかりでなく、教鞭を取る先生方にとっても利用価値があるでしょう。

「伝熱の常識と非常識」へ投稿して、自己主張をしませんか！

名前は一人歩きをされると言われます。たとえ、意図は我々のものと異なっても、内容が「伝熱の常識と非常識」にふさわしいものであれば歓迎します。いずれにせよ、編集・出版部会は、自己主張の強い丁寧な解説を期待しています。なお、第三者的立場からのいわゆる総説は論文誌「TSE」へご投稿ください。

第38期編集出版部会委員

副会長	吉田 駿	九州大学
部会長	菱田公一	慶應義塾大学
委員	水上紘一	愛媛大学
	小林睦夫	新潟大学
	平田雄志	大阪大学
	渡邊澁雄	中部電力株式会社
	横堀誠一	株式会社東芝
	山田雅彦	北海道大学
	小原拓	東北大学
	小熊正人	石川島播磨重工業(株)
	川口靖夫	機械技術研究所
	佐藤勲	東京工業大学
	泰岡顕治	慶應義塾大学
	花村克悟	岐阜大学
	瀧本 昭	金沢大学
	中部主敬	京都大学大学院
	吉田敬介	九州大学大学院
TSE	小竹 進	東洋大学

平成11年11月30日

第38期編集出版部会長 菱田公一

編集出版事務局：〒223-8522 横浜市港北区日吉3-14-1

慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科

菱田公一

TEL: 045-563-1141 (内 3130)

FAX: 045-563-2778

e-mail: hishida@sd.keio.ac.jp

複写される方に

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

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

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

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

Notice about photocopying

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

Except in the USA

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

In the USA

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

伝 熱

ISSN 1344-8692

(Journal of The Heat Transfer Society of Japan)

Vol. 38, No.153

1999年11月発行

発行所 社団法人 日 本 伝 熱 学 会

〒113 東京都文京区湯島 2-16-16

電話 03(5689)3401

Fax. 03(5689)3401

郵便振替 00160-4-14749

Published by

The Heat Transfer Society of Japan

16-16, ushima 2-chome, Bunkyo-ku,

Tokyo-113, Japan

Phone, Fax: +81-3-5689-3401