



THERMAL ENGINEERING

TED Newsletter on the WEB

日本機械学会熱工学部門ニュースレター
TED Newsletter No.66 April 2012

目 次

1. 第 90 期部門長あいさつ
教授 近久 武美（北海道大学 大学院工学研究院 エネルギー環境システム部門）
2. TED Plaza
 - 宇宙構造物用二相流体ループ式排熱システムの開発
～国際宇宙ステーションでの実験に向けて～
浅野 等（神戸大学 准教授）
 - 多孔質電極内の反応輸送現象研究の取り組み
～化学工学の立場から～
井上 元（京都大学 助教）
 - LES データに基づく熱連成解析によるピンフィン流路の伝熱性能評価
小田 豊（大阪大学 助教）
3. 第 8 回日韓熱流体工学会議報告
4. 各種委員会活動報告
 - 広報委員会
 - 年次大会委員会
 - 熱工学コンファレンス委員会
 - 学会賞委員会
 - 講習会委員会
 - ASME-JSME 合同会議委員会
 - KSME-JSME 合同会議委員会
 - 部門賞委員会
 - 年鑑委員会
 - 出版委員会
 - JTST 委員会
5. 行事案内
6. その他
 - 英文ホームページの整備について
 - 編集後記

第 90 期部門長あいさつ



第 90 期 熱工学部門長

北海道大学 大学院工学研究院 エネルギー環境システム部門

教授 近久 武美

takemi@eng.hokudai.ac.jp

2012 年 4 月より第 90 期の部門長の大役を仰せつかりました。部門長就任にあたり、ご挨拶を申し上げます。

熱工学部門は、熱力学・伝熱学、燃焼学、熱物性を 3 本の柱として、ナノ・マイクロ領域、生体関連、電子機器冷却ならびに燃料電池等の新領域を取り込みながら、これまで対象領域を広げてきました。しかし、わずかずつではありますが次第に会員数が減少しているほか、産業界との乖離も進行しているような気がいたします。これはインターネットを始めとする情報手段の変化、インパクトファクターを含む世界的な評価基準の導入、短期的成果要求に伴う地道な産学連携の敬遠、学会領域の細分化などが背景にあるものと考えます。

これまで、国内の講演会で産学を含めた研究者の情報交換がなされ、論文集も国内のエンジニアに向けて十分に醸成された質の高い論文が発行されておりました。しかし、インパクトファクターの導入によって、日本語論文の評価が国内においても顕著に低下し、研究者の多くがインパクトファクターの高い論文にのみ目を向けるようになりました。また、極めて多くの情報を簡単に検索でき、世界最先端の情報を容易に入手できるようになりました。そのため、講演会に出席して情報を得る必要が低下し、また産学連携では成果を得るまでの時間が長いため、それよりもインターネットによって最先端の情報を素早く得たほうが短期的要求に応えられるようになったことが企業の学会離れを加速しているものと思います。さらに、産学ともに研究者が極めて多忙と成り、ゆっくりと学会で交流をしている余裕が無くなってきたことも変化の要因と考えられます。

このような社会情勢の中で、熱工学部門が社会ニーズに応じていくためには、いくつかの異なるニーズに応じた魅力要素を活動の中に盛り込んでいくことが肝要と考えます。社会ニーズとして、まず昨年生じた東日本大震災および原子力発電事故に伴い、新しいエネルギー社会の形成が求められております。一方、安価な海外製品の流入と産業の空洞化が進行しており、雇用状況の悪化に対する対応が求められております。私自身は、再生可能エネルギーを中心とした新エネルギーインフラ形成を推進する事が、長期的な視点での持続可能社会の形成につながるほか、エネルギー産業の振興と雇用の創出効果もあるものと信じております。そのためには、エネルギー技術に密接に関連した熱工学研究者の活躍が必要ですし、経済学や人間行動学あるいは政策学等と連携した研究も新たに必要になるでしょう。したがって、こうしたテーマを含むフォーラムの開催がニーズに応える一つと思います。

次に、講演会は質の高い情報交換の場と同時に、産学官の若手研究者・技術者ならびに学生の育成の場としての意味があります。部門の活動にはこの両者が要求されます。熱工学に関連した国際会議には他学会と連携しながら、IHTC 国際会議、IFHT フォーラム、日米韓熱工学会議、日韓

熱流体会議が開催されております。これら国際会議のそれぞれに特徴を持たせながら両者を使い分けるほか、国内の講演会においても、それぞれの要素をフォーラムやOS および一般講演の形で特徴を持たせながら明示する事が一案です。

このほか、部門活動に従事する方々の負担を軽減するために、様々な作業の簡素化、効率化を図りたいと思います。活動が肥大化するの世の常であり、部門長はより一層活動を活発にする事に重点を置きがちですが、私はこの省力化の推進に重点を置きたいと考えております。一方、これまで部門の余剰金の削減が求められていたため、継続的に赤字運営を行っていましたが、一般社団法人化に伴って目的基金の積み立てと合わせて余剰金の繰越が可能となりましたので、赤字運営からの軌道修正が今後必要となります。学会運営担当者の負担を軽減しながら収支を健全化する方策を新たに検討したいと考えています。このほか、日本語と英語論文を一つにまとめた新たな論文集に移行する事が検討され始めておりますが、伝熱学会と共同発行している JTST は高い評価を既に受けており、この継続を堅持しながら機械学会の動きにも協力していきたいと考えております。また、会員のニーズに応えることが会員増加の基本ですので、これらのバランスを考えながら会員に喜ばれる活動を推進していきたいと考えています。これらはそれぞれ相反するところがありますが、関連委員と意見交換しながら、最良の手段を見出すよう努力いたします。

以上の目標は取り立てて真新しいものではありませんが、実質的な効果を上げることは容易ではありませんので、運営委員会と総務委員会を中心に活発な議論をしていきたいと考えています。諸先輩ならびに会員の皆様のご支援を、どうかよろしくお願い申し上げます。

TED Plaza

宇宙構造物用二相流体ループ式排熱システムの開発 —国際宇宙ステーションでの実験に向けて—



浅野 等

神戸大学 准教授
大学院工学研究科 機械工学専攻
asano@mech.kobe-u.ac.jp

1. はじめに

宇宙構造物の大型化やプラットフォームでの排熱量の増大に伴い、排熱システムに対して熱輸送量の増大と発熱部から放熱部までの熱輸送距離の長大化の要求が高まっている。現在の国際宇宙ステーション（以下、ISS [International Space Station] とする）では、冷却材として使用温度に応じて水およびアンモニアの単相流体ループが利用されているが、前述の高能力化の要求に対応するには冷却材の循環量の増大、使用量の増大が必要であり、循環ポンプの動力増大とシステム重量の増大が避けられない。そこで、作動流体の沸騰冷却を利用した二相流体ループ式排熱システムが必要とされている。二相流体ループの基本構成を Fig. 1 に示す。作動流体を循環するメカニカルポンプ、発熱体を冷却するコールドプレート（蒸発器）、ラジエータ（凝縮器）、ループ内の冷却材量を操作することで圧力を制御するアキュムレータで構成される。このシステムの特長として、① 沸騰伝熱による高い熱伝達、② 潜熱輸送による単位質量当たりの熱輸送量増大、③ コールドプレートおよびラジエータでの冷却材温度が飽和温度で一定であること、が挙げられる。この特長によって、システム的设计・運用上、以下の利点が得られる。

- ・ループ内の圧力は、流動に伴う圧力損失はあるがほぼ一定と見なせるため、圧力制御によって冷却材温度を制御できる。
- ・冷却面が大きくなっても沸騰伝熱が維持されていれば、一定温度で冷却することが可能となる。
- ・高い沸騰熱伝達率で発熱体と冷却材間の温度差を小さくでき、ループ圧力そして凝縮温度を高くすることが可能となる。凝縮温度の上昇はラジエータのコンパクト化につながる。
- ・特長③によって冷却材循環量の低減、ポンプ駆動動力の低減が可能となる。

このように、二相流体ループの実現によって、多くの利点が得られることから、二相流体ループ式排熱システムは宇宙構造物のみならず地上環境下での電子・電力機器冷却システムとして有効と考えられる。

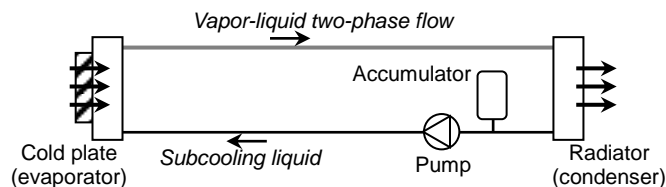


Fig. 1 Two-phase flow thermal control system.

しかし、沸騰伝熱では高い熱伝達率が得られる反面、ドライアウトや膜沸騰への遷移が起これば急激に熱伝達率が劣化し、冷却能力が消失してしまうので、排熱条件（熱量、熱流束）に対してドライアウトや膜沸騰遷移が起これないよう流量を確保する必要がある。宇宙構造物では、微重力環境下での運用となるため、気液二相流の流動特性は重力の影響を強く受ける。浮力の消失

によって、重力による伝熱面からの気泡離脱は期待できない。そのため、システム設計のためには、気液二相流における界面構造に及ぼす重力の影響を明らかにし、熱伝達特性、圧力損失特性を得る必要がある。

2. 微小重力場での気液二相流

わかりやすい例として、水平管での気液二相流の流動様式を Fig. 2 に示す。著者らによる内径 10 mm の円管内水-空気二相流の航空機の放物線飛行を利用した微小重力環境での実験結果 [1,2] である。図中、 j_G, j_L は気液各相の容積流束を示す。いずれの流動条件においても、微小重力場では気相が管中央を流れるようになる。図(i) の条件では、微小重力においても管壁の影響を受け、気泡先端と後端の形状が異なり、気泡後部での液膜に波が観察されている。図(ii)の条件では、微小重力場では地上場より界面が滑らかになる傾向があり、スラグ気泡の液膜内に液膜厚さ程度の気泡が併流している様子が観察できる。図(iv)の条件では、いずれも環状流であるが、液膜厚さが異なっている。

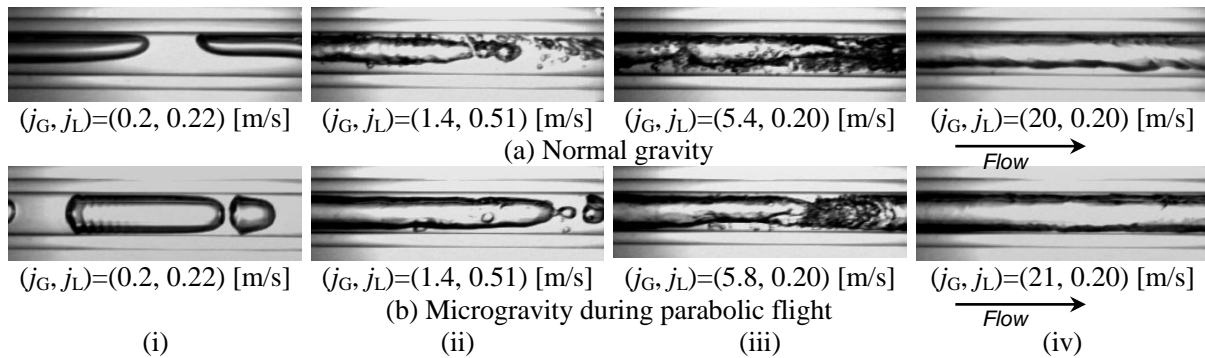


Fig.2 Gravity effect on flow pattern of horizontal air-water two-phase flow [1].

次に、流動様式線図に対する重力の影響を Fig. 3 に示す。これらは、筆者らによる内径 4mm の円管内一成分系気液二相流に対する実験結果である[3, 4]。作動流体には FC72 を用いた。地上場での垂直上昇流と比較すると、環状流へ遷移する気相容積流束 j_G が微小重力場ではより低くなるのがわかる。低 j_G での環状流では、液膜が厚くなるが、沸騰流の場合、伝熱形態が強制対流蒸発とはならず、核沸騰伝熱になるとも考えられる。その場合、Fig. 2(ii) で観察されたように液膜内に気泡が形成されるようになり、この気泡が排除されなければドライアウトに至る危険性も生じる。通常重力場と異なる流動様式となる流動条件を明らかにすることが重要と考えている。また、地上場での流動様式線図上の実線は、慣性力と重力の比を表す無次元数である Froude 数一定の条件であり、 $Fr > 5$ の条件では、流動様式は重力にかかわらず環状流となることを示している。この条件では、慣性力支配となり、流動特性への重力の影響は小さいと考えられる。なお、Froude 数は均質流モデルに基づく平均流速 $U_m (=G/\rho_m, G: 質量速度)$ に対し次式で定義した。

$$Fr = \sqrt{\rho_m / \{(\rho_L - \rho_G)gD\}} \cdot U_m = G / \sqrt{\rho_m(\rho_L - \rho_G)gD} \quad (1)$$

ここで、 ρ_G, ρ_L は気液各相の、 ρ_m は二相平均の密度、 g は重力加速度、 D は管内径である。

一方、沸騰熱伝達について、Ohta [5]は、内径 8 mm の透明伝熱管を用いた、垂直上昇流強制対流沸騰熱伝達の航空機実験の結果を報告している。実験結果の一例を Fig. 4 に示す。横軸は時間であり、放物線飛行による重力の変化があわせて示されている。サブクール沸騰の場合 (Fig.(a)) には、放物線飛行時にも熱伝達率が変化せず、重力の影響は見られないが、質量速度 $G = 150 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}$ 、入口乾き度 $x_{in} = 0.28$ の環状流の場合 (Fig.(b)) には、重力の影響が大きく、微小重力では熱伝達率の劣化が確認される。これは、環状流液膜内の擾乱の変化や液膜厚さの変化の影響によるとされており、その他の条件では重力の影響は確認されなかったとしている。

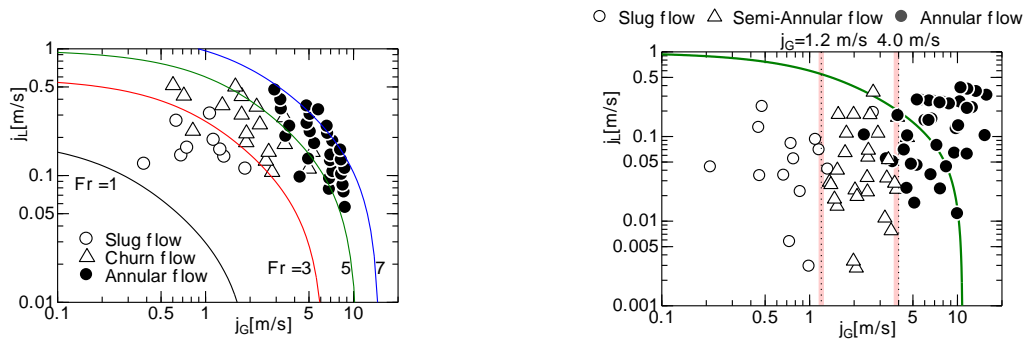
気液二相流に作用する力として、重力、慣性力、表面張力を考えると、対象とする流動場においていずれの力が支配的か、力の比である無次元数を用いた整理が試みられている。無次元数は、前出の慣性力と重力の比を表す Froude 数、重力と表面張力の比を表す Bond 数、慣性力と表面張力の比を表す Weber 数であり、Bond 数、Weber 数はそれぞれ次式で定義される。

$$Bo = (\rho_L - \rho_G)gD^2/\sigma \tag{2}$$

$$We = \rho_m DU_m^2/\sigma = G^2 D/(\rho_m \sigma) \tag{3}$$

ここで、 σ は表面張力である。

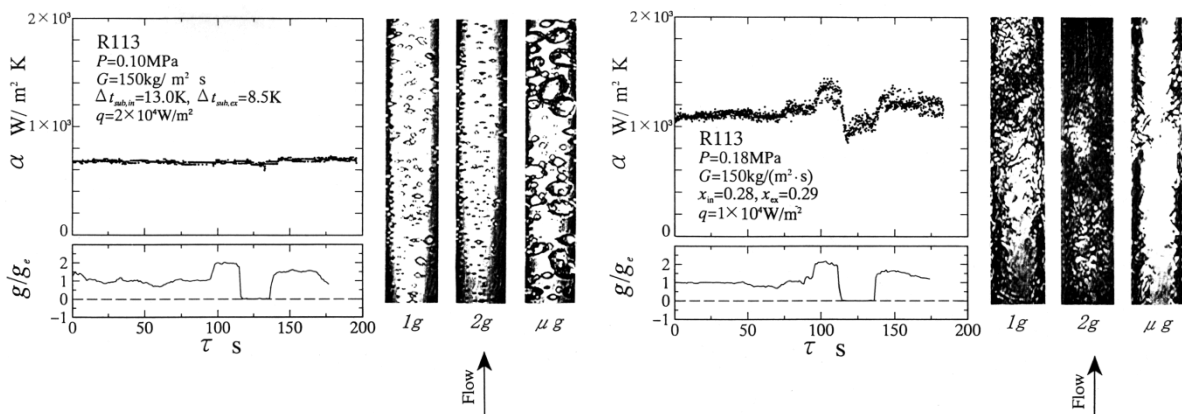
Baba ら[6]は内径 0.13 mm, 0.51 mm の円管内強制流動沸騰実験において流路姿勢を変化させ、重力の影響を評価結果から、Fig. 5 に示す力の支配領域の線図を提案している。



(a) Vertical upward flow under normal gravity

(b) Microgravity

Fig. 3 Flow regime map for FC72 two-phase flow (D=4 mm)[3,4].



(a) Subcooled boiling

(b) Forced convective boiling

Fig. 4 Gravity effect on boiling heat transfer coefficient of vertical upward flow [5].

Table 1 Thermo-physical properties of FC72.

Boiling point @ 101.3kPa	57.7 °C
Latent heat	95.7 kJ/kg
Density (liquid)	1605 kg/m ³
(vapor)	13.33 kg/m ³
Viscosity (liquid)	0.44 mPa·s
(vapor)	12.02 mPa·s
Thermal conductivity (liquid)	54.1 mW/(m·K)
(vapor)	12.9 mW/(m·K)
Surface tension	7.90 mN/m

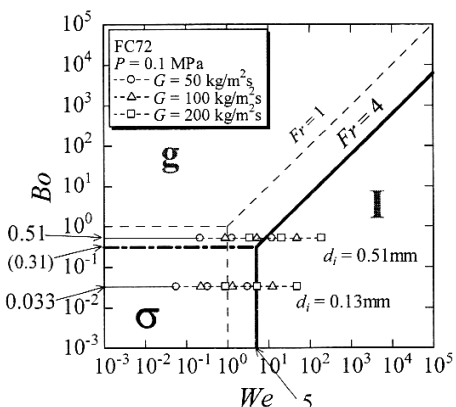


Fig. 5 Proposed dominant force map[6].

3. ISS 実験の概要

沸騰熱伝達および気液二相流の流動挙動に及ぼす重力の影響の解明を主たる目的とした二相流体ループ実験が、国際宇宙ステーション・日本実験モジュール (Japanese Experimental Module) 「きぼう」 船内実験室の第 2 期利用テーマとして選定され、2014 年の実施に向けて準備に取り組んで

いる。ここでは、そのプロジェクトの概要を紹介する[7]。

このプロジェクトは、研究代表者 九州大学 大田 治彦 教授によって提案されたものであり、共同研究者として山口東京理科大 鈴木 康一、兵庫県立大学 河南 治、九州大学 新本 康久、IHI 今井 良二、JAXA 川崎 春夫、そして筆者が、コーディネータとして JAXA 藤井 清澄が参加している（敬称略）。実験装置の構成を決定し、構成要素の個別試験を終え、現在、ISS 実験と同じ仕様の実験モデルを製作中である。

実験装置の概略系統を Fig. 6 に示す。実験装置の詳細は Fujii ら[7]による報告を参照いただきたい。実験装置は「きぼう」内に設置された多目的ラック（MSPR：Multi Purpose Payload Rack）に収納される。収納スペースは、およそ高さ：600 mm×幅：900 mm×奥行：660 mm であり、この中に実験で必要となる電源機器、計測機器を含めて収納する必要がある。さらに、実験で使用できる電力に制限があり、流体加熱に使用できる最大電力量が 400W であったことから、作動流体として潜熱が小さい FC72 を選定した。FC72 の主要な物性値を Table 1 に示す。沸点は 55.7℃であり、ISS の循環冷却水（16～23℃）で排熱することからも大気圧での運用が可能である。潜熱は大気圧下で 95.7 kJ/kg であり、水（100℃）の 4.2 % である。表面張力は水（100℃）の 13 % と低いので試験部の管内径を小さくしても表面張力支配の流れとならないことが期待できる。そこで、気液二相流に及ぼす力の支配領域に関する事前評価結果、使用可能電力量を総合的に考慮し、管内径を 4 mm とした。大気圧で運用する場合のボンド数は $Bo=30.5$ であり、低乾き度においても表面張力支配とならず重力の影響を評価できるといえる。

ポンプにはマグネットカップリング式ギアポンプ、流量計にはタービン式流量計を使用し、広い流量範囲に対応するため、また冗長性を確保するため 2 系統並列に設置されている。低流量実験では、加熱量の変化による二相流部の圧力損失の変化が全圧力損失に対し大きくなり、流量が変動する恐れがある。加熱量が一定の場合、流量変動は乾き度の変化につながり、圧力損失がさらに変化し、流動が不安定になる。そこで、流動安定化のため、液単相流部での圧力損失を大きくする事を目的として、低流量用流量計の下流にオリフィスを設置する。作動流体は予熱器を経てサブクール度もしくは乾き度が調節された後、加熱管試験部に供給される。加熱部は、沸騰流を観察できる透明伝熱管、限界熱流束実験が可能な銅製伝熱管が準備され、バルブ切替によって試験部が選択される。透明伝熱管（加熱長さ：約 50 mm×3）ではガラス管内面にメッキされた金薄膜への直接通電で、銅管（加熱長さ：約 400 mm）では管外壁に設置されたシースヒーターによって作動流体は加熱される。それぞれの試験部下流には流動挙動の可視化・計測のため同じ流路形状の透明ポリカーボネート樹脂製試験部が接続され、高速度ビデオカメラ（1000 fps）で内部流動挙動が撮影される。観察部では気液界面の 3 次元構造を記録するため、金属ミラーを用いて 1 台のカメラで 2 方向から撮影することとした。試験部からの蒸気-液二相流は凝縮器で冷却水との熱交換によって凝縮し、ポンプへと戻る。凝縮器はプレートフィン型のコールドプレート上に $\square 12$ mm の銅製角柱の中心に 6 mm の円形流路を加工した伝熱管を配置し、製作した。アキュムレータは、金属容器内部にベローズを有する構造である。実験装置打ち上げ時にはベローズ背圧を加圧することで、ベローズを縮め試験部内を液で満たし、ループ内が負圧とならないようにし、実験装置設置後に背圧を開放し、機内圧力（ほぼ大気圧）として運用する。実験装置は、パソコンから LabView で制御され、リモートで計測される。

実験での課題は、二相流体ループ式排熱システムを設計するための熱流動に関する基本データの取得であるが、気液二相流の熱流動現象に対し、重力の影響が顕れる流動条件を明確にすることが大きな課題である。すなわち、Fig. 5 で示した気液二相流に作用する力の相関について無次元数の定義を含めてその境界を明確化することを目的とする。特に、重力の影響を受けやすいと想定される低質量流速条件については、航空機実験の短時間の微小重力環境では実験計測が不十分であったことから、低質量流速条件を重要視している。そこで、実験条件として質量速度を 30～600 kg/(m²・s)とした。主な評価項目は以下の通りである。実験実施は、2014 年度を予定している。

[評価項目]

- a. 透明伝熱管試験部： 沸騰熱伝達と界面挙動の相関、気泡成長過程、環状流液膜内の気泡生成、限界熱流束、圧力損失
- b. 銅製伝熱管試験部： 沸騰熱伝達率、限界熱流束、圧力損失
- c. 断熱二相流観察部： 気液界面構造、流動様式、気泡速度、環状流液膜厚さ、ボイド率、

- d. 凝縮器： 圧力損失
 凝縮熱伝達, 圧力損失
 e. 実験ループ全体： 熱負荷変動に対する応答特性, アキュムレータの動作特性

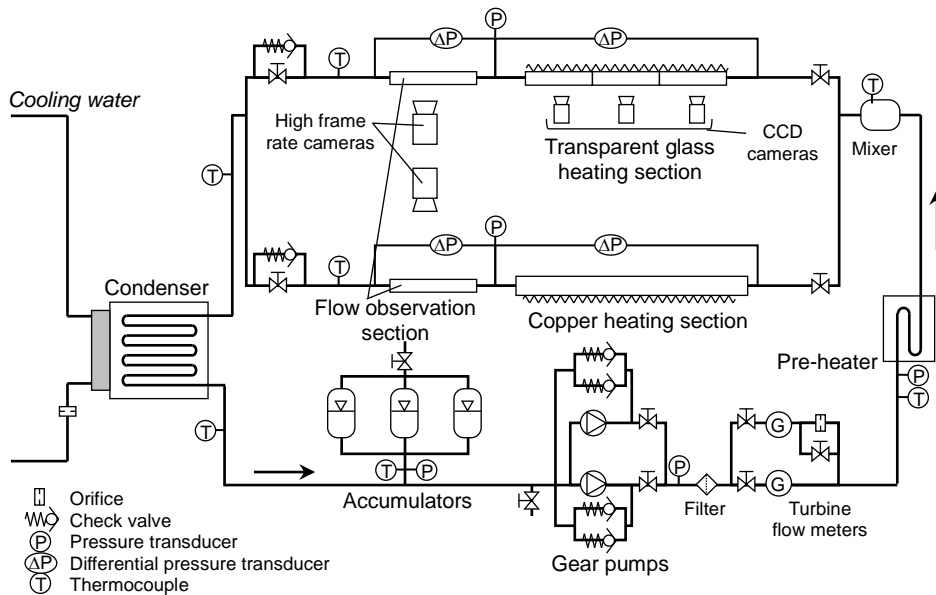


Fig. 6 Schematic diagram of two-phase flow loop for the ISS experiment.

4. まとめ

宇宙構造物用次世代排熱システムとして必要とされる二相流体ループ式排熱システムを示すとともに、システム実現の鍵となる気液二相流の熱流動現象に及ぼす重力の影響の解明を目的とした国際宇宙ステーションでの実験の概要を示した。今後、通常重力場での対照データ取得のための予備実験、問題点抽出、計測精度の評価、フライトモデル製作など、ISS 実験実施に向けての課題は多いが、実験実現とその成果を期待していただきたいと思う。なお、このプロジェクトは本文中に記した研究者チームと JAXA ISS 科学プロジェクト室、有人宇宙システム(JAMSS)、IHI エアロスペース、日本宇宙フォーラム(JSF)の共同/支援によって実施されているものである。

参考文献

1. 崔, 藤井, 浅野, 杉本, “微小重力場における空気-水二成分二相流の流動特性に関する研究 (航空機実験の結果)”, 日本機械学会論文集(B編), 68 (672), (2002), pp. 2247-2252.
2. Choi, Fujii, Asano, Sugimoto, “A Study of the Flow Characteristics in Air-Water Two-Phase Flow under Microgravity (Results of Flight Experiments), JSME Int. J., Series B, 46(2), (2003), pp. 262-269.
3. 金井, 浅野, 馬場, 和田, 新本, 大田, 河南, 濱田, 猿渡, “微小重力場におけるポンプ駆動二相流体ループの熱流動特性 (断熱二相流の流動特性)”, 日本混相流学会年会講演会 2011 講演論文集, (2011), paper No. 114.
4. Asano, Kanai, Baba, Wada, Shinmoto, Ohta, Hamada, Saruwatari, Kawanami, Fujii, “Effect of Gravity on One-Component Two-Phase Flow Characteristics during Parabolic Trajectory Flight”, Sixth International Conference on Two-Phase Systems for Ground and Space Applications, (2011).
5. Ohta, “Microgravity Heat Transfer in Flow Boiling”, Advanced in Heat Transfer, 35, (2003), pp. 1-76.
6. Baba, Ohtani, Kawanami, Inoue, Ohta, “Experimental Study o Effects of Dominant Forces on Heat Transfer Coefficient for Flow Boiling in Single Mini-tubes”, Proc. Interdisciplinary Transport Phenomena Conference VII: Fluid, Thermal, Biological, Materials and Space Sciences, Paper No. ITP-2011-40, (2011).
7. Fujii, Kawasaki, Suzuki, Asano, Kawanami, Imai, Shinmoto, Ohta, “A Report of a Current Status of an International Space Station “KIBO” Project -Interfacial Behaviors and Heat Transfer Characteristics in Boiling Two Phase Flow -”, Proc. of the 28th International Symposium on Space Technology and Science, Paper No. 2011-h-30, (2011).

TED Plaza

多孔質電極内の反応輸送現象研究の取り組み ～化学工学の立場から～



井上 元

京都大学 助教
工学研究科 化学工学専攻
ginoue@cheme.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

近年の急激な電子機器デバイスの普及、将来のエネルギー問題の解決策としてのエネルギー貯蔵技術のニーズの高まり、電気自動車などの電気エネルギー利用技術の拡大などを背景として、各種電池技術の需要が高まっている。そしてそれに伴ってより一層の高出力化、低コスト化、高耐久化が求められている。電池にはリチウムイオン電池等の二次電池、電気二重層現象を利用したキャパシタ、化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換する燃料電池等があるが、これらの多くが多孔質電極(Porous Electrode)^[1]を有している。反応点となる電極触媒や活物質、カーボンブラック等の導電性材料、イオン輸送経路となる電解液や固体電解質などで構成され、その数 nm～数 μm の複雑な構造の中を、反応種、電子、イオンが移動し、すなわち多相多成分の反応輸送現象が内部で生じている。Fig.1 に固体高分子形燃料電池を例に示す。また電池以外にも、高効率省エネルギープロセスとして電気化学的手法を用いた新規化学プロセスも検討されており、不均一反応系の電解合成技術^[3]や電解工業プロセス^[3]でも多孔質電極が多く用いられている。

これら各種電池および電気化学システムの高出力密度化、低コスト化、長寿命化を図るためには、電極触媒表面に反応種を如何に円滑に、迅速に、広範囲に供給するかが重要である。著者は化学工学の研究室に属しているが、化学工学的視点からみた場合に、外部電気負荷制御により反応速度および発電量を容易に変化させることができる、一つの反応器であると言える。最適な反応器を設計するためには反応速度を把握し、電極表面への原料の供給速度を知る必要がある。つまり速度論的評価が不可欠であるが、しかしながら反応時に微小な電極表面の反応速度測定を行うのは非常に困難であり、また多孔質電極内部のすべての反応種の分布および移動速度を直接観察することも困難である。したがって数値解析手法が有効とされているが、その解析の基となる各部材の構造特性や輸送特性の多くが未だ不明である。本稿では多孔質電極研究の一例として、これまで著者が数値解析と実測評価により行ってきた固体高分子形燃料電池の内部現象解明および高性能化技術に関して紹介し、また近年取り組んでいる新規電極材料の開発研究に関するも述べる。さらに熱工学分野関連技術の必要性に関するも述べる。

2. 固体高分子形燃料電池の概要と既往研究

世界的に環境保全が重要視される中、またエネルギー資源の多様化推進の流れから、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換できる固体高分子形燃料電池 (Polymer Electrolyte Fuel Cell: PEFC) は、従来の変換技術に比べて高効率で、CO₂の排出削減に寄与し、天然ガス等の多種燃料が使用可能である特徴から、早期実用化・本格普及が期待されている技術である。家庭用定置型電源 (エネファーム) としては 2010 年より商用化が開始され^[4]、また 2015 年の市場導入を目標に燃料電池自動車(FCV)の駆動源としても開発が進められている^[5]。震災後では緊急時のバックアップ電源としても注目されている^[6]。PEFC はここ数年で出力、コスト、耐久性が飛躍的に向上しているが、依然出力・コスト・耐久性等課題は多く、大幅な技術革新が必要とされている。そのためシステム研究のみならず、飛躍的なブレークスルーとなる基礎研究が必要とされている。

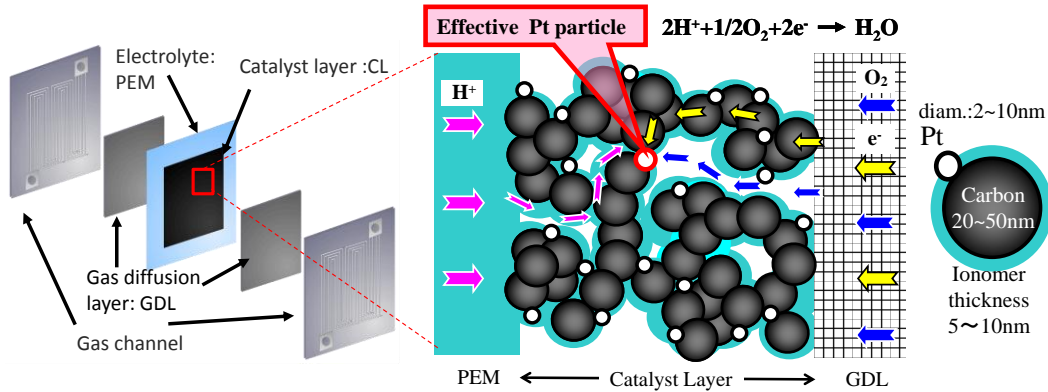


Fig.1 Example of porous electrode (Cathode catalyst layer in polymer electrolyte fuel cell)

図2に米国エネルギー省（DOE）の水素プログラムにて報告された，2008年の80 kW PEFC システム中のコスト内訳予測^[7]（50万台/年の大量生産効果を含み推算，スタックメーカーの調査をベース）を示す．白金触媒のコストが最大であるが，周辺機器の割合も無視できず，材料コストの削減のみならずシステム全体の簡素化を実現する技術開発が必要である．現在，担持白金量あたりの触媒活性の向上の方法として，粒子の単分散性の向上，微粒子化，表面原子構造の最適化が行われ，また表面のみにPt原子を配置したコアシェル化も行われている^[8]．また非白金触媒としてカーボンアロイ触媒や酸化物系触媒が研究されている^[9]．一方で図1に示すように触媒層はPt粒子とカーボン担体・空隙・アイオノマー（電解質ポリマー）からなり，その中を反応ガス・プロトン・電子が移動する．よってこれら輸送現象に起因して，有効利用されない白金粒子が存在すると考えられる．したがって白金利用率を上げるために触媒層内の物質輸送現象の理解と，構造最適化が必要である．また電極面積やセル数低減を目指して，高電流密度化が図られているが，現状では空気極側の酸素還元反応が支配的であり，限界電流は酸素輸送性能の低下に起因するため，ガス流路から触媒表面への酸素輸送性能を向上させる最適構造や性状が求められている．このように有効な電極内部の反応場を如何に形成するかが重要であるが，実際の電極構造の影響は明確にされておらず，また直接評価することも難しい．そこで著者らは数値解析により，カーボンブラック（CB）凝集構造からなる三次元堆積構造を作製し，アイオノマーの被覆条件を変化させ，異なる模擬触媒層構造を作製した．そして各構造内で反応種輸送を計算し，局所反応分布の解明，高Pt利用率に繋がる最適構造を検討した．

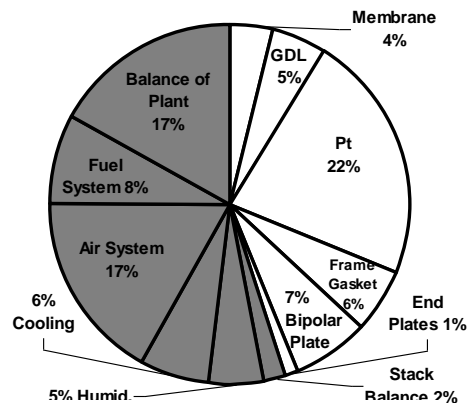


Fig.2 Cost estimation of 80 kW PEFC system

3. 触媒層シミュレーション

触媒層の一般的な作製プロセスを図3に示す．多くは湿式プロセスであり，電極担持，溶液調整，混練，塗布，乾燥，成形の工程を経て電池組立となる．電極構造は作製条件により異なり，本来ならこの作製プロセスを再現したモデリングが必要であるが，容易ではないため以下の方法により作成した．まず基本構造としてCB一次粒子が凝集したアグリゲート構造を数値解析により再現した．図4に模擬構造と実構造を示す．本研究では一次粒子平均径20nm，粒子数25とし，異なるアグリゲート構造（Lmax:アグリゲート最大長,Dave:球相当径）を4タイプ作製した．そして1格子2nmの3次元空間内（1辺1.2μm）に充填率0.45になるまで配置し，模擬触媒層構造を再現した．比較検証のためCBのみで実触媒層を作製し断面を得た．図5にその走査型電子顕微鏡（SEM）像(a)と，同条件で作製した模擬構造の断面図(b)，また細孔径分布を示す．定性的に空間構造が類似していることが確認できる．また両者で画像解析により得た細孔径分布がほぼ一致し，本数値構造の妥当性を確認した．厚み10nm以下とされるアイオノマーの被覆状態は触媒層の作製条件に依存するが，本研究では10~40vol%として均一厚みで被覆した状態（Case1），微小細孔部を被覆する状態（Case2）の2種類を仮定した．これらの被覆例を図6に示す．最後に，Pt粒子（粒径6nm）をCB表面の任意の点に0.3mg/cm²担持し，模擬触媒層構造を作製した．

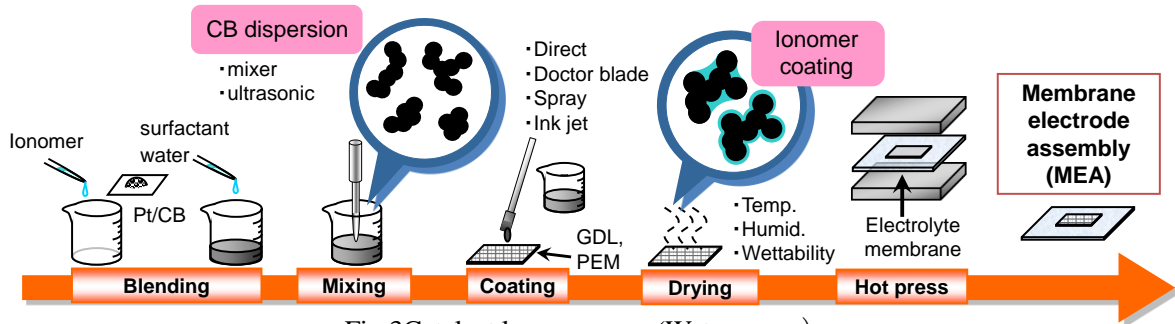


Fig.3 Catalyst layer process (Wet process)

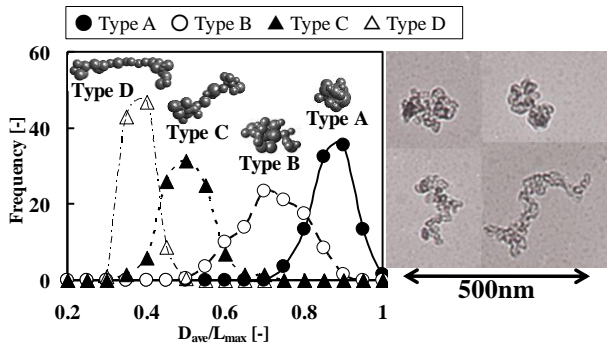


Fig.4 Simulated CB aggregate and real structure (TEM)

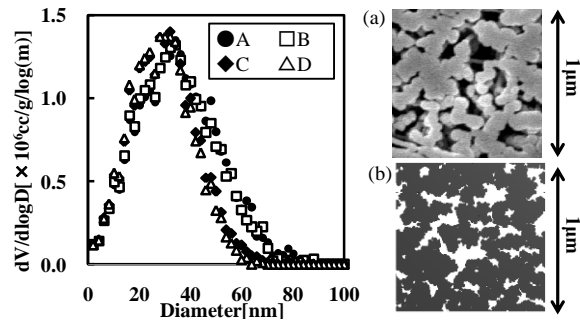


Fig.5 Pore size distribution of simulated CL

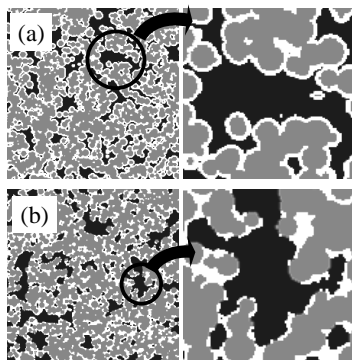


Fig.6 Ionomer (white) modeling

Table 1 Basic equation of reaction and mass transfer in CL

Oxygen	$\varepsilon \frac{\partial C_{O_2}}{\partial t} = \nabla \cdot (D_{O_2}^{eff} \nabla C_{O_2}) - \frac{\nabla \cdot J_s}{4F}$
Vapor	$\varepsilon \frac{\partial C_{H_2O}}{\partial t} = \nabla \cdot (D_{H_2O}^{eff} \nabla C_{H_2O}) + \frac{\nabla \cdot J_s}{2F}$
Proton	$\nabla \cdot (\sigma_p^{eff} \nabla \varphi_p) = \nabla \cdot J_s$
Electron	$\nabla \cdot (\sigma_e^{eff} \nabla \varphi_e) = -\nabla \cdot J_e$
Butler-Volmer Eq.	$\nabla \cdot J_s = \alpha_{Pt}^{ref} \frac{C_{O_2}}{C_{O_2}^{ref}} \left[\exp\left(\frac{\alpha_c F}{RT} \eta_{local}\right) - \exp\left(-\frac{(1-\alpha_c) F}{RT} \eta_{local}\right) \right]$
Water transfer in membrane	$\alpha = n_d - \frac{F}{I} D_{H_2O}^m \frac{C_{H_2O}^{c(m)} - C_{H_2O}^{a(m)}}{t_m}$

作製した模擬触媒層を本研究で設定した粒子径相当 (20nm) でマルチブロック化することで、不均一空隙構造の影響を考慮した多孔質体内物質輸送計算手法を開発した。ブロック化した模擬触媒層の隣接ブロック間で、有効酸素拡散係数、有効プロトン伝導度、有効電気伝導度を、構造特性 (細孔径・屈曲度・空隙率) から計算し、またこの構造特性は球充填法、Random-Walk 法、固体充填率により算出した。計算体系には 3 次元直交座標系スタッガードメッシュを用いた。解析基礎式を表 1 に示す。電極反応には Butler-Volmer 式を用い、プロトンおよび電子の伝導計算および空隙中の酸素、水蒸気輸送計算を行い、これらを連成して解いた。なお Pt 表面酸素濃度を計算する際は、アイオノマーへの酸素の溶解および拡散を考慮した。計算仮定として触媒層内は等温、生成水は全て水蒸気とした。また交換電流密度は Parthasarathy ら^[10]の実験式、イオン伝導度は Springer らの実験式^[11]、膜内の水移動係数は Nguyen らの方法^[12]を用いた。またアイオノマー中の酸素溶解、拡散に関わる物性は Nafion 膜と同じとした。これらを連立させ、触媒層内の反応種および電流密度分布を求めた。カソードガスは空気とし、セル温度 80°C、相対湿度 40%とした。

紙面の都合、具体的な解析結果は省略するが、図 7 に各カーボン構造とアイオノマー被覆状態において、反応場解析から求めた各 Pt 上の電極反応分布を示す。図より全ての条件において反応量分布がピークを 2 つ有することがわかる。触媒層内の担持 Pt の一部に、酸素・プロトン、電子の供給が円滑に行われず、反応量がほぼ 0 となる非有効な Pt が多く存在することが確認できる。

非有効 Pt の原因に関して、局所の空隙中酸素輸送抵抗、アイオノマー中酸素輸送抵抗、アイオノマー中プロトン輸送抵抗をそれぞれ支配要因としてその割合を求めた。Case2 ではアイオノマーが不均一に被覆されているため、プロトンが供給されない Pt が全体の 1%程度存在する。さらにそのイオノマーが空隙を閉塞し、空隙中の酸素輸送も阻害されている。一方、本条件ではイオノマー中の酸素拡散による影響は、カーボン種や被覆状態によらず同程度となった。また Type A と D を比較すると Type A で表面積が狭い分、イオノマーが厚くなり空隙を閉塞するため酸素輸送阻害による非有効な白金が増加した。低コスト化のためには反応に寄与しない Pt の減少、さらに耐久性向上には均等な反応量分布とすることが必要である。本研究により各触媒層構造において、上記指標を定量的に評価可能となった。

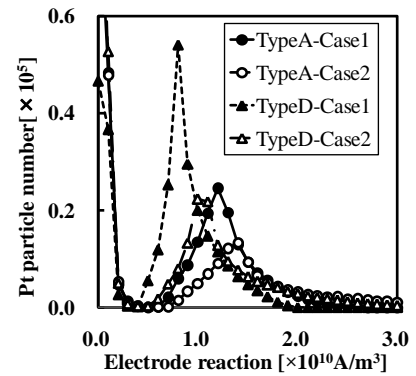


Fig.7 Effect of type of carbon black and ionomer on reaction distribution

4. その他の電極関連研究

前節の PEFC 触媒層以外にも、これまで著者は種々の電極関連研究を行ってきた。その幾つかを紹介する。厚み 200 μm のカーボンペーパーから成る PEFC ガス拡散層 (GDL) 内部において、生成水の滞留挙動および酸素ガス拡散阻害による発電性能低下の機構を独自の解析手法 (3次元ポアネットワークモデル) を用いて解明してきた^[13]。図8に数値解析例を示す。そして各 GDL の含水時の有効酸素拡散係数の定式化を行ってきた (図9)。これに関して X 線 CT を用いた実 GDL の数値構造化も行っている (図10)^[14]。また全焦点顕微鏡システムを用いて GDL 内部の液滴の動的挙動測定も行い脈動現象と電圧変動に相関性があることを確認している^[15] (図11)。

また電極構造の最適化のために電気抵抗の低減も重要である。著者らはカーボン粒子からなる多孔質電極層の補強および集電体との接触面積の増大を目的として集電板の多孔質化にも取り組んでいる。銅箔表面に電解析出により銅を生成させる際に、同時に生成させる水素気泡を鋳型として用い多孔質材料を作成している (図12)。電解液調整や操作電流密度の最適化により気泡径を制御し、多孔質電極の細孔径制御に成功している。

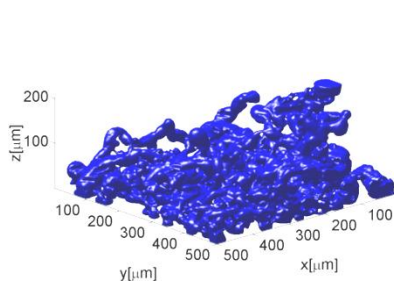


Fig.8 Numerical analysis of water distribution in GDL (3D pore network model)

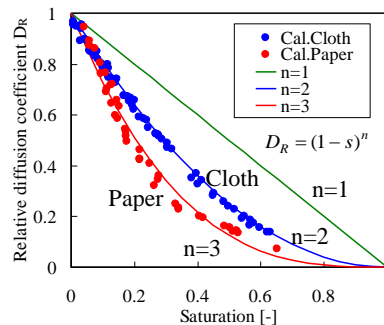


Fig.9 Relationship between saturation and relative diffusion coefficient

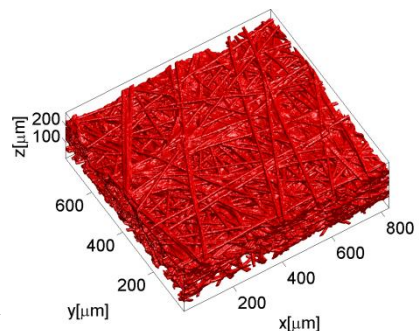


Fig.10 Reconstruction of real GDL by X ray-CT

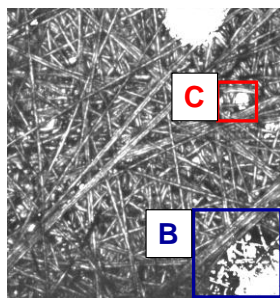


Fig.11 Relationship between dynamic behavior of image density of liquid water in GDL and voltage fluctuation (In-situ measurement of water by all focused microscope)

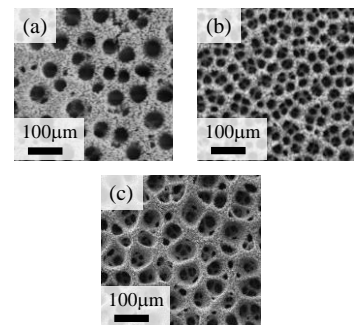
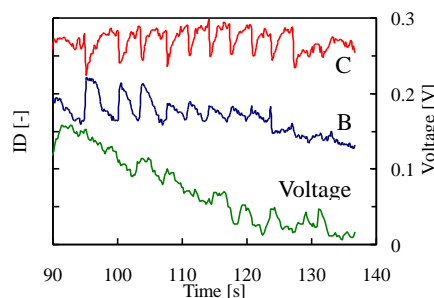


Fig.12 Development of porous collector by electro deposition with hydrogen bubble template method

5. 電極関連研究における熱管理の必要性

電極構造内部の各種輸送係数は必ずしも一定ではなく、例えばプロトン伝導度は電解質中の含水量に影響するが、その含水量は局所の温度変化に強く依存する。一方電極反応によって反応エンタルピーは全て電気エネルギーに変換されるわけではなく、プロトンや電子の輸送抵抗、反応種輸送抵抗および電極反応における活性化エネルギーは過電圧として損失し、熱に変わる。国内外の研究者がこの触媒層内部の温度分布測定に取り組んでおり、僅か数 $100\ \mu\text{m}$ の部分で数°Cの温度差が生じ、これが電池性能に強く影響を及ぼすことを報告している^[16-18]。そして構成部材の有効熱伝導度評価が行われている^[19-20]。また電極作成時においても、湿式プロセスにおける塗布、乾燥の際は温度場の管理が極めて重要である。電極ペースト内の蒸発速度は樹脂や電極担体の分布に強く影響し、急激な乾燥は電極層のひび割れ(クラック)につながる。このように今後は熱輸送に着目した現象解明および運転時や電極作成時の熱管理技術が重要になると考える。

6. まとめ

本稿では著者の多孔質電極関連研究の紹介とともに、発電時および材料作成時の熱管理の必要性に関して述べた。熱管理技術や内部現象評価に関して、本稿を通じて本部門の研究者にご興味頂けたら光栄である。なお若輩者の著者が化学工学の体系について論じるのは大変おこがましいが、化学工学は主として各種化学反応装置や生成物の分離回収プロセスを設計し、単位操作を組み合わせて全体プロセスを統合的に最適化する学問として発展してきた。古くは大規模化学プロセスを対象としてきたが、最近ではマイクロリアクターのように数 mm 以下の微小な反応器への展開も行われている。本稿で述べた各種電池および電気化学システムにおいても、マテリアルからシステムまでを扱う本化学工学的アプローチが更なる高性能化、新規材料開発に寄与できると考えている。

7. 謝辞

本研究の実施にあたり、文部科学省科学研究費(若手研究(B), H16-18, 課題番号 16760697)(若手研究(A), H21-22, 課題番号 21686073)および NEDO 新エネルギー産業技術総合開発機構(固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発/次世代燃料電池技術開発「PEFC 流路内液滴二相流現象の解明およびフラッド抑制セルの研究開発」, H17-H21)の支援を受けた。ここに謝意を表す。

参考文献

1. 電気化学会編, 電気化学便覧第5版, 第6章電気化学材料, 6.1.3 各種形態の電極, p.254 (2000).
2. 高須芳雄編, 電極触媒科学の新展開, 第12章塩素化芳香族化合物の脱塩素化反応, p.267(2001).
3. 田村英雄, 松田好晴, 現代電気化学, 第9章電気分解を利用する工業, p.160 (2002).
4. 燃料電池普及促進協会 (<http://www.fca-enefarm.org/about.html>)
5. NEDO 燃料電池・水素技術ロードマップ (<http://www.nedo.go.jp/content/100086290.pdf>)
6. 例えば以下記事 (<http://www.tokyo-gas.co.jp/Press/20111102-01.html>)
7. Department of Energy US Hydrogen Program 2009 Annual Merit (http://www.hydrogen.energy.gov/annual_review09_fuelcells.html)
8. NEDO 燃料電池技術開発プロジェクト平成20年度研究開発成果集 (成果報告シンポジウム)
9. NEDO 燃料電池・水素技術開発平成20年度成果報告シンポジウム 資料 (2009/6/30)
10. Parthasarathy et al., J. Electrochem. Soc., Vol.139, pp.2530-2537 (1992)
11. Springer, T.E., Zawodzinski, T.A., Gottesfeld, S., J. Electrochem. Soc., Vol.138, pp.2334-2342 (1991)
12. Nguyen, T.V., et al., J. Electrochem. Soc., Vol.140, pp.2178-2186 (1993)
13. 井上 元, 松隈 洋介, 峯元 雅樹, 日本機械学会論文集 B 編, Vol.76 (763), pp.415-417, (2010).
14. Inoue, G., Matsukuma, Y., Minemoto, M., Proc. ASME 2010 Eighth International Fuel Cell Science, Engineering and Technology Conference (FuelCell 2010), CD-Rom (2010)
15. 村木 渉, 井上元, 松隈洋介, 峯元雅樹, 化学工学会第74年会講演要旨集 CD-ROM (2009)
16. Herrera, O.E., Wilkinson, D.P., and Merida, W., J.Power Sources, Vol.198(15), pp.132-142 (2012)
17. Lee, S.K., Ito, K., and Sasaki, K., ESC Transactions, Vol.25(1), pp.495-503, (2009)
18. Kawase, M. et al., ECS Transactions, Vol.16(2), pp.563-573, (2008).
19. Khandelwal, M. and Mench, M. M., J. Power Sources Vol.161, pp.1106-1115 (2006).
20. Burheim, O., Vie, P.J.S., Pharoah, J.G., Kjelstrup, S. J. Power. Sources Vol.195, pp.249-256 (2010).

TED Plaza

LES データに基づく熱連成解析による
ピンフィン流路の伝熱性能評価

小田 豊

大阪大学 助教
 大学院工学研究科 機械工学専攻
oda@mech.eng.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

産業機器内の流れの多くは乱流状態にあるため、設計段階における性能予測や改良設計、トラブル事例の原因究明にあたっては、RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes Simulation) や LES (Large Eddy Simulation) を用いた速度場や温度場の数値解析が重要な役割を果たす。このうち、RANS はレイノルズ平均された輸送方程式を解析対象とし、式中に新たに生じるレイノルズ応力や乱流熱流束 (またはそれら自身の輸送方程式) をモデル化して解くことで平均場や統計量を得る手法であり、計算負荷が低いことから今日まで工学設計の現場で広く利用されてきた⁽¹⁾。しかしながら、レイノルズ応力や乱流熱流束は、乱流中の全てのスケールの渦運動が平均場に与える統計的な乱流輸送効果を表すために、これを表現する普遍的な乱流モデルの構築は難しいとされる。これまでに、数多くの研究者の貢献によって予測性能の著しい向上が達成されてきたものの、あらゆる乱流場に適用可能なモデルは存在していない⁽²⁾。

他方、LES は普遍的なモデルの構築が期待される格子スケール以下 (Sub Grid Scale, SGS) の等方的な渦のみをモデル化の対象とし、格子スケール以上 (Grid Scale, GS) の渦を直接計算するため、RANS による高精度な予測が難しい剥離や旋回を伴う複雑乱流場の速度場、温度場の予測においても高い性能を発揮する。LES は乱流中の非定常な渦運動を時間発展的に解くため、RANS に比べて長時間の計算が必要となり、現時点での工学設計への適用事例は限定されている。しかし、先端産業機器のさらなる性能向上や安全性の追求には、高度な情報に基づいた精緻な設計が求められており、LES への期待は大きい。これに加え、スーパーコンピュータの産業利用促進の流れも相まって、研究開発の現場における LES の活用は今後大きく進展し、近い将来には設計開発の現場にも LES が急速に普及すると考えられる。

とはいえ、スピードが要求される工学設計においては、例えば設計パラメータ (本稿ではピンフィン伝熱のピオ数に相当) の影響を検討するパラメトリック・スタディに際して、その都度 LES を実行して解析を行うことは、現状においては非効率的である。また、LES で工学的に興味ある平均場の情報を得るためには現象の時間スケールに比べて十分に長い時間にわたって平均を取る必要があり、以下で紹介するピンフィン冷却の事例では、ピンフィン (固体) 内部の熱伝導の時間スケールに比べて、LES で解くピンフィン外部の乱流熱伝達を支配する渦運動の時間スケールは非常に短く、両者が連成する熱連成場の解析には特別な工夫が必要となる。この問題は、乱流熱伝達の解析に RANS を適用することで回避することができるが、ピンフィン流路内の流れはピンフィン表面からの剥離や再付着を伴う複雑乱流場であるため、正確な温度場を予測する上での前提条件となる平均速度場の予測自体が RANS では十分でない可能性が残る。

著者らはこれらの問題を解決する手段の一つとして、LES で得られる高精度な平均速度場と乱流統計量に基づいて、熱連成解析を行う手法を開発中である⁽³⁾。本稿で紹介する初期の方法では、まず始めに流体部分を対象とした LES を行い、得られた乱流統計量から局所の乱流エネルギーとその散逸率を見積もり、渦粘性型乱流モデルである低 Re 数型 $k-\epsilon$ モデルの表式に基づいて渦粘性

係数を算出する．次に，乱流プラントル数を一定と仮定することにより，局所の渦熱拡散係数を算出し，LES で得られた平均速度場の下で，RANS のエネルギー式を解くことで，熱連成場における温度場を予測する．本稿ではその応用例の一つとして，ジェットエンジン燃焼器のライナー冷却を想定したピンフィン流路の伝熱性能の予測事例を紹介する．

2. ジェットエンジン燃焼器のライナー冷却

ジェットエンジン燃焼器のライナー冷却に適用されるピンフィン冷却の性能向上は，高温部品の長寿命化，即ちライフサイクルコストの低減につながる．また，冷却空気流量の減少は燃焼用の空気流量の増加につながるため， NO_x 排出低減の観点からも重要である．通常，ピン材料には熱伝導率が低いニッケル基耐熱合金が使用されており，フィン効率の低下を防ぐために，ピン高さ H と直径 d の比は小さくなる傾向にある．このため，熱伝達への寄与はピン表面よりも基板面（エンドウォール）が大きく，冷却性能の向上には基板面の伝熱促進が重要となる．ピン基板面の伝熱促進にはピン間でのリブ付設⁽⁴⁾や傾斜ピンフィン⁽⁵⁾が有効であることが知られていたが，著者らは

圧力損失を低減しつつ必要な伝熱性能を確保できるピンフィン流路形状として，傾斜ピンフィンと波状下壁面の組み合わせに着目して研究を進めてきた．これまでに，下壁面のみ（ピン表面は断熱条件）を対象としたナフタレン昇華法による実験と LES 解析^{(6), (7), (8)}によって，ピンフィン基板面上の熱伝達に限定した場合には，基板面の波状化がポンプ動力当たりの伝熱性能を促進することを実験的に示し，対応する LES 解析が実験結果を良く再現することを示している．しかし，実機で重要となるピンフィン表面からの放熱を含めた総合的な伝熱性能を検討するためには，ピンフィン内の熱伝導を含めた熱連成解析が必要となる．この場合，先に述べたように，ピンフィン内熱伝導と外部熱流動の時間スケールが大きく異なることから，LES を用いた非定常の熱連成解析で時間平均の伝熱量やフィン効率を算出することは現実的ではない．他方で，RANS による熱連成解析ではピンフィン流路内の複雑乱流場の予測精度が十分でない可能性がある．そこで本研究では，次節で紹介する LES データに基づく熱連成解析手法をピンフィン流路の伝熱性能予測に適用した．

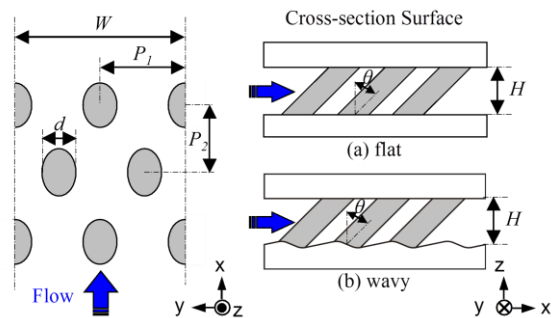


Fig. 1 Schematics of inclined pin-fin channels with a flat or wavy endwall.

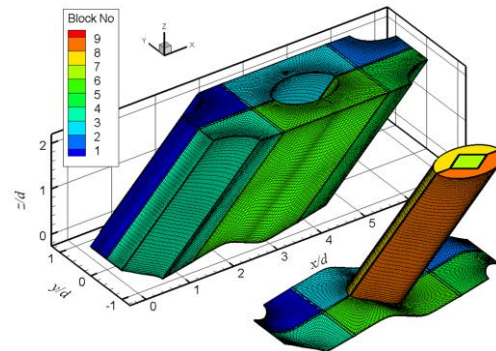


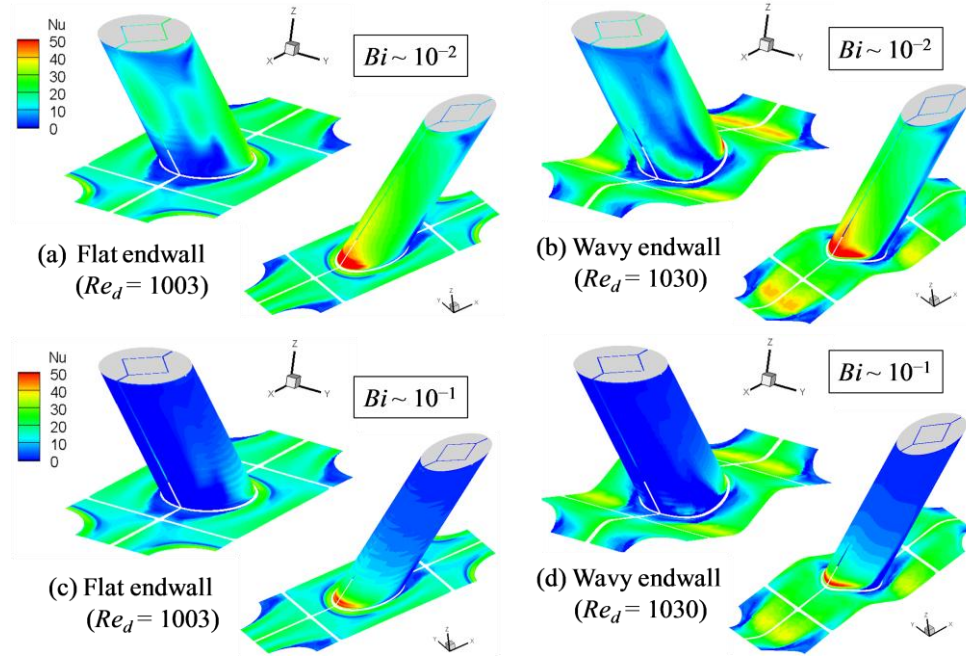
Fig. 2 Computational domain for an inclined pin-fin channel with a wavy endwall using multi-block grid.

3. LES データに基づく熱連成解析の概要

図 1 に熱連成解析の解析対象となる実験系⁽⁶⁾を示す．幅 $W = 35.6 \text{ mm}$ ，高さ $H = 18.7 \text{ mm}$ の流路内に，直径 $d = 9 \text{ mm}$ のピンフィンが幅方向と流れ方向のピン間隔がそれぞれ $P_1 = 17.8 \text{ mm}$ ， $P_2 = 21.8 \text{ mm}$ で配置されている．ピンフィンは流れ方向に $\theta = 45^\circ$ の傾斜角を持つ傾斜ピンフィンであり，底面形状は平面と波状面の 2 種類がある．なお，振幅が約 1.3 mm の波状下壁面の凹凸位置はピン前縁部で傾斜ピンと滑らかに接続するように決められている．

図 2 に周期性を有する単位構造を抽出した熱連成解析の計算領域（波状底面）と底面およびピン部の計算格子を示す．計算領域は 9 個の構造格子ブロックからなり，流体部分に約 38 万点，ピン部に約 20 万点の格子点を用いた．今回の解析では，熱連成解析手法の構築と確認を主目的としたため，流体部分の各方向の格子解像度は従来⁽⁷⁾の約半分としている．

著者が提案する熱連成解析手法の手順は以下の通りである．


 Fig. 3 Local time-mean Nu_d for flat and wavy endwall.

(i) LES で流体部の流れ場を解き、統計量として平均速度場、乱流エネルギー、エネルギー散逸率を次式から得る⁽⁹⁾。(但し、式(2)の乱流エネルギーには SGS の乱流エネルギーが含まれないため、SGS 成分の寄与が大きくなる粗い格子の場合には注意が必要である。)

$$U = \langle \bar{u} \rangle \quad (1)$$

$$k = (\langle \bar{u}''^2 \rangle + \langle \bar{v}''^2 \rangle + \langle \bar{w}''^2 \rangle) / 2 \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \left\langle \left(\nu + \nu_e \right) \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \right\rangle \quad (3)$$

$$\text{(但し、 } u = \bar{u} + u^{sgs} = \langle \bar{u} \rangle + \bar{u}'' + u^{sgs} \text{)}$$

(ii) 壁面近傍における低レイノルズ数効果を考慮するため、Jones and Launder⁽¹⁰⁾の低 Re 型 $k-\varepsilon$ モデルと同様の方法で渦粘性係数 ν_t を算出し、乱流プラントル数一定 ($Pr_t = 0.9$) を仮定して渦熱拡散係数 α_t を求める。

$$\nu_t = C_\mu f_\mu k^2 / \varepsilon, \quad \alpha_t = \nu_t / Pr_t, \quad (4)$$

$$\text{ここで、 } C_\mu = 0.09, \quad f_\mu = \exp(-2.5/(1 + Rt/50)), \quad Rt = k^2 / (\nu \varepsilon).$$

(iii) 流体部では上記の平均速度場と渦熱拡散係数を用いた RANS のエネルギー式を、固体部では熱伝導方程式を同時に解き進めることで熱連成解析を行う。

上記(i)の SGS モデルには稲垣ら⁽¹¹⁾の混合時間スケールモデルを用いた。x 方向と y 方向に周期条件を適用し、実験での計測値に合わせて一定圧力勾配 ($dp/dx = 100 \text{ Pa/m}$ 。 $Re_d = U_m d / \nu \approx 1000$ に相当し、 U_m は流路断面平均流速。) を与えた。(iii)の温度場には、バルク温度 (入口は $T_b = 300 \text{ K}$ で固定) と下壁面温度の差に基づく無次元温度に対して周期条件を x 方向に適用し、下壁面とピン基部は等温条件 ($T_w = 330 \text{ K}$)、上壁面は断熱条件とした。また、ピン部と流体部の境界では調和平均熱伝導率を用いる方法により、熱連成を実現した。なお、本熱連成解析では、ピン温度の流れ方向変化を無視する仮定を導入し、解析領域の四隅に位置するピン表面の温度は、対応する中

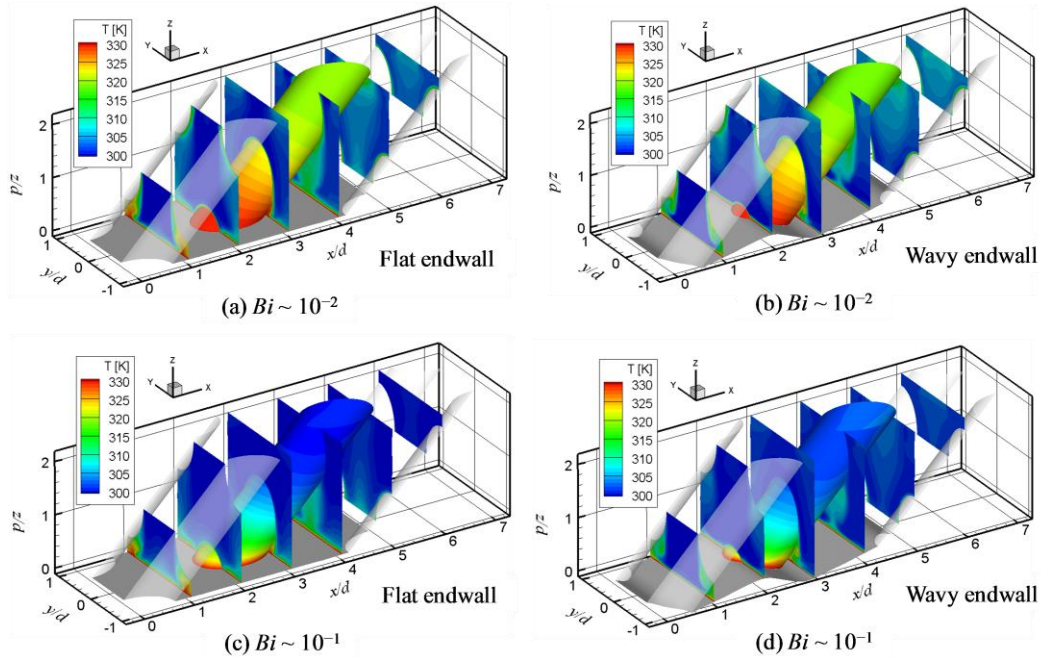


Fig. 4 Time-mean temperature for flat and wavy endwall.

央ピンの表面温度を与えた. また, ビオ数がピンフィンの伝熱性能に与える影響を考察するため, 熱連成解析の結果として得られるピン表面の平均熱伝達率に基づくビオ数 ($Bi = Nu_{pin} \cdot \lambda_f / \lambda_s$) のオーダーが, 実機条件に相当する $Bi \sim 10^{-1}$, および一桁小さい $Bi \sim 10^{-2}$ となるように, 固体部の熱伝導率 λ_s をそれぞれ $0.5 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, $16.1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ とした 2 通りの解析を行った. (ここで, 本解析のレイノルズ数が実機条件よりも一桁低いため, 前者の条件ではビオ数を実機条件に合わせる目的で熱伝導率を小さくしていることに注意.) また, 流体・固体部ともに拡散項には完全陰解法を適用し, 定常解への収束を加速するために固体部の時間刻みは流体部の 100 倍, 1000 倍にあたる 1 ms, 10 ms とした. なお, 下壁面とピン表面のヌセルト数は以下の式で定義した.

$$Nu_d = q_w d / ((T_b - T_w) \lambda_f) \quad (5)$$

4. 結果と考察

図 3 に底面が平面と波状面の場合について熱連成解析で得た Nu 分布を示す. また, 平面と波状面の結果について, 底面とピン部, 全伝熱面における平均 Nu をそれぞれ表 1, 表 2 に示す. なお, 表中の Area は各部の伝熱面積を示している. ここで, 平均 Nu は各部の単位表面積当たりの値として算出されており, 平均 Nu に伝熱面積を乗じた値が実際の伝熱量に比例する量となる. 表より, 従来の LES⁽⁷⁾ と同様, 底面の伝熱促進に関しては底面の波状化が有効であることが分かる. これは, 底面を波状化することにより, 傾斜ピンフィン背面の根本部からピン背面に沿って上方に向かう流れが誘起されることで, ピン背後の死水域が減少することにより平底面で見られた低 Nu 領域が減少すること, ならびに, 波状面の頂上部からの剥離・再付着流れによる底面上の伝熱促進効果のためである. この波状面におけるピン背後の死水域の減少は, ピンフィン流路の流動抵抗の大部分を占める圧力抗力の低減に効果があり, 波状化に伴

Table 1 Average Nusselt number at $Bi \sim 10^{-2}$.

	(a) Flat endwall		(b) Wavy endwall	
	Nu_d	Area [m ²]	Nu_d	Area [m ²]
Endwall	15.89	5.957×10^{-4}	21.09	6.528×10^{-4}
Pin-fin	17.60	1.495×10^{-3}	15.49	1.495×10^{-3}
Total	17.11	2.090×10^{-3}	17.19	2.147×10^{-3}
Biot number	2.8×10^{-2}		2.5×10^{-2}	

Table 2 Average Nusselt number at $Bi \sim 10^{-1}$.

	(c) Flat endwall		(d) Wavy endwall	
	Nu_d	Area [m ²]	Nu_d	Area [m ²]
Endwall	14.69	5.957×10^{-4}	19.62	6.528×10^{-4}
Pin-fin	3.87	1.495×10^{-3}	2.92	1.495×10^{-3}
Total	6.95	2.090×10^{-3}	8.00	2.147×10^{-3}
Biot number	2.0×10^{-1}		1.5×10^{-1}	

う伝熱面積の増加によって加わる摩擦抵抗や剥離に伴う圧力抗力の増加分を相殺し、 $Re = 1000$ の条件では平底面とほぼ同等の圧力損失を実現している。なお、実験では $Re = 3000, 5000, 10000$ において波状底面の圧力損失が平底面のそれを下回るという興味深い結果を得ている。一方、ピン表面では、底面形状が平面の場合の方がより高い伝熱性能を示すことが分かる。まず $Bi \sim 10^{-2}$ に着目すると、図 3(a), (b)より、平面ではピン背面の中央から上部にかけて高い Nu を示しており、傾斜ピン背後に生じる複雑な後流が伝熱を促進していることが分かる一方、波状底面ではピン背面の根本付近で高い Nu を示している。図 4 に示すピン表面の温度分布から分かる通り、 $Bi \sim 10^{-2}$ の条件ではフィン効率が比較的高いためにピン表面の伝熱寄与が大きく、また表面積も底面の 2 倍程度であることから、ピンフィン流路全体の伝熱量は平底面と波状底面で同程度になる。次に、実機条件に近い $Bi \sim 10^{-1}$ をみると、図 3(c), (d)および図 4 より、フィン効率が低下することからフィン表面からの伝熱寄与は根本付近に限られることが分かる。これにより平底面のピン表面における優位性が低下する結果、全伝熱量としては底面の伝熱促進に有効な波状底面のピンフィンが有利となる結果が得られた。

5. まとめ

LES データに基づいた複雑乱流場の熱連成解析手法を提案し、この手法により傾斜ピンフィン流路の底面波状化による伝熱促進効果を検討した。その結果、実機条件では波状底面が平面に比べて高い伝熱性能を示すことが分かった。本稿で紹介した初期の方法では、渦粘性型モデルをベースとし、乱流プラントル数一定を仮定して熱連成解析を進める手法を取っているが、LES ではレイノルズ応力テンソルの全成分が取得できることから、乱流熱流束のモデル化に際しては、一般化勾配拡散仮定 (Generalized Gradient Diffusion Hypothesis, GGDH)⁽¹²⁾ や HOGGDH (Higher Order GGDH)^{(13), (14)} を用いることも可能であり、今後それらの効果を検討する予定である。また、本手法は今後ますます産業界での普及が期待される LES を用いた数値解析のポスト処理の一種として位置づけることができ、LES の効果的な利用法として検討の価値があると思われる。

謝 辞

本研究は NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) の研究助成を受けて、武石賢一郎教授 (大阪大学)、三宅慶明氏 (三菱重工業)、森合秀樹氏 (三菱重工業) と共同で行ったものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1. 須賀一彦, 日本流体力学会数値流体力学部門 Web 会誌, 第 11 巻, 第 2 号, (2003), pp.73-80.
2. 笠木伸英[総編], 乱流工学ハンドブック, 初版 (2009), 朝倉書店.
3. Oda, Y., Takeishi, K. and Miyake, Y., *Computational Thermal Sciences*, (to appear).
4. Oda, Y., Takeishi, K., Motoda, Y., Sugimoto, S. and Miyake, Y., *J. of Thermal Science and Technology*, 4 (2009), pp. 507-517.
5. 松本亮介, 吉川進三, 千田衛, 鈴木聖教, 機論 B 編, 66 (2000), pp. 2426-2434.
6. Moriai, H., Miyake, Y., Takeishi, K., Oda, Y. and Motoda, Y., *Proc. of ISROMAC-13*, Hawaii, (2010), ISROMAC13-TS70.
7. Oda, Y., Takeishi, K., Miyake, Y., Moriai, H. and Motoda, Y., *Proc. of IHTC-14*, Washington D.C., (2010), IHTC14-23191.
8. Takeishi, K., Oda, Y., Miyake, Y. and Motoda, Y., *Proc. of ASME Turbo EXPO 2012*, Copenhagen, (2012), GT2012-69625.
9. 堀内潔, 生産研究, 40-1 (1988), pp. 51-54.
10. Jones, W.P. and Launder, B.E., *Int. J. Heat Mass Trans.*, 15 (1972), pp. 301-314.
11. 稲垣昌英, 近藤継男, 長野靖尚, 機論 B 編, 68 (2002), pp. 2572-2579.
12. Daly, B.J. and Harlow, F.H., *Phys. Fluids*, 13 (1970), pp. 2634-2649.
13. Abe, K. and Suga, K., *Int. J. Heat Fluid Flow*, 22 (2001), pp.19-29.
14. Suga, K. and Abe, K., *Int. J. Heat Fluid Flow*, 21 (2000), pp.37-48.

報告

第 8 回日韓熱流体工学会議報告

日本側実行委員会委員長 富田 栄二

1. はじめに

第 8 回日韓熱流体工学会議が、日韓の機械学会の熱・流体工学部門共催で、2012 年 3 月 18 日(日)から 21 日(水)にわたり、仁川(Incheon)市ソンドの「Songdo Convensia」を会場として開催されました。

2. 開催経過

日韓熱流体工学会議は、日本機械学会と韓国機械学会の熱・流体工学部門の共催で、1988 年にソウルで第 1 回が開催された後、しばらくは熱工学と流体工学の分野で別々に開催されてきました。熱工学側は、北九州(1992)、キョンジュ(1996)、神戸(2000)、流体工学側は、ソウル(1990)、仙台(1994)、プサン(1998)、名古屋(2002)と開催された後、第 6 回会議からは、また熱・流体工学部門合同の会議として、韓国のチェジュ島で 2005 年に開催され、第 7 回会議は、日本機械学会の熱工学部門が主担当となり、札幌で開催されました。今回は、韓国側の熱工学部門が主担当となり、インチョンで開催されました。

講演件数は、特別講演 8 件、フォーラム 152 件、一般講演 308 件、合計 468 件でした。また会議参加者数は 626 名でした。そのうち、日本側からは、発表 218 件、参加者 295 名でした。日韓以外の国々からは、米国、カナダ、タイ、インド、ドイツ、マレーシア、オランダ、ノルウェー、インドネシア、中国、スウェーデンなどから 23 名の参加がありました。学生の参加は 301 名で約半数弱を占め、学生にとっては貴重な会議となったと思われます。過去最高の参加者数を記録した前々回のチェジュでの大会では、講演件数 492 件、出席者 693 名でしたが、今回も札幌のときと同様、ほぼ同規模の大会となり、多数の皆様の意欲に支えられた大会であったことを実感いたしました。ご参加いただきました皆様方に、心から御礼を申し上げます。

3. 日程と行事内容3 月 1 8 日 (日) :

夕方、レセプションが本会議会場のソンド・コンベンシアの一室で開催され、レセプションとしては結構豪華な食事が並んでおりました。

3 月 1 9 日 (月) :

9 時からの開会式で、日・韓の実行委員長の挨拶があり、その後、韓国および日本側の講師による特別講演 4 件(熱・流体 2 件ずつ)がありました。その後、一般セッションとフォーラムセッションが、午後 6 時前まで 10 講演室並行で行われました。

夕方からは、バンケットが開催されました。韓国側および日本側の実行委員長の挨拶から始まり、インチョン市長、KSME 会長、インチョン大学長からの挨拶もありました。乾杯の発声は韓国側と日本側の 2 名が続けて行うのが習わしになっているようで、日本側は宮内先生のご発声でした。大きな部屋が人でいっぱいになり、盛大なパーティとなりました。宴もたけなわの頃に、ヒップホップダンスのパフォーマンスがありました。

3月20日(火) :

午前9時から韓国および日本側の講師による特別講演4件(熱・流体2件ずつ)がありました。その後、前日同様、一般セッションとフォーラムセッションが、午後6時前まで10講演室並行で行われました。

3月21日(水) :

セッションが始まる前に、今後の日韓熱流体工学会議を今後、どうするかについて1時間ほど意見交換を行いました。2015年から日米韓で熱工学、流体工学それぞれが開催するので、当初の予定では本会議は今回で終了とのことでした。しかし、韓国側の強い要望もあり、次回会議を2017年に日本で開催という案を日本側が持ち帰って検討するということになりました。

9時から是一般セッションとフォーラムセッションがあり、正午前にすべての講演を終了しました。午後からは、コリアガスのLNG施設を見学するツアーが組まれ、20名ほどが参加しました。

4. プログラム編成

プログラムは下記のような特別講演8件、フォーラム講演152件と一般講演308件で構成されました。今回の会議では最終日も多くの参加者が熱心な講演と討論を繰り広げておられました。

特別講演

熱工学側

- Prof. Masanori Monde (Saga University)
“Characteristics of quenching high temperature surface and vapor explosion”
- Prof. Toshio Miyauchi (Tokyo Institute of Technology)
“Recent Progress in Laser Diagnostics and DNS of Turbulent Combustion”

流体工学側

- Prof. Nobumasa Sugimoto (Osaka University)
“Thermoacoustics as instability of gas due to diffusion under temperature gradient”
- Prof. Satoru Yamamoto (Tohoku University)
“Simulation of Thermophysical Flows”

韓国側

- Prof. Tae-Ho Song (KAIST)
“Technical issues of vacuum insulation panels”
- Prof. Mansoo Choi (SNU)
“Thermal control of growth of nanoparticles and their assembly”
- Prof. Hyung Jin Sung (KAIST)
“Particle separation by optical forces”
- Prof. Sang Joon Lee (POSTECH)
“Biofluid flow phenomena as the secrets of nature”

フォーラム

- FR01. Advances in home appliances
Dr. Sedong Jang (LG electronics), Prof. Y. Yokono (U Tokyo)
- FR02. Advances in internal combustion engine
Prof. C. Bae (KAIST), Prof. T. Shudo (Tokyo M. U)
- FR03. Advances in turbomachinery
Prof. T. S. Kim (Inha U), Prof. J. Matsui (Yokohama N. U)
- FR04. Bio-medical engineering
Prof. J. K. Kim (Kookmin U), Dr. T. Tsukiya (NCVC)
- FR05. Electronics cooling
Prof. Prof. G. H. Rhee (U. of Seoul), Prof. M. Ishizuka (Toyama P. U)
- FR06. Environmental thermo-fluid mechanics
Prof. T. S. Kim (Sungkyunkwan U), Prof. K. Nagano (Hokkaido U)
- FR07. Fuel cell and its application
Prof. S. Um (Hangyang U), Prof. T. Chikahisa (Hokkaido U)
- FR08. Heat and fluid flow in nuclear reactor
Prof. J. H. Jeong (Pusan N. U), Prof. H. Sakashita (Hokkaido U)
- FR09. Microfluidics
Prof. H. Y. Kim (Seoul N. U), Prof. M. Watanabe (Hokkaido U)
- FR10. Modeling of turbulent combustion
Prof. N. I. Kim (Chung Ang U), Prof. M. Tanahashi (Tokyo Inst Tech)
- FR11. Nano engineering in thermosciences
Prof. O. Kwon (Korea U), Prof. G. Nagayama (Kyushu Inst Tech)
- FR12. New trends in CFD
Prof. G. Son (Sogang U), Prof. M. Yamamoto (Tokyo U. Sci)
- FR13. Novel heat storage system
Prof. J. D. Chung (Sejong U), Prof. A. Horibe (Okayama U)
- FR14. Renewable energy
Prof. S. W. Cha (Seoul N. U), Prof. Y. Hasegawa (Nagoya Inst Tech)
- FR15. Thermo-fluids in process control
Prof. W. C. Kim (Yonsei U), Prof. K. Miyazaki (Kyushu Inst Tech)

5. 会議を終えて

今回は韓国開催ということで、日本側としては韓国側のサポート役に徹しました。最終的には、ほぼ成功裏に終わったといっても良いかもしれませんが、開催するまでは、あるいは会議が始まって本当にうまくいくのかどうか常に不安が頭をよぎっておりました。

まず、開催時期の設定が問題になりました。もう1週間早めるという案もありましたが、国立大学の後期入試およびその採点や合否判定などが重なるため、この日程に決定しました。一部の大学

学では、卒業式などと日程が重なってしまい、ご出席いただけなかった方々もおられました。3月中～下旬という日程は考え直したほうがよいかもかもしれません。

次に、アブストラクトの締切を、最初の予定から合計2回、約2か月延長して、実はさらに延長していたようで、500件を超えるアブストラクトを集めることができました。無理をして集めたのか、フルペーパー（といっても2～4ページ）は468件となりました。しかし、韓国側の気迫が十分感じられました。

今回は、論文の著作権の扱いについて韓国側と検討した結果、著作権は著者に帰属するということにしました。すなわち、今までは、著作権は日本側あるいは韓国側の機械学会に帰属するなど、会議での発表内容をジャーナルに投稿するときに不便だったことを踏まえて改善しました。

会場内の部屋の数が少なかったため、同一セッションに異なる分野の講演があったり、同一時間帯に同じ分野の講演があったりして、講演プログラム作成の準備不足があったりして、皆様にご迷惑をおかけしたかもしれません。また、昼休み時間が50～55分間と短く、慌ただしい昼食となりました。国際会議ではもう少し余裕があるほうがよいと思います。会場代が高かったことと無理やり講演を詰め込んだためにこのようなことになったのではないかと考えられます。

以上のように反省点は多々ありましたが、参加者の皆様からは、有意義で楽しい学会でした、とのお声をかけていただき、実行委員一同嬉しく思いました。

最後に、今回の会議を準備していただきました韓国側の実行委員各位に感謝の意を表したいと思います。また、日本側の連絡や準備等を担当していただいた田部豊先生には、韓国側とのやりとりや間際になっての日本側座長決定など、事務作業を緻密に手際よく精力的に実行していただき、本当に感謝いたしております。さらに、流体工学部門の梶島岳夫先生や渡邊聡先生にも合わせて感謝の意を表したいと思います。またこのほか、オーガナイザの方々にも改めて感謝申し上げる次第です。

「第8回日韓熱流体工学会議」実行委員

Chairpersons

Nae Hyun Kim (Chair; U Incheon)
Eiji Tomita (Chair; Okayama U)
Takeo Kajishima (Vice Chair, Osaka U)

Secretariats

Yong Tae Kang (Secretary General; Kyung Hee U)
Yutaka Tabe (Secretary General; Hokkaido U)
Satoshi Watanabe (Secretary General; Kyushu U)

Organizing Committee Members (in alphabetical order)

(JSME)

Yutaka Hasegawa (Nagoya Inst Tech)
Akihiko Horibe (Okayama U)
Masaru Ishizuka (Toyama Prefect U)
Yasuo Kawaguchi (Tokyo U Sci)
Koji Miyazaki (Kyushu Inst Tech)
Hirotoshi Sakashita (Hokkaido U)
Ryo Shirakashi (U Tokyo)
Tomonori Tsukiya (NCVC)
Mamoru Tanahashi (Tokyo Tech)
Satoru Yamamoto (Tohoku U)
Masao Watanabe (Hokkaido U)

(KSME)

Keumnam Cho (U Sungkyunkwan)
Hyoung Gwon Choi (Seoul Natl U Tech)
Mansoo Choi (Seoul Natl U)
Jae Dong Chung (Sejong U)
Deog Hee Doh (Korea Maritime U))
Man Yeong Ha (Pusan Natl U)
Minsub Han (U Incheon)
Siyoung Jeong (Sogang U)
Byung Ha Kang (Kookmin U)
Min Soo Kim (Seoul Natl U)
Sung Jin Kim (KAIST)
Tong Seop Kim (Inha U)
Yongchan Kim (Korea U)

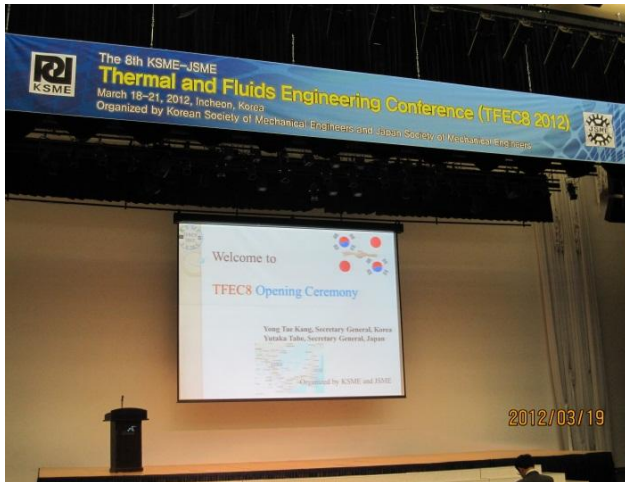
Changhoon Lee (Yonsei U)
Dae-Young Lee (KIST)
Hyun Kook Myong (Kookmin U)
Yang Na (Konkuk U)
Sukkee Um (Hanyang U)
Jaisuk Yoo (Ajou U)



会場の「Songdo Convensia」 (正面)



レセプション



開会式直前の風景



スポンサー一覧



バンケットで韓国側に続き、日本側から2回目の乾杯をされる宮内敏雄先生



広い会場でのバンケット



バンケットの余興～ヒップホップダンス



ジョージアテック大学のガリメラ先生の講演



コレアガス見学～記念館の前で集合写真



コレアガス見学～LNGを使った実験（温度計が-157℃を示している）

委員会活動報告

■広報委員会

平成24年3月1日

1. 委員会構成

委員長：二宮 尚 (宇都宮大学)	幹事：川口 達也 (東京工業大学)
委員：志村 祐康 (東京工業大学)	瀬尾 健彦 (山口大学)
畠山 友行 (富山県立大学)	浅岡 龍徳 (青山学院大学)
巽 和也 (京都大学)	金田 昌之 (大阪府立大学)

2. 委員会開催

年度当初に広報委員会専用メーリングリストの委員名簿を更新し、連絡方法を確立した。平成23年6月24日に東京工業大学大岡山キャンパス石川台1号館505会議室にて第1回の広報委員会を開催し、活動計画(ニューズレター各号の掲載内容の概略)・スケジュール・役割分担・ホームページ改訂案などを決定した。また、以降はメール審議にて意思決定することとした。

3. 活動報告

3.1 ニューズレター発行

部門ニューズレターのNo. 64(9月号)及びNo. 65(12月号)の執筆が完了し、既にHPに掲載済である。No. 66(4月号)については原稿収集中である。

NL (No. 64)

1. TED Plaza

『高効率・低環境負荷燃焼技術研究の進展』

1. 微量水素添加雰囲気における液体燃料噴霧の定容燃焼実験
斎藤 寛泰 (芝浦工業大学)
2. 水素添加がエタノールおよび軽油噴霧火炎の排出ガス特性に及ぼす影響
淵端 学 (近畿大学)
3. 高温空気燃焼の安定燃焼限界とNO_x排出特性
名田 譲 (徳島大学)

2. 行事予定案内

- ・部門企画行事
- ・部門関連行事
- ・国際会議

3. 第89期部門組織

4. その他

編集後記

NL (No. 65)

1. TED Plaza

1. 氷成長時の結晶方向変化現象とその凍結濃縮への応用
寺岡喜和 (金沢大学)
2. スイッチング電源の熱設計のための電子部品の熱モデル化手法
小泉雄大 (コーセル(株))

2. 2011年度年次大会熱工学部門報告

3. 熱工学コンファレンス2011開催報告

4. 部門賞・一般表彰贈呈式

5. 行事案内
 - ・部門企画行事
 - ・部門関連行事
 - ・国際会議
6. その他
編集後記

N L (N o . 6 6)

1. 第90期部門長あいさつ
教授 近久 武美 (北海道大学 大学院工学研究院 エネルギー環境システム部門)
2. TED Plaza
 1. 宇宙構造物用二相流体ループ式排熱システムの開発 ～宇宙ステーションでの実験に向けて～
浅野 等 (神戸大学 准教授)
 2. 多孔質電極内の反応輸送現象研究の取り組み ～化学工学の立場から～
井上 元 (京都大学 助教)
 3. LES データに基づく熱連成解析によるピンフィン流路の伝熱性能評価
小田 豊 (大阪大学 助教)
3. 各種委員会活動報告
4. 行事案内
 - ・部門企画行事
 - ・部門関連行事
 - ・国際会議
5. その他
英文ホームページの整備について
編集後記

3. 2 部門ホームページの更新

新着情報、ニュースレター新刊、部門主催行事および関連する国内外会議の開催予定など、部門のホームページのコンテンツに関しては、委員間の情報交換により更新し、情報の鮮度を良好に維持する事を心掛けた。英文ページについては、委員一人当たり一コンテンツを目安に日本語のままになっているページの英文化を行った。

3. 3 部門専用のレンタルサーバーの更新

昨年度に続き、部門独自ドメイン (ted-jsme.jp) による独自メーリングリスト (ted-ml@ted-jsme.jp) の継続のため、プロバイダ (さくらインターネット) の契約を更新した。

3. 4 部門独自のメーリングリストの運用

約 2800 名のデータをベースにしたメーリングリスト (ted-ml@ted-jsme.jp) の運用を継続した。

(以上)

■第 89 期年次大会委員会

平成 24 年 2 月 25 日

年次大会委員長
多田幸生（金沢大学）

1. 年次大会委員

長谷川雅人（金沢大）、石黒 博（九工大）、小原 拓（東北大）、廣田真史（三重大）、
稲田孝明（産総研）

2. 熱工学部門の企画

2012 年度年次大会（2012 年 9 月 9 日～12 日、金沢大学）において、オーガナイズドセッション 5 件、ワークショップ 1 件を企画した。

●オーガナイズドセッション

(1) 電子情報機器、電子デバイスの強度・信頼性評価と熱制御

（○熱工学部門、計算力学部門、材料力学部門とのジョイント OS）

オーガナイザー：畠山友之（富山県立大）、池田 徹（京大）、于 強（横国大）、
三浦英生（東北大）、石塚 勝（富山県立大）

熱工学部門の世話役：畠山友之（富山県立大）、石塚 勝（富山県立大）

(2) マイクロ・ナノスケールの熱流体現象

（○流体工学部門と熱工学部門とのジョイント OS）

オーガナイザー：米村 茂（東北大）、小原 拓（東北大）、山口浩樹（名大）、
新美智秀（名大）

熱工学部門の世話役：小原 拓（東北大）

(3) 乱流における運動量、熱、物質の輸送現象

（○流体工学部門と熱工学部門とのジョイント OS）

オーガナイザー：加藤健司（大阪市大）、河原源太（阪大）、廣田真史（三重大）、
店橋 護（東工大）

熱工学部門の世話役：廣田真史（三重大）、店橋 護（東工大）

(4) 燃料電池・二次電池とナノ・マイクロ現象

（○流体工学部門、熱工学部門、計算力学部門、動力エネルギーシステム部門、
マイクロ・ナノ専門工学会議、材料力学部門とのジョイント OS）

オーガナイザー：大島伸行（北大）、近久武美（北大）、橋田俊之（東北大）、
花村克悟（東工大）、鹿園直毅（東大）、徳増 崇（東北大）

熱工学部門の世話役：近久武美（北大）、花村克悟（東工大）、鹿園直毅（東大）

(5) バイオにおける流れと熱・物質移動

（○バイオエンジニアリング部門、熱工学部門、流体工学部門とのジョイント OS）

オーガナイザー：多田幸生（金沢大）、多田 茂（防衛大）、石黒 博（九工大）

熱工学部門の世話役：多田幸生（金沢大）

○は幹事部門

●ワークショップ

沸騰伝熱徹底討論 XII（熱工学部門の単独企画）

企画者：大竹浩靖（工学院大）

司会者：小泉安郎（信州大）

3. 部門同好会の開催

2011 年度年次大会と同様に、他部門と合同で行うことを予定（実行委員会で調整中）

（以上）

■熱工学コンファレンス委員会

平成24年2月29日

委員長 富村 寿夫 (熊本大学)
幹事 小糸 康志 (熊本大学)

1. 実行委員会の開催

熱工学コンファレンス 2012 の実行委員会を組織し、第1回実行委員会と第2回実行委員会を開催した。

実行委員会 委員名簿

実行委員長	富村 寿夫 (熊本大学)	実行委員	高田 保之 (九州大学)
幹事	小糸 康志 (熊本大学)	実行委員	鶴田 隆治 (九州工業大学)
実行委員	川原 顕磨呂 (熊本大学)	実行委員	鳥居 修一 (熊本大学)
実行委員	小佐井 博章 (東海大学)	実行委員	藤原 和人 (熊本大学)
実行委員	齊藤 弘順 (崇城大学)	実行委員	宗像 瑞恵 (熊本大学)
実行委員	佐田富 道雄 (熊本大学)	実行委員	吉川 浩行 (熊本大学)

第1回実行委員会

日時：平成23年7月11日(月) 16:30~17:30
場所：熊本大学 黒髪南地区 研究棟 I 502 会議室
内容：コンファレンスの企画内容、実行委員の役割分担、今後の予定

第2回実行委員会

日時：平成23年12月19日(月) 16:30~17:30
場所：熊本大学 黒髪南地区 研究棟 I 502 会議室
内容：準備状況のチェック、OSならびに特別講演の企画内容の検討、役割分担(総務・会計、ホームページ、会場、プログラム・講演論文集、懇親会・特別講演など)の確定、2012年度に向けてのタイムスケジュールの検討

2. 準備状況

(1) 会場の確定

熱工学コンファレンス 2012
会場：熊本大学 黒髪南地区
工学部 2号館 (講演会)・百周年記念館 (部門表彰式・特別講演)
プレコンファレンス・セミナー
会場：熊本大学 黒髪北地区 くすの木会館
懇親会
会場：ホテル日航熊本

(2) 主なスケジュール(平成24年)の確定

講演申込締切日	7月13日(金)
原稿提出締切日	9月28日(金)
プレコンファレンス・セミナー	11月16日(金)
熱工学コンファレンス	11月17日(土)、18日(日)
懇親会	11月17日(土)

(3) ホームページの開設および学会誌での会告

日本機械学会のサーバー上に、ホームページを開設した。
URL: <http://www.jsme.or.jp/conference/tedconf12/>

コンファレンスの詳細については、決定次第、ホームページで公表する。また、日本機械学会誌の2012年4月号に講演募集の会告を掲載する予定。

3. 今後の予定

3月にOSの募集案内を行い、5月に講演募集を開始する。並行して、講演論文集の作成などの委託業者を決定し、11月の実施に向け、下記のように、第3回実行委員会を開催する。

第3回実行委員会

日時：平成24年4月中旬(予定)
場所：熊本大学 黒髪南地区 研究棟 I 502 会議室
内容：これまでの準備状況のチェックと修正項目の抽出、タイムスケジュールの確認

(以上)

■学会賞委員会

委員長 高松 洋 (九州大学)
幹事 丸田 薫 (東北大学)

今期は、下記のとおり選考方法を改めるとともに、学会本部の締切りが約1ヶ月早くなったことに伴ってスケジュールも変更して部門からの推薦者を選出した。

1. 選考方法

- 1) 推薦だけでなく自薦を受け付ける。
 - ・ 推薦依頼：学会賞委員、部門運営委員、委員会委員長・幹事、総務委員会メンバー
 - ・ 自薦依頼：熱工学部門メーリングリスト、機械学会インフォメーションメール
- 2) 委員による審査結果を基に委員長と幹事が候補者を決定。
- 3) すべての項目の合計点での評価を行わず、委員による相対評価の結果を重視（詳細は次ページの選考方法の要点を参照のこと）。

2. 選考スケジュール

4月13日	委員会委員の委嘱
5月12日	候補推薦依頼（1回目） 熱工学部門運営委員、委員会委員長・幹事、総務委員会メンバー 学会賞委員
6月4日	同上（2回目）
6月9日	部門からの推薦募集 熱工学部門メーリングリスト 機械学会インフォメーションメール
6月17日	推薦・自薦締切
6月23日	学会賞委員会委員に審査資料送付（第1次選考）
7月15日	審査締切（7月20日まで受け付け）
7月21日	委員長・幹事で候補者（案）の決定。 部門長と候補者（案）について打合せ 委員に候補者（案）を送付。意見・異議受付。
7月24日	意見締切
7月25日	熱工学部門からの推薦者決定 審査結果の通知。推薦者には最終資料送付依頼
8月1日	最終資料受付締切 最終資料を部門長に提出
8月7日	学会締切

3. 選考結果

日本機械学会賞（論文）	推薦件数	4件	（応募 13件）
日本機械学会賞（技術）	推薦件数	2件	（応募 2件）
日本機械学会奨励賞（研究）	推薦件数	4件	（応募 10件）
日本機械学会奨励賞（技術）	推薦件数	0件	（応募 1件）
日本機械学会教育賞	推薦件数	1件	（応募 1件）
日本機械学会賞（技術功績）	推薦件数	0件	（応募 0件）

4. 問題点

部門内での審査結果（順位）が次の審査の際に考慮されない点を改善してもらう必要がある。

選考方法の要点

【機械学会賞（論文）】

1. 評価項目

①独創性、②貢献度、③発展性、④信頼性、⑤論文としての完成度、⑥その他

2. 委員による評価方法

それぞれの候補に対する項目別評価と候補間の相対評価を行う。

◎項目別評価

1) 独創性

- ・ 4段階(0～3)で評価。
- ・ 以下に示す点のなかで評価できる点を選択する（複数選択可）
 - A: テーマ、領域
 - B: 手法、実験法、数値解析手法
 - C: データ解析法、データ整理法、まとめ方など
 - D: 提案モデル、仮説
 - E: その他（自由記述）

2) 貢献度

- ・ 4段階(0～3)で評価。
- ・ 以下に示す点のなかで評価できる点を選択する（複数選択可）
 - A: 学問の体系化
 - B: 新領域の開拓
 - C: 科学面での貢献（発見、新仮説など）
 - D: 工学・工業面での貢献（発明、設計指針、製品開発、実用化など）
 - E: その他（自由記述）

3) 発展性

- ・ 3段階(0～2)で評価。
- ・ 以下に示す点のなかで評価できる点を選択する（複数選択可）
 - A: 当該研究分野の発展またはその応用につながる
 - B: 当該技術の発展につながる
 - C: その他（自由記述）

4) 信頼性

- ・ 3段階(0～2)で評価。
- ・ 0または1と評価する場合の理由を記述

5) 論文としての完成度

- ・ 3段階(0～2)で評価。
- ・ 0と評価する場合の理由を記述

6) その他（コメント）

- ・ 特筆すべき点、強く推薦する理由、推薦を避ける理由等を記述。

◎相対評価

- ・ 候補論文の中で上位5候補のみ順位付けを行う。

3. 委員長および幹事による総合評価

- ・ 信頼性と完成度は必要条件として考慮し、各項目の評価点の合計では評価はしない。
- ・ 各委員の相対評価（評価順位）の結果を重視して推薦順位を決定する。
- ・ 推薦数は実績と有効性を考慮して3つ程度とする。

【機械学会賞（技術）】

1. 評価項目

①独創性、新規性、②品質または性能の相対的優秀性、③生産性の向上を通して経済および社会への貢献、④波及効果または実績

2. 委員による評価方法

それぞれの候補に対する項目別評価と候補間の相対評価を行う。

◎項目別評価

- ・①～④について3段階(0～2)で評価(不明の場合は空欄可)。
- ・推薦する理由、推薦を避ける理由等についてコメントを記述。

◎相対評価

- ・候補の順位付けを行う。

3. 委員長および幹事による総合評価

- ・項目別評価の内容および委員のコメントを考慮して推薦するかどうかを決定する。
- ・そして、各委員の相対評価(評価順位)の結果を重視して推薦順位を決定する。

【日本機械学会賞(技術功績)】

1. 評価項目

①独創性、②技術的進歩への継続的寄与度、③当該分野での周知度、④産業社会上の貢献度

2. 委員による評価方法および委員長および幹事による総合評価

機械学会賞(技術)と同様。

【日本機械学会奨励賞(研究)】

- ・機械学会賞(論文)と同様。
- ・上記に加えて、本人が中心的役割を果たしているかどうかを考慮する。
- ・受賞者数は応募者数に依存するので、多めに推薦する。

【日本機械学会奨励賞(技術)】

- ・日本機械学会奨励賞(研究)と同様。

・ただし、独創性、貢献度、発展性を評価する点については選択ではなくすべて自由記述とする。

【日本機械学会教育賞】

1. 評価項目

①独創性、②教育の効果、③当該分野での周知度、④教育活動を通じた社会への貢献度

2. 委員による評価方法

それぞれの候補に対する項目別評価と候補間の相対評価を行う。

◎項目別評価

- ・①～④について3段階(0～2)で評価(不明の場合は空欄可)。
- ・推薦する理由、推薦を避ける理由等についてコメントを記述。

◎相対評価

- ・候補の順位付けを行う。

3. 委員長および幹事による総合評価

- ・項目別評価の内容および委員のコメントを考慮して推薦するかどうかを決定する。
- ・そして、各委員の相対評価(評価順位)の結果を重視して推薦順位を決定する。

(以上)

■講習会委員会

委員長 鹿園直毅 (東京大学)
幹事 岩井 裕 (京都大学)

1. 活動計画

1-1: 部門講習会

内容: 「伝熱工学資料」の内容を教材にした熱設計の基礎と応用

開催時期: 平成24年9月20日(木)、21日(金)、2日間

場所: 東京大学生産技術研究所 An棟 中セミナー室1 (An-401、402号室)

講師 (敬称略):

全体を見渡す話 (花村)

伝導伝熱の基礎 (岩井)

対流伝熱の基礎 (北村)

温度測定 (田川)

沸騰伝熱の基礎 (永井)

熱放射の基礎 (花村)

熱交換 (鹿園)

エクセルを用いた演習 (岩井)

1-2: 熱工学コンファレンス2012(熊本)のプレセミナー

開催日: 11月16日(金)

会場: 熊本大学 黒髪北地区

内容: (仮) 次世代エネルギーシステム ~熱にかかわる新技術~

講演: 京セラ(SOFC)、神戸製鋼または富士電機(バイナリー発電)、地熱関連、デンソー(蒸気エンジン)、リンナイ(ハイブリッド給湯器)など検討中。

2. その他

・前期に流体力学部門と協賛して開催した講習会「CFDの基礎とノウハウ」について、今後、熱工学部門は後援のかたちで協力することを決定。

(以上)

■ASME-JSME 合同会議委員会

委員長： 高田 保之（九州大学）
幹 事： 店橋 護（東京工業大学）

- ・ 次回の熱工学合同会議については、昨年3月開催の日米熱工学合同会議のクロージングでもアナウンスの通り、日米韓3カ国での合同開催を前提としている。
- ・ 日本側の当面の体制としては、今期第4回の総務委員会での議論に従い、当委員会がその準備にあたり、委員会構成は委員長、幹事のみとする。
- ・ 1月31日にASME側ChairのYong X. Taoと福岡で面談し、本年7月に開催時期を決定することで合意した。
- ・ 3月18日から仁川で開催されるKSME-JSME熱流体工学会議で、KSME側ChairのK. Choと会談の予定
- ・ その他、適宜メール会議を実施中

(以上)

■KSME-JSME 合同会議委員会

委員会名：KSME-JSME 合同会議委員会

代表者名：富田栄二

実施概要の決定

会議名：第8回日韓熱流体工学会議

The 8th KSME-JSME Thermal and Fluids Engineering Conference

開催日程：2012/03/18～2012/03/21（日曜日から水曜日）

開催場所：Songdo, Incheon

(1) Plenary Lecture の企画

熱工学側

- Prof. Masanori Monde (Saga University)
Characteristics of quenching high temperature surface and vapor explosion
- Prof. Toshio Miyauchi (Tokyo Institute of Technology)
Recent Progress in Laser Diagnostics and DNS of Turbulent Combustion

流体工学側

- Prof. Nobumasa Sugimoto (Osaka University)
Thermoacoustics as instability of gas due to diffusion under temperature gradient
- Prof. Satoru Yamamoto (Tohoku University)
Simulation of Thermophysical Flows

韓国側

- Prof. Tae Ho Song (KAIST)
Technical issues of vacuum insulation panels
- Prof. Mansoo Choi (SNU)
Thermal control of growth of nanoparticles and their assembly
- Prof. Sung Hyung Jin (KAIST)
Particle separation by optical forces
- Prof. Sang Joon Lee (POSTECH)
Boifluid flow phenomena as the secrets of nature

(2) コピーライトの取り扱い

著作権は著者に帰属することに決定。

(3) 実施要領（詳細）の調整・決定

(i) Schedule

- Abstract Due: September 15, 2011 →再延長と会員への通知
(韓国側が実質 10/19 まで延長)
- Acceptance Letter: September, 23, 2011 →9/27 に遅れるとともに不着の対応
- Full Paper Due: Dec. 23, 2011 (Acceptance letter: Jan. 06, 2012)
- Pre-registration Due: Jan. 20, 2012

(ii) Registration Fee

- Pre-registration date (January 20, 2012)
Regular/Student: 500,000/250,000 KRW
- After Preregistration date

Regular/Student: 600,000/300,000 KRW

(iii) Second Call for paper (First Call に上記情報と Plenary の情報を追加)

June 01, 2011 より関連学会で配布

(4) Advisory committee の決定

韓国側：1) President of KSME (2012 term) (1), 2) Former chairperson of TFEC (6people),
3) Former president of Thermal division of KSME ((4 people), 4) Former president of Fluid
division of KSME ((3 people)
日本側：熱工学部門長 (6名：高田先生, 菱田先生, 吉田先生, 宮内先生, 門出先生, 岡崎
先生), 流体工学部門長 (6名：酒井先生, 古川先生, 小森先生, 後藤様, 井小萩先生,
新美先生), TFEC Chair (2名：工藤先生, 稲葉先生)

(5) ツアープラン作成

日本からの参加者向けのパッケージツアー等を HP からリンク (ワールドクリエーション)

(6) 学会会場 (Songdo Convensia) での事前打ち合わせ

日時：2月7日 (火) 午後

参加者：韓国側 Kim 委員長, Kang 幹事, Myong KSME 流体工学部門長
日本側 富田委員長, 田部幹事 (2/7~2/8 の旅程)

(7) プログラムの決定 (添付資料ご参照)

Total number: 458 (Korea 220, Japan 215, Others: 23)
(Thermal General 172, Fluid General 137, Forum : 149)

(8) 日本側座長の決定

全てのセッションに日本側と韓国側の座長を選定することを原則とし, 日本側は方針通りに決定.

(9) 会期中の打ち合わせの設定と実施

Organizing Committee Meeting, 3/20 8:00~9:00

Thermal Division and Fluid Division Meeting (Future of TFEC), 3/21 8:00~9:00

→・今後は, 2017年にTFEC9を日本で開催したいとの提案があり, 日本側が持ち
帰って検討することになった.

・TFECとは別に, 熱のAJK, 流体のAJKをそれぞれ2015年に開催することを確
認した.

(10) 開催報告

参加者総数：626名 (内, 日本側 295名)

発表総数：468件 (内, 日本側 218件) (*プログラム決定時より多少変更があった)

内訳：Plenary 8, Forum 152, General 308 (13カ国)

(以上)

■部門賞委員会

平成24年3月2日

構成員：近久武美(委員長)、高田保之(部門長)、菱田公一(前部門長)、永井二郎(委員会幹事)

1. 委員会の開催

第1回部門賞委員会

日時：平成23年5月20日(金) 13:30~14:00

場所：キャンパスイノベーションセンター東京(CIC) 2F 多目的室4

議事：委員会の年間予定・推薦手続きの確認

第2回部門賞委員会

日時：平成23年7月22日(金) 13:00~14:00

場所：キャンパスイノベーションセンター東京(CIC) 2F 多目的室4

議事：フェロー候補者の選考、「講演論文表彰」と「若手優秀講演フェロー賞」の推薦依頼

第3回部門賞委員会

日時：平成23年10月14日(金) 13:00~14:20

場所：キャンパスイノベーションセンター東京(CIC) 2F 多目的室4

議事：部門賞候補者の選考

第4回部門賞委員会

日時：平成24年1月20日(金) 13:00~14:00

場所：キャンパスイノベーションセンター東京(CIC) 2F 多目的室4

議事：部門賞、部門一般表彰、若手優秀講演フェロー賞候補者の決定

2. フェロー候補者の推薦

(1) 今期からフェロー選考プロセスの一部が変更された。すなわち、支部・部門からのフェロー組織推薦枠が定められ、熱工学部門の推薦定数は2名となり、組織推薦枠を超えた推薦は、一般推薦枠として審議される。今期は、前期までの推薦人数が4名であったことをふまえて、部門推薦定数2名に加えて、一般推薦枠として2名、計4名を推薦することに決定。

(2) 前期の候補者をふまえて、委員長と幹事は約40名の候補者リストを作成(6月末から7月上旬)。

(3) 幹事は、そのリストを(幹事を除く)3名の部門賞委員会委員に送り、委員には“そのリストからあるいはリスト外から委員推薦の候補者を加えて4名を選び、幹事あてに投票するように”要請。

(4) 幹事は投票結果を集計し、得票の多い方から4名を第0次候補者(部門賞委員会案)とし、第2回部門賞委員会で様々な状況をふまえて部門推薦定数2名と一般推薦定数2名を審議・決定した後、第2回総務委員会に諮る(7月22日)。

(5) 幹事より、総務委員会で同意が得られた第0次候補者に、部門推薦の候補者となっていただくように依頼(候補者に推薦書を書いていただく)(8月)。

(6) 委員長・部門長・幹事は、最終的に推薦書を取りまとめ、学会本部推薦書を送付(9月末)。

(7) 平成24年1月19日付けでフェロー選考経過報告が届き、推薦した4名全員がフェローとして承認された。

3. 部門賞、部門一般表彰（貢献表彰）候補者の推薦

(1) 運営委員会構成員へは5月の運営委員会にて推薦依頼。6月に部門ホームページに推薦依頼を掲示。9月初旬にインフォメーションメールで部門登録会員全員に推薦依頼。切10月7日。

(2) 第3回部門賞委員会で部門賞、第4回部門賞委員会で部門一般表彰候補者の選考。

(3) 第4回部門賞委員会で候補者を決定。第4回総務委員会（1月20日）に附議・了承。

(4) 運営委員会に代行運営委員会（メール審議）として附議・承認。学会理事会に報告（2月27日）。

(5) 部門賞候補者の推薦代表者を通じて連絡（部門賞委員会委員長名にて）。幹事は、候補者に推薦書の最終確認およびHP用写真の送付を依頼。

(6) 写真が届いた後、3月上旬に部門HPで公表予定。2012年11月の熱工学コンファレンス（熊本）で贈賞の予定。

(7) 永年功績賞等の受賞者のうち、常勤職を退職されるなどされている方々に対しては、授賞式出席のための旅費を部門から支出予定（昨年浜松での授賞式でも同様に旅費を支出した）。

4. 部門一般表彰（講演論文表彰）候補者の推薦

(1) 年次大会（東京工業大学）および熱工学コンファレンス（静岡大学）の実行委員会に推薦を依頼（それぞれ7月下旬、9月上旬）。AJTEC2011（ハワイ）については、昨年推薦依頼済み。

(2) 第4回部門賞委員会において、推薦のあった講演論文表彰候補（年次大会から1件、熱工学コンファレンスから1件、AJTEC2011から4件）を審議・承認。

(3) 運営委員会に代行運営委員会（メール審議）として附議・承認。今後、学会理事会への報告と部門HPに公表予定（3月末まで）。2012年の熱工学コンファレンス（熊本）で贈賞の予定。

5. 若手優秀講演フェロー賞候補者の推薦

(1) 講演論文表彰の推薦依頼と同時に、年次大会（東京工業大学）および熱工学コンファレンス（静岡大学）の実行委員会に推薦を依頼。また、フェロー賞受賞資格に関する規定変更に伴い、当該表彰対象の講演会であることの明示と、評価フォームの修正を両委員会に連絡。

(2) 第4回部門賞委員会において、推薦のあった若手優秀講演フェロー賞候補者（年次大会から1件、熱工学コンファレンスから5件）を審議・承認。さらに、マイクロ・ナノ工学専門会議からの依頼で、マイクロ・ナノ工学シンポジウムで発表された1件も候補者として審議・承認。

(3) 運営委員会に代行運営委員会（メール審議）として附議・承認。現在、幹事より未会員への入会勧奨を行っており、受賞有資格者の推薦書を学会へ送付予定（3月末まで）。

6. 部門賞・部門一般表彰・若手優秀講演フェロー賞

[部門賞]

永年功績賞 河村 洋 氏

永年功績賞 庄司 正弘 氏

国際功績賞（今期は該当者無し）

研究功績賞 円山 重直 氏
技術功績賞 森 治嗣 氏
業績賞 鶴田 隆治 氏

[部門一般表彰]

貢献表彰 中山 顕 氏
白樫 了 氏

講演論文表彰 (6件)

伊東弘行 (北大)、酒井雄人 (北大)、井田民男 (近大)、若月薫 (消防研)、藤田修 (北大)

「バイオコークス燃料の熱分解ガス放出特性に関する検討」

大串哲朗 (広島国際大)、小林孝 (三菱電機)、青木久美、平田拓哉 (エスベック)

「水平設置平板の面内方向熱伝導率測定法」

Hening Xu (Tokyo University of Science), Shota Ishitsuka, Masaaki Motozawa, Kaoru Iwamoto (Tokyo University of Agriculture and Technology), Hiroto Ando (National Maritime Research Institute), Tetsuya Senda, Bo Yu (China University of Petroleum), Yasuo Kawaguchi (Tokyo University of Science)

「Structure of Low-Speed Streaks in Drag Reducing Flow With Polymer Solution Blown From the Channel Wall」

Tomohide Yabuki (Meiji University), Osamu Nakabeppu

「Heat Transfer Characteristics of Isolated Bubble Nucleate Boiling of Water」

Akihiro Hayakawa (Kyushu University), Tomohiro Takeo, Yukito Miki, Yukihide Nagano, Toshiaki Kitagawa

「Study of Thermo-Diffusive Effects on Iso-Octane/Air Flames at Fixed Turbulence Karlovitz Number」

Yusuke Masao (Kyoto University), Mitsuhiro Matsumoto

「Direct Simulation of the Nonlinear Boltzmann Transport Equation for Phonons」

[若手優秀講演フェロー賞] (7名) (○印が登壇者)

○竹内淳 (明治大)、山本昌弘、中別府修

「MEMS センサを用いた高感度カロリメータの研究」

○矢吹智英 (明治大)、濱口拓矢、中別府修

「MEMS 伝熱面上の孤立気泡核沸騰における液相温度場の干渉計測」

○粟田浩平 (関西大)、網健行、梅川尚嗣、小澤守

「水平細管内液液二相流の流動特性」

○小寺厚 (東工大)、平井秀一郎、植村豪、津島将司、河村雄行

「EOR のための CO₂ 溶解現象の分子動力学解析」

○河村直紀 (岐阜大)、井原禎貴、高橋周平、若井和憲

「均一予混合気へのアルコール濃度勾配付与による HCCI 燃焼制御」

○堀秀一郎 (三重大)、廣田真史、浅野秀夫、松田拓也、丸山直樹、西村顕

「T 形合流管内における高・低温空気流の乱流混合促進・制御」

○小林誉幸 (大阪大)、新宅博文、川野聡恭

「厚み変化を有する微小振動梁アレイのグレイスケールリソグラフィによる製作」

(以上)

■年鑑委員会

平成24年2月3日

年鑑委員会 委員長 吉田篤正
幹事 松本亮介

2012年8月号の日本機械学会学会誌 機械工学年鑑特集号の執筆者は以下の通り決定した。

9月中旬にJSME 担当者に連絡したが、2月3日現在、執筆要項と執筆依頼文書が執筆者に送付されておらず、至急対応するよう依頼した。

(以上)

2012年 8月号「機械工学年鑑」特集号 執筆者リスト
【原稿締切日：2012年 3月30日（金）】

章・節・項	名称	割当頁	執筆者に依頼する内容	執筆者氏名	勤務先名	所属1	所属2	役職
8代表者	熱工学	4.8 (5)	査読	吉田篤正	大阪府立大学大学院	工学研究科	機械系専攻 機械工学分野	教授
8幹事	燃焼工学	4.8 (5)	査読	松本亮介	関西大学	システム理工学部	機械工学科	准教授

8.1.1	伝熱および熱力学	0.7	概説	平井 秀一郎	東京工業大学	炭素循環エネルギー研究センター		教授
8.1.2		0.7	熱力学・熱物性	田口 良広	慶應義塾大学	理工学部	システムデザイン工学科	専任講師
8.1.3		0.7	伝熱	川口 靖夫	東京理科大学	理工学部	機械工学科	教授
8.1.4		0.7	熱交換器	西村 伸也	大阪市立大学大学院	工学研究科	機械物理系専攻 熱工学分野	教授

8.2.1	燃焼および燃焼技術	1	燃焼	赤松 史光	大阪大学大学院	工学研究科	機械工学専攻	教授
8.2.2		1	燃焼技術・燃料	高林 徹	株式会社技術研究所	四輪R&Dセンター	第3技術開発室 第2ブロック MBDグループ	

■出版委員会

平成24年2月29日

委員長 花村 克悟 (東京工業大学)

1. 出版委員

委員長：花村克悟 (東工大)

幹事：河野正道 (九大)

委員 (継続)：堀部明彦 (岡山大)、岩井裕先生 (京大)、田部豊先生 (北大)、
荒木拓人先生 (横浜国大)

委員 (新任)：奥山正明先生 (山形大)、井上修平先生 (広大)、中原真也先生 (愛媛大)

2. 活動報告

今期89期の出版委員会は、前期88期に提案された動画ギャラリーの開催を、出版研究会とともに企画、推進することに焦点を絞り活動した。

- (1) 第1回出版委員会を平成23年6月1日(水)に岡山コンベンションセンター(第48回伝熱シンポジウム会場)の314室において開催。これは、出版研究会との合同委員会であった。そのなかで、出版研究会とともに、動画ギャラリーを熱工学コンファレンス(浜松)において開催することを決めた。

- (2) 平成23年10月29日(土)に開催された熱工学コンファレンス(浜松)において、出版研究会とともに、OS「熱工学ギャラリーコレクション」を開催した。11件のコンテンツがあり、それぞれ5分の持ち時間により発表を行った。今後、これらのコンテンツを蓄積することとした。

(以上)

■JTST 委員会

委員長： 佐藤 勲 (東京工業大学)
幹事： 中別府 修 (明治大学)

1. 掲載状況 (2012年2月27日現在)

- Vol. 1、No. 1 (pp. 1~41) : 4件
 Vol. 1、No. 2 (pp. 42~148) : 9件
 Vol. 2、No. 1 (pp. 1~133) : 12件
 Vol. 2、No. 2 (pp. 134~300) : 15件
 Vol. 3、No. 1 (pp. 1~166) : 16件
 (2007日米熱工学会議特別号: Guest Editor=花村克悟 (東工大))
 Vol. 3、No. 2 (pp. 167~380) : 17件
 Vol. 3、No. 3 (pp. 381~551) : 15件
 Vol. 4、No. 1 (pp. 1~201) : 17件
 Vol. 4、No. 2 (pp. 202~323) : 11件
 Vol. 4、No. 3 (pp. 202~436) : 14件
 (第7回日韓熱流体工学会議特別号: Guest Editor=近久武美 (北大))
 Vol. 4、No. 4 (pp. 437~517) : 8件
 (第2回国際伝熱フォーラム特別号: Guest Editor=中別府 修 (明治大))
 Vol. 5、No. 1 (pp. 1~188) : 15件
 Vol. 5、No. 2 (pp. 189~341) : 11件
 Vol. 6、No. 1 (pp. 1~202) : 17件
 Vol. 6、No. 2 (pp. 203~322) : 12件 (Prefaceを含む)
 (第7回国際流体力学会議特別号: Guest Editor=圓山重直、小原 拓 (東北大))
 Vol. 6、No. 3 (pp. 323~485) : 13件
 Vol. 7、No. 1 (pp. 1~) : 7件 (収集中)

2. 編修委員会

Editor-in-Chief: 佐藤 勲 (東工大)
 Editors: 奥山邦人 (横浜国立大学)、富田栄二 (岡山大学)、中別府修○* (明治大)、
 野田 進 (豊橋技科大)、廣田真史 (三重大)、宮良明男* (佐賀大)
 (五十音順)
 ○熱工学部門ジャーナル委員会の幹事
 * 日本伝熱学会推薦の編修委員

3. 第89期特記事項

- ・ 特集号:
 The 3rd Asian Symposium on Computational Heat Transfer and Fluid Flow (ASCHT2011)
 特集号: Guest Editor=須賀一彦 (府立大): Vol. 1、No. 1の末尾に「Special Selection from ASCHT2011」として公開予定
 The 4th International Conference on Heat Transfer and Fluid Flow in Microscale (HTFFM-IV)特集号: Guest Editor=高橋厚史 (九大)、鹿園直毅 (東大): 2012年中旬公開予定
 International Conference on Flow Dynamics (ICFD2011)特集号: Guest Editor=圓山重直、小原 拓 (東北大): 2012年中旬公開予定
 The 8th ASME-JSME Thermal Engineering Joint Conference (AJTEC2011)特集号: Guest Editor=中部主敬 (京大)、店橋 護 (東工大)、泰岡顕治 (慶應大) (予定): 2012年中旬公開予定
- ・ 日本機械学会論文誌のあり方についての検討:
 他学会 (日本伝熱学会) と共同編集を行っていることから、当面は独立英文誌として編集する方針を確認。

(以上)

行事案内

部門企画行事案内

－2013 年度－

- [熱工学コンファレンス 2013](#)
開催日：2013 年
場 所：弘前大学
- [日本機械学会 2013 年度年次大会](#)
開催日：2013 年 9 月 8 日(日)～11 日(木)
場 所：岡山大学

－2012 年度－

- [熱工学コンファレンス 2012](#)
開催日：2012 年
場 所：熊本大学
- [日本機械学会 2012 年度年次大会](#)
開催日：2012 年 9 月 9 日(日)～12 日(水)
場 所：金沢大学

－2011 年度－

- [The 8th KSME-JSME Thermal and Fluids Engineering Conference \(第 8 回日韓熱流体工学会議\)](#)
開催日：2012 年 3 月 18 日(日)～21 日(水)
場 所：Songdo Convensia Center, Songdo, Incheon, 韓国
講演発表申込期限 (アブストラクト付)：2011 年 9 月 15 日
問い合わせ先：JSME 側組織委員長 富田栄二(岡山大学)、幹事 田部 豊(北海道大学)
- [熱工学コンファレンス 2011](#)
開催日：2011 年 10 月 29 日(土)～30 日(日)
場 所：静岡大学工学部、静岡
委員長：中山 颯(静岡大学)
- [熱工学コンファレンス 2011・プレセミナー](#)
開催日：2011 年 10 月 28 日(金) 13:30～17:00 (「熱工学コンファレンス 2011」の前日)
- [日本機械学会 2011 年度年次大会](#)
開催日：2011 年 9 月 11 日(日)～15 日(木)
場 所：東京工業大学
大会委員長：柏木孝夫(東京工業大学)
熱工学部門委員長：長崎孝夫(東京工業大学)
- [No. 11-30 講習会 CFD の基礎とノウハウ](#)
開催日：2011 年 5 月 20 日(金)
場 所：日本機械学会 会議室
問い合わせ先：流体工学部門 (担当職員：曾根原雅代) 電話(03)5360-3502
(流体工学部門・熱工学部門 合同企画)

部門関連行事案内

－2012 年度－

- [第50回燃焼シンポジウム](#)
開催日：2012年12月5日(水)～7日(金)
場 所：愛知県産業労働センターウイंकあいち、名古屋
主 催：[日本燃焼学会](#)
- [第 33 回日本熱物性シンポジウム](#)
開催日：2012 年 10 月 3 日(水)～5 日(金)
場 所：大阪市立大学杉本キャンパス、大阪府
主 催：[日本熱物性学会](#)

- [可視化情報学会全国講演会\(姫路 2012\)](#)
開催日：2012年10月4日(木)～5日(金)
場 所：姫路商工会議所、兵庫県
主 催：[可視化情報学会](#)
- [日本冷凍空調学会 年次大会](#)
開催日：2012年9月12日(水)～14日(金)
場 所：北海道工業大学、北海道
主 催：[日本冷凍空調学会](#)
- [第31回混相流シンポジウム](#)
開催日：2012年8月9日(木)～11日(土)
場 所：東京大学 柏キャンパス、千葉県
主 催：[混相流学会](#)
- [第40回可視化情報シンポジウム](#)
開催日：2012年7月24日(火)～25日(水)
場 所：工学院大学新宿キャンパス、東京都
主 催：[可視化情報学会](#)
- [第49回日本伝熱シンポジウム](#)
開催日：2012年5月30日(水)～6月1日(金)
場 所：富山国際会議場・ANAクラウンプラザホテル富山、富山
主 催：[日本伝熱学会](#)
- [第46回空気調和・冷凍連合講演](#)
開催日：2012年4月18日(水)～20日(金)
場 所：東京海洋大学海洋工学部 85周年記念会館、東京都
主 催：[日本機械学会](#)、[空気調和・衛生工学会\(幹事学会\)](#)、[日本冷凍空調学会](#)

—2011 年度—

- [第49回燃焼シンポジウム](#)
開催日：2011年12月5日(月)～7日(水)
場 所：慶応義塾大学日吉キャンパス、神奈川県
主 催：[日本燃焼学会](#)
- [第32回日本熱物性シンポジウム](#)
開催日：2011年11月21日(月)～23日(水)
場 所：慶応義塾大学日吉キャンパス、神奈川県
主 催：[日本熱物性学会](#)
- [可視化情報学会全国講演会\(富山 2011\)](#)
開催日：2011年9月26日(月)～27日(火)
場 所：富山国際会議場、富山県
主 催：[可視化情報学会](#)
- [日本冷凍空調学会 年次大会](#)
開催日：2011年9月14日(水)～16日(金)
場 所：東京大学本郷キャンパス、東京都
主 催：[日本冷凍空調学会](#)
- [第30回混相流シンポジウム](#)
開催日：2011年8月6日(土)～8日(月)
場 所：京都工芸繊維大学松ヶ崎キャンパス、京都府
主 催：[混相流学会](#)
- [ASME-JSME-KSME Joind Fluid Engineering Conference 2011](#)
開催日：2011年7月24日(日)～29日(金)
場 所：ACT CITY Congress Center、静岡県
主 催：[日本機械学会流体工学部門](#)
- [第39回可視化情報シンポジウム](#)

開催日：2011年7月18日(月)～19日(火)
場 所：工学院大学新宿校舎，東京都
主 催：[可視化情報学会](#)

● [第48回日本伝熱シンポジウム](#)

開催日：2011年6月1日(水)～3日(金)
場 所：岡山コンベンションセンター，岡山県
主 催：[日本伝熱学会](#)

● [第45回空気調和・冷凍連合講演](#)

開催日：2011年4月20日(水)～22日(金)
場 所：東京海洋大学海洋工学部 85周年記念会館，東京都
主 催：[日本機械学会](#)，[空気調和・衛生工学会\(幹事学会\)](#)，[日本冷凍空調学会](#)

国際会議案内

－2014年度－

● [The 15th International Heat Transfer Conference \(IHTC-15\)](#)

開催日：2014年8月10日(日)～16日(土)
開催地：Kyoto International Conference Center, Kyoto, Japan

● [The 16th International Symposium on Flow Visualization \(ISFV16\)](#)

開催日：2014年6月24日(火)～28日(土)
開催地：Okinawa, Japan

－2012年度－

● [3rd International Forum on Heat Transfer \(IFHT2012\)](#)

開催日：2012年11月13日(火)～15日(木)
開催地：Nagasaki, Japan

● [15th International Symposium on Flow Visualization \(ISFV15\)](#)

開催日：2012年6月25日(月)～28日(木)
開催地：Minsk, Belarus

● [13th Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems \(ITherm 2012\)](#)

開催日：2012年5月30日(水)～6月1日(金)
開催地：Sheraton San Diego Hotel & Marina, San Diego, California, U.S.A.

● [The International Workshop on Nano-Micro Thermal Radiation \(NanoRad2012\)](#)

開催日：2012年5月23日(水)～25日(金)
開催地：松島，宮城県

－2011年度－

● [21th National and 10th ISHMT-ASME Heat and Mass Transfer Conference \(ISHMT-ASME 2011\)](#)

開催日：2011年12月27日(火)～30日(金)
開催地：Chennai, India

● [11th International Conference on Fluid Control, Measurements, and Visualization \(FLUCOME 2011\)](#)

開催日：2011年12月5日(月)～9日(金)
開催地：Keelung, Taiwan

● [International Gas Turbine Congress 2011, Osaka \(IGTC'11\)](#)

開催日：2011年11月13日(日)～18日(金)
開催地：Osaka, Japan

● [22nd International Symposium on Transport Phenomena \(ISTP-22\)](#)

開催日：2011年11月8日(火)～11日(金)
開催地：Delft, The Netherlands

● [The 6th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics \(6th ISEM\)](#)

開催日：2011年11月2日(水)～5日(土)

開催地 : Sendai, Japan

- [Sustainable Thermal Energy Management International Conference \(SusTEM 2011\)](#)
開催日 : 2011年10月25日(火)~27日(木)
開催地 : Newcastle upon Tyne, UK
- [14th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermalhydraulics \(NURETH-14\)](#)
開催日 : 2011年9月25日(日)~29日(木)
開催地 : Ontario, Canada
- [The Asian Symposium on Computational Heat Transfer and Fluid Flow](#)
開催日 : 2011年9月22日(木)~26日(月)
開催地 : Kyoto University, Japan
- [The 7th International Symposium on Measurement Techniques for Multiphase Flows \(ISMTMF2011\)](#)
開催日 : 2011年9月17日(日)~19日(火)
開催地 : Tianjin, China
- [The 8th Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing \(PSFVIP-8\)](#)
開催日 : 2011年8月21日(日)~25日(木)
開催地 : Moscow, Russia
- [Seventh International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena \(TSFP-7\)](#)
開催日 : 2011年7月28日(木)~31日(日)
開催地 : Ottawa, Canada
- [ASME-JSME-KSME Joint Fluids Engineering Conference 2011](#)
開催日 : 2011年7月24日(日)~29日(金)
開催地 : ACT CITY Congress Center, Hamamatsu, Japan
- [The 23rd International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reacting Systems \(ICDERS 2011\)](#)
開催日 : 2011年7月24日(日)~29日(金)
開催地 : UC Irvine, CA, USA
- [9th International Symposium on Particle Image Velocimetry](#)
開催日 : 2011年7月21日(木)~23日(土)
開催地 : Tsukuba, Japan
- [The ASME 2011 Pacific Rim Technical Conference and Exhibition on Packaging and Integration of Electronic and Photonic Systems, MEMS and NEMS \(InterPACK2011\)](#)
開催日 : 2011年7月6日(水)~8日(金)
開催地 : Portland, Oregon, USA
- [10th International Symposium on Experimental and Computational Aerodynamics of Internal Flows \(ISAIF10\)](#)
開催日 : 2011年7月4日(月)~7日(木)
開催地 : Brussels, Belgium
- [The 11th Asian Symposium on Visualization](#)
開催日 : 2011年6月5日(月)~9日(木)
開催地 : Niigata Convention Center (Toki Messe), Japan
- [The First International Symposium on Thermal and Materials Nanoscience and Nanotechnology](#)
開催日 : 2011年5月29日(日)~6月3日(金)
開催地 : Antalya, Turkey
- [19th International Conference On Nuclear Engineering \(ICONE19\)](#)
開催日 : 2011年5月16日(月)~19日(木)
開催地 : Makuhari, Chiba, Japan
- [The International Conference on Thermal Treatment Technologies & Hazardous Waste Combustors \(IT3/HWC-2011\)](#)
開催日 : 2011年5月10日(火)~13日(金)
開催地 : Jacksonville, FL, USA

その他

英文ホームページの整備について

Journal of Thermal Science and Technology の発行に代表されるように、熱工学部門では、海外への情報発信および活動の展開を積極的に進めております。その中で、部門の重要な情報発信源であるホームページにつきましても、英文サイトを開設し、コンテンツを充実させることが必要です。そこで、第 89 期においては英文化の作業を進めて参りました。はじめに、第 89 期部門長である高田先生に部門長挨拶の英文版の執筆をお願いしましたところ、直ぐにご対応頂き、ホームページの英文化への意気込みを感じました。この場を借りて、改めて厚く御礼申し上げます。この他に、広報委員会において部門紹介やリンクなど、特に海外への情報発信が必要な内容を重点的に、英文ホームページの整備を行いました。今後も、ホームページを充実させて参りたいと存じますので、お気づきの点やご指摘がございましたら、広報委員会までご連絡下さい。最後に、以下に掲載の図は、熱工学部門の概要を示したものです。東京工業大学の花村先生が作成されました日本語版をもとに、少しレイアウトを変更しつつ英文化しました。

(文責：巽)

The Japan Society of Mechanical Engineers

Thermal Engineering Division

熱工学部門

Outline of the Thermal Engineering Division

In the fields related to thermal engineering, the various phenomena are of consideration represented by mega-scale heat and mass transfer found in space and earth scale; photonic, thermal and mass transfer in biological cells; electrochemical transport of mass and energy in microscopic scale; and chemical reaction and its measurement in nano/molecular scales.

Sectional meetings are established for specially-interesting subjects

- Exergy evaluation of energy systems
- Heat and mass transfer in nano/bio technologies

Presentation and discussion on the latest research works

- JSME annual conference (summer)
- Thermal engineering conference (annually, autumn)
- Seminars, workshops and training sessions are organized accordingly.

Joint conferences and meetings of Japan-U.S. and Japan-Korea

- ASME/JSME Thermal Engineering Joint Conference
The latest issues on thermal engineering are presented with fruitful discussions (organized every four years).
- KSME-JSME Thermal Engineering Conference
Provides trends of the research activities in Asia (organized every four years).

The thermal engineering division offers various opportunities to present and discuss the latest research progress at symposium, conference, seminars and lectures. The activities of the division is also widely announced through this webpage.

Thermal control in critical environment such as space, super high / low temperature conditions, etc.

Development of environmental friendly energy conversion systems and analysis of heat and mass transfer which have decisive impact on the global environment

Cryogenics and mass transfer in biological cells
Compact power supply systems based on micro gas turbine

Electrochemical mass transfer and heat transfer in energy conversion systems in micro-scale

Thermal properties in nano-scale and nano-material production

Simulation on chemical reaction in molecular level

The pictures are brought by the following companies and organizations. JAXA (Space plane, satellite space laboratory, earth), Namura Shipbuilding Co. Ltd. (cargo ship), Kobe university (brain), University of Tokyo, Prof. Kasagi's laboratory (micro gas turbine), University of Tokyo Prof. Maruyama's laboratory (carbon nanotubes), Tokyo institute of technology, Prof. Inoue's laboratory (CO molecules on platinum).

編集後記

東日本大震災から一年以上が経過し、復興に関するニュースもよく目にするようになりました。元通りの姿に戻るよう努力することに加え、一方で技術の革新や性能の向上といった前進も継続的に必要となります。多種多様な情報を提供することのでその一助になればと考え、66号のTED Plaza ではさまざまな視点のテーマを集めてみました。神戸大学の浅野先生には宇宙空間で課題となる排熱に有効な二相流体ループ式排熱システムについてご紹介いただき、京都大学の井上先生には化学工学の視点から電極内の反応輸送現象解明の取り組みを、また大阪大学の小田先生にはピンフィン流路における熱連成解析をLESデータから行う研究をご紹介頂きました。

最後に、お忙しい中にも関わらず今回のTED Plaza への執筆を快く引き受けていただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

(編集担当委員：金田・巽，文責：金田)

第89期広報委員会

委員長：	二宮 尚	(宇都宮大学)
幹事：	川口 達也	(東京工業大学)
委員：	畠山 友行	(富山県立大学)
	浅岡 龍徳	(青山学院大学)
	巽 和也	(京都大学)
	金田 昌之	(大阪府立大学)
	志村 祐康	(東京工業大学)
	瀬尾 健彦	(山口大学)

©著作権：2012 一般社団法人 日本機械学会 熱工学部門