ISSN 2185-372X

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.72 April 2014

目　　次

1. 第 92 期部門長あいさつ

教授 中部 主敬（京都大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻）

2. TED Plaza

- PEFC 用ガス拡散層内部の液水分布と酸素拡散特性の同時計測
  大徳 忠史（秋田県立大学），是澤 亮（横浜国立大学大学院）
- ファン空冷電子機器の簡易高精度熱設計手法
  福江 高志（岩手大学工学部）

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

編集後記

第 92 期部門長あいさつ

第 92 期 熱工学部門長

京都大学 大学院工学研究科 機械理工学専攻

教授 中部 主敬

nakabe@me.kyoto-u.ac.jp

2014 年度（平成 26 年度）当初に前部門長小林秀昭教授の後任として第 92 期部門長の大役を仰せつかりました．その就任に当たりご挨拶申し上げます．

熱工学部門はいわゆる機械系 4 力学の 1 つである熱力学を基盤学理として伝熱学，熱物性学，燃焼学の学問研究を担いつつ，より学際的広がりを持ってエネルギー変換やマイクロ・ナノスケール現象，バイオ・生体・医療などの関連工学を対象にシステム，機器，材料の開発を行う研究者，技術者の会員の方々が集い活動される場です．その人数規模として全 21 部門の中から本部門を第 1～5 位に選び登録された正会員は前年度末（2014 年 2 月末）の時点で 6,041 名おられました．これは部門登録を行った延べ正会員数（正会員の総数自体は同月末で約 3 万名です）の 7.3%に相当し，21 部門の中で第 3 位の人数です．なお，残り 3 つの力学に対応する部門と考えられる流体工学部門，材料力学部門および機械力学・計測制御部門の人数規模はそれぞれ，第 1 位，第 5 位および第 2 位です．ちなみに第 4 位は計算力学部門です．

日本機械学会では部門登録者数の推移を 2006 年度から第 1～5 位登録者合計で記録，グラフ化していますので，上述の各部門について改めて纏めましたところ下表のようになりました：

順位	部門（第 1～5 位登録）	2014 年 2 月末 [名]	2007 年 2 月末 [名]	増減 [名] (割合 [%])
1	流体工学	7,013	7,173	▼160 (▼2.23%)
2	機械力学・計測制御	6,762	6,857	▼ 95 (▼1.39%)
3	熱工学	6,041 (私企業 3,351： 学校 1,638)	6,425	▼384 (▼5.98%)
4	計算力学	5,947	5,808	△139 (△2.39%)
5	材料力学	5,725	5,871	▼146 (▼2.49%)
―	全会員数 (特別員，学生員などを含む)	36,566*(2013.2)	38,880	▼2,314 (▼5.95%)

この表から熱工学部門が最も登録者数を減らしており，2006 年度末を基準にとった減少率も他部門に比して大きいことが分かります．また，上表には示していませんが，この 7 年間で線形に減少していることも分かりました．本学会の特別員，学生員等を含む全会員数は 1995 年度末の 45,733 名をピークに減少傾向は止まらず，数値的には全会員数に連動して本部門登録者数も減少しているように見えます．しかし，他の部門は微減に留まり，計算力学部門では逆に増加しています．

機械工学における「熱」の重要性は言わずもがなと思っていましたので，この結果は意外なもので厳粛に受け止めたいと思います．生憎，この漸減傾向を説明できるに足る確たる理由は把握できていませんが，別の資料に拠りますと 2006 年度からの全会員数推移の内訳として，私企業の正会員が 2 千名の規模で減少したことが示されていました．従って上表の全会員数における減少人数 2,314 名の大部分は私企業正会員，すなわち現役の技術者の方々であると言えます．化学，応用物理，電気電子関連の学協会会員数も同じく漸減傾向にある中，自動車技術会は 2000 年になってからも 1 万名規模で会員が増え，現在では 4 万 5 千名を超えることも示されていました．日本機械学会はその英訳である The Japan Society of Mechanical Engineers が示すとおり，機械のエンジニア，

工学者の団体です．上表に併記しましたが本部門には学校関係の正会員数の 2 倍以上の私企業正会員の方々が登録されていることを忘れず，両正会員の活動が乖離せぬよう心掛けねばならないと思います．

本部門ではこれまでにも様々な提案，企画がなされ，熱工学コンファレンス(#1)を始めとする講演会や講習会，セミナーが開かれてきました．国際会議についても日米韓熱工学会議(#2)，日韓熱流体会議(#3)はもとより他の関連学会と連携しながら国際伝熱フォーラム(#4)，国際伝熱会議(#5)，国際燃焼シンポジウム(#6)等に賛同，協力して会員間の活発な情報交換，人的交流の場を持ってきました．これらはまた，若手研究者・技術者，学生の育成の場としても質高く機能してきました．今期もこのような企画と伝統ある場を踏襲しつつ，一層の充実を図っていきたく思います．一方でつい先日，関西で熱関連企業の方々と懇談する機会があり，企業内部では若手育成のための自社教育プログラムを行おうにも講師役となる技術者の方々がその時間を捻出し辛くなってきている，「熱」の基礎的講義と現場に即応した演習問題が対になったような講習会があればアウトソーシングしたい，との旨の言及がありました．この辺りのことも企業からのご要望と捉えて検討すべき一案ではないかと考えます．

情報交換，人的交流，人材育成の場と対をなして重要なものは研究成果発信の場としての学術論文です．様々な研究成果が日本機械学会論文集を含めて国内外の学術論文誌に公表されますが，やはり著名でインパクトファクターの高い外国の英文学術誌への投稿，掲載が注目されがちです．結果として論文閲覧のために毎年高騰を続ける購読料を寡占状態の外国出版社に対して支払わねばなりません．この金銭的負担に加えて，日本のマンパワーと資金を投じて生み出された多くの論文，知的成果が著作権とともに外国でアーカイブされ，その発信元も外国になってしまうことは看過できません．戦後すぐには日本の機械工業製品の認知度は低く，例えばノックダウン方式による組み立て製造やライセンス生産を行って自動車の国産化を実現してきましたが，今では Prius（トヨタ）に代表されるハイブリッド車や GT-R（R35 型，日産）のようなスーパーカーなど世界的注目を集める自動車を生み出すに至っています．時計などの精密機械製品も然りです．もちろんドイツ車やスイス時計などの欧州製品には根強い人気がありますが日本製品はそれらとの共存ができていると思います．このことと学術誌を同列に論じることはできないかもしれませんし，現時点では外国出版社に対抗できるだけの起死回生の手立てはありません．しかし，自動車や時計がそうであったように，魅力ある研究成果発信の場として日本発の国際的に通用する学術誌を偏狭な肩入れをすることなしに地道に育ててゆく時期がきているのではないでしょうか．昨期には日本機械学会論文集は日本機械学会学術誌として新しく生まれ変り，英文ジャーナル JTST(#7)を別にして和文誌，英文誌，英文速報誌に本部門関連のカテゴリーC(#8)が設けられています．母国語で執筆・購読できる場としての和文誌を大切にしながら，また，私企業の方々からも投稿，引用しやすい役立つ学術誌に皆様と共々に育てていきたく思います．

熱工学部門の活動は本部門を構成する会員の皆様のご理解とご協力が得られてこそ可能となるものです．部門財政の健全化も進めながら機械工学の基盤としての熱工学の学術，技術ならびに社会への貢献のために今期も運営委員会，総務委員会を中心に活発な議論，企画を行ってまいります．何卒ご支援賜りますよう宜しくお願い申し上げます．

脚注：

(#1) 今期は 2014 年 11 月 8～9 日に芝浦工業大学にて開催予定．(#2) AKJ TEC: ASME-KSME-JSME Thermal Engineering Joint Conference. (#3) KJ TEFC: KSME-JSME Thermal and Fluids Engineering Conference. (#4) IFHT: International Forum of Heat Transfer. (#5) IHTC: International Heat Transfer Conference. (#6) ISC: International Symposium on Combustion. (#7) JTST: Journal of Thermal Science and Technology. (#8) 熱工学，内燃機関，動力エネルギーシステム (TEP: Thermal, Engine and Power Engineering).

TED Plaza

PEFC 用ガス拡散層内部の液水分布と酸素拡散特性の同時計測

大徳忠史

秋田県立大学　助教
システム科学技術学部　機械知能システム学科
daitoku@akita-pu.ac.jp

是澤亮

横浜国立大学大学院
工学府　システム統合工学専攻
koresawa-ryo-pr@ynu.jp

１．はじめに

固体高分子形燃料電池(以下PEFC)は，高出力密度に由来する小型化，軽量化が可能である点や，低作動温度による速やかな起動性等の特徴から自動車用動力源や家庭用コジェネレーション電源としての利用が期待されている．PEFC の性能低下因子の一つとして，濃度分極が挙げられる．高加湿，高電流密度運転条件下でガス拡散層(以下 GDL)内への生成水等の液水の滞留により，反応ガスの拡散を阻害され（フラッディング現象）濃度分極が増大する．また他方では，低加湿時にセル内が乾燥し高分子膜内のプロトン伝導性が低下するドライアウト現象が発生する．従って，GDL 内における液水分布特性，および反応ガスの移動特性を把握し制御を可能にすることが望まれる．

従来から GDL など微細多孔体内の液水挙動特性に関する研究がなされている．格子ボルツマン法，粒子法などの手法を用いた，数値解析による微細多孔体内の液水挙動を捉えようとする試み[1-2]や，液水分布，酸素拡散特性またその関連を明らかにするため，実験解析も進められており，X 線ラジオグラフィ[3]，蛍光顕微鏡[4]，軟 X 線[5]，および，X 線源としてシンクロトロン放射光[6-7]を利用した手法などを用いて，微細多孔体の構造と液水分布または検査液体の挙動を可視化解析する試みがなされている．

GDL 多孔質体の含水状態を明らかにするには，GDL の内部の様相を把握することが望まれる．線径が約 8 マイクロメートル程度の極細なカーボン繊維が複雑に重なった GDL 多孔質体内の含水状態は時々刻々と変化していく．大型放射光施設 SPring-8・BL20B2 ビームラインは，GDL 内部の様相を可視化するにあたり「高空間分解能（有効画素数が数□m/pixel）」，「高速なイメージング（本研究では 1 分弱）」が実現可能である．

本著者らを含む研究グループにより，以前からガルバニ電池式酸素吸収体装置による GDL 多孔質体の有効酸素拡散係数を測定する手法を開発[8]し，その特性を明らかにしてきている[9]．ガルバニ電池式酸素吸収体を用いた手法は，GDL 多孔質体内部の含水状態の変化に伴う GDL 中の酸素透過量を計測できる[10]．また，GDL 多孔質体内の液水分布を制御することによる酸素拡散特

性の向上を目的として, 親水性と撥水性の多孔質体の交互配置[11]および空孔径の異なる多孔質体の交互配置[12]を用いる新構造(ハイブリッドタイプ)の GDL を提案している．酸素拡散特性の測定と工業用 X 線 CT 装置による液水分布の可視化をそれぞれ行い，ハイブリッド構造における液水挙動と酸素拡散特性の性能向上に関する検討を行っている．

著者らは，SPring-8・BL20B2 ビームラインでの X 線 CT 計測により，それらの GDL 多孔質体内部の含水状態が変化していく様子を可視化しながら，同時にガルバニ電池式酸素吸収体装置を用いた酸素拡散特性の計測する手法を確立した. 本稿では GDL 多孔質体内部の様相および含水状態の変化と酸素透過量を同時に計測した大型放射光施設 SPring-8 での研究成果[13]を紹介する．

２．ガルバニ電池式酸素吸収体の概要[8]

図 1 は GDL 内部の酸素拡散特性を測定するためのガルバニ電池式酸素吸収体装置の概略図である．ガルバニ電池式酸素吸収体の酸素吸収による大気側酸素濃度と吸収体側の酸素濃度差を駆動力として酸素拡散が生じる．酸素吸収体装置は，カソードに炭素電極，アノードに鉛電極，水酸化カリウム水溶液を主成分とする電解液で構成されている. カソードの炭素電極は電解液に接し，大気と電解液を隔てるガスを透過する隔膜であり，大気中の酸素を吸収し，電気化学反応を起こす．両電極での電気化学反応はそれぞれ式(1)と式(2)で表される．

$$\text{[カソード]}\ O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^- \tag{1}$$

$$\text{[アソード]}\ 2Pb \rightarrow 2Pb^{2+} + 4e^- \tag{2}$$

カソードでは，酸素が隔膜を透過し溶解することで酸素の還元反応が生じ，酸素吸収体としての機能を有する．これに対してアノードでは，酸化反応により鉛が消耗される．ここで，電解液がアルカリ性であると鉛は式(3)のように反応して液中に溶解する．

$$Pb^{2+} + 3OH^- \rightarrow HPbO_2^- + H_2O \tag{3}$$

カソードでの酸素吸収量, すなわち酸素の還元反応量はガルバニ電池回路の電流値 I_{OUT} [A]からファラデーの電気分解の法則より式(4)で算出される．実験ではガルバニ電池の起電力により発生した電圧を計測し，回路内に設置した固定抵抗値をもとに出力電流値へと変換する．

$$J_{O_2} = 31.99 \times 10^{-3} \times \frac{I_{out}}{4F} \times \frac{1}{A} \tag{4}$$

J_{O2} [kg/m^2·s] は酸素流束，F [s ·A/mol] はファラデー定数，A [m^2]は炭素電極である隔膜の面積である．

GDL 試料は，厚さ 0.4mm，内径 4mm のアクリル製円筒管に設置する．酸素拡散特性の測定と同時に，X 線による GDL 多孔体内の液水分布・挙動の可視化を行うため X 線の透過を考慮する必要があり，試料はガルバニ電池式酸素吸収体装置から突出させている．その設置高さは，酸素吸収面から 29.7 mm とした．また，試料を含水するための方法として，試料を純水中に沈め，それを真空容器内に配置した後に減圧することで，試料内の空隙に液水を充填させる真空含浸法[9]を用いている．なお，図 1 に示すように含水状態における試料の上部を大気解放した状態で測定を開始し，試料が乾燥する過程を計測した．

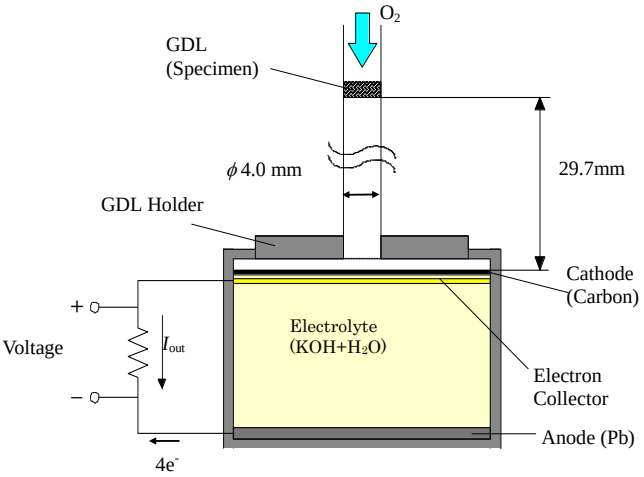


Fig.1 Galvanic battery-type experimental apparatus[13]

３．SPring-8 でのイメージングの概要

X 線 CT は物質の X 線の吸収を利用し物体の内部構造情報を線吸収係数の空間分布として得る手法である．本実験で用いた大型放射光施設 SPring-8 の X 線は，高輝度かつ高い指向性をもつ平行光であるという特徴がある．放射光の指向性の高いビームを用いることにより，物質による X 線の屈折の空間分布を CT 像として取得でき，吸収の差が小さい試料に有効となる．図 2 に本研究で使用した大型放射光施設 SPring-8 ビームラインの構成を示す. BL20B2 [14]は偏向電磁石を光源とするビームラインである．このビームラインでは，5～113 keV の X 線が利用可能である．また，20 mm 以上の X 線視野が有り，試料サイズにより数 μm ～100 μm 程度の実効分解能での撮影が可能である．高空間分解能を得るため，薄膜蛍光板（シンチレータ）を用いて透過 X 線像を可視光像へ変換し，光学レンズ系により拡大され CCD カメラへ投影される．

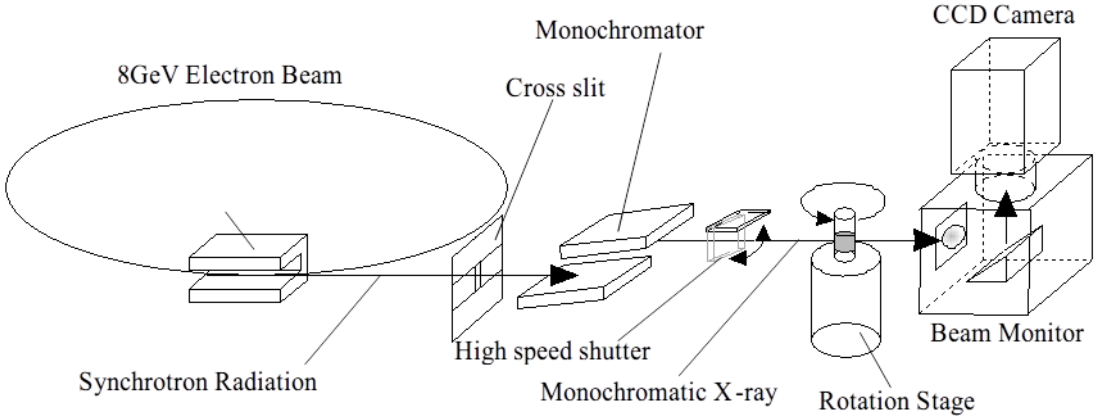
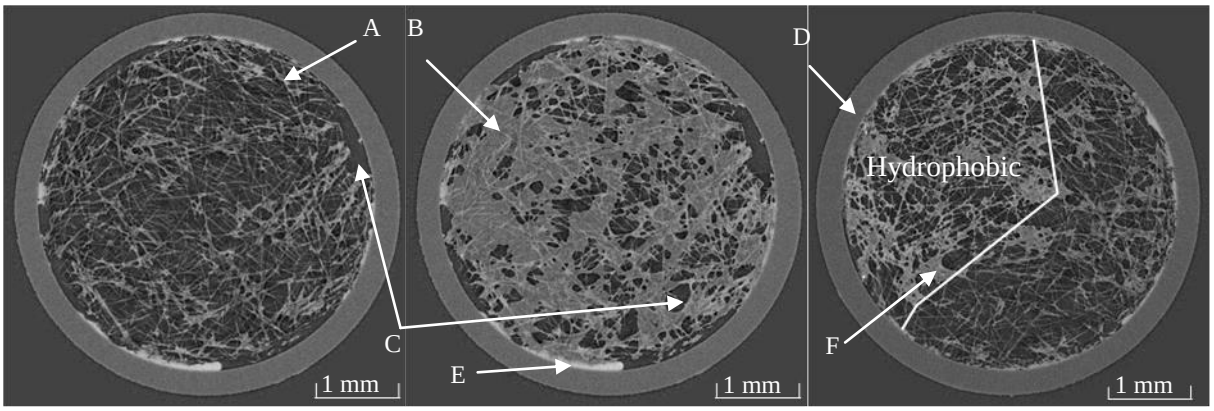


Fig.2 Outline of projection tomographic X-ray system at SPring-8

４．X 線 CT と酸素拡散特性の同時計測

ガルバニ電池式酸素吸収体による GDL の酸素拡散特性の測定と SPring-8・BL20B2 ビームラインでの GDL の内部構造および液水状態変化のイメージングの同時計測実験では, 液水分布の変化を伴うため高速な撮影を必要とした．エネルギー値を 13 keV，有効画素サイズを 4.83μm/pixel として実施した．



(a) Cross-sectional CT image of dry normal-type-GDL

(b) Cross-sectional CT image of wet normal-type-GDL

(c) Cross-sectional CT image of dry hybrid-type-GDL

Fig.3 X-ray of BL20B2 CT images of GDL

同時計測実験で得られた GDL の CT 断面の一例を図 3 に示す. 図 3(a)に乾燥状態のノーマル GDL の CT 断面を, 図 3(b)に含水状態のノーマル GDL の CT 断面を（図 3(a),(b)は標準の TGP-H-120），そして図 3(c)に左側約半分の領域に撥水処理を施しぬれ性に分布を持たせた“ハイブリッド型” GDL の乾燥状態における CT 断面画像を示した．画像中では，白く輝度が強い部分が X 線を吸収していることを示している．図中の輝度の強い白い繊維状 A の部分が GDL を構成するカーボン繊維である．図 3(b)に観測される灰色の B の領域に液水が存在している．A，B と比較して黒い C の領域が空孔を形成している．また，外側の円筒状 D の領域は GDL を収めたアクリル製円筒管である．また，GDL と円筒管壁との境界に白く明るく見える部分 E は，円筒管壁との境界の空隙

の形成を生じにくくするために塗布したシリコンである．これは，円筒管壁との境界の空隙の影響を抑えて，GDL 内部の酸素拡散パスの影響を観測する役割がある．このように，GDL 内部様相や含水状態を把握することが可能である．

図 4 にガルバニ電池式酸素吸収体へのノーマル GDL の酸素透過量変化と各時刻における CT 画像を示す．グラフ縦軸の酸素透過量は，GDL 中を酸素が拡散した量である．測定開始付近の急激な酸素透過量の増加は， GDL と円筒管壁との境界の空隙が生じ，この空隙が最初の酸素拡散パスとなったためである．以降は酸素透過量も緩やかに増加しており，また CT 画像によると円筒管壁付近の空隙の増加がおさまり，GDL 内部の空隙が増加，つまり酸素拡散パスが徐々に増加していることが観察できる．

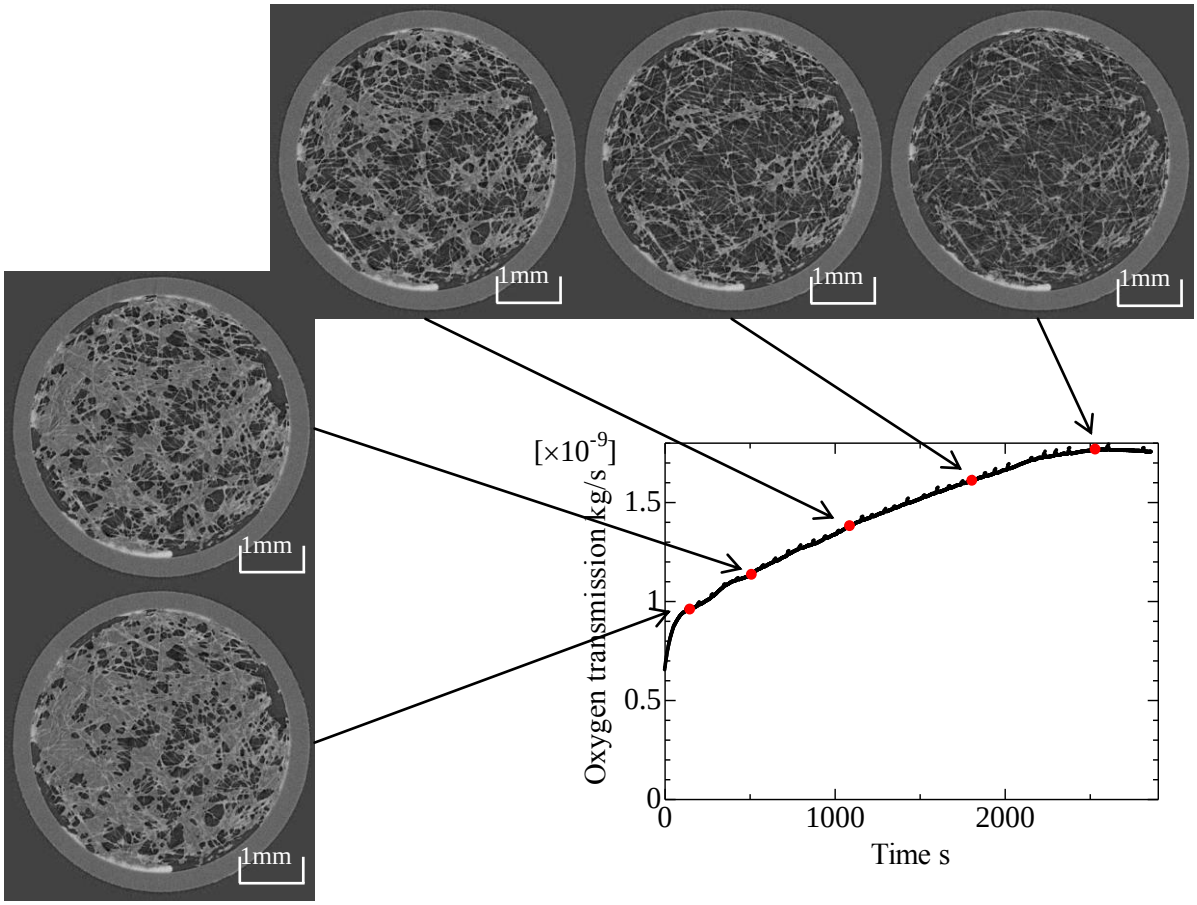


Fig.4 Relationship between the oxygen transfer in normal-type-GDL and the CT images[13]

図 5 は，図 3(c)に示したハイブリッド型 GDL の同時計測結果である．CT 画像から撥水処理部と未処理部の境界付近から空孔が形成されていることが分かる．これは，撥水部の液水が親水部へ引き寄せられ，空孔を形成しやすい状態を実現している．1200s 付近まで，その境界部で酸素拡散パスの形成が進行することにより，酸素透過量の時間変化は急激に大きくなっている．境界部での酸素拡散パスの形成が落ち着いた後は，親水部の GDL 内部の空隙が増加していき酸素透過量も緩やかな増加傾向に変化したと考えられる．また，境界部での酸素拡散パスの形成以降の GDL 内部の空孔の形成に規則性は観測されなかった．

図 6 は，X 線 CT 画像より得られたハイブリッド型 GDL 内部の含水率の時間変化を示している．撥水部と親水部それぞれの領域を区切り，三角が親水部，四角が撥水部，丸が全体の含水率を示している．まず撥水部の含水率は急激に低下するが，親水部では含水率は高いままの状態であり，撥水部から親水部へ液水が移動している．なお，約 1900s 付近からは撥水部と親水部での含水率は逆転する形となり，液水の移動が行われていないことが分かる．

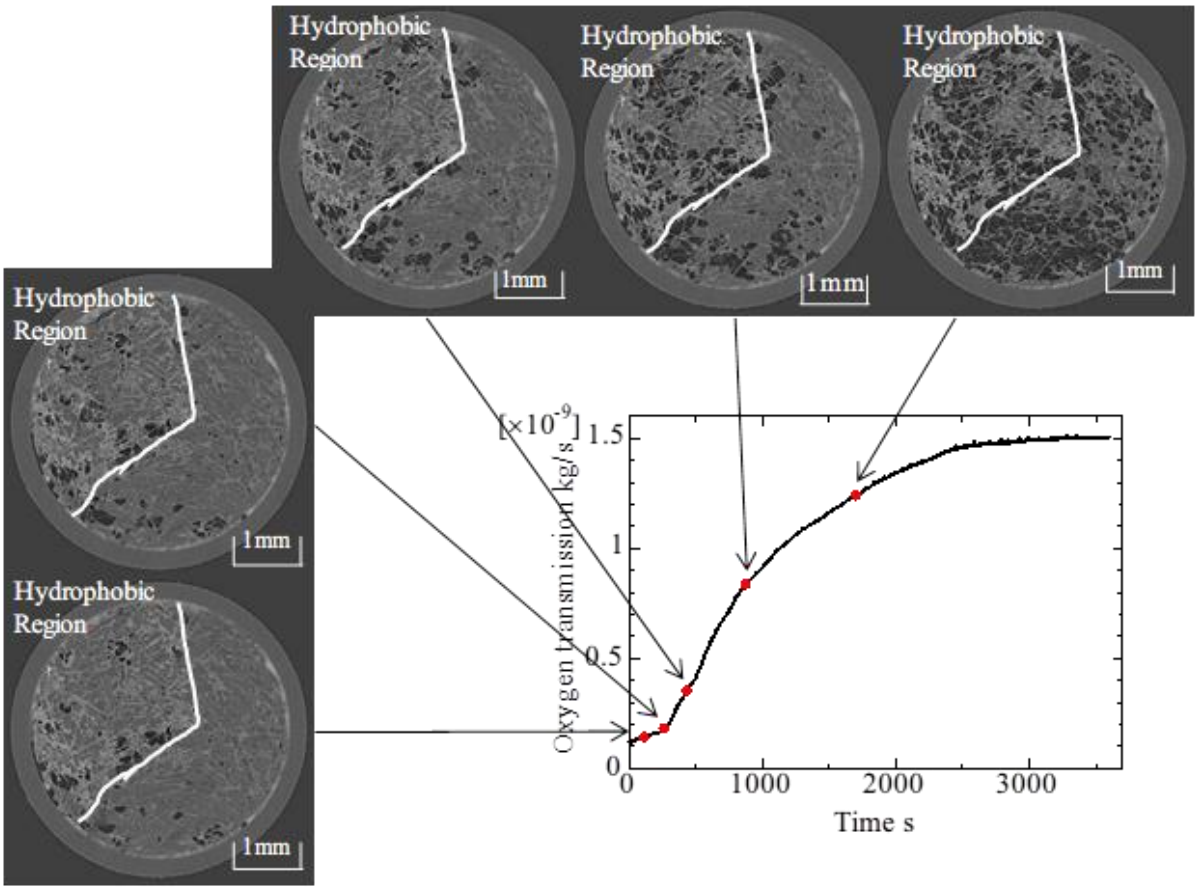


Fig.5 Relationship between the oxygen transfer in hybrid-type-GDL and the CT images[13]

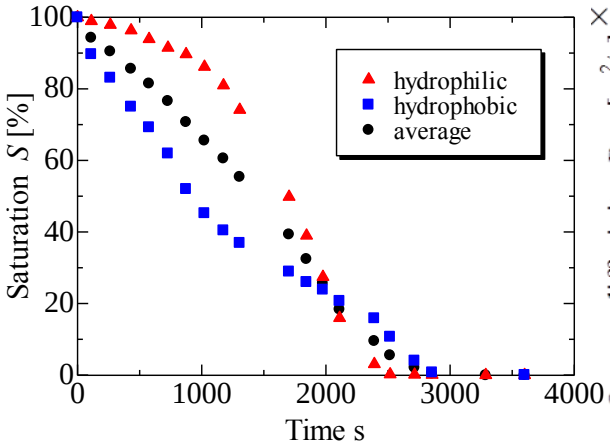


Fig.6 Change of average saturation[13]

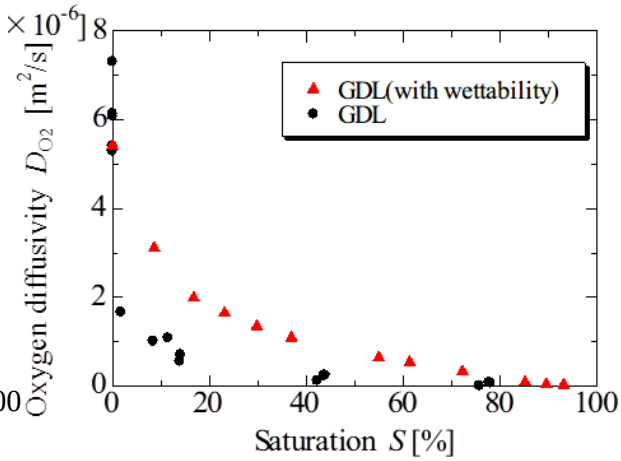


Fig.7 Oxygen diffusivity as a function of average saturation[13]

図 7 に平均含水率に対する酸素拡散係数の測定結果を示す．両試料とも平均含水率の低下にともなって空孔が増加し酸素拡散の経路が増大するため，酸素拡散係数の値が上昇していく傾向を示している．しかし，平均含水率が 70%以下でその値には差異が見られ，ぬれ性分布をもつ GDL が高い酸素拡散特性を示す．例えば平均含水率が 15%付近では，ぬれ性分布をもつ GDL の酸素拡散係数値は，ぬれ性分布をもたない GDL の 3～4 倍程度に達しており，先行研究[10-11]での予備的検討に用いたハイブリッド GDL の場合と類似の傾向を示した．ぬれ性分布をもつ GDL の場合，撥水部から親水部への液水移動により，ぬれ性境界部から撥水部内への空孔形成がなされ酸素拡散パスが確保され拡散方向全域にわたり空孔部が形成されることが，その主たる要因であると考えられる．

５．まとめ

SPring-8・BL20B2 ビームラインでの X 線 CT によるイメージングとガルバニ電池式酸素吸収体による酸素拡散特性の同時計測結果の一例を紹介した．同時計測を行ったことにより，酸素拡散特性の変化と GDL 内部様相の変化の対応関係が明らかになった. ぬれ性分布をもつハイブリッド型 GDL は，親水部と撥水部の領域境界付近から酸素拡散パスが形成されることが確認できた．GDL 基材へのぬれ性分布付加は，液水分布を制御し酸素の拡散を促進する．高含水時における拡散分極の改善が実現できる可能性を持った新形式ハイブリッド型 GDL の特性を調査しており[15], 今後 in-situ での試験により性能評価を行なっていく.

参考文献

[1] X. D. Niu, T. Munekata, S. A. Hyodo and K. Suga, “An investigation of water-gas transport processes in the gas-diffusion-layer of a PEM fuel cell by a multiphase multiple-relaxation-time lattice Boltzmann model”, Journal of Power Sources, Vol. 172, (2007) pp.542-552.

[2] M. Takimoto, H. Ejiri and S. Koshiduka, “Study on transport of gas and water droplet through gas diffusion layer to channel by direct simulation Moving Particle Semi-Implicit method”, NEDO conference of technologies development for future generations, (2006) , pp. 64-65.

[3] P. K. Sinha, P. Halleck and C. Y. Wang, “Quantification of Liquid Water Saturation in a PEM Fuel Cell Diffusion Medium Using X-ray Microtomography”, Electrochemical and Solid-State Letters, Vol.9, No.7, (2006), A344-A348.

[4] S. Litster, D. Sinton and N. Djilali, “Ex situ visualization of liquid water transport in PEM fuel cell gas diffusion layers”, Journal of Power Sources, Vol. 154, Issue 1, (2006), pp.95-105.

[5] T. Sasabe, P. Deevanhxay, S. Tsushima and S. Hirai, “Soft X-ray visualization of the liquid water transport within the cracks of microporous layer in PEMFC”, Electrochemistry Communications, Vol. 13, Issue 6, (2011), pp. 638-641.

[6] C. Hartnig, I. Manke, R. Kuhn, S. Kleinau, J. Goebbels and J. Banhart, “High-resolution in-plane investigation of the water evolution and transport in PEM fuel cells”, *Journal of Power Sources*, Vol. 188, No 2, (2009), pp. 468-474.

[7] P. Krügera, H. Markötter, J. Haußmann, M. Klages, T. Arlt, J. Banhart, C. Hartnig, I. Manke and J. Scholta, “Synchrotron X-ray tomography for investigations of water distribution in polymer electrolyte membrane fuel cells”, *Journal of Power Sources*, Vol. 196, No 12, (2011), pp. 5250-5255.

[8] Y. Utaka, Y. Tasaki, S. Wang, T. Ishiji, S. Uchikoshi, “Method of measuring oxygen diffusivity in microporous media”, I*nternational Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol.52, (2009), pp. 3685-3692.

[9] Y. Utaka, D. Iwasaki, Y. Tasaki and S. Wang, “Measurement of effective oxygen diffusivity in microporous media containing moisture”, *Heat Transfer-Asian Research 2010*, vol. 39, (2010), pp.262-276.

[10] Y. Utaka, I. Hirose and Y. Tasaki, “Characteristics of oxygen diffusivity and water distribution by X-ray radiography in microporous media in alternate porous layers of different wettability for moisture control in gas diffusion layer of PEFC”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 36, (2011), pp.9128-9138.

[11] 是澤 亮，大徳忠史，宇高義郎，“ガルバニ電池式酸素吸収体を用いた多孔質体における酸素拡散係数測定の高精度化”，日本機械学会論文集B編，Vol.77, No. 783 (2011), pp. 2191-2199.

[12] 宇高義郎，田崎豊，宮田智生，岩崎大剛，近藤俊介，青木敦，“空孔径分布の異なる微細多孔体層を隣接させたハイブリッド構造ガス拡散層（X 線ラジオグラフィーによる液水挙動可視化解析と酸素拡散性）”，日本機械学会論文集 B 編，Vol.76,No.770(2010), pp.1586-1593.

[13] 是澤 亮，大徳忠史，宇高義郎，上杉健太朗，“ぬれ性分布を利用した固体高分子形燃料電池用ガス拡散層における液水分布の可視化と酸素拡散係数の同時計測”, 日本機械学会論文集B編, Vol. 77, No. 782 (2011), pp. 2019-2027.

[14] Goto, S., Takeshita, K., Suzuki, Y., Ohashi, H., Asano, Y., Kimura, H., Matsushita, T., Yagi, N., Isshiki, M., Yamazaki, H., Yoneda, Y., Umetani, K. and Ishikawa, T., “Construction and commissioning of a 215-m-long beamline at SPring-8”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, Vol. 467-468, (2001), pp. 682-685.

[15] 是澤 亮，大徳忠史，宇高義郎，“ぬれ性分布を有する PEFC 用ガス拡散層における酸素拡散促進と撥水材 PTFE 含有量の影響”，日本機械学会論文集 B 編，Vol. 79, No. 801 (2013), pp. 1038-1050.

TED Plaza

ファン空冷電子機器の簡易高精度熱設計手法

福江　高志

岩手大学　助教
工学部　機械システム工学科
fukue@iwate-u.ac.jp

1. はじめに

空冷ファンを用いた強制対流冷却は，電子機器の放熱手法として最も一般的なものである．電子機器の熱設計において，昨今の製品開発競争に対応するために，設計の効率化や低コスト化の達成は重要な課題である．昨今では，熱設計用に用途が特化された数値流体解析コード (CFD) が市販され使用されている [1] [2]. CFD コードでは, 図 1 のように電子機器の詳細な構造を再現し，内部の空気の流れや温度分布を解析できるため，高い解像度の結果が得られる．しかし計算機の性能が向上したとはいえ，CFD コードを用いて実用に耐えうる計算精度を確保するには，十分な格子数や計算の反復回数が必要となる．特に設計最適値を得るため数多くのパラメタ・サーベイをこなす必要がある電子機器の熱設計では，CFD の導入が必ずしも熱設計の効率化に繋がらない可能性がある．製品の開発周期が早くなる中で，設計期間を短縮し設計効率化を達成できる熱設計手法の確立は至上命題である．またファンの冷却性能は，図 2 に示すように，部品周りに供給される空気の流量や流れの状態，伝熱面の特性の影響を強く受ける．したがって，ファン空冷電子機器においては, 機器内部の流れ場の把握が高精度の熱設計を行う上で欠かせない過程であり，流れ場と温度場の両面における設計手法の検討を要する．

従来から，流れ場や温度場を電気回路の形に置き換え，簡易に解析を行う流体抵抗網法 [3] [4] や熱回路網法 [5] – [8] と呼ばれる手法は，配管設計や熱設計において，即応性と信頼性が両立できる手法として広く使われている．近年では，解析時間を要する CFD コードによるパラメタ・サーベイの試行回数を削減するために，次のようなスキームが提案されている：設計の初期段階で CFD コードによる詳細解析を行い，解析結果から熱回路網モデルを構築する．パラメタ・サーベイを熱回路網法にて行う．熱回路網法にて得られた最適設計を CFD コードに取り込み，最後に詳細解析を行う [7] ．熱回路網法と CFD 解析の連携については，百村ら [8] も複写機の熱解析に関して報告している. 電子機器内部の現象を正しく再現できる適切な抵抗網さえ構築できれば，必要最小限の要素数で，実用に耐え得る十分な分解能の解析結果を得ることができる．
強制空冷を行う電子機器の場合は, 冷却空気の流れや温度変化に部品温度が敏感に変化するため，温度場の解析に流れ場の情報を適切に取り込むことが，高精度の温度予測達成の鍵となる．以上の背景から，流体抵抗網と熱抵抗網を連成させ，同時に解析する手法の確立と，電子機器熱設計への応用に向けた一連の方法論が整備できれば，強制空冷機器の熱設計の効率化に向け効果が期待できる．

以上の背景から，著者らは，強制対流冷却を行う電子機器内部の部品温度を低計算負荷かつ高精度で予測するため，図 3 に示すような熱流体抵抗網法 [9] – [11] に着目し，同手法を軸としたファン空冷電子機器の簡易・高精度熱設計手法の確立を目標とし，研究を進めている．昨今散見される図 4 のような高密度実装の電子機器においては，機器内部の空気の流れやそれに伴う伝熱形態は複雑を極め，かつ製品によって千差万別である．そこで，このような状況の電子機器に対して，熱流体抵抗網という簡易モデルを用いた解析が，機器の種類や実装状況を問わず高い汎用性をもって適用できるかどうかの検証と，汎用性を得るための電子機器内部の流動現象や伝熱現

象の評価を進めている．また，高密度実装機器においては，ファン近傍にまで部品が実装され通風が妨げられ，予期しない送風量の低下が発生することがある [12] [13]．高密度実装電子機器特有のファンに関する課題をいかに熱流体抵抗網法に取り込むかが，高精度の部品温度予測を行う鍵である．

本稿では，特に高密度実装を模擬した試験筐体を用い，高密度実装機器の熱設計における熱流体抵抗網法の有効性の評価を行った結果 [10]，およびファンの送風量低下が発生するケースについて，送風量の低下を熱流体抵抗網法に反映させることを試みた結果 [11] について，その概要を紹介する．

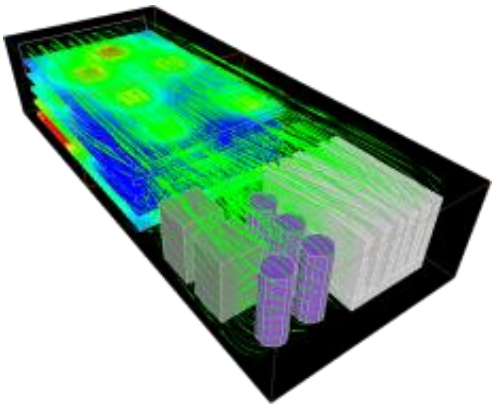


Fig. 1 Analytical result of flow pattern using CFD

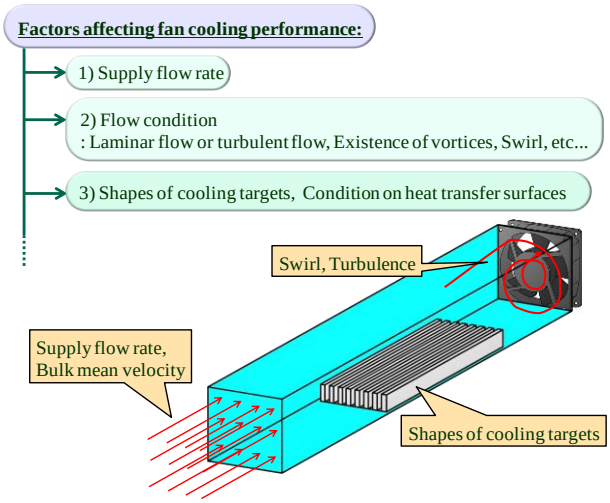


Fig. 2 Factors affecting fan cooling performance

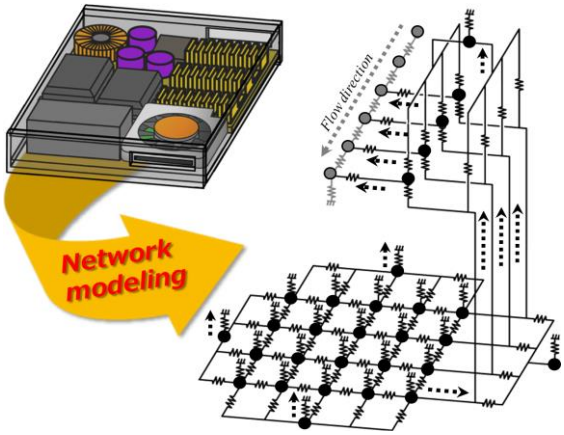


Fig. 3 Image of flow and thermal resistance network analysis

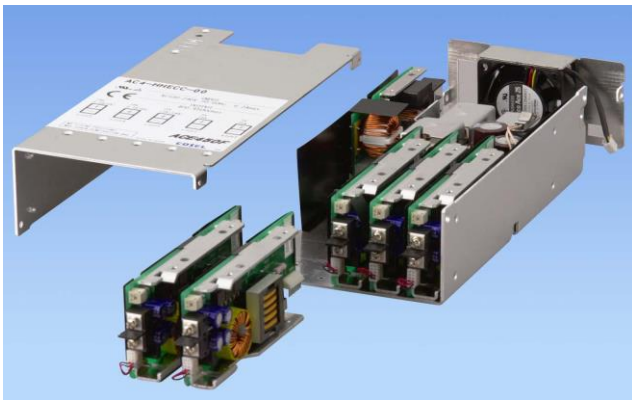


Fig. 4 Example of high-density packaging electronic equipment (Switch mode power supply)

2. 熱流体抵抗網法の支配方程式

熱流体抵抗網法では，空気の流れと熱の流れを，それぞれ代表節点と，節点を連結する抵抗を用い，電気回路に置き換え表現する．まず流れ場について説明する．図 5 の例では，壁に発熱体を設置した通風路内部の空気の流れを 3 点の流体節点 (1~3) と 2 点の流体抵抗 (12, 23) に置き換えている．このとき，各抵抗において次式が成立する．なお添字の数字が 1 つのものは各節点の値，2 つのものは記載の番号の節点を連結する各抵抗の値を示している．また各式の添字 r は各抵抗について成り立つことを示す.

$$\Delta P_{\mathrm{r}} = K_{\mathrm{r}} \cdot \rho \frac{u_{\mathrm{r}}^{2}}{2} \qquad (\mathrm{r} = 12, 23) \tag{1}$$

ここで K_{r} [-] は圧力抵抗係数，ρ [kg/m^3] は密度，ΔP_{r} [Pa] は抵抗で発生する圧力損失である．u_{r} [m/s] は各抵抗での空気の平均流速であり，各抵抗での空気流量 V_{r} [m^3/s] を通風路の断面積 A_{r} [m^2] で除したものとして定義する.

$$u_{\mathrm{r}} = \frac{V_{\mathrm{r}}}{A_{\mathrm{r}}} \qquad (\mathrm{r} = 12, 23) \tag{2}$$

また各節点においては流量保存則が成立し，たとえば節点 2 において，

$$V_{12} - V_{23} = 0 \tag{3}$$

となる．以上 (1) ~ (3) 式が全ての圧力抵抗，流体節点で成立するため，各抵抗に抵抗係数 K_{r} の値を与え，圧力 P および流量 V を未知数とすれば，連立方程式系が構成され，これを解くことで流れ場の情報を得ることができる.

次に温度場の抵抗網化を説明する．図 3 の例では，Q_4 の発熱量を持つ発熱体の節点 4 において熱量の保存から次式が成り立つ.

$$Q_4 - Q_{42} - Q_{45} = 0 \tag{4}$$

各熱抵抗では流体抵抗と同様に，

$$\Delta T_{\mathrm{r}} = R_{\mathrm{r}} \cdot Q_{\mathrm{r}} \qquad (\mathrm{r} = 42, 45) \tag{5}$$

が成り立つ．なお R_{r} [K/W] は各熱抵抗における熱抵抗値，DT_{r} [K] は各熱抵抗の節点温度差である．(4) 式，(5) 式がすべての熱抵抗に成り立つため，流体抵抗網と同様に連立方程式を構築し解くことで，温度場の情報が得られる.

また，空気による熱移動を考えるため，各流体節点においてエネルギ保存を考える．図 5 の例では，節点 2 において次式が成立する．

$$\rho c_{\mathrm{p}} V_{12} T_1 + Q_{42} = \rho c_{\mathrm{p}} V_{23} T_2 \tag{6}$$

左辺は節点 2 へ流入する熱量，右辺は節点 2 から流出する熱量である．左辺第 1 項は対流により節点 1 から 2 へ流入する熱量，左辺第 2 項は発熱体から流体への強制対流熱伝達により空気が受ける熱量である．(6) 式により流体抵抗網における熱移動の計算および，熱抵抗網との間の熱の授受について計算することができる．

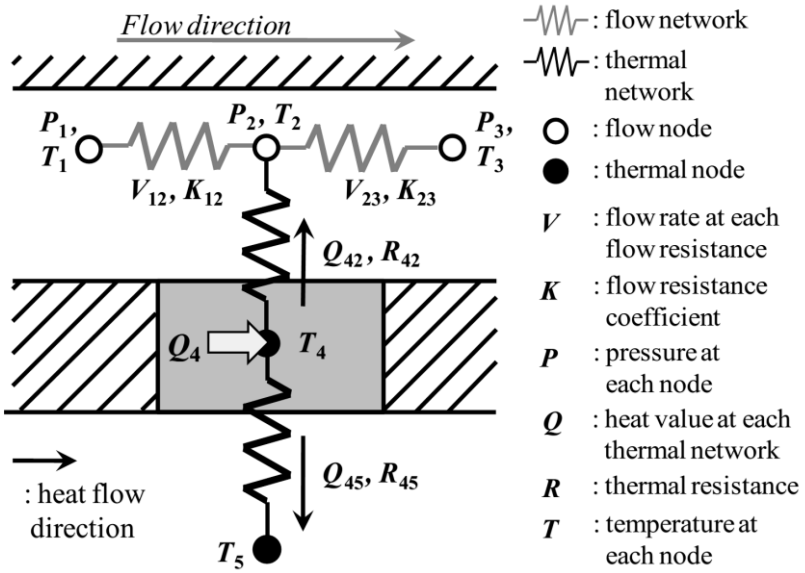
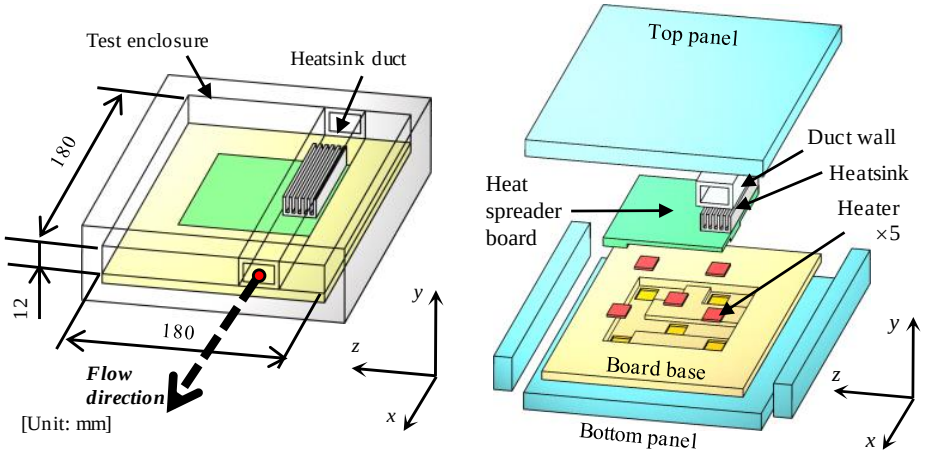


Fig. 5 Example of Flow and Thermal Resistance Network

3. 高密度実装機器での適用可能性の検討

まずは熱流体抵抗網法が，昨今散見される高密度実装電子機器においても十分に適用できるか否かについて，図 6 に示す試験筐体を用いて検証を行った．

試験筐体は，高密度実装がなされ冷却空気の流路が限定される薄型電子機器を想定している．内部は通風ダクト，冷却促進用のフィンヒートシンク，熱拡散板，素子を模擬した発熱体，断熱材などから構成される．内部の寸法は $180 \times 12 \times 180$ mm^3，断面のアスペクト比は 15 : 1 としている．発熱体からの熱は，熱拡散板を経由しヒートシンクに集約され，ヒートシンクにより強制空冷を行う．発熱体は熱拡散板上に 5 点設置され，各 2 W，合計 10 W 発熱させた．冷却空気はダクト (断面積 10×21 mm^2) 内のみを流動する．入口から流入した空気はヒートシンク部を通過し出口から流出する．また，ダクト以外の隙間はポリスチレンフォームを充填し，高密度実装を模擬した．この段階では，高密度実装機器における熱流体抵抗網法の有効性を議論することを念頭に置いたため，筐体に直接ファンを取り付けず，あらかじめ整流した空気をダクトに供給した．



(a) Whole schematic and dimensions (b) Exploded view

Fig. 6 Schematic of the test enclosure

試験筐体の熱流動および空気の流動を再現するため，図 7 の熱流体抵抗網モデルを構築した．ダクト内の空気流れを模擬する流体節点数 7 点，流体抵抗数 6 点，筐体内の伝熱現象を模擬する熱節点数 34 点，熱抵抗数 113 点でモデル化した．熱抵抗網については，筐体および試験基板内部の熱伝導，筐体壁からの自然対流及び放射，試験基板からヒートシンクへの熱伝導，ヒートシンクからの強制対流冷却を再現している．流体抵抗網については，ダクト内部の空気の流れを直列抵抗で再現した．

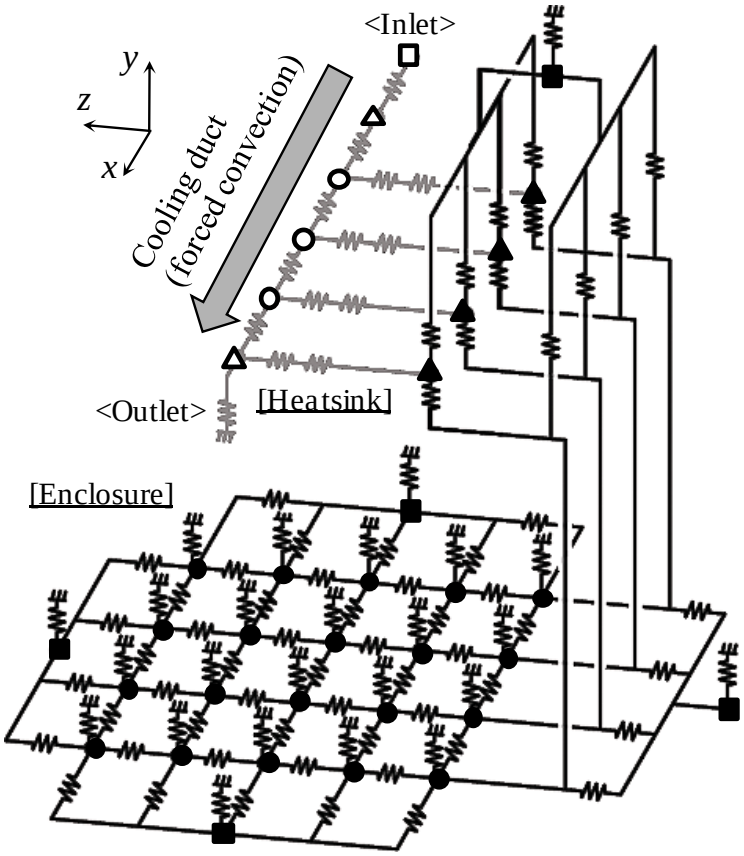
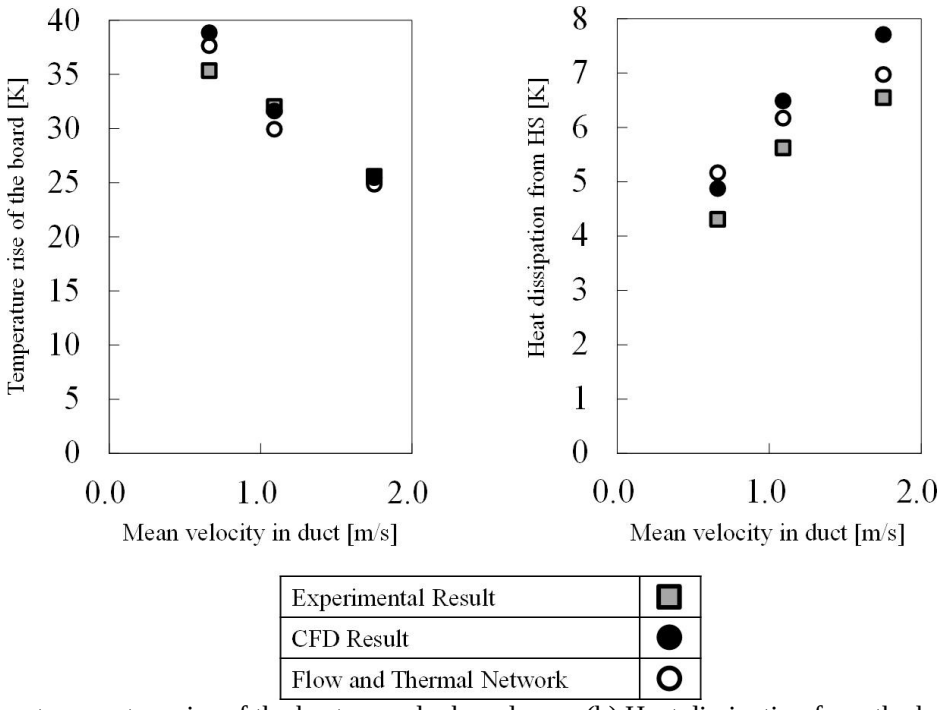


Fig. 7 Schematic of flow and thermal resistance network model of the test enclosure

熱流体抵抗網法により得られた，熱拡散板の平均温度と，ヒートシンクからの放熱量を図 8 に示す．精度評価のため，実験値および市販 CFD コードで計算した結果も併記している．ダクトの流速によらず, 熱流体抵抗網法により, 高い精度で実験値に近い値を予測できることがわかった．基板温度の予測誤差は平均 6.7 % 程度であった．また，本モデルを用いた熱流体抵抗網法の所要計算時間は，市販ラップトップ PC を用いて約 1 秒以内であった．一方，CFD コードによる解析は，総格子数 1,000,000 程度で計算を行い，所要時間は同じ PC で 2 時間程度であった．

以上から, 部品の実装密度が高く, 空気の通風流路や放熱経路が限定されるようなケースでも，熱流体抵抗網法により，十分な精度で，かつ高速に部品の冷却性能を予測できる感触を得た．



(a) Mean temperature rise of the heat spreader board　　(b) Heat dissipation from the heat sink

Fig. 8 Comparison of the results among the experiment, the CFD analysis and the flow and thermal resistance network analysis.

4. 抵抗網法でのファン送風量評価法

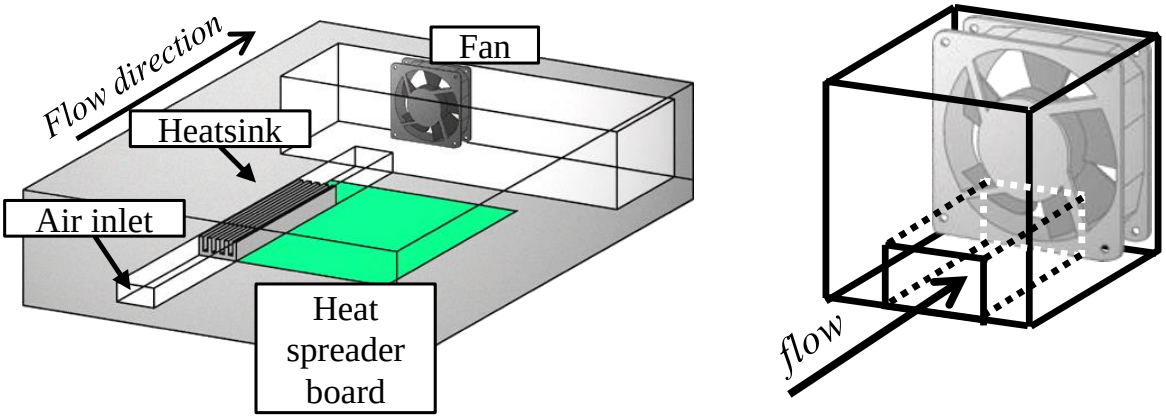
一方でファン空冷電子機器の場合，ファンの送風量を正しく予測することが，冷却性能予測精度向上の第一歩である．しかし，高密度実装機器においては，ファン近傍が狭隘となり，その結果ファンの送風性能（風量－圧力特性）が低下するケースがある．そこで，送風性能の低下がみられるケースの一例として, 図 6 の試験筐体出口 にファンを設置した場合についての冷却性能の予測を熱流体抵抗網法で試みた．

図 9 (a) にファンを取り付けた試験筐体を示す. 試験筐体のダクト出口にファン取り付け用の拡大部を設け，小型の高密度実装機器に広く採用されている φ40 mm スケールの軸流ファンを取り付けた．ファンの正面は，図 9 (b) のように壁によって閉塞されている状況である．

このような場合，ファン正面の閉塞によりファンへの流入流れが影響を受けることで，ファンの送風性能の低下が発生する．図 10 (a) は，筐体内に設置したファンの送風性能と，ダクト内部の圧力抵抗曲線の相関を，図 10 (b) は，ファン上流の流れの可視化結果を示している．ファンカタログ掲載の性能曲線（黒の実線）に対し，実際に筐体内で得られる性能（緑の破線）は，ファン近傍の流れが壁と干渉してしまうことで，送風量が低下してしまう．このようなケースでは，ファンの性能低下をあらかじめ見積り [11] ，熱流体抵抗網法に適用することで，正しい冷却性能を予測することができる．図 11 に，ファンのカタログ性能を用いて得た風量で熱流体抵抗網解析を行った場合と, 性能低下を含んだ性能曲線で得た風量で同様に解析を行った結果の比較を示す．風量，熱拡散板温度ともに，性能低下を加味した曲線を用いることで，ファンの正確な冷却性能

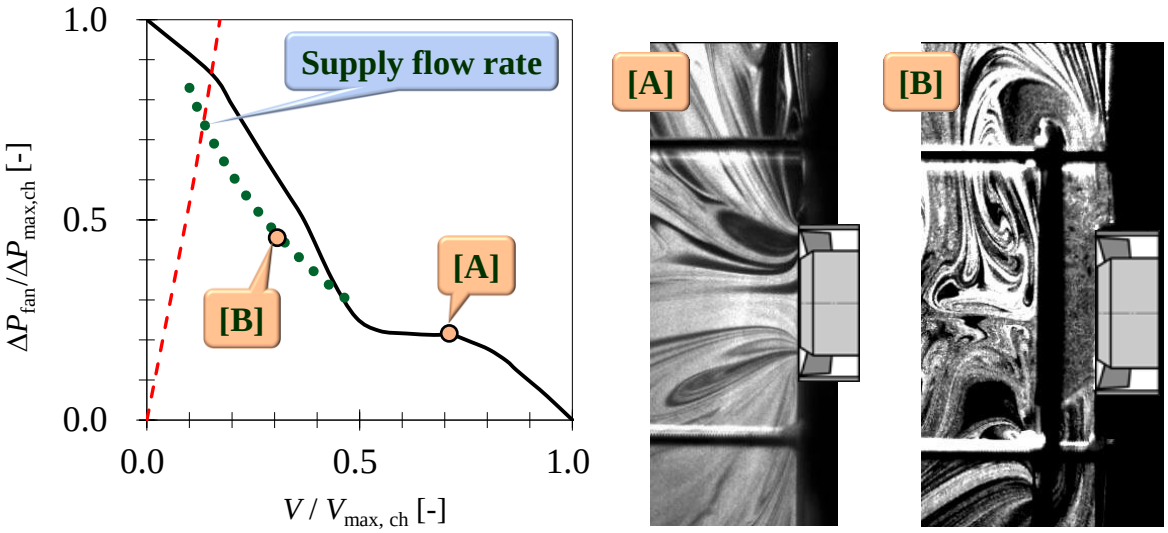
を予測することが可能であることがわかった．

今後の課題として，ファンの送風量の低下が発生する場合，ファンの種類や実装状況と性能低下の関係について，如何にその影響をモデル化し熱設計へ取り込むかは，熱流体抵抗網法のみならず，CFD 解析などにおいても重要な課題であり [14]，より詳細な議論が必要と考えている．また，これまでの分析では，ファンを電子機器の通風路出口に取り付け，空気を吸い出すケースを主に議論している．一方で，ファンにより空気を逆に送り込むケースでは，流れの旋回を検討する必要が生ずる [15]．熱流体抵抗網法において，ファン近傍で発生する旋回を含む特徴的な流れをいかに簡易な抵抗網で再現するかも，熱流体抵抗網法の汎用性の拡大へ，重要な課題と思われる．また，もう一つの課題は，現状，電子機器内部の圧力抵抗係数が，内部の構造が複雑なため既存の経験値 [4] から容易に推測できず，試行錯誤や実験値との併用が必要となっていることである．電子機器内部の空気の流動を十分に分析でき，かつ流体抵抗網解析にも適用できる圧力抵抗係数の詳細なデータベースの取得が必要と考えている．



(a) Schematic of the enclosure　　(b) Position of the duct

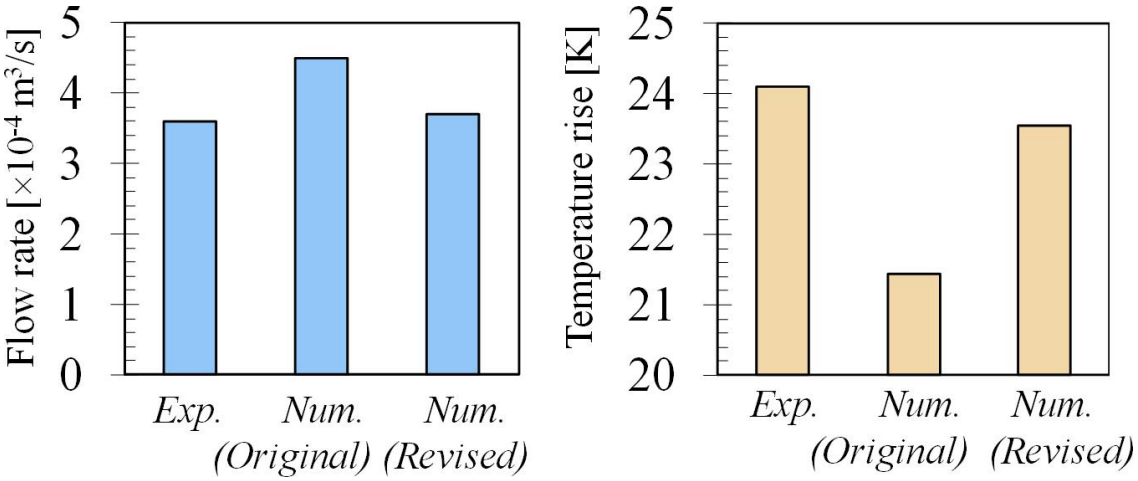
Fig. 9 Schematic of the test enclosure with the axial cooling fan mounted at the outlet of the duct



Fan performance from the fan catalogue	Flow resistance curve in the enclosure	Actual fan performance in the enclosure
━━━	- - - - -	●

(a) Comparison of fan performance curve　　(b) Flow pattern in the case of flow rate [A] and [B]

Fig. 10 Deterioration of fan performance characteristic when the obstruction is mounted in front of the fan



(a) Supply flow rate (b) Mean temperature rise of the board

Fig. 11 Comparison of the analytical results when the revised fan performance curve was used.

5. おわりに

ファン空冷電子機器の簡易高精度熱設計手法の確立に向けて，流れ場と温度場を電気回路に各々置き換え解析することで温度場情報を得る熱流体抵抗網法の適用可能性について検討した事例を紹介した．昨今の高密度実装機器の熱設計においても同法が十分に有効である感触を得た．また，高密度実装機器で発生するファンに関する課題に適切に対応することで，予測精度の改善が可能である．しかし千差万別の実装形態をもつ電子機器内部の複雑な熱流体現象を十分に分析するための情報は未だ十分でなく，現在のところは実験値への依存が存在する．熱流体抵抗網法の汎用性の確保をめざし，電子機器内部の流動特性や伝熱特性の詳細な分析と簡易モデル化，高密度実装機器で使用するファンに関する諸問題への対応法について，継続して分析を行いたいと考えている．

参考文献

[1] 石塚勝, 図解入門 よくわかる電子機器の熱設計, (2009), 秀和システム.

[2] 小泉雄大, “スイッチング電源の熱解析のための電子部品の熱モデル化手法”, 日本機械学会熱工学部門ニュースレター No 65, TED Plaza (2011).

[3] Kowalski, T. and Radmehr, A., “Thermal Analysis of an Electronics Enclosure: Coupling Flow Network Modeling (FNM) and Computational Fluid Dynamics (CFD)”, Proceedings of the 16th Annual IEEE Semiconductor Thermal Measurement and Management Symposium (2000), 60-67.

[4] 日本機械学会編, “技術資料 管路・ダクトの流体抵抗”, (1979), 丸善.

[5] 富村寿夫, 石塚勝, “電子機器の熱解析への EXCEL 表計算機能の適用：日射を受ける筐体のビジュアルな熱回路網法解析例”, 日本機械学会論文集 A 編, Vol. 75, No. 749 (2009) 792-798.

[6] 中川文弥, 廣瀬宏一, 福江高志, 伊藤里紗, 和宇慶知子, 寺尾博年, “熱転写プリンタにおける紙の温度応答特性に関する熱物性値の影響”, 第 50 回日本伝熱シンポジウム講演論文集 CD-ROM (2013), Paper No. F331.

[7] 渡邉一充, 石塚勝, 中川慎二, “パワーエレクトロニクス基板の実用的熱設計手法の開発”, 日本機械学会北陸信越支部 第 46 期総会・講演会講演論文集 (2009), pp. 171-172.

[8] 百村裕智, 笠間稔, 井波かづき, 宇田川浩司, “熱回路網法と CFD の連携による複写機の熱流解析”, 日本画像学会年次大会 (通算 105 回) Imaging Conference Japan 2010 論文集 (2010), pp. 23-26.

[9] Ishizuka, M. and Hayama, S., “Application of a semi-empirical approach to the thermal design of electronic equipment”, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, Vol. 214, No. 5 (2000), pp. 513-522.

[10] 福江高志, 石塚勝, 山﨑健太, 畠山友行, 中川慎二, 中山恒, “局部的な強制対流冷却を有する薄型筐体内流体解析への熱流体抵抗網法の適用”, Thermal Science and Engineering, Vol. 19, No. 3 (2011), pp. 81-93.

[11] 福江高志，畠山友行，石塚勝，廣瀬宏一，小泉雄大，“熱流体抵抗網法を用いた小型軸流ファンの冷却性能予測”，電子情報通信学会論文誌 C, Vol. J96-C, No. 11 (2013), pp. 423-435.
[12] 中村元，福江高志，小泉雄大，石塚勝，“小型空冷ファンの風量に及ぼす障害物の影響”，日本機械学会論文集 B 編, Vol. 76, No. 768 (2010), pp. 1184-1190.
[13] Alič, G., Široc, B. and Hočevar, M., “Method for Modifying Axial Fan's Guard Grill and its Impact on Operating Characteristics”, Forschung im Ingenieurwesen, Vol. 74, No. 2 (2010), pp. 87-98.
[14] 福江高志，小泉雄大，石塚勝，中川慎二，畠山友行，“熱設計用空冷ファンの性能予測手法(筐体および流入口寸法の影響の予測法と評価)”, Thermal Science and Engineering, Vol. 18, No. 4 (2010), pp. 115-125.
[15] 中村元，“電子機器熱設計のための空冷ファンモデル —無次元旋回力係数を用いた軸流ファンのモデル化—”，第 48 回日本伝熱シンポジウム講演論文集 CD-ROM (2011), Paper No. F134.

各種委員会活動報告

■広報委員会

委員長　中別府　修（明治大学）

１．委員会構成

委員長：中別府　修（明治大学）　　幹　事：志村　祐康（東京工業大学）
委　員：大西　　元（金沢大学）　　赤松　正人（山形大学）
岡島　淳之介（東北大学）　　橋本　英樹（九州大学）
元祐　昌廣（東京理科大学）　　林　　潤（大阪大学）
朝原　　誠（青山学院大学）

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２５年８月２６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（ニュース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　ニュースレター発行
部門ニュースレターのＮｏ．７０（９月号）及びＮｏ．７１（１２月号）の執筆が完了し，既にＨＰに掲載済である。Ｎｏ．７２（４月号）については原稿収集中である。

ＮＬ（Ｎｏ．７０）
1. TED Plaza
   1. 浅層地中熱源利用を想定したトップヒート・ボトムヒート切替可能ヒートパイプ BACH の熱輸送特性
      永井 二郎（福井大学）
   2. 宇宙用ループヒートパイプの高機能化へのアプローチ
      長野 方星（名古屋大学）
2. 行事案内
   ・部門企画行事案内
   ・部門関連行事案内
   ・国際会議案内
3. 第 91 期部門組織
4. その他
   編集後記

ＮＬ（Ｎｏ．７１）
1. TED Plaza
   1. ゴム風船を用いた火災消火の研究
      鳥飼 宏之（弘前大学）
   2. ＦＤＳによる火災・安全シミュレーション
      錦 慎之助（鹿児島大学）
2. 2013 年度年次大会熱工学部門報告
3. 熱工学コンファレンス 2013 開催報告
4. 熱工学コンファレンス・プレコンファレンスワークショップ開催報告
5. 行事案内

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

ＮＬ（Ｎｏ．７２）（予定）
1. 第 92 期部門長あいさつ
教授 中部 主敬（京都大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻）
2. TED Plaza
1. PEFC 用ガス拡散層内部の液水分布と酸素拡散特性の同時計測
大徳 忠史（秋田県立大学），是澤 亮（横浜国立大学大学院）
2. ファン空冷電子機器の簡易高精度熱設計手法
福江 高志（岩手大学工学部）
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
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。

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 等）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。来年度以降は ted-ml@ted-jsme.jp を停止することを検討する。

■部門賞委員会

構成員：中部主敬(委員長)，小林秀昭(部門長)，近久武美(前部門長)，横森剛(委員会幹事)，
津島将司(前委員会幹事，オブザーバー)

１．委員会の開催

第１回部門賞委員会
日時：平成 25 年 5 月 28 日（火）13:30～14:00
場所：東北大学 流体科学研究所２号館５階 大講義室
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 24 年 7 月 5 日（金）14:00～15:00
場所：キャンパスイノベーションセンター東京（CIC） 7 階 708 室
議事：フェロー候補者の選考，部門賞・部門一般表彰候補者募集案内，
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 25 年 10 月 11 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） 7 階 708 室
議事：部門賞・部門一般表彰候補者の選考

臨時部門賞委員会
日時：平成 25 年 10 月 19 日（土）11:45～12:45
場所：弘前大学 熱工学コンファレンス 2013 会場内
議事：部門賞・部門一般表彰候補者の選考

第４回部門賞委員会
日時：平成 25 年 1 月 25 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） 7 階 708 室
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) フェロー候補者の推薦について，今期は，熱工学部門のフェロー組織推薦定数は 3 名であること，組織推薦定数を超えた推薦は一般推薦枠として審議されること，前期の推薦人数が組織推薦 2 名，一般推薦 3 名であったことをふまえて，部門推薦定数 3 名に加えて，一般推薦枠として 2 名，計５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 50 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 5 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，その結果をもとに第 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 3 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 5 日).
(5) 幹事より，総務委員会で同意が得られた推薦候補者に，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）（７～８月).
(6) 委員長・部門長・幹事は，最終的に推薦書をとりまとめ，学会本部推薦書を送付（9 月末).
(7) 平成 26 年 1 月付けでフェロー選考経過報告が届き，推薦した 5 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第 1 回運営委員会にて推薦依頼．7 月に部門ホームページに推薦依頼を掲示．また，同時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．〆切 9 月 27 日.
(2) 第３回部門賞委員会,及び臨時部門賞委員会(10/19)で部門賞・部門一般表彰候補者案の策定.
(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 24 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（3 月末日).
(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，部門 HP で公表予定．2014 年 11 月の熱工学コンファレンス（芝浦工業大学）で贈賞の予定.

(7) 永年功績賞等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.

4．部門一般表彰（講演論文表彰）候補者の推薦

(1) 年次大会（岡山大学）および熱工学コンファレンス（弘前大学）の実行委員会に推薦を依頼（それぞれ 7 月下旬）．なお，依頼時に「評価プロセス手順」「評価フォーム」を合わせて送付し，年次大会については「部門横断セッション」での評価対象とする発表を事前に検討・選定してもらうように依頼.

(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）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．学会理事会に報告（3 月末日）．部門 HP に公表予定．2014 年の熱工学コンファレンス（芝浦工業大学）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（岡山大学）および熱工学コンファレンス（弘前大学）の実行委員会に推薦を依頼．当該表彰対象の講演会であることの明示と評価プロセス手順について両委員会に連絡・依頼.

(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 2 件、熱工学コンファレンスから 3 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。学会理事会に報告（3 月末日）．部門 HP に公表予定．2014 年の熱工学コンファレンス（芝浦工業大学）で贈賞の予定.

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　芹澤 昭示　氏
国際功績賞　Sung Tack Ro 氏
研究功績賞　飛原 英治　氏
技術功績賞　飯山 明裕　氏
業績賞　高松 洋　氏

［部門一般表彰］

貢献表彰　伊藤 昭彦　氏
　　永井 二郎　氏

講演論文表彰（2 件）

・菊川 豪太(東北大)，Keblinski Pawel(レンセラー工科大)，小原 拓(東北大)
「架橋を有するアモルファスポリマー材料における熱輸送機構の解明」

・庄司 正弘(神奈川大)，小林 靖弘(神奈川大)，内田 吉彦(神奈川大)
「ブタノール水溶液の沸騰伝熱特性」

［若手優秀講演フェロー賞］（5 名）（○印が登壇者（受賞者））

○北野智朗(京大)，辻堯文，黒瀬良一，小森悟
「高圧条件下における乱流噴霧燃焼の large-eddy simulation」

○小栗吉晴(東大)，中塚淳，杵淵郁也，一柳満久(上智大)，金永ソク(東大)，工藤寛(DNP)，大場隆之(東大)，高木周，松本洋一郎
「三次元積層チップ内マイクロヒートパイプの開発に向けた電気浸透流ポンプの検討」

○西川原理仁(名古屋大)、長野方星、Prat Marc (IMFT)
「ポアネットワークモデルを用いたループヒートパイプ蒸発器の気液熱流動挙動の解析(低熱負荷時のモデル構築)」

○大林努(東工大院)、福島直哉、志村祐康、店橋護、宮内敏雄(明大)

「高圧条件下における予混合気自着火及び火炎伝播の直接数値計算」

○齊藤拓也(明大院)、矢吹智英、中別府修(明大)

「MEMS センサを用いたミニチャネル内の沸騰熱伝達機構に関する研究（ミクロ液膜の形成・ドライアウト特性）」

■学会賞委員会

１．選考方法

1) 昨年度と同様に，推薦だけでなく自薦を受け付けた.

・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：日本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.（委員長・幹事・委員９名）

2. 選考スケジュール

6 月 11 日	委員会委員の委嘱
6 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 12 日	部門からの推薦募集 日本機械学会インフォメーションメール
6 月 28 日	推薦・自薦締切
7 月 3 日	学会賞委員会委員に審査資料送付（第 1 次選考）
7 月 18 日	審査締切
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を送付依頼 （宛先：JSME 部門担当大通様、締め切り 8 月 2 日）
7 月 31 日	最終資料（推薦書）を部門長に提出 部門長より学会（JEME 大通様）へ推薦書送付
8 月 5 日	JSME 大通様より学会表彰部門へ全ての書類を提出

3. 選考結果

日本機械学会賞（論文）	推薦件数　8 件	（応募 14 件）
日本機械学会賞（技術）	推薦件数　1 件	（応募 1 件）
日本機械学会奨励賞（研究）	推薦件数　5 件	（応募 7 件）
日本機械学会奨励賞（技術）	推薦件数　1 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.その他

⑴今年度は作業開始時期が遅く、選考および推薦の作業がかなりタイトとなった。委員会の立ち上げは遅くとも、５月上旬に行うのが良い。

⑵申請書の具体的な提出手順は、予め JSME の部門担当者と相談して流れを決めておくことを勧める。

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教育活動を通した社会への貢献度

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.

■年次大会委員会

年次大会委員長　小林佳弘（東京電機大学）

１．年次大会委員

幹事：小林健一（明治大学）

２．熱工学部門の企画

2014 年度年次大会（2014 年 9 月 7 日（日）～10 日（水），東京電機大学）において，オーガナイズドセッション 6 件を企画した．

●オーガナイズドセッション　（○：筆頭幹事部門）

J031 電子情報機器・半導体デバイス・電子部品の強度信頼性・冷却技術
（○材料力学部門，計算力学部門，熱工学部門とのジョイント 0S）
オーガナイザー：川上崇（富山県立大），池田徹（鹿児島大），于強（横浜国立大），石塚勝（富山県大）

J051 流れの高次元化可視化に向けて
（○流体工学部門，動力エネルギーシステム部門，熱工学部門とのジョイント 0S）
オーガナイザー：武居昌宏（千葉大），村井祐一（北海道大），小原弘道（首都大東京）石野洋二郎（名工大）

J055 マイクロ・ナノスケールの熱流体現象
（○流体工学部門，熱工学部門，マイクロ・ナノ工学部門とのジョイント 0S）
オーガナイザー：米村茂（東北大），小原拓（東北大），山口浩樹（名古屋大），新美智秀（名古屋大），鈴木雄二（東京大）

J057 乱流における運動量，熱，物質の輸送現象
（○流体工学部門，熱工学部門とのジョイント 0S）
オーガナイザー：加藤健司（大阪市大），田川正人（名工大），廣田真史（三重大），河原源太（大阪大），店橋護（東京工大）

J061 燃料電池・二次電池とマイクロ・ナノ現象
（○熱工学部門，流体工学部門，計算力学部門，動力・エネルギー部門，材料力学部門，マイクロ・ナノ工学部門とのジョイント 0S）
オーガナイザー：花村克悟（東京工大），近久武美（北海道大），大島伸行（北海道大），鹿園直毅（東京大），橋田俊之（東北大），徳増崇（東北大）

J241 医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発
（○医工学テクノロジー推進会議，機械力学･計測制御部門，流体工学部門，計算力学部門，バイオエンジニアリング部門，ロボティクス・メカトロニクス部門，情報・知能・精密機器部門，材料力学部門，熱工学部門とのジョイント 0S）
オーガナイザー：田中正夫（大阪大），田中真美（東北大），辻内伸好（同志社大），白石俊彦（横浜国立大），安藤健（パナソニック株式会社）

３．部門同好会の開催

部門同好会を行うことを予定（実行委員会で調整中）

■日米韓合同会議委員会

委員長：高田保之（九州大学）
幹　事:店橋　護(東京工業大学)

１．委員会メンバー
委員長　高田保之
幹事　店橋　護
委員　中部主敬（京都大学：伝熱のトラック担当）
委員　須賀一彦（大阪府立大学：伝熱トラック担当）
委員　丸田　薫（東北大学：エネルギーシステム（燃焼中心）に担当）
委員　鹿園直毅（東京大学：エネルギーシステムを担当）
委員　小原　拓（東北大学：ナノマイクロ（分子系）の担当）
委員　鈴木雄二（東京大学：ナノマイクロ（ＭＥＭＳ系）の担当）
委員　野崎智洋（東京工業大学：幹事の補佐）
※ASME/KSME との協議進展に伴い，今後必要に応じて委員会メンバーを追加する.

２．ASME/JSME/KSME３者合同打合せ
２．１　第 2 回 ASME/JSME/KSME３者合同打合せ
日　時：2013 年 10 月 10 日　13:00-14:30
場　所：九州大学
参加者：JSME－高田(Co-chair)，店橋，ASME－Yong Tao(Chair)，
KSME－Sung Jin Kim(Co-chair)
検討内容：
(1) 開催地,会場及び開催時期について下記のように仮決定した.
開催地：米国ハワイ州ワイキキ
会　場：ワイキキ・マリオット・リゾート＆スパ
会　期：2015 年 7 月 12 日（日）～2015 年 7 月 16 日（木）
ただし，会場については今後 ASME 側の手数料等により変更の可能性もある.
(2) 論文投稿システム等について
ASME のシステムを利用して論文査読を行い，会議の運営は University of North Texas(UNT)が担当することとした. ただし, ASME 側の体制により変更の可能性もある.
(3) プロシーディングについて
論文集は CD-ROM により作成することを予定するが，コスト面等で問題がなければメモリースティックとする場合もある.
(4) 参加登録費等について
参加費は前回を踏襲することとし，参加者想定数を 600 名(内訳：JSME 350 名程度，ASME 150 名程度，KSME その他 100 名程度)とした.
(5) 今後の予定について
2013 年 12 月末　トピックス及びトラックチェアーの決定(後に修正)
2014 年 1 月初　1st アナウンスメント配布(後に修正)
2014 年 8 月　2nd アナウンスメント配布
2014 年 11 月 15 日　アブストラクト投稿〆切
2014 年 12 月 31 日　アクセプタンス(アブストラクト)
2015 年 2 月 28 日　フルペーパー投稿〆切
2015 年 4 月 15 日　アクセプタンス(フルペーパー)
2015 年 5 月 15 日　レジストレーション開始
2015 年 5 月 20 日　プログラム(ドラフト版)作成
(6) トピックス，オーガナイズド・セッション及び講演形態について

・トピックスとオーガナイズド・セッションについて

トピックスについては前回のトピックスを継承し，必要があれば新規トピックスを追加する．前回同様に各トピックス（ASME Web システム上はトラック）に各国からトラックチェアーを選出する．また，各トラックにオーガナイズド・セッションを設け，各国からオーガナイザーを選出する．トラックチェアーは各オーガナイザーと連携して担当トラックのプログラム編成に責任を持ち，各オーガナイザーは各セッションの論文査読を担当する．

・講演形態について

従来のキーノート講演をプレナリー講演と変更し，各オーガナイズド・セッションにおいてキーノート講演を一件ずつ，計 18 件前後を設定する方向で検討することとした．プレナリー講演は，各国 2 名ずつであることを確認し，各国からの講演者の分野について意見交換を行った．2014 年 8 月の 2nd アナウンスメント配付までに講演者を最終決定することとした．なお，プレナリー講演については，従来通り講演料を支出するが，キーノート講演については特に講演料等の支払いは行わない．

(7) 本会議の位置づけについて

熱工学関連の各種国際会議の日程を確認し，本会議の位置付けを再確認した．

(8) 第 3 回打合せについての開催

ASME 2013 International Mechanical Engineering Congress & Exposition（期間：平成 25 年 11 月 15 日～21 日，会場：Manchester Grand Hyatt San Diego）において開催予定の ASME 側会議に，JSME と KSME 側がオブザーバー参加することとした．

２．２　第 3 回 ASME/JSME/KSME３者合同打合せ

日　時：2013 年 11 月 18 日　13:55-14:45

場　所：Manchester Grand Hyatt San Diego（IMECE2013 会場）

参加者：JSME－高田(Co-chair)，店橋

ASME－Yong Tao(Chair)，J. Klausner，S. A. Sheriff ＋ASME staff

KSME－Sung Jin Kim(Co-chair)

検討内容：ASME 本体の会議開催ルールが変更となり，会議開催方法を中心に検討が行われた．ASME 側のオーバーヘッドが明確に規定されたため，参加登録費の設定に自由度が失われる可能性が高い．また，著作権の関係から論文集は CD-ROM に限定される．打合せ終了後も，Chair の Yong Tao 教授が ASME 側と交渉を継続し，問題の解決を画策中である．2014 年 3 月 7 日に Chair の Yong Tao 教授から電子メールにて連絡があり，参加登録費$650（正会員アーリーバード）として開催する方向で具体的な検討に入るとの連絡があった．

３．委員会の開催

第 1 回日米韓合同会議委員会

日　時：2013 年 10 月 18 日　17:30-18:30

場　所：弘前大学

参加者：高田，店橋，中部，小原，鈴木

検討内容：ASME/JSME/KSME３者合同打合せの結果が報告され，トピックス及びオーガナイズド・セッションの構成について議論し，JSME 側の想定を ASME 及び KSME に年内を目処に連絡し，調整するものとした．これと共に，オーガナイザーを選出・依頼し，必要があれば本委員会のメンバーに追加することとした．また，ASME 側の準備状況にあわせて，今後も継続的に活動することとした．

４．今後の予定

上記２．２に記した理由により，作業が大幅に遅れており，今後のスケジュールについては，ASME 側の対応を待って対応する．

■講習会委員会

委員長　上野　一郎（東京理科大学）
幹　事　植村　豪　（東京工業大学）
委　員　深潟　康二（慶應義塾大学）
委　員　岩本　薫　（東京農工大学）

活動計画

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
開催日：2014 年 9 月 4 日（木），5 日（金）
場所　：東京理科大学　森戸記念館第 1 フォーラム（東京都新宿区神楽坂 4-2-2）
題目・講師（案）（敬称略，内諾済）:

１日目（9 月 4 日（木））
全体を見渡す話　　花村　克悟（東京工業大学）
伝導伝熱の基礎　　岩井　裕（京都大学）
対流伝熱の基礎　　西野　耕一（横浜国立大学）

２日目（9 月 5 日（金））
熱放射の基礎　花村　克悟（東京工業大学）
沸騰熱伝達の基礎 小野　直樹（芝浦工業大学）
熱交換の基礎 鹿園　直毅（東京大学）
温度測定　　中村　元（防衛大学校）

２．熱工学コンファレンス 2014（芝浦工大）のプレコンファレンスワークショップ

開催日：11 月 7 日（金）（検討中）
テーマ：(検討中)
題目・講師：(検討中)
会場：(未定)
備考：プレコンについては，本委員会は企画を，総務委員会が場所の確保を，と本業務引継時に聞いている．円滑な準備・運営に向けて，講習会委員会，熱工学コンファレンス 2014 実行委員会，部門幹事との間で調整を進めていきたいと考えている．

計算力学技術者２級（熱流体力学分野の解析技術者）認定試験対策講習会　報告（流体工学部門（幹事部門），計算力学部門，熱工学部門　合同企画）

慶應義塾大学　深潟　康二
東京農工大学　岩本　薫

１．概要

本会イノベーションセンター計算力学技術者認定委員会が主催する平成25年度計算力学技術者２級（熱流体力学分野の解析技術者）認定試験の試験対策講習会を，平成18年度より熱工学部門，流体工学部門，計算力学部門の３部門合同で開催している．３部門合同開催については３部門長間で覚書（別添）を交わしており，これに基づき過去８年間幹事部門持ち回りでの開催となっている．当初，関東地区，東海地区，関西地区及び九州地区の４会場で開催していたが，受講者数の減少により九州地区は平成20年度までの３回で中止し，東海地区も平成24年度より休止している．なお，本講習会は，学会の社会貢献の一環として全会場連結での収支を重視した運営を行っている．

平成25年度は，流体工学部門を幹事部門として計算力学部門及び熱工学部門との合同企画として下記の日程にて開催した．

・(関東地区会場).行事No.13-89　2013年10月５日（土）～6日（日）
　　会場：東京工業大学　大岡山キャンパス　本館３階75号室
・(関西地区会場).行事No.13-90　2013年11月30日（土）～12月１日（日）
　　会場：大阪科学技術センター 403号室

全国２会場での開催にあたり，各地区に実行委員会を設け，下記の主査に運営を依頼した．

・関東地区会場主査：花村克悟(東京工業大学)
・関西地区会場主査：中部主敬(京都大学)

また，各部門の担当者は以下の通りである．

・熱工学部門：岩本薫(東京農工大学)，深潟康二(慶應義塾大学)
・流体工学部門：深潟康二(慶應義塾大学)，岩本薫(東京農工大学)
・計算力学部門：高木周(東京大学)

なお，熱工学部門と流体工学部門については，各部門担当者は各部門の講習会委員会の委員を兼ねることとなっている．

講習会の内容は２会場ほぼ同じ内容とし，講師の選出は下記のように各地区実行委員会に選出を依頼した．

関東地区会場：

・計算力学のための数学の基礎	坪倉　誠（北海道大学　准教授）
・流体力学の基礎	坪倉　誠（北海道大学　准教授）
・熱力学の基礎	伏信　一慶（東京工業大学　准教授）
・伝熱学の基礎	花村　克悟（東京工業大学　教授）
・乱流モデル，境界条件	坪倉　誠（北海道大学　准教授）
・数値計算法，格子生成法	岩本　薫（東京農工大学　准教授）
・ポスト処理，結果の検証	小林　宏充（慶應義塾大学　教授）

関西地区会場：

・計算力学のための数学の基礎	竹内伸太郎（大阪大学　准教授）
・流体力学の基礎	高田　滋（京都大学　教授）
・熱力学の基礎	中部　主敬（京都大学　教授）
・伝熱学の基礎	浅野　等（神戸大学　准教授）
・数値計算法，格子生成法	森西　晃嗣（京都工芸繊維大学　教授）
・乱流モデル，境界条件	須賀　一彦（大阪府立大学　教授）
・ポスト処理，結果の検証	西田　秀利（京都工芸繊維大学　教授）

聴講料は，

会員20000円 会員外23000円 学生員6000円 一般学生7500円

とし，教材 1 分の代金を含むと致しました．教材のみの購入は 1 冊につき会員 2,000 円，会員外 3,000 円とした．

２．講習会の概況と収支

各会場の参加人数は以下の通りとなりました．

・関東地区会場：　37 名（正員 9 名，会員外 28 名）
・関西地区会場：　10 名（正員 2 名，会員外 8 名）
・全地区合計：　47 名（正員 11 名，会員外 36 名）

講習会は各会場とも大きな問題もなく滞りなく開催された．

収支は 2 会場の連結で約 18 万円の黒字であり，部門長合意に基づき流体工学部門 34%，計算力学部門 33%，熱工学部門 33%で配分される．

３．アンケート結果と来年度以降の課題

講習会終了後，すべての会場でアンケートを実施した．主な集計結果(回収率:97.9%)は以下の通りである．

・受講者の年齢構成

20～24 歳	25～29 歳	30 代	40 代	50 代	未回答
0.0%	26.1%	39.1%	17.4%	17.4%	0.0%

・受講者のキャリア

0 年	1～3 年	4～9 年	10 年以上	20 年以上	未回答
4.3%	28.3%	34.8%	17.4%	10.9%	4.3%

・講習内容の評価

分野	難しかった	丁度よい	易しかった	わからない	未回答
(1)数学の基礎:	28.3%	63.0%	8.7%	0.0%	0.0%
(2)流体力学の基礎:	8.7%	82.6%	6.5%	0.0%	2.2%
(3)熱力学の基礎:	23.9%	63.0%	10.9%	0.0%	2.2%
(4)伝熱学の基礎:	19.6%	71.7%	6.5%	0.0%	2.2%
(5)乱流モデル:	54.3%	41.3%	0.0%	0.0%	4.3%
(6)境界モデル:	26.1%	67.4%	0.0%	0.0%	6.5%
(7)数値計算法:	47.8%	47.8%	0.0%	0.0%	4.3%
(8)格子生成法	28.3%	63.0%	2.2%	0.0%	6.5%
(9)ポスト処理:	4.3%	80.4%	10.9%	0.0%	4.3%
(10)結果の検証:	13.0%	78.3%	4.3%	0.0%	0.0%
(11)質問コーナー	0.0%	34.8%	0.0%	17.4%	47.8%

・将来 1 級試験の受験可能性

回答者の 82.6% が受験する意志がある．

・将来上級アナリスト試験の受験可能性

回答者の 32.6% が受験する意志がある．

・講習会聴講料について

会社からのサポートの有無についての質問に対して

受けられる	受けられない	わからない	未回答
45.7%	15.2%	37.0%	2.2%

簡略な分析

- 講習会の内容については，例年通り概ね「丁度よい」との評価を得たが，「数値計算法」と「乱流モデル」については，昨年度と同様「難しい」との回答が半数であった．引き続き受講者のレベルを考慮に入れた変更が必要と考えられる．
- 受講者の半数が会社から受講料のサポートを受けられるとの結果であり，「わからない」と回答した場合でも試験に合格した場合の会社の対応を考えれば，講習会の存続を考える上で良好なデータと考えられる．

その他，来年度の講習会について

- 平成 26 年度は，計算力学部門が幹事部門として講習会を開催の予定である．
- 来年度以降の講習会についても，3 部門の部門長間の覚書に従い本講習会を運営する．
- 東海地区については，全体収支を考慮に入れて，再開か休止続行かを判断する必要がある．
- 関西地区も受講者数が減少し、関西地区のみの収支だと約 14 万円の赤字となっているので、継続するかどうか慎重に検討する必要がある。
- 1 級試験を対象とした講習会の企画なども引き続き検討する必要がある．

■JTST 委員会

委員長：　門脇　敏（長岡技科大）
幹　事：　山田　昇（長岡技科大）

１．掲載状況（2014 年 3 月 3 日現在）

Vol. 1、　No. 1（pp. 1～41）：　4 件
No. 2（pp. 42～148）：　9 件
Vol. 2、　No. 1（pp. 1～133）：　12 件
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））
No. 2（pp. 167～380）：　17 件
No. 3（pp. 381～551）：　15 件
Vol. 4、　No. 1（pp. 1～201）：　17 件
No. 2（pp. 202～323）：　11 件
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））
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
No. 2（pp. 189～341）：　11 件
Vol. 6、　No. 1（pp. 1～202）：　17 件
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））
No. 3（pp. 323～485）：　13 件
Vol. 7、　No. 1（pp. 1～349）：　27 件
（うち 10 件は第３回アジア計算熱流体シンポジウムからのセレクテッドペーパー：Guest Editor＝須賀一彦（大阪府立大）、芝原正彦（阪大））
No. 2（pp. 350～404）：　6 件（Preface を含む）
（第８回国際流体力学会議特別号:Guest Editor＝圓山重直、小原　拓（東北大））
No. 3（pp. 405～496）：　9 件
（第４回マイクロスケール熱流体国際会議特別号：Guest Editor＝高橋厚史（九大）、鹿園直毅（東大））
No. 4（pp. 497～766）：　19 件
Vol. 8、　No. 1（pp. 1～335）　23 件
No. 2（pp. 336～447）：　10 件（Preface を含む）
（第９回国際流体力学会議特別号:Guest Editor＝圓山重直、小原　拓（東北大））
No. 3（pp. 448～612）：　12 件
Vol. 9、　No. 1（pp. 1～）　1 件

２．編修委員会

Editor-in-Chief：　門脇敏（長岡技科大）
Editors：　北川敏明（九大）、野田進※（豊橋技科大）、花村克悟（東工大）、廣田真史※（三重大）、宮崎康次（九工大）、宮良明男*※（佐賀大）、山田昇（長岡技科大）　（五十音順）

※2013 年度までの任期
＊ 日本伝熱学会推薦の編修委員

３．第 91 期特記事項

・日本機械学会論文誌のあり方について：
　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

・第 92 期 Editor を選出中

■年鑑委員会

委員長　鈴木　雄二
幹事　丸田　薫

2014 年 8 月号の日本機械学会誌　機械工学年鑑特集号の執筆者を以下の通り決定し，部門長を通じて 8 月 23 日付けで機械学会の担当者に連絡した。速やかに事務局から執筆要項と執筆依頼文書を執筆者に送付されるはずであったが、1 月 27 日になってようやく執筆要領と執筆依頼文書が執筆者に送付されたため、原稿締切日が 4 月 7 日に延長となった。

2014 年 8 月号「機械工学年鑑」特集号　執筆者リスト
【原稿締切日：2013 年 4 月 7 日(月)】

章節項	名称	内容	割当頁	執筆者氏名	勤務先名	所属	役職
委員長		査読	4.8	鈴木雄二	東京大学	大学院工学系研究科	教授
幹事		査読	4.8	丸田　薫	東北大学	流体科学研究所	教授
8.1.1	伝熱および熱力学	概説	0.7	近久武美	北海道大学	工学研究科	教授
8.1.2		熱力学・熱物性	0.7	平澤茂樹	神戸大学	工学研究科	教授
8.1.3		伝熱	0.7	永井二郎	福井大学	工学研究科	教授
8.1.4		熱交換器	0.7	春木直人	岡山大学	工学部	教授
8.2.1	燃焼および燃焼技術	燃焼	1.0	三上真人	山口大学	理工学研究科	教授
8.2.2		燃焼技術・燃料	1.0	天野寿二	東京ガス	基盤技術部技術研究所	所長

■出版委員会

委員長　北川敏明（九州大学）
幹事　　下栗大右（広島大学）

第 89, 90 期に熱工学ギャラリー研究会において発表された熱流体現象に関する動画や画像や，これに類するコンテンツの今後の新たな収集とこれらの公開，出版により，熱工学分野の教育と啓蒙に貢献するための具体的方法について検討した．

まず，二回開催された熱工学ギャラリー研究会において発表された機械学会会員の保有する動画コンテンツを把握するとともに，機械学会の出版および著作権について確認した．そして，ホームページによるコンテンツの公開が最適と判断し，その具体化に向けた方法について検討を行った．

検討結果は，別紙「熱工学分野電子コンテンツ公開具体化に向けた提案」にて答申する．

■熱工学コンファレンス委員会

委員長 山田　純（芝浦工業大学）
幹事　　丹下　学（芝浦工業大学）

１．実行委員会の開催

下記の通り，熱工学コンファレンス 2014 の実行委員会を組織し，平成 25 年 8 月 20 日に第 1 回実行委員会を，10 月 16 日に第 2 回実行委員会を開催した．

実行委員会委員名簿

委員長　山田　純（芝浦工大）　幹事　丹下　学（芝浦工大）
委員　小野直樹（芝浦工大）委員　斎藤寛泰（芝浦工大）
委員　角田和巳（芝浦工大）　委員　田中耕太郎（芝浦工大）
委員　前田信吾（芝浦工大）　委員　山西陽子（芝浦工大）
委員　白樫了（東京大学）　　委員　小川邦康（慶應義塾大学）
委員　泰岡顕治（慶應義塾大学）

第 1 回実行委員会
日時：平成 25 年 8 月 20 日（水）　10：00～12：00
場所：芝浦工業大学　豊洲キャンパス　研究棟 3 階 機械学群会議室
出席者：小野直樹，田中耕太郎，丹下学（記録），角田和巳，二井信行，山田純
内容：コンファレンスの開催日，会場，今後の方針などについて検討を行った．

第 2 回実行委員会
日時：平成 25 年 10 月 16 日（土）　10：40～12：10
場所：芝浦工業大学　豊洲キャンパス　研究棟 3 階 機械学群会議室
出席者：小野直樹，田中耕太郎，丹下学（記録），角田和巳，前田信吾，山田純（議長）
内容：準備状況の確認(各行事開催会場の決定と予約状況，ホームページ開設状況ほか)，
　　特別講演および OS の方針，今後の方針について検討を行った．

２．準備状況

(1) 日程および会場
・熱工学コンファレンス2014
　会場：芝浦工業大学　豊洲キャンパス（教室棟）　15教室＋MOT居室を予約
・一般表彰贈呈式および特別講演
　会場：芝浦工業大学　豊洲キャンパス大講堂
・熱工学部門運営委員会（11月9日（日））
　会場：芝浦工業大学　豊洲キャンパス大会議室（教室棟５Ｆ）
・懇親会
　会場：東京湾クルーズ，ららぽーと豊洲，聖路加タワー等を検討中（３月中には決定）
・プレコンファレンスワークショップ
　開催日，開催場所，宿泊先：未定

(2) 主なスケジュール(平成26年)の確定

講演申込締切日	7 月 7 日(月)
原稿提出締切日	9 月 16 日(火)
プレコンファレンスワークショップ	未定
熱工学コンファレンス	11 月 8 日(土)，9 日(日)
懇親会	11 月 8 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/tedconf14/

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2014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

4月初旬にOSの募集案内を行い，6月初旬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，10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26年4月中旬(予定)
場所：芝浦工業大学　豊洲キャンパス　研究棟3階 機械学群会議室
内容：これまでの準備状況のチェックと修正項目の抽出，ホームページの確認，および
　　タイムスケジュールの確認

■相変化研究会

研究会　主査　小泉安郎（信州大）
　　幹事　大竹浩靖（工学院大）
　　永井二郎（福井大）

(1) 平成 25 年度（91 期）活動実績
・研究会開催回数：５回（委員会や研究会（討論会））　　他、講演会での OS の企画・実施

第１回（講演・討論会）

No.13-41『沸騰伝熱について徹底討論　～Stephan 教授を迎えて沸騰・相変化伝熱講演会～』（徹底討論ＸⅢとして）

場　所：　日本機械学会（第３、第４、第５会議室）
日　時：　２０１３年３月８日（金）　１３：００～１７：００　（終了後、懇親会）
講演会参加者：　４８名
内　容：

13:00 ～ 13:10　Opening Address by Y. Koizumi (Shinshu University)
13:10 ～ 14:10　Local Heat Transfer near Moving 3-Phase Contact Lines and Its Influence on Nucleate Boiling and Drop Evaporation by P. Stephan (University of Darmstadt)
14:10 ～ 14:35　Instability Arisen on Condensing Vapor Bubble Exposed to Subcooled Pool by I. Ueno (Tokyo University of Science)
14:35 ～ 15:00　Study on Operating Limit of the Supersonic Steam Injector by Y. Abe (Tsukuba University)
15:15 ～ 15:40　Experiments on Boiling Heat Transfer in Nanofluids by T. Okawa (University of Electro-Communications)
15:40 ～ 16:05　Measurement of Surface Heat Flux and Surface Temperature Distribution under a Nucleate Pool Boiling Bubble by W. Liu (Japan Atomic Energy Agency)
16:05 ～ 16:30　Study on Nucleate Boiling Heat Transfer by Measuring Spatially Instantaneous Local Surface Temperature Distribution by Y. Koizumi (Shinshu University)
16:30 ～ 16:55　Study on Mechanism of Rewetting Initiation of Hot Dry Surface by H. Ohtake (Kogakuin University)

第２回（講演・討論会）

沸騰伝熱について徹底討論ＸⅣ　～S.Kandlikar 教授と J.Kim 教授を迎えて沸騰・相変化伝熱講演会～

日　時：　２０１３年６月１６日（日）　１３：００～１６：３５　（ICNMM と併催）
講演会参加者：　２４名
会　場：　北海道大学　工学部本館１階　　物理工学系大会議室（A1-17 室）
内　容：

13:00-13:10 Opening Address　by Y. Koizumi (Shinshu University)
13:10-13:55 Visualization of Liquid-Solid Contact Situations while Boiling　by N. Nagai (University of Fukui)
13:55-14:40 CHF on a Horizontal Heated Wire　by M. Shoji (Kanagawa University)
14:50-15:40 Bridging the Disconnect between Heat Transfer and Flow Patterns during Flow Boiling in Micro Channels by S. Kandlikar (Rochester Institute of Technology)
15:40-16:30 Pool Boiling CHF Mechanisms Using IR Thermography by J. Kim (University of Maryland)
16:30-16:35 Closing Address

第３回（委員会）
第１４回相変化研究会会合
日　時：　２０１３年6月１６日（日）　１０：３０～１２：３０
委員出席者：　８名（オブザーバー２名を含む）
会　場：　北海道大学　工学部本館１階　　物理工学系大会議室（A1-17 室）
内　容：　「沸騰熱伝達と冷却」改訂版の内容構成・執筆者について検討

第４回（委員会）
第１５回相変化研究会会合
日　時：　２０１３年9月８日（日）　１５：００～１７：００
委員出席者：　７名
会　場：　岡山コンベンションセンター　４０３会議室
内　容：　「沸騰熱伝達と冷却」改訂版の内容構成・執筆者、その他出版に関わる事項を検討

第５回（委員会）
第１６回相変化研究会会合
日　時：　２０１３年１０月１８日（金）　１６：００～１９：００
委員出席者：　９名
会　場：　弘前大学　創立５０周年記念会館　２階　会議室３・４
内　容：　「沸騰熱伝達と冷却」改め「Boiling」国際版の目次構成・執筆者の確認、執筆要項や編修委員について討議

その他
日本機械学会　熱工学コンファレンス（弘前）
ＯＳ－９　『沸騰・凝縮伝熱および混相流の最近の展開』の企画と実施
日　時：　２０１３年１０月１９日（土）～２０日（日）
場　所：　弘前大学　Ｃ室
内　容：　講演発表１３件

(2) 委員の構成
　４５名　＋　非委員４名（委員会情報配信希望のみ）

(3) 平成 26 年度（92 期）の活動計画
　例年のように、学会等に合わせて３回程度開催予定。主に、『Boiling』国際版の執筆作業とりまとめと校正作業。「沸騰伝熱について徹底討論ＸＶ」以降の講演・討論会の開催は検討中。

研究会開催の時期（予定）
　５月の伝熱シンポジウム（浜松）、９月の年次大会（東京電機大）、１１月の熱工学コンファレンス（芝浦工大）の前後

行事案内

部門企画行事案内

－ 2015 年度－

- ASME/JSME/KSME Thermal Engineering Joint Conference 2015
  開催日: 2015 年 7 月 12 日(日)～16 日(水)
  場　所: 米国ハワイ州ワイキキ

－ 2014 年度－

- 熱工学コンファレンス 2014
  開催日: 2014 年 11 月 8 日(土)～11 月 9 日(日)
  場　所: 芝浦工業大学 豊洲キャンパス

- 熱工学コンファレンス　プレコンファレンスワークショップ（未定）
  開催日: 2014 年 11 月 7 日(金)

- 部門講習会　「伝熱工学資料」の内容を教材にした熱設計の基礎と応用
  開催日: 2014 年 9 月 4 日(木), 5 日(金)
  会　場: 東京理科大学　森戸記念館第一フォーラム（東京都新宿区神楽坂 4-2-2）
  問い合わせ先: 日本機械学会熱工学部門（担当職員：大通千晴）　電話(03)5360-3500

- 日本機械学会 2014 年度年次大会
  開催日: 2014 年 9 月 7 日(日)～9 月 10 日(水)
  場　所: 東京電機大学 東京千住キャンパス

部門関連行事案内

－ 2014 年度－

- 第 52 回燃焼シンポジウム
  開催日： 2014 年 12 月 3 日(水)～6 日(金)
  場　所： 岡山コンベンションセンター，岡山県岡山市
  主　催： 日本燃焼学会

- 混相流シンポジウム 2014
  開催日： 2014 年 7 月 28 日(月), 30 日(水)
  場　所： 道民センター「かでる２・７」，北海道札幌市
  主　催： 混相流学会

- 日本冷凍空調学会 年次大会
  開催日： 2014 年 9 月 10 日(水)～12 日(金)
  場　所： 佐賀大学　本庄キャンパス，佐賀県佐賀市
  主　催： 日本冷凍空調学会

- 第 51 回日本伝熱シンポジウム
  開催日： 2014 年 5 月 21 日(水)～23 日(金)
  場　所： アクトシティ浜松・コングレスセンター，静岡県浜松市
  主　催： 日本伝熱学会

- 第 48 回空気調和・冷凍連合講演
  開催日：　2014 年 4 月 16 日(水)～18 日(金)
  場　所：　東京海洋大学海洋工学部 85 周年記念会館，東京都江東区
  主　催：　日本機械学会、空気調和・衛星工学会（幹事学会）、日本冷凍空調学会

国際会議案内

－ 2016 年度－

- The 11th Asian Thermophysical Properties Conference（ATPC2016）
  開催日：2016 年 10 月 2 日(日)～6 日(木)
  開催地：Pacifico YOKOHAMA Annex Hall, Yokohama, JAPAN

－ 2015 年度－

－ 2014 年度－

- The 25th International Symposium on Transport Phenomena (ISTP-25)
  開催日：2014 年 11 月 5 日(水)～7 日(金)
  開催地：Aonang Villa Resort, Krabi, Thailand

- Eleventh International Conference on Flow Dynamics
  開催日：2014 年 10 月 8 日(水)～10 日(金)
  開催地：the University of Porto, Porto, Portugal

- 20th European Conference on Thermophysical Properties (ECTP 2014)
  開催日：2014 年 8 月 31 日(日)～9 月 4 日(木)
  開催地：the University of Porto, Porto, Portugal

- 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

その他

編集後記

今回の TED Plaza 72 号では，東北地区の若手の 2 名の先生にご寄稿を頂きました。

秋田大学　大徳忠史先生に「PEFC 用ガス拡散層内部の液水分布と酸素拡散特性の同時計測」と題して，燃料電池内の微細な多孔質体内における液水の分布と酸素拡散の計測についてご紹介いただきました。

また，高密度実装の計算機の冷却設計に対する熱・流動解析手法について，岩手大学　福江　高志先生に「ファン空冷電子機器の簡易高精度熱設計手法」と題してご紹介いただきました.

燃料電池と電子機器冷却は産業に直結する熱工学の研究領域と感じております。読者の方には，産業界における熱工学の役割について考えて頂けると幸いです。

（編集担当委員：赤松・岡島）

第 91 期広報委員会

委員長：	中別府　修	（明治大学）
幹　事：	志村　祐康	（東京工業大学）
委　員：	赤松　正人	山形大学
	朝原　誠	青山学院大学
	大西　元	金沢大学
	岡島　淳之介	東北大学
	橋本　英樹	九州大学
	林　潤	大阪大学
	元祐　昌廣	東京理科大学

©著作権：2014　一般社団法人　日本機械学会　熱工学部門