



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.54 May 2008

目 次

1. TED Plaza 『熱工学におけるバイオ研究』

移植医療と凍結保存	高松 洋 (九州大学)
細胞外の糖類は細胞内凍結を抑制するのか？	白樫 了 (東京大学)
化粧品で肌の見え方はどうか変わるの？	山田 純 (芝浦工業大学)
蝶に学んだ熱ふく射特性制御	宮崎康次 (九州工業大学)

2. 各種委員会活動報告

部門賞委員会
講習会委員会
年鑑委員会
学会賞委員会
出版委員会
日米熱工学合同会議実行委員会
第7回日韓熱流体工学会議実行委員会
年次大会委員会
広報委員会

3. 行事案内

- ・ 部門企画行事
- ・ 部門関連行事
- ・ 国際会議

4. 第85期部門組織

5. その他

6. 編集後記

TED Plaza

移植医療と凍結保存



高松 洋

九州大学 教授
大学院工学研究院 機械工学部門

1997年10月より施行された臓器移植法に基づいて、日本で行われた脳死患者からの心臓移植は、2007年末の時点で49例だそうです。ところが、アメリカでは1980年から2007年までに何と4万8千例があり、ヨーロッパでも3万人以上の人が心臓移植を受けています。さらに、腎臓、肝臓、肺、膵臓の移植を受けた人の数は、生体移植を含めると、欧米と日本でこの28年間に70万人以上に上ります。他人の臓器のおかげで生きている人たちがいかに多いかあらためて思い知らされます。なお、1999年からの3年間に世界で心臓移植を受けた人の72%が5年以上生存し、これまでの最長生存例は27年11ヶ月だそうです。

脳死患者からの臓器移植が日本で初めて行われたのは1999年2月ですから、その時の様子がテレビで流れていたのを記憶されている方も多いでしょう。印象的だったのは、医者が、魚釣りやバーベキューに行くのと同じアイスボックスを肩からぶら下げて足早に自分の病院へと向かう姿でした。心臓の場合は、ドナーから心臓を取り出してレシピエントに移植するまでの全ての作業を4時間以内に終わらせなければなりません。ですから、脳死の判定、摘出手術、運搬、移植手術をうまく連携して行えるかどうか成否の鍵を握っています。いつ、そのような事態が発生するかは予め予測できないわけですから、これに携わるお医者さんは大変だと思います。

そこで、この4時間が8時間に、8時間が16時間に伸びたらどれほどいいだろうかと考えるのはごく自然です。凍結保存の研究の目的の一つはここにあるのですが、残念なことに、凍結保存臓器の移植例はありませんし、ある程度の大きさの臓器を凍結保存できた例もありません。臓器はいろんな種類の細胞から構成されており、凍結による障害が最小限になる最適冷却速度がそれぞれの細胞種によって異なること、そして、臓器に不可欠な血管の内側を覆っている内皮細胞が凍結に対して脆弱であることが主な理由です。数センチ～数十センチある臓器を一様に冷却することが困難であるという伝熱の問題も主な理由の一つです。今後の研究に期待したいところです。

ところが、アメリカでは人間がまるまる凍結保存されているのです。2002年7月に亡くなったメジャーリーグの往年の名選手 Ted Williams の遺体が凍結保存され、火葬か凍結保存かの論争が遺族間で法廷闘争にまで発展したのでご存知の方も多いでしょう。彼が眠っているのは、アリゾナ州にある Alcor Life Extension Foundation という財団です。ここでは、2008年1月末の時点で既に78名の方が凍っています。もちろん、タダでは凍れません。凍結してもらうのに15万ドル支払わなければなりません。頭部だけなら8万ドルです。そのほか、生きているうちにメンバーになり、死ぬまで年会費も払い続けなければなりません。では、何のために高額の代金を支払って凍るのでしょうか。それは、やがて科学がさらに発達し、十分に期が熟したときに解凍してもらって生き返るためだそうです。現在、842名の会員がいるとのこと。別に異常者の集団ではないようです。しかし....これは、生きている人の保存ではありません。したがって、脳死の死人が生き返る技術が必要です。より重要なのは、既に凍っているのですから、勝負が今の技術で半分以上決まってしまうことです。臓器の凍結保存ができていない今の技術で.... 科学技術が非常に進歩した未来、「地球上が人で溢れかえっている中で、いったい誰が金持ちのアメリカ人

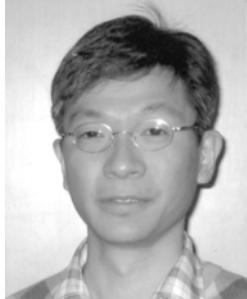
を解凍するのか？」といったアメリカの教授の言葉を待つまでもなく、結果は見えていると思うのですが.... 世の中、広いもんです。

ところで、液体窒素の中に放り込まれて凍った金魚が水槽の中で泳ぎ始めるのを見たことがある方もおられるでしょう。あの場合、残念ながら(?)、金魚は中まで凍ってはいません。それどころか、しばらくすると泳いでいた金魚も、かわいそうに死んでしまいます。表面が凍ったダメージのせいで.... 南無...

(「伝熱」2005年44巻184号27頁コラム原稿を改変)

TED Plaza

細胞外の糖類は細胞内凍結を抑制するのか？



白樫 了

東京大学 准教授
生産技術研究所

1. はじめに

生体機能を維持させたまま、単一細胞や大容量の生体組織を長期保存する需要は、遺伝子工学や生体組織工学を応用した医療行為の進展により拡大し続けている。また、魚介・肉・野菜等の生鮮食品を冷凍する際にも、基本単位である細胞を損傷の少ない状態で保存することは重要な技術である。近年、ある種の糖類を添加した細胞・組織が高い耐凍結乾燥性をもつことが注目されている。本稿では、この種の糖類が、特に致命的な損傷となる細胞内凍結を抑制する機序について、微小な閉鎖空間における凍結という観点から著者の仮説を交えて解説する。

2. 耐凍結・乾燥性糖類

糖類のうちとりわけトレハロースは、氷点以下の低温環境や砂漠の様に完全に乾燥した地域でも生命活動を維持できるクマムシ、ネムリユスリカや酵母菌などの細胞内に多く含まれていることから注目を浴びるようになった。トレハロースをはじめとする糖類による耐凍結・乾燥効果をもつ物理化学的要因は、"water replacement effect"[1]によって生じていると考えられている。この仮説では、トレハロースが水分子より強固にタンパク質やリン脂質膜の表面に特異的に強く結合(恐らく水素結合)することで、これらの物質に結合している親和水と"入れ替わって"いると仮定している。即ち、通常は低温や乾燥状態で変化する水和構造が、水分子と分子量が大きいトレハロースが入れ替わっていることにより維持されるという理屈である。トレハロースがリン脂質膜と干渉している傍証として、トレハロースを添加した水溶液中のリン脂質膜について、そのカルボニル基の吸光波長が変化する[2]、膜電位が下がる[3]、膜の相変化温度が上がる[4]、膜の表面張力が上がる[5]等の実験事実が報告されている。以下、この様な効果が細胞内凍結に及ぼす影響について述べる。

3. 細胞内凍結

全ての凍結は氷核の生成から始まることを考えると、細胞内で凍結する場合ほどの様なことがおきているのであろうか？細胞は内部の原形質内には種々の細胞小器官(organelle)が存在し、境界は原形質膜(plasma membrane)で閉じられている。また、原形質膜はリン脂質を主成分として、種々のタンパク質が膜を貫いて存在しており、細胞外とナノサイズのチャンネルでつながっているものも数多く存在する。凍結はまず細胞外からおきることを考慮すると、細胞内で凍結がおきるためには、図1に示す様な1) 原形質膜上の空孔(ナノサイズのチャンネル)を通じて細胞外の氷晶が細胞内に侵入する、2) 原形質膜の細胞内側の膜表面や細胞内小器官上で不均質核生成をおこす、3) 細胞内の自由水が均質核生成をおこす、ことが必要となる。"water replacement effect"説にもとづいて細胞内抑制効果を推察すると、図2に示す様に、トレハロースは、1) 細胞膜上の空孔を閉塞し、2) 細胞膜や細胞内のタンパク質と干渉して、氷と細胞膜やタンパク質の界面エネルギーを上げている、可能性がある[4]。

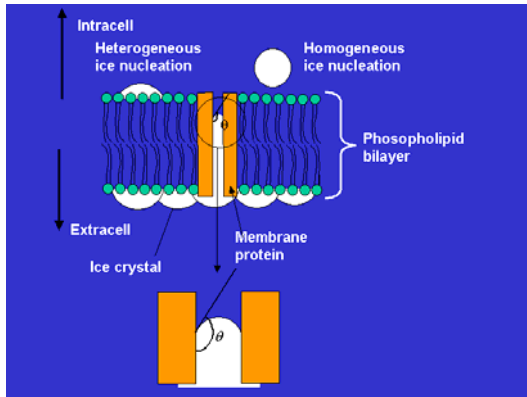


図1 細胞膜・膜タンパク質と氷核生成

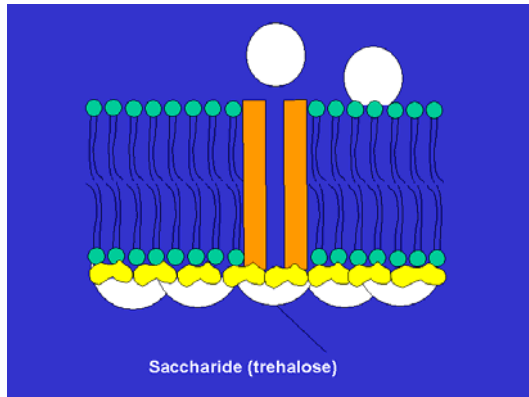


図2 糖類の氷核生成に対する効果

4. 細胞外のトレハロースと細胞の凍結・解凍

上記のような凍結抑制効果は、トレハロースが細胞内に存在してはじめて現れると考えられる。しかしながら、実際にはトレハロースが細胞外にしか存在しない場合でも、透過光顕微鏡画像では細胞内凍結に伴う細胞内の暗転が観察されないことから、細胞外のトレハロース単独でも凍結抑制効果を発揮していると考えられる。

糖類を含まない生理食塩水や培養液中では、細胞外凍結の後、冷却を続けていくと細胞内に氷晶が発生して光が乱反射するために細胞が暗転する。ところが、トレハロース水溶液に懸濁した細胞を冷却していくと、細胞外凍結が凍結した後、そのまま -90°C 以下まで細胞内に変化が全く見られない場合が大半を占める(図3)。この非凍結状態にみえる細胞を急速昇温すると、全ての細胞は昇温の途中で暗転する(図4)。この細胞の中に氷は、果たして本当に存在しないのか？また、何故、昇温過程では細胞内凍結がおきるのか？

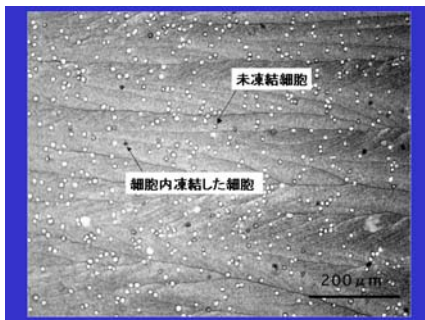
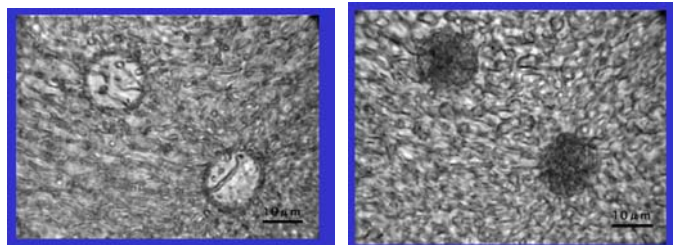


図3 -90°C におけるトレハロース水溶液に懸濁した Jurkat 細胞



a) 解凍前 b) 解凍中 暗転
図4 細胞内凍結

5. 細胞外のトレハロースの耐凍結効果

さて、トレハロース水溶液に懸濁した細胞を液体窒素温度まで冷却し、細胞を二つに割って透過型電子顕微鏡で断面を観察したところ、細胞の中に 200nm 以下の小さい氷結晶が無数にみいだされた。つまり、氷は存在していたものの、その大きさは可視光の波長以下であったので、光は散乱することなく細胞内を透過していたのであろう。

この観察結果を考慮すると、細胞外のトレハロースは、2.で述べた効果のうち、細胞の外側から細胞膜に干渉することで、膜上の空孔を閉塞することと、細胞膜の界面エネルギーをかえることは可能と思われる。つまり、細胞は比較的疎水性のつよい直径 $10\sim 20\mu\text{m}$ の球核であり、その中にはタンパク質や脂質等の細胞質が $40\sim 50\%$ 程つまっているとみなせる。この状態から推察して、一連の現象は、マイクロスケールで閉鎖された空間の水が、均質核生成温度まで過冷却して、同温度において非常に微細な氷晶を生成し、解凍時に氷結晶が最大速度になる温度帯で再結晶をおこすことで氷晶が粗大化し、暗転したと考えられる。

6. おわりに

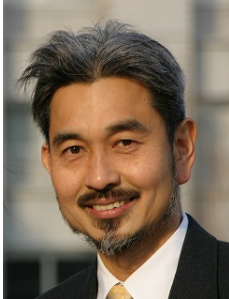
光学顕微鏡で観察された映像から、”細胞外の糖類のみで細胞内凍結が抑制できるのでは？”と期待をしていたが、結局は儚い夢となってしまった。しかし、非常に微細な氷（多分、均質核生成した氷）を生成することがわかっただけでも、現象の理解という点では進歩したと自らを納得させている。なお、本稿は冷凍誌(Vol.79, No.918, (2004), 275-279)に執筆した著者本人の原稿に、その後の研究結果を加えてまとめ直した解説である。

参考文献

- 1) J.H. Crowe, L.M Crowe: Nature Biotechnol., **18**, 145(2000)
- 2) N.M. Tsvetkova, B.L. Phillips, L.M. Crowe, J.H. Crowe and S.H. Risbud: Biophys. J., **75**, 2947(1998)
- 3) M.del C. Luzardo, F. Amalfa, A. M. Nunez, S. Diaz, A.C. Biondi de Lopez and E.A. Disalvo: Biophys. J., **78**, 2452(2000)
- 4) 高橋 浩: 膜, **24**, 207(1999)
- 5) C. Lambruschini, A. Relini, A. Ridi, L. Cordone, A. Gliozzi, *Langmuir* **16**, 5467(2000)

TED Plaza

化粧品で肌の見え方はどうかわるの？



山田 純

芝浦工業大学 教授
機械工学科

1. はじめに

肌の美しさを表現する言葉に、「透明感のある」、「みずみずしい」、「潤いのある」、「きめ細かな」などがあります。化粧品開発においては、このような言葉で形容される肌を化粧品により実現すべく、主成分となる微粒子の開発を行っています。しかし、現状、このような表現がどのような物理量（あるいはその組み合わせ）と対応しているかは明らかではありません。考えられる物理量としては、反射の強さや指向性（拡散的か鏡面的かなど）、それらの波長依存性などがあげられますが、それらがどのように先の表現と関係しているのか、と言う前に、それらだけが関係するのかさえ明らかにはなっていません。これは、難しい問題です。そもそも、美しさを物理量で計るという考えが傲慢かもしれません。そこまで言わなくとも、ちょっと野暮ったく感じます。ここでは、この「美しさの定量化」は少し脇に置いておいて、いくぶん現実的な「化粧品により肌の見え方がどうかわるか」について、現在進めている研究のお話することにします。

「化粧品により肌の見え方がどうかわるか」を機械学会風な言い方をすると、「皮膚の光性質（反射性質）に与える化粧粒子の影響」となるのでしょうか。私の研究室では、ここ数年、このテーマに関して化粧品メーカーと共同で研究を行ってきました[1]。もちろんメーカーでは、もっと以前からこのテーマに関する研究を行っていたようですが、その多くは、出来上がった粒子で実際に化粧を施し、どのように見えるかを調べるものでした。化粧品開発という観点からは、決して効率的とは言えません。今回の研究では、粒子デザインの観点から、粒子形状や物性が皮膚の反射性質に与える影響を予測すること、そのためのモデルを構築することを目的としています。まだまだ途上ではありますが、その概要と現状、ちょっとだけ将来について、紹介したいと思います。

2. 皮膚の光性質（反射性質）に与える化粧粒子の影響

さて、化粧粒子が皮膚の反射性質に与える影響を予測するには、まず、化粧の対象となる皮膚の光性質、特に反射性質を把握することが必要です。そして、皮膚表面におかれた化粧粒子が、その皮膚の反射にどのように影響を及ぼすかを知らなければなりません。これらを実現するには、図1に示すような研究を進めていく必要があると考えています。

まず、第1段階の「皮膚の光学的（反射）性質の把握」に関しては、図中の(a) 皮膚表面における光挙動、(b) 皮膚内部における光伝播が対応します。皮膚は、光にかざすと分かるように半透明です。外から来た光は、皮膚表面で反射されるだけでなく、内部にも浸透します。内部に浸透した光は、一部は皮膚内部で吸収され熱になりますが、大部分は細胞組織による散乱を繰り返しながら伝播し、その一部が外部に射出されます。これも反射の一つで、皮膚の見え方に影響を及ぼします。すなわち、皮膚の反射性質の把握には、(a) 皮膚表面に加えて、(b) 皮膚内部での光伝播を知ることが不可欠です。

次の第2段階では、第1段階で得られた皮膚の反射性質に、粒子がどのように影響するかを

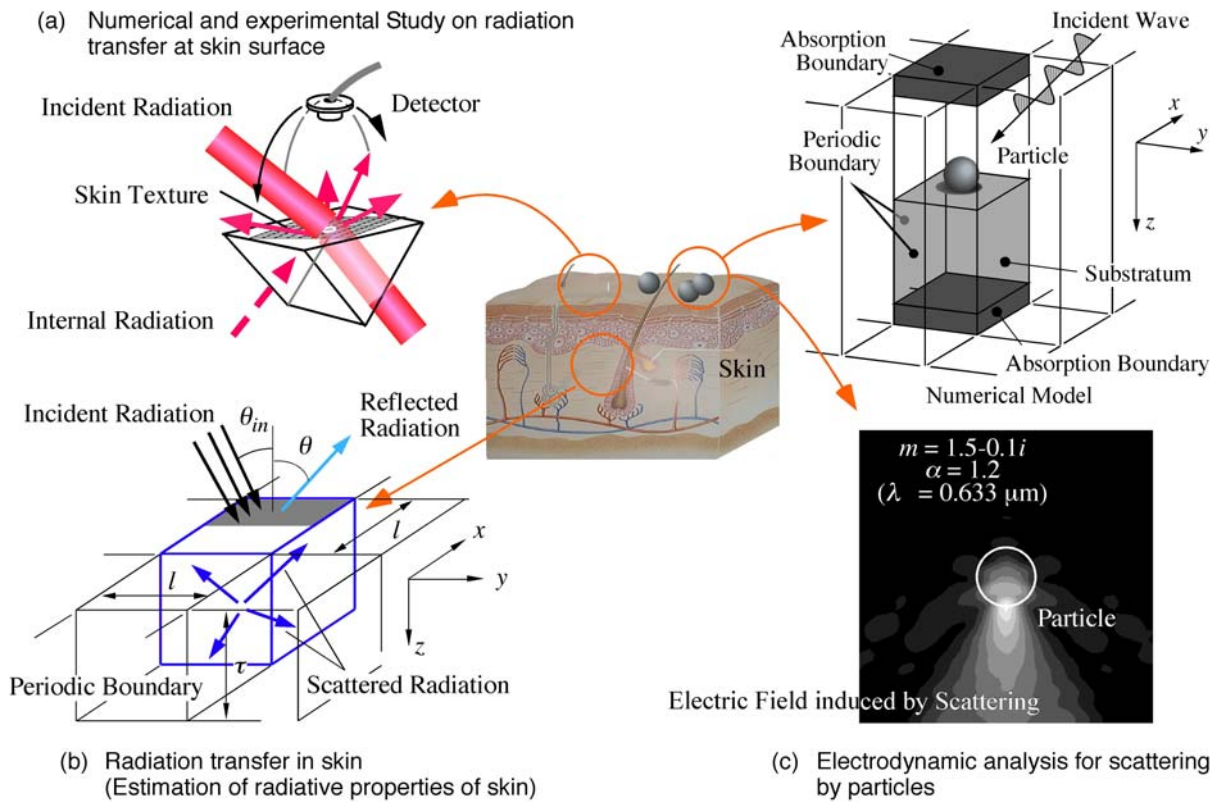


Fig. 1 Effect of cosmetics on skin appearance

調べることになります。これには、まず化粧粒子個々の光性質、特にその散乱性質の詳細を知らなければなりません。化粧粒子は、入射してくる光を皮膚表面で散乱するのに加えて、皮膚内部から出てくる光も散乱するからです。ところで、化粧粒子の大きさは、数十 nm から数 μm まで広く分布しています。これは、対象となる光の波長と同程度です。非常に小さく、粒子個々の光性質を実験的に知ることは困難です。このため、(c) 電磁波動解析によりその光性質を予測することが必要となります。そして、最後に、これらを統合することで、化粧粒子が皮膚の反射性質に与える影響を明らかにできると考えています。以下に、これまでに得られた成果を紹介します。

3. 皮膚表面における光挙動 [2]

皮膚表面における光挙動に関しては、皮膚のキメの影響を含む皮膚-空気界面での光挙動を把握することと、そのモデル化を行っています。具体的には、(1) キメ（正確には皮膚の表面構造）を転写した光学プリズム（図2(a)）を作成し、キメ（および表面の微細構造）のみの光散乱性質を実験的に調べると同時に、(2) 共焦点レーザー顕微鏡による観察画像（図2(b)）を基に、キメ構造をもつ皮膚表面の解析モデル（図2(c)）を構築しようと努めています。現在、両者を比較することで、解析モデルの妥当性、有用性について検討しています。

図3は、計測したキメの反射性質（2方向反射率）と解析モデルによるそれを示しています。

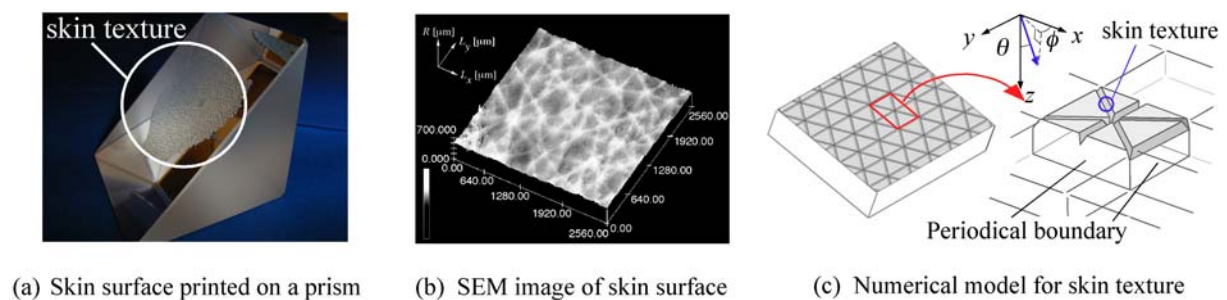


Fig. 2 Study on radiation transfer at skin surface

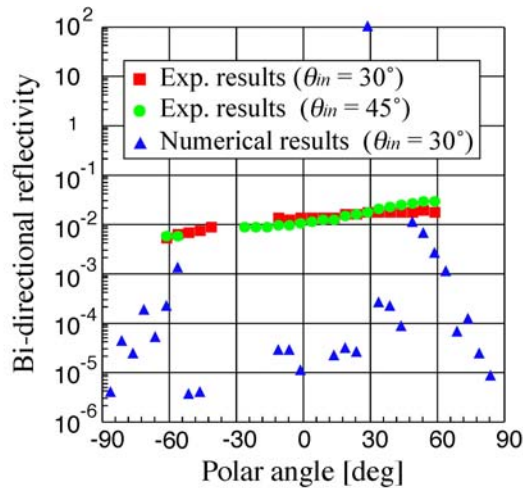


Fig. 3 Hemispherical-directional reflectance R_{HN} by artificial skin and skin model

これまでに考案した解析モデルは、残念ながらこの特性を再現するには至っていません。しかし、この解析を通じて、反射性質を支配するのは、大きなキメ構造（0.1 - 0.5 mm 程度の大きさ）ではなく、それよりさらに小さい構造であろうということが分かりました。現在は、この小さな構造を本解析モデルに取り込もうとしています。

4. 皮膚内部における光伝播（皮膚の光物性の推定） [3, 4]

皮膚は、先に触れたように、光を散乱、吸収します。そのような散乱吸収性媒体における光伝播の予測には、下記に示す光の輸送方程式が良く利用されます。

$$\frac{1}{\beta} \frac{dI(s, \Omega)}{ds} = -I(s, \Omega) + \frac{\omega}{4\pi} \oint_{4\pi} p(\Omega' \rightarrow \Omega) I(s, \Omega') d\Omega'$$

ここで、 I はふく射強さ、 s は位置、 Ω はふく射の進行方向を表します。この方程式の詳細については割愛しますが、これを利用するには、ここに現れる光物性、減衰係数 β やアルベド ω 、散乱位相関数 $p(\Omega' \rightarrow \Omega)$ の値を知らなければなりません。人の皮膚が対象となるので、計測方法は非侵襲であることが望まれます。また、広い波長範囲での計測が不可欠です。これまでの研究で、これらの要件を満たす光物性値推定法を開発しました。その概要を図4に示します。

この推定法では、皮膚上で照射部と非照射部が縞状に繰り返されるように、スリット列を通過したふく射（光）を皮膚に照射し、その反射光の空間分布を測定します。もし、皮膚が金属のように不透明であれば、反射光は、照射部分からのみ観察されることになります。しかし、皮膚のような半透明の散乱・吸収性媒体では、図に示すように、皮膚内部に浸透した光が、散乱を繰り返しながら、皮膚内を伝播し。その一部が、入射光の照射部だけではなく、非照射部からも射出されることになります。すなわち、反射光は非照射部からも観察されることになります。もし、皮膚の減衰係数 β が小さければ、光は広がりやすく、非照射部から強い反射光が観察されます。また、アルベド ω が大きければ、皮膚内部で吸収される光のエネルギーが小さくなるので、全体的に（照射部、非照射部ともに）強い反射光が観察されることになります。このことは、反射光の空間分布に、皮膚内部の光物性情報が反映されていることを意味します。この推定法では、この反射光強度の空間分布のデータをもとに、逆解析を通じて、皮膚の光物性値を推定しています。

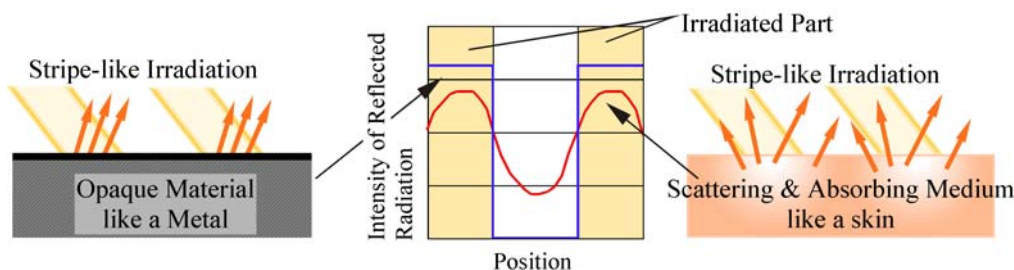


Fig. 4 Reflection by surfaces exposed by stripe-like irradiation

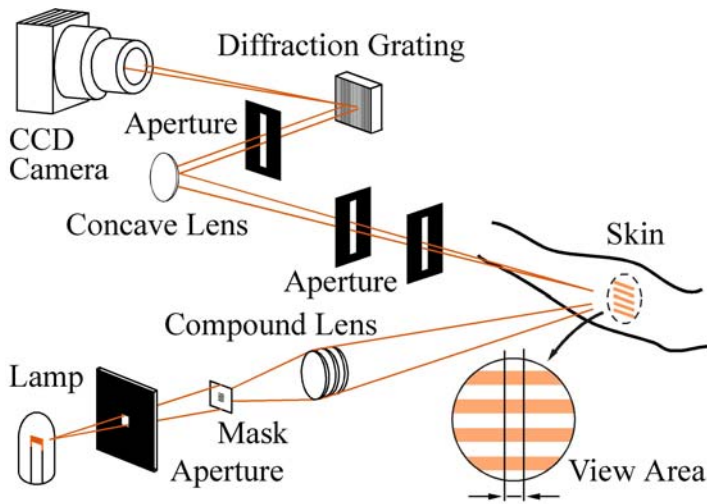


Fig. 5 Measurement apparatus for spectral reflection

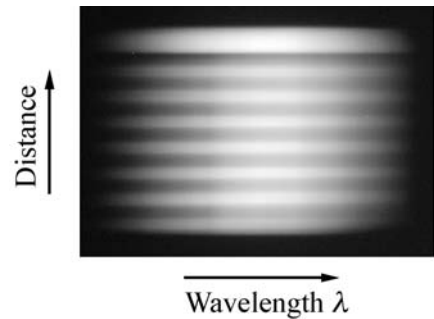


Fig. 6 CCD camera view

図5に本推定に利用する実験装置の概略を示します。背面から照らされた、マスク上のスリット列が、対象となる皮膚表面に結像されます。そして、縞に垂直な方向の反射光の空間分布が、分光用の回折格子を通した後、冷却 CCD カメラにより記録されます。この CCD カメラにより撮影された典型的な画像を図6に示します。図中の縦方向に反射高強度の空間分布が、横方向に波長情報が記憶されています。

この画像から読み取った反射光の強度分布を基に、逆解析を通じて求められた物性値を図7に示します。461 - 700 nm の波長範囲を約 10 nm 毎に示したものです。この物性値を利用することで、皮膚内部の光伝播を予測することができます。

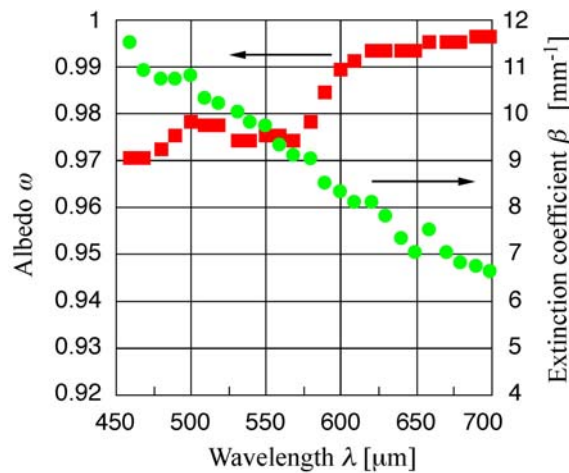


Fig. 7 Radiative properties of human skin

5. 皮膚の見え方に与える皮膚内部の光性質の影響 [2]

先に述べた皮膚表面の光挙動に関する解析モデルが、十分に界面での光挙動を表現できている訳ではありませんが、この解析モデルと、皮膚内部の光伝播に関する解析モデルをカップリングすることで、皮膚の光性質が肌の見え方に与える影響を考察できます。その一例を示します。

まず、図8(a)に、キメの解析モデルのみ（皮膚内の光散乱を無視）による半球等強度入射垂直反射率 R_{HN} （室内など周囲の光源から皮膚が照らされる場合を想定した反射率）の空間分布を示します。この図から、キメの溝において、光の反射が少なくなっているのが分かります。キメの溝部分に入射した光が、溝部で多重反射した結果、界面を透過して皮膚内部に進むためです。

図8(b)は、皮膚-空気界面の裏側に散乱吸収性の媒体を置いたもの（皮膚内部の光散乱を考慮）です。ただし、光が入射する際のキメ構造と、皮膚内部の光散乱は考慮しますが、光が皮膚内部

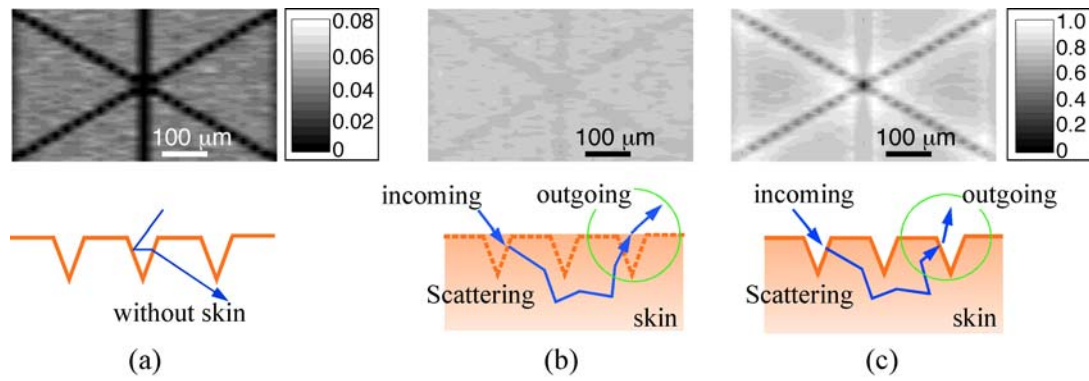


Fig. 8 Effect of internal scattering on appearance of skin texture

から外部に向かう際には、キメ構造を無視したケースについて求めた R_{HN} です（現実的ではありません）。皮膚内の散乱を無視した図 8 (a)とは異なり、キメ構造は見えなくなります。これは、内部から一様に皮膚が照らされるため、溝（キメ）の影が目立たなくなったためです。

最後の図 8 (c)は、光が皮膚内部から外部に向かう際にも、キメ構造を考慮した場合です。内部から来る光に際して、溝は透過する光を抑え、その部分を暗く見せることを示しています。すなわち、この一連の結果は、皮膚の見え方（キメの影の見え方）には、外からの光よりもむしろ、皮膚内部からの散乱光が強く影響していることを示しています。これが事実かどうかは、もう少し検討が必要です。

6. 化粧粒子の散乱性質を知るための電磁波動解析

化粧粒子が皮膚の光性質に与える影響を明らかにするには、先にも述べたとおり、化粧粒子自身の散乱性質を知る必要があります。粒子サイズは波長オーダーであるために、幾何光学的な手法ではその散乱性質を得ることはできません。Maxwell 方程式を基礎とする波動解析が必要とあります。加えて、最近では、粒子形状が球形と近似できるような単純なものではないので、Mie 散乱などよく利用される解析解を用いることもできません。図 9 に最近開発された化粧粒子、複合粉体⁽⁵⁾の SEM 画像（株式会社資生堂提供）を示します。これらは比較的大きな粒子の上に微細な粒子を並べたものです。私たちの研究室では、有限要素解析を利用して Maxwell 方程式を解くことで、このように複雑な形状を有する粒子の散乱性質を明らかにしようとしています。図 1 (c)に示すように、球形粒子に関して解析手法の妥当性の確認はできています。本手法を複合粉体へ展開していく予定です。

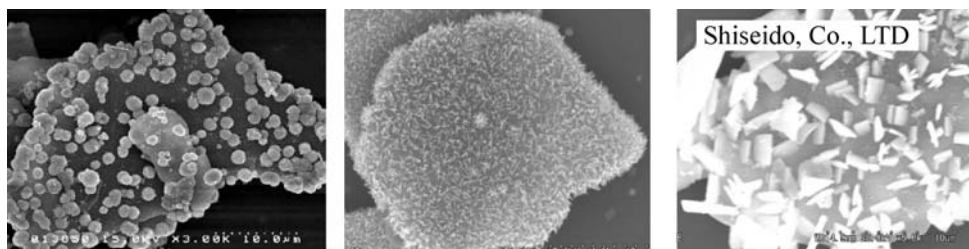


Fig. 9 Composite cosmetic particles

7. まとめ

「化粧品により肌の見え方がどうかわるか」について、現在、進めている研究を紹介しました。図 1 に示したそれぞれのパートは、何とかまとまりつつあります。今後は、化粧粒子の散乱性質を、皮膚の反射性質にどのようにカップリングしていくかが課題になりそうです。

これらの研究を通じて出てきた新たな課題、肌の潤いとその見え方にどう影響するか、また、肌の透明感を計測するなどにも取り組み始めています[6]。前者は「風呂上がりの肌が美しく見えるのはどうして？」という単純な疑問からでてきた課題ですが、後者と並んで「美しさの定量化」

への挑戦?です。無謀、いやいや、傲慢かもしれません。

参考文献

1. 山田純, 川村歩, 三浦由将, 高田定樹, 小川克基, 化粧品開発のための皮膚の光学的性質に関する研究, 日本機械学会論文集 (B編) Vol. 71, No. 705, pp. 1436-1444, 2005
2. 山田純, 中村嘉恵, 山路尚孝, 大野和久, 三浦由将, 高田定樹, 皮膚の見え方に与える表面のキメと内部のふく射性質の影響, 第 44 回日本伝熱シンポジウム講演論文集, Vol. I, pp. 267-268, 2007
3. 山田 純, 安 炳弘, 有田悠一, 三浦由将, 高田定樹, 空間分解反射光計測に基づく皮膚のふく射物性の推定, 熱工学コンファレンス 2006 講演論文集, pp. 369-370, 2006
4. 山田 純, 有田悠一, 安 炳弘, 三浦由将, 高田定樹, 機械学会論文集投稿中
5. 高田定樹, 化粧品に活かされるテクノロジー, ファルマシア (日本薬学会), Vol.40 No.11, 1039-1043, 2004
6. 山田純, 有田悠一, 安 炳弘, 菊地久美子, 高田定樹, 皮膚のふく射性質に与える水分含有量の影響, 第 28 回日本熱物性シンポジウム講演論文集, pp.58-60, 2007

TED Plaza

蝶に学んだ熱ふく射特性制御



宮崎 康次

九州工業大学 准教授
大学院工学研究院 機械知能工学研究系

1. はじめに

これまでに我々のグループでは、ナノテクで熱物性を制御することを目指して研究していますが[1]-[3], ナノテクで熱物性を制御という漠然としたイメージでは、まさに雲をつかむような話となり具体的な研究に取り組みません。そこで、研究のヒントを生物のもつ構造とそれによって引き出される機能に学んで進めてきた研究の具体例として、微細構造で熱ふく射の反射率を制御してきた研究を紹介したい[4]と思います。

2. モルフォ蝶の翅の色とその構造

図1に示す美しいモルフォ蝶の青は、その微細構造によって生み出されていることがよく知られ、実際に自分たちでも確認してきました。福岡県が主催した中学生対象のサマーキャンプに参加した中学生が自らモルフォ蝶の翅をイオン集束ビームでカットし、その断面を観察した結果を図2に示します。よく知られた階層構造が見られ、この構造と青い光の波長がほぼ同程度であることから、光の干渉によって青い光がよく反射し、蝶が青く見えることが説明されます。角度依存性や反射するスペクトル分布など詳細についても解析的によく説明がなされ、このような構造に起因する色は敢えて構造色と呼ばれています[5]。

さて、上記の生物のもつ構造とそれによって生み出される機能から類推できることとして、微細周期構造の2倍程度の波長の光が強く反射することが第一に思いつき、細かい話としては、その周期構造があまり完全でなくてもよいこと、を学ぶことができます。他にも研究者が変われば、光の散乱や光沢など思い当たること、学べることが変わってくるのかもしれませんが。



図1 モルフォ蝶

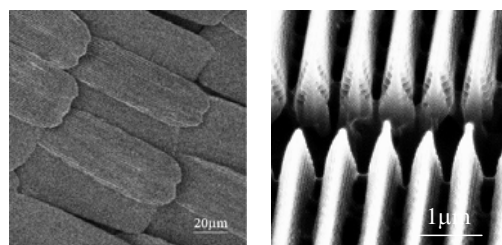


図2 モルフォ蝶の翅（左）と断面構造（右）

3. 構造色の熱ふく射への応用

目に見える可視光も熱を輸送する赤外線も波長が異なるだけで同じ電磁波ですので、構造のもつ周期を変えれば、当然赤外線を構造によって強く反射できるはずで、言葉として怪しいです

が、青色ならぬ赤外色を人工的に作り出せれば熱ふく射特性を制御したことに繋がります。はじめは数 100nm で金属を任意に蒸着できるイオン集束ビームで微細周期構造を作製し、その熱ふく射特性をとることに集中しました[6]。しかし、1 か月近くかけて構造を作ってもその大きさが 0.1mm² など遠く及ばないほど小さく(図 3)、小さいことがあだとなって計測も極めて難しかったため、ほとんど研究をやめようと思きらめたかけたこともありました。

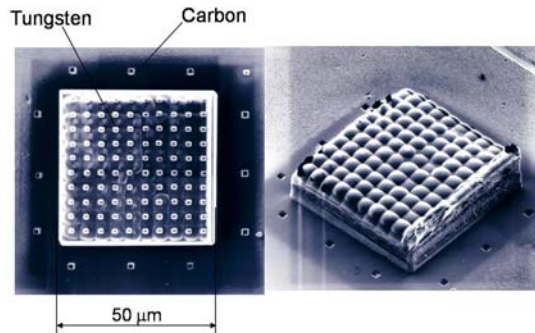


図 3 イオン集束ビームで作製した微細周期構造

4. 自己組織化の活用

研究をあきらめかけていた 2004 年 11 月に北九州学術研究都市で産学連携フェアが開催されました(毎年開催)。暇つぶしに会場を散策していたところ、北九州市の触媒化成工業が展示していたシリカの微粒子が綺麗に配列しているポスターを偶然目にしたことで、研究が以後大きく進むことになりました。共同研究を通して、2μm(もしくは 3μm)直径の粒子を無数に配列した 5cm² 程度のサンプルを数時間で作れるようになったのです(図 4)。短い波長での光の散乱が激しいため見た目には真っ白ですが、赤外フーリエ分光装置(FT-IR)でサンプルを計測してみると、粒子直径のほぼ 2 倍程度の光が強く反射されていることが測定されました(図 5)。強く反射される光の波長は、フォトニック結晶[7]と呼ばれる分野の解析を用いてもよく説明され、周期構造に起因する反射であることも確かめられました。

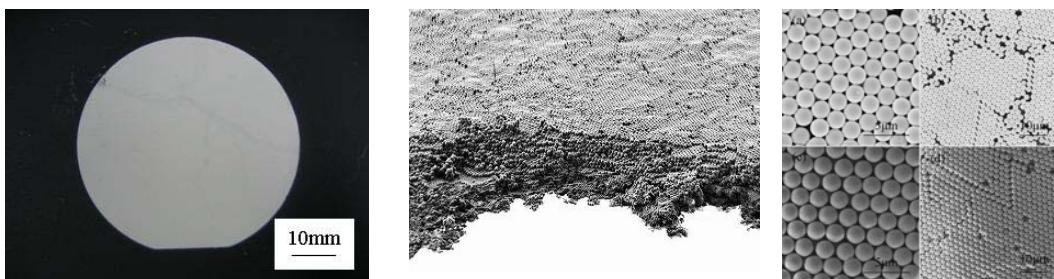


図 4 シリカ微小球周期構造 全体(左)、サンプル拡大図(中)、微小球配列の様子(右)

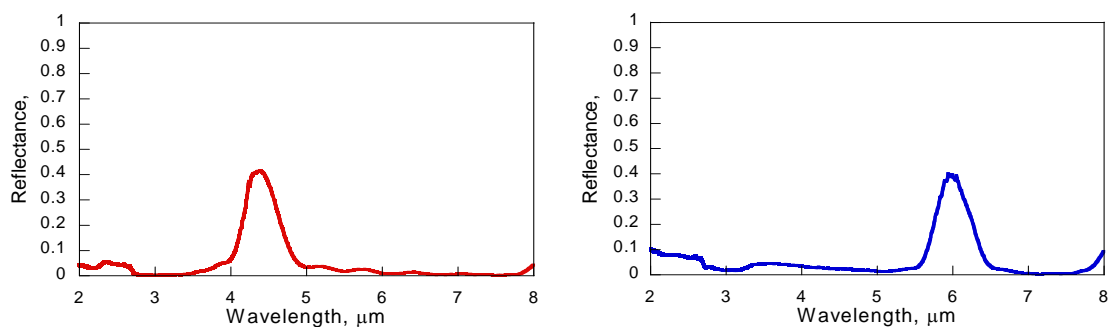


図 5 サンプルの垂直入射-垂直反射スペクトル測定結果
(左 2μm 粒子, 左 3μm 粒子)

5. 放射特性への応用

これまで反射に重きをおいて研究を進めてきました。反射によって青く見える蝶の色にヒントを得て、赤外線を反射するといった内容は、生物の構造とそれによって引き起こされる機能を猿まねしたに過ぎません。物質の光学特性は、反射と透過、吸収（放射）には密接な関係が成り立つため、反射に生かしてきた研究を放射にも活かすことができるかもしれません。現状の研究結果では、反射が強いところで放射が弱くなる程度の結果しか得られていませんが(図 6)、フランスのグループから周期構造の表面をカットすることで任意の波長の放射を強くできることも発表されています[8]。今後は、エネルギー変換技術としても極めて有効な放射特性の制御にも力を入れていきたいと考えています。

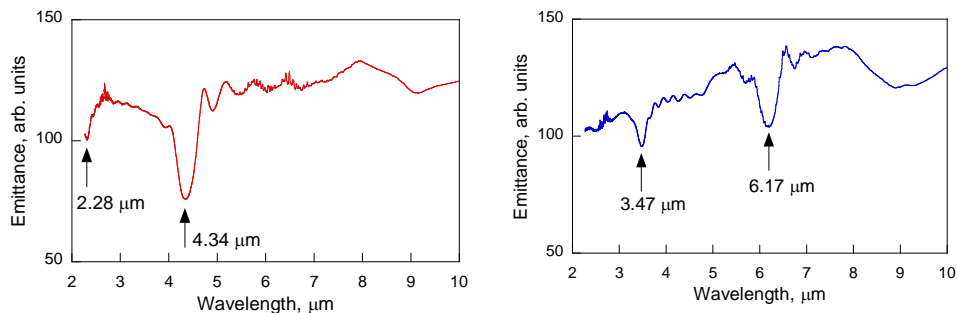


図 6 シリカ微小球周期構造の放射特性

6. おわりに

我々のグループが蝶の微細構造に学び、熱放射特性を制御しようとしてきた研究について概要を紹介させていただきました。一見、順調に進んでいる研究に見えますが、当初重要と感じた生物がもつ非周期性のもつ機能については、踏み込んだ議論が行えておらず、今後の重要な課題として残してしまっています。とは言え、7年前に全く放射に関するノウハウを持たない研究室がここまで研究を進めることができたのは、2008年3月に博士課程を修了した木原正裕君(現：マイクロジェット)の努力の賜物であり、さらに研究を進めるにあたって、牧野俊郎教授、若林英信助教(京都大学)、花村克悟教授(東京工業大学)、山田純教授(芝浦工業大学)からご指導と励ましを頂けたのは幸運でした。この紙面の場を借りて紹介させて頂くとともに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) M. Kihara, K. Miyazaki, H. Tsukamoto, K. Inoue, and O. Yoshida, Reflectivity of Photonic Crystals Self-assembled with Silica Spheres, *Journal of Thermal Science and Technology*, Vol. 1, No.1, pp.12-19 (2006).
- (2) K. Miyazaki, T. Arashi, D. Makino, and H. Tsukamoto, Heat Conduction in Microstructured Materials, *IEEE transaction on Components Packaging and Manufacturing Technology*, Vol.29, No.2, pp.247-253(2006).
- (3) M. Takashiri, S. Tanaka, M. Takiishi, M. Kihara, K. Miyazaki, and H. Tsukamoto, Preparation and characterization of $\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{3.0}\text{Sb}_{1.6}$ nanoparticles and their thin films, *Journal of Alloys and Compounds*, in press.
- (4) 宮崎康次, 木原正裕, 鮫島良輔, 塚本寛, シリカマイクロ粒子最密構造の赤外線反射特性, 日本機械学会熱工学コンファレンス 2007, pp.415-416 (2007).
- (5) S. Kinoshita, S. Yoshioka, and K. Kawagoe, Mechanisms of structural colour in the Morpho butterfly: cooperation of regularity and irregularity in an iridescent scale, *Proc. R. Soc. Lond. B*, Vol. 269, pp. 1417-1421 (2002).
- (6) K. Miyazaki, G. Chen, and H. Tsukamoto, Fabrication of Photonic Crystals for the Control of the Radiative Properties, *Proceedings of The first International Symposium on Micro & Nano Technology*, CDROM 4pages, (2004).
- (7) E. Yablonovitch, Inhibited Spontaneous Emission in Solid-State Physics and Electronics, *Physical Review Letters*, Vol.58, pp.2059-2062 (1987).
- (8) M. Laroche, R. Carminati, and J.-J. Greffet, Coherent Thermal Antenna Using a Photonic Crystal Slab, *Physical Review Letters*, Vol.96, pp.123903-1-123903-4(2006).

第 85 期各種委員会活動報告

部門賞委員会

平成 20 年 2 月 29 日

部門賞委員会 第 85 期（平成 19 年度）活動報告

構成員：宮内敏雄（委員長）、門出政則（部門長）、岡崎健（前部門長）、鈴木雄二（幹事）

1. 委員会の開催

第 1 回会議 日時：07 年 5 月 11 日（金）13：00～14：00

会場：芝浦工業大学豊洲キャンパス研究棟 5 F 小会議室

議事：委員会の年間予定の確認

フェロー候補者推薦の手続き開始

第 2 回会議 日時：07 年 8 月 8 日（水）13:00～14:00

会場：東京大学本郷キャンパス工学部 2 号館 3 1 A 会議室

議事：フェロー候補者の選考

第 3 回会議 日時：07 年 11 月 2 日（金）13:00～14:00

会場：佐賀大学本庄キャンパス理工学部 2 号館機械系大会議室

議事：部門賞・部門表彰候補者の選出

第 4 回会議 日時：08 年 1 月 25 日（金）13:00～14:00

会場：芝浦工業大学豊洲キャンパス研究棟機械系会議室

議事：部門賞・部門表彰候補者の決定

2. フェロー候補者の推薦

- (1) 前期（84 期）の候補者を踏まえて、委員長と幹事は 37 名（84 期は 42 名、83 期は 37 名、82 期は 24 名）の候補者をリストアップし、候補者のリスト（各候補者の経歴と活動内容(賞、学会・部門役職経歴など)および推薦理由)を作成（6 月末から 7 月上旬、85 期は 6 月 21 日）
- (2) 幹事は、委員長名で、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（85 期は 7 月 31 日）
- (3) 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）として、第 2 回部門賞委員会に諮り、部門賞委員会で決定した後、第 2 回総務委員会に諮る（8 月 8 日）。
- (4) 委員長は、部門長名で、総務委員会で同意が得られた第 0 次候補者に、部門推薦の候補者になるように依頼（候補者に推薦書を書いていただく）（8 月上旬）。4 名の第 0 次候補者のうち、1 名から辞退の申し出があり、これを認めることとした。
- (5) 委員長は、部門長名で、学会に、部門推薦の候補者 3 名を推薦。推薦書を取り纏めて学会に送付（9 月末）
 - * 上記(2), (3)で 4 という数字は、フェロー制度が始まってから年数が経ち、部門推薦を若干名とすることが部門協議会で決定した事による。
 - * 最終的には、3 月末の評議会において決定される（前期は 6 名が選出）

3. 部門賞、部門一般表彰（貢献表彰）候補者の推薦

- (1) 運営委員会構成員に候補者募集のメール送付、学会ホームページに候補者募集の掲示（〆切 9 月 29 日）。
- (2) 第 3 回部門賞委員会で候補者の策定
- (3) 第 4 回部門賞委員会で部門推薦の候補者を決定。第 4 回総務委員会（1 月 25 日）に附議・承認

- (4) 候補者に受諾の意思確認（部門賞委員会委員長により主に電話で）
- (5) 幹事は、候補者に推薦書の確認および HP 用写真の送付を依頼
- (6) 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。学会理事会に報告と同時に HP 公表、2008 年 10 月の日韓熱流体会議（札幌）で贈賞の予定

4. 部門一般表彰（講演論文表彰）候補者の推薦

- (1) 年次大会（関西大学）および熱工学コンファレンス（京都）の委員会に推薦を依頼
- (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（年次大会委員会から 1 件，熱工学コンファレンスから 3 件）を審議・承認
- (3) 候補者に受諾の意思確認
- (4) 幹事は、候補者に推薦書の確認を依頼
- (5) 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。学会理事会に報告と同時に HP 公表、2008 年 10 月の日韓熱流体会議（札幌）で贈賞の予定

5. フェロー賞候補者の推薦

- (1) 年次大会（関西大学）および熱工学コンファレンス（京都）の委員会に推薦を依頼
- (2) 第 4 回部門賞委員会において、推薦のあったフェロー賞候補者（年次大会委員会から 0 件，熱工学コンファレンス委員会から 1 件）を審議・承認。推薦書を学会へ送付

6. 部門賞・部門一般表彰・フェロー賞

[部門賞]

永年功績賞	新岡 嵩	(秋田県立大学)
永年功績賞	深野 徹	(久留米工業大学)
国際功績賞	笠木 伸英	(東京大学)
研究功績賞	近久 武美	(北海道大学)
技術功績賞	横堀 誠一	(武蔵工業大学)
業績賞	小林 秀昭	(東北大学)

[部門一般表彰]

貢献表彰	店橋 護	(東京工業大学)
貢献表彰	山田 純	(芝浦工業大学)

講演論文表彰

- ・馬場雄也（電力中央研究所），黒瀬良一（京都大学）
「ガスおよび噴霧浮き上がり火炎における火炎片の特性」
- ・中納 暁洋（産総研），前田 哲彦，宗像 鉄雄
「臨界点付近における人工空気の Soret 効果に関する研究」
- ・伊藤 洋平（九大），高橋 厚史（九大），藤井 丕夫（産総研），張 興（清華大学）
「ナノ熱ダイオード素子の計測方法の開発」
- ・吉田 知水（東京大学），白樫 了，高野 清，Christophe Provin，酒井 康行，藤井 輝夫
「HepG2 細胞のエネルギー代謝率の定常測定」

[フェロー賞]

- ・蛭子井 明（慶應大）
「レーザー誘起表面波法を用いた粘性率測定マイクロチップの開発（第一報 マイクロ領域における高速な表面波挙動の観察）」

講習会委員会

第85期講習会委員会活動報告

委員長 鶴田 隆治 (九州工業大学)
幹事 宮崎 康次 (九州工業大学)

2008年度に開催する行事について検討し、昨年東京で実施されて好評であった「伝熱工学資料を教材とした熱設計の基礎と応用」を関西で行うこと、および第7回日韓熱流体工学会議のプレイベントセミナーを開催することとした。詳細は以下の通り。

1. 講習会の企画

テーマ：伝熱工学資料（改訂第5版）の内容を教材にした熱設計の基礎と応用

開催日：2008年12月11日（木）、12日（金）

会場：大阪科学技術センター 405号室

内容：電子機器をはじめ、あらゆる機器で小型化、高性能化が進み、機器の熱設計は重要になっています。2007年度に伝熱工学資料（改訂第5版）の主な改訂部分を中心として伝熱工学の基礎と応用を幅広く網羅する講習会が東京で開催され、好評を得ました。本年度は、2日間を基礎編と応用編に分けて初心者でも伝熱工学の概要を集中して学べるよう内容を整理し、改訂出版される『伝熱工学資料』を教材とし、初心者から実務経験者までを対象とした講習会を開催致します。

1日目（12月11日）

10:00～11:00	全体を見渡す話	西尾茂文（東京大）
11:10～12:40	対流伝熱の基礎	功刀資彰（京都大）
13:40～15:10	沸騰伝熱の基礎	大田治彦（九州大）
15:20～16:50	熱ふく射の基礎と初日のまとめ	牧野俊郎（京都大）

2日目（12月12日）

9:30～11:00	エネルギー機器における伝熱促進技術	武石賢一郎（大阪大）
11:10～12:40	熱設計応用	石塚 勝（富山県立大）
13:40～15:10	ヒートパイプ、振動型熱輸送管	望月正孝（フジクラ）
15:20～16:50	『伝熱工学資料』の付属ソフト（PCを用いた演習）	佐藤 勲（東工大）

[定員] 50名

[参加費] 会員 35,000円、会員外 60,000円、学生会員 18,000円、一般学生 25,000円

（いずれも教材および『伝熱工学資料（改訂第5版）』1冊分の代金を含みます。）

当初は7月の実施を検討したが、伝熱工学資料（改訂版）の出版が間に合わないとのことで、12月に変更した。また、本講習会は関西支部との共催により実施の効率化を図ることとした。なお、講師は現時点での案であり、今後調整を進める予定である。

2. TFEC7（第7回日韓熱流体工学会議）プレセミナーの企画

10月に札幌で開催されるTFEC7（第7回日韓熱流体工学会議）の際に、プレセミナーを開催する。

テーマ：地球温暖化防止策ーアジアの環境保全是日本のエネルギー技術で！

開催日：2008年10月13日（月）13:00～16:00（TFEC7のRegistrationが始まる前の時間帯）

場所：北海道立道民活動センター

スケジュール・講演内容：

12:30～	受付開始	
13:00～14:00	「NEDOにおける省エネルギー技術戦略（仮題）」	
	講師：小熊正人先生（NEDO省エネルギー技術開発部）	
14:00～15:00	「燃料電池技術開発の現状と課題（仮題）」	
	講師：堀美知郎先生（大同工業大学）	

15:00～16:00 「水素の利用技術と熱物性」
講師：高田保之先生（九州大学）

定員：100名

参加費：TFEC7 参加登録者および学生は無料，非登録者は2,000円

年鑑委員会

第85期年鑑委員会最終報告

平成20年2月25日

委員長 井上 剛良（東工大）
幹事 芝原 正彦（大阪大）

1. 日本機械学会誌年鑑の執筆

2007年の熱工学分野に関連した国内外の会議や刊行物を概観して，最新の研究動向や注目すべき論文などについて広く調査を行っていただくために，年鑑委員会内で執筆候補者を決定し，執筆依頼ならびに委員就任依頼を行った．調査内容については，日本機械学会誌8月号（2008年）の機械工学年鑑の熱工学の章で公表される予定である．原稿締切は2008年3月末であり，2008年3月初めには，執筆者（委員）の方へ最終の執筆確認を行う予定である．

年鑑委員会としては，年鑑の章立てを決定した後，各節ごとに執筆担当の委員を以下のように決定した．各委員は，執筆分野の論文動向や研究動向に目を配るように心がけていただいている．

伝熱および熱力学

- | | | | |
|-------------------|---------|----------|---------|
| 1 概説 | (0.7 頁) | 東京工業大学 | 佐藤 勲 先生 |
| 1. 1 熱力学・熱物性 | (0.7 頁) | 九州工業大学 | 宮崎 康次先生 |
| 1. 2 伝熱・エネルギー変換機器 | (1.1 頁) | 東京大学 | 鹿園 直毅先生 |
| 2 燃焼および燃焼技術 | | | |
| 2. 1 燃焼 | (1.0 頁) | 豊橋技術科学大学 | 野田 進 先生 |
| 2. 2 燃焼技術・燃料 | (1.0 頁) | 東北大学 | 丸田 薫 先生 |

学会賞委員会

第85期 学会賞委員会

平成20年2月9日
運営委員会会議資料

第85期（平成19年度）日本機械学会熱工学部門
学会賞委員会 最終報告

本年度の学会賞委委員会の活動状況は以下の通りである．

- | | |
|-------|--|
| 4月28日 | 学会賞委員会委員の選出および依頼の完了． |
| 6月1日 | 7月上旬の学会ホームページへの学会賞公募情報の掲載に先立ち，部門運営委員会委員，学会賞委員会を含む部門所属委員会委員長・幹事に学会賞（論文賞・奨励賞）推薦候補の推薦を依頼した（締切日は，7月14日）． |
| 7月5日 | 学会ホームページへの学会賞公募情報の掲載を部門運営委員会委員，学会賞委員会を含む部門所属委員会委員長・幹事に伝え，併せて推薦候補の推薦の再依頼と締切日の確認をお願いした． |
| 7月14日 | 7月14日の推薦締切日までの推薦件数が少なかったこととAJHTC開催と時期的に重なっていたので，締切日を7月25日まで延長した． |

- 7月25日 7月25日の推薦締切日までに、論文賞候補8件、奨励賞候補6件の推薦を頂いた(参考:昨年度は論文賞7件、奨励賞3件)。推薦頂いた全ての候補に対して、審査関連資料をまとめ、学会賞委員会委員全員へ二次審査を依頼した。依頼と2次審査評価シートの送付は、電子メールで行い、審査関連資料は委員長より郵送にて学会賞委員会委員全員へ送付された。尚、2次審査は別紙の方法によった。(締切日は8月11日)
- 7月26日 学会賞委員会委員全員へ2次審査依頼メールと添付ファイル(2次審査評価シート)の入手確認をお願いした。(締切日8月16日)
- 8月17日 学会賞委員会委員全員による二次審査の結果を集計し、その結果に基づき、委員長と幹事で論文賞推薦候補4件および奨励賞推薦候補3名を選出し部門長への報告案とした。同案を学会賞委員会委員全員に報告してメールにて確認・審議を依頼した。(締切日8月25日)
- 8月25日 確認・審議の結果、論文賞推薦候補4件および奨励賞推薦候補3名を決定した。決定した論文賞および奨励賞推薦候補者の推薦書類の作成を各賞の候補者にメールと電話にて依頼した。(締切日9月3日)
- 9月5日 学会賞委員会の活動状況および論文賞・奨励賞推薦候補者決定に至るまでの経緯について部門長にご説明し、部門長の承認を頂いた。同日、部門長の承認印を頂いた正式推薦書類を学会本部へ提出した。

(注)本年度の学会賞委員会の活動は上記でほぼ終了したが、今後の課題として、推薦候補者への書類作成のお願いが早めに行える様にスケジュールを配慮する必要がある。昨年に続き、第一次推薦は、選定に比較的時間がかかる作業なので、特に注意が必要である。例年、この作業の時期が内外の学会と重なっている為、配慮が望まれる

出版委員会

日本機械学会 熱工学部門 第85期出版委員会

平成20年2月29日

委員長 中部 主敬(京都大学) 幹事 南川 久人(滋賀県立大学)

1. 出版委員会委員

小川邦康(慶応義塾大学, 留任)	小原拓(東北大学, 留任)
高田保之(九州大学, 留任)	中部主敬(委員長, 京都大学, 留任)
藤田修(北海道大学, 留任)	
奥山邦人(横浜国立大学, 新任)	店橋譲(東京工業大学, 新任)
津江光洋(東京大学, 新任)	南川久人(幹事, 滋賀県立大学, 新任)
吉田篤正(大阪府立大学, 新任)	

2. 委員会活動

メールによる協議以外に以下の2回の委員会を開催した。

- ・第1回委員会(平成19年9月11日(火)@関西大学)

出席者(4名):奥山、吉田、南川、中部

議題:1. 昨年度からの引継ぎ事項ならびに現状の報告

2. これまでの出版企画

3. 委員会のあり方, 組織作りの検討

出席者が少なかったのでフリーディスカッションとし、今後の活動計画等を含めて改めて次回に議論することとした。

- ・第2回委員会（平成19年11月23日(金)@京都大学）
出席者（7名）：小原、高田、奥山、店橋、吉田、南川、中部
議題：

0. 前回の報告

1. 昨年度からの引継ぎ事項ならびに現状の報告
2. 委員会のあり方、組織作りの検討

2年を任期として、今年度新任の委員は残留することとし、その中から次年度委員会委員長候補として吉田篤正先生（大阪府立大学）を選出した。また、新幹事を含む次期新任5名を新委員長候補中心に検討することとした。その際、委員選定には伝熱、燃焼、熱物性等の専門分野のバランスにも配慮することとした。

3. これまでの出版企画および今後の企画

出版関連の状況について、出版管理グループや各委員からの情報提供を受けた。一方、本部門として既に提案されている企画について、中止・進展・停滞の現状認識を行い、次年度も継続的にフォローすることとした。また、今後の新たな企画案として、

- ・「機械遺産」をモノグラフで出す企画
 - ・流体工学部門や計算力学部門等の他部門との連携企画
- などの提案もなされたが、具体的動きには至らなかった

日米熱工学合同会議実行委員会

平成 20年 2月 26日

日米熱工学合同会議委員会 85期活動報告

日米熱工学合同会議委員会
委員長：岡崎 健
幹事：花村克悟

本委員会（日米熱工学合同会議委員会；AJTEC07委員会）を2003年に立ち上げて以来、さまざまな議論を重ね、今期、日米熱工学合同会議の開催を果たした。今期の活動を以下に要約する。

1. 第7回日米熱工学合同会議が、2007年7月8日（日）～12日（木）にわたり、カナダのバンクーバーにある Westin Bayshore Resort ホテルで、ASME側が leading society として開催された。ASMEで毎年開催されている“Summer Heat Transfer Conference”との同時期同場所開催であり、さらに“InterPACK’07”とも同時期同場所開催であった。会議名を“2007 ASME-JSME Thermal Engineering Conference and Summer Heat Transfer Conference /InterPACK’07”とした。発表件数は、AJTEC/SHTCが404件、InterPACK’07が287件であった。参加者総数はおよそ830名であった。詳細を「添付資料1」に記す。
2. 上記の会議にJSME側より投稿された論文109件から、AJTEC07委員会のメンバーによって、興味ある論文16篇が選出された。これを日本機械学会の電子ジャーナル“Journal of Thermal Science and Technology (JTST)”にご投稿いただき、査読過程を経て、2008年2月（Vol.3, No.1）に特集号“Special Issue on the 2007 ASME-JSME Thermal Engineering Conference and Summer Heat Transfer Conference”として掲載した。熱工学部門としては電子ジャーナルに移行して初めての特集号となりました。その“Preface”を「添付資料2」に添付します。
3. 日米合同熱工学会議について、次回以降、どのように開催するか、といった議論を重ねた。その結果、以下のように進めることとした。
 - (1) A-J、K-J会議の今後の問題について検討することを前提に、次期の委員長として、菱田公一先生（慶応大学）に、部門長からお願いしていただき、受諾していただいた。
 - (2) 韓国側からもK-J会議の運営や内容について相談を受けているので、A-K-Jを中心に熱工学会議を再検討することとする。

ASME側の窓口となっている Prof. Klausner に、日本側の委員長として菱田先生から今後の運

宮方法や問題点についてお話いただくこととした。

以上 (文責 : 花村)

添付資料 1 第 7 回日米熱工学合同会議の詳細

会議名称 : 2007 ASME-JSME Thermal Engineering Conference and Summer Heat Transfer Conference /InterPACK'07
 会 場 : Westin Bayshore Resort Hotel, Vancouver, British Columbia, Canada
 General Chair: Dr. Rod Douglass (Los Alamos Nat. Lab.)
 JSME Co-Chair: Prof. Ken Okazaki (Tokyo Tech.)
 ASME Technical Program Chair: Prof. Ken Ball (Virginia Polytech. Inst. & State Univ.)
 JSME Technical Program Co-Chair: Prof. Katsunori Hanamura (Tokyo Tech.)

今回での新しい試み。

1. 毎年 ASME で開催されている SHTC との同時期同場所開催 (実質的にはマージされている)。
2. 会場をカナダのバンクーバーとした (通常、米国内)。
3. InterPACK'07 との同時期同場所開催 (1 つの登録で全ての会議に参加可能)。

(1) 発表件数とセッション数

	AJTEC/SHTC	AJTEC	
Molecular, Microscale, and Nanoscale Thermal Engineering Sessions)	80 (19 Sessions)	30	(7
Computational Heat Transfer	65 (15 Sessions)	14 (3 Sessions)	
Bio-Thermal Science and Engineering	11 (3 Sessions)	7 (2 Sessions)	
Thermal Engineering in Reacting Systems	49 (11 Sessions)	32 (7 Sessions)	
Multiphase Transport	59 (14 Sessions)	16 (4 Sessions)	
Thermal Engineering in Energy Systems	62 (16 Sessions)	28 (6 Sessions)	
Heat Transfer Fundamentals	51 (11 Sessions)	38 (8 Sessions)	
(SHTC07) Second International Heat Exchanger Symposium	10 (3 Sessions)		
(SHTC07) Materials Processing and Manufacturing	8 (2 Sessions)		
(SHTC07) Thermal Engineering in the Environment	9 (2 Sessions)		
	404 (95 Sessions)	165	(37
Sessions)			
	InterPACK'07; 287(67 Sessions)		

(2) キーノートスピーチ

- Prof. Arun Majumdar (Univ. of California, Global Energy – Demand, Supply, Consequences, Opportunities)
- Dr. S. V. Patankar (Prof. Emeritus & President, Innovative Research, Inc., Micro and Macro Computational Models for the Prediction of Heat Exchanger Behavior)
- Dr. Kathryn McCarthy (Deputy ALD, Idaho Nat. Lab., The Role of Nuclear Energy in Our Future)
- Prof. Ishwar K. Puri (Virginia Tech., First Principle Simulations of Transport Phenomena at and near the Nanoscale)
- Prof. Yuji Nagasaka (Keio Univ., New Frontiers of Micro- and Nanoscale Thermophysical Properties Sensing)
- Prof. Shigeo Maruyama (The Univ. of Tokyo, Topics of Heat Transfer Related to Single-Walled Carbon Nanotubes)
- Prof. Hiroshi Takamatsu (Kyushu Univ., Freezing of Cells: Role of Ice and Solute in Cell Damage)
- Prof. Hideaki Kobayashi (Tohoku Univ., High-Pressure Combustion Phenomena)

(3) Max Jakob 賞記念講演

- Prof. Kwan-Tzu Yang (The Univ. of Notre Dame, Role of Artificial Intelligence (AI) in Thermal Science and Engineering)

(4) 特別企画

- Special Session: In Memory of Prof. Kenjiro Suzuki
- Panel Discussion - 2nd International Heat Exchanger Symposium: Adopting Heat Exchanger Best Practice and Methodology for Thermal Management of Electronics
- Heat Transfer Visualization Photo Gallery

(5) 参加者総数

およそ 830 名 (AJTEC/SHTC と InterPACK'07 の合計登録者)

添付資料 2 電子ジャーナル「JTST」の“Preface (校正前)”



第7回日韓熱流体工学会議実行委員会

第7回日韓熱流体工学会議 実行委員会
2007年度報告書

実行委員長 工藤一彦

開催予定

日程 2008年10月13日(月)～10月16日(木)

場所 北海道立道民活動センター(かでの27)

札幌市中央区北2条西7丁目

アブストラクト受付状況

2月27日時点(2月29日締切り)で投稿件数は、合計432件、国別の状況は、

Bangladesh	2
Hungary	2
INDONESIA	5
Japan	228
Korea	185
Malaysia	4
Taiwan	2
Thailand	1
U.K.	1
China	2

年次大会委員会

平成20年2月29日

第85期年次大会委員会報告

年次大会委員会委員長 奥山邦人(横浜国立大学)

[1] 年次大会委員会委員

井上 洋(日立製作所)、大竹浩靖(工学院大学)、酒井清吾(横浜国立大学)、中別府修(明治大学)、花村克悟(東京工業大学)、村田 章(東京農工大学)

[2] 熱工学部門の企画

オーガナイズドセッション6件、ワークショップ1件、特別企画シンポジウムの講演1件を企画した。

1. オーガナイズドセッション

(1) 「燃料電池 -課題と基礎研究、そして将来-」(Fuel Cell -Back to Basic and Future-)
(動力エネルギーシステム部門とのジョイントOS)

オーガナイザー: 花村克悟(東工大)、近久武美(北大)

材料開発企業研究者による基調講演 1-2 件、燃料電池展示を含めた1日規模のOSを予定

熱工学部門の世話役: 花村克悟(東京工業大学、炭素循環エネルギー研究センター)

(2) 「燃料多様化と燃焼・化学反応制御」(Fuel Diversity and Combustion/Chemical Reaction Control)

(エンジンシステム部門とのジョイントOS)

オーガナイザー: 井上 洋(日立)、山根浩二(滋賀県立大)

熱工学部門の世話役: 井上 洋((株)日立製作所 電力・電機開発研究所)

- (3) 「ガスタービンにおける熱流動問題」(Thermal-Fluid Problems in Gas Turbines)
 (動力エネルギーシステム部門とのジョイント OS)
 オーガナイザー：武石賢一郎(大阪大)、村田 章(東京農工大)
 熱工学部門の世話役：村田 章(東京農工大学大学院 機械システム工学専攻)
- (4) 「マイクロ・ナノ熱流体システム」(Micro-nano Thermofluid System)
 (流体工学部門とのジョイント OS)、(マイクロ・ナノ関連企画)
 オーガナイザー：渡部正夫(九大)、塚本 寛(九工大)、
 中別府修(明治大)、鈴木雄二(東大)、宮崎康次(九工大)
 熱工学部門の世話役：中別府修(明治大学 理工学部 機械工学科)
- (5) 「流体及び界面におけるナノ構造と流動特性」(Nanoscale structure and flow characteristics in fluids and interfaces)
 (流体工学部門とのジョイント OS)、(マイクロ・ナノ関連企画)
 オーガナイザー：小原 拓(東北大)、米村 茂(東北大)
 熱工学部門の世話役：小原 拓(東北大学、流体科学研究所)
- (6) 「電子情報機器、電子デバイスの強度・信頼性評価と熱制御」(Strength and Reliability, Thermal Management of Electronic and Information Products and Devices)
 (材料力学部門、計算力学部門、情報・知能・精密機器部門のジョイント OS)
 オーガナイザー：于 強(横国大)、三浦英生(東北大)、石塚 勝(富山県立大)、
 吉田和司(日立)
 熱工学部門の世話役：石塚 勝(富山県立大学 機械システム工学科)

2. ワークショップ

- (1) 「高加熱面下の濡れと熱伝達」(Wetting of Liquid and Heat Transfer on a Highly Superheated Surface)
 (熱工学部門単独の WS)
 オーガナイザー：大竹浩靖(工学院大)、光武雄一(佐賀大)、永井二郎(福井大)
 世話役：大竹浩靖(工学院大学 機械工学科)

3. その他の企画

当初企画していた水素エネルギー協会会長太田健一郎横浜国大教授による「水素エネルギー」に関する特別講演は、大会テーマ「エネルギーと環境」に関する特別企画シンポジウムの一環として計画されている日本機械学会・日本工学アカデミー共催の合同シンポジウム「温室効果ガス排出削減への展望」の6件の講演の一つに位置付けられた。

[3]

1. 部門同好会の開催について
 2007年度年次大会と同様、他部門と合同で行うことを予定(実行委員会で調整中)。
2. OS「燃料電池」、「ガスタービンにおける熱流動問題」、「燃料多様化と燃焼・化学反応制御」は、大会テーマ「エネルギー・環境」の特別企画シンポジウムの一環として位置づけられる見込み。

広報委員会

平成20年3月7日

「第85期広報委員会 最終報告」

広報委員会委員長
 二宮 尚 (宇都宮大学)

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：鳥飼 宏之 (弘前大学) 斎藤 寛泰 (名古屋大学)
 丸田 薫 (東北大学) 花井 宏尚 (千葉科学大学)
 白樫 了 (東京大学) 宮崎 康次 (九州工業大学)

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19年7月17日に東京工業大学にて第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。特に、No. 52については、TED Plaza 企画の「研究者が奨める理工学図書」について、種々意見交換を行った。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. 52（10月号）およびNo. 53（1月号）、部門ホームページを介して、電子発行した。No. 54（3月号）は近日中に電子発行予定である。

NL（No. 52）

1. 第85期部門長あいさつ
門出 政則（佐賀大学海洋エネルギー研究センター）
2. TED Plaza
「燃焼研究者の推薦する理工学図書」
3. 鈴木 健二郎先生追悼記事
鈴木 健二郎先生追悼セッション in ASME-JSME 熱工学合同会議
4. 行事報告
第7回日米熱工学合同会議報告
5. 行事予定案内
6. 第85期部門組織
7. その他

NL（No. 53）

1. 2007年度年次大会熱工学部門報告
門出 政則（佐賀大学海洋エネルギー研究センター）
2. TED Plaza
「ポンポン船とスポイト線の推進原理」 東北大学 米村茂、菊川豪太
「燃焼によるナノ粒子の合成について」 慶應大学 横森剛ほか
3. 熱工学コンファレンス 2007開催報告
「熱工学コンファレンス 2007(京都)を終えて」 京都大学 吉田英生ほか
4. 部門賞・一般表彰贈呈式
第84期(2006年度)熱工学部門賞・部門一般表彰贈呈式
5. 行事案内
6. その他

NL（No. 54）

1. 各種委員会活動報告
2. TED プラザ
『熱工学におけるバイオ研究』
凍結と生物
「人体の凍結保存(仮題)」(九大 高松洋)
「微小空間の凍結__細胞内の凍結(仮題)」(東大 白樫了)
光と生体
「生命体の構造に学ぶ熱ふく射反射率制御」(九工大 宮崎康次)
「皮膚のふく射性質(仮題)」(芝浦工大 山田純)
3. 行事案内
4. その他
・編集後記

3. 2 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. 3 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。エラーメールの処理を暫時継続的に行っている。

3. 4 部門ホームページの改訂

部門ホームページのトップページを、学会トップページとのスタイル共通化した。また、プライバシー保護のため、研究者のメールアドレスの記載のあるニュースレターにパスワードを付け、スパムメールの予防措置を講じた。

行事予定案内

部門企画行事案内

● **日本機械学会 2008 年度年次大会**

開催日：2008 年 8 月 4 日(月)～7 日(木)

場 所：横浜国立大学

大会委員長：宇高 義郎(横浜国立大学)

● **The 7th JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference (TFEC2008)**

(第 7 回 日韓熱流体工学講演会)

開催日：2008 年 10 月 13 日()～16 日()

場 所：札幌

Abstract 期限：2008 年 1 月 31 日

部門関連行事案内

● **第 45 回日本伝熱シンポジウム**

開催日：2008 年 5 月 21 日(水)～23 日(金)

場 所：つくば国際会議場

主 催：日本伝熱学会

● **第 29 回日本熱物性シンポジウム**

開催日：2008 年 10 月 8 日(水)～10 日(金)

場 所：日本女子大学 目白キャンパス

新泉山国際交流センター、桜楓 2 号館

主 催：熱物性学会

国際会議案内

—2008 年—

● **The 2nd International Forum on Heat Transfer (IFHT2008)**

開催日：2008 年 9 月 17 日()～9 月 19 日()

開催地：東京

Abstract 期限：2007 年 12 月 31 日

● **The 19th International Symposium on Transport Phenomena (ISTP19)**

開催日：2008 年 8 月 17 日()～8 月 21 日()

開催地：Reykjavic, Iceland

Abstract 期限：December 15, 2007

● **18th Conference on Thermophysical Properties (ECTP2008)**

開催日：2008 年 8 月 31 日(日)～9 月 4 日(木)

開催地：Pau, FRANCE

<http://ectp.univ-pau.fr/>

● **The 13th International Symposium on Flow Visualization (ISFV13)**

開催日：2008 年 7 月 1 日()～7 月 4 日()

開催地：Nice, Riviera, FRANCE

Abstract 期限：November 15, 2007

第 85 期部門組織

熱工学部門運営委員会

- 部門長：

門出 政則 佐賀大学 海洋エネルギー研究センター	小田 哲也 機械工学科 鳥取大学工学部
-----------------------------	------------------------
- 副部門長：

宮内 敏雄 東京工業大学大学院理工学研究科 機械宇宙システム専攻	本田 知宏 福岡大学工学部 機械工学科
-------------------------------------	------------------------
- 幹事：

鈴木 雄二 東京大学大学院工学研究科 機械工学専攻	伊藤 衡平 九州大学大学院工学研究院 機械科学部門
	宮良 明男 佐賀大学理工学部 機械システム工学科
	小野 直樹 芝浦工業大学工学部 機械工学第二科
	中別府 修 明治大学理工学部 機械工学科
- 運営委員：

田部 豊 北海道大学大学院工学研究科 エネルギー環境システム専攻	大曾根靖夫 (株)日立製作所 機械研究所第二部
小原 拓 東北大学 流体科学研究所ミクロ熱流動研究部門	草鹿 仁 早稲田大学理工学部 機械工学科
姫野 修廣 信州大学繊維学部 機能機械学科	橋本 克巳 (財)電力中央研究所 エネルギー技術研究所
桑原不二朗 静岡大学工学部 機械工学科	稲垣 照美 茨城大学工学部 機械工学科
松田 憲兒 三菱重工業(株)名古屋研究所 冷熱研究室	佐藤 春樹 慶応義塾大学理工学部 システムデザイン工学科
田川 正人 名古屋工業大学大学院工学研究科 機能工学専攻	鹿園 直毅 東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻
安里 勝雄 岐阜大学工学部 機械システム工学科	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
蛭子 毅 ダイキン工業(株) 経営企画部	藤井 義久 鹿島建設(株) 環境本部新エネルギーグループ
浅野 等 神戸大学工学部 機械工学科	矢澤 和明 ソニー(株) コアコンポーネント事業グループ
西村 真 (株)神戸製鋼所 技術開発本部開発企画部	横野 泰之 (株)東芝 研究開発センター 機械・システムラボラトリー
田坂 誠均 住友金属工業(株) 総合技術研究所利用技術研究開発部	大澤 克幸 鳥取大学工学部 機械工学科
稲岡 恭二 同志社大学工学部 機械システム工学科	
堀部 明彦 岡山大学工学部	

熱工学部門各種委員会委員長&幹事

- 総務委員会：

委員長： 門出 政則 佐賀大学	●広報委員会：
幹事： 山田 純 芝浦工業大学	委員長： 二宮 尚 宇都宮大学
	幹事： 川口 達也 東京工業大学

● 部門賞委員会

委員長： 宮内 敏雄
東京工業大学 教授
幹事： 鈴木 雄二
東京大学

● 学会賞委員会

委員長： 長坂 雄次
慶応義塾大学
幹事： 白樫 了
東京大学

● 年次大会委員会

委員長： 奥山 邦人
横浜国立大学
幹事： 酒井 清吾
横浜国立大学

● ASME-JSME 合同講演会委員会

委員長： 岡崎 健
東京工業大学
幹事： 花村 克悟
東京工業大学

● KSME-JSME 合同講演会委員会

委員長： 工藤 一彦
北海道大学
幹事： 黒田 明慈
北海道大学

● 講習会委員会

委員長： 鶴田 隆治
九州工業大学
幹事： 宮崎 康次
九州工業大学

● JTST 委員会

委員長： 高田 保之
九州大学
幹事： 小原 拓
東北大学

● 年鑑委員会

委員長： 井上 剛良
東京工業大学
幹事： 芝原 正彦
大阪大学

● 出版委員会

委員長： 中部 主敬
京都大学
幹事： 南川 久人
滋賀県立大学

その他

● 第 85 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： 齊藤 寛泰 (名古屋大学)
白樫 了 (東京大学)
鳥飼 宏之 (弘前大学)
花井 宏尚 (千葉科学大学)
丸田 薫 (東北大学)
宮崎 康次 (九州工業大学)

編集後記

機械工学におけるバイオの研究は、バイオエンジニアリング部門で多くみられるような、材料力学、機械力学、流体力学などの実際に対象である生体に力がかかり変形や移動を伴う現象を記述する基礎理論をバックグラウンドに持つ研究が大半であるように見受けられる。熱工学は、元来は広義の熱力学や速度過程論（輸送現象論）が、熱から仕事を取り出すエネルギー変換に伴う様々な現象を理解する目的に特化して発達した基礎学術であり、上記のような具体的な対象の変形・移動が伴わない点でバイオ（生体）を対象とした場合、機械工学としての特徴が見えにくい。が、今回は熱工学本来の基盤である広義の熱力学（化学熱力学）や輸送現象論（ふく射（電磁気学））に立ち返り、応用の場として生体や、生体の特徴の本質を捉えたエネルギー輸送の制御を対象とした研究を TEDPlaza で紹介した。

はじめの二つの原稿は、生体の凍結保存に関して、個体保存の現状や生体の基礎単位である細胞の凍結保存に関して相変化と核生成の観点から捉えた解説記事である。次いで、ふく射（電磁波によるエネルギー輸送）を専門とする研究者により、皮膚の光学特性に関する研究と蝶の羽の微細構造に学んだふく射エネルギーの波長依存性の制御に関する研究紹介であった。

熱工学で生体を対象としたり、生体に学んで熱工学で重要となる現象に応用する研究例は未だ少ないが、これらの解説が何かの御参考や知的興味の対象として目にとまれば、今回のプラザの役割は果たせたと思う。

（文責：白樫）

©著作権：2008 社団法人 日本機械学会 熱工学部門