



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.68 December 2012

目 次

1. TED Plaza

- 数理計画法を用いたデータセンター空調における最適システムの検討
大藏 将史 (大阪府立大学)
- 金属ベローズを用いた作動流体の熱物性測定
田中 勝之 (日本大学)

2. 2012 年度年次大会熱工学部門報告

3. 熱工学コンファレンス 2012 開催報告

4. プレコンファレンス・セミナー報告

5. 第5回熱工学ワークショップ 開催報告

6. 部門賞・一般表彰贈呈式

7. 書評：「連続体力学の話—流体力学，材料力学の前に」

吉田 英生 (京都大学)

8. 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

8. その他

編集後記

TED Plaza

数理計画法を用いた データセンター空調における最適システムの検討



大蔵 将史

大阪府立大学 助教
大学院工学研究科 機械系専攻
ohkura@me.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

情報通信技術は今日の我々の生活に深く結びついており、エネルギーや水道、物流などと共にライフラインの一つである。特に近年はコミュニケーションの用途に限らず、スマートグリッドに代表されるエネルギーインフラとの融合、遠隔診療、ビッグデータの分析など、その適用分野は多岐にわたる。これらは高速情報通信網の急速な整備、発達に起因するものである。この発達に合わせて情報通信サービスの基盤であるデータセンターの需要も増加傾向にあり、我が国におけるデータセンター設備の建設投資額は2011年から2016年までに年2.6%の増加が予測されている^[1]。一方で、これらデータセンターにおけるエネルギー消費の増加の抑制は大きな課題である。

データセンターの主要機器は、通信を処理し各種サービスを提供するサーバ、ネットワークスイッチ等のICT機器とそれらに電力を供給する配電設備である。またこれらの機器の安定動作のため、年間を通して温度、湿度を適切に調整した空気の供給が必要である。特に近年のデータセンターにおいてICT機器は高密度に設置されており、データセンター全体の消費電力に占める冷房の消費電力は約3割に達する^[2]。従って、空調設備の省エネルギー化はデータセンターの省エネルギー効果に対して大きな影響がある。

筆者らはデータセンター空調に対し、特に空調設備の最適設計、運転指針を得ることを目的として研究を行っている。本稿では筆者らが提案する数理計画法を用いたデータセンター空調モデルを紹介し、特に外気を冷熱源として用いた場合の最適設備構成と省エネルギー効果について分析した結果を報告する。

2. データセンター空調と省エネルギー対策

本研究で想定するデータセンター空調の概略図をFig.1に示す。データセンター空調は室内全体を対象とする空調と異なり、空調機器によって適切な温度、湿度に調整した空気はコールドアイルを経て直接ICT機器へ供給される。この給気はICT機器から発生する熱を得て高温となりホットアイルを経て排気される。ICT機器より発生する熱は顕熱のみであるが、ICT機器の安定動作のためには供給空気の温度だけでなく、湿度を適切な範囲に保つ必要がある。Fig.2はASHRAEによって規定されるデータセンター空調の給気条件の一部である^[3]。データセンターの運用クラスによって給気条件の許容範囲は変化するが、推奨条件として乾球温度18°Cから27°C、相対湿度60%以下かつ露点温度5.5°Cから15°Cの範囲が設定されている。

データセンター空調の省エネルギー対策として、寒冷地の外気を導入する外気冷房が注目を集めており、実際に導入、運用されている^[4]。しかしながら上述のようにICT機器への給気は温度、湿度が適切な範囲内にある必要があり、外気を直接導入できる期間は限られる。特に冬期においては外気の絶対湿度が低下するために加湿を行う必要がある。現在の主な加湿方式は蒸発冷却であるが、蒸発冷却は温度も低下するため、加湿のためには加温を必要とする場合がある。また、水資源の消費という観点からも、蒸発冷却に代わる加湿方式を検討する必要がある。

このように、データセンター空調の冷熱源として外気を利用する場合、その他の冷熱源の設計

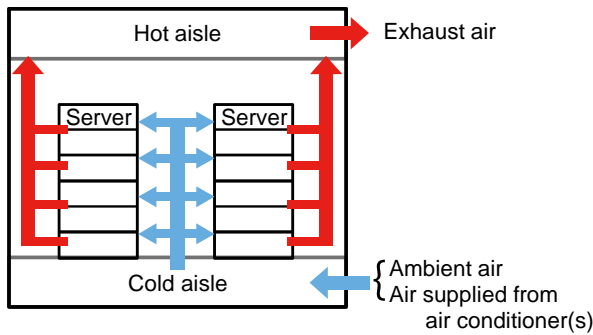


Fig.1 Schematic of air flow of data centre cooling

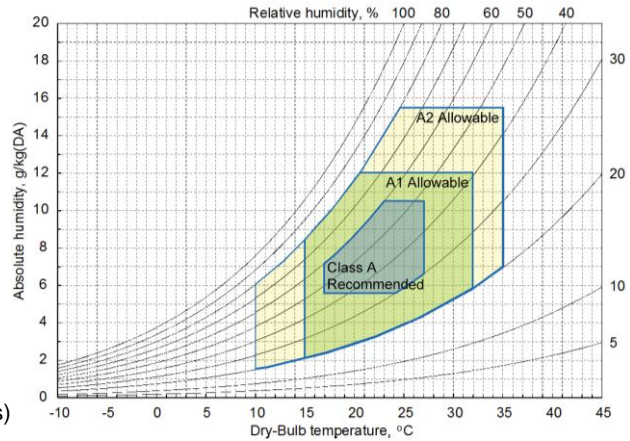


Fig.2 Classified air conditions for data centre cooling^[3]

は外気状態の変動を考慮する必要がある。特に複数の冷熱源を用いる場合、冷熱源から供給される空気の混合比によって給気状態が変化するため、適切な給気条件を満たすように運転方針を決定する必要もある。この設計、運転指針の決定のために、筆者は数理計画法を用いて最適な空調機器の構成や運転時の空気の混合比を検討可能とするモデルを構築した。

3. データセンター空調の数理計画モデル

筆者らが提案するデータセンター空調の数理計画モデルは、空調機より供給される温度、湿度、風量を決定変数とし、エネルギー消費量、水消費量を目的関数とするモデルである。制約条件はコールドアイルの給気状態制約、ホットアイルの排気状態制約、各空調機器の物理制約および特性式による制約、エネルギー収支制約である。Fig.3は本モデルで想定する空気フローである。本研究では、複数の冷熱、温熱供給機器の使用を想定し、各機器から供給される空気の混合空気がコールドアイルを通して ICT 機器に給気される流路を想定する。その際、それぞれの機器から供給される空気の状態および風量はコールドアイルの給気条件を満たすように決定される。従って Fig.3 に示される機器の内、実際に運転される機器は外気条件によって異なる。

各空調機器から供給される空気の混合空気の温度 t_{SUP} は、各空調機器から供給される空気の温度を用いて以下の式(1)で決定される。また、絶対湿度 x_{SUP} も同様に式(2)で決定される。

$$t_{SUP} = \sum_k m_k(i)t_k(i) / m_{SUP}(i) \quad (1)$$

$$x_{SUP} = \sum_k m_k(i)x_k(i) / m_{SUP}(i) \quad (2)$$

ここで、 m_k および t_k , x_k はそれぞれ、各空調機器から供給される空気の風量と温度、絶対湿度である。また、 m_{SUP} はコールドアイルから供給される空気の風量であり、各空調機器からの風量の和に等しい。 i は外気条件が異なる時間単位を示し、本研究では月 ($i = 1, 2, \dots, 12$) である。

ホットアイルへ排気される空気の温度 t_{HA} は ICT 機器から排出される顕熱 Q_s を用いて式(3)で算出される。本モデルでは、ICT 機器の部分負荷による顕熱発生量の変動は考慮していない。

$$t_{HA}(i) = t_{SUP}(i) + Q_s / (c_{AIR} m_{SUP}(i)) \quad (3)$$

ここで、 c_{AIR} は空気の比熱である。また、ICT 機器から排出される熱負荷は顕熱負荷のみであるため、ホットアイル空気の絶対湿度はコールドアイル空気の絶対湿度に等しい。排気の状態 (温度) に対する制約条件は ICT 機器の動作温度条件より決定した。

各空調機器は冷却や加湿により空気状態を変化させ、コールドアイルへと供給する。その際に電力や水を消費する。本報ではその一例として、Fig.3 中の(2)で示される冷凍機による過冷却除湿・再加熱過程および(3)で示される予加熱・蒸発冷却過程について記述する。なお、(4)はデシカント空調機による除湿・加湿過程である。本研究ではデシカント除湿機の実験により得、これを用いて性能特性式を導出し、除湿、加湿過程を設定している^[5]。

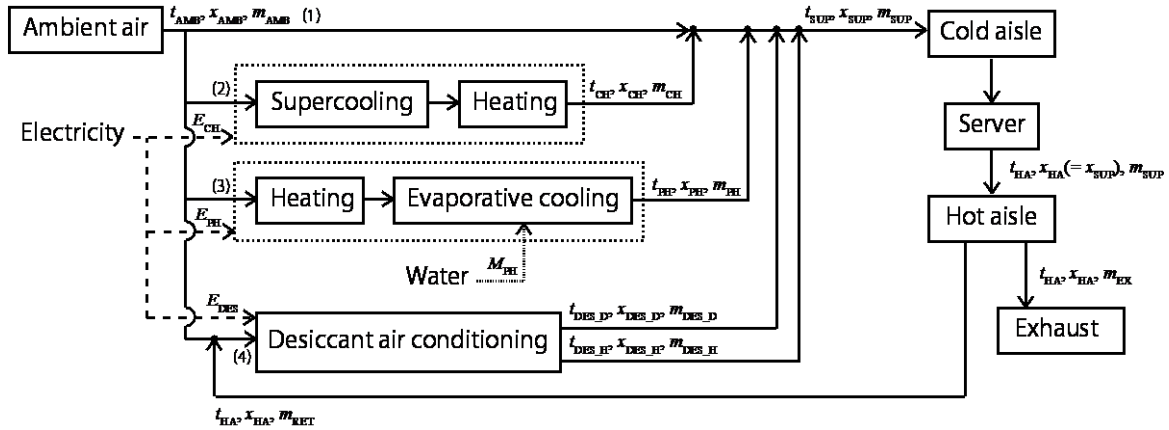


Fig. 3 Air flow of data centre air conditioning system [3]

Fig.3 の(2), (3)の過程はいずれも処理空气に外気を想定する. 従って(2)の過冷却除湿・再加熱過程は外気の湿度がコールドアイル給気条件よりも高い場合に, (3)の予加熱・蒸発冷却過程は外気湿度が給気条件よりも低い場合に使用されると考えられる.

過冷却除湿・再加熱過程における空气状態变化を Fig.4 中の(A)で示す. 外気湿度がコールドアイル空气条件よりも高い場合, 湿度条件を満足する露点まで外気を過冷却し, 空气中的水蒸気を結露させることで除湿を行う. この過程におけるエネルギー消費量 E_{CH} は以下の式(4)で算出される.

$$E_{CH}(i) = (m_{CH}(i)(\Delta h_{SC}(i) + \Delta h_{RH}(i))) / COP \quad (4)$$

ここで, m_{CH} は過冷却除湿・再加熱過程における処理風量である. Δh_{SC} , Δh_{RH} はそれぞれ過冷却と再加熱における空气の比エンタルピ差であり, 式(5), 式(6)より算出される. また COP は冷凍機の成績係数である.

$$\Delta h_{SC}(i) = h_{AMB}(i) - h_{SC}(i) \quad (5)$$

$$\Delta h_{RH}(i) = h_{CH}(i) - h_{SC}(i) \quad (6)$$

h_{AMB} , h_{SC} , h_{CH} はそれぞれ, 外気状態, 露点, 本過程から供給される空气の比エンタルピを示す.

Fig. 4 中の(B)は予加熱・蒸発冷却過程における空气状態の変化である. 冬期の外気は温度が低いので, 当然ながら絶対湿度も低下する. また蒸発冷却過程は断熱過程であるため, 空气状態は等エンタルピ線に沿って变化する. 従って低湿度の外気において蒸発冷却を行い加湿効果を得るには, 蒸発冷却を行う前に空气を加熱する必要がある. 予加熱蒸発冷却過程で消費されるエネルギー量 E_{PH} は, この過程の処理風量 m_{PH} を用いて式(7)で算出される. また, 式(7)における比エンタルピ差は式(5)と同様, 外気と加熱された空气のエンタルピ差である.

$$E_{PH}(i) = (m_{PH}(i)\Delta h_{PH}(i)) / COP \quad (7)$$

本過程の蒸発冷却によって消費される水の量 M_{PH} は予加熱空气と本過程から供給される空气の絶対湿度差 Δx_{PH} と蒸発冷却器の効率 η_{EC} より, 式(8)で決定される.

$$M_{PH}(i) = (m_{PH}(i)\Delta x_{PH}(i)) / \eta_{EC} \quad (8)$$

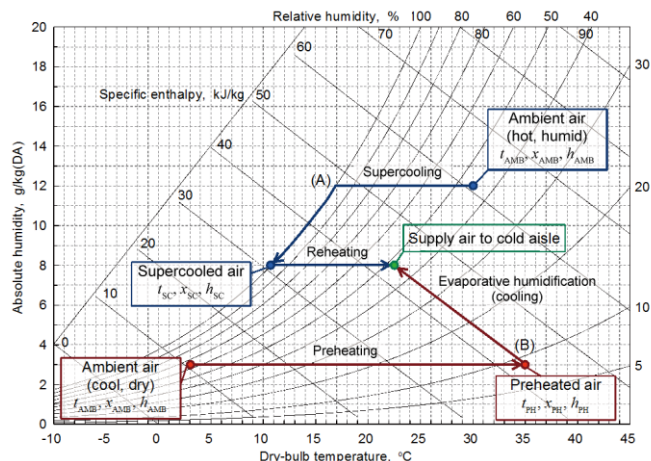


Fig. 4 Changing air condition
(A): Supercooling and Reheating process,
(B): Preheating and Evaporative cooling process

4. 最適空調機器構成・運転条件の検討

本報では最適化計算結果の一例として、外気と過冷却除湿・再加熱過程もしくは予加熱・蒸発冷却過程、さらにデシカント空調機を組合せた際の省エネルギー効果について記述する。

対象とするデータセンターには様々な形態があるが、本研究ではモジュール型データセンターを対象とした。これは、送風経路が短いために送風動力の影響を受けにくいこと、またモジュール単位での増設を可能とするために、空調設備をモジュール単位で設計・運用する必要があるためである。データセンター内に設置される ICT 機器より発生する顕熱負荷は約 50kW に設定した。コールドアイルの空気条件は上述の ASHRAE の推奨空気条件とした。また、ホットアイルの空気温度は 40°C 以下となる制約条件を設定した。外気条件はパラメータとして与え、気象庁により提供される札幌、大阪、那覇の月平均値を用いた^[6]。

検討対象とするシステム構成として 3 つの Case を想定した。Case1 は外気、過冷却除湿後再加熱、予加熱蒸発冷却のいずれか一つのみを選択するものとした。従って、外気条件がコールドアイルの空気条件を満たす月においては外気のみが直接導入され、それ以外の月では過冷却除湿・再加熱過程もしくは予加熱・蒸発冷却過程のいずれかのみが導入される。Case2 は、外気と過冷却除湿・再加熱過程、予加熱・蒸発冷却過程およびホットアイル空気の混合を可能とした場合である、Case3 は Case2 にさらにデシカント空調機によって調湿された空気を混合可能とした場合である。

空調に要するエネルギー消費削減効果に与えるシステム構成の影響を Fig.5 に示す。なお、Fig.5 では大阪の Case1 における年間エネルギー消費量を 1 として正規化した値を示している。外気のみを導入、もしくは空調された空気のみを導入する Case1 においては、那覇の年間エネルギー消費量は大阪よりも約 16% 低く、札幌では大阪とほぼ等しい結果となった。これは Fig.6(A)や(B)に示すように、那覇の特に冬期において、外気がコールドアイル給気条件に近いためである。従って、那覇のように冬期が温暖な地域においては、外気の直接導入および空調機による外気処理が効果的であるといえる。

次に、外気と過冷却除湿・再加熱過程もしくは予加熱・蒸発冷却過程により空調された空気を混合可能とした Case2 を比較すると、札幌や大阪において Case1 に比べ大きなエネルギー消費削減効果が得られた。一方で那覇のエネルギー消費削減効果は小さい。Fig.7 は Case2 において各冷

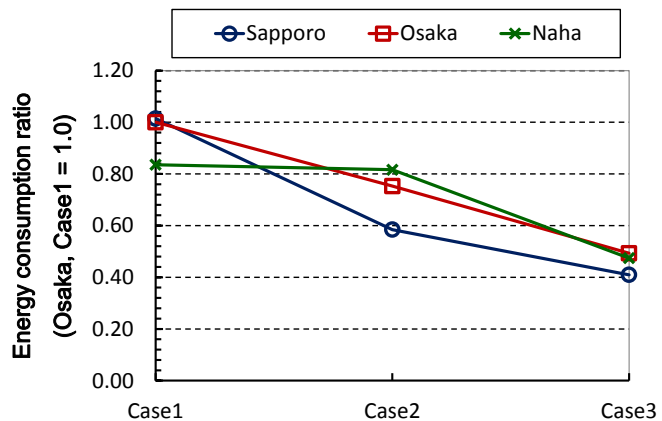


Fig.5 The effect of system configuration on energy conservation of data centre air conditioning

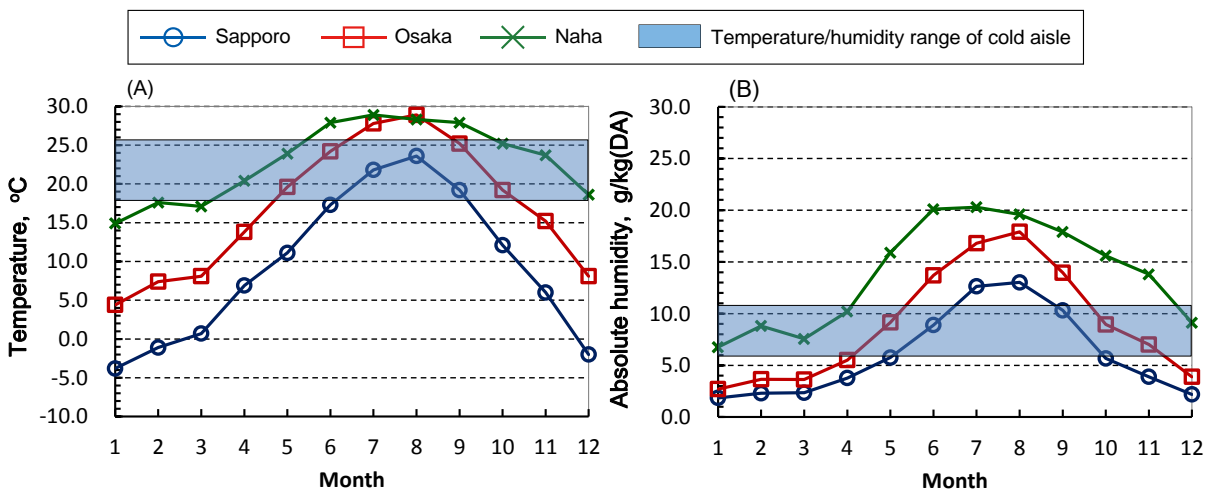


Fig.6 Conditions of ambient air and recommended air of data centre^{[3],[6]}
(A): Temperature, (B): Humidity

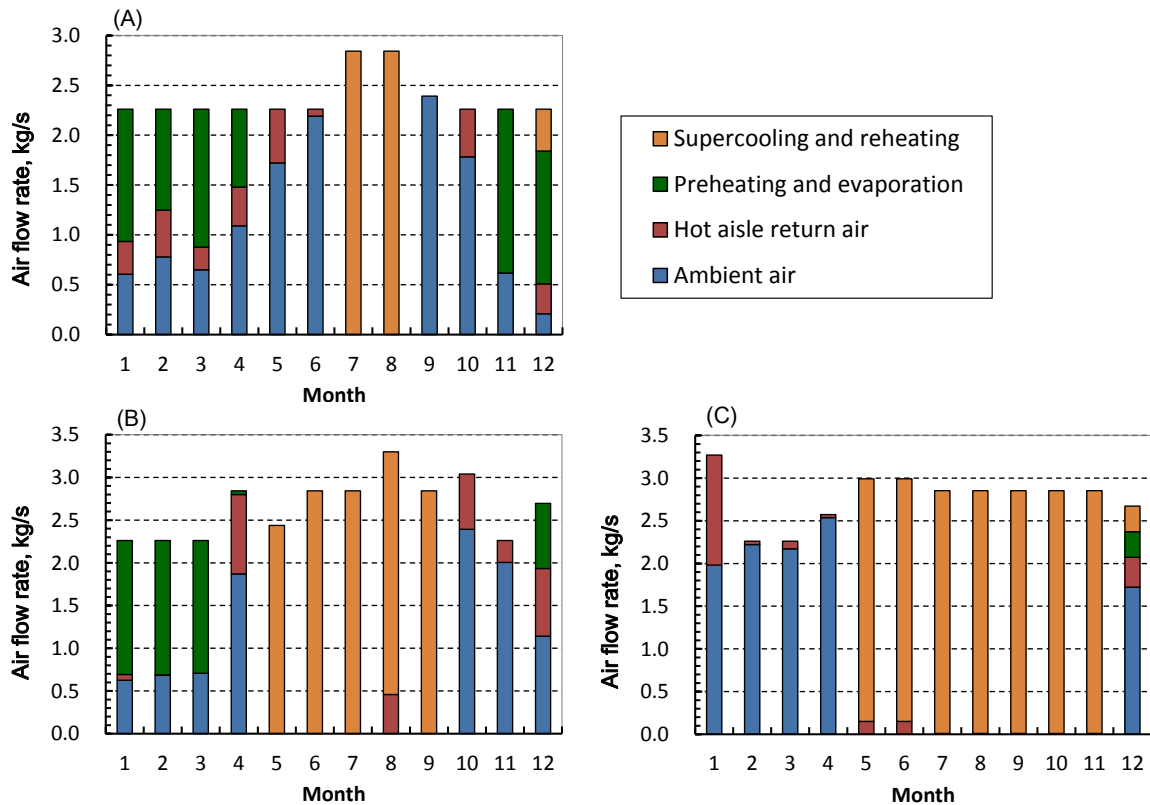


Fig. 7 Supply air flow rate from each cooling source in Case2
(A): Sapporo, (B): Osaka, (C): Naha

熱源から供給される最適な風量であり、(A)に札幌、(B)に大阪、(C)に那覇の計算結果を示す。先に述べたように、那覇においては外気条件がコールドアイル給気条件に近い期間が長い。従って複数の冷熱源の混合は起こるものの、Fig.7(C)に示すように冷熱源の大半が外気のみ、もしくは空調機からの供給空気のみで占められる月が多い。従って Case1 での想定に近い状態となり、Case1 に比べて削減効果は小さくなる。Fig.7(A)で示す札幌では夏期の7月と8月は外気湿度が高いため外気の導入は適していないが、5月と6月および9月と10月の中間期においては外気とホットアイル還気の混合のみで給気可能である。また、外気の導入量は11月から3月にかけて減少した。冬期における外気温度の低下に対しては、ホットアイル還気との混合によってコールドアイルの温度要件を満たすことが可能と考えられる。しかしながら外気温度の低下に伴い外気の絶対湿度も低下し、コールドアイルの湿度条件を満たすことが困難であるために外気の割合を減少したと考えられる。また、外気導入による絶対湿度の減少分を満たすために、予加熱・蒸発冷却過程が導入されている。すなわち、札幌のような寒冷地において外気を導入するためには加湿が必須であることが本モデルからも示唆された。Fig.7(B)で示す大阪においてもほぼ札幌と同様の傾向を示したが、外気とホットアイル還気のみで空調可能となる月は4月と10月、11月の3か月にとどまった。一方で5月から9月においては過冷却除湿・再加熱が必須である。Fig. 5で示すように、大阪の Case2 におけるエネルギー消費削減効果は札幌よりも小さいが、これは外気の利用可能期間が短いことが原因であると考えられる。

Case2 にデシカント空調機を導入した Case3 においては、いずれの都市においてもエネルギー消費削減効果が上昇した。デシカント空調機はハニカム回転式除湿機、顕熱交換機で構成される。除湿機は吸着材によって空気中の水蒸気を吸着し乾燥空気を得ることができ、また除湿機に高温の再生空気を通過させることで、除湿機に吸着した水分を脱着させ、湿潤空気を得ることが可能である。本モデルでは、この再生空気に最高で約 40°C に達するホットアイルの空気を利用可能とした。Fig.8 は那覇の Case3 における供給空気風量の内訳である。Case2 では除湿が必要となる5月から11月において過冷却・再加熱過程が使用されたが、Case3 では5月、10月、11月がデシカント空調機に置き換えられた。しかしながらこれはデシカント除湿機において調湿を行っておらず、ホットアイル空気と外気を熱交換し、温度のみを調整していた。また札幌や大阪においても

デシカント空調による調湿はほとんど導入されなかった。これは、デシカント空調機内の除湿機を通過した空気の温度が上昇し、コールドアイル給気の温度条件を満たさなくなったためであると考えられる。従って、デシカント空調機の導入では低温度における駆動を検討する必要がある。

5. おわりに

データセンター空調の数理計画モデルを構築し、異なる冷熱源からの最適な供給風量を算出することで、外気を利用したデータセンター空調の最適システム構成を検討した。那覇のように、冬期において外気状態がコールドアイル空気条件に近い気象条件では、外気のみを空調機で処理した場合でもエネルギー消費量は札幌や大阪に比べて小さい。一方で冬期において温度と絶対湿度が低下する札幌や大阪の気象条件では外気を直接使用できない期間が長い。しかしながら外気とホットアイル空気、過冷却・再加熱過程や予加熱・蒸発冷却過程との最適な組み合わせによりエネルギー消費削減効果が期待できる。また、デシカント空調機は駆動温度の低下が必要であると考えられるが、顕熱交換機の利用は有効であり、外気との間接的な熱交換に加え、外気湿度の変動に対する調湿用途での利用が期待できる。

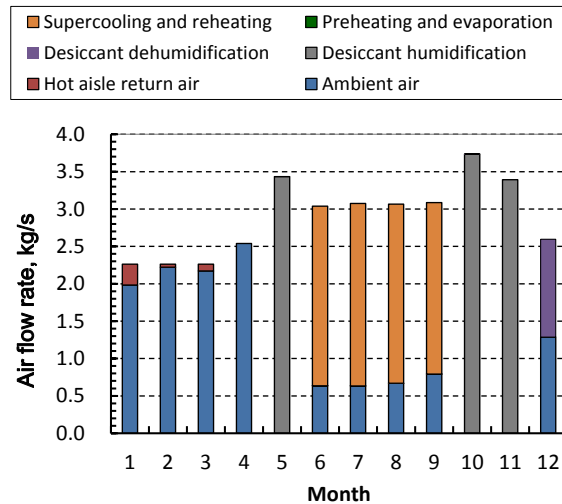


Fig. 8 Supply air flow rate from each cooling source in Case3 (Naha)

参考文献

- [1] IDC ジャパン株式会社, “国内データセンター建設市場予測を発表”, <http://www.idcjapan.co.jp/Press/Current/20120621Apr.html>
- [2] The Green Grid Whitepaper #2, “Guidelines for Energy-Efficient Datacenters”, http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/Green_Grid_Guidelines_WP.pdf?lang=en
- [3] ASHRAE TC 9.9, “2011 Thermal Guidelines for Data Processing Environments – Expanded Data Center Classes and Usage Guidance”, pp.7-8, 2011
- [4] 石狩データセンター | さくらインターネット, <http://ishikari.sakura.ad.jp/>
- [5] 三原大典, 大藏将史, 横山良平, 涌井徹也, “デシカント空調機を用いたデータセンター空調における最適設備構成の検討”, 2012 年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集 (2012), B135.
- [6] 気象庁, “気象統計情報”, <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>.

TED Plaza

金属ベローズを用いた作動流体の熱物性測定



田中 勝之

日本大学 助教 理工学部 精密機械工学科
ktanaka@eme.cst.nihon-u.ac.jp

はじめに

フッ素系化合物は、古くからフロンと呼ばれる冷媒として冷凍サイクルに用いられ、冷蔵用や冷凍用あるいは空調用などに使用する温度に応じた様々な種類のもものが開発されてきた。周知のように、塩素を含むフッ素化合物はオゾン層破壊問題により代替フロンが開発され、その代替フロンも近年の地球温暖化問題によって規制が始まり、さらなる新物質の開発が進められている。エネルギー問題から見ても、ヒートポンプとしてエネルギー変換効率の高い暖房・給湯や産業用蒸気生成利用などの技術開発が進められており、さらには東日本大震災以降、地熱発電や廃熱発電でフッ素系化合物を作動流体としたオーガニックランキンサイクルが注目を集めている。以上の技術開発をする上で、必要不可欠となる作動流体の熱物性は、新物質に対応するだけでなく、新しい利用範囲に応じたデータを提供する必要があり、従来冷凍サイクルの温度範囲をカバーしてきた熱物性計測装置もヒートポンプやオーガニックランキンサイクルなどの比較的高い温度域でも対応できるように変化が求められてきている。

実験装置

上述した機器の設計・開発に必要な熱物性値は、その物質の状態方程式により任意の温度や圧力等で計算できるようになっている。状態方程式は、複数の代表的な熱物性測定値を用いて開発される。代表的な熱物性は、臨界点（臨界圧力、臨界温度、臨界密度）、飽和蒸気圧、飽和密度、 $P\rho T$ 性質 (Pressure-Density-Temperature relationship)、定圧比熱、気液平衡性質（混合物の場合）などが挙げられる。密度や比熱など、測定は容易のように思われるかもしれないが、広い温度・圧力範囲においてデータを取得するには、実験装置は市販のものではなく、独自に開発したものをを用いることになる。ここでは、著者が学生時代に開発した密度・定圧比熱測定装置について述べる。

図1に示したのは、試料容器を含む圧力容器の断面図および試料容器の写真である。図2は圧力容器を含む装置全体概略図である。本測定装置の特徴の一つとして、金属ベローズを試料容器に用いている。金属ベローズは、容積が可変であるので、試料を一度充填すれば、容積の変換する範囲で密度を変えて計測することができる。このことは、一度の試料の充填で多数の状態点におけるデータを得ることができ、新冷媒のような開発当初は貴重な試料に対しても、少量の試料で対応できる利点がある。さらには、金属ベローズ容器は、溶接により密閉されており、ピストン容器のようにO-リングなどは使用しておらず、より広い温度範囲で計測できる。なお、ベローズ容器内に挿入されている温度計とヒーターについても、金属フェルールによるシールとしており、すべて金属であるため、温度の問題だけでなく、新フッ素系化合物に対してもシール材質の相性を気にする必要がほとんどない。試料を充填する際は、金属ベローズの内側を真空状態にした後、試料ボンベから膨張して金属ベローズの内側に導く。金属ベローズの外側には、窒素ガスが充填されており、金属ベローズ内側にある試料の圧力と金属ベローズを介してバランスしてい

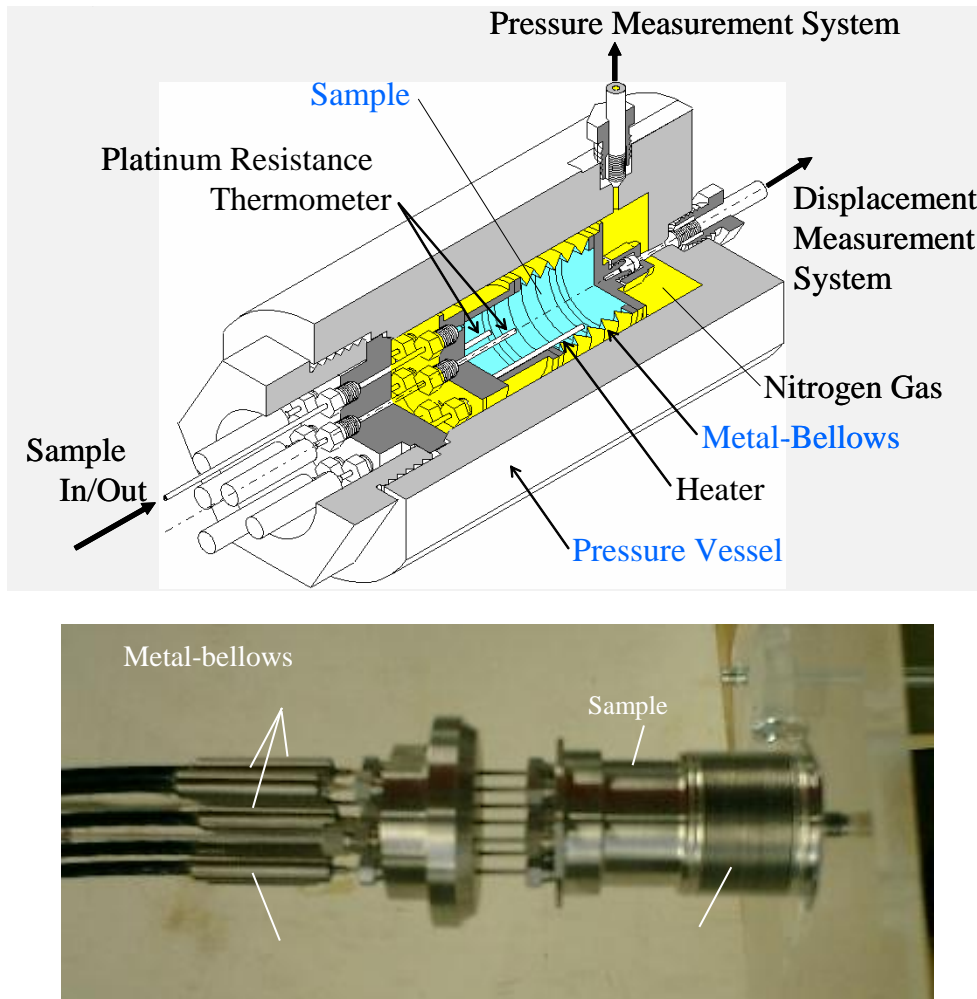


Fig.1 Schematic diagram and picture of sample vessel

る。窒素ガスは、配管で窒素ポンプや圧力計、圧力調節器に接続されており、任意の圧力に設定および測定できる。試料の圧力は、金属ベローズの弾性力による差圧をあらかじめベローズの変位との関係を校正しておくため、窒素の圧力の測定値から差圧分を補正して求めることができる。窒素は、配管で室温部まで引き出されており、圧力センサも常温下で使用することができる。このことは、高温下で測定に対して、特殊な圧力センサを用いることなく、常温下で使用できる高精度なセンサを用いることができる利点がある。窒素ガスは、高圧となるため金属ベローズ容器は、厚肉の圧力容器内に挿入し、圧力容器ごとシリコンオイルの恒温槽内に設置されている。なお、金属ベローズ容器は、試料と窒素ガスの内外から圧力を受けるため、薄肉であっても問題ない。このことは、試料容器の熱容量を小さくできることにつながり、比熱の測定精度の向上に役立つ。試料が流体であるため、容器を用いることは不可欠であり、試料と容器を測定系とするために測定で得られた熱容量の値から容器分の熱容量を差し引き、試料分の熱容量から試料の質量で除して試料の比熱の値を得る。また、このとき金属ベローズによって容器は温度変化と共に定圧下で膨張するので、定圧比熱のデータを得ることができる。なお、定圧比熱の測定原理は、熱緩和法を採用している。一般に比熱は、断熱法が採用されるが、高圧下測定では、加圧システムが不可欠であるため、熱損失を小さくは出来ても断熱とみなす構造とすると複雑になり、その分の熱容量の増加など、他の面で測定精度に影響が現れる。そこで、熱損失をあえて考慮した解析法である熱緩和法を採用している。ただし、熱緩和法を採用するためには、出来るだけ熱損失を抑え、試料と容器からなる系が代表温度を取ることが出来る必要がある。圧力媒体として気体の窒素を用いたのは、圧力媒体からの熱損失を抑えるためでもある。また、試料容器内に挿入している試料加熱用のヒーターと温度変化測定用の温度計のみで試料容器を支えており、熱の逃げる道を出来るだけ小さくし、熱損失を抑えている。この装置を用いることによって、恒温槽で温度

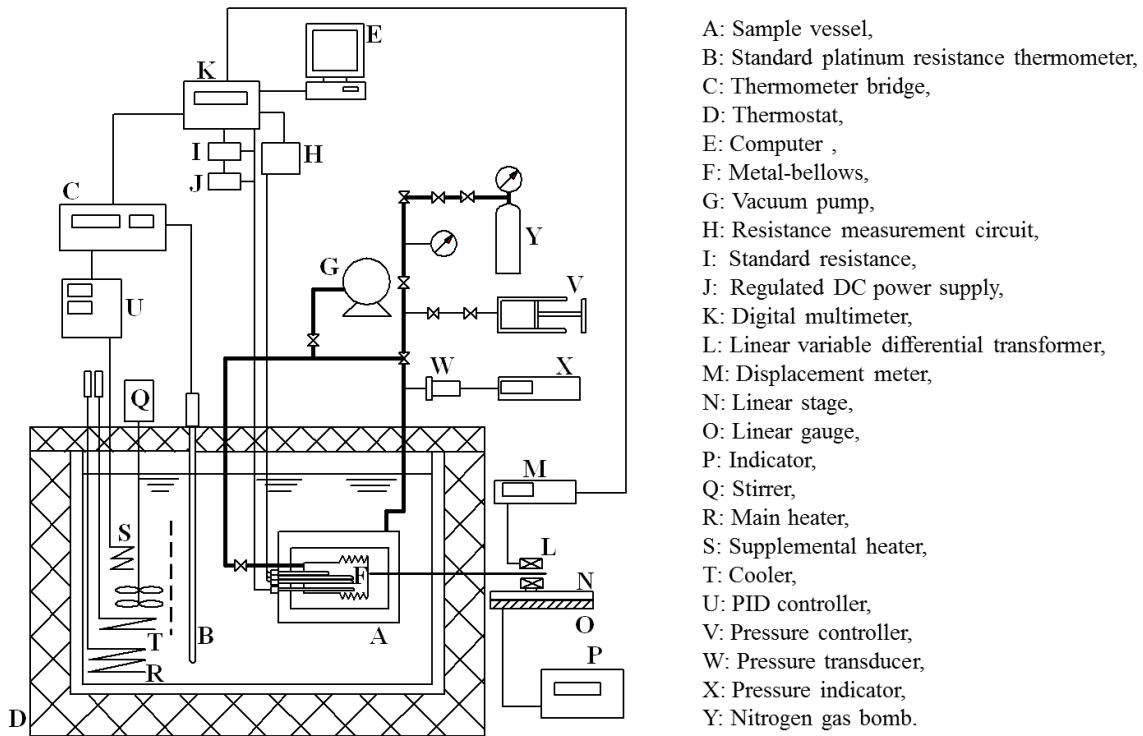


Fig.2 Schematic diagram of apparatus for measuring isobaric specific heat capacity and density

を設定し、窒素ガスで試料の圧力を設定し、安定したところで金属ベローズの容積を測定して、密度を決定する。なお、金属ベローズの容積は、ベローズの先端に取り付けたロッドにLVDT センサを取り付け、ベローズの伸縮に伴いセンサが移動し、圧力配管を介してロッドの外側にある変位検出器で変位を測定できるので、その変位に対する容積の関係をあらかじめ水を用いて校正している。ある温度・圧力において密度を決定したら、試料容器内のヒーターで試料を加熱し、容器内の温度計で温度変化履歴を記録し、熱緩和法による解析で定圧比熱を決定する。一つの状態点で密度と定圧比熱を決定したら、圧力を変えて等温線に沿って同様に密度と定圧比熱を測定する。このとき、測定は液相の高圧側から開始し、一定間隔で圧力を下げていき、飽和状態になるまで続ける。なお、定圧比熱は、精度の関係上、液体のみでおこなうが、密度は、液体のほか、気液2相域および気体まで測定可能である。ただし、金属ベローズの可動範囲の関係で、一度の充填で全領域はカバーできない。しかし、試料を回収しながら、全領域にわたって測定することは可能である。その結果、この装置で測定できるのは、液体の定圧比熱、液体の密度、気体の密度、飽和蒸気圧であり、さらに得られた密度と圧力の等温線と飽和蒸気圧により、飽和液体密度と飽和気体密度、飽和液体比熱を決定でき、蒸発潜熱も決定できる。これらのデータは、広い温度範囲でおこない、他の温度においても同じ圧力に設定して測定をおこなうことで、密度と定圧比熱の等圧線に沿ったデータとして整理できる。また、温度と圧力をパラメータとした相関式を作成し、状態方程式の開発のための情報を提供する。

測定結果

カーエアコンで広く用いられている冷媒 HFC-134a も地球温暖化係数が大きいので、これに替わる冷媒 HFO-1234yf が開発された。ここでは、金属ベローズを用いた本装置によって測定した熱物性データを示す。310K~360K の温度範囲において 10K 間隔、5MPa までの圧力範囲で測定を行った[1-3]。

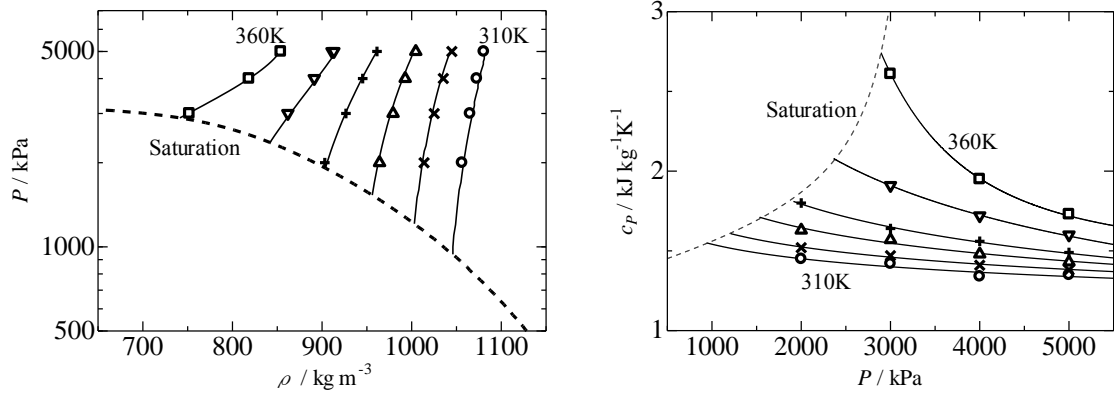


Fig. 3 Density and isobaric specific heat capacity of liquid for HFO-1234yf

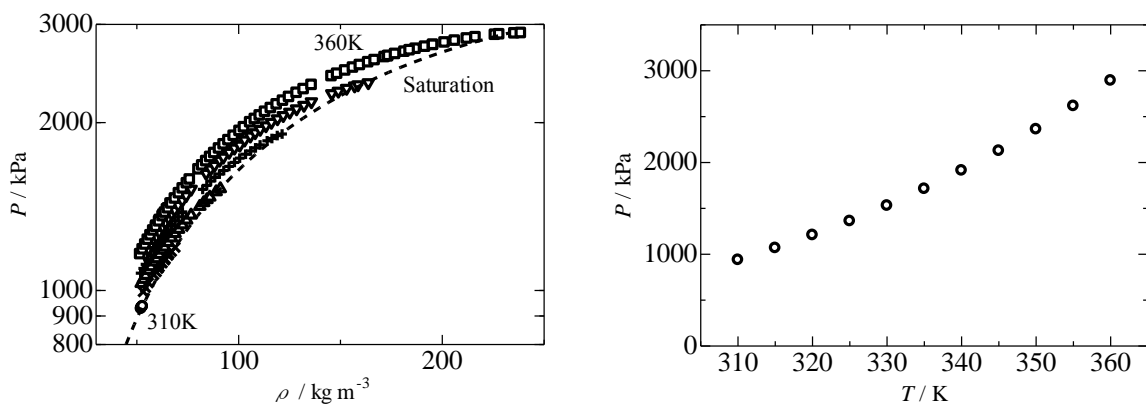


Fig. 4 Density of gas and saturated vapor pressure for HFO-1234yf

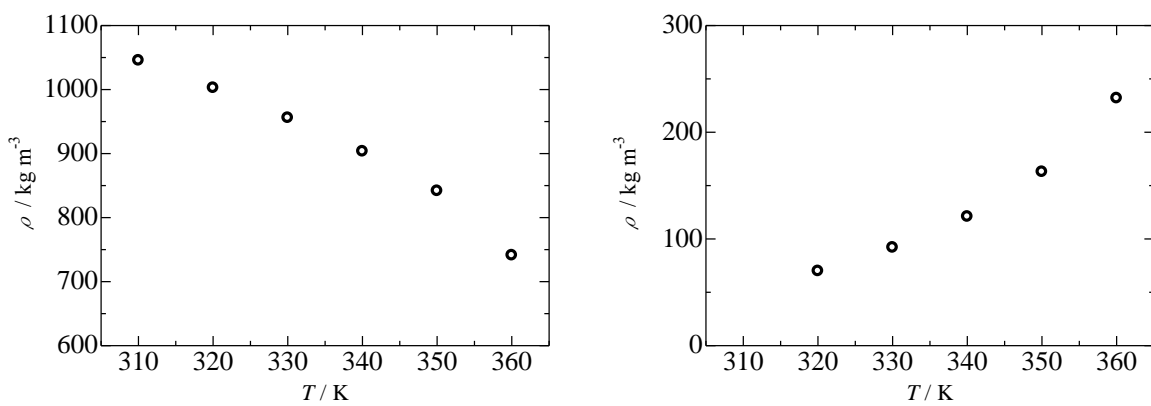


Fig. 5 Saturated liquid and gas density for HFO-1234yf

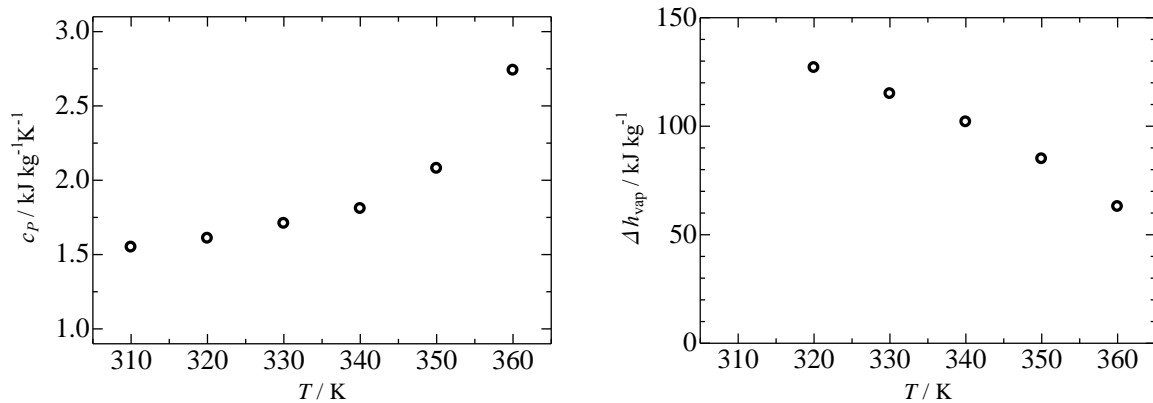


Fig. 6 Saturated specific heat capacity and latent heat of vaporization for HFO-1234yf

これらの測定データを基に HFO-1234yf の状態方程式が開発されており[4]、またデータベース集も出版されている[5]。

おわりに

今後は、カーエアコンだけでなく、様々な冷凍・空調機器で地球温暖化の影響が小さい冷媒への代替が進められ、各機器の動作温度範囲に対応する冷媒の探索が必要となると思われるので、本測定装置を用いてそれらの冷媒の熱物性データを提供していきたいと思う。また、先に述べたように、冷媒だけでなく、高温利用のヒートポンプや、オーガニックランキンサイクルに用いる作動流体の探索も盛んになるとと思われるので、比較的高温域に対応可能である本測定装置の活躍の場を期待したい。

参考文献

- [1] Katsuyuki Tanaka and Yukihiro Higashi, "Thermodynamic Properties of HFO-1234yf (2,3,3,3-Tetrafluoropropene)", *International Journal of Refrigeration*, 33(5), (2010), pp.474-479.
- [2] Katsuyuki Tanaka, Yukihiro Higashi, and Ryo Akasaka, "Measurements of the Isobaric Specific Heat Capacity and Density for HFO-1234yf in the Liquid State", *Journal of Chemical & Engineering Data*, 55(2), (2010), pp.901-903.
- [3] 田中勝之, 東之弘, "HFO-1234yfの気相域における P ρ T 性質", *日本冷凍空調学会論文集*, 28(1), (2011), pp.51-61.
- [4] Ryo Akasaka, Katsuyuki Tanaka, and Yukihiro Higashi, "Thermodynamic Property Modeling for 2,3,3,3-Tetrafluoropropene (HFO-1234yf)", *International Journal of Refrigeration*, 33(1), (2010), pp.52-60.
- [5] 赤坂亮, 粥川洋平, 田中勝之, 東之弘, *JSRAE Thermodynamic Tables HFO-1234yf*, 日本冷凍空調学会, (2010).

2012 年度年次大会熱工学部門報告

第 89 期熱工学部門年次大会実行委員会 委員長 多田 幸生 (金沢大学)

日本機械学会 2012 年度年次大会が 9 月 9 日 (日)～12 日 (水) に亘り、金沢大学を主会場として開催されました。会期 4 日間のうち、第 1 日目には市民開放行事が金沢駅および兼六園周辺の施設で行われ、東日本大震災特別企画など 17 件の企画が実施されました。第 2 日目以降、学術講演会が金沢大学の角間キャンパスで行われました。

年次大会の特徴は機械学会の全部門が一同に会するところにあり、熱工学部門でも部門横断セッションを中心に講演が企画されました。熱工学部門のオーガナイズドセッションとしては、「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、流体工学部門、熱工学部門の共同企画、セッション数 5、講演数 18)、「マイクロ・ナノスケールの熱流体现象」(流体工学部門、熱工学部門、マイクロ・ナノ工学部門の共同企画、セッション数：5、講演数：28)、「乱流における運動量、熱、物質の輸送現象」(流体工学部門、熱工学部門の共同企画、セッション数：4、講演件数：24)、「燃料電池・二次電池とナノ・マイクロ現象」(流体工学部門、計算力学部門、材料力学部門、熱工学部門、動力エネルギーシステム部門、マイクロ・ナノ工学部門の共同企画、セッション数：5、講演件数：27)、「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、材料力学部門、計算力学部門の共同企画、セッション数：3、講演数：13) の 5 セッションで計 110 件の講演発表があり、他部門の研究者を交えた活発な討論が行われていました。熱工学部門の一般セッションでは、伝熱関連 (セッション数 3、講演件数：17 件) 燃焼関連 (セッション数：2、講演件数：9)、エネルギーの有効利用関連 (セッション数：1、講演件数：6 件) が開催され、計 32 件の研究成果が発表されました。また、熱工学部門企画のワークショップ「沸騰伝熱徹底討論 X II」では研究会報告や応用例の紹介など 3 件の講演があり、文字通り「熱い」研究討論が繰り広げられました。

金沢大学のキャンパスは北地区 (A 会場)、中地区 (B 会場)、南地区 (C 会場) の 3 つからなります。同じキャンパス内であっても各地区の移動に時間がかかるため、できるだけ関連する研究発表が同じ会場になるよう、全体のプログラム編成ではかなり苦勞を要しました。ご関心のある研究分野によっては休憩時間の確保や講演室の移動などについてご不便をお掛けしたかも分かりません。どうぞご容赦ください。また、大会テーマが「日本再生に向け新たな未来を切り拓く機械工学 (エネルギー、クオリティーオブライフ、オープンイノベーション)」であったこともありますが、他部門企画のワークショップ等においてもエネルギー関連技術の発表が見られ、日本再生に向けてこの分野の一層の進展が求められていることを感じさせる大会となりました。

部門同好会は 9 月 10 日 (月) の夕刻より、熱工学、計算力学、流体工学、動力エネルギーの 4 部門合同で、金沢大学のキャンパス内にあるすみれ亭において開催されました。いろいろな部門と交流を深めた方が良いとの実行委員会での意見もあり、昨年度とは一部異なる部門との合同開催となりました。参加者数は全体で 63 名 (うち当部門は 14 名) でした。各部門の代表者から御挨拶をいただき、たいへん盛況で、各部門間の情報交換など有意義な会になりました。4 つの部門の中で、熱工学部門が最も出席率が高く、ご参加くださった皆様にお礼申し上げます。

本年度の年次大会も滞りなく終了し、今回ご尽力頂いたオーガナイザーの皆様、貴重な研究成果をご発表いただいた講演者の皆様、部門賞評価の採点など種々のご協力を賜りました座長の皆様に厚く御礼申し上げます。2013 年度に岡山で開催される年次大会にはさらに多くに皆様のご参加を賜り、研究発表を通じての情報交換と交流を深めていただければ幸いです。



年次大会総合プログラム表紙

熱工学コンファレンス 2012 開催報告

実行委員会委員長
富村寿夫 (熊本大学)

今年度の熱工学コンファレンスは、熊本大学 黒髪南キャンパスにて、平成 24 年 11 月 17 日(土)と 18 日(日)の 2 日間にわたって開催され、465 名もの多くの皆様にご参加いただき、学術講演 264 件、懇親会参加者も 180 名を超える規模となりました。

今回のコンファレンスは、11 月 13 日(火)から 15 日(木)の 3 日間、長崎で開催された The Third International Forum on Heat Transfer (IFHT2012)、同じく 19 日(月)から 22 日(木)の 4 日間、New Zealand で開催された The 23rd International Symposium on Transport Phenomena (ISTP-23) の間に挟まれたスケジュールとなり、準備段階では、参加者数の減少を心配していました。しかし、オーガナイザーの皆様のご多大なご尽力のお蔭をもちまして、予想を大幅に上回る盛会となりました。オーガナイザーの皆様には、重ねてお礼申し上げます。

九州・沖縄地区での開催は、前身の熱工学講演会から数えて、10 年ぶりとなります。3 年前、山口大学・常盤台キャンパスで開催された熱工学コンファレンス 2009 の会場で、京都大学・吉田先生ならびに慶應義塾大学・菱田先生から、コンファレンス 2012 の熊本大学での開催についてお声掛けをいただきました。当時、九大から転任して 1 年足らずでしたので、一瞬ご返答に躊躇しましたが、熊大には、過去、第 36 回日本伝熱シンポジウム(平成 11 年 5 月)ならびに 2006 年度年次大会(平成 18 年 9 月)を開催した実績とノウハウがあり、またその経験を積んだ多くの教員がいることを考え、喜んで開催させていただくことにいたしました。

コンファレンス初日は、前日までの天気とは打って変わり、早朝から生憎の強い風雨に見舞われましたが、熊本駅前から交通センターを経由する臨時バスなどをご利用いただき、大きな混乱もなくスタートを切ることができました。また、講演会場として工学部 2 号館全館を利用し、計 11 室を用意しましたが、いずれの会場でも活発な議論や意見交換が行われていました。

今回、開催地ならではの試みとして、工学部技術部のご協力をいただき、初日の 11 時から 14 時 30 分の時間帯に、国指定重要文化財であるとともに日本機械学会の機械遺産第 2 号に認定されている工学部研究資料館の開館を実施いたしました。館内には、明治から大正期にかけて購入された 11 台の工作機械群が動態保存されており、短い時間ではありましたが、80 名を超える方々にご見学いただいたと伺っています。また、もう一つの新しい試みとして、九州大学の高松先生、伊藤先生、濱本先生が企画された「OS19 熱工学ギャラリーコレクション」が、2 回目となる今回は、ランチョン形式で実施されました。このセッションの趣旨は「論文には載せられなかった動画や教育に効果的な動画や画像をここで発表し、多くの人に使用してもらうことを目的として、その公開方法や新しい電子出版の方法を検討する」ことにありますが、用意した 100 食の弁当がほぼ完売状態でしたので、実数では 100 名を超える皆様のご参加があったものと思います。

午後のセッション終了後、15 時 30 分から、工学部百周年記念館にて部門賞・一般表彰贈呈式が執り行われ、引き続き 16 時から、熊本大学・伊藤重剛先生による「五高記念館に見る明治気質」と題した特別公演会が開催されました。先生は建築学科の教授を務められていますが、本学の国指定重要文化財である五高記念館の館長も兼務されており、平成 17 年から、五高記念館の平日開館を推進されています。前段の 30 分の講演では貴重な写真や建築図面などを多用した分かりやすいお話をいただき、後段の 1 時間で、ご講演いただいた五高記念館を実際に見学する機会を設けていただきました。参加者の皆様は、夏目漱石やラフカディオ・ハーンなどが実際に教鞭を執った復元教室に佇まれ、明治の時代の教育に、それぞれの想いを馳せられたことと思います。



鹿本農業高等学校・郷土芸能伝承部の皆様による
山鹿灯籠踊り



熊本大学学長・谷口 功先生からの
歓迎のご挨拶



熱工學部門長・近久先生による
乾杯のご発声



熊本大学工学部長・里中 忍先生による
お開きのご挨拶と一本締め

夕方 18 時 30 分から開催された懇親会は、山鹿市の鹿本農業高等学校・郷土芸能伝承部の女子部員の皆様による山鹿灯籠踊りのご披露で始めさせていただきました。清楚な和服と和紙だけで作られた灯籠を頭にのせた幻想的な踊りに、うっとりとしたのではないのでしょうか。その後、熊本大学学長・谷口 功先生からの歓迎のご挨拶、熱工學部門長の北海道大学・近久先生からの乾杯のご発声をいただき、アルコールを片手に、久しぶりに旧交をあたためただけいたしたものと思います。途中、部門賞・一般表彰受賞者代表として、神奈川大学・庄司先生のスピーチ、さらに次期コンファレンス実行委員長の弘前大学・伊藤先生から熱工學コンファレンス 2013 の開催案内をいただきました。最後に、予定時間を 30 分過ぎた 9 時、熊本大学工学部長・里中 忍先生の本締めでお開きといたしました。

本コンファレンスを実施するにあたり、前年度ご担当の静岡大学・中山先生ならびに桑原先生から開催に関する貴重な資料をお送りいただきました。また、日本機械学会総務グループの大通千晴様には、コンファレンスで使用する備品などの準備と送付、早朝からの受付業務、運営に関する助言など、様々な場面でお助けいただきました。この場を借りて厚くお礼申し上げます。さらに、幹事の小糸准教授を中心とした若手実行委員会のメンバーならびに熱流体系研究室の学生諸君の努力と奮闘に心から感謝いたします。

最後になりましたが、熱工學部門広報委員長の明治大学・中別府先生から、本開催報告に掲載した写真のご提供をいただきました。実行委員会のメンバー誰もが、コンファレンスの運営と進行で頭の中が一杯で、写真撮影まで気が回らず、大変助かりました。ここに記して、謝意とさせていただきます。

プレコンファレンス・セミナー報告

東京大学生産技術研究所
鹿園直毅

熱工学部門では、去る平成24年11月16日（金）に熊本大学くすの木会館において、熱工学コンファレンス2012プレコンファレンス・セミナーを開催致しました。本セミナーには78名の参加者が集い、熱に関わる新技術の企画や基礎研究、および新しい熱技術へのニーズなどについてご講演頂きました。半数弱の参加者が産業界からであったのも特徴的で、熱研究への関心が近年むしろ高まってきているのではないかと感じられました。

最初のご講演者である(株)神戸製鋼所の猿田浩樹氏からは、「小型バイナリー発電機の商品開発」というタイトルで、昨年同社から発売された60kWの小型バイナリー発電システムについてご講演頂きました。100℃以下の温水を熱源とした発電でありながら、40万円/kWというこの容量では超低価格な製品を開発できたこと、しかも企画から販売まで約2年という非常に短い期間で開発できたということは大きな驚きでした。量産技術を徹底的に転用するなど、企画時から事業を強く意識していたからこそ、このような機器が開発できたのだと思います。

二件目のご講演は、(株)デンソーの八束真一氏から、「液体ピストン蒸気エンジンの提案」というタイトルで、往復動を利用した新たな蒸気機関のご紹介がありました。本エンジンは単一容器に単一のピストンをつけただけの非常に簡単な構成で、高温部と低温部を気液界面が往復することで仕事を取り出す新しい形式の蒸気エンジンです。高温部300℃、低温部90℃の温度差で12.4%の図示効率が得られているなど、実力も大したものですが、誰にも思いつきそうでありながら誰も取り組んでこなかったまさにコロンブスの卵のような技術ではないかと思えます。構成はシンプルですが、非定常の振動二相流という現象は非常に難しく、従来の伝熱の体系では設計には必ずしも十分ではないことなどが紹介されました。このような新しい機器には、多くの伝熱研究のニーズが潜んでいると言えます。

最後のご講演は、(株)豊田中央研究所の志満津孝氏から、「自動車における熱技術」とのタイトルで、自動車というクローズドでしかもダイナミックレンジの広い複雑システムにおける熱マネジメントの難しさについて、判りやすく解説頂きました。熱を蓄えて送ることで時空間的な熱需給の不一致を解決できれば実効燃費の大きな改善につながることや、量的なバランスだけでなく温度域の不一致も問題であることなど、厳しい使用条件である自動車ならではの課題についてお話し頂きました。ハードルは高いですが、このような極めて高い技術目標とコスト目標が達成できれば、他の分野へも大きな波及効果が期待できると考えられます。

これらの新しい挑戦に関するご講演を通じて、新しい熱研究テーマのヒントを得た参加者も多かったのではないのでしょうか。このような機器側からの新しいニーズと、基礎研究から産み出される新しいシーズ技術を融合させる努力を継続することこそ、将来の熱工学の発展に繋がるものと考えます。



図 セミナーの様子

第5回熱工学ワークショップ 開催報告

第90期熱工学部門幹事 津島将司（東京工業大学）

今年度の熱工学ワークショップは、神奈川県湘南国際村センターで平成24年11月3日（土）と4日（日）の二日間にわたり開催されました。熱工学ワークショップは、熱工学部門の活性化を目的として、平成20年に今回と同じく湘南国際村センターにて第1回が開催されました。その後、毎年、秋に開催され、熱海市や神戸市六甲山を経て、再び、湘南での開催となりました。全参加者が合宿形式で一泊二日をともに過ごし、熱工学に関連する最新の動向や、普段の学会では聞けないワークショップならではのお話を講師の先生方にご披露いただいています。今年度は、第1部（初日）は産業界、第2部（二日目）は学界から、次のような講師の先生方をお招きいたしました。

- ①飯山明裕氏（日産自動車（株））：自動車と熱工学－深化・拡大する機械系技術者の研究領域－
- ②梶藤氏（日本電産（株））：モーターと熱技術－世界一からのさらなる挑戦－
- ③田中茂雄氏（太盛工業（株））：新たな機能性材料としての多孔質金属－金属粉末射出成形がもたらすブレークスルー－
- ④丸田薫氏（東北大学）：低エクセルギー損失燃焼とそのインパクト
- ⑤長坂雄次氏（慶應義塾大学）：熱物性研究－熱・運動量・物質輸送の理工学に魅せられて－
- ⑥鹿園直毅氏（東京大学）：熱エネルギー技術－産と学の視点をふまえた新たな展望－

自動車という完成品から、モーターというモジュール、そして、機能性材料としての多孔質金属、とまさに熱工学がカバーする領域が多岐にわたり、その上で、様々な課題の解決が熱技術に関連して求められていることが、産業界の皆様からの期待とともにご紹介をいただきました。いずれも、元氣と激励に満ちたお話であり、同日夜の意見交換会でも大いに盛り上がりました。二日目には、大学の先生方から、これまでの経験と発想や着想の原点、そして、将来展望について、特に若い研究者に向けたご講演をいただきました。普段聞くことができない多くの失敗談や研究構想の思考プロセス、さらに、研究者としてのターニングポイントや将来への思い、など、刺激にあふれたお話をいただきました。

行楽シーズンの週末にもかかわらず約40名の方にご参加をいただきました。この場をお借りしてお礼申し上げます。初日の夜には、恒例の意見交換会を行い、熱工学部門の有する課題なども含めて、参加者が一同に会し、時間も経つのも忘れて議論と懇親を深め、盛会のうちに終えることができました。講師の先生方には、ご多忙中にもかかわらず新たにご講演資料をご準備いただいた上で、大変、貴重なお話をいただきました。あらためまして深くお礼を申し上げます。

来年度の熱工学ワークショップの開催については、すでに熱工学部門運営委員会で議論をはじめています。期間を熱工学コンファレンスの前々日から一泊二日として、場所を熱工学コンファレンスの開催地である弘前周辺で開催する、という案もございます。特に博士課程、修士課程の学生さんを含めて、若い研究者の方には、会社、研究所、大学という組織から離れて、そして世代を超えて、いろいろな方と出会い、知り合うことができる貴重な機会であると思います。是非、これまでにご参加の皆様に加えて、新たなご参加をお待ちしています。

最後に、今年度の開催にあたっては、講師の皆様は勿論のこと、菅原香織様（湘南国際村センター）、近久武美先生（熱工学部門長）、永井二郎先生（前部門幹事）、大通千晴様（日本機械学会熱工学部門担当）をはじめ多くの方々のご支援とご助力をいただきました。いろいろと至らない点多々あったかと思いますが、部門活性化という目的とともに、一参加者としても大変、有意義かつ楽しいワークショップになったと思っています。皆様に心よりお礼を申し上げます。



図1. 近久部門長の開会の挨拶



図2. 質疑の様子

部門賞・一般表彰贈呈式

第89期（2011年度）熱工学部門賞・部門一般表彰 受賞者一覧（敬称略）

熱工学部門賞

功績賞（永年功績賞）	河村 洋（諏訪東京理科大学学長）
功績賞（永年功績賞）	庄司 正弘（神奈川大学工学部長）
功績賞（研究功績賞）	円山 重直（東北大学教授）
功績賞（技術功績賞）	森 治嗣（北海道大学教授）
業績賞	鶴田 隆治（九州工業大学教授）

部門一般表彰

貢献表彰	中山 顕（静岡大学教授）
	白樫 了（東京大学准教授）

講演論文表彰

<2011年度年次大会>

- ・「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」
伊東弘行（北海道大学）、酒井雄人（北海道大学）、井田民男（近畿大学）、若月薫（消防研究センター）、藤田修（北海道大学）

<熱工学コンファレンス 2011>

- ・「水平設置平板の面内方向熱伝導率測定法」
大串哲朗（広島国際大学）、小林孝（三菱電機）、青木久美（三菱電機）、平田拓哉（エスベック）

<ASME/JSME 2011 8th Thermal Engineering Joint Conference (AJTEC2011)>

- ・「Structure of Low-Speed Streaks in Drag Reducing Flow with Polymer Solution Blown from the Channel Wall」
徐鶴寧(Hening Xu)（東京理科大学）、石塚翔太（東京理科大学）、本澤政明（東京理科大学）、岩本薫（東京農工大学）、安藤裕友（海上技術安全研究所）、千田哲也（海上技術安全研究所）、宇波(Bo Yu)（中国石油大学）、川口靖夫（東京理科大学）
- ・「Heat Transfer Characteristics of Isolated Bubble Nucleate Boiling of Water」
矢吹智英（明治大学）、中別府修（明治大学）
- ・「Study of Thermo-Diffusive Effects on Iso-Octane/Air Flames at Fixed Turbulence Karlovitz Number」
早川 晃弘（九州大学）、竹尾友宏（九州大学）、三木由希人（九州大学）、永野幸秀（九州大学）、北川敏明（九州大学）
- ・「Direct Simulation of the Nonlinear Boltzmann Transport Equation for Phonons」
正尾裕輔（京都大学）、松本充弘（京都大学）

若手優秀講演フェロー賞

<2011年度年次大会>

- ・「MEMS センサを用いた高感度カロリメータの研究」
竹内淳（明治大学）

<熱工学コンファレンス 2011>

「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」
矢吹智英 (明治大学)

「水平細管内液液二相流の流動特性」
栗田浩平 (関西大学)

「EOR のための CO₂ 溶解現象の分子動力学解析」
小寺厚 (東京工業大学)

「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」
河村直紀 (岐阜大学)

「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」
堀秀一郎 (三重大学)

<第 3 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム>

「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」
小林誉幸 (大阪大学)

熱工学部門賞

功績賞（永年功績賞）

河村 洋 氏



贈賞理由: 永年にわたり国内外の熱工学, とりわけ数値伝熱解析や乱流熱伝達の分野における発展や, 国際宇宙ステーションでの微小重力実験実施などに貢献した功績が顕著である.

略歴:

- 1965 東京大学工学部原子力工学科卒業
- 1970 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了(工学博士)
- 1970 日本原子力研究所
(1974~1975 西独カールスルーエ研究所)
(1980~1981 西独ユーリッヒ研究所)
- 1988 東京理科大学理工学部教授
- 2008 諏訪東京理科大学システム工学部教授
- 2010 諏訪東京理科大学学長

功績賞（永年功績賞）

庄司 正弘 氏



贈賞理由: 永年にわたり国内外の熱工学・伝熱工学の分野, とりわけ沸騰熱伝達や表面張力駆動熱流体現象に関し精力的な研究を行いその発展に貢献した功績が顕著である.

略歴:

- 1966 東京大学工学部機械工学科卒業
- 1971 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了
- 1971 東京大学工学部講師
- 1972 同上 助教授
- 1985 同上 教授
- 2004 独立行政法人産業技術総合研究所招聘研究員, 東京大学名誉教授
- 2006 神奈川大学工学部教授
- 2010~現在 神奈川大学工学部長
- 2011~現在 神奈川大学理事・評議員

功績賞（研究功績賞）

円山 重直 氏



贈賞理由: 国内外の熱工学研究, とりわけふく射伝熱等の多様な熱工学研究の深化や, 異分野との融合による先駆的な業績を挙げ, 新たな研究領域を創成した功績が顕著である.

略歴:

- 1977 東北大学工学部卒業
- 1979 ロンドン大学インペリアルカレッジ航空工学科 科学修士 (MSc)
- 1980 東北大学大学院工学研究科機械工学専攻修士
- 1983 東北大学大学院工学研究科博士課程工学博士
- 1983 東北大学助手
- 1989 東北大学助教授
- 1997 東北大学流体科学研究所教授
以降, 21世紀COEとグローバルCOEの両PJリーダー等を歴任

功績賞（技術功績賞）

森 治嗣 氏



贈賞理由: 国内外の熱工学技術, とりわけ原子力安全や信頼性に関わる計測技術や加熱・冷却系の簡素化技術など原子力発電プラントの熱流動分野における発展に貢献した功績が顕著である.

略歴:

- 1981 東北大学大学院工学研究科後期博士課程原子核工学専攻修了
- 1981 石川島播磨重工株式会社
- 1989 東京電力株式会社
(1987~1989 マサチューセッツ工科大学原子力工学科客員研究員)
(2008~2011 東京工業大学原子炉工学研究所非常勤講師)
(2009年 北海道大学大学院工学研究科非常勤講師)
- 2011 明治大学理工学部客員教授
- 2012 北海道大学教授

業績賞

鶴田 隆治 氏



贈賞理由：熱工学，とりわけ分子熱流体，気液界面の熱・物質輸送現象などの分野における研究業績が顕著である。

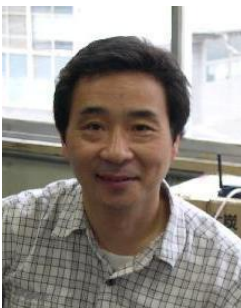
略歴：

- 1981 東京大学大学院修士課程修了
- 1981 日本原子力研究所研究員
- 1984 九州工業大学講師
- 1989 工学博士（東京大学）
- 1990 九州工業大学助教授
- 1999 九州工業大学教授

部門一般表彰

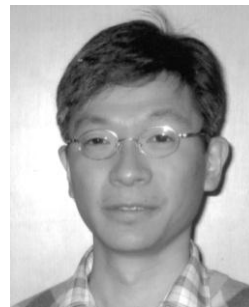
貢献表彰

中山 顕 氏（静岡大学）



贈賞理由：熱工学，とりわけ多孔質体内熱流動などの分野での研究への貢献，ならびに熱工学部門活動に対する貢献が顕著である。

白樫 了 氏（東京大学）



贈賞理由：熱工学，とりわけ生体内熱物質輸送などの分野での研究への貢献，ならびに熱工学部門活動に対する貢献が顕著である。

講演論文表彰

論文題目「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」

伊東弘行(北海道大学), 酒井雄人(北海道大学), 井田民男(近畿大学), 若月薫(消防研究センター), 藤田修(北海道大学)



伊東氏



酒井氏



井田氏



若月氏



藤田氏

贈賞理由: 本論文は, バイオコークス熱分解ガスの放出特性について, UFA による計測とモデル解析を行う内容であり, その研究アプローチは萌芽性・独創性が高く, この分野の進展に重要な貢献をするものと考えられる.

論文題目「水平設置平板の面内方向熱伝導率測定法」

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

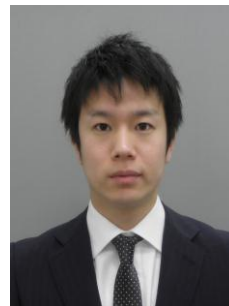


大串氏

贈賞理由: 本論文は, 平板のフィン効果を利用した温度分布フィッティング法により水平に設置した平板の面内方向熱伝導率を測定する手法の精度を検討しており, その研究アプローチは萌芽性・独創性が高く, この分野の進展に重要な貢献をするものと考えられる.

論文題目「Heat Transfer Characteristics of Isolated Bubble Nucleate Boiling of Water」

矢吹智英(明治大学), 中別府修(明治大学)



矢吹氏



中別府氏

贈賞理由: 本論文は, 薄膜熱電対, 電気分解トリガーを集積した MEMS センサを開発し, 孤立気泡沸騰時の気泡下伝熱面の局所温度変化を計測している. さらに, 計測データを基に熱伝導シミュレーションを行い, 局所熱流束やマイクロ液膜時空間変化を算出しており, その研究アプローチは萌芽性・独創性が高く, この分野の進展に重要な貢献をするものと考えられる.

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

徐鶴寧(東京理科大学), 石塚翔太(東京理科大学), 本澤政明(東京理科大学), 岩本薫(東京農工大学), 安藤裕友(海上技術安全研究所), 千田哲也(海上技術安全研究所), 宇波(中国石油大学), 川口靖夫(東京理科大学)



徐氏



石塚氏



本澤氏



岩本氏



安藤氏



千田氏



宇氏



川口氏

贈賞理由: 本論文は, チャネル壁面からポリマー溶液を微量滲出させることで壁面摩擦抵抗低減効果を確認し, PIV 速度場計測や乱流構造を検討しており, その研究アプローチは萌芽性・独創性が高く, この分野の進展に重要な貢献をするものと考えられる.

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

早川晃弘(九州大学), 竹尾友宏(九州大学), 三木由希人(九州大学), 永野幸秀(九州大学), 北川敏明(九州大学)



早川氏



竹尾氏



三木氏



永野氏



北川氏

贈賞理由: 本論文は, 乱流 Karlovitz 数を揃えたイソオクタン/空気予混合火炎に熱拡散効果が及ぼす影響を, 可視化実験・計測と解析により明らかにしており, その研究アプローチは萌芽性・独創性が高く, この分野の進展に重要な貢献をするものと考えられる.

論文題目「Direct Simulation of the Nonlinear Boltzmann Transport Equation for Phonons」
正尾裕輔(京都大学), 松本充弘(京都大学)



正尾氏

贈賞理由：本論文は、非金属固体内熱伝導に関連し、フォノンのボルツマン輸送方程式の非線形解法として DSMC 法を応用したフォノンダイナミクスの議論を行っており、その研究アプローチは萌芽性・独創性が高く、この分野の進展に重要な貢献をするものと考えられる。



松本氏

若手優秀講演フェロー賞

論文題目「MEMS センサを用いた高感度カロリメータの研究」

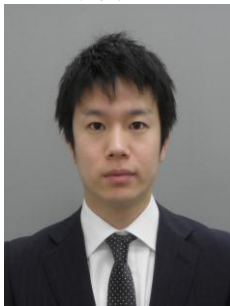
竹内淳 氏(明治大学)



贈賞理由：本講演は、MEMS センサによるバッチ式カロリメータに関する研究として、その内容が優れていると同時に、発表方法に創意工夫がみられ、質疑に対する応答も的確であった。講演者の能力と努力は敬意に値するものであり、今後の活躍に期待が持てる。

論文題目「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」

矢吹智英 氏(明治大学)



贈賞理由：本講演は、孤立気泡沸騰時の液相温度場干渉計測に関する研究として、その内容が優れていると同時に、発表方法に創意工夫がみられ、質疑に対する応答も的確であった。講演者の能力と努力は敬意に値するものであり、今後の活躍に期待が持てる。

論文題目「水平細管内液液二相流の流動特性」

栗田浩平 氏(関西大学)



贈賞理由：本講演は、マイクロチャネル液液二相流の流動特性に関する研究として、その内容が優れていると同時に、発表方法に創意工夫がみられ、質疑に対する応答も的確であった。講演者の能力と努力は敬意に値するものであり、今後の活躍に期待が持てる。

論文題目「EOR のための CO₂ 溶解現象の分子動力学解析」

小寺厚 氏(東京工業大学)



贈賞理由：本講演は、石油増進回収のための CO₂ 溶解現象の MD 解析に関する研究として、その内容が優れていると同時に、発表方法に創意工夫がみられ、質疑に対する応答も的確であった。講演者の能力と努力は敬意に値

するものであり、今後の活躍に期待が持てる。

論文題目「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」

河村直紀 氏(岐阜大学)



贈賞理由：本講演は、予混合気エタノール濃度勾配付与による HCCI 燃焼制御に関する研究として、その内容が優れていると同時に、発表方法に創意工夫がみられ、質疑に対する応答も的確であった。講演者の能力と努力は敬意に値するものであり、今後の活躍に期待が持てる。

論文題目「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」

堀秀一郎 氏(三重大学)



贈賞理由：本講演は、車用 HVAC の T 形合流部における混合促進・制御に関する研究として、その内容が優れていると同時に、発表方法に創意工夫がみられ、質疑に対する応答も的確であった。講演者の能力と努力は敬意に値するものであり、今後の活躍に期待が持てる。

論文題目「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」

小林誉幸 氏(大阪大学)



贈賞理由：本講演は、人工内耳へ応用可能な微小振動梁アレイ製作に関する研究として、その内容が優れていると同時に、発表方法に創意工夫がみられ、質疑に対する応答も的確であった。講演者の能力と努力は敬意に値するものであり、今後の活躍に期待が持てる。

書評：「連続体力学の話法—流体力学，材料力学の前に」
（清水昭比古（九州大学名誉教授），森北出版，2012年9月発行）

吉田英生（京都大学）

本書は、日本機械学会誌に平成 21（2009）年 9 月から平成 23（2011）年 5 月まで 21 回にわたって連載された『学力低下時代の教え方』をベースとして単行本として書き改められたものである。評者は、同連載を編修委員として 2 年近くお世話をさせていただいた思い出も重なり、おおいなる感慨とともに本書をご紹介させていただく次第である。

物理法則は、物理現象を支配する数学（基礎方程式）によって記述され理解される。また物理法則にしたがって生じる物理現象を解析するために、必要な数学手法が開発されてきた側面もある。このように、いまさら申すまでもなく物理と数学は不可分であり、とりわけ物理の基礎となる力学は数学と表裏一体である。ゆえに、四力学と称して学問体系の基礎を構成する機械工学においては、大学や高専での数学教育こそが最重要な位置づけにある。

さらに四力学の中に分け入って考えると、流体力学と材料力学とは、質点ではないかたまり—連続体—を考える点で、基本的には兄弟姉妹の関係にある。したがって本来なら両者を統合した視点から教育を行うことが理想である。とはいっても、それを具体化した連続体力学そのものは今さら強調するほどのことでもない。“連続体力学”をタイトルに含む書は既に多数ある。

では、ここであえて書評に取り上げる本書の意義はなんなのだろうか？

それは、清水昭比古という著者が

- ・ 類い希なる数学力と物理力を基礎として
- ・ 架空ではなく現実の—顔と名前の見える—学生達を前にして
- ・ 教室および大学の中で理想の教育を求めて傷だらけになって格闘してきた

その貴重な成果がここにあるという意義に他ならない。

氏は、平成 10 年度から平成 21 年度まで九州大学工学部エネルギー科学科で機械系カリキュラムを念頭に、入学からその四力学に至るまでの根幹部分、具体的には基礎物理数学演習、一般力学、連続体力学の講義を担当した。その中で、いわゆる“ゆとり教育”で学力が低下している学生の初期条件を前提とするなら、それらの前段階の講義に細心の注意を払わなければ大量の落ちこぼれを生むとの危機感から、氏独自の教育を模索した。その際、氏が一貫して心がけたことは、徹底してカリキュラムの前後左右を“つなぐ”ことであった。高校の理系教科内容は今どうなっているのか。並行して行われている別の科目との間で重複はないか、欠けたことはないか。あとの四力学の講義が効率的に行われるためには、どこに力点を置くべきか…など。

氏は（単行本の方には記述はないが）連載初回の末尾で、その内容につき以下に引用するように謙遜して述べる。

上記基礎物理数学演習は、多くの基礎科目を履修するうえで正規の数学科目の成果を待ってられないので、それを補うために設定したものである。たとえば、正規の数学では微分方程式を 2 年生後期に教えているが、言うまでもなく多くの科目でそれを使う。

その不備を補うための科目が、その、“つなぐ”ためのバッファの役目を果たすことになった。筆者のポジションをサッカーで言えば、センターハーフ（今、ボランチ？）に当たる。

本連載は、その過程で行ったさまざまな工夫を紹介する。現代機械工学の最前線の教え方を期待した向きには、「なんだ、それだけか」と思われること

必定で、それは申し訳ない。自身も、それらが瑣末な「コツの紹介」に墮することを恐れはするが、本来それらは、縷々述べた状況に照らして“徹底してつなぐ”ために考えたものである。

このようにいうと、最近の書店に多数並ぶ“(簡単に)わかる…”という類の書名の本を想起させるかもしれないが、本書はそうではない。むしろ正反対で、本書は学習者に多大な忍耐を要求する。実際、(やはり単行本の方にはないが)連載第15回の末尾には以下の記述もある。

連載中、幾人かの読者から、「この内容で本当に低学年の学生に理解させられるのか」という疑念が寄せられた。

答えは、できる。但し条件がある。一つは、「わからせずにはおくものか」という気合。もう一つは、教える内容それ自体を婦人の髪を掻き上げるようにいとおしむ自身の思い入れである。

(中略)

落伍者は60~70名のうち毎年数名であった。それは最初の“丸写し駆除段階”で出尽くして、あとは最後までついてきた。第二種認定法による単位取得者は、病欠による場合以外は無かった。この尋常ならざる熱意と気迫——鬼気迫るものがある。

「教える内容それ自体を婦人の髪を掻き上げるようにいとおしむ自身の思い入れ」は、他書では見られないようなユニークで深い解説にもつながる。例えば、流体力学における“ストークスの仮説”に関する記述などは、今井功著『流体力学：前編(裳華房1973)』でさえ十分には触れていないところまで踏み込んだものであるし、“ラグランジの未定係数法”における正規版と変則版などというまったくお初にお目にかかる解説もある。

評者には、連載中その趣旨は理解しつつも100%は共感できないことがひとつだけあった。それは『学力低下時代の教え方』という連載タイトルだった。そのタイトルが単行本で『連続流体力学の話法』と改められた。そう、“話法”なのだ。

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 11 月 17 日(土)～18 日(日)
場 所：熊本大学
- **[No. 12-130 「熱工学コンファレンス 2012」プレコンファレンス・セミナー「次世代熱エネルギーシステム ～熱にかかわる新技術～」](#)**
開催日：2012 年 11 月 16 日(金)
場 所：熊本大学 黒髪北地区 くすの木会館 会議室
問い合わせ先：日本機械学会（担当職員：大通千晴）電話(03)5360-3500
- **[第五回熱工学ワークショップ](#)**
開催日：2012 年 11 月 3 日(土)～4 日(日)
場 所：湘南国際村センター
問い合わせ先：部門幹事 津島将司（東京工業大学）
- **[No. 12-67 講習会「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：2012 年 9 月 20 日(木)～21 日(金)
場 所：東京大学生産技術研究所 An 棟 4 階 中セミナー室 1 (An401・402)
問い合わせ先：熱工学部門（担当職員：大通千晴）電話(03)5360-3500
- **[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)
 - **[第四回熱工学ワークショップ](#)**
開催日：2011 年 12 月 2 日(金)～3 日(土)
場 所：関西大学 セミナーハウス 六甲山荘
問い合わせ先：永井二郎(福井大学)
 - **[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)
 - **[No. 11-78 熱工学コンファレンス 2011・プレセミナー「乱流伝熱研究の最先端」](#)**
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）
場 所：静岡大学 浜松キャンパス 佐鳴会館 会議室

- [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21回微粒化シンポジウム](#)
開催日：2012年12月17日(月)～18日(火)
場 所：東京工業大学, 東京都
主 催：日本液体微粒化学会
- [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ンクあいち, 名古屋
主 催：[日本燃焼学会](#)
- [第 23 回内燃機関シンポジウム](#)
開催日：2012 年 10 月 31 日(水)～11 月 2 日(金)
場 所：北海道大学 学術交流会館, 北海道
主 催：日本機械学会, 自動車技術会
- [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：慶應義塾大学 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：慶應義塾大学 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

—2013 年度—

- [ASME 11th International Conference on Nanochannels, Microchannels, and Minichannels \(ICMNN\)](#)
開催日：2013年6月16日(日)～19日(水)
開催地：Sapporo, Hokkaido, Japan
- [The 12th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization \(FLUCOME2013\)](#)
開催日：2013年11月18日(月)～22日(金)
開催地：Nara, Japan
- [The 13th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells \(SOFC-XIII\)](#)
開催日：2013年10月6日(土)～11日(金)
開催地：Okinawa, Japan
- [Eighth International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena \(TSFP-8\)](#)
開催日：2013年8月28日(水)～30日(金)
開催地：Poitiers, France
- [The World Conferences on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics \(ExHFT-8\)](#)
開催日：2013年6月16日(日)～20日(木)
開催地：Lisbon, Portugal
- [The 4th Asian Symposium on Computational Heat Transfer and Fluid Flow \(ASCHT2013\)](#)
開催日：2013年6月3日(月)～6日(木)
開催地：Kowloon, Hong Kong

—2012 年度—

- [The 23rd International Symposium on Transport Phenomena \(ISTP-23\)](#)
開催日：2012年11月19日(月)～22日(木)
開催地：Auckland, New Zealand
- [65th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics](#)
開催日：2012年11月18日(日)～20日(火)
開催地：San Diego, California, USA
- [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
- [The 7th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics](#)
開催日：2012年11月8日(木)～11日(日)
開催地：Taipei, Taiwan
- [International Workshop on Process Intensification 2012](#)
開催日：2012年11月8日(木)～9日(金)
開催地：Seoul, Korea
- [7th International Symposium on Turbulence, Heat and Mass Transfer \(THMT'12\)](#)
開催日：2012年9月24日(月)～27日(木)
開催地：Sicily, Italy
- [6th Japanese-European Two-Phase Flow Group Meeting](#)
開催日：2012年9月23日(日)～27日(木)
開催地：Kumamoto, Japan
- [The International Symposia on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics](#)
開催日：2012年7月9日(月)～12日(木)
開催地：Lisbon, Portugal
- [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
- [9th International ERCOFTAC Symposium on Engineering Turbulence Modeling and Measurements](#)
開催日：2012年6月6日(水)～8日(金)

開催地 : Thessaloniki, Greece

- [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

その他

編集後記

寒さが厳しさを増す季節になってきました。そこで 68 号の TED Plaza では、空調に関連する研究例を 2 件紹介させて頂きました。数理計画法を用いたデータセンター空調における最適システムについて大阪府立大学の蔵先生に、もう 1 件は、冷媒の熱物性値測定のための金属ベローズを用いた新しい測定法について日本大学の田中先生にご寄稿頂きました。

また、京都大学吉田先生からは書評を頂戴いたしました。お忙しい中にも関わらず、今回の TED Plaza へのご執筆を快くお引受け下さいました諸先生方に厚く御礼申し上げます。

(編集担当委員：金田・浅岡)

第 90 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：	浅岡 龍徳	(青山学院大学)
	一柳 満久	(上智大学)
	金田 昌之	(大阪府立大学)
	瀬尾 健彦	(山口大学)
	巽 和也	(京都大学)
	林 潤	(大阪大学)
	元祐 昌廣	(東京理科大学)

©著作権：2012 一般社団法人 日本機械学会 熱工学部門