

2014 年（平成 26 年）3 月 28 日

日本冷凍空調学会調査研究プロジェクト
将来冷媒の先進熱交換器に関する調査研究 活動報告書

調査研究プロジェクト

主査 浅野 等（神戸大学）

1. 期間：2012 年（平成 24 年）4 月より 2 年間

2. 設立趣旨：

近年、CO₂ などの自然冷媒の使用が進むとともに HFO1234yf などの新しい合成物質も開発されているが、必要な冷媒の開発は十分ではなく、将来冷媒を巡る問題はまだ予断を許さない。また、熱交換器については将来冷媒に迅速に対応した開発が必要である。本調査研究では、将来冷媒に関して、管内外の伝熱促進（微細化、細径化）、高密度伝熱面（フィン付き面）、伝熱機構解明のための二相流計測と可視化、冷凍機油の影響、冷媒分配、伝熱制御などの先進熱交換技術の研究動向について、研究者側委員と特別講師による最新研究の動向を提供・情報発信し、さらにそれらに関する討議を行って熱交換技術の方向性などを検討する。また、関連の最新研究設備の現地調査を行う。

なお、本調査研究は、2010 年（平成 22 年）4 月～2012 年（平成 24 年）3 月に実施した「将来冷媒の先進熱交換技術に関する調査研究」を発展させたプロジェクトである。

3. 組織

（研究機関側委員） 13 名

浅野 等（主査，神戸大学）	小山 繁（幹事，九州大学）
宮良明男（幹事，佐賀大学）	勝田正文（幹事，早稲田大学）
森 英夫（幹事，九州大学）	井上順広（幹事，東京海洋大学）
秋澤 淳（幹事，東京農工大学）	高 雷（幹事，福岡大学）
赤坂 亮（幹事，九州産業大学）	渡辺 学（幹事，東京海洋大学）
鹿園直毅（幹事，東京大学）	党 超鋌（幹事，東京大学）
佐々木直栄（幹事，日本大学）	

（企業側委員） 幹事 7 社， 委員 23 社

藤野宏和（幹事，ダイキン工業）	鈴木秀明（幹事，東芝キャリア）
木戸長生（幹事，パナソニック）	坪江宏明（幹事，日立アプライアンス）
早野 誠（幹事，富士通ゼネラル）[第 2 回までは小嶋隆夫]	
西田耕作（幹事，前川製作所）	
伊東大輔（幹事，三菱電機）[第 3 回までは李 相武]	
AhnBuyong Ha（LG 電子）[第 3 回までは金 東輝]	
式地千明（関西電力）[平成 24 年度のための参加]	
藤澤 亮（神戸製鋼所）	早瀬 岳（三星電子）
土屋昭則（コベルコマテリアル銅管）[第 3 回までは石橋明彦]	
金 鉉永（サムソン横浜研究所）[第 6 回までは小林雅博]	
裴 相哲（サンデン）	宮原里支（スウェップジャパン）
法福 守（住軽伸銅）	柴 芳郎（ゼネラルヒートポンプ工業）
万尾達徳（高砂熱学工業）	橋本克巳（電力中央研究所）
中山 浩（中部電力）[第 4 回までは櫻場一郎]	
石井葉一（東京ブレイズ）	鵜川文雄（東芝ホームアプライアンス）
吉本周平（東プレ）	小嶋真輔（東洋製作所）
濱田哲郎（ノーリツ）	田中信雄（日阪製作所）
楠本 寛（日立製作所）	安嶋賢哲（富士電機）
森 康敏（古河電気工業）	

土屋敏章（富士電機）〔平成 25 年 10 月に富士電機リテイルシステムズから社名変更〕、
（事務局）

平成 24 年度 関田真澄（日本冷凍空調学会）

平成 25 年度 西口 章（日本冷凍空調学会）

※ 企業側幹事は、熱交換器技術委員会委員に依頼した。

4. 秘密保持誓約について

委員とは秘密保持契約を締結した。この秘密保持契約は、委員代理もしくはオブザーバーとして出席したものにも適用する。なお、誓約書有効期間は、署名日からプロジェクト終了 5 年後までとし、委員構成も非公開とする。委員交代の場合は、新委員からも提出して頂くこととした。

5. プロジェクトの成果報告について

成果報告は以下のもので構成する。

- a. 中間報告： 各年度末に活動、成果をまとめる。
- b. 最終報告： 中間報告に加えて発表資料の電子情報をまとめる。
- c. 成果報告： 成果の公開についてはプロジェクト終了時に判断する。

6. 活動報告

1 社から最大 3 名参加可能とする。

➤ 第 1 回委員会

日時：2012 年（平成 24 年）6 月 15 日（金）

会場：東京海洋大学 海洋工学部 越中島キャンパス 越中島会館

内容：

a. 特別講演：

「世界の冷媒規制動向と R32 など低 GWP 冷媒の進展」 藤本 悟 氏（ダイキン工業）

これまでの冷媒開発・使用動向、欧州の F ガス規制、途上国の動向、日本での次世代冷媒の開発動向について講演された。途上国での冷媒選定における国際間のかけひきが今後の日本の産業の発展において極めて重要な意味があることが述べられた。

b. 話題提供

「Y 字分岐管における気液二相流の相分離特性」 浅野 等 准教授（神戸大学）

Y 字分岐管での気液二相流の分流特性について、空気－水二相流の実験結果を中心に紹介された。微小重力場での気液分離を目的として始められた研究であり、流量分配比を操作することで気液二相流からの液のみの抽出が可能であること、分岐形状の工夫により最大 8 割の液を抽出可能であること、が示された。2 分岐の場合、分岐部の形状が対象で、分岐後の圧力が同じであれば同じ流量、乾き度で分流するが、圧力に差があれば流量が少ない側の乾き度が大きく低下すること、分岐管の管内径が異なれば、細い管の方に気相が流れやすいことが示された。

c. 熱交換器技術委員会 調査報告

「冷凍空調用熱交換器に係わる技術課題の調査結果」 宮良 明男 教授（佐賀大学）

2010～2012 年に実施された「熱交換器に関わる技術シーズ／ニーズ調査アンケート」結果について中間報告がなされた。調査結果は、2012 年度年次大会ワークショップにおいて報告することが紹介された。なお、学会誌「冷凍」2013 年 3 月号で掲載予定である。

d. 懇親会（17：00～19：00）

越中島キャンパス内、生協食堂において 44 名が参加し、意見交換会がなされた。

➤ 第 2 回委員会

日時：2012 年（平成 24 年）9 月 28 日（金）

会場：福岡大学 中央図書館 1 階多目的ホール

内容：

a. 話題提供

「マイクロ流路内の気液二相流の流動特性について」 川原 顕磨 准教授（熊本大学）

近年、CPU 等の各種電子機器の冷却、小型燃料電池の改質器内の流れ、マイクロ化学反応等の様々な工学分野で、サブミリ・マイクロスケールいわゆるマイクロ流路内の熱流動に関心が寄せられている。ここでは、流路径が $100\sim 250\ \mu\text{m}$ の円形および矩形流路内の気液二相流の流動特性を実験的に調べた結果について報告された。実験は二成分系気液二相流で行われ、気相には窒素ガスを、液相には物性の影響を評価するため、水、エタノール、HFE7200 が使用し、常温で行われた。流動様式、ボイド率、気泡速度、気泡長さ、液体スラグ長さ、圧力損失に及ぼす流路形状、液体物性値等の影響について説明された。

「微細流路内凝縮に関する最近の研究動向」

地下 大輔 氏（九州大学）

小山 繁 教授（九州大学）

近年、空調器の高性能化およびシステムへの冷媒充填量削減の観点から、伝熱管の細径化が進められている。相当直径 1mm 程度の微細流路内凝縮流の場合、重力に比べて、蒸気せん断力および表面張力の影響が支配的となり、従来の内径数 mm 程度の管内流とは異なる伝熱・流動特性を示すことが予想される。ここでは、相当直径 1mm 程度の微細矩形流路を有する水平扁平多孔管内凝縮流の凝縮熱伝達特性および圧力損失特性について、近年注目されている R1234ze(E)を含む数種類の純冷媒の結果、そして凝縮熱伝達特性および圧力損失特性に対して提案された整理式が紹介された。さらに、近年関心の高まりつつある非共沸混合冷媒 R1234ze(E)/R32 の結果についても紹介された。

「超臨界圧流体の伝熱流動特性」

森 英夫 氏（九州大学）

給湯用 CO_2 ヒートポンプにおけるガスクーラでの冷却過程など、超臨界圧流体の伝熱流動は、物性値の温度依存性に応じて、特有の特性を持つことが知られている。超臨界圧流体の伝熱流動に関しては、これまで、主に超臨界圧運転ボイラの開発を対象に、加熱時について研究が進められてきた。ここでは、それらの結果を含めて超臨界圧流体の伝熱流動特性について紹介された。加熱管内乱流熱伝達率には、正常な熱伝達と熱伝達率の劣化の 2 つの特性があること、加熱時整理式の冷却熱伝達への適用可能性が示された。

b. 国際会議参加報告

「8th ECI International Conference on Boiling and Condensation Heat Transfer」

2012 年 6 月 3 日～7 日 Lausanne, Switzerland 宮良 明男 教授（佐賀大学）

「Perdue Conferences」

21st International Compressor Engineering Conference

14th International Refrigeration and Air Conditioning Conference

2nd International High Performance Buildings Conference」

2012 年 7 月 16 日～19 日 Perdue University, USA 宮良 明男 教授（佐賀大学）

c. 見学会：

(1) 福岡大学工学部 機械工学科 熱工学研究室

スタッフ：本田 知宏 教授，高 雷 准教授，麻生 裕之 助教

ホームページ：<http://www.tm.fukuoka-u.ac.jp/WWW/TEL/index.htm>

見学内容：

1. CO_2 ヒートポンプサイクル
2. 冷媒内音速測定
3. キャピラリーチューブ内流動
4. 単気筒ディーゼルエンジン内噴霧燃焼
5. マイクロガスタービンコージェネレーション

(2) 福岡大学工学部 機械工学科 流体工学研究室

スタッフ：赤木 富士雄 助手

ホームページ：<http://gibbs.mech.kyushu-u.ac.jp/index-j.html>

見学内容：

1. 脈動噴流により形成される渦輪を利用した熱輸送

d. 意見交換会

福岡大学キャンパス内、文系センター棟スカイラウンジ（福岡大学キャンパス内）において 34 名が参加し、意見交換会がなされた。

➤ 第 3 回委員会

日時：2012 年（平成 24 年）11 月 7 日（水）

会場：神戸大学 統合研究拠点 コンベンションホール

内容：

a. 話題提供

「中性子ラジオグラフィを用いたフィンチューブ熱交換器への着霜の可視化」

松本 亮介 准教授（関西大学）

放射線透過法の一つである中性子ラジオグラフィによる、霜層の定量計測法について、その原理から計測結果まで紹介された。実験は京都大学原子炉実験所研究炉で行われた。フィンチューブ熱交換器のフィンに対して垂直方向から中性子を照射し、その透過画像からフィン面上の着霜量の空間的分布、そして時間的な着霜量分布の変化が定量的に評価された。さらに、得られた着霜量分布の時間差分から評価した局所物質伝達率分布の時間変化の計測結果が紹介された。

「微細溝加工を施した伝熱面における着霜・除霜現象について」

吉田 憲司 准教授（大阪大学）

着霜しない伝熱面、あるいは着霜しても容易に除霜できる伝熱面の開発を目的とした、伝熱面表面へのマイクロオーダーの微細溝加工について、加工方法とその効果が紹介された。溝の加工では、フェトム秒レーザーや超精密切削加工機が利用されている。溝における表面張力による排水効果、溝でのマイクロ液膜による蒸発促進効果が期待できるとのことであった。さらに、レーザーフォーカス変位計を利用した霜層厚さの計測結果が紹介された。

「超臨界 CO₂を用いた太陽熱利用自立型コージェネレーションシステム」

山口 博司 教授（同志社大学）

超臨界 CO₂を作動流体とした太陽熱エネルギーを有効利用する熱電併給システムが紹介された。システムは、10 MPa 耐圧仕様で、集熱部に真空ガラス管型集熱器、発電部にラジアルタービン、熱交換部にシェルアンドチューブ型熱交換器、また駆動部にダイヤフラムフィードポンプ（または、熱ポンプ）が用いられており、ランキンシステムが構成されている。各構成要素の性能評価結果が紹介された。さらに、CO₂ 自然循環を利用した太陽熱給湯器が紹介された。

「低 GWP 冷媒および高温用作動媒体に関する熱物性の信頼性」

東 之弘 教授（いわき明星大学）

地球温暖化防止対策としての低 GWP 冷媒や、エネルギー問題に関連した高温用ヒートポンプの作動媒体に関心が持たれている。期待される新冷媒には、新物質ゆえに、信頼できる熱物性値情報が不十分（信頼性が不明）なものも多い。ここでは、流体物性計測がどのように行われているかが解説され、物性関連の論文を読むときの留意点、混合冷媒を含む新規冷媒の熱物性の最新情報、そして幅広く利用されている NIST REFPROP の信頼性について解説された。R-1234yf + R-134a 系混合冷媒を対象とし、測定結果と REFPROP による計算値との比較が紹介された。

b. 国際会議参加報告

「IIR Gustav Lorentzen Conference 2012」

2012 年 6 月 25 日～27 日 Delft, Netherlands

橋本 克巳 氏（電力中央研究所）

「6th Asian Conf. on Refrigeration and Air-Conditioning (ACRA 2012)」

2012 年 8 月 26 日～28 日 西安, 中国

井上 順広 教授（東京海洋大学）

c. 見学会

(1) 理化学研究所, 計算科学研究機構, スーパーコンピュータ「京」

「京」メーカー DVD, 概要説明を受け, 「京」の全景を眺めた後, 施設見学を行った。

見学した施設は, 冷却塔, 「京」の建物を支える免震ピット, 外構, 熱源棟（吸収式, ターボ冷凍）, ガスタービン CGS, 特高施設, 二次変電所, コンピュータ階下の空調機械室であった。

d. 意見交換会

総合研究拠点 4 階 ラウンジにおいて 46 名が参加し, 意見交換会がなされた。

➤ 第 4 回委員会

日時：2013 年（平成 25 年）3 月 1 日（金）

会場：早稲田大学 本庄キャンパス 本庄早稲田国際リサーチパーク

内容：

a. 話題提供

「気液熱交換器におけるフィンレス化と翼型チューブの利用についての可能性と展望」

大西 元 助教（金沢大学）

空気－冷媒熱交換器において熱抵抗の大きい気相側の伝熱性能を向上させることを目的としたフィンレス熱交換器の研究成果が紹介された。フラットチューブ, 非対称翼型チューブ, 対象翼型チューブについて, 列ピッチ, 段ピッチ, 迎え角が熱伝達性能に及ぼす影響が紹介された。さらに, 縦渦生成を目的とした渦発体の効果, 整流を目的としたプレートの効果が紹介された。

「高分散型金属試料を用いた低 GWP 冷媒安定性に関する迅速計測の試み」

鈴木 崇 氏（群馬産業技術センター）

比表面積約 400 m²/g のシリカに Ni, Fe, Cu および Al をそれぞれ担持し, 高分散型金属試料を調製し, この試料を用いた冷媒安定性の試験方法とその結果が紹介された。試料は冷媒が循環する閉鎖ループ内の U 字型反応器に充填され, 分解率の経時変化が計測された。HFO-1234yf と HFC134a の比較から, Ni 分散試料上では, 水蒸気存在によって HFC134a の場合, 分解は抑制されるが, HFO-1234yf では分解が促進する結果が紹介された。初期における分解率変化を比較することにより, 約 90 分で冷媒安定性の相対比較が可能であることが示唆された。

「自動車空調用熱交換器の高性能化に関する研究

～最適設計手法の確立による開発効率の向上～」 金子 智 氏（早稲田大学）

自動車空調用の熱交換器に着目して, 現行の熱交換器とフィンレス熱交換器を例にとり, 熱伝達率, 圧力損失の定式化を行い, 熱交換器伝熱性能を予測するシミュレーションが紹介された。この伝熱性能評価方法によって, 凝縮器および蒸発器の各種寸法の最適化結果が紹介された。この研究でのフィンレス熱交換器は多穴管の流路を凸凹に配置した形状である。

「分散電源等エネルギーマネジメント制御システムの開発による電気・熱利用の最適化と CO₂削減実証研究」

斐 相哲 氏（早稲田大学）

天然ガス利用分散型電源と再生可能エネルギー源を模擬商業施設に併設し, 施設のエネルギー需要にあわせてその電気エネルギーと熱エネルギーを有効利用する実証実験について紹介された。環境省事業の取り組み, レストランやスーパーマーケットでのエネルギー需要の時間変化についての調査結果が紹介された。

b. 海外研究報告

「米国イリノイ大学ACRCでの研究」

党 超鋌 准教授（東京大学）

イリノイ大学（University of Illinois at Urbana Champaign）の Air Conditioning & Refrigeration Center (ACRC)の研究が紹介された。Hmjak 教授 (Pega 先生と呼ばれている), Jacobi 教授で運営されている研究所で, Hmjak 教授は冷媒側, 熱交換器性能, Jacobi 教授は空気側, 霜の研究をされているとのことである。ACRC での学生は, Perdue Conference で発表することになっており, Perdue Conference の論文から研究所の活動をおおよそ知ることができると紹介された。

c. 見学会

(1) 早稲田大学本庄キャンパス 実験施設 見学

見学内容：

1. フィンレス熱交換器, 空気側熱伝達率計測用風洞
2. MH（水素吸蔵合金）利用ヒートポンプに関する実験施設
3. 燃料電池自動車
4. スマートエネルギー実験実証システム（模擬スーパーマーケット, 模擬レストラン, 太陽熱集熱器, 太陽光発電, 吸着冷凍機, ガスエンジンコジェネ, など）

d. 意見交換会

本庄早稲田国際リサーチパーク「馬車道」において 38 名が参加し, 意見交換会がなされた。

➤ 第 5 回委員会

日時：2013 年（平成 25 年）7 月 5 日（金）

会場：電力中央研究所 横須賀地区 エネルギー技術研究所

内容：

a. 話題提供

「霜結晶生成・成長機構の制御および抑制」

大久保 英敏 氏（玉川大学）

冷却面表面を微細加工し, 霜結晶生成・成長機構を制御および抑制できる手法が紹介された。現在, 冷却面表面の微細形状を変化させることによって, 霜結晶が付着しない領域は 75%に達しているとのことである。霜結晶生成・成長機構の観察結果, 熱および物質移動に及ぼす影響について, 得られた結果が説明された。

「多分岐管における気液二相分配」

廣田 真史 氏（三重大学）

ヘッダに多数の冷媒チューブが並列接続された多分岐管型のエバポレータでは, 気液分配の不均一化が問題となる。講演では, まず空気-水二相流において, ヘッダ内の流動状態や分岐管の背圧条件が気液分配に及ぼす影響について実験的検討結果が説明された。次に, 流れの可視化観察に基づき, 冷媒（HFC134a）二相流と空気-水二相流の相似性について検討した結果が紹介された。

「吸着材塗布熱交換器の熱・物質移動特性に関する検討」 張 莉 氏（電力中央研究所）

吸着剤塗布熱交換器（DCHE）について講演された。この熱交換器は, フィン表面に吸着材が塗布されており, 吸着材の吸・脱着による物質（水分）移動及び温度勾配による熱移動を同時に行うことができる。DCHE の応用技術として, 空間の除湿・加湿, さらに冬季のヒートポンプ室外機の熱交換器風上側に設置することによる, 着霜防止が考えられる。講演では, DCHE の熱・物質移動特性に関する検討結果が紹介された。

b. 国際会議参加報告

「2nd IIR International Conference on Sustainability and the Cold Chain」

c. 見学会：

(1) 電力中央研究所 エネルギー技術研究所 研究施設

見学内容：

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. ヒートポンプ研究開発実験棟 | 橋本 克巳 氏 |
| 2. ヒートポンプ基礎実験棟 | 長谷川 浩巳 氏, 藤縄 剛史 氏, 張 莉 氏 |
| 3. 燃料高度利用実験棟（バイオマス炭化） | 大高 円 氏 |
| 4. 石炭燃焼試験棟 I（マリーン炉） | 中嶋 朗 氏 |

d. 意見交換会

電力中央研究所 厚生棟 2F において 41 名が参加し、意見交換会がなされた。

➤ 第 6 回委員会

日時：2013 年（平成 25 年）9 月 26 日（木）

会場：九州大学 筑紫キャンパス

内容：

a. 話題提供

「混合媒体による沸騰熱伝達特性の改善について」 大田 治彦 氏（九州大学）

小型電子機器や車載用インバータ冷却などへの沸騰熱伝達の適用が注目されているが、液単相強制対流による冷却システムに比べて問題点も多い。この講演では、大伝熱面・高熱流束除熱を目的とし、FC72 と水による非共溶性混合媒体に関して、除熱限界増大や冷却面温度低減などの熱伝達特性改善に対する種々の試みについて実験結果をもとに解説された。

「活性炭による各種冷媒の吸着特性評価とヒートポンプへの応用」

宮崎 隆彦 氏（九州大学）

BET 比表面積が $3000 \text{ m}^2/\text{g}$ を超える粒子状活性炭を用いて、活性炭-エタノール、活性炭-フロン系冷媒の平衡吸着特性および動的吸着特性の評価結果が講演された。これらの測定結果を基にした吸着式ヒートポンプ・冷凍サイクルの設計および性能予測法について解説されるとともに、性能向上を目指した取組みについて紹介された。

「内面ら旋溝付管内蒸発流の流動様相と伝熱特性に及ぼす流体物性の影響について」

桃木 悟 氏（長崎大学）

内面ら旋溝付管内の蒸発熱伝達の予測では、液膜が形成される機構とそれぞれの状態における伝熱機構の両方を理解する事が望まれる。物性の大きく異なるアンモニアとフロン系冷媒（HCFC123）、それぞれを用いた場合の鋼製内面螺旋溝付管内蒸発流の伝熱特性を整理するための流動様相分類法が示された。分離流から環状流への遷移乾き度、ドライアウト発生乾き度について両方の作動流体に対応できる予測式が示された。

b. 国際会議参加報告

「Fourth Conference on Thermophysical Properties and Transfer Processes of Refrigerants」

井上 順広 氏（東京海洋大学）

c. 見学会：

(1) 九州大学総合理工学研究院 熱・物質移動現象学研究分野

スタッフ：小山 繁 教授，宮崎 隆彦 准教授，近藤 智恵子 特任助教

ホームページ：http://www.cm.kyushu-u.ac.jp/dv10/Koyama_lab/index.html

見学内容：

1. 超臨界 CO_2 の伝熱実験
2. 混合冷媒のヒートポンプサイクル試験
3. 冷媒の管内・管外相変化伝熱実験

4. 混合冷媒のヒートポンプサイクル試験
5. 給湯ヒートポンプ用ガスクーラーの水側熱流動実験
6. 吸着特性の測定
7. 吸着式冷凍サイクル実験

d. 意見交換会

九州大学 筑紫キャンパス 先端物質化学研究所 北棟1階111室 において 30名が参加し、活発な意見交換がなされた。

➤ 第7回委員会

日時：2013年（平成25年）11月29日（金）

会場：東京大学 柏キャンパス

内容：

a. 話題提供

「粒子法シミュレーションによる混相流解析の現状」 越塚 誠一 氏（東京大学）

粒子法は格子を用いないシミュレーション技術であり、界面の大変形を伴う混相流の解析に適している。また、熔融・凝固といった相変化も扱いやすい。講演では、粒子法シミュレーションおよびこれを用いた混相流解析の現状について紹介された。

「微燃性冷媒の安全性評価の進捗」 飛原 英治 氏（東京大学）

欧米での冷媒規制の動向、新興国でのエアコン用冷媒の R22 からの転換動向、我が国での改正フロン法について説明された。微燃性冷媒についてその法的課題を示すとともに、微燃性冷媒リスク評価研究会でのリスク評価結果が照会された。

「矩形細管流路内流動沸騰の伝熱機構」 田中 千歳 氏（東京大学）

熱交換器の圧損低減、性能向上、冷媒充填量削減の為、扁平多穴管熱交換器が着目されている。水力直径 1 mm 程度の矩形細管内では、冷媒の表面張力の影響が流動の慣性力の影響より相対的に大きくなり、流動様式や伝熱様式が円管と異なる。講演では蒸発伝熱実験と可視化実験を通じて矩形細管特有の流動沸騰伝熱機構の考察結果が説明された。

「SWEP Braze Plate Heat Exchanger (BPHE)

—Optimized design for the refrigeration cycle—」

叢 培忠 氏（SWEP Japan）

From a global view, refrigerant for refrigeration system is changing to adopt non-ODS and even low GWP refrigerants to replace existing HCFC/HFC. However, the drive for more energy efficiency system is also a must to reduce the CO2 emission. Here we will show that SWEP has looked on refrigerants thermo physical properties and optimized design to reduce refrigerant charge and increase the effective Heat Transfer Area (HTA) to reduce the size of BPHE.

通常、プレート熱交換器は二つの流体の流路形状が同じだが、ここでは流路断面が異なる非対象熱交換器（AsyMatrix®）が紹介された。また、ブレイジングプレート熱交換器の新しい解析ツールが紹介された

b. 見学会

(1) 東京大学新領域創成科学研究科 人間エネルギー環境学研究室

スタッフ：飛原 英治 教授，党 超鋌 准教授

ホームページ：<http://www.hee.k.u-tokyo.ac.jp/index.html>

見学内容：

1. 微燃性冷媒安全性評価装置
2. マイクロ熱交換器性能評価装置
3. デシカントロータ吸・脱着特性評価装置
4. 矩形微細管内沸騰流動特性評価装置
5. 低 GWP 冷媒流動沸騰・凝縮特性評価装置

6. マイクロ流路内流動特性評価装置
7. 小型吸収式ヒートポンプの吸収器性能評価装置
8. 太陽熱デシカント空調システム評価装置
9. 太陽熱利用エジェクタ・蒸気圧縮式ハイブリッド空調システム評価装置

c. 意見交換会

柏の葉キャンパス駅前，ららぽーと3階「八菜」において 36 名が参加し，活発な意見交換がなされた。

➤ 第8回委員会

日時：2014 年（平成 26 年）3 月 7 日（金）

会場：東京海洋大学 品川キャンパス

内容：

a. 話題提供

「超音速蒸気ジェットインジェクターの作動特性」 阿部 豊 氏（筑波大学）

蒸気インジェクタ（Steam Injector : SI）は，混合ノズルとスロートおよびディフューザにより構成される縮小拡大管で，水噴流と周囲蒸気流とを直接接触凝縮させることによって駆動する静的噴流ポンプであると同時に，高い伝熱性能を有する蒸気凝縮器でもある．外部電源なしで冷却水の供給を行うことが出来るため，外部電源が喪失した際の冷却システムや蒸気凝縮器としての用途が期待されている．講演では，中心水噴流型 SI の作動特性および作動範囲に関する実験的知見ならびの現時点での物理モデルと実験結果との比較検討結果について紹介された。

「給湯用コルゲート管内の単相熱伝達および圧力損失」 井上 順広 氏（東京海洋大学）

低レイノルズ数域から高レイノルズ数域までの広範な流量条件下でコルゲート溝ピッチや溝深さの異なる 9 種のコルゲート管，平滑管および内面溝付管に対する単相熱伝達および圧力損失実験の結果が示された．コルゲート溝ピッチや溝深さが熱伝達特性および圧力損失に及ぼす影響，最適なコルゲート溝形状について考察するとともに，ポンプ動力を一定とした場合の性能評価結果が示された．さらに，コイル状とした場合の熱流動特性についても紹介された。

「ハイブリッド給湯システムの開発」 大友 一朗 氏（ノーリツ）

“ガス給湯器とヒートポンプ給湯機の良さを融合した給湯機でエコ生活を提案します。”というコンセプトで発売されたハイブリッド給湯機が紹介された．講演では，このハイブリッド給湯システムについて，①製品内容，②ヒートポンプ側の炭化水素冷媒（R290）の性能，③炭化水素冷媒の安全性評価，の 3 点について説明された。

「冷媒変遷と冷凍機油」 斉藤 玲 氏（日本サン石油）

冷凍装置の黎明期から現在に至る冷媒の変遷を示すとともに，それにあわせた冷凍機油の開発，改良の経緯が紹介された．特に，現在各国各社で検討されている低 GWP 冷媒の適用について，それぞれの低 GWP 冷媒の特性と適合する冷凍機油の種類に対する考えが示された。

「R32 冷媒用 PVE 空調機油の開発」 松本 知也 氏（出光興産）

現在，各種冷凍機器に使用されている冷媒は地球温暖化係数(GWP)が高い R410A が使用されている．地球温暖化防止のため，空調業界では R410A 代替として R32 に注目が集まっており，冷凍機油として PVE が検討されている．講演では，R32 冷媒用に PVE の基油構造を最適化し，開発された相溶性に優れた New-PVE が紹介された。

b. 意見交換会

品川港南口 DELi-Style において，37 名が参加し，活発な意見交換がなされた。

7. 特別講演，話題提供の分野別分類

➤ 冷媒物性および冷凍機油

「世界の冷媒規制動向と R32 など低 GWP 冷媒の進展」

藤本 悟 氏（ダイキン工業）

[第 1 回委員会]

「低 GWP 冷媒および高温用作動媒体に関する熱物性の信頼性」

東 之弘 教授（いわき明星大学）

[第 3 回委員会]

「高分散型金属試料を用いた低 GWP 冷媒安定性に関する迅速計測の試み」

鈴木 崇 氏（群馬産業技術センター）

[第 4 回委員会]

「微燃性冷媒の安全性評価の進捗」

飛原 英治 教授（東京大学）

[第 7 回委員会]

「冷媒変遷と冷凍機油」

斉藤 玲 氏（日本サン石油）

[第 8 回委員会]

「R32 冷媒用 PVE 空調機油の開発」

松本 知也 氏（出光興産）

[第 8 回委員会]

➤ 冷媒側熱伝達

「微細流路内凝縮に関する最近の研究動向」

地下 大輔 氏，小山 繁 教授（九州大学） [第 2 回委員会]

「超臨界圧流体の伝熱流動特性」

森 英夫 教授（九州大学）

[第 2 回委員会]

「混合媒体による沸騰熱伝達特性の改善について」

大田 治彦 教授（九州大学）

[第 6 回委員会]

「内面ら旋溝付管内蒸発流の流動様相と伝熱特性に及ぼす流体物性の影響について」

桃木 悟 教授（長崎大学）

[第 6 回委員会]

「矩形細管流路内流動沸騰の伝熱機構」

田中 千歳 氏（東京大学）

[第 7 回委員会]

➤ 気液二相流

「Y 字分岐管における気液二相流の相分離特性」

浅野 等 准教授（神戸大学）

[第 1 回委員会]

「マイクロ流路内の気液二相流の流動特性について」

川原 顕磨 氏 准教授（熊本大学）

[第 2 回委員会]

「多分岐管における気液二相分配」

廣田 真史 教授（三重大学）

[第 5 回委員会]

「超音速蒸気ジェットインジェクターの作動特性」

阿部 豊 教授（筑波大学）

[第 8 回委員会]

➤ 水側熱伝達

「給湯用コルゲート管内の单相熱伝達および圧力損失」

井上 順広 教授（東京海洋大学）

[第 8 回委員会]

➤ 空気側熱伝達，霜

「気液熱交換器におけるフィンレス化と翼型チューブの利用についての可能性と展望」

大西 元 助教（金沢大学）

[第 4 回委員会]

「中性子ラジオグラフィを用いたフィンチューブ熱交換器への着霜の可視化」

松本 亮介 准教授（関西大学）

[第 3 回委員会]

「微細溝加工を施した伝熱面における着霜・除霜現象について」

吉田 憲司 准教授（大阪大学）

[第 3 回委員会]

「霜結晶生成・成長機構の制御および抑制」

大久保 英敏 教授（玉川大学）

[第 5 回委員会]

- 熱流動の数値解析
「粒子法シミュレーションによる混相流解析の現状」
越塚 誠一 教授（東京大学） [第 7 回委員会]
- 熱交換器設計
「自動車空調用熱交換器の高性能化に関する研究
～最適設計手法の確立による開発効率の向上～」
金子 智 氏（早稲田大学） [第 4 回委員会]
「SWEP Brazed Plate Heat Exchanger (BPHE)
～Optimized design for the refrigeration cycle～」
叢 培忠 氏（SWEP Japan） [第 7 回委員会]
- 吸着
「吸着材塗布熱交換器の熱・物質移動特性に関する検討」
張 莉 氏（電力中央研究所） [第 5 回委員会]
「活性炭による各種冷媒の吸着特性評価とヒートポンプへの応用」
宮崎 隆彦 准教授（九州大学） [第 6 回委員会]
- 熱交換器技術応用分野，エネルギーシステム
「超臨界 CO₂ を用いた太陽熱利用自立型コージェネレーションシステム」
山口 博司 教授（同志社大学） [第 3 回委員会]
「分散電源等エネルギーマネージメント制御システムの開発による電気・熱利用の最適化と CO₂
削減実証研究」
裊 相哲 氏（早稲田大学） [第 4 回委員会]
「ハイブリッド給湯システムの開発」
大友 一朗 氏（ノーリツ） [第 8 回委員会]

8. 出席者数

Table 1 Number of participants of Committees

回	大学側委員	企業側委員	オブザーバ	事務局	講演者※1	参加者総数	意見交換会
1	8	27	21	1	1	58	44
2	12	24	13	1	2	52	34
3	9	28	21	1	4	63	46
4	9	25	11	2	4	51	38
5	9	25	19	1	3	57	41
6	9	21	9	1	3	43	30
7	7	24	19	1	3	54	36
8	10	25	12	1	4	52	37

※1 委員外の講演者数

以上