

公益社団法人 日本冷凍空調学会
調査研究プロジェクト

環境変化に対応するための
先進熱交換技術に関する調査研究

2016－2017 年度
(平成 28－29 年度)

活動報告書

2018 年（平成 30 年）3 月

日本冷凍空調学会調査研究プロジェクト
環境変化に対応するための先進熱交換技術に関する調査研究
2016-2017 年度（平成 28-29 年度） 活動報告書

調査研究プロジェクト
主査 井上 順広（東京海洋大学）

1. 期間：2016 年（平成 28 年）4 月より 2 年間

2. 設立趣旨：

低 GWP の冷媒の要求に加え、廃熱利用、高温供給、寒冷地対応など、熱源環境は更なる広がりを見せ、冷媒種類や熱源形態に対応した熱交換器の選定や設計が求められている。将来冷媒の方向性は、(1) 低 GWP 冷媒の使用法の開発、(2) 自然冷媒の利用拡大、(3) 冷媒の漏洩管理、(4) 微燃性冷媒への対応、(5) 低 GWP を優先させた HC 冷媒に代表される強燃性冷媒の利用、(5) HFC 系冷媒の使用延長の検討など多岐にわたり、それぞれに未解決の問題が多く残されている。今後、新たな低 GWP 合成冷媒の開発や国際動向に対応する必要がある。一方、近年、オールアルミニウム製空調用熱交換器の開発が進められており、銅の新しい使い方も求められている。一見、従来 R&D の延長のようではあるが、混合冷媒の熱流動特性、冷媒分流、着霜など、解明されていない現象も多く、熱交換器の形態、サイズ、温度状況に応じてそれらの問題が顕在化する可能性もある。本調査研究では、冷媒動向を調査するとともに、管内外の伝熱促進、高密度伝熱面、冷媒分配、潜熱分離空調、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から提供・情報発信し、さらにそれらに関して討議し、熱交換技術の方向性などを検討する。

なお、本調査研究は、2014 年（平成 26 年）4 月～2016 年（平成 28 年）3 月に実施した「冷媒種類など環境変化に対応するため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

（側委員） 15 名

井上順広（主査、東京海洋大学）	
赤坂 亮（幹事、九州産業大学）	浅野 等（幹事、神戸大学）
榎木光治（幹事、電気通信大学）	勝田正文（幹事、早稲田大学）
粥川洋平（幹事、産業技術総合研究所）	高 雷（幹事、福岡大学）
小山 繁（幹事、九州大学）	近藤智恵子（幹事、長崎大学）
佐々木直栄（幹事、日本大学）	党 超鋌（幹事、東京大学）
廣田真史（幹事、三重大学）	宮良明男（幹事、佐賀大学）
森 英夫（幹事、九州大学）	渡辺 学（幹事、東京海洋大学）

（企業側委員） 幹事 7 社、 委員 25 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 アプライアンス社）	
角田 功（幹事、本田技術研究所）	
法福 守（幹事、日立ジョンソンコントロールズ空調）	
奥山 亮（幹事、富士通ゼネラル研究所）	西田耕作（幹事、前川製作所）
東井上真哉（幹事、三菱電機）	金 東輝（LG 電子）
鈴木綱一（大日本印刷）	岡本 勲（空研工業）
高橋宏行（コベルコマテリアル銅管）	金 鉉永（サムソン日本研究所）
柴崎嘉隆（三桜工業）	早瀬 岳（三星電子）
裴 相哲（サンデン・アドバンステクノロジー）	

宮原里支（スウェップジャパン）
村上裕紀（大気社）
中山 浩（中部電力）
橋本克巳（電力中央研究所）
鵜川文雄（東芝キャリア）
堀 紀弘（ノーリツ）
楠本 寛（日立製作所）
中村 淳（富士電機）
水田貴彦（UACJ）

柴 芳郎（ゼネラルヒートポンプ工業）
大山孝政（高砂熱学工業）
岡本義之（デンソー）
石井葉一（東京ブレイズ）
吉本周平（東プレ）
田中信雄（日阪製作所）
滝口浩司（富士電機）
遠藤浩司（三菱重工冷熱）

（事務局）

西口 章（日本冷凍空調学会）

松田謙治（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

➤ 第1回委員会

日 時：2016 年（平成 28 年）6 月 3 日（金） 13:00～17:10

会 場：東京海洋大学 越中島キャンパス 八十五周年記念会館

内 容：

a. 話題提供

「ループヒートパイプ熱輸送技術による高効率冷却・熱有効利用の可能性」

名古屋大学

長野 方星 氏

熱エネルギー有効利用の観点から、高効率な熱輸送技術の創出が期待される。ループヒートパイプはマイクロスケール多孔質内で生じる毛管力を駆動力にした無電力熱輸送デバイスであり、様々な分野での応用が期待されている。本講演ではループヒートパイプに関する基礎研究から応用開発に至る一連の取組みについて紹介された。

「流体熱物性の高温・高圧・高精度測定とそのモデル化」

富山県立大学

宮本 泰行 氏

本研究室では、エネルギーや物質を循環させるシステムに用いられる様々な媒体について、実用化に必要な熱物性の精密測定とそのモデリングを行っている。研究対象は冷媒や作動流体のほか、水素改質材料や人工ハイドレート生成系水溶液などである。本講演では、こうした研究に活用中の測定手法やモデリングの現状等について報告された。

「デシカントを利用した省エネルギー・環境低負荷型空調システム」

九州大学

宮崎 隆彦 氏

デシカント空調システムは、潜熱分離空調や排熱を利用した省エネが期待される技術である。また、デシカントと気化式冷却器を組み合わせれば水を冷媒とした除湿冷房システムの構築も可能である。本講演では、デシカント材料の吸湿特性について解説し、その特性に合わせた需要先とシステム構築について述べられた。

「界面活性剤添加によるポンプ動力削減」

東京理科大学

川口 靖夫 氏

微量の界面活性剤を添加することによって、水流の管摩擦抵抗が 70 % 程度低下する。産総研、札幌市、東京理科大他の共同により札幌市役所本庁舎で行われた実証実験では、対象とする空調用循環水に 0.5 % の濃度で抵抗低減剤を注入し、ポンプ動力を冷房期 47 %、暖房期 65 % 削減した。抵抗低減現象の基礎と実証実験の詳細について紹介された。

b. 国際会議および国内会議報告

8th ACRA 2016（台北，2016 年 5 月 15, 16 日），第 53 回日本伝熱シンポジウム（大阪，2016 年 5 月 24～26 日）について、浅野幹事（神戸大）より報告があった。

c. 幹事会報告

日本冷凍空調学会年次大会（9 月 7 日～9 日）の状況について浅野幹事から報告があった。講演の申込件数は、OS＋一般講演：154 件，ワークショップ＋セミナー：28 件であった。熱交換器の OS は 25 件であった。

d. 意見交換会

越中島キャンパス 八十五周年記念会館において 33 名が参加し、意見交換会がなされた。

➤ 第2回委員会

日 時：2016 年（平成 28 年）9 月 6 日（火） 13:00～16:50

会 場：神戸大学六甲台キャンパス 工学研究科・工学部学舎 5W-301 教室

内 容：「低温機器における着霜および除霜の基礎と応用」調査研究 PJ との合同開催を行った。

a. 話題提供

「着霜熱交換器の基礎的取扱い」

元長岡技術科学大学 青木 和夫 氏

霜層成長の基礎、霜層の成長理論、着霜熱交換器の特性（着霜時・除霜時・全体）、着霜対策、極低温度域の着霜について紹介された。

「霜層成長モデルによる熱交換器の着霜時の性能予測について」

静岡大学 吹場 活佳 氏

これまで、霜層成長を予測するいくつかの数理モデルが提案され、改善が続けられている。これらのモデルは冷却平板などにおける霜層高さを予測するものがほとんどである。一方、実際の開発現場では着霜時の熱交換器の性能変化を予測する必要がある。今回はこのようなギャップを埋める試みについて説明された。

「除霜運転における蒸発器管内冷媒の流動特性と熱輸送に関する研究」

パナソニック 堀井 克則 氏

家庭用冷蔵庫の省電力化に向けては除霜ヒータの消費電力低減が重要である。圧縮機を停止させ、ヒータ加熱を行う一般的な除霜方式では、蒸発器管内に冷媒液が滞留した状態で加熱するため、冷媒が流動し、除霜特性に影響を及ぼす。本研究では、除霜効率向上の指針取得に向け、管内冷媒の流動特性と熱輸送現象を整理した結果について紹介された。

「アルミニウムフィン表面処理が着除霜性に及ぼす影響」

UACJ 笹崎 幹根 氏

エアコンなどの空調機器において、暖房運転時には外気温度が低いため、アルミニウムフィンに結露した水が凍って、そこから霜が発生することでフィン間を塞いでしまい、熱交換を妨げるため、運転効率の悪化を呈する課題がある。そこで、フィンへの表面処理によって表面の水濡れ広がり性を調整し、熱交換器の着霜時間、通風抵抗および排水性の違いを評価した結果について紹介された。

➤ 第3回委員会

日 時：2016年（平成28年）10月13日（水） 13：00～17：20

会 場：国立研究開発法人建築研究所 本館2階講堂

内 容：

a. 話題提供

「吸着冷凍の基礎と普及を目指して」

九州大学大学院 濱本 芳徳 氏

乾燥材などの多孔質な吸着材の表面に蒸気が凝集する吸着現象とその吸着材が外部熱源で加熱され蒸気が蒸発脱離する脱着現象を利用して冷熱生成を行う熱駆動型の吸着冷凍を紹介された。熱源には 60℃～80℃程度の未利用温熱が利用できるが、普及には吸着材充てん熱交換器と制御機器の低コスト化が課題と考える。

「建築物省エネ基準の適合義務化の概要と今後の展開」

国土交通省 国土技術政策総合研究所 宮田 征門 氏

2015年7月に成立した建築物省エネ法に基づき、2017年4月より、2000m²以上の非住宅建築物を新築する際には省エネルギー基準に適合することが必須となり、第三者による設計図書審査や現場検査が求められるようになる。本講演では、建築物の省エネルギー基準に係る技術基準等の最新動向や今後の建築物の省エネルギー施策の方向性等を紹介された。

「Real Performance Evaluation of the Variable Refrigerant Flow (VRF) Air-Conditioning System」

建築研究所 環境研究グループ Napoleon Enteria 氏

This lecture will show the real performance evaluation of the variable refrigerant flow (VRF) air-conditioning system subjected to partial and unbalanced thermal (cooling and heating) loadings and

of different outdoor air temperatures during cooling and heating operations. The purpose of this study is to determine the real performance of the system in an actual building when estimating the energy consumption of the VRF air-conditioning system to be installed in a new or in retrofitted building.

b. 見学会

建築研究所の以下の施設見学を行った。

空調設備性能評価試験装置, ソーラーシミュレータ, 室内環境実証実験施設,
通風実験棟, 集合住宅実験棟, LCCM デモ棟,

c. 国際会議報告

Purdue Conferences 2016 について, 地下大輔氏 (東京海洋大) より報告があった。

d. 幹事会報告

e. 意見交換会

ダイワロイネットホテル 1F ブラッセリードゥ・プラで 25 名が参加し, 意見交換会を行った。

➤ 第 4 回委員会

日 時: 2016 年 (平成 28 年) 11 月 30 日 (水) 13:00~17:30

会 場: 神戸大学梅田インテリジェントラボラトリ (梅田ゲートタワー 8F)

内 容:

a. 話題提供

「産業用ガスタービンにおけるタービン翼冷却技術」

徳島文理大学 理工学部 武石 賢一郎 氏

産業用ガスタービンは, コンバインド発電プラントの主機として用いられ, 最新機種のタービン入口温度は 1600℃に達し, これを用いたプラントの熱効率は 62% (LHV 基準) を達成している。さらに高温化を目指した 1700℃級の研究開発が実施されている。しかし, ガスタービンの高温化に伴って高温ガスに晒されるタービン動静翼は益々苛酷な状態に置かれるため, 圧縮機で製作した空気の一部を用いた冷却が成される。本講では, タービン翼冷却技術の伝熱的な特徴を踏まえながら, 最新の冷却技術の動向について述べられた。

「低 GWP 作動媒体を用いた中国製鉄所向け ORC の設計・開発」

(株)東芝 電力・社会システム技術開発センター 坂上 英一 氏

製鉄は大量のエネルギーを要する。中国は世界の約半分の鉄鋼を生産するが, そのプロセスはエネルギー利用率向上の余地がある。そこで, 中国製鉄所の排熱を回収・利用する有機ランキンサイクル (ORC) 発電システムを日中共同で設計・開発した。近年の代替フロン削減のトレンドから, 低 GWP 物質を作動媒体に取り入れた。

「高温用ヒートポンプ冷媒 R245fa およびその混合冷媒の伝熱・圧力損失特性」

東京海洋大学 海洋工学部 井上 順広 氏

高温用ヒートポンプ機器の熱交換器の熱設計およびサイクル性能解析を行う際に必要となる純冷媒 R245fa および混合冷媒 R245fa/R134a の水平平滑・溝付管内での伝熱・圧力損失特性を実験的に検証した結果について紹介された。

「作動流体の中低温域における熱物性計測」

日本大学 理工学部 田中 勝之 氏

200℃程度までの中低温域における廃熱を利用するシステムの作動流体の熱力学性質を整備するため, その温度域で測定可能な熱物性測定装置を開発し, 測定した結果について紹介された。

b. 国際会議報告

12th IIR-Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants (GL2016) について、 粥川幹事（産業技術総合研究所）より報告があった。

c. 幹事会報告

d. 意見交換会

Cafe & dining ESTADIO 梅田店において 30 名が参加し、意見交換会が行われた。

➤ 第 5 回委員会

日 時：2017 年（平成 29 年）3 月 15 日（水） 13:00～17:30

会 場：九州大学 伊都キャンパス カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
第 1 研究棟（1 階 アイスナードーム）

内 容：

a. 話題提供

「液噴流の固体面衝突時における飛散液滴生成に関する研究」

電気通信大学 大学院情報理工学研究科

榎木光治 氏

管内を流れる流体が、ある開口部から噴出すると、噴流となる。この噴流現象は、冷凍空調機の吹出口やエジェクター、消防車のノズルホースなど、工業分野の様々な領域で使用されている。本講演では、液噴流が下向きに噴出し固体衝突面に衝突した際の飛散液滴生成メカニズムの解明と、液滴飛散量の見積法について紹介された。

「低 GWP 冷媒の単一水平管外凝縮および沸騰伝熱」

長崎大学 大学院工学研究科

近藤智恵子 氏

大型ターボ空調機や給湯器では R1234ze(E)等の低 GWP 冷媒を採用した機器開発が進んでいる。そこで R1234ze(E)に加え、高温用ヒートポンプに適すると期待される R1234ze(Z), R1233zd(E)の水平管外における自然対流凝縮およびプール沸騰伝熱の評価を行った。排熱を利用する産業用高温ヒートポンプでは腐食が懸念されるため、沸騰ではチタン製伝熱促進管も評価したので、その結果を報告された。

「次世代冷媒の開発動向と課題」

九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所

附属次世代冷媒物性評価研究センター(NEXT-RP) 東 之弘 氏

パリ協定や、モントリオール議定書のキガリ改定などで代替フロンである HFC の削減(Phase down)が現実にならびてきた。新しい次世代冷媒の重要性が一層高まっているが、次世代冷媒の開発は、冷媒メーカーに依存したままで、製品を作る側には選択の余地がないように感じてならない。本講演では、性能評価につながる冷媒物性の信頼性について概説し、現状の次世代冷媒動向、および解決しなければならない開発課題について紹介された。

b. NEXT-RP の見学

c. 国際会議報告

アジア熱物性会議について、赤坂幹事（九州産業大）より報告があった。

d. 幹事会報告

e. 意見交換会

梅の花 西の丘店において 22 名が参加し、意見交換会が行われた。

➤ 第 6 回委員会

日 時：2017 年（平成 29 年）6 月 2 日（金） 13:00～17:30

場 所：東京海洋大学 越中島キャンパス 八十五周年記念会館 大集会室

内 容：

a. 話題提供

「プレート式熱交換器内の沸騰および凝縮における伝熱面局所熱伝達特性」

佐賀大学 大学院工学系研究科 仮屋 圭史 氏

プレート式熱交換器は、主に液単相流の熱交換器として幅広く使用されているが、単位容積当たりの伝熱面積が大きいため冷媒充填量が削減でき、流路形状の改良による伝熱促進も期待できるので、冷凍・空調機器の蒸発器および凝縮器としての使用も広がっている。しかし、流路幅方向に気液の不均等な流量分配が生じることにより、局所的に熱伝達率が低下することが懸念される。本研究では、プレート式熱交換器内部における局所沸騰・凝縮熱伝達特性を明らかにすることを目的とし、局所熱伝達率測定用のテストセクションを製作して沸騰および凝縮の局所熱伝達率を測定した。また、透明な流路を作製し、プレート流路における二相流の観察を行った。本講演ではその測定結果及び観察結果について紹介された。

「細管内における気液二相流動構造の計測」

東京海洋大学 大学院海洋科学技術研究科 海洋電子機械工学部門 波津久 達也 氏

二流体モデルを基盤とした二相流解析技術の高度化には流路体系毎の流動現象を実験的に把握した上で、その現象を正しく反映したモデルや構成式を開発する必要がある。二相流の複雑流動現象をどこまで精緻に計測できるかは適用する計測機器の性能と方法に依存するが、特に細管内や狭隘流路内のような小スケールの二相流動構造を対象とする場合、多くの技術的困難に直面する。本講演では、主として内径 0.5～10mm の細管内に形成する気液二相流の局所流動パラメータ（ボイド率、気泡径、界面積濃度、液膜厚さ、液滴径など）を画像解析や光学手法により非接触で計測し、その結果を各種二相流構成式の開発に反映したいいくつかの事例を紹介された。

「温泉バイナリー発電におけるスケール問題」

東京海洋大学 大学院海洋科学技術研究科 海洋電子機械工学部門 盛田 元彰 氏

世界第3位の地熱資源を有する日本では、ベース電源として地熱発電への期待が高まっている。その中で、比較的温度の低い未利用温泉熱を利用したバイナリー発電所の導入が積極的に検討されるようになった。しかし、事業化することが難しく、本格的な導入には至っていない。その要因の1つは、温泉中に含まれる鉱物成分が析出することで生じる配管閉塞や熱交換の阻害である。この問題について示し、解決すべき課題について整理する。

b. 研究室見学

・動力エネルギー研究室（波津久・井原）

環状流噴霧流ループと液膜・液滴計測装置、微小重力下気泡流ループ、
水平矩形流路内二相流ループ、高温高压下濡れ性計測装置、

・エネルギー変換研究室（井上・地下）

圧縮式細径管実験装置、ポンプ式扁平多孔管/細径管実験装置、
管外凝縮伝熱実験装置、流下液膜蒸発/プレート熱交換器実験装置、
ポンプ式高温用冷媒実験装置、ポンプ式高温用冷媒単相実験装置ほか

c. 国際会議報告

Asian Conference on Thermal Sciences (ACTS 2017)（韓国・済州島）について、浅野幹事（神戸大）より報告があった。

d. 幹事会報告

e. 意見交換会

八十五周年記念会館 多目的室(一)にて 47 名が参加し、意見交換会が行われた。

➤ 第7回委員会

日 時：2017 年（平成 29 年）9 月 21 日（木） 13:00～17:30

場 所：長崎大学 文教キャンパス 文教スカイホール（グローバル教育・学生支援棟 4 階）

内 容：

a. 話題提供

「流動様式を考慮した管内蒸発流の圧力損失と熱伝達の整理について」

長崎大学 大学院工学研究科 桃木 悟 氏

様々な流体の管内蒸発流の圧力損失や熱伝達を高精度に予測するための基礎となる物理モデルの構築を目指して、流動様式の違いやそれぞれの様式の特徴を考慮した上で、物性が大きく異なる複数の流体に適用できる整理式の作成を試みている。まず、その発端となった、3 種類の流体の平滑管内気液二相流の摩擦圧力損失の測定値データベースを Taitel らの流動様式予測法を用いて流動様式毎に分類して、それぞれについて著名な 5 種類の圧力損失の整理式の評価・検討を流動様式毎に行った結果を示された。それから、現在試みている流動様式を考慮した内面ら旋溝付管内の蒸発熱伝達の整理式作成の現状について報告あった。

「マイクロ・ナノテクを用いた沸騰熱伝達の計測と制御」

九州工業大学 大学院工学研究院 機械知能工学研究系 矢吹 智英 氏

マイクロ・ナノテクノロジーは沸騰熱伝達の計測・促進においてもパワフルなツールとして利用価値がある。沸騰は、内包する伝熱素過程の高速・局所性から従来技術では精密な計測が難しく、熱伝達メカニズムが明確になっているとはいえない。本講演では、薄膜温度センサを多数集積した MEMS 熱センサやレーザー干渉法などの光学計測技術を駆使した高分解能計測で調べたプール沸騰、流動沸騰の熱伝達メカニズムについて報告された。さらには、ミニチャネル内流動沸騰系において、微細構造を用いた薄液膜制御により伝熱促進する技術についても紹介された。

「高圧水素および低 GWP 冷媒の熱物性測定」

九州大学 大学院工学研究院 迫田 直也 氏

水素社会の実現に向けて、燃料電池自動車(FCV)が既に市販され、水素ステーションにおけるコスト低減および安全性の向上が課題となっている。本研究ではこれまで、水素ステーションをはじめとする水素インフラ構築を目的として、最大 500 °C, 100 MPa までの高圧水素の熱物性を測定してきた。また現在、正確な熱物性値情報を基に、-40 °C にプレクールされた高圧水素の FCV への最適な充填方法に関する検討を行っている。一方、水素物性測定で得られた手法を応用して、高温ヒートポンプ用の低 GWP 冷媒の熱力学性質についても測定を行っている。本講演ではこれら水素および低 GWP 冷媒の物性研究を中心とした取り組みについて紹介された。

b. 研究室見学

桃木研究室および近藤研究室の実験施設を見学した。

c. 国際会議報告

TPTPR（韓国・ソウル）について、宮良幹事（佐賀大）から報告があった。

IEA ヒートポンプ国際会議（オランダ・ロッテルダム）について、橋本委員（電力中央研究所）から報告があった。

d. 幹事会報告

e. 意見交換会

割烹ひぐちにて 29 名が参加し、意見交換会が行われた。

➤ 第8回委員会

日 時：2017 年（平成 29 年）12 月 1 日（金） 13:00～17:30

場 所：東京大学 柏キャンパス 東京大学柏図書館

内 容：

a. 話題提供

「金属エッチング加工とマイクロチャネル型熱交換器」

大日本印刷(株) 研究開発センター パターニング技術研究開発本部

鈴木 綱一 氏

地球温暖化の一策として、各種機器のエネルギー効率向上が求められており、そのためには高性能な熱交換器が必要である。熱交換器の性能を上げるためには、伝熱面積を増やす必要があるが、従来型の熱交換器では大型になってしまう。そこで流路サイズを小さくし、流れ方向の単位断面積あたりの伝熱面積を増やすマイクロチャネル型熱交換器の開発が進められている。本講演では、マイクロチャネルを形成するためのエッチング加工技術、またそれらを積層接合した小型熱交換器について紹介された。

「イノベティブスマートチャンネル®」熱交換器に関する技術紹介

(株)富士通ゼネラル研究所 王 凱建 氏

「両作動流体側の熱抵抗をなるべく等しくすること」でコンパクト性を極めた水-冷媒熱交換器（イノベティブスマートチャンネル®熱交換器 (ISC_HEX)）の開発を試みている。初めに ISC_HEX の設計思想、単体での流動特性と熱交換性能、ならびに Air To Water (ATW) の凝縮器として用いた場合の冷凍サイクルの計測結果を報告された。次に温暖地（川崎）と寒冷地（青森）における ATW のフィールドテストを行い、省冷媒性と省エネ性についてプレート式熱交換器との比較結果を示し、ISC_HEX に関わる課題と解決の糸口を説明された。終わりに ISC_HEX に関わる将来性についてこれまでの研究開発から得た知見を紹介された。

「フィンレス熱交換器」

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 飛原 英治 氏

フィン・チューブ熱交換器（熱交換器の進展、冷媒側・空気側の伝熱促進）、扁平管内伝熱（可視化実験、蒸発実験、矩形流路形状の影響）、コルゲートフィン形状の相違による風洞試験結果、フィンレス熱交換器（伝熱促進、数値解析、コルゲートフィン熱交換器との比較）について紹介された。

b. 研究室見学

飛原・党研究室の実験施設を見学した。

c. 国際会議報告

ISHPC2017（早稲田大学）について、井上主査（東京海洋大）より報告があった。

d. 幹事会報告

e. 意見交換会

八菜 柏の葉店にて 40 名が参加し、意見交換会が行われた。

➤ 第9回委員会

日 時：2018 年（平成 30 年）3 月 2 日（金） 10:00～17:45

場 所：東京海洋大学 品川キャンパス 2 号館 100A 教室

内 容：

a. 話題提供

「狭隘空間用熱交換技術に関する基礎的研究」

青山学院大学 理工学部

麓 耕二 氏

近年、小型熱交換器の高性能化および高集積化する小型電子機器の熱制御技術に関する研究が数多く進められている。また多くの熱制御デバイスが微小空間内において使用されることを鑑みると、より小型で高効率な熱交換を実現する新たな熱交換技術が必要とされている。本講演では、生物の組織形状に由来する微小空間用小型熱交換器の基礎的研究について研究背景および取り組み状況について紹介された。具体的には「魚の鰓（エラ）形状に由来する狭隘空間用熱交換器」および「赤血球のずり流動に由来する高効率熱・物質輸送」について紹介があった。さらに関連する熱流体制御デバイスに関する基礎研究についても紹介された。

「多孔体を用いた熱機器の飛躍的な高性能化

～超高熱流束除去技術、高温水蒸気瞬間生成技術～

横浜国立大学 理工学部 森 昌司 氏

含水させた多孔質体表面を強く加熱すると瞬時に蒸発が起これと同時に、毛管力によって水が自動的に伝熱部へ供給される。本講演では、この原理を上手く活用した超高熱流束除去技術および常温水から高温水蒸気を短時間で生成する技術について紹介された。

「個別分散空調機（ビルマルチ）の高精度性能評価法」

東京海洋大学 海洋資源エネルギー学部門 亀谷 茂樹 氏

近年、個別分散空調機（ビルマルチシステム）の興隆は著しく、その採用例が急増している。同システムは、冷媒が直接室内空気と熱交換を行うため、従来、ユーザーサイドでの性能評価は非常に困難であり、環境試験室などの大がかりな計測システムが必要であった。そこで、低価格・高性能マイコンボードを活用した、リアルタイムで高精度な性能評価装置および各種運転データをクラウドサーバーに集約するシステムを新たに試作・開発して、用途や気象条件が異なる各種建物でのフィールド試験を実施した。本講演では、この評価システムの概要並びに実稼働機の解析結果（運転実態）などを紹介された。

b. 研究室見学

亀谷研究室、鈴木・渡辺研究室

c. 国際会議報告

ECTP（グラーツ・オーストリア）、ISO 委員会（グラーツ・オーストリア、USA・シカゴ）について、赤坂幹事（九州産業大）より報告があった。

d. 幹事会報告

e. 意見交換会

G-style（品川駅高輪口）にて 40 名が参加し、意見交換会が行われた。

7. 話題提供の分野別分類

➤ ヒートパイプ

- 「ループヒートパイプ熱輸送技術による高効率冷却・熱有効利用の可能性」
名古屋大学 長野方星 氏 [第1回委員会]

➤ 次世代冷媒・熱物性

- 「流体熱物性の高温・高圧・高精度測定とそのモデル化」
富山県立大学 宮本泰行 氏 [第1回委員会]
- 「作動流体の中低温域における熱物性計測」
日本大学 田中勝之 氏 [第4回委員会]
- 「次世代冷媒の開発動向と課題」
九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 東之弘 氏 [第5回委員会]
- 「高圧水素および低 GWP 冷媒の熱物性測定」
九州大学 大学院工学研究院 迫田 直也 氏 [第7回委員会]

➤ デシカント・吸着

- 「デシカントを利用した省エネルギー・環境低負荷型空調システム」
九州大学 宮崎隆彦 氏 [第1回委員会]
- 「吸着冷凍の基礎と普及を目指して」
九州大学 濱本芳徳 氏 [第3回委員会]

➤ 界面活性剤・流体損失削減

- 「界面活性剤添加によるポンプ動力削減」
東京理科大学 川口靖夫 氏 [第1回委員会]

➤ 霜

- 「着霜熱交換器の基礎的取扱い」
元長岡技術科学大学 青木和夫 氏 [第2回委員会]
- 「霜層成長モデルによる熱交換器の着霜時の性能予測について」
静岡大学 吹場活佳 氏 [第2回委員会]
- 「除霜運転における蒸発器管内冷媒の流動特性と熱輸送に関する研究」
パナソニック 堀井克則 氏 [第2回委員会]
- 「アルミニウムフィン表面処理が着除霜性に及ぼす影響」
UACJ 笹崎幹根 氏 [第2回委員会]

➤ 建物空調

- 「建築物省エネ基準の適合義務化の概要と今後の展開」
国土交通省 国土技術政策総合研究所 宮田征門 氏 [第3回委員会]
- 「Real Performance Evaluation of the Variable Refrigerant Flow (VRF) Air-Conditioning System」
建築研究所 Napoleon Enteria 氏 [第3回委員会]
- 「個別分散空調機（ビルマルチ）の高精度性能評価法」
東京海洋大学 海洋資源エネルギー学部門 亀谷 茂樹 氏 [第9回委員会]

➤ 産業用ガスタービン・冷却

- 「産業用ガスタービンにおけるタービン翼冷却技術」
徳島文理大学 武石賢一郎 氏 [第4回委員会]

➤ OCR・高温用ヒートポンプ

- 「低GWP 作動媒体を用いた中国製鉄所向けORCの設計・開発」
東芝 電力・社会システム技術開発センター 坂上英一 氏 [第4回委員会]

- 「低 GWP 冷媒の単一水平管外凝縮および沸騰伝熱」
長崎大学 近藤智恵子 氏 [第 5 回委員会]
- 噴流・液滴成長
「液噴流の固体面衝突時における飛散液滴生成に関する研究」
電気通信大学 榎木光治 氏 [第 5 回委員会]
- 熱交換器
「プレート式熱交換器内の沸騰および凝縮における伝熱面局所熱伝達特性」
佐賀大学 大学院工学系研究科 仮屋 圭史 氏 [第 6 回委員会]
「狭隘空間用熱交換技術に関する基礎的研究」
青山学院大学 理工学部 麓 耕二 氏 [第 9 回委員会]
「多孔体を用いた熱機器の飛躍的な高性能化～超高熱流束除去技術, 高温水蒸気瞬間生成技術～」
横浜国立大学 理工学部 森 昌司 氏 [第 9 回委員会]
- 二相流・計測・制御
「細管内における気液二相流動構造の計測」
東京海洋大学 大学院海洋科学技術研究科 海洋電子機械工学部門 波津久 達也 氏 [第 6 回委員会]
「マイクロ・ナノテクを用いた沸騰熱伝達の計測と制御」
九州工業大学 大学院工学研究院 機械知能工学研究系 矢吹 智英 氏 [第 7 回委員会]
- 管内流・伝熱
「高温用ヒートポンプ冷媒 R245fa およびその混合冷媒の伝熱・圧力損失特性」
東京海洋大学 海洋電子機械工学部門 井上順広 氏 [第 4 回委員会]
「流動様式を考慮した管内蒸発流の圧力損失と熱伝達の整理について」
長崎大学 大学院工学研究科 桃木 悟 氏 [第 7 回委員会]
- スケール付着
「温泉バイナリー発電におけるスケール問題」
東京海洋大学 大学院海洋科学技術研究科 海洋電子機械工学部門 盛田 元彰 氏 [第 6 回委員会]
- マイクロチャンネル
「金属エッチング加工とマイクロチャネル型熱交換器」
大日本印刷株式会社 研究開発センター 鈴木 綱一 氏 [第 8 回委員会]
「イノベティブスマートチャンネル®」熱交換器に関する技術紹介
株式会社富士通ゼネラル研究所 王 凱建 氏 [第 8 回委員会]
「フィンレス熱交換器」
東京大学大学院 新領域創成科学研究科 飛原 英治 氏 [第 8 回委員会]

8. 国際会議報告（一部国内会議を含む）

- The eighth Asian Conference on Refrigeration and Air-Conditioning (ACRA 2016)
May 15-17, 2016 in Taipei, Taiwan [第 1 回委員会]
- 第 53 回日本伝熱シンポジウム
2016 年 5 月 24～26 日, 大阪 [第 1 回委員会]
- 2016 Perdue Conferences
－Compressor Engineering, Refrigeration and Air-Conditioning, High Performance Buildings
July 11-14, 2016, in Perdue Univ., Indiana, USA [第 3 回委員会]
- The 12th IIR Gustav Lorentzen Natural Working Fluids Conference
August 21-24, 2016 in Edinburgh, UK [第 4 回委員会]
- The 11th Asian Thermophysical Properties Conference (ATPC2016)
October 2-6, 2016, in Yokohama, Japan [第 5 回委員会]
- REFPROP セミナー
2016 年 10 月 14 日, 日大駿河台キャンパス, 東京 [第 5 回委員会]
- The 1st Asian Conference on Thermal Sciences (ACTS 2017)
March 26-30, 2017, in Jeju, South Korea [第 6 回委員会]
- The 5th IIR International Conference on Thermophysical Properties and Transfer Process of Refrigerants (TPTPR 2017)
April 23-26, 2017, in Seoul, South Korea [第 7 回委員会]
- The 12th IEA Heat Pump Conference
May 15-18, 2017, in Rotterdam, Netherland [第 7 回委員会]
- International Sorption Heat Pump Conference (ISHPC 2017)
August 7-10, 2017, 早稲田大学, 東京 [第 8 回委員会]
- European Conference Thermophysical Properties (ECTP 2017)
September 3-8, 2017, in Graz, Austria [第 9 回委員会]
- ISO TC86/SC8/WG7
2nd Meeting : September 7, 2017, in TU Graz, Austria
3rd Meeting : January 24, 2018, in Chicago, USA [第 9 回委員会]

9. 出席者数

Table 1 Number of participants in each Committee

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	11	21	17	1	4	54	33
2	12 +(4)	24+ (7)	17+ (2)	1	3	57+(13)	-
3	8	19	8	2	3	40	25
4	9	17	11	2	3	42	30
5	13	20	10	1	1	44	22
6	18	18	26	1	3	66	47
7	16	11	7	1	3	38	29
8	15	13	22	1	2	53	40
9	18	13	17	1	3	52	41

※1 委員外の講演者数

※ 括弧内は霜 PJ 委員会からの参加者

以上