

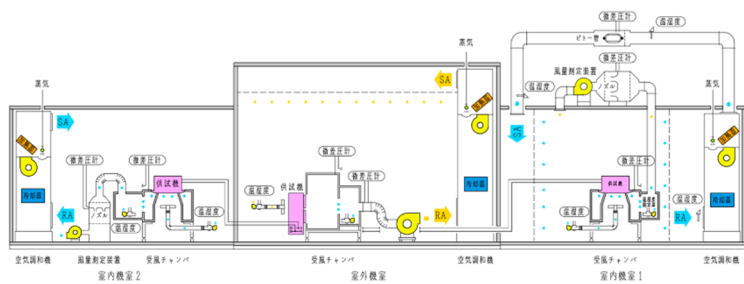
伝 熱

Journal of the Heat Transfer Society of Japan

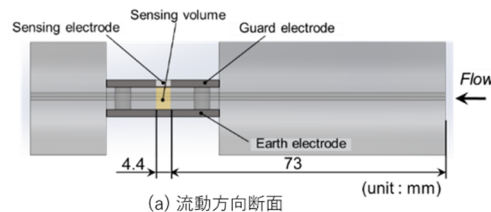
ISSN 1344-8692 Vol. 65, No. 271
2026. 4

HTSJ

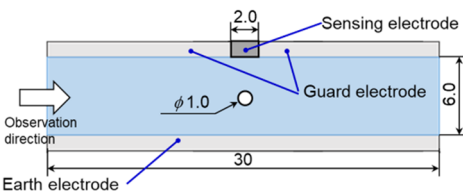
◆特集:省エネ化・低温室効果を達成できる技術及び評価手法の開発(次世代空調技術)



性能評価装置の構成図（特集記事「「エミュレータ式負荷試験法」による空調機の実運動動的性能評価（齋藤 潔，宮岡 洋一）」より）

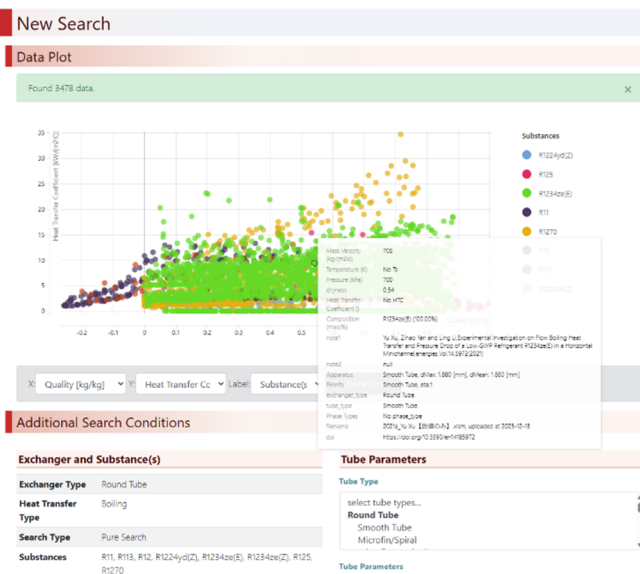


(a) 流動方向断面

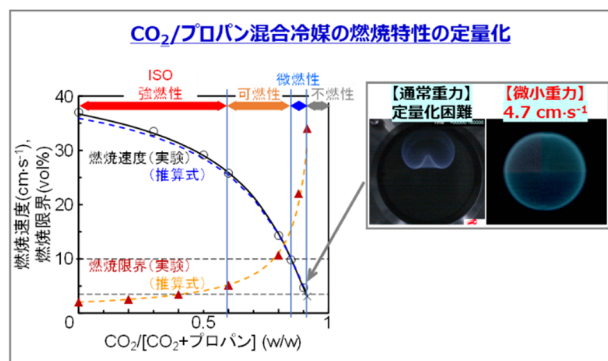


(b) 流路断面

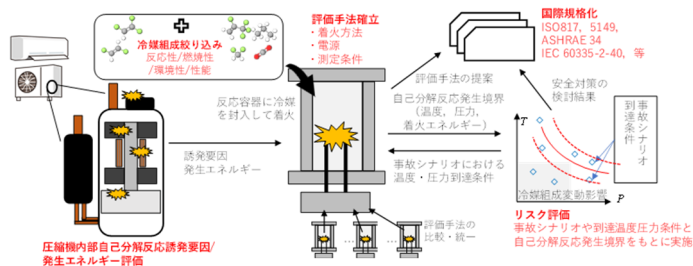
平板型静電容量センサ（特集記事「低 GWP 冷媒に対応するための空調用コンパクト熱交換器の開発（浅野 等）」より）



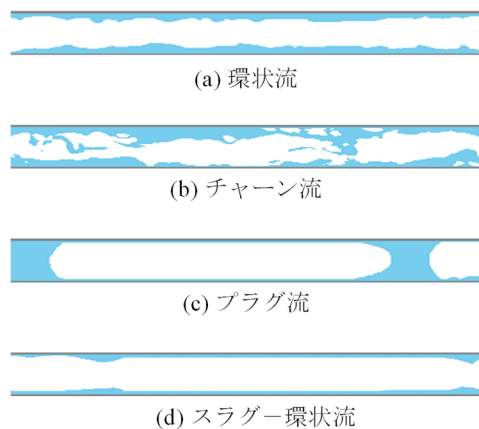
データ表示と条件選択 (特集記事「伝熱データベースの構築とその利活用 (宮良 明男)」より)



CO2/プロパン系の燃焼特性および燃焼性等級の混合比依存性（特集記事「環境性と安全性（燃焼性）をともに満たす次世代冷媒の開発（滝澤 賢二）」より）



自己分解反応に関わる研究開発内容（特集記事「次世代低GWP 冷媒の自己分解反応に関わる安全性研究（東 朋寛）」より）



水平微細流路内の流動様式(特集記事「低 GWP 冷媒の扁平多孔管内における凝縮・蒸発熱伝達の研究動向(地下 大輔)」より)

伝 熱

目 次

〈巻頭グラビア〉

齋藤 潔, 宮岡 洋一 (早稲田大学)	
宮良 明男 (佐賀大学)	
滝澤 賢二 (産業技術総合研究所)	
東 朋寛 (電力中央研究所)	
浅野 等 (神戸大学)	
地下 大輔 (東京海洋大学)	表紙裏

〈特集：省エネ化・低温室効果を達成できる技術及び評価手法の開発（次世代空調技術）〉

特集「省エネ化・低温室効果を達成できる技術及び評価手法の開発（次世代空調技術）」にあたって	
..... 地下 大輔 (東京海洋大学)	1
「エミュレーター式負荷試験法」による空調機の実運転動的性能評価	
..... 齋藤 潔, 宮岡 洋一 (早稲田大学)	2
伝熱データベースの構築とその利活用	宮良 明男 (佐賀大学)
	8
環境性と安全性（燃焼性）をともに満たす次世代冷媒の開発	
..... 滝澤 賢二 (産業技術総合研究所)	14
次世代低 GWP 冷媒の自己分解反応に関わる安全性研究	東 朋寛 (電力中央研究所)
	19
低 GWP 冷媒に対応するための空調用コンパクト熱交換器の開発	
..... 浅野 等 (神戸大学)	25
低 GWP 冷媒の扁平多孔管内における凝縮・蒸発熱伝達の研究動向	
..... 地下 大輔 (東京海洋大学)	29

〈行事カレンダー〉 35

〈お知らせ〉

第 63 回日本伝熱シンポジウムのご案内	36
第 63 回 日本伝熱シンポジウム タイムテーブル (暫定版)	39
第 63 回 日本伝熱シンポジウム プログラム (暫定版)	41
科学技術振興機構 (JST) さきがけ「複雑流動」2 期生 成果報告シンポジウム (暫定版)	65
編集出版部会からのお知らせ	66
TSE 投稿規定	67

〈編集出版部会ノート〉 74

CONTENTS

< Opening-page Gravure: heat-page >

Kiyoshi SAITO, Yoichi MIYAOKA (Waseda University)	
Akio MIYARA (Saga University)	
Kenji TAKIZAWA (AIST)	
Tomohiro HIGASHI (CRIEPI)	
Hitoshi ASANO (Kobe University)	
Daisuke JIGE (Tokyo University of Marine Science and Technology)	Opening Page

< Special Issue: Development of Technologies and Evaluation Methods Capable of Achieving Energy Efficiency and Low Greenhouse Gas Emissions (Next-Generation Air Conditioning Technology) >

Preface to “Development of Technologies and Evaluation Methods Capable of Achieving Energy Efficiency and Low Greenhouse Gas Emissions (Next-Generation Air Conditioning Technology)”	
Daisuke JIGE (Tokyo University of Marine Science and Technology)	1
Actual Dynamic Performance Evaluation of Air Conditioners Using an Emulator-type Load-based Testing Methodology	
Kiyoshi SAITO, Yoichi MIYAOKA (Waseda University)	2
Building a Heat Transfer Database and its Utilization	
Akio MIYARA (Saga University)	8
Development of Next-Generation Refrigerants with Low Environmental Impact without Sacrificing Safety (Flammability)	
Kenji TAKIZAWA (AIST)	14
Safety Investigation of Self-Decomposition Reactions in Next-Generation Refrigerants	
Tomohiro HIGASHI (CRIEPI)	19
Development of Compact Heat Exchangers for Air Conditioners Adapted for Low GWP Refrigerants	
Hitoshi ASANO (Kobe University)	25
Research Trends in Condensation and Evaporation Heat Transfer of Low-GWP Refrigerants in Multiport Tubes	
Daisuke JIGE (Tokyo University of Marine Science and Technology)	29

< Calendar >	35
< Announcements >	36
< Note from the JHTSJ Editorial Board >	74

特集「省エネ化・低温室効果を達成できる技術及び
評価手法の開発（次世代空調技術）」にあたって

Preface to “Development of Technologies and Evaluation Methods Capable of Achieving Energy Efficiency and Low Greenhouse Gas Emissions (Next-Generation Air Conditioning Technology)”

地下 大輔（東京海洋大学）

Daisuke JIGE (Tokyo University of Marine Science and Technology)

e-mail: djige00@kaiyodai.ac.jp

2016 年のモントリオール議定書キガリ改正を受け、先進国は 2036 年までに代替フロン（HFC）の生産・消費量を基準年の 85%削減することが義務付けられました。これにともない、冷凍空調分野では、より地球温暖化係数（GWP）の低い次世代冷媒への転換が急務となっています。しかし、低環境負荷を実現し得る次世代冷媒の多くは、燃焼性や化学的不安定性といった安全性の課題に加え、従来の HFC 系冷媒と同等以上の機器性能を維持するための技術的ハードルが高いのが現状です。

こうした課題を解決するため、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）主導のもと、次世代冷媒およびそれらを用いた冷凍空調機器の開発基盤を整備するプロジェクトが進められてきました。本特集は、2026 年 1 月号の「次世代冷媒技術」と今回の 4 月号「次世代空調技術」の 2 回にわたり、その研究成果を広く紹介するものです。前号では主に冷媒の物性評価や状態方程式の開発についてご紹介いただきましたが、本号では、次世代冷媒を実際のシステムや熱交換器へ適用する際の性能評価手法、伝熱データベースの構築と利活用、実用化に不可欠な安全性評価、次世代冷媒の熱流動特性について、NEDO プロジェクトにご参画されている皆様に記事をご執筆いただきました。

早稲田大学の齋藤潔氏、宮岡洋一氏には、「エミュレーター式負荷試験法」による空調機の実運動的性能評価についてご紹介いただきました。従来の性能試験法では困難であった機器の動的実運動性能の評価や、フィードフォワードを用いた試験の再現性向上など、国際規格の改定を目指した取り組みについて詳述されています。

佐賀大学の宮良明男氏には、伝熱データベース RECDB の構築とその利活用についてご紹介いた

だきました。膨大な伝熱データの Web 公開による共有化に加え、データベースを活用した新たな相関式作成や機械学習を用いた熱伝達率の予測といった最新の活用例と展望が示されています。

安全性の観点からは、産業技術総合研究所の滝澤賢二氏に、低 GWP 混合冷媒の燃焼性の評価について体系的にまとめていただきました。微燃性冷媒（Class 2L）の定義や、次世代冷媒候補として注目されている R1132(E)系や CO₂/プロパンおよび CF₃I 混合系の燃焼限界や燃焼速度に関する最新の知見をご紹介いただきました。

電力中央研究所の東朋寛氏には、HFO1123 や R1132(E)といった次世代冷媒で懸念される自己分解反応のメカニズムについて解説いただくとともに、国際標準化に向けた自己分解反応評価法の開発状況についてご紹介いただきました。

神戸大学の浅野等氏には、低 GWP 冷媒に対応した空調用コンパクト熱交換器の開発について、伝熱面積密度の増大に資する冷媒流路の細径化の必要性、細管内における気液二相流の流動様相やボイド率の計測、さらには非共沸混合冷媒の沸騰開始過熱度の評価に関する研究開発課題をご紹介いただきました。

筆者のグループ（東京海洋大学）からは、低 GWP 冷媒の扁平多孔管内における凝縮・蒸発熱伝達特性について紹介いたしました。微細流路における表面張力の影響や、非共沸混合冷媒特有の物質拡散抵抗が凝縮・蒸発熱伝達性能に及ぼす影響について概説しています。

最後に、執筆者の皆様にはご多忙のところ本特集号の執筆をお引き受けいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

「エミュレーター式負荷試験法」による空調機の実運転動的性能評価

*Actual Dynamic Performance Evaluation of Air Conditioners
Using an Emulator-type Load-based Testing Methodology*

齋藤 潔, 宮岡 洋一 (早稲田大学)

Kiyoshi SAITO, Yoichi MIYAOKA (Waseda University)

e-mail: saito@waseda.jp

1. はじめに

現在の ISO や JIS[1]で規定された空調機の年間性能試験法は、環境試験装置において、圧縮機の回転数を一定とし、制御系を除外した定常状態で取得された、数点の運転データをベースに導出される。これは、機器の動的実運転性能を計測しようとしても、環境試験装置の熱容量等の熱的特性に大きく影響を受けてしまうためである。

一方、実際の機器では当然、機器に搭載された自動制御によって、圧縮機の回転数や膨張弁開度などを動的に変化させながら運転されている。このため、現在の方法では実際の運転性能とは大きく乖離することが指摘されている。このような状況は、制御の最適化等による省エネ性能向上に向けた開発などを阻害する一因ともなっている。

そこで、本研究では、上記の課題を解決する方策として空調機の動的実運転性能を高精度に測定可能とする「エミュレーター式負荷試験法」を提案してきた。ここでは、本試験法に必要な「エミュレーター式負荷試験装置（以下、『本装置』と略す）」を用いて建物負荷をエミュレーターで仮想的に与え、それに基づいて空調機を運転させて動的実運転性能を計測する。

これにより、本来であれば、環境試験装置によって、空調機の動的実運転性能は、変動してしまうこととなるが、環境試験装置が変わってもエミュレーターにおける計算を同様にしておけば、同様の動的性能を得られるようになる。

本試験方法の妥当性を確認するために、第三者機関の環境試験装置にエミュレーターを導入するとともに、同様の空調機を用いて試験した場合に同じ結果になるかどうか確認をするためのラウンドロビンテストを行い、本試験装置を用いた結果と一定の精度で同様の動的実運転性能が得られることを確認した。

しかし、条件によっては、エミュレーターが要

請した空調負荷指令に基づいて、条件発生器で生成される空調負荷に若干の生成遅延が生じ、これが空調機の動的実運転特性に影響を与えてしまうことがわかってきた。

そこで、フィードフォワード補償を行うことにより、この遅延を改善することによって、動的実運転性能試験の再現性を高める方策をも検討してきた。

ここでは、「エミュレーター式負荷試験法」について、概要や特徴、ラウンドロビンテスト結果、遅延補償方策などについて解説する。

2. 本装置の開発経緯

2.1 開発経緯

本装置は、圧縮機の回転数を固定しないで実運転を想定した動的実運転性能試験を高精度で実施可能な新たな性能評価装置として、2020 年度に開発した[2]。そして、2021 年度から 2023 年度に本装置を用いて業務用のパッケージエアコンの試験を実施した。その結果、本試験法を採用すれば、他メーカーの試験装置を用いても 5%程度の差異で動的性能の把握が可能なことを確認した[3]。

その一方で、一部の試験条件においては、差異が 5%を超える結果となった。データを分析すると、これら 2 つの試験装置で空調機の挙動（主に圧縮機の回転数）が異なっており、その原因は、2 つの試験装置では室内の空気の状態を生成する条件発生器から試験室内に送られる空気の経路が異なるため、エミュレーターからの指示に対し、実際の試験室の温湿度生成の遅れ時間が異なっていたためであった。

そこで、エミュレーターからの指示に対し、実際の試験装置の温湿度の遅れ時間を短くするための方策として、フィードフォワード制御によって遅れを補償するソフトウェア（これを Feed forward compensation, 略して「FFC」と呼ぶ）を開発し、

実装した[4].

2024 年度に FFC を実装したエミュレーターを使ってパッケージエアコンのラウンドロビンテストを再度実施したところ、異なる試験装置での空調機の挙動が一致するとともに、エネルギー消費効率（COP）の値の差異が 3%以内となることが確認できた。

2025 年度からは、一般財団法人日本冷凍工業会の主催で複数の空調機メーカーとともに ISO や

JIS の改定を志向した「エミュレーター式負荷試験法」を使ったラウンドロビンテストが進められている。

2.2 本装置の特徴

図 1 に本装置の基本的な概念図を示す。また、実際の空調機が動的状態で動作する際の制御系を図 2 に示す。本装置では計算機（以下「PC」と略す）を使って図 1 の赤枠で囲った建物側の空調条件を仮想的に導出する。空調機が処理する空調負

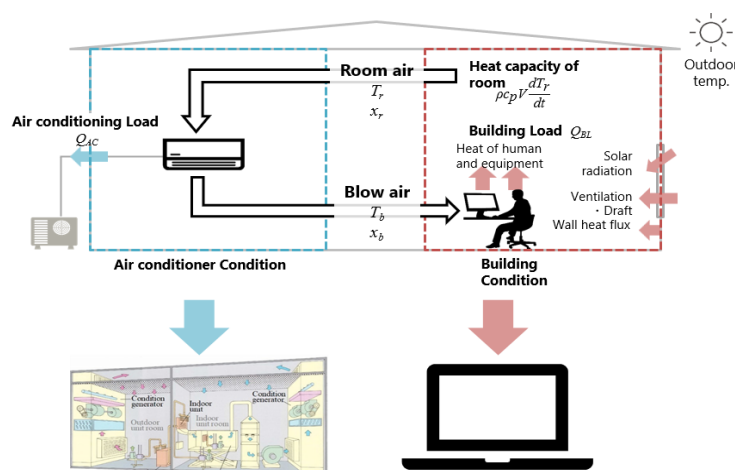


図 1 Concept of test method of air-conditioner

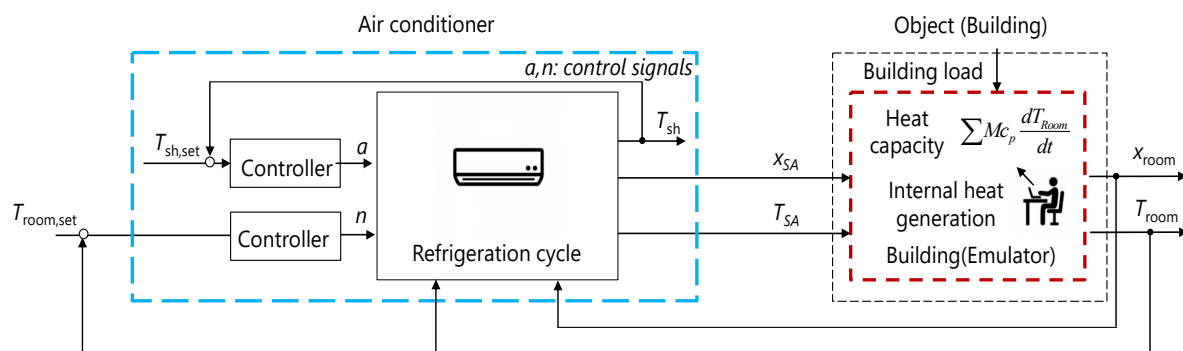


図 2 Control system of air-conditioner considering dynamic soundness

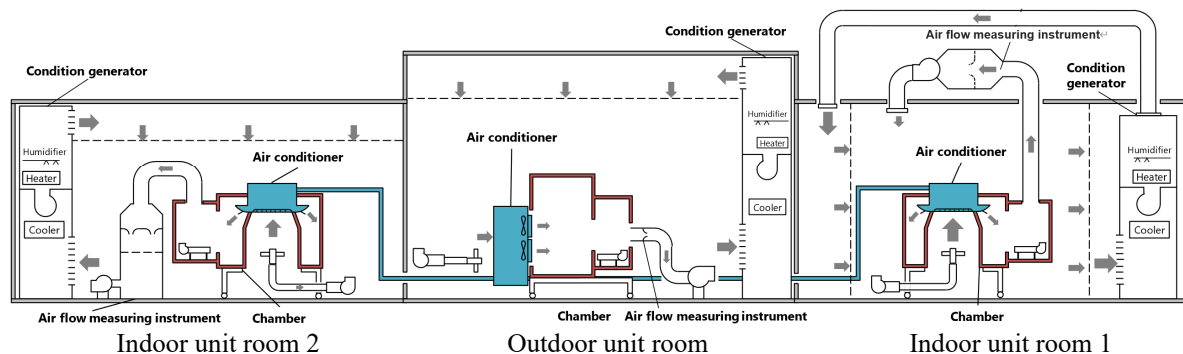


図 3 Elevation of the testing facility at Waseda University

荷は空気エンタルピー方式によって空調機への空気の出入口の状態を直接測定することから導出される。

ここで、PC 内で仮想的に建物側の空調条件を計算するソフトウェアをルームエミュレーターと呼ぶ。図 3 に本装置の立面図を示す。この方式の最大の特徴は、空気エンタルピー方式の試験装置であれば、PC を接続し、ルームエミュレーターと試験装置とのインターフェースを付加するだけで試験装置のハードウェアはそのまま適用できる点にある。本装置を使って JIS で規定された圧縮機を固定した試験結果と、圧縮機の回転数を固定しないで実際の動的実運転性能が測定可能な「エミュレーター式負荷試験」を実施している。図 4 に外気温度 29℃、部分負荷率 (PLR=Partial load ratio) 25% の場合の JIS 試験と動的試験のそれぞれの空調機の挙動を示す。JIS 試験では、圧縮機が固定されているため、空調機は一定の圧縮機回転数で運転を行うのに対し、ユーザーが実際に使う状態である動的試験では、圧縮機が起動停止を繰り返す「断続運転」となる。

これにより、空調機の効率を示す COP は前者の試験に比べて後者は 20% 以上低下することが、本装置の動的試験によって明らかになった。

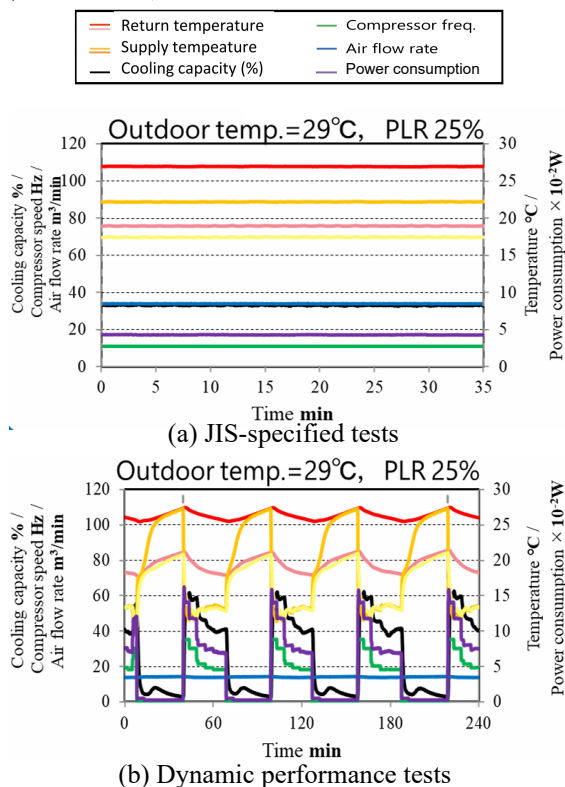


図 4 Examples results of JIS-specified tests and dynamic performance tests

3. 本装置を使ったラウンドロビンテスト

3.1 開発当初に発生した課題

ここで、動的試験における重要な事項として、圧縮機が起動停止を繰り返す「断続運転」のみならず圧縮機が停止しないまでも圧縮機周波数が大きく変わる「変動運転」においても、異なる試験装置で同一の空調機を試験する場合は、同一の動的性能が得られることが必要となる。

そこで、通常的环境試験装置にエミュレーターを導入することによって、エミュレーター式負荷試験装置とした第三者機関の試験装置においてラウンドロビンテストを実施した。その結果、装置が違っても 5% 程度の差異で動的性能把握ができる一方で、一部の試験条件においては、差異が 5% を超える結果となった。

この原因を調査するために、本装置の 2 つの試験室（室内機室 1 と室内機室 2）を使って再試験をした。室内機室 1 と室内機室 2 では、図 3 に示したように室内機室 1 の方が条件発生器 (Condition generator) から試験室内に送られる空気の経路が長いこと遅れ時間が大きく、室内機室 2 の遅れ時間は小さい。そのため、エミュレーターからの指示に対し実際の試験室の温度の遅れ時間が室内機室 1 と室内機室 2 で異なっており、これが、空調機の挙動の違いを生じさせ、結果として COP の差異になっていることがわかった。

図 5 に室内機室 1 と室内機室 2 で実施した試験で空調機の挙動が異なっていた例として、外気温度 29℃、部分負荷率 25% の試験時の挙動を示す。

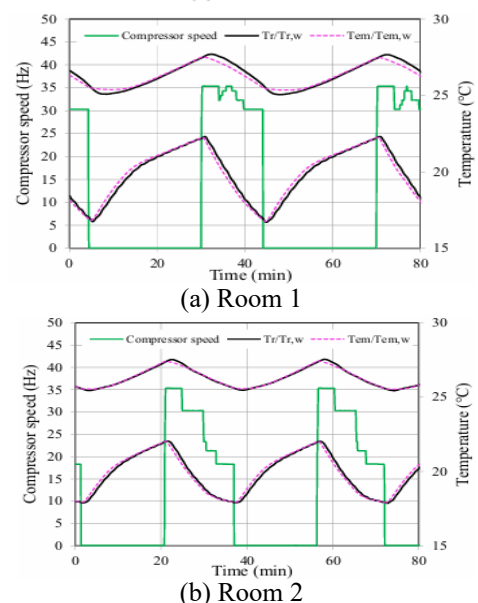
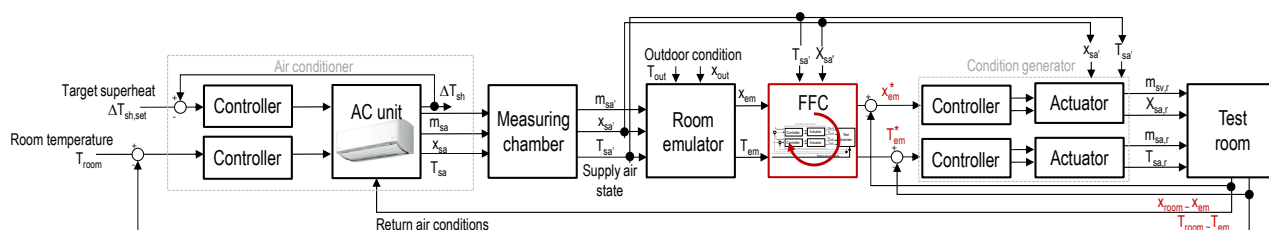


図 5 Differences in the operation of the test air conditioners in the two test rooms



3.2 課題解決策

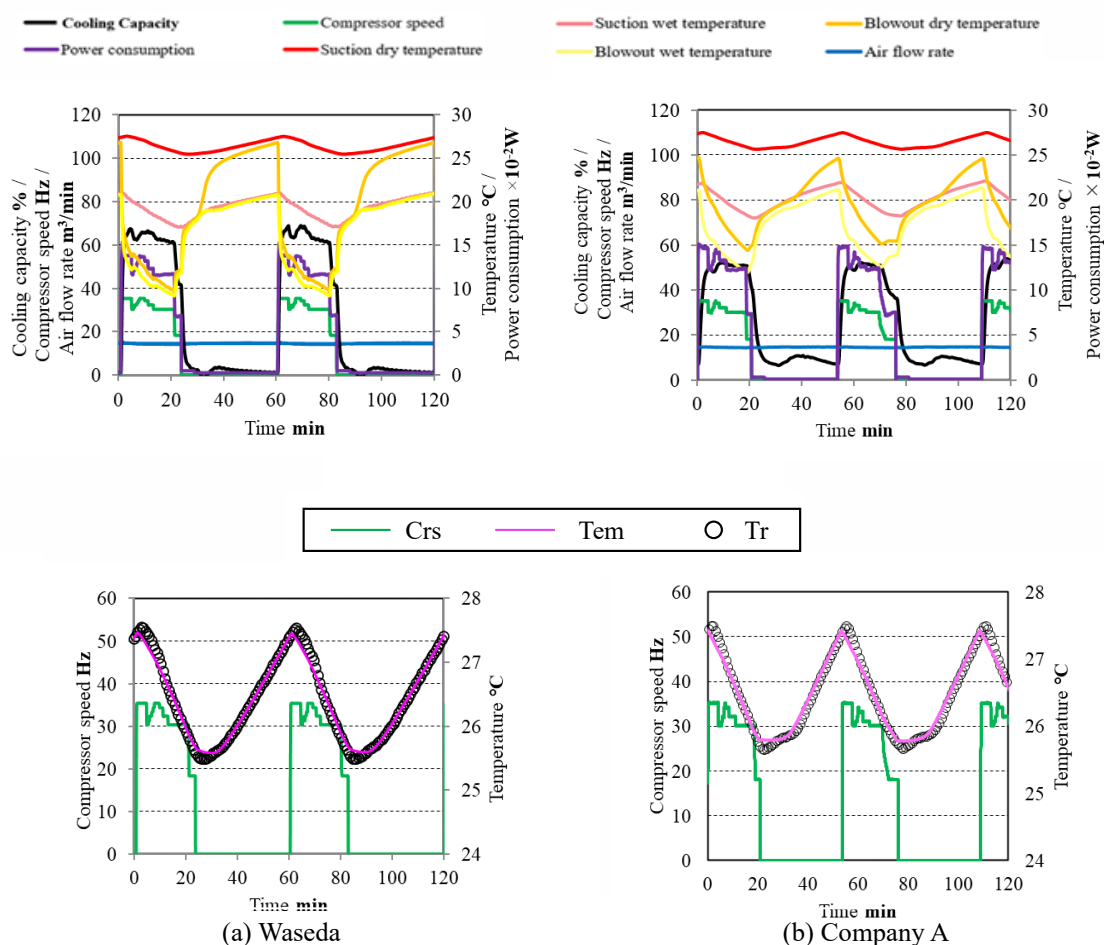
この結果を受けて対策を検討し、2.1 節で述べたようにエミュレーターからの指示温度に対して実際の試験室の温度の遅れ時間を短くするためのソフトウェア「FFC」を開発して実装することとした。図 6 に、室内機室内の遅延を補償する制御系の概略をブロック線図として示す。

このソフトウェアは、エミュレーターからの信号に対して FFC を用いることによって、室内機室の遅れをあらかじめ予想した信号を空気条件発生器へ与えることで、室内機室の遅れを補償し、エミュレーターからの指示温度と実際の室内機室の遅れ時間を短縮しようとするものである。なお、

紙面の関係から FFC の詳細については割愛するので、室内機室の動的モデリング等は参考文献[4]を参照されたい。

3.3 フィードフォワード補償ツールの効果

エミュレーター式負荷試験法における「FFC」を本装置とエミュレーターを使った第三者機関の試験装置に導入し、冷房定格能力 10 kW の業務用パッケージエアコンを用いてラウンドロビンをテストを実施した。外気温度 29℃、部分負荷率 25% で FFC を使用しなかった場合の空調機の挙動、エミュレーターからの指示温度(T_{em}) と実際の室内空気の温度(T_r)および圧縮機回転数(Crs)を図 7



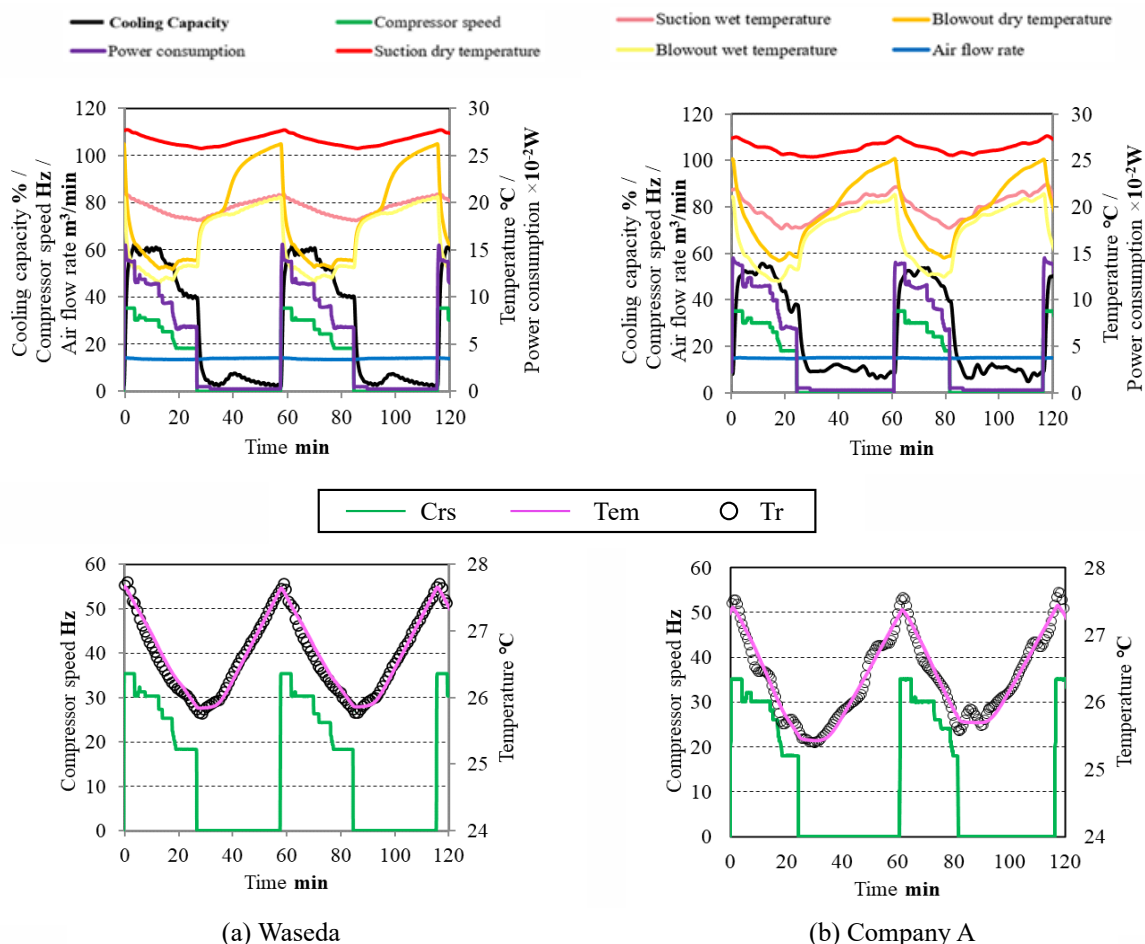


図 8 Emulator instruction temperature, test room temperature and compressor behavior with FFC

表 1 Comparison results without FFC and with FFC

Operation	Outdoor temp. (°C)	PLR (%)	Without FFC			With FFC		
			COP (-)		Deviation (%)	COP (-)		Deviation (%)
			Waseda	Company A		Waseda	Company A	
Cooling	29/19	25.0	5.34	5.57	+4.31	5.88	5.80	+1.36
		50.0	6.24	6.10	-2.24	6.17	6.18	-0.16

に示す。FFC を使用しなかった場合、本学と A 社ともにエミュレーターからの指示温度に対し実際の室温低下の開始が遅れ、圧縮機回転数の減速も遅れるため、制御が作用する段階で室温低下が急峻となり、圧縮機が回転数を段階的に減速する前に室温がサーモオフ温度の 25.7°C に到達している。

次に、同条件で FFC を使用した場合を図 8 に示す。FFC を使用した場合は、両者ともにエミュレーターからの指示温度に対する実際の室内空気の温度の遅れが補償され、室内空気温度の変化速度はエミュレーターの指示温度に良好に追従し、圧

縮機回転数は段階的に減速して、サーモオフ温度である 25.7°C に到達している。この差異は、温度変化の遅れが大きい場合には圧縮機が高回転数を維持しやすいのに対し、遅れが小さい場合には室温変化に応じた圧縮機回転数の段階的な減速が可能となることに起因する。

外気温度 29°C、部分負荷率 25% と 50% で FFC を使用しなかった場合と FFC を使用した場合の COP を比較した結果を表 1 に示す。本学と A 社の試験において、空調機が断続運転となる試験条件の部分負荷率 25% において FFC 未使用時に

4.31%であった COP の差は、FFC 使用時には 1.36%に改善され、また、連続運転となる部分負荷率 50%においても COP の差が改善されている。以上のことから FFC の適用により試験条件の再現性が向上したことが示唆される[5]。

4. おわりに

4.1 現在までに行ってきた研究

本研究では、空調機の制御性および建物負荷を考慮した実運転動的な性能評価を高精度で再現性ある形で実施可能なエミュレーター式負荷試験法の確立を目指して研究を継続している。

この研究過程において、エミュレーターから発生された室内空気の温湿度状態と条件発生器で実際に生成される室内空気状態の遅れを補正する手法である FFC を適用し、その有効性を検証した。

具体的には、同一の空調機を対象として、早稲田大学の「エミュレーター式負荷試験装置」と第三者機関の試験装置にエミュレーターを導入してラウンドロビンテストを実施した。

その結果、試験の反復性および再現性が確認され、本研究で開発したエミュレーター式負荷試験装置と FFC を用いた動的な性能評価手法の有効性および必要性が実証された。

現在、一般社団法人日本冷凍空調工業会からの要請により ISO と JIS の規格の改定を目的として、本学も ISO 改定作業部会に参画して本学が提案した「エミュレーター式負荷試験法」の妥当性の検証を進めているところである。

また、現在では、ISO に参画している諸外国の参加メンバーからも本学の提案方式に対して賛同を得られてきているところである。さらに、2025 年度からは一般社団法人日本冷凍空調工業会の主導で、「エミュレーター式負荷試験法」の具体的な詳細な試験方法の確立を目指し、同工業会所属の複数の企業と一般社団法人日本空調冷凍研究所において「エミュレーター式負荷試験法」を使ったラウンドロビンテストが実施されているところである。

4.2 将来展望

今後は、目標温度に対する装置の温度追従性について、試験条件や供試空調機の機種を変更した検討を進めるとともに、フィードフォワード制御による補償手法等の改良を通じて、空調機の動的

性能評価のさらなる精度向上や方式の一般化を図っていく予定である。

また、実建物における空調機の挙動を把握するため、フィールド試験によるデータ取得や CFD 解析を実施し、エミュレーターを用いた実負荷環境試験結果との比較を行うことで、エミュレーター式負荷試験法の妥当性検証を進める予定である。

これらの取り組みにより、空調機の実使用環境における動的な性能を高精度に評価する手法の確立を目指していく。

謝 辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP23001）の研究成果をまとめたものである。ここに記して、謝意を表す。

参考文献

- [1] Japanese Standards Association, “Room air conditioner, JIS C 9612:2013”, (2013), (in Japanese)
- [2] Miyaoka, Y., Mori, R., Giannetti, N., Jeong, J., Togashi, E., Saito, K., Emulator-type Load-based Testing Methodology for Dynamic Performance Characterization of Air Conditioners, doi: 10.11322/tjsrae.22-17_OA. (2023). (in Japanese)
- [3] Miyaoka, Y., Mizuno, A., Dondini, D., Giannetti, N., Saito, K., Round-Robin Tests of Commercial Air-Conditioning Units Using Emulator-type Load-based Testing Methodology – 1st Report : Results of Cooling Test Conditions –, doi: 10.11322/tjsrae.23-21_OA. (2024). (in Japanese)
- [4] Giannetti, N., Sholahudin, Mizuno, A., Miyaoka, Y., Sei, Y., Enoki, K., Saito, K., Development of Feedforward Control to Improve Reproducibility of Emulator-type Testing Facilities, doi: 10.11322/tjsrae.24-41_OA. (2025). (in Japanese)
- [5] Miyaoka, Y., Giannetti, N., Tanaka, C., Dondini, D., Saito, K., Round-Robin Tests of Commercial Air-Conditioning Units Using Emulator-type Load-based Testing Methodology – 2nd Report : Results of Test Using Feedforward Control, doi: 10.11322/tjsrae.25-23_OA. (2026). (in Japanese)

伝熱データベースの構築とその利活用 *Building a Heat Transfer Database and its Utilization*

宮良 明男（佐賀大学）
Akio MIYARA (Saga University)
e-mail: miyara@me.saga-u.ac.jp

1. はじめに

研究に必要な他の研究者の実験データや関連する情報は、学術論文や学会などにおける発表などから得られる。古くは目次集や抄録誌を定期的に調べたり、参考文献を芋づる式に調べたりして、図書館経由で目的の論文のコピーを入手して読んでいた。その後、コンピュータ化やオンライン化が進み、研究室に座ったまま文献検索ができるようになり、論文の PDF ファイルもダウンロードできるようになった。近年では、検索エンジンから自動で文献情報が届き、AI が要約や関連検索なども支援するようになった。しかし、その情報を基にデータを解析し、新たな研究成果を創出するのはやはり個々の研究者である。また、文献中に含まれる貴重な数値情報を集約することは、必ずしも容易ではない。

伝熱データの数値情報は、論文でグラフ化されて示されることがほとんどであり、必要な場合はグラフから数値を読み取って利用する。しかし、時間をかけて集めたデータの利用もそこだけで終わってしまい、その後利用されることはあまり無いだろう。

多額の研究費と多くの人的労力をかけて取得した実験データをより広く、またより長く活用してもらうために、2000 年ごろに伝熱データベースの構築を計画した[1]。冷媒の管内凝縮および蒸発の研究をしていた研究者（九州大学・小山繁、九州大学・森英夫、岡山県立大学・野津滋、東京海洋大学・五島正雄、佐賀大学・宮良明男）が集い、相互にデータ共有するとともに他の研究者が利用できる形で実験データをまとめた。当時作成したデータベースは、実験方法やデータ整理方法を説明するドキュメントファイルと Excel またはテキストのデータファイルで構成されており、新たな実験データを得た際の比較や論文を作成する際の参考データとして有効に利用することができた。

しかし、それらのファイルの作成に要する負荷が大きいことや、データベースを利用するためにそれなりの専門知識が必要となる課題があった。

その後、2018 年度～2022 年度に実施した NEDO 事業「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷媒・冷凍空調技術及び評価手法の開発」において、冷媒蒸発器および凝縮器の開発に利用できる伝熱データベースを新たに開発することになった。新たなデータベースは“Refrigerant Evaporator and Condenser Database (RECDB)”と名付け、専門知識を必要とせず、誰でも Web 上で利用できるシステムの開発を心掛けた[2]。また、データの収集および蓄積についても、研究者以外でも作業ができるように手順を簡単化し、継続的にデータを更新できるようにした。

ここでは、伝熱データベース RECDB のデータ収集・蓄積方法や Web 上での利用、蓄積したデータの活用例などについて紹介する。また、RECDB の今後の開発計画について説明する。なお、以降、沸騰および凝縮伝熱を相変化伝熱と総称する。

2. 伝熱情報の整理とデータ構成

2.1 熱伝達率

局所熱伝達率 α は式(1)で定義される。

$$q = \alpha(T_w - T_f) \quad (1)$$

ここで、 q は熱流束、 T_w は壁面温度、 T_f は流体の代表温度である。このことは、本特集記事の読者なら誰でも知っていることであるが、多様な伝熱形態があり、また種々の実験が行われており、それらの定義や求め方は研究者によって、また論文によって少し異なる場合もある。加えて、同様な研究を行っている研究であっても、論文によって得られる情報が異なる。伝熱データを収集・蓄積する際に、伝熱情報を適切に整理する必要がある。

ここでは、RECDB で取り扱っている円管内の

気液相変化伝熱を例にデータ収集方法を説明する。冷媒の円管内相変化伝熱を促進するために、内面に微細な溝（フィン）加工を施した内面溝付管（マイクロフィン管）が広く利用されており、研究論文も多い。式(1)の熱流束を計算する際の伝熱面積は下記の様な方法で定義されている。

- (a) 最大内径（溝底部）を有する平滑管の面積
- (b) 最小内径（溝頂部）を有する平滑管の面積
- (c) 流路面積が等しくなる内径の平滑管の面積
- (d) 溝による面積増加を考慮した実伝熱面積

これらは、(a)は平滑管内面にフィンを付けた場合の比較として、(b)は平滑管内面に溝加工を施した場合の比較として定義されたと考えられる。局所熱伝達率の定義からすれば(d)の定義が望ましいとも考えられるが、伝熱管の熱交換性能を比較する観点からすると評価が分かりづらい。そのため、RECDB では、(d)の方法で定義された熱伝達率はデータ収集から除いた。一般的に溝深さは管内径に比べて十分に小さいので、(a)～(c)の定義で求められたデータを収集するとともに、定義を変更した計算を可能にするため、溝の深さやリード角、溝数、面積拡大率なども収集データに含めた。

冷媒の相変化伝熱における代表温度には、飽和温度、またはバルク温度（混合平均温度）が使われる。相変化領域の大部分では飽和温度とバルク温度が等しくなるが、過熱蒸気の凝縮やサブクール沸騰などの特殊な状況ではそれらの値が異なり、定義に依存して熱伝達率の値が異なる。RECDB では、定義の変更はせずに、報告された熱伝達率の値を収集した。冷媒温度については、測定されている情報がある場合はその値を収集し、論文中に飽和温度の値が明示されていない場合は、純冷媒では圧力から、混合冷媒では圧力と冷媒組成、蒸気クオリティから求めた飽和温度の値を計算して情報に含めた。

壁面温度の情報は、論文中に明示されていないことがほとんどである。しかし、熱伝達率の整理や予測においては必要な情報であるため、論文中に示された情報から、式(1)を用いて計算した。沸騰・蒸発の論文では熱流束条件が明示されていることが多く、熱伝達率と飽和温度を用いて壁面温度が計算できる。凝縮の論文では熱流束条件が与えられていない論文が多く、必要な情報が得られない場合は、壁面温度は欠損データとした。

2.2 圧力損失

流動系の相変化伝熱における圧力損失は、摩擦による圧力損失、気液相変化による運動量変化、重力による静水圧変化の3つにより生じる。

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)_t = \left(\frac{dp}{dz}\right)_f + \left(\frac{dp}{dz}\right)_m + \left(\frac{dp}{dz}\right)_g \quad (2)$$

論文では摩擦圧力損失または全圧力損失が報告されている。また、圧力損失の測定は蒸発や凝縮の相変化伝熱を伴う条件だけでなく、断熱二相流条件で摩擦圧力損失を測定した結果も報告されている。RECDB ではそれらの条件を分類しながら、摩擦圧力損失および全圧力損失の値を収集した。

2.3 伝熱流路形状

RECDB で対象とした伝熱流路の種類は円管、扁平多孔管、プレート式の3つであるが、それぞれにおいても多様な形状の流路が存在する。論文の中から下記の情報を収集した。

共通項目：

伝熱形態（沸騰／凝縮／断熱／その他）、
伝熱流路（管内／多孔管／プレート／その他）、
流動方向（水平／鉛直上向／鉛直下向／傾斜）、

円管：

種類（平滑／溝付／クロス溝／ヘリンボーン溝／その他）、最大内径、平均内径、水力直径、
溝深さ、溝のリード角、溝数、面積拡大率、

扁平多孔管：

流路数、壁面形状（平滑／フィン／その他）、
1流路の断面積、面積等価内径、水力直径、
伝熱面側流路幅、仕切板側流路幅、フィン高さ、
リード角、フィン数、面積拡大率

プレート式：

プレート型（シェブロン／ジグザグ／洗濯板／突起／平面／その他）、流路数、壁面性状（平滑／粗面／その他）、プレート長さ、プレート幅、シェブロン角1、シェブロン角2、波形深さ、波形ピッチ、水力直径、1流路の断面積、面積拡大率。

2.4 実験条件

熱伝達率は冷媒の質量速度や蒸気クオリティ、熱流束、圧力、温度などの条件に影響されるため、これらの条件を広く変化させた実験が実施されて

いる。RECDB では、熱伝達率の値ごとにこれらの実験条件が紐づけられて記録されている。

2.5 冷媒の種類および成分

収集対象とした流体は、冷凍空調機に使用されるハロゲン化炭化水素 (CFC, HCFC, HFC, HFO, HCFO), 炭化水素, アンモニアなどである。水は収集対象から除いた。CHC や HCFC はオゾン層破壊に起因して使用されなくなったが、比較などに必要になる。冷媒名称は ASHRAE 番号[3]で与え、世界中で利用されている物性値計算ソフトウェア REFPROP [4]で計算できるようにした。また、実験に使用される冷媒は単一組成の冷媒だけでなく、複数の成分を混合した冷媒（混合冷媒）が使用される。それに対応できるように、各成分の冷媒名称と質量分率を冷媒情報として収集した。なお、流路内の相変化過程で液相および気相それぞれの質量分率が変化する。RECDB では、伝熱データを整理する Excel シート内に組込んだ REFPROP 関数で計算した局所質量分率も入力されている。

2.6 冷媒の熱物性値

相変化伝熱は種々の熱物性に依存する。RECDB には、REFPROP で計算した気液それぞれの密度、定圧比熱、粘度、熱伝導率、潜熱および表面張力が入力されている。

なお、液の密度や粘度、熱伝導率を計算する際に壁面温度と飽和温度の平均値（膜温度）を与えて計算することも推奨されているが、前述したように、壁面温度が得られないデータも多いため、熱物性値を計算する際の温度は飽和温度を用いた。臨界点近傍で物性値の温度依存性が大きい条件や温度差が大きな条件のデータを解析する際は注意が必要である。

2.7 文献情報

RECDB には、熱伝達率や圧力損失およびそれらに影響を及ぼす情報が記録されている。しかし、そのデータを測定した装置の情報や実験結果に対する考察などは含まれておらず、より詳細な調査を行うためにはデータを取得した元の論文が必要となる。また、データを利用する際には元論文の引用も必要である。RECDB には元論文の DOI が記録されている。

2.8 伝熱データの構造

図1は関係者から提供された伝熱データおよび文献情報から収集した伝熱データの記録の流れ、また Excel シートに集約されるデータ構造を示す。前述した全ての情報は、熱伝達率1点毎に同じ行に記録されて関連付けられている。1つの論文から得られる情報が1つの Excel ファイルにまとめられ、Web 上に構築された伝熱データベースのシステム RECDB に登録される。

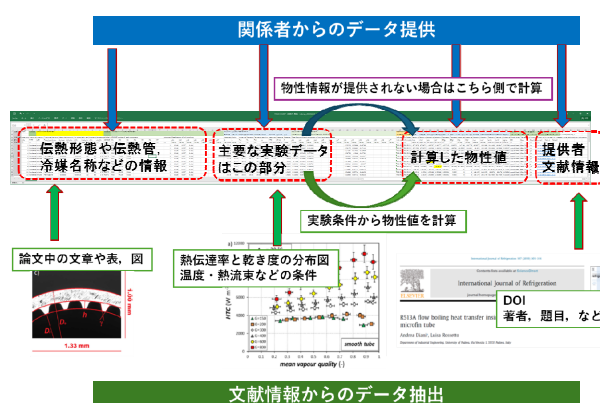


図1 伝熱データの取集から記録までの流れと Excel 上に集約した伝熱データの構造

3. 伝熱データベース RECDB の利用

3.1 Web システム

RECDB に登録された伝熱データは、Web システム (<https://recdb.org/>) から誰でも自由に検索できる。また、検索したデータは Web 上でグラフ化して表示できるようになっており、表示するパラメータの変更も可能である。

図2は RECDB のスタート画面である。ユーザーアカウントを持っていれば左側からサインインでき、アカウントを持っていない場合は右側から誰でも無料で登録できる。

図3に示すサインイン後のトップ画面上で伝熱管の種類を選択し、伝熱様式を選択すると、冷媒毎に沸騰、凝縮、断熱二相流それぞれのデータ数が表示される。左側の表では純冷媒および特定の名称が付けられた混合冷媒 (R410A, R454C など) を選択でき、右側の表ではその成分を含む混合冷媒を複数選択できる。

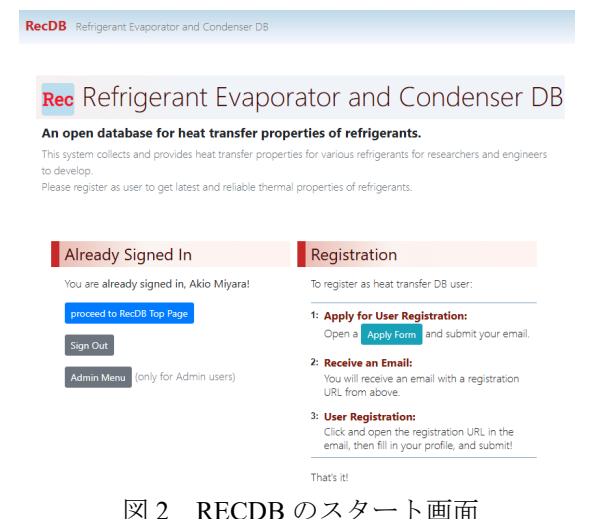


図2 RECDBのスタート画面



図3 伝熱管と冷媒の選択

「Search」ボタンを押すと、データベースから伝熱データが検索・抽出され、図4に示すグラフが表示される。これは蒸気クオリティに対する熱伝達率の変化を冷媒種毎にシンボルの色を変えて表示させたものであるが、文献毎や管種毎に色を変えて表示することも可能である。マウスポインターをシンボルに合わせると、そのデータに紐づけられた全ての情報がポップアップウィンドウに表示される。左下には検索した伝熱データの元論文のDOIが示されており、それをクリックすれば論

文情報にアクセスできる。右下には、管の種類（平滑管やらせん溝付管など）が選択できる表、管径の範囲や溝形状の範囲などが選択できる表、質量速度や熱流束、蒸気クオリティなどの実験条件の範囲が選択できる表が用意されている。条件を設定した後、「Re-Draw Graph」ボタンを押すと、設定した条件を満たすデータが表示される。座標軸は複数のパラメータを指定できるようになっており、熱伝達率と熱流束の関係なども表示できる。

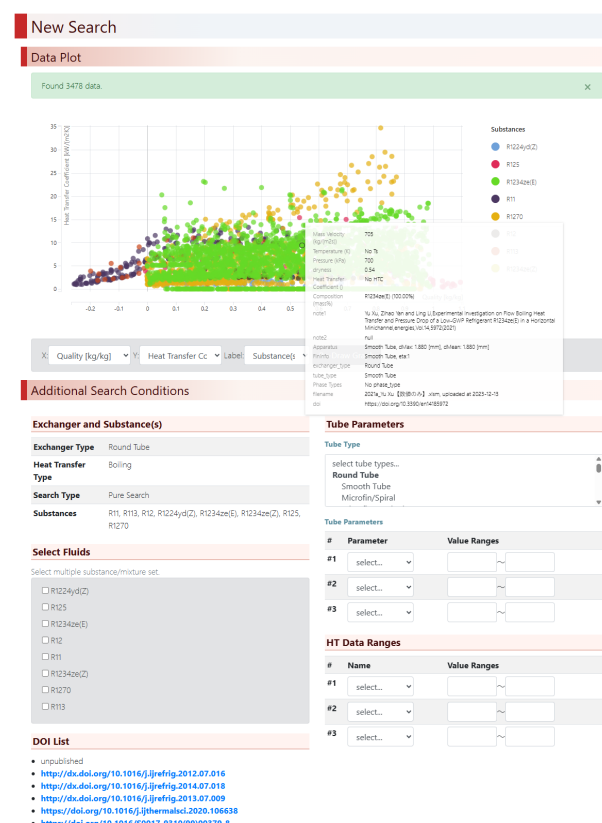
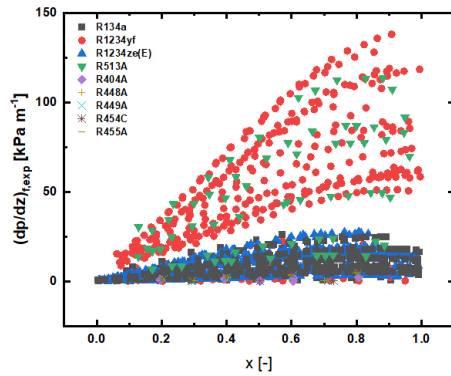


図4 データ表示と条件選択

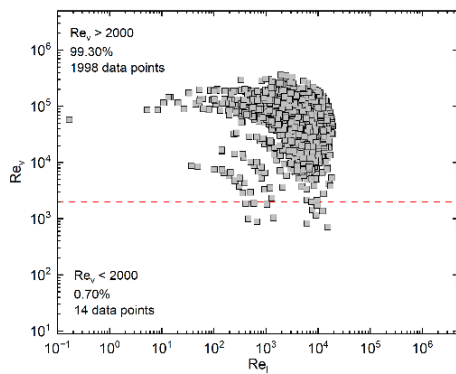
4. 伝熱データベース RECDB の活用

4.1 力損失の相関式作成

伝熱データベースを活用して新たな圧力損失の相関式を作成した Sugita ら[5]の例を紹介する。図5(a)は RECDB から目的の平滑管内断熱気液二相流における摩擦圧力損失を含むデータを取り出し、冷媒種毎に蒸気クオリティに対する摩擦圧力損失の分布を示したものである。管内径や質量速度や温度、圧力などの条件が異なる全てのデータが示されており、データの特長やばらつきなどが確認できる。



(a) 抽出した圧力損失データの分布



(b) 抽出したデータの Re 数分布

図 5 圧力損失に関するデータ抽出

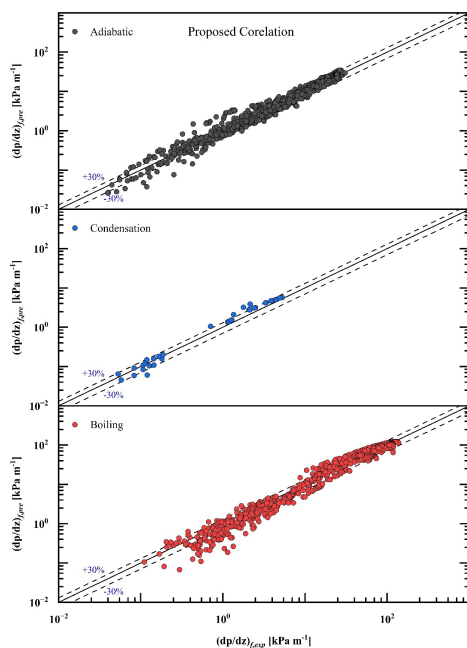


図 6 作成した相関式の評価

RECDB からダウンロードしたデータには実験条件に加え、熱物性などの情報が含まれており、必要な無次元パラメータも容易に計算できる．図 5 (b)は、液および蒸気のレイノルズ数の分布を示したものである．

Sugita らはこのデータを用いて、これまでに他の研究者が提案した 8 種類の相関式の予測精度を評価するとともに、新しい相関式を提案している．図 6 は提案した相関式を凝縮や蒸発を伴う場合の摩擦圧力損失など、RECDB から他のデータをダウンロードして比較した結果である．

4.2 凝縮熱伝達率の相関式作成

Ubudiyah ら[6]は R32 および R1234yf を用いて外径 3.5 mm のらせん溝付管内凝縮の実験を行い、凝縮熱伝達率を予測する相関式を作成した．また、他の研究者が報告した、管径および溝形状の異なる実験データを RECDB から抽出し、作成した相関式の予測性能を評価している（図 7）．

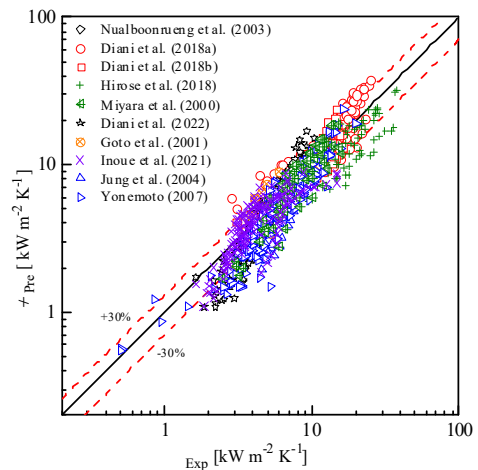


図 7 提案した凝縮熱伝達率の相関式の評価

4.3 熱伝達率の AI 予測

大量の伝熱データがあれば、機械学習を用いて熱伝達率を予測することも可能になる．Edgar ら[7]は 140 編以上の論文から抽出した 18 種類の冷媒の 22608 点の沸騰流熱伝達率のデータを機械学習により予測した結果を報告している．対象とした実験条件は流路形状などによらず、円管、扁平多孔管、プレート式の熱交換器を対象とし、円管では平滑管や内面溝付管、扁平多孔管ではフィン付きや断面形状の異なるもの、プレート式ではプレート形状やシェブロン角の異なるものなども含

まれている。なお、データの 80%は機械学習に、20%は検証に使用している。機械学習は 28 種類のモデルについて比較を行い、最も予測精度の高いモデルでは、二乗平均平方根誤差が 1.97、平均絶対誤差が 29%であることを報告している。

図 8 は、冷媒毎に熱伝達率の実験値と予測値のデータ分布を箱ひげ図を用いて比較したものである。外れ値では大きく値が異なるものもあるが、それぞれの冷媒で中央値や散らばりはよく一致している。

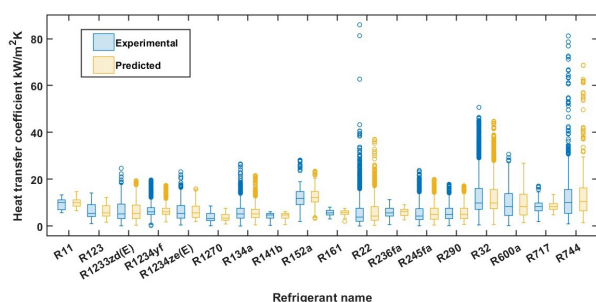


図 8 機械学習による沸騰流熱伝達率の予測

5. おわりに

伝熱データベース RECDB に登録されている伝熱データは、2026 年 1 月現在で 9 万点を超過しており、今後も継続的にデータを蓄積する予定である。多くの研究者が得た研究成果は科学技術の発展に貢献しているが、時間と費用をかけて取得された実験データを直接利用できることや、実験データから論文情報を入手できることは有用であると考えており、RECDB が今後の研究開発や熱交換器の設計などに利用され、新たな成果に貢献することを期待している。

現行の NEDO 事業「次世代低 GWP 冷媒の実用化に向けた高効率冷凍空調技術の開発」では、Web 上の RECDB に相関式の評価や熱伝達率の AI 予測が可能になる機能を追加する開発を進めている。NEDO 事業の終了後もデータの収集やシステムの開発が継続できる方策も検討中である。

伝熱研究に資する数値データは、RECDB で取

り扱う相変化伝熱に関する情報に限らず、文献中には多様な数値データが存在する。また、画像や動画などの情報も有益である。将来的には、これらの情報も取り扱えるよう整備を進めたい。

参考文献

- [1] 宮良明男, 小山繁, 野津滋, 森英夫, 井上順広, 松島均, 吉岡俊, 瀧川克也, “専門テキスト「凝縮器の熱設計法」の出版と伝熱データベースの構築”, 2005 年度日本冷凍空調学会年次大会 講演論文集, A201 (2005)
- [2] 宮良明男, 東之弘, 赤坂亮, 亀井亜佐夫, “冷媒蒸発器および凝縮器のデータベース (RECDB) とデータ解析”, 2023 年度日本冷凍空調学会年次大会 講演論文集, A121 (2023)
- [3] ASHRAE REFRIGERANT DESIGNATIONS, <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/ashrae-refrigerant-designations>
- [4] Lemmon, E. W., Bell, I. H., Huber, M. L., McLinden, M. O., 2018. NIST Standard Reference Database 23: Reference Fluid Thermodynamic Properties - REFPROP (DLL Version 10.0a). NIST, USA.
- [5] Sugita, I. W., Mainil, A. K., Miyara, A., “General correlation of two-phase frictional pressure drop inside smooth tubes”, *Heat and Mass Transfer*, **60** (2024) 1009-1023.
- [6] Ubudiyah, H., Mainil, A. K., Kariya, K., Miyara, A., “Experimental study and general correlation for condensation heat transfer, coefficient inside microfin tubes”, *International Journal of Refrigeration*, **158** (2024), 422-430.
- [7] Edgar, S. G., Hernandez-Matamoros, A., Miyara, A., “Machine Learning- Driven Prediction of Heat Transfer Coefficients for Pure Refrigerants in Diverse Heat Exchangers Types”, *Journal of Experimental and Theoretical Analyses*, **3-4**, 32 (2025).

環境性と安全性（燃焼性）を共に満たす 次世代冷媒の開発

*Development of Next-Generation Refrigerants
with Low Environmental Impact without Sacrificing
Safety (Flammability)*

滝澤 賢二（(国研) 産業技術総合研究所）

Kenji TAKIZAWA (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST))

e-mail: k.takizawa@aist.go.jp

1. はじめに

現在、NEDO プロジェクト「次世代低GWP冷媒の実用化に向けた高効率冷凍空調技術の開発」内の冷媒評価グループにおいて、国内研究者が次世代冷媒開発という共通のキーワードのもとで、地球温暖化対策と一緒に取り組んでいる。本稿では、筆者が担当している地球温暖化係数（GWP）が低く、安全性に優れた次世代冷媒の検討の現状および途中経過について報告する。

2026年1月14日の報道によると、2023年から2025年の直近3年間平均の世界平均気温が、産業革命前の水準を1.52℃上回り、気候変動枠組条約「パリ協定」の抑制目標値1.5℃を3年間平均として初めて上回ったそうである。2023年には、グテーレス国連事務総長は「地球温暖化の時代は終わり、地球沸騰化の時代が到来した」と述べており、今後、地球環境は多くの人類にとって快適であった全球的平衡状態から、より過酷な新しい平衡状態へ不可逆的に遷移しはじめたということを示唆しているのだろう。

それはそれとして、我が国の冷凍空調業界が抱える喫緊の課題は、引き続きモントリオール議定書キガリ改正（2019年1月発効）の目標達成に向けたHFC消費の削減である。これは2036年までに、CO₂換算HFC消費を基準年から85%削減する約束であるが、我が国のHFCの回収率は現状40%程度にとどまることから、従来のHFC冷媒からより低いGWPの冷媒へ転換することが、温室効果ガスの総量削減にとって実効的な解決策と考えられている。

これに加えて、我が国は2050年のネット・ゼロの実現に向け、2035年度、2040年度に、温室効果ガスを2013年度からそれぞれ60%、73%の削減を目指す国際公約した。政府は、「地球温暖化対策計画」、「第7次エネルギー基本計画」（2025年2月閣議決定）において、エネルギー起源CO₂の

2040年度の削減目標値として、冷凍空調機器において業務部門79%削減、家庭部門71%削減（HFC等4ガス削減率72%）を掲げ、この『徹底した省エネルギーの追求』に実効性を持たすべく、省エネ法「トップランナー制度」において、機器毎のトップランナー目標値および目標年度が設定され、これを満たさない製造事業者の公表や罰金を科すことを定めた。またこれらの計画において、S+3E（安全性、安定供給、経済効率性、環境適合性）の原則は維持するとし、『安全性は大前提』とされた。

こうした我が国の一連の方針をまとめると表1のようになり、冷凍空調業界には、安全性が高く、GWPが低く、かつ高い省エネ性が得られる冷媒を迅速に実用化することが求められている。そのため、冒頭に述べたNEDOプロジェクトにおいて、「高安全性」「低GWP」「省エネ性」をキーワードとしたサブテーマについて研究開発が進められている。本プロジェクトでは、日本企業が開発したフルオロエチレンを主成分とした混合冷媒を次世代冷媒候補と位置付けており、本稿では「高安全性」の観点からこれらの冷媒候補の燃焼特性について得られた知見を報告する。

表1 化学メーカー、機器メーカーそれぞれに課せられる要求

	温暖化 (GWP)	性能 (省エネ性)	燃焼性	毒性 (PFAS)
関係規制	モントリオール議定書 フロン排出抑制法	省エネ法	高圧ガス 保安法	化審法
冷媒 化学メーカー	◎	—	◎	◎
機器 機器メーカー	—	◎	◎	—

◎：対応必須，—：対応必須でない

2. 低 GWP 混合冷媒の燃焼特性評価

2.1 燃焼特性評価の概要

国際規格 ISO817「Refrigerants — Designation and safety classification」[1]において、冷媒の燃焼性は表 2 に示す 4 つの等級に区分される。そのうち、低 GWP 冷媒候補として注目され最近 10 年間で最も多く登録されてきたのは Class 2L（微燃性）等級の冷媒である。微燃性冷媒は可燃性ではあるものの、可燃条件（可燃濃度範囲や着火に必要なエネルギー）が厳しく燃焼速度が炭化水素の 1/4 程度と小さいため、（理想的な実験ではなく）実用の環境下では火災伝ばにつながりにくい。近年ルームエアコンやカーエアコン用に世界中で使用されるようになった R32 や R1234yf も微燃性冷媒であるが、冷媒に起因した重大事故の報告は寡聞にして聞かず、安全性の実績が積み上がっているといえる。そのため、本稿では特に微燃性およびその定義として重要な燃焼限界および燃焼速度を中心に報告する。

燃焼（爆発）限界の測定は、JSRAE 規格[2]に記載のとおり、高圧ガス保安法が採用する EN1839B 法[3]に準拠した試験装置を用いた。また、比較として示す冷媒の LFL 値も、JSRAE 規格による評価結果である。

燃焼速度の測定は、2 種類の測定方法及び解析方法（球形容器中心点火法、シュリーレン可視化法）を使用し、通常重力下及び微小重力下で測定した。これらを含む燃焼特性評価方法のより詳細については、文献[4]に記した。

表 2 ISO817 が規定する冷媒の燃焼性等級

等級	定義
Class 3	$H_c \geq 19 \text{ MJ kg}^{-1}$ 又は $\text{LFL} \leq 3.5 \text{ vol\%}$
Class 2	$H_c < 19 \text{ MJ kg}^{-1}$ かつ $\text{LFL} > 3.5 \text{ vol\%}$
Class 2L	Class 2 のうち、 $S_{u0,\max} \leq 10 \text{ cm s}^{-1}$
Class 1	火災伝ばしない

H_c ：燃焼熱，LFL：燃焼限界（下限界）， $S_{u0,\max}$ ：最大燃焼速度。

2.2 HFO-1132(E) 混合系

HFO-1132(E)は、GWP <1 の低沸点化合物で、GWP と入手性の観点から冷媒評価グループにおいて次世代冷媒候補として注目している。現在まで、冷媒メーカーにより開発されていて国際標準に登録されている R1132(E)系冷媒は、R474 系

(R1132(E)/R1234yf) および R479 系 (R1132(E)/R32/R1234yf) である。

R1132(E)/R1234yf 混合系の燃焼特性の混合組成依存性を評価した結果を図 1 にまとめた。比較のため、R474A および R474B の WCF 組成（冷媒生産時の公差を考慮した最悪混合組成）の評価値も併せて示した。R474B(WCF)の LFL のみ全体から下方に乖離しているように見えるが、これは両冷媒の LFL 測定の濃度刻みが 1%ポイントであったためであり、乖離は 1%ポイント以内であるため誤差範囲といえる。この結果、R1132(E)/R1234yf 系は全ての混合比において Class 2 又は 2L であり、R1132(E)量が 61 wt%以下であれば微燃性となることが分かった。

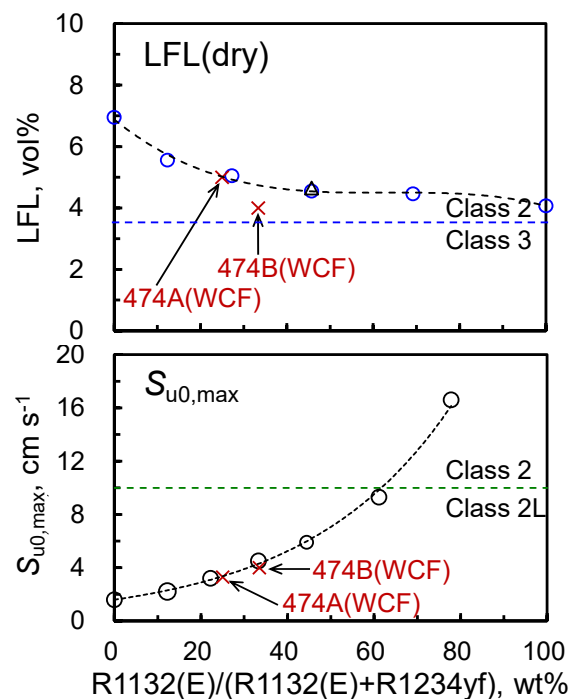


図 1 R1132(E)/R1234yf 系の燃焼特性および燃焼性等級の混合比依存性

一方、R1132(E)/R1234yf に R32 を加えることで、冷媒性能が向上する。しかし同時に GWP が増大してしまうことから、冷媒評価グループでは R32 の添加量を 10 wt%としたもの (GWP <70) を冷媒候補として、R1132(E)/R32(10 wt%)/R1234yf 系の評価を行った。

R1132(E)/R32(10 wt%)/R1234yf 混合系 (R1132(E) 比 0–90 wt%) の燃焼特性の混合組成依存性を評価

した結果を図 2 にまとめた。この結果、R1132(E)/R32(10 wt%)/R1234yf 系は全ての混合比において Class 2 又は 2L であり、R1132(E)量が 57 wt%以下であれば微燃性となることが分かった。

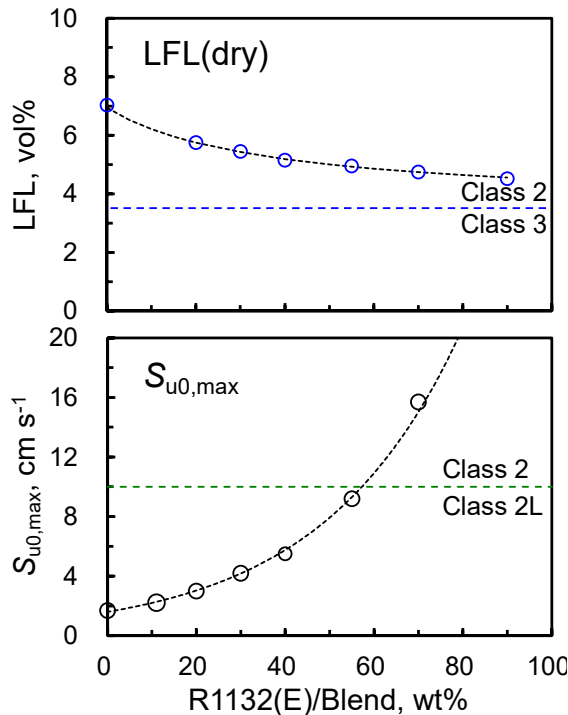


図 2 R1132(E)/R32(10 wt%)/R1234yf 系の燃焼特性および燃焼性等級の混合比依存性

これらのうち、R1132(E)の自己分解爆発性を考慮して更に絞り込んだ 2 組成について、R479A および R479B と併せて表 3 に示す。いずれも低 GWP かつ微燃性であり、R1234yf より多少燃焼性が高い程度と考えられる。

表 3 絞り込んだ 2 候補の燃焼特性のまとめ

R1132(E)/32/1234yf, wt%	LFL, vol%		$S_{u0,max}$, cm s^{-1}	燃焼性等級
	0%RH	50%RH		
候補①30/10/60	5.45	5.25	4.2	2L
候補②40/10/50	5.15	5.15	5.5	2L
R479A(WCF) 30/19.5/50.5	5.0	5.0	4.4	2L
R479B(WCF) 25/42/33	7.0	7.0	6.6	2L

2.3 CO₂/プロパン混合系

CO₂およびプロパン (R290) は、代表的な低 GWP 自然冷媒であり、多種多様な混合冷媒の成分とし

ても使用されている。そこで、CO₂/プロパン (CO₂ 比 0–100 wt%) の燃焼特性を定量化し数式にした。結果を図 3 に示す。CO₂ 比 90 wt%の低燃焼性条件の燃焼速度に関しては微小重力下で評価することにより、従来困難だった微燃性領域の燃焼速度を定量化した。これにより、強燃から不燃近傍までの燃焼特性を、CO₂ による熱希釈効果によって良い精度で数式化できた。この結果、燃焼性等級を引下げるために要する CO₂ 重量比 (y_n , n は燃焼性等級) として $y_2 = 0.59$, $y_{2L} = 0.85$, $y_1 = 0.915$ が得られ、CO₂/プロパンの燃焼性を低減するには大半を CO₂ にしなければならないことが分かった。

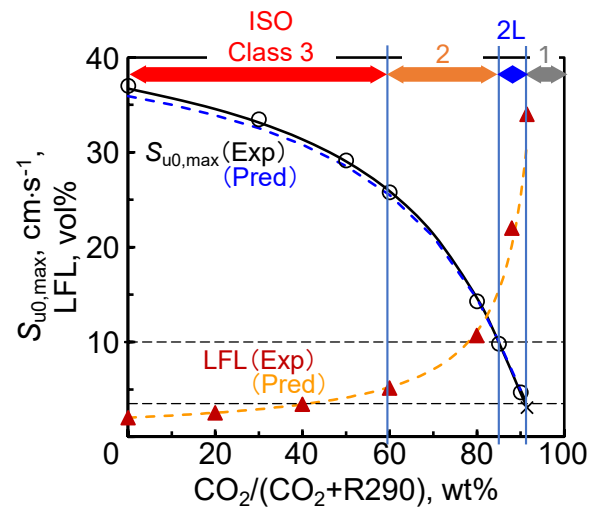


図 3 CO₂/プロパン系の燃焼特性および燃焼性等級の混合比依存性

このように、CO₂/プロパン系の燃焼特性を数式化することができたため、これに第 3 成分を加えた混合系の燃焼特性についてもより精度良く定量化できると考えられる。一例として、CO₂/HFO-1123/プロパン混合系の燃焼性を低減するために必要な CO₂ 量を図 4 に示す。HFO-1123 単体は微燃性であり、これを不燃化するには 31 wt%の CO₂ が必要である (すなわち, $y_1 = 0.31$)。しかし、これにプロパンが加わると必要な CO₂ 量が大幅に増え、HFO-1123/プロパン = 88/12 wt%では $y_{2L} = 0.52$, 更に 75/25 wt%では $y_{2L} = 0.66$ となり、微燃化するためには CO₂/プロパン系と大差が無いほど CO₂ が必要になることが分かった。

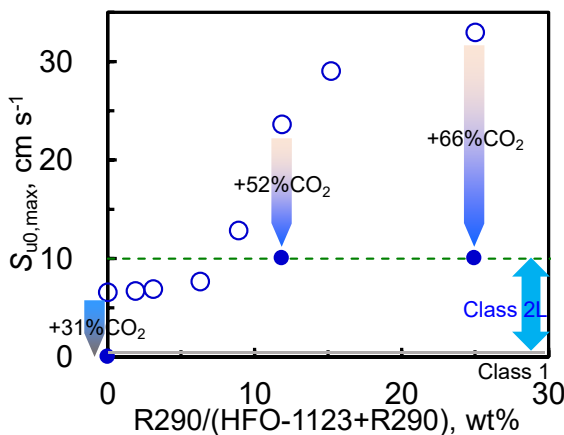


図4 CO₂/HFO-1123/R290系の燃焼速度および燃焼性等級引下げに必要なCO₂量

2.4 CF₃I 混合系

最近、CF₃I (R131I) を成分とする混合冷媒の国際標準登録がみられるようになった（2025年にはR494B, 497A, 498A, 4101A, および4103A）。CF₃Iはかなり特異的な燃焼特性を有することから、筆者は2025年2月のASHRAE SSPC 34燃焼性分科会（オーランド）にてその特徴について紹介をした。CF₃Iは今後NEDOプロジェクトにおいても検討される可能性があるため、ここでも紹介する。

CF₃I単体は、国際標準では不燃性とされているが、本評価法では47–53 vol%で可燃性であった。これと、代表的な燃焼特性を示す化合物とを混合したものの燃焼限界を図5に示す。

R152a/CF₃I混合系では、R152a量が約40 wt%以上において、化学量論濃度（C_{st}）を挟む形でLFLとUFL（上限界）が存在し、その内側に可燃範囲が形成される。R152a量が40 wt%を下回ると、R152a/CF₃Iは可燃範囲が無くなり不燃化する（この点（FIP①）をFuel Inertization Point, FIPという）が、R152a量が更に少なくなると、再び可燃化する（FIP②）と考えられる。FIP②を得るための実験は、大量のCF₃Iが必要なことと容器清掃が必要になることから、本混合系では実施していない。

R32/CF₃I混合系では、R32量が40 wt%を下回ってもなお可燃範囲を有しており、本混合系の不燃化組成はかなり限定的である（あるいは存在しない）ことが分かった。ただし、LFLの値自体は非常に大きく、高圧ガス保安法の「不活性ガス」の定義である10 vol%以上を常に満たしていた。

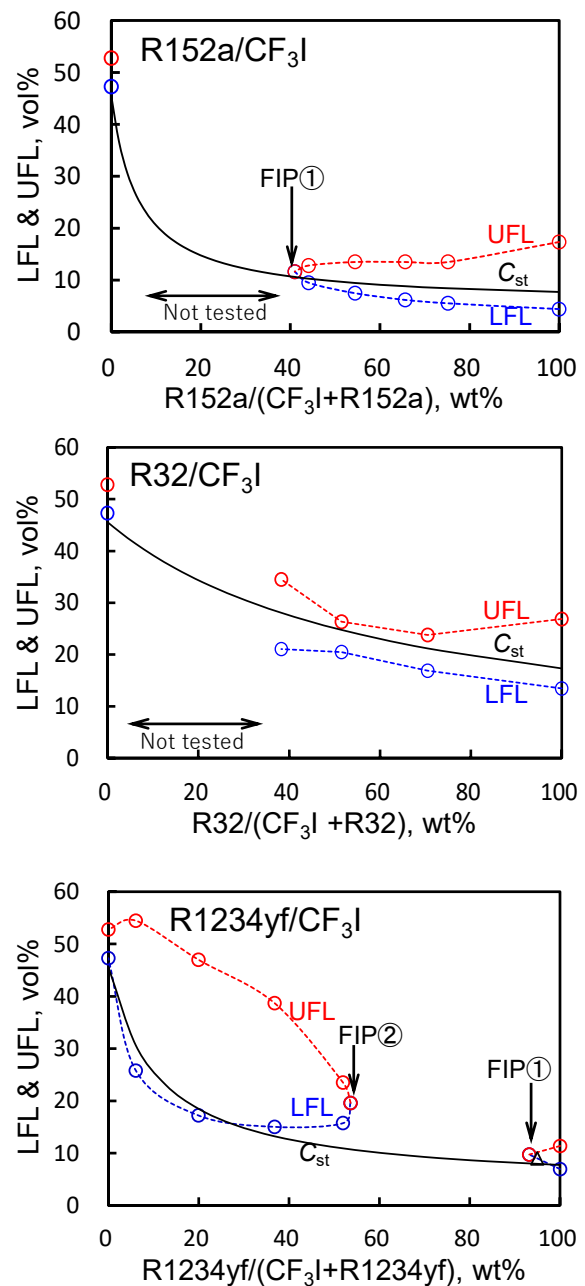


図5 R152a/CF₃I, R32/CF₃I, およびR1234yf/CF₃I系の燃焼限界の混合比依存性

最も興味深いものが、R1234yf/CF₃I混合系である。R1234yfに少量のCF₃Iを加えると不燃化する（FIP①）が、その後更にCF₃Iを加え約45 wt%以上になると、再び可燃化する（FIP②）。この可燃範囲内の燃焼の強さは、例えばR1234yf量が30 wt%程度において、燃焼に伴う最大到達圧力が0.4 MPaを超える程度で、明確に燃焼していた。このことから、フルオロオレフィン系化合物とCF₃I

を混合する場合には、たとえ一度不燃化したとしても、より高 CF₃I 混合組成において実質的に重要な可燃範囲が再び形成される可能性があることに注意が必要である。

3. おわりに

モントリオール議定書キガリ改正を受けた世界的な低 GWP 冷媒への転換の流れによって、冷凍空調用冷媒は微燃性混合冷媒の実用化検討が進められており、実用範囲が広がるにつれて冷媒候補のより詳細な安全性評価の重要性は高まると予想される。本稿では、現行 NEDO プロジェクトにおける冷媒評価グループの紹介として、最近の冷媒転換、国際標準への冷媒登録の状況をふまえ、R1132(E)混合系、自然冷媒混合系、および CF₃I 混合系の燃焼特性について評価を行った例を紹介した。これらの成果の詳細については、今後プロGRESSレポートの形で公開する予定である。

将来的な冷媒選択のキーファクターとして、性能、安全性（燃焼性、自己分解性、PFAS 等）、GWP などがある。安全性の規制動向（特に微燃性から更なる緩和や PFAS 問題）については、引き続き注視していきたい。それとは別に、機器の寿命が 10 年を超えることを考えた場合、冷媒回収技術やレトロフィット技術の進化も同程度に重要な課題だと考えている。

最後に、筆者らの産総研グループが燃焼性評価に関連して行っている内容や装置について、表 4 にまとめて紹介する。特に燃焼性の低い化合物の特性値については、既往の評価値が多くないことから、各特性値について複数の評価法を用いて相互検証をしてきた。また、たとえば消炎距離と燃焼速度の理論的相関を利用して、それぞれの燃焼特性の相互検証を行ってきた[5]。微小重力実験を行うことにより、理想的な燃焼特性値を取得する他、どの程度燃焼性が低くなると標準的な測定方法が適用できなくなるか明確化したり、通常重力下で正しい燃焼特性値を得る手法を検討したりしている。

引き続き、科学的根拠に基づいた信頼性の高い燃焼性評価技術の開発や、国際標準への反映等を通じて、性能・環境影響・安全性に総合的に優れた冷媒・機器の普及を支援したいと考えてい

る。

なお、本成果は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業によって得られたものである。

表 4 産総研の評価内容・装置・適用例

項目	装置	適用例
燃 焼 限 界評価	ASTM E681 装置	新冷媒の ISO 登録申請
	EN1839B 装置	新評価法の提案, 法令改正, 保安法「特定不活性ガス」申請
燃 焼 速 度評価	シュリーレン可視化装置	新評価法の提案, 新冷媒の ISO 登録申請
	球形容器法装置	
	円管法装置	
着火・消 炎 特 性 評価	消炎距離装置（改良 ASTM E582）	実用上のリスク評価
	消炎直径装置	
	流れ場の着火エネルギー評価装置	
実 用 上 の 燃 焼 性評価	直径 1m 大型容器	室内を模した燃焼評価
	熱分解・燃焼生成物分析装置（赤外線イメージ炉, GC, FTIR）	ISO 燃焼熱規定改正
その他	微小重力装置@北海道センター	ごく微燃性の定量化

参考文献

- [1] ISO 817:2024, Refrigerants — Designation and Safety Classification, International Organization for Standardization, www.iso.org (2024).
- [2] 日本冷凍空調学会規格 JSRAE S 0003:2021, 冷媒の燃焼性区分判定のための試験方法 (2021).
- [3] EN 1839:2017, Determination of the explosion limits and the limiting oxygen concentration (LOC) for flammable gases and vapours (2017).
- [4] 滝澤賢二, 五十嵐直治, 久保田栄, 中西裕子, 徳橋和明, 近藤重雄, CO₂/プロパン混合系の燃焼特性評価, 日本冷凍空調学会論文集, 41 (2024) 359.
- [5] Takizawa, K., Igarashi, N., Tokuhashi, K., Kondo, S., *Int. J. Refrig.* 120 (2020), pp. 370–377.

次世代低 GWP 冷媒の自己分解反応に関わる安全性研究

*Safety Investigation of Self-Decomposition Reactions
in Next-Generation Refrigerants*

東 朋寛（電力中央研究所）

Tomohiro HIGASHI (Central Research Institute of Electric Power Industry)

e-mail: higashi3808@criepi.denken.or.jp

1. はじめに

温室効果ガス排出削減の国際的枠組みを背景に、冷凍空調分野では低 GWP 冷媒への迅速な転換が求められている。冷媒転換は環境負荷低減に直結する一方、冷凍空調機器は住宅・商業施設・輸送分野など社会インフラに広く普及しており、安全性の確保は導入の前提条件である。特に日本では、室内機が居住空間に設置され冷媒配管が建屋内を通る直膨式システムが多い。このため漏洩時の曝露・燃焼リスクだけでなく、機器内部で起こり得る異常事象（圧縮機の異常運転、電気的故障など）も含めた包括的な安全性評価が重要となる。HydroFluoroOlefin (HFO) 系冷媒は低 Global Warming Potential (GWP) を実現し得る有望候補であるが、一部の冷媒では従来冷媒にはない自己分解反応に関わる安定性が、新たな安全性課題として浮上している。今回の特集において、現在進行中の NEDO 事業「次世代低 GWP 冷媒の実用化に向けた高効率冷凍空調技術の開発」[1]（以下、本 NEDO 事業と呼称）の取り組みについて執筆する機会を頂いた。本稿では、自己分解反応の基礎的な捉え方と、安全性評価のための試験法開発および国際標準化の取り組みを紹介する。

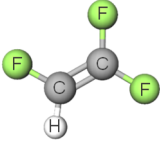
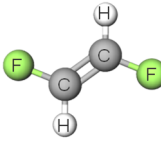
2. 次世代冷媒の自己分解反応概要

2.1 HFO 系次世代冷媒

HFO は分子内の炭素二重結合により大気中で分解しやすく、GWP が極めて低いという特長を持つ。空調・冷凍用途では、代表例である R1234yf に加え、より広い用途での代替を目指して HFO-1123 や R1132(E)といったエチレン系 HFO が次世代冷媒として検討されている。本特集内ですでに多く述べられている通り、これらの冷媒の熱物性は現行主要冷媒の R32 に近く、家庭用・業務用空調、電動車用空調、冷凍冷蔵用途において転換候補となっている。なお本稿では、HFO-1123 や R1132(E)、また、これらを用いた混合冷媒を、次世代低 GWP 冷媒と呼称

する。一方で、これらの次世代低 GWP 冷媒は自己分解反応を引き起こす可能性が指摘されており、従来の冷媒安全性指標（可燃性・毒性）に留まらない安全性評価が求められる。

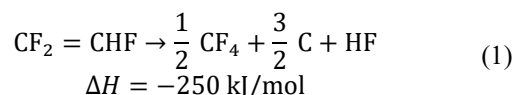
表 1 HFO-1123 と R1132(E)

HFO-1123	R1132(E)
$\text{CF}_2=\text{CHF}$	$\text{CHF}=\text{CHF}$
GWP<1	GWP<1
	

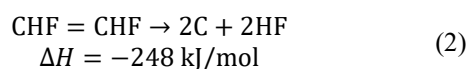
2.2 次世代低 GWP 冷媒の自己分解反応とその要因

自己分解反応は、外部から与えられるエネルギーによって、2 個以上の分子がお互いに反応して、2 種類以上の異なる種類の生成物に分解する化学反応である。先述の次世代低 GWP 冷媒は自己分解反応し得ることが知られている。化学反応式を式(1, 2)に示す。反応により、フッ化水素や炭素（煤）が生成される。また、これらの冷媒の場合は発熱反応となる。

HFO-1123 :



R1132(E) :



次世代低 GWP 冷媒の自己分解反応では、一般に以下の 3 要素が要因として挙げられる。

- ・ 圧力・温度：高圧・高温条件で反応伝播しやすい。

- 冷媒組成：HFO-1123 や R1132(E)組成が高いと反応伝播しやすい。
- 投入エネルギー：反応開始には外部からのエネルギー投入が必要。エネルギー量が多いほど反応伝播しやすい。

図 1 に、上記 3 要素の概略図と、反応境界概略図を示す。図 1(b)において、赤線で示した反応境界より上の領域（高圧・高温領域）では自己分解反応が伝播し、下の領域では伝播しないことを示している。この反応境界は条件によって変化する。図 1(c)では冷媒組成影響を示しており、HFO-1123 や R1132(E)の組成が小さいと反応境界が上部に移動、すなわち反応伝播しにくくなることを表している。また、図 1(d)は投入エネルギーの大きさの影響を表しており、エネルギーが多いほど反応境界が下部に移動、すなわち反応伝播しやすくなることを表している。

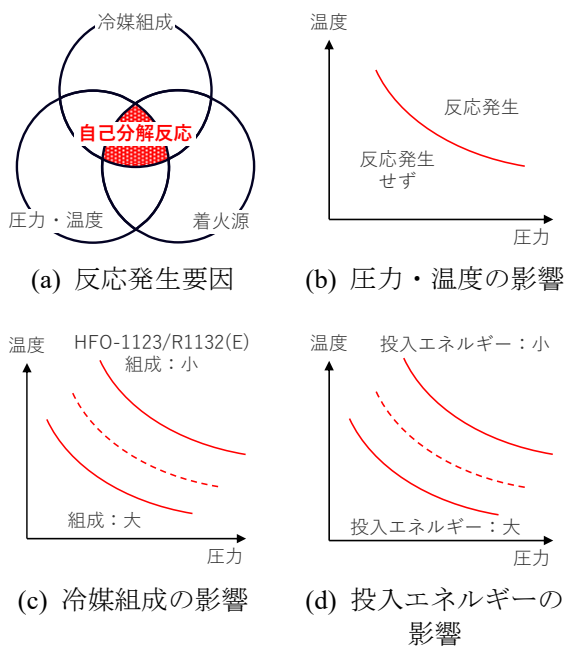


図 1 自己分解反応発生要因

自己分解反応の発生には高圧・高温条件が必要であるため、冷凍サイクルから冷媒が漏洩して大気圧となった場合は、反応伝播する可能性は低いとされている。しかし、燃焼と異なり酸素を必要としないため、冷凍サイクル内で反応し得るという新たな安全性リスクが指摘されている。冷凍サイクルは様々な機器で構成されているが、その中で圧縮機内での自己分解反応事故発生リスクが最も高いとされて

いる。圧縮機内にはモーターや圧縮機構が内蔵されており、特に小型の圧縮機では冷媒と直接触れて冷却されている。仮に何らかの異常運転にて装置内が高圧・高温になり、さらに電氣的絶縁が破壊されて放電が発生した場合、圧縮機内で自己分解反応が伝播し得る。先述の通り HFO-1123 や R1132(E)の自己分解反応は発熱反応のため、反応により圧力・温度が増加し、最悪の場合圧縮機の破裂に繋がる可能性がある。

図 2 に、自己分解反応が伝播した際の圧力変化の例を示す[2]。評価対象の冷媒を密閉容器内で 150℃ に昇温し、電氣的にエネルギーを与えた結果である。赤線で示された条件では自己分解反応が伝播し、初期圧力 2.98MPa から、最大 30MPa 超まで圧力が上昇した。また、実圧縮機内で自己分解反応を発生させた試験では、圧縮機に接続されている配管が破損し、内部のガスや煤が噴出したことが報告されている[3]。ただし、これらの試験は意図的に自己分解反応が発生しやすい条件を作り出して行われており、実使用時の反応発生可能性については別途議論が必要であることに留意されたい。

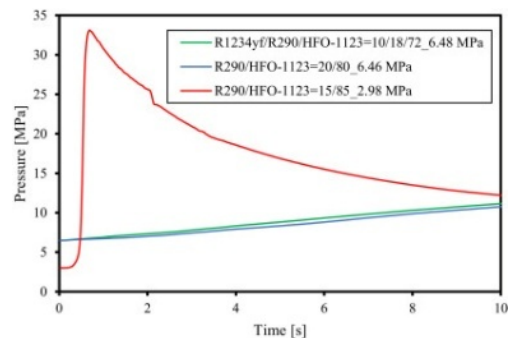


図 2 自己分解反応時の圧力変化の例[2]

優れた環境性、性能を持つ次世代低 GWP 冷媒だが、自己分解反応性評価法は未確立であり、自己分解反応に関わる安全性等級も規定されていない。実用化のためには、自己分解反応に関わる安全性評価・リスク評価が不可欠である。

3. 次世代冷媒安全性に関する研究開発概要

先述の本 NEDO 事業は委託事業者が 4 つのグループに大別されており、その中で安全性評価グループ（電中研、公立諏訪東京理科大学、AGC、ダイキン工業）が自己分解反応に関わる安全性に取り組ん

でいる。図3に、安全性評価グループの主な研究開発内容概略図を示す。主に以下の内容である。

- ・ 圧縮機内部自己分解反応誘発要因および発生エネルギーの評価：圧縮機内で発生し得る、アーク放電を中心とした自己分解反応誘発要因の特定と、発生エネルギーの評価を行う。
- ・ 評価手法確立：自己分解反応性の評価手法を確立する。
- ・ 国際規格化：自己分解反応の安全性を国際規

格化する。

- ・ リスク評価：実機使用時の安全性リスクを評価する。（日本冷凍空調工業会との連携にて実施）
- ・ 冷媒組成絞り込み：自己分解反応性の観点から、安全性、環境性、性能を鑑みた冷媒組成を絞り込む。

本稿では、これらのうち国際規格化と評価手法確立について紹介する。

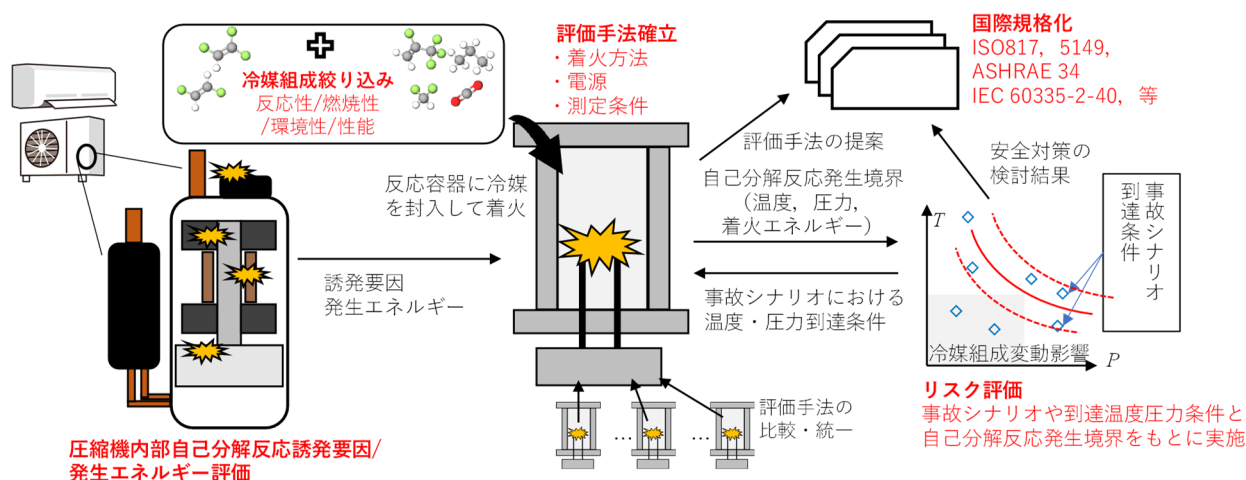


図3 自己分解反応に関わる研究開発内容

4. 冷媒安全性等級と改定に向けた取り組み

4.1 冷媒安全性等級

現行規格における冷媒の安全性等級は、International Organization for Standardization (ISO) では ISO 817:2024 (Refrigerants — Designation and Safety Classification) にて規定されている。この規格は、燃焼性と毒性の2つの観点から、冷媒の安全性等級を定めている。

燃焼性については、火炎伝播の有無、LFL（燃焼下限界濃度，vol.%），HOC（燃焼熱，kJ/kg），BV（燃焼速度，cm/s）の大きさによって、以下の4等級に分類されている。

- ・ Class 1: No Flame Propagation（不燃性）
- ・ Class 2L: Lower flammability（微燃性）
- ・ Class 2: Flammable（可燃性）
- ・ Class 3: Higher flammability（強燃性）

毒性については、急性毒性と慢性毒性の大きさによって、以下の2等級に分類されている。

- ・ Class A（低毒性）
- ・ Class B（高毒性）

2014年に改訂された旧版では、毒性分類はOEL（職業曝露限界）に基づく慢性毒性のみで規定されていた。2024年の改定によって、OELの基準値が緩和され、急性毒性が新たな基準として追加された。その結果、一部の冷媒について毒性等級が変更されている。

以上のように、冷媒の安全性等級は燃焼性と毒性によって定義され、これらの組合せによりA1やB2といった等級が与えられる（図4）。例として、R744（二酸化炭素）はA1、R32はA2L、R290（プロパン）はA3、R717（アンモニア）はB2Lに区別されている。

Class 3	A3	B3
Class 2	A2	B2
Class 2L	A2L	B2L
Class 1	A1	B1
	Class A	Class B

図4 冷媒安全性等級

上述のとおり冷媒の安全分類は燃焼性と毒性に基づいているが、従来の分類では自己分解反応のような安定性に関する課題は扱われていない。自己分解反応を起こし得る HFO-1123 や R1132(E)といった冷媒の登場を受け、ISO/TC86/SC8 (Refrigerants and refrigeration lubricants) では2024年6月に TF3 (Refrigerant Stability Classification: 冷媒安定性等級) が、我が国主導で設置された。これにより、冷媒安定性分類を ISO 817 に組み込むための改訂作業が開始された。

TF3 では、冷媒安定性分類の確立に向けて、以下の主要事項が議論されている。

- 冷媒安定性等級の定義：現時点では次の3区分が検討されている。
 - クラス α ：一般的な使用に十分な安定性
 - クラス β ：制御された条件下で十分な安定性
 - クラス γ ：不安定で使用してはならない
- 試験装置
- 試験条件

本規格改定が成立すれば、冷媒の安全性等級は A1 α , A2L β のように表されることになる。

本規格改定のため、試験装置と評価手法の双方を開発し、規定する必要がある。次節では、評価手法の開発に向けた取り組みについて述べる。

5. 自己分解反応評価法の開発

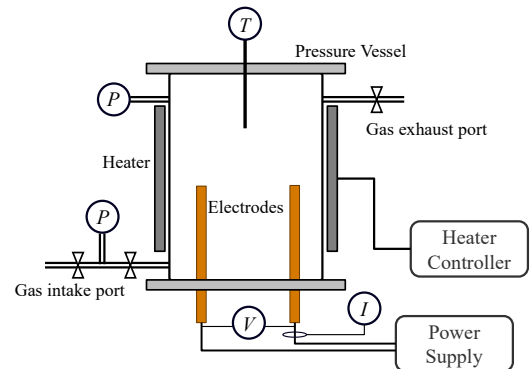
上述のとおり、自己分解反応は高圧・高温条件下で生じるため、その評価も同様の条件下で実施される。図5に、自己分解反応の評価に用いる装置の外観および模式図を示す。最大 50 MPa までの圧力に耐え得る反応容器に電極棒が挿入されている。電極棒先端に取り付けた電極（着火源）を通じて外部から電流を供給でき、これによって冷媒へエネルギー

を入力する。容器の周囲にはヒーターを設置し、温度を最大 150 °C まで上昇させることができる。また、圧力計および温度計にて内部の冷媒状態を測定可能となっている。試験手順は以下の通りである。

- 評価対象の冷媒を、所定の量、反応容器に封入する。
- ヒーターを用いて所定の温度まで昇温する。それに伴い、圧力も上昇する。
- 着火源を用いて冷媒にエネルギーを投入する。
- 自己分解反応が伝播すれば圧力が上昇する。
- 圧力変化から反応伝播の有無を判定する。



(a) 外観



(b) 概略図

図5 自己分解反応試験装置

規格化・標準化のためには、試験装置の構成に加え、温度、圧力、着火法、および冷媒に供給するエネルギー量といった実験条件を規定する必要がある。これらのうち、着火法は反応開始に必要なエネルギーを与えるものであるため、とりわけ重要である。これまでに、さまざまな方法が考案されてきたが、手法間で自己分解反応条件が異なることが報告されている。さらに、国際標準化のためには、

- 高い再現性：試験を繰り返しても、あるいは実施者が異なっても、一貫した結果が得られること。
- 低難易度：試験手順が簡便であり、実施が容易であること。
- エネルギー制御性：冷媒に与える投入エネルギーを定量化でき、かつ調整可能であること。

が重要であると考えられる。エネルギー制御性に関しては、投入エネルギー量を測定電流および電圧から直接算出できるため、冷媒へのエネルギー投入にはアーク放電を用いることが望ましい。しかし、フロン系冷媒は高い絶縁性を有するため、特に高圧条件下ではアーク放電の形成が難しい。アーク放電が不安定になれば、投入エネルギー量も変動する。したがって、国際標準化に向けては、以下の要件も重要である。

- 高圧冷媒条件下における放電の安定性。

これらの要件に基づき、安全性評価グループでは、細線溶断発弧法 (Fusing Wire and Discharge Method) が国際標準化に向けた有望な試験方法であると考えている。図 6 に、本手法の模式図を示す。試験手順の概要は以下のとおりである。

- 数 mm の間隔で配置した電極間に、金属細線（発弧線）をはんだ等で取り付ける。
- 発弧線に通電すると、ジュール加熱により温度が上昇し、最終的に融点に達して溶断する。
- その後、電極間でアーク放電が発生し、冷媒中の自己分解反応を誘起するエネルギーが供給される。

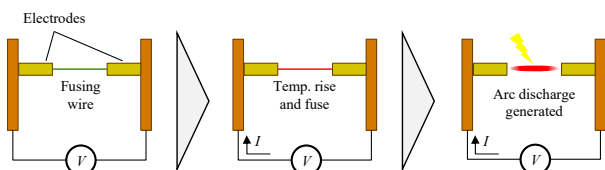


図 6 細線溶断発弧法概略図

図 7 に、図 5 に示した試験装置に設置した電極を示す。直径 3 mm の銅電極 2 本を水平方向に配置し、電極間ギャップを 1 mm として対向させ、その間に溶断線（直径 0.1 mm のニッケル線）をはんだ付けする。本手法では、発弧線から生成される金属蒸気が、高圧冷媒雰囲気中においてもアーク放電の形成を促進する。本手法による放電時の電流電圧測

定結果の例を、図 8 に示す。160 A 定電流を発生する電源装置によって、0 ms で通電が開始されている。温度上昇にともない発弧線の電気抵抗も増加するため、赤線で示した電圧が徐々に上昇する。やがて t_{fus} において、発弧線が溶断し、アーク放電が開始される。アーク放電中の電圧は、雰囲気ガス、電極形状などによって規定される。

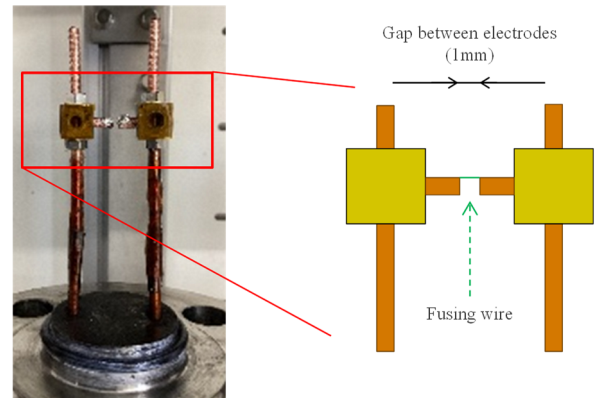


図 7 細線溶断発弧法電極

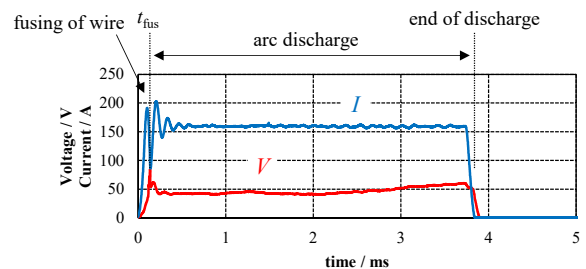


図 8 電圧電流測定結果

電極間に金属細線を配置して放電を発生させるこの手法は、EN 1839（可燃性ガスおよび蒸気の爆発限界および限界酸素濃度の測定）や、TDG（国連危険物輸送勧告）などの国際規格において標準化されている。しかし、自己分解反応の試験に適用するには、対象ガスが放電生成を困難にする高圧フルオロカーボンであること、また要求されるエネルギー水準が異なることから、冷媒の自己分解反応性評価に特化した各種要件の規定および妥当性評価を進めている。

妥当性検証の例として、試験所間比較試験 (ILC: Interlaboratory Comparison) の結果を紹介する。図 9 に代表的な結果を示す[5]。電中研（図中 CRIEPI）、AGC、ダイキン工業（図中 DAIKIN）の 3 社で各々

の試験装置を使用し、先述の同一手法・同一冷媒を用いて、同一温度にて試験を行った。評価対象冷媒として、エチレン系冷媒であり自己分解反応を生じ得る、R1132a ($\text{CH}_2=\text{CF}_2$) を用いた。初期圧力を変化させて試験を行い、得られた反応境界圧力を比較した。UBP と LBP の間の範囲を考慮すると、3 機関の結果はいずれも平均値に対して $\pm 5\%$ 以内に収まった。これらの結果は、本稿で述べた試験方法および試験条件が、異なる試験機関間においても一貫した結果を与えることを示している。

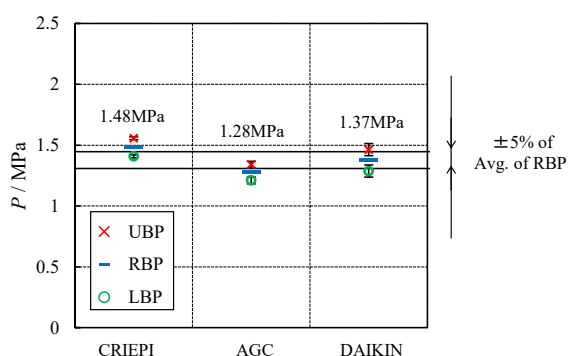


図9 試験所間比較試験結果[5]
(UBP：反応境界上限圧力
RBP：反応境界圧力
LBP：反応境界下限圧力)

6. おわりに

本稿では、HFO-1123 や R1132(E) といった次世代低 GWP 冷媒の安全性研究について紹介した。これらの冷媒は環境性、熱物性が優れている一方、自己分解反応という従来冷媒にはない安全性の課題がある。実用化・普及のためには、国際標準化を通じた安全性評価や、そのための評価方法の確立が必要である。本稿で述べた他にも、自己分解反応の起因

となる、圧縮機内で発生し得るアーク放電のエネルギー一定量化[6]や、事故シナリオとその際の到達圧力・温度調査[7]などの検討も進められている。これらの活動を通じて、次世代低 GWP 冷媒を安全に使用できる環境や情報を整備することが重要であると考ええる。

謝辞

本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP23001)の結果得られたものである。

参考文献

- [1] https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100244.html (2026.01 閲覧)
- [2] Zhang, L. et al., *Int. J. Refrig.*, 149 (2023), pp. 299-307.
- [3] NEDO, 「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷媒・冷凍空調技術及び評価手法の開発」事業原簿【公開版】,(2023)
- [4] <https://www.iso.org/committee/50388.html> (2026.01 閲覧)
- [5] Higashi, T., et al., Development of Evaluation Method for Self-Decomposition Reactions of Next-Generation Refrigerants, JRAIA International Symposium 2025. Hyogo, Japan, TS042, (2025)
- [6] Imamura, T., et al., Arc Discharge Energy Generated by an Electrical Short in the Coil Winding of a Compressor in a Room Air Conditioner Powered by an Inverter Power Source, JRAIA International Symposium 2025. Hyogo, Japan, TS045, (2025)
- [7] Maeyama, H. et al., Study on Safe Use of Refrigerants with the Possibility of Self-Decomposition Reactions, JRAIA International Symposium 2025. Hyogo, Japan, TS071, (2025)

低 GWP 冷媒に対応するための空調用コンパクト熱交換器の開発

Development of Compact Heat Exchangers for Air Conditioners Adapted for Low GWP Refrigerants

浅野 等（神戸大学）

Hitoshi ASANO (Kobe University)

e-mail: asano@mech.kobe-u.ac.jp

1. はじめに

地球温暖化抑制に向けて温室効果ガス排出量の削減が重要な課題とされており、国連気候変動枠組条約に基づく「パリ協定」において数値目標が掲げられている。冷凍空調およびヒートポンプ機器で使用する冷媒も地球温暖化係数 (GWP) が大きい、オゾン層保護を契機として採択されたモントリオール議定書において削減目標が設定されている。2016 年には「キガリ改正」が採択され、現在広く用いられている HFC 系冷媒の削減が義務付けられることとなり、低 GWP 冷媒への転換が急務とされている。低 GWP 冷媒にはアンモニアや炭化水素などの自然冷媒も候補であるが、毒性、強燃性であることから屋内に冷媒配管があるようなセパレート型空調機への使用は避けたい。そのため、GWP が低い HFO 系冷媒が選択肢となるが、本誌前号での特集記事（伝熱, vol. 65, No. 270）でも述べられているとおり、HFC 系冷媒と同等の冷凍性能が得られる純冷媒が存在しないため、HFC 系冷媒を混ぜた非共沸混合冷媒の使用が不可避な状況にある。

一方、冷凍空調機器においては省エネルギーも重要な課題である。空調機器では経済産業省によるトップランナー制度で製品の省エネ基準が設定されている。家庭用壁掛け型エアコンについては 2027 年度以降の省エネ基準が大幅に強化される。成績係数向上のためには圧縮動力の低減が必要であり、熱源温度が同じであれば熱交換器での冷媒温度との温度差を低減する必要がある。熱交換量 Q は、 $Q = K \cdot A \cdot \Delta T$ (K : 総括熱通過率, A : 伝熱面積, ΔT : 温度差) で求められることから、 KA の増大が必要であることが分かるが、 K 値のさらなる向上は困難な状況にあり A を大きくする、すなわち、熱交換器を大きくして対応している現状にある。今後、非共沸混合冷媒を使用するとなれば、相変化に伴い飽和温度が変化する温度グライドの存在、相変化を伴う伝熱における気液界面近傍での濃度勾配に起因する

伝熱劣化によって、成績係数を維持するために熱交換器がさらに大型化する恐れがある。

このような状況において、低 GWP 冷媒に対応する空調用コンパクト熱交換器の開発を NEDO プロジェクト「次世代低 GWP 冷媒の実用化に向けた高効率冷凍空調技術の開発」で進めている。本稿では神戸大学で取り組んでいる課題について紹介する。

2. 想定される熱交換器

空調用として冷媒－空気熱交換器が対象となる。熱抵抗が大きい空気側へのフィン設置による拡大伝熱面積が施されているが、コンパクト化、軽量化、高性能化（冷媒－熱源間温度差の低減）の要求を満たすには、現状の構造の延長では対応できない。伝熱面積を増大するには、冷媒流路を細径化し、伝熱面積密度を増大させる必要がある。現在の主流であるフィンチューブ熱交換器から、冷媒流路径が 1 mm より小さいアルミ製扁平多孔管を利用した熱交換器への転換が不可避であると考えられる。現在、業務用空調機の室外機や車載用熱交換器として扁平多孔管を利用したオールアルミ熱交換器が実用化されているが、その利用範囲の拡大が求められる。

3. 細管内冷媒二相流

気液二相流の場合、流路が細くなれば、重力に対して表面張力の影響が大きくなり、熱流動特性に及ぼす流路姿勢、流動方向の影響が小さくなる。冷媒の表面張力は水に対して小さく冷媒種類および動作温度に依存することからマクロからマイクロチャネルへの境界を把握しておく必要がある。

気液二相流に作用する重力、表面張力の影響については多くの研究がなされており、ラプラス長と管径の比である Confinement 数 Co や表面張力に対する重力の比である Bond 数 Bo で整理されている。これらの無次元数の定義を以下に示す。

$$Co = \frac{\sqrt{\sigma/[(\rho_L - \rho_G)g]}}{D} \quad (1)$$

$$Bo = \frac{(\rho_L - \rho_G)gD^2}{\sigma} = \frac{1}{Co^2} \quad (2)$$

ここで、 ρ は密度、 σ は表面張力、 D は流路径、 g は重力加速度であり、添字 L, G はそれぞれ液相、気相を表す。

Ong and Thome[1]は、流路径を 1 から 3mm, 3 種類の冷媒 R134a, R236fa, R245fa に対する水平流実験を行い、管頂部と底部の液膜厚さの計測結果からマクロからマイクロ流路への遷移境界を判定した。Co 数で整理した結果、 $Co > 1.0$ ($Bo < 1.0$) でマイクロスケールであるが、 $0.3 \sim 0.4 < Co < 1.0$ ($1.0 < Bo < 6.25 \sim 11.1$) はマクロスケールへの遷移域であるとしている。筆者ら[2]も二相流システムの宇宙構造物への展開を目的として、流路径を 0.5 から 4 mm, 冷媒に FC72 を用いた鉛直上昇二相流実験を行い、流動様式遷移から表面張力の影響を評価した。その結果、 $Bo < 2.5$ ($Co > 0.632$) で流動様式遷移が大きく変化していることを示している。冷媒流路を 1.0 mm, 冷媒 R32 に対して 5 °C 蒸発とする場合、 $Bo = 0.98$ となる。 $Bo < 1.0$ の範囲ではあるが、重力の影響もあると考えられ、細管内気液二相流の熱流動特性における重力に対する流動方向の影響を明らかにすることは、コンパクト熱交換器設計において有意義であると考ええる。

4. 細管内気液二相流のボイド率

扁平多孔管はアルミの押し出し加工で製造されるが、流路断面は円形に限定されない。非円形流路であれば、環状流の場合、流路隅部の液膜が厚くなる[3]。そこで、水力等価直径 1 mm の単流路に対して蒸発熱伝達および断熱二相流の断面平均ボイド率計測を行っている。

ギアポンプ駆動の冷媒ループを用い、試験部入口圧力はポンプ上流の枝管に設置した熱式アキュムレータで設定した。熱式アキュムレータは压力容器であり、容器内で気液共存状態を保つことで飽和状態を保持する。すなわち、温度制御によって圧力を操作できる。ポンプ回転数を一定に制御することで循環流量を一定に保持することができる。サブクール液が内径 1 mm の細管での直接通電加熱によって気液二相流となり、樹脂製観察部で断面平均ボイ

ド率を計測した。加熱部では流動方向 5 ヶ所の外壁面に熱電対（素線径 0.2 mm）をスポット溶接し、放熱量の評価および蒸発熱伝達率の計測に用いた。冷媒には、HFO 系冷媒である R1234yf と、R1234yf と R32 を混ぜた非共沸混合冷媒 R454C を用いた。非共沸混合冷媒の場合、冷媒充填後の冷媒組成は製品での値と異なることから、ポンプ出口にサンプリング部を設け、実験中にサンプリングした液の組成をガスクロマトグラフィで計測した。なお、実験は加熱部入口で飽和温度 20°C とした。

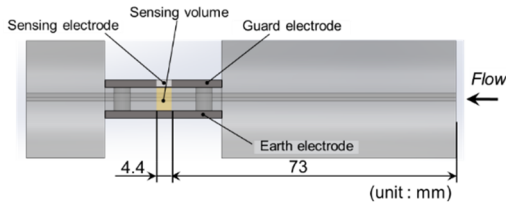
静電容量センサの形状を図 1 に示す。透明ポリカーボネート樹脂製であり、1 mm の流路がドリルで加工され、内面が磨かれている。電極は SUS 製平板であり水平流路の上下から挟み込む配置とした。センサ電極は幅 2 mm, 長さ 4.4 mm で、流動方向 4.4 mm が計測区間となる。電極面と平行の方向から計測区間の流動挙動を観察できる。浮遊静電容量の影響を避けるため、センサ電極周りにはガード電極を設けた。静電容量は計測分解能 10^{-4} pF の静電容量計で計測した。事前実験として流路内に液相を模擬したスチレン棒を挿入し、棒の形状から求められるボイド率と静電容量の関係を評価した。その結果、ボイド率の変化に対して静電容量の変化が線形で近似できることを確認している。そこで、静電容量値の計測結果からボイド率を次式で算出した。

$$\alpha = \frac{C_L - C_{TP}}{C_L - C_G} \quad (3)$$

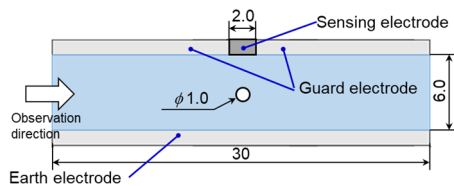
ここで、 C_L , C_G はそれぞれ液単相および蒸気単相での静電容量であり、 C_{TP} は気液二相流での静電容量である。なお、流路径 4 mm であるが、鉛直上昇流での実験において、平行平板型電極を用いて計測したボイド率を締切り法で計測した値と比較し、 $\pm 4\%$ 以内で一致することを確認している[4]。

一方、非共沸混合冷媒の場合、相変化に伴い液相組成が変化する。蒸気の比誘電率は 1 に近似できるため、蒸気組成の変化は無視できるが、 C_L の補正が必要となる。そこで、R1234yf と R32 の混合液において R32 の質量割合を操作したサンプルに対して静電容量を計測した。計測結果を図 2 に示す。静電容量は R32 の質量割合に対して比例して増大することが分かる。R32 の比誘電率が R1234yf より高いためである。非共沸混合冷媒の場合、循環液の質量

割合に対し、所定の乾き度での気液平衡線図から得られる液相の質量割合を用いて、気液二相流の液相で流路を満たした場合の静電容量を与えた。



(a) 流動方向断面



(b) 流路断面

図1 平板型静電容量センサ

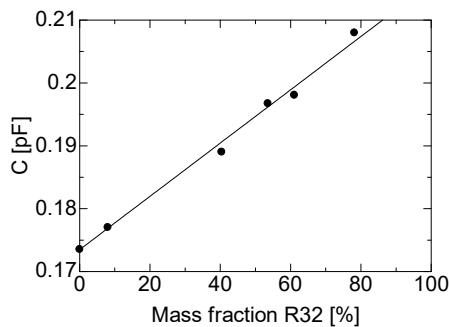


図2 R1234yf/R32 混合冷媒の静電容量に対する R32 質量割合の影響

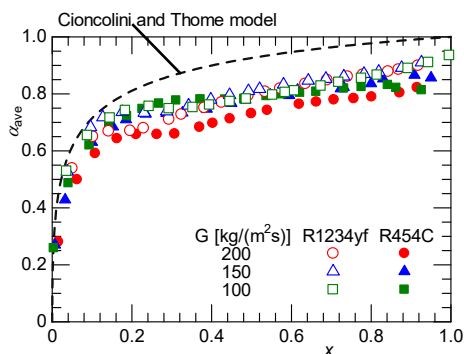


図3 断面平均ボイド率

流路径 1 mm の円形流路内水平流の計測結果を図3に示す。図中、Cioncolini and Thome による相関式[5]が破線で示されている。今回の計測結果では相関式より約 10%低い値となった。非共沸冷媒の場合、純冷媒と定性的に同じ傾向を示すが、高質量流

束、中程度の乾き度においてさらに低い値となった。観察部を伝熱管直下流に設置していることから、この時点では平衡に達しておらず、液相の濃度、乾き度が平衡での値と異なっていたためと考えられる。圧力損失については、Lockhart-Martinelli 法で整理したところ、Kim and Mudawar による相関式[6]に対し、純冷媒では一致するが非共沸混合冷媒では環状流において低めになる結果を得た。

5. 沸騰開始過熱度の評価

細管内流路では気液二相環状流において液膜構造が流路断面形状の影響を受ける。著者らの実験[3]では、非円形流路の場合、隅部の液膜が厚くなりボイド率が低くなるものの、擾乱波の発生頻度が抑えられ、気液界面が滑らかになることを明らかにしている。非共沸混合冷媒では、蒸発熱伝達率低下の要因の一つが液相内の濃度差であることから、液膜が厚く、気液界面が平滑となる環状流ではその影響を増長させる恐れがある。厚い液膜内で核沸騰を起こすことができれば、液相攪拌がなされと考えられることから、気泡核生成の壁面過熱度を低減できる伝熱面の開発を進めている。ここでは、気泡核生成に対する伝熱面の評価を目的としたプール沸騰実験について紹介する[7]。

圧力容器下部のフランジに設置された円柱の銅ブロックを加熱面とした。圧力容器上部には冷却コイルが設置されており、冷却水温度の設定によって容器内を所定の圧力一定に保った。伝熱面は直径 10 mm であり、円柱中心軸上の 3 点の壁温分布から一次元熱伝導を仮定し、熱流束および表面温度を計測した。沸騰開始過熱度の計測は熱流束増大過程で行うが、表面温度を正確に見積もるため、沸騰開始に近い熱流束では加熱量の増大幅を小さくした。圧力容器内の液位は約 50 mm となるように冷媒を充填した。

実験は、R1234yf および R1234yf と R32 の非共沸混合冷媒とした。混合冷媒の場合、充填された液の組成を確認するため、圧力容器の下部から液体をサンプリングし、ガスクロマトグラフィーでその組成を計測した。実験は飽和温度 5, 10, 20 °Cで行った。

非共沸混合冷媒において R32 の質量割合を操作した場合の計測結果を図4に示す。R1234yf で 14 K であった。R32 の混入でその値は変化するものの、質量割合 30%までは±0.4 Kにおさまっており、質

量割合の影響を受けていないといえる。一方、核沸騰熱伝達率は10%のR32の混入で大きく低下した。その後、質量割合の増大とともに熱伝達率は高くなり、質量割合50%で核沸騰熱伝達率がR1234yfの約90%まで回復した。今後、表面処理による沸騰開始過熱度低減効果の評価を進める予定である。

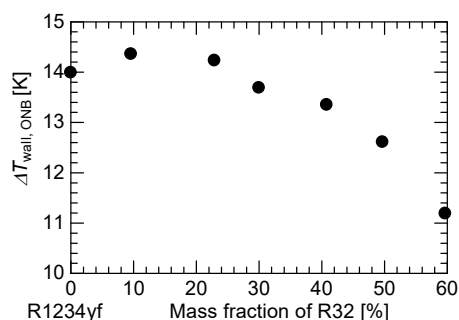


図4 R1234yf/R32 混合冷媒のプール沸騰での沸騰開始過熱度へのR32質量割合の影響

6. 扁平多孔管内熱伝達特性

これまで扁平多孔管を対象とした熱流動実験は数多く行われているが、ポンプ駆動ループで比較的短い伝熱区間に対するものが多い。試験部に供給される冷媒流量の変動を抑え、所定の乾き度での熱伝達率を正確に評価するためである。しかし、実用機器では、入口圧力は一定に保たれたとしても一定の流量が保たれる保証はない。特に、扁平多孔管の場合、圧力損失が大きくなるため並列流路が設けられ、ヘッダで分配されるが、ヘッダ容積が圧縮性容量となり不安定流動を引き起こすことも考えられる。不安定流動は気液二相流の不均一分配につながることもあり、また局所のドライアウトの発生をもたらせば、性能低下につながる。しかし、空調用熱交換器の場合、蒸発器出口は過熱状態が求められており、ドライアウトしても壁温は上昇せず、管は損傷しないので危機的状況とはならない。逆に、振動流の発生によって各流路の液膜流量が変化すれば、薄液膜蒸発によって熱伝達率が向上することも期待できる。そこで、図5に示すように熱式アキュムレータを試験部上流に接続した実験を行っている。熱式アキュムレータを試験部入口に接続することで振動流や脈動流が発生し、高乾き度では定常流に対して熱伝達率が向上するが、低乾き度では核沸騰生成が抑えられるため熱伝達率が劣化する結果となった。今後、実用機器を想定し、長さ800mm程度の長尺

試験部に対する実験を行う予定である。

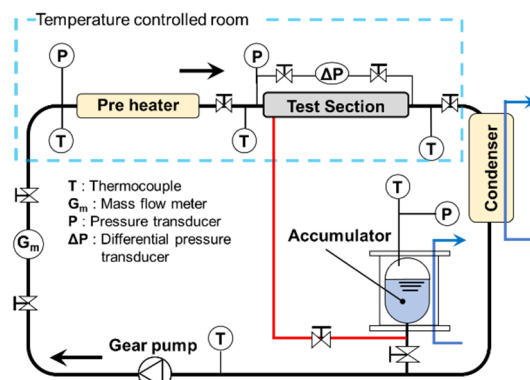


図5 扁平多孔管性能評価実験装置

7. おわりに

本稿では低GWP冷媒への対応を目的としてNEDOプロジェクトで進めている研究開発課題をいくつか紹介した。地球温暖化ガスについてはエネルギー起源によるCO₂の排出量が冷媒とは比べ物にならないほど大きい。すなわち、低GWP冷媒に置換しても性能低下があれば、本末転倒となる。熱交換器のサイズが大きくなるのも、材料資源の観点から望ましくない。扁平多孔管の利用、さらなる細径化が必要になるが、これまでにない形状の熱交換器にこの技術開発をつなげたいと考えている。

謝辞

本稿で紹介した成果は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託事業で得られた結果に基づいている。

参考文献

- [1] Ong, C.L. and Thome, J.R. *Experimental Thermal and Fluid Sci.*, **35** (2011), pp. 37-47.
- [2] Gomyo, T. and Asano, H., *Interfacial Phenomena and Heat Transfer*, **4-1** (2016), pp. 1-18.
- [3] 疋田, 他2名, *混相流*, **36-1** (2022), pp. 47-54.
- [4] 五明, 他7名, *混相流*, **27-5** (2014), pp. 547-554.
- [5] Cioncolini, A. and Thome, J.R., *Int. J. of Multiphase Flow*, **43** (2012), pp. 72-84.
- [6] Kim, S.M. and Mudawar, I., *Int. J. of Heat and Mass Transfer*, **55** (2012), pp. 958-970.
- [7] Akai, S. et al., *Proc. Int. Refrigeration and Air Conditioning Conf.*, (2539), Paper No. 2539.

低 GWP 冷媒の扁平多孔管内における凝縮・蒸発熱伝達の研究動向

Research Trends in Condensation and Evaporation Heat Transfer of Low-GWP Refrigerants in Multiport Tubes

地下 大輔（東京海洋大学）

Daisuke JIGE (Tokyo University of Marine Science and Technology)

e-mail: djige00@kaiyodai.ac.jp

1. はじめに

冷凍空調分野において、温室効果ガス排出量の抑制は喫緊の課題となっている。2016 年のモントリオール議定書キガリ改正により、地球温暖化係数（GWP）の高い代替フロン生産量の段階的な削減が義務付けられ、GWP が極めて低いハイドロフルオロオレフィン（HFO）系冷媒が代替冷媒として注目されている。しかしながら、家庭用・業務用空調機用の冷媒としては、安全性、環境性、機器性能および経済性をすべて満たす単一物質の次世代冷媒は現時点では存在せず、複数成分からなる混合冷媒の利用が検討されている。

熱交換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、図 1 に示すような水力直径が 1 mm 程度あるいはそれ以下の微細流路を複数有する扁平多孔管の導入が進められている。扁平多孔管は体積あたりの伝熱面積が大きく、冷媒充填量の削減と優れた管内伝熱性能が期待できる。流路の細径化にともない、重力に比して表面張力の影響が相対的に大きくなるため、微細流路では内径数 mm 程度の従来径円管とは異なる伝熱・流動特性を示す。また、露点と沸点が異なる非共沸混合冷媒を用いる場合、圧力一定条件においても凝縮・蒸発過程において冷媒温度が流れ方向に変化するとともに、物質拡散抵抗に起因して流路断面方向に濃度勾配が形成され、純冷媒とは異なる熱伝達特性を示す。次世代低 GWP 冷媒の実用化のためには、熱交換器設計に必要な熱伝達率に関

する詳細な実測データの蓄積と、それらに基づく高精度な予測手法の確立が不可欠である。

本稿では、次世代低 GWP 冷媒の並列微細流路を有する扁平多孔管内における凝縮および蒸発熱伝達特性について、著者らの研究成果を中心に概説する。

2. 微細流路内の流動特性

2.1 微細流路の分類

従来径円管内の凝縮・蒸発流の伝熱・流動特性は、主として蒸気せん断力と重力の影響によって決まるが、流路の細径化にともない重力の影響は相対的に小さくなり、表面張力の影響が顕著となる。一般に、表面張力が重力の影響を上回り、伝熱・流動特性に支配的な影響を及ぼす流路が微細流路（ミニ/マイクロチャンネル）と呼ばれるが、従来径円管と微細流路とを分類する明確な基準は確立されていない。その指標の一つとして、次式で定義される Confinement 数（ Co ）が提案されている[1]。

$$Co = \frac{1}{D_h} \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_L - \rho_V)}} \quad (1)$$

ここで、 D_h は流路径（水力直径）、 σ は表面張力、 g は重力加速度、 ρ_L および ρ_V は液相および気相の密度である。先行研究では、重力よりも表面張力が支配的となるマイクロスケールへの遷移条件として、 $Co > 0.5$ [1] や $Co \approx 1$ [2] が提案されている。次世代冷媒の表面張力は水と比較して小さいものの、本稿で対象とする水力直径 0.5–1 mm 程度の流路を有する扁平多孔管では、 Co は 0.5–2 程度となり、表面張力の影響が強く現れる伝熱・流動特性を示す。

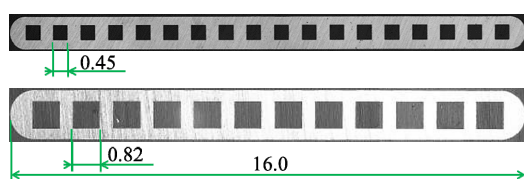


図 1 扁平多孔管の断面図

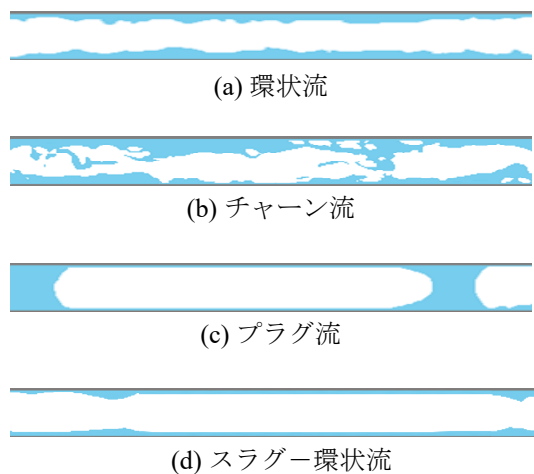


図2 水平微細流路内の流動様式

2.2 微細流路内における冷媒の流動様相

図2に並列微細流路内における代表的な流動様相の模式図を示す[3, 4]. 質量速度が高い条件では、気液界面に強い擾乱をともなう環状流やチャーン流が観察される. 一方、質量速度が低い条件では、プラグ流やスラガー環状流といった微細流路特有の流動様式が現れる. プラグ流は細長い蒸気プラグと液スラグが交互に流れる流動様式であり、蒸気プラグ周囲には極めて薄い液膜が形成される. また、スラガー環状流は、低質量速度・高クオリティ条件で観察され、連続した蒸気相と乱れの小さい極めて薄い液膜によって特徴づけられる. これらの流動様式において形成される薄液膜は熱抵抗が小さく、凝縮・蒸発ともに高い熱伝達率が期待される. 一方、蒸発流ではドライパッチの形成、混合冷媒では物質拡散抵抗に起因する伝熱低下の影響を受けやすく、これらが微細流路特有の伝熱特性を支配する重要な因子となる.

3. 凝縮熱伝達特性

3.1 純冷媒の凝縮熱伝達特性

扁平多孔管内凝縮熱伝達に関しては、Koyamaら[5]は熱交換量の測定に熱流束センサを導入することで、従来は測定が困難であった局所の熱伝達特性について報告するとともに、従来径円管とは異なる伝熱メカニズムの存在を示唆している. その後の研究により、扁平多孔管のような微細矩形流路においては、従来径円管に比して熱伝達に及ぼす表面張力の影響がより顕著に現れることが報告されている[6, 7].

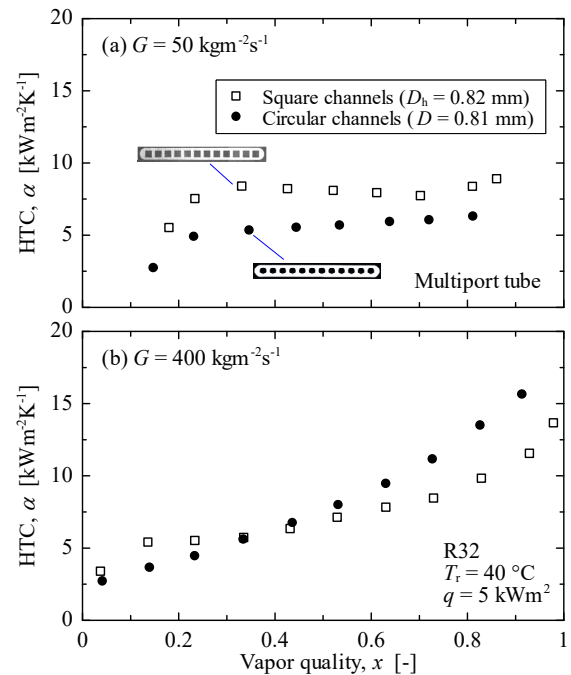


図3 扁平多孔管内における純冷媒 R32 の凝縮熱伝達率 [8]

図3に、並列微細流路を有する扁平多孔管内における純冷媒 R32 の凝縮熱伝達率をクオリティに対して示す[8]. 蒸気流速が小さく、表面張力の影響が支配的となる質量速度 $50 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ の条件では、矩形流路の熱伝達率は円形流路と比較して高い値を示す. これは、表面張力によって流路隅部に液冷媒が引き付けられ、流路辺部の液膜がより薄くなることで熱抵抗が低減されるためである. 一方、質量速度 $400 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ の低・中クオリティ域では流路形状の差異は小さくなり、蒸気せん断力の影響が支配的となる高クオリティ域では、流路隅部で液膜が厚くなりやすい矩形流路と比較して、円形流路の熱伝達率が高い値を示す.

凝縮熱伝達率を予測するための整理式はこれまでに数多く提案されている. 内径 3 mm 以上の平滑管内凝縮に対して提案された Cavallini らの整理式[9]は、高質量速度条件においては扁平多孔管内の熱伝達率を予測可能であるが、低質量速度条件では熱伝達率を過少に予測する傾向が報告されている[8]. これに対し、微細矩形流路内の凝縮熱伝達については、微細流路特有の流動様式に基づき、凝縮液膜に作用する表面張力と蒸気せん断力の影響を考慮することで、水力直径 $0.45\text{--}1.06 \text{ mm}$ 、質量速度 $50\text{--}800 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ における HFC および HFO

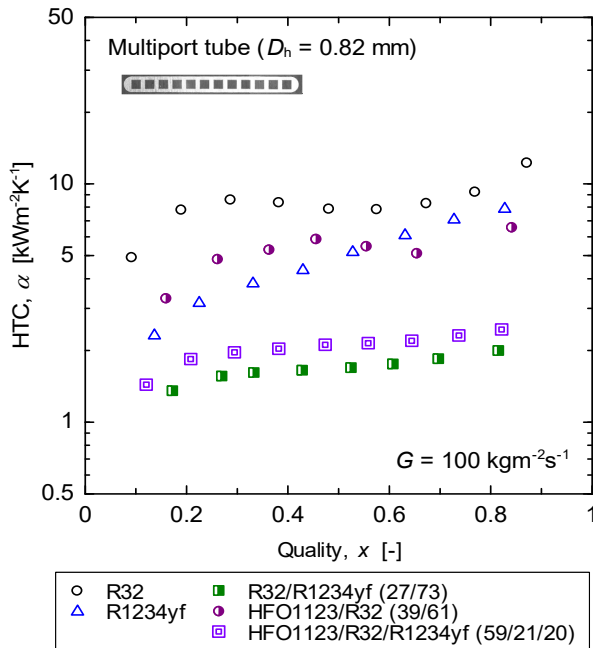


図4 扁平多孔管内における純冷媒および混合冷媒の凝縮熱伝達率の測定例[8]

系冷媒の熱伝達率を予測可能な整理式が提案されている[8].

3.2 混合冷媒の凝縮熱伝達特性

共沸および疑似共沸混合冷媒の凝縮熱伝達は純冷媒と同様の取り扱いが可能である。一方、非共沸混合冷媒の場合には、物質拡散抵抗の影響により取り扱いが複雑となる。気液界面では高沸点成分が凝縮しやすいため、蒸気相側では低沸点成分濃度が高くなり、濃度分布が形成される。相平衡の関係に対応して、蒸気相側の冷媒温度はバルクから気液界面に向かって低下し、伝熱に有効な温度差が減少する。このため、非共沸混合冷媒の凝縮熱伝達率は、純冷媒の場合と比較して低下する。

図4に、並列微細矩形流路を有する扁平多孔管内における凝縮熱伝達率の測定結果の一例を示す[8]。本試験圧力における温度グライドが約0.6 Kと比較的小さいHFO1123/R32混合冷媒では、純冷媒R1234yfと同程度の熱伝達率が得られるのに対し、温度グライドが約6 KのR32/R1234yf混合冷媒、および温度グライドが約3 KのHFO1123/R32/R1234yf混合冷媒では熱伝達率が顕著に低下する。

非共沸混合冷媒の凝縮熱伝達率は、純冷媒の熱伝達率の整理式を基礎として、Bell-Ghalyの方法[10]などを用い、混合冷媒特有の伝熱劣化現象を

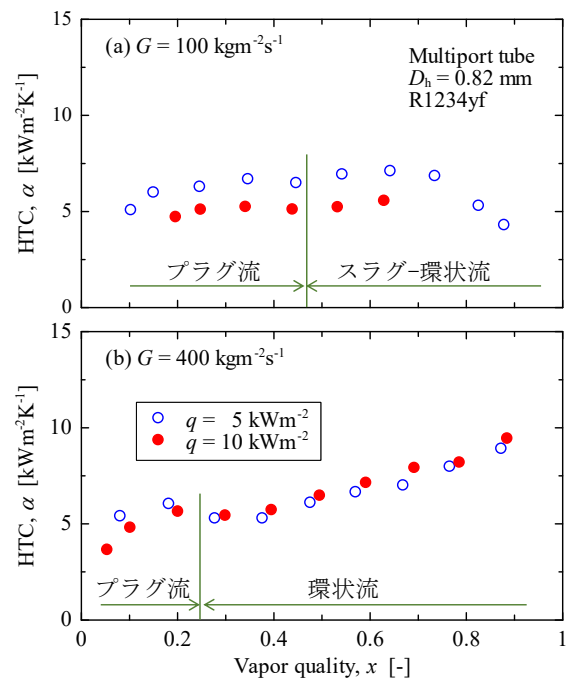


図5 扁平多孔管内における純冷媒 R1234yf の蒸発熱伝達率[12]

モデル化して補正することで求められる。しかしながら、薄液膜を介した熱伝達の寄与が大きい微細流路では、非共沸性に起因する伝熱劣化の影響が従来径円管よりも顕著となることが指摘されており、これを考慮した凝縮熱伝達率の整理式も提案されている[8].

4. 蒸発熱伝達特性

4.1 純冷媒の蒸発熱伝達特性

微細流路内における蒸発流では、強制対流蒸発および核沸騰熱伝達に加え、薄液膜蒸発の寄与が重要となる[11]。図5に並列微細矩形流路を有する扁平多孔管内における純冷媒 R1234yf の蒸発熱伝達率の測定例を示す[12]。図中には、並列微細流路の流動様式の遷移境界式[4]から推測される流動様式をあわせて示す。管内の蒸気速度が十分に大きく、環状流となる場合には、従来径円管と同様、強制対流蒸発が支配的な伝熱形態となる。一方、低質量速度条件でみられるプラグ流やスラグ-環状流域では、薄液膜を介した熱伝達が主たる伝熱形態となる。また、強制対流熱伝達が支配的となる環状流域では、熱流束の影響は小さいが、プラグ流およびスラグ-環状流域では、熱流束 10 kW m⁻² の熱伝達率は 5 kW m⁻² の場合と比較して

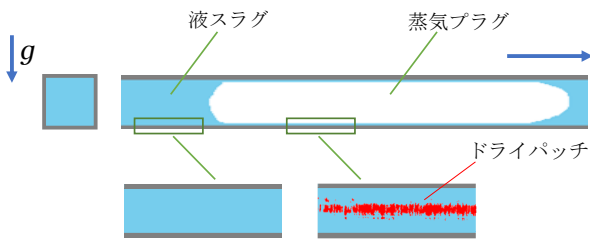


図 6 微細矩形流路内における
ドライパッチの模式図

低い値を示した。これは、従来径円管とは異なる並列微細矩形流路特有の熱伝達特性であり、極めて薄い液膜の一部が消失し、伝熱面の一部に乾き（ドライパッチ）が形成されるためである。微細矩形流路におけるプラグ流域でのドライパッチ形成の模式図を図 6 に示す。蒸気プラグ周囲の液膜は極めて薄いため乾きやすく、熱流束が増加するほどドライパッチは拡大し、熱伝達率は低下する。一方で微細矩形流路では隅部に冷媒液が保持されるとともに、周期的な液スラグや液膜の波立ちによりリウエットングされるため、熱伝達率は比較的緩やかに低下する点が特徴である。

4.2 混合冷媒の蒸発熱伝達特性

非共沸混合冷媒の強制流動沸騰の場合、プール沸騰や純冷媒の強制流動沸騰と異なり、蒸発管内に圧力変化がない場合でも蒸発の進行にともない沸点が変化することとなる。第 3 章で述べた凝縮流の場合と同様に、蒸発の場合には低沸点成分が蒸発しやすく、物質拡散抵抗の影響により気液界面近傍に濃度境界層が形成される。相平衡の関係に対応して温度境界層が形成され、冷媒温度が上昇することで伝熱に有効な温度差が小さくなるため、非共沸混合冷媒の熱伝達は純冷媒の場合と比較して低下する。

並列微細矩形流路を有する扁平多孔管内の蒸発熱伝達率の測定結果の一例[12]を図 7 に示す。純冷媒 R32 および R1234yf と比較して、非共沸混合冷媒 HFO1123/R32/R1234yf および R32/R1234yf の熱伝達率は低い値を示す。本試験圧力における HFO1123/R32/R1234yf および R32/R1234yf の温度グライドは、それぞれ 3.7 K および 7.8 K であり、温度グライドが大きい非共沸混合冷媒で伝熱低下が大きいことがわかる。温度グライドが約 1 K と

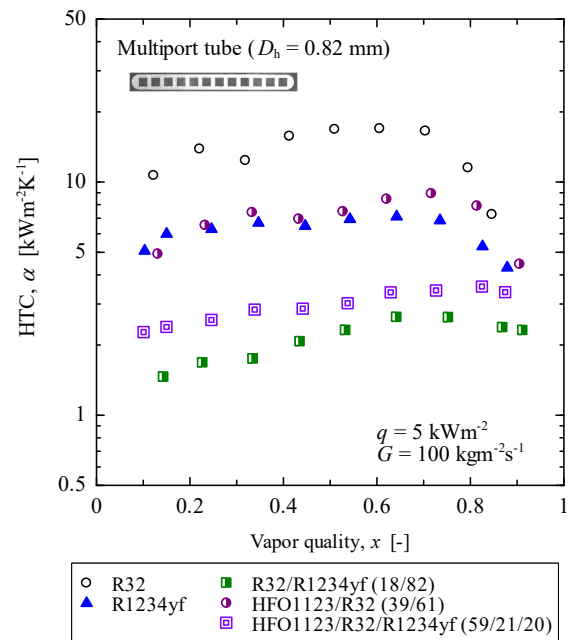


図 7 扁平多孔管内における純冷媒および混合冷媒の蒸発熱伝達率の測定例[12]

比較的小さい HFO1123/R32 の熱伝達率は、R32 より低いものの、R1234yf と同程度の値を示す。

非共沸混合冷媒の熱伝達率を予測するためには、強制対流蒸発、核沸騰熱伝達および薄液膜蒸発のそれぞれに及ぼす非共沸性に起因する伝熱劣化の影響を考慮する必要がある。混合冷媒の伝熱低下の影響は、強制対流蒸発に比して、核沸騰熱伝達および薄液膜蒸発でより顕著であり、これらの伝熱劣化現象をモデル化する必要がある。混合冷媒の熱伝達率は、純冷媒の熱伝達率の整理式を基礎として、混合冷媒特有の補正を施す形で求められるが、並列微細流路内の熱伝達は、図 6 に示したドライパッチ形成による伝熱低下を考慮するとともに、ドライアウト開始クオリティを予測する必要があり、凝縮熱伝達と比較して予測はより困難である。また、薄液膜蒸発の影響を強く受ける微細流路では、非共沸性に起因する伝熱劣化の影響が従来径円管と比較して顕著となることが報告されている[12]。これまでに、これらの影響を考慮した蒸発熱伝達率の整理式の提案も試みられているものの[12]、広範な質量速度、熱流束、流路形状および冷媒物性における熱伝達率をより高精度に予測するためには、詳細な実測データの蓄積に加え、並列微細流路における不安定性や物質伝達

抵抗などに関するミクロな物理現象についてもさらなる検討が必要であると考えられる。

5. おわりに

次世代冷媒の普及に向けて、その伝熱・流動特性を正確に評価することは、高効率かつコンパクトな熱交換器を設計する上で極めて重要である。本稿では、著者らが参画している NEDO プロジェクトから得られた知見を中心に、次世代冷媒の扁平多孔管内における凝縮および蒸発熱伝達特性について概説した。現在も開発が進められている次世代冷媒の多くは非共沸混合冷媒であり、その現象解明のためには、高精度な熱物性データの測定と、それに基づく状態方程式の開発も不可欠である。このように、次世代冷媒のさらなる普及のためには、微細流路の利点を活かしつつ、混合冷媒特有の物質拡散抵抗に起因する伝熱劣化の抑制と伝熱促進技術の確立が重要となる。

なお、本稿で述べた成果の多くは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業 (P18005, P23001) の成果として得られたものである。

参考文献

- [1] Kew, P.A. and Cornwell, K., Correlations for prediction of flow boiling heat transfer in small-diameter channels, *Applied Thermal Engineering*, 17 (8–10) (1997), 705–715.
- [2] Ong, C.L. and Thome, J.R., Macro-to-micro channel transition in two-phase flow: Part 1 – two-phase flow patterns and film thickness measurements, *Exp. Therm. Fluid Sci.* 35 (2011), 37–47.
- [3] Jige, D., Kikuchi, S., Eda, H. and Inoue, N., Flow boiling in horizontal multiport tube: Development of new heat transfer model for rectangular minichannels, *Int. J. Heat Mass Transf.*, 144 (2019), 118668.
- [4] Nogami, T., Jige, D. and Inoue, N., Flow regimes of R32, R1234yf, and R454C in horizontal multiport mini/micro-channels: Development of a new flow regime prediction method, *Int. J. Refrig.*, 179 (2025), 226–237.
- [5] Koyama, S., Kuwahara, K. and Nakashita, K., Condensation of refrigerant in a multi-port channel, *Proc. 1st Int. Conf. Microchannels and Minichannels*, ASME (2003), 193–205.
- [6] Wang, H.S. and Rose, J.W., A theory of film condensation in horizontal noncircular section microchannels, *J. Heat Transf.*, 127 (2005), 1096–1105.
- [7] Jige, D., Inoue, N. and Koyama, S., Condensation of refrigerants in a multiport tube with rectangular minichannels, *Int. J. Refrig.*, 67 (2016), 202–213.
- [8] Jige, D., Nobunaga, M., Nogami, T. and Inoue, N., Condensation heat transfer of binary and ternary mixtures inside multiport tubes, *Int. J. Heat Mass Transf.*, 207 (2023) 123981.
- [9] Cavallini, A., Del Col, D., Doretto, L., Matkovic, M., Rossetto, L., Zilio, C. and Censi, G., Condensation in horizontal smooth tubes: a new heat transfer model for heat exchanger design, *Heat Transf. Eng.*, 27 (2006), 31–38.
- [10] Bell, K.J. and Ghaly, M.A., An approximate generalized design method for multicomponent partial condenser, *AIChE Symp. Ser.* 69 (1973) 72–79.
- [11] Mori, H., Two-phase flow and boiling heat transfer in small-diameter tubes, *Heat Transf. Eng.* 37 (7–8) (2016), 686–695.
- [12] Jige, D., Nobunaga, M., Nogami, T. and Inoue, N., Boiling heat transfer of binary and ternary mixtures in multiple rectangular microchannels, *Appl. Thermal Eng.*, 229 (2023), 120613.

行事カレンダー

本会主催行事

開催日	行事名	申込締切	原稿締切	問合せ先／ウェブサイト
5 月				
2026 年 5 月 26 日 (火)～28 日 (木)	第 63 回日本伝熱シンポジウム	講演申込みは 終了		(公社) 日本伝熱学会 第 63 回日本伝熱シンポジウム実行委員会事務局 北海道大学 工学研究院 機械・宇宙航空工学部門内 E-mail: sympo2026@htsj.or.jp

本会共催、協賛行事

開催日	行事名	申込締切	原稿締切	問合せ先
2026 年				
4 月				
2026 年 4 月 21 日 (火)	第 22 回 日本熱電学会学術講演会	2026 年 4 月 14 日 (火)		一般社団法人 日本機械学会流体工学部門 担当 金子・川上 〒162-0814 東京都新宿区新小川町 4-1 KDX 飯田橋スクエア 2 階 Tel: 03-4335-7611 / E-mail: fed-jimu@jsme.or.jp
6 月				
2026 年 6 月 3 日 (水)～6 月 5 日(金)	第 31 回計算工学講演会	講演申込みは 終了		第 31 回計算工学講演会実行委員会 E-mail: conf.office@jscs.org
11 月				
2026 年 11 月 4 日 (水)～11 月 6 日 (金)	第 64 回燃焼シンポジウム	2026 年 7 月 17 日(金)	2026 年 9 月 18 日(金)	日本燃焼学会事務局 〒556-0017 大阪市浪速区湊町 1-2-3 マルイト難波ビル 7F 関西ビジネスインフォメーション株式会社内 E-mail: office-combustionsociety@kbinfo.co.jp TEL 06-4400-8143/FAX 06-6631-2316

第 63 回 日本伝熱シンポジウムのご案内

第 63 回 日本伝熱シンポジウム実行委員会

委員長 戸谷 剛

幹 事 植村 豪

第 63 回日本伝熱シンポジウム（以下、伝熱シンポ）を札幌市で開催します。第 63 回伝熱シンポは、国立研究開発法人 科学技術振興機構（以下、JST）との共催で開催します。伝熱シンポの参加者は、JST さきがけ「複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学」 2 期生 成果報告シンポジウム（5 月 27 日開催）にもご参加いただけます。多くの皆様にご参加いただきますようお願い申し上げます。

開催日：2026 年 5 月 26 日（火）～28 日（木）

会 場：札幌コンベンションセンター（<https://www.sora-scc.jp/>）

所在地 〒003-0006 札幌市白石区東札幌 6 条 1 丁目1-1 電話番号 011-817-1010

アクセス 札幌市営地下鉄 東西線「東札幌」駅から徒歩約 8 分

（<https://www.sora-scc.jp/access/>）

特別講演：2026 年 5 月 27 日（水）15:15～16:00

株式会社コンベンションリンケージ 榊田 安志 氏

「札幌コンベンションセンターの環境配慮の取り組み — LEED O+M 認証「GOLD」を取得 —」

総 会：2026 年 5 月 27 日（水）16:15～17:45

ホームページ URL：<https://pub.conf.it.atlas.jp/ja/event/htsj2026>

【シンポジウムの形式】

- 講演発表形式は下記の通りです。
 - a) 一般セッション（口頭発表）
 - b) オーガナイズドセッション（口頭発表）
 - c) 学生および若手研究者を対象とする優秀プレゼンテーション賞セッション
- 講演あたりの割当時間は、一般セッションでは 15 分（発表 10 分、個別討論 5 分）で、各セッションの最後に総合討論の時間（5 分×セッション内の講演件数）を設ける予定です。オーガナイズドセッションについては、オーガナイザーの指示に従って下さい。
- 優秀プレゼンテーション賞セッションについては、前号（2026 年 1 月号）掲載のお知らせ「優秀プレゼンテーション賞（第 63 回日本伝熱シンポジウム）について」をご参照下さい。

- ## ● 参加申込の時期

早期申込：2026年4月17日（金）まで

通常申込：2026年4月18日（土）以降

- シンポジウム参加費

正会員（不課税） 早期申込：14,000 円 通常申込：17,000 円

共催・協賛学会員一般（課税）早期申込：15,400 円（うち消費税 1,400 円）

通常申込：18,700 円（うち消費税 1,700 円）

非会員一般（課税） 早期申込：18,700 円（うち消費税 1,700 円）

通常申込：22,000 円（うち消費税 2,000 円）

学生会員（不課税） 早期申込：8,000 円 通常申込：9,000 円

非会員学生（課税） 早期申込：9,900 円（うち消費税 900 円）

通常申込：11,000 円（うち消費税 1,000 円）

※特別賛助会員は1口につき3名、賛助会員は1口につき1名、参加登録費が無料です。

※名誉会員は参加費が無料です。

※正会員，学生会員とは，日本伝熱学会定款第3章第6条に定める会員のことを指します。

※講演論文集電子版は参加者全員に配布されます。

- 講演論文集の販売について

講演論文集のみの販売は致しません.

【意見交換会】

- 開催日：2026年5月27日（水）19:00～21:00

- 会 場：札幌ビューホテル大通公園（〒060-0042 北海道札幌市中央区大通西8丁目1番地）

- 参加費（早期申込締切：2026 年 4 月 17 日，通常申込締切：2026 年 5 月 11 日）：

一般 早期申込：9,900 円（うち消費税 900 円） 通常申込：13,200 円（うち消費税 1,200 円）

学生 早期申込：4,950 円（うち消費税 450 円） 通常申込：7,150 円（うち消費税 650 円）

- 定 員：300 名（定員に達した場合，5 月 11 日より前に締め切ります。）

【参加登録と参加費等の支払い方法】

- 参加登録は伝熱シンポのホームページから行って下さい。
- 参加費等の支払いをもって「参加登録の完了」とします。
- 参加費等の支払方法はクレジットカードもしくは銀行振込となります。

【講演論文集電子版】

- 講演論文集として電子版のみを発行し、冊子版は発行しません。
- 講演論文集電子版は、日本伝熱学会会員（2026 年度会員）の皆様に対し、伝熱シンポのホームページにリンクされたページで公開します。

- 講演論文集電子版のダウンロードは、以下の手順により、閲覧・ダウンロードすることができます。
 1. 伝熱シンポのホームページ (<https://pub.conf.itatlas.jp/ja/event/htsj2026>) にアクセス。
 2. 画面左側のリストにある「伝熱学会会員ならびに参加者限定ページ」をクリック。
 3. パスワード「2026sapporo」を入力。
 4. 講演論文集電子版のページに遷移するので、そこからダウンロード。
- 座長をご担当される方は、この電子版を当日のセッションの参考資料としてください。
- 講演論文集電子版の公開日は、2026 年 5 月 19 日（火）を予定しています。この日が特許に係る公知日となります。伝熱シンポ開催日よりも早くなりますのでご注意ください。

【ご注意】

- 口頭発表用のパーソナルコンピュータは各自ご持参下さい。
- 参加登録費、意見交換会参加費等の返金については、学会の規定に沿って行います。
- 伝熱シンポに関する最新情報については、随時更新するホームページでご確認下さい。

【お問い合わせ先】

第 63 回 日本伝熱シンポジウム実行委員会事務局

（北海道大学 大学院工学研究院 機械・宇宙航空工学部門 内）

E-mail : sympo2026@htsj.or.jp

第63回 日本伝熱シンポジウム タイムテーブル（暫定版）
2026/05/26（第1日目）

A 室	B 室	C 室	D 室	E 室	F 室	G 室	H 室	J 室	K 室
A11 9:00～10:20 ナノ・マイクロ伝熱 1	B11 9:00～10:20 電子機器の冷却 1			E11 9:00～10:20 沸騰・凝縮 1	F11 9:00～10:20 濡れ現象の制御と 理解 1	G11 9:00～10:20 乱流を伴う伝熱研 究の進展 1		J11 9:20～10:20 融解・凝固 1	K11 9:20～10:20 多孔体内の伝熱 1
A12 10:35～11:55 ナノ・マイクロ伝熱 2	B12 10:35～11:55 電子機器の冷却 2	C12 10:35～12:05 バイオ伝熱 1	D12 10:35～12:15 化学プロセスにお ける熱工学 1	E12 10:35～12:15 沸騰・凝縮 2	F12 10:35～11:55 濡れ現象の制御と 理解 2	G12 10:35～11:55 乱流を伴う伝熱研 究の進展 2	H12 10:55～11:55 熱物性 1	J12 10:35～11:55 融解・凝固 2	K12 10:35～11:35 多孔体内の伝熱 2
A13 13:15～14:35 ナノ・マイクロ伝熱 3	B13 13:15～14:35 電子機器の冷却 3	C13 13:15～14:55 バイオ伝熱 2	D13 13:15～14:55 化学プロセスにお ける熱工学 2	E13 13:15～14:55 沸騰・凝縮 3	F13 13:15～14:35 濡れ現象の制御と 理解 3	G13 13:15～14:55 乱流を伴う伝熱 研究の進展 3	H13 13:15～14:15 熱物性 2	J13 13:15～14:15 融解・凝固 3	K13 13:15～13:55 熱音響 1
15:15～17:55 モノづくりセッション（E 室） 15:15～17:15 優秀プレゼンテーション賞セッション（P 室）									

2026/05/27（第2日目）

A 室	B 室	C 室	D 室	E 室	F 室	G 室	H 室	J 室	K 室
A21 9:00～10:20 ナノ・マイクロ伝熱 4	B21 9:00～10:20 燃焼研究の 最前線 1	C21 9:20～10:20 電子機器の冷却 4	D21 9:00～10:20 ふく射輸送とふく射 性質 1	E21 9:00～10:20 沸騰・凝縮 4	F21 9:00～10:20 濡れ現象の制御と 理解 4	G21 9:00～10:20 分子動力学 1	H21 9:00～10:20 熱エネルギー材料・ システムのための 熱・物質輸送促進 1	J21 9:00～10:20 空調・熱機器 1	K21 9:00～10:20 自然対流 1
A22 10:35～11:55 ナノ・マイクロ伝熱 5	B22 10:35～11:55 燃焼研究の 最前線 2	C22 10:35～11:55 水素・燃料電池・ 二次電池 1	D22 10:35～11:55 ふく射輸送とふく射 性質 2	E22 10:35～12:15 沸騰・凝縮 5	F22 10:35～12:05 濡れ現象の制御と 理解 5	G22 10:35～11:55 分子動力学 2	H22 10:35～12:05 熱エネルギー材料・ システムのための 熱・物質輸送促進 2	J22 10:35～11:55 空調・熱機器 2	K22 10:35～11:55 自然対流 2
A23 13:15～14:15 ナノ・マイクロ伝熱 6	B23 13:15～14:55 燃焼研究の 最前線 3	C23 13:15～14:55 水素・燃料電池・ 二次電池 2	D23 13:15～14:15 ふく射輸送とふく射 性質 3	E23 13:15～14:55 沸騰・凝縮 6	F23 13:15～14:35 濡れ現象の制御と 理解 6	G23 13:15～14:35 分子動力学 3	H23 13:15～14:55 企業特別セッション	J23 13:15～14:15 空調・熱機器 3	K23 13:15～14:55 計測技術 1
15:15～16:00 特別講演「札幌コンベンションセンターの環境配慮の取り組み — LEED O+M認証「GOLD」を取得 —, 株式会社コンベンションリンケージ 梶田 安志 氏」（大ホール） 16:15～17:45 総会（大ホール） 19:00～21:00 意見交換会（札幌ビューホテル 大通公園）									

9:00～15:00 さきがけ「複雑流動」領域 2期生 成果報告シンポジウム（特別会議場）

2026/05/28 (第3日目)

A 室	B 室	C 室	D 室	E 室	F 室	G 室	H 室	J 室	K 室
A31 9:00～10:40 計測技術 2	B31 9:00～10:40 燃焼研究の 最前線 4	C31 9:00～10:00 物質移動 1	D31 9:00～10:40 強制対流 1	E31 9:00～10:40 沸騰・凝縮 7	F31 9:00～10:40 水素・燃料電池・ 二次電池 3	G31 9:20～10:40 分子動力学 4	H31 9:00～10:40 熱エネルギー材料・ システムのための 熱・物質輸送促進 3	J31 9:00～10:40 ヒートパイプ 1	K31 9:00～9:40 自然エネルギー 1
A32 10:55～11:55 計測技術 3	B32 10:55～12:15 燃焼研究の 最前線 5		D32 10:55～12:35 強制対流 2	E32 10:55～12:35 沸騰・凝縮 8	F32 10:55～12:15 水素・燃料電池・ 二次電池 4	G32 10:55～12:15 分子動力学 5	H32 10:55～12:35 熱エネルギー材料・ システムのための 熱・物質輸送促進 4		

2026年5月26日(火)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS15: ナノ・マイクロ伝熱

9:00 ~ 10:20
A室(108)**[A11] ナノ・マイクロ伝熱1**

9:00 ~ 9:15

[A11-01] 熱四端子法を用いたアニール処理カーボンナノチューブ線材の熱物性評価○大山 智冬¹、田村 陽太¹、福丸 大輝¹、中西 勇介²、児玉 高志¹ (1. 九州工業大学、2. 東京大学)

9:15 ~ 9:30

[A11-02] 半導体CNTの選択的低減によるCNT薄膜の電気伝導率向上○中嶋 美銀¹、遠藤 剛史¹、児玉 高志²、山崎 悟志³、千足 昇平¹ (1. 東京大学、2. 九州工業大学、3. 古河電工)

9:30 ~ 9:45

[A11-03] 転写による架橋単層CNTアレイ構造の作製と光学計測評価○沖田 哲士¹、金井 優輝¹、藤原 陸¹、緒方 慶一郎¹、千足 昇平¹ (1. 東京大学)

9:45 ~ 10:00

[A11-04] 配向ナノワイヤネットワークにおける温度・電流分布およびシート抵抗の測定とモデル開発
若松 勇希²、杉原 悠太²、栗山 怜子²、○巽 和也¹ (1. 京都工芸繊維大学、2. 京都大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS02: 電子機器の冷却

9:00 ~ 10:20
B室(107)**[B11] 電子機器の冷却1**

9:00 ~ 9:15

[B11-01] 熱流センサを活用した熱境界条件の同定と熱解析への適用○菅原 康太¹、三國 克紘¹、渋谷 稔¹ (1. 株式会社構造計画研究所)

9:15 ~ 9:30

[B11-02] 撚線の三次元構造に着目したモータ巻線部の銅線径方向における有効熱伝導率評価○浅田 和哉¹、南浦 明²、山中 真先²、住谷 明^{1,2}、齊藤 卓志¹ (1. 東京科学大学、2. コマツ)

9:30 ~ 9:45

[B11-03] タイコグラフィーを用いたサーマルイメージング技術○満留谷 祐吾¹、WANG BOCHAO^{2,1}、伏信 一慶¹、キム ビョンギ¹ (1. 東京科学大学、2. 浙江大学)

9:45 ~ 10:00

[B11-04] ロックインサーモグラフィ式レーザー周期加熱法におけるアンダーサンプリング手法の導入とダイヤモンド複合材料の熱拡散率マッピング○藤田 涼平¹、金子 祐大¹、長野 方星¹ (1. 名古屋大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS01: 沸騰・凝縮

9:00 ~ 10:20
E室(小ホール)**[E11] 沸騰・凝縮1**

9:00 ~ 9:15

[E11-01] 多孔質被覆層による極低温沸騰冷却の促進○諸隈 崇幸¹、北村 文弥¹、山口 海人¹、原村 嘉彦¹ (1. 神奈川大学)

9:15 ~ 9:30

[E11-02] 周期的合体気泡挙動と非定常ウィッキングを考慮した電解析出多孔質面のプール沸騰限界熱流束予測○林田 侑也¹、梅原 裕太郎^{1,2}、江藤 淳朗¹、森 昌司^{1,2} (1. 九州大学、2. International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (I2CNER))

9:30 ~ 9:45

[E11-03] 電場によって促進されたサブクール流動沸騰熱伝達における蒸気泡の挙動○古河 康太¹、鹿野 一郎¹ (1. 山形大学)

9:45 ~ 10:00

[E11-04] サンドブラストを施した垂直平板上におけるHFO系冷媒の沸騰熱伝達に関する実験○沼田 夏実¹、鈴木 創真¹、地下 大輔¹、井上 順広¹、赤田 郁朗²、西田 耕作² (1. 東京海洋大学、2. 株式会社前川製作所)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS6：濡れ現象の制御と理解

9:00 ~ 10:20
F室(204)**[F11] 濡れ現象の制御と理解1**

9:00 ~ 9:20

[F11-01] Controllability of wetting dynamics of droplets via solid surface nanostructures○塩見 淳一郎¹、Li Yuanzhe¹、Oleron Mathieu¹、Zhu Chengfeng¹、Lei Shangwen¹、SHEN Jiaying¹、李 禮林¹ (1. 東京大学)

9:20 ~ 9:40

[F11-02] Amphi-bridge structured surface with robust hydrophobicity○Lei Shangwen¹、Lee Yaerim¹、Yuanzhe Li¹、Junichiro Shiomi¹ (1. 東京大学)

9:40 ~ 10:00

[F11-03] Experimental Investigation of Hemiwick Dynamics on Nanoscale Roughness Using Coherence Scanning Interferometry

○三坂 真澄¹、手嶋 秀彰^{1,2}、李 秦宜^{1,2}、高橋 厚史^{1,2} (1. 九州大学、2. 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所)

10:00 ~ 10:20

[F11-04] Wetting and deicing phenomena on a temperature-modulated solid surface

○バケビア ジャック¹、李 禮林¹、塩見 淳一郎¹ (1. 東京大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS1：乱流を伴う伝熱研究の進展

9:00 ~ 10:20
G室(206)

[G11] 乱流を伴う伝熱研究の進展1

9:00 ~ 9:15

[G11-01] レイリー・ベナール対流への異方性多孔質体導入による伝熱促進

○米田 駿¹、上村 和輝¹、井上 貴雄¹、本木 慎吾¹、河原源太¹ (1. 大阪大学)

9:15 ~ 9:30

[G11-02] 乱流輸送束の直接表現を用いた随伴解析に基づく形状最適化

○亀谷 幸憲¹ (1. 明治大学)

9:30 ~ 9:45

[G11-03] 乱流火炎壁面干渉における壁面熱流束の特性とAIモデリング

○野口 悠斗¹、Wang Ye¹、店橋 護¹ (1. 東京科学大学)

9:45 ~ 10:00

[G11-04] 壁面垂直方向に配列した渦度構造が支配する乱流境界層の非定常熱伝達

○原 峻平¹、名木野 伸矢² (1. 同志社大学、2. 同志社大学大学院)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS08: 融解・凝固

9:20 ~ 10:20
J室(201)

[J11] 融解・凝固1

9:20 ~ 9:35

[J11-01] Al系潜熱蓄熱マイクロカプセルにおける金属純度と過熱が過冷却度に及ぼす影響

○清水 友斗¹、棚橋 慧太¹、ジェーム メルバート¹、能村 貴宏¹ (1. 北海道大学)

9:35 ~ 9:50

[J11-02] 自然対流による矩形槽内の融解潜熱蓄熱に関する研究

○白井 陽都¹、富宅 佑紀¹、森田 慎一²、川合 政人²、藤代 俊希³ (1. 北見工業大学大学院、2. 北見工業大学、3. ミネベアミツミ株式会社)

9:50 ~ 10:05

[J11-03] 衝突噴流による融解潜熱蓄熱促進に関する研究

Study on enhancement of melting latent heat storage by impinging jet

○齋藤 慎也¹、小山田 淳¹、森田 慎一²、川合 政人²、田村 元彌³ (1. 北見工業大学大学院、2. 北見工業大学、3. レンゴー株式会社)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS05: 多孔体内の伝熱

9:20 ~ 10:20
K室(202)

[K11] 多孔体内の伝熱1

9:20 ~ 9:35

[K11-01] 円管内多孔体におけるマルチスケール熱流動の直接数値解析

○田村 駿¹、中倉 満帆¹、松原 幸治¹ (1. 新潟大学)

9:35 ~ 9:50

[K11-02] クロス連結多孔質体における伝熱特性の実験および数値的検討

○坂 亮叶¹、佐野 吉彦¹、桑原 不二朗¹ (1. 静岡大学)

9:50 ~ 10:05

[K11-03] 異なる粒径を有する粒子充填層の透過率およびForchheimer係数

○河部 友三郎¹、佐野 吉彦¹、桑原 不二朗¹、上澤 伸一郎²、吉田 啓之² (1. 静岡大学、2. 日本原子力研究開発機構)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS15: ナノ・マイクロ伝熱

10:35 ~ 11:55
A室(108)

[A12] ナノ・マイクロ伝熱2

10:35 ~ 10:50

[A12-01] 二波長フラッシュラマン法を用いた二次元材料の熱特性計測における基板条件の影響

○安藤 拓登¹、太田 泰輔²、許 斌¹、塩見 淳一郎¹ (1. 東京大学、2. サイエンスエッジ株式会社 (株))

10:50 ~ 11:05

[A12-02] 第一原理非調和フォノンデータベースの構築と熱物性予測

○大西 正人^{2,1}、Deng Tianqi³、Torres Pol⁴、Xu Zhihao⁵、只野 央将⁶、Zhang Haoming³、Nong Wei⁷、華井 雅俊²、Wang Zeyu²、森田 路真^{2,7}、Tian Zhiting⁸、Hu Ming⁹、Ruan Xiulin¹⁰、吉田 亮^{1,11,12}、鈴木 豊太郎²、Lindsay Lucas¹³、McGaughey Alan¹⁴、Luo Tengfei⁵、Hippalgaonkar Kedar^{7,15,16}、塩見 淳一郎^{2,1,12} (1. 統計数理研究所、2. 東京大学、3. 浙江大学、4. Eurecat、5. ノートルダム大学、6. 物質・材料研究機構、7. 南洋理工大学、8. コーネル大学、9. サウスカロライナ大学、10. パデュー大学、11. 総合研究大学院大学、12. 理化学研究所、13. オークリッジ国立研究所、14. カーネギー・メロン大学、15. A*STAR、16. シンガポール国立大学)

11:05 ~ 11:20

[A12-03] 3次元ナノ構造を用いた高性能バルクシリコン熱電材料の開発および自立型IoTデバイスへの応用

○永廣 怜平¹、Bin Xu¹、寺嶋 真伍²、Li Yufei¹、Li Yuanzhe¹、Liao Yuxuan¹、Fang Zhenglong¹、Shao Cheng¹、Zhang Yuqian¹、大西 正人¹、加藤 慎也³、岩瀬 英治²、塩見 淳一郎¹ (1. 東京大学、2. 早稲田大学、3. 名古屋工業大学)

11:20 ~ 11:35

[A12-04] 3D-RISM理論を用いた溶媒和エントロピー計算による液体熱電変換の起電力増大の指針獲得

○榎本 陸¹、村上 陽一¹ (1. 東京科学大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS02: 電子機器の冷却

10:35 ~ 11:55

B室(107)

[B12] 電子機器の冷却2

10:35 ~ 10:50

[B12-01] 熱構造関数によるCNTフォレストTIMの熱抵抗評価

○井上 翼¹、奥村 友貴¹、渡辺 倭¹、中野 貴之¹ (1. 静岡大学)

10:50 ~ 11:05

[B12-02] 定常法を用いたパワーモジュール接合面の熱抵抗計測

○北山 翔明¹、木伏 理沙子¹、畠山 友行¹、石塚 勝¹ (1. 富山県立大学)

11:05 ~ 11:20

[B12-03] 接触熱抵抗予測のための接触率算出方法の検討

○観音 丈輝¹、畠山 友行¹、石塚 勝¹ (1. 富山県立大学)

11:20 ~ 11:35

[B12-04] ボルト締結条件下における金属界面の接触状態と接触熱抵抗の変動要因の検証

○篠田 卓也¹、柴田 茉菜²、松田 唯²、安井 龍太²、伏信 一慶² (1. (株) デンソー、2. 東京科学大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS8：バイオ伝熱

10:35 ~ 12:05

C室(105)

[C12] バイオ伝熱1

10:35 ~ 10:50

[C12-01] 赤外フォトサーマル顕微鏡を用いた細胞内熱現象の計測

○井手口 拓郎^{1,2} (1. 東京大学、2. 理化学研究所)

10:50 ~ 11:20

[C12-02] 細胞内局所高温の生成・維持機構

竇田 雅治¹、村上 光¹、岡部 弘基¹ (1. 東京大学)

11:20 ~ 11:35

[C12-03] ミトコンドリア呼吸鎖における過電圧散逸としての生体熱生成機構

○武安 光太郎¹ (1. 北海道大学)

11:35 ~ 11:50

[C12-04] 単一ヒト由来細胞の代謝熱計測法の研究

○梅野 鎌¹、矢吹 智英¹ (1. 九州工業大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS4：化学プロセスにおける熱工学

10:35 ~ 12:15

D室(104)

[D12] 化学プロセスにおける熱工学1

10:35 ~ 10:50

[D12-01] フルゾーン液柱内温度差マランゴニ対流の非定常流における擾乱制御

梅田 怜希¹、上野 一郎²、○工藤 正樹¹ (1. 東京都立産業技術高等専門学校、2. 東京理科大学)

10:50 ~ 11:05

[D12-02] アスペクト比0.4のHZ液柱内に発生する温度差・濃度差に起因するマランゴニ対流の共存効果

○岸 風沙¹、水口 尚¹ (1. 琉球大学)

11:05 ~ 11:20

[D12-03] 細管挿入T字管超臨界水熱混合器内の混合挙動に及ぼす細管形状の影響に関する数値解析

○阿左見 悠弥¹、斎藤 高雅¹、高見 誠一²、久保 正樹¹ (1. 東北大学、2. 名古屋大学)

11:20 ~ 11:35

[D12-04] バイオマス/PEの共熱分解中の突沸が及ぼすガス化促進および重合促進メカニズムの調査

○田之上 健一郎¹、伊藤 大貴²、家永 准² (1. 山口大学大学院創成科学研究科機械工学系専攻、2. 山口大学工学部機械工学科)

11:35 ~ 11:50

[D12-05] 硫化亜鉛-水スラリーの懸垂滴燃焼法による燃焼解析

○埜上 洋¹、千葉 正基² (1. 東北大学、2. 一関工業高等専門学校)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS01: 沸騰・凝縮

10:35 ~ 12:15

E室(小ホール)

[E12] 沸騰・凝縮2

10:35 ~ 10:50

[E12-01] 回転により誘起された高重力環境下における沸騰熱伝達特性

○堀内 誠也¹、梅原 裕太郎¹、江藤 淳朗¹、吉田 靖史²、手塚 正彦²、東恩納 誠²、森 昌司¹ (1. 九州大学、2. キヤノン電子管デバイス)

10:50 ~ 11:05

[E12-02] Numerical Simulation and Nano-RTD-Based Heat Transfer Measurements Inside Nanopores with Bubble Formation

○CHENG XINYI¹、大宮司 弘文¹、Sato Yuta¹、Hsu Wei-Lun¹、Auti Gunjan¹ (1. 東京大学)

11:05 ~ 11:20

[E12-03] 半径方向に狭い空隙を持つ水平伝熱面における沸騰伝熱と流体挙動

○原村 嘉彦¹、露木 真啓¹、諸隈 崇幸¹、有木 蒼平¹、蛇川 竜輝¹ (1. 神奈川大学)

11:20 ~ 11:35

[E12-04] 低圧力下円柱上の沸騰における気泡運動と熱伝達機構

○石井 雅人¹、金子 暁子²、シェン ビャオ²、日高 将³、河野 文紀³ (1. 筑波大学構造エネルギー工学学位プログラム、2. 筑波大学システム情報工学研究群、3. パナソニック株式会社)

11:35 ~ 11:50

[E12-05] プール沸騰における対流熱伝達機構の数値解析

○國武 真柊¹、畑中 健太¹、Sato Yohei²、矢吹 智英¹ (1. 九州工業大学、2. Paul Scherrer Institute)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS6：濡れ現象の制御と理解

10:35 ~ 11:55
F室(204)

[F12] 濡れ現象の制御と理解2

10:35 ~ 10:55

[F12-01] Temperature-induced bouncing transition on liquid baths.

○長満 和樹¹、ムテルドウ ティモテ¹ (1. 東京大学)

10:55 ~ 11:15

[F12-02] Condensation-induced roughness controls non-contact bouncing of hot drops

ギョーム デンジャゾー¹、鳥居 さくら¹、シェン ジャーシン¹、世良田 裕貴¹、天神林 瑞樹²、○ムテルドウ ティモテ¹ (1. 東京大学、2. 国立研究開発法人物質・材料研究機構)

11:15 ~ 11:35

[F12-03] Transient Wetting and Interfacial Temperature Dynamics during Droplet Impact on Heated Surfaces

○田川 義之¹、畠中 龍太² (1. 東京農工大学、2. 宇宙航空研究開発機構)

11:35 ~ 11:55

[F12-04] Recoil penetration during droplet impact on a superhydrophobic mesh

○山田 寛¹、廣瀬 大翔¹、磯部 和真¹、堀部 明彦¹ (1. 岡山大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS1：乱流を伴う伝熱研究の進展

10:35 ~ 11:55
G室(206)

[G12] 乱流を伴う伝熱研究の進展2

10:35 ~ 10:50

[G12-01] 粗さ壁面乱流熱輸送の共役伝熱DNS

○桑田 祐丞¹、Himani Garg² (1. 大阪公立大学、2. ルンド大学)

10:50 ~ 11:05

[G12-02] 平面衝突噴流の乱流熱流動場における粗さ効果の直接数値解析

○渡辺 敬介¹、八田 将佳¹、桑田 祐丞¹ (1. 大阪公立大学)

11:05 ~ 11:20

[G12-03] 後ろ向きステップ乱流熱伝達場のDNS研究

○服部 博文¹、河村 和真¹、保浦 知也¹ (1. 名古屋工業大学)

11:20 ~ 11:35

[G12-04] 積層造形されたアルミニウム製微細流路の表面粗さが圧力損失と熱伝達に及ぼす影響

○中村 元¹、森 晟之郎¹、船見 祐揮¹ (1. 防衛学校)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS14: 熱物性

10:55 ~ 11:55
H室(207)

[H12] 熱物性1

10:55 ~ 11:10

[H12-01] 熱的トポロジー最適化を用いたデバイス熱制御に関する研究

-マルチマテリアル構造による温度分布最適化と熱変形低減に向けた予備的検証-

○中本 英揮¹、飯盛 浩司¹、田口 良広¹ (1. 慶應義塾大学)

11:10 ~ 11:25

[H12-02] 生成AI支援ロックインサーモグラフィによる熱拡散率イメージング

○程 飛霖¹、シャン レイ²、長野 方星¹、竹内 一郎¹、鈴木 健二³ (1. 名古屋大学 工学研究科、2. 名古屋大学 情報学研究科、3. ソニーグループ (株))

11:25 ~ 11:40

[H12-03] 粒子添加による真空断熱材の低熱伝導率化に関する研究

○木下 進一¹、高橋 颯¹、吉田 篤正¹ (1. 大阪公立大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS08: 融解・凝固

10:35 ~ 11:55
J室(201)

[J12] 融解・凝固2

10:35 ~ 10:50

[J12-01] 二酸化炭素クラスレートハイドレートと塩化ナトリウムの共晶条件: ゼロ液体排出海水淡水化への示唆

○安田 啓太¹、宜保 あかり¹、中尾 靖弥¹ (1. 琉球大学)

10:50 ~ 11:05

[J12-02] 方向性凝固法による包接水和物の成長特性の検討

○小林 幹太¹、高村 和希¹、荒井 和真²、森本 崇志²、熊野 寛之² (1. 青山学院大学大学院、2. 青山学院大学)

11:05 ~ 11:20

[J12-03] 糖アルコールの晶析特性に及ぼす溶質種の影響

○森本 崇志¹、松本 侑樹¹、熊野 寛之¹ (1. 青山学院大学)

11:20 ~ 11:35

[J12-04] 固液界面の濃度場の可視化に基づいたTBAB水和物生成過程における初期濃度の影響

○中川 将尊¹、大徳 忠史¹、鶴田 俊¹ (1. 秋田県立大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション: GS05: 多孔体内の伝熱

10:35 ~ 11:35
K室(202)

[K12] 多孔体内の伝熱2

10:35 ~ 10:50

[K12-01] 熱機械メタマテリアルを用いた熱駆動マイクロアクチュエータの特性設計

○細合 優友¹、橋本 将明¹ (1. 慶應義塾大学)

10:50 ~ 11:05

[K12-02] 氷含有レゴリス層内加熱による乾燥領域の形成と昇華・凝華を伴う熱移動

○河南 治¹、玉田 篤朗¹、津村 柊吾²、本 健秀²、川上 理亮² (1. 兵庫県立大学、2. 高砂熱学工業株式会社)

11:05 ~ 11:20

[K12-03] 核融合中性子源A-FNS試験モジュール内の流動構造および流量分配特性の評価

○石田 達大¹、結城 光平¹、結城 和久¹、本田 祥梧²、見城 俊介²、権 セロム²、落合 謙太郎²、増田 開² (1. 山陽小野田市立山口東京理科大学、2. 量子科学技術研究開発機構)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション: GS15: ナノ・マイクロ伝熱

13:15 ~ 14:35
A室(108)

[A13] ナノ・マイクロ伝熱3

13:15 ~ 13:30

[A13-01] CO₂分離回収を目的とした非化学量論共有結合性有機骨格の生成試行

○丸田 有美¹、王 曉晗¹、北野 智己¹、村上 陽一¹ (1. 東京科学大学)

13:30 ~ 13:45

[A13-02] 双極回転子が整列した共有結合性有機骨格の配座異性と回転子反転に関する熱力学的特性

○王 曉晗¹、村上 陽一¹ (1. 東京科学大学)

13:45 ~ 14:00

[A13-03] GCMCシミュレーションによる2.5次元共有結合性有機骨格のCO₂吸着挙動の検討

○北野 智己¹、村上 陽一¹ (1. 東京科学大学)

14:00 ~ 14:15

[A13-04] 蒸発水分子の速度分布計測: 液面温度および光照射の影響の検討

○藤田 淳生¹、佐藤 康平¹、杵淵 郁也¹ (1. 東京大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション: GS02: 電子機器の冷却

13:15 ~ 14:35
B室(107)

[B13] 電子機器の冷却3

13:15 ~ 13:30

[B13-01] 銅パターンのジュール発熱を対象としたプリント基板の放熱性に関する評価方法の提案

○有賀 善紀¹ (1. KOA株式会社)

13:30 ~ 13:45

[B13-02] 定常法を用いたプリント配線基板の面内方向有効熱伝導率計測

○中森 優輝¹、畠山 友行¹、中川 慎二¹、石塚 勝¹ (1. 富山県立大学)

13:45 ~ 14:00

[B13-03] サーマルビア入り基板の簡易モデル化手法の検討

○川村 慶¹、畠山 友行¹、石塚 勝¹ (1. 富山県立大学)

14:00 ~ 14:15

[B13-04] マイクロプロセッサの伝熱経路における各材料の熱抵抗の分離に関する検討

○西 剛伺¹ (1. 足利大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション: OS8: バイオ伝熱

13:15 ~ 14:55
C室(105)

[C13] バイオ伝熱2

13:15 ~ 13:30

[C13-01] アブレーション治療への活用に向けたOptunalによる周期加熱条件の最適化

○谷 知輝¹、小宮 敦樹¹ (1. 東北大学)

13:30 ~ 13:45

[C13-02] 人工DNAナノポア構造体を用いた物質輸送制御に関する分子論的解析

平野 太一¹、黒澤 秀人¹、○馬淵 拓哉¹ (1. 東北大学)

13:45 ~ 14:00

[C13-03] 赤血球内アクトミオシンの硬直化と電気穿孔が誘起する溶血を伴う血球の噴射推進

○白樫 了¹、Sisario Dmitri²、Korsa Tessa²、Neubauer Julia³、Zimmermann Heiko³、Sukhorukov Vladimir² (1. 東京大学、2. ビュルツブルク大学、3. フラウンホーファー機構生体医療工学研究所)

14:00 ~ 14:15

[C13-04] ソレー強制レイリー散乱法による生体分子水溶液系のソレー係数の測定手法の開発

○松浦 弘明¹、白樫 了¹ (1. 東京大学)

14:15 ~ 14:30

[C13-05] 非ニュートン性血行力学因子を用いた機械学習による血管網リモデリング予測

○長崎 友哉¹、亀谷 幸憲² (1. 明治大学大学院、2. 明治大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS4：化学プロセスにおける熱工学

13:15 ~ 14:55

D室(104)

[D13] 化学プロセスにおける熱工学2

13:15 ~ 13:30

[D13-01] 熱ゲル水溶液とドローンの組み合わせによる広域火災消火の可能性

○廣田 光智¹ (1. 室蘭工業大学)

13:30 ~ 13:45

[D13-02] 低濃度CO₂分離に向けた真空圧力スイング吸着システムの評価

○小宅 教文¹、山本 征治¹ (1. 株式会社豊田中央研究所)

13:45 ~ 14:00

[D13-03] 海水を用いた有価物併産カーボンリサイクル技術のエネルギー評価

○中垣 隆雄¹、大石 彰英¹、島田 統行²、有本 光希²、後藤 克也² (1. 早稲田大学、2. (株) ササクラ)

14:00 ~ 14:15

[D13-04] メタン熱分解法による水素製造装置の伝熱工学に基づく性能評価

○富樫 憲一¹、鈴木 哲平²、朝原 誠²、宮坂 武志² (1. 北海道立総合研究機構、2. 岐阜大学)

14:15 ~ 14:30

[D13-05] プレート式気固系化学蓄熱装置開発のための伸縮性伝熱面による伝熱促進の検討

○中曾 浩一¹、小島 世登¹、後藤 邦彰¹、埜上 洋² (1. 岡山大学、2. 東北大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS01: 沸騰・凝縮

13:15 ~ 14:55

E室(小ホール)

[E13] 沸騰・凝縮3

13:15 ~ 13:30

[E13-01] 濡れ性が不均一な表面における核沸騰の気泡離脱に関する数値解析

○張 展鵬¹、シェン ビャオ¹、金子 暁子¹ (1. 筑波大学)

13:30 ~ 13:45

[E13-02] キャビティ内蒸気が核沸騰開始に及ぼす影響：共役伝熱を考慮した非理想流体格子ボルツマン法解析

○齋藤 慎平¹、馬場 宗明¹、高田 尚樹¹ (1. 産業技術総合研究所)

13:45 ~ 14:00

[E13-03] Numerical Investigation of Multi-Bubble Dynamics in Nucleate Boiling via the VOF Method

○カク キョウコ¹、金子 暁子¹、SHEN Biao¹ (1. 筑波大学)

14:00 ~ 14:15

[E13-04] 加熱回転円盤上における蒸発熱伝達促進条件の数値解析的評価

○黒沢 航二郎¹、島垣 満²、岡島 淳之介¹ (1. 東北大学、2. 宇宙航空研究開発機構)

14:15 ~ 14:30

[E13-05] 移動接触線蒸発モデルを用いたプール沸騰における単一気泡の数値解析

○秋田 大雅¹、岡島 淳之介¹ (1. 東北大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS6：濡れ現象の制御と理解

13:15 ~ 14:35

F室(204)

[F13] 濡れ現象の制御と理解3

13:15 ~ 13:35

[F13-01] Solar radiation reshapes the deposition patterns of plasmonic nanosuspension droplets

○Wang Weifeng¹、Karapetsas George²、Kita Yutaku^{3,4}、Wang Zhenying^{1,4} (1. 九州大学、2. Aristotle University of Thessaloniki、3. King's College London、4. International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (WPI-I2CNER), Kyushu University)

13:35 ~ 13:55

[F13-02] Microscopic observation of particle transport and deposition processes in evaporating solvents under different relative humidity conditions

○吉田 悠人¹、磯部 和真¹、堀部 明彦¹、山田 寛¹ (1. 岡山大学)

13:55 ~ 14:15

[F13-03] Smart hydrogel for Evaporative Cooling and Sustainable Energy Harvesting

○シュペンダー プシ¹、Shiomi Junichiro¹ (1. 東京大学)

14:15 ~ 14:35

[F13-04] Thermally controlled manipulation of liquid marbles

○高井 優衣¹、ロイ プリタム¹、ムテルドウ ティモテ¹ (1. 東京大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS1：乱流を伴う伝熱研究の進展

13:15 ~ 14:55
G室(206)

[G13] 乱流を伴う伝熱研究の進展3

13:15 ~ 13:30

[G13-01] 二線式熱電対法における時定数および速度の推定に関する研究

○保浦 知也¹、久留 大幸¹、服部 博文¹ (1. 名古屋工業大学)

13:30 ~ 13:45

[G13-02] 二次元平行衝突二噴流の速度場と温度場の同時計測

○小山 凌央¹、稲岡 恭二¹ (1. 同志社大学)

13:45 ~ 14:00

[G13-03] 直交リブ付き矩形流路における過渡応答法による熱伝達計測

○山下 達也¹、中積 佳寛¹、石川 温士¹ (1. 株式会社IH)

14:00 ~ 14:15

[G13-04] 深い軸方向溝を有する円管内乱流における流動抵抗と熱伝達

○栗原 日向¹、坂口 晴紀¹、本木 慎吾¹、河原 源太¹ (1. 大阪大学)

14:15 ~ 14:30

[G13-05] 円柱後流と壁面境界層の干渉を伴う脈動乱流熱伝達の直接数値計算

○小田 豊¹、中山 凌¹、奥野 史門¹、松本 亮介¹ (1. 関西大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS14: 熱物性

13:15 ~ 14:15
H室(207)

[H13] 熱物性2

13:15 ~ 13:30

[H13-01] R1132(E)/R1234yf混合冷媒の液音速測定

○西山 貴史¹、山内 陽斗¹、高尾 幸来¹ (1. 福岡大学)

13:30 ~ 13:45

[H13-02] 熱流分離法を応用した比熱の簡易測定に関する研究

○李 政勳¹、李 政勳²、大村 高弘¹ (1. 和歌山工業高等専門学校、2. 韓国技術教育大学校)

13:45 ~ 14:00

[H13-03] 液体ロケットエンジン燃焼室内部を想定した非理想気体混合モデルに対する古典的混合則の適用妥当性

○津田 伸一¹ (1. 九州大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS08: 融解・凝固

13:15 ~ 14:15
J室(201)

[J13] 融解・凝固3

13:15 ~ 13:30

[J13-01] 熱溶解積層方式3Dプリンタの造形プロセスの数値解析

○小林 昇龍¹、福江 高志¹ (1. 金沢工業大学)

13:30 ~ 13:45

[J13-02] 氷スラリー液滴衝突のClose Contact Melting

○岡部 孝裕¹、越後 洸人¹ (1. 弘前大学)

13:45 ~ 14:00

[J13-03] 冷却表面処理とエアブローを組み合わせた除霜機構に関する研究

○金子 平¹、堀井 克則¹、川南 剛¹ (1. 明治大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS16: 熱音響

13:15 ~ 13:55
K室(202)

[K13] 熱音響1

13:15 ~ 13:30

[K13-01] 液体ロケットエンジン用単一エレメント燃焼器に形成される高周波燃焼振動の駆動機構

○岸 裕輝³、小檜山 琉真³、芳賀 臣紀²、後藤田 浩¹、難波江 佑介¹、黒瀬 良一⁴ (1. 東京理科大学、2. JAXA、3. 東京理科大学大学院、4. 京都大学)

13:30 ~ 13:45

[K13-02] 発電向け開管枝付きループ管型熱音響システムの音場評価と冷却システムへの利用検討

○吉田 康汰朗¹、坂本 真一¹、平山 智士¹ (1. 滋賀県立大学)

企業特別セッション/モノづくりセッション | その他：SS02：モノづくりセッション

15:15 ~ 18:00
E室(小ホール)

[E14] モノづくりセッション

15:20 ~ 15:29

[E14-01] パワーデバイス等に用いられる材料の熱伝導率測定技術開発 その1

○羽鳥 仁人¹ (1. 株式会社ベテル)

15:29 ~ 15:38

[E14-02] 赤外線を用いた新規熱処理プロセスの構築

○近藤 良夫¹ (1. 日本ガイシ株式会社)

15:38 ~ 15:47

[E14-03] ΔV_f 法による半導体製品のチップ温度測定技術のご紹介

○瀬角 祐介¹ (1. 株式会社Wave Techonlogy)

15:47 ~ 15:56

[E14-04] 基本部品から始まる熱設計改革

○平沢 浩一¹ (1. KOA (コア) 株式会社)

15:56 ~ 16:05

[E14-05] 過渡熱モデル解析と実機検証による発熱量算出技術

○篠田 卓也¹、稲葉 雅¹ (1. (株) デンソー)

16:05 ~ 16:14

[E14-06] Simcenter Flothermによる半導体パッケージの低次元化モデル作成とその精度検証

○武井 春樹¹ (1. シーメンス株式会社)

16:14 ~ 16:23

[E14-07] 電子機器の熱設計 ~ 電源開発"現場"の現実 ~

○杉森 雄平¹ (1. コーセル株式会社)

16:23 ~ 16:32

[E14-08] 油空圧機器を電動化するパワーエレクトロニクス装置の熱設計

○小泉 雄大¹ (1. ナブテスコ株式会社)

16:50 ~ 16:59

[E14-09] 実験と解析の乖離検証による熱解析モデルの高精度化

○藤山 周秀¹、渋谷 稔¹、菅原 康太¹ (1. 株式会社 構造計画研究所)

16:59 ~ 17:08

[E14-10] 効率的な熱設計プロセスの標準化ツール、熱流センサ「Energy flow」のご紹介

○安田 宏通¹ (1. トヨタ自動車株式会社)

17:08 ~ 17:17

[E14-11] 薄鋼板用誘導加熱の最適化手法の検討

○平 将人¹ (1. 日本製鉄株式会社)

17:17 ~ 17:26

[E14-12] 焼き嵌め工程の冷却時間短縮における伝熱技術の貢献

○後藤 祐樹¹、出田 武臣¹、石川 温士¹ (1. 株式会社IHI)

17:26 ~ 17:35

[E14-13] コルゲート型マイクロチャネル熱交換器の性能向上に関する取り組み

○齋藤 隆¹、村山 琳¹、五十嵐 真吾¹、山野上 卓也¹、武石 紘明¹、鈴木 裕¹ (1. 株式会社WELCON)

17:35 ~ 17:44

[E14-14] データセンター向けRDHX導入検証と高負荷サーバー冷却に向けた取り組みの方向性

○四方 真司¹、井戸本 博樹¹、陳 科吉² (1. 東亜電気工業株式会社、2. 広東文軒熱能科技股份有限公司)

17:44 ~ 17:53

[E14-15] データセンター高負荷サーバーの蒸発冷却に関する研究

○矢島 健史^{1,2}、平 博寿²、箕 貴登²、濱本 芳徳³ (1. MESH-X、2. 東京電力HD、3. 九州大学)

優秀プレゼンテーション賞セッション(ポスター発表)
| その他: BPA: 優秀プレゼンテーション賞セッション

15:35 ~ 17:35

ポスター発表会場

[BPA] 優秀プレゼンテーション賞セッション

[BPA-01] 層流-乱流共存チャネル流の伝熱特性評価に向けた大規模領域DNS

○地頭所 昭洋¹、大野 僚子¹、塚原 隆裕¹ (1. 東京理科大学)

[BPA-02] 局所磁場印加による常磁性流体自然対流の温度振動特性

○井上 詩悠¹、金田 昌之¹ (1. 大阪公立大学)

[BPA-03] 自然対流遷移が示す相転移挙動と有向パーコレーション普遍性の実験的実証

○青木 竜馬¹、小笠原 照悟³、赤嶺 政仁²、井関 祐也³、沢村 利洋³、古川 琢磨¹ (1. 芝浦工業大学、2. 東京大学、3. 八戸工業高等専門学校)

[BPA-04] Coupled Euler-Lagrange Simulation of Heat Transfer in Gas-Solid Multiphase Systems

○ケイジェイ サンジェイ¹、ボカマツオ ファビオ¹、バスティアン パリス¹、アウティ グンジャン¹、徐 偉倫¹、大宮 啓文¹ (1. 東京大学)

[BPA-05] 体温による自然対流流動時の衣服内気候の流動状態と熱伝達特性に関する研究

○大島 伊織¹、春木 直人³、下山 力生² (1. 岡山県立大学 大学院情報系工学研究科、2. 岡山県工業技術センター、3. 岡山県立大学)

[BPA-06] 過酷温熱環境における電子機器液浸冷却器の放熱性能の向上

○小池 笙太¹、中別府 修² (1. 明治大学、2. 日本伝熱学会)

[BPA-07] 自然対流熱伝達に最適化されたヒートシンクの配置角度放熱依存性評価

○佐藤 玲於^{1,2}、小宮 敦樹² (1. 東北大学、2. 東北大学 流体科学研究所)

[BPA-08] 層流温度境界層刺激による強制対流空冷伝熱促進

○杉原 直和^{1,2}、小泉 匠摩^{1,2}、神田 雄貴^{1,2}、小宮 敦樹² (1. 東北大学工学研究科、2. 東北大学流体科学研究所)

[BPA-09] 二成分混合気体の熱音響分離におけるスタック構造導入による分離速度向上の検討

○李 慕実¹、村上 聖樹¹、楠戸 宏城¹、琵琶 哲志¹、庄司 衛太¹ (1. 東北大学工学研究科)

[BPA-10] ループ管型熱音響ブライムムーバーにおけるHeat Phase Adjusterに関する検討 ―音響インピーダンスとの関連性―

○伴 七星¹、坂本 真一¹、平山 智士¹ (1. 滋賀県立大学)

[BPA-11] ナノフルイドの温度・ナノ粒子濃度分布の同時計測手法の開発

○三枝 涼¹、楠戸 宏城¹、琵琶 哲志¹、庄司 衛太¹ (1. 東北大学)

[BPA-12] 第一原理計算を用いたAg/MORにおけるAg⁺の安定性に関する検討

○伊藤 颯¹、松川 嘉也¹、青木 秀士¹ (1. 東北大学)

[BPA-13] 新燃料燃焼下におけるエコノマイザの局所伝熱特性に関する実験的研究

○本田 俊一¹、香川 暉羅¹、高木 康成¹、神原 信志²、奥村 幸彦¹ (1. 香川大学、2. 岐阜大学)

[BPA-14] 統一的燃焼モデルに基づく0次元と1次元反応流計算の予測

○林 超穎¹、大島 伸行¹ (1. 北海道大学)

[BPA-15] 超音波浮揚により空間的に固定されたアルミニウム微粒子の燃焼特性の評価

○光亦 充時¹、秋葉 貴輝¹、李 敏赫¹、鈴木 雄二¹ (1. 東京大学)

[BPA-16] 記号力学と機械学習を用いた宇宙機用二液式スラスタにおける着火衝撃のダイナミクス解明

○田村 勇輝¹、佐藤 廉¹、後藤田 浩¹、大門 優²、富永 晃司³、林 潤⁴ (1. 東京理科大学、2. 筑波大学、3. 宇宙航空研究開発機構、4. 京都大学)

[BPA-17] 水蒸気の短波長赤外域放射を用いた二色法による温度計測

○伊藤 颯太¹、澤田 晋也¹、堀 司¹、赤松 史光¹ (1. 大阪大学)

[BPA-18] 振動式密度計による混合冷媒R474Aの液密度測定

○山内 陽斗¹、西山 貴史¹、高 雷¹ (1. 福岡大学)

[BPA-19] 多結晶SiCからなる放熱材料における熱伝導率への結晶方位の影響

○沖 柚歩¹、堀 琢磨¹、原 蘭 佑輔²、伊藤 夏輝² (1. 東京農工大学、2. NGK株式会社)

[BPA-20] 接触界面を含む過渡熱伝導応答を利用した熱物性同定の検討

○宮澤 紗奈美¹、吉田 篤正¹、木下 進一¹ (1. 大阪公立大学)

[BPA-21] 光源の光合成光量子束密度 (PPFD) の違いが及ぼす微細藻類の培養量への影響

○杉山 朋輝¹、鳥山 孝司¹、遠山 忠¹ (1. 山梨大学)

[BPA-22] 水循環を用いた農業用ハウスの熱交換パネルへの流量及び再循環水量による暖房性能に関する

研究

○八木原 蓮¹、塚本 祐作¹、鳥山 孝司¹ (1. 山梨大学)

[BPA-23] アルカリ水電解電極における気泡の再付着挙動の解析：印加電圧変調によるマランゴニ力の評価

○廣海 智也¹、仲野 晃平¹、鈴木 雄介¹、Ahmet Emir Sariboga¹、佐藤 康平¹、杵淵 郁也¹ (1. 東京大学)

[BPA-24] SOC電極構造の定量評価および最適設計に向けたトポロジカル情報の利用

○佐藤 成優¹、岸本 将史¹、郭 玉婷¹、岩井 裕¹ (1. 京都大学)

[BPA-25] 周期的加湿条件における極薄ガス拡散層のPEFC性能

○牧野 浩己¹、境田 悟志¹、田中 光太郎¹ (1. 茨城大学)

[BPA-26] 直接内部改質SOFC発電におけるLaドーピングYSZの影響解明

○中 脩人¹、平井 遥希¹、渡部 弘達¹ (1. 立命館大学)

[BPA-27] メタン直接内部改質型SOFCの温度分布平準化と端子電圧維持の両立-代理モデルを用いた最適触媒分布の探索-

○神崎 光輔¹、岸本 将史¹、郭 玉婷¹、岩井 裕¹ (1. 京都大学)

[BPA-28] 火災補助式噴霧熱分解法による高性能メタネーション用触媒のワンステップ合成

○岡田 公誠¹、中村 真希²、長澤 剛¹ (1. 東京科学大学、2. 名古屋大学)

[BPA-29] セラミック充填層のモデリングとその蓄熱解析への応用

○味崎 隼人¹、松原 幸治¹、中倉 満帆¹ (1. 新潟大学)

[BPA-30] Al-Si合金系潜熱蓄熱材のマイクロ波加熱挙動

○矢崎 美瑠佳¹、コリラ タムズィ¹、中村 友一²、メルバート ジェーム²、宮田 健史³、樫村 京一郎³、能村 貴宏² (1. 北海道大学大学院、2. 北海道大学、3. 中部大学)

[BPA-31] 高温熱供給システム構築に向けた酸化鉄の電気化学的還元における輸送現象評価

○荒井 美幸¹、青山 祐介¹、植村 豪¹、田部 豊¹ (1. 北海道大学)

[BPA-32] 集光加熱を受ける多孔体レシーバのふく射-対流-熱伝導連成解析

○佐藤 洸¹、中倉 満帆¹、松原 幸治¹ (1. 新潟大学)

[BPA-33] 液滴内における交流電熱流を用いたナノ粒子濃縮

○大畠 拓真¹、片岡 昇吾¹、杉田 直哉¹、市川 賀康¹、元祐 昌廣¹ (1. 東京理科大学)

[BPA-34] 液-液プラグ流の液液界面における熱移動現象

○渡辺 拓登¹、森本 崇志²、熊野 寛之² (1. 青山学院大学大学院、2. 青山学院大学)

[BPA-35] Electrical Control of Droplet Friction on Graphene

○孫 旭輝¹、王 振英¹、高橋 厚史¹、李 秦宜¹ (1. 九州大学)

[BPA-36] オイル化ローダミンBの作成およびマイクロカプセル化とその温度・速度同時計測への応用

○工藤 蓮一朗¹、仁科 勇太²、石井 慶子¹ (1. 中央大学、2. 岡山大学)

[BPA-37] ナノ空間内気液界面の分子間力と強電場の3次元的可視化

○鶴田 遥¹、斉藤 良太¹、高橋 厚史¹、李 秦宜¹ (1. 九州大学)

[BPA-38] 二次元多段傾斜衝突噴流の特性評価

○小助川 界¹、二宮 尚¹、狩野 陸人¹ (1. 宇都宮大学)

[BPA-39] 乱流伝熱面において計測された時空間熱伝達率変動に対する流動推定法の適用と検証

○中島 博貴¹、出島 一仁¹、河崎 澄¹ (1. 滋賀県立大学)

[BPA-40] 光ファイバーを用いた水素検知法の開発

○米 愛永¹、古谷 正裕¹ (1. 早稲田大学)

[BPA-41] 原子間力顕微鏡を用いたナノパブル上の流体すべりの局所計測

○石田 遥也¹、手嶋 秀彰¹、高橋 厚史¹ (1. 九州大学)

[BPA-42] 深層学習を用いた単一視点画像からの液滴の検出と三次元位置・直径推定

○堀内 溪登¹、野原 徹雄¹、川本 裕樹¹、落合 成行¹、福島 直哉¹ (1. 東海大学)

[BPA-43] フレキシブル熱センサを用いた生体熱特性マルチセンシング

○下村 友貴¹、高濱 稜大¹、檜山 優斗²、岡部 孝裕¹ (1. 弘前大学、2. SEMITEC 株式会社)

[BPA-44] サブクール沸騰における気泡挙動に及ぼす温度境界層の影響の数値的評価

○三浦 凌¹、岡島 淳之介¹ (1. 東北大学)

[BPA-45] 磁場印加による磁性ナノ流体のプール沸騰熱伝達と気泡挙動に及ぼす影響評価

○農澤 直人¹、杉本 勝美¹、村川 英樹¹ (1. 神戸大学)

[BPA-46] マイクロ溝加工面におけるサブクール流動沸騰のCHF予測

○大森 怜斗¹、鹿野 一郎¹ (1. 山形大学)

[BPA-47] 不均一熱負荷下における連通路付き平行矩形流路群の流動沸騰特性

○岡田 遥輝¹、大谷 直人¹、河南 治¹、廣川 智己¹、井上 浩一² (1. 兵庫県立大学、2. 北九州市立大学)

[BPA-48] 水のプール沸騰における限界熱流束を支配する乾き面の濡れ限界

○田村 亮太¹、矢吹 智英¹ (1. 九州工業大学)

[BPA-49] 月レゴリスの断熱材活用に向けた粒子堆積層内の複合伝熱現象の解明

○神谷 脩斗¹、川井 喜与人¹、田中 三郎²、田中 誠一³、柏木 誠⁴、太刀川 純孝⁵、江目 宏樹¹ (1. 山形大学、2. 日本大学、3. 明石工業高等専門学校、4. 早稲田大学、5. 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

[BPA-50] 熱中症発症に至る深部体温上昇に及ぼす環境・行動要因の影響

○北村 昂輝¹、横山 龍人¹、古川 琢磨²、江目 宏樹¹ (1. 山形大学、2. 芝浦工業大学)

[BPA-51] オングストローム法による大気中非接触熱拡散率測定

○セヒ シルバ マルコス ヴィニシウス¹、橋國 克明¹、宮崎 康次¹ (1. 九州大学)

[BPA-52] 自励振動ヒートパイプの熱輸送特性に及ぼす冷却方式の影響に関する研究

○伊藤 高広¹、杉本 勝美²、芳田 直征²、村川 英樹²、浅野 等²、原山 勲³、栗田 圭輔³ (1. 神戸大学、2. 神戸大学大学院、3. 日本原子力研究開発機構)

[BPA-53] スイッチ機構を有する蛇行型低充填ヒートパイプの熱輸送性能評価

○今井 望鈴¹、畑本 明彩未¹、麓 耕二¹、飯島 春幸²、原田 修² (1. 青山学院大学、2. 株式会社エフ・シー・シー)

[BPA-54] 光誘起熱対流を利用した単一カーボンナノチューブの赤外分光

○渡邊 魁¹、丸山 茂夫^{1,2}、大塚 慶吾¹ (1. 東京大学、2. 浙江大学)

[BPA-55] 格子状マイクロ流路における粒子懸濁流れの粒子充填特性と圧力損失

○田上 雅之¹、巽 和也¹ (1. 京都工芸繊維大学)

[BPA-56] フェムト秒レーザ熱蓄積による表層炭化を用いた熱駆動マイクロアクチュエータの開発

○寺田 隼¹、田中 靖子¹、田口 良広¹、橋本 将明¹ (1. 慶應義塾大学)

[BPA-57] 液晶紡糸カーボンナノチューブ線材の熱伝導率および電気伝導率の原材料依存性

○生駒 凱意¹、日高 拓美¹、山崎 悟志²、飯泉 陽子³、岡崎 俊也³、千足 昇平⁴、三浦 飛鳥¹、児玉 高志¹ (1. 九州工業大学、2. 古河電工、3. 産総研、4. 東京大学)

[BPA-58] 2次元材料/水界面の界面熱輸送における表面電荷効果に関する分子動力学解析

○高橋 航大¹、塩見 淳一郎³、菊川 豪太² (1. 東北大学大学院、2. 東北大学、3. 東京大学)

[BPA-59] MnO₂層間における水分子の特性に関する第一原理分子動力学解析

○平尾 愛菜¹、藤原 邦夫¹、芝原 正彦¹ (1. 大阪大学)

[BPA-60] 輸送散逸粒子動力学法を用いた赤血球流動による物質輸送促進の定量評価

○富澤 駿¹、中嶋 洋行²、Li Zhen³、長谷川 洋介⁴ (1. 東京大学大学院、2. 国立循環器病研究センター、3. クレムソン大学、4. 東京大学生産技術研究所)

[BPA-61] 分子シミュレーションによるグラフェン上ジペプチド結晶のラマンスペクトル解析

○田口 凱大¹、平塚 将起² (1. 工学院大学大学院、2. 工学院大学)

[BPA-62] ナノ閉じ込め液体におけるJanus粒子の拡散挙動と熱伝導率

○宇田 昂生¹、小林 祐生^{4,3}、池田 高浩^{2,3}、山川 勝史^{4,3} (1. 京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 機械設計学専攻、2. 京都工芸繊維大学 未来デザイン・工学機構、3. 京都工芸繊維大学 高性能シミュレーション研究センター、4. 京都工芸繊維大学 機械工学系)

[BPA-63] 音響場で浮遊する多成分液滴の蒸発誘起相分離現象

○笠原 弘輝¹、平塚 将起²、馬 駿³、長谷川 浩司² (1. 工学院大学大学院、2. 工学院大学、3. 海上技術安全研究所)

[BPA-64] レーザ誘起キャビテーションによる高精細3Dバイオブリンティング-精密圧力制御システムを用いた加工の提案-

○柴田 佳祐¹、須田 雅彦¹、田口 良広¹ (1. 慶應義塾大学)

2026年5月27日(水)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS15: ナノ・マイクロ伝熱

9:00 ~ 10:20
A室(108)

[A21] ナノ・マイクロ伝熱4

9:00 ~ 9:15

[A21-01] ヤマス化二次元積層構造のモアレパターン再構成による熱伝導制御

○許 斌¹、郭 汝磊¹、孫 傑¹、鈴木 弘朗²、千足 昇平¹、町田 友樹¹、塩見 淳一郎¹ (1. 東京大学、2. 岡山大学)

9:15 ~ 9:30

[A21-02] Contact Resistance in Oriented Silver Nanowire Networks and Its Effect on Current Paths

○グ 博文¹、若松 勇希²、菊地 拓真¹、栗山 怜子²、巽 和也¹ (1. 京都工芸繊維大学、2. 京都大学)

9:30 ~ 9:45

[A21-03] 揺らぎに基づくフォノン・ボルツマン輸送方程式の解法

○堀 琢磨¹、沖 柚歩¹ (1. 東京農工大学)

9:45 ~ 10:00

[A21-04] レーザ誘起周期表面構造によるフォノン制御に向けたモンテカルロシミュレーション

○半間 大基¹、伏信 一慶¹、キム ビョンギ¹ (1. 東京科学大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS7：燃焼研究の最前線

9:00 ~ 10:20
B室(107)

[B21] 燃焼研究の最前線1

9:00 ~ 9:15

[B21-01] 超希薄水素-空気混合気の乱流場での着火特性に関する実験的研究

○中原 真也¹、浅川 雄司²、小松 遼平²、阿部 文明¹ (1. 愛媛大学、2. 愛媛大学(院))

9:15 ~ 9:30

[B21-02] ブンゼン火炎の壁面衝突における熱流束計測

○朱 登達¹、堀 司¹、澤田 晋也¹、赤松 史光¹ (1. 大阪大学)

9:30 ~ 9:45

[B21-03] 昇温昇圧条件下におけるNH₃/air対向流予混合火炎の消炎特性に関する研究○北川 雄太¹、中村 寿¹、武石 裕行²、早川 晃弘¹ (1. 東北大学、2. 三菱重工工業株式会社)

9:45 ~ 10:00

[B21-04] 含浸多孔質材の過渡的な熱分解挙動の追跡

○大徳 忠史¹、衣笠 透馬²、鶴田 俊¹ (1. 秋田県立大学、2. 秋田県立大学大学院)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS02: 電子機器の冷却

9:20 ~ 10:20
C室(105)

[C21] 電子機器の冷却4

9:20 ~ 9:35

[C21-01] 将来月面ローバの熱制御に向けた金属積層造形蒸発器を有する平板型ループヒートパイプの開発と重力依存性検証

○秋月 祐樹¹、小田切 公秀¹、吉崎 寛²、下神 一馬²、西来路 正彦²、長野 方星³、小川 博之¹ (1. 宇宙航空研究開発機構、2. SOLIZE PARTNERS、3. 名古屋大学)

9:35 ~ 9:50

[C21-02] イオン風ヒートシンクの熱伝達率評価

○齋藤 真渡¹、畑本 明彩未¹、麓 耕二¹ (1. 青山学院大学)

9:50 ~ 10:05

[C21-03] 機械学習モデルを用いた半導体モジュール冷却水流路の多目的最適設計

○神谷 陽¹、佐藤 拓実¹、佐野 大貴¹ (1. 富士電機株式会社)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS3：ふく射輸送とふく射性質

9:00 ~ 10:20
D室(104)

[D21] ふく射輸送とふく射性質1

9:00 ~ 9:15

[D21-01] ふく射伝熱により解凍した冷凍モモの品質評価

○磯部 和真¹、齋木 紅哉¹、服部 友哉¹、吉川 優太¹、栗田 卓司¹、山田 寛¹、堀部 明彦¹ (1. 岡山大学)

9:15 ~ 9:30

[D21-02] 食品凍結乾燥プロセスにおける加熱棚・製品間伝熱メカニズムの解明

○戸張 雄太¹、渡辺 史¹、河野 晋治¹ (1. 株式会社前川製作所)

9:30 ~ 9:45

[D21-03] 構造分離カーボンナノチューブ薄膜・透明誘電体複層構造によるふく射制御

○檜作 未央子¹、西原 大志^{3,1}、宮内 雄平^{1,2} (1. 京都大学、2. 東京大学、3. 東京理科大学)

9:45 ~ 10:00

[D21-04] 多成分コロイド溶液の凝集状態とふく射散乱の同時モデル化と高速解法の検討

○藤井 宏之¹、澤田 琉可¹、佐々木 颯¹、小林 一道¹、渡部 正夫¹ (1. 北海道大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS01: 沸騰・凝縮

9:00 ~ 10:20
E室(小ホール)
[E21] 沸騰・凝縮4

9:00 ~ 9:15
[E21-01] 沸騰伝熱のための表面特性に関する機械学習を用いた最適化
(Machine Learning-Based Optimization of Surface Characteristics for Boiling Heat Transfer)
○趙 晟惟¹、金子 暁子¹、Shen Biao¹ (1. 筑波大学)

9:15 ~ 9:30
[E21-02] Development of agent-based data-driven efficient pool boiling heat transfer prediction framework
○WANG JIAJUN¹、SHEN BIAO¹、金子 暁子¹ (1. 筑波大学)

9:30 ~ 9:45
[E21-03] 核沸騰熱伝達データベース拡張と予測手法の検討 (機械学習と整理式改良)
○三津 徹大¹、永井 二郎² (1. 福井大学 大学院 工学研究科、2. 福井大学 工学系部門)

9:45 ~ 10:00
[E21-04] 機械学習を用いた凝縮液滴挙動解析と自己除去挙動の定量化
○馬場 宗明¹、齋藤 慎平¹、高田 尚樹¹ (1. 産業技術総合研究所)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS6：濡れ現象の制御と理解

9:00 ~ 10:20
F室(204)
[F21] 濡れ現象の制御と理解4

9:00 ~ 9:20
[F21-01] Container jumping driven by boiling of a water droplet in hot oil
○橋本 滉太郎¹、細川 明日架¹、任 子博²、田川 義之¹ (1. 東京農工大学、2. 清華大学)

9:20 ~ 9:40
[F21-02] Influence of Nucleation Site spacing on Bubble Dynamics in Nucleate Boiling
○館尾 英太¹、金子 暁子¹、ピャオ シェン¹ (1. 筑波大学)

9:40 ~ 10:00
[F21-03] Liquid-vapor distribution and their exchange frequency near heating surface in microbubble emission boiling
大竹 晶²、町垣 宏俊²、安田 千風²、坂下 弘人³、○上野 一郎¹ (1. 東京理科大学、2. 東京理科大学大学院、3. 元：北海道大学大学院)

10:00 ~ 10:20
[F21-04] Fluid transport in wearable sweat sensors
○元祐 昌廣¹、吉澤 秀郁¹、安田 萌乃佳¹、中村 知滉¹、市川 賀康¹ (1. 東京理科大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS09: 分子動力学

9:00 ~ 10:20
G室(206)
[G21] 分子動力学1

9:00 ~ 9:15
[G21-01] 温度マランゴニ力により駆動される定常な流れ場を有する分子動力学系の構築と解析
○森山 竹虎¹、楠戸 宏城²、山口 康隆¹ (1. 大阪大学、2. 東北大学)

9:15 ~ 9:30
[G21-02] 固液界面張力の温度依存性により駆動される熱浸透対流とその熱力学的描像に関する分子動力学
○藤原 成広¹、楠戸 宏城²、山口 康隆¹ (1. 大阪大学、2. 東北大学)

9:30 ~ 9:45
[G21-03] 熱力学的積分に基づく多様な界面における濡れ性の評価
○田中 拓海¹、Surbyls Donatas¹、小原 拓¹ (1. 東北大学)

9:45 ~ 10:00
[G21-04] 三相接触線からの定常蒸発を伴う非平衡分子動力学系における熱流の抽出と解析
○小坂 達哉¹、楠戸 宏城²、山口 康隆¹ (1. 大阪大学、2. 東北大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS2：熱エネルギー材料・システムのための熱・物質輸送促進

9:00 ~ 10:20
H室(207)
[H21] 熱エネルギー材料・システムのための熱・物質輸送促進1

9:00 ~ 9:15
[H21-01] 水酸化カルシウム及びステンレスワイヤーメッシュ担体を用いた複合化学蓄熱材料の開発
○堀越 友斗¹、利島 慧¹、舩山 成彦¹、加藤 敬¹、高須 大輝¹、加藤 之貴¹ (1. 東京科学大学)

9:15 ~ 9:30
[H21-02] MgSO₄内包多孔質微粒子の調製および化学蓄熱特性に関する基礎評価
○窪田 光宏¹、磯道 彩乃¹、松原 旬吾¹、山下 誠司¹、北英紀¹ (1. 名古屋大学)

9:30 ~ 9:45
[H21-03] 排熱利用に向けたエリスリトールスラリーの凝固挙動および劣化特性の評価
○芹澤 洸太¹、佐藤 晴花¹、阿部 駿佑²、浅岡 龍徳²、武田 雅敏¹、馬場 将亮¹ (1. 長岡技術科学大学、2. 信州大学)

9:45 ~ 10:00

[H21-04] スケールアップしたフロー熱電発電セルの開発と結果の第一報

○村上 陽一¹、榎本 陸¹ (1. 東京科学大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS13: 空調・熱機器

9:00 ~ 10:20
J室(201)

[J21] 空調・熱機器1

9:00 ~ 9:15

[J21-01] Roll To Roll量産フィルム巻取りにおける伝熱と昇温助走時間の見積もり

○浜本 伸夫¹、藤本 清二¹ (1. Roll To Roll研究会)

9:15 ~ 9:30

[J21-02] Performance investigation of a continuous adsorption chiller using a 1D model

○バスクアリン パリス¹、Boccamazzo Fabio¹、Auti Gunjan¹、大宮司 啓文¹ (1. 東京大学)

9:30 ~ 9:45

[J21-03] 熱回収過程を含む昇温型吸着ヒートポンプサイクルの性能に及ぼす熱物質移動抵抗の影響予測

○濱本 芳徳¹、栗原 和哉¹ (1. 九州大学)

9:45 ~ 10:00

[J21-04] Heat and Mass Transfer in Fin-and-Tube Heat Exchangers for Lorenz Cycle Heat Pumps: A Geometry-Based Comparison Using CO₂/Propane Mixtures

○Tang Jinchen¹、志村 敬彬^{1,2}、鹿園 直毅¹ (1. 東京大学、2. 産業技術総合研究所)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS11: 自然対流

9:00 ~ 10:20
K室(202)

[K21] 自然対流1

9:00 ~ 9:15

[K21-01] $Ra = 2.00 \times 10^5 - 1.00 \times 10^6$ での熱対流の層流 - 乱流の数値計算と実験

○河田 直也¹、衣川 竜世¹、児玉 理人¹、谷川 博哉²、平田 勝哉¹ (1. 同志社大学、2. 舞鶴工業高等専門学校)

9:15 ~ 9:30

[K21-02] 円柱状突起列を有する水平壁面間熱対流における乱流熱伝達

○井上 貴雄¹、上村 和樹¹、米田 駿¹、本木 慎吾¹、河原源太¹ (1. 大阪大学)

9:30 ~ 9:45

[K21-03] 微弱噴流刺激による垂直自然対流境界層の非線形応答と伝熱特性

○小泉 匠摩¹、古川 琢磨²、Armfield Steven³、Torres Juan F.⁴、小宮 敦樹¹ (1. 東北大学、2. 芝浦工業大学、3.

シドニー大学、4. オーストラリア国立大学)

9:45 ~ 10:00

[K21-04] 立方体容器内熱対流における安定分枝と振動解の発生

○児玉 理人¹、平田 勝哉¹、河田 直也¹、延原 正起¹、谷川 博哉² (1. 同志社大学、2. 舞鶴工業高等専門学校)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS15: ナノ・マイクロ伝熱

10:35 ~ 11:55
A室(108)

[A22] ナノ・マイクロ伝熱5

10:35 ~ 10:50

[A22-01] 融合型単層カーボンナノチューブの熱伝導解析

○山田 貴翔¹、大坪 遼士郎¹、宮内 雄平¹、塩見 淳一郎¹ (1. 東京大学)

10:50 ~ 11:05

[A22-02] ダイヤモンドナノ薄膜における熱輸送の分子動力学解析

○ZHU XU¹、長山 暁子¹ (1. 九州工業大学)

11:05 ~ 11:20

[A22-03] ナノギャップによる単層 MoS₂ の熱電特性制御

○Liu Fan¹、長山 暁子¹ (1. 九州工業大学)

11:20 ~ 11:35

[A22-04] 2次元MoS₂ナノリボンにおける層依存スペクトル熱伝導度：MoとSの寄与を分離して

○Zolotoukhina Tatiana¹、長谷部 寛太¹、六車 功誠¹ (1. 富山大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS7：燃焼研究の最前線

10:35 ~ 11:55
B室(107)

[B22] 燃焼研究の最前線2

10:35 ~ 10:50

[B22-01] アンモニア空気予混合気における最小着火エネルギー遷移に関する基礎的研究 — 電極条件、乱流強度の影響について —

○齋藤 光樹¹、浦山 良一¹、手塚 卓也¹、森井 雄飛¹、丸田 薫¹ (1. 東北大学)

10:50 ~ 11:05

[B22-02] 高温触媒上におけるHAN系推進剤液滴の反応性ライデンフロスト現象に関する理論的検討

○勝身 俊之¹ (1. 長岡技術科学大学)

11:05 ~ 11:20

[B22-03] 情報理論を用いた液体ロケットエンジン用単一エレメント燃焼器における高周波燃焼振動の保持機構の解明

○勢メ 崇弘¹、芳賀 臣紀²、後藤田 浩¹、難波江 佑介¹、
黒瀬 良一³ (1. 東京理科大学、2. 宇宙航空研究開発機構、
3. 京都大学)

11:20 ~ 11:35

[B22-04] 流動・乱流制御されたEGR超希薄SIエンジンの燃焼特性

○勝 隆一郎¹、元吉 耀平¹、大野 翔貴¹、Wang Ye¹、鈴木
佐夜香¹、店橋 護¹ (1. 東京科学大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS5：水素・燃料電池・二次電池

10:35 ~ 11:55
C室(105)

[C22] 水素・燃料電池・二次電池1

10:35 ~ 10:50

[C22-01] 地球化学モデリングと人工かんらん石の熱
化学反応による天然水素生成解析

○橋國 克明¹、竹綱 俊祐¹、佐竹 天馬¹、宮崎 康次¹ (1. 九
州大学)

10:50 ~ 11:05

[C22-02] アルカリ水電解電極表面からの酸素気泡の
合体脱離機序の解析

○鈴木 雄介¹、仲野 晃平¹、廣海 智也¹、Ahmet Emir
Sariboga¹、佐藤 康平¹、杵淵 郁也¹ (1. 東京大学)

11:05 ~ 11:20

[C22-03] 電解液pHが水素・酸素気泡の成長・離脱挙
動に及ぼす影響の高速度カメラ観察

○平山 慶汰¹、金本 凌¹、上川 千学¹、荒木 拓人¹、光島
重徳¹ (1. 横浜国立大学)

11:20 ~ 11:35

[C22-04] トルエン直接電解水素化電解槽内の三相シ
ンクロトロン可視化および物質輸送シミュレーション

○林 佳吾¹、瀧本 陽生¹、間 完治¹、荒木 拓人¹、光島 重
徳¹、三須 義竜²、深澤 篤²、山田 和弘² (1. 横浜国立大
学、2. ENEOS)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS3：ふく射輸送とふく射性質

10:35 ~ 11:55
D室(104)

[D22] ふく射輸送とふく射性質2

10:35 ~ 10:50

[D22-01] $V_{1-x}W_xO_2$ 粒子の光学特性に対する熱処理の
影響

○河野 聡真¹、山内 翔斗¹、磯部 和真¹、山田 寛¹、堀部
明彦¹ (1. 岡山大学)

10:50 ~ 11:05

[D22-02] 宇宙機の熱制御に向けたAl/SiO₂位相勾配
メタマテリアルによる指向性熱放射特性の評価

○阿部 達海¹、太刀川 純孝²、櫻井 篤¹ (1. 新潟大学、2.
宇宙航空研究開発機構)

11:05 ~ 11:20

[D22-03] 遺伝的アルゴリズムにより最適化したVO₂
スマートウィンドウの年間消費エネルギー低減効果

○八木 晃成¹、篠原 維月¹、Nguyen Hiep¹、畑山 祥吾²、
齊藤 雄太³、内田 紀行²、武田 雅敏¹、馬場 将亮¹ (1. 長岡
技術科学大学、2. 産業技術総合研究所、3. 東北大学)

11:20 ~ 11:35

[D22-04] 既存の光熱変換評価への疑義：プラズモン
ヘテロ構造における界面キャリア散逸

○江目 宏樹¹、中野 冴規¹、伊藤 雄太¹、大音 隆男¹、千
葉 貴之¹、藤原 翔²、片山 哲郎³ (1. 山形大学、2. 金沢大
学、3. 徳島大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS01: 沸
騰・凝縮

10:35 ~ 12:15
E室(小ホール)

[E22] 沸騰・凝縮5

10:35 ~ 10:50

[E22-01] 気泡微細化沸騰における蒸気泡振動と壁面
近傍の気液分布に関する実験的研究

○町垣 宏俊¹、安田 千風¹、大竹 晶¹、坂下 弘人²、上野
一郎¹ (1. 東京理科大学、2. 北海道大学)

10:50 ~ 11:05

[E22-02] 壁面温度分布計測に基づく気泡微細化沸騰
における固液接触可視化の試み

○長野 利春¹、矢吹 智英¹ (1. 九州工業大学)

11:05 ~ 11:20

[E22-03] 減圧環境下における拡大伝熱面上のサブ
クールプール沸騰伝熱

○海野 徳幸¹、結城 和久²、鈴木 康一² (1. 東京理科大
学、2. 山陽小野田市立山口東京理科大学)

11:20 ~ 11:35

[E22-04] 大気圧プール沸騰におけるマクロ液膜厚さ
の形成条件と局所厚さの光学的計測

○梅原 裕太郎¹、福留 将太¹、橋本 翔吾¹、江藤 淳朗¹、
森 昌司¹ (1. 九州大学)

11:35 ~ 11:50

[E22-05] 高速度赤外線カメラを用いた高温乾き面の
濡れ挙動の観察

○原田 陽¹、田村 亮太¹、矢吹 智英¹ (1. 九州工業大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS6：濡れ現象の制御と理解

10:35 ~ 12:05
F室(204)

[F22] 濡れ現象の制御と理解5

10:35 ~ 11:05

[F22-01] Electronic Structure of Water at
Hydrophilic/Hydrophobic Surfaces

○原田 慈久¹ (1. 東京大学)

11:05 ~ 11:25

[F22-02] Wetting of nanoscale cylinder parallelly or vertically immersed in a liquid pool

多田 翔太¹、楠戸 宏城²、○山口 康隆¹ (1. 大阪大学、2. 東北大学)

11:25 ~ 11:45

[F22-03] Non-Slipperiness of Hydrophobic Surfaces Revealed by Slip Length Mapping

○手嶋 秀彰¹、石田 遥也¹、高橋 厚史¹ (1. 九州大学)

11:45 ~ 12:05

[F22-04] Structure of water at hydrophilic slippery polymer/water interface

○李 遠哲¹、二本柳 聡史²、李 禮林¹、塩見 淳一郎¹ (1. 東京大学、2. 理化学研究所)一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS09: 分子
動力学

10:35 ~ 11:55

G室(206)

[G22] 分子動力学2

10:35 ~ 10:50

[G22-01] シリカ水酸基と水との間の水素結合が水の拡散特性に及ぼす影響：分子動力学的研究

○高嶋 太一¹、内田 翔太^{1,2}、藤原 邦夫²、芝原 正彦² (1. 株式会社SCREENホールディングス、2. 大阪大学)

10:50 ~ 11:05

[G22-02] 分子スケールの表面粗さのモデリングを介した固液摩擦と濡れ性の関係の解析

○水嶋 蓮¹、楠戸 宏城²、山口 康隆¹ (1. 大阪大学、2. 東北大学)

11:05 ~ 11:20

[G22-03] 非凝縮性ガス影響下の気泡核生成における局所的圧力に関する分子動力学解析

○藤山 敬太¹、大森 健史¹ (1. 大阪公立大学)

11:20 ~ 11:35

[G22-04] 液体粘性の非線形せん断応答と運動量輸送経路に関する分子動力学の解析

○吉田 和栄¹、Surblys Donatas¹、小原 拓¹ (1. 東北大学)一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS2：熱エネルギー材料・システムのための熱・物質
輸送促進

10:35 ~ 12:05

H室(207)

[H22] 熱エネルギー材料・システムのため
の熱・物質輸送促進2

10:35 ~ 11:05

[H22-01] 岩石蓄熱の熱挙動に関する実験・解析的評価と将来展望

○岩城 智香子¹ (1. (株) 東芝)

11:05 ~ 11:20

[H22-02] Al-Si系潜熱蓄熱ペレットを用いた中高温用ベンチスケール充填層型蓄熱装置の蓄放熱特性

○中村 友一¹、佐藤 祐輔¹、Shan Lianying²、Chiu Justin²、藤井 祥万³、能村 貴宏¹ (1. 北海道大学、2. スウェーデン王立工科大学、3. 東京大学)

11:20 ~ 11:35

[H22-03] ゼオライトを用いた蒸気回生装置のパイロット実証試験に基づくシステム評価

○藤井 祥万¹、澁澤 朱音²、鎌田 美志²、馬場 大輔²、谷野 正幸²、川上 理亮²、中垣 隆雄³、菊池 康紀¹ (1. 東京大学、2. 高砂熱学工業株式会社、3. 早稲田大学)

11:35 ~ 11:50

[H22-04] マルチチューブ型酸化カルシウム/水系化学蓄熱反応器の熱出力性能評価

Thermal discharge performance of a multi-tube calcium oxide/water thermochemical energy storage reactor

○佐藤 寛太¹、利島 慧¹、佐伯 華奈¹、伊崎 剛義¹、加藤 敬¹、高須 大輝¹、船山 成彦¹、加藤 之貴¹ (1. 東京科学大学)一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS13: 空
調・熱機器

10:35 ~ 11:55

J室(201)

[J22] 空調・熱機器2

10:35 ~ 10:50

[J22-01] Gyroid構造流路におけるR245fa蒸発流れの平均熱伝達特性

○廣川 智己¹、宮田 春¹、河南 治¹ (1. 兵庫県立大学)

10:50 ~ 11:05

[J22-02] ジャイロイド熱交換器の多孔質媒体モデルに基づく最適設計

○大谷 海斗¹、河邊 拓樹¹、矢地 謙太郎¹、藤田 喜久雄¹、Aute Vikrant² (1. 大阪大学、2. メリーランド大学カレッジパーク校)

11:05 ~ 11:20

[J22-03] Numerical comparison of compact adsorbent-coated heat exchangers for pressure-driven heat pumps

○Boccamazzo Fabio¹、K J Sanjay¹、Pasqualin Paris¹、Auti Gunjan¹、徐 偉倫¹、大宮司 啓文¹ (1. 東京大学)

11:20 ~ 11:35

[J22-04] R454C冷媒の熱交換器及び空調機に対する性能特性の実験的検討

○兼次 正隆¹、佐藤 健¹、佐藤 敬太¹、白井 瑛一¹ (1. パナソニック HVAC & CC株式会社)一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS11: 自然
対流

10:35 ~ 11:55

K室(202)

| [K22] 自然対流2

10:35 ~ 10:50

[K22-01] 隙間のある円筒フィン内の旋回流れと自然対流熱伝達

○下山 力生¹、KIM JUNSUNG²、山田 寛²、磯部 和真²、堀部 明彦² (1. 岡山県工業技術センター、2. 岡山大学)

10:50 ~ 11:05

[K22-02] 隣接する発熱部品の間で自然対流が干渉する場合の熱伝達率のモデル式に関する検討

○高 勁一郎¹、藤原 雅仁²、能登 優年¹、高野 健¹、永井 孝紀¹、杉森 雄平¹、福江 高志² (1. コーセル株式会社、2. 金沢工業大学)

11:05 ~ 11:20

[K22-03] 折り紙型/切り紙型熱発電デバイスにおける素子表面の放熱を考慮した熱流量の解析

○山下 響己¹、寺嶋 真伍¹、柏木 誠¹、南之園 彩人¹、岩瀬 英治¹ (1. 早稲田大学)

11:20 ~ 11:35

[K22-04] 温度差由来の密度差・表面張力差駆動対流に付随する速度場・温度場の熱輸送機構

○齋藤 謙太¹、坂本 翔¹、李 艶榮¹、稲垣 照美¹ (1. 茨城大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション: GS15: ナノ・マイクロ伝熱

13:15 ~ 14:15

A室(108)

| [A23] ナノ・マイクロ伝熱6

13:15 ~ 13:30

[A23-01] 気相成長カーボンナノチューブのレーザー選択燃焼プロセス

○大塚 慶吾¹、藤原 隆二¹、渡邊 魁¹、丸山 茂夫^{1,3,2} (1. 東京大学、2. 名古屋大学、3. 浙江大学)

13:30 ~ 13:45

[A23-02] XB-3 ω とTDTRによる一軸配向CNT薄膜の熱伝導異方性評価○金 景中¹、Wu Yijia¹、Doumani Jacques²、Li Jiacheng²、Chang Emily Ting-Wei²、Yu Shengjie²、河野 淳一郎、塩見 淳一郎 (1. 東京大学、2. ライス大学)

13:45 ~ 14:00

[A23-03] 局所温度勾配を用いたナノ粒子の濃縮と3次元流路を用いた抽出

Concentration of nanoparticles using a local temperature gradient and extraction by three-dimensional channel

○片岡 昇吾¹、杉田 直哉¹、市川 義康¹、元祐 昌廣¹ (1. 東京理科大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション: OS7: 燃焼研究の最前線

13:15 ~ 14:55

B室(107)

| [B23] 燃焼研究の最前線3

13:15 ~ 13:30

[B23-01] 農林業系の廃棄物・未利用バイオマス燃料の燃焼・残渣・燃料特性等の評価・解明

○近藤 修¹、勝身 俊之¹ (1. 長岡技術科学大学)

13:30 ~ 13:45

[B23-02] 予熱されたNH₃/airよどみ火炎の排ガス特性に関する研究○小野 崇良¹、金山 佳督¹、泉 正彦¹、手塚 卓也¹、中村 寿¹ (1. 東北大学)

13:45 ~ 14:00

[B23-03] 燃料アンモニアからの水素取り出しのための溶射触媒層を用いた改質器の試作

○大庭 航希¹、田中 岳人¹、李 敏赫¹、鈴木 雄二¹ (1. 東京大学)

14:00 ~ 14:15

[B23-04] マイクロ波プラズマ支援燃焼を用いた放射性廃溶媒の分解処理条件検討

○大野 真平¹、山本 剛²、渡部 創³、中村 雅弘³、田中 良⁴ (1. 九州大学/日本原子力研究開発機構、2. 九州大学、3. 日本原子力研究開発機構、4. 愛知電機)

14:15 ~ 14:30

[B23-05] 燃料改質器がSOFCオフガス燃焼安定性に及ぼす影響

○梅木 秀輔¹、柳 晃動¹、秋葉 貴輝¹、李 敏赫¹、中村 幸太郎、木村 敦典、小野 孝、鈴木 雄二¹ (1. 東京大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション: OS5: 水素・燃料電池・二次電池

13:15 ~ 14:55

C室(105)

| [C23] 水素・燃料電池・二次電池2

13:15 ~ 13:30

[C23-01] Ni-YSZ 混合多孔質体の構造と酸化還元反応特性の相関に関する実験的検討

○渡邊 諒¹、島本 蒼大¹、岸本 将史¹、郭 玉婷¹、岩井 裕¹ (1. 京都大学)

13:30 ~ 13:45

[C23-02] 電解液中セミクラスレートハイドレート生成を駆動源とする電気化学的熱電変換

○松井 陽平¹、前田 有輝¹ (1. 電力中央研究所)

13:45 ~ 14:00

[C23-03] リチウムイオン電池における負極開回路電位曲線が急速充電時の反応・物質輸送に及ぼす影響

○近藤 史也¹、鈴木 崇弘¹、津島 将司¹ (1. 大阪大学)

14:00 ~ 14:15

[C23-04] 全固体リチウムイオン電池における固体電解質中のLiイオン拡散過程の解析

○中川 淳太郎¹、徳増 崇²、黄 聖峰² (1. 東北大学大学院、2. 東北大学 流体科学研究所)

14:15 ~ 14:30

[C23-05] リチウム空気電池の高出力化に向けたNafion被覆正極の放電特性評価

○濱塚 康士郎¹、青山 祐介¹、植村 豪¹、田部 豊¹ (1. 北海道大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS3：ふく射輸送とふく射性質

13:15 ~ 14:15
D室(104)

[D23] ふく射輸送とふく射性質3

13:15 ~ 13:30

[D23-01] 集光照射を受ける多孔体のモンテカル口解析と連続体モデリング

○中倉 満帆¹、大原 歩高¹、松原 幸治¹ (1. 新潟大学)

13:30 ~ 13:45

[D23-02] マイクロキャビティ放射体の大気加熱後における放射率スペクトル安定性

○佐藤 太勇¹、森重 翔太¹、磯部 和真¹、山田 寛¹、堀部 明彦¹ (1. 岡山大学)

13:45 ~ 14:00

[D23-03] キャビティ共振器を用いた赤外光レクテナによる光電変換

○清水 信¹、Liu Zhen¹、岡 祐志¹、高井 悠正¹、湯上 浩雄¹ (1. 東北大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS01: 沸騰・凝縮

13:15 ~ 14:55
E室(小ホール)

[E23] 沸騰・凝縮6

13:15 ~ 13:30

[E23-01] 液体窒素浸漬急冷におけるT型フィンの冷却促進メカニズムに関する検討

○結城 光平¹、松尾 奏朗¹ (1. 山陽小野田市立山口東京理科大学)

13:30 ~ 13:45

[E23-02] 浸漬冷却中の急速冷却開始熱流束と限界熱流束との相関

○門出 政則¹、光武 雄一¹ (1. 佐賀大学)

13:45 ~ 14:00

[E23-03] スプレー冷却における定常・非定常沸騰挙動の比較

○松尾 直和¹、喜多 由拓²、高田 保之¹、河野 正道¹ (1. 九州大学、2. キングスカレッジロンドン)

14:00 ~ 14:15

[E23-04] 液滴列衝突による高温面の冷却と逆問題解析による単一液滴伝熱量の評価

○史 正琦¹、喜多 由拓^{2,3}、高田 保之³、河野 正道^{1,3} (1. 九州大学、2. キングス・カレッジ・ロンドン、3. 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所)

14:15 ~ 14:30

[E23-05] 液滴列による高温面冷却特性に及ぼす液滴径の影響

○押領司 勝太¹、浦田 琉聖¹、史 正琦¹、喜多 由拓²、高田 保之¹、河野 正道¹ (1. 九州大学、2. キングスカレッジロンドン)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS6：濡れ現象の制御と理解

13:15 ~ 14:35
F室(204)

[F23] 濡れ現象の制御と理解6

13:15 ~ 13:35

[F23-01] Growth of Water Precursor Film in Highly Humid Environments

○小澤 陽之¹、三坂 真澄¹、高橋 厚史¹、手嶋 秀彰¹ (1. 九州大学)

13:35 ~ 13:55

[F23-02] Optical measurement of water precursor film spreading on superhydrophilic surfaces

○王 博文¹、庄司 衛太¹、琵琶 哲志¹、楠戸 宏城¹ (1. 東北大学)

13:55 ~ 14:15

[F23-03] Unidirectional thermo-osmosis along a photothermally heated solid-liquid interface

○辻 徹郎¹、鈴木 翔太¹、橋本 昇磨¹、田口 智清¹ (1. 京都大学)

14:15 ~ 14:35

[F23-04] Frequency-Dependent Pressure-Driven Ionic Current in 2D-Material Nanochannels

○笠間 栄伸¹、Timothée Mouterde¹、美 劉¹ (1. 東京大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS09: 分子動力学

13:15 ~ 14:35
G室(206)

[G23] 分子動力学3

13:15 ~ 13:30

[G23-01] 有機溶媒中における銀表面からの脂肪族アミンリガンドの剥離挙動

○斎藤 高雅¹、澤内 寛人¹、山下 翔平²、岡田 洋平²、庄司 衛太¹、久保 正樹¹ (1. 東北大学、2. 東京農工大学)

13:30 ~ 13:45

[G23-02] ポリビニルアミン/ポリビニルアルコール複合膜における気体透過挙動の分子論的解析：溶解・拡散と促進輸送メカニズムの分離

○富田 結子¹、都合 涼太郎¹、佐藤 康平¹、杵淵 郁也¹ (1. 東京大学)

13:45 ~ 14:00

[G23-03] 分子動力学シミュレーションを用いた穴あきグラフェンの二酸化炭素分離能力の解析

○高橋 沙希¹、栗林 直信¹、ブランビー ポール¹、ウィナルト ウィナルト²、泰岡 顕治¹ (1. 慶應義塾大学、2. Brawijaya大学)

14:00 ~ 14:15

[G23-04] ナノ流体におけるポリマーグラフトナノ粒子の固液界面構造と熱伝導率

○池田 高浩^{1,2}、小林 祐生^{3,2} (1. 京都工芸繊維大学 未来デザイン・工学機構、2. 京都工芸繊維大学 高性能シミュレーション研究センター、3. 京都工芸繊維大学 機械工学系)

企業特別セッション/モノづくりセッション | その他

13:15 ~ 14:55
H室(207)

[H23] 企業特別セッション

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS13: 空調・熱機器

13:15 ~ 14:15
J室(201)

[J23] 空調・熱機器3

13:15 ~ 13:30

[J23-01] 液化水素の冷熱利用に関する研究
第2報：液化窒素の二重管熱交換器での沸騰とエタノール冷媒の凝固特性○チョ キ¹、小林 慶斗¹、杜 笑縁¹、松本 亮介¹、小澤 守¹、山中 祐弥²、辻上 博司²、吉野 裕²、島 潔³、相沢 則夫³、新田 隆治⁴、鈴木 剛⁴ (1. 関西大学、2. 岩谷産業(株)、3. (株)大林組、4. 三國機械工業(株))

13:30 ~ 13:45

[J23-02] 液化水素の冷熱利用に関する研究
第3報：液化水素冷熱回収用熱交換器の沸騰・凝固を伴う伝熱特性の実験的検討○山中 祐弥¹、辻上 博司¹、吉野 裕¹、島 潔²、相沢 則夫²、新田 隆治³、鈴木 剛³、松本 亮介⁴、小澤 守⁴、小林 慶斗⁴、チョ キ⁴、杜 笑縁⁴ (1. 岩谷産業(株)、2. (株)大林組、3. 三國機械工業(株)、4. 関西大学)

13:45 ~ 14:00

[J23-03] 霜の3次元構造に及ぼす冷却面表面処理の影響

○西村 勝彦¹、石貫 悠真¹、Sciazko Anna¹、Tang Jinchun¹、岡部 貴雄¹、Dang Qun¹、Huang Lizhen¹、鹿園 直毅¹ (1. 東京大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS07: 計測技術

13:15 ~ 14:55
K室(202)

[K23] 計測技術1

13:15 ~ 13:30

[K23-01] 乾燥測定用の反射型テラヘルツ波システムの光学シミュレーション

○阿邊 湧¹、山本 一哉¹、ドブロコ アドリアン¹、川口 達也¹、原田 祥宏^{1,2}、伏信 一慶¹、加藤 弘一^{1,2} (1. 東京科学大学、2. 株式会社リコー)

13:30 ~ 13:45

[K23-02] Experimental investigation of evaporation and evaporation-driven flow in a micro-scale sessile binary droplet using deep-learning-assisted micro-PIV

○Cong Hao¹、伏信 一慶¹、川口 達也¹ (1. 東京科学大学)

13:45 ~ 14:00

[K23-03] 2波長光源を用いたBOS法によるプラズマアクチュエータ周りの気流温度分布非接触計測手法の開発

○長田 光大¹、畑本 明彩未¹、金子 泰²、麓 耕二¹ (1. 青山学院大学、2. 東北大学)

14:00 ~ 14:15

[K23-04] 近赤外光を用いた水蒸気分布の可視化と蒸発プロセス評価への応用

矢沢 郁人¹、阿部 結奈¹、○角田 直人¹ (1. 東京都立大学)

14:15 ~ 14:30

[K23-05] 蛍光偏光法に基づくフレキシブル表面温度センサーの開発

○栗山 怜子¹、上田 隆生²、塩見 葵²、巽 和也³ (1. 京都大学、2. 京都大学大学院、3. 京都工芸繊維大学)

特別講演 | その他：特別講演

15:15 ~ 16:00
特別講演・総会会場(大ホール)
[SP] 特別講演

15:15 ~ 16:00

[SP-01] 札幌コンベンションセンターの環境配慮の取り組み — LEED O+M認証「GOLD」を取得 —

○榎田 安志¹ (1. 株式会社コンベンションリンケージ)

| その他

16:15 ~ 17:45
特別講演・総会会場(大ホール)
[GM] 総会

2026年5月28日(木)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS07: 計測技術

9:00 ~ 10:40
A室(108)

[A31] 計測技術2

9:00 ~ 9:15

[A31-01] MEMS静電容量・熱流束複合センサによる伝熱現象の観察

○中別府 修¹ (1. 明治大学)

9:15 ~ 9:30

[A31-02] 光音響法による新たな計測手法を用いた熱的に厚い材料の熱物性値計測に関する検討

○吉識 慎之介¹、加賀田 翔¹、木下 進²、吉田 篤正² (1. 大阪工業大学、2. 大阪公立大学)

9:30 ~ 9:45

[A31-03] 実装状態のICパッケージにおける熱流束センサを用いた熱流測定

○安井 龍太¹、谷本 功一²、伏信 一慶¹、篠田 卓也² (1. 東京科学大学、2. 株式会社デンソー)

9:45 ~ 10:00

[A31-04] Regularization strategies for simultaneous estimation of diffusion coefficients and source terms in acid-based microfluidic systems

○アブドゥラフマン リドワン¹、松長 巧真¹、阿部 結奈¹、角田 直人¹ (1. 東京都立大学)

10:00 ~ 10:15

[A31-05] ロックインサーモグラフィ式周期加熱法を用いた三層基板界面熱抵抗の非接触測定

○田中 浩平¹、藤田 涼平¹、長野 方星¹ (1. 名古屋大学工学部)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS7：燃焼研究の最前線

9:00 ~ 10:40
B室(107)

[B31] 燃焼研究の最前線4

9:00 ~ 9:15

[B31-01] 強制加振バーナー火炎によるアンモニア間欠燃焼がエンジン壁面組成に与える影響の調査

○渡邊 一行¹、橘山 淳吉¹、竹内 秀隆¹、齋木 悠¹ (1. 名古屋工業大学)

9:15 ~ 9:30

[B31-02] 温度分布制御型マイクロフローリアクタを用いたオクタン価に依存した多段階着火現象に関する数値的研究

○鈴木 智也¹、森井 雄飛¹、手塚 卓也¹、丸田 薫¹ (1. 東北大学)

9:30 ~ 9:45

[B31-03] デュアルスワール燃焼器における燃焼振動の形成機構

○山本 泰右¹、住吉 平¹、難波江 佑介¹、後藤田 浩¹ (1. 東京理科大学)

9:45 ~ 10:00

[B31-04] レーザ誘起蛍光法によるアンモニア火炎中のNH₂ラジカル定量計測○ルパム エムディータンビッルルーイスラム¹、許 星長¹、李 敏赫¹、鈴木 雄二¹ (1. 東京大学)

10:00 ~ 10:15

[B31-05] Point implicit法による時間刻み幅拡大に基づく詳細化学反応機構を考慮した燃焼解析の高速化

○大本 共泰¹、藤田 涼平¹、堀 司¹、澤田 晋也¹、赤松 史光¹ (1. 大阪大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS06: 物質移動

9:00 ~ 10:00
C室(105)

[C31] 物質移動1

9:00 ~ 9:15

[C31-01] 分子動力学を用いた核苷酸内包 MoS₂ ナノポアにおけるイオン流解析○LUO QINGYAO¹、KAJIKURI ISATO¹、HSU WEILUN¹、大宮 司 啓文¹ (1. 東京大学)

9:15 ~ 9:30

[C31-02] イオン液体への二酸化炭素吸収における気液界面近傍での非定常物質輸送現象の可視化

○神田 雄貴¹、郡司 壮一郎¹、小宮 敦樹¹ (1. 東北大学)

9:30 ~ 9:45

[C31-03] 使用済燃料プール水の蒸発における熱伝達式の適用性検討

○櫻井 康平¹、古谷 正裕¹ (1. 早稲田大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS03: 強制対流

9:00 ~ 10:40
D室(104)

[D31] 強制対流1

9:00 ~ 9:15

[D31-01] プラズマアクチュエータによる強制対流熱伝達の制御に体積力の生成効率が与える影響の数値解析

○西澤 明訓¹、畑本 明彩未²、大友 衆示¹、西田 浩之¹ (1. 東京農工大学、2. 青山学院大学)

9:15 ~ 9:30

[D31-02] 多孔質フィンによる低レイノルズ数チャネル流の伝熱促進

○北岡 悠¹、島本 憲弥¹、本木 慎吾¹、加治 隆平²、寺井 航²、河原 源太¹ (1. 大阪大学、2. ダイキン工業株式会社)

9:30 ~ 9:45

[D31-03] ピンフィン構造を有する矩形流路内における脈動流による伝熱促進の数値解析

○鈴木 寛大¹、福江 高志¹、小林 昇龍¹、藤澤 古詩¹ (1. 金沢工業大学)

9:45 ~ 10:00

[D31-04] 矩形管内に設置した角柱発熱体まわりの強制対流沸騰に対する脈動流の伝熱促進効果（周波数の影響）

○藤澤 古詩¹、福江 高志¹、畠山 潤平²、白川 英観² (1. 金沢工業大学、2. 富山高等専門学校)

10:00 ~ 10:15

[D31-05] コイル状らせん管の強制対流熱伝達促進に向けた数値解析

○近藤 大喜¹、柄澤 靖江²、福江 高志¹、新徳 浩文²、小林 大希¹、鈴木 一広² (1. 金沢工業大学、2. トヨタ自動車)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS01: 沸騰・凝縮

9:00 ~ 10:40

E室(小ホール)

[E31] 沸騰・凝縮7

9:00 ~ 9:15

[E31-01] 強制対流サブクール沸騰における旋回流がLBFおよびDNBの遅延に及ぼす影響

○筒井 雄大¹、王 越¹、大川 富雄¹ (1. 電気通信大学)

9:15 ~ 9:30

[E31-02] ヘリンボーン型アルミ製伝熱面を用いた蒸発器におけるアンモニア沸騰熱伝達特性

○有馬 博史¹、末広 翔一¹ (1. 佐賀大学)

9:30 ~ 9:45

[E31-03] 揺動を模擬した鉛直二重管内強制対流沸騰における流速・熱出力の振動位相差が伝熱流動特性に与える影響

○池田 寛¹、植田 翔多¹、新井 崇洋¹、大川 理一郎¹、白川 健悦¹、古谷 正裕¹、宇井 淳¹ (1. 電力中央研究所)

9:45 ~ 10:00

[E31-04] 5×5バンドル沸騰二相流の実験解析を通じたサブチャンネル解析モデルの検討

○大川 理一郎¹、新井 崇洋¹ (1. 電力中央研究所)

10:00 ~ 10:15

[E31-05] 片面強加熱円管流路における強制対流沸騰伝熱特性の評価

○江原 真司¹、中野 柊太¹ (1. 東北大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS5：水素・燃料電池・二次電池

9:00 ~ 10:40

F室(204)

[F31] 水素・燃料電池・二次電池3

9:00 ~ 9:15

[F31-01] PEFC電極スラリー乾燥過程の誘電緩和解析

○鈴木 崇弘¹、大家 初芽¹、津島 将司¹ (1. 大阪大学)

9:15 ~ 9:30

[F31-02] PEFC低白金触媒層の低アイオノマー化による酸素輸送抵抗低減と高出力化

○吉田 貴哉¹、青山 祐介¹、植村 豪¹、田部 豊¹ (1. 北海道大学)

9:30 ~ 9:45

[F31-03] PEFC内生成水排出促進による高出力化に向けたMPLの構造と濡れ性の検討

○細田 雅人¹、青山 祐介¹、植村 豪¹、田部 豊¹ (1. 北海道大学)

9:45 ~ 10:00

[F31-04] 無水高温型PEFCの出力向上のための流路構造

○市川 亮輔¹、大村 詩音¹、青山 祐介¹、植村 豪¹、田部 豊¹ (1. 北海道大学)

10:00 ~ 10:15

[F31-05] レーザ分光法による低加湿運転PEFCの過渡現象モニタリングと不安定挙動の対策

○西田 耕介¹、中村 幸輝¹、梅川 豊文²、川崎 昌博³ (1. 京都工芸繊維大学、2. (株)プラムテック、3. 総合地球環境学研究所)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS09: 分子動力学

9:20 ~ 10:40

G室(206)

[G31] 分子動力学4

9:20 ~ 9:35

[G31-01] 第一原理分子動力学計算によるYSZ表面におけるH₂O由来化学種の輸送機構解析

○谷内 太陽¹、郭 玉婷¹、岸本 将史¹、岩井 裕¹ (1. 京都大学)

9:35 ~ 9:50

[G31-02] 第一原理計算によるNi系SOFCアノード上のメタン-アンモニア混合燃料反応機構解析

○郭 玉婷¹、岸本 将史¹、岩井 裕¹ (1. 京都大学)

9:50 ~ 10:05

[G31-03] Niの固溶によるYSZ電解質のイオン伝導性低下メカニズムの分子動力的研究

○塩見 仁¹、谷内 太陽¹、郭 玉婷¹、岸本 将史¹、岩井 裕¹ (1. 京都大学)

10:05 ~ 10:20

[G31-04] 貴ガスハイドレートの平衡特性解析

○高橋 琉稀¹、泰岡 顕治¹、ブランビー ポール¹ (1. 慶応義塾大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS2：熱エネルギー材料・システムのための熱・物質輸送促進

9:00 ~ 10:40

H室(207)

[H31] 熱エネルギー材料・システムのための熱・物質輸送促進3

9:00 ~ 9:15

[H31-01] 低レイノルズ数流れにおける多孔質伝熱面を用いた非相似伝熱促進

○長谷川 洋介¹、Guan Fengbo、大澤 崇行 (1. 東京大学)

9:15 ~ 9:30

[H31-02] 複雑形状周りの流れのサロゲートモデル構築と形状生成に関する研究

○岩井 将洋¹、長谷川 洋介² (1. 東京大学大学院、2. 東京大学 生産技術研究所)

9:30 ~ 9:45

[H31-03] マイクロ波加熱によるCa(OH)₂脱水反応におけるSiC混合ペレットの熱挙動○ザメンゴ マッシミリアーノ¹、森川 淳子¹ (1. 東京科学大学)

9:45 ~ 10:00

[H31-04] 縦型管状炉内CO₂熱化学分解に関する実験的研究 (制御システム構築とサイクル試験)○小山 佳子¹、松田 悠希¹、松平 雄策¹、中倉 満帆¹、松原 幸治¹ (1. 新潟大学)

10:00 ~ 10:15

[H31-05] Characterization and Energy Evaluation of Carbonized Sewage and Industrial Sludge in Japan

○アニヤシ パトリック¹、中島 純一¹、野村 信福¹ (1. 愛媛大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション: GS04: ヒートパイプ

9:00 ~ 10:40

J室(201)

[J31] ヒートパイプ1

9:00 ~ 9:15

[J31-01] 可逆熱輸送型ループヒートパイプの動作特性評価と多孔質体における凝縮熱伝達モデルの構築

○前田 勇人¹、秋月 祐樹¹、吉崎 寛²、西来路 正彦²、小田切 公秀¹ (1. 宇宙航空研究開発機構(JAXA)、2. SOLIZE PARTNERS株式会社)

9:15 ~ 9:30

[J31-02] 多ターン化が3次元自励振動型ヒートパイプの熱輸送性能に及ぼす影響

○大西 元¹ (1. 公立小松大学)

9:30 ~ 9:45

[J31-03] 蛇行型低充填ヒートパイプの起動特性におよぼす作動流体の与える影響

○山内 智貴¹、畑本 明彩未¹、麓 耕二¹ (1. 青山学院大学)

9:45 ~ 10:00

[J31-04] 蛇行型低充填ヒートパイプにおける液スラグの挙動と液膜に関する研究

○千葉 陸志¹、大島 章太郎¹、畑本 明彩未¹、麓 耕二¹ (1. 青山学院大学)

10:00 ~ 10:15

[J31-05] ペーパーチャンバ性能評価における熱源サイズの影響と評価指標統一への課題

○松田 唯¹、安井 龍太¹、伏信 一慶¹、篠田 卓也²、近江 慶太² (1. 東京科学大学、2. 株式会社デンソー)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション: GS12: 自然エネルギー

9:00 ~ 9:40

K室(202)

[K31] 自然エネルギー1

9:00 ~ 9:15

[K31-01] パーム油残渣の炭化特性

○松村 幸彦¹、ロバニ ムハマド ハキユディン¹、星野 瑠海²、シャフティカ ノフィ³ (1. 広島大学、2. サントモリソース株式会社、3. インドネシア国立研究革新庁)

9:15 ~ 9:30

[K31-02] 同一発熱量で循環量が異なるケースでの熱応答試験 (2)

○山口 正敏¹ (1. 日本地下水開発株式会社)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション: GS07: 計測技術

10:55 ~ 12:15

A室(108)

[A32] 計測技術3

10:55 ~ 11:10

[A32-01] 立体変形する熱電発電デバイスにおける温度分布の測定

○寺嶋 真伍¹、岩瀬 英治¹ (1. 早稲田大学)

11:10 ~ 11:25

[A32-02] 水・有機溶剤混合系でのカーボンナノチューブ薄膜の応答

○井上 修平¹、神本 大志¹、金島 恭佑¹ (1. 近畿大学)

11:25 ~ 11:40

[A32-03] 櫛歯センサ計測イオン電流からの火炎壁面間距離の導出

○鷲見 旺亮¹、中別府 修¹ (1. 明治大学)

11:40 ~ 11:55

[A32-04] 光学式粘性センサを用いたドライアイ診断技術の提案

-眼球モデルの開発と臨床応用に向けた予備的検討-

○橋本 葵衣¹、竹内 陸¹、田口 良広¹ (1. 慶應義塾大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション: OS7: 燃焼研究の最前線

10:55 ~ 12:15

B室(107)

| [B32] 燃焼研究の最前線5

10:55 ~ 11:10

[B32-01] ガスサンプリングとの同時測定が可能なイオン電流・熱流束センサの開発

○出島 一仁¹、多ヶ谷 優治²、長澤 剛²、小酒 英範² (1. 滋賀県立大学、2. 東京科学大学)

11:10 ~ 11:25

[B32-02] アンモニア燃焼ガスによる直接加熱がアルミニウムの材料特性におよぼす影響

The effects of direct heating by ammonia combustion gas on material properties of aluminums

○大脇 順仁¹、中島 海斗¹、斎木 悠¹ (1. 名古屋工業大学)

11:25 ~ 11:40

[B32-03] CH₂F₂対向流拡散火災における伸長・輻射消炎限界に関する数値的研究○金子 智美^{1,2}、角田 陽^{1,2}、森井 雄飛¹、金野 祐亮³、橋本 望³、藤田 修³、丸田 薫¹ (1. 東北大学流体科学研究所、2. 東北大学、3. 北海道大学)

11:40 ~ 11:55

[B32-04] 光熱着火されたアルミニウムナノ粒子の燃焼特性に対する酸化雰囲気の影響

鯉坂 健太¹、鈴木 雄二¹、○李 敏赫¹ (1. 東京大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS03: 強制対流

10:55 ~ 12:35

D室(104)

| [D32] 強制対流2

10:55 ~ 11:10

[D32-01] プラズマアクチュエータによる熱伝達促進効果の計測

○熊谷 匠¹、畑本 明彩未¹、西田 浩之²、麓 耕二¹ (1. 青山学院大学、2. 東京農工大学)

11:10 ~ 11:25

[D32-02] 密度フルード数相似則に基づく水平噴流拡散特性の評価

○飯山 継正¹、新井 崇洋¹、大川 理一郎¹、古谷 正裕¹ (1. 電力中央研究所)

11:25 ~ 11:40

[D32-03] 次世代原子炉の革新燃料設計における熱応力評価

○山崎 友資¹、西村 洋亮¹、Zeeshan Ahamed¹、Kumar Ravinder¹、横山 諒¹、三輪 修一郎¹、岡本 孝司¹ (1. 東京大学)

11:40 ~ 11:55

[D32-04] 等温壁面条件下における脈動流時の急拡大流路の伝熱特性

○小林 大希¹、福江 高志¹ (1. 金沢工業大学)

11:55 ~ 12:10

[D32-05] 衝突噴流の間欠化による伝熱促進と流れ構造の関係

○福江 高志¹、小林 昇龍¹、畠山 潤平²、白川 英観² (1. 金沢工業大学、2. 富山高専専門学校)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS01: 沸騰・凝縮

10:55 ~ 12:35

E室(小ホール)

| [E32] 沸騰・凝縮8

10:55 ~ 11:10

[E32-01] 大気圧下における Novac 7100 蒸気の鉛直細管内自然対流全量凝縮熱伝達特性

耿 瀟禕¹、康 曉燕¹、陳 志豪¹、○宇高 義郎¹、清水 浩² (1. 天津大学、2. e-Gle)

11:10 ~ 11:25

[E32-02] 電界を用いた狭小空間における液膜ダイナミクスと凝縮熱伝達促進

○曹 楊¹、鹿野 一郎¹ (1. 山形大学)

11:25 ~ 11:40

[E32-03] 液膜凝縮を伴うテイラー気泡先端における界面の減衰的変形

○常岡 大修¹、岡島 淳之介² (1. 東北大学、2. 東北大学 流体科学研究所)

11:40 ~ 11:55

[E32-04] Simultaneous high-speed visualization of in-nozzle flow boiling dynamics and flashing spray transition

○郭 兆瑞¹、李 敏赫¹、鈴木 雄二¹ (1. 東京大学)

11:55 ~ 12:10

[E32-05] 沸騰から見た水電解における気泡の特性と影響について

○奥山 邦人¹ (1. 横浜国立大学)

一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：OS5：水素・燃料電池・二次電池

10:55 ~ 12:15

F室(204)

| [F32] 水素・燃料電池・二次電池4

10:55 ~ 11:10

[F32-01] 固体酸化物形セル燃料極のニッケル移動に伴う電極性能劣化の電極構造依存性

○志村 敬彬¹、Sciazko Anna²、小松 洋介²、鹿園 直毅² (1. 産業技術総合研究所、2. 東京大学)

11:10 ~ 11:25

[F32-02] Anode Re-Oxidation Risk Assessment of Metal-Supported Solid Oxide Fuel Cells Based on Numerical Modeling and Artificial Neural Networks

○徐 耕沢¹、岸本 将史¹、郭 玉婷¹、岩井 裕¹ (1. 京都大学)

11:25 ~ 11:40

[F32-03] SOFCの燃料極構造および供給ガス組成が過渡応答特性に及ぼす影響に関する数値解析

○福元 敬翔¹、丁 成¹、岸本 将史¹、郭 玉婷¹、岩井 裕¹
(1. 京都大学)

11:40 ~ 11:55

[F32-04] ダイレクトカーボンSOFCにおけるチャーの「その場」ガス化と発電メカニズム

○國枝 亮太¹、ZHAO Weixuan¹、渡部 弘達¹ (1. 立命館大学)

一般講演(伝熱シンポ) | 一般セッション：GS09: 分子動力学

10:55 ~ 12:15
G室(206)**[G32] 分子動力学5**

10:55 ~ 11:10

[G32-01] 機械学習や熱回路網モデルを用いたナノ構造面の固液界面熱抵抗予測

○芝原 正彦¹、矢久保 慧¹、藤原 邦夫¹ (1. 大阪大学)

11:10 ~ 11:25

[G32-02] 分子動力学法と結合分極率モデルにおけるペプチド振動スペクトルの比較解析

○後藤 晏伴^{1,2}、ZOLOTOUKHINA Tatiana²、稲田 拓己²
(1. 富山大学大学院、2. 富山大学)

11:25 ~ 11:40

[G32-03] Atomistic Insights into the Heat Conduction of Sugar Alcohol-based PCMs

○程 書凱¹、Surblys Donatas¹、小原 拓¹ (1. 東北大学)

11:40 ~ 11:55

[G32-04] MDシミュレーションの自動化と機械学習による界面親和性予測

○高岡 勇佑¹、菊川 豪太¹ (1. 東北大学)一般講演(伝熱シンポ) | オーガナイズドセッション：
OS2：熱エネルギー材料・システムのための熱・物質
輸送促進10:55 ~ 12:35
H室(207)**[H32] 熱エネルギー材料・システムのための熱・物質輸送促進4**

10:55 ~ 11:10

[H32-01] 珪藻土を利用した気化熱冷却SWCNTデバイスの作製

○落合 秀弥¹、仲澤 祐人¹、高尻 雅之¹ (1. 東海大学院工)

11:10 ~ 11:25

[H32-02] 単層カーボンナノチューブ膜の膜厚依存性がフォノン熱輸送に与える影響

○篠崎 義之¹、三宅 修吾²、高尻 雅之¹ (1. 東海大学院工、2. 摂南大学)

11:25 ~ 11:40

[H32-03] SWCNT/VO₂複合材料の作製とその相変態に伴う熱物性変化の評価○中山 大翔¹、高尻 雅之¹ (1. 東海大院工)

11:40 ~ 11:55

[H32-04] 高熱伝導性と伸縮性を両立したナノ層封止型液体金属シートの開発

○太田 裕貴¹ (1. 横浜国立大学)

11:55 ~ 12:10

[H32-05] マイクロカプセル化相変化材料による熱制御機能を備えた酸素貯蔵材料による圧力スイング吸着

○棚橋 慧太¹、佐々木 宏太¹、Tamzysi Cholila¹、中村 友一¹、能村 貴宏¹ (1. 北海道大学)

科学技術振興機構（JST）
さがけ「複雑流動」 2 期生 成果報告シンポジウム（暫定版）

科学技術振興機構（JST）・戦略的創造研究推進事業さがけ「複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学」領域は 2021 年度に発足し、第 1 期生から第 3 期生まで合計 32 名の研究者を採択し研究を行ってきました。本シンポジウムでは、2 期生として 2022 年度に採択された課題の研究成果を紹介します。分野を跨いだ活発な議論の場となれば幸いです。皆様のご参加をお待ちしております。

開催日時 2026 年 5 月 27 日(水) 9:20~15:10

会場 札幌コンベンションセンター 特別会議場

参加費 無料

開催形式 現地開催およびオンライン配信

参加方法

- ・第 63 回日本伝熱シンポジウム参加者：別途申込不要でご参加いただけます。
- ・成果報告シンポジウムのためのオンライン参加者（伝熱シンポジウム不参加）：
参加申込が必要です。申込方法は後日、伝熱シンポジウムホームページ内でご案内いたします。オンライン参加 URL はお申し込みいただいた方へ後日お知らせします。

プログラム

9:20-9:30	「はじめに」 後藤 晋 氏（さがけ「複雑流動」領域 研究総括、大阪大学 大学院基礎工学研究科）
9:30-9:55	「Optothermal fluidics の分子流体科学への展開」 辻 徹郎 氏（京都大学 大学院工学研究科）
9:55-10:20	「非ニュートン／非一様／非平衡系の新しい流体科学」 佐藤 健 氏（金沢大学 設計製造技術研究所）
10:35-11:00	「材料と流動・輸送現象の協創ものづくりの原理解明」 鈴木 崇弘 氏（大阪大学 大学院工学研究科）
11:00-11:25	「化学熱力学を融合した界面流体力学の創成」 鈴木 龍汰 氏（東京農工大学 西東京三大学サステイナビリティ国際社会実装研究センター）
11:25-11:50	「局所秩序変数に基づくナノ熱物質移動論の前進」 高橋 和義 氏（産業技術総合研究所 マテリアル DX 研究センター）
13:15-13:40	「流体応力場イメージングによる流体科学の基盤構築」 栗山 怜子 氏（京都大学 大学院工学研究科）
13:40-14:05	「間質環境の再現と制御による細胞動態の操作技術の創成」 船本 健一 氏（東北大学 流体科学研究所）
14:20-14:45	「沸騰現象の再構築による新しい熱流体科学の創出」 矢吹 智英 氏（九州工業大学 大学院工学研究院）
14:45-15:10	「ソノケモフルイディクス論による化学流体場の予測」 山本 卓也 氏（大阪公立大学 大学院工学研究科）



編集出版部会からのお知らせ ー各種行事・広告などの掲載についてー



インターネットの普及により情報発信・交換能力の比類ない進展がもたらされました。一方、ハードコピーとしての学会誌には、アーカイブ的な価値のある内容を手にとって熟読できる点や、一連のページを眺めて全貌が容易に理解できる点など、いくら電子媒体が発達してもかなわない長所があるのではないかと思います。ただし、学会誌の印刷・発送には多額の経費も伴いますので、当部会ではこのほど、密度のより高い誌面、すなわちハードコピーとしてぜひとも残すべき内容を厳選し、インターネット（HP：ホームページ、ML：メーリングリスト）で扱う情報との棲み分けをした編集方針を検討いたしました。

この結果、これまで会告ページで取り扱ってきた各種行事・広告などの掲載につき、以下のような方針で対応させていただきたく、ご理解とご協力をお願いする次第です。

対 象	対 応	具体的な手続き (電子メールでの連絡を前提としています)
本会（支部）主催による行事	無条件で詳細を、会誌とHPに掲載、MLでも配信	申込者は、記事を総務担当副会長補佐協議員（ML担当）、広報委員会委員長（HP担当）あるいは編集出版部長（会誌担当）へ送信してください。
関係学会や本会会員が関係する組織による 国内外の会議・シンポジウム・セミナー	条件付き掲載 会誌：1件当たり4分の1ページ程度で掲載（無料） HP：行事カレンダーに掲載 しリンク形成（無料） ML：条件付き配信（無料）	申込者は、まず内容を説明する資料を総務担当副会長補佐協議員に送信してください。審議の結果、掲載可となった場合には総務担当副会長補佐協議員より申込者にその旨通知しますので、申込者は記事を編集出版部長（会誌担当）と広報委員会委員長（HP担当）に送信してください。
大学や公的研究機関の人事公募（伝熱に関係のある分野に限る）	会誌：掲載せず HP：条件付き掲載（無料） ML：条件付き配信（無料）	申込者は、公募内容を説明する資料を総務担当副会長補佐協議員に送信してください。審議の結果、掲載可となった場合には総務担当副会長補佐協議員より申込者にその旨通知しますので、申込者は記事を広報委員会委員長（HP担当）に送信してください。MLでHPに公募情報が掲載された情報のみを配信します。
一般広告 求人広告	会誌：条件付き掲載（有料） HP：条件付き掲載 （バナー広告のみ、有料）	申込者は、編集出版部長（会誌担当）または広報委員会委員長（HPバナー広告担当）に広告内容を送信してください。掲載可となった場合には編集出版部長または広報委員会委員長より申込者にその旨通知しますので、申込者は原稿を編集出版部長または広報委員会委員長に送信してください。掲載料支払い手続きについては事務局からご連絡いたします。バナー広告の取り扱いについては http://www.htsj.or.jp/wp/media/36banner.pdf をご参照下さい。

【連絡先】

- ・総務部会長：大宮司 啓文（東京大学）：daiguji@thml.t.u-tokyo.ac.jp
- ・編集出版部会長：長野方星（名古屋大学）：mailto:nagano@mech.nagoya-u.ac.jp
- ・広報委員会委員長：渡部 弘達（立命館大学）：hirowtnb@fc.ritsumei.ac.jp
- ・総務担当副会長補佐協議員：長澤剛（東京科学大学）：nagasawa.t.1752@m.isct.ac.jp
- ・事務局 横川和代（学会支援機構）：htsj-office@asas-mail.jp

【注意】

- ・原稿は Word ファイルまたは Text ファイルをお願いします。
- ・HP はメンテナンスの都合上、掲載は申込月の翌月、また削除も希望掲載期限の翌月程度の時間遅れがあることをご了承願います。
- ・ML では、原則としてテキスト文の送信となります。pdf 等の添付ファイルで送信を希望される場合はご相談ください。

Thermal Science and Engineering (TSE : 日本伝熱学会論文集) 投稿規程

1. 論文内容： 熱科学・工学分野の論文で、以下の特色を有するものを対象とします。
 - (1)独創性のあるオリジナル論文
 - (2)未発表のプログラムの主要部分を掲載した数値解析論文
 - (3)新計測法、データ処理手法を再現可能なように記載した論文
 - (4)熱科学・工学に係わる論文で他の論文集では掲載され難い特異的な論文
 - (5)生データを記載した有用な実験研究結果
 - (6)良く整理された Review 論文
 - (7)その他、エディターが熱科学・工学分野の進展に寄与すると認めた論文
2. 言語：日本語又は英語
3. 投稿資格：特に制限を設けない。
4. 掲載論文の種別と長さ
 - (1)原著論文：著者の原著であって、一般への公開刊行物に掲載済みまたは投稿中でない論文。
但、本学会主催のシンポジウム等に発表した論文は、原著論文として投稿出来ます。また、本学会以外でも、配布の限定された国内外のシンポジウム等の論文集、紀要、広報誌等に掲載された論文に新たな結果や考察を付け加えた場合も、同じ扱いとします。
論文の長さは、最低2頁以上とし、最大頁は定めず、読者に充分内容が伝わるために必要と認められる頁数とします。
 - (2)ショートノート：原則として4頁以下で、速報的に研究成果を公表するもの。
 - (3)一般論文・記事：論文に関する討論及びコメントや、研究に関する記事、すでに他の刊行物に掲載された論文等を必要に応じて掲載するもの。長さはとくに定めず、必要と認められる頁数とします。
5. 著作権：原著論文の著作権は、本会に帰属させ、本会の著作権規程に従って取り扱います。ただし著者が将来自らの学術的著作物に用いる場合には、本会が制約を加えることは、原則としてありません(本会著作権規定をご参照下さい)。
また、本誌に投稿されるいずれの種別の論文・記事においても、著作権を他の学会や機関に委譲している部分については、著者の責任において、掲載許可を取得するものとします。
6. 投稿形式および方法：
論文は MS-WORD により記述し、下記の(1)~(3)のいずれかによって、投稿して下さい。
 - (1)原稿と投稿表紙を、査読と刷り上り配置の確認のために、原則として一旦 pdf ファイルの形式で、電子メールに添付して「9. 投稿先」に記載のチーフエディターにお送り下さい。
 - (2)日本伝熱シンポジウム論文集からの投稿の場合は、シンポジウム論文集の様式によって執筆し、実行委員会の案内に従ってご提出下さい。
 - (3)あるいは、原稿のコピー3部と表紙1部をチーフエディターあてに郵送でお送り下さい。
いずれの場合も、掲載決定後最終的には、TSE の様式に従った原稿の MS-WORD ファイルおよび署名捺印した投稿表紙を、提出して頂きます。
投稿規程、投稿表紙、原稿書式(テンプレート)は、本学会のウェブサイト上でホーム→Journals→学会論文集、にあります。この形式による投稿が出来ない場合は、チーフエディターにご相談下さい。
7. 論文掲載料： 無料。(2026 年 1 月号より J-Stage でのオンライン公開のみとなるため、カラーページも無料となります。抜き刷りは製作できません。)
8. TSE 編集委員会
編集委員長(チーフエディター)：鈴木 雄二(東京大学)
編集委員(エディター)：
田部 豊(北海道大学)、桑原 不二郎(静岡大学)、岩井 裕(京都大学)、
堀部 明彦(岡山大学)、藏田 耕作(九州大学)、横峯 健彦(京都大学)、
大川 富雄(電気通信大学)、宮崎 康次(九州大学)、千足 昇平(東京大学)、
保浦 知也(名古屋工業大学)、下栗 大右(広島大学)、熊野 寛之(青山学院大学)、
河南 治(兵庫県立大学)
幹事：李 敏赫(東京大学)

9. 投稿先 :

チーフエディター 鈴木 雄二

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻

e-mail : tse@mesl.t.u-tokyo.ac.jp TEL&FAX 03-5841-6411

以上

Thermal Science and Engineering (TSE: Transaction of HTSJ) Submission Guidelines

1. Type of paper: An article with either one (or more) of the following category(-ies) in the field of thermal science and engineering
 - (1) Technically original research paper
 - (2) Technically original document of numerical calculation consisting of the major part of unpublished source code
 - (3) Technically original document of new measurement or data processing technique with its details to reproduce the results
 - (4) Technically original research paper on thermal science and engineering in general that may be unique enough to be accepted for publication in other journals
 - (5) Technically original document of valuable experimental research results with law experimental data
 - (6) Well-organized review paper
 - (7) Other type of research paper or document that the editor acknowledges the contribution to the progress of thermal science and engineering
2. Language: Japanese or English
3. Authorship requirement: No restrictions
4. Categories and length of the article:
 - (1) Research paper: Technically original research paper or document of the author(s) that has neither been published nor submitted to publicly accessible journal or publication.
Research papers presented at symposiums and other meetings of HTSJ (Heat Transfer Society of Japan)'s can be submitted as a Research paper. Also, a research paper published in other publication, such as, the proceedings of symposium or other meeting except for HTSJ's, proceedings of university or research institution, newsletter, and relevant publication, with limited distribution and public access can be considered in the same manner if the paper is amended or modified by adding new research results or discussions.
Length of the paper must be prepared so as to sufficiently inform the contents to the readers. It is not shorter than 2 pages, but is not limited with maximum page number.
 - (2) Short note: Less than or equal to 4 pages in general in order to publish the preliminary and quick report of research result.
 - (3) General paper/article: Other paper or article in general, such as, discussions or comments on other article, article on research activity in general, or paper that has already been published in other journals or etc. if it is submitted in legally appropriate manner. General paper/article has no length limitation.
5. Copyright: The copyright of technically original paper or article shall be transferred to HTSJ, and subject to its copyright guideline. HTSJ in principle shall not prevent from the author(s) to use in future the contents of the paper or article in his/her own academic publications. (Please refer to the copyright guideline of HTSJ's.)
The author(s) must get permission prior to the submission to TSE of the use of any part of the paper or article of which the copyright had been transferred to other organization(s), such as academic society(-ies) or publisher(s), from the organization(s).
6. Submission: The article shall be prepared in MS-WORD format and be submitted through either one of the followings:
 - (1) Convert both the manuscript and the Submission Coversheet into pdf format in order to review and to confirm the printing format, and then send it to the Editor in Chief in "9. Submission address."
 - (2) Submission from the proceedings of the Symposium (annual National Heat Transfer Symposium of Japan, organized by HTSJ) shall be prepared by following the Symposium's proceedings format, and the author(s) is advised to submit to TSE according to the guidance of Symposium's executive committee.
 - (3) Send hard copy of manuscript (three copies) and the Submission Coversheet (one copy) to the Editor in Chief by mail.

Please note that an electronic version of MS-WORD formatted manuscript and the signed copy of Submission Coversheet shall be submitted by the author(s) if the paper is accepted for publication.

Submission Guidelines, Paper Format and the Manuscript Template can be found on HTSJ's website (Home -> Journals -> Transactions of HTSJ "Thermal Science and Engineering".) Please contact the Editor in Chief if the author has any problem in submitting the manuscript in the above format.

7. Paper publication fee: Free (As of 2026.1, TSE becomes an online journal on J-Stage. There will be no additional cost for color pages, but reprints are no longer available.)
8. TSE Editorial Committee
Committee Chair (Editor in Chief): Yuji Suzuki (The University of Tokyo)
Committee Members (Editors): Yutaka Tabe (Hokkaido University), Fujio Kuwahara (Shizuoka University), Hiroshi Iwai (Kyoto University), Akihiko Horibe (Okayama University), Kosaku Kurata (Kyushu University), Takehiko Yokomine (Kyoto University), Tomio Okawa (University of Electro-Communications), Koji Miyazaki (Kyushu University), Shohei Chiashi (The University of Tokyo), Tomoya Houra (Nagoya Institute of Technology), Daisuke Shimokuri (Hiroshima University), Hiroyuki Kumano (Aoyama Gakuin University), Osamu Kawanami (Hyogo University),
Secretary General: Minhyeok Lee (The University of Tokyo)
9. Submission address
Yuji Suzuki, Editor in Chief (The University of Tokyo)
Dept. of Mechanical Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656
e-mail : tse@mesl.t.u-tokyo.ac.jp TEL&FAX 03-5841-6411

:--

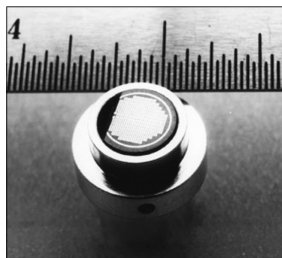
熱流束センサー

熱流束センサーは、熱エネルギーの移動密度 (W/cm^2) に比例した直流電圧を出力します。

弊社の製品は、大変手軽に高速・高精度で熱流量の測定をすることができます。

特に応答速度の早いこと、センサーからの出力レベルが高いことが特徴で、
熱流束マイクロセンサー (HFM) では、応答速度最高6マイクロ秒を達成しています。

熱流束 マイクロセンサー



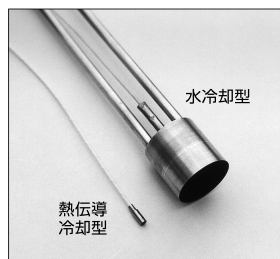
特徴

- 最高速の応答 (約 $6\mu s$)
- $850^\circ C$ まで外部冷却不要
- 低雑音 / 高感度
- 熱流束と温度を測定
- 伝導、対流、輻射に等感度

使用例

- エンジン内壁の熱伝達状態観察
- ロケットエンジンのトラブル実験
- タービンブレード熱風洞試験
- 自動車用エアバッグ安全性試験
- ジェットエンジンバックファイヤー試験

サーモゲージ

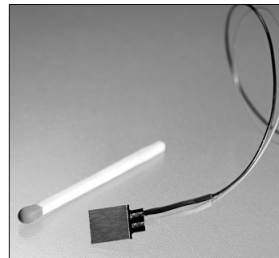


センサー本体の構造は、薄膜フォイル・ディスクの中心と周囲の温度差を測定する、差動型熱電対をとっています。フォイル・ディスクはコンスタンタンで作られており、銅製の円柱形ヒートシンクに取り付けられています。水冷式は取付け場所の自由度が高く長時間の測定が可能です。

使用例

- 焼却炉・溶鉱炉の熱量測定
- 火災実験の際の輻射熱ゲージ
- バーナーなど熱源の校正用基準器
- 着火性・燃焼性試験 (ISO5657, 5658, 5660)
- 米国連邦航空局のファイヤー・スモークテスト

gSKIN® 熱流束センサー



「gSKIN®」熱流束センサーはセンサー自身の表面を通過する熱流束を29対の超高感度な熱電対を用いて測定します。センサーは、 $72m^2$ の広さを持ち、厚さは $0.4mm$ です。レベル-0パッケージの最適化ポリマーと1レベルパッケージの金属の構造になっています。

使用例

- 電気・電子機器内の発熱・放熱状態測定
- 熱交換器の効率測定
- パイプの放熱状況測定
- 暖房および換気自動システムの測定
- 熱移動／熱放出の即時応答測定

熱流束センサー 校正サービス

熱流束センサーの校正作業をお引き受けいたします。校正証明書は米国基準局NISTにトレーサブルです。校正設備の物理的な制約で、お引き受けできない場合もあります。ご相談ください。



センサテクノ株式会社

URL

www.senstech.jp

〒106-0031 東京都港区西麻布3-24-17 霞ビル4F
TEL: 03-5785-2424 FAX: 03-5785-2323

E-mail

info@senstech.jp



■ CAPTEC 社日本総代理店 ■ MEDTHERM 社輸入販売店 ■ ITI 社輸入販売店

当社は、独自の高度技術を持つ、海外メーカーの熱計測機器をご提供致しております。

CAPTEC 社(フランス)

CAPTEC(キャプテック)社は、独自の高度技術により、低熱抵抗で高感度な熱流束センサーを開発・製造致しております。環境温度が変化しても感度は常に一定で、熱流束値に比例した電圧を高精度に出力します。

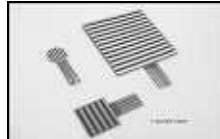
輻射センサーは、輻射熱のみを計測する画期的なセンサーです。特注形状も承っております。

熱流束センサー



サイズ: 5×5mm～300×300mm
厚み: 0.4mm (平面用・曲面用)
温度範囲: -200～200℃
応答速度: 約 200ms
オプション: 温度計測用熱電対内蔵
形状: 正方形・長方形・円形
特注品: 高温用・高圧用・防水加工

輻射センサー



サイズ: 5×5mm～50×50mm
厚み: 0.25mm
温度範囲: -200～250℃
応答速度: 約 50ms
オプション: 温度計測用熱電対内蔵
形状: 正方形・長方形・円形
波長領域: 赤外／可視＋赤外

MEDTHERM 社(アメリカ)

MEDTHERM(メドサーム)社は、これまで30年以上にわたり、高品質の熱流計及び超高速応答の熱電対を提供してまいりました。航空宇宙・火災・燃焼分野における豊富な実績を有しています。用途に応じ、様々な形状・仕様の製品を製造可能です。

熱流計／輻射計



熱流束範囲: 0.2～4000Btu/ft²sec(フルスケール)
サイズ: 1/16 インチ(約 1.6mm)～1 インチ(約 25.4mm)
最高温度: 200℃(水冷なし)／1500℃(水冷)
出力信号: 0～10mV(DC・線形出力)
直線性: ±2%(フルスケールに対して)

応答速度: 50ms 以下*
再現性: ±0.5%
校正精度: ±2%
オプション: 輻射窓・視野角指定等

*応答速度は、熱流束レンジによって異なります。

超高速応答同軸熱電対

本同軸型熱電対は、第1熱電対のチューブの中に第2熱電対ワイヤーが挿入された同軸構造になっています。第2熱電対ワイヤーは、厚み 0.0005 インチ(約 0.013mm)の特殊なセラミックで絶縁コーティングされています。プローブ先端の熱電対接点は、厚み 1～2 ミクロンの金属皮膜で真空蒸着されており、最高1マイクロ秒の応答速度を実現しています。



【主な用途】
表面温度及び表面熱流束計測
風洞試験・エンジンシリンダー・エアコンプレッサー等
【最小プローブ径】
0.015 インチ(約 0.39mm)

【熱電対タイプ】
T 型(銅／コンスタンタン) -270℃～+400℃
J 型(鉄／コンスタンタン) -210℃～+1200℃
E 型(クロメル／コンスタンタン) -270℃～+1000℃
K 型(クロメル／アルメル) -270℃～+1372℃
S 型(白金 10%ロジウム／白金) +200℃～+1700℃

ITI 社(アメリカ)

ITI(International Thermal Instrument Company)社は、1969年の設立以来、高温用熱流板や火災強度熱流計など、特殊な用途に対応した製品を提供しています。特注品の設計・製造も承っております。

高温用熱流板



最高温度: 980℃
応答速度: 0.1s
直径: 8mm～25.5mm 厚み: 2.5mm

水冷式 火災強度熱流計



最高温度: 1900℃
応答速度: 0.1s
最大熱流束レンジ: 0～3000W/cm²

当社取扱製品の適用分野

- 伝熱一般
- 温熱環境
- 炉・ボイラー
- 航空宇宙
- 火災
- 燃焼
- 各種エンジン

有限会社 テクノオフィス

〒225-0011 神奈川県横浜市青葉区あざみ野 3-20-8-B
TEL. 045-901-9861 FAX. 045-901-9522
URL: <http://www.techno-office.com>

「水と空気」の機能性

射出成形とダイキャスト成形の生産環境を最適化

ファンクショナル・フルイッドは、水に起因する様々な障害を防止し、
高効率で安定した冷却工程、製品精度の向上、
省エネルギー推進を目的とした製品を提供しています。
「水と空気」の機能性を追求し、生産環境の改革を通じて、
お客様の生産技術の向上と、社会課題の解決に貢献します。

NEW

■ 遠隔監視システム

冷却水を遠隔監視し、安定生産と省人化を実現。



■ 射出成形用二次冷却システムUWT-1000WHX



株式会社ファンクショナル・フルイッド

〒550-0004 大阪市西区靱本町1-4-5 千代田ビルアネックス5F

Tel: 06-6445-5433 Fax: 06-6445-5432

info@functional-fluids.co.jp <http://www.functional-fluids.co.jp>



編集出版部会ノート

Note from the JHTSJ Editorial Board

本号では、次世代空調技術に関する特集を組ませていただきました。2016年のモントリオール議定書キガリ改正を受け、冷凍空調分野では低地球温暖化係数冷媒への転換が急務となる一方、燃焼性や化学的不安定性、機器性能維持など、実用化に向けた課題も顕在化しています。本特集では、齋藤潔先生、宮岡洋一先生（早稲田大学）に空調機の動的性能評価、宮良明男先生（佐賀大学）に伝熱データベースの構築と活用、滝澤賢二先生（産業技術総合研究所）に低地球温暖化係数混合冷媒の燃焼性評価、東朋寛先生（電力中央研究所）に自己分解反応評価法、浅野等先生（神戸大学）にコンパクト熱交換器開発、ならびに地下大輔先生（東京海洋大学）より扁平多孔管内の凝縮・蒸発熱伝達特性についてご紹介いただきました。ご多忙の中ご寄稿くださった執筆者の皆様に厚く御礼申し上げます。

長野方星（名古屋大学）

Hosei Nagano (Nagoya University)

e-mail: nagano@mech.nagoya-u.ac.jp

企画・編集出版担当副会長 宮良 明男（佐賀大学）

編集出版部会長 長野 方星（名古屋大学）

委員

（理事） 齊藤 泰司（京都大学）

（協議員） 石崎 拓也（宇宙航空研究開発機構）、上野 藍（名古屋大学）、鎌田 慎（名古屋大学）、仮屋 圭史（佐賀大学）、古川 琢磨（芝浦工業大学）、地下 大輔（東京海洋大学）、西川原 理仁（名古屋大学）、山崎 匠（東北大学）

TSE チーフエディター 鈴木 雄二（東京大学）

TSE 編集幹事 李 敏赫（東京大学）

編集出版部会 連絡先： 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町
名古屋大学 大学院工学研究科機械システム工学専攻
長野 方星
Phone: 052-789-4470, E-mail: nagano@mech.nagoya-u.ac.jp