

自然冷媒による次世代冷凍空調サイクルの包括的研究	
研究題目	強制対流化における凹凸平板間の着霜現象～凹凸形状が伝熱量と着霜量に与える影響～ HFO1234-yf 冷媒による扁平管内蒸発実験～管内突起と冷凍機油の影響～ 地中熱を利用したCO <sub>2</sub> 二元冷凍サイクルのシミュレーション構築と性能評価～CO <sub>2</sub> サーモサイフンの伝熱特性の把握と効果～
著者	勝田正文, 浜野友樹, 佐藤遼, 宮原峻, 日木雄平, 加藤貴顕

1) 強制対流化における凹凸平板間の着霜現象～凹凸形状が伝熱量と着霜量に与える影響～

研究背景・目的

自動車業界ではEVの普及が加速しており、それに伴い車両用空調機器に対して高効率化や暖房熱源の確保が求められている。車両燃費(電費)を考慮するとヒートポンプによる暖房を行うのが最も有効であると考えられるが、室外熱交換器の着霜現象による熱伝達率低下と圧力損失増加が大きな課題となることが予想される。このため、熱交換器での着霜の抑制が特に求められている現状にある。以上を背景に、今年度はフィンレス熱交換器の着除霜特性の評価手法を確立すると同時に、空気側伝熱・圧力損失や霜成長の基礎特性把握を目的とした。

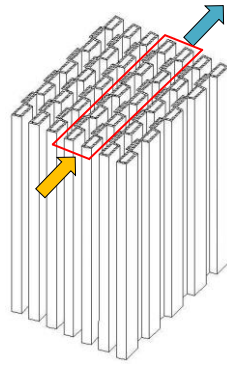


Fig. Model of Finless Heat Exchanger



Fig. Frost Formation



Fig. Bottom of The Test Section

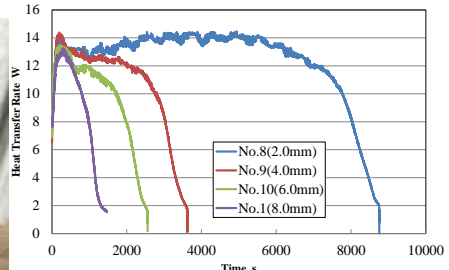


Fig. Variation of Heat Transfer Rate with time (Width Comparison of Convex Part)

研究成果

流路形状を変化させて流路閉塞まで実験を行い、体積流量、テストセクション出入口の温湿度、圧力差を測定した。テストセクションの冷却にはペルチェユニットを用い、任意の温湿度に設定した空気をブロウによりテストセクションへ流す構造となっている。条件は空気温度、テストセクション温度、流量、ブロウ出力を固定し、霜成長については霜の重量測定とカメラによる撮影を行った。その結果、テストセクション上流の凹凸の角部での着霜により流路閉塞しているのが見られた。また着霜の様子は、凹部深さによる変化はなく、凸部高さ及び凸部幅に影響を受けることから、凹凸角部間距離に大きく依存することがわかった。さらに結露水による耐着霜性、底面排水から除霜性を確認した。来年度は更なる着霜耐力・除霜性能を持つフィンレス熱交換器の設計及び、霜成長予測手法の確立を目指す。

2)HFO1234-yf 冷媒による扁平管内蒸発実験～管内突起と冷凍機油の影響～

研究背景・目的

現行のカーエアコンの冷媒にはHFC-134aが多く使用されている。しかしながら、この冷媒はGWPが1430とかなり大きく温暖化の観点から問題を抱えている。近年、EUのFガス規制(カーエアコン指令)によりGWP150以上の冷媒が使用禁止となり、現行冷媒に物性値が類似しているHFO-1234yfが代替冷媒候補として期待されている。本研究ではHFO-1234yfを次世代冷媒とした車載用冷凍サイクルを想定し、本冷媒の伝熱(蒸発)特性を把握することで、冷凍能力効率の向上を図ることを目的とする。

研究成果

実験装置には圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器で構成される基本的な冷凍サイクルを使用し、テストセクションの蒸発部にはマルチポートの扁平管を用いる。はじめに、

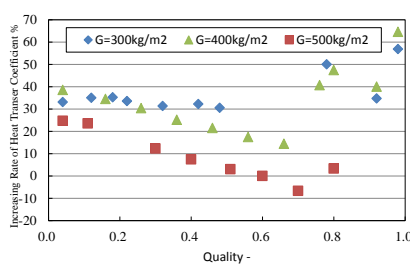


Fig. Increasing Rate of Heat Transfer Coefficient by Projection

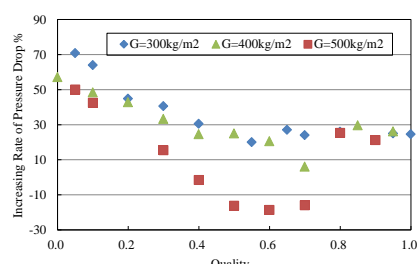


Fig. Increasing Rate of Pressure Drop by Projection

管内突起の影響を検証するため内部突起付き管と平滑管の2種類用意し、同条件において実験を行った。その結果、低質量流束、低乾き度ほど突起の影響が強く、熱伝達率が向上し、圧力損失が増大した。次に、冷凍機油の影響を検証するためにオイル混入率を変化させ管内突起付き

の管で実験を行った。その結果、オイル混入率が0.5%の時点でオイルの影響が強く表れ、熱伝達率は減少し、圧力損失は増大した。オイル混入率は0.5%を超えるとそれ以上のオイル混入の影響はあまり表れず、熱伝達率、圧力損失にはあまり変化は見られなかった。最後に、圧力損失に関して本実験値と小山らの相関式の比較を行った。その結果、平滑管の場合は実験値と計算値がおおむね一致したが、管内突起付き管の場合は実験値と計算値に差異が生じ、流路内に突起があるような特殊な形状の場合には新たな相関式の提案が必要であることが確認できた。

来年度は幅広い条件でのデータ採取、特殊な流路に対応した相関式の提案を行う。

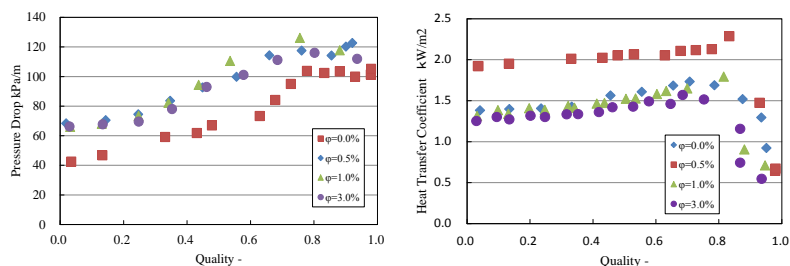


Fig. Influence on Pressure Drop by Oil mixing

Fig. Influence on Heat Transfer Coefficient by Oil Mixing

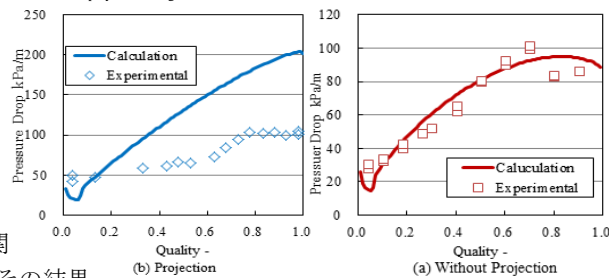


Fig. Comparison of a Calculated Value and an Experimental

### 3)地中熱を利用したCO<sub>2</sub>二元冷凍サイクルのシミュレーション構築と性能評価~CO<sub>2</sub>サーモサイフオンの伝熱特性の把握と効果~

#### 研究目的

寒冷地において一世帯当たりのエネルギー消費量の内、暖房に使用される量はエネルギー比率にして64[%]を占めている。しかし、寒冷地では外気温の影響で高い圧縮能力が必要となりヒートポンプ(以下HP)の普及の妨げになっている。そこで、本研究では、寒冷地用の高性能CO<sub>2</sub>HP式温水暖房・給湯システム開発を目的として地中熱採熱システムの検討を行った。

#### 研究成果

凝縮部の周囲温度を一定とし、恒温槽の温度を上昇させた場合のCO<sub>2</sub>の蒸気温度に対する凝縮部の熱交換量をFig.2.1,2.2に示す。Fig.2.1がヒートパイプのみでの、Fig.2.2が熱交換器を接続した際の結果である。図を見て分かるように蒸発部周囲温度を上昇させると熱交換量は増加し、ヒートパイプモードにおいて、14[°C]で450[W]、熱交換器をつけた際は10[°C]で650[W]で飽和しておりこれらの値は井村らの式によるフラッシング限界の値と一致した。

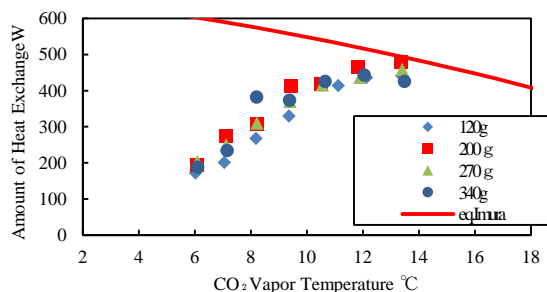


Fig.3.1 Amount of Heat Exchange (heatpipe mode)

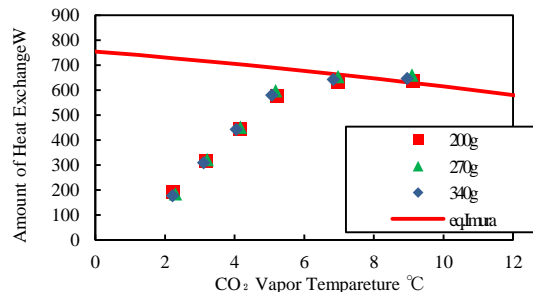


Fig.3.2 Amount of Heat Exchange with