

2022 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	近藤智恵子
研究機関名	長崎大学
所属部署名	総合生産科学域
役職名	教授
研究課題名	温暖化係数が極めて小さいエネルギー輸送媒体設計
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

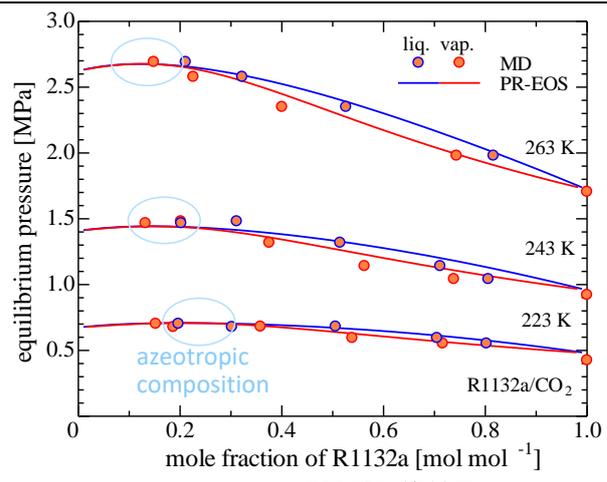
### 研究成果の概要

冷凍空調機器にはフッ素化合物などの有機媒体が熱エネルギー輸送のために用いられているが、その地球温暖化係数は非常に高い。排出量は CO<sub>2</sub> の 5% と低いものの、地球温暖化緩和策が急がれる中にもあっても国内排出量は増加している。冷媒の回収は法律で義務付けられているものの、災害や漏洩などにより回収率は 40% 程度で推移しており、代替となる地球温暖化係数の低い物質への転換が急務である。空調域に適する代替物質の研究は進んでいるものの、用途が拡大している低温域での研究は進展しているとは言えない状況である。

本研究では、超低温用冷媒に適する物質として三重点の値などを参照し、R1132a (CH<sub>2</sub>=CF<sub>2</sub>, 1,1-difluoroethylene), R1123 (CHF=CF<sub>2</sub>, trifluoroethylene), CF<sub>3</sub>I, CO<sub>2</sub> などを候補として挙げた。特に R1132a と R1123 は三重点温度が低く、凝固を避けられることから -80 °C を恒常的に維持する機器にも適するが、蒸気密度が小さく冷凍能力が低いという懸念がある。しかしながら、低温域の熱物性は明らかになっていなかった。

そこで、分子軌道計算および分子動力学計算を行い、各物質の三重点付近までの飽和密度、飽和圧力、および表面張力の予測を行った。近年報告された臨界点付近の飽和密度と飽和圧力は精度よく再現が出来たものの、表面張力の文献値とは大きな乖離が見られた。測定した表面張力などを用いて検証を行ったところ、予測結果と良く一致したことから計算の妥当性を証明することができた。

さらに、R1132a と R1123 の冷却能力不足を補うことを目的として、混合系 R1123/CF<sub>3</sub>I, R1132a/CO<sub>2</sub>, R1123/CO<sub>2</sub> などの計算にも挑戦したところ、R1132a/CO<sub>2</sub> 系では共沸点が存在し得ることが分かった。共沸組成では使用時の伝熱過程でのエクセルギー損失を低減できるなど、利用時のメリットが多いことから、今後はこの組成について調査を深める予定である。



R1132a/CO<sub>2</sub>の相平衡計算結果