

2023 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	2023 年 4 月 1 日～2024 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く、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。しかしながら候補物質の幾つかは現在欧州で施行が目前となった PFAS 規制の対象となり、新たな候補物質の探索が必要となった。

2022 年には分子軌道法および分子動力学法を用いて、PFAS 規制対象から外れるフッ化エチレン R1132a や R1123 の気液平衡物性を測定に準じる精度で計算することに成功した。さらに、R1132a+CO₂ の混合系の気液平衡を予測し、共沸点が存在することを見出した。CO₂ の三重点は約 -56.6 °C であるが R1132a との混合によりすることなく -60 °C を下回るような超低温域でも熱エネルギー輸送のための循環が可能であることを明らかにした。

今年度は、カスケードサイクルを念頭においた R1132a+CO₂ 冷凍サイクルの性能を予測した。CO₂ の蒸気密度が高いことは低温域での冷却能力を高め、R1132a+CO₂ の非共沸性が小さい事は伝熱過程のエクセルギ破壊を低減することから、現在利用されている R23 (地球温暖化係数 GWP₁₀₀=14800) に匹敵する組成も存在する可能性が高いことを示した。しかしながら、半導体製造や生体試料保存などに必要な -80 °C 級超低温域では R23 に及ばず、第三成分の検討などを視野に入れる必要がある。また共同研究先であるマルケ工科大 (伊) の研究チームから R1132a+CO₂ の気液平衡特性測定値の提供を受け、昨年度の予測が妥当であることを示すことが出来た。

さらに分子軌道法を用いて地球温暖化係数の予測を試みた。今年度は既知の地球温暖化係数と比較しベンチマークテストを実施した。今後は候補物質となり得る物質の地球温暖化係数予測の可能性を探る。

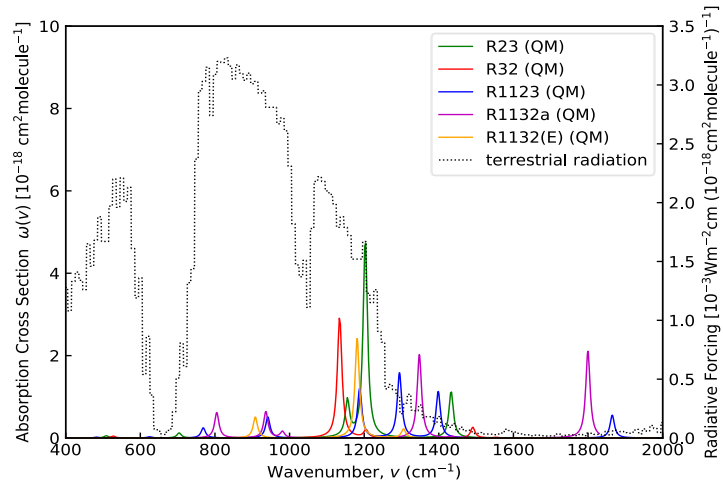


図 分子軌道 (QM) 法による地球温暖化係数予測のベンチマークテスト. 現行冷媒 R23, R32 と新規冷媒 R1123, R1132a および R1132 (E) の吸収断面積の比較. 破線は Pinnock ら (1995) による地球放射エネルギー曲線.