

熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御  
2019 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

堀家 匠平

神戸大学 大学院工学研究科  
助教

クーロン効果潜熱輸送による放熱型熱電発電素子

## § 1. 研究成果の概要

本研究は、放熱と発電を両立する放熱型熱電発電素子の実証を目指している。具体的には、クーロン効果によって巨大蒸発潜熱を示すイオン液体を新規除熱媒体として活用するとともに、ナノカーボン表面での電荷流を電圧変換する新規熱デバイスの構築を目的とする。

今年度は、イオン液体の気液相転移における相図の作成に向け、Hertz-Knudsen-Langmuir 式における蒸発係数の定量化を行った。蒸発熱物性が既知の分子を用い、減圧下、熱重量測定を行うことで、高真空から低真空までの広い圧力範囲にて蒸発係数を求めた。測定分子として、非極性のものと極性のあるもの、極性分子については水素結合の有るものと無いものを用い、また分子形状が鎖状あるいは環状のものでも比較を行った。その結果、測定圧力領域にて、蒸発係数の分子依存性はほぼ見られないことが明らかとなった。

つづいて、同定した蒸発係数を用い、イオン液体の真空下熱重量測定データからイオン液体の気液相転移における相図作成を行った。アニオン構造をビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミドに固定し、イミダゾリウムカチオンのアルキル鎖長を変えた場合、ならびにカチオン構造をイミダゾリウムに固定したうえで、アニオン構造を変えた複数のイオン液体を対象とした。大気圧下で難揮発性とされるイオン液体であっても、減圧下では沸点を持ちうる、すなわちヒートパイプにおいて沸騰を伴った動作ができる可能性を示すと同時に、粘度や表面張力、密度等の先行研究データから、300℃程度でヒートパイプとしてのメリット数が極大を取りうることを明らかとした。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Large thermoelectric power factor in wafer-scale free-standing single-walled carbon nanotube films”, Applied Physics Letters, vol. 118, No. 17, pp.173902, 2021