HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Heat Pump Model Utilizing Dufour Effect [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	星名, 実
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11373号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55553
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Minoru_Hoshina_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（理　学）　　氏　名　星　名　　実

	主　査	教　授	根 本 幸 児
審査担当者	副　査	教　授	小 田　　研
	副　査	准教授	北　　孝 文

学 位 論 文 題 名

Heat Pump Model Utilizing Dufour Effect
（デュフール効果を利用したヒートポンプモデル）

博士学位論文審査等の結果について（報告）

Dufour 効果は、非平衡熱力学において複数の熱力学的力と流れが関与する場合に現れる交差現象の１つで、２種類の成分で構成される流体中の濃度差が熱流を誘起する現象である。同様の交差現象としては、電位差が熱流を誘起する現象である Peltier 効果が有名であり、それを用いたヒートポンプも実用化されているが、Dufour 効果では濃度差を定常的に維持することが困難であるため、この効果を用いた類似のヒートポンプはこれまで考案されていなかった。そのようなポンプが果たして実現可能か、そうであればそれが理論的にどのような熱効率を持つかは大変興味ある課題であるといえる。

本論文は、この Dufour 効果を用いたヒートポンプのモデルを考案し、その数値的・理論的解析を行うことにより、その特性を明らかにすることを目的としたものである。　提出されたモデルでは、２種類の成分を分離する操作と、２種類の成分を混合させて熱を組み上げる操作を交互に行うことで、上述の困難を克服している。まず、数値的解析としては、このヒートポンプモデルの作業物質である２成分流体を相互作用する多粒子系として記述し、それの分子動力学シミュレーションを行っている。このシミュレーションにおいて、ヒートポンプを特徴づける重要な性能指数である cooling power と coefficient of performance (COP) を測定し、ここで考案されたモデルが確かにヒートポンプとして機能することを示している。また、理論的解析としては、まず線形不可逆熱力学を用いて、このヒートポンプモデルを記述する現象論的方程式を導出し、cooling power や COP の表式を導いている。さらに、それらの表式に含まれる Dufour 効果の輸送係数を Boltzmann 方程式の Chapman-Enskog 理論を用いてミクロスコピックな立場から計算し、cooling power や COP の理論的結果を分子動力学シミュレーションから得られた結果と比較している。ここで用いられた線形不可逆熱力学や Chapman-Enskog 理論は非平衡統計熱力学の手法として既に確立された古典的な方法であるものの、具体的な問題に適用しようとすると複雑な計算が必要となる場合もあり、実際、本論文でもかなり複雑な計算を実行しているが、最終的には、数値的結果と理論的結果が見事に一致することを示しており、このことは本論文で展開された理論の正当性を示すものであると言える。

これを要するに、著者は、新しいヒートポンプの可能性を示しその熱統計力学的特性に関する新知見を得たものであり、実効的応用例を示したという点で非平衡統計力学に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。