



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Lower Bound of Entropy Production in an Underdamped Langevin System with Normal Distribution [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	渡部, 風太
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第16243号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95367
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Futa_Watabe_review.pdf, 審査の要旨



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 渡 部 風 太

審査担当者	主査	教 授	根 本 幸 児
	副査	教 授	北 孝 文
	副査	助 教	奥 田 浩 司

学 位 論 文 題 名

Lower Bound of Entropy Production in an Underdamped Langevin System with Normal Distribution
(正規分布にしたがう 1 次元 underdamped Langevin 系におけるエントロピー生成の下限)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

近年、確率過程の中で熱力学的量を定義することで熱力学を再構築し、非平衡状態をより定量的に取り扱うことを可能に確率熱力学の分野が急速に発展してきた。とくに、系の非平衡状態分布の時間発展に伴う生成エントロピーの下限を評価することは非常に重要な課題であるが、確率熱力学はこれを分析する上で重要な役割を果たす。

著者は、Brown 運動する粒子の Langevin 方程式に対して、それまで overdamped 系でしか評価されていない生成エントロピーの下限の具体的評価方法および特殊な分布における下限達成プロトコルを、より一般的な underdamped 系へ拡張することを試みた。とくに非平衡状態分布の空間として正規分布を採用すると、一次元系においては Euler-Lagrange 未定乗数法を巧妙に用いてエントロピー生成を最小化するための遷移とプロトコルが満たすべき条件を導出できることを示した。また、実際にこの条件を用いて最小エントロピー生成を決定する数値的手法を開発し、実際にそれが可能であることを確認した。この結果は確率熱力学の分野にとって重要な知見を与え、今後のエントロピー生成のメカニズムの解明に大きく寄与するものと考えられる。

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。