



Title	Compatibility of Carnot efficiency and finite power in an underdamped Brownian Carnot cycle [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	三浦, 孝祐; Miura, Kosuke
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14780号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/85845">https://hdl.handle.net/2115/85845</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Kosuke_Miura_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 三 浦 孝 祐

審査担当者 主査 教授 根 本 幸 児  
副査 教授 北 孝 文  
副査 教授 小 田 研

## 学位論文題名

Compatibility of Carnot efficiency and finite power in an underdamped Brownian Carnot cycle  
(Underdamped Brown 粒子 Carnot サイクルにおける Carnot 効率と有限のパワーの両立について)

### 博士学位論文審査等の結果について（報告）

近年、非平衡熱力学の分野において熱機関の最大熱効率（Carnot 効率）と有限の仕事率の両立に関する研究が盛んに行われている。しかし、熱効率と仕事率の間にはトレード・オフの関係式が存在し、Carnot 効率を実現するためには仕事率がゼロになる必要があることが示されている。この関係式は非常に一般的な系で証明されたものであり、Carnot 効率と有限のパワーの両立は不可能であることを主張しているが、その背景には熱機関の熱平衡状態への緩和時間が重要な役割を演じている。もし、適切な熱機関を選んでこの緩和時間を非常に小さくとることができれば Carnot 効率と有限の仕事率の両立が実現する可能性がある。本論文は、具体的なモデルを用いて実際にトレード・オフ関係式と矛盾することなく Carnot 効率と有限の仕事率の両立の可能性とそのメカニズムを探求するものである。

本論文では、解析可能な熱機関のモデルとして、調和型のポテンシャルに束縛された Brown 粒子の系を用いた Carnot サイクルを扱った。まず、断熱過程として瞬間的な熱浴の温度とポテンシャルの切り替えを用いた瞬間的断熱過程で構成される Carnot サイクルについて、緩和時間を用いて熱効率と仕事率、トレード・オフの関係式を解析的に表すとともにそれらを数値計算によって緩和時間の小さい極限を調べ、実際に温度差が小さい領域でトレード・オフ関係式を破らずに Carnot 効率と有限の仕事率が両立しうることを示した。次に、断熱過程として熱流が流れないように有限の時間をかけて熱浴の温度とポテンシャルを操作する有限時間断熱過程を用いた Carnot サイクルにおける解析を行うことにより、任意の温度差で同様の結果を得ることに成功した。

これを要するに、著者は、熱機関を特徴づける重要な量である緩和時間が Carnot 効率と有限仕事率を両立可能にするメカニズムの理解に大きな知見を与えたものであり、非平衡熱力学の研究分野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。