

# It's a Small Engine

花里 太郎

慶応義塾大学 理工学研究科 修士1年

2015年12月6日

## 1 はじめに

人間は今のところ、熱機関なしではやっていけない。道路を走る車は熱機関であり、また、この原稿を書いているノートパソコンを動かす電気を生み出したのも、熱機関である。人は、熱エネルギーを仕事に変えて、現在の文明を作り上げたといえる。

しかし、熱機関の効率には限界がある。熱機関に流入した熱量を  $Q$ 、熱機関から取り出された仕事を  $W$  とすると、その割合である効率  $\eta = W/Q$  には、 $\eta_C = 1 - T_L/T_H$  という上限がある。いわゆるカルノー効率、またこれは熱力学第二法則の体现でもある。

熱力学は、熱機関をもとに理解が始まった学問ともいえる。では、現代においても熱機関は物理の議論の対象となりうるであろうか？

答えは Yes である。例えば最近の熱力学の発展として、「ゆらぎ」が本質的である小さな熱力学系の理解が進んでいる。小さな系の理解が進むと同時に、その熱力学を語る上で、「小さな熱機関」を考えるのは自然である。小さな熱機関の理解が進めば、今は明らかでない熱力学の側面も、明らかになると期待される。

本講演では、この小さな熱機関について紹介したいと思う。

## 2 講演内容

まず、基本的な熱力学の事項を確認し、最近の熱力学・統計力学の発展について紹介する。その上で、なぜ、小さな熱機関が現代でも重要な研究テーマの一つであるかを説明する。

次に、現代の小さな熱機関の理解する上で、基礎となるアイデアをいくつか紹介する。具体的には、パワーを最大化する場合の最大効率である Curzon-Ahlborn 効率 [?] や、可解なモデルとして知られる Schmiedl-Seifert エンジン [?] などについて考える。これらは、系の設定を理解するには少々苦労するが、取り扱う数式は簡単であり、しかし背後に感じられる熱力学は魅力的である。

最後に、ここ数年の小さな熱機関の発展、また、これから期待される発展について考える。中でも、最近では小さな熱機関を実際にご作るごことが可能となっており、それら実験を紹介する。加えて、余裕があれば最近の発展についても紹介したい。

寒くなってきた今日この頃、熱い熱機関の話はいかがでしょう？

## 参考文献

- [1] F. Curzon, B. Ahlborn, Am. J. Phys. 43 (1975) 22
- [2] T. Schmiedl, U. Seifert, Europhys. Lett. **81**, 20003 (2007)
- [3] H. B. キャレン 著, 小田垣 孝 訳, 「熱力学および統計物理入門 (上)(下)」, 吉岡書店 (2005)