

正しい上限は、当たる上限ではない

—— カルノーは **63.97%**、実機は **40–45%**、最大仕事率での上限は **39.98%** —— そして「効率」と呼ばれる五つのうち一つは **14.6575** になる —— [論文311]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ

2026年8月

— *From thinking to syncing.* —

要旨

カルノー効率は熱機関の上限として正しい。本稿が問うのは、その上限が実機を当てるかである——答は、当てないである。新しい数学定理も新しい法則も主張しない。第一に、数が合わない。 $T_h = 833.15\text{ K}$ 、 $T_c = 300.15\text{ K}$ でカルノーは **63.97%**、実機は **40–45%** (第2節)。第二に、これが本稿の芯である。最大仕事率での上限は **39.98%**——正しくない側が当てている (第3節)。第三に、上限が二つあるのではない。最大化する対象が二つある (第3節)。第四に、どちらにも材料の量が入らない。作業流体も熱容量も粘度も現れず、温度が二つあるだけである (第4節)。第五に、「効率」は五つある。そのうち成績係数は **14.6575** になる (第5節)。第六に、分離子は「何を最大化するか」である (第6節)。

本稿の射程 (scope note) : 新しい数学定理も新しい法則も主張しない——カルノー効率、内部可逆機関の最大仕事率効率 (カーゾン=アルボーン)、成績係数、第二法則効率は、いずれも標準的である。熱力学を作らない——使うのは二つの温度と、一つの平方根だけである。第二法則を証明しない——カルノー効率の導出には立ち入らない。論文126 がカラテオドリの道でそれを扱った。有限時間熱力学を作らない——カーゾン=アルボーンの導出も、その前提 (内部可逆・線形熱伝導) の当否も扱わない。数を引いて比べるだけである。実機的设计を論じない——再熱・再生・複合サイクルといった実際の工夫は扱わない。40–45% は代表値であり、精度を主張しない。情報の熱力学に立ち入らない——論文131・論文248 が扱ったマクスウェルの魔とランダウアの原理は、本稿の射程外である。既刊との関係: 論文126 はカラテオドリが第二法則を「非到達可能性」の一文に還元したことを扱い、熱機関も循環過程もクラウジウスの不等式も出てこないと明記した——本稿はその、出てこなかった側を扱う。126 は温度が与えられないことを示し、本稿は効率が当たらないことを示す。論文304 は容量が上限であって最大ではないと示した——本稿は型に近い。304 の上限は達成されないが、本稿の上限は達成される。達成したときに出力がゼロになるという点が違う。論文227 は同じ $\leq$ が触れる壁と触れない壁を指すと示した——カルノーは触れる壁である。触れると動かなくなるだけである。論文255 は「精度」が二つあると示した——本稿は「効率」が五つあると数える。加えたのはカルノーと最大仕事率と実機の三つを同じ条件で並べたこと、四つの熱機関で両上限を計算したこと、どちらの上限にも材料の量が入らないと指摘したこと、「効率」と呼ばれる五つを表にし、一つが1を超えると示したことである。

1. 記法と問い

事実: カルノー効率は

$$\eta_C = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

であり、どんな熱機関もこれを超えられない。これは定理である。

問い: では、この上限は実機を当ててるのか。

観察 1.1

本稿の答は当てないである。正しい上限と、当たる上限は別のものである——そしてどちらも上限である。

2. 数が合わない

設定: 現代の石炭火力を代表値で置く。蒸気 560 °C、復水器 27 °C。

検算 2.1 :

量	値
T_h	833.15 K
T_c	300.15 K
T_c/T_h	0.360259
$\eta_C = 1 - T_c/T_h$	0.639741 (63.97%)
実機の熱効率 (代表値)	40–45%

観察 2.2

20 ポイント以上ひらいている。カルノーは間違っていない——実機はカルノーを超えていないのだから、上限としては機能している。

観察 2.3

だが上限として機能することと、予言することは別である。「63.97% 以下」は正しいが、40% を当てていない——0% も 63.97% 以下である。

観察 2.4

ふつう差は「摩擦・熱漏れ・不完全燃焼」で説明される。本稿はその説明を採らない——もっと単純な理由で、この差は出るべくして出る (第3節)。

3. 芯：最大仕事率での上限は 39.98%

設定：カルノー機関は可逆であり、可逆であるためには無限にゆっくり動かねばならない。無限にゆっくり動く機関の出力はゼロである。

観察 3.1

ここが本稿の芯である。カルノー効率を達成した機関は、仕事を一切しない——達成できないのではなく、達成すると役に立たない。

検算 3.2：そこで「効率」ではなく「仕事率」を最大にする。内部可逆機関では

$$\eta_{\max P} = 1 - \sqrt{\frac{T_c}{T_h}}$$

量	値
$\sqrt{T_c/T_h}$	0.600216
$\eta_{\max P}$	0.399784 (39.98%)
実機	40–45%
$\eta_{\max P}/\eta_C$	0.624914

観察 3.3

39.98% と 40–45%——当たっている。カルノーは 20 ポイント外し、こちらはほぼ一致する。

検算 3.4：他の熱機関でも見る。

機関	T_h [K]	カルノー	最大仕事率
自動車エンジン	2500	85.08%	61.37%
地熱 (200 °C)	473	36.58%	20.36%
海洋温度差 (25 °C / 5 °C)	298	6.71%	3.41%
体温 (37 °C / 20 °C)	310	5.48%	2.78%

観察 3.5

上限が二つあるのではない。最大化する対象が二つある——効率を最大にすればカルノー、仕事率を最大にすればこちらである。

観察 3.6

論文227は「同じ $\leq$ が触れる壁と触れない壁を指す」と書いた。カルノーは触れる壁である——触れられるが、触れた瞬間に機関が止まる。

観察 3.7

論文304の容量とはここが違う。容量はどの有限長でも達成されないが、カルノー効率には達成できる——達成すると出力がゼロになるだけである。

	達成できるか	達成すると
容量（論文304）	できない	—
カルノー効率（本稿）	できる	出力がゼロになる

観察 3.8

正直に書くべき点—— $\eta_{\max P}$ が実機に当たるのは、当たるように出来ているからではない。内部可逆・線形熱伝導という前提の上での結果であり、実機がその前提を満たす保証は無い——一致は示唆的だが、証明ではない。

4. どちらの上限にも、材料の量が入らない

検算 4.1：二つの式に何が入っているかを数える。

式	入っている量	入っていない量
$1 - T_c/T_h$	温度が二つ	作業流体・熱容量・粘度・圧力・体積
$1 - \sqrt{T_c/T_h}$	温度が二つ	同上

観察 4.2

どちらにも材料の量が一つも入らない。水でも空気でもアンモニアでも同じ上限である——これが「熱力学的」ということの意味である。

観察 4.3

そしてどちらも無次元である。 T_c/T_h は比であり、ケルビンでも摂氏でもない——絶対温度でなければ比が意味を持たない、という一点だけが効いている。

観察 4.4

論文126 はカラテオドリの道で第二法則を扱い、熱機関も循環過程もクラウジウスの不等式も出てこないと明記した。本稿はその出てこなかった側にいる——126 は温度が一意に決まらないことを示し、本稿は効率が当たらないことを示す。どちらも「第二法則から何が出ないか」の話である。

5. 「効率」は五つある

検算 5.1：同じ「効率」という語で呼ばれる量を並べる。 $T_h = 293.15\text{ K}$ 、 $T_c = 273.15\text{ K}$ （暖房）と、火力の値を併記する。

名前	式	値	上限
カルノー効率	$1 - T_c/T_h$	0.639741	≤ 1
最大仕事率での効率	$1 - \sqrt{T_c/T_h}$	0.399784	$\leq \eta_C$
第一法則効率	W/Q_{in}	0.400000	≤ 1
第二法則効率	η/η_C	0.625253	≤ 1
成績係数（暖房）	$T_h/(T_h - T_c)$	14.657500	1 を超える

観察 5.2

五行目だけが 1 を超える。**14.6575** である——これは第一法則にも第二法則にも違反していない。

観察 5.3

超えてよい理由は単純である。分母が違う——効率は「入れた熱のうち何割が仕事か」、成績係数は「入れた仕事の何倍の熱を運べるか」である。運ぶのは作るより安い。

検算 5.4：成績係数を条件で動かす。

条件	成績係数
20 °C を 0 °C から（暖房）	14.6575
20 °C を -10 °C から（暖房）	9.7717
5 °C を 25 °C へ（冷房）	13.9075
実際の家庭用ヒートポンプ	3-4

観察 5.5

実機は **3-4** で、上限の**23.88%**である——ここでもカルノー型の上限は4 倍ほど外している。

観察 5.6

論文255 は「精度」が二つあると示した。「効率」は五つある——そして五つのうち一つだけが 1 を超えるという事実が、五つが同じ量でないことの証拠である。

6. 分離子：何を最大化するか

観察 6.1

分離子——何を最大化するか。

最大化する対象	得られる上限	そのときの出力
効率	$1 - T_c/T_h = 63.97\%$	ゼロ
仕事率	$1 - \sqrt{T_c/T_h} = 39.98\%$	最大

観察 6.2

一行目を選ぶと機関が止まる。だから実機は誰も一行目を目指していない——差は失敗ではなく、選択である。

観察 6.3

これは論文300 の言う別根である。判定基準を当てる——

基準	結果
変数を動かしても一致し続けるか	いいえ。 T_c/T_h を動かすと比が 0.624914 から動く
同じ極限から出るか	いいえ。片方は準静的極限、他方は有限時間
一方から他方が出るか	いいえ。 $\sqrt{\cdot}$ は η_C から出ない

観察 6.4

三つとも「いいえ」である——二つの上限は別根である。

観察 6.5

最後に、一般化して書いておく——「正しい」と「役に立つ」は、上限については別の性質である。正しい上限は破れないことを保証し、役に立つ上限は近いことを保証する——同じ一つの不等式が両方を持つ必要は無い。

7. 点呼と結び

1. カルノーは **63.97%** (検算2.1)：実機は **40–45%**。
2. **20** ポイント外す (観察2.2)：上限としては正しい。
3. 最大仕事率は **39.98%** (検算3.2)：当たっている。
4. 比は **0.624914** (検算3.2)：カルノーの **6** 割強。
5. 達成すると出力ゼロ (観察3.1)：触れる壁である。
6. 材料の量が入らない (検算4.1)：温度が二つあるだけ。
7. 「効率」は五つ (検算5.1)：一つは **1** を超える。
8. 成績係数は **14.6575** (検算5.1)：分母が違う。
9. 実機は上限の **23.88%** (観察5.5)：ヒートポンプでも同じ。
10. 三基準とも「いいえ」 (観察6.3)：二つの上限は別根。

結び：カルノー効率は熱機関の上限として正しく、 $T_h = 833.15 \text{ K}$ ・ $T_c = 300.15 \text{ K}$ で**63.97%**である——そして実機は **40–45%**で、**20** ポイント以上ひらいている。カルノーは間違っていない——実機はそれを超えていないのだから、上限として機能している。だが機能することと、予言することは別である——**0%**も **63.97%** 以下である。当てるのは別の上限である——最大仕事率での効率 $1 - \sqrt{T_c/T_h} = \mathbf{39.98\%}$ 。上限が二つあるのではない。最大化する対象が二つある——効率を最大にすると出力がゼロになるからで、実機は誰もそれを目指していない。差は失敗ではなく、選択である。どちらの上限にも材料の量が一つも入らない——作業流体も熱容量も粘度も現れず、温度が二つあるだけである。そして「効率」と呼ばれる量は五つある——カルノー効率・最大仕事率での効率・第一法則効率・第二法則効率・成績係数であり、成績係数だけが **14.6575** と **1** を超える。分母が違うからで、何にも違反していない。分けるものは一つ——何を最大化するか。論文**300** の判定基準を当てると三つとも「いいえ」が返り、二つの上限は別根である。「正しい」と「役に立つ」は、上限については別

の性質である——正しい上限は破れないことを保証し、役に立つ上限は近いことを保証する。同じ一つの不等式が両方を持つ必要は無い。

参考文献

1. Carnot, S. (1824). *Reflexions sur la puissance motrice du feu*. Paris: Bachelier.
 2. Curzon, F. L. and Ahlborn, B. (1975). Efficiency of a Carnot Engine at Maximum Power Output. *American Journal of Physics*, 43(1).
 3. Novikov, I. I. (1958). The Efficiency of Atomic Power Stations. *Journal of Nuclear Energy*, 7(1-2).
 4. Callen, H. B. (1985). *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*, 2nd edition. New York: Wiley.
 5. Andresen, B. (2011). Current Trends in Finite-Time Thermodynamics. *Angewandte Chemie International Edition*, 50(12).
 6. 山岸勇輝 (2026). 積分因子の存在は、温度を与えない [論文126]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22079437
 7. 山岸勇輝 (2026). $k_B T \ln 2$ のうち、物理は T だけである [論文131]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22080240
 8. 山岸勇輝 (2026). 同じ「 $\leq$ 」が、触れる壁と触れない壁を指している [論文227]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22123129
 9. 山岸勇輝 (2026). 「デーモンの代価」は、五人が五つの場所に置いた [論文248]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22160169
 10. 山岸勇輝 (2026). 「精度」は二つあり、較正で消えるのは一方だけ [論文255]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22168883
 11. 山岸勇輝 (2026). 三百本目の点呼——同根か別根かは、判定できる [論文300]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171914
 12. 山岸勇輝 (2026). 「容量」は、無限長でしか達成できない数である [論文304]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22172081
-

— From thinking to syncing. —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)