

同じ倍率で上げても、高い側では効きが落ちる

— 圧縮比を **1.3333** 倍にすると、**6** からなら効率が **+0.0531** 上がるが、**16** からなら **+0.0359** しか上がらない — 比は **1.480429** 倍で、閉じた式 $(r_2/r_1)^{\gamma-1}$ と厳密に一致する — 効率 **0.70** には圧縮比 **20.2860** が要る — [論文468]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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

2026年9月

— From thinking to syncing. —

要旨

圧縮比を上げれば効率が上がる、と言われる。本稿が示すのは、同じ倍率で上げても、高い側では効きが **1.480429** 分の **1** に落ちることである——そしてその比は、閉じた式で書ける。新しい定理も法則も主張しない。第一に、圧縮比 **8** の理論熱効率は **0.5647** で、既知の値と合う（第2節）。第二に、圧縮比 **20** でも **0.6983** にしかならない（第2節）。第三に、これが本稿の芯である。同じ **1.3333** 倍でも、**6** からは **+0.0531**、**16** からは **+0.0359** で、比は **1.480429** である（第3節）。第四に、その比は閉じた式 $(r_2/r_1)^{\gamma-1}$ と厳密に一致する（第3節）。第五に、効率 **0.70** には圧縮比 **20.2860** が要り、**1000** にしても **0.936904** で **1** に届かない（第3節）。第六に、分離子は「加算で効くか、冪で効くか」である（第4節）。キーワード：オットーサイクル、圧縮比、熱効率、比熱比、内燃機関。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——オットーサイクルの理論熱効率、比熱比、断熱過程はすべて既知である。機関を設計しない——燃焼、点火時期、ノッキング、排出、材料は主題ではない。実際の設計はこれらに強く縛られる。実機の効率を主張しない——摩擦、熱損失、ポンプ損失、不完全燃焼をいずれも含めていない。実際の効率はこれより大きく低い。比熱比を定数とする—— $\gamma = 1.4$ と置いた。実際は温度と組成で変わる。他のサイクルを扱わない——ディーゼル、ミラー、アトキンソン、ブレイトンは主題ではない。既刊との関係：論文467 は足せる量に直すと等間隔でなくなることを示した——そこでも、変換の形が効きを決めた。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——「加算で効く改善」と「冪で効く改善」は、その基準で別根である。論文458 は揚力係数が平方根でしか効かないことを示した——そこでも、指数が直観を裏切った。加えたのは、六つの圧縮比で理論熱効率を出したこと、同じ倍率での効きの比を **1.480429** と出したこと、それが閉じた式と厳密に一致することを二つの起点で確かめたこと、効率 **0.70** に要る圧縮比を **20.2860** と出して閉じた式と照合したこと、分離子を「加算か冪か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：オットーサイクルの理論熱効率は、圧縮比 r と比熱比 γ を用いて

$$\eta(r) = 1 - r^{1-\gamma}$$

で与えられる。以下 $\gamma = 1.4$ とする。

観察 1.1

圧縮比を上げれば効率が上がる、と言われる。 η は r の増加関数である——その部分に嘘はない。

観察 1.2

だが上げ方には二通りある。2 足すのと、1.33 倍するのは違う——どちらの意味で「同じだけ上げる」のかで、答えが変わる。

問い：どこで効きが落ちるのか。

2. 圧縮比 20 でも 0.6983 にしかない

計算 2.1：六つの圧縮比で、理論熱効率を出す。

圧縮比	理論熱効率
6	0.5116
8	0.5647
10	0.6019
12	0.6299
16	0.6701
20	0.6983

観察 2.2

圧縮比 8 の 0.5647 は、既知の値と合う。ガソリン機関の教科書的な数——独立な確認である。

観察 2.3

圧縮比を 6 から 20 へ 3.33 倍にしても、効率は 0.5116 から 0.6983 へしか上がらない。1.36 倍——入力
の伸びに対して、出力の伸びが小さい。

観察 2.4

そして圧縮比 1 で効率はちょうど 0.0000000000000000 である。圧縮しなければ仕事は取れない——式が
正しく置かれていることの確認になる。

3. 効きの比は 1.480429、閉じた式と厳密に一致する

計算 3.1：同じ 1.3333 倍の操作を、二つの起点で行う。

操作	効率の変化	起点の効率
6 → 8	+0.0531	0.5116
16 → 21.33	+0.0359	0.6701

観察 3.2

同じ倍率でも、高い側では 1.480429 分の 1 にしかならない。0.0531 対 0.0359——同じ努力が、3 分の
2 の見返りになる。

観察 3.3

そしてこの比は、閉じた式 $(r_2/r_1)^{\gamma-1}$ と厳密に一致する。 $(16/6)^{0.4} = 1.480429$ ——相対差 10^{-9} 未満
で、数値と式が同じ値に落ちる。

観察 3.4

別の起点でも同じ式が成り立つ。 $9 \rightarrow 12$ と $30 \rightarrow 40$ の比が $(40/12)^{0.4}$ と一致——偶然ではなく、構造である。

観察 3.5

私は最初、この比を「3 倍を超える」と見積もって外した。実測は 1.8845 ($6 \rightarrow 8$ 対 $16 \rightarrow 20$) だった——閾値を実測に合わせるのではなく、閉じた式に書き直すことで、検査が意味を持つようになった。

計算 3.6：効率 0.70 に要る圧縮比を、二分法で求める。

20.2860 である（閉じた式 $0.30^{1/(1-\gamma)}$ と一致）。

観察 3.7

圧縮比を 100 にしても 0.8415、1000 にしても 0.936904 である。1 には有限では届かない—— $r^{1-\gamma}$ がゼロに漸近するだけだからである。

4. 分離子

分離子：加算で効くか、冪で効くか。

観察 4.1

加算で効くなら、どこから上げても同じだけ返る。 $+2$ はいつでも $+2$ ぶん——改善の見積もりが立てやすい。

観察 4.2

冪で効くなら、起点によって返りが変わる。同じ倍率でも $(r_2/r_1)^{\gamma-1}$ の比で落ちる——どこにいるかを言わなければ、効果が決まらない。

観察 4.3

これは論文300の基準で別根である。どちらも「圧縮比を上げる効果」と呼ばれる——一方は操作の量、一方は操作と起点の組の量である。

観察 4.4

論文458と同じ場所にいる。そこでは揚力係数が平方根でしか失速速度に効かなかった——ここでは圧縮比が $\gamma - 1 = 0.4$ 乗でしか効かない。どちらも、指数が直観を裏切る。

観察 4.5

論文467とも重なる。そこでは足せる量に直すと等間隔でなくなった——ここでは対数に直せば加算になるが、元の圧縮比の上では等間隔でない。同じ構造である。

観察 4.6

だから「圧縮比を上げる」という提案には、現在値を添える。6からなのか16からなのかで、見返りが1.48倍違う——同じ言葉が、別の効果を指している。

観察 4.7

正直に言えば——これは理論値であって、実機の効率ではない。摩擦、熱損失、ポンプ損失、不完全燃焼をいずれも含めていない——実際の効率はこれより大きく低い。そして高圧縮比ではノッキングという別の壁が立つ。

5. 点呼と結び

1. 圧縮比 8 で **0.5647** (計算 2.1) : 既知と合う。
2. 圧縮比 20 でも **0.6983** (計算 2.1) : **3.33** 倍で **1.36** 倍。
3. 圧縮比 1 でちょうどゼロ (観察 2.4) : 式の確認。
4. **6 → 8** で **+0.0531** (計算 3.1) : 本稿の芯。

5. **16 → 21.33** で **+0.0359** (計算 3.1) : 同じ倍率で。
6. 比は **1.480429** (観察 3.2) : **3 分の 2** の見返り。
7. 閉じた式と厳密に一致 (観察 3.3) : **(16/6)^{0.4}**。
8. **0.70** には **20.2860** が要る (計算 3.6) : 閉じた式と照合。
9. 分離子は加算か冪か (観察 4.3) : 論文**300** の基準で別根。
10. 理論値であって実機ではない (観察 4.7) : ノッキングという別の壁。

結び : 圧縮比を上げれば効率が上がる、と言われる—— η は r の増加関数だから、その部分に嘘はない。だが上げ方には二通りある。**2** 足すのと **1.33** 倍するのは違い、どちらの意味で「同じだけ上げる」のかで答えが変わる。まず、伸びしろは思ったより小さい——圧縮比 **8** の理論熱効率は **0.5647** で、ガソリン機関の教科書的な数と合う。圧縮比を **6** から **20** へ **3.33** 倍にしても、効率は **0.5116** から **0.6983** へ **1.36** 倍にしかない。入力 of 伸びに対して、出力の伸びが小さい。そして圧縮比 **1** で効率はちょうど **0.0000000000000000** になり、圧縮しなければ仕事が取れないことが式の確認にもなっている。そして効きが、起点で変わる——同じ **1.3333** 倍の操作でも、**6 → 8** では **+0.0531**、**16 → 21.33** では **+0.0359** で、高い側では **1.480429** 分の **1** にしかない。同じ努力が **3 分の 2** の見返りになる。そしてこの比は閉じた式 $(r_2/r_1)^{\gamma-1}$ と厳密に一致する——
 $(16/6)^{0.4} = 1.480429$ で、相対差 10^{-9} 未満。**9 → 12** と **30 → 40** という別の起点でも同じ式が成り立ち、偶然ではなく構造であることが分かる。私は最初この比を「**3** 倍を超える」と見積もって外した。実測は **1.8845** だった。閾値を実測に合わせるのではなく閉じた式に書き直すことで、検査が意味を持つようになった。効率 **0.70** に要る圧縮比は **20.2860** で、閉じた式 $0.30^{1/(1-\gamma)}$ と一致する。そして圧縮比を **100** にしても **0.8415**、**1000** にしても **0.936904** で、**1** には有限では届かない。分けているものは一つ——加算で効くか、冪で効くか。加算で効くならどこから上げて同じだけ返り、**+2** はいつでも **+2** ぶんで、改善の見積もりが立てやすい。冪で効くなら起点によって返りが変わり、同じ倍率でも $(r_2/r_1)^{\gamma-1}$ の比で落ちる。どこにいるかを言わなければ、効果が決まらない。論文**300** の基準で別根であり、一方は操作の量、一方は操作と起点の組の量である。論文**458** と同じ場所にいて、そこでは揚力係数が平方根でしか失速速度に効かなかった。ここでは圧縮比が $\gamma - 1 = 0.4$ 乗でしか効かない。論文**467** とも重なり、そこでは足せる量に直すと等間隔でなくなった。ここでは対数に直せば加算になるが、元の圧縮比の上では等間隔でない。だから「圧縮比を上げる」という提案には現在値を添える——**6** からなのか **16** からなのかで見返りが **1.48** 倍違い、同じ言葉が別の効果を指している。正直に言えば——これは理論値であって実機の効率ではない。摩擦、熱損失、ポンプ損失、不完全燃焼をいずれも含めておらず、実際の効率はこれより大きく低い。そして高圧縮比では、ノッキングという別の壁が立つ。

参考文献

-
1. Otto, N. A. (1877). *Verbesserungen an Gaskraftmaschinen*. Deutsches Reichspatent 532.
 2. Carnot, S. (1824). *Réflexions sur la Puissance Motrice du Feu*. Bachelier.
 3. Heywood, J. B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw-Hill.

4. 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
5. 山岸勇輝 (2026). 『揚力係数を六割上げても、失速速度は二割しか下がらない』 [論文458]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22733085
6. 山岸勇輝 (2026). 『足せる量に直したとき、等間隔でなくなるものがある』 [論文467]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22733318

— *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)