ふたのない鍋では湯気の熱が沸かせる最小の出力に足され、よく保温した器ほどふたが効く

— 水面から逃げる熱は沸点に近づくほど急に増え、100 度での値がそのまま沸かせる最小の出力に加わる —分離子は、逃げる熱が温度差に比例して増えるか、沸点に近づくほど急に増えるか — [論文965]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)
Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan｜山岸勇輝ラボ
2026年9月
YOI: https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/965

— From thinking to syncing. —

要旨

湯を沸かす効率は、器具の種類ではなく出力と逃げる熱の比で決まり、弱い火ほど損が増える（論文883）が、そこでは湯気で逃げる熱とふたを入れなかった。本稿は、883 の水 1 kg を 20 度から 100 度に温める模型に、水面から蒸発して逃げる熱（飽和蒸気の密度はアントワンの式・面積と物質移動の係数は置いた値）を足し、ふたを蒸発を止めるものと置いて、沸かせる最小の出力・時間・電力量を比べる。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、水面から逃げる熱は沸点に近づくほど急に増える。蒸発で逃げる熱は、20 度で 3.113036 W、60 度で 43.616210 W、80 度で 101.751082 W、100 度で **209.656699** W だった（第2節）。 第二に、ふたのない鍋の沸かせる最小の出力には、100 度での蒸発の熱が足される。逃げる熱の係数 1・3・6 W/K で、ふたありは 80・240・480 W、ふたなしは 289.656699・449.656699・689.656699 W だった（第2節）。 第三に、よく保温した器ほど、ふたが効く。沸かせる最小の出力のふたなし÷ふたありは、係数 1・3・6 W/K で **3.620709**・1.873570・1.436785 だった。係数 3 W/K・300 W では、ふたありは 2245.702 秒で沸き、ふたなしは 82.5639 度で止まった（第3節）。 第四に、沸く組でも弱い火ほど電力量の差が大きい。係数 3 W/K で、ふたなし÷ふたありの電力量は 500 W で **1.510276**、3000 W で 1.023265 だった。係数 1 W/K・300 W では沸くまでに 0.129147 kg の水が蒸発した（第3節）。 第五に、分離子は、逃げる熱が温度差に比例して増えるか、沸点に近づくほど急に増えるかである。壁から逃げる熱は温度差に比例し、100 度で係数×80 になる。水面から逃げる熱は飽和蒸気の密度に比例し、60 度から 100 度で 43.616210 W から 209.656699 W に増えた。後者の足し分は器の保温によらない（第4節）。 キーワード：蒸発、ふた、伝熱、飽和蒸気圧、アントワンの式、湯沸かし。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない。水の蒸発が熱を運ぶこと、蒸発の速さが水面の飽和蒸気と空気の蒸気の差に比例すると置く物質移動の式、飽和蒸気圧のアントワンの式、ふたが湯気を止めて早く沸くことは、いずれも伝熱と日常の経験で知られている。置いた値である。水面の面積 0.02 m²、物質移動の係数 0.008 m/s、蒸発の潜熱 2.26×10^6 J/kg（一定）、まわりの空気の湿り 0.5 は本稿で置いた。883 の係数と出力はそのまま使った。どの鍋にもケトルにも対応しない。沸騰そのものを扱わない。沸点の近くで蒸気が空気を押し出す流れ、泡、ふたから逃げる熱、ふたの熱容量は入れない。ふたは蒸発を止めるだけと置いた。勧めない。どの器具やふたを使うべきかは述べない。既刊との関係：論文883 の射程注記は、燃焼と蒸発を入れず、ガスの炎から鍋に熱が移る割合、ふた、湯気で逃げる熱、器そのものの熱容量は入れないと書いた。本稿はそのうちふたと湯気で逃げる熱の席に座る（先客なし）。論文883 は、湯を沸かす効率が出力と逃げる熱の比で決まり、弱い火ほど損が増えることを示した。ここでは、その逃げる熱に温度とともに急に増える湯気の熱を足し、ふたの有無で沸かせる最小の出力がどう変わるかを数える。論文392 は、沸点が物質と圧力の対の性質であることを示し、アントワンの式で 100 度の蒸気圧を 760.0864 mmHg と出した。ここでは同じ式で水面の飽和蒸気の密度を出す。加えたのは、蒸発で逃げる熱を温度ごとに出したこと、沸かせる最小の出力をふたの有無で比べたこと、その比が保温の良い器ほど大きいことを示したこと、電力量と蒸発した水を並べたこと、分離子を「温度差に比例するか、沸点に近づくほど急か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：論文883 と同じく、水 1 kg（熱容量 4186 J/K）を 20 度から 100 度に温める熱は 334880 J で、出力 P と壁から逃げる熱 $h(T-20)$ を置く。本稿は水面から蒸発で逃げる熱を足す。

$$E(T) = L\,\beta\,A\,\big(\rho_s(T) - \phi\,\rho_s(20)\big), \qquad \rho_s(T) = \frac{p_s(T)\,M}{R\,(T+273.15)}$$

飽和蒸気圧 p_s はアントワンの式（mmHg・度）$\log_{10} p_s = 8.07131 - 1730.63/(233.426+T)$ で、100 度で 760.0864 mmHg、20 度で 17.4733 mmHg、飽和蒸気の密度は 100 度で 0.588412、20 度で 0.017218 kg/m³ だった。$A = 0.02$ m²、$\beta = 0.008$ m/s、$L = 2.26 \times 10^6$ J/kg、$\phi = 0.5$ は置いた値である。水の温度 T と質量 m は

$$m\,c\,\frac{dT}{dt} = P - h(T-20) - E(T), \qquad \frac{dm}{dt} = -\frac{E(T)}{L}$$

に従い、ふたありでは $E = 0$ と置く。水が半分を切ったら打ち切る（沸いたとは数えない）。

問い：ふたの有無で、沸かせる最小の出力と、沸くまでの電力量はどれだけ変わるか。

2. 湯気の熱と沸かせる最小の出力

計算 2.1：蒸発で逃げる熱は 20 度 3.113036 W、60 度 43.616210 W、80 度 101.751082 W、100 度 209.656699 W。

計算 2.2：沸かせる最小の出力は、100 度で出力と逃げる熱が釣り合う値で、ふたありは $80h$、ふたなしは $80h + E(100)$ である。

係数 h（W/K）	ふたあり（W）	ふたなし（W）	ふたなし÷ふたあり
1	80.000000	289.656699	**3.620709**
3	240.000000	449.656699	1.873570
6	480.000000	689.656699	1.436785

係数 3 W/K・ふたなしで、式を使わずに加熱の模型で詰めた最小の出力は 449.657 W で、式と 1 W 以内だった。

> **観察 2.3**
>
> 湯気の熱は沸かせる最小の出力にそのまま足される。足し分 209.656699 W は 100 度での蒸発の熱で、壁の係数によらない。壁から逃げる熱が小さい器ほど、足し分の割合は大きくなった。

3. 沸くまでの時間と電力量

計算 3.1：係数 3 W/K での時間（秒）と電力量（kWh）。

出力	ふたあり	ふたなし	蒸発した水（kg）
300 W	2245.702 秒・0.187142	82.5639 度で止まる	なし
500 W	912.445 秒・0.126729	1378.044 秒・0.191395	0.061703
1000 W	382.931 秒・0.106370	419.659 秒・0.116572	0.013649
2000 W	178.370 秒・0.099095	185.044 秒・0.102802	0.005566
3000 W	116.345 秒・0.096954	119.052 秒・0.099210	0.003504

ふたありの時間はすべて 883 の閉じた式と 0.05 秒以内で一致した。ふたなし÷ふたありの電力量は、係数 1 W/K で 300 W 1.963091・500 W 1.208163・1000 W 1.076679・2000 W 1.034103・3000 W 1.021942、係数 3 W/K で 500 W 1.510276・1000 W 1.095914・2000 W 1.037417・3000 W 1.023265、係数 6 W/K で 1000 W 1.154048・2000 W 1.043786・3000 W 1.025577 だった。係数 6 W/K・500 W はふたなしで 83.7519 度、300 W はふたあり

で 70.0000 度、ふたなしで 62.0232 度で止まった。係数 1 W/K・300 W のふたなしは、水の減りを入れると 2548.698 秒（蒸発 0.129147 kg）、水を 1 kg のままにすると 2663.933 秒だった。

> **観察 3.2**
>
> 沸く組でも、弱い火ほどふたの有無の差が大きい。係数 3 W/K で電力量の比は 500 W の 1.510276 から 3000 W の 1.023265 へ下がった。沸かせる最小の出力の近くでは、ふたなしの時間が長くなり、そのあいだ湯気の熱が逃げ続ける。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、逃げる熱が温度差に比例して増えるか、沸点に近づくほど急に増えるかである。壁から逃げる熱は温度差に比例し、100 度で $80h$ になる。水面から逃げる熱は飽和蒸気の密度に比例し、60 度の 43.616210 W から 100 度の 209.656699 W まで増えた。この足し分は壁の係数によらないので、保温の良い器（係数 1 W/K）では沸かせる最小の出力が 3.620709 倍になった。

> **観察 4.2**
>
> 言わないこと。実在の鍋やケトルの値、沸点の近くで蒸気が押し出す流れ、泡、ふたからの熱の逃げ、炎から鍋に熱が移る割合、どの器具を使うべきかは扱わない。示したのは、置いた面積と物質移動の係数で湯気の熱を足した模型で、ふたの有無が沸かせる最小の出力と電力量をどれだけ変えるかである。

5. 点呼と結び

1. 壁と水面の二つの逃げる熱（第1節）：アントワンの式で飽和蒸気。
2. 100 度の蒸発の熱 **209.656699 W**（計算 2.1）：沸点に近づくほど急に増える。
3. 最小の出力の比 **3.620709**・1.873570・1.436785（計算 2.2）：保温が良いほど大きい。
4. 係数 3・300 W でふたなしは 82.5639 度で止まる（計算 3.1）：ふたありは沸く。
5. 電力量の比 **1.510276**（500 W）から 1.023265（3000 W）（計算 3.1）：弱い火ほど差が大きい。
6. 温度差に比例か、沸点に近づくほど急か（観察 4.1）：分離子・論文883 の射程注記。

結び：ふたのない鍋では湯気の熱が沸かせる最小の出力に足され、よく保温した器ほどふたが効く。883 の模型に水面の蒸発を足すと、逃げる熱は 100 度で 209.656699 W になり、沸かせる最小の出力は係数 1・3・6 W/K でふたなしがふたありの 3.620709・1.873570・1.436785 倍になった。係数 3 W/K・300 W では、ふたありは沸き、ふたなしは 82.5639 度で止まった。沸く組でも電力量の比は 500 W で 1.510276 だった。分離子は、逃げる熱が温度差に比例して増えるか、沸点に近づくほど急に増えるかである。既刊との位置：論文883 が壁から逃げる熱だけで数えた効率に、論文883 が入れなかった湯気とふたを入れ、蒸気は論文392 と同じアントワンの式で出した。正直に言えば、面積も物質移動の係数も置いた値で、沸騰の近くの蒸気の流れは入れていない。湯気の熱を足すと、ふたの有無がどこで効くか、そこまでである。

参考文献

1. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2007). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer* (6th ed.). Wiley.
2. 山岸勇輝 (2026).『沸点は物質の性質ではない——物質と圧力の、対の性質である』[論文392]. YOI: https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/392 ・ DOI: 10.5281/zenodo.22699237
3. 山岸勇輝 (2026).『湯を沸かす効率は器具の種類ではなく出力と逃げる熱の比で決まり、弱い火ほど損が増える』[論文883]. YOI: https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/883

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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