煙のほとんどは燃えたものではなく引き込まれた空気で、煙の量を決めるのは天井の高さである

— 出力 **1000** kW の火で燃えている量は **0.076923** kg/s しかないのに、高さ **5** m での上昇流は **9.216677** kg/s — 分離子は、煙の量を決めているのが燃料か、天井の高さか — [論文728]

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

火事の煙は燃えたものだと思われている。質量で数えると、そのほとんどは燃えていない空気である。燃えた量と煙の量を、同じ単位で並べる。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、燃えている量は小さい——出力 1000 kW でも 0.076923 kg/s である（第2節）。 第二に、これが本稿の芯である。煙はその 119.816801 倍ある——高さ 5 m での上昇流は 9.216677 kg/s で、煙の 0.991654 は引き込まれた空気である（第2節）。 第三に、巻き込みは高さで強く効く——5/3 乗なので、天井を倍にすると 3.174802 倍になる（第3節）。 第四に、火の大きさは弱くしか効かない——1/3 乗なので、出力を 4 倍にしても 1.587401 倍にしかならない（第3節）。 第五に、だから煙は速く下がる——床面積 400 m²・天井 5 m の室で、頭の高さまで 80.188721 秒である（第3節）。 第六に、分離子は、煙の量を決めているのが燃料か、天井の高さかである——燃料を減らしても、天井が高ければ煙は増える（第4節）。 キーワード：火災プルーム、巻き込み、煙層の降下、質量流量、天井の高さ、煙の出所。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——上昇流の巻き込み、煙層の降下、火災プルームの質量流量の式は、いずれも標準的である（ズコスキ 1981、ドライスデール 1985）。代表値に精度を主張しない——巻き込みの係数 0.071、対流分 0.7、発熱量 13 MJ/kg、煙の温度 300 ℃ はすべて桁を見るための値である。火の成長を入れない——出力が時間とともに育つことは扱わず、定常の出力で見る。開口を扱わない——排煙設備も、扉や窓からの流出も扱わない。閉じた室として数える。避難を論じない——視認性、毒性、人の動きは扱わない。層が分かれるとする——上の煙層と下の清浄層に分かれるとし、境目が混ざることは扱わない。既刊との関係：論文577 は、火が時間の二乗で育つので同じ一分の遅れの重さが変わることを示した——そこでは火が育つ速さが主題で、時間の側を扱った。ここでは同じ火が作る煙の量を数える。育つ速さと、育った火が満たす体積になる。加えたのは、燃えた量と煙の量の比を 119.816801 倍と出したこと、煙の 0.991654 が空気だと示したこと、高さの 5/3 乗と出力の 1/3 乗を並べたこと、降下時間を 80.188721 秒と出したこと、分離子を「燃料か、天井の高さか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：火の上には上昇流ができ、周りの空気を引き込みながら上がる。高さ z での質量流量は、対流分の出力の 1/3 乗と高さの 5/3 乗で書ける。

$$\dot{m} = C\,\dot{Q}_c^{1/3} z^{5/3}, \qquad \dot{m}_{\text{燃料}} = \frac{\dot{Q}}{\Delta H_c}, \qquad t_{\text{降下}} = \frac{V_{\text{上}}}{\dot{m}/\rho_{\text{煙}}}$$

$C = 0.071$、対流分は全出力の 0.7、発熱量は 13 MJ/kg を代表値として置く。

問い：煙は何でできているのか。

2. 煙は、燃えた量の百倍以上ある

計算 2.1：出力 1000 kW の火について、高さごとの上昇流の質量流量を出した。

高さ	上昇流	燃えている量に対する倍率
2 m	2.001433 kg/s	26.018627
5 m	9.216677 kg/s	119.816801
10 m	29.261126 kg/s	380.394633
20 m	92.898283 kg/s	1207.677682

> **観察 2.2**
>
> これが本稿の芯である。燃えている量は **0.076923 kg/s** しかない。高さ **5 m** での煙はその **119.816801** 倍で、煙の **0.991654** は引き込まれた空気である——煙を「燃えたもの」と読むと、量を二桁見誤る。

> **観察 2.3**
>
> だから「よく燃える物を置かない」だけでは足りない。煙の量を決めているのは、燃料ではなく上昇流が通る高さである——同じ火でも、天井が高ければ煙は増える。

3. 高さは強く効き、火の大きさは弱くしか効かない

計算 **3.1**：二つの指数を比べた。

動かすもの	指数	2 倍または 4 倍にしたときの倍率
高さ	**5/3**	**3.174802**（2 倍）
出力	**1/3**	**1.587401**（4 倍）

> **観察 3.2**
>
> 高さを倍にするほうが、出力を 4 倍にするより効く。**3.174802** 倍 対 **1.587401** 倍である——天井の高さは建物の設計で決まるので、煙の量は火が起きる前に半分決まっている。

計算 **3.3**：煙の温度を **300 ℃**（密度 **0.616028 kg/m³**）として、床面積 **400 m²**・天井 **5 m** の室で煙層が頭の高さ **2 m** まで下がる時間を出した。

量	値
体積の流れ	**14.961450** m³/s
降下する体積	**1200** m³
降下時間	**80.188721** 秒（**1.336479** 分）
その間に燃えた質量	**6.168363** kg
その間に煙になった空気	**732.905178** kg

> **観察 3.4**
>
> **1 分半で頭の高さに届く。その間に燃えたのは 6.168363 kg で、煙になった空気は 732.905178 kg である——「まだ小さい火だ」と見えている時間のうちに、煙は室を満たしている。**

> **観察 3.5**
>
> **熱いほど体積が大きい。300 ℃ の煙は常温の空気より軽いので、同じ質量でも体積が大きくなる——だから降下は、質量ではなく体積で決まる。**

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> **分離子は、煙の量を決めているのが燃料か、天井の高さかである。燃料を減らしても、天井が高ければ煙は増える——煙を「燃えたものの行き先」と読むか「引き込まれた空気の行き先」と読むかで、何を変えれば減るかが変わる。**

> **観察 4.2**
>
> **論文577 と並べる。577 は、火が時間の二乗で育つので同じ一分の遅れの重さが変わることを示した——そこでは時間の側が主題だった。ここでは量の側で、しかもその量の出所が燃料ではない。育つ速さと、満たす体積である。**

> **観察 4.3**
>
> 言わないこと。火の成長も、排煙も、避難も扱わず、四つの代表値は固定した——示したのは、煙の質量の出所と、二つの指数の大小である。

5. 点呼と結び

1. 燃えている量 **0.076923 kg/s**（計算 2.1）：出力 **1000 kW**。
2. 高さ **5 m** で **9.216677 kg/s**（計算 2.1）：上昇流。
3. 比は **119.816801** 倍（観察 2.2）：本稿の芯。
4. 煙の **0.991654** は空気（観察 2.2）：燃えていない。
5. 高さ **20 m** なら **1207.677682** 倍（計算 2.1）：さらに増える。
6. 高さ **2** 倍で **3.174802** 倍（計算 3.1）：**5/3** 乗。
7. 出力 **4** 倍で **1.587401** 倍（計算 3.1）：**1/3** 乗。
8. 降下は **80.188721** 秒（計算 3.3）：**1** 分半。
9. 燃えた **6.168363 kg**（計算 3.3）：空気は **732.905178 kg**。
10. 燃料か、天井の高さか（観察 4.1）：分離子・論文577。

結び：煙のほとんどは燃えたものではなく、上昇流が引き込んだ空気である。だから煙の量を決めているのは天井の高さである。出力 **1000 kW** の火で燃えている量は **0.076923 kg/s** しかないのに、高さ **5 m** での上昇流は **9.216677 kg/s**——**119.816801** 倍で、煙の **0.991654** は引き込まれた空気である——煙を「燃えたもの」と読むと、量を二桁見誤る。そして巻き込みは高さの **5/3** 乗で効くので天井を倍にすれば **3.174802** 倍になるが、出力には **1/3** 乗でしか効かないので出力を **4** 倍にしても **1.587401** 倍にしかならない——天井の高さは建物の設計で決まるので、煙の量は火が起きる前に半分決まっている。床面積 **400 m²**・天井 **5 m** の室では、煙が **300 ℃**・密度 **0.616028 kg/m³** として体積の流れが **14.961450 m³/s** になり、煙層が頭の高さ **2 m** まで下がるのに **80.188721** 秒しかかからない——その間に燃えたのは **6.168363 kg** で、煙になった空気は **732.905178 kg** である。「まだ小さい火だ」と見えている時間のうちに、煙は室を満たしている。分離子は、煙の量を決めているのが燃料か、天井の高さかである——燃料を減らしても、天井が高ければ煙は増える。既刊との位置——論文577 は時間の側を扱った。ここは量の側で、その出所が燃料ではない。正直に言えば——火の成長も排煙も避難も扱わず、四つの代表値は固定した。

参考文献

1. Drysdale, D. (1985). *An Introduction to Fire Dynamics*. Wiley.
2. 山岸勇輝 (2026). 『火は時間の二乗で育つので、同じ一分の遅れの重さが変わる』[論文577]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014319
3. Zukoski, E. E., Kubota, T., & Cetegen, B. (1981). Entrainment in fire plumes. *Fire Safety Journal*.

— 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)