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

— 発熱速度が αt^2 で育つ火で、100 kW で気づいてから 60 秒遅れると、発熱速度はゆっくり育つ火で 1.7551 倍、極めて速い火では 12.9489 倍になる — 指数の成長なら、遅れの重さは気づいた時刻に依らない — [論文577]

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

火災では「一分一秒を争う」と言われる。本稿が示すのは、火が時間の二乗で育つとき、同じ一分の遅れの重さは火の育ち方と、いつ気づいたかで大きく変わり、しかも早く気づいた火ほど、その後の遅れが重いことである。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、育ち方の係数は標準の分類から出る——1055 kW に達するまで 600・300・150・75 秒の四つの火で、$\alpha = 0.002931 \cdot 0.011722 \cdot 0.046889 \cdot 0.187556$ kW/s² である（第2節）。 第二に、同じ 60 秒の遅れが、育ち方で 1.7551 倍から 12.9489 倍まで違う——それまでに出た熱では 2.3252 倍から 46.5962 倍である（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。遅れの重さは $(1 + \Delta t/t_d)^2$ で、気づいた時刻 t_d に依る——50 秒で気づいた火の 60 秒の遅れは 4.840000 倍、400 秒で気づいた火なら 1.322500 倍である（第3節）。 第四に、120 秒で気づいた火が 60 秒遅れると、発熱速度はちょうど 2.250000 倍、出た熱は 3.375000 倍である——$(3/2)^2$ と $(3/2)^3$ である（第3節）。 第五に、育ち方の型が、遅れの性質を変える——100 秒で気づいて 60 秒遅れると、一次の成長で 1.600000 倍、二次で 2.560000 倍、60 秒で e 倍になる指数の成長で 2.718282 倍になり、指数だけは気づいた時刻に依らない（第4節）。 第六に、分離子は、成長が冪か指数か、である——冪なら遅れの重さは「いつ気づいたか」で決まり、指数なら「どれだけ遅れたか」だけで決まる（第5節）。 キーワード：t² 火災、火災の成長、感知の遅れ、発熱速度、スプリンクラー。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——発熱速度が時間の二乗で育つ火の模型も、その成長の分類も標準的である。育つ段階だけを見る——燃え広がりの限界、換気で頭打ちになる段階、燃え尽きは入れていない。気づく点を 100 kW に置いた——感知器が働く発熱速度は、天井の高さや感知器の種類で変わる。本稿の 100 kW は比べるための代表値である。火災の対策を設計しない——感知器やスプリンクラーの選び方、配置、放水の量は扱わない。「何秒以内に」とも書かない。水で奪う熱は、20 度の水が蒸発するまでで見積もった——実際に火を抑えるのに要る水は、水が火に届く割合で大きく変わる。既刊との関係：論文558 は、同じ「一割」が、どの寸法かで 1.4641 倍にも 0.7513 倍にもなることを示した——本稿も「同じ操作が別の結果になる」型だが、変わるのは寸法ではなく、成長曲線のどこで気づいたかである。論文283 は、同じ「二倍にする」が、仕組みで桁違いに違う結果になることを示した——本稿では同じ遅れが、育ち方の型で性質ごと変わる。冪なら気づいた時刻に依り、指数なら依らない。論文300 は同根か別根かが判定できると示した——「火が速いほど遅れが重い」と「早く気づいた火ほど遅れが重い」は、$\Delta t/t_d$ という一つの比から出る同根である。加えたのは、標準の分類から四つの火の係数を出し、同じ 60 秒の遅れの重さを並べたこと、遅れの重さが $(1+\Delta t/t_d)^2$ で気づいた時刻に依ることを示したこと、一次・二次・指数の三つの成長で遅れの性質を比べたこと、分離子を「冪か指数か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：発熱速度が $Q(t)=\alpha t^2$ で育つ火を考える。発熱速度 Q_d で気づくとすると、気づく時刻は $t_d=\sqrt{Q_d/\alpha}$ で、そこから Δt 遅れると

$$\frac{Q(t_d+\Delta t)}{Q(t_d)}=\left(1+\frac{\Delta t}{t_d}\right)^2,\qquad \frac{E(t_d+\Delta t)}{E(t_d)}=\left(1+\frac{\Delta t}{t_d}\right)^3$$

になる。$E=\alpha t^3/3$ はそれまでに出た熱である。

> **観察 1.1**
>
> 火災では「一分一秒を争う」と言われる。その一分がどれだけ重いかは、火がどう育つかで決まる——一分という時間は同じでも、その間に火がどれだけ大きくなるかは同じではない。

問い：同じ 60 秒の遅れは、どの火でも同じ重さか。

2. 育ち方の係数と、同じ遅れ

計算 2.1：1055 kW に達するまでの時間で火を四つに分ける標準の分類から α を出し、100 kW で気づいてから 60 秒遅れた場合を計算した。

育ち方	α（kW/s^2）	100 kW まで	発熱速度	出た熱
遅い（600 秒）	**0.002931**	**184.7247** 秒	**1.7551** 倍	**2.3252** 倍
中（300 秒）	**0.011722**	**92.3624** 秒	**2.7212** 倍	**4.4890** 倍
速い（150 秒）	**0.046889**	**46.1812** 秒	**5.2865** 倍	**12.1548** 倍
極速（75 秒）	**0.187556**	**23.0906** 秒	**12.9489** 倍	**46.5962** 倍

> **観察 2.2**
>
> 同じ 60 秒が、1.7551 倍から 12.9489 倍まで違う。どの行でも αt_d^2 はちょうど 100 kW に戻る（10^{-9}）——極めて速い火は 23.0906 秒で 100 kW に達するので、60 秒はそれまで育ってきた時間の二倍半にあたる。遅い火では 60 秒はそれまでの三分の一にすぎない。

3. いつ気づいたか

計算 3.1：同じ二乗の火で、気づいた時刻 t_d だけを変え、そこから 60 秒遅れた場合を並べた。

気づいた時刻	60 秒遅れたときの発熱速度
50 秒	**4.840000** 倍
100 秒	**2.560000** 倍
200 秒	**1.690000** 倍
400 秒	**1.322500** 倍

> **観察 3.2**
>
> これが本稿の芯である。二乗の成長では、同じ遅れの重さは気づいた時刻に依り、早く気づいた火ほど重い——「早く気づけば安心」ではない。早く気づいたなら、そこから先の一分がいちばん重い。遅れの重さは、遅れた時間を、それまで育ってきた時間で割った比で決まる。

計算 3.3：120 秒で気づいた火が 60 秒遅れると、発熱速度は $(180/120)^2 = \mathbf{2.250000}$ 倍、出た熱は $(3/2)^3 = \mathbf{3.375000}$ 倍である（10^{-12}）。

4. 育ち方の型

計算 4.1：100 秒で気づいて 60 秒遅れた場合を、三つの育ち方で比べた。

育ち方	60 秒遅れたときの発熱速度
一次（$Q \propto t$）	**1.600000** 倍
二次（$Q \propto t^2$）	**2.560000** 倍
指数（60 秒で e 倍）	**2.718282** 倍

> **観察 4.2**
>
> 指数の成長なら、遅れの重さは気づいた時刻に依らない。$e^{\Delta t/\tau}$ には t_d が入っていない——冪の成長では、同じ遅れでも早い時期ほど重い。二乗の火の遅れの重さが時刻に依るのは、成長が冪だからである。

計算 4.3：水で熱を奪う量も見積もった。20 度の水 1 kg が蒸発するまでに奪う熱は **2.591880** MJ で、1 MW を奪うのに毎秒 **0.385820** kg の水が要る。

> **観察 4.4**
>
> 要る水も発熱速度に比例する。60 秒の遅れで発熱速度が 2.25 倍になれば、奪うのに要る水も 2.25 倍になる——遅れは、あとで払う水の量として積み上がる。

5. 分離子

> **観察 5.1**
>
> 分離子は、成長が冪か指数か、である。冪なら遅れの重さは $(1+\Delta t/t_d)^n$ で、いつ気づいたかで決まる——指数なら $e^{\Delta t/\tau}$ で、どれだけ遅れたかだけで決まる。

観察 5.2

論文558 と同じ型で、変わるものが違う。あちらでは、同じ「一割」が、どの寸法かで 1.4641 倍にも 0.7513 倍にもなった——こちらでは、同じ「一分」が、成長曲線のどこで気づいたかで 1.322500 倍にも 4.840000 倍にもなる。

観察 5.3

論文283 と同じ問いの立て方である。あちらでは、同じ「二倍にする」が、仕組みで桁違いに違う結果になった——こちらでは、同じ遅れが育ち方の型で性質ごと変わる。冪なら時刻に依り、指数なら依らない。

観察 5.4

論文300 の基準では同根である。「火が速いほど遅れが重い」と「早く気づいた火ほど遅れが重い」は、どちらも $\Delta t / t_d$ という一つの比から出る——速い火は t_d が短く、早く気づいた火も t_d が短い。

観察 5.5

言わないこと。火災の対策を設計しない。「何秒以内に」とも書かない——示したのは、一分の重さが一つの数ではなく、火の育ち方と、いつ気づいたかの比で決まるということである。

6. 点呼と結び

1. 四つの火の α（計算 2.1）：**0.002931** から **0.187556** kW/s^2。
2. 同じ 60 秒で **1.7551** 倍から **12.9489** 倍（計算 2.1）：育ち方で違う。
3. 出た熱では **2.3252** 倍から **46.5962** 倍（計算 2.1）：三乗で効く。
4. 50 秒で気づくと **4.840000** 倍、400 秒なら **1.322500** 倍（計算 3.1）：本稿の芯。
5. 120 秒で気づいて 60 秒遅れると **2.250000** 倍（計算 3.3）：出た熱は **3.375000** 倍。
6. 一次 **1.600000**・二次 **2.560000**・指数 **2.718282** 倍（計算 4.1）：型で性質が変わる。
7. 指数だけは気づいた時刻に依らない（観察 4.2）：t_d が式に入らない。
8. **1 MW** に毎秒 **0.385820** kg の水（計算 4.3）：要る水も比例する。

9. 分離子は冪か指数か（観察 5.1）：いつ気づいたか、か、どれだけ遅れたか、か。
10. 論文558 と同じ型（観察 5.2）：変わるのは寸法ではなく曲線の位置。

結び：火災では「一分一秒を争う」と言われる。ところが同じ一分の重さは、火の育ち方と、いつ気づいたかで大きく変わる——発熱速度が αt^2 で育つ火を、1055 kW に達するまでの時間で四つに分けると、α は **0.002931** から **0.187556** kW/s² まで開く。100 kW で気づいてから 60 秒遅れると、発熱速度はゆっくり育つ火で **1.7551** 倍、極めて速い火で **12.9489** 倍になり、それまでに出た熱では **2.3252** 倍から **46.5962** 倍になる。遅れの重さは $(1+\Delta t/t_d)^2$ で、早く気づいた火ほど、その後の遅れが重い——50 秒で気づいた火の 60 秒の遅れは **4.840000** 倍、400 秒で気づいた火なら **1.322500** 倍である。120 秒で気づいた火なら発熱速度はちょうど **2.250000** 倍、出た熱は **3.375000** 倍で、奪うのに要る水も同じだけ増える。1 MW を奪うには毎秒 **0.385820** kg の水が要る。一次の成長なら **1.600000** 倍、二次なら **2.560000** 倍、指数なら **2.718282** 倍で、指数だけは気づいた時刻に依らない。分離子は、成長が冪か指数か、である——冪なら遅れの重さはいつ気づいたかで決まり、指数ならどれだけ遅れたかだけで決まる。論文300 の基準で、「速い火ほど重い」と「早く気づいた火ほど重い」は $\Delta t/t_d$ という一つの比から出る同根である。既刊との位置——論文558 の同じ一割が寸法で別の倍率になったように、同じ一分が曲線のどこにいるかで別の倍率になる。論文283 の同じ二倍が仕組みで桁違いに違ったように、同じ遅れが育ち方の型で性質ごと変わる。正直に言えば——育つ段階だけを見て、燃え広がりの限界も換気の頭打ちも燃え尽きも入れていない。気づく点の 100 kW は代表値で、感知器もスプリンクラーも設計していない。水の見積もりは蒸発までの熱で、水が火に届く割合は入れていない。そして「何秒以内に」とは書かない——示したのは、一分の重さが一つの数ではないということである。

参考文献

1. Drysdale, D. (2011). *An Introduction to Fire Dynamics* (3rd ed.). Wiley.
2. Hurley, M. J. (Ed.) (2016). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (5th ed.). Springer.
3. Karlsson, B., & Quintiere, J. G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. CRC Press.
4. 山岸勇輝 (2026).『同じ「Q を二倍にする」が、5.69×10^{18} 倍と 32 倍と 8 倍になる』[論文283]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171127
5. 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
6. 山岸勇輝 (2026).『同じ「一割」が、どの寸法かで 1.4641 倍にも 0.7513 倍にもなる』[論文558]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014230

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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