スプリンクラーの遅れは部品の定数ではない。火が育つほど気流が速くなり、遅れそのものが縮む

— RTI が **7.142857** 倍違う二つの感知部でも、作動時刻は **1.742604** 倍しか違わない——時定数は天井流の速さの平方根で割られ、火が育つと縮む — 分離子は、時定数を決めているのが RTI だけか、天井流の速さとの組か — [論文739]

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

スプリンクラーの感知部には、熱の伝わりにくさを表す応答時間指数（RTI）が付いている。それは部品の数だが、遅れはその数だけでは決まらない。RTI の違いが、作動の時刻と火の大きさにどれだけ写るかを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、速い感知部は **104.780000** 秒で作動する——RTI 35 で、そのときの火は **514.907990** kW（第2節）。 第二に、遅い感知部は **182.590000** 秒で作動する——RTI 250 で、そのときの火は **1563.604170** kW（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。RTI の比がそのまま写らない——RTI は **7.142857** 倍違うのに、作動時刻は **1.742604** 倍、火は **3.036667** 倍しか違わない（第2節）。 第四に、遅れそのものが火で縮む——時定数は RTI を天井流の速さの平方根で割った値で、作動時の時定数の比は **5.935707** にとどまる（第3節）。 第五に、遅れの無い極限が底にある——天井流が作動温度に達する **76.844668** 秒・**276.949331** kW より早くは作動できない（第3節）。 第六に、分離子は、時定数を決めているのが RTI だけか、天井流の速さとの組かである——部品の数を比べても、作動の比は出てこない（第4節）。 キーワード：スプリンクラー、応答時間指数、天井流、t^2 火災、作動時刻、時定数。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——感知部の熱応答の式、応答時間指数、天井流の温度と速さの相関、t^2 火災は、いずれも既知である（アルパート 1972、ドライスデール 1985）。相関の値を主張しない——天井流の相関は準定常の代表式であり、実在の室の値を主張しない。熱の逃げを入れない——感知部から配管への伝導は入れない。放水を扱わない——作動のあとの放水、冷却、消火は扱わず、作動までで止める。代表値に精度を主張しない——作動温度 68 ℃、成長係数、天井の高さ、水平距離は比べるための値である。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——その射程注記は「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」と明記していた。そこでは遅れを与えられた量として置いた。ここではその遅れ自体が火と組んで決まり、火が育つほど縮むことを示す。遅れの重さと、遅れの大きさになる。加えたのは、RTI ごとの作動時刻と火を並べたこと、RTI の比が作動の比に写らないことを示したこと、作動時の時定数の比を 5.935707 と出したこと、遅れの無い極限への収束を確かめたこと、分離子を「RTI だけか、天井流との組か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：感知部の温度 T_L は、天井流の温度 T_g に向かって、天井流の速さ u の平方根に比例する速さで近づく。火は $Q = \alpha t^2$ で育つ。

$$\frac{dT_L}{dt} = \frac{\sqrt{u}}{\mathrm{RTI}}\,(T_g - T_L), \qquad \tau = \frac{\mathrm{RTI}}{\sqrt{u}}, \qquad Q = \alpha t^2$$

天井 3 m・水平距離 2 m・周囲 293.15 K・作動 341.15 K・$\alpha = 0.0469$ kW/s² を置き、T_g と u はアルパートの相関から出す。

問い：RTI が 7 倍違えば、作動も 7 倍遅れるのか。

2. RTI の比は、作動の比に写らない

計算 2.1：RTI ごとに、作動の時刻、そのときの火、そのときの時定数を出した。

RTI	作動時刻	そのときの火	そのときの時定数
35	104.780000 秒	514.907990 kW	28.395182 秒
50	113.950000 秒	608.977857 kW	39.445848 秒
100	137.530000 秒	887.090092 kW	74.097506 秒
250	182.590000 秒	1563.604170 kW	168.545470 秒

> **観察 2.2**
>
> これが本稿の芯である。**RTI** は **7.142857** 倍違うのに、作動時刻は **1.742604** 倍しか違わない。そのときの火の比は **3.036667** である——部品の数の比が、そのまま結果の比にはならない。

> **観察 2.3**
>
> 火の比は、作動時刻の比のちょうど二乗である。t^2 で育つので、差は 4.441×10^{-16} に収まる——時刻の **1.742604** 倍が、火では **3.036667** 倍に広がる。

3. 遅れそのものが、火で縮む

> **観察 3.1**
>
> 時定数は部品の定数ではない。**RTI** を天井流の速さの平方根で割った値で、火が育つと天井流が速くなって縮む——作動時の時定数の比は **5.935707** で、**RTI** の比 **7.142857** より小さい。

> **観察 3.2**
>
> 遅い感知部ほど、大きい火で作動する。大きい火は速い天井流を作り、自分の遅れを縮める——遅い部品を、育った火が助けている。

計算 3.3：遅れの無い極限と、そこへの近づき方を出した。

条件	作動時刻
遅れの無い極限（天井流が作動温度に達する）	**76.844668** 秒（火 **276.949331** kW）
RTI **2**	**78.637000** 秒（極限との差 **1.792332** 秒）
RTI **0.5**	**77.294000** 秒（差 **0.449332** 秒）

観察 3.4

どれほど速い感知部でも、**76.844668** 秒より早くは作動できない。その底は部品ではなく、天井流の温度が決めている——**RTI** を小さくすると、差は **1.792332** 秒から **0.449332** 秒へ縮む。

観察 3.5

計算の刻みには頼っていない。刻み幅を半分にしても、**RTI 35** の作動時刻の相対差は 3.770×10^{-13} である——出てきた比は、数値の都合ではない。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、時定数を決めているのが **RTI** だけか、天井流の速さとの組かである。後者なので、部品の数を比べても作動の比は出てこない——「**RTI** が **7** 倍なら **7** 倍遅い」は、天井流が一定のときだけ正しい。

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、スプリンクラーの選び方は扱わないと明記した——そこでは遅れを与えられた量として置いた。ここではその遅れ自体が火と組んで決まる。遅れの重さと、遅れの大きさである。

観察 4.3

言わないこと。相関の実在の値も、配管への熱の逃げも、放水も扱わず、四つの代表値は固定した——示したのは、部品の数と作動の比のあいだに火が挟まっていることである。

5. 点呼と結び

1. **RTI 35** で **104.780000** 秒（計算 2.1）：火 **514.907990** kW。

2. **RTI 250 で 182.590000 秒**（計算 2.1）：**火 1563.604170 kW**。
3. **RTI の比 7.142857**（観察 2.2）：**部品の比**。
4. **作動時刻の比 1.742604**（観察 2.2）：**本稿の芯**。
5. **火の比 3.036667**（観察 2.3）：**時刻の比の二乗**。
6. **時定数の比 5.935707**（観察 3.1）：**遅れが縮む**。
7. **極限 76.844668 秒**（計算 3.3）：**底は天井流**。
8. **そのときの火 276.949331 kW**（計算 3.3）：**遅れ無しでも**。
9. **RTI 0.5 で差 0.449332 秒**（計算 3.3）：**極限へ近づく**。
10. **RTI だけか、天井流との組か**（観察 4.1）：**分離子・論文577**。

結び：スプリンクラーの遅れは部品の定数ではない。火が育つほど気流が速くなり、遅れそのものが縮む。天井 3 m・水平距離 2 m の t^2 火災で、RTI 35 の感知部は 104.780000 秒・火 514.907990 kW で作動し、RTI 250 は 182.590000 秒・1563.604170 kW で作動する——RTI は 7.142857 倍違うのに、作動時刻は 1.742604 倍、火は 3.036667 倍しか違わない。時定数は RTI を天井流の速さの平方根で割った値で、火が育つと天井流が速くなって縮むので、作動時の時定数の比も 5.935707 にとどまる——遅い感知部ほど大きい火で作動し、その大きい火が自分の遅れを縮めている。どれほど速い感知部でも、天井流が作動温度に達する 76.844668 秒・276.949331 kW より早くは作動できず、RTI を 2 から 0.5 に下げると差は 1.792332 秒から 0.449332 秒へ縮む。刻み幅を半分にしても作動時刻の相対差は 3.770×10^{-13} で、比は数値の都合ではない。分離子は、時定数を決めているのが RTI だけか、天井流の速さとの組かである——「RTI が 7 倍なら 7 倍遅い」は、天井流が一定のときだけ正しい。既刊との位置——論文577 は遅れを与えられた量として重さを数えた。ここは遅れの大きさそのものを数える。正直に言えば——相関の実在の値も配管への熱の逃げも放水も扱わず、代表値は固定した。

参考文献

1. Alpert, R. L. (1972). Calculation of response time of ceiling-mounted fire detectors. *Fire Technology*.
2. Drysdale, D. (1985). *An Introduction to Fire Dynamics*. Wiley.
3. 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

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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