

速さで到着を読む踏切の警報は、加速して出る列車で 30 秒に足りず、減速して止まる列車で長くなる

— 一定の速さなら二つの方式はどちらも 30 秒以上を保つが、加速する列車では速さで読む方式だけが 22.840 秒まで短くなった — 分離子は、到着をいまの速さで読むか、通った位置で読むか — [論文 969]

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/969>

— *From thinking to syncing.* —

要旨

踏切の警報を列車が決まった地点を過ぎたときに始めると、遅い列車ほど長く閉まる。列車の速さから到着を予測して一定の時間前に始める方式では、遅い列車でも閉まる時間が短くなる（論文894）。そこでは列車は一定の速さで走るとした。本稿は、894 の踏切（警報 30 秒・最高速度 130 km/h）に、手前の駅から加速して出る列車と、踏切の先の駅に止まるため減速する列車を入れ、二つの方式の実際の警報の長さを比べる。新しい定理も法則も主張しない。第一に、一定の速さでは、速さで読む方式の警報は 30 秒ちょうどである。60 km/h と 130 km/h で、速さで読む警報はどちらも 30.000 秒、距離で起動する警報は 60 km/h で 65.000 秒だった（第2節）。第二に、加速して出る列車では、速さで読む警報が 30 秒に足りない。手前 1100 m の駅から加速 1.0 m/s² で出る列車では、速さで読む警報は 22.840 秒、距離で起動する警報は 42.744 秒だった。起動点までに 130 km/h に届かない 8 組のすべてで、速さで読む警報は 30 秒より短かった（第3節）。第三に、起動点より手前から減速する列車では、速さで読む警報が長くなる。踏切の先 250 m の駅に 0.3 m/s² で止まる列車では、速さで読む警報は 39.837 秒、距離で起動する警報は 53.455 秒だった。起動点を過ぎてから減速を始める列車では、二つの方式は同じだった（第4節）。第四に、距離で起動する方式は、どの列車でも 30 秒を下回らなかった。一定・加速・減速のすべての列車で、距離で起動する警報は 30 秒以上だった。速さが 130 km/h を超えないかぎり、起動点から踏切まで 30 秒より早くは着けない（第3節）。第五に、分離子は、到着をいまの速さで読むか、通った位置で読むかである。いまの速さで読むと、加速する列車は着くのが予測より早く、減速する列車は遅い。通った位置で読むと、速さの上限だけが警報の短さを限る（第5節）。キーワード：踏切、警報、加速度、到着の予測、鉄道、等加速度運動。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない。踏切の警報を決まった地点で始める方式と列車の速さから到着を予測して始める方式があること、加速や減速で到着の予測がずれること、等加速度の運動の式は、いずれも鉄道と力学で知られている。置いた値である。警報 30 秒・最高速度 130 km/h・列車の長さ 200 m は 894 のモデルの値で、駅の位置（踏切の手前 1100～2500 m・先 250 m と 600 m）、加速度 $0.5 \sim 1.0 \text{ m/s}^2$ 、減速度 $0.2 \sim 1.0 \text{ m/s}^2$ は本稿で置いた。どの踏切にも列車にも対応しない。実際の制御を扱わない。加速や減速を見込んで予測を直す仕組み、列車の検知の間隔、二本の列車が続けて来ること、踏切の手前で止まる列車は扱わない。選ぶべき方式を論じない。どちらの方式を使うべきか、何秒の警報が要るかは述べない。既刊との関係：論文894 の射程注記は、列車は一定の速さで走るとし、加速や減速、途中で止まること、二本の列車が続けて来ることは入れないと書いた。本稿はそのうち加速や減速の席に座る（先客なし）。論文894 は、踏切の起動点を距離で決めると長く閉まるのは速い列車ではなく遅い列車のときであり、速さから到着を予測すると遅い列車でも閉まる時間が短くなることを示した。ここでは、速さが変わる列車で、速さから予測する方式の警報が 30 秒からどれだけずれるかを数える。加えたのは、加速して出る列車を駅の位置ごとに数えたこと、減速して止まる列車を数えたこと、予測の警報を式で確かめたこと、距離で起動する方式が 30 秒を下回らないと確かめたこと、分離子を「いまの速さか、通った位置か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：論文894 と同じく、警報 $T = 30$ 秒、最高速度 130 km/h、起動点は踏切の手前 $D = 1083.333333 \text{ m}$ 、列車の長さ 200 m とする。踏切を 0、先頭の位置を y （手前が負）、速さを v とし、0.001 秒刻みで追う。二つの方式は

$$\text{距離で起動： } y \geq -D, \quad \text{速さで読む： } \frac{-y}{v} \leq T$$

が初めて成り立った時刻に警報を始める。警報の長さは先頭が踏切に着くまで、閉まる長さは最後尾が抜けるまでとする。加速する列車は手前の駅に止まっていて、一定の加速度で 130 km/h まで上がる。減速する列車は 130 km/h から、先頭が踏切の先の駅で止まるように一定の減速度でブレーキをかける。

問い：速さが変わる列車で、二つの方式の警報はどれだけの長さになるか。

2. 一定の速さ

計算 2.1：一定の速さ 60 km/h で、距離で起動の警報 65.000 秒・閉まる 77.000 秒、速さで読む警報 30.000 秒・閉まる 42.000 秒。130 km/h では二つとも警報 30.000 秒・閉まる 35.539 秒。60 km/h の閉まる時間は 894 の式と 0.01 秒以内だった。

観察 2.2

一定の速さでは、速さで読む警報はいつも 30 秒である。速さが変わらなければ、いまの速さで読んだ到着は実際の到着と同じになる。距離で起動する警報は、遅い列車ほど長くなる（894）。

3. 加速して出る列車

計算 3.1：手前の駅から加速して出る列車の警報（秒）。加速 0.5 m/s^2 で 130 km/h に届く距離は 1304.012 m 、 1.0 m/s^2 で 652.006 m 。

駅の位置（手前）	加速度	踏切での速さ	距離で起動	速さで読む
1100 m	0.5	119.399 km/h	58.168	23.531
1200 m	0.5	124.709 km/h	47.680	23.784
1500 m	0.5	130.000 km/h	36.825	24.583
1800 m	0.5	130.000 km/h	32.416	25.957
2200 m	0.5	130.000 km/h	30.201	28.546
1100 m	1.0	130.000 km/h	42.744	22.840
1200 m	1.0	130.000 km/h	36.011	23.841
1500 m	1.0	130.000 km/h	30.727	27.145

起動点までに 130 km/h に届く 4 組（加速 0.5 の 2500 m 、 1.0 の $1800 \cdot 2200 \cdot 2500 \text{ m}$ ）は、二つの方式とも警報 30.000 秒だった。届かない 8 組のすべてで速さで読む警報は 30 秒より短く、最短は 22.840 秒だった。手前 $1500 \text{ m} \cdot$ 加速 1.0 で、予測が成り立つ位置 $-973.499 \text{ m} \cdot$ 速さ 32.450 m/s から等加速度の式で着くまでの時間を解くと 27.144 秒で、刻んだ値 27.145 秒と 0.01 秒以内だった。

観察 3.2

加速する列車では、速さで読む警報が 30 秒に足りない。予測したときの速さより、そのあと速くなるので、着くのが予測より早い。駅が起動点に近いほど、予測のときの速さが小さく、足りない分が大きかった（加速 1.0 で 1100 m の 22.840 秒から 1500 m の 27.145 秒）。

4. 減速して止まる列車

計算 4.1：踏切の先の駅に止まるため 130 km/h から減速する列車の警報と閉まる時間（秒）。

駅（先）・減速 度	減速の始まり（手前）	踏切での速 さ	距離で起動 警報・閉ま る	速さで読む 警報・閉ま る
250 m・0.2	3010.031 m	36.002 km/h	65.468・93.104	38.309・65.945
250 m・0.3	1923.354 m	44.092 km/h	53.455・76.019	39.837・62.401
600 m・0.3	1573.354 m	68.306 km/h	42.689・54.294	36.755・48.360
250 m・0.5	1054.012 m	56.924 km/h	41.410・58.888	41.410・58.888
600 m・1.0	52.006 m	124.704 km/h	30.030・36.386	30.030・36.386

観察 4.2

起動点より手前から減速する列車では、速さで読む警報が長くなる。減速を起動点より手前で始める 3 組のすべてで、速さで読む警報は 30 秒より長く、距離で起動する警報よりは短かった。起動点を過ぎてから減速を始める 2 組では、どちらの方式も 130 km/h のときに警報を始めるので同じになった。

5. 分離子

観察 5.1

分離子は、到着をいまの速さで読むか、通った位置で読むかである。いまの速さで読むと、あとで速くなる列車は予測より早く着き（最短 22.840 秒）、あとで遅くなる列車は予測より遅く着く（39.837 秒など）：通った位置で読むと、警報の短さを限るのは速さの上限だけで、一定・加速・減速のすべての列車で 30 秒を下回らなかった。

観察 5.2

言わないこと。実在の踏切の制御、加速を見込む補正、検知の間隔、続けて来る列車、踏切の手前で止まる列車、どちらの方式を使うべきかは扱わない。示したのは、一定の加速度と減速度のモデルで、速さで読む方式の警報が 30 秒からどちらの向きにどれだけずれるかである。

6. 点呼と結び

1. 二つの方式の始まりの条件（第1節）：位置か、位置÷速さか。
2. 一定の速さで 30.000 秒（計算 2.1）：速さで読む方式。
3. 加速して出る列車で 22.840 秒（計算 3.1）：届かない 8 組すべてで 30 秒より短い。
4. 減速して止まる列車で 39.837 秒（計算 4.1）：手前から減速すると長い。
5. 距離で起動は 30 秒を下回らない（計算 3.1・4.1）：速さの上限が限る。
6. いまの速さか、通った位置か（観察 5.1）：分離子・論文894 の射程注記。

結び：速さで到着を読む踏切の警報は、加速して出る列車で 30 秒に足りず、減速して止まる列車で長くなる。894 の踏切で、一定の速さなら速さで読む警報は 30.000 秒だが、手前 1100 m の駅から加速 1.0 m/s^2 で出る列車では 22.840 秒、踏切の先 250 m の駅に 0.3 m/s^2 で止まる列車では 39.837 秒だった。距離で起動する警報は、どの列車でも 30 秒を下回らなかった。分離子は、到着をいまの速さで読むか、通った位置で読むかである。既刊との位置：論文894 が一定の速さで比べた二つの方式を、論文894 が入れなかった加速と減速で比べた。正直に言えば、実際の踏切には予測を直す仕組みもある。一定の加速度で動く列車で、いまの速さで読むと警報がどちらにどれだけずれるか、そこまでである。

参考文献

1. 山岸勇輝 (2026). 『踏切の起動点を距離で決めると、長く閉まるのは速い列車ではなく遅い列車のときである』[論文 894]. YOI: <https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/894>

— 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)