広げた効きは 1 か 0 のどちらかで、途中が無い

— 五つの工程の能力を足すと毎時 **650** 個になるが、全体の能力は最小の **80** 個、和の **0.1231** 倍である — **80** から **250** まで通した平均の効きは **0.1176** にすぎない — [論文550]

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

全体の能力は各工程の能力から決まる。本稿が示すのは、その決まり方が和でも平均でもなく最小であること、そして最小を広げたときの効きが 1 から 0 へ階段状に落ちることである。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、全体は最小に一致する——五工程の能力 80・150・120・100・200 に対し、全体は 80 個毎時である（第2節）。 第二に、和とは桁が違う——和は 650 で、全体はその 0.1231 倍にすぎない（第2節）。 第三に、最小以外の工程は必ず遊ぶ——稼働率は 1.0000・0.8000・0.6667・0.5333・0.4000 で、遊んでいるのが正常である（第2節）。 第四に、これが本稿の芯である。広げた効きに途中が無い——80 から 100 までは 1.0000、100 を越えると 0.0000 で、間の値を取らない（第3節）。 第五に、通した平均は小さい——80 から 250 まで広げても、平均の効きは 0.1176 である（第3節）。 第六に、分離子は、すべての品が全工程を通るかどうかである——迂回できるなら和のほうが正しくなる（第4節）。 キーワード：ボトルネック、制約理論、直列工程、能力の最小、工場物理。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——直列工程の能力が最小で決まることは標準的である。工場の改善を勧めない——どこに投資すべきかは述べない。広げたときに何が起きるかだけを見る。ばらつきと在庫を入れない——各工程の能力は定数とした。揺らぎがあれば全体は最小より下がる。段取り替えや故障を扱わない——可用率は 1 としてある。費用を論じない——広げるのにいくらかかるかは主題ではない。「遊んでいる工程は無駄だ」とは書かない——直列である限り、最小以外が遊ぶのは避けられない。既刊との関係：論文477 は効かない投入を続けているあいだ律速はそこにいないと示した——あちらは律速がどこにあるかの見分けを扱い、本稿は律速を広げたときの効きが階段になることを扱う。あちらは場所、こちらは効きの形である。論文194 は四つの平均が一つの族であり等号の柵が一つしかないと示した——最小はその族の端（べき $-\infty$ の極限）にあたり、全体の能力がそこに落ちる。論文300 は同根か別根かが判定できると示した——「全体は最小である」と「効きが階段になる」は別根である。加えたのは、和との比を **0.1231** と測ったこと、稼働率を五工程ぶん並べて「遊んでいるのが正常」を数で示したこと、効きが **1.0000** から **0.0000** へ 12 桁で切り替わることを境目の両側で確かめたこと、通した平均を **0.1176** と測ったこと、分離子を「全品が全工程を通るか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：五つの工程が直列に並んでいる。品はすべての工程を順に通る。工程 i の能力を c_i（個毎時）とすると、全体の能力は

$$C = \min_i c_i$$

である。

> **観察 1.1**
>
> この式は和を取らない。五つの能力を持ち寄っても足し合わされない——一つだけが選ばれ、残りは捨てられる。

> **観察 1.2**
>
> 平均でもない。論文194 の言う四つの平均のどれでもなく、その族の端にある——最小はべき平均の指数を $-\infty$ に飛ばした極限である。全体の能力は、平均の族の一番外側に落ちる。

問い：一番狭い工程を広げると、全体はどれだけ増えるか。

2. 全体は最小で決まる

計算 2.1：五工程の能力を置いた。

工程	能力（個毎時）	稼働率
加工	**80**	**1.0000**
塗装	**100**	**0.8000**
組立	**120**	**0.6667**
検査	**150**	**0.5333**
梱包	**200**	**0.4000**
和	**650**	—
全体の能力	**80**	—
和との比	**0.1231**	—

> **観察 2.2**
>
> 全体は最小に一致する。80——足した 650 とは桁が違い、比は **0.1231** である。

> **観察 2.3**
>
> 最小の工程だけが稼働率 1 である。他の四つは 1 を下回る——梱包にいたっては **0.4000** で、六割は手が空いている。

> **観察 2.4**
>
> 遊んでいるのが正常である。梱包を止めて稼働率を上げても、全体は増えない——直列である限り、最小以外が遊ぶのは避けられない。稼働率を全工程で上げようとすると、増えるのは在庫だけである。

> **観察 2.5**
>
> 和が意味を持つ場面は別にある。五つが並列で、品がどれか一つを通ればよいなら、全体は 650 になる——同じ五つの数から、直列なら 80、並列なら 650 が出る。8.1 倍以上の差が、配置だけで生じる。

3. 広げた効きに、途中が無い

計算 3.1：一番狭い加工だけを広げていった。

加工の能力	全体の能力	その区間の効き
80	80	—
90	90	**1.0000**
100	100	**1.0000**
120	100	**0.0000**
150	100	**0.0000**
250	100	**0.0000**

> **観察 3.2**
>
> これが本稿の芯である。効きは **1.0000** か **0.0000** のどちらかで、間の値を取らない——どちらも 12 桁で確かめた。境目の両側を見ている。

> **観察 3.3**
>
> 切り替わる場所は、二番目に狭い工程である。塗装の 100 を越えた瞬間に 0 になる——律速が加工から塗装へ移ったからで、加工をそれ以上広げても塗装が通さない。

観察 3.4

通した平均は小さい。80 から 250 まで 170 広げて、全体は 20 しか増えない（平均の効き **0.1176**）——0.1 より大きく 0.2 より小さい。先に「3 割は効く」と置いていたら外れていた。

観察 3.5

論文477 とは問うている場所が違う。あちらは律速がどこにあるかの見分けを扱った——本稿は、律速だと分かっている場所を広げたときの効きの形を扱う。あちらは場所、こちらは階段である。

観察 3.6

階段であることの帰結。「半分だけ効く」区間が存在しない——改善の効果を線形に見積もると、境目の手前では過小に、越えたあとでは過大に外す。外れ方が両方向にある。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、すべての品が全工程を通るかどうかである。通るなら最小、迂回できるなら和——同じ五つの数から 80 と 650 が出る。決めているのは能力ではなく配置である。

観察 4.2

第二の分離子は、能力が定数かどうかである。各工程が揺らぐと、全体は最小より下がる——最小に一致するのは、揺らぎも在庫切れも無いときに限る。本稿はその理想の側だけを見ている。

観察 4.3

論文300 の基準で別根である。「全体は最小である」は直列という持ち物を要る——「効きが階段になる」は最小が別の工程へ移るという別の持ち物を要る。工程が一つしかなければ前者だけが残り、階段は現れない。

> **観察 4.4**
>
> 言わないこと。「遊んでいる工程は無駄だ」とは書かない——直列である限り遊びは避けられず、それを消そうとすると在庫が増える。

5. 点呼と結び

1. 全体の能力 **80** 個毎時（計算 2.1）：最小に一致。
2. 和は **650**（計算 2.1）：比 **0.1231**。
3. 加工の稼働率 **1.0000**（計算 2.1）：最小だけが埋まる。
4. 梱包の稼働率 **0.4000**（計算 2.1）：六割は手が空く。
5. **80** から **100** までの効き **1.0000**（計算 3.1）：**12** 桁。
6. **100** を越えた効き **0.0000**（計算 3.1）：**12** 桁・境目の反対側。
7. 通した平均の効き **0.1176**（観察 3.4）：実測してから挟んだ。
8. 並列なら **650**（観察 2.5）：配置だけで **8.1** 倍以上。
9. 分離子は全品が全工程を通るか（観察 4.1）：最小か和か。
10. 第二の分離子は能力が定数か（観察 4.2）：揺らげば最小より下がる。

結び：全体の能力は各工程の能力から決まる。ただしその決まり方は和でも平均でもなく、最小である——五工程の能力 80・100・120・150・200 を足すと 650 になるが、直列であれば全体は **80** 個毎時で、和の **0.1231** 倍にすぎない。論文194 の言う四つの平均のどれでもなく、その族の端——べき平均の指数を $-\infty$ に飛ばした極限——に落ちる。結果として最小の工程だけが稼働率 **1.0000** になり、梱包は **0.4000** で六割の手が空く。直列である限りこれは避けられず、全工程の稼働率を上げようとすると増えるのは在庫だけである。そして一番狭い工程を広げたときの効きには、途中が無い——80 から 100 までは効きがちょうど **1.0000**、二番目に狭い塗装の 100 を越えた瞬間にちょうど **0.0000** になり、間の値を取らない。どちらも 12 桁で、境目の両側から確かめた。律速が加工から塗装へ移るためで、80 から 250 まで 170 広げても全体は 20 しか増えず、通した平均の効きは **0.1176** である。「3 割は効く」と先に置いていたら外れていた。階段であることの帰結として、改善の効果を線形に見積もると境目の手前では過小に、越えたあとでは過大に外す。分離子は、すべての品が全工程を通るかどうかである——通るなら最小、迂回できるなら和で、同じ五つの数から **80** と 650 が出る。決めているのは能力ではなく配置である。第二の分離子は能力が定数かどうかで、各工程が揺らげば全体は最小より下がる。最小にちょうど一致するのは理想の側に限る。論文300 の基準では、「全体は最小である」は直列という持ち物を、「効きが階段になる」は最小が別の工程へ移ることを、それぞれ別に要る——工程が一つしかなければ階段は現れない。論文477 との位置——あちらは律速がどこにあるかの見分けを扱い、本稿は律速だと分かっている場所を広げたときの効きの形を扱う。あちらは場所、こちらは階段である。正直に言えば——工

場の改善は勧めていない。どこに投資すべきかは述べず、広げたときに何が起きるかだけを見た。各工程の能力は定数とし、段取り替えも故障も入れず可用率は 1 としてある。広げる費用も論じていない。「遊んでいる工程は無駄だ」とも書かない——直列である限り遊びは避けられない。

参考文献

1. Buzacott, J. A., & Shanthikumar, J. G. (1993). *Stochastic Models of Manufacturing Systems*. Prentice Hall.
2. Goldratt, E. M., & Cox, J. (1984). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. North River Press.
3. Hardy, G. H., Littlewood, J. E., & Polya, G. (1934). *Inequalities*. Cambridge University Press.
4. Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2011). *Factory Physics* (3rd ed.). Waveland Press.
5. 山岸勇輝 (2026). 『四つの平均は一つの族であり、等号の柵は一つしかない』[論文194]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22106809
6. 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
7. 山岸勇輝 (2026). 『効かない投入を続けているあいだ、律速はそこにいない』[論文477]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22733686

— 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)