前の色に合わせると隣の色とはよく合い、三色目で並び、四色目から負ける

— 紙に合わせる方式ではずれは色の番号に依らず **28.284271** μm、前の色に合わせる方式では $\sqrt{k-1}\sigma$ で、隣とはよく合い、色 **3** で並び、色 **4** から **1.224745** 倍負ける — 分離子は、何に合わせるか——紙か、前の色か — [論文742]

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

多色印刷では、色ごとに版を重ねる位置を合わせる。合わせる相手を紙にするか、一つ前の色にするかで、ずれの伸び方が変わる。どの二色がよく合うかが、基準の取り方で入れ替わることを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、紙に合わせる方式では、ずれは色の番号に依らない——どの二色も $\sqrt{2}\sigma = \mathbf{28.284271}$ μm（第2節）。 第二に、前の色に合わせる方式では、ずれが積み上がる——色 **4** で **34.641016** μm、色 8 で **52.915026** μm（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。前の色に合わせる方式は、隣の色とはむしろよく合う——色 **2** で **20.000000** μm、色 **3** で並び、色 **4** から **1.224745** 倍負ける（第2節）。 第四に、許容値を超える割合は倍になる——四色目が 50 μm を超える割合は **0.077100** と **0.148915**、**1.931452** 倍（第3節）。 第五に、色が増えるほど差がひらく——八色目なら前の色に合わせる方式で **0.344704**、紙に合わせる方式は **0.077100** のまま（第3節）。 第六に、分離子は、何に合わせるか——紙か、前の色かである——どちらが良いかは、どの二色のずれが問題かを言うまで決まらない（第4節）。 キーワード：見当合わせ、多色印刷、誤差の累積、基準の取り方、分散の加法性、許容値を超える割合。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない――独立な誤差の分散が足されること、見当合わせの基準の取り方は、いずれも既知である（パプーリス 1965、キプハン 2001）。一方向だけを見る――二次元のずれ、回転、倍率の違いは扱わない。誤差を単純に置く――独立な正規分布とし、紙の伸び、系統的なずれ、温度と湿度の効きは扱わない。実在の機械を主張しない――印刷機の精度の値は扱わず、標準偏差 20 µm は比べるための値である。相関の端は比べるためだけに置く――誤差が毎回同じ向きに出る場合の 60.000000 µm は、独立な場合との比較のために示すだけである。既刊との関係：論文334 は、足しているのは値ではなく精度であることを示した――そこでは独立な測定を融合すると精度（分散の逆数）が足されて誤差が縮んだ。ここでは独立な見当合わせを連ねると分散が足されて誤差が伸びる。足されるのが精度か分散か。加えたのは、二つの方式で色ごとのずれを式と試行で出したこと、隣とは前の色に合わせる方式が良く、色 3 で並び、色 4 から逆転することを示したこと、許容値を超える割合を出したこと、色が増えたときのひらきを示したこと、分離子を「紙か、前の色か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：色 k を刷るときの見当合わせの誤差を e_k（独立・標準偏差 σ）とする。紙に合わせる方式では色 k の位置は e_k、前の色に合わせる方式では $e_1 + \cdots + e_k$ になる。

$$\text{紙に合わせる：}\ p_k - p_1 = e_k - e_1, \qquad \text{前の色に合わせる：}\ p_k - p_1 = e_2 + \cdots + e_k$$

したがってずれの標準偏差は、前者で $\sqrt{2}\sigma$、後者で $\sqrt{k-1}\sigma$ である。$\sigma = 20$ µm と置く。

問い：紙に合わせるのと前の色に合わせるのと、どちらがよく合うのか。

2. どの二色がよく合うかが、入れ替わる

計算 2.1：色 1 に対する色 k のずれの標準偏差を、式と 200000 枚の試行で出した。

色	紙（式）	紙（試行）	前の色（式）	前の色（試行）
2	28.284271	28.264222	20.000000	19.957668
3	28.284271	28.157911	28.284271	28.261822
4	28.284271	28.229687	34.641016	34.622702
8	28.284271	28.289657	52.915026	52.909318

観察 2.2

これが本稿の芯である。前の色に合わせる方式は、隣の色とはむしろよく合う。色 2 のずれは e_2 だけで 20.000000 µm、紙に合わせる方式では $e_2 - e_1$ で 28.284271 µm になる——色 3 で二つは並び、色 4 からは前の色に合わせる方式が 1.224745 倍負ける。

観察 2.3

紙に合わせる方式のずれは、何色目でも同じである。どの二色も同じ紙を介して比べるので、二つの誤差の差にしかならない——前の色に合わせる方式では、誤差が段を重ねて足されていく。

観察 2.4

最初の検算は、ここを取り違えていた。「色 2 では二つの方式が同じになる」と置いたら、試行は 28.264222 対 19.957668 で落ちた——色 1 を紙に合わせる誤差が、紙に合わせる方式では二回入り、前の色に合わせる方式では相殺されるからである。

3. 許容値を超える割合

計算 3.1：ずれが 50 µm を超える割合を、式と試行で出した。

場合	式	試行
紙に合わせる・四色目	0.077100	0.076495
前の色に合わせる・四色目	0.148915	0.148685
前の色に合わせる・八色目	0.344704	—

観察 3.2

四色目では、超える割合が 1.931452 倍になる。標準偏差の比 1.224745 が、裾では倍近くに広がる——許容値で合否を分けると、小さな差が大きく見える。

観察 3.3

色が増えるほど差がひらく。八色目なら前の色に合わせる方式で **0.344704**、紙に合わせる方式は **0.077100** のままである——特色を足していくほど、基準の取り方の違いが効く。

観察 3.4

誤差が毎回同じ向きに出るなら、話はもっと悪い。完全に相関すると、前の色に合わせる方式の四色目は **60.000000 µm** になる——本稿の数は独立な誤差の下での値で、相関があれば前の色に合わせる方式の負けは大きくなる。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、何に合わせるか——紙か、前の色かである。前の色に合わせれば隣はよく合い遠くは悪い、紙に合わせればどの二色も同じだけ合う——どちらが良いかは、どの二色のずれが問題かを言うまで決まらない。

観察 4.2

論文**334** と並べる。**334** は、足しているのは値ではなく精度であることを示した——そこでは独立な測定を合わせると精度が足されて誤差が縮んだ。ここでは独立な合わせを連ねると分散が足されて誤差が伸びる。足されるのが精度か分散か。

観察 4.3

言わないこと。二次元のずれも紙の伸びも系統的なずれも実在の機械も扱わず、一方向の独立な誤差だけを置いた——示したのは、基準の取り方がどの二色を合わせるかを決めることである。

5. 点呼と結び

1. 紙に合わせると **28.284271 µm**（計算 2.1）：何色目でも。
2. 前の色で色 **2** は **20.000000 µm**（計算 2.1）：隣とはよく合う。
3. 色 **3** で並ぶ（観察 2.2）：本稿の芯。
4. 色 **4** は **34.641016 µm**（計算 2.1）：**1.224745** 倍負ける。
5. 色 **8** は **52.915026 µm**（計算 2.1）：積み上がる。
6. 試行 **19.957668** 対 **28.264222**（計算 2.1）：取り違えを直した。
7. 超える割合 **0.077100** と **0.148915**（計算 3.1）：四色目。
8. 比は **1.931452**（観察 3.2）：裾で広がる。
9. 八色目 **0.344704**（観察 3.3）：色が増えるほど。
10. 紙か、前の色か（観察 4.1）：分離子・論文334。

結び：前の色に合わせると隣の色とはよく合い、三色目で並び、四色目から負ける。一回の見当合わせの誤差を $20\ \mu\mathrm{m}$ とすると、紙に合わせる方式ではどの二色も $\sqrt{2}\sigma = 28.284271\ \mu\mathrm{m}$ ずれるが、前の色に合わせる方式では色 k が $\sqrt{k-1}\sigma$ ずれ、色 2 で 20.000000、色 3 で 28.284271、色 4 で 34.641016、色 8 で 52.915026 µm になる——色 1 を紙に合わせる誤差が、紙に合わせる方式では二回入り、前の色に合わせる方式では隣との比較で相殺されるからである。最初の検算はここを取り違え、「色 2 では同じ」と置いて試行の 28.264222 対 19.957668 で落ちた——直したほうが、「連ねると必ず悪い」より強い結論になった。四色目が 50 µm を超える割合は紙に合わせる方式で 0.077100、前の色に合わせる方式で 0.148915、1.931452 倍で、八色目なら後者は 0.344704 まで上がる。分離子は、何に合わせるか——紙か、前の色かである——どちらが良いかは、どの二色のずれが問題かを言うまで決まらない。既刊との位置——論文334 は精度が足されて誤差が縮む足し算を扱った。ここは分散が足されて誤差が伸びる足し算である。正直に言えば——一方向の独立な誤差だけを置き、紙の伸びも系統的なずれも扱わなかった。

参考文献

1. Kipphan, H. (2001). *Handbook of Print Media*. Springer.
2. Papoulis, A. (1965). *Probability, Random Variables, and Stochastic Processes*. McGraw-Hill.
3. 山岸勇輝 (2026). 『足しているのは値ではなく、精度である』[論文334]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22681804

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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