保存則は「何グラム付くか」を厳密に決め、「どこに付くか」は何も決めない

— 電流 1 A を 1 時間流すと電荷は 3600 C になり、析出する金属は銅 1.185494 g、ニッケル 1.094966 g、クロム 0.323341 g、銀 4.024710 g と一意に決まる — 分離子は、問いが総量についてか、分布についてか — [論文713]

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

電気めっきの量はファラデーの法則で厳密に決まる。だが決まるのは総量だけで、どこに付くかはその法則の外にある。決まる量と決まらない量を、同じ電荷の下で並べて数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、総量は一意に決まる——3600 C で銅 1.185494 g、ニッケル 1.094966 g、クロム 0.323341 g、銀 4.024710 g である（第2節）。 第二に、価数と原子量しか入っていない——クロムが銅の四分の一ほどしか付かないのは、六価だからである（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。同じ総量で、厚さは 5 倍ひらきうる——一様なら 13.230962 µm のところ、角に電流が 5 倍集まれば角 47.253435 µm・平場 9.450687 µm になる（第3節）。 第四に、それでも総量は動かない——偏った場合の重み付き和は、一様の場合と 10^{-12} 以内で一致する（第3節）。 第五に、そして製品を決めるのは、決まっていないほうである——いちばん薄いところは一様なときの 0.714286 倍しかなく、寿命はそこで決まる（第3節）。 第六に、分離子は、問いが総量についてか、分布についてかである——保存則が答えるのは前者だけである（第4節）。 キーワード：ファラデーの法則、電気めっき、電流分布、均一電着性、保存則の及ぶ範囲、総量と分布。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——ファラデーの電気分解の法則、電流分布の偏り、均一電着性は、いずれも既知である（ファラデー 1834、シュレシンガー＆パウノヴィッチ 2010）。電流分布を導出しない——一次・二次・三次の電流分布の理論には立ち入らない。偏りは前提として置く。添加剤を扱わない——レベラーやブライトナーによる均一化は扱わない。電流効率を 100 % とする——実際には水素の発生などで下がるので、析出量は上限である。実在の条件を主張しない——めっき浴の組成、温度、電流密度の実務は扱わない。既刊との関係：論文686 は、月の起源を絞り込んでいるのが組成ではなく角運動量という保存量であることを示した——そこでは保存量が仮説を強く絞った。ここでは同じ強さの保存則が、総量を 10^{-12} の精度で決めながら分布については何も言わない。保存則が決めることと、決めないことの両側になる。加えたのは、四つの金属の析出量を並べたこと、同じ総量の下で厚さが 5 倍ひらくことを示したこと、偏っても総量が動かないことを数で確かめたこと、最薄部が一様の 0.714286 倍であることを示したこと、分離子を「総量か分布か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：電荷 Q を流したとき、原子量 M・価数 z の金属が析出する質量は一意に決まる。厚さは、その質量を密度と面積で割ったものである。

$$m = \frac{QM}{zF}, \qquad t_{\text{一様}} = \frac{m}{\rho A}, \qquad \sum_i f_i = 1$$

f_i は電流が各部分に配られる割合である。F はファラデー定数、$Q = 3600\ \mathrm{C}$（1 A を 1 時間）を置く。

問い：ファラデーの法則は、何を決めているのか。

2. 総量は一意に決まる

計算 2.1：3600 C で析出する質量を、金属ごとに出した。

金属	原子量	価数	析出量
銅	63.5460	2	1.185494 g
ニッケル	58.6934	2	1.094966 g
クロム	51.9961	6	0.323341 g
銀	107.8682	1	4.024710 g

> **観察 2.2**
>
> 式に入っているのは、原子量と価数だけである。浴の組成も、温度も、形も、時間の配分も入っていない——クロムが銅の四分の一ほどしか付かないのは、六価だからという一事に尽きる。

> **観察 2.3**
>
> だから総量については、議論の余地が無い。電流計と時計があれば、付く量は先に言える——保存則が答を一意にする、典型的な場面である。

3. 同じ総量で、厚さは五倍ひらく

計算 3.1：銅 **1.185494 g** を **0.01 m²** に一様に付ければ、厚さは **13.230962 µm** である。面積の **0.1** を占める角に電流密度が集まる場合を出した。

角の電流密度	角の厚さ	平場の厚さ	比
1.5 倍	**18.901374** µm	**12.600916** µm	**1.500000**
2.0 倍	**24.056294** µm	**12.028147** µm	**2.000000**
3.0 倍	**33.077405** µm	**11.025802** µm	**3.000000**
5.0 倍	**47.253435** µm	**9.450687** µm	**5.000000**

> **観察 3.2**
>
> これが本稿の芯である。総量は動かないのに、厚さは **5** 倍ひらく。偏った場合の重み付き和は、一様の場合と 10^{-12} 以内で一致する——保存則は満たされたままで、答が定まっていない。

> **観察 3.3**
>
> そして決まっていないほうが、製品を決める。いちばん薄いところは一様なときの **0.714286** 倍しかなく、腐食も摩耗もそこから始まる——「何グラム付いたか」を報告しても、使えるかどうかは答えていない。

観察 3.4

総量を増やしても、比は変わらない。時間を倍にすれば角も平場も倍になるだけで、**5.000000** という比は動かない——足りないぶんを時間で補うと、厚いところが無駄に厚くなる。

観察 3.5

だから設計の問いが、法則の外へ出る。均一に付けるには、電極の配置、補助陰極、添加剤といった、ファラデーの法則に現れないものを使う——法則が決めない場所に、技術が入る。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、問いが総量についてか、分布についてかである。保存則は総量の問いに一意に答え、分布の問いには何も答えない——「保存則があるから決まっている」と言えるのは、前者だけである。

観察 4.2

論文**686** と並べる。**686** は、月の起源を絞り込んでいるのが組成ではなく角運動量という保存量であることを示した——そこでは保存量が仮説を強く絞った。ここでは同じ強さの保存則が、総量を厳密に決めながら分布については何も言わない。保存則が決めることと決めないことの、両側である。

観察 4.3

言わないこと。電流分布の理論も添加剤も実務も扱わず、電流効率は **100 %** とした——示したのは、同じ保存則の下で決まる量と決まらない量である。

5. 点呼と結び

1. 銅 **1.185494 g**（計算 2.1）：**3600 C** で一意。
2. クロム **0.323341 g**（計算 2.1）：六価だから少ない。

3. 銀 **4.024710 g**（計算 2.1）：一価だから多い。
4. 一様なら **13.230962 µm**（計算 3.1）：総量から出る厚さ。
5. 角は **47.253435 µm**（計算 3.1）：電流が **5** 倍のとき。
6. 平場は **9.450687 µm**（計算 3.1）：本稿の芯。
7. 比は **5.000000**（計算 3.1）：総量は同じまま。
8. 和は 10^{-12} 以内で一致（観察 3.2）：保存則は満たされている。
9. 最薄部は **0.714286** 倍（観察 3.3）：寿命はここで決まる。
10. 総量か、分布か（観察 4.1）：分離子・論文686。

結び：保存則は「何グラム付くか」を厳密に決め、「どこに付くか」は何も決めない。**3600 C** で析出するのは銅 **1.185494 g**、ニッケル **1.094966 g**、クロム **0.323341 g**、銀 **4.024710 g**——式に入っているのは原子量と価数だけである。ところが銅 **1.185494 g** を **0.01 m²** に付けるとき、一様なら **13.230962 µm** のところ、角に電流が **5** 倍集まれば角 **47.253435 µm**・平場 **9.450687 µm** で **5.000000** 倍ひらく——それでも総量は一様の場合と 10^{-12} 以内で一致し、保存則は満たされたままである。そして製品を決めるのは、決まっていないほうである——いちばん薄いところは一様なときの **0.714286** 倍しかなく、腐食も摩耗もそこから始まる。時間を延ばしても比は動かないので、足りないぶんを時間で補うと厚いところが無駄に厚くなる。分離子は、問いが総量についてか、分布についてかである。既刊との位置——論文686 では保存量が仮説を絞った。ここでは同じ保存則が、決めない側を残す。正直に言えば——電流分布の理論も添加剤も扱わず、電流効率は **100 %** とした。

参考文献

1. Faraday, M. (1834). Experimental researches in electricity. Seventh series. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*.
2. Schlesinger, M., & Paunovic, M. (2010). *Modern Electroplating*. Wiley.
3. 山岸勇輝 (2026).『月の起源を絞り込んでいるのは、組成ではなく、変えられない一つの量である』[論文686]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014823

— *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)