どちらが溶けるかは材料表が決めるが、どれだけ速く溶けるかは表に載っていない量が決める

— 異種金属を接触させたとき、溶ける側の減りの速さを決めるのは電流そのものではなく電流密度 — だから陰極／陽極の面積比がそのまま効き、比を **0.01** から **100** に変えるだけで **10000.000000** 倍ひらく — 分離子は、陰極と陽極の面積比である — [論文715]

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

異種金属接触腐食の教科書的な答は電位列である。どちらが溶けるかはそれで決まる。だが、どれだけ速く溶けるかは、電位列に載っていない量が決める。面積比が速さに何桁効くかを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、効くのは電流ではなく電流密度である——減りの速さは全電流を陽極の面積で割った値で決まる（第2節）。 第二に、これが本稿の芯である。面積比は四桁効く——陰極／陽極の比を 0.01 から 100 に変えるだけで 10000.000000 倍ひらく（第2節）。 第三に、厚さに直すと実感できる——鉄の電気化学当量 0.000289396 g/C で、10^{-5} A が 10^{-4} m² に集まれば 1 年で 0.115985 mm 減る（第3節）。 第四に、同じ電流でも陽極を広げれば減る——陽極が 10^{-2} m² なら 100.000000 分の 1 になり、電流は一切変えていない（第3節）。 第五に、だから材料選定の表だけでは設計にならない——同じ組み合わせが、面積比の取り方しだいで実質無害にも最悪にもなる（第3節）。 第六に、分離子は、陰極と陽極の面積比である——符号を決める量と、大きさを決める量は別である（第4節）。 キーワード：異種金属接触腐食、電流密度、面積比、電気化学当量、符号と大きさ、材料選定の限界。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——異種金属接触腐食における面積比の効きは、腐食工学の基本事項である（ファラデー 1834、ジョーンズ 1996）。電位列の値を主張しない——どの金属がどちらになるかの表は扱わない。符号は決まったものとして受け取る。分極を扱わない——実際の電流が電位差だけで決まらないことには立ち入らず、全電流は前提として置く。環境の効きを論じない——塩分・湿度・温度は扱わない。対策の設計をしない——絶縁・塗装・犠牲陽極の設計は扱わない。均一に溶けるとする——孔食のような局所的な集中は扱わない。示す厚さは平均である。既刊との関係：論文440 は、守るためには先に溶けるものが要ることを示した——そこでは電位差の符号が「どちらが溶けるか」を決め、同じ電池を利用する側だった。ここでは同じ電池が害になる側を扱い、符号が決まったあとに面積比が「どれだけ速く溶けるか」を四桁の幅で決める。加えたのは、効くのが電流密度であることを明示したこと、面積比の幅を 10000.000000 倍と数にしたこと、厚さに直して 1 年 0.115985 mm を出したこと、陽極を広げると 100.000000 分の 1 になることを示したこと、分離子を面積比に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：異種金属が接触して電池をなすとき、全電流 I が流れる。溶ける側（陽極）の減りの速さは、I ではなく I を陽極の面積で割った電流密度で決まる。

$$i_a = \frac{I}{A_a}, \qquad m = K\,I\,t, \qquad d = \frac{m}{\rho A_a}$$

K は電気化学当量、ρ は密度である。陰極の面積 A_c は I を通じて効く——広い陰極は多くの電流を受け取れる。

問い：材料の組み合わせを決めれば、腐食の速さは決まるのか。

2. 面積比は四桁効く

計算 2.1：同じ全電流の下で、陰極／陽極の面積比を変えたときの、陽極の溶ける速さを面積が等しいときを基準にして出した。

陰極／陽極の面積比	溶ける速さ（面積が等しいときを 1 として）
0.01	0.010000
0.1	0.100000
1	1.000000
10	10.000000
100	100.000000

> **観察 2.2**
>
> これが本稿の芯である。端から端まで 10000.000000 倍ひらく。材料は一つも変えていない——電位列は符号を決めるが、この四桁については何も言っていない。

> **観察 2.3**
>
> 向きははっきりしている。小さい陽極と大きい陰極が最悪である——広い鋼板を留めるアルミの小さな留め具と、広いアルミ板を留める鋼の小さな留め具とでは、同じ二金属でも事情が正反対になる。

> **観察 2.4**
>
> 電流密度は陽極の面積に反比例する。全電流 10^{-5} A では、陽極 10^{-4} m² で 0.100000 A/m²、10^{-2} m² で 0.001000 A/m² になる——前者は後者の 100 倍である。

3. 厚さに直す

計算 3.1：鉄の電気化学当量は 0.000289396 g/C である。全電流 10^{-5} A が 1 年流れたときの、陽極の平均の減りを出した。

陽極の面積	電流密度	1 年の減り
10^{-4} m²	0.100000 A/m²	0.115985 mm
10^{-2} m²	0.001000 A/m²	0.001160 mm

> **観察 3.2**
>
> 同じ電流でも、陽極を 100 倍広げれば減りは 100.000000 分の 1 になる。材料も電流も環境も一切変えていない——変えたのは、溶ける側の面積だけである。

> **観察 3.3**
>
> だから材料選定の表だけでは設計にならない。同じ二つの金属が、面積比の取り方しだいで実質無害にも最悪にもなる——「この組み合わせは避けよ」という表は、避けるべき形を言っていない。

> **観察 3.4**
>
> 実務の経験則が、この式から出る。留め具は母材より貴な材料にせよ、という規則は、小さい面積の側を陰極にしておけという意味になる——符号を選ぶのではなく、小さい側をどちらにするかを選んでいる。

> **観察 3.5**
>
> 塗るなら陰極側である。陽極を塗ると欠陥の小さな穴に電流が集中して、かえって速く穴があく——面積を減らす向きの手当ては、この式の中では悪手になる。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、陰極と陽極の面積比である。符号を決める量（電位差）と、大きさを決める量（面積比）は別である——前者だけを見ると、四桁を見落とす。

> **観察 4.2**
>
> 論文440 と並べる。440 は、守るためには先に溶けるものが要ることを示した——そこでは同じ電池を利用する側で、符号が主題だった。ここでは同じ電池が害になる側で、符号が決まったあとの大きさが主題である。同じ電池の、利用する側と防ぐ側になる。

> **観察 4.3**
>
> 言わないこと。電位列も分極も環境も対策の設計も扱わず、全電流は前提として置き、均一に溶けるとした——示したのは、符号が決まったあとに残る四桁の幅である。

5. 点呼と結び

1. 効くのは電流密度（第1節）：全電流を陽極の面積で割る。
2. 比 100 で **100.000000** 倍（計算 2.1）：小さい陽極が最悪。
3. 比 0.01 で **0.010000** 倍（計算 2.1）：逆向きの端。
4. 端から端で **10000.000000** 倍（観察 2.2）：本稿の芯。
5. $K_{\mathrm{Fe}} = \mathbf{0.000289396}$ g/C（計算 3.1）：鉄の電気化学当量。
6. **1** 年で **0.115985** mm（計算 3.1）：小さい陽極。
7. 広い陽極では **0.001160** mm（計算 3.1）：同じ電流で。
8. **100.000000** 分の **1**（観察 3.2）：変えたのは面積だけ。
9. 塗るなら陰極側（観察 3.5）：陽極を塗ると穴があく。
10. 面積比（観察 4.1）：分離子・論文440。

結び：どちらが溶けるかは材料表が決めるが、どれだけ速く溶けるかは表に載っていない量が決める。減りの速さを決めるのは全電流ではなく、それを陽極の面積で割った電流密度である——だから陰極／陽極の面積比がそのまま効き、比を 0.01 から 100 に変えるだけで 10000.000000 倍ひらく。厚さに直すと、鉄の電気化学当量 0.000289396 g/C の下で、全電流 10^{-5} A が 10^{-4} m² の陽極に集まれば 1 年で 0.115985 mm 減り、陽極が 10^{-2} m² なら 0.001160 mm——100.000000 分の 1 になる。材料も電流も環境も変えておらず、変えたのは溶ける側の面積だけである。だから「この組み合わせは避けよ」という表は、避けるべき形を言っていない——留め具を母材より貴にせよという実務の規則も、陽極を塗ってはならないという注意も、同じ一つの式から出る。分離子は、陰極と陽極の面積比である。既刊との位置——論文440 は同じ電池を利用する側で符号を主題

にした。ここは防ぐ側で、符号が決まったあとの大きさを主題にする。正直に言えば——電位列も分極も環境も扱わず、全電流は前提として置き、均一に溶けるとした。

参考文献

1. Faraday, M. (1834). Experimental researches in electricity. Seventh series. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*.
2. Jones, D. A. (1996). *Principles and Prevention of Corrosion*. Prentice Hall.
3. 山岸勇輝 (2026). 『守るためには、先に溶けるものが要る』[論文440]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732388

— 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)