

守るためには、先に溶けるものが要る

— 亜鉛を付けると電位差 **+0.32 V** で鉄は守られ、銅を付けると **-0.78 V** で早く溶ける — 守る側は
1 アンペア年あたり **10.6920 kg** 消える — 同じ「金属を付ける」が、符号ごと逆を向く — [論文440]

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

金属を守るには、覆えばよいと思われている。本稿が示すのは、覆うのではなく、先に溶けるものを付けるという守り方があることである——そして、付ける金属を間違えると、符号ごと逆を向く。新しい定理も法則も主張しない。第一に、鉄に亜鉛を付けると電位差は **+0.32 V** で、鉄が守られる（第2節）。第二に、これが本稿の芯である。鉄に銅を付けると電位差は **-0.78 V** になり、鉄は付けないときより早く溶ける（第2節）。第三に、マグネシウムなら差は **+1.93 V** で、亜鉛の 6 倍である（第2節）。第四に、守る側は消える。亜鉛は 1 アンペア年あたり **10.6920 kg** 減る（第3節）。第五に、マグネシウムは **3.9747 kg** で、比は原子量の比 **2.689981** と一致する（第3節）。第六に、分離子は「覆っているか、電位が卑か」である（第4節）。キーワード：犠牲陽極、電気防食、ガルバニ腐食、標準電極電位。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——標準電極電位、ガルバニ腐食、犠牲陽極、ファラデーの法則はすべて既知である。電気化学を導出しない——電位の起源やネルンストの式は既知として使う。実際の腐食速度を予測しない——電位差から電流が決まるわけではない。電解質の導電率、面積比、分極が効くが、本稿はそれらを扱わない。電位の値を条件つきで使う——標準電極電位は特定の条件での値であり、実際の環境では順序が変わることもある。設計を提案しない——どれだけの陽極をどこに置くかは主題ではない。塗装や被覆と比べない——どの防食法が優れているかは主題ではない。既刊との関係：論文439 はびくつく原因が摩擦の大きさでなく差であることを示した——そこでも効いていたのは差だった。ここでは電位の差である。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——「覆って守る」と「先に溶けて守る」は、その基準で別根である。論文437 は各自の最善が全体の最悪になることを示した——そこでは全体を見る必要があった。ここでは組にして初めて向きが決まる。論文419 は同じ材料でも向きで強度が変わることを示した——ここでも、単体では決まらない量が組で決まる。加えたのは、四つの金属の電位を並べたこと、三つの組み合わせで差の符号を出したこと、銅を付けると符号が反転することを境目の反対側に置いたこと、守る側の消耗量をファラデーの法則から出したこと、消耗比が原子量比と一致することを逆算で確かめたこと、分離子を「覆うか、卑か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：二つの金属を電解質の中でつなぐと、電位の卑なほうが溶け、貴なほうが守られる。標準電極電位（代表値）を次に置く。

金属	電位 [V]
マグネシウム	-2.37
亜鉛	-0.76
鉄	-0.44
銅	+0.34

鉄を守る側から見た差を $E_{\text{鉄}} - E_{\text{相手}}$ とし、正なら鉄が守られるとする。

観察 1.1

金属を守るには、覆えばよいと思われている。塗る、めっきする、包む——水と空気を遮る発想である。

観察 1.2

だが覆いには必ず傷が付く。そこから錆びる——遮るだけでは、傷が入った瞬間に終わる。

問い：傷が入っても守る方法は、あるのか。

2. 同じ「金属を付ける」が、符号ごと逆を向く

計算 2.1：鉄に三つの金属をつないだときの差を出す。

組み合わせ	差 [V]	鉄はどうなるか
鉄 + マグネシウム	+1.93	守られる
鉄 + 亜鉛	+0.32	守られる
鉄 + 銅	-0.78	早く溶ける

観察 2.2

銅を付けると符号が反転する。-0.78 V——境目の反対側であり、同じ「金属を付ける」という操作が、守ることに壊すことになる。

観察 2.3

だから鉄の配管に銅の継手を使うと、鉄の側が集中して溶ける。どちらも丈夫な金属である——単体の性質を見ては予想できない。

観察 2.4

マグネシウムの差は亜鉛の 6 倍である。1.93 対 0.32——強く守るが、その分速く消える。

観察 2.5

これは覆いではない。鉄の表面が露出していても守られる——傷が入っても効き続けるのは、そのためである。

3. 守る側は、消える

計算 3.1：ファラデーの法則から、1 アンペアを 1 年流したときの消費量を出す。

金属	原子量	価数	消耗 [kg]
マグネシウム	24.305	2	3.9747
亜鉛	65.380	2	10.6920

観察 3.2

亜鉛のほうが重く消耗する。10.6920 対 3.9747 kg——同じ電気量を運ぶのに、原子量が大きえば質量が要るからである。

観察 3.3

比は原子量の比とちょうど一致する。**2.689981**—— $65.380/24.305$ と小数第六位まで同じで、逆算になっている。

観察 3.4

価数が同じなので、比に価数は現れない。どちらも 2——価数が違えば、比は原子量の比からずれる。

観察 3.5

10 kg は小さくない。1 アンペアを一年流すだけで——守るとは、材料を差し出すことである。

4. 分離子

分離子：覆っているか、電位が卑か。

観察 4.1

覆いは、面を閉じることで守る。穴が開けば、そこだけ集中して腐食する——面積が小さいほど電流密度が上がるので、かえって速く進む。

観察 4.2

犠牲は、電位を下げることで守る。穴が開いても、露出した鉄が守られる——面の連続性を要求しない。

観察 4.3

これは論文300の基準で別根である。どちらも「守る」と呼ばれる——一方は幾何の性質、一方は電気化学の性質である。

観察 4.4

亜鉛めっきは、二つを同時にやっている。覆いでもあり、犠牲でもある——だから傷が入っても急には錆びない。二つの機構が重なっているだけで、一つではない。

観察 4.5

そして守る側は必ず減る。減らない犠牲陽極は無い——減らなければ、電流が流れていない。効いていないことと同じである。

観察 4.6

正直に言えば——電位差から電流は決まらない。電解質の導電率、面積の比、分極が効く——本稿は向きと消耗の関係だけを扱い、速さは扱っていない。

観察 4.7

最後に一つ——標準電極電位は特定の条件での値である。実際の環境では順序が変わることもある——動かないのは、組にして初めて向きが決まるという点である。

5. 点呼と結び

1. 鉄 + 亜鉛は **+0.32 V** (計算 2.1) : 守られる。
2. 鉄 + マグネシウムは **+1.93 V** (計算 2.1) : 亜鉛の 6 倍。
3. 鉄 + 銅は **-0.78 V** (計算 2.1) : 符号が反転。
4. 銅の継手で鉄が集中して溶ける (観察 2.3) : 単体では分からない。
5. 露出していても守られる (観察 2.5) : 覆いではない。
6. 亜鉛は 1 A・年で **10.6920 kg** (計算 3.1) : 守る側は消える。
7. マグネシウムは **3.9747 kg** (計算 3.1) : 軽い。
8. 比は **2.689981** (観察 3.3) : 原子量比と一致。
9. 減らない陽極は効いていない (観察 4.5) : 電流が流れていない。
10. 分離子は覆うか卑か (観察 4.3) : 論文300 の基準で別根。

結び：金属を守るには覆えばよいと思われる——塗る、めっきする、包む。水と空気を遮る発想である。だが覆いには必ず傷が付く、そこから錆びるので、遮るだけでは傷が入った瞬間に終わる。もう一つの守り方は、先に溶けるものを付けることである——鉄に亜鉛をつなぐと電位差は **+0.32 V** で鉄が守られ、マグネシウムなら **+1.93 V** と亜鉛の 6 倍になる。これは覆いではないので、鉄の表面が露出していても守られる——傷が入っても効き続けるのは、そのためである。ただし、付ける金属を間違えると符号ごと逆を向く——鉄に銅をつなぐと差は **-0.78 V** になり、鉄は付けないときより早く溶ける。どちらも丈夫な金属なので、単体の性質を見ては予想できない。鉄の配管に銅の継手を使うと、鉄の側が集中して溶ける。そして守る側は必ず消える——ファラデーの法則から、1 アンペアを一年流すと亜鉛は **10.6920 kg**、マグネシウムは **3.9747 kg** 減る。比は **2.689981** で、原子量の比 **65.380/24.305** と小数第六位まで一致する——価数が同じなので、比に価数は現れない。**10 kg** は小さくない。守るとは、材料を差し出すことである。分けているものは一つ——覆っているか、電位が卑か。覆いは面を閉じることで守るので、穴が開けばそこだけ集中して腐食し、面積が小さいほど電流密度が上がってかえって速く進む。犠牲は電位を下げることで守るので、面の連続性を要求しない。論文 300 の基準で別根であり、一方は幾何の性質、一方は電気化学の性質である。亜鉛めっきは二つを同時にやっており、覆いでもあり犠牲でもある——傷が入っても急に錆びないのは、二つの機構が重なっているからで、一つではない。そして減らない犠牲陽極は無い。減らなければ電流が流れておらず、効いていないことと同じである。正直に言えば——電位差から電流は決まらない。電解質の導電率、面積の比、分極が効く。本稿は向

きと消耗の関係だけを扱い、速さは扱っていない。最後に一つ——標準電極電位は特定の条件での値で、実際の環境では順序が変わることもある。動かないのは、組にして初めて向きが決まるという点である。

参考文献

1. Davy, H. (1824). On the Corrosion of Copper Sheeting by Sea Water. *Philosophical Transactions of the Royal Society*.
 2. Pourbaix, M. (1974). *Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions*. Houston: NACE.
 3. Jones, D. A. (1996). *Principles and Prevention of Corrosion* (2nd ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.
 4. Revie, R. W., & Uhlig, H. H. (2008). *Corrosion and Corrosion Control* (4th ed.). Hoboken: Wiley.
 5. 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
 6. 山岸勇輝 (2026). 『同じ材料・同じ形でも、置いた向きで強度が変わる』 [論文419]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699940
 7. 山岸勇輝 (2026). 『各自が最善を選ぶと、二人とも最悪に着く』 [論文437]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22709472
 8. 山岸勇輝 (2026). 『びくつく原因は摩擦の大きさではなく、二つの摩擦の差である』 [論文439]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732357
-

— *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)