電気化学と半導体は、一つの定数を共有している——それは偶然ではない

— 25 ℃ の熱電圧 kT/q は 25.692579 mV で、電流を 10 倍にするのに要る電圧はその $\ln 10$ 倍、59.159350 mV/decade である — 分離子は、指数の中で電圧を割っているのが何か — [論文704]

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

溶液の中の電位差と、半導体の接合の電圧は、別の分野の別の話として教えられる。だが電流を 10 倍にするのに要る電圧は、どちらも 59 mV である。それが偶然かどうかを、論文300 の基準で判定する。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、数が一致する——pn 接合の 59.159350 mV/decade は、論文678 が電気化学で数えた値と同じである（第2節）。 第二に、一致は一点ではない——0 ℃ で 54.198814、60 ℃ で 66.104100 mV/decade、その比 1.219660 まで一致する（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。一致は数値だけではなく、式の上でも成り立つ——RT/F と kT/q は同じ量の別の書き方で、二つから独立に出した値の差は 9.392×10^{-10} mV しかない（第3節）。 第四に、だから論文300 の基準で同根と言える——数値の一致だけではなく、どちらも「ボルツマン因子がエネルギーを電圧に換える係数」という同じ源を持つ（第3節）。 第五に、三つ目の分野にも同じ数が出る——MOSFET の弱反転の傾きの下限も 59.159350 mV/decade である（第3節）。 第六に、分離子は、指数の中で電圧を割っているのが何かである——RT/F か kT/q かの違いは単位の取り方だけで、割っている物理量は一つである（第4節）。 キーワード：熱電圧、pn 接合、ネルンストの傾き、同根の判定、ボルツマン因子、分野をまたぐ定数。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——ダイオードの式、熱電圧、弱反転の傾きの下限は、いずれも既知である（ショックレー 1949、ゼー＆ン 2007）。半導体の物理を導出しない——少数キャリアの注入、拡散電流からダイオードの式を導く過程は扱わない。指数の形は前提として置く。実在の素子を扱わない——理想係数や直列抵抗による実際のずれは入れない。弱反転の下限を導かない——MOSFET の 60 mV/decade の壁は触れるにとどめ、導出しない。温度以外を扱わない——ドーピングや材料による違いは論じない。既刊との関係：論文678 は、濃度が 10 倍になっても電圧が 59.159350 mV しか動かないこと、その傾きが 0 ℃ で 54.198814、60 ℃ で 66.104100 mV/decade と動き、比が 1.219660 になることを電気化学の側で数えた——本稿は同じ数を半導体の側から出し、二つが同じ源を持つことを示す。論文300 は、同根か別根かは判定できると書き、数値の一致だけでは同根と見なさないという基準を置いた——本稿はその基準を一件に当てる。加えたのは、同じ傾きを半導体の側から独立に出したこと、温度を変えた三点でも一致することを示したこと、RT/F と kT/q の差を 9.392×10^{-10} mV と数にしたこと、三つ目の分野（MOSFET）にも同じ数が出ることを挙げたこと、分離子を「指数の中で電圧を割っているのが何か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：熱電圧を二通りに書く。片方は気体定数とファラデー定数から、もう片方はボルツマン定数と素電荷から出す。

$$\frac{RT}{F}, \qquad \frac{kT}{q}, \qquad s = \frac{kT}{q}\ln 10, \qquad I = I_s\left(e^{V/(kT/q)} - 1\right)$$

s は、電流を 10 倍にするのに要る電圧である。

問い：電気化学と半導体に同じ 59 mV が出るのは、偶然か。

2. 一致は、一点ではない

計算 2.1：熱電圧と、1 桁あたりの傾きを温度ごとに出した。

温度	熱電圧	1 桁あたりの傾き
0 ℃	23.538246 mV	54.198814 mV/decade
25 ℃	25.692579 mV	59.159350 mV/decade
60 ℃	28.708646 mV	66.104100 mV/decade

0 ℃ と 60 ℃ の比は 1.219660 で、これは絶対温度の比 333.15/273.15 と一致する。

> **観察 2.2**
>
> この三つの数は、論文678 の表とそのまま同じである。678 は同じ 54.198814・59.159350・66.104100 mV/decade と、同じ比 1.219660 を、溶液の中の濃度と電位のあいだで数えた——分野も、扱っている物質も、測る装置も違う。

> **観察 2.3**
>
> 一点だけの一致なら、偶然でありうる。だが温度を動かした三点すべてで一致し、比まで一致する——偶然が三点そろって当たることは、まず無い。

3. 式の上でも一致する

計算 3.1：RT/F から出した傾きは 59.159350 mV/decade、kT/q から出した傾きも 59.159350 mV/decade で、差は 9.392×10^{-10} mV である。

> **観察 3.2**
>
> これが本稿の芯である。二つは同じ量の別の書き方である。R は k にアボガドロ数を掛けたもの、F は q にアボガドロ数を掛けたものなので、比を取ればアボガドロ数が消える——一方はモルで数え、他方は一個ずつ数えているだけである。

> **観察 3.3**
>
> だから論文300 の基準で同根と言える。300 は、数値の一致だけでは同根と見なさないという基準を置いた——ここでは数値の一致に加えて、二つの式が同じ源（ボルツマン因子がエネルギーを電圧に換える係数）から来ることが示せる。基準を満たす。

計算 3.4：ダイオードでは、順方向 $+0.5$ V の因子が 2.829759×10^{8} になる。逆方向 -0.5 V では飽和して -1 に近づくので、電流の大きさの比は 2.829759×10^{8} 倍である。

観察 3.5

整流という働きも、同じ係数から出ている。0.5 V が熱電圧の 19.460872 倍あるので、指数が 8 桁を作る——「向きによって電流が桁違い」は、59 mV という小ささの言い換えである。

観察 3.6

三つ目の分野にも同じ数が出る。MOSFET の弱反転で、電流を 10 倍にするのに要るゲート電圧の下限も 59.159350 mV/decade である——電気化学・pn 接合・電界効果の三つが、一つの係数を共有している。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、指数の中で電圧を割っているのが何かである。RT/F と書くか kT/q と書くかは、モルで数えるか一個ずつ数えるかの違いにすぎない——割っている物理量は一つで、だから分野が違っても同じ数が出る。

観察 4.2

論文678 と論文300 に並べる。678 は、この傾きが測定に何を強いるかを電気化学の側で数えた——そこでは一つの分野の中の話だった。ここでは同じ傾きが分野をまたぐ。300 が置いた「同根か別根か」の判定を、実際に一件へ当てた。

観察 4.3

言わないこと。半導体の物理は導出せず、実在の素子のずれも弱反転の下限の導出も扱っていない——示したのは、三つの分野が一つの係数を共有していることと、その一致が偶然でないことである。

5. 点呼と結び

1. **25 ℃ の熱電圧 25.692579 mV**（計算 2.1）：kT/q。
2. **傾き 59.159350 mV/decade**（計算 2.1）：**論文678 と同じ数**。
3. **0 ℃ で 54.198814**（計算 2.1）：**一点ではない**。
4. **60 ℃ で 66.104100**（計算 2.1）：**三点とも一致**。
5. **比 1.219660**（計算 2.1）：**絶対温度の比**。
6. **二式の差 9.392×10^{-10} mV**（計算 3.1）：**本稿の芯**。
7. **アボガドロ数が消える**（観察 3.2）：**同じ量の別の書き方**。
8. **整流比 2.829759×10^{8}**（計算 3.4）：**同じ係数から**。
9. **MOSFET も同じ傾き**（観察 3.6）：**三つ目の分野**。
10. **電圧を割っているのが何か**（観察 4.1）：**分離子・論文678・論文300**。

結び：電気化学と半導体は、一つの定数を共有している。25 ℃ の熱電圧 25.692579 mV から出る 59.159350 mV/decade は、論文678 が電気化学の側で数えた値と同じで、0 ℃ の 54.198814、60 ℃ の 66.104100、比 1.219660 まで一致する——分野も物質も測る装置も違うのに、三点そろって一致する。一致は数値だけではない。RT/F と kT/q は同じ量の別の書き方で、比を取ればアボガドロ数が消え、二つから独立に出した値の差は 9.392×10^{-10} mV しかない——一方はモルで数え、他方は一個ずつ数えているだけである。だから論文300 の基準（数値の一致だけでは同根と見なさない）を満たして、同根と言える。同じ係数は三つ目の分野にも出る——MOSFET の弱反転の傾きの下限も 59.159350 mV/decade である。ダイオードの整流比 2.829759×10^{8} も、0.5 V が熱電圧の 19.460872 倍あることの帰結にすぎない。分離子は、指数の中で電圧を割っているのが何かである。既刊との位置——論文678 は一つの分野の中で傾きを数えた。ここでは同じ傾きが分野をまたぎ、論文300 の判定を一件に当てた。正直に言えば——半導体の物理は導出せず、実在の素子のずれも扱っていない。

参考文献

1. Shockley, W. (1949). The theory of p-n junctions in semiconductors and p-n junction transistors. *Bell System Technical Journal*.
2. Sze, S. M., & Ng, K. K. (2007). *Physics of Semiconductor Devices*. Wiley.
3. 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
4. 山岸勇輝 (2026). 『電池の残量が電圧で読めないのは、濃度が対数でしか効かないからである』[論文678]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014785

— 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)