「仕事をしない」は三つあり、零になっている場所が三つとも違う

— 無効電力は平均が零でも瞬時電力はあり、磁場は内積そのものが **0** で、変位電流に至っては零ですらない — [論文522]

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

「仕事をしない」という同じ一言が、電気の三つの場面で使われている。本稿が示すのは、零になっている場所が三つとも別であり、ポインティングの帳簿の別の項に住んでいることである。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、無効電力で零なのは時間平均だけである——平均は 1.004×10^{-17} だが、瞬時電力は 0.500000 あり、電流の実効値も 0.707107 ある（第2節）。 第二に、抵抗を直列に入れると平均は 0.250000 になる——境目の反対側。零だったのは回路の性質であって、交流の性質ではない（第2節）。 第三に、磁場で零なのは内積そのものである——力と速度の内積は規格化して 0.000×10^{0}、平均を取る前から零である（第3節）。 第四に、それでも速度は動いている——速さは 0.911043357914 から 0.911043357916 へしか動かないのに、x 成分は 0.700000 から 0.559541 へ動く（第3節）。 第五に、これが本稿の芯である。変位電流の「仕事をしない」は、零ですらない——$\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}$ の項に入っていないだけで、隙間の蓄えは $8.854187813 \times 10^{-8}$ ワットで増え、側面から入る流束と比 1.000000000000 で一致する（第4節）。 第六に、分離子は「どの零か」である——時間平均が零・内積が零・項に入っていない、の三つであり、同じ帳簿の別の場所である（第5節）。 キーワード：仕事をしない力、ポインティングの定理、無効電力、ローレンツ力、電磁エネルギー。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——ポインティングの定理も、無効電力の定義も、ローレンツ力が仕事をしないことも標準的である。エネルギーの局在を論じない——ポインティングベクトルの一意性（曲がりの分だけ足せる自由度）には立ち入らない。本稿が使うのは積分した帳簿だけである。磁気モーメントの話に広げない——内部自由度を持つ粒子で磁場が仕事をするように見える場合は、本稿の枠の外である。回路の設計をしない——力率をどう改善するかは主題ではない。変位電流に実体を与えない——磁場を作るという性質を述べるだけで、電荷が動いているとは書かない。三つを「同じ現象」と呼ばない——共有しているのは帳簿であって、機構ではない。既刊との関係：論文356 は電流が流れているのに仕事をしていないと示した——本稿はその零が時間平均の零であることを、瞬時電力 0.500000 を並べて示す。論文410 は磁場が仕事をしないのに粒子を閉じ込めると示した——本稿はその零が内積の零であることを、速さと向きを分けて示す。論文267 は変位電流が電流ではないと示した——本稿はそれが帳簿のどの項に住んでいないかを示す。論文339 は彗星の尾が二本だと示し、論文418 は光の角運動量が二つだと示した——どちらもポインティングベクトルを運動量の側から使っている。本稿はエネルギーの側から使う。論文300 は同根か別根かが判定できると示した——三つの零は「量の持ち物」の基準で別根である。論文481 は「法則が破れた」がどの仮定へも落とせると示した——本稿は逆に、「仕事をしない」がどの項へ落ちるかを一意に決める。加えたのは、三つの零を同じ帳簿の三つの場所として住所づけたこと、無効電力の瞬時値 0.500000 と抵抗入りの 0.250000 を境目の両側として測ったこと、磁場の内積が平均を取る前から零であることを測ったこと、変位電流の帳簿が 12 桁で閉じることを確かめたこと、分離子を「どの零か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：ポインティングの定理は、電磁場のエネルギーの帳簿である。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{S} = -\mathbf{J} \cdot \mathbf{E}$$

ここで u は蓄え、$\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{B}/\mu_0$ は流れ、$\mathbf{J} \cdot \mathbf{E}$ は物質へ渡す仕事率である。

> **観察 1.1**
>
> 項は三つしかない。蓄えの変化、流れの発散、物質への受け渡し——「仕事をしない」と言うとき、どの項が零なのかを言わなければ、文は住所を持たない。

> **観察 1.2**
>
> 零には形が三つある。時間平均が零・量そのものが零・その項に入っていない——三つ目は「零である」とすら言えない。項が違うのである。

問い：電気の三つの「仕事をしない」は、この三つのどれか。

2. 無効電力 — 零なのは時間平均だけ

計算 2.1：$v(t) = \cos t$ を純粋なインダクタ（$L = 1$）に掛ける。電流は $i(t) = \sin t$ になる。一周期にわたって $p(t) = vi$ を数値的に平均した。

量	値
平均電力	$\mathbf{1.004 \times 10^{-17}}$
瞬時電力の最大	**0.500000**
電流の実効値	**0.707107**

> **観察 2.2**
>
> 三つの数のうち、零なのは一つだけである。電流は流れており、瞬時電力も往復している——零になるのは一周期を通したあとであって、どの瞬間にも仕事をしていないのではない。

> **観察 2.3**
>
> 瞬時電力の最大 **0.500000** は、蓄えの往復である。$p(t) = (1/2)\sin 2t$ で、周波数が二倍になる——エネルギーは電源とインダクタのあいだを一周期に二度往復している。

計算 2.4：抵抗 $R = 1$ を直列に入れて同じ平均を取る。平均は **0.250000** である（閉じた式 $V^2 R/(2|Z|^2)$ と一致）。

> **観察 2.5**
>
> 境目の反対側である。同じ交流、同じ周波数でも平均は零でなくなる——零だったのは回路の性質であって、交流であることの性質ではない。

> **観察 2.6**
>
> 帳簿でいえば、$\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}$ は零でない。各瞬間には物質と場のあいだで受け渡しがある——一周期で足すと零になるだけである。

3. 磁場 — 零なのは内積そのもの

計算 3.1：一様磁場 $\mathbf{B}=(0,0,1)$ の中で荷電粒子を 200000 歩だけ進め、毎歩、力と速度の内積を規格化して測った。

量	値
内積の最大（規格化）	0.000×10^{0}
速さ（初め）	0.911043357914
速さ（後）	0.911043357916
速度の x 成分（初め → 後）	$0.700000 \to 0.559541$

> **観察 3.2**
>
> ここでの零は、平均を取る前から零である。$\mathbf{F}=q\mathbf{v}\times\mathbf{B}$ は定義により $\mathbf{v}$ と直交する——無効電力とは零の種類が違う。あちらは往復して消え、こちらは初めから無い。

> **観察 3.3**
>
> それでも何も起きていないのではない。速さの相対変化は 1.759×10^{-12}（数値積分の誤差の桁）なのに、x 成分は 0.700000 から 0.559541 へ 0.140459 動いている——仕事が零であることと、影響が無いことは別である。

> **観察 3.4**
>
> 帳簿でいえば、$\mathbf{B}$ は $\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}$ に一度も現れない。仕事率の項は電場だけを含む——論文410 が「閉じ込めるのに仕事をしない」と書いた事情は、この項の形そのものである。

> **観察 3.5**
>
> 磁場が無関係だという意味ではない。$\mathbf{S}$ には $\mathbf{B}$ が入り、u にも $B^2/2\mu_0$ が入る——$\mathbf{B}$ が入っていないのは三つの項のうち一つだけである。

4. 変位電流 — 零ですらない

計算 4.1：面積 10^{-2} 平方メートル、間隔 10^{-3} メートルの平行板の隙間で、電場を毎秒 10^{6} ボルト毎メートルの割合で増やす。$t = 10^{-3}$ 秒の時点で、隙間の蓄えの増え方と、側面から入るポインティング流束を別々に計算した。

量	値（ワット）
蓄えの増え方 $\partial u/\partial t$ の体積積分	$\mathbf{8.854187813 \times 10^{-8}}$
側面から入る流束	$\mathbf{8.854187813 \times 10^{-8}}$
比	**1.000000000000**
$\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}$（自由電流が無い）	0

> **観察 4.2**
>
> これが本稿の芯である。隙間には自由電流が無いので $\mathbf{J}\cdot\mathbf{E} = 0$ だが、それは「零になった」のではない——初めからその項に住んでいない。エネルギーは $\partial u/\partial t$ と $\nabla\cdot\mathbf{S}$ の二項だけで完全に釣り合っている。

> **観察 4.3**
>
> 帳簿は 12 桁で閉じる。側面から入る流束と蓄えの増え方の比が **1.000000000000**——これは検査であって主張ではない。もし変位電流を磁場の源に数え入れなければ、$\mathbf{B}$ が出ず、流束は零になり、帳簿は開いたままになる。

観察 4.4

エネルギーは横から入っている。極板の導線に沿ってではなく、円筒の側面から——論文267 が「変位電流は電流ではない」と書いたとおり、運んでいるのは電荷ではなく場である。

観察 4.5

三つ目の零は、零の一種ではない。時間平均の零は「積分すると消える」、内積の零は「常に零」、項の所属は「その量がそこに無い」——三つ目だけが数の話ですらない。

5. 分離子

観察 5.1

分離子は「どの零か」である。三つを取り違えると、予測が変わる——時間平均の零は回路を変えれば破れ（**0.250000**）、内積の零はどんな磁場配置でも破れず、項の所属は帳簿の書き方を変えない限り動かない。

観察 5.2

論文300 の「量の持ち物」の基準で別根である。一つ目は周期という持ち物を要り、二つ目は要らず、三つ目は量ですらない——同じ数（零）が出ることは、同根の証拠にならない。

観察 5.3

共有しているのは帳簿である。三つとも同じ一本の等式の中に住所を持つ——ただしそれは「同じ現象」という意味ではない。同じ台帳に別の行があるだけである。

観察 5.4

論文481 の逆向きである。あちらは「法則が破れた」がどの仮定へも落とせると示した——こちらは「仕事をしない」がどの項に落ちるかが一意に決まると示す。帳簿があると、行き先が一つに定まる。

> **観察 5.5**
>
> 言わないこと。ポインティングベクトルには曲がりの分だけ足せる自由度があり、局在の議論には立ち入らない——本稿が使うのは、閉曲面で積分した帳簿だけである。

> **観察 5.6**
>
> 磁気モーメントを持つ粒子は枠の外である。内部自由度があると「磁場が仕事をした」ように見える場合がある——本稿の粒子は点電荷であり、その場合に限って内積は厳密に零である。

6. 点呼と結び

1. 無効電力の平均 $\mathbf{1.004 \times 10^{-17}}$（計算 2.1）：零なのは平均だけ。
2. 瞬時電力 $\mathbf{0.500000}$・実効電流 $\mathbf{0.707107}$（計算 2.1）：零でない量が二つある。
3. 抵抗を入れると $\mathbf{0.250000}$（計算 2.4）：境目の反対側。
4. 磁場の内積 $\mathbf{0.000 \times 10^{0}}$（計算 3.1）：平均を取る前から零。
5. 速さは $\mathbf{0.911043357914 \to 0.911043357916}$（計算 3.1）：$1.759 \times 10^{-12}$ しか動かない。
6. x 成分は $\mathbf{0.700000 \to 0.559541}$（観察 3.3）：仕事が零でも影響はある。
7. 蓄えの増え方 $\mathbf{8.854187813 \times 10^{-8}}$ ワット（計算 4.1）：本稿の芯。
8. 側面からの流束と比 $\mathbf{1.000000000000}$（観察 4.3）：帳簿が 12 桁で閉じる。
9. $\mathbf{J \cdot E}$ に $\mathbf{B}$ は現れない（観察 3.4）：項の形そのもの。
10. 分離子は「どの零か」（観察 5.1）：三つで予測が違う。
11. 磁気モーメントは枠の外（観察 5.6）：点電荷に限る。

結び：電気には「仕事をしない」と言われる場面が三つある。一つ目で零なのは時間平均だけである——純粋なインダクタでは平均電力が $\mathbf{1.004 \times 10^{-17}}$ で零だが、瞬時電力は $\mathbf{0.500000}$ あり、電流の実効値も $\mathbf{0.707107}$ ある。瞬時電力は $(1/2)\sin 2t$ の形で、周波数が二倍になっている。エネルギーは一周期に二度、電源とインダクタのあいだを往復している。抵抗 1 を直列に入れると平均は $\mathbf{0.250000}$ になり、閉じた式と一致する。零だったのは回路の性質であって、交流であることの性質ではない。二つ目で零なのは内積そのものである——ローレンツ力は定義により速度と直交し、規格化した内積の最大は $\mathbf{0.000 \times 10^{0}}$ で、平均を取る前から零である。それでも何も起きていないのではない。速さは $\mathbf{0.911043357914}$ から $\mathbf{0.911043357916}$ へ 1.759×10^{-12} しか動かないのに、x 成分は $\mathbf{0.700000}$ から $\mathbf{0.559541}$ へ 0.140459 動く。帳簿でいえば、仕事率の項 $\mathbf{J \cdot E}$ に $\mathbf{B}$ は一度も現れない。ただし $\mathbf{S}$ にも u にも $\mathbf{B}$ は入るので、入っていないのは三項のうち一項だけ

である。三つ目は零ですらない——平行板の隙間には自由電流が無いので $\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}=0$ だが、これは零になったのではなく、初めからその項に住んでいない。蓄えは 8.854187813×10^{-8} ワットで増え、円筒の側面から入るポインティング流束と比 1.000000000000 で一致し、二項だけで帳簿が閉じる。エネルギーは導線に沿ってではなく横から入っている。運んでいるのは電荷ではなく場である。これは検査であって主張ではない。変位電流を磁場の源に数え入れなければ $\mathbf{B}$ が出ず、流束は零になり、帳簿は開いたままになる。分離子は「どの零か」である——時間平均の零は回路を変えれば破れ、内積の零はどんな磁場配置でも破れず、項の所属は帳簿の書き方を変えない限り動かない。論文300 の「量の持ち物」の基準でいえば、一つ目は周期という持ち物を要り、二つ目は要らず、三つ目は量ですらない。同じ零が出ることは同根の証拠にならない。論文481 の逆向きでもある。あちらでは「法則が破れた」がどの仮定へも落とせたが、帳簿があると「仕事をしない」の行き先は一つに定まる。正直に言えば——ポインティングベクトルには曲がりの分だけ足せる自由度があり、エネルギーの局在には立ち入っていない。使ったのは閉曲面で積分した帳簿だけである。磁気モーメントを持つ粒子は枠の外で、内積が厳密に零なのは点電荷の場合に限る。力率をどう改善するかも、変位電流に実体があるかどうかも扱っていない。言えるのは、三つの「仕事をしない」が同じ一本の等式の別々の場所に住んでおり、取り違えると予測が変わる、そこまでである。

参考文献

1. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*. Addison-Wesley.
2. Heaviside, O. (1893). *Electromagnetic Theory*. The Electrician Printing and Publishing Company.
3. Jackson, J. D. (1998). *Classical Electrodynamics* (3rd ed.). Wiley.
4. Poynting, J. H. (1884). *On the Transfer of Energy in the Electromagnetic Field*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London.
5. 山岸勇輝 (2026).『変位電流は、電流ではない』[論文267]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22169814
6. 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
7. 山岸勇輝 (2026).『彗星の尾は一本ではなく、別の力に引かれた二本である』[論文339]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22682041
8. 山岸勇輝 (2026).『電流は流れているのに、仕事をしていない』[論文356]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22697124
9. 山岸勇輝 (2026).『磁場は仕事をしないのに、粒子を閉じ込める』[論文410]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699628
10. 山岸勇輝 (2026).『光の角運動量は二つあって、片方だけ上限がない』[論文418]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699908
11. 山岸勇輝 (2026).『「法則が破れた」は、どの仮定へも落とせる』[論文481]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22733927

— 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)