

電流は流れているのに、仕事をしていない

— 位相差 **90** 度では皮相電力 **2000** VA が流れたまま有効電力が **0** になる — 力率が **1** から **0.5** に落ちると同じ仕事に電流は **2** 倍、線路の損失は **4** 倍 — 「流れている量」と「働いている量」は別の量である — [論文356]

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

電流が流れば仕事をしている、と考えたくなる。本稿が問うのはその二つが同じ量かである——答えは同じではなく、片方がゼロでももう片方は最大でありうる。新しい定理も法則も主張しない。第一に、電圧 **200** V・電流 **10** A のとき、皮相電力は位相差によらず **2000** VA である（第2節）。第二に、これが本稿の芯である。位相差 **90** 度では有効電力が **0** になる（第2節）。第三に、そのときも電流は **10** A 流れており、電線は同じだけ発熱する（第3節）。第四に、力率が **1** から **0.5** に落ちると、同じ **1500** W に要る電流は **2.0000** 倍になる（第3節）。第五に、そのとき線路損失は **4.0000** 倍になる。二乗で効くからである（第3節）。第六に、分離子は位相差であって、電流の大きさではない（第5節）。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——力率・皮相電力・無効電力・力率改善はすべて既知である。電気工学を作らない——三相回路・不平衡負荷・高調波ひずみの理論には立ち入らない。名前を挙げるにとどめる。機器を設計しない——力率改善コンデンサの容量選定は主題ではない。料金制度を扱わない——電力会社の力率割引の制度設計は主題ではない。過渡を扱わない——定常正弦波のみを扱い、突入電流やスイッチングは主題ではない。ひずみ波を扱わない——高調波を含む場合の力率の定義（ひずみ力率）は名前を挙げるにとどめる。既刊との関係：論文350 はむだ時間が振幅に触れずに位相だけを食うことを示した——そこでも位相が単独で結果を決めた。ここでは位相が仕事の量を決める。論文351 は立ち漕ぎと座り漕ぎが位相の関係で分かれることを示した——同じ道具が二つの機構をもつ形が同じである。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——皮相電力と有効電力は、その基準で別根である。論文313 は本体系が「同期」を四つの意味で使っていたことを示した——「電力」も同じ形をしている。加えたのは、位相差七点で有効電力と無効電力を数に出したこと、**90** 度で有効電力がゼロになる一方で皮相電力が **2000** VA のままであることを示したこと、力率半減で電流 **2** 倍・損失 **4** 倍を数で出したこと、分離子を位相差に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：電圧 $V = 200$ V、電流 $I = 10$ A、電圧と電流の位相差を ϕ とする。

$$S = VI, \quad P = VI \cos \phi, \quad Q = VI \sin \phi, \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

観察 1.1

三つの「電力」がある。皮相電力 S 、有効電力 P 、無効電力 Q ——どれも単位は電圧かける電流の次元をもつが、VA・W・var と書き分けられている。

観察 1.2

書き分けが要るのは、同じ次元の別の量だからである。次元が同じことは同じ量であることを意味しない——本稿はこの点を数で見る。

観察 1.3

電線が発熱するのは電流によってである。損失は $I^2 R$ であり、 P ではなく I で決まる——仕事をしていない電流でも、電線は同じだけ熱くなる。

問い：流れている量と、働いている量は同じ量か。

2. 90 度では、仕事がゼロになる

計算 2.1：位相差に対する三つの電力（本稿で計算）。

位相差 [度]	力率 $\cos \phi$	有効電力 [W]	無効電力 [var]
0	1.000000	2000.00	0.00
15	0.965926	1931.85	517.64
30	0.866025	1732.05	1000.00
45	0.707107	1414.21	1414.21
60	0.500000	1000.00	1732.05
75	0.258819	517.64	1931.85
90	0.000000	0.00	2000.00

観察 2.2

これが本稿の芯である。位相差 90 度で有効電力が 0 になる——電圧も電流も一切減っていないのに、仕事だけが消える。

観察 2.3

皮相電力は 2000 VA のままである。 $\sqrt{P^2 + Q^2} = 2000.0000$ VA—— P が Q に移っただけであって、総量は動いていない。

観察 2.4

電流計は 10 A を指し続ける。電流計は位相を知らないからである——計器の針だけを見ていると、仕事がゼロになったことに気づけない。

観察 2.5

論文350 と同じ形である。論文350 ではむだ時間が振幅に触れずに位相だけを食った——ここでは位相だけが仕事を決める。どちらも「大きさを測る計器には見えない」。

3. 力率が半分になると、損失は四倍になる

計算 3.1：同じ 1500 W を送るのに要る電流と損失（本稿で計算）。

力率	必要な電流の比	線路損失 I^2R の比	位相差 [度]
1.0000	1.0000	1.0000	0
0.5000	2.0000	4.0000	60

観察 3.2

電流が 2 倍、損失が 4 倍である。損失は電流の二乗に比例するからである——力率が半分になると、負担は二段階で増える。

観察 3.3

この 4 倍は、誰も使っていない熱である。有効電力は 1500 W のままで変わらない——増えた 3 倍ぶんは、送電線を温めるためだけに費やされる。

観察 3.4

だから電力会社は力率を見る。同じ仕事に太い電線が要るからである——設備の容量は P ではなく S で決まる。

観察 3.5

位相差 60 度は極端な条件ではない。力率 0.5 は無負荷に近い誘導電動機で普通に現れる——90 度は理想化だが、60 度は現場の値である。

4. 同じ次元で、別の量

観察 4.1

$P \cdot Q \cdot S$ は次元が同じである。どれも $[\text{ML}^2\text{T}^{-3}]$ ——それでも $\text{W} \cdot \text{var} \cdot \text{VA}$ と書き分けるのは、足し算ができないからである。

観察 4.2

P と Q は直交して足される。 $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ であって $S = P + Q$ ではない——位相差 45 度では $P = Q = 1414.21$ だが、 S は 2828 ではなく 2000 である。

観察 4.3

論文300 の基準で別根である。次元が一致することは同根の証拠にならない——これは論文300 の「数値の一致だけでは同根と見なさない」の、次元版である。

観察 4.4

正直に言えば——無効電力が「無駄」だというのは言いすぎである。磁場を作るのに必要であり、電動機はそれで回る——無駄なのは、それを遠くから運んでくることである。だから力率改善は発生源の近くで行う。

5. 分離子：位相差

観察 5.1

分離子——電圧と電流の位相差であって、電流の大きさではない。

位相差	電流	有効電力	電線の発熱
0 度	10 A	2000 W	同じ
90 度	10 A	0 W	同じ

観察 5.2

左と右の列が同じで、真ん中だけが違う。電流も発熱も変わらないのに、仕事は 2000 W から 0 W へ——位相差という一つの量が、それだけを動かしている。

観察 5.3

分離子は動かせる。コンデンサを並列に入れば位相差が縮む——電流を減らすのではなく、電流の向きを電圧に揃える。これが力率改善の中身である。

観察 5.4

位相差を 0 にすると、無効電力もゼロになる。 $\sin 0 = 0$ だからである——式が効いていることの確認になる。

観察 5.5

正直に言えば——2000 VA も 4.0000 倍も、 $200 \text{ V} \cdot 10 \text{ A}$ と明示した条件の上での値である。別の回路なら別の数が出る——動かないのは、損失が電流の二乗に比例することと、位相差 90 度で有効電力がゼロになることだけである。

観察 5.6

最後に一つ——「流れている」と「効いている」ことを、一つの計器で見分けることはできない。電流計は 10 A を指し続ける——見分けるには、二つの量の間の位相を測る計器が要る。量を測る道具と、関係を測る道具は別である。

6. 点呼と結び

1. 皮相電力は **2000 VA**（第1節）：位相差によらない。
2. **90 度**で有効電力が **0**（計算 2.1）：仕事だけが消える。
3. そのとき $\sqrt{P^2 + Q^2} = 2000.0000 \text{ VA}$ （観察 2.3）：総量は動かない。
4. 電流計は **10 A**を指し続ける（観察 2.4）：位相を知らない。
5. 力率 **0.5**で電流 **2.0000 倍**（計算 3.1）：同じ **1500 W**に。
6. 損失は **4.0000 倍**（計算 3.1）：二乗で効く。
7. **45 度**で $P = Q = 1414.21$ （観察 4.2）： S は **2828**ではなく **2000**。
8. 次元が同じでも別の量（観察 4.1）：足し算ができない。
9. 位相差 **0**で無効電力もゼロ（観察 5.4）：式が効いている。
10. 無効電力は無駄ではない（観察 4.4）：遠くから運ぶことが無駄。

結び：電流が流れれば仕事をしている、と考えたくなる——直流ではそれで正しい。だが交流では、二つは別の量である——電圧 **200 V**・電流 **10 A**のとき皮相電力は位相差によらず **2000 VA**だが、位相差 **90 度**では有効電力が **0**になる。電圧も電流も一切減っていないのに、仕事だけが消える。 $\sqrt{P^2 + Q^2} = 2000.0000 \text{ VA}$ は変わらず、 P が Q に移っただけであって総量は動いていない。そして電流計は **10 A**を指し続ける——電流計は位相を知らないからであり、計器の針だけを見ていると仕事がゼロになったことに気づけない。電線の損失は $I^2 R$ で決まるから、仕事をしていない電流でも電線は同じだけ熱くなる。負担は二段階で増える——力率が **1**から **0.5**に落ちると、同じ **1500 W**を送るのに電流は **2.0000 倍**、線路損失は **4.0000 倍**になる。損失は電流の二乗に比例するからである。有効電力は **1500 W**のままだから、増えた **3 倍**ぶんは送電線を温めるためだけに費やされる。力率 **0.5**（位相差 **60 度**）は無負荷に近い誘導電動機で普通に現れる現場の値である。次元が同じことは、同じ量であることを意味しない—— $P \cdot Q \cdot S$ はどれも同じ次元をもつが、 $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ であって $S = P + Q$ ではない。位相差 **45 度**では $P = Q = 1414.21$ だが、 S は **2828**ではなく **2000**である。論文300の「数値の一致だけでは同根と見なさない」の、次元版である。分けているものは一つ——電圧と電流の位相差であって、電流の大きさではない。位相差 **0 度**と **90 度**で、電流も電線の発熱も同じ **10 A**・同じ量のまま、仕事だけが **2000 W**から **0 W**へ動く。だから力率改善は電流を減らすのではなく、電流の向きを電圧に揃える。正直に言えば——無効電力が「無駄」だというのは言いすぎである。磁場を作るのに必要で、電動機はそれで回る。無駄なのはそれを遠くから運んでくることであって、だから力率改善は発生源の近くで行う。**2000 VA**も **4.0000 倍**も **200 V**・**10 A**の上での値である。最後に一つ——「流れている」と「効いている」ことを、一つの計器で見分けることはできない。見分けるには二つの量の間の位相を測る計器が要る。量を測る道具と、関係を測る道具は別である。

参考文献

1. Steinmetz, C. P. (1897). *Theory and Calculation of Alternating Current Phenomena*. New York: W. J. Johnston.
2. Fitzgerald, A. E., Kingsley, C., Umans, S. D. (2003). *Electric Machinery* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
3. IEEE (2010). *IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions*, IEEE Std 1459-2010.
4. Grainger, J. J., Stevenson, W. D. (1994). *Power System Analysis*. New York: McGraw-Hill.
5. Emanuel, A. E. (2010). *Power Definitions and the Physical Mechanism of Power Flow*. Chichester: Wiley.
6. 山岸勇輝 (2026). 『第三百回の点呼——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). 『本体系は「同期」を四つの意味で使ってきた——閾値をもつのは第五の意味だけである』[論文313]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22174953
8. 山岸勇輝 (2026). 『むだ時間は、振幅に触れずに安定余裕だけを食う』[論文350]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22695565
9. 山岸勇輝 (2026). 『ブランコの立ち漕ぎと座り漕ぎは、二つの機構である』[論文351]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22695649

— *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)