

# 三重点が「点」であることは、実験事実ではない

— ギブズの相律  $F = C - P + 2$  の帰結である — ドライアイスが昇華し、氷が融けるのは、同じ一つの数の大小である — [論文268]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ

2026年8月

— *From thinking to syncing.* —

## 要旨

相図の上で、三重点は点である。二相の共存は線、単相の領域は面である。本稿が問うのは、なぜ点なのかである——答は、測ったらそうだったではない。ギブズの相律  $F = C - P + 2$  が、測る前に決めている。新しい数学定理も新しい法則も主張しない。第一に、自由度を数える。純物質 ( $C = 1$ ) では、単相で  $F = 2$ 、二相で  $F = 1$ 、三相で  $F = 0$  である (第2節)。第二に、これが本稿の芯である。 $F = 0$  とは動かせる変数が一つも無いということ——だから三相が共存する場所は一点しかない (第3節)。第三に、次元がそのまま図形になる。 $F = 2$  が面、 $F = 1$  が線、 $F = 0$  が点——相図の見え目は、数え上げの結果である (第3節)。第四に、昇華か融解かは一つの数で決まる。三重点の圧力を 1 気圧と比べる——水は **0.0060**、二酸化炭素は **5.1172** である (第4節)。第五に、その大小が日常を分けている。比が 1 より小さい水は融け、1 より大きい二酸化炭素は液体にならずに昇華する (第4節)。第六に、二つの物質の三重点圧力は **847.7** 倍違う。**0.611657 kPa** と **518.5 kPa**——氷とドライアイスの振る舞いの差は、この一つの数から出ている (第4節)。

本稿の射程 (scope note) : 新しい数学定理も新しい法則も主張しない——ギブズの相律、三重点の値、昇華と融解の区別は、いずれも標準的である。熱力学を作らない——使うのは一つの引き算と、一つの割り算だけである。相律を導かない—— $F = C - P + 2$ を前提として受け取る。化学ポテンシャルの等式を数える議論には立ち入らない。相転移の臨界性を扱わない——臨界点 20 件 (08・117・120・203~205・209・212) は臨界現象の側であり、本稿は相の個数と自由度だけを数える。力学の自由度と混同しない——既刊の「自由度」129 件は力学系や統計の自由度である。本稿の  $F$  は示強変数のうち独立に動かせるものの個数であり、別の量である。三重点の値を測定しない——すべて引用値である。水の三重点の身分に立ち入らない——2019 年の SI 改定まで 273.16 K は定義値であり、以後は測定量になった。本稿はその身分の変化を主題にしない。準安定状態や過冷却を扱わない——平衡だけを見る。既刊との関係：論文257 は触媒が平衡を動かせないことと、ルシャトリエが定理でないことを扱った——あちらは速度と平衡、本稿は相の数と自由度である。兄弟だが問いが違う。論文201 は「完備」が四つの別の主張であることを数えた——本稿は相図の図形が数え上げの結果であることを書く。論文240 は「質量」が七つあることを数えた——同じ形の点呼である。論文190 は「稀」を対数の目盛りで測った——本稿も三重点圧力の差を 847.7 倍という比で書く。加えたのは自由度と図形の次元の対応を三行の表にしたこと、昇華するか融けるかを「三重点圧力と 1 気圧の比」という一つの数に帰着させたこと、四つの物質でその比を計算し、1 をまたぐのが二酸化炭素だけであることを見たこと、水と二酸化炭素の三重点圧力が 847.7 倍違うと出したことである。

## 1. 記法と位置づけ

設定：ギブズの相律は

$$F = C - P + 2$$

である。 $C$  は成分の数、 $P$  は共存する相の数、 $F$  は独立に動かせる示強変数の個数（自由度）である。末尾の 2 は温度と圧力の分である。

問い：相図の上で、三重点はなぜ「点」なのか。

答は、測ったからではない。 $F = 0$  になるからである——測る前に決まっている。

注意：本稿の「自由度」は示強変数の個数である。既刊に 129 件ある「自由度」は力学系や統計のものであり、別の量である——混同しない。

## 2. 自由度を数える

検算 2.1：純物質 ( $C = 1$ ) について数える。

| 共存する相 $P$ | $F = 1 - P + 2$ | 動かせるもの   | 図形 |
|-----------|-----------------|----------|----|
| 1 (单相)    | 2               | 温度と圧力の両方 | 面  |
| 2 (二相共存)  | 1               | どちらか一方だけ | 線  |
| 3 (三相共存)  | 0               | 一つも無い    | 点  |

**観察 2.2**

相を一つ増やすたびに、自由度が一つ減る。三相で 0 になり、そこで止まる——純物質では四相は共存できない ( $F = -1$  になってしまう)。

**観察 2.3**

$F$  は整数の引き算から出ている。物質の名前も、分子の形も、結合の強さも、一つも入っていない——どの純物質でも同じ表になる。

3. 芯： $F$  がそのまま図形の次元になる

**観察 3.1**

$F = 2$  なら、温度と圧力を独立に動かしても相は変わらない——だから面になる。 $F = 1$  なら、片方を決めればもう片方が決まる——だから線になる。 $F = 0$  なら、どちらも決まってしまう——だから点である。

**観察 3.2**

相図を見て「三重点は点だ」と言うのは、順序が逆である。点だから  $F = 0$  なのではなく、 $F = 0$  だから点として描かれる。

検算 3.3：二成分 ( $C = 2$ ) にすると、同じ数え方で図形が一段上がる。

| $C$ | $P = 3$ のときの $F$ | 図形 | 例   |
|-----|------------------|----|-----|
| 1   | 0                | 点  | 三重点 |
| 2   | 1                | 線  | 共晶線 |
| 3   | 2                | 面  | —   |

### 観察 3.4

成分を一つ増やすと、三相共存の場所が点から線へ上がる。分離子——何を動かすと図形が変わるか。成分の数か、相の数であって、物質そのものではない。

## 4. 昇華か融解かは、一つの数の大小である

設定：三重点より下の圧力では、固体は液体を経ずに気体になる（昇華）。したがって 1 気圧（101.325 kPa）で何が起きるかは、三重点の圧力が 1 気圧より上か下かで決まる。

検算 4.1：四つの物質で、三重点の圧力を 1 気圧と比べる。

| 物質    | 三重点の温度   | 三重点の圧力         | 1 気圧との比 | 1 気圧で |
|-------|----------|----------------|---------|-------|
| 酸素    | 54.36 K  | 0.146300 kPa   | 0.0014  | 融ける   |
| 水     | 273.16 K | 0.611657 kPa   | 0.0060  | 融ける   |
| 窒素    | 63.15 K  | 12.520000 kPa  | 0.1236  | 融ける   |
| 二酸化炭素 | 216.59 K | 518.500000 kPa | 5.1172  | 昇華する  |

### 観察 4.2

四つのうち、比が 1 を超えるのは二酸化炭素だけである。だからドライアイスは液体にならず、氷は融ける——違いはこの一つの数の大小だけである。

### 観察 4.3

水と二酸化炭素の三重点圧力は **847.7** 倍違う。**0.611657 kPa** と **518.5 kPa**——台所と実験室で見える振る舞いの差が、この比から出ている。

### 観察 4.4

分離子——何を動かすと昇華が融解に変わるか。周りの圧力である。**5.2** 気圧をかければ二酸化炭素も液体になり、**0.006** 気圧より下げれば氷も昇華する——物質の性質ではなく、置かれた場所の話である。

## 5. 点呼と結び

1. 自由度は引き算（検算2.1）： $F = 1 - P + 2$  で **2, 1, 0**。
2. 四相は共存できない（観察2.2）： $F = -1$  になってしまう。
3. 物質の名前が入っていない（観察2.3）：どの純物質でも同じ表。
4.  $F$  が図形の次元（観察3.1）：面、線、点。
5. 順序が逆（観察3.2）： $F = 0$  だから点として描かれる。
6. 成分を増やすと一段上がる（検算3.3）：点から共晶線へ。
7. 昇華の判定は一つの比（検算4.1）：三重点圧力を **1** 気圧で割る。
8. **1** を超えるのは二酸化炭素だけ（観察4.2）：**5.1172**。
9. **847.7** 倍の差（観察4.3）：**0.611657 kPa** と **518.5 kPa**。

結び：三重点が「点」であることは、実験でそう見えたという話ではなかった。相律  $F = C - P + 2$  が、測る前に決めている—— $F = 2$  なら面、 $F = 1$  なら線、 $F = 0$  なら点で、図形の次元がそのまま自由度である。そしてその同じ数え上げが、日常の見た目まで決めている。三重点の圧力を **1** 気圧で割った数が、水では **0.0060**、二酸化炭素では **5.1172**——**1** をまたぐかどうかだけで、氷は融け、ドライアイスは昇華する。二つの圧力は **847.7** 倍違うが、効いているのは比が **1** の側か向こう側かという一点である。分けるものは一つ——相の数と成分の数を数えること。数えれば、図形が先か数え上げが先かが分かる。数えなければ、**5.1172** という比を物質固有の不思議として読んでしまう。

## 参考文献

---

1. Gibbs, J. W. (1876). On the Equilibrium of Heterogeneous Substances. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 3.
  2. Atkins, P. and de Paula, J. (2010). *Physical Chemistry*, 9th edition. Oxford: Oxford University Press.
  3. Denbigh, K. (1981). *The Principles of Chemical Equilibrium*, 4th edition. Cambridge: Cambridge University Press.
  4. Callen, H. B. (1985). *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*, 2nd edition. New York: Wiley.
  5. Guggenheim, E. A. (1967). *Thermodynamics*, 5th edition. Amsterdam: North-Holland.
  6. BIPM (2019). *The International System of Units (SI)*, 9th edition. Sevres: Bureau International des Poids et Mesures.
  7. 山岸勇輝 (2026). 「稀」は、対数の目盛りで測る [論文190]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22106182
  8. 山岸勇輝 (2026). 「完備」は四つの別の主張である [論文201]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22109052
  9. 山岸勇輝 (2026). 「質量」は七つあり、そのうち一つは負になり、一つは押す向きで変わる [論文240]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22129765
  10. 山岸勇輝 (2026). 「速さ」を変えても「行き先」は変わらない [論文257]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22168985
- 

— *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)