水の中性は pH 7 ではなく体温で 6.81——電離が熱を吸うので温めると下がる

— 電離は 55.836 kJ/mol の熱を吸うので、中性の pH は 0 ℃ で 7.445273、37 ℃ で 6.808385、100 ℃ で 6.014569 と下がる — 血液の pH 7.40 は、7 ではなく 6.81 と比べて塩基性である — [論文643]

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

水はわずかに電離して $\mathrm{H^+}$ と $\mathrm{OH^-}$ になり、二つの濃さが等しいことを中性という。中性の pH は水のイオン積 K_w の常用対数の半分で、K_w は温度で動く。熱力学の表の値から、中性の pH が温度でどう動くかを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、25 ℃ の中性は pH 7 にほぼ等しいが、ちょうどではない——標準生成ギブズエネルギーから電離の $\Delta G^\circ = 79.885\ \mathrm{kJ/mol}$、$K_w = 1.0110 \times 10^{-14}$、中性の pH は 6.997623 である。ちょうど 7.000000 になるのは 24.8552 ℃ だけだった（第2節）。 第二に、これが本稿の芯である。電離は熱を吸うので、温めると中性の pH は下がる——標準生成エンタルピーから電離の $\Delta H^\circ = +55.836\ \mathrm{kJ/mol}$ で、ファントホッフの式により、中性の pH は 0 ℃ で 7.445273、37 ℃ で 6.808385、100 ℃ で 6.014569 になった（第3節）。 第三に、血液が塩基性なのは、7 ではなく 6.81 と比べてである——体温 37 ℃ の血液の pH 7.40 は中性より 0.591615 高く、$[\mathrm{OH^-}]$ は $[\mathrm{H^+}]$ の 15.2486 倍ある（第4節）。 第四に、薄い酸では、水そのものの電離が効く——25 ℃ で 10^{-8} mol/L の塩酸は、pH 8 ではなく 6.976036 になる。pH の目盛りの真ん中を決めているのは、酸ではなく水である（第4節）。 キーワード：中性の pH、水のイオン積、ファントホッフの式、電離のエンタルピー、酸と塩基。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——水のイオン積が温度で動くこと、ファントホッフの式、酸と塩基の三つの定義（アレニウス、ブレンステッド 1923、ルイス 1923）は、いずれも既知である。近似である——電離のエンタルピーを温度によらず一定と置いた（熱容量の変化を入れていない）ので、実測の表とは少しずれる。数は向きと大きさを見るためのものである。生理学を論じない——血液の pH は 7.40 という代表値を置くだけである。既刊との関係：論文573 は、酸性雨の境目 pH 5.6 が雨の性質であることを示した——ここでは中性の pH 7 が、水と温度の組の性質であることを示す。論文392 は、沸点が物質と圧力の対の性質であることを示した——同じ型で、中性の pH は水と温度の対の性質である。加えたのは、熱力学の表の値から中性の pH を温度ごとに出したこと、ちょうど 7 になる温度を根の探索で出したこと、分離子を電離のエンタルピーの符号に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：水は $\mathrm{H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-}$ とわずかに電離する。水のイオン積 $K_w = [\mathrm{H^+}][\mathrm{OH^-}]$ について、$[\mathrm{H^+}] = [\mathrm{OH^-}]$ を中性と呼ぶ。中性の pH は $pK_w/2$ である。K_w は、電離の標準ギブズエネルギー ΔG° から $K_w = \exp(-\Delta G^\circ / RT)$ で、別の温度へはファントホッフの式

$$\ln K_w(T) = \ln K_w(T_0) - \frac{\Delta H^\circ}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$$

で移す（$T_0 = 298.15\ \mathrm{K}$、ΔH° は一定と置く）。

問い：中性の pH は、いつ 7 で、何で動くか。

2. 25 ℃ の中性

計算 2.1：標準生成ギブズエネルギー（$\mathrm{H_2O}$ −237.129、$\mathrm{OH^-}$ −157.244 kJ/mol、$\mathrm{H^+}$ は 0）から、電離の $\Delta G^\circ = 79.885\ \mathrm{kJ/mol}$ である。25 ℃ で $K_w = 1.0110 \times 10^{-14}$、$pK_w = 13.995246$、中性の pH は 6.997623 だった。中性がちょうど pH 7.000000 になる温度を根の探索で求めると、24.8552 ℃ だった。

3. 温度で動く

計算 3.1：標準生成エンタルピー（$\mathrm{H_2O}$ −285.830、$\mathrm{OH^-}$ −229.994 kJ/mol）から、電離の $\Delta H^\circ = +55.836\ \mathrm{kJ/mol}$ である。ファントホッフの式で温度を動かした。

温度	pK_w	中性の pH
0 ℃	14.890546	7.445273
20 ℃	14.162090	7.081045
25 ℃	13.995246	6.997623
37 ℃	13.616770	**6.808385**
60 ℃	12.967567	6.483783
100 ℃	12.029138	6.014569

> **観察 3.2**
>
> これが本稿の芯である。電離が熱を吸うので、温めると電離が進み、中性の pH は下がる。ΔH° が正であれば、K_w は温度とともに増え、$[\mathrm{H^+}]$ と $[\mathrm{OH^-}]$ はそろって濃くなる。どちらも同じだけ増えるので水は中性のままだが、pH の数は 7 から離れていく——「中性は pH 7」は、24.8552 ℃ の水だけに当てはまる言い方である。

4. 血液と薄い酸

計算 4.1：体温 37 ℃ で、血液の pH 7.40 は中性 6.808385 より 0.591615 高く、$[\mathrm{OH^-}]/[\mathrm{H^+}] = 15.2486$ だった。

計算 4.2：25 ℃ で 10^{-8} mol/L の塩酸では、水の電離を入れた $[\mathrm{H^+}] = \{C + \sqrt{C^2 + 4K_w}\}/2$ から、pH は 6.976036 だった。酸を入れたのに pH が 8 になることは無い。

> **観察 4.3**
>
> pH の目盛りの真ん中は、水そのものが決めている。薄い酸では、酸から来る $\mathrm{H^+}$ より水の電離から来る $\mathrm{H^+}$ が多い——そして体温の水の真ん中は 6.81 で、血液はそこから 0.59 塩基性の側にある。

5. 三つの定義

> **観察 5.1**
>
> 中性や pH は、酸と塩基の三つの定義のうち、水の中の話に住んでいる。アレニウスの定義は水の中で H^+ を出すものを酸とし、ブレンステッドの定義は溶媒を問わずプロトンを渡すものを酸とし、ルイスの定義はプロトンさえ要らず電子対を受け取るものを酸とする。後の定義は前の定義を含む——pH 7 という数は、水という溶媒と 25 ℃ という温度を二つとも決めて初めて出てくる。

6. 分離子

> **観察 6.1**
>
> 分離子は、電離のエンタルピーの符号である。電離が熱を吸う（正）ので温めると中性の pH が下がり、もし熱を出す（負）なら逆に上がる。熱の出入りが 0 なら、中性の pH は温度で動かない——中性の pH が 7 から動くのは、水の電離が熱を吸う反応だからである。

> **観察 6.2**
>
> 論文573 と論文392 と並べる。573 は、酸性雨の境目 pH 5.6 が雨の性質であることを示した。392 は、沸点が物質と圧力の対の性質であることを示した——同じ型で、中性の pH 7 は、水と温度の対の性質である。

> **観察 6.3**
>
> 言わないこと。熱容量の変化は入れていない。生理学も論じない——示したのは、熱力学の表から出る中性の pH の動きと、その向きを決めるものである。

7. 点呼と結び

1. 25 ℃ の中性は 6.997623（計算 2.1）：7 にほぼ等しい。
2. ちょうど 7 は 24.8552 ℃（計算 2.1）：そこだけ。

3. 電離は $+55.836$ kJ/mol（計算 3.1）：熱を吸う。
4. 37 ℃ の中性は 6.808385（計算 3.1）：体温では 6.81。
5. 100 ℃ で 6.014569（計算 3.1）：温めると下がる。
6. 温めると中性の数が 7 から離れる（観察 3.2）：本稿の芯。
7. 血液は中性より 0.591615 高い（計算 4.1）：$[\mathrm{OH^-}]$ が 15.2486 倍。
8. 10^{-8} mol/L の塩酸は 6.976036（計算 4.2）：8 ではない。
9. pH は水の中の話（観察 5.1）：三つの定義。
10. 中性は水と温度の対の性質（観察 6.2）：論文573・論文392。

結び：水の中性は、$[\mathrm{H^+}] = [\mathrm{OH^-}]$ のことであって、pH 7 のことではない。熱力学の表から、25 ℃ の中性は pH 6.997623 で、ちょうど 7 になるのは 24.8552 ℃ だけだった。電離は 55.836 kJ/mol の熱を吸うので、温めると中性の pH は下がり、体温では 6.808385、100 ℃ では 6.014569 になる——血液の pH 7.40 が塩基性なのは、この 6.81 と比べてである。分離子は、電離のエンタルピーの符号である。既刊との位置——論文392 の沸点と同じく、中性の pH は水と温度の対の性質である。正直に言えば——熱容量の変化を入れていない近似で、生理学には入っていない。

参考文献

1. Bandura, A. V., & Lvov, S. N. (2006). The ionization constant of water over wide ranges of temperature and density. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*.
2. Brønsted, J. N. (1923). Einige Bemerkungen über den Begriff der Säuren und Basen. *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*.
3. Lewis, G. N. (1923). *Valence and the Structure of Atoms and Molecules*. Chemical Catalog Company.
4. 山岸勇輝 (2026).『沸点は物質の性質ではない——物質と圧力の、対の性質である』[論文392]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699237
5. 山岸勇輝 (2026).『酸性雨の境目 pH 5.6 は雨の性質で、被害は受け手の性質である』[論文573]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014302

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)