質量あたりで最も良い燃料が、容器を入れると体積でも質量でも負ける

— 水素の発熱量は 120 MJ/kg でガソリンの 44 MJ/kg の 2.727273 倍 — 分離子は、中身だけを数えるか、容器ごと数えるか — [論文816]

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

水素は「質量あたりの発熱量が最も大きい燃料」としてよく引かれる。本稿は、同じ量を中身だけで数えた場合と、容器ごと数えた場合で、順位がどう変わるかを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、中身だけなら水素が勝つ——120 MJ/kg 対 44 MJ/kg で 2.727273 倍である（第2節）。 第二に、気体は圧しても詰まらない——300 K・700 bar の密度は理想気体なら 56.579264 kg/m³ だが、圧縮係数 1.40 を入れると 40.413760 kg/m³ である（第2節）。 第三に、体積あたりでは負ける——700 bar で 4.849651 GJ/m³、ガソリンの 33.000000 GJ/m³ の 6.804613 分の一で、液体水素にしても 3.884181 分の一である（第3節）。 第四に、これが本稿の芯である。容器を入れると、質量あたりでも負ける——系に占める水素の割合 0.057 で 6.840000 MJ/kg、ガソリン（割合 0.95）は 41.800000 MJ/kg で、6.111111 分の一になる（第4節）。 第五に、向きが変わるのは、容器が中身に比例しないからである——2.727273 倍の勝ちが 6.111111 分の一の負けに変わる（第4節）。 第六に、分離子は、中身だけを数えるか、容器ごと数えるかである——「水素は最も軽いエネルギー源だ」は、どこまでを数に入れるかを言うまで決まらない（第5節）。 キーワード：水素の貯蔵、発熱量、圧縮係数、体積あたりのエネルギー、容器の質量、代表値。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——水素とガソリンの発熱量、高圧気体の圧縮係数、液体水素の密度、容器を含めた貯蔵の割合は、いずれも既知である。値は代表値である——圧縮係数 1.40、系に占める水素の割合 0.057、ガソリンの割合 0.95、液体水素の密度 70.8 kg/m³ は代表値であり、実在の装置ごとに動く。実在のタンクを評価しない——特定の製品や材料の良し悪しは扱わない。効率を入れない——燃料電池やエンジンで取り出せる仕事の割合は入れず、発熱量だけを数える。周辺を扱わない——充填、気化、沸騰による損失、安全性、製造の費用は主題ではない。既刊との関係：論文730 は、重ね着の一枚目と二枚目の値打ちが違うことを、分母に脱げない抵抗が居座るという形で示した——本稿はその隣に置く。あちらは足し算の分母、こちらは中身に比例しない容器で、どちらも「系として数える」と順位が変わる型である。論文326 は、二乗三乗の「法則」が法則ではなく恒等式であることを示した——ここでも比を動かすのは物理ではなく、何を分母に入れるかである。加えたのは、同じ二つの燃料を三通りの数え方（中身の質量・中身の体積・容器ごとの質量）で並べたこと、圧縮係数を入れると密度が 40.413760 kg/m³ に落ちることを数えたこと、2.727273 倍の勝ちが 6.111111 分の一の負けに変わることを測ったこと、分離子を「中身だけか、容器ごとか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：燃料の良さを三通りに数える。一つ目は中身の質量あたりの発熱量、二つ目は中身の体積あたり、三つ目は容器を含めた系の質量あたりである。

水素は 120 MJ/kg、ガソリンは 44 MJ/kg・750 kg/m³ とする。高圧の水素は、理想気体の密度を圧縮係数 Z で割って求める。

$$\rho = \frac{P\,M}{Z\,R\,T}, \qquad M = 0.002016\ \mathrm{kg/mol}, \qquad T = 300\ \mathrm{K}$$

問い：数え方を変えると、順位はどう変わるか。

2. 中身の質量と、気体の密度

計算 2.1：圧力を変えて密度を出した。

圧力（300 K）	理想気体（kg/m³）	圧縮係数 1.40 を入れて（kg/m³）
350 bar	28.289632	20.206880
700 bar	56.579264	40.413760

> **観察 2.2**
>
> 中身だけなら水素が勝ち、気体は圧しても詰まらない。質量あたりでは **2.727273** 倍勝っているが、**700 bar** でも密度は **40.413760 kg/m³** で、水の **25** 分の一以下である——圧力を **2** 倍にすれば密度も **2.000000** 倍になるが、出発点が軽すぎる。

3. 体積で数える

計算 3.1：体積あたりの発熱量を並べた。

形	体積あたり（GJ/m³）	ガソリンとの比
水素・**700** bar	**4.849651**	**6.804613** 分の一
水素・液体（**20** K）	**8.496000**	**3.884181** 分の一
ガソリン	**33.000000**	**1**

> **観察 3.2**
>
> 体積あたりでは負ける。**700 bar** で **6.804613** 分の一、液体にしても **3.884181** 分の一である——質量あたりの **2.727273** 倍は、密度の差に飲み込まれる。

4. 容器ごと数える

計算 4.1：容器を含めた系の質量あたりで数え直した。

燃料	系に占める燃料の割合	系の質量あたり（MJ/kg）
水素（高圧の容器）	**0.057**	**6.840000**
ガソリン（燃料タンク）	**0.95**	**41.800000**

> **観察 4.2**
>
> これが本稿の芯である。容器を入れると、質量あたりでも負ける。**6.840000** 対 **41.800000 MJ/kg** で **6.111111** 分の一になり、中身だけで数えた **2.727273** 倍の勝ちから向きが変わる——容器の重さが中身に比例しないので、割合そのものが順位を決めてしまう。

計算 4.3：水素 **5 kg** を積むのに要る中身の体積を出した。

形	中身の体積
700 bar	**123.7** L
液体（**20** K）	**70.6** L
同じエネルギーのガソリン	**18.2** L

5. 分離子

> **観察 5.1**
>
> 分離子は、中身だけを数えるか、容器ごと数えるかである。同じ二つの燃料が、中身の質量では **2.727273** 倍、中身の体積では **6.804613** 分の一、容器ごとの質量では **6.111111** 分の一になる——「水素は最も軽いエネルギー源だ」は、どこまでを数に入れるかを言うまで正しいかどうかが決まらない。

> **観察 5.2**
>
> 論文730・326 と並べる。**730** は、脱げない抵抗が分母に居座るので一枚目と二枚目の値打ちが違うことを示した——ここでは容器が分母に居座り、順位そのものを変える。**326** は二乗三乗の「法則」が恒等式であることを示した——ここでも比を動かしているのは物理ではなく、何を分母に入れるかである。

> **観察 5.3**
>
> 言わないこと。実在のタンクの良し悪し、燃料電池やエンジンの効率、安全性、充填や沸騰の損失は扱わない——示したのは、数え方で順位が逆になるということである。

6. 点呼と結び

1. **120** 対 **44 MJ/kg**（**2.727273** 倍）（第2節）：中身の質量。
2. **700 bar** の密度 **40.413760 kg/m³**（計算 2.1）：理想気体の **56.579264** から落ちる。
3. 圧力 **2** 倍で密度 **2.000000** 倍（観察 2.2）：出発点が軽い。
4. 体積あたり **4.849651 GJ/m³**（計算 3.1）：**700 bar**。
5. ガソリンの **6.804613** 分の一（観察 3.2）：体積で負ける。
6. 液体でも **3.884181** 分の一（計算 3.1）：冷やしても足りない。
7. 系の質量あたり **6.840000 MJ/kg**（計算 4.1）：割合 **0.057**。
8. ガソリンは **41.800000 MJ/kg**（計算 4.1）：割合 **0.95**。
9. **6.111111** 分の一（観察 4.2）：本稿の芯・向きが変わる。
10. 中身だけか、容器ごとか（観察 5.1）：分離子・論文730・326。

結び：質量あたりで最も良い燃料が、容器を入れると体積でも質量でも負ける。水素は 120 MJ/kg でガソリンの 44 MJ/kg の 2.727273 倍だが、300 K・700 bar の密度は 40.413760 kg/m³（理想気体なら 56.579264）しかない——圧しても詰まらないからである。体積あたりは 4.849651 GJ/m³ でガソリンの 33.000000 GJ/m³ の 6.804613 分の一、液体にしても 3.884181 分の一、容器を入れた系の質量あたりでは 6.840000 対 41.800000 MJ/kg で 6.111111 分の一になる——容器の重さが中身に比例しないからである。水素 5 kg を積むのに要る中身の体積は 700 bar で 123.7 L、同じエネルギーのガソリンは 18.2 L である。分離子は、中身だけを数えるか、容器ごと数えるかである。既刊との位置——論文730 の「分母に居座る抵抗」の隣に置き、論文326 と同じく、比を動かしているのが分母の取り方であることを示した。正直に言えば——圧縮係数も貯蔵の割合も代表値で、効率も安全性も入れていない。

参考文献

1. 山岸勇輝 (2026). 『二乗三乗の「法則」は、法則ではなく恒等式である』[論文326]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22209992
2. 山岸勇輝 (2026). 『重ね着の一枚目と二枚目は値打ちが違う。分母に、脱げない抵抗が居座っているからである』[論文730]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23015047

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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