氷床コアの年代は、上では積もる速さが決め、底の近くでは氷の流れ方の模型が決める

— 深さ **2900** m では **3.401197 × 10^5** 年と **1.870904 × 10^6** 年で比 **5.500720**、**1** m の氷に入る年数は **1000** 年と **19200** 年 — 分離子は、層がどの深さから薄くなりはじめるか（氷の流れの形） — [論文786]

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

氷床は毎年の雪が積もってできるので、深さと年代は対応する。けれど氷は自分の重さで横に流れ、深い層ほど薄く引き伸ばされる。層の薄くなり方が違う二つの模型で、深さごとの年代を比べ、どこまでが積もる速さで決まり、どこからが流れの模型で決まるかを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、浅いところでは、二つの模型の年代はほぼ同じである——深さ **500** m で **1.823216 × 10^4** 年と **1.868919 × 10^4** 年、比 **1.025067**（第2節）。 第二に、二つが **1** 割ひらくのは、厚さの半分より浅いところからである——深さ **1309** m、厚さの **0.436333**（第2節）。 第三に、これが本稿の芯である。底の近くでは、年代は模型で何倍も変わる——深さ **2900** m で **3.401197 × 10^5** 年と **1.870904 × 10^6** 年、比 **5.500720**（第2節）。 第四に、目盛りの詰まり方も、模型で違う——深さ **2900** m で **1** m の氷に入る年数は **1000** 年と **19200** 年（第2節）。 第五に、さらに底へ近づくと、ひらきは広がり続ける——深さ **2990** m で比 **33.575796**（第2節）。 第六に、分離子は、層がどの深さから薄くなりはじめるか（氷の流れの形）である——「この深さの氷は何年前のもの」は、上なら積もる速さで決まるが、底の近くでは流れの模型を言うまで決まらない（第3節）。 キーワード：氷床コア、年代の目盛り、ナイの模型、ダンスガード＝ジョンセンの模型、氷の流れ、年層。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——層が深さに比例して薄くなるナイの模型、底の近くで急に薄くなるダンスガードとジョンセンの模型、その年代の式、底の近くほど年代の決め方が流れの仮定に依ることは、いずれも既知である（ダンスガード＆ジョンセン 1969、カフィー＆パターソン 2010）。模型は定常である——積もる速さは一定、氷の厚さも一定とし、底の融解、雪が氷になるまでの圧密、気候による積もる速さの変化は入れない。値は代表値である——厚さ 3000 m、積もる速さ（氷）0.03 m/年、折れ点の高さ 1200 m は比べるための値で、実在のコアの年代は主張しない。年代を合わせる他の手がかりを扱わない——火山灰、同位体、軌道の周期との照合は扱わない。どちらの模型が正しいかを言わない——二つの模型の違いが、深さによってどれだけ年代に効くかだけを見る。既刊との関係：論文432 は、記録で最も強い周期が、原因の側では最も弱いことを示した——その射程注記は、周波数解析の手法を論じず、年代決定の誤差や記録の非定常性は主題ではないと明記していた。そこでは氷期の記録に出る周期を比べた。ここではその記録の年代の目盛りそのものが、上では積もる速さで、底の近くでは流れの模型で決まることを数える。加えたのは、二つの模型の年代を十の深さで並べ、比が 1.025067 から 33.575796 まで広がることを示したこと、1 割ひらく最初の深さ 1309 m を出したこと、年代を閉じた式と数値積分の二通りで出したこと、分離子を「層がどの深さから薄くなるか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：氷の厚さを H、積もる速さを b、底からの高さを z、表面からの深さを $d = H - z$ とする。層の厚さ（氷が下がる速さ）$\lambda(z)$ の逆数を積分すると年代になる。

$$t(d) = \int_{H-d}^{H} \frac{dz}{\lambda(z)}, \qquad \lambda_{\mathrm{N}}(z) = b\,\frac{z}{H}, \qquad t_{\mathrm{N}}(d) = \frac{H}{b}\ln\frac{H}{H-d}$$

ダンスガード＝ジョンセンの模型は、折れ点の高さ h より上では直線で、下では高さの二乗で薄くなる。

$$\lambda_{\mathrm{DJ}}(z) = b\,\frac{z - h/2}{H - h/2} \quad (z \ge h), \qquad \lambda_{\mathrm{DJ}}(z) = b\,\frac{z^2}{h(2H - h)} \quad (z < h)$$

$H = 3000$ m、$b = 0.03$ m/年、$h = 1200$ m と置く。

問い：氷床コアの深さから、年代は一通りに決まるか。

2. 二つの模型の年代

計算 2.1：十の深さで、二つの模型の年代、その比、1 m の氷に入る年数を出した。年代は閉じた式と、対数変数での数値積分の二通りで出し、相対差は最大 2.176×10^{-14} だった。

深さ	ナイの年代	DJ の年代	比	1 m あたりの年数（ナイ・DJ）
500 m	1.823216×10^{4} 年	1.868919×10^{4} 年	1.025067	40.000000・42.105263
1000 m	4.054651×10^{4} 年	4.311972×10^{4} 年	1.063463	50.000000・57.142857
1500 m	6.931472×10^{4} 年	7.846634×10^{4} 年	1.132030	66.666667・88.888889
1800 m	9.162907×10^{4} 年	1.109035×10^{5} 年	1.210353	83.333333・133.333333
2000 m	1.098612×10^{5} 年	1.429035×10^{5} 年	1.300764	100.000000・192.000000
2500 m	1.791759×10^{5} 年	3.349035×10^{5} 年	1.869132	200.000000・768.000000
2800 m	2.708050×10^{5} 年	9.109035×10^{5} 年	3.363688	500.000000・4800.000000
2900 m	3.401197×10^{5} 年	1.870904×10^{6} 年	5.500720	1000.000000・19200.000000
2950 m	4.094345×10^{5} 年	3.790904×10^{6} 年	9.258878	2000.000000・76800.000000
2990 m	5.703782×10^{5} 年	1.915090×10^{7} 年	33.575796	10000.000000・1920000.000000

観察 2.2

浅いところでは、二つの模型の年代はほぼ同じである。深さ 500 m の比は 1.025067 である——表面の近くではどちらの模型も層の厚さが積もる速さに近く、年代はほとんど積もる速さだけで決まる。

観察 2.3

二つが 1 割ひらくのは、厚さの半分より浅いところからである。比が 1.1 を超える最初の深さは 1309 m（厚さの 0.436333）で、折れ点（深さ 1800 m）より浅い——折れ点より上でも、二つの直線の傾きの違いが年代に積もっていく。

観察 2.4

これが本稿の芯である。底の近くでは、年代は模型で何倍も変わる。深さ 2900 m で 3.401197×10^5 年と 1.870904×10^6 年、比 5.500720、深さ 2990 m では比 33.575796 になる——ナイの年代は深さとともに対数でしか増えないが、ダンスガード＝ジョンセンでは底からの高さに反比例して増えるので、ひらきは広がり続ける。

観察 2.5

目盛りの詰まり方も、模型で違う。深さ 2900 m で 1 m の氷に入る年数は 1000 年と 19200 年である——同じ 1 m の試料が、どれだけの時間を平均しているかも、流れの仮定で、表の二つの値の比だけ変わる。

3. 分離子

観察 3.1

分離子は、層がどの深さから薄くなりはじめるか（氷の流れの形）である。表面の近くでは、どの模型でも層の厚さは積もる速さに近いので年代は一つに決まり、底の近くでは層の薄くなり方で年代が 5.500720 倍、33.575796 倍と変わる——「この深さの氷は何年前のもの」は、上なら積もる速さで決まるが、底の近くでは流れの模型を言うまで決まらない。

観察 3.2

論文432 と並べる。432 は、氷期の記録で最も強い周期が、原因の側では最も弱いことを示し、年代決定の誤差は主題にしなかった——ここではその記録の年代の目盛りが、深さによって別の量で決まることを数えた。

観察 3.3

言わないこと。実在のコアの年代も、どちらの模型が正しいかも、年代を合わせる他の手がかりも扱わない——示したのは、年代の目盛りが上と底とで別のものに決められていることである。

4. 点呼と結び

1. 深さ **500 m** の比 **1.025067**（計算 2.1）：浅いところは一つ。
2. **1** 割ひらく深さ **1309 m**（観察 2.3）：厚さの **0.436333**。
3. 深さ **2000 m** の比 **1.300764**（計算 2.1）：ひらきはじめる。
4. 深さ **2900 m** の年代 $\mathbf{3.401197 \times 10^{5}}$ と $\mathbf{1.870904 \times 10^{6}}$ 年（計算 2.1）：二つの目盛り。
5. 比 **5.500720**（観察 2.4）：本稿の芯。
6. 深さ **2990 m** の比 **33.575796**（観察 2.4）：広がり続ける。
7. **1 m** あたり **1000** 年と **19200** 年（観察 2.5）：詰まり方も違う。
8. 数値積分との相対差 $\mathbf{2.176 \times 10^{-14}}$（計算 2.1）：二通りで一致。
9. 深さ **1500 m** のナイの年代 $\mathbf{6.931472 \times 10^{4}}$ 年（計算 2.1）：$\ln 2$ の目盛り。
10. 層がどの深さから薄くなるか（観察 3.1）：分離子・論文**432**。

結び：氷床コアの年代は、上では積もる速さが決め、底の近くでは氷の流れ方の模型が決める。厚さ **3000 m**・積もる速さ **0.03 m**/年の氷で、深さ **500 m** の年代はナイの模型で 1.823216×10^{4} 年、ダンスガード＝ジョンセンの模型で 1.868919×10^{4} 年と、比 **1.025067** でほぼ同じである——二つが **1** 割ひらくのは深さ **1309 m** からである。深さ **2900 m** では 3.401197×10^{5} 年と 1.870904×10^{6} 年で比 **5.500720**、**1 m** の氷に入る年数は **1000** 年と **19200** 年になり、深さ **2990 m** では比 **33.575796** まで広がる——底の近くの年代は、積もる速さではなく、層がどう薄くなるかの仮定で決まっている。分離子は、層がどの深さから薄くなりはじめるか（氷の流れの形）である。既刊との位置——論文**432** は記録に出る周期を比べた。ここはその記録の年代の目盛りが、深さによって別の量で決まることを数えた。正直に言えば——模型は定常で、実在のコアの年代も、どちらの模型が正しいかも扱っていない。

参考文献

1. Cuffey, K. M., & Paterson, W. S. B. (2010). *The Physics of Glaciers* (4th ed.). Elsevier.
2. Dansgaard, W., & Johnsen, S. J. (1969). A flow model and a time scale for the ice core from Camp Century, Greenland. *Journal of Glaciology*.
3. 山岸勇輝 (2026).『記録で最も強い周期が、原因の側では最も弱い』[論文432]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22701583

— 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)