

一つの分子が空に居る時間と、足した分が消える時間は別である

— 大気から毎年 **0.25** の割合で出ていき、釣り合いで大気の **3** 倍を抱える相手の箱から戻ってくると
き、一つの分子が大気に居る平均の時間は **4.000000** 年である — 分離子は、分子の出入りを問うか、
余分の行き先を問うか — [論文865]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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

2026年9月

YOI: <https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/865>

— *From thinking to syncing.* —

要旨

分子が数年で入れ替わるなら、足した分も数年で消える、と思しやすい。本稿は、二つの箱をつないだ模型で、分子が居る時間と余分が消える時間が別の量であることを数える。新しい定理も法則も主張しない。第一に、一つの分子が大気に居る平均の時間は **4.000000** 年である。大気から出ていく割合が毎年 **0.25** なら、大気の量を出ていく流れで割った値がそれである（第1節）。第二に、これが本稿の芯である。足した余分は、分子の滞在から見込むよりずっと長く残る。**20** 年後に閉じた二つの箱で **0.250954** 残り、分子の滞在だけから見込む 6.737947×10^{-3} の **37.244946** 倍である（第2節）。第三に、釣り合いを超える分は分子の滞在より速く減るが、その先は減らない。余分は時定数 **3.000000** 年で釣り合いの **0.250000** に近づき、**100** 年後も **0.250000** である。相手の箱が満ちると、出ていった余分が戻ってくる（第3節）。第四に、出口があっても、最後の減りは遅い。相手の箱から毎年 **0.002** の割合で抜けると、**100** 年後の余分は **0.217171** で、残りの減りの時定数は **667.671180** 年、分子の滞在の **166.917795** 倍である（第3節）。第五に、数は二通りに出して突き合わせた。ルンゲ=クッタで回した数値は、閉じた箱では厳密な解と、出口つきでは固有値の解と、どれも差 10^{-13} 未満で一致した（第2節・第3節）。第六に、分離子は、分子の出入りを問うか、余分の行き先を問うかである。分子の出入りは出ていく割合だけで決まり、余分の行き先は相手の箱の大きさと出口で決まる（第4節）。キーワード：滞留時間、箱モデル、釣り合い、時定数、固有値、模型。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない。一次の速さでつないだ箱、滞在時間が量の流れで割った値であること、分子の滞在時間と足した余分が戻る時間が違うことは、いずれも大気の化学で知られた区別である。実在の値を主張しない。出ていく割合 **0.25**、相手の箱の大きさ **3** 倍、出口 **0.002** は模型の値で、どの気体にもどの大気や海にも対応しない。化学を入れない。反応による消失、温度や溶け方の変化は入れない。箱を増やさない。相手を一つの箱とし、その中の混ざり方は扱わない。気候を論じない。余分がどんな影響を持つか、どう減らすべきかは扱わない。既刊との関係：論文**549** は、滞在時間が **5.8** 倍変わっても「中にいる数 = 到着率 × 滞在時間」は動かないことを示した。本稿はその隣に置く。分子の滞在 **4.000000** 年はその関係から出るが、足した余分の減り方はその関係からは出ず、相手の箱が決める。加えたのは、分子の滞在と余分の残りを同じ模型で並べたこと、**20** 年後に見込みの **37.244946** 倍残ると測ったこと、出口つきの遅い時定数 **667.671180** 年を固有値で出して数値と突き合わせたこと、分離子を「分子の出入りか、余分の行き先か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：大気の余分を *A*、相手の箱の余分を *O* とする。大気から出ていく割合を *k*₁、相手の箱から戻る割合を *k*₂、相手の箱から抜ける出口の割合を *k*_s として、次のようにつなぐ。

$$\frac{dA}{dt} = -k_1A + k_2O, \quad \frac{dO}{dt} = k_1A - (k_2 + k_s)O, \quad \tau_{\text{分子}} = \frac{1}{k_1}$$

*k*₁ = **0.25** 毎年、*k*₂ = *k*₁/3（釣り合いで相手の箱が大気の **3** 倍を抱える）とし、出口は *k*_s = **0**（閉じた箱）と *k*_s = **0.002** 毎年の二通りにした。はじめに大気へ余分 **1** を足し、相手の箱は **0** とした。数値はルンゲ＝クッタ（刻み **0.001** 年・合計 **248000** 歩）で出した。

問い：分子が **4** 年で入れ替わるなら、足した余分も **4** 年ほどで消えるのか。

2. 分子の滞在と余分の残り

計算 2.1：大気に残る余分を、閉じた箱、出口つき、分子の滞在だけから見込む値 *e*^{−*k*₁*t*} で比べた。

年	閉じた二つの箱	出口つき	分子の滞在だけ
4	0.447698	0.447460	3.678794 × 10 ^{−1}
20	0.250954	0.245758	6.737947 × 10 ^{−3}
100	0.250000	0.217171	1.388794 × 10 ^{−11}

観察 2.2

これが本稿の芯である。足した余分は、分子の滞在から見込むよりずっと長く残る。20 年後、閉じた箱の余分は 0.250954 で、分子の滞在だけから見込む 6.737947×10^{-3} の 37.244946 倍である。分子は 4 年で入れ替わっているが、出ていった余分の一部が相手の箱から戻ってくる。

観察 2.3

数値は厳密な解と合う。閉じた箱の余分は $1/4 + (3/4)e^{-(k_1+k_2)t}$ と書け、数値との差は三つの時刻とも 10^{-13} 未満だった。二つの箱の合計は 1.000000 のまま保たれた。

3. 釣り合いと時定数

計算 3.1：閉じた箱の釣り合いと時定数、出口つきの二つの時定数を出した。

量	値
分子の滞在 $1/k_1$	4.000000 年
閉じた箱：釣り合いで大気に残る割合	0.250000
閉じた箱：時定数 $1/(k_1 + k_2)$	3.000000 年
出口つき：速い時定数	2.995486 年
出口つき：遅い時定数	667.671180 年
遅い時定数 ÷ 分子の滞在	166.917795
遅いほうの係数	0.252260

観察 3.2

釣り合いを超える分は分子の滞在より速く減るが、その先は減らない。時定数 3.000000 年は分子の滞在 4.000000 年より短い。だが減るのは釣り合いを超える分だけで、閉じた箱の余分は 0.250000 を割らない。遅いほうの固有値は出口を 0 にすると 0 になり、余分は消えない。

観察 3.3

出口があっても、最後の減りは遅い。相手の箱から毎年 **0.002** 抜けると、余分のうち係数 **0.252260** の分が時定数 **667.671180** 年で減る。分子の滞在の **166.917795** 倍である。固有値から書いた解と数値の差は三つの時刻とも 2×10^{-15} 未満で、**100** 年後の余分は **0.217171** だった。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、分子の出入りを問うか、余分の行き先を問うかである。分子の出入りは大気から出ていく割合 k_1 だけで決まる。余分の行き先は、相手の箱がどれだけ抱えられるか (k_2) と、そこからどれだけ抜けるか (k_g) で決まる。交換は分子を入れ替えるが、余分を消さない。

観察 4.2

論文549の隣に置く。549は、滞在時間が**5.8**倍変わっても「中にいる数 = 到着率 × 滞在時間」が動かないことを示した。分子の滞在**4.000000**年は、その関係で大気の流れを出ていく流れで割った値である。足した余分の減り方はその関係からは出ず、戻ってくる流れを持つ相手の箱が決める。

観察 4.3

言わないこと。実在の気体、大気、海の値も、化学反応や温度による変化も、余分の影響や減らし方も扱わない。示したのは、分子が居る時間と足した余分が消える時間が、同じ模型の中で別の量だということである。

5. 点呼と結び

1. 分子の滞在 $1/k_1 = 4.000000$ 年（計算 3.1）：量の流れで割った値。
2. **20** 年後の余分 **0.250954**（計算 2.1）：閉じた箱。
3. 見込みの **37.244946** 倍（観察 2.2）：本稿の芯。
4. 時定数 **3.000000** 年（計算 3.1）：分子の滞在より短い。

5. 釣り合いの **0.250000** を割らない（観察 3.2）：戻ってくる。
6. 出口つきで **100** 年後 **0.217171**（計算 2.1）：出口 **0.002**。
7. 遅い時定数 **667.671180** 年（計算 3.1）：固有値で出した。
8. 分子の滞在の **166.917795** 倍（観察 3.3）：最後の減り。
9. 数値と解の差 10^{-13} 未満（観察 2.3・3.3）：別々に出した。
10. 分子の出入りか、余分の行き先か（観察 4.1）：分離子・論文549。

結び：一つの分子が空に居る時間と、足した分が消える時間は別である。大気から毎年 **0.25** の割合で出ていくとき、一つの分子が居る平均の時間は **4.000000** 年だが、足した余分は **20** 年後も **0.250954** 残り、分子の滞在だけから見込む値の **37.244946** 倍である。出ていった余分の一部が、満ちた相手の箱から戻ってくるからである。余分は時定数 **3.000000** 年で釣り合いの **0.250000** に近づき、出口が無ければそこから減らない。出口 **0.002** を付けても、残りの減りの時定数は **667.671180** 年で、分子の滞在の **166.917795** 倍である。既刊との位置：論文549の「中にいる数 = 到着率 × 滞在時間」から出る分子の滞在の隣に、その関係からは出ない余分の減り方を置いた。正直に言えば、割合と箱の大きさは模型の値で、化学反応や温度による変化、箱の中の混ざり方は入っていない。

参考文献

1. Jacob, D. J. (1999). *Introduction to Atmospheric Chemistry*. Princeton University Press.
 2. Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2006). *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change* (2nd ed.). Wiley.
 3. 山岸勇輝 (2026). 『滞在時間が **5.8** 倍変わっても、掛け算の関係は動かない』[論文549]. YOI:
<https://www.yamagishiyuuki.com/yoi/549> ・ DOI: 10.5281/zenodo.23014185
-

— *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)