

持続化社会と科学リテラシー

- 自己組織化の研究に基づく考察 -

東京大学卓越教授

分子科学研究所卓越教授

藤田 誠

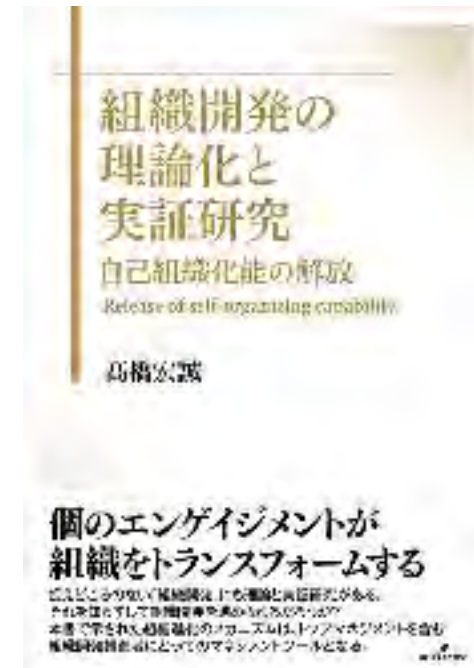
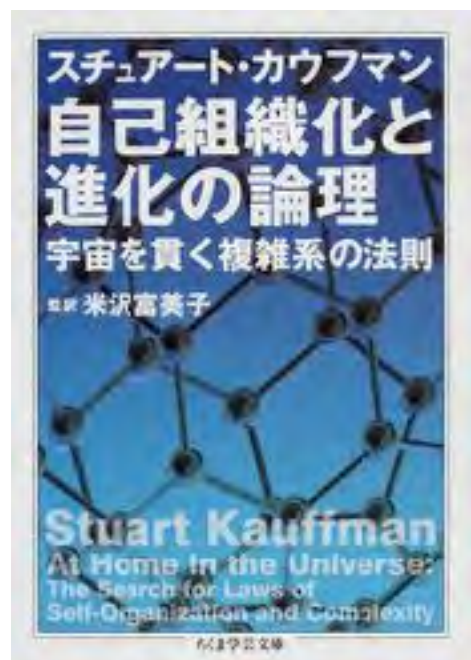
自己組織化とは

20世紀終盤に自然科学の各分野で独立に注目され始めた

生物：生命現象をつくりだす仕組み

化学：新しい構造体をつくりだす仕組み

物理：秩序形成の根本原理



宇宙，経済，社会学，ビジネス等，あらゆる分野で，自発的に秩序が生まれる現象を広く指している。

(画像出典：Amazon通販サイト)

秩序を保とうとする仕組みが生まれる
(自己恒常化)



自発的に秩序が生まれる
(自己組織化)



無数の事象が互いに影響を及ぼしあう

化学平衡とルシャトリエの法則



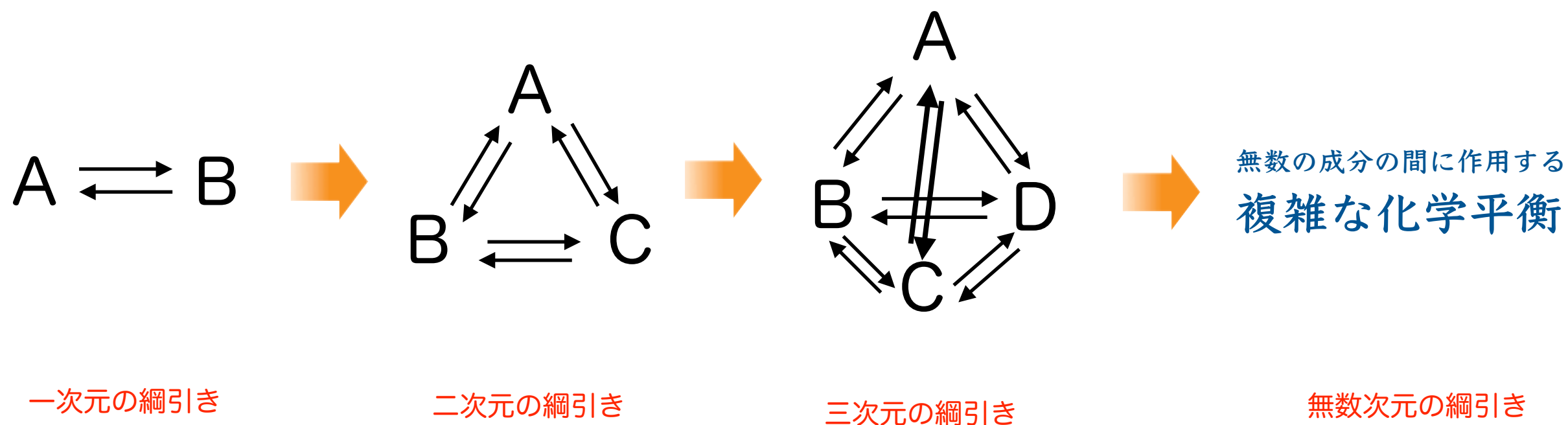
化学反応 $A \rightleftharpoons B$ は,

一次元の綱引き

ストレスをかけると、ストレスを緩和する方向に
系は動こうとする（ルシャトリエの法則）

（厳密には正しい理解ではない）

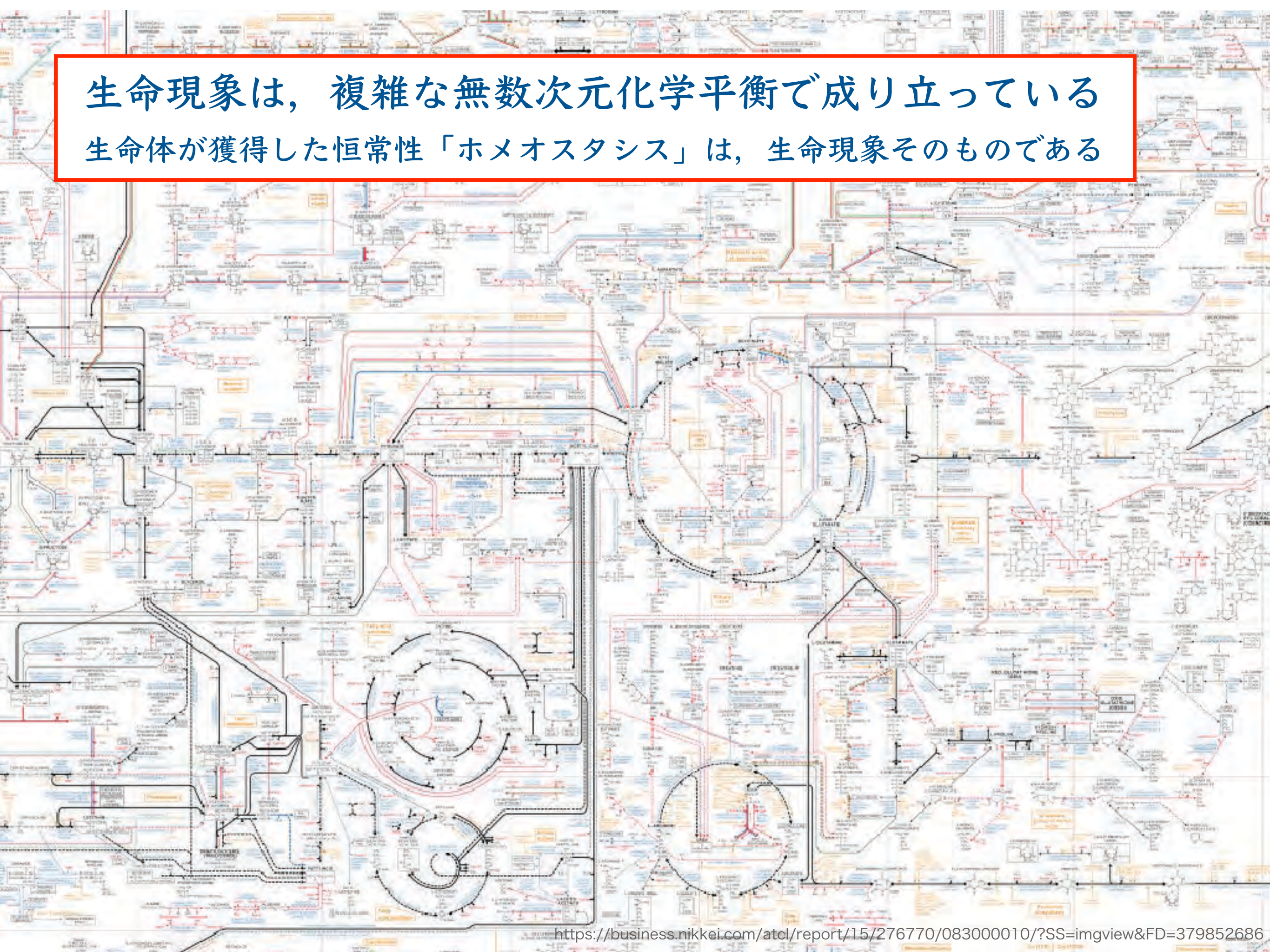
化学平衡とルシャトリエの法則



「自己恒常化」は無数次元平衡系に働くルシャトリエの法則

(厳密には正しい理解ではない)

生命現象は、複雑な無数次元化学平衡で成り立っている
生命体が獲得した恒常性「ホメオスタシス」は、生命現象そのものである



秩序を保とうとする仕組みが生まれる
(自己恒常化)



自発的に秩序が生まれる
(自己組織化)



無数の事象が互いに影響を及ぼしあう

恒常性を獲得した奇跡の星 - 地球



地球はあらゆる天体の中で、奇跡的な確率で恒常性を獲得した星である。動植物の生態系のみならず、気象現象や地殻の活動などが複雑に絡み合って恒常性が保たれているのだから、地球は一つの立派な生命体である。

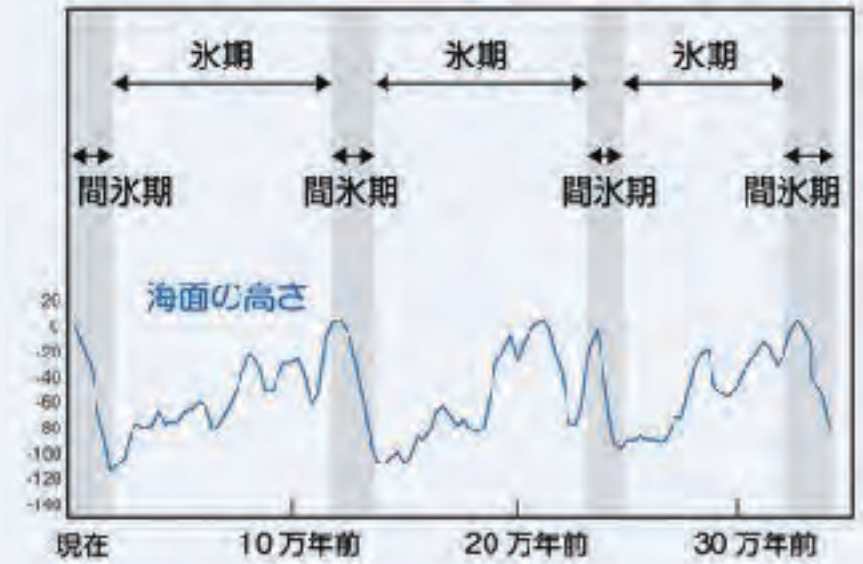
地球の恒常性 - 本当に備わっているの？

状況証拠：

周期的な氷河期/間氷期の繰り返し

生態系の維持

...



<https://www.jamstec.go.jp/sp2/column/03/>

逆説的証明：

仮に 0.001°C / 100年の割合で
温暖化したら

46億年



地球の気温は
 4600°C

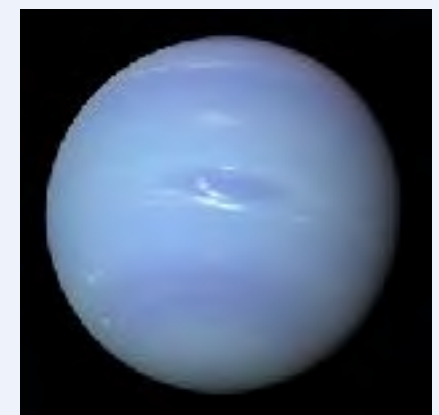


仮に -0.001°C / 100年の割合で
寒冷化したら

46億年



地球の気温は
絶対零度



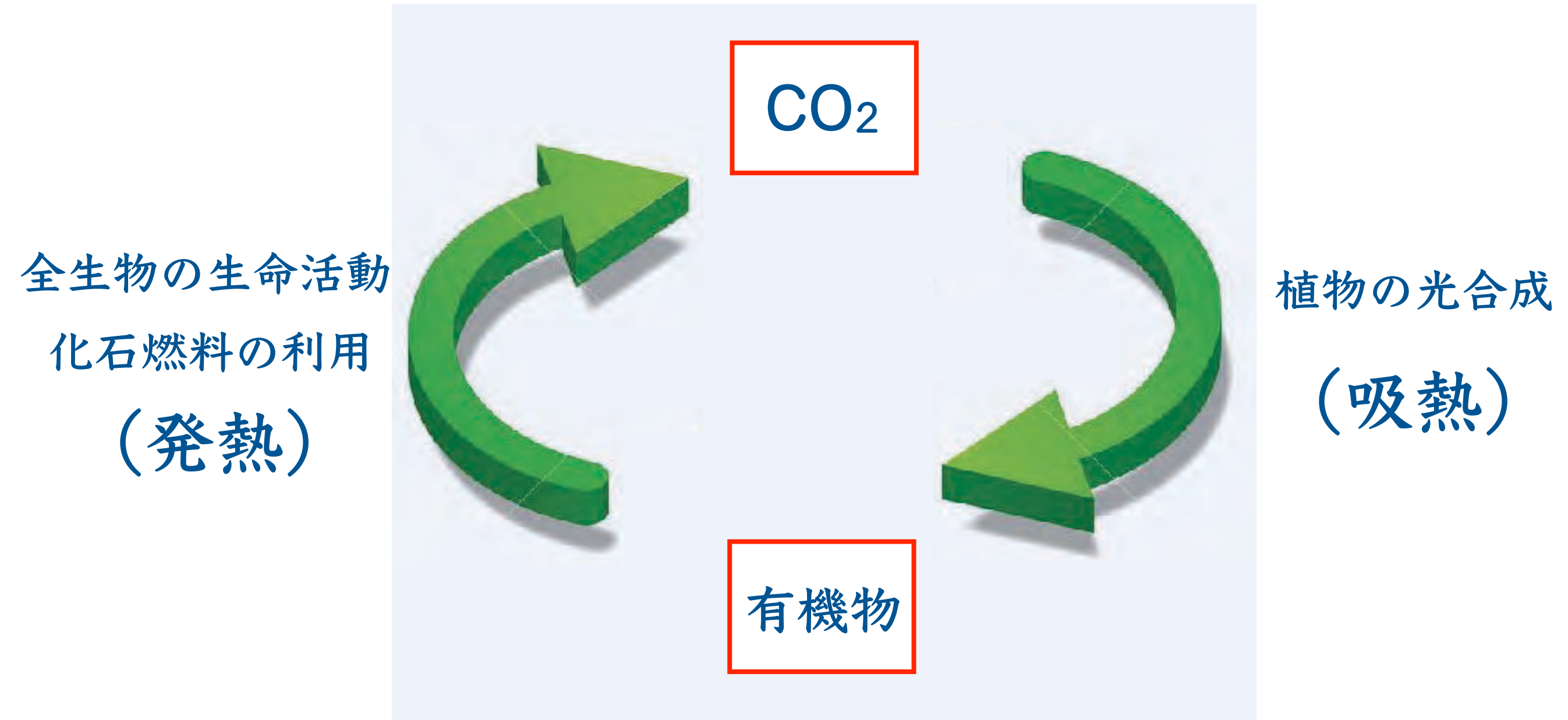
さらに高い精度で、たまたまつり合っている??

<https://bokete.jp/odai/4903096>

[https://ja.wikipedia.org/wiki/海王星#/media/ファイル:Neptune_-_Voyager_2_\(29347980845\)_flatten_crop.jpg](https://ja.wikipedia.org/wiki/海王星#/media/ファイル:Neptune_-_Voyager_2_(29347980845)_flatten_crop.jpg)

地球の恒常性

”炭素”は再生可能エネルギー

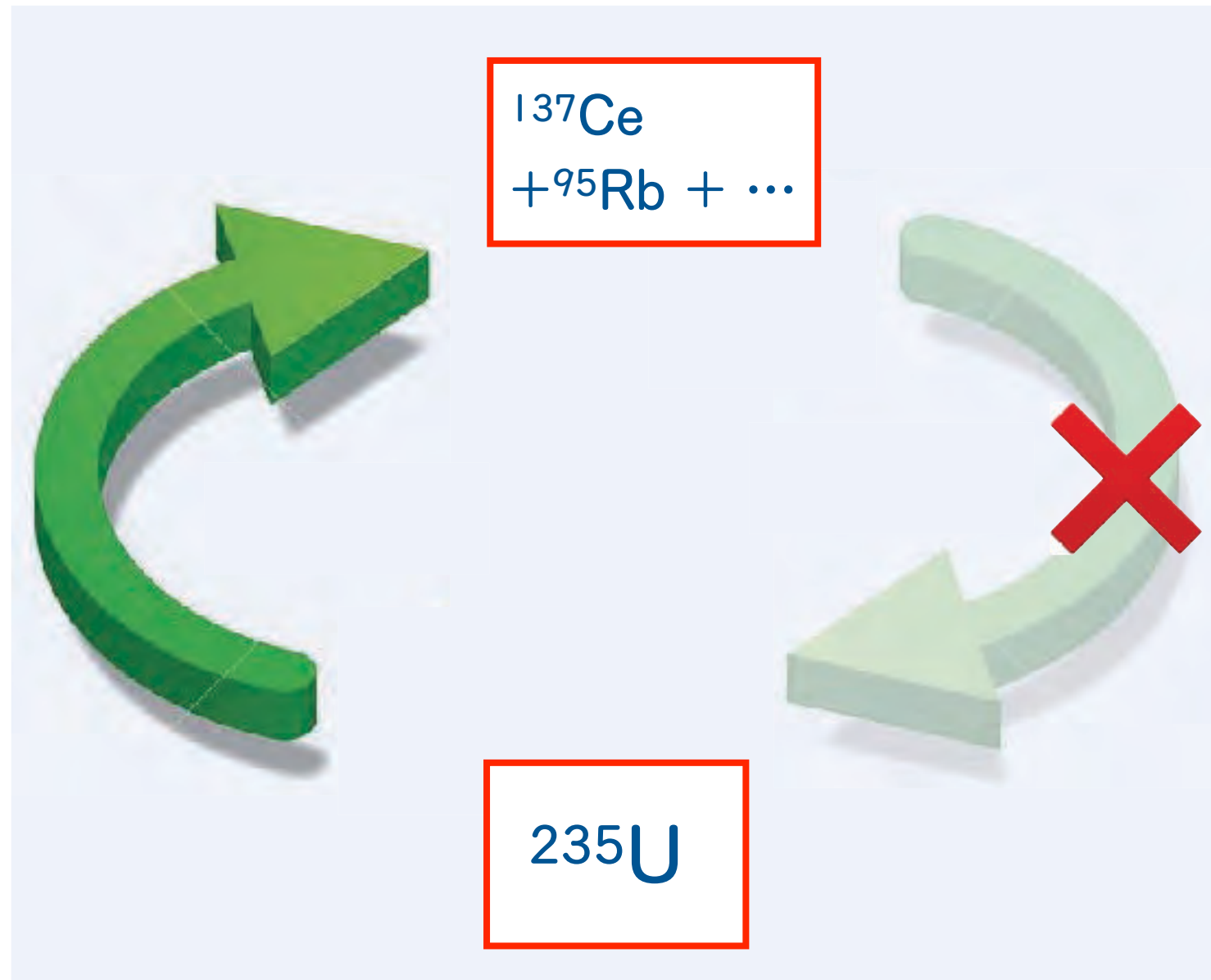


”炭素”の循環は，恒常性を保つ重要なプロセスの一つ

地球の恒常性

”原子力”は再生不可能エネルギー

原子力発電
(発熱)



人工的にも，自然にも

^{235}U に
戻せない

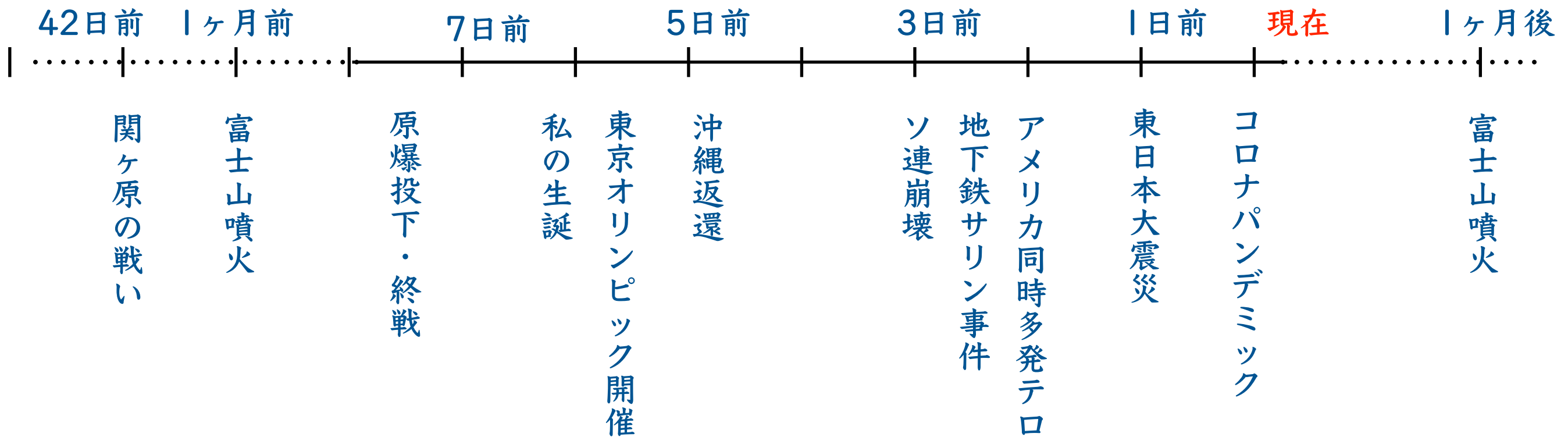
化石燃料：循環可能な CO_2 を排出

原子力：循環不可能な放射性廃棄物を排出

これでもクリーン？

歴史の理解：10年を1日に縮尺して考える

「持続化社会」って、あと何日持続させたいのですか？



近代史のほぼ全ての出来事が、自分で体感したことのある時間スケールに収まる

(人は体感したことのない数・量・時間を定量的に理解できない)

科学者の責任

正しい判断材料を提供すべき科学者の責任は大きい。

科学リテラシーの重要性

(科学的考察に基づく意思決定)



科学的な定量的評価の欠如

全人類がネットワーク化した現代社会では、科学的考察に基づく意思決定(科学リテラシー)が強く求められる時代になった。

ポピュリズムの負の側面

持続化社会の課題の多くは、大衆心理に基づく意思決定(ポピュリズム)によって生まれた社会課題である。

さまざまな要素集団の利益誘導に使われやすく、集団が大きくなるほど真実が見えにくくなる。



科学者の責任

正しい判断材料を提供すべき科学者の責任は大きい。

科学者の集団は、唯一「科学」という
揺らぎどころのない真実に基づいた判断ができる

科学リテラシーの重要性

(科学的考察に基づく意思決定)



科学的な定量的評価の欠如

まとめ

- ・ 無数の事象のネットワーク化により，自己組織化，さらには自己恒常化が起こる。
- ・ 最も身近な自己恒常化は生命現象（ホメオスタシス）。
- ・ 地球は恒常性を獲得した奇跡の星。一つの生命体。
- ・ 炭素の循環が地球の恒常性に大きく寄与している。
- ・ CO₂増加は必ずフィードバックがかかる（自己組織化研究から導かれる結論）。
- ・ 持続化社会の議論は定量的考察に著しく欠けている。
- ・ ポピュリズムはさまざまな要素集団の利益誘導に使われやすく、集団が大きくなるほど真実が見えにくくなる。
- ・ 科学者は，唯一「科学」という揺らぎどころのない真実に基づいた判断ができる。
- ・ 持続化社会の多くの課題は，科学リテラシーに基づき，ポピュリズムを排除した再考察が必要。
- ・ 科学リテラシーの重要性が高まった時代となった。科学者の責任は大きい。
- ・ 本講演は，楽観論/悲観論あるいは賛成派/反対派という観点の主張ではなく，長年の研究からたどり着いた精一杯の科学リテラシーである。

持続化社会と科学リテラシー

地球の恒常性が解決してくれる（楽観論？）

生業(なりわい)の中で生きるしかない（悲観論？）

長年の自己組織化の研究からたどり着いた
精一杯の科学的考察

参考文献

1. 藤田 誠, 巻頭言：「自己組織化と持続化社会」 OM News (近畿化学協会機関誌) 2022年度第3号 (令和4年8月1日発行予定)
2. 山本 尚, 論説：「恐ろしいサイエンスのポピュリズム化」 化学と工業 (日本化学会機関誌) 2019, 72, 657