

# 数理モデルがもたらす新たな世界観

西浦廉政<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学, 中部大学

e-mail : yasumasa@pp.iij4u.or.jp

## 1 概要

演繹の世界から帰納的世界へと時代は移り変わりつつあり、数理科学、特に数理モデルの在り様やそれが示唆する世界像も多様なものとなりつつある。とりわけその範囲が、生命科学から経済、医療、社会科学にまで広がり、これまで人とは独立に存在するイデア的自然現象の記述から、人が作ったもの（経済、気候変動など）、あるいは人そのもの（意思決定、医療、心理など）へと、より複雑かつ実験室で再現できない現象に関心が移りつつある。サイエンスはこれまで時空のあるスケールを取り出し、そこに特化した計測・実験により、精緻な理論を構築してきたが、より広がった対象を取り扱う困難さの一つは、時空間での階層をまたぐ問題を必然的に考えねばならないことに起因する。

本講演では、それら拡大化された世界への数理モデルの発展が古典的な世界観と比べ、異なる視点を与えることを、できるだけ簡単な、しかし示唆的な事例を通して示したい。決定的に異なる点は、それらが我々に直接関係するため、その世界観は多重・多層であり、また我々自身が変わることによる**変更可能性**を有していることである。

## 2 3つの具体例と論点

次の3つの話題を取り上げたい。

- 時間の罫 -時間的局所認識の限界-

現代は様々な状況が時間と共に変化し、地球さえも我々の活動のため変動している。とくにそれがゆっくり変動する場合には限られた時間での観測から、時間大域的な挙動を予測することは簡単ではない。簡単な線形微分方程式においても、その係数が時間依存するならば、任意の固定された時間で漸近安定と判定される場合でも時間と共に発散する軌道が存在し、またその逆の場合も存在する。系に含まれるパラメータが時間変化すると、本来モデルが追従できた安定な状態から大きく外れる（レート）ティッピングと呼ばれる現象も生じる [1]。数理モデルの解析はそれらの変化の予兆を知る上でも重要となる。

- 不平等は不可避か？ [2] -公平な取引は富の局在化を招く-

「私的な利益こそ、すべての人間を導く主である」（水野和夫 [3] 「はじめに」参照）。これは16世紀に活躍した政治思想家フランチェスコ・グイッチャルディーニの言葉である。「私的な利益」の追求が近代社会の大原則となり、中世キリスト教社会の聖書に代わって、資本主義社会のバイブルとなった。この結果として極端な格差社会が世界に蔓延している。日本もその例外ではなくなりつつある。この非対称性は19世紀後半のイタリアの経済学者ビルフレッド・パレートの発見した寡則（80:20の法則）としても古くから知られている。多数の人（agent）が同じ動機（自己利益）で参加すると、多様性は失われ、単純な分断された世界となる。グローバル化はデータで取り扱いやすい社会をもたらしたと言える。しかしそもそも富の移動とは何か、また集中した富の再配分は如何にすれば有効なのか、についてはより精緻な議論が必要で

あり、数理モデルはいくつかの示唆をこれに与えることができる。

- 閾値と民主主義 -意思決定は可能か？-

数理モデルを作るときの基本要素として「閾値」関数がある。神経細胞の発火モデルとしてよく知られている「興奮型」の非線形として、振動型、双安定型と共に基本ユニットの一つである。FitzHugh-Nagumo モデル、多層ニューラルネット（階段関数近似）から、細胞集団、ミツバチの意思決定 [4] においても、この関数は重要な役割を果たす。日々の様々な選択においても、この閾値判定は頻繁に使われている（良いクチコミが多いから大丈夫だろう）。この非線形ユニットの面白さは「不連続性」と「不応期」にあるだろう。興奮し発火した後、全く反応しないというフェーズ（これが不応期）があることは案外重要である。神経細胞から民主的的意思決定問題まで閾値が果たす役割をいくつかの数理モデルで紹介する。

### 3 展望

我々の認識の限界を知ることは重要である。今ほど広く、素早く「答え」が得られる時代はこれまでなかった。同時に失ったもの、失いつつあるものも大きい。身近な例で言えば、どこかに行きたいとする。Google map に情報をコピーし、クリックすれば場所とそこへの経路も瞬時に教えてくれる。突然バッテリーが死んだとすると、我々はルートの途中でかなり戸惑う。印刷物の地図ならば周辺の地形や目印の建物など、大局的な別情報が頭に入っているので、たとえ地図をなくしても、大きな間違いは起こさない。人にもよるだろうが、頭の中で点と点の情報はあっても、線あるいは面の情報は捨ててしまっている。表題には「世界観」という言葉が含まれているが、それは日々の行動、判断の集積に過ぎない。現代社会は気づかずに大きなレールの上に乗せられていることが多い。多数の人がランダムに同じ価値観で関わっている時に、より広い時空間では、大きなバイアスがかかっている。気づか（され）ないことも多い。このバイアスは我々自身で作り出しているものであり、それを修正したり、どれが良いのか、面白いのかも我々自身で議論したり、修正したりできる可能性がある。その際に数理モデルは非常に簡便にその本質を明らかにしてくれる機能を持っており、それがもたらす「小さな世界観」は新たな視点を与え、変えていくヒントになり得ると期待される。

### 参考文献

- [1] P. Ashwin, S. Wieczorek, R. Vitolo, and P. Cox. Tipping points in open systems: bifurcation, noise-induced, and rate-dependent examples in the climate system. *Phil. Trans. Roy. Soc. A*, Vol.370 (2012), 1166–1184.
- [2] Bruce M. Boghosian, Is inequality inevitable?, <https://www.scientificamerican.com/article/is-inequality-inevitable/>
- [3] 水野和夫, 次なる 100 年—歴史の危機から学ぶこと—, 東洋経済新聞社, 2022 年.
- [4] T.D. Seeley, P.K. Visscher, and K.M. Passino. Group decision making in honey bee swarms. *American Scientist*. Vol.94 (2006), 220–229.