

甘利氏「AIはニュートンになれない」 への科学史からの補足説明

那須科学歴史館 2025/10/14

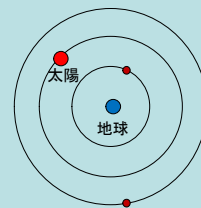
「AIはニュートンになれない」先駆者・甘利俊一博士が語る現在地
日本経済新聞(2025/10/6)から抜粋

- 高性能なコンピューターと巨大な資本によってAIはどんどん開発できてしまった。
現在は技術の発展に理論が追いついていない。原理を追究すべきだ。
- AIの始まりはデータの補完。データの欠けている部分を確率的な蓋然性で穴埋めする。
例えばケプラーは天体観測を重ねることによって、惑星の運行法則を見つけた。
現状のAIはケプラーまでならできるかもしれない。
- ニュートンは天体の運動も含めて、ありとあらゆる力と運動が同じ原理に従っていると唱えた。
力や質量という新しい概念を生み出し、概念同士の関係を考えた。
ニュートンの発想の飛躍や探究心がないAIにはできない。
- すでに定式化され、解くために労力が掛かる問題については、AIがもっとも得意とする領域。
研究開発の手段としてAIを使うのは非常に便利。人間がヒントを与えてもらうこともあるだろう
- 飛躍的な発想をするAIを開発するには、人間の発想の仕組みを明らかにする研究が重要だ。

科学史上、最初のパラダイムシフト：地動説

天動説(パラダイム)

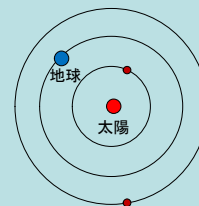
- 地球が宇宙の中心に静止しており、全ての天体が地球の周りを回っているという概念
- アリストテレスやプトレマイオスにより体系化され、特にプトレマイオスの「アルmagest」では数学的に詳細に記述されている。
- キリスト教の教義とも調和し、広く支持されていた。



↓
パラダイムシフト
(コペルニクスの転回)

地動説(新たなパラダイムの形成)

- コペルニクスは「天体の回転」(1543年)の出版により地動説を主張。
- ケプラーは「宇宙の神秘」(1596年)により地動説を主張し、「新天文学」(1609年)に第1, 2法則を、そして「宇宙の調和」(1619年)で第3法則を発表し、数学的基礎を築く。
- ガリレオは「天文対話」(1632年)で地動説を主張したが、カトリック教会から宗教裁判にかけられ、軟禁処分を受ける。



ケプラー(1571～1630年)



Johannes Kepler
1571年 - 1630年

ケプラーの法則(観測データに基づく現象論的法則＝実験式)(1609～1619年)

第1法則: 惑星は太陽を焦点とした楕円軌道を描く

第2法則: 惑星と太陽とを結ぶ線分が単位時間に掃く面積(面積速度)は一定

第3法則: 惑星の公転周期の2乗は、軌道長半径の3乗に比例

アリストテレスは、物体の運動は物体自身の自己目的の実現過程(内因)にすぎず、天体は完全な対象である円運動をすることを考えた



ケプラーは観測により、天体は楕円運動をすることを示した



楕円運動の外因の存在という問題を提起(パラダイムシフト)



太陽が惑星に及ぼす力の概念を導入

ガリレオ(1564～1642年)

ガリレオの業績



Galileo Galilei
1564年 - 1642年

- 望遠鏡で木星の衛星を発見するなど天体観測を行い、コペルニクスの地動説の証拠を提示
- 観察と実験を重視し、それらの結果を数学的に記述・検証する科学的方法論を確立。これは、中世の権威に頼るスコラ科学とは一線を画すもので、近代科学の方法論を確立。
- 落体の法則を発見し、落下運動が物体の重さによらず同じ速さで進むことを証明。さらに、慣性の概念などにも触れ、後のニュートン力学に繋がる基礎を築く。
- 権威や伝統ではなく、証拠を重視する姿勢を示し、科学革命を推進。
- 望遠鏡を改良し、観測精度を飛躍的に高めた。また、実験器具や道具へのこだわりにより技術革新の活用の重要性を示した。

スコラ科学は天上と地上世界を分ける二元論



天上と地上世界が同一法則により支配されるという概念は
ケプラー、ガリレオの活動を通じて、ニュートンにより完成

物体が外力を受けない限り等速直線運動を続けるという「慣性の法則」を提唱



ガリレオは、最初に加速度の概念を持ち、
また、慣性質量に近い概念を持っていた

落下の法則など、自然は数学的法則性の現象



ガリレオは、聖書による啓示真理説と真っ向から対立

ニュートン(1642～1727年)

ニュートンは、ケプラーの外力、ガリレオの慣性の概念を具体化し、
運動の法則の体系化、理論化を完成(ニュートンの法則)

- 第1法則(慣性)：外力が作用しない限り、静止物体は静止し続け、運動物体は等速直線運動を続ける
第2法則：外力が物体に作用すると、力の方向に物体は加速度を持ち、加速度は力に比例し、質量に反比例
第3法則(作用・反作用)：2つの物体がお互いに力を及ぼす時、その力の大きさは等しく、反対方向である

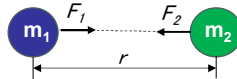


ニュートンの万有引力の法則(天上、地上とも全てに作用する)



Isaac Newton
1642 - 1727年

質点 m_1, m_2 が距離 r だけ隔てておかれている場合、その間に働く力 F_1, F_2 は



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



遠隔作用の概念の導入

物体間に力の作用を媒介するものは何もなく、一瞬にして作用する。



当時、物体間は直接、接触し力が作用する概念(パラダイム)に対し、
遠隔作用の概念は批判を受ける

ニュートン自身も遠隔作用の概念に納得したわけではなく、ぺんぎてきなものとして考えた

ケプラー、ガリレオ、ニュートンのパラダイムシフトのレベル

既存の概念(パラダイム)に対して、全く新しい概念に飛躍するパラダイムシフトは
人間特有の能力であり、現時点でのAIにはそれを真似ることは不可能であり
パラダイムシフトのレベルを分類することは非常に重要

ケプラーのパラダイムシフト・レベル

- 観測データを解析し、法則を求める ⇒ パラダイムシフト・レベルは高いと言えない
- **楕円運動の外因の存在という問題を提起** ⇒ 運動は内因によるものとしていたパラダイムに対し、外因としたことは非常に高いパラダイムシフト・レベル

ガリレオのパラダイムシフト・レベル

- 観測を解析し、コペルニクスの地動説の証拠を提示 ⇒ パラダイムシフト・レベルが高いと言えない
- **加速度の概念を導入、「慣性の法則」を提唱** ⇒ 非常に高いパラダイムシフト・レベル
- **自然は数学的法則性の現象** ⇒ 非常に高いパラダイムシフト・レベル

ニュートンのパラダイムシフト・レベル

- 慣性の概念を具体化し、運動の法則の体系化、理論化を完成提 ⇒ パラダイムシフトレベルが非常に高いと言えない
- **万有引力、遠隔作用の概念の導入** ⇒ 非常に高いパラダイムシフト・レベル

ガリレオの「自然は数学的法則性の現象」について

ガリレオは、自然界の現象は神秘的な力や目的ではなく、
数学によって記述できる普遍的な法則によって支配されているとした



キリスト教、スコラ科学の既存概念に対するパラダイムシフトであったため、
ガリレオは迫害を受けることに



ガリレオの数学的法則性の概念とデカルトの要素還元論は
因果的決定論が支配する近代科学と唯物論の基礎となる



しかしながら、現代は因果的決定論では説明できない
パラダイムシフトが生じている

- ミクロ系において、量子力学での確率関数の状態の重ね合わせ
- マクロ系において、カオス、非線形、複雑系での非決定論
- ゲーデルの不完全性定理による、数学における因果律的記述の限界性



尚、ニュートン力学においても、三体問題は非決定論を示唆している

ニュートンの万有引力、遠隔作用について

遠隔作用の「何の媒介もなく真空中で力が伝わる」という考えは
哲学的に不合理であるとニュートンは考えていた



しかし、力の伝達メカニズムを明らかにできない状況下では
現象の記述と予測に徹するという立場を取った



哲学的に納得できないことを、あえて仮定することで新しい理論を開くことに



遠隔作用の概念は非常に曖昧で整合性が取れていると言えないが
人間特有の創造性があり、この飛躍する思考はAIにはできない



科学史上、このような事は度々起こっている

- プランクの量子化仮説: 実験結果に理論を合わせるための数学的便宜としてエネルギー離散放出を仮定したが、プランクはその実在性には懐疑的であった
- マックスウェルの変位電流: 理論、数式上の整合性のため、真空中の分極による変位電流を仮定したが、これが電磁波の予言につながった