

ニュートンとリンゴの木

松尾 憲久

(マツオインターナショナル株式会社)
代表取締役社長



リンゴの木からリンゴが落ちるのを見てニュートンは万有引力を思いついたと言われていす。この例え話は実話なのか、寓話なのか、「もし実話だとしたらニュートンはどんな思考経路で万有引力を思いつくに至ったのだろう」というのは私の20代からの疑問でした。この話を解説した本に何冊も出会いましたが明確な答えは得られていません。50代までは、「リンゴの木がどんどん伸びて空に浮かぶ月の高さまで行ったときに、それでもリンゴの木から地上に向かってリンゴは落ちてくるのだろうか」、そんな風に考えて万有引力を思いついたのではないかと考えていました。しかし60代になって考えが変わりました。ニュートンは初めから月と地球の間に引力が働いていて、このせいで地球の周りを月が回っていることを知っていたのではないかと。調べてみると実はガリレオ・ガリレイが亡くなったのが1642年。ニュートンが生まれたのが1642年。同じ年に二人の巨人が、亡くなり、誕生していたのです。ニュートンは当然ガリレオの研究の成果を知っていました。そしてガリレオは、当時オランダにいて天体の法則を定式化したヨハネス・ケプラーとの間で文通した記録が残っています。天体間の関係を力の関係として捉えた二人の巨人の学問的な業績、これをニュートンは知っていた。ではリンゴを見て何を思ったのか。「月と地球に働く力はリンゴと地球の間にも働いているのだろうか」そう思って初めて月と地球、リンゴと地球が、同じ「物体間の力の作用」として同じように捉えられるようになったのだと思います。そうであるならば月と地球、リンゴと地球、それぞれの物体間に働く力の関係を一つの数式で書けるのだろう。こう思って定式化したのが万有引力の法則でした。

話しは変わりますが、この万有引力の法則を発明したのが1666年。ニュートンが24歳の時、ペストの大流行によってケンブリッジ大学が閉鎖されていたために、学生のニュートンが自宅に閉じこもって研究した成果が万有引力の法則だと言われていす。コロナの前の感染症がスペイン風邪、その前がペストの大流行だとしたらペストの大流行によって万有引力の法則が発明され、その後の科学の歴史を大きく変えてしまったことになりす。

万有引力の法則をニュートンは数式で表しました。この数式で表すにあたり微分積分を発見したのがニュートンだと言われていす。天体の動きを表す三法則を発見したのはヨハネス・ケプラーですがケプラーは数式を使っては説明しませんでした。幾何学的に三法則を説明した

のです。ニュートンはこれを受けて天体の動きを数式、すなわち代数学で表現することに成功しました。この背景にはニュートンの一世代前の科学者デカルトの存在があると思います。「我思う、ゆえに我あり」コギトエルゴスムで有名なデカルトは、同時にデカルト座標の発明者でもありました。デカルト座標とは中学で習う X Y座標です。これにより従来の幾何学で表される円や楕円などを代数学で表現できるようになりました。この基礎があり、初めて微分積分の発明に繋がったのだと思います。

微分積分が発明されたことにより天体の運動を予測できるようになりました。時間で微分することにより速度が分かり、二階微分で加速度を表すことで曲がり具合も表現できるようになったからです。天体の動きを数式で予測できる世界、そんな時代を切り開いたのがニュートンでした。ケプラーとガリレオ、デカルトの発見のもとにニュートンの万有引力の法則は定式化されたのだと思います。

それから数百年経ち、ニュートン力学では説明のつかない事実が発見されます。天体で言うと水星の動きや光の屈折などです。光速度不変の原理を発見したマックスウェル、光の正体は電磁波であり、この速度は不変且つ最大であるということを予言したマックスウェルは1879年に亡くなりました。同じく1879年にアインシュタインが生まれています。まるでガリレオとニュートンのように同じような事が1879年に再び起こりました。もし光の速度が最高であるなら、例えば皆さんと地下鉄に乗り、地下鉄の速度をどんどん上げて光の速度に近づいていくと地下鉄の運転手は先が見えなくなるのでしょうか？実は光速度不変なのでそういうことは起こらないのです。では何が変わるのか。光速が絶対であると考えた時に逆に絶対であろうと思っていた時空が絶対ではない。時空とは時間と空間ですが、光速に近づくと時間の流れが遅くなったり質量が増したりする、これがアインシュタインの見つけた相対性理論でした。非常に突飛なアイデアのように思われましたが、ニュートン力学では説明のできない現象を説明することができました。

現在我々はスマホによって位置情報を得ていますが、これは人工衛星から受けている電波を元に自分の位置を確かめています。人工衛星が地球よりも離れたところにいることで衛星内の時間は早くなると同時に、人工衛星の速度が速いことで人工衛星内の時間が遅れる。地球上にいる我々に比べて相対的に時間が早まる分と時間が遅くなる分を補正することで現在の我々のスマホでの位置情報がこんなに正確になってきました。アインシュタインの相対性理論がなければスマホやカーナビで位置情報を正確につかむことができなかつたわけです。

これらのことはすべて思考実験から始まったものと思います。リンゴの木の例えは私にとっての思考実験だったのです。地下鉄のライトの例も同じです。もしこの事実が正しいとしたら今までの法則と違う現象が予測される。こういう思考実験がとても大事だと思います。現在、演繹法や帰納法という推論の方法がありますが、自分の頭の中で色々な実験を試してみる。その中で腹にストンと落ちるまで思考実験を繰り返す、そういうことを大科学者達も繰り返してきたのではないかと想像しています。ニュートンとリンゴの木の話は私にとっても大変大きな思考実験で、この事実を長く繰り返し考えることは「学ぶという態度や方法を理解する」大きな財産となりました。