

「ポストコロナ時代の人類の生き方Ⅱ」

文明社会における量子力学の貢献

伊藤 俊洋

はじめに

今、地球上では80億人弱の人類が犇めき合って生活している。この人類が、インターネットで繋がり、地球上で、何時、何処で、何が起こっているか瞬時にわかるようになってきている。人類の行き過ぎた経済活動の影響で、地球環境が大きく左右されることも科学的に証明され、人類全体としてのエネルギーの使い方に何らかの制御をすることが喫緊の課題となっている。SDGsなど、既に幾つかの国際的な取り組みも進んでいる。

一方、生命現象を地球規模で考えるとき、全ての生物が地球環境から生まれ、死ぬと地球環境に還ってゆくという、いわゆる「生命の循環」という概念

も一般に受け入れられてきている。全ての生命は、地球環境で繋がっていて、換言すれば、地球上の生命現象は、時空を超えた高次元巨大環境生命体（宇宙船地球号）と考えることができる。

この概念は、基本的に原子論で支えられており、物事の本質を知ろうとするならば、原子論を理解しなければならない。

原子論の歴史

およそ2300年前、古代ギリシャ時代にデモクリトスは、「物質を極限まで壊してゆくと、最後にはそれ以上壊すことも作ることでもできない究極の粒子（原子）になる。全ての物質は、多種類の原子が結合

して出来ている。」という原子仮説を提唱した。この仮説は、現在の原子論と本質的に同じであり、当時としては極めて先見性のある考え方であったが、当時の社会では受け入れられなかった。1800年代になって、ドルトンにより、この原子仮説が正しいものとして、実験科学的に証明され、その時をもって、近代科学が誕生したとされている。しかし、原子と原子が結合して分子を形成すると言っても、どのようにして結合するのか、そのメカニズムは不明であった。

近代原子論・量子力学の誕生

近代原子論の中で、最も重要な部分を占めているのが、量子力学である。量子力学は、およそ百年前、人類が第一次世界大戦（1914～18年）中に、いわゆるスペイン風邪のパンデミックに襲われ、社会が負の連鎖に落ち込み、人類の精神構造が極度に落ち込んでいた時に、多くの若き天才たちが田舎に疎開して、物事の本質を、考えて、考えて、考え抜いて辿り着いた、それまでの科学とは全くかけ離れ

た新しい概念である。

それまでの科学とは、1600年代にヨーロッパを襲ったペスト（黒死病）によるパンデミックで社会が落ち込んでいたときに、一人の天才物理学者のアイザック・ニュートンが、田舎に避難して、深く思索を重ね、編み出した物理学である。ニュートン物理学は、日常生活の中で我々の目に見える世界の物理学である。宇宙探査のためのロケット技術などは、もっぱらニュートン力学が貢献している。

文明史上、人類が直面した最も難解な自然現象の一つが原子の中の電子の挙動である。この自然現象を、20世紀初頭、若き天才物理学者のエルニー・シュレーディンガーが波動方程式を、またウエルナー・ハイゼンベルグが行列力学という、それぞれが得意とする数学を使って、極微の世界を可視化して見せてくれた。1925年頃に登場した量子力学という学問の誕生である（図1）。さらに、1948年にはリチャード・ファインマンが経路積分という新しい量子化の手法を考案した。これらは、科学史上、数学が関わった最大で最高の業績と評価して良いだろ



図1 量子力学の誕生

ソルベール国際物理学会議に集った物理・化学者達

1927年 バルギー B. クーブリ撮影

<http://doi.org/10.3932/ethz-a-000046848>

う。
アインシュタインは、どちらかというところニュートン力学の世界で思考を深めており、量子力学には懐疑的であったという。

ファイマンは、この難解な量子力学を、一般人たちにも分かるようにと易しい読み物を書いた（「光と物質の不思議な理論・私の量子電磁力学」P.ロ・ファイマン著、釜江常好、大貫昌子訳、岩波現代文庫、2007年）。記者が、「この本は一般の人たちに理解できるのか」と聞くと、ファイマンは、「UCLAの物理学を専攻する優秀な新入生でも理解できないだろう」と答えた。それでは、何故このようなものを書いたのか聞かれたファイマンは、「完全に理解できなくても、おおよその概念、量子力学がどのような世界を扱っているのかという感触を味わってもらうことが大切である。全くわからないのと、少しでもわかっているのでは、雲泥の差であって、その差で思考の展開が全く違う。最初から諦めの境地で、対象に対して近づくことも考えることも拒否してしまつては、新しい思考は生まれない。最も大切な姿勢は、難解な世界に少しでも近付こうとするモチベーションである。物事を全て完全に理解する必要はなく、可能な範囲で、大局的な視点で、ぼんやりとでも輪郭を把握する手法を身につけることが

大切である。そのための助けになる本を書いている。」と答えている。

人類が自然の中に、新しい現象を発見した時、新しい理論が生まれてくる。フラインマンは、自己に対して極めて正直で、彼自身が完全に量子力学を理解しているわけではない、と言い切っている。ここで、フラインマンが言わんとしていることは、フラインマンが自然現象を全て知っているのではなく、これから生まれてくる人類にとって、自然界は謎に満ち溢れたワクワクする世界であるということと言いたかったのだろうと私は思う。しかし、フラインマンの意図とは逆に、この言動が一人歩きして、フラインマン自身が理解できない量子力学を一般の人間に理解できるはずがないと結論され、量子力学は凡人には近づきたい禁断の世界に追いやられてしまっている。フラインマンの本心は、社会の指導的立場にある科学者、教育者、哲学者、宗教家、政治家、経済人などに、せめて量子力学の輪郭でも理解してもらい、文明を正しい方向へ導いて欲しいという願いであった。このフラインマンの願いを支援す

る考え方として、「学問の階層性」という概念がある（本誌79号58ページ参照）。今、私は、フラインマンが成し遂げられなかったことを、私のできる範囲でフォローしようと思っている。

近代原子論に基づいた化学反応の捉え方

原子は大きく分けて二つの構成部分からできている。その一つは、原子の中心部に位置している原子核で、もう一つは原子核の周辺を覆っている電子雲である。電子雲の本身は電子で、電子は常に高速で動き回っているので、あたかも雲のように見えると想定して、このように呼ばれている。

原子核は二種類の粒子（陽子と中性子）からなり、両者の質量はほぼ同じだが、陽子がプラスの電荷を持つのに対し、中性子は電荷を持たない。一方、電子の質量は陽子に比べておよそ2000分の1で、マイナスの電荷を帯びている。原子の中では陽子と同じ数だけ存在する。

原子の平均的な大きさは、直径がおよそ一億分の一(10⁻⁸)cmで、原子核の直径はおよそ一兆分の一

(10⁻¹²) cm、つまり直径の比では、原子核は原子のおよそ一万分の一である。体積で比較すると、原子核は、原子の一兆分の一と極めて小さいが、原子の大

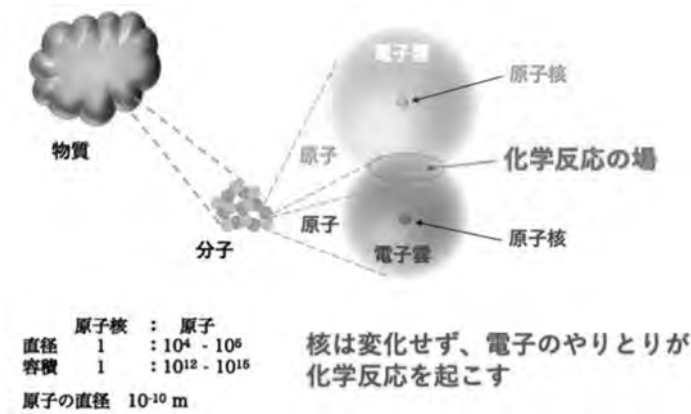


図2 原子の構造と化学反応

部分の質量は原子核に集約されている。周りの空間はほとんど何もない真空のような状態で、そこを質量の極めて小さい電子が移動している(図2)。陽子と中性子は、さらに微小な複数のクォークと呼ばれる素粒子*によって構成されている。

化学反応は、原子同士が離合集散して起こるのであるが、このとき、原子はどのように変化するのだろうか。ここで重要な役割を果たすのが電子である。簡単にいうと、化学反応は原子間の電子のやり取りと考えてよいだろう。原子が電子を放出したり受け取ったり、原子と原子が電子を共有したり、強く結合したり、弱く結合したり、離れたり繋がったりするのである。その時、原子核は基本的に変化せず、電子の位置関係とエネルギー状態が変化するのである。

原発帰政策の愚かさ

量子力学が辿り着いた原子の実態について、原子を東京ドーム二つを重ね合わせた球体と仮定すると、原子核は2塁ベースの中心に置かれたパチンコ玉に

相当する。生命現象を含む地球上で起こっている全ての自然現象は化学反応と考えられるので、ドーム2個分の体積を持つもの同士の間で、反応が進行していると考えられる。

一方、原子核エネルギーは、2塁ベース上の小さなビー玉の中のエネルギーを取り出すことになるので、ドームの外側からこのビー玉に狙いをつけるのは容易ではない。これが、核エネルギー利用の困難さの一つでもある。また、放射性核分裂生成物は、地球上の物質循環系に入らないので、未来社会への負の遺産となり、ひとたび原子炉に事故が起これば、人知の及ぶところではない。量子力学的に評価すると、核エネルギーの利用は未来文明にとって底なしの負の遺産である(図3)。



図3 世界の原子力発電所所在地

(2005年8月 International Nuclear Safety Center データベースより)

各国の核エネルギーの現状は

International Atomic Energy Agency のサイトを参照

<https://www.iaea.org/publications>

ドームの広いスペースの中には、化学反応という人類が最も得意とする広々とした活動の場があり、電子雲の中には、人類の科学技術の限らない可能性が隠されている。ちなみに、23年度のノーベル賞の科学3部門（生理学・医学賞：mRNA研究、物理学賞：アト秒科学、化学賞：量子ドット）は、全て電子雲の世界から受章者が生まれている。これは、電子雲が持つ豊かな可能性を裏付ける出来事であると言ってもよいだろう。既に、電子雲の中に多くの有望な研究の芽が育っている。人類の未来は、希望に満ち溢れていると考えよう。

*素粒子：物質を構成する最小の単位

本稿は、タウン誌・Life Crossing（2022年冬・71号・6〜7頁）に掲載された「量子力学と文明：核エネルギー問題の核心に迫る」を、補筆再構成したものである。



丸山会計事務所

税理士 丸 山 孝 佳

税理士 久 武 慎 一

理事長 丸 山 正 和

〒407-0004 山梨県韮崎市藤井町南下條 520 番地

TEL 0551-30-6111

FAX 0551-30-6112

総同人誌

中央線

2023年（令和5年）

第80号（記念号）

提言 「国語を守ることは、国を守ること」	大村 智
本誌80号記念「中央線」ものがたり①	宮崎 忠尚
山梨科学アカデミーの取組 美しい自然に守られた故郷 ...	前田秀一郎
研究資料 旧開智学校棟梁・立石清重のスケッチ画問題その2	齊藤かおる
ドキュメンタリー 「今を生きる」	羽中田 昌
論考 文明社会における量子力学の貢献	伊藤 俊洋
文学散歩 ～クレヨンもらっちゃった～	坂本 富江



中央線社