

## 物理学者に美意識は必要か？

パリティ 2013年10月号（特集：美と素粒子論）

山崎雅人

素粒子物理学者がこの複雑な世界を理解しようとするとき、混沌から根本的原理を取り出すまでの道りは決して平坦ではない。その過程で我々の「物理学的」美意識はどのような役割を果たすのだろうか。

われわれが住むこの世界は複雑である。これは誰でも知っていることである。もしこの世界が単純だったら今日は傘をもっていこうかどうか悩むこともないし、友人や恋人が今何を考えているのか心を煩わせることもない。この宇宙は宏大であり、世界のすべてを原子レベルにいたるまで文字通りすべて理解することは人知を遥かに超えたところにあるに違いない。

人類は太古の昔からこの複雑さに向き合ってきたし、その過程で多くの学問が生み出されてきた。物理学は、その複雑な現象の背後に根源的かつ普遍的な原理が存在し、それを人間が理解できるという信念のもとに成り立っている。極小の世界から宇宙そのものの成り立ちに至るまで、宇宙のすべてを記述する法則を見いだそうとする素粒子論は、その信念を極限にまで突き詰めたものといえよう。

それではその法則はそもそもどこからやってきて、物理学者はそれをどうやって見いだすのだろうか？

筆者が小学生の国語の時間に読んだ文章に、発明と発見の違いを説明したものがあつた。いわく、発明とはこれまでになかった新たなものをつくり出すことであり、発見とは既に存在しているものを見いだすことであると。こ

の分類では科学で起こるのは発明ではなく発見である。もし既にあるものを見つけるのならば、科学における発見とは自然現象を虚心坦懐に眺めれば自然に成し遂げられるものではないか。

この考えはある意味では正しい：自然界を偏見なしに観察することは科学の第一歩である。しかし同時にこの考えは実際の科学の営みの記述としては不十分でもある。この点に関して示唆的な話が夏目漱石の『夢十夜』にある。

夢の中で主人公は仁王像を刻んでいる運慶に出会う。「よくああ無造作に鑿を使って、思うような眉や鼻ができるものだな」と彼が独り言をすると、隣の男が「あの通りの眉や鼻が木の中に埋まっているのを、鑿と槌の力で掘り出すまでだ」という。なるほどと思

って家に帰って自分でも彫ってみたが、仁王像を彫り当てることはついにできなかったというのがあらましである。この話は芸術について述べたものだが、科学にも当てはめることができる。運慶のような天才はいざ知らず、われわれのような凡人にとっては、ただ虚心に戻ることができてもそれ自体がすばらしい仏像や物理を生み出すわけではない。まず仏師が鑿の使い方を

学ぶのと同じように、科学者も基礎的な訓練を積まなければいけない。たとえば、ニュートンの運動方程式の物理的意味は何か、それを積分して物体の軌道を得るにはどうしたらよいのか。実際、今日の大学の物理学科の教育の大部分はこれら基礎知識を学生に教えることである。

しかし鑿の使い方に習熟したからと

いて素晴らしい仏像ができるとは限らないのと同様に、科学において創造的な成果を残すためには計算練習だけでは不十分である。現在の未解決問題のうちどれが本質的で、それにどうアプローチすべきか？ 何を問題意識とするかは微積分では表すことのできない科学者個人の感性の問題であって、ここに美意識が入り込む余地がある。

筆者が研究を始めるようになってまもなく、この問題意識・美意識の存在を実感したことがある。物理の大学院に進むと、各地で開かれる研究会に参加する機会も増える。そこでは研究の技術的な質問にとどまらず、その研究そのものに積極的な意味があるかにおいて、しばしば研究者同士の間意見の不一致が存在する。ある研究者にとって非常に興味を引く結果が、ほかの研究者にとってはたいして意味のない結果であることはあり得る。意見を異にする研究者同士が切磋琢磨し、自らの価値観をぶつけ合い対話するなか

### 超弦理論のエレガンス

にこそ科学の進歩が担保されているとさえいえるのではないか。

しかしだからといって物理学と芸術が同じわけではむろんない。物理学における美意識は素朴な美意識よりも抽象的でありうるし、現実世界との対応によって多くの制限を受けている。

ある物理理論がよい理論であるための基準はいくつか挙げることができる。まず現実世界をよく記述すること、その前提となる原理ができるだけ

## 物理学者に美意識は必要か？

パリティ 2013 年 10 月号（特集：美と素粒子論）

山崎雅人

少なく明確であること、直感的な理解が可能であること、その適用範囲が広いこと、さまざまな分野に応用をもつことなどである。

このことはおおむねすべての物理学に共通のものであるが、どの要請がより重要な役割を果たすかは分野によっていろいろ異なるようである。例えば素粒子理論で重要な役割を果たすものに、理論の自己無撞着性がある。つまり、ある仮定から出発したときに、その論理的帰結としてその仮定に矛盾する結論がでてきてはいけないという要請である。

これは誰がみても当然で自明な要請のように見える。矛盾したことがばかりしゃべっている人を信用できないのとおなじで、自己矛盾な理論など、どうして信用できるだろうか？

素粒子理論においてこれが大きな制限となるのは、われわれの知っている物理法則を極限にまで推し進めようとするからだ。たとえば、一般相対性理論はアインシュタイン (A. Einstein) によって建設された重力を記述する理論であるが、仮にそれが宇宙のありとあらゆるものに適用できると仮定すると、適当な仮定の下で特異点の存在が示されてしまう。そこでは一般相対性理論による記述自体が破綻してしまうのだ (ホーキング (S. W. Hawking) とペンローズ (R. Penrose) による特異点定理)。つまり、一般相対性理論だけでは世界のすべてを記述できないことが一般相対論自身から論理的に導かれてしまうのである。ここで重要なのは、ここでの結論は一般相対論は間

違った無意味な理論だ、ということではなく、むしろそれに適用限界があるということだ。

一般相対性理論の記述が危なくなるのは、宇宙初期やブラックホールの近傍でありそこでは量子力学の揺らぎの効果が無視できなくなると考えられる。そこでは量子力学と一般相対性理論をあわせた量子重力の理論が必要になるに違いない。驚くべきことに、この 2 つの理論を満足のいく形で統合することはきわめて難しい。超弦理論はその制限を驚くべき奇跡の連続によって満たしてきた。つまり、そのような理論が存在すること自体がすでに驚異的な事実なのであり、その答えをエレガントに実現してみせたのが超弦理論なのである。

1960 年代にはじまった弦理論は、素粒子理論のさまざまな問題意識を貪欲に吸収し、巨大な理論体系へと成長し続けてきた。超対称性、余剰次元、大統一理論、ホログラフィー、ツイスター、双対性といったさまざまな考えは今の超弦理論の考えのなかに自然な形でとり込まれ有機的に結びついている。宇宙論、標準模型を超える物理、ハドロンの物理、流体力学や物性系など、超弦理論の応用範囲の広がりはどこまるところを知らない。超弦理論の内包するこの豊饒な世界は、とても伝統的な意味での「弦理論」という言葉では語りつくせない。超弦理論は理論物理学そのものを統合しようとしているようにさえ見えなくもない。

エレガンスの再発見

超弦理論の豊かさはその魅力の 1 つである。しかし一方で、これは“embarrassment of riches”でもある。超弦理論に使われる知識や手法の量は年々増加する一方であり、インターネットの発達に伴って情報の伝達量も格段に増加したように見える。

しかしどんなに複雑に見える現象にも、その背後にシンプルな原理が存在するというのが物理学者の信念である。超弦理論としてその例外ではない。複雑多様に見える超弦理論の世界にも、いまだ見つかっていないシンプルな指導原理が隠されているのではないか。

〈図 1〉 ○○○○○

超弦理論は豊かな構造をもつ巨大な理論であるが、そのどの側面に着目するかは研究者のセンスが問われるところである。

毎日プレプリントサーバーにあがる大量の論文の山の中で、どれを本質として見抜きくみとり育てていくのか。それはたんなる「鑿と槌の力」ではなく、この自然界がどうあるべきかという個々人の信念の反映であり、美意識の投影である。超弦理論の長い歴史の中で、今こそ個々の物理学者の美的感覚が問われている時代はないのではないだろうか。

この多様な世界の中で素粒子物理学者のできることはきわめて限られており、人類の直面する喫緊の課題の前にはまったくの無力でありさえする。しかし素粒子物理学者が超弦理論の本質

物理学者に美意識は必要か？

パリティ 2013年10月号（特集：美と素粒子論）

山崎雅人

をあぶりだしたとき、われわれはこの世界を理解することにまた一步また近づいたといえるのではないだろうか。

それは物理学そして人類の偉大な成果であり、次世代の人類の新たな美意識の尽きせぬインスピレーションの泉になるに違いない。

