



ウロボロスの蛇

成蹊大学理工学部 浅野雅子

私が専門とする素粒子物理学では、研究対象を端的に説明する際に、「ウロボロスの蛇」がたびたび登場する。ウロボロスとは、自らの尾をくわえた蛇や竜で、無限、再生、循環などを意味するという古代のシンボルである。素粒子物理学は、その名の通り、自然界でそれ以上分けることのできない最も小さな単位である素粒子を扱うのであるが、この素粒子の性質は、自然界のすべて、特に、自然界で最も大きなスケールである宇宙の性質と密接に関係している。つまり、図1のように、頭部を宇宙スケール（10億×10億×10億メートル程度）、尻尾の先端を素粒子スケール（10億×10億分の1メートル程度）とし、その間のスケールを胴体に描いたウロボロスを考えると、素粒子物理学の研究対象は尻尾と頭部の両方であるということを実感的に表すことができる。図には、人間のスケール（1メートル程度）が胴体の中央に描かれている。そこを中心に見れば、人間が把握できる範囲は、科学の発展にしたがってどんどん広がっていき、両端の素粒子物理学の研究対象に達した、と見ることもできる。



図1 ウロボロスの蛇：素粒子＝宇宙？

ミクロな素粒子とマクロな宇宙が具体的にどうつながっているのか。例えば、さまざまな観測結果から、宇宙は今現在加速膨張中で、誕生してから138億年が経過しているということが知られているが、その事実は、宇宙に含まれるさまざまな物質やエネルギーのミクロな、つまり素粒子としての性質に制限をつける。また、電子やクォーク、光子（電磁波）に代表される各種素粒子の性質と、宇宙の観測結果とを比較してみると、宇宙は、知られている素粒子だけでは説明ができないことがわかる。つまり、宇宙には、未知の物質＜ダークマター＞や、未知のエネルギー＜ダークエネルギー＞が相当程度存在しているらしい、ということがわかったのである。では、ダークマターとはどんな素粒子なのか、ダークエネルギーの正体は何か、ということが新たな疑問として浮かび上がってくるが、これはまだ解明されていない物理学の課題である。

最近の物理学は、宇宙観測にまつわる分野の進展が目覚ましい。ノーベル物理学賞受賞業績に限っても、重力波の初の観測（2017年）、宇宙論と太陽系外惑星の研究（2019年）、ブラックホールの理論的予言と発見・観測（2020年）、と立て続けに宇宙関係の業績が、それも、発見から数年で、受賞している。一方、純粋な「素粒子」関係では、直近では、ニュートリノ振動の発見（2015年）を最後にその後の受賞はない。

そういう訳で、私も、自分の専門分野の紹介をする機会があると、素粒子だけでなく、宇宙の話をすることも多い。そのときには、先ほどのダークマターやダークエネルギーの話題を含めて、「いろいろわかってきたけれども、まだ未発見のことがたくさんあって、解明を目指して研究が続けられている」ということを伝えるのであるが、こういった話を学生や高校生にすると、「今の時代にわかっていないことがこんなにたくさんあるとは驚いた」という感想を受け取ることがよくある。この傾向は、多分、15年くらい前から顕著になったような気がする。最初のうちは、そのような感想が出てくることにこちらが逆に驚かされたが、最近は慣れてしまった。

だが、少し考えてみると、このことは案外大事な意味を含んでいるのかもしれない。若い世代が、今の時代は、なんでもわかっているかのように思ってしまうのは、子供の頃から、中身が完全にブラックボックス化されているスマートフォンやパソコン、あるいは、ネットワークなどのさまざまなシステムに接してきたことと無関係ではないような気がするからである。実際は、1人の社会人として世の中を生きていくには、でき上がっているシステムをユーザーとして使いこなすだけでなく、本質を理解する、あるいは、少なくとも理解しようとする姿勢を持つことが必要とされる、と思う。そのためには、世の中の不完全な部分を知らなければならないし、システムの不完全さを知らなければならない。これを伝えるのは、現代の教育の重要な役割の一つなのかもしれない。

ウロボロスの蛇のように、まったくの対極のはずである頭と尻尾が実は繋がっている、という視点を大事にしながら、教育・研究に携わっていきたい。

<参考>

素粒子物理学、宇宙、ノーベル物理学賞に関するやさしい解説としては、例えば以下のようなものがある。

- “KEK キッズサイエンティスト” [高エネルギー加速器研究機構(KEK)]
<https://www2.kek.jp/kids/class/index.html>
- 天文学辞典 [日本天文学会]
<https://astro-dic.jp>
- ノーベル物理学賞解説 (2014年～) [日本物理学会]
<https://www.jps.or.jp/public/nobelprize.php>

筆者のプロフィール

浅野 雅子 (あさの まさこ)

成蹊大学理工学部教授、専門は素粒子論、主に弦理論。