



石田 裕之（素粒子理論）

素粒子物理学理論学者ができること

自分の誕生日にコラムを書くということで、なんとなく運命を感じています。本学での私の担当科目は数学ですが、私の専門は素粒子物理学の理論的研究です。理論的研究というものは、基本的に紙と筆記具と頭さえあればできます。もちろん今は、計算機などもっとたくさんモノを使いますが、白衣も着ないし、ピーカーに入った怪しい薬品を混ぜて爆発させないし（もちろん専門の科学者も爆発はさせないとは思いますが）、白髪のもじゃもじゃでもない科学者です。自然を記述する言葉となる数式を使って頭の中で『本当の自然はこうなっているのではないか？』考えた世界を表現して、そこから得られる結果が、まず初めにこれまでに観測してきた物理現象と矛盾がないかを調べ、そしてこれまでにない新しい予言がある場合はそれを提唱します。もし今行われている実験や今後行われる実験で兆候が見られるような場合は、大発見のチャンスです。理論は理論だけでは完成しませんが、理論による予言がないと、実験による検証もすることができません。

「素粒子」というものは、今のところ、物質の一番根本的な構成要素ということになっています。わざわざ『今のところ』と書いた理由は、もしかしたら今「素粒子」と呼んでいるものが、何か別なものから構成されている可能性が完全に否定できていないからです。というのも実は、時代と共に「素粒子」は姿を変えてきました。元々『粒子』なんて考えはなかったとは思いますが、太古の昔には、“火・水・土・空気”というおおよそ「粒子」とは呼べないものが万物の根源だと思われていた時代もありました。こうした間違った考えは、いろんな実験を重ねることで否定され続け、紆余曲折あり、人類は今日の「素粒子」を発見していきます。

より細かい構造を知りたいときには、より高いエネルギーが必要です。人類はこれまで、加速器と呼ばれる粒子を電磁場によって加速する装置を用い、エネルギーを上げながら粒子を衝突させてきました。2024年現在では、スイスのCERNという研究所にある最新のLarge Hadron Collider (LHC) という加速器において、これまでに人類が到達できる最高のエネルギーが実現されています。そのエネルギーは約13TeV(テラ電子ボルト)。人類が到達できる最高エネルギー、なんて言うのととてもすごいことに聞こえますが（たしかにすごいことなんですけどね）、アインシュタインの有名な公式 $E=mc^2$ の質量とエネルギーの等価性を用いて、静止質量どれくらい分なのか計算してあげると、おおよそ $2 \times 10^{-20}g$ ということになります。漢数字を用いた表現だと、20 清浄 g と書かれます。まったく聞いたことのない接頭語ですが、とっても小さそうな雰囲気は伝わってきます。そんな小さな質量でも、世界最高エネルギーを取り出せる質量ってすごいですね。でも、残念ながら技術的に質量全部をエネルギーに変えることはできないので、実際LHCでは、名古屋にある名城線の環状線（山手線という説明もよく聞かれますが、名城線の方が近い大きさらしいです）と同じくらいの大きさのトンネル内で、陽子を光速の99.9999991%まで加速をして、正面衝突をさせています。

なんだか小難しいことを書いてきたようですが、こんなに大変なことをしてもまだ、人類にはまだまだわからないことがたくさんあります。素粒子の研究は、宇宙の始まりの研究でもあるのですが、私たちが今現在、理解できているのは宇宙の全エネルギーのうちたった5%程度です。残りの95%はまったくの闇の中です。名前もそれっぽくて、ダークマターやダークエネルギーと呼ばれている成分が、宇宙にはあるに違いないと言われていますが、正体はまだ完全に不明です。

そして、さらに細かいことを言うと、わかっている（と思っている）5%の中にも、わからないことが多々存在します。詳しいことは次回のコラムのときにでも書きたいなと思っています。つまり、世の中わからないことだらけなのです。そんな、わからないことから目を逸らさず、考えることを諦めてほしくないなと思い、ゼミでは指導しています。研究内容の話から唐突にゼミの話になりましたが、ゼミ中も講義中も、私の話は割とよく飛びます。