



変容する「確率」概念

谷村省吾

確率は、わかっているようでわかりにくい概念である。サイコロを振って3の目が出る確率、1個のウラン原子核が1年以内に崩壊する確率、電子のスピンが上を向いている確率、電球が1年以内に切れる確率、明日雨が降る確率、10年以内にM8以上の地震が起こる確率など、さまざまな場面で確率は使われるが、これらの「確率」が同じ意味を持っているかという点、大いに疑問である。

確率論は数学の確固たる一分野だが、確率という概念は非常に便利で、さまざまな分野で気安く使われる。しかも数学としての確率論は「確率の解釈」には言及しておらず、いろいろな解釈を許容するようになっている。そのため、さまざまな応用を一緒に「確率」の一言で片付けてしまってもよいのか？と思われる事態に至っている。確率とは何かということ議論する「確率の哲学」という哲学の一分野があるほどである。

素朴な「確率の解釈」として頻度説があり、この説では確率は「そっくり同じ条件で実験を繰り返したときに、その事象が起こる頻度」だと考える。たしかにこれは確率という概念の原型とも言える、もっともらしい考え方だが、頻度説を文字通りに受け止めるなら、「降水確率」のような、同じ条件で実験を繰り返すことが現実的に不可能な事象は確率概念の適用範囲外だと思われる。また、個人の死や、原発事故のような、一度起きてしまったら取り返しのつかないことに対して「繰り返し」を前提とした確率を適用することが果たして適切か？という疑念も拭えない。

最近は経済学でも確率論が幅を利かせているが、物理学でも確率の概念を見直す機運が高まっている。1つは、量子力学における確率。電子のスピンが上を向いている確率が1/2だからといって、「100個の電子のうち50個は、スピンを測っていないときも、上を向いている」と思っただけではいけない。そう思って計算すると量子力学の答えと合わない。つまり、量子力学で言う確率は「測ったらそうな確率」であっ

て、「測る・測らないにかかわらず現にそうなっている確率」ではない。

2つ目に、量子力学の新概念である弱値 (weak value) がある。「誰も測っていないときに起きたかもしれない事象」に対して確率のようなものを形式的に定義して「確率の弱値」と呼ぶが、これは負の数や複素数になることがある。つい最近まで弱値は数学的なフィクションだと思われていたが、実験データを統計処理すれば弱値を求められることがわかり、今では弱値は物理学界で注目を集めている。

3つ目は、統計力学における確率。昔から統計力学には「エルゴード仮説」という大前提があると考えられていた。これはいわば確率の時間割合説である。何度もサイコロを振ればすべての目が等しい頻度で出現するように、マクロな系では莫大な数の原子が長時間動き回っているうちに、系が取り得るすべての状態は同等の時間比率で出現し、我々は物理量の時間平均を測定している、とするのがエルゴード仮説である。物理量のある値が出る確率が高いことは、そのような値が出現する時間が長いことだと解釈される。ところがその後の研究で、エルゴード仮説は絶望的に現実離れしていることが判明した。エルゴード仮説は数学的には正しいかもしれないが、これが統計力学の基盤だと思うのは的外れだったのである。それでも確率の概念は形を変えて統計力学の中に生き残っている。

このように、確率という概念は多彩で、いまなお内容が豊かになりつつある。これらの豊かな確率概念を適切に語る数学が創られることが期待される。

参考文献

- [1] D. ギリース「確率の哲学理論」日本経済評論社 (2004).
- [2] 横田一広、井元信之「弱い量子測定によるハーディーのパラドックスの観測」日本物理学会誌 2010年8月号 p.606 (2年経過後、ネットで無料公開).
- [3] 田崎晴明「統計力学 I」培風館 (2008).

(たにむら しょうご／名古屋大学)