

量子コンピュータの原理「量子のもつれ」を見出したのもアインシュタイン

アインシュタインはやはり天才である。1935年に量子コンピュータの原理となる量子のもつれを見出した。だが、アインシュタイン自身はこんなことはあり得ないとして、量子力学は不完全であるとした。「神はサイコロを振らない」はアインシュタインの言葉であり、このことばで曖昧模糊とした量子力学への疑問を投げかけた。

アインシュタイン自身が人生最大の過ちとした宇宙を制止させるための「宇宙項」の導入。宇宙が膨張していることが明らかになり、アインシュタインはこの宇宙定数の導入を生涯で「最大の過ち」として後悔したというエピソードは有名である。

「量子のもつれの発見」「宇宙項の導入」。アインシュタインはやはり天才である。

文化

昨年10月、「量子超越性」達成というニュースが世界的に流れ、世の投資家たちが一斉に色めき立った。量子コンピュータ開発が実用段階に入ったというシグナルとして、研究開発業界をはじめ出でてきた。これに呼応して、社会を革新するAIの要請をこなし、革新的ハードウェアへの期待もある。こんな最新技術の話から入ったが、ここではこの技術の未来像を語るのではない。今から10年ほど前に出版した『アインシュタインの反乱と量子コンピュータ』(京都大学学術出版会)という自著のタイトルに、冒頭のニュースの量子コンピュータがある。

今や投資家も色めきつて、それがアインシュタインと結びつけられ、しかも「反乱」という響きつい文字まで登場する。いったい彼は何に反乱し、それが量子コンピュータとどう関係しているのか? 私が今回のニュースに関心を持っているのは、実は、こうい



佐藤 文隆

さとう・ふみひこ 1938年山形県生まれ。物理学者。京都大学名誉教授。著書に「科学と幸福」「ある物理学者の回想」など。

アインシュタインと量子

その一方でこの本を見ても量子コンピュータのこと何も書かれていない。ただしその核心の量子力学の原理が、1980年代の様々な実験で確認されるまでの前史が書かれている。そこでアインシュタインは中心人物なのである。1935年のアインシュタインらとEPR論文で量子コンピュータの原理になる「量子もつれ」を扱った。そのころが、彼らはそんなとはあり得ないとして、量子力学は不完全だと主張した。とるが80年代の諸実験でこの現象は事実であることが実証された。それを

ほどの不思議な、積極的に使おうと、量子コンピュータや量子暗号への挑戦が始まったのである。「反乱」とは、学界の大勢が量子力学を受け入れている流れの中で、亡くなる56年まで、その主張を変えなかったことを指している。

話をするアインシュタインが許せなかった量子コンピュータの原理に、キーワードは状態の重なりである。コインのa面とb面の傾けが上向きで、同時に上向きと下向き、上向きの面はaかbかと問われて、副調子でみるまでは、気持ちの上では「aである状態」と「bである状態」が重なっている。この二つの状況を数理的に表現するのが確率である。

湯川秀樹が中岡子論を提出したのはEPR論文と同じ年である。量子力学を手にしてミクロ世界を探索に目撃に突入した時代である。アインシュタインはその流れに参入しなかったのだ。それにはナチスの台頭で彼らユダヤ人が生命の憂き目にあったこともあり、60歳過ぎからは孤独になったアインシュタインだった。一般相対論やEPR論文で再び脚光を浴びるのは生誕79年の79年ごろからである。

アインシュタインは、この量子力学の原理がマクロなスケールではあり得ないとして量子力学を不完全と考えた。この時点でボーアやハイゼンベルグと巨視解を築いたのであるが、その背景にはニール・シュミット、フレイトラーが各々「世紀転換期」の思想状況の影響を受けていたというのがある。投資家の関心とはまるで違いますが、冒頭のニュースは私にとって重要なインプットなのである。

このため量子力学では例えば一つの物理的実体でも二つの状態が重なった量子ビットの状態におくことができ、こうした数十個の物理的実体の集合は無数の絡み合った状態の重なり(量子もつれ)を表現している。そして数個の実体を操作することで重なった無数の状態を同時に変化させることが出来るのである。この状態の変換が演算に当たるから、量子コンピュータは超高速なものである。なぜなら重なった無数の世界で並列に演算をやっているからである。