

新たなる認識論理の構築7

——観測問題の新認識論的解釈——

鈴木 啓 司

本篇は「新たなる認識論理の構築」シリーズの第七篇に当たる。前篇¹⁾では、数体系の認識論的解釈ということで、絵と地という概念に基づいた認識算術なるものを提唱した。それは現実世界を計算する従来の算術とは違って、そこで使われる我々なじみの数を生み出す源泉ともいべき数体系である。本論はその応用篇であり、題材としてあの名高い量子力学の観測問題を取り上げる。こう言うと、物理学の専門サイドからは、「量子力学に観測問題などもはや存在しない」という声も聞こえてきそうだが、筆者はあえて門外漢の立場から、徹頭徹尾認識論的視点に寄り添ってこの問題を論じてみようと思う。というのも、結局この問題は認識論の問題に収斂すると考えられるからである。確かに、量子力学は数式的には完成されている。実験結果はシュレディンガー方程式の解に完全に合致する。しかし、そのシュレディンガーにしる、彼の方程式と並ぶ量子力学のもう一つの柱「不確定性原理」の提唱者ハイゼンベルクにしる、いずれも優れた哲学的思考力の持ち主であって²⁾、彼らの成果もその思想的格闘の末に生み出されたものとみるべきである。それをこうした偉大な先行理論のマニュアル的操作だけに習熟することでこと足れりとする一部(?)の専門家の態度には、どうしても首肯しがたいものを感じる。この種の人たちはその科目を学校で教えることはできるだろうが、その分野で何か新しい仕事を成し遂げられるとは思えな

い。ささやかでも新しいものの見方を持ち込むためには、解釈(ときに思い込みであっても)という力業が必須だからである。

というわけでずいぶん挑発的なことを書いたが、数式的に完成されているならそれはそれで結構なのであって、後は自由に解釈せよ、でもよいのではないか。科学理論というものはおしなべて解釈といってよいものであって、そのときそれらの優劣を決めるのは、どれほど一貫して広範囲の現象を簡潔に説明できるかである。量子力学の観測問題に関しては、徹底した認識論的立場から多くの問題が合理的解釈可能なのであって、その試みが本論文である。読者にはその成否を判定されたい。

(1) のベキ乗場

前稿では、従来の数を生産する場としての(1)のベキ乗場という概念を提出した。それは次のように表せるもので、

$$1^{0+1+1+1+1+\dots} = 1^n$$

.....

$$(1) \times (1) \times (1) \times (1) \times (1), \dots = 1$$

ここに切れ目を入れることで、さまざまな数が生み出されるのであった。たとえば、自然数の3は次のように表せる。

$$1^{0+1+1+1}$$

$$1^{0-1-1-1\dots} = 1^{-n}$$

.....
 $(1) \times (1) \times (1) \times (1) \times (1) \times (1) \times (1) \times (1)$
 0 1 2 3 0 -1 -2 -3
 ,,,, = -1

$(1) \times (1) = 1$ が絵を, $(1) \times (1) = -1$ が地を表す算術式であって, この場合3が絵の表示数, -3が地の表示数ということになる。そのほかの規則については前稿を参照していただくことにして, ここではこの(1)のベキ乗場の基本的意味, そしてそこから与えられるさまざまな解釈を紹介しよう。それはとりもなおさず, このアイデアの適用可能性を示すことになる。

まず(1)のベキ乗場とは, 潜在的共有知識の場である。共有知識とはすでに何度も書いてきたように, 認識主体同士が互いに(あることを)知っていることを知っている知識状態の意である。ここで潜在的といったのは, まだこのベキ乗場が具体的知識内容を得ていないからである。いわばそれは各主観の絡み合いであって, そこに切れ目が入ることによって左側が絵となり右側が地となって, ある知識内容が複数の認識主体間の共有知識, すなわち客観として具体的に浮かびあがる。そこではじめてそれは論述の対象となりうるのである。われわれ各自の純粹主観などというものは語りの対象にはなり得ないのであって, たとえそれが現象学的ディスクールの俎上にのせられようとも, それはすでにその時点で, 論者と読者の共有知識空間の中に投げ込まれている。語られるもの(公にされるもの)はすべてそうである。そしてその最も普遍的基本概念が, 数なのである。(1)のベキ乗場に切れ目を入れること自体が, 数の生起である。それは自分の主観以外に他者の主観の存在を知ることである。こうして(1)だけでは0, すなわち語りうる対象なき状態(そ

れは個性もないということ)から, $(1) \times (1) = 1$ となって, 語りの対象となる世界が現出する。そして, $(1) \times (1) \times (1), , ,$ と共有知識の範囲が広がるにつれ, 世界も $1^{0+1+1+1, \dots}$ と加算的に構築されてゆく。こうして離散的に構成された世界の各項1にさまざまな日常概念を代入すれば, われわれのふだん思い描いている世界像が立ち上がる。古典論理はそこで成立する論理である。しかし, その根底には, 主観の絡み合いともいうべき連続した(1)のベキ乗場が存在するのである。

こうしてみると, いわゆる未知とは他者のことであると納得できる。他者を知るにつれ世界は広がってゆく。しかし, その未知はまったくの未知(つまり, 知ることさえ想定されていなかったもの)ではなく, 潜在的に絡み合っているという意味であらかじめ知られてはいたのである。これが, 筆者が以前から主張している人間の知識形態の根本的特徴, 「何か知らないが知らないことがあることを知っている」(筆者はこれを, 人間の好奇心の源という意味で「推進知識」と名づけた)である。そして, 他者を実際に知り, そのことを他者に知られることによりそれは共有知識となる。さらに, $(1) \times (1) \times (1), , , = 1$ の極限, すなわち全認識者を総合した1を想定したのが, 換言すれば, 最大の共有知識の内部で流通するとされるのが, 古典論理ということになる。この究極的な1とは, 具体像を与えれば, もちろん全知の神の意であろう。かように新認識論理は, 古典論理を内包しそれを超越する論理である。

あまりに抽象的な話になったので, 少し生態レベルからこの主観の絡み合いということを根拠付けてみよう。われわれは確かに身体レベルでは孤絶している。他人の肉体的痛みを直接感じることはできないし, 臓器移植の際には

免疫システムが他人の臓器を異物と判断し排除しようとする。そこから、心についても他人の胸のうちは分からないとされ、哲学では他我問題（他人にも自分と同じような心があるかどうか、という問い）なるものも出てくる。しかし、後者の場合果たしてそうであろうか。ここで断っておかなくてはならないが、筆者は他人が考えていることの具体的内容を云々しているのではない。確かにそれは完全には分からない。だが、分からないにもかかわらず、ある程度（あるいはかなり）分かるものとして人間同士は交流しているところが興味深いのだ。こういう心理的下地はどこから来るのであろう。それは以前にも指摘したように、脳の特異な形成過程に由来するものと思われる。他の臓器は十分な栄養さえ与えられれば独自に育つが、脳はそれだけでは十全な働きをするには至らない。生まれてから他の脳と接触を繰り返すことによって、脳としての重要な機能（言葉話すなどのコミュニケーション能力）を果たせるようになる。こうした形成過程を経た脳に、初期から他者が組み込まれているのは当たり前のことなのだ。筆者は基本的には唯物論者だが、今あげた見方を臓器二元論と呼び、従来の唯物論とは一線を画したい。脳も他の臓器もモノだが、その機能面での作られ方に大きな違いがあり、しかも、これらすべてのことを脳で考えている。両者は違った扱いをされて当然なのである。ついでに付け加えると、唯物論的ディスクリットで心を語りつくせないといっても、それが即、心はモノではないという理屈にはならない。形式システムには自身で語れない部分が自身のうちにあるのであって（いわゆる不完全性）、心が唯物論で語りつくせないというのは、まさに心がモノである証左となっているとも言えるのである。本題に戻れば、唯物論を基盤

としたこの臓器二元論は、従来の心身二元論にとってのハードプロブレム、すなわち心と体の関係性について新たな光を投げかけてくれる。前述したように、われわれは身体的には弧絶しているが、脳でつながる（分かりあえる）ことができる。これは前者においては離散的、後者においては連続的と表現することができよう。ところが、個人単位で見ると、われわれの思考は離散的（数や言語は基本的にそうだ）仕様で、身体は連続的（全体が皮膚や神経で切れ目なくつながっている）である。ここに奇妙なキアスム（交叉）がある。



この交叉が、二面性を入り組ませ心身問題を難しくしていると同時に、われわれがそれぞれ個でありながら複数性の関係を築けるメカニズムともなっているのである。われわれは両者間を反転図式のように自由に行き来する。それが人間同士のコミュニケーションのあり方である。

(1) のベキ乗場はこのキアスムを表しているとも解釈できる。

$$1^{0+1+1+1\dots} = 1^n$$

.....

$$(1) \times (1) \times (1) \times (1), \dots, = 1$$

これを複数単位で見ると、下が複数主観の絡み合い（連続）で、上が各個体が離散的に存在する世界である。個人単位で見ると、下が連続しているハード（臓器）としての脳で、上が離散的に世界をとらえるソフトとしての脳である。コンピューターと違って、脳はハードの構造がそのまま基本ソフトに反映されている。かように (1) のベキ乗場は、個と複数、離散と連続を行き来する反転図式様のものとなっている

るのである。哲学的認識論レベルでいうと、自己と他者の関係である。前者にこだわると後者が織り成す全体が見えてこない。後者を押し出すと、前者が形成する部分がぼやける。そして、従来の古典論理、古典物理では一方を見るとどうしても他方が認識できないという論理構造になっていたのを、この反転図式を反転図式として全体を受け入れようというのが量子力学の態度である（ニールス・ボーアのいう相補性とは、これに当たるものと思われる）。素粒子の持つ波動、粒子の二面性、不確定性原理、非局所性、これらの見解は、その表明である。ゆえに、それらは認識論の見地からも一貫して語りうるのである。ちなみに不確定性原理をこの観点から簡単に見ておこう。素粒子を対象とした、一方が測定されると他方が測定不能になる不確定性関係は次のものである。

位置——運動量

時間——エネルギー

これを見ると、左側が対象の外部からの存在確定要素、右側が内部からの存在確定要素であることに気づく。すなわち、マクロの対象は外と内から同時にその存在を確定できるほど大きいですが、ミクロの対象は、外部からだとも内部が、内部からだとも外部が見えなくなるほど小さいのである。これは素粒子と観測者が一体となって観測系を形成していることに由来する。それはとりもなおさず、ここで問題となっているのが認識論的事象（観測者と対象、自己と他者）であることを意味しているのである。

量子力学の観測問題

では、いよいよ、このさまざまな認識論的解釈ができる(1)のベキ乗場を使って、量子力学の解釈問題に取り組んでみよう。といって

も、筆者の目的はこの問題を解決することではなく、あくまで新認識論の応用性を試すことにある。ゆえに、専門的な物理学の話はしないし、そもそもできない。ここでは、勘所を押さえたもっぱら比喩的なレベルで話を進めてゆこうと思う。

量子力学とそれまでの物理学（古典物理学と呼ばれる）の決定的違いは、観測前と後で対象の状態が変わるか否かによっている。後者においては、観測の前と後で対象の状態は変化しない。それは当然であろう。そもそも変化したのでは、何を観測によって確かめようとしたのか分からなくなる。あらかじめ仮説を立て、それを実験によって確認するのが、伝統的な物理学の手法である。これに対して、量子力学では、観測前と後で対象の状態が変化（決定）する。観測前の対象は複数の状態が確率論的に重なり合っているが、それが観測によって一気に一つの状態に収束する。ここで注意すべきは、観測前の状態の重ね合わせが、われわれの日常における確率の仮想状態ではなく、対象の実際の（と考えられる）状態だということである。ここでいう対象とは、電子をはじめとする素粒子と呼ばれるミクロの存在である。どうしてこういう違いが生じるかというところ、これらミクロの存在はあまりにも小さいため、観測という行為の影響を受けざるを得ないのだ。もう少し詳しく言うと、観測（見るという行為）には対象に何らかの光を当てる必要がある。光の正体も光子という素粒子である。すなわち素粒子対素粒子の世界となり、それらは相互に影響を及ぼさないわけにはいかないのだ。

このことは、実は古典物理学では無視されていたある根本的事実にわれわれを立ち返らせる効果があった。それは、対象も観測者も同じく宇宙内の存在であるということである。古典物

理学では、実質的には、神の視点からこの宇宙を外側に立って観察していた。そこでは当然、観測者は無色透明な存在として、観察対象に影響を及ぼすことはない。しかし、量子力学における観測は、それが対象への一種の介入行為であることを示したのである。観測そのものが一つの現象として出来るわけである。

この現象は、認識論的視点から知識というものになぞらえて捉えることができる。そしてそう捉えようと、実にすっきりと事情が見えてくる。観測とはある事実を確認するという意味で、「知ること」と同義と解釈できよう。すると、量子力学の観測前と後での状態の違いは、「知らない」状態から「知った」状態への変化ということで至極当然のことと受け取れる。では、古典物理学の観測前と後での状態の不変はどう捉えたらよいのだろうか。それは、「知った後に、前の知らなかった状態を忘れてしまう態度」と言えまいか。つまり、知った後に、あたかも知る前からそうであった、正確には、誰かが知っていた、とする態度である³⁾。この誰かとは、日常では特定の個人であったり団体であったりするわけだが、近代科学においては、人間に対する究極的絶対者、全知の神ということになる。ここからも、西洋近代科学誕生の背景にキリスト教があったことがうなずける。ただ、この神は今日では科学の世界に表立っては現れない。(1) のベキ乗場の図でいうと、 $1^{0+1+\dots} = 1^n$ の下の潜在的な $(1) \times (1), \dots, = 1$ の部分である。古典論理、古典物理はもっぱら上の加算次元で展開される。それに対して、下の部分が理論の中に垣間見えるのが、量子力学である。ゆえに、後者は前者の常識からしばしば逸脱するのである。それが具体的にどんなかたちで垣間見えるかは、以下に個々の観測問題に即してみようと思うが、では、この潜在的部分が浮か

び出る図式の反転は、何をきっかけに起こるのであろう。それは、単純に聞こえるかもしれないが、やはり観測対象の大きさに起因すると思われる。量子力学の観測対象の大きさのスケールは、原子から素粒子までおよそ 10^{-10} から 10^{-15} メートル (電子はさらに小さい) といったところだが、もちろんマクロとミクロの間に明確な境界線が引けるわけではない。要は (器具の使用も含めて) 感覚にひっかかるか否かといった漠然とした区別で、感覚的世界は身体であり、先にも触れたように各個体を分けて存在させる。古典物理学は結局、この感覚世界に根差した物理学である。これに対し量子力学は、身体的感覚では捉えられない世界に下りてゆくことで、脳間の共有知識の次元が理論に入って行くのを許すのである。

こうした事情を、以下に各問題に即して具体的にみてゆこう。

1. 波束の収縮

量子力学では、たとえば電子の観測前の状態は、シュレディンガー方程式が導く波動関数によって表される。ごくごく簡単に言うと、複数の状態が同時に考えられ、その可能性の高低が波状を形成しているというわけだ。それが観測によって一つの状態 (一点) に収縮するのである。これは一見、マクロレベルでも、AとB二つの可能性が想定され、実験観測によってAならAに決定するというのと変わらないように思える。しかし、ミクロ世界の奇異なところは、観測前の複数状態共存 (「重ね合わせ」という) がある種の実在性を帯びているということだ。有名な二重スリット実験が示すように、電子はときに波であり粒子である。スクリーンに向けて電子を一つ一つ電子銃で発射するとき、

手前にA, B二つのスリットをあけた板を置くと、一つの電子は波のように二つのスリットを同時に通り抜け、スクリーンに点を印す。これを繰り返してゆくと、波特有の干渉現象を起し、スクリーン上には干渉縞が浮かび上がってくる。ところが、A, Bのスリット位置に観測機を置いて、電子がどちらを通過したか観測すると、とたんに電子は粒子となり、これを複数回繰り返しても干渉縞はできず、Aスリットを通った着弾点、Bスリットを通った着弾点が浮かび上がってくるだけなのである。

この観測による複数状態の一点への収縮は、シュレディンガー方程式からは出てこない現象である（確率的な電子の状態は正確に記述できるが、一回の観測でどんな結果が出るかは予測できない）。では、それをどう解釈するか。文字通り複数状態が観測によって一点に収縮するととり、それが、波である電子が観測機という干渉現象を起ささないマクロの存在に触れることによって起こるとしたのが、コペンハーゲン解釈である。他に、このマクロレベルとの相互作用の接点をどこに置くか（かのフォン・ノイマンは、観測者の意識のなかで収縮は起こるとした）、また、収縮はあくまで確率論的な仮想の話で実在のものではないとする説など、いくつかヴァリエーションはあるが、これらはすべて、「収縮派」とでも名づけられるかもしれない。これに対するのが、後発の多世界解釈である。コペンハーゲン解釈では、「なぜ、観測によってAならAになったのか」、「他のBなりCなりはどこに消えたのか」といった問いに苦慮するところがあったが、多世界解釈では、BもCも消えてはおらず、観測と同時に世界は分岐して、Aを観測している世界、Bを観測している世界、Cを観測している世界に分かれるのである。このとき各世界は互いに干渉すること

はできない、すなわち、決して他の世界をのぞき見ることはできない。この今ある世界で（だが、その世界を特定するものは何なのか）、ただ一つの結果に決定したと見えるだけなのである。

理論物理学もここまで来ると、実験観測によって確かめるとはなかなか行きにくくなる。後はいかに数学モデルに整合する解釈を提出できるかの争いの感がある。となると、（数学化できるか否かはさておいて）物理学以外の多方面からの解釈があってもよいのではないか。要はそのディスクール内で一貫した説明のしかたが成立するかである。そこでここでは、繰り返す言うが、徹底した認識論の視点からこれらの問題に取り組んでゆく。

先にも触れたように、観測とは認識論的にいえば「知る」ということである。そこでは、観測前と後とは、単純に「知らない」と「知っている」に置き換えられる。観測前は誰も電子の状態がAかBか知らないが、観測後知るのである。コイントスにしても、実行する前は誰も表が出るか裏が出るか知らないが、やって始めて分かるのである。ただ後者の場合、結果が出てからそれはあらかじめ誰かが知っていたものとして受け取られる。その究極の誰かが全知の神であった。そして、この考えをとことん推し進めたのが、ラプラスの悪魔（この場合喩えは悪魔だが）に象徴される決定論である。それに従えば、コイントスの裏表も腕の振り、コインの状態、その場の環境条件によりあらかじめ知ることができるという理屈になる。ここで「(自分以外の)誰かが知っている」ということから、複数認識者の視点を導入しよう。観測問題の難しさは、このことを無視した単独観測者の視点にとどまっていたためと思われるからだ。そもそも筆者の提唱する新認識論およびその

数モデル (1) のベキ乗場が、複数認識者を土台にしたものであった。この視点により、ミクロとマクロにわたる観測問題ははるかに見通しがよくなるのである。

コイントスに複数観測者を設定する。すると、今コインの表側が出たとしても、裏側を見ようと思えば見ることができる。たとえば、透明なガラス板の上で行い、それを下から（裏から）観測する者を置けばよい。その者にとっては、コイントスの結果は裏だとも言える。かようにマクロレベルでは、観測者によって見方が違う。同じものでも、視点によって見え方が違ってくるのである（だから、自分が知らなくとも誰かが知っているという発想もでてくる）。これは対象が、その観測者たちを複数の観測系に分けることができるほど大きいということの意味する。簡単に言えば、コインはそれを取り巻く観測系を表と裏の二つに分けるのだ（図1参照）。そして、観測により「知る」(決定する)ということは、ある視点を特化することと同義である（今の例の場合、コインを表側から見ている者の視点）。古典物理とは、この特化された視点を全体を見渡す普遍的な視点にすり替える理論だ。表を見る視点は裏を見る視点を含みこみ、結果として系全体を見渡している。結果はあらかじめ系全体のなかで知られていたの

これに対し、先の二重スリットの実験における電子は、波としてA、B両方のスリットを通ると考えられるのに、観測と同時にAならAを通る粒子として現れ、そのときBを通る電子は決して誰にも観測されない。Bを通してよいはずの波はいったいどこに消えたのであろう。これは、複数観測者の視点から言えば、やはり対象の大きさに由来する現象である。すなわち、今回は、対象がそれを取り巻く観測系を複数に分けるほど大きくはないということである（図2参照）。電子といった素粒子は余りに小さいため感覚に引っかからず、周りの観測者たちを一つの観測系にまとめる。換言すれば、離散的な身体レベルを離れ連続的な脳間共有知識の空間に彼らを投げ込む。その結果、みな同じものを見るのである。しかし、全体を見る者（共有知識空間を外から見る者）はどこにもいない。観測者全員、内部の当事者である。B状態は消えたのではなく、（神をも含め）誰にも見ることができないのである。

では、どうしてAならA状態なのか。そこに因果的説明を加えることは不可能である（アインシュタインはそこが不満で、「神はさいころ遊びをしない」と言って、量子力学を批判した）。しかし、これは逃げ口上でもなんでもない。古典物理にしてもそれが説く因果律は、先にも指摘したように、ある特定の視点を普遍化

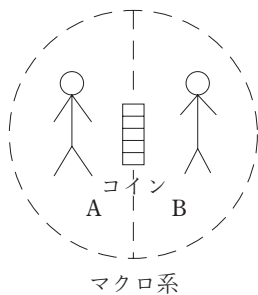


図1

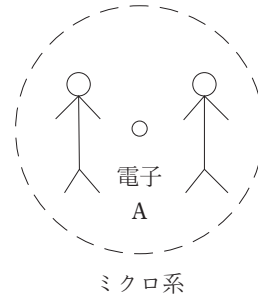


図2

することによって成立している。コイントスで表が出ることを仮に計算できるとしても、それは表が出る側に計算者、観測者が立っていることが条件である。ではその条件はどういう因果律をたどって出来たのであろう。コインの側から見れば、どうしてそのときこの観測者はそこに立っていたのであろう、ということだ。古典物理はこうした特定の観測者の視点を取っ払った（隠蔽した）神の普遍的視点を借りたところに成立しているわけだが、それでも、表が出るか裏が出るかはある立ち位置を決めなければ言えないことである。そしてそれは畢竟、あらゆる現象について状態を決定するときに当てはまることである。先の結論としては、たまたまA状態が見えるところに観測者が立っていた、としか言いようがないのである。

以上のことに即してみると、コペンハーゲン解釈と多世界解釈の位置関係がみえてくる。両者は複数視点の立場から言えば、それほど相反するものではない。複数観測者が一つの観測系にまとまるのが波束の収縮（コペンハーゲン解釈）で、あくまで多世界に分離して存在し続けるというのが多世界解釈だ。問題を難しくしていたのは、単独観測者の視点で見ていたからである。すると、なぜ私は見ることでAと決定したのか、Bはどこへ消えたのか、といった疑問がわき、それに答える形で、私自身が世界のあり方を決定するといった唯我的観念論や、Bを見ている私の分身が別世界に存在するというSF小説めいた解釈が登場する。いずれにも無理があると感じるのは、筆者だけであろうか。複数視点はごく自然な見方である。観測実験というものは本来一人でするものではない。複数の協力者、立会人がいるものである。たとえ一人で敢行した実験観測であろうとも、その結果は公表し世に問わなければならない。観測実験

はそうした意味で、共有知識形成の場なのである⁴⁾。このような目で見れば、観測によって状態を決定する介入者も、別世界で別の状態を見ている分身も想定する必要はない。すべては複数者間の認識に関わる出来事なのである。

では、私と違うもう一人の観測者を、私の分身として別世界に置くのではなく、この同じ世界の（近くでなく）遠く離れたところに置くと、どういうことになるであろう。それを問題にしたのが、次に取りあげるEPRパラドクスである。

2. EPRパラドクス

EPRパラドクスとは、アインシュタイン（Einstein）と二人の共同研究者、ポドルスキー（Podolsky）、ローゼン（Rosen）の頭文字をとって付けられた名前である。三人は、「物理的実在についての量子力学的記述は完全であると考えられるであろうか」と題する論文⁵⁾で、量子力学の理論的不備を訴える思考実験を披露した。それは簡単に言うと、こういうものだ。今、コインの裏表の関係にあるような状態Aの電子と状態Bの電子（実際には、電子の持つスピンの上下などを扱う）が反対方向に飛び出す。そして両者がある程度離れたところで（思考実験だから何万光年でもよい）、片方の電子を観測する。波束の収縮のところで述べたように、素粒子は観測によって状態が決まるのであった。すると、今観測した電子がA状態だとしたら、その瞬間にもう片方の電子の状態はBだと決まるわけである。これは観測系Aの情報時間が時間をおかず観測系Bに伝わったことを意味し、古典物理学において重要な局所性（相互作用しない複数の系の独立性）に反することになる。これは一般には、アインシュタインの

唱えた光速不変の原理（光速はいかなる観測系でも一定であり、宇宙にあってこれを越えることはできない）に反するものとして紹介されているが、原論文を読むと、問題にされているもののニュアンスが少し違う⁶⁾。しかし、アインシュタイン単著の「量子力学と実在」⁷⁾と合わせて読むと、問題となっているのはやはり局所性の存立であることが分かる。すなわち、量子力学はそれまでの物理学と違って、非局所性を唱えているのである。素粒子は互いに遠く離れていてもつながりあっていて、一方の情報が瞬時に他方に伝わる。この現象を「量子絡み合い」という。各個体は一つ一つ離れて局所的に存在しているように見えても、全体としては非局所的に一続きにつながっている。果たしてこれが宇宙の実態なのであろうか。

この論争のその後の経緯を見ると、ジョン・ベルという理論物理学者がベルの不等式というものを発表し、それが成立していれば、アインシュタインら古典物理学サイドが正しく、それが破れていけば、量子力学サイドが正しい、というように論点を整理した。二つの量子の関係を示す数値は、両方の情報が観測前から決まっていて、それが伝わるにも光速を越えることのない場合、一定値より大きくなることはなく、逆に今の条件を外すと、一定値以上になるというのである。そして、それをアラン・アスペという物理学者が実験で確かめた。その結果、ベルの不等式が破れていることが分かったのである。すなわち、量子力学サイドに軍配が上がったわけである。非局所性という宇宙の実態が垣間見えた瞬間である。では、局所性最後の砦、光速不変の原理は破られたのか。いや、ことはそう簡単ではない。先の経緯でも、非局所性が直接（「直接」というのは定義が難しいが、一人の観測者が同時に、といった程度の意味）

観測されたわけではない。あくまで理論上、その正しさが立証されたのである。このあたりのことも含め、以下に認識論的にこの問題を見てゆこう。

観測前と後で状態が変わるという量子力学は、理論上可能なことと観測上可能なことを分けたともいえる。それまでの古典物理学では、両者は同じであった。理論で組み立てられた仮説を観測実験によって確かめるというのが、その基本方針であったからだ（とはいえ、ニュートン力学にしても、観測不可能な絶対空間、絶対時間という仮説のうえに成り立っている）のであり、認識レベルでは、やはり両者には通底するものがあるといえる）。ところが、量子力学の量子の重ね合わせ状態などは観測で直接確かめるといわけにはいかない。何しろ、観測と同時に一つの状態に収束してしまうのだから。これを「知らない」、「知っている」の認識論用語に当てはめてみると、観測前の電子の位置は誰も「知らない」が、観測後に「知る」のである。そして、量子力学的には複数状態の重ね合わせとして描かれるこの理論上の「知らない」状態は、新認識論的にはあの(1)のベキ乗場の下部、 $(1) \times (1), \dots, = 1$ にあたる。まだそこには切れ目が入ってはず、何も共有知識として成立していないが、各認識主体は、「頭」で（理論上とはそういう意味）絡み合っているのである。それが観測（感覚的身体的なもの）によって、具体的なかたちをとって共有知識として定着する。上部の $1^{0+1+1+\dots} = 1^n$ である。この指数部分を個別的な状態としてとらえたのが古典物理、重ね合わせ状態としてとらえたのが量子力学である⁸⁾。両者の根底には新認識論の(1)のベキ乗場がある。この視点から、すなわち、やはり複数者視点から、EPRパラドクスも見る必要がある。

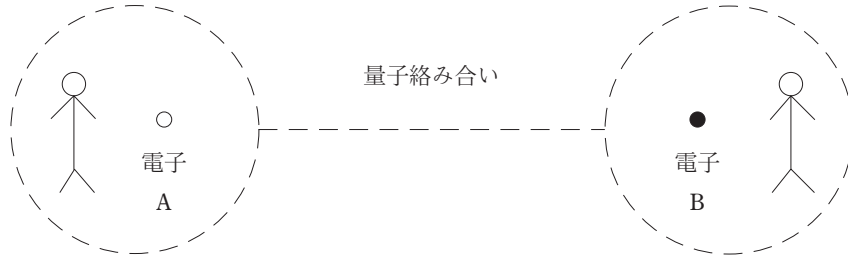


図3

離れた二つの絡み合う電子A, Bに観測者をそれぞれつけて上のように図示しよう。このとき、観測系Aの観測者が電子の状態を観測することでその状態が決定し、その情報が光速を越えて瞬時に観測系Bに伝わって電子Bの状態が決定するというのが、EPRパラドクスであった。では、観測系Bの観測者はそこでどのような役割を果たすのであろう。電子がB状態になっているのを確かめるのであろうか。それでは観測前から状態は決定していたことになり、古典物理と変わらない。では、A, B両者同時に観測するのか。その同時性はどのようにして計るのか。そもそも同時性が観測系による相対的なものであることを主張しているのが、相対性理論である。その同時観測結果を確認するためには、両観測系間で最低でも光の速度かかる情報の交換をしなければならないわけである（決して観測上は光の速度を超えられないのだ）。かように複数観測者の視点を導入すると、従来の量子力学の解釈ではEPRパラドクスを乗り越えられないことが見えてくる。今までは、観測者A単独の視点からものを言っていたのだ。では、いっそ二つの観測系を見通す第三者的観測者をすえたら。それでもやはりうまく行かない。量子力学では観測によって量子の状態が決定するのであった。だから、第三者視点で二つの系を同時に見るということは、二つの系の状態を観測によって決定することであって、一方

の系の決定情報が瞬時に他方の系に伝わることを確認することにはならない。EPRパラドクスの場合、やはり片方の観測系に立ってしかあの量子力学的結果（非局所性）はいえないのである。それをまたぞろ両観測系を見通す超越的視点を暗にすえたところに、アインシュタインら古典物理学者の躓きがあったと思われる。

とはいえ、複数観測者の視点からは、従来の単独視点の量子力学解釈もうまく行かない（EPRパラドクスを乗り越えられない）と述べた。ではどうするか。ここで、単独視点からいえることが複数者間相互にいえる、という共有知識の概念が有効となってくるのである。つまり、「わたしは今、電子Aを見、相手は電子Bをみている」と、「私は今、電子Bを見、相手は電子Aをみている」が、相互に「頭」を介して絡み合っている状態である。換言すれば、それぞれの主観が共有知識により客観となっている状態である。(1)のベキ乗場に即していうと、各(1)がこのベキ乗場を内に有しており、そのときベキ乗場は、個の内部でもあり外部でもあるわけだ。念押ししておくが、この状況を第三者視点で外から確認することはできない。それはまた別の新たな観測による状態の決定となるからである。非局所性は局所的視点からしか見えてこないのである。非局所性を非局所的に見ようとする、すなわち、全体を見通す神の視点で見ようとする、それは局所的（ある視

点での光景)になる。古典物理は神の視点という非局所性のうえに立った局所性論である。これに対し、量子力学は局所性(認識論的には主観とってよい)から見た非局所性論である。観測上(感覚的に)は世界は局所的だが、理論上(思想的に)は非局所的なのである。

以上のことをもう少し具体的に見てゆこう。量子力学の重ね合わせ、絡み合い図式を(1)のベキ乗場に即して解釈してみるのだ。EPRパラドクスは量子力学的に簡単に図式化すれば、次のようになる。

$$[A]_1 \times [B]_2 + [B]_1 \times [A]_2 \rightarrow [A]_1 \times [B]_2$$

矢印の左側は、電子1がA状態、電子2がB状態と、電子1がB状態、電子2がA状態の二つのケースが重ね合わされていることを示す。それが観測によってどちらか一方になるわけだが、電子1を観測した結果A状態になったとして、なぜそうなったのか、B状態はどこに消えたのか、というのが、コペンハーゲン解釈の波束の収縮にまつわる問題であった。そして、その電子1の観測結果が光速を超えて瞬時に遠く離れた電子2に伝わり、その状態を決定するというのが、EPRパラドクスである。これを(1)のベキ乗場

$$1^{0+1+1+1+1, \dots} = 1^n$$

$$(1) \times (1) \times (1) \times (1) \times (1), \dots = 1$$

に当てはめて考えてみよう。すで書いてきたことだが、(1)は特定の数(状態)ではなく代数のようなものである。それが(1)×(1)=1と自乗されることにより特定の数(状態)が決定される。いま、(1)にA、B二つの状態を代入する。筆者の新認識論理では、交換則は成立しなかった。すなわち、A×Bと、B×Aは同じ

ではない。それはそうであろう。AがBを知っているからといって、即、BがAを知っていることにはならない。それが、 $A \times B \times B \times A = A^2 B^2 = B^2 A^2$ というように、自乗数になれば交換可能となるのであった。これが「互いに知っていることを知っている」共有知識である。そしてそこが、交換則の成立する古典論理の流通する世界である。上で見たように、重ね合わせは足し算で表されている。 $A \times B + B \times A$ これを「Aから見たB」、「Bから見たA」と互いに独立した交換可能な系としてみたのが古典物理だ。量子力学はそれを一つの対象(素粒子)のうちに(頭で)見る。なぜか。それはすでに触れたように、対象が余りに小さいため(感覚にかからないため)、そのまわりを複数の観測系に分けられないからである(そのため、深層の連続した共有知識の場が垣間見える)。そこで(感覚的に)見えるのはその時々(因果律によらない)A、Bどちらかであり、それは決して片方が消え去ったことを意味しない。ちょうど、心理学でおなじみのジャストローの図式(時にウサギに見えたりカモに見えたりする例の絵)が、ウサギかカモかどちらか一方しか一時にわれわれの目に見せないように。そして、これら(1)のベキ乗場の表層部分(身体レベル)、 $1^{0+1+1+1+1, \dots}$ の下では、深層(脳レベル)において、観測系A、Bは、 $A^2 B^2 = B^2 A^2$ で絡み合い、両者同時に決定されているのである(同時性は共有知識の重要な特性であった)。

3. シュレディンガーの猫

最後に有名なこの問題を取り上げよう。これは、シュレディンガー方程式の創始者、エルヴィン・シュレディンガーが、フォン・ノイマンの「観測者の意識において波束は収縮する」と

いう解釈に異議申し立てをするかたちで提出した思考実験である。それは簡単に言うところうものだ。今、中を覗けない箱に毒ガス発生装置と猫が入られている。毒ガス発生装置は素粒子A、B状態を検出する器械につながっている。検出器がA状態を検出すると毒ガスが発生する。すると猫は死ぬ。もし波束の収縮が観測者の意識のなかで起こるとするなら、箱を開けて実際に猫を見るまで猫は生きていた状態と死んでいる状態の重なり合いのなかにあるということになる。これはおかしい、というのがシュレディンガーの言い分である。この思考実験は、直接にはフォン・ノイマンの解釈を標的にしたものだが、実はコペンハーゲン解釈もその射程に入ること免れない。コペンハーゲン解釈では、素粒子が検出器というマクロの物体と触れ合うことで収縮し、その結果を箱を開けた人間的観測者（変な言い方だが）が事後確認するという理屈になる。ただこの場合でも、どうして波束が収縮するのか分からないままでは、マクロの物体との相互作用と観測なるものをどう区別できるのか、という問題が残る。それは他のさまざまな相互作用とは違うからこそ、収縮を呼ぶのではないか。検出器の動作も観測なのであろうか。だとしたら、検出器に素粒子がかかる前の猫の状態は、やはり生と死が重なり合ったものということにならないか。結局、この問題は、観測とは何か、という根本問題に帰ってくるのである。

量子力学的には、素粒子の観測とは、（人間の介在に関わらず）それが10の何十乗という膨大な数の素粒子に後戻りのできない影響を与えること⁹⁾となるのであろうが、それではわれわれが日々目にしているマクロの現象となんら変わらないことになる。そう、変わらないのである。日常はミクロの世界の観測決定のうえに

成り立っている、とあってよい。結局、観測とは人間という認識者が行うことで、そうでなければ、古典物理の世界全体を見通す無色透明な神の目と同工異曲になってしまう。ゆえに、観測というものをあくまで人間的行為とし、問題を認識論次元に徹底的に還元すれば、（フォン・ノイマンのものとも違った）別の地平が開けてくるのである。

この問題は、今まで述べてきた認識論的見地からすればなんでもない。「知ってしまっただからそのことをあらかじめ誰かが知っていた」とするマクロレベルの認識と、「知る前は誰もそのことを知らなかった」とするミクロレベルの認識を、しかも因果的に、結びつけることにそもそも無理があるのである。知るのは一回限りである（観測者が箱を開けるときであろうが、検出器が素粒子を検知するときであろうが）。そのとき、マクロの見地に立てば、猫は生きてるか死んでいるかあらかじめ決まっていたし、ミクロの見地に立てば、生と死両方の重ね合わせ状態だったということになる。反転図式である。それよりむしろ、ここで浮かび上がってくるのは、時間という問題である。古典物理の描く世界は、数式に現れているように可逆である。結果からたどっていつでも原因にさかのぼれる。しかし、われわれがリアルに感じている生物的時間は不可逆である。この不可逆性の実感を、従来の科学は十全にとらえ切れていない。それは、「知らない」→「知っている」の根本的移行を忘れ、「知らない」を「（誰かが）知っていた」とする古典物理的認識形態によるものと思われる。古典物理の描く世界はすべて、全知の神には始めからお見通しなのだ。そこでは、時間が開示してゆくこれから起こることの未知性は皆無である。これに対し、量子力学の「知らない」→「知っている」の一

方通行性¹⁰⁾は、このリアルな時間感覚を如実に反映している。それを踏まえているからこそ逆に、知ってしまったミクロの世界での時間の可逆性(ある意味、無時間性)といったことも出てくるのであろう。量子論的には、これを拡張して死んだ猫を生き返らせることも可能なのである¹¹⁾。突飛に聞こえるかもしれないが、ただそれも、実際にできるかどうかではなく、認識論レベルの問題だとすれば受け入れ可能なのではなかろうか。時間とは認識の過程そのものといってよいのである。

結び

認識論は突きつめると、時間の問題に行きつくことが分かった。そこから、「知らない」→「知っている」の一方方向性が、われわれの時間の不可逆的感覚を生んでいると述べた。ただ、最後に留意しておかねばならないのは、認識には「忘れる」ということもあることである。これらのことを(1)のベキ乗場に当てはめてみると、切れ目が右に行くにしたがって、集団的には共有知識が拡大し、個体的には知識が増していくことを表しているが、これは決して不可逆なものではなく、「忘れる」ことによって左にも移動しうる。ゆえに、(1)のベキ乗場自体には時間の不可逆性はないといえる。時間とは、その上での「知らない」→「知っている」→「忘れる」という、足し算、引き算で表されるわれわれの感覚的(身体的)なものである。

「忘れる」という行為は、認識にとって不可欠である。ただただ切れ目が左に移ってゆくのでは、ひとつの共有知識が集団を支配し、個人の知識が際限なく増えてゆくことにつながる。世界は均一化し、個人の知識は無秩序の混沌に沈む¹²⁾。すなわち、知識のエントロピー増大

だ。人間が有効利用できる情報は、エントロピーが低いほうがよい。コンパクトにまとまっているほうがよい。脳にとっては、やたら情報量が多いというのはむしろマイナスなのである。だから、脳は抽象概念をもって余計な情報を(まとめるというより)捨てようとする。捨てた情報が多い分、残った情報の価値は上がる。それだけ多くの情報のなかから選ばれたということで(この観点からすると、「知る」とは、「知らない」という可能な複数情報が並存する状態から一つの情報に収束決定した状態といえるであろう。量子の波束の収縮はそれを象徴しているように思われる)。また、「忘れる」には、意図的に前のデータを消去し別のデータに書き換えることも含まれる。知識の内容は、足し算的に積み上げてゆく増大という単純な一方方向性ではなく、中の一要素が変わることで全体が変わる掛け算的な絡み合いの相を呈しているのである。

熱力学の第二法則が説くように、(閉じた)宇宙はエントロピー増大に向かっている(それが時間の不可逆性の定義にもなった。ただこれらは、既に述べたように、多分に認識レベルの話なのである)。その中において人間の脳は、エントロピー低減を目指す変わり者¹³⁾である。コンピューターといった、われわれに代わって多くの精神活動を担ってくれる機械が登場しても、われわれに一向に忙しさからの解放感がないのは、彼ら機械もしょせん物であって、エントロピー増大、情報量拡大の方向を向いているからである(彼らにとってはデータは多ければ多いほどよい)。われわれはその中で、いよいよ有用な情報を取り出し、いらぬ情報を捨てる選択の必要に迫られている。この「忙しさ」は、宇宙内変種である脳の宿命であろう。

注

- 1) 「新たな認識論理の構築6 —認識論的に見た数体系の再解釈—」, 名古屋学院大学論集 (人文・自然科学篇) Vol. 47 No. 2 2011.
- 2) シュレディンガー, 『精神と物質』, 中村量空訳, 工作舎, (2003). ハイゼンベルク, 『部分と全体』, 山崎和夫訳, みすず書房, (1999). これらの著作を読むと, 彼らがいかに深いところで思索していたかが伺える。
- 3) ここで反論として, 計算による古典物理学の予測能力をあげる向きがあるであろう。しかし, それは予測というより, 反復といった方がよいものではなからうか。計算は決して未知を先読みするものではなく, 過去の適用例の新たな(成功)事例を指し示すのみである。その証拠に, カオス理論が説くように, 初期値のちょっとした違いで, 思わぬ計算結果が導き出されることも往々にしてあるのである。
- 4) 量子力学の哲学の創始者といってよいニールス・ボーアは, 次のように書いている。『実験』という言葉は, 本質的には, 私たちが何を行い何を学んだのかを他人に伝達することの可能な状態を指すものとしてのみ, 使用しうる」(『因果性と相補性の観念について』『ニールス・ボーア論文集1 因果性と相補性』山本義隆編訳 岩波文庫 1999, 所収, p. 196)。今ではさまざまな量子力学解釈が出揃っているが, 筆者には, 自身の認識論と近いこともあって, 先駆者ボーアの相補性という概念が一番しっくりくるように思える。今ここで改めて, 「ボーアに帰れ」と提言したいほどである。
- 5) アインシュタイン, ボドルスキー, ローゼン, 「物理的実在についての量子力学的記述は完全であると考えられることができるであろうか」, 『アインシュタイン選集 I』, 中村, 谷川, 井上訳編, 共立出版, (1971) 所収。
- 6) 原論文では, 対になっているA状態の素粒子とB状態の素粒子の位置と運動量を, Aは位置, Bは運動量というように分けて同時に観測することで, Aの運動量, Bの位置も決定すること

になり, 素粒子の位置と運動量を同時に測定することはできないというハイゼンベルクの不確定性原理に量子力学自体が内部矛盾していると主張している。もっとも, この論文の執筆はボドルスキーが行い, アインシュタインは「本質的な事柄がばやけてしまっている」と, シュレディンガーへの手紙で不満を漏らしているらしい(森田邦久著『量子力学の哲学』講談社現代新書, 2011, p. 32)。ともあれ, ここでも同時ということが問題になってくるのであり, 二つの(実在的な)素粒子を同時に眺める非局所的視点を暗にすえているところに, アインシュタインら古典物理学者が自ら局所性を破る過ちを犯した原因があったといえる。

- 7) アインシュタイン, 「量子力学と実在」, 前掲書所収。
- 8) 観測前の素粒子の状態の重ね合わせは認める量子力学であるが, 「知らない」と「知っている」は重ね合わせることができない。逆に古典物理ではそれらを重ね合わせることができる。「神は知っている」が, 「人間は知らない」というように。誰かが「知っている」からこそ, 状態は決定していて重ね合わせは許されない。これに対し量子力学は, 「誰も知らない」ため状態の重ね合わせが可能となる。ここにも両者の(本質的な)反転関係が見える。この違いは, やはり量子力学が認識の問題を真正面から見据えた理論であることに負うのであろう。
- 9) ニュートン別冊, 『みるみる理解できる量子論』, ニュートンプレス, (2006). p. 74.
- 10) 近刊の佐藤文隆著『量子力学は世界を記述できるか』(青土社, 2011)には, 観測技術の発達によって, 遅延選択実験など, 素粒子の状態に影響することなく観測する方法が可能になってきたことが述べられている。ここから著者は, 今までの一方的に受身の「観測」ではなく, 意図を持って働きかける「制御」へと量子力学の方向性が変わってゆく未来を示唆している。これも認識論の見地からいえば, 「知りたい」→「知る」という図式で表現できるのであろう。人間の「知る」行為は, 決して外界からのデータをただ

ただ受容するばかりでなく、「(これが) 知りたい」という強い願望に方向付けられ突き動かされている場合がしばしばだからである。

- 11) ニック・ハーバート, 『量子と実在 不確定性原理からベルの定理へ』, はやしはじめ訳, 白揚社, (1990), p. 221. そこに描かれているのは, 死んだ猫を生/死属性と共役(対のようなもの)の属性のフィルターに通すというもの。これは, 偏光フィルターに光を通したときに見られる量子力学的現象の拡大解釈版といえる。偏光フィルターは種類の偏極した光しか通さないのがあるが, 今, A, B二つの偏光状態があるとして, フィルターAは偏光Aを, フィルターBは偏光Bを通すとする。この光をフィルターAに通すと, 偏光Aだけが通過し偏光Bは遮られる。ところが, それをさらにフィルターBに通すと, 遮られたはずの偏光Bが復活したかのごとくフィルターBから出てくるのである。マクロレベルでは, たとえば円板と三角板をふるいにかけて区別する場合, 円型をくりぬいたふるいを通り抜けられなかった三角板は再び戻ってくることはない。偏光Aと偏光Bは対で一つの光を成しているのであり, これもまた量子絡み合い現象といえよう。
- 12) (1) のベキ乗場の極限值, すなわち神の視点に立てば情報エントロピーは逆に0になる。し

かし, そこに至る過程では内部は常にエントロピー増大(秩序低下, 均一化)の危機にさらされているのである。

- 13) もちろん, データを捨てる行為にも熱量が使われ, 結果として物質レベルの脳内のエントロピーは増える。というより, 捨てられた情報のエントロピーが増大するのである。

主要参考文献

- 『ニールス・ボーア論文集1 因果性と相補性』(岩波文庫), 山本義隆編訳, 1999.
- 『アインシュタイン選集 I』(共立出版), 湯川秀樹監修, 中村誠太郎, 谷川安孝, 井上健訳編, 1971.
- 『量子と実在』(白揚社), ニック・ハーバート, はやしはじめ訳, 1990.
- 『量子の新時代』(朝日新書), 佐藤文隆, 井元信之, 尾関章, 2009.
- 『量子力学は世界を記述できるか』(青土社), 佐藤文隆, 2011.
- 『量子力学の哲学 非実在性・非局所性・粒子と波の二重性』(講談社現代新書), 森田邦久, 2011.
- ニュートン別冊, 『みるみる理解できる量子論』(ニュートンプレス), 和田純夫監修, 2006.