

対話原理小論

・・・感性にもとづく量子力学の解釈と新しい自然観・・・

山田廣成

立命館大学理工学部光工学科

草津市野路町 1 9 1 6

Tel:0775-61-2684, Fax:0775-61-2860,

e-mail:hironari@bkc.ritsume.ac.jp

1. プロローグ

量子力学を学生に教えるのは至難の業である。物理の学生はそれに挑戦するためにやってくるからなんとなくわかったような顔をして卒業する。工学部の学生は興味本位で聞きにくるから、量子力学は本当に難しいと正直に言って卒業する。

学生が理解できないのは数学形式だけを教え込まれてそれが感性と結びつかないからである。それは、私たちの学生の頃から変わっていな。私たちの先生も同様な思いで私たちを教えたと思う。シュレーディンガーの猫の話を目撃された。そして量子力学はなるほど不思議だという暗示にかけられた。大方は、だから量子力学をもっと理解しようとして物理学を志した。しかしだれも満足に行く回答を与えてはくれなかった。そして私が教える番になった。私は電気電子工学科の学生に、電子と人間を対比しながら教えるという試みをしたのだが、なかなか評判が良かった。物理からきたドクターの学生が、私の説明で初めて量子力学がわかったと言ってくれた。電気電子の学生も予想以上に興味を持ってくれた。

私たちはしばらく前からミクロの現象が驚くほど人間の振る舞いに近いことに気がついていいる。しばしば人間の振る舞いを援用しながら物理現象の説明をしている。そこで私は、おもいきって電子には意志があると仮定して量子力学を説明してみた。すると驚くほどすっきりと説明ができる。一体これは何なんだろうか？たまたまよく似た現象が有っただけであろうか？そこで私は、なぜ人間の振るまいと電子の振る舞いがこんなに似ているのかという点を掘り下げてみた。それが以下に述べる対話原理である。私は素粒子論の専門家ではない。原子核実験を長くやっていたが最近では自由電子レーザーの研究をしている。素粒子論を研究している諸賢には、一笑に付されるかも知れないが、この「電子にも意志がある」というステートメントの意味を探ってみた。

以下ではまず対話原理の体系を条文形式で述べる。続いてこの対話原理に従って「シュレーディンガーの猫」に解釈を与える。また、波動性と粒子性の統一を試みる。E.P.Rパラドックス、ブラウン運動についても言及する。対話原理を示す手法は、論理学を踏襲する。

なるべく僅かな自明の公理から出発して、主要な概念を導き出す手法である。物理学が幾つかの証明できない公理に基づいて構成されていることは衆知の事実である。体系に自己矛盾がないことを追求するのが物理学である。各条文の補足説明を()以下に述べるという形式をとる。

2. 対話原理 14条

1) 世界は個体と付随する場により形成されている。

- 固体ではなく、個体である。粒子の概念を一般化したものである。個として識別されるまとまった固有の形態を有する全ての存在である。・・・電子、陽子、中性子・・・原子・・・分子・・・高分子・・・蛋白質・・・微粒子・・・細胞・・・機関・・・胞子、種子、動物、植物、人間・・・地球、太陽、太陽系・・・宇宙・・・。

2) 個体は必ず複数で種及び階層として存在し、単独では存在しえないし、存在が規定されない。

- 宇宙に電子が1個だけ存在する状態は規定されない。孤独な電子の波動関数は宇宙に無限に広がっているわけであり、無限であるが故にその存在確率はゼロである。同様にして、人間が宇宙に未来永劫に一人だけで存在する場合もその存在を規定するものはない。即ち個体は、各階層で種として必ず複数で存在することが存在の実体である。また、複数であるが故に階層を構成する。

3) 個体には階層性があり、故に場にも階層性がある。

- 個体の階層性は古くから知られているし、なかば常識である。
- なぜ階層性が発生したかは、興味ある研究課題である。それは、大いに量子の存在と密接に関わっていると考えられる。量子がとびとびのエネルギーを持ち、また、とびとびの質量を持つが故に階層が発生し、階層間もまた離散的である。
- 場は、物理学でいう4つの力に付随する場だけではなく、人間という個体間の相互作用に介在する場を含めて、場の概念を一般化する。例えば、結果としてエネルギーの授受はなくとも情報の授受が発生し個体に内部変化が生ずるときそこには場が発生すると規定する。交換力には場の発生があると考ええる。人間関係あるいは社会には交換関係にもとづく固有の場が発生している。場にも階層性があるという主張が以下の論理の展開の一つの基調をなす。

4) 同一階層内の同種個体は共通である固有の場を形成する。

- 場だけが独立に存在するという立場はとらない。従って電子が認識する場と人間が認識する場には違いがある。しかし、階層が近いほど場の構造も類似している。
- 時間は場に付属する概念であり、故に、階層により異なる。即ち時間は階層性を持つ。

5) 同種ではあっても完全に同一の個体は存在しない。即ち個体は個性を持つ。

- ここでは個性の概念を一般化している。

- 電子といえども個性をもつ。電子が個性をもたない理由は証明されていない。電子といえども汲み尽くされない。しかし、不確定生原理の故にそれは見えない。全ての個体は、少なくとも異なる時空（位相空間）に存在し、異なる運動量と異なるエネルギーを持つ。人間は、人間という種として同定されるとともに、互いの違いを認識している。人間の違いは、内部構造の複雑性にもとづくのみならず、人間個体としての位相空間の違いに基づいている。また人間の複雑性は、多数の電子の個性を反映しているが故である。
- 厳密にはフェルミオンは個性をもつが、ボソンは個性を持たない。このことはフェルミ統計とボーズ統計の違いに示されている。ボーズ粒子は、同じ状態を複数の個体が共有できる。光子は次に述べる対話の媒体としてある。

6) 個体は「意志」を有する。故に「意志」にも階層性がある。

- ここでは意志の概念を一般化している。一般化された意志を「意志」とする。
- 選択された個性の発現を「意志」と呼ぶ。選択は、基本的には確率現象であると考えられる。選択する「意志」が存在するのか、確率的な選択が発生したことを「意志」と呼ぶのかについては、現時点では言及しない。しかし、高等生物の有する意志と、ミクロの世界の確率現象の間にはきわめて強い相関が有ることを指摘する。「意志」の実体が確率現象であり、確率現象のことを「意志」と呼ぶといっても良い。人間の意志決定は、場が当局的であり、何らの外場、あるいはポテンシャルもない状態、あるいは、興味を引きつける中心のない状態では、全く当局的かつ確率的に行われる。電子がとる選択も同様な確率現象である。
- 「意志」と意識は異なることに注意。意識は、意志決定するために参照する記憶装置を中心とした概念である。
- 「意志」は高等生物だけの属性ではない。高等生物は一見複雑なプロセスを経て意識を参照して意志決定するが、他者が観測できるのは、意志決定された行為であり、決定にもとづく行為自体は単純なものである。
- 植物の「意志」は、枝を出す場所を自分で決め、発芽の時期を自分で決めることである。全く同じ形状の木は存在しない。これは発現された個性であり、これをここでは「意志」と呼ぶ。
- 「意志」が目的を有するか否かは、今日、サイエンスとして語るができないが、筆者が考える個体の目的の一つは個体を維持することと、種を維持することである。個体はより近い種を維持しようと努める。なぜなら、いかなる個体も単独では存在し得ないからである。発展し淘汰することは自明な目的とは言えない。

7) 個体同士は場を介して「対話」を行う。故に「対話」にも階層性がある。

- ここでは、対話の概念を一般化している。対話は高等生物だけが行うものではなく、あらゆる個体が、他者を認識するための手段である。
- 対話は、物理学では相互作用という名で呼ばれる。工学では通信という名で呼ばれる。集団的な対話はコミュニケーションと呼ばれる。全ての階層に共通した抽象概念をここでは対話と呼ぶ。

- 対話の本質は、同一の個体（同一状態の個体）が存在しないことに基づいている。
個体同士が完全に同一で有れば、対話を必要としない。個体の存在は常に対話により規定される。
- 対話は階層が隔たるほど困難になる。
- 観測という行為は、異なる階層間の対話である。異なる階層間の対話の結果は、よりプリミティブな階層の対話を支配もしくは破壊する。
- 個体の存在は対話により規定される。対話に基づき自己の位相空間を決定する。これが存在の意味であり、種の意味である。

8) 干渉現象は、対話の結果発生する。

- 干渉性は、同種個体間でのみ発生する。異種個体間では発生しない。人間同士にも発生する。異種粒子がまとまり原子のような一つの階層を構成するときには発生する。
- 粒子の波動性は、干渉現象の現れである。波動性故に干渉が現れるのではなく、干渉現象の表記法が波動である。

9) 対話の手段には少なくとも光子が含まれる。

- 光子はあらゆる階層のあらゆる個体が共有できるためである。
- 光子以外にも対話手段はあるはずである。対話の手段が光だけの場合、電子の奇妙な振る舞いを説明するのに、対話が光速以上で行われることを仮定しなければならないことがある。但し、時間の概念に階層性があるとするとさらに深い考察が必要である。
- 個体間には暗黙の了解があるかもしれない。生命の場合にはDNAが介在する暗黙の了解がある。ならば電子にも有るかも知れない。電子は、宇宙の始まりにおいて発生したときの共通の記憶を所有しているかも知れない。
- 対話は、光子の授受により発生し、エネルギーの授受を行うとは限らない。電子が定常状態に於いても光子を授受する描像は量子力学における第二量子化の概念である。

10) 不確定性は、対話の不確実性であり、個体に個性または「意志」があることに基づく。

- 不確定性原理は、あらゆる階層において対話の帰結である。対話により個体が「意志」の変更を行うことを含む。
- 不確定生原理は、対話の不確定性と階層の違いによる不確実性の双方を含む。
- 観測問題は後者の問題である。観測は、階層間の対話であり、対話の結果、階層間には支配関係が発生する。

11) 対話により導かれる帰結は個体の個性を色濃く反映するが、平均的な振る舞いはいわゆる物理法則に従う。

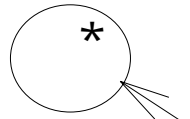
- 平均的振る舞いからのずれを不確定性と呼び、統計法則が支配する。
- 一個の電子がどの道を通るかは、不確定性原理により予測することができない。それは対話が個体の「意志」の変更を促すからである。しかし、複数の電子が平均し

てどの道を通るかを予測することはできない。

- 一個の人間がどの道を通るかを予測することはできないが、集団もしくは平均の行動を予測することはできる。人間の次の瞬間の行動を予測することはできないが、平均してどこへ進もうとしているかを予測することはできる。

1 2) **量子力学は対話に関する一般法則であり、全ての個体間の対話を記述しうる。**

- 波動関数が対話の本質を表す。存在確率を導くための複素共役部は他者からのメッセージである。



他者からのメッセージ

波動関数は、一回の対話から成り立つとは限らない。無限回の対話の帰結であることも数回の対話の帰結であることもある。対話の結果の平衡状態が波動関数として示される。従って波動関数は同種個体の作る場の構造を示す。

- ヒルベルト空間は、場の構造を記述する。即ち、対話の構造と対話により生ずる可能な全ての道筋（状態ベクトル）を記述したものであるが、実際には各個体が「意志」に従い、どれかの道筋を選択する。
- ヒルベルト空間の数学形式は、階層によらず一般的であるが、使われるパラメータは階層に固有である。
- 量子力学が確率的であり統計性をもつことと、社会現象が統計性を持つことは偶然ではなく、共に対話原理により導き出されるものである。場の構造が階層にかかわらず類似していることを意味している。数学的には同じフォーマリズムを使用することを正当化する。
- 第2量子化の意味は、9) で述べたとおりである。

1 3) **共鳴現象は、対話の結果発生する「意志」の統一である。従って、あらゆる階層に共通する現象である。**

- 集団運動に共鳴現象が発生すると、状態ベクトル（波束）が収縮して一つの状態になり、個性が消失する。即ちコヒーレントな状態である。
- 人間社会の共鳴現象と、電子の共鳴現象は、対話原理では同質のものである。
- 最も単純な共鳴現象は、電子の集団が同一方向に進む電流である。川の流れ、超電導、超流動、電磁波、自動車の流れ、etc.
- 光子集団の共鳴状態が電磁波であるが、波動性は、光子のつくる場の構造であり、光子の属性ではない。
- 古典力学は、共鳴状態の力学であり、集団の状態ベクトルが一つに収縮した状態である。このような状態は観測により変更されない。惑星の運動は、構成個体の全てが協調している運動である。

1 4) **対話の結果、万物が流転する。**

- 万物が流転することの意味がここに於いて明らかになる。流転する先は、ニュートン力学的には決まっていない。宇宙の全ての個体が対話を繰り返した結果として流転先が決まることは確かである。
- 宇宙をこの原理で述べる個体の一つと考えるならば、宇宙の「意志」は、宇宙を構成する全ての個体の「意志」である。人間もそこには含まれる。人間の意志も宇宙の流転先の決定に関与している。人間の「意志」が宇宙を支配することも有れば、人間の「意志」は滅びることもある。宇宙の「意志」は、一神論によりあらかじめ決められたものではなく、全ての構成個体の総意として決まるものであるというきわめて当たり前の結論である。しかし人間はそのことに責任を有することも結論される。
- 対話原理は、こうして日常の人間の感性と矛盾することなく、かつミクロの世界の常識と合致している。

以上の対話原理14条は、自明であると思う基礎概念、即ち個体と場の概念から出発して物理学的に飛躍のないステートメントを積み重ねる方式で新しい概念を導入している。「個性」は、最初に現れる従来の物理学には無い概念である。「電子に個性がないとは言えない」という消極的なステートメントではあるが、きわめて重大な対話原理の根幹をなすステートメントである。もしこのステートメントを否定する実験結果が現れるとしたら、対話原理は誤りであることを認めなければならない。但し、筆者の論法は、電子の個性は不確定性原理により観測がでないと述べており、「個性」の存在を仮定することにより量子力学をより自然に解釈できることを述べている。即ち、量子力学の正しさこそが「個性」の存在を実証しているというものである。「個性」の意味を異なる位相空間と訳せば、特に違和感はなく受け入れられるであろう。「個性」をこのように狭い意味で解釈すれば、従来の物理学の枠内で議論できる。しかし筆者はそれ以上の個性を電子に期待している。そのような個性の存在は、まだ証明されていないが、量子力学の本質が確率・統計にあることをもってしてその傍証とする。社会現象に統計数学を適用するのは、人間の個性を無視して数値化するために必要な手段であった。両者の類似性は、実体として人間も電子も個性を持つために発生したことでありと考える。

次に耳慣れない言葉は、「意志」である。意志は能動的なものであるから電子が自分の意志で自由に動き回ることを想像するとおかしくなる。「意志」にも階層性が有るという意味が重要である。筆者は、ここで確率的な選択こそが「意志」の本質であると考えている。人間の運動も電子の運動も場のポテンシャルに従うとき運動には自由度があまりない。人間の場合には、社会がつくる、即ち人間集団がつくる場のポテンシャルに従って運動することが電子との違いである。ところが人間は、自由な選択を許される状況においてはなほだ困る。物事の体制には影響を与えない選択である。このとき人間は好き嫌いという自由意志で物事を決める。ここでいう「意志」は、この好き嫌いに近い、選択に必ずしも必然性のない選択を「意志」と考えている。意志に関するこのような考え方は、鎮目恭夫[1]の考えに近い。

人間のドライブについて考えてみよう。例えばある人が近江八幡から東京までドライブす

るとき、なぜ東京へ行くかについては、様々な理由がある。それは社会的な外圧にもとづくことが多い。あるいはそこにおもしろそうなものがあることを知っているからである。どの道を通るかについてもあまり選択の余地はない。ところが、運転手は、幅のある道路のどこを通るべきかという指定は受けていない。指定することは不可能である。予測することも不可能である。結局、運転手は「自由意志」にもとづき、好きな軌道を選択して運転する。人間のこのような運動や鳥の食後の意味のない徘徊運動は確率的なブラウン運動に従うと言われている。これが人間の意志の実体ではないだろうか。電子の場合には、例えば人間の外圧により、加速されてターゲットに向かって進行することを余儀なくされる。しかし量子力学の教えるところは、その軌道を不確定性原理の枠内で特定することはできないということである。具体的にどの軌道を通るかは電子の「自由意志」に任されていると言って良い。これが電子の「意志」である。このような説明をした後には、もはや対話の概念を一般化することに違和感はないであろう。対話原理はこうして生まれた。「対話」は、「意志」及び「個性」と不可分であり表裏一体をなす。相補的である。「対話」ありき、故に「個性」と「意志」ありきとしても良いし、その逆でも良い。「対話」は場の属性であり、「個性」及び「意志」は個体の属性であるから、互いに相補的である。

3. 対話原理の適用1：シュレーディンガーの猫を解釈する

観測により波束の収縮が起こるというコペンハーゲン学派の解釈は正しいか？

対話原理では、そもそも波動性を粒子の属性とはみなさない。粒子間の対話が本質であり、対話の一形態としての干渉性に本質があると考えられる。従って、波動が観測により収縮するという概念は対話原理には不要である。しかしそれではコペンハーゲン学派との対話はできないから、対話原理における観測問題を解説し、「波動の収縮」が対話原理ではどのような意味を持つかを述べる。

さて、観測問題に関する対話原理の基本的な考えは第7条と10条に基づく。

- 量子力学が記述する状態ベクトルは、同一階層の個体間の対話を記述している。異なる階層間では直接的な対話はできない。
- 観測という行為は、異なる階層間の対話である。対話の結果は、よりプリミティブな階層の対話を支配もしくは破壊する。

観測という問題をまず人間社会に適用してみるのが、筆者の提唱する指導原理である。人間社会における観測問題は、高度な言語をもつ文明人が、孤島の山奥の未開部落に紛れ込んだ状況に似ている。この文明人は、同胞に未開部落のことを知らせるために未開人との対話を試みる。もちろん言語は通じない。文明人にできることは、未開人の間に入り、未開人と行動を共にし、未開人の行動を子細に観察してその意味を推測することである。これは、対話の一形態である。対話は、言語を使うとは限らない。文明人と未開人の対話は実に不完全であるが、同じ人間という種に属するから対話は可能である。文明人は、次第に未開人の言

語を習得するが、行動と言語の対比は実に不確実である。そして、この文明人が同胞に未開人の発見を知らせるときにもう一度情報伝達の不完全性がつきまとう。文明人が同胞との連絡に出かけた間に、未開人はどこかへ移動してもうそこにはいないかもしれない。同胞は、一人が見ただけのことをなかなか信用しない。何人かを送り込み再確認してはじめて共通の認識となる。観測問題につきまとうのは本質的にこのような不確実性である。

シュレディンガーの猫に現れる放射性同位元素の崩壊は、核子間の対話の結果として起こる。対話の結果、原子核はある状態に遷移し、核子を放出する。核子を放出する確率は、準位の幅に逆比例するが、準位の幅は即ち核子の占める位相空間の幅である。これは、対話原理に翻訳するならば、核子の「個性」の幅である。また、原子核がいつ崩壊するかは、核子の「意志」によるものであり、人間の意志で容易に変更できる事柄ではない。結局、観測するまで我々は核子の状態を知ることはできない。ここには確率という概念は有っても波束の収縮という概念は不要である。

しかしもうしばらく観測問題を考察してみると、まず検証しなければならないのは、我々の実験は高い精度を持っているが、全く不完全なことである。実験技術上も対話の本質上も、核子の運動量あるいはエネルギーの観測には必ず不確実性にまつわる曖昧さを残している。検出器の中での核子の振る舞いを我々は決して観察できない。検出器の中で、飛来した核子が最終的にどうなったかを我々は知ることができない。増幅器により核子のエネルギーが電子の集団運動に転換されるときにも不確実性が伴う。我々が観測したとするエネルギーはもはや核子のエネルギーそのものではない。我々の観測量は、もともと核子が持っていたエネルギーとは独立の物理量として記録される。観測量はマクロな客観量であり、核子が持っていた物理量に限りなく近いものであるが、決して同一量とは言えない。検出器のなかで核子の運動エネルギーが電子の集団運動に転換されるが、集団運動は、たくさんの個体が同じ情報を共有している状態であるから、これをさらに外部から観測することによっては容易には影響されない量である。（増幅装置を置かなくても人間が直接光子一個を観察できるではないかという人がいるかも知れない。ところが、この場合の「目」は増幅器以外の何者でもなく、電子の集団が視神経を伝搬している）一個の電子が核子の情報を受け継ぐ場合は、量子力学的関係、即ち対話の関係が電子と核子との間に成立するため新たな不確実性をまねかれないし、また情報を受け継いだ電子を我々はとらえることができない。ところが、複数の電子集団に受け継がれた情報は、きわめて確かである。従って、観測以後の情報は確定し、不確実性は消滅する。集団が持つ情報を、だれしも容易には変更できない。とりわけコヒーレントな状態は、関与する全ての個体が同じ情報を共有している。即ちこれが、波束が収縮した状態である。さらにこれがマクロな世界の確定性の意味である。複数の個体が同じ情報を共有した状態が古典力学の世界である。

もしコペンハーゲン流の波束の収縮という言葉を使用したいならば、原子核のエネルギーが検出器内の電子の集団運動に転換されたときに起こったということであろう。しかし、既におわかりのように、実は、核子のその後を我々は決して知らないで、コペンハーゲン学派のいう一次結合状態は未だに、また未来永劫に収縮しないのである。一方、話を遡り、対話原理に従うならば、核子が放出された段階で、核子の「意志」によって、これを自然の撰

理と呼ぶが、既に波束は収縮しているのであるが、我々がそれを知らないだけであると言っても差し支えない。

観測により波束が収縮するという考えはお粗末である。そもそも観測は人間の行う行為であるから、波束の収縮は人間の脳の中で起きたと結論したフォン・ノイマンを責めることはできない。そもそもこのステートメントがお粗末だからである。

それではシュレーディンガーの猫はどうしたらよいであろうか？波束が収縮しないために未来永劫に生状態と死状態をさまよっているかと言えば、実は波束の収縮とは無関係に、いくなれば無実の罪で死刑が確定し、法務大臣の死刑執行を待つ身なのである。法務大臣の死刑執行を聞かされない一般市民は、蓋を開いて初めて認識するわけである。一般市民も猫も波束の収束にはいっさい関与していない。

さて、ここには情報の不連続性があり不確定性がある。対話に階層性があり、異なる階層間の対話が間接的であることが示されている。しかし、我々は、異なる階層で起きた対話の帰結を観測を通じて、しかも繰り返し行うことにより、限りなく正確に予測することができる。繰り返し観測することにより精度が上がることは、実験物理学の基礎である。それは、全ての自然現象が統計的であるという量子力学の本質に根ざしている。対話原理でいうならば、繰り返し観測することは、電子の個性を捨象することである。人間は、人間の意志とは無関係に存在する世界を対話により間接的に認識することができる。フォン・ノイマンさんが混乱したようには人間の意識の中で波束が収縮したことも今後することもない。但し、対話原理の持つ意味は、14条に示したように、宇宙の「意志」の決定に、人間も電子も関与しているという意味に於いて、人間の意志が宇宙の「意志」にかかわっている。人間の観測行為は、電子の意志を曲げて電子を混乱に陥れている。これは、おおげさすぎるとしても、人間は宇宙の一部であるとともに、宇宙の「意志」の一部を形成し、しかもその「意志」を人為的に改造し、あるいは破壊することができる。宇宙の「意志」は、宇宙を構成する全ての個体の意志の総体であるから、人間が宇宙を支配することもあるし、滅びることもあるといえる。宇宙の「意志」には、全ての個体の意志が関与しているというのが対話原理の重要な帰結である。

4．対話原理の適用2：波動性と粒子性の統合

ミクロな個体の波動性と粒子性の統一は、「マクロ」と「ミクロ」の間に横たわる最も大きなギャップである。しかし、対話原理によれば、波動性は個体の属性ではない。個体が持つのは干渉性である。それは、対話の結果発生する干渉性である。個体は絶え間ない対話のためにその状態は不確定であり、波動的である。波動性は、場の属性である。個体に付随する場の属性であり、既に定義したように対話の属性である。

さて、2つのスリットにより電子が作る干渉模様は、電子とスリットの対話の結果発生したものである。スリットは多数の電子により構成されている。これは、電子間の対話の問題である。電子は、対話の結果あらかじめスリットの存在を知っていたと言って良い。スリットが1つであるか2つであるかをあらかじめ知っていたわけである。これは波動関数の非局

所性である。あらかじめという意味は、対話の場が、既にスリットにより変更を受けていたという意味である。その場に従って電子が進行し干渉パターンをつくる。対話が高速以上で行われたと仮定する必要は必ずしもないし、電子があうんのこきゅうをもっているとするともない。見方によっては遠隔作用論的な場が存在していたといて良い。こうしてスリットが1つであるときと、2つであるときでは、あらかじめ場が異なり異なる干渉模様をつくる。

電子が2カ所以上の場所に同時に実在するという解釈はとらなくても良い。我々は、電子がどちらのスリットを通ったかということをおくまで知らないだけである。電子の道筋は、電子がそれぞれの「意志」に従って決めた事柄であり、その結果は確率的である。電子は、場の波動関数が示すスクリーン上の特定の場所へ確率的に到達する。知るという操作は、あくまで人間が行う観測であり、前節で示したとおり、観測はプリミティブな対象系を破壊する。従って、電子が片方のスリットを通ったことを観測し、確認すれば、系が破壊され、2つのスリットによる干渉効果は直ちに消滅する。いとも当然な帰結である。電子が片方のスリットを通ったことを確認する方法として、第3の電子または光子あるいは原子を用いると、事情は多少異なる。系は完全には破壊されない。しかし、問題は、1つの電子と2つのスリットと言う系ではなく、1つの電子と、1つのスリットと、観測のための電子または光子という系で考えなくてはならない。即ち第3の個体との対話が発生するわけである。問題を解くには、第3の個体を含めた波動方程式を解かなくてはならない。

興味深いのは、電子はどの時点でスリットの存在を認識したかということである。電子がフィラメントを離れる瞬間であろうか？あるいは、スリットの直前であろうか？これは実験的な検証が可能な問題である。電子がフィラメントを離れ、スリットに到達する前に片方のスリットを閉じたらどうなるであろうか？実験はフェムト秒レーザーで光電子を発生させ、スクリーンを目指して加速し、常時開いているスリットの片方をタイミングを見計らって閉じることで実施できる。

対話原理では以下のことが推測できる。ある電子は、対話の結果2つのスリットが開いていると思いこんで第1のスリットに向かって走ってきたら、急に第1のスリットが閉じたわけである。この電子はスリットを通り抜けることができない。しかし、第2のスリットに向かっていった電子はどうであろうか？第1のスリットが閉まったことを知らないままに第2のスリットを通過するとしたら、この電子は干渉模様をつくるに違いない。しかし、閉まったことを通過する前に知れば、干渉模様は消える。答えは、いつスリットが閉じたかにより干渉模様が現れたり消えたりすると思われる。これが対話原理の予言である。もしこれが正しければ、電子の対話に必要な時間を導き出すことができるであろう。

5 . E.P.Rパラドックス

読者は、この問題に対する答えをもう予測することができると思う。電子があくまで粒子であると思っていたアインシュタインの批判は的を得ていた。ボアーはこれに答えることができなかった。もともと話は簡単である。スピンの上向きと下向きの光子が対で発生するの

は、原子内の電子及び原子核の対話により起きたことからである。観測の方法には関わらず、光子が原子を離れた後で急に偏向子の向きを変えたとしても、観測された光子が下向きならば、相棒の光子は必ず上向きである。光子間のあうんの呼吸を仮定する必要もない。ただ単に、自然界が人間の意志や観測には無関係に存在しているという事を仮定すれば導き出せる。この問題は、量子力学に深入りしていない学生ほど正しい答えを出すことができる。私たちはだいたいボアーの亡霊に惑わされたようである。かといってアインシュタインも正しい答えを出すことができなかつたのは残念である。

6．対話原理の適用3：ブラウン運動

ブラウン運動に関して、シュレーディンガーが、「自然法則の可逆性について」というタイトルで論文を書いたということを最近知った。ブラウン運動の理論を時間反転も同時に扱えるようにすると量子力学と同じ形式になるというものである。これは、シュレーディンガーがミクロの法則とマクロの法則に強い相関があることにいち早く気づいていたことを示すものである。ブラウン運動の実数の方程式を時間反転すると虚数のシュレーディンガー方程式が自然に出てくると長沢正雄氏[2]が主張している。そして、このことから、波動関数の複素共役部分は未来からきた情報であるという解釈が生まれた。ここで、未来からというステートメントは、あまりに刺激的であるから、このことをあまり神秘的に考えてはいけないと長沢正雄は注意している。神のみぞ知る未来からのメッセージを聞くことはあまりに神秘的である。

まず、ブラウン運動の方程式であるが、この方程式から複素数解は発生せず、振動解も出てこない。なのにシュレーディンガー方程式とブラウン運動の方程式が等価であるという考えは、長沢正雄が言うようには直ちには理解できない。しかし、これを対話原理で理解するならば、違和感は発生しない。なぜなら、対話がいつでも振動的に起こるとする必要はないからである。対象に依っては、対話は一方的に起こることもある。ブラウン運動では、対話は、水と花粉という異なる階層間の対話である。第10条で述べたように、異なる階層間の対話は、よりプリミティブな階層の対話を支配し、破壊するから、対話が一方的に行われることは至極当然であり、振動するような互いにやりとりをする対話とはならない。

一方、マクロな世界の対話でも、同じ階層間の対話を扱うならば、対話は繰り返し行われるから、振動解となり、シュレーディンガー方程式で扱うことができる。このことを証明したのが、同じく長沢正雄氏であり、「猿の棲み分け」と「大腸菌の分裂」の計算にシュレーディンガー方程式を使って成功している。この例は、猿同士、あるいは大腸菌同士という同じ階層の対話を扱っているから、シュレーディンガー方程式が成り立つわけである。

次に未来からのメッセージという解釈についてであるが、対話原理に基づいて事の真相を説明するならば、それほど神秘的でもない。まず我々には、神のみぞ知るような未来はないのである。なぜなら、対話原理の14条で示したように、未来は、我々を含む全ての個体の総意により決まり、故に時事刻々として変化しているから、それは神秘でも何でもない単に未知の世界である。ニュートン力学的自然観や、一神論的自然観に基づき人間の知らない神

のみぞ知る未来があるとこれは神秘的に見える。そしてさらには対話原理の12条に示したように、量子力学の波動関数の複素共役部分は、実は、未来からのメッセージというよりは、単に対話の相手方からのメッセージである。こうしてシュレーディンガー方程式から神秘性は消滅する。

量子力学にパラドックスが存在しないことは、既に何人もの方が色んな方法で主張している。統計作用素の導入[3]や、拡散方程式による説明など、基本的には自然界の統計的性質に基づいた取り扱いである。すでにおわかりのように対話原理も基本的に自然の統計性を基本としているから、パラドックスはもともと存在しないと言う立場である。ところが対話原理はさらに、統計性を持ち出すまでもなく、電子が人間の意志とは無関係に、電子の「意志」に従って意志決定し、運動することを認めさえすれば全てを自然に説明できると主張する。なんのことはない、自然が我々の意志とは無関係に客観的に存在しているという主張を確認しただけである。但し、電子にも独自の「意志」があるからこそ客観的な存在であったわけである。今後我々は、なぜ自然界が統計性を持つかという問題へ研究を進めなければならないと思う。

7. 対話原理の役割

対話原理を作ってみて、正直なところ私は興奮した。今までコンプレックスを感じていた量子力学の難解さがいっぺんに氷解し、まず学生に自信を持って教えることができるようになった。人々に物理学を分かりやすく解説することは大変重要である。なぜなら、人々は今、原爆を作った物理学者に猜疑の目を向けているし、自分たちに理解できない物理学により世界が動かされていると感じているからである。そして、興奮したもっと大きな理由は、どうやら自然の本質を認識したような気がしたからである。なにか学術的なものに惑わされることなく、素直に、感性に従って自然を理解できるようになったからだ。ポアールの亡霊から解き放されたのかも知れない。今風に言えばマインドコントロールから解き放たれたのかも知れない。

対話原理は、電子に個性があり、意志があり、対話があると主張する。このことだけを聞くと、科学者は、直ちに私を科学者の世界から追放しようとするだろう。しかし、すこし待って欲しい。私は、むしろ意志というものを科学的に取り扱おうと提案している。意志の存在こそが確率現象の実体だと指摘している。私たちは、量子力学が確率現象であるということに確信を持った。私たちは、さらにその先へ進むべきときにきている。即ち、なぜ確率現象なのか問われている。それが意志の問題である。意志の問題を通して、人間と自然界の関わりを明らかにできる糸口をつかんだと思う。私たちは、人間をことさら下等生物や、無機物と区別してきた。それが人間の尊厳であるとしてきた。そしてその違いが人間の意志にあると考えてきた。ところがこの枠組みが崩壊しつつある。生命現象の解明が進むと共に、生命と非生命の境界が消失しつつある。人間の営みが環境破壊を進め、人類の滅亡を招くような状況が生まれつつある。自然科学に対する人々の猜疑心が広がっている今、自然科学、とりわけ物理学は、人間の精神や生命の意味について考えることを拒み続けるのをやめ、物

質と精神の関係について解き明かすときにきている。対話原理は、自然界と人間界を融合する糸口を与えている。物理学がもっと大きな包容力をもつための糸口を与えていると私は確信する。

既におわかりのように、対話原理は一つの自然観である。量子力学の自然観である。一体おどういう意味を持った自然観であろうか？

人間の思考は、今日でも多くをニュートン力学に基礎を置いている。即ち、ニュートン力学的自然観にもとづいている。物体の運動は、慣性の法則により、未来永劫に続き、その未来は正確に予言できるという決定論である。私たちの世界には、私たちの知らない、神のみぞ知る絶対的な真理があると考えるのがニュートン力学的自然観である。量子力学は、実は、これに異議を申し立てた。ところがニュートン力学の社会的力があまりに絶大であるために、ささやかな異議を申し立てた。即ち、量子力学はミクロの世界だけで成り立ちますと言って許しを請うたわけである。それがそのまま今日まで継続してきた。時代は、いよいよ量子力学的自然観を確立するときにきている。

人間の文化は大きく分けて、自然と共存することを一義的だと考える文化と自然を征服することが一義的だと考える文化に分けられる。後者の文化とそれを担った民族が今日の主流をなしていることは明らかである。前者の文化は、辺境へと押しやられ、未開というレッテルを張られて消滅寸前に追い込まれている。また、それに付随する宗教観で言えば、前者は多神教を生み、後者は一神教を生んだ。物理学もまた、後者を背景とする一神教の文化の中から生まれ育った。ニュートン力学は、「神の一突き」で成り立つ学問である。即ち、物体の運動は、最初に神の一突きがあり、未来永劫に神の支配のもとに運動するという自然観である。今日の新しい自然観の模索は、この二つの文化の対立に焦点が向けられている。資本主義も共産主義も実はいずれも後者の文化から発生したものだといえる。時代は、資本主義と共産主義のイデオロギーの対立を後にして、一神教と多神教（汎神論といっても良い）の文化の調和へと向かっている。今日の自然破壊をくい止めるには、自然と共存する文化が求められている。それはイデオロギー的には多神教の文化である。古代の多神教の文化は、もう一度見直されて人々の前に姿を現さなければならない。第2のルネッサンスが求められている。対話原理は基本的に多神教の文化に属している。量子力学が長く自然観として成熟せず、人々が数学形式だけを取り込んできた背景には、量子力学の難解さがあるが、それは一神教から見た難解さである。量子力学は多神教の文化であるにもかかわらず、多神教へ移行することにおそれをなしたために、問題をむつかしくしてしまったのではないだろうか。ポアールもアインシュタインも時代の制約、即ちニュートン力学のイデオロギーのもとに生きたわけである。

西洋には、ご存じのように、弁証法という論理学がある。ヘーゲルにより集大成された学問である。科学的思考法の基礎を形成しているから、好むと好まざるとに関わらず、大方がこの思考法に基づいて論理を展開している。あるいはまた民主主義の原理として西洋文化の基礎をなしている。マルクス、エンゲルスといった共産主義者がこれを積極的に取り入れたから、共産主義の思想であると誤解されている。日本へは共産主義者を通して紹介されたという経緯があるために、西洋文明の基礎としての弁証法が日本では忘れられている。弁証法

は、元来論理学であり、共産主義や資本主義だけのものではない。古代ギリシャに端を発するこの自然観は、むしろ多神教の色彩を濃厚に備えている。弁証法の文字どおりの意味は、対話法である。対話は、人間の対話だけを意味しない。自然との対話、万物の対話を意味している。万物が流転するのは、対話の結果流転するということである。古代の世界で神々が対話したように、今後は、電子が対話し、水が対話し、木々が対話する世界に踏み込もうとしている。

新しい時代の自然観は、量子力学的自然観であり、対話原理(Dialog principle)と呼ぶのが相応しい。それは多神教の文化に属するが、古代の多神教ではなく、電子が対話し、蛋白質が対話し、細胞が対話し、木々が対話し、宇宙が対話する新しい多神教の文化である。ルネッサンスは、人間の神々からの独立であった。第2のルネッサンスは、自然が人間から独立し、人間が自然と調和する時代のようなものである。

物理学は、物質を分解することにより、物質の本質が理解できると考えてこの一世紀を邁進してきた。そして多くの成果を勝ち取った。しかし、その反面で物理学は物質が個体として持つさらに多様な側面を見逃してきたかも知れない。即ち、個体は構成要素の単なる集合体としてではなく、個体としての多様な機能を持っている。個体は、構成要素の単なる多体問題ではない。これが今日の複雑性の科学に求められている基本思想だと思ふ。

対話原理は、対応原理でもある。人間の社会とミクロの世界の間にはっきりとした対応が有ることを述べている。逆に言えば、私たちが最も経験豊富で、最もよく知っている社会現象を対話原理を通してミクロの世界に当てはめると、何か新しいことが見えてくるのではないかという期待がある。また逆に私たちの社会が電子から学ぶべき事柄も有るように思う。生命現象の解明は、21世紀の最大の課題であるが、これは生物学や医学だけではできない。物理学、化学、工学、地球物理学、天文学そして社会学や哲学が統合して初めて可能になることは明らかである。この統合を促進するのが対話原理の役割であると思ふ。

8 . エピローグ

自然観は全ての人間が持っている。量子力学の解釈も10人10色である。対話原理は私の自然観である。これを他人に押しつけるのは傲慢である。にもかかわらず対話原理を発表するのは、さらに対話原理を発展させたいからである。対話原理は文字どおり対話の中で発展すると期待している。

対話原理は、単に量子力学を解釈するために提出したわけではない。この原理がもし力を持つとしたら、人類がどうしようもなく押し進めている自然破壊をくい止める力になるかも知れないと期待するからである。なぜなら、対話原理によれば、自然科学者が研究の対象としている物質は、みな「意志」を持っており、地球の行く末に関する意志決定に参加しているからである。自然が人間の思いどおりになるという考えや、他民族を征服できるという考えを捨てることができるかも知れないからである。地球の未来は、まさに人類全員の責任として担われていることは明らかである。一神教の神の意志により決定されるのではなく、電子を含めた全ての個体の総意に担われているということである。

対話原理の研究方法論としての価値は、個体をどこまでも分割すれば究極の真理が得られると言う楽観論を戒め、個体の「意志」を含む個体の機能と、個体が種及び階層を構成していることの意味に注目しなければならないことを提唱している。生物学の進歩も、この観点を抜きにして進むならば、早晚混乱と苦悩にぶち当たる不安がある。対話原理は、「意志」の実体について述べたつもりであるが、意志の本質や意志の目的については、なにも述べていない。それは、筆者には、まだわからない。しかし、これこそが21世紀の問題であり、生命現象の解明に突き進むとき、避けて通ることはできない問題である。

対話原理の正しさは、それを適用した結果、新しい事柄を発見することにより実証され、充実する。人間の行動と電子の振る舞いに強い相関があることに道理が有ることを指摘したわけであるが、そのことにより私たちは、電子の振る舞いをさらによく理解でき、新しい現象を発見できる期待がある。筆者は引き続きこの原理をより充実した確かなものになりたいと考えている。幸いにして興味をお持ちいただいた読者諸賢のご意見ご批判をお待ちする。

1996年9月29日。

参考文献

- [1] 鎮目恭夫、日本物理学会誌、vol. 49(7)、1992、pp.577-578.
- [2] 長沢正雄、科学朝日、vol. 5、1992、pp.34-39.
- [3] 町田茂、「基礎量子力学」、丸善、東京、1990.