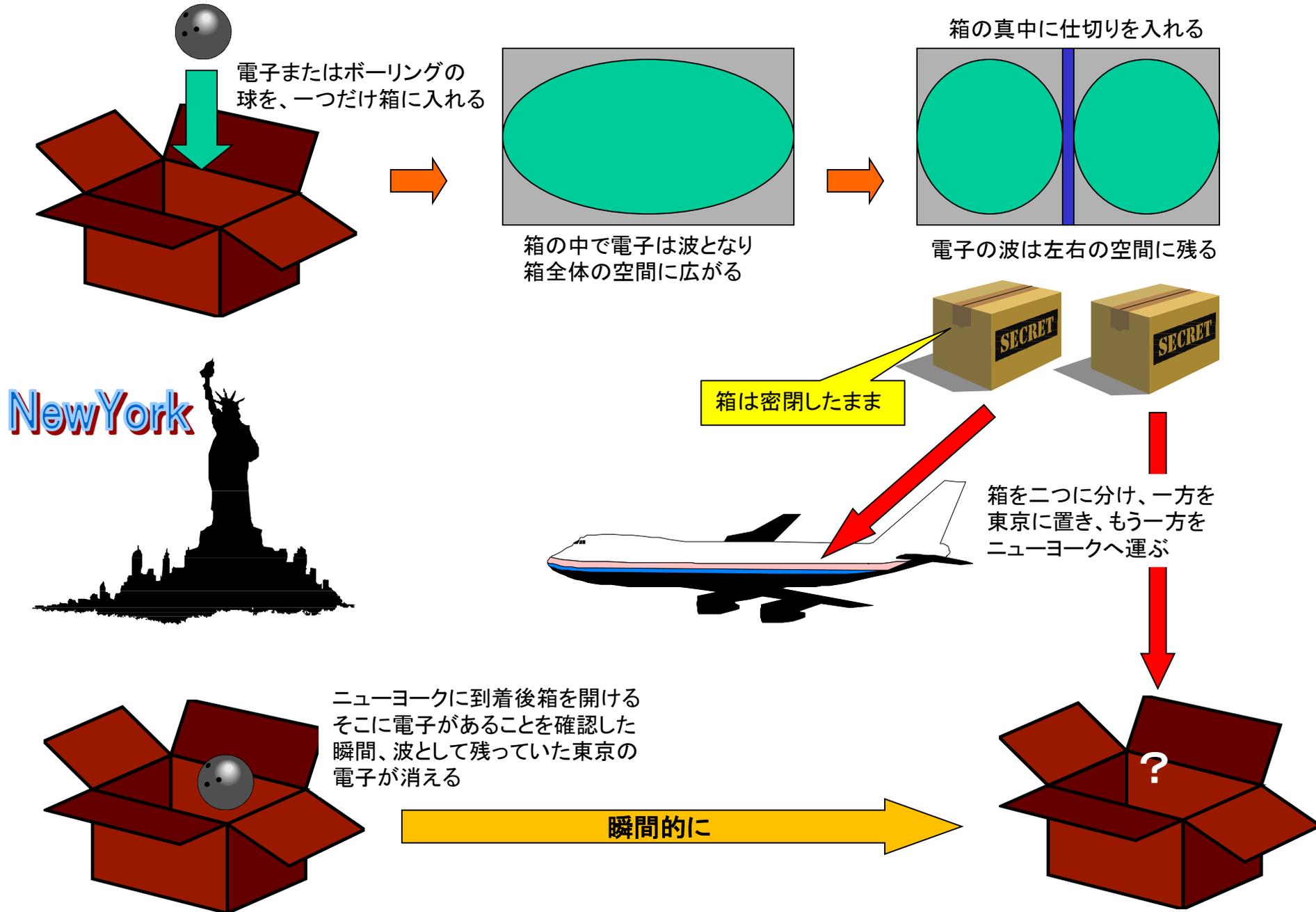


EPRパラドックス

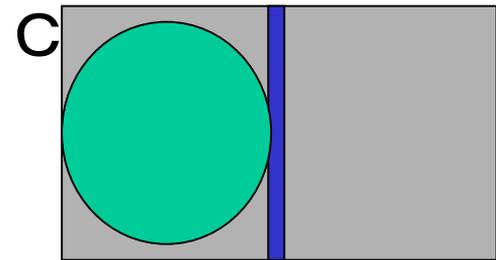
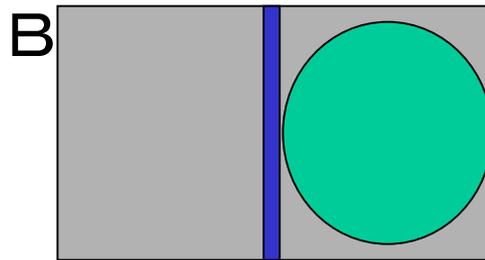
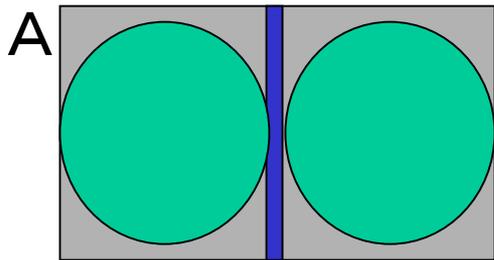


EPRパラドックスの考察

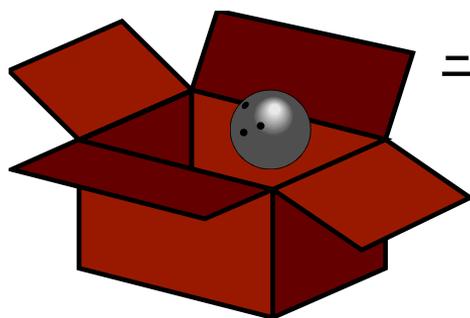
★この問題のポイント

まず、このような“量子効果”は、電子などの素粒子、つまりマイクロ世界で起こり、ボーリングの球などには適応できない。ノー。ボーリングでも同様のことが言える。そもそもボーリングの球も素粒子でできている。量子力学でいうマクロとミクロの境界などない。ただし効果の度合いは異なる。

ボーリングの球は、波として箱全体に広がっている。その状況下において、この波に何らかの作用を施すと、波の状態が変化する。作用とは箱に仕切りを入れることである。それによって箱の波は、Aではなく、B(またはC)になったものと予想される。ただし、実際箱を開けてみなければ“B”なのか“C”なのかは判らない



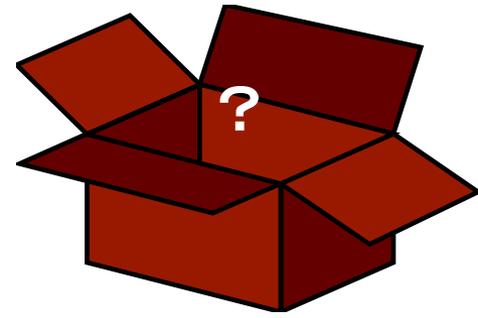
二つの箱が別々の場所に運ばれたとして、いくら音や振動でいずれの箱にあることが予想されても、箱を開けてみるまでは、どちらに球が存在するのかは、100パーセント断定できない。(限りになく100パーセントに近い確率で予測はできるが) 科学では、“分からないもの”は“ない”に等しいのであって、分からないものを扱えばそれはオカルトになる。つまりいずれか一方の箱にあるといっても、分からない限り“ない”に等しいことになる。もしも箱を開けるまでは両方の箱に存在する可能性があるなら、それが(確率)波として残り、一方を確かめた瞬間、他方も決定されるということは、その効果は遠隔作用(離れたところに一瞬にして作用を及ぼす)ということになる。いずれも不可解であるが、これがこの自然界の姿なのである。



ニューヨーク



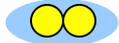
東京



量子絡み合い

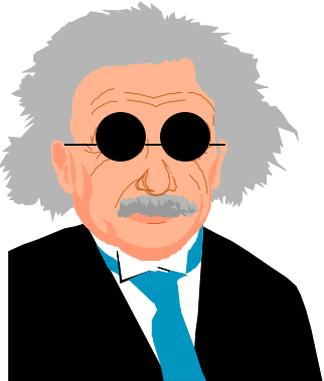
量子絡み合い

絡み合っている二つの電子
全体でスピンは0
個々の区別は100パーセント不可能



量子絡み合いとは
二つの電子が合成されて
一つの状態になっていること

コインを投げる

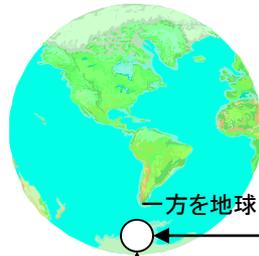


目隠しをしたままコインを投げる

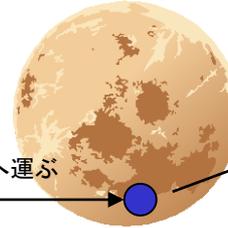
電磁波をかけて
電子を分離



この時点で
どちらの電子が上向きで
どちらが下向きかは
決定している？



一方を地球に置いたままで、もう一方を月へ運ぶ



電磁波をかけて
スピンの方向を測定

この測定行為によって
電子の状態は破壊され、
元に戻すことは不可能

上向きと判定

この時点で、地球に置かれた電子が下向きであることが決定される

この特性は量子
暗号化技術
などに利用できる

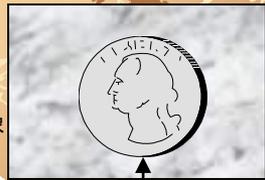
これは以下のことに似ている？

自動撮影カメラ



フィルムだけ月へ運ぶ

月でフィルムを現像



表

一方が“表”なら
もう一方は“裏”



裏

真上から写真を撮る

真下から写真を撮る



自動撮影カメラ

・目隠しをした人が、透明なガラス板のテーブルの上にコインを投げる。投げた人は、コインの表が上面なのか下面なのか分からない。
・2台のカメラでテーブルの真上から、真下からそれぞれ1枚写真を撮る。(カメラはコインを投げた後、自動的にシャッターが切れる仕組み)
・上から撮ったカメラのフィルムを月へ運んで現像する。
・もし月の写真が表面なら、地球の写真は現像するまでもなく裏面である。

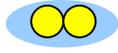
地球でフィルムを現像

完全に透明なテーブル



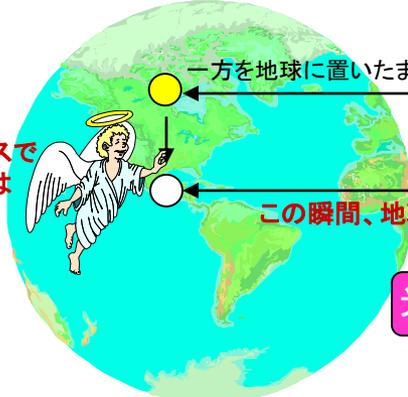
量子絡み合い

絡み合っている二つの電子
全体でスピンは0
個々の区別は100パーセント不可能



電磁波をかけて
電子を分離

この時点では
どっちの電子がプラスで
どっちがマイナスかは
決定していない



一方を地球に置いたままで、もう一方を月へ運ぶ

この瞬間、地球に置かれた電子がマイナスになる

光よりも速い伝達



プラスに
決めよう



月の住人

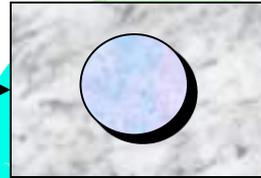
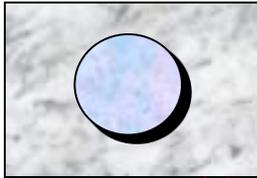
プラスにするかマイナスにするかは
測定者の意志によって決まる

下から撮った写真のフィルム

上から撮った写真のフィルム

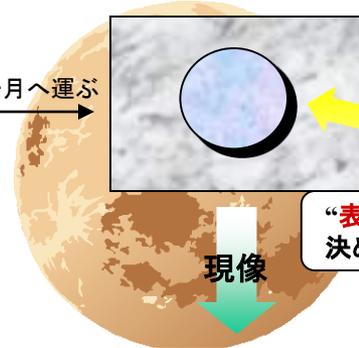


コインを投げる



一方を地球に置いたままで、もう一方を月へ運ぶ

この時点では
どっちが表なのか裏なのか
決定されていない



念写

現像

“表”に
決めよう



月の住人

表にするか裏にするかは、写真を
現像した者の意志によって決まる



この瞬間、地球に置かれた写真が“裏”になる

光よりも速い伝達

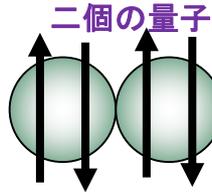


ここでの誤解は、“測定する”という行為が、(電子のスピンのプラスかマイナスか、あるいはコインが表か裏かを)“決める”のではなく、分からなかったことを、改めて“確かめる”という行為を行っているに過ぎないということです。即ち、人間が「こうだ」と決めたことが、光の速度を超えてその作用の影響が伝達するのではない。それは測定(判定)をするに当たり対象(電子)に何らかの影響を与えたということであり、判定結果を(プラスなのかマイナスなのかを意志によって)自分が決めたわけではない。無論確かめなければ、何人も解らないことは言うまでもないことです。「そこに人間の意志が関わっている」というのは科学ではなく、“神秘思想”です。もし「量子力学」によれば、思考は現実化する」とおっしゃるのなら、自分の意志によって、100発100中の精度でプラスかマイナスかを決めてみてください。

量子絡み合い

量子絡み合いの量子力学的考察

測定前の状態は、様々な状態の重ね合わせと見る



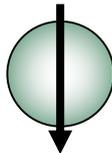
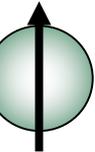
二個の量子
上スピン状態と下スピン状態が
重なり合っている

切り離す

遠方へ移動

いずれの量子のスピンも測定
されていない段階のため、つまり
分からないから、故に重ね合わ
せの状態のまま

測定



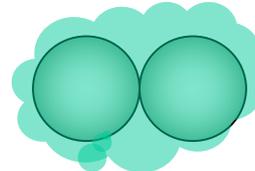
左の量子のスピンが
上向きと測定される

人間が認知できる情報が
伝達されたわけではない

左の量子のスピンが
測定されたと同時に
重なり合っていた
様々な状態が、一つ
(スピン下向き)を
除いて消滅する

量子絡み合いの別の解釈

二個の量子



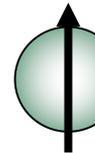
二つの量子があると言っ
ても、相互に絡み合っているた
め全体として一つのもの
と考える

切り離す

遠方へ移動

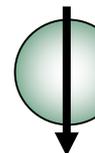
上下いずれのスピン状態になるのか、この時点で
決定される
ただし、測定はされていないため、スピンの状態
は完全に上向きでも、または完全に下向きでもな
い。足し合わせれば0になるだけ

測定



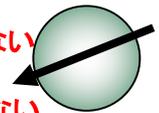
測定されて初めて
スピンが上向きの
状態と観測される

さらに
測定



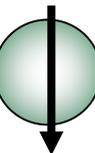
前に測定されたことにより
状態が変化する。次に測
定した際、上向きになるの
か下向きになるのかは分
からない

測定されていない
ため、スピンの
状態は変わらない



測定

測定されて初めて
スピンが下向きの
状態と観測される



量子現象の解釈

先の「量子絡み合い」について考察します。

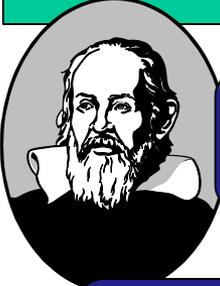
観測された事象その陰に何が(どんな仕組みが)隠れているのか？それは一つの“解釈”である。隠れている部分は見ることができない(観測されない)以上、それが現実の観測結果との間に不一致(矛盾)がなければ、どうにでも解釈が可能である。

即ち実際はマイクロ系(観測対象)に向けての一定の作用に対する観測結果のみが実在するのであって、それ以外はすべて解釈となる。よって、(前頁の)左右いずれかの解釈が正しいのかを現時点で決着させることはできない。つまりいずれの解釈も成り立つ。

無論将来的に解釈上矛盾が確認されれば、その時点でその解釈を捨てるか修正を加えなければならない。

つまり論理的に矛盾を起こさない限りは、いかなる解釈も成り立つ。例えば、コペンハーゲン解釈、多世界解釈、その他唯一絶対神の存在。など様々なものが考えられる。(コペンハーゲン解釈と多世界解釈のいずれが正しく、いずれが間違いかなど判定しようがない。ただ多世界解釈、あるいは絶対神などは、原理的に実証することなど不可能)つまりは観測結果のみが存在し、解釈は様々という訳である。ただ自分が考察して、それが自然に合わないと判断すれば、他の解釈または自己の自然観に合うものを(あくまで個人として)選択すればよい。従って、一つの解釈をさもこの宇宙の真理としてしまうのは誤りである。

マイクロな世界は我々が直接観察することはできない。では、我々は自然界あるいは現実世界をどう理解すればよいのか？以下に我々人間が取るべき、自然に対する科学的態度について、青山の個人的見解を述べます。



観測不可能なもの(見えていない裏の部分)の振る舞いは完全には断定できない。ただし、裏を観察すればそこに自然法則に則った何か(システム)が存在する。

原理的に観測不可能なもの(この宇宙の外の存在、何の因果関係も持たない存在、神、死後の世界、形而上学的問題等)については論じない。それらは科学的には存在しないのと同じであるから、科学では扱わない。



この世で確かな存在は観測結果のみで、科学はそれを扱う。その上で理論を構築し、理論から導き出された計算値と実際の観測値が実用上(許容可能な誤差の範囲で)一致するならば、その理論は“有益”である。

