

踊るパスワード ～Behind the Buzzword(1) 量子コンピュータ(1):

もはや怪談、「量子コンピュータ」は分からなくて構わない

<https://eetimes.jp/ee/articles/2004/24/news048.html>

「業界のトレンド」といわれる技術の名称は、“パスワード”になることが少なくありません。世間はそうしたパスワードに踊らされ、予算がバラまかれ、私たちエンジニアを翻弄し続けています。今回から始まる新連載では、こうしたパスワードに踊らされる世間を一刀両断し、“分かったフリ”を冷酷に問い詰めます。最初のテーマは、そう、今をときめく「量子コンピュータ」です。

2020年04月24日 11時30分 更新

[江端智一, EE Times Japan]



「業界のトレンド」といわれる技術の名称は、“パスワード”になることが少なくありません。“M2M”“ユビキタス”“Web2.0”、そして“AI”。理解不能な技術が登場すると、それに“もっともらしい名前”を付けて分かったフリをするのです。このように作られた名前に世界は踊り、私たち技術者を翻弄した揚げ句、最後は無責任に捨て去りました——ひと言の謝罪もなく。今ここに、かつて“AI”という技術は存在しない」と2年間叫び続けた著者が再び立ち上がります。あなたの「分かったフリ」を冷酷に問い詰め、糾弾するためです。[⇒連載バックナンバー](#)

新宿駅のホームで待ち続けた「あの人」

「今日こそ、声をかけるんだ」

操られるように足を進め、「あの人」に近づく。

しかし、帰宅ラッシュの人でごったがえす午後7時の新宿駅のホームでは、距離を縮めることがなかなかできない。

昔と変わらない後ろ姿——毎日同じ時間、このホームでずっと待ち続けた。そして、やっと探し当てた。やっとたどりついた。

波のように強く、そして粒のように軽やかに、そしてどこに現われるか予測ができない「あの人」。

私は、「あの人」を追わなかった——なぜなら「観測」すれば「確定」してしまうから。

こちらから、何を尋ねるかは考えていない。「あの人」の正体は何であり、そしてどのように生きてきたか——そんなことは、「確定」した瞬間に、全て消滅してしまう。

しかし——「あの人」の過去を無駄にしてはならない。なかったことにしてはいけない。「あの人」が旅してきた世界があったからこそ、この計算に全てをささげた私がここにいるのだから。

目の前の人混みが、ほんのわずかに開いた。

今、「あの人」の肩に、手が届く。



□

『新連載の初回冒頭で何を書いとるんだ、江端は。ついに、おかしくなってしまったのか』と思われた方もいるかもしれませんが、大丈夫です。江端(の脳)はまだ元気です。

今回の連載を始めるにあたり、私は半年前くらいから、量子力学、量子コンピュータの勉強を少しずつ始めていました。しかし、その努力にもかかわらず、現時点でも「理解できている」とは言えません。

特に「量子的振る舞い」については、現象として理解するのはほとんど無理——というか、ほとんど「怪談」と同様な現象に狼狽(うろた)えています(後述)。

この現象を説明するために「シュレーディンガーの猫」の説明が頻用されていますが、私は、この説明の内容を完全に誤解していたことを知り、さらに、この「猫」では「量子コンピュータの"量子"」を説明するのには十分ではない、と悟りました。

で、自分なりに、この「量子的振る舞い」を理解するために、私なりに考え出したコンセプトが、冒頭の「新宿駅ホームの『あの人』」です。

実は、この『あの人』には、さらに詳しい設定があります。(1)性別(♀、♂)、(2)外見(陽キャ、陰キャ)、(3)内面(誠実、ひきょう)の3次元パラメータを有する「人」です。

『あの人』は、外見と内面を変化させ続け、女性でありながら同時に男性である存在です。そして、この『あの人』は、観測することによって、外見も内面も一瞬して消えさり、女性または男性として確定します。どちらの性として観測されるかは、一定の確率で決定することになります。

「新宿駅ホームの『あの人』」は、観測するタイミングで、女性にもなり男性にもなる、そういう「人」です。

□

こんにちは、江端智一です。

今回より新連載「踊るバズワード ～Behind the Buzzword」を始めます。この連載が扱う対象は、テクノロジーの「バズワード」です。

人は理解不能なものに出くわした時、それに名前をつけて「分かったフリ」をします。

"M2M"、"ロングテール"、"ユビキタス"、"Web2.0"、"AR(拡張現実)"——そして"AI"。

このように作られた名前に、世間は踊らされ、金(予算)がバラまかれ、私たち技術者を翻ろうした揚げ句、最後には無責任に捨て去りました——ひと言の謝罪もなく。

しかし、今、ここに、かつて「AI」という技術は存在しない^{*)}と2年間叫び続けてきた私が、再び、あなたの前に立ちふさがります。

*)連載:「[Over the AI——AIの向こう側に](#)」

「適当な名前を付けられた技術——パスワード」を、あなたは本当に理解しているのか？

この連載は、冷酷にあなたを問い詰め、あなたの「分かったフリ」を糾弾します。

本連載の記念すべき最初のパスワードは、「量子コンピュータ」です。

やつら(の記事)を嗤う

さて、この「量子コンピュータ」についての連載方針ですが、担当のMさんに提出した企画書を、そっくりそのまま公開します。

■本シリーズ各回の題目案

「量子コンピュータは、分からなくても構わない」
「『量子コンピュータを理解している』とっている奴は、嘘をついている」
「なぜ、量子コンピュータの勉強は失敗するのか」
「量子コンピュータが理解できないのは、私たちの責任ではない」
「量子コンピュータを理解するのは諦めましょう」

■趣旨

趣旨は、上記の「題目案」の方向とする。量子コンピュータを理解する努力をする時間があれば、もっと別のことをやればいい。いずれ、量子コンピュータは動きだし「量子コンピュータ」から「量子」という言葉も消えるだろう。だから、今、無理して理解する必要はない。

だが、本当にそれでいいのか。

また、私たちは、訳の分からない黒い箱(パソコン)、小さい基盤(ラズパイ)、どこにあるのか知らんラックのコンピュータ(クラウド)——そういう、訳の分からないものを、訳の分かっているように言う奴の話を聞いて、フンフンと分かったような顔をして送るだけの人生を送りたいか。

冗談じゃない。私は、それとも、(人工知能と同じように)技術を分った風の顔をしてデタラメを語る野郎に「バカ言っているんじゃないか! このド素人が!!」と啖呵(たんか)を切りたい。

しかし、今回勉強して分かったことだが、「量子コンピュータの原理はハンパなく難しい」ということである。

まず基本のコンピュータのビット、ゲート、回路理論を理解していなければならないし、複素数の意味を理解していなければならない(幸運にも、私は大学(電子工学部)で叩き込まれてきたが)。

これだけでも、十分に面倒くさいのに、ここから「量子ビット」「量子ゲート」、そして「量子もつれ」という大変鬱陶(うつとう)しいものや、「量子回路」、「量子テレポーテーション」「量子フーリエ変換(逆変換も)」そして、「量子アルゴリズム(グローバー、ショア)」を理解しなければならない。

さらに、「量子アニーリング」までも含めると、量子コンピュータの世界は、絶望的に広く、うんざりするほど深い。

加えて、量子ビットを実現するデバイスなどに至っては、現在、その候補は10~20もあるという状況である。

このような量子コンピュータに必要な知識を理解していないライターが、記事を書くようになるか？

それがネット上で、得意気に記載されている、あの「量子コンピュータ、凄い!凄い!」を連呼するだけの、意味不明な解説記事である ―― 正直、腹が立つ。

そこで、本コラムの目的をこの一点に注力する。

―― やつら(の記事)を嗤(わら)う

こんなことに意味があるかどうかは分からない。だが、すくなくとも私(江端)にとっては「やつらを嗤う」ためなら、なんだってしてやるつもりである ―― つくづく、自分はイヤな奴だと思うけど。

■執筆方針

- (1) ざっくりした量子コンピュータの理解の説明に終始する(但し、他の人から嗤われない程度には詳しく)。
- (2) 正確性には拘らない。メタ表現、擬人化、各種の喩えを行い、理解の為なら誇張や嘘の記載も厭わない。
- (3) 数式は可能な限り使わない(どうせ私も分からない)。図表を大量に使用する予定である。
- (4) 理解できなかったことは、正直に「理解できなかった」と書く

■読者ターゲット

EE Times Japanの読者であって、

- (1) 古典コンピュータ(後述)のビット、ゲート、回路理論は一応理解している。
 - (2) 複素数計算の方法と意義を一通り知っている(一応説明する予定)。
 - (3) シュレーディンガー方程式は知らなくてもいい(私も知らない)
- 加えて、
- (4) アニメ「シュタインズ・ゲート」と「シュタインズ・ゲート ゼロ」(以下、「シュタインズ・ゲート」シリーズ、という)の両方の視聴を、強く推奨する

とする。

■連載予定

とりあえず、小さいものから大きいものへ、単純なものから複雑なものへ、とする。

連載の順番は、以下のようにする。

- (第1回) だから量子ビットって何なんだ? 何が美味しいんだ
- (第2回) だから量子ゲートの種類は、どうしてこの3つになるんだ?
- (第3回) どうして、高速計算ができるって言い切れるんだ?
- (第4回) 量子回路モデルって、何?
- (第5回) 量子アニーリングって、何?
- (第6回) 量子コンピュータのハードウェア、各社の取り組み状況、総括

の、だいたい6回程度を予定。

以上。

それでは、本連載の第一回を始めたいと思います。

「量子」のイメージをうまく伝えているアニメ

「量子」というのは、それ自身がとても不思議で神秘的で、その原理や内容が分からなくても、十分にワクワクさせられるものです。それが顕著に現われるコンテンツが、SF、アニメーションです。

最初は、この例をいくつか挙げてみたいと思います。

まずは、定番アニメ「シュタインズ・ゲート」シリーズから見てみましょう。

最近のアニメに見る、量子論ブーム(1)

シュタインズゲート/シュタインズゲート ゼロ

用語	アニメでの使われ方	本来の意味
世界線	多世界を表現する(例 α 世界線/ β 世界線、 シュタインズゲート世界 線)	単純に「点粒子の時空上の軌 跡」のこと 停止している点粒子の軌跡は 「直線」となるが、別世界から の観測では、その世界の測地 線によって「グチャグチャの線」 になるという意味にもなる
観測	主人公「岡部倫太郎」 の観測する世界だけが、 「確定した世界」となる こと	量子的振舞いを現実世界で 確定する行為(本連載におい て、最も重要な現象の一つ)
「神はサイコロ を振らない」	人工知能アマデウスの 制御コマンドを発動す るパスワード	量子力学的(確率論的)な考 え方を否定したアインシュタ インの有名な言葉

本連載では、神がサイコロをどうしようが 「気にしない」という立場を取る

「世界線」という言葉を、これほど世間に広げたアニメはないでしょう。また、世界でただ一人、異なる世界の情報をいつまでも記憶しつづける主人公の能力から、「観測」という言葉も定着化しました。また、「神はサイコロを振らない (Der Alte würfelt nicht)」というパスワードは、多世界解釈(後述)を描くこのアニメにはふさわしいセリフと言えます。

もっとも、この「世界線」「観測」も、量子論から見た場合、正しい使い方ではありませんが、雰囲気は良く伝わってきます。

では、次はアニメ「青春ブタ野郎はバニーガール先輩の夢を見ない」を見てみましょう。

これは、思春期症候群というフィクションの現象(病気)を、量子論の超絶な拡大解釈をして、ティーンエージャーの恋愛ラブコメとして描く、ライトノベル／アニメ作品です。

最近のアニメに見る、量子論ブーム(2)

青春ブタ野郎はバニーガール先輩の夢を見ない

用語	アニメでの使われ方	本来の意味
観測理論 (シュレーディンガの猫)	芸能人の主人公(♀)が、目立たないように振る舞い続けたことで、誰からも認識されなくなる	前記の「観測」と同じ。 (「シュレーディンガの猫」については後述)
ラプラスの悪魔	もう一人の主人公(♂)に恋心を抱いた後輩(♀)が、「自分を好きになってくれる未来」を求めて、同じ日を繰り返す	「ある瞬間における全宇宙の物理状態が観測できたら、全ての 未来は確定的に決定する 」とするという考え方
量子もつれ	主人公(♂)が、後輩(♀)の能力によって、同じ日を繰り返すことになる	2つの量子が、 時間的/空間的に離れた状況にあっても、相関を示す 現象
量子テレポーテーション	主人公(♂)の同級生(♀)が、もう一人の自分を発生させてしまう	上記「量子もつれ」の効果を使って、同一の量子を発生させること

言葉の持つイメージを上手く扱っている

特筆すべきは「ラプラスの悪魔」です。これは古典力学(×量子力学)から、私たちの世界の現象を説明可能とする導かれる考え方です。

ひと言で言えば、「原因によって結果は一義的に導かれる(因果律)のだから、未来は全て確定している」という考え方(正確にいうと、「確定した未来を予測できる悪魔」のこと)です。

この考え方、私も若い頃よく使っていました。特に、テストの点が悪かった時に、『未来が確定しているなら、努力したって無駄じゃん』と言い訳しながら(ちなみに、現在、このラプラスの悪魔は、量子力学によって否定されています)。

次回以降に説明しますが、「量子テレポーテーション」も、「別の銀河にある惑星に人間を一瞬で転送する」というような「超高速通信」ではありません。

また、「量子もつれ」も、このアニメで出てくるような、「離れていたカップルが同じ現象に巻き込まれる」とか「自分のドッペルゲンガーが現われる」などという現象ではありません*)。

*)後述する「多世界解釈」では、ありえるかもしれません。

しかし、言葉の持つ雰囲気は良く伝わってきます。

このような「量子論の言葉のイメージ」を使ったアニメのコンテンツは、枚挙にいとまがありません。私はこのような言葉の使われ方、とても良いと思っています。「量子の振る舞いの『気持ち悪さ』」を感じるなら、これらのアニメで十分です。

私は、子どもたちが知った風に「量子論」を語るのを見るのが好きです。もし、彼らが中二病を発病するなら『フツ、そうか。それが”神はさいころを振らない”という選択か……』の方がいいです。『し、静まれ……俺の右腕よ……怒りを静めろ!!』よりは、ずっとマシです。

大爆笑レベルで誤解していた「量子コンピュータ」

さて、量子コンピュータの勉強を始めて、私は、たくさんのことを「絶望的に勘違い」していることを知るに至りました。

これは、私が「頭の中で量子コンピュータを作ってみる」という仮想的な日曜大工をしている最中に出てきた疑問から、見えてきました。

疑問は大きく3つありました。「(1)量子ビットをどうやって作るんだ?」「(2)量子ゲートを作る素子は何なの?」と「(3)量子コンピュータの同期(クロック周波数)は、どうやって決めるんだ?」です。

私は「(1)量子ビットは自然界の量子を使う」「(2)量子ゲートは核反応(核分裂、核融合)的なプロセスで実現する」「(3)クロック周波数は、量子スピンの角速度(たぶん、 10^{-21} 秒のオーダーの超高速回転)で決まる」、などと思っていました。

——爆笑レベルの大誤解でした。

量子コンピュータに関する誤解

正直に言えば、「江端の誤解」

#	誤解	正解
1	量子コンピュータは、量子を使って計算する	量子コンピュータは、量子のように振る舞うモノ(回路等)を作って計算する
2	「量子」という名前の物質がある	量子とは (1)原子そのもの、原子の中身である電子・中性子・陽子 (2)光を粒子としてみたときの光子やニュートリノやクォーク、ミューオンなどの素粒子
3	超並列計算で高速に解が得られる	超高速だが、大量の解も発生し、正解の特定が困難
4	どんな問題も今のコンピュータより高速に計算できる	■ある特定の問題(因数分解等)について、解法があるだけ ■計算ステップ数が激減されるが、計算全体で高速になるとは限らない
5	組み合わせ最適化問題なら、高速に解ける	■高速に解ける問題もある、が正しい。 ■計算時間が微妙。例えば スパコンで100秒→10秒 スパコンで400年→100日 “これって嬉しいか?”
6	ゲート型量子コンピュータは、サービスインしている	アルゴリズムを模索するための「テスト運用」をしているに過ぎない

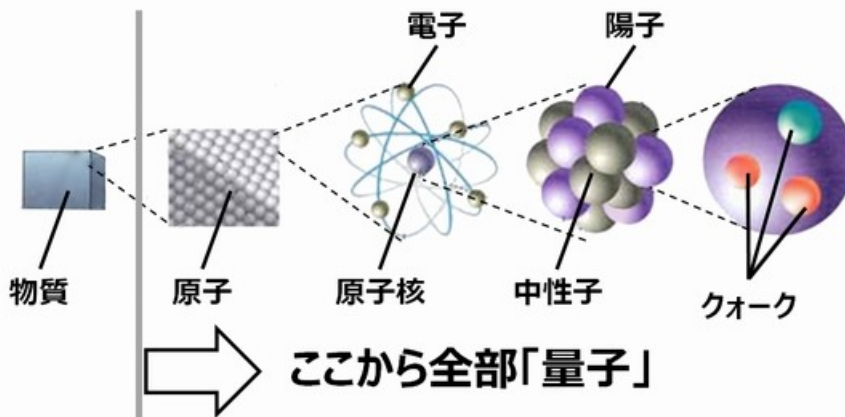
特に、#1、#2を勘違いしているのは、私(江端)だけではないはず

まず、そもそもの定義として、量子コンピュータは、「量子の性質を使って計算する計算機」であって、「量子をダイレクトに使う計算機ではありません」(正確に言うと、これも正確ではありません(後述))。

また、私は、この世界に「量子」という物質があると思っていたのですが、これも大間違いでした。量子とは、原子そのものの、または、原子を構成する物質の全部のことだったのです。

量子とは、これら全て

自然界の量子を計算デバイスとして使えたら凄いが、
そんなことは、できっこない



原子核を“デバイス”として使えるような技術が
あれば、原発なんか必要なかったらう

私は、量子コンピュータの記事の中で、「量子とは何か」と記載された記事を見つけることができませんでした。

また、量子コンピュータは、「無条件で超高速計算リソースが得られ」「汎用計算能力があり」「NP困難問題を軽々と解き」「量子コンピュータは既に商用利用可能な状態にある」などのウワサについて調べましたが ―― 全部ウソ(あるいは、大げさ)でした。

このウソは誰に原因があるのか ―― これは、もちろん、「私」であり「私の勉強不足」ですが、それを除けば、「量子コンピュータ」というバズワードをばらまいている「メディア」であり「メディアの勉強不足*1)」です。

*1) 編集者注: ギク……グサ……ゴフツ(←吐血)

そしてこれが、バズワードの典型的な性質です。

バズワードとは、設計もせず、製作もせず、実験もせず、計算もせず、そしてデータとしてすら取扱いもしていないうちから、それが「あるもの」、または「有用なもの」として勝手に認識されて、流布される点において、非常に悪質です。

このような悪質なものが、なぜ存在し続けられるのか？ それは、バズワードを、技術的に訳が分からない状態にしたままで、ステークホルダーに「金を出させる」という大きな効果があるからです。

本当に気持ち悪い「量子の振る舞い」の話

さて、ここから、量子とは何か、量子ビットとは何か、について説明します。

既に企画書の中で説明した通り、これは、私(江端)の頭の中に残っている知識と、私の頭の中で生まれた疑問と、私に都合のいいモデルと解釈に拠ることを、あらかじめご了承ください。

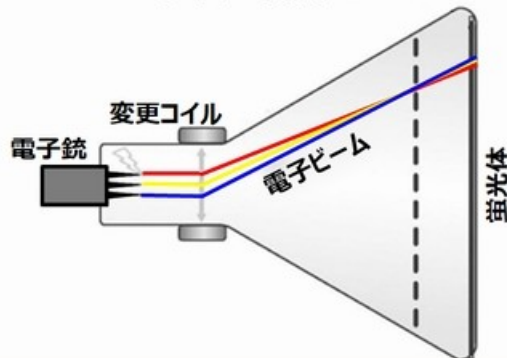
量子の振る舞いは、はっきり言って理解不能で、ぶっちゃけて言えば「気持ち悪い」のです。ここでは、その気持ち悪さを、量子の一つである電子を使って説明します(というか、電子工学出身の私は、電子くらいしか知りません)。

電子銃から放出される電子ビームは、磁力によってひん曲げることができます。これを利用したものがブラウン管テレビです(2015年に世界中で生産が終了しました)。

逆に言えば、磁力以外で電子銃から発射された電子を曲げるのは難しいです(ここ覚えておいてください)。

電子/電子銃の使い方

ブラウン管テレビ



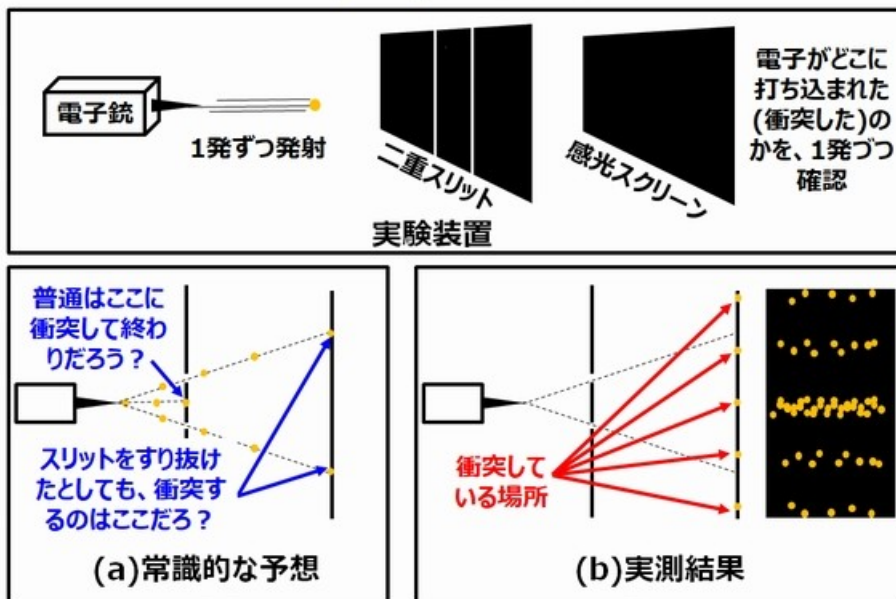
江端の持っている「電子銃」のイメージの限界

ここから量子(正確には電子)の「気持ち悪い」を説明します。

(1) 電子銃、(2) 2つの間隙(スリット)のある板(二重スリット)、(3) 電子銃の電子を受けとると感光する感光スクリーンの3つを並べて、電子銃を(イメージとしては手動で)一発ずつ打ち込みます。

量子の「粒」現象

なぜ電子銃の弾丸(電子)が、こんなところに当たる訳？



一体何が起きているんだ？

普通に考えれば、二重スリットの真ん中に当たって、感光スクリーンには届かないはず。仮に電子銃の狙いが狂って、スリットをすり抜けたとしたら、電子銃とスリットの直線上のどこかに感光スクリーン上に現われるはず(上記(a)常識的な予想)。

ところが、上図(a)のようにではなく、上記(b)のような結果が出てくるのです。

—— 一体、電子はどこを通過しているんだ？

電子の到着場所は、電子銃を打つ度にバラバラに変わってしまいます。図中では5つの場所の付近に到着しているようですが、それは事前に分かりません。しかも電子銃とスリットの直線上の場所でもありません。全く訳が分かりません。

仮に電子銃が武器として使用されたとしたら、直線性を担保されない「どこに当たるか分からない銃」となり、全く使いものになりません。

これだけでも十分「怪談」ですが、もっと怖いことがあります。

「電子銃の銃弾(電子)は、二重スリットのどちらか一方を通過しているはず」と考えて、装置を使って電子の軌跡を追跡しはじめると、上記の(b)の状態が(a)の状態になってしまうのです。

これが観測です。人間の「観測をしよう」という意志によって、現象が変化してしまうのです。

絶対におかしいですね。信じられませんよね。これを「怪談」と言わずに、一体何を「怪談」と言えば良いのでしょうか。

今でも私は、この実験結果がウソではないかと思っているくらいです。自分の目で確かめるまでは信じられません。自宅での実験も考えたのですが、大規模な実験設備と実験環境が必要らしく(実験室の近くにダンプカーが通過しただけで、実験結果が変わってくるなど、とても繊細)、実験はできないままです。

しかし、この話、ネット上のどこでも簡単に見つけれられますし、私をだますためだけに、世界がこれほど大げさなウソをつくとも思えません。

ただ、この実験では、量子の中でも、超軽量の電子を使った実験です。電子は電荷を持っているという特殊な性質もありますので、まあ、なんか変な力が働いて、こんな変なことが起きるのかもしれない、と思い込むようにしていました。

ところが、1999年に、オーストリアの物理学者のアントン・ツァイリナーさんが、炭素元素60個でできた「フラーレン」という分子でも、同じ現象を確認しています。

……分子だと？ 分子って、電子の重さと比較にならんぞ。

電子: $9.10938356 \times 10^{-31}$ kgに対して、フラーレン: $2 \times 10^{-23} \times 60$ 個kgは、実に2200万倍。これは、電子を卓球のピンポン玉(2.7g)に見立てると、直径2.5mの鉄球の重さになります。

こんな巨大な鉄球が、直進せず、どこに現われるか分からない振る舞いをするというのは、正直恐怖です。

「波」とであると同時に「粒」でもある

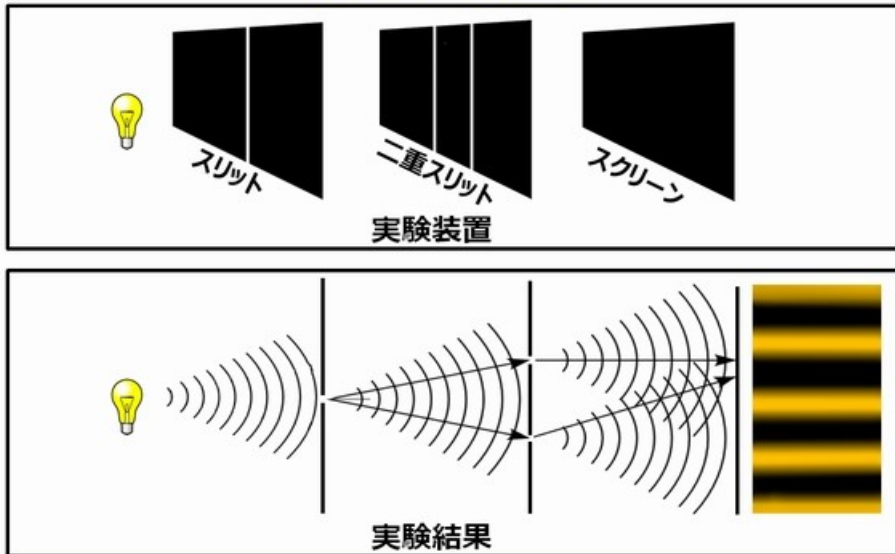
そもそも、二重スリットの実験は、「ヤングの実験」として、19世紀初頭から知られています。こちらは、「電子銃で一発ずつ電子を打ち込む」のではなく、光を当てる実験です。

この実験によって、光が「波」であることが証明されています(ちなみに、光が「粒」であることは、この実験からは分かりません)。

2つの波は、互いに干渉して、波の高さが大きくなる場所と、小さくなる場所が交互に発生するからです。

量子の「波」現象

ヤングの干渉実験



「波」と考えるのであれば、不自然ではない

前述の実験とこの実験では、「電子」と「光(光子)」に違いがあるように思えますが、実は、光子(レーザー光)を発射する実験でも、電子と同じ振る舞いすることが確認されています。

つまり、「光子」も「電子」も、果ては「分子」に至るまで、その性質は「粒」であると同時に「波」であるという、ぶっちゃけ「訳が分からん」という状況が確認されているわけです。

観測される直前までが「波」で、観測された瞬間に「粒」になる —— 冒頭の私の「新宿駅の『あの人』」というコンセプトは、この「観測すれば、確定する」から案出されたものです。

では、量子の「気持ち悪さ」をまとめてみます。

量子の怪奇現象

まとめると、こんな感じ

#	疑問	具体例
1	量子は波なの？粒なの？	「粒」なら「軌道」を説明ができない 「波」なら「粒の衝突」を説明ができない
2	なんで「観測」すると「粒」になるんだ？	電子銃の弾丸の軌跡を「見張り続ける」と、干渉模様が消える((a)の「常識的な予想」の結果になる)(本当)
3	「電子」よりはるかに大きい「分子」でも発生が確認されている	1999年に、炭素元素60個でできた「フラーレン」という分子(>原子>電子)でも、波の干渉を確認した

これって、下手な怪談より怖いぞ

まずは、この3つの「気持ち悪さ」を理解しておいてください。

有名な2つの解釈

当然、物理学者もこの現象を黙って見ていた訳ではありません。この「気持ち悪さ」に合理的な解釈をしようと努力してきました。

この「現象」に対して、後付けで「解釈」をするという考え方は、奇妙なようにも思えますが、物理の世界では結構あるようです(参考:[物理学70の不思議](#))。

この中でも、最も有力で有名な2つの解釈をご紹介します。

まず一つ目は「コペンハーゲン解釈」です。

量子の挙動の解釈(1)

物理学者達は、ずっと苦しみ続けていて、
今はこんな考え方で、凌いでいる

#	名称	内容	その他
1	コペンハーゲン解釈	量子の状態は、 (1)いくつかの異なる状態の重ね合わせで表現される。このことを、 (2)どちらの状態であるとも言及できないと解釈し、 (3)観測すると観測値に対応する状態に変化する(波束の収縮が起こる)と解釈	この解釈に対する批判が、「シュレーディンガーの猫」、「神はサイコロを振らない」を生むことになる

これを「確率的に存在する」という

簡単に言うと、量子というのは、「複数の状態を持ちながら常に変化し続けていて、観測することで状態が収束する」そして「その収束結果は確率で決定する」という考え方です。

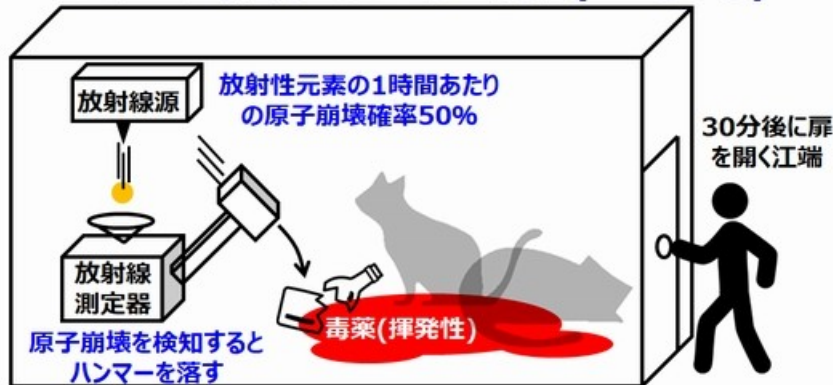
上記の実験結果を、そのまま文言に落とすだけで、「だってしょうがないじゃん。そういうものなんだから」と開き直っている内容とも読めます。

で、この考え方にかみ付いたのが、アインシュタインさんの「神はサイコロを振らない」であり、シュレーディンガーさんの「シュレーディンガーの猫」です。

私、今回の連載で調べるまで知らなかったのですが、「シュレーディンガーの猫」は、このコペンハーゲン解釈を現実世界の現象で説明するための道具的な考え方と思っていましたが、まったくの逆でした。

シュレーディンガーの猫

「こんな”気持ち悪い猫”がいるか!」と、
シュレーディンガー先生は叫んだ(…と思う)



- (1)江端が扉を開ける前： 半分死んで、半分生きている猫がいる
- (2)江端が扉を開けた瞬間： 猫の生死が確定する

コペンハーゲン解釈の批判(×肯定)

「シュレーディンガーの猫」の話は、あまりにも有名なので詳細は割愛しますが、要するに、上記の実験装置において、実験開始から29.99999……分までは、「確率50%で生きていて、確率50%で死んでいる——そういう猫」が存在している状態にあり、江端が扉を開けた30分ジャストタイムに「生死が確定する猫」が存在する、ということです。

「こんな”気持ち悪い猫”がいるか!」と言われれば、その通りだと思います。

では次に、2つ目の解釈、「エヴェレットの多世界解釈」をご紹介します。

ただ、この解釈も、コペンハーゲン解釈と同様に、説明がしにくいです(正直、現時点で、私も理解できているとは思っていません)。

ですので、こちらの解釈の説明は、江端の理解した範囲の内容で押し通します。

量子の挙動の解釈(2)

もう一つの解釈

#	名称	内容	その他
2	エヴェレットの多世界解釈	猫を使って説明する(但し、江端の独自解釈) (1) 私たちも量子的存在 (2) ということは、猫が生きている世界と、猫が生きていない世界が併存している(正確には「2つ以上の世界」)と考える (3) 従って、どの世界でも観測結果は収束している。私たちが、「どの世界の収束を見ているか」だけのこと	当然、SF、アニメの多くは、「多世界」を採用している シュタインズは、「コペンハーゲン」と「多世界」の両方を取り込んでいる。

コペンハーゲン解釈も多世界解釈も、
どちらも“ブツ飛んでいる”点では同じ

この世界観は、そのまま「シュタインズ・ゲート」シリーズ他、多くのアニメやSFで採用している考え方です。

「ここではない、どこかの世界線の私」という考え方は、中二病だけでなく、仕事や恋愛やトラブルで苦しくなった時の逃亡先ですし、さらに言えば、宗教で説く「あの世」も、「死後も生き続ける自分」の多世界の中の一つと言えます。

ただ、私が(現時点で)理解できていないことは、前述の電子銃の実験結果と、この解釈が当てはまらないことです。「ある世界の中で電子銃であれば、必ず同じ場所に弾丸(電子)が到着するんじゃないの?」と思えるのです。

そうっていないということは、電子銃も電子も、そして私たち自身も、弾丸を一発打つたびに、多世界を高速で移動し続けていることになります(考えただけで、忙しくて疲れ果ててしまいそうです*)。

*)「シュタインズ・ゲート」シリーズ風に言えば、 α 世界線と β 世界線を、1秒ごとに往復しているようなイメージです。

しかし、私たちが、頻繁な世界移動を続けているのであれば、どうして「記憶」だけ共有できているのかの説明ができません。共有していなければ、あの気持ちの悪い電子銃の実験結果を観測することはできないはずですが。

α 世界、 β 世界、その他の世界も全部を記憶しているのであれば、実は私たちは、全員、岡部倫太郎のような「リーディングシュタイナー(世界線を移動しても記憶を維持できる能力)」を持っていることになります。

いずれにしても、「コペンハーゲン解釈も多世界解釈も、どちらも“ブツ飛んでいる”点では同じ」であり、「量子の振る舞いは、そういう解釈を持ってこなければ、到底説明できない」ということです。

なぜ私がここまで長々と、量子論(みたいなもの)の説明を続けてきたかというと、「量子という気持ちの悪い振る舞いをするものがある。この気持ちの悪い量子の振る舞いを、うまいことバクって使い倒すのが、量子コンピュータである」ということを言いたかったのです。

結論:「量子」の捉え方は、どうでもいいです

さて、ここまで長々と、量子の「気持ち悪さ」についてお話ししてきましたが、今回の連載のシリーズ「量子コンピュータ」において、「量子」をどのように考えるかについては、どーだっていい、とします。

量子コンピュータを理解するのに、量子論の解釈など不要ですし、むしろ邪魔だからです。

これもバズワードの弊害です。量子コンピュータの記事の多くは、中途半端に量子論を持ち出して、唐突に、量子ビットの

話を持ち出して、量子ゲートの話に持ち込みます。訳が分かりません。読者を混乱させようとする悪意があるのか、と思えるくらいです。

それはさておき。

本連載における量子論の位置付け

「どーだっていい」の一択

#	理由	内容	その他
1	考えても無駄	そもそも、量子コンピュータは、「量子」なんぞを使っていない(右記の例外を除く)	例外：トラップイオン、冷却原子、光子等
2	量子の「フリ」ができるモノさえあれば足る	(1)異なる状態が併存し、 (2)観測すれば1つの状態にバシッと決まる、 そういう量子ビット(*)さえあればいい	(*)量子ビットについては後述
3	もっと面倒くさい勉強が山ほどある	ブール関数、虚数、複素数、三角関数、行列計算を無視するのは不可能	できる限りサボってみるけど、限度はある

量子コンピュータは理解するのに、量子論の知識なんぞ不要(むしろ邪魔)

量子コンピュータを理解する上で、量子論など「考えても無駄」です。私がこの連載で私にできることは、先人の考えをなんとか理解して、それを図面と文字に落すだけで精いっぱいです。

そして、量子コンピュータは、量子を直接使う訳ではありません(使うものもありますが、難しいようです)。量子の「フリ」ができるものが準備できれば十分です(もちろん、その「フリ」ができるものを、作るのも、使うのも難しいです)。

さらに、理解しなければならない面倒ごとが多いからです。その筆頭が数学ですが、我が国は、世界に冠たる数学嫌い国です(参考)。

量子コンピュータを知る上で、三角関数は言うに及ばず*)、複素数計算を避けて通ることはできないと思います。

*) 関連記事: [「リカレント教育とは、“キャリア放棄時代”で生き残るための「指南書」であるべきだ」](#)

私は、量子コンピュータの記事を記載しているライターが、必ずしも三角関数と複素数計算ができなければならないーとは思っていません。

ならば、分からないことは、「分からない」と書くべきです。「分からない」と書くことで、量子コンピュータが『訳が分からん』ことが読者と共有できれば、十分有用だと私は思うのです。

いずれにしても、「量子コンピュータ」において、「量子」をどのように考えるかについては、どーだっていいのです。

「量子ビット」を知ろう

では、量子論のことはスッパリ忘れて、量子コンピュータの話を始めたいと思います。

量子コンピュータも、今使っているパソコンなどのコンピュータと基本的には同じ仕組みで動きます。ちなみに、量子コンピュータに対して、現在のコンピュータを「古典コンピュータ」と言いますー 現在世界中で活躍中のコンピュータを「古典」と言い切るあたり、ものすごいと思います。

コンピュータが"1"と"0"だけで動いていることは有名ですが、これは、実は0Vと5V(または3.3V)の電気の電圧を切り変えて実現しています。基本的には、トイレの電気をON/OFFすることと同じです。このON/OFFを行うスイッチのことを"ビット"、または"古典ビット"と言います。

このスイッチは半導体素子で実現されていて、そのスイッチを気が遠くなるくらい大量に搭載しているものが、大規模集積回路です。

一方、量子コンピュータも基本は同じです。前述の「気持ち悪い振る舞いをする量子(あるいは、量子のマネをするもの)」を具体化することで、量子コンピュータを実現します。

重要なことは、複数の状態を同時に所有することができるビットを作ることです。これが「量子ビット」です。

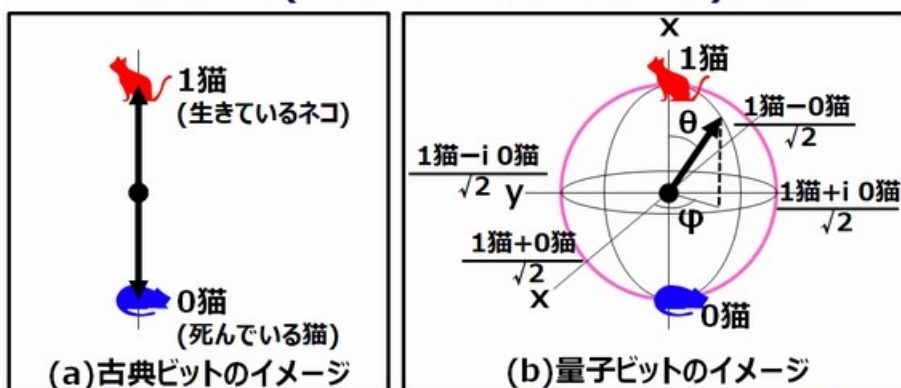
「古典ビット」は"0"と"1"の状態を維持するだけですが、量子ビットは、2つの状態をドタバタと(しかし、デタラメではなく正確無比に)変化させつつ、観測することによって状態をピタッと固定させることが必要となる、とんでもなく難しいビットです。

ここで量子ビットの状態を、シュレーディンガーの猫を使って表現してみます。

ここでは、古典ビットの"0"を死んでいる猫(0猫)、「1」を生きている猫(1猫)と表現することにします。この猫を使った場合、量子ビットでは、猫は下記(b)の球面上のどこかの一点に配置されます。これを、ブロッホ球といいます。

量子ビットとは何か(1)

本当にしつこいですが、量子ビットは(古典ビットも)
「作るもの(×自然界に存在するもの)」です



1猫(生きている猫)と0猫(死んでいる猫)が同時に
存在している状態のビットを「力づくで作ったもの」

「半殺しの猫←誤解」を作れば完了 —— という
ほど、量子ビットは甘いものじゃない

通常は"0猫"とか"1猫"などとは記載せず、ブラケット表記 $|0\rangle$ 、 $|1\rangle$ を使います。これは、古典ビットの"0"と"1"と同じものと考えて、0猫 $=|0\rangle$ ="0"、1猫 $=|1\rangle$ ="1"、と読み換えて頂いて結構です(多分)。今回は、"0猫"と"1猫"の表記で押し通します。

この球面のことは、後程説明するので、ここでは、「"0猫"と"1猫"が併存して存在する」状態ということだけ覚えておいてください。

ただ、このブロッホ球が、結構な誤解を生む原因となっています(少なくとも私は混乱しました)。

球面上の1点にある状態とは、量子ビットのように「停止している状態」ではなく、ドタバタと動いている状態を、振幅や位相差を使って見やすく表現したものなのです —— うん、分からないですね。そんなに簡単に分かってたまるものか(後

程、もう一度説明します)。
では、いったんここでまとめてみたいと思います。

量子ビットとは何か(2)

古典ビットと比較する

#	比較内容	古典ビット	量子ビット
1	1猫/0猫の時間変化	変化しない	両方の"猫"が、正確に変化(振動)し続ける
2	1猫/0猫の相関関係	かならず、どちらかの状態になる	(1)1猫の振幅と0猫の振幅は、足し算すると1になる <数値表現> α 0猫 + β 1猫, $ \alpha ^2 + \beta ^2 = 1$ (2)1猫と0猫の周波数と位相差は、常に一定(複素数で表現できる) $\alpha = A(\cos(\theta_1) + i \sin(\theta_1))$ $\beta = B(\cos(\theta_2) + i \sin(\theta_2))$

量子ビットは、2つ(1猫と0猫)が、独立に、かつ関連しあって、併存する

古典ビットは、"1"の状態(1猫)に対して何もしない限り、ずっと"1"のままです。"0"の状態(0猫)についても同じです。このビットを作るのは簡単です。真空管やトランジスタはもちろんですが、トイレのスイッチでもできます。2つの状態を作ればいだけですから。

ところが、量子ビットは、こんな簡単ではありません。量子は放っておいても量子の振る舞いをしますが、それを量子コンピュータの量子ビットとして使うのであれば、上記の表の赤線で囲んだ部分の条件で動くようにしなければなりません。自然状態では、こんな都合よく動く量子はありませんので、このように動く量子ビットのデバイスを作らなければならないのです。

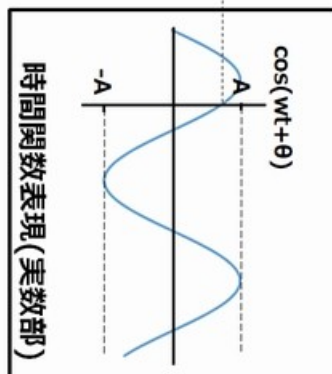
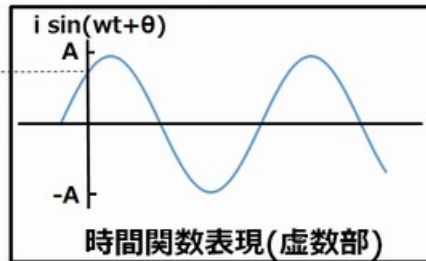
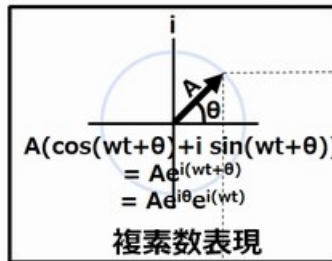
さてここで、量子ビットの説明に入る前に、波動の複素数表示について説明します。

前述した通り、量子ビットの状態はブロッホ球上の球面へのベクトル(矢印)で表現されますが、量子ビットは、つねに"0猫"と"1猫"がドタバタと動き回っている状態です ― うん、私には、読者の皆さんが「江端が何言っているか分からない」が、手に取るように分かります。

では、以下の図で説明してみます。

量子ビットとは何か(3)

量子の動きを、英単語くらいの長さで記載する
魔法の数「複素数」



【複素数を使い倒している分野】

1. 双曲幾何学(非ユークリッド幾何学)
2. 流体の運動方程式(飛行機の翼)
3. 電磁気学 ← 江端の大学専攻
4. 量子ビット(量子計算機の理論)
↑ 今、丁度やっているところ
5. 量子力学
6. 理論宇宙物理、宇宙創生理論

複素数1つだけで、面倒なグラフを作成しなくても、量子の動きを一発で記載できる

図の左上のベクトルが、いわゆる波動の状態(正確には波形の振幅)を示すのですが、実際の波は、このベクトルが、ものすごい速さでグルグル回っているのです(量子ビットの表現では、この速さを示す角速度 w が登場していません。ここ注意しておいてください)。

さて、上図では、1つの波なのに、2つの波($\cos$ の波と $\sin$ の波)が登場しており、実際に目で観測される波は実数の波($\cos$ の波)だけです。では、何のために虚数の波($\sin$ の波)もまとめて表現しているか ――については、私が調べている限り「これだ!」と説明できているものではありませんでした。

ネットで調べた範囲では、圧倒的多数で「オイラーの公式(後述)に放り込むだけで、計算がラクになるから」でした(面倒くさい波動計算が、魔法のようにラクになるのは確かです)。

しかし、これは虚数を説明するには直感的な回答にはなっていません。実は、虚数の扱いについては、次女(高校2年生)にも同じこと質問されたことがあり、私は答えに窮してしまいましたが、思い付きで次のようなことを言いました ――

江端:「錘(おもり)をつけたバネは、振動しつづけるよね」

次女:「うん」

江端:「でもって、伸び切った時のバネって、その瞬間、止まっているよね」

次女:「うん」

江端:「なんで止まったのに、また動き出そうとするんだろう。そこで止まり続けてもいいはずなのに」

次女:「それは、バネが伸び切って速度がゼロになった時に、弾性エネルギーが最大となっているからで……」

江端:「運動エネルギー保存法則的にはその通りだけど、エネルギー保存法則(の微分方程式)からは振動現象の一般解

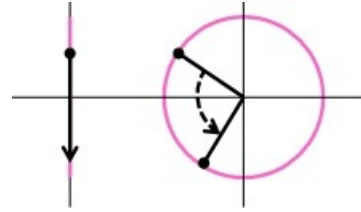
は、直接的には導き出せないんだよ」

次女:「……は？」

江端:「ところが、三角関数を当てあてはめるだけで、スルスルと一般解に展開できるてしまうんだ。ということは、バネは等速の回転運動をしていると考えることができる」

次女:「……回転運動？ バネは直線運動でしょう」

江端:「回転運動を横から見れば、直線運動になる。つまり伸び切った時のバネは停止しておらず、虚数軸方向から見れば動いていると言うことができる」



と、説明しました。

実際に、津波や交流電流、そして波動方程式に至るまで、「波」に関わるものを、オイラーの公式 $e^{i\theta} = \cos(\theta) + i\sin(\theta)$ を使うと、四則演算はもちろん、微分、積分、全ての計算で、キレイに解が出てくることが分かっています。

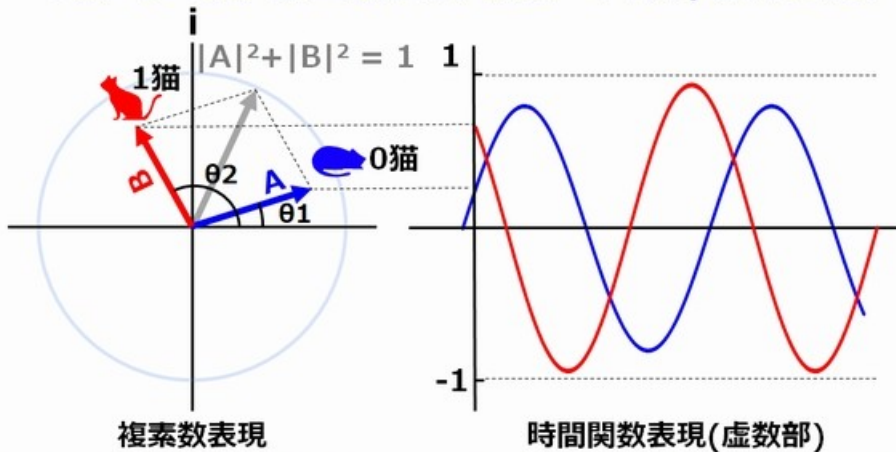
取りあえず、量子状態を表現するために、複素数の中でも、特にオイラーの公式を使うということで、めちゃくちゃラクができる、ということだけ覚えておいてください —— というか、量子の状態が回転運動をベースとしてドタバタ変わり続けている、ということだけご理解頂ければ十分です。

量子ビットを、ドタバタさせたまま計算する

さて、量子ビットの話に戻ります。量子ビットとは、クルクル回り続ける"0"ビット(0猫)と、同じ角速度だけど、振幅(ベクトルの長さ)と位相が違う(回転が先行または後攻している)"1"ビット(1猫)を足し合わせた状態に「する(×なる)」ビットとを考えてください。

量子ビットとは何か(4)

“0猫”と“1猫”が重なった状態をベクトル/波形表記



“0猫”と“1猫”は、この形(振幅、位相差)を維持したまま、クルクルと回り続ける

“0猫”と“1猫”は、1つの量子ビットの中に同時に存在しており、基本的にどんな状態になっているのかは分かりません。量子は観測すると状態が確定してしまう(ドタバタ状態が消え失せる)からです。

次回以降に説明しますが、量子ビットを使った量子ゲートの計算は、量子ビットの状態を調べないまま(観測しないまま)で、計算を続けなければなりません。

なぜなら、計算途中で量子ビットを観測してしまうと、ドタバタしている量子状態が壊れて"0"か"1"の状態で確定してしまい、そこで量子計算ができなくなってしまうからです。

つまるところ、量子コンピュータとは、「2つの状態"0猫"と"1猫"を同時に持ちながらドタバタしつづけている量子ビットを、そのドタバタを止めさせないようにしながら計算するもの」という理解で、おおむね間違っていない。

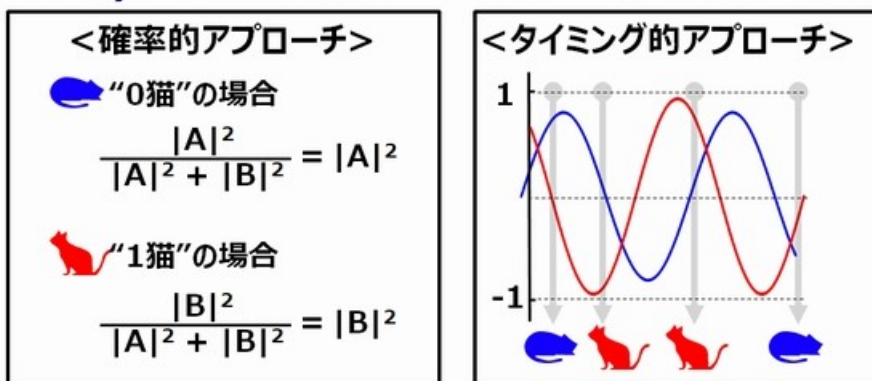
その計算とは、論理ゲートを使うのですが、古典コンピュータで使われているNOT, AND, OR, XOR,とは少し違います。例えるのであれば「量子のドタバタの暴れ方を変える」という感じになります(次回以降に説明します)。

なお、量子ビット用の論理ゲート(量子ゲート)を使って計算しても、量子ビットは「ドタバタ」している状態のままです。

そこで、計算の完了した段階で量子ビットを「観測」します。「観測」することで、「ドタバタ」が一瞬で消え去り、"0"か"1"かが、確定することになります。

量子ビットの収束

量子ビットも、観測をすると収束してしまう(ようにできている)が、観測するまで"0猫"か"1猫"か分からない



量子ビットが、"0猫"になるか"1猫"になるかは、振幅値/タイミング(←但し制御不能)で決まる

ただし、"0"になるか"1"になるかは、確率的に決定するとも言えますし、タイミングで決定するとも言えます。

確率的な決定という言い方であれば、もし"0猫"の振幅の二乗が0.9、"1猫"の振幅の二乗が0.1の量子ビットであれば、収束後、90%の確率で"0"になり、10%の確率で"1"になる、ということです。

タイミングでの決定という言い方であれば、"0猫"の振幅が"1猫"よりも大きい時点で観測すれば、"0猫"で確定する、ということです。逆の場合は、"1猫"が観測されることになります。

量子コンピュータと古典コンピュータの決定的に違う点は、完全に同じアルゴリズムの計算を行っても、確率の値または観測のタイミングによって、計算結果が変わってしまう、という点にあります。

私たちは、こういう量子的振る舞いをする計算の経験がありません。ですから、量子コンピュータは、「気持ち悪い」コンピュータとも言えるのです。

では、最後に、次回以降に頻出させる予定の「ブロッホ球」について簡単に説明します。

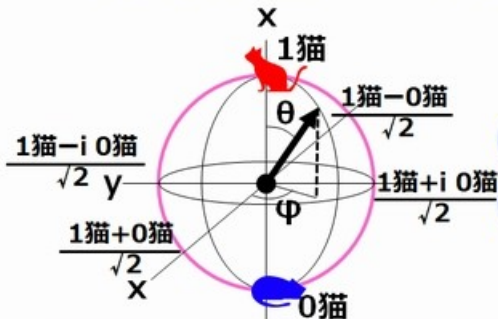
私、ブロッホ球を「量子ビットの3次元モデル」と勘違いをして、量子コンピュータの勉強が思いっきり遅延しました。皆さんに、この轍を踏んで欲しくありませんので、この場で、恥をさらしてお話をします。

ブロッホ球とは、量子ビットの"0猫"と"1猫"が併存している状態を足し算して一つの式としたものを、3次元の半径1の球

面として表現したものにはすぎません。

ブロッホ球とは何か

ブロッホ球とは、量子ビットの状態を図示したもの
“ではありません”——私は、ここで「転げ始めた」



猫の2つの状態を
表現しようとする、
たまたま球の形に
なっただけ

ただ、このブロッホ球は、量子ビットを量子ゲートで変換する時に、めちゃくちゃ便利な道具

3次元の半径1の球面を表現する式は、3次元 $f(x,y,z) = x^2 + y^2 + z^2 = 1$ で表現可能ですが、もう一つの方法としては、長さ1のベクトルと2軸の角度で表現することができます(棒をブンブン振り回す子どもをイメージしてください)。

以下に、その計算式の概要を記載しておきます(スキップして頂いて結構です)。

ブロッホ球の式の導出

ハラバラの“0猫”と“1猫”を一つの式で記載する

$$\begin{aligned} & \alpha \text{ “0猫”} + \beta \text{ “1猫”} \\ &= A e^{i(\theta_1)} \text{ “0猫”} + B e^{i(\theta_2)} \text{ “1猫”} \\ &= e^{i(\theta_1)} (A \text{ “0猫”} + B e^{i(\theta_2 - \theta_1)} \text{ “1猫”}) \end{aligned}$$

ここで、 $\theta_1 = 0$ 、 $\theta_2 - \theta_1 = \Phi$ と置き変えると、
= (A “0猫” + B e^{i(Φ)} “1猫”)

“0猫”と“1猫”の
位相差だけが分
かれれば良いため

で、 $|A|^2 + |B|^2 = 1$ ということから $A = \cos(\theta/2)$,
 $B = \sin(\theta/2)$ とすると

$$\begin{aligned} &= \cos(\theta/2) \text{ “0猫”} + e^{i(\Phi)} \sin(\theta/2) \text{ “1猫”} \\ & (0 \leq \theta \leq \pi, 0 \leq \Phi \leq 2\pi) \text{ となる。} \end{aligned}$$

つまり、長さ1のベクトルを2軸でグルグル回す式になる

量子ビットはブロッホ球上で表現できることになる

では、今回の内容をまとめます。

【1】新連載「踊るBuzzワード ～Behind the Buzzword」の最初のテーマとして「量子コンピュータ」を始めました。このコラ

ムの目的は、いろいろありますが、「量子コンピュータを理解していないライターを「せせら嗤う」ための、皆さんと私の勉強」と位置付けました。

【2】量子論を扱うアニメーションを紹介して、そこで使われている量子論の解説を行っていました。その結果、かなり量子に関する誤解はあるものの、イメージとしては伝わっていることを示しました。

【3】最初に、私（江端）の量子コンピュータに対して間違っただけの理解をしていた項目を全部書き出しました。ほぼ間違いなく、これから量子コンピュータを学ぶ方も同じ轍を踏むと確信したからです。

【4】量子力学における量子の振る舞いの「気持ち悪さ」について、徹底的に説明をしました。量子が「波」か「粒」のどちらであるかははっきりとは言い切れず、さらに、「人間の主体的な関与（観測）によって状態が変化する」し、原子よりずっと大きな分子でも、同じ現象が発生していることを示し、「量子は、その辺の怪談よりずっと怖い」ことを説明しました。

【5】この気持ちの悪い量子を説明する為の2つの解釈について、かの有名な「シュレーディンガーの猫」等の話を含めて説明しました。

【6】量子コンピュータの最小単位である量子ビットについて説明しました。特に量子ビットが、自然界の量子をそのまま使用するものではなく、人工的に作り出すものであること、かなり面倒くさい制約があること、そして"1"と"0"のビットが併存しながら、状態をバタバタと変化させ続けさせることや、最終的に、量子ビットを観測することで計算結果が確定する、などの説明を行いました。

以上です。

この世界に対する私たちの理解は、まだまだ足りない

今回、「オイラーの公式を使うだけで、波動計算が簡単にできてしまうが、（少なくとも私には）その理由が明確に説明できない」というお話をしました。

似たような話に「ラプラス変換」という関数解析手法の話があります。この解析は、ある種の微分・積分は積などの代数的な演算に置き換えることができるため、複雑な制御や電気回路の計算を、足し算やかけ算レベルで片付けることができますようになります（大学でたたき込まれました）。

で、面白いことに、どうやらラプラス（ピエール＝シモン・ラプラス）さん本人が、「なぜ、そのやり方で問題が解けるのか」を知らなかったらしいです（今は数学的に論理付けされています）。

しかし、ラプラス変換は、ラプラスさん本人だけでなく、多くの技術者が、200年以上も前から、「便利な道具」として使い倒してきました。「なぜその道具が役に立つのか」は、ずっと後回しにされてきました。

量子コンピュータにしても同じです。量子コンピュータが、どういう原理で動こうが、私たちのほとんどは、古典コンピュータ（今の普通のパソコン等）と同様に、その計算機を「便利な道具」として使うだけでしょ。

前半に記載した、今回の連載のタイトル案、

「量子コンピュータは、分からなくても構わない」
「『量子コンピュータを理解している』と自惚れている奴は、嘘をついている」
「なぜ、量子コンピュータの勉強は失敗するのか」
「量子コンピュータが理解できないのは、私たちの責任ではない」
「量子コンピュータを理解するのは諦めましょう」

というのは、正直な私の感想です。別に、量子コンピュータの原理を知らなくたって、私を含むほとんどの人には、本当にどーでも良いことなのでしょう。

それでも ―― 私は、今回の量子論の勉強で、私たちの世界は「怪奇現象」で溢れているということを知りました。

これは、ひっくり返せば、「私たちの、この世界に対する理解が、まだ全然足りない」ということです。

量子論の研究は、これからいろいろな人たちによって進められていき、私に新しい世界を見せてくれると思います。

「量子コンピュータは、分からなくても構わない」のですが、それでも、「一部だけでも理解できると、結構ワクワクすることもありますよ」ということは、私でも言えると思うのです。

“量子” 見たいなあ

後輩:「いや、驚きました。『量子コンピュータが、量子そのものを使っていない』ということは、衝撃でしたよ」

江端:「うん、それ分かる。なんか量子コンピュータというからには、『自然現象をそのまま使って計算ができる』のだと、ずっと私も思い込んでいた」

後輩:「江端さんが、このことに気がついたのはいつですか？」

江端:「最初に変だなーと思ったのは、量子ビットの式に、周波数の項が入っていないことに気がついた時かな。あとは、2つの状態が重ね合わさった量子状態の振幅の絶対値が、かっちり“1”になると読んだ時。『そんなもん、自然界に都合よく存在するか!』って突っ込んだ時かな」

後輩:「今回の江端さん記事を読んだ正直な感想は『がっかり感』でした。量子コンピュータって、『もっと圧倒的にすごくて、世界を変える何か』、と思っていましたが、江端さんの今回のコラムで、『デジタルコンピュータ(古典コンピュータ)の拡張』と分かってしまいました」

江端:「いや、確かにすごいことはすごいんだよ。ただ、『世界を一変させるか』と問われれば、そこまでのことはないかな、とは思っている」

後輩:「少なくとも、現在進行中のCOVID-19(新型コロナウイルス)感染禍ほどには、世界を変えることはないでしょう」

江端:「まあ……そうだな」

後輩:「それはそうと、この量子の振る舞いの『気持ち悪さ』というのは、エンジニアたちを魅了するんでしょうねえ」

江端:「ん? どういうこと？」

後輩:「江端さんには釈迦に説法ですが、今、科学技術分野は、かなり『どん詰まって』いますよね」

江端:「まあ……そうだろうな。私のようなシニアが、まだ現役で入社当時のプログラム言語で、コードをガリガリと書いているくらいだからな」

後輩:「で、こういう時に、よく登場してくるのが『“XXXのアナロジー”との融合』というやつですよ。この“XXX”は、“量子”でも“生物”でも“行動経済学”でも、なんでもいいんですが、とにかく、別の世界のものを持ってくればうまくいく——という思考形態です」

江端:「ああ、それは昔から山ほどあったよ。私の人生の中での最高傑作は、『宗教(仏教)とのアナロジーの融合で、コンピュータのオペレーティングシステムを設計する』だったかなあ」

後輩:「江端さんは、この『“XXXのアナロジー”との融合』とやらで成功した事例を知っていますか？」

江端:「私は『“XXXのアナロジー”と融合させて』を掲げて成功した研究や方式や製品を、寡聞にして知らん。ただ、逆に、それらの完成後に『“XXXのアナロジー”との融合を目指して開発した』というストーリーを、でっちあげて、流布した話なら、いくつ知っている」

後輩:「……あの……江端さん。私から振っておいてなんですが、この話は、ここで止めておきませんか？」

江端:「……同意する」

後輩:「まあ、それはさておき、江端さんも記載していますが、量子の怪奇現象は、『私たちの、この世界に対する理解が、まだ全然足りない』ということだと思います。私は、こんな単語は使いたくもないのですが、量子を理解するためには、“スピリ

チュアル”とか”宇宙的意思”とか言うものを持ち込まないとダメなのかもしれませんよ」

江端:「なるほど。ならば、カルト宗教団体の教祖たちの目には、量子の怪奇現象なども、理解可能な現象として映っているのかもしれないな」

後輩:「江端さん、きっと、それ、間違いないですよ。彼らには『状態が確定する前の量子』が見えているんですよ」

江端:「そうかあ。いいなあ。私も”量子”見たいなあ」

後輩:「いいですよね」

編集後記

後輩さんとのレビューにある「量子とスピリチュアル」ですが、少なくとも、「量子力学 引き寄せ」でググると、腐るほど出てきます。書籍になっているものもあります。

随分前からあるようで、「観測」を応用(?)して、「良い意識を持てば、良い現象が具現化される、悪い意識を持てば、悪い現象が具現化される」と説いているようですが……その真偽の程は、私には分かりません。

当然、江端さんなら盛大に『せせら嗤う』でしょうけど。



Profile

江端智一（えばた ともいち）

日本の大手総合電機メーカーの主任研究員。1991年に入社。「サンマとサバ」を2種類のセンサーだけで判別するという電子レンジの食品自動判別アルゴリズムの発明を皮切りに、エンジン制御からネットワーク監視、無線ネットワーク、屋内GPS、鉄道システムまで幅広い分野の研究開発に携わる。

意外な視点から繰り出される特許発明には定評が高く、特許権に関して強いこだわりを持つ。特に熾烈（しれつ）を極めた海外特許庁との戦いにおいて、審査官を交代させるまで戦い抜いて特許査定を奪取した話は、今なお伝説として「本人」が語り継いでいる。共同研究のために赴任した米国での2年間の生活では、会話の1割の単語だけを拾って残りの9割を推測し、相手の言っている内容を理解しないで会話を強行するという希少な能力を獲得し、凱旋帰国。

私生活においては、辛辣（しんらつ）な切り口で語られるエッセイをWebサイト「[こぼれネット](#)」で発表し続け、カルト的なファンから圧倒的な支持を得ている。また週末には、LANを敷設するために自宅の庭に穴を掘り、侵入検知センサーを設置し、24時間体制のホームセキュリティシステムを構築することを趣味としている。このシステムは現在も拡張を続けており、その完成形態は「本人」も知らない。

本連載の内容は、個人の意見および見解であり、所属する組織を代表したものではありません。

関連記事



[Intel、極低温で動作する量子制御チップを発表](#)

Intelは2019年12月、量子制御チップ「Horse Ridge（開発コード名）」を発表した。Horse Ridgeは、フルスタックの量子コンピューティングシステムの開発を加速させるために設計された、極低温域で動作するプロセッサである。



[量子コンピュータ技術の英新興企業、日本に本格参入](#)

英ケンブリッジ大学発のベンチャーで、量子コンピューティング技術を手掛けるCambridge Quantum Computing (CQC)は2019年12月19日、本格的に日本市場に進出すると発表した。



[量子コンピュータ実現に向け大きな前進——超大規模量子もつれの作成に成功](#)

東京大学大学院工学系研究科の古澤明教授らは、光での量子もつれ生成を時間的に多重化する新手法を用いて、従来に比べ1000倍以上となる1万6000個以上の量子がもつれ合った超大規模量子もつれの生成に成功したと発表した。古澤氏は「量子コンピュータ実現に向け、大きな課題の1つだった『量子もつれの大規模化』に関しては、解決された」とする。



[我々が求めるAIとは、碁を打ち、猫の写真を探すものではない](#)

ちまたには「人工知能」という言葉が氾濫しています。ですが、明言しましょう。「人工知能」という技術は存在しません。そして、私たちがイメージする通りの「人工知能」の実現も、恐らくはまだまだ先になるでしょう。



[困惑する人工知能 ～1秒間の演算の説明に100年かかる!?](#)

コンピュータは、入力値から出力値に至る演算のプロセスを、順番通りに説明できます。ところが、「なぜ、その結果になったのか」と尋ねると、途端に説明できなくなってしまう。困惑し、黙りこくったり、自分が行った演算を“言い訳”のごとく延々と説明したりと、迷走を始めるのです。

Copyright © ITmedia, Inc. All Rights Reserved.

