



窮理の部屋 200

## 2022年ノーベル物理学賞(その6)

### コペンハーゲン教

大学3年生で量子力学を習いました。その名の通り不連続に飛び飛びのエネルギーが出てくることは、既に高校物理で習っていたので別に驚くようなことではありませんでした。しかしミクロの世界には定まった状態はなく、様々な状態の重ね合わせで、観測するとその一つにずっと収束するのだという話にはびっくりしました。つまり、観測するまではミクロの状態は決定できないということです。これは「波動関数の収束」と呼ばれています。

「波動関数の収束」を疑ってはいけません。あれこれ余計なことを考えなくともいい、そのうち慣れるから。疑う者は、物理で就職できない。などと宗教のようなことを先生に言われました。今では、そのコペンハーゲン解釈(コペンハーゲンは、ボーアの研究所があった)にどっぷりと浸かっています。

量子力学の教科書を見ると難しそうな数式が並んでいます。しかし数式を追いかけること自体はさほど難しくありません。でもその物理解釈は、訳が分かりませんでした。量子力学の解釈については、シュレーディンガーやプランク、そしてアインシュタインも納得がいかなかったようです。アインシュタインは、「君は月を見るまで、そこに月が無かったと思うかい？」とミクロの世界の異様さを表現しました。

この連載は波束の収束と絡んだお話なのですが、今回は少しSFチックにしましょう。

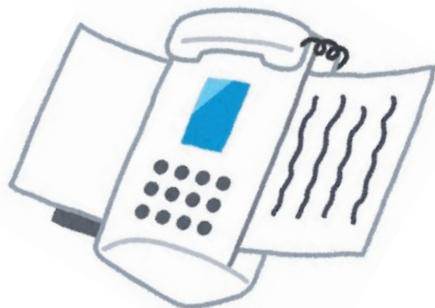


図1. Hasegawa商会の謎のFAXマシンは、向きを変えると受信結果が変わってしまう!

### Hasegawa商会の謎のFAX

かつてHasekohと呼ばれていたHasegawa商会は、最近屋号を変え、通信分野に進出したようだ。何か軍事技術に関連した怪しげなことをやっているのかもしれない。Hasegawa商会にはOsakaオフィスとTokyoオフィスがある。Ohkuraの勤務するOsakaオフィスへは、謎の事務所(OsakaとTokyoのちょうど中間点のNagoyaかGifuにあるらしい)から謎のFaxが毎日たくさん送られて来る。1枚のFAXに

は、ただ1か-1とだけ書かれていて、あとはタイムスタンプだけである。このFAXは「同時に」Tokyoオフィスにも送られていて、Osakaへは毎日、数日前のFAXが段ボール箱でTokyoから郵送されて来る。Ohkuraの仕事は、このFAXの集計である。

この集計していてすぐ気づくことは、1と-1はどうかランダムだということである(原稿のスペースを稼ぐため今後は1を単に+、-1を-と表記場合がある)。そしてOsakaとTokyoでは(逆)相関がある。つまりOsakaが+-+-+...なら、Tokyoでは必ず--+-+...なのである。

ここで、便利な記号と量を定義しておこう。oはOsakaで受け取ったデータの値(1か-1をとる)を表し、tはTokyoでのそれである。そしてotはその積である。otの値は必ず1か-1である。更にotの平均値を $\langle ot \rangle$ で表そう。すると $\langle ot \rangle$ は-1~1の間の値をとり、1に近いということは、oとt正の相関(つまりどちらも1か-1だったということ)があり、 $\langle ot \rangle$ が-1だということは逆相関(つまり片方が1でもう片方が-1)があるということである。 $\langle ot \rangle$ が0に近ければ、相関がない(oとtが揃うことと揃わないことがほぼ半々だった)ことを表す。

Ohkuraは完全な逆相関があることを認めた。つまりGifu(場所がどこにあるか不明だが、仮に)はOsakaとTokyoに常に同じではないFAX信号を送っていたのだ! だから $\langle ot \rangle = -1$ だったのである。

あるとき、Gifuから来週のどこか1日だけFAXの向きを90度回転させ縦置きにし、1日経ったらまた元の横置きに戻すようにという指令があった。その週の集計をしたOhkuraは驚愕した。というのもその週は $\langle ot \rangle = -1$ だった日が5回あったが、 $\langle ot \rangle = 0$ の日が2回あったのである。これは何を意味するのだろうか。まずFAX器の向きで結果が変わるということ。ふつうはそんなことは起こらないはずだ。しかし、よく考えるともっと驚くべきことが起こっていた!

データ番号	Osaka o	Tokyo t	ot
1	+	+	1
2	+	+	1
3	-	-	1
4	+	+	1
5	-	+	-1
6	+	-	-1
7	-	+	-1
8	-	-	1
9	+	-	-1
$\langle ot \rangle$		0.111	

図2.  $\langle ot \rangle$ の例