

数千円で量子力学の現象を体感できる実験

武田 俊太郎

第2部第1章では、量子ビットの「重ね合わせ」や「干渉」という不思議な性質を説明しました。しかし、「百聞は一見に如かず」と言う通り、文章で読むよりも実際にその性質を目の当たりにした方が納得がいくものです。本稿の目的は、誰でも簡単に手に入る道具だけを使って自宅で試すことのできる実験を通して、量子ビットの性質の理解を深めることです。

実験の様子を撮影した動画も用意しました。こちらのページからアクセスできます。

<http://www.cqpub.co.jp/interface/download/contents.htm>

実験に必要な道具

まず、実験に必要な道具を準備しましょう(写真1)。実験は1と2に分かれており、実験1では以下の(1)を、実験2では(1)～(4)を使用します。補助的にクリップ、ハサミ、テープも使用します。

● (1) 偏光板

グレーの偏光板を3枚以上準備します。大きめの偏光板が1枚あれば、使いやすいサイズ(3～4cm四方くらい)にハサミで切って使用できます。Amazonや楽天などのネット通販、もしくは東急ハンズなどで500円程度で購入できます。筆者はアーテック社の8cm四方の偏光板をハサミで4分割して利用しました。

● (2) レーザ・ポインタ

何色のレーザ・ポインタでも利用できますが、安価でかつ実験がうまくいきやすいのは赤色のものです。LEDポインタという製品も販売されていますが、レーザ・ポインタとは異なるので注意してください。楽天などのネット通販や、家電量販店などで2,000円程度で購入できます。筆者が利用したのは、POLARIS社のEM-16Sです。目玉クリップやダブルクリップなどを利用してレーザ・ポインタのボタンを押し続けることで、レーザ射出状態を保つことができます。

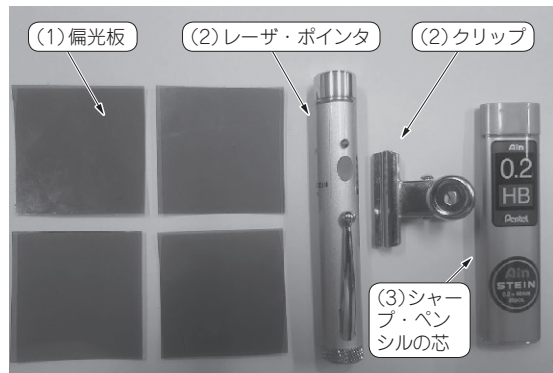


写真1 量子ビットの性質を体感する実験に使う道具

● (3) 細いシャープ・ペンシルの芯

一般的な太さ0.5mmの芯では実験が難しいため、細い芯を準備します。最近では太さ0.2mmの芯まで販売されており、筆者はPentel社のC272W-HB(太さ0.2mm)を用いました。

● (4) 白いスクリーン

A4のコピー用紙などの白い紙を壁に貼ったり立てかけたりすることで、レーザ光を照射するスクリーンを作ります。

実験1：偏光板を使って「量子ビット」を測ってみる

● 実験1で確かめること…量子ビットの測定における性質

まず、量子ビットの測定について理解するための実験を紹介します。第2部第1章では、「0と1の重ね合わせ」である量子ビット $\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ を「0」か「1」か測定したとき、以下のルールに従うことを説明しました。

- ルールA：測定の結果は、確率 $|\alpha|^2$ で「0」となり、確率 $|\beta|^2$ で「1」となる。
- ルールB：測定した後は、重ね合わせが壊れて、「0」または「1」に確定した状態に変化する。

これらの現象は、偏光板を何枚か用いた実験で体感