

# 量子力学がコンピュータの概念を変える

物理学が私達の生活を一変させる。その次世代の領域に挑むのが古澤先生だ。私たちの想像を遙かに凌ぐ量子コンピュータの実力とは？そして新たな扉を開く鍵となる量子テレポーテーションとは？

## ☆ 全く新しいコンピュータ

私たちは量子コンピュータという、これまでとは構造が全く異なる、新しいコンピュータを作ろうとしています。(量子とは原子や光子といった非常に小さな波・粒子のこと)

量子コンピュータは驚異的に高速なコンピュータとなると期待されています。なぜなら、計算に必要なステップ数が圧倒的に減るからです。

今のコンピュータは論理回路(NANDゲート)というもので作られています。これは2入力1出力です。2個の情報が入って1個の情報しか出力されず、入力数もステップ数も多くなりま

え、現在1ビットの足し算(半加算器)には7つのNANDゲートが必要になります。量子コンピュータでは2つで済みます。要素が7分の2になるのです。計算はこれらの集積であるため、処理を1000回行うならば7分の2の1000乗になり、と、指数関数的に計算に必要なステップ数が少なくなります。

また、量子コンピュータを使えば通信にかかるエネルギーも少なくて済みます。光はファイバーを通ると減衰します。現在の光通信ではそれを増幅する必要がありま

す。しかし量子コンピュータを使えば非常に弱くなった光からも情報を引き出すことができます。そのため、光の増幅の必要がなくなるのです。

## ☆ パラダイムシフト後の世界のテクノロジー

私たちは、古典力学(多くの原子が集まったマクロな物体の力学)から量子力学(原子一個を扱うミクロな世界での力学)へのパラダイムシフトの準備をしています。今後このパラダイムシフト

が起きることは必然だと考えています。そして、これが起きたときにちゃんとテクノロジーが構成できるようにしているのです。コンピュータはクロック周波数(1秒あたりのコンピュータの処理の回数)を上げなくてはなりません。もっと処理の速度を上げるために今よりもっと周波数を大きくしていくと、いずれは光の周波数に近づいていきます。するとコンピュータの中の素子が量子力学的に振る舞うようになり、今のままではうまく動いてくれません。ミクロの世界では量子力学的にしか動かないのです。つまり、必然的に量子性(ミクロな波・粒子の性質)を積極的に使うしかなくなるのです。

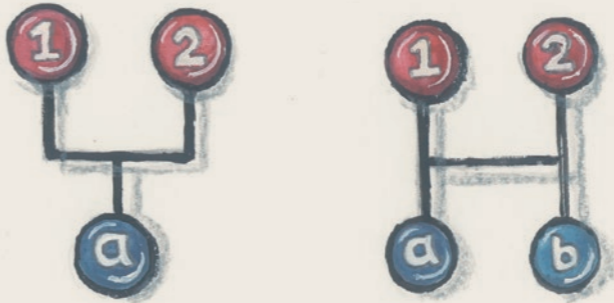
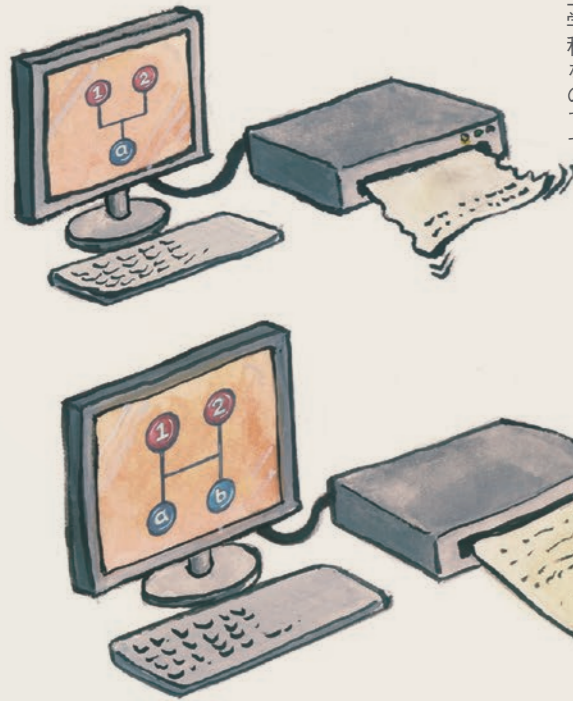
私たちは量子力学に立脚したテクノロジーを生み出しています。量子力学は半導体レーザーなど、あまり知られていなくても今も身近なところでいっぱい使われています。これからもっと量子力学を使うようになるでしょう。

## ☆ 理工学学科の研究とは？

私たちは電子や光子の集合体というものがどのような振る舞いをするのかに興味があり、それを制御(エンジニアリング)しています。

ゲノムは全部解読できて人間を解読することはできませんよね。ゲノムに書かれたタンパク質が集まってこそ性質が発現するのです。たくさん集まると初めて自然現象は性質が発現されるのです。自然は細かく再分化するだけでは理解できないと思っています。

私たちは「木を見て森を見ず」ではなく「森」としての性質を見たいです。そのような大きな単位でものを考え、それらを制御(エンジニアリング)しているのが、理工学学科なのです。



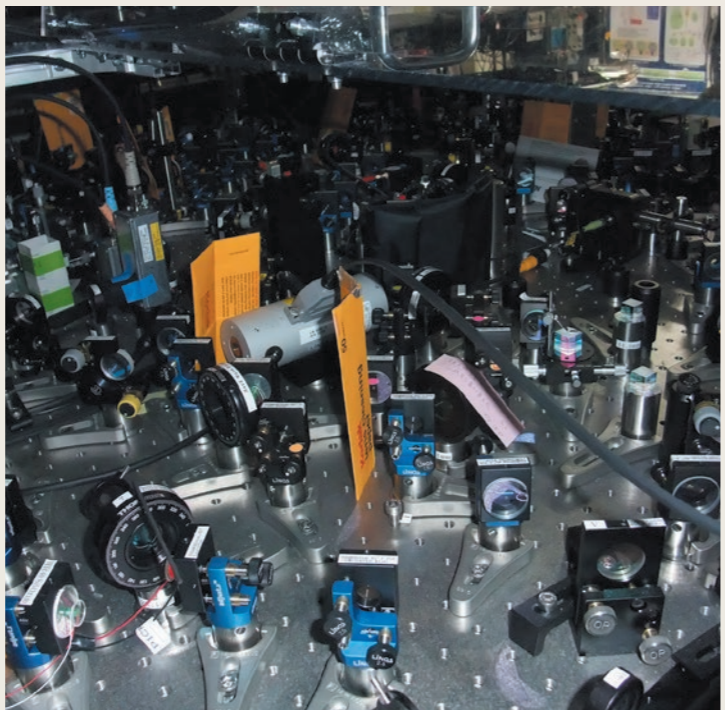
## ☆ テレポーテーションがCPU作りへの第一歩

この量子コンピュータの実現には、ある量子が持つ情報をもう一つの量子に伝達する必要があります。しかし、量子力学(ミクロな世界を支配する運動理論)では、量子の情報のコピーができないので、通常の通信方法では量子の情報を送ることができません。これを唯一成し得るのが、送信者側で量子の情報が消えて受信者側に現れる量子テレポーテーションです。

私たちはこの量子テレポーテーションの実験に世界で初めて成功しました。そしてさらに、量子テレポーテーションという現象を用いて、量子コンピュータのプロセッサ、CPUをつくらうと試みています。量子テレポーテーションはいわば恒等演算(何も変わらない計算、0を足すようなこと)です。これはコンピュータにおける最も基本的な演算です。これを応用すると違った演算を作り出せる可能性があります。それを使えば、量子コンピュータが実現できると考えられます。

## ☆ 体育館世代から始まる次世代技術

今のコンピュータの歴史を振り返ると、構造が提案されてから今の形に至るまで、約80年かかっています。初期の頃は、体育館みたいな大きな場所です。1112のような計算を研究していた時代がありました。その後、トランジスタが発明され、それを集積するICが発明されました。それからLSI等になり今に至っています。そのことから考えると、私たちの実験でやっていることは、体育館世代の量子コンピュータとも言えます。それぞれのトランジスタやICに対応する発明がいつ起こるかを予測するのは不可能ですが、過去の出来事から推測すると、同様に80年後ぐらいになるだろうと考えています。



量子テレポーテーションはこのような最先端の設備で研究されています。位置は精密に調整されています



## 教授 古澤 明

【所属】工学系研究科物理学専攻  
1984年 東京大学工学部物理学専攻卒業  
1986年 東京大学大学院工学系研究科物理学専攻修士課程修了  
同年 ニコンに入社  
1988年~1990年 東京大学先端科学技術研究センター 研究員  
1996年~1998年 カリフォルニア工科大学客員研究員  
2000年 東京大学大学院工学系研究科物理学専攻助教授  
2007年より現職