ノーベル物理学賞

10月6日、今年のノーベル物理学賞が発表されました。受賞者は、チャールズ・カオ、ウィラード・ボイル、ジョージ・スミスの３氏で、カオ氏は光通信につながる光ファイバーの研究、残りの2名はCCDの発明が受賞理由となっています。現在の社会になくてはならないものになってしまっている光ファイバーやCCDですが、いったいどのようなものなのでしょうか。

ちなみにノーベル賞の賞金は三等分ではなく、光通信の研究に半分、CCDの発明に半分なので、カオ氏には半分の500万クローナ（6000万円あまり）、ボイル氏とスミス氏には1/4の250万クローナとなります。

光ファイバー

19世紀、透明な長い円筒形のものを使えば、その中を光が伝わっていくことは知られていました。また、空中に光を送って通信することも考えられていました。

この２つが組み合わされば、 光ファイバーによる通信が可能なのですが、20世紀に半ばになっても、なかなか透明度のいい材料がありませんでした。例えばたった20mのファイバーでも光の強度は1/100になってしまい、これでは実用的な通信手段としては使えません。

そんな中、カオはどういった不純物あると光を吸収してしまうのかなど、グラスファイバーの透明度をあげる研究を行ないました。また、屈折率の近い2種類のガラスを使ってファイバーを2重構造にして、その中をある角度で全反射しながら進む光だけにすることで、信号が崩れにくくすることができるのです。

現在では、例えば日本とアメリカの間、１万kmを超える光ファイバーが海底に敷設されたりしていますが、カオの研究がなければ、こんな世の中はもっと先になっていたかもしれません。

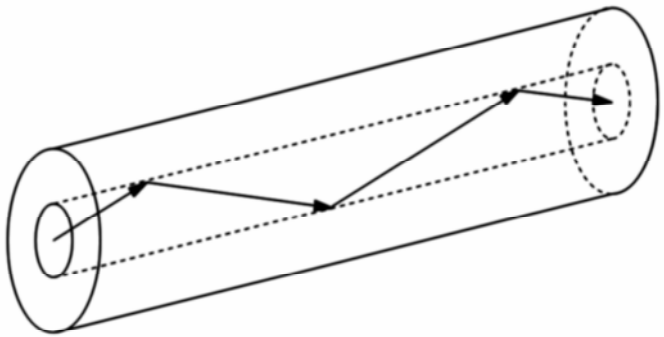

図１．コアと呼ばれる芯の中を光はジグザグに進む

ＣＣＤ

10年くらい前までは、写真といえばフィルムで撮影するのが当たり前でした。ところが現在では、デジカメはもちろんのこと、携帯電話に何百万画素というカメラがついていたりします。これらのカメラでフィルムの代わりに使われているのがCCD。CCDというのは"Charge Coupled Device"の略で、日本語に訳すと「電子結合素子」という不思議な名前のものなのです。

CCDの主な材料は半導体です。半導体というと太陽電池やLEDのように、光を電気に変えたり、電気を光に変えることができます。例えば、太陽電池の表面を縦2000×横3000の計600万個くらいの小部屋に分けて、それぞれの小部屋にどれだけの電気がたまっているか…つまりそれぞれの小部屋にどれくらいの強さの光があたったかを知ることができれば、フィルムと同じように画像をつくることができます。しかし、これだけたくさんの小部屋それぞれに電線をつないで、ひとつひとつの小部屋にたまった電気の量を調べるのはたいへんです。

そこで、電気の量を調べるのは左上の角のひとつの部屋だけにしておいて、その部屋を調べたら、一番上の列のそれぞれの部屋にたまっている電気を、ひとつずつ左隣の部屋に移します。すると、左から２番目の部屋にたまっていた電気が左上の角の部屋にくるので、その量を調べます。そしてまたひとつずつ左に移して…とやっていけば、一番上の列の全ての部屋の電気の量を順番に知ることができます。一番上の列が終わったら、今度は全部の部屋にたまっている電気をそれぞれひとつ上の部屋に移します。そうしてまた一番上の列の各部屋にたまった電気を順番に左に送って調べていくのです。

こうすると全ての部屋にたまっている電気の量を知ることがでます。このように、たまった電気を順番にバケツリレーのようにして送っていく仕組みが「CCD（電荷結合素子）」で、ふだん私たちがCCDと呼んでいるのはCCDを使った画像を得る素子「CCDイメージセンサー」なのです。

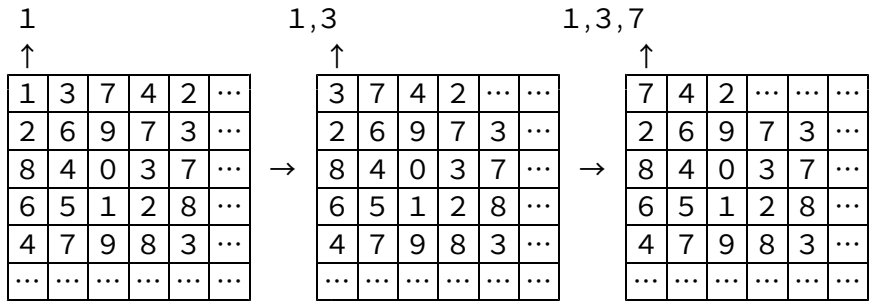

図２．順番に小部屋の電気の量を調べていく様子

（長谷川 能三：大阪市立科学館 学芸員）