

計算する道具

計算する道具というと、まず思いつきそうなのは「電卓」でしょうか。電卓は「電子式卓上計算機」の略で、もともと机の上に置かなければならないような(というより、机の上に置ける大きさになった)電子式の計算機というわけです。それから、日本ではなんといっても「そろばん」でしょう。それ以外に…という、「計算尺」や、タイガー計算器などの「手回し式計算機」を使っていたという方もいらっしゃるかもしれません。

ところが、海外ではそろばんの代わりに、計算する道具がいろいろあったのです。今回、計算する道具の資料が増えましたので、ご紹介しましょう。



写真1.ADDOMETER



写真2.ADDIATOR



写真3.円筒型計算尺

写真1は、釘のような金属棒を穴に差し込んで円に沿って動かすことで、足し算や引き算ができるものです。歯が10枚の歯車を、歯3枚分動かした後、4枚分動かせば、合わせて7枚分動いたこととなります。このようにして足し算することができるのですが、ちゃんと1周すると自動的に一つ上の桁の歯車が歯1枚分動くようになっています(桁上がり)。また、小さな字で書いてある数字に合わせて反対向きに回せば、引き算もできます。写真2は、同じように金属棒を穴に差し込みますが、下にスライドさせるタイプです。自動的に桁上がりはしませんが、金属棒を差し込むところが赤色になっていたら、上にスライドさせて、傘の柄のように曲がっているところに沿って左下へスライドさせると、桁上がりします。また、裏返すと引き算ができるようになっています。

写真3は円筒形の計算尺です。普通、計算尺は定規を組み合わせたような形をしていて、掛け算や対数、三角関数などいろいろな計算ができるものです。ただ、目盛りが $1/50 \sim 1/100$ ごととか $1/100 \sim 1/200$ ごとのため、目盛り間を読み取っても計算精度は3~4桁です。この円筒形の計算尺は、1.7mもの長さの目盛りを螺旋状に巻き付けた形になっていて、 $1/400 \sim 1/1000$ ごとに目盛りがあるため、4~5桁の計算ができるようになっています。

他にも珍しい計算道具を展示場4階に展示していますので、ぜひご覧下さい。

(長谷川能三：科学館学芸員)



Sony TR-5

資料登録番号
EL-2012-3

1947年の暮れに、アメリカのAT&Tのベル研究所で新しい電子部品が発明されました。「トランジスタ」と名付けられたその部品は、真空管のように電気信号を増幅する働きがありました。なのに、真空管と比べると非常に小さく、消費電力も小さくてすみました。ただ、点接触型という初期のトランジスタは動作が安定せず、その後、接合型というタイプのトランジスタが発明され、実用的になっていきました。

そして1954年11月、アメリカで「Regency TR-1」というトランジスタラジオが発売されました。世界で最初に市販されたトランジスタラジオです。日本で最初にトランジスタラジオが市販されたのは、それからわずか10ヶ月後、1955年9月のことでした。東京通信工業という会社が発売した「Sony TR-55」というトランジスタラジオです。このラジオの名前でピンときた方も多いかもかもしれませんが、この東京通信工業という会社は、トランジスタラジオの販売が好調となり、1958年には製品のブランド名として使っていた「Sony」を会社名にして、現在に至っています。

その日本で最初に市販されたトランジスタラジオ「TR-55」は、今ではなかなか手に入らない貴重なラジオです。…が、「Sony TR-5」というトランジスタラジオを入手することができました。実は「TR-55」とこの「TR-5」は、外観はほとんど同じで、内部もほとんど区別が付きません。逆に、なぜ型番が違うのかがよくわからないくらい…。15年前に「半導体・半世紀～トランジスタ誕生50年展～」という企画展を行なったときに、ソニーに「TR-55を貸してください」とトランジスタラジオを貸していただいたのですが、届いたラジオの裏蓋内側の銘板には「TR-5」と書いてありました。ソニーの中でもあんまり区別していないのかもしれませんが。

ということで、日本の技術の歴史を語る上でとても重要なラジオであり、しかもこの「TR-5」はちゃんとメンテナンスされていて、実際にラジオを聞くこともできるのです。

長谷川 能三(科学館学芸員)



写真1 Sony TR-5



写真2 裏蓋内側の銘板

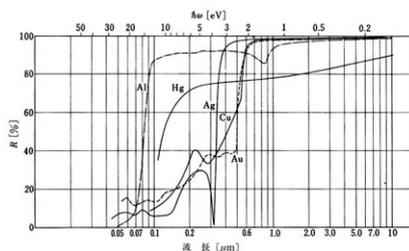


47

多層膜干渉ミラー

資料登録番号
PH-2013-01

私たちがふだん使っている鏡は、ガラスの裏面に銀やアルミニウムをメッキした(もしくは蒸着という方法を用いた)ものです。その昔は、金属そのものを磨いて鏡にしていました。青銅鏡というと、遺跡から発掘されて緑青で緑色になっていて、模様の面が目目されるので、あまり鏡というイメージがないかもしれませんが、模様の反対側の面は磨かれて鏡として使われていたのです。このような金属を磨いた鏡と比べると、ガラスの裏面に金属をメッキすることで、金属の表面は滑らかになり、直接空気に触れないので腐食もしにくいという利便性があります。ただ、どちらにしても、金属が光を反射することを利用していることに違いはありませんが、金属は100%光を反射するわけではありません。



いろいろな金属の反射率

「光物性の基礎(改訂2版)」(工藤恵栄著)より

これに対して、写真の小さな鏡は全く金属を使っていないのです。それどころか、鏡なのに透明な物質だけでできているのです。

しゃぼん玉は透明な石けん水でできているのに虹色に見えますね。また、メガネやカメラのレンズの表面で反射した光が、コーティングによって緑色や紫色になっているのを見たことはないでしょうか。しゃぼん玉やコーティングの薄い膜の厚さが光の波長(およそ $0.4\sim 0.8\mu\text{m}$)程度だと、表面で反射した光と裏面で反射した光が干渉という現象を起こします。光には波の性質があるので、表面で反射した光の波の山や谷が、裏面で反射した光の波の山や谷と、一致すると強め合い、山と谷があべこべになると打ち消し合うのです。屈折率の異なる2種類の物質を交互に何層もコーティングすることで、ある色の光を強く反射させることができ、さらに層の厚さを変えることにより、ある程度の色の範囲の光を反射させることもできるのです。

多層膜干渉ミラー
(中央の小さい鏡)

写真の小さな鏡は、このようにして可視光線全てを99%以上反射するように作られたものです。透明な物質だけでできているのに、普通の鏡(下に敷いた鏡)よりも反射率が高いのです。

長谷川 能三(科学館学芸員)

黒電話

長谷川 能三(物理担当・主任学芸員)

黒電話というのはその名のとおり黒い電話機のことです。3号、4号、600形、601形という型式の電話機が黒電話と呼ばれるものにあたります。昔はうちの家でも使っていた…という方も多いと思いますが、おそらくほとんどが600形、601形の電話機でしょう。

写真左上の3号電話機(3号自動式卓上電話機)は、1933年から採用された機種で、自動式というのは自分で相手の電話番号をダイヤルできるということです。当初の電話は、電話局の交換手に相手の番号を伝え、繋いでもらうという手動式でした。そのため、電話機には発電機が内蔵され、ハンドルを回してベルやランプで電話局の交換手を呼び出していたのです。

やがて、電話局から電気が供給されるようになったり、自動式の交換機が導入され、ハンドルがないダイヤル式の電話機が増えていきました。ただ、まだダイヤルの使い方を知らない人が多いためか、ダイヤルのまん中に使い方が書いてあります。赤で書かれた大事な部分が消えてしまっていますが、「受話器を外してから回転盤を右へ指止め迄廻してお放しなさい」と書いてありました(写真左下)。

ただ、全国の交換機が自動化されたのは1979年であり、4号電話機になった後も、まだ写真右上のようなハンドルのついた電話機が作られていました。



3号電話機
(3号自動式卓上電話機)



4号電話機
(4Aデンワキ)



4号電話機
(41号M電話機)



3号電話機のダイヤル



600形電話機 (600-A₂)



601形電話機 (601-A₂)

シャープ アクオス CL-13C1

みなさんの家のテレビ、液晶テレビだという方がかなり多いでしょう。しかし、20年前はどうでしたでしょうか？おそらく、ブラウン管テレビという方がほとんどだったと思います。2003年12月に地上デジタル放送が始まり、2011年7月に一部を除いて地上アナログ放送が終了、2015年12月にはケーブルテレビのデジアナ変換も終了しました。その間に、箱形で重かったブラウン管テレビから、薄型で軽い液晶テレビに買い替えが進んでいきました。といっても、初期の液晶テレビはブラウン管テレビに比べるとかなり高く、買い替えに躊躇した方も多かったと思います。

そんな中、液晶テレビの普及のきっかけとなったと言ってもいいのが、このアクオスLC-13C1でした。現在のテレビからすると、画面は13型と小さく、アスペクト比は4:3、その下には大きなスピーカーが目立っています。2001年に発売開始、メーカー希望小売価格は8万8000円でした。今なら40型くらいの大きな液晶テレビが買える値段ですね。

現在の液晶テレビでは、画面の周囲の縁が非常に狭くなり、スピーカーもどこにあるのかほとんどわからなくなっています。このため、メーカーなどによるデザインの違いがあまりなくなっていますが、このアクオスはスピーカーの部分の丸いデザインが独特でした。このアクオスをデザインしたのは、大阪出身のプロダクトデザイナー、喜多俊之氏。アクオスには、喜多氏のサインも入っているのです。

長谷川 能三(科学館 学芸員)



写真1. シャープ アクオス CL-13C1



写真2. 喜多俊之氏のサイン

手回し式計算機(キーボード型)

ちょっと暗算では難しい計算をするとき、電卓を使うか、もしくはスマートフォンや携帯電話に入っている計算機機能を使う方も多いでしょう。私の隣の席では、時折、そろばんをパチパチやっている学芸員もおりますが…。

そんな計算するための道具は、これまでさまざまなものが作られ、使われてきました。私は現役で使ったことはありませんが、タイガー計算器に代表される手回し式計算機を使っていたという方もいらっしゃるでしょうし、使ったことはなくても、「あれでしょ、ぐるぐる回して、チーンというやつでしょ」という方は多いかもしれません。

ただ、タイガー計算器を実際に使ってみると、かけ算や割り算をするのにはいいのですが、足し算や引き算をするのには向いていません。というのも、小さなレバーをひとつずつ動かして数字をセットするのが面倒で、いろいろな数を足し合わせるのにひとつひとつレバーを動かしてセットするのは非常に時間がかかることなのです。ところが、かけ算は、かけられる数をセットした後、かける数の回数分ハンドルを回すことで計算され、さらにハンドルを回す回数を減らす工夫もいろいろとあるので、計算しやすいのです。

これに対して、このキーボード型の手回し式計算機は、足し算や引き算も簡単にできる計算機なのです。非常にたくさんのキーがあってややこしそうですが、これは各桁に1~9の数字のキーがあるからです。例えば、右から2列目の5と、右端の列の3を押すと、「53」を表わします。そして右側手前のハンドルを向こう側から一周回すと、53が足されます。数字を入れてハンド



キーボード型手回し式計算機



昔のレジスター

ルを向こう側から回すと足し算、手前側から回すと引き算になります。

やがてこのタイプの計算機で、ハンドルを回すのにモーターを使う電動式の計算機が現われ、その計算機の下にお金を入れる引き出しが付いたレジスターが登場しました。私が子どもの頃には、近所の店でこのようなレジスターを使っていたのを憶えています。

長谷川 能三(科学館学芸員)

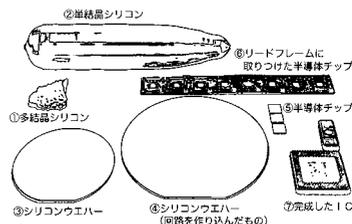
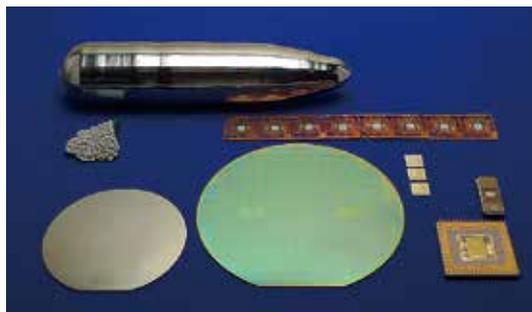
集積回路 製作工程

パソコンや携帯電話などだけでなく、現代の家電製品の多くには、IC（集積回路：Integrated Circuit）という黒いムカデのような電子部品が使われています。ICは、シリコン（珪素）などの半導体でできたチップの上に、非常にたくさんのトランジスタやコンデンサーなどを含む電子回路が作り込まれたものです。

写真はICの製作途中品などの資料です。ひとつの同じ製品の製作途中ではありませんが、こうしていろいろな製作段階のものが並ぶと、ICの製作工程を垣間見ることができます。

①は多結晶シリコンといって、99.999999999%といった非常に高純度に精製されたシリコンの結晶です。しかしまだ小さな結晶が集まった塊で、これを融かしてひとつの大きな結晶にしたものが②の単結晶シリコンです。ひとつの結晶ですので、端から端まで、シリコンの原子が規則正しく並んでいます。この単結晶シリコンは、人参より少し大きい程度ですが、現在では直径約30cm、長さ1mくらいの単結晶シリコンが作られています。単結晶シリコンを薄くスライスしたものが③シリコンウエハーで、厚さは1mmもありません。この表面に多数のトランジスタやコンデンサーなどを含む電子回路を作り込んだものが④で、これを⑤ひとつひとつのチップにカットし、⑥リードフレームという枠に取り付けます。半導体チップの部分を黒い樹脂などで覆い、リードフレームの周囲をカットすると、⑦黒いムカデのようなICが完成します。

なお、ひとつのICの中に作り込まれるトランジスタなどの素子の数が1万個くらいになるとLSI（大規模集積回路：Large Scale IC）、100万個くらいになると超LSIと呼んだりもします。



長谷川 能三(科学館学芸員)

タイガー計算器

機械式の計算機の中で、日本で一番知られているのはタイガー計算器でしょう。「ハンドルをぐるぐる回して、チーンっていうやつでしょ」とか「昔、家にあっただけど、引っ越ししてどうなったかなあ…」というような話はよくあるのですが、使い方まで知っている人はあまり多くないようです。



この計算機、かけ算や割り算は得意なのですが、数字を入れていくのが少し面倒なので、たし算や引き算にはあまり向いていません。また、「チーン」と鳴るのは数が0より小さくなったり大きくなったりするときで、割り算をするときによく鳴ります。

ただ、たし算や引き算よりもっと面倒なことをすれば、このタイガー計算器で開平計算(ルートの計算)もできるのです。例えば $\sqrt{5}$ の値について、

①5は、1や4より大きくて、9より小さいので、 $\sqrt{5}$ は2より大きくて3より小さい

②5は、 $2.1^2=4.41$ や $2.2^2=4.84$ より大きくて、 $2.3^2=5.29$ より小さいので、 $\sqrt{5}$ は2.2より大きくて2.3より小さい

ということはわかります。これをタイガー計算器で行なうために、①は、5から1を引いて3を引いて5を引いて…とします。1と3を引けば合計4を引いたことに、1と3と5を引けば合計9を引いたことになります。このように順番に奇数を引いていって「チーン」と鳴ったのは、5は9より小さいということなので、ハンドルを1回戻します。

②は、5から4(1と3)を引いた残りの1から、0.41を引いて0.43を引いて0.45を引いて…とします。これは、元の5から4.41か4.84か5.29を引いたことになります。こうしてまた「チーン」と鳴ったら(0より小さくなったら)1回戻します。

ここで、①の計算から②の計算に移るときに、チーンと鳴ってハンドルを1回戻すときに、5を1減らして4にして、さらに一桁ずらすことで、次の0.4…を引く準備ができます。同様に、②の計算の後も、0.45の1番下の桁を1戻して0.44にして、さらに一桁ずらすことで、次は0.0441、0.0443、0.0445…を引いていくのです。

こうして一桁ずつ計算を進めていくと、左下のハンドルを回した回数が表示される窓に「2.23606797…」という $\sqrt{5}$ の値が出てくるのです。

この $\sqrt{5}$ の計算の様子は、<https://youtu.be/-BsVALYS2fQ> (右の二次元コード)でご覧いただけます。

長谷川 能三(科学館学芸員)



岩絵の具とその原料

写真1は、日本画で使用される「岩絵の具」という絵の具です。絵の具といっても中に入っているのは粉状のもので、水に混ぜても溶けることはありません。というも、岩絵の具は鉱物などを粉末にしたものなのです。

例えば「丁子茶(ちよじちゃ)」は「虎目石」を粉末にしたもの、「松葉緑青」は「孔雀石」を粉末にしたもの、「岩群青」は「藍銅鉱」を粉末にしたものです。



写真1. さまざまな色の岩絵の具



「虎目石」と「丁子茶」



「孔雀石」と「松葉緑青」



「藍銅鉱」と「岩群青」

写真2. 岩絵の具とその原料

現在実施中のサイエンスショー「光の三原色RGBのヒミツをさぐれ！」では、光の三原色である赤色の光・緑色の光・青色の光を合わせてどんな色になるか等の実験を行なっています。また、インクで印刷する場合には色の三原色であるイエロー・マゼンタ・シアンという3色のインクを使ってさまざまな色の印刷をしています。しかし岩絵の具の場合には、紙の上に小さな石が並んでいるような状態ですので、光ともインクとも違う色の混ざり方となります。

これらの岩絵の具とその原料は、アトリウムで5月30日まで開催中の「蔵出しコレクション」でも展示しております。

長谷川 能三(科学館学芸員)