

理科教材研究 V

「割り箸コンパス, Sin Cos 計算尺, 三平方定理の工夫」

恵下 敏

Teaching Materials for Science Education

“ Waribashi Compass, Sin Cos Calculation Ruler, Pythagorean Theorem Device ”

Osamu EGE

要 旨

子供たちが理科や自然科学を好きになるには、いろいろな物を自分たちの手で作ることが効果的と言われている。ここでは身の周りの物を使った簡単でわかりやすい手作り教材を三例紹介し、それぞれに基本的な応用例について検討した。

割り箸・押しピン・クリップ等を使った簡単で実用的なコンパス, 及びその作り方と用法例について。三角関数の \sin \cos 等を分かりやすく理解するための計算尺に類似した教材, 及びその作り方と用法例について。三平方(ピタゴラス)の定理を理解するためのわかりやすい教材, 及びその作り方と用法例について。

1. はじめに

「理科離れ」という言葉が聞かれるようになって久しくなるが、多感な子供時代にどのような教材に出会うかがその後の進路に大きな影響を及ぼしているということもよく聞かれる。そういった意味で小中学生のころに楽しくて理解しやすい教材に出会うことはとても大切なことであると思われる。

これまでに理科教育と理科的な要素の多い環境教育に関して、いくつかの実践的な教材研究をしてきたが^[1-9], ここでは以下のように算数や数学の分野も含むような簡単でしかも実用的な教材を製作したのでその作り方と基本的な使い方について紹介する。

「割り箸コンパス」: 押しピン等日用品を使った簡単なコンパスの作り方とその用法例について紹介する。

「Sin Cos計算尺」: 三角関数の \sin \cos 等を分かりやすく理解するための計算尺に類似した教材の作り方とその用法例について紹介する。

「三平方定理の工夫」：三平方（ピタゴラス）の定理を理解するためのおもしろくて分かりやすい教材とその作り方と用法例について紹介する。それはまた結果的に数学における素朴な疑問に答えてくれるものでもあった。

2. 実験教材の作り方と使い方

(1) 「割り箸コンパス」

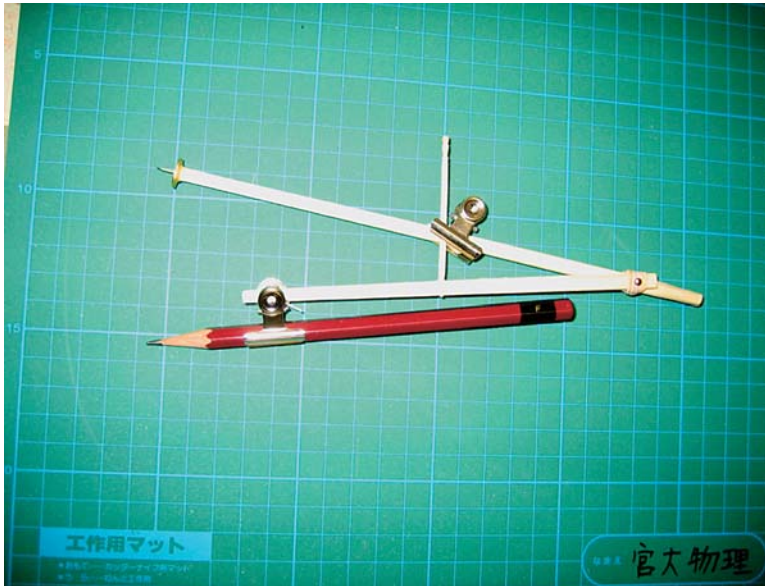


図 1

作り方：図 1（写真）にあるように、

まず割り箸をカッターで均等に切り分け、コンパスの足を 2 本作る。そのうちの 1 本を細い方の端から約 4 cm のところで切って短くし、鉛筆固定用のクリップをとり着ける足とする。

二つの足の太い方を重ねるが、そのとき短い方の足を 2 cm ほど下げた状態で重ね、重なったところの中央に錐で細い穴を開けてクギを通し、輪ゴムで半固定にする。これで 2 本の足はある程度自由に開閉できる。安全のためクギの先端はヤスリで丸くしておく。

短い足の先に鉛筆固定用のクリップを木綿糸で 10 回以上タスキ状に巻いて足に縛りつける。そうすると、一本の糸の力は小さくてもそれが足し算されて大きな力となり、クリップをしっかりと留めることができる。

短い方の足の中ほどに錐で小さな穴を開け、ツマヨウジを刺し込み長い方の足と交叉させてクリップでとめる。これでコンパスの角が自由に固定できる。

長い方の足の先端に接着剤で押しピンを着ける。接着剤は二液を混ぜ合わせる強力なものが望ましい。その際に接着剤の一部はツマヨウジの刺しこみ部分にも着けて補強する。

用法例：割り箸コンパスを使って円周率を、

割り箸コンパスを使って厚紙（不要になったダンボールの箱を厚紙として利用するとよい）に自由な円を描き、ハサミで円を切り出す。その円の中央にある押しピンの穴にもう一度割り箸コンパスの押しピンを刺して、平机の上に置かれた物差し（1メートル竹製定規）の横で物差しに添って滑らないように一回転させ、進んだ距離つまり円周の長さを求めて、それを円の直径で割り算する。これによって円周率が出せる。うまく測定すると有効数字の3桁目が±1程度ふらつくものの、3.14に近い値が得られる。

一様な厚紙（一様性が重要）に、割り箸コンパスで自由な円を描き、それを切り出す。そのときのコンパスの幅を一辺とする正方形も同じ紙から切り出して、それらの重さを比べると、円の重さが正方形の重さの約3.14倍となることがわかる。

(2) 「Sin Cos 計算尺」

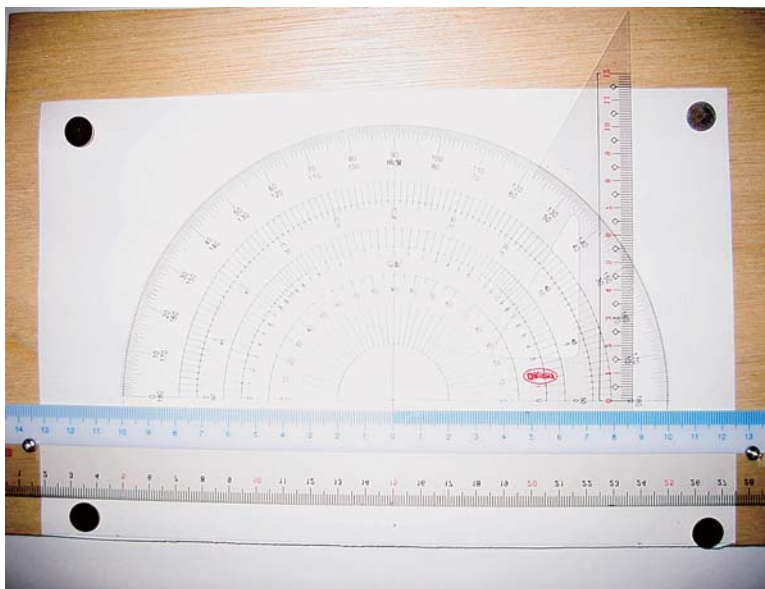


図 2

作り方：図 2（写真）にあるように、

ベニヤ板などから30 cm × 20 cm程度の板を切り出す。

直径が20 cmの半円分度器が必要であるが、それは例えば直径15cmの市販の分度器を1.33倍拡張コピーし、その上に中心から半径10 cmの半円を（割り箸コンパスで）描いて作ることができる（これを「分度紙」とする）。

板にその紙を貼る前に、板の下から約1.5 cmのところから30 cmの市販定規の両端をネジ留めして固定する。30 cm定規は中央が0で、左右に15 cmずつ目盛があるものが望ましい。その30 cm定規の目盛の上を10 cm以上の目盛をもつ三角定規が密着して左右に滑らかにスライドできるようにする。

その後で分度紙の0度から180度の直線上を三角定規の縦目盛の0の線が誤差なくスライドするように、分度紙を押しピンなどで貼りつける。

用法例：

もっとも基本的な用例としては、例えば0°から180°までのsin cosの値を求めていくことができる。たとえばsin 30°を求めるには分度紙の半径10 cmの円周上で30°の位置に三角定規の縦線を合わせて目盛を読むと、例えば4.99 cmとなっていて、半径10 cmを1としたときに0.499というsin 30°に対する測定値を得ることができる。cos 30°についてはその時の30 cm尺の目盛で三角定規の縦線が（中心から）8.67 cmとなっていたので、同様にcos 30°として0.867という測定値を得ることができる。

0°から90°まで10°おきにこの教材で測定した値を表にすると、表1のようになった。測定値についての信頼性をみるために補助的に $\sin^2 A + \cos^2 A$ （Aはそれぞれの角）の値も計算して示している。結果は大体1%以下の誤差に収まっているように思われる。

表 1

角度A	sin A	cos A	$\sin^2 A + \cos^2 A$
0°	0.000	1.000	1.000
10°	0.171	0.984	0.997
20°	0.341	0.940	1.000
30°	0.499	0.867	1.001
40°	0.643	0.768	1.003
50°	0.765	0.644	1.000
60°	0.867	0.501	1.003
70°	0.942	0.343	1.005
80°	0.988	0.175	1.007
90°	1.001	0.000	1.002

この表は、 $\sin^2 A + \cos^2 A$ の値がそれぞれ1に近いことを示している。このことはまた、次に説明する「三平方（ピタゴラス）定理の工夫」を補強するものでもある。

(3) 「三平方 (ピタゴラス) 定理の工夫」

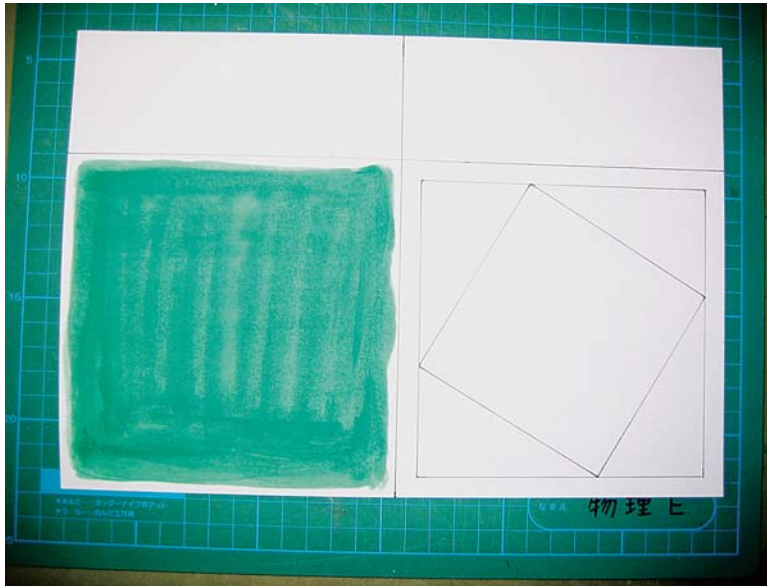


図 3

作り方：

例えば図 3 (写真) に図解してあるように、厚紙からカッターナイフなどで同じ大きさの二つの正方形を切り出す。一つの正方形には何か色塗りをし (ここでは緑色を塗っている)ので「緑の正方形」とする)、もう一つからは「枠」と「枠中の正方形」を切り出し、さらに「枠中の正方形」は4つの「同形直角三角形」と「それらの斜面が作る正方形 (こちらは使わない)」に切り分ける。切り分けるとき直角三角形の3辺 (ここでは斜辺を a 、直角な二辺を b, c とする) は基本的には自由であるが、図 3 右下のように $b+c$ が「枠中の正方形」の1辺となっていることが必要である。

図 4 (写真) にあるように、「緑の正方形」の上に「枠」をちょうど重なるように貼りつけて、その中に4つの「同形直角三角形」を入れるとできあがり。その入れ方によって、図 4 のように、色塗りされた面積 (緑色の部分) が a^2 になったり、図 5 (写真) のように $b^2 + c^2$ となったりする。このように形は変わっても緑色の面積は同じである。

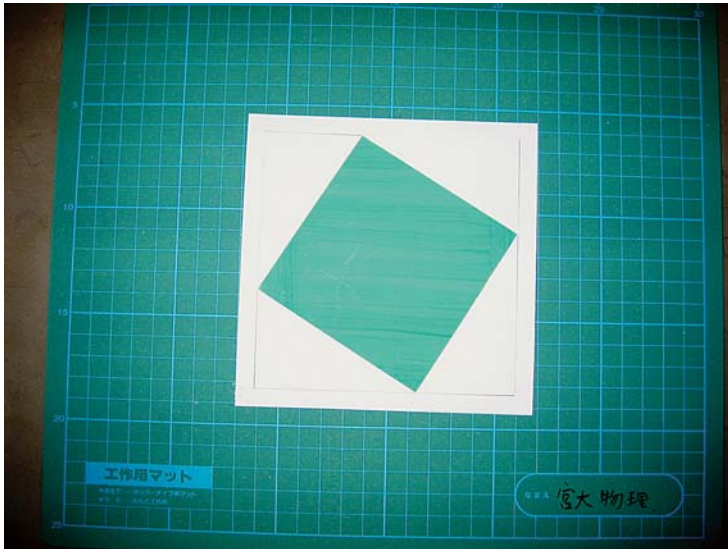


図 4

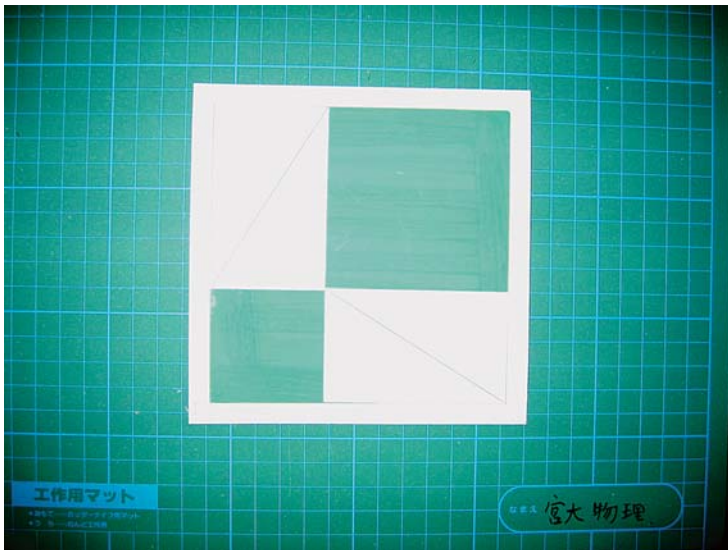


図 5

用法例：この用具を使って，図 4 より $a^2 + 4\left(\frac{1}{2}bc\right) = (b+c)^2$ であることが言える。また図 5 より $(b+c)^2 = b^2 + 4\left(\frac{1}{2}bc\right) + c^2$ であることが言える。これら二つを合わせると $a^2 + 4\left(\frac{1}{2}bc\right) = b^2 + 4\left(\frac{1}{2}bc\right) + c^2$ となり， $a^2 = b^2 + c^2$ となって，「三平方（ピタゴラス）の定理」が言えることになる。また図 5 から $(b+c)^2 = b^2 + 4\left(\frac{1}{2}bc\right) + c^2$ であったことから， $(b+c)^2 = b^2 + 2bc + c^2$ という結合・分配といった線形法則についても，なぜそうなるかという素朴な疑問に答えてくれている。

3. まとめ

子供たちが理科や自然科学を好きになるには、自然を観察することと同時に、いろいろな物を手作りすることもまた非常に効果的であると考えられる。

手作りするものの良い点は、素材やメカニズムを通じて理解が深まり、技能アップにもつながるとともに、できた物に愛着が湧いて、自然に理科（自然科学）に親しみを持つことが考えられる。それと同時に危険な面もあることを考慮しておく必要がある。例えばこれらの教材を子供たちに実際に作らせるときに、カッターなど危険な道具を使用するときは刃の向かう先に指を置かないなど、十分な注意を促す必要がある。さらに困難なところや危険が予想されるところでは教師のほうでフォローすることも大切である。

円周とラジアンの関係は「円の半径に等しい長さの弧に対する中心角を1radとする」となっているので、このことを理解するためには、分度器のコピーをとるときに、rad角の目盛を作って分度器に貼るということも考えられる。もちろん市販の分度器の中に度とradが併記してあるものがあれば、そういったものを使うことも考えられる。

いずれにしても、ここに紹介したものについてはさらに工夫してより良い教材に発展させていくことが望まれる。

参考文献

- [1] 「気柱を伝わる音速の温度変化」 物理教育 第41巻(1) 1993年
- [2] 「日用品を利用した天秤の組み立てと応用」 物理教育 第44巻(1) 1996年
- [3] 宮崎県の河川「大淀川」の環境調査と教材化 宮崎大学教育文化学部紀要 自然 第1号 1999年9月
- [4] 生活環境教材研究 「ミニチュア風洞の作製とシミュレーション実験」 宮崎大学教育文化学部紀要 自然 第4号 2001年3月
- [5] 生活環境教材研究 「川の流れを測る簡便な方法」 宮崎大学教育文化学部紀要 自然 第6号 2002年3月
- [6] 理科教材研究 「斜面を転がる円柱の実験」 宮崎大学教育文化学部紀要 自然 第7号 2002年9月
- [7] 理科教材研究 「円の面積と球の体積を子供たちにわかりやすく教える方法」 宮崎大学教育文化学部紀要 自然 第10号 2004年3月
- [8] 生活環境教材研究 「熱の仕事当量と熱効率実験の簡易化」 宮崎大学教育文化学部紀要 自然 第12号 2005年3月
- [9] 生活環境教材研究 「簡易風速計と簡易流速計の試作」 宮崎大学教育文化学部紀要 自然 第14号 2006年3月

(2007年4月28日受理)