

物の高さを測ってみよう！（三角比より）

川口工業高等学校定時制 太田 敏之

1. はじめに

高校に入って初めて出てくる、 \sin 、 \cos 、 \tan の記号。教科書やプリントなどで、「これらは物の長さや角度を測るのに、こんなふうに使われているんだよ。」といくら説明しても、見たことのない記号に圧倒され、結局机上の数学に終わってしまいがちである。その中で、「三角比は、実際にこんなふうに使われている」と実感させるには、自分で実際に物の長さを測ってみさせる事がよいのではないだろうか。

本校の生徒の実状から、原理も測定方法も事前に生徒に与えている。またオリジナルな事として、生徒に正確性よりも手軽さを印象づけるため、距離を測るのに、機動性のある歩測という手段を選んだ工夫に注目していただければ幸いである。

2. 目的

生徒自身が、実際に正接（タンジェント）を使って物の高さを測り、求めることによって、測量における正接（タンジェント）の役割を知ってもらうとともに、正接（タンジェント）を使った計算ができるようにする。

3. 実験経過

(1) 対象クラス 川口工業高等学校定時制課程1学年
機械科 13名 電気科 6名（レポート提出者数）

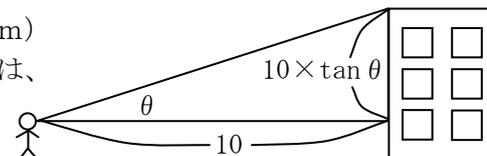
(2) 授業の流れ

- 1 三角比・ \tan についての説明
- 2 三角比・ \tan を使って、長さ、角度を求める
- 3 実験の原理、実験方法の説明
- 4 実験（測定）
- 5 実験（考察）
- 6 三角比・ \sin 、 \cos についての説明
- 7 三角比・ \sin 、 \cos を使って、長さ、角度を求める

4. 原理

高さを測る物の真下から1（m）はなれた地点から、物のてっぺんを見上げた角度を θ とすると、その物の高さは $\tan \theta$ （m）である。

今回の実験では、はなれる距離が1（m）では短いので、10（m）にする。高さは、 $10 \times \tan \theta$ （m）となる。



5. 実験方法

～実験場所は、ナイター照明の元、グラウンドとした。

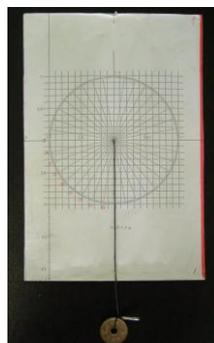
- (1) 10（m）を測るのに、歩測を使う。あらかじめ10（m）に測った白線をひいておいて、生徒各自が10（m）を何歩で歩けるかを測らせる。

(2) 高さを測りたいものを見つけさせ、その真下から鉛で測った歩数歩かせて、10 (m) はなれた地点に立たせる。

(これは、正確性には欠くが、好きなものを簡単に測れる機動性にすぐれている方法である。正確性を期すなら、10 (m) の長さに切ったひもを用意する方法もある。)

(3) あらかじめ生徒の人数分作成した角度測定器を使って、てっぺんを見上げた角度 θ を測らせる。

(今回は生徒数が少ないので、教師が準備したが、生徒に作らせるのが普通だろう。)



<角度測定器の使い方>

- ① 赤い線を上にし、矢印を目標の方向に向ける。
- ② 目線を合わせ、目標を見る。
- ③ 糸にゆれが静止したら押さえ、目盛りを読み取って角度を測る。

(①~③を何回か繰り返し、平均をとって、それを角度 θ とするとよい。)

(4) $10 \times \tan \theta$ (m) を計算させ、物の高さを求めさせる。 $\tan \theta$ のは、教科書の最後などについている三角比表で読み取らせる。

(5) (4) の値は、目線の高さからてっぺんまでの長さなので、実際の物の高さは、(4) の値+目線の高さである。

目線の高さは、自分の身長-10cm前後で、きりのいい数値で設定させておく。

(6) 1時間の授業で、最低4つの物の高さは測らせることにした。

6. 教師の予備実験 (実験の正確性)

	実際の高さ (m)	測定 (m)	誤差
照明	17.6	$10 \times \tan 56^\circ + 1.6 = 16.4$	-6.8%
部室棟	6.5	$10 \times \tan 27^\circ + 1.6 = 6.7$	3.1%
校舎	15.2	$10 \times \tan 52^\circ + 1.6 = 14.4$	-5.2%

7. 生徒の考察、感想

① 実験の誤差について

- 角度を測る装置のひもを押さえる時に、いくらか角度にずれが生じるせいで、実際の高さと誤差がでてしまう。(AK)
- 計算してみたなかなかうまくいった。少しずれていたのは、歩測と角度が正確でないと、正確にでないからである。(SK)
- 自分で測った答えと先生がだした答えがけっこうちかかったのでやったね！けっこう、俺ってセンスある・・・かも。(KB)
- 先生のと、おれのは、多少誤差はあった。まあいいかと思った。(AM)
- 自分が測った数字と先生がはかった数字が約1~2mぐらいはなれていた。この違いはいったい何ぞや？(SY)

- 最初はわけがわからなくてくるったとおもう。2つめはちかくなった。3つめはかなりちかかった。サッカーゴールはちょっと難しかった。(高さが低いので) (KW)
- 1つめはピッタリ4つめはちょっとのズレそのほかはかなりのズレ。2つめ(照明)と3つめ(部室)は多分測りにくいものなのでズレたのだと思います。(ED)
- 結果は悪いけど、必ずしも合っているとは人それぞれなのでありえない。始め(歩測)が少しでも違ければ、大きな誤差が生まれるのは言うまでもない。身長や目線の高さは測ったわけではないため、大きな誤差が生まれた。(YM)
- 実験ででた数字と実際の長さをくらべてみたら、1~2mぐらいの違いがあった。なかなか近い数字だと思う。多少の誤差は、多分角度測定器の使い方があまりうまくなく、角度を測る段階でずれたのだと思う。(IS)
- 実際の長さ比べてみて、ちょっとはなれているような気がする。(OG)
- 半分くらいは少しちかかったけど、校舎のが5mもちがったので残念だった。(KJ)
- 近いものは近い。あってないものはぜんぜんちがう。みかたがずれていたのかもしれない。(TR)

② 感想

- 楽しい勉強だった。いい勉強になった!! タンジェントは難しい。(NS)
- 距離と角度で高さが測れることをしらなかった。この実験で高さを測れることをしてよかったと思う。(SK)
- 最後一言。めんどくさい。(KB)
- すんげーめんどくさかった。つまらなかったけど、とりあえず、少しずつだけわかったような気がする。(AM)
- こういうやり方で物の高さが測れるという事を知って、正直おどろいています。またこの実験をしてみたいと思います。(SH)
- 数学がつまんねえ。(YS)
- またきかいがあれば、やりたいと思います。(SY)
- もうやりたくね。(HR)
- おもしろいところは、五円玉とかみだけで測れることがすごい。でもつまんなかった。(KW)
- たまには外での授業もいいと思った。かんたんにももの高さははかれるのでおどろいた。とてもたのしかった。(ED)
- 定時制の授業で初めての野外授業だった。なかなか新鮮なかんじがしてよかったと思う。これからもこういう野外授業をふやしてくれたら楽しい授業になると思います。むかしから測量に使われていたときいて、こんなに実際に近い数字が出るなんてすごいことだと思いました。(IS)
- 実験をやってみて、自分ではかってみて多少ちがうけど、すこし正確にはかれるので、便利だとおもった。なかなかおもしろい実験だった。(OG)
- すごくむずかしかった。よくわかんなかった。(TN)
- あの紙で高さははかれるというのがすごかった。実験はまあまあおもしろかった。(KJ)
- こんなことではかれるなんてすごい。(TR)

8. 考察

生徒の反応にはいろいろあったが、だいたいの生徒は簡単に高さが測れる驚きと感心、そして野外授業のおもしろさ、気分転換を感じているようで、実験を授業に取り入れてよかったと思う。

実験をやったおかげで、その後の授業での演習においても、正接（タンジェント）を使った計算はすらすらとでき頭に入っているようで、また正接（タンジェント）が実際どのように役にたっているかも実感できたようだ。

昨年の1年の三角比の授業では、教科書、プリントだけで授業を展開していたが、生徒たちは、はじめて見る記号にとまどうばかりで、なかなか三角比になじめない様子だった。プリントで、高さを測るのに正接（タンジェント）が使われている、と説明しても、こんな記号が何の役にたっているのだろうという疑問は消えないようだった。

それに対して、この実験をやった今年の1年生は、正接（タンジェント）がどのように役にたっているかが実感できたようで、その後の授業でも、正弦（サイン）、余弦（コサイン）についても、正弦（サイン）は山の斜面の長さがわかっているときの標高差、リフトやロープウェイなどの長さがわかっているときの2駅の標高差が求めることができ、余弦（コサイン）はリフトやロープウェイなどを地図にのせる時の地図上の長さが求めることができるといった話にもつなげることができた。

今後検討事項として、さきほど述べた正弦（サイン）・余弦（コサイン）についても、学校の階段を使ったり、どこかの斜面を使ったりして、なんらかの形で実験を取り入れられればよいと思う。また正弦定理、余弦定理等の諸定理についても、実際直接測ることのできない長さを計算で求めるのに必要であることを実感させるために、実験を通じた授業を考えていきたいと思っている。

9. 参考文献

- ・ 何森 仁 ほか（1987） 『生き生き数学』（P34～35） 三省堂
- ・ 原 恵理（1995） 『「測る」（三角比）の授業より』 国士社
（数学教室 1995・4 No.521 編集 数学教育協議会）