



第3回 科学の甲子園ジュニア 全国大会

実技競技② 「ものの量を測る」

⌘ 解答例と解説 ⌘

【問1】

(1)

A	B	C
3.0m	3.0m	3.0m

会場内に用意された木の高さは上の表の通りである。

(2) 以下の観点で解答を評価する。

- ・ 器械高から木の頂点までの高さを、三角形を用いて測定していること。
- ・ 三角形の高さを、三角形の比、または作図によって求めていること。そのことがわかる式の記述や、作図結果が示されていること。

【問2】

(1)

D	E	F	G
3.2m	3.2m	4.0m	4.0m

会場内に用意された木の高さは上の表の通りである。

(2) 以下の観点で解答を評価する。

- ・ 2地点からの仰角を測定していること。
- ・ 2地点からの仰角から、正しい方法（切りのよい角度の辺の比や作図的手法）で器械高から木の頂点までの高さを求めていること。そのことがわかる式の記述や、作図結果が示されていること。

【問3】

(1) 会場に用意された翼竜の横幅（翼開長）はHが 4.5 m, Iが 4.5 mである。
同様に長さはHが 1.8 m, Iが 1.8 mである。

(2) 以下の観点で解答を評価する。

- ・ 2つの測定点でのそれぞれの仰角を同一地点から測定している, または2つの測定点での仰角が同じになる地点を2つの測定点を結ぶ直線上に見いだしていること。
- ・ 目的の大きさを求めるための図が示されていること。

その他の配点対象

- ・ 他チームへの妨害行為などが見られた場合は減点とする。
- ・ 各問の(1)について, 距離単位がない, または明らかな距離単位まちがいの場合は, 減点とする。
- ・ 各問の(1)について, 小数点以下1桁まで表記されていない場合は減点とする。

※それぞれの(1)の値については, 実測値を口頭にて通知する。

※各問の高さ, 長さは $\pm 0.1\text{m}$ の範囲であれば正解とする。

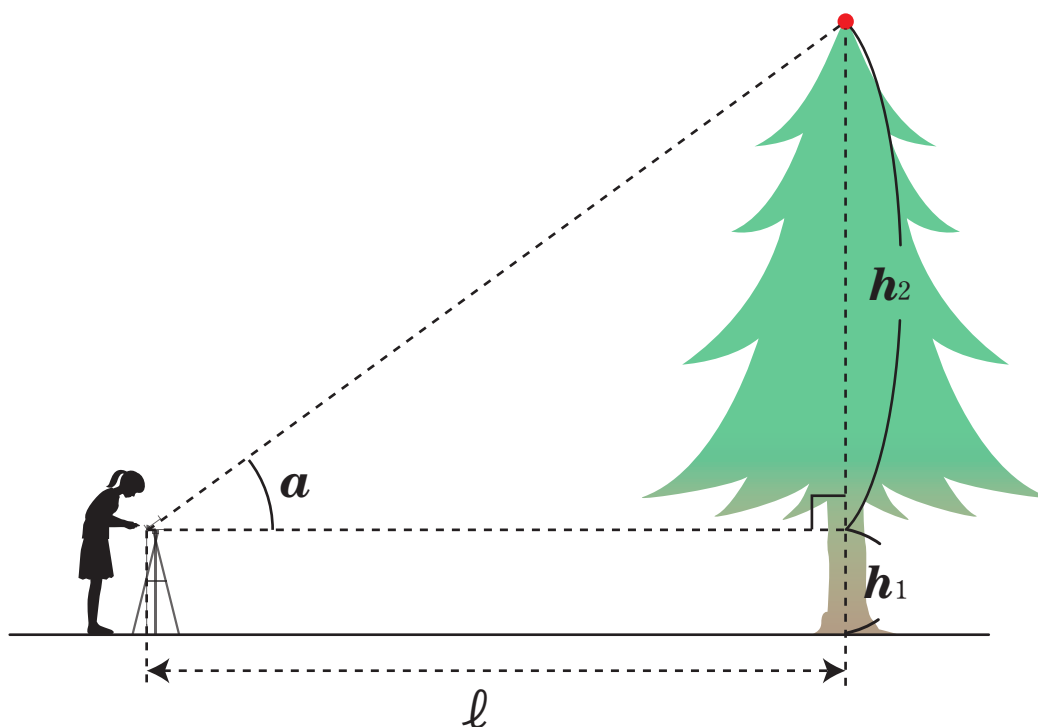
ものの量を測る 解説**【問1】**

問1では測定対象の1m手前の位置まで近寄れる。その地点から歩測で木の頂点までの仰角を測る場所までの距離を測定し、木の根元までの距離 l を求める。仰角 a と距離 l を用いて器械高 h_1 からの木の高さ h_2 を求める。 h_2 を求めるには、仰角 a が 30° 、 45° 、 60° のような切りのよい角度になる場所を探し、三角形の辺の比がよく知られている値になることから求める方法や、方眼用紙を用いて、適当な縮尺で距離 l と仰角 a を作図し、図上の h_2 の値から実際の高さを導く方法が考えられる。 h_2 に器械高 h_1 を足せば、目的の値となる。

器械高： h_1 歩測長： l 仰角： a

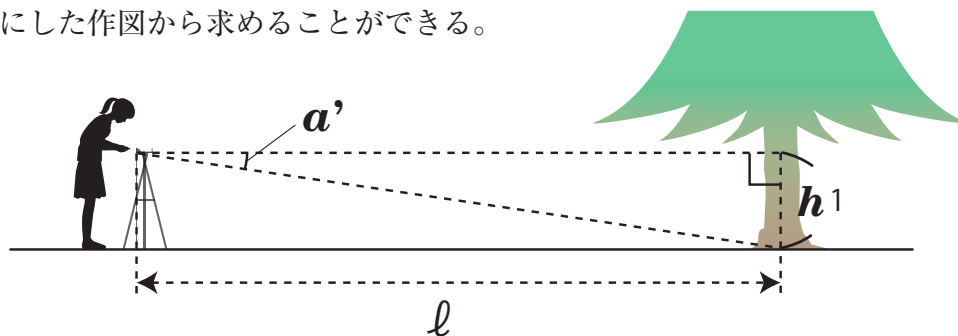
歩測長 l と仰角 a をもとにした作図から、高さ h_2 を求める。

木の高さ = $h_1 + h_2$



[コラム]

距離 l が歩測できないとき、俯角 a' を測ることができれば器械高 h_1 と俯角 a' をもとにした作図から求めることができる。



【問2】

問2では、測定対象の木の根元まで近寄ることができない。そのため、木の根元からの歩測が不可能である。また、木の根元も見えないので、俯角によって距離を求めることもできない。そこで、2地点から木の頂点への仰角 b, c をそれぞれ測定し、器械高から木の頂点までの高さ h_2 を縦の辺として、木の頂点と底辺がなす角が仰角 b, c の2つの三角形を作図する。すると、仰角 b, c を測定した2地点の距離 l_1 は歩測などで測定可能であるので、作図した距離 l_1 に対する h_2 の大きさから、実際の高さ h_2 を求めることができる。問1と同様、仰角 b, c を切りのよい角度にすることで三角形の辺の比を用いて h_2 を求めることも可能である。

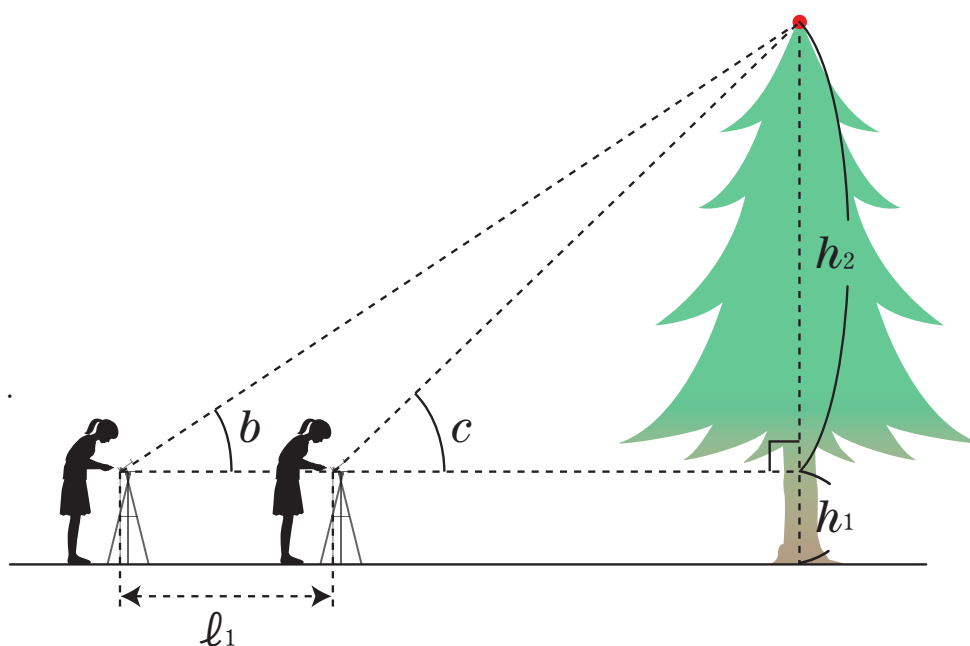
h_2 に器械高 h_1 を足せば、目的の値となる。

器械高： h_1 歩測長： l_1 仰角： b, c

歩測長 l_1 と仰角 b, c をもとにした作図から、高さ h_2 を求める。

木の高さ = $h_1 + h_2$

※2つの測点と木は一直線上にあること。



【問3】

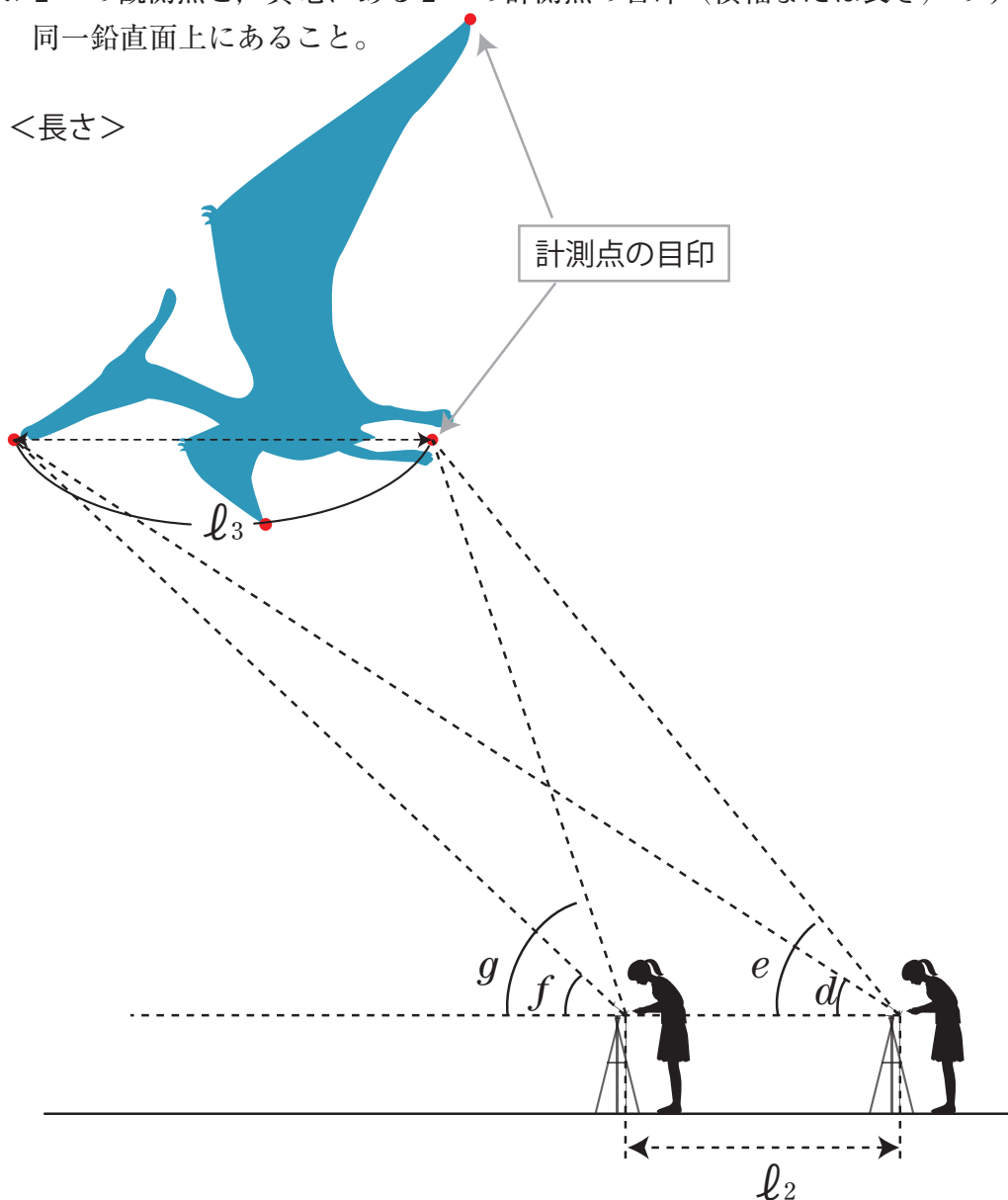
問3では、翼竜の下まで近寄ることができない。また、翼竜の真下の位置も不明であるため、歩測により距離を測定することもできない。そこで問2と同様に、ある2地点（観測点）からの仰角を測り、2地点の距離を歩測などで測定することで、翼竜の横幅（または長さ）を求める。

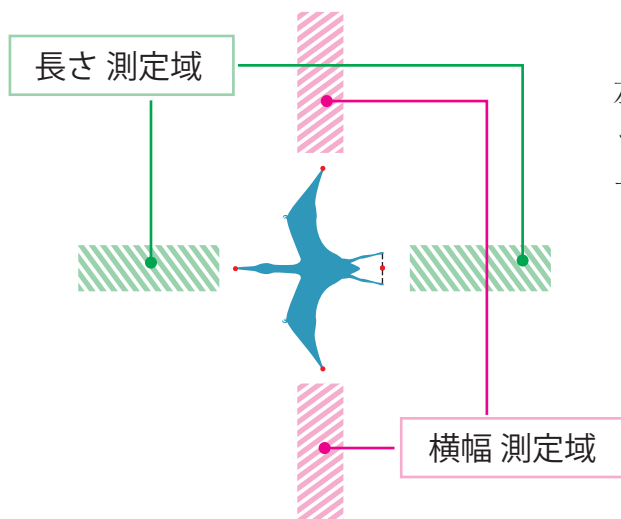
翼竜の前後、両翼に設置された4つの計測点の高さはどれも同じである。目的の2つの計測点を結ぶ直線上のある地点から、それぞれの計測点の仰角 d, e を測る。さらに、2つの計測点と先ほどの観測点と同一鉛直面上のある地点から、それぞれの計測点の仰角 f, g を測る。2つの観測点の距離 l_2 を歩測などで測定し、2つの計測点に対する2つの観測点からのそれぞれの仰角となる線を作図すれば、目的の大きさ l_3 が求まる。

歩測長： l_2 仰角： d, e, f, g

歩測長 l_2 と仰角 d, e, f, g をもとにした作図から、翼竜の横幅（または長さ） l_3 を求める。

※ 2つの観測点と、翼竜にある2つの計測点の目印（横幅または長さ）のすべてが同一鉛直面上にあること。

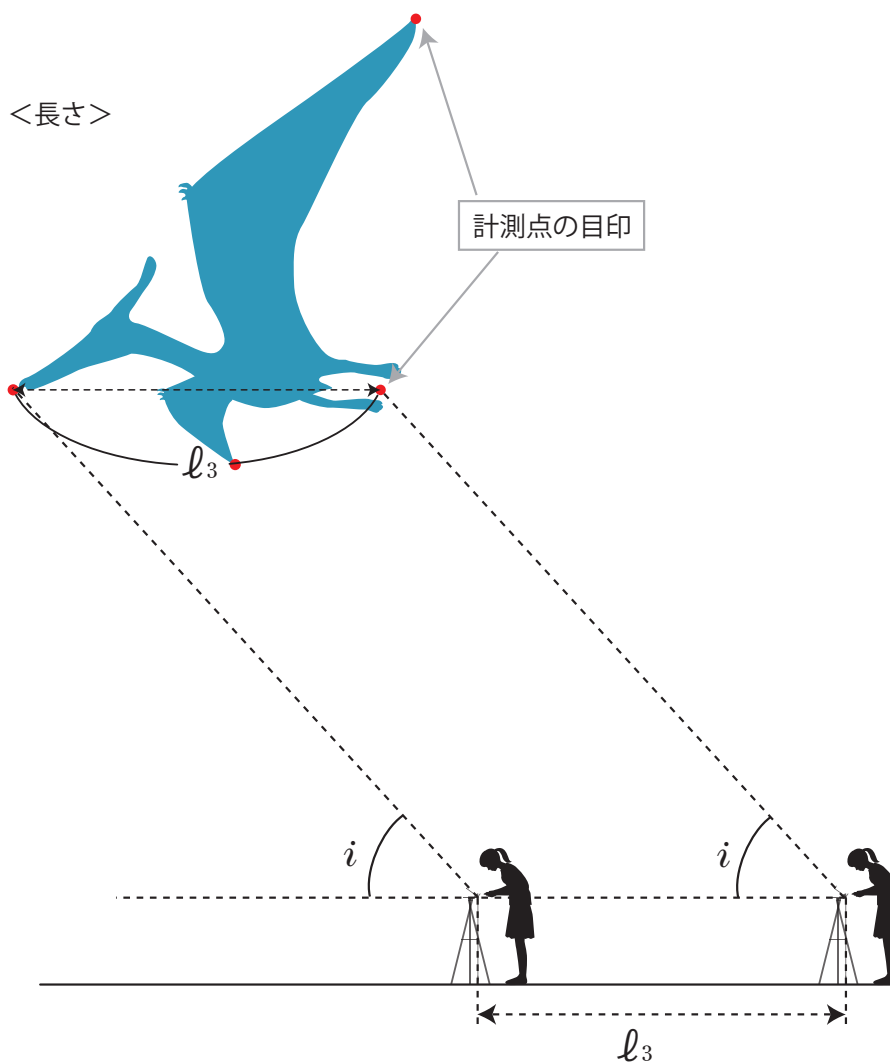




左の図のように，測定点は，測定器具などをうまく使い，求める横幅（または長さ）と同一方向（斜線部分）にとる必要がある。

〔別解〕

目的の2つの計測点を結ぶ直線上のある地点から計測点の仰角 i を測定する。この直線上を移動して，もう1つの計測点の仰角が i となるような場所を探す。この2地点の距離が目的の大きさ l_3 であるので，歩測などで求まる。この方法では，翼竜の高さを求める必要がない。



登ったり、手に触れたりすることのできない場所の高さや大きさを、少しの工夫で測ることができる。歩幅も、工夫をすればかなり正確な測定装置となる。少しの工夫でわからなかったものがわかるようになる。これは科学の醍醐味といえるだろう。

今から約 1750 年前、右の図のような方法で中国の数学者が到達できない島の高さを求めたと考えられている。このたび体験した問 2 と同じ原理である。

また、この三角を地表にしきつめることで、地図を作ることができる。

場所がわかっている、ある地点から、未知の A 地点と B 地点の角度を正確に測定する。そして A 地点から見た B 地点の角度を測定すれば三角形の形が決定するので A 地点と B 地点の位置を正確に示すことができる。このようにしてできた三角形の一辺から未知の別の地点の角度を測り、新たな三角形をつくる。このような三角形の網をはりめぐらせれば正確な地図を作ることができる。このような技術と天体観測による星の高度変化から、地球の大きさもいまから 300 年以上も前はかなり正確に求められていた。

日本政府は明治維新後、国土を正確に把握するため、三角測量の基準点（三角点）を全国に設置した。三角点は見晴らしのよい場所に設置されるため、山頂などに多く見られる。現在では日本国内の三角点は約 11 万点もあり、位置の把握だけでなく、国土の変形を知るためにも役立っている。

測って、記録する。その蓄積がこの国土や地球を知る基礎となっている。さらに、地球が太陽の周りをまわる公転を利用した三角測量によって、比較的近い恒星までの距離を知ることができる。宇宙の地図も、この実技競技で体験したような方法で作られているのである。

