

## 地域の子どもたちに豊かな科学的体験を！

### — 角度から高さを求める実験を例に —

八木一正・畠山真也・久坂哲也

(2002年3月20日受理)

Ichimasa YAGI, Shin-ya HATAKEYAMA, Tetsuya HISASAKA

A Rich Scientific Experience for the Children of the Area :Experiment to find Height from Angle

キーワード；地域貢献活動，体験学習，生きる力，総合的な学習，角度測定器，三角比

### 1. はじめに

本研究は、大学の地域貢献活動に関するものである。特に、研究室単位で地域の子どもたちを集めた遊園地での一日青空体験学習を開催し、このイベントで行った実験の1つとして角度から高さを求める実験を行った。本論はそれについて研究したものである。特に、体験学習を通じた「生きる力」の育成、総合的な学習の時間の在り方に着目して考察した。以下、研究の背景について述べる。

今春から新学習指導要領が施行される。そこでは、「ゆとり」のなかで自ら学び自ら考える力など「生きる力」の育成を基本として、具体的に総合的な学習の時間も始まる<sup>1)</sup>。したがって、その見通し等も模索せねばならない。

特に理科の分野で「生きる力」を育成するためには、体験学習が大きな意味を持つ。そこで科学的な体験学習を通して地域の子どもたちに生きる力を育成させる試みとして、遊園地で一日青空科学体験教室である「物理の日」を開催した。普段は遊ぶ場所となっている遊園地を使って学習することで、子どもたちに強い意欲や関心が生まれるのではないかと考えたからである。

そこでは子どもたちに観覧車の回転速度<sup>2)</sup>を求めるテーマを与えた。しかし観覧車の直径（あるいは半径）は不明ということで、三角比を使って観覧車の高さを求め、そこから回転速度を割り出す方法を取らせた<sup>3)</sup>。そのために簡単な角度測定器を製作しその活用法を工夫し、子どもたちに実践させた。

長さを測るということは日常でもよくあるが、高さを測るということはほとんどない。測り方も知らない人が多い。そして、子どもたちの中にもどのようにすれば高さが測れるのか疑問に思っている子どもがいる(資料1<sup>4)</sup>)。確かに、三角形の高さを求めたり、三角比を用いて高さを求めたりする方法は学校で学習<sup>5-8)</sup>するはずだが、実際に野外で測定する機会はめったにない。そこで今回、簡単な角度測定器を作り、子どもたちに遊園地内で1番高い乗り物であった観覧車の高さを測定する体験をしてもらった。人間の視空間は高さや水平距離ではかなりの違いがあり、特に高さに関して歪んで大きく

---

\* 岩手大学教育学部

【表1】学校種の内訳

	人 数	割合 (%)
小 学 生	12	70.6
中 学 生	5	29.4
高 校 生	0	0.0
計	17	100.0

【表2】体験なしの子どもの理解度

	肯 定	やや肯定	否 定	計
体験あるか？	4	0	13	17
体験なしで理解？	10	3	0	13

**●おしえて**

山の正確な高さを測るには、直角三角形を思い出し、測る。

すでに高さが分かっている地点から、山頂までの角度をはかります。角度を測るには、「経緯儀」という特別な道具を使います。測っている地点から山頂までのきよりも計算します。これには、「光波測距儀」という道具を使います。測っている地点と山頂の間を、光が往復する時間からきよりを計算するのです。こゝして分かった数字から、特別な数式を使って、山の高さは計算されているのです。

直角三角形の性質を応用

山の高さを測るって分かるのですか  
(神奈川県小田原市 榎本 尚登君 小5)

【資料1】新聞記事

見えてしまう。この点からも高さを求める実験をする意義がある。また、小学生や中学生が主な参加者であったことから、三角比を未学習の場合も多い。果たしてどこまで理解でき、何を感じ取ったかが心配でもあった。それらの点もこの大学の地域貢献活動の中で調べていく。

## 2. 角度測定器の製作とその活用法

イベントで用いた角度測定器を図1に示す。この測定器は教科書等<sup>9)</sup>に紹介されている簡易高度計と同じ原理のものである。また、このような取り組みを広げていくためには、実験器具は簡単に作れて安価である必要がある。従って、今回用いた測定器は、木材と分度器、そして三脚など身近にあるものを材料としている。分度器には角度がわかりやすいようにラベルを貼り、目盛り付けをした。最初の角度調整は、水平な状態で $0^\circ$ になるようにした。また、筒の前後には細いひもを十字に取り付け、それと目標物と一直線上に並べることで照準を合わせられるようにした。更にデザインも子どもが喜ぶようにカラフルな配色や材料に工夫を施した。詳しい材料と作り方は以下に示す。

### <材料>

- 木材……分度器やひも、筒を固定するために用いる。木材の切り方は、測定器の概観に大きく影響する。
- 分度器……角度を測定するために木材に貼り付ける。
- ラップの芯……目標物と照準を合わせるために覗く筒となる。
- ラベル……目盛り付けをして子どもたちが測定しやすいようにする。目盛り付けについては、後で記す。
- ゴルフボール……おもりとして使った。正確な角度を測るためにはひもをしっかり張る必要がある。そのためにはある程度の重さが必要となる。
- ひも……角度を示すためのものと、照準をあわせるものの2種類がある。照準をあわせるものは筒の前後に中心で交わるように十字にひもを貼り付ける。
- ねじ……三種類ある。木材と分度器・角度を示すひも・三脚をとめるためのもの、ゴルフボールとひもをとめるためのものがある。
- 三脚……土台とする。立てておけるものなら何でも良いのだが、カメラの三脚を使うと高さの調節がある程度できるので使いやすい。

### <作り方>

- ① まず、分度器の大きさに合わせて木材のデザインを決め、切る。
- ② 次に、ラップの芯の前後にちょうど中心で交わるようにひもを貼り付ける。
- ③ 分度器にラベルを貼り付け、目盛りをつける。
- ④ ゴルフボールに小さいネジつきのフックをとりつけ、それにひもをつける。
- ⑤ 分度器と木材を貼り付けて、分度器の $0^\circ$ 、 $180^\circ$ ラインと $90^\circ$ ラインの交点にネジのサイズに合わせて穴をあける。
- ⑥ ⑤であけた穴にワッシャー、ネジ、蝶ナットを取り付け、さらにひもと木材（分度器）と三脚を固定する。（この工程は三脚の形状に合わせてなくてはならない）
- ⑦ ②で作った筒を取り付ける。

※木材にペンキ等を塗る場合は①の前後にするのが良い。

図2を使って角度測定の原理を簡単に説明する。

高さを求めたい物と測定器との角度を $\theta$ とする。角度測定器を目標物に合わせたとき、測定器のおもりをつけたひもと、分度器の $90^\circ$ の線との間にできる角度を $\theta'$ とする。このとき $\theta = \theta'$ となる。 $\theta' = 90^\circ - A$ なので、高さを求めたい物と測定器との角度は、

$$\text{求めたい角度 } \theta = 90^\circ - A$$

という式で求められる。

しかし、今回のイベントには小学校の低学年の子どもも参加しており、このような原理を理解することが難しいだろうと考えた。また、今回は角度から高さを求めることが目的で、角度測定器の原理の理解が本当の目的ではない。したがって、少しでも理解しやすいように、ラベルを貼り付け、分度器の $90^\circ$ の線を $0^\circ$ とし、目盛り付けをした。(図3)。このようにすることによって、子どもたちは、ラベル上の目盛りを読み取るだけで、求めたい角度 $\theta$ を簡単にもとめることができた。

観覧車の高さの測定方法は図4のようにして行った。

- ① 観覧車からあらかじめ正確に測定しておいた50mと100mの2つの地点から角度測定器を用いて角度 $\theta$ を測る。
- ② 用意してあった数表を用いて自分が測った角度での $\tan \theta$ の値を確認する。
- ③ その値を自分がいる地点までの距離にかける。ここで求められた値は図4で示す三角形の高さに当たる。
- ④ ③で求めた値に視点の高さ1.3mをたす。(視点の高さは1.3mに固定)

高さの求め方を、式にすると、次のようになる。

$$\text{観覧車の高さ } h = \text{観覧車からの距離}(50\text{または}100) \times \tan \theta + 1.3$$

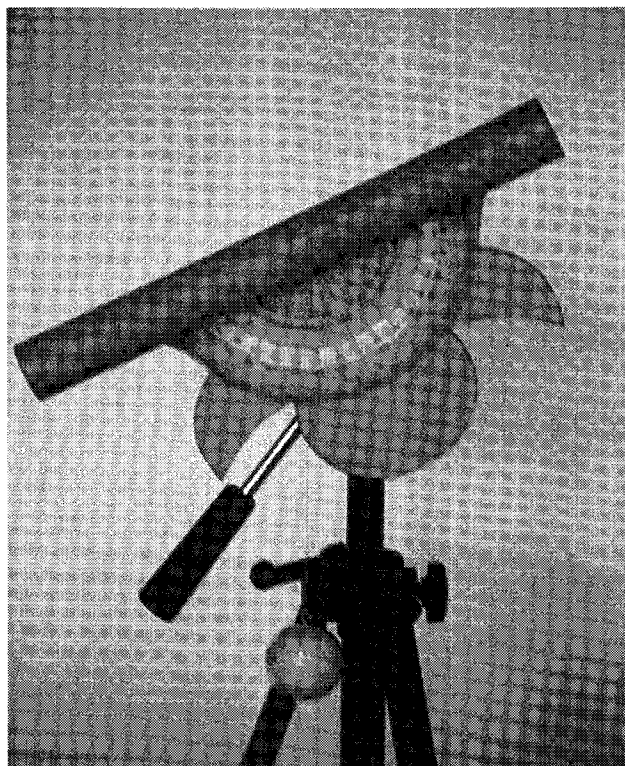
当然、 $\tan \theta$ は表に出さないで、三角比で「これ対これは、あれ対あれ」という比の計算で、子どもたちには理解させる。

以上のような方法で測定させるが、子どもたちは求めた値が本当に正しいのか、疑問を持っているという予感があった。そこで、50m地点と100m地点の2ヶ所で測定し、それがほとんど同じ値になれば、きっと、この方法で正確に測定ができると実感させられると考え実践した。

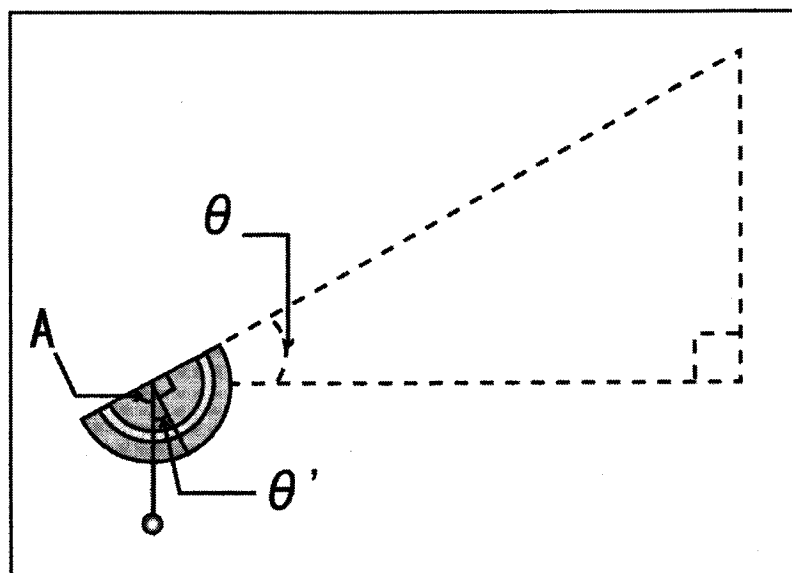
### 3. 体験学習当日の様子

当日子どもたちが使ったテキストを図5に示す。テキストには観覧車の概要や、どんなことが調べられるのか、いろいろと予想させ、子どもたちに意欲を持たせるものとした。また、その下には今回のイベントで調べる内容を分かりやすく示した。

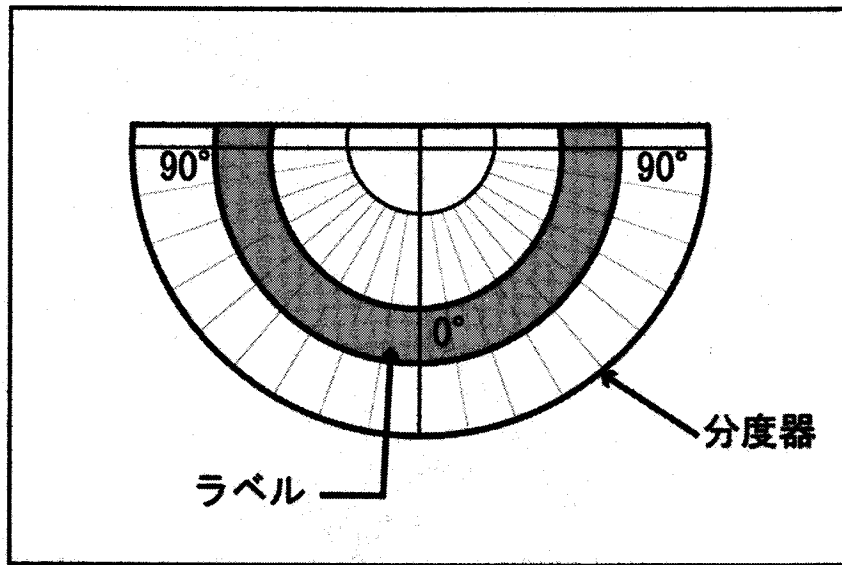
当日子どもたちは実際に観覧車に乗ってから、予想を立てて測定に臨んだ。写真1・2のように、角度測定地点で、学生スタッフからじっくり説明を聞き、測定を行った。基本的に、学生スタッフは補助役として付き、実際に実験やテキストへのまとめは子どもたちが自分で考えながら行った。



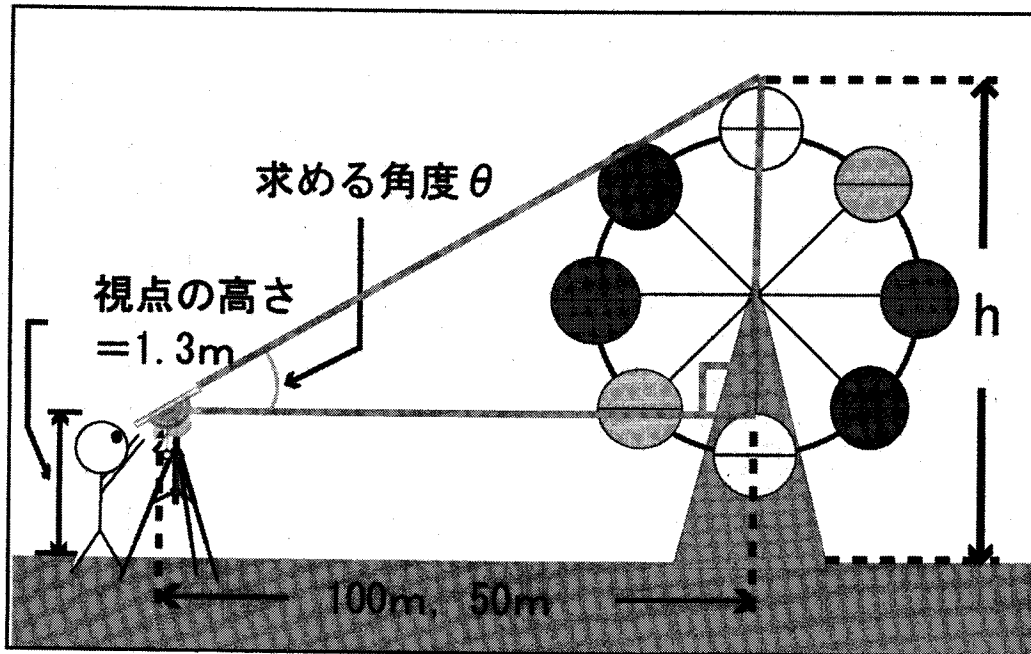
【図1】角度測定器



【図2】角度測定の原理




【図3】分度器の目盛り



【図4】測定方法の原理の概略図

**小・中・高**      ★ **⑤ 観覧車** ★

原理：20個のゴンドラ付き大車輪のたて回転、等速円運動  
 特徴：回転半径14m、定員4人×20台=80名  
 見所：大空に咲いた大輪の花、遊園地のシンボル・岩山公園のランドマーク  
 盛岡市街が一望、大自然の真っ只中  
 予想したいこと：頂点の高さ、ゴンドラ上で聞こえる音や声はどんなもの？  
 もっと回転数を上げたらどうなる？  
 調べたいこと：頂点の高さ（これは離れた2ヶ所50m、100mで測定）。一回  
 転の時間（周期）、回転数、円周速度。地上の音は昼間どう聞こえる？  
 分かったこと、疑問を持ったこと；



〈小〉 1回転する時間（周期） =  秒

〈中高〉 頂点の高さ

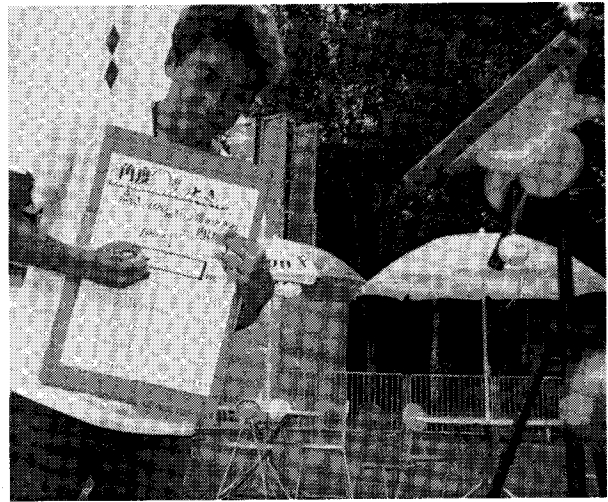
}	50mから測った時	$50 \times \square = \square \text{ m}$
	100mから測った時	$100 \times \square = \square \text{ m}$

角度を測って表から求めるよ

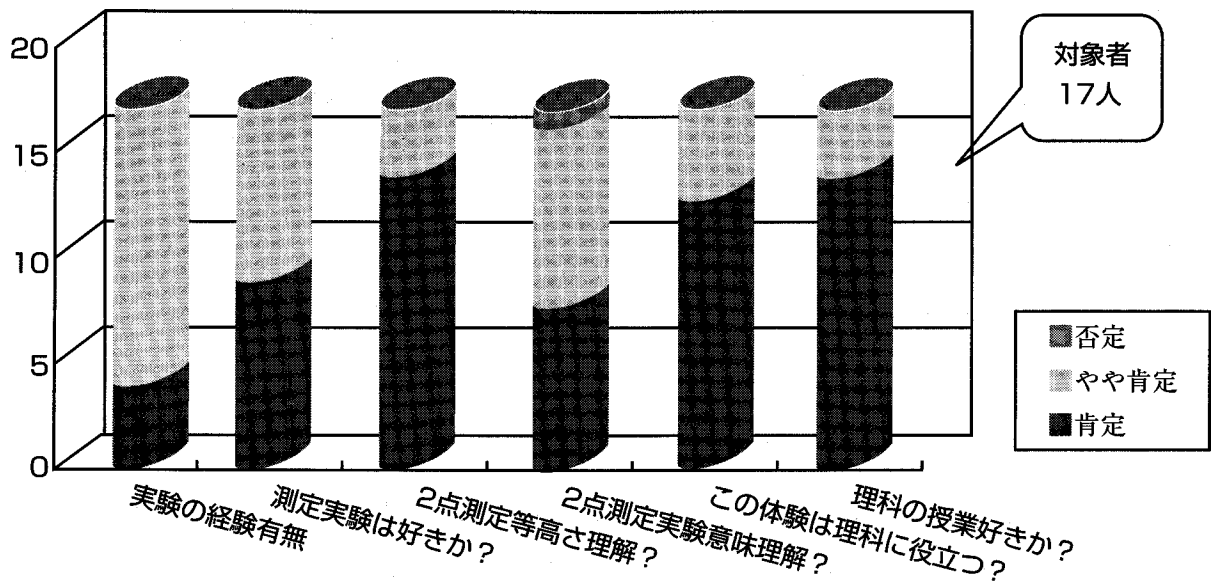
【図5】当日使用したテキスト



【写真1】測定の様子



【写真2】説明の様子



【図6】アンケートの集計

子ども達の反応は予想以上によく、この測定を終えた後は観覧車ばかりではなく、他の乗り物の高さにも興味を示していた。また、保護者も興味をもって熱心に説明を聴いていた。測定の結果は、ほとんどの人が2地点でほぼ同じ値の約30mという、ほぼ正確な値が求められ満足していた。しかし中には、測定値と自分が予想していた値の違いに驚く子どもも見受けられた。これは人が視空間において、水平距離と垂直距離の感じ方が全く異なるためである。意外とこのような点が子どもたちの誤解の原因になっていたのであるということが明らかになった。

なお、この測定実験を行った子どもの学校種の内訳は下の表1の通りである。

これはイベント全体の参加者約100名の一部である。これは、観覧車の回転速度を求めるというテーマが小学校の下級生には多少難しく、対象者を小学校高学年以上に限定したためである。ちなみに、高校生の参加はなく、ほとんどが小学校中学年以下であったということになる。

#### 4. アンケート結果と考察

実験の終了した子どもに、以下の項目でアンケートをとった。その集計結果は図6である。対象者は17名と少なく、決定的な判断はできないが、貴重なデータでもあるので、今後研究を進める方のために詳細に検討していく。

##### <アンケート項目>

- ① このような角度から高さを求める実験をしたことがありますか？
- ② あなたはこのような測定実験は好きですか？
- ③ 2ヶ所で測定してもほぼ同じ高さになることが理解できましたか？
- ④ 1ヶ所で測定するより2ヶ所で測定した方が、角度から高さを求める実験の意味が、よく分かりますか？

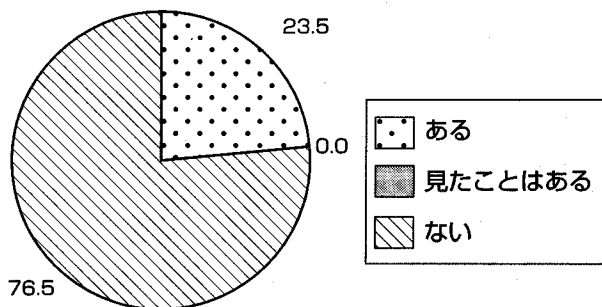


- ⑤ このような体験は理科（生活科）や物理を勉強する上で役に立つと思いますか？
- ⑥ あなたは学校の理科（生活科）や物理の授業は好きですか？

次に、アンケート結果の主なものを取り出して、考察を加える。

- ① このような高さから角度を求める実験をしたことがありますか？

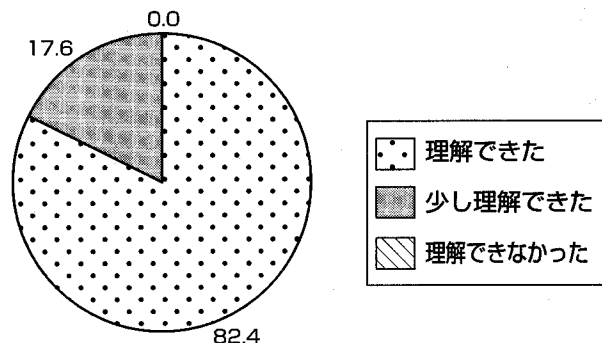
	人 数	割合(%)
ある	4	23.5
見たことはある	0	0.0
ない	13	76.5
計	17	100.0



この結果から、学校等でこの種の実験がほとんどなされていないことが分かる。  
従って、この種の実験を体験する機会をこれからの子どもたちのために増やしてあげる必要があることが痛感される。

- ③ 2ヶ所で測定してもほぼ同じ高さになることが理解できましたか？

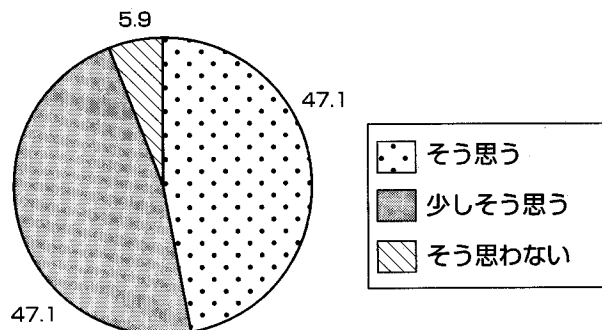
	人 数	割合(%)
理解できた	14	82.4
少し理解できた	3	17.6
理解できなかった	0	0.0
計	17	100.0



この結果から、小学校高学年の子どもでも測定実験の内容がほぼ理解されていることが分かる。  
また、①の結果とこの結果を照らし合わせて考えてみると、体験したことがないと答えた13名のうち10名が理解できたと答え、残り3名も少し理解できたと答えた。よって、体験を通して学習することで、今までこの種の体験したことがない子どもでも理解が可能であると推測される（表2）。

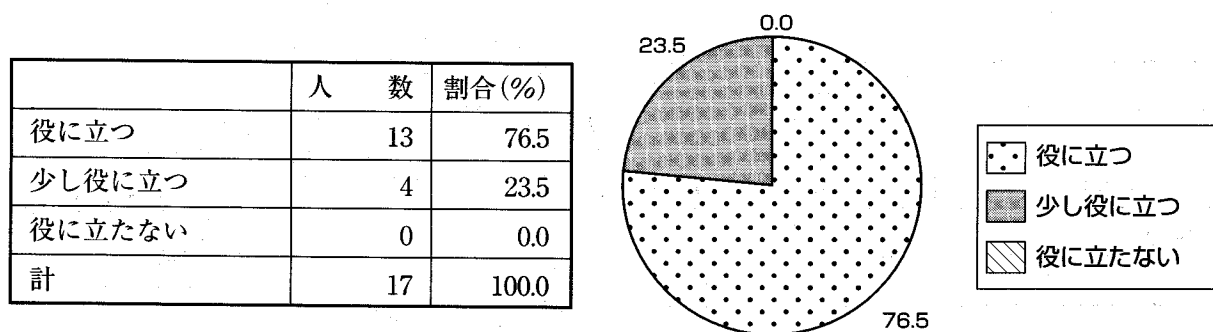
- ④ 1ヶ所で測定するより2ヶ所で測定した方が、角度から高さを求める実験の意味が、よく分かりますか？

	人 数	割合(%)
そう思う	8	47.1
少しそう思う	8	47.1
そう思わない	1	5.9
計	17	100.0



やはり予想通り、1ヶ所測定では意味が十分にわからなくても、2ヶ所測定で、同じような結果になったことや、同じ測定を2度繰り返したことにより、実験に対する理解が増し、その意味合いを深めていることがこのデータから推察される。

⑤ このような体験は理科（生活科）や物理を勉強する上で役に立つと思いますか？



この結果から、子どもたちも体験学習が理科の学習に役に立つと考えているということが分かる。つまり、子どもたち自身も体験的な学習の必要性を感じていると思われる。また、今回の試みはそういうことを実感させるのに意義があったともいえる。

これらの結果を見てみると、子どもたちは体験を通した学習が理科や生活科・物理など学校で習っている教科の役に立つことを自覚している。しかし、現状として体験学習は少ないことがわかる。体験を通した学習は上記アンケート結果からも子どもたちの学習活動として効果的であることもわかった。また、実際に体験して自分で考え理解していくといった今回の活動はまさしく生きる力の育成につながったはずである。そして、このような場を少しでも多く作るのは、我々大学の役割であるということも忘れてはならない。もっと体験学習の機会を増やしていくことで、子どもたちは意欲的に活動し、より良い学習の効果が得られ、子どもたちの生きる力は育っていくと推測される。

## 5. おわりに

今回の大学の地域貢献イベントの参加者は小学校中学年以下の子どものが多く、この実験を小学校高学年以上に限定したため、残念ながらあまり多くの子どもたちに体験させられなかった。しかし、アンケートの結果から、少ない人数ではあるがとても良い成果があったと思われる。特に、2点で測定することによってより良い理解を生むということが大いに期待される場所である。

いずれにしろ、体験を通して知ったその高さの感覚は、後々まで印象深く残り、理科嫌いや物理嫌いの抑制や、生きる力の育成に必ずや寄与すると、今回の試みから実感することができた。従って、今回の大学の地域貢献活動は、我が理科教育の研究室として初めてであるが、多くのことを学ぶことができ、1回目としてはささやかながら成功であったと考えている。

ところで、理科や物理の教科書に天体の星の角度を求める実験<sup>9)</sup>などは載っていても、高さを求める実験は見当たらない。理科や物理の世界ではこういうことは知っているという前提で推し進められるので、基本的に角度から高さを求める学習は算数や数学の分野かもしれない。しかし、小中学校で今春から実施される総合的な学習は、1つの教科に関するだけでなく多教科に渡って横断的・総

合的に取り組むことが求められている。従って、やれるところで取り組まねばならない。教科間のセクト主義の中でこの種の体験が取り残されてはたまらない。そういう意味でも今回の体験実験は貴重であったと言え、総合的な学習の時間の活動として取り組んでいけるという見通しも立つ。

今後の課題としてはもっと多くの子どもに体験させるようにすることが重要である。その他に、角度による高さ測定に関する課題として、次の2つが上げられる。1つは、子ども1人1人に興味ある目標物を測定させる機会をつくってあげることである。今回は観覧車の高さの測定のみを実施したが、その他に例えば木の高さやビルの高さ等、子どもは多くの物に興味を持つはずである。もう1つは、実験装置の測定の精度は上げていくことである。誤差が多いとその子のやる気が半減してしまう恐れがあるからである。これらの課題をクリアしていくことで、よりよい体験学習の場をつくっていきけるはずである。

また、余談的なことになるが、岩手出身の宮沢賢治は花巻農学校で教師をしていた時、自分の教育指針を「教科書にこだわらず、生徒の興味を惹起すること」として実際の授業でも工夫を凝らして、実践的な授業を行ってきたと言われている<sup>10)</sup>。教科書にこだわらないことが良いとは一概にはいえませんが、実践的な授業とはまさに、今求められている、生きる力の育成ではないだろうか。岩手ではもうこの当時から生きる力を育成しようとする人がいたのだ。そして、現代教育においてもこのような豊かな地域貢献における体験学習を通して新たな風を吹かせていきたいものである。

最後にこれまでに、本研究の一部である簡易角度測定器の使用等についてはすでに発表している<sup>11)</sup>。本研究は、それを大学の地域貢献という観点から、さらに深め加筆修正したものであることを記しておく。

#### 引用・参考文献

- 1) 小学校学習指導要領解説 理科編 P.1 (1999)
- 2) 高等学校物理教科書 三省堂 詳説物理 P.6 (1995)
- 3) 八木一正；遊園地のメカニズム図鑑，日本実業出版社 (1996)
- 4) (新聞記事) 読売新聞 10月14日 (2001)
- 5) 小学校算数教科書 東京書籍 新しい算数6上 P.88 (1995)
- 6) 小学校算数教科書 東京書籍 新しい算数6下 P.20 (1995)
- 7) 中学校数学教科書 東京書籍 新しい数学2 P.161 (1997)
- 8) 中学校数学教科書 東京書籍 新しい数学3 P.108 (1998)
- 9) 中学校理科教科書 東京書籍 新しい科学2分野下 P.53, 111 (2001)
- 10) 矢幡洋；宮沢賢治の教育論 学校・技術・自然，朝文社 P.14 (1998)
- 11) 畠山真也，他；三角比で高さを求める実験，東北物理教育10, 17-20 (2001)