

中学校理科における一直線上にない2力の合成に関する教材開発

自然系（理科）コース ドラミニ シボ サンサ
教育臨床コース 田中 良仁
学校改善コース 的場 祐之

I はじめに

中学校理科における「一直線上にない2力の合成」の学習は、教科書の実験をそのまま行っても、正確な結果を得るのが難しい内容の1つである。学習の結果として、2力を矢印を用いて表し、この矢印を2辺とする平行四辺形の対角線で合力が示されることが理解できればよいのだが、実験が思うようにいかないことが多い。また、1時間の授業の中で実験のやり方を説明し、結果までいくのに、何回か練習を重ねるなどして生徒の技能がかなり身につけていないと時間的にも困難なものを感じる。このようなことから、実験の準備も簡単で、生徒の技能の習熟も特に必要でなく、1時間の授業内で余裕をもって行え、実験結果が比較的正確に得られる教材を開発できないものかと考え、本研究に取り組むことにした。

II 教科書及び実験書の調査

「一直線上にない2力の合成」を含む「力の合成と分解」の単元は、今回の学習指導要領の改訂によって、省略が行われた単元である。しかし、一直線上にない2力の合力が平行四辺形の対角線で表されるという法則を知ることは、生徒にとってたいへん興味深いのではないだろうか。この学習が省略されたのは、残念である。できれば、選択理科などにおいて取り扱ってあげればと考えている。

従来の教科書（啓林館）では、板の上に画用紙を貼り点Oから任意に2本の線を引き固定したばねを点Oまで2本の線の方にばねはかりで引っ張る。次に、1本のばねはかりで点Oまでばねを引いて、2つの方向に引いた力と1つの方向に引いた力を矢印で表し、3つの力の関係を調べるといったものであった。この方法で行うと、準備に意外と時間がかかり、ばねはかりを水平方向に使用するので調整をしなければならない。実験の方法の説明に時間がかかり、生徒の理解に不十分なものを感じる。また、生徒が練習を重ねないと正確に測れないなどの問題点がある。

III 実験方法の検討及び結果

生徒が任意に2方向を選び、その方向に引いた力と同じはたらきをする1方向に引いた力がどんな関係にあるかを導き出せるようにするために、実験方法を検討してみた。このとき、実験の準備が簡単で、生徒の技能の習熟も特に必要でなく、1時間の授業内で余裕をもって行え、実験結果が比較的正確に得られる教材を開発するという視点で、方法を探っていった。以下にその方法を示す。尚、この学習を行う前提として、一直線上にある2力の合成の学習は既習済みであるとする。

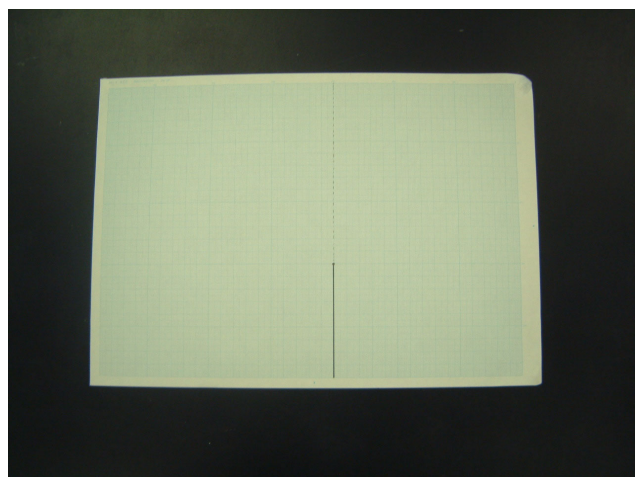
（方法その1）

- ① まず右の図のように2人で物体を持った場合、1人で持った場合とばねはかりの値が違っていることを示す。そして、物体を1人で持った場合の力と2人で持った場合の2つの力は同じはたらきをしていることを

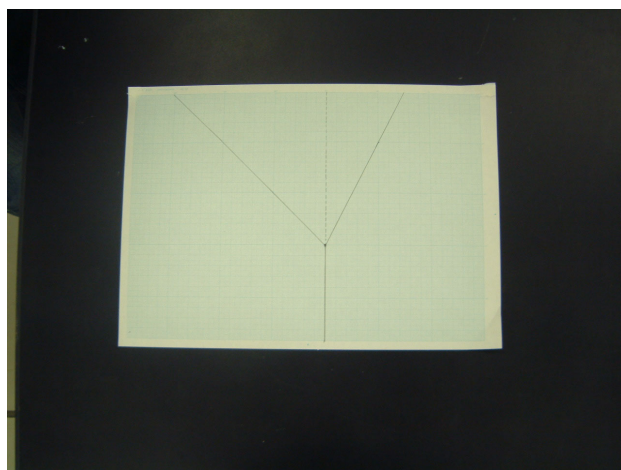


説明し、この3力の間にはどのような関係があるのかを調べる実験を行うことを知らせる。

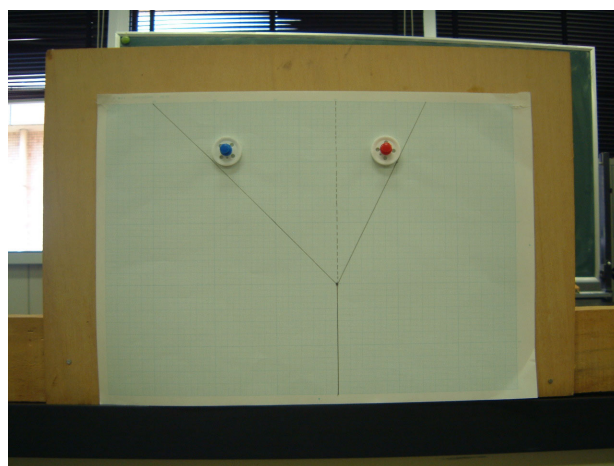
- ②右図のようにグラフ用紙に縦に線を引いたものを用意する。下3分の1を実線、上3分の2を点線にする。



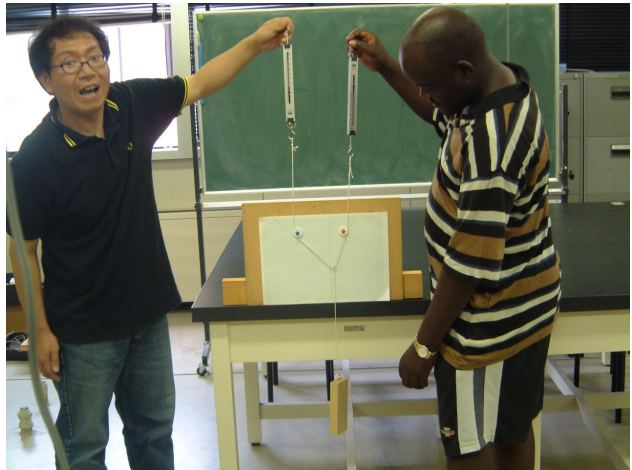
- ③次に実線の上端から任意に2本の線を引くように生徒に指示する。このとき、縦に引いている線の左右に1本ずつ引かせる。2本の線のなす角度は180度未満にすることを伝える。



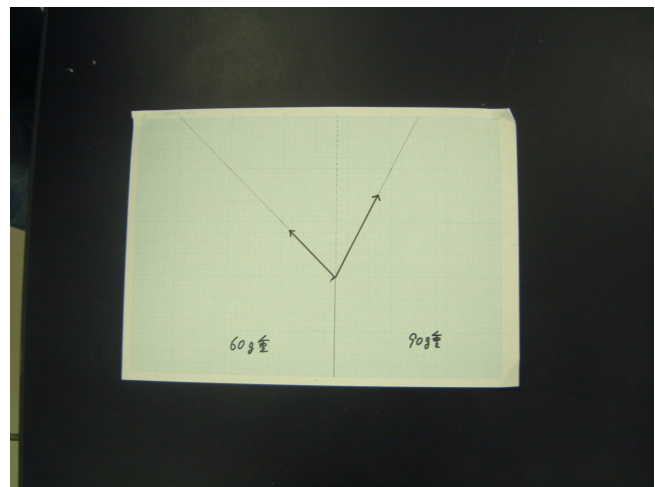
- ④このグラフ用紙を板に固定し、床と垂直に立てる。そして、任意に引いた直線上に、右図のように滑車をピンで固定する。（この滑車を取り付けたのが、本研究の目玉である。これは、ばねはかりを垂直方向で測るためで、ばねはかりの調整の必要がない。滑車なしで何度も実験を行った時は、ばねはかりが斜めになり、なかなか正確な値が得られなかったが、滑車を使うとほぼ常に正確な値に近い値が得られた。）



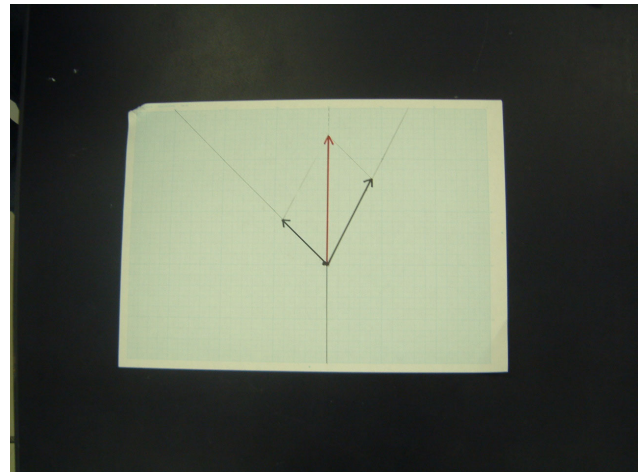
- ⑤ ひもでつるした物体にばねはかりをとりつけ、右図のように滑車を利用して引き上げる。ひもが作図した線と重なった時のばねはかりの値を読み取る。(滑車なしで図と重ねていた時はなかなかうまく重ならなかったが、滑車を使うと容易に重ねることができた。)



- ⑥ ばねはかりで測った力の大きさと比例する長さで力を矢印で表す。(図では、10g 重の力を 1 cm で表し、60g 重の力を 6 cm、90g 重の力を 9 cm で表した。)



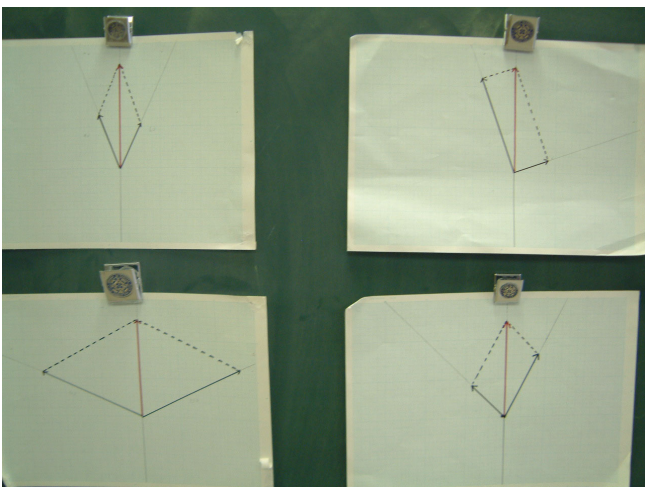
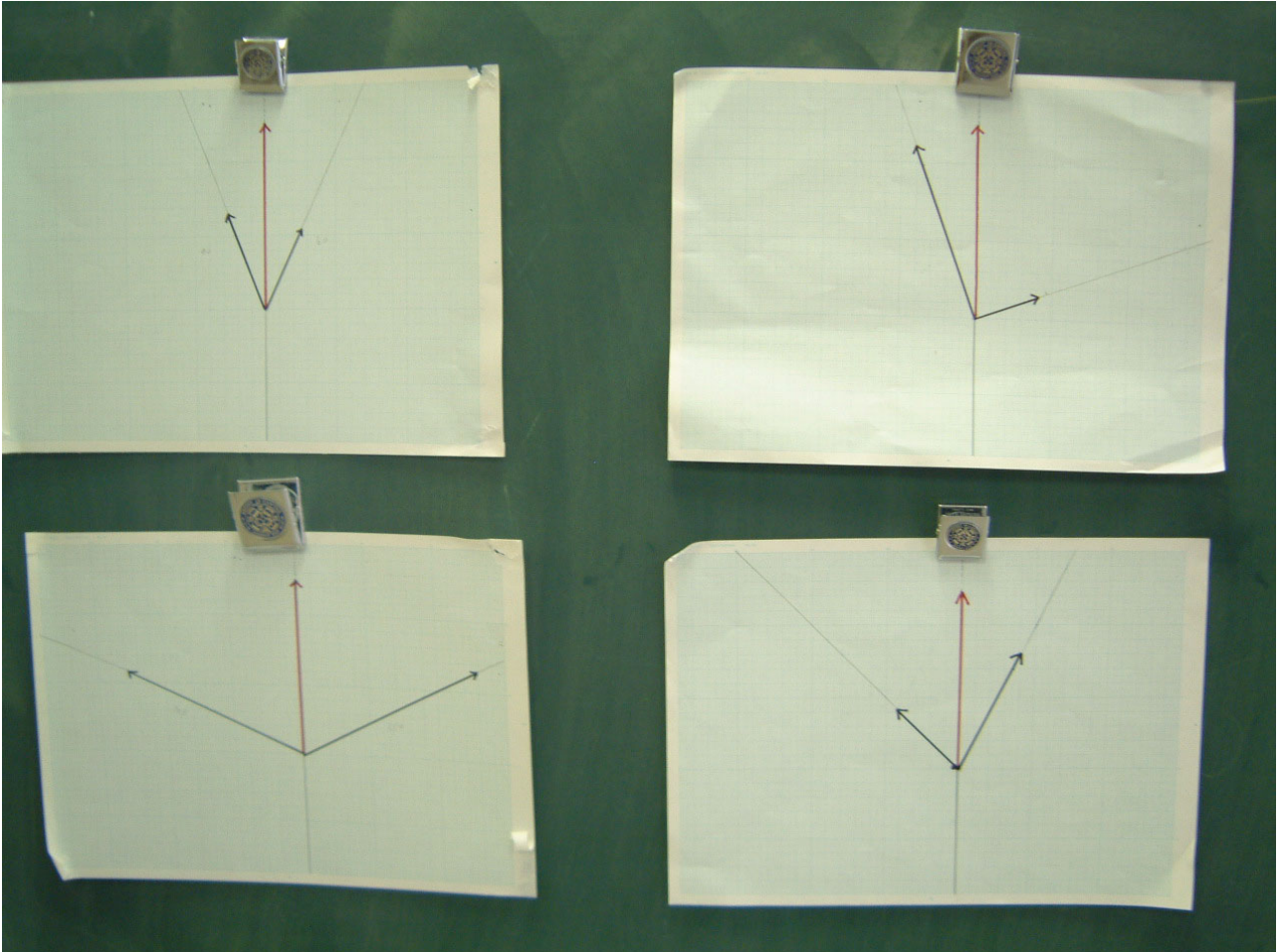
- ⑦ 次に、作図した2力の合力は、それぞれの力の矢印を2辺とする平行四辺形の対角線で表されることを説明し、合力を作図させる。右図の場合、合力の長さは 12.5 cm であった。よって、合力の大きさは 125g 重と考えられる。



- ⑧ 1つの力で持ち上げた場合、125g 重になるか確かめる実験を行う。左図では、理論どおりの 125g 重になった。

(方法その2)

方法その1と①～⑥までは、全く同じである。各班ごとに任意に2方向を決めて2つの力を矢印で表す。同じ物体ならば、鉛直方向の上向きの力は、みな同じであるので、その力を作図し、図のように各班で作図したものを黒板に掲示させ、3つの力の間にどのような関係がありそうかを考えさせる。



見当がつかない場合は、右図のように点線を引いてヒントを与える。

このようにして、一直線上にない2力の合力は、それぞれの力を表す矢印を2辺とする平行四辺形の対角線で表されることを理解させる。

IV まとめ

以上のような方法で、一直線上にない2力の合成を理解させようと考えたが、この方法は、従来の水平方向での測定を垂直方向で行い、重力方向の力を固定したことによって、生徒の測定が容易になるという利点を活かしたものである。

この実験を行うのに用意するものも、グラフ用紙と滑車2個、ひもとばねばかり、物体があればよいので、準備にも時間はかからないと思う。

また、滑車を使うことによって、ばねばかりの調整の必要がなく、かなり正確に測定を行うことができた。この滑車の利用は、本研究の大きな収穫であった。

このようなことから、当初の目標を達成できたのではないかと考えている。物体にひもをつけたものが、教材になるのかという指摘を受けるかもしれないが、「シンプル・イズ・ベスト」、簡単なものほどよい教材であると、私達は考えた。

本研究の問題点としては、重力方向の力が固定されていることによって、生徒の思考が合力の方向が常に鉛直方向に向かうという固定観念ができあがってしまうのではないかと危惧される。生徒の思考をななめ方向、水平方向に広げていくような指導法をさらに考えていかなければならない。

まだ実際に授業を行っていないので、まだまだ問題点は出てくるかもしれない。しかし、従来の方法よりも時間的にはかなり余裕を持って行えるのではないかと考えている。今後実践を行い、生徒の反応を見ていきたい。

なお、本課題研究を行うにあたり、本田 亮助教授に助言をいただいたので、記し感謝する。

V 文献

土田繁樹, 1995. 向きが違う2力の合力についての指導法の工夫. SCIRE 中学校理科教育実践講座, 5:16-21