

牧衷による映画「力のおよぼしあい」 岩波映画製作所科学室の資料(1968)

東京、長谷川智子

vyt04306@nifty.com

今までの物理の盲点をついたすばらしい映画だった。計算の問題ばかりしていたので、このようなことが弱点となっていたのだと思う。これからもどんどんこのような映画をやって欲しい。

僕は、このようなものがほんとうに役立つことになるのだと思う。 I 君（同志社高校 2 年）

0. はじめに

板倉先生が保管していた多くの資料の中から「映画授業記録」というファイルにあった資料のコピーを平野孝則さんから送って頂いた(H28,7.6付)。資料は次の通り。

1. 岩波映画製作所科学室(牧衷)、映画「力のおよぼしあい」
2. 牧衷「燃焼の授業に銅の実験はいかがですか」牧衷（岩波映画製作所科学教育映画担当プロデューサー）、東京書籍発行のリーフレット,東京の科学（東京書籍、昭和42年7月1日発行；教室の窓「中学理科」付録 No.7）
3. 高橋哲郎、(同志社高等学校),映画「力のおよぼしあい」「滑車と仕事量」による授業の記録〈仮説実験授業を高校物理へ導入する試みとして〉

上記1.は、仮説実験授業の《ばねと力》をもとに製作された映画「力のおよぼしあい」の3つの授業記録と、その分析・考察を牧衷さんがまとめたものである（以下、敬称略）。この映画による授業の成果、つまり、抗力概念に対する生徒の理解の深まりと納得感、そして仮説・実験というアプローチによる映画に対する圧倒的な生徒の支持は、大きな成果であったといえる。授業記録として発表されたのは、山田功（愛知・春日井高校物理）による実践報告、映画「力のおよぼしあい」、『理科教室』（1968.3）だけであったが、それ以外の授業記録からも大きな成果であったこ

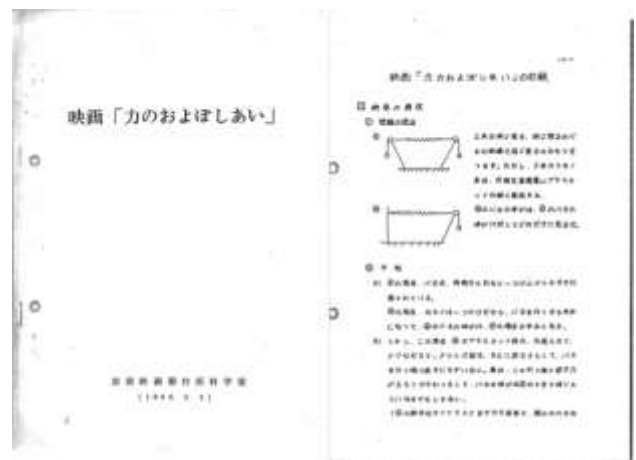


図1 映画「力のおよぼしあい」,岩波映画製作所科学室の表紙とp1

とがわかる。この資料は、岩波映画製作所の内部資料として牧がまとめ、発行が科学室となっている（1968,8.5）（図1）。資料の体裁は、プロによるガリ版印刷で32ページの冊子。（これが岩波の内部資料と考えられることは、岩波映画の研究をしている山永尚美さん,学習院大大学院,から教えて頂いた。）この資料がまとめられたのは、映画完成（1966）の2年後なので、初めて出た授業記録と考えられる。牧によるこの資料は公刊されていないが、この資料の成果が影響を与えたことは2つあげられる。それは、①仮説実験授業の授業書《ばねと力》3部の抗力の説明の最後に「ここで、映画〈力のおよぼしあい〉を見せてもらいましょう」という一文が入り、この映画の視聴が推

奨されたこと。②この資料の、牧による「4. 授業記録の分析からわかるまとめ」の⑦で、「これまでの経験からいうと、物理部門のテーマを扱う際には、およそすべて、仮説実験授業的構成をとれる自信がついたといえる」とある。これは、高校生たちからの支持と、この映画で授業を実施した名門高校の熱心な物理教師たちからの報告とによる成果が、これ以降、牧が岩波映画製作所で科学教育映画体系を製作していく基盤になったと言えるだろう。

1. 映画「力のおよぼしあい」

〈力のおよぼしあい〉は、抗力の発生原因を、「硬い柱でも、力がかかると、わずかひずみを生じ、そのひずみをもとに戻そうとするために引っぱり返す力がはたらく」という説明とともに、光弾性試験の縞模様で力がかかっている状態を目に見えるようにしたところが画期的な映画といえる。しかし、ただその光弾性試験の映像だけを見せられたとしても感動はおこらない。その光弾性試験の映像に至るまでに2問の仮説実験授業をベースにした日常的な直感と科学の法則が対立する問題（①ばねの両側におもりをつつた場合と、ばねの一方の端をプラスチックの板にかけた場合のばねの伸びがどうなるか、②ばねの一方の端を丈夫な柱にかけた場合のばねの伸び）があり、その実験結果から、どちらの予想が正しかったかがわかる。そして、そのあと「それにしても、どうして柱がばねを引く力をだすことができるのでしょうか」というナレーションにいざなわれて、光弾性試験を見るから、光弾性試験の映像が見るものの心をつかむのである。そして、そのあと、作用・反作用の物理法則が、日常のあらゆるところに「ある」ことが示され、応用問題につづく。

2. 資料、映画「力のおよぼしあい」の構成

内容は、〈映画「力のおよぼしあい」の記録〉となっている。（カッコ内、長谷川による補足）

- | |
|--|
| I 映画の構成（映画「力のおよぼしあい」の実験と解説） |
| II 授業記録(資料1、資料2、資料3)
資料1 愛知、春日井高校、山田功先生の場合
高校2年、物理の力学の単元で、運動学を終え、力の概念の指導に入るときに利用。
雑誌『理科教室』1968年3月号より転載。
資料2 東京都立白鷗高校 唐木先生の場合
高2,3クラス、高3,2クラスで実施,作用・反作用は学習済み。
資料3 同志社高校 高橋哲郎先生の場合
高2,3クラス、高3,1クラス、静力学は一学期に終了しており、力のおよぼしあい
は、復習として取り上げられた。 |
| III 以上の使用記録から推察されるいくつかのポイント（牧によるコメント） |

IIに3編の授業記録が掲載されているが、資料1（山田）と、資料2（高橋）の記録は、いずれも授業をした教師本人が書いたもので、映画の前に配布したプリントの問題、生徒の感想文とその分析や授業者の考えも記されている。一方、資料2（唐木）の場合は、授業を実施した唐木から予想分布と感想が提供され、感想の分析は牧が行ったとみられる。また、牧のコメントで、「みせ方は、クラスによって異なる」「生徒がどこまで学習して、この映画を見たかは、このプリント作成のときまでには、確かめられなかった（唐木先生に連絡する時間がなかったため）」「しかし、感想文からみると、全クラス、作用・反作用のところは、学習済みのようである。ただし、この映画に出てくる問題はやっていないことは確からしい」「この映画を見せるための特別の導入は、行われたかどうか不明」とあり、復習として映画を見せたケースといえる。

3. 作用・反作用を学習後に、「力のおよぼしあい」を見た生徒の反応と感想

静力学で、すでに作用・反作用を学習し、抗力を弾性モデルで学んだ高校生の反応。

◆資料2 都立白鷗高校 唐木宏先生の場合、授業記録

○生徒の感想1

(2年4組、総数50)。

課題、「自分の予想的判断とくいちがった場合があったら、2-3行で表現せよ」

- ・予想通りとするもの 16
- ・予想と違ったとするもの 25

予想が違ったと答えた感想の内訳

- (イ)板のときのバネの伸び 16
- (ロ)柱のときのバネの伸び 9
- (ハ)日常生活に反力がある 4
- (ニ)バネを2人で引く問題 6
- どちらとも不明 9

・総数が25にならないのは、一人で2つ以上違っていたとするものがあるため。(分析、牧)

抗力を、すでに学習済みなので、「予想通り」と受け止めた生徒が、16人(32%)、とはいえ、(イ)板のときのバネの伸びの予想を外した生徒が16人(32%)、柱のときのバネの伸びを外した生徒が9人(18%)いる。(長谷川)

○生徒の感想3

(2年8組、3年6組、3年4組)

映画をいきなりみせ、「最も印象深かったことを2~3行で記せ、という課題をあたえた。

尚、このクラスは、抗力概念を物体の弾性モデルで明らかにするというやり方で、すでに抗力のところを教わっている。

感想

・先生がいつも、力が加わると、加えられた場所がたわむとおっしゃっていたけれども実感がわかかなかった。この映画を見てよくわかった。又、力の働きを知っているということは、実際生活の上でも便利なのだなァと思った。

・3つの場合のバネの伸びが同じだとは思わなかった。今まで授業で力について勉強してきたが、この映画をみて、力についてもう少し深く知ることができたように思う。

・力学というと何か難しいものと敬遠しがちであったが、このような映画をみるとたいへん納得しやすく、おもしろく理解できる。

・この映画では実験から結論を導き出す。学校では、結論を出してから実験によって検証する。映画の方がわかりやすい。

・力のおよぼしあい、ということが、理屈では納得しても、実際そうなるのか疑問だったが、光弾性の実験で疑問が解けた。

①印象深かったこと、として90%以上のものが光弾性テストをあげているが、そのうち半数近くに上記のような感想があらわれる。つまり30-40%の生徒は、弾性モデルによって抗力概念を指導されているが、先生の説明を本当とは思っていないのである。この結果からすると、仮説実験授業の授業書で授業を行う場合でも、この映画は、十分の利用価値があるかもしれない。(とくに中学校の場合には、そうかもしれない。)

②予想、実験というやり方が支持され、結論の追認にすぎぬ「実験」が否定されていることに注目できる。一回の映画だけでこれほどはっきりつかまえられるとは考えていなかったがー。(牧)

◆資料3 同志社高校 高橋哲郎先生の場合

A 映画「力のおよぼしあい」「滑車と仕事量」による授業の記録〈仮説実験授業を高校物理に導入する試みとして〉(図2)

映画「力のおよぼしあい」「滑車と仕事量」は、国立教育研究所の板倉聖宣先生の指導の下に岩波映画が製作したすぐれた科学教育映画である。この映画は、仮説実験授業の手法をもって構成されている。すなわち、問題の提起—予想—討論(映画であるので、ナレーターによる独語)—実験に

よる解決という方法でこの映画は組み立てられている。私がかねがね仮説実験授業を高校物理へ導入することを考えていたので、その準備的なテスト・ケースとして、この映画による授業を試みてみた。この映画によって「予想すること」が、科学的認識を深めるうえでどんなに重要であるのか、また、それがどんなに物理の勉強をたのしいものにするかを理解させ、映画を見る前にこの映画に関連した問題を与えてそれを考えさせることによって予想と期待をもって映画をみることが映画をみるうえでどんなに有意義であるかを体験させ、それらを通して、将来、仮説実験授業を高校にもちこむ場合の参考資料を得ようというのが、この映画による授業の目的である。これらの目的は、はじめての試みであるので、いろいろな不手際、準備の不十分さ等のために十分に達成されたとは云えないけれども、生徒の感想等からわかるように「予想の意義」については、かなりの生徒に理解させることに成功したと考えられる。以下は、その授業記録、授業の反省、生徒の感想文等である。(高橋) (アンダーライン長谷川)

授業対象

2年生、F、G、Hの3クラスで生徒は合計128人(男94名、女34名)

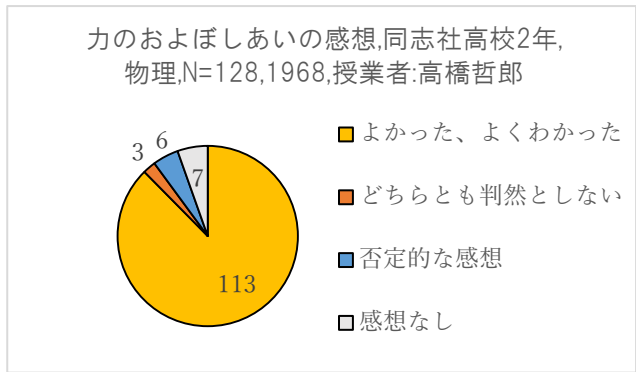
いずれも学期始めの短縮授業(40分授業)の日

これらのクラスは、静力学は一学期に終了しており力のおよぼしあい、復習といえる。



図2 映画「力のおよぼしあい」「滑車と仕事量」授業の記録、同志社高等学校 高橋哲郎

感想の分析 (分類：高橋、グラフ化長谷川)



授業の感想(3クラス)を「よかった、よくわかった」「どちらとも判然としないもの」「否定的なもの」「感想なし」に高橋が分類したものを長谷川がグラフ化した。これによると88%の生徒が、この映画の授業に対してプラスの評価をしたことがわかる。

感想文(特に注目して欲しい感想◆印、長谷川)

・普通の授業よりも大変わかりやすかった。また問題の結果があのようにになるとは予想もしなかった。あらためて実験の重要性を感じました。 Aさん

・映画前の問題の際、おもりを両方にした場合、一方を固定した場合はいろいろ見たり聞いたりして知っていたと思うが、固定していない場合は、あまり見たり聞いたりしなかったの、わからなかった。しかし、予想としては、同じように思ったが自信がなかった。実際に見たり聞いたりすることの強みを知ったと思う。

S君

・非常に単純な内容であったが、割合に興味深く見ることができた。頭の中で考えるだけよりも実験の方がより確実であることを知らされたような気がする。すなわち考えたものを実験で確かめて進めていく必要がある。

O君

・このような機会を多くもって欲しい。親切な解説なのでよくわかった。そして事前に問題をだしておいたので、余計に興味深く見ることができた。 Dさん

・ぼくは、一方が引っぱれば曲がるようなプラスチックだったら、もう一方が引っぱると、プラスチックが曲がることによって力が緩和され、力の一部は、プラスチックをまげることに働いているのだから、ばねはおも

りの分だけのびると思っていたが、この映画をみて、あらためて思い知らされた。 K君

◆作用・反作用の法則はいろんな場合にあってはまることがわかった。想像や感じでは力のはたらきを知ることができないと思った。 Kさん

◆今までの物理の盲点をついたすばらしい映画だった。計算の問題ばかりしていたので、このようなことが弱点となっていたのだと思う。これからもどんどんこのような映画をやりたい。僕はこのようなものがほんとうに役立つことになるのだと思う。私たちの実験器具ではわからないものであった。 I君

◆大変わかりやすく、興味深く見られた。むずかしい計算ばかりしていないで、こういう根本的な考え方をわかりやすくしっかり頭に入れるということが大切だと思う。 K君

・物理と言えばむずかしいもののように思っていたが、身近なことが例にあげてあったので、わかりやすいでした。 Tさん

◆現代の物理教育の欠陥をカバーしたような映画だったと思う。高校時代になってこのようなわかりやすく、よく教えてくれる映画を見たのは初めてです。もっとこのような映画をどんどんみせて下さい。 H君

◆この映画の15分は、授業とちがってたのしい間に感覚的に力の作用のしかたが頭に入るので、説明のしにくい抽象的なところは、映画を見せて授業してもらえると、非常にたやすく理解できると思う。

・大面白く見ることができた。今後毎時間でよいかからやって欲しい。ちょっと程度が低いようだが、僕にも理解できてうれしかった。以上!! M君

3年生の感想

・少し理解しにくい難しい問題を、非常にわかりやすく説明してあり、とても楽しい。わかりやすいために、程度が低いようにもみられるが、そうではないだろう。誰にもわかるようにやさしく説明することは、権威が落ち、専門用語を使うことが高いことのように思われているけれど、教えてもらう方はわかりやすい方があり

がたい。ただし物理で100点ばかり取っている人には、退屈かもしれませんね。 3年 Sさん

・色がとても美しかった。頭の中だけで考えていたのではわからない事を、実験ではっきりさせるわけだが、私たちが授業でそれをした場合、もう一つ明確にわからない。そこを、この映画はくわしく丁寧にスローモーションで行ってくれ、よくわかった。また、ただ見るだけでなく、問題提起をして考えさせ、これを実験することによって、解くという良い方法をとっていると思う。物理の勉強だけに終わらず、日常生活の中から例を出し、身近なものにしているところもよい。 3年 Yさん

◆予想をたてて、それから実験をやるというのは、解りやすくよいと思った。作用と反作用の実験のところで、始めに曲がりやすい板で、板が曲がった結果生じる弾力が、おもりと同じ力でバネを引き返すということを実験で確かめた。そして、今度は、容易に変形しないもので支えたときどうなるかを試みた。このとき、光弾性を利用して、変形しない柱が少し変形していることを示している。(略)

この映画は、数式や、ややこしい説明がなく、実験だけよくわかる楽しい映画だと思った。

3年 N君

この授業の記録のまとめより

「映画という特殊な器材を用いての授業であったが、私にとってはずいぶん多くのものを得ることができた。前々から予想していたことではあったが、生徒の非常に多くの部分が、力は相互作用の一形態であること、力の理解を持っていないこと、また、抗力概念についてもあいまいであることがはっきりしてきたし、滑車の問題等については力の大きさの計算はできても仕事量という概念については理解を持っていないもののがかなりあること等が明確になり、それを理解させるためには、どのような教え方をすればよいかということについてもかなり自信をもつことができるようになった。」 (高橋)

4. 授業記録の分析からわかるまとめ

Ⅲ 以上の使用記録から推察されるいくつかのポイント（牧、アンダーラインは、長谷川）

①2つの問題に対する正答率は、高校生でも40%をでないだろうという板倉先生のこれまでの調査結果が、ここでも又確認されるということ。

②抗力概念を弾性モデルによって教えさえすれば、直ちによくわかるようになるとは必ずしもいえぬこと。教え方によるところが多いということ、容易に想像できるが、抗力の発生原因として物体の変形をあたえただけでは本気にしないものがかなり多くある（特に女子の場合にそれが著しいようである。）ということ、何を意味するか。もしかすると、仮説実験授業のテキストによって授業を行う際にも、光弾性テストの映画をみせることは必要なかもしれない。「バネと力」による授業を行ったクラスにこの映画をみせ、同様の感想文をとってみたい。（この場合は、光弾性テストのところだけみせればよい。）

③これまで、仮説実験授業的な、予想一実験という構成をとらぬ映画（いわゆる解説的映画）で感想をとった場合と比較して、感想のシャープさが比較にならぬほど見事であること。

これは、おそらく、いくつかの予想が対立させられて、実験が行われるため、問題に対する注意集中力が増すためだろうと思われる。高校や中学上級の場合、討論の組織がうまくいかぬ、という例があるときいているが、そうした場合には、あらかじめ先生の方が用意しておいた予想理由をいくつかあげてしまい、この他の理由を考える人は？という具合に誘導して答えを求めるなどの手続きをすれば、案外うまく行くかもしれない。討論が十分できぬ、ということはかなり致命的な欠陥だ

が、これでも授業の効果はかなり違いそうな気がする。

④この映画でふれているほどにも、物理の問題が日常にかえされずに扱われているらしいことは、かなり重大であると思う。今回は、まとめることができなかつたが、「浮力」の映画でも船の実例が、おどろきをもって生徒にむかえられている。これは、在来の物理教育の欠陥の一面である。生活理科への反動か、受験地獄のしからしむところか、いずれにせよ一考を要する。

⑤映画という媒体の場合でも、予想一実験という方法は、すばらしい効果をあたえることが確認できたこと。これは、これまでの映画作りのパターンを完全に打破るものである。

⑥このような構成をとった映画は、ちょうど仮説実験授業の授業書がそうであるように、授業の科学化に必要なデータを入手しうるようにする。授業の科学化の方法としての映画の利用ということは、現在までのところ考えられていないが、この分野は、今後の視聴覚教育研究の中で最重要の分野の一つになり得るものだろう。映画教材の研究を在来の、純粋心理学的のものから、授業の科学へと進める可能性が現れたことは、視聴覚教育論の上からもおおいに注目に値する。

⑦これまでの経験からいうと、物理部門のテーマを扱う際には、およそすべて、仮説実験授業的構成をとれる自信がついたといえるが、化学、生物については、私たちはまだはっきりとした見通しが持てないでいる。とくに中学以降の化学・生物の教育について、仮説実験授業の方法をどのように組み入れて行くかについてご教示をいただければ幸いである。（牧）（アンダーラインは、長谷川）

ⁱ 山田功,理科教室,実践記録,映画「力のおよぼしあい」,1968.3

ⁱⁱ この時期に出版された仮説実験授業研究会の『科学教

育研究』（国土社）にも、科教協の『理科教室』にも記録はない。