

フックの法則の指導に関する実験装置の工夫と授業実践[†]

石橋 研一・浦野 弘*

秋田大学教育文化学部

真崎 敦史**

秋田大学教育文化学部附属中学校

「力の大きさとばねののびの関係」についてのフックの法則を調べる実験において、同じ規格のばねを複数使用することにより、ばねにつすおもりの数を1個ずつ増やしていったときのばねののびを連続的にとらえることができる実験装置を工夫した。製作した実験装置は、生徒のグループ実験用と教師の演示実験用の2種類で、両方とも授業で使用した。その結果、実験及びアンケート調査から次のことが明らかとなった。グループ実験用の実験装置及び演示実験用の実験装置はいずれも、実験データ、操作性、学習内容の理解の点で教科書に掲載されている実験装置と同程度の結果が得られたことから授業に使用可能であると考えた。また、教師の演示実験用の実験装置については、学習内容の定着を後押しする観点からフックの法則のまとめの学習の段階で使用することを提案している。

キーワード：理科の授業、力、ばねののび、実験装置、中学校

1. 研究の目的

中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2008）には、力と圧力の学習項目の中の力の働きの部分で「物体の変形については、ばねに加える力の大きさとばねの伸びを測定する実験を行い、測定結果から力の大きさと伸びの関係を見いだし、力の大きさはばねの変形の量で測定できることを理解させる。例えば、ばねにおもりをつるして伸ばし、おもりの数と伸びが比例することを見いだしさせる。」と述べられている。

2014年度に使用されている教科書（A社：有馬ら、2012、p173、B社：岡村ら、2012、p165、C社：霜田ら、2012、p186、D社：塚田ら、2012、p89、E社：細谷ら、2012、p93）では、いずれも鉄製スタンドに固定した1本のばねにおもりをつるし、おもりの個数を増やしていったときのばねののびを測定する

実験を取り上げている。このうちA社、C社、D社、E社は、ばねののびをものさしで直接測定する形をとっているが、B社は、ばねののびを測定するものさしに白い紙をはるによりおもりを1個ずつ増やしていったときのばねののびの長さを紙に印をつけて記録できるようにしている。また、これと類似の測定方法として江崎（2009）は、1ミリ方眼紙を細長く切ったものをものさしにクリップで取り付け、ばねののびを直接方眼紙に書き込むことにより後の処理が行いやすくなることを報告している。これらの実験方法に対して筆者らは、同一規格のばねを横に並べて使用することにより、おもりを1個、2個、3個とつるしたときのそれぞれのばねののびをビジュアルかつ連続的にとらえられることができる実験装置を考え、生徒のグループ実験用と教師の演示実験用の2種類を試作した。そのグループ実験用の実験装置は木製のスタンドに取り付けた長さが45cmのカーテンレールにばねをつるすものである。そのカーテンレールに強さのちがうばねAとばねBをそれぞれ6本ずつつるし、別のもう1本のカーテンレールに取り付けた移動式のものさしでばねののびを測定するようにしたものである。演示実験用の

2015年1月8日受理

[†]A improvement of experimental instruments about Hook's law and the lesson practices

*Kenichi ISHIBASHI and Hiroshi URANO, Faculty of Education and Human Studies, Akita University

**Atsushi MASAKI, Affiliated Junior High School Faculty of Education and Human Studies, Akita University

実験装置は、構造はグループ実験用と同じだがカーテンレールを90cmと長くすることにより強さのちがう2種類のばねののびを同時に比較できるようにした。授業は、秋田大学教育文化学部附属中学校の第1学年で本実験装置を用いて行い、その効果をアンケート調査をもとに検討した。

これらの実験装置の使用にあたっては、フックの法則がある1本のばねののびと弾性力の大きさの関係を示したものであることを踏まえ、1本のばねにおもりを1個ずつ増やしていくB社の教科書（岡村，2012，p165）の実験方法とあわせて授業を実践した。

2. 研究の内容

本研究では次の3点を研究の柱に据えた。

- ・実験装置の開発、製作方法
- ・実験装置を使用した授業の実践
- ・授業実施後のアンケート調査

(1) 実験装置

1) グループ実験用実験装置の製作方法

【製作材料】

本実験装置を製作するにあたり使用した主な材料は表1のとおりである。

表1 グループ実験用実験装置製作材料

材 料	規 格	数 量
ばねA	ばね限界230g	6本
ばねB	ばね限界310g	6本
おもり	10g, 20g	各15個
角材A	15mm×15mm×420mm	1本
角材B	15mm×15mm×450mm	2本
角材C	10mm×45mm×230mm	2本
角材D	12mm×55mm×450mm	2本
金折	42mm	8個
ネジ	M3×8	32本
カーテンレール（プラ）	450mm, 640mm	各1本
カーテンレールセットランナー		15個
透明のビニールホース	長さ2cm	4本
工作用紙	15mm×450mm	1枚
方眼定規	長さ30cm	1本
ゼムクリップ		1個
ビニール製クリアケース	B4サイズ	1個

【製作の手順】

- ①木製の角材を方形に組み合わせて金折とネジで固定し、カーテンレールを取り付けるスタンドを作る。
- ②ばねをつるすカーテンレールとものさしをつるすレールをスタンドの天井板に平行に固定する。
- ③工作用紙を一定の大きさに切り、ばねをつるす位置を示す目盛りの番号を書いた後、両面テープでスタンドの両面に1枚ずつ貼り付ける。
- ④カーテンレールにつるすものさしを支えるケースは、市販のビニール製のクリアケースをさや状に加工して作りゼムクリップでネジ止めをする。次に、クリップをランナーに通してカーテンレールにはめ込み、レールから外れないようにビニールホースを切ってつぶしてとめる。

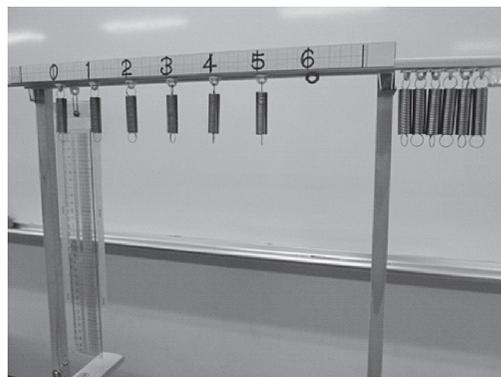


図1 完成したグループ実験用実験装置

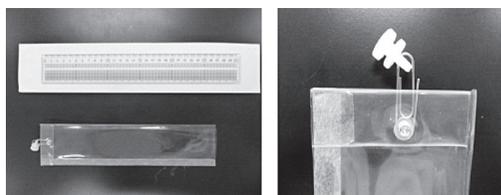


図2 ものさしのセットの仕方

- ⑤カーテンレールのランナーにはばね（ばねAが6本、ばねBが6本）を取り付けレールにセットする。ばねA群とばねB群の境界には、赤インクを塗ったランナーを1個取り付け境界を示す目印にする。

完成した実験装置が前述の図1、図2である。

【実験の手順】

授業を行う際は、実験計画書及び実験結果を記録するワークシートを準備する。

また、ばねA群とばねB群は予備実験の段階で器差を測定しておく。

ワークシートに示した内容は以下の通りである。

- ①実験装置を実験台に載せる。
- ②ばねA群の6本のばねをスタンドの上部の目盛りの0から5に対応する位置にセットする。
- ③ものさしを目盛りの0の位置に移動させ、つるしたばねの下端にものさしの0を合わせる(図3)。

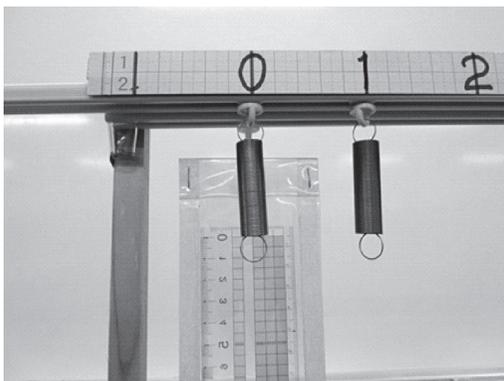


図3 ばねとものさしを定位置にセット

- ④目盛りの1のばねに10gのおもりを1個つるしてからのさしを移動させてばねののびを測定しワークシートに記録する。
- ⑤目盛りの2におもりを2個、3に3個とおもりを順に1個ずつ増やしていき、ものさしを移動させてばねののびを測定する(図4a)。

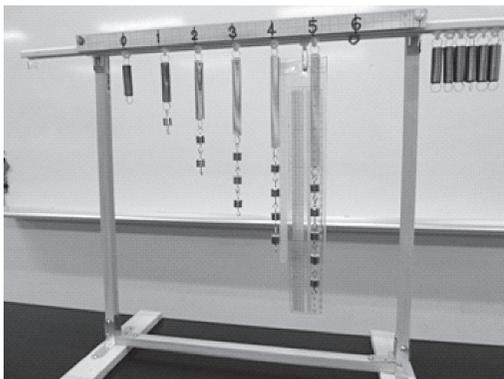


図4a ばねAののび

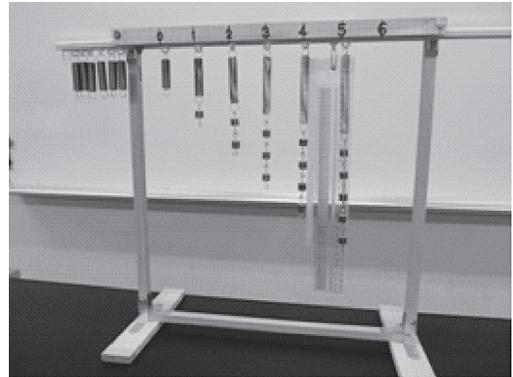


図4b ばねBののび

- ⑥ばねA群の測定が終了したらおもりをばねから外し、ばねA群を左端に寄せる。
- ⑦ばねB群を右側から左に移動し、ばねA群のときと同じ要領でばねののびを測定しワークシートに記録する(図4b)。

2) 演示実験用実験装置の製作方法

【製作材料】

この実験装置の製作に使用した主な材料は次の表2のとおりである。

表2 演示実験用実験装置製作材料

材料	規格	数量
ばねA	ばね限界230g	6本
ばねB	ばね限界310g	6本
ばねC	100g用	6本
ばねD	200g用	6本
おもり	10g, 20g	各15個
角材	12mm×55mm×540mm	1本
角材	15mm×30mm×600mm	2本
角材	15mm×55mm×600mm	1本
角材	10mm×60mm×300mm	2本
金折	42mm	10個
ネジ	M3×8	40本
カーテンレール(ブラ)	600mm, 900mm	各1本
カーテンレールセットランナー		28個
ビニールホース(透明)	長さ2cm	4本
工作用紙	30mm×800mm	2枚
方眼定規	長さ36cm	1本
ゼムクリップ		1個
ビニール製クリアケース	B4サイズ	1個

【製作の手順】

前述のグループ実験用実験装置の手順に準じるが次の点に加わる。

- ①木製のスタンドを大型化し、使用するばねの種類を4種類に増やしてばねの種類のちがいによるばねののびのちがいを比較できるようにする。
- ②市販のおもりとは別に、演示実験に使用する目的でフィルムケースと一円玉を使用したおもりを試作した。このおもりは、フィルムケースの底とふたの中央に小さな穴をあけ、なべ小ネジ（M3×8のボルトナット）を通した後、太さが1mm長さが約30mmのアルミ線をフック状の形にしてネジに巻き付けネジを締めて固定する。このフィルムケースに一円玉2枚を入れると重さが10gになる。おもりは上皿てんびんで計量し重さの過不足分は手芸用のパールビーズで調整した。これによりフィルムケースに入れる一円玉の数を変えることで任意の重さのおもりを作ることができるようになった（図6a）。演示実験の際は、おもりは図6bのようにして使用し、おもりがばねを引く力の大きさを視覚的にとらえることができるようにした。
- ③ばねCとばねDを取り付ける。これらのばねは授業の導入部分の事象提示や学習のまとめの段階で問題練習などに使用する。
完成した演示実験用実験装置を図5に示す。

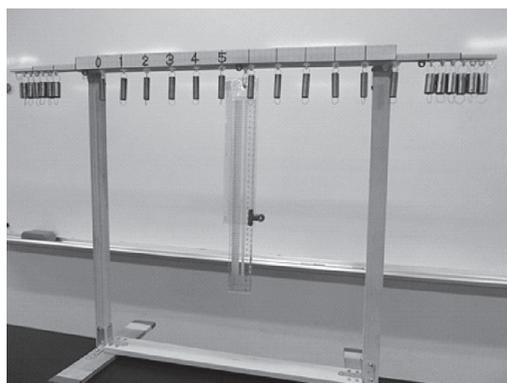


図5 完成した演示実験用実験装置



図6a フィルムケースと一円玉を使用したおもり

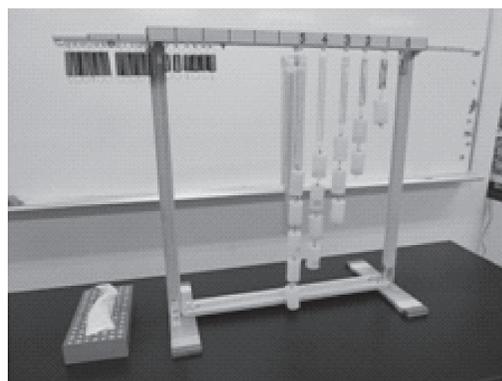


図6b ばねCにつるしたフィルムケースのおもり

【実験の手順】

実験は生徒を教卓の前方に集合させ正面から観察できるようにして行う。また、おもりをつるしたりものさしの目盛りを読んだり実験結果を黒板に記録したりする場面では生徒たちの主体的な参加を促すことが可能となっている。

- 実験は、前述のグループ実験用実験装置と同様にばねA群を①～⑤の順に進めた後ばねA群をおもりをつけたままで残し、ばねB群の実験に移る。
- ⑥ばねB群の6本のばねを上部の目盛りの5番の隣りからセットする。
 - ⑦ばねA群の測定に使ったものさしを移動してばねBの下端をものさしの0に合わせる。
 - ⑧ばねA群の操作と同様の手順でおもりを増やしていき、ばねののびを測定し黒板に記録する。
 - ⑨ばねB群の測定が終了したら、ばねB群とおもりをそのままにして、図7のように生徒にばねA群とばねB群のばねののびのちがいに注目させ気付いたことを発表させる。

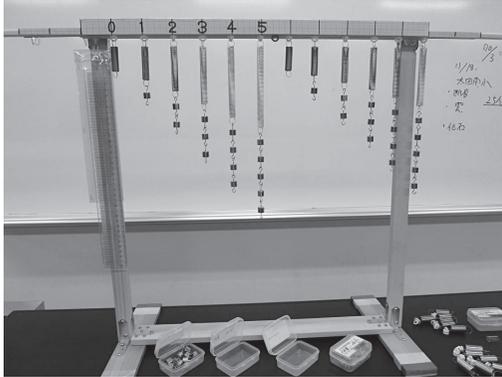


図7 ばねA群とばねB群のばねののびの比較

3) 実験装置の性能

<ばねの器差>

筆者らは、これらの実験装置を製作するにあたりそれぞれのばねの器差を調べた。ばねA群の6本にそれぞれ50gのおもりをつるしたところ、6本のばねののびの平均が $10.0\text{cm} \pm 0.1\text{cm}$ であった。同様の方法でばねB群について調べたところばねBのばねののびの平均は $6.1\text{cm} \pm 0.1\text{cm}$ であった。このことから、6本のばねを横に並べて実験することが可能であると判断した。

<予備実験の結果>

予備実験は、B社の教科書（岡村ら、2012、p165の実験5）の実験を【実験1】（1本のばねに1個10gのおもりを1個ずつ増やしていく方法）とし、本グループ実験用及び演示実験用の実験装置を使用したものを【実験2】（同一規格の6本のばねに1個10gのおもりを1個、2個、3個、4個と増やしていく方法）で行った。

次に、予備実験の結果を表3、表4に示す。

表3 ばねAに関する実験方法1と2の結果

力 [N]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
方法1ののび [cm]	0	1.6	3.1	5.7	7.8	9.8
方法2ののび [cm]	0	1.4	3.4	5.6	7.9	9.8

表4 ばねBに関する実験方法1と2の結果

力 [N]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
方法1ののび [cm]	0	0.7	2.0	3.4	4.7	5.9
方法2ののび [cm]	0	0.8	2.0	3.4	4.7	6.0

このように、ばねAとばねBについて多少の誤差は見られたものの実験1と実験2の測定結果はほぼ一致したので、ばねを横に並べて実験に使用することは可能であると判断した。

(2) 実験装置を使用した授業実践

筆者らは、秋田大学教育文化学部附属中学校1年の4学級を対象として教科書に掲載されている実験と試作した実験装置を使用した実験を併用する形で2時間扱いの授業を実施した。

<単元の指導計画と本時の位置付け>

単元名：力と圧力（いろいろな力の世界：総時数10時間）

- ・日常生活の中の力・・・2時間
- ・力の表し方・・・3時間（本時1・2/3）
- ・圧力とは何か・・・2時間
- ・水中ではたらく圧力・・・2時間
- ・大気による圧力・・・1時間

<授業の実施状況>

授業は、表5のように4学級（A組、B組、C組、D組）を教科書の実験とグループ実験用の実験の両方を行う【A組・B組】と教科書の実験と演示実験のみを行う【C組・D組】の二つのグループに分け、4学級ともチームティーチングで行った。

表5 授業の実施状況（ ）内は生徒数

学級	授業実施日	補助教材	授業者
A (36)	①H26.12.17	教科書の実験 グループ実験用	真崎・石橋
	②H26.12.22	(実験はなし)	真崎・石橋
B (37)	①H26.12.17	教科書の実験 グループ実験用	真崎・石橋
	②H26.12.24	(実験はなし)	真崎・石橋
C (37)	①H26.12.17	教科書の実験	真崎・石橋
	②H26.12.19	演示実験用	真崎・石橋
D (37)	①H26.12.17	教科書の実験	真崎・石橋
	②H26.12.18	演示実験用	真崎・石橋

<授業の実際>

(授業のねらい)

力の大きさとばねののびを調べる実験を行い、調べた結果をグラフに表すことができる。また、力の大きさとばねののびが比例の関係にあることを見つけることができる。

(学習課題)

ばねを引く力の大きさとばねののびの間には、どんな関係があるのだろうか。

(生徒の学習活動)

【A組, B組】

1 時間目

- ①強さのちがうばねAとばねBにおもりをつるした演示実験を見てどちらのばねが強いか考える。
- ②今日の課題を受け予想を立てる。
- ③実験1と実験2の実験の手順についての説明を聞く。

実験1 図8参照

- ・実験装置を組み立てる。(鉄製スタンドにばねAとものさしをつるし、つるしたもののさしに白い紙をはり、おもりをつるさないときのばねAの下端の位置に印をつける。) 目盛りは、ものさしと同じ高さで正面から正しく読み取る。
- ・ばねAについて、1個10gの重さのおもりを1個、2個、3個、4個とつるしていきその都度ばねののびを測定し結果をワークシートの表に記録する。
- ・同じやり方でばねBについて測定する。

実験2 図9参照

- ・実験装置の使い方の説明を聞きワークシートで確認する。
- ・6本のばねのそれぞれに1個10gのおもりを1個、2個、3個、4個とつるしばねののびを測定し、ワークシートの表に記録する。

2 時間目

- ・グラフのかき方についての説明を聞く。
- ・実験1と実験2の結果をもとにグラフをかく。
- ・グラフからわかったことを話し合い発表する。
- ・全体でまとめをする(フックの法則を知る)。
- ・フックの法則が日常生活のいろいろなところに活用されていることを知る。

【C組, D組】

1 時間目

- ①, ②は前述の【A組, B組】と共通。
- ③実験1の説明を聞く。
- ④実験1を行い結果をワークシートにまとめる。
- ⑤グラフのかき方の説明を聞く。

2 時間目

- ⑥実験1の結果をもとにグラフをかく。
- ⑦グラフからわかったことを話し合い発表する。
- ⑧演示実験用実験装置を使用した実験に参加し、実験結果をグラフにかく(板書)。
 - ・演示実験を観察する。(図10を参照)
 - ・前述の実験2の手順でばねA, ばねBの実験を再現する。このとき、ばねA群, ばねB群はそのままにしておく。
 この演示実験には、ものさしでばねののびを測定する生徒2名、実験結果を板書する生徒1名、グラフを黒板に書く生徒2名が実験に直接参加する。
- ⑨グラフからわかったことを発表し合う。
- ⑩全体でまとめをする(フックの法則を知る。)
- ⑪フックの法則が日常生活のいろいろなところに活用されていることを知る。

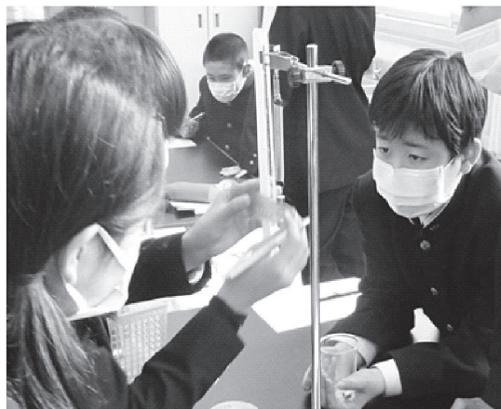


図8 実験1のグループ実験



図9 グループ実験用実験装置による実験2の実験

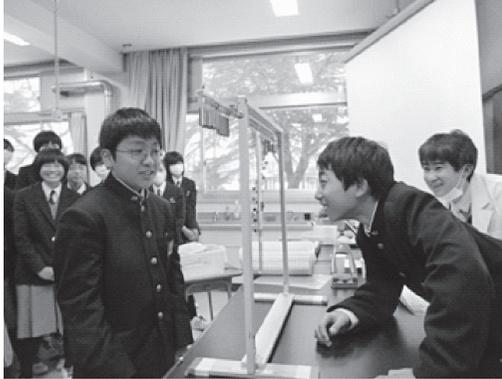


図10 演示実験用実験装置による実験

<学習活動における生徒の行動観察から>

【A組, B組】と【C組, D組】の共通点

- ・生徒の発表の様子から、課題に対する予想についておもりの数を増やすとばねののびは大きくなると考えている生徒が多かったが、おもりの重さとばねののびが比例すると答えた生徒はわずかであった。
- ・生徒はばねののびを正確にはかることに集中し、記録をしっかりとっていた（ワークシートの記録から）。

【A組, B組】と【C組, D組】の相違点

- ・【A組・B組】は、1時間目の授業で4本のばねについて実験することになり、授業終了直前まで時間がかかった。
- ・【C組・D組】は、2時間目は演示実験のみであったため実験装置に直接触れることのできる生徒が限定された。

【実験結果】

はじめに、ばねAを使用して実験1でばねののびを測定したA組の結果を例にとると表6のようになり、グループによりばねののびが学級平均に比べて最大で±1.4cmの差は見られたもののいずれのグループにおいても力の大きさとばねののびの関係が比例関係になることが明らかになった。B組, C組, D組もそれぞれのばねの学級全体の平均値がA組と近い数値を示した。次に、ばねAについて実験2で測定したA組の結果は表7のようになり、グループによりばねののびが学級平均に比べて最大で±1.1cmの差は見られたもののいずれのグループにおいても力の大きさとばねののびの関係が比例関係にあることが明らかになった。B組もそれぞれの

表6 力の大きさとばねAののびの関係
(実験1)【A組】

力 [N]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1班	0	1.4	2.6	5.5	7.8	9.8
2班	0	-	-	-	-	-
3班	0	1.3	2.9	5.0	7.6	8.2
4班	0	1.4	3.5	5.7	7.8	10.1
5班	0	1.3	3.3	4.9	7.3	9.8
6班	0	1.4	3.2	5.1	7.2	9.4
7班	0	1.8	4.9	5.9	8.0	10.2
8班	0	1.5	3.5	5.5	7.8	10.0
9班	0	1.9	3.8	5.5	7.8	10.3
平均	0	1.5	3.5	5.4	7.7	9.7

表7 力の大きさとばねAののびの関係
(実験2)【A組】

力 [N]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1班	0	1.0	3.5	5.8	7.4	9.7
2班	0	1.2	3.1	5.4	7.2	10.1
3班	0	1.2	3.6	5.9	7.4	9.8
4班	0	1.7	3.8	5.1	7.1	9.4
5班	0	1.4	3.5	5.9	7.7	9.8
6班	0	1.8	3.3	5.3	7.9	9.6
7班	0	1.6	3.3	4.4	6.4	8.9
8班	0	1.2	2.4	5.5	7.5	10.0
9班	0	1.6	3.9	5.9	8.1	10.3
平均	0	1.4	3.4	5.5	7.4	9.7

ばねののびの学級全体の平均値がA組と近い数値を示した。また、ばねAについて、実験1と実験2の結果を比較すると平均値が近い数値を示し、比例関係についても一致することがわかった。

次に、ばねBを使用して実験1でばねののびを測定したA組の結果を例にとると表8のようになり、グループによりばねののびが学級平均に比べて最大で±0.6cmの差は見られたもののいずれのグループにおいても力の大きさとばねののびの関係が比例関係にあることが明らかになった。B組, C組, D組もそれぞれのばねののびの学級全体の平均値がA組と近い数値を示した。また、ばねBについて実験2で測定したA組の結果は表9のようになり、グループによりばねののびが学級平均に比べて最大で±0.6cmの差は見られたもののいずれのグループにおいても力の大きさとばねののびの関係が比例関係

表8 力の大きさとばねBののびの関係
(実験1)【A組】

力 [N]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1班	0	1.1	2.3	3.7	5.0	6.5
2班	0	-	-	-	-	-
3班	0	1.1	2.0	3.6	5.0	6.5
4班	0	1.1	2.8	4.1	5.3	6.7
5班	0	1.1	2.4	3.7	4.8	6.5
6班	0	1.0	2.3	3.6	4.9	6.3
7班	0	0.8	2.0	3.4	4.7	6.3
8班	0	1.2	2.5	4.0	5.0	6.5
9班	0	0.5	2.0	3.0	4.5	6.1
平均	0	1.0	2.3	3.6	4.9	6.4

表9 力の大きさとばねBののびの関係
(実験2)【A組】

力 [N]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1班	0	1.0	2.0	3.5	5.0	6.5
2班	0	1.0	2.5	3.6	4.6	6.4
3班	0	1.0	2.1	3.5	4.9	6.2
4班	0	0.7	1.8	3.4	4.9	6.1
5班	0	0.8	2.0	3.7	4.8	6.3
6班	0	0.4	1.8	3.3	4.5	5.9
7班	0	0.8	2.3	3.2	4.9	6.4
8班	0	1.0	2.0	3.8	5.0	6.5
9班	0	1.3	2.7	4.0	5.3	6.6
平均	0	0.9	2.1	3.6	4.9	6.3

にあることが明らかになった。B組も平均値がA組と近い数値を示した。また、ばねBについて、実験1と実験2の結果を比較すると平均値が近い数値を示し、比例関係についても一致した。

次に、【C組・D組】で行った実験2の結果を表10、表11に示す。これは、生徒の代表数人による1回の実験結果である。ばねA、ばねBともにC組とD組の測定値が近い数値を示した。

表10 力の大きさとばねAののびの関係
(実験2)【C組, D組】

力 [N]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
C組	0	1.5	3.5	5.6	8.1	10.0
D組	0	1.4	3.4	5.6	8.7	9.8

表11 力の大きさとばねBののびの関係
(実験2)【C組, D組】

力 [N]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
C組	0	0.9	2.1	3.4	4.7	6.2
D組	0	1.0	2.0	3.5	4.9	6.3

【実験結果の考察】

前述の結果から、筆者らは、生徒実験あるいは教師と生徒の代表による演示実験でも教科書に掲載されている従来の実験とほぼ同じ測定値が得られることがわかったことから、開発した2種類の実験装置はいずれも授業で使用可能であると考えた。

＜生徒の振り返りカードの自由記述から＞

2時間目の授業の終了後に生徒が書いた「授業の振り返りカード」（授業の終わりに生徒全員が毎時間書いているカード）に次のような記述が見られた。

- ・実験結果をグラフにまとめてみてばねにかかる力の大きさとばねののびが比例の関係にあることがわかりました。
- ・力の大きさとばねののびが比例の関係にあるということをも2つの実験からわかりました。
- ・誤差はあったけれどグラフにまとめることで、比例になっていることに気づきました。でも、限度があるということも押さえたいです。

(3) 授業実施後のアンケート調査

フックの法則の学習の終了直前に学習に関する生徒の意識を把握するため授業を実施した全生徒を対象に次の内容でアンケート調査を実施した。

- ①ばねの性質についての関心の程度
- ②実験装置の調べやすさ（実験1と実験2の比較）
- ③学習内容（力の大きさとばねののびが比例関係にあること）のわかりやすさ（実験1と実験2の比較）

＜アンケート調査の実施方法＞

- 調査対象：授業を受けた生徒147名、回収率100%
- 実施時期：各学級とも2時間続きの本授業の終了時に質問紙で実施した。

○アンケートの回答の仕方

すべての質問項目について、「そう思う」、「少しそう思う」、「どちらでもない」、「あまり思わない」、「思わない」の5つの選択肢から一つを選択するという5件法を用いた。

＜アンケート調査項目の内容＞

Q1：あなたは、授業で「力の大きさとばねののび

の関係」を学習したことにより、ばねの性質についての関心が高まりましたか。

Q 2 : 「力の大きさとばねののび」の授業で行った実験方法 1 (1本のばねを使っておもりを増やしていく方法)について次の質問に答えてください。

- ①この実験方法 1 は、「力の大きさとばねののびの関係」を調べるのに調べやすかったですか。
②この実験方法 1 から、「力の大きさとばねののびの関係は、比例の関係にある」ということについてわかりやすかったですか。

Q 3 : 「力の大きさとばねののび」の授業で行った実験方法 2 (ばねを横に並べておもりを増やしていく方法)について次の質問に答えてください。

- ①この実験方法 2 は、「力の大きさとばねののびの関係」を調べるのに調べやすかったですか。
②この実験方法 2 から、「力の大きさとばねののびの関係は、比例の関係にある」ということについてわかりやすかったですか。

【アンケート調査の結果】

【Q 1 について】

力の大きさとばねののびの関係を学習したことでばねの性質についての関心が高まったかどうかの質問については、図11のように「関心が高まった」が【A・B組】が62%、【C・D組】が52%であった。

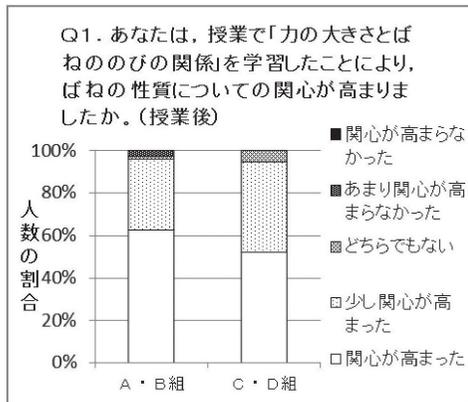


図11 ばねの性質についての関心 (授業後)

【Q 2 ①, Q 3 ①について】

「力の大きさとばねののびの関係」を調べる授業で行った実験方法 1 (前述の【実験 1】に対応)と実験方法 2 (前述の【実験 2】に対応)について、調べやすかったかどうかをたずねたところ、実験方

法 1 は、図12のように「そう思う」は【A・B組】が57%、【C・D組】が65%であった。実験方法 2 は、図13のように「そう思う」は【A・B組】が69%、【C・D組】が78%であった。一方、【A・B組】について実験方法 1 と実験方法 2 を比べてみると、実験方法 1 は「そう思う」が57%で実験方法 2 は69%、【C・D組】については、実験方法 1 は、「そう思う」が65%で、実験方法 2 は78%であった。

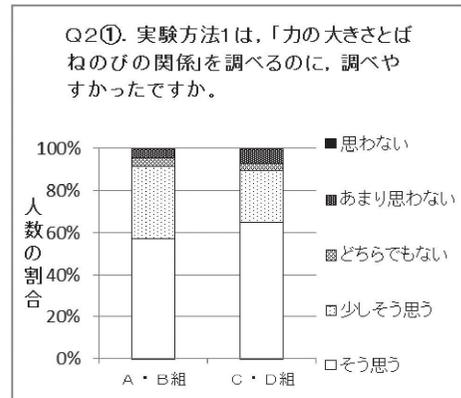


図12 力の大きさとばねののびの調べやすさ (実験方法 1)

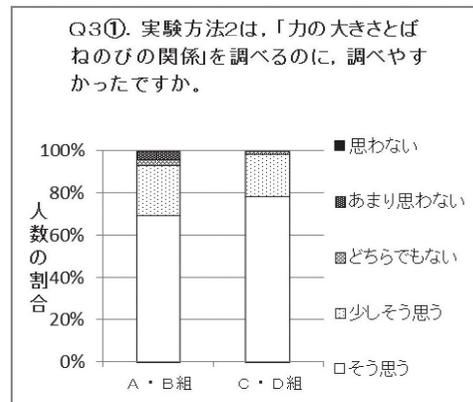


図13 力の大きさとばねののびの調べやすさ (実験方法 2)

【Q 2 ②, Q 3 ②について】

「力の大きさとばねののびの関係」を調べる授業で行った実験方法 1 と実験方法 2 について、「力の大きさとばねののびの関係が比例の関係にある」ことがわかりやすかったかどうかをたずねた結果につ

いて述べる。

図14のように、実験方法1は「そう思う」が【A・B組】が60%、【C・D組】が67%であった。また、図15のように実験方法2は、「そう思う」が【A組・B組】が69%、【C・D組】が69%であった。

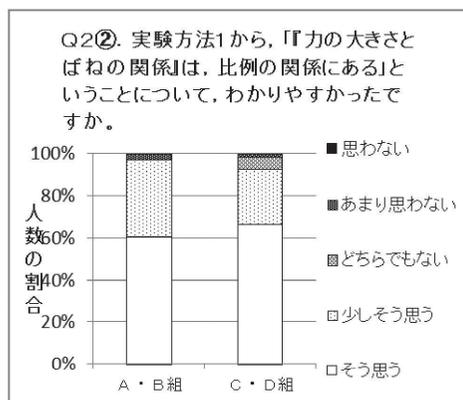


図14 力の大きさとばねののびの関係のわかりやすさ (実験方法1)

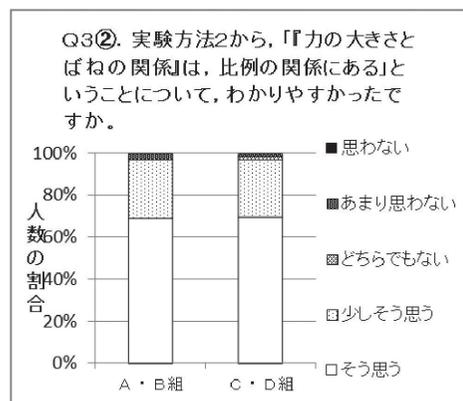


図15 力の大きさとばねののびの関係のわかりやすさ (実験方法2)

【アンケート調査結果の考察】

【Q1について】

○力の大きさとばねののびの関係の学習後にばねの性質についての関心が高まった生徒が全体の半数を越えたことから、実際に実験したことにより、ばねを身近に感じるようになったことが考えられる。

【Q2①, Q3①について】

○実験装置が調べやすかったかどうかについては、

【A・B組】と【C・D組】の間に大きな差が見られず全生徒数のおよそ7割から8割の生徒が調べやすいと感じていることがわかった。この理由として次のことが背景にあると考えられる。

- ・ばねAとばねBについて、実験1と実験2で同程度の実験データが得られたこと。
- ・実験1では、ものさしがスタンドに固定されていること、実験2では、移動式のものさしがスムーズに動いたこと。
- ・実験1と実験2の実験時間がほぼ同じであったこと。
- ・グループ内で係を分担して実験できたこと。

これらのアンケート調査結果を踏まえて、実験方法2のグループ実験用及び演示実験用の実験装置は、実験装置の調べやすさの点で教科書に掲載されている従来の実験方法1と同程度と考えることができ授業に使用可能であると判断した。また、ここでは、【A・B組】がグループ実験用の実験装置を使用し、【C・D組】が演示実験用を使用したことによるわかりやすさのちがいに大きな差はないと考えた。一方、【C・D組】の実験方法1では、実験装置の調べやすさについて図12のように「あまり思わない」と答えた生徒が7%おり、実験方法2では図13のように0%に下がっている。このことは、学習集団の下位の生徒にとって演示実験用の実験装置の方が教科書に掲載されている従来の実験方法1よりも調べやすいと感じている生徒が複数いることが考えられる。

【Q2の②, Q3の②について】

○「力の大きさとばねののびの関係が比例の関係にある」ことがわかりやすかったかどうかについては、【A・B組】と【C・D組】の間に大きな差が見られず、全生徒数のおよそ6割から7割の生徒がわかりやすいと感じていることがわかった。この主な理由として次のことが考えられる。

- ・ばねAとばねBについて、実験1と実験2で同程度の実験データが得られたこと。
- ・生徒は、実験1と実験2の両方の測定値をグラフ化したことにより、力の大きさとばねののびの比例関係が理解できたこと。

このことから実験方法2のグループ実験用及び演示実験用の実験装置は、学習内容のわかりやすさの点で教科書に掲載されている従来の実験方法1と同程度と考えることができ授業に使用可能であると判

断した。

3. 課題

研究をはじめた段階で筆者らは、複数のばねを横に並べて使用する実験装置を工夫することにより、力の大きさとばねののびの比例関係について生徒が実験の途中で気付くのではないかと予想したが、生徒の多くはばねののびを正確にはかることに集中するあまり測定値をグラフ化する直前まで比例関係には気付かないことを行動観察からわかった。このことを受け実験装置を授業で使用する場合に力の大きさとばねののびの関係を意識しながら見通しをもって実験を行うことができるようにするための指導方法の工夫が課題であるととらえている。

4. まとめ

筆者らは、生徒が「力の大きさとばねののびの関係」を調べる実験の際に、おもりの数を1個ずつ増やしていったときのばねののびの変化を連続的にとらえることができる実験装置を工夫した。実験装置は生徒のグループ実験用と教師の演示実験用の2種類で本実験装置が授業に使用可能かどうかを次の3点から検討した。

- ・適正な実験データが得られるか
- ・実験装置の調べやすさ（操作性）はどうか
- ・学習内容（力の大きさとばねののびが比例関係にあること）のわかりやすさはどうか

以下に本研究で明らかになったことを述べる。

- 2種類の実験装置を授業で使用した結果、2種類とも教科書に掲載されている実験装置で実験した測定値と同程度の測定値が得られることがわかった。
- アンケート調査結果から、力の大きさとばねののびの関係を学習したことではばねの性質についての関心が高まった生徒は全体の半数以上であった。
- アンケート調査結果から、本実験装置の調べやすさについての生徒の反応は2種類の実験装置とも教科書に掲載している実験方法と同程度であった。
- アンケート調査結果から、本実験装置を使用したことによる学習内容のわかりやすさについての生徒の反応は、教科書に掲載している実験方法と同程度であった。

以上のことを踏まえ、2種類の実験装置が授業で使用可能であると判断した。また、授業に使用する

際は次の2点に留意したいと考えている。

- ・グループ実験用の実験装置は、教科書に載っている実験方法とあわせてグループ実験に使用する。
- ・演示実験用の実験装置は、フックの法則の学習のまとめの段階でフックの法則を説明する場面で使用し、ばねA群とばねB群におもりをつるした状態で並べて提示しながら、おもりの数とばねののびが比例関係にあることを確認することができるようにように演示する。このことによりフックの法則の学習に対する生徒の理解を後押しする効果が期待できると考えている。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、多大のご指導・ご協力をいただきました本学理科教育学研究室的の川村教一教授、本学教育文化学部の小松智子先生、菊地智則先生、授業とアンケート調査に協力いただいた同附属中学校1年の生徒の皆様はこの場をお借りして深く感謝申し上げます。

引用・参考文献

- A社：有馬朗人ほか57名：理科の世界3年，大日本図書，pp166-180，2012
- B社：岡村定矩，藤嶋昭ほか49名：新しい科学3年，東京書籍，pp158-168，2012
- C社：霜田光一ほか25名：中学校科学3，学校教育図書，pp88-97，2012
- D社：塚田捷，山極隆，森一夫，大矢禎一ほか57名：啓林館，pp182-191，2012
- E社：細谷治夫，養老孟司，下野洋，福岡敏行ほか25名：自然の探究 中学校理科3，教育出版，pp84-92，2012
- 江崎士郎，2009：力の大きさとばねののびの関係を調べる，理科の教育，58巻，No679号，pp52-53
- 文部科学省：中学校学習指導要領解説理科編，大日本図書，pp26-27，2008

Summary

For improvement of experimental instruments about Hook's law, we developed teaching practice which observe springs extension at once. One of the experimental instruments is used by teacher for demonstration and the other is used by students. And we used both experimental instruments of

science lessons. As a result, we found the next thing that we can use the experimental instrument for groupe of students for lessons. Because it has enough texact data of experimentation, easy operation, understand of sutudy. And we propose to use the experimental instruments used by teacher for demonstration on the final round of learning of Hook's law.

Key words : science lesson
force
extention of spring
experimental instruments
junior high schoole

(Received January 8, 2015)