

押しばねを使った実験に関する一考察（その2）

—中学校理科の第1学年「力の働き」において—

田中 聡^{*1}・佐伯 英人

A Study on an Experiment using Compression Springs (II):
A Case Study of “Function of force” in the 1st Grade Lower Secondary School Science

TANAKA Satoshi^{*1}, SAIKI Hideto

(Received March 31, 2025)

キーワード：押しばね、実験、中学校、理科、力の働き

はじめに

『中学校学習指導要領（平成29年告示）』では、「第2章」「第4節 理科」「第2 各分野の目標及び内容」「第1分野」「2 内容」「(1) 身近な物理現象」の「アの(イ)の⑦ 力と働き」において「物体に力を働かせる実験を行い、物体に力が働くとその物体が変形したり動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いだして理解する（後略）」(p. 79)と示されている（文部科学省，2018）。また、「第1分野」「3 内容の取扱い」の(3)のエにおいて「アの(イ)の⑦については、ばねに加える力の大きさとばねの伸びとの関係も扱うこと。また、重さと質量との違いにも触れること。力の単位としては『ニュートン』を用いること。」(p. 85)と示されている（文部科学省，2018）。

『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 平成29年7月（令和3年8月 一部改訂）』では、「⑦ 力と働きにおいて」において「物体の変形については、例えば、ばねにおもりをつるして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ばねの伸びが比例することを見いださせ、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。測定結果を処理する際、測定値には誤差が必ず含まれていることを踏まえた上で規則性を見いださせるように指導し、誤差の扱いやグラフ化など、測定値の処理の仕方の基礎を習得させることが大切である。」(p. 33)と示されている（文部科学省，2021）。

2021年度版の啓林館の『未来へひろがるサイエンス1』では、「3章 力による現象」の「2. 力の大きさのはかり方」(p. 241-p. 246)が示されている（大矢・鎌田ほか，2024）。この「2. 力の大きさのはかり方」で示されているばねは、すべて「引きばね」である。本稿では、2021年度版の啓林館の『未来へひろがるサイエンス1』を『教科書』と称する。

つまり、『中学校学習指導要領（平成29年告示）』で「ばねに加える力の大きさとばねの伸びとの関係も扱うこと」(p. 85)と示されている（文部科学省，2018）。また、『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 平成29年7月（令和3年8月 一部改訂）』で「ばねにおもりをつるしてばねの伸びを測定する実験を行うこと」が例示されている（文部科学省，2021）。そのため、『教科書』で示されているばねは、すべて「引きばね」であるといえる。

一方、『令和4年度全国学力・学習状況調査 中学校理科』の「大問5」(p. 13-p. 16)では、「押して使うばね」と「磁気ばね」が示されている（国立教育政策研究所，2022）。「押して使うばね」は、一般的にいう「押しばね」である。「磁気ばね」は、一般的にいう「押しばね」ではないが、「押しばね」の1つのタイプといえる。なお、「押して使うばね」として「ボールペンのばね」が例示されている（国立教育政策研究所，2022）。

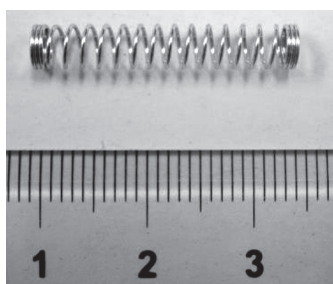
*1 山口大学教育学部附属山口中学校

1. 予備実験、生徒が行う実験方法

1-1 予備実験

田中・佐伯 (2025) では、「押しばね」を使った教具を製作し、その教具を使って予備実験（基礎研究）を行い、生徒が行う実験方法を検討し、授業の展開を提案した。ばね（ボールペンに入っているばね）を図1、3Dプリンターで製作した「おもりをのせる台」を図2、おもり（ワッシャー2枚を接着剤で接着したもの）を図3、本尺目盛のみが表示されているノギス（バーニヤ目盛が表示されていないノギス）を図4に示す。なお、本稿では、このノギスを「ノギスB」と称する。ノギスBは、全長が210 mm、測定範囲が150 mm、本尺目盛の目幅は1 mmである。

図5は「竹ひごを立てる穴をあけた板」に竹ひごを取り付けたようす、図6は竹ひごにばねを通したようす、図7は、ばねの上に「おもりをのせる台」をのせたようすである。図8は「おもりをのせる台」を取り付け、その上におもりをのせたようすである。おもりをのせて、ばねの長さを測っているようすを図9に示す。なお、図1～図9は、予備実験のようすである。



田中・佐伯 (2025) より

図1 ボールペンに入っているばねを取り出したようす



田中・佐伯 (2025) より

図2 3Dプリンターで製作した「おもりをのせる台」



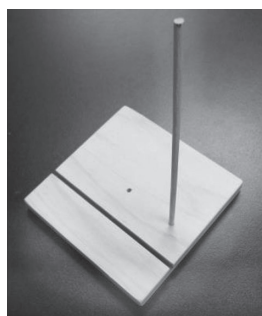
田中・佐伯 (2025) より

図3 おもり(ワッシャー2枚を接着剤で接着したもの)



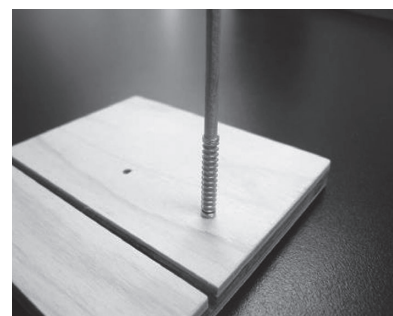
田中・佐伯 (2025) より

図4 ノギスB（一部）



田中・佐伯 (2025) より

図5 「竹ひごを立てる穴をあけた板」に竹ひごを取り付けたようす



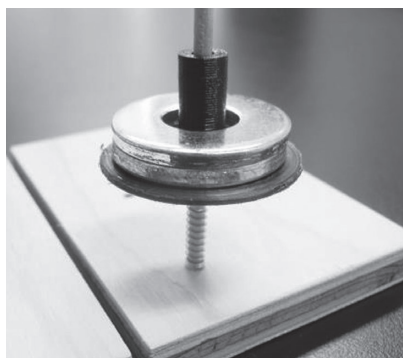
田中・佐伯 (2025) より

図6 竹ひごにばねを通したようす



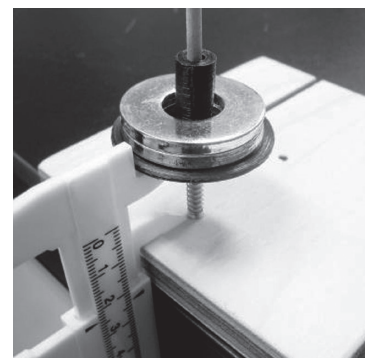
田中・佐伯 (2025) より

図7 ばねの上に「おもりをのせる台」をのせたようす



田中・佐伯 (2025) より

図8 「おもりをのせる台」を取り付け、その上におもりをのせたようす



田中・佐伯 (2025) より

図9 ノギスBを使ってばねの長さを測っているようす

1-2 生徒が行う実験方法

予備実験を行い、予備実験で得られた結果をもとに、授業で生徒が行う実験方法を検討した。その結果、生徒が行う実験では、次の4つのことが明らかになった。なお、このことは、田中・佐伯（2025）で述べている。

- ① 1つのおもりをのせることで生じる「ばねに加える力の大きさ」を0.3 Nとする。
- ② 「おもりをのせる台」をのせることで生じる「ばねに加える力の大きさ」と「ばねの縮む長さ」を無視できる。つまり、おもりをのせることで生じる「ばねに加える力の大きさ」と「ばねの縮む長さ」で考えて良い。
- ③ ばねの長さの測り方は、ノギスBの本尺目盛の目幅（1 mm）を用いてばねの長さを測る（数値の小数第2位を四捨五入して、小数第1位までの数値にする）である。別の言い方をすると「ノギスBにはバーニヤ目盛が付いていない。そのため、本尺目盛の目幅（1 mm）を用いて、最小目幅の10分の1を読み取って長さを測る」になる。
- ④ ボールペン（ノック式）に入っているばねを取り出し、ばねの長さを測った。ばねの長さ（自由長）は2.4 cmであった。ばねをボールペン（ノック式）に入れ、ノック棒を押した後のばねの長さを測ると1.4 cmであった。つまり、「ばねの縮む長さ」は1.0 cmといえる。

2. 研究の目的

本研究では、「押しばね」を使った教具を使い、田中・佐伯（2025）で示された「提案する授業の展開」に従って授業を実践する。本研究の目的は、授業を受けた生徒の意識をもとに、実験や授業について知見を得ることである。

3. 授業実践

授業は、前述したとおり、田中・佐伯（2025）で示された「提案する授業の展開」に従って行った。授業の展開を表1に示す。学習過程を表記するにあたり、『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 平成29年7月（令和3年8月 一部改訂）』の「図1 資質・能力を育むために重視する探究の過程のイメージ」（p.9）で使われている用語（課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決）を用いた（文部科学省、2021）。学習活動については、教員が行う活動をT、生徒が行う活動をSと表記した。

教員が実験の方法を説明しているようすを図10、モニターを使って、ノック棒を押した後のボールペン内のばねの長さを示しているようすを図11に示す。

生徒が実験をしているようすを図12と図13に示す。なお、図12は、ばねの上に、「おもりをのせる台」を取り付け、ノギスBを使って、ばねの長さを測っているようすである。また、図13は、「おもりをのせる台」の上に、3個のおもりをのせ、ノギスBを使って、ばねの長さを測っているようすである。

タブレットPCを使って、結果を表に入力しているようすを図14、生徒がワークシートに書いたグラフのようすを図15、グラフを書き終わった時点で、モニターを使って、グラフを表示して見せているようすを図16、生徒がワークシートに書いた比例計算と表のようすを図17に示す。

図15と図17の生徒の記述について以下に説明する。

図15の「生徒がワークシートに書いたグラフのようす」をみると「ばねの縮みと力の大きさのグラフから比例の関係があると分かる」と記述されている。記述の内容は間違っていないが、正しくは「力の大きさとばねの縮みのグラフから比例の関係があると分かる」、もしくは、「ばねの縮みは、ばねを押す力の大きさに比例することが分かる」である。

図17の「生徒がワークシートに書いた比例計算と表のようす」をみると「30 gの力を加えたときにばねは0.1 cm縮んだことから、次の式を立てることができる。」と記述されている。こちらも正しくは「0.3 Nの力を加えたときにばねは0.1 cm縮んだことから」、もしくは、「30 gの重さ（質量）のおもりをばねに乗せたときにばねは0.1 cm縮んだことから」である。

また、図17では、「吹き出し」を使って「永遠に続くわけではない」と記述されている。このことから、生徒が「おもりの数をさらに増やした場合、力の大きさとばねの縮みが比例の関係にならない場合がある」

といった推察したことを伺い知ることができる。

表1 授業の展開

学習過程	学習活動
課題の把握 (発見)	T: ボールペン(ノック式)を見せ、使った経験を問う。 T: 学習課題「どれくらいの力の大きさをボールペンを押しているのだろうか。」を提示する。
課題の探究 (追究)	T: ボールペン(ノック式)を配付する。 S: ボールペンのノック棒を押して、力の大きさを予想する。 T: 実験器具を配付し、教具の組み立て方と実験の方法を説明する。このとき、1つのおもりを重さは30 gであり、おもりをのせることによって生じる「ばねに加える力の大きさ」は0.3 Nになること、また、「おもりをのせる台」は「ばねに加える力の大きさ」や「ばねの長さ」に影響を及ぼさないこと(無視してよいこと)を伝える。なお、各学習班におもりを6個配付する。 S: 各学習班で教具を組み立て、実験を行う。その手順をS1~S7(T1を含む)に示す。 S1: ボールペンから、ばねを取り出す。 S2: ノギスBを使って、ばねの長さを測る(ばねの長さが2.4 cmであることを確認する)。 T1: モニターを使って、ノック棒を押した後のボールペン内のばねの長さが1.4 cmであることを見せる(ばねの縮む長さが1.0 cmであることを確認する)。 S3: 「竹ひごを立てる穴をあけた板」に、竹ひごを取り付ける(図5)。 S4: 竹ひごに、ばねを通す(図6)。 S5: ばねの上に、「おもりをのせる台」を取り付け(図7)、ノギスBを使って、ばねの長さを測る。 S6: 「おもりをのせる台」の上に、おもりをのせ(図8)、ノギスBを使って、ばねの長さを測る(図9)。 S7: その上に、おもりをのせ、ノギスBを使って、ばねの長さを測る。この活動(S7)を繰り返し、行う。 S: 実験をして得られた結果を、タブレットPCを使って表に入力する(入力した表(各学習班の実験の結果)は、タブレットPCとモニターの画面で見ることができる)。 S: 実験をして得られた結果をもとに、ワークシートにグラフを書く。 T: グラフを書き終わった時点で、モニターを使って、グラフを表示して見せる。
課題の解決	S: 作成した表やグラフをもとに、計算をしたり、話し合ったりして、結論を導出する。別の言い方をすると、学習課題「どれくらいの力の大きさをボールペンを押しているのだろうか。」に対して回答をする。

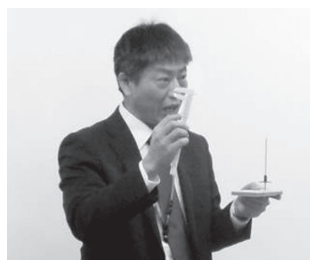


図10 実験の方法を説明しているようす

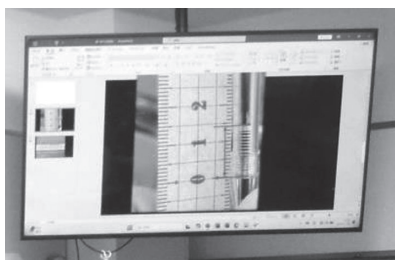


図11 モニターを使って、ノック棒を押した後のボールペン内のばねの長さを示しているようす

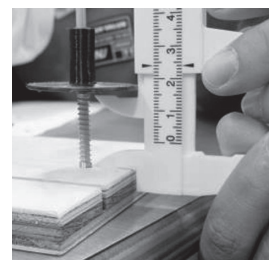


図12 実験をしているようす

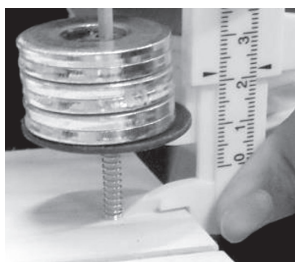


図 13 実験をしているようす

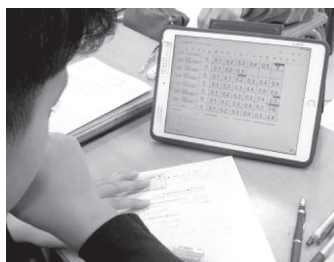


図 14 タブレット PC を使って、結果を表に入力しているようす

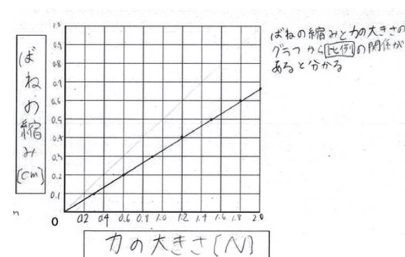


図 15 生徒がワークシートに書いたグラフのようす

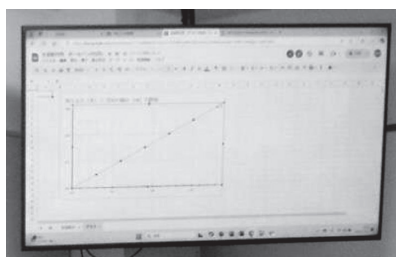


図 16 モニターを使って、作成したグラフを表示しているようす

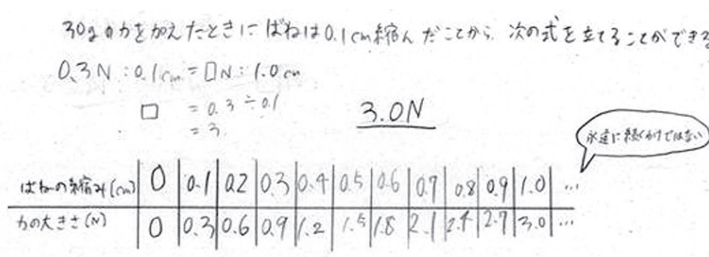


図 17 生徒がワークシートに書いた比例計算と表のようす

4. 調査の方法と分析の方法

4-1 調査の方法

授業を受けた生徒の意識を調べる方法として質問紙法（選択技法による調査、記述法による調査）を用いた。質問紙では「問 1」と「問 2」を設定し、選択技法による調査と記述法による調査を実施した。

「問 1」では「今日の授業では実験をしました。実験をして、あなたが感じたことを教えてください。それぞれの質問項目において、当てはまるものを 1 つ選んで番号に○を付けてください。また、そのように回答した理由（わけ）を□の中に入れてください。」という指示を行い、質問項目 A「おもしろかった」、質問項目 B「使いやすかった」を設定した。選択技法による調査では、5 件法（5：とても当てはまる、4：だいたい当てはまる、3：どちらともいえない、2：あまり当てはまらない、1：まったく当てはまらない）で回答を求めた。また、記述法による調査では、記述欄を設定して回答を求めた。

「問 2」では「問 1」の指示の下線部「今日の授業では実験をしました。実験をして、」を「今日の授業を受けて、」に変更して回答を求めた。また、質問項目 a「おもしろかった」、質問項目 b「よく分かった」、質問項目 c「よく考えた」を設定した。その他は「問 1」と同様に設定した。

調査は、授業の終了時に生徒に質問紙を配付して実施した。

4-2 分析の方法

「問 1」と「問 2」の選択技法による調査の回答については、5 件法の「5：とても当てはまる」～「1：まったく当てはまらない」を 5 点～1 点とし、平均値と標準偏差を算出し、天井効果と床効果の有無を確認した。

「問 1」と「問 2」の記述法による調査の回答については、記述の内容を読み取り、複数人（2 名以上）に類似の内容が書かれていたものを抽出し、その要因を見取った。1 名の記述に複数の内容が書かれていた場合、それぞれ個別の記述として扱った。

なお、生徒の意識については、選択技法の調査の回答が「5. とても当てはまる」もしくは「4. だいたい当てはまる」であれば“ポジティブな意識”とし、「3. どちらともいえない」であれば“ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識”とし、「2. あまり当てはまらない」もしくは「1. まったく当てはまらない」であれば“ネガティブな意識”とした。

5. 結果と考察

5-1 実験について

5-1-1 選択技法による調査

「問1」の選択技法による調査の回答について、分析した結果（平均値と標準偏差、天井効果と床効果の有無）を以下に述べる。有効回答者数は30名であった。分析の結果、各質問項目（質問項目A「おもしろかった」、質問項目B「使いやすかった」）において天井効果がみられた（表2）。このことは、生徒の意識（「おもしろかった」、「使いやすかった」）が良好であったことを示している。

表2 質問紙の「問1」の選択技法による調査を分析した結果

記号	質問項目	平均値 (標準偏差)	天井 効果	床 効果
A	おもしろかった	4.70(0.47)	●	-
B	使いやすかった	4.20(0.81)	●	-

n=30 min=1 max=5

●：あり， -：なし

5-1-2 記述法による調査

「問1」の記述法による調査の回答について、分析した結果（記述と主な要因）を以下に述べる。

前述したように、複数人（2名以上）に類似の内容が書かれていたものを抽出し、その要因を見取った。

なお、抽出された生徒が、問1（選択技法による調査）の質問項目A「おもしろかった」では、「5. とても当てはまる」もしくは「4. だいたい当てはまる」と回答していた。そのため、すべて“ポジティブな意識”の要因といえる。また、抽出された生徒が、問1（選択技法による調査）の質問項目B「使いやすかった」では、「5. とても当てはまる」もしくは「4. だいたい当てはまる」、または、「3. どちらともいえない」と回答していた。そのため、“ポジティブな意識”の要因と“ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識”の要因といえる。

質問項目A「おもしろかった」について以下に示す。以下に示す要因は、すべて“ポジティブな意識”の要因である。

「初めて見る実験道具だったから」、「初めて行った実験だったから」といった記述であった。この要因として「初めて行う実験であったこと」を見取ることができる。「ばねの縮みを観察するのがおもしろかった」、「おもりをのせて変化があらわれるのがおもしろかった」といった記述であった。この要因として「実験の過程（実験そのもの）におもしろさがあったこと」を見取ることができる。「日常的にしていること（ボールペンを押すこと）について調べたから」、「普段使っているボールペンに焦点を当てて調べたから」といった記述であった。この要因として「日常生活と関連がある内容であったこと」を見取ることができる。「みんなで協力して長さをはかったから」、「みんなで実験をしたから」といった記述であった。この要因として「友達と協力して実験したこと」を見取ることができる。

質問項目B「使いやすかった」について以下に示す。以下に示す要因は、“ポジティブな意識”の要因と“ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識”の要因である。

まず、“ポジティブな意識”の要因について示す。

『「ドーナツ状のおもり」をのせていただけだったから」、「簡単におもりをのせることができたから」、といった記述であった。この要因として「実験が容易にできたこと」を見取ることができる。「実験器具の使い方がよく分かったから」、「使い方をすぐに理解することができたから」、といった記述であった。この要因として「実験方法を容易に理解できたこと」を見取ることができる。なお、これは、前述した要因（「実験が容易にできたこと」という要因）に類する要因と考えられる。「ノギスの目もりが見やすく、使いやすかった」、「ノギスが金属製でなく、軽かったから」といった記述であった。この要因として「ノギスが使いやすかったこと」を見取ることができる。

次に、“ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識”の要因について示す。

「ノギスではかるとき、平行になりにくかったから」、「はかるときにおもりを上にあげてしまいそうになったから」といった記述であった。この要因として「ノギスが使いにくかったこと」を見取ることができる。

5-2 授業について

5-2-1 選択技法による調査

「問2」の選択技法による調査の回答について、分析した結果（平均値と標準偏差、天井効果と床効果の有無）を以下に述べる。有効回答者数は30名であった。分析の結果、各質問項目（質問項目a「おもしろかった」、質問項目b「よく分かった」、質問項目c「よく考えた」）において天井効果がみられた（表3）。このことは、生徒の意識（「おもしろかった」、「よく分かった」、「よく考えた」）が良好であったことを示している。

表3 質問紙の「問2」の選択技法による調査を分析した結果

記号	質問項目	平均値 (標準偏差)	天井 効果	床 効果
a	おもしろかった	4.67 (0.55)	●	-
b	よく分かった	4.73 (0.45)	●	-
c	よく考えた	4.73 (0.52)	●	-

n=30 min=1 max=5

●：あり， -：なし

5-2-2 記述法による調査

「問2」の記述法による調査の回答について、分析した結果（記述と主な要因）を以下に述べる。

前述したように、複数人（2名以上）に類似の内容が書かれていたものを抽出し、その要因を見取った。

なお、抽出された生徒が、問1（選択技法による調査）の質問項目a「おもしろかった」、質問項目b「よく分かった」、質問項目c「よく考えた」では、「5. とても当てはまる」もしくは「4. だいたい当てはまる」と回答していた。そのため、すべて“ポジティブな意識”の要因といえる。

質問項目a「おもしろかった」について以下に示す。以下に示す要因は、すべて“ポジティブな意識”の要因である。

「ボールペンを押す力がどれくらいなのかを考えたことがなかったから」、「今まで考えたことがなかったから」といった記述であった。この要因として「意外性のある学習課題であったこと」を見取ることができる。「身近なボールペンを使用した授業だったから」、「授業内容が身近にあるボールペンのことであったため」といった記述であった。この要因として「日常生活と関連がある内容であったこと」を見取ることができる。「ばねをおす力の大きさとばねが縮む長さの関係が分かったから」、「力の大きさとばねの縮みが比例することが分かったから」といった記述であった。この要因として「ばねに加える力の大きさとばねの縮みの関係を理解することができたこと」を見取ることができる。

質問項目b「よく分かった」について以下に示す。前述したとおり、以下に示す要因は、すべて“ポジティブな意識”の要因である。

「3 Nの力でボールペンを押していることが分かった」、「ボールペンを押している力について分かった」といった記述であった。この要因として「ボールペンを押す力について理解することができたこと」を見取ることができる。「表やグラフを使ってまとめたから」、「実験の後に表やグラフを書いたから」といった記述であった。この要因として「表やグラフを使って整理したこと」を見取ることができる。

質問項目c「よく考えた」について以下に示す。以下に示す要因は、すべて“ポジティブな意識”の要因である。

「表やグラフを使って考えたから」、「表やグラフを見て考えたから」といった記述であった。この要因として「表やグラフを使って考えたこと」を見取ることができる。「どんな（どのような）計算をすればよいのか、よく考えた」、「課題に対する答えをどうすると算出できるか考えた」といった記述であった。この要因として「計算の方法を考えたこと」を見取ることができる。

6. まとめ

本研究では、「押しばね」を使った教具を使い、田中・佐伯（2025）で示された「提案する授業の展開」に従って授業を実践し、授業を受けた生徒の意識をもとに知見を得た。その結果を以下に示す。

実験に対する生徒の意識（「おもしろかった」、「使いやすかった」）は良好であった。生徒が、その意識をもった要因のいくつかが明らかになった。

「おもしろかった」という意識について、“ポジティブな意識”の要因として「初めて行う実験であったこと」、「実験の過程（実験そのもの）におもしろさがあったこと」、「日常生活と関連がある内容であったこと」、「友達と協力して実験したこと」があった。

「使いやすかった」という意識について、“ポジティブな意識”の要因として「実験が容易にできたこと」、「実験方法を容易に理解できたこと」、「ノギスが使いやすかったこと」があった。

「使いやすかった」という意識について、“ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識”の要因として「ノギスが使いにくかったこと」があった。

授業に対する生徒の意識（「おもしろかった」、「よく分かった」、「よく考えた」）は良好であった。

「おもしろかった」という意識について、“ポジティブな意識”の要因として「意外性のある学習課題であったこと」、「日常生活と関連がある内容であったこと」、「ばねに加える力の大きさとばねの縮みの関係を理解することができたこと」があった。

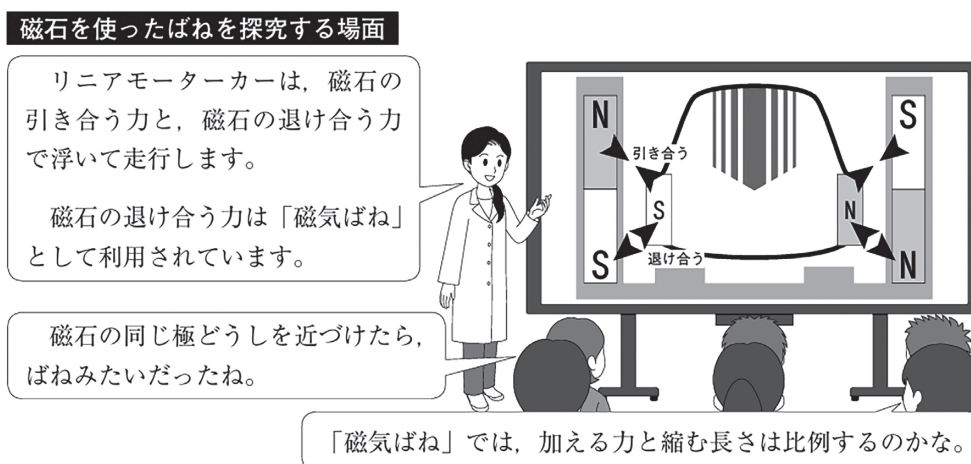
「よく分かった」という意識について、“ポジティブな意識”の要因として「ボールペンを押す力について理解することができたこと」、「表やグラフを使って整理したこと」があった。

「よく考えた」という意識について、“ポジティブな意識”の要因として「表やグラフを使って考えたこと」、「計算の方法を考えたこと」があった。

おわりに

「はじめに」で前述したように、『令和4年度全国学力・学習状況調査 中学校理科』の「大問5」（p.13-p.16）では「押して使うばね」と「磁気ばね」が示されている（国立教育政策研究所，2022）。「磁気ばね」については、「磁石を使ったばねを探究する場面」で「磁石の退け合う力は『磁気ばね』として利用されています。」（p.15）と示されている（図18）。その後、「ノートの続きの一部」（p.15）、「グループで個人の考察を検討している場面」（p.16）、「（3）の問い」（p.16）が示されている。

今後、「磁気ばね」についても教材化を図り、授業を通して実践研究を行っていきたい。



国立教育政策研究所（2022）より

図18 『令和4年度全国学力・学習状況調査 中学校理科』の「大問5」（p.15）の一部

付記

本研究において、田中は、授業実践を行った。佐伯は、授業について指導助言を行った。また、調査・分析・解釈を行い、論文を執筆した。

文献

- 大矢禎一・鎌田正裕ほか (2024) : 『未来へひろがるサイエンス1』, 啓林館.
- 国立教育政策研究所 (2022) : 『令和4年度全国学力・学習状況調査 中学校理科』,
https://www.nier.go.jp/22chousa/pdf/22mondai_chuu_rika.pdf (accessed 2025.3.31).
- 田中聡・佐伯英人 (2025) : 「押しばねを使った実験に関する一考察 (その1) - 中学校理科の第1学年「力の働き」において -」, 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 第60号, pp.69-77.
- 文部科学省 (2018) : 『中学校学習指導要領 (平成29年告示)』, 東山書房.
- 文部科学省 (2021) : 『中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編 平成29年7月 (令和3年8月一部改訂)』, https://www.mext.go.jp/content/20210830-mxt_kyoiku01-100002608_05.pdf (accessed 2025.3.31).