

## 小学5年「おもりのはたらき」における興味・関心を高める 教材の研究、指導方法の工夫、および授業実践による検証

郡上市立三城小学校 矢野 三 恵\*  
理科教育専修 川上 紳 一

【キーワード】振り子、ターザンゲーム、振り子時計、web教材、理科教育、小学校

### 1. はじめに

郡上市小学校理科研究会では、「科学的に追及する喜びを味わい、自然に感動できる理科授業の創造」をテーマに、教材研究や指導法の研究を進めている。このテーマを受けて、(1) 根拠をもって予想し、視点や見通しをもって実験する力、(2) 他の班の結果も合わせて考察し、適切にまとめる力、(3) 班ごとに協力し、正しく実験を行う力の3つを子どもたちにつけたい力として掲げ、理科授業の実践を進めている。本研究は、小学5年「おもりのはたらき」の単元において、こうした目標を実現するための教材開発や指導法の工夫を行い、郡上市小学校理科研究会において、研究授業を行ってそれらの有効性の検証を行うという構想でスタートした。

小学5年「おもりのはたらき」の単元においては、子どもたちにつけさせたい内容として、おもりを使い、おもりの重さや動く速さなどを変えて物の動く様子を調べ、物の動きの規則性についての考えをもつようにすることである(文部科学省、1999)とされている。この学習によって、物の運動やそれに伴う変化の規則性についての見方や考え方もつようにするとともに、予想をもとに実験

を計画し、物の運動にかかわる条件を制御しながら、調べる変数を変化させて、その規則性を追及する能力を育てることがねらいである。

学習内容としては、振り子の運動とおもりの衝突という2つの課題を提示し、子どもたちにどちらかを主体的に選択させることになっている。このうち、振り子の運動の授業実践を念頭において、岐阜県教育委員会と岐阜大学の連携による現職教員12年目研修コース「EZT061401:2学期から使える理科教材開発・指導案(小学校)」のなかで、教材研究と指導法の工夫を位置づける取り組みを行った。

小学5年で導入された課題選択のねらいは、子どもたちの興味・関心に基づく学習を充実させることである(文部科学省、1999)。子どもたちは、どちらの課題を学ぶかを選択することで、選択に至る判断や意思決定、学習結果に対する自己責任といったプロセスを学ぶことも重視されている。

本授業実践では、振り子時計の持ち込みやターザンゲームによる課題づくりに力を入れたため、結果的に子どもたちの興味・関心は概ね振り子の運動へ向かい、選択学習である

\* 平成18年度12年目研修教員

ことを強く意識した授業実践例（たとえば、森田（2007））とは異なる展開となった。

また、授業実践に先立って行った子どもたちの実態からは、理科が好きで観察や実験を進んでやる子が多いが、根拠をもって予想する力が不十分であることが読み取れた。そこで科学的な探求態度の育成に重点をおいた学習を進めることにした。

## 2. 研修内容

現職教員12年目研修コース「EZT061401:2学期から使える理科教材開発・指導案（小学校）」は、2学期に小学校理科教育において研究授業を計画している教員、あるいは2学期に学習する単元において有効な教材の開発や指導法の工夫を目指す教員の方々を対象としたコースである。第1日目の研修では、取り組む単元について研修教員と協議し、従来の実践事例の研究、研修期間中に行う教材研究の内容、単元指導計画の構想について検討を行う。第2日目から4日目の研修は、研修教員が勤務先の小学校で教材研究を行う。第5日目の研修は、教材研究の結果を検討し、



図1. web教材『振り子の運動』。  
(理科教材データベース)

単元指導計画の作成と、指導計画の流れの中に開発した教材を位置づけを行うというものである。

今回の研修では、小学5年「おもりのはたらき」の単元について、教材研究と単元指導計画の作成を行った。まず、この単元の学習において、子どもたちの興味や関心を高める教材について検討し、振り子時計、メトロノーム、遊園地のバイキングなど、振り子の運動を利用した機器について、その動きをビデオ撮影することにし、研修期間内に撮影したビデオをもとにweb教材を作成した（図1）。振り子式の柱時計については、研究室で確保できたので、授業実践前に教室へ持ち込んで、興味・関心を高める手立てとした。また、授業導入時に、体育館のターザンロープを使った活動で、課題づくりを行うことにした。

研修活動の終了後も、研究室と研修教員の間で情報交換を続け、研究授業へ向けて準備を進め、子どもたちに行わせる振り子の実験については、実験結果から正しい結論が導けるように実験装置を工夫した。郡上市小学校理科研究会における研究授業は、2006年12月6日に実施した。

なお、第1日目の研修では、天体望遠鏡（スピカ）の作成を取り入れた天体観察学習、気温測定センサーをもちいた日なたと日かげの学習についても検討を行っている。

## 3. 単元指導計画

「おもりのはたらき」の指導計画は全11時間とした。

まず1、2時間目には、ターザンゲームとゴールインゲームを行い、振り子と衝突のどちらの課題を追求するか選択させる授業を行った。導入の授業のあと、どちらの課題を追求するかについて調査したところ、振り子

が15名で衝突が8名だった。そこで、全員が振り子の運動を調べる授業へと向かうよう教師が促し、そのあとで衝突についても学習するようにした。

3時間目の授業では、振り子が一往復する時間を変化させる手立てを予想させ、(1)おもりの重さを変える、(2)振れ幅を大きくする、(3)糸の長さを変えるという3つの予想を立てさせた。

4時間目から7時間目については、周期を正確に測定する実験方法と期待される結果を予想させ、子どもたちの発言を受けて、(1)糸の長さを変える実験、(2)振れ幅を変える実験、(3)おもりの重さを変える実験の順番に実験を行わせた。郡上市小学校理科研究会は7時間目のおもりの重さを変える実験に当たった。

8時間目から11時間目については、実験結果をもとに、振り子が一往復する時間における規則性の確認を行い、この単元で学習した内容を応用する活動を実施した。

#### 4. 教材研究

子どもたちに行わせる実験は、糸におもりをつるし、振り子運動をさせてストップウォッチで周期を測定するというものである。振り子の周期の測定は、1回の測定ごとに値がばらつくので、データをどのようにとりあつかうかについて工夫が必要である。振り子の1往復の時間は測定しにくので、10往復の時間を測定するようにした。こうした測定でも1回の測定で正しい値がでるかかわからないので、3から5回測定を行って同じ値になっているかを確認するようにした。

ここで問題になるのは、こうした測定で子どもたちが再現性のある値を導くことができるかどうかである。もし1回ごとにばらつきが大きければ、子どもたちの中には正しい結

論を導けないこともありうる。そこで、周期の測定精度を高めることができる器具について工夫を行った。

糸の長さについては、教科書では1メートルとなっていたが、子どもたちが扱いやすい長さとしてここでは40センチとした。糸や紐についてはいろいろなもので実験を行ったがねじれやすいものは測定誤差が大きくなることから、最終的には釣り糸を使うことにした。糸は実験スタンドに取り付けたが、ねじれ運動を抑えるために支点はクリップで固定した。

おもりにしてもワッシャーなどさまざまなものを使ったが、複数のおもりをつるしても支点と重心の距離が変わらないもの、空気の抵抗で振り子が減衰しないようなものを採用した。

こうして教具を選んで予備実験を行ったところ、糸の長さ40センチで10往復の時間を測定した値は、13.1秒から13.9秒の範囲におさまった。そこで、子どもたちには測定で得られた値を10で割り、小数点以下2桁目は切り捨てた値を周期とするように指導することにした。

#### 5. 授業の実践

##### 5.1. 振り子時計で興味・関心を高める

この単元がスタートする2週間前ぐらいに、研究室の振り子時計を5年生の教室へもっていき、そっと置いておいた。子どもたちは教室に新しいものがくると、何だろうと興味や関心を示した。子どものなかには、理科の学習と関係があるのではと予想したものもいたが、振り子時計をもちこんだ理由は話さないでおいた。

しばらくすると、振り子時計の目盛が示す時間が実際の時間より遅れることに子どもたちは気づいた。そこで、子どもたちにはわか

らないように振り子の長さを短くし、正しい時間に合わせた。それから数日後に今度は振り子時計の時間が実際の時間より進んでいることに子どもたちが気づいたので、また時間と振り子の長さを調節した。子どもたちは時計の調整をどうやっているのかわからなかったが、振り子時計について興味を持ち続けているようだった。

### 5. 2. ターザンロープを用いた活動

「おもりのはたらき」の第1時間目の授業では、体育館でターザンロープを使った学習を行った。ターザンロープにぶらさがって、行ってもどってくるのに、早くもどってくる

にはどうしたらいいかを追求することにした。子どもたちは、ターザンロープの先端の低い位置にぶらさがったり、脚立を使って高い位置にぶらさがったりして、ぶらさがる位置の違いで往復の時間が違うか、同じ場所に二人がぶらさがったらどうなるか、さらに大きく振ったらどうなるかを調べていった。

自らおもりとなって振り子にぶらさがった経験は、その後の学習活動に大きな影響を与えたようで、このあとの実験で、糸の長さ、振れ幅、おもりの重さを変えて周期を調べる実験で、予想を立てて、そのわけを述べる活動では、子どもたち一人ひとりがしっかりとした根拠を述べることができた。

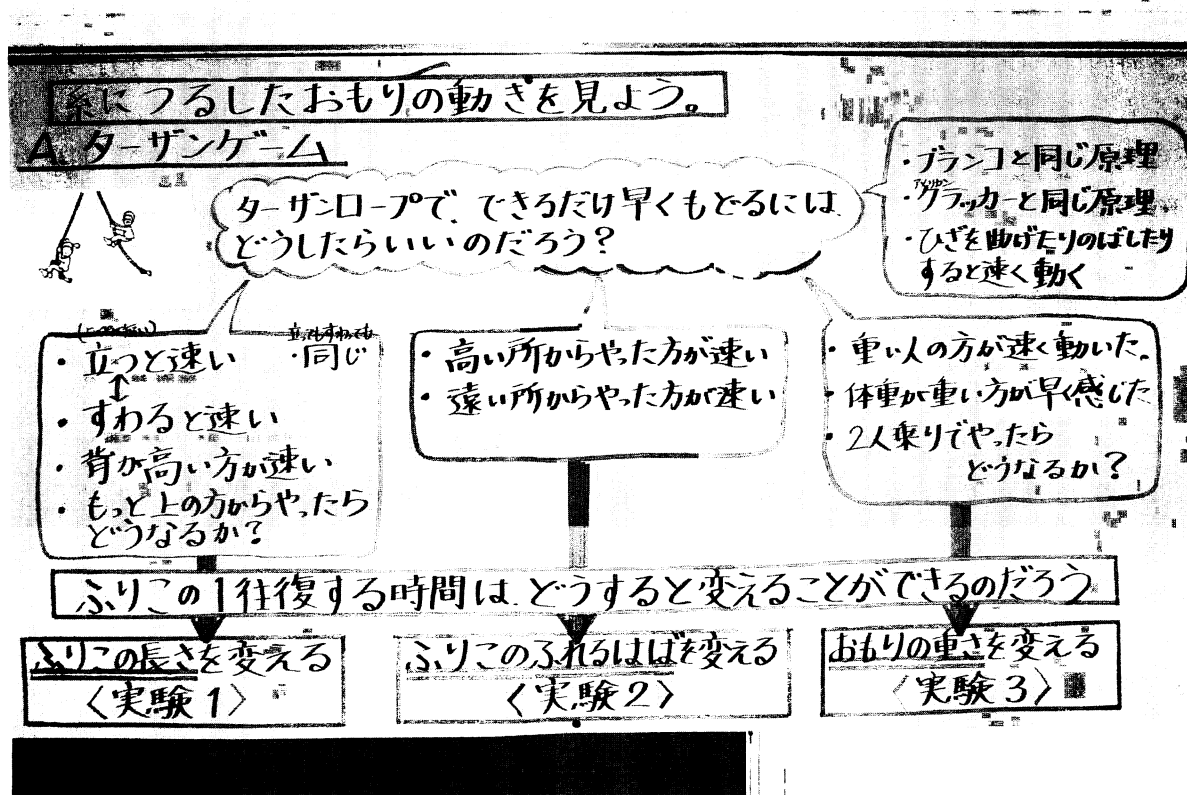


図2. 振り子の周期の変化に関する子供たちの予想と学習の流れ。



図3. 振り子の実験を行う子供達の様子。

おもり 2こ					
回数	1回	2回	3回	10往復する時間	1往復する時間
1班	13.3	13.5	13.5	13.4	1.3
2班	13.6	13.4	13.5	13.4	1.3
3班	13.9	13.6	13.8	13.6	1.3
4班					
5班	13.8	13.5	13.6	13.0	1.3

おもり 4こ					
回数	1回	2回	3回	10往復する時間	1往復する時間
1班	13.7	13.6		13.6	1.3
2班					
3班					
4班					
5班	13.5	13.3	13.6	13.0	1.3

おもり 3こ					
回数	1回	2回	3回	10往復する時間	1往復する時間
1班					
2班	13.5	13.4	13.4	13.4	1.3
3班					
4班	13.7	13.7	13.7	13.7	1.3
5班	13.6			13.6	1.3

おもり 5こ					
回数	1回	2回	3回	10往復する時間	1往復する時間
1班	13.7	13.6	13.8	13.4	1.3
2班	13.3	13.5	13.4	13.4	1.3
3班	13.5	13.6	13.6	13.5	1.3
4班	13.3	13.6	13.6	13.5	1.3
5班	13.4			13.4	1.3

図4. 実験結果をまとめた表(掲示物)。

### 5. 3. 振り子の周期を調べる実験

ターザンゲームの活動の経験から、子どもたちは振り子の周期が、(1) 糸の長さ、(2) 振り子の振れ幅、(3) おもりの重さの3つの要因で変化するという予想を立てた(図2)。こうした予想を確かめるためには、制御する条件と変数を理解することが必要となる。そこで、子どもたちにどの順番に調べるかを決めさせ、それぞれの測定で統一する条件と変える条件をはっきりさせた。まず、糸の長さを変える測定では、糸の長さを40センチにした場合と80センチにした場合について、おもりは1つ、振れ幅は60度にするように促した。得られた結果は、40センチのときが1.3秒、80センチのときが1.8秒であり、糸を長くしたほうが周期が長くなった。これについては子どもたちの予想どおりであった。

次に、振れ幅を変えた測定では、糸は40センチ、おもりは1つとし、振れ幅は30度と60

**実験3 おもりの重さを変えると、ふりこの1往復する時間は変わるだろうか。**

<予想> おもりの重さは重い方が1往復する時間は短いと思う。そのおもりの重さで早く1往復すると思うよと4-7-10-7をかけた時重い人の方が速かった。

<期待する結果> だから5の方が1往復する時間が短いと思う。

<実験方法>

変えない条件	ふりこの長さ(40cm) ふりのふれるはば(60°)
変える条件	おもりの重さ(2.5)

<結果>

回数	1回目	2回目	3回目	10往復する時間	1往復する時間
おもり 2	13.6	13.4	13.5	13.5	1.3
5	13.3	13.5	13.4	13.4	1.3
3	13.5	13.4	13.4	13.4	1.3

<わかったこと(自分の予想と比べて、考察、気付いたこと、やってみたことなど)>

予想とはちがって2こでも5こでも3こでも1往復する時間は同じだった。だから重さかちがってほしい1往復する時間は同じほかに1往復する時間。

<まとめ(課題につなげて)> おもりの重さを変えてもふりこの1往復する時間は変わらなかった。

<今日のふりかえりO.O.A.>

見直し実験  考え・まとめ  挙手  正誤  役割・協力

図5. 実験を行った子どもの実験ノート。

度で測定を行った。実験前の子どもたちの予想は、振れ幅が大きいほど勢いがつくので早くなるという考えが多かったが、結果からは周期が変化しないことが導かれた。これについては、予想と異なるのでなぜだろうと不思議に思う子どもたちが多かった。

おもりの重さを変える実験では、おもりを1個から5個まで変化させて周期を測定した。図3に、実験を行う子どもたちの様子を示す。おもりの重さを変えると周期が変化するという考えをもっていたが、結果からは変化しないことが示された(図4)。この結果も予想とは異なるものであったが、振れ幅を変えた測定でも変化しなかったため、子どもたちは振り子の運動におけるきまりとして事実をそのまま受け止めたことが実験ノートから読み取れた(図5)。

#### 5. 4. 学習の振り返りを促す教材の提示

3つの実験を通じて、振り子の周期は糸の長さだけに関係があり、振れ幅やおもりの数によっては変化しないことが明らかになった。振れ幅やおもりの数によって変化しないことは、小学生にとっては理解できない高度な内容である。こうした振り子の性質は、ニュートンが発見した万有引力の法則と、質量と加速度の積が力に等しいという運動の法則に基づいて理解することができる。小学生の段階では、振り子の運動にみられる規則性が1581年に少年だったガリレオ・ガリレイが礼拝堂のシャンデリアの揺れを調べて発見したものであるというエピソードを紹介する程度にとどめた。

繰り返し実験を行って得た振り子の運動に関する規則を子どもたちが応用することができるかを調べる目的で、研修で開発したweb教材を活用してみた。子どもたちを5つのグループにわけ、おのおののグループに振り子の原理を利用した機器のビデオを見せた。長島スパランドの遊園地にある2つのバイキングについて、どちらが大きいかを答えさせ、5年生なりの理由を述べるように求めた。多くの子どもたちがバイキングの大小について、往復にかかる周期の違いに基づいて答えを導き、その理由を答えることができた。また、web教材に掲載した岐阜市科学館のフーコーの振り子については、地球の自転運動によって振れる向きが変わることを説明した。

さらに、教室においておいた振り子時計について、どこで時計の進み具合を調整しているのかについてクイズ形式で質問を投げかけたところ、振り子の下に長さを調整するネジがあるという発言があった。その発言を受けて、多くの子どもたちが振り子時計の時間の刻みが振り子の往復によることに気がつい

た。

## 6. 評価

今回行った教材研究と指導法の工夫が有効であったかを調査する目的で、授業実践から約1ヶ月が経過した2007年1月下旬にアンケートによる調査を行った。学習に対する意欲や理解度を調査する問いとして、(1) 学習したいと思ったか、(2) おもしろかったか、(3) よくわかったかの3項目を用意した。また、学習内容に関しては、振り子の運動の規則性について記述を求めた。さらに、この学習で心に残ったことを記入させた。

振り子の学習をしたと思った子どもは全員の100%であった。また、面白いと感じた子どもは90%、よくわかったと答えた子どもの割合についても100%に達した。これらの結果は、今回用いた実験器具や指導方法が子どもたちにとって興味・関心が高まるものであり、結果的に手ごたえのある学習だったことが示唆された。このことは、振り子の運動の規則性についても多くの子どもたちが的確な記述をしていることから読み取れた。

この学習で心に残ったことについては、ターザンロープの体験が楽しかったと記入した子どもが多かった。

## 7. 考察

### 7. 1. ターザンロープを用いた導入

ターザンロープを用いた授業の導入の実践例については、北村(2002)の報告や津田(2006)の指導案などにもみられる。これらの実践例にみられるように、授業の導入でターザンロープを用いた活動で、早くもどってくるにはどうしたらよいかという課題を追求したことは、3時間目の課題づくりの授業に反映された。すなわち、子どもたちはターザンロープにぶらさがった経験から、糸の

長さ、振れ幅、おもりの重さという周期を変える3つの要素を考えつき、おのおのについて明確な予想とその理由を答えることができた。

北村(2002)では、課題づくりに有効であるとしているが、今回の実践からはターザンロープの体験から予想やその理由を根拠を明確にして述べることであった点でも有効であったと思われる。こうした子どもたちの活動の姿は、郡上市小学校理科研究会のテーマに添ったものであり、「おもりのはたらき」の学習を通じて、願う子どもたちの姿を具現できた。

### 7. 2. 実験器具の工夫

子どもたちが得た実験結果から明確な結論を導くには、精度のよい測定データが得られる実験器具を使い、誤差の取り扱い方についても徹底させることが必要である。今回の授業実践では、入念な予備実験を行って、釣り糸、おもり、クリップといった適切な器具を準備することができた。本単元のような測定誤差が結果に影響するような授業実践では、教師が事前に予備実験を行い、結果のとりまとめで混乱しないような配慮が必要である。

### 7. 3. 学習の振り返りの手立て

研修期間中に開発したweb教材や授業のスタート前に持ち込んだ振り子時計は、当初学習の動機づけや興味・関心を高める手立てとして取り入れたものである。しかし、本実践においては、授業の導入で行ったターザンロープの活動が動機づけや課題づくりにおいて、非常に有効であったため、授業の後半のまとめの活動で使用した。

子どもたちは、振り子の周期の測定で導いた振り子の運動の規則性の知識に基づいて、バイキングの大きさを推定し、振り子時計の

しくみがどういうものであるかを理解することができた。すなわち、学習を通じて獲得した科学的な見方や考え方で、身近にある物の本質を見抜く力を育むことができたことは、本授業実践とその準備段階で行った教材研究の大きな成果であった。

### 7. 4. フーコーの振り子と地球の自転

学習後のアンケートにおいて、子どもたちが印象に残ったこととしてフーコーの振り子について記入した子どもがかなりあった。フーコーの振り子は止まることなくゆれ続けていること、ゆれる方向が徐々に変化し、北極では24時間で一周する(緯度 $\phi$ の場合では1日に $360^\circ \sin \phi$ だけ回転する)ことに興味をもったようだ。フーコーの振り子は地球自転運動に関連した現象である。地球の自転運動に関連しては、小学4年の月や星の日周運動で現象を学ぶが、天動認識か地動認識かを巡っては、天動認識にとどまる子どもの割合が高く、学習目標をどこにおくかで見解が分かれている。小学5年の「おもりのはたらき」の単元で、天体の動きの学習との関わりや地球の自転に関連した現象に接する機会として、この単元のまとめでフーコーの振り子を紹介する機会が生じたことは有意義であった。

### 8. おわりに

科学的な見方や考え方を獲得し、科学的に追及する喜びを味わい、ひいては自然に感動できる理科授業の創造といったテーマは、理科教育に携わるすべての教員の願いであり、目標でもある。こういった目標を達成するための第一歩は、単元指導計画の見直しであり、魅力的な教材を発掘し、こどもたちの視線に合った教材の発掘とその提示の工夫を工夫し、授業実践によって検証していくことで

ある。本報告は、「おもりのはたらき」の単元について、現職教員12年目研修で実施した教材研究と指導案の構想の検討結果と、それをふまえた郡上市立三城小学校での授業実践の概要をまとめたものである。

この単元は、学習指導要領では課題選択学習として位置づけられているが、子どもたちはまず振り子の運動を学習し、続いて衝突を学習するというように、2つの課題を選択するのではなくどちらも追及した。選択学習における課題選択に対する判断、自己責任といった点を重視した指導を行うには、衝突についても振り子の運動と同様、より魅力的な教材の開発を行う必要がある。

謝辞。2006年12月6日の郡上市立三城小学校で開催された郡上市小学校理科研究会において、本授業実践に関して多くのご意見、コメントをいただいた。また、本授業実践では、三城小学校の先生方にご助言やご協力を

いただいた。さらに現職教員12年目研修で用いた教材の確保など必要経費は、文部科学省サイエンスパートナーシップ事業の支援を受けている。ここに記して感謝いたします。

---

#### (引用文献)

北村弘樹 (2002) おもりをふったとき—ターザンロープ体験からの課題づくり—, 初等理科教育, **36**, No.2, 52-53.

森田和良 (2007) おもりの重さとはたらき—「ふりこ」と「衝突」の児童による選択学習—, 初等理科教育, **41**, no.1, 8-10.

文部科学省 (1999) 小学校学習指導要領解説—理科編, 東洋館出版.

津田英樹 (2006) 5年2組理科学習指導案, 長良西小学校公開授業 (2006年10月17日).

Web教材:理科教材データベース:

<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/html/kyo/index.html>