

第5学年 理科学習指導案

指導者

1. 日時 令和2年 9月17日(木) 第6時限
(前前時:9月14日(月) 第5時限 前時:9月17日(木) 第5時限)
2. 場所 熊取町立西小学校 理科室
(密集を避けるため、別部屋でのテレビ中継参観も予定しています。詳細は別途連絡します。)
3. 学年・組 第5学年 組()名
4. 単元(題材)名 「1秒時計を作ろう」(ふりこのきまり 啓林館)

5. 単元(題材)の目標

振り子が1往復する時間(周期)に着目して、おもりの重さや振り子の長さなどの条件を制御しながら、振り子の運動の規則性を調べ、学習問題に対する答えを科学的に説明する活動(※)を通して、それらについての理解をはかり、実験に関する技能を身につけるとともに、主に予想や仮説をもとに、解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成する。

※本授業における科学的な説明とは、アーギュメントの構成を指す。具体的には、後述する。

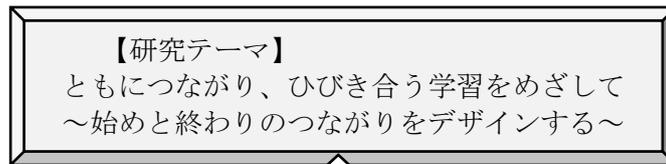
6. 単元計画(全6時間)

次	時	指導計画
第1	1	周期約3秒のふりこの周期を測ったりふりこに出合った経験談を語り合ったりして、周期約3秒の振り子の条件を変えて、1秒時計を作るという目標を定める。
	2	振り子の周期に影響する条件について仮説を立て、1秒時計を作るための学習計画を立てる。
第2		周期約3秒の振り子を1秒時計にしよう。
	3	学習問題「振れ幅を変えれば、1秒時計を作ることができるのだろうか。」 (実験1) ふれはばを変える。
	4	学習問題「おもりの重さを変えれば、1秒時計を作ることができるのだろうか。」 (実験2) おもりの重さを変える。
	5	学習問題「ふりこの長さを変えれば、1秒時計を作ることができるのだろうか。」 (実験3) ふりこの長さを変える。
第3	6	1秒時計づくり/まとめノート/たしかめよう/活用しよう

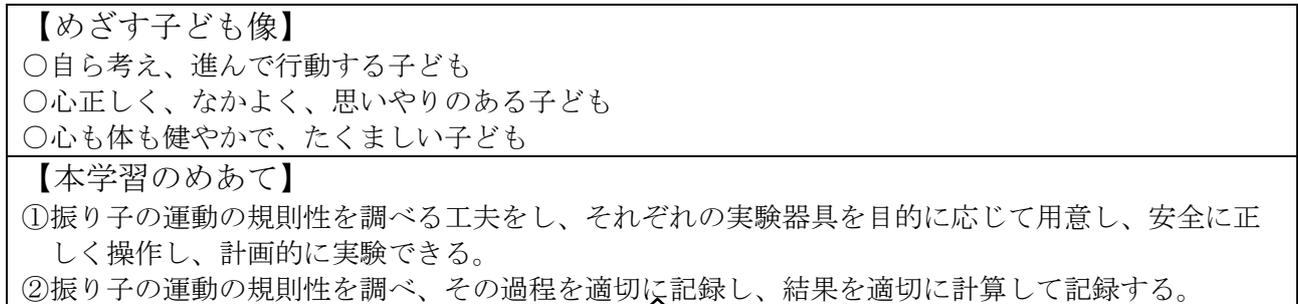
7. 指導観

(1) 研究テーマとの関わり

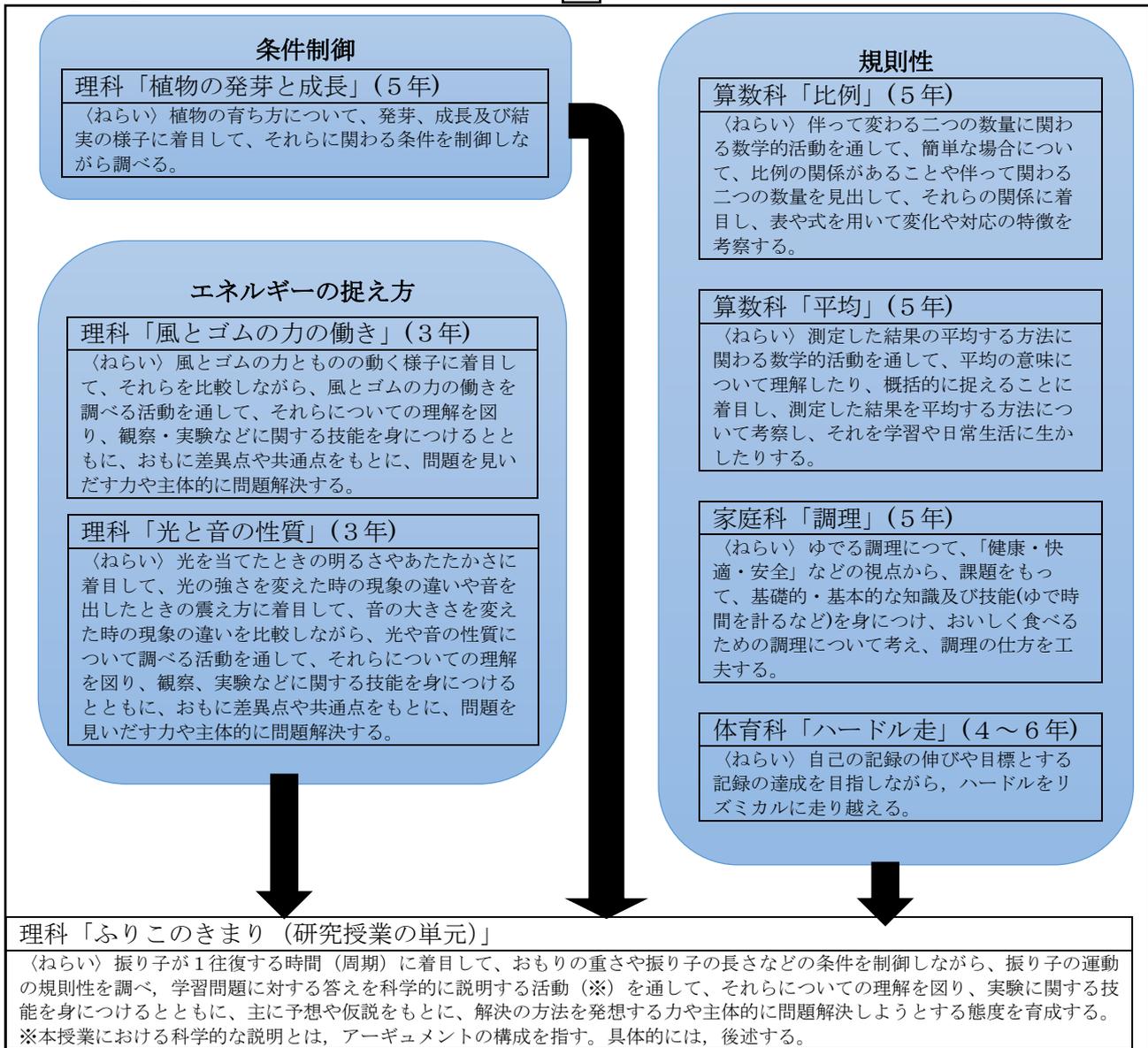
① 「つながり」を生かした授業デザイン



「つながり」を生かした学習のめあて



「つながり」 相関図



② 「つながり」を生かすための手だて

【既習事項とのつながり】

- ・「植物の発芽と成長」の学習を通して、条件を制御しながら調べた。このことから、本単元では、振り子の実験の条件（振れ幅・おもりの重さ・振り子の長さ）を適切に制御しながら調べられるようにしていきたい。
- ・「風とゴムの力の働き」「光と音の性質」の学習を通して、主体的、計画的に操作や制御を通して働きかけ、追究することにより、対象の性質や働き、規則性などについての考えを構築してきた。このことから、本単元では、おもりの重さや振り子の長さなどの条件を制御しながら、振り子の運動の規則性を調べていきたい。

【他教科とのつながり】

- ・算数科「平均」では、平均の意味について理解したり、概括的に捉えることに着目し、測定した結果を平均する方法について考察したりする活動を行った。このことから、本単元では、振り子の1往復する時間の平均時間を適切に計算できるようにしていきたい。
- ・算数「比例」では、伴って関わる二つの数量を見出して、それらの関係に着目し、表や式を用いて変化や対応の特徴を考察する活動を行った。このことから、本単元では、振り子が1往復する時間と振れ幅・おもりの重さ・振り子の長さの2つの数量の関係に着目し、表や式を用いて変化や対応の特徴を考察していきたい。
- ・家庭科「調理」では、課題をもって、基礎的・基本的な知識及び技能(ゆで時間を計るなど)を身につける学習を行った。このことから、本単元では、振り子が1往復する時間を適切に計れるようにしていきたい。
- ・体育科「ハードル走」では、ハードルをリズムカルに走り越える活動を行った。このことから、本単元では、一定周期で振れる振り子の動きに関連させて学ばせたい。

【研究テーマとのつながり】

- ・校内研究では、研究テーマを「ともにつながり、ひびき合う学習をめざして～始めと終わりのつながりをデザインする～」と設定している。言語活動を充実させ、既習事項とつなげ、「またやりたい。」「もっと知りたい。」と思える、次の学びにつながる授業になるように工夫することで子どもたちがわかる・できる喜びを味わうような授業をめざしている。そこで、論理的に思考し、自分の思い、考えを表現する力を育てることで言語活動の充実を図ることができるのではないかと考えアーギュメントの理論を用いた活動内容にした。

10. 本単元の学習の関連と発展（単元の系統について）

校種	学年	エネルギー	
		エネルギーの捉え方	
小学校	第3学年	風とゴムの力の働き ・風の力の働き ・ゴムの力の働き	光と音の性質 ・光の反射・集光 ・光の当て方と明るさや暖かさ ・音の伝わり方と大小
	第4学年		
	第5学年	振り子の運動 ・振り子の運動	

	第6学年	<p>てこの規則性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・てこのつり合いの規則性 ・てこの利用
中学校	第1学年	<p>力の働き</p> <ul style="list-style-type: none"> ・力の働き（2力のつり合い(中3から移行)を含む) <p>光と音</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光の反射・屈折(光の色を含む) ・凸レンズの働き ・音の性質
	第2学年	<p>電流</p> <ul style="list-style-type: none"> ・回路と電流・電圧 ・電流・電圧と抵抗 ・電気とそのエネルギー(電気による発熱(小6から移行)を含む) ・静電気と電流(電子、放射線を含む) <p>電流と磁界</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電流がつくる磁界 ・磁界中の電流が受ける力 ・電磁誘導と発電
	第3学年	<p>力のつり合いと合成・分解</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水中の物体に働く力(水圧、浮力(中1から移行)を含む) ・力の合成・分解 <p>運動の規則性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動の速さと向き ・力と運動 <p>力学的エネルギー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仕事とエネルギー ・力学的エネルギーの保存

11. 単元(題材)の評価規準

次	時		評価規準(B基準)	A基準	B基準に達していない場合の手立て
第1	1	主体①	振り子の運動に進んでかかわり、粘り強く、他者とかかわりながら、振り子の運動の規則性を予想しようとしている。(行動観察・発言・記録分析)	振り子の運動に進んでかかわり、粘り強く、他者とかかわりながら、おもりの重さや振り子の長さ、振れ幅などいろいろな条件に着目しながら1秒時計の作り方を調べようとしている。	振り子を構成する要素を図示したり実物を見せたりして丁寧に解説する。
	2	思考表現	振り子の運動の変化とその要因について予想や仮説をもち、条件に着目して解決の方法を発想し、表現している。(行動観察・発言・記録分析)	振り子の運動の変化とその要因について根拠のある予想や仮説をもち、正確に調べるために条件に着目して複数回の実験を計画し、表現している。	振れ幅の違う振り子、おもりの重さが違う振り子、糸の長さが違う振り子を見せてその違いに気づかせ、振れ方が違うのかどうかを考えさせる。

第2	3 (本時) ・ 4 ・ 5	知識技能①	振り子の運動の規則性を調べる工夫をし、それぞれの実験器具を目的に応じて用意し、安全に正しく操作し、計画的に実験している。(行動観察・記録分析)	振り子の運動の規則性を調べる工夫をし、それぞれの実験器具を目的に応じて用意し、安全に正しく操作し、計画的かつ正確に実験している。	変える条件と変えない条件を確認する。平均値から大きく外れた記録はやり直すことを知らせる。
		知識技能②	振り子の運動の規則性を調べ、その過程を適切に記録し、結果を適切に計算して記録している。(行動観察・記録分析)	振り子の運動の規則性を調べ、その過程を適切に記録し、結果を定量的に正確に計算して記録している。	平均の求め方を確認する。必要に応じて計算機を使用させる。
		思考表現②	振り子の運動の変化とその要因とを関係づけて考察し、科学的な説明として表現している。(行動観察・発言・記録分析)	振り子の運動の変化とその要因とを誤差を認識して関係づけて考察し、科学的な説明として表現している。	自分や友達のグループの記録と比較して、結果の妥当性を確認し、全体の傾向をとらえさせる。
		知識技能③	振り子が1往復する時間は、おもりの重さや振れ幅に関係なく、振り子の長さによって変わることを理解している。(記録分析・ペーパーテスト)	振り子が1往復する時間は、おもりの重さや振れ幅に関係なく、振り子の長さによって変わることから、振り子の1往復する時間を自由に変えられることを理解している。	長さが極端に異なる振り子を見せ、振り子が1往復する時間は、振り子の長さによって変わることを理解させる。
第3	6	主体②	振り子の運動の規則性を利用して1秒時計を作り、また、振り子の運動の規則性について学んだことを生活に生かそうとしている。(行動観察・発言・作品分析)	振り子の運動の規則性を利用して1秒時計を作り、振り子の運動の規則性について学んだことを生かして、他にもいろいろなものしくみを進んで見直し、実際に作ったり調べたりしている。	振り子の規則性を使ったおもちゃの実物を提示したり、教科書 p.188 の「ものづくり広場」を紹介したりする。

8. 研究授業におけるモデル授業を行う意図

校内研究では、研究テーマを「とものつながり、ひびき合う学習をめざして～始めと終わりのつながりをデザインする～」と設定している。言語活動を充実させ、既習事項とつなげ、「またやりたい。」「もっと知りたい。」と思える、次の学びにつながる授業になるように工夫することで子どもたちがわかる・できる喜びを味わうような授業をめざしている。

そこで、論理的に思考し、自分の思い、考えを表現する力を育てることで言語活動の充実を図ることができるのではないかと考え、アーギュメントを研究されている神山真一先生にモデル授業を行っていただく運びとなった。

※アーギュメント

主張、証拠、理由づけや反論への備えなど、ある問題を解決するための一連の説明の仕方、あるいは、それらの構成要素を含む一連の言葉のやりとりを指す。アーギュメントは理科の考察場面にフィットするため、言語活動の充実を目指す取り組みの一環として、理科授業におけるアーギュメント研究が全国で進み始めている。

9. 実際の展開案

一秒時計をつくろう 学習指導略案① 9月14日(月) 5時限目

〈本時の目標〉

○ふりこの周期を変える要因に興味を持ち、1秒時計を作るための単元の学習計画を進んで立てようとする。

○ふりこの周期を変える要因について仮説を立て、ふれはばやおもりの重さ、ふりこの長さをどのように変えればよいか、自分の考えを持ち、予想として表現できる。

〈学習過程〉

子どもの学習活動	教師の支援
<p>1. ふりこに関する情報を共有し、ふりこが往復し続ける理由を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ふりこという名前は知っているよ。 ・細かく名前が付いているね。 ・行ったり来たりするのは不思議だな。 ・地球に引き寄せられるから落ちるんだね。 ・勢いもつくから上がるんだね。 	<p>○天井からつりさげるおおきなふりこを提示し、ふりこに興味を持たせ、ふりこに関する情報を説明するとともに、往復し続ける理由を考えるよう投げかける。今後の学習を焦点化して進めることができるように言語を習得させたい(支点・おもり・ふりこの長さ(支点→重心)・ふれはば(角度)・周期・一往復・引力・勢い)。</p>
<p>2. 1つの大きなふりこの周期を全員で測定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結構ゆっくり動いているね。 ・10往復は集中して数えよう。 ・ストップウォッチは正しく押せるかな。 ・周期は短くなったり速くなったりするのかな。 	<p>○1往復ではあいまいになるから、11往復で平均をとること(1往復目は無視する)やストップウォッチを押すタイミング、誤差の概念などを知らせ、実験を進めていく上で重要になる科学的手法を提示する。この活動は、全員で一斉に行うことで、共有を図りたい。</p>
<p>3. 周期を1秒にして、1秒時計を作る方法を考える。</p> <p>○変えられる条件を探る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験用のふりこ、はやくやってみたいな。 ・おもりの重さを変えられるよ。 ・ふりこの長さも変えられる。 ・ふれはばは大きくしたり小さくしたりできそうだ。 <p>○実験計画として共有する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全部影響しそうだな。 ・この仮説が正しいかどうかを確かめていくんだね。 	<p>○周期を1秒とする、1秒時計を製作していきたいことを投げかける。今提示しているふりこに比べると、1秒は短い周期なため、短くする方法を探ることを目標とする単元の学習課題を共有する。そこから、実験用のふりこをみせて、何を変えれば周期が変わりそうかを問い、変えられる条件を見つけるようにする(ふれはば・おもりの重さ・ふりこの長さ)。</p> <p>○児童の考えを板書しながら「実験すること」として整理する。</p> <p>(1. ふりこのふれはばを変える(大きく・小さく) 2. ふりこのおもりのおもさを変える(重く・軽く) 3. ふりこの長さを変える(長く・短く)) 学習計画を立てる子どもたちの姿を支援したい。</p>
<p>4. 1秒時計をつくる方法について、各自予想を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ふりこのおもりの重さを重くしたらいいと思う。お父さんのブランコは勢いがついてはやく感じるから。 ・ふれはばは短いほうがいいと思う。距離が短いと時間もはやくなると思う。 ・長さが短いほうがはやくって聞いたことがあるよ。 	<p>○各自に周期を短くして1秒時計をつくるための方法を問かけ、自分の予想としてノートに記すように指示する。その際は、思考しやすいように、今の周期約3秒の振り子を早く動かすために、何をどう変えたらいいと思うかを考えるように声掛けする。また、理由も記述させ、日常に自分が持つ知識や経験と本単元の学びの接続を常に意識できるようにする。</p>

一秒時計をつくろう 学習指導略案② 9月17日(木)5時限目

〈本時の目標〉

- ふりこの周期を変えると予想した要因のうち、ふれはばを変えたときの実験結果について考え、予想として表現できる。
- 友だちの考えを聞きながら、自分の考えを確かめようとする。

〈学習過程〉

子どもの学習活動	教師の支援
<p>1. 実験結果を予想するための準備をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・勢いで考えると考えやすいよ。 ・往復する距離が気になるよ。 ・ブランコの経験は考えやすいね。 <p>2. 学習問題1 「振れ幅を変えると1秒時計を作ることができるのか」について自分の考えと向き合う。</p> <p>3. 実験の「仮説」をクラスで創る。</p> <p>○学習問題に対する現段階の主張を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・できると思います。振れ幅を変えると周期が変わると思います。振れ幅を小さくすると引力が小さくなって、勢いも弱まるからはいやく往復すると思います。 ・できると思います。振れ幅を大きくすると勢いが大きくなって、とてもはいやく動くと思います。 ・できないと思います。振れ幅は関係ないと思います。なぜなら、勢いと距離の両方を考えないといけないと思うからです。 <p>○次回の実験の「仮説」を明確にする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・みんなの考えを聞いていると、3つの考えがあるよ。 ・理由はいろいろあるね。 ・振れ幅によって周期が変われば、振れ幅を変えて1秒時計を作れそうだよ。 ・振れ幅を変えても周期が変わらなければ、1秒時計を作る別の方法を考えようね。 <p>4. 実験準備をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・やっぱり変わらないよ。 ・振れ幅が大きいほうがはいやいて。 ・実験は、振れ幅の角度を合わせるのが難しそうだね。 	<p>○児童がノートに記述した予想のうち、振れ幅に言及している予想を紹介する。そのうえで、振れ幅を変えるとふりこの周期が変わるかどうかを実験で確かめていくことを伝える。また、「振れ幅」「重さ」「長さ」について予想したときにどのような「理由」があったかを整理して提示し、後の議論の焦点化を図る。(距離、勢い、引力など)</p> <p>○「振れ幅を変えると1秒時計を作ることができるのか」という学習問題を、ふりこの図と児童の意見と共に黒板に示して視覚的に考えやすいようにする。さらに、理由として活用してきた考え方をもとに自分の主張を創らせる。根拠をもって予想する状況を作りたい。</p> <p>○児童の考えを整理するために、次の観点(A1・A2・B)で児童の意見を分類する。また、①②③④の手順で回答を求める。これら一連の流れで、児童が自分の考えを表明したり聞きあったりしやすい状況を生みたい。</p> <p>A できる派 A1 ふれ幅を大きくすれば周期ははいやくなる。 A2 ふれ幅を小さくすれば周期ははいやくなる。</p> <p>B できない派 ふれ幅を大きくしても小さくしても周期は変わらない。</p> <p>① 学習問題の答えは何か。 ② 振れ幅を変えると周期が変わっているか。 ③ どんな時、周期がはいやくなると思っているか。 ④ なぜはいやくなると思っているか。</p> <p>○上記分類で児童の発言を整理した板書に「仮説」ラベルを貼り、仮説という言葉の意味を確認し、どれが正しいのかを実験で明らかにすることを伝える。また、仮説が正しい説となった場合、それは科学の決まり(みんながこれからいつでも使ってよい考え方)となることを説明する。</p> <p>○ここで、科学的な説明の仕方をレクチャーする。学習問題に答えるには、3つの情報が必要。まずは、答え。そして、証拠、もう一つは、理由。理科で大切なのは、証拠をちゃんと示すこと。理由は、科学の決まりを使って述べること。このような一連の解説を行うことで、今後実験によって「証拠」を出すこと、実験結果から、どの仮説が正しいかを考えること、その2つの情報を使って、学習問題に答えるといった学びの筋道を見通せるようにする。</p> <p>○仮説に対する自分の考えを整理する時間を設け、どんな実験結果になってほしいのかを考えさせる。そのうえで、実験手順について解説を行う。実験の目的、内容をよく理解させて次時を迎えたい。</p>

一秒時計をつくろう 学習指導略案③ 9月17日(木)6時限目(本時)

〈本時の目標〉

○振り子の振れ幅を変えても、1秒時計を作ることはできないことについて、実験結果を根拠に科学的に説明することができる(科学的な説明(アーギュメント)を書くことができる)。

○条件を制御することに注意しながら振り子の周期を調べる実験を友達と協力しながら行おうとする。

〈学習過程〉

子どもの学習活動	教師の支援とその意図
<p>1. 各仮説に対する自分の考えを出し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・振れ幅を大きくすると、はやくなるよ。 ・プラスマイナス0の考え方があったよ。 ・今日は、周期を測る人と、おもりの様子を見る人を分けて、交代しよう。 <p>2. 仮説と実験結果との関係を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ぼくは振れ幅を小さくしたら周期が速くなってほしい。 ・私は仮説()を信じているから、()という結果になってほしい。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>この二つの活動は、児童の思考が前時の終わりに整理されていたら、あっさり流します。</p> </div>	<p>○仮説それぞれの意味や周期が短くなるという言葉の意味を復習しながら、前時に話題になった子どもたちの考えを出し合わせる。振れ幅を変えると周期が短くなるという理由やならないと考える理由を板書で簡単に整理して実験する際の着眼点を持たせる。</p> <p>○立てた仮説(振れ幅を大きくすれば周期ははやくなる・振れ幅を小さくすれば周期ははやくなる・振れ幅を大きくしても小さくしても周期は変わらない)を提示し、本時の実験結果によって、仮説のうちどれかが科学的な決まりと呼べるようになることを説明する。それは、考察(科学的な説明)の際に役立つことを示し、実験で明らかにする内容と考察する内容を見通して実験に取り組むことができるようにする。</p>
<p>3. 本時の学習問題を解決する。</p> <p>○振り子実験器で確かめる。(30°→20°)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変える条件以外は条件をそろえて実験しよう。 ・11往復だけど、1回目は無視するんだったね。 ・結果は信頼性の高いものにしないとイケないね。 ・10往復3セットの平均を出そう。 ・周期は変わらないぞ。 ・みんなはどうかね。 <p>○本時の学習問題について科学的な説明を書く。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自分のグループでも、クラスの平均でも、結果、周期は変わらなかったね。 <p>証拠・主張・理由付け。</p> <p>(主) 振れ幅を変えても1秒時計を作ることはできない。</p> <p>(証) 周期のクラスの平均は30°の時は1.3秒、20°の時も1.3秒だった。</p> <p>(理) 上の実験のように、振り子の振れ幅を大きくしても小さくしても周期は変わらないという決まりがあるから、振れ幅を変えても1秒時計を作ることはできない。</p> <p>4. 次時の実験計画を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・おもりの重さはやっぱり軽いほうがいいんじゃない? ・重いと勢いがつくよ。 ・重いとゆっくりになりそうだ。 	<p>○変える条件と変えない条件を子どもとともに確認したり、周期をより厳密にするために10往復3セットの平均を出すことを実験手順として確認したりして、丁寧に実験結果を解釈するように促す。</p> <p>(10往復の周期を3セット(小数第1位まで記録する)→すべてを足して3で割る。さらに、10で割って小数第1位までを記録)</p> <p>○実験結果を一覧表にしてまとめ、クラスの結果として20グループ分の平均を出し、その結果をもとに科学的な説明をするように促す。</p> <p>○ここで、「科学的な説明」とは、という話をする。</p> <p>支援1. 掲示物・板書を用いて言葉で説明(「科学的な決まり」については、教師が例示しながらも、子どもにも例を考えさせる。)</p> <p>支援2. 「電磁石でアーギュメントを書くとしたら」の例をワークシートで説明</p> <p>支援3. 「学校を休む」を主張するときのはなし(日常生活との関連付け)</p> <p>支援4. ノーベル賞を取った人の論文の話(証拠、主張、理由付けの必要性)</p> <p>支援5. 実際に書くべき事項を整理して、アーギュメントの構造を理解する(1. 学習問題の答え 2. 実験結果はクラス結果として 3. 仮説のうち正しかったものを科学的な決まりとして)</p> <p>支援6. いい例・悪い例の提示</p> <p>○おもりの重さをどうすれば周期が短くなるかを問いかけ、なる、ならない、数人に発言させることで、次時の実験で着目していくことを確かめる場とする。</p>