

[理 科]

# 見通しをもって実験に取り組む授業づくり

## －小学校3年生で4QSを取り入れたワークシートの有効性－

新保亜沙子\*

### 1 はじめに

平成30年度より小学校では新学習指導要領の移行期間となった。「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」では、理科の目標について「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」と書かれている。平成20年から昨年まで実施された「小学校学習指導要領解説 理科編」でも、「見通しをもって観察、実験などを行い、」と理科の目標で記されており、児童が主体的に問題解決をするためには「見通しをもつ」、つまり「予想や仮説を立て、解決の方法を考える」ことの必要性が述べられている。

現在、担任する3年生は、「～すれば、〇〇になる。」と予想を考えることはできるものの、それをどのようにしたら検証できるかということまでには至っていない。それは、実験や観察の活動自体に興味・関心が注がれてしまい、疑問に思ったことについて、見通しをもって調べるということをおろそかにしているからである。しかし、理科の面白さは、不思議に感じた自然事物や現象について、予想や仮説をもとに自分で試行錯誤しながら観察や実験をし、検証していくことであると考え。その過程が児童の問題解決の力と見通しをもって学習を進めていく力を育むには必要不可欠である。

小林・永益（2006）は、児童の疑問を科学的に探究可能な問題にするための方略を、“Four question strategy”（以下4QSとする）として、段階を経て検証可能な仮説を文章化するワークシートを開発した。新田（2015）は、第5学年「電流のはたらき」の単元で4QSシートを活用したことにより、児童全員が仮説を立てることができたと報告している。また、アンケートから見通しをもって取り組んだ児童が増えたということにより、4QSシートは見通しをもつ手立てとして有効であったことが実証された。新田（2015）では、「4QSの考え方が有効だと考えられる主な実験の内容と学年」について検討されており、従属変数を「時間」「重さ」「温度」「長さ」などの定量的に捉えることができる実験に有効であることを推測し、具体的な実験の内容が挙げられている。しかし、改良した4QSシートには、有効性をさらに検証し児童の実態に合わせて改良していく余地があると考え。

そこで、本研究では、見通しをもつために有効であった4QSワークシートを参考に、3年生の実態に合わせてワークシートを改良し、その効果を検証する。新田（2015）で改良されたワークシートを3年生の児童が扱いやすいように、予想や仮説を考える流れをさらに簡略化したり、同じワークシートの中に自分なりに考えた実験方法を書く場所を設けたりすることなどの工夫を行うことによって、見通しをもって実験に取り組むことができると考える。また、新田（2015）で4QSの考え方が有効だと考えられた3年生の「かげと太陽」、「ゴムのはたらき」の単元において、3年生の実態に合わせてワークシートを改良し、そのワークシートが2つの単元で実際に有効であるのか、理科の学習を始めたばかりの3年生にも見通しをもって学習を進めることができるようになるのか検証していく。

### 2 研究の目的

本研究では、3年生の「かげと太陽」、「ゴムのはたらき」の単元において、新田（2015）の4QSワークシートを学年の実態に合わせて改良する。そして、改良したワークシートが3年生の児童が見通しをもって学習するために有効であるかを検証することを目的とする。

\*柏崎市立比角小学校

### 3 研究方法

新田 (2015) において「変化するもの」と「変化させるもの」が数値化できる実験として、3年生の「かげと太陽」, 「ゴムのはたらき」の2つの単元での実験内容が挙げられているため、2つの単元で実践を行う。「かげと太陽」では、日なたと日かげの地面の温度を比べる中で、なぜ日なたは地面の温度が高くなるのかを考えると、 「ゴムのはたらき」では、どのようにすれば車を遠くまで走らせることができるかを考える場面で、以下の2点の工夫を行ったワークシートを使用する。

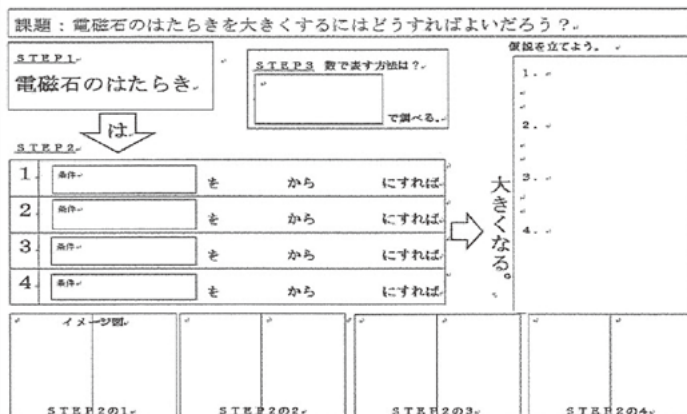


図1 新田 (2015) で改良された4QSシート

- (1) 文章化が容易にできるように工夫し、見通しをもった仮説を考える流れをつかむ

3年生という学年の実態から考えても、図1の新田 (2015) で改良されたワークシートは、5学年の実態に応じたワークシートであるため、内容が難しい。そこで、3年生でも予想や仮説が立てられるようにするために、ステップ1からステップ2への「変化するものは、何をどのように変化させれば、こう変わる」という予想や仮説を考える思考の流れを、さらに簡略化した。ステップ2では、図2のように「何をどうすれば変わる」という言葉だけの内容にし、枠に言葉を記入すればよいものとした。文型を与えることにより自分の考えを文章化することが難しかったり、なかなか文章を書き出すことができなかつたりする児童にとって自分の考えを文章化するのに有効だと考える。

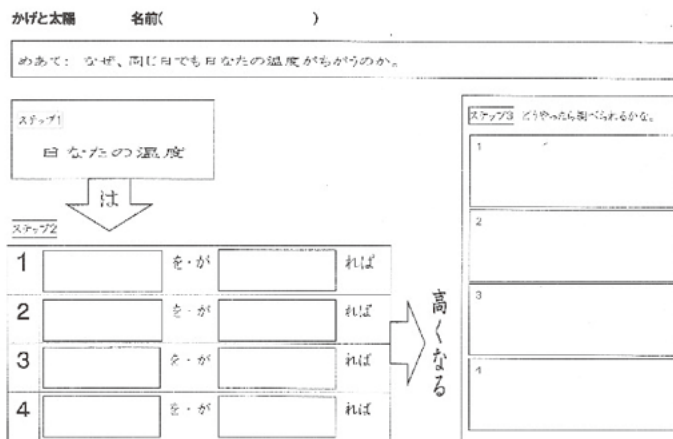


図2 実践で使うワークシート

- (2) 実験方法を記述する欄を設け、実験の具体的なイメージをつかませる

図1のワークシートでは、最後に実験方法を考える欄を設けているが、3年生の実態で考えると、まず予想を立て、それを基に具現化していくことが大切だと考える。ステップ2の段階までである程度、予想を立てさせてから仮説を考えさせていくのではなく、自分の立てた予想に対応した番号をふり、シンプルに仮説を検証する方法だけを考える枠を設けて、ステップ3とすることにした。図2のワークシートのようにステップ3を設けることで、予想を考えればそこで終わりになってしまい、実験の結果や観察のみに目を向けてしまいがちな3年生の児童は、ステップ3がステップ1とステップ2と矢印でつながれていることによって、自然と目が向き「どうやったら調べることができるかな。」と考えるようになる。

### 4 取組の実際と考察

- (1) 「かげと太陽」での実践

昨年の3年生が同じ日に測った日なたの地面の温度のデータを提示し、なぜ同じ日なたでも温度が違うのかを考える場面で、初めて今回改良したワークシートを使用した。初めて使用することに加え、今までに「○○を～～すれば」と条件を踏まえて考えたことがなかったため、児童には戸惑いが見受けられた。そのため、拡大したワークシートを示し、簡単な言葉の例を出して、使い方を教えた。すると、ステップ2に3年生なりに様々な言葉を入れて同じ日の日なたの温度が変化する要因を考えようとする姿が見られた。使い方が分かるとともに、シンプルに「○○を～～すれば」という言葉に当てはめればよいようにしたワークシートが有効に働いたと考えられる。

児童が記述したワークシートを見てみると、「場所を変えれば高くなる」、「時間が変われば高くなる」、「深さ（地面

の温度を測るときに温度計を差し込む深さ)を変えれば高くなる」,「太陽が動けば高くなる」など課題に対する様々な変化の要因が出てきた(表2)。そして,表1のようにほとんどの児童が課題に対する考えをもつことができた。変化の要因をなかなか記述することができなかった児童については,周囲の児童が最初の穴埋めの枠に記入した言葉を参考にさせ,それをどのようにすれば高くなるか,例を出して考えられるように支援した。

また,ステップ3では表2に示すように様々な実験方法が出てきた。具体的ではない方法もあったが,児童は自分なりに「こうすればできそう。」という方法を考えていた。表1を見ても,約3分の2の児童は自分なりに考えた方法で見通しをもつことができた。実験方法を記述することができなかった約3分の1の児童には,例えば,変化の要因として「時間が変われば」ということを記述しているのであれば,「何時と何時で比べてみようか。」と助言し,具体的な場面をイメージできるようにした。この次の学習では,一番自分が調べたいと考えた変化の要因ごとに,グループを作り,実験の計画を立てさせた。要因と実験方法をワークシートで考えさせたため,自分のワークシートを持ち寄って,それを生かしながらグループとしてどのような方法で実験をしていくか考えをまとめさせた。児童は,ワークシートによって明確になった自分の考えを基に主体的に友達と話し合いを進めていた。ステップ2で変化させる要因を考えさせることで,その後の実験方法を設定する時に,その方法を同じグループの人の考えをヒントにすることができた。

実験は,「時間を変えるグループ」,「場所を変えるグループ」,「温度計を差し込む穴の深さを変えるグループ」の主に3つに分かれて行った。実験の際には,児童自身が道具を準備したり,同じグループの児童に声をかけて温度を測りに行ったりする姿が見られた。実験後,それぞれのグループから結果を出してもらおうと,明らかに温度を測る時間を変えて実験を行ったグループの結果に差が出たことが分かった。「太陽が動いて」や「日光が当たって」などという言葉を用いて,学習のまとめをしている児童が多く見られた。それぞれの結果を共有したことによって,日なたの温度が高くなったことについて,太陽や時間が関係していることに気が付いた。

「かげと太陽」での実践を受けて,ステップ1からステップ2までの流れを3年生の児童でも簡単な言葉ではあるが,記入することができた。今回ステップ2で児童が考えたことは,「ステップ1の変わるものを変化させる要因は何であるか」であり,考えられる要因を複数の視点から出すことと,それらを基に実験方法を主体的に考えることにおいては,有効であったと言える。しかし,「仮説」とは,変化させる要因をどのように変化させるかということも含めることによって,ようやく仮説になると考えるため,この段階ではまだ仮説とは言えない。実際に使用したワークシートについて振り返ってみると,4QSの考え方のSTEP3「変化のさせ方(方法)」とSTEP4「計測方法」について,今回3年生の児童には難しいと感じたため,入れずにワークシートを作成した。しかし,児童の予想をもっと仮説に近いものにするためには,予想にSTEP3とSTEP4の要素を入れて,最終的に自分の考えを文章化する必要があると考える。そこで,

Figure 3 shows a worksheet titled "かげと太陽" (Shadow and Sun) with a section for "日なたの温度" (Temperature in the sun). The worksheet is divided into steps. Step 1 asks "なぜ、同じ日でも日なたの温度がらがるのか。" (Why does the temperature in the sun change even on the same day?). Step 2 is a table with columns for "場所" (Location), "穴の深さ" (Depth of hole), "時間" (Time), and "太陽" (Sun), and rows for "かえれば" (Change to), "かえれば" (Change to), and "かえれば" (Change to). Step 3 asks "どうやったら高くなるかな。" (How can it get higher?). Handwritten notes include "1 西東南北のすべてをひらべる。" (1 Turn everything west, east, north, south), "2 スコップで'る,かくほる。" (2 With a shovel, dig, cover, dig), "3 朝8:30-11:50 昼12:00-3:50 夕4:30-9:00" (3 Morning 8:30-11:50, Day 12:00-3:50, Evening 4:30-9:00), and "4 朝昼,夜,夕 にしらべる" (4 Check morning, day, night, evening).

図3 実際に児童が記入したワークシート

表1 児童のワークシートの記入状況

変化の要因を1つ以上もてた	29人/30人
実験方法を考えられた	23人/30人

表2 ステップ2で児童が考えた変化の要因

- ・時間が変われば高くなる (25人)
- ・穴を深く掘れば高くなる (9人)
- ・太陽を当てれば高くなる (8人)
- ・場所を変えれば高くなる (13人)
- ・その他 (12人)

表3 ステップ3で児童が考えた実験方法

- ・太陽がたくさん当たっているところと, 少しかげに近いところではかる。
- ・太陽の真下で温度計ではかる。
- ・午前8時と午後2時にはかる。
- ・太陽が東にあるとき, 南にあるとき, 西にあるときにはかる。
- ・スコップで20cmぐらいふかくほってほかる。

次の実践では、ワークシートをさらにいくつか改良し、児童が仮説に近い予想を立て、見通しをもって実験に取り組めるようにしたいと考えた。

(2) 「ゴムのはたらき」の実践

前回の実践を受けて、ワークシートを図4のように作り替えた。改良のポイントは2つである。まず、研究方法の(1)をもとに、めあてを明確にしたことである。図2のワークシートでは、めあてを「～なのか。」というように疑問形式で記述していた。しかし、これでは児童が実験のめあてをもちにくく、見通しをもつことができなと考え、今回は「予想しよう」というめあてにして、予想を立てる目的でワークシートを使うことを明確にした。また、めあてに合わせて、最終的にステップ4で予想を記述することができるようにするために、図2の実験方法を考える枠は省いて、予想を立てさせるための枠を設けた。

次に、ステップ3を4QSの考え方のSTEP3「変化のさせ方(方法)」となるようにしたところである。研究方法の(2)をもとに、1つ目の実践では、実験方法を考える枠をステップ3として設けた。しかし、これでは変化の要因を考えて突然実験方法を考えるという流れになってしまい、児童が実験の具体的なイメージをもつことが難しい。実際に実験1では約3分の1の児童が、なかなか実験方法を考えることができずにいたため助言をしながら進めた。実験の具体的なイメージを持つためにはさらにスモールステップを踏み、無理のない流れで考えられるようにすることに加えて、3年生の学習は「比較する」ことが重要であるため、「どのような時とどのような時で比べるのか。」を記入できるようにステップ3を作り替えた。また、4QSのSTEP4「計測方法」についてもステップ3に含めて提示し、児童の思考の流れがスムーズになるようにした。

「ゴムのはたらき」では、前時に点数を示した床の上をゴムで走る車を何回も走らせた経験から、どのようにすれば車を遠くまで走らせることができるか考える場面で、図4のワークシートを活用した。導入では、車の走る距離が伸びなかった児童に、遠くまで車を走らせることができた児童に質問してみたいことはないかと聞いてみた。すると、「どうやったら遠くまで車が走るのか知りたい。」と話したため、「どのようにすれば車を遠くまで走らせることができるのか予想しよう。」というめあてにつなげて、黒板に提示した。

今回ワークシートを配付した時には、「前に似てるのを使った。」とつぶやいた児童がいた。前回の「かげと太陽」の実践で使ったワークシートのことを想起したためである。ステップ2の記入の仕方については、1つの四角に1つの条件を入れて記入すること以外は説明しなくても、すぐに記入を始めた。また、児童は車の走る長さが増える要因として「ゴムの太さを変えれば長くなる」、「ゴムを長く引っ張れば長くなる」、「ゴムの数が増えれば長くなる」など、前回の実践と同様に、様々な変化の要因を挙げることができた。

ステップ3では、次の時間に変化の要因でグループに分けて実験を行うために、まず自分が一番調べたいものを選んでから、「変化のさせ方(方法)」を考えさせた。児童にとっては初めて目にするところであったため、記入の仕方の例を挙げて考えさせた。表4と表6を見ると、自分の選んだ要因に対して、「ゴムを1本と2本のときで比べれば」、「ゴムを細いのと太いので比べれば」、「ゴムを引っ張る長さを10cmと15cmで比べれば」などと自分の調べたいことに合

図4 「かげと太陽」の実践を受けて改良したワークシート

図5 実際に児童が記入した改良したワークシート

わせて、どんな時とどんな時を比べるかを考えられた児童が前回よりも増えた。なかなか比べ方を考えられなかった児童は、実験の具体的なイメージをもつことが難しかったため、どういふことかを直接聞き取って、言葉を整理したり、どの比べ方と同じであるかを対応させたりしていった。

ステップ4では、ステップ1からステップ3まで考えてきたことをふまえて記入することが、見通しをもつことにつながると考え、「車の走る長さは、〇〇のときと□□のときで比べたら、△△のときの方が長くなる。」と文型を示し、予想を立てさせた。文型を示したことで、児童は書き方を理解し、ステップ1からステップ3までに考えたことを入れて、予想を立てることができた児童が多くいた。その後、実践1のときと同じように、同じ予想を立てている人同士でグループを作った。今回のグループは、「ゴムの本数を変えるグループ」、「ゴムの太さを変えるグループ」、「引っ張る長さを変えるグループ」の主に3つである。そして、実際にグループの人同士で、どのように実験をするか計画を立てさせた。しかし、今回は前回と違い、変えることができる条件と変えてはいけない条件があったため、実験方法を考えさせる前にグループごとに変えて良い条件と変えてはいけない条件を、例を挙げながら説明した。その上で、実験計画書を渡して、どのようなときとどのようなときを比べて実験するのかを考えさせた。やはり、事前にワークシートを使用して、ステップ3で変化のさせ方（方法）を考えさせていたため、スムーズに計画を立てることができていた。また、実験後にはそれぞれのグループから結果を出し合い、「ゴムは引っ張る長さを変えたり、本数を変えたりすると、力が強くなる。」こと、ゴムの太さを変えることは本数を変えることと同じであることを確認した。

さらに、単元の終末には点取りゲームを行った。学習したことを使って車を走らせて多くの点を取るゲームであった。児童がどのように輪ゴムを使うのかと様子を見てみると、遠くに走らせるために輪ゴムを2本使っている児童や伸ばせる限界のところまでゴムを引っ張って車を走らせている児童が多く、学習したことを確実に理解し、活用している姿が見られた。

今回ワークシートを改良したことによって、ワークシートは実験の見通しをもつために使用することを理解し、ステップ4では仮説に近い予想をほとんどの児童が立てることができた。また、比較することができる2つのことを自分なりに見つけて考えたり、既習事項を活用して実験後の活動を行っていたりする姿が見られ、今回のワークシートの改良点は児童に有効に働いたのだと考えた。

## 5 成果と課題

### (1) 文章化が容易にできるように工夫し、見通しをもった仮説を考える流れをつかむ

ワークシートを穴埋め形式にしたことによって、実践1・2ともに、児童はステップ2で変化の要因を1つ以上考えることができた。また、2つ目の実践では、めあてを明確にし、仮説を立てるステップ4を設けたことによって、児童は予想をするためにワークシートを活用するという目的を理解し、見通しをもって学習に取り組むことができた。

変化の要因になることをたくさん考えることはできたのだが、児童から出てきた表現をその場で整理することの難しさがあると感じた。2つの実践で、児童は「変化させる要因」を児童自身の様々な表現で書き表していた。「ゴムのはたらき」であれば、「ゴムの本数を変える」ということを、「ゴムの数が増えれば」や「ゴムの数をいっぱいにすれば」、「輪ゴムを二本にすれば」などと表現していた。同じ考えであっても児童の様々な表現が出てきており、これを「ゴムの本数を変える」、「ゴムの太さを変える」、「ゴムの引っ張る長さを変える」などの言葉に、その場で整理していくことが困難だった。しかし、この整理を行わないと自分の考えは誰の考えと同じなのかなどが分からなくなってしまうため、確実に行う必要がある。ワークシートをさらに改良するのであれば、「ゴムのはたらき」の実践では、ゴムに焦点を当

表4 改良したワークシートの児童の記入状況

変化の要因を1つ以上もてた	29人/29人
比べ方を考えることができた	25人/29人
予想を立てることができた	25人/29人

表5 2つ目の実践で児童が考えた変化の要因

- ・ゴムの本数を変えれば長くなる (20人)
- ・ゴムの太さを変えれば長くなる (18人)
- ・引っ張る長さを変えれば長くなる (17人)
- ・その他 (16人)

表6 ステップ3で児童が考えた変化のさせ方

- <ゴムの本数を変える>
  - ・ゴムが1本と2本のときで比べる。
  - ・ゴムが1本と3本のときで比べる。
- <ゴムの太さを変える>
  - ・細いゴムと太いゴムのときで比べる。
- <ゴムの引っ張る長さを変える>
  - ・発射台の10cmと15cmのときで比べる。
  - ・15cmと15cm以上のときで比べる。

て、変化させる要因を考えられるようステップ2の最初の枠に「ゴムの」という言葉をあらかじめ当てはめて、児童の考えを整理しやすくするとよいのではないかと考える。

## (2) 実験方法を記述する欄を設け、実験の具体的なイメージをつかませる

1つ目の実践では、実験方法を記述する欄を設けた。変化する要因をどのように変化させれば良いのかをここで考えさせることによって、大半の児童は自分の考えをもつことができ、その後同じ考えの人と実験方法を考えるときに、自分の実験方法を提案することができた。また、2つ目の実践では、実験方法を記述欄を設けなかったが、それに替わって比較する2つの事柄を穴埋め形式で考えさせた。1つ目の実践のワークシートのように、児童に実験方法を自由に記述させると、何を書いたら良いのか分からず支援を必要とする児童が出てきていた。しかし、図4のようにすると、記述する内容が限定され、児童の様子を見ても書きやすかったと感じる。また、仮説を立てるときには自分の考えを実験方法も入れてより具体的にすることができるようになり、成果となった。

3年生の児童にとって予想や仮説を立てて、見通しをもって実験・観察を行うことは、難しいことだと考えていた。しかし、今回の2つの実践で活用したワークシートは、4QSのSTEP1~4までの流れを視覚的にも分かりやすくしたこと、さらに3年生児童の実態に応じて、簡潔に記入できるようにしたこと、実験のイメージをつかませるために図2のステップ3、図4のステップ3のように工夫したことによって、最終的には予想や仮説を立てることができ、その後の授業において見通しをもって取り組むことができたため、有効であったと言える。「かげと太陽」の実践では思うような仮説を書くためのワークシートを作成することができなかった。しかし、「変化させる要因」を様々な変化の要因を出して考えている児童の姿を見ることができた。また、その後出した変化の要因からでも実験方法を考えることができていた児童が多いことも見て取れたため、その点についても成果だったと考える。「ゴムのはたらき」の実践では、また、「ゴムのはたらき」については4QSの考え方が有効であり、今回作成したワークシートで3年生の児童も十分に見通しをもって学習に取り組むことができた。「かげと太陽」については、今回「日なたと日かげの温度を測って調べる」という内容に焦点を当てて実践を行ったが、実際は日なたと日かげという2つのことを4QSの考え方で比較することが難しかったため、日なたに焦点を当てて実践を行った。もしこの単元で実践を行うのであれば、「かげの動きと太陽の動きを調べる」という学習内容で実践した方が、さらに4QSの考え方を有効に活用できる。

また、実践を終えて、仮説を立てさせることの難しさを実感した。今回2つ目の実践では、仮説に近づけられるようにするために、ワークシートにステップ1からステップ3を用意し、そこに記入した言葉をつなげて文章を組み立てられるように工夫した。しかし、教師から文型を提示しなければ、きっとステップ4で考えを文章化することができた児童は少なかったのではないかと考える。さらに、ステップ1からステップ3までの流れが仮説を立てる上で、ヒントになっていることに気付いている児童は少数だった。今後児童が自分自身で仮説を立てられるようになっていくためには、ワークシートを活用する回数を重ねていくことと、ステップ1からステップ3までの言葉を上手に使うと仮説が組み立てられるようになることを児童に意識づけることが必要になってくるのではないかと考える。そのため、今回の実践を生かして、今後はさらにワークシートを改良し、活用する場を意図的に設けて、仮説を立てることに慣れさせていきたいと考える。

## 6 引用・参考文献

学校図書 「みんなと学ぶ小学校理科3年」, 2015

小林 辰至 永益 泰彦 「社会的ニーズとしての科学的素養のある小学校教員養成のための課題と展望」, 科学教育出版 第30号, 第3巻, 2006

新田 和也 「見通しをもって主体的に探究する理科授業を目指して－小学校の初期段階で4QSを取り入れた仮説検証の試み－」, 教育実践研究 第25集, 2015

文部科学省 「小学校学習指導要領解説 理科編」, 2008

文部科学省 「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編」, 2017