

自分の考えを試し、見えない部分をさぐる

～自由試行と思考の可視化によって～

辻本 和孝

今年度は、子どもたちが課題を見だし、それを解決するための筋道を考えていけるように、自分の考えを試すことと、これまでも行ってきた自然事象の本質をさぐる手立てとして、見えない部分をさぐることを個人研究テーマに挙げ実践を行った。

自分の考えを試すことは、子どもたちが主体的に対象とかわかり、子どもたちが課題を見だし、その後の課題解決を意欲的に行えると考えた。また、見えない部分をさぐることは、子どもたちの思考を可視化することで、その思考にある「共感できること」「納得できること」「驚いたこと」を共有化し、自己の知を更新していくと考えた。思考の可視化については、絵（図）と言葉を使ったイメージ図を活用した。

このような取り組みから、子どもたちが学びをデザインし、自然事象の本質をさぐることで質の高い学びの実現をめざした。

キーワード：自由試行、思考の可視化、イメージ、学びのデザイン

1. 自由試行と思考の可視化について

1. 1. 理科教科提案を受けて

本年度の理科部の提案は「自然事象の本質をさぐり、知の更新を促す理科の学び～体験から思考の可視化へ」である。ここでいう本質とは自然事象に潜む根本的な性質や要素をさしている。この本質をさぐるためには、子どもたちが自ら対象とかわかり、課題をみだし、その課題を解決しようとしなければならない。そこで、自分の考えを試す（自由試行）時間を保障したいと考えた。そして、子どもたちなりの考えでは、失敗することもある。その時には「失敗も成功の第一歩」と考え、繰り返し観察・実験ができるようにした。これは、課題解決の1サイクルとして理科学習ではずっと大切にされてきたことで、目新しいことではないが、理科学習を行う基本的な流れとして、1年を通して力を入れてきた。

このようにして、子どもたちが自ら学びをデザインし、課題を解決できたときにはこの上ない達成感と充実感を味わい、さらなる不思議を探ろうとするのではないかと考えた。

さらにもう一つ取り組みとして、見えない部分をさぐる（思考の可視化）ことを挙げた。理科学習では実際に目で見るのが難しい部分があり、それをさぐることで対象の本質へと迫らせた。見えない部分であるため子どもたちの思考はイメージとして表出させた。表出方法としては、発言・文字・絵（図）であった。授業の中では発言の割合が大きいが、対象・他者・自己との対話を深めるためにも、自己の思考を見える形（思考の可視化）にしておくことが有効であると考え

た。そして、その思考にある「共感できること」「納得できること」「驚いたこと」を共有化することで、自己の知を更新していくのではないかと考えた。

これらの取り組みによって、子どもたちが科学的な知識・技能・思考を獲得することは勿論のこと、自然の中にある不思議を見つける目を育てるとともに、子どもたちが自ら課題解決を楽しめるようになると仮定し、今年度の個人研究テーマを設定した。

2. 本質にせまり知の更新を促すために

本年度の研究では、「自由試行」と「思考の可視化」の2つに焦点を当てた。その2つについて、具体的な研究方法を述べていく。

2. 1. 対象との出合わせ方の工夫

子どもたちが問題をみつけ、課題をつくっていくためには、単元導入で対象とどのように出会うのかということが大切になる。そこで、対象と深くかわかることができるように、出合いの時間をたっぷりとることにした。自由度の高い活動を取り入れることで、不思議をみつけ、その不思議を解明したいという意欲を高めたいと考えた。さらには、不思議を解明する方法についても試すことができるよう、自由に考えを試す時間を保障した。

2. 2. 思考の可視化の工夫

子どもたちの思考を絵（図）と言葉やモデル・ジェスチャー・コンセプトマップで表現させたいと考えた。特に、目に見えない現象についてはイメージ図として表出させた。それは、表出させるイメージを個々の考

えとして教師がみとるためであるのと同時に、子どもたちが他者に伝え、その考えを共有していくためでもあった。教師がより詳しくみとるため、子どもたちがより確かに伝えるためには絵(図)だけでなく言葉も必要になってくる。モデルを使う場合はその操作も重要になる。そして、表出されたものは子どもたちの評価としても活用できる。単元のはじめに持っていたイメージと、単元が終わる頃のイメージを比べ、その変容をみとることがその子の評価につながる。さらには、その子自身のふり返りとしても活用でき自己評価につながる。

このような考えのもと、思考の可視化を行った。

2. 3. 発言の工夫

発言の中に表現の工夫を取り入れた。例えば、「予想」の場面では「～だと思ふ。それは～だからだ。」、実験の場面では「～をすれば、～になるはずだ。」、「考察」の場面では「～をすれば、～になった。だから、～は～ということになる。」というように、科学的根拠を明らかにしながら、論理立てた話し方を促した。ただし、必ずしもこのような言い方というわけではなく、その子なりの表現の仕方を認めていくことにした。

3. 授業の実践

「ものの温度と体積のヒミツをさぐろう！」より

3. 1. 本実践について

本実践の主張点は「空気・水・金属の温度による体積の変化について、目に見えないところで起こっている現象をイメージ図で表出し共有することで、それらの性質に対するイメージが科学的な根拠のあるイメージへと変容し、知の更新が行われるだろう。」であった。子どもたちには、グループで課題をさぐり、課題を解決していくことと、イメージ図をかいて考えを共有することを伝えた。



(図1：噴水実験の様子)

また、対象との出合わせ方の工夫として、空気・水・金属を温める必然性が生まれるように、そして、子どもたちが「不思議だな」と驚くように、導入では噴水実験を取り入れた(図1参照)。そして、空気・水・金属のそれぞれについて、課題解決する方法を考える際にはグループで自由に試しながら行うことにした。

次に、思考の可視化を行う場面を、本実践では4つ設定した。

1つ目は「噴水の水が飛び出す事象」を扱う場面である。空気・水・金属のいずれに着目しているのかを分かりやすくするためにイメージ図として表出し、それを友だちと共有することで課題を生み出そうとした。

2つ目は「空気の温度による体積変化」を扱う場面である。ここでは、空気が温められると体積が大きくなることをイメージとして捉えさせたかった。そして、イメージ図として表出し、共有することで知の更新が行われると考えた。

3つ目は「水の温度による体積変化」を扱う場面である。ここでは、水が温められると体積が大きくなることをイメージとして捉えさせたかった。そして、イメージ図として表出し、共有することで知の更新が行われると考えた。さらには、水と空気を比較して、共通することと違うことをイメージの中に取り込むことを期待した。

4つ目は「金属の温度による体積変化」を扱う場面である。ここでは、金属が温められると体積が大きくなることをイメージとして捉えさせたかった。そして、イメージ図として表出し、共有することで知の更新が行われると考えた。さらには、金属と水と空気を比較して、共通することと違うことをイメージの中に取り込むことを期待した。

このようにして、子どもたちは、初めにもっていたイメージを科学的な根拠をともなったイメージへと変容させると考えた。そして、このプロセスにおいて、子どもたちが学びをデザインしようとし、その結果として知の更新が行われると考えた。

3. 2. 自由試行の場面

自由試行の場面として、本実践の2/8時間目に行った「空気を温めるとどうなるのだろう！」という授業について、実際の授業の様子を紹介していくことにする。

この時間は前時の話し合いを受けて、空気を温めるとどうなるのかを考えた。まずは各自の予想をワークシートに書き込んだ。次に、予想したことを全体で交流し合った。その様子の一部を紹介する。

C7 : 空気は温めると水になると思う。

C17 : C7に付け足して、その理由はお鍋をしていると;水滴がつくことがあると思うんやけど、

それは空気があたままった物やと思う。

- C12 : けどさあ、それは空気じゃなくて、ゆげなんちゃうん。
- C10 : 理由はちょっと違うけど、僕も水になると思います。空気は雲のような物で水分を含んでいるもん。
- C9 : 炊飯器でご飯を炊いている時も、水滴がついていたから、それもそうなのかな。
- T : 今は、空気は温めると水になるという予想だけど、違う予想の子はいるかな。
- C19 : 私は体積が大きくなると思います。理由はちょっとわからんけど。
- C20 : C19に付け足して。前にやったことあるんやけど、ペットボトルに空気が入っていて、それを温めたらふくらんだ。
- C1 : ちょっと違うんやけど、マヨネーズとか、ケチャップとかを冷蔵庫で冷やすと、容器がへこんだから、容器の中の空気の体積が小さくなったといえると思う。だから温めるのは冷やすの反対で、体積が大きくなると思う。
- C15 : 前にね、栗を電子レンジで温める時に切れ目を入れるって教えてもらったんよ。切れ目を入れないと栗が爆発するらしくって、この切れ目はふくらんだ空気を逃がす役目をしているんだろうと思った。
- T : みんないろんなことを知っているね。この他の予想はもうないかな。
- C14 : 理由はわからないけど、まったく変化しないと思う。

この話し合いから、予想としては大きく3つの考え(水になる、体積が大きくなる、変化しない)に分かれた。

次に、各グループでこの予想を確かめる実験方法話し合うことにした。その時に、C10から「透明な物で空気を集めてとじこめたら、変化がよく分かると思うので、ガラスの物を使ってもいいですか。」という質問があった。実験を行う上で大切なことだったので、この質問を全体に伝え、「透明な物を使う方がいいな」と答えた。その後、実験の方法を決めた。

各班の実験方法は次のようになった。

実験方法	
1班	丸底フラスコに、ゴム風船をつける
2班	マヨネーズの容器
3班	マヨネーズの容器
4班	ペットボトル
5班	ペットボトル
6班	マヨネーズの容器
7班	ビニール袋、ペットボトル

(表1:各班の実験方法)

この中で、おもしろい発想をしていたのは1班で、C25のアイデアでフラスコの口にシャボン玉を作って、そのふくれ方を観察するとしていた。しかし、それではうまくシャボン玉ができそうになかったので、「シャボン玉の代わりにゴム風船を使ってみたら?」と投げかけた。すると、「それいいなあ」と全員一致でゴム風船を使うことに決まった。

子どもたちの予想は非常におもしろい考えが出た。中心となるのは各自の生活経験であった。その中でもC1の発想はおもしろかった。冷やすことは温めることの反対という考え方は、次時の実験で取り入れることができた。そして、C10の透明な容器を使うという考えもよかった。C10のおかげで、どの班も透明な容器を使うことになったからである。さらには、C25のアイデアもおもしろい。体積が大きくなった分がよくわかった。

自由試行を取り入れることで、子どもたちが自分たちで予想し、そして実験方法を考えることができた。

このことで学習意欲が高まったと思われる感想を紹介する。

今日は班で相談しながら決めた。空気だけが入っている物は、考えてみるとたくさんあった。もう少しかんたんなものでも良かったかな? 実験が楽しみです!

3. 3. 思考の可視化の場面1

思考の可視化による知の更新の場面として、本実践の3/8時間目に行った、「空気を温めると体積が大きくなるヒミツをさぐるう!」という授業について、実際の授業の様子を紹介していくことにする。

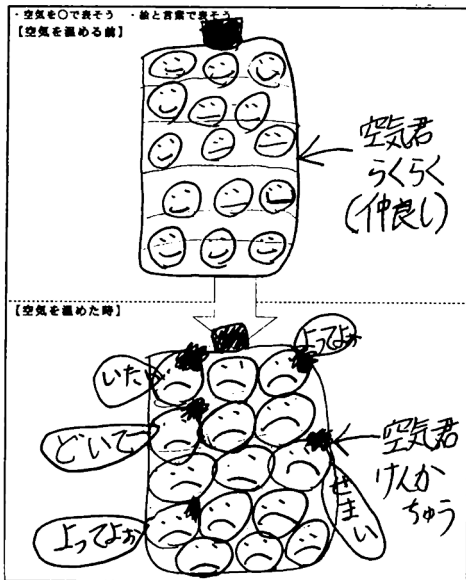
ほとんどの班が、温めるとふくらみ、冷やすとへこんだ(しぼんだ)という結果になったので、どうやら「空気を温めると体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなる」ようだということになった。ただ、一つの班だけは温めた時の変化が違っていたので、全体で確かめる必要があると感じ、教師がみんなの前で実験を行うことにした。そして、丸底フラスコを温めると風船がふくらみ、冷やすと風船がしぼむことを確認した。そのことによって全体で「空気を温めると体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなる」ことをおさえることができた。

そして、次に、子どもたちには空気を温めた時の様子をイメージ図にかいてもらい、全体で交流することにした。

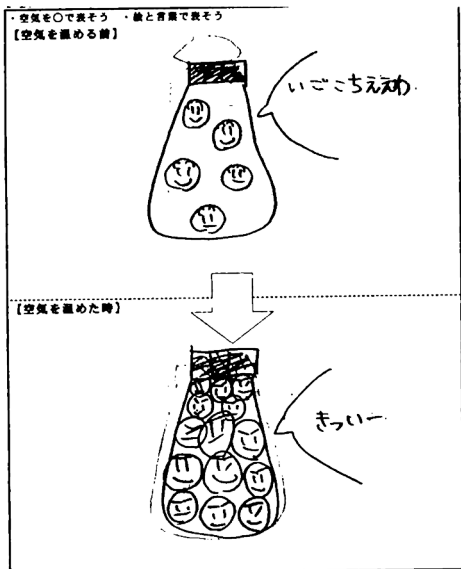
C17 : 温める前は、容器の中で空気君はらくらくな状態でゆったりしているんだけど、温めると空気君がふくらんで容器の中がパンパンになってすき間がなくなるくらい狭くなると思う。(図2)

C19 : 私はC17と似ていて、温める前は空気はすき間がいっぱいあって、いごごちがいい

けど、温めると空気君が大きくなってきつくなる。(図3)



(図2 : C17のイメージ図)



(図3 : C19のイメージ図)

T : ここで気になることがあるんだけど、みんなはないかな。

C14 : 空気がふえてるんだけど。

T : そうそう、先生も同じことを思ったんだけど。

C15 : 空気はさあ、外から入ってこれないように閉じ込められているから、ふえるのはおかしいと思うんだけど。

T : C19はどう思う。

C19 : C15の言っていることは分かる。違うのは何でそうかいたのか分からん。

T : そうか。じゃあ、C15にもう少し説明してもらおうか。いいかな。

C15 : いいよ。僕は、空気君の数は温める前と温め

た後では同じだと思って、それは、空気は容器の中に閉じ込められているから、外から入ってこれないやろ。だから、空気君が一つ一つ大きくなって、容器がパンパンになると思う。

T : どうか。みんな納得?

C : うん。

このようにして、温められた空気の体積が大きくなるイメージについては、「温められると空気の一つ一つが大きくなるから、体積がおおきくなる。」という事でみんなの納得するものとなった。そして、空気を冷やすことについては、温めた時と逆になって、大きくなった空気がもとにもどる、あるいはさらに小さくなるということで、共通理解した。

3. 4. 思考の可視化の場面2

もう一つ、思考の可視化による知の更新の場面として、本実践の5/8時間目に行った、「水を温めると体積が大きくなるヒミツをさぐろう!」という授業について、実際の授業の様子を紹介していくことにする。

各班で前時に考えた実験を行った。どの班も予想通りにいくことを期待して、変化がないのかどうかをじっくりと観察していた。

そして、だいたいの班が「変わらなかった」という結果になったが、2つの班が「変化があった」という結果になり、本当はどうか分からなくなった。そこで、教師が用意した実験(丸底フラスコに水を入れて、ゴムせん付きガラス管で栓をしたものをお湯につけたり、氷水につけたりする)を観察した。その結果、少しずつではあったが「水は温めると体積が大きくなり、冷やすと小さくなる」ことが分かった。

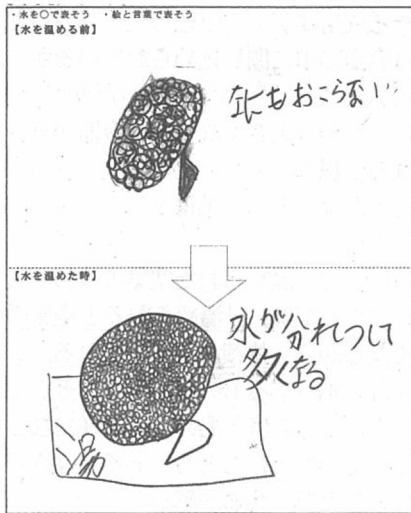
そして、空気と比べる実験として、水で使った実験道具と同じ物に空気を入れ、ガラス管にゼリーを通して実験をした。そのことから、水は空気ほどの大きな変化はないということも理解したようだ。

その後、子どもたちにはこの時間に学んだことを活かして、水が温められると体積が増える様子をイメージ図にかき表してもらい、それをもとにイメージを共有することにした。

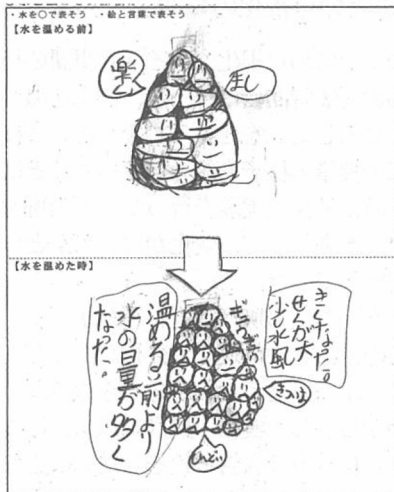
C10 : 温める前は何も起こらないけど、水が温まると体積が大きくなってそれは、水が分裂して大きくなるからだと思う。(図4)

C2 : 僕もB君と同じで、温めると水が分裂して水の量が増えて、ギューギューになって、体積が大きくなると思う。(図5)

C10とC2は分裂説であった。他にも、2人の子もがこの考えであった。



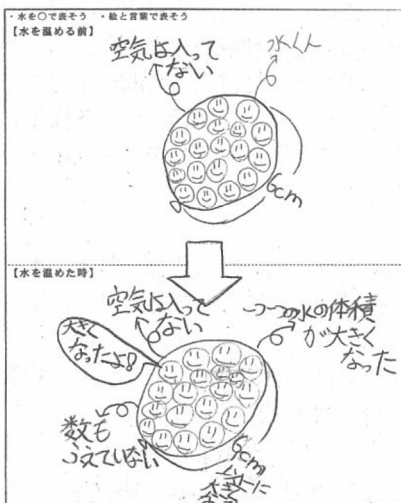
(図4 : C10 のイメージ図)



(図5 : C2 のイメージ図)

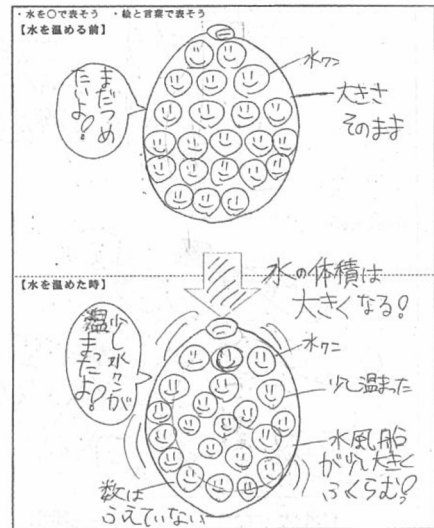
別の考えとして、

C20 : 水を温めると、水の粒の一つ一つが大きくなって、水の体積が大きくなると思う。(図6)



(図6 : C20 のイメージ図)

C27 : 私もC20と同じで、水の一つ一つが大きくなって体積が大きくなるのだと思う。でも、本の少しだけ大きくなるだけだと思う。そして、水の粒の数は増えないと思う。(図7)



(図7 : C27 のイメージ図)

この2人は、空気の時と同じように、水の粒一つ一つが大きくなると考えたようだ。ほとんどの子がこの考えと似ていて、やはり、空気の時イメージと同じだと考えていた。そして、少しだけ大きくなる、と表現する子が多いことから、空気と違って、水の体積の大きくなる割合が少ないことを捉えてかいていることもわかった。

そして、話し合っている時にC25のつぶやきが耳に入った。

C25 : 分裂したらその一つは小さくなるから、全体の大きさは変わらないのちやうん。

これをとりあげて、もう一度全体に伝えてもらった。すると、「そうやな」「あ〜」という声があがった。「みんな納得?」と尋ねると、「うん、うん」と頷く子どもたち。そこで、C10にも聞いてみるとC10は「考えが変わった。分裂するのではなくて、一つ一つが大きくなるということで納得した。」と考えを変えた。同じように、分裂説を考えていた他の子も考えを変えた。

4. 授業の考察

4. 1. 自由試行の場面の考察

子どもたちの予想は非常におもしろかった。中心となるのは各自の生活経験であった。その中でもC1の発想はおもしろかった。冷やすことは温めることの反対という考え方は、次時の実験に取り入れることができた。そして、C10の透明な容器を使うという考えもよかった。C10のおかげで、どの班も透明な容器を使う

ことになったからである。さらには、C25のアイデアもおもしろいと感じた。それはどれだけ体積が大きくなったのかがよくわかる方法であった。

自由試行を取り入れることで、子どもたちの発想が広がり、空気という対象に対しての興味関心が高まったといえるだろう。そして、子どもたちは、空気を温めた時に起こる変化をさぐるために、学びをデザインしようとしていると感じた。

4. 2. 思考の可視化の場面1の考察

空気が温められることによって体積が大きくなる現象に対するイメージ図については、たくさんの収穫があった。これまでもかいてきたということもあって、空気のイメージ図はすんなりかけたということ、また、空気の数に注目してそれが増えないということが共通理解できたことが特によかった。

そして、C14の「空気がふえてるんだけど。」という意見が焦点化となって、C15の「空気はさあ、外から入ってこれないように閉じ込められているから、ふえるのはおかしいと思うんだけど。」という意見によって空気の数が増えないことを科学的に理解できた。

つまり、ここでは、思考の可視化によって、子どもたちの知の更新が行われたといえるのではないだろうか。

4. 3. 思考の可視化の場面2の考察

水が温められることによって体積が大きくなる現象に対するイメージ図の交流では、C10の「温める前は何も起こらないけど、水が温まると体積が大きくなってそれは、水が分裂して大きくなるからだと思う。」という考えをもとに、クラスの仲間がそれを修正し、最終的には「水の粒一つ一つが大きくなった。」というイメージに集約されていった。科学的な根拠をもったイメージではなかったが、みんなで考えるきっかけを作ったということで、C10も発言して良かったと感じてくれていたし、最後に「考えが変わった。分裂するのではなくて、一つ一つが大きくなるということで納得した。」と、イメージの変容を素直に伝えてくれたことが良かった。

ここでは、C10のイメージが変容し、知の更新が行われたことは勿論、これらの話し合いをきっかけに、クラス全体としてもイメージの変容や知の更新があった。

5. 成果と課題

本年度の個人研究テーマは自分の考えを試し、見えない部分をさぐる～自由試行と思考の可視化によって～であった。その中で、自由試行と思考の可視化(イメージ図)を活用してきた。まず、そのことについて述べていく。

自由試行については、どの単元でもできるだけ時間を保障し、子どもたちが対象と十分にかかわることができるようにした。その結果として、対象に対する興味関心が高まり、課題を生み出し、課題を解決しようという意欲が高まった。単元の終末までその意欲が衰えることなく持続できた。このことは、子どもたちが学びをデザインしていくという意味において、有効であったと思われる。

その反面、導入部分での時間配分が大きくなり、理科の授業時間数が多くなったことは反省すべき点であるといえる。単元によって軽重をつけるなどの工夫によって、授業時数を調整しなければならないだろう。つまり、年間計画を綿密に行うことによって、自由試行の時間を確保し、対象と十分にかかわることができる単元を構想できるだろう。そして、十分に時間が確保できない単元については、単元のどの部分を山場とするのか、単元内において深める部分を決める必要があるだろう。

思考の可視化については、イメージ図として表出することを中心に取り組んできた。5月に取り組んだ光や電気のイメージ図からすると、今回の空気・水・金属の温度変化による体積変化のイメージ図は、より科学的な根拠をもつようになってきたし、子どもたちのかくスピードも速くなってきた。これは、1学期からの積み上げによる効果であると思われる。そして何よりも、イメージ図を使って共有する場面で、同じ所や違う所を意識して話し合いができるようになってきたことが、研究の成果であると思っている。子どもたちは、見えないところで起こっている現象をイメージし、それを共有することを楽しむことができるようになってきたのである。

発言の仕方については、もっとスキルとして上達させなければいけないという課題が残った。

今後も、自由試行と思考の可視化、そして、発言の仕方の工夫については研究を深め、子どもたちが自然の本質をさぐり、そのことを楽しめるような指導を行うことができればと考えている。

参考文献

- 文部科学省(2008)「小学校学習指導要領解説 理科編」大日本図書
- 森本信也(2007)「考え・表現する子どもを育む理科授業」東洋館出版社
- 和歌山大学教育学部附属小学校研究紀要第35集(2012)和歌山大学教育学部附属小学校