

2018 年度 ソニー子ども科学教育プログラム

科学が好きな子どもを育てる教育の実践と計画

「自然や科学・技術に関わる体験を重ね、知ることの喜び
を感じる子ども」の育成をめざして



山梨学院小学校

校 長 山 内 紀 幸

けやきの会会長 保 坂 ひ ろ み

目 次

はじめに	1
I 「科学が好きな子ども」の姿	1
II 「科学が好きな子ども」を育てる手立て	2
III 「科学が好きな子ども」を育てる実践	3
1. 「内容Ⅰ」に関する実践	3
【実践1】5年「流れる水の働きと行方」	3
2. 「内容Ⅱ」に関する実践	6
【実践2】4年「動かなくなったAIBO」	6
【実践3】5年「伝え合おう、科学の研究や技術の開発」	9
3. 「内容Ⅲ」に関する実践	14
【実践4】全学年対象テーマ選択学習「富士川：石の旅・砂の旅」	14
IV これまでの実践の成果と課題	19
1. めざす「科学が好きな子ども」と3つのタイプの授業との関係	19
2. 3つのタイプの授業を重ねてきた6年生の育ち	21
V 次年度(2019年度)の計画	22
1. 「内容Ⅰ」の2019年度実践プラン	22
【計画1】5年「台風による天気の変化と生活への影響」	22
2. 「内容Ⅱ」の2019年度実践プラン	22
【計画2】4年「デジタルカメラの開発」	24
3. 「内容Ⅲ」の2019年度実践プラン	22
【計画3】全学年対象テーマ選択学習「土壌入門講座」	24
おわりに	25

はじめに

山梨学院小学校は、甲府市に位置する私立小学校である（図1）。四季折々の富士山を間近に仰ぐ本校は、2013～2016年度に文部科学省の研究開発学校の指定を受け



図1 山梨学院小学校(外観)

て科学教育に関する研究開発に取り組んだ。研究開発学校の特徴の一つとして、現行の教育課程によらない教育実践が特例として認められていることが挙げられる。この特例措置の下、私達は、世の動向と目の前の子どもの姿を併せ見た実践を行い、「科学が好きな子ども」の育成に通ずる幾つもの成果を得た。指定期間を終えた2017年度以降は、これらの成果を、いわゆる通常の教育課程における実践の中で反映させることを試みてきた。

ここでは、これまでの「科学が好きな子ども」を育てる実践とその成果や課題、および今後のさらなる充実に向けたプランを述べる。

I 「科学が好きな子ども」の姿

私達が現時点で考え、願う「科学が好きな子ども」はこのような姿である。

自然や科学・技術に関わる体験を重ね、知ることの喜び※を感じる子ども

※…ここで言う“知ることの喜び”には、次の3つの意味が含まれている。

① “知らなかったことを知る” 喜び

- ・それまで未知だった“自然や科学のことがらやきまりを知る”（新しいことを知る）喜び。

② “自然や社会とのつながりを知る” 喜び

- ・学んだことがらと、“実際の自然や生活、社会とのつながりを知る”（学んだことがらの意味や意義がわかる）喜び。

③ “自分自身の変容や成長を知る” 喜び

- ・学ぶことによって、“知っていることやできることが増えた自分を知る”（自分への自信や有能感が生まれる）喜び。

学習の対象を「科学・技術」にまで広げて、3つの「知ることの喜び」を設定したことには、日常的な科学（理科）教育の工夫に加え、これまでの研究歴（特に研究開発学校の研究を契機として、現在～未来における社会や科学教育の実態把握と予測に努めた経験）が影響している。

- ①「知らなかったことを知る喜び」を重視するのは……目の前の子ども達が巣立っていく未来の社会は、「科学技術の専門家である・なしに関わらず、科学や技術に関わる問題が一層増加する社会であると予測されること」、「総人口と科学技術系人材の減少を

踏まえると、これまで以上に科学・技術に対する関心の喚起や好奇心の伸長など、個に応じた力を積極的に伸ばすことが重要になること」による。自然や科学・技術について学ぶ機会を拡充して、子ども達が新しいことを知る喜びを、これまで以上に感じられるようにする必要がある。

②「自然や社会とのつながりを知る喜び」を重視するのは……各種の国際比較調査や国内調査では、「小学生の時点で“理科が好き”という高い意識の一方で“理科は役に立つ”という意識が相対的に低い状態が続いていること」,「中学,高校へと上がるにつれて“科学の学びの有用感”や“実社会・実生活とのつながり感”が拡大し続けていること」による。これに対し,初等教育の段階から積極的な対応策を講じる必要がある。

③「学んだ自分の変容や成長を知る喜び」を重視するのは……子どもが,上記①②の喜びを感じて学び続けるためには,「自身の学びをふり返って,自分への自信や有能感をもつことが,子どもの内面において“学びの原動力”となり,非常に重要である」と考えることによる。

Ⅱ 「科学が好きな子ども」を育てる手立て

「科学が好きな子ども」を育てるための授業を,その内容と扱い方に応じて3つに整理して便宜的に「内容Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ」と呼ぶこととする。これら3タイプの学習全体を通して,子どもが,先に示した“知ることの喜び”を感じ取ることを目指す。内容Ⅰ,Ⅱ,Ⅲそれぞれの概要は以下のとおりである(図2)。

また,具体的な指導方法の工夫は,次章でそれぞれの実践に即して述べる。

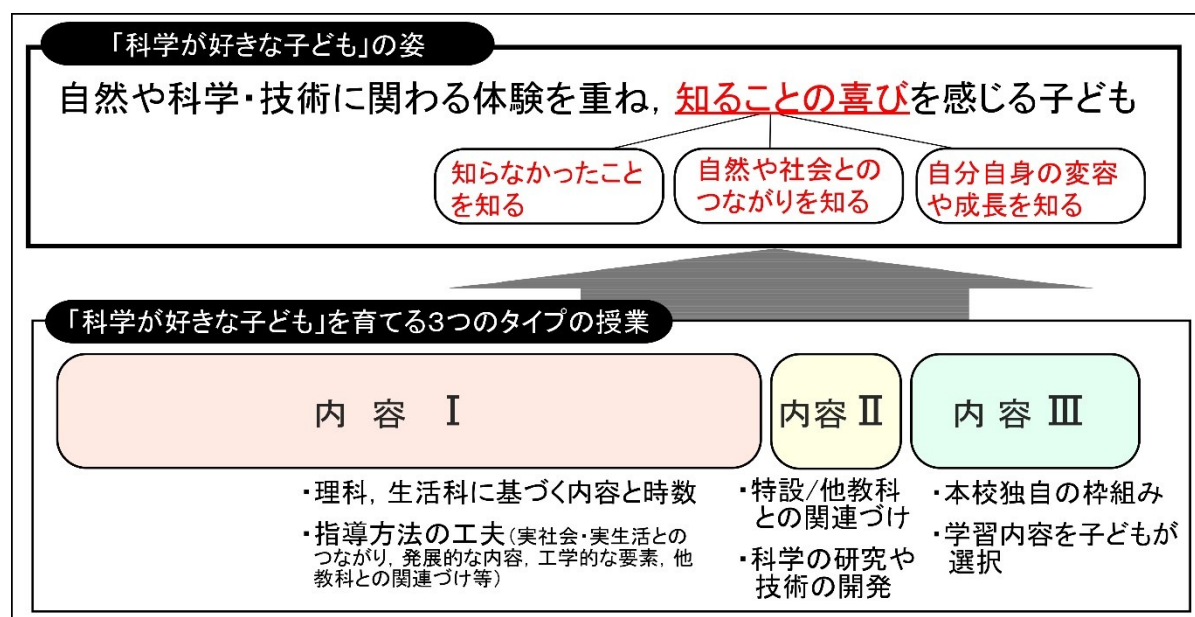


図2 「科学が好きな子ども」を育てるための3つのタイプの授業(概要と相互の関係)

【内容Ⅰ】理科（本校では科学と呼称）・生活科に基づく内容と指導時数の枠組みで実施。

本校が目指す「科学が好きな子ども」を育てるために、実社会・実生活とのつながりを意識させる状況を設定したり、発展的な内容や工学的な要素の活動を取り入れたりするなど、指導方法に工夫を加える。他教科との関連づけも図る。

【内容Ⅱ】特に実社会や実生活における科学の研究や技術の開発に焦点を当てた内容で、特設の時間として、または理科以外の他教科と関連づけて設定する。映像資料や図書教材を積極的に利用しつつ、科学を学ぶ意義や科学観を培うことを目指す。

【内容Ⅲ】個に応じた知的好奇心や能力の伸長という視点の下、本校独自の枠組みで実施する異学年合同のテーマ選択学習。教師が用意する複数の多様かつ発展的な学習内容の中から、子どもが学びたい内容を自分で選択して、自分のペースで学ぶことを特徴とする。

Ⅲ 「科学が好きな子ども」を育てる実践

1. 「内容Ⅰ」に関する実践

【実践1】5年「流れる水の働きと行方」〔2018年6～7月/授業者:倉島徹生〕

《キーワード》 実際の自然とのつながり 他教科との関連づけ 実体験

（1）教師の教材観・指導観と子どもへの願い

現行理科の5年「流れる水の働き」は、学習そのものの尺度が大きいために擬似的な実験や観察に頼らなければならない。しかし、教室の中の学習だけでは、川の上流から下流までの流れや地形の変化を具体的にイメージして、自分と自然とのつながりを実感することは難しい。川遊びなどの経験が乏しい子ども達にとっては尚更である。

そこで、本校5年生が毎年行なっている上越・妙高での2泊3日の宿泊体験学習（サマープロジェクト）の中に、川の流れの学習を位置づけ、笹ヶ峰をはじめとする妙高の山々を源流として直江津港へと流れ出る「関川」を単元の軸に授業を組み立てる。授業の中で断片的に観察に行くのではなく、3日間を利用して「源流から海までを巡る」学習をする。実際に自分でフィールドを歩き観察を行うことで、科学的な知識を身につけるだけでなく、自分自身が置かれている実際の自然の事象とのつながりを感じ取ることができるのではないか。

（2）「科学が好きな子ども」を育てるための手立てと単元の概要

①学習の必然性につながり宿泊体験学習に向けた総合的な学習の時間の関連づけ

子どもが、学習の必要感、切実感といった当事者意識を持ち、主体的に学習を進めるために、単に科学（理科）の学習として行うのではなく、学年の中心行事であるサマープロジェクトと関連させ、自分たちが訪れる上越・妙高の山や川・海のような「つながりや役割」を調査した。そこで出た疑問を、科学の学習で検証していった。

②教室から野外へと具体的にイメージを広げていく単元の構成

総合的な学習の時間で、挙げられた問いの中で追究可能なものを取り上げ、科学の時間に教室でモデル実験をしたり、現地から運んできた実際の砂礫の観察、映像資料の視聴をしたりして、気づきを積み重ねる。そして、実際の野外体験宿泊学習で笹ヶ峰の源流から直江津港の河口までの観察を行い、実感を伴った理解を図った。

宿泊体験学習に向けた総合的な学習の時間

サマープロジェクトで訪れる上越・妙高の山や川・海のつながりや役割の調査

生き物とのつながりや人間とのつながり、山と川のつながり等についてテーマごとにグループに分かれて書籍やインターネットを用いて調査する。

グループテーマの例

「山と海をつなぐ川の働き」「山林の土の役割とは」等

※ 調査後には、パネルディスカッションで成果を共有しあう。
話題の中で、検証が可能な内容について科学の授業で取り上げて追究する。

第1～9時

教室内での観察やモデル実験……気づきを積み上げる

1. 山林と裸地の吸水力や保水力を確かめるための実験
2. 映像等の資料を用いた関川の源流から河口までの地形の様子を観察
3. 関川の上流から河口までの砂礫の観察
4. どのように川が流れるのか、土で作った斜面を利用したモデル実験

吸水力と保水力を
調べる実験器具



第10～13時

宿泊体験学習でのフィールドでの調査……実感を伴った理解

1. 笹ヶ峰（源流）のトレッキングと上流の観察
 2. 内川（中流部）でのガサガサ体験
 3. 河口の観察
- ※1～3の間にバスの中から地形や流れの変化を観察する。

図3 内容Ⅰ「流れる水の働きと行方」の単元展開（概要）

（3）子どもの学びの姿

①教室でのモデル実験や実物の砂礫の観察を行なった場面

1. 山林と裸地の吸水力や保水力を確かめるための実験

それぞれの土壌に水を流し、斜面を滑り落ちた水と吸水されて土壌の下から流れ出た水の量を測り、植物が育つ山の土壌の吸水力と保水力を測定したが、子ども達には、必ずしも十分な理解をうながせなかった。

2. 映像や写真資料を用いた関川の源流から河口までの地形の様子を観察（図4①）

資料から読み取ったそれぞれの気づきを付箋で貼り出して共有し、各地点での特徴（川幅・流れの速さ等）を整理することができた。

3. 関川の上流から河口までの砂礫の観察（図4②）

実際の関川の砂礫を手にして、積極的に観察を行う様子が見られた。

4. どのように川が流れるのか、土で作った斜面を利用したモデル実験（図4③）

実験後には、川の幅が変化する理由や石が丸くなる理由について、多くの子が意見を出し合った。（侵食・運搬・堆積の考えにつながった。）



図4 教室でのモデル実験や観察の様子

②宿泊体験学習における3日間の現地調査



図5 源流・中流・下流での現地での観察

上流でその流れの速さに驚く子、中流の石の形を一つ一つ確かめる子等々、多くの子どもが上流から下流までの地形の変化に対して、それまでの学習で獲得した視点を持って野外活動に取り組んだ。川の長さや幅等のスケールや流れの勢いを肌で感じることもできた。

（4）実践をふり返って

多くの子どもが、テーマ別の調べ学習を、休み時間を利用してまで取り組んでいたことから、興味や関心の高さが見て取れる。このことから、学年の中心的な行事と関係づけて、川の流れの学習を進めるという手立ては、子ども達の学習の大きな動機づけとなったことがわかる。また、教室から野外の実体験へと学習を拡げる学習展開をすることによって、教室での気づきを、実際の自然とつなげてより確かなものにすることができた。そして、3日間という短い時間の中で、スケールの大きな関川を連続的に巡る学習は、子ども達にとって忘れられないものになり、“知ることの喜び”を感じることができたのではないだろうか。源流部である笹ヶ峰の湧き水に触れて、冷たさに驚く子ども達の姿は、実体験の大切さを改めて教えてくれた。今後は、吸水力・保水力の実験にもう少し時間を費やして実験のデータを整理する等、笹ヶ峰のブナ林が持つ力の教材化につなげたい。

2. 「内容Ⅱ」に関する実践

アイボ
【実践2】4年「動かなくなったAIBO」 [2016年10月 / 授業者:小林祐一]

《キーワード》 技術の開発 科学技術と人の暮らし 道徳との関連づけ

(1) 教師の教材観・指導観と子どもへの願い

現在は、日常生活のありようを変えんばかりの勢いで、急速にロボットの開発と普及が進んでいる。本校の環境館（理科室）にはロボット犬 AIBO が展示されているが、これは、開校以来、多くの子ども達に愛されてきたものである。かつては放課後になると時の過ぎるのを忘れて AIBO に話しかけたりなでたりする子どもが見られたが、電源の不調とメーカーの修理対応打ち切りが重なり、今では当時の様子を知らない子どもが大多数となりつつある。

しかしこの AIBO には、科学・技術と社会（生活）とのつながりを学ぶ上での大きな価値を見いだすことができる。AIBO は、家庭（日常生活）に入り込んだロボットのパイオニアであり、その意義や価値がある程度定まっていることに加えて、映像等の資料も入手可能である。したがって、「今では動かなくなった AIBO」とその資料を組み合わせることで、昨今、急速に生活の中に入り込みつつある「様々なロボットの開発とその恩恵」という行為に子どもが目を向け、その“意義や価値”を、将来にわたって考えることができるようになるための素地を培うことが可能だと考える。

(2) 「科学が好きな子ども」を育てるための手立てと単元の概要



図6 内容Ⅱ「動かなくなった AIBO」の単元展開(概要)

①AIBOの開発にまつわる物語（人の営み）を知ることができる映像資料の使用

努力や困難，チームワーク等のエピソードに触れ，AIBOについて「知らなかったことを知る」と共に，科学の研究や技術の開発という営みと「社会とのつながりを知る」ことを可能にする教材として，NHK プロジェクトXのDVDを用いた。

②「開発者の視点」と「ユーザーの視点」の両面からAIBOの価値を考える単元展開

開発した製品を世に送り出す側と受け入れる側の両面からAIBOを見ることで，科学や技術が人の暮らしにもたらす影響をとらえることができると考え，動かなくなったAIBOの修理を心待ちにする人々を取り上げたNHK番組を視聴する展開を考えた（図6）。内容および時数の面で，道德との関連づけを図った。

（3）子どもの学びの姿

①AIBOの開発にまつわる物語（人の営み）を知った場面

T1：難しいことばかり立ちはだかったにもかかわらず，AIBOの開発に成功することができたのには，どんな訳があると思いましたか？

むずかしいことばかり，立ちはだかったにもかかわらず，AIBOの開発に成功することができたのには，どんな訳があると思いましたか？ チームの人たちが協力したからAIBOの開発に成功することができた。 ()	むずかしいことばかり，立ちはだかったにもかかわらず，AIBOの開発に成功することができたのには，どんな訳があると思いましたか？ いろいろな人があきらめず新しい商品をつぎつぎと考えつづけて子ども時にゆめをみたロボットをつくれたから。 ()
むずかしいことばかり，立ちはだかったにもかかわらず，AIBOの開発に成功することができたのには，どんな訳があると思いましたか？ 他の会社がやらないことをせろうとしたから。 完ぺきを目指したから。 ()	むずかしいことばかり，立ちはだかったにもかかわらず，AIBOの開発に成功することができたのには，どんな訳があると思いましたか？ みんなが協力して集中して成功した人のまねをしないで新しいことに挑戦した。 ()

図7 「AIBOの開発に成功したわけ」についての子ども達の考え（学習カード）

②AIBO開発の意義や価値を考え，発表しあう場面（単元の終末）

T2：会社（SONY）によるAIBOの修理は，打ち切られてしまいました。
「AIBOの修理に取り組む人」と「修理をじっと待つ人」のお話を知って，
（開発者の）土井さんや大槻さん



図8 AIBOの開発に携わった人

（図8）がした「AIBOの開発という仕事」は，世の中の人々のくらしや心に，
どんなこと（気持ち，よさ）を届けたと感じましたか？

E児：買った人は，AIBOが子どもみたいだと思ったり，AIBOがいないとリハビリができないと言ったりしていることを知って，AIBOはすごく大切なロボットなんだな，と思いました。

K児：地球に笑顔を増やしてくれた。一人暮らしの人や友だちがいない人が遊べる。

犬アレルギーや都合で世話ができない人が、犬と触れ合える。

R児：AIBOのおかげで、さみしくなくなったり、暮らしが楽しくなった。

N児：一人暮らしや老人でさみしがっている人を元気にしたり、AIBOにまた来てほしいと思う気持ちを届けた。

Y児：楽しさ、嬉しさ。悲しかった人も元気になった。

T3：偶然にも今年（2016年）、SONYが再びロボット事業を始めることがニュースになりました（図9）。もしも自分が、この新たなロボット事業のメンバーとして参加するとしたら、どんな人達が、どんなふうに感じてくれるロボットができればいいと思いますか？

O児：さみしい人が楽しんでくれるようなロボットができればいいな、と思います。

T児：初代AIBOよりももっと優秀で、とてもかわいらしいロボットで、一人暮らしの人が、まるで子どものようにかわいがってくれてほしいです。

M児：いろんな人が幸せや喜びを感じてくれるようなロボットができればいい。

G児：みんなと楽しく遊んでいくうちに成長したり、一緒にいるだけで嬉しくなるロボット。

E児：身体が不自由な人を助けてあげられるロボットを作りたいです。例えば、物を運んだりするロボットを作りたいです。

K児：一人暮らしの老人や老人ホームにいる人に「楽しい」とか「また遊びたい」という気持ちになって、楽しい生活になってほしい。



図9 ロボット事業の再開を伝える新聞記事

（4）実践をふり返って

学習に用いた映像資料は、いずれも小学生を対象とした番組ではなかったが、発問T1やT2に対する子どもの記述や発言からは、4年生であっても技術の開発やそれがもたらすプラスの影響についての的確にとらえることができている。これは、導入において具体物（本校の動かなくなったAIBO）を見たり触れたりすることができるように提示したことが効果的に働き、子どもと学習の対象（AIBO）との心理的な距離感が縮まったものと考えることができる。また、発問T2やT3に対する発言には、ユーザーの気持ちを知った子どもが、知らず知らずのうちに自分を開発者の立場に置いて（例えばE児）“まだ見ぬ次世代のaibo”のありようを考えている様子が表れている。特に発問T3に対するO児やG児、K児等の発言には、人の気持ちのあたたかさや、心や暮らしの豊かさにつながるような言葉が多く見られ、科学・技術の学習が、扱い方によって道

徳的な価値にも迫り、人間性を育てる学習となることを示唆している。

このことから、具体物の用意など適切な支援と、単元展開の順序性に注意を払えば、映像資料を主体として、科学を学ぶ意義や科学観を培う学習が成立することが明らかになった。

一方で、子ども達の発表は、互いに聴き合うことに大きな価値があるとは思われるものの、相互に関係づけて深めたり議論したりする話し合いにはなっていない。決まった答えを求める学習ではないものの、4年生の段階でどの程度の発表を求めていくかは、今後さらに探っていきたい。

【実践3】5年「伝え合おう、科学の研究や技術の開発」

[2016年11月 / 授業者:赤池由江,堀之内梢]

《キーワード》 科学の研究や技術の開発 国語との関連づけ ビブリオバトル

(1) 教師の教材観・指導観と子どもへの願い

実社会における科学の研究や技術の開発に携わる“人々の営み”に着目して本を読み比べた子どもが、「最もみんなに伝えたいと感じた科学・技術の人間ドラマ」を紹介し合うという学習である。これは「科学・技術に関わる人間の営み」や「その研究開発の意義や恩恵」を広く深く感じ取ることを通して、科学を学ぶ意義や科学観を培おうと、国語（本校では言葉と呼称）と関連づけて新たに創設した学習である。

主教材としての「科学の研究や技術の開発の図書」は、本校に限らずどの学校においても比較的容易に、かつ、多様なものを入手することが可能であるというよさをもつ。また、その数（冊数）の多さと内容の多様性は、「子どもが自らの意志で選び出す」という能動性の発揮を促す基となる。このことは、学習に向かう子どもの主体性を引き出す上で、図書教材ならではの長所と言える。

(2) 「科学が好きな子ども」を育てるための手立てと単元の概要

①教材として用いる図書を選定する際の観点の明確化

数ある科学・技術関連の図書の中からこの学習で取り上げるのに適しているのは、「子どもが科学を学ぶ意義や科学観を培うのに資するような内容」で、「学年の発達段階に即した長さや表現で書かれているもの」である。この観点の下、授業のために選定した100冊を超える図書は、「科学史上の発見や研究に携わった人物の伝記」、「近代～現代における技術の開発過程を記した物語やノンフィクション」、「将来の職業選択にもつながり得る、科学や技術に関した研究や技術開発とそこで働く人々の仕事ぶりを記した物語



図10 教材として選定した図書の例

や図鑑」等々、いずれも科学の研究や技術の開発のプロセスやプロダクトに触れるものとなった（図 10）。

②「ビブリオバトル」の手法を用いた科学・技術の人間ドラマの紹介

図書の選定を踏まえた上で、内容Ⅱのねらいにせまるためには、さらに、子どもがより主体的に「科学の研究や技術の開発の人間ドラマ」への関心を高め、関わりたくなるような状況づくりが不可欠である。子どもが自ら関わりたくなるための“しかけ”としては、近年普及しつつある「ビブリオバトル」の手法に期待することができる。

「ビブリオバトル」は、何名かの発表者が、各々心から面白かったと思える本を選んで、原稿なしの数分間の紹介をし合い、参加者（聴衆）とのやりとりを経た後に“チャンプ本”を決めるという、書評ゲームである（図 11）。このビブリオバトルには、紹介し合った本の中からチャンプ本（1 位の本）を決めるというゲーム性（競争的な要素）と、「人を通して本を知る・本を通して人を知る」というキャッチフレーズに表されるような、協働とコミュニケーションの要素を色濃く有する。本校の5年生は、言葉（国語）の学習においてビブリオバトルを経験し、その活動に好意的な印象をもっているため、手立てとして有効に働くと考えた。



図 11 書評ゲーム(ビブリオバトル)のイメージ(谷口・粕谷,2014 を編図)

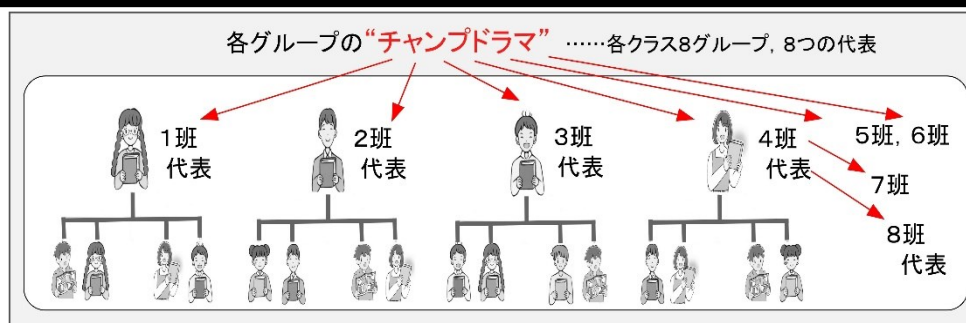
第1～8時

科学や技術に関する本の読書 → 紹介する本の決定 → 紹介の準備

第9～12時



“ビブリオバトル方式”での紹介 ～科学の研究や技術の開発の人間ドラマ～



・グループ単位で実施し、全員が紹介

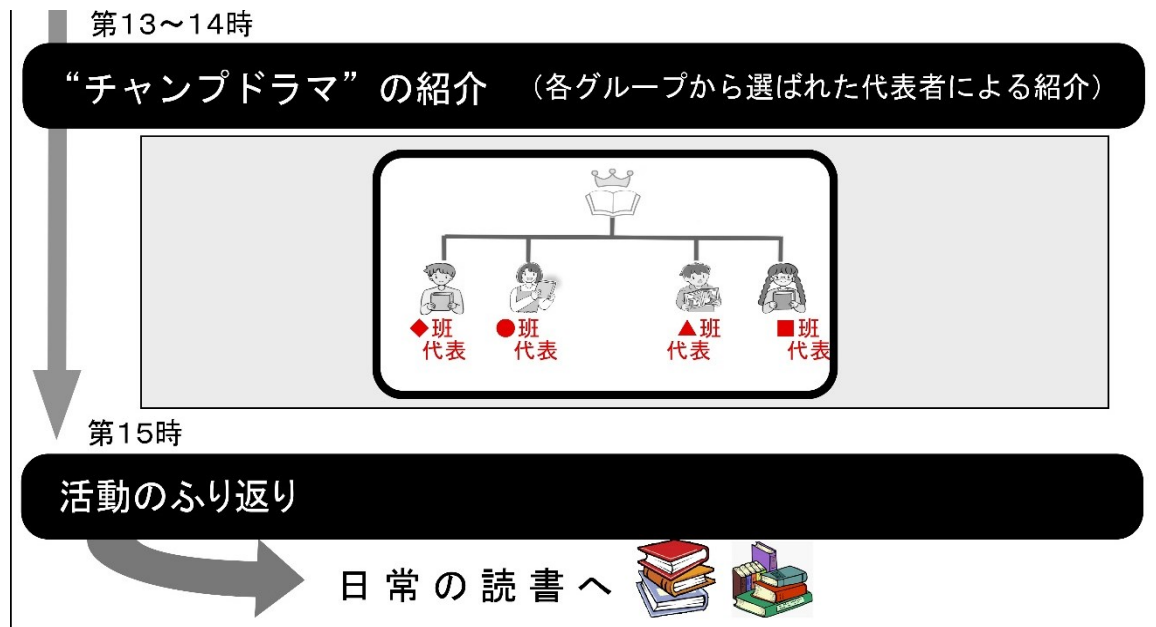


図12 内容Ⅱ「伝えよう、科学の研究や技術の開発」の単元展開(概要)

(3) 子どもの学びの姿

①H児の発表と質疑 ～各グループから選ばれた代表者による紹介（第14時）～

T1：今日は、チームの中で一番魅力的だと選ばれた“チャンプドラマ”を、みんなに伝え合ひましょう。どんな話が出てくるのか、楽しみです。

(学習問題の板書)

◎最もみんなに伝えたい“科学の
研究や技術の開発の人間ドラマ”を
伝え合おう



(4人の発表順や時間配分の確認等…略)

図13 発表の様子

(H児の発表) 理科室から生まれたノーベル賞：田中耕一物語

「もったいない」。それは、田中さんが、幼稚園の先生やおばあちゃん、義理のお母さん等に言われて育った言葉です。例えば、表だけ使った紙をすぐに捨ててしまうのではなく、裏にすれば鼻をかんだりできます。この「もったいない」の一言が、田中さんの人生を大きく変えるものとなります。どのようにでしょうか？

田中さんは、島津製作所で働きます。そこでタンパク質のイオン化のソフトレーザー脱着法の、レーザー光線の力を弱める補助剤を作っていました。でもそれは、大学の偉い先生たちや専門家は誰もできないと言っていました。それに数百種類もの物質があるので、夢物語とも言われていました。でも田中さんは、あきらめずに朝から晩までずっと研究をしていました。ところがある日、大きな失敗をしてしまいました。どのような失敗をしてしまったのでしょうか？

別の実験で使うはずだったコバルトの微粉末とグリセリンの液体を間違えて混ぜてしまったのです。でも、コバルトの微粉末はとても高くて手に入りにくいものなので、捨てずに「もったいない」で実験をしました。そうしたら、この補助剤が完成したのです。それが今では、病気の診断や病気を治す薬の開発にとっても役に立っています。

「もったいない」の一言が、多くの人々の命を救うものとなりました。それに、田中さんをノーベル賞へと導くものにもなりました。

ディスカッションタイムの様子

C 1 : いつからその実験を始めたんですか？

T 2 : ソフトレーザー脱着法の実験や研究を、いつから始めたのかなってこと？

H 児 : (本で確かめながら) 島津製作所で働きはじめたのが 1983 年の 4 月なので、そのぐらいの時からこの研究を始めたのかな、と私は思います。

C 2 : この実験は、失敗したらどのように乗り越えましたか？

H 児 : 大きな失敗だと思った田中さんでしたが、それが成功に導かれたのは「もったいない」という言葉です。それは、小さいときに教えられていた「もったいない」が、研究を成功に導いたのだと思います。

C 3 : この研究は何年ぐらいかかったのですか？

T 3 : さっき「会社に入ってから開発した」と言っていたんだけど、(C 3 さんは) どのくらいの期間でできたのかなというのが気になったんだね。

H 児 : 1987 年までだったから、4 年間研究を続けてきたと思います。

T 4 : その期間、失敗とか試しながらやって、その偶然で成功したの？

H 児 : うん。

C 4 : なんで田中さんは、その会社に入ろうと思ったんですか？

H 児 : 田中さんが幼い頃に、田中さんのお母さんは高齢出産で約 1 か月後に亡くなってしまって、そのことを大学に入るときに初めて知った時から、「人の命を救う仕事がしたい」ということで島津製作所に入りました。

C 4 : ありがとうございました。

C 5 : 会社に入って、研究には何人ぐらいで取り組んだのですか？

H 児 : うーん。はっきりとは書いてなかったのだけれど、田中さんはもちろんだし、田中さんを助けてくれる人もいたようなことが、本には書いてありました。

T 5 : みんなが読んできた本の中には、1 人で(周りの人から協力を得られないで)というような人もいましたが、田中さんはそういうわけではないんですね。チームの仲間と共に…というわけ？

H 児 : (うなずく)

②学習後の「活動のふり返し」 ～69名の記述から（第15時）～

【選択式アンケート】

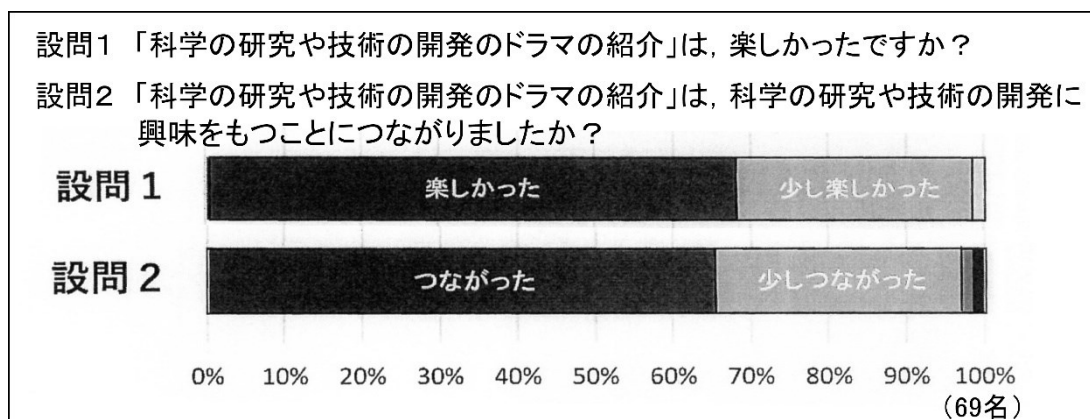


図 14 内容Ⅱ「伝えよう、科学の研究や技術の開発」のふり返し

【自由記述（抜粋）】

Y 児：自分自身も本を読み、その中から自分のナンバーワンを決めて積極的に発表し、他の人に伝えようとするのがとても学習につながった。楽しく研究や技術開発のドラマを勉強できたと思います。

M 児：説明を聞いて、自分が読んでいない本の主役を知り、質問もして、知らなかったことがわかり、楽しかったです。

R 児：科学の研究や技術開発のドラマでは、いろいろなものについて研究している人がいっぱいいることに気づいた。もっと科学や技術の開発について知りたいと思った。

N 児：私は、あまり開発のことについて知らなかったけれど、この授業をやったことで「へえ」と思うドラマがいっぱいあった。カップラーメンの開発ドラマも、読んでいて自分がとても楽しくなってくる。

T 児：発表者が発表したことを聞いて、あきらめなかった人は最終的に開発に成功するので、その人を目標に頑張りたいと思った。

（4）実践をふり返って

子どもが、「みんなに伝えたいと思った科学や技術の人間ドラマ」を紹介する場面では、しばしば、発表を聞く側の児童にとっては耳慣れない専門的な用語が混じりがちである。そこで、教師の支援として、発表する側と聞く側を橋渡しするような問いかけや確認をしたり、写真やキーワードを示した1枚メモを作るよう促してスクリーンに投影したりした。紹介後のディスカッションタイムにおいて出された質問に着目すると、発表内容に即した質問が出されていることから、これら教師の支援が、発表内容の理解につながったものと思われる。

また、一連の学習をふり返ってのアンケートや自由記述からは、この学習に対する「楽しさ」が強く浮かび上がっている。Y 児や M 児は、発表をしたり聞いたりするこ

と、質問することを楽しさを見いだしていることから、「科学が好きな子どもを育てるための手立て」として用いたビブリオバトルの手法が、子どもにとって効果的に働いたことがうかがえる。

さらに、自由記述には、「科学が好きな子どもの姿」として掲げた3つの「知ることの喜び」にせまる記述が見られる。M児の「知らなかったことがわかり、楽しかった…」やN児の「この授業をやったことで、へえ、と思うドラマがいっぱいあった」は、「①知らなかったことを知る喜び」に相当し、R児の「いろいろなものについて研究している人がいっぱいいることに気づいた」には、「②自然や社会とのつながりを知る」姿が表れている。また、N児の「読んでいると自分がとても楽しくなってくる」やT児の「…その人を目標に頑張りたいと思った」は、学んでいる自分自身に目を向けていることから、「③自分自身の変容や成長を知る喜び」にせまる記述であると判断される。初めて試みた実践であったが、教師が願った「科学・技術に関わる人間の営みや研究開発の意義や恩恵を広く深く感じ取ること」につながり得る、新たな学習としての可能性を感じた。

3. 「内容Ⅲ」に関する実践

【実践4】全学年対象テーマ選択学習

「富士川：石の旅・砂の旅 ～水がつなぐ陸と海の物語～」

〔2018年1月 / 授業者:小林祐一,志村美穂〕

《キーワード》 発展的内容 自己選択学習 河川・海洋 地域素材の教材化

(1) 教師の教材観・指導観と子どもへの願い

この学習は、後述する「テーマ選択学習」という本校独自の枠組みを用いて行う。

これは、地域を流れる河川と砂礫という素材を窓口に、海とのつながりと地球規模の自然の営みを垣間見るもので、時間的にも空間的にも長大な尺度を扱う学習である（図15）。



図15 長大な尺度を扱う「富士川：石の旅・砂の旅」

釜無川（富士川）は、郷土山梨県を南北に流れ、先人たちがその治水に力を尽くしてきた河川である。南アルプスに端を発し、駿河湾までの128kmを流下する過程では、地域ごとに生い立ちの異なる岩石を侵食・運搬し、見た目も手ざわりも異なる多種多様

な礫や砂を生産する営みが不断に行われている。これら礫や砂の色や種類の多様性に触れるだけでも、5,6年の科学（理科）と関連する興味深い学習となりうるが、ここでは、これらの砂が海に到着した“その先”を一体的に扱うことで、より大きな尺度での物質循環に想像力を巡らせる学習としての意義を持たせる。

河口に流れ着いた富士川の膨大な砂は、本来ならば河口に、現在ある姿以上の広い平野をつくるはずであるが、実際にはその多くが急峻な駿河湾に流れ込む。駿河湾の海底は、四国沖の南海トラフに続く深い海底谷であり、現在の四国沖の海底には、箱根の火山起源の砂が混濁流（タービダイト）として流れ込み、堆積していることが明らかにされている。子ども達がどこかで耳にしたことがあるであろう「プレートテクトニクス」は、遠い南の海から遥かな時を経て移動したチャートや玄武岩だけでなく、いずれ到着する富士川の砂も、その営みの一員となり、四国の新たな大地をつくることを意味する。

この、壮大なおとぎ話のようにも感じられる自然の営みを、子どもは、富士川の最上流から河口までの砂礫、および、現在の四国の大地をつくる砂礫を、手に取って観察したり標本にしたりしながら感得する。自ら選択してこれらを体験的に学ぶ子どもは、自身の興味関心に支えられて取り組むだけに、大きな「知らなかったことを知る喜び」を感じることができるであろう。

（2）「科学が好きな子ども」を育てるための手立てと単元の概要

①学習の枠組みとしての「テーマ選択学習」

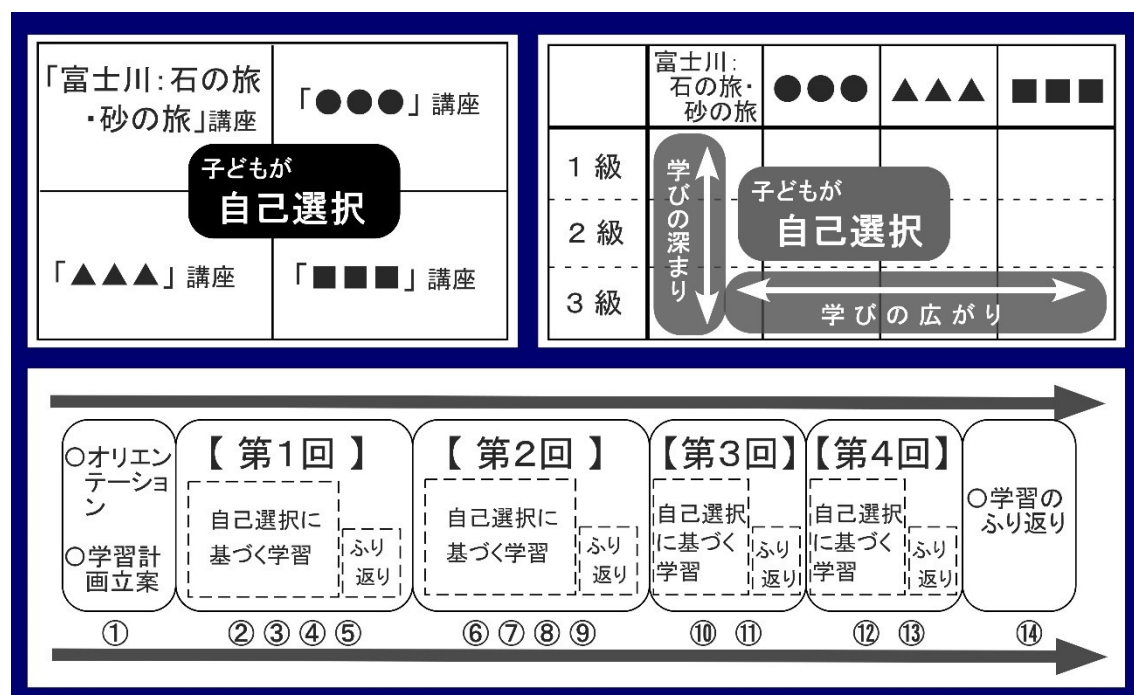


図 16 テーマ選択学習のイメージ（概要）

（4つの学習メニューを用意して14時間扱いで実施した場合の例）

この学習を行う枠組みとしての「テーマ選択学習」は、短期集中で学習期間を設定し、子どもが複数の学習テーマの中から学びたいテーマを自己選択して取り組むもの

で、学年や教科の枠を越えた職員の協力体制の下で実施する。総合的な学習の時間の一部や、学習指導要領よりも多く確保されている年間授業時数を活かして行うこの学習は、学習指導要領に示された内容を超えた発展的な内容を多く含むことを特徴とし、これからの社会に飛び出していく子どもにとって一層重要と考えられる「個に応じた知的好奇心や能力の伸長」につながるものである。

図 16 は、4つの学習テーマを用意して14時間扱いで実施すると仮定した時のイメージである（実際には、科学以外のものを含むより多くの学習テーマを全校体制で用意して実施している）。子どもは、オリエンテーションや学習内容紹介のポスターを手がかりに、自らの興味・関心に基づいて、何を学ぶかを自己選択する。教師は、それぞれの学習テーマの内容を、3級～1級の段階に分けて多様な学習形態と共に用意する。実際に数時間ごとの大きなまとまりで行う学習がスタートすると、子どもは「1つのテーマ（「講座」と呼称）を、3級→2級→1級と深く学ぶこと」も「複数のテーマの3級を広く学ぶこと」も自分で決めることができる。

②学習内容の構成（単元展開）の工夫

学習内容は、5,6年の川や地層の学習をしていない低中学年の子どもにも分かるよう、次の3つの段階に分ける（図 17）。

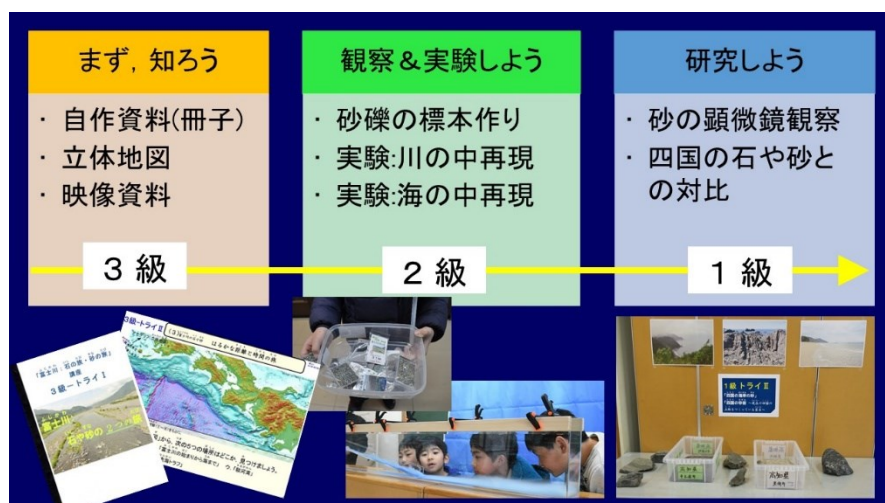


図 17 内容Ⅲ「富士川：石の旅・砂の旅」の単元展開(概要)

第1の段階では、郷土の代表的な河川である富士川に対する興味関心を喚起すると共に、「富士川の流れる流域の土地を削って駿河湾に運ぶこと」「駿河湾から先には、海底谷が存在し四国沖までつながっていること」等、この学習の推進にあ

たって必要な“理解の枠組み”としての基礎知識を与える活動を設定する。ただし、ここでの“与える”は、教師から子どもへの一方的な注入のような活動ではない。問ひかけを基に、資料を見て探したり書いたりする等、子どもが能動的に働きかけるような活動を重ねて単元全体を貫く枠組みとしての知識を得た上で、「驚いたり不思議に思ったこと」を書き記して、第2、第3の段階へつなげるのである。言い換えれば、「おや、なぜ」を見つけ出す段階とすることができる。

続く第2の段階では、理解の枠組みとして得た知識が、より実感に裏打ちされたものとなるよう、流域から採取した礫や砂に触れて標本を製作したり、それらを用

いて砂ができる様子や海底での流下の様子を調べる実験を行ったりする。

第3の段階では、長大な尺度での砂の移動や循環のイメージ化がさらに図られるよう、富士川の砂礫と、現在の四国の土地をつくる砂や砂岩を対比しながら顕微鏡で観察する。

③長大な時間的・空間的尺度のイメージ化を促す体験や実験，環境構成の工夫

富士川の源流から四国にかけて 1000km 以上の長大な空間で起こっている自然の営みを，子どもが想像力を働かせながらイメージできるように，3つの学習段階それぞれに，見

て触れて，試したり集めたりする多様な体験や実験を用意した。また，床や壁を利用して大きな地図を貼り，それぞれの石や砂，現象がどの場所におけるものかを対比できるような環境を構成した。



図 18 各学習段階に設定した多様な体験や実験

(3) 子どもの学びの姿



図 19 各自のペースで進められる内容Ⅲ「富士川：石の旅・砂の旅」の学習

テーマ選択学習の最中は、異なる学年の子どもが異なる段階の内容を、それぞれのペースで学んでいる（図 19）ことから、学習カードへの記述と質問紙調査から学びの状況を把握している。紙数の都合上、抜粋して示す。

①記述から ～3級から1級まですべての学習に取り組んだ子どものふり返し～

- ・もしかしたら、富士川の砂や石が四国まで行っているかも。高知の海の砂を調べて、富士川の砂と似ているところがある。それから、砂粒一つ一つも、石が削れて旅をしていることを初めて知った。（6年生）
- ・3級の学習からずっと「石の旅・砂の旅」についてやってきた。3級の学習の時は分からなかったけれど、2級の学習に入って石と砂の標本を作り、砂や石のことがよくわかりました。わかりやすくとても楽しかったです。一輪車の実験（2級Ⅱ：川の中での砂礫の生成）も、とても楽しかったです。（5年生）
- ・「石の旅・砂の旅」で、鋸岳から始まって静岡県駿河湾へ行くことがわかりました。四国の砂を調べることができて、すごく嬉しかったです。僕は、水の中での石や砂の動き方は知らなかったですが、この学習で知ることができました。実験も、自分で体験することができて、とても楽しかったです。（4年生）
- ・石や砂でも、こんなに長い旅をするんだと思いました。（2年生）
- ・初めて富士川の石の旅・砂の旅の学習をして、石や砂にさわったりして、私は、気持ちいいなと感じました。（1年生）

②質問紙調査から ～「石や砂の旅」のイメージ化の様子～

子どもの記述からは、「知ることの喜び」の具体をつかむことができた。さらに、質問紙調査を用いて、教師がこの学習の意義として掲げた「大きな尺度での物質循環に想像力を巡らせる」ことがどの程度できたのかをたずねた（図 20）。

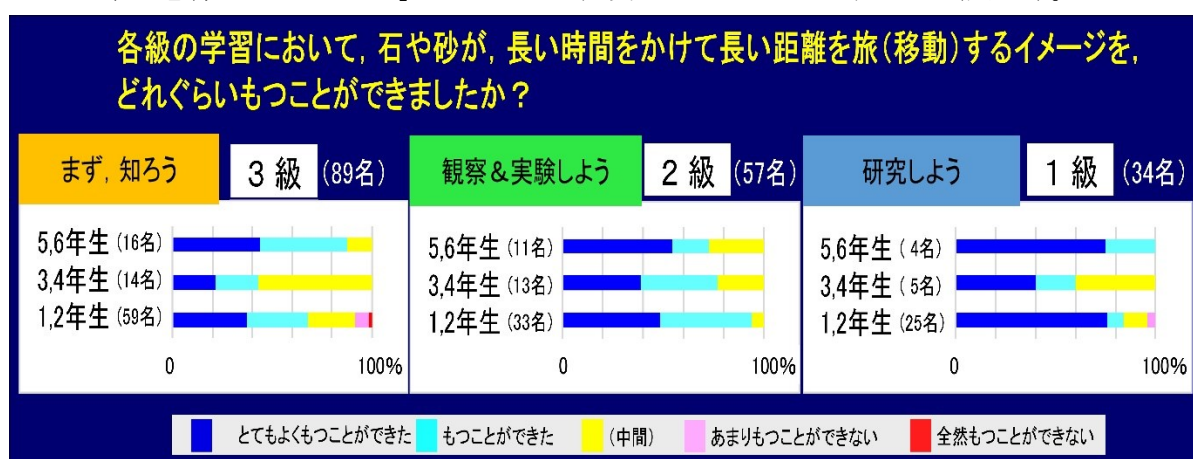


図 20 「石や砂の旅」に対するイメージ形成の様子

(4) 実践をふり返って

目指す姿（知ることの喜びを感じる子ども）に照らし合わせて、まず、この学習でねらったことを子どもが「知ることができたかどうか」を、質問紙調査から探る。石や砂の旅のイメージを「(あまり) もつことができない」と回答した子どもは、低学年の一

部だけである。このことから、「今回の学習の内容や方法は、概ねねらいにせまることができるものだったこと」と、一方で「学年の段階に応じた支援のあり方にはさらなる検討を要すること」が言える。石や砂の旅のイメージを「(とてもよく) もつことができた」と回答した割合が、低・中・高学年で変動することについては、回答した児童数の違いが大きいことから、より多くの子どもの回答を得るなどしてその要因を探る必要がある。

次に、3級～1級まですべての段階の学習に取り組んだ子どもを対象に、「知ることの喜びを感じたかどうか」を、記述から探る。6年生の記述に見られる「もしかしたら」という言葉は、想像力を巡らせたからこそ表出された言葉である。また、5年生や4年生の記述に見られる「楽しかった」「嬉しかった」といった言葉は、知らなかったことを知る喜びの表出そのものである。さらに、1年生の「気持ちいいな…」という記述には、低学年ならではの感覚的、体験的な感じ方や学び方が凝縮されているように思われる。質問紙調査で、中学年よりも低学年の方が多くの割合で「石や砂の旅のイメージをもつことができた」と回答しているのは、低学年の子ども達は、より感覚的に観察や実験に取り組んで各々の石や砂の旅に対するイメージを形成しているのかもしれない。

IV これまでの実践の成果と課題

冒頭に掲げた「科学が好きな子ども」を育てるために、内容Ⅰ,Ⅱ,Ⅲという3つのタイプの授業を設け、「知ることの喜び」に着目した実践に取り組んできた。事例として示した4つの実践それぞれの評価は、各項で述べた。ここでは、次年度の計画につなげるために、紙数の都合で紹介できなかった実践も含め研究全体を見渡した成果と課題の整理を行う。

1. めざす「科学が好きな子ども」と3つのタイプの授業との関係

(○…成果, ●…課題)

	自然や科学・技術に関わる体験を重ねる	知ることの喜びを感じる		
		“知らなかったことを知る”喜び	“自然や社会とのつながりを知る”喜び	“自分自身の変容や成長を知る”喜び
内容Ⅰ	○「室内でのモデル実験や具体物の観察」、「野外での実体験」が効果的に働く ○学ぶ必然性	○学ぶ必然性を感じることで、授業時間にとどまらない興味、関心の高まりが生まれる。	○獲得した知識や視点と実際の自然や社会との往還的な見方ができる場を設定するとよい。	○仲間と共に学ぶことや行事等と関連させて学ぶことが、印象的で忘れられない(≡喜びを伴う)思い出につながる。

	を感じる状況設定が大切。			
内容Ⅱ	○単元展開や教師の支援の工夫で、映像資料や図書が効果的に働く。	○扱う学習内容のほとんどが子どもにとって“初めて知る”ことであり、大きな喜びの感得が期待できる。 ●活動への興味や問いを生み出すための問いかけや事象の提示等、導入の工夫や配慮が、主体的な学習の鍵。	○実社会における科学の研究や技術の開発とのつながりを知ることに直結したタイプの学習である。 ●スクリーンや紙上だけの学習にとどまらぬよう、具体物の位置づけが望ましい。	○学習のふり返りを大切に扱うことで、自分の学びを自覚したり、道徳的な価値にせまったりすることができる。 ●学習時間の特設や他教科との連携等、時数の確保に計画的な準備が必要。
内容Ⅲ	○発展的な内容を扱う授業区分であり、多様な素材および体験と出会うことができる。 ○校内体制の整備により、進め方や時数の確保が年ごとに確立される。 ●学年の段階に応じた支援の検討が必要。	○扱う学習内容のほとんどが子どもにとって“初めて知る”ことであり、自ら選択して取り組むことから大きな喜びの感得が期待できる。 ●活動への興味や問いを生み出すための問いかけや教材の提示等、学習環境の充実整備が、自律的な学習の鍵。	○実際の自然や社会とのつながりを知ることができるような、内容や素材を用いた学習ができる。 ●内容や素材の選定には、教師の教材観、指導観が反映されるため、たゆまぬ研修研鑽が子どもの学習を規定する。	○学習のふり返りを大切に扱うことで、多くを学んだ自分の自覚をうながすことにつながる。 ●ふり返りをおろそかに扱うと、学びにつながらない活動の羅列となりかねないことへの注意が必要である。

2. 3つのタイプの授業を重ねてきた6年生の育ち

先に示した4事例のうち、「実践2」は今年度の6年生の事例であり、「実践3」もほぼ同内容の学習を経験している。また、「実践4」の「富士川：石の旅・砂の旅」も5年生の時に学年の3～4割の子どもが選択して取り組んだ（テーマ選択学習という学習形態自体は、毎年、継続的に経験しており、その中には今回事例として示さなかった自然科学系のテーマも含まれている）。

したがって、現在の6年生の科学（理科）に対する教科観、学習観を探ることで、内容Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの授業を継続することの成果をとらえることができる。おりしも、今年度は全国学力・学習状況調査の「理科」が実施され、質問紙調査から「科学が好きな子ども」の育ちの様子がとらえられた（図21）。

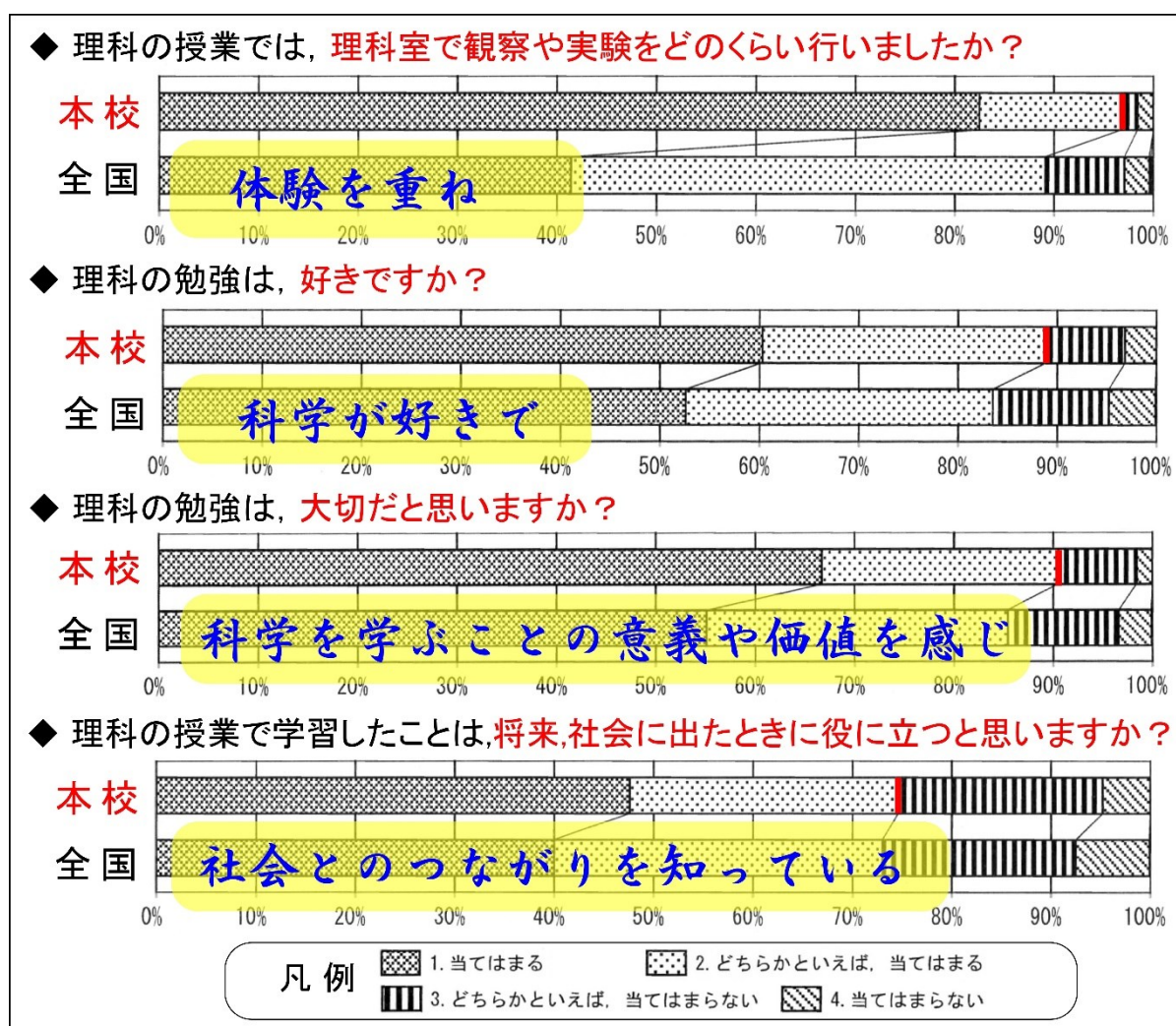


図21 内容Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの授業を重ねてきた本校6年生の意識

(全国学力・学習状況調査の結果から編図)

V 次年度（2019 年度）の計画

これまでに記した実践とその考察から、私達の目指す方向性とその手立ては、科学が好きな子どもを育てる上で成果を表しつつある様子が確かめられた。これをより確かなものとするために、2019 年度は、課題の解決を図りながらさらなる実践を重ねていく。

科学（理科）をベースとする内容Ⅰにおいては、より多くの単元で単元展開の工夫を重ね、内容Ⅱについては特設の時間または他教科との関連づけで、単元開発に取り組む。本校の特徴的な学習（テーマ選択学習）の枠組みの中で行う内容Ⅲは、新たな題材の発掘と単元開発を行い、実践を通してよりよいものへと改善を図る。これら 2019 年度の方向性を図 22 に示す。続いて、具体的な実践計画として、内容Ⅰ,Ⅱ,Ⅲそれぞれ 1 つずつ例を挙げて示す。

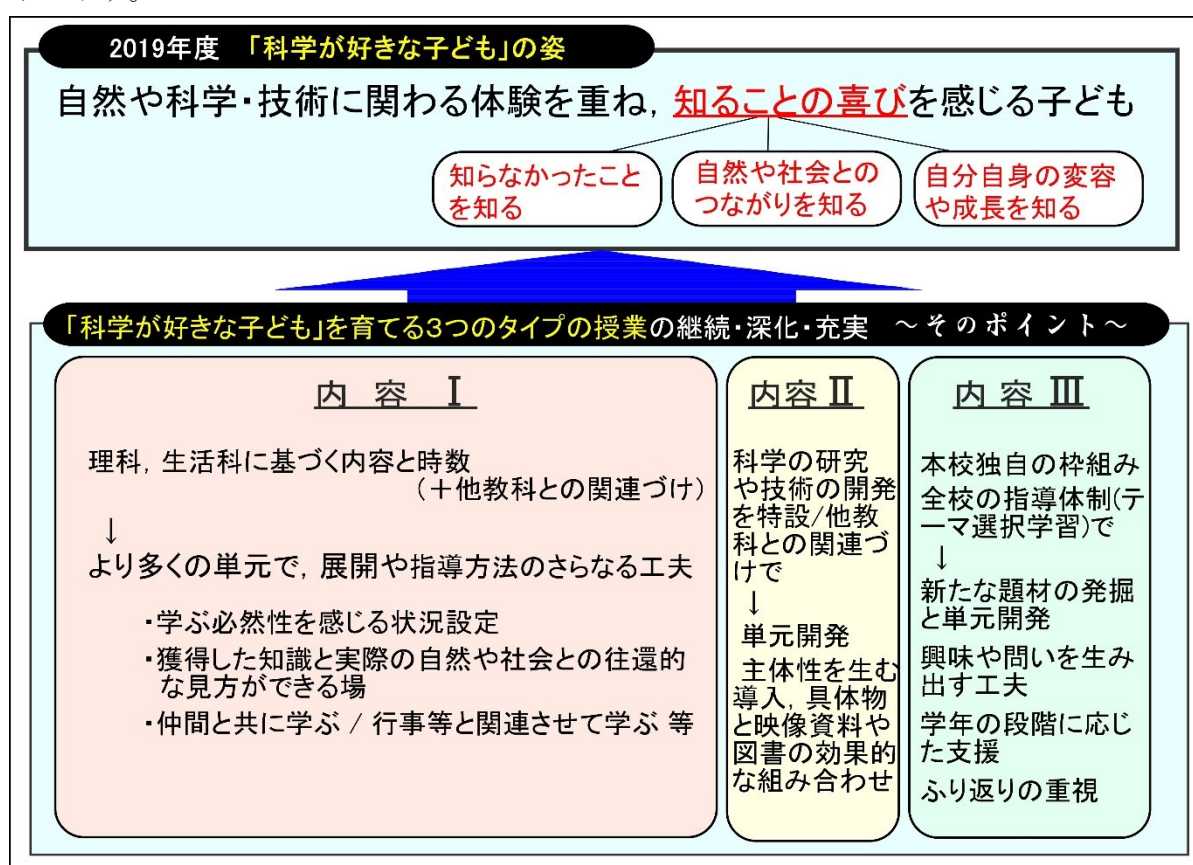


図 22 2019 年度の研究構想図

1. 「内容Ⅰ」の 2019 年度実践プラン

【計画 1】5 年「台風による天気の変化と生活への影響」

〔2019 年 9 月に実践予定〕

(1) 単元の概要

台風の進路や天気の変化にとどまらず、新聞記事やニュース映像など社会的な要素を扱う。導入では「自然の事象（台風）と実生活への影響（被害）」を取り上げて、子ども

が生活との関わりを感じて学ぶ必然性を生み、単元の終末には「実生活を想定した状況」に子どもを立たせて、学んだ内容の適用を図ろうとするものである（図 23）。

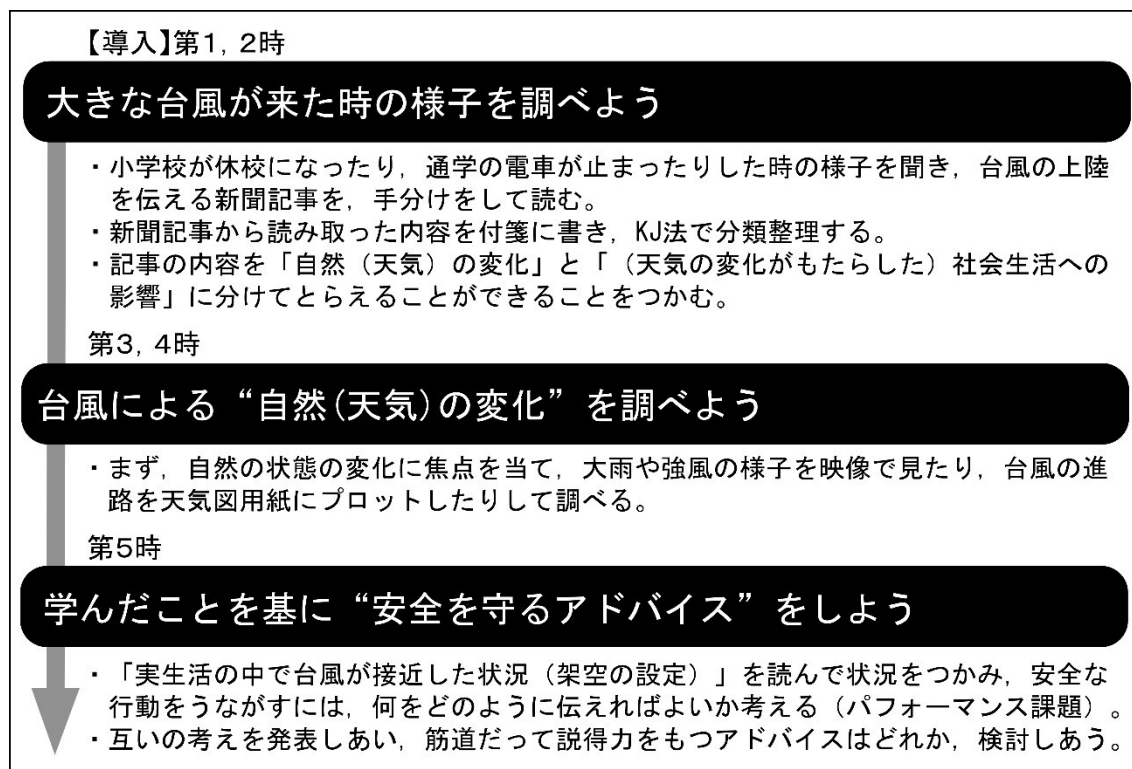


図 23 「台風による天気の変化と生活への影響」の単元構想

（2）「科学が好きな子ども」を育てるためのポイント

①学ぶ必然性を感じる状況の設定

導入では、かつての「台風による休校」の様子を紹介し、現在も多くの子どもが利用している鉄道や公共バスの運行と台風の接近が密接に関わっていることを意識させる。その上で「大きな台風が上陸すると、どのようなことが起きているのだろうか」と問い、地元山梨県の様子を伝える近年の新聞記事から調べる場を設定する。

②獲得した知識と実際の自然や社会との往還的な見方を促す終末の課題設定

“自然や社会とのつながりを知る”ことをうながすために、単元の終末では、台風の接近に伴う架空の状況を設定したパフォーマンス課題（図 24）を用意する。このような課題への回答は、学習による“自分の成長を知る喜び”にもつながる。

東京へ買い物や遊びに行くAさん 高速バスと電車を使って、東京に服を買いに行こうと思っています。その後はゲームショーを見に行こうかな…。 	あなたは、「この週末に、台風が接近&上陸のおそれ」というニュースを見ました。①まず、予想される被害をきちんと教えてあげて、②「だからこの週末はこうした方がいいよ」とか、「こういうことはしちゃダメだよ」と、きちんと伝えようと思います。どんなことを、どんなふうに伝えますか？
--	--

図 24 終末に提示する課題の例

2. 「内容Ⅱ」の2019年度実践プラン

【計画2】4年「デジタルカメラの開発」

[2019年6～7月に実践予定]

(1) 単元の概要

身近で日常的にその恩恵を受けているにもかかわらず、その存在や仕組みに対しては無自覚・無関心でありがちな科学技術製品の例として「デジタルカメラ」を取り上げ、その開発にまつわる“技術者の営み”を学ぶ学習である（図25）。

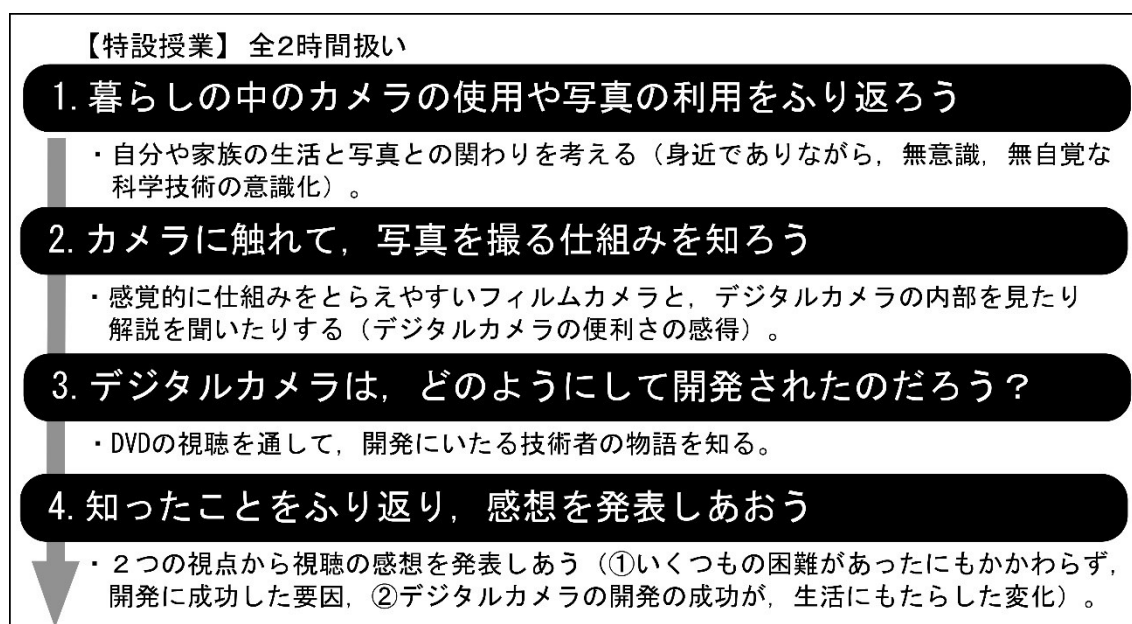


図25 「デジタルカメラの開発」の授業構想

(2) 「科学が好きな子ども」を育てるためのポイント

①具体物（多数のジャンクカメラ）と効果的な映像資料の組み合わせ

活動への興味や問いを生み出すために、生活の中でのカメラや写真の利用を問い、多数のカメラの実物に触れて、内部を見たり解説を聞いたりする場を設ける。「動かなくなった AIBO」の実践から示唆されたように、具体物との関わりを経た後に映像を視聴することで、子どもは、より実感をもって科学技術の研究開発と生活とのつながりを知ることができる。幸いにも現在では、リサイクルショップ等で多くのジャンクカメラが入手可能である。

3. 「内容Ⅲ」の2019年度実践プラン

【計画3】全学年対象テーマ選択学習 「土壌入門講座」

[2020年1月に実践予定]

(1) 単元の概要

身近にありながらこれまで学習の題材としての価値に着目されることの少なかった



図 26 「土壌入門講座」の授業構想

(教材写真は作成中のもので変更される可能性あり)

「地域の土壌」を対象に、自然に対する関心や感性・心情を培い、なおかつ、個に応じた知的好奇心や能力を伸ばそうとする学習である。土壌の保水力や生物のすみかとしての役割等、学びを通して子どもの生活圏における自然環境を改めて深く“知る”ことが期待される。

(2)「科学が好きな子ども」を育てるためのポイント

①体験的、感覚的な活動の位置づけ

内容Ⅲの課題として挙げた「活動への興味や問いを生み出す教材」「学年の段階に応じた支援」という視点から、体験的、感覚的な活動を重視した。それまで気にも留めていなかった土壌が気になるような子どもの意識を生み出すために、「土のコレクション」「(粘り気のある)土まめ作り」の活動を考え、現在、素材となる多様な土を収集している。

おわりに

上流から下流になるにつれて、石や砂に変化があるので驚きました。砂の動き方を実験でやるのは、とてもおもしろかったです。これからは、川のはじまりも見てみたいです。本当に、この講座(富士川：石の旅・砂の旅)でやれてよかったです。

これは、内容Ⅲ(実践4)で示した「富士川：石の旅・砂の旅」の学習を終えた時点での4年生A児のふり返りである。「川のはじまりも見てみたい」と記したこの子は、その後5年生の宿泊学習で、内容Ⅰ(実践1)で示した上越・妙高を訪れ、笹ヶ峰高原で仲間と共に「川のはじまり」を目にすることになる。私達が取り組んできた内容Ⅰ,Ⅱ,Ⅲの学習が別々のものではなく、子ども達の時間をかけた育ちの中で、どこかのタイミングでつながり、結びつくことを感じさせられる例である。「知ることの喜び」を視点に、これからも「科学が好きな子ども」を育てるために真摯に実践に取り組んでいきたい。

研究代表者：小林祐一

論文執筆者：小林祐一、倉島徹生