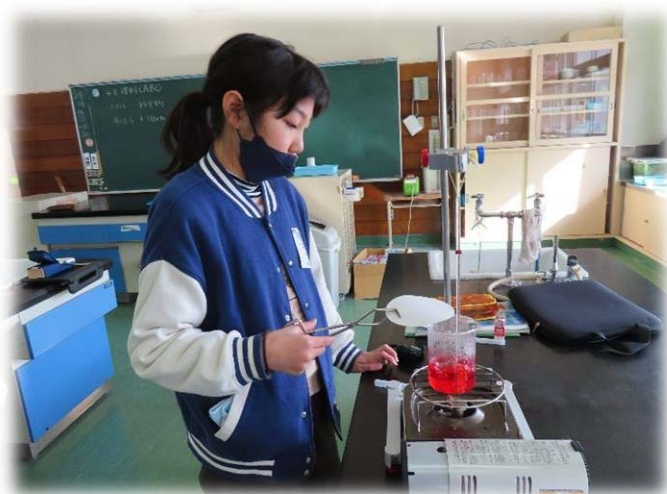


2023年度 科学が好きな子どもを育てる教育実践論文

自ら、自然に働きかけ
自ら、科学を学ぶ意義や価値を
創り出す子どもの育成
— 子どもの思考に寄り添い続ける —



郡山市立 明健小学校

校長 大内 順一

PTA 会長 本田 裕一

目 次

I	本校が考える「科学が好きな子ども」について	1
1	はじめに	1
2	昨年度までの成果と課題	1
3	VUCA 時代の科学が好きな子どもについて	1
4	研究テーマと、テーマに迫るための視点と手だて	2
	(1) 2023 年研究テーマについて	2
	(2) 研究推進の土台と研究の視点について	3
	① 研究推進の土台について	3
	② 研究の視点 1 発達段階に応じた、科学的な学び方の自己選択・自己決定	3
	③ 研究の視点 2 TYPE 別の問題解決学習	4
	④ ICT を活用し、視点を明確にした振り返りの充実	4
II	授業実践	
実践 1	授業 TYPE B 複線型 第 3 学年 学級活動 ほうしゃせんから、みを守るには？	5
実践 2	授業 TYPE C 大きくりの問題解決型 第 5 学年 理科 生物の命は守られ、抱かれ	7
実践 3	授業 TYPE D スーパーパラレル型 第 4 学年 理科 4 年理科 L A B O	11
III	ソニー論文 2023 成果と課題	15
IV	2024 年の研究計画	17
1	研究テーマについて	17
2	授業の実践計画	18
	(1) TYPE D 第 3 学年国語×総合的な学習の時間 微生物の息吹を感じて	19
	(2) TYPE C 第 6 学年学級活動×理科 多様性と複雑系の地球に生きて	20
V	おわりに	20

I 本校が考える「科学が好きな子ども」について

1 はじめに

もうすぐに夏休みになるある日、職員室に9人の6年生がやってきて「夏季休業中に共有ノートを使いたいです。理由は、夏休みの自由研究を科学的にするには、友達とデータ共有が必要だからです。」と申し出がありました。共有ノートとは、クラウド上の共有スペースです。普段は私用に利用できないようにするために教師側が管理しています。しかし、この子どもたちの真っすぐな眼差しこそが、理科を科学的に学ぶ意義や価値、さらには学校で友だちと一緒に協働的に学ぶことの大切さを実感した姿であると感じました。「子どもの思考に寄り添い続ける」を合言葉に研究をしてきた私たちは、子どもたちを信じ、2023年の夏休みに共有ノートを開くことを許可しました。

この科学に対する真っすぐな姿こそが、我々の育みたい「自ら自然に働きかけ、自ら科学を学ぶ意義や価値を創り出した、子どもの姿の一端です。

2 昨年度までの成果と課題

昨年度の「価値共創」をテーマにした研究から、以下の成果と課題を見出すことができました。

○ 成果 理科教育における価値の整理

価値とは子どもたちが主体的な理科の問題解決を行う中で、自然や科学技術への感動や驚き、畏敬の念、有用性などの感情を伴うストーリーが子どもと対象の間に生まれ、子どもと目の前の自然の事物・現象との心の距離が縮まることです。そして、その見取りには ICT を活用した記述・発言分析が有効であることが成果として挙げられました。

▲ 課題 価値の見取り方

子どもたちが自然の事物・現象に価値を感じた瞬間を教師が見取るためには、教師の綿密な単元構想・評価計画が必要です。また、理科の授業以外でも子どもたちは理科の学びと日常生活をつなげ、価値を見いだす姿が見られます。そのため、教師は常にアンテナを高くして教育活動を行う必要性が挙げられました。

さらに、子どもたちが主体的に学習するための授業の TYPE が発達段階に応じて複数存在しており、その効果を意識して授業を展開できていなかったことが反省として挙げられました。

3 VUCA 時代の科学が好きな子どもについて

世の中は VUCA—不安定 (Volatile) ・不確実 (Uncertain) ・複雑 (Complex) ・曖昧 (Ambiguous) —な時代と言われています。VUCA な時代は、課題に対する部分解しかないことが多くあります。そのため、他者と協力し、既存の知識を組み合わせる新たな価値を創出し続けながら前進する子どもの育成が望まれています。

昨年度の成果と課題及び、VUCA な時代の中で価値ある未来を創造していく子どもを育成するために、本校の「科学が好きな子ども像」を以下のように定義しました。

自ら自然に働きかけ

自ら科学を学ぶ意義や価値を創り出す子ども



4 研究テーマと、テーマに迫るための視点と手だて

(1)2023 年テーマについて

**研究テーマ 自ら自然に働きかけ、
自ら科学を学ぶ意義や価値を創り出す子どもの育成**

自ら自然に働きかけるとは、子どもが自然に親しみ、自ら見いだした問題を科学的に解決しようと、学び方を自己選択・自己決定して主体的に取り組むことです。

自ら科学を学ぶ意義や価値を創り出すとは、子どもが学習した内容や方法を振り返る中で、学びと日常生活を結び付け、理科を学習する有用感を抱いたり、自然に対する畏敬の念を抱いたりすることで、科学的に学ぶ大切さやその素晴らしさを見いだすことです。

この研究テーマに迫るために以下のような研究の構想図を作成し、研究推進の土台となる考え方と3つの視点から、研究を行いました（Fig1）。

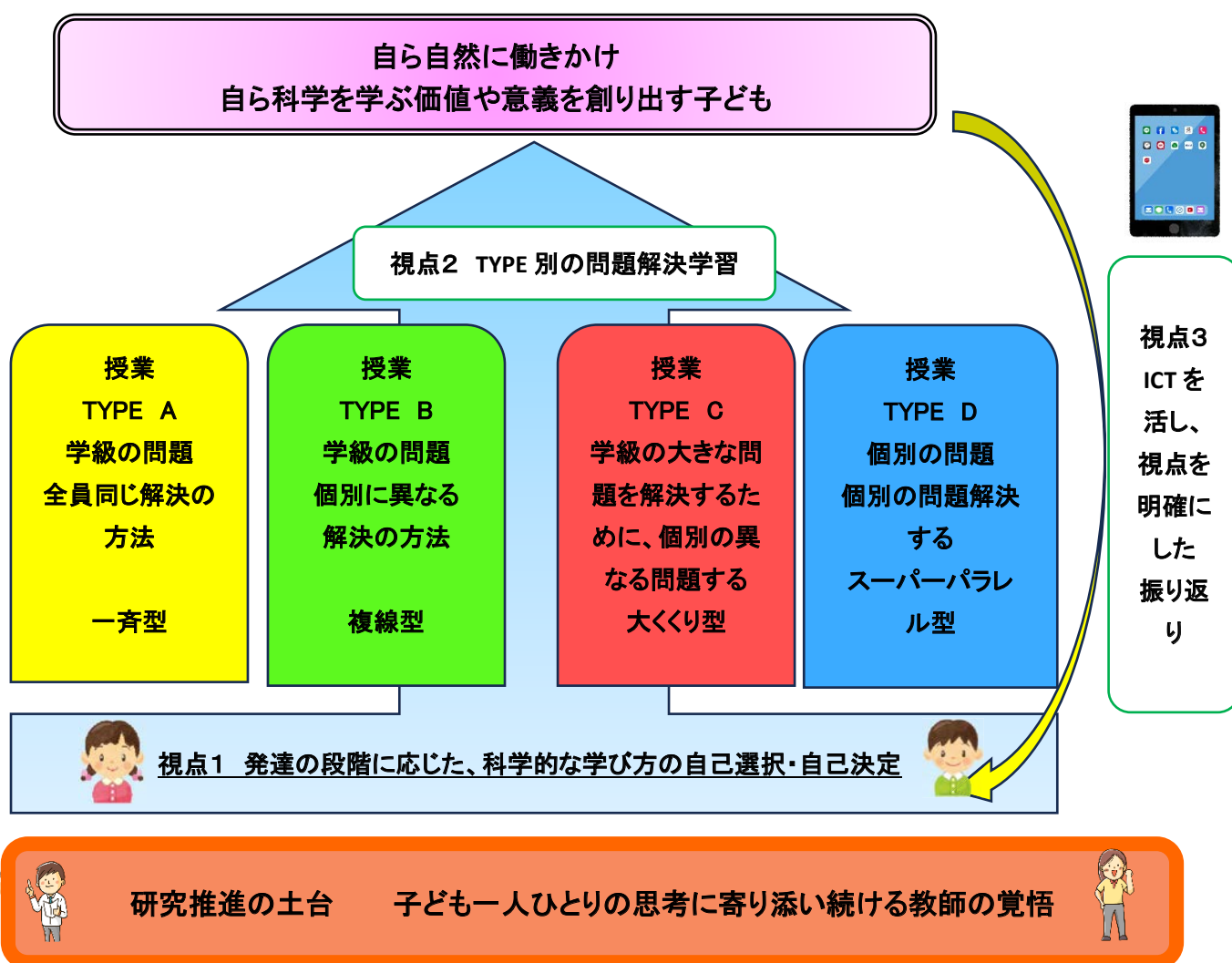


Fig1 研究構想図

(2) 研究推進と研究の視点について

① 研究の土台について

令和3年1月26日に答申を取りまとめた『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子どもたちの可能性を引き出す、個別最適な学びと協働的な学びの実現～（答申）」では、個別最適な学びと協働的な学びというキーワードが提言されました。

明健小・中学校理科部では「理科教育における個別最適な学び・協働的な学び」について、検討を行いました。そして、本校では個別最適な学びは、主体的・対話的・深い学びのような授業改善の視点や手立てではなく、問題解決能力の土台となる子ども一人ひとりの興味・関心や好奇心、発想に寄り添う教師の覚悟であると整理しました。



Fig2 研究会の様子

② 研究の視点1発達の段階に応じた、科学的な学び方の自己選択・自己決定

教師が子どもの発想に寄り添うと、子どもたちの発想した実験や表現の方法に幅が出てきます。子どもたちがどのような学びを行いたいのか、教師が整理して自己判断・自己決定する場を設けました。そうすることで、子どもたちがより主体的に問題解決することができると思ったからです。

さらに、発達段階ごとに3つに分けて育成の重点部分を明確にし、それを指標として発達段階ごとに学びを自己選択・自己判断する力が育まれたのかを見取っていきました（Fig3）。

ア 体験期

1・2年生の生活科は、自己判断・自己決定の基準となる豊かな体験学習を中心に定めました。

イ 入門期

理科として学び始める3年生から言語学習が定着してくる4年生後半までは、科学的な問題解決の仕方を方法知として定着させ、科学的な問題解決の方法を自己選択できるようにしました。

ウ 充実期

科学的な問題解決の方法を獲得した4年生後半からは、充実期として徐々にその足場架けをはずして自己選択・自己決定をしながら科学的な問題解決をしていくような指導を意識しました。

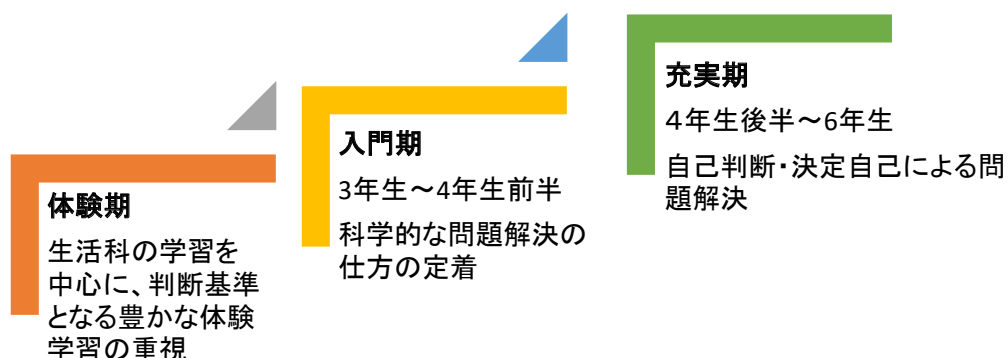


Fig3 発達段階に応じた科学的な学び方のモデル図

③ 研究の視点2 TYPE 別の問題解決学習

昨年度の成果と課題から、子どもたち主体の授業は以下の4つのTYPEに大別できることが分かってきました (Fig4)。

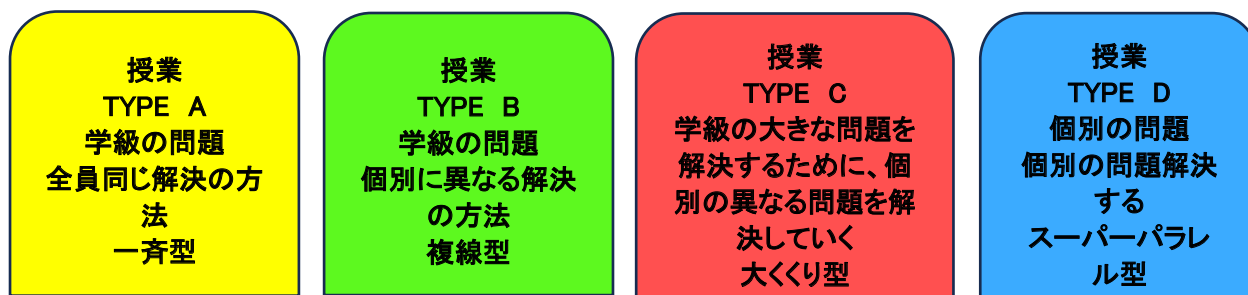


Fig4 授業のTYPE

TYPE A 一斉型

学級の問題を学級全体で設定し、同じ方法で問題解決する授業

講義型の授業であり、共通の知識・技能の獲得に優れている。子ども主体にはなりにくい。主に低学年向け。

TYPE B 複線型

学級の問題を全体で見だし、個に応じた異なる方法で問題解決する授業

解決の方法を自己決定できるため、子どもは主体的に活動しやすい。しかし、同じ実験を行っていないので、データ数が少なく、科学的という視点にはなりにくい。

TYPE C 大くり型

単元を貫く大きな問題を学級全体で見だし、その後個別の異なる問題を解決していくことで、始めの大きな問題を解決する授業

解決の方法を自己選択できるので、主体的に活動しやすい。一方で個別に異なる実験を行っているため、データ数が少なくなる。さらに、他者の実験を行っていないので、子どもたちが他者の実験も自分の学びとして捉えることができるようにする工夫が必要である。

TYPE D スーパーパラレル型

一人ひとりが個別の問題を設定し、個別に自分の問題解決を行う。タブレットによる情報収集の仕方及び、子ども一人ひとりが科学的な学び方を知っている必要がある。

④ ICT を活用し、視点を明確にした振り返りの充実

昨年度までの研究の成果と課題から、振り返りにおいてノートへの記述量が多い子どもを高く評価する傾向があるという反省が挙げられていました。しかし、一人一台のタブレット端末が入ってきてから、振り返りの表現方法もノートへの記述、ICTを活用した写真やインターネット等の資料を引用した記述と、その表現方法も様々出てきました。また、音声優位の子どもにとっては、振り返りの発言を動画に撮って教師に送付することも可能になってきました。そこで、今年度は「本時の問題を科学的に追究できたか」という視点に絞り、ICTを活用して多様な形式での振り返りを提出できるようにしました (Fig5)。

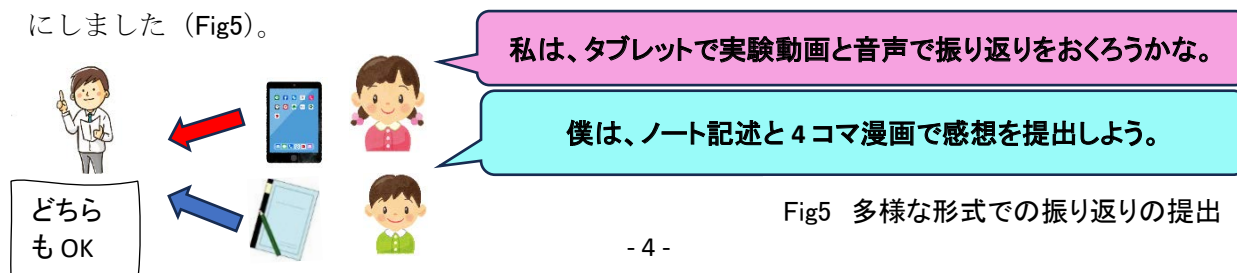


Fig5 多様な形式での振り返りの提出

Ⅱ実践1 授業 TYPE B 複線型

第3学年 学級活動

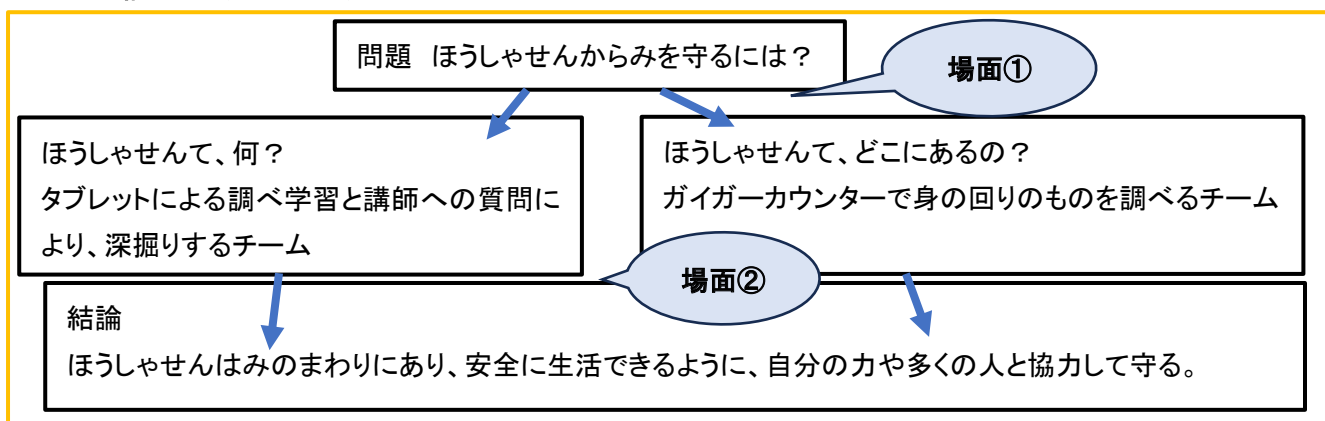
ほうしゃせんから、みを守るには？

実践時期 2022 年 11 月

1 単元構想の理由

本単元は、授業TYPE B（複線型）で構成しました。理由は、東日本大震災による福島第一原発事故から12年が経過し、大人にとっては最近に感じる本県に甚大な被害をもたらしたこの出来事も9歳の子どもにとっては過去の昔話になりがちです。そこで、福島の土地に生きる子どもたちが福島県第一原発の事故により福島県全土へ広がった放射性物質を自分事の問題として個別の興味・関心を基に、本気になって問題解決が行われるようにするために、このTYPEの授業で構成を行いました。

2 単元構想図（全2時間）



3 授業の実際

(1)子どもたちの実態

授業前に放射線に関するアンケートを行った。ほぼ全ての子どもが「ほうしゃせんという言葉は、聞いたことはあるがよくわからない」「こわい」「からだにわるい」という項目に回答していました。

本校の校庭にはモニタリングポストが設置され、給食も放射性物質検査をして提供をしています。福島県に生まれた子どもたちにとって、放射線は身近に存在し、目に見えないことで意識されていないこと、そして幼稚園・低学年や家庭で指導を受けてきたが、内容が難しく、専門的なために「こわい」という負の感情だけが先行していることもわかってきました。

そこで、一般財団法人 福島県環境測定・放射能測定協会（福島県による事業委託）と連携し、子どもたちが放射線に関する科学的な正しい理解と怖がる態度を身に付けることができるようにしました。（fig6）



Fig6 放射線の講師

(2)場面①について 全体での共通体験

講師の方が明るく陽気な音楽と共に登場すると、子どもたちはとても楽しそうな雰囲気に包まれました。

講師の先生は、みんなで共通の知識を理解できるようにするために、放射線を出す物質を放射性物質ということや、放射線は目には見えないけれど力があることを、静電気で模擬体験的に話してくださいました（Fig7）。



Fig7 模擬体験の様子

すると、徐々に明るい気持ちになってきた子どもたちから「放射線ってどこにあるのですか?」「放射性物質を食べちゃったらどうなるのですか?からだに悪いんですよね。」と質問がされました。

(3)場面②について

興味・関心別のチーム編制

子どもたちの質問にすぐに講師が答えたのでは、質問した子ども以外の子にとって、本当に知りたいという意識が高まらないままに話を聞くことになってしまいます。さらに、講師は一人しかおらず、ガイガーカウンターの数も限られていました。子どもたちは自分の興味・関心で



Fig8・9 興味関心別のチームの活動する様子

どちらのチームに所属するかを自己決定できるようにしました（研究の視点1・2）。(Fig8・9)

そして、複数のチームに分けて活動を行ったことで、福島第一原発の事故やセシウムについて自分事の問題として講師に積極的に質問する姿や、ガイガーカウンターで自分の手やノート、講師がもってきてくれたコーヒー豆や、こしょう、カレールーなど何度も何度も主体的に調べる姿が見られました。

感想発表では、科学的根拠をもち放射線について理解できたかを発表しました（研究の視点3）。

K子の発表

「私は、放射線について怖いものだと思っていました。しかし、(ガイガー)カウンターで何度も何度も手やノートを調べても、数字はそんなに変わらず安心しました。目には見えないものといっしょにすんでいることがわかりました。だから給食室の横で私たちの給食を守ってくれている加藤先生(放射線検査技師)がいることにありがたいの気持ちになりました。」

Tの発表

「放射線は全て悪いものだとおもいましたが、セシウムは怖いけれど、その他は宇宙からもやってくるものもあるし、レントゲンや車のタイヤなど病院や生活でも活用されていて、良い所もあることがわかりました。」

(4)TYPE Bを展開して

① 見てきた子どもの姿

子どもの興味・関心別に学習を展開したことで、放射線という「こわいイメージ」のものに対しても主体的に取り組み、講師に数多くの質問をしたり、教室を飛び出しガイガーカウンターで学校中を調べながら放射線量が少ないことに安心したりする子どもの姿が見られました。さらに、異なるチームに分かれたからこそ、調べた内容を伝え合う場では、互いのチームの発表についていつも以上に真剣に聞き合い協働的に学び合う姿が見られました。

② 配慮すべきこと

振り返りの視点の科学的の意味について3年生では理解できない部分もありました。体験を重視する時期ということも鑑みながら次年度の実践に活かしていきたいです。

福島県に住む子どもにとって放射線について暗いイメージがあったが、講師の方が明るく説明をしてくださったことで、原発事故にも前向きに調べることができました。さらに、放射線について正しい理解と正しい怖がり方を学び、身を守る術について見つめ直すきっかけとなった実践でした。

子どもたちにも大変好評であったので、次年度にも同じ方を講師としてお招きし、継続的に放射線教育を行っていきたいと考えています。

Ⅱ実践2 授業 TYPE C 大くりの問題解決型

第5学年 理科 単元名 人の命の誕生

生物の命は守られ、抱かれ

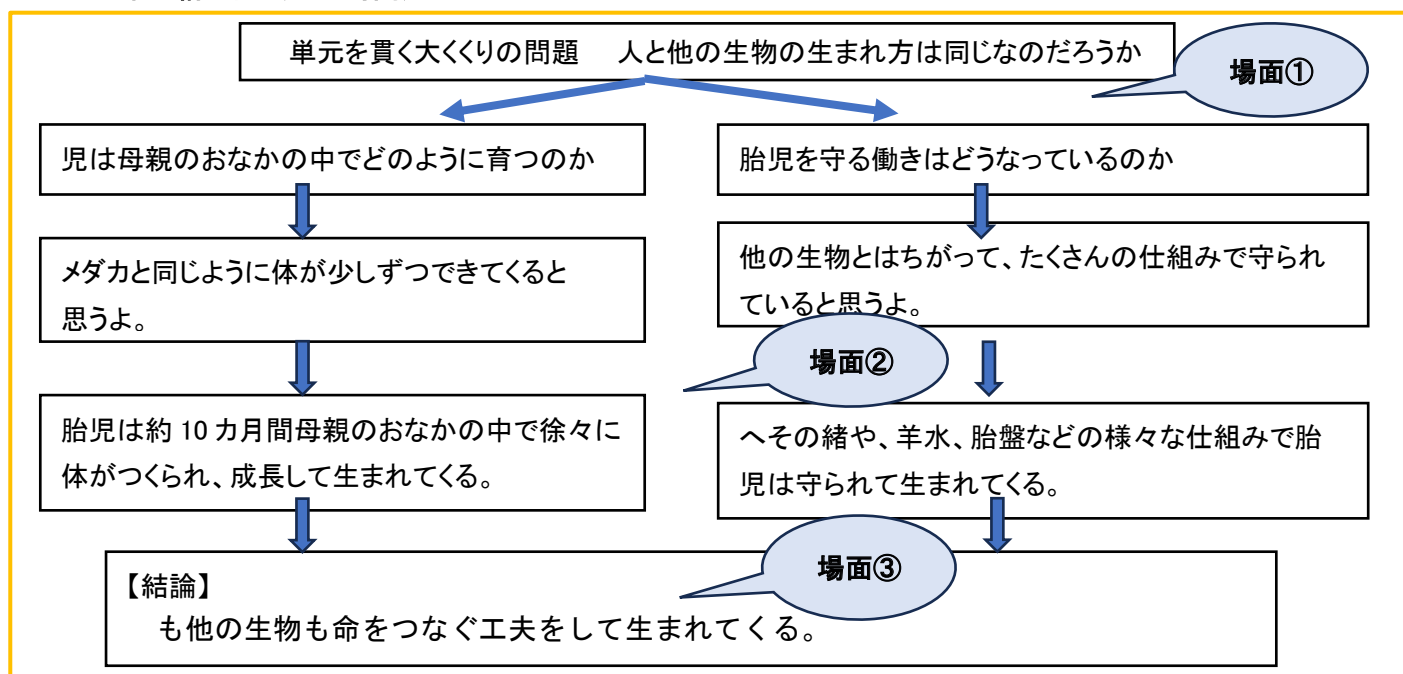
実践時期 2022 年 10 月

1 単元構想の理由

本単元は、TYPE Cで構成をしました。その理由は、既習内容を振り返りながら見いだした「人と他の生物の生まれ方は同じなのだろうか」という全体の問題に対し、子どもの予想を整理し精査していく中で、調べたい内容が「胎児は母親のおなかの中でどのように育つのか」と「胎児を守る仕組みはどうなっているのか」という個別の問題に分かれたからです。

子どもたちが見いだした個別の問題を、個人やグループで追究しながらも全体の問題が解決できるようにするために、単元の途中と単元末で個別に調べた内容を交流し合う時間を設けました。そうすることで、個別に追究した他者の学習内容を「自分事」としてつなげあい、人の誕生について子どもたちが体系的に学べるようにしました。

2 単元構想図（全8時間）



2 授業の実際

場面①について 全体の問題と個別に調べたい内容の整理

植物の発芽と成長、魚の誕生について学習した子どもたちは、それぞれの生物の生まれ方についてまとめる学習を行いました。それぞれの生まれ方を1つの模造紙にまとめたことで、子どもたちは「植物の子葉と、メダカの稚魚のふくろが親から命のお弁当をももらっているところが同じだね。モンシロチョウの幼虫も卵の殻を食べて生きているから、これも親から命のお弁当をもらっているから同じだね。」と共通性・多様性の見方を働かせながら生物同士の生まれ方について比較しながら振り返ることができました（Fig10）。

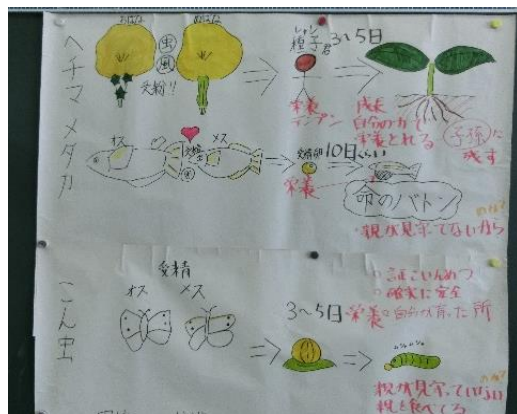


Fig10 生物の生まれ方のまとめ

教師は「人も命のお弁当をもらって生まれてきているの？」か問いかけました。すると、子どもたちは「人はお母さんのおなかの中で育つから、他の生物とは違うよ。でも生物なのだから、命のお弁当のような秘密があるかもしれない。」と話し合い、「人は他の生物と生まれ方は同じなのか。」という単元を貫く学級全体の大きな問題が見いだされていきました。

全体の問題に対する予想の場面では、子どもたちの全体の問題に対する予想の内容が「人は母親のおなかの中で育つので、他の生物とは違いたくさんの仕組みで守られているのではないか。」と「メダカと同じように、人も体が少しずつできていくのではないのか。」という、2つの個別の問題に更に分かれていきました。

予想には、子どもたちの自然の事物・現象から学びたい内容や自然との向き合い方、思いや願いが込められている。子どもたち一人一人の思いや願いに寄り添いながら、全体の問題を主体的に解決できるようにすることが大切です。本単元では、子どもたちの予想を整理し、「お母さんのおなかの中はどうなっているのか」と「赤ちゃんはどのように育つのか」という個別の問題に分けて、どちらの問題を解決していくのか自己決定できるようにしました。(研究の視点1)

場面②について 各グループの様子

「赤ちゃんはどのように育つのかグループ」の活動の様子

胎児の成長を ICT や図書館の本を基に調べていました。

「0.1mm の受精卵は 10 カ月で 50cm まで 5000 倍成長する。僕の身長は 140 cm だから、5000 倍だと 7500m。富士山約 2 つ分の高さだね。赤ちゃんはすごく成長するのだね。」と胎児の身長を表やグラフでまとめていた (Fig11)。また、胎児の月齢ごとの体ができる様子と体重の変化を電子天秤や上皿はかりを活用して粘土で表現するなど、休み時間もグループで集まり主体的に調べ表現する様子が見られました (Fig12)。

「お母さんのおなかの中チーム」の様子

子宮内では羊水で守られていることを調べた子どもたち。羊水中で胎児が守られている仕組みを実験で明らかにするために、水にいた容器に卵を入れ、ふる実験を考えました。事前に命をモデルしていることを指導していたものの、卵がわれないことが楽しくなり、容器を激しく揺さぶり始めました。教師は一度実験をやめさせ、その卵は何のモデルか子どもたちに問い直しました。ハッとした表情をして「赤ちゃんの命のモデルだった」と考えを改める様子が見られました。

また、胎盤の不要な養分をろ過する役割を、モデル実験で表現しました。初めは市販のトマトジュースで実験しましたが、うまくいきません。濾紙を重ねたり、トマトジュースの種類を変えたりと何度も試行錯誤を繰り返し、最後は本物のトマトをすりつぶしたものをろ過すると、自分たちのイメージした透明な液体となり、歓声をあげて喜んでいました (Fig13)。

子どもたちが個別に調べる内容を自己決定し、伝え合う必要感をもつことは、主体的に学習に取り組む

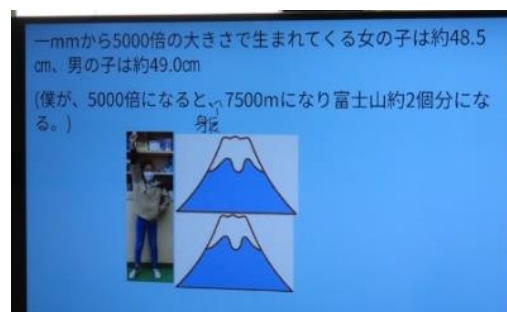


Fig11 胎児の著しい身長の変化を表現



Fig12 胎児の成長・体重を粘土で表現



Fig13 胎盤のろ過の仕組みを再現

ことにつながります。さらに、一人一台の ICT 端末を活用することで、子どもたちは多くの情報を収集し、多様な表現をすることができると考えます。

しかし、得られた情報の信頼性や正確性の吟味や、科学的に追究できているかは、教師の見取りや声かけが必要であると考えます。

さらに本単元においては、モデル学習であっても子どもたちが生命尊重の意識をもって学びに向き合っているかについての、教師の見取りが必要であると考えます。

場面③について

「人と他の生物の生まれ方は同じなのだろうか」という全体の問題を解決するために、子どもたちは個別に調べた内容を伝え合った。模造紙に手書でグラフや表にまとめて発表する班、タブレット端末にまとめて発表する班、タブレット端末内のアプリを活用し、コマ送り動画で発表する班、粘土で作った模型を紹介する班、実験を実演する班と、個別に調べた内容が様々な方法で表現されました。

自分で調べていないことは、「自分事」になっていない可能性があります。他者の考えを「自分事」として意識できるようにするために、伝え合う前に全体の問題を振り返り、伝え合う目的を自覚できるようにしました。さらに、子どもたちの学びや思考を体系的につなげて整理するために、単元導入時に作成した模造紙に、互いの発表でつながった所をまとめていきました。

個別に調べた内容が違うからこそ、学びをつなげる教師の板書や声掛けなどの協働的な学びを促すコーディネート工夫が必要であると考えます (Fig14)。

授業後の感想には、「互いの発表を通して、人と他の生物の生まれ方は違うけれど、全ての生物が、同じ気持ちで子を思うやさしい生き物だとわかった。」と生物の命の誕生についてまとめていました。個別の問題を懸命に追究し、全体の問題と再度向き合った時に、より深く学ぶことができた姿ではないかと考えています (Fig15)。



Fig14 人と他の生物の生まれ方を全体で比較

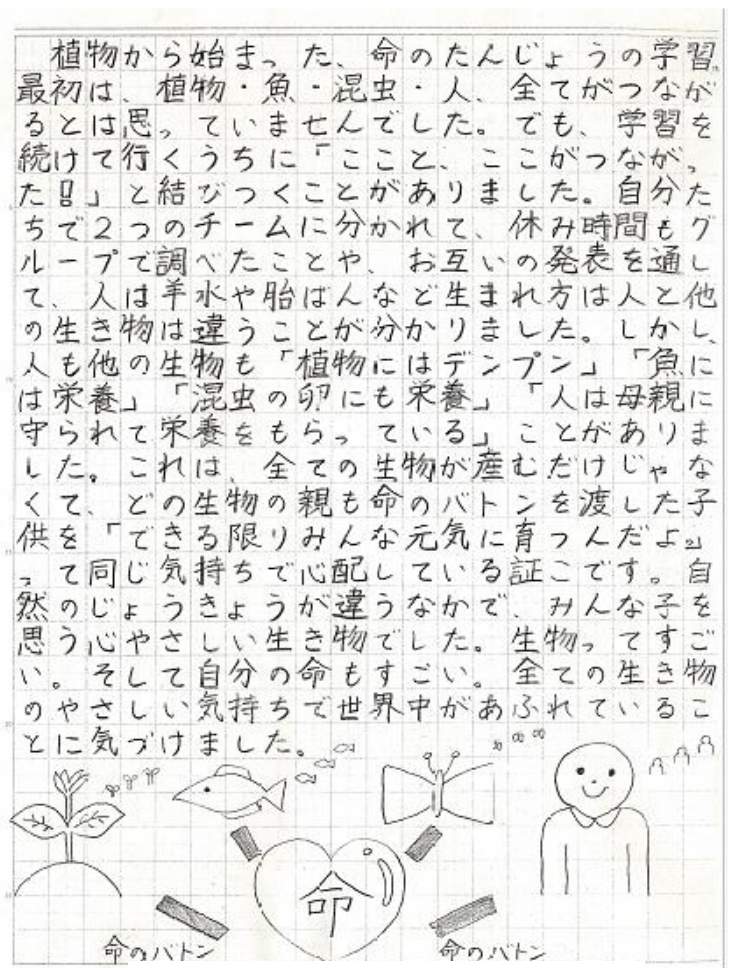


Fig15 命の誕生に関する子どもの感想

3 TYPE Cを展開して

(1) 見えてきた子どもの姿

自己決定・自己責任による学びの主体性

教師が子どもたちの思考に寄り添い、子どもたち自身が本当に調べたい内容を自己決定できるようにすることで、学習の個性化は促され、主体的に学習することにつながりました。さらに、全体の問題を解決するために、個別に調べた内容が貢献できるように工夫することで、子どもたちの学びへの責任感は強まり、より主体的・対話的に問題を解決しようとする意識が生まれていました。

ICTの活用による個別最適な学び方と表現方法

多様な情報を個別にインターネットから得て、他者と組み合わせることで、教科書以上に学びは広がり、新しい知識と出会うことができます。また、ICTを活用することで子どもたちの学び方や表現方法も、その子どもにあったものになっていきます。インターネットで調べた内容を粘土やモデル実験で体感できるように表現したり、グラフや表を作成し数字で表現したり、絵で視覚的に表現したり、動画編集して視覚と音声言語で表現したりと、その子共たちにとって学びやすく表現しやすい形が見えてきました。ICTを活用することで、思考錯誤と表現する幅は広がり、結果として教材を深く理解できるようになることも考えられました。

(2) 配慮すること

自分事の問題解決

個別の問題解決により、他者の精査された調べた内容を聞くだけでは、学びが「自分事」にならない可能性があります。なぜなら、思考錯誤する体験が少ないからです。子どもたちは出会った自然の事物・現象に対して自ら考え、思考錯誤を繰り返し、失敗や発見の喜びを伴いながら学んでいきます。そうすることで、自然の事物・現象と子どもの心の距離は近くなり、「自分事」として捉えることができるようになります。しかし、他者の内容を聞いただけでは、本当の意味で学びが「自分事」になりにくいのではないかと考えます。

単元途中や単元末の交流場面において、一人ひとりが胎児の粘土を持って重さを実感したり、胎児の成長を自分の生まれた時の身長・体重に当てはめて、何倍になったのかを計算したりなど、自分事の問題として自覚化できるようにする手立てを講じ、たっぷりと時間を確保することが必要であると考えます (Fig16)。



Fig16 自分事となる工夫

教師の単元計画・評価計画の作成

個別最適な学びとは、子どもの思考に寄り添い続けることが大切であると考えます。子どもの思考に寄り添い続けるためには、子どもたちの学びを見取り、価値付けるための教師の単元構想と評価計画が事前に準備されていることが大切です。指導の個別化として全体で評価を行い、個別の指導を展開する場面と、学習の個性化として子どもたち一人ひとりの変容見取り、評価する場面を意識した単元の評価計画を教師がしっかりと準備します。そうすることで、子どもたちは教師という伴走者と共に、学びに向かい続けることができます。子ども一人ひとりに合った学びを展開するために、教師の事前の綿密な教材研究と子どもの思考に寄り添い続ける覚悟が必要であると言えます。

Ⅱ 実践3 授業 TYPE D スーパーパラレル型

第4学年 理科

4 年理科 LABO

実践時期 2023 年2・3月

1 単元構想の理由

本単元は、TYPE 6 で構成をしました。その理由は、学年末のアンケートで「4 年生の理科の学習をして、もっと調べてみたいことはありますか」というアンケートを行ったところ、全ての子どもが「ある」と回答があったからです。さらに、どのような内容を知りたいのかを子どもたちに問うと、20 名の子ども一人ひとりの興味・関心を抱く自然の事物・現象は異なっており、同一の対象であったとしても、その解決するための方法が異なっていたからです。

そこで、学年末の理科の9 時間を子どもたちが個別の問題を研究・発表する時間として確保し、子どもたちに委ねました。そうすることで、子どもたち一人ひとりが自然の事物・現象から見いだした本当に追究したい個別の問題に対し、既習の知識・技能を駆使しながらじっくりと対峙、研究できるようにしました。

2 単元構想図（全9 時間）

4 年理科 LABO— 個別の問題20通り —

場面①②

子どもの問題 1	温度毎の空気の体積の変化を正確に測りたい
子どもの問題 2	あたたかい空気・つめたい空気の動きを、シャボン玉を使って目で見えるようにすることはできるか
子どもの問題 3	あたたかい空気はどのように部屋をあたためるのか、ホコリを使って目で見えるようにできるか
子どもの問題 4	動物の様々な腕には同じ部分と違う部分はあるのか
子どもの問題 5	あたたかい水・つめたい水で重さが変わるのだろうか
子どもの問題 6	校庭の雨水と粒の大きさマップを自分でつくりたい
子どもの問題 7	空気でつぼうをより遠くに飛ばすにはどうするか
子どもの問題 8	あたたかい空気・冷たい空気では重さは変わるのか
子どもの問題 9	色水のあわやゆげはどうなるのか
子どもの問題 10	ストーブのゆらゆらの正体は何か
子どもの問題 11	人和其他の動物のからだのつくり比べ
子どもの問題 12	氷の体積は、とけて液体になると体積は元にもどるのか
子どもの問題 13	学校植物図鑑
子どもの問題 14	鳥はどうして空を飛ぶのか
子どもの問題 15	ゆげが水につぶって本当か
子どもの問題 16	地域の野鳥図鑑をつくろう
子どもの問題 17	空気中の水蒸気はとりだせるのか
子どもの問題 18	朝に見える月の正体は何か
子どもの問題 19	食塩と同じく、砂糖も氷を冷やすのか
子どもの問題 20	月はどのように満ち欠けするのか

個別の研究の結論

場面③

3 実際の子どもの姿とかかわり場面

(1)場面①について

学年末に「4年生の理科の学習をして、もっと調べてみたいことはありますか」というアンケートを行いました。子どもたちの全員が「ある」と回答したので、教師は「4年生の理科の学習を通して見えてきた身の回りの不思議や、もっと観察や実験をしたいこと、もう一度実験したいことをノートに記入して提出してもらいました。すると見事に全員の追究したい内容がバラバラでした。そこで、学年末に子どもたちに「4年理科 LABO」として、研究するテーマを教師と相談する時間を1時間、研究する時間を6時間、研究を発表する時間を2時間の合計9時間を確保し、個別に研究・発表を行うことにしました（研究の視点1・2）。

20名の子どもたちがそれぞれ個別の研究を行うので、教師からは「安全第一に研究すること」「科学的に研究すること」の2つを研究の約束として提示しました。すると、科学的に追究することについて子どもたちからは、「今までは学級みんなの結果から考えたから科学的だったのに、個人だと科学的にできるか難しい。今回は一人の実験だから繰り返しデータをとるのが大切だと思う。」や、「一人ひとり実験が違うから客観性を大切にするためにタブレットで記録し、他の人に方法と結果を確認してもらおう。」等、一人で科学的に研究する方法について検討が始めました。その話し合いには、実証性・再現性・客観性を大切に学んできた子どもたちの姿が見られました。

(2)場面①で配慮した点

T君は、「あたたかい水は上に行き、冷たい水は下に行く原因を調べたい。」と、物体の温度と密度変化の関係を研究のテーマにしました。、このように今回の実践では第4学年の学習内容を越えたテーマをもってくる場合があります。今回は、それも学習の個性化として捉え行っていました。

しかし、追究する方法を子どもたち全員が発想できるわけではありません。観察・実験の内容が異なる20名全員が一度に教師に質問や相談に来られても、対応できません。そこで、タブレット端末を活用して研究の相談にのりました。子どもたちは調べたい内容や、観察・実験の方法や記録の方法、研究の悩みを教師にタブレット端末のアプリから質問を送り、教師はそれに解答しました。文章では伝わりにくい場合は、休み時間や放課後の時間を活用して個別の相談にのり、指導の個別化を図りました。

子どもが一人きりで自然の事物・現象と対峙するからこそ、不安や悩みが生まれてきます。子どもたちの思いに寄り添い励ます、伴走者の存在は必要不可欠であると考えました。



(3)場面②について

個別に検討された観察・実験が20通り、パラレル展開されました（研究の視点2）。理科室で

火や氷、薬品を使って実験をする子どもたちや、図書室で調べたり、暗所ができる理科準備室や校庭で観

Fig17 個別に展開される研究の様子

察を行ったりする子どもたち。行う観察・実験が個別なら、観察・実験に使用する道具や場所も子どもたちが全て自分で選択し、個性化されていきました (Fig17)

K君のストーリー

「僕は教室のストーブ近くの壁にできる『ゆらゆら』の正体はどうしても調べたい。」

K君は、「ゆらゆら」の正体は4年生で学習した温かい空気の動きだと予想しました。しかし、目に見えないはずの空気の温まり方が見えるのは不思議だということです。しかも、「ゆらゆら」は決まって晴れた日に現れる。K君は光が温かい空気の動きを示すのだと考えました。そして、その現象を再現しようと、理科の授業時間だけではなく休み時間も懐中電灯でストーブの暖気に光をあて、粘り強く

取り組みました (Fig18)。しかし「ゆらゆら」は一向に出てきません。放課後、涙をためてK君は教師に相談しにきました。教師もその現象が陽炎だとわかって、室内で再現する方法はわかりませんでした。そこで2人で陽炎の現象をインターネットで調べました。K君の予想通り、あたためられた空気に関係していました。さらに暖気と冷気がぶつかり合い、密度分布の差が陽炎となることもわかりました。懐中電灯数本と電熱器を準備し実験するも、懐中電灯の光では再現できません。懐中電灯の光は散乱しており、太陽の光度に及ばないからです。教師もどのように取り組めばK君が納得するのか、思案に暮れました。その時、スマートフォンのライトの光度が高いことを研修会で学んだことが思い出されました。そこで、スマートフォンの光を電熱線の上部にあてると、うっすらと「ゆらゆら」が壁に映しだされたのです。K君の実験にある意味で本当に光明が見え始めました。K君の工夫はさらに続きます。強くまとまった光を創り出すために、太陽の光を鏡で反射させて電熱器で温められた空気にあてます。さらに電熱器の上空に氷をセットし、空気の密度差を大きくしました。陽炎はいつでも再現できるようになりました。「ゆらゆらの再現性ばっちりです。」と嬉しそうに微笑むK君の顔には、何百回もの試行錯誤を乗り越えた自信が垣間見れていました (Fig19)。

暗室にこもり続け「朝に見える月」の正体を調べたRさん。

砂糖と食塩を比較して凝固点効果を調べたY君。水を温度別に同体積計り、あたたかい水は軽くなることを見つけたT君。地域の野鳥図鑑をつくろうと休日もタブレットと双眼鏡をもち、調べ続けたKさん。20名の子どもたち全員に、主体的な学びと試行錯誤のストーリーが生まれていました。

(4)場面②で配慮したこと

観察・実験は安全が第一です。火や薬品を使う子どもは教師が安全に実験を行えているのか確認しやすいよう、理科室の前方に集めて実験を行いました。また、教師が理科室を離れる場合は火やお湯を使用する実験を行わない約束をしています。理科室を出て実験する子どもには、どこで実験しているのかタブレット端末から送るよう指示しました。20名の子どもたちが適切に観察・実験の道具を選択し安全に使用しているかは教師のその場の判断です。理科室全体を見渡すだけでなく、理科室以外にいる子どもたちの実験過程をイメージすることが必要です。



Fig18 試行錯誤するK君



Fig19 さらに工夫を重ねるK君

(5) 場面③について

4 年理科 LABO の発表を行いました。子どもたちは、それぞれの異なる研究を好奇心いっぱいに聞き合い「あたためられると、水も空気も重さが軽くなるのだね。だから、ゆらゆらも上に行くし、あたためられた空気を入れたシャボン玉も高くあがったのだね。」と互いの異なる研究から見出された知識同士をつなぎ合わせ、概念として理解を深める様子が見られました。また、観察、実験方法の内容は違っていても、真理を追究する仕方や気持ちは同じなのだと互いを認め合い、研究成果の喜びや苦しみを分かち合う姿が見られました (Fig20)。



Fig20 研究発表の様子

(6) TIPE D を展開して

① 期待される効果

子どもの感想に、「科学的は人が自然とお話する道具だと知れた。」という感想がありました。まるで一人の科学者のように自分の研究に責任をもち、個別に自然と対峙し、突き詰めて追究したからこそ、「科学的に考えること」そのものの価値に気付くことができたのではないかと考えます (Fig21)。

② 配慮すべきこと

全て個別に展開された本実践を安全に行うには、子どもたちが、理科の学び方を知っていること。個別の問題を解決するための観察・実験の道具を選択し適切に使用する力が身に付いていることが必要です。

また、教師は様々な場所でパラレルに展開される観察・実験への危険や失敗、困難、成功への見通しをもち、優先順位をつけながら声掛けして回ることが必要です。そうすることで、子どもたちの変容を見取り、価値づけ励ますことができ、安全に研究が行われていきます。

ある子の理科 LABO の感想に、「一人の研究は相談する友だちがいないから科学的か不安だった。」と、不安の中で研究を進めたことを述べてくれました。さらには、「みんなで調べるから科学的になれる。みんながいてくれるから安心して理科ができる～中略～だから理科は楽しいことに気付いた。」と、一人で研究に取り組んだからこそ、科学的に理科を学ぶために友だちの大切さに気付くことができていました。この感想を述べた子は第5学年に進級し、夏休みに行う自由研究も科学的に行おうと友達に呼びかけました。友達とクラウド上の「共有スペース」を活用して、実験データを共有しながら自由研究を行っています。理科を科学的に学ぶ意義や価値、さらには学校で友だちと一緒に学ぶことの素晴らしさを実感した姿ではないかと考えます (Fig22)。

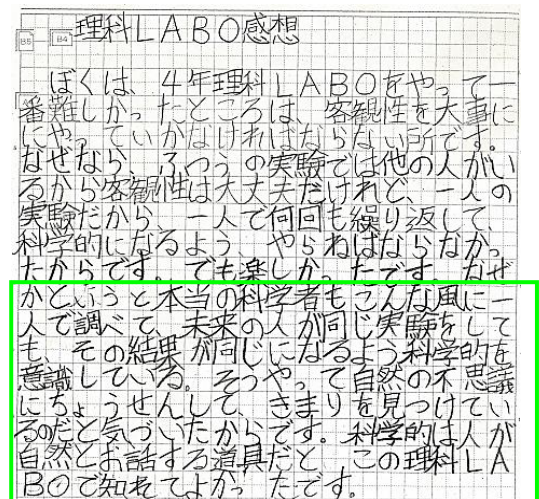


Fig21 科学的の価値に気付く感想

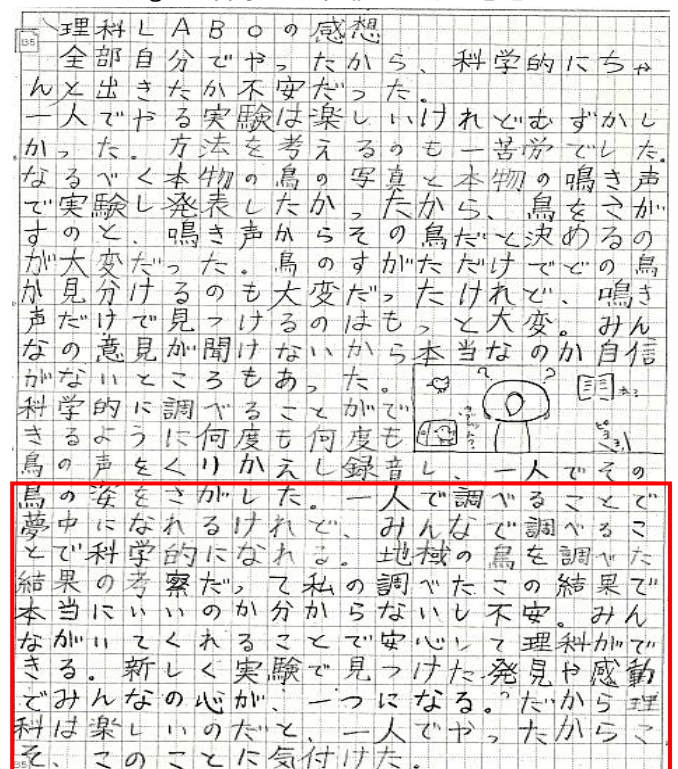


Fig22 理科をみんなで学ぶ意義を見いだした感想



Ⅲ ソニー論文2023 成果と課題

ここでは研究テーマである、「自ら自然に働きかけ、自ら科学を学ぶ意義や価値を創り出す子どもの育成」ができたか、その手立ての有効性の検証と共に、全体の成果と課題について述べていきます。

1 研究の視点1 発達の段階に応じた、科学的な学び方の自己選択・自己決定

(1) 低学年の体験期について

科学的な問題解決の体験期である低学年では、科学的という考え方の種として、自然との関わり合いや、タブレットの操作、体育の実技の中で何度も繰り返すことを大切にしました。子どもたちが自分で選んだ方法でうまくいかないからこそ、自分一人で粘り強く試行錯誤する姿や、友達や先生に相談して達成した喜びを分かち合うことを大切にしました。その結果として、失敗を恐れることなく挑戦しようとする姿や、「この方法をすれば必ずできる」といった、自分たちなりの法則をつくりだすことに喜びを感じる子どもの育成ができたのではないかと考えます。

子ども発想の活動を優先すると主体的になりますが、一方で体験に夢中になりすぎて教師との約束を忘れてしまうこともあります。生活科の水辺の生き物探しでは、水路の深みに落ちそうになる危険な場面や私有地まで生き物探しに入ってしまう場面がありました。自由と約束のメリハリをどの程度折り合いをつけるか、手立ての工夫に関する教師の教材研究の深さであると共通認識しました。

(2) 3年生～4年生前半の入門期について

科学的な入門期である、3年生～4年生前半では、各教科の教育活動と「科学的」という言葉の意味をつなげることを大切にしました。3年生の書写でも、「この斜めの書き方では、ぐっと力を入れてスットはらうと（筆の先が）バラバラにならないできれいに書けるのだよね。科学的ですね。」とオノマトペとセットで科学的というワードを言葉遊びのように活用する姿が見られました。これは体験と言葉の意味を近付けようとする営みであると捉えています。

一方で、4年生の6月頃の帰りの会の一場面では、「あなたもそれはダメだと思うでしょ」「あなたも、ほらね。だからその行動は科学的にダメなんです。」と多数決から行為を否定する道具としている場面もありました。その失敗した行為の背景を検討したり、客観性が全てではないことを理解したりするには、まだ幼いのだと感じました。科学的という言葉の意味理解を深める必要があると感じています。

(3) 4年生後半～6年生の充実期について

科学的な充実期である4年生後半からは、主に理科の学習の中で「科学的」かどうかを意識して学習に取り組む姿が見られました。特にスーパーパラレル型で行った4年理科LABOでは、自分の個人研究を自己決定することで、自分の研究に責任をもち、主体的に研究に打ち込む姿が見られました。

また、教師と子どもたちが科学的に取り組む大切さ・重要性を一年間約束してきたのにも関わらず、個別の研究により「科学的」に取り組むことができないという状況に追い込まれたことで、逆説的に「科学的」に取り組む大切さ、科学的に取り組むことがもたらす安心感や、友だちと協働的に理科を学ぶ楽しさに改めて気付く子どもたちが多くいました。

一方で、充実期の子どもたちは理科を専科で学んでいるためか、日常生活や他教科で「科学的」という言葉を使わない傾向があります。つまり、「科学的」を理科の時間だけの学びとして無意識に閉じている様子があるのです。家庭科、体育など、科学的な問題解決を行う場面は様々あります。他教科における科学的な学び方の意義や価値を教師・子ども全員で共通理解を図る必要があると考えます。

2 研究の視点2 TYPE 別の問題解決学習

TYPE A一斉型について

この授業 TYPE を行うことで、子どもが主体的に問題解決を行うことは少ないと感じられました。しかし、薬品や実験器具、タブレットの使用方法を説明する場面、生徒指導に関する場面ではこの TYPE Aは全員が同じ情報を共有し、同一步調で進めることができるために大変効果的です。

TYPEB 複線型について

この授業 TYPE は、学級の問題は共通ですが、自分たちの発想した方法でアプローチできるために、問題解決学習の途中から主体的になることがわかりました。一方で、複線型のためデータ数は少なく、子どもたちに、データ数を増やそうとする意識を高める必要があることもわかりました。

TYPE C 大くりの問題解決について

この授業 TYPE は、単元を貫くような大きな学級の問題をつくり、それを解決するために個別の問題を解決していくものです。自分で解決する問題を決定したことで、主体的に、休み時間も取り組み、他者の発表を真摯に聞き合い、学級全体の大きな問題を解決しようとする姿が見られました。一方で、行う観察、実験が個別であるために、他者の観察、実験が自分事にならない心配もあります。全体で調べた内容を共有する場を単元の中に複数回意図的に設定し、十分な体験時間を確保する授業のコーディネートの工夫が必要であることがわかりました。

TYPE D スーパーパラレル型について

この授業 TYPE は、個人研究の自己責任が生じるため、主体的に朝や放課後、休み時間、家庭に帰っても研究に取り組む姿が見られました。そして、その夢中に研究した時間が「とても楽しかった」と「とても不安だった」と両極端の感情の中にあつたことが振り返りの感想からわかりました。

誰にも邪魔されずに、1つの真理に夢中で向かう時間は楽しい。一方で、科学的に証明するためには同じ志をもつ友だちと協働的に問題を解決することが必要であり、それこそがみんなで理科を学ぶ意義や価値であることに気付く姿が見られました。

一方で、この授業 TYPE は、個別な学びであるが故に、観察、実験に臨む子どもの悩みや不安に寄り添ったり、危険性を予想して回避したりする等、教師の教科の専門性や見取りの力が試される授業であると考えています。また、子どもたちが科学的な学び方・安全な実験器具の使い方を身に付けていることも重要だとわかりました。

どの授業 TYPE を選択するにしても、その授業 TYPE の長所・短所を理解し、学習内容に対する教師の教材研究と子どもたちの思考に寄り添い続ける教師の覚悟が土台にならないと考えています。

3 視点3 ICTを活用し、視点を明確にした振り返りの充実

第5学年の植物の発芽と成長では、学んだ感想をクイズ形式の紙芝居としてまとめる子どもたちや、音楽室の木琴・鉄琴を使い、TikTok風の動画で紹介する様子が見られました。考察を文章記述ではない形式での提出も可能にしたことで、どのように科学的に学んだのかという視点を大切にしながらも、表現の幅が大きく広がりました。

一方で、動画は集団で作成して提出される形が多かったので、記録に残す個人の評価の観点から、本当に科学的に問題解決ができて、その意義や価値を見いだしたのかについては見取りが困難でした。動画や集団でのパフォーマンスの評価であれば、3年前に研究したルーブリックのような、子どもが振り返る視点を意識化できるものが必要であると考えています (Fig23)。

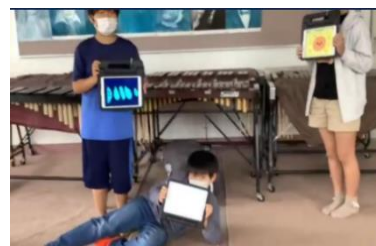


Fig23 動画での考察

IV 2024年の研究計画

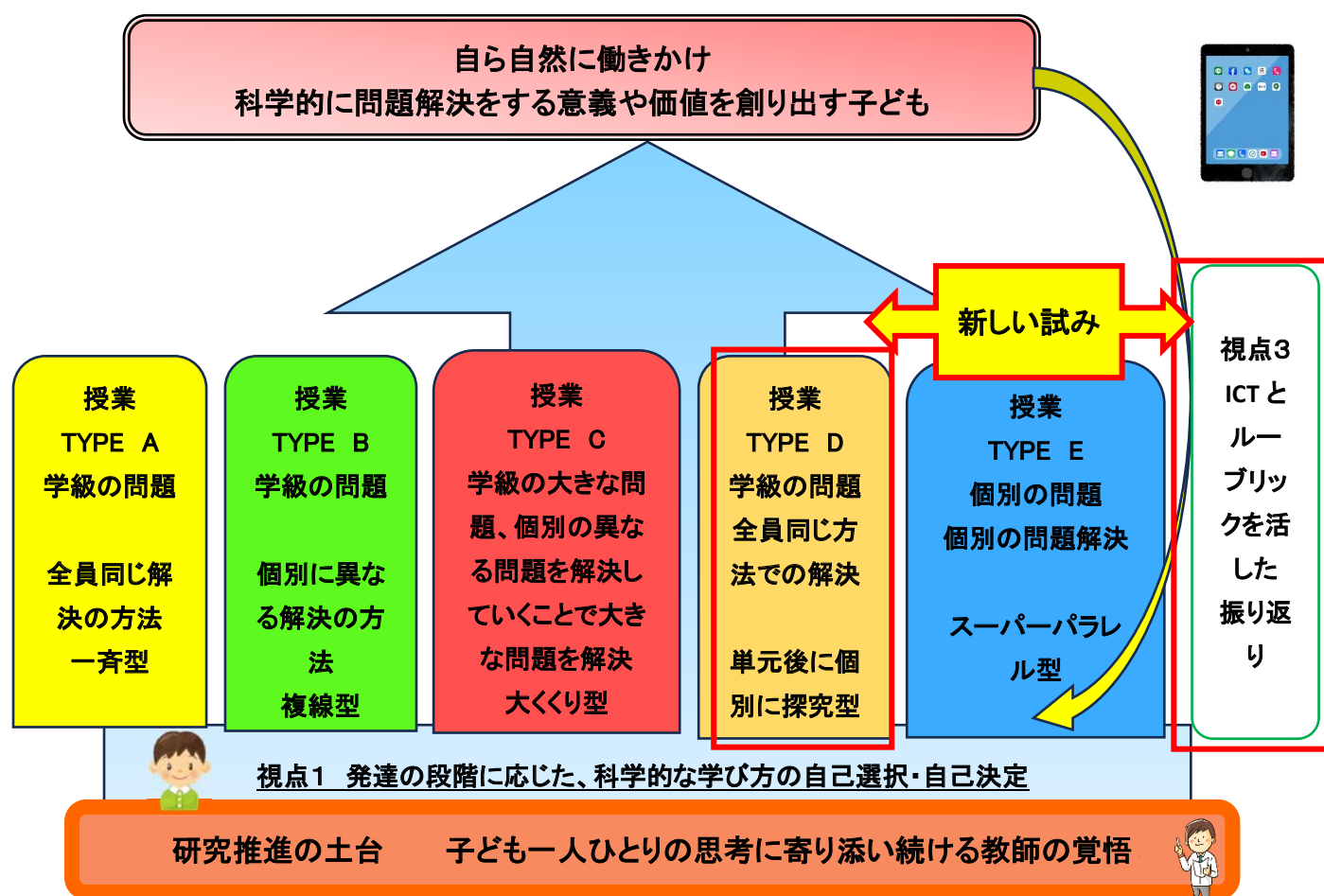
1 研究テーマについて

科学的に学ぶ意義や価値については、教師・子ども共に整理されてきたと考えます。しかし、「科学的」という言葉だけが先行し、繰り返しの行動や多数決をとることを「科学的」と呼ぶ子どもも存在しており、問題解決と結びつかない場面が見受けられました。次年度も子ども一人ひとりの中に「科学的な学びの意義や価値」がどのように位置づいているのかを見取る研究を継続的に取り組みたいと考えました。次年度の研究テーマと副主題は

自ら自然に働きかけ、科学的に問題解決をする意義や価値を創り出す子どもの育成
— 子ども一人ひとりの思考に寄り添い続ける —

とします。

総合的な学習の時間や体育、家庭科など様々な教科や日常生活の中の問題を、「科学的」に問題解決を行い、その中で育まれる「科学的」という意義や価値を、子どもたちが ICT とルーブリックを活用しながら自覚化できるように計画をしています。また、全体で同じ問題を解決した、単元終了後に個別の興味・関心毎に個別に探究する時間を2～3時間行う TYPE を増やして、以下のような研究構想図を基に実践を試みたいと考えています (Fig24)。



※ 新たに付け足した手立ては赤枠で示してあります。

Fig24 2024 の研究の構想図

(1)手立て1 発達段階に応じた、科学的な学び方の自己選択・自己決定

2023 年の研究を継続的に行い、自らの学び方を自分で決めることができるようにすることで、学びに責任感をもち、問題解決をする子どもたちの姿を大切にしていきたいと思います。

(2)手立て2 授業 TYPE 別の問題解決

2023 年の研究に学習の TYPE を 1 つ増やし、全体で同じ問題を解決した単元終了後に、個別の興味・関心毎に探究する時間を 2 ～ 3 時間位置付ける TYPE を増やして実践を試みたいと考えています。

これは、学級全体の問題を創る場合、個別の興味・関心は淘汰されている現状について課題意識をもっているからです。学級全体の問題を解決した後、子どもが本当に解決したかった方法だったかを予想や実験方法の構想を基に振り返り、再チャレンジできるような時間を単元計画の中に組み込んでいきたいと思います。

(3)手立て3 ICT とルーブリックを活用した振り返り

今年度、考察や授業の感想場面では ICT を活用して記述以外の方法でも提出を可能としました。特に動画はグループでの発表が多くあり、課題として挙げられたように「科学的に学ぶ」意義や価値を個人レベルで意識出来ているのかは判別が難しいことがありました。

そこで来年度は、ルーブリックを子どもと教師が共に作成し、自己評価できるようにします。振り返りの指標と観点が可視化されていることで、ルーブリックを意識したパフォーマンス及び自己評価ができるようになることを期待しています。

ルーブリック (案)

※ 評価の指標と観点は教師と子どもたちが一緒につくることを前提にする。

また、評価規準の ABC とルーブリックの評価を混在しないように注意していきたい。

S(スペシャル)	G(グッド)	A(アベレージ)
科学的に問題を解決できたことで、日常生活に科学が活用されていることや自然素晴らしさに気付いたことをわかりやすく表現している。	科学的に問題を解決できたことで、学ぶ前の自分と学んだ後の自分の変化をわかりやすく表現している。	学んだことを表現している。

2 授業の実践計画

学年・教科	授業の TYPE	実践計画
第 2 学年 生活科×学校行事	TYPE E	実践時期 2024 年 10 月 落ち葉でアート 生活科の「秋の生活」の学びを基に、玄関の窓を <u>ステンドグラス風に紅葉した落ち葉でアートする。</u> タブレットで写真を撮る際には、太陽の位置や落ち葉の重なり具合も検討し、「この瞬間の色合い！」を大切に根拠のある説明ができるようにしたい。
第 3 学年 国語×総合的な学習の時間	TYPE D	実践時期 2024 年 6 月～8 月 微生物の息吹を感じて 国語科「すがたをかえる大豆」の学びを軸に、総合的な学習の中で、土中の微生物を意識した畑づくりや、大豆の発芽・栽培活動を行う。さらに <u>宝来屋 (もろみ工場) の見学学習から発酵を学び、SDGs の視点からコーンポストの微生物を活用し、給食の食べ残しから来年の畑の肥料になる栄養価の高い土づくりを行う。</u>

第5学年 総合的な学習 の時間×理科	TYPE B	実践時期 2023 年 12 月 SDGsな実験を目指して 理科「ものの溶け方」の学習で環境への影響を考え、廃棄する薬品をできるだけ少なくしたいという視点から複線型の問題解決学習を行う。その一方で、 <u>複線型にすることで、科学的なデータ数をどのように担保するのか？</u> というダブルバインドに悩みながらも、自分たちの最適解を目指し「科学的」という意味について問い直す。
第6学年 理科×学級活動	TYPE C	実践時期 2023 3月 多様性と複雑系の地球に生きてこそ 理科「生き物どうしのかかわり」では、食物連鎖の関係だけではなく、ソニーCSLが主催しているシネコポータルに参加し、 <u>多様で複雑な生き物の関わり合いこそが、地球の豊かさを生み出す</u> というに気付く。そして、これから中学生や大人になるための自分の生き方について、考えを深めることができるようにする。

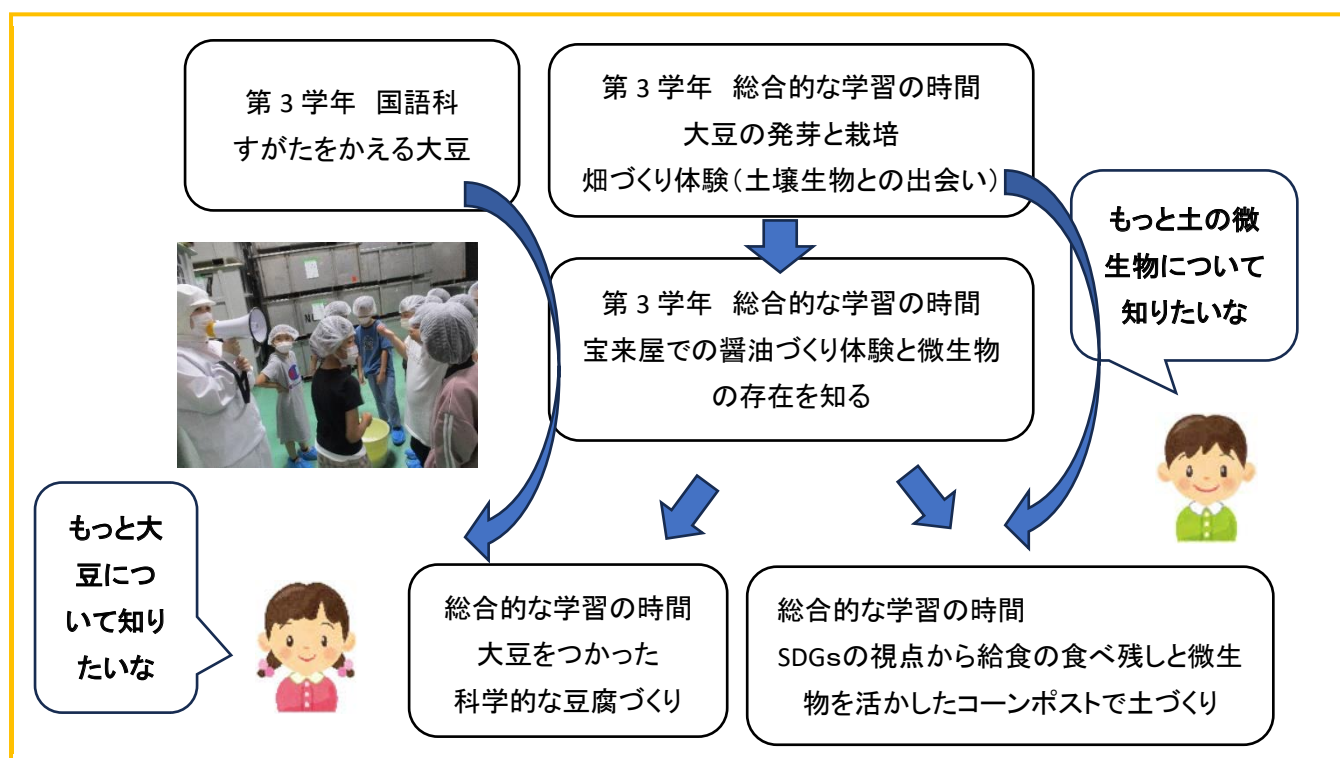
(1)実践の単元構想イメージ1 2024 年6～8月実践予定

授業 TYPE D 単元後に個別に探究型

第3学年 国語科×総合的な学習の時間 微生物の息吹を感じて

見学学習で、醤油工場「宝来屋」を訪れたことがありました。しかし、その学びは「どうやって大豆から醤油になっているのか」の見学であり、その技術を科学的な目から子どもたちと検討したことはありませんでした。

来年度は子どもたちが科学的な眼差しをもって見学学習を行い、微生物を身近な存在として実感できるような学習へ発展させていきたいと考えています。



授業 TYPE C 大くり型

第6学年 学級活動×理科 多様性と複雑系の地球に生きてこそ

ソニーCSL が主催しているシネコポータルに参加し、生物多様性について学んでいます。生き物同士のつながりは、食う・食われるの食物連鎖だけではなく、環境や多様な動植物が中・長期的に複雑に手を取り合うからこそ豊かさを生み出しています。それは、子どもたちの将来でも同じだと考えます。様々な人種・性別・個性ある人との出会いは、価値観の相違から互いを傷つけ合うことがあるかもしれませんが、しかし、長期的な目で見れば、それは複雑で豊かな人生を生み出す奇跡的な出会いかもしれません。そんなあたたかな視点を持ち、他者に一歩、粘り強く寄り添う子どもたちに育ってほしいと願っています。



第6学年 理科の「始まり」地球に生きる私たち
大くりの問題
ガイア理論？それとも宇宙船地球号？

シネコポータル
の観察を通し、
生物多様性に
ついて考えを深
める

電気の利用
原子力発電の現状と私たちの
これからの生活様式・生き方について
科学技術振興機構 佐々木 清先
生を講師に授業プログラム

第6学年理科の「終わり」地球に生きる私たち
ガイア理論？それとも宇宙船地球号？
理科の学びから、どんな地球・福島県にしたいか考える。

学級活動(4月)
6年生になって
家族や友人、先生方の声をもとに
一年間の自分をイメージする

学級活動(3月)
もうすぐ中学生
自分の成長に多くの人に関わっ
たことに気付く。そしてこれか
らの未来へ勇気を持ち人・環境と
の関わりあう信念をもつことがで
きる。

V 【おわりに】子どもの思考に寄り添い続けるという研究の土台は、本校の教育活動全体へ広がってきています。その子にしかない輝きを探しだすために、子ども一人ひとりに寄り添い続ける研究を続けていきたいと思ひます。

— 明健小理科部 安藤智子・新垣梨恵子・ 嶋原 卓（執筆及び研究代表） —

参考文献：・白井俊(2020).『OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来』ミネルヴァ書房・文部科学省「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子どもたちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)(中教審第 228 号)【令和 3 年 4 月 22 日更新】:文部科学省