

理科教育研究部

主任 菅原 雄貴 秋田谷 互隆 原田 恵任

I 研究計画

目指す子供の姿

自然の事物・現象についての問題に対して、自分の考えをもちながら他者と関わる中で科学的に解決できる姿

1 目指す子供の姿について

「自然の事物・現象（以下事象）についての問題」とは、子供が見いだす「自然の事象からの問い」「既成概念や生活経験からの問い」のことである。理科の授業の中では、これらの問いを子供が見いだすことにより、解決への道程を想起しようとするものである。

「自分の考えをもつ」とは、自分なりに問いを捉え、それに対する予想や実験方法等の解決の見通しをもつことである。また、観察、実験から得た結果を基に自分なりの考察を行うことである。

他者と関わるとは、問題解決の過程でペアやグループ、学級全体で話し合ったり、観察、実験等をしたることである。「科学的に解決できる」とは、理科の見方・考え方を働かせながら問題を解決していくことである。科学的な思考や手続きを重視しながら解について検討する中で、既成概念や生活経験等、既にもっている知識を科学的なものへと変容させることである。

2 これまでの取組について

1年次は「子供に問いを見いださせるための事象提示」と「他者と関わる場面の設定」の2点について研究を進めた。

成果は、身近な事象や既成概念や生活経験を基にした自然の事象から子供が自ら問いを見いだすことにより、問題を自分事として捉え、主体的に学習に臨もうとしたことである。また、他者とかかわる場面を設定することで、子供の思考を広げたり、精選させたりできたことである。

一方で、子供によっては考えたことをうまく表現できなかつたり、それを全体で共有できなかったりといった問題から、それぞれの考えを効果的に共有させながら行う対話の手立てについて課題が残った。

3 研究内容について

目指す子供の姿の具現化に向けて以下の2点を研究内容として取り上げる。

(1) 子供に問いを見いださせるための事象提示

子供に問いを見いださせるための事象提示とは、身近な事象や既成概念や生活経験を基にした自然の事象を提示し、そこから問いを見いださせ、焦点化させることである。このこと

により、本時で働かせる理科の見方・考え方が明確になる。そして、子供は生活経験や既習から自らの予想をもち、それを基にした解決の方法を発想することが可能になり、思考を深めることができるようになる。

(2) 考えを共有させる関わらせ方

考えを共有させる関わらせ方では、ホワイトボードや書画カメラ、タブレットを使用して個々の考えを効果的に共有し、それを基に全体で対話して科学的なものに変容させる。具体的には、まず個々の考えや実験の方法をホワイトボードに書いたり、観察、実験結果を書画カメラやタブレットで映したり、写真や動画に撮ったものを教師が集約したりして全体で共有できるようにする。そして、全体で話し合わせる際には、「比べる」「関係付ける」「条件をそろえる」等のキーワードを子供に意識付けたり、価値付けたりしながら対話させるようにする。

4 検証方法について

検証方法として以下の二点を取り上げる。

- (1) 授業を記録した映像及びプロトコルを基に科学的に考えているか分析する。
- (2) 振り返りを基に、自然事象に対する子供の概念がどのように変容したのかを分析する。

5 その他

新型コロナウイルス感染症対策について

理科部では当初事象に対する問いを出させたり、解決させたりする場面で、主に音声言語による対話を通して意見を共有させたり比較検討させたりするように計画していた。しかしながら、新型コロナウイルス感染症感染防止のため、新しい生活様式に則った学習の仕方を模索することが急務とされた。

そこで、考えられる教育機器やツールを使い、子供同士の考えや意見・観察、実験の結果の共有をより少ないやりとりの中で効率的に行い、独りよがりな意見にならない関わりを考えた。

I C T機器の活用を通して子供が理科の見方・考え方を働かせて問題解決に当たる授業になるように適宜計画を見直ししながら、新型コロナウイルス感染症の感染拡大が続く中でも可能な学習を模索している。

(菅原 雄貴)

II 研究の実践及び考察

【実践例① 授業者：菅原 雄貴 対象：3学年2組】

本時で目指す授業

タブレット端末を用いて実験結果を効果的に共有し合う。共有し合った実験結果を根拠として話し合う中で、電気を通すもの（以下導体）と通さないもの（以下絶縁体）について科学的に解決することができる授業。

1 単元名 「明かりをつけよう」

2 単元の目標

- ・電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方、導体と絶縁体があることを理解できるようにする。
- ・電気を通すときと通さないときのつなぎ方について、器具や機器を正しく扱いながら調べ、

それらの過程や得られた結果を分かりやすく記録できるようにする。

- ・ 差異点や共通点を基に、電気を通すときと通さないときのつなぎ方について問題を見いだし表現するなどして問題を解決できるようにする。
- ・ 電気についての事象に進んで関わり、他者と関わりながら問題解決しようとする。

3 目指す子供を育てるために

単元で目指す子供の姿

- ・ 器具や機器などを正しく扱ったり、実験の過程や結果を分かりやすく記録したりしながら調べ、電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること、導体と絶縁体があることを理解している姿
- ・ 電気の回路について、実験結果を基に比較したり関係付けたりしながら考え、表現する姿

単元の手立て

- ・ 子供に問いを見いだしさせるための事象提示
- ・ 考えを共有させる関わらせ方

単元について

- ・ 電気を通すときと通さないときのつなぎ方について繰り返し試し追究させる中で、回路についての知識を身に付け、観察、実験などに関する技能を習得させることができる。
- ・ 差異点や共通点を基に実験結果を比較・整理し、きまりを見い出す学習に繰り返し取り組ませる中で、実験結果を基に科学的に考察しようとする素地を育成することができる。

主に働かせる見方・考え方
乾電池と豆電球などのつなぎ方と、乾電池に通さない物の様子に着目して、電気を通すときと通さないときを比較すること。

単元で育みたい資質・能力

- ・ 授業前にあった素朴な概念を、実験結果を基に科学的な概念へと変容させる力
- ・ 実験結果を基に比較したり関係付けたりしながら考え、表現する力
- ・ 他者と関わりながら粘り強く事象に関わり、主体的かつ科学的に問題を解決しようとする態度

子供の実態

- ・ 日常経験から明かりを点けたり、物を動かしたりしていることに電気に関わっていることは知っている。
- ・ 教師からの事象提示を基に、問いを見いだし、追究する中で問題を科学的に解決できるようになってきた。一方で、学んだことから新たな問いを見いだすところまでには至っていない。
- ・ グループでの話し合いでは、自分の考えを適切な言葉で表現できず、聞き役に回っている子供もいる。

4 授業の実際

(1) 本時の目標

回路の一部に様々なものを入れたときの様子を基に、導体と絶縁体について根拠を明確にしながらか予想や仮説を発想し、表現している。

(2) 授業の概要

【前時】

- 1 事象を捉える
- 2 問題を設定する

どのようなものが電気を通すのだろうか。

- 3 予想をする

C：鉄などは電気を通しそう。

C：銀色の固い物は電気を通す。

- 4 実験する

表1を回路の中につないだ時に、豆電球が点くかどうか個人ごとに行った実験をノートに記録させた。

表1 調べさせた物

スプーン、クリップ(鉄)、5円玉、10円玉(銅)、
1円玉、アルミ箔(アルミニウム)
スプーン(プラスチック)、綴り紐(R-pet)、
ビーカー(ガラス)、輪ゴム(天然ゴム)、
セロファンテープ(セロファン)、
コピー用紙(紙)

評価

◎回路の一部に様々なものを入れたときの実験結果を分かりやすく記録している。

【本時】

- 5 実験結果を基に考察する

考えを共有させる関わりせ方 ※詳細はプロトコル参照

- 6 まとめる

鉄、アルミニウム、銅のような金属が電気を通す。

- 7 学びを広げる場面

理科室内にある金属製品を使って、本当に金属は電気を通すのか試させた。子供は、理科室内にある水道の蛇口や、ロッカー、窓のサッシなどを試していた。塗料や、メッキ処理されたものが多いため、「金属なのに電気を通さない。」「おかしいぞ。」「といった新たな問いを見いださせることがねらいであった。しばらくすると、「あれっ。点かない。」「おかしいな。」「という声が聞かれ、自分の装置がおかしいのではないか。本当に金属は電気を通すのかと考え、繰り返し試す姿も見られた。窓のサッシを複数で試していた子供の近くに他の子供も集め、問いを焦点化させた。

- 8 問題を設定する

金ぞくなのに電気を通さない物があるのはなぜだろうか。

- 9 予想をする

考えを共有させる関わりせ方 ※詳細はプロトコル参照

評価

◎回路の一部に様々なものを入れたときの実験結果を基に、導体と絶縁体について根拠を明確にしながらか予想や仮説を発想し、表現している

5 授業の考察

- (1) 実験結果を基に考察する場面

Jamboard を使って班ごとに実験結果を確認し合い、導体について考えたことを話し合させた。以下は抽出班及び全体で考えを共有する場面でのプロトコルである。

● 班で考えを共有する場面

C1 順番に点いたものを確認しよう。

C2 ちょっとこっちにもやらせて。

※交互に画面上のものを動かし、電気を通したものとそうでないものを分類していく。

C3 1円玉、10円玉も点くよ。

※画面を見て、C3は導体の分類に1円玉10円玉が入っていないことに気付く。他の班員は、電気が通るのを確認して頷く。

C4 これでもいい？

※1円玉、10円玉を導体の分類に動かしながら話す。他の班員頷く。

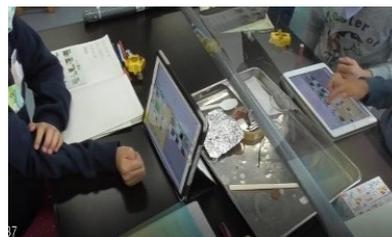


図1 班での話合いの様子

● 全体で考えを共有する場面

※実験結果をJamboardを用いて確認し、そこから考えられることについて話し合わせた。

T この結果からどんなことが言えそうですか。

C5 予想ですけど金属製の…。鉄みたいな物は点いて、鉄っぽくないものは点かないと思います。

C6 詳しく言えます。スプーンや釘は鉄、1円玉やアルミニウムはくはアルミニウム、5円玉、10円玉は銅だから点いてプラスチックや木、ゴムは点かないと思います。

C7 銀色の物などは、回路をつくるので通すと思います。

T 銀色の物というのは鉄みたいな物ということ？(C7頷く)ということは、同じ素材の物が点いたということ？鉄は…。

C8 (全体) スプーンとクリップ。

T 銅は…。

C9 (全体) 5円玉と10円玉。

T アルミニウムは…。

C10 (全体) アルミニウムはくと1円玉。

T 問題に対する答え出たんじゃない？

C11 鉄、銅、アルミニウムでできているものが点く。

T 点いたということは。

C12 回路を作って電気を通す。

T 逆に言うところちは？(点かなかった物をさして)

C13 通さない。



図2 全体での話合いの様子

班で考えを共有させる場面では、タブレット端末が2台あることで、4人の話合いというよりは、2人ずつで活動している班が多かった。C3のように画面上に操作した物を見ながら、前時で確かめられなかった物や、結果が曖昧だった物を確かめていたが、音声言語による関わり合いは少なかった。

全体で考えを共有させる場面では、班で話し合った結果を基に、導体、絶縁体を電子黒板上で確認し、それらの素材に着目させて話し合わせた。子供は実験結果を基に、導体と絶縁体の素材を比較することで、導体の共通点について考えることができた。発表を聞く子供は、電子黒板やタブレット端末上に整理された実験結果を基に確認しており、Jamboardの活用は全体での共有場面においては有効であったと考えられる。

(2) 金属なのに電気を通さなかった物の理由を予想する場面

金属なのに電気を通さなかった物と、電気を通した物を同じ画面上に提示し、電気を通さない理由について予想させた。以下は抽出班及び全体で考えを共有する場面におけるプロトコルである。

● 班で考えを共有する場面

C14 なんでだろう？

C15 導線の押さえ方が足りないとか。

C16 大きさは関係ないと思う。大きい物も通ったよ。

C17 確かに。古いせい？

C18 うーん。違う。これとこれ（図3○部分を指して）との共通点を考えればいいんだよね。

C19 だったら形とかではないよね。



図3 提示した Jamboard の画面

● 全体で考えを共有する場面

C20 私の予想は、大きさが関係していると思います。小さい物でないとあちこちに電気が流れるからです。

C21 僕も大きい物には電気が通らない、通すとしても少しだけだと思います。

C22 僕も大きさも関係あると思うけれど、サッシの場合は、ガラスなど電気を通さない物につながっているせいだと思います。

C23 え、だったら水道は？木がついているけれど通ったよ。

C24 表面に金属以外の物が塗られているから、電気を通さないと思います。

T 3つの説が出たけれど、皆さんはどう思いますか。



図4 画面を見ながら話し合う様子

● 班で考えを共有する場面

C25 表面に別な物があるとやっぱり通らないと思う。

例えばこれも（アルミ箔の上に紙をのせて）

C26 大きさは違うと思う。だってこれだって大きいのに電気を通している。（画面上の水道を指し示しながら）

C27 やっぱり金属の上に何か塗っているからだと思うよ。ちょっとやってみて。（アルミ箔の上に紙をのせた物が通電するか試して）

C28 やっぱり点かない。

1回目の抽出班での考察では、C14～19のように、画面上に示された物の特徴を比べながら、様々な予想をあげていたが、結論が出ていなかった。C15の押さえ方が足りないという根拠としては、学びを広げる場面で黒板のチョーク置きを試した際に、最初は電気が通らなかったが、一部削れている部分があり、そこに導線の先を強く当てたら電気が通った経験を基に話したようである。

全体での考察場面では、C20のように大きさに関係していると考えた意見が続いた。C22は、大きさではなく電気を通さない素材に着目し、C23は例を挙げて反駁している。ここで大きさや接している素材ではないことへ思考が変容している。

C27は、全体で話し合った時の発表を聞き、班で話した時には気付かなかった塗料の有無が原因であることに気付くことができた。そして、画面で示しながら、実験結果を基に大きさが関係ないことを、班の中で説明することができた。Jamboard 上に対象となる画像が並んであることで、子供は何度でも繰り返し見返しながら、それぞれの差異点や共通点を比べることができた。また、考えを表現する際には、それらを指し示しながら、考えたことを共有することができた。

【成果と課題について】

○成果

- ・タブレット端末を利用することで、対象物を自分たちの手元で繰り返し確認できるため、結果を基にしながら考えを出し合ったり、出された考えを吟味したりすることができた。
- ・画像を基に関わり合うことで、言語活動が苦手な子供でも自分の考えを表現したり、聞いたることができるため互いの考えを共有しやすかった。

○課題

- ・タブレット端末を用いた最初の活動では、音声言語による関わり合いがほとんどないまま終わってしまった。ICT 機器の使用は、必要かつ効果的な場面を吟味して行うようにしなければならない。
- ・現時点では、個人所有のタブレット端末ではないため、班で話し合ったことが個人の記録として残らない。今後 1 人 1 台となったときにも、タブレット端末とノートにそれぞれどのように学習の記録を残していくのが課題である。（菅原 雄貴）

【実践例② 授業者：秋田谷 互隆 対象：4 学年 4 組】

本時で目指す授業

タブレット端末を用いて、直列つなぎと並列つなぎの違いについて自分の考えを根拠をもって相手に伝え、比較検討しながら問題解決に向かう授業。

1 単元名 「電気のはたらき」

2 単元の目標

- ・乾電池の数やつなぎ方を変えると、電流の大きさや向きが変わり、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを捉えることができる。また、直列つなぎと並列つなぎの特徴を捉えることができる。
- ・乾電池の数を 1 個から 2 個に増やしたり、つなぎ方を変えたりしたときの豆電球やモーターの動作の様子に着目して、これらの変化と電流の大きさや向きとを関係付けて電流の働きを調べる活動を通して、電流の大きさや向きと乾電池につないだ物の様子との関係について、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想し、表現することができる。
- ・電気の性質や働きについて追究していく中で、自分の考えをもち、主体的に問題解決しようとする態度を育成することができる。

3 目指す子供を育てるために

単元で目指す子供の姿

- ・電気の性質や働きについての知識や観察、実験の技能が身に付いている姿
- ・電気の性質について追究する中で、乾電池の数やつなぎ方を変えたときの豆電球やモーターの動作の様子について、比較したり関係付けたりしながら考え、表現する姿
- ・自分の考えを基に話し合い、主体的に解決していこうとする姿

単元の手立て

- ・子供に問いを見いださせるための事象提示
- ・考えを共有させる関わらせ方

単元について

回路を流れる電流の大きさや向きと乾電池の数やつなぎ方を変えたときの豆電球やモーターの動作とを関係付けて考えたり、仮説を基に実験計画を立て、結果を基に考えたりする活動を通して、電流の働きについての気づきが生まれ、目指す子供の姿に近付けると考える。

単元で育みたい資質・能力

- ・乾電池の数やつなぎ方の変化と豆電球やモーターの動作の様子に着目して、それらを関係付けて調べる力。
- ・問題を見だし、主体的に解決しようとする態度。

主に働かせる見方・考え方の
乾電池の数やつなぎ方を変え
たときの電流の大きさや向きに
着目し、豆電球やモーターの動作
の様子と関係付けること。

子供の実態

- ・加える力が大きくなると働く力が大きくなるという関係的關係として捉え、エネルギーについての基本的な考え方ができる。
- ・日常生活の中の電気について、抵抗が並列つなぎで接続されていることを意識していない。

4 授業の実際

(1) 本時の目標

豆電球やモーターを直列つなぎ、並列つなぎにすることによって動きが変わることを、豆電球やモーターなど電気抵抗のつなぎ方と動きとを関連付けて考え、表現することができる。

(2) 授業の概要

本実践は新型コロナウイルス感染症対策をとりながら理科部において目指す子供の姿「自然の事象についての問題に対して、自分の考えをもちながら他者と関わる中で科学的に解決できる姿」に迫るため、今どんなことができるのかについて提案したものである。

コロナ下で他者と関わる手立ての一つとして、本提案ではタブレット端末のデータ共有機能を用いた。この機能を使うことにより、子供は一定の距離をとりながらも互いの考えを効果的に共有することができる。また、画像をもとに自身の考えを伝えやすくなると考えた。

(3) 授業の実際

事象を捉える場面→問題を設定する場面

まず、走ると同時にライトが点灯する市販のラジコンカーを提示した。その後、子供のモーターカーと同じキットにライトを取り付け、走りながらライトが点灯するようにしたモーターカーを提示した。これは、モーターと豆電球とを直列つなぎでつないでいる。

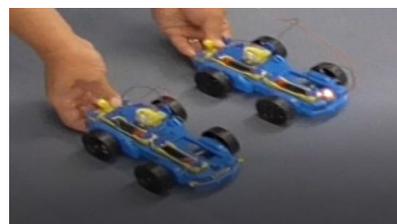


図1 比較するモーターカー

このモーターカーを走らせると、「遅くなった感じがする。」という意見が挙げられた。そこで、子供が制作していた、ライトを取り付けないモーターカーと教師が提示したモーターカーを同時に走らせた。(図1)すると、ライトを取り付けたモーターカーは走る速さが遅くなるのが分かった。この事象から、「ライトを点灯させても走る速さが変わらない車をつくるためにはどうすればいいのか」という問題設定につながった。

予想をする場面

モーターと豆電球を直列つなぎでつないだ時モーターカーが遅くなった事実から、抵抗を並列につなげばよいという考えを導きたかった。しかしながら、抵抗のつなぎ方に着目する意見が出てこなかった。既習を生かした乾電池の数を増やすという考えを認めつつも、乾電池の本数を変えずにできないかと教師が問いかけたことで、豆電球とモーターのつなぎ方を変えてみてはどうかという考えにつながった。

実験方法を考える場面

電気用図記号を並べ替えさせ、モーターや豆電球のつなぎ方について考えさせた。(図2)

事象を捉えさせる場面を想起させる中で、自分たちの考えたつなぎ方を確かめる方法として、モーターや豆電球だけをつないだ装置を用いてつなぎ方による違いを比較すればよいことを確認した。また、子供からは、検流計を使う方法も出された。ただ、電気用図記号の基盤になる用紙が、記号と比較して小さかったため、思考を狭めてしまったと思われる。

実験する場面

それぞれの実験をタブレット端末で動画や画像として撮影し、撮影した写真に書き込み機能を使用しながら、実験結果を記録させた。(図3) 着目する点を強調して書きこむことで、見方や考え方がはっきりすることが分かった。班によっては動画を撮影するなどの工夫も見られた。実験を記録する手段としての可能性を感じる事ができた。ペアでの実験の中で、比較実験の準備作業、撮影、書き込みと作業が多岐にわたった。

実験結果を基に考察する場面

データ共有機能を使って他のペアの実験結果を共有した(図4)。教室でのデータの送受信において不具合を感じることはなかった。

互いのデータの送受信が行われると、データの確認が行われるとともに自然発生的に自分たちの結果と他のペアの結果を比較し、考察が始まった。

書き込み機能の活用によって、容易に各班の実験結果を共有することができた。しかし、ペア考察やその後の全体考察では、指示語や指差しが目立ち、用語を用いて説明することは、不十分だった。

振り返りから

学習後、オンライン会議アプリ「Microsoft Teams」を活用しチャット形式で振り返りを行った。モーターと豆電球を並列つなぎにした場合の電池の消費について言及した子供がおり、そのことについて学習の様子を振り返りながら議論する様子が見られた。当初その意見に疑問を感じていた子供もいたが、話し合いが進むにつれて納得を得ていた。

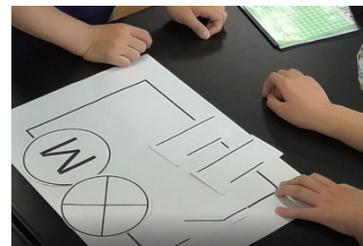


図2 電気用図記号の並べ替え

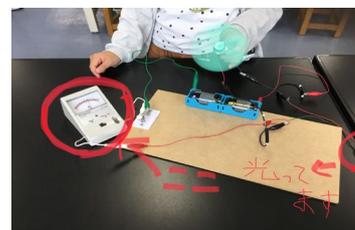


図3 実験の様子を記録した画像



図4 データ共有機能を使う

5 本実践の成果と課題

○成果

- ・結果を視覚で確認しやすい学習では、タブレット端末で撮影し、書き込み機能を使ったりデータ共有機能を使ったりすることで、効率的に実験結果を比較させることができた。

- ・言葉だけではうまく表現できない子供も、画像に書き込んだり、それを基に考えたりすることで、自分の考えを表現することができていた。考えを共有させる関わらせ方として今回のような ICT 機器の活用は有効であったと考える。

○課題

- ・現段階では、タブレット端末の操作は個人の技能に左右される。継続使用により効果が発揮されると考えられる。
- ・タブレット端末を介することで、指示語だけでも話合いが成立してしまうため、理科の用語を用いた言語活動も実態に合わせてさせるようにしていくことも大切である。
- ・実験結果については、端末上にしか記録が残らない。ノート等への記録についても配慮が必要である。

Ⅲ 今年度の実践で明らかになったこと

1 子供に問いを見いださせる事象提示について

(1) 成果

実践②で取り上げた事象は、モーターカーを作らせる際に子供が疑問を見だしやすい内容であった。また、2台のつなぎ方が異なるモーターカーを提示し、実際に走らせたことで問題が明確になった。身近で子供にとって必要感のある内容を提示することで、子供に問いを見いださせることに効果的であった。

(2) 課題

事象を提示する際に問題点を焦点化し、本時で働かせる理科の見方・考え方を明確にして問題解決させることで、子供はその後の活動を迷いなく行うことができるが、子供の思考を狭めてしまうこともあった。

2 考えを共有させる関わらせ方

(1) 成果

タブレット端末を使用して個々の考えを効果的に共有し、それを基に全体で対話させることで、事実を根拠として考えを伝え合い、科学的に問題を解決させることにつながった。実践①では、子供が見付けた電気を通した金属の物と、通さなかった金属の物を同じ画面に並べて提示することで、子供はそれぞれの特徴を比べながら考えを伝え合うことができた。実践②では、実験結果を端末で撮影し、それぞれの考えを書き込んだものを基に、考えを伝え合うことができた。

(2) 課題

ICT 機器の活用については、教師も子供も慣れていないことが多く、効果的に活用できていないこともあった。どの場面でどのように使用していくのか吟味が必要である。また、タブレット端末の操作に慣れていないうちは、操作の仕方に意識がいき、子供の思考がそれてしまうことがあった。個人所有のタブレット端末ではないため、班で話し合ったことが個人のノートには残らない。今後1人1台となったときにも、端末とノートにそれぞれどのように学習の記録を残していくのが課題である。

前年度までの実践を基に使用しなかった際の結果と比較したり、他の通信手段と比較したりするなどし、対照群との比較を行う中で ICT 機器の活用の有効性について吟味する必要がある。

今回コロナ下の対応として取り組んだが、主体的な学び、深い学びを追究するためには、ICT 機器をより効果的に活用する方法や、学習用具として当たり前利用できる子供を育成する必要性を感じている。

(菅原 雄貴)