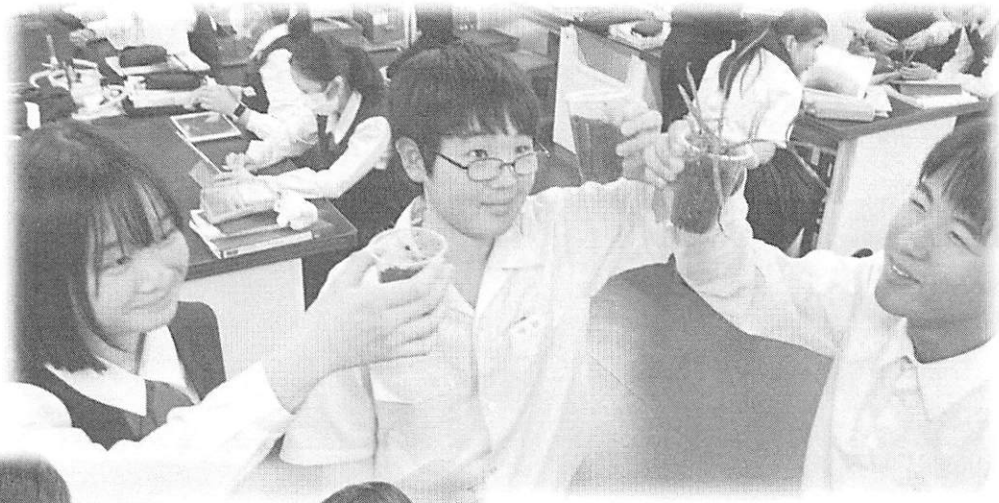
理科

教科領域別研究テーマ

【科学的根拠に基づき探究する自律型学習者の育成】







科学的根拠に基づき探究する自律型学習者の育成

実践者　沖野　俊也、山根　典之
愛媛大学研究パートナー　佐野　栄、向　平和

1　研究テーマ設定の理由

現在、自然環境や科学技術に関する問題が浮上し、人類全体がその対応を迫られている。予測困難な未来を生き抜くためには、答えのない問いに対して常に疑問を持ち続け、最適な行動を判断することが求められている。

中学校学習指導要領においては、理科の目標として「自然の事物・現象に関わり、科学的に探究する力を育成すること」が掲げられている。具体的には、課題の発見、追究、解決といった探究の過程を通じて学習活動を意識し指導の改善を図ることが示された。

このような状況を踏まえ、本校の理科部会では、生徒が自らの意志で行動し、社会や自然環境に積極的に関与する「自律型学習者」の育成を目指すことにした。理科での探究的な学びを通じて、生徒たちは自分自身の意見を形成し、他者と協力しながら問題解決に向けて努力する力を養うことができると考えている。さらに、科学的な知識を身に付けるだけでなく、それを日常生活や社会の問題に応用することで、生徒たちは自分たちの未来に対する責任を感じ、行動を起こすきっかけになると考えている。これらのことは、本校の研究主題にも出てくる「エージェンシー」にもつながっていると言える。本校では、エージェンシーを「現状をよりよくする力」と捉えている。理科の学びの中で、社会や自然環境、さらには自らの学びの現状を把握するとともに、よりよくしていくために働き掛けたり修正したりすることで、エージェンシーの育成・発揮を目指したい。

以上のことから、理科の教科領域テーマを「科学的根拠に基づき探究する自律型学習者の育成」と設定した。

2　研究の内容及び方法

(1)　日常生活・社会との関連を重視した探究的な単元設計の工夫

自律型学習者を育成するには、理科での学習を実社会での問題発見・解決に生かしていくための探究的な学習が必要である。探究の型（フレームワーク）を用いた授業設計を踏襲し、STEAM 教材などの学習教材を組み合わせた単元設計を行う。

(2)　生徒のメタ認知的活動を促す自己調整学習の工夫

メタ認知的活動とは、自分自身の認知プロセス（思考や学習）について考えることであり、自己調整学習とは、生徒が自分の学習プロセスを計画、監視、評価、調整する学習方法のことである。理科では、AAR サイクルとして「目標設定」「立案」「学習の監視と評価」「次の学びへの調整（転化）」を重要視し、自分の学習プロセスを理解し、それを効果的に管理・調整する能力を向上させることを目指していく。これらの活動により、生徒は自分に適した学習方法を見付け、学びを自分ごとにする自律型学習者になることができると考える。

(3)　メタ認知的活動を支える言語技術の育成

「目標設定」「立案」「学習の監視と評価」「次の学びへの調整（転化）」という学習プロセスを経る際、生徒は自らの気付きや学びを言語化する必要がある。そのため、三角ロジックの概念（主張・事実・理由付け）を意識させることで科学的な現象を説明する力を育んでいく。

3　研究の実際

(1)　実践と検証　その１（実践者：沖野　俊也）

現３年生が１年生時に「音の世界」、２年生時に「電流と磁界」の単元で授業実践を行った。また、この実践では教科目標である「科学的根拠に基づき探究する自律型学習者の育成」の達成のため、大きく以下の２点を工夫した。

＜メタ認知活動を促すための班別のミッションクリア型の単元構成＞

班内で実証方法、実験道具等を考えていく班別の進度学習を行った。分からないことを教え合い、仲間と協働して活動させることで、試行錯誤の過程と全員が理解することを大切にした。「そもそもなぜ～」という考え方と、「この方法は適していないことが分かる」というような失敗の中から発見をする科学の大切な部分を経験させた。

＜メタ認知活動を支える言語技術の育成のための三角ロジックモデルの利用＞

事物・現象について、根拠を基に説明するのが理科である。その説明を自分の言葉で論理的に組み立てる力を伸ばすために、授業で国語の既習事項である「三角ロジック」の考え方を用い、フレームワークとして利用した。三角ロジックには「主張」「事実」「理由付け」の要素があり、特にこの「主張」と「事実」をつなぐ「理由付け」の要素を大切にしてきた。「理由付け」をするために「質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考える」という理科の見方・考え方が発揮されると考えた。

ア　「音の世界」での実践

「音の重なり(和音)が心地よく聞こえるのはなぜか」という大きな問いを解決し、２年生に伝えるという内容の授業を行い、大きな問いを解決していく中で中学校での学習内容を身に付けていく単元構成に挑戦した。まとめでは音楽の歴史などにも触れ、STEAM 教育の要素を取り入れた実践とした。

（ア）指導計画（全 13 時間）

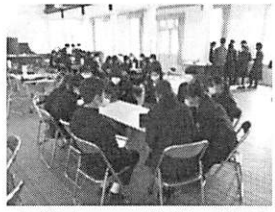
時間	ねらい・学習活動	重点	評価規準（評価方法）
1	・校内合唱コンクールの振り返りから、科学的な問いを立てる。	態	・日常の事物・現象に対して興味を持ち、科学的に分析しようとしている。（感想から立てた問い）
2 ～ 10	・大きな問いを解決するために小さな問いを解決していく活動を通して、「そもそもなぜ」という考え方を基に探究する態度を身に付ける。 ・問いに対する三角ロジックを組み立てる活動を通して音の性質を理解する。 ・音の性質の知識を生かし、「音の重なりが心地よく聞こえる仕組み」について探究する活動を通して、音の基本的な概念の理解を更に深める。	知 思 態	・音は振動であり、音の大きさと振幅、また音の高さと振動数に規則性があることを理解している。（確認テスト） ・音の知識を基に、課題の解決に向けて、今まで身に付けた科学的な見方・考え方を生かしている。（三角ロジックモデル） 〈支援〉班別に進度確認を行う中で、個別に理解の支援を行う。 ・見通しを持って実験を行ったり、振り返ったりするなど、課題に対して科学的に探究しようとしている。（班別活動） 〈支援〉班別に進度確認を行う中で、他単元で行ってきた実験での考え方を思い出すように支援する。
11 12	・課題探究の答えを２年生に伝える授業計画の立案を通して、自分たちが科学的な根拠を基に音の性質について理解をしているのかを確かめる。	思	・音の性質の規則性や関係性を科学的な根拠を基に説明している。（授業計画書） 〈支援〉他班の三角ロジックモデル等を提示し、科学的な根拠を再考させることで支援する。
13	・自分たちが立てた問いに対して２年生に考えてもらう活動（アウトプット）を通して、理科と音楽科の学習に対しての興味・関心と理解を深める。	態	・自分の学びを他の人に工夫して正確に伝えようとしている。（２年生のアンケート）（１年生の振り返り）

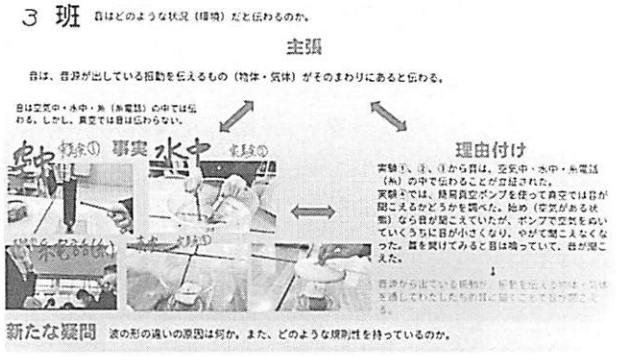
（イ）生徒の学びの実際

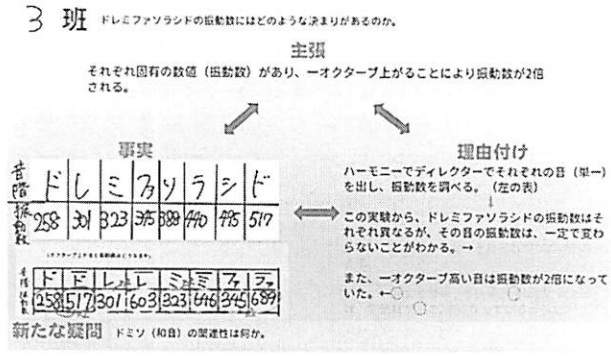
ａ　多くの班の思考の流れ（「・」は生徒の意見）

問い：３年生の合唱の感想→ハーモニーが美しかった
→問い：音の重なりが心地よく聞こえるのはどうしてだろう？
→問い①：そもそも音とは何なのだろう？
・音は振動である
→問い②：振動はどのように耳に伝わるのだろう？
・空気中を波として伝わる
（液体、固体、気体中を伝わる）
・音の振動はオシロスコープで波形として観察することができる
→問い③：音の大きさと高さは振動とどのような関係があるのだろう？
・振幅が大きいほど音の大きさが大きくなる
・振動数が大きいほど高い音になる
・振動数とは１秒間に振動する回数で、ヘルツ〔Hz〕で表すことができる
・音の重なりと関係がありそうなのは振動数である
→問い④：音の重なりと振動数にはどのような関係があるのだろう？
・音の重なりで皆がよく知っている和音のドミソに絞って考えよう
・和音を一つの振動数で捉えることは無理なのでは
→単音で考えよう
・単音の振動数から１オクターブで振動数が２倍違う
→教　師：より小さな振動数を基本として和音を分析してみよう
・ドミソの振動数は 4.0：5.0：6.0 の整数比になる
・ファラド、ソシレの振動数も整数比になる
・不協和音の振動数は整数比にならない
→問い⑤：振動数が整数倍比になると心地よく聞こえるのはなぜだろう？
・波形の調和に秘密がありそうだ


班別活動の様子


上級生への授業の様子





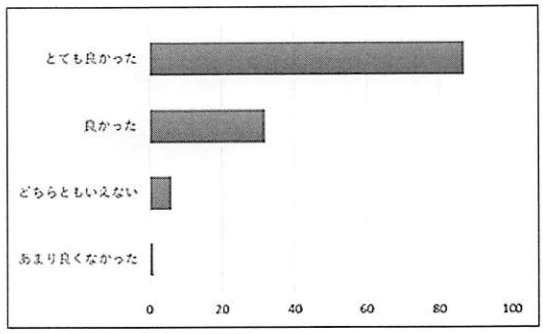
資料１　生徒の三角ロジックモデル

ｂ　生徒の事後アンケートより（126 名）

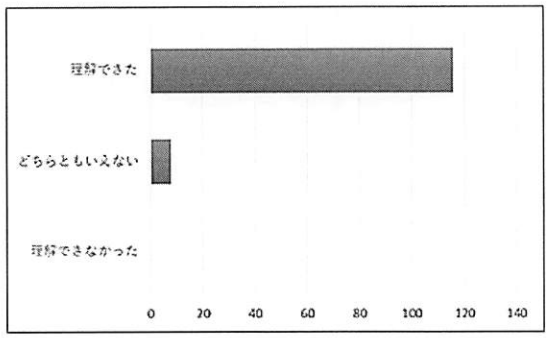
〈生徒記述〉

○身近にあったものの根拠を知ることができて感動した。今までやってきた**探究活動の中で一番難しかった。でも一番楽しかったし、一番感動して達成感**があった。
○自分たちで「なぜこうなるの？」と疑問を持つことで意見を交わすことができ、考えが深まった。**自分の言葉で考えるので頭に入ってきた。**
○問い、方法、次の課題という**過程の進行方向の修正が難しかった。**２年生への授業をつくることで、どこが理解できてないか知ることができた。
○**授業をつくるためには自分が理解しないといけない**から集中できた。
○**時間がかかる**ので、学習の効率は良くないと感じた。

〈単位:名〉



資料２　班別活動はあなたにとってどうでしたか



資料３　「音」の授業内容は理解できましたか

イ　「電流と磁界」での実践

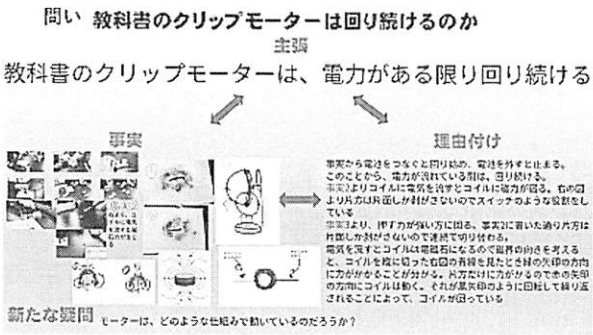
（ア）「ものづくり」活動を生かした単元構成の工夫

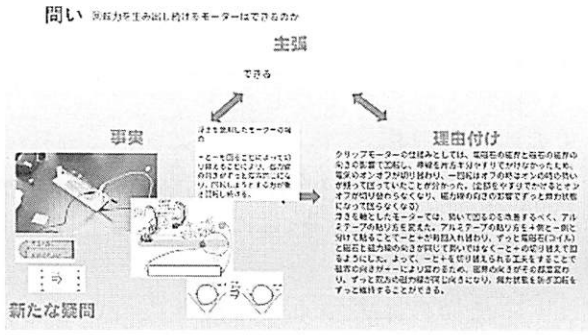
世界的にもSTEAM教育として「ものづくり」の重要性が高まっている。学習指導要領解説では、「電流と磁界」の単元で「ものづくり」を行うことが推奨されており、本単元では２種類のモーターの製作を行った。今回は教科書にあるような原理を知ってから「ものづくり」を行うのではなく、原理を見付けるために「ものづくり」を主軸においた単元構成にした。また、活動を通して仲間との協働や根気強く追究する意義についても考えさせた。

（イ）指導計画（全１４時間）　M＝ミッション

時間	ねらい・学習活動	重点	評価規準（評価方法）
１ ～ ５	・クリップモーターの製作活動を通して、クリップモーターが回転する原理について理解する。 ・磁石とコイルの磁界の観察を通して、磁力の様子を磁力線で表す。 ・クリップモーターが回転する原理を三角ロジックモデルで表現する活動を通して、磁力と電流の磁界で力が生じることを理解する。 M１：回転するクリップモーター製作を班全員成功させよう！ M２：クリップモーターが回転する仕組みを解明しよう！	態 知 思	・班員と協力し、粘り強くモーター製作に取組み、回転原理について科学的に探究しようとしている。（観察） ・磁石と電磁石がつくる磁界の様子を磁力線で理解している。（ワークシート） ・クリップモーターが回転し続ける仕組みについてコイルが磁界から受ける力と重力の勢いの関係に触れて表現している。（三角ロジックモデル）  資料４　自作モーター
６ ～ １０	・整流子を利用したモーターの製作活動を通して、モーターが回転する原理について理解する。 ・モーターが回転する原理を三角ロジックモデルで表現する活動を通してクリップモーターの回転原理の違いを理解する。 M３：クリップモーターの欠点を解決した回転装置を製作しよう！ M４：回転装置の性能をあげよう！	態 思	・班員と試行錯誤し、モーター製作に取り組み、回転原理について科学的に探究しようとしている。（観察） ・モーターが回転し続ける仕組みを整流子の役割に触れて表現している。（三角ロジックモデル） 〈支援〉自作モーターに力の矢印のシールを貼り、視覚的に回転原理を理解しやすいようにする。
１１ １２	・製作したモーターで発電を行う実験を通して、電磁誘導の概念を理解する。	知	・電磁誘導によって電流が生じる原理を誘導電流の特徴とともに理解している。（ワークシート）

（ウ）生徒の学びの実際





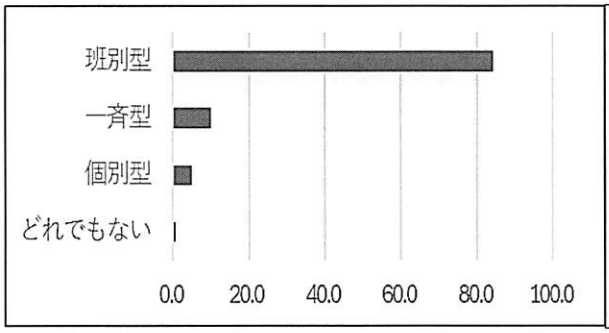
資料５　生徒の三角ロジックモデル

ａ　生徒の事後アンケートより

○現象の中から自分たちで問いを見付け、**謎を解決していくスタイルの学習をもっとしたい。**
○考えることが多く、**うまくいかないことも多々あった。**答えになかなかたどり着かなかったり、理解できているがいざやってみるとうまく行かなかったりしたこともあった。しかし、**最後まで考え続ける力が付いた**と思う。また、自分たちで考えを出し合って進めていかないとミッションがクリアできないので、**自分の意見を積極的に伝え、仲間に意見を求めることができた。実際に自分たちの目で見て学ぶ**ことができたので納得しやすくて良かった。
○様々な事柄が結び付き一つの答えへと導くのが楽しかったです。**これが分かったら、次これが分かるというふうに一つずつ結び付いていくのが気持ち良い**です。
○各班で協力する形のものにすることで、実際に**ものづくりをしてみて課題点を考えて解決することで仕組みの理解度がより上がった**と思います。ものづくりに焦点を当てていたモーターの授業は、個人的に楽しく授業を受けながら仕組みを理解することができました。
○製作をして、概念を学ぶ順序の学習では、**なぜそうなるのかというのが学べていないため分からないまま授業が進み、そのときはよく理解ができなかった。**しかし、その後で概念を学習したので、**製作の段階で持った疑問を解消でき、学びにつなげることができた。**

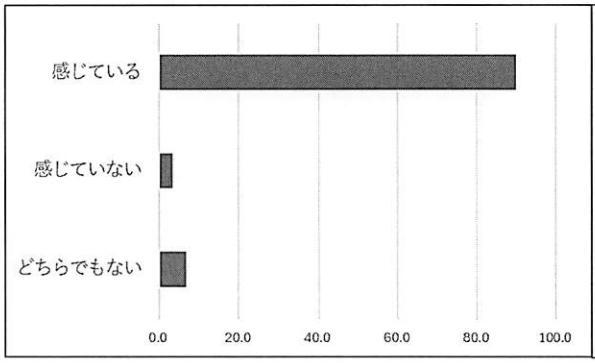
ウ　授業についての生徒アンケートの一部より（現３年生１１月実施　１２０名回答　単位:%）

質問：あなたが最も「学びが深い」と思うのはどの授業形式ですか。



（班別型授業への意見）
○全部自分たちで進めていかないといけないから、その分**たくさん考える**ので、実験の手順とかなぜその現象が起こるのかとかを**より深く理解できる。**
○全体では理解不足の人ができるけど、**班別では個人で考える時間も増え、**他者の意見を取り入れる事ができる。
○班別のときが**一番主体的**に活動できた。
○効率が悪く感じるときがある。

質問：「三角ロジック」の考え方を学んだことで、自分の思考の成長を感じていますか。



（感じていると回答した意見）
○以前よりスムーズに三角ロジックを作れるようになり、**他の教科でも説得力のある発言を以前よりはできるようになった**と思うから。
○理由づけするために**自分の生活から考えられている**から。
○実験をして先生が説明して終わるだけでは、教科書や動画を見るだけでとほぼ同じだが、自分の言葉でまとめ、先生の説明、教科書、動画を利用することで、**事実を知るだけではできない思考の成長が生まれる**と思う。

⑵ 実践と検証　その２（実践者：山根　典之）

ア　指導の実際

（ア）単元名

植物の体のつくりと働き

（イ）単元目標

○植物の体のつくりと働きとの関係に着目しながら、葉・茎・根のつくりと働きについて理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けることができる。　「知識及び技能」

○植物の体のつくりと働きについて、見通しを持って解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、植物の体のつくりと働きについての規則性や関係性を見いだして表現することができる。　「思考力、判断力、表現力等」

○植物の体のつくりと働きに関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする。　「学びに向かう力、人間性等」

（ウ）単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
植物の体のつくりと働きとの関係に着目しながら、葉・茎・根のつくりと働きについての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	植物の体のつくりと働きについて、見通しを持って解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、植物の体のつくりと働きについての規則性や関係性を見いだして表現しているなど、科学的に探究している。	植物の体のつくりと働きに関する事物・現象に進んで関わり、見通しを持ったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

（エ）指導計画（全１１時間）

第１～４時は、植物の体の働きの中で光合成についての理解を深めることを中心に学習した。以下は、本研究の内容に関わる第５時以降の指導計画である。

時間	ねらい・学習活動	重点	評価規準（評価方法）
5	・植物の蒸散と吸水の関係について、課題を設定することを通して、学習への見通しを持つ。 ・自分たちが考えた実験を観察することを通して、植物の体のどの部分で蒸散をしているのかを調べ、植物の蒸散と吸水の関係性を見いだす。	態 思	・見通しを持って自分たちの考えた実験に取り組もうとしている。（行動観察） ・課題を立て、その課題設定の理由を科学的に考えている。（記述分析） 〈支援〉実験条件の確認を行い、生徒が思考できるよう助言・指導する。
6	・植物の根の表面のつくりと、葉と茎の断面の観察を通して、根から吸水された水が茎のどこを通るのかを説明する。	思	・実験結果を正しく記録し、吸水された水が葉や茎のどこを通るのか考察し、自分の言葉で説明している。（記述分析）
7	・根のつくりや根毛の観察を通して、効率よく水や水に溶けた肥料分を取り込んでいることを理解する。 ・維管束の働き及び維管束の観察を通して、単子葉類と双子葉類で維管束の並び方が異なることを理解する。	知 知	・観察の結果を基に、自分の考えを文章にまとめて表現している。（記述分析） ・観察の結果を基に、自分の考えを文章にまとめて表現している。（記述分析）

8 9 10	・根の無い植物の体の仕組みを調べるため、仮説を立てた上で、実験を行う。 ・実験結果を整理し、仮説が正しかったかどうかを考察し、仮説に対する結論を表現する。	態 思	・見通しを持って自分たちの考えた実験に取り組もうとしている。　（行動観察） ・根の無い植物の体のつくりと働きの関係を見いだし、図を使って表現したり言葉で説明したりすることができる。 （記述分析） 〈支援〉実験の条件の確認を行い、生徒が思考できるよう助言・指導する。
11	・パフォーマンス課題	知 思 態	・パフォーマンス評価

（オ）授業の実際（8／11）

a　主　題

謎の植物は、生命を維持するために、どのような体の仕組みをしているのだろうか

b　ねらい

根のない植物の生命を維持するための体のつくりと働きの関係を見いだし、図を使って表現したり言葉で説明したりすることができる。

c　展　開

学習活動（形態）	時間	○教師の働きかけ　・生徒の反応	○指導の工夫 ◎評価規準（評価方法）
1　本時の課題を把握した。（全体）	10	○机に置いてある植物には、どのような特徴がありますか。 ・根がない。・枯れている。・偽物の植物かもしれない。 ・葉のような部分の表面に白っぽい毛のようなものがある。 ○根のない植物の体のつくりや働きはどのようになっていますか。	○主体的に学習に取り組めるように、課題となる植物を観察できるようにした。
〈学習課題〉あなたは、大学の植物学者です。大学の科学体験フェスティバルに参加していた小学生から、根のない奇妙な植物について教えてほしいと相談を受けました。小学生に分かるように、この植物が生きるための体の仕組みを説明してください。			
2　前時までの復習をし、本時の課題とつなげた。 （個人→小集団）	15	○前時の学習を振りながら、AI小学生と対話をしてみましょう。 ・この植物は生きているの？・水をあげなくていいの？ ・土がなくても大丈夫なの？・どうやって栄養をとるの？ ・どうやって生きているの？・どうやって大きくなるの？ ○AI小学生との対話の中で出ていた内容から、理科の見方（共通性・多様性の視点）について簡単に確認していきましょう。 ・共通性の視点…葉緑体を持つ。茎と葉を持つ。花を咲かせる。光合成を行う。細胞の呼吸を行う。 ・多様性の視点…根がないため、水の取り込み方が異なるのではないか。	○本時の内容を理解しやすくするために、AI小学生との対話を通して既習事項を確認させた。
2　解決の見通しを立てた。 （個人→小集団）	15	○植物の体のつくりや働きはどのようになっているのか。科学的に考えて、仮説を設定し、実験を計画しましょう。 ・茎の底部のような部分から水を吸収している。 ・苔のように植物の体全体から吸収している。 ・葉の表面の気孔から吸収している。 ・植物の体内にため込んでいる。 ・これまでの実験の時に使った道具を利用して計画してみよう。	○根拠を持って仮説を立てたり、実験立案したりするために、実験立案アドバイザーAIとの対話を活用して考えた。
3　解決の見通しを共有した。 （小集団→ジグソー小集団）	10	○各班の実験の計画を他の班に説明し、話し合わせた。 ・　他の班との対話で得た視点を基に、自分の班の計画を更に検討・改善した。	◎植物の体のつくりと生命を維持するための働きを関係付けて、調べる方法を見いだそうとしていた。（プレゼン資料）

4　課題を追究した。 （小集団）	次時	○計画した実験を実施し、結果と考察をまとめましょう。 実験例１　茎の底部に色水を漬けて観察した植物の断面を観察しましょう。 ・茎の底部からは水を吸収していないね。 実験例２　葉の表面に色水を漬けて観察した植物の断面を観察しましょう。 ・植物の断面に色がついている部分があるね。道管の部分かな。 実験例３　植物の体の表面全体から吸収しているか観察しましょう。 ・苔のように体全体から吸収しているようには見えないね。 ○今回の実験結果を基に、仮説に対する考えを図や言葉で表現しましょう。	○学習した内容を整理し、見方・考え方を共有させるために、ロイロノートの共有ノートやフレームワークを使用してプレゼン資料を作成させた。
5　課題に対する考えを議論し合った。 (小集団→全体)	次時	○今回の実験結果を基に、仮説に対する考えを議論しましょう。 例「エアプランツは葉の表面の毛から水を取り込んでいるのだろう。なぜなら、根が無い代わりに葉の表面に白い毛のようなものが無数にある体になっていると考えるからである。」 ・葉の断面は色水で染まらなかったから、白い毛のようなものは水を吸収しているわけではなく、根元の細胞に送っているだけなのかもしれない。	○科学的根拠を明らかにするために「道管」「細胞」「光合成」「呼吸」といった内容や模式図と関係付けて説明させた。
6　学習を振り返った。　（個人）	次時	○今日の授業で学んだことを活用して、課題に対する自分の考えをまとめましょう。 ・エアプランツは白い毛で体全体から水を吸収しているわけではなく、この毛で空気中の水分を集め、葉の根元の細胞に送り吸収され、そこから道管を通して体中に送っていた。	◎植物の生命を維持するための体のつくりと働きの関係を見いだし、それを基に自分の言葉で説明したり、図を使って表現したりすることができた。(プレゼン資料)

イ　生徒の学びの実際

（ア）生徒が自律的に探究を進める単元設計の工夫

理科におけるメタ認知力の成長には、自律的な探究活動の中で課題に関係する既有の知識や既習内容を自覚し、自然事象を多面的に捉えたり再考したりすることが重要だと考えた。そこで、本実践ではフレームワークを中心にメタ認知力の向上を目指した。



資料１　探究の型（フレームワーク）

生徒一人一人が自律的な探究を実現するために大切なことは、見通しを持って探究に取り組むことである。そこで、本実践を行う際に、資料１のような探究の型（フレームワーク）を活用し、生徒一人一人に見通しを持たせる機会を確保した。探究の見通しを持てた

ことで、一人一人が何を明らかにするための実験なのかを把握し、自律的な探究活動につなげることができた。その結果、科学的に探究することに自信を持てた生徒が増加した。

また、概念的な知識を獲得するためには、他者との対話を通して事物・現象を多面的に捉えたり、再考したりすることが重要である。そこで、本実践ではその具体的な手立てとして、実験・観察の前に生徒一人一人が自分の考えを明確にした上で、生徒が班の垣根を越えて自由に観察・実験できる授業展開を設定した。探究の型（フレームワーク）を利用して生徒が自由に他者と交流したり、途中経過や結果の記録を共有したりすることで、資料１の結論シートのように他者の様々な視点を共有し、自分の考えを調整しながら学習を進めることができた。

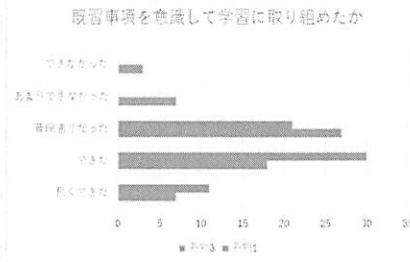
（イ）メタ認知力向上のための生成 AI の活用

ａ　生徒の既有の知識や既習内容を自覚できる導入の工夫

これまでの授業では教師と生徒との質疑応答を通して既有の知識や既習内容を自覚する時間を設定していた。しかし、限定した生徒のみを対象とするため、多くの生徒がただ聞いているだけで、生徒個々の既有の知識や既習内容の自覚にまではつながっていなかった。そこで、本実践では、生徒が探究活動にスムーズに取り組むために、授業の導入に AI 対話を通して既有の知識や既習内容を振り返る時間を設けた。生徒の振り返りには「AI が今までに習ったことを思い出させてくれる質問をしてくれたため、２年や１年、小学校の頃の知識も使いながら課題に取り組みやすかった。」「AI チャットボットくんとの対話の中で今までに習った知識を活用できた。」などの記述が見られた。資料２からも分かるように、生徒は既有の知識や既習内容を自覚することで、次の仮説立案や実験計画の時間に対して、見通しを持った活動へとつながった。



AI 対話を通して既習内容の振り返りをしている様子



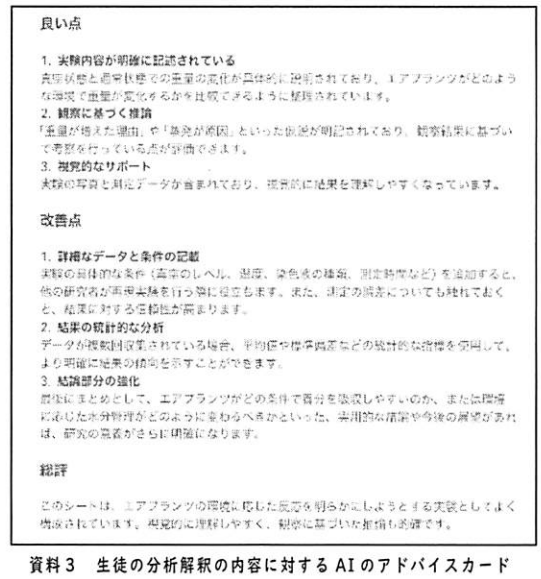
資料２「既習事項を意識して学習に取り組めましたか」に対する回答結果

ｂ　実験立案や分析・解釈（考察）を再考する場面の設定

自然事象を多面的に捉えるのと同時に納得するまで繰り返し再考することで、得られた知識は、より深い理解が伴い、概念的な知識の獲得へとつながっていくと考えた。今回の実践では、自分たちの考えた実験立案や課題に対する分析・解釈を行う際に、生徒以外の多様な考えを積極的に取り込めるように AI 対話を活用した実験立案や分析・解釈の再考する場面を設定した。生徒の振り返りには「AI が提供する情報や質問が、他者の意見を考慮するきっかけとなり、回答者が自分の考えを見直す助けになった。」や「AI が提供する情報や視点（資料３）が、自分の考えを整理し、他者の意見と統合する助けになった。」などの記述が見られた。このことから AI の活用が周囲の意見を考慮する際に有用であることを示しているが、AI が提供する情報に依存しすぎる部分を心配する記述もあった。今後は、AI の活用方法を見直し、より効果的な学習支援を目指していきたい。



実験立案を再考している様子



良い点

1. 実験内容が明確に記述されている
実験装置と通常状態での重量の変化が具体的に説明されており、エアプランツがどのような環境で重量が変化するかを比較できるように整理されています。
2. 観察に基づく推論
「重量が増えた理由」や「蒸発が原因」といった仮説が明記されており、観察結果に基づいて考察を行っている点が評価できます。
3. 視覚的なサポート
実験の写真と測定データが含まれており、視覚的に結果を理解しやすくなっています。

改善点

1. 詳細なデータと条件の記載
実験の最低的な条件（温度のレベル、湿度、染色液の種類、測定時間など）を追加すると、他の研究者が再現実験を行う際に役立ちます。また、測定の誤差についても触れておくと、結果に対する信頼性が高まります。
2. 結果の統計的な分析
データが複数回収集されている場合、平均値や標準偏差などの統計的な指標を使用して、より明確に結果の傾向を示すことができます。
3. 結論部分の強化
最後にまとめとして、エアプランツがどの条件で重分を吸収しやすいのか、また日常生活に関連した水分管理がどのように変わるべきかといった、実用的な結論や今後の展望があれば、研究の意義がさらに明確になります。

総評

このシートは、エアプランツの環境に応じた反応を明らかにしようとする実験としてよく構成されています。視覚的に理解しやすく、観察に基づいた推論も評価できます。

資料３　生徒の分析解釈の内容に対する AI のアドバイスカード

4　研究の成果（○）と課題（●）

(1)　日常生活・社会との関連を重視した探究的な単元設計の工夫について

○生徒たちは現象の謎を自分たちで問い、解決するスタイルの学習を希望していることから、主体的に考える力が育まれた。

○実際に自分たちの目で見て学ぶことで、納得感が得られ、学びが深まった。ものづくりを通じて、仕組みを実際に学ぶことで、疑問を解消し、事物現象の理解を深めることができた。

○探究の型（フレームワーク）を用いることで、既習内容や既有の知識を組み合わせて課題に着実に取り組むことができた。

●生徒は探究的な活動を多く求めているが、生徒主体の探究学習の時間はどうしても時数が多くなってしまう。そのため全体のカリキュラムに占めるバランスや適切なタイミングを考慮する必要がある。

●アンケート結果から、日常生活と関係の深い STEAM 教材を扱うことは、生徒にとって自分で考えなくてはならないことが多く、難易度が高いと感じる部分もあるようだった。

(2)　生徒のメタ認知的活動を促す自己調整学習の工夫について

○自分の意見を積極的に伝え、仲間の意見を求めることで、協力しながらミッションをクリアする経験が得られた。また、様々な事柄が結び付き、一つの答えに導かれる過程が楽しいと感じられ、学びの連鎖が実感できた。

●各班での協力が重要である一方で、個々の主体的な活動が求められるため、一斉とのバランスを取る必要がある。

○AI との対話を通して既有の知識や既習内容を整理することができた。また、既有の知識や既習内容を整理して自覚することで、次の活動への見通しにつながった。

○AI が学習の進行をサポートし、特に疑問点を解決する際に役立ったとの意見が多く見られた。AI が異なる視点を提供することで、自分の考えを広げる助けになったという意見もあり、より深い理解が得られたと感じている生徒が多かった。

●アンケート結果の記述より、一部の生徒は、AI に頼りすぎることへの懸念を示していた。特に、AI の助けを借りることで自分の考えが薄れてしまうのではないかという不安が見られた。

(3)　メタ認知的活動を支える言語技術の育成

○三角ロジックを通して「なぜこうなるの？」という疑問を持つことで、意見を交わし、考えが深まったという点で、メタ認知的活動に有効であったと言える。

○ものづくりを通じて持った疑問が、後の三角ロジックを使った概念学習で解消されたことは、学びのプロセスが循環的であり、疑問を持ち続けることが、より深い理解につながったと言える。

参考文献

○実践と検証　その１
・小形厚（2018）「音律と音階の科学」講談社
・フランソワ・デュボア（2022）「楽器の科学」講談社
・松下佳代（2021）「対話型論証による学びのデザイン」勁草書房
○実践と検証　その２
・杉山拓巳（2024）「NHK 趣味の園芸　観葉植物パーフェクトブック」NHK 出版
・中村大輝（2024）「生成 AI で進化する理科教育」東洋館出版社
・堀哲夫（2024）「OPPA でつくる授業　中学校理科編」東洋館出版社