

2020 年度 ソニー子ども科学教育プログラム応募論文

自らの学びを広めたり深めたりする

「科学が好きな生徒」の育成

～「科学する心」を涵養する授業改善を通して～



長野県 富士見町立富士見中学校

学 校 長 塚 越 智 英

P T A 会 長 植 松 桂

目次

1 本校がめざす「科学が好きな子ども」姿とは	1
2 「科学する」ことが好きな生徒を涵養するには	1
(1) 「科学する心」とはどのようなものか	1
(2) これまでどのように取り組んできたのか	2
(3) 問題解決学習の中で「科学する心」を涵養するプロセス	3
(4) 学びの3要素と問題解決学習	4
(5) 特殊な状況下において	5
3 「科学する」ことが好きな生徒を涵養する実践事例	6
(事例1) 私たちの身の回りにはどのような植物があるのだろうか	6
(事例2) 地学の学習を活かして富士見で減災するにはどうすれば良いのか	7
(事例3) 死骸や落ち葉が自然になくなる原因は何?	10
(事例4) 電流が流れる水溶液の条件とは?	12
(事例5) 金紙は紙なの? 金属なの?	15
4 実践からどのようなことが得られたのか	16
(1) 前提となる学びを予めおこなうことで広がったり深まったりする	16
(2) 自分たちの学びが活かされると生徒は広めたり深めたりする	17
(3) 自分たちで追究の方法を考えることは学びを広めたり深めたりする	17
(4) 論議の方法を工夫することで生徒の考えは広がり深まる	17
5 「科学することが好きな生徒」のさらなる涵養	18
(1) マルチメソッド探究とジグソー法を支援する取り組み	18
(2) 学びの意味を深める教科・地域・環境との連携	18
(3) 「なぜ」と「どのように」を基盤とした生徒による問題解決	20
(4) 「きれいな理科授業」と「実験つき解説授業」からの脱却	20
(5) 計画的な前提学習の試行	22
6 結びとして	23

1 本校がめざす「科学が好きな子ども」姿とは

「理科って面白い・・・」しみじみとつぶやきながら、真顔で実験を繰り返すI生。今手元にある折り紙の「金紙」の正体は何かという問いに対してヤスリで削ったり、電気を流したり、磁石につけたりと、自分で解き明かしている中で思わず口をついて出たことばだった。たまたま近くにいた私は、授業後彼を呼んで、どうしてそうつぶやいたのか聞いた。そのようにつぶやいたことも忘れていたI生であったが、その理由をはっきりと次のように語った。「これまでも理科で実験はたくさんやってきたけど、方法が決まっていた、今日みたいに自分でやり方を考えなくてはいけないことはなかった（中略）自分で確かめていくと謎解きのようで面白かった。もっとやってみたい。」

キラキラと金属光沢を放つのに、電気は通さず、裏は紙にしか見えない折り紙の「金紙」。矛盾に満ちこれまでの概念の狭間にある「金紙」を見極めようとする中で、I生らは金属とはどのようなものかその概念を明らかにしていく。彼にとって得られる知見は確かに重要ではあるが、それよりも重要であったのは自らの考えを自らの手で試行錯誤をしながら追究していくことへの悦びに他ならない。自らの考えや概念をもとに、得られた事実に基づいて省察的にその可能性を吟味するという行為、即ち未知を知にする醍醐味を感じているといえる。

筆者自身も自然研究に携わり、多くの研究者と関わりを持ってきた。未知であるが故にどのように自分で深めるのかを苦しみ、そして深めたこと広めたことに悦びを感じ、その過程で神秘的とも言える力やこの世界を支配しているあまりに精巧で美しいとも思える原理原則に心を奪われていく。そんな科学が好きな大人達がいる。生徒もこのように「科学する」中で「科学が好き」になるのではないかという考えの下、本校では長年にわたって「科学する心を育む」ことを目標に「科学が好きな子どもを育む」理科教育に取り組んできた。（本校の論文2011～2013、2014 全国大会、2015～2018）

「科学する心」の涵養をおこなったときに、生徒に観られる様態は、「もっと」、「さらに」、とのめり込むようにして取り組んでいく姿であり、このようなときに「面白い」「楽しい」と感じている。まさにI生の姿である。このような主体的に学びを広げたり、深めたりしようとする姿こそ本校がめざす「科学が好きな子ども」である。

「科学が好きな子ども」とは、「自ら学びを広げたり、深めたりする生徒」と捉える
--

2 「科学することが好きな生徒」を涵養するには

本校のこれまでの取り組みを整理してみる。

（1）「科学する心」とはどのようなものか

これまでに本校は「科学する心」には以下の内容があると考えて取り組んできた。

事物現象に感動し自然を畏れ敬う心（感動と畏敬）

命を大切にしてお互いを思いやる心（生命の尊重）

多様性から学び活かそうとする心（多様性と協働）

自ら事実を確かめようとする心（主体）

真実を大切にし、予断なく判断する心（観照と省察）
本質を見極めより良い未来を創造しようとする心（諦観と志）
事象に「おや？」「なぜ？」「不思議！」と感ずる心（知的好奇心）

文言は多少変化している部分もあるが、「幼児期に育つ科学する心」（小泉英明ほか 2007）を基に本校が開校当初より大切に考え、練り上げてきたものである。幼児期ではなく、中学生という発達年齢的な部分を加味して、中学生が「科学する心」を大切にするとどのようなことなのか実践の中から抽出してきたものである。これまでの事例研究(過去の本校論文参照)から、理系に道を進めたもの、理科に傾倒していったもの、理科を好きだという生徒からは、この「科学する心」の様態が見られてきた。このような「科学する心の涵養」による「科学が好きな子ども」の育成について評価を得て 2013 年に子ども科学最優秀賞を頂いている。基本理念はこの時と大きな変化はない。どのように涵養するのか、生徒の様態の変化をどのように見取っていくのかという部分が状況や生徒の様態に応じて変化をしてきた。

（２）これまでどのように取り組んできたのか

これまで本校の取り組みはこのような理性・意思・感性を主に「授業」「環境」「連携」で涵養しようと様々な手立てをとってきた。例を挙げれば以下の通りである。

授業改善の視点

命を見つめる素材の教材化
ミッション達成型問題解決授業（MPL）
ズレや矛盾のある事象提示から取り組む問題解決的な学習

環境作りの視点

身近な自然・生物の変化や面白さを伝え、広げる学びや環境作り
あいさつ・清掃を生徒自らが大切に作る素地づくり
自然の変化・校長室前展示や校長講話で育む科学する心

連携の視点

日常生活に寄せた授業の展開，他教科や総合的な学習の時間との連携
食育や道徳と理科との連携
生徒どうしの連携を深め考え方を深めあう協働的な学びを展開する
日常に根ざした題材を選ぶ一人一研究の充実
キャリア教育
教科連携による多面的・多角的なものの見方の育成
学校行事と学びを連携させる

これらの取り組みと成果については、過去本校から提出した論文にあるとおりであるが、概要をまとめると次の通りとなる。

- 科学する心を涵養することは全校で取り組むこともでき、教科連携の軸となり得る。
- 科学する心を涵養するような授業・取り組みは情意面に大きく働き生徒の自然観を豊かにする事例が多く見受けられる。
- ズレや矛盾を基にする問題解決学習やミッション型問題解決学習は生徒にとって学び

の流れを作り自分ごとの問題解決となりやすい。

○適切に環境を整えてやることによって生徒の気づきは広がり関心・意欲が高まる。

○将来的な価値を明確にすることで科学に対する有用性が認識される。

一方、課題としては次の点が挙げられる。

- ミッション達成型問題解決学習は時間がかかるのでカリキュラム的なマネジメントが必要である。
- 問題解決の基盤・素地や前提を充実させるためには、それ以前の知識や理解の「定着」が必要である。そして、生徒の持つ素地や前提に関しては個による差異も大きいいため、生徒理解と個別対応が重要となるが、十分とはいえない。
- 本校の特色であった TT が特別支援クラスの急増によって不可能になった。さらに近年教員の人員が不足する事態がある。
- 他教科との具体的な連携がこの数年滞っている。
- 池の水が溜まらなくなったことで中庭環境が大きく変化をして、これまで生息していた多くの富士見に由来する植物が姿を消した。
- 科学する心を将来に活かす上で、理系のキャリアに関する紹介が十分とは言えない。
- 3年前に比べて全体的に基礎学力の低下が大きい。

上記のような成果と課題が出てくると同時に、研究や授業改善の取り組みとして、授業・環境・連携というカテゴリーとして分けることがわかりにくくその是非が問題になってきた。

つまり、教師目線のカテゴライズによる研究は生徒にとって有効であるとは言えず、生徒がどのように学びを広げ、深めていくことが好ましいのか、明確にしていくことの方が重要ではないかとの議論がなされた。そこで、生徒の学びの過程に寄り添って枠組みを考えることとなり、これまでの取り組みを生徒の学びのプロセスや要素に当てはめて考えることとした。

(3) 問題解決学習の中で「科学する心」を涵養するプロセス

「科学する心」の要素を問題解決のプロセスと関係づけて考えてみると次の通りになっていると考えられる。

問題解決のプロセス

Stage 1 事象から論議をおこない問いを明確にする段階

Stage 2 予想から検証方法を考える段階

Stage 3 個人や班で追究する段階

Stage 4 結果を共有し考察をおこなって論議する段階

Stage 5 論議をもとに結論を出し学びを振り返る段階

S1	S2・S4	S3	S5 (S1～S4)
知的 好奇心	自覚的な意識（理性）	意思・意欲	潜在的な情意（感性）
	観照・省察、諦観	多様性と協働 主体性 志	生命尊重 感動・畏敬

①問いを明確にする段階

問題解決の原動力は何か。「問題を解決したい」という意欲に他ならないが、それは外部からの働きかけなしに自然に湧くことは難しい。何らかの外部からのアプローチによって「お

や？なぜ？」という気持ちが湧くような事象や問題提起があり、知的好奇心が励起され解決の価値付けがされた時に「志」や「主体性」となり、多様な方法や結果を受け入れながら問題解決を協働的におこなうことになる。問題解決をおこなう上で必要な意思・意欲といえ、新学習指導要領に照らして言えば「学びに向かう力」といえる。これらを育てていくための教師の働きかけが重要とも言える。

②予想から検証方法を考える段階・結果を共有し考察をおこなって論議する段階

問題解決に必要な要素として自覚的意識の観照・省察や諦観は、特に重要である。「思い込み無く」という観照や「事実に基づいているのか」という省察、「本質は何だったのか」という諦観こそ、＜批判的思考＞＝クリティカルシンキングのもととなるからだ。実験や様々な経験の中から身につけ常に意識の表層に準備し、自律的に働かせるようにしておくことが重要である。つまり観照・省察、諦観は問題解決の過程で習得させる必要がある。

③論議をもとに結論を出し、学びを振り返る段階

一方、感動や畏敬は強いることでも、自律的に働かそうとするものではなく、本来は「感じてしまう」ものである。畏敬の念も生命尊重の思いも個別の感性に依るところが大きい。このような感性は、自分と自然の関わり、ここにいることの偶然性、自然界の単純性と複雑性など事象の観察や結果から全体を俯瞰したときに「ああ、そういうことだったんだ」という思いが湧き出てきて涵養されるものである。これらは、事象の観察や理科の枠組みをさらに拡張させて他の教科や身の回りの自然・社会と繋げて考えてみることで涵養されると考える。教師の恣意的な指導や説得で得られるものではないと考える。

問題解決の場面でこれらの科学する心がどのようにかはたらくかを考えた上で、それぞれを育むための具体的な方法が必要となってくる。

(4) 学びの3要素と問題解決学習

中学校理科で問題解決的な学習を実際におこなう場合、次の3点はどうしても避けて通ることはできない。すなわち、①何を学ぶか、②学びはどのような意味があるか、③それをどう学ぶかが、重要と考えている。

山登りに例えると目指す山が「何を学ぶか」山の魅力は何か「学びはどのような意味があるか」山をどのように登るかが「それをどう学ぶか」と考えてよい。

「何を学ぶか」は内容面として指導要領や指導要領解説によって規定されている内容の通りではあるが、細かな知識を詰め込んでいくのではなく、全体の概念の中でその知識や内容がどのような意味を持つのかをつかむことが大切である。つまり、単元や小単元でつかむことができる概念や考え方が自然事象の説明や社会的あるいは生活的背景にあるのかを理解することで、学んだこと、学ぶべき意味として理解したとき「なるほど、そういうことか」という納得する理解（納得解）こそが重要なのである。

指導要領にも記されているとおり、大きな単元としてまとまりのある意味性を、その大きな単元はいくつかの小単元で構成されそれぞれに意味性をもっている。授業ごとの問いはそれらのアプローチを解決するためのものである。自分たちが取り組むべき「問題解決的な学習」または「問題解決学習」は単元（小単元）を貫く問いに対するものと、個別の授業に対するものの2通りあると考えよい。

そのような要素を考えたときに、本取り組みでの授業改善は3要素に対してそれぞれ次のようなことが必要になってくる。

何を学ぶか・・・生徒の立場に立った問いの設定>>知的好奇心を知的葛藤から高める

学びの意図性・・・自然環境や社会的環境、他の教科・科目との連携による意味づけ・価値付け
どう学ぶか・・・問題解決的な学習のあり方>>より個に応じた問題解決

これらを表にまとめると以下の通りになる。

段階	S1	S2・S4	S3	S5 (S1～S4)
科学する心	潜在的な理性	顕在的な理性	半顕在的な意思・意欲	潜在的な感性
	知的好奇心が高まる	観照・省察、諦観がはたらく	多様性と協働 主体性 志を大切にする	生命尊重 感動・畏敬の念が高まる
必要なこと	知的葛藤を引き出す工夫	結果に基づく考察 妥当性の吟味ができる 論議の時間	自ら解き明かす喜び。自己責任がもてる。	学んでいることの価値・意味づけ（重層的価値認識） 達成感・満足感
手立ての方向	ズレや矛盾のある事象提示や論議からのズレ	論議の進め方、高め方の工夫	個に応じた問題解決の工夫	他教科や地域など外的要因とつながる工夫
具体的手立て	事象提示の工夫 素朴概念の利用 相互の意見交流	知識構成型ジグソー法 ※互いの取り組みや内容を把握した上で予想や結果、考察を基に学びを構成する	マルチメソッド探究 ※自分で目的に応じた方法を考え取り組む	プロジェクト型学習 他教科との連携 学びの内容の一般化 身の回りの事象への往還

上記一覧表にした中から、特に今回力を入れたのは以下の点である。

(ア) 知的葛藤（ズレ・矛盾）の刺激から、自分なりの予想をもち、検証方法を自分で考える。

(イ) 生徒が自ら考え選択することを重視し、提案的合意形成をしていく授業

(ウ) 個別に追究方法を持って臨むマルチメソッド探究をおこない、得られた個別の知見を組み合わせながら全体的な学びを構成していく知的構成型ジグソー法

(エ) 学びの意味づけ・価値づけと達成感・満足感の担保

(オ) 論議の進め方、高め方の工夫を結果に基づく根拠の明示や、検証方法ならびに結果に関する妥当性の吟味を基におこなう。

（５）特殊な状況下において

本年度を特徴づける大きな出来事として COVID19 が及ぼした学校生活への影響を抜きに語ることはできない。本校における状況とその間の学びの様子について記す。

長野県では、3月下旬からの COVID19 感染者数が増加してきたことに伴い、各市町村で対応が異なるものの、概ねなるべく登校しない方向で調整が取られてきた。富士見町では4月6日に感染対策を施した上で入学式・始業式を挙行し、年度を始めることができた。その後4月10日まで感染防止対策を施した上で通常の授業をおこなっていたが、4月13日から休校とし、4月16日と4月22日に週1日の登校日を設けることとしていた。しかし、国が緊急事態宣言を発令したことを受け、4月17日より長野県全体で5月の連休明けまで登校が停止されることとなった。本校でも22日に予定していた週1回の登校を取りやめ、16日に休業中の学習を含め休業期間中の必要な指導をおこなうこととした。それまでもいつ長い休業になってもいいような課題は出していたものの家庭で学習を進められるような対策は

限度があるため様々な工夫が必要であった。

理科で生徒に出した課題は次の通りである。

- 2, 3年生はこれまでの学習を振り返る復習教材を配布する。
- この時点から自由研究の題材探しと、研究計画を立てるようにする。
- 一研究などでどのように取り組めば良いか題材や方法などで悩んでいることがあった場合はオンライン相談をおこなう。
- 1年では、身の回りの地域を散策し、身近な植物の名前を覚える。また、シナノタンポポを探し、どこにどのくらい生えているのか調べる。
- 「お!」「いいね!!」と感じた植物や動物をていねいにスケッチする。
- 1年で余力のある人はハルジオンとヒメジョオンを探す。また、シロツメクサとアカツメクサの違いを自分で確かめてみる。
- 2年では鳥や豚などの肉で普段どのような部位を食べているのか図にしてくる。
- 2年で可能な生徒は、家で魚かイカをさばいてみる、そのとき、内臓の様子に着目しながらスケッチをしてくる。
- カリキュラム編成を変えて、全て生物単元からとした。生物単元はより身近な観察を必要とするために、時間を有効活用できる可能性があったことによる。

3 「科学する」ことが好きな生徒を涵養する実践事例

(事例1) 私たちの身の回りにはどのような植物があるのだろうか

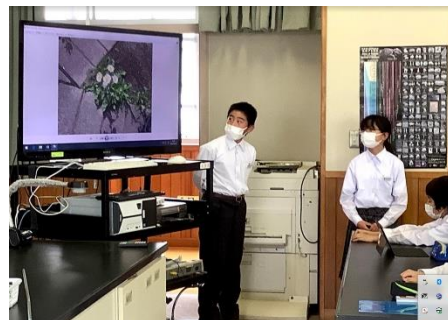
～特殊な状況を活かし、事前の経験から好奇心を高めた事例～

＜2020年 5月1年1部「私たちの身の回りにはどのような植物があるのだろうか」＞

COVID19 対策で1年が取り組んでいた課題の中に、「身の回りの地域を歩いて植物を観察しよう」「特にシナノタンポポが咲いている場所を探して地図にしよう」というものがあった。1年生は入学当初から中学校における学習習慣をつけるための十分な時間は無かったものの、休業中のガイドに観察の仕方やシナノタンポポの見分け方などを掲載しておいた。時間にゆとりがある中、比較的それぞれが地域を歩いてどんな花があるのか、シナノタンポポは自分の身の回りに咲いているのかを調べていた。



休業明け、早々に休業中につけてきた力を活かして校舎内の自然観察をおこなった。折しも三密を避けるなどの対策が呼びかけられている時期でもあり、野外でそれぞれが観察をおこなうことは有意義であったように思う。観察前に、自分たちが何を観察したかと言うこととどんなものに面白さを感じたのかを発表することを提案し、カメラを持って行って良いことを伝えた。どのグループもカメラを持って思い思いの場所へ観察に出て行った。



自分たちの観察した植物を発表する際には、写真を使ってその様子を發表したいったが、「シナノタンポポが学校にも咲いていた」、「学校にあるのはみなハルジオンだった。」、「家の周りにもあったキュウリグサが学校の花壇にあった。」、「ドイツスズランとニホンスズランは花の付き方に違いがあった。」等、休業中に自分が歩いて感じたこと学んだことや自分の家の周りトの比較から説明していたり、その違いや共通性に面白さを感じていたりしていた。

さらに、町役場から 1 万分の 1 の地図をいただき、シナノタンポポがどのようなところに咲いているのか 10 株以上見つかった場所と 10 株未満が見つけた場所に色別のシールを貼って表してみた。この結果を通して生徒たちの中から、「住宅地の方にもたくさん生育している」「富士見町分水の森にたくさん生えている。もしかしたら、森を作るときに植えたのではないか。」「富士見町全体に分布が広がっていて、まだたくさんシナノタンポポがあると思う」という意見が出てきた。しかし、一方で「住宅地に多く見られるのは、そこに人がいるから目につきやすいだけではないか。」「シナノタンポポが 10 株以上の場所は全体のわずか 3% しかなく、他で発見されたところではセイヨウタンポポと同じようなところにあった。だから、富士見でもシナノタンポポはなくなりつつあるのではないか。」「10 株以上の群落の周辺に 10 株未満の地域がある。たくさんあるところから周りに綿毛を飛ばしているのではないか。」という意見もあり、改めてシナノタンポポがどうなっているのか、どうなっていくのか気になっているようであった。



(事例 2) 地学の学習を活かして富士見で減災するにはどうすれば良いのか

～学びを社会活動に繋げ、学びの意味づけ・価値づけをおこなった事例～

＜2 年 2 部 2020 年 6 月「富士見で減災するにはどうすれば良いのか」＞

私たちの住む地域の地盤はどうなっているか

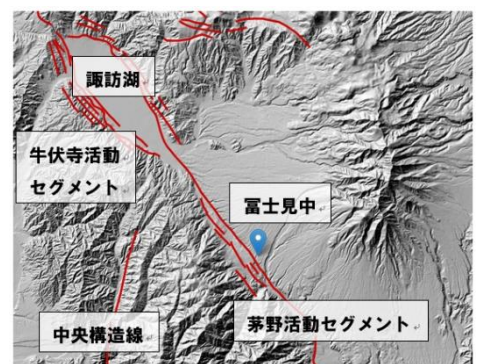
年度末から COVID19 の影響を受け、1 年で学習する地学分野の地層の学習をおこなっていた 2 年 2 部。

断層や褶曲について学習をした後に、富士見町や周辺の諏訪地域では断層がどこにあるのか、どのような状態であるのかを学習した。

その中からかつて太平洋戦争中、東南海地震という地震の時にも大きな被害があった事実や近年活動の危険性が高まっている茅野活動セグメントや牛伏寺断層などの影響も大いにあり得ることを学んだ。

そこから、富士見町ではどのようなことが起きそうなのか、そのときどうすれば良いのかを考えてみた。その中で多くの生徒は、山崩れ、家屋の倒壊を挙げていた。

地震が起きてしまったら仕方ないという意見を聞くほかに、万が一に備えて家での備蓄を進めておく、連絡を取り合えるようにしておくという意見も見受けられた。



町の議員になったつもりで考えてみよう

さらに視野を広げて考えるために、次時で議会に提出された富士見町の予算 74 億 4 千万円予算の概略を見ながら、自分たちが議員になったつもりで、減災のための対策を考え、そのプランを町に提出することを提案した。生徒達はこの提案に合意し、町役場の方に見ていただく上で与えられた資料だけではなく自分でもパソコンなどで情報を収集しながらプランを立てていった。

その中で A 生は次のようなプランを立てた。

もし災害が起きたときに避難所をだれでも運営できるように子供たちに教える教えるために、静岡県の避難所ハグと言うものを貸してもらって教える。

そのための資金は本年度予算額はどれも大切に出来ないからクラウドファンディングで集める。応募してくれた人には返礼品を与える。

一方 I 生は

地震が体験できる車をゆめひろばに置いて 1 回 200 円から 300 円位の値段でいつでも体験出来るようにしたら体験した人が注意しようと思って自分で対策を練ると思う。富士見町地震対策 DAY を作ってその日に町中地震対策をする。その日に街の施設でライトや食料品バックなどを売れば良い。

T 生は災害前後の町民の暮らしについて考えていた。

まずなるべく被害に合わないようするために街の訓練などを増やす。また地震の時に最初にとる行動や避難グッズの中身など地震についての紙を一軒一軒配る。

次に被害が出たときは人の命を最優先するそのために町民の食費や生活費にお金をかけるべきだと思う。また身内での犠牲者がいる人の心のケアなども大切にすべきだと思う。そして働ける場所を確保して働きたい人が働けるようにする。そうするとだんだん元の街に戻っていくと思う。

と考えた。一方でそれぞれが実際の生活に合わせた考えを持つ中で、考えを深められずにいる生徒もいた。

友達の考え方に学んでみよう

より考えを深める
意味で、お互いの考
え方を共有する場
を設けた。教室内に
20枚のパネルを
間隔を開けて用意
し、自分の考えをマ
グネットでつけ、対
面にならないようにしながら自分たちの考え方を共
有した。

生徒は、積極的に意見を交換しながら、その都度ワークシートに書き込みを入れたり、計算をしながら

[illegible]

K 生の学習記録

実際にできるプランなのかを吟味したりしていた。

そこで、互いの案を見合った生徒たちは次のような感想を述べた。

R 生

保険金で資金を集めるのはいいと思った。災害復旧費に充てるお金をお化け屋敷を作って集めると言うような面白い意見もあったけど案外そういう方が堅苦しくなくてお金が集まるのかもなと思った。

K 生

大型病院丸ごと立てると言う発想力はすごいと思う。でもお金が足りないかも。保険と言う案も出ていて僕はそれはそれならお金は大丈夫かとも思った。富士見の地形にあった災害を予測して考えている人もいて凄いと思った。

M 生

友達との意見交換をしてみて自分のプランの弱点を示してくれたり逆にこういうところがいいということをも教えてもらえてよかった。A さんのクラウドファンディングををすると言う意見は自分にはない発想で面白かった。

ここで話し合った学びの経過や立てたプランを、そのまま富士見町防災・危機管理係へ持って行き、目を通していただいた上で、感想がいただければ有難いとの旨をお話した。

防災・危機管理係からのアプローチ

当初の予定としては、防災危機管理係の方々から、自分たちに不足している視点や実行上困難なことを指摘していただくことを考えていたが、防災・危機管理係の方から連絡があり、時間をとって是非2年2部の生徒へ話がしたいという提案を頂いた。こちらとしても大変に有難い話であったので、期日を調整した上で講演会・懇談会を1時間設定した。

当日は係長自らが来校していただき次のような内容についてお話をいただいた。

○全ての生徒のプランを読ませていただいた。大変興味深かった。中にはこれからすぐに採用することができそうな案もあって、私たち防災危機管理係としても本当にありがたかった。頂いた意見から新しいアイデアも出てきて今年から実際にやってみようという話も出てきている。

○一方で、予算の目的や使い方に誤解があるようなので、そのあたりを詳しく説明したい。

○提案の中に災害に対する備えのことが書いてあり、マップや案内など十分におこなう必要があるとの意見も多く見られたが、実際に既に取り組んでいることが多い。富士見町の防災マップと様々な災害に備えたガイドブックは既に富士見町全戸に配布してある。今日はそれを持ってきたので、見方や概要を説明したい。

その後、防災マップとガイドブックや資料を使って予算の使い道や、万が一のための予算がどこに計上してあり、どのように使う予定になっているか、今後どのように対策を組んでいくかについてお話しいただいた。さらに、授業の最後には防災グッズ等も提供して下さった。



学びをふり返って

生徒達は次のような感想を述べている。

災害復旧のところが0円だった理由がわかったので安心しました。自分でできることをできるだけやってから災害に備えたい。水や食料など3日分は備えたいです。

中学生にしてはスケールの大きな話だった。より災害について意識が変わったのでいざと言う時は自助共助公助を大切にしていきたい。

普段全く効かないようなお話が聞けてよかったです。私の知らないところでいろいろなことが町のために行われていて町の人達は凄いなあと感じました。

私たちの意見がいろいろなところに取り入れられてもらったのでこれからもっと町の人が防災について考えてもらえるようになるといいなあと感じました。

生徒たちは普段学校で接することがない町の防災担当の方から直接お話を聞いたことを喜んでいました。自分たちの考えが活かされたことや、自分の意見を真剣に捉えて考えてくれたことに対して喜んでいました。

（事例3）死骸や落ち葉が自然になくなる原因は何？

～小単元を貫く問いをマルチメソッド探究とジグソー法で深めた事例～

＜2020年 6月 3年1部 「死骸や落ち葉が自然になくなる原因は？」＞

分解者のはたらきを自分たちで追究方法を考える

3年で学習する生物どうしのつながりに関係する「分解者のはたらき」では、これまで土の中の小動物を調べ、小動物以外でも分解をおこなっているかどうかを学級全体で考え実験していた。その中で教師は誘導的になり、生徒は自ら問題解決をおこなおうという気持ちにはなりにくかった。今回は、問いとして「落ち葉や死骸がなくなっていくのは何が原因か」というように小単元を貫くような問いとしてそれぞれが自分なりの考えを反映させた方法で探究（マルチメソッド）した上でジグソー法によって互いの学び得たことを重ね合わせてみることにした。

もしかしたら〇〇が関係しているのかな？

生徒に「落ち葉や死骸がなくなっていくのは何が原因か」と問うと、これまでの経験からだろうか様々な予想が出てきた。

T生は、風化の学習から、「物理的なこと、例えば雨や風によって落ち葉はなくなっていくのかもしれない」と予想を立てた。一方でH生はこれまで日向にものを置いておくと変質してしまうこと



や自身が日焼けしたことから「日光が何らかの影響を与えているに違いない」と予想した。一方で多くの生徒は生物による捕食が原因と考えた。

自分の考えた方法で調べてみよう

それぞれの考えをもとに、自分たちで方法を考え、仮説が通用するのかどうかを追究しはじめた。

N 生らは「小さい虫が葉などを食べているのかを見る」という課題を立て、観察をおこなった。その中で、草捨て場の土と葉の境界部分からワラジムシやヤスデ、アリ、トビムシなどを発見した。

女子生徒 S 生達は、生物が落ち葉や死骸を分解していると考え、草や土を調べる中でミミズを見つけた。ミミズの観察をしている中で、食道に捕食した内容物を見つけたので、取り出し方を教えてやると、肛門から内容物を取り出すことができた。取り出した物質（本人達はアウトプットと呼んだ）と周囲の土とを比較しながら、出てきた土は大変きめの細かい小さい土に変化していることに気づいた。

M 生らは、もっと小さい微生物も関与していると考えた。同様の考えをした A 生らは顕微鏡で観察するという方法をとったが、M 生らはデンプンを使って分解できるかどうかを、草捨て場、畑の土、校庭の砂を使って比較することにした。1 時間では結果がでないと考えたので、次回の理科の最初に結果を全員で共有することにした。

T 生は物理的なこと、例えば雨や風によって落ち葉はなくなっていくのかもしれないとの考えを持ったが、具体的な方法が思い浮かばず、教師と共に考える中で、マグネティックスターラー（自動攪拌装置）を使って強力な水流をおこし、どのような変化をするか調べた。攪拌機に入れると、水流で枯れ葉はどんどん細かくなっていった。

H 生も具体的な方法で困ったので、教師が相談に乗りながら葉っぱをスライドガラス 2 枚にはさみ、テープで固定した上で直射日光の当たる日向と、日の当たらない土中に埋めた。H 生の実験は日数を要するので今後の検討課題とした。

考察と論議の中から

土日を挟んで、次の授業では、はじめに M 生らの実験を全体で観察した上で（表）自分たちの結果からどのようなことが言えそうか考えた上で互いの考えを共有し合った。

T 生は自分たちの結果から確かに水流で葉は細かくなるが、決してなくなるわけではないと考え、他の班の結果から、確かに水流の働きで細かくなるが、S 生らの取り組みから細かくなった葉などを他の生物が食べて土にしているのではないかと考えた。さらに、M 生らの取り組みを考察から、土の中には微生物がいて、それらも分解していると結論づけた。A 生はベネジクト反応までなくなっていることに着目して、無機物まで分解されることを指摘し

	ヨウ素反応	ベネジクト反応
草捨て場	反応なし	反応なし
畑の土	反応なし	反応なし
校庭の砂	反応あり	反応なし



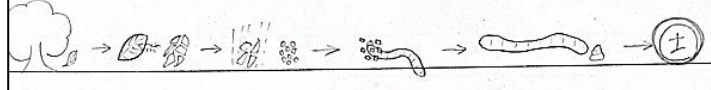
た。

最後に教師はこのようなはたらきに関与する生物群を分解者と呼ぶことを伝えた。

学びからこだわりを持って

H 生はその後理科の時間になると必ず自分の観察している葉っぱの様子を伝えてくれた。日に当たった方はどんどん変化していくので、「やはり光も関係するのかもしれない」と考えるようになっていた。本校は毎日「生活記録」という日記的なものを担任へ提出しているが、H 生はこの授業以降必ず「今日の葉っぱ」の欄をつくりその様子を担任に伝えた。

理科の教科担任としては、土に埋めた方が分解されているはずだと考え、「そろそろ土の中のものも出して比較したらどうかな？」と声がけをした。さっそく掘り返して比較をおこなった H 生は、「先生、土の中の葉っぱはほとんど変化がありません！」とやってきた。これには教師自身が驚いた。おそらく、H 生が実験で選んだ材料がシロツメクサの若葉であったことが要因ではないかと考えられた。そこで H 生はさらに具体的に調べたくなり、若い葉っぱと枯れ葉との比較、空気を遮断して若葉を封入した場合と、空気や水蒸気が外に出る場合との比較などをして日光が葉に与える影響について一研究で取り組むことに決めた。

【自分考察】 微生物が分解の原因と考えたので、顕微鏡で土の中を観察したら、微生物を見ることは出来なかったけれど、 「ガ」などの小さい生物を見ることができたので、落ち葉や死骸は、小さい生物達で分解をしていると考えられます。 (小さい生物に微生物もいると思う。)	【なかまの取り組みと考察】 ミミズが葉などを食べる → Out putして、土にする。 (他の生き物もそうなんじゃないかな?) 葉を虫が食べる → 分解 → 雨などで細くなる → それをミミズが食べる → Out putする → 土に還る。 ガ → 微生物 → 微生物などを食べる。 ガ → 微生物 → 微生物が土に存在する。
【論議】・総合していえそうなこと ・自分の考えを元にして	
木から葉が落ちる → 葉を虫(見る程度の小さいやつ)が食べる → 分解 → 雨などでより細くなる → その細くなったものをミミズが食べる → Out putする → 土に還る。 	
【発展】 今日の実験から、デンプンが反応しないもの(畑の土・草すて場)があったので、 微生物がいて、デンプンを食べていると分かった。 又、デンプンは有機物で、デンプンの反応がなかった畑や草すて場の土は、デンプン 以外の反応がなかったで、水や二酸化炭素などに変わっていると考えているので、 無機物に変わったと考えられる。	

A 生の探究記録

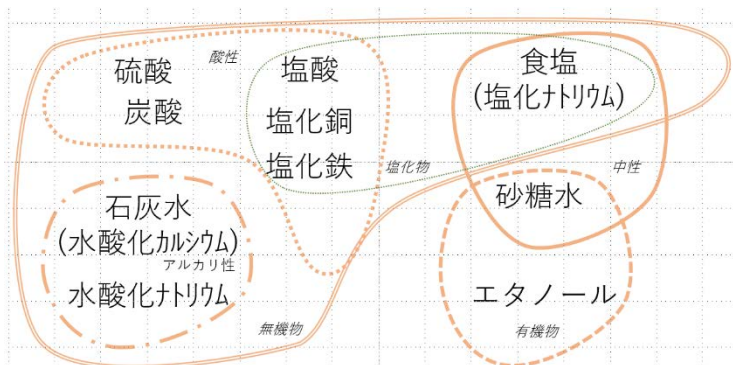
(事例4) 電流が流れる水溶液の条件とは?

～マルチメソッド探究とジグソー法で個の考えを共有し法則性を見いだした事例～

<2020 年 7 月 3 年 1 部 「電流が流れる水溶液の条件とは?」>

水溶液には全部電流が流れるのか?

3 年の水溶液とイオンは、目に見えない粒子の状態や性質を現象と結びつけながら考えながら推論したり分析解釈したりする中で理解を深めることで、これまで学習してきた化学分野全体の反応が腑に落ちる单元である。かつてこの单元を能動的に学習した生徒は、「電



が晴れたような気分になる単位」という表現をしていた。イオンの単位は試行錯誤と共に自分で考え納得しながら先に進むことが重要と考える。さらに、生物分野で自分たちが方法を考えることで能動的に取り組む楽しさを味わった3年1部の生徒たちがより主体的に取り組むことができるよう、理科係と相談しながら、なるべく探究型の授業の時には生徒が司会をおこない、教師は学習のコーディネイト役とするように提案したところ、生徒の合意が得られた。

はじめの糸口として、水溶液には電流は通るのか通らないのかということから解き明かしていくこととした。そこで、水溶液には様々な仲間があることを示した上で、「全ての水溶液に電流は流れる。本当か？」という問いの下で話し合いを進めると次のような発言があった。

T生は「2年の時に純粋では水が通りにくく、水酸化ナトリウムを溶かすことによって電流が通りやすくなることを学習した。だから水酸化ナトリウムは少なくとも電流を通す。」と経験に基づいた意見を述べた。G生は、「中一で金属には電流が通ることを学んだ。したがって金属名が薬品の中にあるような物質は電流を通すのではないか。」と発言した。K生は「少なくとも酸性やアルカリ性の物質は電流を通すのではないか」と述べた。このように水溶液にしたときにどのような物質に電流が通るかを聞いたときそれぞれの生徒が様々な意見を持っており多くの異なる意見が出てきた。

このような知的葛藤(ズレ・矛盾)をもとにまずはそれらの物質に電流が通るかどうかを確かめてから

考えてみるということになり、例示したすべての物質に電流を流すこととなった。水溶液が多かったのでそれら全て班で同時期に扱うとなると量的にも困難であることから10カ所に水溶液を置いておき、各班が道具をもって移動しながら自分たちが調べたい水溶液を調べる方法を提案した。(スクランブル方式)。その結果、無機化合物は電流を流すが有機化合物は電流を流さないことがみえてきた。

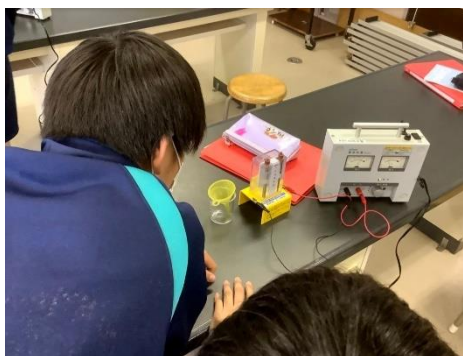
電流が流す(無機物)	電流が流さない(有機物)
石灰水 → 両方から泡が出てきた	砂糖水
水酸化ナトリウム → 両方から泡が出てきた	エタノール
硫酸 → +極から泡が出てきた	
炭酸 → 両方から泡が出てきた	
塩酸 → +極から泡が出てきた	
塩化銅	
塩化鉄	
食塩 → +極から泡が出てきた	
無機物は電流が流して、有機物は電流が流さない	

電流が流れる原因を極から発生する物質を手がかりに考えよう

生徒は、観察をしているときに極の変化に気づいた。その中で、N生は「硫酸や塩酸などは両極から泡が出ていたがその泡の正体が気になる」といい、K生らは「塩化銅に付着した物質が何であったかを確認したい」というていた。G生は、「金属の含まれない無機化合物には電流が通るのか調べたい」と考えた。また、M生は「塩化銅に電流を流すと何かがついた。きっとそれは銅だと思うが、では流し続ければ塩化銅水溶液の色はどうなるのか」という疑問を持った。それぞれの班で話し合い、マルチメソッド方式で自分たちの願いに応じて追究していくこととした。十分に方法を考える時間をとって、次の時間に実



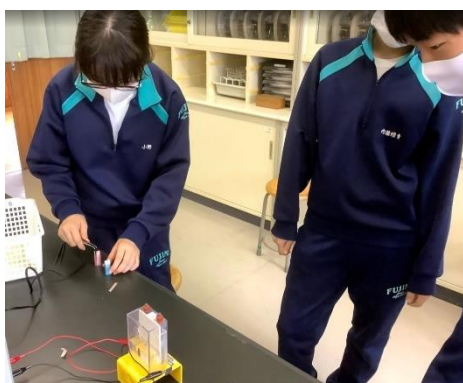
験をおこなうこととした。



N 生らは「酸」とつくものの代表である塩酸と硫酸に電流を流したときにどのような変化が現れるか観察していた。両極から泡が出てきて、塩酸の陽極はあまり気体が溜まらない様子。匂いを嗅いでみるとプール臭がする。しかし、硫酸にすると匂ってくる感じもしなく、マッチの火を近づけても燃えない。そこで、酸素かもしれないということで線香の火を入れると強く燃えた。一方、陰極からは必ず水素が発生することを確認することができた。「酸がつくと陰極から水素が出るんだ」という話になっていた。



Y 生らは、塩化鉄に電流を流した。陰極に物質がついてきたが、すぐ剥がれ落ちてしまう。低電圧で長時間やることを提案すると、しばらくして炭素棒全体に物質がついた。鉄ではないかという予想から磁石を近づけてみると、わずかに磁石に反応する様子が見られて、「やっぱり鉄だ」と話していた。



H 生、A 生は塩化ナトリウム（食塩）に電流を流したときに陰極から出てくる期待に注目していた。酸素か水素かというところで確かめていたが、操作上のトラブルで空気と混ざってしまうため正確な気体の判断ができなかった。教師も支援しながら一緒に実験をおこなう中で発生した気体は水素であることがわかった。

O 生らは塩化アンモニウムに電流を流していた。両極から気体が発生したものの、どちらの極も塩素臭がしたような気もするものの、アンモニア臭も感じていた。マ

ッチの火などの反応もはっきりせず、どうもアンモニアや塩素は出たものの明確な結果とはいえない様子だった。

M 生らは、塩化銅に電流を流し続けるとどうなるかを確かめていたが、実験時間が経過するごとに色が薄くなっているような気がしていた。実験時間が終了になったので、教師の側で次の時間まで電流を流し続けておくことを約束した。

はじめに電流を流し続けた M 生らに結果を観察する時間を与えた後で、それぞれが実験の結果をまとめ、言えそうなことを交流し合った（ジグソー法）。交流していく中で生徒は次のようなまとめをしていた。

陽極 から塩素、
陰極 から水素

 **【論議】**

K 生の記録

塩化物に共通するものは、
ほぼ陽極から、プールの臭いがするこ
これは塩素となる。そして、
陽極から塩素がでることかわかる。
塩化アンモニウム
はよくわかんない。

【考察】

。これらの結果から塩酸の陽極では塩素 陰極では水素

硫酸の陽極では酸素 陰極では水素 が発生すると思われる。

。○酸の共通点は陰極から水素の気体が発生するのだと思われる。

。硫酸からは陽極から硫黄 陰極から水素が発生すると予想したが、
陽極からは酸素 陰極から水素が発生することが分かった。

【論議】

N 生の記録

【考察】

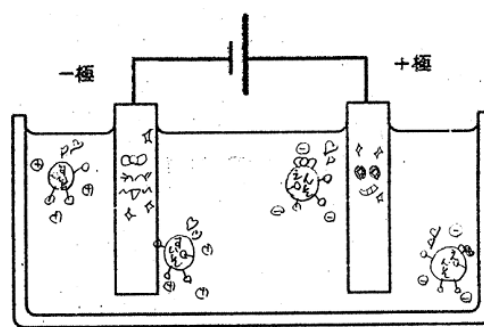
塩化鉄に電流を流したら、陽極からプール臭がして、リトマス紙が脱色したので塩素が発生したと考えられる。陰極からは磁石に反応があったような気がした。また、固体が付着していたと思ったが、他の班ではそのような反応がなかったため、分からない。

Y 生の記録

生徒は塩化物の場合、陽極から塩素が発生してくる事実からどうしてこのようなことになるのかその仕組みを自分たちなりに考えを練る時間をとった。

K2 生は陽極に行かざるを得ない理由として磁石的な仕組みがあるのではないかと考えていた。電気の場合なので、静電気の性質を考え、塩素の粒子はマイナスの電気を持っているのではないかとした。

磁石の理論で考えると S 極と N 極は
ちぎちぎして S 極と S 極・N 極と N 極
はきらいきらいとになる。これを 一極・一極
で同じように考えると 塩素は - を持っている。
水素は + を持っている。すると、どちらも
ちぎちぎしてなるので 塩素は 陽極に
行く。



マイケル・ファラデーの考え、即ち電気をもつ粒子が移動している考え方と同様なところまで生徒は自分たちの考えを練り上げながら到達することができた。

（事例5）金紙は紙なの？金属なの？

～マルチメソッド探究を重ねながら解き明かすことを「楽しい！」と感じた事例～

＜2020 年 7 月 1 年 1 部「金紙は紙なの？」＞

1 年生は 7 月になると生物単元を終えて、身の回りの物質に入っていた。一番はじめにおこなったことは、家庭用のゴミの分類である。様々なものを用意し、それぞれどれに該当するかを聞いていく中で、どちらともとれないような金紙で生徒の知的葛藤が始まった。「それは紙だよ。金紙っていうくらいだから。」という紙派と「金属も入っていると思う」という金属入っている派ができた。

教師が「そもそも金属ってどんな性質なの？」問うと「キラキラしている」「電気を通す」「熱を伝える」「燃えない」「磁石につく」等の意見が出てきたが、「燃えない」や「磁石につく」では（おや？）というような顔の生徒も多く見られた。指名して聞いてみると、金属も燃

えると言っていた気がする、全部磁石につくわけではないと思う、との意見。そこで、金紙をたくさん用意し、さらに、様々な金属の種類を用意しておいて、金紙の正体を探るために、様々な金属と比較しながら自分たちなりの方法で追究することとした。(マルチメソッド探究)

I 生らは、金紙に電流を流そうとしたが、流れない。他の金属は電流を全て流すので、金属ではないという考察になりそうだったが、「金属がある」という強い思いからヤスリでこすったところ表面の塗料がはげてテスターを当てたところブザーが鳴って、電気が通ることがわかった。一方でキラキラしていない方にテスターを当てても音は全く鳴らず、ヤスリで磨いても変化はなかった。S 生らは、水への浮き沈みを調べていたのだが、紙を丸めると沈み、広げると沈まないことに強い疑問を持った。S 生らに呼び止められ、困っていることを伝えられたので、他の金属と比較してみることを提案。1 円玉を平らな面を水面にそっとおき浮くことを確認した後で、縦に入れて沈むことを確認。「水面には表面張力という力が加わっているので、浮き沈みの検査は水に沈めて浮くかどうかを観ることが大切なのでは？」とアドバイスした。S 生らは金紙もはじめは浮くがそのうちに沈むことをみつけ、紙にも同じような性質があることから、紙が水を吸うまでは浮こうとするのではないかと考えた。Y 生らは、金紙を燃やしていたが、燃え残りの様子を、普通の紙やアルミホイルと比べてみて、「アルミホイルもずっと火に当てると燃えるし、燃えた後が金紙と同じ感じ」「金紙の一部は黒い炭ができるので紙が使われているようだ」とした。



それぞれが自分の考えた方法で謎解きのような実験をしている最中に I 生がつぶやいたのが「理科っておもしろい・・・」という言葉であった。

互いの結果を共有して、どうも金紙は金属の裏に紙を貼り、上から金色になるような塗装が施してあることを生徒達はつかんだ。

色付き紙の表面のキラキラは、フタをやってもらなかった。そのキラキラを剥いて中の所をアサリでやると鳴った。これから表面キラキラは紙で中の所は金属ということがわかった。
【結論】

4 実践からどのようなことが得られたのか

(1) 前提となる学びを予めおこなうことで広がったり深まったりする

事例 1 から身近なものの観察や予めよく見ておくこと、知っておくことで生徒は学びを自分の経験や観察したものに寄せて語ることができていた。また、経験しているからこそ、互いに意見を出し合ってもその根拠の妥当性を自分なりに判断することができる。つまり、学びが深まる。これらは生徒が意図的におこなっているというより、予め経験しておくことで自発的に広がったり深まったりしているように感じた。今回の COVID19 の休業は様々な面で教育上の問題を多々引き起こしたが、「自分の経験を豊かにする時間」として具体的で後の教科指導へ戦略的な意味合いを持つような課題を出していけばその後の教科学習に効果を現してくると思う。

しかし、現状ではこのような事前の課題（前提学習）を宿題や家庭での課題として出しているわけではない。時間もかかり、休日にも部活に参加するような生徒たちには外に出て観察をおこなう時間的な余裕はないからである。恒常的に前提学習を用いるとしたら工夫が必要になってくる。

（２）自分たちの学びが活かされると生徒は広めたり深めたりする

事例２では、社会的につながり、自分たちの学びが活かされることで学びの意味や価値づけがなされることで生徒は主体性を高め、学びを深めることが示された。今回の２年２部では、自分の考えが「すばらしい」と評価され、自分のアイデアが大人の世界に影響を与えるということは大きな意味を持ったと考えられる。

今回は社会との繋がりを活かした形だった。このような外部との連携は特に効果も大きいですが、計画的に取り組む必要があることや、状況を考えると連携にタイムラグを生ずる場合もある。このようなこともあり、当然外部との連携も模索はしていくが、適時性で考えると学校内での連携や他教科との繋がることで、学びを広める、深める方策も必要である。さらに自分たちが環境作りをする中で実際に自分たちの投げかけで変化が起きるという直接体験から実感することも重要である。

（３）自分たちで追究の方法を考えることは学びを広めたり深めたりする

事例３、事例４、事例５から、自分たちが方法を考えつつ問題解決にあたることは生徒の主体性を高め、学びを広めたり深めたりすることが示唆された。その意味でマルチメソッド探究の有効性は高い。特に自分で考えた実験を行っているので、その意図や目的、結果から導かれる考察は主体的・能動的であり、誰かに教えてもらおうという状況にはならなかった。さらに、「分解者のはたらき」でみせた H 生のように、観察が自分の生活の一部になり、一研究でも探究しようという意欲を持った生徒や、一般に難しいとされるイオンの概念を自分たちで構築することができたというのが大きな成果であった。

しかし、この方法は時間をかなり費やすこと、生徒の考え方や能率に応じて必要となる時間が変化していること、方法や手順に不慣れであったり誤ったやり方をしたりしている場合もあり、やり直しを求めてくる場合が非常に多かった。マルチメソッド探究を行う場合には相応の支援が必要となる。

（４）論議の方法を工夫することで生徒の考えは広がり深まる

事例やこれまでの学習から富士見中学校の生徒たちは友達の意見をよく聞く一方で反対意見も述べることができる。一方的に否定をしない代わりにしっかりと問題点を指摘することができているのでテーマを深めることができている。

今回は自由な論議タイムを中心に話し合いを生徒が個別に意見を聞きたい人同士でペアをつくり、情報交換することが多かった。一方でコントロールしたパネル式論議（２年）や屋台村方式（３年）もおこなって、より主体性が高まる方策を考えた。

自由な論議タイムはのびのび、生き活きはしているものの、同じ人の意見を聞きがちになる。パネル式も条件をつけているものの、それが守られていることを確かめるところまではしていないので、偏った人との交流になっている。屋台村方式は発表が1人であるため前述のようなことはないが、準備の段階に時間を十分に取らなければならないという問題点がある。

5 「科学することが好きな生徒」のさらなる涵養

(1) マルチメソッド探究とジグソー法を支援する取り組み

マルチメソッド探究では、実験方法をサポートできるような「サポートカード」を用意しておき、「目的」→「方法」がわかりやすく引けるカードを作って班で1つ程度用意しておくことを考えたい。分野や領域で異なってくるかとか、どのような内容を盛り込めば良いかという部分はこれからの検討課題である。

また、マルチメソッド探究では、予め「探究プログラム」を生徒に与え、限られた時間の中でどのくらいの探究時間を取るのかを合意形成しておくことが必要になりそう。

ジグソー法を支援する方法として、ICT機器を使った結果や考えを共有する方法を考えたい。できるだけ簡易でいつでも使えるような方法を考えていきたい。

(2) 学びの意味を深める教科・地域・環境との連携

今回の実践事例でも述べたように、理科での学習内容に意味を見だし、自分の考えの良さだけではなく、さらに深く考える必要性を見出したときに学んだことは納得する理解、生きる知識となってくる。今年の取り組みからも分かるようにこのような繋がりには理科の中だけではなく、他教科や地域との連携からさらに有意味・有意義なものとなる。この際に、相互の強化がどのような視点をもって共有するのか、どのように共有するかが非常に大切になる。したがって実施をする際には教科間、教科担任間の密なる連携が必須である。今後実施へ向けての協同的なカリキュラム編成を模索していきたい。

(1) 具体的な教科間連携 1 学習内容の共有からはじめる科学する心の涵養

学年 単元	連携教科（内容共有）	理科としての視点
1年 「身近な生物」	1学年国語「野原は歌う」	生物になったつもりで感じてみる。共通性や多様性、思いやり
1年「植物の分類」	1学年国語「ダイコンは大きな根？」	自分たちが食べている部分に着目しながら仲間分けにつなげていく
2年「動物の体のつくり」	2学年国語「生物が記憶する科学」	観察の方法：一研究 多様性と共通性
3年 「地球と宇宙」	3学年国語「月の起源を探る」	太陽系の成立
1年「身の回りの物質」	1学年数学 「方程式」	単位あたりの量、濃度の計算、密度式の変形、式の単純化、有理化
1年「身の回りの現象」	1学年数学 「比例・反比例」	現実世界での限界と式の有効範囲
2年「化学変化と質量」	2学年数学 「1次関数」	係数の意味と自然事象を式にする

		ことの意義性
2年「電気 オームの法則」	2学年数学 「1次関数比例」	現実世界での限界と式の有効範囲
3年「等速運動，等加速度運動」	3学年数学 「 $y=ax^2$ 」	二次関数の意味（積分的要素）
3年「運動とエネルギー 力」	3学年数学 「三平方の定理」	力の合成と分解，日常への応用
3年「遺伝」	3学年数学 「標本調査」 1学年 「確率」	確率と数学を活かした研究方法の ありかた ー研究
1年「植物の世界」	1学年技術 「栽培」	植物の生育に必要な要素
2年「電流の性質」	2学年技術 「エネルギー変換と利 用・ラジオ制作」	回路，電流と磁界，増幅，発信・受 信，

(2) 具体的な教科間連携 2 研修体制を整え，資質・能力で連携する

理科で「どのように学ぶか」は問題解決的におこなっている。この点において他教科においても基盤的役割をしていると言える。

内容面で（1）のような積極的な連携をしている，いないに関わらず，理科で見方・考え方ははたらかせて問題解決的な学習を能動的におこない，観照・省察や諦観を身につけるようにしていけば，資質・能力的で他教科での学習姿勢と密接に関わる事となる。

その場合，職員研修などで教科相互の見方・考え方や資質能力を確認したり，理解したりしておくことは重要である。このような職員研修の実施は定期的かつ目標を共有することが大切である。今年度（2020年度）後半よりこのような取り組みを行っていきながら，最終的に学校全体で「科学する心」の涵養がそれぞれの教科で重要な意味を持つてくることを理解していくような環境を整えたい。

他教科の主な見方 ・位置や空間的な広がり・時期，推移など ・数量や図形及びそれらの関係 ・造形的な視点 ・協力・協働，健康・快適・安全，生活文化の継承・創造，持続可能な社会の構築等 ・技術との関わりの視点	他教科の主な考え方 ・人間の営み・因果関係などで関連付ける ・論理的，統合的・発展的に考える ・意味や価値をつくりだす ・工夫する ・技術を最適化
「科学する心」 予断なく判断し，行動しようとする（観照） 思い込んでいないか 真実を大切にしようとする（省察） 事実に基づいているのか 本質を見極めようとする（諦観） 問題点と因果関係にあるのか	
理科の見方 ・質的・実体的な関係 ・量的・関係的な関係 ・時間的・空間的な関係 ・多様性と共通性 ・原因と結果 ・部分と全体 ・微視的・巨視的 ・定性と定量 ・要素・システム	理科の考え方 ・比較する ・関係づける ・条件制御する ・多面的にみる ・分析・解釈する ・転移する ・概念化・抽象化する

(3) 自らの手で環境作りをおこない学びの意味や価値を深める「学校ビオトープ」

富士見は環境が豊かである。しかし，それは本当に「自然」にあって，その価値について生徒は深く考えているわけではない。地域における植生や動物の生態をよく理解することとそれらの環境依存性を深く学ぶことには大きな意義がある。つまり，実際に栽培することや再現をしてみることで，一朝一夕に環境を変化させることができないこと，一端環境ができれば

ば自ずとそこにあって然るべきが如く存在できる，という両面を学ぶためのアプローチが必要になる。

幸い，本校には広い敷地があり，特に中庭は，生徒が移動する際にも利用することが多い。このような場所に地域の環境を生徒が主体となって再現するような取り組みを展開することにより，その可能性や難しさ，価値，時には達成感をえることができると考える。

自分たちで問題解決をおこなう力がついてきており社会人との相談や連携もできるこの年齢での地域環境再現プロジェクト学習はこれからどのような社会を作っていくかを考え，さらにエネルギーや食料をも包括した学習の場として重要かつ意義があることと考える。

理科の時間や総合的な学習の時間を使いながら，ある意味プロジェクト的な課題に取り組んでいく中で生徒は能動的に問題解決をおこない，自分たちのおこなってきたことが目に見える反応として表れたときに学びは深まり，悦びに変わるのではないかと考える。

(3)「なぜ」と「どのように」を基盤とした生徒による問題解決

今回の取り組みでは事例3で部分的な時間で行った生徒が話し合いの進行役を務めながら探究学習を行っていく機会を増やしていきたい。その際には，係や学級長などの役割的なリーダーからはじめ，希望者を募りながら理科が好きな生徒でありながらもなかなか自分から前に出られなかったような生徒の活躍を支援して，効力感・有能感を高めていきたいと考える。

具体的には長期ミッション型問題解決学習の考察でも挙げられているように，生徒の意向を授業進行へ活かしていきながら，生徒と共に運営していくようなミッション型問題解決型学習を来年度は指向したい。

これまでも，トピック的に生徒の司会進行で授業を進めることがあったが，本年度，機会を増やししながら生徒が授業を主導する際の注意や配慮について研究を進めていきたい。

(4)「きれいな理科授業」と「実験つき解説授業」からの脱却

中学校理科の授業では，定量的に実験をおこなう場合必ず誤差が付きまとう。それ自体は致し方ないが，ジュールの法則などその実験値を用いて一定の数字を求めるような場合には手続き上はしっかりと問題解決できているにもかかわらず，実験操作の未熟さ，勘違い，誤った方法，問題のある計測・測定，機器の不調などによりまるで異なる数字となってしまう。これまで中学では問題のある結果が出た場合はないことにするか，平均をとってならしてしまうかなど「美しい数字」や「理想的な値」となるような工夫を教材研究で行い，得られた理想的な値をもとに授業を行ってきた。つまり，そこには「正解のある探究」や「実験が成功する」という考え方があり，「問題ある計測値」を活かして授業化しようとは考えなかった。いわゆる「実験つき解説授業」（大高泉 2019）である。

しかし，これら「問題ある計測値」はなぜ問題だったのか，何が問題だったのか，何をどうすれば良かったのかなど，それ自体が批判的思考の重要な要素であり，中学校の考え方，分析・解釈をすることが発揮できると期待される。以下に今後の授業プラン案を示す

(1) マグネシウムに結び付く酸素の量

化合の際には質量が多くなればそれに比例して結びつく。一般的に「定比例の法則」と呼ばれるものであるが、この実験では、マグネシウムをこぼしてしまったり、マグネシウムが燃焼せずに残ったり、窒素と結びついて黄色い窒化マグネシウムになったり、燃焼時の熱で酸化マグネシウムが煙状となって空气中へ拡散したりなど、比率が3:2とはなりにくい。では、銅を使用すればよいかというと、それはそれで、新品を使わないと初めから酸化していて4:1にはならない。マグネシウムの方が確実に質量は確実に増えることと、燃焼が激しい点で生徒には好評である。なお、マグネシウムは「削り状」のものを使用することが前提である。

学習展開	生徒の意識
マグネシウムの燃焼を観察 質量が増加することを確認 問い マグネシウムが燃焼すると際限なく 質量は増えるのか？	○増加に限度はある ○酸素とマグネシウムが1:1で結びつくのであれば、3:2になるはずだ
<実験> マグネシウムを加熱しながら、質量の変化を調べる	○燃焼してできる酸化マグネシウム量には限界がある。 ○やはり、増加量には限度があるぞ ○でも、予想していた値とは違う。 ○マグネシウムの質量が大きい場合は3:2にはならない。 ○マグネシウムの質量が大きい場合は黄色い物質ができる。
※値が異なった原因とは何だろうか	○反応し切れていないのではないか ○途中でマグネシウムがこぼれたのではないか ○未反応の金属があるのではないか。 ○たくさんあると別の物質になるのではないか
<要因に対する追究しよう> ≪検証方法を考え取り組む≫	(例：予想される生徒の反応) ★皿を大きくしてこぼれないようにしたらどうだろうか ★小分けにして酸素と結びつきやすくしたらどうだろうか ★酸素がたくさんある中で反応させたらどうだろうか ★黄色い物質と白い酸化マグネシウムの違いを調べてみたらどうだろうか ★空中に散乱する白い煙が逃げないようにしたらどうだろうか。
結果から考察・論議しよう	○燃焼皿を大きいものにすればより予想値に近づくので、酸素が結びつきやすいことが大切だ。 ○小分けに燃焼させて合計すると、予想値に近づく。そのとき、窒化マグネシウムができなかったため、より多くの酸素と結びつけば予想値に近づく。 ○すべてのマグネシウムが酸素と結びついていないのが問題なんだ。

(2) オームの法則

オームの法則は、電流・電圧・抵抗の関係を示しており、抵抗が一定ならば電圧と電流は比例する電流回路の基礎的な理論であるが、実生活では比例関係になるものはない。なぜなら通電によってエネルギーを生じそのために抵抗値が変化するためである。例えば豆電球では電圧を高め明るくなるとそれにつれて抵抗値が高くなるので、流れる電流は頭打ちになっていく。セメント抵抗も実は発熱によって抵抗値が若干変化するので厳密に比例とはなっていない。抵抗値が変化しないという理想値と現実の実値は異なるということを学ぶことはエネルギー単元の本質を見つめようとした時に無益なことではない。

本授業は、一旦、電圧と電流との関係をセメント抵抗で比例とみなしてよさそうだとということから豆電球でもこの関係になるか問う。

学習展開	生徒の意識
電流・電圧はいつでも比例関係にあるだろうか 豆電球での検証	○セメント抵抗が比例だったから、たぶん比例になるのではないかな。 ○比例の直線になっている感じがしない。
＜要因追究しよう＞	○同じように電圧を大きくすると電流は強くなる。 ○電圧が大きくなると、電流は流れにくくなっていて比例直線にならない
知的葛藤： 電球のグラフが比例にならない原因は何だろうか	
	○異なった原因とは何だろうか ○電圧を大きくすると抵抗値が大きくなっている ○電圧を大きくすると明るくなるので、それと関係があるのではないかな。
電球の種類を変えて検証しよう シグソー法 結果から考察・論議しよう	＜電球の種類毎で電圧と電流の値をグラフ化する 生徒の考えにに応じて照度や温度を計測する＞ ○すぐ明るくなる電球は直線にならないな。 ○明るくならない電球は比較的直線だ。 ○明るくなり始める時に大きく抵抗が変わるぞ ○電球が明るくなると、抵抗値は大きくなるといえる。 ○明るくなると同時に温度も上がっている。 ○明るくなることで、余計にエネルギーを使っているのかもしれない。

（５）計画的な前提学習の試行

COVID19 の休業は前提学習の有効性を明らかにした。しかし、前述の通り、恒常的に前提学習を用いるとしたら工夫が必要になってくる。

そこで予め 1 年間決まった課題を出した上で、長期間時間をとることで取り組みが可能な状態をつくりたい。その上で前提学習を活かせるような単元構成にすることを考えたい。

課題を出す前には当然その課題をどのように取り組むべきかなどの情報提供や指導はおこなうものとする。また、苦手な課題や不可能な課題には次善の案を示しておく。以下に課題（案）を示す。

	入学前	1 年	2 年	3 年
4 月～5 月		アカシロツメクサを探す	家の人と魚かイカをさばく	カエルの卵を見つけてオタマジャシを飼う
6 月～7 月		ゴミの分別を家庭でおこなう	何か野菜を育てる	ピーターコーンで白と黄色の数を数える
9 月～10 月		山に登ったり化石を採ったりする	電気店で電池の種類を調べる	月を観察してカレンダーをつくる
11 月～12 月		川に行ったり石を採ってくる	気温や気圧や湿度を測る	星を観察して北極星を見つける
1 月～2 月		雪の結晶を観察する	自然のフリーズドライを作る	卒論を書く
3 月～4 月	スケッチ 野草の観察と名前を覚える	ホットケーキかカルメ焼きを作る	紫キャベツで酸性・アルカリ性を調べてみる	

6 結びとして

本校は開校 11 年目を迎え、生徒の様相も大きく変わり様々な意味で変革の時期を迎えている。地域に根ざした教育は改めて学校としてどのような方向性で特徴付けていくのか、生徒のどのような点を伸ばしていくのか問われている。折しも指導要領の改訂とも相まって、新しい学びの構想が必要となってくる。このような状態の中で、学びのあり方を学校全体でも考えていく必要がある。本取り組みを学校全体で共有しながら、新しい学びの構築をどのように展開していくかの礎にできればと願っている。

本校は地域から期待されている個の伸長のみならず、地域を支える社会の一員としての自覚と矜持を持って物事へ当たれる未来志向の人づくりを目指していかなければならない。「学力」は言わずもがな「意思」の涵養が問われる。その意味で教師自らが今後一層の研修と修養をおこなって自己研鑽する中で主体的で「科学する心」をもつ生徒をどう育んでいけば良いのか考え続けたい。

研究代表者	名取 克裕
理科教科会	曾根原香織
理科教科会	玉垣 政博
理科教科会	湯田坂 拓
学 校 長	塚越 智英
教 頭	久保 貴史