

19	安城	東山中学校	アイハラ マナ 相原 真奈
----	----	-------	------------------

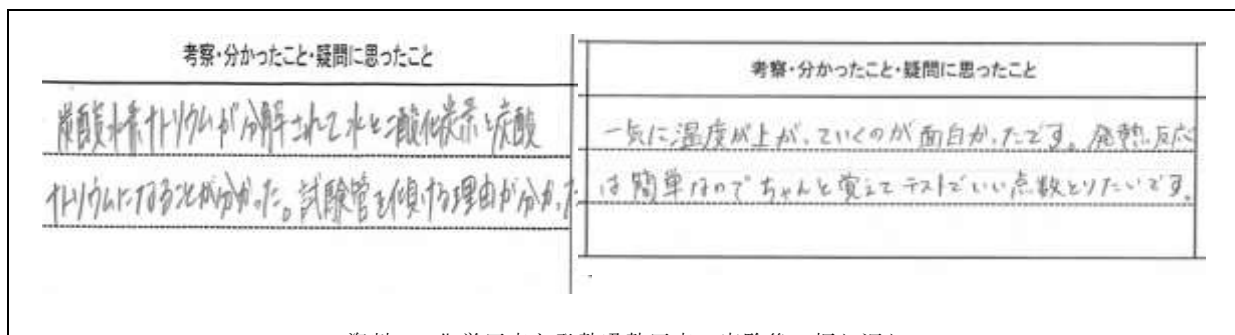
分科会番号	5	分科会名	理科教育（中学校）
-------	---	------	-----------

研究主題

知識の習得だけでなく、自発的に問題を見出そうとする生徒の育成

1 主題設定の理由

本学級の生徒は、学習に前向きで授業中に学習内容に関する質問をする場面が見られる。また、単元の振り返りでは、印象に残った学習内容として多くの知識とそれに関する疑問が記述されている。しかし、振り返りの記述を確認すると学習内容を知識としてもっていることの披露に過ぎず、知識をつなげて考えようとしている内容は少ない。また、知識の獲得だけで学習を終えてしまう姿が多く見られる。下の資料は一学期の授業での振り返りの一部であり、教科書どおりの知識を述べた振り返りである（資料1）。



資料1：化学反応と発熱吸熱反応の実験後の振り返り

このように生徒たちが知識の獲得で学習を終えてしまうのは、教師の教材提示に問題があると考えた。授業展開が単純で、教科書の内容を覚えれば分かるという課題や教材の提示をしていることと、教師が生徒の既存の知識と学習内容をつなげる機会を与えていないことが問題である。例えば、化学変化の単元のうち、酸化、還元、硫化を学習する授業では、実験方法も教師が指定し、課題に取り組むように指示を出し、何が生成されたかまとめて発表させた。生徒は指示通り実験をし、生成されたものをまとめるだけで終わってしまった。この実験の場合、実験する前に材料から何が生成されるか予想をさせることに加えて、前回までの実験とどう違うのか比較する過程を踏ませることで硫化に関する興味・関心を広げられたかもしれない。教師が学習内容の理解だけで完了としてしまったことで生徒が学習内容を広げようとしなかったと考える。このような授業展開と振り返りでは、次につなげるための考え方の取得やその意欲をかき立てることは難しい。

私は、教科書にある通りの知識を次々と習得させることも大切だが、知識のつなげ方を育てることも大切だと考える。この力は理科の見方・考え方のうち共通性・多様性の視点にあたる。

これらをふまえ、生徒が「何か共通することはないだろうか」「これらはどんな関係があるのか」と自ら問題を見出せるような単元を貫く発問と授業中の問いかけの工夫する必要があると考えた。以上のことから本主題を設定した。

2 研究の目標

研究の目標とする「目指す生徒の姿」を以下のように考えた。

教科書に記載された知識の習得だけでなく、単元を貫く主発問と簡単には解けそうにない授業中の問いかけを通して生徒が自ら自発的に問題を見出そうとする姿

3 研究の仮説と手立て

(1)研究の仮説

生物のつくりとはたらきの単元において、単元を貫くの主発問と簡単には解けない発問の工夫で理科の見方・考え方を習得し、自ら問題を見出そうとする姿を引き出すことができるだろう。

(2)研究の手立て

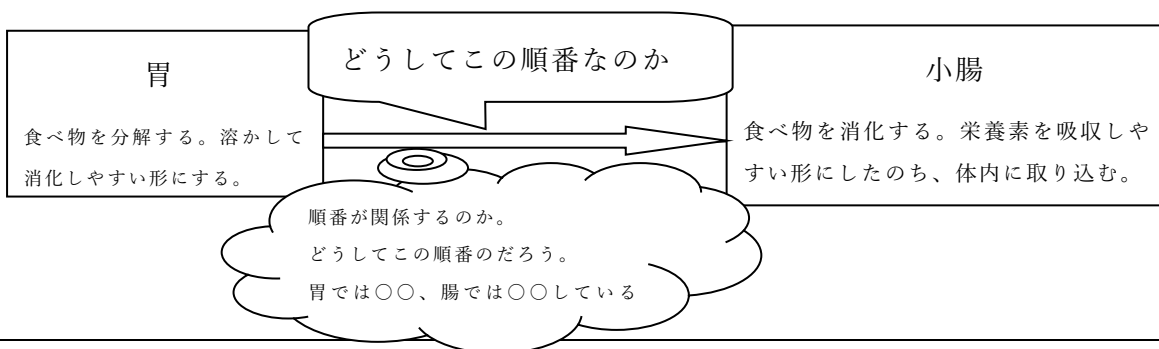
仮説に迫るために次の2つの手立てを用意した。

手立て①

既存の知識だけでは不十分で簡単には解けない発問を用意する。

生徒自身がこれからの学習内容に関する既存の知識を整理するとともに、無知なこともあると気づくことができる疑問を提示する。

学習内容に関する事柄について生徒が「自分も少しはわかっているから解けるかもしれない」という発問を用意する。具体的には、「人間がおにぎりを食べて排出するまでの道のりを書いてみよう」というお題を出す。すると胃や小腸という消化器官を書き出すことができ、既存の知識の自覚を促せる。ここで教師が「小腸が先ではいけないのか。」と問いかける。すると、はたらきの違いが明確でなく問題意識が生まれる。「どうしてこの順番なのだろう」という疑問や、「胃では〇〇、腸では〇〇をしているからかもしれない」という予想を立てる生徒も出てくるだろう。



手立て②

単元を通して同じ発問を繰り返す。

生物の単元では体のつくりやはたらき、仕組みについて考えたり整理したりして理解することが主な学習である。また、生物領域の主な理科の見方・考え方は共通性と多様性の視点と比較や関係づけの考え方である。化学領域に比べ、知識量が多く、関係づけられる内容が多い。そこで単元を通して「植物と動物の共通点と相違点は何か」という発問を繰り返し用いることにした。何度か繰り返すことで使える語句が増え、知識の理解度が高まっていくので、より理科の見方・考え方を発揮した回答ができるようになるだろう。そして発問に対する回答を考えていく過程で「〇〇の場合はどうか」「植物と比較して人間は〇〇であるのでは」など自発的に問題を見出す機会が生まれると考えた。

4 研究方法

抽出生徒を設定し、その変容を追うことで仮説を検証する。抽出生徒A（以下生徒A）は授業の様子を見てみると、理科に対する関心や意欲が高いと感じられる。また、他の生徒の発言を記録する姿が見られ、実験に対して興味・関心をもっている。しかし、知識の獲得で終わり、これまで学んできた知識との共通性を考えようとしたり、見つけようとしたりする様子は見受けられない。資料2、3は生徒Aの振り返りである。

考察・分かったこと・疑問に思ったこと	考察・分かったこと・疑問に思ったこと
炭酸ナトリウムと二酸化炭素がたがはる反応が分かりました。炭酸水素ナトリウムはイオン式で表わすので間違えが少なくなりました。	火や熱を発生する反応でCO ₂ が生成するのはいいと分かりました。また、酸素が燃やすための役割も分りました。

資料2：炭酸水素ナトリウムの実験

資料3：酸化と還元

これらの振り返りから、実験についての知識の習得で終わってしまっていることが分かる。生徒Aが単元の最後の振り返りで生物の共通性や多様性に触れるような知識と知識のつながりが見られるか検証する。

5 実践

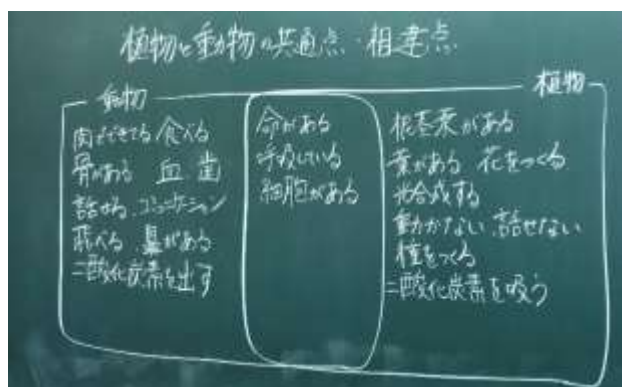
(1) 単元構想

本研究では、中学2年「生物の体のつくりとはたらき」の単元を取り上げる。本単元では、生物の基礎単位となる細胞についての学習や、植物と動物のからだのつくりとそのはたらきについて学習する。ここでの理科の見方・考え方は多様な視点から共通性と多様性を見出すことである。そこで教科書で学習する前に動物と植物の違いと共通するものについて考える機会を設ける。すると何が共通するのか考えを巡らすことや、予想を立ててから学習することができるだろう。

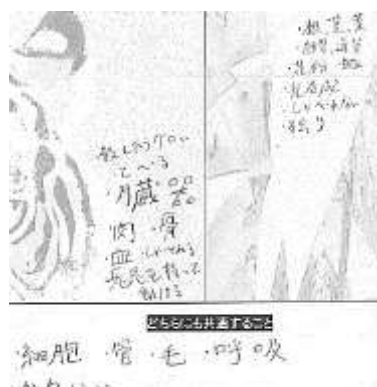
このように教科書には掲載されていない問いかけを取り入れることで理解が不十分な部分を自覚するとともにその点を解決するために考えを巡らせる機会を設けていく。また、小単元が進むごとに「共通点・相違点は何か」という主発問を取り入れていく。

(2) 植物と動物の違いって何だろう？単元冒頭での知識を整理してみよう。【手立て①】

教科書では、動物細胞と植物細胞の比較を通して「細胞」という語句を提示している。今回は観察の前に動物と植物の共通点と相違点について考える時間を設けた。これは学習前の既存の知識を書き出させると同時に知識を整理することが狙いである。すると生徒たちは動物と植物がそれぞれもつ器官はいくつか書き出すことができた。一方で、共通するものはなかなか出てこなかった。学級全体での板書と生徒Aのワークシートを下に示す。



資料4：動物と植物の共通点・相違点をまとめた板書



資料5：生徒Aのワークシート

生徒Aは動物と植物についてそれぞれの特有の器官については書き出せている。しかし、共通するものについては書き出せない状態であった。近くの席の生徒と意見交換の時間を設けると、書き出すことができた。動物と植物には共通するものもあるという視点を獲得することができた。

単細胞生物と多細胞生物や、たくさんの細胞が集まって組織となり、そして組織が集まって器官となることを学習したのちに、もう一度、植物と動物についての共通点と相違点について問いかけた。すると、植物も動物も細胞という小さな構造があることと、細胞は規則的であつ役割が同じもの同士で集まっていることを理解することができた。一部の生徒たちは、共通点と相違点について姿や形が似ているものだけを考えるのではなく、はたらきや機能の視点もあるということに気づき始めた。一方で、生徒Aはこの段階では共通点や相違点について姿、形で探していることが多く、新たな疑問や仮説を立てる記述は見られなかった。

(3) 植物特有の「葉」「光合成」「蒸散」「葉と茎と根のつくり」を学ぶ授業にて

ア 小単元の冒頭に共通点と相違点について問いかける【手立て②】

「今度は植物の体について学習していく。では、植物と動物の相違点って何？」

細胞と生物の体について学習を終えた後は、まずは植物の体のつくりから学習する。この小単元の冒頭でももう一度、植物と動物についての共通点と相違点について問いかけた。すると、「細胞」を学習する前よりも具体的な言葉が多くみられるようになった。特に、比較して述べる発言が多くなった。例えば、動物は他の生物を食べるが植物は他の生物を食べることはしない点や、植物たちの葉は総じて緑色のものが多いが、動物にはある部分につい

て同じ色のものはないこと、植物は幹や皮という硬い部分が外側にあるが、動物の体のつくりではどちらかという
と逆であるなどが挙げられた。一つの体の部分の有無や行動の有無について述べる内容が多かった。一方で機能やは
たらきに注目した共通点、相違点の発見はなかった。生徒Aはこの時、植物には食べるための歯や爪などはないと
発言している。体のつくりについて器官だけではなく、理由も考えるなど、視点を広げている様子が見受けられた。

イ「葉のつくり」「光合成」と「呼吸」での問題提起を促す問いかけ【手立て①】 「光と二酸化炭素と水が3つそろえば植物体はでき上がるのか」

「葉のつくり」と「光合成」では主に対照実験の操作と、葉緑体が光と水と二酸化炭素からでんぷんを生産する
ことを学習する。また、植物はでんぷんを生産するために光合成を行っており、酸素に変換することが目的ではな
いと気づく必要もある。生徒たちは小学校で二酸化炭素を酸素に変換しているという事実を知っているが、それが
植物の目的ではないということに気がついていないことが多い。そこで、まずは光合成の目的に注目させることに
した。「葉」で行われているはたらきについて考える時間で、「光と水と二酸化炭素の3つが揃えば植物の体ができ
るのか」と問いかけた。すると、生徒はその3つだけでは植物の体はつくられないと答え、同時に植物が光と水と
二酸化炭素からどうやってからだを成長させているのか疑問に思う発言があった。生徒が疑問をもった状態で授業
を進めることができた。そして光合成ででんぷんを生産し、でんぷんは植物が生きるためのエネルギー源として
使われることを示した。最後に「植物の葉で行われているはたらきは何か」と問いかけたときには、光合成
をしてデンプンを生産することであり、光合成には光と二酸化炭素が使われ、酸素が排出されるとまとめる
ことができた。資料6の生徒Aの振り返りから、学習前と葉のはたらきについて捉え方が変わったことが見
受けられる。しかし、自発的な問題提起は見られなかった。

考察・分かったこと・疑問に思ったこと
葉は二酸化炭素を吸って酸素を出しているけれど、 が一つの仕事はしていないことがわかりました。その 前実験でもまじかたがたのま時間短縮した はたらきだと思えます。

資料6：生徒Aの振り返り

ウ「蒸散」「葉と茎と根」の学びで動物と植物の共通点について問いかける 「蒸散は天気に左右される。天気がよいとたくさん行われるものは動物の体では何 にあたる?」「同じ機能をしているのは動物の体では何だろう」【手立て②】

「蒸散」と「葉と茎と根」では気孔のやくわりと導管師管があることを学習する。蒸散は主に二つのはたらき
があり、根からの水の吸水を助けるはたらきと植物体の温度上昇を抑えるはたらきである。これは動物の発汗と同じ
機能である。植物と動物の共通点について気づかせたいところである。「蒸散」の実験では雨天ではうまくいかず、
晴れの時に明確な結果が出る。この事実を生徒に伝え、「蒸散」の二つ目の役割に気付かせるとともに動物との共
通点があることを導いた。

さらに、「葉と茎と根」では、葉でつくられたでんぷんが師管を通して茎や根に運ばれることや根からの吸水は
導管を通して葉に運ばれることを学習する。運搬という機能は動物の体のつくりにも存在している。この点につい
ても植物と動物の共通点として発見させたいところである。そこでワークシートに植物体を書き、そこに葉から根
までつながった管を描かせることにした。そして単元冒頭で書いた動物と植物の違いをまとめた図にかき込みをさせた。すると生徒から色も
形も違うけれど、はたらきは同じであるということに気付いた発言があった。右の図はこの授
業での生徒Aの振り返り（資料7）である。

考察・分かったこと・疑問に思ったこと
葉と茎と根には導管が通っていて人間の血管と 同じ仕事をしていることがわかりました。また、蒸 散が人間の汗と同じで植物の体でいれると思いた

資料7：生徒Aの振り返り

(5)動物特有の「消化器官」「排出」「血液と循環」「運動器官と感覚器官」を学ぶ授業にて

動物での学習内容は植物よりも習得すべき知識量が多い。一方で自分自身の体のことであるため普段の生活から
体験して学んでいる知識も多い。例えば、けがをすれば血液が出て固まり、修復していくことや骨と筋肉があるこ
とで体を動かしていることなどである。既存の知識が多い分、理解が不十分な点もわかりやすく、植物との共通点、

相違点について具体的に考え、問題を見出しやすい。

ア 小単元の冒頭に共通点と相違点について問いかける【手立て②】

「今度は動物の体について学習していく。では、動物と植物の相違点は何？」

動物の単元での一時間目でも植物と動物の共通点と相違点について問いかけた。3回目ということもあり、体のつくりの一部についての有無だけではなく、機能や構造について着目するなど視野が広がった発言があった。例えば、「植物は自分の栄養を自らで生産しているが、動物は他の生物を食べてそこから栄養を作っていること」や「植物は導管、師管と2種類の管が体をめぐっているが、人間には血管だけである」ということが挙げられた。この時の生徒Aは発言していない。

この授業で単元冒頭よりも発言内容が高度になってきていることを学級全体で共有した。

イ 動物特有の「消化・吸収」「排出」について問題提起を促す問いかけ【手だて①】

「人間がおにぎりを食べて便として排出するまでの過程を書きなさい」

教科書では消化について関係する器官について順に学習していく。だ液、消化液、腸、肝臓そして腎臓と学習が進むが、ここで何も疑問をもたないままでは教科書の知識の習得だけで学びを終えてしまうと考えた。動物（人間）が食べ物を取り込んで排泄物として排出するまでの過程の中で自分が理解していないところを明確にする必要がある。そこで、ワークシートに体の輪郭だけを示し、「人間がおにぎりを食べて便として排出するまでの過程を書きなさい」という課題を提示した。すると、生徒たちは既存の知識から体内の内臓を想像しながら描く様子が見られた。消化に関する器官のみの記述を指定したが、心臓や肺を描く生徒や、消化器官が胃と腸の他にどこにあるのか考える生徒の姿があった。また、胃や腸が枝分かれしたり行き止まりができていたりするものもあれば一本道で描く生徒の姿があった。胃や小腸大腸の順番や大きさが人それぞれで正しい図を求めて対話する様子が見受けられた。それぞれのワークシートを見合う時間をつくり、関係づけや比較して考えることのきっかけを提示した。例えば、「口から肛門までが一本道の人と、枝分かれしている人がある。もしも枝分かれだと仮定すると行き止まりでは何が行われている？」や、「多くの人が胃の次は腸を書いているが、これはなぜこの順番なのか？」「胃はこの大きさなのに、腸はこんなに長くて大きいのはなぜ？」と問いかけた。これを受けて生徒たちは消化器官が一本道である理由や大きさ、順番の理由を考える様子があった。小さな疑問をたくさんもった生徒たちへ、これからの学習で解決していく見通しを伝えると教科書を先読みしようとする姿があった。生徒Aは左のようなワークシートを仕上げている。腸が枝分かれしており、教師の問いかけから修正をしようと何度か消しゴムで消してやり直そうとしたあとが残る。



資料8：生徒Aのワークシート

ウ 「排出」「血液と循環」「運動器官と感覚器官」の学習で植物との共通点を問いかける【手立て②】

「同じ機能を果たしているのは植物の体では何にあたる？」

「排出」では効率を高めるため、毛細血管がボーマン嚢や尿管の周りに張り巡らされている。これは植物の根毛も同じ目的である。また、「血液と循環」では栄養素、排出物の運搬を血管が担っている。これは植物の導管、師管も同じ目的である。姿、形は違うが同じ機能をもつという共通点を見出したい。さらに踏み込んだ発見として、植物には便という排泄物がないことから体の一か所に排泄器官があるわけではなく、体中の気孔から二酸化炭素を排出していることや、目という光の受容器官があるわけではないが、光がさす方へ成長していく体の仕組みをもっている点などに気付かせたい。

そこで、毛細血管を張り巡らせているつくり

考察・分かったこと・疑問に思ったこと
毛細血管があることで葉の表面積が増え効率よく光を吸収できるのではないかと思いましたが、植物は根毛がある生物の根毛には毛細血管が張り巡らされているのではないかと思いました。

資料9：生徒Aの振り返り

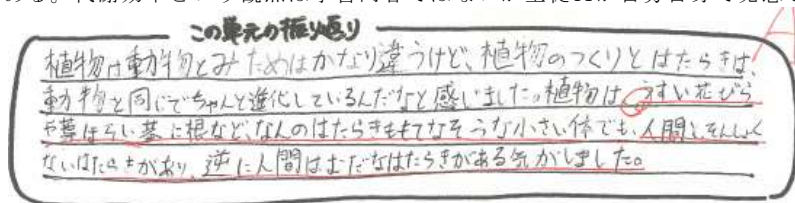
が見られる場合には必ず植物との共通点を問いかけた。同時に「この機能をしているのは植物だと何にあたるのか」と問いかけた。

すると生徒たちは根毛の存在と同じであることに気が付くことができた。生徒Aの振り返りにも毛細血管と根毛が同じ機能をもつものとして理解していることが見受けられる。

6 考察

(1)手立て①について

有効だったといえる。生徒Aは単元の最後の振り返りで植物と動物で比較し問題を見出している記述が見受けられたからである。また、植物の単元の振り返りでは問題提起の記述はないが、教科書に載っていない知識について興味をもっていると見受けられる記述がある。しかし、単元の振り返りで問題提起の記述がある。その内容は体の中の仕組みの代謝効率についてである。代謝効率という観点は学習内容ではないが生徒Aが自分自身で発想していることが読み取れる。



(2)手立て②について

自発的な問題提起を促す手立てとしては有効ではなかったといえる。しかし、回答の内容が「器官のあるなし」だったものが「姿・形は異なるが機能は同じである」という内容に深まった。生徒Aの「蒸散」の振り返り記述を見ると同じ機能をもつものとして導管、師管と血管について述べられているような記述がある。教科書にも機能が同じものとして一部だけ紹介されているが、その紹介とは異なるところで見つけることができていた。さらに毛細血管が表面積を増やす点に触れているが感想で終わってしまっている。毛細血管と根毛の共通点に触れているので、もう一步踏み込めば問題提起まで至った記述もあった。例えば、他に共通する機能を果たす体のつくりのしくみについて疑問をもつことや、どうして無駄に思える仕組みが、人間にはあるのか考えを深められるとよかった。

7 成果と課題

(1)成果

生徒Aをはじめ植物と動物の共通点について記述できないでいた。また級友と意見交換をし、器官のあるなしを考えるのみであった。そのため、比較することの視点が一つだけであった。しかし、この単元を通して、各器官の目的や存在理由について考えたり、機能やはたらきが同じものがあることに気付いたりすることができた。さらに植物と人間の体のつくりについて比較し無駄があるのではないかと疑問をもつことができた。この変容から生徒Aについては手立てが有効であったといえる。一方で、学級全体の生徒の反応を見ていると、回答の内容の範囲が幅広かった。人間特有、食虫植物特有など、例外的な事象であることの説明も必要であるほどだった。話が広がりやすい点もあるが、膨らませようとする生徒の姿「共通点と相違点は何か」という発問に対して繰り返すことは生徒の思考を深め回答の内容を変化させていった。

(2)課題

共通性・多様性の視点から比較することや関係づけする考え方の練習を積み重ねることで具体性が高まっていくことは実感できた。しかし、生物領域では例外や解明されていない部分、説明に高い化学の知識が必要であるものも多かった。それゆえ授業中に生徒が「〇〇の場合はどうなのですか」「どうして光を感知することができるのですか」という質問に対して説明が複雑になってしまった。理解もしがたく、学習の理解度が低い生徒にとっては解決されない問題として残ってしまった。これが自分で問題提起しても解決の見通しが立たないという予想につながり、問題提起すること自体の意欲が下がってしまったと考えられる。疑問が広がりやすい学習領域では解決の見通しを説明するなど、問題そのものの解説よりも解決方法を提示することが適切であると考えられる。