

生徒を「理科好き」にする授業づくりに関する研究 —中学校・理科授業での「学び合い」活動における 生徒の理解の「限界」を踏まえた教師支援の提案を通じて—

A Study of Science Class for Making Students Loving to Uncover the
Secrets in Nature and the Phenomena

井 村 日南野^{*}

西 野 秀 昭

Hinano IMURA

Hideaki NISHINO

福岡教育大学・大学院・教育学研究科（教職大学院）

(^{*}現 福岡市立三筑中学校)

(令和5年9月19日受付, 令和5年12月22日受理)

抄 録

本研究では当初, 対面での対話的活動「学び合い」を通して「理科好き」, 即ち, 自然の事物・現象を, 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ことができる, そのような力を生徒に涵養することを目的に, より効果的な「学び合い」の方法を見出す為に授業実践を行っていた。その過程で, 同じ対象物の特徴を生徒が自身の言葉で表現する際に, 言葉が異なる事で異なる意見や考えと捉えてしまう事があった。即ち, 教科書が用いている言葉での表現が「正解」で, たとえ同じ対象物の特徴を示していても, 別の表現では「不正解」と捉えてしまっていた。この現象は, 授業者自身も気づかない場合があり, 生徒への支援が手詰まりになってしまう実態があると共に, 例え ICT を使っても同じ問題が起こり, 実質は解決がつかないと考えられた。そこでこのような, 生徒が多様な言葉と一つの対象物を結びつけられない場合に, 生徒自身による考察内容の有意な共有化に繋げる為の教師の自覚化と, 例えば「群盲, 象を評す」を教訓とする等, カリキュラム・マネジメントの考え方を効果的に理科の授業へ導入する等の手法について本研究にて提案を行った。

キーワード: 中学校理科, 学び合い, 主体的な学び・対話的な学び・深い学び, 同じ絵, 群盲評象

【研究の背景】

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編によれば, 「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」を通じた生徒の資質・能力の育成が求められている（文部科学省2017）。これら三つの視点は, それぞれが独立しているものではなく, 相互に関連し合うものであることに留意が必要, ともされている。そこで本研究では, この三つの視点を数式化し, 「主体的な学び」と「対話的な学び」の積が「深い学び」に繋がるものと考え事とする。即ち,

「主体的な学び」×「対話的な学び」=「深い学び」

である。この式を, アクティブ・ラーニングの公式 (Formula for Active Learning), 略して“ALの公式”と本研究では呼ぶ事とする。いずれの視点もゼロ又は負の値はとらない。このALの公式から明らかのように, 「主体的な学び」か「対話的な学び」, 又はその両者が大きければ大きいほど「深い学び」が大きくなる。「主体的な学び」の部分は, 授業の最初に行う「個人での考え」, 即ち, 「個人レベルでの仮説」に相当する。この「個人レベルでの仮説」を, 修正がほとんど要ら

ないレベルにまで個人で引き上げるよりも、他者との「対話的な学び」の部分で数値を上げ、「対話的な学び」によって「個人での考え」を付加修正する方が、結果である「深い学び」が効果的により大きいものになる事が期待される。従って本研究では、「対話的な学び」部分の数値を上げる工夫を検討する事とした。そのための手法として「学び合い」（西川 2000）の手法を参考にした。この「学び合い」では、班レベルでの固定したメンバーでの対話では無く、生徒は自由に立ち回り、対話の相手を自由に選ぶことができる。

本研究における「理科好き」とは、次のように定義する。即ち、理科の見方・考え方（文部科学省 2017）の定義に沿って、「自然の事物・現象を、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ことができる力」が育まれ続けている状態を示す事とする。このような「理科好き」の生徒を増やすことを目的とし、生徒の間での対話的活動である「学び合い」（西川 2000）の手法を参考にして、固定したメンバーによる班活動ではなく、生徒が自由に意見を交わす相手を見つけて教室を動き回って対話する方式を本研究では「学び合い」とした（井村 2023）。

【研究の目的】

本研究における AL の公式での「対話的な学び」において、ICT 等の GIGA スクール構想の手法を使う・使わないに関わらず、いずれにしても共通の課題と考えられる本質的な問題、「同じ絵」（二宮 2021）を見ることができているか、における課題を抽出し、解決の為の考察と提案を行う。ここで言う「同じ絵」とは、最近用いられた、ラグビーでの競技中、ボールを次々と繋げる事ができる選手の共有意識、から派生して、言葉等での表現が異なっている、表現したい特徴が共通・共有できている対象物の事とする。

【研究の方法】

本研究では当初、授業後の展開場面で問題を解くのに用いられていた「学び合い」（西川 2000）の手法を、展開部分のみでなく、授業の様々な場面で効果的に導入する為の工夫、改善、開発を検討していた。その過程で下記の単元における授業を実践し、動物細胞には無いが植物細胞にはある「細胞壁」の役割について、「学び合い」活動を行った。

単元名：生物をつくる細胞（中学校理科第 2 学年）

実践日：令和 4 年 6 月 22,23,24 日

学習者：F 市立 H 中学校第 2 学年 2 組～5 組の生徒

主眼：正しい手順でプレパラートを作成し、顕微鏡で観察することで植物と動物のつくりについての共通点と相違点を導き、その特徴について説明することができる。

内容：「学び合い」活動を通して、植物と動物のつくりについての共通点と相違点を導き、その特徴について説明する（学習プリントの振り返りに各自整理する）。

生徒の実態：本研究の対象生徒は、基本的な学校生活の面において支援を要する生徒は少ない。主体性に欠ける場面が見受けられる事はあるものの、教師の指示には素直に応じる生徒が多い。実験操作については特に問題はないが、こだわりが強く、教科書通りに慎重に実施しようとするあまり、実験の迅速性の面において乏しい場面がある。本研究では、以上の生徒の実態を踏まえて授業実践を行った。

観察・実験の実際：ヒト（生徒の複数の代表者）の頬の口腔内上皮細胞（ヒト細胞）、オオカナダモの細胞、タマネギの細胞を酢酸オルセイン液で染色（有馬 2021, p.85）して顕微鏡観察を行った。結果、オオカナダモとタマネギには細胞に細胞壁を観察する事ができたが、ヒト細胞には細胞壁が観察できない事に生徒は気がついた。

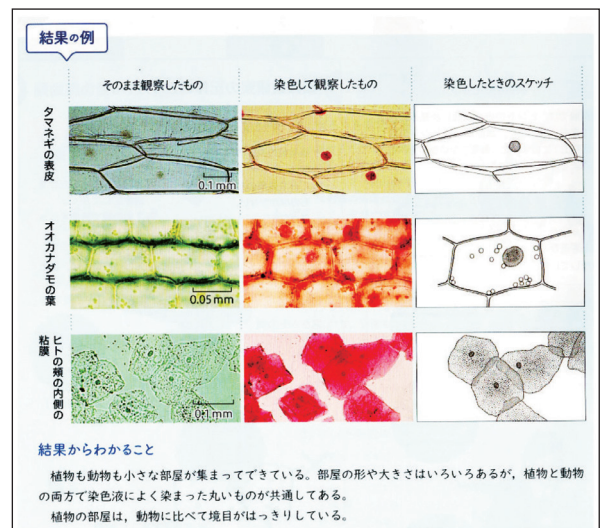


図 1 動物と植物のつくりの顕微鏡観察

有馬他 2021, p.88, から引用した。

そこで生徒に、次のような考える問題を提示した。

なぜ、植物細胞にだけ細胞壁が存在するのだろうか？

教科書は机の下に置いた状態である。この問題の解決に当たっては生徒には、自由に立ち回って、他の顕微鏡を覗いても良いし、他の誰とも議論しても構わない旨を伝え、個人で考える2分間の後、学び合い活動の時間を取った。生徒は自由に立ち回り、誰とでも意見を交流できる状態である。議論が落ち着いてきたところで席に戻らせ、生徒の考えを出させた。

【結果と考察】

「学び合い」活動の成果：細胞壁の役割についての問題に対する生徒の、「学び合い」活動の後の、付加修正後の考えを、表1のように5つに整理した。括弧《》内の説明は、生徒がより理解しやすくなると考え、本研究で追加したものである。

5. の考えは、染色した各細胞の写真(図1)から、ヒトの頬口腔内上皮細胞はバラバラで数が少なく見えてしまう。オオカナダモやタマネギでは隣の細胞同士が細胞壁を介して密にくっついていように見える。ヒト細胞の場合は、本来は細胞膜同士で隣り合っているが、綿棒で採取する際とスライドグラスへこすりつける際に細胞同士が分散してしまう事を予め生徒に知らせておく必要があるだろう。

表1 細胞壁の役割について付加修正後の生徒の考え

《》内は根拠となるこれまでの学び等を示す。

1	(動物のような) 骨がない代わりに(細胞壁によって) 体を支えるため《小4「わたしたちの体と運動」, 中1「動物の体のつくり」》
2	(細胞壁によって) 細胞を強くして丈夫にするため《小6「植物の成長と水の関わり」, 中1「植物の分類」》
3	(細胞壁によって) 体の形を維持するため《小6「植物の成長と水の関わり」, 中1「植物の分類」》
4	(細胞壁があることで) 細胞内の水分を逃がさないため《小6「植物の成長と水の関わり」, 中1「植物の分類」》
5	細胞組織が(動物より) 多いから(細胞壁でつなぐ必要)《授業での顕微鏡観察結果》

「学び合い」活動の課題「どれが正解か分からない」：表1の5つの考えに対して生徒は、「どれが

正解か分からない」との感想を述べ、困惑している状態であった。これは「群盲、象を評す」(新村2018)の、元の意味の「部分のみを見て、全体が見えていない」状態と同じ位置に生徒が居ることを示している。ここでは「部分のみを見て全体が見えていない」から転じた意味「凡人には～」の差別的な意味を採り上げているのではなく、また身体に障がいがある人たちへの蔑視等では無い事には留意して頂きたい。上記5つの表現は、視点や表現が異なるだけで、同じ対象を生徒自身の視点や異なる「言葉」で表現しているに過ぎない。生徒各々の意見を具体化すると、同じイメージが現れる。これは、生徒が美術の学習で学ぶ「抽象事象の具体化」を活用し、「言葉」と共に「イメージ」も描かせる事で解決できるかもしれない。「百聞は一見に如かず」であることを想起されたい。

表2 教科書に記載された動物と植物の共通なつくりと異なるつくり

有馬他2021, p.88, から引用し、表とした。

動物と植物で…	
共通なところ	・小さな部屋が集まってできている。 染色液によく染まっている丸いものがある。
異なるところ	・植物の部屋は動物に比べて境目がはっきりしている。

表2で「共通なところ」の「小さな部屋」は、教科書の本文(p.88)中では「動物も植物も、細胞とよばれる小さな構造が集まって体がつくられている。」と、図1からも推定できる事が記載されている。

他に、「細胞膜」、ほとんどの細胞で1個、染色液によく染まった部分である「核」、核以外の部分を細胞膜も含めて「細胞質」、と、動物と植物での共通な構造について記載がある。一方、植物の細胞には、動物の細胞には見られない「細胞壁」や「葉緑体」、「液胞」が見られる事が記載されている。

しかし、それらの働きについて教科書に記載されているのは「細胞壁」だけである。その働きとは、「(細胞膜の外側には)細胞壁という丈夫なつくりがあり、植物の体を支えるのに役立っている。」とされていることから、この細胞壁の役割について「なぜ、植物の細胞にだけ細胞壁があるのだろうか？」との課題を生徒へ問いかけ、学び合いの課題とした。

学び合いでは、最初の2分間ほど個人で考えさ

せ、その後、生徒には自由に立ち回って自分と他の生徒の考えを交流させた。交流が落ち着いて来た頃、生徒全員を着席させ、交流の結果、付加修正された考えを数人の生徒に発表してもらった。その結果が表2である。

表1の《根拠となるこれまでの学び》は、生徒が意識しているか否かに関わらず、挿入している。生徒の考えが全くの根拠無しの場合では無い可能性を示す為である。これらの根拠は、教科書の単元の最初の導入ページにも記載されていることから、気付いている生徒も居るものと思われる。

そのような生徒の存在が、学び合い活動での意見交流の際の鍵になると考えられると共に、そのような生徒がチラホラでもクラスに居ることが学び合い活動での意見交流を活発にすると考えられる。これは、理科教師として普段からクラス全体の学びの環境として注力しておくことが有効かもしれない。1つの授業としては時間の関係もあり、ここで終了した。

表3 生徒が「同じ絵」を見るための方策案

a. 動物細胞と植物細胞の画像をクラスで共有しながら、生徒がレーザーポインターや指し棒など細胞のつくりを指しながら、考えの根拠を説明する。このことで「同じ絵」を見ている事に気付かせる。
b. 「群盲象を評す」のことわざを解説(図2)し、考えが全体の一部を表している、誤りでは無いことを確認させる。カリキュラム・マネジメントの考え方の導入効果を活用する。
c. 図2の「象を評す」は互いに別の部分を表しているが、図3に示すように、生徒による考えは、互いに深く関連している。即ち、用いている言葉が異なるだけで、実は「同じ絵」を見ている事になる。このように、図3や図4のような、互いに相対する図等を使って理解を導く事も、生徒を「深い学び」に導く手立てと成り得ると考えられる。

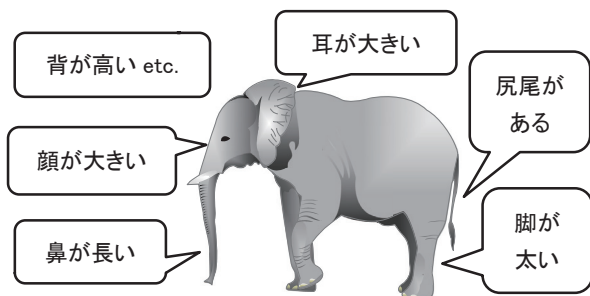


図2 「群盲，象を評す」での各表現は間違っているか？



図3 「植物の細胞壁の役割を評す」での生徒の各表現は間違っているか？

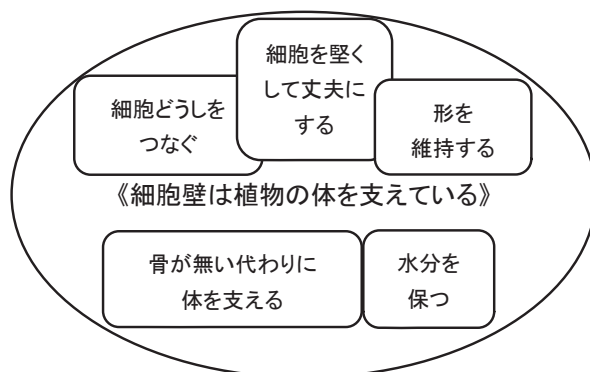


図4 細胞壁の役割についての教科書の結論と生徒の考えとの包含関係

括弧《 》内は教科書記載の結論。角丸四角内は生徒の「学び合い」活動による付加修正後の複数の考え。

このような課題の解決案：後出しにはなるが、表3のような解決案、その為の図2、図3を提案したい。aで解決できない場合はb、cも有効な手立てとなるものと考えられる。

生徒は、細胞壁の働きについては、「学び合い」活動を通じて学ぶことができるだろう。すると、他の細胞の構造の働きにも発展的に興味を抱くかもしれない。動物や植物の細胞に共通な細胞膜・核・細胞質に加え、植物に特有な葉緑体や液胞の役割にも興味を抱き、中学校の授業内容を超えることから自由研究等の機会も使って自ら調べ学習を行うかもしれない。このこと、即ち「役割がまだ分からない構造が細胞に残っている」事と授業外で自ら調べる事の可能性は、授業で生徒に示唆しておいても良いであろう。これは、新しい学習指導要領での教育目標の三つ目の「学びに向かう力・人間性等」の涵養に繋がることが期待される。従って、本研究で取りあげた、生徒の学びの支援は今後の持続可能な社会を担う人材の育成に有効に作用するものと考えられる。

細胞壁が無い動物細胞の場合、綿棒を使ってヒト頬の内側の上皮細胞を擦り取って来ている。植

物細胞の細胞壁が細胞どうしを強く結びつけているのであれば、動物細胞を採取した同じ方法で植物細胞を処理してみて、動物細胞のようにスライドガラス上でバラバラになるか、確認する実験も本来は必要と考えられる。この必要性に気がつく生徒も居るかもしれない。その際の解決方法として、教師が予め実験した結果の映像・画像を生徒に提示し、ヒト細胞の採取と同じ強さで植物を擦っても細胞を採取できない事を示すことで良いであろう。

本授業実践では、結果的にはICTを使っても直接対面で意見を交わしても、生徒は同じ「限界」に到達する可能性が高いと予想される。これは「言葉」が意味する事の具体を対話の中に組み込み、言葉は違っていても具体的なイメージは同じである事(図2, 図3)を生徒が理解するための理解力をも育てる手立てが必要なことを示している。

【謝辞】

本研究における授業実践のご許可を賜りましたF市立H中学校の校長先生をはじめ、ご指導いただきました諸先生方、授業を受けてくれた生徒の皆さんに深く感謝致します。

【引用・参考文献】

- ・有馬朗人他68名(2021): 理科の世界2, 84-93, 大日本図書
- ・井村日南野(2023): 福岡教育大学・大学院教育学研究科・教育実践力開発コース 修了報告書, 福岡教育大学大学院教育学研究科年報, 理科好きをふやす新しい授業づくりについて—理科の授業における学び合い学習での話し合い方の工夫の効果—, 13, 227-228
- ・文部科学省(2017), 中学校学習指導要領(平

成29年告示) 解説理科編(2017), 8, 学校図書

- ・西川 純: 学び合う教室—教師としての学習者, プロデューサーとしての教師の学習臨床学的分析, 東洋館出版社(2000)
- ・二宮清純(2021), コラム ラグビー ノーサイドラウンジ, <https://www2.myjcom.jp/special/tv/sports/rugby/column/detail/20210513.shtml>(令和5年9月10日アクセス)
- ・新村 出(2018), 広辞苑 第七版, 「群盲象を撫でる」の項目説明(群盲象を評す, 衆盲象を摸す, とも), 890, 岩波書店

【付記】

本研究のような研究成果は、本来は所属学会誌等にて発表すべきところではある。しかし本学紀要は、本学の機関リポジトリ上で高画質のカラーで写真データも掲載されることから、学術研究の公表の効果にも鑑み、またピア・レビューも実施されていることもあり、本学紀要にて発表するものである。

【本研究内容に関する問合せ先】

西野秀昭(にしの ひであき)

〒811-4192 福岡県宗像市赤間文教町1番1号
福岡教育大学・教職実践研究ユニット(理科)
e-mail: hideakin--atmark--fukuoka-edu.ac.jp



Tel 0940-35-1385(研究室直通)

researchmap:「西野秀昭」で検索(“--atmark--”は@に置き換えて利用下さい)

