

探究的な学習におけるマルチプルインテリジェンス理論を 活かした教育実践

—協働的な学びを促す工夫—

奈良県立青翔中学校・高等学校 教諭 生田 依子

IKUTA Yoriko

指導主事 村上 賢一

MURAKAMI Kenichi

要 旨

「深い学び」を実現するため、「理科の見方・考え方」を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどの科学的に探究する活動を行わせる際に、脳科学に基づいて生徒一人一人の学習支援を行い、その効果についての検証を試みた。

最初にマルチプルインテリジェンス理論を基に、8つに分類された能力のうち、各生徒がいずれの能力に長けているのか、チェックシートを用いて「能力の可視化」を実施した。その後、それぞれの特性に応じた対応を導き出し、探究活動を行う際の最も効果的な支援を行うことができた。その結果、学習の過程において、思考が深まったり、グループ活動が活発になったりする傾向が見られた。

また、アンケートによる生徒の意識調査を行い、取組の効果について調査したところ、多くの生徒が協働的に班で活動することに意義を感じている事が分かった。

キーワード： 深い学び、探究活動、能力の可視化、マルチプルインテリジェンス理論

1 はじめに

平成30年7月に改訂された高等学校学習指導要領解説では、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を進めるに当たり、「各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方である『見方・考え方』を、習得・活用・探究という学びの過程の中で働かせることを通じて、より質の高い深い学びにつなげることが重要である。」と示された。さらに、令和元年5月には、教育再生実行会議より、

これからの高等学校に求められる Society 5.0 を生き抜くための力

- ① 文章や情報を正確に読み解き、対話する力
- ② 科学的に思考・吟味し活用する力
- ③ 価値を見つけ生み出す感性と力、好奇心・探求力等や生徒一人一人が能動的に学ぶ姿勢を共通的に身に付けさせるとともに、将来、世界を牽引する研究者や幅広い分野で新しい価値を提供できる人材となるための力

図1 教育再生実行会議(第11次提言)抜粋

「技術の進展に応じた教育の革新、新時代に対応した高等学校改革について」(第11次提言)の

中で、新時代に対応した高等学校改革の方向性が示された（図1）。これらのことから、理科の学習において、「習得・活用・探究」といった学びの道筋や、「対話・科学的思考・能動的に学ぶ姿勢」といったこれまで高等学校教育が長年育成を目指してきた力を育成することが課題であると言える。

そこで、これらの課題を解決するために、奈良県立青翔高等学校が、早稲田大学の教育・総合科学学術院教授である本田恵子氏の助言を得ながら、授業づくりの研究を進めていることから、生徒の学力や思考力の向上を目指して、本人の得意とする脳の力を活かして苦手な部分を育てていくアプローチであるマルチプルインテリジェンス理論（以下「MI理論」という。）を活用した授業改善に取り組んだ。

本校は、全国初の理数科のみを設置する高等学校として新設され、平成23年からは文部科学省より「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」の指定を受けるなど、早くから先述の高等学校の生徒に求められる力を育成するためのプログラムに取り組んできたことから、研究科目は高等学校第1学年の理数生物とした。

2 研究目的

本研究は、「深い学び」を実現するため、「理科の見方・考え方」を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなど科学的に探究する活動を行わせる際に、MI理論に基づいて生徒一人一人の学習支援を行い、その効果（図2）について検証する。

- ① グループ活動の活性化
- ② 効果的な支援
- ③ 発表者としての成長

図2 脳科学の活用で期待される効果

3 研究方法

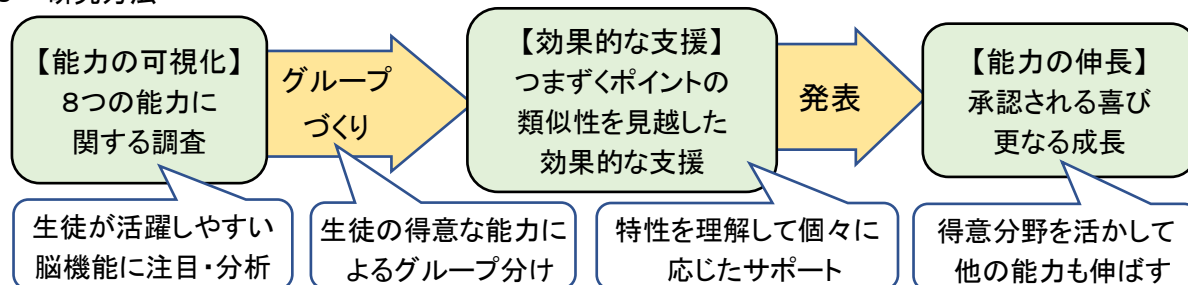


図3 脳科学を活かした授業づくりのポイント

(1) 研究期間

令和元年6月～11月

(2) 研究対象

実施校：奈良県立青翔中学校・高等学校

対象生徒：奈良県立青翔高等学校1年生（36名）

(3) 研究内容

ア MI理論を基にした生徒の能力の可視化と班分けの実施

MI理論とは、多重知能理論とも呼ばれるように、「人間には8つの知性分類があり、人それぞれにおいて発達度合いが異なる。」とハーバード大学のハワード・ガードナーにより1983年に提唱されたものである。本研究ではこのMI理論を基に、生徒一人一人の学習支援を行い、その効果について検証する事を試みた。

まず最初にMI理論を基にして、8つに分類された能力（表1）のうち、各生徒がいずれの能

力に長けているのかチェックシートを用いて、能力の可視化を実施した。班は長けている能力と伸ばしたい能力が似ている生徒で構成した。

表1 ハワード・ガードナーが提唱する8つの能力（知能）

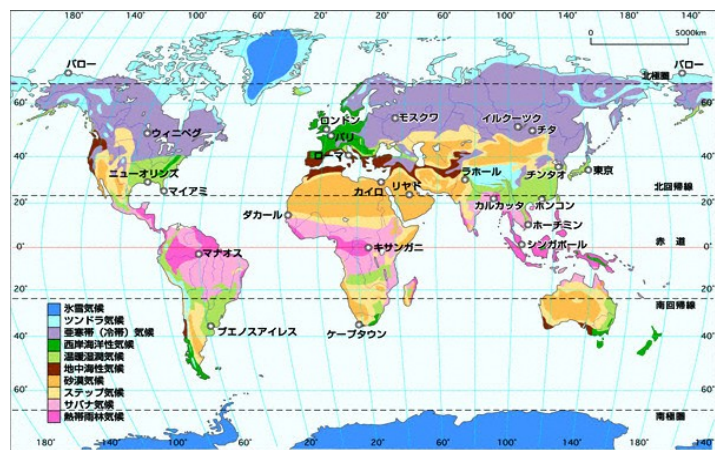
| | | | | |
|----------------|--|---|---|---|
| 左 脳 | ①論理・数学的知能 自分で筋道を立てる、 計画する、関連付ける、 分析する | ②言語・語学的知能 文字や文章を読む、 書く、話を聞く、話す | ③対人的知能 人と関係をつくる、グ ループ活動をする、 他者の気持ちや、考 えを理解する | ④内省的知能 一つのことを深く考 える、感じる、哲学書 を読む、原理を学ぶ |
| 右 脳 | ⑤音楽・リズム的知能 音・抑揚を聞き分ける、 相手・場の雰囲気に関 合わせる、リズムを刻む、 楽器の演奏をする | ⑥博物学的知能 情報を集める、分類 する、整理する | ⑦身体・運動的知能 体を動かす、ものを つくる、新しいことに チャレンジする | ⑧視覚・空間的知能 絵や図で理解・表現 する、頭の中で図形 を展開する、全体像 を捉える |

本田恵子編著（2014）「脳科学を活かした授業改善のポイントと実践例」梧桐書院より転記

イ 教科「理数生物」における協働的な学びと探究活動の実践

MI理論を基に班を編成し、「①タマネギの鱗片葉の中心部分と外側部分からのDNAの収量を比較し、細胞の大きさとDNA量の関係性について理解し、それを確かめる実験を提案する。」という課題について、各班で実験結果から考察し、その考察を検証する新たな実験方法を提案させた。

また、「②『温かさの指数』によって世界のバイオーム〔気候分布〕（図4）を推測することは問題がある。その問題点を考察する。」という課題について、各班で「温かさの指数」という教科書に掲載されている内容が日本では成立するが、世界では成立しない地域が存在するという問題点に気づき、その理由を考察させた。



IPA「教育用画像素材集サイト」より「世界の気候分布」

図4 世界のバイオーム〔気候分布〕

ウ 教科「理数生物」に関する質問紙調査の実施

MI理論を基にした研究の実践を進めながら、生徒の能力の伸長について検証を行った。全国学力・学習状況調査の児童生徒質問紙の理科に関する項目や、児童生徒の自ら学ぶ意欲を測定するために櫻井茂男（2009）が設定した項目等を参考に作成した質問紙調査を、探究活動実践開始前の9月、実践終了後の11月に実施し生徒の変容を見取った。回答は「とてもそう思う」「どちらかといえばそう思う」「どちらかといえばそう思わない」「まったくそう思わない」の中から選ぶ4件法とし、上述の順に4、3、2、1点と点数化して統計的な処理を行った。質問項目ごとに平均値の差について「ウィルコクソンの符号付検定」を用いて、取組前後の意識の変化が有意な差であるのか、どの程度の変化であるのかを統計的に分析した。

実践終了後の11月には、「現在の班で活動することに意味や価値を感じましたか。」「現在の班で活動したことで、まとめの記述や発表をする際に何が大切かつかめましたか。」の2項目と、「現在の班で活動をすることで、自分の学びに変化がありましたか。具体的に記入してください。」という自由記述を求める項目を追加した。

4 学習の質的な深まりを目指した取組

(1) 実践前の対象生徒の実態

対象生徒は第1学年36名である。また、高校1年生全員が中学校からの入学生である。

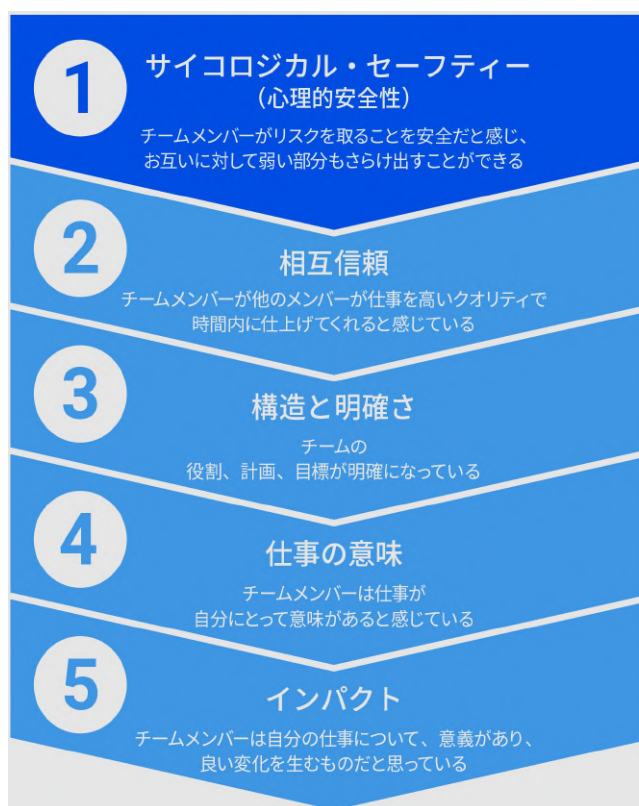
自然現象に興味をもつ生徒が多く、学習活動に積極的に取り組む者が多い。クラス全体が仲良く班のメンバーがどのような構成になっても、スムーズに実験を進め、話し合うことができる。MI理論に基づき、生徒一人一人の学習支援を行うという本事業の趣旨から、検証を行う本学級において6月にMIの特性検査を行った。その結果、本学級ではMIでは36名中、自然・博物学的知能が活性している生徒が8名、身体・運動的知能が活性している生徒が9名、音楽・リズム的知能が活性している生徒が11名いるが、生物の授業で働かせることの多い言語・語学的知能と論理・数学的知能が活性している生徒は6名、内省的知能が活性している生徒は4名であった。そのため、生物学に興味をもつ生徒は多いが、生物学的な考え方の質的な深まりには課題があるように見受けられる。そこで、発表を録画するなど得意な身体・運動を取り入れ、発表用紙と原稿を作成することで言語・語学的知能を伸ばし、班での話し合いにより、論理的に思考し論理・数学的知能を高め、深く思考することで内省的知能を伸ばしてくれることを目指した。また、教員が生徒それぞれの特性に応じた対応を導きだし、探究活動を行う際に効果的な支援を行うことにより、生徒が研究内容を深く知り、生物学的な考え方の質を深めることができる探究活動を実施する必要があると考えた。

(2) 実践の内容

ア MI理論を基にした生徒の能力の可視化、班分け、支援の実施

先行研究によると、生徒の能力を基に班編成を行ったところ、従来の学籍番号順等による機械的な班編成より、活動が活性化されたり、学習者が班内での存在感を感じることができたりしたとの報告があった(村上、2013)。さらに、大学生を対象とした授業においても、MI理論を基に、班編成を実施することが、伸ばしたい能力を高め、学生の主体的な学びをもたらす(遠藤、2018)との報告がある。そこで、取組の初めに、MI理論を基にした生徒の能力の可視化と班分けを行った。

班分けに際しては、グーグルが研究を進めていた「プロジェクト アリストテレス」によると、「他のメンバーに対して、質問をしたり、新しいアイデアを披露したりしても、自分を馬鹿にしたり、罰したりしないと信じている『心理的安全性』が高いチームのメンバーは、チームの生産性を向上させる。」との研究成果(図5)が報告されていた



Google re:Work(リワーク)Web ページより『効果的なチームとは何か』を知る」

図5 生産性向上に必要な5つの要素

ことから、協働的な学習においても「心理的安全性」を確保したチームは生産性が高いと考え、各生徒の長けている能力と伸ばしたい能力が似ているメンバーで構成した。長けている能力が似た生徒で班を編成することで、より活発な学習活動が期待できると考えたからである。

先述の教育再生実行会議(第11次提言)では、教師には生徒一人一人の個別最適化された学びの支援をする力が一層強く求められるようになるとされている。しかし、異なる能力を重ねた班編成を実施した場合、指導教員は1班に複数の特性をもつ生徒が存在するため、一つの班に対して複数の特徴に応じた対応を導き出し、最も効果的な支援をする必要があることになる。さらに、高等学校では通常1クラスには40名の生徒が存在し、指導教員は1名である。そのため、指導教員1名が40通りの特徴に応じた対応を導き出すことになるが、これはなかなか難しいのが現状である。そこで、似た能力を重ねた班編成であれば、一つの班では生徒の特徴が似ているため、一人一人の生徒数ではなく班の数、つまり1クラスに8~10通りの対応を導き出すだけとなる。長けている能力が似た生徒で班を編成すれば、教員の負担は軽減され、かつ、個別最適化された学びの支援をすることができると考えた。

本来、MI理論を基に班編成を実施する場合は、異なる個性を重ねた班が良いという意見もある。それは多様な他者を価値ある存在として尊重することにつながるためである。しかし、本研究は学習内容の深い理解を目指すため、「学習への深いアプローチ(①これまでに持っていた知識や経験に考えを関連付けること、②根拠を持ち、それに結論を関連付けること、③論理や議論を注意深く、批判的に検討すること、など)」(溝上、2015)によって、高次の認知機能を用いた学習にする必要がある。そのために、生徒同士がコミュニケーションをとりやすい班編成とし、長けている能力が似た生徒で班を編成すると、生物基礎の授業のなかでも効果的に生物学的な考え方の質を深め、探究活動に取り組むことができると考えた。班編成は表2に示す。

表2 長けている能力が似た生徒による班編成

| 班 | 生徒 | 能力 | | | | | | | | 脳 | |
|----|----|--------|--------|---------|-----|--------|--------|---------|-----|----------|----------|
| | | ①言語・語学 | ②論理・数学 | ③自然・博物学 | ④内省 | ⑤視覚・空間 | ⑥身体・運動 | ⑦音楽・リズム | ⑧対人 | 左脳(①②③④) | 右脳(⑤⑥⑦⑧) |
| 1 | 1 | 12 | 13 | 14 | 13 | 14 | 14 | 16 | 14 | 52 | 58 |
| | 2 | 7 | 9 | 7 | 9 | 9 | 10 | 13 | 11 | 32 | 43 |
| | 3 | 10 | 9 | 9 | 7 | 11 | 11 | 16 | 13 | 35 | 51 |
| 2 | 4 | 9 | 13 | 8 | 12 | 14 | 16 | 11 | 14 | 42 | 55 |
| | 5 | 9 | 13 | 9 | 11 | 12 | 14 | 12 | 12 | 42 | 50 |
| | 6 | 8 | 8 | 9 | 12 | 10 | 14 | 11 | 10 | 37 | 45 |
| | 7 | 5 | 9 | 10 | 10 | 8 | 13 | 11 | 8 | 34 | 40 |
| 3 | 8 | 9 | 12 | 8 | 8 | 11 | 11 | 10 | 13 | 37 | 45 |
| | 9 | 11 | 10 | 8 | 8 | 8 | 9 | 12 | 15 | 37 | 44 |
| | 10 | 4 | 8 | 12 | 7 | 8 | 11 | 8 | 12 | 31 | 39 |
| | 11 | 12 | 9 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 12 | 45 | 46 |
| 4 | 12 | 13 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 15 | 14 | 50 | 56 |
| | 13 | 12 | 11 | 15 | 13 | 10 | 14 | 15 | 11 | 51 | 50 |
| | 14 | 14 | 9 | 11 | 14 | 10 | 14 | 14 | 11 | 48 | 49 |
| 5 | 15 | 10 | 13 | 10 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 46 | 47 |
| | 16 | 6 | 9 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 7 | 31 | 25 |
| | 17 | 8 | 14 | 11 | 13 | 11 | 13 | 9 | 9 | 46 | 42 |
| | 18 | 8 | 12 | 16 | 15 | 14 | 13 | 11 | 15 | 51 | 53 |
| 6 | 19 | 11 | 14 | 10 | 9 | 11 | 11 | 12 | 13 | 44 | 47 |
| | 20 | 11 | 14 | 13 | 7 | 10 | 10 | 14 | 10 | 45 | 44 |
| | 21 | 10 | 11 | 12 | 9 | 11 | 11 | 12 | 11 | 42 | 45 |
| | 22 | 13 | 8 | 10 | 6 | 8 | 8 | 10 | 10 | 37 | 36 |
| 7 | 23 | 10 | 10 | 13 | 10 | 11 | 13 | 11 | 10 | 43 | 45 |
| | 24 | 4 | 9 | 4 | 9 | 9 | 10 | 8 | 6 | 26 | 33 |
| | 25 | 9 | 12 | 12 | 11 | 11 | 13 | 9 | 9 | 44 | 42 |
| | 26 | 8 | 11 | 6 | 5 | 14 | 8 | 7 | 9 | 30 | 38 |
| 8 | 27 | 13 | 12 | 11 | 11 | 8 | 13 | 11 | 15 | 47 | 47 |
| | 28 | 11 | 9 | 9 | 11 | 8 | 11 | 11 | 10 | 40 | 40 |
| | 29 | 12 | 9 | 9 | 11 | 8 | 9 | 13 | 11 | 41 | 41 |
| 9 | 30 | 10 | 7 | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 | 9 | 36 | 38 |
| | 31 | 9 | 6 | 13 | 11 | 8 | 8 | 10 | 12 | 39 | 38 |
| | 32 | 11 | 9 | 13 | 12 | 10 | 11 | 11 | 11 | 45 | 43 |
| 10 | 33 | 9 | 9 | 9 | 11 | 11 | 9 | 8 | 7 | 38 | 35 |
| | 34 | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 | 7 | 6 | 4 | 33 | 26 |
| | 35 | 9 | 11 | 11 | 10 | 12 | 10 | 11 | 7 | 41 | 40 |
| | 36 | 8 | 12 | 10 | 8 | 9 | 10 | 5 | 8 | 38 | 32 |

→個人内最高値 →個人内最低値

※太字は班編成の参考にした能力の値

イ 教科「理数生物」における協働的な学びと探究活動の実践

(7) 【探究課題1】タマネギの鱗片葉の中心部分と外側部分からの収量を比較し、細胞の大きさとDNA量の関係性について理解し、それを確かめる実験を提案する。

○取組の概要と指導上の留意点

主な取組を表3に整理した。本単元は、直接目に見えないDNAの構造や機能、遺伝子の発現の仕組みを学習する単元であるので、それらをイメージしやすいように説明することを心がけ、生徒間で学んだことを確認し合うことを通して、学習内容の理解を深めさせた。

また、実験では、丁寧な説明で実験の技能を確実に身に付けさせるとともに、細胞の大きさとDNA量の関係性について学習した知識等から思考して仮説を立てたり、実験結果から細胞の大きさとDNA量の関係性について考察したりする時間を十分確保し、その考察を検証する新たな実験を提案できるようにした。

【探究課題1】

- ① タマネギの部位の違いによってDNAの収量は違うのか？<習得>
- ② 違うとするなら、それはなぜか？<仮説>
- ③ その違いは、どのような実験を行えば検証できるのか？<活用>
- ④ 実験結果から、どのようなことが考察されるのか？<考察>
- ⑤ 考察を検証するにはどうすればよいか？<探究>

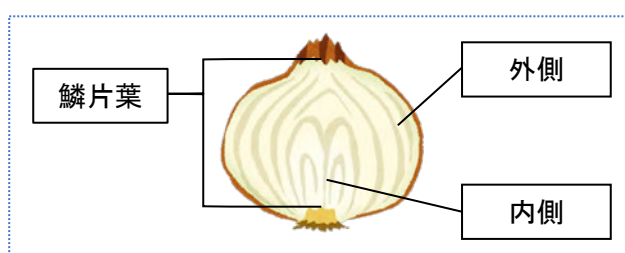


図6 タマネギの鱗片葉

【論理・数学的知能を伸ばしたい班への支援】

- ・単元と本時の目的を明確にした。また、実験前に予測・仮説を立てるよう指導した。

【言語・語学的知能を伸ばしたい班への支援】

- ・流れをつかみやすいように、ストーリーを確認した。また、図や絵は言葉に置き換えて理解するよう指導した。発表には発表用紙と原稿を作成し、相手に伝わりやすい工夫をすることも助言した。

【内省的知能を伸ばしたい班への支援】

- ・一人で考える時間を十分とるようにした。また、班内で明確な役割を決めるように指導した。

表3 タマネギの細胞の大きさとDNA量の関係性に関する主な取組

| 単元「遺伝子とその働き」 | 取組の概要 |
|--|---|
| (1) DNA抽出について、実験の各操作の意味とタマネギの部位の違いによるDNA収量差に対する仮説を立てる。 | (1) DNA抽出の操作について、なぜそうするか個人と班で考える。 (2) タマネギの部位の違いによるDNA収量差に対する仮説を、個人と班で考える。 |
| (2) タマネギの内側と外側の鱗片葉を用いて、それぞれからDNA抽出をし、単位質量あたりの収量を比較する。 | (3) 班でDNA抽出をし、収量を比較し、仮説は成立したかどうか確認し、考察を個人と班で考える。 |
| (3) 考察が正しいか検証する新たな実験を提案し、発表する。 | (4) 考察が正しいか検証する、新たな実験の考察を個人と班で考える。 (5) 新たな実験の提案を、タブレットで録画し、発表する。 |

○具体的な指導の様子

< 1 時間目 >

タマネギの部位の違いによる DNA 収量差に対する仮説を立てる

DNA 抽出の各操作について、その操作の意味を個人と班で考えさせた。またタマネギの部位の違いによる DNA 収量差に対する仮説を個人と班で考えさせた。ワークシートはそれぞれの生徒の長けている能力と伸ばしたい能力の違いに配慮し、図 7、図 8 のように視覚的に理解しやすいように作成した。

操作については、「中性洗剤を使用する理由」、「食塩水、エタノールを使用する理由」を考えさせた。仮説については「DNA はどこに出現するか」、「タマネギの鱗片葉の内側部分と外側部分では抽出される DNA 量に違いがあるか、あると考えるならばその理由を考える」とした。また、班ごとに、必要に応じて、ヒントカード (図 9) を使用することで、全ての班が「学習への深いアプローチ」(溝上、2015) によって、高次の認知機能を用いた学習ができるように配慮した。

< 2 時間目 >

タマネギの部各位から DNA を抽出し、DNA 収量差を確認する

DNA 抽出の各操作について、映像を用いて再確認し、タマネギの鱗片葉の内側と外側から DNA を抽出し、どちらの部位の単位質量あたりの DNA 収量が多いか目視で確認した (図 10 参照)。また、抽出した DNA は酢酸カーミン溶液で染色し、DNA であることを確認した。全ての班で DNA 収量は外側より内側が多かった。なぜ

方法

- 1 塩化ナトリウム水溶液 [8 mL] に中性洗剤スプーン [1/3 杯] を加える。
- 2 タマネギの鱗葉の中心部分 [8 g] と水 [8 g (1:1)] をミキサーに入れ、1 分間粉碎する。外側部分も同様にする。
- 3 1 と 2 をそっと [3 回]、ガラス棒で混ぜる。
- 4 不織布でゆっくりとろ過し、[10 mL] をためる。
- 5 [15 mL] のエタノールを壁を伝わらせてそっと入れる。層ができるようにする。中心部分と外側部分にエタノールを入れるタイミングは同じにする。



図7 タマネギの鱗片葉からの DNA 抽出のワークシート

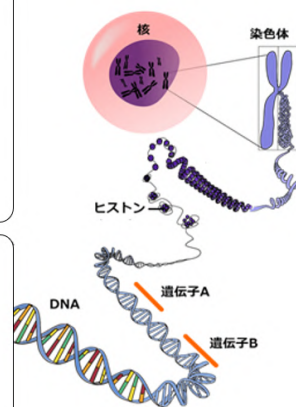
(2) 食塩水、エタノールを使用する理由を考えてみよう。
※ ヒント: 「それぞれの溶液を使用するタイミング」と「溶解度」の観点から考えてみよう)

食塩水 自分の考え

グループで話し合って共通の見解をまとめよう

エタノール 自分の考え

グループで話し合って共通の見解をまとめよう



図中イラスト出典: フリー素材サイト「Pixabay」より「chromosome (遺伝子)」

図8 DNA 抽出の操作の意味を考えるワークシート

< ヒント③ >

Principle

リン酸部位の負電荷

DNA断片

塩の添加

エタノール

エタノール沈殿の原理

エタノールと塩を加えると核酸はなぜ沈殿するのだろうか? 核酸は塩基、糖、リン酸から成るヌクレオチドのポリマーであり、主鎖を形成す

「実験医学 online」Web ページより「効率の上がる核酸実験法」

図9 ヒントカードの例 (一部抜粋)