

令和4年度

東京都中学校理科教育研究会

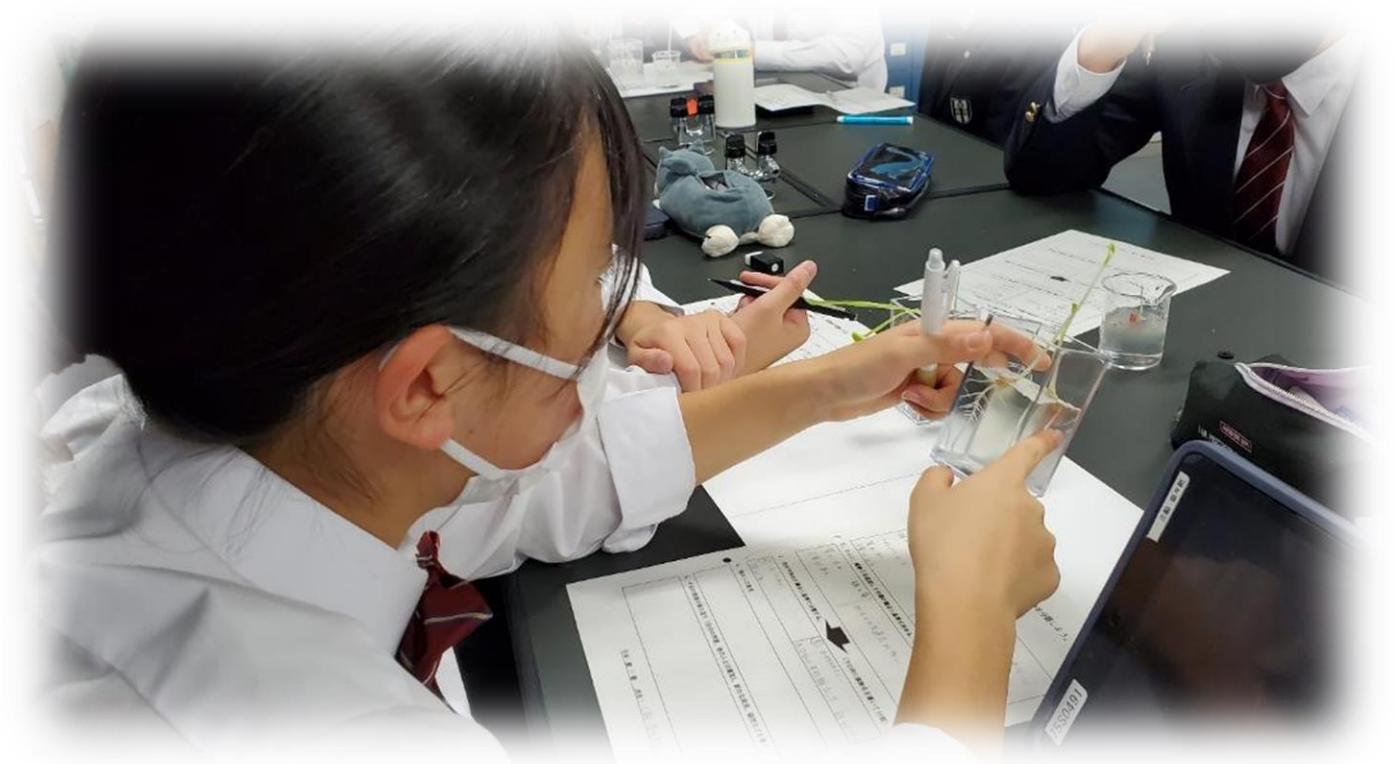
会員研究発表会

令和4年11月18日(金)

豊島区立駒込中学校

## 吸水性高分子を用いた植物の育成と指導法の開発

～植物の観察を通じた探究的な学びを目指して～



### 東京都中学校理科教育研究会 観察実験委員会

葛飾区立桜道中学校	校長	飯牟禮俊紀	武蔵村山市立第四中学校	副校長	福泉 宏介
足立区立江北桜中学校	副校長	百瀬 一郎	豊島区立駒込中学校	主幹教諭	吉田 勝彦
品川区立品川学園	主任教諭	谷本 登	世田谷区立奥沢中学校	主任教諭	磯部 巧
大田区立御園中学校	教諭	藤本 将秀	西東京市立保谷中学校	教諭	高橋 誠子
葛飾区立桜道中学校	教諭	石塚 友貴			

# 1 研究の目的

現行の学習指導要領では、第1学年で生物の外部形態に着目した分類、第2学年では生物の内部構造及びその働きについて学習することとなり、生命領域の学習内容が前回から大きく変更された。

第1学年で学習する生物の分類については、いろいろな生物の観察から特徴を見いだして、その特徴に基づいて観点や基準を設定し、分類することが求められている。植物においては、各器官の外部形態の観察を通して分類を行うが、観察が容易な花のつくりや葉の葉脈の形状によって行われることが多い。一方で、子葉や根の観察は容易ではない。生徒が自ら設定した観点や基準に基づいて分類する学習を充実させるために、子葉や根の観察は不可欠であり、簡便に観察できる方法と指導法の検討が必要である。

根の様子を観察できる教材の開発については、これまでに通常の吸水性ポリマーを用いた先行研究がある。最近では、オオムギ種子根の伸長角度に関する研究において、メビオール株式会社が開発した植物用保水材「SkyGel®」（以下、SkyGel と表記）を培地として用いて目視で根の成長過程を観察し、大きな成果を得ている。

そこで、我々は植物の分類の単元において SkyGel を用いた教材を検討した。SkyGel 培地（以下、培地と表記）に播種し、発芽から発根の様子を継続的に観察することで、生徒が子葉や根の特徴を見だし、それ

に基づいて植物を分類することが期待できる。

本研究では、培地での根の観察に適した植物種について検討した。また、開発した教材を用いて植物の分類についての検証授業を行い、生徒の「主体的・対話的で深い学び」を実現し、探究的な学習の過程を通じて植物を様々な視点から観察し、資質・能力を育成する指導法について検討した。

## 2 研究方法

### 2.1 SkyGel 培地

植物の根は主に土中で成長するため、その様子を観察するためには丁寧に掘り出して土を除去する必要がある。また、観察に適した植物の子葉を探して用意するにも時間がかかる。そこで、無色透明で植物を成長させやすい SkyGel 培地を用意して、これで植物を発芽・発根させることにした。

容量 200 mL 程度のプラスチックまたはガラス製の容器に、煮沸消毒した水 100 mL に SkyGel 0.6 g の割合で入れて攪拌した。攪拌前には、カビ発生防止のために 100 倍に希釈した台所用漂白剤をスポイトで 2、3 滴加えた。15～20 分後に膨潤して培地が完成する。SkyGel は紫外線によって分解されるため、アルミニウム箔で覆うなどして、直射日光の当たらない風通しの良い場所に置いた。なお、準備に要する時間を削減するため、一連の操作は授業中に生徒に行わせた。

### 2.2 植物種の準備

図1のように、単子葉類7種類、双子葉類8種類の

分類	名前	科名・属性	根が観察可能か	観察可能までの日数
単子葉類	アワ（モチアワ）	イネ科エノコログサ属	×	-
	ハダカムギ（モチムギ）	イネ科オオムギ属	×	-
	エンバク（ペットグラス）	イネ科カラスムギ属	○	6日
	トウモロコシ	イネ科トウモロコシ属	○	12日
	タマネギ	ヒガンバナ科ネギ属	×	-
	ニラ	ヒガンバナ科ネギ属	×	-
	ネギ	ヒガンバナ科ネギ属	×	-
双子葉類	ブロッコリー	アブラナ科アブラナ属	△	6日
	ハツカダイコン	アブラナ科ダイコン属	○	5日
	タンポポ	キク科タンポポ属	×	-
	ヒマワリ	キク科ヒマワリ属	○	6日
	カンシロギク（ノースポール）	キク科フランスギク属	×	-
	カーネーション	ナデシコ科ナデシコ属	×	-
	エンドウ（トウモロコシ）	マメ科エンドウ属	○	6日～14日
	ソラマメ	マメ科ソラマメ属	○	7日

図1 根の観察に適した植物種

種子を用意した。種子表面の常在菌の殺菌のために、500~1000 倍に希釈した台所用漂白剤に 5~10 分浸した後、培地上に置いた。

### 2.3 開発した教材を用いた授業での指導法の検討

本研究で開発した「培地で成長させた植物」の観察・分類は、単子葉類・双子葉類の分類の前に行うこととした。これは、生徒が花のつくりや子房の有無による植物の分類を経験しているため、単子葉類・双子葉類の特徴に基づく分類の導入として位置付けることで、次時の学習が従来よりも自然な流れとなることを期待したものである。

## 3 根の観察に適した植物種の検討

### 3.1 植物種の検討

図 1 より、培地で根を観察できた植物は、単子葉類ではエンバク、トウモロコシの 2 種類、双子葉類ではヒマワリ、ハツカダイコン、エンドウ、ソラマメの 4 種類であった。他の植物種は、発根しない、もしくは観察できるほどには成長しなかった。

### 3.2 エンバク (図 2a)

図 2a は播種後 6 日目の根の様子を示している。種

子から複数の根が伸びていることから、ひげ根であることが分かる。

### 3.3 トウモロコシ (図 2b)

図 2b は播種後 12 日目の根の様子を示している。エンバクと同様に種子から複数の根が伸びていることから、ひげ根であることが分かる。

### 3.4 ヒマワリ (図 2c)

図 2c は播種後 6 日目の根の様子を示している。中央に主根が見られ、そこから分岐した側根を観察できる。

### 3.5 ハツカダイコン (図 2d)

図 2d は播種後 5 日目の根の様子を示している。主根と側根が観察できる。

### 3.6 エンドウ (図 2e)

図 2e は播種後 12 日目の根の様子を示している。主根と側根が観察できる。

### 3.7 ソラマメ (図 2f)

図 2f は播種後 7 日目の根の様子を示している。主根と側根が他の植物種より太いため観察しやすい。

## 4 検証授業

検証授業は、第 2 学年 27 名のクラスで行った。今回、第 2 学年の生徒を対象に行った理由は後述する。

### 4.1 検証授業で育てたい資質・能力

植物の花以外のつくりを観察し、生徒が自ら設定した観点や基準に基づいて分類するという探究的な学習を通じて、主体的に学習に取り組む態度の育成を目指す。

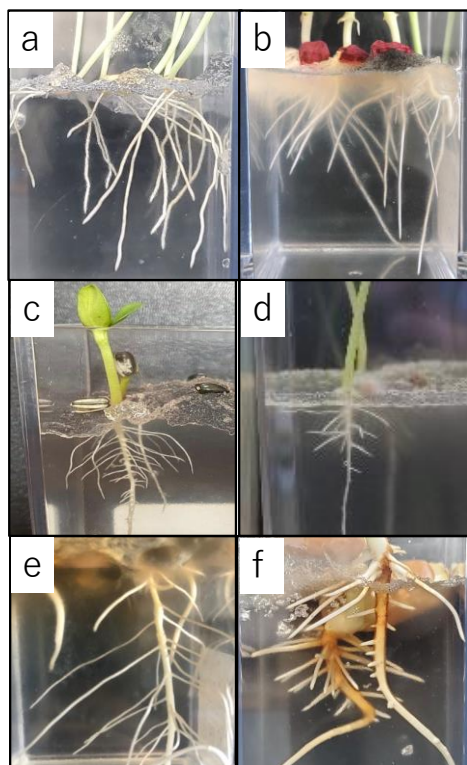
### 4.2 準備

授業では、図 3 に示したヒマワリ(A)、エンバク(B)、エンドウ(C)、トウモロコシ(D)を用いた。各植物は授業の 2 週間前に培地に播種し、3~4 人の班に 1 種類ずつ用意した。

### 4.3 授業の流れと様子

導入では、第 1 学年で学習した花のつくりや葉の葉脈を観点にして分類したことを確認した。その後、本時のねらいである「花以外の部分に着目して植物を分類しよう」について確認した。

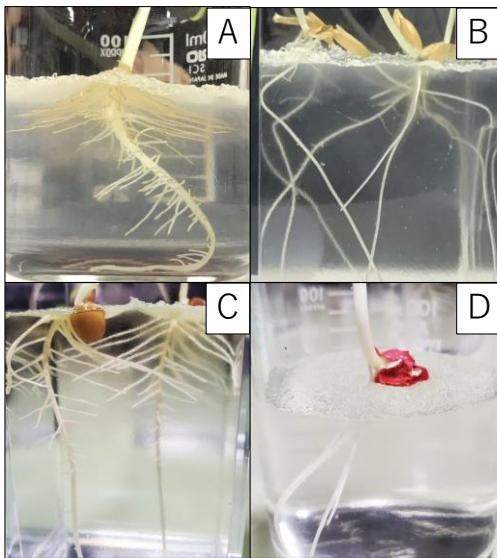
植物を分類する前に生徒には 4 種類(A~D)の植物の名前を伝えた。最初に A と B を生徒に配布し観察させ、2 つの植物を観察させ、特徴を見いだして共通点・相違点をワークシートに記入させた。その後 C を



a: エンバク b: トウモロコシ  
c: ヒマワリ d: ハツカダイコン  
e: エンドウ f: ソラマメ

図 2 各植物の根の様子





A: ヒマワリ B: エンバク

C: エンドウ D: トウモロコシ

図 3 授業で用いた植物の様子

配布し、ワークシートに記入した特徴から観点と基準を設定して、CがAとBのどちらの仲間かを班で考察させた。その後、Dを配布し、同様の方法で分類させた。

植物の分類後は、他の班と結果を共有した。その際、分類の観点や基準を説明させた。

最後に、学習全体を通して感じたことを生徒に発表させた。

生徒が分類した結果には2パターンあった。パターンⅠは「A、C」と「B、D」、パターンⅡは「A、C、D」と「B」であった。パターンⅠでは、根の太さ、子葉の枚数、茎の色を観点とし分類していた。パターンⅡでは根の形（枝分かれがあるか）を観点として分類していた。

他の班と分類の結果を共有した際には、生徒同士で



図 3 植物を観察・分類している様子

「なんでこうしたの?」といった発言があり、納得するまで追究しようとする様子が見られた。

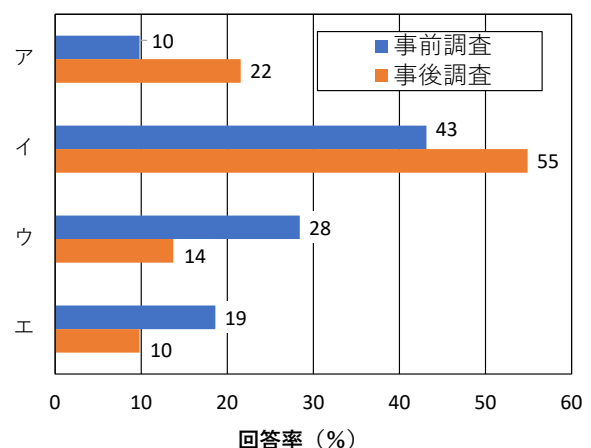
#### 4.4 質問紙調査(事前・事後) ※別紙参照

アンケートの調査対象は第2学年4クラス合計102名である。質問紙調査Q1とQ2の事前調査・事後調査の結果をそれぞれ図5、図6に示す。

Q1の質問では、観点や基準を意識して観察することに前向きな回答(ア・イ)が53%から77%に向上した。これは、本時の授業が生徒の分類に関する見方・考え方を明確にし、身近な植物を分類しようとする態度を育むことに有効であったためだと考えられる。また、今回は発芽・発根や成長の様子を一定期間観察させてきたことで、教材に対する関心が高まっていたことも一因であると分析している。

Q2の質問では、事後は葉脈、子葉の数、根のつくりと回答する生徒数が大幅に増えた。これは、これまで感覚的であった分類の仕方が、観点や基準に基づいたより科学的なものに改善したためだと考えられる。

事後調査Q3では、SkyGelを用いた授業の感想について、「根のつくりまで見えたのが分かりやすかった」「主根・側根やひげ根が見やすかった」「土の中でもこんなふうに根を張るのかなと思うと面白かった」「横から根が見えるのが良かった」など、根の観察が生徒の興味・関心を引き出していたことが分かる。これら



「植物の分類について、日常生活の中で自分の観点や基準で考えながら観察したことがありますか?」

ア. 日常生活の中で分類の基準や観点を考えながら観察している。

イ. たまに分類の基準や観点を考えて観察している。

ウ. ほとんど考えたことがない。

エ. 植物の観察をしない。

図 5 質問紙調査 Q1 の事前・事後調査の結果

観点	回答人数(人)	
	事前	事後
葉脈	14	35
子葉の数	6	34
根のつくり	2	43
葉の形	7	1
葉の大きさ	5	1
生えている場所	6	3
色	5	3
茎	4	7

「花のつくりや花があるかないか以外の観点や基準で分類するとしたらどのような観点や基準で分類しますか？」

図 4 質問紙調査 Q2 の事前・事後調査の結果

の根をじっくりと観察して分類するという学習活動が充実していたため、Q2 では植物を分類する観点として「根のつくり」を挙げる生徒が大幅に増えたと考えられる。

さらに、生徒の感想には「自分の好きな所を選んで細かく観察することができた」「自分では思いつかなかった見方（葉脈で判断することを班員に教えてもらった）ができるのが面白かった」「根や子葉、葉脈など一つの見方はなく、それぞれの班の考えがあり、面白かった」といった感想も見られた。以上のことから、生徒は様々な視点から植物を観察して探究的に分類しており、「主体的・対話的で深い学び」が実現できていた。また、特にワークシートの記述から、前時までに身に付けた知識を活かして、自分なりに分類しようとする態度を育成できたことが見取れた。

## 5 まとめ

### 5.1 成果

本研究では、SkyGel 培地での根の観察に適した植物種について検討し、開発した教材を用いて植物の分類についての検証授業を行い、植物の分類に関する資質・能力を育てる指導法について検討した。

根の観察に適した植物種については、単子葉類と双子葉類で複数の植物種において根の観察が可能なことを明らかにした。

また、生徒のアンケートの結果から、SkyGel を用い

て植物を栽培して観察させることで生徒が様々な視点から植物を観察し、複数の特徴を見いだして分類する活動が可能となり、「主体的・対話的で深い学び」を実現できたと言える。

### 5.2 課題・今後の展望

検証授業は 10 月に行ったため、植物種によっては水耕栽培に向いているかどうかや温度などの条件により、種子の発芽・発根やその後の成長に影響があったと考えられる。本来、植物の分類は、4~5 月に行う内容であるため、その時期に適した植物種の検討が必要である。

また、植物の分類は第 1 学年で扱う内容であるが、今回の検証授業は研究の都合により第 2 学年で行った。来年度は複数の学校の第 1 学年で検証授業を行い、SkyGel を用いた授業の効果を検証したい。

### 謝辞

本研究は、小島大氏（ナリカ株式会社）、中島航己氏（ナリカ株式会社）の協力を得ている。ここに感謝の意を表する。

### 参考文献

1. 文部科学省. "中学校学習指導要領解説理科編." (2008).
2. 乙部和紀. "根系の形成過程観察に適した物理性を備えた固体透明培地の提案." 根の研究 24.4 (2015): 129-132.
3. ナリカ, 植物の発芽・発根観察セット (カタログ No. G40-2383)
4. Ito, Hirotake, et al. "Comparison of root growth angles of wheat cultivars grown in a hydrogel polymer medium." Plant Root 10 (2016): 4-10.
5. 山口晃弘. "中学校理科「主体的に学習に取り組む態度」の学習評価完全ガイドブック." (2022).

## 理科学習指導案

### 1 単元名 「いろいろな生物とその共通点」

### 2 単元の目標

身近な植物の外部形態の観察を行い、その観察記録などに基づいて、共通点や相違点があることを見出して、植物の体の基本的な作りを理解すること。また、その共通点や相違点に基づいて植物が分類できることを見いだして理解すること。

### 3 指導観（単元観）

学習指導要領では、いろいろな生物の観察から特徴を見いだして、その特徴に基づいて観点や基準を設定し、分類することが求められている。

小学校では、第5学年で「植物の発芽、成長、結実」、第6学年で「植物の養分と水の通り道」について学習している。また、中学校第1学年では本時まで、「合弁花・離弁花の被子植物の共通点と相違点を見だし、花の基本的なつくりを理解すること」、「裸子植物の花を観察させて被子植物と比較して相違点を見だし、種子植物が被子植物と裸子植物に分類できること」を学習している。

本時では、日常では観察しにくい子葉を含む葉や根のつくり注目して分類を行うことで、生徒の学習意欲を喚起し、生徒が自然の事物・現象に進んで関わり、主体的に学習に取り組もうとする態度を育てることを目標としている。

### 4 指導計画（全8時間中の第5時間目）

時間	指導のねらい・学習活動	重点	記録	備考 [記録方法]
1	・離弁花, 合弁花を分解して花のつくりを観察し, 規則性や共通点と相違点について考える。	知		・分解した花のつくりを, 各部分に分けて順番にテープで貼り, 特徴を記録することができる。
2	・観察の結果を基に離弁花, 合弁花の花のつくりについて話し合い, 規則性や共通点と相違点を見いだす。	思	○	・観察記録に基づいて, 花のつくりの規則性や共通点と相違点を見いだすことができる。[記述分析]
3	・一つの植物の花と果実を比較し, 果実や種子はどのつくりが変化したものか考える。	思		・果実や種子のでき方を, 花のつくりと関連づけて考察することができる。
4	・マツの花を観察して花のつくりと特徴を見だし, 裸子植物と被子植物の共通点と相違点を見いだす。	思	○	・マツの花のつくりの特徴を見だし, 被子植物との共通点と相違点を見いだすことができる。[記述内容]
5 (本時)	・花以外のつくりに着目して植物を分類しようとする。	態	○	・花以外の植物のつくりの観察を通じて, 共通点や相違点を見いだして, 観点や基準を設定して分類しようとしている [記述内容]
6	・双子葉類の植物と単子葉類の植物を観察し, 子葉の枚数, 葉や根のつくりで分類できることを見いだす。	知	○	・葉や根のようすを観察し, 結果を表などにまとめて記録することができる。[記述内容]
7	・シダ植物やコケ植物のように, 胞子でふえる植物について理解する。	知		・種子をつくらぬ植物にはシダ植物やコケ植物があり, 胞子でふえることを理解する。
8	・提示された植物を, これまでに学習した特徴に基づいて分類する。	態	○	・これまでに学習してきた植物の特徴をふり返り, 共通点や相違点に基づいて植物を分類しようとしている。[行動観察・記述内容]

## 5 本時（全8時間中の第5時間目）

### （1）授業のねらい

花以外のつくりに着目して、主体的に植物を分類しようとする態度を育成する。

### （2）評価規準

花以外のつくり注目して特徴を見だし、共通点や相違点に基づいて植物を分類しようとしている。

### （3）指導と評価の流れ

	○学習内容 ・ 学習活動	指導上の留意点・配慮事項	学習活動に即した具体的な評価規準（評価方法）
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> <li>前時を振り返る。</li> <li>本時の課題「花以外の部分に着目して、植物を分類しよう」を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>前時の振り返りから、花以外の部分で特徴を見いだすにはどこを見るとよいか問いかける。</li> <li>SkyGel®培地を用いると、子葉と根が観察できることに着目させる。</li> </ul>	
展開1 10分	課題1：植物Aと植物Bを観察し、特徴や共通点、相違点を記入しよう。		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>2種類の植物を観察しメモを取る。</li> <li>班で情報を共有しながら進めていく。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察したときの特徴を、タブレット端末を用いて撮影する。</li> <li>植物Aは双子葉類、植物Bは単子葉類とする。</li> </ul>	主体的に植物の特徴を見いだそうとしている。（記述内容）
展開2 15分	課題2：観点や基準を決めながら、2つのグループに分類してみよう。		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物C、植物Dを順に加えていく。</li> <li>植物Cを加えたところで分類の観点と基準を設定させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他者の意見も参考にしながら、自分で考えた共観点や基準で分類をさせる。</li> <li>植物Cは双子葉類、植物Dは単子葉類とする。</li> </ul>	観点や基準を設定して植物を分類しようとしている。（記述内容）
展開3 10分	課題3：他の班と意見交換しよう。		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>意見交換をする。その際、自分の考えをより妥当なものにするための参考にする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>観察植物は席に置いたままなので、タブレットで撮影した写真を用いて、説明するときに伝えるようにしておく。</li> </ul>	
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> <li>自分の班に戻り、他の班で得た情報を共有する。</li> <li>ワークシートに振り返りを記入する。</li> <li>指名された生徒が気付いた特徴と分類の観点と基準について発表する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他者の意見を取り入れている内容がある生徒がいれば、その生徒を選んで発表させる。</li> </ul>	

## 花以外の部分に着目して、植物を分類しよう

### <観察>

1. 指示された二つの植物を観察し、共通点や相違点を考えながら特徴を記入する。

A. ( )	B. ( )
--------	--------

2. 植物Cの特徴を記入する。3つの植物を観点と基準を考えながら分類する。

<Cの特徴>	( )と( )は同じ仲間
	( )は別の仲間

3. 植物Dの特徴を記入し、観点と基準を考えて、分類する。

<Dの特徴>	
<分類する上で考えた基準と観点>	
[グループ1]	[グループ2]

4. 他の人の意見

--

5. 今回の授業の振り返り（自分の学習、他の人との意見）、新たな発見、疑問などを書く

--

年 組 番 氏名：