

## 〈バイオ生産システム〉

# 思考力・判断力・表現力を培う指導の工夫 — 単元「応用技術の実際」における授業づくりを通して —

沖縄県立中部農林高等学校教諭 當 山 玲 子

## I テーマ設定の理由

高等学校学習指導要領は、21 世紀を「知識基盤社会」の時代であると捉え「生きる力」を育むことを重視している。また「基礎的・基本的な知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等を育成し、主体的に学習に取り組む態度を養い、個性を生かす教育の充実に努めなければならない。」と示されている。農業教育においても多様化する生徒のニーズに積極的に対応し「確かな学力」の育成を重要視している。高等学校学習指導要領解説農業編（以下、解説農業編）では、教科の目標の一つに「農業に関する課題を見付け、自分自身や社会のものとして主体的、合理的に、かつ倫理観をもって解決を図る創造的な能力と実践的な態度を育成すること」が掲げられている。

本校園芸科学科では、園芸作物の栽培を通し、施設を活用した先端技術や生活空間の創造及び園芸作物活用に関する知識と技術を学び、科学的に判断し実践できる農業技術者及び農業に関わる業務に従事する人材育成を目標に掲げ、コース制を導入している。また、園芸デザインコースでは「園芸デザインや植物バイオに関する知識と技術を習得させ、農業の発展と快適な生活空間を創造する技術者としての必要な能力と態度を育てる。」ことをコースの目標としている。コースの中核科目である科目「植物バイオテクノロジー」は、2 学年で 2 単位、学校設定科目「応用植物バイオテクノロジー」は、3 学年で 3 単位を履修させている。植物バイオテクノロジーは、農業の様々な分野で活用されている技術であり、その授業の取り扱いにおいては、意義や役割など、植物バイオテクノロジーの現状や今日的な課題などについて関心を持たせ、実際に培養等を体験することが大切である。「植物の増殖能力の利用」「植物バイオテクノロジーの実践」の単元においては、沖縄県の農業資源となりうるラン科植物を選定し学習を行っている。県内では、洋ランの切り花生産は盛んで多くの品種が栽培されている。生産向上に向けて課題は多く、良質な苗の確保や品種の導入など植物バイオテクノロジーの技術の活用が期待されている。

生徒は積極的に学習活動を行うが、培養植物の変化は遅く時間がかかり、実験や調査が単調になり、生徒が飽きてしまうことがある。そこで学習過程を工夫し、実際に農家との連携や交流を行い生徒の意欲を喚起する。実験、観察、考察、まとめの学習活動で思考・判断させる授業づくりや教材作成を工夫することで、育成すべき思考力・判断力・表現力を継続的に高めることができると考える。

そこで本研究では、学習指導の展開や教材の工夫を図り、さらに思考力・判断力・表現力を育成する授業の工夫に取り組む。

〈研究仮説〉

科目「応用植物バイオテクノロジー」の単元「応用技術の実際」の学習において、授業づくりや教材を工夫して農家交流学习、実験、まとめの学習に取り組むことで、思考力・判断力・表現力の向上が図られるであろう。

## II 研究内容

### 1 実態調査

#### (1) 目的

科目「応用植物バイオテクノロジー」における実験・実習の現状を調査し、支援教材の作成、学習過程を見直す参考資料とする。

#### (2) 調査

① 対象：沖縄県立中部農林高等学校 園芸科学科 園芸デザインコース 3 学年 21 名  
(植物バイオテクノロジー専攻 8 名、フラワー専攻 13 名)

② 調査日：平成 26 年 5 月 8 日

#### (3) 結果と考察

科目「植物バイオテクノロジー」の授業内容についてのアンケート調査では「授業（座学）は楽しいですか」の問いには「とてもそう思う」「まあそう思う」と答えた生徒が 20 名であった（図 1）。授業で「楽しくない」「おもしろくない」と思うときはどのようなときか理由を問うと「計算など頭がこんがらがってしまうとき」や「何の勉強か理解できないとき」などと回答している。授業の

目的が分かりづらいときや、つまずきがあるときとわかった。授業の目標を理解させること、指導方法の改善が必要であると考える。

「実験が農業でどう生かされているかわからない」の問いには「とてもそう思う」「まあそう思う」と回答した生徒が合わせて9名おり、実験が実際の農業にどのように役立つのか理解させることができていないとわかった（図2）。植物バイオテクノロジーの技術が農業に欠かせない技術であることを理解させることが必要である。

「培養する植物の変化が遅いので、実験に飽きることがある。」の問いには、半数以上の生徒が植物の変化が遅いので実験に飽きていると感じていることがわかった（図3）。学習の展開の工夫が必要である。

「実験結果のデータをまとめること、考察することが苦手である」の問いには、半数以上の生徒が苦手と感じていることがわかった（図4）。この結果から、実験結果のデータをまとめ、考察する力の育成が必要になると考えられる。また、ほとんどの生徒が植物観察や施設見学などの校外での授業に関心が高いことも分かった。このことから、授業の目標を明確にし、思考力・判断力・表現力の育成につながる学習展開と教材の工夫を図る必要があると考える。

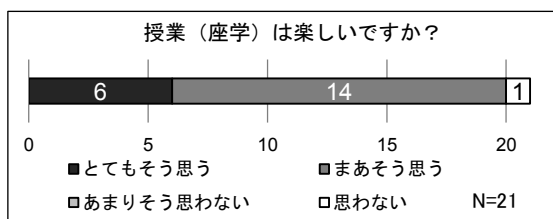


図1 アンケート結果

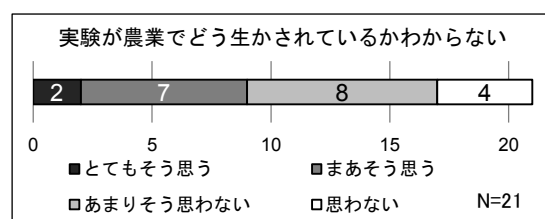


図2 アンケート結果

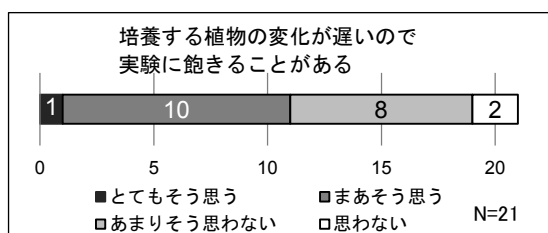


図3 アンケート結果

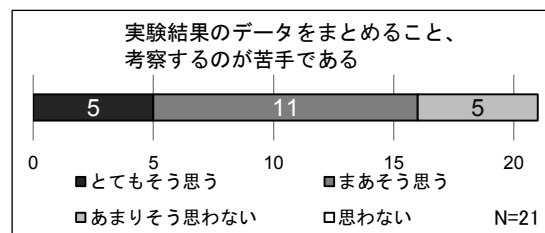


図4 アンケート結果

## 2 理論研究

### (1) 思考力・判断力・表現力について

解説農業編では「思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、観察・実験レポートの作成、論述など知識・技能の活用を図る学習活動を発達の段階に応じて充実させる」としている。植物バイオテクノロジーの学習においては、実際の・体験的な学習を重視し、実践力を育成する観点から観察や実験・実習が必要である。

小原（2000）は「生徒は、学習のなかで大きく次の三つの問いへの解答が求められる」としている（表1）。本研究では、思考力・判断力・表現力が小原の示す「学習における三つの問い」を学習活動に取り入れ、ワークシートの各項目に問いを設定し、授業において発問を工夫することで育まれるよう指導した。実験工程や実験結果をまとめる場面では「①記述型」の問いを設定する。予測を立て、条件を設定し、手段・方法を選択する場面では「②説明型」の問いを設定する。実験結果から考察し、課題解決の判断には「③判断型」の問いを設ける。求める問いを各場面で設定することにより、思考力・判断力・表現力の育成が図れると考える（図5）。

表1 学習における三つの問い

|                                  | 求める問い                                                | 場面    | 獲得する能力         |
|----------------------------------|------------------------------------------------------|-------|----------------|
| ①記述型<br>「どのように、どのような」            | 事象の過程や特色・構造を記述する活動                                   | 記述の過程 | 観察・資料活用の技能や表現力 |
| ②説明型<br>「なぜ、どうして」                | 事象を目的と手段、条件と結果、原因と結果などの関係の推論によって、目的論的、条件的、因果的に説明する活動 | 説明の過程 | 思考力            |
| ③判断型<br>「どうしたらよいか、どの解決策がより望ましいか」 | 問題解決や課題の実現のために最も合理的な手段・方法を選択・決定する判断の活動               | 判断の過程 | 判断力            |

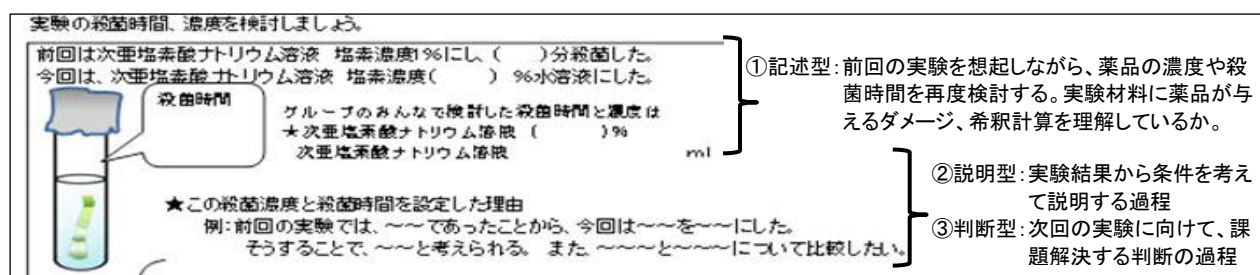


図5 ワークシートに設定した学習における三つの問い（抜粋）

## (2) ルーブリックについて

生徒の学習到達状況を確認するためルーブリックを設定した（表2）。黒上（2000）はルーブリックの利点は「生徒が自らの立ち位置を自覚し、より高い次元を目指そうと意欲的に学ぶことができる。自分がどの段階にいるのか、自らの学びを振り返りながら、意欲的に努力できる。ルーブリックによって、生徒は自分の成長の度合いを自分で知ることができる。」としている。生徒に到達目標に向けた学習活動を促し、学習のねらいに向けた授業づくりをすることで、授業のねらいも具体性を増すことができると考える。

表2 ワークシートに記載したルーブリック

| 生徒の自己評価 |                     | A よくできた                           | B できた                      | C もう少し                  |
|---------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1       | 前回の実験結果をまとめることができたか | 他の人の実験結果も比較して、成功や失敗の原因を考えることができた。 | 実験結果から、成功や失敗の原因を考えることができた。 | 成功や失敗の原因を考えることができない。    |
| 2       | 予測ができるか             | 殺菌時間、濃度を検討した理由を説明でき、さらに予想もできた     | 殺菌時間、濃度を検討し、その理由を説明できる     | 殺菌時間、濃度を検討し、その理由を説明できない |
| 3       | 増殖ステージの実験方法を自分で考える  | 自分で実験の方法を考え、説明することができた            | 自分で実験の方法を考えることができた         | 実験の方法を考えることができなかった      |
| 4       | 増殖ステージの実験方法をみんなで考える | いろいろな意見を参考に実験結果を予測しながら、方法を検討できた   | いろいろな意見を参考に実験方法を検討できた      | 実験の方法を検討できなかった          |
| 5       | 総合評価                | ( A B C )                         |                            |                         |
| 6       | どうしてこの評価にしたのか       |                                   |                            |                         |

## 3 授業づくりの工夫

本研究では、農家交流、実験、まとめの3つの学習過程に区切り、生徒の思考力・判断力・表現力を育成する授業づくりに取り組んだ。

### (1) 外部講師による授業

中央教育審議会答申（平成20年1月）においては、学習指導要領改訂の基本的な考え方が示されているとともに、各教科等の改善の基本方針や主な改善事項が示されている。その改善の具体的事項において、外部人材を活用した授業の充実について「地域産業や地域社会との連携・交流を通じた実践的教育，外部人材を活用した授業などを充実させ，実践力，コミュニケーション能力，社会への適応能力等の育成を図るとともに，地域産業や地域社会への理解と貢献の意識を深めさせる」と示している。本研究では、植物バイオテクノロジーの技術が農業にどう役立つのか考えさせるために、農家交流を通して栽培現場の見学や講話の設定を行う。また、花卉産業についての知識を広め、学習を深めることができると考える。

### (2) 「実験」について

観察の方法として、高山（2000）は、観察の方法とは「①ある個体をじっくり観察する、じっと観る（個体観察）②比べてみる、分けてみる（比較観察）③数えてみる、統計をとる（定量的観察）④他との関係を観る、つなげてみる、分布を観る（関係的観察）⑤変化を観る、連続的にみる（継続的観察）⑥多面的・多角的にとらえる、まとめる、総合する（総合的観察）。」としている。このことから、教師側が観るポイントを声掛けし、気付かせる活動が必要と考える。予測を立て、手段・方法を選択し、決定した判断によって実験を行い、結果や考察を説明できるように指導した。

### (3) 「まとめの学習」について

グループによるプレゼンテーション、検討会を行う。自分の考えと他者の意見をすり合わせ、実験結果や考察について話し合い整理することで、一人ひとりの思考の深まりや論理的な解釈につながると考える。また、プレゼンテーションのスキルが向上すると考える。

## 4 学習支援教材の作成

### (1) ワークシート

学習目標をはっきりと示した(図6①)。実験の流れをイラストで示し、イメージできるようにし(図6②)、関連する知識や、注意点などを記載した。実験操作のポイントをまとめ、自ら工夫したことを書き込めるようにした(図6③)。農業学習においては、計画を立て実行し、客観性のある記録を行い、学習を振り返る学習活動は、欠かせないものである。ワークシートや参考資料をファイリングする大切さも指導する。

## (2) 実験用の培養物の準備

材料は、中部農林高等学校で育種している選抜株を使用する(写真1)。目的とする形質をもった2つの品種を交配し、優良な個体を選抜・固定を繰り返していく交雑育種法で作出した株である。育種目標は、栽培管理しやすく、生産効率が高いミニデンファレの大量増殖である。鉢物サイズに適しているミニデンファレの品種と栽培しやすい切り花品種のサクラピンクを交配した雑種のなかから選抜し、クローン増殖を行う。選抜株は肥培管理、病虫害の発生に注意する。新芽は、殺菌処理が難しくなるので葉が展開していないものがよい。

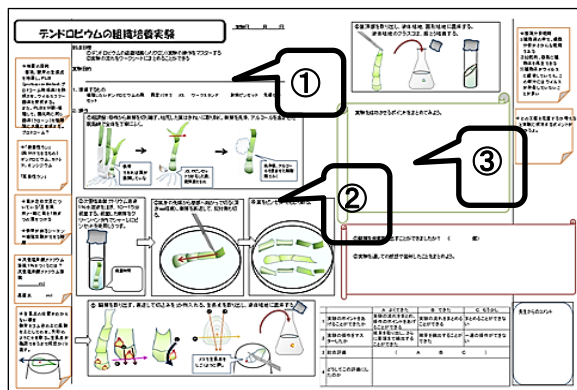


図6 ワークシート(組織培養実験用)



写真1 実験に使用したデンドロビウム

## (3) 実験方法

富山(2000)の処方と工程を参考に実験を進めた。メリクロンとは、メリステム(茎頂分裂組織)由来のクローンという意味である。茎頂培養しPLB(プロトコーム様球体)を形成させる(写真2)。PLBを分割・増殖して、クローンを大量に育成することが培養の目的である。

### ① 培地

ランの組織培養で多用されている修正Vacin&Went培地を使用する(表3)。培地条件を比較するため、液体培地、固体培地を作成した。液体培地は、100mL三角フラスコに20mL分注した。

### ② 殺菌方法

滅菌済みの試験管に粗調整された新芽を入れ、次亜塩素酸ナトリウム水溶液(有効塩素濃度1%)を注ぎ10~15分間浸漬し殺菌する。この工程は、生徒に殺菌剤の濃度と殺菌時間を検討させるようにする。希釈の計算が苦手な生徒には、丁寧に説明を行う。

### ③ 腋芽と茎頂の摘出方法

実験に入る前に単茎性ランと複茎性ランの違い、デンドロビウムの新芽の内部構造を確認する。葉を剥がした新芽の内部には、腋芽が2~3個存在している。腋芽の色は、薄い黄緑色、クリーム色、白色を呈している。さらに葉原基を除去して茎頂を摘出する(写真3)。

### ④ PLBの増殖

生長点からPLB形成までの変化は、振盪培養によって約3ヶ月要するため、継続的な観察や変化を追うことが難しい。事前に教材を準備しておくことで、効率よく学習指導することができる。増殖したPLBは、芽が識別できる前に、分割し、液体培地で継代培養する。



写真2 増殖中のPLB

表3 修正VW(1986)培地(Sagawa, Y)

| 培地組成                                               | mg/L    |
|----------------------------------------------------|---------|
| リン酸三カルシウム $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$             | 200     |
| 硝酸カリウム $\text{KNO}_3$                              | 525     |
| リン酸一カリウム $\text{KH}_2\text{PO}_4$                  | 250     |
| 硫酸マグネシウム $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 250     |
| 硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$              | 500     |
| 硫酸マンガン $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$    | 6.8     |
| 硫酸第1鉄 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$    | 27.8    |
| エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム                                  | 37.3    |
| ショ糖                                                | 20 g/L  |
| 粉末寒天                                               | 8 g/L   |
| ココナッツウォーター                                         | 150 ml  |
| 蒸留水                                                | 845 ml  |
| pH                                                 | 4.8~5.0 |

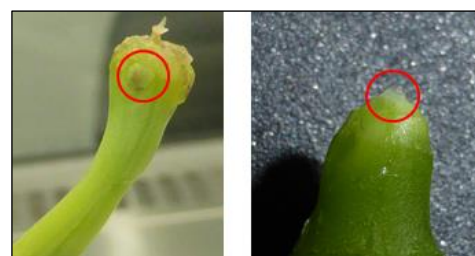


写真3 腋芽と茎頂

### Ⅲ 指導の実際

#### 1 科目・単元名 「応用植物バイオテクノロジー」・「応用技術の実際」

#### 2 単元設定の理由

##### (1) 教材観

県内では、洋ランの切り花生産は盛んで、多くの品種が栽培されておりバイオ苗も活用されている。組織培養技術は、生産向上に向けて欠かせない技術であることを理解する必要がある。本専攻でもデンドロビウムの育種に取り組んでいる。そこで、農家交流において栽培管理、生産性について学び、バイオ苗の有効性を学習する。組織培養実験、まとめの学習で発表や検討会を行うことで、思考力・判断力・表現力の育成を図る。

##### (2) 生徒観

本校園芸科学科では、3学年園芸デザインコース植物バイオテクノロジー専攻は計8名、授業に積極的に取り組み、協力して実験に臨んでいる。1、2学年で履修した「植物バイオテクノロジー」では、基礎的な知識と技術を習得してきた。しかし、植物バイオテクノロジーの技術が農家や現場で、どのように活用されているかを体験的に学習させることができていない。また、実験結果をまとめること、考察することが苦手な生徒が多い。そこで、単元の導入では農家交流を行い植物バイオテクノロジーの技術がどのように活用されているか学習する。ワークシートを活用し、実験結果や考察、発表に取り組むことを通じて、思考力・判断力・表現力の育成につなげる。

##### (3) 指導観

農家交流において、植物バイオテクノロジーの技術がどのように生かされているか理解させる。学習の到達目標を確認し、組織培養実験を通して、観察、考察をワークシートにしっかり記述させる。プレゼンテーション資料作成や発表、検討会を通し学習活動を振り返る。このことにより、植物バイオテクノロジーの実践への関心が高まり、思考力・判断力・表現力の育成を図ることができる。この能力の育成は、コースの目標にあるバイオに関する知識と技術を活用し農業の発展に寄与する技術者としての必要な能力と態度の育成につながると考える。

#### 3 単元の目標

- (1) 組織培養技術に関する学習に興味・関心をもち、意欲的に取り組むことができる。
- (2) 「応用技術の実際」を通して、実験、観察、まとめの学習活動で思考し、判断した根拠を示すことができる。
- (3) 学習活動を説明でき、組織培養実験の操作が身についている。
- (4) バイオテクノロジーの知識と技術、その役割や意義を理解することができる。

#### 4 単元の評価規準

| 関心・意欲・態度                                      | 思考・判断・表現                                   | 技能                                    | 知識・理解                                        |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| ①興味・関心をもって意欲的な態度で取り組んでいる。<br>②実験に意欲的に取り組んでいる。 | ①課題解決を目指した思考になっている。<br>②ワークシートをまとめることができる。 | ①学習の流れを説明することができる。<br>②実験の操作が身についている。 | ①組織培養における知識を身に付けている。<br>②バイオ技術の役割や意義を理解している。 |

#### 5 指導計画と配当時間（全15時間）

| 単元      | 時間 | 学習内容               | 指導目標                                                                | 学習活動                                                                               | 評価の観点 |        |   |   | 評価方法                 | 準備する教材 |
|---------|----|--------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|---|---|----------------------|--------|
|         |    |                    |                                                                     |                                                                                    | 関     | 思      | 技 | 知 |                      |        |
| 応用技術の実際 | 3  | 農家交流<br>ラン温室<br>見学 | ・沖縄のラン栽培について理解させる<br>・生産性を上げるノウハウを学ぶ<br>・学校の温室との違いを知る               | ・沖縄のラン栽培について理解する<br>・生産性を上げるための管理方法を理解する                                           | ①     |        |   | ② | 行動観察<br>ワークシート<br>発問 | ワークシート |
|         | 3  | 農家交流<br>講話         | ・県外、海外のラン栽培について<br>・市場について<br>・苗の導入方法について理解させる<br>・講話から問題点、課題を考えさせる | ・様々な栽培方法、販売方法を理解する<br>・市場のニーズに対応するための品種導入の工夫を理解する<br>・バイオ技術がラン栽培にどのように生かされているか理解する |       | ①<br>② |   |   | 行動観察<br>ワークシート<br>発問 | ワークシート |

| 単元      | 時間 | 学習内容   | 指導目標                                                                                                                   | 学習活動                                                                                                                                          | 評価の観点 |        |   |   | 評価方法                         | 準備する教材           |
|---------|----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|---|---|------------------------------|------------------|
|         |    |        |                                                                                                                        |                                                                                                                                               | 関     | 思      | 技 | 知 |                              |                  |
| 応用技術の実際 | 3  | 組織培養実験 | <ul style="list-style-type: none"> <li>デンドロビウムの組織培養実験の操作をマスターする</li> <li>実験のポイントをまとめさせる</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>デンドロビウムの生育特性、茎頂、腋芽の部位を理解する</li> <li>メリクロン技術を理解する</li> </ul>                                            |       |        | ② | ① | 行動観察<br>実験操作<br>ワークシート       | ワークシート           |
|         | 3  | 組織培養実験 | <ul style="list-style-type: none"> <li>前回の実験について理解させる</li> <li>生育状況を確認し、継代培養を理解させる</li> <li>観察のポイントを理解させる</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>前回の実験の結果をまとめ考察し、グループで検討する</li> <li>継代培養の方法を考え実験を行う</li> <li>実験のポイントをワークシートにまとめる</li> </ul>             |       | ①<br>② |   |   | 行動観察<br>実験操作<br>ワークシート<br>発問 | ワークシート           |
|         | 3  | 発表とまとめ | <ul style="list-style-type: none"> <li>一連の学習活動を振り返り、学習内容の理解を深めさせる</li> <li>発表のポイントを理解させ、プレゼンテーションのスキルを習得させる</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>観察、実験の結果を踏まえ、考察してスライドにまとめることができる</li> <li>協力して発表することができる</li> <li>検討会から各グループの組織培養実験についてまとめる</li> </ul> |       | ①<br>② |   |   | 行動観察<br>ワークシート<br>発問         | ワークシート<br>プレゼン資料 |

## 6 検証授業 本時の学習指導（13～15 時／全 15 時間）

日時 平成 26 年 11 月 19 日

対象学年 沖縄県立中部農林高等学校 園芸科学科 植物バイオ専攻コース 3 年 2 組 8 名

科目 「応用植物バイオテクノロジー」

単元名 「応用技術の実際」

## 7 本時の指導目標・評価規準

### (1) 指導目標

- ① 観察、実験の結果、考察をまとめ発表することで、一連の学習を振り返りグループで確認し、学び合う。
- ② 発表のポイントを理解するとともに、プレゼンテーションのスキルを習得する。
- ③ 検討会を行い、

### (2) 準備する教材・教具

継代培養しているフラスコ、パネル、ノートパソコン、プロジェクタ

### (3) 授業形態

4 名 2 グループのグループ活動

### (4) 本時の評価規準

| 評価項目<br>(学習活動)                           | 学習活動に即した評価規準                                            |                                |                                                      | 評価方法                          |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                          | A<br>十分満足できる                                            | B<br>おおむね満足できる                 | C<br>支援の具体的方法                                        |                               |
| 【思考・判断・表現】<br>①課題解決を目指した思考になっている。        | 組織培養について理解し、課題解決に向けての取り組み、実験結果、考察を説明することができる。           | グループで取り組み、実験結果をまとめ、説明することができる。 | 実験ワークシートから、学習を振り返らせ、プレゼンテーション資料を作成させる。               | 行動観察<br>ワークシート<br>プレゼンテーション資料 |
| ②実験の結果を既習知識から考察し、自分の考えをまとめ、表現することができる。   | 内容を理解し、わかりやすく発表し、質疑に答えることができる。                          | 内容を理解し、わかりやすく発表することができる。       | わかりやすく発表できるように支援する。質疑応答の場を設定する。                      | 行動観察<br>ワークシート<br>プレゼンテーション資料 |
| 【技能】<br>①組織培養実験についての学習内容をまとめ、発表することができる。 | 観察結果や実験の予想を自分の考えや他者の意見をまとめることができる。第三者にわかりやすく説明することができる。 | 学習内容や実験結果を指示通りにまとめ、発表することができる。 | 発表資料の作成の助言をし、うまく発表できるよう支援する。他者の意見をよく聞き、比較できるよう声かけする。 | 行動観察<br>ワークシート<br>プレゼンテーション資料 |

## 8 本時の展開

評価の観点 (【思】思考・判断・表現 【技】技能)

| 学習展開       | 生徒の活動                                                                                                                                                                                                                                        | 教師の活動                                                                                                                                                                                                                                        | 使用教材                                                                             | 評価の観点                                                                                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 導入<br>15分  | 1. 身なりを正し、始めの挨拶をする<br>2. 本時のテーマや目標及び授業内容を理解する                                                                                                                                                                                                | 1. 出席点呼を行う<br>2. 本時のテーマや目標及び授業内容を提示する                                                                                                                                                                                                        |                                                                                  |                                                                                                                                            |
|            | <b>【テーマ】</b> デンドロビウムの組織培養実験<br><b>【目標】</b> 1. 組織培養実験の方法、結果、考察をまとめ、発表する<br>2. 各グループで解決したことや解決できなかったことを比較検討する                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                  |                                                                                                                                            |
| 展開<br>115分 | 3. 前時まで学習した事項を振り返る<br>前回実験したフラスコを観察する<br>・ P L B の分割方法の違い、各種培地による P L B の生育状態を観察する<br>・ P L B の生育状況を撮影する<br>4. プレゼンテーションソフトでの発表方法について説明を受け、発表資料のまとめ方を学ぶ<br>5. グループに分かれ、プレゼンテーション資料を作成する。実験工程、予測、結果、考察についてまとめたワークシートを参考にする<br>6. スライドの担当箇所を確認 | 3. 前時まで学習した事項を再確認させ、前回実験したフラスコを観察させる<br>・ P L B の分割方法、各種培地の生育状態を観察させる<br>・ P L B の撮影方法を考えさせる<br>4. プレゼンテーションソフトでの発表方法について説明する。「実験の方法、予測、実験の様子、実験結果、考察、まとめ・感想」の順に資料作成を指示する<br>5. プレゼンテーション資料を作成するよう指示する。進捗状況を確認し、補足する<br>6. 発表スライドの担当箇所を確認させる | 前回実験した培養フラスコ<br><br>ワークシート<br>視聴覚教材<br><br>ワークシート<br>視聴覚教材<br><br>観察教材<br>ワークシート | <b>【思】</b> ①<br>行動観察<br><br><b>【思】</b> ① ②<br>ワークシート<br>行動観察<br><br><b>【技】</b> ①<br>行動観察<br>ワークシート<br><br><b>【思】</b> ① ②<br>プレゼン資料<br>行動観察 |
|            | <b>【プレゼンテーション資料作成】</b>                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                  |                                                                                                                                            |
|            | <b>【発問1】</b> 各グループの実験の工夫しているところはどこだろうか？                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                  |                                                                                                                                            |
|            | 7. 各グループ発表する                                                                                                                                                                                                                                 | 7. 各グループの発表を促す<br>・ 発表しやすい雰囲気を作る<br>                                                                                                                     |                                                                                  |                                                                                                                                            |
|            | 8. 発表終了後、質疑応答、各グループの実験結果、考察についてアドバイスする<br>・ グループの代表が、みんなの意見をホワイトボードに記入する                                                                                                                                                                     | 8. 質疑応答、アドバイスできるよう促す<br>・ 観察のポイントについて説明する<br>・ ホワイトボードに記入する生徒を指示<br>・ 机間指導を行い、意見を出しにくい生徒のサポートをする                                                                                                                                             |                                                                                  |                                                                                                                                            |
| まとめ<br>20分 | 9. 各グループの工夫をワークシートに記入する<br>(分割方法検討、培地比較、実験結果、考察について)<br>10. 本時のまとめを行い、学習の自己評価と感想を記入する<br>11. 終わりの挨拶をする<br>・ ワークシートをファイルに綴り、提出する                                                                                                              | 9. ワークシートのまとめに補足説明を行う<br>机間指導を行い、指導する<br>10. 本時のまとめを行い、学習内容を確認させる<br>11. 号令、終わりの挨拶をする<br>ファイルの回収をする                                                                                                                                          |                                                                                  | ワークシート<br><br><b>【思】</b> ① ②<br>行動観察                                                                                                       |

## IV 仮説の検証

### 1 アンケートによる仮説の検証

- (1) 調査対象：園芸科学科3学年 園芸デザインコース植物バイオテクノロジー専攻（8名）
- (2) 調査日：平成26年11月20日

「実験が農業でどう生かされているかわからない」の質問に対して事前アンケートでは「とてもそう思う」「まあそう思う」という回答は合わせて4名であったものが、事後アンケートでは1名となった。農家交流学习を通して、植物バイオテクノロジーの技術が農業にどう役立つのか学習を深めることができたと考える（図7）。

「実験結果のデータをまとめ、考察するのが苦手である」の質問に対して、事後アンケートでは、「あまりそう思わない」は、3名であった。今後も実験データのまとめや考察の指導を継続することが課題となる（図8）。「グループで実験の予測、実験結果をまとめたりする活動はどうでしたか」という問いには、「グループ同士でお互いに教えあったり、提案したりするのがおもしろいし、とても勉強になる」とような回答が得られ、充実した活動になっていることは成果として挙げられる（表4）。また「授業で『楽しい』『おもしろい』と思うときはどんなときですか」の質問の回答は、表5に示した通りである。実験結果を自分なりにまとめ、しっかり考えることができていると実感しているとき、生徒にとって充実した授業になったと考える。

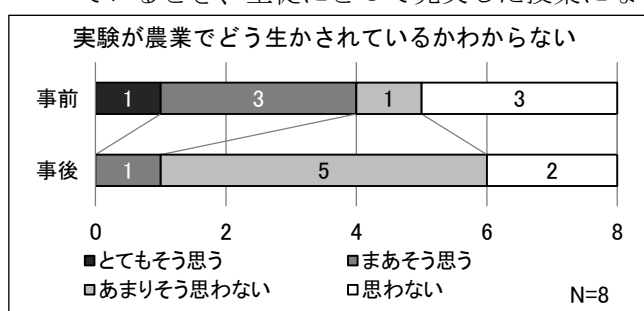


図7 アンケート結果

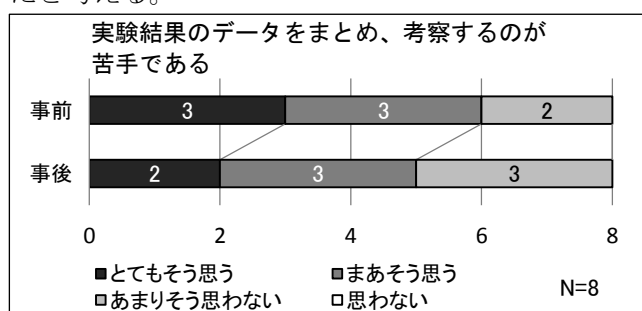


図8 アンケート結果

表4 今回の実験を通しての感想

Qグループで実験の予測、実験結果をまとめる活動はどうでしたか

- ・結果が明確で楽しかったです。
- ・なんか、ものすごくできる人についていけなかった。
- ・グループみんな積極的に意見を言ってくれてとても団結していました。
- ・難しかったけど楽しかった。
- ・グループ同士でお互いに教えあったり、提案したりするのがおもしろいし、とても勉強になる。考えたりするのは人それぞれ違うことがわかった。
- ・グループ同士で教えあったりして協力して活動できていたのでよかったと思う。
- ・まとめたことは難しかった。でも一番大変だったのは予測をたてること。でも、頑張ってまとめることができたと思う。

表5 授業を通しての感想

Q授業で「楽しい」「おもしろい」と思うときはどんなときですか。

- ・実験とその結果がわかったとき。やりがいがある。
- ・討論しているとき、実験しているとき。
- ・結果がわかって、何をしたらよいのかとかを考えるのが好きです。
- ・校外学習。
- ・実験をして、成功したとき。
- ・実験をしているとき。
- ・実験しているとき。皆で話し合っているとき。
- ・難しい実験を成功させることができたとき。

### 2 ルーブリックの評価について

各授業において生徒の総合評価と教師側で生徒を評価した総合評価を比較した（図9）。総合評価は、どの授業も教師側はおおむね満足できるととらえた。生徒は厳しく評価する傾向があったので、教師側で「できている」ことをワークシートの教師のコメント欄に記述し自信を付けるようにした。組織培養実験2のルーブリックの評価では「前回の実験をまとめることができた」「予測を立てること」「実験方法を自分で考えること」については、「もう少し」と回答した生徒は少ないが、継続した教師による支援が必要である（図10）。まとめの学習におけるルーブリックでは、どの項目も「よくできた」と評価している生徒は少ない（図11）。授業後の感想で「時間が足りなかった」「プレゼンを作る難しさや楽しさを知れてよかった。次はもっと良いのを作りたい。」との回答がみられた。スライドの作成時間を個々の生徒が納得できるような設定に改善していく。ルーブリックにより、各授業の達成度を確認することができた。

「授業の最初に目標の確認と自己評価を確認することで、何か変わりましたか」の問いには「目標があることによって、その目標に向かって活動したりわからないようなことがわかるようになる」などの回答があった（表6）。ルーブリックを設定することにより、生徒に達成すべき目標を意識させ、努力を促すことができたと考える。評価項目を生徒に分かりやすくすることが、今後の課題である。

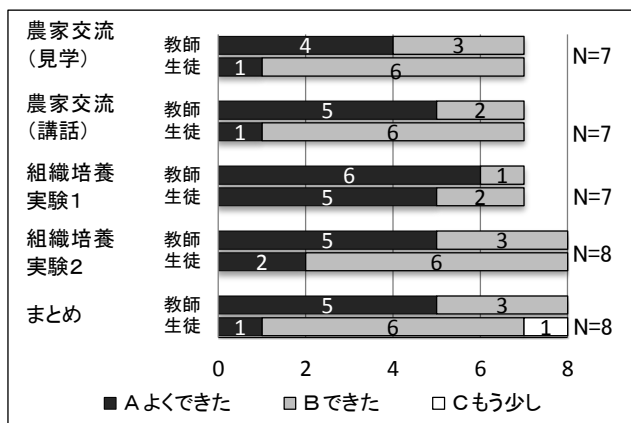


図9 生徒と教師の総合評価比較

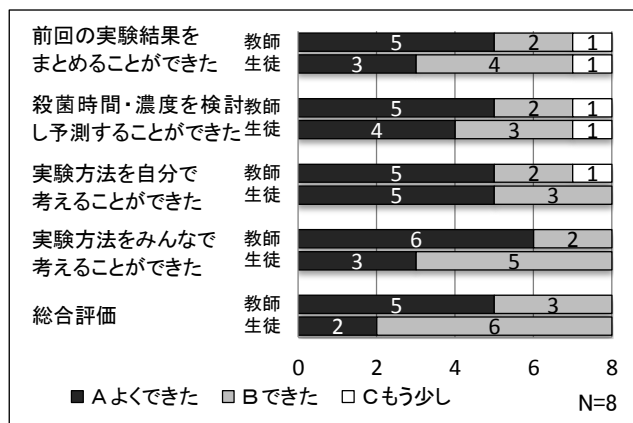


図10 組織培養実験2のルーブリック

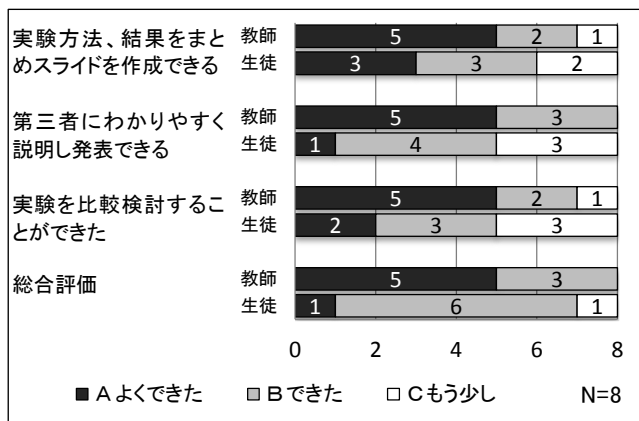


図11 まとめの学習におけるルーブリック

表6 ルーブリック（自己評価）についての感想

Q 授業の最初に目標の確認と自己評価(授業の達成したいポイント)を確認することで、何か変わりましたか

- ・目標があることで、その目標に向かって努力したり、検討したりすることができる。
- ・目標を達成しようとするようになった。
- ・目標があることによって、その目標に向かって活動したり、わからないことがわかるようになる。
- ・少しは成長できたと思われる。
- ・目標を達成しようと意識することで、積極的に授業に参加することができたと思う。
- ・目的がわかりやすくてよかったです。

### 3 授業による仮説の検証

生徒の行動観察、小原（2000）の示す「学習における三つの問い」を学習活動のなかに設定したワークシートについて検証を行った。

#### (1) 外部講師による授業

デンドロビウムの温室見学を行った。中部農林高等学校で種子繁殖により培養された株、メリクロン培養された株を温室で確認できた。ワークシートには、栽培技術の工夫、沖縄のラン栽培の特徴などの記入がみられた。ほとんどの生徒が主体的に考え、質問することができており、思考力が高まったと考える（図12）。

デンドロビウム栽培農家の仲村さんを外部講師として講話を行った。ランに関する多くの情報を記述することができていた（図13）。講話内容からラン栽培における問題や課題を挙げさせ、植物バイオテクノロジーの技術をどのように生かすか考えさせた。その解決案を導くことができるように、イメージマップの作成方法を指導した。アイディアを発想できるが、文章にすることが苦手な生徒も取り組むことができていた。

生徒Aは、課題を「市場は、沖縄のランがほしい」と捉え、生徒なりに言葉をつなぎ、関連づけ判断する記述がみられた（図14①）。解決案を「ブランド化するため育種に取り組むこと」として提案することができていた（図14②）。具体的に記

Q デンドロビウム栽培で何を付けていることはありますか？

初期管理 → 今後、よい栽培ができるかどうか決まる。市場価格は変動する。

Q ランの良い育て方は？

初期管理も、いろいろ。目標は、ランの型！

図12 ワークシート（抜粋）

八田花き市場情報

つばきはまだしも良い。これはつばきがほしい。ジャコウタマは最近売れてきています。沖縄のランは夏咲きの白色。沖縄のランのピークは10月11月。買入より売りが9割。良い物は日本に、それ以外は海外へ。国産は単価が高い。国産のものは、気候に左右される。輸入品は安定している。10月27日つばきを発送。花びんを洗い水切りすると20日ほど長持ちする。タイで水栽培があり、ランが病気に。今後は水栽培に。タイは花の整った品種が決まる。タイもハワイカ。

図13 ワークシート（抜粋）

述できていない場合、説明を求め、自分の考えを書き出すことを意識させた。生徒は、「光の角度」と植物の培養環境について考え記述することができていた（図 15）。

授業後の感想には、「農家が困っていることや、ランの現状を知ることができてとてもよかった。」「革新的な農業スタイルをみることでおもしろかったです。」などの記述がみられた。農家交流学習により、植物バイオテクノロジーについての技術等を学ぶ意義や有用性を実感させ、学習を深めることができたと考えられる。

図 14 Aさんのワークシート（抜粋）

図 15 ワークシートの添削後（抜粋）

## (2) 実験

デンドロビウムの生育特性、茎頂、腋芽の部位を理解させ、組織培養実験を行った。実験を成功させるポイントを記述させたところ、学習した用語、実験操作を説明することができていた。学習内容を振り返ることができたと考えられる（図 16）。

フラスコ（実験から 20 日後）を観察し、実験結果をワークシートに記入させた。自分の培養したフラスコと他の培養フラスコを観察し、比較しながら記入する様子もみられた。培養植物の状態をスケッチし、採取部位の大きさと殺菌時間に関連させて推論することができている（図 17）。また、殺菌時間、殺菌濃度の検討をグループで再度行い、希釈計算をお互いに確認しながらワークシートにまとめることができていた（図 18）。実験結果をもとに、作業効率を考え殺菌時間と濃度が検討されており、生徒なりに方法を考え判断していることが分かる。

実験を成功させるポイントをまとめてみよう。

- ・粗調整の時に枯死した葉をきれいに取り除く
- ・葉身を切るとき、茎頂側から根の部分へ向かって切る（殺菌を広げないように）
- ・実験の時は火炎殺菌をこまめに行う。

図 16 ワークシートの記述より

図 17 ワークシートの記述より（抜粋）

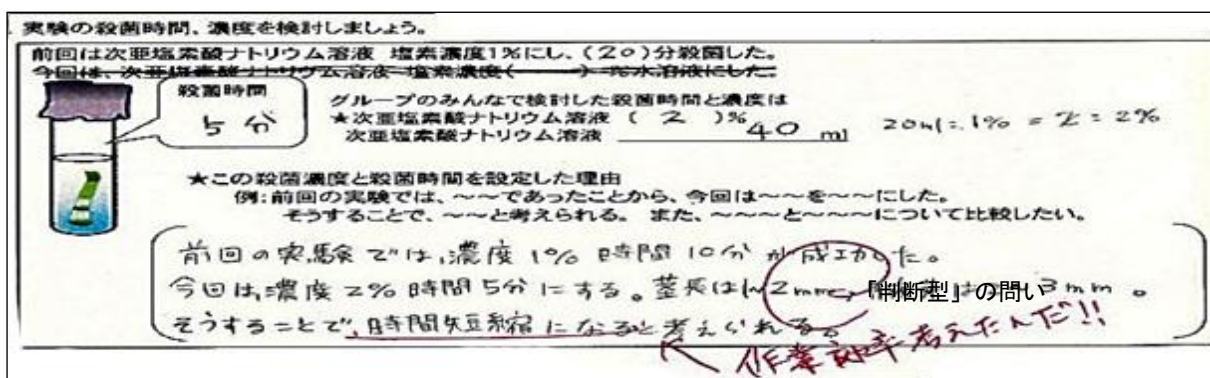


図 18 ワークシートの記述より（抜粋）

PLBの増殖実験では、結果を予測させ、実験の計画を立て、実施した。ここでは「どのようにPLBをカットするか」について実験結果を予測しながら、実験方法を考える問いになっている。ワークシートの記述を以下に示す（図 19）。

- ① メンバーの意見が出され、お互いの考えを共有することができている（記述型）。
- ② PLBの培養後の変化のパターンを理解することができている。
- ③ 意見を融合させて、作業方法を決定することができている。「切るものと切らないもの」と比較実験できるようにしている（判断型）。
- ④ 培地を選択し、担当する培地を決定して役割分担することができている。
- ⑤ 培養植物の変化をイメージして、結果を予測することができている（判断型）。

グループのメンバーから様々な意見が出され、最もよい方法を選択している。思考力・表現力・判断力を培う学習活動ができたと考えられる。

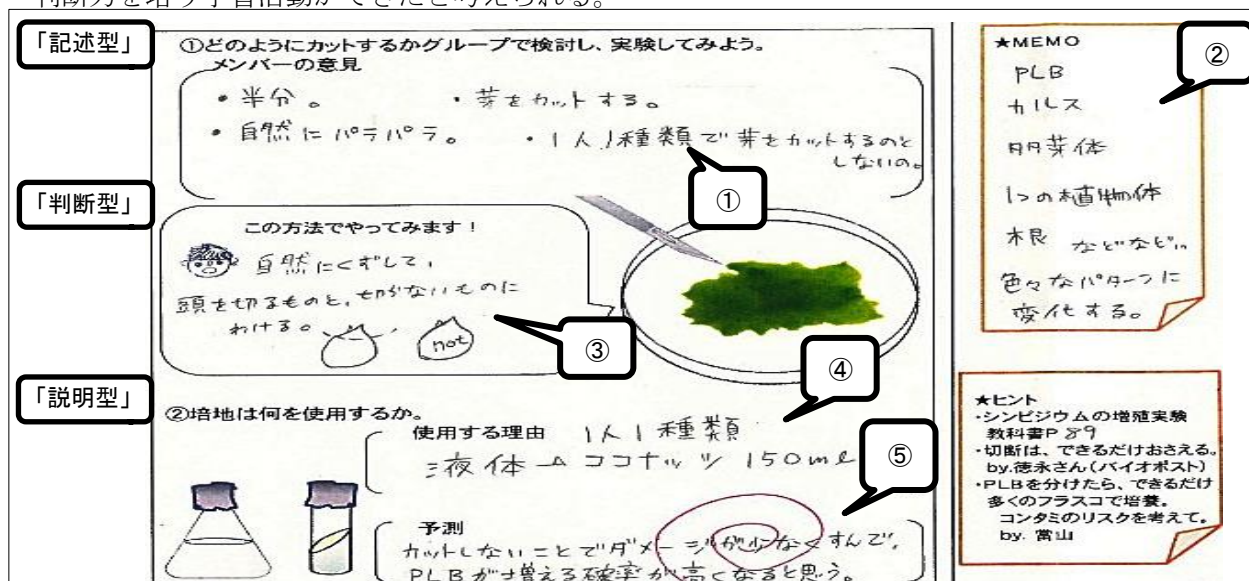


図 19 ワークシートの記述より（抜粋）

### (3) まとめの学習

生徒にとって、実験についてまとめ、プレゼンテーションする学習活動は今回が初めてであった。実験の方法、予測、実験の様子、実験結果、考察、まとめ、感想の順にスライド作成することができていた。スライドには、PLBの増殖実験についてグループで検討した内容の説明があり、培養植物の生育状況を写真や表を工夫して示すことができていた（図 20）。

検討会では、生徒が導き出した結果や考察から次回の実験につながるように発問の内容を工夫した。積極的に発言する生徒もみられ、個々の生徒の気付き、発想を共有できる場となった。

| 実験方法            |                 | 結果             |                | まとめ             |                 |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 結果              |                 | 結果             |                | まとめ             |                 |
| 液体<br>CW150ml/L | 固体<br>CW150ml/L | 液体<br>CW90ml/L | 固体<br>CW90ml/L | 液体<br>CW150ml/L | 固体<br>CW150ml/L |
| ・成長段階。          | ・小さめの多芽体になった。   | ・PLBが増えた。      | ・小さめの多芽体になった。  | ・成長段階。          | ・小さめの多芽体になった。   |
| 芽あり             | 芽あり             | 芽あり            | 芽あり            | 芽あり             | 芽あり             |
| ・植物体が増えた。       | ・多芽体になった。       | ・PLBが増えた。      | ・小さめの多芽体になった。  | ・植物体が増えた。       | ・多芽体になった。       |
| 芽なし             | 芽なし             | 芽なし            | 芽なし            | 芽なし             | 芽なし             |

図 20 実験結果の説明スライド

発言しない生徒には発言を促し、発言をできるだけ引き出すよう心掛けた。意見をホワイトボードに記述させ、各グループの実験方法を確認し、実験を振り返ることができた（写真4）。



写真4 検討会の様子

検討会終了後、ワークシートにおいて組織培養実験のまとめを行った。培地を比較して、培養植物の変化を説明することができており、結果を吟味することができている（図21①）。考察においては、天然物質の添加量と生育の関係の記述がみられる（図21②）。原因について考え、結果に基づいて考える思考ができている。実験の操作方法を振り返り、結果の原因を考えることができている（図21③）。また、既習知識や経験を基に、天然物質の添加量に着目し、実験結果を捉え植物体のステージに合わせた培地の使用方法を考えることができている（図21④）。さらに、次回の実験方法、培地の天然物質の量を変更することについての記載があり、実験への意欲がうかがえる（図21⑤）。まとめの学習により、課題解決するための方法をグループで考えることができた。多面的・多角的に捉え、まとめる機会を意図的に取り入れることで、生徒の科学的な見方や考え方をはぐくむことにつながったと考える。

|           |                                                                                         |                                                                                                |   |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>結果</b> | ・固体培地の場合、150VWで芽ナシの方が99芽体が99個。<br>・液体培地の場合、150VWで芽ナシが99芽体、90VWで芽ナシがPLBが99個。             | ①                                                                                              |   |
| <b>考察</b> | ・固体培地での実験では、90VWより150VWの方が栄養が豊富だから、99芽体が大きく成長したと思う。芽ナシの理由として、Cuteすることで上だけにのびることをなくしたから。 | ・液体培地での実験では、150VWでは99芽体を、90VWではPLBを増殖させることができた。つまり、両方とも芽ナシ。上に伸びることをふせいた+振とうで、固体より、99く増殖できたと思う。 | ③ |
|           | 次の実験では、芽ナシに統一して、コナツリツの量を変えたり、途中観察して、刺激をふってみたい。                                          | 150VW → 栄養豊富すぎてすぐ99芽体がすぐに成長させたからコレかな。<br>90VW → 少し栄養が少ないため、PLBほどまたのびたと思っ。PLB増殖からコレかな。          | ④ |
| ⑤         |                                                                                         |                                                                                                |   |

図21 ワークシートの記述（抜粋）

## V 成果と課題

### 1 成果

- (1) 農家交流学习、実験、まとめの学習を組み合わせた授業づくりに取り組むことができ、生徒の学習活動に弾みをつけ、成就感を与えることができた。
- (2) 発問の工夫、ワークシートの作成に取り組むことで思考力・判断力・表現力を培うことができた。
- (3) ルーブリックを活用したことで達成目標が明確になり、そのねらいの実現に向けて授業設計をすることができ、授業のねらいも具体性を増すことができた。

### 2 課題

- (1) 思考力・判断力・表現力を向上させるため、生徒が自らの言葉で伝えたいことを表現し、発言に自信が持てる授業づくりに取り組む。
- (2) 科学的な見方や考え方をはぐくむことにつながる実験の工夫、学習支援教材（ワークシート）を作成する。
- (3) ルーブリックの基準を一貫性のある評価規準にし、生徒にも分かり易い項目を作成する。

## 〈参考文献〉

- 文部科学省 2011 『高等学校学習指導要領解説農業編』  
文部科学省 2010 『高等学校学習指導要領』  
吉崎静夫 2008 『事例から学ぶ活用型学力が育つ授業デザイン』 きょうせい p 81－87  
小原友行 2000 『調べ学習・まとめ・発表の指導テクニックとプラン』 教育研究開発所 p 50－51  
高浦勝義 2000 『ポートフォリオ評価法入門』 明治図書 p14  
高山博之 2000 『観察・実験、見学・調査活動の指導テクニックとプラン』 教育研究開発所 p 144－147  
富山昌克 2000 『ラン科植物のクローン増殖』 トンボ出版 p 159－169、197－199  
「JUST. SCHOOL」 [http://www.justsystems.com/jp/school/academy/hint/rubric/ru01\\_01.html](http://www.justsystems.com/jp/school/academy/hint/rubric/ru01_01.html) (2014/05)  
「先生のための教育辞典」 <https://edupedia.jp/article/53233f85059b682d585b5ad8> (2014/05)  
「鈴木敏恵の未来教育プロジェクト」 <http://www.mirai-project.net/> (2014/05)  
「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)」  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2009/05/12/1216828\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/__icsFiles/afieldfile/2009/05/12/1216828_1.pdf)  
(2014/05)