

〈バイオ生産システム〉

教科農業におけるプロジェクト学習を取り入れた授業の工夫

——科目「植物バイオテクノロジー」の教材作成と実践を通して——

沖縄県立南部農林高等学校教諭 徳 永 公 男

I テーマ設定の理由

我が国の農業は、食料を安定的に供給するとともに、食品産業や国土保全などの農業関連産業並びに地域経済を支える重要な役割を担っている。農業科においては、農業または農業関連産業に従事する上で必要な資質・能力を育み、地域農業や地域社会を支える、持続可能な農業の発展に寄与する人材の育成が求められている。その中で新学習指導要領において、「知識及び技能」の習得、「思考力、判断力、表現力等」の育成、「学びに向かう力、人間力等」の涵養、の三つの柱を全ての教科等の目標とするよう整理された。また高等学校学習指導要領第3章第1節「農業科の目標」において、「農業の各分野について体系的・系統的に理解するとともに、関連する技術を身に付けるようにする。」「農業に関する課題を発見し（後略）」「職業人として必要な豊かな人間性を育み、よりよい社会の構築を目指して自ら学び、農業の振興や社会貢献に主体的かつ協働的に取り組む態度を養う。」と示されている。さらに新学習指導要領において、「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を図り、実践的・体験的な学習活動を行うこと」という観点から、学習内容に「プロジェクト学習の意義と実践」を明確に位置付けられた。

本校生物資源科は、学科目標として「有用な資源植物、希少植物の栽培・研究を行う。又、畜産にかかわる飼養・精肉加工技術を習得させる。農業学習を通しての人材育成を図り、農業及び産業技術者としての必要な資質・実践力を養成する。」と記されており、2学年から「畜産資源コース」と「植物資源コース」の2コースに分かれ専門性を深めている。そのうち植物資源コースは、「熱帯・亜熱帯の有用な資源植物の栽培・増殖について学び、バイオテクノロジーや最新の栽培技術を駆使した学習を展開し、実践的な能力・態度を育て農業自営者及び関連産業従事者を養成する。」ことを目標としている。その中で「植物バイオテクノロジー」を核となる科目とし、実験・実習を中心とした体験的な学習を通して、植物培養用培地作成、無菌操作、培養、順化、栽培等の一連の知識と技術を学んでいる。しかし、自身におけるこれまでの「植物バイオテクノロジー」の授業形態は、教師主導による一斉指導によって実験・実習を行っており、生徒が主体的に実験、記録、思考や対話、考察、発表、学習の振り返りや評価を行う「プロジェクト学習」を取り入れた授業展開は行われてこなかった。さらに現在授業で使用している「学習記録簿」は、実験・実習の簡単な感想を記述する内容に留まっており、生徒がより知識や技術を習得しやすい創意工夫をこらし、主体的な態度で学習に臨めるような新たな「学習ノート」の必要性を感じていた。

そこで本研究では科目「植物バイオテクノロジー」において、実験・実習の内容や手順をまとめ、生徒が主体的に学べる「実験・実習学習ノート」を作成したい。さらに「プロジェクト学習」の学習法を導入し、その方法として、「課題決定、計画立案、実施、反省・評価」の4つの学習過程を通して、培養、栽培、実験、調査、記録、分析、考察、発表、評価などの学習活動の実践を支援するような「プロジェクト学習ノート」を作成したい。その結果、科目「植物バイオテクノロジー」においてプロジェクト学習を実践できると考え、本テーマを設定した。

〈研究課題〉

- 1 植物バイオの実験・実習に対し、主体的に学べる「実験・実習学習ノート」を作成する。
- 2 プロジェクト学習の実践を支援する、4つの学習過程をまとめた「プロジェクト学習ノート」を作成する。

Ⅱ 研究内容

1 実態調査

(1) 科目「植物バイオテクノロジー」の取り組み方に関するアンケート(令和2年5月上旬実施)

- ① 対 象 : 令和2年度「植物バイオテクノロジー」担当教諭
- ② 対象人数 : 北部農林高校1名、中部農林高校1名、南部農林高校1名、宮古総合実業高校1名、八重山農林高校1名、久米島高校1名、合計6名
- ③ 調査期間 : 令和2年5月1日～5月28日
- ④ 調査内容 : 科目「植物バイオテクノロジー」関連科目に関する実態調査
- ⑤ 調査方法 : Office365「Forms」

(2) 調査結果

沖縄県内の農業系高校6校の植物バイオ担当教諭に対し、科目「植物バイオテクノロジー」の実態調査を実施した。内容は主に植物バイオにおけるプロジェクト学習実施状況と、教材に関することについて調査を実施した。

① 植物バイオの指導経験年数について

6名の教諭のうち3名の教諭が、植物バイオの指導年数が比較的浅い、または今年が初めてであるということが分かった(図1)。

アンケートの最後に、植物バイオの授業に対する自由な意見を書いてもらったが、経験年数の浅い教諭は「実験や実習に関する、知識や技術において不安である」という意見があった。

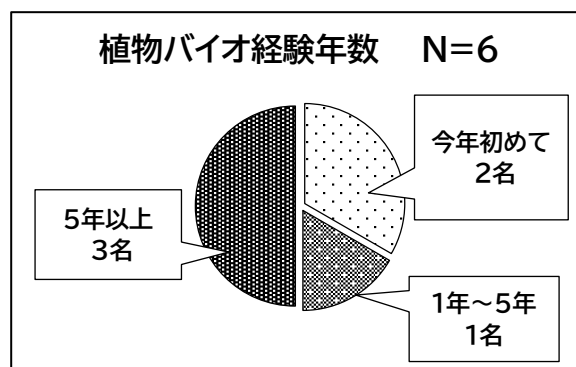


図1 植物バイオ経験年数

② 植物バイオにおける指導上の課題について

指導経験の浅い教諭は「知識・技術・経験不足」「植物教材」「視聴覚教材」に関する課題を挙げていた(図2)。特に離島の教諭全員において指導経験が浅く、周囲に植物バイオ経験者が不在で、教材・技術指導の支援を求める教諭が多かった。

植物バイオ指導経験の長い教諭は「植物バイオテクノロジーに対する生徒の興味関心」「植物バイオテクノロジー関連への進路意識」「視聴覚教材」等を挙げていた。特に一部のラン類は培養から開花まで数年かかるものもあり、生徒の興味関心を高める工夫を課題にしている。

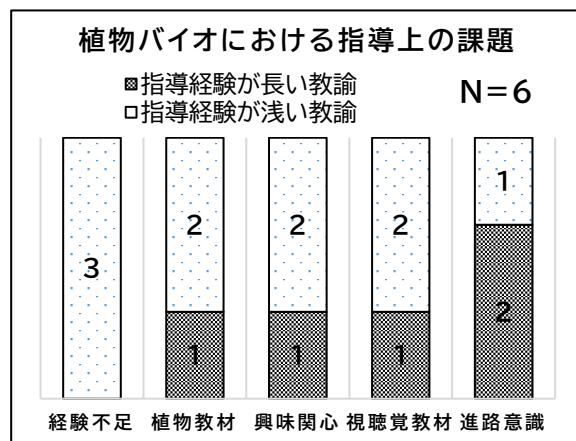


図2 植物バイオにおける指導上の課題

③ プロジェクト学習の実践について

植物バイオの授業において、プロジェクト学習を取り入れた授業の実践が出来ている(または出来そう)と回答した教諭は3名で、残り3名の教諭はプロジェクト学習の導入が出来ていない(または出来そうにない)ことが分かった。

プロジェクト学習の導入が出来ていない理由としては、「プロジェクト学習と授業の結びつけが困難」「プロジェクト学習を反映した教材が無い」「農場生産額が下がるのではないかな」などの意見があった。また植物バイオ指導経験が長い教諭の中にも「どこまで深くできるかわからない」といった意見があり、プロジェクト学習の導入には多くの課題が見える。

④ プロジェクト学習を反映した学習記録簿について

プロジェクト学習を反映した新しい「プロジェクト学習ノート」を使用してみたいか、との質問に対し6名中5名の教諭が「使用してみたい」との回答であった（図3）。

また別の質問で「植物バイオの実験・実習を支援する新しい学習ノートを使用してみたいか」の質問には、全員が使用したいとの回答であった。そのため実験や実習を支援する学習ノートの必要性を、多くの教諭が感じている。

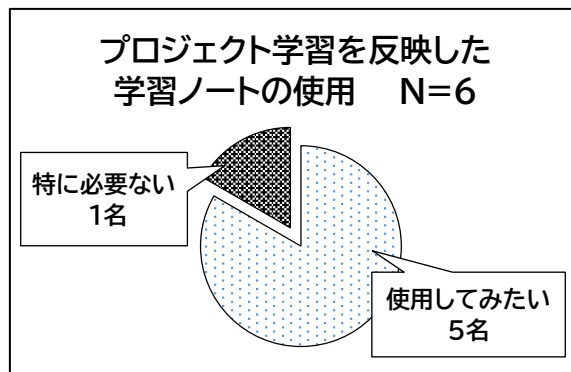


図3 新しい学習ノートの使用について

(3) 考察

植物バイオの指導経験年数により、教諭が感じている課題が異なっていた。経験年数が浅い教諭は、植物バイオに関する知識や技術が不足しているが故に、それを支援するような教材（特に実験・実習を支援するような学習ノート）を必要としていることが分かった。また指導経験年数が長い教諭は、植物バイオの分野に興味・関心を持たせるための教材に関して課題を抱えており、特に画像や動画などの視聴覚教材を効果的に用いた教材の工夫を課題としている。さらに半数の教諭がプロジェクト学習の実践が困難との課題を挙げており、プロジェクト学習の実践を支援する教材が必要である。

同時にプロジェクト学習における振り返りの工夫も検討したい。これまでの授業実践では、学習記録簿に授業の感想を記述する程度に留まっていたが、授業の冒頭で本時の目標を示し、授業の最後で生徒自身で学びを評価させ学習の過程や結果を振り返り、次の授業へ生かすことができる「振り返りシート」を作成したい。

これらの課題を解決する手立てとして、以下の4点を挙げる。

- ① 指導経験が浅い教諭でも指導しやすく、生徒が植物バイオの実験・実習に主体的に学習できる「実験・実習学習ノート」の作成。
- ② 植物バイオ分野に対し、より興味関心を抱かせる創意工夫を凝らした（例：タブレット端末を用いた視聴覚教材を利活用しやすい工夫）「実験・実習学習ノート」の作成。
- ③ プロジェクト学習の実践を支援する「プロジェクト学習ノート」の作成。
- ④ 学びの過程や結果を振り返り、次の授業へ生かすことができる「振り返りシート」の作成。

2 授業内容の検討

本研究では、科目「植物バイオテクノロジー」の単元「ラン類の無菌操作（移植）」において、実験・実習学習ノートを活用した、知識と技術の習得を目標とする。同時に「プロジェクト学習」の実践を通し、生徒に主体性を育ませる。通常、プロジェクト学習では短期間で収穫や観察のデータを得られる「植物の栽培」を教材として取り扱うことが多い。しかし植物バイオテクノロジーで主に取り扱う「ラン類」は、他の植物と比較して生長が遅く、本研究での期間では有効なデータが得られないと思われる。そこで本研究の課題は「培養技術の向上」とし、ラン類の培養技術に必要な知識と技術の習得を目指すものとする。その中で、プロジェクト学習の4つの学習過程である①課題設定②計画立案③実施④反省・評価を展開する。

3 学習教材の作成

(1) 実験・実習学習ノート

植物バイオテクノロジーの主要な実験・実習の内容と手順を示した「実験・実習学習ノート」（図4）を作成した。項目ごとにチェックマークを設け、実験・実習における器具や薬品等の準備、過程や実施方法に不備が無いかを生徒自身で確認できるようにした。またQRコードを学校所有のタブレット端末や私物端末（スマートフォン等）を使って読み込むことで、実験・実習の画像と動画を閲覧できるようにした。画像動画集の活用方法は、まず実験を行う前の講

1 培地作成
粉末状配合肥料培地

() 月 () 日 () 曜日
出席番号 () 氏名 ()

☆ 粉末状配合肥料培地作成実習 チェックリスト ☆

◎メンバーの名前()

◎今回作成する培地(播種用培地 移植用培地) () リットル

◎使用する天然物質(ジャガイモ パナナ リンゴジュース その他 [])

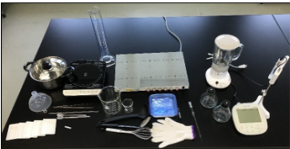
(1) 準備する器具(用意ができたら、チェックをしよう。複数必要なのは、個数も記入しよう。)

三角フラスコ() 個	ゴム栓() 個	アルミホイル() 枚
軍手() 個	おたま	鍋
ネームペン	100mlビーカー	1ℓビーカー
1ℓメスシリンダー	駒込ビペット	スポイト
秤量皿() 個	ロート	かくはんし
ピンセット	温度計	あく取り・泡を入れる容器
泡立て	ミキサー	ガラス棒
IH ヒーター	マグネチックスターラー	pH メーター

※ゴム栓は、脱脂綿が詰まられているか確認する。汚れていれば、新しいものに取り換えること。

(2) 準備する試薬・材料など(用意ができたら、チェックをしよう。)

蒸留水(洗浄びん)	塩酸(HCl)
粉末状配合肥料() g	ショ糖() g
寒天() g	※活性炭() g
※パナナ() g	



画像を見て、必要な器具の準備が
 出来ているか、チェックしよう。

(3) 培地作成の手順(手順が終わったら、チェックをしよう)

【試薬の準備】

① □ 培地に使用する試薬を、電子びんを使って正確に量り、秤量皿に入れる。

② □ 培地に使用する天然物質(ジャガイモ、パナナ等)をミキサーで細断する。



※左から、ショ糖・粉末状配合肥料・寒天・活性炭・ペプトン(溶解済)・ジャガイモ(すりつぶす)・パナナ(すりつぶす)を正確に量り、秤量皿に入れる。

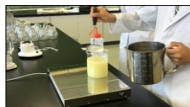
【試薬の調査】

③ □ 1ℓビーカーに試薬(粉末状配合肥料、ショ糖、ペプトンなど)、蒸留水(980ml)を正確に量り、かくはんしを入れ、マグネチックスターラーで攪拌の時の、秤量皿に付着した微量の試薬を蒸留水で洗い流し入れる(図1)。

④ □ 天然物質(ジャガイモ、パナナ等)を入れ、良く混ぜる。ミキサーを、蒸留水で洗い流し入れる。その後、980ml~990mlの量になるまで、蒸留水で洗い流し入れる。この時、泡が多く発生することがある。特に入っている問題スラップを行うとき、泡が邪魔で正確に目盛りを読み取れない。泡を使って泡を取っても構わない(図2)。



(図1) 蒸留水で洗い流すようにする



(図2) 泡取りで泡を取り除く

【pHの調整】

④ □ pHメーターを使って、pHを調節する。(使用前後で電極の洗浄を忘れない。)

※塩酸、水酸化ナトリウムは危険な薬品なので、注意する。



pH 調整の準備



試薬は数滴ずつ入れること



タブレット端末
やスマホで、動
画を視聴する
ことができる



生徒自身で、実験
に必要な器具や
薬品を確認、チエ
ックができる

1

2

(2) プロジェクト学習ノート

①課題設定	②計画立案	③実施	④反省・評価																																																														
【学習のねらい】 ○主な実験・実習は「ラン科植物」に関する以下の4種類があります。 ○地場の作成 ○無菌接種 ○培養(継代培養) ○観察・記録 ○グループを() ○メンバーの名前() 1 チーマ 2 テーマ設定の理由(解決すべき問題・課題) 3 仮説(問題・課題に対する自分の考え) 4 到達目標 5 実践内容 	【学習のねらい】 ◎植物バイオテクノロジープロジェクト学習 実験・実習計画表 ○グループ名() ○メンバーの名前() <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>日付</th><th>実行内容</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> <tr><td>月 日 曜</td><td></td></tr> </tbody> </table>	日付	実行内容	月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		月 日 曜		【学習のねらい】 ◎植物バイオテクノロジープロジェクト学習 実験・実習記録簿 ○グループ名() ○メンバーの名前() 実験・実習内容 今日の目標 使用する器具・薬品 実施前の注意点 ①実験準備時に気づいたこと、思ったこと ②実験中に気づいたこと、思ったこと 実施結果 ③振り返り、改善などにつづいたこと、思ったこと 考察 感想	【学習のねらい】 ◎プロジェクト学習の各項目の取り組みを振り返り、自己評価しよう。 (A)全く出来た、B)まあまあ出来た、C)あまり出来なかった、D)全く出来なかった) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>評価項目</th><th>反省・評価の観点</th><th>自己評価</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">課題設定</td><td>課題の設定が明確であったか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td>当該の内容が理解できたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td rowspan="2">計画立案</td><td>課題の内容がよく把握できたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td>計画立案に積極的に関与することができたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td rowspan="4">実施</td><td>実験・実習の内容がよく理解できたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td>実験・実習の知識・技能を獲得できたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td>グループメンバーと協力して実施できたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td>計画に沿って調整・対応ができたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td rowspan="4">反省・評価</td><td>正確に、真実にデータを記録できたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td>結果を整理し…考察することができたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td>結果から問題を解決できたか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td>プロジェクトを終え、発表を行ったか</td><td>A B C D</td></tr> <tr> <td></td><td>改善点をまとめ、今後の生きたすに役立てるか</td><td>A B C D</td></tr> </tbody> </table>	評価項目	反省・評価の観点	自己評価	課題設定	課題の設定が明確であったか	A B C D	当該の内容が理解できたか	A B C D	計画立案	課題の内容がよく把握できたか	A B C D	計画立案に積極的に関与することができたか	A B C D	実施	実験・実習の内容がよく理解できたか	A B C D	実験・実習の知識・技能を獲得できたか	A B C D	グループメンバーと協力して実施できたか	A B C D	計画に沿って調整・対応ができたか	A B C D	反省・評価	正確に、真実にデータを記録できたか	A B C D	結果を整理し…考察することができたか	A B C D	結果から問題を解決できたか	A B C D	プロジェクトを終え、発表を行ったか	A B C D		改善点をまとめ、今後の生きたすに役立てるか	A B C D
日付	実行内容																																																																
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
月 日 曜																																																																	
評価項目	反省・評価の観点	自己評価																																																															
課題設定	課題の設定が明確であったか	A B C D																																																															
	当該の内容が理解できたか	A B C D																																																															
計画立案	課題の内容がよく把握できたか	A B C D																																																															
	計画立案に積極的に関与することができたか	A B C D																																																															
実施	実験・実習の内容がよく理解できたか	A B C D																																																															
	実験・実習の知識・技能を獲得できたか	A B C D																																																															
	グループメンバーと協力して実施できたか	A B C D																																																															
	計画に沿って調整・対応ができたか	A B C D																																																															
反省・評価	正確に、真実にデータを記録できたか	A B C D																																																															
	結果を整理し…考察することができたか	A B C D																																																															
	結果から問題を解決できたか	A B C D																																																															
	プロジェクトを終え、発表を行ったか	A B C D																																																															
	改善点をまとめ、今後の生きたすに役立てるか	A B C D																																																															

図5 プロジェクト学習ノート

Ⅲ 指導の実際(単元名、単元の指導目標、単元の評価規準)

1 単元名 ラン類の無菌操作(移植実験)

2 単元の指導目標

- (1) ラン類の無菌操作(移植実験)における意義と内容を理解し、雑菌混入による培地の汚染(コンタミ)を防ぐための知識と技術を習得する。
- (2) ラン類の無菌操作(移植実験)の過程で発生する課題を発見し、科学的な根拠に基づいて解決する。
- (3) ラン類の無菌操作(移植実験)に自ら進んで取り組み、仲間と話し合い協力する態度を身に付ける。

3 単元の設定理由

(1) 教材観

本県にはカクチョウランやナゴランなど、絶滅が危惧される野生ランが数多く自生している。この貴重な地域資源であるラン類の生産性向上と保護・増殖などの知識と技術を身に付けることは、地域振興や環境保全の観点から有用である。本単元では身近な野生ランである「シラン(紫蘭)」を活用した、無菌操作(移植実験)に関する知識と技術の習得を目指す。シランは他のラン類より丈夫で、移植に伴う根痛みが少なく、培養技術の習得に取り組む上で適切な教材である。そこで本単元では「培養技術の向上」を課題として設定し、シランの移植実験において雑菌混入による培地の汚染(コンタミネーション、以下コンタミ)を防ぐための知識と技術を習得させることをねらいとする。

(2) 生徒観

対象とする植物資源コース3年生は、2年生から植物バイオテクノロジーを履修しており、培地作製やラン類の栽培管理に関する基礎的な知識と技術についてはおおむね身につけている。しかし、無菌操作については実験施設(クリーンベンチ等)の台数が限られていることから、実験・実習の機会が少なく、多くの生徒が苦手意識を持っている。またこれまでの実験・実習は安全面の指導を重視し、教師による一斉指導による実験の適切な手順や注意点の説明等を多く実施してきた。その結果、個々の知識と技術の習得は図られているが、学習活動に対して受け身の姿勢になりがちである。そこで実験・観察・考察・発表などのグループ活動に取り組みさせることで、自ら進んで学習に取り組む仲間と話し合い協力する態度を身に付けさせたい。

(3) 指導観

本単元では無菌操作(移植)に関する知識と技術の習得のため、実験・実習の手順と要点、画像や動画をまとめた「実験・実習学習ノート」を活用する。また「プロジェクト学習ノート」を活用して、ラン類の無菌操作(移植実験)に関するプロジェクト学習を行う。プロジェクト学習の4段階(課題設定、計画立案、実施、反省・評価)を実践させることで、ラン類の無菌操作(移植)に関する課題を発見し、科学的な根拠に基づいて解決し、主体的かつ協働的に取り組む態度を育成する。

4 単元の評価規準

知識・技術	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
ア ラン類の無菌操作(移植実験)における意義と内容について理解する。	ア 実験・観察を行う中で、様々な課題を発見し、その原因を科学的な根拠に基づいて解決することができる。	ア 学習ノートや振り返りシートに、記入すべき内容が書かれており、自分の意見を述べている。
イ ラン類の無菌操作(移植実験)に関する、適切な手順を理解し、実践することができる。	イ 学習の過程を振り返り、自己評価と反省を行うことができる。	イ 自ら進んで学習活動に参加し、仲間と関わりながら協力して取り組んでいる。

5 単元の指導と評価計画（全 22 時間） 本時：21 時間目 発表

回	時間	学習内容	学習活動 (グループ学習)	学習のねらい	評価の観点			評価方法 準備する教材
					知	思	態	
1	2	(課題設定①) ラン類の無菌操作のねらい 野生ランの保護について プロジェクト学習の進め方 過去のプロジェクト学習 ・守ろうキバナノヒメユリ ・コーヒーチキンの挑戦 ・甘藷「ちゅらまる」のパイ オ苗作出と普及活動	・ラン類の無菌操作の意義と内容について理解する。 ・プロジェクト学習の意義と内容についての学習を行う。 ・本学科で取り組んできたプロジェクト学習の内容と成果を学習する。	・ラン類の無菌操作に、興味関心を持たせる。 ・本学習を通して、どのような力が身につくかを、考えさせる。 ・過去のプロジェクト学習が、地域の課題をどのような方法で解決したのかを理解させる。	ア		ア	【評価方法】 行動観察 プロジェクト学習ノート（以下 P J ノート） 振り返りシート 【教材】 P J ノート スライド
2	2	(課題設定②) 仮説の意義と設定方法 課題設定の練習 本学習の課題設定 ・培養技術の向上 ・コンタミ「0」を目指して ・仮説 ・到達目標（チーム、個人） ・実践内容	・仮説の意義と設定方法を理解する。 ・課題設定の方法を練習し、理解する。 ・テーマ設定の理由、仮説、到達目標、実践内容を設定させる。	・仮説を設定することで、課題解決の手立てを発見することができることを理解させる。 ・本学習の到達目標を設定させ、主体的な態度で本学習に取り組ませる。			ア	【評価方法】 行動観察 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート スライド
3	2	(計画立案) 学習計画書の作成 ・課題、目標、仮説、期間、実施内容、注意事項の記入 実験・実習計画書の作成 ・9月3日（木）から11月12日（木）までの活動計画を記入	・計画立案の意義と方法を理解させ、実践させる。 ・自分たちが設定した仮説と到達目標をグループ内で再確認させる。	・学習計画を行うことで、学習の見通しを持たせ、主体的な態度で本学習に取り組ませる。 ・実験の計画表を書かせ、具体的な実験、観察、考察のイメージを持たせる。			ア	【評価方法】 行動観察 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート スライド
4	2	(実施①) 移植実験に関する事前学習 ・手順と注意点の確認 移植実験① ・実験実習学習ノートを確認しながらの移植実験 ・シランの移植実験（1 フラスコに1株を移植） ・実験実習学習ノートを確認しながらの、器具や薬品の後片付け	・移植実験の手順と注意する点を確認する。 ・自分たちで実験準備、実験を行う。 ・実験の様子をタブレットで撮影する。 ・自分たちで後片付けを行う。	・自分たちで移植実験ができるように意識させる。 ・コンタミを発生させないよう、様々な点に留意して、移植実験を実施する。 ・科学的根拠（画像や動画）を撮影させ、考察の根拠となることを理解させる。	イ	ア	イ	【評価方法】 行動観察 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート 実験・実習学習ノート（以下実験ノート） タブレット PC
5	2	(実施②) 観察・考察① ・前回移植したフラスコの観察と考察 移植実験② ・シランの移植実験（1 フラスコに1株を移植）	・フラスコ苗の観察と記録を行う。 ・観察結果から、実験の手順を振り返り、問題点と改善点を考察させる。 (移植実験に関しては、前回と同様)	・移植直後と比較し、どのような変化があるか考えさせる。 ・観察結果から、移植実験の手順に問題点と改善点がないか考察させる。 (移植実験に関しては、前回と同様)		ア	イ	【評価方法】 行動観察 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート 実験ノート タブレット PC
6	2	(実施③) 観察・考察② ・前回移植したフラスコの観察と考察 移植実験③ ・シランの移植実験（1 フラスコに3株を移植）	(観察・考察に関しては、前回と同様) (移植実験に関しては、前回と同様)	(観察・考察に関しては、前回と同様) (移植実験に関しては、前回と同様)		ア	イ	【評価方法】 行動観察 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート 実験ノート タブレット PC
7	2	(実施④) 観察・考察③ ・前回移植したフラスコの観察と考察 移植実験④ ・シランの移植実験（1 フラスコに3株を移植）	(観察・考察に関しては、前回と同様) (移植実験に関しては、前回と同様)	(観察・考察に関しては、前回と同様) (移植実験に関しては、前回と同様)	イ	ア	イ	【評価方法】 行動観察 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート 実験ノート タブレット PC

8 ・ 9 ・ 10	6	観察・考察④ ・前回移植したフラスコの観察と考察 (反省・評価①～③) データのまとめ ・実験結果、学習のまとめ ・スライド作成、原稿作成 - 発表会の準備	・フラスコ苗の観察と記録を行う。 ・観察記録と考察をまとめ、学習のまとめを行う。 ・発表スライドと原稿を作成させる。 ・チームで役割を決めて、発表練習をさせる。	・前回移植したフラスコ苗の画像と比較し、どのような変化があるか考えさせる。 ・収集したデータを整理し、仮説と改善策の考察をさせる。 ・到達目標への到達度を考えさせる。 ・仲間と協力して発表準備に取り組む意識を持たせる。		ア	イ	【評価方法】 行動観察 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート スライド タブレット PC
11	1	(反省・評価④) 発表「培養技術の向上」 ・4グループ、各4分以内 ・タブレットで発表 ・他班の発表を記録 - 発表を聞いての感想 ・自分の考えを記入 ・質疑応答	・班毎に、学習の結果を発表させる。 ・他班の発表を聞いて、内容と感想を記入させる。 ・発表を聞いての自分の考えを記入させる。 ・生徒同士で質疑応答をさせる。	・仲間と協力して、与えられた役割をこなして、発表することができる。 ・他班の発表を聞いて、自分の考えをまとめさせる。		イ	イ	【評価方法】 行動観察 発表態度 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート スライド タブレット PC
12	1	(反省・評価⑤) 本学習の振り返り ・本学習を自己評価 ・今後の課題 ・感想文の記入	・ファイルを見返させ、自分の学習を振り返らせる。 ・本単元の学習を振り返り、今後の課題を書かせる。 ・本学習を振り返っての感想を書かせる。	・自己評価を通して、自分の学習を再確認させる。 ・ラン類の無菌操作(移植実験)においての実験の手順や改善策等、今後活かす課題を考えさせる。 ・本学習を通して、身に付けた力や内容を、今後どう生かすかを考えさせる。		イ	ア	【評価方法】 行動観察 P J ノート 振り返りシート 【教材】 P J ノート スライド

6 本時の学習指導

- (1) 日時 令和2年11月12日(木) 5校時
- (2) 対象 南部農林高等学校生物資源科3年16名
- (3) 科目 植物バイオテクノロジー

(4) 主題名 「培養技術の向上」についての発表

(5) 本時の目標

- ① 「培養技術の向上」に関する学習発表について、仲間と協力して取り組むことができる。
- ② 発表を聞き、気づいた点や疑問点を考え、プロジェクト学習ノートにまとめることができる。

(6) 授業形態 4名×3グループ、5名×1グループでの学習

7 本時の評価規準

評価規準 (学習内容)	具体的な評価規準			評価方法
	A十分に満足できる	Bおおむね満足できる	C支援の具体的方法	
【主体的に学習に取り組む態度】 「培養技術の向上」の発表について仲間と協力し、与えられた役割をこなして、取り組むことができる。	自ら進んで与えられた役割をこなし、協力して取り組めるよう、仲間積極的に声掛けをしている。	与えられた役割をこなし、仲間と協力して取り組んでいる。	学習ノートに記載されている役割分担を示し、学習活動に参加するよう声掛けを行う。	行動観察
【思考・判断・表現】 「培養技術の向上」の発表を聞き、気づいた点または疑問点を考え、プロジェクト学習ノートにまとめることができる。	発表を聞き、気づいた点や疑問点、新たな発見や解決策を考え、プロジェクト学習ノートにまとめることができる。	発表を聞き、気づいた点や疑問点を考え、プロジェクト学習ノートにまとめることができる。	発表に関する気づきや疑問点等の思考を促す声掛けを行い、プロジェクト学習ノートへの記入を支援する。	プロジェクト学習ノート

8 本時の展開

評価の観点【思】思考・判断・表現【態】主体的に学習に取り組む態度

過程	○教師の指導過程	●生徒の学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	○身なりを整え、号令・挨拶を行う ○出席確認を行う。 ○前時を振り返る。 ○本時の振り返りシート、プロジェクト学習ノートを確認する。 ○本時の学習のねらいを明示する。	●身なりを整え、挨拶をする。 ●出席の挨拶をする。 ●ファイルを見て、前回の確認を行う。 ●配布されたプロジェクト学習ノートに日付や氏名を記入する。 ●学習のねらいを記入する。	・生徒の様子、健康状態を確認する。 ・配布されたプリントに、記入ができているか確認する。	
展開① 20分	共通テーマ：「培養技術の向上」ーコンタミ「0」を目指してー 発表順位①「チームみつこ」女子3名 発表順位②「チームたこばら」男子5名 発表順位③「チームナイキ」男子4名 発表順位④「チームあらたく.c o m」男子4名 ※発表時間は各チーム4分以内 ※タブレット端末内のプレゼンテーションアプリを使用			【態】 行動観察

	○質疑応答を聞いて、自分の考えをまとめ、記入させる。	●質疑応答を聞き、自分の考えを記入する。	・質疑応答を通して、新たな発見や解決策があったか、考えさせる。	
まとめ 10分	○振り返りシートの記入を指示する。 （自己評価、新たな発見、反省、感想） ○挙手をさせ、記入した内容を発表させる。 ○次の学習内容（単元の振り返りとまとめ）の予告を行う。 ○起立、身なり、椅子入れの確認を行い、終わりの挨拶をする。	●振り返りシートで本時の自己評価と反省を行う。 ●発表者の意見を聞き、新たな気づきがあれば、学習ノートに記入する。 ●次の学習内容を確認する。 ●起立し、身なりを正し、椅子を入れて、終わりの挨拶を行う。	・本時の学習のねらいに対して、どの程度達成できたか、自己評価をさせる。 ・どのような学びや気づきがあったか、また自分にどんな力が足りないと思ったか、考えさせる。 ・整理整頓、椅子入れ、身なり、挨拶の実施確認を行う。	

IV 課題解決の検証

本研究では、「実験・実習学習ノート」と「プロジェクト学習ノート」の活用を通して、ラン類の無菌操作（移植実験）に関する知識と技術の習得を目指し、科目「植物バイオテクノロジー」の単元「ラン類の無菌操作（移植実験）」において全12回の授業を行った。指導の際はプロジェクト学習（課題設定、計画立案、実施、反省・評価）を導入し、グループ学習を通し主体的・協働的に課題を解決する学習活動を行った。また移植実験においては画像や動画、タブレット端末を活用した学習を行い、生徒の主体的な学習態度の育成を図った。課題解決の検証方法は、検証授業の前後に実施したアンケートと生徒の行動観察とする。

1 教材の有効性

(1) 実験・実習学習ノート

検証授業を終了した翌日の11月13日（木）に教材に関するアンケートを実施した。質問では「実験・実習学習ノートは実験の知識と技術を高めるのに役立ちましたか」という問いに対して、「役立った」と答えた生徒が8名、「少し役立った」と答えた生徒が4名と、75%の生徒が肯定的な意見であった（図6）。生徒の記述内容では「実験の順番を覚えることができた」「手順を学習ノートで確認することでミスを減らせた」との意見であった。一方で3名の生徒が「あまり役立たなかった」と回答しており、その理由は「手順を覚えていたので、見る機会が無かった」であった。今回の検証対象学年は3年生であり、2学年の段階で既にある程度の知識と技術を習得している生徒がいたため、このような意見が出たものと思われる。

次に「画像や動画の教材は、実験の知識と技術の習得、または興味関心を高めるのに役立ちましたか」という問いに対して、「役立った」と答えた生徒は9名、「少し役立った」と答えた生徒は5名と多くの生徒が肯定的な意見であった（図7）。生徒の記述内容では「振り返って

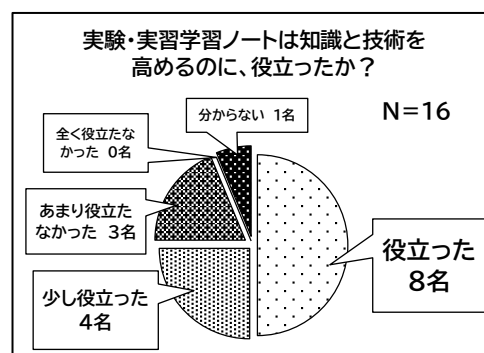


図6 知識と技術に関するアンケート

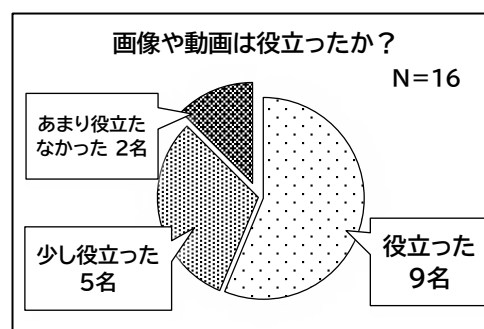


図7 画像と動画に関するアンケート

見ることができるので良い」「授業に飽きなかった」「タブレットがあったおかげで興味が持てるようになった」との意見であった。一方、「あまり役立たなかった」と回答した2名の生徒は、既に実験手順を熟知していたため、動画等を活用しなかったものと考えられる。

次に「タブレットを活用した実験や観察は、考察や発表を行う時に役立ちましたか」という問いに対して、全員が肯定的な意見であった（図8）。生徒の記述内容は「簡単に写真や動画を貼れるし、発表の時には簡単にできた」「タブレットを使う授業は楽しかった」「写真や動画として実験の様子や結果を残すことで、後で考察するとき役に立った」との意見があり、タブレットを活用した実験や授業は、生徒から好評であった。

さらに検証対象クラスでないが、2年生の科目「植物バイオテクノロジー」において、実験・実習学習ノートを用いた「ラン培養用培地作成」の事前授業を行った。本学科は科目「植物バイオテクノロジー」を2年生で2単位、3年生で4単位を履修する。そのため2年生は植物バイオの実験について、学び始めの状態であり、教材の有効性を検証した。授業実践後のアンケートで「実験・実習学習ノートは知識と技術を高めるのに役立ちましたか」という問いに対し、全員が肯定的な意見であった（図9）。生徒の記述内容では「培地作成の準備する器具や薬品のチェックができるから便利だった」「手順が書いてあるから分かりやすい」「培地を作る時の画像と動画を見て、バイオに少し興味が持てた」との意見であった。後日、科目担当者から「2年生の培地作製実習で、生徒が教材を見ながら自分たちで準備や実習を行う動きが見られるようになった。」との報告があり、生徒が実験・実習学習ノートを通して実験・実習の手順を理解し、主体的に授業に取り組む様になったことが伺えた。

(2) プロジェクト学習ノート

検証授業を開始した9月3日（木）と検証授業を終了した翌日の11月13日（木）に「植物バイオの授業で身に付けた力」に関する検証前後のアンケートを実施した。まず「植物バイオの基礎的な知識や技術が身についたか」という問いに対し検証後は全員が肯定的な意見であった（図10）。生徒の記述では「何回も繰り返し実験を行う内に知識と技術が身についた。」「自分で考えて行動できた。」との意見であった。授業の中でも、課題解決を通しての話し合いや考察、仲間と協力しての実験や教えあう姿などから、主体的に移植実験に取り組む姿勢が見られ、その中で知識と技術を学習したと思われる。

次に「実験や実習の結果から問題や課題を見つけ、考える力が身に付いたか」という問いに対し、全員が肯定的な意見であった（図11）。生徒の記述の中で「グループで話し合うことで、問題を見つけることができた。その改善策を考えられた。」「何でそうなったのかな、と考えるようになった。」との意見があった。このことからプロジェクト学習を通して指示を待つのではなく、自分たちで疑問を持ち、考える態度が身についたと思われる。

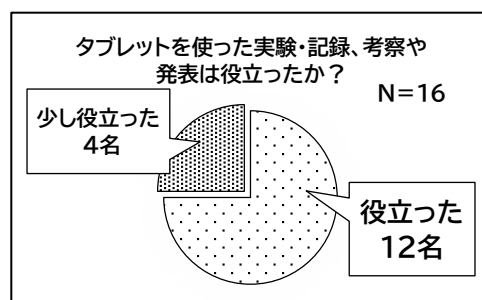


図8 タブレットに関するアンケート

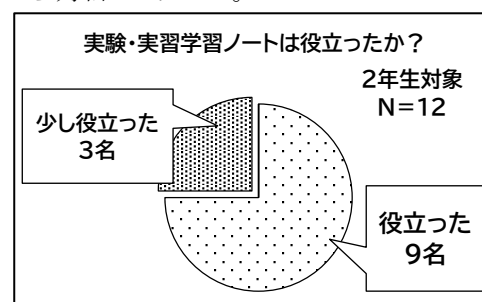


図9 2年生へのアンケート

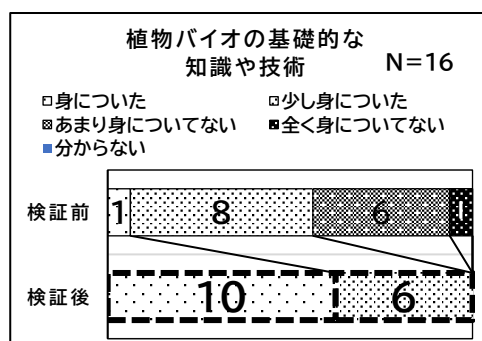


図10 知識と技術に関するアンケート

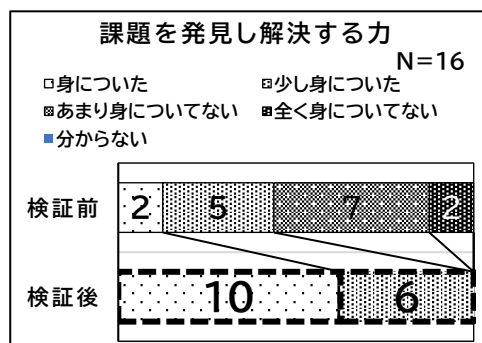


図11 課題発見と解決に関する調査

次に「仲間と話し合い、協力して学習をする力が身に付いたか」という問いに対して生徒全員が肯定的な回答であった（図 12）。生徒の記述では「今までより話し合えた。」「協力して学習することができた。」「チームと会話することで、新たな視点が分かった。」との意見であった。授業の中でもグループ学習を通して、実験前の話し合いや観察時の考察、発表原稿やスライド作成時の仲間との協力する様子などが見られたことから、生徒は協働的な学習態度を身に付けることが出来たと思われる。

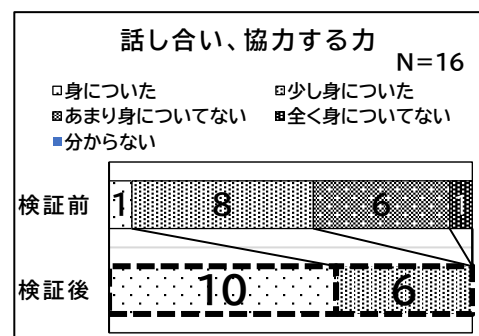


図 12 話し合いと協力に関する調査

(3) 植物バイオテクノロジー担当教諭によるアンケート

令和 2 年 1 2 月に沖縄県内農業系高校の植物バイオ担当教諭 6 名に対し、今回作成した教材「実験・実習学習ノート」と「プロジェクト学習ノート」のデータを送信し、教材の有効性に関するアンケートを実施した。内容は令和 2 年 5 月に 6 名に実施したアンケートにおいて、解決の手立てとして挙げた 4 点の課題（Ⅱ 研究内容 1 実態調査 (3) 考察を参照）について検証した。

① 実験・実習学習ノートについて

「実験・実習学習ノート」を使用しての実験・実習指導のしやすさを聞いたところ、おおむね高い評価であった（図 13）。特に指導経験が浅い教諭の意見において、有効性を示す回答であった（表 1）。他の質問においても、「植物バイオの知識及び技術を高めることにつながる教材だと思いますか。」「実験・実習学習ノートを授業で使いたいと思いますか。」では全員が肯定する回答であり、「実験・実習学習ノート」の有効性を示す結果を得た。

表 1 実験・実習学習ノートに関する意見

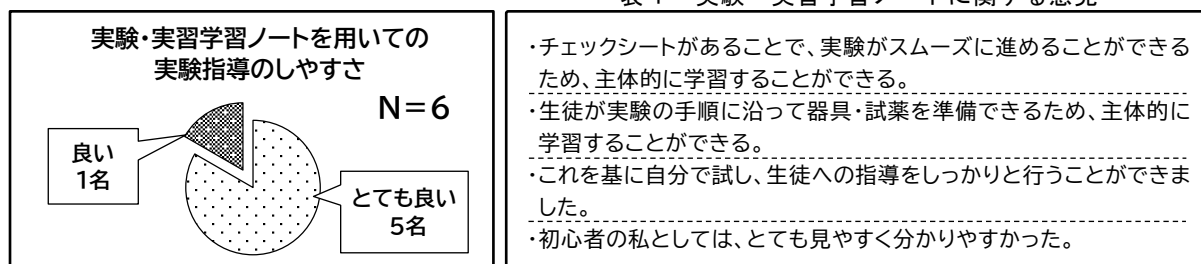


図 13 実験・実習学習ノートに関する質問

- ・チェックシートがあることで、実験がスムーズに進めることができるため、主体的に学習することができる。
- ・生徒が実験の手順に沿って器具・試薬を準備できるため、主体的に学習することができる。
- ・これを基に自分で試し、生徒への指導をしっかりと行うことができました。
- ・初心者私としては、とても見やすく分かりやすかった。

② 視聴覚教材の作成について

植物バイオの実験・実習に関する画像や動画教材を使用しての意見を聞いたところ、おおむね高い評価であった（図 14）。具体的な意見としては、授業での説明用や生徒の復習用、またはリモート教材としての活用など、視聴覚教材の活用が期待されていることが分かる（表 2）。他の質問においても、「生徒がタブレットやスマホなどで QR コードを読み取ることで、いつでも簡単に画像や動画を閲覧できるように工夫した点について」「視聴覚教材は、生徒が植物バイオへの興味関心を高めることにつながる教材だと思いますか」に対し、おおむね肯定する回答であった。以上の結果から、今回作成した視聴覚教材の有効性が示された。

表 2 画像や動画教材に関する意見

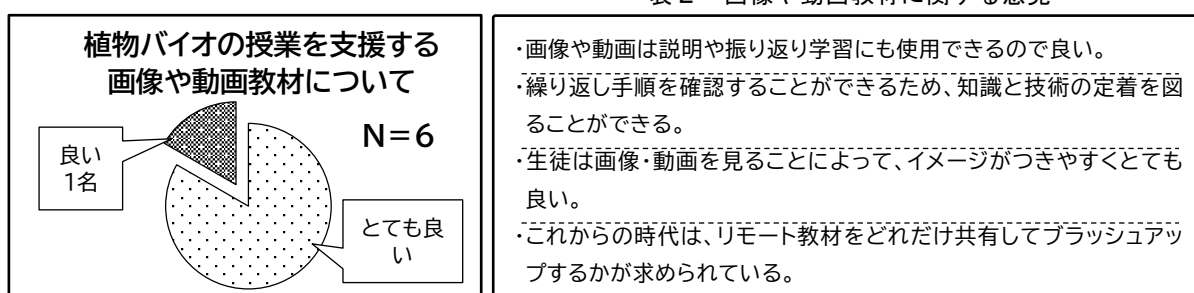


図 14 画像や動画教材に関する質問

- ・画像や動画は説明や振り返り学習にも使用できるので良い。
- ・繰り返し手順を確認することができるため、知識と技術の定着を図ることができる。
- ・生徒は画像・動画を見ることによって、イメージがつきやすくとても良い。
- ・これからの時代は、リモート教材をどれだけ共有してブラッシュアップするかが求められている。

③ プロジェクト学習ノートの作成について

プロジェクト学習ノートを開覧しての意見を聞いたところ、おおむね高い評価を得た（図 15）。特に導入部分の「課題設定」の内容において有効性を示す意見が多かった（表 3）。一方で、「計画立案」「実施」「反省・評価」においては、修正点や課題に対する意見も見られた。今回の検証では、実際に各教諭がプロジェクト学習を実践せずに教材を開覧するだけであったため、具体的に実験の計画や実施を行わなければ、授業をイメージしにくい状況もあったのではないかと考える。今後、実際に授業で活用しながら、新たな修正点や課題が見えてくるものと思われる。他の質問では、「プロジェクト学習ノートは、生徒が植物バイオの『知識及び技術』、『思考力・判断力・表現力』、『主体的に学習に取り組む態度』を高めることが出来る教材だと思いますか」に対し、全員の教諭が肯定する回答だった。これはプロジェクト学習ノート中に「タブレットを用いた観察記録」、「考察と話し合い」、「発表」、「振り返り」などの学びを深めさせる工夫が評価されたものだと考える。

表 3 プロジェクト学習ノートに関する意見

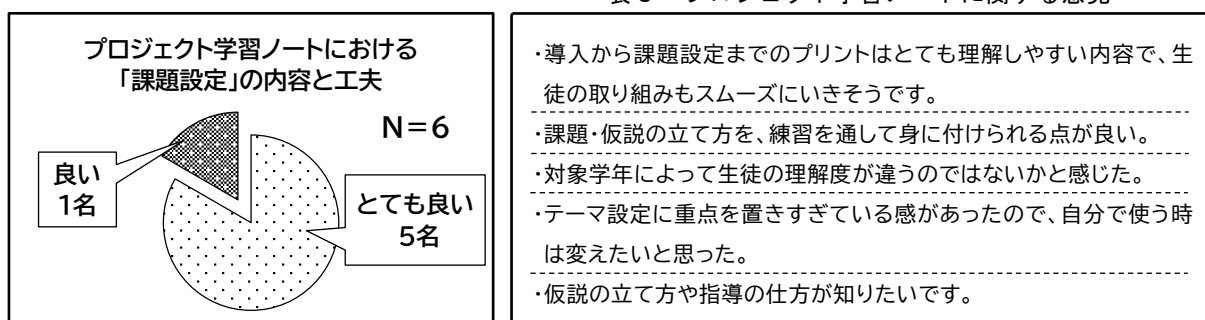


図 15 プロジェクト学習ノートに関する質問

同時に作成した「振り返りシート」を使用しての意見を聞いたところ、おおむね肯定的な回答が得られた（図 16）。特に生徒による自己評価と教師の評価を記入し共有する点が評価されていた（表 4）。一方で、評価に関する修正点や、授業毎での振り返りシート細部の変更等、幾つかの課題も見られた。これらに関しては、今後授業で実践しながら随時修正していきたい。

表 4 振り返りシートに関する意見

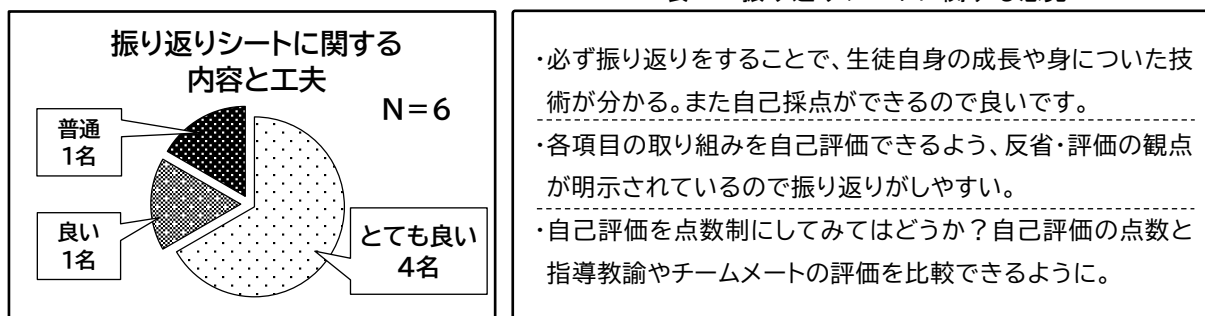


図 16 振り返りシートに関する質問

以上の意見を総合すると、今回作成した「実験・実習学習ノート」、「視聴覚教材」、「プロジェクト学習ノート」、「振り返りシート」は、いずれも有効性が示された結果となった。

2 プロジェクト学習の実践による行動の変容について

今回作成した「プロジェクト学習ノート」を活用して、単元の指導と評価計画に示した計画に基づいてプロジェクト学習を実施することによる、生徒の行動の変容を以下にまとめた。

(1) 課題設定（検証授業 1～4 時間）

冒頭にランの無菌操作のねらいを説明した後、プロジェクト学習の意義、南部農林高校生物資源科でこれまで取り組んできたプロジェクト研究の説明、仮説と課題設定の練習、そして今回の共通テーマである「培養技術の向上」の課題設定を行った。課題設定では、移植実験の過

程で培地に雑菌混入（コンタミ）が発生しないようにするにはどうすればよいかを各グループで考え、テーマ設定の理由を話し合った。次に仮説を検討し、グループと個人の到達目標を設定した（図17）。共通テーマではあったが、各グループで仮説が少しずつ異なり（A班：実験前に手を洗い、こまめな火炎殺菌をする、B班：体を清潔にして、器具を殺菌する、C班：殺菌をきちんとする、D班：手や器具を殺菌する）、生徒が移植実験に対して話し合いを通して思考を働かせている様子が見られた。

2 テーマ設定の理由（解決すべき問題・課題） 「コンタミを防ぐこと」, 9gのうちの苗を育て、花が咲くまで、沢山のうんちを販売したいから
3 仮説（問題・課題に対する自分の考え） ・コンタミネーションしてしまわないように殺菌がきちんとおこなわれていないことが原因だから 実験前に手を洗い、器具は使用前と使用後は火炎殺菌で消毒する。
4 到達目標 ① グループ全員が積極的に身に付け、コンタミネーション「0」にする。 ② バイオの根拠を身につけ、じまうじではなく積極的につづけるようになる

図17 生徒によるテーマ設定、仮説、到達目標

(2) 計画立案（検証授業5～6時間）

次に学習計画表と実験・実習計画表の作成を行った。この単位では、計画立案の意義と方法を理解させ、自分たちで計画立案を実践する学習を行った。生徒たちは、自分たちが設定した仮説と到達目標を再確認しながら学習ノートに記入していた。普段、計画を考え記入する習慣が無い生徒たちは最初は戸惑っている様子であったが、グループで話し合いながら協力して全員が実験計画を立てることができた。

(3) 実施（実験①～④・観察①～④、6～14時間）

実験を行う前に、グループで「実験・実習記録簿」を記入し、今日の目標、準備する器具や薬品、注意点等を事前に全員で確認した。実験の際には実験・実習学習ノートを見ながら手順や注意点を自分たちで確認しながら行う様子が見られた。生徒は実験の手順や無菌操作の正確性、培養直後の苗の状況を自分たちで後日確認できるよう、タブレットで画像や動画を撮影しながら実施し、正確に記録を残す様子が見られた（図18）。次の授業の冒頭では、前回培養したフラスコの観察を行った。タブレットで撮影した培養直後のフラスコ写真と、数日が経過した実際のフラスコ苗を比較しながら、苗や培地の変化を観察した。生徒は意見を出し合いながら、カビの発生原因や改善策を考察していた（図19）。ある班では考察の中で「培地にカビが発生していることから、フラスコの口やゴム栓が殺菌されていない。火炎殺菌を3秒～5秒行う。」と記入しており、原因と改善策を話し合いながら考えている様子が見られた。



図18 実験過程の撮影

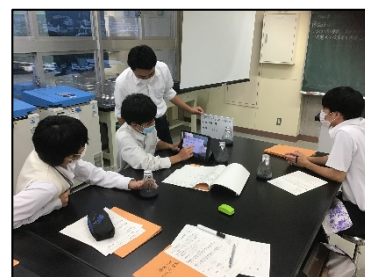


図19 フラスコ苗の観察と考察

(4) 反省・評価（学習の発表、15～22時間）

全4回の実験と観察記録をまとめ、グループ毎に発表を行った（図20）。発表にはタブレット端末内のプレゼンテーションアプリを用いて行い、発表原稿作成シートを使用して発表原稿を作成した。発表原稿の流れは、テーマ設定の理由、到達目標、計画立案、実施内容、まとめ、今後の課題、とした。生徒は話し合いの中で、原稿作成係、スライド作成係、発表係など、全員が役割を果たして発表に参加するよう、自分たちで話し合いを行っていた。発表終了後に行った質疑応答時間では、生徒同士で無菌操作に関する技術的な質問を行い、各班で話し合いながら他者の意見に触れたり、自分たちの意見を発表したりと、思考を通して学びを深める場面が見られた。



図20 発表と質疑応答

[illegible]

し、話し合いや教え合いの場面を通して、生徒たちはプロジェクト学習の意義を理解し、多くの事を学習した。さらには、生徒全員が自分自身に対する今後の課題を発見し、高校卒業後の進路に向けて今回の学習成果をどう生かしていきたいかを記述していた（表5）。

- (1) 作成した教材を多くの教諭間で共有し、更なる修正と他の農業科目への活用を行う。
- (2) プロジェクト学習における、より効果的な評価方法の検討と教材作成を行う。
- (3) 作成した視聴覚教材のリモート教材への活用を検討する。

〈参考文献〉

- 田中博之 2020 『「主体的・対話的・深い学び」学習評価の手引き』
文部科学省 2018 『高等学校学習指導要領』
文部科学省 2018 『高等学校学習指導要領解説農業編』
公益財団法人全国学校農場協会 2017 『農業学習ノート 「ダイコン」』
公益財団法人全国学校農場協会 2017 『農業学習ノート 「トウモロコシ（スイートコーン）」』
佐野明 2003 『「農業」から教育を拓く』

〈参考 Web サイト〉

- 県教育委員会『令和2年度版「問い」が生まれる授業サポートガイド』（最終閲覧 2021 年 2 月）
<https://www.pref.okinawa.jp/edu/gimu/gakuryoku/toisapo/toisapo.html>