

令和2年度 バイテク情報普及会科学教育大賞優秀賞事業  
「高校間連携による植物・微生物のDNA分析とバイテクに関する生徒研究の地域推進」  
実施報告書

令和3（2021）年4月  
大阪府立園芸高等学校 バイオサイエンス科 教諭 西村秀洋

## 1. はじめに

「生きる力」の育成、主体的な学びの実現のために探究活動の振興が図られてきた。探究的な学びを主体とした科目「課題研究」は、農業科、工業科等の実業科において平成11年の学習指導要領改訂から、理科、理数科においては平成20年改訂から設けられた。また、科学部等の課外活動における探究活動についても平成14年度からスタートしたスーパーサイエンスハイスクール研究指定校事業（以下 SSH）においても積極的に取り扱われてきた。しかし、この探究活動、特に理化学分野に展開においては、実験機材や指導者の確保などが喫緊の課題となっている。

大阪府立園芸高等学校（以下園芸高校）を含む農業高校では古くからプロジェクト活動等を通じて探究的な学びに取り組み成果をあげてきた。また園芸高校では、昭和31年に設置された農芸科学科（現バイオサイエンス科）の食品分析技術を中心に理化学機器を活用できる人材の育成に取り組み、今日のバイオテクノロジー分野に関する積極的な探究活動を展開するに至っている。平成24年から5年間、実業高校として初のSSH指定校の1校として教育研究実績を上げることができた。

現在、大阪府は成長産業振興室ライフサイエンス産業課を中心に、バイオ産業の振興が図られている。そこで、園芸高校が保有し運用する産業教育目的の理化学機器を活用し、大阪府近隣の高等学校を対象に「課題研究」と「課外活動」におけるバイテクとDNA分析に関する生徒探究活動を支援する事業を計画し実施した。

## 2. 連携先高等学校と研究課題およびサポート生徒について

本事業への参加の呼びかけは、府立高校のSSH指定校および経験校から構成される「大阪府サイエンススクールネットワーク」、中学・高校生の大阪市内での探究活動発表会を主催する「IBLユースカンファレンス実行委員会（事務局：蒲生諒太氏）」を通じて各関係校に行った。園芸高校近隣の科学部活動に取り組む高等学校には直接案内を送付した。

応募された9件の研究計画から本事業で実施可能な5校6件の研究課題を連携事業として選出した。連携事業とした研究課題を表1に示した。また、本事業に参加し、各実験の実施サポートにあたった園芸高校生徒8名とその研究課題を表2に示した。

表1. 連携した高等学校と研究グループおよびそのテーマ（申し込み順）

連携番号	連携校名 所在地	研究生徒グループ 参加生徒数	研究テーマ ○支援を必要とする実験技術
1	大阪府立高津高等学校 大阪市天王寺区	2年探究活動抗菌班	「植物の抽出物の微生物への影響を調べる」
		3名 (M1,F2)	○培養技術（培地調整、クリーンベンチ無菌操作）
2	大阪府立岸和田高等学校 大阪府岸和田市	化学部	「環境DNAを用いたバラタナゴの分布調査」
		7名 (M3,F4)	○DNA分析（抽出、プライマー設計、PCR、電気泳動）
3	大阪府立岸和田高等学校 大阪府岸和田市	生物部	「岸和田高校に残る標本の正体を探る」
		6名 (M5,F1)	○DNA分析（抽出、PCR、電気泳動、シーケンシング、 バイオインフォマティクス）
4	雲雀丘学園高等学校 兵庫県宝塚市	科学部	「ヨモギや薬草の抗菌力」
		4名 (M4)	○培養技術（培地調整、クリーンベンチ内無菌操作）
5	ルネサンス大阪高等学校 大阪市北区	アート&サイエンス コース	「テンペ菌類縁菌の形態およびDNA塩基配列比較」
		4名 (M2,F2)	○顕微鏡観察（光学・走査電子）、DNA分析（抽出、 PCR、シーケンシング、バイオインフォマティクス）
6	大阪学園大阪高等学校 大阪市東淀川区	科学部	「ムギツクの種特異的調査」
		3名 (M3)	○DNA分析（プライマー設計、PCR、シーケンシング、 バイオインフォマティクス）

表2. 園芸高校から各連携先グループの実験にサポート参加したバイオ研究部生徒一覧

実験分野	学年 氏名	本人が取り組む研究活動のテーマ ○活用している実験スキル	
培養実験	3年 高橋美乃	コケの大量増殖に関する研究 ○植物体殺菌、培地調整、無菌操作	
	3年 清水美里	アミノ酸、ビタミン類が酵母細胞ストレス耐性におよぼす影響 ○培地調整、無菌操作、顕微鏡操作	
	3年 南田絵美子	カビのデンプン資化によるアルコール発酵現象 ○培地調整、無菌操作	
	3年 為本紫央	新規アミラーゼ発酵カビの探索 ○培地調整、無菌操作	
	2年 豊川愛里	イチゴの大量増殖 ○植物体殺菌、培地調整、無菌操作	
	DNA分析	3年 山本くるみ	分離したカビのDNA分析による分類的地位の推定 ○DNA抽出、PCR、電気泳動、ダイレクトシーケンシング
		2年 森田柚月	環境DNAに関する研究 ○DNA抽出、PCR、電気泳動、ダイレクトシーケンシング
		2年 梶師一留薫	分析用DNA簡易抽出技術の開発 ○DNA抽出、PCR、電気泳動、ダイレクトシーケンシング

### 3. 各校研究活動実施過程

各校研究活動について培養技術を中核とした実験を9月から、DNA分析実験を11月か

ら日程調整の上、実施した。なお、新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言による大阪府教育委員会からの部活動等の対外活動制限指示により、再調整を全期間にわたって行った。

大阪府立高津高等学校探究活動抗菌班の実施経過を表3に、実験の様子を写真1に示した。3回目の実施については、新型コロナ感染対策による府教育委員会からの部活動交流試合等制限指示により培養結果の平板培地を高津高校に搬入し実施した。1回目、2回目について園芸高校バイオ研究部培養分野の生徒が参加し、実験手技のアドバイスに当たった。

表3. 大阪府立高津高等学校（連携番号1）の研究テーマ「植物の抽出物の微生物への影響を調べる」の実施経過

実験回	実施日	内容	備考
1	9月20日	培地調整、ヒト皮膚常在菌の分離培養	
2	10月18日	培地調整、菌液塗抹、抗菌候補植物材料調整	
3	10月25日	観察、記録	於高津高校



写真1. 大阪府立高津高等学校探究活動抗菌班の実験の様子

雲雀丘学園高等学校科学部の実施経過を表4に、実験の様子を写真2に示した。3回目の実施については教育委員会からの部活動交流試合等制限により、平板培地を雲雀丘学園科学部顧問に渡し雲雀丘学園で実施した。1回目、2回目について園芸高校バイオ研究部培養分野の生徒が参加し、実験手技のアドバイスに当たった。

表4. 雲雀丘学園高等学校科学部の研究テーマ「ヨモギや薬草の抗菌力」の実施経過

実験回	実施日	内容	備考
1	9月27日	普通寒天培地調整、土壌細菌分離操作	
2	10月18日	植物体破碎、土壌菌体塗抹、抗菌性試験開始	
3	10月27日	結果観察、片付け	雲雀丘学園 で実施



写真2. 雲雀丘学園高等学校科学部の実験の様子

ルネサンス大阪高等学校探究活動の実施経過を表5に、実験の様子を写真3に示した。各回に園芸高校バイオ研究部培養実験分野とDNA分析実験分野の生徒が参加し、実験手技のアドバイスに当たった。

表5. ルネサンス大阪高等学校探究活動の研究テーマ「「テンペ菌類緑菌の形態およびDNA塩基配列比較」の実施経過

実験回	実施日	内容	備考
1	10月17日	SEM観察準備（標本固定）、実体顕微鏡観察撮影、DNA抽出	
2	10月18日	SEM観察、	
3	11月14日	PCR反応液調整、電気泳動	
4	11月15日	PCR生生物の精製、蛍光標識反応液の調整	
5	11月22日	シーケンサー操作、バイオインフォマティクスの基礎（NCBIサイトの使い方）	



写真3. ルネサンス大阪高等学校の実験の様子

大阪府立高津高等学校化学部の実施経過を表6に、実験の様子を写真4に示した。この連携活動については、専門性が高く、事前準備が必要であったため第1回は、同校に本担当者が出向き事前に講義形式で必要な学習活動に取り組んだ。2回目以降5回目まで園芸高校バイオ研究部DNA分析分野の生徒が参加し、実験手技のアドバイスに当たった。

表6. 大阪府立高津高等学校（連携番号2）の研究テーマ「環境DNAを用いたバラタナゴの分布調査」の実施経過

実験回	実施日	内容	備考
1	10月11日	PCR実験工程、プライマー設計法の講義	於高津高校
2	11月15日	DNA抽出・精製、PCR反応液調整、サーマルサイクラー設定	
3	12月19日	アガロースゲル電気泳動、PCR反応液再調整	
4	12月20日	アガロースゲル電気泳動、増幅バンドの確認	
5	12月27日	PCRプロダクト蛍光標識とシーケンサー操作	



写真4. 大阪府立高津高等学校化学部の実験の様子

大阪府立岸和田高等学校生物部の実施経過を表7に、実験の様子を写真5に示した。実施に際して園芸高校バイオ研究部DNA分析実験分野の生徒が参加し、実験手技のアドバイスに当たった。

表7. 大阪府立岸和田高等学校の研究テーマ「岸和田高校に残る標本の正体を探る」の実施経過

実験回	実施日	内容	備考
1	11月14日	DNA抽出、PCR反応液調整、サーマルサイクラー設定	
2	11月15日	アガロースゲル電気泳動、DNAバンド評価法、実験計画再検討	



写真5. 大阪府立岸和田高等学校生物部の実験の様子

大阪学園大阪高等学校科学部の実施経過を表8に、実験の様子を写真6に示した。この連携活動については、専門性が高く、事前準備が必要であったため第1回は、同校に本担当者が出向き事前に講義形式で必要な学習活動に取り組んだ。計画時点では、1月中の実施であったが、緊急事態宣言による府教委の部活動制限により予定を変更し3月に実施した。

表8. 大阪学園大阪高等学校の研究課題「ムギツクの種特異的調査」の実施経過

実験回	実施日	内容	備考
1	10月9日	プライマー設計法の講義	於大阪高校
2	3月22日	DNA抽出液濃度測定、PCR反応液調整、サーマルサイクラー設定	
3	3月24日	アガロースゲル電気泳動、塩基配列蛍光標識、シーケンサー操作	
4	3月29日	シーケンス分析結果確認、NCBI利用法	



写真6. 大阪学園大阪高等学校生物部の実験の様子

#### 4. 各探究活動の研究成果

各連携により得られた研究成果について各校の学校内外の発表会への参加状況と得られた評価を表9に示した。また、参加各校の研究指導教員からの本事業についての評価コメントを表10に示した。各校とも、昨年度内に積極的に学校内外での発表会に参加するとともに、実施時期が3月にずれ込んだ大阪高校も次年度での発表会に積極的に参加する計画であることが確かめられた。

表9. 連携事業で各校が取り組んだ研究の学校内外の発表会への令和2年度中の参加状況と令和3年度での発表予定

連携校・グループ 研究テーマ	令和2(2020)年度内	令和3(2021)年度予定
府立高津高等学校探究活動抗菌班 「植物の抽出物の微生物への影響を調べる」	第94回日本細菌学会総会 中・高校生研究セッション、日本細菌学会主催、開催時期：3月24日(火)～25日(木) 優秀表彰	校内「生徒研究発表会」開催時期：4月28日
府立高津高等学校化学部 「環境DNAを用いたバラタナゴの分布調査」	「東アジア高校生環境フォーラム2021オンライン」(府立高津高校、富田林高校、韓国のイリ高校・イリ女子高校、台湾の台南女子高級中学の5校、参加生徒80名) 主催：当校 開催時期：2月25日	「大阪府生徒研究発表会(10月)」主催：大阪府教育委員会 他
府立岸和田高等学校生物部 「岸和田高校に残る標本の正体を探る」	校内「第17回文理課題研究発表会」主催：当校 開催時期：1月30日	未定
雲雀丘学園高等学校科学部 「ヨモギや葉草の抗菌力」	「第5回IBLユースカンファレンス」主催：IBLユースカンファレンス事務局 開催時期3月	未定
ルネサンス大阪高等学校 「テンペ菌類緑菌の形態およびDNA塩基配列比較」	日本陸水学会近畿支部会第32回研究発表会 開催時期：2月28日 高校生研究奨励賞受賞	日本菌学会(第65回)熊本大会にエントリー検討中
大阪学園大阪高等学校 「ムギツクの種類特異的調査」	なし	2021年10月 大阪府学生科学賞 2021年11月 環境DNA学会 2021年12月 サイエンスキャッスル

表10. 連携事業で各校が取り組んだ生徒研究の指導教員から寄せられた本事業評価コメント

連携校・グループ 指導教員名	評価コメント
府立高津高等学校探究活動抗菌班 理科(生物)教諭 青山正己 先生	一般の高校では用意することができない実験設備を使わせていただき、また先生方と生徒の皆さんに技術面のご指導をいただくことで、細菌の培養を利用した実験を充実させることができました。この経験は1度きりで終わるものでなく、私たちの学校に戻ってから実験道具などを工夫することでさらに実験を続けることができ、新年度の学年での研究にも生かすことができるのがよりの成果となりました。
府立高津高等学校化学部 理科(化学)教諭 藤村直哉 先生	普段あつかったことのないDNAに関する実験の機会を与えていただいたこと、丁寧な実験指導を行っていただいたことに深く感謝しております。この経験をもとに、新しい実験器具や装置を購入し、本校でも遺伝子の実験を始めることができました。環境DNAの実験を始めましたが、実験操作の経験も不十分で、これからは遺伝子に関する実験についての指導、特に、環境からのDNAの抽出法であるとか、遺伝子配列の決定であるとか、ご指導、ご援助をお願いしたいです。
府立岸和田高等学校生物部 理科教諭 阪口巨基 先生	バイオテクノロジーについて基本的なことから丁寧に教えていただける機会をもらえて大変ありがたかったです。設備が整っていない学校の生徒には貴重な経験となりました。次年度もこういった機会があればありがたいです。
ルネサンス大阪高等学校 教育デザイン室長 竹内準一 先生	通常の高校では、走査型顕微鏡やシーケンス解析を行うことは無理です。何らかの予算を取得したら外注することは可能ですが、結果だけは得られても途中経過は解らず終いです。そこに貴プログラムが持つ真価を感じました。あれだけ行動な内容をまさか自分の生徒らが付いて行けるとは思いませんでした。口では自分の経験からはどんなに行動な技術とて、クギを金槌で打つのと大差ないと言いつつ来たものの実際、体得して貰えたと思います。それが、これからの人生で未知な世界へ踏み出す際の勇気となるに違いないと大感謝です。
学校法人大阪学園大阪高等学校 科学探究部顧問 谷脇勝平 先生	これまで大学との共同研究で進めていましたが、新型コロナウイルスの影響でストップしました。そのような中、園芸高校からのお誘いで研究内容を進めることができ、大変有意義な研究結果を得ることができました。園芸高校並びにバイオテク情報普及会におかれましては、ご支援いただきましたこと心から感謝申し上げます。

園芸高校から事業参加し、各校実験のスキル指導に当たった生徒各自の研究活動の令和2年度の発表実績について表11に示した。特に、本事業で調達した試薬等資材を活用した実験が行われた2年生3名の3研究については、3月27日実施の第5回IBLユースカンファレンスにおいて本事業により支援を受けた研究として発表した。

表11. 園芸高校から各連携先グループのサポートの当たったバイオ研究部生徒の令和2年度内の発表実績

連携先高校	学年・氏名 研究テーマ (略称)	令和2年度中の校外研究発表実績
大阪府立高津高等学校 ・ 雲雀丘学園高等学校 ・ 大阪府立高津高等学校 ・ 大阪府立岸和田高等学校 ・ 大阪学園大阪高等学校 ・ ルネサンス大阪高等学校	3年・高橋美乃 コケの大量増殖	日本植物学会第84回大会高校生研究ポスター発表 9月21日 令和2年度専門高等学校生徒研究文 優良賞 11月7日 大阪府学生科学賞 優秀大阪府教育委員会賞 11月24日
	3年・清水美里 酵母細胞のストレス耐性	日本菌学会第64回大会高校生発表会 6月20日 日本植物学会第84回大会高校生研究ポスター発表 9月21日
	3年・南田絵美子 カビによるアルコール発酵	日本菌学会第64回大会高校生発表会 6月20日 日本植物学会第84回大会高校生研究ポスター発表 9月21日
	3年・為本紫央 新規アミラーゼ発酵カビ	日本菌学会第64回大会高校生発表会 6月20日 日本植物学会第84回大会高校生研究ポスター発表 9月21日 令和2年度専門高等学校生徒研究文 優秀賞 11月7日 大阪府学生科学賞 優秀大阪府教育委員会賞 11月24日
	2年・豊川愛里 イチゴの大量増殖	日本植物学会第84回大会高校生研究ポスター発表 9月21日 大阪府生徒研究発表会 (大阪サイエンスデイ) 11月18日 奈良女子大学サイエンスコロキウム奨励賞 12月26日 第5回IBLユースカンファレンス 金賞認定 3月27日※
	3年・山本くるみ カビのDNA分析	日本菌学会第64回大会高校生発表会 6月20日
	2年・森田柚月 環境DNA分析	大阪府生徒研究発表会 (大阪サイエンスデイ) 11月18日 第72回大阪府高等学校生物研究会<研究発表> 11月23日 奈良女子大学サイエンスコロキウム奨励賞 12月26日 第5回IBLユースカンファレンス 金賞認定 3月27日※
	2年・梶師一留薫 DNA抽出技術	大阪府生徒研究発表会 (大阪サイエンスデイ) 11月18日 奈良女子大学サイエンスコロキウム奨励賞 12月26日 第5回IBLユースカンファレンス 金賞認定 3月27日※

※：高校生科学教育大賞事業関連実施研究として発表

## 5. 事業成果と今後の展望

バイテク情報普及会高校生科学教育大賞優秀賞受賞事業として実施された「高校間連携による植物・微生物のDNA分析とバイテクに関する生徒研究の地域推進」において、大阪府内4校5研究グループおよび兵庫県内1校1研究グループ、計6研究と連携関係を構築した。連携各校の6研究は、令和2年9月から令和3年3月までに大阪府立園芸高等学校バイオサイエンス科付帯実験実習施設を用い実施した。

6研究のうち、実施レベルが高等学校の理科水準を大幅に超えるDNA分析関連2件は各校で事前の実験原理とプライマー設計法等について実験準備指導を行った。また2件は、緊急事態宣言等への対応として実験結果の観察計測を各校へ資材持ち込み実施するとともに1件は実施時期を2ヶ月調整し、年度末である3月に実施した。

各研究は、3月実施となった1校1件を除き、令和2年度中に各校内および学術団体等主催の高校生研究発表会において発表された。また、3月実施となった1校1件についても令和3年度での発表計画が立てられている。大阪府立園芸高等学校から連携各研究の実験手技指導補助等に当たったバイオサイエンス科生徒8名も各自が活発な研究発表に取り組み、特に2年生3名は本事業で調達した実験試薬等資材を活用した研究を進め、3月には外部発表をおこなった。

各研究実施後、5件の研究について各校の研究指導担当者から本事業の評価コメントを得た。いずれの指導者からも大阪府立園芸高等学校の産業教育用施設設備の有効活用を図った本事業について積極的な評価が得られるとともに、継続的な事業実施の期待が複数寄せられた。

本事業の実施体制として複数の研究グループの同時受け入れとなった今回、3年生の部活の引退時期である9月以降に本校バイオ研究部3年生の事業参加が必要であった。実施後、彼らから実際的な勉強になった旨の感想が寄せられているがやはり一定水準を越えて実験準備に当たり実験指導補助を務めることのできる生徒を確保するために実施時期や実施規模等については検討を重ねる必要がある。なお今回の実施でボランティア精神とホスピタリティ精神に満ちた彼らには改めて各校から寄せられている感謝の声を伝えたい。

なお、本報告書では詳細を割愛しているが各校参加生徒に実施途中と実施後にアンケートを実施した。その中で実験施設の有用性に触れられていたが、実験ノートへの記録や実験計画の検討、複数名で実験に当たる際の役割分担やコミュニケーションについて、その重要性を感じた旨の感想を複数の生徒から得ることができた。これは、科学教育における重要性が施設設備だけではないことを示している。すなわち、本質的な科学リテラシー育成や主体的な学習姿勢育成の可能性が、実業系専門高校の教育メソッドである実験実習を主とした学習形態とこれに基づく探究的活動にあることを示していると思われる。

## 6. 謝辞

今回の大阪府立園芸高等学校を中核とした高校間連携事業の実現に、ご支援いただいた大阪府教育委員会、IBL ユースカンファレンス事務局ならびに園芸高校と参加各校の関係者の皆様に、心より御礼申し上げます。