

活動の名称

学内植物工場設立を目指した分子生物実験環境の構築と PCR 実験講座の開講

1. 活動の概要

将来的には学内に「生徒が運営に携わる植物工場」を設立することを目標に、基礎的な分子生物学実験の研究環境を構築する。高校2年生を対象とした理科研究の授業にて、申請者の持つ植物栄養学・植物遺伝子工学の研究経験を活かして、水耕栽培や栄養吸収メカニズムの解明を目指した研究を行う。また、在校生のバイオテクノロジーへの興味喚起のために申し込み制の特別講座として PCR を題材にした実験講座を開催する。さらに、本学への入学を検討する受験生を対象にしたオープンスクールにおいても組換え大腸菌や、組換え植物を用いた実験を行う。得られた知見をもとに、ゲノム編集技術を用いて高付加価値の作物生産を目指す。

2. 活動の背景

現在、本校にはサーマルサイクラーや遠心分離機など一部の分子生物学実験機器があるが、その多くは既製品の実験キットを用いて年に数回活用するのみにとどまっている。また、超純水製造機やフリーザーなど、一連の分子生物学実験研究を継続的に行うためには必須ともいえる実験機器が揃っていないことがもっとも大きな課題である。申請者が2021年4月に本校に着任し、実験室内に簡易的な人工気象室（図1）と人工気象器（図2）を整備して植物を用いた研究



図1 簡易人工気象室



図2 人工気象器

環境をつくり始めている。今後本校にてバイオテクノロジーを主軸とした実験講座や探究活動を進めるために、まずは基本的な最低限の実験機器の整備を行う必要がある。

本校には敷地内に十分な活用可能な土地があり、将来的に植物工場を設立することについても実現可能性が高い。植物栄養学の基礎研究から、実際に食べられる作物を生育させる植物工場研究までの繋がりを高校生が体験できることによる教育効果は極めて大きいと期待できる。申請者は日本学術振興会特別研究員 DC2・PD としての植物栄養学などの学術研究に携わり、国際誌への投稿や専門誌でのレビューの執筆の経験もある。さらに、前任校にて10年間にわたり高校生が植物分子生物学研究を行う際の指導教官を務めた経験があり、高校生による学会での一般発表を3件サポートした。本校において実験設備が整えば、迅速に研究のスタートができると考えている。しかし一方で、在校生、受験生は当該分野の研究について知らないことが多い。裾野を広げるために、まずは受験生を対象としたオープンスクールや、在校生を対象とした特別講座を開講する。それによりバイオテクノロジーに興味を持つ生徒を増やし、研究に携わる生徒を育て、延いては当該分野の研究職を目指す生徒を育成したい。

3. 活動の具体的内容

1. 高2 理科研究の授業における分子生物学実験

高校2年生の週1時間の授業として理科研究が開講されており申請者が授業担当の一人となっている。この授業では履修する生徒が自身の興味にしたがって物理・化学・生物のそれぞれの教員に付き、1年間研究活動を行う。さらに、希望をすれば次年度にも当該授業を履修することが可能な制度となっており、2年間にわたって継続的な研究の実施ができる。5月現在、12名の生徒が植物関連の研究を行うことを希望している。まだ学内の実験設備では植物を生育させ、核酸を抽出し、PCRなどを行い検出するといった一般的な実験系を完結することができない。本校の実験室における生育条件の検討や基本的な実験についてのプロトコル作成などを、ローカルな新規性のある研究テーマとして位置付ける。それにより後輩生徒たちがスムーズ

に学術研究をスタートさせるための基盤づくりを今年度の生徒たちが担う。今年度に学術的に新規性があるテーマを進めるには極めて困難な環境ではあるが、スタートアップとしてプロトコルを作成する経験は生徒たちにとって価値ある貴重な経験になると期待できる。まずはモデル植物としてシロイヌナズナを用いて様々な実験系を確立し、35S プロモーターでドライブさせた GFP を発現する遺伝子組換え体の作出を目指す。シロイヌナズナを用いた研究としては前任校にて指導した生徒たちとの共同研究として、花芽形成や葉の形態形成に関わる基礎研究も行い、理学・工学両

理学

- ・シロイヌナズナ変異体を用いた栄養吸収機構の解析
- ・シロイヌナズナ変異体を用いた花芽形成機構の解析
- ・シロイヌナズナ変異体を用いた葉の形成機構の解析
- ・シロイヌナズナ変異体を用いたカドミウム耐性機構の解析

工学

- ・GFP発現シロイヌナズナの作出
- ・GFP発現トマトの作出
- ・トマト(Micro Tom)の水耕栽培
- ・様々な作物の水耕栽培
- ・Pythonによる画像解析AI研究

図3 研究活動のテーマ候補

面の研究に生徒たちが取り組める環境を整える(図3)。また、別の生徒が担当する研究としてレタスや各種ハーブなど、水耕栽培が容易とされる作物(トマト・レタスなど)を中心に、実用作物を人工気象器などの人工環境下で生育環境の検討研究を行う。作物の栽培を通して、植物工場設立のために必要な問題を発見し、一つひとつ解決策を模索する経験を積む。この経験のなかで当該領域の研究内容を深く知りながら、生徒が将来役立つ問題発見能力・問題解決能力を育む。

さらに、申請者はこれまで理科に加えて情報科の教諭としても教鞭を執っており、Pythonを用いたバイオインフォマティクス研究の指導経験もある。将来的には植物工場運営のための研究の一つとして、生育させた植物の静止画からAIを用いて栄養状態を分析するなどの研究も視野に入れている。

2. 在校生対象の実験講座

生徒が植物バイオテクノロジーの研究を知るきっかけとして、申込制の特別実験講座を開講する。昨今の新型コロナウイルスの蔓延によってPCRという語が一般にも知られることとなった。中高生においてもそれは同様であり、PCRを題材とした講座は注目を集めると期待できる。本校にはシロイヌナズナの野生型Columbia-0とLandsberg erectaの系統を保有している。これらのDNAを用いてSSLP(Simple Sequence Length Polymorphism)の検出をPCRによって行う実験を主軸とした実験講座を行う。SSLPを用いたPCR実験は、1つの反応条件で2種の遺伝子型を検出できることで、大規模な実験講座においてサンプル数を抑えながら効果の高い実験講座を行える。

3. 受験生対象の実験講座

本校にバイオテクノロジー研究を行える研究があることを受験生が知り、研究に興味のある生徒たちが受験のきっかけをつくれるよう、オープンスクールにて実験講座を開く。上記1.の高校生の研究の進捗状況を紹介しながら、受験生(小6・中3)が興味を持てるよう、GFP発現大腸菌やGFP発現シロイヌナズナを見せて分子生物研究の授業を行う。

4. 外部有識者による講演会など(ゲノム編集特別講座)

外部有識者によるゲノム編集を題材とした講演とディスカッションの2部構成の講座を行う。すでに夏以降に実施の方向で調整中である。また、上記1の研究の進捗状況に合わせて、植物関連の研究に携わる研究者とのディスカッションの機会を設ける(新型コロナの状況に応じてオンライン実施かどうかを検討)。本件について下記予算では計上していないが、学内予算を用いて謝金を払い、実施予定としている。

4. スケジュール

5月 人工気象室でのシロイヌナズナの生育条件検討

6月 人工気象室での他の作物の生育条件検討・各種実験機器の整備 高2生徒の研究活動スタート

8月 在校生対象のPCR実験講座の開講・受験生対象のオープンスクール開講

10月 ゲノム編集特別講座の開講

～3月 研究活動の継続・次年度に向けて各種実験系の確立を目指す