

2019 年度

高校生科学大賞

報告書

テーマ「メンデルの法則を

バイテクで証明しよう」

貞静学園中学校・高等学校

教諭 大倉香人

2019 年度 取り組み概要

1. Fast Plants を用いたメンデル遺伝の再現
2. miniPCR による遺伝現象の可視化
3. 授業実践から教材化の検討
4. 成果発表

1. Fast Plants を用いたメンデル遺伝の再現

1.1. Fast Plants とは

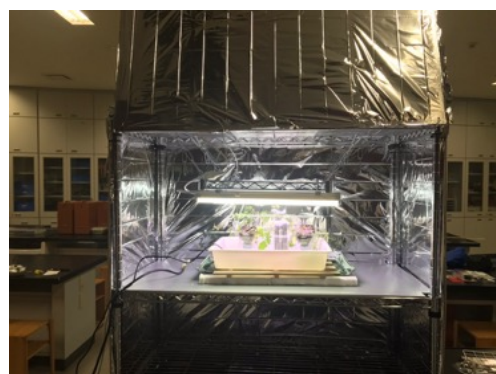
A promotional graphic for Fast Plants TM. It features three circular inset images: the top-left shows several potted plants with yellow flowers on a metal rack; the bottom-left is a close-up of a yellow flower; the right-center shows a single plant with yellow flowers in a pot. To the right of these images, the text "FAST PLANTS™" is written in large, bold, white capital letters. Below the title, there are three bullet points in Japanese.

FAST PLANTS™

- 米ウィスコンシン大学ポールウィリアムズ博士が開発したアブラナ科の教育用モデル植物。
- 種まきから14日(最短)で開花、約40日で結実。
- アメリカ、カナダなど世界中の学校で活用。

アントシアニンを合成し茎や葉が紫色を呈する系統と、色素を合成できない系統があり、単純なメンデル遺伝のモデル植物として開発されている。

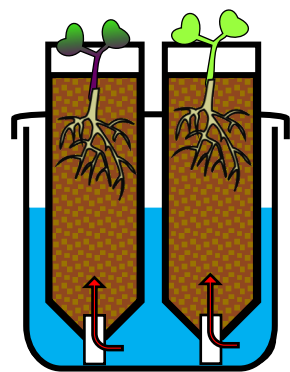
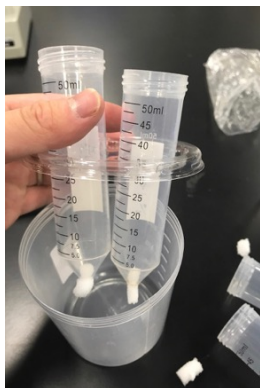
1.2. Fast Plants の栽培環境の構築



既存の人工気象器ではなく、栽培環境を満たすものを自作した。市販のメタルラックにアルミシートを貼り付けたプラスチック段ボールを張り合わせて囲い、光量を確保した。照明はLEDライトを吊り下げ、タイマーで照射時間を管理できるようにした。

1.3. 栽培器具

遠沈管の底を抜き、プラスチック容器にさして底面から水を供給できるようにした。Fast Plants を1株ごとに栽培できるので、それぞれナンバリングをして、記録を明確にできるようにした。これにより交配作業のしやすさと組み合わせの自由度が上がった。また、給水も簡単で、満水にすれば生育段階にもよるが1週間水やりがいらぬ。

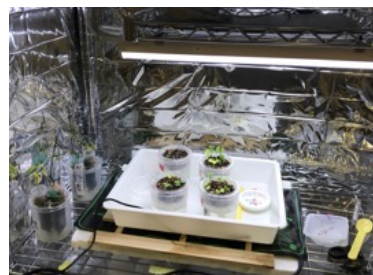
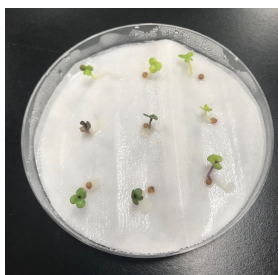


1.4. 交配作業



播種後、約2週間で開花が始まる。花卉が展開しおしべの葯が十分に熟したところで綿棒を用いて交配作業を行う。黒い綿棒を使うことで、微小な花粉も明瞭に観察することができるので、生徒も簡単に行うことができ交配作業の確実性が増した。

1.5. 雑種世代の育成



採種した雑種世代の種子を播種しその表現形質を確認する。F₂の作出も同様に行う。

2. miniPCR による遺伝現象の可視化

2.1. miniPCR について



The miniPCR DNA Discovery System™
The complete biotechnology toolkit for your lab or classroom

- ✓ miniPCR™ thermal cycler
- ✓ blueGel™ electrophoresis system
- ✓ micropipette (2-20 µL)

Buy for \$950

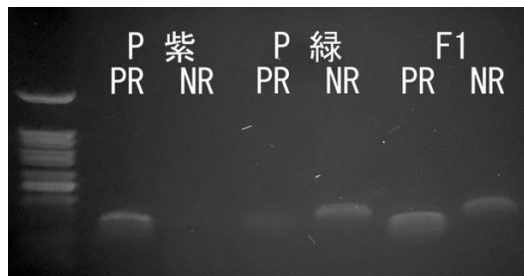
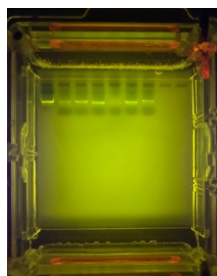
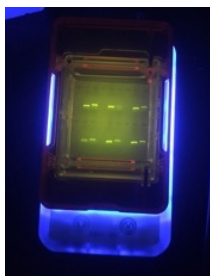
<https://www.minipcr.com>

アメリカのベンチャー企業である AMPLYUS 社で開発された小型のサーマルサイクラーで、安価でありながら高性能なスペックを有している。タブレットで操作する点や、小型でシンプルな構造であることから教育現場で使うことに適した製品であると言える。何よりも、高校の教育現場で当たり前のように安価に PCR 実験が行えることが画期的である。

2.2. PCR 実験手法



Fast Plants の P 世代、F1 世代をサンプルとして、PCR 反応を行うための手順を検討し、2～3 時間の授業でも十分に行える内容にまで単純化した。大まかな手順は、抽出→PCR ミックスの調整→反応→泳動確認となる。



Blue Gel による電気泳動の結果、ホモ接合体とヘテロ接合体において遺伝子の構成に変化が生じていることを視覚的に観察することができた。

3. 授業実践から教材化の検討

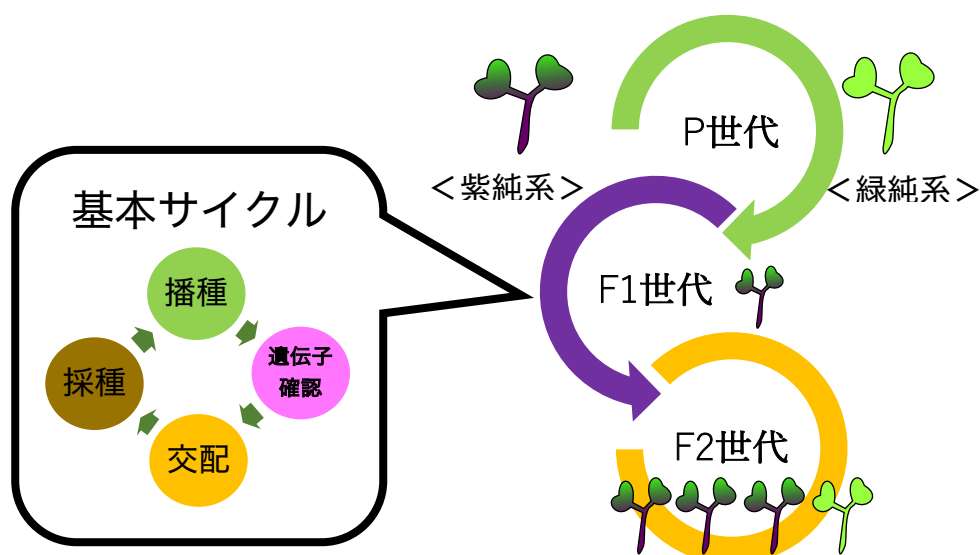
3.1. Fast Plants の栽培歴

Fast Plants は1ヶ月弱で1世代が終わるので、F2まで作出しても6ヶ月以内で結果を見ることができる。また、室内でLED照明を用いて栽培可能なため場所も取らずに済む



3.2. 本取り組みのワークフロー

AMPLYUS 社が公開している実験資料を元に実験の展開を再構成した。



3.3. 授業での実験の展開

1時間目	・器具の練習 (10分) ・DNAの抽出 (20分) ・PCRセット (20分)
2時間目	・泳動準備 (30分) ・電気泳動 (20分)



手技の熟練は求められないので、できる限りシンプルでわかりやすい実験展開を構築した。また時間的制約も大きいので、省略できるステップはなるべく省き、授業全体の調和を取れるように配慮した。器具の練習（特にマイクロピペット）の時間を取ることで、その後の実験がスムーズに展開できる。また、恐れずにドンドンやらせることで予想以上に器具の扱いには慣れてくることもわかった。

3.4. この実験を通して得られるもの
大まかに2つが考えられる。

①Fast Plants によるメンデルの交配実験により生命の連続性を実感できる

②miniPCR によるバイテク実験により遺伝子の変化を視覚的に捉えられる

①Fast Plants の優位性は、短期間・省スペースで生物の授業において重要な事項である「生命の連続性」を意識することができる点である。実際に植物を育て、交配することで世代を超えて生命が連続していくことを意識するだけでなく、遺伝現象を観察することができる。このことは案外、貴重な経験である。植物が花粉を介して交配することを知識として知ってはいても、交配実験を意識的に行うことは、多くの人が経験しないことであろう。それは、生物の授業を受けている多くの高校生も同じである（農学部に進学しても、である）。



②バイオテクノロジー分野の発展はめざましく、その内容が高等学校の生物にも速やかに移行してくる。我々教員も日々情報のアップデートに勤しんでいるが、生徒が一番大変である。PCRをはじめとしたバイオテクノロジーの理解は言葉が先行している感が否めない実際のPCRを体験し、その仕組みを理解した高校生は一体何人いるのだろうか。経験を通すことなく原理や手法の理解を深めずに問われる入試は空虚であり、本質の理解を測っているのとは程遠い。現状、多くの受験生にとって入試で出題される中でのPCRはただの記号でしかない。また、その現状を打破する土台も今の教育現場にはほとんどない。このままでは、生物学を修めたすべての高校生が大人になっても、人類が抱える問題の解決のために議論をすることはできないだろう。今後、ますますバイオテクノロジーが我々にもたらす影響は拡大していくはずである。我々教員ができることは、この技術にアクセスする機会と術を次の世代に提供することである。



4. 成果発表

4.1. 文化祭

理科部の活動として、F1からF2の作出まで活動を支えてくれた部員と、今回の取り組みについて来場者に説明をした。来場者の「遺伝」に対する興味関心を引き出すことに成功していたのではないかと。



4.2. 日本生物教育学会

今回の取り組みを日本生物教育学会大 104 回全国大会で発表した。



第 104 回全国大会プログラム（2 日目 B 会場）

http://sbsej.jp/event2/upload_items/201912/sbsej104program.pdf

5. まとめ

最後に、今回の取り組みを通じて、目まぐるしく生物学の常識が塗り替えられていく現代において、生徒はもちろんのこと我々教員の側も日々授業スキルや、実験実習に関する研究をしなければいけないということに改めて気付かされた。特に PCR という手法に関して、一般大衆からこれほどまでに注目された時期はなかったのではないだろうか。今後、授業を通してバイオテクノロジーに関する実験・実習を行い、知識のボトムアップを図る必要性はさらに高まると思われる。より一層、効果的な授業や部活動を通した取り組み、情報発信を模索して行こうと強く感じる経験となりました。最後に、改めて本研究を支えてくださった、バイテク情報普及会様に感謝の意を表したいと思います。