

平成30年度 高校生科学教育大賞 活動報告書

◆ 広尾学園高等学校医進・サイエンスコース 植物チーム 石田萌音



広尾学園 中学校
高等学校
HIROO GAKUEN Junior & Senior High School

平成30年度 高校生科学教育大賞 活動報告書

「シロイヌナズナ感受性変異体を用いたカドミウム耐性機構の解析」

広尾学園高等学校医進・サイエンスコース 植物チーム 石田萌音

【背景】

はじめに、社会で求められる課題の解決に役立てられるような研究を進めることにより、この活動を行う私自身の農業・バイオテクノロジーへの関心を更に深めることができる。実際に、1年間の研究を通して植物の生体反応の仕組みについての理解・興味が深まったことで、研究のディスカッション等をすべて自分の意思で行うことができた。本研究によって得られた研究成果を学会や学内の報告会において発表することで、高校生が主体的に研究活動を行うことができるような環境の増進を図る事ができると考えた。この取り組みを日本全国に普及させることができれば、高校生の農業・バイオテクノロジーについての関心を深めることに繋がると期待できる。以下に、本研究の背景と目的を述べる。

社会においてカドミウムは人体に有害であることが知られている。また、日本では火山活動の影響でカドミウムが土壌に広く分布している。カドミウムによる土壌汚染が起こると、その土壌で育てられた農作物は生物濃縮により人体に甚大な被害を及ぼす。そこで、この問題を改善するために、植物のファイトレメディエーション機能の効率の向上を目的として研究を行っている。ファイトレメディエーションとは植物が土壌中の元素を吸収し、それらを自らの体内に集めることを利用した環境浄化法である。しかし、一般的に植物はカドミウム存在下では生育できない。そこで、カドミウムが高濃度存在する場所でも生育できるようにカドミウムに耐性を持ち、かつカドミウムを高濃度で吸収することができる植物の作出が必要である。このことから、本研究は植物がカドミウムに耐性を持つことに関連して働く遺伝子及びそのメカニズムを調査している。

【活動成果】

本研究ではシロイヌナズナのT-DNA挿入変異体hsc1(High Sensitivity of Cadmium1)を用いており、前任者の電力中央研究所の後藤らは変異の原因遺伝子がTPI(トリオースリン酸イソメラーゼ)遺伝子であると推定した。TPI遺伝子は植物細胞の呼吸反応における解糖系や光合成の一部の反応を司る遺伝子である。hsc1はカドミウム条件下に曝露すると野生型と比べて根の伸長が抑制されることが確認されている。我々はこの推定を証明するため、まずはカドミウム条件下におけるhsc1の表現型の再現性を取ることを目標とした。hsc1とその野生株をカドミウム0 μ M培地で1週間、その後50 μ M培地に移して1週間育成した結果、hsc1はカドミウム50 μ M培地において根の伸長が抑制されることが確認された。ここで、TPI遺伝子がカドミウム耐性機構に関与していることを示すため、ABRCからTPI遺伝子欠損系統(CS358255)を取り寄せた。前述の実験条件で実験を行った結果、この系統は感受性を示したため、TPI遺伝子はカドミウム耐性に関与していると示された。

一方、TPI遺伝子は呼吸や光合成反応を司る遺伝子であるため、カドミウム耐性機構との関連は不明である。そこで、TPI遺伝子がカドミウムだけでなく、他の元素に対してどのような反応をするのかを

調査するため、鉄過剰培地と亜鉛過剰培地にhsc1及びCS358255、野生型を播種し、生育した。その結果、鉄培地及び亜鉛培地においてTPI遺伝子欠損株と野生株の間で根の伸長に変化が見られなかった。今回の濃度(鉄 500 μ M、1000 μ M、亜鉛 500 μ M、1000 μ M)は実験的に設定した濃度であったので、もう一度同じ実験をより高濃度の培地を用いて実施する予定である。この実験においてTPI遺伝子欠損株と野生株の根の表現型に有意差が見られなければ、TPI遺伝子はカドミウムに対する吸収機構にのみ特異的に関与していることが示唆される。

また、カドミウム条件下においてhsc1及びCS358255の根の伸長が抑制されたことから、単純にTPI遺伝子の欠損による影響の結果ではなく、TPI遺伝子の欠損により、植物体がカドミウムを吸収しないような機構が働いているのではないかという考察もした。その為、カドミウム条件下にhsc1及びCS358255を曝露した時の各植物体の根の細胞壁断面の観察とカドミウム蓄積量を測定する予定である。TPI遺伝子高発現株を作出し、この株がカドミウムを高濃度で蓄積することができれば、土壌中に蓄積されたカドミウムに対するファイトレメディエーション技術の向上に役立てることができる。現在、アグロバクテリウムにTPI遺伝子を導入し、TPI遺伝子高発現株の作出を目標として研究を遂行中である。そして、本研究内容及び今回行うことができた活動に影響され、本校の後輩らがTPI遺伝子に関する新たな研究を進めている。

また、今回の科学教育支援により、以下の活動を遂行することができた。

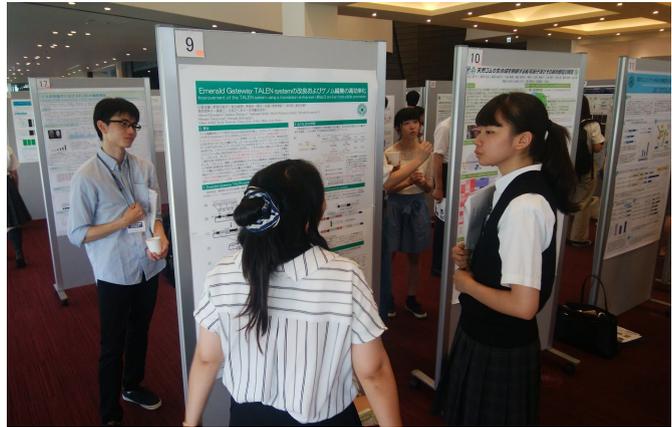
1.東京理科大学島田研究室見学

2018年7月12日に東京理科大学の島田研究室を見学させていただいた。今回は研究室の見学だけでなく、島田研究室で研究を行っていた大学生に研究内容を紹介していただいた。紹介の後の質疑応答では、研究に関する討論は勿論、そのときに我々広尾学園植物チームでうまくいかないことのアドバイスを頂いたり、実際の大学生活についての質問など、多くの話を聞くことができた。



2.アグリ・バイオ公開シンポジウム-植物バイオテクノロジーの最前線-への参加

2018年7月17日に東京理科大学にて行われた公開シンポジウムに参加した。大手研究企業に務め、成功を収めたたくさんの研究者による講演を聴いた。講演の後は東京理科大学の学生による研究のポスターセッションが執り行われた。講演ではどの研究者の方も自身の研究をととても楽しそうに話していた。また、ポスターセッションでは植物分野以外の研究に触れることもできた。自分が興味のある分野を研究することの楽しさに気付かされる良い経験となった。



3.筑波大学公開市民講座への参加

2018年7月21日に行われた筑波大学による公開市民講座へ参加した。この講座では遺伝子組み換えとゲノム編集の違いの学習及び筑波大学生命環境学群にて行われている研究内容の紹介が行われた。また、実際に使われている圃場やビニールハウスの見学などもさせていただいた。この講座への参加により、研究室以外の実際の研究施設やその環境を知る良いきっかけとなった。

4.日本植物分子生物学会への参加

2018年8月26日から28日に金沢にて行われた第36回日本植物細胞分子生物学会大会に一般口頭発表枠の発表者として参加した。実際の研究者からの指摘やアドバイスはこれ以降の研究活動の考察に活かされ、より深い内容で研究活動を行うことができた。また、この場で研究成果を報告することにより、同世代の高校生らに刺激を与え、高校生が主体的に研究活動を行うことができるような環境の構築に少しでも貢献できたのではないかと考えられた。



5. けやき祭での研究成果発表

2018年9月31日に行われた本校の文化祭(けやき祭)にて本研究内容の成果を発表した。文化祭での聴衆は主に小学生や中学生など、専門知識を持たない方なので、この機会に発表をすることで、より多くの人たちに研究活動の楽しさを知ってもらえたと感じた。

6. 映画「FOOD EVOLUTION」上映会クロストークでの登壇

2018年12月14日に遺伝子組み換え作物を考える映画実行委員会主催の映画「FOOD EVOLUTION」上映会が行われた。私は映画を鑑賞したあとのクロストークに登壇させていただいた。その場で観た遺伝子組み換え作物の現状から感じたことを考察し、言葉にすることの難しさを覚えた。他方で、今まで特に深く考えてこなかったものを幅広い分野の研究者の方と考察し、話し合えたことで、これからの遺伝子組み換え作物のあり方の重要性を感じることができた。そして、研究者とそうでない者の科学的知見に対する見方に多大な差があると痛感した。



7. 学生動画コンテスト審査会の鑑賞

2019年1月17日に日本モンサント株式会社主催の学生動画コンテスト審査会が催された。この企画は、科学技術に対する理解の促進、科学と社会をつなぐコミュニケーションおよび、それを担う若手の人材育成を目的として行われたものであった。社会の科学技術に対する理解を広めるためにこのような企画で用いられた動画を様々な方法で発信することでその理解が促進されるのではないかと考えられた。また、学生にとって自ら大衆が理解しやすいような動画を作成することは自身のより深い探究心へとつながるであろうと考えた。

8. 筑波大学蔬菜花卉学研究室見学

2019年2月4日に筑波大学の筑波大学蔬菜花卉学研究室を見学させていただいた。以前見学した圃場やビニールハウスに加え、実際の研究室の中を見学した。また、筑波大学蔬菜花卉学研究室での研究内容を詳細に紹介していただいた。ここではトマトの研究が盛んであり、私の研究対象とは違う植物であったが、とても興味深い研究内容であった。そして、大学生、大学院生と充実した意見交換を図ることができた。



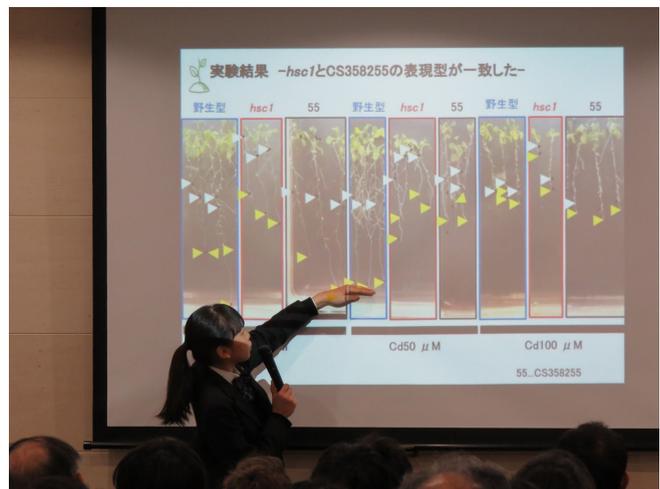
9.東京理科大学島田研究室卒業論文発表会での研究成果発表

2019年2月23日に東京理科大学の島田研究室卒業論文発表会が行われ、演者として研究成果を発表した。大学生や准教授からの質疑により、今まで気づけていなかったことに気づき、新たな研究課題として取り組むことができた。また、大学生の研究の内容に刺激を受け、研究を続けるモチベーションをさらに高めることができた。



10.広尾学園医進・サイエンスコース研究成果報告会での研究成果発表

2019年3月16日に本校の医進・サイエンスコースの1年間の研究成果を発表する機会が設けられ、口頭発表、ポスター発表ともに参加した。この企画では外部から植物に限らず様々な分野で活躍する研究者や、我々の研究活動に興味のある小中学生などが訪れた。研究に対する些細な疑問から専門的な疑問まで質問されるので、改めて研究成果の考察をすることができた。



11.インキュベータの寄贈

本校の医進・サイエンスコース植物チームに植物インキュベータ(日本医科器械 LH-240N)の寄贈をした。



【謝辞】

今回、バイテク情報普及会による支援を受けたことにより、様々な実験や活動を円滑に遂行することができた。また、この経験は自身の成長だけでなく周囲にも高校生の研究活動を行うことの意義を示し、影響を与えることができたと感じる。このような経験をさせていただいたバイテク情報普及会の皆様に深く感謝する。