

藤北バイオマス資源活用プロジェクトの推進

～ 「もったいない」はエネルギーだ！ 農工連携で挑むゼロ・エミッションへの挑戦 ～

静岡県立藤枝北高等学校

教諭 新井 正幸

1. 研究の目的

本校は、農業、工業、商業の専門学科を併せ持つ総合高校である。この特色を最大限に活かし、各学科が連携して取り組む総合的な研究テーマを設定した。

現状、農業科では、摘果したメロン等の果実や野菜、校内の樹木の剪定枝、調理実習後の食材残渣などは、再利用されずに廃棄物として処分されている。本研究では、これら「ゴミ」とされていたものを「資源」として活用し、校内で資源が循環するモデルを構築することを目的とした。

さらに、農作物や食物残渣から肥料を作りだし、今後、この肥料を使用した農作物の育成状況をデータ化するため、UAV(ドローン)を用いた、生育調査活動を実施していく。

2. 研究の概要

(1) 研究組織及び主な活動テーマ

本研究は、主に課題研究の教科を中心に行い、工業、農業間で横断的な活動を展開した。また、地域の企業や大学などの関係団体と連携を図り、活動を推進した。

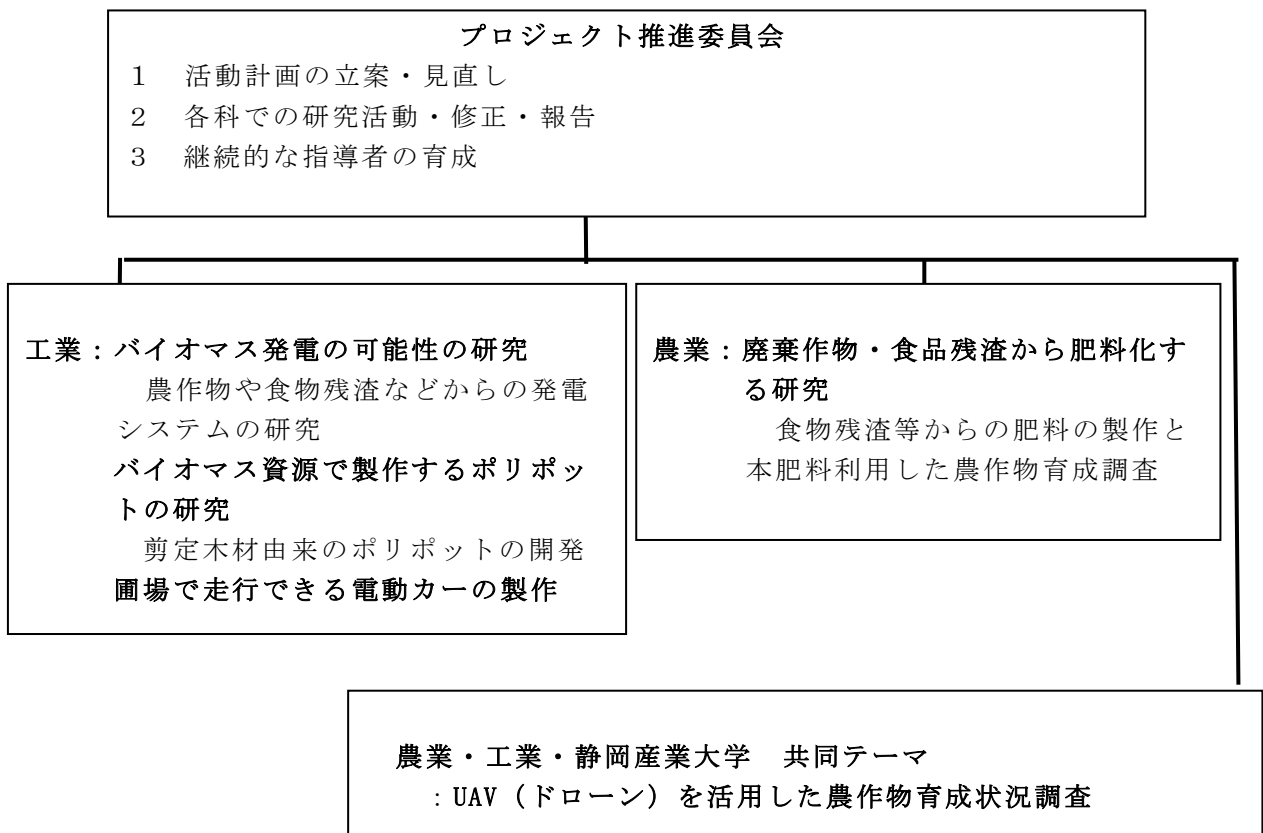


図1. 校内プロジェクト組織図

(2) 研究計画及び活動内容

ア 工業「バイオマス発電の研究・バイオマス資源で製作するポリポットの研究」

・マジックバイオくん*1の排熱による発電 令和6年5月～12月

農作物や食物残渣から肥料を製作する上で、装置からの排熱を利用した発電を計画した。熱を電気に変える方法として、ペルチェ素子のゼーベック効果を利用した発電を実施した。ペルチェ素子の個数を増加させた時の発電量を測定した。

・校内の樹木の剪定枝を使用したポリポット製作の研究 令和7年5月～12月

剪定枝の種類による木材の強度の評価を実施した。最初に各種の剪定枝を用いて、紙を製作した。さらに、製作した各種紙の強度試験を実施した。



図2. マジックバイオくん本体



図3. ポリポットサンプル（市販品）

*1 食物残渣や野菜くずなど「生ごみ」を炭酸ガスと水蒸気に分解する「バイオ菌」で肥料を製造する装置

イ 農業「廃棄作物・食品残渣から肥料化する研究」令和7年5月～12月

本校で栽培している果樹やきゅうり、トマトなど収穫し、校内や地域への販売を行うが、未熟や過熟など販売できないものは、現状廃棄処分になっている。これらの廃棄処分品をマジックバイオくんで活用することで肥料化する研究を実施した。

地域の小売店と連携して、店から発生する野菜くずなどを肥料化させる。本肥料を利用して、新たに果樹や農作物を育成させ、その育成状況の調査を行う。



図4. 校内で栽培された廃棄品（左）協力小売店（中）店舗から排出された野菜くず（右）



図5. 本肥料を利用した小松菜の育成評価

ウ 農業・工業・静岡産業大学「ドローンを活用した育成状況調査」

ドローンでの撮影前に、操作技術を向上させるため、操作講習会及び操作練習を実施した。操作技術を向上させるため、初年度は、本校のPR動画を制作した。併せて、動画編集技術も編集企業のサポートを受け制作した。

令和6年5月～12月

ドローンを使用して圃場を撮影し、撮影画像から大学においてのAIを用いた画像解析を実施した。

令和7年5月～12月

2. 研究成果の分析と考察

ア 工業「バイオマス発電の研究・バイオマス資源で製作するポリポットの研究」 ・マジックバイオくんの排熱による発電

発電能力の基礎実験を実施：ペルチェ素子を使用した実験では、素子の個数が増えるほど発電量が増加する傾向を確認した。結果として発生する電力は少量かつ不安定であり、温度変化に依存するため、安定した電力を恒常的に供給することは技術的な難しさがあることが明らかになった。

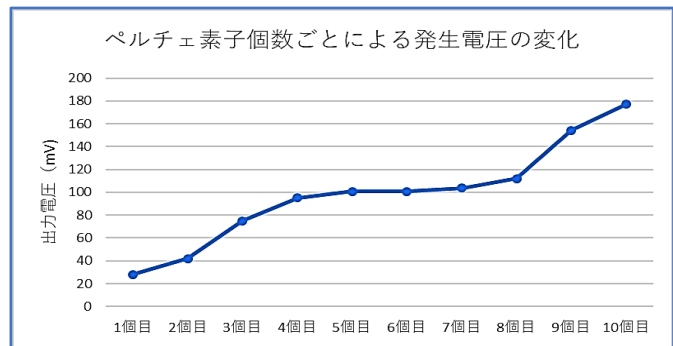
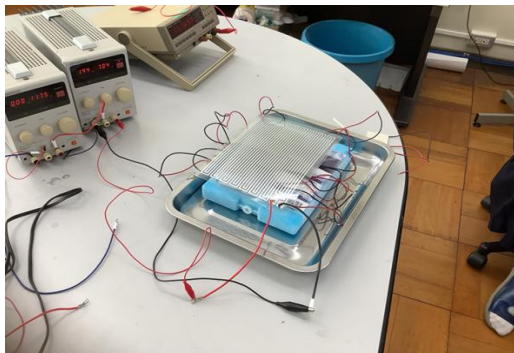


図6. ペルチェ素子の発生電圧基礎実験と測定データ

・校内の樹木の剪定枝を使用したポリポット製作の研究

ポリポット製作の実験として剪定材を使用した紙製作を行い、試料による引張強度を調査した。

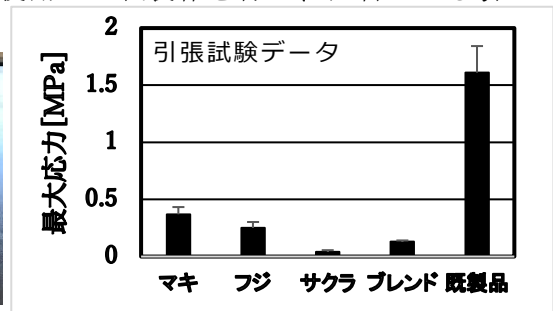


図7. 剪定材試料（左）既成品ポリポット（中央）引張試験データ（右）

多様な種類の剪定枝を粉砕し、紙漉き工程を経ることで、「紙素材」の製作に成功した。これにより、産業廃棄物として処理されていた剪定枝を、園芸資材として活用するプロセスの第一段階を確立した。

試作品と市販のウッドパルプ製ポリポットを比較し、引張強度試験を実施した。その結果、試作品の最大応力は既製品よりも低く、かつ数値に大きなバラつきが見られた。これは、手作業による紙漉き工程において、繊維間の水素結合が十分に形成されていないこと、および紙の厚みが均一に保たれていないことが主因であると分析する。

イ 農業「廃棄作物・食品残渣から肥料化する研究」

廃棄作物や食品残渣を約100kg投入し、装置が約24時間稼働することで、70kgの肥料化することができた。

ウ 農業・工業・静岡産業大学「ドローンを活用した育成状況調査」

高精度カメラ搭載ドローンを用い、本校圃場の野菜（白菜、大根等）を上空から撮影した。これにより、地上での目視点検では把握しきれない圃場全体の「生育のムラ」を視覚データとして蓄積することができた。

撮影データを静岡産業大学と共有・解析し、以下の具体的な異常を特定できた。

◆斑入り白菜および軟腐病の特定 図8（中央） 図中の白○部分の白菜

：画像解析により、葉の色味の違いから病害が発生している株を特定。

◆大根の生育不良エリアの特定 図8（右）

：時系列撮影したデータを比較分析した結果、特定の畝において、株のサイズが中央部より明らかに小さいことを数値的に確認した。



図8. ドローンによる圃場（左）軟腐病白菜（中央）他畝より生育不足（右）

4. 今後の課題と展望

マジックバイオくんの排熱エネルギー活用した発電実験では、多くの問題があるため、排熱を直接的に利用する「熱交換システム」を検討する。具体的には、冬季の農業用ビニールハウスなどの暖房利用し、エネルギーの有効化を目指す。

試作したポリポットは、市販品と比較して強度不足や製造時の品質に課題がある。次年度は、粉碎した繊維の配合比率や製造工程を見直し、製品の安定を図る。将来は、校内の剪定材を利用した「循環型ポリポット」を製作することで、校内における循環型モデルを確立する。

廃棄作物・食品残渣から肥料化するテーマについては、更に成分分析評価と野菜の育成状況をデータ化していく。

今後は、赤外線カメラを使用したドローンによる圃場撮影により、通常カメラでは把握できない農作物の健康状態を数値化することで、スマート農業の基盤の確立を目指していきたい。

地域・団体との連携については、「北高オリジナル肥料」を確立し、地域農家との連携した共同実証を目指していく。また「ドローン活用」については、撮影データにより農作物の育成状況を大学、農家や関連する企業との連携を図って取り組んでいきたいと考える。

最後に、生徒たちは、本活動をとおして、問題を解決する力や農業、工業の異業種を超えて、互いに協働する力が身についたと考えております。特に、「ゴミ」を「資源」に変えられる考え方は、ものごとの視点を変える重要性を理解できたと感じました。今後、社会に出ていく生徒は、本活動をとおして、大きな自信になったと考えております。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益財団法人天野工業技術研究所様及び静岡産業大学様より多大なるご支援を賜り、通常では実施できない研究活動が実施できたことは生徒にとって大変有意義な活動となりました。ここに深く感謝申し上げます。