

2025年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ：「ホップサステナビリティサイクル」の確立を通して、持続可能な地球における課題解決力を育てる研究開発

学校名：神奈川大学附属中・高等学校

代表者：小林 道夫

報告者：松久 恵巳子

全教員数： 134名

全学級数・児童生徒数： 36学級・ 1334名

実践研究を行う教員数： 6名

実践研究を受けた学級数・児童生徒数： 6学級・ 252名

1. 研究の目的（テーマ設定の背景を含む）

神奈川大学附属中・高等学校では、2023年より神奈川大学と連携し、地域交流と環境課題の解決を目的としたホップ栽培プロジェクトを推進してきた。ホップはビールの原料として知られる一方、収穫後に多くが廃棄される課題を抱えている。またホップは、栽培から成分抽出、分析、機能評価、応用までを一体的に扱うことができる教材であり、理科的探究に適している。本研究では、生徒に物質の性質と機能を実験的に捉え、それを社会的価値へと転換する科学的探究の一連の過程を経験させることを重視した。こうした背景を踏まえ、本研究ではホップを題材に「栽培→研究→商品化→発信→再利用」の循環型プロセス「ホップサステナビリティサイクル」を構築した。具体的には、香り成分を活かしたアロマキャンドルや、抗菌性と環境負荷低減を両立するカップの開発を行い、学校祭や企業連携を通じて発信する。実社会の課題を起点とした探究活動により、知識の活用力と社会参画力を育成し、持続可能な社会の担い手を育てることを目的とする。



図1. ホップサステナビリティサイクル

2. 研究にあたっての準備（機器・材料の購入、協力機関等との打合せを含む）

ホップが材料となるため、学校内、神奈川大学内で有志の集団を募り、高校生、大学生合わせて20名程度で2023年4月より3つのキャンパス（中山、横浜、みなとみらい）でホップ（カスケード）の栽培を行った。

官能調査は、アサヒ飲料株式会社の研究員にQDA法（定量的記述分析法）を教わった。商品化においては、株式会社事業革新パートナーズと、企画プレゼンテーション、研究室訪問、学校訪問の合計3回の打ち合わせを行った。

2025年度は、中学3年生の探究の授業において「ホップのアップサイクルによる商品開発」をテーマとした学習を計画し、探究科の教諭が担当した。50分×4回を1サイクルとし、5サイクルを取り組み中で、商品企画から製造、販売までを体験する内容を構成した。更に、探究の学びを、教科と結び付けて理解を深めるため、理科の授業との連携を図った。中学3年生の理科では、理科教諭が担当し、循環型社会をテーマとした学習を行い、50分×2回の授業において、持続可能な社会づくりの視点からホップサステナビリティサイクルを題材に、資源循環の意義を学んだ。循環型社会の中での取り組みをワークシートにまとめ、探究活動で得た知見を科学的概念として整理することで、知識と実社会を結びつけることを狙いとした。本年間指導計画は、理科部での先行実践において教育的効果が確認されたことを踏まえ、探究委員会において協議、設計し、全教諭への共有を通して校内合意を形成した。

3. 研究の内容

図1のホップサステナビリティに沿って研究を実施した。全ての工程を、理科部の生徒（中学2年生から高校2年生までの10名）が取り組み、③のアロマキャンドルの商品化は6学級252名の生徒が取り組んだ。理科部の生徒は、日々活動した内容を研究ノートに記録し、部員の共有を図る時間を週1時間設けた。③の商品化においては、最初の授業で理科部からホップ活動の発表を受け、それを元に授業内で企画書を作成した。商品の作成は4人1組の班で、1人2個のアロマキャンドルを作成した。

① 栽培：以下に示した環境条件で栽培することにより、生育の差を比較するという実験を実施した。

- ・中山キャンパス（本校）：ホップの前方に遮蔽物があり、一部が日陰となる環境
- ・横浜キャンパス（大学）：24時間点灯する照明直下という人工光の影響を受ける環境
- ・みなとみらいキャンパス（大学）：高層ビルの屋上で遮蔽物がなく、日照条件が良好な環境

② 研究：香りと抗菌効果の実験を実施した。

・香りの研究

ホップの代表的な特性の1つが香りである。生徒は13品種のホップ

（表1）から精油を抽出し、官能評価を行った。

・抗菌効果の研究

ホップの毬花に含まれる黄色粒状物質のルプリンが有するイソα酸には抗菌性があることが知られている。しかし、実際に遺伝子レベルで確認できるのかについては、生徒にとって未知の領域であった。そこで、ホップが抗菌効果を示す仕組みを「遺伝子→代謝産物→実際の機能」という段階で検証した。

③ 商品化：研究結果を元に、中学3年生はアロマキャンドルを、有志の生徒は抗菌カップを製作した。

④ 環境：商品は環境に配慮することを意識した。

⑤ 発信：校内では全校集会において理科部の生徒が発表を行い、校外においても企業や団体に向けて発信を行った。商品は学校祭で販売し、その売上は次年度の商品開発に必要な材料費として活用した。

⑥ 再利用：コンポストを作成し、余ったホップは堆肥とした。

表 1. 13 品種のホップ

順位	品種名
1	信州早生 (Shinsyu Wase)
2	カヨコガネ (Kaikogane)
3	チヌーク (Chinook)
4	ペルレ (Perle)
5	ソラチエース (Sorachi Ace)
6	ウィラメント (Willamette)
6	ザーツ (Saaz)
8	マグナム (Magnum)
9	マウントフッド (Mt.Hood)
10	カスケード (Cascade)
10	コメット (Comet)
12	ハラタウ・ミッテルフリュー (Hallertauer Mittelfruher)
13	ニューポート (Newport)

4. 研究の成果と成果の測定方法

①栽培：栽培を行った3つのキャンパスでの収穫量は以下のように異なった。

- ・中山キャンパス：毬花の一部は小ぶりであったが、収穫量は多かった。
- ・横浜キャンパス：株自体は成長したものの、毬花は形成されず収穫量はゼロであった。
- ・みなとみらいキャンパス：中山キャンパスと同等の収穫量を得られ、全ての毬花が大きく成長した。

この結果から、ホップの安定した成長には十分な日照時間が必要であり、毬花の十分な成長には、適切な日照時間に加えて暗期の確保が不可欠であると考察した。栽培を行うことで「植物を育てる」経験を「科学的に比較検討する」学びに発展させた。

表 2. 精油の官能調査結果

②研究

・香りの研究(2024年度の研究)

精油の官能評価は、QDA法(Quantitative Descriptive Analysis: 定量的記述分析法)を用いて

品種	強さ	柑橘度	ウディ度	青臭さ	好き度
信州早生	4.5	4.4	4.1	2.4	5.4
カヨコガネ	5.0	4.4	3.5	3.0	5.0
チヌーク	5.8	3.6	5.0	3.0	4.4
ペルレ	4.3	3.5	4.3	3.6	4.9
ソラチエース	5.1	4.4	4.2	2.4	5.3

精油を抽出し、学校祭に来場した46名を対象とした。評価は香りの「強さ」「好き度」「柑橘度」「ウディ度」「青臭さ」の5項目を設定し、1から9点の評点法で実施した。その結果、「好き度」の項目で高評価を得た品種は、柑橘度が強く、青臭さのスコアが低いという共通性が見出された(表2)。信州早生、ソラチエースがその代表である。この過程

で生徒は、「データを整理するために評価基準を自ら設定すること」「主観的な感覚を数値化して客観化できること」を学んだ。また、香りの好みにより年齢による差があることに気づいた。科学的研究は実験室に閉じたものではなく、社会の多様な人々とつながるものであるという認識を得たことは、教育的に大きな成果である。

・抗菌効果の研究（2025年度の研究）

論文調査より、抗菌性に関わる主要遺伝子として *VPS* および *CHS-H1* が報告されていることを知り、これを手がかりに、香りの調査で人気の高かった信州早生と本校で生育しているカスケードという2品種から、DNAを抽出し、*VPS* と *CHS-H1* の遺伝子断片を示すバンドを検出した（図2）。これにより、毬花に抗菌性に関わる遺伝子が存在することが裏付けられた。実際、抗菌効果の有無を確かめるため、米粒の懸濁液から得た微生物をLB培地に播き、ルプリンを配置して培養したところ、その周囲に直径3cm前後の阻止円が形成され（図3）、菌の繁殖の抑制を確認した。この観察は、遺伝子の存在が実際の抗菌作用に結びついていることを視覚的に示すものであり、生徒にとって大きな達成感となった。

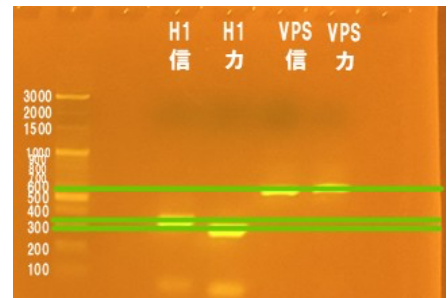


図2. 電気泳動の結果



図3. 阻止円の様子

③商品化

香りの調査結果を元にアロマキャンドルを製作した。2024年度は、理科部の生徒が中心となり完成品を仕上げた（図4）。2025年度は、中学3年生がキャンドルづくりに挑戦した。各クラスに班を編成し、精油の種類や組み合わせ、外装のデザインを工夫した。生徒たちは「SDGsのどの目標に関連づけるか」を議論しながら制作を行い、「廃棄物の削減」「つくる責任、つかう責任」といった視点をそれぞれの作品に込めた。完成したキャンドルは学校祭で販売し、販売担当など役割分担を行った。呼び込み、会計、商品の説明などの客とのやり取りを通して自分たちの活動を、自信を持って発信することができた。本取り組みの実践前後の変容について、中学3年生全員を対象に意識調査アンケートを実施した結果、「主体的に調べ行動する力が身についた」と回答した生徒は90%（図5）、「食品ロスや環境問題への関心が高まった」と回答した生徒は86%であった。



図4. アロマキャンドル

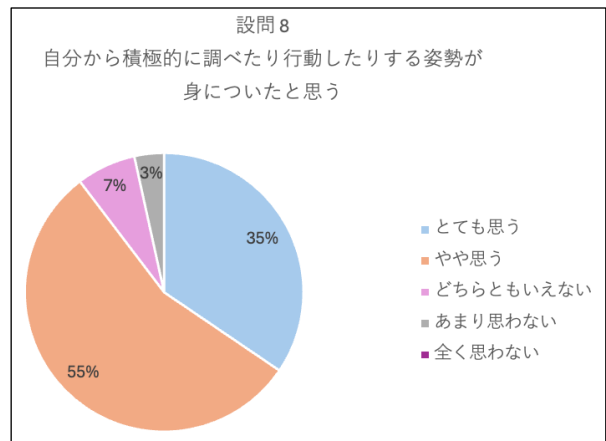


図5. 意識調査アンケートの一部

このように、1年目は理科部の挑戦として始まった商品化活動が、2年目には学年全体の取り組みへと広がり、部活動と探究の授業が連携する形で発信することで、学校全体に波及した。多くの生徒がSDGsの視点から科学と社会のつながりを考える機会となったことは、本活動の大きな教育的成果である。

また、抗菌効果実験の成果を受け、ホップを活用した抗菌カップの開発を着想した。ルプリンに着目し、毬花を粉碎し、サトウキビ由来の粉末と混合することで、新たな複合素材として成形できるのではないかと考えた。こうした発想と試作プロセスは、生徒が企業との打ち合わせを重ねる中で生み出された独自の工夫であり、その有効性を確認するために株式会社事業革新パートナーズへ試作を依頼し、実際に抗菌カップの作製を行った（図6）。

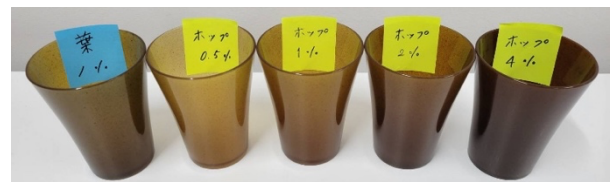


図6. 抗菌カップ

④環境と再利用

学校で収穫した毬花の一部は大学の地域プロジェクトに提供し、残りはアロマキャンドルの装飾に利用した。また、クラフトビール醸造後の副産物であるモルト粕は再生紙に加工し、商品ラベルや注意書きに使用した(図7)。



図7. 再生紙ラベル

さらに、生徒は自作のコンポスターを制作し(図8)、ホップの茎や葉を堆肥化した。材料に杉材と柿渋を用い、耐久性と自然素材の活用を両立させた。堆肥化には半年から1年を要するが、循環的な資源利用を学ぶ教材として高い教育効果を持った。廃棄物を「無駄」として扱うのではなく、「次の価値」に変換する発想は、環境教育と理科教育を接続する新しい試みとなった。



図8. コンポスター

5. 今後の展開(成果活用の視点、残された課題への対応、実践研究の可能性や発展性など)

本研究「ホップサステナビリティ」は、これまで一部の有志生徒および中学3年生全員によって実施してきた。今後は、中学3年生の探究活動として継続的に展開することで、全校的な取り組みへと発展させていく。

また、アロマキャンドルにとどまらず、ホップの有する香気成分や機能性を活かした、より必要性かつ実用性の高い製品開発を進め、ホップの新たな価値創出に向けた試行を継続していく。

6. 成果の公表や発信に関する取組

※ 研究会等での発表や、メディアなどに掲載・放送された場合もご記載ください

発信活動として、大会や発表会に積極的に参加した。JSEC、全国ユース環境活動発表大会、地域のサイエンス研究会で発表し、外部の専門家から評価を受けた。また、三井物産プラスチック株式会社、アサヒ飲料株式会社、株式会社リバネス、三菱ケミカル株式会社、キリンホールディングス株式会社にも研究成果のプレゼンテーションを行い、研究の社会的意義を広く伝えた(図9)。全国ユース環境ネットワーク情報誌、関東農政局ホームページに活動が掲載された。生徒は「科学的研究は社会にどう伝えるかが重要である」ことを体感した。



図9. サイエンスキャスル研究費アサヒ飲料賞

2025年11月に大学生と高校生が協働し、地域のイベントに参加した(図10)。大学生は大学と企業で連携して作成した神奈川大学産ホップを用いたビールのPRを、高校生は「ホップサステナビリティサイクル」の発表とホップ由来の抗菌カップのPRを行い、限定販売を実施した。一般市民にサステナビリティの意義を



図10. 横浜高島屋で開催された神大デー

効果的に伝えるため、専門的な内容を誰にでもわかりやすく説明できるよう準備を重ね、発信力の向上を図った。

この研究は学校全体で研究成果を論文にまとめ、研究紀要の発行を行った。

7. 所感

「ホップサステナビリティサイクル」の活動を通じて、生徒は探究力、分析力、応用力、環境意識、発信力といった多様な力を身につけた。単なる理科実験の延長ではなく、科学教育と環境教育、さらには社会教育を融合させた新しい教育モデルであると言える。この取り組みは、理科教育を持続可能な社会づくりと結びつける具体的な実践例となった。