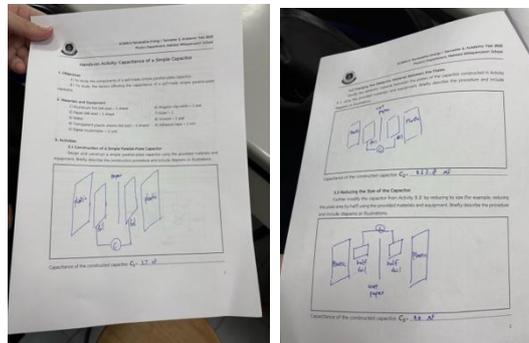


## 令和7年度タイ研修生徒レポート

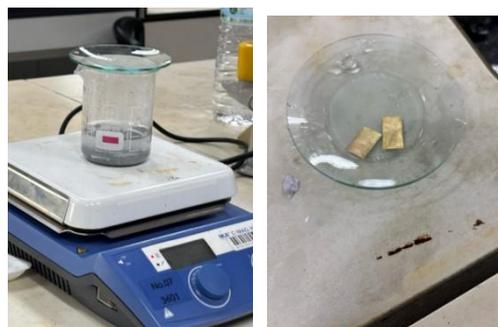
### マヒドン校での授業体験

マヒドン校の生徒と共に、物理、化学の授業を受講した。また、半田高校の生徒のために数学の特別授業も開いていただいた。物理の授業では、紙、アルミホイル、プラスチック板という身近な材料を用いてコンデンサを再現し、構造や材料条件の変化が静電容量に与える影響を調べる実験を行った。



誘電体の厚さや電極の面積、含水量を変化させることで静電容量が変わることを実験的に確かめ、教科書で学んだ式と実際の現象が対応していることを理解できた。身近な材料から電子部品の原理を再現できる点に、物理の面白さを強く感じた。

化学の授業では、いわゆる「銅を金に変える」錬金術の実験を行った。銅板に亜鉛メッキを施し、その後加熱することで合金化が起こり、色が変わる過程を観察した。外観の変化の背後には、元素の拡散や合金生成といった材料科学の原理があることを学んだ。



数学の授業では、問題を解くことでクイズのヒントを得るグループ対抗形式の活動を行った。論理的に考え、役割分担をしながら協力することで効率よく解答に近づくことができ、数学におけるコミュニケーションの重要性を実感した。

これらの授業から、実験や学習は特別な設備だけでなく、身近なものからでも生まれることを学んだ。また、他者と協力しながら考えることで理解が深まることを再認識し、今後の学校生活でも意識していきたいと思った。

タイの伝統文化を学ぶため、タイ語、タイダンス、タイアートの授業を受講した。タイ語の授業では、簡単な自己紹介や声調・発音の違いについて学んだ。特に、音の高低や長短によって意味が変化する点は、日本語と大きく異なり、音声情報が重要な役割をもつ言語であると感じた。これは言語を一種の情報伝達系として捉えたとき、音声要素の分解能が高い言語であると考えられることができる。



タイダンスの授業では、伝統衣装を着用しながら太鼓を演奏する体験を行った。細かい刺繍が施された衣装は、装飾性だけでなく素材や構造にも工夫が見られ、動作時の負荷分散など、経験的に最適化されてきたものだと感じた。独特のリズムで太鼓を叩きながら歩くことで、音・動き・衣装が一体となった総合的な文化表現を

全身で感じる事ができた。

タイアートの授業では、伝統模様の形に金箔を貼り作品を制作した。見た目の美しさだけでなく、模様の形状や配置には宗教的意味や人々の願いが込められていることを学んだ。対称性や反復構造など、図形的な観点から見ても興味深く、芸術と数学的秩序の結びつきを感じた。

これらの授業を通して、文化を実際に体験することにより、言語や芸術の表現方法にはその国特有の価値観や歴史的背景があることを実感した。異文化を理解することは、異なる体系や考え方を尊重する姿勢を養うことにつながると感じ、今後も積極的に多様な文化に触れ、視野を広げていきたいと考えた。

## タイ研修 LIXIL 工場見学

私たちはタイ研修の一環として、常滑市の LIXIL 榎戸工場と、タイ・ランシットにある LIXIL 工場のか所を見学した。ここでは、二つの工場で得た知識や相違点、そして工学的な視点から感じたことについて述べる。

私たちが日常的に使用しているトイレや浴室製品は、多くの科学技術と工程管理によって製造されている。見学に先立ち、「泥漿（でいしょう）」について説明を受け、トイレの主原料である土に水を加えた混合物の性質が製品の品質に大きく影響することを学んだ。特に、ケイ酸ナトリウムを添加することで粒子同士の凝集を防ぎ、少ない水量でも高い流動性を確保している点は、化学的知見を生かした工夫であると感じた。このような材料設計の工夫が、成形精度や乾燥効率の向上につながっていることが理解できた。

榎戸工場の製造現場では、成形から焼成、検品に至るまでの一連の工程を見学した。中でも印象に残ったのは検品工程である。当初は機械による自動検査が中心だと想像していたが、実際には作業員の方がハンマーで製品を叩き、その打音の違いから亀裂や欠陥を判断していた。これは材料内部の状態を音という物理的情報として捉える方法であり、長年の経験に基づく高度な技術であると感じた。機械検査と人の感覚による検査を組み合わせることで、品質の信頼性を高めている点にもものづくりの奥深さを感じた。

榎戸工場では製造工程の見学に加え、トイレの歴史や技術の進化についても紹介していただいた。水の流れ方や形状の工夫によって少ない水量でも高い洗浄力を実現している点など、流体力学や設計の視点が製品開発に生かされていることが分かり、身近な製品の中に多くの理科的要素が詰まっていることを実感した。

その後に見学したタイの LIXIL 工場では、基本的な製造方法は日本と共通しているものの、ロボットは使用せず、人と機械による作業が中心である点が印象的であった。品質管理の体験では、大小の球やタオルを実際に流して排水性能を確認した。これは実使用を想定した検証方法であり、実験条件を現実近づけることで信頼性の高い評価を行っていると感じた。水の流れが安定している様子を見て、日本の技術が海外でも生かされていることを実感した。

二つの工場を通して感じたことは、日本とタイで設備環境や人員体制が異なっているにもかかわらず、これまで培われてきた技術やノウハウが共有され、最適な形で活用されているという点である。材料の扱い方や検品方法など、本質的な部分は共通しており、ものづくりにおける基本原理の重要性を改めて認識した。今回の工場見学を通して、理科や数学で学ぶ内容が実社会の製品開発や品質管理に直結していることを実感し、今後の学習への意欲が一層高まった。

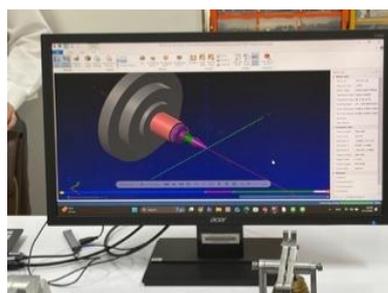
## 大学見学

Chemical Engineering の実験室では、大型の反応装置や分析機器が並び、工学分野ならではのスケールの大きさを強く感じた。これらの装置は、実験条件を定量的に制御しながらデータを取得するために設計されており、基礎研究から社会実装を見据えた応用研究まで幅広く対応していることが分かった。設備は整理整頓され、安全管理も徹底されており、再現性や効率性を重視する工学研究の姿勢がうかがえた。

Civil Engineering（土木工学）の分野では、レーザーカッターや3Dモデリング、数値解析ソフトを活用した実践的な研究を見学した。コンピュータ上で設計・解析を行い、その結果をもとに実物の部品や模型を作製するという一連の流れは、理論と実験を結び付ける工学的思考そのものであると感じた。小さな部品やモデルが、最終的には橋や建物、インフラ整備へとつながっていく過程を知り、土木工学の持つスケールの大きさと責任の重さを実感した。

また、研究内容だけでなく、大学における学びの環境そのものにも大きな魅力を感じた。キャンパス内では多国籍の学生を多く見かけ、英語を共通言語として議論する姿が印象的だった。異なる文化的背景や専門分野を持つ学生同士が意見を交わすことは、新しい発想や価値観を生み出す土台になると感じた。

図書館や自習スペース、グループワーク用の場所も充実しており、個人で深く考える学習と、仲間と協力して課題に取り組む学習の両方がバランスよく行える環境が整っていた。今回の大学見学を通して、高等教育の場では知識を学ぶだけでなく、自ら課題を設定し、解決に向けて考え続ける姿勢が重要であることを強く感じた。



# タイにおけるウチワサボテンの非常食としての活用について

## 1. はじめに

地震などの自然災害が増える中で、新たな非常食の開発が「防災」の面で重要な課題になっている。そこで私たちは食用として栽培されているウチワサボテン(*Opuntia ficus-indhica*)に着目した。ウチワサボテンは乾燥地域でも育ち、ビタミン・食物繊維などを豊富に含む食品として注目されている。また、低コストかつ様々な環境下で栽培可能であり、爆発的に繁殖するため、食用としての活用に魅力がある。



図1 本研究に関連する SDGs 目標

そこで本研究では、ウチワサボテンを使った非常食の開発を目指し、異なる加工方法による保存性の評価を行った。本研究は SDGs 目標のうち、「飢餓をゼロに」「気候変動に具体的な対策を」の解決に通じるところがある(図1)。また、本研究の成果は防災分野だけでなく、食糧不足に悩む地域への応用可能性も有しており、社会的意義の高いものになると考えた。

また本研究をタイのマヒドン高校 (Mahidol Wittayanusorn School) にて発表することにより海外における意見を取り入れることで研究の更なる発展につながると考えた。

## 2. 目的

ウチワサボテンは乾燥に強く、栄養価も高いことが知られているが、非常食としての利用や保存性に関する研究例は、我々の知る限り報告されていない。非常食は普通の食料品とは異なり、「保存期間の長さ」が重要である。そのため、ウチワサボテンを非常食として利用するには、賞味期限の観点から、保存期間をできるだけ長くする方法を検討する必要がある。また、災害時には冷蔵や冷凍といった保存手段が確保できないことも多く、常温下での保存性を高めることも重要である。

そこで本研究では、微生物試験や官能検査を通じて科学的に評価することで、非常食としてのウチワサボテンの最適な加工方法を明らかにすることを目的とし、凍結乾燥や加熱処理などの複数の加工方法を比較検討した。

## 3. 研究・活動の内容

### (1) ウチワサボテンの加工

ウチワサボテンを以下の(a)~(d)のように加工した。

- (a) 生のまますりつぶしたもの

- (b) すりつぶしたのち凍結乾燥したもの
- (c) 焼いたのち細かく刻み、凍結乾燥したもの
- (d) 煮たのち細かく刻み、凍結乾燥したもの

## (2) 保存状態の評価・検査

加工したウチワサボテンの保存状態について、次の①～③の手順で評価・検査を行った。

- ① 培地の作成      ② 微生物検査      ③ 官能検査

## 4. 研究・活動の目的を果たすための調査・活動方法

### (1) ウチワサボテンの加工方法について

ウチワサボテンを利用し、できるだけ賞味期限が長い非常食を開発するにあたって、私たちはまず加工方法に着目した。そこで、非常食に必要な栄養素や成分を保つために「凍結乾燥」による効果を比較検討することとした。

「凍結乾燥」とは、食品を凍結し、付着している水を昇華させて食品内の水分を抜き取って乾燥させる技術である(図2)<sup>1)</sup>。凍結乾燥は通常の乾燥とは異なり、食品内部の構造を保ったまま乾燥させることができるため、栄養素を保つことができるという利点がある。凍結乾燥には本校の凍結乾燥機を使用することにした。

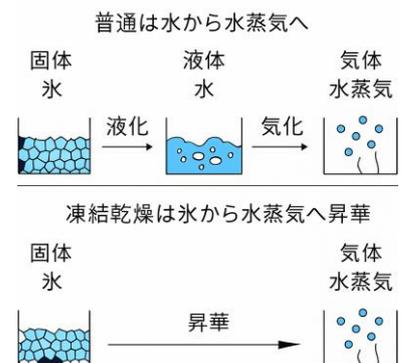


図2 凍結乾燥の原理

次に、加熱による殺菌も保存に効果的ではないかと考え、ウチワサボテンに凍結乾燥を施したものに「焼く」「煮る」の二つの加工を加えたものについても検討することにした。

これらを踏まえた上で、ウチワサボテンの加工方法の違いが保存性に与える影響を明らかにするために、次の4種類の加工を施した試料1～4を用いて保存状態の評価・検査を行うこととした。

**試料1** ウチワサボテンをすりつぶしてペースト状にしたもの

**試料2** ウチワサボテンをすりつぶしてペースト状にした後、凍結乾燥を行ったもの

**試料3** ウチワサボテンをすりつぶしてペースト状にした後、約15分間加熱し、

その後凍結乾燥を行ったもの

試料4 ウチワサボテンをすりつぶしてペースト状にした後、約 15 分間煮沸し、

その後凍結乾燥を行ったもの

## (2) 保存状態の評価・検査方法について

保存状態の評価の基準を設定する際に、消費者庁が示す「食品期限表示の設定のためのガイドライン<sup>2)</sup>」を参照した。このガイドラインは、「食品関連事業者等(表示責任者)が、食品ロス削減の観点と、食品の安全性の確保に関する科学的知見に基づく観点から、消費期限又は賞味期限を設定できるよう策定したものである」と述べているように、食品の生産者が消費または賞味期限を設定できる基準の概要を示したものである。

ガイドラインによると、「表示責任者は、安全性や品質等に関してその食品を最も理解し、食品の特性や保存状態等を勘案して期限を設定するための客観的な項目(指標)及び基準を科学的・合理的に自ら決定する必要がある。客観的な項目とは、理化学試験、微生物試験、官能検査等において数値化することが可能な項目のことである」と示されている。このことから、賞味期限、つまり保存状態の評価の基準は、食品の生産者が客観的な指標に基づいて設定してよいと考えられる。

そこで本研究では、一般に食中毒を引き起こす原因とされる「大腸菌」および「黄色ブドウ球菌」を対象として、加工したウチワサボテンの「微生物試験」を行うことにした。加えて、「色覚」および「嗅覚」の観点から「官能検査」も実施し、保存状態を評価することとした。

マヒドン高校 (Mahidol Wittayanusorn School) では「他の手法も試してみてもどうか」

「菌の種類を増やしてみてもどうか」という意見があった。

## (3) 検査方法の詳細

### ① 培地の作成

EMB 培地およびマンニット食塩培地の粉末それぞれに 200mL の純水を加え、オートクレーブで滅菌した。その後、無菌室内で培地を滅菌シャーレに撒き、しばらく常温下で静置することで EMB 培地、マンニット食塩培地を作成した。

なお、「EMB 培地」は、濃い赤色の培地であり、検体に大腸菌が検出されると金属光沢をまとったコロニーを形成する。「マンニット食塩培地」は、桃色の培地であり、検体に黄色ブドウ球菌が検出されると黄色のコロニーを形成する。

## ② 微生物検査

微生物検査とは、食品の安全性や食中毒の原因となる微生物の有無、衛生状態を確認するために菌数を調べる方法である。本研究では、大腸菌には「EMB培地」、黄色ブドウ球菌には「マンニット食塩培地」という2種類の培地を用いて、コロニーの有無を観察することにした。

## ③ 官能検査

「官能検査」とは、人間の五感を使って品質を判定する方法である。本研究では、複数名の人間に対して「色覚」および「嗅覚」の観点から官能検査を行い、各試料の保存状態を相対的に判断することで評価の参考とした。

## (4) 実験方法

ウチワサボテンの加工方法の違いが保存性に与える影響を明らかにするために、4.(1)で示した4種類の加工を施した試料を作成した。加熱および煮沸処理にはウォーターバスを用いた。凍結乾燥処理には本校の凍結乾燥機(FDM-1000)を使用して行った。作成した試料をそれぞれ袋に入れ、以下の操作を行ったのち、35°Cのインキュベーター内で保存した。

まず、無菌室の中で、保存した試料を少量ずつ遠沈管に入れ、滅菌水を加えた後、遠心分離機を用いて回転数 110 rpm で 1 分 30 秒間攪拌した。遠心分離後、上澄みをマイクロピペットで 200  $\mu$ L ずつ取り出し、EMB 培地とマンニット食塩培地にそれぞれ滴下した。

次に、ガラス製のコンラージ棒を消毒用エタノールに浸し、ガスバーナーの火に通して付着したエタノールを燃やして滅菌した。その後、滅菌したコンラージ棒を用いて、上澄みを培地全体に広げ、この培地を 37°C のインキュベーター内に入れた。2 日後にインキュベーター内の培地を取り出し、「微生物検査」としてコロニーの有無の観察を行った。また、「官能検査」として、保存した試料の光学写真を撮影し、色やにおいの変化から保存状態を評価した。約 1 か月後に、保存した試料を用いて上記と同様の操作を行い、保存期間による影響についても検証した。

なお、本実験の仮説は次の 2 つである。

**仮説①** 試料 1 は、加熱や凍結乾燥処理を行わないため、最も菌の増殖が進みやすく、保存性が低い。

**仮説②** 試料 3 および試料 4 では、加熱と凍結乾燥処理の併用によって、試料 2 よりも菌の増殖が効果的に抑えられ、長期保存が可能である。

## 5. 調査・活動の実施内容と成果

### (1) 微生物検査の結果

本研究では、微生物検査を6月10日と7月8日の2回に分けて実施した。結果を次の表1および表2に示す。

表1 試料1～4を撒いたEMB培地の変化の様子

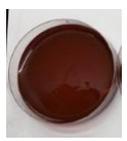
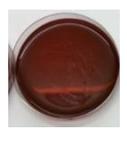
EMB培地に撒いた試料	検査1回目 (6月10日)	検査2回目 (7月8日)	培地の様子 (コロニーの有無など)
試料1			6月10日の培地には複数のコロニーが見られたが(左の破線部内に3か所あり)、7月8日には見られなかった。
試料2			6月10日および7月8日のどちらの培地にもコロニーは見られず、大腸菌は検出されなかった。
試料3			6月10日および7月8日のどちらの培地にもコロニーは見られず、大腸菌は検出されなかった。
試料4			6月10日および7月8日のどちらの培地にもコロニーは見られず、大腸菌は検出されなかった。

表2 試料1～4を撒いたマンニット食塩培地の変化の様子

マンニット食塩培地に撒いた試料	検査1回目 (6月10日)	検査2回目 (7月8日)	培地の様子 (コロニーの有無など)
試料1			4つの試料の中で最も黄色ブドウ球菌の増殖が見られた。コロニーの数も最も多い。
試料2			仮説②に反して、4つの試料の中で最も黄色ブドウ球菌の増殖が少なかった。

試料 3			仮説②に反して、試料 2 よりも黄色ブドウ球菌の増殖が多かった。
試料 4			仮説②に反して、試料 2 よりも黄色ブドウ球菌の増殖が多かった。

【検査 1 回目(6 月 10 日)】

試料 1 では、仮説①の通り EMB 培地に金属光沢を伴ったコロニーが複数見られ、大腸菌の増殖が認められた。また、試料 2～4 にはコロニーは見られず、大腸菌は検出されなかった。よって、この時点では仮説①は支持された(表 1)。

一方、マンニット食塩培地にはコロニーや黄変が確認されなかったことから、黄色ブドウ球菌の増殖は認められなかった(表 2)。

【検査 2 回目(7 月 8 日)】

約 1 か月後の 2 回目の検査では、すべての EMB 培地でコロニーは見られず、大腸菌が検出されなかった。また、1 回目の検査でコロニーを形成していた試料 1 の培地にも、コロニーは見られなかった(表 1)。これは、培地に試料を撒く際に、加熱したコンラージ棒を冷却せずに試料に触れてしまったためと考えられる。

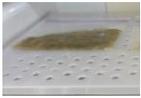
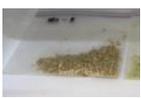
一方、すべてのマンニット食塩培地で黄色のコロニーが見られ、黄色ブドウ球菌の検出が認められた。また、試料 2 の培地のコロニーの数が、他の試料と比較して少なかった(表 2)。仮説②に反して試料 3・4 の培地における黄色ブドウ球菌が試料 2 に比べて多く検出された理由として、試料 3・4 の加熱処理を施す際に黄色ブドウ球菌が付着していた鍋で加熱したためと推察した。黄色ブドウ球菌はあらゆる所に一般的に存在する菌であり、60°C 度以上で 30 分以上加熱しないと殺菌できないため、ウォーターバスに付着している黄色ブドウ球菌がウチワサポテンにも付着した可能性はあると考えられる。

マヒドン高校 (Mahidol Wittayanusorn School) の生徒からは「加熱処理がウチワサポテンに元から備わっている抗菌機能を破壊してしまった可能性があるのではないか」という意見があった。

(2) 官能検査の結果

本研究では、官能検査を6月10日、6月12日および7月8日の3回に分けて実施した。結果を次の表3に示す。試料1は、6月12日の時点で黒く変色しており、品質が低下しているものと推察される。また、変色した試料1のおいを複数名で嗅いだ結果、「ひどいにおいがする」や「明らかに腐敗している」など、品質の劣化を訴える意見が多く得られた。このことから、微生物検査の結果を考慮すると、仮説①は支持されたと考えられる。

表3 試料1～4の光学写真と官能検査の結果

	6月10日	6月12日	7月8日	色の変化やにおい
試料1				4つの試料の中で最も色の変化が大きく、短期間で変化した。 また、最もひどいにおいがした。
試料2				試料1と比べて色の変化は小さかった。 においの変化もほぼなかった。
試料3				4つの試料の中で最も色が変化しなかった。 一方、試料2よりも腐敗しているにおいがした。
試料4				試料3よりも色の変化は大きかったが、 試料1・2と比較すると色の変化が小さい。

## 6. 考察

微生物検査と官能検査によって、35°Cの環境下では菌の増殖を押さえ、賞味期限を1か月延ばすことはできないとわかった。1回目の微生物検査において、凍結乾燥処理を施したのから大腸菌は検出されなかったことから、凍結乾燥は保存期間の延長に効果的であると考えられるが、保存期間を変えて調査していく必要がある。

## 7. おわりに

本研究では、35°Cの環境下で実験をしているが、本来、賞味期限は常温下の保存状態を評価するものである(微生物試験に時間を要すると考え、今回は35°Cで実験を行った)。そこで、今後はアレニウスの式を用いた加速試験を実施するために、常温下での保存期間についても検討していきたい。

また、賞味期限期間の設定にあたってアレニウスの式を用いるために<sup>3)</sup>、大腸菌・黄色ブドウ球菌以外の客観的な指標として、現在色差計を用いて試料の色差・色彩の測定を行っている。色差・色彩は

XYZ 表色系を使用して測定しており、測定時に誤差は生じるものの、複数回測定して平均をとることで、概ね予想通りの結果が得られている。また、マヒドン高校 (Mahidol Wittayanusorn School) の生徒たちから得た考察をもとに新たな実験を展開していきたい。

## 参考文献

- 1) 株式会社 宝エーテーエム「凍結乾燥の基本原理とは」

[https://tatm.co.jp/about\\_freezedry/principle.html](https://tatm.co.jp/about_freezedry/principle.html) 2025 年 7 月 15 日

- 2) 消費者庁「食品期限表示の設定のためのガイドライン」

[https://www.caa.go.jp/policies/policy/food\\_labeling/food\\_labeling\\_act/assets/food\\_labeling\\_cms201\\_250328\\_1029.pdf](https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_labeling_act/assets/food_labeling_cms201_250328_1029.pdf) 2025 年 5 月 2 日

- 3) 尾形美貴、長沼孝多、橋本卓也、小嶋匡人、樋口かよ、木村英生 (2021)

「スモモジャムを対象とした賞味期限設定に関する検討」

<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030937168.pdf> 2025 年 6 月 21 日