

中学生向け公開講座 ～再生可能エネルギー編～

高山 勝己*、坂元 知里、松井 栄樹

福井工業高等専門学校物質工学科 (〒916-8507 福井県鯖江市下司町)

*takayama@fukui-nct.ac.jp

Science experimental class for junior high students titled “Renewable Energy”

Katsumi TAKAYAMA*, Chisato SAKAMOTO, and Eiki MATSUI

*Department of Chemistry and Biology Engineering, Fukui National College of Technology

(Geshi-cho, Sabae-shi, Fukui 916-8507, Japan)

(Received September 16, 2014; Accepted October 10, 2014)

Abstract

Requests for science lectures with experiments are increasing in regional educational partnerships. In the last decade, we have presented a variety of extension lectures with experiments for children regionally. In this report, we introduce an educational program titled “Renewable Energy” for junior high school students. The program consists of three sections: 1) saccharification of starch by using an enzyme solution originating from rice Koji fermentation medium, 2) chemical structure determination analysis of glucose by NMR, and 3) construction of an enzyme fuel cell using a palladium-plated electrode.

Keywords: Regional educational partnership, Extension lecture, Renewable energy, Enzyme fuel cell

1. はじめに

高専の地域における理科教育への貢献がますます求められている。福井高専が主に小中学生向けに行っている対外的理科教育活動は大きく分けて公開講座と出前授業がある。前者は、招聘型、後者は出向型である。

招聘型のメリットは、実験器具や機器を出先

へ搬送する必要がないことや、高専にある環境（実験室と機器）がそのまま活用できるため、より充実した内容の企画を安全に行えることであり、過去に何度も実践し本誌でも報告してきた[1-6]。

今回、福井市にある進明中学校の理科担当の先生から再生可能なエネルギーをキーワードに

した理科実験の企画の依頼を受けた。平成 26 年度福井市中高生科学部活動振興プログラムの一環で、福井大学が簡易リチウムイオンを題材としたテーマを、福井県児童科学館が太陽光や風力発電を、本校がバイオマスエネルギーの有効利用を題材とした実験を担当したのでその内容について紹介する。

2. 実施内容

講座は 2014 年 6 月に半日（約 3 時間）で実施した。参加者は進明中学校生徒 10 名と引率教員 1 名であった。スケジュールを表 1 に示した。実験では、生徒一人一人に安全メガネとディスプレイ白衣を着用してもらい、実験に関する安全教育をあらかじめ行った。その後で、実験を 3 つのセッションにわけ 3 名の教員がリレー形式で担当した。最後に全体のまとめと講座のアンケート調査を実施した。

表 1 講座の流れ

- ・ 諸注意と全体の説明 (高山)
- ・ 第一セッション (高山)
 - 1: バイオマスの有効利用 (所要時間: 10 分程度)
 - 2: デンプンの糖化実験 (所要時間: 30 分程度)
 - 3: 糖化の確認実験 (所要時間: 10 分程度)
- ・ 第二セッション (松井)
 - 1: 糖の構造理解 (所要時間: 30 分)
 - 2: NMR 体験 (所要時間: 30 分)
- ・ 第三セッション (坂元)
 - 1: バイオ電池の製作 (所要時間: 60 分)
- ・ まとめとアンケート調査 (高山)

3. 実験講座内容の詳細

3.1 第一セッション

講座は、実験室中央に設置したプロジェクターの映像を参照してもらいながら進めた。

図 1 はバイオマスからエタノールや有用な化

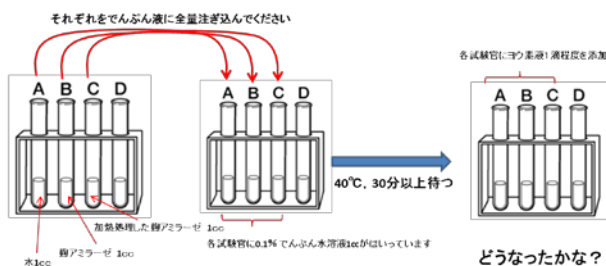
学成分を作り出す流れを紹介したものである。今回の講座では、デンプンからグルコースを生産（糖化）し、これを燃料として発電する（バイオ電池）流れが主題であることを強調した。

これを受けて糖化の実験を行った。これは、あらかじめ 3 本の試験管（図 2 中央に示した試験管群 A, B, C）に 0.1% の可溶性デンプン水溶液を 1mL ずつ入れておき、それぞれの試験管に水、麴抽出液、加熱処理した麴抽出液（図 2 左側に示した試験管群 A, B, C）を等量注いでもらった。麴抽出液の加熱処理は各自で行ってもらった。30 分程度待機後、各試験管（図 2 右側に示した試験管群 A, B, C）にヨウ素液（ヨードチンキ）を一滴ずつ加えてもらい結果を考察してもらった。

進明中学校の生徒にはあらかじめ糖化というもの、例えば麴菌が生産するアミラーゼをはじめとした酵素によりグルコースに分解されるというしくみについて事前学習をしてもらっている。またヨウ素-デンプン反応も中学での事前学習で理解しているので詳細な説明は必要とせず、デンプンから糖がアミラーゼによる酵素反応で得られる（デンプンが分解される）ということを確認してもらった。



図 1 バイオマスから有用物質が生産されるまでの工程と応用事例



反応はpH5.0(弱酸性)で40°Cがベストなんです!!
でんぷん水溶液はpH5.0になるように調整しています。

図2 デンプンの糖化実験



図4 グルコース分子の組み立て風景



図3 デンプンの糖化実験風景

結果は、水と加熱処理アミラーゼを加えた試験管溶液(A, C)は青紫、アミラーゼを加えた試験管溶液(B)は褐色となり、アミラーゼが糖化に関与していること、酵素は熱に弱いことを理解してもらった。また、最適な反応温度や酸性度(pH)があることもコメントした。図3は実験風景の1コマである。

3.2 第二セッション

次に、HGS 立体分子模型キットを用いたグルコース分子の組み立てを体験してもらった(図4)。

教員による HGS 分子模型キットの簡単な説明の後、グルコース分子を組み立ててもらった。隣の生徒の組み立てたグルコース分子と連結させることでデンプン(あるいはセルロース)高分子ができあがることも体験してもらった。比較的構造が簡単なグルコース分子であるが組み立てるのに苦戦を強いられる生徒が多かった。

完成した分子模型を不思議そうな面持ちで見つめる生徒たちの目がとても印象深く、こうした経験が化学への興味を誘うきっかけになっていくのだと実感できた。

次に、400MHz 核磁気共鳴装置(NMR)によるグルコース分子の構造決定実験を体験してもらった。図5はその様子である。グルコース分子の立体的構造の細かい区別(α と β アノマー)がNMR 解析から判断できるということを体験してもらった(本実験は、福井高専・物質工学科に設置された機器の紹介PRも兼ねている)。



図5 NMR 測定風景

3.3 第三セッション

最後のセッションは、グルコースで駆動するバイオ電池の製作（2人で1チーム）である。

さまざまなタイプの電池についてパワーポイントを用いて紹介した後で、バイオ燃料電池に焦点を移し、その仕組みについて図6を用いて説明した。

次にバイオ燃料電池を製作するために必要な材料と製作工程について説明した。なお、バイオ燃料電池の製作に必要な材料や手順の詳細は、埼玉県立坂戸高校の山田暢司教員により動画付きで必要な情報がweb公開されている[7]。

工程の中でニッケル電極へのパラジウムメッキがあるが、メッキには濃塩酸槽の使用を必要とし、やけどなどの危険性を回避する意味で今回は事前にメッキ済みの電極を用意した(図7)。

実際に生徒に行ってもらった操作としては、メッキ済みの電極板を、ちょうど電極版が収納できる程度の大きさにあらかじめカットしたセルロスチューブに挿入してもらったことと、セルロスチューブ内へのグルコース燃料の注入（1Mグルコース含有水酸化カリウム水溶液）である。ここで、注入するグルコース成分が先のデンプン糖化工程で得られたものに相当するこ

とを強調した。

最後に、わにロクリップ付リード線による結線を行ってもらった。1個のセルで得られる電圧を電圧計により測定し、実測値で0.4V程度であることを確認してもらった。つづいて、それぞれのチームが製作した5つのセルを集めて、すべてを直列に接続し、市販の電子オルゴールが鳴ることを確認してもらった。この瞬間が、この講座の大トリであっただけに大きな歓声があくことを期待していたが、“微笑”であった(図8)。期待する方に問題があるのか、我々の演出が足りないのか複雑な心境であった。

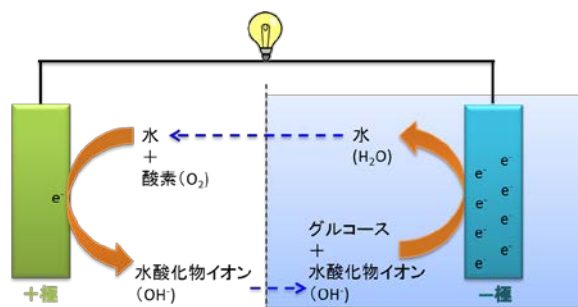


図6 グルコースバイオ燃料電池のしくみ



図7 グルコースバイオ電池の組み立て



図 8 グルコースバイオ電池によるオルゴール駆動の瞬間

4. 体験講座に対する評価

講座終了後、簡単なアンケート調査を行った。講座の内容は理解できたかという設問に対して、“十分理解できた”と“ほぼ理解できた”を合わせると 10 人中 8 人であった。講座の内容に満足できたかという設問に対して、“十分満足した”と“ほぼ満足した”を合わせると 9 人であった。講座の所要時間について、“ちょうどよい”との回答者が 9 人であった。

このように、我々が担当した“バイオマスエネルギーの有効利用について実験を通して理解させる”という目的は達成できたといえる。

所感

半日のみの短い時間ではあったが、こうした講座を行うには、数回にわたる事前の中学側との打ち合わせ、資料の作成や予備実験など準備にかなりの時間とエネルギーを必要とする。教員は休日返上で多少ハードである。それでも講座終了後の中学生たちの笑顔を見るとやってよかったと感じる。また、本校の PR 活動ともなる。

今回、欄外調査項目として福井高専への入学

希望意識調査をしたところ、10 人中 9 人が“考え中”と回答し、高専に関する一層の PR 活動が必要と感じた次第である。

参考文献

- 1) 高山勝己, 宇野秀夫, 吉村忠与志, 福井高専物質工学科による中学生対象出前授業～バイオエタノールの生産～, 技術・教育研究論文誌, **19**, pp.7-17 (2012).
- 2) 高山勝己, 上島晃智, 津田良弘, 野村栄一, 片岡裕一, 吉村忠与志, 福井高専物質工学科による小学生対象出前授業, 技術・教育研究論文誌, **18**, pp.25-29 (2011)
- 3) 高山勝己, 川村敏之, 片岡裕一, 野村栄市, 上島晃智, 吉村忠与志, 中学生を対象とした遺伝子組み換え実験講座の実施成果報告, 技術・教育研究論文誌, **17**, pp.29-33 (2010)
- 4) 高山勝己, 片岡裕一, 野村栄一, 上島晃智, 吉村忠与志, 福井高専物質工学科 3 年生を対象としたサイエンスパートナーシップの心に～遺伝子組み換え実験体験講座～, 技術・教育研究論文誌, **16**, pp.41-46 (2010)
- 5) 高山勝己, 片岡裕一, 野村栄市, 吉村忠与志, 福井高専におけるサイエンスパートナーシップ教育連携活動, 技術・教育研究論文誌, **15**, pp.31-36 (2008)
- 6) 高山勝己, 片岡裕一, 野村栄市, 加藤敏, 上島晃智, 吉村忠与志, 福井高専による中学生対象出前講義を通じた地域貢献 ～電池のしくみを理解しよう～, 技術・教育研究論文誌, **15**, pp.51-54 (2008)
- 7) 「らくらく化学実験」/Fun Chemistry Experiment, http://rakuchem.com/nenryodenti_glucose.html