

## 唾液と洗剤中の $\alpha$ -アミラーゼの反応比較で 消化と酵素の理解を深める実験授業

山家 泰輔\*, 胸組 虎胤\*\*, 手束 祐太\*, 三矢 菜摘\*\*\*,  
宍野 彰彦\*\*\*\*, 寺島 幸生\*\*, 粟田 高明\*\*

(キーワード：化学, 生物, 唾液, 洗剤,  $\alpha$ -アミラーゼ)

### 1. はじめに

現在の学習指導要領（文部科学省，2008）において，物理，化学，生物，地学の中心的概念として，「エネルギー」，「粒子（物質）」，「生命」，「地球」が提示され，次回の学習指導要領でも取り入れられている（文部科学省，2017）。異なる中心的概念を理科4科目に提示することは，各概念が1つの科目に限定された見方と捉えられる一方，各概念から従来科目を横断的に捉えられるという見方も可能であった（Munegumi et al., 2014；胸組，2016）。しかし，これらの中心的概念に基づく見方は，各科目だけの見方ではないことが次のように明示された。

「ただし，これらの特徴的な視点はそれぞれ領域固有のものではなく，その強弱はあるものの，他の領域においても用いられる視点であることや，これら以外にも，理科だけでなく様々な場面で用いられる原因と結果をはじめとして，部分と全体，定性と定量などといった視点もあることに留意する必要がある。」（文部科学省，2017）

しかし，各概念に関する教材は1つの文脈からの扱いが設定されており，多面的な見方をするには必ずしも適していない。そこで，一つの教材を二つの文脈，たとえば「粒子（物質）」と「生命」の文脈から扱うことでどのような効果があるかを確認する教材を考案し，実験授業で実践した。

本研究のテーマは，人間（「生命」）の唾液に含まれる酵素 $\alpha$ -アミラーゼ（「物質」）が，他の生物である微生物（「生命」）にも存在し（食器洗い機用洗剤に添加されて）（胸組，2016；Munegumi et al., 2016），化学的に同様な反応をすることを確認する実験として組み立てられている（図1）。酵素反応で生成した還元糖をベネディクト試薬で検出した（図2）。

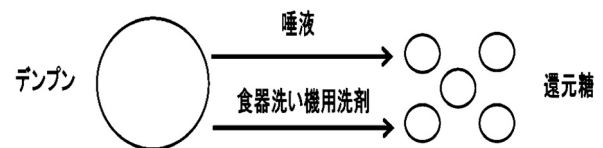


図1. 唾液と食器洗い機用洗剤に含まれる $\alpha$ -アミラーゼでデンプンを加水分解した模式図

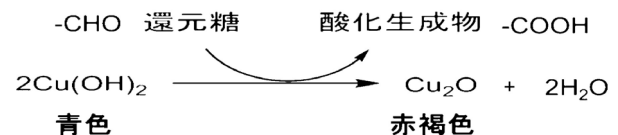


図2. ベネディクト試薬による還元糖の検出

### 2. 実験方法

#### (1) 実践の場面と対象

鳴門教育大学大学院学校教育研究科の教育実践コア科目，「教育実践フィールド研究」における大学院生の授業実践の一環として，テーマ「唾液と洗剤に含まれる $\alpha$ -アミラーゼの働き」を大学院生の山家が実施した。鳴門教育大学附属中学校2年生の総合学習における課題探究学習（理科）の授業の機会を利用した。対象者は2年生16名，4名で1グループとした。

#### (2) 実験

①実験開始前に実験の目的，内容等について授業を行った後，実験を実施した。

②生徒が綿棒を舂め，綿棒に吸収された唾液を試験管中の水に溶解して，唾液酵素液とした。 $\alpha$ -アミラーゼを含む食器洗い機用洗剤を水で希釈して洗剤酵素液とした。同じく，酵素を含まない洗剤の水溶液を作成し，洗剤非酵素液とした。さらに，洗剤も唾液を含まない蒸留

\*鳴門教育大学大学院 自然系コース（理科）

\*\*鳴門教育大学 高度学校教育実践専攻（教科系）

\*\*\*鳴門市第一中学校

\*\*\*\*鳴門教育大学附属中学校

水も用いた (図3)。

③ 4つの試験管中で片栗粉 (ジャガイモデンプン製) に水を加えて加熱して粘液を作製し、デンプン液とした。

④ 別々のデンプン液に唾液酵素液, 洗剤酵素液, 洗剤非酵素液, 水を加えて, 試験管を手で約5分間温めた (酵素 $\alpha$ -アミラーゼを働かせる条件)。

⑤ それぞれの試験管にベネディクト試薬を加えて90°Cで加熱した (図4)。

⑥ 唾液酵素液, 洗剤酵素液, 洗剤非酵素液, 水の反応結果を比較した。

### (3) 実験結果についての生徒の理解度の調査

実験結果の比較について実施前後のアンケート結果を比較した。



図3. 4種類の液を作成している様子



図4. 4種類の液を恒温水槽 (90°C) で加熱している様子

## 3. 結果

実験指導では, ①酵素 $\alpha$ -アミラーゼによるデンプンの加水分解, ②酵素反応で生成する還元糖のベネディクト試薬による定性, という2つ反応を扱ったので, これを明確に区別できるように実験前の指導をする必要があった。

また, デンプンの加水分解が①酵素を加え, ②加熱した結果, なのかを明確にするため, 洗剤非酵素液 (酵素を含まない), 水のみ反応を比較した (図5)。

ベネディクト試薬は通常高温で作用させるが, 室温でも徐々に反応するので, ベネディクト反応の反応条件は

高温で行う方が比較しやすかった。

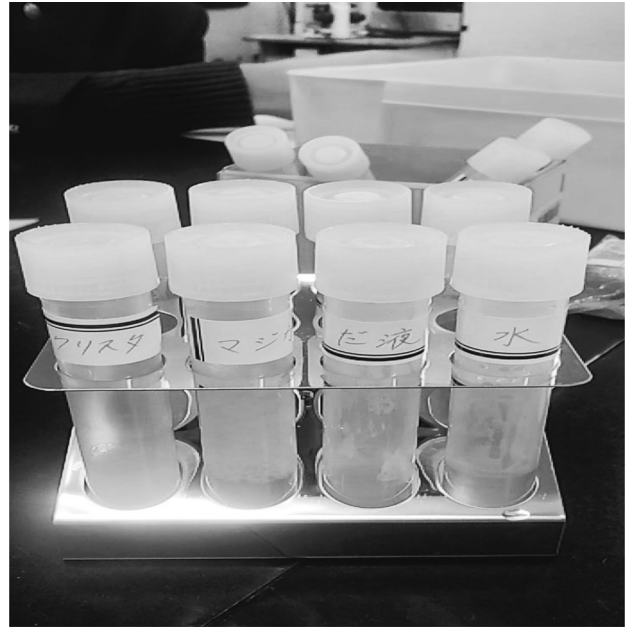


図5. 加熱した4種類の液のようす (左から順に洗剤酵素液, 洗剤非酵素液, 唾液酵素液, 蒸留水)

## 4. アンケートについて

今回の実践では, 授業の前後で受講生徒16名を対象にアンケート調査をおこなった。以下にアンケート内容とその結果, 考察を記す。

授業前アンケートでは, 「理科が好きですか。」「酵素について学習したことを覚えていますか。」「教科書に載っている以上のことを知りたいですか。」という各質問に対し, それぞれ四つの選択肢から一つを選ぶ項目を設定した。附属中学校の課題探究学習は生徒自身が好きな科目を選べるため, 本授業には理科に興味のある生徒が集まったと考えられ, 「嫌い」「やや嫌い」という回答は得られなかった (図6)。また理科に対する学習意欲も高く, 過去の学習のことをよく覚えており, より深い知識を得たいという気持ちも強かった (図7, 図8)。

授業後アンケートも同様に, 「酵素が身のまわりでも使

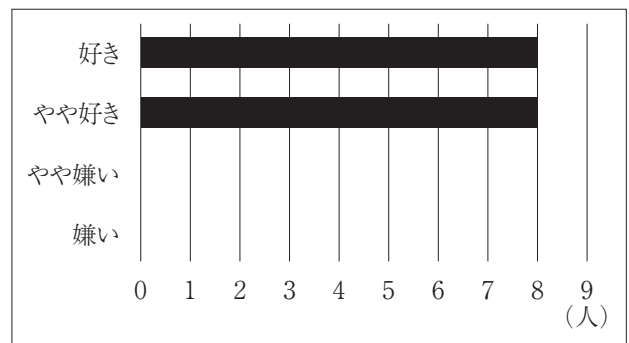


図6. 授業前アンケート「理科が好きですか。」の結果 (単位: 人)

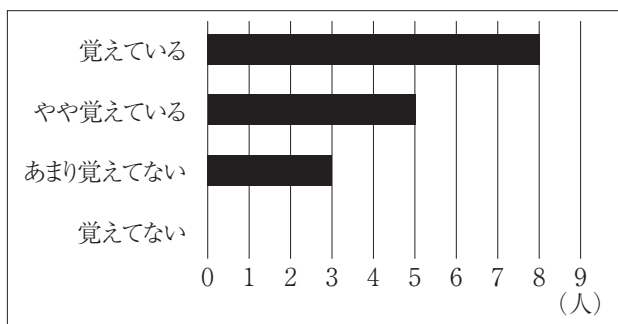


図7. 授業前アンケート「酵素について学習したことを覚えていますか。」の結果 (単位:人)

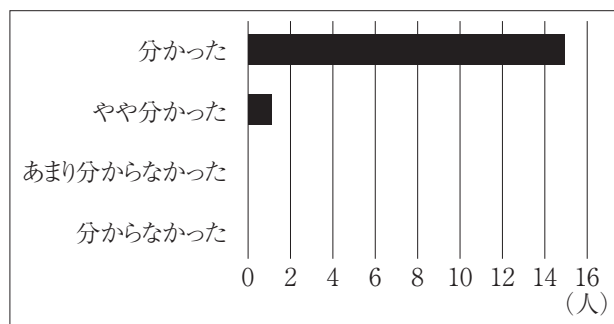


図10. 授業後アンケート「酵素は体外に出ても作用することが分かりましたか。」の結果 (単位:人)

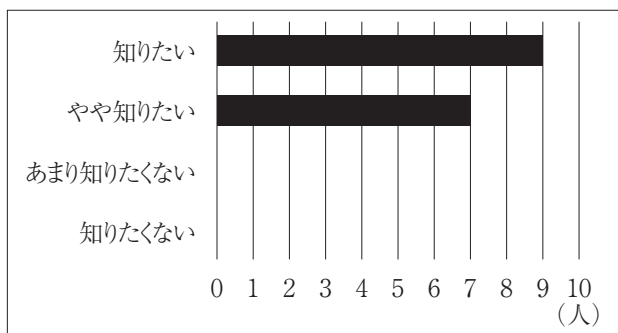


図8. 授業前アンケート「教科書に載っている以上のことを知りたいですか。」の結果 (単位:人)

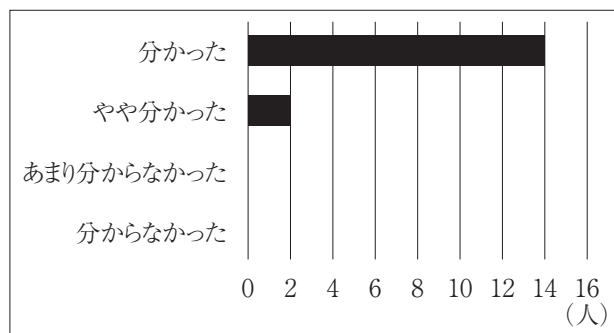


図11. 授業後アンケート「人間以外の生物の酵素が、人間のアミラーゼと同じように作用することが分かりましたか。」

われていることが分かりましたか。」「酵素は体外に出ても作用することが分かりましたか。」「人間以外の生物の酵素が、人間のアミラーゼと同じように作用することが分かりましたか。」という質問に対し、それぞれ四つの選択肢から一つを選ぶ項目を設定した。導入部分で酵素入りの食品などの写真を示したり、実験では洗剤を使用したりしたため、日頃使っているものにも酵素が含まれていることについて、生徒は理解できていたようである(図9)。酵素が体外でもはたらくということは、以前にも唾液がデンプンを糖に変えるという実験をしていたので、よく理解できていた(図10)。

また、洗剤に含まれる酵素が微生物由来ということについて、人工的に作った酵素が製品に含まれると考えて

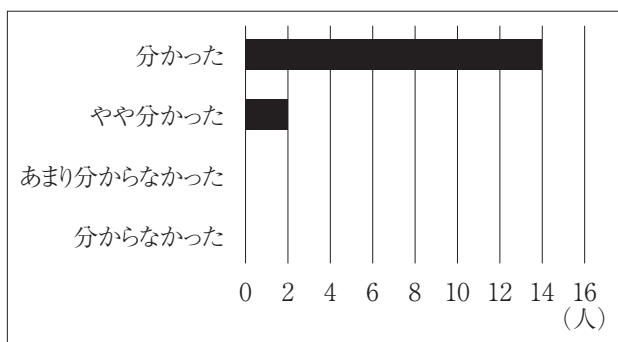


図9. 授業後アンケート「酵素が身のまわりでも使われていることが分かりましたか。」の結果 (単位:人)

いる生徒が多かったので、人間とそれ以外の生物の酵素が同じように作用することは印象に残っているように感じた(図11)。

## 5. おわりに

中学校2年生理科で、酵素は生物の作用である「消化」の文脈で扱われているため、酵素を生物の一種と誤解する生徒もいると考えられる(Munegumi et al., 2014)。この誤解は、教科書記述には生物の属性が示されているだけで、生物の明確な定義があいまいなことが一因とも考えられる。しかし、生物の定義を明示できない状況においても、酵素が生物でないことについては理解しておく必要がある。中学校理科の範囲では消化という作用が消化管のある生物のみの作用であり、酵素は消化に関わるだけで、消化管のない微生物は酵素を持たないという勘違いをすることも想定されるため、区別を明確にする必要がある(図12)。

本研究では、 $\alpha$ -アミラーゼを例に唾液による消化の作用を観察するとともに、酵素が体外に出ても作用する物質であり(図3)、人間以外の生物に存在する酵素も $\alpha$ -アミラーゼの作用をすることを確認する実験授業を試みた。この実験は「生命」と「粒子(物質)」という複数の文脈をもつやや複雑な教材であるので、正しい認識を持

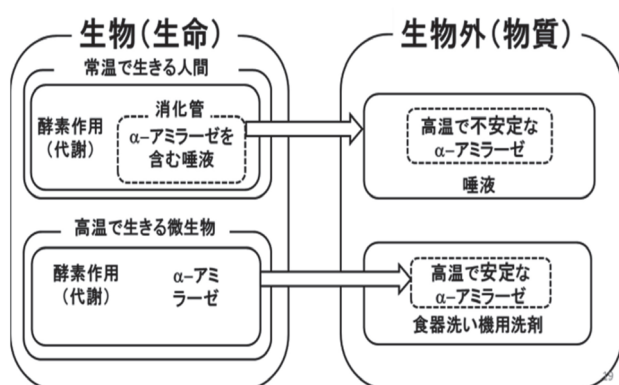


図 12. 人間と微生物の酵素の違い

てる実験の実施方法を工夫することが必要である。

尚, 本研究は平成 28 - 30 年度科学研究費 (基盤研究 (c) 16K00967) の支援を受けて実施した。

## 文献

文部科学省, 中学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書, 2008.

文部科学省, 小学校学習指導要領解説理科編, 東洋館出版社, 2017.

Munegumi, T., Inutsuka, M., *Science Journal of Education*, 2, pp.33 - 36, 2014.

胸組虎胤, 早藤幸隆, 日本教科内容学会誌, 2, pp.27 - 36, 2016.

Munegumi T., Inutshuka, M., Hayafuji, Y., *Journal of Chemical Education*, 93, pp.1401 - 1405, 2016.