

大阪科学・大学記者クラブ 御中
(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)



2022年9月27日
大阪公立大学

人工光合成研究 最新成果！

収率 80%！ 太陽光と二酸化炭素を利用した 生分解性プラスチックの原料合成に成功！

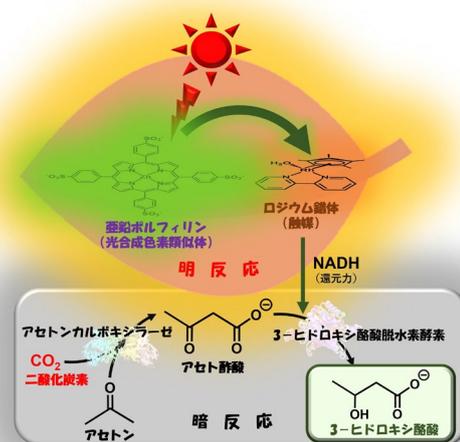
<ポイント>

- ◇人工光合成の王道！ 太陽光と二酸化炭素を利用した**新成果**。
- ◇生分解性プラスチックの材料となる3-ヒドロキシ酪酸の合成に成功。
- ◇アセトンからの収率は**驚異の80%を達成**！

<概要>

大阪公立大学 人工光合成研究センターの天尾豊 教授と紀太 悠 大学院生(大阪市立大学大学院理学研究科前期博士課程2年)は、水に不溶かつ強度のあるポリエステルで、包装材に使用されているポリヒドロキシ酪酸(PHB)の原料となる3-ヒドロキシ酪酸を、太陽光を利用した光酸化還元系と2つの酵素を組み合わせ、**二酸化炭素と結合させたアセトンから約80%の高収率で合成することに成功**しました。天然の光合成と同じく太陽光が関わる明反応と二酸化炭素を固定する暗反応を人工的に再現し生分解性プラスチックであるPHBの原料を合成できた本研究成果は、プラスチック問題と二酸化炭素削減問題の両方の解決に繋がることを期待されます。

本研究成果は、2022年9月7日、「Chemical Communications」にオンライン掲載されました。



反応に必要な2つの生体触媒を光合成細菌に発現させ、抽出するのに苦戦しましたが、苦勞の甲斐あって、必要な生体触媒を得ることができ、目的のアセトンに太陽光を使って二酸化炭素を固定することができました！ 今回の成果を用いれば、ある一定期間、二酸化炭素を有価物質に貯蔵することができます。人工光合成の研究に携わることは、社会問題解決に向けて一步を踏み出すことであり、意味深く感じています。



紀太 悠 大学院生

<研究の背景>

日常生活の利便性を飛躍的に向上させたプラスチックは、ガラス、金属、木材などの材料の代替えとしてさまざまな用途に使用されてきました。その反面、プラスチックは性質上、時間が経っても分解せず、自然に完全に分解するためには数百年かかるという欠点があります。この問題を解決するために、自然に分解される生分解性プラスチックに注目が集まっています。生分解性プラスチックの合成には、微生物を直接用いる方法等もありますが、再生可能エネルギーである太陽光と地球温暖化の原因物質である二酸化炭素を原料とした新たな人工光合成技術を確立できれば、二酸化炭素を削減しながら生分解性プラスチックを作る革新的な方法になります。

生分解性プラスチックの中でも特に注目されているポリヒドロキシ酪酸 (PHB) は、3-ヒドロキシ酪酸を重合して得られ、水に不溶かつ強度のあるポリエステルとして包装材等によく使われています。PHB の原料となる 3-ヒドロキシ酪酸を二酸化炭素から合成することができれば、プラスチック問題と二酸化炭素削減問題の両方の解決に向けた大きな貢献となります (図 1)。

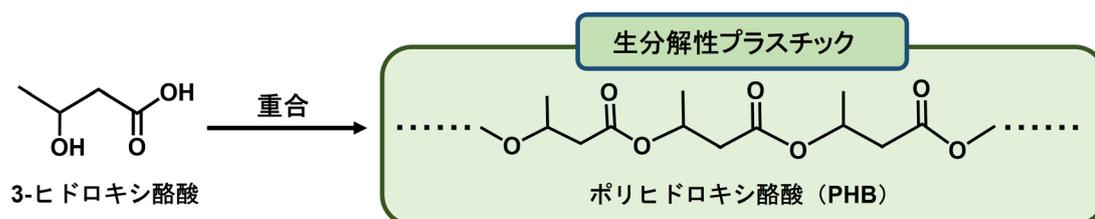


図 1. 3-ヒドロキシ酪酸を原料とした PHB の合成

<研究の内容>

本研究チームは、光合成細菌中にアセトンカルボキシラーゼ (AC) と 3-ヒドロキシ酪酸脱水素酵素 (HBDH) という 2 種類の酵素を発現させ抽出し、色素と触媒で構成される光酸化還元系に加えました。この結果、二酸化炭素とアセトン相结合させ、AC の働きでアセト酢酸を生成し、アセト酢酸を HBDH の働きで 3-ヒドロキシ酪酸に変換することができました。アセトンからの収率は約 80% と非常に高く、この人工光合成を用いた新技術によって、高効率に 3-ヒドロキシ酪酸を合成できることが明らかになりました (図 2)。

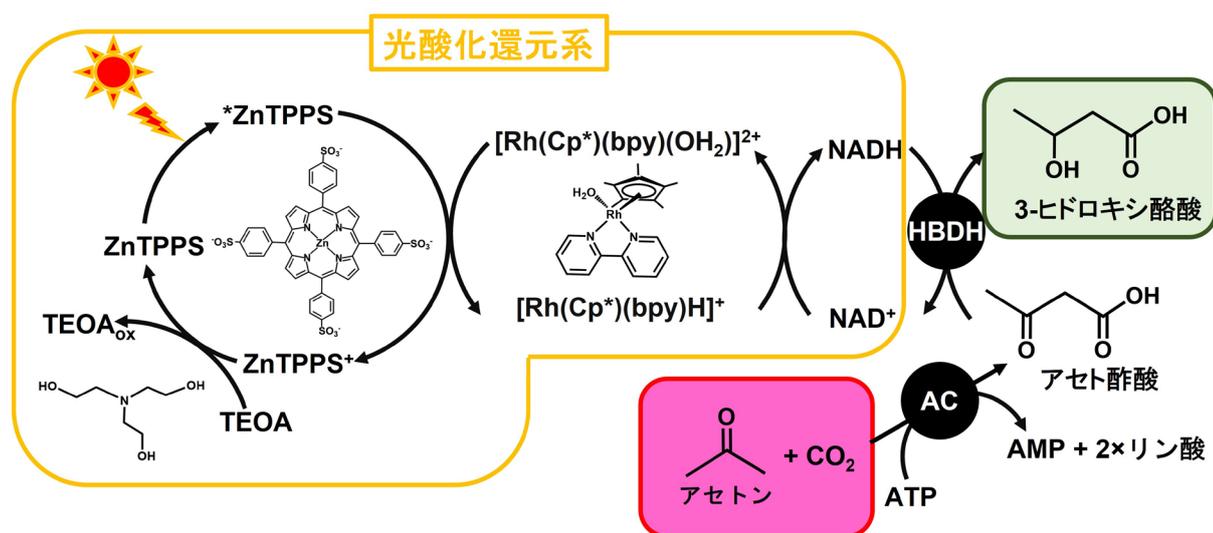


図 2. アセトンと二酸化炭素から 3-ヒドロキシ酪酸合成のための新規人工光合成系

TEOA: トリエタノールアミン (犠牲還元剤)

ZnTPPS: 水溶性亜鉛ポルフィリン (色素)

$[\text{Rh}(\text{Cp}^*)(\text{bpy})(\text{OH}_2)]^{2+}$: ロジウム錯体 (触媒)

AC: アセトンカルボキシラーゼ (アセトンに二酸化炭素を結合しアセト酢酸を生成させるための酵素)

HBDH: 3-ヒドロキシ酪酸脱水素酵素 (アセト酢酸から 3-ヒドロキシ酪酸を生成させるための酵素)

ATP: アデノシン三リン酸 (AC の働きを促進する補因子)

AMP: アデノシン一リン酸

NADH: HBDH の働きを助ける還元力を持つ補酵素

NAD⁺: NADH が酸化されて生成。NADH と同様酸化力を持つ補酵素

<期待される効果・今後の展開>

本研究チームでは、工場等で排出される排ガスに含まれる二酸化炭素を用いた人工光合成による3-ヒドロキシ酪酸生成を目指しています。

<資金情報>

本研究の一部は、学術研究助成基金助成金 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）及び基盤研究（B）の助成を受けたものです。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Chemical Communications

【論文名】 Visible-light driven 3-hydroxybutyrate synthesis from CO₂ and acetone with the hybrid system of photocatalytic NADH regeneration and multi-biocatalysts

【著者】 Yu Kita and Yutaka Amao

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1039/D2CC03660F>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学

人工光合成研究センター

教授：天尾 豊（あまお ゆたか）

TEL：06-6605-3726

E-mail：amao@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課

担当：國田（くにだ）

TEL：06-6605-3411

E-mail：koho-list@ml.omu.ac.jp