



令和3年5月11日

記者説明会（5月18日（火）13時30分・東広島キャンパス）のご案内

二酸化炭素、合成ガスを材料にアセトン合成する好熱性微生物の開発に成功
～カーボンリサイクルに貢献するバイオプロセスが可能に～

【本研究成果のポイント】論文掲載

- ・好熱性ホモ酢酸菌に代謝工学を適用することにより、二酸化炭素、合成ガスを材料としたアセトンの発酵生産に成功。
- ・様々な化学原料として使われるアセトンを、廃プラ由来の合成ガスや、再生可能水素と二酸化炭素を原料として合成できるカーボンリサイクル技術。
- ・ガス発酵による生産と蒸留による回収を一体化したバイオプロセスを構築する基盤となる。

【概要】

広島大学大学院統合生命科学研究科の加藤淳也特任助教と中島田豊教授の研究グループは、好熱性の化学合成独立栄養細菌の一種を代謝工学により改変し、二酸化炭素や一酸化炭素を炭素源にアセトンを高効率で合成する菌の開発に成功しました。この菌はアセトンの沸点（56℃）よりも高い温度で生育するため、合成したアセトンは発酵生産と同時に蒸留可能です。

発酵生産において、培養槽に投入した基質は微生物により変換されますが、生産物の回収には培養液を回収し精製するプロセスが必要でした。また、培養液中に蓄積した生産物により微生物の生育が阻害されることは高生産プロセス構築において課題の1つです。本研究で開発した菌を用いて高温で発酵生産を行えば、培養を継続したままアセトンを蒸留により回収でき、プロセスを簡易化しつつも高い生産性を保持することが可能です。

本研究成果は国際科学誌「AMB Express」に2021年4月23日にオンライン掲載されました。知財についても2020年6月2日に日本国内での特許申請済であり、今後JST権利化支援のサポートのもと、外国での権利化に向けても活動を進めていきます。

本研究は以下の研究助成を受けて、産業技術総合研究所との共同研究により行われました。

科学技術振興機構（JST）未来社会創造事業 探索加速型「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域「ゲームチェンジングテクノロジー」による低炭素社会の実現（研究科題名：再生可能エネルギーを活用した有用物質高生産微生物デザイン）

本件について、下記のとおり記者説明会を開催いたします。ご多忙とは存じますが、是非ご参加いただきたく、ご案内申し上げます。

記

日時：令和3年5月18日（火）13時30分～14時30分（13時から受付）
場所：広島大学東広島キャンパス（東広島市鏡山1-3-2）
法人本部棟2階会議室
説明者：広島大学大学院統合生命科学研究科 教授 中島田 豊
広島大学大学院統合生命科学研究科 特任助教 加藤 淳也

【背景】

これまで私たちは石炭や石油などの化石燃料を多大に消費し産業を発達させてきた一方で、二酸化炭素（CO₂）の排出などによる環境問題を引き起こしてしまいました。CO₂ を利用・物質変換することにより化学原料や燃料として再利用することが、課題を解決する術の1つとなります。

ホモ酢酸菌と呼ばれる嫌気性細菌の一群は、CO₂ を炭素源として、水素（H₂）をエネルギー源として代謝し増殖することが可能です。合成ガス^{注1}の主成分である一酸化炭素（CO）も同様に利用することができます。ホモ酢酸菌はこれらの代謝の結果として酢酸を生成しますが、培養工学、代謝工学を駆使して別の有用物質をも作らせるガス発酵技術が近年注目を浴びています。

アセトンは有機溶媒として使われるほか、イソブチレン、プロピレン、ジェット燃料などの合成前駆体として用いられる有用物質で、これまで主に石油を原料として作られてきました。CO₂ ガスと再生可能エネルギーである H₂、または合成ガスからアセトンを生産できれば炭素循環型社会を支える有用技術となります。

【研究成果の内容】

好熱性ホモ酢酸菌の1種である *Moorella thermoacetica* は糖のみならず CO₂ と H₂、もしくは CO を原料・エネルギー源として増殖し酢酸を生成する代謝系を持っています。この経路を改変することで同様の原料からアセトンを生産する菌を開発しました。

M. thermoacetica の野生株は図1 (A)に示すようにアセチル-CoA を中間体として酢酸を作ります。アセチル-CoA と酢酸を材料としてアセトンを生成する耐熱性酵素候補3つを選択し導入、糖を基質とした培養で検討すると、アセトンの生産が確認できました。ただし酢酸生成が優位でありアセトンは酢酸の3分の1程度の生産量でした。そこで酢酸生成経路を部分的に破壊すると、副産物の酢酸の量は3分の1以下に、アセトンの生成量が2倍以上になり、結果として酢酸の2倍以上のアセトンを糖から合成させることに成功しました（図1 (B)）。さらに、作製した菌は CO₂-H₂ 混合ガスや合成ガスを基質としてもアセトンを生産することを確認しました。生産速度は CO: H₂ 比が 1:1 の合成ガスを用いた場合 0.09 g-アセトン/g-菌体/時間を示しました。

本研究で開発した菌は 55℃から 65℃で培養可能であり、アセトンの沸点（56℃）よりも高い温度での発酵生産が可能です。この特徴を利用すれば蒸留によりアセトンを回収しながら物質生産を継続でき、発酵液を回収することなく連続的に培養を行うことでより低いコスト・高い生産性を発揮するバイオプロセスを構築できます（図2）。

【今後の展開】

本研究で開発した好熱性アセトン生産菌のガス基質培養最適化を行いながらより副産物が少なくアセトンを高生産する条件の探索、および株の育種開発を行います。社会実装を目指した蒸留発酵装置・プロセスの開発も行っていきます。

【参考図】

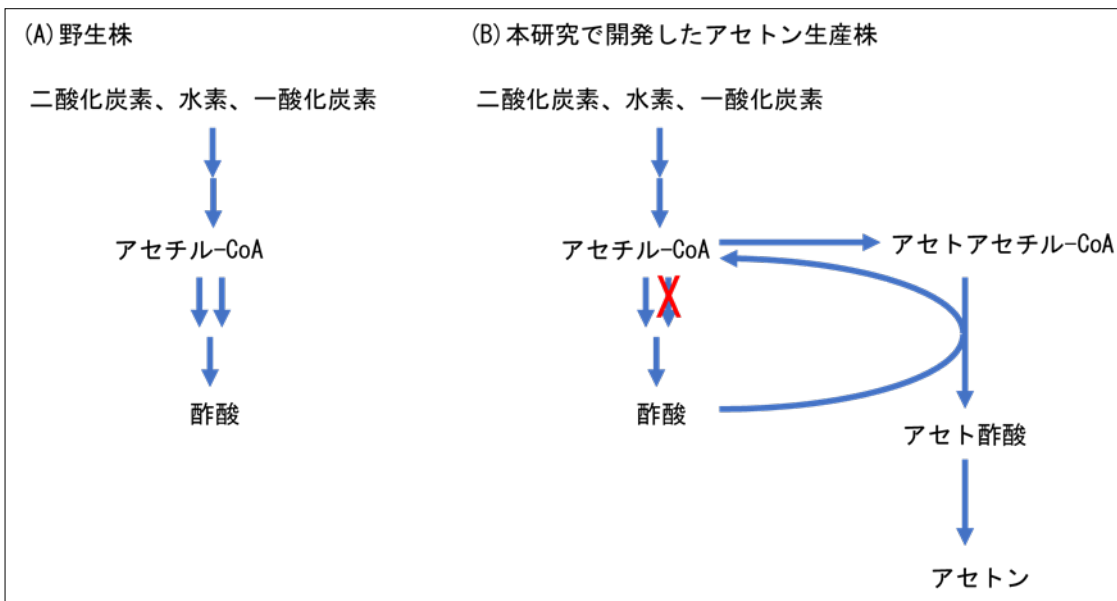


図1 ホモ酢酸菌およびアセトン生産改変株の代謝経路

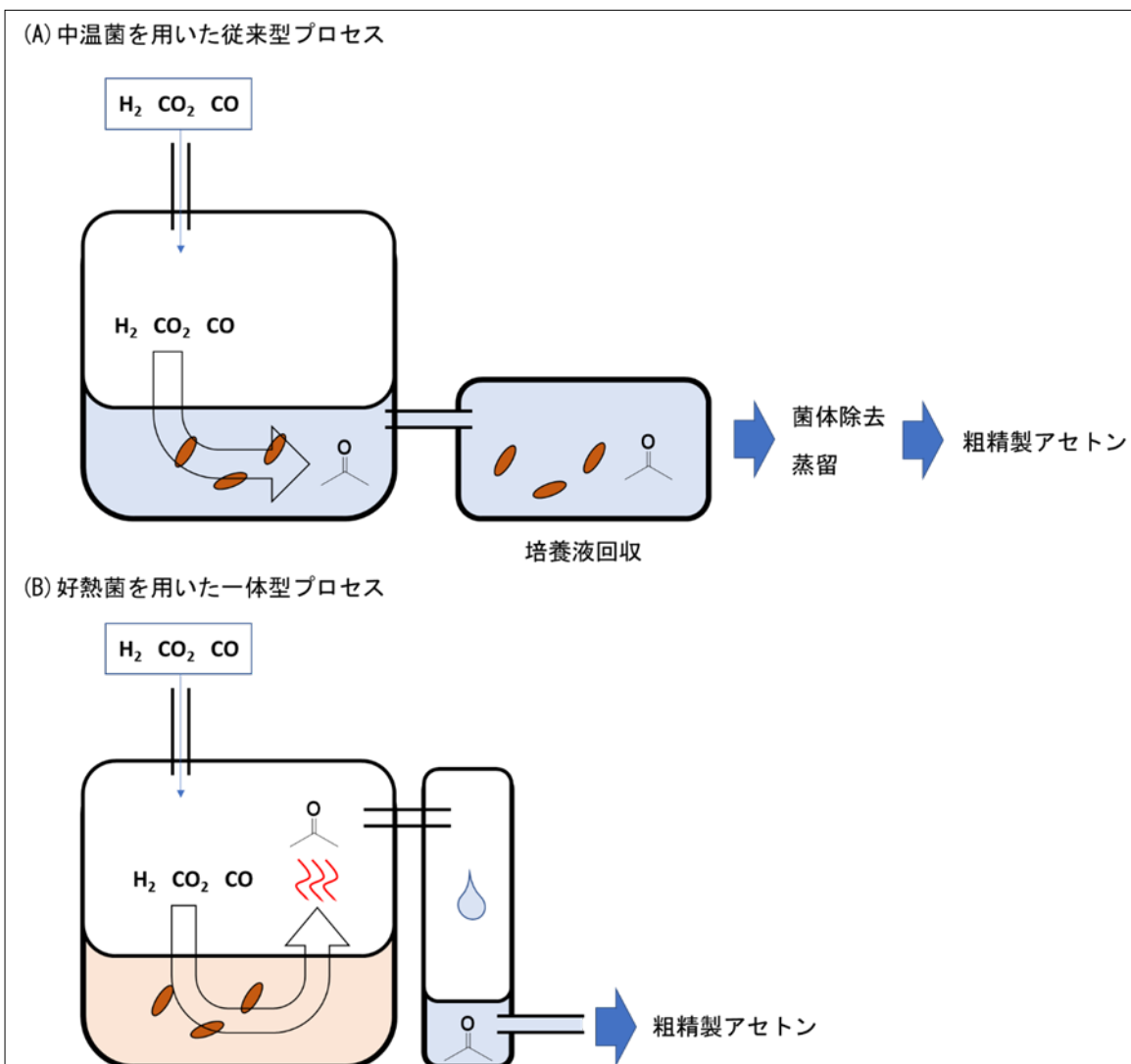


図2 従来型発酵生産プロセスと蒸留一体型発酵生産プロセス

【用語解説】

注1) 合成ガス

一酸化炭素と水素を主成分とする混合ガスであり、化学原料合成の材料となる。有機廃棄物の高温処理などによっても製造されることから、廃棄物処理・リサイクルへの応用利用開発も進められている。

<論文タイトル>

Metabolic engineering of *Moorella thermoacetica* for thermophilic bioconversion of gaseous substrates to a volatile chemical

<特許申請・発明の名称>

アセトン生成する組換え好熱性細菌及びそれを用いたアセトンの製造方法（特願2020-96417）

【お問い合わせ先】

大学院統合生命科学研究科 教授 中島田 豊（ナカシマダ ユタカ）

Tel：082-424-4443

E-mail：nyutaka@hiroshima-u.ac.jp

発信枚数：A4版 5枚（本票含む）

(別紙)

【FAX返信用紙】

FAX：082-424-6040

広島大学財務・総務室広報部 広報グループ 行
(E-mail: koho@office.hiroshima-u.ac.jp)

記者説明会（5月18日（火）13時30分・東広島キャンパス）のご案内

二酸化炭素、合成ガスを材料にアセトンを合成する好熱性微生物の開発に成功
～カーボンリサイクルに貢献するバイオプロセスが可能に～

日 時：令和3年5月18日（火）13時30分 ～ 14時30分

場 所：広島大学東広島キャンパス

法人本部棟2階会議室（東広島市鏡山 1-3-2）

貴 社 名 _____
部 署 名 _____
ご 芳 名 _____（計 名）
電 話 番 号 _____

誠に恐れ入りますが、ご出席いただける場合は上記にご記入頂き、

5月14日（金）17時までにご連絡願います。

