

HU-ACE NEWS LETTER

Advanced Core for Energetics, Hiroshima University

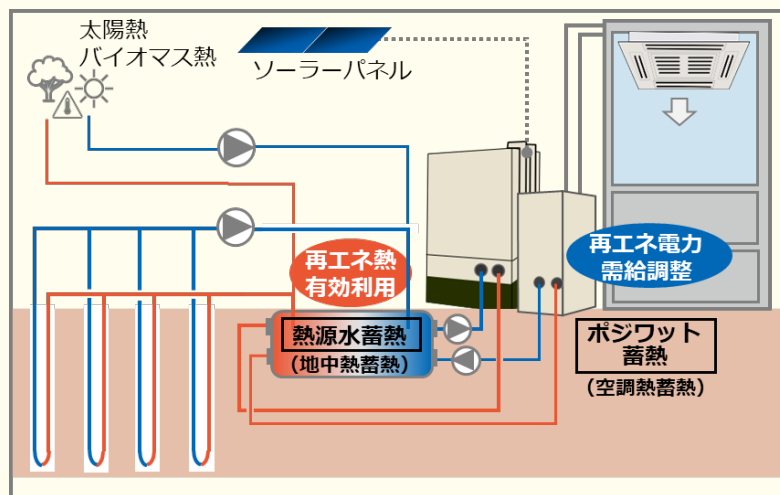
Vol. 69
2022.9

研究拠点の動き

- 2022年9月7日 第74回拠点運営会議を開催
- 2022年9月9日 金田一准教授が日本冷凍空調学会年次大会において、「温暖地における地中熱利用の高効率運用を目指して」と題して基調講演を行いました。
- 2022年9月21日公開 市川教授がWeb講座（環境ビジネスオンライン）で次世代エネルギー講座アンモニア編を担当しています。
- 2022年9月22日 第106回広島大学バイオマスイブニングセミナーを共催しました。

地中熱関係NEDO FS調査の実施について

今年度、NEDO「脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム」のFS調査で、「再エネ熱と空調熱のダブル蓄熱空調システムの実現可能性調査」（代表者：ミサワ環境技術株式会社）を実施しています。「ダブル蓄熱」とは、地中熱に加えて太陽熱やバイオマス由来排熱等の再エネ熱の複合利用を可能とする「熱源水蓄熱槽」と、太陽光等の再生可能エネルギーの需給調整を行う「空調熱蓄熱」の組み合わせを意味しており、地中熱ヒートポンプの最大の課題であるコストパフォーマンスの飛躍的な向上を目指しています。将来的には学内施設に展開できるよう、既存建築物の一般的な空調方式（いわゆるエアコン方式）にも適用可能なシステム構成を想定しており、カーボンニュートラル時代の建物の省エネルギー・省CO₂に貢献したいと考えています。



ダブル蓄熱空調システムの概念図



[編集・発行]
広島大学 エネルギー超高度利用研究拠点

研究相談、共同研究など大歓迎です！

〒739-8511 広島県東広島市鏡山1-3-2
広島大学 未来共創科学研究本部 研究戦略推進部門
e-mail: hu-ace-info@ml.hiroshima-u.ac.jp, tel:082-424-4613
拠点ホームページ: <https://hu-ace.hiroshima-u.ac.jp/>

研究トピック紹介

No. 35

水素はじゃまもの？

中島田 豊

広島大学大学院統合生命科学研究科生物工学プログラム 教授

研究分野：発酵工学，生物化学工学

研究キーワード：嫌気性微生物，合成ガス，カーボンリサイクル



研究概要

はじめに

酵母で糖類をエタノール発酵すると、エタノール以外にCO₂が生成する。ヘキソース(ブドウ糖や果糖)は1分子が炭素原子6個で構成されるが、発酵により4原子がエタノール、のこり2原子がCO₂となる。このCO₂をエタノールに発酵できれば、理論的には1分子のブドウ糖から3分子のエタノールを生産できる。炭素収率100%である。しかし、2分子のCO₂をエタノールに変換するためには追加の還元力を必要とする。当研究室では、糖および水素とCO₂から酢酸を生産する好熱性ホモ酢酸菌 *Moorella thermoacetica* にエタノール(1)や、アセトン(2)などのバルク化学品生産経路を付与した遺伝子組み換え株に製作している。本菌株を糖および水素(将来は再生可能水素)共存下で培養すれば、糖だけでは変換できないCO₂も目的のバルク化学品に変換できないかと考え研究を行っている(3)。

研究内容

本来の代謝産物である酢酸の生産能力を変化させるとともに、エタノールまたはアセトンを生産するように遺伝子組み換えした *M. thermoacetica* を、糖とH₂を共存させて培養した。非組換え株および、酢酸生成能力を残しているエタノール生産株の場合、H₂未添加と比較して増殖は変わらず、生産物の収率向上が観察された。酢酸生成経路を残すアセトン生産株の場合も、アセトン収率の向上が確認された。これは、糖と水素の共存培養により、糖に固定化された炭素を目的生産物に変換できることを示唆する。

一方、主要な酢酸生成経路を完全にノックアウトしたエタノール生産株の場合、水素添加によりエタノール収率がわずかに向上したものの、水素分圧依存的な増殖阻害が見られ、糖資化性自体が顕著に減少した。メタボローム解析などの代謝解析を行ったところ、酢酸非生成エタノール生産株の細胞内NADHレベルが、水素添加によって有意に増加していた。NADHレベルを下げる電子受容体であるジメチルスルホキシドの添加により成長を回復した。さらに本株は、H₂未添加での糖発酵時に水素を副生したが、水素添加は水素生成を阻害した。これらの結果から、水素による増殖阻害は細胞内酸化還元バランスの安定化に寄与する可逆的ヒドロゲナーゼの機能低下が原因であると考えられた。

おわりに

以上の研究から、糖および水素の共存培養により糖炭素を全て目的物質に変換する”完全資源化発酵”の実現に期待が持てる。一方、今回御紹介した酸化還元バランスの維持システムの不具合のように、微生物本来の代謝産物をつくる場合は機能するが、それ以外の生産物を大量につくろうとした場合に機能しないことも多い。

遺伝子組み換え技術の発達により、微生物に新しい代謝経路を付与したり、必要のない経路を削除することが極めて容易になった。その一方で、長い進化の過程で獲得した様々な細胞内環境の安定化システムの理解は十分とは言えない。単に糖と水素を混ぜるだけの培養ですら問題は山積みであり、基礎研究も含めた統合的なバイオテクノロジー研究が望まれる。

文献

- (1) F. Rahayu, et al., *Bioresour. Technol.* 245, 1393-1399 (2017).
- (2) J. Kato, et al., *AMB Express.* 11 (2021).
- (3) S. Kobayashi, et al., *Frontiers in Microbiology.* 13 (2022).