茨城大学農学部

分子微生物工学研究室

URL：http://info.ibaraki.ac.jp/Profiles/4/0000335/profile.html

■研究テーマ
●微生物水素酸化系の解析と応用による水素関連環境技術の開発
●水素酸化細菌による炭酸ガスの有機資源化
●水素酸化酵素ヒドロゲナーゼの解析とエネルギー開発への利用
●水素利用バイオプロセスによる環境調和型物質生産

■キーワード
水素酸化細菌、水素酸化酵素（ヒドロゲナーゼ）、水素、燃料電池触媒、環境負荷の低減、バイオプロセス反応、炭酸固定、

■産業界の相談に対応できる技術分野
水素酸化細菌の利用、ヒドロゲナーゼの解析と利用

■主な設備
蛋白質精製用クロマトグラフィー、紫外可視分光光度計、液体クロマトグラフィー、ガスクロマトグラフィー、発酵培養槽

西原宏史教授

連 絡 先
茨城大学農学部分子微生物工学研究室　TEL：029-888-8685　FAX：029-888-8685　e-mail：hiro　@mx.ibaraki.ac.jp
茨城大学共同研究開発センター　TEL：0294-38-5005　FAX：0294-38-5240　e-mail：ccrd-iu@mx.ibaraki.ac.　jp

研究概要

微生物水素酸化系の解析と応用による水素関連環境技術の開発

◆

（1）水素酸化細菌による炭酸ガスの有機資源化

水素酸化細菌と呼ばれる特殊な細菌は水素を酸化して生育するためのエネルギーを獲得し、炭酸固定を行って増殖することができます。植物と同じ独立栄養生物ですが、約60分毎に細胞分裂するほどの高い増殖力をもつものが知られ、炭酸ガスからの有機資源の生産への利用が期待されます。菌体以外の有用生産物をつくる水素酸化細菌も存在し、筆者らが分離した*Hydrogenovibrio marinus*はグリコーゲン様のグルコースポリマーを生産します。

（写真）水素酸化細菌の培養
水素・酸素・炭酸ガスの混合ガスを供給しながら、高速で撹拌して培養します。

[関連特許]
・「多糖類の製造方法」特許第3064061号

（2）水素酸化酵素ヒドロゲナーゼの解析とエネルギー開発への利用

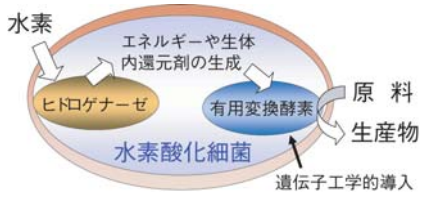
水素酸化細菌の水素酸化酵素はヒドロゲナーゼと呼ばれ、水素燃料電池で使われる水素酸化触媒と同じ働きをします。すなわち水素を酸化して電子を取り出し、発電する反応に利用できます。水素燃料電池は環境汚染物質を生じない次世代電源として期待されていますが、ヒドロゲナーゼは細菌の培養により得ることができるため、貴金属である白金触媒に替わる利用が期待されます。また、逆方向の反応により水素の生産に利用することも可能です。

[関連特許]
・「耐熱耐酸素性ヒドロゲナーゼ遺伝子」特開2000-350585
・「耐熱性ヒドロゲナーゼの作製方法」特開2003-250540
・「酸化還元酵素と光合成反応中心との連結体による光駆動物質生産法」特開2006-020614

（3）水素利用バイオプロセスによる環境調和型物質生産

化学的反応プロセスの多くはエネルギーを浪費する反応ですが、微生物や酵素を利用するバイオプロセスは常温常圧で進行するため、省エネルギーや炭酸ガス排出削減に有効な工程です。水素酸化細菌は水素を酸化して、様々な酵素反応に必要なエネルギーや生体内還元剤を供給することができます。当研究室では、有用物質の生産に利用できる有用変換酵素を遺伝子工学的にこの菌に導入することで、水素を利用して反応が進むバイオプロセスを開発しようとしています（図参照）。水素酸化反応は環境汚染物質を一切生じないため、環境にやさしい物質生産工程としては理想的です。水素はプラントからの副生水素や廃棄資源などからつくられる安価な水素の利用が考えられます。

[関連資料]
・西原宏史ら、ヒドロゲナーゼ反応のエネルギー供給系への応用、「微生物機能を活用した革新的生産技術の最前線 ミニマムゲノムファクトリーとシステムバイオロジー（シーエムシー出版）」166-174頁、2007



（図）水素利用バイオプロセスの模式図

特徴と強み

遺伝子・蛋白質・微生物・生物反応を対象とした基礎的解析から応用を目指した研究

◆◆

微生物水素酸化系はその初発水素酸化反応を行う酵素ヒドロゲナーゼの利用、水素から生物反応に必要な生体エネルギーや還元剤を供給する水素酸化系全体の利用、水素酸化細菌の営む炭酸固定の利用などにより、水素の生産や環境負荷の低減につながる水素利用技術の開発に応用することができます。このようなエンジニアリングを可能にするため、関連する遺伝子・蛋白質・微生物・酵素反応などを対象とし、基礎的な解析から実用を目指した研究まで行っています。

今後の展開

ヒドロゲナーゼの反応メカニズムの解明や高機能化につながる構造解析

◆◆◆

*Hydrogenovibrio marinus*のヒドロゲナーゼは耐熱性と触媒活性に優れることが明らかにされているため、ヒドロゲナーゼの安定化や人工酵素の開発に有用な情報を得ることを目的として構造解析を進める予定です。また、水素利用バイオプロセスの適用範囲を広げるため、これまでバイオプロセスが適用されなかった有機溶媒反応場での疎水性化合物の変換について検討していきます。水素の有機溶媒に対する溶解度は水より高いため、このような反応における水素利用の有用性が期待されます。