



# 超好熱菌の機能解明と応用 —バイオセンサーなど様々な利用も—

農学部 応用生物科学科 教授 櫻庭 春彦

## 研究シーズの概要

超好熱菌とは、温泉や熱水域など 90℃以上の高温環境に育成している菌の一種です。この菌が作り出す酵素は、常温下で生息している通常の菌由来の酵素に比べ、高温状態でも壊れず、機能を発揮するだけでなく、有機溶剤や諸々の薬品に対しても耐性が高いという特徴があります。

これまでに発見されている酵素は何千種類もありますが、実際に利用できる酵素の数は限られています。その理由として酵素はタンパク質で構成されており、そのタンパク質が熱や酸・アルカリに弱く、立体構造が壊れやすいという性質があるためです。櫻庭教授は、日本国内の源泉や海底で噴出している熱水中にも生息している超好熱菌をターゲットにした研究を行っています。超好熱菌の酵素の立体構造を調べ、その強さの秘密を解明する。そして、その特性を応用することでこれまで実用化が困難だった酵素類の産業利用を可能にすることが出来ると考えています。

超好熱菌由来の酵素の利用は、食品加工や農水産物加工分野だけにとどまらず、医療分野でのバイオセンサーやリアクターへの実用が始まるなど、様々な分野から注目されています。

### 生育温度環境と微生物

微生物	生育最適温度	主な分離源
低温菌（好冷菌） （0℃で生育可）	< 20℃	湖底、海底の沈殿物、海水、魚介類、氷河の下の土壌、南極の不凍湖の沈殿、ツンドラの土壌など
常温菌（中温菌）	20～50℃	土壌、河川水、海水、汚泥水、動植物など（通常の地球環境）
中等度好熱菌	50～60℃	温泉の泥水、堆肥、土壌、海砂、風呂やサウナ、温泉など
高度好熱菌	60～80℃	温泉源泉の泥水、火山の泥水、ボイラの沈殿物など
超好熱菌 （90℃で生育可）	80～106℃	海底火山の熱水噴出物、火山の熱水噴出物、地獄や温泉源泉の熱水や泥水など

### 超好熱菌のサンプリング




宮城県鬼首温泉むらさき地獄      長野県野沢温泉麻釜湯

超好熱菌は最適生育温度が80℃以上あり、かつ90℃以上でも育成できる微生物と定義され、海底や内陸の火山の熱水噴出口付近など、水の沸点付近の極限高温環境に生育する。

### 秋田県小安峡温泉から分離した嫌気性超好熱古細菌 UTB3001



鞭毛染色、×1800      電子顕微鏡写真、×20000

*Pyrobaculum oyasuensis*: 内陸性、嫌気性 - 中性、生育温度 80-100℃  
*Sulfobobococcus zigilli* の近縁種

【利用が見込まれる分野】 医療・医療品製造関係、食料品製造業、農水産物加工、化学工業

## 研究者プロフィール

櫻庭 春彦 / サクラバ ハルヒコ



メールアドレス sakuraba.haruhiko@kagawa-u.ac.jp  
 所属学部等 農学部  
 所属専攻等 応用生物科学科  
 職位 教授  
 学位 博士（歯学）  
 研究キーワード 超好熱菌、バイオセンサー、バイオプロセス、微生物応用

問い合わせ番号：AG-09-001

本研究に関するお問い合わせは、香川大学産学連携・知的財産センターまで  
 直通電話番号：087-832-1672      メールアドレス：ccip-c@kagawa-u.ac.jp

## 超好熱菌の有用酵素

好気性超好熱菌 *Aeropyrum pernix* のゲノム情報から、超好熱菌に初めて 2-デオキシリボース-5-リン酸アルドラーゼ (DERA) のホモログ (同族体) を発見しました。大腸菌を使った遺伝子発現の結果、生産された酵素はこれまで知られているものに比べ耐熱性、安定性が極めて高い性質を持っていることが判明。アルドラーゼは光学活性化合物の合成のための触媒として有用な酵素で、DERA は、抗ウイルス剤や高コレステロール血症治療薬の原料として利用可能な Deoxyribose 誘導体、Trideoxyhexose 誘導体などの糖類関連化合物合成への利用推進が期待されています。

一方、色素依存性デヒドロゲナーゼは、人工の酸化還元色素を仲介者として反応基質 (アミノ酸、有機酸、糖等) を酸化するという非常に面白い性質を持っています。この性質を利用すると基質の電子を電極へ直接導入できることから、基質濃度を電気化学的に簡便に計測するバイオセンサーの素子や反応基質を起電力とするバイオ電池の素子としての応用が期待されています。常温に生息する微生物からも色素依存性デヒドロゲナーゼが見つかりませんが、総じて不安定であり、応用は遅々として進んでいません。いろいろな超好熱菌を対象に探した結果、これまでに D-プロリン、L-プロリン、D-乳酸などを基質とする新しいタイプの色素依存性デヒドロゲナーゼを見出しています。期待通り、これらは熱に対してだけでなく、酸・アルカリや有機溶剤などに対しても非常に高い耐性を持っていました。さらに、実際に酵素を電極に固定化し応答を調べますと、超好熱菌の酵素であるにも関わらず、常温で十分利用可能であることや、センサーの加工時に劣化が起こりにくいことがわかってきました。バイオセンサーとしての利用では、これまでに、プロリン、D-アミノ酸、レジオネラ菌の検出などに実用性が確認できています。安定性に優れた超好熱菌の酵素を利用することで、バイオセンサーやバイオ電池などの応用開発に新たな展開が期待されています。

### 超好熱菌酵素の利点

- 1) 安定性に優れ、長期間の使用に耐える。  
臨床化学検査用酵素
- 2) 有機溶媒、酸、アルカリなどに対してである。  
バイオセンサー・バイオリクター用酵素
- 3) ほとんどの基質は高温下で溶解度が高くなるので、高濃度で反応を行うことができる。  
多糖分解酵素
- 4) 大腸菌などの常温菌に生産させ、熱処理を行うと、常温菌のタンパク質は変性沈殿するので精製が簡略化できる。  
コストの軽減

