

日本農芸化学会創立 100 周年に向けた
シンポジウム

『Visionary 農芸化学 100 シンポジウム』

微生物・バイオマス利用研究領域

第1回シンポジウム

持続可能社会を支える

微生物の力
講演要旨集

2017 年 12 月 10 日（日）

徳島大学 常三島キャンパス 常三島けやきホール

（徳島市南常三島町 1－1）

『Visionary 農芸化学 100 シンポジウム』の開催にあたって

公益社団法人 日本農芸化学会は、2024 年に創立 100 周年を迎えます。

農芸化学をベースにした研究は、日本独自のサイエンスとして大きく発展し、これまで数々の成果を挙げてきたのは皆様ご存じのことと存じますが、この間日本農芸化学会もまた、微力ながら産官学一体となった農芸化学研究の発展のために尽力してまいりました。

農芸化学研究が、今後も日本における化学・生物を中心とする基礎・応用研究分野における中核として貢献し、さらに発展し続けるためには、アカデミアのみならず、高校生や産業界を含む社会全体における農芸化学研究の visibility を維持・向上させることがますます重要となってきております。

本会では、学術活動強化委員会を中心に、そのための新しい取り組みについての検討を重ねてまいりました。その結果として、「Visionary 農芸化学 100」と銘打ち、「食・腸内細菌・健康研究領域」「微生物・バイオマス利用研究領域」「天然物化学研究領域」「食品機能研究領域」の 4 つのグループ研究領域を立ち上げ、これらの研究領域毎に 100 周年を機に未来に向けた新たなビジョンを構築していくことにいたしました。

2016 年 10 月に開催された「食・腸内細菌・健康研究領域」に関するシンポジウムを幕開けとし、毎年 2 件程度、Visionary 農芸化学 100 シンポジウムとして開催していく予定です。これらの学術活動を通じて、本会の活動や農芸化学分野の研究について広く皆様に知っていただくとともに、次の 100 年に向けた展望につながれば幸いです。本活動に対するご支援、ご協力を賜りますよう宜しくお願い申し上げます。

公益社団法人 日本農芸化学会

微生物・バイオマス利用研究領域 第 1 回シンポジウム 「持続可能社会を支える微生物の力」 プログラム・要旨

2017 年 12 月 10 日（日）

1 3 : 0 0 開会挨拶 佐藤 隆一郎（日本農芸化学会会長）

【希少物質の社会実装】 座長：中山 亨（東北大学 大学院工学研究科）

1 3 : 0 5 吉田 健一（神戸大学 大学院科学技術イノベーション研究科） p. 1
「農業廃棄物から作る有用希少イノシトール」

1 3 : 2 5 高田 悟郎（香川大学 国際希少糖研究教育機構） p. 3
「微生物の酵素を用いた希少糖生産の最前線」

【バイオポリマー】 座長：濱野 吉十（福井県立大学 大学院生物資源学研究科）

1 3 : 4 5 高谷 直樹（筑波大学 生命環境系） p. 5
「高性能プラスチック原料の微生物生産」

1 4 : 0 5 芦内 誠（高知大学 農林海洋科学部） p. 7
「バイオで作るキラルナイロンの先端機能材料化」

休憩（10 分）

【複合微生物系】 座長：吉田 健一（神戸大学 大学院科学技術イノベーション研究科）

1 4 : 3 5 櫻谷 英治（徳島大学 生物資源産業学部） p. 9
「藍染工程のインジゴ還元に関わる微生物群について」

1 4 : 5 0 野村 暢彦（筑波大学 生命環境系） p. 11
「微生物制御 3.0 ～集団微生物学のすすめ～」

【招待講演】 座長：高谷 直樹（筑波大学 生命環境系）

1 5 : 1 0 秦 洋二（月桂冠株式会社） p. 13
「酒造りの微生物を用いた新しいモノづくり」

1 5 : 4 0 高木 博史（奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科） p. 15
「酵母におけるプロリンの生理機能・代謝制御機構の解析とその応用」

1 6 : 1 0 閉会挨拶 吉田 稔（日本農芸化学会副会長）

1 6 : 3 0 交流会（生協第一食堂 Dining キララ）

微生物・バイオマス利用研究領域 第1回シンポジウム 「持続可能社会を支える微生物の力」の開催にあたって

私たちの暮らしの中では、目に見えない微生物の力が活躍しています。例えば、酒、醤油、味噌、パンなどの身近な食品は、微生物の発酵作用によってつくられています。また、近年のバイオテクノロジーでは、様々な微生物の機能の探索・解明・利用によって、新たな有用物質生産を行っています。本シンポジウムでは、このような“微生物の力”がどのように持続可能社会を支えているのか、また未来の持続可能社会の創成に貢献するのかについて、最新の研究例を交えながら紹介したいと考えています。

この“微生物の力”を支える研究の中心は、農芸化学の学問分野が担っています。本シンポジウムでは、日本農芸化学会の Visionary 農芸化学 100 微生物・バイオマス利用研究領域からこの情報を発信するとともに、関連分野の研究者の方々とも議論を深め、さらに、これから研究に携わる方々へ魅力を語ることもできればと考えています。ご参加いただいた皆様方とともに、“微生物の力”を活用する研究の今後の展開について有意義に議論できれば幸いです。

第1回シンポジウム世話人

浅田 元子（徳島大学 生物資源産業学部）

阪本 鷹行（徳島大学 生物資源産業学部）

櫻谷 英治（世話人代表、徳島大学 生物資源産業学部）

湯浅 恵造（徳島大学 生物資源産業学部）

日本農芸化学会 学術活動強化委員会

微生物・バイオマス利用研究領域担当メンバー

阿部 哲也（協和発酵バイオ（株））

小嶋 裕三（天野エンザイム（株））

五味 恵子（キッコーマン（株））

櫻谷 英治（徳島大学 生物資源産業学部）

高谷 直樹（筑波大学 生命環境系）

中山 亨（東北大学 大学院工学研究科）

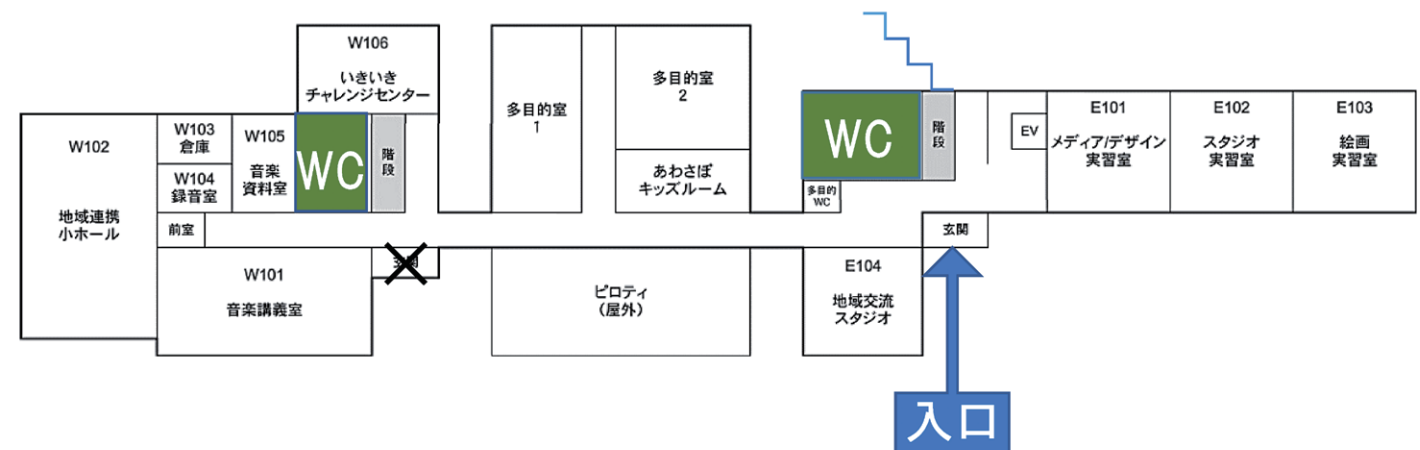
西村 麻里江（（国研）農研機構生物機能利用研究部門）

濱野 吉十（福井県立大学 大学院生物資源学研究科）

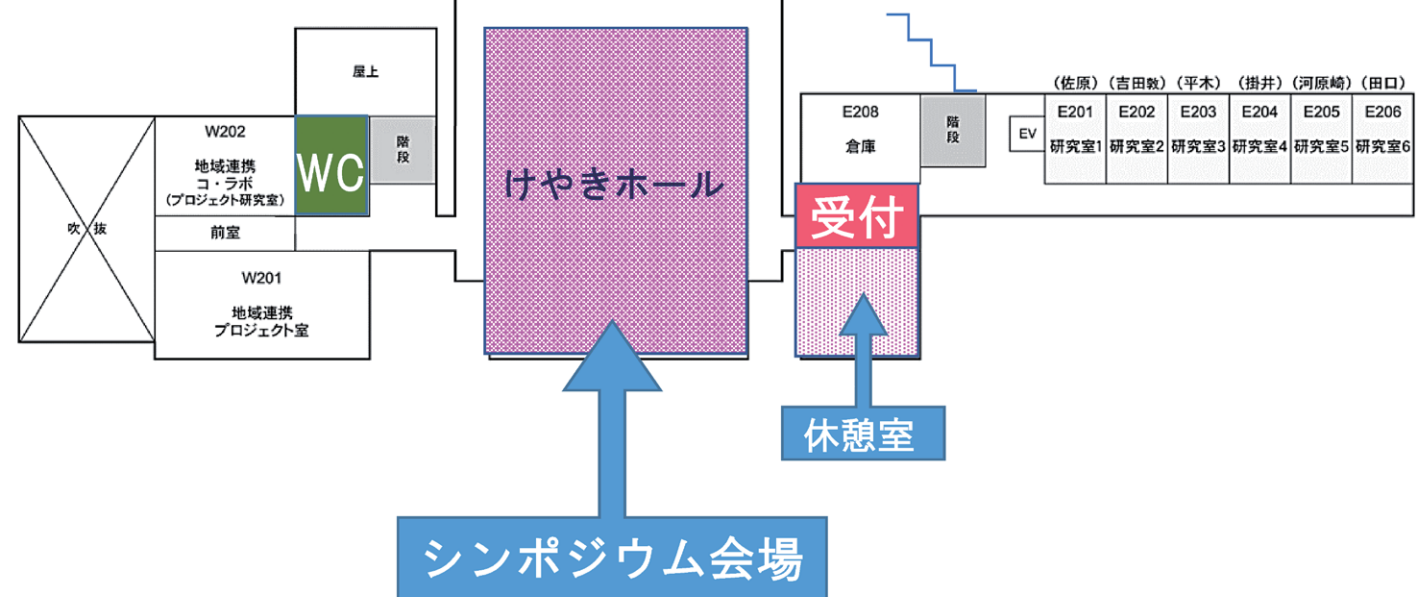
吉田 健一（神戸大学 大学院科学技術イノベーション研究科）

シンポジウム会場案内図 けやきホール 2F

1階



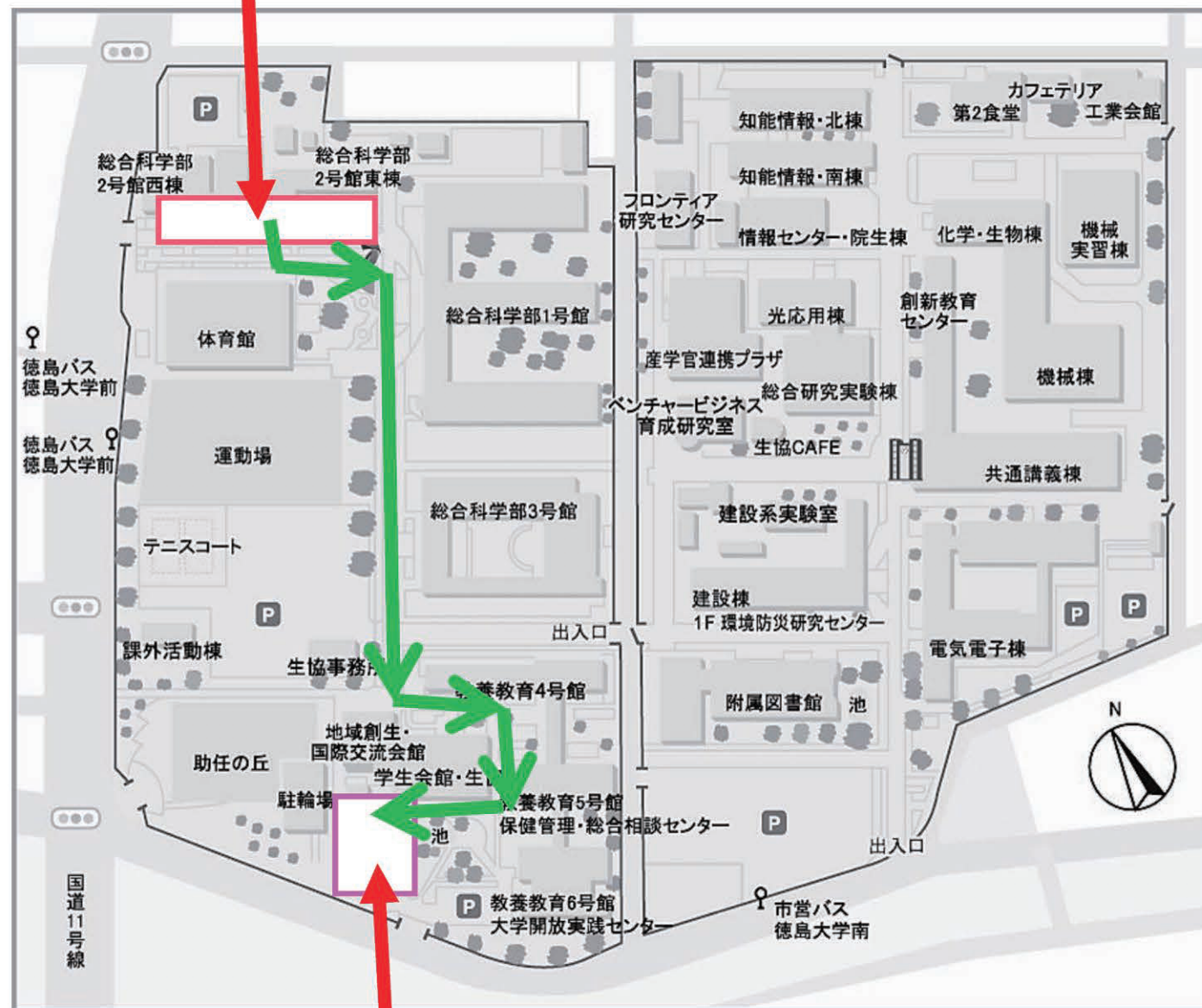
2階



交流会会場案内図

生協第一食堂 Dining キララ 1F

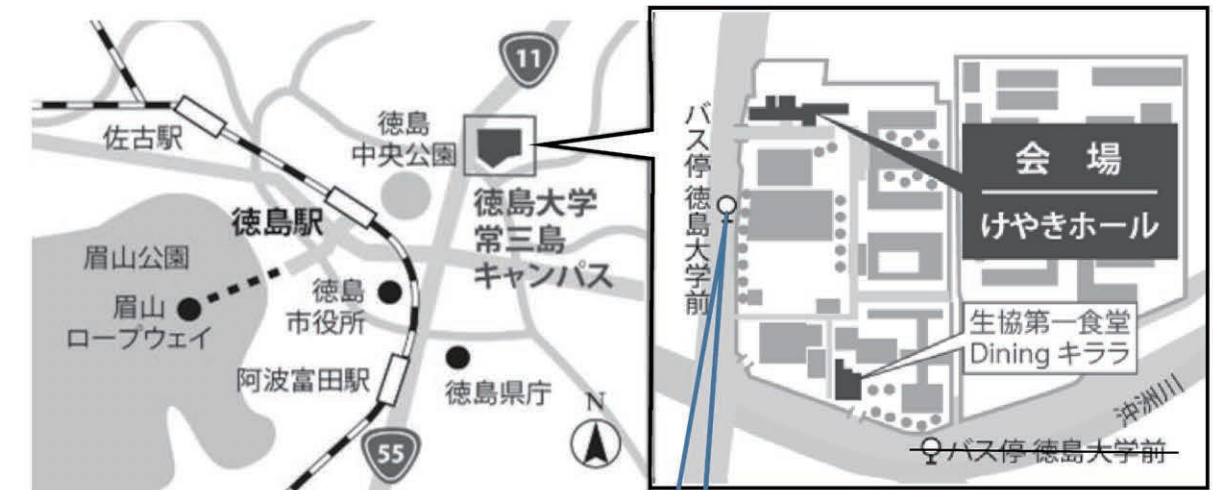
シンポジウム会場



交流会会場

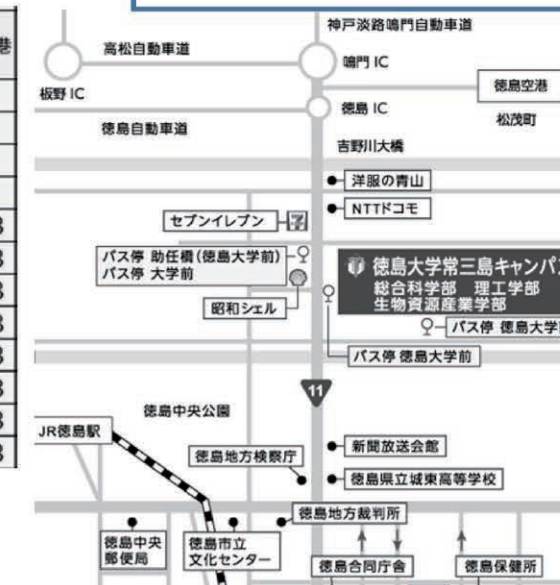
アクセスマップ

徳島大学⇒徳島駅
徳島大学⇒徳島阿波踊り空港



空港行きバス

徳大前	徳島空港
6:13	6:38
6:43	7:08
7:53	8:18
9:28	9:53
10:18	10:43
12:18	12:43
12:53	13:18
14:13	14:38
15:18	15:43
16:18	16:43
17:18	17:43
18:28	18:53



徳島駅行きバス

時刻	分
11	01 10 31 43 51 56
12	01 15 21 24 31 43 51
13	01 15 24 31 41 43 51
14	01 10 15 31 43 51
15	01 03 11 15 24 31 43 51 56
16	01 15 31 34 41 51
17	01 15 24 36 38 41 51
18	06 24 26 36 41 41 51
19	01 10 15 22 34 41 55

～お気をつけてお帰り下さい～

徳島駅へのアクセス（約 2 km）

- ・徒歩の場合（地図破線） 20・30 分



徳島城内を歩く(公園北口より入る)駅への最短コース

徳島城表御殿庭園へ入場するには 50 円かかりますが、この経路で抜ける分には無料です。

徳島城は蜂須賀正勝の子、蜂須賀家政によって築かれ、江戸時代を通して徳島藩蜂須賀氏 25 万石の居城であった。日本 100 名城にも選ばれている。鷲之門は太平洋戦争中で焼失し復元されたものである。公園内には蜂須賀家政の銅像もある。表御殿庭園は国の名勝に指定されている。



徳島城お堀横を通り石垣を眺めながら駅へ向かうコース

蜂須賀家政が徳島城の外側につくった堀は御堀川といわれ、東西は南側 40 間、北側 18 間、南北 138 間、幅 8 間と南北に細長いコの字形であった。今も堀の東南部には小堤がある。石垣に使用された大きな石一宮城から運ばれ、その中には時々文字や絵がきざみ込まれているといわれる。築石は主として緑色片岩。一部紅簾片岩等。堀は下乗橋の西の角で寺島川と通じ、海水が出入りしていた。また堀の北東隅は助任川と通じている。表御殿の庭園にある心字池とは、数寄屋橋下で連絡している。



要 旨

農業廃棄物から作る有用希少イノシトール

神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科 吉田健一

イノシトールはシクロヘキサンの各炭素上の水素原子が 1 つずつヒドロキシ基に置き換わった構造を持つ、シクリトールの 1 種である。ビタミン B 群の 1 種とも考えられた経緯があり、ヒトの場合は糖尿病などが原因で体内のイノシトールが不足すると、神経症状が起こるなどの悪影響も知られている。

イノシトールには 9 種類の立体異性体があり、中でもミオ-イノシトール (MI) は、自然界で最も豊富な異性体である。一方その他の異性体は一般に希少物質であるが、シロ-イノシトール (SI) および D-キロ-イノシトール (DCI) は、それぞれアルツハイマー病および糖尿病の治療剤として期待されており、これらの効率的な生産方法の確立が待ち望まれている。そこで、我々はリン酸の主な貯蔵形態として多くの植物組織に含まれており、特に農業廃棄物である米ぬかに豊富なフィチン酸 (MI 六リン酸) を原料として SI を生産するバイオテクノロジーの開発に着手した。

フィターゼはフィチン酸から無機リン酸を切り落として MI を遊離させる酵素である。そこで、枯草菌において異種フィターゼを分泌させ[1]、米ぬかに含まれるフィチン酸を MI に変換できる能力を付与した。さらに、枯草菌は元来、MI、SI および DCI を含むイノシトール立体異性体を代謝する能力を有するので、この代謝経路を人為的に改変して、培養培地中に含まれる MI を SI に変換することに成功した[2-4]。すなわち、このようにして開発された枯草菌は米ぬかという農業廃棄物から SI という有用物質を直接生産する「バクテリア細胞工場」である (図 1)。本講演では、この開発経緯と現在の到達点について紹介する。

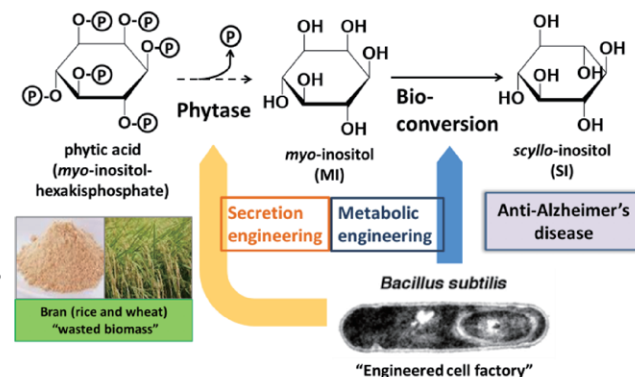


図 1 米ぬかから SI を直接生産する「バクテリア細胞工場」

- 1) S. Tsuji, et al., *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **79**, 1906-1914 (2015).
- 3) M.Yamaoka, et al., *Microb. Cell Fact.* **10**, 69 (2011).
- 4) K. Tanaka et al., *Microb. Cell Fact.* **12**, 124 (2013).
- 2) K. Tanaka et al., *Microb. Cell Fact.* **16**, 67 (2017).

プロフィール

吉田 健一 (よしだ けんいち)
神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科・教授



略歴:

1987 年	京都大学農学部農芸化学科卒業
1989 年	京都大学大学院農学研究科博士前期課程修了
1990 年	福山大学工学部 助手
1993 年	京都大学博士 (農学)
1996~1997 年	フランス国立農業研究所 博士研究員
1997~2004 年	福山大学工学部 (生命工学部) 講師・助教授
2004~2009 年	神戸大学農学部 助教授 (農学研究科 准教授)
2009~2016 年	神戸大学大学院農学研究科 教授
2016 年~	神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科 教授

2002 年	農芸化学奨励賞 (日本農芸化学会)
2005~2007 年	文部科学省研究振興局学術調査官
2009 年	BBB 論文賞 (日本農芸化学会)
2014 年	BBB 論文賞 (日本農芸化学会)

研究テーマと抱負:

微生物のゲノム機能とその調節機構の解明と開発を通じて、有用物質の生産を社会実装したいと夢見ます。

趣味:

音楽、料理、語学

連絡先:

657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1
神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科
Tel & Fax: 078-803-5891
E-mail: ken-yoshi@kobe-u.ac.jp

微生物の酵素を用いた希少糖生産の最前線

香川大学国際希少糖研究教育機構・農学部 高田 悟郎

プロフィール



高田 悟郎（たかた ごろう）

香川大学国際希少糖研究教育機構・農学部・准教授

略歴：

1998 年 大阪府立大学大学院農学研究科博士後期課程修了
1998 年 博士（農学）（大阪府立大学）
1998 年～1999 年 大阪府立大学非常勤職員
1999 年～2002 年 香川大学農学部助手
2002 年～ 香川大学農学部助教授・准教授
（2003 年～ 希少糖研究センター、2016 年～ 国際希少糖研究教育機構 併任）

2008 年 日本農芸化学会中四国支部奨励賞（日本農芸化学会）

研究テーマと抱負：

未利用のバイオマス資源から、多糖あるいは単糖を取出し、微生物あるいは酵素の力を借りて、分解・変換をおこない、付加価値の高い機能性糖素材である、希少糖やオリゴ糖を作り出す研究を行っています。

趣味：

旅行（北海道や離島で食と自然を満喫すること）、工作（実験を含め、手を動かすこと）

連絡先：

761-0795 香川県木田郡三木町池戸 2393(BW109 研究室)
香川大学三木町農学部キャンパス内国際希少糖研究教育機構
Tel:087-891-3106 Fax:087-891-03021(代表)
E-mail:goro@ag.kagawa-u.ac.jp
私たちの研究にご興味のある方は、上記までご連絡ください。

希少糖とは、自然界に微量しか存在しない単糖またはその誘導体である。希少糖は、その存在量は少ないが種類は多く、単糖と糖アルコールを合わせて約 50 種類ある。四半世紀前まで、その多くは、複雑かつ危険な化学合成法が唯一の生産手段であると考えられており、合成可能な量の少なさから、希少糖は非常に高価な希少物質であった。

近年、希少糖の生産に有用な微生物・酵素の発見、それらを用いた全希少糖の生産戦略イズモリングの構築、D-ブシコース・D-アロースの大量生産の成功といった成果が生み出され、希少糖の生産が可能となった（図 1）[1-3]。希少糖には機能性が見いだされ、D-ブシコースは血糖上昇抑制作用や肥満予防効果、D-アロースは活性酸素の産生を抑制する作用や抗腫瘍作用を示すことが明らかとなった。本講演では、従来の希少糖生産法に加えて、新しい経路による、希少糖を含むオリゴ糖生産の現状について述べる。

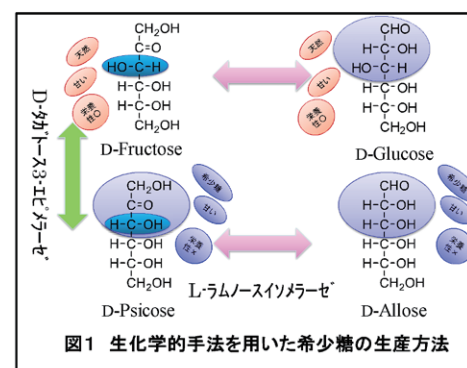
イズモリングに沿った従来型希少糖生産の鍵となる酵素は、ケトース・ケトース間をエピマー化する D-タガトース 3-エピメラーゼである。そして、異性化酵素と酸化還元酵素を組み合わせることで、すべての希少糖を生産できる。希少糖を本来の基質とする酵素も、希少物質であり、D-タガトース 3-エピメラーゼを除いて存在しない。希少糖生産において有用性の高い酵素は、基質の炭素第 1,2,3 位以外の認識が甘い構造を持つ(基質特異性が広い)ことを特徴とすることが X 線結晶構造解析によって明らかとなった。

また、イズモリングの補完が可能な酵素、D-グルコシド 3-デヒドロゲナーゼに着目した。本酵素も基質特異性が広く、単糖だけでなく、様々な二糖やオリゴ糖の炭素第 3 位を酸化して 3-ケト糖を生成する。化学的な水素添加法と組み合わせることで、糖の炭素第 3 位のエピマー化が可能であることがわかった。さらに、本酵素を用い、安価な二糖を出発原料に用いた希少糖の生産、機能性のある希少糖とオリゴ糖を組み合わせた、新たな糖素材である、希少糖を含有するオリゴ糖の生産についても述べる。

これらの研究成果だけでなく、古くから知られている酵素でも、基質特異性の寛容さによっては、様々な希少糖の生産において、大いに活躍できる可能性があり、様々なアプローチから研究を進めている。

参考文献

- 1) Takeshita, K. *et al.*, *J. Biosci. Bioeng.*, **90**, 453-455 (2000)
- 2) Izumori, K., *Naturwissenschaften*, **89**, 120-124 (2002)
- 3) Morimoto, K. *et al.*, *Enz. Microbial Technol.*, **38**, 855-859 (2006)



高性能プラスチック原料の微生物生産

筑波大学生命環境系 高谷 直樹

バイオプラスチックは持続可能社会の実現のために重要な素材であるが、現在のバイオプラスチックのほとんどは柔軟で耐熱温度が低いために、使い捨て材料などに用途が限定されている。固く熱に強いバイオプラスチックを作ることができれば、その利用範囲を拡大することができる。一方で、新たなバイオプラスチックの開発にあたっては、バルク生産可能なバイオマス由来の原料モノマーの種類が限られている点が課題である。

私は、これらの課題を解決するために、高分子化学者（北陸先端大・金子先生）とともに、糖を原料として微生物生産可能であり、高性能ポリマーへと化学重合できるモノマー分子を設計した。その結果、高性能プラスチックとして利用される芳香族ポリアミドの原料モノマーとなる芳香族アミン化合物を、微生物生産のターゲットとすることを着想した。

ある種の放線菌は、クロラムフェニコールの生合成中間体として芳香族アミンである 4-アミノフェニルアラニン（4APhe）を産生する。この生合成遺伝子をフェニルアラニン生産菌に導入することでブドウ糖を原料として 4APhe を発酵生産させることに成功した。さらに、代謝酵素遺伝子の探索によって様々な芳香族アミン生産のプラットフォームを構築した[1]。特に、4-アミノ桂皮酸（4ACA）は、光重合による二量化（トルキシル化）を経て様々な芳香族ポリアミドやポリイミドへ重合可能であった。特に、芳香族ポリアミドは、汎用透明樹脂であるポリカーボネートと同等の透明度、ガラスを越える力学強度、高い耐熱性（250℃）を示したことから[2]、自動車などの輸送機器の軽量化やフレキシブルパネル材料などの幅広い工業用途が期待される。現在、低コストバルク生産系の構築、バイオ 4ACA を利用した透明ポリイミドの合成・材料化[3]、他のバイオ芳香族アミンの材料化[4]にも取り組んでいる。

- 1) Masuo, S., et al., *Sci. Rep.* **6**, 25764 (2016)
- 2) Tateyama, S., et al., *Macromolecules* **49**, 3336–3342 (2016)
- 3) Suvannasara, P., et al., *Macromolecules* **47**, 1586–1593 (2014)
- 4) Kawasaki, Y., et al., *Appl. Microbiol. Biotechnol.* (in press)

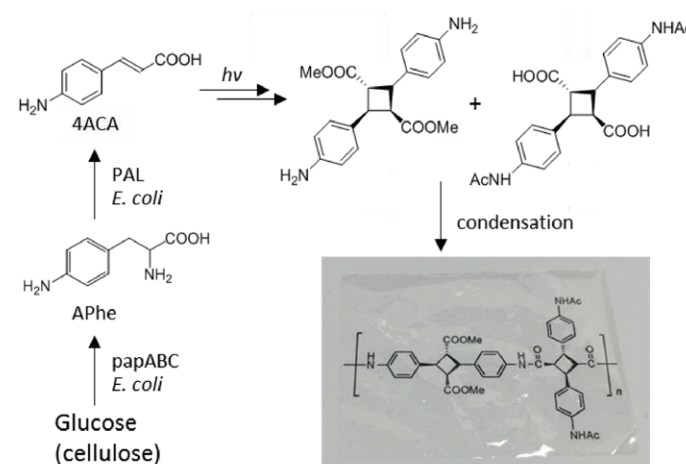


図 バイオマス由来の透明高耐熱性ポリトルキシルアミドの生産

プロフィール

高谷 直樹（たかや なおき）

筑波大学生命環境系・教授



略歴：

1991 年 東京大学農学部農芸化学科卒業
1996 年 東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了
1996 年 博士（農学）（東京大学）
1996 年～2000 年 筑波大学応用生物化学系・助手
2001 年～2007 年 筑波大学応用生物化学系・講師
2007 年～2011 年 筑波大学生命環境系・准教授
2011 年～ 筑波大学生命環境系・教授

2012 年 日本学術振興会賞

2007 年 科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞

2006 年 農芸化学奨励賞

研究テーマと抱負：

微生物は未知なことだらけです。役に立たなくてもニッチでも、何か新しいことさえ思いつけば、微生物は大抵のことには答えてくれます。食い散らかしても支離滅裂と言われても、できるだけそれらを突き詰めるのが大学研究者の役割だと思って頑張っています。

趣味：

いけばな、筋トレ、バイオリン

連絡先：

305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1
筑波大学生命環境系（生物機能科学専攻）
Tel & Fax: 029-853-4937
E-mail: takaya.naoki.ge@u.tsukuba.ac.jp

バイオで作るキラルナイロンの先端機能材料化

高知大学農林海洋科学部 芦内 誠

プロフィール

芦内 誠（あしうち まこと）
高知大学農林海洋科学部農芸化学科・教授



略歴：

1990年 3月 香川大学農学部生物資源科学科 卒業
1992年 3月 香川大学大学院農学研究科生物資源科学専攻修士課程 修了
1994年 9月 京都大学大学院農学研究科農芸化学専攻博士後期課程 中退
1994年 10月 高知大学遺伝子実験施設 助手
(1996年 3月 京都大学博士(農学))
1999年 4月 高知大学農学部 講師
1999年 10月 高知大学農学部 助教授
(2001年 12月－2002年 10月 米国 Boston Northeastern University 博士研究員)
2007年 4月 高知大学農学部 准教授
2010年 4月 高知大学農学部 教授
2016年 4月 高知大学農林海洋科学部 教授、現在に至る

2007年 9月 日本生物工学会「生物工学奨励賞(斎藤賞)」
2017年 3月 日本農芸化学会「農芸化学研究企画賞」

研究テーマと抱負：

専門は、生物材料化学&分子微生物学。「バイオで作るキラルナイロン」をキーワードに、生産工場としての微生物細胞の「分子育種」から、実際にバイオ合成された素材高分子に関しては、さらなる「高機能材料化」を試みる異種複合的な研究に取り組んでいます。一貫通貫的な流れを意識しながら、「キラルナイロン（ポリアミノ酸）エンジニアリング」と呼んでいただけるとような学術領域にまで仕上げることを夢見ています。

趣味：

映画鑑賞（海外ドラマも大好きです）、あとは子どもと一緒に過ごす時間。

連絡先：

〒783-8502 高知県南国市物部乙 200
高知大学農林海洋科学部農芸化学科 微生物化学研究領域・生物工学研究室
Tel: 088-864-5144
Fax: 088-864-5200
E-mail: ashiuchi@kochi-u.ac.jp
URL: http://www.kochi-u.ac.jp/agrimar/japan/info/report/rep2_8.html; http://www.koc-u.ac.jp/agrimar/japan/daigakuin/nougaku/interview27_1.html

現代の産業用繊維やプラスチックの多くは石油から作られている。今日、不適切に廃棄された化学合成高分子による環境悪化が指摘されている。環境保護への関心が高まるなか、難分解性の化成材料に代わる生分解性ポリマーやバイオベース部材による技術革新が叫ばれるようになり、温室効果ガス排出量の削減やさらに先進的な工業システム、持続的農業基盤技術の創出等、現代社会に架せられた諸問題と向き合う機会も増えてきた。

さて、納豆のネバとして知られるポリγグルタミン酸（PGA）は、脂肪族ナイロン様の骨格とポリアクリル酸類似の側鎖周辺をあわせ持つ、いわゆるハイブリッド高分子である（図1A）。最近、PGAを合成する微生物が自然界に広く分布していることが分かってきた。しかも、その多くが極限環境微生物という事実は注目に値する。納豆PGAとは異なる「ホモキラルPGA」であったことも実用材料化の研究対象として好適であった[1]。PGAと同じくナイロン類似の構造を持ちつつ、PGAとは逆の（正の）荷電を受ける側鎖官能基を備えたホモキラルなバイオポリマーも知られている。放線菌のポリエリジン（PEL；図1B）である。PGAとともに、「バイオで作るキラルナイロン」の一翼を担う存在である。当方、バイオキラルナイロン（ポリアミノ酸）エンジニアリングを志向し、かかる基盤研究に従事してきた。ここでは「材料の形質転換（Materials Transformation）」技術とでもいうべき画期的（かつ簡便）なバイオポリマーの改質（先端機能材料化）新戦略について詳解する。

PGA・PELともに高度な水分散性を示すため、それ自体をプラスチック様の耐水固形材料や化成ナイロンの代替繊維素として利用するのは難しい（言い換えれば、液化用途に限られる）。すなわち、バイオポリマーの優れた特徴のひとつとされる親水／分散性は、逆に高分子材料化の足かせとなっている（適用可能な天然基材はごく少数）。そのため、親水機能の発現を司る部分構造を封鎖する工夫が必要となる。PGAでは側鎖カルボキシル基がこれにあたり、エステル化やγ線照射による共有結合の新生導入によって耐水化やヒドロゲル化を図る。但し、完全修飾はほぼ不可能であるばかりか、ロットの違いによって修飾率が変動しやすいこと、さらに言えば、新たに形成された共有結合は非生物学的で難分解性であるため、環境上のサステナブル性や産業上の易リサイクル性といったバイオ材料利用の原点や目的、利点から逸脱した形になる可能性が高いという問題があった。ブレイクスルーが叫ばれるなか、「イオンコンプレックス（IC）化」の新技術を独自に考案した[2]。かかる簡便な工程で（事実上）常に完全修飾体が得られることも分かり、安定したものづくり戦略が完成した。得られた新素材はPGAICと呼ばれている。PGAICにはプラスチック特性のほか、（食中毒）細菌から（インフルエンザ）ウイルスまでの超広域抗菌スペクトル、材質を選ばない特殊な表面接着性、易成形性（ナノファイバー化等）といった先端的な材料機能も付与されている[2-4]。一方、これらIC加工型の改質素材では非共有結合（イオン結合）を当該物性発現の駆動力にしていることから、高塩環境や有機溶媒に対する脆弱性が宿命的な課題とされてきた。我々は、この点についても、（非共有結合性架橋の導入を可能にする）新たなパートナー分子を選択、応用することで劇的な強靱化を図れることを示した[5]。PELのIC化も同時併行で進めた。結果、想定外の機能材料の合成に成功した。キラルナイロンをベースとする世界初のバイオオルガノゲルである[6]。今日、オルガノゲルはエネルギー・エレクトロニクス・環境等の先端産業から注目される新素材である[7]。今回は、油溶性バイオ機能分子の高密度集積に適う固定化基材としての応用性について触れる。

〔文献〕1. *Microb. Biotechnol.* **2013**, 6, 664; 2. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2016**, 5, 1619; 3. *Int. J. Mol. Sci.* **2015**, 16, 24558; 4. *AIMS Microbiol.* **2016**, 2, 222; 5. 特願 2015-012087(01/26/15 出願); 6. 特願 2017-55221(03/22/17 出願); 7. *New Frontiers of Molecular Gels* **2016**.(CMC, Tokyo)

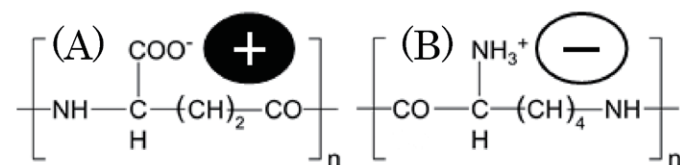


図1. ポリγグルタミン酸（A）とポリエリジン（B）の分子構造

解説：PGAのパートナー分子は正に、PELパートナーは負に帯電している（左図）。微生物の形質転換に例えると、バイオポリマーが宿主（PGAが大腸菌ならば、PELは枯草菌等）、パートナーがベクターにあたる。ベクターは本来の宿主にはない形質を与え、入替によって自在に機能設計も可能。宿主が違えば、応答も変わる（オルガノゲル化に相当）。

藍染工程のインジゴ還元に関わる微生物群について

徳島大学生物資源産業学部 櫻谷英治

徳島県の伝統工芸である藍染はタデ科植物の葉に含まれる色素を染料とした染物である。日本において江戸時代には多くの藍染が行われ、かつては阿波藩における生産が盛んであり、現在でも徳島県の藍染は全国的に有名である。藍染液の製造過程は、「すくも作り」と「染液作り」の二段階に大別され、いずれも微生物による発酵が関与する(図1)。すくも作りでは、乾燥させたタデアイの葉を 50℃以上の高温で約 100 日間発酵させることで、セルロースなどの植物成分が分解され、青色色素であるインジゴが合成される。染液作りでは、すくもに水や灰、酒などを加え、pH 10 以上の高アルカリ条件において 2~3 週間発酵させることで、非水溶性のインジゴが水溶性のロイコインジゴへと還元され、染液が完成する。これまでに、インジゴ還元能を有する微生物の報告¹⁾²⁾はあるが、微生物群がどのように藍染工程に関わっているかについては不明な点が多い。我々は染液製造工程の短縮化及び簡便化を目指し、本講演ではまず藍染液から単離した微生物群の機能について紹介する。

染液作りに関与する微生物について、発酵中の藍染液などから高アルカリ条件下で生育可能な微生物の単離を行った。これらの菌株についてインジゴ還元評価を行ったところ、いくつかの菌株が高いインジゴ還元能を示した。さらに、インジゴ還元反応液における培地組成を検討したところ、グルコース濃度の増加に伴ってインジゴ還元力が増加した。また、選抜株において湿菌体だけでなく、風乾菌体及び凍結乾燥菌体を用いても同等のインジゴ還元能を示すことがわかった。得られたインジゴ還元菌を用いて、インジゴ還元反応における還元力供給系やメディエーターの影響などについても考察する。

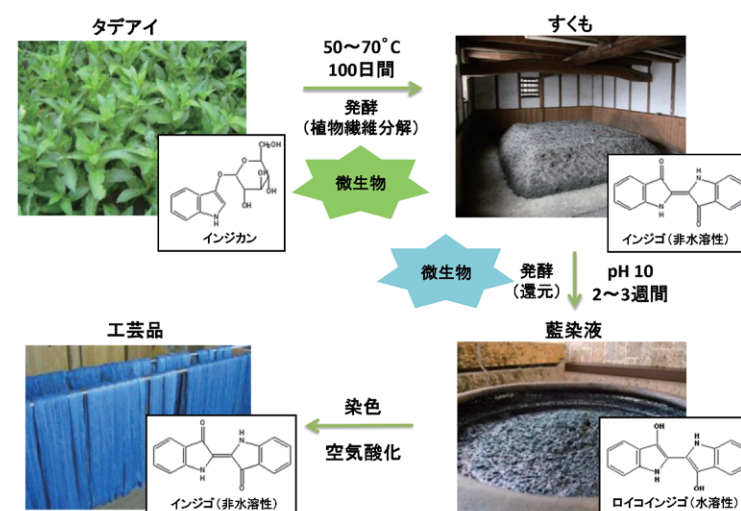


図1. 藍染の工程

プロフィール

櫻谷 英治（さくらだに えいじ）
徳島大学 生物資源産業学部・教授



略歴：

- 1999 年 京都大学大学院農学研究科農芸化学専攻博士後期課程修了
- 1999 年 日本学術振興会 特別研究員（PD）
- 2002 年 京都大学 農学部 教務補佐員
- 2002 年 京都大学大学院 農学研究科 産学連携研究員
- 2003 年 京都大学大学院 農学研究科 助手
- 2007 年 京都大学大学院 農学研究科 助教
- 2010 月 University of British Columbia (Vancouver, Canada) 研究員（2011 年 9 月まで）
- 2014 年 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 教授
- 2016 年 徳島大学生物資源産業学部 教授（現在に至る）

- 2009 年 農芸化学奨励賞
- 2011 年 酵素工学奨励賞

研究テーマと抱負：

これまで行ってきた微生物油脂発酵生産研究だけでなく、地域に関わる研究テーマに取り組んでいきたいと考えています。

趣味：

釣り

連絡先：

770-8513 徳島市南常三島町 2-1

徳島大学 生物資源産業学部

TEL: 088-656-7528

E-mail: sakuradani.eiji@tokushima-u.ac.jp

1) Aino K. *et al.*, *FEMS Microbial. Ecol.*, **74**: 174-183 (2010).
2) Hirota K. *et al.*, *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **66**: 2247-2253 (2016).

微生物制御 3.0

～集団微生物学のすすめ～

筑波大学生命環境系 野村暢彦

単細胞の生命体である微生物も、地球上のその8割以上がバイオフィルム(BF)形態であることが明らかとなってきた。我々のまわりでも、BFは健康(感染症・プロバイオティクス)、食品(発酵・危害菌)、金属腐食、水処理(活性汚泥・膜処理)、バイオマスエネルギーなど正負の両面で様々な産業に関わっている。よって、微生物研究も「個から集団」を意識するような集団微生物学の理解が必要となっている。本講演では、集団微生物学あるいは微生物社会学について、さらにそれらを考慮した新たな複合系微生物制御の可能性についてもBF解析技術も含めて述べさせて頂く。

BF内では細菌シグナルを介した Cell-cell communication が重要な役割を担っている。近年、その細菌シグナルの運搬の担い手として細菌が放出する 10-400nm 程度の細胞外膜小胞(メンブレンベシクル(MV))が注目を浴びている。MVは細胞膜によって形成された袋状の構造体で、その中にはシグナルのみならずDNA, RNA, 蛋白など様々な化合物が含まれており、細胞間の輸送体の役割を担っている。よって、MVがどのようにして形成され放出されるのか興味深いところである。そこで、我々はそれらの放出メカニズムの解明を進めた結果、グラム陰性細菌では、集団中の一部の細胞が破裂することで細胞外DNAとMVが放出され他の細胞に提供されることを明らかにした。細胞が破裂する様子から、この現象を Explosive cell lysis(ECL)と命名した¹⁾。一方、グラム陽性細菌においては、同様なメカニズムでMVが放出されるが細胞は破裂せず、シャボン玉を膨らますように放出される、それを Bubbling cell death(BCD)と命名した²⁾。多細胞生物では、一部の細胞がプログラム細胞死を引き起こすことで正常な発生や恒常性を維持している。単細胞生物である細菌も個性を発揮してプログラム細胞死を引き起こすことで、より高次の構造体(社会性)を形成し、多細胞性を発現することを示唆している。このような微生物の集団特性の理解が、新たな微生物制御の糸口になることを期待している。

1) Turnbull L., & Toyofuku M., et al. *Nature Communications* (2016)

2) Toyofuku M., et al. *Nature Communications* (2017)

プロフィール

野村暢彦 (のむら のぶひこ)
筑波大学 生命環境系 教授
JST ERATO 野村集団微生物制御プロジェクト 総括



略歴:

1995年 広島大学大学院工学研究科博士課程修了
博士(工学)(広島大学)
(研究指導: 室岡義勝(大阪大学名誉教授))
1996年～1997年 筑波大学準研究員(環境科学研究科)
1997年～1999年 筑波大学応用生物化学系 助手
1999年～2004年 同 講師
2004年～2013年 筑波大学生命環境系 准教授
2013年～ 同 教授

1997年～1999年 国立環境研究所 客員研究員
2006年～2007年 米国 Dartmouth Medical School 客員研究員
2015年～ 東京大学生物生産工学研究センター 客員教授
2015年～ JST ERATO 野村集団微生物制御プロジェクト 研究総括

2004年度 日本微生物生態学会論文賞
2005年度 日本生物工学会斎藤賞(奨励賞)
2011年度 日本微生物生態学会論文賞
2013年度 BBB論文賞

研究テーマと抱負:

バイオフィルムと Cell-cell communication

広島カープの投手陣が気になります。それ以上に、学術全体における農学あるいは農芸化学さらには応用微生物学の位置づけが気になっております。実学と基礎を両輪で研究できるのがこの分野の強みだと思います。

みんなでもりあげましょう!

趣味:

カープ、ゴルフ

連絡先:

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学生命環境系
TEL/FAX 029-853-6627
E-mail: nomura.nobuhiko.ge@u.tsukuba.ac.jp

酒造りの微生物を用いた新しいモノづくり

月桂冠（株）総合研究所 秦 洋二

清酒醸造とは、酵母と麹菌の2種類の微生物を巧み操り、アルコール20%近い酒を造る技術である。ただこのような技術は、一朝一夕に出来上がったわけではない。我々の先人達が、長年にわたって幾重もの改良・改善を加えた結果、世界で最も高いアルコール度数を持つ醸造酒・清酒を造る方法が確立されたのである。このように長い歴史と伝統を持つ清酒であるが、残念ながらその販売量は年々低下を続けている。日本人の食生活の変化や若年層のアルコール離れなど原因はいくつか考えられている。我々は、この清酒離れに歯止めをかけて、清酒市場の拡大するための新商品開発を続けるとともに、この清酒醸造技術を他の産業分野へ応用することも目指している。醸造微生物を利用した新しいモノづくりについていくつか紹介したい。

<オフダメージの清酒>

近年の健康志向に伴い、さまざまな機能性謳った食品が市場を賑わしている。酒類においても、カロリーオフ、糖質カットなどよりダメージの少ない商品が開発されている。ただし、清酒の場合は、酒税法によって、原料として使用できるものが制限され、製造方法についても変更できる工程が非常に少ない。その中で、原料処理や発酵方法を工夫して、糖質カット清酒が開発され、市場で高評価を得ている。

<清酒醸造から機能性食品>

中国の歴史書・漢書に、「酒は百薬の長」に記載されているように、昔から酒類には、単に酔っぱらうだけでなく、何らかの効果・効能があることが経験的に知られている。我々は清酒やその副産物から、血圧上昇抑制、抗肥満効果、肝機能保護効果など様々な機能性を持つ物質を単離した。そしてそれらのほとんどが、コメの成分を原料とし、酵母や麹菌による代謝活動によって、清酒醸造中に生産される物質であった。中でも、鉄イオンをキレートする環状ペプチド、フェリクリシンの大量生産と機能性について紹介する。

<清酒醸造から化粧品>

清酒醸造に携わる職人である「杜氏」は、年齢の割には肌ツヤが良く、手のひらは白く美しいといわれている。これらの経験則を用いて、清酒から様々な美白効果、保湿効果、アンチエイジング効果が期待される物質の探索が進められている。我々は、逆に清酒醸造で米麹が黒くなる現象を利用して、男性の白髪を染める新しい染毛料を花王（株）と共同研究で開発した。これは、黒髪の色素であるメラニンの前駆体を酵母と麹菌を利用してバイオ生産し、毛髪の内部に浸透させることによって、白髪の内部にメラニンを作る技術である。

酒造りの微生物が清酒醸造はもとより、様々な分野で活躍していることを理解していただければ幸いである。

プロフィール

秦 洋二 （はた ようじ）
月桂冠（株） 常務取締役総合研究所長



略歴：

1983 年 京都大学農学部農芸化学科卒業
1983 年 大倉酒造（現：月桂冠）株式会社入社
1989 年～1991 年 醸造資源研究所出向（東京）
1993 年 農学博士（京都大学）
1997 年 総合研究所 主任研究員 兼 製品開発課長
2005 年 総合研究所長
2011 年 取締役総合研究所長 兼 醸造部長
2015 年 常務取締役製造副本部長 兼 総合研究所長 現在に至る
客員教授：奈良女子大学 非常勤講師：京都大学、大阪府立大学、大阪工業大学

1999 年: 日本生物工学会 江田賞、
2003 年: 日本醸造学会 奨励賞
2010 年： 先端技術大賞 特別賞
2011 年： 日本生物工学会 技術賞
2012 年： 糸状菌遺伝子研究会 技術賞
2016 年： 日本醸造学会若手の会 第6回醸造文化賞

連絡先：

〒612-8385
京都市伏見区下鳥羽小柳町 101
月桂冠（株）総合研究所
Tel 075-(623)-2130: Fax 075-(623)-2132
y_hata@gekkeikan.co.jp

酵母におけるプロリンの生理機能・代謝制御機構の解析とその応用

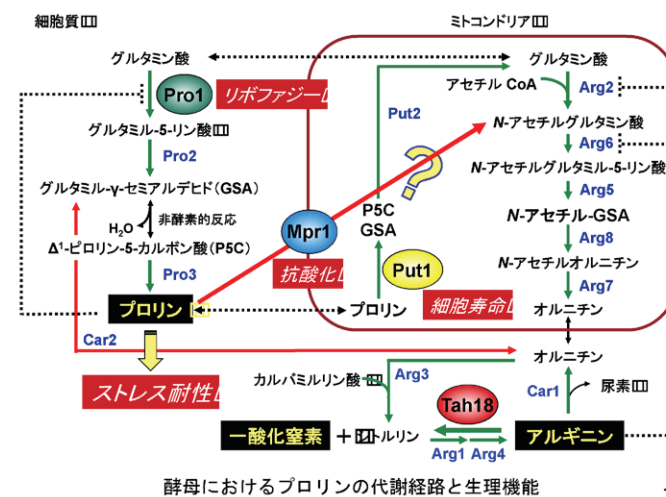
奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科 高木 博史

アミノ酸はタンパク質の構成成分、栄養素・エネルギー源、呈味成分としての働きだけでなく、細胞内や血漿に遊離した形で存在し、生体内で様々な機能を発揮している。近年、様々なアミノ酸を添加することで、機能性を付与した食品、飲料、サプリメント、医薬品、化粧品などが数多く商品化されている。演者は微生物におけるアミノ酸の新しい代謝制御機構と生理機能を解析するとともに、得られた知見を微生物の高機能開発に資することで、実用株の育種や発酵生産への応用に取り組んできた。今回は、酵母におけるプロリン（Pro）代謝を介したストレス耐性機構と産業酵母の育種への応用について紹介する。また、最近見出した Pro の生理機能に関しても一部の結果を述べる（下図）。

多くの細菌や植物は、乾燥や塩ストレスに応答して Pro を適合溶質として蓄積するが、酵母はストレス時に Pro 合成を誘導せず、トレハロースやグリセロールを蓄積する。Pro には、浸透圧の調節、タンパク質や細胞膜の保護、ヒドロキシラジカルの消去、核酸の T_m 値低下などの機能が報告されているが、細胞内での生理機能には不明な点が多い¹⁾。演者は Pro の毒性アナログ（アゼチジン-2-カルボン酸；AZC）に耐性を示す実験室酵母の変異株から、細胞内に Pro を蓄積する株を分離し、解析した。その結果、Pro 蓄積株は野生型株に比べて冷凍、乾燥などに耐性を示すこと、Pro 合成の初発酵素 γ -グルタミルキナーゼ Pro1 に Asp154Asn, Ile150Thr などのアミノ酸置換が導入されると、Pro によるフィードバック阻害感受性が低下し、Pro が過剰合成されることを明らかにした^{2,3)}。

また、産業酵母（清酒酵母、パン酵母）において Pro 蓄積株をセルフクロニング法や突然変異法で作製し、清酒小仕込み試験における醸造時間の短縮とエタノール生産量の増加、製パン性試験（冷凍・高糖生地、乾燥酵母）における発酵力の向上に成功した⁴⁻⁶⁾。

さらに、Pro の生理機能を解析し、液胞への局在の重要性、ストレスに伴い上昇する活性酸素種レベルの制御、リボソームの選択的オートファジー（リボファジー）への関与、細胞寿命の延長効果などを見出した^{7,8)}。

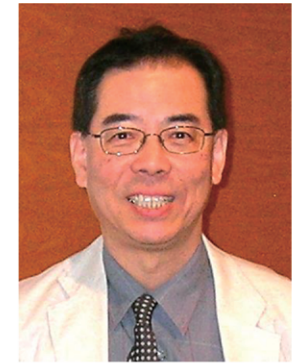


¹⁾Appl. Microbiol. Biotech., **81**, 211, 2008. ²⁾Appl. Environ. Microbiol., **69**, 212, 2003. ³⁾Appl. Environ. Microbiol., **73**, 4011, 2007. ⁴⁾Appl. Environ. Microbiol., **71**, 8656, 2005. ⁵⁾Appl. Environ. Microbiol., **74**, 5845, 2008. ⁶⁾Int. J. Food Microbiol., **238**, 233, 2016. ⁷⁾Yeast, **33**, 355, 2016. ⁸⁾FEBS Lett., **590**, 2906, 2016.

プロフィール

高木 博史（たかぎ ひろし）

奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科・教授



略歴：

1980 年 3 月 静岡大学農学部農芸化学科 卒業
1982 年 3 月 名古屋大学大学院農学研究科生化学制御専攻博士前期課程 修了
1982 年 4 月 味の素株式会社中央研究所 研究員
(1986 年 3-9 月 New York 州立大学 Stony Brook 校生化学部 客員研究員)
(1988 年 9 月 東京大学大学院農学系研究科 農学博士)
1994 年 7 月 味の素株式会社食品総合研究所 主任研究員
1995 年 4 月 福井県立大学生物資源学部 助教授
2001 年 10 月 福井県立大学生物資源学部 教授
2006 年 4 月 奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科 教授、現在に至る

1997 年 3 月 日本農芸化学会「農芸化学奨励賞」
2008 年 3 月 日本農芸化学会「農芸化学研究企画賞」
2017 年 9 月 日本生物工学会「生物工学功績賞」

研究テーマと抱負：

微生物機能の発見、解析とその応用に広く取り組んでいますが、特に「環境ストレスに対する細胞の応答・適応・耐性機構」「細胞内のアミノ酸とタンパク質の生理機能、代謝・活性制御機構」をキーワードに、基礎と応用のバランスを意識して研究を進めています。

趣味：

アメリカ野球、ゴルフ

連絡先：

〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 ストレス微生物科学研究室

Tel: 0743-72-5420

Fax: 0743-72-5429

E-mail: hiro@bs.naist.jp

URL: <http://bsw3.naist.jp/takagi/English.htm>

微生物・バイオマス利用研究領域 第1回シンポジウム

持続可能社会を支える

微生物の力

参加費 無料

バイオ最前線に興味のある方、
学生同士でも父兄同伴でも
お誘い合わせの上
どうぞお申し込みください!



上記QRコードより
申し込み可能です

日時 2017
12/10(日) 13:00~16:15(12:00開場)

会場 徳島大学 常三島キャンパス けやきホール
〒770-8502 徳島市南常三島町1-1




※駐車場はございません。
公共交通機関をご利用ください。

申込先 ▶ http://www.jsbba.or.jp/science_edu/jsbba_100years/jsbba_100years_20171210.html

*当日参加も歓迎ですが、会場の都合上300名(先着順)を超えますと、ご入場をお断りさせていただきます。

(問合せ先)

公益社団法人 日本農芸化学会
TEL:03-3811-8789 FAX:03-3815-1920
E-mail:shomu@jsbba.or.jp
<http://www.jsbba.or.jp/>

日本農芸化学会
創立100周年に向けた
シンポジウム
Visionary 農芸化学100シンポジウム

13:05	吉田 健一(神戸大学大学院 科学技術イノベーション研究科) 「農業廃棄物から作る有用希少イノシトール」
13:25	高田 悟郎(香川大学 国際希少糖研究教育機構) 「微生物の酵素を用いた希少糖生産の最前線」
13:45	高谷 直樹(筑波大学 生命環境系) 「高性能プラスチック原料の微生物生産」
14:05	芦内 誠(高知大学 農林海洋科学部) 「バイオで作るキラルナイロンの先端機能材料化」
14:35	櫻谷 英治(徳島大学 生物資源産業学部) 「藍染工程のインジゴ還元に関わる微生物群について」
14:50	野村 暢彦(筑波大学 生命環境系) 「微生物制御3.0 ～集団微生物学のすすめ～」
15:10	秦 洋二(月桂冠株式会社) 「酒造りの微生物を用いた新しいモノづくり」 招待講演
15:40	高木 博史(奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科) 「酵母におけるプロリンの生理機能・代謝制御機構の解析とその応用」 招待講演

2017 年 11 月 25 日 (土) 徳島新聞朝刊掲載広告

日時 2017

12/10 (日) 13:00~

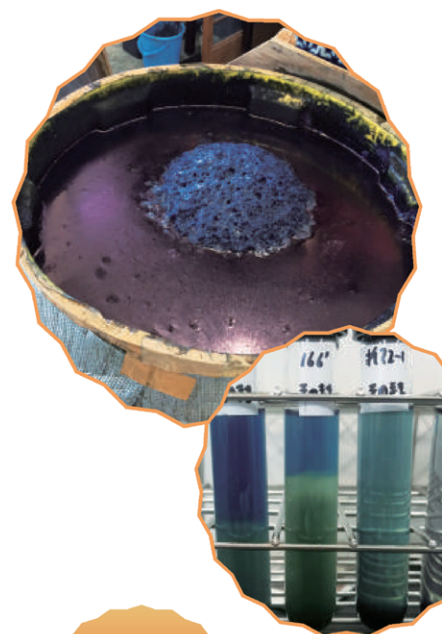
会場 徳島大学 常三島キャンパス けやきホール
(〒770-8502 徳島市南常三島町1-1)申込はこちらから ▶ http://www.jsbba.or.jp/science_edu/jsbba_100years/

— プログラム —

希少物質の 社会実装	13:00	開会挨拶／佐藤 隆一郎 (日本農芸化学会会長)
	13:05	吉田 健一 (神戸大学大学院 科学技術イノベーション研究科) 「農業廃棄物から作る有用希少イノシトール」
	13:25	高田 悟郎 (香川大学 国際希少糖研究教育機構) 「微生物の酵素を用いた希少糖生産の最前線」
バイオ ポリマー	13:45	高谷 直樹 (筑波大学 生命環境系) 「高性能プラスチック原料の微生物生産」
	14:05	芦内 誠 (高知大学 農林海洋科学部) 「バイオで作るキラルナイロンの先端機能材料化」
複合 微生物系	休憩 (10分)	
	14:35	櫻谷 英治 (徳島大学 生物資源産業学部) 「藍染工程のインジゴ還元に関わる微生物群について」
	14:50	野村 暢彦 (筑波大学 生命環境系) 「微生物制御3・0 ～集団微生物学のすすめ～」
招待講演	15:10	秦 洋二 (月桂冠株式会社) 「酒造りの微生物を用いた新しいモノづくり」
	15:40	高木 博史 (奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科) 「酵母におけるプロリンの生理機能・代謝制御機構の 解析とその応用」
	16:10	閉会挨拶／吉田 稔 (日本農芸化学会副会長)
	16:30	交流会 [有料] 一般 3,000円、学生 1,000円

微生物の力

持続可能社会を支える

参加費
無料※但し、交流会は有料
(一般 3,000円、学生 1,000円)

〈問合せ先〉

JSBA 公益社団法人
日本農芸化学会
TEL: 03-3811-8789 FAX: 03-3815-1920
E-mail: shomu@jsbba.or.jp<http://www.jsbba.or.jp/>

日本農芸化学会

創立 100 周年に向けた
シンポジウム

Visionary 農芸化学100シンポジウム

