

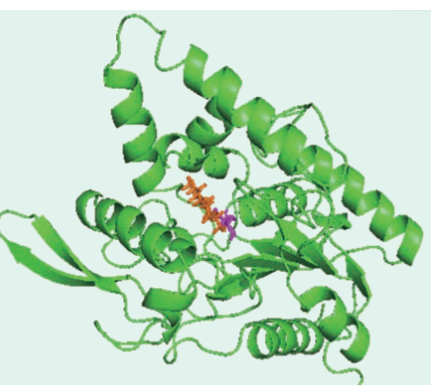
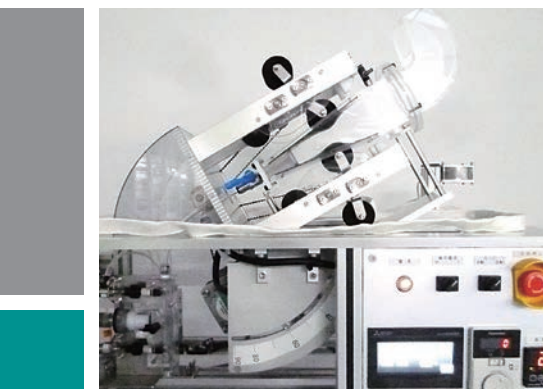
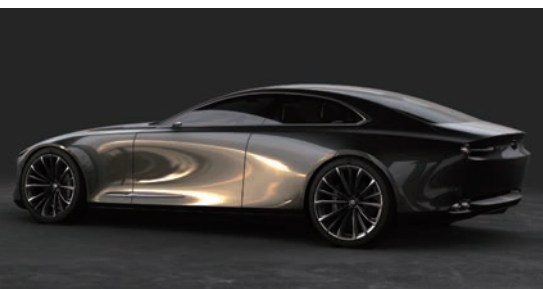


Volume
24

Enzyme Wave

2021





見えないもので
世界はできている

Enzyme Wave vol.24

CONTENTS

お知らせ 02

NPO法人 高峰譲吉博士研究会

コラム 03

“日本のバイオテクノロジー”シリーズ第2回
「日本のブランド様式」

トレンド 05

IT・AIによるスマート発酵産業

レポート 07

胃消化シミュレーター(消化酵素の有用性)

レポート 08

分子動力学によるリパーゼ設計

シンポジウム 09

第3回中日生物触媒技術シンポジウム

WEBサイト「見えないもので世界はできている」 のご紹介 10

学会発表、展示会出展一覧 10

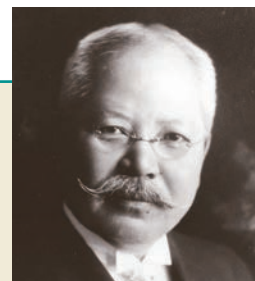
地図・事業所連絡先 11

お知らせ
Information

NPO法人 高峰讓吉博士研究会

高峰 讓吉 博士

幕末、明治、大正の激動の時代を生きた高峰讓吉博士は、科学者として、事業家として、国際親善外交を通じて、大きな足跡を残しました。「タカジアスターゼ」を中心とした微生物由来のデンプン分解酵素の研究・開発により「近代バイオテクノロジーの父」と呼ばれています。



写真提供：金沢ふるさと偉人館

NPO法人高峰讓吉博士研究会

NPO法人高峰讓吉博士研究会は、近代日本における科学技術発展とその事業化、日米親善などに多大な貢献をした高峰博士をより多くの方に知っていただくために、機関誌発行・講演会実施などの啓蒙活動を中心に活動を展開しています。

主な活動

2020年初頭より始まったコロナ禍はいまだに落ち着きを見せていませんが、ほぼ例年通り講演会を実施しております。また、書籍やメディアに取り上げられる場面も増えてきました。伝記マンガに続くメディア素材の制作をはじめ、より正確な情報提供を進めて参ります。



高峰博士の顕彰活動への尽力及び松楓殿保存と高岡での再現プロジェクト寄与に対し、滝富夫副理事長が高岡市特別功労者として表彰されました。(左:高橋正樹高岡市長)



松楓殿再現展示の様子
高岡商工会議所1F：
高岡市丸の内1-40 高岡商工ビル

トピック 松楓殿 その後

2020年3月、ニューヨーク郊外で日米親善の社交場として活躍した「松楓殿」が、実際に使用されていた壁画・天井画を用い、一部移設・再現する形で、高峰博士の生まれ故郷である富山県高岡市に里帰りしました。パネルや調度品の展示等、当時の雰囲気を感じることができる空間となっています。是非お立ち寄りください!

新規会員募集のお知らせ

当研究会では趣旨にご賛同いただける方を広く募集しております。会員の皆さまには高峰博士関連出版物や定期発行の機関誌をお届けするとともに、各種講演会や催し案内、新たに得られた情報を提供しています。

入会ご希望の方は、氏名(法人の場合は会社名・部署名)、郵便番号、住所、電話番号(携帯電話はご遠慮ください)、ご職業、年齢、性別を明記の上、ハガキもしくは封書にてお申し込みください。折り返し、入会金・年会費振込用紙等をお送りいたします。

宛先

NPO法人 高峰讓吉博士研究会 事務局

〒105-0001

東京都港区虎ノ門 1-15-11

第二名和ビル5階

※詳細はHPでもご確認いただけます。

<http://www.npo-takamine.org/ask.html>

“日本のバイオテクノロジー”シリーズ第2回
「日本のブランド様式」

執筆者紹介

前田 育男 まえだ いくお

マツダ株式会社 常務執行役員 デザイン・ブランドスタイル担当

【経歴等】

京都工芸繊維大学意匠工芸学科卒、広島市立大学客員教授

2009年からマツダデザインを率い「魂動デザイン」を提唱、WCOTYデザイン大賞、欧州Most Beautiful Car of the Yearを2回受賞するなど、世界中で多くのデザイン賞を受賞。経産省主催「産業競争力とデザインを考える研究会」委員。国際C級ライセンスを保有、レースドライバーとしても活動中



一昨年天野エンザイムは創業120周年を迎え、121年目から日本の伝統や文化に関する寄稿をシリーズでお届けしています。

第2回である今回は、日本の自動車メーカーで世界において存在価値を示されていますマツダ株式会社の常務執行役員である前田育男様に、日本の美意識とブランド様式について執筆いただきました。

美しさには力があると常々思っている。

きちんとした定義を持ち合わせている訳ではないが、力のある美しさは、創り手の持つ哲学が形として結実し初めて表現し得るものだと考えている。

日本には、時間を掛けて研ぎ澄ますモノ創りの精神があり、無駄とも思える手間を価値に繋げる文化がある。漆芸、金工、陶芸などその繊細な表現手法が日本固有の美意識を体現したものとして認知され、特に欧米で高い評価を受けている。これら力のある美しさは簡単には創り得ない。

一方、一般の生活の中で日本固有の美意識に触れることは少ないと思う。加えて、統一された様式を感じることも少ない。一方、欧州とりわけイタリアはどこに行っても同じ色合いの美しい景色が続く国である。古い建屋を使い続けていることも一因だが、街の建物、看板、全てのモノがある色域の範囲で統一されていること。規則が厳しいだけでなく、国民全員がイタリアの様式にプライドを持ち、自ら守り

続けているからこそその様式美だと感じる。

色んな様式が混在し、ケイオスな状況にあり続けた結果、日本人は統一された様式美の重要性を忘れていった。日本というブランドがどんな統一されたメッセージを持っているか?持つべきなのか?その答えを持つべき時期に来ていると思う。

日本のクルマ創りは先輩である欧州に引けを取らない歴史がある。マツダも昨年創立100周年を迎えることができた。その間、日本の自動車産業は日本の美意識、様式美の確立に貢献してきただろうか?答えはノーだろう。ビジネス効率が最優先とされ、粗製濫造を繰り返してきた歴史。消費者の飽きっぽい風習もこの効率重視の産業が作ったものともいえる。

アーティストは自らの問題意識を世に問う仕事、デザイナーは顧客の問題を解決する仕事だと言われるが、これからの時代、デザイナーの役割はもっと広義にわたると考えている。私はマツダデザイン

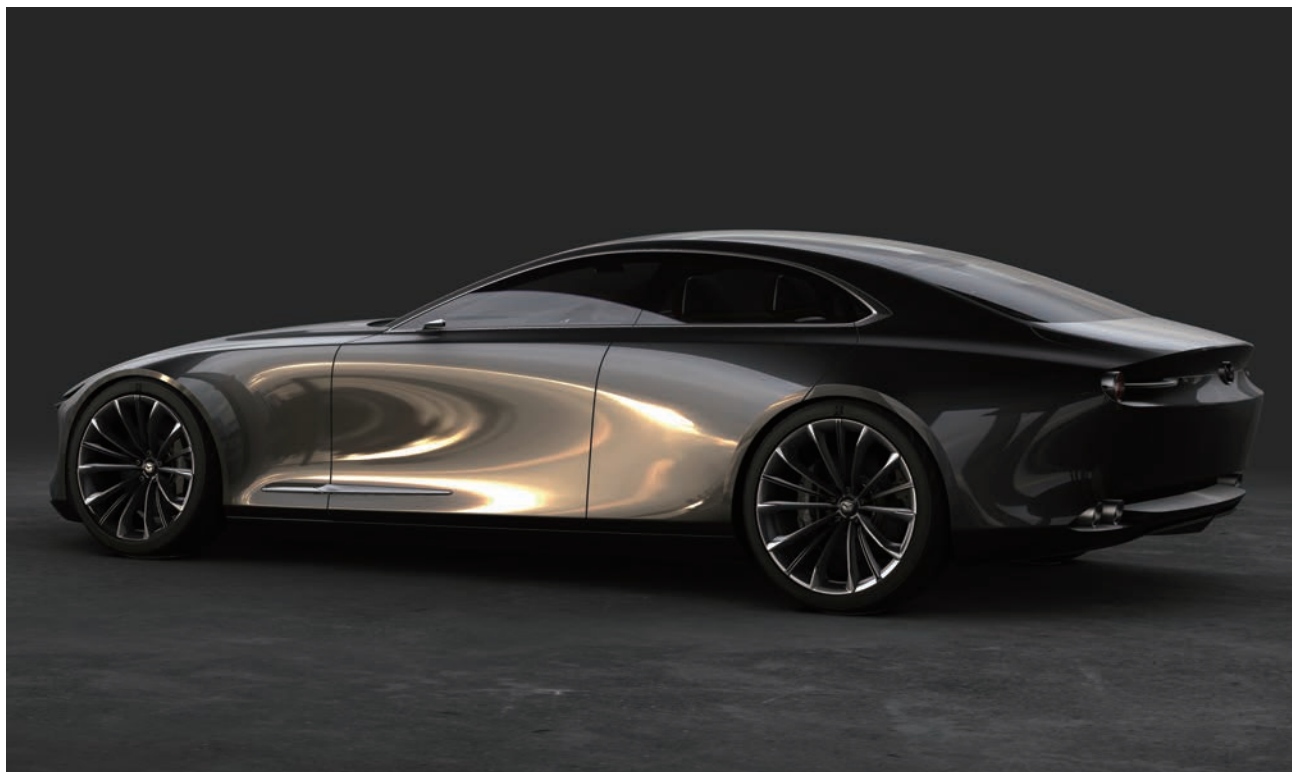
を率いる立場になってからの10年間、前述の美しい日本の様式を創り上げたいという想いで、その為にクルマのデザインで何が出来るのか?日本の美意識を体現したクルマのデザインとはどうあるべきか?「魂動デザイン」というテーマを掲げて、その探求を行ってきた。

その根底にある哲学は「引き算の美学」だ。

要素を極限まで削ぎ落したところに生まれる生命感、緊張感を表現することを目標とした。これは日本固有の美意識「道具に命が宿る」と同じ概念である。現代の効率重視のモノ創りトレンドとは真逆のアプローチであるが、我々の資産ともいえるフォルム創りの匠たちとの共創によって、手間を掛け、心を込め丁寧に答えを探し、結果ここに日本のモノ創り、更には様式創りの源泉があるのではないかと考えるに至った。

余程の大自然以外で、クルマが目に入らない景色を見ることは少ない。言い換えれば、クルマは景色を構成する一要素であり、もっと言えば様式の一部である。クルマのカタチがその国の様式を創ると言っても過言ではない。その意識を持ち、安易なデザインを生まないこと。我々デザイナーには、その責任があると思っている。

利便性・大量消費が豊かさの象徴だった時代は終わった。美しいモノに囲まれ、きちんと統一された様式の中で暮らすことが真の豊かさだと思える。そんなライフスタイルを体現した、日本のブランド様式を確立したいと思う。



[Vision Coupe]

執筆者紹介

小川 順 おがわ じゅん

京都大学大学院農学研究科 応用生命科学専攻教授

【経歴等】

京都大学大学院農学研究科助手、フランス国立農業研究所客員研究員、京都大学微生物科学寄附研究部門・特定教授などを経て、2009年より現職。専門は発酵生理及び醸造学。2020年度より、NEDOプロジェクト「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発／データ駆動型統合バイオ生産マネジメントシステム(Data-driven iBMS)の研究開発」の研究開発責任者。



昨今のIT・AI技術の進展は目覚ましいものがあり、これら技術が発酵産業の場にも導入され始めています。IT・AI技術と発酵技術の現況と、さらなる進展のために必要な技術要素について執筆いただきました。

IT (Information Technology、情報技術)の進展により、膨大な情報を短時間で解析し、その中から意味あるものを容易に抽出できるようになった。ググる、という行為が、象徴的であろう。また、AI (Artificial Intelligence、人工知能)の進歩は、解析結果に基づいたデザインや方向性の提示までをも可能としている。AIが投じた次なる一手が、囲碁やチェスの名人さえをも唸らせる時代となった。

発酵産業においても、この流れは入り込んできている。生物が遺伝子配列という普遍的な情報で語れるようになったことを起点に、ITによる遺伝子解析を通じた機能の抽出が可能となった。そして、遺伝子操作技術と相まって、生物機能の人工制御が実現した。物質生産で活躍する酵素の開発では、変異技術と選抜技術がITにより大幅に効率化し、高機能な酵素が短期間で作出可能となった。また、AIが高機能化に向けた遺伝子改変の方向性を、数ある成功・失敗事例を総動員してデザインできるようになってきている。さらには、出来上がった高機能酵素を組み込んだ人工代謝経路がデザインされ、大腸菌や酵母などの遺

伝子操作技術が潤沢な宿主に搭載され、発酵生産の場に応用されようとしている。合成生物学と称される技術領域である。

加えて、微生物培養においても生育に伴う様々な環境変化をモニターし、ITによる解析を経て、AIが成り行きを予測、対応を提案することにより、まるで自動車の自動運転のようなオペレーションが遂行できる状況が生まれてきている。杜氏の職人芸とされた醸造の現場に、様々なモニタリング装置とともにIT・AIが導入され、良質の日本酒がぶれなく提供されるようになった事例が象徴的であろう。

このような取り組みが新たな経験値の蓄積につながり、IT・AI技術は、我々の想像を超えて連鎖的に進化していくようにも思われる。しかし、これらが生物を主役とするバイオテクノロジー、特に発酵技術に真に貢献するには、生物が持つ特徴との融合が達成されなければならないと、日頃から様々な微生物を相手にしている著者は思うのである。その特徴とは、個性と多様性である。

ここで少し話が変わるが、お許しいただきたい。

著者の趣味は音楽である。音楽の構成要素は、和声やリズムといった数式でも表現できるようなものであり、音楽をデジタル的に構成することはある意味容易である。しかし、人の心を揺さぶる音楽に必要なのは、モーツァルトやベートーベンのような強烈な個性であり、既存の枠を超える多様性創出へのジャンプアップである。これは、生物の特徴と相違ない。

では、IT・AI技術が生物の個性や多様性と対峙するために必要な技術要素は何であろう。著者は三つの要素が重要であると考えている。一つ目は、機能未知遺伝子の解析である。大腸菌でさえもそのゲノムの二、三割は機能未知といわれている。このような状況で、しわ一本一本に至る表情の個性やそれに起因する豊かな多様性は見抜けない。あとの二つは、個性や多様性の創出技術である。二つ目は、育種に

関連する。細胞が本来持つ個性を背景に、さらなる特徴を付与しうる形質転換技術の開発である。今のところ、遺伝子操作技術が容易に適用できる微生物(宿主)は限られており、宿主レベルでの個性の多様性が充分であるとは言えない。三つ目は、集団としての個性の創出方法である。個性的な細胞を織り交ぜて扱うことで、例えば国民性のような集団が持つ特徴を顕在化させることはできないだろうか。技術的には複合培養系の制御技術などがあげられよう。

このような技術との協働により、IT・AI技術を介して生物の個性・多様性をも自在に扱い、新たな個性を創造できるようになれば、真の意味で持続的な循環型社会を実現するバイオテクノロジー、発酵技術が創出できるのでないかと思う。



レポート Report

胃消化シミュレーター(消化酵素の有用性)

消化酵素は胃もたれや消化不良の解消に効果的であり、古くから用いられてきました。その先駆けは、高峰讓吉先生が開発・商品化を行ったタカジアスターゼで、国内では1899年に三共商店(現第一三共ヘルスケア)より販売開始されました。1900年には動物由来のパンクレアチンも医療用消化酵素に用いられるようになりました。天野エンザイム(当時天野製薬)では、1948年より麦芽由来のジアスターゼの製造販売が始まり、1950年より麹菌由来のビオダスターゼ、1953年よりパンクレアチンの製造販売を開始しました。その後、でんぷんを分解するアミラーゼ、タンパクを分解するプロテアーゼ、脂肪を分解するリパーゼ、繊維を分解するセルラーゼなどがそれぞれ微生物由来酵素として消化酵素剤に複合的に使用されるようになり、現在に至っております。

消化酵素はその由来により、よくはたらくpH域が異なります。麹菌などの微生物由来の消化酵素は酸性域でよくはたらく、動物由来のパンクレアチンは中性からアルカリ域でよくはたらくものの酸性に

なると活性がなくなるという特徴があり、消化酵素剤では酸性で溶ける顆粒、中性で溶ける顆粒にそれぞれの成分を配合するといった、それぞれの酵素の特長に合わせた工夫がなされてきました。

このように古くから用いられてきた消化酵素ですが、天野エンザイムでは消化酵素の新たな機能を見出すための取り組みを行っています。その中で、麹菌由来の消化酵素による腸内細菌叢の改善効果などが見出されてきました。写真は連続型ヒト胃消化シミュレーターでの消化実験の様子で、胃蠕動、胃から腸への排出、胃酸とペプシン(胃のもつ消化酵素)の分泌といった胃での消化を再現し、消化酵素による食品消化の促進効果の観察や生成物の分析などを行っています(図1)。これにより、消化酵素投与による食品からのアミノ酸遊離の増強などが実証されました。

天野エンザイムは、こうした取り組みを通して、消化酵素の新たな機能の探索を行い、健康や食にかかわる有用な情報を今後も発信していきます。

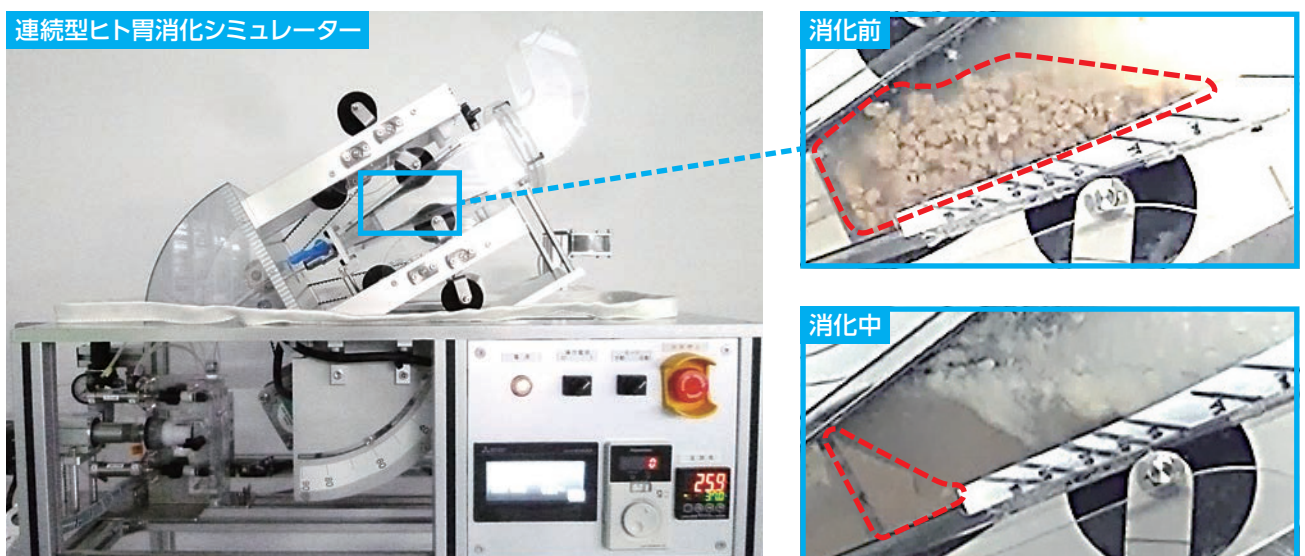


図1. 連続型ヒト胃消化シミュレーターでの実験の様子。写真では牛ミンチ肉が胃を模した容器内で消化される様子を示しています。破線は、消化残渣を示します。

執筆者紹介

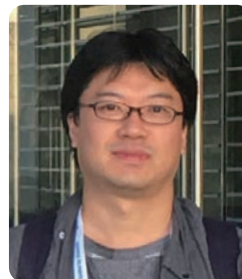
亀田 倫史 かめだ ともし

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 主任研究員
北海道大学大学院 生命科学院 客員准教授

【経歴等】

京都大学理学部卒 神戸大学大学院博士課程修了 博士(理学)

一貫して、蛋白質・DNAなどの生体高分子を理論手法を用いて研究している。主として分子動力学 (MD) シミュレーションを用いるが、バイオインフォマティクス、機械学習も用いている。



我々は分子動力学 (MD) シミュレーションや機械学習といった計算手法を用いて、酵素の高機能化に取り組んでいる。本稿では、コンピュータ上で蛋白質、水、化合物を原子球の集まりとして表現し、それらの形状・動きを調べるMDを用いて、リパーゼの高機能化を行った。

現在、植物原料からの抽出や、化学法によるL-メントール光学異性純度は医薬品グレードを満たす99.0%以上を達成しているが、酵素による合成では97.0%にとどまっている。99.0%以上の純度を達成する酵素を開発できれば、高度な化学プロセスを持たない企業でも高純度メントール生産が可能となる。そこで、メントールをリパーゼで合成した際の光学異性純度の向上を目指した。

リパーゼは基質と結合していない状態 (アポ) では開いた構造、結合状態 (ホロ) では閉じた構造をとり、その立体構造が大きく変化する。今回対象としたリパーゼはアポでの開いた構造しか立体構造が得られていなかった。そこで我々は、開いた構造の活性部位にL-メントールの前駆体であるL-メンチルアセテートを配置し、ホロ状態のMD[1]を実施したところ、閉じた構造を計算機上で再現することに成功した。この閉じた構造を元に、L、D体のメンチルアセテートを配置したMD[1]をそれぞれ行い、2つの計算結果からD体が良く接触し、かつ、L体が接触しないアミノ酸残基を特定した。このアミノ酸を変異させることで、L体への反応性はそのままに、D体への反応性を下げ、結果純度の向上が得られると想定

し、変異体での実験を行うと、最高で99.5%の純度を得ることに成功した。

蛋白質・基質自身の構造は変化させず、相対配置のみを変化させ複合体構造を予測するドッキングシミュレーションは、リパーゼのような構造変化の大きい酵素に適用できない。本研究は蛋白質自身の構造変化を考慮できるMDの有用性を示している。

[1] 本研究では、構造変化を促進するためにALSD法という特殊なMDを行った。

J. Ikebe et al. (2014) J. Comput. Chem. 35:39-50

酵素リパーゼ、基質メンチルアセテート
活性部位残基 (S87) (1OIL)



第3回 中日生物触媒技術シンポジウム

近年、中国をはじめアジア諸国の急激な化学工業の発展に伴う環境汚染が問題視されており、人や生態系、環境への影響を最小限とする工業プロセスへの変更が叫ばれています。この流れは、昨今のSDGsに代表される持続型社会の実現に向けた世界的な取り組みにより益々拍車がかかっており、Green Chemistryを担うサステナブルな方法である酵素を利用した工業プロセスは、その有力なソリューションの一つとしてさらに注目を集めています。

天野エンザイムは、中国浙江大学との共催で「日中生物触媒技術シンポジウム」を隔年で開催しています。本シンポジウムは、酵素を利用したGreen Chemistryに興味のある中国企業と、同分野で最新の研究をしている日中の大学あるいは公共研究機関の先生方を結びつけ、最先端の研究発表を中国企業各社に発信する目的で開催しています。

2020年12月12日、第3回となる本シンポジウムを中国杭州市において開催しました。COVID-19の影響で日本からはリモートでの参加となり、また杭州市の会場でも参加人数制限がありました。当日は中国の企業・大学から制限ぎりぎりとなる約120名の方々にご参加いただきました。日本からご招待した浅野泰久(富山県立大学)、本田孝祐(大阪大学)両教授によるリモート講演を含む合計13題の講演(下表)が行われ、活発な質疑応答とディスカッションが交わされました。

このような状況にもかかわらず多くの参加者にご来場いただき、中国における酵素への注目度は依然として高いことを実感しました。天野エンザイムは今後も本シンポジウムを継続し、酵素によるGreen Chemistryで皆様のお役に立てるように尽力していきます。



会場の様子



楊立榮教授(浙江大学)



スクリーン内: 浅野泰久教授(富山県立大学)



本田孝祐教授(大阪大学)

発表演題

| | | |
|------|-----------------------|---|
| 浅野泰久 | 富山県立大学 | 動植物由来Hydroxynitrile lyaseの構造、機能解析と応用 |
| 呉堅平 | 浙江大学 | グルタミン酸デヒドロゲナーゼの分子工学 |
| 本田孝祐 | 大阪大学 | 好熱性酵素からなる <i>in vitro</i> 合成代謝経路 |
| 鄭高偉 | 華東理工大学 | キラルアミン合成のためのイミンレダクターゼとアミンデヒドロゲナーゼの開発 |
| 浦野信行 | 天野エンザイム株式会社 | 産業用利用を目指したタンパク質工学 |
| 陳可泉 | 南京工業大学 | 酵素触媒によるアミノ酸誘導体化 |
| 戈鈞 | 清華大学 | 酵素触媒のエンジニアリング |
| 呉治慶 | 中国科学院天津工業バイオテクノロジー研究所 | ニトリラーゼが触媒するニトリル加水分解における選択性制御と物質合成への応用 |
| 王健博 | 湖南師範大学 | P450が触媒する不斉硫化メカニズムの研究 |
| 羅雲孜 | 天津大学 | TyrosolとSolidroside高生産に向けた酵母のマルチモジュラーエンジニアリング |
| 予浩然 | 浙江大学 | 酵素工学のためのRational design方法の開発 |
| 劉珂鑫 | 浙江大学 | 酸応答性ドラッグデリバリーに向けたテラーメイドナノ小胞シスプラチンの開発 |
| 趙影 | 浙江大学 | ドナン平衡に基づく正荷電ナノフィルター膜の開発 |

WEBサイト「見えないもので世界はできている」のご紹介

天野エンザイムでは、会社のホームページとは別に、新しく特設WEBサイト「見えないもので世界はできている」を作成し、2021年1月から公開しました。

人間の営みの中で、「発酵」は紀元前の古くから利用され、食料、飲料、衣料などの分野において世界中で広く用いられています。しかし、「発酵」が「酵素」の働きによるものだということ知られてからの歴史は短く、いまも「酵素」については人々にあまり認識されていません。

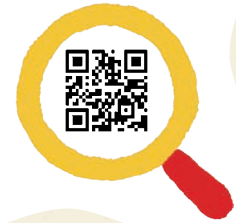
このサイトは、日常生活の様々なところで酵素が利用され、生活に欠かせない存在であることを、酵素の専門家以外の方々にも知っていただくために作成しました。酵素の紹介だけでなく、発酵に関わりのある人々へのインタビューも掲載し、サイトを訪れる方に楽しく読んでいただける構成となっています。

このサイトを通じて、多くの人が酵素に興味を持ち、身近に感じていただくとともに、サステナブルな社会における酵素の可能性を知っていただければと願っています。

URLは以下の通りです。是非一度ご覧いただくとともに、ご家族やお知り合いの方々にもご紹介いただきますよう、宜しく願いいたします。

<https://mienaimono.jp/>

見えないもので
世界はできている



学会発表一覧

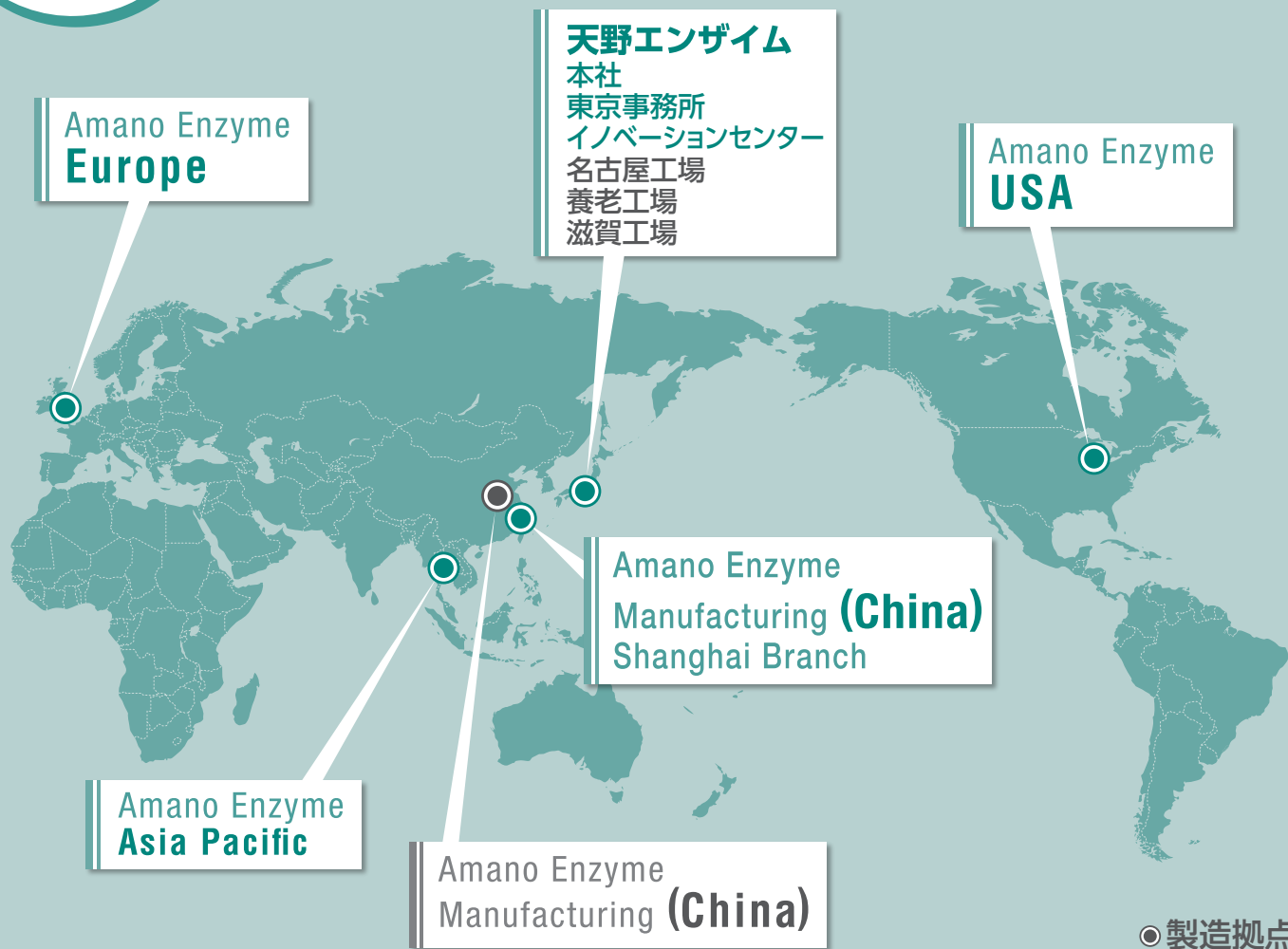
2020年天野エンザイムでは以下のような学会発表をいたしました。今後の天野エンザイムの活動にご期待ください。

| 学会名 | 日付(場所) | タイトル | 発表者 |
|---------------------------------------|-------------------------------|--|-------------|
| 第106回 日本消化器病学会総会 | 2020年8月11-30日 (Web開催、誌上発表) | 消化管モデルを用いた医療用消化酵素製剤の総合脂肪消化力比較試験～第二報～ | 高橋晶子、洪繁 |
| | | 胃消化シミュレーターを用いた消化酵素の消化管内での効果の評価 | 高橋晶子、小林功、洪繁 |
| 日本ビタミン学会 第72回 大会 | 2020年9月4-13日 (Web開催) | 血糖測定用酵素グルコース脱水素酵素-補酵素の違いによる変遷- | 西尾享一 |
| BioJapan 2020 World Business Forum | 2020年10月14-16日 (横浜) | MDシミュレーションに基づく酵素設計-酵素設計技術を活用した化成品製造法の開発- | 石原聡 |
| 第51回 日本消化吸収学会総会 | 2020年11月21日 (Web開催) | 胃消化シミュレーターを用いた消化酵素の消化管内での食品に対する効果の評価 | 高橋晶子、洪繁 |
| | | 腸部低pH条件消化管モデルを用いた医療用消化酵素製剤の総合消化力比較試験 | 高橋晶子、洪繁 |

2021年 展示会出展一覧

| 日程 | 展示会名 | 開催地 |
|--------------|--|---------------|
| 3月16日 - 18日 | Food Ingredients China 2021 | 上海 (中国) |
| 5月2日 - 5日 | 2021 AOCS Annual Meeting & Expo | ポートランド (米国) |
| 5月12日 - 14日 | ifia Japan 2021 | 横浜 (日本) |
| 5月19日 - 20日 | Chemspec Europe 2021 | フランクフルト (ドイツ) |
| 6月開催予定 | CPhI China 2021 | 上海 (中国) |
| 6月30日 - 7月2日 | FBIF 2021 | 杭州 (中国) |
| 7月18日 - 21日 | IFT 21 | シカゴ (米国) |
| 7月21日 - 23日 | 15th Food Proteins Course North America 2021 | シカゴ (米国) |
| 9月15日 - 17日 | Food Ingredients Asia 2021 | バンコク (タイ) |
| 9月22日 - 23日 | Vitafoods Asia 2021 | シンガポール |
| 9月28日 - 29日 | 2021 Protein Trends & Technologies Seminar | イタスカ (米国) |
| 10月1日 - 3日 | 2021 Specialty Coffee Expo | ニューオーリンズ (米国) |
| 10月5日 - 7日 | Vitafoods Europe 2021 | ジュネーブ (スイス) |
| 10月25日 - 28日 | Supply Side West 2021 | ラスベガス (米国) |

詳細、最新情報は弊社HPまたは各展示会HPをご参照ください。



日本のバイオテクノロジーで、
世界を変える。

<https://www.amano-enzyme.co.jp/>

天野エンザイム株式会社(発行)

本社:

〒460-8630

愛知県名古屋市中区錦一丁目2番7号

Tel: 営業 052-211-3032

総務 052-211-3034

Fax: 営業 052-211-3054

総務 052-211-3038

E-mail: sales@amano-enzyme.com

東京事務所:

〒105-0011

東京都港区芝公園一丁目2番8号

AMANO芝公園ビル8階

Tel: 03-6452-8970

Fax: 03-6452-8971

AMANO ENZYME U.S.A. CO., LTD.

1415 Madeline Lane, Elgin, IL 60124 U.S.A.

Tel: +1-847-649-0101

Fax: +1-847-649-0205

AMANO ENZYME EUROPE LTD.

Roundway House, Cromwell Park,
Chipping Norton, Oxfordshire, OX7 5SR, U.K.

Tel: +44-(0) 1608-644677

Fax: +44-(0) 1608-644336

AMANO ENZYME MANUFACTURING
(CHINA), LTD. SHANGHAI BRANCH

C3-5F "800SHOW", No.800,

ChangDe Road, Shanghai 200040, P.R.China

Tel: +86-(0) 21-6249-0810

Fax: +86-(0) 21-6248-7026

AMANO ENZYME ASIA PACIFIC CO., LTD.

Room No.1116, Innovation Cluster 2 Building, Tower D,
141 Thailand Science Park, Phahonyothin Road,
Khlong Nueng, Pathum Thani 12120, Thailand

Tel: +66-(0) 2-117-8390

Fax: +66-(0) 2-117-8392