

日本農芸化学会関西支部
第 526 回講演会

講演要旨集

令和 5 年（2023 年）7 月 8 日（土）

大阪公立大学（中百舌鳥キャンパス・学術交流会館）

日本農芸化学会関西支部



第526回講演会プログラム

■ 開会の辞 (13:00~13:05)

秋山 康紀 開催校幹事代表

■ ミニシンポジウム (13:05~15:10)

人工代謝経路の構築に向けた酵素触媒の最適化 [発表時間 35分：質疑応答 5分]

ミニシンポジウム趣旨説明

世話人代表 藤枝 伸宇 (阪公大院・農)

1. ユーグレナにおける嫌氣的呼吸鎖と共役した脂質合成系の理解
中澤 昌美 (阪公大院・農)
2. 酵素動力学パラメータの最適値について
千葉 洋子 (理研・環境資源科学研究センター)
3. 耐熱性酵素を用いた細胞外代謝経路のデザインと駆動
本田 孝祐 (阪大・生物工学国際交流センター)

■ 休憩 (15:10~15:25)

■ 一般講演 (15:25~16:45)

[発表時間 10分：質疑応答 3分] *印は優秀発表賞対象講演

- *1. 膵臓 β 細胞におけるRedd2発現制御とノックアウトマウスを用いた機能解析

○山田 志帆¹、浦川 夏帆²、原田 直樹^{1,2}、北風 智也^{1,2}、松村 成暢³、
真下 知士⁴、乾 博^{1,2,5}、山地 亮一^{1,2}

(¹阪公大院・農、²阪府大院・生命環境、³阪公大院・生活科学、⁴東大・医科研、
⁵大手前大・健栄)

- *2. Secretion mechanism of GLP-1 from enteroendocrine L-cells by black tea theaflavins

○Kevin Odongo¹, Naoki Harada², Hitoshi Ashida¹

(¹Grad. Sch. Agric. Sci., Kobe Univ., ²Grad. Sch. Agric., Osaka Metrop. Univ.)

- *3. 立体選択的ヘテロDiels-Alder反応を触媒する人工金属酵素の構築
 ○松本 隆聖¹、吉岡 紗穂²、森田 能次¹、藤枝 伸宇^{1,2}
 (¹ 阪公大院・農、² 阪府大院・生命環境)
- *4. *Collimonas fungivorans* が生産する真菌菌糸の形態や成長に影響を及ぼす化学因子
 ○北村 心、北村 愛美、甲斐 建次
 (阪公大院・農)
- *5. Cycloheximideが 1×10^{-8} Mで根寄生植物 *Orobancha minor* の種子発芽を阻害する
 ○野上 凌介¹、永田 真梨²、今田 理彩²、甲斐 建次^{1,2}、川口 剛司^{1,2}、谷 修治^{1,2}
 (¹ 阪公大院・農、² 阪府大院・生命環境)
- *6. 光合成の光エネルギー変換を担う光化学系IIの活性向上型変異の発見と新規ゲノム編集法によるシロイヌナズナへの変異導入
 ○今泉 滉¹、有村 慎一²、西村 太志³、長尾 遼^{4,5}、斉藤 圭亮^{6,7}、中野 雄司³、石北 央^{6,7}、野口 巧⁴、伊福 健太郎¹
 (¹ 京大院・農、² 東大院・農生、³ 京大院・生命、⁴ 名大院・理、⁵ 静大・農、⁶ 東大・先端研、⁷ 東大院・工学系・応用化学)

■ 優秀発表賞の投票・集計 (兼 休憩) (16:45~16:55)

■ 2023年度農芸化学若手女性研究者賞 受賞記念講演 (16:55~17:25)

低酸素条件下における代謝酵素群による集合体形成の発見およびその制御機構の解析
 三浦 夏子 (阪公大院・農)

■ 優秀発表賞表彰式 (17:25~17:30)

■ JSBBA KANSAI Student Committee からの案内 (17:30~17:35)

■ 中部・関西支部合同大会 (第527回講演会) のアナウンスおよび閉会の辞 (17:35~17:40)

森 直樹 日本農芸化学会関西支部 支部長

■ 懇親会 (17:45~18:45)

ミニシンポジウム

人工代謝経路の構築に向けた酵素触媒の最適化

ユーグレナにおける嫌氣的呼吸鎖と共役した脂質合成系の理解

中澤 昌美 (阪公大院・農)

Euglena gracilis (ユーグレナ：和名ミドリムシ) は、淡水に生息する単細胞真核藻類である。本学では約 50 年前からユーグレナの生理生化学的研究が進められ、その過程で、ユーグレナが嫌氣的な環境への適応としてワックスエステルを合成することが見出されてきた^{1),2)}。我々は基礎的な観点から、本現象が生物界で初めて見出された「 β 酸化完全逆行による長鎖脂肪酸合成と共役した嫌氣的呼吸」であることを明らかにした³⁾⁻⁶⁾。本システムを理解することは、他の物質生産宿主や無細胞系において、高効率・高収量の脂質合成系を構築することに繋がると期待し、以下に概説する。

ユーグレナは、好気環境で蓄積した貯蔵多糖パラミロン (不溶性 β -1,3 グルカン) として細胞内に蓄積する。嫌気状態や低酸素状態にさらされると、パラミロンを速やかに分解し (24~48 時間程度)、脂肪酸・脂肪アルコールエステルであるワックスエステル (WE) を合成する。WE は、中鎖飽和化合物で構成され (C14 が最も多い)、さらに著量の奇数鎖脂質を含むという、他の藻類や植物が合成する脂質とは異なる特徴を有している。WE 合成には ATP やマロニル-CoA が不要であるという実験的事実から、1980 年代には「ミトコンドリア脂肪酸 β 酸化の部分逆行により WE のアシル鎖が合成される」と推定されたが²⁾、分子レベルの理解には程遠い状況であった。

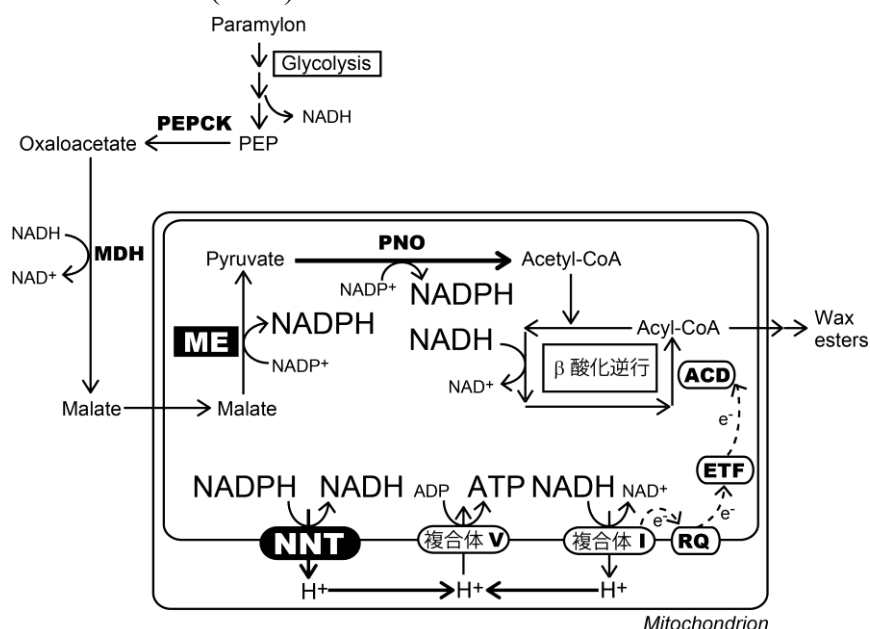
そこで我々は、従来の代謝予測に加え、公開トランスクリプトーム情報を活用した逆遺伝学的解析 (RNAi 法によるノックダウン) を行った。その結果、ユーグレナは、脂肪酸 β 酸化を完全逆行させることで ATP を使わずに脂質を合成し、さらに嫌氣的呼吸鎖と共役して ATP 合成も同時に行っていることを明らかにした³⁾⁻⁵⁾。一般的な教科書には、 β 酸化による脂肪酸分解は、3 種の可逆反応に加え、アシル-CoA デヒドロゲナーゼ (ACD) により触媒される不可逆反応から構成される、との記載がある。では、なぜユーグレナは生理的に困難とされる「ACD による逆反応」を可能にし、脂肪酸合成に活用できるのだろうか。現在の予想では、ユーグレナの嫌氣的呼吸鎖を構成する低酸化還元型キノンであるロドキノン (RQ) が、呼吸鎖複合体 I で生じた電子を、電子伝達フラボタンパク質 (ETF) を介して ACD に伝達する仕組みと、まだ実験的な証明はできていないが、ACD 上で electron bifurcation による電子分岐がおこり、熱力学的に有利な反応と組み

合わさることで熱力学的な障壁を回避する仕組みが組み合わさって、トランスエノイル-CoA への還元を可能にしていると考えられる。

ユーグレナの嫌気下脂肪酸合成系を解析する中で、もうひとつ大きな矛盾があった。それは、呼吸鎖の複合体 I で利用される電子供与体が NADH であることに対して、既知のユーグレナ嫌気代謝では、pyruvate:NADP⁺ oxidoreductase (PNO) という酸素感受性のアセチル-CoA 合成酵素による NADPH 供給のみが知られていたことである。PNO のノックダウンは顕著なワックスエステル合成低下と同時に ATP 低下も引き起こしたことから⁴⁾、NADPH 供給そのものに生理的意義があると仮説を立て、NADPH と NADH の変換反応を担う代謝要素を探索した。その結果、ミトコンドリア内膜に局在する膜貫通型トランスヒドロゲナーゼ (NNT) が嫌気下でのワックスエステル合成および ATP 合成に大きく寄与していることを見出した⁶⁾。NNT は酸化還元補酵素の相互変換反応に伴い、プロトン膜内外に輸送する機能を有する。NADH 生成方向に機能する場合には、ミトコンドリア内膜におけるプロトン濃度勾配の形成に正の影響を及ぼし、複合体 V による ATP 生産にも貢献している可能性も見出された。

【参考文献】

1. Inui *et al.* (1982) *FEBS Lett.* 150: 89-93.
2. Inui *et al.* (1984) *Eur. J. Biochem.* 142: 121-126.
3. Nakazawa *et al.* (2015) *Lipids* 50: 483-492.
4. Nakazawa *et al.* (2017) *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 81:1386-1393.
5. Nakazawa *et al.* (2018) *FEBS Lett.* 592: 4020-4027.
6. Nakazawa *et al.* (2021) *FEBS Lett.* 595: 2922-2930.



酵素動力学パラメータの最適値について

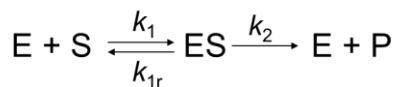
千葉 洋子（理研・環境資源科学研究センター）

優れた化学触媒に求められる要素として、高触媒活性・高選択性・高耐久性の3つが知られている。では、生物の有する代謝酵素にはどのような要素が求められているのだろうか？我々は、「代謝」という文脈で優れた酵素とはどのようなものか、という問いに答えることを目指し、触媒活性およびそれを定める動力学パラメータに注目して研究を行っている。これによって得られる知見は、将来的には人工代謝経路構築における酵素選択・設計指針の策定に役立つと期待される。

1. 酵素活性を最大化する動力学パラメータ(K_m)の理論推定 [1]

酵素反応速度は、式1に示す反応機構に基づき、ミカエリス・メンテン (MM) 式 (式2) で表されてきた。

式1



式2

$$v = \frac{k_{cat} [E][S]}{K_m + [S]}$$

式3

$$K_m = \frac{k_{1r} + k_2}{k_1}$$

本式において、反応速度は速度定数 $k_{cat}(=k_2)$ 、MM 定数 K_m (式3)、基質濃度[S] および酵素濃度[E]の関数で表される。そのため、酵素活性を向上させるためには k_{cat} を大きく、 K_m を小さくすればよいと考えられてきた。しかし、両者にはトレードオフがあり、活性を最大化するために k_{cat} と K_m にどの値を与えればよいのか具体的な指針に欠けるという問題があった。そこで我々は、反応速度とギブスエネルギー変化 (ΔG) には相関関係があるという仮定のもと数理計算を行い、 $K_m=[S]$ の時に反応速度が最大となることを示した。本数理計算は酵素活性が MM 式に従うこと、および反応の駆動力 (ΔG) に対して活性化エネルギー (E_a) がどれだけ敏感に応答するかを示す指標 α が 0.5 であることを仮定している。したがって生成物阻害等によって活性が MM 式から逸脱する場合や $\alpha \neq 0.5$ の場合、活性を最大化する K_m は[S]からずれる。しかしそのずれはおよそ 1 桁以内になまるので、これら仮定から逸脱する酵素においても $K_m=[S]$ は活性を高めるための指標になると考えられる。

2. 現存酵素は活性を最大化することを目指しているか？

生物が有する酵素は、各生物の代謝にとって適切な動力学パラメータに進化してきたと推定される。では、現存酵素の動力学パラメータは活性を最大化する値、すなわち $K_m \approx [S]$ となっているのだろうか？我々は以下の2つのアプローチで本疑問を検証した。

2-1. 既存のオミックスデータを用いた検証 [1]

Park らのデータ[2]を用い、3 生物（大腸菌、酵母、マウス細胞）における細胞内代謝産物濃度 $[S]$ とそれら生物の有する酵素の K_m の関係性を評価した（図 1）。ATP や NADH 等の補因子においては、 $K_m < [S]$ という傾向が認められた。一方これら補因子を除いたデータセット（図 1 <50）では $K_m \approx [S]$ を中心とする正規分布となり、解析対象の 53% で K_m が 1 桁以内の誤差で $[S]$ に一致した。すなわち、高触媒活性は現存酵素に求められる要因の一つであると考えられる。なお、補因子において $K_m = [S]$ が成立しない理由の一つとして、MM 式は基質の競合を想定していないことが考えられる。

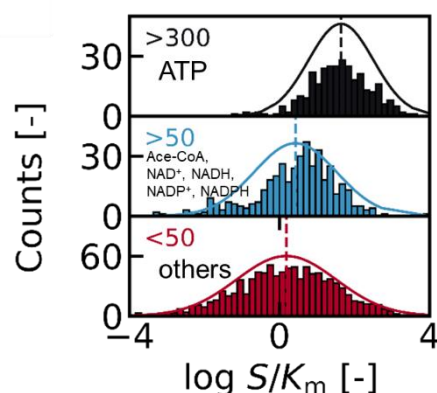


図 1: K_m と細胞内基質濃度 $[S]$ の関係 $>300, >50$ はそれぞれ 300 種、50 種以上の酵素において K_m が報告されている基質 $[S]$ とれに対する K_m の関係性を示しており、中央値が $K_m < [S]$ である。その他基質に対する酵素では $K_m \approx [S]$ を中心とする正規分布が認められる。

2-1. 同一の反応を触媒する多生物由来酵素を用いた検証 [3]

同一反応を触媒する酵素(phosphoserine phosphatase; PSP)間で、どれだけ動力学パラメータに差があるのか検証した。系統的・生理的に多様な 10 生物由来の PSP の K_m と k_{cat} を同一反応条件で比較したところ、 K_m は 3 桁以上、 k_{cat} も 2 桁の違いが認められた。特に K_m は、各酵素を有する生物の至適増殖温度で比較しても 2 桁の差があった。これは、各生物で想定される $[S]$ の差 (1 桁以内) よりも大きい。本結果は、生物において酵素の動力学パラメータを定める選択圧が活性の最大化以外にも存在することを示唆するのではないかと、我々は考えている。

[1] Ooka H, Chiba Y, Nakamura R. bioRxiv, <https://doi.org/10.1101/2023.02.01.526728>

[2] Park J.O. et al. Nat. Chem. Biol. 2016, 12, 482–489

[3] Chiba Y, Ooka H. et al. bioRxiv, <https://doi.org/10.1101/2023.03.10.532031>

耐熱性酵素を用いた細胞外代謝経路のデザインと駆動

本田 孝祐（阪大・生物工学国際交流センター）

【はじめに】演者らは、好熱菌などに由来する耐熱性酵素を細胞外で組み合わせ、代謝経路を模したカスケード反応を構築・駆動し、これを有用物質生産に応用することに取り組んでいる（図1）。構築したい経路を構成する耐熱性酵素群を大腸菌などの中温菌内で過剰発現させたのち、その無細胞抽出液を70~80°C程度の熱処理に供することで目的酵素の簡易精製標品からなるカクテルを得ることができる。こうして構築された細胞外代謝経路は、必要十分数の酵素のみから構成されるため、副反応を伴わず高い対基質収率で生産物を与えることができる。また細胞の生死によらず目的の変換反応が実施可能であるため、細胞毒性を示す代謝物の生産にも適している。一方で、酵素が再生産されない点、高価な補酵素類を外部添加する必要がある点など、生きた微生物の代謝機能を利用する場合にはない課題も存在する。本講演では、演者らがこれまでに構築してきた種々の細胞外代謝経路を紹介するとともに、これらの利用可能性を高めるために残された技術課題について議論したい。

【補酵素収支のバランスしたキメラ型解糖経路の構築】上記のとおり、細胞外で代謝経路を駆動する場合、ATPやNAD(P)Hなどの補酵素を外部から添加する必要が生じる。これらは高価な物質であり、その使用量を低減させるためには、ATP/ADPあるいはNAD(P)⁺/NAD(P)Hの消費と再生をバランスさせ、これらをリサイクルしながら継続的に使用させる工夫が必要となる。しかし、天然の代謝経路を無作為にコピー&ペーストしただけの再構成経路はほとんどの場合、いずれかの補酵素の過不足に陥る。この課題に対し、演者らのグループでは、好熱性細菌由来の解糖経路（Embden-Meyerhof経路；EM経路）の一部を超好熱性アーキアの変形EM経路に由来する酵素で置換することでATPとADPの消費・再

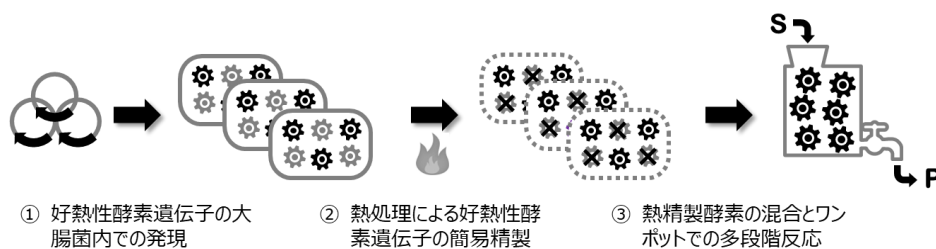


図1 耐熱性酵素を用いた細胞外代謝経路の構築スキーム

生がバランスしたキメラ型 EM 経路をデザイン・構築した¹⁾。また、脱炭酸反応を伴わず、酸化還元反応が生じない(すなわち NAD(P)⁺/NAD(P)H を要求しない)人工解糖系として知られる non-oxidative glycolysis (NOG) 経路を細胞外構築し、これらを用いた種々の物質生産を実証している²⁾。

【NAD⁺サルベージ合成経路の構築】耐熱性酵素を用いる動作原理上、演者らが構築した細胞外代謝経路は高い温度域で良好に動作する。一方で、NAD(P)⁺や NAD(P)H といったニコチンアミド補酵素類は熱安定性に乏しく、これらの補酵素の高温域での安定化は耐熱性酵素の利用可能性を高めるための重要なチャレンジとなっている。この課題に対し演者らは、ニコチンアミド補酵素を安定化させるのではなく、これらの分子をその熱分解物から再合成することで「見かけ上」安定化させることに取り組んだ。NAD⁺は高温域で、ニコチンアミドと ADP リボースへと分解されるが、好熱菌を含む多くの生物は、これらの熱分解物から NAD⁺を再合成するサルベージ合成経路を有している。演者らは好熱菌から取得した NAD⁺サルベージ合成酵素群を上述のスキームで組み合わせ、これを用いることで高温域における NAD⁺の見かけ上の安定化が達成できることを示した³⁾。また演者らは、生きた好熱菌の細胞「内」における NAD⁺サルベージ合成経路の生理的意義についても調査を行い、同経路が好熱菌の生育温度上限を決定する因子のひとつであることを実証している⁴⁾。

参考文献

- 1) Ye X, Honda K, Sakai T, Okano K, Omasa T, Hirota R, Kuroda A, Ohtake H, *Microbial Cell Fact*, **11**: 120 (2012)
- 2) Alim GS, Okano K, Honda K, *ChemBioChem*, **23**: e202200210 (2023)
- 3) Honda K, Hara N, Cheng M, Nakamura A, Mandai K, Okano K, Ohtake H.; *Metab Eng*, **35**: 114-120 (2016)
- 4) Taniguchi H, Sungwallek S, Chotchuang P, Okano K, Honda K, *J Bacteriol*, **199**: e00359-17 (2017)

○ 演者プロフィール

名前：中澤 昌美 (**Masami Nakazawa**)

連絡先：〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1

大阪公立大学大学院農学研究科生命機能化学専攻

E-mail address: mami@omu.ac.jp

略歴：

- 2001年9月 大阪府立大学農学生命科学研究科博士後期課程 退学
 - 2001年10月 大阪府立大学大学院農学生命科学研究科 助手
 - 2007年4月 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 助教
 - 2011年3月 博士 (応用生命科学)
 - 2011年10月 科学技術振興機構 さきがけ研究者兼任 (～2015年3月)
 - 2019年4月 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 講師
 - 2022年4月 大阪公立大学大学院農学研究科 講師
- 現在に至る

主な研究テーマ：微細藻類ユーグレナの低酸素下代謝機構の解明・バイオリファインアリー化。ユーグレナおよび近縁種の分子生物学的研究ツールの開発。

今後の展望：ユーグレナ研究で得られた知見を、広い物質生産宿主へと移転したい。ユーグレナやその近縁種など、変な生き物の研究から普遍的な発見を達成したい。

名前：千葉 洋子 (**Yoko Chiba**)

連絡先：〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

理化学研究所 環境資源科学研究センター

E-mail address: yoko.chiba.ey@riken.jp

略歴：

- 2007年3月 京都大学農学部資源生物科学科卒業
- 2009年3月 京都大学大学院農学研究科博士前期課程修了
- 2011年4月 日本学術振興会特別研究員 (DC2)
- 2012年3月 東京大学大学院農学生命科学研究科修了,博士 (農学)
- 2012年5月 筑波大学生命環境系 助教
- 2016年4月 国立研究開発法人海洋研究開発機構 ポストドクトラル研究員
- 2019年4月 国立研究開発法人理化学研究所 研究員
- 2021年6月 国立研究開発法人理化学研究所 上級研究員 (現職)

2021年11月 筑波大学生命環境系 准教授（連携大学院）（現職）

2022年10月 マックスプランク研究所（ドイツ） 客員研究員

主な研究テーマ：微生物の中央代謝経路、特に炭酸固定経路およびアミノ酸生合成経路の解析

今後の展望：代謝・酵素の多様性およびそれを生み出した因子の解明

名前：本田 孝祐（**Kohsuke Honda**）

連絡先：〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1

大阪大学生物工学国際交流センター

E-mail address: honda.kohsuke.icb@osaka-u.ac.jp

略歴：

1998年3月 京都大学農学部農芸化学科卒業

2000年3月 京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻修士課程修了

2003年3月 京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻博士課程修了、
博士（農学）

2003年4月 京都大学大学院農学研究科博士研究員（JSPS 特別研究員、21
世紀 COE プログラム研究員）

2005年4月 大阪大学大学院工学研究科生命先端工学専攻・助教

2010年6月 同上・准教授

2011年4月 科学技術振興機構 さきがけ研究員（兼任、2014年3月まで）

2019年11月 大阪大学生物工学国際交流センター・教授
現在に至る

主な研究テーマ：極限環境微生物（好熱菌、有機溶媒耐性菌）のバイオテクノロジー

今後の展望：極限環境微生物を軸とした基礎研究と応用研究の両立

一般講演

* 1

膵臓 β 細胞における *Redd2* 発現制御とノックアウトマウスを用いた機能解析

○山田 志帆¹、浦川 夏帆²、原田 直樹^{1,2}、北風 智也^{1,2}、
松村 成暢³、真下 知士⁴、乾 博^{1,2,5}、山地 亮一^{1,2}

(¹ 阪公大院・農、² 阪府大院・生命環境、³ 阪公大院・生活科学、
⁴ 東大・医科研、⁵ 大手前大・健栄)

【目的】 膵臓 β 細胞からのインスリン分泌能の低下は2型糖尿病発症の一因となる。2型糖尿病を予防するためには、慢性的な高血糖が導く膵臓 β 細胞への酸化ストレスと、それに続く機能不全や細胞死の抑制が重要である。*Regulated in development and DNA damage response 2 (Redd2)*は酸化ストレス誘導剤ストレプトゾトシン(STZ)を投与したマウスの膵島で発現が増加することが報告されている。我々は、ラットINS-1膵臓 β 細胞においてSTZ刺激により*Redd2*の発現が上昇し、発現した*Redd2*が細胞死促進因子として作用すること、そして、全身*Redd2*ノックアウトマウスでは高脂肪食摂取時の耐糖能が改善することを見出した。本研究では、膵臓 β 細胞における*Redd2*の発現制御解析と膵臓 β 細胞特異的ノックアウトマウスを用いた機能解析を行った。

【方法・結果】 レポーターアッセイによるプロモーター解析の結果、STZにより活性化する転写因子であるNrf2またはp53を高発現させるとマウス*Redd2*プロモーター(-2328~-1)活性が上昇すること、Nrf2とp53はEpRE2(-349~-340)とp53RE1(-90~-81)を介して活性を上昇させることが示唆された。Nrf2とp53はそれぞれEpRE2およびp53RE1の両方に結合することをChIP assayにより見出した。Nrf2とp53の共高発現は、*Redd2*プロモーター活性を相乗的に上昇させた。これらの転写因子の内在レベルでの*Redd2*発現への影響を検討したところ、p53のノックダウンによりSTZ刺激による*Redd2*の発現が減少した。さらに*Redd2*の機能を解析するため、Cre/loxPシステムにより膵臓 β 細胞特異的*Redd2*ノックアウトマウスを作製した。*Redd2*のエキソン2を挟むようにloxP配列を組み込んだ*Redd2^{fllox/fllox}*マウスを作出し、マウスインスリン1プロモーター下流でCreを発現する*Ins1-cre*マウスと交配し、*Ins1-cre; Redd2^{fllox/fllox}* (β *Redd2*-KO) マウスの*Redd2*ノックアウトをジェノタイプングにより確認した。4週齢の β *Redd2*-KOとコントロール(*Redd2^{fllox/fllox}*)マウスに高脂肪食を14週間与え飼育した。12週齢時に腹腔内糖負荷試験を行った結果、 β *Redd2*-KO群で耐糖能が改善した。このときインスリン感受性は2群間で差はなく、グルコース応答性のインスリン分泌量は統計的な差異は認められなかったが β *Redd2*-KO群で高い値を示した。以上の結果から、膵臓 β 細胞に酸化ストレスが誘導されるとp53の活性化により*Redd2*発現が上昇し、高脂肪食摂取時の耐糖能を悪化させることが示唆された。

*2 Secretion mechanism of GLP-1 from enteroendocrine L-cells by black tea theaflavins

Kevin Odongo¹, Naoki Harada², Hitoshi Ashida¹

(¹Grad. Sch. Agric. Sci., Kobe Univ.,

²Grad. Sch. Agric., Osaka Metrop. Univ.)

【Purpose】 Glucagon-like peptide-1 (GLP-1) is an attractive hormone due to its anti-obesity and anti-diabetes effects. GLP-1 is stored in enteroendocrine L-cells and secreted by certain stimuli. Its secretion mechanisms are complex and differ from the stimulus. It has been reported that various nutrients stimulate GLP-1 secretion. However, little is known about the involvement of plant bioactive compounds. Here, we investigated the secretory mechanism of GLP-1 from STC-1 cells by black tea theaflavins (TFs) and confirmed their effect in mice.

【Method】 GLP-1 was analyzed by our developed ELISA. The secretory pathways were examined using protein inhibitors, receptor antagonists, and reporter assay. Ca²⁺ response was examined by fluorescence spectrophotometry. Animal experiments were conducted using male ICR mice.

【Results】 TFs increased GLP-1 secretion. Significant effects were observed from 1 nM and peak effects at 100 nM. As for the secretory mechanism, TFs increased intracellular Ca²⁺ response and activated the CaMKII- and MEK-ERK-signaling pathways. Moreover, pretreatments with inhibitors for Ca²⁺ signaling, PLC, CaMKII, and MEK-ERK, but not PKA abolished TFs-increased GLP-1 secretion. GPR55 antagonist also reduced TFs-increased GLP-1 secretion, while antagonists for GPR40, GPR120, and TGR5 did not. Consistently, TF2B significantly activated SRE-mediated transcription only in the presence of GPR55 by reporter assay. Interestingly, oral administration of TFs-rich extract to ICR mice suppressed acute hyperglycemia in an oral glucose tolerance test accompanied by increased plasma GLP-1 and insulin levels. Moreover, co-administration with exendin 9-39, a GLP-1R antagonist, canceled the TFs-increased glucose-lowering effect. In conclusion, black tea TFs activate GPR55 and prevent postprandial hyperglycemia by mobilizing GLP-1 secretion via Ca²⁺/CaMKII- and MEK-ERK-signalling pathways in enteroendocrine L-cells. We, therefore, demonstrated a novel biological function of TFs, and provide a molecular mechanism for GLP-1 secretion mediated by foods.

*3

立体選択的ヘテロ Diels-Alder 反応を触媒する人工金属酵素の構築

○松本 隆聖¹、吉岡 紗穂²、森田 能次¹、藤枝 伸宇^{1,2}

(¹ 阪公大院・農、² 阪府大院・生命環境)

【目的】

一般に、有機合成における触媒は遷移金属錯体が用いられることが多い。しかし近年では、合成錯体をタンパク質骨格により増強した新規なハイブリッド触媒、通称人工金属酵素が注目を浴びている。人工金属酵素の特徴は、本来水系を苦手とする錯体に対してタンパク質が親水性を与えると同時に、非対称な反応場として立体選択性をも付与する点にある。一方で錯体とタンパク質を連結する方法には種類に限りがあるほか、タンパク質そのものが不安定になるといった懸念点を残している。そこで、当研究室では金属イオンをタンパク質のアミノ酸残

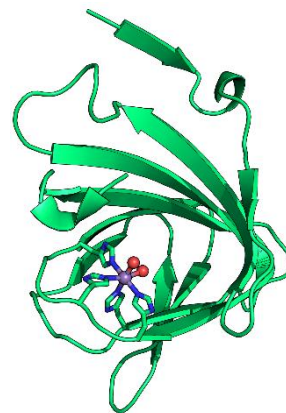


Figure 1.
The structure of TM1459

基に直接配位させることでより簡便に人工金属酵素を構築することを目指してきた。土台タンパク質として、4つのヒスチジンからなる金属結合部位を有する超好熱菌である *Thermotoga maritima* 由来TM1459タンパク質を用いることで、様々な遷移金属イオンを配位させることが可能となる(Figure 1)。本研究では環化付加の代表であるDiels-Alder 反応をモデル反応にし、立体選択的な生成物の作り分けを達成する人工金属酵素の構築を目指した。

【方法・結果】

有機合成では二座もしくは三座の窒素系配位子をベースとした添加剤を用いることが多いことに着目し、4つのヒスチジン残基のうち1つあるいは2つを変異させることで様々な第一配位圏を含む変異体ライブラリーを作成した。大腸菌BL21(DE3)株にて発現し、得られた菌体を超音波破碎、アフィニティークロマトグラフィー、陰イオン交換クロマトグラフィーを用いて変異体タンパク質を精製した。基質として α,β -不飽和アシルイミダゾールとジヒドロフランを用いて、得られた変異体タンパク質を硫酸銅存在下で添加すると、ほとんどの変異体では反応が進行しなかったが、52番目のヒスチジンをアラニンに変異させたH52A変異体を用いた場合には反応が進行した。さらに、第一配位圏だけでなく、第二配位圏に存在する基質近辺のアミノ酸残基もアラニンに変異させることでキャビティを拡大し、より基質のアクセスを促進するような変異体を作製した結果、生成物を収率99%、エナンチオ過剰率94%で合成することができ、立体選択的なDiels-Alder反応を触媒する人工金属酵素の構築に成功した。本発表では変異体の設計や基質結合の詳細について議論する。

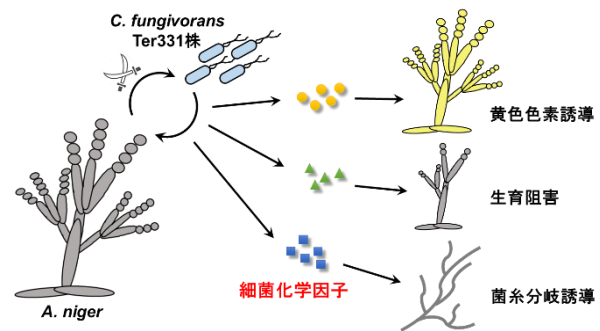
*4

Collimonas fungivorans が生産する真菌菌糸の形態や成長に影響を及ぼす化学因子

○北村 心、北村 愛美、甲斐 建次

(阪公大院・農)

【目的】 土壌中において、細菌と真菌は主要な微生物であり、互いに影響を与えながら生息している。Collimonas fungivorans Ter331株は、貧栄養時に真菌の菌糸を資化するグラム陰性細菌である。Ter331株は、ポリン化合物であるcollimonin A-Dを特徴的に産生し、



*Aspergillus niger*などに対して強い抗真菌性を示す。Collimonin類に加え、Ter331株のゲノムには複数の二次代謝生合成遺伝子クラスターが存在し、真菌類との相互作用時にこれらが協調的に作用する可能性が考えられた。グラム陰性細菌では、菌密度依存の遺伝子発現調節機構であるクオラムセンシング(QS)が二次代謝を制御する例が多い。Ter331株はアシルホモセリン(AHL)型のQS機構を持つことが予想されていたが、その機能については何も分かっていなかった。そこで本研究では、*A. niger*の形態や成長に影響を及ぼすTer331株由来の化学因子とQS機構について調べた。

【方法・結果】 *A. niger*とTer331株を共培養すると、*A. niger*の生育は大きく阻害され、菌糸先端では激しい分岐が確認された。そこで、これらの現象にcollimonin類などの二次代謝産物が関与するかを検証した。Collimonin欠損株($\Delta colA$)と対峙した場合、*A. niger*の生育阻害は緩和し、菌糸分岐は観察されなくなった。また、QS欠損株($\Delta funI$)は*A. niger*に対し、生育阻害と菌糸分岐のいずれの作用も示さなかった。よって、*A. niger*の菌糸分岐にはcollimonin類が、生育阻害にはcollimonin類とQS制御下にある他の二次代謝産物が関与する可能性が示唆された。Ter331株と $\Delta funI$ 株の二次代謝プロファイルと比較すると、環状リポペプチドであるtripropeptin類と分子量1339のNRPSペプチドのピークが欠損株で消失していた。したがって、これらの化合物も抗真菌性に寄与することが強く示唆された。Tripropeptin欠損株($\Delta trpA$)と*A. niger*を共培養したところ、*A. niger*に対する生育阻害は観察されなくなった。NRPSペプチドは新規化合物であると予想され、NMRによる構造解析を進めている。

以上の結果から、Ter331株の真菌資化性には、collimonin類に加えて、tripropeptin類とNRPSペプチドも関与することが分かった。さらに、これらの生産は、AHL型のQS機構によって制御されていた。真菌に対する拮抗現象においても、細菌QS機構によって複数の因子が巧妙に制御されていることが明らかになった。

*5

Cycloheximide が 1×10^{-8} M で根寄生植物 *Orobancha minor* の種子発芽を阻害する

○野上 凌介¹、永田 真梨²、今田 理彩²、甲斐 建次^{1,2}、
川口 剛司^{1,2}、谷 修治^{1,2}

(¹ 阪公大院・農、² 阪府大院・生命環境)

【目的】根寄生植物は、宿主植物の根に寄生し、養水分を奪うことで生育する植物の総称であり、アフリカなどを中心に甚大な農業被害を及ぼしている。日本では農業被害は報告されていないが、紫ツメクサに寄生する根寄生植物 *Orobancha minor* が日本各地に蔓延しており、当研究室では、微生物由来の化合物を用いた防除法開発に向けた研究を展開している。本研究では、*O. minor* の種子発芽阻害におけるシクロヘキシミドの作用機構解明を目的としている。

【方法・結果】まず前任者が、土壌中から放線菌を単離し、培養液をアセトン抽出したサンプルを用いて、*O. minor* の種子発芽を阻害するサンプルを探索した。結果、992 サンプルの中から、*O. minor* の種子発芽を完全に阻害するものの、大腸菌 *Escherichia coli*、麴菌 *Aspergillus oryzae* および紫ツメクサ *Trifolium pratense* の生育および発芽への影響が小さいサンプルを一種選抜した。16S rRNA DNA 解析より、この分離株を *Streptomyces* sp. no. 226 と同定した。本菌培養液から、発芽阻害物質を精製、解析した結果、意外にも抗真菌剤として知られているシクロヘキシミドが同定された。*O. minor* の種子発芽を阻害するシクロヘキシミドの IC_{50} は 2.6 ng/mL で、*A. oryzae* の IC_{50} の約 1000 分の 1 で有効であることが判明した。

そこで本研究では、シクロヘキシミドが低濃度で *O. minor* の種子発芽を阻害する機構について解析した。シクロヘキシミドによる翻訳阻害には、*Saccharomyces cerevisiae* の 60S リボソームタンパク質のサブユニットの 1 つ (RPL28) の 38 番目のグルタミンとシクロヘキシミドが相互作用することが重要である。*O. minor* の RPL28 オルソログである RPL27A の 38 番目のアミノ酸はメチオニンであった。そこで、*S. cerevisiae* を宿主として *rpl28* 遺伝子座で、*O. minor* の RPL27A を発現する株 (Om) および、RPL28 の 38 番目のグルタミンをメチオニンに置換した RPL28_Q38M を発現する株 (Q38M) をそれぞれ作出した。コントロール株として作出した内在の RPL28 発現株 (WT) と Om 株、および Q38M 株のシクロヘキシミド含有培地上での生育を比較した。その結果、WT 株と比較し、Om 株がシクロヘキシミド耐性を示し、Q38M 株はシクロヘキシミド高濃度条件下で若干のシクロヘキシミド耐性を示すことが明らかになった。この結果から、*O. minor* のシクロヘキシミド感受性には RPL27A の 38 番目のメチオニンは関与していないことが分かった。以上より、シクロヘキシミドによる *O. minor* の種子発芽阻害は、既知の作用機構とは異なる機構によるものであることが示唆された。

*6

光合成の光エネルギー変換を担う光化学系 II の活性向上型変異の発見と新規ゲノム編集法によるシロイヌナズナへの変異導入

○今泉 滉¹、有村 慎一²、西村 太志³、長尾 遼^{4,5}、斉藤 圭亮^{6,7}、
中野 雄司³、石北 央^{6,7}、野口 巧⁴、伊福 健太郎¹

(¹京大院・農、²東大院・農生、³京大院・生命、⁴名大院・理、
⁵静大・農、⁶東大・先端研、⁷東大院・工学系・応用化学)

【目的】近年、光合成を利用した物質生産や光合成で固定したCO₂由来の植物バイオマス利用、光合成を模倣してエネルギーをクリーンに生む人工光合成など、持続可能な資源開発に光合成を活用する試みが進んでいる。そのため、光合成メカニズムの深い理解と光合成効率の向上が求められている。光化学系II (PSII) は光合成電子伝達の初期過程を担う色素-タンパク質超複合体である。PSIIは、光エネルギーを用いて、水から電子を取り出して酸素を生じる「水分解-酸素発生反応」を触媒することから、究極の光エネルギー変換装置といえる。本研究では、PSIIの触媒中心 (Mn₄CaO₅クラスター) について、PsbPサブユニットの保存されたループ領域 (Loop 4) がその近傍に挿入されることに着目し、PsbP-Loop 4を構成するアミノ酸への変異導入がPSIIの活性に及ぼす影響を調べた。

【方法・結果】大腸菌を用いてLoop 4のアミノ酸に様々な変異を導入した組換えPsbPタンパク質を作出し、*in vitro*再構成系により、植物から単離したPSIIに結合させて、PSIIの酸素発生活性を測定した。その結果、PsbPのLoop 4領域におけるアミノ酸変異がPSIIの酸素発生活性に大きく影響することを明らかにした。とりわけPsbPのD139N変異によってPSIIの酸素発生活性が顕著に向上することを発見した。PSIIの酸素発生活性が向上するようなアミノ酸変異は極めて稀である。様々な溶液条件下における酸素発生活性の測定や、光誘起FTIR分光法、理論化学的手法を用いて、PsbP-D139N変異による活性向上メカニズムを検討した。その結果、D139N変異によってPSII触媒中心近傍に結合する補因子Cl_Fの結合が安定化されることが示唆された。

PsbPのD139N変異により*in vitro*でPSIIの活性が上がるにもかかわらず、植物の多くでPsbPのD139残基が保存されている。その理由を明らかにするために、シロイヌナズナのPsbP-D139N変異体を作成した。多くの陸上植物の場合、相同組換えの仕組みを用いた標的組換えによるゲノム編集は困難である。そこで、最近報告されたオルガネラゲノムの標的塩基置換法 (TALECD法) を核ゲノムに応用し、PsbP-D139N変異の導入を試みた。その結果、ホモ接合型PsbP-D139N変異体が高確率で得られた。従って、本手法は核ゲノムにコードされた遺伝子に塩基特異的置換を導入するゲノム編集法としても有用であることが明らかとなった。

**2023 年度農芸化学若手女性研究者賞
受賞記念講演**

低酸素条件下における代謝酵素群による集合体形成の発見およびその制御機構の解析

三浦 夏子（阪公大院・農）

はじめに

出芽酵母やがん細胞等では、低酸素条件下で解糖系の代謝が亢進する。この代謝調節メカニズムは、低酸素に応答した転写調節に起因することが知られてきたが、低酸素条件下における各酵素の挙動や触媒機能の変化等については不明な点が多い。筆者らは2013年に、出芽酵母を低酸素条件にさらすと細胞質内で解糖系酵素を含むタンパク質群が集合体を形成することを初めて報告し、集合体形成によって解糖系代謝が促進される可能性を示した¹⁾。この現象は2016年以降、他グループによってセンチュウの神経細胞²⁾やがん細胞株^{3,4)}等で相次いで再確認され、集合体は“Glycolytic body (G-body)”等と名付けられた。細胞内の代謝酵素が、特定の条件下で液-液相分離により集合体を形成する現象は近年注目を集めており、G-body 以外の大規模な酵素集合体としては HeLa 細胞内で *de novo* purine 合成経路にかかわる酵素群が形成する Purinosome が報告されている。筆者は G-body や Purinosome を含む一過的に形成される酵素集合体群をまとめて Metabolic Enzymes Transiently Assembling (META) body と名付け⁴⁾、その形成制御機構について解析を進めている。

1. 低酸素条件下における代謝酵素群による集合体形成の発見

各種解糖系酵素に蛍光タンパク質をタグ付けして出芽酵母内で発現すると、静置培養した細胞質内で解糖系酵素群が集合体を形成する。これは、培養液中の酸素濃度が低下した低酸素条件下で引き起こされる現象である（図1）。解糖系酵素群の中でも特に細胞内での存在量が多いエノラーゼについて、集合体を形成しない1アミノ酸変異（集合体形成不全）株を構築して細胞内での酵素集合体形成が細胞の代謝に与える影響を検証したところ、集合体形成時には集合体形成非形成時に比べてより迅速に代謝変換が進んでいた。これは細胞が低酸素条件下で代謝酵素群の集合体を形成することで多段階からなる生合成反応を効率化していることを示唆するものであり、従来の転写制御に加えた解糖系代謝調節の新たな仕組みとして注目を集めている。

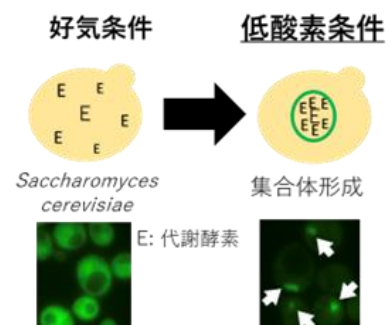


図1. 低酸素条件下における集合体形成

2. 低酸素条件下でタンパク質の局在解析を行うための手法開発

従来の低酸素培養手法は容量が大きいため、一度に多数のサンプルを扱うことが困難であり、また操作に習熟が必要であるため、再現性のあるデータをとるためには長い時間を要した。そこでまず、集合体形成の観察を迅速に多サンプルで行える、簡易な低酸素培養系の検討を行った。様々な手法を検討したところ、解糖系酵素群の集合体は固形培地・液体培地どちらで培養した場合も形成されること、培養系を小スケール化することで集合体形成がみられる時期が早くなることが明らかとなった。また、96 ウェルプレートと低酸素インキュベーターを組み合わせることで、培地量を従来の約 500 分の 1 以下に抑えた 150

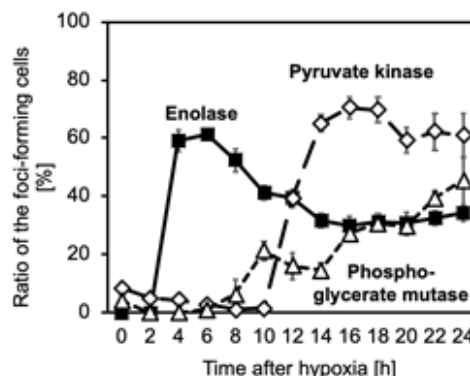


図2. 解糖系酵素による集合体形成の経時変化

μL スケールで安定的に低酸素状態を維持できる培養系を構築することに成功した⁶⁾。構築した小スケール低酸素培養法は、集合体形成酵素の動態を追跡するほか、集合体形成に影響する物質のスクリーニングにも使用可能である。そこで、G-body を形成する3つの酵素（エノラーゼ、ピルビン酸キナーゼ、ホスホグリセリン酸ムターゼ）について経時的な動態を追跡したところ、各酵素の集合順序は厳密に規定されていることが明らかになった（図2）⁵⁾。

G-body の形成制御による細胞代謝の調節効果を捉えるには、リアルタイムでの代謝測定が有効である。そこで、細胞から個体に至る様々な系で、超偏極¹³C-NMR 等を用いて低酸素条件下で簡便にかつ非侵襲的に糖代謝のターンオーバーを測定可能な系の構築を進めてきた。具体的には、がん細胞の三次元カプセル化法を工夫することでがん細胞株を簡便に低酸素培養できること、三次元培養した細胞を用いて低酸素条件下における放射線治療効果を超偏極¹³C-NMR で検証できることを示した⁶⁾。さらに、低酸素条件下で特異的にみられる代謝変換反応である、2-ヒドロキシグルタル酸の生成を非侵襲的に捉えることのできる新たなプローブを開発した^{7,8)}。ここで構築した手法は、出芽酵母等を用いた微生物にも適用可能である。

以上により、*in vivo*, *in vitro* それぞれの条件下において、低酸素条件下における代謝酵素集合体の形成に伴った代謝変化を追跡できる系を構築できた。

3. 集合体形成制御機構の解析

低酸素条件下における解糖系酵素群による集合体形成機構は、現在もほぼ明らかになっていない。筆者は集合体を形成する酵素群のアミノ酸配列が集合体形

成の制御メカニズムの鍵を握ると考えて、すべての集合体形成酵素がもつアミノ酸配列について解析を進めている。特にエノラーゼでは、N-末端の5-25番目に位置するアミノ酸が集合体形成に深くかかわること、22番目のバリン残基をアラニンに置換すると集合体形成が阻害されることを示した¹⁾。エノラーゼがもつ集合体形成領域は分子表面に位置していることから、エノラーゼの集合体形成機構には未知の分子間相互作用が重要であると予想される。今後、前述した小スケール低酸素培養法などを活用することで、集合体の形成制御にかかわる分子や修飾機構等が明らかになると期待できる。

おわりに

低酸素条件下における酵素群の集合体形成については、制御機構やその機能について不明な点が多く残されている。今後は本稿で紹介した手法などを用いることで、酵素集合体が関与する生命現象の解明や、酵素集合体の形成原理を用いたものづくりへと展開を進めていきたい。

(引用文献)

- 1) Miura N, Shinohara M, Tatsukami Y, Sato Y, Morisaka H, Kuroda K, Ueda M. Spatial reorganization of *Saccharomyces cerevisiae* enolase to alter carbon metabolism under hypoxia. *Eukaryotic Cell*, 12, 1106–1119 (2013).
- 2) Jang S, Nelson JC, Bend EG, Rodríguez-Laureano L, Tueros FG, Cartagena L, Underwood K, Jorgensen EM, Colón-Ramos DA. *Neuron*, 90, 278–291 (2016)
- 3) Jin M, Fuller GG, Han T, Yao Y, Alessi AF, Freeberg MA, Roach NP, Moresco JJ, Karnovsky A, Baba M, Yates JR, Gitler AD, Inoki K, Klionsky DJ, Kim JK. *Cell Rep.*, 20, 895–908 (2017).
- 4) Miura N. Condensate formation by metabolic enzymes in *Saccharomyces cerevisiae*. *Microorganisms*, 2022;10(2):232.
- 5) Yoshimura Y, Hirayama R, Miura N*, Utsumi R, Kuroda K, Ueda M, Kataoka M. Small-scale hypoxic cultures for monitoring the spatial reorganization of glycolytic enzymes in *Saccharomyces cerevisiae*. *Cell Biology International*. 45,1776–1783 (2021).
- 6) Read GH, Miura N, Carter JL, Kines KT, Yamamoto K, Devasahayam N, Cheng JY, Camphausen KA, Krishna MC, Kesarwala AH. Three-dimensional alginate hydrogels for radiobiological and metabolic studies of cancer cells, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 171,197–204 (2018).
- 7) Miura N, Mushti C, Sail D, Bingham J, Yamamoto K, Brender JR, Seki T, Matsumoto S, Camphausen KA, Krishna MC, Swenson RE, Kesarwala AH. Synthesis of [1-¹³C-5-¹²C]-alpha-ketoglutarate enables non-invasive detection of 2-hydroxyglutarate. *NMR in Biomedicine*. e4588 (2021).
- 8) AbuSalim JE, Yamamoto K, Miura N, Blackman B, Brender JR, Mushti C, Seki T, Camphausen KA, Swenson RE, Krishna MC, Kesarwala AH. Simple esterification of [1-¹³C]-alpha-ketoglutarate enhances membrane permeability and allows for noninvasive tracing of glutamate and glutamine production. *ACS Chemical Biology*, 16,2144–2150 (2021).

謝 辞 低酸素条件下における解糖系酵素の集合体形成は、京都大学大学院農学研究科の植田充美先生の研究室で博士後期課程在籍中に見出し、その後の解析は大阪府立大学大学院生命環境科学研究科（現大阪公立大学大学院農学研究科）の片岡道彦先生の研究室で行っています。常に温かくご指導をいただきました。植田先生と片岡先生に心から御礼申し上げます。また、両研究室のスタッフ・学生の皆様、研究の展開にご助力いただいたすべての皆様に、厚く御礼申し上げます。

○ 受賞者プロフィール

名前：三浦 夏子 (Natsuko Miura)

連絡先：〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1

大阪公立大学大学院農学研究科生命機能化学専攻

E-mail address: miuran@omu.ac.jp

略歴：

- 2007年3月 京都大学農学部応用生命科学科卒業
 - 2009年4月 日本学術振興会特別研究員
 - 2012年3月 京都大学大学院農学研究科博士課程 研究指導認定退学
 - 2012年4月 京都大学大学院農学研究科教務補佐員
 - 2013年3月 博士（農学）取得
 - 2013年4月 富山大学先端ライフサイエンス拠点博士研究員
 - 2014年8月 京都大学大学院農学研究科教務補佐員
 - 2014年10月 アメリカ国立がん研究所放射線腫瘍学分野博士研究員
 - 2016年2月 日本学術振興会海外特別研究員（NIH）
 - 2017年4月 京都大学大学院農学研究科特定研究員
 - 2018年4月 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科テニュアトラック助教
 - 2022年4月 大阪公立大学大学院農学研究科テニュアトラック助教
 - 2023年4月 大阪公立大学大学院農学研究科准教授
- 現在に至る

主な研究テーマ：低酸素条件下で形成される代謝酵素集合体の制御機構解析

今後の展望：酵素集合体形成原理を利用したものづくりへの展開

日本農芸化学会関西支部

支部賛助企業

関西支部の活動は、下記の支部賛助企業様からのご支援により支えられています

アース製薬株式会社

ナカライテスク株式会社

植田製油株式会社

日世株式会社

江崎グリコ株式会社

株式会社日本医化器械製作所

株式会社カネカ

日本新薬株式会社

菊正宗酒造株式会社

ハウスウェルネスフーズ株式会社

黄桜株式会社

ヒガシマル醤油株式会社

月桂冠株式会社

不二製油株式会社

甲陽ケミカル株式会社

松谷化学工業株式会社

三栄源・エフ・エフ・アイ株式会社

三井化学アグロ株式会社

サントリーホールディングス株式会社

株式会社三ツワフロンテック

住友化学株式会社

大和酵素株式会社

株式会社第一化成

理研化学工業株式会社

宝酒造株式会社

株式会社ロッテ

築野食品工業株式会社

和研薬株式会社

東洋紡株式会社

(50音順 敬称略)

JSBBA KANSAI 10th Student Forum

2023年11月25日(土)

学生主導・英語のみで行う農芸化学に関するミニ学会

・会場：**京都大学吉田キャンパス 農学部総合館**
(一部のプログラムはオンラインでも参加可能です。)

・プログラム (午後開始)

・ポスター発表

・口頭発表 15分

(ポスター発表、口頭発表共に
優秀者には表彰を行います!)

・特別講演

・懇親会

(参加の場合は別途費用がかかります。)

・参加登録方法

参加費：**無料** (懇親会を除く)

締切：発表者は10月下旬
参加者は11月上旬

下記URL, QRコードからサイトにアクセスし、
必要事項の記入をお願いします。



<https://forms.gle/REYJ6AEurcnibgau6>

・最新情報はJKSCの

Twitterに随時掲載します!

・お問い合わせは jsbba.kansai.stu.com@gmail.com まで



@JsbbaKansai

特別講演



宋和慶盛 博士

2017年京都大学院農学研究科博士課程修了。
2017年三井化学アグロ(株)、
2019年(株)村田製作所を経て
2021年~京都大学農学研究科
応用生命科学専攻分野 助教

専門は生物電気化学。
生体がもつ基幹機能(呼吸・代謝・光合成)
の本質を電気化学的に理解し、
生体模倣技術による社会還元を目指す。

「No Risk, No Chance!」

博士課程修了後の企業経験、
アカデミアに戻った後のテーマ創発、
そしてアカデミア発ベンチャーの
立ち上げ事例を紹介、
人生におけるリスクとチャンスとは!?

JSBBA KANSAI 10th Student Forumは公益財団法人日本農芸化学会 関西支部の下部組織JSBBA KANSAI Student Committeeが主催する学生向けのイベントです。本フォーラムは学生の国際的なコミュニケーション能力と発表力の向上を目指しており、フォーラムの進行と発表はすべて「英語」、運営は「学生主導」で行います! 大学、国籍、英語の能力、データの有無は問いません。皆さんの積極的な参加をお待ちしております。



- 日本農芸化学会関西支部 第 526 回講演会
幹事校 大阪公立大学
幹事校代表 秋山 康紀 (大阪公立大学大学院 農学研究科)
(問い合わせ先)
幹事校庶務幹事 原田 直樹 (大阪公立大学大学院 農学研究科)
Tel/Fax: 072-254-9454
E-mail : naoki.harada@omu.ac.jp
(ミニシンポジウム)
世話人代表 藤枝 伸宇 (大阪公立大学大学院 農学研究科)
- 次回 中部・関西支部合同大会 (中部支部第 196 回例会・関西支部第 527 回講演会)
日時： 令和 5 年 (2023 年) 9 月 30 日 (土)、10 月 1 日 (日)
場所： 三重大学
講演申込締切： 令和 5 年 7 月 21 日 (金)
講演要旨締切： 令和 5 年 7 月 31 日 (月)
連絡先 西尾 昌洋
Tel : 059-231-9612
E-mail : nishio@bio.mie-u.ac.jp
-

公益社団法人 日本農芸化学会関西支部 事務局
〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
京都大学大学院農学研究科内

支部長： 森 直樹
Tel: 075-753-6307, Fax: 075-753-6312
E-mail : mori.naoki.8a@kyoto-u.ac.jp



庶務幹事： 岸野 重信
Tel: 075-753-6122, Fax: 075-753-6113
E-mail : kishino.shigenobu.3e@kyoto-u.ac.jp

会計幹事： 安居 佑季子
Tel: 075-753-6390, Fax: 075-753-6127
E-mail : yasui.yukiko.7a@kyoto-u.ac.jp

庶務幹事 (補)： 川本 純
Tel: 0774-38-4711, Fax: 0774-38-3248
E-mail : kawamoto.jun.4s@kyoto-u.ac.jp

発行日 2023 年 7 月 5 日 (水)
日本農芸化学会関西支部ホームページ： <http://kansai.jsbba.or.jp/>