

日本農芸化学会創立100周年記念事業
支部創立20周年記念
日本農芸化学会2022年度中四国支部大会
(第63回講演会)

講演要旨集

日時：2022年9月21日（水），22日（木）
場所：レクザムホールおよび香川大学農学部



日本農芸化学会中四国支部

日本農芸化学会創立100周年記念事業

支部創立20周年記念

日本農芸化学会2022年度中四国支部大会（第63回講演会）

会場：レクザムホール（香川県県民ホール）、香川大学農学部

開催日：2022年9月21日（水）、22日（木）

第1日目：9月21日（水） レクザムホール（香川県県民ホール）小ホール

11:00～12:00 幹事打合せ （レクザムホール 第1会議室）

13:00～13:05 支部長挨拶 加藤純一（広島大院・統合生命）

13:05～14:05 特別講演
「食領域におけるオープンイノベーションによる研究開発
ーキッコーマンでのおいしさ関連研究の取り組みー」
松山 旭（日本農芸化学会会長）

14:05～14:40 支部功労賞、支部奨励賞、支部技術賞 授賞式

14:40～15:00 2022年度 日本農芸化学会中四国支部奨励賞受賞講演
「有用物質生産菌の代謝に関する多角的研究」
片岡尚也（山口大・研究推進機構）

15:00～15:20 第6回（2022年）日本農芸化学会中四国支部技術賞受賞講演
「腸管内送達による機能性向上を目指した食品製剤の開発」
丸 勇史，瓜生圭介，若松淳一郎，佐藤加奈恵（備前化成(株)）

15:20～15:45 2022年度 日本農学賞受賞講演
「みどりの香りの科学」
松井健二（山口大院・創成科学）

15:50～17:35 産学官連携シンポジウム「健康につながる学術・技術」
「希少糖アルロースの生理機能と食品への展開」
金崎 茜（松谷化学(株)）
「細胞単層配列と蛍光核染色を用いたブルーレイプレーヤーを基盤とする
マラリア診断デバイス開発」
片岡正俊（産総研・健康医工）
「調理や加工技術から見た機能性食品開発の道」
田村啓敏（香川大・農）

18:30～20:30 日本農芸化学会中四国支部創立20周年記念祝賀会
会場：JR ホテルクレメント高松

第 2 日目 : 9 月 22 日 (木) 香川大学農学部

9:30～	一般講演 (午前の部)	(A～E 会場)
12:00～12:50	支部参加会	(香川大学農学部大会議室)
13:10～	一般講演 (午後の部)	(A～E 会場)

一般講演 会場一覧表

会場		講演番号	分類
A	A501 講義室	A-1 ~ A-12	食品
B	A403 講義室	B-1 ~ B-10	新技術, 有機化学・天然物化学, 植物
C	A404 講義室	C-1 ~ C-10	酵素・タンパク質, 動物
D	A405 講義室	D-1 ~ D-10	酵素・タンパク質
E	A307 講義室	E-1 ~ E-13	微生物

一般講演 座長一覧表

会場	講演番号	座 長	
A	A-1 ~ A-3	矢中規之	(広島大院・統合生命)
	A-4 ~ A-6	美藤友博	(鳥取大・農)
	A-7 ~ A-8	金丸 芳	(徳島大・生物資源)
	A-9 ~ A-12	田村啓敏	(香川大・農)
B	B-1 ~ B-3	古本敏夫	(香川大・農)
	B-4 ~ B-5	佐藤正資	(香川大・農)
	B-6 ~ B-8	加藤志郎	(香川大・国際希少糖)
	B-9 ~ B-10	柳田 亮	(香川大・農)
C	C-1 ~ C-3	加藤伸一郎	(高知大・総研セ)
	C-4 ~ C-5	松沢智彦	(香川大・農)
	C-6 ~ C-8	林 順司	(徳島大・生物資源)
	C-9 ~ C-10	末吉紀行	(香川大・農)
D	D-1 ~ D-3	有馬二郎	(鳥取大・農)
	D-4 ~ D-5	吉原明秀	(香川大・国際希少糖)
	D-6 ~ D-8	櫻庭春彦	(香川大・農)
	D-9 ~ D-10	今中洋行	(岡山大院・自然科学)
E	E-1 ~ E-3	上野 勝	(広島大院・統合生命)
	E-4 ~ E-6	田淵光昭	(香川大・農)
	E-7 ~ E-8	船戸耕一	(広島大院・統合生命)
	E-9 ~ E-11	高田悟郎	(香川大・農)
	E-12 ~ E-13	渡辺誠也	(愛媛大院・農)

注意)

- 発表には、ご自身のノートパソコンをご使用ください。Mac など、パソコン側の映像出力が HDMI 又は D-Sub 15 ピン (メス) でない場合は接続アダプターをご準備ください。また緊急時用に、バックアップデータ (発表用の PowerPoint データとそれを PDF 化したデータ) だけを保存した USB メモリーをご持参ください。なお、ご持参のパソコンと USB メモリーのウイルスチェックは必ず行ってください。
- 発表 9 分, 質疑応答 2 分, 交代 1 分, 時間厳守での進行をお願いいたします。

会場へのアクセス

第1日目：9月21日（水）

◇レクザムホール（香川県県民ホール、<https://kenminhall.com>）

（幹事打合せ、特別講演、授賞式、受賞講演、産学官連携シンポジウム）

〒760-0030 香川県高松市玉藻町 9-10

アクセス：JR 高松駅＞徒歩約 8 分＞レクザムホール

◇JR ホテルクレメント高松（<https://www.jrclement.co.jp/takamatsu/>）

（支部創立 20 周年記念祝賀会）

〒760-0011 香川県高松市浜ノ町 1-1

アクセス：JR 高松駅前すぐ

第2日目：9月22日（木）

◇香川大学農学部（<https://www.ag.kagawa-u.ac.jp>）

（一般講演、支部参与会）

〒761-0795 香川県木田郡三木町池戸 2393

アクセス：高松築港駅＞（ことでん長尾線で約 27 分）＞農学部前駅＞徒歩約 3 分



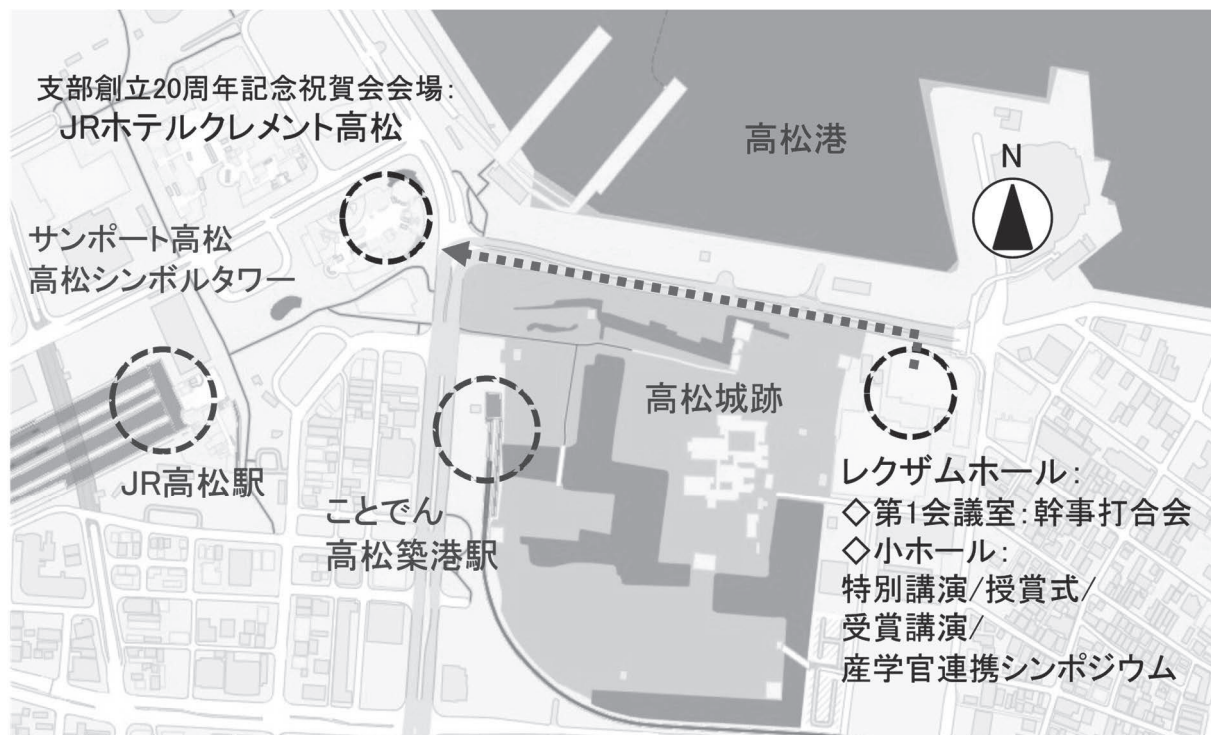
第1日目：9月21日（水）会場案内

◇レクザムホール（香川県県民ホール）

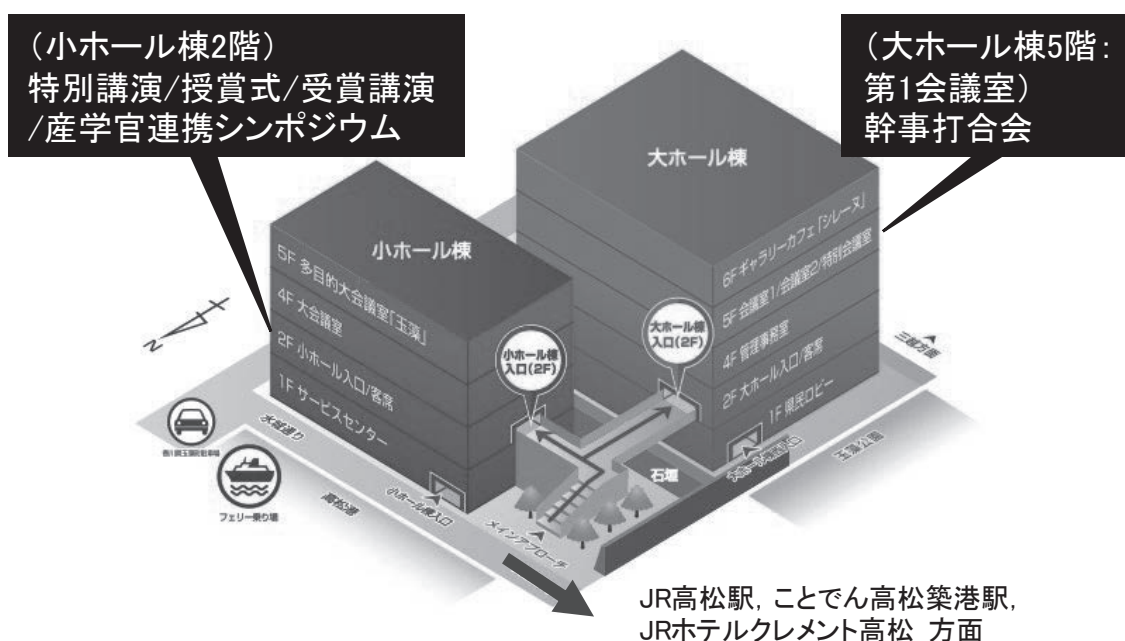
幹事打合せ，特別講演，授賞式，受賞講演，産学官連携シンポジウム

◇JR ホテルクレメント高松

支部創立 20 周年記念祝賀会



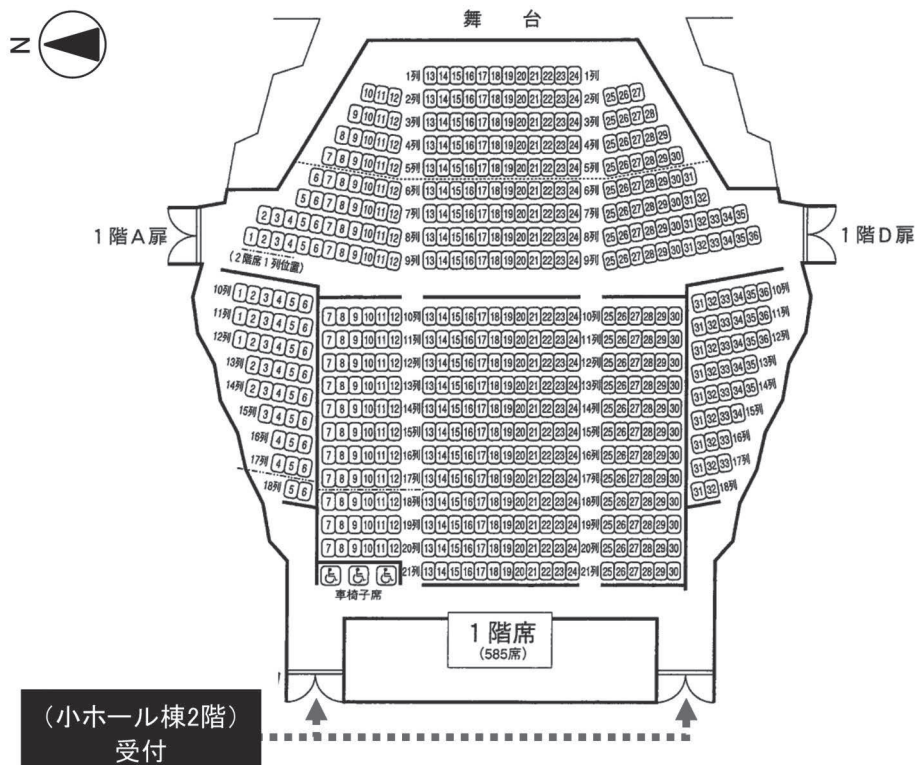
レクザムホール



レクザムホール 2階



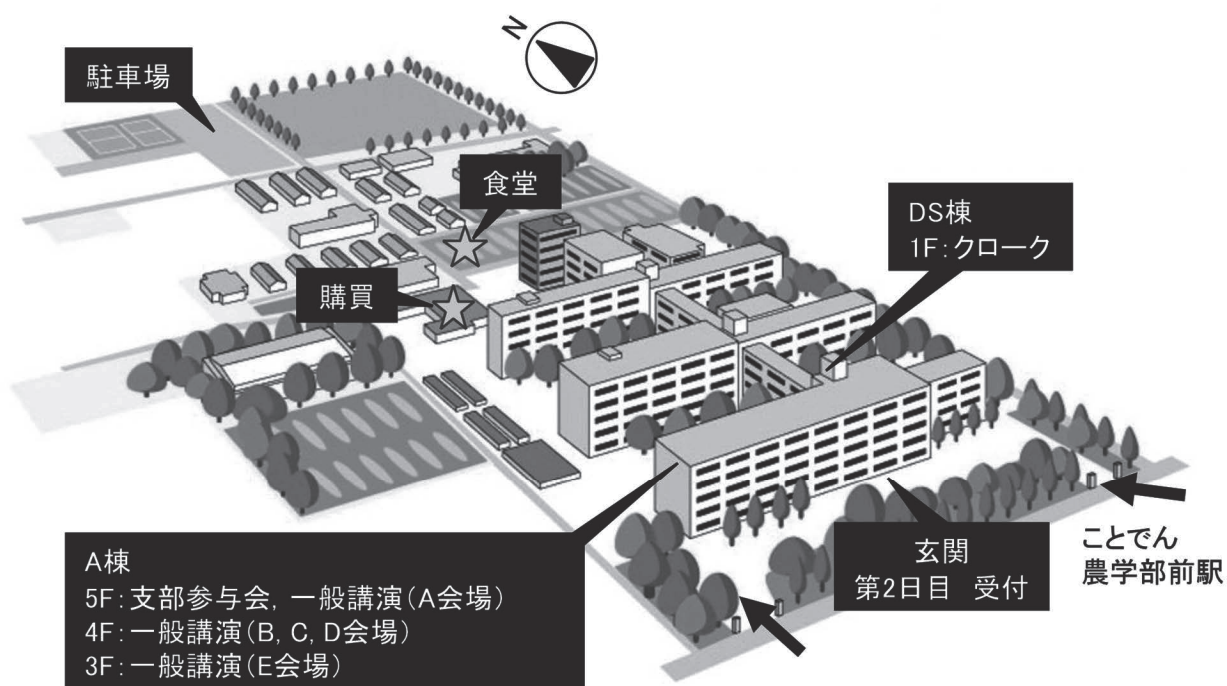
レクザムホール (小ホール)



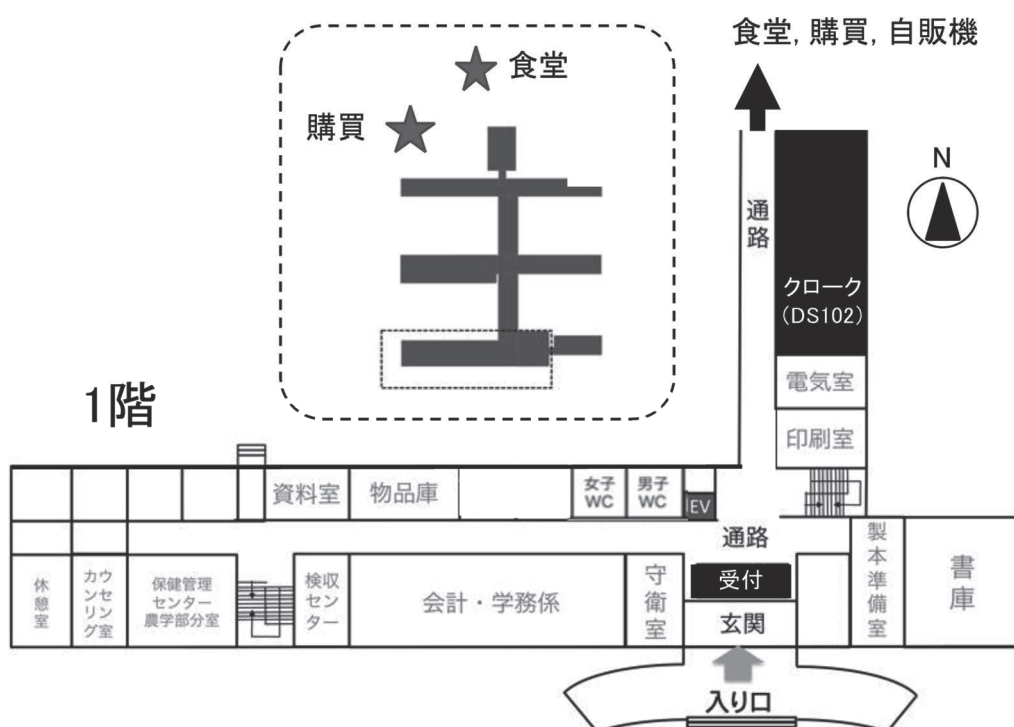
第2日目：9月22日（木）会場案内

◇香川大学農学部

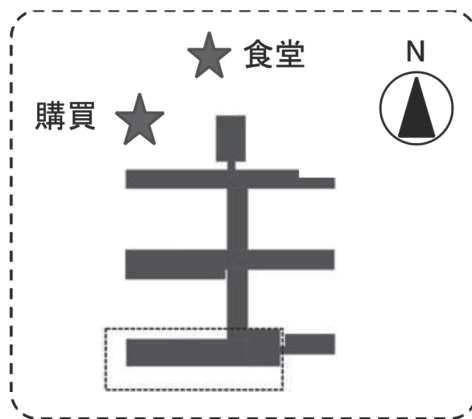
一般講演（A～E会場），支部参与会（大会7議室）



香川大学農学部講義棟 1階



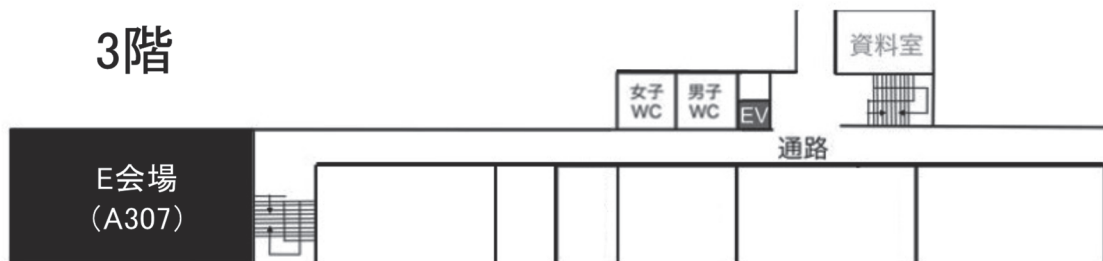
香川大学農学部講義棟 3, 4, 5 階



食堂, 購買, 自販機



3階



4階



5階



駐車場案内

お車で来られる方は、下図の順路を参考に指定の駐車場に駐車してください。
また、農学部周辺の道路は大変狭くなっていますので、ご注意ください。



講

演

会

プ

ロ

グ

ラ

ム

15 : 20～15 : 45 2022 年度 日本農学賞受賞講演

「みどりの香りの科学」

松井健二（山口大院・創成科学）

座長 加藤純一（広島大院・統合生命）

15 : 50～17 : 35 産学官連携シンポジウム 「健康につながる学術・技術」

「希少糖アルロースの生理機能と食品への展開」

金崎 茜（松谷化学（株））

座長 吉原明秀（香川大・国際希少糖）

「細胞単層配列と蛍光核染色を用いたブルーレイプレーヤーを基盤とする
マラリア診断デバイス開発」

片岡正俊（産総研・健康医工）

座長 安部博子（産総研・健康医工）

「調理や加工技術から見た機能性食品開発の道」

田村啓敏（香川大・農）

座長 山内 聡（愛媛大院・農）

第 2 日目 : 9 月 22 日（木）香川大学農学部

9 : 30～14 : 22

一般講演

(A～E 会場)

◇ 一般講演プログラム

A会場 (A501 講義室)「食品」

A-1* 9:30 ビタミン B₁₂ 欠乏による中性脂質蓄積機構の解析

○小松豪太, 羽田篤矢, 山本 葵¹, 渡邊文雄, 美藤友博
(鳥取大・農, ¹鳥取大院・持社創生)

A-2* 9:42 ビタミン B₁₂ 欠乏線虫 (*C. elegans*) の異常な産卵行動の解析

○山本 葵, 小関喬平¹, 薮田行哲, 渡邊文雄, 美藤友博
(鳥取大院・持社創生, ¹鳥取大院・連農)

A-3* 9:54 植物由来の発酵食品に含まれるビタミン B₁₂ 化合物の特徴

○小関喬平, 美藤友博¹, 渡邊文雄¹
(鳥取大院・連農, ¹鳥取大・農)

10:06 換気・試写等

A-4 10:18 グリセロホスホコリンの吸収, および代謝機構の解明

○乾 志帆, 中島領子, 川口達也, 大嶋紀安¹, 鈴木卓弥, 中川佳子²,
佐久間哲史, 山本 卓, Thanutchaporn Kumrungsee, 矢中規之
(広島大院・統合生命, ¹群馬大・医, ²熊本大・CARD)

A-5 10:30 Effects of GABA transaminase inhibitors on appetite regulation

○Thanutchaporn Kumrungsee, Tomoka Nagao¹, Noriyuki Yanaka
(Grad. Sch. Integr. Sci. Life, Hiroshima Univ., ¹Grad. Sch. Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ.)

A-6 10:42 糖尿病性筋萎縮モデルマウスにおける骨格筋収縮力, および疲労耐性に関する解析

○亀沢実音, 堀井茉優, Rahmawati Aisyah, 宮田賢周, Saliu Tolulope Peter,
Kumrungsee Thanutchaporn, 和田正信¹, 矢中規之
(広島大院・統合生命, ¹広島大院・人間社会)

10:54 換気・試写等

- A-7* 11:06 高脂肪食負荷による組織機能破綻に対する 8-プレニルナリンゲニンの効果
○竹上菜緒, 小西冴季, 山下陽子¹, 志内哲也², 卯川裕一³, 大江健一³, 向井理恵⁴
(徳島大院・創成科学, ¹神戸大院・農, ²徳島大・医, ³ダイセル(株),
⁴徳島大院・社会産業)
- A-8* 11:18 ネギ属に含まれる含硫アミノ酸は優れたアクロレイン消去物質である
○羽田紋子, 松井健二, 松岡恭正¹, 真野純一²
(山口大院・創成科学, ¹山口大・総合技術, ²山口大・総科セ)
- A-9 13:10 アラメ (*Eisenia bicyclis*) による EHEC O157 産生志賀毒素吸着
山下晶央, 山崎義輝, 佐々木千鶴, 林 順司, 川上竜巳, ○金丸 芳
(徳島大・生物資源)
- A-10 13:22 o/w エマルションの酸化安定性に与える Tween 系乳化剤の HLB の影響
○中田羽厘, 山本幸弘¹
(県広大院・総合学術, ¹県広大・生物資源)
- A-11* 13:34 大豆リン脂質と魚油とのエステル交換反応におけるエチレングリコール添加効果
○池田和弥, 山本幸弘¹
(県広大院・総合学術, ¹県広大・生物資源)
- 13:46 換気・試写等
- A-12 13:58 アブラセミの食品機能性
○菅野暁也, 尾崎知美, 林久美子, 井内良仁
(山口大・農)

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

B会場（A403 講義室）「新技術，有機化学・天然物化学，植物」

- B-1*** 10:18 バイオマス前処理としての深共晶溶媒利用法の検討
○永井孝典，浅田元子¹，中村嘉利¹
（徳島大院・創成科学，¹徳島大・生物資源）
- B-2** 10:30 バイオマス由来リグニンの化学修飾によるエポキシ樹脂機能性付加とその評価
○渡邊有美，浅田元子¹，中村嘉利¹
（徳島大院・創成科学，¹徳島大・生物資源）
- B-3*** 10:42 Low-molecular-weight lignin Production from Palm Oil Kernel Shell
○Sholahuddin Sholahuddin, Chikako Asada¹, Yoshitoshi Nakamura¹
（Grad. Sch. Life & Matl. Syst. Eng., Tokushima Univ., ¹Fac Biosci. Bioind., Tokushima Univ.）
- 10:54 換気・試写等
- B-4*** 11:06 高感度かつハイスループットなアスコルビン酸定量法
○吉田愛菜，中村光裕¹，田井章博²
（徳島大院・創成科学，¹徳島大・理工，²徳島大・生物資源）
- B-5** 11:18 ツチナメコからの概日リズム調節物質の単離
西田直史，赤木靖典，椿 香織，下田絵美子¹，菊池 貴²，遠藤直樹¹，
一柳 剛¹，中桐 昭¹，○石原 亨¹
（GPC 研究所，¹鳥取大・農，²リガク）
- B-6** 13:10 生理活性希少糖 D-allulose の線虫における代謝とその作用メカニズム
○長樂佑一朗，善家範晃，今田総一郎，池田佳穂，佐藤正資
（香川大・農）
- B-7*** 13:22 コラーゲングル上培養した子宮内膜上皮細胞の炎症刺激に対する応答
○三好紗那，花木祐輔¹，杉山康憲¹，柳田 亮¹，佐藤正資¹
（香川大院・農，¹香川大・農）
- B-8** 13:34 蛋白質異常凝集疾患に対するアカモクフコイダンの効果
○網城紀子，仮家志保，近藤悠太¹，舟越 稔²，大城 隆^{1,3}，八木寿梓^{1,3}
（鳥取大院・持社創生，¹鳥取大・工，²（株）海産物のきむらや，
³鳥取大・未利用セ）
- 13:46 換気・試写等

- B-9 13:58 脂質吸収阻害に有用な未利用褐藻抽出物
○仮家志保, 網城紀子, 大城 隆^{1,2}, 八木寿梓^{1,2}
(鳥取大院・持社創生,¹鳥取大・工,²鳥取大・未利用セ)
- B-10 14:10 Histidine-containing dipeptides mitigate salt stress in plants by scavenging reactive carbonyl species
○Most. Sharmin Sultana^{1,2}, Shun-ichi Yamamoto³, Md. Sanaullah Biswas²,
Chisato Sakurai⁴, Hayato Isoai⁴, Jun'ichi Mano^{1,2,4}
(¹UGSAS, Tottori Univ., ²SRC, Yamaguchi Univ., ³Technopro Inc., ⁴Grad. Sch. Sci. Technol. Innov., Yamaguchi Univ.)

下線*の演題は、支部優秀発表賞審査の対象となります。

C会場 (A404 講義室)「酵素・タンパク質, 動物」

- C-1 10:18 麹菌イソプリメベロース生成酵素のオリゴ糖認識機構
○松沢智彦, 渡邊真宏¹, 中道優介¹, 矢追克郎²
(香川大・農, ¹産総研・機能化学, ²産総研・生物プロセス)
- C-2 10:30 土壌メタゲノム由来 GH31 α -キシロシダーゼの X 線結晶構造解析
○中道優介, 松沢智彦¹, 渡邊真宏, 矢追克郎²
(産総研・機能化学, ¹香川大・農, ²産総研・生物プロセス)
- C-3 10:42 生成物阻害耐性を有するメタゲノム由来 GH1 β -グルコシダーゼの基質認識機構
○渡邊真宏, 松沢智彦¹, 中道優介, 矢追克郎²
(産総研・機能化学, ¹香川大・農, ²産総研・生物プロセス)
- 10:54 換気・試写等
- C-4* 11:06 BMP2 誘導性キナーゼ (BMP2K) 核局在化シグナル近傍のリン酸化の意義
○久岡志帆, 小橋 陸, 大澤 仁¹, 末吉紀行^{1,2}
(香川大院・農, ¹愛媛大院・連農, ²香川大・農)
- C-5 11:18 CutA1 量体構造改変を基盤とした高感度生体分子間相互作用検出系の分子設計
山田航大, 石田尚之, 今村維克, ○今中洋行
(岡山大院・自然科学)
- C-6* 13:10 *Klebsiella pneumoniae* 40b 由来ポリオールデヒドロゲナーゼを用いた D-allulose からの希少糖生産
○山本菜帆, 望月 進¹, 吉原明秀¹
(香川大院・農, ¹香川大・国際希少糖)
- C-7* 13:22 各種異性化酵素を用いたD体のアルドテトロースの生産
○富野舜介, 吉原明秀¹
(香川大院・農, ¹香川大・国際希少糖)
- C-8 13:34 *Thermus thermophilus* HB8 由来組換えトランスケトラーゼを用いた七炭糖生産
○高松陽太, 吉田裕美^{1,2}, 神鳥成弘^{1,2}, 何森 健², 吉原明秀²
(香川大院・農, ¹香川大・医, ²香川大・国際希少糖)
- 13:46 換気・試写等

- C-9* 13:58 *S*-アデノシルホモシステインはメチオニン制限を模倣する
○古原優希, 小川貴史, 益村晃司, 金井宗良¹, 曾我朋義², 水沼正樹
(広島大院・統合生命, ¹酒類総研, ²慶應大・先端生命)
- C-10 14:10 *in vivo* イメージングを利用した糖尿病性腎症及び薬剤誘導性腎障害の非侵襲的評価
系の構築
○工藤綾音, Tolulope Peter Saliu, 八澤菜央, 橋本孝太郎, 宮田賢周,
Thanutchaporn Kumrungsee, 矢中規之
(広島大院・統合生命)

下線*の演題は, 支部優秀発表賞審査の対象となります。

D会場（A405 講義室）「酵素・タンパク質」

- D-1 10:18 高度耐熱性 FAD 依存性 D-乳酸脱水素酵素の X 線結晶構造解析
○林 順司, 玉谷優奈, 小川詩緒里, 川上竜巳, 里村武範¹, 大島敏久², 櫻庭春彦³
(徳島大・生物資源, ¹福井大・工, ²大工大院・工, ³香川大・農)
- D-2 10:30 好熱菌 *Geobacillus stearothermophilus* 由来の L-リジン-6-デヒドロゲナーゼに関する研究
○四宮 仁, 大島敏久¹, 櫻庭春彦²
(香川大院・農, ¹大工大院・工, ²香川大・農)
- D-3 10:42 *Pseudomonas veronii* 由来 L-アルギニン脱水素酵素の構造解析
○高見直樹, 前野美久¹, 大森勇門¹, 大島敏久¹, 櫻庭春彦²
(香川大院・農, ¹大工大院・工, ²香川大・農)
- 10:54 換気・試写等
- D-4 11:06 超好熱性アーキア *Thermococcus profundus* 由来色素依存性 L-プロリン脱水素酵素に関する研究
○中永美樹, 川上竜巳¹, 林 順司¹, 大島敏久², 櫻庭春彦³
(香川大院・農, ¹徳島大・生物資源, ²大工大院・工, ³香川大・農)
- D-5* 11:18 D-アミノ酸アミド加水分解酵素によるジペプチドライゲーションの特性解析
○江良祐一, 美藤友博¹, 有馬二郎¹
(鳥取大院・持社創生, ¹鳥取大・農)
- D-6* 13:10 部位特異的変異導入による L-アラニン脱水素酵素の基質特異性改変の試み
○廣出隼正, 谷口優人¹, 加藤伸一郎²
(高知大院・農, ¹高知大・農, ²高知大・総研セ)
- D-7 13:22 N-ミリスチル化された膜タンパク質 ANKRD22 の Lipid droplet への局在における Pro98 の役割
尾崎僚香, ○内海俊彦
(山口大院・創成科学)
- D-8* 13:34 キシリトール脱水素酵素の亜鉛原子による構造安定化機構の解明
○吉原健太郎¹, 渡辺誠也^{1,2}, 渡邊康紀³
(¹愛媛大院・農, ²愛媛大・沿岸環境科研セ, ³山形大・理)
- 13:46 換気・試写等

D-9* 13:58 β -シート型シトクロム *c'* の構造・安定性・機能に関する研究
○吉見太佑, 藤井創太郎, 三本木至宏
(広島大院・統合生命)

D-10 14:10 放線菌 *Streptomyces lividans* による共発現ベクターの構築と, それを利用した分泌促進因子の探索
楊 靈麗, ○畑中唯史
(岡山生物研)

下線* の演題は, 支部優秀発表賞審査の対象となります。

E会場 (A307 講義室)「微生物」

E-1* 9:30 青枯病菌由来巨大リポペプチド化合物の異種発現系の構築と生合成遺伝子の機能解析
○横山みなみ, 森重堪太, 甲斐建次¹, 田中直孝², 田淵光昭²
(香川大院・農, ¹大阪公立大院・農, ²香川大・農)

E-2* 9:42 Eisosome 機能欠損変異株が示す SDS 超感受性のサブレッサースクリーニング
○坂田健太郎¹, 吉澤昂志郎², 三浦理子³, 田原悠平⁴, 宮田真人⁴, 前田達哉⁵,
田中直孝^{1,3}, 田淵光昭^{1,3}
(¹愛媛大院・連農, ²香川大院・農, ³香川大・農, ⁴大阪公立大院・理,
⁵浜松医大・医)

E-3* 9:54 出芽酵母の新規寿命延長メカニズムの解析
○溝上沙良, 舟木知穂, 水沼正樹
(広島大院・統合生命)

10:06 換気・試写等

E-4* 10:18 セラミドの炭素鎖長が小胞体からのセラミドの選別輸送に及ぼす影響
○花岡和樹, 池田敦子, 船戸耕一
(広島大院・統合生命)

E-5* 10:30 分裂酵母の核膜構造に対する 3,3'-Diindolylmethane の影響
○Seol Hyekyung¹, 上野 勝^{1,2}
(¹広島大・工, ²広島大院・統合生命)

E-6* 10:42 分裂酵母を用いた染色体を標的とする抗がん剤候補化合物のスクリーニング系の構築
○田村洸斗¹, 上野 勝^{1,2}
(¹広島大・工, ²広島大院・統合生命)

10:54 換気・試写等

E-7 11:06 分裂酵母の Php 複合体が, CoQ 合成に関わる 4-ヒドロキシ安息香酸(4-HB)合成経路
に及ぼす影響
○高塚こまち¹, 松浦啓太², 柳井良太², 西原昇瑚², 戒能智宏^{1,2,3},
川向 誠^{1,2,3}
(¹島根大院・自然科学, ²島根大・生資科, ³島根大・農生命)

- E-8 11:18 香気成分生産性に優れた野生酵母の探索
○佐野壮平¹，高崎 廉¹，岡久修己²，阪本鷹行^{1,3}，櫻谷英治^{1,3}
(¹徳島大院・創成科学，²徳島県工技セ，³徳島大・生物資源)
- E-9* 13:10 キノコ主要香気成分に寄与する担子菌ジオキシゲナーゼの機能解析
○手嶋 琢，中沢威人¹，内海俊彦，伊藤隼哉²，仲川清隆²，本田与一¹，
松井健二
(山口大院・創成科学，¹京大院・農，²東北大院・農)
- E-10* 13:22 ウマ腸内細菌叢による C-配糖体 mangiferin からそのアグリコン norathyriol への変換
○宇賀悠人，川上秀昭¹，西谷洋輔¹，桑原浩誠¹，仁戸田照彦，神崎 浩
(岡山大院・環境生命，¹丸善製薬・総合研究所)
- E-11 13:34 海洋性細菌が持つ様々な海藻多糖に対する分解能検討
○荒井良仁¹，新宮由奈子²，八木寿梓^{1,3}，鈴木宏和¹，大城 隆^{1,3}
(¹鳥取大院・工，²鳥取大院・持社創生，³鳥取大・未利用セ)
- 13:46 換気・試写等
- E-12 13:58 *Luteolibacter algae* H18 フコイダン低分子化酵素遺伝子の探索と異種発現
○高橋陽太，荒井良仁¹，八木寿梓^{1,2}，鈴木宏和¹，大城 隆^{1,2}
(鳥取大院・持社創生，¹鳥取大院・工，²鳥取大・未利用セ)
- E-13 14:10 アカモクフコイダン資化性菌の単離と特性解明
○吉田優里，高橋陽太，荒井良仁¹，八木寿梓^{1,2}，鈴木宏和¹，大城 隆^{1,2}
(鳥取大院・持社創生，¹鳥取大院・工，²鳥取大・未利用セ)

下線*の演題は，支部優秀発表賞審査の対象となります。

支部功勞賞受賞者紹介

支部奨励賞受賞講演

支部技術賞受賞講演

講演要旨

第 9 回（2022 年）日本農芸化学会中四国支部功労賞 受賞者紹介

大西 浩平 高知大学総合科学系教授

2013 年から 2 年間にわたり中四国支部の副支部長，また 2015 年からは第 8 代支部長。同時期に日本農芸化学会の理事。現在は中四国支部高知県代表幹事，日本農芸化学会代議員。ナス科植物の病原細菌である青枯病菌のエフェクター因子の機能解析や，ウルバンリアーゼをはじめとする緑藻由来硫酸化多糖の分解系の解明などに精力的に取り組んで来られた。

川向 誠 島根大学学術研究院農生命科学系教授

中四国支部発足時の 2001 年から評議員，支部参与，島根県代表（2011-2014），副支部長（2015-2016），第 9 代支部長（2017-2018）。第 36 回支部講演会や第 15 回市民フォーラムの世話人。農芸化学会理事，BBB 編集委員，広報委員，学術活動強化委員，男女参画委員，代議員や大会シンポジウムのオーガナイザーなど。微生物領域での優れた業績により 1999 年に農芸化学奨励賞，2018 年に BBB 論文賞，2018 年と 2019 年には BBB Most-Cited Review Award を受賞。

木村 吉伸 岡山大学学術研究院環境生命科学学域教授

2001 年に創立された中四国支部の初代会計幹事。2013 年から 2 年間は庶務幹事。日本農芸化学会代議員（2009-2010），英文誌編集委員（2005-2008），和文誌編集員（2013-2016）を歴任し，2015 年度全国大会（岡山）実行委員（シンポジウム責任者）を担当。糖鎖が関わる生理機能に関する優れた業績により 1998 年に農芸化学奨励賞，2005 年には BBB 論文賞を受賞。

渡邊 文雄 鳥取大学農学部教授

2007 年から 2 年間にわたり中四国支部会計幹事，支部参与，鳥取県代表幹事（2015-2016）を歴任し，2016 年には支部創立 15 周年記念 第 30 回市民フォーラムの世話人。2015 年から 4 年間にわたり日本農芸化学会 BBB 編集委員。食品科学分野の特にビタミン B₁₂ に関する優れた業績により 1999 年に農芸化学奨励賞を受賞。

文責 庶務幹事 水沼正樹（広島大院・統合生命）
（敬称略）

有用物質生産菌の代謝に関する多角的研究

片岡尚也（山口大・研究推進機構）

微生物による再生可能資源を原料とした物質生産は、石油化学工業に取って代わる技術バイオリファイナリーとして知られ、近年では、非天然化合物のみならず、植物由来の複雑な構造を持つ化合物の微生物による生産が可能になってきている。微生物による物質生産を考えると、その対象は主に代謝になる。私の所属する研究室では、産業微生物である大腸菌、酢酸菌、コリネ型細菌を材料に、各微生物の代謝を多角的に理解・活用する研究を行っている。本講演では、近年得られたコリネ型細菌の代謝工学による芳香族アミノ酸の生産に関する研究結果について紹介したい。

代表的なコリネ型細菌である *Corynebacterium glutamicum* は、グルタミン酸やリジンといったアミノ酸の工業的発酵生産に用いられている有用物質生産菌である。近年では、本菌の代謝系を操作することで、有機酸やアルコールに加え、ジアミン類や芳香族化合物の生産が報告されている。我々が対象とした芳香族アミノ酸、フェニルアラニン (Phe) やチロシン (Tyr) は、植物ではフェニルプロパノイドなどの二次代謝産物の前駆体になる有用化合物である。コリネ型細菌は生物毒性の強い芳香族化合物に潜在的に強い耐性を有していることから、フェニルプロパノイド類の微生物生産の有用宿主になると考えられた。そこで、コリネ型細菌でのフェニルプロパノイド類生産の第一段階として、Phe, Tyr 高生産菌の代謝工学による造成を試みた。

操作性の観点からまず、Phe を対象にした。フィードバック阻害が解除された大腸菌由来の 3-デオキシ-D-アラビノ-ヘプツロソン酸-7-リン酸合成酵素 (DS), コリスミ酸ムターゼ (CM) およびプレフェン酸脱水酵素遺伝子を高発現させるとともに、シキミ酸経路の強化、副産物生成の遮断を行うことで Phe 生産基盤菌を構築した。ついで、Tyr の Phe へのリダイレクションを検討したところ、サプレッサー変異株の出現が確認された。そこで、良好な生育を示す独立した二つのサプレッサー変異株を単離し、その Phe 生産を評価するとともに、ゲノム解析を実施した。その結果、二つの内の一方で Phe の生産性が向上し、その株には RNase J (*rnj*) に一つのアミノ酸置換 (L180R) が蓄積していることが明らかになった。また、その変異は実験的に機能低下を引き起こすものと考えられた。ここで得られた知見は、RNase J が芳香族アミノ酸の代謝制御に関与していることを示唆している点で興味深い。さらに、シキミ酸経路の前駆体であるホスホエノールピルビン酸の供給強化を目的にアナプレロティック経路の改変を検討したところ、ホスホエノールピルビン酸カルボキシラーゼ (PEPC: *ppc*), ピルビン酸カルボキシラーゼ (PC: *pyc*) の欠損が Phe 生産の効率化に有効であることが明らかになった。

次に、Tyr 生産菌の構築を試みた。Phe と同様の改変と代謝制御発酵により構築された Phe 生産株由来の DS, CM を高発現させることで Tyr 生産基盤菌を構築した。高生産化に向け、Phe 生産で有効であった *rnj*, *ppc*, *pyc* 遺伝子の欠損、Phe の Tyr へのリダイレクションを目的としたプレフェン酸脱水酵素 (*pheA*) の不活化を検討した。その結果、Tyr 生産基盤菌に Δrnj , $\Delta pheA$, Δppc の順で変異を重ねることで、Tyr 生成量は増加していった。意外にも Δpyc の効果は確認されず、これは、生産標的や遺伝子型が違えば、同じ経路を経由して生成される物質でも効果が異なることを示していた。また、 Δrnj を導入した際に、シキミ酸経路の代謝物の生成が低下した一方で、Tyr および Phe 生成開始時期が早くなり生成量の増加も確認された。これは、シキミ酸以降の代謝に関連する遺伝子の発現が RNase J により制御されていることを示唆していた。

現在、RNase J の不活化により引き起こされる芳香族アミノ酸代謝変化をトランスクリプトームの比較を基に解析するとともに、構築した Phe, Tyr 生産株のフェニルプロパノイド類生産への利用の有効性について検討している。

第6回（2022年）日本農芸化学会中四国支部技術賞受賞講演

腸管内送達による機能性向上を目指した食品製剤の開発

丸 勇史，瓜生圭介，若松淳一郎，佐藤加奈恵（備前化成(株)）

【背景】

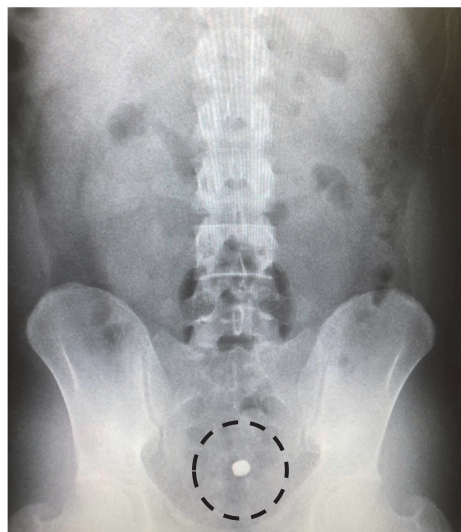
健康寿命を延ばすためには日常の食品摂取が重要であり，機能成分を効率よく摂取する方法のひとつとしてサプリメントがある。これまで栄養素をはじめ多くの機能成分がサプリメントとして開発されてきたが，経口摂取後の消化・吸収・排泄はなりゆきであった。例えば必要量の水溶性ビタミンをサプリメントとして摂取した場合，一時的に血中濃度が上昇し，その多くが尿中に排泄される懸念がある。サプリメント形態の機能成分を効率よく吸収するためには，腸管内の適切な部位への送達，適切な時間の溶出が重要であると考えている。そこで私たちは，機能成分の吸収率向上や機能性向上を目指し，腸管内送達のコントロールが可能で実用的なサプリメントの製剤化技術を開発した。

【技術の特徴】

サプリメントとしての錠剤は，胃内で速やかに崩壊するよう設計されている。一方，この度開発した **Release-time control (RTC)** 錠（商品名：B-ReC 錠）は，賦形剤として溶出制御が可能な高分子基剤（食品素材）を配合して錠剤化し，さらに耐酸性ワックスをコーティングすることで胃液では溶解せず，その後の腸液の浸潤で錠剤が膨潤化し，続いて起こる構造崩壊を調節することで溶出をコントロールすることができる。この溶出コントロールによって，機能成分を空腸・回腸・大腸に届けることができると推定した。実際にヒト試験においても *in vitro* 試験と同様，生体内でも RTC 錠の送達をコントロールできることを確認した（図）。また，ビタミンC（VC）を小腸内で徐放することで尿中排泄を抑制することを確認した。これはVCの体内残留を促進したと推定している。一方，グルコース（Glc）を小腸内で徐放することで，摂取0.5～2時間後の一過的な血中上昇を抑制した。このように小腸上部において溶出制御が可能であることも確認した。更に，胃酸による機能成分の変性・分解を防止する，生きた乳酸菌を胃酸の影響を受けずに大腸に届ける，大腸に届きにくい単糖・アミノ酸・短鎖脂肪酸などを大腸に届け腸内細菌の活性化や大腸機能をコントロールする，ニンニク配合錠など臭いの強い成分の戻臭を抑制するなど様々な用途が考えられ，食品の機能成分のみならず RTC 技術との組合せによって更なる高い機能性を発揮することが期待できる。

【社会への貢献】

RTC 技術を用いた製品は既に実用化されており，例えば，機能成分を腸管内で徐放することで機能性を高めている製品，ニンニク配合錠で戻り臭の抑制を行っている製品などがある。更に，大手食品会社や通信販売会社でも商品化が進んでおり，日常的に製品化の問合せを頂いている状況である。このように RTC 技術は，サプリメントのような通常の食事とは異なる摂取形態において重要であり，サプリメントを無視できない現代社会において大切な技術であると考えている。



図．回腸に到達した RTC 錠

日本農学賞受賞講演

講演要旨

みどりの香りの科学

松井健二（山口大院・創成科学）

みどりの香りとは青葉アルデヒド、青葉アルコールなどの炭素数6の揮発性化合物群（図1）で、植物緑葉に普遍的で、新鮮な葉を潰したときの青臭さの原因物質である。4億年ほど前にシダ植物が出現した頃から植物はみどりの香りを作り始めたと考えられ、地上の生物にとっては古くから馴染みのある香りといえる。1912年の青葉アルデヒド同定以来、みどりの香り研究が進み、私が1987年に山口大学に赴任した時は生合成経路に関する生化学的研究から分子生物学的研究へと展開する過渡期だった。私はまず、みどりの香り生合成研究から始め、酵素精製、遺伝子同定を経て、「みどりの香りは何のために作られるのか？」の解明を進め、山口大学や農芸化学会中四国支部の諸先生のサポートもあってこの間に対する少なくとも一部の解

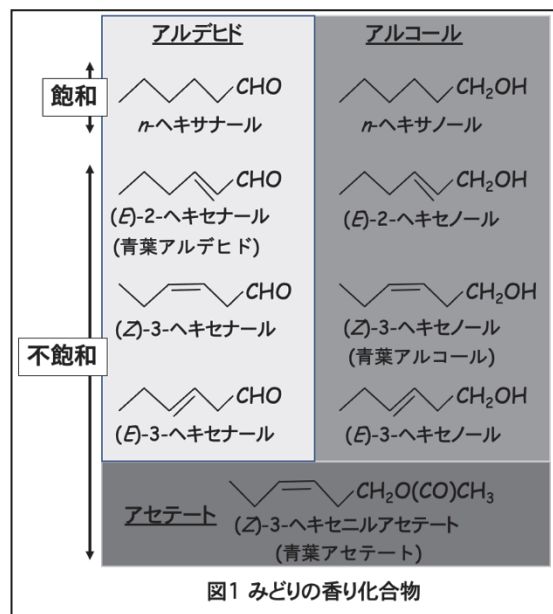


図1 みどりの香り化合物

を得ることで「みどりの香りの科学」をおぼろげながらも確立できた。35年間みどりの香りにこだわり続けてきたことも評価され、日本農学賞という望外のご褒美を授かった。

【生合成研究】 みどりの香りはリノレン酸へのリポキシゲナーゼによる酸素添加反応、引き続く脂肪酸過酸化物の開裂反応で生成するがこの開裂反応の実態は不明だった。私達は開裂酵素を初めて精製し、遺伝子単離した。この酵素はシトクロムP450酵素なのに分子状酸素も還元力の供給も必要とせず、ヒドロペルオキシド基のホモリシスで生じたラジカル種の転移反応を制御してC-C結合を切断するこれまでに知られていない触媒活性を有する酵素であった。この酵素の遺伝子はシダ植物以降のほぼすべての植物種に普遍的で、一部は多様化して炭素数9のキュウリ様香氣成分の生成に寄与する酵素などにも進化したようだ。**【生理生態学研究】** 灰色かび病菌などの植物病原性腐生菌は植物細胞を破碎しながら感染を広げる。細胞が破碎されるとみどりの香りが生成するがこのみどりの香り生成を抑制すると灰色かび病感受性が高まり、逆に促進すると抵抗性が高まった（みどりの香りによる直接防衛）。また、植食者による摂食によっても細胞破碎が進みみどりの香りが生成される。こうして生成したみどりの香りが植食者の捕食者誘引に寄与していることも実証した（間接防衛）。さらに近隣の無傷植物がこうして生成したみどりの香りを受容すると植食者抵抗性を高めることも確認した（立ち聞き効果）。このようにみどりの香りは植物組織が傷害を伴うストレスに対する防衛応答を担っており、植物を取り巻く生態系での生物間相互作用を巧みに制御する情報化学物質として機能していることが確認できた。**【今後の展望】** 植物がみどりの香りを生成するのはなぜか、について少しずつ明らかになったが、みどりの香りが植物の適応度をどの程度高めているのか、また、こうした知見を農業生態系に適応できるのか、などこれからもじっくりと検討していく課題が多く残されている。今後もみどりの香りにこだわり続け、こうした課題を解決したい。

産学官連携シンポジウム

講演要旨

希少糖アルロースの生理機能と食品への展開

金崎 茜（松谷化学(株)）

「希少糖」とは自然界に微量に存在する単糖とその誘導体の総称であり、その種類は 50 種類以上にもなる。希少糖の一種として知られる「アルロース」は果糖の異性体であり、自然界においては植物であるズイナの葉に 2.7%程度含まれる。また、果糖を含む食品の加熱などによっても得られ、我々は 1 日に 200 mg 程度のアルロースを日常的に摂取していることが報告されている。香川大学農学部にてアルロースの生産酵素が発見された後、産学官の連携により大量生産するための生産技術が確立された。この生産技術を用いて製造されたアルロースの結晶品を当社は昨年の秋から「ASTRAEA®」の商品名で全国への販売を開始している。

アルロースは砂糖の 7 割程度のスッキリとした甘味を有する。一方、生体内ではそのほとんどが尿中や便中にそのまま排泄されることが報告されており、エネルギー値はゼロキロカロリーである。そのため、アルロースは肥満や糖尿病などの生活習慣病に役立つ甘味料として期待され、生理機能に関する研究が産学官の連携において進められてきた。その成果として、健常成人における脂肪の燃焼促進作用や食後血糖の上昇を抑制する作用など種々の機能性が見出され、食品の研究分野においては健康に寄与する新たな甘味料として認知されつつある。

しかし、アルロースが人々の健康に寄与するためには、その健康への利点が一般消費者に認知され、広く利用されることが重要となる。その手段のひとつとして、健康や栄養に関する食品表示制度の利用が挙げられる。機能性表示食品制度はそのひとつであり、国の定めるガイドラインに基づき、事業者が食品の安全性と機能性に関する科学的根拠などの事項を消費者庁に届け出ることによって、事業者自らの責任において機能性を表示することが可能となる。2015 年から開始された比較的新しい制度ではあるものの、その届出総数は 5,000 件を超え、市場は拡大を続けている。したがって、アルロースの有する生理機能を一般消費者に認知してもらうには有用な手段であると考えられる。

本シンポジウムでは、産学官連携において取り組んできた希少糖アルロースの生理機能に関する研究と、その成果の食品への展開例として機能性表示食品制度への取り組みについて紹介する。

細胞単層配列と蛍光核染色を用いたブルーレイプレーヤーを基盤とする
マラリア診断デバイス開発

片岡正俊（産総研・健康医工）

マラリアはハマダラ蚊を媒介昆虫とする赤血球へマラリア原虫が寄生する寄生虫感染症で、全世界で年間感染者2億人、死亡者40万人以上が報告されている。WHOを中心に診断・治療・予防によるマラリア撲滅への取組みが進められている。マラリア診断では、ゴールドスタンダードとされる赤血球ギムザ染色法、イムノクロマト法、PCR法が利用されているが、ギムザ染色法では原虫検出感度は低く操作には熟練が必要、イムノクロマト法では易操作性であるが検出感度が低くさらに擬陽性の問題がある。PCR法では高感度検出が期待できるが、専用の検出機器が必要で検査コストが高い。マラリア撲滅にはアフリカを中心とするマラリア流行地域で利用可能な高感度検出かつ易操作性、低コストな新規診断デバイスの開発が求められている。

我々は、プラスチック基板上で細胞種を問わず高密度な細胞単層配列法を開発しており、本技術を基盤技術として企業との連携を行い、原虫核の蛍光染色と自動画像解析による短時間・易操作なマラリア原虫定量高感度検出デバイスの開発を進めた。プロトタイプとして、シリコンナノファイバーによる全血からの赤血球分離、直径105 μm 、深さ50 μm のマイクロチャンバーを20,944個アレイ状に配列したスライドガラス大のポリスチレン製細胞チップでの赤血球単層配列と蛍光核染色、CCDカメラを用いた画像解析装置システムを作製した。ウガンダ共和国でのフィールド試験の結果、既存PCR法と同等の検出感度と定量性が確認され細胞単層配列法の有効性が実証された(Sci Rep 2016, 6: 30136)。さらにアフリカなどの感染流行地域での使用を考え、全血から赤血球の前処理を必要とせずコンパクトかつバッテリー駆動可能なCD型マラリア診断デバイス開発を行った(Biosens Bioelectron 2019, 132: 375, Sci Rep 2020, 10: 658. 図1)。1枚のCDで9サンプルの同時解析が可能となり、シリコンナノファイバーのディスクへの組み込みと蛍光核染色剤のCD基板表面塗布、基板検出部での赤血球単層配列と染色、ブルーレイによる蛍光自動解析により検査時間40分で原虫の高感度定量検出が可能になった。

本講演では、赤血球単層配列を基盤技術として産学官連携により全自動型原虫核蛍光自動解析デバイス開発、さらにマラリア流行地域であるウガンダやケニアでのフィールドテストの結果について紹介する。

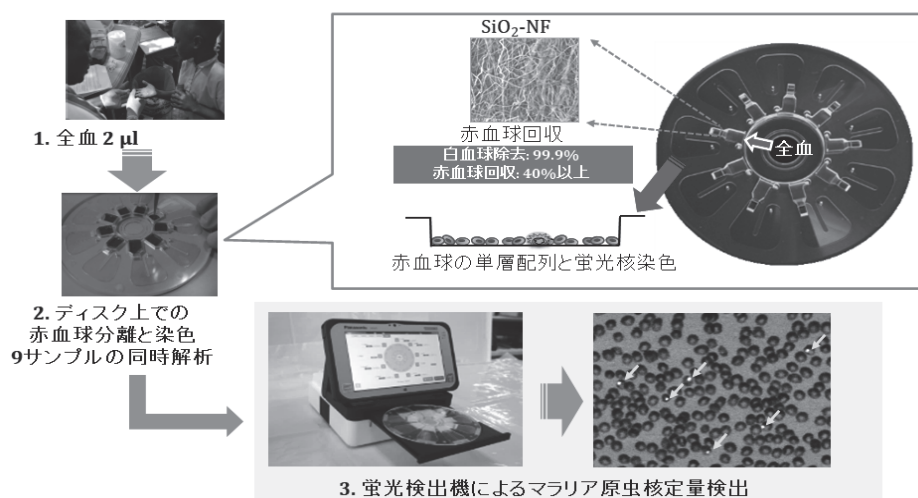


図1. CD上での赤血球単層配列と蛍光核染色によるマラリア診断デバイス開発

調理や加工技術から見た機能性食品開発の道

田村啓敏（香川大・農）

日本は、高齢社会を見据えて、特定保健用食品、栄養機能食品に加え、機能性表示食品を制度化し、国民の健康寿命の増進、医療費の削減をする社会の構築を目指している。高度な健康ウェルネス社会の実現を食品産業界や大学は推進している。SDGsも類似の理念を持つスローガンだ。

我々の研究室では、迅速に大量の食材を処理して、健康維持に有効性の高い成分を探索する手段に、QuEChERS法とHeatmapなど統計解析を使う。当大学の近藤昭ら、及び福井宏至らは、野菜類の健康機能に注目し、癌予防効果のある成分を明らかにし、モッコラクトン、クロロゲン酸類、糖脂質を有効成分とした。品種間差があるため、特定の品種の重要性も報告した。我々は二量体セスキテルペンラクトン uvedafolin, cubelin を機能性新規物質として見出した。QuEChERS法により130種類の野菜、果物類の抽出物から抗アレルギー活性の高い食品を探索した。その結果、果菜類、葉菜類にはほぼ活性がなく、根菜類に高い活性が見出された。特に、人参、さつま芋、玉ねぎ、蓮根には高い活性があった。11種類の玉ねぎの抗アレルギー活性の解析から、「さつき」という品種や、北海道、香川産の玉ねぎには高い活性があり、主要な活性成分は, quercetin と quercetin 4'-glucoside と判明した。

さつま芋の加工特性を高めるため、タイのさつま芋4種と鳴門金時芋を100℃下30分煮沸後、二重ドラム乾燥機を使い、乾燥させた。乾燥前後の組織の顕微鏡観測では、デンプン粒の肥大化、α化が起こっていた。どの品種も乾燥前のQuEChERS抽出物量の差は小さく、ポリフェノール量は0.68 mg GAE/g DW以下であったが、乾燥後には、増加が見られた。特にタイ産のTorperkとPurpleの品種では、4.4 mg GAE/g DWまで増加した。DPPHラジカル消去活性、SC₅₀値は乾燥後のサンプルでは1/5に低下し、TBRsの測定でもMDAの生成量の減少が見られた。加工により格段に抗酸化活性成分の増加が確認できた。

次に、抗アレルギー活性は、7種のタイ産さつま芋と8種の国内産さつま芋を比較したところ、タイ産さつま芋2種と鳴門金時に高い活性が見られ、果皮、果肉に活性があった。鳴門金時芋では、基本的な調理法、煮沸、電子レンジ加熱、焼き芋の工程で、活性の違いがあり、熱処理をすると活性が高くなることがわかった。特に、電子レンジか焼きによる加熱が効果的で、熱処理中変化をHPLCにてモニターしたところ、原料の芋にある主要な2成分が消失し、新たに2つのピークが生成した。かなり不安定な物質があることがわかり、2つの物質を注意深く単離し、LC-ToFMS解析したところ、硫酸基を有するフラボノイドであることがわかった。フラボン、フラボノール類の中で、硫酸基を有するものは、タデ科、キク科、ヤシ科の植物には報告があるが、ヒルガオ科植物には、ほとんど報告はない。今回、抗アレルギー活性成分としても、硫酸基を持つフラボノール類が単離されたが、今後、硫酸基を有する不安定なフラノイドが単離され、種々の機能性に関する報告が出ることを期待する。また、今回の加工、調理過程を経て、硫酸基が脱離することで機能性が高くなる事例を紹介できた。

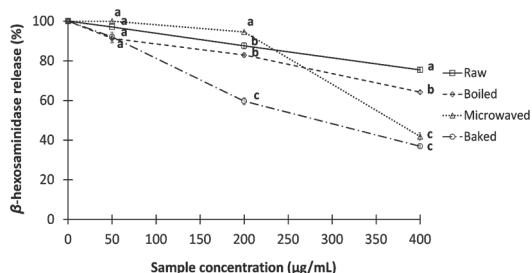


図-1 調理後の抗アレルギー活性の変化

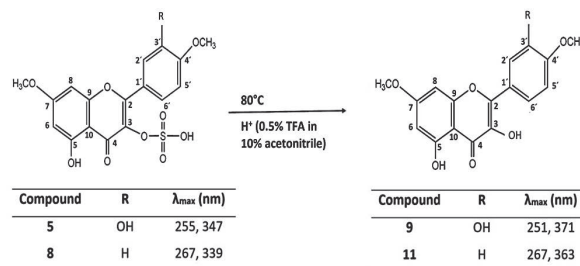


図-2 含硫フラボノイドの調理中の変化

一 般 講 演

講 演 要 旨

A-1* ビタミン B₁₂ 欠乏による中性脂質蓄積機構の解析
○小松豪太, 羽田篤矢, 山本 葵¹, 渡邊文雄, 美藤友博
(鳥取大・農, ¹鳥取大院・持社創生)

【目的】中性脂質の過剰蓄積は肥満の原因であり, 糖尿病, 心血管疾患, 高血圧などの発症要因の 1 つであることも知られている。モデル生物・線虫 (*Caenorhabditis elegans*) を用いて, ビタミン B₁₂ (B₁₂) 欠乏症の発症機構の解析を進める中で, B₁₂ 欠乏条件では通常生育の線虫よりも中性脂質が蓄積されることを見出した。しかし, これまでに B₁₂ と中性脂質代謝の詳細な関連性を示す情報は極めて少ない。そこで, 本研究では *C. elegans* を用いて, B₁₂ 欠乏による中性脂質蓄積機構の解明を目的にした。

【方法・結果】コントロール線虫と B₁₂ 欠乏線虫は B₁₂ 添加培地と B₁₂ 無添加培地で各々 5 世代以上継代することで調製した。Bligh-Dyer 法を用いて線虫の全脂質を抽出し, 全脂質量を重量法で定量した。また, 中性脂質量を酵素法で評価した結果, B₁₂ 欠乏線虫はコントロール線虫と比較して, 顕著な全脂質ならびに中性脂質の蓄積を示した。Oil Red O 染色で中性脂質を染色した結果, B₁₂ 欠乏線虫では腸管付近の脂肪滴の肥大化が確認された。中性脂質代謝に関連する遺伝子の発現量を qPCR 法で評価した結果, B₁₂ 欠乏線虫では脂質分解酵素リパーゼの活性化因子である *cgi-58* の遺伝子発現が有意に減少していた。リパーゼ活性を測定した結果, B₁₂ 欠乏線虫ではコントロール線虫の約 60%までリパーゼ活性が低下していた。現在は, *cgi-58* によるリパーゼ活性調節を制御する cAMP/PKA 伝達経路に着目し, 詳細に研究を行っている。

A-2* ビタミン B₁₂ 欠乏線虫 (*C. elegans*) の異常な産卵行動の解析
○山本 葵, 小関喬平¹, 薮田行哲, 渡邊文雄, 美藤友博
(鳥取大院・持社創生, ¹鳥取大院・連農)

【目的】ビタミン B₁₂ (B₁₂) 欠乏症は神経障害や成長遅延などを引き起こすことが知られているが, それら発症機構に不明点が多い。モデル生物である線虫 (*Caenorhabditis elegans*) を用いて, B₁₂ 欠乏症の詳細な発症メカニズムの解析を進める中で, B₁₂ 欠乏線虫ではコントロールと比較し, 顕著に産卵期間が長い表現型が高頻度で出現することを見出した。そこで本研究では B₁₂ 欠乏で誘発される線虫の異常な産卵行動の分子機構を解明することを目的とした。

【方法・結果】コントロール線虫と B₁₂ 欠乏線虫は B₁₂ 添加培地と B₁₂ 無添加培地で継代的に生育させ調製した。線虫の産卵開始から経時的に産卵数を測定した結果, B₁₂ 欠乏線虫はコントロール線虫と比較し, 産卵数が最も多い日が 1 日遅れると共に産卵期間が延長することが明らかになった。線虫の産卵行動は伝達物質であるセロトニンに制御される。そこで, 線虫のセロトニンレベルを HPLC で測定したところ, コントロール線虫と B₁₂ 欠乏線虫のセロトニンレベルに差異は認められなかった。セロトニンの伝達機構に着目し, セロトニン再取り込み阻害剤であるフルオキシセチンをコントロール線虫に供与したところ, B₁₂ 欠乏線虫と同様の産卵行動の変化を示した。セロトニンの再取り込みの機能を有す *mod-5* の遺伝子発現量を qPCR 法で評価した結果, B₁₂ 欠乏線虫では *mod-5* の mRNA 発現レベルがコントロール線虫の約 20%まで低下していた。これらの結果より, B₁₂ 欠乏はセロトニンの再取り込み機構に影響を及ぼし線虫の産卵期間の延長を引き起こすことが示唆された。

A-3* 植物由来の発酵食品に含まれるビタミン B₁₂ 化合物の特徴
○小関喬平, 美藤友博¹, 渡邊文雄¹ (鳥取大院・連農, ¹鳥取大・農)

【目的】 ビタミン B₁₂ (B₁₂) は一部の細菌と古細菌により生合成されるため、植物由来の食品には含有されない唯一のビタミンであり、菜食主義者は B₁₂ 欠乏症のハイリスク群である。日本食品標準成分表において大根の麴漬けである「べったら漬け」には約 12 µg/100 g, また豆腐の発酵食品である「臭豆腐」には約 50 µg/100 g の B₁₂ が含まれていると報告されており、菜食主義者にとって良い B₁₂ の供給源となりうると考えられる。しかし、食品の中には PseudoB₁₂ などヒトにとって生理的に不活性な B₁₂ 化合物が存在するが、植物由来の発酵食品に含まれる B₁₂ 化合物についての詳細な情報は無い。そこで本研究では、べったら漬けや臭豆腐などの植物由来の発酵食品に含まれる B₁₂ 化合物の特徴を検討した。

【方法・結果】 臭豆腐、べったら漬け、米麴を KCN 加熱抽出法により B₁₂ 化合物を抽出した後、Sep-pak C18 Plus を用いて濃縮・脱塩した。その後、B₁₂ 抗体カラムを用いて B₁₂ 化合物を特異的に精製し、HPLC 分析による B₁₂ の定量及び LC-MS/MS 分析による B₁₂ 化合物の同定をおこなった。HPLC 分析の結果、100 g 当たりの B₁₂ 含量はべったら漬け、米麴、臭豆腐でそれぞれ約 1.0 µg, 0.2 µg, 0.4 µg であった。また、LC-MS/MS 分析ではべったら漬け、米麴においては B₁₂ のみが検出された。一方、臭豆腐には B₁₂ 以外に Factor S や Factor A といったヒトにとって生理的に不活性な B₁₂ 化合物が約 80% 含まれることが明らかとなった。

A-4 グリセロホスホコリンの吸収、および代謝機構の解明
○乾 志帆, 中島領子, 川口達也, 大嶋紀安¹, 鈴木卓弥, 中川佳子²,
佐久間哲史, 山本 卓, Thanutchaporn Kumrungsee, 矢中規之
(広島大院・統合生命, ¹群馬大・医, ²熊本大・CARD)

【背景・目的】 コリンはリン脂質膜やアセチルコリンの合成、メチル基代謝などの細胞機能において重要な栄養素である。一方、摂取したコリンの一部は腸内細菌によりトリメチルアミン(TMA)に代謝され、さらに肝臓でトリメチルアミン-N-オキシド(TMAO)に変換され、血中 TMAO の濃度上昇が動脈硬化症などの疾病リスクを高めることが報告されている。レシチンの主成分であるホスファチジルコリン(PC)が脱アシル化されたグリセロホスホコリン(GPC)が有用なコリン供給源として期待されているが、本研究では GPC 摂取による TMAO 産生の観点から、消化管での吸収、および代謝機構の解明を目的とした。

【結果・考察】 コリン、および GPC の単回経口投与を行い、TMAO 産生量について比較した。GPC を高用量で経口投与した場合、コリンよりも高い血中 TMAO 濃度が観察された。一方、低用量の GPC を投与した場合、TMAO 濃度はコリンを投与した場合と同程度であった。次に、transwell を用いたヒト腸管上皮 Caco-2 細胞透過性試験を行った。管腔側に GPC を添加した際には管腔側と基底膜側のコリン濃度が上昇し、Caco-2 細胞内、および管腔側培養液中で GPC がコリンに代謝されることが示唆された。リン脂質代謝酵素である GDE5 は、GPC をコリンに加水分解する細胞内酵素である。GDE5 が消化管での GPC 代謝に関与している可能性を考え、腸管上皮細胞特異的 GDE5 欠損マウス(GDE5KO マウス)を作製した。GDE5KO マウスに GPC を経口投与した結果、野生型マウスと比較して血中 TMAO 濃度が低下した。GDE5 は消化管内で GPC をコリンに分解し、TMA 生成に関与することが示唆された。

A－5 Effects of GABA transaminase inhibitors on appetite regulation
OThanutchaporn Kumrungsee, Tomoka Nagao¹, Noriyuki Yanaka
(Grad. Sch. Integr. Sci. Life, Hiroshima Univ., ¹ Grad. Sch. Appl. Biol. Sci.,
Hiroshima Univ.)

Previously, we found that a high dose (5%) of γ -aminobutyric acid (GABA) mixed in a basal diet significantly decreased food intake and body weight gain in mice, while the lower doses ($\leq 2\%$) of GABA exhibited no such effects. We hypothesized that blood GABA availability is important for these effects. Generally, dietary GABA is highly hydrolyzed in the liver by GABA transaminase (GABA-T). Thus, in the present study, we determined if GABA-T inhibitors with dietary GABA (2%) can increase blood GABA levels and suppress food intake.

Mice were fed a high fat diet (HFD) for 8 weeks. Then, those mice were divided into 6 groups receiving the control HFD or the control HFD mixed with 2% GABA with or without GABA-T inhibitor administration. Vigabatrin and ethanolamine-O-sulfate (EOS) as GABA-T inhibitors were used. As a result, only the vigabatrin and EOS groups with the 2% GABA diet increased blood GABA levels (vigabatrin+GABA, $1.2 \pm 0.7 \mu\text{M}$; EOS+GABA, $2.5 \pm 0.8 \mu\text{M}$ vs. control+GABA, $0.3 \pm 0.3 \mu\text{M}$; control, $0.2 \pm 0.2 \mu\text{M}$; vigabatrin, $0.3 \pm 0.2 \mu\text{M}$; and EOS, $0.2 \pm 0.4 \mu\text{M}$; $P < 0.05$). The 2% GABA diet plus vigabatrin or plus EOS significantly suppressed food intake (-50%) and body weight gain (-20%), whereas no effects on food intake and body weight were observed in the control and only 2% GABA diet groups. Notably, vigabatrin or EOS administration with the control diet (no GABA) suppressed body weight gain by only 5%, suggesting that vigabatrin is not the main effector. In short, GABA-T inhibitors with dietary GABA could suppress food intake and possibly regulate appetite.

A－6 糖尿病性筋萎縮モデルマウスにおける骨格筋収縮力、および疲労耐性に関する解析
O亀沢実音, 堀井茉優, Rahmawati Aisyah, 宮田賢周, Saliu Tolulope Peter,
Kumrungsee Thanutchaporn, 和田正信¹, 矢中規之
(広島大院・統合生命, ¹ 広島大院・人間社会)

【目的】糖尿病合併症である骨格筋萎縮は罹患者の生活の質の低下や代謝障害などの問題を引き起こし、この病態を予防する食品素材の開発は極めて重要である。しかし、これまでマウスの運動試験に関する報告はあるものの、骨格筋収縮、および疲労耐性などを定量解析した例は極めて少ない。本実験ではより定量性の高い方法により骨格筋の機能性を検証し、糖尿病性骨格筋萎縮の病態解析を行うとともに、機能性食品素材の探索に有用な情報を得ることを目的とした。

【方法・結果】8週齢雄性ICRマウスにstreptozotocin(STZ)を中用量の100 mg/kg 体重において2回腹腔内投与し(DM群)、4週間飼育した後、電気刺激による筋収縮力、および筋収縮後の疲労耐性試験を行った。control群と比較してDM群では血糖値の上昇が認められ、腓腹筋重量は有意に低下した。麻酔下において坐骨神経を1-140Hzで電気刺激を行なった結果、筋収縮力に差は認められなかったが、70 Hzの電気刺激を連続的に行なった疲労耐性試験ではDM群で有意に筋力が低下した。腓腹筋においてglycogen量を測定したところ、運動の前後でcontrol群ではglycogen量が有意に低下していたが、DM群では差が認められなかった。腓腹筋由来のRNAを用いたqPCRの結果、glycogen phosphorylase mRNAの発現量は深層で著しく高く、DM群で有意に低下していたことからglycogen代謝など糖代謝異常が考えられた。また、血管内皮細胞マーカーであるCD31の免疫染色の結果、DM群で有意な血管走行数の減少も認められた。

A-7* 高脂肪食負荷による組織機能破綻に対する 8-プレニルナリンゲニンの効果
○竹上菜緒, 小西冴季, 山下陽子¹, 志内哲也², 卯川裕一³, 大江健一³,
向井理恵⁴ (徳島大院・創成科学, ¹神戸大院・農, ²徳島大・医,
³ダイセル (株), ⁴徳島大院・社会産業)

【目的】高脂肪食誘導性肥満は、骨格筋や視床下部等において炎症や酸化ストレスを高める要因となる。骨格筋はエネルギー代謝に関与し、骨格筋量は肥満のリスクと逆相関することが報告されている。ホップ由来の 8-プレニルナリンゲニン (8-PN) が骨格筋量維持に貢献することから、高脂肪食による肥満の抵抗因子になると仮定した。そこで、本研究では高脂肪負荷によって惹起される各種臓器や組織の機能破綻に対する 8-PN の予防効果についてマウスを用いて明らかにすることを目的とした。

【方法・結果】マウスを普通食群、高脂肪食群 (精製ラード 30%含有)、高脂肪食に 8-PN を 0.0005%、0.005%含む 4 群に分け 8 週間飼育した。高脂肪食による体重および脂肪の蓄積は 8-PN により抑制された。腓腹筋のメタボローム解析の結果では、酸化型グルタチオン量が 8-PN により減少した。そこで、グルタチオン代謝関連遺伝子をリアルタイム PCR で解析した。グルタチオンレダクターゼ (GR) は高脂肪食群に対して、8-PN 摂取群で低下であった。グルタチオンペルオキシダーゼ-1 は GR と逆の結果を示した。このことから、8-PN はグルタチオンを還元型に変換する作用を有することが示唆された。視床下部では炎症関連遺伝子を解析した。高脂肪食群の腫瘍壊死因子 α (TNF- α)、インターロイキン (IL) -6, IL-1 β は低用量の 8-PN により改善する傾向が見られた。白色脂肪組織の解析では、高脂肪食群の TNF- α が 8-PN 低用量群で低値傾向であった。今回の結果では、8-PN が酸化ストレスや炎症の増悪マーカーを抑制する可能性が示唆された。

A-8* ネギ属に含まれる含硫アミノ酸は優れたアクロレイン消去物質である
○羽田紋子, 松井健二, 松岡恭正¹, 真野純一²
(山口大院・創成科学, ¹山口大・総合技術, ²山口大・総科セ)

【背景・目的】酸化ストレスにより生じる過酸化脂質の分解産物である活性カルボニル種 (RCS) は、タンパク質や核酸を修飾し、細胞に障害を引き起こすことで、神経変性疾患や老化の原因となる。RCS 消去能力のあるエダラボンなどは医薬品として利用されている。本研究では植物から新奇の RCS 消去物質を探索するため、強毒性 RCS であるアクロレイン (ACR) に対する消去能を 58 種の植物材料の抽出液で比較した。最も高い ACR 消去能を示したニンニクから RCS 消去物質を精製することを目的とした。

【方法・結果】ニンニク鱗茎を 80%エタノールで抽出し、2 段階の親水性クロマトグラフィーにより、高い ACR 消去能を示す画分を得た。この画分の LC-MS/MS 分析により、ACR を加えた時に減少するピークが同定されたため、これが ACR 消去物質であると考えた。このピークの精密質量から求めた元素組成に一致する化合物として、ニンニクがもつ含硫アミノ酸アリインが推定された。溶出時間および MS/MS が標品と一致したことから、活性画分中のアクロレイン消去物質はアリインと同定した。アリインと ACR の反応では、アリインのアミノ基に ACR がマイケル付加することが、生成物の LC-MS/MS 分析からわかった。タマネギ、ニラの含硫アミノ酸イソアリイン、メチンもアリインと同様の ACR 消去機構であった。これら 3 つの含硫アミノ酸は、非含硫アミノ化合物より ACR 消去能が高かった。このようにネギ属に特有の含硫アミノ酸は優れた ACR 消去物質であり、この作用はネギ属の食品としての効用の一部を説明できると考えられる。また、これらの化合物から医薬品やサプリメントへの展開も期待できる。

A-9 アラメ(*Eisenia bicyclis*)による EHEC O157 産生志賀毒素吸着
山下晶央, 山崎義輝, 佐々木千鶴, 林 順司, 川上竜巳, ○金丸 芳
(徳島大・生物資源)

[緒言] 腸管出血性大腸菌(*Enterohemorrhagic Escherichia coli*; EHEC)O157:H7 は志賀毒素(Stx1・Stx2)を産生し HUS などの重篤な症状を引き起こす。そこで食品成分による Stx 吸着により細胞内への Stx 侵入を防ぐことを検討している。そしてウスバアオノリ由来ラムナン硫酸と納豆由来ポリ- γ -グルタミン酸に Stx 吸着活性を見出している。今回、4 種の褐藻について Stx 吸着活性を検討した。

[方法]市販のワカメ(*Undaria pinnatifida*),アラメ(*Eisenia bicyclis*),ヒジキ(*Sargassum fusiforme*), コンブ(*Saccharina japonica*)から 5%海藻熱水抽出液(HWE)を調整し Stx 吸着活性をみた。Stx は VTEC-RPLA で測定した。アラメ HWE の活性成分は 80%EtOH と MgCl₂分画, イオン交換カラムクロマトグラフィーにより得, 糖組成, 硫酸基量, 分子質量をみた。Stx 吸着による CACO-2 に対する Stx 毒性軽減も検討した。

[結果]4 種の 5%海藻 HWE を Stx1, 2 (128 ng/mL)と等量で混和し吸着能を見た。アラメは Stx1 を 100%, Stx2 を 82.5%吸着し, Stx1, 2 双方に顕著な活性を示した。ヒジキは Stx1 を 82.5%, ワカメは Stx2 を 75%吸着した。アラメが最も高い吸着活性を示し, その活性成分は, 糖組成は Fucose が最も高く, 次いで Mannose, さらに Glucuronic acid, Xylose, Galactose, Glucose も含有し, 硫酸基含量 35.5%, 分子質量 200~660 kDa であることから, フコイダンと示唆された。アラメ由来フコイダン(EbF, 5 mg)は Stx 1, 2 (256 ng)の 75%を吸着し顕著な活性を示した。Stx 1 (512 pg)存在下では CACO-2 (1000 cells)の生細胞率は 48%となるが, EbF (10 μ g)を同時混和すると生細胞率は 81%に上昇し, 吸着による毒性軽減が示唆された。

A-10 o/w エマルションの酸化安定性に与える Tween 系乳化剤の HLB の影響
○中田羽厘, 山本幸弘¹ (県広大院・総合学術, ¹県広大・生物資源)

【目的】乳化剤の Hydrophilic Lipophilic Balance (HLB) がエマルションの物理安定性に与える影響はよく調べられているが, 酸化安定性に与える影響については, あまり調べられていない。本研究では, HLB の違いがエマルションの酸化安定性に与える影響を調べた。

【方法】各種油(ツバキ油, ヒマワリ油, エゴマ油)と各種 5%Tween 溶液(Tween20 (HLB:16.7), Tween40 (HLB:15.6), Tween60 (HLB:14.9))を重量比 3:7 となるよう攪拌式ホモジナイザーにより混合し, o/w エマルションを調製した(e20, e40, e60)。エマルションは 30℃~40℃暗所下, 攪拌を維持し, 経時的に過酸化価(PV), TBARS, トコフェロール(Toc)残存量を調べた。

【結果・考察】エゴマ油を用いたところ, e20 は e40, e60 と比較して PV および TBARS の上昇を抑制することが分かった。そこで油相に含まれる Toc 量を測定すると, e20>e40>e60 の順で多いことが確認された。これより HLB が高いと油相の Toc 量を高く維持する作用があり, エマルションの酸化安定性を高めると示唆された。ヒマワリ油を用いると, e60 が最も PV の上昇を抑制し, TBARS の上昇には乳化剤の種類間で違いはみられなかった。油相に含まれる Toc 量にも違いはみられなかった。よって, ヒマワリ油において低い HLB を有する乳化剤は形成する膜の厚さが厚く, これが酸化安定性を高めると推察した。ツバキ油を用いた場合, 酸化速度が極めて小さく, PV および TBARS の上昇, 油相の Toc 量のいずれも乳化剤の種類間で違いは確認されなかった。

A-11* 大豆リン脂質と魚油とのエステル交換反応におけるエチレングリコール添加効果
○池田和弥¹, 山本幸弘² (¹県広大院・総合学術, ²県広大・生物資源)

【目的】リン脂質(例えば, ホスファチジルコリン(PC))に所望の脂肪酸を導入する方法として, リパーゼを用いたエステル交換反応がしばしば行われる。この反応では, 副反応として加水分解が起き, 副生成物としてリゾ型 PC (LPC)が生じる点が問題であった。本研究では, 大豆由来 PC と魚油との酵素的エステル交換反応において, n-3 系多価不飽和脂肪酸(PUFA)含有 PC を高収率で得る方法について検討した。

【方法】大豆 PC 39 mg と魚油(PUFA 含有量 28.5 %) 293 mg をヘキサンで溶解し, 40℃, 900 rpm で反応させた。得られた混合物を HPLC, GC に供し, PC 回収率と PUFA 導入率をそれぞれ算出した。水代替物として, エチレングリコール(EtGly)の添加効果を検証した。

【結果・考察】48 h の反応において, EtGly を 1.0~10.0 μ L 添加した場合と無添加の場合を比較すると, 無添加では PUFA 導入率が 1.2%程度であったのに対し, 添加した場合, 5.3%(1.0 μ L), 11.5%(2.5 μ L), 10.2%(5.0 μ L)と, 添加量に比例して PUFA 導入率が大きくなる傾向があった。しかし, 添加量に比例して PC 回収率は低下した。経時変化を調べると, 添加量が多くなるほど短時間で導入率が上昇したが, 最終的にはいずれの場合も 11%程度であった。一方, EtGly は魚油の加水分解には影響を与えず, PC の加水分解を促すことを確認した。以上のことから, EtGly は, エステル交換反応においてアルコール基質である LPC の生成を促すことで, PC 合成を進める作用があると示された。最終的に, 反応条件: 24 h, EtGly 添加量 2.5 μ L のとき, PC 回収率が 53.1%, PUFA 導入率が 12.3%となった。

A-12 アブラゼミの食品機能性
○菅野暁也, 尾崎知美, 林久美子, 井内良仁 (山口大・農)

【目的】本研究では, 昆虫食を単に食糧危機における代替食もしくはタンパク源としては捉えず, 健康に寄与する機能性食品としての可能性について検討してきた。今回, 日本のアブラゼミ (*G. nigrofuscata*) の細胞保護効果と自然免疫賦活活性について報告する。

【方法・結果】アブラゼミ幼虫及び成虫の可溶性抽出液を用いて細胞保護効果を評価した。その結果, アブラゼミ抽出液は過酸化水素による酸化ストレスに対して細胞を保護する効果があることがわかった。次に, セミ抽出液の免疫賦活活性を評価した。マクロファージ系 RAW264.7 細胞にセミ抽出液を添加すると, 細胞の NO 産生が増加した。また, セミ抽出液を 100℃, 5 min 加熱した場合であってもその効果は発揮され, 成虫よりも幼虫の方が高い効果が発揮されたため, 以降は幼虫を用いて実験を行った。セミ抽出液のもつ免疫賦活活性が加熱しても失活しないという点からアブラゼミの免疫賦活作用を促す物質が糖であると仮定し, 分離を試みた。アブラゼミ幼虫の抽出液を 100℃, 5 min 加熱し, Proteinase K 処理, 透析を経てイソパノールで糖を沈殿させ, イオン交換クロマトグラフィー及びゲルろ過クロマトグラフィーで糖の分離を試みた。結果から, セミ抽出液のもつ免疫賦活作用を促す物質は仮説通り, 糖であることが示唆された。

【結論】セミは身近で採集しやすい昆虫であり, 食品機能性も示唆されることから, 今後さらにメジャーな昆虫食として認識・普及される可能性が示された。

B-1* バイオマス前処理としての深共晶溶媒利用法の検討

○永井孝典, 浅田元子¹, 中村嘉利¹ (徳島大院・創成科学, ¹徳島大・生物資源)

【目的】近年, リグノセルロース系バイオマス成分を原料とするセルロースナノファイバーなどの高付加価値物質の開発がすすめられている。それらの生産にはバイオマスに効率的な前処理を行い, リグニンを分解除去する必要がある。本研究では, イオン液体と同様の効果を持つが, 環境低負荷で簡易とされる深共晶溶媒(DES)処理に注目した。DES は水素結合供与体と水素結合授与体からなり, 常温常圧下において液体で存在する塩である。DES は低コスト, 生体適合性が高い, 再利用が可能といった特徴を持つ。その効果については近年報告があるが, 再利用とその効果についての検討は少ない。よって本研究では DES を用いた前処理方法の有効性を実証し再利用に最適な条件を明らかにすることを目的とした。

【方法・結果】スギに粉碎処理を行い粉末状にした。乾燥させた粉碎試料 2.0 g に DES (ChCl:LA=1:2) 20.0 g を添加し, 油浴による直接加熱前処理(外部加熱)または密閉加圧型マイクロ波照射装置 Multiwave PRO によるマイクロ波照射前処理(内部加熱)を行った。前処理条件は 120-180℃, 1 h とし, 残渣成分を分析することで前処理法を比較検討した。その後, 再利用のための蒸留による DES の揮発の有無を確認した。また, 前処理条件 120-180℃, 1 h において DES を再利用し前処理を行った場合の温度が残渣成分へ与える影響を比較した。残渣成分の実験結果より, DES を用いた前処理には内部加熱が有効であることが示され, リサイクル方法として蒸留が有効であることが分かった。また, DES を再利用した場合の最適温度は 150℃であり, 三度再利用した後でも 70%以上の脱リグニン率を得られることが分かった。

B-2 バイオマス由来リグニンの化学修飾によるエポキシ樹脂機能性付加とその評価

○渡邊有美, 浅田元子¹, 中村嘉利¹ (徳島大院・創成科学, ¹徳島大・生物資源)

【目的】 近年, 石油資源の枯渇や地球温暖化の影響から, 再生可能資源による代替原料の開発が望まれている。そこで, 有効利用法が確立されていないバイオマス由来リグニンに注目した。本研究では, エポキシ樹脂硬化剤としてリグニンをを用い, 化学修飾によりリグニン中の結合可能なフェノール水酸基を増やすことで, 樹脂硬化時の反応性を高めることに着目した。3 種の異なる化学修飾を施したリグニンをを用いてエポキシ樹脂硬化物の作製・特性評価を行い, 有用なリグニン修飾方法を検討した。

【方法・結果】 スギ試料を 2 種の方法で前処理後, 水・アセトン抽出によりアセトン可溶リグニンを得た。それらは, 水蒸気爆砕処理(25 atm, 5 min)によるリグニン(SEL)と, フェノール付担スギチップの弱酸加水分解処理によるフェノール化リグニン(WAHPL)である。SEL に対して, 3 種の化学修飾をそれぞれ施し, 脱メチル化リグニン(SEDML)・ヒドロキシメチル化リグニン(SEHDML)・フェノール化リグニン(SEPL)を生成した。これら 5 種のリグニンを硬化剤として, 硬化成型により硬化物を作製し, 熱的特性及び機械的特性の評価を行うことで, 各化学修飾による効果を比較した。結果, すべてのバイオマス由来エポキシ樹脂硬化物で, 市販のエポキシ樹脂のハンダ耐熱 (Td 250℃~280℃) と引張強度 (27~89 MPa) の範囲を満たすことができた。特に, SEPL を使用した硬化物は, 機械的特性・熱的特性において最も高い値を示したため, エポキシ樹脂硬化剤としてリグニンを使用する際に有用な修飾方法はフェノール化であり, フェノール化リグニン生成にあたって有用な前処理は水蒸気爆砕であることが示唆された。

B-3* Low-molecular-weight lignin Production from Palm Oil Kernel Shell
○Sholahuddin Sholahuddin, Chikako Asada¹, Yoshitoshi Nakamura¹
(Grad. Sch. Life & Matl. Syst. Eng., Tokushima Univ., ¹ Fac. Biosci. Bioind., Tokushima Univ.)

(Method) Steam explosion pretreatment that breaks the lignin-carbohydrate complex (LCC) could produce the low-molecular-weight lignin (LMWL) from the lignin structure. The lignocellulosic biomass waste from the palm oil industry i.e., palm oil kernel shell (POKS) was valorized to become the resource of LMWL via steam explosion pretreatment. The pressure and steaming time were set at 35 atm (3.546 MPa/243°C), 40 atm (4.053 MPa/250°C), 45 atm (4.559 MPa/258°C) for 5 and 10 minutes. The severity factor (R_0) was 4.91, 5.12, and 5.35. from 35 atm 5 minutes, 40 atm 5 minutes, and 45 atm 5 minutes, respectively. This research observed the production of LMWL from steam-exploded (SE) POKS that could be used as a material resource for various green-biopolymer which have several advantages including the high-temperature resistance and its biodegradable character. The LMWL was obtained via water extraction to remove the impurity substance and acetone extraction to harvest the LMWL from SE-POKS via the evaporation process. The LMWL was analyzed by gel permeation chromatography (GPC) to find out the average weight (Mw), number (Mn), and size (Mz) of molecular weight.

(Result) The highest pressure from steam explosion pretreatment resulted in the highest percentage of LMWL from the total substrate amount with 17.45% of maximum production from POKS. The molecular size was 5390.33, 6476.33, and 6134.67 from 35, 40, and 45 Atm. The average of molecular weight SE-POKS was 2444.67, 2831.67, and 2655 with 714, 765.67, and 720.67 of average molecular numbers from 35, 40, 45 atm, respectively.

B-4* 高感度かつハイスループットなアスコルビン酸定量法
○吉田愛菜, 中村光裕¹, 田井章博²
(徳島大院・創成科学, ¹徳島大・理工, ²徳島大・生物資源)

【目的】細胞内のアスコルビン酸 (AA) の定量は、高感度、AA 特異的、ハイスループットであることが求められる。*o*-Phenylenediamine (OPD) を用いて AA を蛍光誘導体化し、マイクロプレートリーダーで測定するプレート法が報告されているが、感度の問題上細胞内の微量な AA を定量することは困難である。1,2-Diamino-4,5-methylenedioxybenzene (MDB) は、HPLC 分析で α -ケト酸を OPD よりも高感度で分析できるという報告がある。そこで、MDB を用いて AA を蛍光誘導体化し、蛍光強度を測定するプレート法の確立を目的とした。

【方法・結果】MDB を用いた HPLC による α -ケト酸定量法の反応条件を参考に、96 穴プレートで AA と 3 種類の α -ケト酸をそれぞれ MDB と反応させた。その結果、3 種類の α -ケト酸はそれぞれ濃度依存的に蛍光強度を増加させたが、AA は蛍光を示さなかった。そこで、OPD を用いたプレート法の反応条件を参考に、反応溶媒、反応温度、反応時間および最適励起波長と蛍光波長を検討した。3 種類の α -ケト酸は蛍光を示さず、AA は濃度依存的に蛍光強度を増加させ、40 nM から 20 μ M の範囲で定量可能となった。また、AA と 3 種類の α -ケト酸を同濃度で溶解した混合サンプルを、確立した条件で MDB と反応させ、HPLC で分析した。その結果、混合サンプルにおいても AA と特異的に反応することが明らかとなった。以上のことから、確立した MDB を用いたプレート法は、高感度でハイスループットな AA 定量法であり、細胞内の微量な AA の定量に利用できる可能性がある。

B-5 ツチナメコからの概日リズム調節物質の単離
西田直史, 赤木靖典, 椿 香織, 下田絵美子¹, 菊池 貴², 遠藤直樹¹,
一柳 剛¹, 中桐 昭¹, O石原 亨¹ (GPC 研究所, ¹鳥取大・農, ²リガク)

【目的】きのこは、様々な生理活性物質を生産することが知られている。しかし、その探索が行われている種は一部に過ぎず、多くの種は手つかずであることから、未開拓の生物資源ということができる。そこで、私達はきのこ抽出物ライブラリーを作成し、新たな生理活性物質の探索を行っている。概日リズムとは、約 24 時間周期で細胞の活動が変動する現象である。睡眠障害や代謝性疾患など様々な健康障害が概日リズムと密接に関連している。そのため、概日リズムへの薬理的介入は、これらを改善するための新たなアプローチとなる可能性がある。BMAL1 は時計遺伝子によるフィードバックループを構成する主要な転写因子である。概日リズムに影響を与える化合物を見出すため、*Bmal1* プロモーターの制御下でルシフェラーゼ遺伝子を発現するマウス細胞を用いて、きのこ抽出物ライブラリーからのスクリーニングを行った。

【結果】スクリーニングの結果、ツチナメコ *Cyclocybe erebia* の培養ろ液抽出物がルシフェラーゼ遺伝子の発現による発光の振幅を増大させることがわかった。この抽出物を各種クロマトグラフィーにより分離し、活性化合物 **1** および **2** を単離した。化合物 **1** および **2** をそれぞれシクロサーカジン A および B と名付けた。分光学的分析および単結晶 X 線回折分析により、これらの化合物は 3 員環, 7 員環, および 5 員環からなるユニークな縮合環系を持つジテルペノイドであることが判明した。以上の結果から、テルペノイドにも概日リズムに影響を与える化合物が存在することが明らかになった。

B-6 生理活性希少糖 D-allulose の線虫における代謝とその作用メカニズム
O長樂佑一朗, 善家範晃, 今田総一郎, 池田佳穂, 佐藤正資 (香川大・農)

D-fructose の C3 エピマーである希少糖 D-allulose (D-Alu) は、ヒトに対し脂肪蓄積抑制、血糖値上昇抑制などの生理機能が知られている。一方、我々は、D-Alu が線虫 *Cenorhabditis elegans* に対して、高濃度 (50-100 mM) では成長阻害、低濃度 (10 mM) では寿命延長を示すことを報告している。これらの生理活性は、D-Alu が線虫の糖代謝を阻害することによって考えているが、その作用メカニズムは不明である。D-Alu のデオキシ誘導体 6-deoxy-D-allulose には、この生理活性が認められないことから、D-Alu は線虫体内で D-allulose 6-phosphate (D-Alu-6P) に代謝され、D-Alu-6P が糖代謝を阻害することで、生理活性が発現すると考えた。

本研究ではこれを検証するため、以下の実験を行った。(1) D-Alu-6P の合成, (2) D-Alu 処理線虫を抽出し、HPLC により D-Alu-6P の存在の確認, (3) 解糖系酵素である glucose phosphate isomerase (GPI) に対する D-Alu-6P の阻害活性評価。(2)の実験の結果、D-Alu 処理線虫からは D-Alu-6P が検出された。現在、D-Alu-6P による GPI 阻害実験を行っており、その結果を報告する。

B-7* コラーゲンゲル上培養した子宮内膜上皮細胞の炎症刺激に対する応答
○三好紗那, 花木祐輔¹, 杉山康憲¹, 柳田 亮¹, 佐藤正資¹
(香川大院・農, ¹香川大・農)

【背景・目的】子宮内膜上皮細胞の子宮筋層への浸潤は子宮体がんや子宮腺筋症を引き起こす。本細胞は、筋層内へ浸潤する過程で細胞外マトリックスの主成分であるI型コラーゲン(COL-I)と接触すると考えられるため、COL-Iが子宮内膜上皮細胞の増殖・浸潤能に与える影響を調べた。

【方法・結果】子宮内膜がん由来 HHUA 細胞を COL-I ゲル上で培養し、通常プラスチックプレート上で培養した場合との薬剤応答を比較した。HHUA 細胞を炎症誘導物質・12-*O*-tetradecanoylphorbol 13-acetate (TPA) で処理したところ、通常のプレート上では生存率が著しく低下したのに対し、COL-I ゲル上では増殖速度が増大した。さらに、COL-I ゲル上で TPA 処理した HHUA 細胞は上皮間葉転換 (EMT) を介して線維芽細胞様の形態へと変化した。以上より、COL-I が炎症環境における増殖および浸潤能獲得に関与していることが示唆された。現在、希少糖が COL-I ゲル上における HHUA 細胞の増殖や EMT を抑制するかどうかを検討しており、本結果も併せて報告する予定である。

B-8 蛋白質異常凝集疾患に対するアカモクフコイダンの効果
○網城紀子, 仮家志保, 近藤悠太¹, 舟越 稔², 大城 隆^{1,3}, 八木寿梓^{1,3}
(鳥取大院・持社創生, ¹鳥取大・工, ²(株)海産物のきむらや, ³鳥取大・未利用セ)

【目的】海藻多糖は、抗がん作用、抗炎症作用等の生理活性が報告されている。褐藻多糖フコイダンは海藻種で分子構造が異なり、生理活性との関係は不明である。褐藻アカモクは雑海藻からスーパー海藻となり、健康に寄与する食品として期待されている。他方、平均寿命の延伸から加齢に伴い発症する蛋白質異常凝集疾患の予防・治療方法の開発が急務となっている。アルツハイマー病等の神経変性疾患も含み、総称してアミロイドーシスと呼ばれ、原因蛋白質の凝集形成(アミロイド線維)が発症要因の一つである。疾患の発症予防法の一つは線維形成の阻害であり、既報では様々な化合物によって線維以外の不定形凝集体を形成させることで予防効果を提唱している。本研究では、アカモクフコイダンに着目し、他のフコイダンや海藻多糖と比較してインスリンの線維形成に対する阻害効果を検証した。

【方法・結果】インスリン反応溶液に、種々のフコイダン(低分子化を含む)および海藻多糖を0.1-2.5%(w/v)添加した。蛍光法を用いた凝集形成阻害実験の結果から、フコイダン以外の多糖は阻害効果が弱く、特にアカモクフコイダンで高い阻害効果が見られ、低分子化しても同様の効果を示した。この低分子化アカモクフコイダンに焦点をあて、分光学的手法からインスリンの構造等に及ぼす影響を調べた。低分子化アカモクフコイダンは、凝集形成開始時のインスリンの構造を維持した。結果として凝集反応を阻害し、インスリンはモノマーの状態であることがわかった。アカモクフコイダンによるインスリンの凝集阻害効果は既報とは異なる効果を有し、蛋白質異常凝集疾患予防に対する新たな可能性が示唆された。

B-9 脂質吸収阻害に有用な未利用褐藻抽出物

○ 仮家志保, 網城紀子, 大城 隆^{1,2}, 八木寿梓^{1,2}

(鳥取大院・持社創生,¹鳥取大・工,²鳥取大・未利用セ)

【目的】海藻および海藻成分は人の健康に大きく寄与する。しかしながら、食用海藻はごく一部であり、多くは雑海藻で未利用である。食感・味覚等の違いはあるが未利用海藻の中にも有用成分は存在し、付加価値を見出せば、新たな有用海藻となり得る。肥満は生活習慣病発症リスクの一因であり、さらに生活習慣病は将来的に他の重篤な疾患の危険因子にもなる。認知症等の加齢とともに発症する疾患の予防や治療方法の開発が注目される中で、健康寿命の増進には生活習慣病の予防が重要である。肥満予防の一つとして、リパーゼの活性を阻害することで、脂質の主成分であるトリグリセリドからグリセロールと脂肪酸への分解を妨げ、小腸での吸収を抑えることである。本研究は、未利用海藻 A の抽出物の有用性を調べるために、リパーゼ活性阻害を目的とした脂質吸収阻害効果と抽出物の毒性について調べた。

【方法・結果】海藻 A 抽出物は、異なる温度・時間で熱水抽出し凍結乾燥によって粉末化した。リパーゼ活性測定はリパーゼと人工基質の反応に 0.02-2 mg/mL の海藻 A 抽出液を添加し、蛍光測定で評価した。その結果、100°C, 1 h 抽出物が検討した条件の中で高い阻害効果を示した。さらに抽出物を極性の異なる溶媒で分画を行い同様の評価を行った結果、溶媒間での大きな差異はなく、HPLC 分析で詳細に調べている。抽出物に毒性があると利用できないために、マウス神経芽細胞腫細胞を用いて毒性試験を行い抽出物の適応範囲を調べた。高濃度で細胞生存率が低下したが、阻害活性条件では毒性は認められなかった。海藻 A は簡便な抽出方法で脂質吸収阻害効果を有したことから、有用海藻としての利用が期待できる。

B-10 Histidine-containing dipeptides mitigate salt stress in plants by scavenging reactive carbonyl species

○ Most. Sharmin Sultana^{1,2}, Shun-ichi Yamamoto³, Md. Sanaullah Biswas², Chisato Sakurai⁴, Hayato Isoai⁴, Jun'ichi Mano^{1,2,4}

(¹UGSAS, Tottori Univ., ²SRG, Yamaguchi Univ., ³Technopro Inc., ⁴Grad. Sch. Sci. Technol. Innov., Yamaguchi Univ.)

[Purpose] Reactive oxygen species (ROS) are critical factors that cause damage in salt-stressed plants, but their mechanisms of action in living cells are largely unknown. We investigated the roles of reactive carbonyl species (RCS), i.e., the lipid peroxide-derived α,β -unsaturated aldehydes and ketones, in plant growth retardation under salt stress.

[Results] When *Arabidopsis thaliana* Col-0 seeds were exposed to 100 mM NaCl, germination was delayed and the levels of ROS, RCS, and protein carbonylation in the seedlings were increased. Adding the histidine-containing dipeptides carnosine, *N*-acetylcarnosine and anserine, which are reported RCS scavengers, restored the germination speed and suppressed the increases in RCS and protein carbonylation but did not affect the ROS level. Increases in the levels of the RCS acrolein, crotonaldehyde, (*E*)-2-pentenal and 4-hydroxy-(*E*)-2-nonenal were positively correlated with the delay of germination and the growth inhibition. These RCS, generated downstream of ROS, are thus primarily responsible for the salt-stress symptoms of plants.

C-1 麹菌イソプリメベロース生成酵素のオリゴ糖認識機構
○松沢智彦, 渡邊真宏¹, 中道優介¹, 矢追克郎²
(香川大・農,¹産総研・機能化学,²産総研・生物プロセス)

麹菌 *Aspergillus oryzae* 由来イソプリメベロース生成酵素 (IpeA) はキシログルカンオリゴ糖の非還元末端側からイソプリメベロース (グルコースとキシロースから成る 2 糖, α -D-xylopyranosyl-1,6-D-glucose) を遊離するユニークな酵素であり, キシログルカン (植物の細胞壁や種子に含まれている複雑な側鎖構造を有する多糖類) の分解に重要である。IpeA は Glycoside hydrolase family 3 (GH3) に属する酵素であり, 本酵素は比較的大きなオリゴ糖を好んで分解するという特徴を有する。

本研究では, IpeA がどのようにオリゴ糖を認識しているのかを明らかにするために, IpeA とキシログルカンオリゴ糖 (XXXG: Glc₄Xyl₃) との複合体構造を X 線結晶構造解析によって明らかにした。IpeA はネガティブサブサイトにおいて遊離するイソプリメベロースユニットを認識し, さらにポジティブサブサイトにおいてもグルコース主鎖やキシロース側鎖を認識しており, 複雑な側鎖構造を有するキシログルカンオリゴ糖に適応した基質認識機構を有することが明らかになった。

C-2 土壌メタゲノム由来 GH31 α -キシロシダーゼの X 線結晶構造解析
○中道優介, 松沢智彦¹, 渡邊真宏, 矢追克郎²
(産総研・機能化学,¹香川大・農,²産総研・生物プロセス)

土壌メタゲノムライブラリーから単離された α -キシロシダーゼ MeXyl31 は, 糖質加水分解酵素ファミリー 31 (GH31) に分類される。本酵素は, 植物細胞壁中に存在するキシログルカンの構成単位であるイソプリメベロース (α -D-キシロピラノシル-(1 $\rightarrow$ 6)-グルコピラノース) などの α -キシロシル基を有する基質に作用し, キシロースを遊離する。本研究では, X 線結晶構造解析により MeXyl31 の基質認識に関わる構造要因の解明を目指した。

セレノメチオニン置換体を用いた異常散乱法によって, MeXyl31 の結晶構造を決定した。結晶構造とゲル濾過分析より, 本酵素が 4 量体を形成していることを明らかにした。また, キシロースとの複合体構造を決定し, 本酵素がサブサイト-1 (α -キシロース認識部位) にて α -キシロースを厳密に認識することが分かった。さらに, 既知のホモログ酵素との立体構造比較から, MeXyl31 は 2 分子で活性部位を形成しており, 隣接する分子がポジティブサブサイトにおける基質認識に寄与することが分かった。本酵素とイソプリメベロースとのドッキングシミュレーションと部位特異的変異導入により, 隣接する分子の Arg100 がイソプリメベロースのグルコピラノース基の認識に関与していることが示唆された。

C-3 生成物阻害耐性を有するメタゲノム由来 GH1 β -グルコシダーゼの基質認識機構
○渡邊真宏, 松沢智彦¹, 中道優介, 矢追克郎²
(産総研・機能化学,¹香川大・農,²産総研・生物プロセス)

【目的】生成物阻害耐性を有する β -グルコシダーゼは、バイオマスの酵素糖化過程の効率化を目指す上で重要な酵素である。メタゲノム由来 GH1 β -グルコシダーゼ (MeBglD2) は、セロビオース濃度依存的に活性が上昇し、高濃度のグルコースやセロビオースに対して耐性を有するユニークな酵素である。しかし、MeBglD2 の基質認識機構については、まだ十分に解明されていない。本研究では、MeBglD2 とグルコースやセロビオースなど様々な糖類との複合体構造解析を行い、基質認識機構の解明を試みた。

【方法・結果】構造解析の結果、MeBglD2 のサブサイト -1 は他の GH1 酵素と同様に 2 つのグルタミン酸が触媒残基として働くことが分かった。一方のポジティブサブサイト (+1 および +2) は、糖の種類によって異なる結合様式を有することが分かった。特に、MeBglD2 のポジティブサブサイトに位置する 3 つの残基 (Glu183, Asn227, Asn229) は、添加糖存在下でセロビオースおよび *p*NP 基質に対する基質特異性に関与していた。また、MeBglD2 とセロビオースのドッキングシミュレーションの結果から、Asn229 と Trp329 がサブサイト +1 においてセロビオースの還元末端グルコース残基の認識に重要な役割を担っていることが示唆された。

C-4* BMP2 誘導性キナーゼ (BMP2K) 核局在化シグナル近傍のリン酸化の意義
○久岡志帆, 小橋 陸, 大澤 仁¹, 末吉紀行^{1,2}
(香川大院・農,¹愛媛大院・連農,²香川大・農)

骨形成誘導活性を示す bone morphogenetic protein 2 (BMP2) はサイトカインの一種であり、様々な遺伝子の発現を誘導する。BMP2 に発現誘導されるタンパク質として、BMP2-inducible kinase (BMP2K) が報告されており、白血病の促進に関わることや、ガン浸潤タンパク質と結合するなど、様々な疾病との関連が指摘されている。また、最近では BMP2K が AP2M1 の Thr-156 をリン酸化することでクラスリン被覆ピットが組み立てられるとの報告がある。このように BMP2K と関わるタンパク質や下流への影響は明らかとなってきているが、局在や制御機構は明らかになっていない。そこで本研究では、BMP2K の細胞内局在とその制御メカニズムについて調べた。

BMP2K を COS-7 に発現させて細胞抽出液を回収し、Phos-tag SDS-PAGE で分離することで、自己リン酸化及び他のキナーゼからのリン酸化をシフトアップバンドとして検出した。その結果、BMP2K の複数のシフトアップバンドが見られた。よって、BMP2K は細胞内で複数カ所の自己リン酸化と他キナーゼからのリン酸化を受けていると考えられた。BMP2K のリン酸化修飾について PhosphositePlus で調べると、核局在化シグナル (NLS) の直後の Ser-1010 は高度にリン酸化されていると報告されていた。そこで、Ser-1010 をリン酸化されない Ala に置換すると、WT では主に細胞質に存在していた BMP2K が核局在した。また、Ser-1010 のリン酸化を模倣した Glu に置換すると BMP2K は細胞質に局在した。これらの結果から、BMP2K の Ser-1010 のリン酸化が核移行を阻害していると示唆された。

C-5 **CutA1 量体構造改変を基盤とした高感度生体分子間相互作用検出系の分子設計**
山田航大, 石田尚之, 今村維克, ○今中洋行 (岡山大院・自然科学)

【目的】生体分子間相互作用を *in vitro* で再現し, それらを解析・検出する際, 標的分子に特異的に結合する分子認識素子は必要不可欠である。本研究では, 標的分子との相互作用を高度化しうる多価化分子認識素子の分子プラットフォームの確立を目的とし, CutA1 が有する三量体基本構造の担保を軸とした分子設計およびそれらを用いた相互作用検出感度の検証を行った。

【方法・結果】一本鎖化した CutA1 はリガンドとして StrepTagII (STII)を挿入, C 末端に E-coil を連結する形 (scCut_STII_E-coil) で, CutA1 は PS-tag を挿入, C 末端に K-coil を連結する形 (CutA1_PS_K-coil) とし, それぞれ大腸菌 BL21(DE3)株を宿主として用いて調製した。発現を試みたいずれのキメラタンパク質についても可溶化および耐熱性が確認できたため, scCut_STII_PS と CutA1_PS_K-coil を, 混合比率を変化させて親水性 PS 表面に固定化し, scCut_STII_E-coil を相互作用させリガンド提示層の高さが異なる各種ナノバイオ界面を構築した。Enzyme-Linked Assay (ELA)による STII-ST 間相互作用検出感度の測定を行った結果, CutA1_PS_K-coil の比率の増加に伴い相互作用検出感度が顕著に向上することがわかった。したがって, 多価化 scCutA1 と Coiled-coil 構造形成を利用する分子設計を施すことで, リガンド分子の空間的配置を制御し, より多くの標的分子の捕捉を可能とする機能性ナノバイオ界面をデザインすることができると考えられた。

C-6* ***Klebsiella pneumoniae* 40b 由来ポリオールデヒドロゲナーゼを用いた D-allulose からの希少糖生産**
○山本菜帆, 望月 進¹, 吉原明秀¹ (香川大院・農, ¹香川大・国際希少糖)

【目的】*Klebsiella pneumoniae* 40b は生菌体を用いた反応によりガラクトールを酸化して L-タガトースへ変換することが可能な菌株であると知られている。そこで, 本菌体からガラクトールから L-タガトースへの酸化反応を触媒するポリオールデヒドロゲナーゼを抽出して用いることで, 糖アルコールの酸化反応だけでなく, ケトースから対応する糖アルコールへの還元反応にも応用できるのではないかと考えた。本研究では, *K. pneumoniae* 40b 由来ポリオールデヒドロゲナーゼの諸性質を明らかにして, ケトースから対応する糖アルコールの生産方法を確立することを目的とした。

【方法・結果】*K. pneumoniae* 40b を 1%のキシリトールを含む肉エキス培地で 30℃, 300 rpm の条件で培養後, 菌体を回収し粗酵素液を調製した。得られた粗酵素液は 4 種類のカラムに供することで単一に精製できた。得られた精製酵素を用いて D-アルロースの還元反応における各種酵素学的諸性質を検討した結果, 至適 pH はリン酸ナトリウム緩衝液の pH 7.5, 至適温度は 45℃であった。また, pH 安定性及び温度安定性を検討した結果, 本酵素は pH 6~8 のリン酸ナトリウム緩衝液で 24 時間安定であり, 10 分間の保温において 45℃まで安定であった。様々なケトースを基質に用いて基質特異性を検討した結果, D-アルロース, L-タガトースに強い反応性を示したことから, 本酵素は D-エリスロ型のケトースを認識し還元する脱水素酵素であると示唆された。現在, ギ酸脱水素酵素などの NADH を酸化する酵素と本酵素のカップリング反応を構築し, D-アルロースから効率の良い D-タリトールの生産を試みている。

C-7* 各種異性化酵素を用いた D 体のアルドテトロースの生産
○富野舜介, 吉原明秀¹ (香川大院・農, ¹香川大・国際希少糖)

【目的】 多くの希少アルドースは各種異性化酵素を用いて対応するケトースより生産ができる。しかし、D 体のアルドテトロースの出発原料である D 体のケトテトロースの生産性が低いことが問題となっている。これまでに、*Pseudomonas cichorii* ST-24 株由来 D-タガトース 3-エピメラーゼ(D-TE)を用いて L-エリスルロースから D-エリスルロースに変換できることを明らかとしてきている。本研究では *Pseudomonas stutzeri* LL172 株由来 L-ラムノースイソメラーゼ(L-RhI)といった、各種異性化酵素を用いて D 体のアルドテトロースの生産について検討した。

【方法・結果】 *P. cichorii* ST-24 株由来 D-TE を L-エリスルロースに反応させ、D, L-エリスルロース混合液を調製した。次に *P. stutzeri* LL172 株由来 L-RhI を高発現する組換え大腸菌を培養し、得られた粗酵素液を 60°C, 10 分間熱処理し、部分精製酵素を調製した。部分精製酵素を用いて、終濃度 1.0%となる D, L-エリスルロース混合液に 50°C, 3 時間反応させた。得られた反応液を HPLC にて分析した結果、保持時間 20.3 分に生産物である D-エリスルロースとみられるピークが確認された。また CARBOsep COREGEL 87C SemiPrep カラムを用いて反応液中の生産物を分取した後、比旋光度を測定したところ -32.2° であり、D-エリスルロースの比旋光度の文献値である -33° とほぼ同じであった。これらのことから、L-RhI が D-エリスルロースに反応し D-エリスルロースに転換したことが示唆され、その転換率は 13.6%であった。現在 D-アラビノースイソメラーゼを用いた D-スレオースの生産を検討している。

C-8 *Thermus thermophilus* HB8 由来組換えトランスケトラーゼを用いた七炭糖生産
○高松陽太, 吉田裕美^{1,2}, 神鳥成弘^{1,2}, 何森 健², 吉原明秀²
(香川大院・農, ¹香川大・医, ²香川大・国際希少糖)

【目的】 トランスケトラーゼはペントースリン酸経路内で作用する酵素で、リン酸化糖に作用することが知られている。*Thermus thermophilus* HB8 由来組換えトランスケトラーゼは、リン酸化されていない四炭糖の L-スレオースと L-エリスルロースから六炭糖である L-ソルボースの生産することが確認された。本研究では、リン酸化されていない単糖に作用できる本酵素を用いた七炭糖の生産を目的とした。

【方法・結果】 *T. thermophilus* HB8 由来組換えトランスケトラーゼを高発現する大腸菌を培養し、粗酵素を調製した。粗酵素から精製酵素を調製し、その諸性質を検討後、基質特異性を検討した。基質としてリチウムヒドロキシピルビン酸 (ケトース供与体) と 8 種類のアルドペントース (アルデヒド受容体) を酵素反応に用いたところ、D-リボース, L-アラビノース, D-キシロース, L-リキソースの 4 つのアルドペントースを用いた際に生産物が確認され、変換率はそれぞれ 41.7%, 26.5%, 24.7%, 43.1%であった。反応性が確認された基質のうち、D-リボースを基質に用いて、予想される生産物が天然に存在する七炭糖 (D-セドヘプツロース) の生産を試みた。リチウムヒドロキシピルビン酸と D-リボースの濃度を 200 mM にして経時反応を行ったところ、6 時間で反応が平衡に達していることが確認された。酵素反応で得られた反応液を GL-P2611 カラムを用いた HPLC にて分取することで、生産物を精製した。生産物の比旋光度, LC/MS 分析, NMR 分析によって得られた結果が標品の D-セドヘプツロースと一致したことから、生産物は D-セドヘプツロースと同定した。

C-9* **S-アデノシルホモシステインはメチオニン制限を模倣する**
○古原優希, 小川貴史, 益村晃司, 金井宗良¹, 曾我朋義², 水沼正樹
(広島大院・統合生命, ¹酒類総研, ²慶應大・先端生命)

【目的】メチオニン(Met)制限は、カロリー制限同様、モデル生物に共通して寿命を延長することが見出されている。我々は出芽酵母を用いた解析から、メチル基供与体・S-アデノシルメチオニン(SAM)の合成促進は食餌制限を模倣し寿命延長する、これまでにないメカニズムを提唱した。さらに、SAMの拮抗阻害物質・S-アデノシルホモシステイン(SAH)を作用させるだけで寿命が延長した。しかし、SAHによる寿命延長メカニズムやその普遍性については不明な点が多い。本研究は、出芽酵母と線虫 *C. elegans* を用いて SAH による寿命延長メカニズムの解明を目的とした。

【方法・結果】まず、酵母を用いたメタボローム解析の結果、SAHを添加するとSAMの高蓄積が観察された。また、アミノ酸の中でもMetのみが顕著に減少していた(Met制限)。これはSAM合成の促進によるMetの消費が原因であった。さらに、これまでに報告されているMet制限による健康効果を検証したところ、SAHによりmTORC1(mammalian target of rapamycin)の阻害やオートファジーの誘導が確認された。SAHによる寿命延長効果はmTORC1とオートファジーの機能に依存した。次に、SAHによる寿命延長効果を多細胞モデル・線虫でも検証したところ、SAHを食餌として与えた線虫の寿命が延長した。さらに、酵母と同様、SAHによる寿命延長はmTORC1とオートファジーの機能に依存したことから、SAHによる寿命延長メカニズムはモデル生物間で高く保存されていることが示唆された。従って、SAHはMet制限を誘導し、Met制限の健康効果をもたらす新規介入法として広く利用できることを提案する。

C-10 ***in vivo* イメージングを利用した糖尿病性腎症及び薬剤誘導性腎障害の非侵襲的評価系の構築**

○工藤綾音, Tolulope Peter Saliu, 八澤菜央, 橋本孝太郎, 宮田賢周,
Thanutchaporn Kumrungsee, 矢中規之 (広島大院・統合生命)

【目的】機能性食品素材や医薬品の評価、および病態の解明において、動物に苦痛を与えるなどの実験動物の使用が、動物愛護の観点から社会的問題となっている。非侵襲性のモデル動物の作製を目的として、炎症反応に鋭敏に反応して発現上昇する Serum amyloid A3 (Saa3) 遺伝子プロモーター領域の下流に luciferase 遺伝子を連結し、遺伝子組換えを行った Saa3-luc マウスを作製した。アデニン誘導性腎症モデルの病態初期での *in vivo* イメージング解析によって体外から腎臓由来の化学発光を観察している。そこで、Saa3-luc マウスの腎症の可視化への応用を目指して糖尿病性腎症モデルを作製し、*in vivo* イメージングにより非侵襲的に評価した。さらに、現在問題となっている抗がん剤の副作用としての腎障害に着目し、シスプラチン投与による腎障害においても *in vivo* イメージングを用いて非侵襲的な観察を試みた。

【結果・考察】Saa3-luc マウスを用いて streptozotocin の二回投与(125 mg/kg)によって糖尿病性腎症を誘導し、*in vivo* イメージング解析を行った結果、腎臓由来の化学発光量が増加した。インスリン投与によって炎症や線維化などの腎障害が抑制され、その際の腎臓由来の化学発光は減衰した。また、Saa3-luc マウスにシスプラチンの腹腔内投与 (20 mg/kg) によって腎障害を誘導した。腎症マーカーである血中 BUN 値は増加し、*in vivo* イメージング解析によってシスプラチン投与による腎障害においても腎臓由来の化学発光が検出された。Saa3-luc マウスは抗がん剤による腎障害の非侵襲的な検出法としても有用であり、食品由来成分の非侵襲性の安全性試験においても応用可能であると考えられた。

D-1 高度耐熱性 FAD 依存性 D-乳酸脱水素酵素の X 線結晶構造解析
○林 順司, 玉谷優奈, 小川詩緒里, 川上竜巳, 里村武範¹, 大島敏久²,
櫻庭春彦³ (徳島大・生物資源, ¹福井大・工, ²大工大院・工, ³香川大・農)

【背景・目的】FAD 依存性脱水素酵素はバイオセンサーやバイオ電池の素子として有用である。しかし、膜結合型酵素が多く、不安定な酵素であり、応用研究だけでなく酵素化学的な機能や立体構造解析などの基礎研究も進んでいない。我々は超好熱菌に D-乳酸特異的な FAD 依存性脱水素酵素 (DLDH) を数種見出し、酵素化学的機能解析に成功した。また、DLDH を固定化した機能性電極を作製し、D-乳酸特異的なバイオセンサーの開発にも成功した。現在、DLDH の触媒機構解明のため結晶化および X 線結晶構造解析に取り組んでいる。今回、*Aeropyrum pernix* 由来 DLDH (apeDLDH) の結晶化と構造解析に成功したので研究の進展を報告する。

【方法・結果】発現ベクター pET-15b/apeDLDH を作製し、発現宿主として大腸菌 Rosetta (DE3) を形質転換させることで酵素を発現させた。酵素精製は熱処理 (80℃, 10 分) と種々のクロマトグラフィーにて行った。X 線回折実験は高エネルギー加速器研究機構にて行い、FAD 非結合型の apeDLDH について構造解析に成功した。DALI サーバーにて類似構造を検索し、立体構造比較を行った。その結果、FAD 結合部位周辺の構造に違いが観察された。構造情報に基づき FAD の結合性に影響していると考えられるアミノ酸残基に変異を導入した。変異酵素の FAD に対する K_m 値は、野生型酵素と比較して約 200 倍低下することが判明した。

D-2 好熱菌 *Geobacillus stearothermophilus* 由来の L-リジン-6-デヒドロゲナーゼに関する研究
○四宮 仁, 大島敏久¹, 櫻庭春彦²
(香川大院・農, ¹大工大院・工, ²香川大・農)

【目的】L-リジン-6-デヒドロゲナーゼ (LysDH) は *Agrobacterium tumefaciens* に初めて発見された、L-リジンの 6 位のアミノ基の酸化的脱アミノ反応を触媒する NAD 依存性の酵素である。しかし、*A. tumefaciens* 由来の LysDH は非常に不安定であり、機能と構造に関する情報が不足しており応用面での展開が進んでいない。一方、先行研究において、好熱性細菌 *Geobacillus stearothermophilus* 由来の LysDH が発見され、*A. tumefaciens* 由来の LysDH より安定性が高く、応用に適していることが明らかとなった。本研究では *G. stearothermophilus* 由来の LysDH の構造解析を行い、基質との結合様式や反応メカニズムを明らかにすることを目的とした。

【方法・結果】大腸菌で生産させた酵素を精製後、結晶化し、高エネルギー加速器研究機構での回折実験の結果 2.15 Å の分解能でデータを得た。分子置換により位相を決定し、モデルを構築し apo 型の構造を得た。その後基質・補酵素複合体の結晶化を試みたが、結晶が得られなかった。そこで活性中心に変異を加えた不活性型の LysDH (T240V, R242G) を作製し、精製した変異酵素にリジンと NAD を加え、シッティングドロップ蒸気拡散法による結晶化を行った。0.2 M Ammonium citrate tribasic pH 7.0, 20% PEG 3350, 25℃ の条件において結晶を得たが回折実験の結果、3.7 Å のデータであり分解能が低かった。現在、得られた結晶を用いてシーディングを行い、良好な結晶の作成を目指している。

D－3 *Pseudomonas veronii* 由来 L-アルギニン脱水素酵素の構造解析
○高見直樹, 前野美久¹, 大森勇門¹, 大島敏久¹, 櫻庭春彦²
(香川大院・農,¹大工大院・工,²香川大・農)

【目的】 L-アルギニン脱水素酵素 (L-ArgDH, EC1.4.1.25) は D-アルギニン代謝関連酵素として *Pseudomonas aeruginosa* で存在が見出されたアミノ酸脱水素酵素である。最近, *P. veronii* 由来 L-ArgDH 遺伝子ホモログの大腸菌での発現と, 発現産物の精製と機能解析から, 本酵素が L-アルギニン (L-Arg) に対して非常に高い特異性を示す新規酵素であることが明らかになった (T. Ohshima et.al., Protein Expr. Purif. 199 (2022) 106125)。本研究では *P. veronii* 由来 L-ArgDH の結晶構造解析を行い, 基質結合部位の構造と反応機構の詳細を明らかにすることを主目的とした。

【方法・結果】 *P. veronii* 由来の L-ArgDH 遺伝子が大腸菌で発現させ, 粗酵素を調製後, Protino Ni-IDA 及び Superdex 200 pg により均一に精製した。精製酵素を濃縮 (10 mg/mL) 後, シッティングドロップ蒸気拡散法にて 5 mL L-リジンと 1 mM NADP と共結晶させた。その結果, 30% PEG-8000, 100 mM imidazole (pH 8.0), 200 mM NaCl の条件で本酵素の結晶を得た。しかし, 初期スクリーニングの段階では単結晶は得られず, X 線照射後の回折像も割れていることが判明した。この結晶を粉碎し, ミクロシーディング法により同条件で再度結晶化を行い, 単結晶の作成に成功し, 2.2 Å の回折データを得た。AlphaFold2 により作製したモデルを用いて Molrep による分子置換で位相を決定した。初期精密化の結果, 最小の非対称単位に 4 分子のモノマーが確認できた。DALI サーバーによる類似構造検索の結果, ornithine cyclodeaminase が最も高い類似性を示した。現在, 構造の精密化を進めている。

D－4 超好熱性アーキア *Thermococcus profundus* 由来色素依存性 L-プロリン脱水素酵素に関する研究
○中永美樹, 川上竜巳¹, 林 順司¹, 大島敏久², 櫻庭春彦³
(香川大院・農,¹徳島大・生物資源,²大工大院・工,³香川大・農)

【目的】我々は, 超好熱アーキアにおけるフラビン酵素探索の過程で, ヘテロ 4 量体型 L-プロリン (L-Pro) 脱水素酵素 (TPPDH) を *Thermococcus profundus* に発見し, その機能解析を進めてきた。この酵素は, 4 種のサブユニット α , β , γ , δ からなる複合体構造を取るが, β サブユニット単独で L-Pro を L-1-ピロリン-5-カルボン酸 (P5C) に変換する L-Pro 脱水素酵素活性を示し, α サブユニット単独では NADH を NAD に変換する NADH 脱水素酵素活性を示す。しかし, なぜ 2 つの機能を持った酵素が複合体を形成するのか謎であった。最近我々は, 本酵素複合体が NADH の減少に伴い, L-Pro を合成する P5C レダクターゼ活性を持つことを見出し, L-Pro の生合成に関与する可能性が示唆された。本研究では, 本酵素の機能・構造相関を解析し, 複合体内部での電子伝達メカニズムを明らかにすることを目的とした。

【方法・結果】TPPDH の発現用ベクターを用いて大腸菌を形質転換し, 発現誘導を行った。その後, 粗酵素を調製し, 熱処理, 疎水性クロマトグラフィー, ゲル濾過クロマトグラフィー, 強陰イオンクロマトグラフィーにて精製を行った。その結果, 大腸菌由来の夾雑タンパク質を除去することに成功した。これまでに β サブユニット単独の構造が 1.19 Å の分解能で解けている。複合体の構造は 3.65 Å の分解能で得られており α , β , δ サブユニットの位置が推定できるが, γ サブユニットは見えていない。現在, γ または δ サブユニットに His タグを付加したリコンビナント酵素を用いて精製および結晶化を進めている。

D-5* D-アミノ酸アミド加水分解酵素によるジペプチドライゲーションの特性解析
○江良祐一, 美藤友博¹, 有馬二郎¹ (鳥取大院・持社創生, ¹鳥取大・農)

【目的】D-アミノ酸アミド加水分解酵素(DAH)は Ser ペプチダーゼに属しており, アミノリシス反応によるペプチド結合形成反応を触媒する。DAH は幅広い基質特異性を持ち, 先行研究では様々なジペプチド合成を達成しており, 現在はジペプチド同士のライゲーションによるテトラペプチド合成を検討している。本発表では野生型 DAH 及び基質結合ポケットを充填した変異酵素 A267F DAH を使用し, ジペプチドライゲーションにおけるエステルの種類や立体に対する反応特性について報告する。

【方法・結果】Phe-Phe-OR と Ala-Ala-OR を基質として設定し, エステルやアミノ酸の立体が異なるジペプチドを合成して本実験に用いた。生成されるペプチドの長さを MALDI-TOF-MS で評価した結果, 野生型 DAH では多くの基質条件でペプチドが検出され, Phe-Phe-OBzl のみを用いた際にすべての反応条件でペプチド誘導体が検出された。一方 A267F DAH は, ペプチド合成が可能な基質条件は減少したが, 生成ペプチドが長くなる傾向にあり, 最長で(Phe)₁₆が検出された。また, 両酵素共に Phe-Phe-OMe よりも Phe-Phe-OBzl を用いた際に長いペプチドが生成される傾向にあった。ペプチドが検出されない基質条件は L-Phe-L-Phe-OMe のみや L-Phe-L-Phe-OMe + L-Phe-L-Phe-OBzl などであり, L 体のみのジペプチドのライゲーションは反応しにくいと考えられた。現在は Ala-Ala-OR を用いて解析を行っている。

*AA=Amino Acid

D-6* 部位特異的変異導入による L-アラニン脱水素酵素の基質特異性改変の試み
○廣出隼正, 谷口優人¹, 加藤伸一郎²
(高知大院・農, ¹高知大・農, ²高知大・総研セ)

【目的】L-アラニン脱水素酵素 (AlaDH) は補酵素として NAD を要求し, L-アラニンをピルビン酸とアンモニアに分解する可逆的な反応を触媒する酵素である。グラム陰性菌 *Vibrio proteolyticus* の L-アラニン脱水素酵素は, L-アラニン以外に L-セリンにもわずかながら反応性を示す。本研究では基質結合に関与するアミノ酸残基に部位特異的変異を導入し, L-セリンに対する反応性の向上を試みた。

【方法・結果】*Vibrio proteolyticus* の AlaDH 遺伝子を PCR によって増幅し, pET21a(+)の *NdeI-XhoI* 部位に挿入して発現用プラスミド pEVADH を調製した。これを大腸菌 BL21(DE3)に導入し, 0.1 mM IPTG を含む LB/Ap 培地にて 25℃で 24 時間培養し, 発現状況を SDS-PAGE 解析により確認した。基質結合に関与すると考えられる 94 番目のチロシン残基と 96 番目のヒスチジン残基に部位特異的変異を導入するためランダムな 3 塩基で置換した変異導入用プライマーを用いて PCR を行い, 塩基置換を確認することで変異型酵素発現用プラスミドを調製した。これらを BL21(DE3)に導入し, 発現状況を SDS-PAGE 解析により確認した。変異型 AlaDH について, L-アラニンと L-セリンに対する反応性を NADH 生成に由来する波長 340 nm における吸光度変化により比活性を算出した。その結果, Y94F 変異型酵素については L-アラニンに対する反応性が低下した一方, L-セリンに対する反応性がわずかながら向上していることが確認された。

D-7 **N-ミリスチル化された膜タンパク質 ANKRD22 の Lipid droplet への局在における Pro98 の役割**
尾崎僚香, ○内海俊彦 (山口大院・創成科学)

【目的】最近我々は、ヒト N-ミリスチル化タンパク質の網羅的探索を行った結果、非小細胞肺癌等での高発現が報告されているタンパク質 ANKRD22 が、N-ミリスチル化された N 末端と C 末端をいずれも細胞質側に向け、Pro 残基でヘアピン状に屈曲した一つの膜挿入領域を持つ monotopic 膜タンパク質であり、小胞体膜上で合成された後 Lipid droplet に特異的に局在することを明らかにした。本研究では、この ANKRD22 の膜上トポロジー形成と細胞内局在における膜結合領域中の Pro98 の役割について種々の部位特異的変異体を用いて解析を行った。

【方法・結果】ANKRD22 及びその Pro98 に関する各種変異体の C 末端に Flag-tag あるいは N-グリコシル化部位を導入した TNF(GLC-TNF)を結合させた cDNA を作成した。これらを COS-1 細胞に遺伝子導入し、Click Chemistry による手法により N-ミリスチル化を、免疫染色により細胞内局在を、糖鎖付加により膜上トポロジーを検討した。その結果、Pro 残基は膜結合領域内の中央に位置した場合にのみヘアピン状の屈曲を生じること、また Pro98 周辺のアミノ酸を Ala に置換した Ala scanning mutants を解析した結果、ヘアピン状の屈曲に関与するアミノ酸は Pro98 のみであること、また屈曲を生じない変異体は Lipid droplet に移行できず小胞体膜に留まることが明らかになった。以上の結果から、ANKRD22 の膜上トポロジー形成と細胞内局在において疎水性領域の中央に存在する Pro98 が極めて重要な役割を果たすことが明らかになった。1) Utsumi T. et al. *Sci Rep*, **11**, 19233 (2021)

D-8* **キシリトール脱水素酵素の亜鉛原子による構造安定化機構の解明**
○吉原健太郎¹, 渡辺誠也^{1,2}, 渡邊康紀³
(¹愛媛大院・農, ²愛媛大・沿岸環境科研セ, ³山形大・理)

【背景・目的】キシリトール脱水素酵素 (XDH) は、酵母を用いたリグノセルロース系バイオマスからのバイオエタノール生産において課題となっている五炭糖発酵の鍵酵素であり、活性中心に亜鉛原子を有している。我々はこれまでに、*Pichia stipitis* 由来 XDH に S96C/S99C/Y102C の変異を導入し Cys110 と合わせて 4 つのシステイン配位子を揃えることで、第 2 の亜鉛原子がループ領域に導入され顕著に熱安定化されることを報告している。本研究では、この構造生物学的知見を得ることを目的に X 線結晶構造解析および変異体解析を行った。【方法・結果】分子置換法により、XDH としては初めて上記変異体の立体構造決定に成功した。全体構造は同じポリオール脱水素酵素ファミリーとよく似ており、また異常分散差フーリエマップによって第 2 の亜鉛原子の配位を証明した。天然にこの亜鉛を有する酵素として *Shizosaccharomyces pombe* 由来 XDH を選び、4 つのシステイン配位子をそれぞれセリンもしくはアスパラギン酸に置換した変異体を作製した。前者では野生型と比べて熱安定性と活性が低下したのに対し、後者ではその影響が大幅に抑えられた。これまで第 2 の亜鉛原子を人為的に除くと、細胞内で発現しなくなるか不活性化が起きることが知られていた。しかし今回の結果から、天然にこの亜鉛を有さない酵素はシステイン配位子にランダム変異が起きて一気に亜鉛がなくなったのではなく、アスパラギン酸への置換を介して機能を維持しつつ配位子が置換できることが示唆された。*S. pombe* 由来 XDH の熱安定性は耐熱性酵母のものよりはるかに高く、バイオエタノール生産に応用できる可能性がある。

D-9* **β シート型シトクロム *c'* の構造・安定性・機能に関する研究**
○吉見太佑, 藤井創太郎, 三本木至宏 (広島大院・統合生命)

【背景・目的】高度好熱菌 *Thermus thermophilus* は至適生育温度を 72℃ に持つグラム陰性細菌である。本細菌の有するタンパク質は高温環境において構造を保ち生理機能を維持することができる。本研究ではグラム陰性細菌が持つガス結合性のヘムタンパク質である β -シート型シトクロム *c'* に着目し, *T. thermophilus* 由来のシトクロム *c'* (TTCP) が高温環境中で熱安定化する要因をアミノ酸レベルで検討した。

【方法・結果】TTCP の比較対象として, 至適生育温度を 45℃ に持つ *Methylococcus capsulatus* 由来のシトクロム *c'* (MCCP), 至適生育温度を 25℃ に持つ *Nitrosomonas europaea* 由来のシトクロム *c'* (NECP) を用いた。アミノ酸配列を TTCP と比較すると MCCP, NECP はそれぞれ 45%, 27% 一致する。TTCP, MCCP, NECP の X 線結晶構造を比較すると, TTCP, MCCP はともにホモ二量体として強固な疎水性界面を有するのに対して, NECP は単量体であることが示唆された。CD スペクトルを用いた昇温測定実験の結果, 3 種のシトクロム *c'* の熱安定性は TTCP>MCCP>NECP の順となった。二量体構造に着目すると TTCP のサブユニット間には疎水性アミノ酸が MCCP よりも多く配置しており, 特にサブユニット間の Phe-10 が TTCP の熱安定化に寄与し得る。そこで Phe-10 を MCCP の Ser-13 に置換した変異体 F10S を作製し昇温測定実験を行うと, TTCP Wt と比較して F10S の熱安定性に低下が見られた。この結果より, Phe-10 は TTCP を熱安定化させる一因であることが明らかとなった。さらに, TTCP を二原子ガスと混合した際の分光スペクトルは MCCP と同様であり, 共通したガス結合能を有することが示唆された。

D-10 **放線菌 *Streptomyces lividans* による共発現ベクターの構築と, それを利用した分泌促進因子の探索**
楊 靈麗, ○畑中唯史 (岡山生物研)

【目的】*S. cinnamonus* TH-2 株が, 大量に金属プロテアーゼ (SCMP) を分泌することを見出した。*scmp* プロモーターを用いた発現系は, 酵素メーカーにおいて, 既に放線菌由来キチナーゼ・グルカナーゼの商業生産に応用されている。そこで本研究では, *scmp* プロモーターを利用して, 放線菌用共発現ベクターの構築を行い, 食品の食感改善に役立つ酵素トランスグルタミナーゼを対象に, 本酵素の分泌促進因子の探索を行うことを目的とする。

【方法】放線菌の分泌タンパク質の多くは Sec 分泌系によって放出される。その際, 細胞膜への輸送, 細胞外への放出, 分泌酵素の成熟およびストレス調整システムまで多くのタンパク質因子が関わる。それらの中から, 分泌発現増強候補因子として 5 種 (SecA, FtsY, SipY, CssS および CssR) を選んだ。放線菌用発現プロモーター (*scmp* プロモーター及び *kasO**プロモーター) が逆向きに挿入されたベクター (pTSKr duet) を構築し, *scmp* プロモーター下流にトランスグルタミナーゼの遺伝子を, *kasO**プロモーター下流に分泌因子遺伝子を挿入し, トランスグルタミナーゼ活性への影響を検討した。

【結果】二つの遺伝子を同時かつ独立に発現するデュアル発現ベクターの構築を成功した。この発現ベクターを用いて, 5 種の分泌因子遺伝子を各々挿入したトランスグルタミナーゼとの共発現を行った結果, CssR を共発現させた場合のみ, トランスグルタミナーゼ活性の増強効果が見られた。

E-1* 青枯病菌由来巨大リポペプチド化合物の異種発現系の構築と生合成遺伝子の機能解析

○横山みなみ, 森重堪太, 甲斐建次¹, 田中直孝², 田淵光昭²
(香川大院・農,¹大阪公立大院・農,²香川大・農)

【目的】青枯病菌 (*Ralstonia solanacearum*) は 200 種類以上の宿主を持つ重大な植物病原菌である。2016 年, 青枯病菌の生産する巨大なリポペプチド, Ralstonin が新たに発見され, これまでに Ralstonin は青枯病菌の病原性に重要であることが報告されている。しかし, 青枯病菌における Ralstonin の合成量は微量であるため, 詳細な生理機能の解析は困難である。そこで, 我々は①Ralstonin の効率的な生産, ②Ralstonin 合成に関与する遺伝子の解析, ③これまでに例のない程に巨大な酵素・化合物の異種発現系の成功例の確立の 3 点を目指し, 大腸菌を宿主とした Ralstonin の異種発現系の構築を目的に研究を行っている。

【方法・結果】これまでに, Ralstonin は *rmyA* (約 27 kb) と *rmyB* (約 18 kb) の 2 つの巨大な遺伝子にコードされた PKS-NRPS (ポリケチド合成酵素融合型非リボソーム依存性ペプチド合成酵素) によって合成されることが報告されている。我々は, *rmyA/B* と共に Ralstonin 遺伝子クラスターを構成する 3 つの機能未知遺伝子, *RSp0638~RSp0640* も Ralstonin の合成に重要なのではないかと考え, これら遺伝子の欠損株を作製したところ, 本欠損株では Ralstonin の合成は見られなかった。そこで, *rmyA/B*, NRPS の活性化に必要である PPTase (Phosphopantetheinyl transferases) と共に *RSp0638~RSp0640* も大腸菌で共発現させた。その結果, 大腸菌において Ralstonin が合成された可能性を示唆するデータが得られた。そこで, 大腸菌における Ralstonin の合成を証明するために, 大腸菌からの Ralstonin の粗抽出を行った。その結果, 大腸菌から Ralstonin が粗抽出された可能性が示唆された。

E-2* Eisosome 機能欠損変異株が示す SDS 超感受性のサプレッサースクリーニング

○坂田健太郎¹, 吉澤昂志郎², 三浦理子³, 田原悠平⁴, 宮田真人⁴, 前田達哉⁵, 田中直孝^{1,3}, 田淵光昭^{1,3} (¹愛媛大院・連農,²香川大院・農,³香川大・農,⁴大阪公立大院・理,⁵浜松医大・医)

細胞はさまざまな外的環境の変化に曝されながら, それらに適応することで生存している。外的環境の変化は細胞膜の伸縮などの物理的ストレスを伴い, それらは「膜ストレス」と呼ばれる。膜ストレスは細胞に致死的なダメージを与えるため生物は生存のために膜ストレス応答を進化させてきた。

出芽酵母は 3 つの互いに重なり合うことのない膜ドメインを有しており, それぞれに存在するタンパク質によって MCC, MCT, MCP という 3 つの異なる膜区画を構成している。その中でも, MCC にはエイソソーム(eisosome)と呼ばれる細胞膜が内側に貫入した裏打ち構造が存在する。Eisosome のような細胞膜ドメインは膜ストレス応答に機能すると推測されてきたがその詳細は不明であった。

Eisosome は BAR ドメインタンパク質である Pil1 と 6 種類の 4 回膜貫通タンパク質(6-Tsp)によって構成されており, Pil1 と 6-Tsp が欠損した株 (*pil1Δ 6-tspΔ*) では eisosome の構造が完全に消失する。これまでの研究より Pil1 と 6-Tsp は協調的に機能し, 膜ストレス応答経路に機能する TORC2-Ypk1 経路を負に制御することが明らかになった。Eisosome を介した膜ストレス応答についてさらに解析を進めるために, *pil1Δ 6-tspΔ* 株の SDS 超感受性を利用してサプレッサースクリーニングを実施した。その結果, 96 株の変異株が取得され, その中には TORC2-Ypk1 関連遺伝子変異株以外にエンドサイトーシスに関与する *RVS161* の変異株が含まれていた。これまでに TORC2-Ypk1 経路もエンドサイトーシスに機能することが指摘されてきたことから SDS 感受性の原因がエンドサイトーシスの亢進による可能性が示唆された。

E-3* 出芽酵母の新規寿命延長メカニズムの解析 ○溝上沙良, 舟木知穂, 水沼正樹 (広島大院・統合生命)

【目的】我々は、 Ca^{2+} シグナルの生理的機能の解明のため、出芽酵母 $\Delta hog1$ 株が示す Ca^{2+} 感受性を抑圧する変異株 *sgl*(suppressor of Ca^{2+} -induced growth arrest of *hog1*)を取得した。*sgl* は6つの遺伝子座に分類された。これまでに Ca^{2+} は経時的寿命(限られた栄養状態で生存できる期間)を短くすることを見出していたことから、 Ca^{2+} 耐性を示した *sgl* 変異株は長寿命となることが予想された。実際、いずれの *sgl* 変異株も長寿となったが、*sgl4* 変異株が最も長寿命を示した。*sgl4* 変異の原因遺伝子はRNA結合タンパク質 *WHI3* で、同遺伝子破壊株($\Delta whi3$)株も、変異株と同様、顕著な寿命延長を示した。そこで本研究は、*Whi3* が介する出芽酵母の寿命延長メカニズムの解明を目的とする。

【方法・結果】*Whi3* は、細胞周期制御においてG1サイクリンとして働く *CLN3* のmRNAに結合することで翻訳を阻害し、G1/S期への移行を負に制御する。まず、 $\Delta whi3$ 株の寿命延長に *CLN3* が関与するかを調べるために、 $\Delta whi3 \Delta cln3$ 株の経時的寿命を測定した。その結果、 $\Delta whi3 \Delta cln3$ 株は $\Delta whi3$ 株と同程度の寿命延長を示したことから、*CLN3* の関与は弱いことが示唆された。次に、 $\Delta whi3$ 株のマイクロアレイ解析を行ったところ、グルコース代謝に関与する遺伝子の高発現が観察された。そこで、 $\Delta whi3$ 株がカロリー制限を模倣しているかを調べるために、培地中のグルコース濃度を2%から0.5%に制限した際の経時的寿命を測定した。その結果、驚いたことに $\Delta whi3$ 株の寿命延長は消失した。そこで、 $\Delta whi3$ 株におけるグルコースの取り込みなどグルコース代謝との関連を調べている。

E-4* セラミドの炭素鎖長が小胞体からのセラミドの選別輸送に及ぼす影響 ○花岡和樹, 池田敦子, 船戸耕一 (広島大院・統合生命)

我々は以前、小胞体で合成されたセラミドのゴルジ体へ輸送には、COPII小胞を介した小胞輸送経路と小胞体ーゴルジ体間の膜接触部位を必要とする非小胞輸送経路の2つの輸送経路が存在することを見出した。この小胞輸送経路と非小胞輸送経路は小胞体を起点とする並行した輸送経路であるが、その存在意義と選別の分子機構は不明である。グリコシルホスファチジルイノシトール(GPI)アンカー型タンパク質はタンパク質に付加される糖脂質部分にセラミドを有し、格納される輸送小胞はセラミドに富む膜で構成されていると考えられている。そのため、セラミドの輸送と GPI アンカー型タンパク質の輸送は深い関係にあることが推察されていたが、その実体は長い間不明であった。最近我々は、セラミドの鎖長が GPI アンカー型タンパク質の選別輸送に重要な役割を果たしていることを明らかにし、C26の超長鎖セラミドが GPI アンカー型タンパク質と同じ輸送小胞で運ばれることを示唆する結果を得た。しかし C18の短鎖セラミドが輸送小胞で運ばれるかは不明である。そこで本研究では、C18の短鎖セラミドを合成する *Ghlag1* 株を用いて、炭素鎖長がセラミドの選別輸送に及ぼす影響を調べた。その結果、セラミドの炭素鎖長はセラミドの小胞輸送と非小胞輸送の割合に影響を与えなかったことから、短鎖セラミドも超長鎖セラミドと同様に COPII 小胞を介して小胞体からゴルジ体へ小胞輸送されることが示唆された。

E-5* 分裂酵母の核膜構造に対する 3,3'-Diindolylmethane の影響
○Seol Hyekyung¹, 上野 勝^{1,2} (¹広島大・工, ²広島大院・統合生命)

【目的】 3,3'-Diindolylmethane(DIM)は、ブロッコリーなどのアブラナ科植物に多く含まれる化合物が胃の中で消化されて生成する化合物である。DIM は抗がん活性や、アポトーシス、オートファジーを引き起こす活性があることが報告されているが、DIM の生体内での標的は、十分に解明されていない。当研究室では、DIM が核膜を損傷することを報告しているが、その機構は明らかになっていない(PLOS ONE (2021))。そこで、DIM による分裂酵母の核膜構造の変化を観察し、DIM が分裂酵母の核膜を損傷する機構を解明するために本研究を行った。

【方法・結果】 DMSO をコントロールとして分裂酵母に DIM を添加したときの Nuclear Envelope (NE) 及び Endoplasmic Reticulum (ER) の構造を蛍光顕微鏡で観察した。また、スポットアッセイを用いて DIM に対する感受性または耐性を持つ変異株を見つけて分析することより、DIM による核膜損傷に関与する膜タンパク質の機能を解明した。

蛍光顕微鏡を用いて Ish1(核膜), Cut11 (核膜孔), Ost4(ER)などの膜タンパク質を観察した結果、DIM の添加によって核膜が壊れて核内にある GFP が漏れ出したり、核膜上と細胞質に凝集体が形成されたり、異常な膜構造が形成されたり、各のサイズが小さくなったりすることが観測された。また、ESCRT-III 経路と関連する Cmp7 が DIM の添加によって核の付近に集まることが観測された。一方、一部の細胞の中では核膜が壊れた後に修復されるように見えるものが存在した。

E-6* 分裂酵母を用いた染色体を標的とする抗がん剤候補化合物のスクリーニング系の構築
○田村洸斗¹, 上野 勝^{1,2} (¹広島大・工, ^{1,2}広島大院・統合生命)

【目的】

ヒトの正常な細胞の染色体は、線状であるが、ある種のがんでは、全染色体の一本が環状化している場合がある。環状染色体をもつヒトがん細胞を選択的に死滅させるような化合物を発見することが出来れば、世界で初めての環状染色体を標的とした抗がん剤の開発につながる。

また、多くのがん細胞は、テロメア維持機構を獲得している。テロメア維持を阻害するような化合物を発見することが出来れば、新たな抗がん剤開発につながる。

本研究では、ヒトがん細胞に投与する化合物を化合物ライブラリーから選抜し、化合物の作用機構を解析するために、環状染色体をもつ分裂酵母と線状染色体をもつ分裂酵母を用いて候補の化合物を選択した。

【方法・結果】

環状染色体をもつ分裂酵母と線状染色体をもつ分裂酵母それぞれに様々な化合物を投与し、環状染色体をもつ分裂酵母のみ生育阻害する化合物、テロメア維持を阻害する化合物をスクリーニングした。

スクリーニングの結果から、いくつかの化合物が環状染色体をもつ分裂酵母のみ生育阻害する化合物、テロメア維持を阻害する化合物である可能性があることを発見した。

E-7 分裂酵母の Php 複合体が, CoQ 合成に関わる 4-ヒドロキシ安息香酸(4-HB)合成経路に及ぼす影響

○高塚こまち¹, 松浦啓太², 柳井良太², 西原昇瑚², 戒能智宏^{1,2,3}, 川向 誠^{1,2,3}
(¹島根大院・自然科学, ²島根大・生資科, ³島根大・農生命)

【目的】コエンザイム Q (CoQ)は呼吸鎖電子伝達系の必須因子であり, これまでに CoQ 生合成酵素遺伝子の解析が進められているが, その制御機構については不明である。当研究室では分裂酵母の遺伝子破壊株を用いてスクリーニングを行い, 野生株と比較して CoQ₁₀ 量が約 0.3 倍に減少した *php2* 破壊株を得た。Php2 は Php3, Php5 と Php 複合体を形成し, CCAAT 配列結合型の転写因子として機能するが, その制御下に CoQ 生合成遺伝子は存在していない。しかし, 4-ヒドロキシ安息香酸 (4-HB)の添加により, 各 *php* 破壊株の CoQ₁₀ 量が回復したことから, Php 複合体と 4-HB 合成に関連性があることが示唆されている。4-HB 合成経路の中間体の多くは不明であるが, ヒトや出芽酵母においては幾つかの 4-HB 中間体が推定されている。本研究では, Php 複合体が CoQ の基質である 4-HB の合成に与える影響について調べることを目的に, 4-HB 中間体を添加した際の各 *php* 破壊株の生育と CoQ₁₀ 量について解析を行った。

【方法・結果】まず, 4-HB 合成の中間体を培地に添加することにより, 最少培地および非発酵性炭素源培地における各 *php* 破壊株の生育が回復するか確かめた。その結果, 各 *php* 破壊株の生育はほとんど回復しなかった。次に, 4-HB 中間体を添加した時の *php2* 破壊株の CoQ₁₀ 量の定量を行ったところ, 4-hydroxy benzaldehyde (4-HBz)や 4-hydroxy phenylpyruvate (4-HPP)の添加で CoQ₁₀ 量が部分的に回復していたが, それ以外の中間体では回復しなかった。4-HBz や 4-HPP の添加でも生育は回復しなかったことから, *php* 破壊株の最少培地における生育遅延や呼吸欠損の原因は, CoQ 合成以外にもあることが示唆された。

E-8 香気成分生産性に優れた野生酵母の探索

○佐野壮平¹, 高崎 廉¹, 岡久修己², 阪本鷹行^{1,3}, 櫻谷英治^{1,3}
(¹徳島大院・創成科学, ²徳島県工技セ, ³徳島大・生物資源)

【背景・目的】

酵母は発酵過程でアミノ酸や脂肪酸などを代謝してアルコールやエステルなどの様々な香気成分を生産し, 醸造酒に香りや味を付与する。菌種や菌株によって糖質化能や香気成分生産能が異なるため, 酵母の選択は醸造酒の特徴を決める重大な要因であると言える。近年では, 特にビール醸造において, 従来の *Saccharomyces* 属酵母よりも多様な香気成分を生産する *non-Saccharomyces* 酵母が注目されている。そこで, 本研究では徳島県内の花や果実などから野生酵母を単離し, 香気成分生産性を評価基準とした醸造酵母の探索を試みた。

【方法・結果】

自然界から採取した果実や花, 昆虫など計 354 サンプルを単離源とし, クロラムフェニコール含有の麦汁寒天培地を用いて計 400 株の酵母を単離した。次に, 得られた株を用いて簡易的に麦汁を発酵させ, 発酵 4 日目にヘッドスペースガスクロマトグラフィーを用いた香気成分分析を行った。その結果, ビール酵母 *S. cerevisiae* Safale US-05 では検出されない果実様の香気成分であるカプロン酸エチルや酢酸イソアミルなどを多く生産する *non-Saccharomyces* 酵母を数株選抜した。本発表では, これら選抜した *non-Saccharomyces* 酵母の醸造特性について報告する。

E-9* キノコ主要香気成分に寄与する担子菌ジオキシゲナーゼの機能解析
○手嶋 琢, 中沢威人¹, 内海俊彦, 伊藤隼哉², 仲川清隆², 本田与一¹,
松井健二 (山口大院・創成科学, ¹京大院・農, ²東北大院・農)

【目的】

キノコにとって香りはその美味しさを司る重要な要素である。キノコ主要香気成分である 1-オクテン-3-オールはマツタケで初めて同定された。しかし、その生合成経路が提唱されてから約 40 年経過した今でもその関連酵素は未同定のままである。本研究は、キノコ揮発性オキシリピンである 1-オクテン-3-オール生合成関連酵素遺伝子の同定を目的とした。

【方法・結果】

モデル担子菌ウシグソヒトヨタケ(*Coprinopsis cinerea*) から、1-オクテン-3-オール生合成候補遺伝子として脂肪酸ジオキシゲナーゼ *Ccdox1*, *Ccdox2* を見出した。カイコ培養細胞で発現した組換え酵素 CcDOX1 および CcDOX2 は、それぞれ 1-オクテン-3-オール生合成中間生成物リノール酸 10(S)-ヒドロペルオキシドおよびリノール酸 8-ヒドロペルオキシドを生成した。遺伝子相同組換えにより作成した *Ccdox1* 破壊株において、1-オクテン-3-オール生合成が完全に抑制された。つまり、CcDOX1 は生合成経路の 1 段階目の脂肪酸酸素添加を担う酵素であることが担子菌で初めて解明された。また、*Ccdox1* 破壊株にリノール酸 10(S)-ヒドロペルオキシドを与えると 1-オクテン-3-オールを生成することから、開裂反応には別の酵素が関与していることが示唆された。現在、開裂反応を担う酵素の同定による菌類 1-オクテン-3-オール生合成酵素系の全貌解明を進めている。

E-10* ウマ腸内細菌叢による C-配糖体 mangiferin からそのアグリコン norathyriol への変換

○宇賀悠人, 川上秀昭¹, 西谷洋輔¹, 桑原浩誠¹, 仁戸田照彦, 神崎 浩
(岡山大院・環境生命, ¹丸善製薬・総合研究所)

【目的】C-配糖体は O-配糖体に比べて酵素分解されにくい、腸内細菌によってそのアグリコンへ変換されることが知られている。当研究室では C-配糖体 mangiferin からアグリコン norathyriol への変換活性をもつマウス糞便由来の腸内細菌 *Bacillus* sp. KM7-1 株の単離に成功している。この菌株は嫌気的条件下で単離されたが、好気的条件下でも変換反応を触媒するという、これまで報告されてきた mangiferin 変換活性菌株とは異なる性質を有している。また、変換活性を有するヒト腸内細菌叢の中にも好気条件下で活性を示す菌が存在することを当研究室で明らかにしてきた。そこで、他の動物の腸内細菌叢が有する変換活性について調べることに意義があると考えられたことから、本研究では新たにウマの腸内細菌叢による mangiferin から norathyriol への変換反応について検討を行った。

【方法・結果】異なる 2 頭のウマ糞便を嫌気的に培養し、生育した菌体を用いて mangiferin を基質として嫌気的に反応を行ったところ、どちらのウマ腸内細菌叢による反応においても norathyriol が検出され、ウマ腸内細菌叢が mangiferin 変換活性を有していることがわかった。続いて、活性が見られた腸内細菌叢を嫌気的及び好気的条件下で培養し反応させたところ、両方のウマの腸内細菌叢で好気・嫌気の両条件において変換活性が認められた。さらに、これまで当研究室以外で報告されてきた変換活性菌株とは異なり、培養中に mangiferin を添加しなくても活性を発現しているという特徴をもつことが確認された。

1) U. Hasanah, K. Miki, T. Nitoda, H. Kanzaki, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 85, 989 (2021)

E-11 海洋性細菌が持つ様々な海藻多糖に対する分解能検討
○荒井良仁¹, 新宮由奈子², 八木寿梓^{1,3}, 鈴木宏和¹, 大城 隆^{1,3}
(¹鳥取大院・工, ²鳥取大院・持社創生, ³鳥取大・未利用セ)

【目的】褐藻類に含まれるフコイダンは、抗ガン作用等の生理活性を有し、健康食品としての応用が期待されているが、構造が不規則であることなどの理由から、生理活性と構造の相関性解明は進んでいない。当研究室では、オキナワモズク由来フコイダンの生理活性と構造との関連解明を目的に研究をしており、その解明には酵素を利用した分解が有効であると考え、既にオキナワモズクフコイダン資化性細菌 *Luteolibacter algae* H18 や *Flavobacterium* sp. SW を単離している。フコイダン分解菌はフコイダンを分解するために様々な酵素を用いていることが考えられるため、今回この 2 種類の菌株が様々な海藻多糖類に対して、どのような分解能を示すか検討した。

【方法・結果】オキナワモズクフコイダンを単一炭素源とする完全合成培地で生育させた H18 株, SW 株の無細胞抽出液を用いて、様々な海藻多糖を基質として 30℃, 一晚酵素反応を行い HPLC により評価したところ、どちらもオキナワモズクフコイダンだけでなく、他の海藻由来フコイダンも分解でき、SW 株の場合、アルギン酸、ラミナランの分解も見られた。また、様々な種類のフコイダンおよび、上記海藻多糖を単一炭素源とした培地で培養したところ、H18 株はオキナワモズクフコイダンでのみ生育が良かったのに対し、SW 株はオキナワモズクフコイダンのみならず、アカモクフコイダン、アルギン酸、ラミナランでも高い生育を示し、培養上清を HPLC 分析したところ、生育に伴い多糖類の分解が認められた。このことは、SW 株は H18 株に比べて多様な多糖分解酵素を有する可能性を示唆している。

E-12 *Luteolibacter algae* H18 フコイダン低分子化酵素遺伝子の探索と異種発現
○高橋陽太, 荒井良仁¹, 八木寿梓^{1,2}, 鈴木宏和¹, 大城 隆^{1,2}
(鳥取大院・持社創生, ¹鳥取大院・工, ²鳥取大・未利用セ)

【目的】当研究室では、オキナワモズクフコイダンを対象に、海洋由来微生物の低分子化酵素を用いた研究を進めており、既にフコイダン資化性菌 *Luteolibacter algae* H18 から低分子化酵素 (Fct114) を精製し、クローニング、異種発現、諸性質検討を行っている。一方、今までに Fucoidanase と登録されている酵素の多くは、GH107 に分類されているが、Fct114 には GH107 に特徴的な配列は見られない。そこで今回、H18 株由来の Fct114 とは異なるフコイダン低分子化酵素について、研究を行った。

【方法・結果】GH107 の配列情報をもとに、H18 株のドラフトゲノムを探索した結果、相同性の高い ORF が 1 つ見出され、その遺伝子配列を *h18fda1* とした。その配列を発現ベクター pET-21a にクローニングし、大腸菌で発現させたところ、可溶性画分に酵素タンパク質が生産された。無細胞抽出液を用いて酵素反応を行った結果、H18fda1 (130 kDa) はコンブフコイダンを低分子化できた。一方、GH107 に属する酵素と比較すると、H18fda1 の N 末端から全体の半分程度の領域に GH107 に特徴的なドメインが存在し、想定される活性部位も保存されていた。そこで、C 末端領域を削除した領域をクローニングし、可溶性画分に生産された 56 kDa のタンパク質の酵素活性を測定したところ、コンブフコイダンに対する活性が認められた。H18 株がもつ Fct114 はオキナワモズクフコイダンに対して活性を有するのにに対し、H18fda1 は起源の異なるフコイダンに活性を有していたことから、各酵素の特性は異なることが示唆されるとともに、H18 株は多様なフコイダンに応じた複数の分解酵素遺伝子を有することが明らかになった。

E-13 アカモクフコイダン資化性菌の単離と特性解明

○吉田優里, 高橋陽太, 荒井良仁¹, 八木寿梓^{1,2}, 鈴木宏和¹, 大城 隆^{1,2}
(鳥取大院・持社創生, ¹鳥取大院・工, ²鳥取大・未利用セ)

【目的】当研究室ではこれまでに、オキナワモズク由来フコイダン資化性菌を複数単離し、その酵素についての研究を行っている。しかし、その他の海藻由来のフコイダン資化性菌は単離していない。また、フコイダンは海藻の種類によって構造が異なるため、オキナワモズク以外の海藻由来のフコイダン資化性菌から新たな酵素を見出せる可能性がある。そこで今回、様々な海藻の中でもアカモクに焦点を当て、アカモクフコイダン資化性菌のスクリーニングを行い、単離菌株についての特性解明を行った。

【方法・結果】本研究では海水を分離源とし、アカモクフコイダンを単一炭素源とする培地で集積培養し、フコイダン資化性菌を単離した。単離菌株(YR 株)について、16S rRNA 遺伝子の塩基配列を決定し、BLAST 検索した結果、*Microbacterium kitamiense* と高い相同性を示した。本菌株をアカモクフコイダンを単一炭素源として培養し、得られた菌体から無細胞抽出液(C.F.E.)を調製し、様々な海藻由来フコイダンを基質として酵素反応を行った。ゲルろ過 HPLC 分析により分子量低下を検討した結果、アカモクフコイダンのみが分解され、その他の海藻由来フコイダンは低分子化されなかった。また、YR 株をアカモクフコイダン以外の炭素源で培養し、生育が認められた培養液由来の C.F.E によるフコイダン分解について検討したところ、本菌株は、ラミナラン、グルコース、グリセロールなどを単一炭素源として生育できたが、いずれの場合でも、C.F.E.によるアカモクフコイダンの分解は認められなかった。このことから、アカモクフコイダンで培養した時のみ誘導的に分解酵素を生成することが考えられた。

賛 助 企 業

- ・天野エンザイム(株)
- ・アルファー食品(株)
- ・池田糖化工業(株)
- ・(株)猪原商会 山口営業所
- ・エイチビィアイ(株)
- ・(株)えひめ飲料
- ・(株)大熊
- ・大塚器械(株) 西条支店
- ・岡山県酒造組合
- ・オハヨー乳業(株)
- ・片山化学工業(株) 岡山営業所
- ・カバヤ食品(株)
- ・(株)機能性食品開発研究所
- ・協和発酵バイオ(株)
山口事業所生産技術研究所
- ・麒麟ビール(株) 岡山工場
- ・(株)近畿日本ツーリスト中国四国 広島支店
- ・久保田商事(株) 広島営業所
- ・寿製菓(株)
- ・三栄源エフエフアイ(株)
- ・(株)四国総合研究所
- ・四国乳業(株)
- ・新青山(株)
- ・神協産業(株)
- ・(株)酔心山根本店
- ・正晃(株) 山口営業所
- ・(株)ソフィ
- ・(株)大愛
- ・大興産業(株)
- ・大山乳業農業協同組合
- ・大洋香料(株)
- ・鳥取科学器械(株)
- ・(有)友田大洋堂
- ・日本オリーブ(株)
- ・(株)林原
- ・備前化成(株)
- ・ひまわり乳業(株)
- ・(株)氷温研究所
- ・広島和光(株)
- ・(株)フジワラテクノアート
- ・(株)扶桑理化
- ・プロテノバ(株)
- ・丸善製菓(株)
- ・マルトモ(株)
- ・(株)三ツワフロンテック
- ・宮下酒造(株)
- ・(株)宮田薬品
- ・ヤスハラケミカル(株)
- ・ヤマキ(株)
- ・(株)やまだ屋
- ・八幡物産(株) (五十音順)

2022年5月2日現在 50社

謝辞

日本農芸化学会 2022 年度中四国支部大会（支部創立 20 周年記念大会）の開催にあたり，下記の団体および企業から，ご支援を賜りました。

ここに篤く御礼申し上げます。

公益社団法人 日本化学会中国四国支部（協賛）

国立大学法人 香川大学農学部（後援）

公益財団法人 かがわ産業支援財団

（五十音順）

アルフレッサ篠原化学株式会社

化研テクノ株式会社

株式会社カナエテクノス

四国医療器株式会社

四国理科株式会社

株式会社大一器械

私たちが探求しているのは健康という名の創造力です。

- 研究・分析用試薬
- 理化学器材・機器
- 理科教材、設備全般

医療
Medical

- 臨床診断薬、医薬品
- 医療材料、医療機器、在宅酸素
- 感染予防用品、衛生材料

薬局
Drugstore

- 調剤薬局
- 一般医薬品の販売

事業案内

理化学
Physics and chemistry

環境
Environment

介護サービス
Nursing Care Service

介護用品
Nursing Care Equipment

- 食品検査用品
- 環境検査管理用品
- 廃棄品収集運搬
- 工業用薬品
- 浄化槽・プール管理用品
- 太陽光発電

- 介護・福祉用品の販売並びにレンタル
- 保健・看護用品、住宅改修

四国全域をカバーするネットワーク

医療部門・理化学部門では四国4県の支店・営業所を通じ、きめ細やかなサービス、安心できる商品を迅速に提供できるよう努めています。



愛媛支店

香川支店



徳島支店



本社

四万十営業所

西条営業所

alfresa

アルフレッサ篠原化学株式会社

<http://www.e-shinohara.co.jp>

事業所／本 社

高知支店

香川支店

愛媛支店

徳島支店

四万十営業所

西条営業所

高知県高知市南御座9-41

高知県高知市南御座9-41

香川県高松市国分寺町福家甲1255-10

愛媛県伊予市下三谷1-6

徳島県徳島市川内町平石夷野224-29

高知県四万十市中村東町1-81

愛媛県西条市飯岡261-10

Tel. 088-882-5000

Tel. 088-882-5000

Tel. 087-816-2001

Tel. 089-994-8825

Tel. 088-678-2201

Tel. 0880-34-4361

Tel. 0897-47-5662

地域の発展と豊かな環境を目指し、我々は進化します。

KAKEN-TECHNO CO., LTD.

化研テクノ株式会社

<http://kaken-techno.co.jp>

- 本 社 〒770-0873 徳島県徳島市東沖洲2丁目27番地1
TEL (088)664-6321(代表)
- 高 松 営 業 所 〒761-0301 香川県高松市林町148-19
TEL (087)815-1111(代表)
- 松 山 営 業 所 〒791-1102 愛媛県松山市来住町1445番1
TEL (089)960-0260(代表)
- 新居浜営業所 〒792-0050 愛媛県新居浜市菰生545-3
TEL (0897)43-8001(代表)
- 高 知 営 業 所 〒780-0082 高知県高知市南川添21-13
TEL (088)884-8881(代表)
- 岡 山 出 張 所 〒700-0927 岡山県岡山市北区西古松1丁目6-3
TEL (086)250-3959(代表)
- 今 治 出 張 所 〒794-0054 愛媛県今治市北日吉町1丁目3番1号-105
TEL (0898)35-3152(代表)
- 大 阪 出 張 所 〒564-0062 大阪府吹田市垂水町3丁目13番18号
TEL 06-4861-0018 (代表)

取扱品目

試験研究用試薬、一般試薬
輸入試薬、体外診断薬
試験研究用精密分析機器
実験器具及び機材
臨床検査機器
高純度化成品、工業薬品
水産薬品、水処理薬品
医薬品、動物用医薬品



ISO9001 品質マネジメントシステム認証取得
ISO14001 環境マネジメントシステム認証取得

認証範囲：ISO9001 本社、松山営業所
ISO14001 本社、高松営業所
松山営業所

讃岐から世界へ

～ 信頼をカタチにして創造をめざす ～

- 開発から製造まで一貫した品質本位のモノづくり
- OEMだからこそできるさまざまな製品開発

カナエテクノスが製造している製品は世界中に溢れています



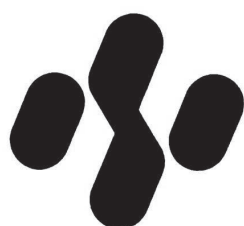
株式会社カナエテクノス

事業内容：化粧品・医薬品・医薬部外品の製造・加工、販売

〒768-0040 香川県観音寺市柞田町丁93番地27
【TEL】0875-56-0850 【FAX】0875-56-0815
【URL】<https://www.k-technos.com>

人のからだを支える企業

医科器械・理化学器械・病院設備機器



**Shikoku
Medical
Instruments**



四国医療器株式会社

香川営業所(本店) 高松市香川町川東下 277-1
高 知 支 店 南国市領石 281-1
中 村 営 業 所 四万十市具同 5377-1
東 予 営 業 所 西条市喜多川 158-1
松 山 営 業 所 松山市井門町 52-1

TEL 087-879-0055
TEL 088-874-2555
TEL 0880-34-8082
TEL 0897-52-0771
TEL 089-960-0130

<http://www.shikokuiryoki.com>

E-mail smi@shikokuiryoki.com

「研究機器オンライン」 「受託オンライン」

製品情報の充実
随時、追加・更新を
行っております。



HPTopから
一目でラクラク
検索！



HPTopバナーから

研究機器オンライン
トップへ！ 受託オンライン
トップへ！



研究機器オンラインの特徴

- ▶ 研究用途に合わせた検索もラクラク！
- ▶ 予算申請の金額に合わせた検索もラクラク！
- ▶ 予算申請に便利
 - .. 指定範囲の金額で検索が可能に！
- ▶ あのメーカーの製品を
 - .. フリーワード検索や
 - .. メーカーの絞り込み検索も可能！

気になる
ワードで検索！

受託オンラインの特徴

- ▶ 遺伝子発現解析や抗体作製から
病理標本作製まで幅広い受託サービスを掲載
- ▶ 研究用途から受託サービス検索
 - .. 遺伝子工学、シーケンス解析、タンパク質工学などの
カテゴリ検索！
- ▶ キャンペーン情報の確認も可能
- ▶ あのメーカーの受託サービスを
 - .. フリーワード検索やメーカーの絞り込み検索も可能！



四国理科株式会社
SHIKOKURIKA CO.,LTD

四国理科の研究機器オンライン・受託オンラインは、
PC、スマートフォンやタブレット端末からアクセス！

WEBサイト
随時更新中

<https://www.shikokurika.co.jp>

四国理科



四国理科ホームページ

例えば、 「水」のような 存在でありたい。

“生命を支え、当たり前のように、そこにある存在へ。”

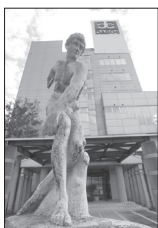
それが大一器械の理想です。

医療、科学という、生命に関わる事業に取り組み、

当たり前のようにそこにあって、でも、なくてはならない存在へ…。

私たちは、豊かさと安心、信頼にあふれた

社会の発展に寄与してまいります。



営業品目

■ 医科器械

病院設備、臨床検査装置、手術器械、人工器械、放射線器械、MRI、
リハビリテーション用器械、超音波診断装置、医療情報処理用器械、
各種診断及び治療装置

■ 科学器械

環境試験器械、分析計測器械、科学器械、測定器械、汎用器械、
教育用器械、バイオ関連器械、遺伝子 (DNA) 合成装置

■ 福祉機器

■ コンピュータ関連器械

■ 実験用ガラス器具

■ 獣医、畜産、酪農器械

業務内容

■ 医療部門

医療現場で日々使用される器械類の販売だけでなく、各メーカーから
の様々な情報、業界の動向なども積極的に提示。医療器械にお
けるトータルアドバイザーとして努力を続けています。

■ 科学部門

官公庁の研究機関や大学、各種試験場、メーカーなどにおいて、
研究者の有用なプレーンとして様々な研究活動を支えています。

■ 福祉部門

福祉用具のレンタル、販売、住宅改修等の事業を展開しています。
本社ショールームには多種多様な福祉用具を展示しています。

■ システム販売部門

ソフト・システムを含めたコンピュータ機器の、専門知識を生かした独
自の提案が強みです。

■ 製造・技術部門

特別なガラス器具、実験器具をオーダーメイドで作成。複雑な形状
の製品にも熟練の技術者が対応します。また、経験豊かなスタッフ
陣を揃え、自社でアフターサービスを展開しています。



医療・科学・福祉

株式会社 大一器械

□ 本 社 〒771-0185 徳島市川内町平石宮340番地

医療機器営業部 Tel.088-656-8101 Fax.088-656-8109

科学機器営業部 Tel.088-656-8122 Fax.088-656-8108

ストーマ・福祉用具 Tel.088-656-8103 Fax.088-656-8151

□ 香 川 営 業 所 〒761-8071 高松市伏石町2128番地1

Tel.087-865-7233 Fax.087-865-3289

ホームページアドレス <http://www.daiichi-kikai.co.jp/>

日本農芸化学会2022年度中四国支部大会（第63回講演会）

主 催：日本農芸化学会中四国支部

世話人：渡邊 彰

連絡先：〒761-0795 香川県木田郡三木町池戸2393

香川大学農学部応用生物科学科

T E L：087-891-3121

E-mail：watanabe.akira@kagawa-u.ac.jp

支部からのお知らせ

1. 支部創立20周年記念 第64回 講演会（例会）
開催日：2023年1月21日（土）
場 所：岡山県立大学
内 容：受賞講演，特別講演，一般講演
講演申込締切：2022年12月12日（月）
講演要旨締切：2022年12月19日（月）
世話人：山本登志子（岡山県立大学）
2. 支部創立20周年記念 第43回 市民フォーラム
開催日：2022年10月22日（土）
場 所：パレットとっとり市民交流ホール
内 容：招待講演
世話人：八木寿梓（鳥取大学）
3. 支部創立20周年記念 第44回 市民フォーラム
開催日：2022年11月12日（土）
場 所：広島市内
内 容：招待講演
世話人：加藤純一（広島大学）
4. 支部創立20周年記念 第45回 市民フォーラム
開催日：2022年11月26日（土）
場 所：愛媛大学農学部 大講義室（対面およびオンライン）
内 容：招待講演
世話人：西脇 寿（愛媛大学）
5. 支部創立20周年記念 第36回 若手研究者シンポジウム
開催日：2022年10月21日（金）
場 所：山口大学 大学会館 2階会議室
内 容：招待講演
世話人：片岡尚也（山口大学）

日本農芸化学会中四国支部事務局

〒739-8530 広島県東広島市鏡山 1-3-1

広島大学大学院統合生命科学研究科内

支部ホームページ：<http://chushikoku.jsbba.or.jp/>

E-mail：chushikoku@jsbba.or.jp