

2020年度 飯島藤十郎賞受賞者業績概要

【飯島藤十郎食品科学賞】(1)

氏名・所属	高木 博史 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授
研究課題	製パンプロセスにおける酵母のストレス耐性機構の解析と育種への応用に関する研究
<p>パン酵母（多くは <i>Saccharomyces cerevisiae</i>）は、製パン過程において乾燥、冷凍、高糖等のストレスに曝されており、有用機能（炭酸ガスの発生、味・風味物質の生成等）が制限されている。従って、パン酵母に高度なストレス耐性を付与することで、耐久性の強い高品質「ドライイースト」、長期保存可能な冷凍生地や菓子パン生地に適した「冷凍耐性イースト」「高糖耐性イースト」等の開発が可能になる。候補者は、実験室酵母（モデル酵母）を用いて細胞の新しいストレス耐性機構を解析し、パン酵母等の産業酵母の育種への応用に取り組んできた。</p> <p>1. プロリン・アルギニン代謝を介した酸化ストレス耐性機構</p> <p>細胞内にプロリン（Pro）を蓄積する変異株を解析し、冷凍、乾燥等のストレスに耐性を示すこと、γ-グルタミルキナーゼ Pro1 に Asp154Asn, Ile150Thr 等のアミノ酸置換が導入されると、Pro によるフィードバック阻害感受性が低下し、Pro が過剰合成されることを明らかにした。また、Pro の生理機能を解析し、ストレスに伴い上昇する活性酸素種（ROS）レベルの制御、細胞寿命の延長効果等を見出した。さらに、Pro を蓄積するパン酵母をセルフクロニング法や突然変異法で作製し、冷凍生地、高糖生地、乾燥酵母における発酵力の向上に成功した。また、Pro とアルギニン（Arg）代謝を連結する新規なアセチル化酵素 Mpr1 が ROS レベルを制御し、ストレスから酵母を保護することを見出した。さらに、パン酵母における Mpr1 の機能を解析し、Mpr1 が発酵力に寄与すること、熱安定性が向上した Mpr1 変異体（Phe65Leu, Asn203Lys）により乾燥耐性が向上することを明らかにした。</p> <p>2. ユビキチンシステムによるストレス下におけるタンパク質の品質管理機構</p> <p>様々なストレスに感受性を示す酵母の変異株を解析し、ユビキチン（Ub）リガーゼ Rsp5 がストレス下のタンパク質品質管理に関与するモデルを提唱した。これまでに、高温やエタノール等のストレス下で、Rsp5 がストレス関連転写因子の発現制御を介してストレスタンパク質の発現を調節し、タンパク質の修復に関与すること、細胞質タンパク質（Egd2, Pda1）や細胞膜タンパク質（アミノ酸パーミアーゼ Gap1 等）を Ub 化し、分解を促進することを明らかにした。パン酵母においては、冷凍後も高い発酵力を維持する仕組みとして、Ub-プロテアソーム系が冷凍により変性したタンパク質の分解に寄与することを見出し、育種への応用を進めている。</p> <p>3. 転写因子の人為的な発現調節によるストレス耐性の向上</p> <p>転写因子にも着目し、機能解析やパン酵母の高機能化を行ってきた。酸化ストレス応答に重要な Msn2 の過剰発現により冷凍後の発酵力が向上した。また、Rsp5 変異株のストレス感受性を相補する多コピー抑制因子として単離した Pog1 の過剰発現や遺伝子破壊により、高糖や冷凍等のストレス下における発酵力が向上した。</p>	

【飯島藤十郎食品科学賞】(2)

氏名・所属	二川 健 徳島大学大学院 医歯薬学研究部 教授
研究課題	サルコペニアに有効な機能性蛋白質・ペプチド食材の開発
<p>骨格筋は、環境因子により影響を受けやすい臓器のひとつである。寝たきりになると骨格筋は萎縮し、反対に運動により骨格筋は肥大する。そこで、候補者は食事性蛋白質・ペプチドによりサルコペニアを予防・治療できる（サルコペニアに有効な機能性蛋白質・ペプチドは実在する）と考えた。サルコペニアでは、タンパク質のユビキチン化が促進されるので、萎縮したラット骨格筋の遺伝子発現を網羅的に解析し、そのユビキチン化の原因酵素（筋萎縮関連ユビキチンリガーゼ）を探索した。その結果、増殖因子のレセプターやその関連蛋白を特異的にユビキチン化させるユビキチンリガーゼ Cbl-b (Casitus B-ligeage lymphoma-b)の発現が宇宙フライトにより増大していることを発見した。Cbl-b は、インスリン受容体基質蛋白質（IRS-1）をユビキチン化し分解へと導くユビキチンリガーゼとして働き、骨格筋におけるインスリン様増殖因子のシグナル伝達を負に調整していた。また、Cbl-b ノックアウトマウスでは筋萎縮がほとんどおこらなかった。これらの知見より、Cbl-b は筋細胞の増殖因子受容体シグナル系を負に調節し、筋萎縮を引き起こす重要な筋萎縮関連ユビキチンリガーゼの一つであることがわかった。</p> <p>さらに、この Cbl-b の発現調節機構を解明することにより、骨格筋が萎縮ストレスをどのように感知しているかについても研究を進めている。その結果、筋細胞のミトコンドリアあるいはその関連装置から産生される酸化ストレスがサルコペニア発症に重要な働きをしていることも明らかにした。このような知見をもとに、ユビキチンリガーゼと酸化ストレスをターゲットにして、ユビキチン化を阻害できる食事性ペプチドも発見した。(2 件の特許取得)。それは、Cbl-b と IRS-1 の結合に対する阻害活性を有する DG(p)YMP ペプチド (Cbl-b inhibitor から Cblin ペプチドと名付けた) とその類似配列をもつ大豆グリシニン蛋白質である。これらは in vitro や in vivo 実験において Cbl-b による IRS-1 のユビキチン化を抑制し筋量を増大させた。画期的な栄養学的な発見として、NHK の「ガッテン」でも紹介された。日本人の1日の蛋白質摂取量(60グラム)に追加して1ヶ月間毎日8グラムの大豆蛋白質(まるごと大豆25粒分)を食することで、寝たきり患者の膝の伸展力を約40%アップさせることができた。このような機能性蛋白質は、超高齢化社会の我が国の健康長寿も高めるものである。</p> <p>現在、徳島大学に宇宙栄養研究センターを設立し、機能性「宇宙食」も開発している。</p>	

【飯島藤十郎食品技術賞】（1）

氏名・所属	川崎 晋 農研機構食品研究部門 食品安全研究領域 上級研究員
研究課題	食品製造現場に適応した簡易迅速微生物検査法の開発と実用化
<p>昨今の大規模食中毒の発生は極めて重大な社会不安を与えており、食品製造現場での衛生管理業務は以前に増して重要になっている。さらに 2018 年には改正食品衛生法が公布され、原則、全ての食品事業者が HACCP に沿った衛生管理、すなわち、何らかの科学的根拠を基にした工程管理での安全性の検証が求められることとなった。しかし、従来の微生物検査では検査結果を得るまでに 4~7 日を要するため、食品製造現場では微生物汚染の未然防止を簡単に実施できない。それ故、迅速かつ簡易な微生物検査法の開発と実用化が急務である。候補者は食品製造現場の多種多様な衛生管理業務に対応できる自主衛生検査の開発・普及を目指して、微生物の簡易迅速検査法の開発ならびに実用性評価試験を行った。</p> <p>その一つ、食中毒菌の迅速検査法として、死亡例等重大な感染型の食中毒事故が報告されている腸管出血性大腸菌 O157・サルモネラ・リステリアの一括同時迅速検査法を開発した。本技術は国内および米国・欧州で特許化し、検出用培地・核酸抽出試薬・遺伝子検出試薬の形でキット販売された。本法は検体 25 g 中にわずか 1 細胞の標的菌が生存すれば 24 時間で検出可能で、畜肉・野菜を含む 60 種類以上もの食材にも適応できる。また、開発培地の性能を調べた結果、加熱や凍結等のストレスを被った食中毒菌の回復効果が既存培地と比べて高く、検出率が従来法より高まることも示された。</p> <p>また、<u>化学発光法による微生物生菌の簡易迅速検査技術</u>を日研生物医学研究所とアトー株式会社との共同研究により開発した。本法は、生細胞にキノン触媒とした酸化還元反応を与えることにより活性酸素を生成させ、これをルミノールにより高感度に検出するものである。牛乳中での大腸菌群の迅速検出、野菜ジュースやお茶などの飲料に含まれる生菌数計測への応用を検討した結果、本法では牛乳中の大腸菌群の有無を 18 時間以内で検出でき、発光検出量のモニタリング結果から菌数概算値が得られる可能性を示した。本技術は民間結集型アグリビジネス創出技術開発事業により検出機器開発と検出試薬のキット化が行われ、最終的に販売に至った。また、本法は微生物の持つ生物活性を直接測定できるため、微生物の損傷度測定法に応用できることを明らかにした。</p>	
	
	

【飯島藤十郎食品技術賞】（2）

氏名・所属	松本 光晴 協同乳業株式会社 研究所 主幹研究員
研究課題	腸内細菌叢のポリアミン産生を強化する新規機能性食品の開発
<p>腸内細菌叢の代謝産物は、血中に移行し全身の細胞へ作用すると考えられる。松本氏は、代謝産物の中でも生理活性が強いポリアミン（PA）に着目し、腸内細菌叢の代謝を制御してPA産生を誘導する技術開発と、それが健康寿命延伸作用を有することをマウス実験とヒト試験にて評価し、製品化にまで至った。一連の研究論文は24報と多く、被引用数も約1,400件、新聞報道された成果も複数あり、周辺領域への影響も大きい。以下、項目毎に業績を示す。</p> <p>【腸内細菌叢の代謝産物の基礎的知見とポリアミン健康寿命延伸仮説の検証】</p> <p>世界に先駆け、腸内環境研究にメタボロミクスを利用し、腸内細菌が産生する代謝産物をリスト化し、これらの血液や脳への移行を見出した。多くの代謝産物の中から、細胞機能健全化に不可欠な生理活性物質PA（特に腸内細菌が産生するプトレッシンとスペルミジン）に着目し、「腸内細菌が安定的にPAを産生すれば、PAの機能で老年病が予防できる」との仮説を構築した。次に、腸内環境に刺激を与える強い菌として <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> LKM512を見出し、経口投与で糞便PA増加とPAの作用で説明できる保健効果をマウスとヒトで積み重ねた。</p> <p>【腸内ポリアミン産生強化技術の開発と作用機序解明】</p> <p>より安定的なPA産生強化技術の構築を目指し、食事由来バイアスを無くした糞便試料からPA増強物質をスクリーニングし、アルギニン（Arg）を発見した。またArgで増えたPAの血中移行、更にビフィズス菌LKM512とArgを併用投与で産生量が上昇することを見出した。更に、この産生機序として、ビフィズス菌LKM512が産生する酸をトリガーとし、複数の常在菌の生存戦略に基づく代謝変化によりArgからPAが産生される「腸内ハイブリッド・ポリアミン生合成機構」を遺伝子レベルで解明した。</p> <p>【腸内ポリアミン産生強化技術の健康寿命延伸効果】</p> <p>ArgとLKM512の長期投与で、マウスの寿命延伸と加齢時の学習記憶成績の向上が認められた。PAの抗炎症作用とオートファジー促進作用から改善が期待できる動脈硬化症の最も初期に低下する血管内皮機能を標的に、本技術を反映させた食品（ヨーグルト）の効果を臨床試験で評価した。その結果、ヨーグルト摂取時はプラセボ摂取時と比較して、糞便および血中PA濃度の上昇と、それに伴う血管内皮機能の改善が認められた。</p>	

飯島藤十郎食品科学賞 受賞者

No	年度	所属・氏名	研究課題
1	1990 (H2)	聖徳大学短期大学部 教授 田中康夫	パン生地醗酵及び耐冷凍パン酵母に関する研究
2	1992	横浜国立大学工学部 教授 矢野俊正	多孔質食品の物性における特異挙動の解析と多孔質食品形成に関する操作論的研究
3	1994	大妻女子大学家政学部 教授 加藤博通	食品成分間反応に関する食品科学的研究
4	1995	鹿児島大学農学部 教授 檜作進	澱粉科学に関する基礎及び応用研究
5	1999	昭和女子大学大学院 教授 島田淳子	「米と小麦に関する調理科学的研究」—調理過程における物性変化とおいしさの定量的把握—
6	2003	名古屋大学大学院生命農学研究科 教授 大澤俊彦	植物性食品に含まれる抗酸化成分の化学と機能解明
7	2005	鹿児島大学 理事 副学長 竹田靖史	澱粉の分子構造と物性の解明に関する研究
8	2007	九州大学大学院農学研究院 研究院長・教授 今泉勝己	植物起源食品成分に関する脂質栄養学的研究
9		東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 北本勝ひこ	穀物加工に使用される麹菌の分子生物学的研究
10	2008	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 清水誠	食品成分の特性と腸管における機能に関する研究
11	2009	東北大学大学院農学研究院 教授 宮澤陽夫	食品ポリフェノール吸収代謝と抗酸化機能に関する研究
12	2010	徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 教授 寺尾純二	食品抗酸化物質の生体利用性と活性発現機構に関する統合研究
13	2011	お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科 教授 香西みどり	食品の調理過程の数量的把握と最適化に関する研究
14	2012	京都大学大学院農学研究科 教授 伏木亨	食品のおいしさのメカニズムの解析に関する研究
15	2013	新潟大学大学院自然科学研究科 教授 門脇基二	栄養によるタンパク質代謝調節と米の新規生理機能性に関する研究

16	2014	京都大学大学院農学研究科 教授 河田照雄	肥満とエネルギー代謝に関する食品健康 機能学研究
17	2015	京都大学大学院農学研究科 教授 安達修二	反応と物質移動が関与する食品加工操作 に関する工学的研究
18	2016	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 佐藤隆一郎	代謝制御機能を有する食品成分に関する 分子栄養・食品科学研究
19	2017	九州大学大学院農学研究院 主幹教授 立花宏文	緑茶カテキンによる生理活性発現メカニズ ムに関する研究
20	2018	京都大学複合原子力科学研究所 特任教授 裏出令子	タンパク質の構造形成と機能に関する食品 科学研究
21		神戸大学大学院農学研究科 教授 芦田均	生活習慣病予防に関わるポリフェノールの 機能に関する研究
22	2019 (H31)	東北大学大学院農学研究科 学術研究員 東北大学名誉教授 駒井三千夫	ビタミン類の新しい機能の解明と食品の味 覚感受性に影響する栄養因子と遺伝子多 型の解析
23	2020	奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授 高木博史	製パンプロセスにおける酵母のストレス耐性 機構の解析と育種への応用に関する研究
24		徳島大学大学院医歯薬学研究部 教授 二川健	サルコペニアに有効な機能性蛋白質・ペプ チド食材の開発

(注)飯島食品科学賞は、2013年度(平成25年度)から名称を変更し、飯島藤十郎食品科学賞となりました

飯島藤十郎食品技術賞 受賞者

No	年度	所属・氏名 (・共同受賞者)	研究課題
1	2007 (H19)	(独)農研機構 食品総合研究所 食品素材科学領域長 大坪研一	PCR法による米のDNA判別技術の開発
2		松谷化学工業株式会社 研究所 取締役副所長 大隅一裕 他 ・松田功 ・菅野祥三 ・岸本由香	難消化デキストリンの開発

3	2007	山崎製パン株式会社 専務取締役 丸岡宏 他 ・深沢忠史 ・山田雄司 ・日俣克一	国産小麦 100%使用した食パン製造技術の開発
4	2008	(独)農研機構 食品総合研究所 酵素研究ユニット長 北岡本光	ヒトミルクオリゴ糖によるビフィズス因子と推定されるラクトNビオース製造法の開発
5	2009	築野食品工業株式会社 取締役副社長 築野卓夫 ・谷口久次 (財)わかやま産業振興財団	米糠副産物からのフェルラ酸の製造技術の開発
6	2010	(独)農研機構 食品総合研究所 非破壊評価ユニット長 河野澄夫	近赤外分光法による穀物品質の非破壊評価に関する研究
7		九州大学大学院システム情報科学研究院 主幹教授 都甲潔 ・池崎秀和 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー 代表取締役社長	味認識装置の開発と味のものさしの確立
8		(独)農研機構 食品総合研究所 食品工学研究領域長 五十部誠一郎 ・小笠原幸雄 株式会社タイヨー製作所 常務取締役	微細水滴含有過熱水蒸気(アクアガス)を核とした高度加熱システム技術の実用化
9	2011	(独)農研機構 食品総合研究所 上席研究員 神山かおる	ヒト生理学的計測による新規な食品テクスチャー評価法の開発
10		ダイソー株式会社 R&D本部 次長 鈴木利雄	機能性食品素材「高純度β-1,3-1,6-グルカン」の開発
11	2012	石川県立大学食品科学科 教授 野口明德	押出加工と通電加工の技術開発
12		東京農工大学大学院農学研究院 教授 服部誠	食品バイオハイブリッド創製技術の確立
13	2013	浜松ホトニクス株式会社 中央研究所 数村公子	好中球の免疫反応を利用した新規食品機能性評価法の開発
14		太陽化学株式会社 NDS チーム 代表取締役副社長 ジュネジャ・レカ・ラジュ 他 ・中田勝康・富永悦子・南千代子・田島貴之	ニュートリションデリバリーシステム(NDS)のための多様な新規機能性食品素材の開発及びその基礎となる界面制御技術の開発
15	2014	大塚製薬株式会社 佐賀栄養製品研究所 内山成人	食品として利用可能なエクオール産生乳酸菌の発見とそれを利用したエクオール含有食品の開発

16	2015	農研機構 食品研究部門 食品健康機能研究領域長 山本万里 ・酒瀬川洋児 JAかごしま茶業株式会社 代表取締役専務 ・鈴木紳一郎 アサヒ飲料(株)常務取締役 兼 常務執行役員研究開発本部長	機能性表示食品に対応したべにふうき緑 茶活用食品の開発
17	2016	株式会社明治 研究本部食機能科学研究所 プロバイオティクス1G グループ長 狩野宏 他 ・牧野聖也 ・山田成臣	乳酸菌の生理機能を活用したヨーグルト の研究開発
18		農研機構 食品研究部門 先端食品加工技術ユニット長 植村邦彦 ・井上孝司 ポッカサッポロフード&ビバレ ッジ(株) 新規基盤開発研究所長	交流高電界による食品殺菌技術の開発と 液状食品への応用
19	2017	キリン株式会社 R&D 本部酒類技術研究所 主任研究員 塩野貴史	天然吸着剤による飲料中のカフェイン除 去技術の開発
20		物産フードサイエンス株式会社研究開発センター 副センター長 栃尾巧 ・中村圭伸 同センター長 ・下村吉治 名古屋大学大学院生命農学 研究科 教授 ・古賀泰裕 東海大学医学部 客員教授	ケストースによる生活習慣病予防・改善効 果
21		越後製菓株式会社 取締役新規事業部長 小林篤 他 ・大原絵里 同新規事業室長	食品加工における革新的な高圧処理技術 の開発
22	2018	雪印メグミルク株式会社 ミルクサイエンス研究所 上席研究員 門岡幸男 他 ・小川哲弘・高野義彦・守屋智博・酒井史彦 (雪印メグミルク株式会社) ・西平順 北海道情報大学 副学長・教授 ・宮崎忠昭 北海道大学遺伝子病制御 研究所 特任教授 ・土田隆 よこはま土田メディカルクリニック 医師 ・佐藤匡央 九州大学大学院農学研究院 教授	<i>Lactobacillus gasseri</i> SBT2055 株の腸管 を介した保健機能研究とその産業利用
23	2019 (H31)	株式会社ファーマフーズ 代表取締役社長 金 武祐 他 ・堀江典子 ・早川潔 ・古賀啓太 ・中村唱乃	GABA の機能性開発と新市場開拓

24	2020	農研機構食品研究部門 食品安全研究領域 上級研究員 川崎晋	食品製造現場に適応した簡易迅速微生物検査法の開発と実用化
25		協同乳業株式会社 研究所 主幹研究員 松本光晴	腸内細菌叢のポリアミン産生を強化する新規機能性食品の開発

(注)技術賞は、2013年度(平成25年度)から名称を変更し、飯島藤十郎食品技術賞となりました