

1-6 先端化学生命工学研究(aCYBER) センター活動報告

aCYBER センター長 白石 浩平
所員 山田 康枝, 渡邊 義之, 小川 智弘

1. 平成 27 年度活動報告

ヒト細胞株の利用を基礎とした研究 (白石, 山田)

<目的> 細胞接着を制御する高分子生体材料あるいは基板とそれらとロボティクスを融合した遺伝子, タンパク質の網羅的解析あるいは細胞操作(回収・融合)用装置及びシステムの開発(白石, 山田)

(現状と結果) 細胞マイクロアレイの研究において, 細胞を用いたハイスループットな機能解析のための基材開発, 下限臨界共溶温度型, 上限臨界共溶温度型温度応答性ポリマーの開発, 金スポットへの選択的な細胞の接着が可能な細胞アレイの調製, 細胞接着領域, 非接着領域の構築, 細胞接着後の細胞機能の検討, ヒト人工染色体(HAC)ベクターを導入する細胞融合用基板とパルスレーザー光照射の併用による細胞融合, CW レーザー光ピンセット, CW レーザー光加温等に要素技術の条件設定を進めた. さらに, 細胞培養時の細胞増殖等への影響を与える酸素を細胞接着面から細胞富化膜を基材とした温度応答性ポリマーグラフト化基板を調製して細胞増殖に酸素供給が有効であることを見出した. レーザーにより不用な細胞を除くあるいは有用細胞のみを非侵襲的にはく離回収するシステム及び装置を開発している. 新たに誘電電気泳動法を用いた細胞集積と細胞-細胞間接着に誘引する新法を加えて, HAC ベクターや血球系受容細胞(U937)の集積を確認し, 集積条件交流電圧・周波数さらには表面への融合素材等の固定化を検討して, パルスレーザー光照射との併用によって細胞融合の飛躍的な向上を進めている.

(研究計画) 細胞アレイを用いて有用細胞と診断されたアレイスポット上にレーザー光で加温して細胞を選択的かつ非侵襲的にはく離回収にシステム進化させ, さらに効率よく細胞検出・分別が出来る条件を固定化素材の化学構造や固定化状態を検討している. 表面に処理する機能性素材を廉価でこれまでの同じあるいはそれ以上の機能を達成するために素材のコーティングのみによる固定化と化学構造の最適化を進めている. 水晶振動子マイクロバランス法によって受容細胞の一定の流通系のなかでの固定化の検討を進めている. また操作の自動化を視野に入れたバイオチャンバーを含むロボット駆動条件と最適化をほぼ終了した. 国内外のユーザーとの接点をもつコンサルタント業務の関連会社の紹介を受け, ユーザー開拓と同時に装置構成・システムの細胞診断・回収・融合をユーザーカスタマイズ化した装置の開発を進めて, さらなる実用化検討を進める.

<目的> 日本酒成分の中の有効成分の構造決定を行い, サプリメント, 医薬への応用を検討する. (山田)

(現状と結果) 日本酒成分の分画とメタボローム解析を行い、ヒトの睡眠や抗不安効果に重要な働きをしている GABA_A 受容体活性及び NMDA 型グルタミン酸受容体、カプサイシン受容体に対する日本酒成分の効果を検討する。受容体の阻害活性や作動活性が得られた物質についてその効果を詳細に検討した。

GABA_A 受容体に作用する物質を 16 成分見出した。これまで、鎮静・催眠薬、抗痙攣薬や抗不安薬は化学物質であったが、今回見つけた物質は古来ヒトが摂取してきた日本酒に含まれる天然成分であり、生体内にも普遍的に存在するものが多いため、薬としても安全性が高く、また機能性食品への応用も可能である。同様の活性のある物質はこれまで、見つかっておらず現在論文投稿中である(特許出願中)。

NMDA 型グルタミン酸受容体に作用する物質を 13 成分見出し、その内の 10 成分は新規物質であった。平成 27 年度日本農芸化学会大会にてその成果を発表した。また、NMDA 受容体に作用する新規ペプチドについて、特許を取得した。

カプサイシン受容体についても、日本酒成分中から新たに受容体に作用するに 10 物質を発見した。

(研究計画) 今後も引き続き、日本酒に含まれる有効成分の神経系受容体 (GABA_A 受容体、NMDA 型グルタミン酸受容体、カプサイシン受容体) への効果を検討する。結果に基づき、神経系細胞への直接効果や、動物実験(受動回避試験、高架式十字迷路試験)を行い、神経機能への効果を検証する。お茶などの植物由来の香り成分、生理活性物質の神経系細胞への効果を検討する

<目的> 細胞を用いた医薬品、保健機能食品への開発を目指した酒含有成分、ペプチド類、ビタミン、漢方成分など生理活性物質の検索

(現状と結果) ヒト神経芽細胞腫由来株や肝ガン由来株を用いて、ピロロキノリンキノン、ピロロキノリンキノンの誘導体、糖類の効果を検討した。ピロロキノリンキノンとその誘導体及びプロポリスとその含有成分に神経毒及び酸化ストレスに対する保護作用があることを見出し、その効果には細胞特異性があることを発見し、27 年度日本農芸化学会大会にてその成果を発表した。

(研究計画) 今後もヒト神経芽細胞腫由来株や肝ガン由来株を用いて、細胞保護作用をもつ物質を見つけ、その作用機序を検討する予定である。

バイオプラスチックを用いるカーボンニュートラル産業用素材の開発(白石, 山田)

<目的> 植物由来素材ポリ乳酸(PLA)あるいは天然ゴム(NR)を主成分とした高植物度な産業用樹脂あるいはゴム素材の開発(白石)

(現状と結果) 新規な結晶化促進剤としての無機材料等の選定と配合技術により、安価でかつ少量添加で PLA の物性改善した。NR に石油由来のカーボンブラック代替としてのセルロースナノファイバー(CNF)等の配合によって、自動車用ウエザーストリップとして必

要なゴム物性を達成した。

PLA の示す優れた流動性と研究開発によって得た添加剤による物性調整技術を用いて、精細加工品用途として、医療用途の血液採取無痛針用の素材や 3D プリンター用の樹脂としての応用展開を射出成形模擬実験から達成した。昨年度の新規な結晶化促進剤のみならず、加水分解抑制の機能をもつ添加剤等の配合によって、射出成形時に最適な流動性を与える配合系を確立した。医療用の採血・ワクチン接種用の無痛ランセットとしてのランセット筐体の全生分解性を目指した低環境負荷素材の実用化研究を引き続き継続している。得られた試作筐体そのものを用いて、酵素分解試験及び土壌分解試験をそれぞれ酒類総合技術研究所あるいは産業技術総合研究所の指導・助言を受けて実施し、従来の石油由来ポリプロピレンにない生分解性を確認した。また、最終製品の筐体の分析から、ダイオキシン等の発生原因となる塩素が現在販売している筐体よりも低く測定限界値以下であることを見出した。さらに、熱分解 GC-MASS 等の測定から、有害な揮発性有機化合物の発生が殆どないことも示した。

(研究計画) 自動車用等の産業用途では開発からユーザーの要求にあった仕様に最適な配合を行い、低価格、安全、易加工性の実用化素材へとシフトした事業化検討を加速する。また、生分解性機能を利用した新規なユーザー開拓を進め採血用無痛針等の医療用材料へ応用さらには環境低負荷の本樹脂の用途拡大を協業化学商社と共に進める。ランセット用樹脂では、滅菌操作で必要となる高エネルギー線の照射にともなう物性への影響を検討する。

生物資源の食品素材としての効果的な利用を基礎とした研究（渡邊）

<目的> 地域で特産される農水産物、特に未利用な生物資源の食品素材としての機能の付加、向上および改変を実現するための生物化学工学的プロセスの構築

(現状と結果) 海苔由来フィコビリタンパク質の水溶液中での色調変化メカニズムが示された。また、微粉末化海苔の懸濁特性の測定方法が提案された。カテキンの水系安定性に及ぼすアスコルビン酸の酸化抑制および促進効果が検討され、速度論的解析を通じた検証がなされた。昆布および鰹節由来の和風出汁調製における香気成分と水硬度との関係が示された。また、植物葉からのアントシアニン色素の至適抽出条件が決定された。凍結・解凍を経たフレーバー・エマルションの安定性評価では、油相の凝固点・融点と凍結・解凍温度との関係に基づいた不安定化機序が示された。レモン果皮の有効利用法創出の検討では、最も利用が困難とされる不溶性成分への亜臨界水処理の導入による機能性の改善とその原因物質の一部の提示がなされた。

(研究計画) 微粉末化海苔の水系での分散性に寄与する因子の解明を目指し、同時に色調安定性との関係について検討する。可食性抗酸化剤の酸化抑制・促進転換点の測定と、その温度・pH 依存性を示し、液状食品保存における抗酸化剤利用方法の指針の提示を図る。噴霧乾燥法により得られたフレーバー・マイクロカプセルの安定性に及ぼす凍結・解凍プロセスと低温保存の影響について検討する。レモン果皮などから抽出された有用成分を利

用して、ゾルまたはゲル状食品としての物性評価を行い、適当な利用形態を模索する。

肝臓病態の作用機序の解明と肝臓に対する抗酸化物質の作用に関する研究（小川）

<目的> あらゆる肝臓病の作用機序を明らかにするとともに、医薬品や食品に含まれる成分の安全性の検討および新たな生理活性物質の発見（小川）

（現状と結果）これまでの研究でマウスの肝臓病態モデルを作製し、そのマウスに強い抗酸化作用を持つプロポリスを投与することで肝臓の脂肪化や炎症が抑制することを明らかにした。そこで、培養肝がん細胞である **HepG2** にパルミチン酸を添加し、脂肪の蓄積および小胞体ストレスを介したアポトーシスを誘導する細胞モデルを作製した。実験ではパルミチン酸を作用させた **HepG2** にプロポリスを添加することによって小胞体ストレス関連遺伝子の発現およびアポトーシス抑制効果について調べた。結果として、**HepG2** に添加したパルミチン酸の濃度依存的に細胞数の減少が確認できた。また、**Oil Red O** 染色により赤く染色された脂肪蓄積細胞の割合もパルミチン酸の濃度依存的に増加していることが確認できた。**Real-time PCR** の結果、小胞体ストレスに関係する **CHOP**, **GADD34**, **IRE1a** の遺伝子がパルミチン酸の濃度依存的に発現が有意に増加していることが確認できたが、アポトーシスに関係する遺伝子の発現変化は見られなかった。これらの結果、**HepG2** に対してパルミチン酸添加による小胞体ストレスの誘導が確認できたが、パルミチン酸添加 8 時間ではアポトーシス関連する遺伝子の発現変動は見られていないことが明らかとなった。また、パルミチン酸添加によって発現が上昇した **CHOP**, **GADD34**, **IRE1a** の発現がプロポリスの濃度依存的に抑制されることが明らかとなった。以上のことから、プロポリスは小胞体ストレスを介した **HepG2** のアポトーシスを抑制することが明らかとなった。

（研究計画）引き続き上記の詳細な実験を行い、プロポリスの肝臓の脂肪化や炎症、線維化、小胞体ストレスへの影響を調べる。また、肝がん細胞を使って肝細胞の脂肪化や細胞死を抑制するプロポリス成分の同定を試みる。

2. 共同研究（4 件）

1) 白石 浩平：平成 27 年度（3 件：国内企業）

2) 山田 康枝：平成 26 年度

「グルタミン酸受容体及び GABA 受容体に作用する酒成分に関する研究」,

独立行政法人 酒類総合研究所

3. 主要な研究業績

(1) 学術論文（11 件）

1) 今城 明典, 伊藤 大時, 山田 康枝, 白石 浩平, “UCST 型ノニオン系ポリマーを表面修飾したガラス基板の調製と **HeLa** 細胞の温度刺激はく離”, 近畿大学次世代基盤技術研究所報告, Vol.6, (2015), pp.55-59

2) 農宗 辰己, 今城 明典, 白石 浩平, “プラズマ照射ーポスト重合による **PNiPAAm** グラフト O_2 富化膜の調製と細胞増殖に及ぼす O_2 供給の影響”, 高分子論文集, 72(11), (2015), pp.667-672

- 3) 農宗 辰己, 今城 明典, 白石 浩平, “表面開始原子移動ラジカル重合法による Poly(N-isopropylacrylamide)のガラス基板への固定化とヒト間葉系幹細胞(hiMSC)の温度刺激はく離”, 高分子論文集, 72(6), (2015), pp.354-360
- 4) 山田 康枝, 伊豆 英恵, “日本酒および焼酎の香りと機能性”, AROMA RESEARCH, 16(1), (2015), pp.3-8
- 5) 山田 康枝, 増田 修一, 山本 翔太, 伊豆 英恵, “日本酒および焼酎に含まれる香気成分の神経系受容体への効果”, AROMA RESEARCH, 16(1), (2015), pp.66-73
- 6) Yasue Yamada, Kohei Ohtani, Akinori Imajo, Hanae Izu, Hitomi Nakamura, Kohei Shiraishi, “Comparison of the neurotoxicities between volatile organic compounds and fragrant organic compounds on human neuroblastoma SK-N-SH cells and primary cultured rat neurons”, Toxicology Reports, Vol.2, (2015), pp.729-736
- 7) Takahashi N, Watanabe Y, Furutsuka N, Yamamoto T, Okada Y, Nomura M, “Enzymatic saccharification of lemon peel and antioxidative ability of saccharified peel solution”, Agricultural Research Updates, Vol.10, (2015), pp.187-198
- 8) 村上 結城, 藤田 明子, 渡邊 義之, 岡田 芳治, 野村 正人, “炊飯水蒸気中に含まれる香気成分とその抗酸化能”, 美味技術学会誌, 14 (1), (2015), pp.5-10
- 9) Watanabe Y, Morishita T, Tojo H, Toriyama E, Watariue N, Yamaguchi R, Nomura M, “Physicochemical properties of acidic polysaccharides from seaweeds and their application to wheat flour noodle.” Advances in Chemistry Research, 27, (2015), pp.19-32
- 10) Watanabe Y, “Antioxidative properties of acyl ascorbates on lipid oxidation in bulk, disperse and microcapsule systems.” Food Science and Technology Research, 21 (5), (2015), pp.639-647
- 11) Watanabe Y, Adachi S, “Surfactant and antioxidant properties of fatty acid esters synthesized through lipase-catalyzed condensation with various hydrophilic compounds.” *Emulsifiers: Properties, Functions and Applications*, Nova Science Publishers, Inc. NY, (2016), pp.1-26

(2) 学会発表 (22 件)

- 1) Akinori Imajo, Taiji Ito, Kohei Shiraishi, “Preparation Of A UCST Type Of Thermoresponsive Sulfobetaine Polymer Modified Poly(ethyleneterephthalate) Films By Ar Plasma post Polymerization Method”, The 10th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering, (2015.9), Jeju, KOREA
- 2) 神崎 有加, 今城 明典, 白石 浩平, “タンパク質結合部位と PEG 鎖を固定化したマイクロアレイの調製と血球系細胞とヒト人工染色体(HAC)ベクター含有微小核細胞の融合” 第 64 回高分子学会年次大会, (2015.9), 札幌
- 3) 農宗 辰己, 今城 明典, 山田 康枝, 白石 浩平, “表面開始 RAFT 重合法で UCST 型温度応答性ポリマーを修飾したガラス基板の調製とヒト間葉系幹細胞(hiMSC)を用いた温度刺激はく離”, 第 64 回高分子学会年次大会, (2015.9), 札幌

- 4) 神崎 有加, 今城 明典, 山田 康枝, 白石 浩平, “PEG 固定化表面での血球系細胞とヒト 人工染色体(HAC)ベクター含有微小核細胞の融合と細胞接着挙動”, 第 64 回高分子学会討論会, (2015.9), 仙台
- 5) 農宗 辰己, 今城 明典, 山田康枝, 白石 浩平, “表面開始 RAFT 重合法で UCST 型温度 応答性アクリルアミド/アクリロニトリル共重合体を修飾したガラス基板の調製とヒト 間葉系幹細胞(hiMSC)の温度刺激はく離”, 第 64 回高分子学会討論会, (2015.9), 仙台
- 6) 小川 智弘, 山田 康枝, 河田 則文, “Propolis components suppresses activated hepatic stellate cell invasion by inhibition of MMP-2 and MMP-9 expression and its activation.”, 18th International Symposium on Cells of the Hepatic Sinusoid (ISCHS), (2015.11), California, U.S.A
- 7) 山田 康枝, 増田 修一, 山本 翔太, 伊豆 英恵, “日本酒および焼酎に含まれる香気成分 の神経系受容体への効果”, 日本食品保蔵科学会 創立 40 周年大会(第 64 回大会) 東京 農業大学, (2015.6), 東京
- 8) 山田 耕資, 白石 弘章, 奈女 良昭, 有馬 陽介, 長尾 正崇, 山田 康枝, “ヒト神経芽 細胞腫 SK-N-SH へのサリン類似有機リン剤の毒性作用” The effect of a sarin-like organo-phosphorus agent on human neuroblastoma cell line SK-N-SH”, 第 42 日本 毒性学会学術年会, (2015.6), 金沢
- 9) 山田 康枝, 矢吹 智, “NMDA 型グルタミン酸受容体に対する日本酒成分の効果”, 第 5 回院生サミット, 近畿大学和歌山キャンパス, (2015.7), 和歌山
- 10) Kosuke Yamada, H Shiraishi, A Namera, Y Arima, M Nagao, Y Yamada, “The effect of an organophosphorus agent on human neuroblastoma cell line SK-H-SH”, International society for Neurochemistry 25th Meeting, (2015.8), Cairns, Australia
- 11) Tomo Yabuki, K Noritake, Y Uemura, H Izu, Y Yamada, “Effects of components of sake of GluN1/GluN2A and GluN1/GluN2B subtypes of NMDA receptor.” International society for Neurochemistry 25th Meeting, Cairns, (2015.8), Australia
- 12) Yasue Yamada, Masashi Nakamichi, “Protective effects of PQQ against the cell death caused by 6-hydroxydopamine and hydrogen peroxide”, Society for Neuroscience 45th Annual Meeting 2015, (2016.10), Chicago, U.S.A.
- 13) 西居 和哉, 中路 昌志, 野村 宏基, 久保 航大, 延谷 直哉, 中西 慧, 山田 康枝, “ピ ロロキノリンキノンとイミダゾピロロキノリンの SK-N-SH 細胞と HepG2 細胞に対す る効果の比較検討”, 日本農芸化学会 2016 年度大会, (2016.3), 札幌
- 14) 矢吹 智, 則包 潔人, 上村 勇貴, 伊豆 英恵, 山田 康枝, “NMDA 型グルタミン酸受容 体に対する日本酒成分の効果”, 日本農芸化学会 2016 年度大会, (2016.3), 札幌
- 15) Watanabe Y, Kono Y, Hiroshima M, Adachi S, “Stability of oil-in-water emulsioncontaining flavor component through freezing and thawing processes”, 12th International Congress on Engineering and Food, (2015.6), Quebec, Canada
- 16) 林 崇裕, 高橋 航, 渡邊 義之, 高津 地志, 藤田 明子, 野村 正人, “炊飯米溶出性澱 粉の特性評価のための *in vitro* 消化試験”, 第 16 回日本食品工学会年次大会, (2015.8), 広島

- 17) 沖原 圭祐, 松浦 勇太, 渡邊 義之, “レモン果皮不溶性成分の水熱処理によるその機能性への影響”, 第 16 回日本食品工学会年次大会, (2015.8), 広島
- 18) 奥林 孝文, 弘嶋 真愛, 渡邊 義之, “凍結・解凍後の O/W 型エマルジョンと含有フレーバーの安定性”, 第 16 回日本食品工学会年次大会, (2015.8), 広島
- 19) 西原 康次郎, 木全 俊介, 渡邊 義之, “海苔フィコビリタンパク質水溶液の色安定性と酵素処理による色調改質”, 第 16 回日本食品工学会年次大会, (2015.8), 広島
- 20) 春摘 俊貴, 萩野 里那, 渡邊 義之, “昆布および鰹節を用いた和風出汁の性質に及ぼす水の硬度の影響”, 第 16 回日本食品工学会年次大会, (2015.8), 広島
- 21) 横野 一步, 高津 地志, 藤田 明子, 岡田 芳治, 渡邊 義之, 野村 正人, “米飯中のオリゴ糖含有量と食味の関係”, 日本農芸化学会 2015 年度中四国・西日本支部合同大会 (中四国支部第 43 回講演会・西日本支部第 312 回講演会), (2015.9), 愛媛
- 22) 横野 一步, 高津 地志, 藤田 明子, 渡邊 義之, 岡田 芳治, 野村 正人, “炊飯条件における呈味成分の変化と食味の関係”, 日本農芸化学会 2016 年度大会, (2016.3), 札幌

(3) 講演 (4 件)

- 1) 白石 浩平, “細胞融合・回収自動化装置”, ハイテク分野ビジネスマッチング in 広島, 近畿大学次世代基盤技術研究所 (東広島), 2016.2.17
- 2) 白石 浩平, “高精度位置決めレーザー光照射による細胞融合装置の開発”, 2015 ビジネスマッチング交流会, 広島グランドインテリジェントホテル (広島), 2016.1.28
- 3) 山田 康枝, “日本酒に含まれる有効成分” 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2015 研究発表 (広島), 2015.10.26
- 4) 山田 康枝, “グルタミン酸受容体活性をもつ新たなジペプチド及び GABAA 受容体活性をもつ有機酸” 近畿大学新技術説明会 主催: 近畿大学, 国立研究開発法人 科学技術振興機構, 東京科学技術振興機構 東京本部別館, 2015.7.16

(4) 特許出願 (1 件)

- 1) 白石 浩平: 1 件

(5) 特許登録 (3 件)

- 1) 白石 浩平, 山田 康枝他: 細胞自動分取装置及び細胞自動分取方法, 特許第 5765763 号
- 2) 白石 浩平, 山田 康枝他: セルアレイソータ, その製造方法及び細胞ソート方法, 特許第 5780511 号
- 3) 山田 康枝: 医薬組成物 特許第 5747397 号

(6) その他 (4 件)

- 1) 白石 浩平: 企業等技術指導 (12 件)
- 2) 白石 浩平: 平成 27 年度経済産業省戦略的基盤技術高度化推進事業補完研究報告書
- 3) 白石 浩平: 委託研究報告書 (4 件)

- 4) 山田 康枝, 増田 修一, 山本 翔太, 伊豆 英恵, “日本酒および焼酎に含まれる香気成分の神経系受容体への効果”, AROMA RESEARCH 16(1),66-73(2015) 2015 年度論文賞受賞

4. 外部資金獲得 (17 件)

【競争的資金】

- 1) 渡邊 義之: 科学研究費 基盤研究(C)「食品としての脂質の高度利用とその品質劣化機構の解明」(代表者) 平成 26~28 年度
- 2) 渡邊 義之: 学術研究助成 (公財)飯島藤十郎記念食品科学振興財団「微粉末化海苔の色調安定化のための色素タンパク質の特性解析」(代表者)
- 3) 渡邊 義之: 平成 27 年度研究助成 (公財)日本食品化学研究振興財団「水系食品中のアスコルビン酸とそのアシル誘導体の酸化促進および抑制作用機序の解明」(代表者)
- 4) 渡邊 義之: 平成 27 年度研究助成 (公財)ソルト・サイエンス研究財団「塩が和風出汁の旨味および香気成分に及ぼす影響」(代表者)
- 5) 渡邊 義之: 平成 27 年度大学研究助成 (公財)サタケ技術振興財団「レモン果皮由来不溶性成分の水熱処理とその生成物の食品利用」(代表者)
- 6) 小川 智弘: 科学研究費 若手研究(B)「肝線維化部位に集積する筋線維芽細胞による線維形成の分子機構に関する基礎的研究」(代表者) 平成26~27年度
- 7) 小川 智弘: (公財) 古川技術振興財団研究助成「非アルコール性脂肪性肝炎(NASH)の簡易的な診断法の開発とその治療を目的とした細胞キットの開発」(代表者) 平成27年度

【学内研究助成金】

- 1) 山田 康枝: 近畿大学 21 世紀研究開発奨励金 (平成 26~28 年) (代表者:産業理工学部 藤井 政幸教授)

【寄附・委託研究費】

- 1) 白石 浩平: 代表者 (7 件)
- 2) 山田 康枝: 受託研究 (1件)
- 3) 小川 智弘: 研究助成金 (公財) 古川技術振興財団「非アルコール性脂肪性肝炎(NASH)の簡易的な診断法の開発とその治療を目的とした細胞キットの開発」(代表者)

5. 学外兼務業務

- 1) 白石 浩平:
(公社) 高分子学会中国四国支部幹事
広島大学主催環境共生スマート材料研究拠点メンバー
- 2) 山田 康枝:
日本食品・機械研究会 理事
日本薬理学会 評議員
- 3) 渡邊 義之:
(一社) 日本食品工学会年次大会実行委員

4) 小川 智弘 :

公立大学法人大阪市立大学 客員研究員

6. その他

※研究指導

- 1) 白石 浩平, 小川 智弘, 鈴木 厚 : 兵庫県立赤穂市立有年中学校 教育連携授業「再結晶」
「カエルの受精卵の観察」平成 27 年 8 月 9-10 日