

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 山田 康枝
所員 白石 浩平, 北岡 賢, 小川 智弘

1. 令和元年度活動報告

ヒト細胞株の利用を基礎とした研究 (白石)

<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) システムの構築

(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を進めている. バイオ TechJapan 等に共同開発先のエステック(株) (島根県) 主導により樹脂等の表面改質プラズマ処理装置と共に展示して実用移転先探査を続けている.

(研究計画) 上限臨界共溶温度(UCST)をもつ素材の基板上への固定化に関する技術開発を進めてレーザー照射はく離型のアレイの要素技術の確立を進める. 理化学研究所 (広島分室) との共同研究へのアプローチを実施して, 細胞内へのタンパク質等の導入が動物細胞より難しいとされる植物細胞へのゲノム編集用のツールとしての利用推進を企画する.

生医学材料の開発 (白石)

<目的> 医用材料として実用化されている素材の持続的な抗血栓性の付与を含むさらなる高機能化及び抗血栓素材の開発の知見を利用して, 実用化可能な創傷被覆材の調製

(現状と結果) 医療材料メーカーとの過去4年の共同研究の結果から, 溶媒キャスト法として確立した医療用素材へのコーティング法を転用でき, さらに従前より研究を進めてきた線溶活性を亢進するアミノ酸由来材料とのハイブリット素材の開発を新規な共同研究先と共に着手している. また, これらの研究の過程で蓄積した情報を基礎として, ナノ微粒子や高分子ゲルを利用する血液凝固促進作用を示す素材について学会等で広報して新規な共研先を探査している.

(研究計画) 生体適合性素材として実用化されているリン脂質類似構造をもつ素材との複合化した新規な素材に線溶活性機能を同時に付与した新規素材の学究レベルからの作用機序の追求している. さらに, スター型等高分子鎖のトポロジー制御によるコーティング時の接着固定化能の増大, 中間水形成を指標とする生体適合性の増大を明らかにした. 国内外の学会発表を通じて, 協業先企業を選定した実用化評価を両面の活動に展開している.

ナノ・マイクロ微粒子配合による耐油性ニトリルゴムの滑り特性の改善 (白石)

<目的> 食品や自動車産業等の成長産業分野において, 乾燥, 水付着およびオイル付着等

の全ての作業環境で、作業効率や安全性向上を得られる高いグリップ力のある手袋の調製

(現状と結果) 昨年度(公財)中国地域創造研究センターの支援を広島地区の企業との共同の成果から、共同研究先の海外工場での試作を実施して、販売に向けてアンケート調査並びに新製品としての販促効果を高めるための手袋並びにパッケージデザインに着手した。現在は企業主導として、製品販売に向けて並行して開発を進めている。さらに本年度は新規な表面処理剤の開発に成功し、塗膜調製品の溶出が殆どなく、洗浄、乾燥等の工程を大幅な低減を確立した。工場ラインに転用すべく条件の最適化を進めている。新製法はこれまでにない水グリップ性能を達成し、乾燥時のグリップ力の最大80%を実現する従来と全く異なる飛躍的な性能向上を達成している。油環境対応の増大のための新規な添加剤等の選定と配合・調製に着手した。

(研究計画) 共同開発先の企業との1~2年以内の実用化を可能とする量産化体制を確立しつつある。販促に向けて使用企業アンケート特に水、油環境での特殊用途でのファイン事業を対象とした商品開発の支援を続ける。現工程をさらに改善しつつ、従来にまでにない素材の調製が可能となり、実用化開発と並行して、塗布材の化学構造と性能との相関を検討する。

5G, 6G 対応アンテナ用フッ素樹脂／銅箔接合低損失基板の開発(白石)

<目的> 生医学材料開発にあたり、細胞あるいはタンパク質等バイオ物質の吸着制御技術として、樹脂の表面改質技術の1つである低温プラズマ処理の開発を従前から進めてきた。本技術を標記研究に展開して、次世代通信に不可欠な低損失基板への接合技術と接合機構及び低損失表面の創成を実施する。(令和元年経済産業省: 中小企業経営支援等対策費補助金(戦略的基盤技術高度化支援事業)採択プロジェクト, STC(株)(島根県), APC(株)(滋賀県), 岐阜大学工学部共同研究開発)

(現状と結果) 高周波伝送時に電力が表面に集中する表皮効果のため、アンテナ部品の作製には超低誘電損失のフッ素樹脂が最適とされる。電気物性等は最高レベルであるにも拘わらずフッ素樹脂の低反応性のため、銅箔との接合は極めて難しい。一方、接着剤利用や投錨効果と呼ばれる通常のフッ素樹脂の接合では、表皮効果による損失を増大してしまい、80GHz帯の高周波域での伝送損失が大きくなり、実業化できない。本技術では、効率よく数ナノレベルの官能基をフッ素樹脂側及び銅箔側に多数生起させる低温プラズマ処理によって、イオン結合あるいは共有結合等の強結合を多数生成させて、超平滑面で強い接合体を調製し、同時に超低損失の両立を達成する。本年度の成果としてプラズマ処理条件の最適化をほぼ達成し、官能基の生成をX線光電子分光等で特定した。さらに、プレス加工等の実用化レベルでの加工法により調製した接合体の79GHzでの損失は数dBの低損失を達成している。

(研究計画) フッ素樹脂側および銅箔側の表面状態を詳細に分析して、官能基の生成機構の解明と損失原因となる化学構造等を特定する。さらに、本事業の最大目標である量産化

に向けての実用化課題1つ1つについての解決支援を実施する。

プラスチック等の配合を目的とした3Rを達成するバイオコークス製造の実証実験(白石)

<目的> 海洋流出等で難分解性のため、単なる水質汚濁物質としてのみならず生態系に様々な悪影響が知られるようになったマイクロあるいはナノプラスチックの低減も1つの目的として、緑茶あるいはコーヒー滓に配合したバイオコークスの製造を実施して、循環型社会に不可欠な環境汚染の低減と炭酸ガス排出削減を可能とするバイオ燃料の製造を目的とする。(NPO 法人広島循環型社会推進機構採択課題, (一社) 地域 QOL 研究所, (株) センタークリーナー共同開発, 近畿大学バイオコークス研究所支援)

(現状と結果) コーヒー滓に最大30%のポリオレフィン粒を配合してバイオコークスの構造体の調製に成功した。プラスチックの燃料の最大の欠点の1つである。熔融流動によって燃焼炉等に落ちて、汚濁させる通称「ぼた落ち」現象をバイオコークス化によって、避けることが可能となり、燃焼も未配合と同等か燃料としての熱量と持続性を示した。

(研究計画) 福山市の繊維メーカーや海洋プラスチック対策の高等教育機関等とも共同を拡大して、高度エネルギー素材としての合成繊維、樹脂の利用を廃棄物の海洋及び土壌蓄積の低減を目指しての調製技術を総合的に開発する。

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

(現状と結果) マウス肝臓から分離・培養した肝星細胞及びヒト肝星細胞株 LX-2 を実験に使用し、プロポリスまたは各種プロポリス成分を肝星細胞に作用させ、肝線維化関連遺伝子及びタンパク質の発現解析、細胞増殖に対する効果を検討した。また、プロポリス成分添加濃度や反応時間によるそれらの変化も検討した。解析には、定量性 PCR 法や細胞増殖アッセイキット (CCK-8)、ウエスタンブロット法、カスパーゼの活性測定を行った。プロポリス及びプロポリス成分であるクリシンやケンフェロールを肝星細胞に添加すると、細胞増殖が顕著に抑制された。同様に、肝星細胞の活性化マーカーである smooth muscle alpha-actin 遺伝子及びI型コラーゲン遺伝子がプロポリス及びプロポリス成分添加により減少することも確認された。また、線維化関連遺伝子である MMP-2 や MMP-9 の遺伝子発現が 25~50%にまで有意に減少しており、肝星細胞の遊走性も顕著に抑制されていることも明らかにした。さらに、カスパーゼ-3 の活性はケンフェロール添加により増加したため、ケンフェロールは肝星細胞のアポトーシスを誘導することも明らかにした。以上のことから、ブラジル産プロポリスには肝星細胞の活性化を抑制し、肝硬変の原因となるコラーゲン産生の減少及び肝星細胞のアポトーシスを誘発する成分が含まれていることが示唆された。このことから、プロポリスには肝線維化を抑制する効果が期待された。

(研究計画) 引き続き上記の詳細な実験を行い、プロボリスの肝臓の脂肪化や炎症、線維化に関連するプロボリス成分の同定を試みる。

キラル深共晶溶媒の創生とその応用 (北岡)

<目的> キラルな構造を有する深共晶溶媒を創生する。また、合成したキラル深共晶溶媒を不斉触媒として活用し、プロキラルな N-混乱ポルフィリンへの効果的不斉誘導を行う。本研究は、簡単な手法により有用な不斉触媒を創生することを目的とする。

(現状と結果) ポルフィリンは、環内部に様々な金属イオンを内包することで非常に安定な金属錯体を形成する。この金属錯体は、生体内でヘム鉄やクロフィルのように非常に中な役割を果たしている。そのような背景から、多くの有機合成化学者が生体内に存在するポルフィリンの構造を模倣し、有用な触媒を合成してきた。その一つの研究分野として、不斉触媒への応用が挙げられる。しかしながら、ポルフィリンは対称構造であり、不斉構造導出にはポルフィリン環外周に置換基を導入し、面に方向性をもたせ、環内部窒素などに置換基を導入することで、面の上下に区別をつける必要がある。これに対し、N-混乱ポルフィリン (以後 NCP) は最初から面不斉な構造を持つ非対称ポルフィリンである。ただ、室温下では混乱ピロールがフリップ・フロップ運動しており、ラセミ化している。つまり、このフリップ・フロップ運動を制限できれば簡単に不斉ポルフィリンを導出できるプロキラルポルフィリンと言える。本年度は、分子内にキラル構造を有するマンデル酸型深共晶溶媒を開発した。この深共晶溶媒はポルフィリンと相互作用するカルボキシル基を HBD 部に持つため、NCP と相互作用し、NCP の不斉導出が期待される。溶液中における深共晶溶媒の CD スペクトルを確認すると、不斉構造を持たないイミダゾリウムカチオン (HBA 部) の吸収領域が CD 活性であり、HBD から HBA への不斉誘導が確認された。

(研究計画) マンデル酸型深共晶溶媒を活用した NCP への不斉誘導を行う。溶液中、または、マンデル酸型深共晶溶媒中に NCP を溶解し、その CD 特性を評価する。特に、マンデル酸型深共晶溶媒に NCP を溶解した状態では、NCP 周辺をマンデル酸深共晶溶媒が取り囲む為、効果的な不斉誘導が期待できる。また、CD 活性な NCP-マンデル酸型深共晶溶媒錯体の内部炭素にニトロ化反応を行うことで、エナンチオ選択的 NO₂-NCP の合成に取り組む。NCP が CD 活性な状態でニトロ化することで、マンデル酸が脱離しても混乱ピロールのフリップ・フロップが永久的に起こらない非常に安定な不斉触媒が創生できると考えている。

神経系受容体活性測定を基礎とした食品成分機能性の研究 (山田)

<目的> 食品中成分の神経系受容体への効果を検討し、受容体の機能解析とその機能性食品や医薬への応用を考える。

(現状と結果) ヒトの記憶学習に重要な働きをしている NMDA 型グルタミン酸受容体、痛みや辛みに関係しているカプサイシン受容体とワサビ受容体の機能解析と日本酒成分の効果を検討した。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。国際神経化学会(2019年8月モンリオール)でその成果を発表した。

(研究計画) 今後も引き続き、日本酒に含まれる有効成分の GABA_A 受容体, NMDA 型グルタミン酸受容体への効果を検討し、さらに辛味と痛みに関係した受容体であるヒトのカプサイシン受容体とワサビ受容体に作用する物質についても検討する予定である。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, 米などの植物由来の香気成分, 生理活性物質の神経系細胞への効果を検討する。

培養細胞を用いた食品成分機能性の研究(山田)

<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, 茶成分など食品中に含まれる新規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た。また動物実験でピロロキノリンキノン, ピロロキノリンキノンの誘導体(イミダゾールピロロキノリン)に記憶学習効果があることを見つけた。その成果を投稿し、掲載された。

また正常ヒト表皮角化細胞の培養にも成功した。この細胞を用いて, スクラッチアッセイと UVB 照射による細胞傷害系を確立した。α-グリコシルグリセロールと β-ガラクトシルグリセロールその結果を食品保蔵科学会で発表した。

石川県工業試験場によるほうじ茶の成分分析結果をもとに, ほうじ茶に特有の成分の生理活性の検討を行った。ほうじ茶の香ばしい香りのもとであるピラジン類に GABA 受容体活性化効果があること, マウスを用いた動物実験で抗不安効果があること新たに発見し、特許出願した。

(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ヒト正常表皮角化細胞用いて, 細胞保護作用をもつ物質を食品中から見つけ, その作用機序を検討する予定である。ほうじ茶の成分について新規生理活性に詳細に検討予定である。また, 漢方薬中の成分についても検討予定である。

2. 共同研究(6件)

1) 白石 浩平

民間企業 2 件

2) 小川 智弘

「ブラジル産プロポリスによる脂肪性肝炎抑制効果の検討」, (株)山田養蜂場

3) 小川 智弘

「マウスの放射線肝発がんに関連する肝星細胞およびマクロファージの解析」, 放射線影響研究所

- 4) 北岡 賢
民間企業 1 件
- 5) 山田 康枝
「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
- 6) 山田 康枝:平成 29 年 7 月～令和 2 年 6 月
「棒茶に含まれる香気成分のリラックス効果の評価」, 石川県工業試験場

3. 主要な研究業績

(1) 著書 (0 件)

(2) 学術論文 (6 件)

- 1) Katayama R, Ikeda M, Shiraishi K, Matsumoto A, Kojima C, “Formation of hydrophobic domains on the poly (MPC-co-dodecyl methacrylate)-coated surface recognized by macrophage-like cells.” *Langmuir* 35(37), (2019), pp.12229-12235
- 2) Balog S, Li Y, Ogawa T, Miki T, Saito T, French SW, Asahina K, “Development of Capsular Fibrosis Beneath the Liver Surface in Human and Mice.” *Hepatology* 71(1), (2020), pp.291-305
- 3) Kitaoka S, Nobuoka K, Izawa S, “Investigation of suitable structure of ionic liquids for the synthesis of phthalocyanines.” *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 44(3), (2019), pp89-93.
- 4) Nobuoka K, Kitaoka S, “Metal ion-responsive gelation in nicotine based ionic liquid.” *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 44(3), (2019), pp95-99.
- 5) 北岡 賢, 堀 哲郎, “イオン液体を活用した効果的なテトラフェニルの銅 (II) 錯体化”, 近畿大学次世代基盤技術研究所報告, 10, (2019), pp.83-87.
- 6) Yamada Y, Nishii K, Kuwata K, Nakamichi M, Nakanishi K, Sugimoto A, Ikemoto K, “Effects of pyrroloquinoline quinone and imidazole pyrroloquinoline on biological activities and neural functions” *Heliyon* 6 (2020) e03420,

(3) 学会発表 (26 件)

- 1) 岡田 清孝, 武知 薫子, 松村 治雄, 梶 博史, 白石 浩平, “医学部学生における化学のモチベーションと成績の傾向”, 第 99 回日本化学会年次大会, (2019-3), 甲南大学(兵庫)
- 2) 沖 勇斗, 三田 奈々子, 白石 浩平, “L-リジン側鎖を有するアクリルアミドと MPC 共重合体の調製と線溶活性への影響”, 第 68 回高分子学会年次大会, (2019-5), 大阪府立国際会議場 (大阪)
- 3) 沖 勇斗, 白石 浩平, 岡野 こずえ, “負電荷ナノクリスタルセルロースと高分子ヒドロゲル材料の調製と血液凝固活性評価”, 第 68 回高分子学会年次大会, (2019-5), 大阪府立国際会議場 (大阪)
- 4) 武部 佑紀, 沖 勇斗, 松本 和也, 白石 浩平, “スター型生体適合ポリマーの調製と

- 線溶系酵素反応系に与える影響”, 第 68 回高分子学会年次大会, (2019-5), 大阪府立国際会議場 (大阪)
- 5) 岡田 清孝, 白石 浩平, 松村 治雄, 武知 薫子, 梶 博史, “医学部学生に対する医工連携による科学教育の試み”, 第 21 回化学教育研究発表会, (2019-6) 大阪教育大学 (大阪)
 - 6) 片山 里紗, 児島 千恵, 田中 信之, 田中 陽, 白石 浩平, 松本 章一, “非接触濡れ性評価システムを用いた細胞膜模倣ポリマーコーティング表面の濡れ性評価”, 第 48 回医用高分子シンポジウム, (2019-7), 産業技術総合研究所 (東京)
 - 7) 白石 浩平, “線溶因子結合能を持つ両性イオン構造アミノ酸を側鎖に含む抗血栓材料の開発”, 第 59 回関西大学先端科学技術推進機構研究部門発表会, (2019-7), 関西大学 (神戸)
 - 8) 片山 里紗, 白石 浩平, 松本 章一, 児島 千恵, “ドデシル基をもつ MPC ポリマー上での疎水性ドメイン形成と RAW 細胞による特異な認識”, 第 65 回高分子研究発表会, (2019-7), 兵庫県民会館 (神戸)
 - 9) Katayama R, Kojima C, Tanaka N, Tanaka Y, Shiraishi K, Matsumoto A, “Evaluation of wettability and swelling behaviors of zwitterionic polymers using non-contact wettability evaluation system.” (JSAMA-8) (2019-11), Hiroshima
 - 10) 沖 勇斗, 三田 奈々子, 白石 浩平, “両性イオン構造 L-リジンを側鎖に含むメタクリルアミドと MPC 共重合体の調製及びその線溶活性への影響”, 日本化学会中四国支部大会徳島大会. (2019-11), 徳島大学 (徳島)
 - 11) 武部 佑紀, 沖 勇斗, 松本 和也, 白石 浩平, “L-リジンを側鎖に含むスター型ポリアクリルアミドの調製と線溶活性への影響”, 日本化学会中四国支部大会徳島大会, (2019-11), 徳島大学 (徳島)
 - 12) Oki Y, Shiraishi K, “Preparation of random copolymers with poly(acrylamide) having L-Lysine moiety and 2-(methacryloyloxy) ethyl phosphorylcholine and its effect on fibrinolytic activity.”, The 16th Pacific Polymer Conference 2019, (2019-12), Singapore
 - 13) Takebe Y, Shiraishi K, “Preparation of star-shaped L-Lysine acrylamide polymer and its influence on fibrinolytic enzyme reaction.”, The 16th Pacific Polymer Conference 2019, (2019-12), Singapore
 - 14) 岡田 清孝, 白石 浩平, 小川 智弘, 武知 薫子, 松村 治雄, 梶 博史, “医学部初年度学生に対する化学授業の成果 -医療に関連づけた実習の導入-”, 第 100 回日本化学会年次大会, (2020-3), 東京理科大学(東京)
 - 15) 小川 智弘, “肝星細胞の活性化及びコラーゲン産生に対するブラジル産プロポリスの効果の検討”, 日本農芸化学会 2020 年度大会, (2020-3), 九州大学(福岡)
 - 16) Kitaoka S, Nobuoka K, “Effective purification method utilizing ionic liquids in porphyrins preparation,” 4th International Conference on Ionic Liquids in Separation and Purification Technology ILSEPT2019, (2019-9), Sitges, Spain.
 - 17) Nobuoka K, Kitaoka S, “Metal ion-responsive gelation of ionic liquid for separation of metal ions,” 4th International Conference on Ionic Liquids in Separation and Purification Technology ILSEPT2019, (2019-9), Sitges, Spain.
 - 18) Kitaoka S, Nobuoka K, “Effective Tetraphenylporphyrin metalation utilizing imidazolium type ionic liquids,” The 18th Asian Chemical Congress 18ACC, (2019-12), Taipei, Taiwan.
 - 19) Nobuoka K, Kitaoka S, “Construction of DNA Double Helix in Ionic Liquids,” The

18th Asian Chemical Congress 18ACC, (2019-12), Taipei, Taiwan.

- 20) 北岡 賢, 大関 晴暉, 下田 悠陽, 信岡 かおる, “マンデル酸型イオン液体の不斉誘導への応用”, 第30回基礎有機化学討論会, (2019-9), 大阪国際交流センター (大阪)
- 21) 北岡 賢, 信岡 かおる, 堀 哲郎, “Eco-friendly and Effective Tetraphenyl porphyrin metalation utilizing ionic liquids”, 第29回日本MRS年次大会, (2019-11), 横浜情報文化センター (横浜)
- 22) 北岡 賢, 大関 晴暉, 信岡 かおる, “マンデル酸型深共晶溶媒の合成その基礎物性”, 日本化学会第100春季年会 (2020), (2020-3), 東京理科大学野田キャンパス (千葉)
- 23) 山田 康枝, 脇本 康平, 神谷 晃平, 天野 遼, 田谷 郁実, “正常ヒト表皮角化細胞の紫外線傷害および創傷に対する保護効果を持つ物質の検討” 日本食品保蔵科学会第68回大会 (2019-6) 中村学園大学 (福岡)
- 24) Yamada Y, “New modulators of capsaicin receptor TRPV1 in fermented foods” ISN-ASN 2019 Meeting (2019-8) (Montreal, Canada)
- 25) 中村 一美, 小川 航平, 山田 康枝, “芳香成分がマウスの運動 / 記憶機能におよぼす影響— α ピネンおよびリモネンの加齢に対する効果” 生命ソフトウェア・感性工房合同シンポジウム (2019-11) 公立ほこだて未来大学 (函館)
- 26) 山田 康枝, 沖田 裕司, 矢吹 智, 西居 和哉, 笹木 哲也, “ほうじ茶に特異的に含まれる成分の機能解析” 日本農芸化学会 2020 年度大会 (2020-3) 九州大学 (福岡)

(4) 講演 (5 件)

- 1) 白石 浩平: 「医工連携による化学教育の試みと生体適合性高分子材料の開発」, 近畿大学医学会(2019-6)
- 2) 白石 浩平: 関西大学先端科学技術推進機構研究部門発表会 (第59回) N (新物質・機能素子・生産技術) 研究部門「生体分子を用いた材料開発」「線溶因子結合部位をもつ両性イオン構造アミノ酸を側鎖に含む抗血栓材料の開発」(2019-7)
- 3) 白石 浩平: 兵庫県立赤穂市立理科教育研究部会研修会講師「マイクロプラスチックの脅威と生分解性プラスチックの利用」(2019-8)
- 4) 北岡 賢: “イオン液体の機能化”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2019 展示セッション, (2019-10), 広島国際会議場 (広島)
- 5) 山田 康枝: “食品成分の機能性評価”, 近畿大学工学部研究公開フォーラム 2019 展示セッション, (2019-10), 広島国際会議場 (広島)

(5) 特許出願 (2 件) 国際特許登録 (1 件)

- ・特願 2019-74248 (発明者: 白石 浩平他)
- ・特願 2019-127709 (発明者: 山田康枝他)
- ・ZL2016 8 0037912.3 中国 (発明者: 白石 浩平他)

(6) その他 (11 件)

- 1) 白石 浩平: 受託研究報告書 (4 件)

2) 白石 浩平：企業等技術指導（7件）

4. 外部資金獲得（9件）

【競争的資金】

- 1) 白石 浩平：NPO 法人広島循環型社会推進機構 循環型社会形成推進技術研究開発事業 一般課題（令和元年度）「廃棄物の3Rとしてのバイオコークスの製造実験」（代表者：（一社）地域QOL研究所 田村真悠）
- 2) 白石 浩平：経済産業省：令和元年度中小企業経営支援対策補助金（戦略的基盤技術高度化推進事業）（PL：エステック㈱（松江市），SL：近畿大学工学部）
- 3) 北岡 賢：科学研究費助成事業（学術研究助成基金）基盤研究(C)，「生体物質が切り拓くイオン液体研究のパラダイムシフト-高機能性食品へ-」，19K05622，令和1～4年度（代表者）
- 4) 北岡 賢：公益財団法人古川技術振興財団 研究助成金，「フレキシブルエレクトロ材料を志向したイオン液体を鍵とする次世代液体蛍光材料の創生」

【寄附・委託研究費】

- 1) 白石 浩平：寄附研究（2件），受託研究（3件）

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
令和01(19)年度経済産業省戦略的技術高度化支援事業 副総括研究代表
- 2) 小川 智弘：
（公立大学法人）大阪市立大学 客員研究員
- 3) 北岡 賢：
複素環化学討論会世話人会役員
（公社）高分子学会中国四国支部 若手研究会運営委員
（公社）日本化学会中国四国支部 地区幹事
- 4) 山田 康枝：
日本食品・機械研究会 理事
（公社）日本薬理学会 評議員
（公社）日本農芸化学会英文誌 編集委員
（公社）日本食品保蔵科学会HACCP管理者ワークショップ認定講師
（独行）酒類総合研究所動物実験委員会 外部委員

6. その他

- 1) 白石 浩平，小川 智弘：兵庫県立赤穂市立有年中学校 教育連携理科授業「光とエネルギーの世界」2019.8.28