

平成30年度

神戸大学先端融合研究環統合研究領域
実績報告書

神戸大学先端融合研究環

目 次

<研究プロジェクトの名称>

○統合バイオリファイナリー研究プロジェクト・・・・・・・・・・	1
○先端膜工学研究プロジェクト・・・・・・・・・・	3 7
○構造ベース創薬研究プロジェクト・・・・・・・・・・	5 2
○国際健康学研究・・・・・・・・・・	4 1
○惑星科学国際教育研究プロジェクト・・・・・・・・・・	6 6
○次世代サブサーフェスイメージングシステム・・・・・・・・・・	9 1
○マルチスケール計算生物学研究プロジェクト・・・・・・・・・・	1 0 3
○3次元可視化システムを活用した文理融合研究プロジェクト・・・・・・	1 0 9
○計算科学・計算機工学研究プロジェクト・・・・・・・・・・	1 1 7
○神経回路網シミュレーションモデル研究プロジェクト・・・・・・・・・・	1 2 4
○計算科学研究センター（R-CCS）共同研究・・・・・・	1 3 4

様式（年次報告書）

平成 3 1 年 4 月 2 6 日

平成 3 0 年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		統合バイオリファインリー研究プロジェクト
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		科学技術イノベーション研究科・バイオプロダクション分野・近藤昭彦
当該年度	研究員数	1 人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2 は除く），外国人招へい研究員等）
	外部資金獲得実績	科学研究費補助金 68,550 千円，受託研究経費 676,726 千円，奨学寄附金 27,805 千円，その他（ 91,391 千円）
	特許出願件数	23 件

2. 構成員とその役割分担

氏 名	部局・専攻	役 割 分 担
近藤 昭彦	科学技術イノベーション研究科	総括
吉田 健一	科学技術イノベーション研究科	グラム陽性菌における代謝工学およびゲノム改変の研究開発
荻野 千秋	工学研究科・応用化学専攻	バイオマス前処理、微生物育種
蓮沼 誠久	科学技術イノベーション研究科	バイオマス前処理、微生物育種
山地 秀樹	工学研究科・応用化学専攻	バイオプロセス
西野 孝	工学研究科・応用化学専攻	バイオマテリアル評価
森 敦紀	工学研究科・応用化学専攻	バイオマス化学変換
松山 秀人	工学研究科・応用化学専攻	バイオ生産物精製用多孔膜の設計
大村 直人	工学研究科・応用化学専攻	バイオマス前処理、撹拌操作
西山 覚	工学研究科・応用化学専攻	MOF を用いた水素移行反応評価
田中 勉	工学研究科・応用化学専攻	微生物育種
丸山 達生	工学研究科・応用化学専攻	生体分子を用いた機能性化合物の開発
神尾 英治	工学研究科・応用化学専攻	バイオ生産物精製用多孔膜の作製
石井 純	科学技術イノベーション研究科	微生物細胞工場の開発
石川 周	科学技術イノベーション研究科	微生物細胞工場の開発
芦田 均	農学研究科・生命機能科学専攻	酵素合成グリコーゲンの機能性評価
大澤 朗	農学研究科・生命機能科学専攻	腸管内の食品因子と細菌叢の動態
水野 雅史	農学研究科・生命機能科学専攻	腸管を介した食品因子の生理機能
今石 浩正	バイオシグナル総合研究センター	P450 酵素を用いた生物変換システムの開発
金丸 研吾	農学研究科・生命機能科学専攻	植物バイオマスリソース
山崎 将紀	農学研究科・資源生命科学専攻	バイオマス利用のイネ遺伝育種

橋本 堂史	農学研究科・生命機能科学専攻	非栄養素の体内動態と機能性評価
宅見 薫雄	農学研究科・生命機能科学専攻	麦類バイオマス資源の開発
上曾山 博	農学研究科・資源生命科学専攻	酵素合成グリコーゲンの機能性評価
竹中 慎治	農学研究科・生命機能科学専攻	新規微生物酵素の検索と特性解析
本田 和久	農学研究科・資源生命科学専攻	酵素合成グリコーゲンの機能性評価
富永 圭介	分子フォトサイエンス研究センター	先端的分光計測手法を用いた、バイオプロダクション関連分子の測定
大西 洋	理学研究科・化学専攻	先端計測法によるソフト界面の計測評価
三村 徹郎	理学研究科・生物学専攻	植物材料作成支援、生理解析支援
林 昌彦	理学研究科・化学専攻	分離・反応プロセス
秋本 誠志	理学研究科・化学専攻	光合成初期過程の精密観測
吉田 優	医学研究科・医科学専攻	メタボローム解析
田中 成典	システム情報学研究科・計算科学専攻	生体分子シミュレーション
西田 敬二	科学技術イノベーション研究科	ゲノム編集
柘植 謙爾	科学技術イノベーション研究科	ゲノム合成
佐々木 建吾	科学技術イノベーション研究科	有用微生物群の創出
若井 暁	科学技術イノベーション研究科	タンパク質生産の研究
伊藤 洋一郎	科学技術イノベーション研究科	微生物細胞工場の開発
佐々木 大介	科学技術イノベーション研究科	代謝機構の解析
猪熊 健太郎	科学技術イノベーション研究科	バイオマス前処理、微生物育種
Gregory Guirimand	科学技術イノベーション研究科	バイオマスの特性評価
小林 淳平	科学技術イノベーション研究科	有用物質生産性微生物の構築

3. 研究成果の概要等について

本拠点では、バイオマス育種を含めた資源の有効活用技術を開発し、それらを用いて微生物によって目的物質を発酵生産する技術を開発する。続いてその下流の化学合成や分離精製、物質の安全性評価に至る、バイオリファイナリーを統合的な確立を行っている。以下に、各研究者及び研究グループの研究成果の概要を示す。

【近藤昭彦・荻野千秋】バイオリファイナリーに適した様々なリグノセルロース系バイオマスの前処理技術をそれぞれ確立してきた。これらの前処理に加えて、微生物によるエタノール、芳香族化合物、2次代謝産物などの発酵生産に関しても、微生物育種及び発酵生産を検討してきた。更には、前処理技術と並行して阻害剤耐性微生物の育種にも成功した。

【近藤昭彦・田中勉】バイオリファイナリーで重要な微生物の育種を行った。大腸菌、コリネ型細菌、分裂酵母における代謝工学及び表層提示技術を構築し、物質生産の向上に成功した。

【近藤昭彦・蓮沼誠久】高等植物、微細藻類、シアノバクテリアに由来するバイオマスを液体燃料やバイオベースケミカル、機能性化合物に変換する技術の開発を行った。静的・動的メタボロミクス等の網羅的代謝物解析や遺伝子発現解析、情報解析に基づいて微生物に改良を施し、バイオマス分解および発酵効率を向上させるための研究を促進した。コハク酸をはじめとする汎用化学品や色素、アルカロイド等の高機能性化合物の生産に関する研究に取り組んだ。

【山地秀樹】バイオリファイナリーにおける利用を視野に入れ、微生物細胞や昆虫細胞を用いた有用物質の高生産技術・プロセスの開発に取り組んでいる。本年度は、無血清培養している組換え昆虫細胞に LiCl を添加すると、特に浮遊懸濁培養の後期において組換えタンパク質の分泌生産量が顕著に増大することを見出した。この原因として、Li の添加により細胞内でオートファジーが誘導されている可能性が示唆された。

【西野孝】本研究グループでは、高分子材料の中でも、生分解性やバイオマス由来の原料から製造される結晶性高分子の潜在的力学物性評価に取り組んでいる。平成 30 年度では、バイオマスの中でもフルクトースからバイオ変換されるフランジカルボン酸を原料とし、さらにさまざまなバイオマス由来の直鎖ジオールとの重縮合反応により、合成されるフラン系ポリエステル結晶弾性率の系統的評価に取り組んできた。結果、エチレンでは、対応するテレフタル酸系のポリエチレンテレフタレートに匹敵する結晶弾性率を示し、トリメチレンにおいては、フラン骨格の方がはるかに大きな結晶弾性率の値を示した。さらにブチレンでは、テレフタル酸系ポリブチレンテレフタレートの β 型の結晶弾性率と類似した値を示すなど、フラン骨格特有の結晶領域の力学物性を見出した。本年度は、11 件の学術論文発表、5 件の総説・著書、13 件の招待講演を受けるとともに、学会などにおいて 53 件の発表をしている。さらに 2 件の受賞を受け、CREST や SIP、未来社会創造事業、NEDO などの外部資金も獲得している。

【森敦紀】バイオマス由来の糖類から容易に変換可能である物質、フルフラールを原料としてポリアミドの合成に成功した。遷移金属触媒を用いるカップリング反応を利用することで得られるフラン化合物の二量体をモノマーとし、種々の 1, ω -ジアミンと重縮合し、フラン系ポリエステルに比べ高融点な高分子を得た。また、フラン誘導体とベンザインを反応させることでバイオ由来のフラン骨格を、石油由来のナフタレン骨格へと変換する方法を開発した。

【松山秀人】バイオプロセスにより生産された有用物質を膜分離法により低エネルギーで分離回収・濃縮する方法として、省エネルギー性に優れた正浸透膜法による濃縮分離プロセスの開発を進めた。膜の透水性を飛躍的に向上させる方法として、水チャネル物質を組み込んだ正浸透膜を開発した。また、正浸透膜法に用いる高浸透圧駆動溶液として新たに、温度応答性オリゴマー分子を開発した。

【大村直人】バイオプロセスにおける攪拌の効果を、タービン翼、大型回転翼、旋回型回転翼によって、検証した。今年度は酵素生産性糸状菌を固定化した微生物保持担体(BSPs)を用いた攪拌槽型バイオリアクターの特性解析を行うために、4 種類の攪拌翼を用いて、BSPs の分散性能、物質移動性能、攪拌翼によるせん断と培養および、アミラーゼ活性との相関性を明らかにすることで、最適な攪拌方法を探索した。

【西山寛】有機リンカー（テレフタル酸）と金属イオン（Zr4+）を規則的に結合させた多

孔質体 (Metal Organic Framework: MOF) を合成し反応を試みた。現在、リンカーのサイズを大きくし細孔径を拡大した MOF の合成に取り組んでいる。ベンゼン環を 1~3 個直線的に結合させたジカルボン酸を用いることで細孔径を均一に大きくすることができる。合成は、すでにできているものと思われるが、2 次粒子径が小さく調製法に検討の余地がある。MOF の合成法については、國立臺灣大學の呉 嘉文教授 (Prof. Kevin C.-W. Wu) の研究グループと協力して進めている。

【丸山達生】工業的に幅広く利用されているポリプロピレン材料は難接着性材料として有名である。そこで我々はこのポリプロピレン材料表面に機能性合成高分子を塗布するだけで表面を機能化する方法を開発した。この方法により様々な形状のポリプロピレン表面に反応足場を導入でき、この反応足場を元に生体分子や機能性リガンド等を簡便に固定化可能であることを実証した。

【神尾英治】バイオマスからの発酵生産を効率的に行わせるために、発酵原料糖液の濃縮法として省エネルギーで高濃縮が可能な正浸透膜法の検討を進め、イオン液体をベースとした再生可能高浸透圧駆動溶液を用いる濃縮法を構築した。また、イオン液体駆動溶液の温度応答性相分離機構、高浸透圧発生機構と化学構造との関係を詳細に解析し、高性能駆動溶液の分子設計指針を確立した。

【芦田均】ESG の新たな機能性として、3,000-8,000 kDa の ESG は、正常ヒト角化細胞において、大気汚染物質 PM2.5 による炎症を抑制することを明らかにした。作用機序を検討した結果、PM2.5 による活性酸素種の増加と MAPK 経路の活性化を ESG が抑制することを明らかにした。これらのことから、ESG は皮膚における酸化ストレスや炎症を抑制する化粧品素材としての利用も期待される。

【吉田健一】枯草菌や *Geobacillus* のイノシトール代謝に関する研究を推進し、安価な農業副産物や食料と競合しないバイオマスを原料として希少有用イノシトール類を生産する技術を開発した。特に、食用にならないダイズ収穫後の残差から、高血糖症の緩和に役立つピノシトールを生産精製する方法を考案し、その社会実装に向けてフジッコと共に産業化への検討を進めた。また、セルロースを分解して得られるブドウ糖よりアルツハイマー病の予防治療に有効性が知られるシロイノシトールを生産する細胞工場を確立した。これに付随して、上記細胞工場を駆動するために必須となる補酵素の増強や酸化還元バランス操作につながる新たな技術創出への糸口を見出すに至った。一方、スペインのマドリッド自治大学との共同研究により、グラム陽性菌のゲノムを操作する技術を開発して国際特許を出願し、国際的に広く注目される成果を挙げた。加えて、ダイズ根粒菌 *Bradyrhizobium diazoefficiens* USDA110 に顕著なポリヒドロキシ酪酸の蓄積に関して、その調節因子である PhaR について多面的な機能を明らかにして、炭素源と窒素源の代謝バランスにおける重要性を指摘するに至った。

【大澤朗】近年機能性食品として注目されている 3 種の難消化性食物繊維 (難消化性デキストリン、 α -シクロデキストリン、デキストラン) を極少量 (0.2% wt/vol) を 8 個人の培養系ヒト腸内細菌叢モデル (KUHIMM) に供試して経時的な菌叢解析と代謝物解析を行った。その結果、添加した食物繊維は腸内細菌叢の構成に殆んど影響を与えなかったが、酢酸とプロピオン酸の産生を有意に上昇させるプレバイオティクス効果を確認した。

【水野雅史】近年、我が国では乳幼児から高齢者まで国民の約二人に一人が何らかのアレルギー疾患を有していると言われている。肥満細胞の脱顆粒は I 型アレルギー症状をもたらす主要な反応として広く認識されている。本研究では、受身皮膚アナフィラキシー反応における乳酸菌の抗アレルギー効果を検討した。その結果、*E. faecalis* EC-12 株は腸管上皮細胞に認識されることで何らかの情報伝達がおこり最終的に肥満細胞の活性化を抑制していることが明かとなった。

【今石浩正】P450 酵素を用いた生物変換系を確立する目的で、CYP53A15 を大腸菌へと発現させた。本組換え大腸菌は、安息香酸からパラ水酸化安息香酸を生成できることが判明した。また、ユーグレナの P450 がカロテノイド合成に関与する事を明らかにした。

【金丸研吾】植物バイオマスの増産に資する生育促進・環境ストレス耐性向上物質の探索と分子機構解明を進めるなか、本年度は 5-アミノレブリン酸とその類縁物質を投与したときの初期応答遺伝子の同定と、これらの物質の合成代謝に関わる複数の酵素の発現精製系の構築および生化学的解析を進めた。

【山崎将紀】工業用原料バイオマスとしての“稲わら”と“コメ”の高収量性と高品質性を兼ね備えた交雑候補系統を選出した。「コシヒカリ」と「ルリアオバ」との交雑より「コシヒカリ」による戻し交雑と自殖を繰り返して、BC3F4 集団より両親の形質を上回る有望な 7 個体を選出できた。

【宅見薫雄】細胞外排出シグナルを含んだ糸状菌のセルラーゼ遺伝子を乾燥条件下で発現する形質転換シロイヌナズナと形質転換オオムギ系統を作出し、乾燥処理によって導入したセルラーゼ遺伝子の発現が誘導され、セルラーゼ活性が増大することを確認した。

【上曾山博】酵素合成グリコーゲン (ESG) を用いた新規の肥満改善法提案の為の一環として、ESG による満腹感誘導効果を調べた。その結果、ESG は盲腸のプログルカゴン遺伝子の発現を促進に基づき、血中グルカゴン様ペプチド-1 (GLP-1) 濃度の上昇を誘導することが明らかになった。これらの結果から、ESG の肥満改善能の一つとして、血中 GLP-1 濃度の上昇に基づく満腹感の誘導が示唆された。

【本田和久】酵素合成グリコーゲン (ESG) を用いた新規の肥満改善法提案の為の一環として、ESG による満腹感誘導効果を調べた。その結果、ESG は血中短鎖脂肪酸濃度を上昇させるものの、血糖値、肝臓の糖新生関連遺伝子および脂肪組織のレプチン遺伝子の発現には影響しないこと、その一方で、血中インスリン濃度を低下させる傾向を示すことが明らかになった。これらの結果から、ESG による満腹感の誘導には血中のグルコースやレプチンは関与しないが、インスリン抵抗性改善による食欲の抑制が関与する可能性が示された。

【富永圭介】松山グループの共同研究として、生体適合性ポリマーである、MPC ポリマーの脱水と状態と水和状態で、サブ GHz から THz 帯の広帯域誘電分光の測定を、温度を変化させて (-40℃～20℃) 測定を行った。その結果、他の水和したソフトマター同様、水和したポリマーには GHz 帯に水和水由来による緩和成分が観測されたが、時定数がバルク水のその約 10 倍程度遅く、これは他の生体分子 (リゾチーム等の球状タンパク質やリン脂質二重膜) が 3 倍から 6 倍程度遅くなることに比べて、かなり遅くなっていることが分かった。このことと生体適合性としての機能との関連について今後議論を行う。

【大西洋】島津製作所が上市した SPM-8000FM 顕微鏡装置は JST 産学イノベーション加速事業【先端計測分析技術・機器開発】(2005-2010 年) の成果であり、カンチレバー振動共振の Q 値が低い液中環境において世界最高の力分解能 (10 ピコニュートン) を発揮する原子間力顕微鏡である。当該顕微鏡を用いて生体関連材料およびバイオベース材料などのソフトマテリアルと液体が接する界面の力学応答を 0.1 nm の空間分解能で計測し結果を解釈するノウハウを収集した。ソフトマテリアルの表面構造ばかりでなく、これに接する液体の密度分布を可視化する技術として確立できた。この技術を用いて、生体忌避性をもつ単分子膜に接するリン酸緩衝生理食塩水が強く構造化することを見いだした。バイオプロセスに必須の操作である攪拌や濾過において菌体などの付着を回避する材料開発に利用して、実機を用いた付着試験を省略して開発を加速・低コスト化する可能性を提示した。

【秋本誠志】単細胞緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* と *Chlorella variabilis* の光環境応答について、ピコ秒時間分解蛍光スペクトル、絶対強度蛍光スペクトルの観測により考察した。光環境への応答が陸上緑色植物とは異なること、すなわち、二つの光化学系の間でのエネルギー移動は光環境に依存しないことがわかった。

4. 論文・著書・特許出願リスト

[論文]

論文名 : Electrochemical biotechnologies minimizing the required electrode assemblies

著者名 : Sasaki, K., Sasaki, D., Kamiya, K., Nakanishi, S., Kondo, A., Kato, S.

掲載誌, 巻, ページ : Current Opinion in Biotechnology, 50, 182-188, 2018

論文名 : Deaminase-mediated multiplex genome editing in *Escherichia coli*

著者名 : Banno, S., Nishida, K., Arazoe, T., Mitsunobu, H., Kondo, A.

掲載誌, 巻, ページ : Nature Microbiology, 3, 423-429, 2018

論文名 : Metabolome analysis-based design and engineering of a metabolic pathway in *Corynebacterium glutamicum* to match rates of simultaneous utilization of D-glucose and L-arabinose

著者名 : Kawaguchi, H., Yoshihara, K., Hara, K. Y., Hasunuma, T., Ogino, C., Kondo, A.

掲載誌, 巻, ページ : Microbial Cell Factories, 17, 76, 2018

論文名 : Changes in the microbial consortium during dark hydrogen fermentation in a bioelectrochemical system increases methane production during a two-stage process

著者名 : Sasaki, K., Sasaki, D., Tsuge, Y., Morita, M., Kondo, A.

掲載誌, 巻, ページ : Biotechnology for Biofuels, 11, 173, 2018

論文名 : A pyruvate carbon flux tugging strategy for increasing 2,3-butanediol production and reducing ethanol subgeneration in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*

著者名 : Ishii, J., Morita, K., Ida, K., Kato, H., Kinoshita, S., Hataya, S., Shimizu, H., Kondo, A., Matsuda, F.

掲載誌, 巻, ページ : Biotechnology for Biofuels, 11, 180, 2018

論文名 : A procedure for precise determination of glutathione produced by *Saccharomyces cerevisiae*

著者名 : Kobayashi, J., Sasaki, D., Kondo, A.

掲載誌, 巻, ページ : 8(12), e2887, 2018

論文名 : Metabolic engineering of *Corynebacterium glutamicum* for production of sunscreen shinorine

著者名 : Tsuge, Y., Kawaguchi, H., Yamamoto, S., Nishigami, Y., Sota, M., Ogino, C., Kondo, A.

掲載誌, 巻, ページ : Biotechnology, and Biochemistry, 82(7), 1252-1259, 2018 (表紙)

論文名 : Development of cell recycle technology incorporating nutrient supplementation for lignocellulosic ethanol fermentation using industrial yeast *Saccharomyces cerevisiae*

著者名 : Hama, S., Kihara, M., Noda, H., Kondo, A.

掲載誌, 巻, ページ : Biochemical Engineering Journal, 137, 23-29, 2018

論文名 : Development of a strictly regulated xylose-induced expression system in *Streptomyces*

著者名 : Noguchi, Y.*, Kashiwagi, N.*, Uzura, A., Ogino, C., Kondo, A., Ikeda, H., Sota, M.

掲載誌, 巻, ページ : Microbial Cell Factories, 17, 151, 2018

論文名 : Widespread effect of N-acetyl-D-glucosamine assimilation on the metabolisms of amino acids, purines, and pyrimidines in *Scheffersomyces stipitis*

著者名 : Inokuma, K., Matsuda M., Sasaki, D., Hasunuma, T., Kondo, A.

掲載誌, 巻, ページ : Microbial Cell Factories, 17, 153, 2018

論文名 : Improving bonding strength between the hydrophilic coating layer and polyethylene terephthalate braid for preparing mechanically stable braid-reinforced hollow fiber membrane

著者名 : Zhou, Z., Fang, F. L., Wang, Y. S., Matsuyama, H.

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Applied Polymer Science, 135, 46104, 2018

論文名 : Effect of the supporting layer structures on antifouling properties of forward osmosis

- membranes in AL-DS mode
 著者名 : Fang, F. L., Cheng, L., Jeon, S., Wang, Y. S., Takahashi, T., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, 552, 265-273, 2018
- 論文名 : Improvements in the water dispersibility of paclitaxel by complexing with synthetic peptides derived from β -casein
 著者名 : Inada, A., Sakurai, Y., Oshima, T., Baba, Y., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 167, 144-149, 2018
- 論文名 : Template effect of phosphate surfactant on formation of hydroxyapatite nanostructures with various shapes
 著者名 : Nakagawa, K., Arai, Y., Umezaki, Y., Yoshida, A., Kajiwar, Y., Aoyagi, S., Matsuyama, H., Sugiyama, S.
 掲載誌, 巻, ページ : Materials Chemistry and Physics, 213, 183-190, 2018
- 論文名 : Preparation and characterization of polyvinylidene difluoride-co-chlorotrifluoroethylene hollow fiber membranes with high alkaline resistance
 著者名 : Karkhanavich, H., Vasselbehagh, M., Jeon, S., Shaikh, R. A., Wang, M. D., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Polymer, 145, 310-323, 2018
- 論文名 : Preparation of carboxylated silver nanoparticles via a reverse micelle method and covalent stacking onto porous substrates via amide bond formation
 著者名 : Saeki, D., Kawada, S., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 552, 98-102, 2018
- 論文名 : One-step fabrication of polyamide 6 hollow fibre membrane using non-toxic diluents for organic solvent nanofiltration
 著者名 : Jeon, S., Nishitani, A., Cheng, L., Fang, F. L., Kato, N., Shintani, T., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : RSC Advances, 8, 19879-19882, 2018
- 論文名 : Fouling prediction method using TOC and EEM analysis
 著者名 : Hasegawa, S., Miyoshi, T., Takagi, R., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Water Science and Technology: Water Supply, 19, 610-617, 2018
- 論文名 : Simulations of particulate flow passing through membrane pore under dead-end and constant-pressure filtration condition
 著者名 : Mino, Y., Sakai, S., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Chemical Engineering Science, 190, 68-76, 2018
- 論文名 : Effect of microbubbles on membrane fouling due to protein in water treatment processes
 著者名 : Watabe, T., Takahashi, T., Matsuyama, K., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Desalination and Water Treatment, 120, 9-15, 2018
- 論文名 : Preparation of positively charged composite nanofiltration membranes by quaternization crosslinking for precise molecular and ionic separations
 著者名 : Fang, C., Sun, J., Zhang, B., Sun, Y., Matsuyama, H., Zhu, P. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Colloid and Interface Science, 531, 168-180, 2018
- 論文名 : Surface-engineered biocatalytic composite membranes for reduced protein fouling and self-cleaning
 著者名 : Vanangamudi, A., Saeki, D., Dumée, F. L., Duke, M., Vasiljevic, T., Matsuyama, H., Yang, X. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : ACS Applied Materials & Interfaces, 10, 27477-27487, 2018

- 論文名 : Improved antifouling properties of membranes by simple introduction of zwitterionic copolymers via electrostatic adsorption
 著者名 : Wang, Y., Fang, F. L., Cheng, L., Jeon, S., Kato, N., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, 564, 672-681, 2018
- 論文名 : Novel CA/PVDF nanofiber supports strategically designed via coaxial electrospinning for high performance thin-film composite forward osmosis membranes for desalination
 著者名 : Shibuya, M., Park, J. M., Lim, S., Phuntsho, S., Matsuyama, H., Shon, K. H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Desalination, 445, 63-74, 2018
- 論文名 : Dual superlyophobic aliphatic polyketone membranes for highly efficient emulsified oil-water separation: Performance and mechanism
 著者名 : Cheng, L., Wang, M. D., Shaikh, R. L., Fang, F. L., Jeon, S., Saeki, D., Zhang, L., Liu, J. C., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : ACS Applied Materials & Interfaces, 10, 30860-30870, 2018
- 論文名 : Inorganic/organic double-network ion gels with partially developed silica-particle network
 著者名 : Yasui, T., Kamio, E., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Langmuir, 34, 10622-10633, 2018
- 論文名 : Improved permselectivity of forward osmosis membranes for efficient concentration of pretreated rice straw and bioethanol production
 著者名 : Zhang, Y., Nakagawa, K., Shibuya, M., Sasaki, K., Takahashi, T., Shintani, T., Yoshioka, T., Kamio, E., Kondo, A., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, 566, 15-24, 2018
- 論文名 : Development of high-flux and robust reinforced aliphatic polyketone thin-film composite membranes for osmotic power generation: The role of reinforcing materials
 著者名 : Sun, Y., Cheng, L., Shintani, T., Tanaka, Y., Takahashi, T., Itai, T., Wang, S., Fang, F. L., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Industrial & Engineering Chemistry Research, 57, 13528-13538, 2018
- 論文名 : Experimental and simulation studies of two types of 5-inch scale hollow fiber membrane modules for pressure-retarded osmosis
 著者名 : Tanaka, Y., Yasukawa, N., Goda, S., Sakurai, H., Shibuya, M., Takahashi, T., Kishimoto, M., Higa, M., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Desalination, 447, 133-146, 2018
- 論文名 : Tailoring both the surface pore size and sub-layer structures of PVDF membranes prepared by the TIPS process with a triple orifice spinneret
 著者名 : Fang, C., Jeon, S., Rajabzadeh, S., Fang, L., Cheng, L., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Materials Chemistry A, 6, 20712-20724, 2018
- 論文名 : Numerical simulation of filtration process of particle suspension using lattice Boltzmann method and discrete element method
 著者名 : Mino, Y., Sakai, S., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Maku, 43, 286-291, 2018
- 論文名 : One-step fabrication of robust and anti-oil-fouling aliphatic polyketone composite membranes for sustainable and efficient filtration of oil-in-water emulsions
 著者名 : Zhang, L., Cheng, L., Wu, C. H., Yoshioka, T., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Materials Chemistry A, 6, 24641-24650, 2018

- 論文名 : Fouling-resistant and self-cleaning aliphatic polyketone membrane for sustainable oil–water emulsion separation
 著者名 : Cheng, L., Shaikh, R. A., Fang, F. L., Jeon, S., Liu, J. C., Zhang, L., Wu, C. H., Wang, M. D., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : ACS Applied Materials & Interfaces, 10, 44880-44889, 2018
- 論文名 : Molecular dynamics simulation study of polyamide membrane structures and RO/FO water permeation properties
 著者名 : Yoshioka, T., Kotaka, K., Nakagawa, K., Shintani, T., Wu, C. H., Matsuyama, H., Fujimura, Y., Kawakatsu, T.
 掲載誌, 巻, ページ : Membranes, 8, 127, 2018
- 論文名 : Fabrication of stacked graphene oxide nanosheet membranes using triethanolamine as a crosslinker and mild reducing agent for water treatment
 著者名 : Nakagawa, K., Araya, S., Kunitatsu, M., Yoshioka, T., Shintani, T., Kamio, E., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Membranes, 8, 130, 2018
- 論文名 : Rapid conjugative mobilization of a 100 kb segment of *Bacillus subtilis* chromosomal DNA is mediated by a helper plasmid with no ability for self-transfer ※
 著者名 : Miyano, M., Tanaka, K., Ishikawa, S., Takenaka, S., Miguel-Arribas, A., Meijer, W. J. J., Yoshida, K. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Microb Cell Fact. 17, 13, 2018
- 論文名 : A novel method for transforming the thermophilic bacterium *Geobacillus kaustophilus* ※
 著者名 : Miyano, M., Tanaka, K., Ishikawa, S., Mori, K., Miguel-Arribas, A., Meijer, W. J. J., Yoshida, K. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Microb Cell Fact. 17, 127, 2018
- 論文名 : *Bradyrhizobium diazoefficiens* USDA110 PhaR functions for pleiotropic regulation of cellular processes besides PHB accumulation. ※
 著者名 : Nishihata, S., Kondo, T., Tanaka, K., Ishikawa, S., Takenaka, S., Kang, C. M., Yoshida, K. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : BMC Microbiol. 18(1), 156, 2018
- 論文名 : Chirality recognition of winding vine-shaped heterobiaryls with molecular asymmetry. Kinetic and dynamic kinetic resolution by Shi's asymmetric epoxidation
 著者名 : Maruhashi, K., Okayama, Y., Inoue, R., Ashida, S., Toyomori, Y., Okano, K., Mori, A.
 掲載誌, 巻, ページ : Scientific Reports, 8, 1704, 2018
- 論文名 : Synthesis of Thieno[3,2-b]indoles via Halogen Dance and Ligand-Controlled One-Pot Sequential Coupling Reaction
 著者名 : Hayashi, Y., Okano, K., Mori, A.
 掲載誌, 巻, ページ : Organic Letters, 20, 958-961, 2018
- 論文名 : Magnesium Bisamide-Mediated Halogen Dance of Bromothiophenes
 著者名 : Yamane, Y., Sunahara, K., Okano, K., Mori, A.
 掲載誌, 巻, ページ : Organic Letters, 20, 1688-1691, 2018
- 論文名 : Nosyl (2-nitrobenzenesulfonyl) annulation strategy toward winding vine-shaped bithiophenes
 著者名 : Ashida, S., Tanaka, N., Ito, Y., Matsuoka, M., Hashimoto, T., Okano, K., Miyazaki, Y., Kobayashi, T., Yaita, T., Mori, A.
 掲載誌, 巻, ページ : J. Organic Chemistry, 83, 14797-14801, 2018

- 論文名 : Regiocontrolled Halogen Dance of Bromothiophenes and Bromofurans
著者名 : Mari, D., Miyagawa, N., Okano, K., Mori, A.
掲載誌, 巻, ページ : J. Organic Chemistry, 83, 14126-14137, 2018
- 論文名 : Deprotonative Generation of Cyclohexynes from Cyclic Enol Triflates Using Aluminate Bases
著者名 : Hioki, Y., Yukioka, T., Okano, K., Mori, A.
掲載誌, 巻, ページ : Asian J. Organic Chemistry, 7, 1298-1231, 2018
- 論文名 : One-Pot Synthesis of Silylated Enol Triflates from Silyl Enol Ethers for Cyclohexynes and 1,2-Cyclohexadienes
著者名 : Inoue, K., Nakura, R., Okano, K., Mori, A.
掲載誌, 巻, ページ : European J. Organic Chemistry 3343-3347, 2018
- 論文名 : Synthesis of furan dimer-based polyamides with a high melting point
著者名 : Miyagawa, N., Suzuki, T., Okano, K., Matsumoto, T., Nishino, T., Mori, A.
掲載誌, 巻, ページ : J. Polymer Science Part A: Polymer Chemistry, 56, 1516-1519, 2018
- 論文名 : Short oligopeptides for biocompatible and biodegradable supramolecular hydrogels. ※
著者名 : Restu, K. W., Nishida, Y., Yamamoto, S., Ishii, J., Maruyama, T. (国際共著)
掲載誌, 巻, ページ : Langmuir, 34, 8065-8074, 2018
- 論文名 : Controlling surface-segregation of a polymer to display carboxy groups on an outermost surface using perfluoroacyl group. ※
著者名 : Nishimori, K., Kitahata, S., Nishino, T., Maruyama, T.
掲載誌, 巻, ページ : Langmuir, 34, 6396-6404, 2018
- 論文名 : Controlling surface-segregation of a polymer to display carboxy groups on an outermost surface using perfluoroacyl group.
著者名 : Nishimori, K., Kitahata, S., Nishino, T., Maruyama, T.
掲載誌, 巻, ページ : Langmuir, 34, 6396-6404, 2018
- 論文名 : Genetic mapping of a novel recessive allele for non-glaucousness in wild diploid wheat *Aegilops tauschii*: implications for the evolution of common wheat ※
著者名 : Nishijima, R., Tanaka, C., Yoshida, K., Takumi, S.
掲載誌, 巻, ページ : Genetica, 146, 249-254, 2018
- 論文名 : Effect of the U genome on grain hardness in nascent synthetic hexaploids derived from interspecific hybrids between durum wheat and *Aegilops umbellulata* ※
著者名 : Okada, M., Ikeda, T.M., Yoshida, K., Takumi, S.
掲載誌, 巻, ページ : Journal of Cereal Science, 83, 153-161, 2018
- 論文名 : RNA-seq analysis reveals considerable genetic diversity and provides genetic markers saturating all chromosomes in the diploid wild wheat relative *Aegilops umbellulata* ※
著者名 : Okada, M., Yoshida, K., Nishijima, R., Michikawa, A., Motoi, Y., Sato, K., Takumi, S.
掲載誌, 巻, ページ : BMC Plant Biology, 18, 271, 2018
- 論文名 : RNA sequencing-based bulked segregant analysis facilitates D-genome marker development for a specific chromosomal region in the synthetic hexaploid wheat ※
著者名 : Nishijima, R., Yoshida, K., Sakaguchi, K., Yoshimura, S., Sato, K., Takumi, S.
掲載誌, 巻, ページ : International Journal of Molecular Science, 19, 3749, 2018
- 論文名 : Effects of semi-dwarf and glaucousness genes on sugar contents in liquid hydrolysates and saccharificated acid-insoluble residues from wheat straw
著者名 : Ohno, R., Teramura, H., Ogino, C., Kondo, A., Takumi, S.
掲載誌, 巻, ページ : Wheat Information Service, 125, eWIS125.3, 2018
- 論文名 : Metabolism of steroids by cytochrome P450 2C9 variants ※
著者名 : Uno, T., Nakano, R., Kitagawa, R., Okada, M., Kanamaru, K., Takenaka, S., Uno, Y., Imaishi, H.
掲載誌, 巻, ページ : Biopharm Drug Dispos, 39(8), 371-377. doi: 10.1002/bdd.2153, 2018

- 論文名 : On-demand easy peeling of acrylic adhesives containing ionic liquids through a microwave irradiation stimulus
 著者名 : Usuba, M., Hongo, C., Matsumoto, T., Nishino, T.
 掲載誌, 巻, ページ : Polymer Journal, 50, 1051-1056, 2018 (Cover Picture)
- 論文名 : Collagen/Cellulose Nanofiber Blend Scaffolds Prepared at Various pH Conditions
 著者名 : Liu, Y. C., Goto, D., Hongo, C., Matsumoto, T., Nishino, T.
 掲載誌, 巻, ページ : ACS Applied Bio Materials, 1, 1362-1368, 2018
- 論文名 : Reinforcement Effects from Nanodiamond in Cellulose Nanofibril Films
 著者名 : Morimune-Moriya, S., Salajkova, M., Zhou, Q., Nishino, T., Berglund, L.
 掲載誌, 巻, ページ : Biomacromolecules, 19, 2423-2431, 2018
- 論文名 : Controlling surface-segregation of a polymer to display carboxy groups on an outermost surface using perfluoroacyl group
 著者名 : Nishimori, K., Kitahata, S., Nishino, T., Maruyama, T.
 掲載誌, 巻, ページ : Langmuir, 34, 6396-6404, 2018
- 論文名 : Cellulose nanofiber nanocomposites with aligned silver nanoparticles
 著者名 : Ito, H., Sakata, M., Hongo, C., Matsumoto, T., Nishino, T.
 掲載誌, 巻, ページ : Nanocomposites, 4, 167-177, 2018
- 論文名 : Mechanical and thermal properties of cellulose nanofiber composites with nanodiamond as nanocarbon filler
 著者名 : Kato, T., Matsumoto, T., Hongo, C., Nishino, T.
 掲載誌, 巻, ページ : Nanocomposites, 4, 127-136, 2018
- 論文名 : 「接着における高分子インターフェースの基礎」
 著者名 : 西野孝
 掲載誌, 巻, ページ : プラスチック成形加工学会誌, 30, 98-102, 2018
- 論文名 : 「高分子量化・高立体規則性化によって生まれるポリチオフェンの新たな側面」
 著者名 : 西野孝, 森敦紀
 掲載誌, 巻, ページ : 化学と工業, 日本化学会, 71, 326-328, 2018
- 論文名 : 「接着技術の普及に向けて」
 著者名 : 西野孝
 掲載誌, 巻, ページ : 建築設備と配管工事, 56(9), 1-4, 2018
- 論文名 : Licorice flavonoid oil enhances muscle mass in KK-Ay mice ※
 著者名 : Yasukiyo Yoshioka, Yoko Yamashita, Hiroyuki Kishida, Kaku Nakagawa, Hitoshi Ashida
 掲載誌, 巻, ページ : Life Sciences, 205, 91-96, 2018
- 論文名 : Liquorice flavonoid oil suppresses hyperglycaemia accompanied by skeletal muscle myocellular GLUT4 recruitment to the plasma membrane in KK-Ay mice ※
 著者名 : Yamashita, Y., Kishida, H., Nakagawa, K., Yoshioka, Y., Ashida, H.
 掲載誌, 巻, ページ : International Journal of Food Sciences and Nutrition, 10, 1-9, 2018
- 論文名 : Effects of enzymatically synthesized glycogen on lipid metabolism in diet induced obese mice
 著者名 : Furuyashiki, T., Ogawa, R., Nakayama, Y., Honda, K., Kamisoyama, H., Takata, H., Yasuda, M., Kuriki, T., Ashida, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Food Science and Technology Research, 24, 119-127, 2018
- 論文名 : Piperine Promotes Glucose Uptake through ROS - Dependent Activation of the CAMKK / AMPK Signaling Pathway in Skeletal Muscle ※
 著者名 : Maeda, A., Shirao, T., Shirasaya, D., Yoshioka, Y., Yamashita, Y., Akagawa, M., Ashida, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Molecular Nutrition and Food Research, 62, e1800086, 2018

- 論文名 : Low amounts of dietary fibre increase in vitro production of short - chain fatty acids without changing human colonic microbiota structure.
著者名 : Sasaki, D., Sasaki, K., Ikuta, N., Yasuda, T., Fukuda, I., Kondo, A., Osawa, R.
掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : Scientific Reports, 8, article number, 435, 2018
- 論文名 : 食品成分の機能性・安全性評価の新展開、神戸大学腸管モデルの概要
著者名 : 大澤朗
掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : ソフト・ドリンク技術資料, 184(1), 1-14, 2018
- 論文名 : Photoexcited Electrons Driven by Doping Concentration Gradient: Flux-Prepared Natao3 Photocatalysts Doped with Strontium Cations
著者名 : An, L., Kitta, M., Iwase, A., Kudo, A., Ichikuni, N., Onishi, H.
掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : ACS Catalysis, 8, 9334-9341, 2018
- 論文名 : Molecular-Scale Structures of Surface and Hydration of Bioinert Mixedcharged Self-Assembled Monolayers Investigated by the Frequency Modulation Atomic Force Microscopy
著者名 : Araki, Y., Sekine, T., Chang, R., Hayashi, T., Onishi, H.
掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : RSC Advances, 8, 24660-24664, 2018
- 論文名 : Heteroepitaxial Barium-Doped Natao3 Films on SrTiO₃(001) Substrate
著者名 : Fujiwara, T., An, L., Park, Y., Happe, N., Hayashi, K., Onishi, H.
掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : Thin Solid Films, 658, 66-72, 2018
- 論文名 : Modifications of a signal sequence for antibody secretion from insect cells
著者名 : Ohmuro-Matsuyama, Y., Yamaji, H.
掲載誌, 巻, ページ : Cytotechnology, 70, 891-898, 2018
- 論文名 : Production of influenza virus proteins in stably transformed insect cells
著者名 : Yamaji, H., Tanijima, T., Matsuda, T., Masumi-Koizumi, K., Katsuda, T.
掲載誌, 巻, ページ : New Biotechnology, 44, S159, 2018
- 論文名 : Evaluation of protein-ligand interactions using the luminescent interaction assay FlimPIA with streptavidin-biotin linkage
著者名 : Ohmuro-Matsuyama, Y., Gomi, K., Yamaji, H., Yamashita, T., Ueda, H.
掲載誌, 巻, ページ : Anal. Biochem., 563, 61-66, 2018
- 論文名 : 光応答型レーザーを用いた粉体の乾式光反応装置の性能評価 ※
著者名 : 廣田淳一, 渡辺徹, 田島悠右, 井上太郎, 桶本篤史, 谷屋啓太, 市橋祐一, 西山覚
掲載誌, 巻, ページ : 化学工学論文集, 44, 316-323, 2018
- 論文名 : XAFS による担持白金触媒上に還元析出した金属カチオンの局所構造解析 ※
著者名 : 谷屋啓太, 松本佳樹, 桶本篤史, 市橋祐一, 西山覚
掲載誌, 巻, ページ : SPring-8/SACLA 利用研究成果集, 6, 194-194, 2018
- 論文名 : Biochemical and thermodynamic analyses of energy conversion in extremophiles
著者名 : Wakai, S.
掲載誌, 巻, ページ : Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 83, 49-64, 2019
- 論文名 : 5-Hydroxymethylfurfural production from salt-induced photoautotrophically cultivated *Chlorella sorokiniana*
著者名 : J. Amoah, Hasunuma, T., Ogino, C., Kondo, A.
掲載誌, 巻, ページ : Biochemical Engineering Journal, 142, 117-123, 2019
- 論文名 : Modified expression of multi-cellulases in a filamentous fungus *Aspergillus oryzae*
著者名 : Wakai, S., Nakashima, N., Ogino, C., Tsutsumi, H., Hata, Y., Kondo, A.
掲載誌, 巻, ページ : Bioresource Technology, 276, 146-153, 2019
- 論文名 : Sustainable production of glutathione from lignocellulose-derived sugars using engineered *Saccharomyces cerevisiae*

- 著者名 : Kobayashi, J., Sasaki, D., Bamba, T., Hasunuma, T., Kondo, A.
 掲載誌, 巻, ページ : Applied Microbiology and Biotechnology, 103(3), 1243-1254, 2019
- 論文名 : pH-dependent property of carboxyl-based ultrafiltration membranes fabricated from poly(vinyl chloride-*r*-acrylic acid)
 著者名 : Wang, C. N., Fang, F. L., Wang, J., Zhang, P., Wang, B. W., Lin, E. C., Xiao, L., Chen, C., Zhao, Z., Abdallah, H., Matsuyama, H., Zhu, K. B. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Applied Polymer Science, 136, 47068, 2019
- 論文名 : Positively charged nanofiltration membrane based on cross-linked polyvinyl chloride copolymer
 著者名 : Fang, F. L., Zhou, Y. M. Cheng, L., Zhu, K. B., Matsuyama, H., Zhao, S. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, 572, 28-37, 2019
- 論文名 : Fundamental investigation of osmolality, thermo-responsive phase diagram, and waterdrawing ability of ionic-liquid-based draw solution for forward osmosis membrane process
 著者名 : Kamio, E., Takenaka, A., Takahashi, T., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, 570-571, 93-102, 2019
- 論文名 : Polydopamine coated PVDF membrane with high UV-resistance and antifouling properties for photocatalytic membrane reactor application
 著者名 : Muchtar, S., Wahab, Y. M., Fang, F. L., Jeon, S., Rajabzadeh, S., Takagi, R., Mulyati, S., Arahman, N., Riza, M., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Applied Polymer Science, 136, 47312, 2019
- 論文名 : Development of thermoresponsive star oligomers with a glycerol backbone as the draw solute in forward osmosis process
 著者名 : Inada, A., Yumiya, K., Takahashi, T., Kumagai, K., Hashizume, Y., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, 574, 147-153, 2019
- 論文名 : Synergistic effects of organic and inorganic additives in preparation of composite PVDF antifouling ultrafiltration membranes
 著者名 : Wahab, Y. M., Muchtar, S., Jeon, S., Fang, F. L., Rajabzadeh, S., Takagi, R., Arahman, N., Mulyati, S., Riza, M., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of applied polymer science, 136, 47737, 2019
- 論文名 : Investigation of cleaning strategies for an antifouling thin-film composite forward osmosis membrane for treatment of polymer-flooding produced water
 著者名 : Zhang, X., Gao, S., Tian, J., Shan, S., Takagi, R., Cui, F., Bai, L., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Industrial & Engineering Chemistry Research, 58, 9941003, 2019
- 論文名 : Polyketone-based membrane support improves the organic solvent resistance of laccase catalysis
 著者名 : Liu, C., Saeki, D., Cheng, L., Luo, J., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Colloid & Interface Science, 544, 230-240, 2019
- 論文名 : Two-dimensional niobate nanosheet membranes for water treatment: Effect of nanosheet preparation method on membrane performance
 著者名 : Nakagawa, K., Sera, T., Kunimatsu, M., Yamashita, H., Yoshioka, T., Shintani, T., Kamio, E., Tsang, E. C. S., Matsuyama, H. (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Separation and Purification Technology, 219, 222-229, 2019
- 論文名 : A comprehensively fouling- and solvent-resistant aliphatic polyketone membrane for

- high-flux filtration of difficult oil-in-water micro- and nanoemulsions
 著者名 : Zhang, L., Lin, Y., Cheng, L., Yang, Z., Matsuyama, H.
 掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, 582, 48-58, 2019
- 論文名 : 気性膜分離法と正浸透膜による省エネ型下水処理システム
 著者名 : 長谷川進, 松山秀人
 掲載誌, 巻, ページ : 環境浄化技術, 18, 71-75, 2019
- 論文名 : Disruption of poly-3-hydroxyalkanoates depolymerase gene and overexpression of three poly-3-hydroxybutyrate biosynthetic genes improve poly-3-hydroxybutyrate production from nitrogen rich medium by *Rhodobacter sphaeroides*
 著者名 : Kobayashi, J., Kondo, A.
 掲載誌, 巻, ページ : Microbial Cell Factories, 18(1), 40, 2019
- 論文名 : Less biomass and intracellular glutamate in anodic biofilms lead to efficient electricity generation by microbial fuel cells
 著者名 : Sasaki, D., Sasaki, K., Tsuge, Y., Kondo, A.
 掲載誌, 巻, ページ : Biotechnology for Biofuels, 12, 27, 2019
- 論文名 : Surface-functionalization of isotactic polypropylene via dip-coating with a methacrylate-based terpolymer containing perfluoroalkyl groups and poly(ethylene glycol). ※
 著者名 : Hara, M., Kitahata, S., Nishimori, K., Miyahara, K., Tokuda, K., Nishino, T., Maruyama, T.
 掲載誌, 巻, ページ : Polymer J., In press, 2019
- 論文名 : Quantification of azide groups on a material surface and a biomolecule using a clickable and cleavable fluorescent compound. ※
 著者名 : Sakai, R., Iguchi, H., Maruyama, T.
 掲載誌, 巻, ページ : RSC Adv., 9, 4621-4625, 2019
- 論文名 : Origin of the wheat B-genome chromosomes conferred by RNA sequencing analysis of leaf transcripts in the section Sitopsis species of Aegilops ※
 著者名 : Miki, Y., Yoshida, K., Mizuno, N., Nasuda, S., Sato, K., Takumi, S.
 掲載誌, 巻, ページ : DNA Research, 26, doi:10.1093/dnares/dsy047, 2019
- 論文名 : Experimental evolutionary studies on the genetic autonomy of the cytoplasmic genome 'plasmon' in the Triticum (wheat)-Aegilops complex ※
 著者名 : Tsunewaki, K., Mori, N., Takumi, S.
 掲載誌, 巻, ページ : Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 116, 3082-3090, 2019
- 論文名 : Physiological role of β -carotene monohydroxylase (CYP97H1) in carotenoid biosynthesis in *Euglena gracilis*
 著者名 : Tamaki S, Kato S, Shinomura T, Ishikawa T, Imaishi H.
 掲載誌, 巻, ページ : Plant Sci., 278, 80-87, 2019
- 論文名 : Functional characterization of insect-specific RabX6 of *Bombyx mori* ※
 著者名 : Uno, T., Ozakiya, Y., Furutani, M., Sakamoto, K., Uno, Y., Kajiwarra, H., Kanamaru, K., Mizoguchi, A.
 掲載誌, 巻, ページ : Histochem Cell Biol., 151(2), 187-198. doi: 10.1007/s00418-018-1710-9, 2019
- 論文名 : Effects of lithium on the secretory production of recombinant antibody from insect cells
 著者名 : Ohmuro-Matsuyama, Y., Katsuda, T., Yamaji, H.
 掲載誌, 巻, ページ : In Vitro Cell. Dev. Biol. Anim., 55, 1-6, 2019
- 論文名 : Sodium Tantalate Photocatalysts Doped with Metal Cations: Why Active for Water Splitting Reaction
 著者名 : Onishi, H.
 掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : ChemSusChem, In press, 2019

論文名 : Preparation of Visible-Light Responsible Rutile-TiO₂(110) Wafer with Well-Defined Surface by Chromium and Antimony Codoping

著者名 : Kitta, M., Onishi, H.

掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, 17, 5-9, 2019

論文名 : The Atomic-Scale Structure of LaCoO₃-Nb₂O₅ Solid Solution Photocatalysts with Enhanced Electron Population

著者名 : Sudrajat, H., Zhou, Y., Sasaki, T., Ichikuni, N., Onishi, H.

掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : Phys. Chem. Chem. Phys., 21, 5148-5157, 2019

論文名 : Cobalt Porphyrins on Mica: Atomic Force Microscope Imaging in Organic Solvents

著者名 : Honda, H., Sasahara, A., Onishi, H.

掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 561, 194-200, 2019

論文名 : A physiological concentration of luteolin induces phase II drug-metabolizing enzymes through the ERK1/2 signaling pathway in HepG2 cells ※

著者名 : Kitakaze, T., Makiyama, A., Samukawa, Y., Jiang, S., Yamashita, Y., Ashida, H.

掲載誌, 巻, ページ : Archives of Biochemistry and Biophysics, 663, 151-159, 2019

論文名 : Effects of microbial metabolites of (-)-epigallocatechin gallate on glucose uptake in L6 skeletal muscle cell and glucose tolerance in ICR mice ※

著者名 : Takagaki, A., Yoshioka, Y., Yamashita, Y., Nagano, T., Ikeda, M., Hara-Terawaki, A., Seto, A., Ashida, H.

掲載誌, 巻, ページ : Biological and Pharmaceutical Bulletin, 42, 212-221, 2019

論文名 : Fabrication and characterization of elastomeric semiconductive thiophene polymers by peroxide crosslinking

著者名 : Shen, J., Sugimoto, I., Matsumoto, T., Horike, S., Koshiba, Y., Ishida, K., Mori, A., Nishino, T.

掲載誌, 巻, ページ : Polymer Journal, 51, 257-263, 2019

論文名 : Organogelators of 5,17-Difunctionalized Calix[4]arenes

著者名 : Duy, N. L., Sekiya, R., Tosaka, M., Yamago, S., Matsumoto, T., Nishino, T., Ichikawa, T., Haino, T.

掲載誌, 巻, ページ : Chemistry Letters, 48, 43-46, 2019

論文名 : Strong and Tough Chitin Film from α -Chitin Nanofibers Prepared by High Pressure Homogenization and Chitosan Addition

著者名 : Mushi, E. N., Nishino, T., Berglund, A. L., Zhou, Q.

掲載誌, 巻, ページ : ACS Sustainable Chem. Eng., 7, 1692-1697, 2019

論文名 : Synthesis and Properties of Regioregular Polythiophene bearing Cyclic Siloxane Moiety at the Side Chain and the Formation of Polysiloxane Gel by the Acid Treatment on the Thin Film

著者名 : Ogura, T., Kubota, C., Suzuki, T., Okano, K., Tanaka, N., Matsumoto, T., Nishino, T., Mori, A., Okita, T., Funahashi, M.

掲載誌, 巻, ページ : Chemistry Letters, 48, accepted, 2019

論文名 : 「高分子界面の接着特性における元素ブロックの役割」

著者名 : 松本拓也, 西野孝

掲載誌, 巻, ページ : 日本画像学会誌, 58, 122-130, 2019

論文名 : in vitro 培養システムによる食物繊維のヒト腸内細菌叢への影響評価

著者名 : 大澤朗 (共著)

掲載誌, 巻, ページ, 発表年 : ルミナコイド研究, 22(2), 63-73, 2019

論文名 : Effect of geometrical configuration of reactor on a ZrP nano-dispersion process using ultrasonic irradiation ※

著者名 : Fukunaga, S., Higashi, S., Horie, T., Sugiyama, H., Kanda, A., Hsu, Y. T., Tung, L. K.,

Taniya, K., Nishiyama, S., Ohmura, N. (国際共著)
掲載誌, Ultrasonics Sonochemistry, in publication
論文名 : Cell-surface display technology and metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for enhancing xylitol production from woody biomass
著者名 : Guirimand, G., Inokuma, K., Bamba, T., Matsuda, M., Morita, K., Sasaki, K., Ogino, C., Berrin, J. G.
掲載誌, 巻, ページ : Green Chemistry, in press

[著書]

著 書 : Advanced Materials for Membrane Fabrication and Modification (共著)
著者名 : Takagi, R., Mulyati, S., Matsuyama, H.
巻, ページ : Chapter 17: Anion Exchange Membranes for Electrodialysis through Layer-by-Layer Deposition
発行所, 発行年 : CRC Press, 2018年
著 書 : Alternative Aspects of Polythiophenes (共著)
著者名 : Nishino, T., Matsumoto, T., Mori, A.
巻, ページ : New Polymeric Materials Based on Element-Blocks (Editor : Yoshiki Chujo) Chapter 9, 153-165
発行所, 発行年 : Springer, 2018 年
著書名 : 「第 6 章 腸内細菌と健康・栄養」
著者名 : 大澤朗
巻, ページ : 日本栄養・食糧学会監修、南久則・宮本賢一・山田耕路 (編) 103-126
発行所, 発行年 : 建帛社、東京 2018 年
著 書 : バイオロジクスの開発と品質・安全性確保 (監修 早川堯夫) (分担執筆)
著者名 : 山地秀樹
巻, ページ : 上巻, 第 1 部第 1 章第 1 節第 4 項「昆虫細胞を用いたバイオ医薬品の生産」74-80
発行所, 発行年 : (株)エル・アイ・シー 2018 年
著 書 : New Polymeric Materials Based on Element-Blocks (共著)
著者名 : Nishino, T., Matsumoto, T., Mori, A.
巻, ページ : 153-165
発行所, 発行年 : Springer, 2019 年

[特許]

発明等の名称 : 糖取り込み促進に用いられる組成物及び糖取り込み促進剤
出願者 : 国立大学法人神戸大学
発明者 : 芦田均
出願日 :
出願番号 : 特願2018-028681 ※
発明等の名称 : ポリグリセリン誘導体
出願人 : 国立大学法人神戸大学、他 1 名
発明者 : 松山秀人、高橋智輝、高瀬一郎、浜田豊三、橋爪陽子
出願日 : 2018年4月16日
出願番号 : 2018-078500
発明等の名称 : ドロー溶液及びそれを用いた発電装置、水処理装置
出願人 : 国立大学法人神戸大学、他 1 名
発明者 : 松山秀人、高橋智輝、右田啓哉、後藤伸一
出願日 : 2018年4月19日

出願番号：PCT/JP2018/016075

発明等の名称：チオフェン共重合体

出願者：国立大学法人神戸大学、国立大学法人香川大学

発明者：森敦紀、久保田智大、舟橋正浩

出願日：2018年5月17日

出願番号：特願2018-95532

発明等の名称：熱電変換材料

出願者：国立大学法人神戸大学

発明者：石田謙治、森 敦紀、福島達也、小柴康子、堀家匠平、隠岐晃太

出願日：2018年7月10日

出願番号：特願2018-130653

発明等の名称：イオン性液体含有構造体の製造方法及びイオン性液体含有構造体

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：神尾英治、松山秀人、木ノ下雅之、安井知己、木村直道、伊藤悠里、井原輝一

出願日：2018年8月29日

出願番号：2018-160832

発明等の名称：ドロー溶質及び水処理装置

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、稲田飛鳥、小山康司、三吉祐輝

出願日：2018年8月31日

出願番号：2018-162688

発明等の名称：選択性透過膜、その製造方法及び水処理方法

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、佐伯大輔、奥野健太、川勝孝博、藤村侑

出願日：2018年9月4日

出願番号：2018-165418

発明等の名称：エーテル誘導体の製造方法

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、稲田飛鳥、弓矢健一郎、高瀬一郎、浜田豊三、橋爪陽子

出願日：2018年9月11日

出願番号：2018-169538

発明等の名称：外表面に球晶構造を含む三次元網目構造のP V D F 多孔中空糸膜

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、ラジャブザデ・カナムイ・サイド、久保田昇

出願日：2018年9月28日

出願番号：2018-185720

発明等の名称：ドロー溶液及びそれを用いた発電装置、水処理装置

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、高橋智輝、右田啓哉、後藤伸一

出願日：2018年10月28日

出願番号：PCT/JP2018/016075

発明等の名称：AMPK活性化剤

出願者：国立大学法人神戸大学

発明者：芦田均

出願日：

出願番号：特願2018-215368 ※

発明等の名称：水蒸気分離モジュール
出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名
発明者：本田暁弘、神尾英治、松山秀人
出願日：2018年11月21日
出願番号：2018-218520

発明等の名称：水処理方法および水処理装置
出願人：国立大学法人神戸大学
発明者：松山秀人、新谷卓司、高橋智輝
出願日：2018年12月7日
出願番号：2018-230454

発明等の名称：機能性ポリオレフィン
出願者：国立大学法人神戸大学
発明者：丸山達生ら
出願日：2018年12月10日
出願番号：特願2018-231032

発明等の名称：ポリフッ化ビニリデン樹脂製多孔膜及びその製造方法
出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名
発明者：松山秀人、西谷允一、長谷川泰彦
出願日：2018年12月27日
出願番号：2018-246097

発明等の名称：複合分離膜
出願人：国立大学法人神戸大学
発明者：中川敬三、國松美里、世良友宏、新谷卓司、吉岡朋久、松山秀人
出願日：2019年1月29日
出願番号：PCT/JP2019/3016

発明等の名称：酵素担持ポリケトン多孔膜
出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名
発明者：松山秀人、佐伯大輔、リュウ ツウジン、齊藤祐太、金田真幸
出願日：2019年2月4日
出願番号：2019-018036

発明等の名称：換気装置
出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名
発明者：松山秀人、神尾英治、梅本勝弥、奥村寿浩、福本康二、梅村友章
出願日：2019年2月5日
出願番号：2019-18828

発明等の名称：多孔膜
出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名
発明者：松山秀人、程 梁、張 雷、金田真幸、齊藤祐太
出願日：2019年2月12日
出願番号：2019-022582

発明等の名称：選択性透過膜、その製造方法及び水処理方法
出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名
発明者：松山秀人、佐伯大輔、奥野健太、川勝孝博、藤村侑
出願日：2019年2月25日

出願番号：PCT/JP2019/006993

発明等の名称：酸素吸収能を有する液体状金属錯体

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：中西康哲、松山秀人、神尾英治、松岡淳

出願日：2019年3月14日

出願番号：2019-047618

発明等の名称：グラム陽性菌の形質転換方法

出願者：国立大学法人神戸大学

発明者：吉田健一

出願日：

出願番号：国際出願 整理番号FP4393PCT-W 受付番号51802524012

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：ALCA
代表者名：蓮沼誠久
研究課題名：ラン藻代謝改変株の代謝解析とコハク酸・乳酸生産プロセスの検討
受入金額：7,700千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：ALCA
代表者名：川口秀夫
研究課題名：リグノセルロース系バイオマスからのセルロース調整法の開発
受入金額：1,400千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：ALCA
代表者名：川口秀夫
研究課題名：糖類を原料とする4-アミノ桂皮酸(4ACA)の高効率発酵生産プロセス開発
受入金額：8,100千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：ALCA
代表者名：荻野千秋
研究課題名：イオン液体とラジカルを利用したリグノセルロースリファイナリー
受入金額：5,000千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：CREST
代表者名：荻野千秋
研究課題名：「二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化と生産物活用のための基盤技術の創出」高性能イミダゾール系バイオプラスチックの一貫生産プロセスの開発
受入金額：13,100千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：JST-SIP
代表者名：荻野千秋
研究課題名：植物由来の炭素繊維複合材料の開発
受入金額：1,455千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：JICA-SATREPS
代表者名：荻野千秋
研究課題名：インドネシアにおける統合バイオリファイナリーシステムの開発
受入金額：25,434千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：ImPACT
代表者名：蓮沼誠久
研究課題名：動的代謝解析による海洋性緑藻の油脂生合成発動メカニズムの解明と油脂高生産技術開発への応用
受入金額：6,000千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：NEDO
代表者名：西田敬二
研究課題名：ゲノム編集の国産技術基盤プラットフォームの確立
受入金額：38,261千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：NEDO
代表者名：近藤昭彦

- 研究課題名：高生産性微生物創製に資する情報解析システムの開発
受入金額：348,911千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：A-STEP
代表者名：蓮沼誠久
研究課題名：微細藻類からのカロテノイド色素の生産技術開発
受入金額：18,930千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：未来社会創造事業
代表者名：石井純
研究課題名：DNAモジュールの多様化
受入金額：2,000千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：OPERA
代表者名：西田敬二
研究課題名：ゲノム編集による革新的な有用細胞・生物作成技術の創出
受入金額：7,692千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：未来社会創造事業
代表者名：川口秀夫
研究課題名：雑種強勢の原理解明によるバイオマス技術革新
受入金額：6,600千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：SIP
代表者名：近藤昭彦
研究課題名：ゲノム編集技術の普及と高度化
受入金額：18,600千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：荻野千秋
研究課題名：サステイナブルケミストリー
受入金額：31,818千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：荻野千秋
研究課題名：高濃度エタノール生成のプロセス設計及び成分分析用資
料作成に関する研究
受入金額：343千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：近藤昭彦
研究課題名：バイオ医薬品の高度製造技術の開発/高性能な国産細胞株
の構築
受入金額：23,496千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：若井暁
研究課題名：安全性の高い化合物を用いた微生物腐食抑制
受入金額：2,273千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：石井純
研究課題名：セルフクローニング酵母によるスクアレン大量生産検討
受入金額：2,981千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：近藤昭彦
研究課題名：化成品原料である酵母発酵代謝液の代謝解析
受入金額：2,000千円
- 外部資金名：産学連携等経費

- 研究種目：共同研究
代表者名：蓮沼誠久
研究課題名：微細紅藻の突然変異育種に関する研究
受入金額：1,820千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：蓮沼誠久
研究課題名：有用物質高含有スピルリナの育種及びスクリーニング方法の検討
受入金額：1,820千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：蓮沼誠久
研究課題名：微細藻類OPMS30543株の育種に係る研究
受入金額：1,820千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：近藤昭彦
研究課題名：ニコチンアミドモノヌクレオチド高生産技術
受入金額：3,640千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：西田敬二
研究課題名：ゲノムワイド点変異スクリーニング系の開発
受入金額：9,090千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：近藤昭彦
研究課題名：高活性リパーゼの開発
受入金額：909千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：佐々木建吾
研究課題名：3HBの腸内環境に与える影響評価
受入金額：900千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：佐々木建吾
研究課題名：ヒト腸内菌叢を改善する機能性素材の開発
受入金額：1,820千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：蓮沼誠久
研究課題名：藻類を用いたケミカルズ製造技術の開発
受入金額：909千円
- 外部資金名：産学連携等経費
研究種目：共同研究
代表者名：蓮沼誠久
研究課題名：微小重力環境における藻類による
受入金額：883千円
- 外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：基盤研究B
代表者名：近藤昭彦
研究課題名：ネガティブレギュレーションを全て解除した基幹化合物生産細胞工場の創製
受入金額：3,800千円
- 外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：基盤研究B
代表者名：荻野千秋
研究課題名：放射線刺激と無機ナノ粒子の併用による放射線増感治療システムの提案

- 受入金額：4,550千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：若手A
代表者名：若井暁
研究課題名：微生物による金属腐食問題に対する革新的診断技術法の開発
- 受入金額：6,000千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：挑戦的萌芽研究
代表者名：若井暁
研究課題名：糸状菌の遺伝子組換えを革新的に変えるマルチコピー遺伝子導入法の開発
- 受入金額：900千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：若手A
代表者名：西田敬二
研究課題名：標的DNAのあらゆる塩基を自在に直接変換できる人工酵素技術の創出
- 受入金額：4,400千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：基盤研究C
代表者名：川口秀夫
研究課題名：大腸菌による芳香族化合物発酵の飛躍的効率化につながるバイオマス由来発酵阻害の克服
- 受入金額：700千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：若手B
代表者名：佐々木大介
研究課題名：機能性食品の有効性をテラーメイドに事前評価する技術基盤の創出
- 受入金額：1,300千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：基盤研究C
代表者名：佐々木建吾
研究課題名：高性能腸内細菌培養装置による生体大腸における異常腸内細菌叢の是正戦略を立てる
- 受入金額：800千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：基盤研究C
代表者名：猪熊健太郎
研究課題名：未利用キチン系バイオマスからの有用化合物生産プロセスの開発
- 受入金額：1,200千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：若手研究
代表者名：小林淳平
研究課題名：遺伝子工学に有用な二酸化炭素固定遺伝子の探索
- 受入金額：1,000千円
○外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：基盤研究B
代表者名：丸山達生
研究課題名：異種界面での化学結合を伴わないナノバイオハイブリッド材料作製技術の開発
- 受入金額：2,700千円
○外部資金名：科学研究費補助金 ※
研究種目：挑戦的萌芽
代表者名：丸山達生
研究課題名：抗ガン剤生産工場としてのガン細胞の利用
- 受入金額：2,800千円
○外部資金名：科学研究費補助金 ※
研究種目：新学術領域（公募）

代表者名：丸山達生

研究課題名：ガン細胞内での合成脂質の自己組織化制御と細胞死の制御の開発

受入金額：2,200千円

○外部資金名：JST/ASTEP機能検証 ※

代表者名：丸山達生

研究課題名： π 共役系高分子を用いた導電性を損なわないグラフェン薄膜の生産

受入金額：1,100千円

○外部資金名：JST/Astep育成ステージ ※

代表者名：丸山達生（配分機関代表）

研究課題名：害獣忌避剤のコントロールドリリース技術の開発

受入金額：5,100千円

○外部資金名：（共同）型協力研究 ※

代表者名：丸山達生

研究課題名：新規界面活性剤を用いた表面機能化

受入金額：100千円

○外部資金名：（共同）型協力研究 ※

代表者名：丸山達生

研究課題名：ライフサイエンス材料の開発研究

受入金額：990千円

○外部資金名：NEDO エネルギー・環境新技術先導研究プログラム ※

代表者名：松山秀人

研究課題名：有機溶剤の超ろ過膜法開発による化学品製造プロセス革新

受入金額：45,400千円

○外部資金名：文部科学省 地域イノベーション戦略支援プログラム ※

代表者名：時本博司

研究課題名：革新的膜工学を核とした水ビジネスにおけるグリーンイノベーションの創出

受入金額：29,450千円

○外部資金名：JST A-STEPステージII シーズ育成タイプ ※

代表者名：梅本勝弥

研究課題名：CO₂選択分離膜を用いた次世代型省エネ換気システムの開発

受入金額：10,000千円

○外部資金名：科学研究費補助金 ※

研究種目：基盤研究(A)

代表者名：松山秀人

研究課題名：チャンネル型正浸透膜の創製と究極的ゼロエネルギー水処理プロセスの構築

受入金額：8,700千円

○外部資金名：NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラム ※

代表者名：熊野淳夫

研究課題名：省エネ型造水システムの開発

受入金額：4,347千円

○外部資金名：JST 未来社会創造事業 特定課題調査 ※

代表者名：松山秀人

研究課題名：エネルギーコストゼロを実現する完全自立型F O膜海水淡水化システムの開発

受入金額：3,984千円

○外部資金名：JST A-STEP機能検証フェーズ試験研究タイプ ※

代表者名：神尾英治

研究課題名：構成成分設計による酸素選択吸収性金属錯体系イオン液体の創製と機能性酸素分離膜への適用

受入金額：1,000千円

○外部資金名：科学研究費補助金 ※

研究種目：基盤研究(C)

代表者名：神尾英治

研究課題名：無機ネットワーク制御によるイオン液体ゲルの超高強度化と高速CO₂透過膜への展開

- 受入金額：900千円
- 外部資金名：奨学寄付金（公財）フジクラ財団 ※
- 代表者名：丸山達生
- 研究題目：精密合成したポリチオフェンによるグラフェン製造および耐酸化性を付与可能な導電性薄膜の開発
- 受入金額：800千円
- 外部資金名：奨学寄付金（公財）花王芸術・科学財団 ※
- 代表者名：丸山達生
- 研究題目：新規低分子ゲルの革新的機能の提案
- 受入金額：3,000千円
- 外部資金名：奨学寄付金（公財）東京化成財団 ※
- 代表者名：丸山達生
- 研究題目：ガン細胞分泌酵素応答型超分子ゲルによる抗ガン機能の創出
- 受入金額：1,000千円
- 外部資金名：奨学寄付金（公財）旭硝子財団 ※
- 代表者名：丸山達生
- 研究題目：導電性高分子／グラフェン複合体によるメタルフリー高導電性材料の開発
- 受入金額：2,000千円
- 外部資金名：奨学寄付金（公財）中部電気利用財団 ※
- 代表者名：丸山達生
- 研究題目：次世代二次電池用電解質のための高導電性イオン液体ゲルの開発
- 受入金額：1,640千円
- 外部資金名：NEDO 受託（共同）型協力研究（再委託）
- 代表者名：森敦紀
- 研究題目：高効率な資源循環システムを構築するためのリサイクル技術の研究開発（有用金属リサイクルのための分離試薬の開発と合成）
- 受入金額：10,000千円
- 外部資金名：積水化学受託研究
- 代表者名：森敦紀
- 研究題目：新規界面活性剤を用いた表面機能化
- 受入金額：500千円
- 外部資金名：科学研究費補助金 ※
- 研究種目：基盤研究(B)
- 代表者名：宅見薫雄
- 研究課題名：コムギ種間雑種の生育不全にみられる表現型可塑性の分子機構の解明
- 受入金額：3,100千円
- 外部資金名：科学研究費補助金 ※
- 研究種目：新学術領域研究（公募研究）
- 代表者名：宅見薫雄
- 研究課題名：合成8倍体コムギ成立に関わる交雑種子形成の成否決定機構の解明
- 受入金額：3,600千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究 ※
- 代表者名：宅見薫雄
- 研究題目：合成パンコムギおよび近縁野生種細胞質を利用した気候変動対応型パン用小麦育種素材の開発
- 受入金額：1,500千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究 ※
- 代表者名：宅見薫雄
- 研究題目：乾燥や低温ストレスに対応するパン小麦の新規耐性遺伝子の同定と品種開発への利用
- 受入金額：2,000千円
- 外部資金名：公益財団法人 住友電工グループ社会貢献基金 ※
- 研究種目：大学講座寄附
- 代表者名：今石浩正
- 研究課題名：革新的疾患バイオマーカーの開発
- 受入金額：15,000千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究 ※

- 代表者名：金丸研吾
研究題目：新規生理活性物質の活性評価と応用展開に向けた検討
受入金額：1,000千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
研究種目：ISMA
代表者名：西野孝
研究題目：革新的新構造材料等研究開発／構造用接着技術の開発／表面処理法の開発
受入金額：7,236千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
研究種目：RIMCOF
代表者名：西野孝
研究題目：次世代複合材及び軽金属構造部材創製・加工技術開発
受入金額：5,200千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
研究種目：CREST
代表者名：西野孝
研究課題名：新規セルロース系ナノ素材の表面構造および集積構造制御による炭素マテリアルストリームの創成，(分担)セルロース系ナノ複合材料の構造設計，調製および物性解析と応用展開
受入金額：7,600千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
研究種目：SIP
代表者名：西野孝
研究課題名：リアクティブ3Dプリンタによるテーラーメイドラバー製品的设计生産と社会経済的な価値創製に関する研究開発(分担)
受入金額：927千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
研究種目：SIP II期
代表者名：西野孝
研究課題名：AI 援用積層最適化によるCFRP 設計・製造自動化技術の開発(分担)CFRTPのマトリックスPEEKの複合材料化によるCFRTPの構造構築のための最適化
受入金額：2,000千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
研究種目：未来社会創造事業 大規模プロジェクト型
代表者名：西野孝
研究課題名：高分子接着界面のナノラマン散乱による解析(分担)
受入金額：2,000千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
代表者名：西野孝
研究題目：表界面制御に関する基盤技術の基礎研究
受入金額：596千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
代表者名：西野孝
研究題目：コンクリート表面保護工の要求性能に関する研究
受入金額：464千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
代表者名：西野孝
研究題目：高分子表面および接着界面の現象把握
受入金額：455千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
代表者名：西野孝
研究題目：超高分子量PEの延伸性能を生かしたナノフィラー複合材料の検討
受入金額：982千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
代表者名：西野孝
研究題目：樹脂繊維複合材の評価
受入金額：982千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究

- 代表者名：西野孝
研究題目：電子線滅菌・改質用高機能フィルム創製に関する研究
受入金額：300千円
- 外部資金名：奨学寄付金
代表者名：西野孝
会社名：住友ベークライト株式会社
受入金額：490千円
- 外部資金名：奨学寄付金
代表者名：西野孝
会社名：バンドー化学株式会社
受入金額：490千円
- 外部資金名：奨学寄付金
代表者名：西野孝
会社名：ユニチカ化学株式会社
受入金額：490千円
- 外部資金名：奨学寄付金
代表者名：西野孝
会社名：三洋化成工業株式会社
受入金額：490千円
- 外部資金名：奨学寄付金
代表者名：西野孝
会社名：日東電工株式会社
受入金額：490千円
- 外部資金名：奨学寄付金
代表者名：西野孝
会社名：株式会社カネカ
受入金額：490千円
- 外部資金名：奨学寄付金
代表者名：西野孝
会社名：株式会社ダイセル
受入金額：490千円
- 外部資金名：奨学寄付金
代表者名：西野孝
会社名：日本ペイントホールディングス株式会社
受入金額：490千円
- 外部資金名：科学研究費補助金 ※
研究種目：基盤研究（A）
代表者名：芦田均
研究課題名：ポリフェノール・パラドックスの解明
受入金額：7,900千円
- 外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：基盤研究（A）
代表者名：大西洋
研究課題名：タンタル酸ナトリウム光触媒のダイナミズム:世界最高収率を実現するしくみの解明
受入金額：10,200千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
代表者名：大西洋
研究題目：潤滑剤構造のIn Situ観察アプリケーションの開発
受入金額：3,999千円
- 外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：特別研究員奨励費
代表者名：大西洋
研究課題名：NaTaO₃光触媒の活性サイト構造：世界最高効率を実現するしくみの放射光解析
受入金額：1,200千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
研究種目：学術調査研究費
代表者名：大西洋
研究課題名：機能物性化学と薄膜・表面界面物性分野に関する学術研究動向 -創エネルギーと省エネルギーを支えるサイエンス-

- 受入金額：1,200千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究
研究種目：大阪市立大学人工光合成共同研究拠点共同研究
代表者名：大西洋
研究課題名：金属ダブルドーピングしたタンタル酸ナトリウム光触媒の水全分解反応速度の評価
- 受入金額：200千円
- 外部資金名：科学研究費
研究種目：挑戦的研究（萌芽）
代表者名：大西洋
研究課題名：固液界面における潤滑油分子の並進運動計測：単一蛍光分子追跡
- 受入金額：2,600千円
- 外部資金名：科学研究費
研究種目：国際共同研究強化（B）
代表者名：大西洋
研究課題名：人工光合成の学理：タンタル酸ナトリウム光触媒をプラットフォームとする多国間協働
- 受入金額：3,000千円
- 外部資金名：奨学寄附金
研究種目：公益財団法人飯島藤十郎記念食品科学振興財団平成29年度学術研究助成金
代表者名：本田和久
研究課題名：小豆に含まれる抗肥満因子の同定
- 受入金額：105千円
- 外部資金名：科学研究費補助金
研究種目：基盤研究（B）
代表者名：山地秀樹
研究課題名：組換え昆虫細胞による次世代インフルエンザワクチンの迅速高生産技術の開発
- 受入金額：直接経費2,100千円，間接経費630,000円
- 外部資金名：受託型協力研究
代表者名：山地秀樹（分担）
研究題目：次世代ワクチンの開発・製造に向けた基盤技術の確立
- 受入金額：直接経費10,000千円，一般管理費1,000,000円
- 外部資金名：受託型協力研究
代表者名：山地秀樹（分担）
研究題目：昆虫細胞を用いたベクター生産の基礎技術構築
- 受入金額：直接経費1,000千円，一般管理費100,000円
- 外部資金名：科学研究費補助金 ※
研究種目：若手研究（B）
代表者名：谷屋啓太
研究課題名：多元系ナノ金属超微粒子の精密制御と新奇均一分散型担持触媒の設計
- 受入金額：800千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究 ※
代表者名：西山覚
研究題目：光反応に関する研究
- 受入金額：2,000千円
- 外部資金名：受託（共同）型協力研究 ※
代表者名：西山覚
研究題目：炭化水素の水蒸気改質における触媒劣化機構
- 受入金額：1,000千円
- 外部資金名：奨学寄付金 ※
代表者名：西山覚
- 受入金額：500千円
- 外部資金名：奨学寄付金 ※
代表者名：市橋祐一
受入金額：330千円

(2) 受賞 (賞名称, 受賞対象, 受賞者名, 授与機関名, 受賞年・月) (KUIDにあわせる)

○花王科学賞

授与機関名: 花王芸術・科学財団, 対象研究テーマ: 新規低分子ゲルの革新的機能の提案) ※

受賞者名: 丸山達生

受賞年月: 平成30年6月8日

○優秀ポスター賞

授与機関名: 第67回高分子学会年次大会、対象研究テーマ: 塗るだけで機能を発現するポリプロピレンの表面修飾コーティング) ※

受賞者名: M2 原真奈美 (指導教員: 丸山達生)

受賞年月: 平成30年5月

○優秀ポスター賞

授与機関名: 第67回高分子学会年次大会、対象研究テーマ: 微小pH変化に応答する超分子ゲル化剤の毒性評価) ※

受賞者名: M2 山本翔太 (指導教員: 丸山達生)

受賞年月: 平成30年5月

○優秀ポスター賞

授与機関名: 第67回高分子学会年次大会、対象研究テーマ: チロシン含有ペプチド脂質の細胞毒性の評価) ※

受賞者名: M1 西村香音 (指導教員: 丸山達生)

受賞年月: 平成30年5月

○優秀ポスター賞

授与機関名: 化学工学会第50回秋季大会、対象研究テーマ: 微小pH応答性超分子ゲル化剤を用いた新規ガン治療法の開発) ※

受賞者名: M2 山本翔太 (指導教員: 丸山達生)

受賞年月: 平成30年9月

○機器分析部門賞

授与機関名: 神戸大学・若手フロンティア研究会 2018, 対象研究テーマ: ミクロ偏析により機能性官能基が表層に濃縮されるポリプロピレンの表面修飾コーティング) ※

受賞者名: 原真奈美 (指導教員: 丸山達生)

受賞年月: 平成30年12月

○優秀ポスター賞

授与機関名: セルロース学会第25回年次大会, 対象研究テーマ: 「X線回折法を用いた変性クレイ充てんナノセルロース複合材料の応力伝達解析」)

受賞者名: 森 峻一

受賞年月: 平成30年7月

○優秀ポスター賞

授与機関名：プラスチック成形加工学会第26回秋季大会，対象研究テーマ：「セルロースナノファイバー/モンモリロナイト複合材料界面を通じた応力伝達に関するX線的解析」)

受賞者名：森 峻一

受賞年月：平成30年11月

○兵庫県科学賞

授与機関名：兵庫県、対象研究テーマ：食品成分の健康維持機能解明に関する研究)

受賞者名：芦田 均

受賞年月：平成30年11月

○Best Poster Presentation Award

授与機関名：JAACT2018 Tsukuba Organizing Committee，対象研究テーマ：Production of antibody Fab fragment using 2A peptide in insect cells)

受賞者名：Yu Mizote, Kyoko Masumi-Koizumi, Tomohisa Katsuda, Hideki Yamaji

受賞年月：平成30年11月

○Best Poster Presentation Award

授与機関名：JAACT2018 Tsukuba Organizing Committee，対象研究テーマ：Production of influenza virus-like particles in stably transformed insect cells)

受賞者名：Takuya Matsuda, Toshikazu Tanijima, Kyoko Masumi-Koizumi, Tomohisa Katsuda, Hideki Yamaji

受賞年月：平成30年11月

(3) 特論の実施内容

担当者氏名	日時、コマ数	言語	内容
近藤 昭彦	平成31年1月16日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学
近藤 昭彦	平成31年1月30日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学
近藤 昭彦	平成31年2月12日、2コマ	日本語	バイオプロセス工学
今石 浩正	平成30年6月27日、1コマ	日本語	環境物質の生体安全性評価(1)
今石 浩正	平成30年7月4日、1コマ	日本語	環境物質の生体安全性評価(2)

(4) 研究集会の開催（研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る）

○研究集会名：第8回合成生物学シンポジウム

主催団体：バイオプロダクション次世代農工連携拠点

開催日：2018年9月26日

場所：神戸大学瀧川記念学術交流会館

○研究集会名：第10回iBioK国際シンポジウム

主催団体：バイオプロダクション次世代農工連携拠点

開催日：2019年1月24-25日

場所：神戸大学百年記念館六甲ホール

○研究集会名：iBioK食品フォーラム

主催団体：バイオプロダクション次世代農工連携拠点

開催日：2019年1月31日-2月1日

場所：神戸大学百年記念館六甲ホール

○研究集会名：第64回高分子研究発表会

主催団体：高分子学会関西支部

開催日：2018/7/13

場所：兵庫県民会館

○研究集会名：Food Congress 2018

主催団体がある場合は主催団体：なし

開催日：2018年9月7日～9月8日

場所：メルパルク京都

○研究集会名：スマート物質材料工学セミナー・界面科学コロキウム

主催団体がある場合は主催団体：なし

開催日：2018年7月23日

場所：理学研究科Z302講義室

○研究集会名：スマート物質材料工学セミナー・界面科学コロキウム

主催団体がある場合は主催団体：なし

開催日：2018年5月30日

場所：理学研究科Z401講義室

(5) その他、研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項

【招待講演・依頼講演】

○講演者：Akihiko Kondo

発表タイトル：Metabolic engineering of conventional and non-conventional yeasts
for the production of biofuels

講演会等：Non-conventional yeasts: from basic research to applications

開催日：2018年5月15日

開催場所：Rzeszow University

○講演者：近藤昭彦

発表タイトル：バイオエコノミーを加速するスマートセルインダストリー実現に向けた取り組み

講演会等：関西バイオ医療研究会 第6回講演会

開催日：2018年6月8日

開催場所：産業技術総合研究所関西センター

○講演者：Akihiko Kondo

発表タイトル：Genome Synthesis and Editing Platforms for Development of Microbial Cell Factories

講演会等：Metabolic Engineering 12

開催日：2018年6月25日

開催場所：The Westin Grand Munich

○講演者：Akihiko Kondo

発表タイトル：Implementation of the CRISPR-Cas13a system for precise RNA editing machinery

講演会等：4th Synthetic Biology Young Scholar Forum

開催日：2018年7月7日

開催場所：Shenzhen Convention & Exhibition Center

○講演者：蓮沼誠久

発表タイトル：動的メタボロミクスの開発とスマートセルインダストリーへの展開

講演会等：第13回 アジレントメタボロミクスセミナー

開催日：2018年7月25日

開催場所：慶応義塾大学 三田キャンパス

○講演者：柘植謙爾

発表タイトル：長鎖DNAが開くゲノムデザインの世界

講演会等：応用化学科セミナー 第249回ミニシンポジウム

開催日：2018年8月3日

開催場所：愛媛大学 南加記念ホール

○講演者：Akihiko Kondo

発表タイトル：Development of super microbial cell factories for consolidated bioprocessing through synthetic bioengineering

講演会等：18th International Biotechnology Symposium and Exhibition

開催日：2018年8月13日

開催場所：Palais des congrès de Montréal

○講演者：近藤昭彦

発表タイトル：合成生物学が加速する微生物育種

講演会等：東京大学微生物科学イノベーション連携研究機構発足記念シンポジウム

開催日：2018年8月21日

開催場所：東京大学農学部弥生講堂・一条ホール

○講演者：Akihiko Kondo

発表タイトル : Development of genome editing and synthesis technologies which facilitate the construction of microbial cell factories

講演会等 : AFOB Summer Forum 2018

開催日 : 2018年8月23日

開催場所 : Holiday Inn, Songdo, Incheon, Korea

○講演者 : Akihiko Kondo

発表タイトル : Expanding the substrate spectrum of *C. glutamicum*

講演会等 : Cell factory of *Corynebacterium glutamicum*: tools and technology

開催日 : 2018年10月8日

開催場所 : 中国科学院

○講演者 : 蓮沼誠久

発表タイトル : 次世代型微生物育種に資するスマートセル創出プラットフォームの開発

講演会等 : Bio Japan 2018

開催日 : 2018年10月11日

開催場所 : パシフィコ横浜

○講演者 : Akihiko Kondo

発表タイトル : Implementation of the CRISPR-Cas13a system for precise RNA editing machinery

講演会等 : The 2nd International Symposium on *Zymomonas mobilis*

開催日 : 2018年10月20日

開催場所 : Hubei University Conference Center

○講演者 : Akihiko Kondo

発表タイトル : Genome editing with base editing systems from bacteria to plant

講演会等 : Frontiers in Genome Engineering 2018

開催日 : 2018年10月23日

開催場所 : Chinese Academy of Sciences

○講演者 : Akihiko Kondo

発表タイトル : Genome Synthesis and Editing Platforms for Development of Microbial Cell Factories

講演会等 : 2018 Qingdao International Technology Transfer Conference Synthetic Biology Workshop

開催日 : 2018年11月15日

開催場所 : QIBEBT

○講演者 : Tomohisa Hasunuma

発表タイトル : Development of "smart cell" construction platform for next-generation microbial breeding

講演会等 : IEE CPMT Symposium Japan 2018

開催日 : 2018年11月19日

開催場所 : Kyoto Univ. Clock Tower Centennial Hall

- 講演者：Akihiko Kondo
発表タイトル：Development of microbial cell factories for consolidated bioprocessing by synthetic bioengineering platform
講演会等：9th Green Sustainable Biotechnology Symposium
開催日：2019年1月17日
開催場所：Southern Taiwan University
- 講演者：近藤昭彦
発表タイトル：バイオマス有効活用の最新動向ー多様化する取組、効果、価値
講演会等：バイオマスセミナー
開催日：2019年2月13日
開催場所：大阪国際交流センター
- 講演者：Akihiko Kondo
発表タイトル：Development of Microbial Cell Factories for Production of Aromatic Chemicals and Derivatives
講演会等：2019 Advanced Biosynthesis and Biorefinery Workshop
開催日：2019年3月15日
開催場所：Xi'an Jiaotong University
- 講演者：西野 孝
発表タイトル：表面・界面・接着
講演会等：第53回 高分子の基礎と応用講座，高分子学会関西支部
開催日：2018年6月7日
開催場所：日本ペイントホールディングス 本社
- 講演者：西野 孝
発表タイトル：高分子複合材料の残留応力と応力伝達
講演会等：高分子同友会勉強会
開催日：2018年6月13日
開催場所：高分子学会本部
- 講演者：西野 孝
発表タイトル：高性能高分子
講演会等：日本化学会「高分子化学」化学技術基礎講座
開催日：2018年6月29日
開催場所：日本化学会，化学会館
- 講演者：西野 孝
発表タイトル：接着の結果としての複合材料界面での残留応力と応力伝達
講演会等：36回高分子表面研究会講座，高分子学会
開催日：2018年6月29日
開催場所：神戸大学梅田インテリジェントラボラトリ
- 講演者：西野 孝
発表タイトル：セルロースナノファイバーが拓く新たな機能
講演会等：第67回高分子討論会，高分子学会

開催日：2018年9月14日（12-14日）

開催場所：北海道大学

○講演者：西野 孝

発表タイトル：セルロースナノファイバーとガラス

講演会等：第155回ニューガラス研究会

開催日：2018年10月30日

開催場所：大阪キャッスルホテル

○講演者：Takashi Nishino

発表タイトル：“ALL-Cellulose NANO² COMPOSITES”

講演会等：The 10th International Conference on Green Composites (ICGC-11)

開催日：November 7 (7-9), 2018

開催場所：Quanzhou, P. R. China

○講演者：西野 孝

発表タイトル：界面はInterfaceか Interphaseか

講演会等：接着界面科学研究会10周年記念シンポジウム，日本接着学会

開催日：2018年11月16日

開催場所：積水化学工業（株）京都研究所

○講演者：西野 孝

発表タイトル：セルロースナノファイバーの成形加工と高機能化

講演会等：第26回成形加工シンポジア18

開催日：2018年11月26日

開催場所：グランドホテル浜松

○講演者：西野 孝

発表タイトル：ラバーの3Dプリンティングとランニングシューズへの展開

講演会等：第4回日本機械学会イノベーション講演会，日本機械学会

開催日：2019年1月29日

開催場所：東京ビッグサイト

○講演者：西野 孝

発表タイトル：リアクティブ3Dプリンタとランニングシューズへの展開

講演会等：日本3Dプリンティング産業技術協会 新材料研究会

開催日：2019年2月12日

開催場所：機械振興会館

○講演者：西野 孝

発表タイトル：造形と架橋を可能にした3Dプリンタ（リアクティブ3Dプリンタ） - ランニングシューズへの適用とラバーにまつわる話題 -

講演会等：第124回 東海機能性材料研究会

開催日：2019年3月8日

開催場所：クリエート浜松

○講演者：西野 孝

発表タイトル：リアクティブ3Dプリンタによるラバー造形とランニングシュー

ズへの展開

講演会等：ポリウレタンフォーラム ポリウレタンを考えるXX，ポリウレタン
研究会

開催日：2019年3月22日

開催場所：愛知工業大学

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		先端膜工学研究プロジェクト
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		工学研究科・応用化学専攻・松山秀人
当該年度	研究員数	19人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）
	外部資金 獲得実績	科学研究費補助金 9,600千円，受託研究経費 94,181千円， 奨学寄附金 25,364千円，その他（ 67,266千円）
	特許出願件数	17件

2. 構成員とその役割分担

氏名	部局・専攻	役割分担
松山秀人	工学研究科	研究統括
蔵岡孝治	海事科学研究科	ガス分離特性評価
吉岡朋久	科学技術イノベーション研究科	ガス透過解析
中川敬三	科学技術イノベーション研究科	ガス分離用高分子材料の開発
神尾英治	工学研究科	ガス分離系の設計
市橋祐一	工学研究科	ガス分離特性評価
谷屋啓太	工学研究科	透過セル内流れ解析
新谷卓司	科学技術イノベーション研究科	ガス分離用高分子材料の開発
熊谷和夫	工学研究科	ガス分離特性評価
長谷川進	工学研究科	ガス分離実験系の設計

Stephen Gray	Victoria University • College of Engineering and Science (Australia)	ガス分離特性評価
King Lun Yeung	The Hong Kong University of Science and Technology • Department of Chemical and Biomolecular Engineering (Hong Kong)	ガス分離研究助言
Yong Soo Kang	Hanyang University • Department of Energy Engineering (Korea)	促進輸送膜によるガス分離
Xiao-Ling Wang	Tsinghua University • Department of Chemical Engineering (China)	ガス分離研究助言
Bao-Guo Wang	Tsinghua University • Department of Chemical Engineering (China)	ガス分離研究助言
Bao-Ku Zhu	Zhejiang University • Institute of Polymer Science (China)	ガス分離研究助言
Da-Ming Wang	National Taiwan University • Department of Chemical Engineering (Taiwan)	ガス分離特性評価
Kueir-Rarn Lee	Chung Yuan University • Department of Chemical Engineering (Taiwan)	ガス分離特性評価
Hokyong Shon	University of Technology Sydney • Department of Chemical Engineering (Australia)	ガス分離研究助言

3. 研究成果の概要等について

先端膜工学研究プロジェクトでは、CO₂回収貯蔵（CCS）技術併設次世代型石炭ガス化複合発電（IGCC）やCO₂排出量が少ない天然ガス火力発電などの大規模CO₂発生源から、省エネルギーでCO₂を分離・回収可能なプロセスの開発を目的とし、CO₂分離膜を用いた脱炭酸プロセスの実用化を目指したCO₂選択分離膜の開発とそのプロセス開発を実施している。上記のようなCO₂排出の抑制が期待されている発電方式では、数MPaの高圧ガスからCO₂を分離するための技術が必要とされている。本プロジェクトでは、優れたCO₂選択透過性能を有する耐压型CO₂分離膜の開発を目指している。

本研究プロジェクトで開発を目指す耐压型CO₂分離膜は、長期使用安定性と耐压性を両立するものであり、それらを実現するための材料として、イオン液体を含有する高強度ゲル（高強度イオンゲル）に着目している。昨年度までに、CO₂を選択的に吸収できるイオン液体を高強度化するための技術と、その高強度イオンゲルフィルムの優れたCO₂選択透過性能は確認できており、高強度イオンゲルの薄膜化技術の開発が現状の課題である。

昨年度までに開発に成功している高強度イオンゲル膜は、鋳型内にゲル前駆体溶液を注入、ネットワーク形成反応を行うことで、フィルム状の高強度ゲル膜を作製していた。しかしながら、鋳型を用いる方法では高強度イオンゲル膜の薄膜化は困難であり、その膜厚は最薄でも約60ミクロン程度であった。そのような背景のもと、本年度は、キャスト法やディップコーティング法、スピンコーティング法などといった薄層形成技術を高強度イオンゲル薄膜の作製に適用可能な高強度イオンゲル作製技術の確立について検討を行った。

キャスト法やディップコーティング法、スピンコーティング法は、一般的に開放系で操作される。しかしながら、これまでに開発した高強度イオンゲルの調製では、イオン液体中で揮発性モノマーを重合することによりゲルネットワークを形成する。そのため、開放系ではモノマーの揮発損失が起こり、高強度ゲルネットワークをイオン液体中に発達させることができない。この問題を解決するため、高強度ゲルネットワークを形成するための原料として、揮発性モノマーの代わりに不揮発性物質を用いる方法に着目した。

本プロジェクトで開発を進めてきた高強度イオンゲルは、異なる性質を有する2種類のゲルネットワークをイオン液体中に形成することで調製される。2種類のゲルネットワークのうちの一つ（1stネットワーク）は、硬くて脆い性質を有し、応力印可によりゲル内で容易に破壊されることで印可されたエネルギーを散逸する役割を担う。もう一方のネットワーク（2ndネットワーク）は柔らかくてよく伸びる隠れ長としての役割を担い、ゲルのマクロな破壊を抑制する。そのような特殊な相互侵入網目構造のうち、本年度は、硬くて脆い1stネットワークについて、不揮発性成分を原料とした形成方法を確立した。図1に、不揮発性成分を1stネットワークの原料として作製した高強度イオンゲルおよびそのネットワークの模式図を示す。

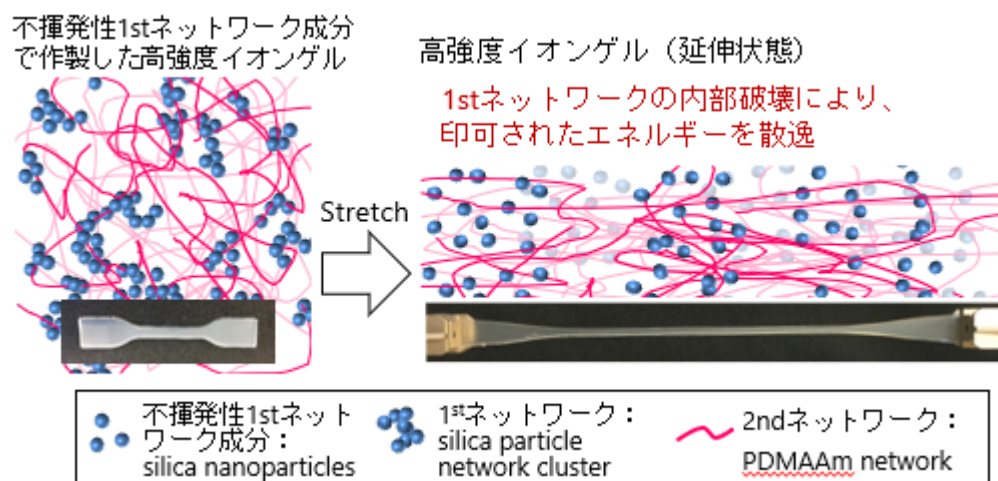


図1 不揮発性成分を1stネットワークの原料として作製した高強度イオンゲルおよびそのネットワークの模式図

昨年度までに高強度イオンゲルの一つとして、TEOSの縮合重合をイオン液体中で行うことにより形成されるシリカ粒子ネットワークを1stネットワークとする無機/有機ダブルネットワークゲルを開発している。その1stネットワークは揮発性モノマーのTEOSと揮発性酸触媒のギ酸を用いて合成されるが、最終的に形成されるネットワークはシリカナノ粒子が数珠状に連なったシリカナノ粒子ネットワークである。そこで、今年度の検討では、不揮発性の1stネットワーク成分としてシリカナノ粒子を用いた。

シリカナノ粒子はイオン液体中で水素結合により凝集し、条件によってはネットワーク構造を形成する。そのイオン液体中でのシリカナノ粒子の凝集、分散状態は、エタノールを分散安定剤として適量添加することにより制御した。シリカナノ粒子としては、平均粒径が7 nm, 12 nm, 20 nm, および30 nmのフュームドシリカ粒子を用いた。シリカナノ粒子を原料として調製した高強度イオンゲル中のシリカナノ粒子の状態を図2に示す。シリカナノ粒子はゲル中でネットワーク構造を形成していることが確認された。

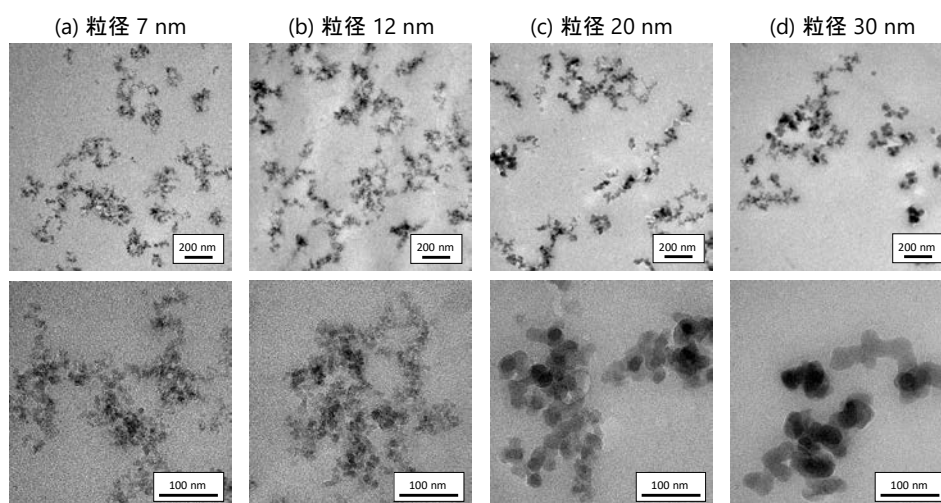


図2 シリカナノ粒子を原料として調製した高強度イオンゲル中のシリカナノ粒子の状態

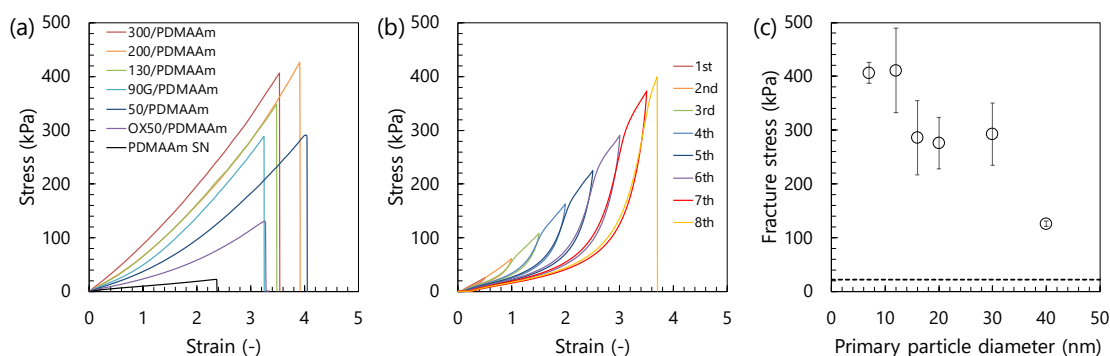


図3 シリカナノ粒子を原料として調製した高強度イオンゲル（イオン液体80 wt%）の力学特性. (a) イチジク延伸試験結果, (b) サイクル延伸試験結果, (c) 破断応力とシリカ粒子径の関係

図3に示したように、シリカナノ粒子を用いて作製したイオンゲルの機械的強度は非常に高く、1stネットワークがエネルギーを散逸していることもサイクル延伸試験の結果から明らかとなった。また、粒子径が小さいシリカナノ粒子を用いるほど、イオンゲルの機械的強度は増大することもわかった。粒径10 nm程度のシリカナノ粒子を用いて作製した高強度イオンゲルの破断応力は、従来のTEOSを用いて作製した高強度イオンゲルと同等であり、極めて優れた力学特性を有する。

以上のように、今年度の主要な成果として、不揮発性原料を用いることで高強度イオンゲルの1stネットワークを形成できる技術を開発できたといえる。一方で、高強度イオンゲルの作製では、イオン液体中に1stネットワークと2ndネットワークが絡まりあった相互侵入網目構造を形成する必要がある。現状、2ndネットワークとしては、揮発性モノマーであるジメチルアクリルアミドの重合より得られるポリジメチルアクリルアミドネットワークを用いているが、この2ndネットワークについても、不揮発性原料を用いて形成する技術を確立する必要がある。本年度は、ポリジメチルアクリルアミドに架橋点を導入した「不揮発性の架橋性ポリマー」を用いて2ndネットワークを形成する検討にも着手しており、そのコンセプトの検証までは完了している。次年度は、不揮発性の架橋性ポリマーを原料とする高強度イオンゲル作製法の確立と、開放系での高強度イオンゲルフィルムの調製について検討し、キャスト法やディップコーティング法、スピンコーティング法などによるゲル薄膜形成のための要素技術を確立する予定である。

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

[論文]

論文名 : Improving bonding strength between the hydrophilic coating layer and polyethylene terephthalate braid for preparing mechanically stable braid-reinforced hollow fiber membrane ※

著者名 : Z. Zhou, L. F. Fang, S. Y. Wang, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Applied Polymer Science, **135**, 46104 (2018)

論文名 : Effect of the supporting layer structures on antifouling properties of forward osmosis membranes in AL-DS mode ※

著者名 : L. F. Fang, L. Cheng, S. Jeon, S. Y. Wang, T. Takahashi, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, **552**, 265-273 (2018)

論文名 : Improvements in the water dispersibility of paclitaxel by complexing with synthetic peptides derived from β -casein ※

著者名 : A. Inada, Y. Sakurai, T. Oshima, Y. Baba, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, **167**, 144-149 (2018)

論文名 : Template effect of phosphate surfactant on formation of hydroxyapatite nanostructures with various shapes ※

著者名 : K. Nakagawa, Y. Arai, Y. Umezaki, A. Yoshida, Y. Kajiwarra, S. Aoyagi, H. Matsuyama, S. Sugiyama

掲載誌, 巻, ページ : Materials Chemistry and Physics, **213**, 183-190 (2018)

論文名 : Preparation and characterization of polyvinylidene difluoride-co-chlorotrifluoroethylene hollow fiber membranes with high alkaline resistance ※

著者名 : H. Karkhanechi, M. Vasselbehagh, S. Jeon, A. R. Shaikh, D. M. Wang, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Polymer, **145**, 310-323 (2018)

論文名 : Preparation of carboxylated silver nanoparticles via a reverse micelle method and covalent stacking onto porous substrates via amide bond formation ※

著者名 : D. Saeki, S. Kawada, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, **552**, 98-102 (2018)

論文名 : One-step fabrication of polyamide 6 hollow fibre membrane using non-toxic

diluents for organic solvent nanofiltration ※

著者名 : S. Jeon, A. Nishitani, L. Cheng, L.F. Fang, N. Kato, T. Shintani, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : RSC Advances, **8**, 19879–19882 (2018)

論文名 : Fouling prediction method using TOC and EEM analysis ※

著者名 : S. Hasegawa, T. Miyoshi, R. Takagi, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Water Science and Technology: Water Supply, **19**, 610–617 (2018)

論文名 : Simulations of particulate flow passing through membrane pore under dead-end and constant-pressure filtration condition ※

著者名 : Y. Mino, S. Sakai, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Chemical Engineering Science, **190**, 68–76 (2018)

論文名 : Effect of microbubbles on membrane fouling due to protein in water treatment processes ※

著者名 : T. Watabe, T. Takahashi, K. Matsuyama, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Desalination and Water Treatment, **120**, 9–15 (2018)

論文名 : Preparation of positively charged composite nanofiltration membranes by quaternization crosslinking for precise molecular and ionic separations ※

著者名 : C. Fang, J. Sun, B. Zhang, Y. Sun, H. Matsuyama, P. Zhu (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Colloid and Interface Science, **531**, 168–180 (2018)

論文名 : Surface-engineered biocatalytic composite membranes for reduced protein fouling and self-cleaning ※

著者名 : A. Vanangamudi, D. Saeki, L. F. Dumée, M. Duke, T. Vasiljevic, H. Matsuyama, X. Yang (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : ACS Applied Materials & Interfaces, **10**, 27477–27487 (2018)

論文名 : Improved antifouling properties of membranes by simple introduction of zwitterionic copolymers via electrostatic adsorption ※

著者名 : Y. Wang, L.F. Fang, L. Cheng, S. Jeon, N. Kato, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, **564**, 672–681 (2018)

論文名 : Novel CA/PVDF nanofiber supports strategically designed via coaxial electrospinning for high performance thin-film composite forward osmosis membranes for desalination ※

著者名 : M. Shibuya, M. J. Park, S. Lim, S. Phuntsho, H. Matsuyama, H. K. Shon (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ: Desalination, **445**, 63-74 (2018)

論文名: Dual superlyophobic aliphatic polyketone membranes for highly efficient emulsified oil-water separation: Performance and mechanism ※

著者名: L. Cheng; D.M. Wang, A.R. Shaikh, L.F. Fang, S. Jeon, D. Saeki, L. Zhang, C.J. Liu, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ: ACS Applied Materials & Interfaces, **10**, 30860-30870 (2018)

論文名: Inorganic/organic double-network ion gels with partially developed silica-particle network ※

著者名: T. Yasui, E. Kamio, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ: Langmuir, **34**, 10622-10633 (2018)

論文名: Improved permselectivity of forward osmosis membranes for efficient concentration of pretreated rice straw and bioethanol production ※

著者名: Y. Zhang, K. Nakagawa, M. Shibuya, K. Sasaki, T. Takahashi, T. Shintani, T. Yoshioka, E. Kamio, A. Kondo, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ: Journal of Membrane Science, **566**, 15-24 (2018)

論文名: Development of high-flux and robust reinforced aliphatic polyketone thin-film composite membranes for osmotic power generation: The role of reinforcing materials ※

著者名: Y. Sun, L. Cheng, T. Shintani, Y. Tanaka, T. Takahashi, T. Itai, S. Wang, L.F. Fang, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ: Industrial & Engineering Chemistry Research, **57**, 13528-13538 (2018)

論文名: Experimental and simulation studies of two types of 5-inch scale hollow fiber membrane modules for pressure-retarded osmosis ※

著者名: Y. Tanaka, M. Yasukawa, S. Goda, H. Sakurai, M. Shibuya, T. Takahashi, M. Kishimoto, M. Higa, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ: Desalination, **447**, 133-146 (2018)

論文名: Tailoring both the surface pore size and sub-layer structures of PVDF membranes prepared by the TIPS process with a triple orifice spinneret ※

著者名: C. Fang, S. Jeon, S. Rajabzadeh, L. Fang, L. Cheng, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ: Journal of Materials Chemistry A, **6**, 20712-20724 (2018)

論文名: Numerical simulation of filtration process of particle suspension using lattice Boltzmann method and discrete element method ※

著者名 : Y. Mino, S. Sakai, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Maku, **43**, 286-291 (2018)

論文名 : One-step fabrication of robust and anti-oil-fouling aliphatic polyketone composite membranes for sustainable and efficient filtration of oil-in-water emulsions ※

著者名 : L. Zhang, L. Cheng, H.C. Wu, T. Yoshioka, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Materials Chemistry A, **6**, 24641-24650 (2018)

論文名 : Fouling-resistant and self-cleaning aliphatic polyketone membrane for sustainable oil-water emulsion separation ※

著者名 : L. Cheng, A.R. Shaikh, L.F. Fang, S. Jeon, C.J. Liu, L. Zhang, H.C. Wu, D.M. Wang, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : ACS Applied Materials & Interfaces, **10**, 44880-44889 (2018)

論文名 : Molecular dynamics simulation study of polyamide membrane structures and RO/FO water permeation properties ※

著者名 : T. Yoshioka, K. Kotaka, K. Nakagawa, T. Shintani, H.C. Wu, H. Matsuyama, Y. Fujimura, T. Kawakatsu

掲載誌, 巻, ページ : Membranes, **8**, 127 (2018)

論文名 : Fabrication of stacked graphene oxide nanosheet membranes using triethanolamine as a crosslinker and mild reducing agent for water treatment ※

著者名 : K. Nakagawa, S. Araya, M. Kunimatsu, T. Yoshioka, T. Shintani, E. Kamio, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Membranes, **8**, 130 (2018)

論文名 : pH-dependent property of carboxyl-based ultrafiltration membranes fabricated from poly(vinyl chloride-*r*-acrylic acid) ※

著者名 : N.C. Wang, L.F. Fang, J. Wang, P. Zhang, W.B. Wang, C.E. Lin, L. Xiao, C. Chen, B. Zhao, H. Abdallah, H. Matsuyama, B.K. Zhu (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Applied Polymer Science, **136**, 47068 (2019)

論文名 : Positively charged nanofiltration membrane based on cross-linked polyvinyl chloride copolymer ※

著者名 : L.F. Fang, M.Y. Zhou, L. Cheng, B.K. Zhu, H. Matsuyama, S. Zhao (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, **572**, 28-37 (2019)

論文名 : Fundamental investigation of osmolality, thermo-responsive phase diagram,

and waterdrawing ability of ionic-liquid-based draw solution for forward osmosis membrane process ※

著者名 : E. Kamio, A. Takenaka, T. Takahashi, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, **570-571**, 93-102 (2019)

論文名 : Polydopamine coated PVDF membrane with high UV-resistance and antifouling properties for photocatalytic membrane reactor application ※

著者名 : S. Muchtar, M.Y. Wahab, L.F. Fang, S. Jeon, S. Rajabzadeh, R. Takagi, S. Mulyati, N. Arahman, M. Riza, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Applied Polymer Science, **136**, 47312 (2019)

論文名 : Development of thermoresponsive star oligomers with a glycerol backbone as the draw solute in forward osmosis process ※

著者名 : A. Inada, K. Yumiya, T. Takahashi, K. Kumagai, Y. Hashizume, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, **574**, 147-153 (2019)

論文名 : Synergistic effects of organic and inorganic additives in preparation of composite PVDF antifouling ultrafiltration membranes ※

著者名 : M.Y. Wahab, S. Muchtar, S. Jeon, L.F. Fang, S. Rajabzadeh, R. Takagi, N. Arahman, S. Mulyati, M. Riza, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Journal of applied polymer science, **136**, 47737 (2019)

論文名 : Investigation of cleaning strategies for an antifouling thin-film composite forward osmosis membrane for treatment of polymer-flooding produced water ※

著者名 : X. Zhang, S. Gao, J. Tian, S. Shan, R. Takagi, F. Cui, L. Bai, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Industrial & Engineering Chemistry Research, **58**, 994-1003 (2019)

論文名 : Polyketone-based membrane support improves the organic solvent resistance of laccase catalysis ※

著者名 : C. Liu, D. Saeki, L. Cheng, J. Luo, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Colloid & Interface Science, **544**, 230-240 (2019)

論文名 : Two-dimensional niobate nanosheet membranes for water treatment: Effect of nanosheet preparation method on membrane performance ※

著者名 : K. Nakagawa, T. Sera, M. Kunitatsu, H. Yamashita, T. Yoshioka, T. Shintani, E. Kamio, S.C.E. Tsang, H. Matsuyama (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Separation and Purification Technology, **219**, 222-229 (2019)

論文名 : A comprehensively fouling- and solvent-resistant aliphatic polyketone membrane for high-flux filtration of difficult oil-in-water micro- and nanoemulsions ※

著者名 : L. Zhang, Y. Lin, L. Cheng, Z. Yang, H. Matsuyama

掲載誌, 巻, ページ : Journal of Membrane Science, **582**, 48-58 (2019)

論文名 : 気性膜分離法と正浸透膜による省エネ型下水処理システム ※

著者名 : 長谷川進, 松山秀人

掲載誌, 巻, ページ : 環境浄化技術, **18**, 71-75 (2019)

[著書]

著 書 : Advanced Materials for Membrane Fabrication and Modification (共著) ※

著者名 : R. Takagi, S. Mulyati, H. Matsuyama

巻, ページ : Chapter 17

発行所, 発行年 : CRC Press, 2018年

[特許]

発明等の名称 : ポリグリセリン誘導体 ※

出願人 : 国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者 : 松山秀人、高橋智輝、高瀬一郎、浜田豊三、橋爪陽子

出願日 : 2018年4月16日

出願番号 : 2018-078500

発明等の名称 : ドロー溶液及びそれを用いた発電装置、水処理装置 ※

出願人 : 国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者 : 松山秀人、高橋智輝、右田啓哉、後藤伸一

出願日 : 2018年4月19日

出願番号 : PCT/JP2018/016075

発明等の名称 : イオン性液体含有構造体の製造方法及びイオン性液体含有構造体 ※

出願人 : 国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者 : 神尾英治、松山秀人、木ノ下雅之、安井知己、木村直道、伊藤悠里、井原輝一

出願日 : 2018年8月29日

出願番号 : 2018-160832

発明等の名称 : ドロー溶質及び水処理装置 ※

出願人 : 国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者 : 松山秀人、稲田飛鳥、小山康司、三吉祐輝

出願日 : 2018年8月31日

出願番号：2018-162688

発明等の名称：選択性透過膜、その製造方法及び水処理方法 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、佐伯大輔、奥野健太、川勝孝博、藤村侑

出願日：2018年9月4日

出願番号：2018-165418

発明等の名称：エーテル誘導体の製造方法 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、稲田飛鳥、弓矢健一郎、高瀬一郎、浜田豊三、橋爪陽子

出願日：2018年9月11日

出願番号：2018-169538

発明等の名称：外表面に球晶構造を含む三次元網目構造の P V D F 多孔中空糸膜 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、ラジャブザデ・カナムイ・サイード、久保田昇

出願日：2018年9月28日

出願番号：2018-185720

発明等の名称：ドロー溶液及びそれを用いた発電装置、水処理装置 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、高橋智輝、右田啓哉、後藤伸一

出願日：2018年10月28日

出願番号：PCT/JP2018/016075

発明等の名称：水蒸気分離モジュール ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：本田暁弘、神尾英治、松山秀人

出願日：2018年11月21日

出願番号：2018-218520

発明等の名称：水処理方法および水処理装置 ※

出願人：国立大学法人神戸大学

発明者：松山秀人、新谷卓司、高橋智輝

出願日：2018年12月7日

出願番号：2018-230454

発明等の名称：ポリフッ化ビニリデン樹脂製多孔膜及びその製造方法 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、西谷允一、長谷川泰彦

出願日：2018年12月27日

出願番号：2018-246097

発明等の名称：複合分離膜 ※

出願人：国立大学法人神戸大学

発明者：中川敬三、國松美里、世良友宏、新谷卓司、吉岡朋久、松山秀人

出願日：2019年1月29日

出願番号：PCT/JP2019/3016

発明等の名称：酵素担持ポリケトン多孔膜 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、佐伯大輔、リュウ ツウジン、齊藤祐太、金田真幸

出願日：2019年2月4日

出願番号：2019-018036

発明等の名称：換気装置 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、神尾英治、梅本勝弥、奥村寿浩、福本康二、梅村友章

出願日：2019年2月5日

出願番号：2019-18828

発明等の名称：多孔膜 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、程 梁、張 雷、金田真幸、齊藤祐太

出願日：2019年2月12日

出願番号：2019-022582

発明等の名称：選択性透過膜、その製造方法及び水処理方法 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：松山秀人、佐伯大輔、奥野健太、川勝孝博、藤村侑

出願日：2019年2月25日

出願番号：PCT/JP2019/006993

発明等の名称：酸素吸収能を有する液体状金属錯体 ※

出願人：国立大学法人神戸大学、他 1 名

発明者：中西康哲、松山秀人、神尾英治、松岡淳

出願日：2019年3月14日

出願番号：2019-047618

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名: NEDO エネルギー・環境新技術先導研究プログラム ※

代表者名: 松山 秀人

研究課題名: 有機溶剤の超ろ過膜法開発による化学品製造プロセス革新

受入金額: 45,400,000円

○外部資金名: 文部科学省 地域イノベーション戦略支援プログラム ※

代表者名: 時本 博司

研究課題名: 革新的膜工学を核とした水ビジネスにおけるグリーンイノベーションの創出

受入金額: 29,450,000円

○外部資金名: JST A-STEPステージII シーズ育成タイプ ※

代表者名: 梅本 勝弥

研究課題名: CO2選択分離膜を用いた次世代型省エネ換気システムの開発

受入金額: 10,000,000円

○外部資金名: 科学研究費補助金 ※

研究種目: 基盤研究(A)

代表者名: 松山 秀人

研究課題名: チャネル型正浸透膜の創製と究極的ゼロエネルギー水処理プロセスの構築

受入金額: 8,700,000円

○外部資金名: NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラム ※

代表者名: 熊野 淳夫

研究課題名: 省エネ型造水システムの開発

受入金額: 4,347,000円

○外部資金名: JST 未来社会創造事業 特定課題調査 ※

代表者名: 松山 秀人

研究課題名: エネルギーコストゼロを実現する完全自立型FO膜海水淡水化システムの開発

受入金額: 3,984,000円

○外部資金名: JST A-STEP機能検証フェーズ試験研究タイプ ※

代表者名: 神尾 英治

研究課題名: 構成成分設計による酸素選択吸収性金属錯体系イオン液体の創製と機能性酸素分離膜への適用

受入金額: 1,000,000円

○外部資金名: 科学研究費補助金 ※

研究種目: 基盤研究(C)

代表者名: 神尾 英治

研究課題名: 無機ネットワーク制御によるイオン液体ゲルの超高強度化と高速CO2透過膜への展開

受入金額: 900,000円

(2) 受賞 (賞名称, 受賞対象, 受賞者名, 授与機関名, 受賞年・月) (KUIDにあわせる)
なし

(3) 特論の実施内容
なし

(4) 研究集会の開催 (研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る)
なし

(5) その他, 研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項
特になし

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		構造ベース創薬研究プロジェクト	
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		学術・産業イノベーション創造本部 社会実装デザイン部門 応用構造科学産学連携推進室・鶴田宏樹	
当該年度	研究員数	0人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）	
	外部資金 獲得実績	科学研究費補助金 2533.1千円，受託研究経費 0千円， 奨学寄附金 510千円，その他（ 千円）	
	特許出願件数	0	

2. 構成員とその役割分担

氏名	部局・専攻	役割分担
鶴田宏樹	学術・産業イノベーション創造本部・社会実装デザイン部門	プロジェクトマネジメント・構造生物学研究・人材育成プログラム開発
田中成典	システム情報学研究科・計算科学専攻	計算科学研究
森一郎	科学技術イノベーション研究科	創薬化学・計算科学研究
保多隆裕	医学部附属病院臨床研究推進センター	臨床研究デザイン
立岡俊雄	学術・産業イノベーション創造本部・産学連携・知財部門	知財戦略研究
忽那憲治	科学技術イノベーション研究科	研究成果に基づく起業支援
祇園景子	工学研究科・市民工学専攻	分子生物学研究
高岡 裕	医学部附属病院医療情報部	計算科学研究
山本雅貴	理化学研究所播磨SPring-8センター	放射光科学・構造生物学 先進科学技術基盤活用マネージメント

横山和司	兵庫県立大学 放射光ナノテクセンター／神戸大学学術・産業イノベーション創造本部	放射光科学・先進科学技術基盤活用マネージメント
小林薫	こばやし耳鼻咽喉科／神戸大学学術・産業イノベーション創造本部	蛋白質科学・ターゲットタンパク質の大量生産技術
佐藤秀行	オープンアイ・ジャパン株式会社／神戸大学学術・産業イノベーション創造本部	計算科学・人材育成プログラム開発
福澤 薫	星薬科大学	計算科学研究
中島史雄	カルナバイオサイエンス／神戸大学学術・産業イノベーション創造本部	計算科学研究

3. 研究成果の概要等について

【概要】本プロジェクトは、医療産業都市であるポートアイランド地区からイノベーションを創出することを目的として、構造ベース創薬に焦点をあてた“創薬イノベーション・エコシステム”の構築を図る。そのミッションにおいて、i) 統合研究拠点への新規創薬技術の集約、ii) 創薬研究と創薬イノベーター育成、iii) 「計算科学」と「放射光科学」の融合によるイノベーション創出、といった3つの事業を展開している。

国家基幹産業である製薬産業においては様々な理由から新薬が創成されにくい現状がある。創薬ターゲット・創薬技術双方に関して産学連携の促進により現状を打破したいといった傾向が強まっている。大学（アカデミア）側においても医学研究科を含む生命科学系研究科の教員が生み出した研究成果、特に疾患関連研究の成果を産業界に移転するためには、その成果に基づいてヒット&リード化合物を生み出す必要がある。日本の知識集約型産業である製薬産業を活性化させるためにはこの「産」と「学」のギャップを埋めるためのセカンドプレーヤー（疾患関連研究を進めるのがファーストプレーヤーと位置づけた場合）が必要とされている。創薬研究は110以上の学問領域が関与する異分野融合の学術領域である。その中の一つの手法である構造ベース創薬においても「構造生物学」、「計算科学」、「創薬化学」の融合が必要とされる。

兵庫・神戸地区には大型放射光施設SPRING-8やスーパーコンピュータ（京・FUGURO）などが設置され、ポートアイランド地区には「医療産業都市」といった医療クラスターが形成されている。また神戸大学医学研究科を含む生命科学系研究科には、疾患関連研究の優れた成果が蓄積されている。このような「地の利」と「優れた成果」をうまく活用してアカデミアの研究成果を技術移転できる化合物に転換することは大学の技術移転機能の一つであると言える。そこで神戸大学連携創造本部は「応用構造科学産学連携推進センター（CASS）」を設置した。

本プロジェクトは、工学研究科、システム情報学研究科・医学部附属病院の教員を核として、学術・イノベーション創造本部・社会実装デザイン部門 応用構造科学産学連携推進室（CASS：平成28年10月に改組）がマネジメントをすることで、構造ベース創薬研究「放射光を利用した構造科学に基づく先進的創薬の研究」として開始した。このプロジェクトでは、地域イノベーションの加速を目標に、①先進的構造ベース創薬研究のための有効な技術の目利きを行い、医療産業都市であるポートアイランド地区に技術・ノウハウを“アグリゲート”した融合型研究プラットフォーム「創薬イノベーション・エコシステム」の構築を進め、②アカデミア創薬の“セカンドプレーヤー”としてアカデミア創薬研究を進展させるとともに、③創薬研究人材・イノベーターの育成を行う、これら3つの事業を展開している。このエコシステムは、構造ベース創薬研究の主体であるCASSとシステム情報学研究科に加え、本学経営学研究科や理化学研究所播磨放射光科学総合研究センター、兵庫県立大学放射光産業利用機構ナノテク研究センター、（財）計算科学振興財団などに加え、製薬企業、情報系企業等で形成されている。この連携においてCASSは構造生物学的研究を分担するとともにプロジェクト戦略立案機能を担っている。

【研究成果の状況】

i) 創薬イノベーション・エコシステムの構築

各研究項目の成果については以下に列記する。本プロジェクトの基盤となる“創薬イノベーション・エコシステム”の構築については、構造ベース創薬研究に基本となる研究インフラ・技術（放射光技術、タンパク質結晶構造解析技術、ドッキングシミュレーション技術など）は既に集積され、その過程で課題として抽出された人材育成のための連携体制も既に構築されつつある。しかし、放射光技術と計算科学技術をシームレスに創薬研究に活用するためには、溶液散乱解析によるタンパク質の動的構造解析の創薬研究への適用や水素位置情報などを含む超高分解能構造情報の取得を可能とする電子密度情報改良技術の開発などが必要である。その融合技術と実証についての研究を、カルナバイオサイエンスの創薬ターゲットを対象にする共同研究として開始した。

ii) 創薬研究の成果

○脂質代謝異常（ターゲット：Endothelial Lipase、Hepatic Lipase、Lipoprotein Lipase）

血管内皮リパーゼ（Endothelial Lipase、EL：482残基のホモダイマー、94.5kDa）は、血液中の善玉コレステロール（HDL-C）の代謝に関わる酵素であり（Hirata, et al. JBC,1999）、脂質異常症の一つである低HDL-C血症に直接関与することが本学医学研究科平田研究室（循環器内科）で明らかとされた。低HDL-C血症は、動脈硬化症の重要な危険因子の一つであり、その治療薬の開発は世界的な急務である。これまで、ELのHDL-C代謝における病態生理学的な意義が明らかとされてきた。ELはホスホリパーゼA1活性を有し、HDLに対して高い選択性を示す。さらに、実際にELが血清HDL-Cの規定因子であることをマウス(Ishida,et al.J Clin Invest,2003)及びヒト(Kojima,et al CVR,2010)で証明した。血管障害や炎症によってEL発現は亢進し、低HDL-C血症を助長して動脈硬化を重篤化させていると考えられる(Ishida,et al.JBC,2004)。さらにマウスにおいてELの不活性化により、動脈硬化の抑制が確認された(Ishida,et al.JBC,2004)。昨年度までに、宿主系としてヒト胎児腎臓由来HEK293S GnTI⁻細胞で発現したヒトELタンパク質をSAXSに供試することでELが溶液中で単量体であることを明示した。今年度はEL機能と対の機能を有する悪玉コレステロール代謝酵素であるHepatic Lipase（HL）、Lipoprotein Lipase（LPL）の発現・精製・結晶化も試み、脂質異常関連リパーゼ群全ての結晶化に成功した。各タンパク質は微小な平板状結晶として得られたが、世界最高性能のSPring-8ビームラインBL32XUを用いてさえ構造解析に十分な回折データ及び位相情報を得る事ができなかった。そこで、BL32XUでの回折実験に最近開発・整備された溶液フリーマウント法を組み合わせることで初めて構造モデル構築に十分な位相情報の取得に成功した。平成27年度に得られた回折データの質の向上と分解能の向上を図り、現在回折データからの高分解能構造モデルの構築を行なっている。平成29年度は構造モデルの構築を実施したが、現在のところ解析に十分なデータ取得にいたっていない。

○炎症・ガン転移（ターゲット：Sphingosine Kinase SPHK 1&2）

スフィンゴシンキナーゼはスフィンゴシンの1位の水酸基リン酸化し、スフィンゴシン1リン酸（S1P）を産生する酵素である。S1Pは血管新生、リンパ球の運動性の調節や神経伝達物質の放出調節など多彩な生理作用を示す。このことから、S1Pをリン酸化、すなわち合成するSPHKは、細胞増殖、アポトーシスの抑制、細胞運動の亢進、免疫機能の調節さらには神経伝達物質の放出などに関与する。本学医学研究科生化学研究室（中村俊一教授）において、SPHK 2の活性がガン転移に関わっていることが明らかとされた。特にSPHK 2がガン細胞への誘導に関連するある種のキナーゼ群の細胞外放出に関わることが示され、その機能を阻害する化合物がガン転移に有効であることが示唆された。昨年度にはSf9昆虫細胞で発現させた組換えSPHK 2の分離精製を行い、結晶化条件のスクリーニングを実施したが結晶化に適した材料ではないことが判明した。宿主細胞をより創薬に適したヒト胎児腎臓由来HEK293S GnTI⁻細胞に変更し、組換えSPHKの発現・分離精製系の確立を試み成功した。ターゲットのPOM（Proof of Mechanism）に資するためのタンパク質の安定供給系の構築に成功しているが、平成29年度は結晶化条件の検索を実施したが現在のところ解析に十分な結晶を得るにいたっていない。

iii) 「計算科学」と「放射光科学」の融合によるイノベーション創出

ひょうご・神戸地区には、世界に誇る先進技術基盤として、播磨地区の大型放射光施設SPring-8、神戸ポートアイランド地区の超並列計算資源 京コンピュータが存在する。これら世界に誇る研究開発リソースを融合することで生まれる地域のイノベーションを加速させることが連携創造本部のミッションとして定義されている。2つの研究技術基盤の現状とその融合に必要な要素について、平成27年度にJST「我が国の未来を拓く地域の実現に関する調査研究」事業の支援を受け、兵庫県立大学、理化学研究所 計算科学研究機構（AICS）、理化学研究所 放射光科学総合研究センター（SPring-8）と共同で、「計算と放射光の融合活用した理論的分子設計が実現する近未来型ものづくりプロセス」をテーマにした調査研究を実施した。その結果、産業界（技術のユーザー）が望むのは、単一技術ではなく融合され、実効性のあるシームレスな技術プラットフォーム

である。即ち、上記の産業界の課題に即した技術の融合が必要である。産業界のニーズの正確な把握→技術の組み合わせ・ギャップの抽出（産学でのプロジェクト・デザイン）→コンソーシアム化、実証・実用化研究→社会実装のスキームが重要であることを導いた。平成27年度～28年度においては、システム×デザイン思考を活用して「ポスト京コンピュータ」構築の戦略立案に資する「ポスト京」の社会受容性を検討するアウトカム調査研究を文部科学省研究振興局・計算科学技術推進室と理化学研究所計算科学研究機構との共同研究として実施した。その結論として、ポスト京を含む次世代スーパーコンピュータは「人間形成」をアウトカムとし文理融合型の研究のエンジンとなるべきであることを導き出した。本共同研究で、学術価値を社会的価値に変換するための集合知活用フレームワークを構築することができた。その知見を生かして先進技術基盤であるSPring-8と京コンピュータの融合によるイノベーション創出を目指す。

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

[論文]

論文名 : Mechanism of M-cell differentiation accelerated by proliferation of indigenous bacteria in rat Peyer's patches.

著者名 : Hideto Yuasa, Youhei Mantani, Natsumi Masuda, Miho Nishida, Masaya Arai, Toshifumi Yokoyama, Hiroki Tsuruta, Nobuhiko Hoshi, Hiroshi Kitagawa

掲載誌, 巻, ページ : The Journal of Veterinary Medical Science, 79(11), pp.1826-1835, 2018

論文名 : Ultrastructural and immunohistochemical study on the lamina propria cells beneath Paneth cells in the rat ileum

著者名 : Youhei Mantani, Miho Nishida, Kyouji Yamamoto, Kazuki Miyamoto, Hideto Yuasa, Natsumi Masuda, Takuya Omotehara, Hiroki Tsuruta, Toshifumi Yokoyama, Nobuhiko Hoshi, Hiroshi Kitagawa

掲載誌, 巻, ページ : Anatomical Record, 301(6), pp.1074-1085, 2018

論文名 : 神戸大学「志」講義 –新時代を切り拓く羅針盤を身につけるために–

著者名 : 鶴田宏樹, 祇園景子, 大村直人, 齋藤政彦

掲載誌, 巻, ページ : 大学教育研究, 27, pp.103-112, 2019 ※

論文名 : Pursuing Origins of (Poly)ethylene Glycol-induced G-quadruplex Structural Modulations

著者名 : M. Trajkovski, T. Endoh, H. Tateishi-Karimata, T. Ohyama, S. Tanaka, J. Plavec, and N. Sugimoto

掲載誌, 巻, ページ : *Nucl. Acids Res.* 46 (2018) 4301-4315 (国際共著) ※

論文名 : Fragment Molecular Orbital Calculations with Implicit Solvent Based on the Poisson–Boltzmann Equation: Implementation and DNA Study

著者名 : Y. Okiyama, T. Nakano, C. Watanabe, K. Fukuzawa, Y. Mochizuki, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *J. Phys. Chem. B* 122 (2018) 4457-4471 ※

論文名 : Computational Analysis of the Interaction Energies between Amino Acid Residues of the Measles Virus Hemagglutinin and Its Receptors

著者名 : F. Xu, S. Tanaka, H. Watanabe, Y. Shimane, M. Iwasawa, K. Ohishi, and T. Maruyama

掲載誌, 巻, ページ : *Viruses* 10 (2018) 236 (18 pages) ※

論文名 : Application of Singular Value Decomposition to the Inter-Fragment Interaction Energy Analysis for Ligand Screening

著者名 : K. Maruyama, Y. Sheng, H. Watanabe, K. Fukuzawa, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *Comput. Theor. Chem.* 1132 (2018) 23-34 ※

論文名 : Towards Good Correlation between Fragment Molecular Orbital Interaction Energies and Experimental IC₅₀ for Ligand Binding: A Case Study of p38 MAP Kinase

著者名 : Y. Sheng, H. Watanabe, K. Maruyama, C. Watanabe, Y. Okiyama, T. Honma, K. Fukuzawa, and Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *Comput. Struct. Biotech. J.* 16 (2018) 421-434 ※

論文名 : Fragment Molecular Orbital Calculations with Implicit Solvent Based on the Poisson–Boltzmann Equation: II. Protein and Its Ligand-Binding System Studies

著者名 : Y. Okiyama, C. Watanabe, K. Fukuzawa, Y. Mochizuki, T. Nakano, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *J. Phys. Chem. B* 123 (2019) 957-973 ※

論文名 : Development of an Automated Fragment Molecular Orbital (FMO) Calculation Protocol toward Construction of Quantum Mechanical Calculation Database for Large Biomolecules

著者名 : C. Watanabe, H. Watanabe, Y. Okiyama, D. Takaya, K. Fukuzawa, S. Tanaka, and T. Honma

掲載誌, 巻, ページ : *Chem-Bio Informatics J.* 19 (2019) 5-18 ※

論文名 : Ab Initio Molecular Dynamics Study of Prebiotic Production Processes of Organic Compounds at Meteorite Impacts on Ocean

著者名 : K. Shimamura, F. Shimojo, A. Nakano, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *J. Comput. Chem.* 40 (2019) 349-359 (国際共著) ※

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名: 科学研究費補助金

研究種目: 基盤研究(B)

受入者名(研究者名): 鶴田宏樹

代表者名: 中塚雅也

研究課題: 農村における人材育成エコシステムの構築に向けた実践的研究

受入金額: 500千円 ※

研究種目: 基盤研究(C)

受入者名(研究者名): 祇園景子

代表者名: 武田浩太郎(東北大学)

研究課題: 学生起業家創出推進に資する学生発明の取扱事例類型化に基づく研修教材策定の調査研究 ※

受入金額: 100千円

○外部資金名: 受託(共同)型協力研究

文部科学省次世代アントレプレナー育成(EDGE-NEXT)事業

主幹機関: 国立大学法人東北大学

研究課題: “EARTH on EDGE”～東北・北海道からの起業復興～

協働機関責任者: 鶴田宏樹

補助金額: 1,933.1千円 ※

寄附金

研究課題: 神戸大学イノベーション人材育成寄附金

受入者: 鶴田宏樹

寄附金額: 510千円 ※

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		国際健康学研究
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻 ・氏名		システム情報学研究科・システム科学専攻・羅志偉
当該 年度	研究員数	3人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）
	外部資金 獲得実績	科学研究費補助金200千円，受託研究経費0千円， 奨学寄附金0千円，その他（JSTさくらサイエンス 2080千円）
	研究成果	特許公開 1 件 論文発表件数 8 件， 著書数 3 件

2. 構成員とその役割分担

氏 名	部局・専攻	役 割 分 担
羅 志偉	システム情報学研究科システム科学専攻	総括
全 昌勤	システム情報学研究科システム科学専攻	健康情報解析
坂本 憲広	医学研究科バイオメディカルサイエンス専攻	
加藤 佳子	人間発達環境学研究科人間発達専攻	健康食科学
喜多 伸一	人文学研究科社会動態専攻	認知行動研究
松尾 貴巳	経営学研究科会計システム専攻	ヘルスケア組織

3. 研究成果の概要等について

本研究プロジェクトは、超少子高齢化社会における健康に関わる学際連携研究、産学連携研究を推進し、今年度は主に以下の研究を研究科横断で行い、数多くの研究成果を得ることができた。

まず、健康機器関連の**企業との研究交流**を活発に行い、企業で開発されている理学療法用機器の工学的な評価研究を実施した。具体的には、頸椎牽引に関する身体筋骨格系と二種類の牽引機器との合成の剛体力学モデルを構築し、各種牽引角度と牽引力で生じた頸椎の変形について計算機シミュレーションと実機実験を行い、二種類の牽引機器による頸椎牽引効果について比較を行った。頸椎はC1からC7までの7個の頸骨から構成されており、各部位における病変により、呼吸困難、感覚異常、肩こり、手のしびれなど、様々な症状が誘発される。各種症状の軽減を図るために、必要な頸椎部位に必要な量の牽引を精確に行うことが重要である。臨床では、現在一般的に医師の経験による処方での患者の症状に応じた牽引角度と牽引力の設定を行ってきた。ほとんどの臨床応用では、患者が座位姿勢での牽引が行われているが、牽引角度と牽引力により、対象者の上半身も動かされ、結果として、頸椎の必要な部位における期待の牽引が正確に実現できない問題が残されている。この課題を改善するために、座位姿勢を適切な角度で垂直方向に回転し、上半身の変動をできるだけ抑えて牽引する手法が開発されている。本研究では、上記の二種類の牽引機器による牽引効果について計算機シミュレーションを用いて各種牽引条件での比較検討を行った。この部分の研究成果は、査読付きの国際論文誌**Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**や査読付きの国際学術会議**IEEE Int. Conf. on ROBIO 2018**で口頭発表された。

また、**データサイエンスの技術発展を重要視**して、本年度は主に人間の感情認識について活発な研究展開を実施した。私たち人間は、顔における表情変化により多様で複雑な感情を表現している。こうした感情表現を的確に認識し、理解することで円滑なコミュニケーションを可能にしている。従来の顔画像処理における感情表現認識の研究は、単純に、喜・怒・哀・楽のように、離散的で単一のラベルで感情を区分し、表情における複合的な感情表現のような複雑な表現や、表情変化の連続性についてはほとんど考察されていなかった。本研究は、複合的な感情表現のような複雑な表情表現や、表情変化の連続生成を目指して、斬新な学習方式を提案し、数値実験を用いてその有効性検証を行っている。具体的には、以下の三つの研究を展開している。まず、単一感情ラベルの顔画像情報から、ラベル緩和による複雑な感情のラベル形成を行い、新たに形成されたラベルを用いた顔認識の精度が向上されたことを確かめた。ここでは、顔表情データセット「**FER2013**」、「**MNIST**」を用いて数値実験を行い、提案手法の有効性を示している。この部分の研究成果は、査読付きの国際論文誌**International Journal of Advanced Intelligence**に掲載された。次に、単一感情ラベルの顔画像情報から、遷移学習による感情表現のマルチラベル形成を行うための学習方式を提案し、数値実験でその提案手法の有効性を評価している。この部分の研究成果は、査読付きの国際論文誌**Applied Science**に掲載された。さらに、表情における感情表現変化の二次元空間における連続性に注目して、二つのパラメータの連続な変化で連続した表情変化を生成する学習方式を提案した。この部分の研究成果は、**人工知能分野で最高レベルの国際学術会議「33rd AAAI**

(Association for the Advancement of Artificial Intelligence) conference」で発表されている。

本研究プロジェクトは、以上各の学際共同研究、企業との共同研究だけでなく、地元神戸市が推進している医療産業都市構想とも協力し合い、恒例の市民向けの平成29年度神戸医療産業都市・京コンピュータ一般公開にて「健康福祉の新技术開発コーナー展示」**神戸大学 羅研究室**で出展するなど活発な社会還元活動を推進し、日本国内外から高く評価された。

さらに、本学主催の国際交流活動に積極的に貢献をし、JSTのさくらサイエンス事業や、中国科学院大学といったトップレベルの大学との各種交流活動、そしてEUにおける本学主催の学術活動に積極的に参加をし、研究成果の披露を行った。

今年度も**2名の学生が博士学位を取得**できた。

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

[論文]

論文名 : Improvement of Multi-body Simulation Model for Comparative Study of Cervical Traction Therapy – Comparison between Inclined and Sitting Traction

著者名 : L. K. F. Wong, Zhiwei Luo, N. Kurusu, and K. Fujino

掲載誌, 巻, ページ : Proc. of 2018 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, ROBIO 2018, 2018, pp. 150–155.

論文名 : Learning Flexible Latent Representations via Encapsulated Variational Encoder

著者名 : Wenjun Bai, Changqin Quan, Zhiwei Luo

掲載誌, 巻, ページ : Proc. of the 33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2019).

論文名 : Adapted Generative Initialisation in Transfer Learning

著者名 : Wenjun Bai, Changqin Quan, Zhiwei Luo

掲載誌, 巻, ページ : Proc. of the 17th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2018).

論文名 : An exploration of integrating rich representation of neural network for question type classification

著者名 : Chanqin Quan, Lei Hua, Xiao Sun, Fuji Ren

掲載誌, 巻, ページ : International Journal of Advanced Intelligence, Vol.9, No.3, pp271-286, 2018.

論文名 : A new factored POMDP model framework for affective tutoring systems

著者名 : Yu Wang, Fuji Ren, Changqin Quan

掲載誌, 巻, ページ : IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 2018.

論文名 : Study of Hepatic Vascular Dynamics Based on Symmetrical Pulsating Perfusion

著者名 : Jun Liu, Lanlan Tian, Songli Wang, Zhiwei Luo

掲載誌, 巻, ページ : IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 2018.

その他 受理された国際論文2件

[特許]

発明名称 : 現象発生判断システム、および、現象発生判断方法

整理番号 : KP16-061

出願国 : 日本

公開番号 : 特開 2018-201782

公開日 : 2018/12/27

[著書]

1. 放送大学出版 「生活環境と情報認知」 共著
2. 近代科学社出版 「ハンドブック ロボット制御学」 共著
3. Springer 「Computer and Information Science, Studies in Computational Intelligence」
共著

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

【 記載例 】

○外部資金名：JSTさくらサイエンス事業

研究種目：さくらサイエンスPJ

代表者名：羅志偉

受入金額：2080千円

○外部資金名：科研費 外国人特別研究員奨励費

代表者名：羅志偉

研究題目：国際貿易システムの数理モデリングと解析

受入金額：200千円

(2) 研究集会の開催(研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る)

研究集会名：**The 9th Kobe University Brussels European Centre Symposium**

Smart Cities, Secure Societies: Breakthroughs in EU and Japan Research Cooperation

主催団体がある場合は主催団体：Kobe University Organised jointly with Vrije Universiteit Brussel

開催日：2018年10月24日

場所：Vrije Universiteit Brussel

研究集会名：Seminar：**Technological change and its impact on labor market**

主催団体がある場合は主催団体：Kobe University Organised jointly with欧州経済社会評議会(EESC)

開催日：2018年11月15日

場所：Kobe University

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		惑星科学国際教育研究プロジェクト
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		理学研究科・惑星科学研究センター・観山 正見
当該年度	研究員数	14人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）
	外部資金獲得実績	科学研究費補助金 88,360千円，受託研究経費 45,004千円，奨学寄附金 1,550千円，その他（19,146千円）
	特許出願件数	0件

2. 構成員とその役割分担

氏 名	部局・専攻	役 割 分 担
観山 正見	理学研究科	研究プログラム総括、CPSセンター長 惑星形成過程とアストロバイオロジー すばる望遠鏡による太陽系外の惑星形成 領域の観測的研究を推進 日本学術会議会員として学術の振興に関 して貢献
上野 宗孝	理学研究科	特命教授 宇宙科学・太陽系探査に関わる創出研究 と、それを実現する宇宙機の高機能化に 関わる研究
林 祥介	理学研究科惑星学専攻	CPS副センター長 惑星大気シミュレーションモデルの開発と大気循環 構造の解明
荒川 政彦	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 惑星衝突と宇宙雪氷学に関する実験的研 究
大槻 圭史	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 衛星・リングの起源および太陽系小天体観測に関す る研究
牧野 淳一郎	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 計算惑星学の研究

高橋 芳幸	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 金星大気放射モデルの構築とそれを用いた金星大気大循環の数値実験
中村 昭子	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 多孔質標的の爆薬クレーター形成実験
瀬戸 雄介	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 惑星構成物質の微細組織に関する鉱物学・結晶学的研究
山崎 和仁	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 地球-生態システムにおけるカタストロフィックシフトの理論的研究
保井 みなみ	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 小天体の衝突過程とテクトニクスに関する実験的研究
笥 楽磨	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 東北日本で発生するスラブ内地震とプレート境界地震の距離減衰特性の震源深さ依存性・東北日本で発生するスラブ内地震、プレート境界地震、アウターライズ地震による強震動と島弧の減衰構造に関する研究
平田 直之	理学研究科惑星学専攻	CPS研究員 小惑星RYUGUの画像データ解析
早田 次郎	理学研究科物理学専攻	CPS研究員 ゲージ場とインフレーションに関する研究
播磨 尚朝	理学研究科物理学専攻	CPS研究員 多極子伝導系の物理の推進
大道 英二	理学研究科物理学専攻	CPS研究員 磁性体・超伝導体の強磁場物性の研究
臼井 文彦	理学研究科	特命助教 近赤外線分光観測による小惑星の含水鉱物探査
檜村 博基	理学研究科	特命助教 金星および火星大気循環の大規模シミュレーション

3. 研究成果の概要等について

本年度(平成30年度)も、神戸大学理学研究科附属惑星科学研究センター(CPS)は惑星科学コミュニティの連携を促す拠点としての活動に努め、特に、神戸大学とJAXA宇宙科学研究所(ISAS)のマッチングファンドによる連携拠点としての活動と計算惑星科学を推進する活動に努めました。宇宙科学研究所との連携拠点としては次の二つの目的を掲げてきました：

目的1 惑星科学の研究手段として太陽系探査を重要な手段と考え、宇宙科学研究所と協力して学術的に優れたミッション(探査計画)を、コミュニティからのボトムアップとして創出する。

目的2 上記の目的を達成するため、惑星科学分野にミッションを推進できる人材を養成する。

宇宙科学研究所との連携拠点目的1の新たなミッション創成に関しては、様々なプロジェクトの推進に向けて、研究会、ワークショップ、勉強会などを多様に実施しました。次期火星衛星探査プロジェクト(MMX)や深宇宙探査技術実証機(DESTINY+計画)など様々な研究会やセミナーが開催され、小型ミッションの形成に向けても、コミュニティとの会合がもたれました。また、惑星探査から科学的成果を得るための基盤的活動としては金星探査機「あかつき」のデータ処理提供への貢献、小惑星探査機「はやぶさ2」の計画推進の支援を行ってきました。一方、計算科学の推進に関しては、ポスト「京」を念頭とした大規模シミュレーションに関する研究会やソフトウェア講習会などの会合を開催しました。このようなCPSを活用した大小の研究会は総計38回にのぼり、CPSが国内の惑星科学研究者のハブになっていることの証左といえます。さらに、上記の目的2に沿った「惑星探査ミッション立案スクール」を前年度に引き続き、2回開催しました。詳細については後述をご覧ください。

平成30年度で、一旦CPSのISAS連携拠点活動は終了しますが、別予算による支援を受けながら、CPSは全国の惑星科学研究のハブとして活動を続けることが計画されています。今後も、神戸大学の惑星科学研究の推進力となると同時に、全国の惑星科学のコミュニティと連携した活動を続けていきたいと思っています。

具体的活動についてはCPSのWebページ(<https://www.cps-jp.org/>)をご覧ください。

探査ミッション立案スクール

第6回探査ミッション立案スクール「月の探査」

日 程：2018年 9月 3日- 8日

開催地：神戸大学統合研究拠点3F：惑星科学研究センター

参加人数：30名　うち受講者人数：10名

近年、国際宇宙探査としても話題になっている月をテーマにスクールを開催しました。月の起源と進化といった基礎的な知識から、地質学的な特徴や電磁環境について専門分野の先生から講演があり、それを踏まえて受講生5人ずつ2グループで探査ミッションの検討が行われました。何を探査するのか、なぜ探査するのかという点で非常に苦慮していましたが、最終的には「極域の氷の探査」「縦穴環境の探査」を探査するという、現実にも行われるような内容にまとめ上げて成果発表会で報告されました。特にこの回では受講生が理学・工学とバランスよくグループ分けされていたこともあり、専門分野や経歴の異なるメンバー同士でグループ検討を

行うというスクールの大きな目的は十分に果たされていました。開催後のアンケートでもきわめて高い評価が与えられていました。開催期間中に台風21号の直撃を受けましたが、受講生・スタッフとも被害はなく無事に終了しました。



(第6回スクールの様子)

第7回探査ミッション立案スクール「太陽系探査」

日 程：2019年1月9日-14日

開催地：神戸大学統合研究拠点3F：惑星科学研究センター

参加人数：40名　うち受講者人数：16名

一連のISAS連携拠点活動としては最終回となることから、対象とするテーマの自由度を拡大し「太陽系探査」として開催しました。対象とする範囲が広いことから、スクール開催前にグループメンバー同士でネットワーク上での議論を深めて、対象とするターゲットを決めた上でスクールに臨むというスタイルを取りました。月、惑星、彗星、小惑星とさまざまな天体を概観する講義を聞いた上で、受講生5-6名ずつのグループがそれぞれ考えてきた対象をさらに先鋭化する検討が行われました。それぞれのテーマで難しさの方向性が異なることから、スタッフも交えて長時間にわたる議論が続きました。最終的には「木星の衛星エウロパの内部海における生命存在可能性の探査」「土星の衛星の多様性の解明に向けたマルチフライバイ」「惑星間塵・星間塵のサンプルリターン」と多様でチャレンジングな探査ミッションが創出されました。この回でも、終了時の受講生による評価は高いもので、大いに満足するスクールとなったといえます。



(第7回スクールの様子)

国際ワークショップ

第二回 ポスト「京」時代の天体形成シミュレーション研究会

日 程：2018年 10 月 12 日（金）

開催地：神戸大学先端融合研究環境統合研究拠点 コンベンションホール・惑星科学研究センター

宇宙の階層的構造形成から銀河形成、そして惑星形成から惑星環境変動の解明を目指して、ポスト「京」運用開始に向けては文部科学省・ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題における重点課題9「宇宙の基本法則と進化の解明」サブ課題C「大規模数値計算と広域宇宙観測データの融合による宇宙進化の解明」（代表：東京大学・吉田直紀）および萌芽的課題3「太陽系外惑星(第二の地球)の誕生と太陽系内惑星環境変動の解明」（代表：神戸大学・牧野淳一郎）では、それぞれの分野においてシミュレーションコードの開発や達成すべきサイエンス目標の議論が精力的に行われています。課題ごとに研究対象としている時間的・空間的スケールは異なるものの、共通の方法論や計算法は存在し、また、課題間で連携することにより、より一層の研究の促進も見込まれるため、分野横断的に議論を行うことを目的とした研究会を開催しました。本研究会は、ポスト「京」重点課題9・サブ課題Cおよび萌芽的課題3、ひょうご神戸サイエンスクラスター協議会の共催として開催しました。。当日は会場にて20名、TV会議で4拠点(筑波大学、岡山大学、米プリンストン大学、蘭ライデン大学)からの接続があり、合計24名(うち外国人4名)が参加しました。招待講演として Thomas Greif 氏(独ハイデルベルグ理論研究所)、Pratik Dayal 氏(蘭フローニンゲン大学)、Maxwell Cai氏(蘭ライデン大学)が講演を行い、他に6件の一般講演がありました。宇宙における構造形成や系外惑星の多様性に関する話題から、大規模並列計算の最適化まで、幅広い話題が議論されました。



(研究会の様子)

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

当該年度において学術誌などに発表した論文・著書等の著者、発表論文名、掲載誌、巻号、ページ、年の各項目及び特許出願について記載して下さい。（受理証明があるものも記載可）
国際共著論文（海外の大学ないし研究機関に所属する研究者が、共著者に含まれている論文）は、著者名の後に（国際共著）と記載して下さい。

複数の研究プロジェクトに所属されている先生で、研究成果の切り分けが難しく、複数のプロジェクトから成果として報告する場合は、その成果のあとに「※」印を付して下さい。

[論文]

論文名：Computer simulations of planetary rings

著者名：Heikki Salo; Keiji Ohtsuki*; Mark Lewis（国際共著）

掲載誌、巻、ページ：Planetary Ring System, PP. 434-493, 2018.4

論文名：Electromagnetic waves propagating in the string axiverse

著者名：Yoshida, Daisuke; Soda, Jiro*

掲載誌、巻、ページ：PROGRESS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL PHYSICS, 4号, 041E01, 2018.4

論文名：Fermi-surface topology of the heavy-fermion system Ce₂PtIn₈

著者名：J. Klotz, K. Götze, E. L. Green, A. Demuer, H. Shishido, T. Ishida, H. Harima*, J. Wosnitza, and I. Sheikin（国際共著）

掲載誌、巻、ページ：PHYSICAL REVIEW B, 97 巻, 16号, 165120, 2018.4

論文名：Splitting Fermi Surfaces and Heavy Electronic States in Non-Centrosymmetric U₃Ni₃Sn₄

著者名：Maurya, Arvind; Harima, Hisatomo*; Nakamura, Ai; et al.

掲載誌、巻、ページ：JOURNAL OF THE PHYSICAL SOCIETY OF JAPAN, 87 巻, 4号, 044703, 2018.4

論文名：The AKARI IRC asteroid flux catalogue: updated diameters and albedos

著者名：Alí-Lagoa, Victor; Müller, Thomas G.; 臼井 文彦*; 長谷川 直（国際共著）

掲載誌、巻、ページ：ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 612巻, A85, 2018.5

論文名：Initiation of a lightning search using the lightning and airglow camera onboard the Venus orbiter Akatsuki

著者名：TAKAHASHI Yukihiro; SATO Mitsuteru; IMAI Masataka; LORENZ Ralph; YAIR Yoav; APLIN Karen; FISCHER Georg; NAKAMURA Masato; ISHII Nobuaki; ABE Takumi; SATOH Takehiko; IMAMURA Takeshi; HIROSE Chikako; SUZUKI Makoto; HASHIMOTO George L.; HIRATA Naru; YAMAZAKI Atsushi; SATO Takao M.; YAMADA Manabu; MURAKAMI Shin-ya; YAMAMOTO Yukio; FUKUHARA Tetsuya; OGOHARA Kazunori;

ANDO Hiroki; SUGIYAMA Ko-ichiro; KASHIMURA Hiroki*; OHTSUKI Shoko (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Earth, Planets and Space, 70巻, May号, 2018 5

論文名 : Discovery of moganite in a lunar meteorite as a trace of H₂O ice in the Moon's regolith

著者名 : Masahiro Kayama, Naotaka Tomioka, Eiji Ohtani, Yusuke Seto*, Hiroshi Nagaoka, Jens Götze, Akira Miyake, Shin Ozawa, Toshimori Sekine, Masaaki Miyahara, Kazushige Tomeoka, Megumi Matsumoto, Naoki Shoda, Naohisa Hirao and Takamichi Kobayashi (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : SCIENCE ADVANCES, 4巻, 5号, eaar4378, 2018.5

論文名 : Deformation-induced crystallographic-preferred orientation of hcp-iron: An experimental study using a deformation-DIA apparatus

著者名 : Yu Nishihara, Tomohiro Ohuchi, Takaaki Kawazoe, Yusuke Seto*, Genta Maruyama, Yuji Higo, Ken-ichi Funakoshi, Yoshinori Tange, Tetsuo Irifune

掲載誌, 巻, ページ : EARTH AND PLANETARY SCIENCE LETTERS, 490巻, PP.151-160, 2018.5

論文名 : NMR spectrum analysis for CrAs at ambient pressure

著者名 : H. Kotegawa, S. Nakahara, K. Matsushima, H. Tou, E. Matsuoka, H. Sugawara, H. Harima*

掲載誌, 巻, ページ : PHYSICA B-CONDENSED MATTER, 536巻, PP.810-812, 2018.5

論文名 : Fermi surfaces of the pyrite-type cubic AuSb₂ compared with split Fermi surfaces of the ullmannite-type cubic chiral NiSbS and PdBiSe

著者名 : K. Nishimura, M. Kakihana, A. Nakamura, D. Aoki, H. Harima*, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki

掲載誌, 巻, ページ : PHYSICA B-CONDENSED MATTER, 536巻, PP.643-648, 2018.5

論文名 : Small Fermi surfaces of PtSn₄ and Pt₃In₇

著者名 : T. Yara, M. Kakihana, K. Nishimura, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, H. Harima*

掲載誌, 巻, ページ : PHYSICA B-CONDENSED MATTER, 536巻, PP.625-633, 2018.5

論文名 : Fermi surfaces properties of AuAl₂, AuGa₂, and AuIn₂ with the CaF₂-type cubic structure

著者名 : K. Nishimura, M. Kakihana, F. Suzuki, T. Yara, M. Hedo, T. Nakama, Y. Ōnuki, H. Harima*

掲載誌, 巻, ページ : PHYSICA B-CONDENSED MATTER, 536巻, PP.588-596, 2018.5

論文名 : Ge-73-NMR study on magnetic fluctuations of ferromagnetic superconductor UGe₂

著者名 : Y. Noma, H. Kotegawa, T. Kubo, H. Tou, H. Harima*, Y. Haga, E. Yamamoto, Y. Ōnuki, K.M. Itoh, E.E. Haller, A. Nakamura, Y. Homma, F. Honda, D. Aoki (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : PHYSICA B-CONDENSED MATTER, 536巻, PP. 543-545, 2018.5

- 論文名 : Superlattice formation lifting degeneracy protected by nonsymmorphic symmetry through a metal-insulator transition in RuAs
 著者名 : H. Kotegawa, K. Takeda, Y. Kuwata, J. Hayashi, H. Tou, H. Sugawara, T. Sakurai, H. Ohta, H. Harima*
 掲載誌, 巻, ページ : PHYSICAL REVIEW MATERIALS , 2巻, 5号055001, 2018.5
- 論文名 : Extreme temperature and precipitation response to solar dimming and stratospheric aerosol geoengineering
 著者名 : Ji Duoying; Fang Songsong; Curry Charles L.; Kashimura Hiroki*; Watanabe Shingo; Cole Jason N. S.; Lenton Andrew; Muri Helene; Kravitz Ben; Moore John C (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : Atmospheric Chemistry and Physics, 18 巻, 14号, PP10133-10156, 20186
- 論文名 : Estimating the porosity structure of granular bodies using the Lane-Emden equation applied to laboratory measurements of the pressure-density relation of fluffy granular samples
 著者名 : Tomomi Omura; Akiko M. Nakamura*
 掲載誌, 巻, ページ : The Astrophysical Journal, 860巻, 123号, 7pages, 2018.6
- 論文名 : Exploring the string axiverse and parity violation in gravity with gravitational waves
 著者名 : Yoshida, Daisuke; Soda, Jiro*
 掲載誌, 巻, ページ : INTERNATIONAL JOURNAL OF MODERN PHYSICS D, 27巻, 9号, 850096, 2018.6
- 論文名 : Conversion of gravitons into dark photons in cosmological dark magnetic fields
 著者名 : Masaki, Emi; Soda, Jiro*
 掲載誌, 巻, ページ : PHYSICAL REVIEW D, 98巻, 2号, 023540, 2018.6
- 論文名 : Odd-parity electronic multipolar ordering in URu2Si2: Conclusions from Si and Ru NMR measurements
 著者名 : S. Kambe, Y. Tokunaga, H. Sakai, T. Hattori, N. Higa, T. D. Matsuda, Y. Haga, R. E. Walstedt, and H. Harima* (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : PHYSICAL REVIEW B, 97巻, 23号, 235142, 2018.6
- 論文名 : High-contrast Polarimetry Observation of the T Tau Circumstellar Environment
 著者名 : Yang, Yi M., et al. (全55人, 35人目Shoken Miyama*) (国際共著)
 掲載誌, 巻, ページ : ASTROPHYSICAL JOURNAL, 861巻, 2号, 133, 2018.7
- 論文名 : Thermal conductivity of lunar regolith simulant JSC-1A under vacuum
 著者名 : Sakatani, N.; Ogawa, K.#; Arakawa, M.*; Tanaka, S.
 掲載誌, 巻, ページ : Icarus, 309巻, PP.13-24, 2018.7

論文名 : Pressure Effect on Zero-Field Splitting Parameter of Hemin: Model Case of Hemoproteins under Pressure

著者名 : Okamoto, Tsubasa; Ohmichi, Eiji*; Saito, Yu; et al.

掲載誌, 巻, ページ : JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B, 122巻, 27号, PP.6880-6887, 2018.7

論文名 : Fortran interface layer of the framework for developing particle simulator FDPS

著者名 : Daisuke Namekata; Masaki Iwasawa; Keigo Nitadori; Ataru Tanikawa; Takayuki Muranushi; Long Wang; Natsuki Hosono; Kentaro Nomura; Junichiro Makino* (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Publications of the Astronomical Society of Japan , 70巻, 4号, PP70, 2018.8

論文名 : Subaru/HiCIAO HKs Imaging of LKHa 330: Multi-band Detection of the Gap and Spiral-like Structures

著者名 : Uyama, Taichi., et al. (全59人, 37人目 Shoken Miyama*) (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : ASTROPHYSICAL JOURNAL, 156巻, 2号, 63, 2018.8

論文名 : Non-holonomic geometric structures of rigid body system in Riemann-Cartan space

著者名 : Yajima, Takahiro; Yamasaki, Kazuhito*; Nagahama, Hiroyuki

掲載誌, 巻, ページ : JOURNAL OF PHYSICS COMMUNICATIONS, 2巻, 8号, UNSP 085008, 2018.8

論文名 : Force-detected high-frequency electron spin resonance spectroscopy using magnet-mounted nanomembrane: Robust detection of thermal magnetization modulation

著者名 : H .Takahashi, T .Okamoto, K .Ishimura, S .Hara, E .Ohmichi*, H.Ohta

掲載誌, 巻, ページ : REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, 89巻, 8号, 083905, 2018. 8

論文名 : Laboratory experiments on agglomeration of particles in a granular stream

著者名 : Nagaashi Y, Omura T, Kiuchi M, Nakamura A M*, Wada K, Hasegawa S

掲載誌, 巻, ページ : PROGRESS IN EARTH AND PLANETARY SCIENCE, 5巻, 52(14pp) , 2018.9

論文名 : Cosmological imprints of string axions in plateau

著者名 : Soda, Jiro*; Urakawa, Yuko

掲載誌, 巻, ページ : EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C, 78巻, 9号, 2018.9

論文名 : Orbital Characterization of GJ1108A System, and Comparison of Dynamical Mass with Model-derived Mass for Resolved Binaries

著者名 : T. Mizuki., et al. (全58人, 41人目 Shoken Miyama*) (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : ASTROPHYSICAL JOURNAL , 865巻, 2号, 152, 2018.10

論文名 : Ultralightweight x-ray telescope missions: ORBIS and GEO-X

著者名 : Yuichiro Ezoe; Yoshizumi Miyoshi; Satoshi Kasahara; Tomoki Kimura; Kumi Ishikawa; Masaki Fujimoto; Kazuhisa Mitsuda; Hironori Sahara; Naoki Isobe; Hiroshi Nakajima; Takaya Ohashi; Harunori Nagata; Ryu Funase; Munetaka Ueno*; Graziella Branduardi-Raymont (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : J. of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems , 4巻, 46001, 2018.10

論文名 : Colors of Centaurs observed by the Subaru Hyper Suprime-Cam and implications for their origin

著者名 : H. Sakugawa; T. Terai; K. Ohtsuki*; F. Yoshida; N. Takato; P. S. Lykawka; S.-Y. Wang (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Publ. Astron. Soc. Japan, 2018.10

論文名 : AKARI mid-infrared slitless spectroscopic survey of star-forming galaxies at $z \lesssim 0.5$

著者名 : Ohya, Y.; Wada, T.; Matsuhara, H.; Takagi, T.; Malkan, M.; Goto, T.; Egami, E.; Lee, H.-M.; Im, M.; Kim, J. H.; Pearson, C.; Inami, H.; Oyabu, S.; Usui, F. *; Burgarella, D.; Mazyed, F.; Imanishi, M.; Jeong, W.-S.; Miyaji, T.; Díaz Tello, J.; Nakagawa, T.; Serjeant, S.; Takeuchi, T. T.; Toba, Y.; White, G. J.; Hanami, H.; Ishigaki, T. (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 618巻, A101, 2018.10

論文名 : Gravitational wave forest from string axiverse

著者名 : Kitajima, Naoya; Soda, Jiro*; Urakawa, Yuko

掲載誌, 巻, ページ : JOURNAL OF COSMOLOGY AND ASTROPARTICLE PHYSICS , 10号,008, 2018.10

論文名 : Relevance of ultrafine grains in the magnetic fabric of paleosols

著者名 : Bradak, B.; Seto, Y*; Hyodo, M.; et al. (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : GEODERMA , 330巻, PP.125-135, 2018.11

論文名 : Impact-induced chemical fractionation as inferred from hypervelocity impact experiments with silicate projectiles and metallic targets

著者名 : Clement GANINO; Guy LIBOUREL; Akiko M. NAKAMURA*; Suzanne JACOMET; Olivier TOTTEREAU; Patrick MICHEL (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Meteoritics & Planetary Science , 53巻, 11号, PP.2306-2326, 2018.11

論文名 : Asteroid Ryugu before the Hayabusa2 encounter

著者名 : K. Wada; M. Grott; P. Michel; K. J. Walsh; A. M. Barucci; J. Biele; J. Blum; C. M. Ernst; J. T. Grundmann; A. Hagermann; M. Hamm; M. Jutzi; M.-J. Kim; E. Kührt; L. L. Corre; G. Libourel; R. Lichtenheldt; A. Maturilli; S. R. Messenger; T. Michikami; H. Miyamoto; S. Mottola; T. Müller; A. M. Nakamura*; L. R. Nittler; K. Ogawa; T. Okada; E. Palomba; N.

Sakatani; S. Schröder; H. Senshu; D. Takir; M. E. Zolensky; International Regolith Science Group (IRSG) in Hayabusa2 project (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Progress in Earth and Planetary Science, 5巻, 82号, 2018.12

論文名 : Physical properties of near-Earth asteroids with a low delta-v: Survey of target candidates for the Hayabusa2 mission

著者名 : Hasegawa, Sunao; Kuroda, Daisuke; Kitazato, Kohei; Kasuga, Toshihiro; Sekiguchi, Tomohiko; Takato, Naruhisa; Aoki, Kentaro; Arai, Akira; Choi, Young-Jun; Fuse, Tetsuharu; Hanayama, Hidekazu; Hattori, Takashi; Hsiao, Hsiang-Yao; Kashikawa, Nobunari; Kawai, Nobuyuki; Kawakami, Kyoko; Kinoshita, Daisuke; Larson, Steve; Lin, Chi-Sheng; Miyasaka, Seidai; Miura, Naoya; Nagayama, Shogo; Nagumo, Yu; Nishihara, Setsuko; Ohba, Yohei; Ohta, Kouji; Ohyama, Youichi; Okumura, Shin-ichiro; Sarugaku, Yuki; Shimizu, Yasuhiro; Takagi, Yuhei; Takahashi, Jun; Toda, Hiroyuki; Urakawa, Seitaro; Usui, Fumihiko*; Watanabe, Makoto; Weissman, Paul; Yanagisawa, Kenshi; Yang, Hongu; Yoshida, Michitoshi; Yoshikawa, Makoto; Ishiguro, Masateru; Abe, Masanao (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Publications of the Astronomical Society of Japan, 70巻, 6号, id.114, 2018.12

論文名 : AKARI/IRC near-infrared asteroid spectroscopic survey: AcuA-spec

著者名 : Usui, Fumihiko*; Hasegawa, Sunao; Ootsubo, Takafumi; Onaka, Takashi

掲載誌, 巻, ページ : Publications of the Astronomical Society of Japan, 71巻, 1号, id.1, 2019.1

論文名 : Revised wavelength and spectral response calibrations for AKARI near-infrared grism spectroscopy: Post-cryogenic phase

著者名 : Baba, Shunsuke; Nakagawa, Takao; Usui, Fumihiko*; Yamagishi, Mitsuyoshi; Onaka, Takashi

掲載誌, 巻, ページ : Publications of the Astronomical Society of Japan, 71巻, 1号, id.2, 2019.1

論文名 : AKARI mid-infrared slit-less spectroscopic catalogue

著者名 : Yamagishi, Mitsuyoshi; Yamamura, Issei; Mizuki, Toshiyuki; Ootsubo, Takafumi; Baba, Shunsuke; Usui, Fumihiko*; Onaka, Takashi

掲載誌, 巻, ページ : Publications of the Astronomical Society of Japan, 71巻, 1号, id.3, 2019.1

論文名 : Luminosity function of faint sporadic meteors measured with a wide-field CMOS mosaic camera Tomo-e PM

著者名 : Ohsawa, Ryou; Sako, Shigeyuki; Sarugaku, Yuki; Usui, Fumihiko*; Ootsubo, Takafumi; Fujiwara, Yasunori; Sato, Mikiya; Kasuga, Toshihiro; Arimatsu, Ko; Watanabe, Jun-ichi; Doi, Mamoru; Kobayashi, Naoto; Takahashi, Hidenori; Motohara, Kentaro; Morokuma, Tomoki; Konishi, Masahiro; Aoki, Tsutomu; Soyano, Takao; Tarusawa, Ken'ichi; Mori, Yuki; Nakada, Yoshikazu; Ichiki, Makoto; Arima, Noriaki; Kojima, Yuto; Morita, Masahiro; Shigeyama, Toshikazu; Ita, Yoshifusa; Kokubo, Mitsuru; Mitsuda, Kazuma; Maehara, Hiroyuki;

Tominaga, Nozomu; Yamashita, Takuya; Ikeda, Shiro; Morii, Mikio; Urakawa, Seitaro;
Okumura, Shin-ichiro; Yoshikawa, Makoto

掲載誌, 巻, ページ : Planetary and Space Science, 165巻, PP.281-292, 2019.1

論文名 : A kilometre-sized Kuiper belt object discovered by stellar occultation using amateur
telescopes

著者名 : Arimatsu, K.; Tsumura, K.; Usui, F*.; Shinnaka, Y.; Ichikawa, K.; Ootsubo, T.; Kotani, T.;
Wada, T.; Nagase, K.; Watanabe, J.

掲載誌, 巻, ページ : Nature Astronomy, 3巻, PP.301-306, 2019.1

論文名 : Planetary-scale streak structure reproduced in high-resolution simulations of the Venus
atmosphere with a low-stability layer

著者名 : Hiroki Kashimura*; Norihiko Sugimoto; Masahiro Takagi; Yoshihisa Matsuda; Wataru
Ohfuchi; Takeshi Enomoto; Kensuke Nakajima; Masaki Ishiwatari; Takao M. Sato; George L.
Hashimoto; Takehiko Satoh; Yoshiyuki O. Takahashi*; Yoshi-Yuki Hayashi*

掲載誌, 巻, ページ : Nature Communications, 10号, PP.23, 2019. 1

論文名 : JAMSTEC Model Intercomparison Project (JMIP)

著者名 : Chihiro Kodama; Akira Kuwano-Yoshida; Shingo Watanabe; Takeshi Doi; Hiroki
Kashimura*; Tomoe Nasuno

掲載誌, 巻, ページ : JAMSTEC Rep. Res. Dev, 28巻, PP.5-34, 2019.3

論文名 : The surface composition of asteroid 162173 Ryugu from Hayabusa2 near-infrared
spectroscopy

著者名 : K. Kitazato; R. E. Milliken; T. Iwata; M. Abe; M. Ohtake; S. Matsuura; T. Arai; Y. Nakauchi;
T. Nakamura; M. Matsuoka; H. Senshu; Naru Hirata; T. Hiroi; C. Pilorget; R. Brunetto; F.
Poulet; L. Riu; J.-P. Bibring; D. Takir; D. L. Domingue; F. Vilas; M. A. Barucci; D. Perna; E.
Palomba; A. Galiano; K. Tsumura; T. Osawa; M. Komatsu; A. Nakato; T. Arai; N. Takato; T.
Matsunaga; Y. Takagi; K. Matsumoto; T. Kouyama; Y. Yokota; E. Tatsumi; N. Sakatani; Y.
Yamamoto; T. Okada; S. Sugita; R. Honda; T. Morota; S. Kameda; H. Sawada; C. Honda; M.
Yamada; H. Suzuki; K. Yoshioka; M. Hayakawa; K. Ogawa#; Y. Cho; K. Shirai; Y. Shimaki;
Naoyuki Hirata*; A. Yamaguchi; N. Ogawa; F. Terui; T. Yamaguchi; Y. Takei; T. Saiki; S.
Nakazawa; S. Tanaka; M. Yoshikawa; S. Watanabe; Y. Tsuda (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Science, eaav7432, 2019.3

論文名 : The western bulge of 162173 Ryugu formed as a result of a recent deformation process

著者名 : M. Hirabayashi; E. Tatsumi; H. Miyamoto; G. Komatsu; S. Sugita; S. Watanabe; D. J.
Scheeres; O. S. Barnouin; P. Michel; C. Honda; T. Michikami; Y. Cho; T. Morota; N. Hirata;
N. Hirata*; N. Sakatani; S. R. Schwartz; R. Honda; Y. Yokota; S. Kameda; H. Suzuki; T.

Kouyama; M. Hayakawa; M. Matsuoka; K. Yoshioka; K. Ogawa#; H. Sawada; M.

Yoshikawa; Y. Tsuda (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Astrophysical Journal Letters, 2019.3

論文名 : Shape of (101955) Bennu indicative of a rubble pile with internal stiffness

著者名 : O. S. Barnouin; M. G. Daly; E. E. Palmer; R. W. Gaskell; J. R. Weirich; C. L. Johnson; M. M. Al Asad; J. H. Roberts; M. E. Perry; H. C. M. Susorney; R. T. Daly; E. B. Bierhaus; J. A. Seabrook; R. C. Espiritu; A. H. Nair; L. Nguyen; G. A. Neumann; C. M. Ernst; W. V. Boynton; M. C. Nolan; C. D. Adam; M. C. Moreau; B. Rizk; C. Y. Drouet D'Aubigny; E. R. Jawin; K. J. Walsh; P. Michel; S. R. Schwartz; R.-L. Ballouz; E. M. Mazarico; D. J. Scheeres; J. W. McMahon; W. F. Bottke; S. Sugita; Naru Hirata; Naoyuki Hirata*; S.-i. Watanabe; K. N. Burke; D. N. DellaGiustina; C. A. Bennett; D. S. Lauretta; The OSIRIS-REx Team (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Nature Geoscience, 12巻, PP.247-252, 2019.3

論文名 : The geomorphology, color, and thermal properties of Ryugu: Implications for parent-body processes

著者名 : S. Sugita; R. Honda; T. Morota; S. Kameda; H. Sawada; E. Tatsumi; M. Yamada; C. Honda; Y. Yokota; T. Kouyama; N. Sakatani; K. Ogawa#; H. Suzuki; T. Okada; N. Namiki; S. Tanaka; Y. Iijima; K. Yoshioka; M. Hayakawa; Y. Cho; M. Matsuoka; Naru Hirata; Naoyuki Hirata*; H. Miyamoto; D. Domingue; M. Hirabayashi; T. Nakamura; T. Hiroi; T. Michikami; P. Michel; R.-L. Ballouz; O. S. Barnouin; C. M. Ernst; S. E. Schröder; H. Kikuchi; R. Hemmi; G. Komatsu; T. Fukuhara; M. Taguchi; T. Arai; H. Senshu; H. Demura; Y. Ogawa; Y. Shimaki; T. Sekiguchi; T. G. Müller; A. Hagermann; T. Mizuno; H. Noda; K. Matsumoto; R. Yamada; Y. Ishihara; H. Ikeda; H. Araki; K. Yamamoto; S. Abe; F. Yoshida; A. Higuchi; S. Sasaki; S. Oshigami; S. Tsuruta; K. Asari; S. Tazawa; M. Shizugami; J. Kimura; T. Otsubo; H. Yabuta; S. Hasegawa; M. Ishiguro; S. Tachibana; E. Palmer; R. Gaskell; L. Le Corre; R. Jaumann; K. Otto; N. Schmitz; P. A. Abell; M. A. Barucci; M. E. Zolensky; F. Vilas; F. Thuillet; C. Sugimoto; N. Takaki; Y. Suzuki; H. Kamiyoshihara; M. Okada; K. Nagata; M. Fujimoto; M. Yoshikawa; Y. Yamamoto; K. Shirai; R. Noguchi; N. Ogawa; F. Terui; S. Kikuchi; T. Yamaguchi; Y. Oki; Y. Takao; H. Takeuchi; G. Ono; Y. Mimasu; K. Yoshikawa; T. Takahashi; Y. Takei; A. Fujii; C. Hirose; S. Nakazawa; S. Hosoda; O. Mori; T. Shimada; S. Soldini; T. Iwata; M. Abe; H. Yano; R. Tsukizaki; M. Ozaki; K. Nishiyama; T. Saiki; S. Watanabe; Y. Tsuda (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Science, eaaw0422, 2019.3

論文名 : Hayabusa2 arrives at the carbonaceous asteroid 162173 Ryugu - A spinning top-shaped rubble pile

著者名 : S. Watanabe; M. Hirabayashi; Naru Hirata; Naoyuki Hirata*; R. Noguchi; Y. Shimaki; H. Ikeda; E. Tatsumi; M. Yoshikawa; S. Kikuchi; H. Yabuta; T. Nakamura; S. Tachibana; Y.

Ishihara; T. Morota; K. Kitazato; N. Sakatani; K. Matsumoto; K. Wada; H. Senshu; C. Honda; T. Michikami; H. Takeuchi; T. Kouyama; R. Honda; S. Kameda; T. Fuse; H. Miyamoto; G. Komatsu; S. Sugita; T. Okada; N. Namiki; M. Arakawa*; M. Ishiguro; M. Abe; R. Gaskell; E. Palmer; O. S. Barnouin; P. Michel; A. S. French; J. W. McMahon; D. J. Scheeres; P. A. Abell; Y. Yamamoto; S. Tanaka; K. Shirai; M. Matsuoka; M. Yamada; Y. Yokota; H. Suzuki; K. Yoshioka; Y. Cho; S. Tanaka+; N. Nishikawa+; T. Sugiyama; H. Kikuchi; R. Hemmi; T. Yamaguchi; N. Ogawa; G. Ono; Y. Mimasu; K. Yoshikawa; T. Takahashi; Y. Takei; A. Fujii; C. Hirose; T. Iwata; M. Hayakawa; S. Hosoda; O. Mori; H. Sawada; T. Shimada; S. Soldini; H. Yano; R. Tsukizaki; M. Ozaki; Y. Iijima; K. Ogawa#; M. Fujimoto; T.-M. Ho; A. Moussi; R. Jaumann; J.-P. Bibring; C. Krause; F. Terui; T. Saiki; S. Nakazawa; Y. Tsuda (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Science, eaav8032, 2019.3

[査読なし論文]

論文名 : 土星の環は何を語るか

著者名 : 大槻 圭史*

掲載誌, 巻, ページ : パリティ, 33巻, 4号, PP.20-24, 2018.4

論文名 : Small satellites with MEMS X-ray telescopes for x-ray astronomy and solar system exploration

著者名 : Yuichiro Ezoe; Yoshizumi Miyoshi; Satoshi Kasahara; Tomoki Kimura; Kumi Ishikawa; Masaki Fujimoto; Kazuhisa Mitsuda; Hironori Sahara; Naoki Isobe; Hiroshi Nakajima; Takaya Ohashi; Haruki Nagata; Ryu Funase; Munetaka Ueno*; Graziella Branduardi-Raymont (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Proceedings of the SPIE, 106990巻, 106990V (15pp.), 2018.7

論文名 : 超小型衛星の将来に向けて

著者名 : 上野 宗孝*

掲載誌, 巻, ページ : 天文月報, 111巻, 7号, PP.430-434, 2018.7

論文名 : 高密度強震データによる東北日本のスラブ内・プレート境界地震の距離減衰特性の検討

著者名 : 笥 楽磨*

掲載誌, 巻, ページ : 第15回日本地震工学シンポジウム論文集, PP.263-272, 2018.12

論文名 : High porosity nature of the top-shape C-type asteroid 162173 Ryugu as observed by Hayabusa2

著者名 : S. Watanabe; M. Hirabayashi; N. Hirata; N. Hirata*; R. Noguchi; Y. Shimaki; H. Ikeda; E. Tatsumi; M. Yoshikawa; S. Kikuchi; H. Yabuta; T. Nakamura; S. Tachibana; Y. Ishihara; T. Morota; K. Kitazato; N. Sakatani; K. Matsumoto; K. Wada; H. Senshu; C. Honda; T.

Michikami; H. Takeuchi; T. Kouyama; R. Honda; S. Kameda; T. Fuse; H. Miyamoto; G. Komatsu; S. Sugita; T. Okada; N. Namiki; M. Arakawa*; M. Ishiguro; M. Abe; R. Gaskell; E. Palmer; O. S. Barnouin; P. Michel; A. S. French; J. W. McMahon; D. J. Scheeres; P. A. Abell; Y. Yamamoto; S. Tanaka; K. Shirai; M. Matsuoka; M. Yamada; Y. Yokota; H. Suzuki; K. Yoshioka; Y. Cho; S. Tanaka; N. Nishikawa; T. Sugiyama; H. Kikuchi; R. Hemmi; T. Yamaguchi; N. Ogawa; G. Ono; Y. Mimasu; K. Yoshikawa; T. Takahashi; Y. Takei; A. Fujii; C. Hirose; T. Iwata; M. Hayakawa; S. Hosoda; O. Mori; H. Sawada; T. Shimada; S. Soldini; H. Yano; R. Tsukizaki; M. Ozaki; Y. Iijima; K. Ogawa#; M. Fujimoto; T.-M. Ho; A. Moussi; R. Jaumann; J.-P. Bibring; C. Krause; F. Terui; T. Saiki; S. Nakazawa; Y. Tsuda * (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Proceedings of Lunar and Planetary Science Conference, 50, PP.1265, 2019. 3

論文名 : 水を湛たたえた小惑星たち —「あかり」による小惑星の含水鉱物探査

著者名 : 臼井 文彦*

掲載誌, 巻, ページ : ISASニュース (宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所), 456号, 1-3, 2019.3

[著書]

なし

[特許]

なし

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名: 科学研究費補助金(研究代表者)

研究種目: 新学術領域研究(研究領域提案型)

代表者名: 播磨 尚朝

研究課題名: J-Physics: 多極子伝導系の物理の研究総括

受入金額: 21,970千円

研究種目: 新学術領域研究(研究領域提案型)

代表者名: 播磨 尚朝

研究課題名: 強相関多極子物質の開発

受入金額: 23,582千円

研究種目: 新学術領域研究(研究領域提案型)

代表者名: 早田 次郎

研究課題名: 重力波で探る重力セクターでのパリティの破れとアクシオンダークマター

受入金額: 1,040千円

研究種目: 基盤研究(B)

代表者名: 大槻 圭史

研究課題名: 太陽系における衛星系の特徴と多様性の起源の解明

受入金額: 2,990千円

研究種目: 基盤研究(B)

代表者名: 瀬戸 雄介

研究課題名: 原始太陽系を模擬した浮遊溶融システムの新規開発

受入金額: 7,670千円

研究種目: 基盤研究(B)

代表者名: 荒川 政彦

研究課題名: フラッシュX線を用いた衝突破壊の観測と小惑星サイズ頻度分布の衝突進化への応用

受入金額: 2,990千円

研究種目: 基盤研究(B)

代表者名: 早田 次郎

研究課題名: 自発的対称性の破れで解明するCMBアノーマリーの起源

受入金額: 1,390千円

研究種目：基盤研究 (B)

代表者名：中村 昭子

研究課題名：微小重力実験による小天体レゴリス上のクレータースケール則の構築

受入金額：2,990千円

研究種目：基盤研究 (C)

代表者名：臼井 文彦

研究課題名：小惑星における水文学：「あかり」衛星の近赤外線分光観測による小惑星の
含水鉱物探査

受入金額：2,140千円

研究種目：挑戦的研究

代表者名：早田 次郎

研究課題名：微小重力実験による小天体レゴリス上のクレータースケール則の構築

受入金額：3,395千円

研究種目：挑戦的研究

代表者名：大道 英二

研究課題名：誘導ラマン反強磁性共鳴を用いたマルチポート光非相反性素子

受入金額：3,510千円

研究種目：若手研究 (B)

代表者名：保井みなみ

研究課題名：重力支配域における氷のクレータースケール則の確立と冥王星の進化史の解明

受入金額：910千円

研究種目：若手研究 (B)

代表者名：檜村 博基

研究課題名：惑星大気大循環に関する階層的数値モデル群の構築による金星大気超回転の解明

受入金額：648千円

○外部資金名：科学研究費補助金（研究分担者）

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

代表者名：臼井 寛裕（宇宙航空研究開発機構） 分担者： 荒川 政彦

研究課題名：惑星大気大循環に関する階層的数値モデル群の構築による金星大気超回転の解明

受入金額：1,040千円

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

代表者名：野原 実(岡山大学) 分担者：播磨 尚朝

研究課題名：強相関多極子物質の開発

受入金額：9,685千円

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

代表者名：玄田 英典(東京工業大学) 分担者：高橋 芳幸

研究課題名：太陽系天体における水・物質循環のモデリング

受入金額：650千円

研究種目：基盤研究(A)

代表者名：松田 佳久(東京学芸大学) 分担者：樫村 博基

研究課題名：あかつき・地上観測と数値モデリングの連携による金星大気力学の研究

受入金額：780千円

研究種目：基盤研究(B)

代表者名：今村 剛(東京大学) 分担者：林 祥介

研究課題名：電波掩蔽観測と数値実験による惑星大気重力波の研究

受入金額：650千円

研究種目：基盤研究(B)

代表者名：荒川 政彦 分担者：大槻 圭史

研究課題名：フラッシュX線を用いた衝突破壊の観測と小惑星サイズ頻度分布の衝突進化への応用

受入金額：100千円

研究種目：基盤研究(B)

代表者名：大槻 圭史 分担者：平田 直之

研究課題名：太陽系における衛星系の特徴と多様性の起源の解明

受入金額：100千円

研究種目：基盤研究(B)

代表者名：台坂 博(一橋大学) 分担者：大槻 圭史

研究課題名：太陽系における衛星系の特徴と多様性の起源の解明

受入金額：50千円

研究種目：基盤研究(C)

代表者名：台坂 博(一橋大学) 分担者：牧野 淳一郎

研究課題名：計算機の中の惑星探査：計算機の中の惑星リングの実現にむけて

受入金額：50千円

○外部資金名：受託（共同）型 協力研費 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
代 表 者 名：観山 正見
研 究 題 目：「大学共同利用連携拠点の設置・運営に係る協定」に基づく共同研究
受 入 金 額：18,700千円

○外部資金名：受託（共同）型 受託研究 大学共同利用機関法人自然科学研究機構
代 表 者 名：林 祥介
研 究 題 目：CPSが推進する惑星科学研究における新グループ形成プログラム
受 入 金 額：4,000千円

○外部資金名：受託（共同）型 受託研究 文部科学省 萌芽的課題3
代 表 者 名：牧野 淳一郎
研 究 題 目：太陽系外惑星（第二の地球）の誕生と太陽系内惑星環境変動の解明（生命を育む惑星の起源・進化と惑星環境変動の解明）
受 入 金 額：27,575千円

○外部資金名：受託（共同）型 受託研究 国立研究開発法人理化学研究所
代 表 者 名：牧野 淳一郎
研 究 題 目：ヘテロジニアスメニーコア計算機による大規模計算科学
受 入 金 額：7,500千円

○外部資金名：受託（共同）型 受託研究 国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構
代 表 者 名：牧野 淳一郎
研 究 題 目：FPGA IPと可変精度演算コアの融合による超低消費電力エッジヘビーコンピューティング向けSoCの研究開発
受 入 金 額：5,929千円

○外部資金名：奨学寄附金 国立研究開発法人理化学研究所
代 表 者 名：林 祥介
研 究 題 目：ポスト「京」、ポスト・ポスト「京」をみすえたハードウェア・アルゴリズム・ソフトウェアの総合的研究
受 入 金 額：1,500千円

（２）受賞（賞名称、受賞対象、受賞者名、授与機関名、受賞年・月）（KUIDにあわせる）

2019年度藤原賞

（授与機関名：日本気象学会、対象研究テーマ：地球流体力学・惑星気象学の推進ならびに関連知見集積のための情報基盤の構築）

受賞者名：林 祥介

受賞年月：平成31年3月

(3) 特論の実施内容

当該年度には、構成員による特論は実施されませんでした。

(4) 研究集会の開催（研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る）

研究集会名：第25回 CPS 月惑星探査研究会：太陽系探査システムの将来に向けたWS

開催日：2018年 4月9日

場所：東京工業大学 大岡山キャンパス

研究集会名：CPS/WTk Mini-Workshop on Planetary Fluids

主催団体：地球流体電脳倶楽部

開催日：2018年4月16日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：第26回 CPS 月惑星探査研究会：太陽系探査システムの将来に向けたWS

開催日：2018年 4月23-24日

場所：名古屋大学・宇宙地球環境研究所

研究集会名：第27回 CPS 月惑星探査研究会：太陽系探査システムの将来に向けたWS

開催日：2018年 5月11日

場所：東京大学・本郷キャンパス

研究集会名：9th Workshop on Catastrophic Disruption in the Solar System

主催団体：CD9 SOC&LOC

開催日：2018年5月14-17日

場所：生田神社会館

研究集会名：「太陽系小天体物質研究の新展開」研究会

開催日：2018年5月21日

場所：神戸大学東京オフィス

研究集会名：第28回 CPS 月惑星探査研究会:太陽系データワークショップ III

開催日：2018年6月11日

場所：JAXA宇宙科学研究所

研究集会名：惑星科学コンソーシアムと大型研究計画に関するインフォーマルミーティング

開催日：2018年6月23日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：ポスト「京」萌芽的課題・計算惑星 本格実施フェーズ推進検討会議

開催日：2018年7月6日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：FDPS講習会 (C++, Fortran)

開催日：2018年8月3日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：Formura ワークショップ

開催日：2018年8月8日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：ヘテロジニアス・メニーコア計算機による大規模計算科学課題第3回研究連絡会議WS

開催日：2018年8月9日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：The 11th meeting on Cosmic Dust

主催団体：Cosmic Dust SOC & LOC

開催日：2018年8月13-17日

場所：JAXA宇宙科学研究所

研究集会名：2018 年夏の GFD セミナー

主催団体：地球流体電脳倶楽部

開催日：2018年8月23-26日

場所：支笏湖休暇村

研究集会名：第6回探査ミッション立案スクール「月の探査」

主催団体：神戸大学惑星科学研究センター

開催日：2018年9月3-8日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：第二回ポスト「京」時代の天体形成シミュレーション研究会

開催日：2018年10月12日

場所：コンベンションホール、惑星科学研究センター

研究集会名：第11回スペースガード研究会

主催団体：特定非営利活動法人 日本スペースガード協会

開催日：2018年11月3日

場所：千葉工業大学東京スカイツリータウンキャンパス

研究集会名：Subaru Workshop on Small Solar System Bodies

主催団体：Subaru Workshop on Small Solar System Bodies SOC & LOC

開催日：2018年11月19-21日

場所：コンベンションホール

研究集会名：ワークショップ「地球惑星科学における流体力学」(FDEPS) 2018

主催団体：地球流体電脳倶楽部

開催日：2018年11月27-30日

場所：関西セミナーハウス

研究集会名：宇宙プラズマにおける粒子加速ワークショップ

開催日：2018年11月29-30日

場所：名古屋大学・東山キャンパス

研究集会名：衝突研究会、天体の衝突物理の解明 (XIV)～探査機はやぶさの成果と挑戦：初号機から2号機へ～

主催団体：日本惑星科学会衝突研究会

開催日：2018年12月17-19日

場所：コンベンションホール

研究集会名：月極域探査ワークショップその3

主催団体：宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 国際宇宙探査推進チーム

開催日：2018年12月19日

場所：御茶ノ水ソラシティ カンファレンスセンターEAST

研究集会名：第7回探査ミッション立案スクール「太陽系探査」

主催団体：神戸大学惑星科学研究センター

開催日：2019年 1月9-14日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：惑星科学フロンティアセミナー2018

主催団体：惑星科学フロンティアセミナー実行委員会

開催日：2019年 2月18-19日

場所：北海道大学理学部8号館2階コスモスタジオ

研究集会名：第20回惑星圏研究会

主催団体：惑星圏研究会 SOC & LOC

開催日：2019年 2月18-21日

場所：東北大学 青葉ホール

研究集会名：第11回惑星探査データ解析実習会

主催団体：月惑星探査育英会 実行委員会

開催日：2019年 2月18-21日

場所：会津大学

研究集会名：ポスト「京」萌芽的課題・計算惑星 第3回 公開シンポジウム

開催日：2019年3月13日

場所：東京工業大学地球生命研究所三島ホール

研究集会名：超小型衛星利用シンポジウム

主催団体：東京大学国際オープンイノベーション機構

開催日：2019年3月18-19日

場所：東京大学工学部2号館213号室

研究集会名：地球流体データ解析・数値計算ワークショップ

主催団体：地球流体電脳倶楽部

開催日：2019年3月27-29日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：CPSセミナー「太陽・原始星における磁気活動」高棹 真介(名古屋大学)

開催日：2018年6月27日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：CPSセミナー「コンドルールは飛んで行かない～珪酸塩球粒の酸素同位体比から原始太陽系星雲での固体粒子の移動を探る～」牛久保孝行（海洋研究開発機構）

開催日：2018年6月28日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：CPS/WTWセミナー「金星GCMで得られた熱潮汐波の3次元構造」高木 征弘(京都産業大学)

開催日：2018年7月23日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：CPSセミナー「隕石に記録された小惑星の形成場所と軌道進化」藤谷 渉（茨城大学）

開催日：2018年12月21日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：CPS/物理学専攻合同セミナー「雷が反物質の雲をつくる」榎戸 輝揚（京都大学）

開催日：2019年1月18日

場所：神戸大学六甲台キャンパス 自然科学総合研究棟

研究集会名：CPSセミナー「木曾超広視野 CMOS カメラ Tomo-e Gozen による微光流星観測」大澤 亮(東京大学)

開催日：2019年3月6日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：CPSセミナー「宇宙科学と宇宙開発と日本」上野 宗孝（神戸大学CPS）

開催日：2019年3月7日

場所：惑星科学研究センター

研究集会名：CPSセミナー「海惑星のハビタビリティ」中山 陽史（東京大学）

開催日：2019年3月15日

場所：惑星科学研究センター

(5) その他、研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項

・プレスリリース

瀬戸 雄介 Science Advances 論文掲載

Kayama et al. Discovery of moganite in a lunar meteorite as a trace of H₂O ice in the Moon's regolith. Science Advances, doi:10.1126/sciadv.aar4378.

2018年5月7日

臼井 文彦 赤外線天文衛星「あかり」、小惑星に水を発見— 小惑星の進化過程に赤外線観測で迫る：リュウグウなど始原的小惑星を理解する大きな手がかりに —
記者会見 JAXA東京事務所 2018年12月17日

NHK「おはよう日本」、朝日新聞、毎日新聞、読売新聞、日本経済新聞他に掲載
2018年12月18日

第35回神戸大学長定例記者会見「赤外線天文衛星『あかり』小惑星に水を発見」の研究成果説明 2019年1月25日

樫村 博基 神戸新聞, しんぶん赤旗, 科学新聞 Nature Communications論文掲載 プレスリリース (神戸大学, 宇宙航空研究開発機構, 慶應義塾大学, 京都産業大学, 海洋研究開発機構)
Hiroki Kashimura, Wataru Ohfuchi, Yoshiyuki O. Takahashi, Yoshi-Yuki Hayashi et al. Planetary-scale streak structure reproduced in high-resolution simulations of the Venus atmosphere with a low-stability layer Nature Communications 10 Article number 23, 2019年1月9日

・共催企画

上野 宗孝 宇宙学校・こうべ 「はやぶさ」から「はやぶさ2」へ！
神戸市青少年科学館 2018年5月13日 司会、宇宙学校校長

秋の企画展『はやぶさ2』をもっと知ろう

神戸市青少年科学館 2018年10月13日(土)～11月25日(日) 企画、監修

サイエンスカフェ『「はやぶさ2」のタッチダウンと挑戦』

神戸市青少年科学館 2019年3月9日 企画、講演

荒川 政彦 宇宙学校・こうべ 「はやぶさ」から「はやぶさ2」へ！

神戸市青少年科学館 2018年5月13日 講師

・取材協力

荒川 政彦 神戸新聞, 3億キロ先で物質採取 探査機の到着心待ちの教授 2018年6月14日

朝日新聞, 亡き研究者の夢「リュウグウ」へ 2019年2月21日

「ニュースウォッチ9」(NHK総合テレビ) 「はやぶさ2 次の挑戦 人工クレーターをつくれ！」

2019年3月18日

大槻 圭史 Newton, 土星リングに関する論文解説記事(4月号掲載) 2019年1月

読売新聞, 土星探査機カッシーニの科学成果 2019年2月

臼井 文彦 新潟県民エフエム放送(FM PORT) MORNING GATE 「冥王星って知ってる? ランキング」
の解説 2019年2月18日

Newton 2019年3月号 「小惑星ベンヌで水の成分を検出」 2019年3月号

平成 30 年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		次世代サブサーフェスイメージングシステム	
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		数理データサイエンスセンター 理学研究科・化学専攻 木村 建次郎	
当該年度	研究員数	人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）	
	外部資金	科学研究費補助金 千円，受託研究経費 315,857 千円，	
	獲得実績	奨学寄附金 180,4 千円，その他（ 千円）	
	特許出願件数	0件	

2. 構成員とその役割分担

氏 名	部局・専攻	役 割 分 担
木村 建次郎	数理サイエンスセンター 理学研究科・化学専攻	サブサーフェスイメージング装置開発
茶谷 絵理	理学研究科・化学専攻	サブサーフェスイメージング装置開発
和田 昭英	理学研究科・化学専攻	可視光レーザーTomographyに関する技術指導
高尾 信太郎	医学研究科	サブサーフェスイメージング医療応用
三木 万由子	兵庫県立がんセンター	サブサーフェスイメージング医療応用
河野 誠之	社会医療法人 製鉄記念広畑病院・乳腺外科部長	サブサーフェスイメージング医療応用
舘田 英加	プレシオ国際特許事務所・弁理士	サブサーフェスイメージング知財戦略
土井 恭二	(株) Integral Geometry Science・代表取締役	サブサーフェスイメージング装置開発
木村 憲明	(株) Integral Geometry Science・代表取締役	サブサーフェスイメージング装置開発
佐藤 宣夫	千葉工業大学 工学部 機械電子創成工学科	ナノ計測

宮戸 祐治	大阪大学	ナノ計測
美馬 勇輝	Integral Geometry Science・上級基礎科学研究員	サブサーフェスイメージング装置開発
木戸彰彦	一般財団法人日本自動車研究所 F C・E V研究部	サブサーフェスイメージング自動車応用に関する技術指導
坂本直子	凸版印刷株式会社 生活・産業事業本部	サブサーフェスイメージング医療応用
野村 彩英子	凸版印刷株式会社 生活・産業事業本部	サブサーフェスイメージング医療応用
清水俊彦	神戸市立工業高等専門学校	サブサーフェスイメージング自動車応用
三熊 敏靖	日本薬科大学 分子機能科学分野	サブサーフェスイメージング防犯技術応用に関する指導
野北 和宏	クイーンズランド大学	電子デバイス計測
呂宗昕	國立臺灣大學	サブサーフェスイメージング蓄電池応用に関する指導

3. 研究成果の概要等について

乳癌検診の課題、高濃度乳房問題は、応用数学上の未解決問題、散乱の逆問題を木村らが世界で初めて解析的に解くことによって解決策が見出された^{1,2}。この解法は、多重経路散乱場の逆解析理論と呼ばれる。物体の表面上で発生した波動が物体内部の構造によって散乱、物体表面に散乱によって生成した波動が到達した際、これらの観測結果を境界条件として、物体内部の3次元構造を、“多次元空間の散乱場の方程式”を解くことによって完全に決定することができる。この理論は勿論、電磁波、弾性波、電子波など、あらゆる波動に適用、物体内部の3次元構造を理論的に完全に決定することができ、ラドン変換のみであったトモグラフィ分野に革新がもたらされた。(図1)

この多重経路散乱場の逆解析理論を基に、これまでのAMED 医療分野研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）、世界最高性能のスペクトラム拡散通信理論を用いた超広帯域レーダ、マイクロ波マンモグラフィを開発²⁻¹⁶、約300人の臨床試験を実施し(図2)、90%を超える検出感度を達成従来の他の乳癌検診技術では検出困難とされる高濃度乳房における乳癌、乳管内進展癌を検出し(図3)、一気に実用化に近づいた。現在、経産省の開発ガイドラインの策定をすすめている。

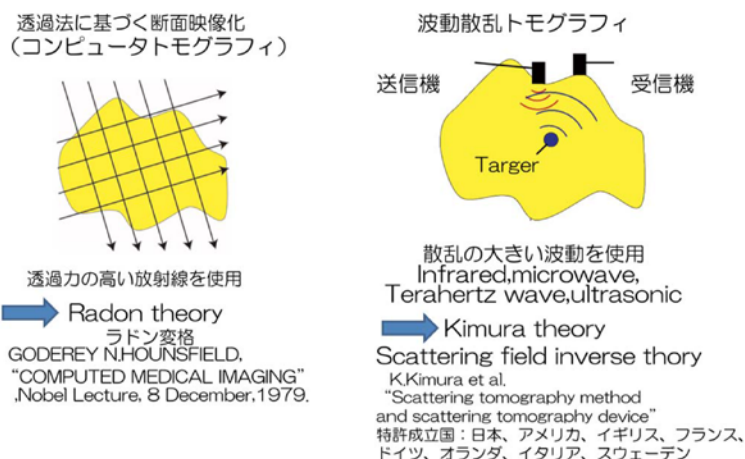


図1：神戸大木村らによる多重経路散乱場の逆解析理論の発明とトモグラフィ分野におけるブレークスルー。

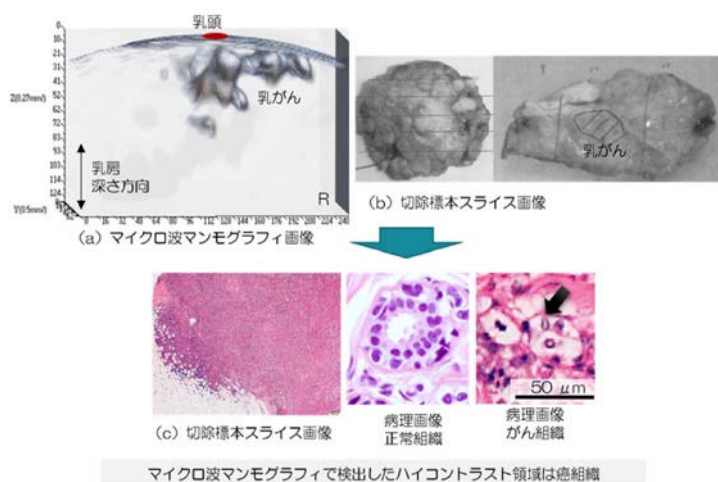


図2：マイクロ波マンモグラフィ画像と病理診断との対応。

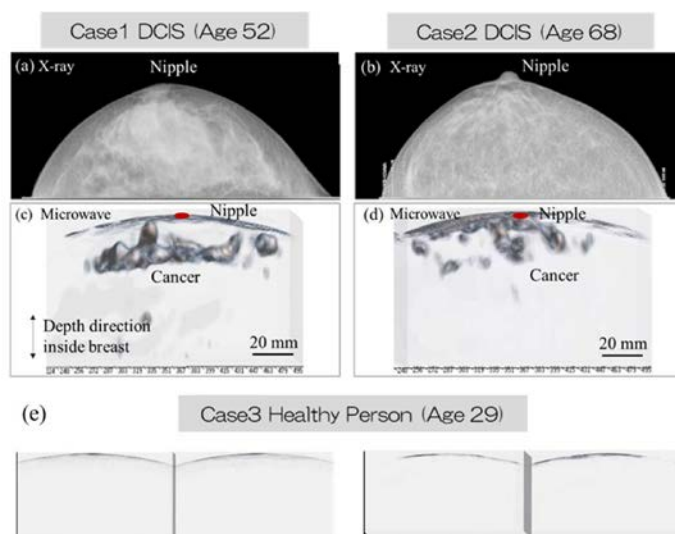


図3：(a),(b) 乳管内進展癌のX線マンモグラフィ画像, (c),(d) マイクロ波マンモグラフィ画像, 乳管内進展癌の明瞭な映像化に成功, (e) 健常者のマイクロ波マンモグラフィ画像。

「マイクロ波マンモグラフィが何故、X線マンモグラフィを凌駕し高濃度乳房に有効なのか、学術的根拠」 高濃度乳房は、X線が通りにくい乳房であり、非高濃度乳房との違いは、乳房内で乳房全体にネット状に存在しているクーパー靱帯である(図4(c))。クーパー靱帯は、高次構造を有するコラーゲン繊維から成り、乳房の他の組織を占める有機材料に比べて原子密度が高いため、X線マンモグラフィでは、X線の遮断材料となる。このクーパー靱帯の発達した若年層の女性では、乳がん組織が存在した場合、クーパー靱帯にX線が遮断されてしまい、乳がん組織のコントラストを得ることができない。すなわち白紙の画像となってしまふ。この事実は、X線マンモグラフィを様々な角度から撮影するCT法に拡張した場合も同様である。CT法では、複数の透過画像から、ラドン変換により、3次元画像を構築するが、白紙を何十枚、何百枚合成しても白紙であり、映像化は不可能である。このネット状のクーパー靱帯は乳房内にて、乳房を取り囲むように全域に位置している。このクーパー靱帯や乳腺や脂肪など、乳房を構成する組織のサイズから、体積比率を概算すると90%以上が脂肪となる(図4(a))。脂肪自体は、分子がファンデルワールス力で弱く結合した状態を保っており、原子密度自体は低くX線の透過性が高いが、クーパー靱帯にさえぎられてしまうことが、高濃度乳房にX線マンモグラフィを適用するのが難しい理由となる。乳がん検診でX線マンモグラフィが難しい場合、超音波技術を活用する場合がある。ただし、超音波が乳房内を伝搬できるのは高々表面から1-2cm程度となる。その理由は、前述した脂肪における分子間のファンデルワールス力による弱い結合である。マイクロ波でイメージング可能な対象を考察する場合は、対象物の電気伝導性が重要な要素となる。乳房は、主要組織である脂肪や、前述したX線の遮断材料であるクーパー靱帯は絶縁体であるため、マイクロ波は貫通する。つまり、極論すると乳房のサイズが無限に大きいとしてもマイクロ波は伝搬し続けることになる。乳房を伝搬したマイクロ波は、胸筋に到達し、胸筋に吸収される。すなわち、乳房は理想的なマイクロ波の吸収体上に配置されていることになる。マイクロ波マンモグラフィがなぜ乳がん検出に適しているかは、高濃度乳房であっても非高濃度乳房であってもその組成を分子論的に考察した場合、明らかに絶縁体であるためであり、高濃度乳房、非高濃度乳房の双方において、明瞭に乳がんを映像化することができるのである(図4)。

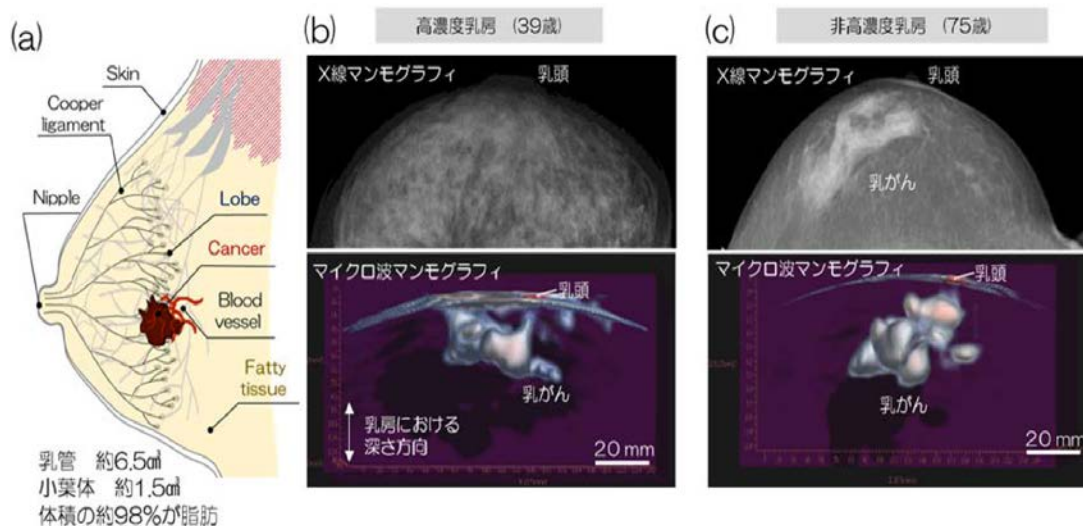


図4：(a)乳房内の構造, (b)高濃度乳房におけるX線マンモグラフィ画像とマイクロ波マンモグラフィ画像.

(参考引用文献)

1. 木村建次郎, 木村憲明, 散乱トモグラフィ方法および散乱トモグラフィ装置, PCT/JP2014/000722
2. 第1回日本医療研究開発大賞 内閣官房 健康医療戦略室 内閣広報室, 2017, 2017年11月17日
3. Kenjiro Kimura, Akari Inagaki, K. Yuki Mima, N. K. Doi, Nao Yamamoto, Tomoko Tsuruhara, Natsuko Watanabe, Yutaka Konishi, Koji Okamoto, Yuen Sachiko, Hajime Matsumoto, K. Yamagami, 31th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, The Japan Society of Applied Physics, Sapporo Park Hotel, 2018.
4. 木村建次郎, 稲垣明里, 山下祐司, 河野誠之, 三木万由子, 広利浩一, 橋本知久, 佐久間淑子, 高尾信太郎, 土井恭二, 木村憲明, 第64回応用物理学会春季学術講演会, 横浜, 2017.
5. K. Kimura, A. Inagaki, S. Kono, H. Tanino, T. Hashimoto, T. Sakuma, M. Miki, S. Takao, N. Watanabe, Y. Konishi, K. Okamoto, H. Matsumoto, K. Yamagami, Y. Mima, K. Doi and N. Kimura, 第26回日本乳癌学会学術総会, 国立京都国際会館, Vol. 第26回, p.259, 2018.
6. 稲垣明里, 木村建次郎, 木村憲明, 土井恭二, 美馬勇輝, 河野誠之, 谷野祐一, 高尾信太郎, 三木万由子, 廣利浩一, 橋本知久, 佐久間淑子, 岡本交二, 渡邊奈津子, 小西豊, 山神和彦, 松本元, 第26回日本乳癌学会学術総会, 国立京都国際会館, 2018.
7. 木村建次郎, 稲垣明里, 高尾信太郎, 小西豊, 渡邊奈津子, 岡本交二, 松本元, 山神和彦, 美馬勇輝, 土井恭二, 木村憲明, 第40回日本乳腺甲状腺超音波医学会学術集会, 京王プラザホテル, 東京, 2018.
8. 稲垣明里, 木村建次郎, 河野誠之, 谷野裕一, 三木万由子, 高尾信太郎, 渡邊奈津子, 小西豊, 岡本交二, 松本元, 山神和彦, 美馬勇輝, 土井恭二, 木村憲明, 第65回応用物理学会春季学術講演会, 早稲田大学西早稲田キャンパス, pp. 11-224, 2018.
9. 木村建次郎, 稲垣明里, 河野誠之, 木村憲明, 三木万由子, 広利浩一, 橋本知久, 佐久間淑子, 高尾信太郎, 第25回日本乳癌学会学術総会, 福岡, 2017.
10. 高尾信太郎, 曾山みさを, 松尾容子, 三木万由子, 田根香織, 広利浩一, 木村建次郎, 佐久間淑子, 橋本知久, 木村憲明, 第25回日本乳癌学会学術総会, マリンメッセ福岡・福岡国際会議場, 2017.
11. 高尾信太郎, 木村建次郎, 三木万由子, 広利浩一, 橋本知久, 佐久間淑子, 木村憲明, 第23回日本乳癌学会学術総会, 東京国際フォーラム, 2015.
12. 高尾信太郎, 松尾容子, 三木万由子, 田根香織, 広利浩一, 木村建次郎, 田村沙綾, 佐久間淑子, 橋本知久, 田中優子, 河野誠之, 山下祐司, 木村憲明, 第24回日本乳癌学会学術総会, 東京ビッグサイト, 2016.
13. 木村建次郎, 木村憲明, 広利浩一, 橋本知久, 佐久間淑子, 三木万由子, 高尾信太郎, 第25回日本乳癌検診学会学術総会, つくば国際会議場, 2015.
14. 木村建次郎, 向殿麦, 木村憲明, 三木万由子, 高尾信太郎, 第62回応用物理学会春季学術講演会, 東海大学, 2015.
15. 河野誠之, 田中優子, 山下祐司, 木村建次郎, 木村憲明, 高尾信太郎, 第25回日本乳癌画像研究会, 名古屋国際会議場, 2016.
16. 田中優子, 木村建次郎, 田村沙綾, 山下祐司, 河野誠之, 高尾信太郎, 三木万由子, 木村憲明, 第24回日本乳癌学会学術総会, 東京ビッグサイト, 2016.

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

[論文]

1.
論文名：蓄電池内部-非破壊高分解能電流密度分布映像化技術に関する研究
著者名：木村建次郎, 松田聖樹, 鈴木章吾, 美馬勇輝, 木村憲明
掲載誌, 巻, ページ：金属, 88巻5号, pp.31-40, 2018年
2.
論文名：平行金属平板間の非破壊高速電流イメージング
著者名：松田聖樹, 鈴木章吾, 美馬勇輝, 木村憲明, 木村 建次郎
掲載誌, 巻, ページ：アカデミックプラザ講演論文集, 88巻5号, AP-18, 2018年6月
3.
論文名：乳癌早期発見！新たな解析理論に基づく電波を用いた世界最高性能のマンモグラフィを開発
著者名：木村建次郎
掲載誌, 巻, ページ：平成29年度戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE) 研究開発成果事例集(SCOPE NOW 2017), p.6, 2018年4月

[特許]

1.
発明の名称：分布解析装置製造方法
出願者：国立大学法人神戸大学
発明者：木村建次郎
出願日：2011年5月9日 国際出願日：2012年5月1日
出願番号：特願2011-104143 PCT出願番号：PCT/JP2012/002951
○日本 登録日：2016年11月11日 登録番号：6035535
○米国 登録日：2017年2月14日 登録番号：US9568567 B2
○欧州 登録日：2018年7月11日 登録番号：2708884
○台湾 登録日：2014年12月1日 登録番号：I463161
2.
発明の名称：分布解析装置および分布解析製造方法
出願者：国立大学法人神戸大学
発明者：木村建次郎
出願日：2013年2月25日 国際出願日：2014年2月13日
出願番号：特願2013-035177 PCT出願番号：PCT/JP2014/000743
○日本 登録日：2017年12月15日 登録番号：6257053
○欧州 登録日：2018年5月16日 登録番号：2960668
○中国 登録日：2017年10月13日 登録番号：ZL 2014 8 0010105.3
○台湾 登録日：2016年2月1日 登録番号：I463161
3.
発明の名称：散乱トモグラフィ方法および散乱トモグラフィ装置製造方法
出願者：国立大学法人神戸大学, IGI
発明者：木村建次郎
出願日：2013年2月12日 国際出願日：2014年2月12日
出願番号：特願2013-025043 PCT出願番号：PCT/JP2014/000722
○日本 登録日：2018年3月16日 登録番号：6305974
○欧州 登録日：2016年11月23日 登録番号：EP2957925B1
○イギリス 登録日：2016年11月23日 登録番号：EP2957925B1
○フランス 登録日：2016年11月23日 登録番号：EP2957925B1
○ドイツ 登録日：2016年11月23日 登録番号：602014005077.8
○オランダ 登録日：2016年11月23日 登録番号：EP2957925B1
○イタリア 登録日：2016年11月23日 登録番号：502016000128173

○スウェーデン 登録日：2016年11月23日 登録番号：EP2957925B1

4.

発明の名称：散乱トモグラフィ方法および散乱トモグラフィ装置製造方法

出願者：国立大学法人神戸大学,IGI

発明者：木村建次郎

出願日：2014年3月13日 国際出願日：2015年3月11日

出願番号：特願2016-507364 PCT出願番号：PCT/JP2014/000722

○日本 登録日：2019年1月25日登録番号：特許第6468570号

○欧州 登録日：2016年11月23日 登録番号：EP2957925B2016-5073641

○米国 登録日：2018年10月16日 登録番号：10101282 B2

5.

発明の名称：電池検査装置および電池検査方法

出願者：国立大学法人神戸大学,IGI

発明者：木村建次郎

出願日：2014年3月13日 国際出願日：2015年3月11日

出願番号：特願2014-049798 PCT出願番号：PCT/JP2015/001343

○日本 登録日：2019年1月11日 登録番号：特許第6461095号

6.

発明の名称：線状部材の診断装置及び診断方法

出願者：国立大学法人神戸大学,IGI

発明者：木村建次郎

出願日：2015年3月13日 国際出願日：2015年3月11日

出願番号：特願2015-050183 PCT出願番号：PCT/JP2015/001343

○日本登録日：2018年12月21日 登録番号：特許第6452130号

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名: 受託(共同)型協力研究

AMED 医療分野研究成果展開事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム)

代表者名: 木村建次郎

研究題目: 次世代乳癌スクリーニングのためのマイクロ波散乱場断層イメージングシステムの開発

受入金額: 237,368千円(直接: 182,591千円、間接: 54,777千円)

○外部資金名: 受託(共同)型協力研究

NEDO 平成29年度「ベンチャー企業等によるエネルギー革新技術支援事業」(フェーズB)

代表者名: 木村建次郎

研究題目: 超高エネルギー密度蓄電池の健全性診断技術と社会インフラへの展開

受入金額: 49,877千円(直接: 40,035千円、間接: 9,841千円)

○外部資金名: 受託(共同)型協力研究

JST 未来社会創造事業 探索加速型 平成29年度「世界一の安全・安心社会の実現」

応募重点公募テーマひとりひとりに届く危機対応ナビゲーターの構築

代表者名: 木村建次郎

研究題目: スーパーセキュリティゲートの実現

受入金額: 28,613円(直接: 22,010千円、間接: 6,603円)

(2) 受賞(賞名称, 受賞対象, 受賞者名, 授与機関名, 受賞年・月)(KUIDにあわせる)

応用物理学会講演奨励賞

(授与機関名: 応用物理学会, 対象研究テーマ: マイクロ波散乱場断層イメージングシステムを用いた高濃度乳房における乳癌スクリーニング)

受賞者名: 稲垣明里

受賞年月: 平成30年5月12日

ポスター発表 優秀発表賞 受賞

(機関名: 神戸大学, 対象研究テーマ: 超高感度サブサーフェスイメージングと深層学習を用いた画像分類に関する研究)

受賞者: 石田舞

受賞年月: 平成30年10月27日

コンテスト 優秀賞

(機関名: テクノ愛実行委員会, 対象研究テーマ: 超高感度磁気計測と画像再構成法を用いた世界初の次世代防犯検査システム)

受賞者: 鈴木草吾

受賞年月: 平成30年11月23日

(3) 特論の実施内容 【記載例】

担当者氏名	日時、コマ数	言語	内容
該当なし			

(4) 研究集会の開催(研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る)
該当なし

(5) その他, 研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項

- 2018年5月12日 読売新聞夕刊 第23412号(関西版)1面
2018年5月12日 読売新聞夕刊 第51126号(関東版)10面
2018年5月15日 The Japan News by The Yomiuri Shimbun3面
- ◆関連ニュース
 - 痛くない乳がん検査、なでるだけで鮮明立体画像(YOMIURI ONLINE 科学・IT)
 - 乳がんを微弱電波で検査…神戸大など開発(YOMIURI ONLINE 関西発)
 - Researchers develop ‘pain-free’ breast cancer detection method (The Japan News by The Yomiuri Shimbun)
 - 「痛くない乳がん検査、なでるだけで鮮明立体画像」 dニュース livedoorNEWS
- 2018年6月26日放送 朝日放送テレビ キャスト 調べちゃウォーカー!
- 2018年6月25日公開 メディカルノート
“マイクロ波を使った乳がん画像診断 第26回日本乳癌学会学術総会レポート”
にて第26回日本乳癌学会学術総会での発表を紹介
- 2018年5月12日発表 博報堂生活総合研究所 未来年表にて乳癌検査機器を紹介
“女性に痛みを与えず乳がんを発見する、高精度の画像検査機器がこのころ事業化する”
- 2018年8月30日 神戸新聞夕刊(第43302号1面)
- 2018年9月5日放送 NHK ガッテン にて紹介
- 2018年9月12日放送 【関西テレビ 報道ランナー】にて特集
「乳がん検診に“大革命” 「痛くない」 「精度もアップ」 妊娠・授乳中でも検診が可能になる世界初の技術」
- 2018年10月3日放送 【日本テレビ スッキリ】にて紹介
“進化する乳がん検査&抗がん剤”
- 2018年9月26日放送 ABCラジオ「ドッキリハッキリ三代澤康司です」にて新しい乳癌検査技術としてマイクロ波マンモグラフィが紹介される。
- 「女性自身」第61巻第37号 pp.54-55 “オブジーボだけじゃない! がん医療の最先端②” にて紹介
- 2018年10月21日 【しらべえ】にて紹介
乳がん検診「痛い」「被ばくの心配」も解決 世界初のマンモグラフィを神戸大教授が開発
- 2018年11月18日 東洋経済オンライン HILLS LIFE
“実は超難しい「乳がん診断」、スゴイ新技術”
- 2019年1月15日放送 テレビ東京【日経プラス10】にて特集
“微弱電波で「乳がん検診」 痛くないマンモグラフィ”
- 2019年1月27日, 神戸国際会議場, 神戸医療産業都市推進機構主催の講演会(招待)
タイトル: 次世代乳がん検診に向けた世界初のマイクロ波マンモグラフィの開発と臨床研究
-高濃度乳房にも有効な痛みのない、被曝のない、造影剤を用いない高感度乳がん画像診断技

術の実現-

学会発表（本人登壇）

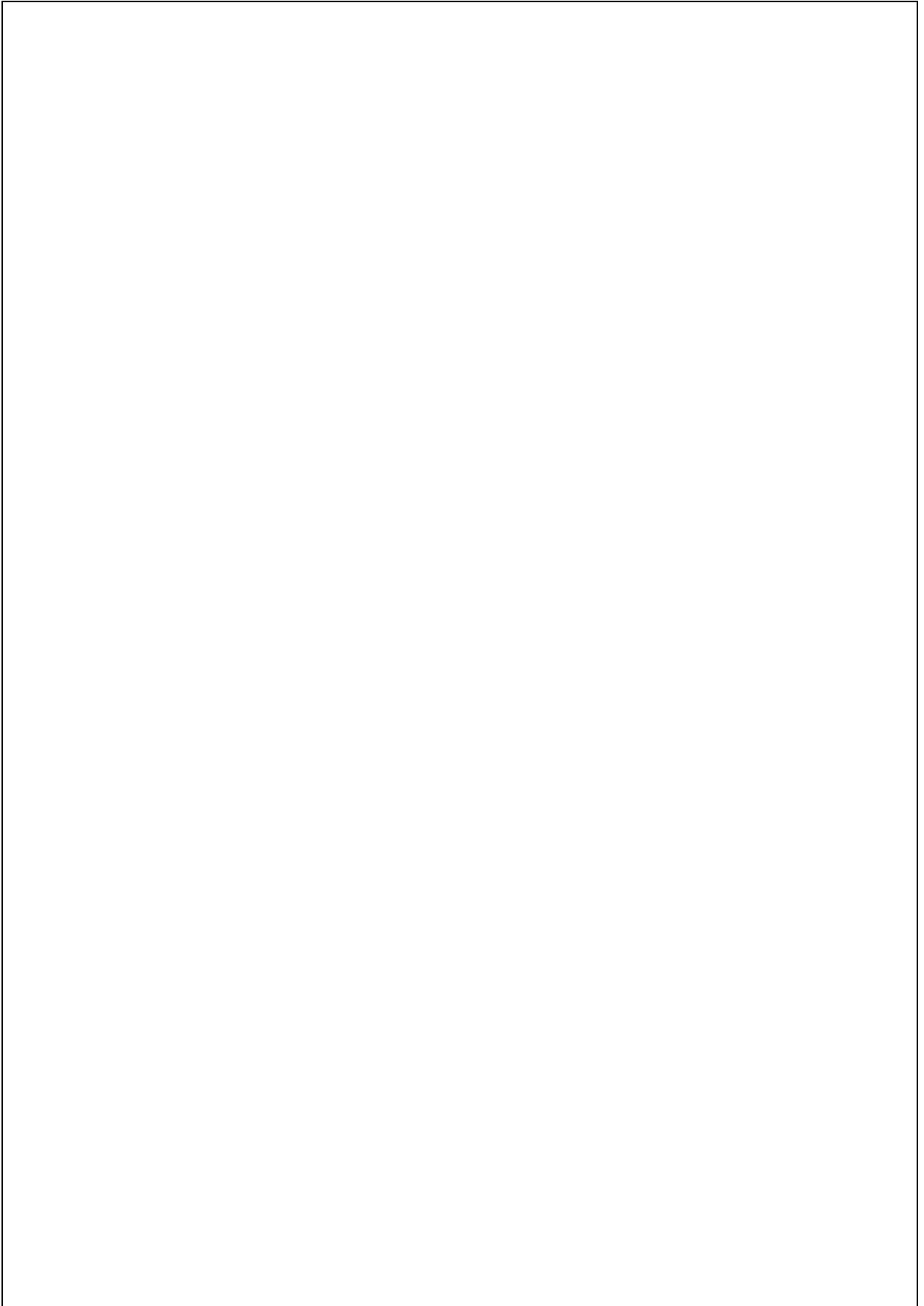
- 第26回日本乳癌学会学術総会, 国立京都国際会館, 2018年5月17日
(International Symposium 4 ISY-2-O4-2) (Invited)
Kenjiro Kimura, Akari Inagaki, Seishi Kono, Hirokazu Tanino, Tomohisa Hashimoto, Toshiko Sakuma, Mayuko Miki, Shintaro Takao, Natsuko Watanabe, Yutaka Konishi, Koji Okamoto, Hajime Matsumoto, Kazuhiko Yamagami, Yuki Mima, Kyoji Doi, Noriaki Kimura,
“Development of Microwave Scattered Field Tomographic Imaging System and Clinical Trial Results” ,
- 第5回 関西二次電池展, インテックス大阪, 2018年9月27日（依頼講演）,
木村建次郎
次世代蓄電池の故障解析, 高度品質管理を担う非破壊電流密度分布映像化システムの開発と実用化
- MNC 2018, 31st International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 第31回マイクロプロセス・ナノテクノロジー国際会議, 札幌パークホテル, 2018年11月16日 (Invited)
Kenjiro Kimura, Akari Inagaki, Yuki Mima, Kyoji Doi, Noriaki Kimura, Nao Yamamoto, Tomoko Tsuruhara, Natsuko Watanabe, Yutaka Konishi, Koji Okamoto, Yuen Sachiko, Hajime Matsumoto, Kazuhiko Yamagami,
“Development of microwave scattering field tomography for next-generation breast cancer screening”
- 第28回 日本乳癌検診学会学術総会, 大阪国際会議場（グランキューブ大阪）, 2018年11月23日, 抄録集p14, 講演番号O-017
木村建次郎, 稲垣明里, 谷野裕一, 木村憲明, 土井恭二, 美馬勇輝, 山神和彦, 松本元, 三木万由子, 高尾信太郎, 廣利浩一, 佐久間淑子, 渡邊奈津子, 小西豊, 岡本交二
“次世代乳がんスクリーニングに向けたマイクロ波散乱場断層イメージングシステムの開発と臨床研究”
- 第59回電池討論会, 大阪府立国際会議場（グランキューブ大阪）, 2018年11月28日, 講演番号: 2D24
美馬勇輝, 田口龍一, 鈴木章吾, 松田聖樹, 木村建次郎, 木村憲明
“超精密磁気計測に基づく蓄電池内電流密度分布/電位分布の非破壊可視化に関する研究”
- 神戸大学 数理・データサイエンスセンター 1周年記念シンポジウム データサイエンスが創る未来, 神戸大学 出光佐三記念六甲台講堂, 2018年12月1日(招待)
木村建次郎
“次世代乳がん検診に向けた世界初のマイクロ波マンモグラフィの開発と臨床研究-現行のX線マンモグラフィは65才未満のアジア人の半数以上が適用困難-”
- 日本学術振興会 薄膜第131委員会 第286回委員会・第292回研究会, ダイワロイアルホテル THE KASHIHARA (奈良), 2018年12月18日(招待)
木村建次郎
“電池評価の非破壊・可視化”
- 電気化学セミナー 最先端電池技術-2019, 千葉工業大学津田沼校舎, 2019年1月23日（招待）
木村建次郎

“蓄電池内の電流密度分布を非破壊映像化する理論と計測技術”

- 神戸医療産業都市 20 周年記念 市民講演会, 神戸国際会議場, 2019 年 1 月 27 日, (招待)
木村建次郎
次世代乳がん検診に向けた世界初のマイクロ波マンモグラフィの開発と臨床研究
-高濃度乳房にも有効な痛みのない、被曝のない、造影剤を用いない高感度乳がん画像診断技術の実現-
- 第28回 日本乳癌画像研究会, 仙台国際センター, 2019年2月10日 (招待)
木村建次郎, 稲垣明里, 國久智成, 谷野裕一, 橋本知久, 佐久間淑子, 三木万由子, 廣利浩一, 高尾信太郎, 結縁幸子, 松本元, 山神和彦, 山元奈穂, 渡邊奈津子, 鶴原知子, 小西豊, 岡本交二, 美馬勇輝, 土井恭二, 木村憲明
“マイクロ波マンモグラフィの実現- 次世代乳癌検診の世界標準に向けて-,”

学会発表 (共著)

- 第26回日本乳癌学会学術総会, 国立京都国際会館, 2018年5月18日,
○稲垣明里, 木村建次郎, 木村憲明, 土井恭二, 美馬勇輝, 河野誠之, 谷野祐一, 高尾信太郎, 三木万由子, 廣利浩一, 橋本知久, 佐久間淑子, 岡本交二, 渡邊奈津子, 小西豊, 山神和彦, 松本元.
“乳癌切除標本における比誘電率計測と非侵襲マイクロ波散乱場断層イメージングに関する研究”
- 第32回最先端実装技術・パッケージング展 アカデミックブラザ, 東京ビッグサイト, 2018年6月7日
松田聖樹, 鈴木章吾, 美馬勇輝, 木村憲明, 木村 建次郎
“平行金属平板間の非破壊高速電流イメージング”
- イノベーション・ジャパン2018, 東京ビッグサイト, 2018年8月31日
美馬勇輝, 木村建次郎
“リアルタイム電流密度分布映像システムとLIB電池の次世代故障解析・品質管理技術”
- 第79回応用物理学会 秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 2018年9月18日.
鈴木 章吾, 松田 聖樹, 木村 建次郎, 美馬 勇輝, 木村 憲明,
“高感度磁気計測と画像再構成理論に基づく防犯検査システムの開発”
- 第79回 応用物理学会 秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, 2018年9月19日.(受賞者講演)
稲垣 明里, 木村 建次郎, 谷野 裕一, 三木 万由子, 高尾 信太郎, 渡邊 奈津子, 小西 豊, 岡本 交二, 松本 元, 山神 和彦, 美馬 勇輝, 土井 恭二, 木村 憲明
“マイクロ波散乱場断層イメージングシステムの開発と乳癌組織の検出”
- EVS 31 & EVTeC 2018 (第31回国際電気自動車シンポジウム・展示会 & EV技術国際会議2018),
The 31st International Electric Vehicles Symposium & Exhibition (EVS 31)
& International Electric Vehicle Technology Conference 2018 (EVTeC 2018), 神戸
コンベンションセンター (神戸国際会議場・神戸国際展示場) 2018年10月1日
Yuki Mima, Noriaki Kimura, Kenjiro Kimura
“Visualization of electric current distribution inside rechargeable battery - Next
Generation Nondestructive Image Diagnostic Technique for Automotive Rec
hargeable Batteries -”
- テクノアイデアコンテスト” テクノ愛2018”, 京都大学, 2018年11月23日, (優秀賞)
鈴木章吾, 木村憲明, 木村建次郎
“超高感度磁気計測と画像再構成法を用いた世界初の次世代防犯検査システム”



平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		マルチスケール計算生物学研究プロジェクト
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		科学技術イノベーション研究科・バイオプロダクション分野・近藤昭彦
当該年度	研究員数	人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）
	外部資金	科学研究費補助金 千円，受託研究経費 10,435千円，
	獲得実績	奨学寄附金 千円，その他（ 千円）
	特許出願件数	

2. 構成員とその役割分担

氏 名	部局・専攻	役 割 分 担
天能 精一郎	科学技術イノベーション研究科	研究統括
石井 純	科学技術イノベーション研究科	検証統括
荒木 通啓	科学技術イノベーション研究科	解析統括
蓮沼 誠久	科学技術イノベーション研究科	分析統括
内田 和久	科学技術イノベーション研究科	製造プロセス
李 仁義	科学技術イノベーション研究科	製造プロセス
厨 佑喜	科学技術イノベーション研究科	バイオインフォマティクス解析
Christopher Vavricka	科学技術イノベーション研究科	データ解析
村田 昌浩	科学技術イノベーション研究科	機械学習
望月 正雄	科学技術イノベーション研究科	データ解析

3. 研究成果の概要等について

*継続用紙添付可，研究プロジェクトの研究，または関連の深い研究について，3 ページ以内に簡潔にまとめて下さい。プロジェクト内の共同研究，他プロジェクトとの共同研究については積極的に記載してください。特に，海外の研究機関との共同研究については記載をお願いします。

○ 原子・分子スケール解析：NEDO プロジェクト

(神戸大学、石川県立大学、新潟薬科大学、グリコ、京都大学)

NEDOプロジェクト・スマートセル開発では、新規情報解析技術を開発することにより、微生物が持つ物質生産能力を人工的に最大限引き出した細胞を短期間で構築し、従来法の生産性の凌駕、または生産が難しい有用物質の創製を目指す。そのために必要となる基盤技術を開発するとともに、特定の生産物質における実用化技術を開発することを目的としている。

本年度は、酵素設計技術開発の一環として、酵素反応予測並びに代謝経路計算技術の開発を中心に、NEDO参画プロジェクト機関と連携して、予測と検証によるフィードバックを実施した。具体的には、アルカロイド生合成経路を対象として、バイオインフォマティクス技術による独自の酵素遺伝子候補の選抜と分子動力学計算による原子配置を考慮した分子設計による酵素配列設計方法を開発した。また、生合成パスウェイの動的計算を併用することで、物質生産に最適な酵素配列を設計・選抜し、検証を実施したところ、こうしたアプローチの有用性が示された。

また、物質生産の最大化に向けた機械学習による酵素配列の判別技術の開発を実施した。具体的には、酵素反応学習データの整理、酵素・基質・生成物の特徴ベクトル化とこれらを利用した機械学習技術（サポートベクターマシン、ランダムフォレスト、ニューラルネットワーク）を開発した。各機関と連携して、各種ターゲット生産物に必要とされる酵素配列の判別を行い、検証を行ったところ、一部の酵素配列で有効性が示された。また、得られた測定データをもとに再学習による高精度化を実施した。

○ 分子・細胞スケール解析：NEDO プロジェクト

(神戸大学、京都大学、三菱化学、長瀬産業、RITE、産業技術総合研究所、理化学研究所)

NEDOプロジェクト・スマートセル開発において、ゲノムスケールモデル(GSM)を用いたFBA(Flux balance analysis)や微分方程式モデルなどのシミュレーションによる代謝改変方策の探索が実施されており、その有効性が示唆されている。また、培養工学の分野においても微分方程式モデルやdFBA(dynamic flux balance analysis)などを用いた培養条件の最適化などがシミュレーションにより実施されており、その有効性が示唆されている。本研究では、有用物質生産の改善方策を探索する方法として、実際に実験的に得られた培養のタイムコースデータの一部を利用した疑似的なdFBAによる手法を想定しその有効性を検証することを目的とした。

ケーススタディとして物質生産の宿主はデータが豊富な大腸菌*E. coli*を使用した。またシミ

ュレーションに使用する代謝モデルはGSM iJ01366を使用した。物質生産のターゲットは、微生物代謝でよくみられる生成物である酢酸、乳酸、コハク酸などを想定した。シミュレーションには主に文献から取得した基質と菌体濃度のタイムコースデータを補間やスムージングにより変換した基質と菌体増殖の比速度を使用した。シミュレーションは、基質と菌体増殖の比速度にある程度の幅を持たせた値を入力値とし、FBAを逐次繰り返す疑似的なdFBAにより実施した。

基質と菌体増殖の比速度を用いた疑似的なdFBAの結果、実際に培養により得られたターゲット生産の結果とシミュレーションにより得られた結果とではいずれのターゲットについてもある程度の乖離が見られた。これは培養条件または輸送系の改変による物質生産の伸びしろと考えられた。そのため、実験値とシミュレーション値との比較により、培養条件または輸送系をどのように改変すればターゲットの生産が改善するかという方策の手掛かりが得られることが示唆された。今後は*E. coli*での様々な有用物質生産への適用や別の宿主での有用物質生産にこの手法を適用し、その妥当性・汎用性を検証したいと考えている。

○ 分子・細胞スケール解析：NEDO プロジェクト

（京都大学、神戸大学、日立製作所、九州大学、理化学研究所）

微生物が持つ物質生産能力を人工的に最大限引き出した細胞「スマートセル」の開発に向けて、現行プロジェクト「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発」のうち、研究開発項目③「高生産性微生物創製に資する情報解析システムの開発」を補完、加速していくために、文献データ等からのデータ処理技術と知識ベースならびに、人工知能（AI）基盤技術の開発に取り組んでいる。

スマートセル開発に特化した知識ベースを構築することを目的に、文献データ・公開データ等からの情報抽出および知識ベース構築を行うAI基盤技術の開発と、スマートセル開発の一連のプロセスに応じたデータ処理・学習技術の開発を行う。これにより、オミクス測定データや代謝モデルの解釈の迅速化、代謝経路設計・酵素反応選択の意思決定支援、更には遺伝子・代謝物に関する新たな知識発見と獲得を目指す。また、有効性検証と連動した知識ベース拡充とAI基盤技術高度化を進め、本プロジェクトが対象とする宿主・生産物への適用拡大を狙う。

今年度は、菌株設計に資する遺伝子-表現型関係情報取得技術の開発（神戸大学、日立製作所、京都大学）として、カロテノイド、シキミ酸等4種類の物質を対象に、オミクス情報を文献から収集した。また、長鎖DNAのデザインを対象とした論文データの知識ベース化有効性検証（神戸大学、日立製作所、京都大学）として、長鎖DNAを合成するために必要な、機能性配列を公開データから収集する知識抽出ワークフローの設計を完了した。フローを自動化し、研究者に設計情報として提示するプロトタイプを開発した。同プロトタイプによる人工機能性配列候補の抽出・提示を確認した。

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

[論文]

論文名 : Temperature enhanced succinate production concurrent with increased central metabolism turnover in the cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803

著者名 : Hasunuma, T., Matsuda, M., Kato, Y., Vavricka, C. J., Kondo, A.

掲載誌, 巻, ページ : Metabolic Engineering, 48, 109-120, 2018

論文名 : Orbital-invariant spin-extended approximate coupled-cluster for multi-reference systems

著者名 : Tsuchimochi, T., Ten-no, L. S.

掲載誌, 巻, ページ : J. Chem. Phys., 149, 044108, 2018

論文名 : Full Coupled-Cluster Reduction for Accurate Description of Strong Electron Correlation

著者名 : Xu, E., Uejima, M., Ten-no, L. S.

掲載誌, 巻, ページ : Phys. Rev. Lett., 121, 113001, 2018

論文名 : Monte Carlo explicitly correlated many-body Green's function theory

著者名 : Johnson, M. C., Doran, E. A., Ten-no, L. S., Hirata, S.

掲載誌, 巻, ページ : J. Chem. Phys., 149, 174112, 2018

論文名 : Extending spin - symmetry projected coupled - cluster to large model spaces using an iterative null - space projection technique

著者名 : Tsuchimochi, T., Ten-no, L. S.

掲載誌, 巻, ページ : J.Chem. Phys., 40, 267-280, 2019

[著書]

なし

[特許]

なし

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名: 産学連携等経費

研究種目: NEDO

代表者名: 蓮沼誠久

研究課題名: 文献情報等の公開データからの知見整理を補完するためのデータ処理・AI基盤技術の研究開発

受入金額: 2,435,000円

○外部資金名: 産学連携等経費

研究種目: AMED

代表者名: 蓮沼誠久

研究課題名: アセンブラーとしての癌/非癌幹細胞の機能解明とその制御技術の開発

受入金額: 4,000,000円

○外部資金名: 産学連携等経費

研究種目: AMED

代表者名: 荒木通啓

研究課題名: アセンブラーとしての癌/非癌幹細胞の機能解明とその制御技術の開発

受入金額: 4,000,000円

(2) 受賞(賞名称, 受賞対象, 受賞者名, 授与機関名, 受賞年・月) (KUIDにあわせる)
なし

(3) 特論の実施内容 【記載例】

担当者氏名	日時、コマ数	言語	内容
李 仁義	平成30年10月24日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学
李 仁義	平成30年10月31日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学
李 仁義	平成30年11月7日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学
内田 和久	平成30年11月14日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学
内田 和久	平成30年11月21日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学
内田 和久	平成30年11月28日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学

内田 和久	平成 30 年 12 月 19 日、1コマ	日本語	バイオプロセス工学
-------	--------------------------	-----	-----------

(4) 研究集会の開催（研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る）

研究集会名：システムバイオロジー研究セミナー

主催団体がある場合は主催団体：神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科

開催日：2019年2月21日

場所：神戸大学統合研究拠点アネックス棟3階セミナー室

(5) その他，研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		3次元可視化システムを活用した文理融合研究プロジェクト
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		システム情報学研究科・システム科学専攻・教授
当該年度	研究員数	2人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）
	外部資金 獲得実績	科学研究費補助金 23,424千円，受託研究経費 25,350千円， 奨学寄附金 2,000千円，その他（ 2,200千円）
	特許出願件数	1

2. 構成員とその役割分担

氏 名	部局・専攻	役 割 分 担
的場 修	システム情報学研究科・システム科学専攻	高臨場感3次元ディスプレイ・センシング技術の開発
喜多 伸一	人文学研究科	視覚障害者移動支援システムの開発
伊藤 真之	人間発達環境学研究科・人間環境学専攻	仮想現実を用いた宇宙教育
井料 隆雅	工学研究科・市民工学専攻	仮想空間内での交通行動実験への活用
山田 香織	先端融合研究環	「デザイン学」のための思考プロセスの可視化
榎並 直子	武庫川女子大学	画像認識
賀谷 信幸	アドバンスト・マイクロウェブ・アレイズ株式会社	コーディネータ
山下 真知子	大手前大学	立体可視化装置CAVEによる心理評価実験
清末 優子	理化学研究所ライフサイエンス技術基盤研究センター	格子光シート顕微鏡による3Dライブイメージング画像の提供

3. 研究成果の概要等について

高臨場感 3 次元ディスプレイ・センシング技術の開発（的場）

的場グループでは、高臨場感 3 次元ディスプレイシステムの開発と、3 次元センシング技術の開発を行なっている。高臨場感 3 次元ディスプレイシステムの開発では、2 値位相変調型空間光変調素子を用いて時間分割型のフルカラーかつ再生画像サイズの拡大を試みている。毎秒 5,000 コマで 400 万画素の 2 値位相分布を表示可能な高速空間光変調素子を用いて 3 次元ディスプレイを開発した。試作した実験システムを用いて、横 4.8 cm、縦 1.6 cm の大きさのフルカラー再生像(図 1 参照)を構築した。これらの研究成果により Laser Display and Lighting Conference 2018 において Student Award を受賞している。また、レーザーによるスペックルを低減し、再生像の画質を改良するために、元画像を分割し、2 値位相分布最適化により少ない画像枚数で再生像の画質が向上することを確認している。3 次元センシング技術の開発では、対象からの情報量を向上させるために、光技術のみで位相と蛍光の同時イメージングや映像と音声の同時記録などのマルチモーダルイメージング技術を推進している。特に、バイオ分野では、細胞の情報を取得するために、様々な蛍光タンパク質が開発されている。この蛍光 3 次元分布を一度の計測で取得できる手法として、我々のグループでは共通光路型蛍光デジタルホログラフィック顕微鏡を提案している。本年度は、細胞核に蛍光タンパク質を遺伝子導入したヒメツリガネゴケを用いて位相と蛍光の同時 3 次元記録と再生を行なうことに成功した。これにより細胞の構造を位相計測から得て、細胞核の状態を蛍光計測から得られることを明らかにした。また、細胞状態の光制御に向けて、ホログラフィーを利用した 1 光子励起による同時かつ 3 次元光スポットアレイの形成を行なった。蛍光像の観察に基づき選択的に細胞を刺激するシステムを構築し、それによるカルシウムイオン等の変化を蛍光で観察可能な一体型システムを構築した。



図1 高速 2 値位相変調素子を用いたフルカラーかつ画像拡大実験結果。

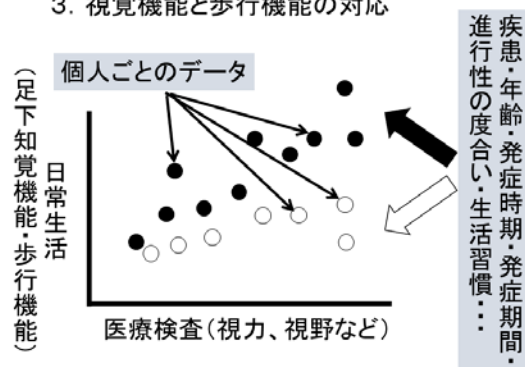
視覚障害者移動支援システムの開発（喜多，榎並）

喜多は、元神戸大学助教で現在は武庫川女子大学生生活環境学部に勤務する榎並直子講師や、システム情報学研究科の大学院生とともに、神戸大学計算科学教育センターのバ

ーチャルリアリティ・システムを用いて人間の行動を調べた。視覚障害者を対象とした実験では、歩行中の弱視者に周囲がどのように見えているかを計測するシステムを開発し、実験結果は2018年6月に開催された医学系学会の日本ロービジョン学会および同年9月に開催された福祉系学会の視覚障害リハビリテーション協会研究総会において、いずれも招待講演として発表した。また健常者を対象とした実験では、バーチャルリアリティ「歩きスマホ」状況の実験状況を構成し、歩行中のスマートフォンの使用が持つ危険性の評価を行った。実験結果の一部は、神戸市の「「ポケモンGO」などスマホの進化が地域社会・地域経済に与える影響に関する有識者会議」（座長は神戸大学副学長（現在は理事）の品田裕教授）において発表した。

研究目的

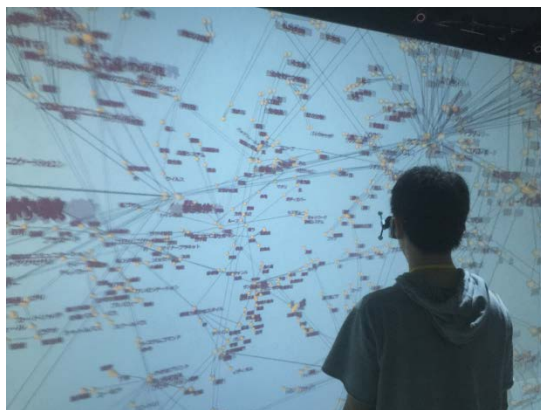
1. 医療検査と日常生活の対応
2. 歩行訓練技法の数値化・明示化
3. 視覚機能と歩行機能の対応



「デザイン学」のための思考プロセスの可視化（山田）

・創造的思考のための概念ネットワークのVRによる可視化

人間が新しいアイデアを創案するなど創造的思考を行う際には、頭の中にある概念をたどりながら思考していると考えられる。そのような概念構造のネットワークを可視化し（「概念空間」とよぶ）、創造的思考が支援されるか実験により検討した。比喻で表される製品（〇〇のような製品）のアイデアを創案するという課題を設定し、通常の空間内と概念空間内でそれぞれ課題に取り組ませたところ、概念空間内で創案された製品アイデアの方が、より創造性が高かったという知見を得た。また、概念空間で思考することにより思考が活性化され連想の役に立った可能性が示された。



立体可視化装置CAVEによる心理評価実験（山下）

29年度より開始した研究プロセス(1)、(2)、(3)を経て
立体可視化装置※①（ π -CAVE）による色彩環境の
心理実験の前段階の整備が完了させ、

(1)立体可視化実験装置 モデル開発。

(2)空間の広・狭感、嗅覚、味覚、時間的体感、記憶
の印象評価に関する実験プログラムの開発

(3)空間の広・狭感、嗅覚、味覚、時間的体感、記憶
の印象評価に関する前段階実験の実施

30年度は

(4)色彩空間による味覚、嗅覚、広・狭感の印象評価
の本実験を実施し評価データ収集

被験者数：434名（866回答）

「空間の色彩がヒトの広さ・狭さの印象に及ぼす影響について」－立体可視化装置CAVEで
の心理評価検証実験の試み(3)－は2018年度 日本建築学会近畿支部、日本色彩学会で成果
発表した。

(5)時間的体感、記憶の印象評価に関する実験を
実施し、評価データ収集

被験者数：男女110名（619回答）これらの得
られた成果は「空間の色彩がヒトの記憶に及ぼ
す影響について」－立体可視化装置CAVEでの
心理評価実験の試み(4)－として、2019年度 日
本建築学会近畿支部、日本色彩学会で成果発表
する予定である。

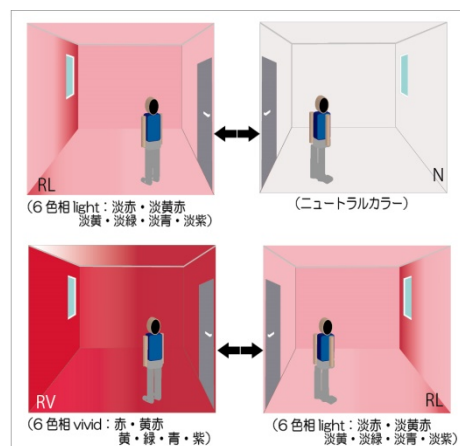


図 2_色空間における広さ・狭さの印象評価実験の流れ-1

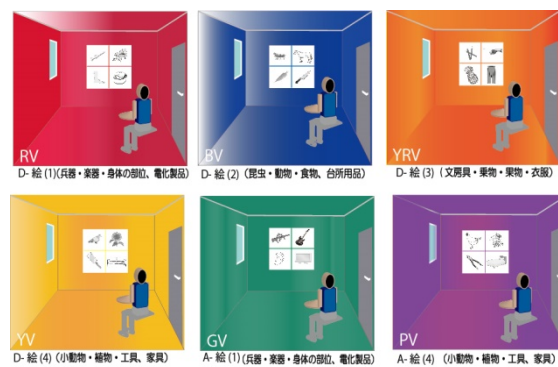


図 1_色空間における記憶実験の環境

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

[論文]

論文名 : Review of three-dimensional imaging of dynamic objects by parallel phase-shifting digital holography ※

著者名 : T. Fukuda, Y. Awatsuji, P. Xia, T. Kakue, K. Nishio, and O. Matoba

掲載誌, 巻, ページ : Opt. Eng. Vol.57, pp.061613-1-11, 2018年

論文名 : Three-dimensional/two-dimensional convertible display based on computer-generated holograms and an amplitude-modulated spatial light modulator ※

著者名 : O. Matoba, W.-K. Lin, F.-L. Hsiao, C.-Y. Huang, B.-S. Lin, W.-C. Su (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Opt. Eng., Vol. 57, No.6, 061614-1-6, 2018年

論文名 : Astigmatism and deformation correction for a holographic head-mounted display with wedged shaped holographic waveguide ※

著者名 : W.-C. Su, O. Matoba, W.-K. Lin, B.-S. Lin (国際共著)

掲載誌, 巻, ページ : Appl. Opt., Vol. 57, No. 25, pp. 7094-7101, 2018年

論文名 : Characteristics of vibration frequency measurement based on sound field imaging by digital holography ※

著者名 : S. K. Rajput, O. Matoba, Y. Awatsuji

掲載誌, 巻, ページ : OSA Continuum, Vol. 1, No. 1, pp. 200-212, 2018年

論文名 : Three-dimensional stimulation and imaging-based functional optical microscopy of biological cells ※

著者名 : X. Quan, M. Kumar, O. Matoba, Y. Awatsuji, Y. Hayasaki, S. Hasegawa, H. Wake

掲載誌, 巻, ページ : Opt. Lett., Vol. 43, No. 21, pp. 5447-5480, 2018年

論文名 : Holographic multi-parameter imaging of dynamic phenomena with visual and audio features ※

著者名 : S. K. Rajput, O. Matoba, Y. Awatsuji

掲載誌, 巻, ページ : Opt. Lett., Vol. 44, No. 4, pp. 995-998, 2019年

[著書]

著 書 : Emotional Engineering (国際共著)

著者名 : Shuich Fukuda (編者, 第1章他担当), Kaori Yamada, Toshiharu Taura (第8章 (Emotional Motion Design Using Mimetic Words) 担当), 他

巻, ページ : 7巻, PP.113-126

発行所, 発行年 : Springer, 2019年

[特許]

ホログラフィック 3 次元マルチスポット光刺激装置及び方法，特願2018-130309

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名: 科学研究費補助金※

研究種目: 基盤研究(A) ※

代表者名: 的場 修

研究課題名: 非線形ホログラフィック並列細胞操作技術を備えた4次元マルチモーダル顕微鏡

受入金額: 7,200,000円

研究種目: 基盤研究(B) ※

代表者名: 兵頭 政春

研究課題名: 散乱光強度の角度分布情報を活用した生体計測技術の研究

受入金額: 180,000円

研究種目: 特別研究員奨励費※

代表者名: 的場 修

研究課題名: 非干渉型位相・蛍光同時3次元イメージング技術とそのバイオ応用

受入金額: 1,100,000円

研究種目: 特別研究員奨励費※

代表者名: 的場 修

研究課題名: がん細胞観察/除去のための新奇マルチモーダルバイオイメージングシステムの開発

受入金額: 1,100,000円

研究種目: 挑戦的研究(開拓) ※

代表者名: 清末 優子

研究課題名: 高速三次元計測と局所場光摂動による自在な細胞機能編集技術の開発

受入金額: 1,500,000円

研究種目: 基盤研究(B) ※

代表者名: 喜多伸一

研究課題名: 歩行中の視覚障害者の外界知覚と地理知識

受入金額: 5,000,000円

○外部資金名: 受託(共同)型協力研究※

代表者名: 和氣 弘明

研究題目：ホログラム光刺激による神経回路再編の人為的創出

受入金額：19,500,000円

○外部資金名：KDDI財団※

代表者名：喜多伸一（分担、代表・榎並直子）

研究題目：弱視者の外界知覚計測システムの開発

受入金額：2,200,000円

（２）受賞（賞名称，受賞対象，受賞者名，授与機関名，受賞年・月）（KUIDにあわせる）

Student Award

（授与機関名：Laser Display and Lighting Conference 2018，対象研究テーマ：
"Spatial-division multiplexing in holographic 3D display using high-speed binary
phase-mode spatial light modulator"）

受賞者名：鷺津繁比古，受賞年月：平成30年4月

特別研究員等の審査に係る顕彰，喜多伸一，日本学術振興会，平成30年7月

（３）特論の実施内容

該当なし

（４）研究集会の開催（研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る）

研究集会名：Three-Dimensional Imaging, Visualization, and Display 2018

主催団体がある場合は主催団体：SPIE

開催日：2018年4月16日-17日

場所：Gaylord Palms Resort & Convention Center, Orlando, Florida, USA

研究集会名：4th Biomedical Imaging and Sensing Conference (BISC'18)

主催団体がある場合は主催団体：SPIE

開催日：2018年4月25日-27日

場所：パシフィコ横浜

研究集会名：第24回レーザーディスプレイ技術研究会

主催団体がある場合は主催団体：（一社）日本光学会 レーザーディスプレイ技術研究グループ

開催日：2019年2月14日(木) 13:00～17:00

場所：神戸大学百年記念館六甲ホール

（５）その他，研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項

なし

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		計算科学・計算機工学研究プロジェクト
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		システム情報学研究科・計算科学専攻・田中成典
当該年度	研究員数	0人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）
	外部資金 獲得実績	科学研究費補助金 14,300千円，受託研究経費 4,000千円， 奨学寄附金 千円，その他（ 千円）
	特許出願件数	0件

2. 構成員とその役割分担

氏名	部局・専攻	役割分担
田中成典	システム情報学研究科・計算科学専攻	全体のとりまとめ、計算生物学
臼井英之	システム情報学研究科・計算科学専攻	計算宇宙科学
坪倉誠	システム情報学研究科・計算科学専攻	計算流体力学

3. 研究成果の概要等について

[計算宇宙科学]

弱い固有磁場を持つ小型天体と太陽風プラズマとの相互作用に関する粒子シミュレーション解析

(研究目的)

本研究の目的は、磁場を持つ小惑星や月面磁気異常領域など、地球よりも十分弱い磁場を持つ小型天体と太陽風の相互作用により形成される小規模磁気圏をParticle-In-Cell法を用いた3次元電磁粒子シミュレーションにより再現し、小型磁気圏形成や磁気圏各領域でのプラズマ現象を粒子の運動論レベルで定量的に理解することである。今年度は、小型磁気圏の昼間側マグネトポーズにおける磁場に垂直方向の強い電子流に着目し、そのメカニズムについて粒子運動レベルで解明した。

(研究方法)

本研究では、宇宙飛行体プラズマ環境解析用コードEMSESを主として用いた。EMSESはParticle-In-Cell法による電磁粒子シミュレーション手法を採用している。

(研究結果)

小天体固有磁場の磁気ダイポール中心から磁気圧と太陽風動圧が釣り合う点までの距離を D_p とし、太陽風イオン慣性長 L_i とする場合、本研究では、 $D_p/L_i = 1$ となる磁場を持つ球体を図1に示すように設定し、南向きIMFをもつ太陽風との相互作用を調べた。シミュレーション結果から、カスプやマグネトポーズをもつ小型磁気圏の形成、赤道面朝方々間での密度非対称性やマグネトポーズにおける電子の高速フラックスが確認された。特に、ポーズでの電界で加速された電子がマグネトポーズに沿ってメアンダリング運動により赤道面朝方に移動することを明らかにした。

(考察)

粒子ジャイロ半径に対して十分大きな地球磁気圏の境界層電流は粒子のドリフト運動が主に担っているが、小天体磁気圏の場合は、太陽風イオン、電子のサイクロトロン運動やその半径が磁気圏形成に対して無視できない。マグネトポーズでの電子挙動について図2に示す。左図に示すようにテスト粒子シミュレーションにより、マグネトポーズの電界によってx方向に加速された電子が $B=0$ のラインに沿ってメアンダリング運動をしながらy方向である朝方に移動していく様子が初めて確認できた。右図にその概念図を示す。

(成果発表 [学会発表])

- Satoki Oki, H. Usui, Y. Miyake, 3D PIC Simulation on the Plasma Dynamics in a Small-Scale Magnetosphere, (Poster), The 13th International symposium/school for space simulations (ISSS-13), UCLA, Los Angeles, USA, September 6-14, 2018.

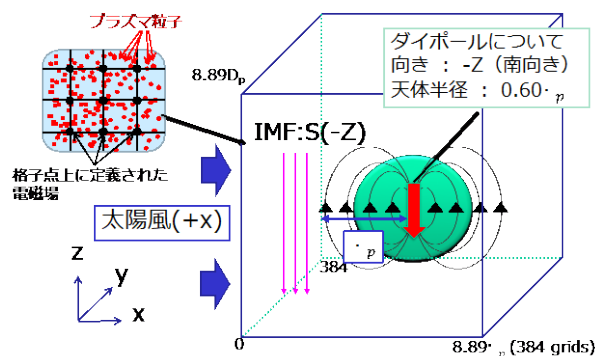


図1：3Dシミュレーションモデル

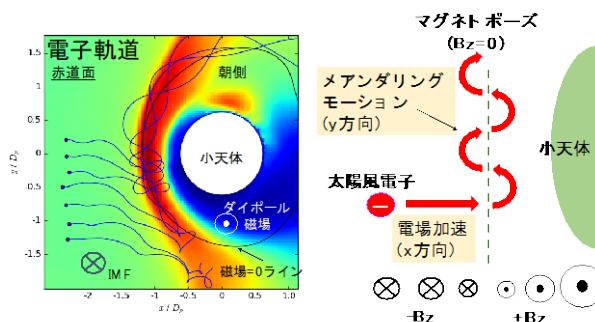


図2：昼間側マグネトポーズにおける電子挙動（赤道面）左）、赤道面（右）でのイオンと電子のフラックスのベクトル分布

- ・ 沖知起、臼井英之、弱磁場天体と太陽風の相互作用に関する全粒子シミュレーション、平成 29 年度 RISH 電波科学計算機実験(KDK)シンポジウム、京都大学宇治キャンパス、平成 31 年 3 月 25、26 日 (ポスター)
- ・ 沖知起、臼井英之、寺田直樹、関華奈子、三宅洋平、八木学、弱磁場天体と太陽風の相互作用に関する全粒子シミュレーション、第 19 回惑星圏研究会、東北大学、青葉サイエンスホール、2019/2/18-20. (ポスター)
- ・ 沖 知起、臼井 英之、寺田 直樹、関 華奈子、三宅 洋平、加藤 雄人、八木 学、弱磁場天体磁気圏におけるプラズマダイナミクスの全粒子シミュレーション解析, [PCG23-P05] JpGU 2018, May 20-24, 幕張メッセ
- ・ 臼井 英之、沖 知起、三宅 洋平、寺田 直樹、関 華奈子、八木 学、加藤 雄人、小型磁気圏昼間側マグネトポーズでの電子ダイナミクスに関する全粒子シミュレーション [R009-02], 地球電磁気・地球惑星圏学会秋大会、名古屋大学、2018/11/23-11/27.

[計算生物学]

昨年度より引き続き、「FMO創薬コンソーシアム」の主要メンバーとして、産官学連携で、京などのHPCIインフラを活用し、フラグメント分子軌道 (FMO) 法による創薬シミュレーションを行い、インシリコ創薬の研究開発と基盤技術プラットフォームの構築を進めた。例として、

- ・ FMO法にポアソン・ボルツマン近似法を組み合わせる溶媒効果を考慮する手法を開発し、タンパク質や核酸分子のエネルギー解析に適用した。(国立医薬品食品衛生研究所、理化学研究所との共同研究)

- ・ FMO法によってタンパク質などの生体高分子の量子化学計算を行うプロトコルを自動化し、またリガンド分子との相互作用解析の結果を蓄積・公開するデータベースを作成した。(理化学研究所、星薬科大学との共同研究)

- ・ 麻疹ウイルスのヘマグルチニンタンパク質と宿主細胞のレセプタータンパク質の複合体の相互作用解析をアミノ酸レベルでFMO法により行った。

- ・ 「京」コンピュータを用いて、MAPキナーゼp38に対する約100種類のリガンド分子の結晶構造に基づく相互作用解析をFMO法を用いて網羅的に行い、リガンドならびにキナーゼの分子構造を特徴分類することで、計算により得られた結合エネルギーと実験で得られている結合活性値との間の良好な相関を得た。

- ・ 上記MAPキナーゼp38とリガンド分子との複合体に対するFMO相互作用解析の結果を特異値分解にかけることで、情報科学的に実験値との相関を改善する手法を開発した。

また、以下のような研究も行った。

- ・ 原始地球における生命の起源物質生成の機構を探るために、隕石衝突による衝撃波誘起の炭素化合物生成の第一原理シミュレーションを行い、様々な反応メカニズム・反応経路について議論した。

(熊本大学、南カリフォルニア大学との共同研究)

- ・ 水中の非標準核酸四重鎖構造の安定性がポリエチレングリコールなどの添加剤の影響で変化する分子メカニズム (分子夾雑効果) について分子動力学シミュレーションにより解析し議論した。(甲南大学、スロベニア国立化学研究所との共同研究)

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

[論文]

論文名 : Simulations of Ion Thruster Beam Neutralization Using a Particle-Particle Model

著者名 : Y. Zhao, J. Wang and H. Usui

掲載誌, *Journal of Propulsion and Power*, Vol. 34, No. 5 (2018), pp. 1109-1115.

<https://doi.org/10.2514/1.B36770> (国際共著)

論文名 : Diagnosing Low Earth Orbit Satellite Anomalies Using NOAA-15 Electron Data Associated with Geomagnetic Perturbations

著者名 : N. Ahmad, D. Herdiwijaya, T. Djamaluddin, H. Usui, and Y. Miyake

掲載誌, *Earth Planets and Space*, 70 (2018) 91, <https://doi.org/10.1186/s40623-018-0852-2> (国際共著)

論文名 : The Particle-In- Cell simulation on LEO spacecraft charging and the wake structure using EMSES

著者名 : N. Ahmad, H. Usui, Y. Miyake

掲載誌, *Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering*, 6 (2019) 21-31, March, 2019,

<https://doi.org/10.15748/jasse.6.21> (国際共著)

論文名 : Pursuing Origins of (Poly)ethylene Glycol-induced G-quadruplex Structural Modulations

著者名 : M. Trajkovski, T. Endoh, H. Tateishi-Karimata, T. Ohyama, S. Tanaka, J. Plavec, and N. Sugimoto

掲載誌, 巻, ページ : *Nucl. Acids Res.* 46 (2018) 4301-4315 (国際共著)

論文名 : Fragment Molecular Orbital Calculations with Implicit Solvent Based on the Poisson–Boltzmann Equation: Implementation and DNA Study

著者名 : Y. Okiyama, T. Nakano, C. Watanabe, K. Fukuzawa, Y. Mochizuki, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *J. Phys. Chem. B* 122 (2018) 4457-4471

論文名 : Computational Analysis of the Interaction Energies between Amino Acid Residues of the Measles Virus Hemagglutinin and Its Receptors

著者名 : F. Xu, S. Tanaka, H. Watanabe, Y. Shimane, M. Iwasawa, K. Ohishi, and T. Maruyama

掲載誌, 巻, ページ : *Viruses* 10 (2018) 236 (18 pages)

論文名 : Application of Singular Value Decomposition to the Inter-Fragment Interaction Energy Analysis for Ligand Screening

著者名 : K. Maruyama, Y. Sheng, H. Watanabe, K. Fukuzawa, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *Comput. Theor. Chem.* 1132 (2018) 23-34

論文名 : Towards Good Correlation between Fragment Molecular Orbital Interaction Energies and Experimental IC₅₀ for Ligand Binding: A Case Study of p38 MAP Kinase

著者名 : Y. Sheng, H. Watanabe, K. Maruyama, C. Watanabe, Y. Okiyama, T. Honma, K. Fukuzawa, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *Comput. Struct. Biotech. J.* 16 (2018) 421-434

論文名 : Fragment Molecular Orbital Calculations with Implicit Solvent Based on the Poisson–Boltzmann Equation: II. Protein and Its Ligand-Binding System Studies

著者名 : Y. Okiyama, C. Watanabe, K. Fukuzawa, Y. Mochizuki, T. Nakano, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *J. Phys. Chem. B* 123 (2019) 957-973

論文名 : Development of an Automated Fragment Molecular Orbital (FMO) Calculation Protocol toward Construction of Quantum Mechanical Calculation Database for Large Biomolecules

著者名 : C. Watanabe, H. Watanabe, Y. Okiyama, D. Takaya, K. Fukuzawa, S. Tanaka, and T. Honma

掲載誌, 巻, ページ : *Chem-Bio Informatics J.* 19 (2019) 5-18

論文名 : Ab Initio Molecular Dynamics Study of Prebiotic Production Processes of Organic Compounds at Meteorite Impacts on Ocean

著者名 : K. Shimamura, F. Shimojo, A. Nakano, and S. Tanaka

掲載誌, 巻, ページ : *J. Comput. Chem.* 40 (2019) 349-359 (国際共著)

[著書]

田中成典 : 「計算分子生物学 : 物質科学からのアプローチ」(物質・材料テキストシリーズNo. 13、内田老鶴圃、2018).

5. 関連活動及び特記事項

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名：科学研究費補助金

研究種目：基盤研究C

代表者名：田中成典

研究課題名：生命の起源物質生成の計算機シミュレーション：アミノ酸・核酸とその重合化

受入金額：1,800千円

○外部資金名：科学研究費補助金

研究種目：新学術領域研究

代表者名：田中成典

研究課題名：水を通して見る生体分子夾雑系の情報熱力学

受入金額：9,000千円

○外部資金名：科学研究費補助金

研究種目：基盤研究B（一般）

代表者名：臼井英之

研究課題名：全粒子モデル計算機実験による小スケール磁気圏の昼間側境界層物理の研究

受入金額：3,500千円

(2) 受賞（賞名称, 受賞対象, 受賞者名, 授与機関名, 受賞年・月）（KUIDにあわせる）
特になし

(3) 特論の実施内容

担当者氏名	日時、コマ数	言語	内容

(4) 研究集会の開催（研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る）

研究集会名：The 2nd Honolulu Symposium on International Joint Researches of Kobe University

主催団体がある場合は主催団体：神戸大学システム情報学研究科計算科学専攻

開催日：2019/3/8-9

場所：神戸大学ホノルル拠点

(5) その他，研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項
特になし

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		神経回路網シミュレーションモデル研究プロジェクト	
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻・氏名		工学研究科・電気電子工学専攻・大森敏明	
当該年度	研究員数	0人（学術研究員，学振特別研究員（DC1, DC2は除く），外国人招へい研究員等）	
	外部資金獲得実績	科学研究費補助金 29,160千円，受託研究経費 千円，奨学寄附金 千円，共同研究経費 1,200千円	
	特許出願件数	0件	

2. 構成員とその役割分担

氏名	部局・専攻	役割分担
大森 敏明	工学研究科・電気電子工学専攻・准教授	研究代表者
横川 三津夫	先端融合研究環・教授	研究分担者
和氣 弘明	医学研究科・医科学専攻・教授	研究参画者
森田 光洋	理学研究科・生物学専攻・准教授	研究参画者
橘 吉寿	医学研究科・医科学専攻・講師	研究参画者
Amitava Majumdar	米国・カリフォルニア大学サンディエゴ校・サンディエゴスーパーコンピュータセンター・部長	研究参画者
Subhashini Siyagnanam	米国・カリフォルニア大学サンディエゴ校・サンディエゴスーパーコンピュータセンター・スタッフ	研究参画者

3. 研究成果の概要等について

【研究の背景および目的】

本プロジェクトでは、神経回路網の動きを神経生理学に基づいてモデル化した数理モデルによるシミュレーションを通して、脳型情報処理システムの解明及び工学分野への適用可能性について追求することを目的としている。このため、米国・カリフォルニア大学サンディエゴ校(UCSD)・サンディエゴ・スーパーコンピュータセンター (SDSC) との連携により、イェール大学とデューク大学で開発が進められている神経回路網シミュレーション環境NEURONを構築し、NEURON 環境の実問題への適用可能性について評価する。また、このシステムに適合した数理モデルを構築し、脳型情報処理システムの機能と神経回路網の空間構造との間の連関を解明するとともに、医工学分野への適用可能性や、イメージングデータとして計測される神経活動データからの数理モデル抽出を実現するデータ駆動型のアプローチを探索することを目標として、平成30年度は、下記に示す3つのテーマに関する研究を行った。なお、本研究プロジェクトに関連して、科学研究費補助金・国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）に採択され、国際共同研究を推進している。

【研究成果の概要】

1. 神経回路網シミュレーション環境NEURONの構築と神経回路網シミュレーションによる脳型情報処理の理論研究

昨年度に引き続き、米国・サンディエゴ・スーパーコンピュータセンター (SDSC) との連携により、神経回路網シミュレーション環境NEURONの構築と数理モデルのシミュレーションに基づく脳型情報処理の理論研究を進めた。NEURON 環境は、脳神経システムに関する実験と理論の融合的研究を行う上で重要視されている。

本年度は、アリ嗅覚の数理モデリングを目的として、特に、NEURON において、ギャップジャンクション型の結合を有するネットワークのシミュレーション研究を進めた。アリ嗅覚の数理モデリングを目的として、NEURON環境において、ギャップジャンクション型の結合を有する複数ケーブルからなる神経ネットワークのシミュレーション研究を進めた。近年の計測により、嗅覚感覚子において多数の突起がギャップジャンクション（電気シナプス）を介して相互に結合するあみだくじ様の特徴的な構造を有することが実験的に示されている。本研究では、このアリ嗅覚に関する数理モデリングを行い、神経ケーブル理論に基づくシミュレーションにより、複数の突起間のギャップジャンクションを介して形成される神経ネットワークの空間構造が、敵・味方の匂い識別機能に対して本質的な役割を与えることを示した。特に、ギャップジャンクションを介した複数ケーブル間の結合が、嗅覚感覚子における各ケーブルの出力の近位部に多数分布する際に、敵味方の識別が実現しうることを強く示唆する結果を得た。この不均一分布は、実際の嗅覚感覚子における傾向と類似しており、神経システムの空間構造と情報処理機能の関係性を繋ぐ本研究の成果は国内外の学会で公表するとともに、京都大学数理解析研究所より依頼講演を受けた。さらに、本研究の成果は、生物学者、数学者など

との研究成果として、学術雑誌(Frontiers in Cellular Neuroscience誌)に掲載されるとともに、発表論文賞を受賞した。

2. データ駆動型アプローチに基づく非線形ダイナミクスの推定アルゴリズムの構築と他分野への応用

近年の計測技術の発展により、脳神経システムの時空間データの計測が実現されつつある。しかしながら、計測データに基づいて、神経システムの数理モデルを構築するための方法論は確立していない。NEURON環境では、個々の神経細胞の形態構造(神経細胞の空間構造)は比較的精緻に数理モデル化されているものの、神経システムのダイナミクスを支配する非線形型の電気特性や神経細胞間の結合パターンは、未知の場合が多く、データ駆動でこれらの特性を推定する方法を構築する必要がある。

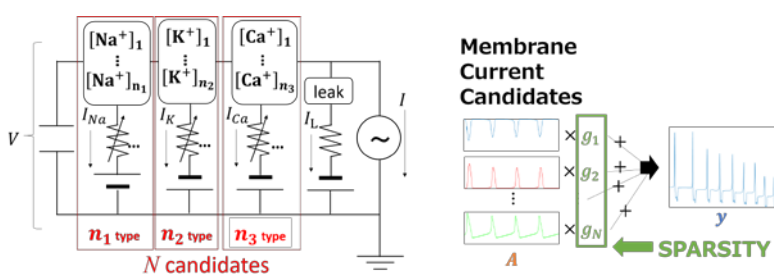
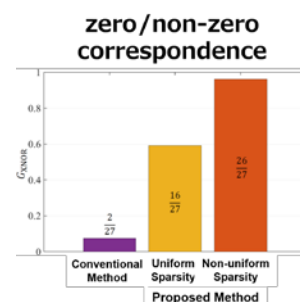


図: スパースモデリングに基づく神経非線形ダイナミクスの抽出



このような背景のもと、本年度は、NEURON環境で実装される神経ダイナミクスにおいて、非線形因子として多数の候補が存在する場合に、データに潜在する本質的なダイナミクスのみをデータ駆動で抽出する方法の研究開発を行った。スパースモデリングの枠組みとNEURON環境を融合することにより、計測データから神経システムの非線形ダイナミクスを定めるシナプスコンダクタンスを推定する方法を構築した。スパースモデリングの枠組みに基づいて構築したアルゴリズムを用いた推定により、多数のイオンチャネルの候補から、データに本質的に内在するイオン電流のみの抽出が可能であることを示した。本研究の成果は関連研究者の注目を受け、国内研究会で依頼講演を受けるとともに、国内学会より学会賞(奨励賞)を受賞した。

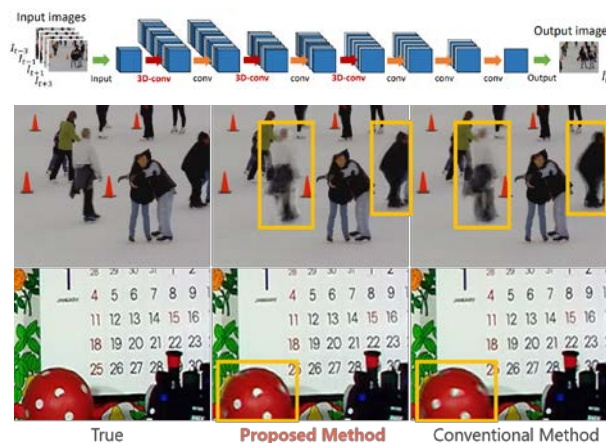
さらに、本研究で構築したアルゴリズムを地球惑星科学分野へ応用する研究を行った。前年度に行った推定アルゴリズム研究を発展させ、地球惑星科学分野で重要とされる固相と液相が混在する不均質反応において、特に、非線形ダイナミクスの推定アルゴリズムの構築を行った。他機関(海洋研究開発機構(JAMSTEC))の研究者と共同で、上述の神経ダイナミクスの方法を地球惑星科学分野に応用することにより、観測可能な液相の中間物の時空間データからその背後にある固相の反応物や生成物の時間応答を推定するとともに、多数の非線形因子から重要な因子のみを同時に推定することが可能な統計的アルゴリズムを構築した。得られた結果は、日本地球惑星連合大会などの学会で公表するとともに、神戸大学と海洋研究開発機構(JAMSTEC)との第6回連携協議会において依頼講演を行った。さらに、国内学会より、学会賞(奨励賞)を受賞した。

なお、NEURON環境に適合した数理モデルや不均質反応ダイナミクスの数理モデルを計測データから推定する上で重要な、本プロジェクトで構築したデータ駆動的アプロー

チの研究について、研究代表者は東京大学からの依頼を受け、東京大学高次元データ駆動科学教育プログラム、ならびに、東京大学深宇宙探査学教育プログラムにおける全7回の集中講義を行った。

3. 神経イメージングと数理モデリングの融合による情報抽出技術の研究開発

近年の神経イメージング技術の発展により、神経ネットワークを構成する多数のニューロンの同時計測が実現されつつある。しかしながら、神経イメージングで計測されたデータからその背後にあるダイナミクスを抽出する技術は確立していない。本年度は、イメージング計測において、神経細胞の空間構造と各細胞の経時的応答を抽出するためのアルゴリズムの開発を行い、細胞体の検出や樹状突起の検出において、その有効性を検証した。本研究の成果は、関連研究者の注目を受け、関連研究会にて依頼講演を行った。



図：動画の時間超解像を実現する時空間型深層学習アルゴリズム

加えて、神経イメージングデータの時間超解像への応用を想定し、機械学習技術を用いた動画からの超解像技術の研究を行った。フレームレートが低いイメージングデータからより高フレームレートのイメージングデータを推定するための時間超解像技術の開発を行った。前年度に行った時空間自己回帰モデルを導入するアルゴリズムをさらに進化させ、時空間型の深層学習アルゴリズムを構築することにより、低時間解像度の動画データから高い時間解像度の動画をより高精度で推定できることを示した。これらのイメージングと数理モデリングを融合した研究について、知能システムに関する国際会議より、優秀論文発表賞を受賞した。

さらに、イメージング技術と数理モデリング解析技術を融合する研究を推進するために、後述するイメージング数理研究会を開催し、活発な討論を行った。

以上の3つのテーマの通り、本プロジェクトの3年度目として、平成30年度は、神経回路網に関する医学・工学・情報学の融合研究をUCSDとの国際共同研究として推進するとともに、神経回路網研究の推進において構築した、神経システムにおける非線形ダイナミクス抽出のための情報処理技術を用いて、地球惑星科学分野における非線形ダイナミクス抽出への応用研究も行った。

なお、上記の研究の一部は、文部科学省 科学研究費助成事業・国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）、科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業CREST「光の特性を活用した生命機能の時空間制御技術の開発と応用」、「計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測」の支援のもとで、行われた。

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

当該年度において学術誌などに発表した論文・著書等の著者，発表論文名，掲載誌，巻号，ページ，年の各項目及び特許出願について記載して下さい。（受理証明があるものも記載可）
国際共著論文（海外の大学ないし研究機関に所属する研究者が，共著者に含まれている論文）は，著者名の後に（国際共著）と記載して下さい。
複数の研究プロジェクトに所属されている先生で，研究成果の切り分けが難しく，複数のプロジェクトから成果として報告する場合は，その成果のあとに「※」印を付して下さい。

[論文]

論文名：Estimation of Neuronal Dynamics Based on Sparse Modeling ※

著者名：Shinya Otsuka and Toshiaki Omori

掲載誌，巻，ページ：Neural Networks, Vol. 109, pp. 137-146, 2019年

論文名：Microglia Enhance Synapse Activity to Promote Local Network Synchronization ※

著者名：Ryohei Akiyoshi, Hiroaki Wake, Daisuke Kato, Hiroshi Horiuchi, Riho Ono, Ako Ikegami, Koichiro Haruwaka, Toshiaki Omori, Yoshihisa Tachibana, Andrew Moorhouse, Junichi Nabekura （国際共著）

掲載誌，巻，ページ：eNeuro, Vol. 11, pp. 0088-18:1-13, 2018年

論文名：Putative Neural Network within an Olfactory Sensory Unit for Nestmate and Non-nestmate Discrimination in the Japanese Carpenter Ant: The Ultrastructures and Mathematical Simulation

著者名：Yusuke Takeichi, Tatsuya Uebi, Naoyuki Miyazaki, Kazuyoshi Murata, Kouji Yasuyama, Kanako Inoue, Toshinobu Suzuki, Hideo Kubo, Naoko Kajimura, Jo Takano, Toshiaki Omori, Ryoichi Yoshimura, Yasuhisa Endo, Masaru K. Hojo, Eichi Takaya, Satoshi Kurihara, Kenta Tatsuta, Koichi Ozaki, Mamiko Ozaki

掲載誌，巻，ページ：Frontiers in Cellular Neuroscience, Vol. 12, pp. 310:1-15, 2018年

論文名：Gaussian Process Dynamical Autoencoder Model

著者名：Jo Takano, Toshiaki Omori

掲載誌，巻，ページ：ACM International Conference Proceeding Series, pp. 1-5, 2019年

論文名：Spatio-Temporal Convolutional Neural Network for Frame Rate Up-Conversion

著者名：Yusuke Tanaka, Toshiaki Omori

掲載誌，巻，ページ：ACM International Conference Proceeding Series, pp. 1-5, 2019年

論文名：Multivariate Time Series Classification using DMD based Similarity Measure.

著者名 : Taiki Tanaka, Toshiaki Omori

掲載誌, 巻, ページ : Proceedings of Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems in conjunction with Intelligent Systems Workshop 2018, pp. 1225-1228, 2018年

論文名 : Estimation of Neural Network Dynamics Based on Sparse Modeling

著者名 : Ren Masahiro, Toshiaki Omori

掲載誌, 巻, ページ : Proceedings of the SICE Annual Conference 2018, pp. 1520-1523, 2018年

論文名 : Harmonic Mean Similarity Based Quantum Annealing for k-means

著者名 : Jo Takano, Toshiaki Omori

掲載誌, 巻, ページ : Procedia Computer Science, Vol. 144, pp. 298-305, 2018年

[参考 : 国際学会における発表]

- [1] “Estimation of Neural Network Dynamics Based on Data-driven Statistical Approach”

Toshiaki Omori

2018 IEEE Brain Initiative Workshop on Advanced NeuroTechnologies, San Diego, CA, U.S.A (2018)

- [2] “Harmonic Mean Similarity Based Quantum Annealing for k-means”

Jo Takano, Toshiaki Omori

The 3rd INNS Conference on Big Data and Deep Learning, Sanur, Bali, Indonesia (2018)

- [3] “Gaussian Process Dynamical Autoencoder Model”

Jo Takano, Toshiaki Omori

3rd International Conference on Intelligent Systems, Metaheuristics & Swarm Intelligence, Male, Maldives (2019)

- [4] “Spatio-Temporal Convolutional Neural Network for Frame Rate Up-Conversion”

Yusuke Tanaka, Toshiaki Omori

3rd International Conference on Intelligent Systems, Metaheuristics & Swarm Intelligence, Male, Maldives (2019)

- [5] “Simulation for Simplified Neural Network Model of Structures Within an Olfactory Sensory Unit for Nestmate and Non-nestmate Discrimination in the Japanese Carpenter Ant”

Jo Takano, Toshiaki Omori, Hideo Kubo, Tatsuya Uebi, Yusuke Takeichi, Naoyuki Miyazaki, Kazuyoshi Murata, Kouji Yasuyama, Kanako Inoue, Naoko Kajimura, Masaru K Hojo, Eichi Takaya, Satoshi Kurihara, Mamiko Ozaki

INCF Japan Node International Workshop on Advances in Neuroinformatics 2018, RIKEN, Saitama, Japan (2018)

- [6] “Simulation based on Neuronal Cable Theory for Structures Within an Olfactory Sensory Unit for Nestmate and Non-nestmate Discrimination in the Japanese Carpenter Ant”

Jo Takano, Toshiaki Omori, Hideo Kubo, Tatsuya Uebi, Yusuke Takeichi, Naoyuki Miyazaki, Kazuyoshi Murata, Kouji Yasuyama, Kanako Inoue, Naoko Kajimura, Masaru K Hojo, Eichi Takaya, Satoshi Kurihara, Mamiko Ozaki

The 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer, Research

- Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Sendai, Japan (2019)
- [7] “Data-driven Approach for Extracting Neuronal Nonlinear Dynamics”
Junya Yamasaki, Shinya Otsuka, Toshiaki Omori
The 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University, Sendai, Japan (2019)
- [8] “Estimation of Neural Network Dynamics Based on Sparse Modeling”
Ren Masahiro, Toshiaki Omori
The SICE Annual Conference 2018, Nara Kasugano International Forum, Japan (2018)
- [9] “Multivariate Time Series Classification using DMD based Similarity Measure”
Taiki Tanaka, Toshiaki Omori
Joint 10th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 19th International Symposium on Advanced Intelligent Systems in conjunction with Intelligent Systems Workshop 2018, Toyama International Conference Center, Toyama, Japan (2018)
- [10] “Putative Neural Network within an Olfactory Sensory Unit for Nestmate and Non-nestmate discrimination in the Japanese Carpenter Ant: the Ultrastructures and Mathematical Simulation”
Yusuke Takeichi, Tatsuya Uebi, Naoyuki Miyazaki, Kazuyoshi Murata, Kouji Yasuyama, Kanako Inoue, Hideo Kubo, Naoko Kajiyama, Jo Takano, Toshiaki Omori, Mamiko Ozaki
The 40th annual meeting of the Japanese Society for Comparative Physiology and Biochemistry, Integrated Research Center, Kobe University, Kobe, Japan (2018)

5. 関連活動及び特記事項

(注) 複数の研究プロジェクトに所属されている先生で、研究成果の切り分けが難しく、複数のプロジェクトから成果として報告する場合は、その成果のあとに「※」印を付して下さい。

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名: 科学研究費補助金

研究種目: 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化)

代表者名: 大森敏明

研究課題名: 確率的Slow Feature Analysisの構築と空間認識機能への応用

受入金額: 3,640,000円(当該年度), 11,310,000円(期間全体)

(2) 受賞(賞名称, 受賞対象, 受賞者名, 授与機関名, 受賞年・月) (KUIDにあわせる)

システム制御情報学会 学会賞(奨励賞)

(授与機関名: システム制御情報学会,

対象研究テーマ: スパースモデリングに基づく神経細胞ダイナミクスの推定)

受賞者名: 大塚慎也

受賞年月: 平成30年5月

システム制御情報学会 学会賞(奨励賞)

(授与機関名: システム制御情報学会,

対象研究テーマ: 逐次モンテカルロ法に基づく不均質反応ダイナミクスの推定)

受賞者名: 森本亮太

受賞年月: 平成30年5月

第62回システム制御情報学会研究発表講演会 学生発表賞

(授与機関名: 第62回システム制御情報学会研究発表講演会,

対象研究テーマ: スパースモデリングに基づく神経回路ダイナミクスの推定)

受賞者名: 政廣 蓮

受賞年月: 平成30年5月

第17回情報科学技術フォーラム 奨励賞

(授与機関名: 第17回情報科学技術フォーラム,

対象研究テーマ: スパースモデリングに基づく神経ネットワークの構造推定)

受賞者名: 政廣 蓮

受賞年月: 平成30年9月

日本比較生理化学会第40回大会 発表論文賞会長賞

(授与機関名: 日本比較生理化学会第40回大会,

対象研究テーマ: Putative Neural Network within an Olfactory Sensory Unit for Nestmate and Non-nestmate discrimination in the Japanese Carpenter Ant: the Ultrastructures and Mathematical Simulation)

受賞者名：Yusuke Takeichi, Tatsuya Uebi, Naoyuki Miyazaki, Kazuyoshi Murata,
Kouji Yasuyama, Kanako Inoue, Hideo Kubo, Naoko Kajiyama, Jo Takano,
Toshiaki Omori, Mamiko Ozaki

受賞年月：平成30年11月

Best Paper Presentation Award

(授与機関名：International Conference on Intelligent Systems, Metaheuristics
and Swarm Intelligence,

対象研究テーマ：Spatio-Temporal Convolutional Neural Network for Frame
Rate Up-Conversion)

受賞者名：Yusuke Tanaka

受賞年月：平成31年3月

(3) 特論の実施内容 【記載例】

担当者氏名	日時、コマ数	言語	内容
〇〇 〇〇	平成29年8月26 日、2コマ	日本語	△△△△△△△△△△△△△△△
□□ □□	平成29年8月26 日、2コマ	英語	△△△△△△△△△△△△△△△

(4) 研究集会の開催（研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る）

研究集会名：第5回イメージング数理研究会

開催日：平成30年7月23日

場所：神戸大学六甲台第2キャンパス 瀧川記念会館大会議室

内容：本研究プロジェクトで推進している神経システムの数理モデルを用いた情報学的アプローチと、計測科学・生命科学のアプローチの先端研究を融合させたイメージング数理研究会として、学外講師5名を含む8件の講演、13件のポスター発表からなる異分野研究集会を開催した。ポスター発表において、若手研究者や学生に発表の機会を設けることで、神経科学や脳型人工知能を切り口に、学際的な視野を備えた人材を育む場を設けた。

(5) その他、研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項

東京大学・高次元データ駆動科学教育プログラム・集中講義

日時、コマ数：平成30年7月25日～26日、7コマ（1コマ105分）

担当者氏名：大森敏明

言語：日本語

内容：本研究プロジェクトで推進しているデータ駆動型アプローチに基づく神経回路

網の推定アルゴリズムについて概説するとともに，本研究プロジェクトで得られている成果である神経回路網モデルのシミュレーション研究やデータ科学研究の紹介を行った．

平成30年度研究プロジェクト年次報告書

1. 研究プロジェクト概要

研究プロジェクトの名称		計算科学研究センター (R-CCS) 共同研究	
研究プロジェクト・リーダー 部局・専攻 ・氏名		先端融合研究環 横川三津夫	
当 該 年 度	研 究 員 数	10人 (学術研究員, 学振特別研究員 (DC1, DC2は除く), 外国人招へい研究員等)	
	外 部 資 金 獲 得 実 績	科学研究費補助金 千円, 受託研究経費 千円, 奨学寄附金 千円, その他 (千円)	
	特許出願件数		

2. 構成員とその役割分担

氏 名	部局・専攻	役 割 分 担
横川 三津夫	先端融合研究環	研究プロジェクト全体の統括と 高性能アルゴリズムの提案
坂本 尚久	システム情報学研究科・計算科学専攻	ハードウェア故障の分析と評価
宇野 篤也	理化学研究所計算科学研究センター 運用技術部門システム運転技術チーム	計算結果の可視化データの生成
石原 卓	岡山大学大学院環境生命科学研究科・環境科学	DNSデータの解析
金田 行雄	愛知工業大学基礎教育センター・計 算流体力学	DNSデータ解析に関する統括
今村 俊幸	理化学研究所計算科学研究機構 ・大規模並列数値計算技術研究チ ーム	3次元FFTの並列解法の開発
青木 聖陽	システム情報学研究科博士課程 前期課程	3次元FFTの並列解法の開発
小野 謙二	理化学研究所計算科学研究センター	ハードウェア故障の分析と評価
野中 丈二	理化学研究所計算科学研究センター	ハードウェア故障の分析
川鍋 友宏	理化学研究所計算科学研究セン ター	ハードウェア故障の分析

3. 研究成果の概要等について

理化学研究所計算科学研究センター（旧計算科学研究機構）との共同研究では、毎年、研究内容を変えながら実施中。平成30年度は、主に大規模DNSコードの高性能化に関する研究、大規模計算機システムの運用技術の高度化及び大規模データ公開に必要なクラウド技術の開発を実施した。

大規模DNSコードの高性能化に関する研究では、プロセッサアーキテクチャのトレンドであるメニーコアを持つスーパーコンピュータを利用するにあたり、多くのアプリケーションで利用されている3次元高速フーリエ変換（3D-FFT）の数値計算ライブラリを開発し、その性能を評価した。すなわち、スーパーコンピュータの計算性能を最大限引き出すためには、計算機の特性に合わせた最適化が必要不可欠である。このため、本研究では、Fortran言語で書かれた3D-FFTのプログラムをベースに、C言語による実装を行うと共に、スパコンシステムにおける1ノード上の最適化、並列計算最適化を行った。計算強度の大きい基数16のFFTを実装するとともに、いくつかの多軸分割による並列化を行い、ペンシル型領域分割が最適であることを見出した。また、実アプリケーションでの3D-FFTの利用方法を前提に、3D-FFTの計算とデータ転置をオーバーラップするライブラリを開発した。また、乱流DNSコードの非線形項の畳み込み計算部分に用いられているエイリアス誤差を除去するphase shift法に対し並列化を行った。phase shift法では、速度のクロスタームのフーリエ係数の計算に、通常の計算と格子幅 Δ を半幅だけずらした計算を行う2つの部分があるが、これらは独立に計算できるので、2倍の計算ノードを用い並列数を2倍にした結果、計算時間がほぼ1/2に短縮されることが分かった。

大規模計算機システムの運用技術の高度化及び大規模データ公開に必要なクラウド技術の開発では、京コンピュータを構成するハードウェア故障の原因を分析するために、CPU温度や酢入れ装置の水温などの大規模環境ログデータを使った視覚的分析システムを開発した。今年度は、CPU故障を対象として、故障回数の時間推移から興味期間を選択し、その期間内での故障の時空間分布をプロットし、移動エントロピー法を用いて故障回数と環境ログデータ間の因果指標を効率的に計算する手法を開発した。提案システムにより故障発生の時空間分布と、計測された環境ログデータと故障回数との間の因果関係を統合的、かつ対話的に分析することが可能となり、ログデータと故障回数との間の因果関係を可視化する提案手法が表現方法として有用であると評価を得た。また、評価実験を通して、ログデータとして計測されていない潜在因子が環境ログデータとして計測されている項目から影響を受け、その潜在因子が故障回数に影響を及ぼすことで見かけ上は計測されている環境ログデータが故障回数に影響を及ぼしているように見えてしまっているのではないかと、いう新たな仮説構築につながった。

※原則として、ホームページに公表します。

4. 論文・著書・特許出願リスト

【論文】

- [1] Yoshiaki Yamaoka, Kengo Hayashi, Naohisa Sakamoto, Jorji Nonaka, Particle Based Volume Rendering using 234 Image Composition, Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering (JASSE) , Vol.6, Issue.1, pp.1-10, 2019. 3

【国際会議，シンポジウム等】

- [2] Jorji Nonaka, Kenji Ono, Naohisa Sakamoto, Kengo Hayashi, Tomohiro Kawanabe, Fumiyoshi Shoji, Masahiro Fujita, Kentaro Oku, Kazuma Hatta, HIVE: A Cross-Platform, Modular Visualization Ecosystem for Heterogeneous Computational Environments, The 2018 Conference on Supercomputing (SC18), Research Poster, 2018.11
- [3] Jorji Nonaka, Kenji Ono, Naohisa Sakamoto, Kengo Hayashi, Motohiko Matsuda, Fumiyoshi Shoji, Kentaro Oku, Masahiro Fujita, Kazuma Hatta, A Large Data Visualization Framework for SPARC64 fx HPC Systems – Case Study: K Computer Operational Environment, The 8th IEEE Symposium on Large Data Analysis and Visualization (Poster), 2018.10
- [4] Yoshiaki Yamaoka, Kengo Hayashi, Naohisa Sakamoto, Jorji Nonaka, A Memory Efficient Parallel Particle-based Volume Rendering for Large-scale Distributed Unstructured Volume Datasets in HPC Environments, In proc. of the 18th Asia Simulation Conference (AsiaSim2018), pp.552-562, 2018.10
- [5] Yoshiaki Yamaoka, Kengo Hayashi, Naohisa Sakamoto, Jorji Nonaka, Particle Based Volume Rendering using 234 Image Composition, In proc. of the 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2018), pp.344-347, 2018.9
- [6] Kengo Hayashi, Naohisa Sakamoto, Jorji Nonaka, Motohiko Matsuda and Fumiyoshi Shoji, An In-Situ Visualization Approach for the K computer using Mesa 3D and KVS, In proc. of International Conference on High Performance Computing (ISC Workshop on In Situ Visualization 2018), pp 310-322, 2018.6
- [7] Kengo Hayashi, Yoshiaki Yamaoka, Naohisa Sakamoto, Jorji Nonaka, A Fully Parallel Particle-based Volume Rendering for Large-Scale Unstructured Volume Datasets, IEEE Pacific Visualization 2018, (Poster), 2018.4

- [8] 林 賢悟, 吉永司, 野崎 一徳, 野中 丈士, 坂本 尚久, 歯茎摩擦音発音シミュレーションにおける口腔内気流と空力音源の in-situ 可視化, 第 32 回数値流体力学シンポジウム, F07-1, 2018. 12
- [9] 林 賢悟, 清水 天志, 坂本 尚久, 野中 丈士, 前島 康光, 小山田 耕二, 大規模数値計算向け視覚的因果探索技術, 第46回可視化情報シンポジウム講演論文集, 2018. 9
- [10] 山岡 義明, 林 賢悟, 坂本 尚久, 野中 丈士, 234画像重畳技術を使った並列粒子レンダリング, 第46回可視化情報シンポジウム講演論文集, 2018. 9
- [11] 山岡 義明, 林 賢悟, 坂本 尚久, 野中 丈士, 234画像重畳技術を使った並列粒子レンダリング, 可視化情報学会 第1回ビジュアリゼーションワークショップ (ポスター), 2018. 3
- [12] Kazuki Koiso, Naohisa Sakamoto, Jorji Nonaka, Fumiyoshi Shoji, A Transfer Entropy based Visual Analytics System for Identifying Causality of Critical Hardware Failures - Case Study: CPU Failures in the K Computer, In proc. of the 18th Asia Simulation Conference (AsiaSim2018), pp. 563-574, 2018. 10
- [13] Kazuki Koiso, Naohisa Sakamoto, Jorji Nonaka, Fumiyoshi Shoji, Development of a visual analytic system of exploring the failure causes using big log data on HPC systems, In proc. of the 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2018), pp. 340-343, 2018. 9
- [14] 小磯 一貴, 坂本 尚久, 野中 丈士, 庄司 文由, HPCログデータを使った故障原因探索のための視覚的分析システムの開発, 第46回可視化情報シンポジウム講演論文集, 2018. 9
- [15] 小磯 一貴, 坂本 尚久, 野中 丈士, 庄司 文由, HPCログデータを使った故障解析のための視覚的分析技術の開発, 可視化情報学会 第1回ビジュアリゼーションワークショップ (ポスター), 2018. 3

5. 関連活動及び特記事項

(注) 複数の研究プロジェクトに所属されている先生で、研究成果の切り分けが難しく、複数のプロジェクトから成果として報告する場合は、その成果のあとに「※」印を付して下さい。

(1) 外部資金等(外部資金名(種目), 代表者名, 研究タイトル, 当該年度の受入金額を記載)

○外部資金名: 科学研究費補助金 ※

研究種目: 基盤研究 (B) (17H02828)

代表者名: 山本有作 (電気通信大学)

研究課題名: 強スケーリング性能を指向した計算物理向け超並列行列計算ライブラリの開発

受入金額: 800,000円

(2) 受賞 (賞名称, 受賞対象, 受賞者名, 授与機関名, 受賞年・月) (KUIDにあわせる)

Honorable Mention Poster Award

(授与機関名: IEEE Pacific Visualization 2018, 対象研究テーマ: A Fully Parallel Particle-based Volume Rendering for Large-Scale Unstructured Volume Datasets)

受賞者名: Kengo Hayashi et al.

受賞年月: 2018年 4月

(3) 特論の実施内容

なし

(4) 研究集会の開催 (研究プロジェクトの活動と関連の深いものに限る)

なし

(5) その他, 研究プロジェクトの活動と関連のある特記事項

なし