

IPPS News Letter

No. 6
2020年3月発行

熊本大学パルスパワー科学研究所

Institute of Pulsed Power Science,
Kumamoto University

産業ナノマテリアル研究所への改組

来年度から、パルスパワー科学研究所は先端科学研究部の一部と融合して、産業ナノマテリアル研究所(Institute of Industrial Nanomaterials, IINa)へと改組する。それ故、パルスパワー科学研究所としてはこれが最後の挨拶となる。パルスパワー科学研究所は、これまでその特異的プロセスにより多くの応用展開を見せてきた。その特殊プロセスが、改組後は、IINaの中で、バイオマテリアル部門や材料プロセス部門の重要な分野として機能する。

IINaは、これまで先端科学研究部の中で世界に先駆けて行われてきた、二次元マテリアルやナノシート研究をさらに飛躍的に発展させることを目的としており、同時にそれら材料の産業界への展開も図る。パルスパワー科学は、この材料作製のための特異的プロセスとして、融合研究への新たな展開を見せて欲しい。バイオマテリアルとしては、二次元マテリアルとパルスパワーを組み合わせた細胞研究などへの展開も可能になるだろう。このように、パルスパワー研究が二次元マテリアルとの融合的な研究へと進化していくことを期待する。

IINaにおいては、KPI値も設定している。それは、論文数、論文のIF、科研費、および共同研究費を評価項目とし、それぞれの増加を目指すものである。従って、IINaの構成メンバーは、上記評価の各項目に対して、現状に比べて右肩上がりになるように努力してほしい。そのことが、IINaの存在意義を高め、文科省もその存在を高く評価するようになり、将来の存続にも影響するようになるであろう。

最後に、小さな目標を目指すのではなく、大きな志を抱き、世界が驚く成果を出してほしい、と切に祈念する。そして、熊大にIINaありと国内外が認める研究所として光り輝くように期待する。



パルスパワー科学研究所
所長 **松本 泰道**
Director, Yasumichi Matsumoto

研究活動の総括

パルスパワー基盤部門

パルスパワー発生制御分野では新型半導体(SiC-MOSFET)を用いたスイッチングの研究で、駆動制御の最適化によりプラズマ等の負荷で吸収されなかったエネルギーを回収、再利用に成功しました。応用として水からの水素生成、蒸着金属の剥離技術を確認しています。また、植物へのパルスパワーを作用させ生育制御による成長促進などのユニークな研究を行っています。爆発プロセス分野では、国立大学法人で唯一の爆薬の利用が可能な総合的実験施設を有し、内外の研究者と広く連携、新素材創製研究を実施しています。難接合の具材接合や一方多孔隙材の創製の他、超微細成形、炭素関連物質の衝撃合成などに独自の技術に基づく先端的成果を挙げています。超臨界プロセス分野ではパルスパワー技術との融合で触媒を用いないアミノ酸や乳酸からの迅速なオリゴマー合成を達成しています。アミノ酸水溶液の気液界面パルス放電により官能基の脱離や付加、脱アミノ化や脱カルボニルの諸反応を制御できることが確認されました。

環境プロセス分野では汎用性のある小型ナノ秒パルス電源を開発しています。これにより極限反応場を形成、オゾン生成や難分解有害物質処理の高効率化に成功しています。

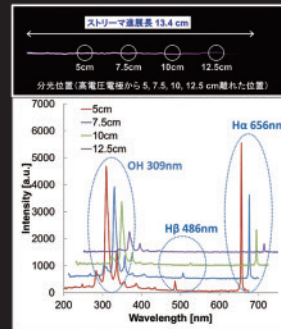


図1 パルスプラズマによるOHと水素生成

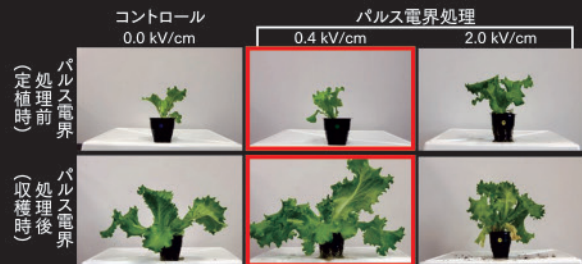


図2 パルス高電界を用いた植物育成制御

極限物性科学部門

極限物性科学部門は、衝撃超重力物質分野、極限物性物理分野、極限材料科学分野、半導体極限機能科学分野で構成され、これまで、衝撃圧縮を用いた超高圧物性や世界オンリーワンの強い重力場を用いた新物質開発、固体物質の衝撃波応答機構の解明、液中パルスプラズマを用いたナノマテリアルの合成、フェムト秒光パルスを用いた光合成初期ダイナミクスの解明、種々の金属材料のサブミクロン以下への超微細化とその機能解明、による反応経路等の能動的制御、半導体デバイスの微細極限機能の追求と最先端量産拠点形成、データ駆動科学に基づく物性・材料科学の新学理構築を目指した研究に取り組むとともに、研究・教育の基盤リソースである液体窒素・液体ヘリウムの全学供給を担ってきました。またESH2015/2016 (International Workshop on Explosion, Shockwave and High-velocity Phenomena)や第32回カロテノイド研究談話会等を開催し、研究活動に関わるものとして、アメリカ物理学会からFELLOW授与、日本金属学会・金属組織写真奨励賞の受賞者が出ました。また大型の競争的研究資金は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)や科学技術振興機構のCREST研究課題(図3)、多くの民間企業から獲得しました。

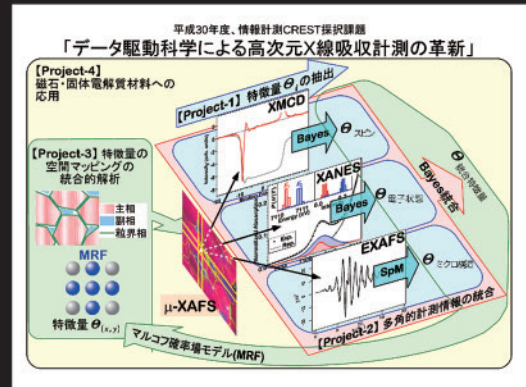


図3 平成30年度に情報計測CRESTで採択された研究課題の概要

バイオエレクトリクス部門

バイオエレクトリクス分野は、医療、衝撃波、および応用バイオエレクトリクスの3研究室からなる。生体に対するパルスパワーの特徴ある作用の解明、制御とその産業応用に資する研究を進め、2005年に熊本大学が中心となって発足し、欧米15研究拠点が参加する国際バイオエレクトリクスコンソーシアムにおいて中心的な役割を果たしてきた。医療バイオエレクトリクスでは、ナノ秒パルス電界(nsPEF)によってヒト由来細胞に誘導されるストレスやプログラム細胞死に関連する特徴的な応答反応を見出し、欧米で進む医療応用の基礎的根拠を与えている。衝撃波バイオエレクトリクスでは、衝撃波の細胞への作用と医療応用、パルス高電界を用いた緑藻からのアルコール抽出の研究を、病院や海外拠点と連携して進めている。応用バイオエレクトリクスでは、ナノ秒パルス超高電界の細胞やタンパク質への作用と食品プロセスへの応用展開を企業と連携して進めている。

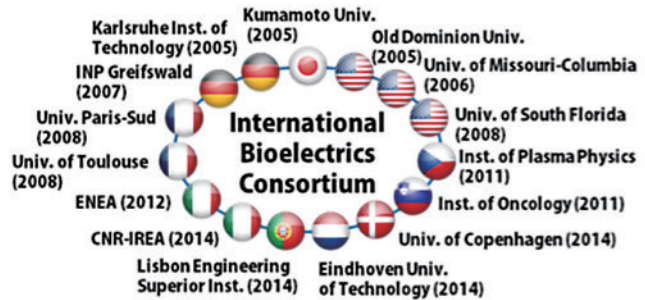


図4 バイオエレクトリクス:パルスパワーの生体作用と医・薬・食品プロセスへの応用展開

国際連携活動(2014~2019年度)

バイオエレクトリクス国際コンソーシアム活動

バイオエレクトリクスとは、細胞や生体組織へ強いパルス電界を作用させ、その構造や環境に変化をもたらす研究領域である。細胞へ電界を印加することで細胞膜にエレクトロポレーションを引き起こす研究は従来より注目されていたが、極短時間で強い電界を形成するパルスパワーは、細胞内構造にまで作用をきたし、特定の細胞応答を能動的に誘導することを可能にした。そこで、世界的なパルスパワー研究拠点である熊本大学(日本)、オールドドミニオン大学(米国)、カールスルーエ工科大学(ドイツ)を起源として、2005年に「バイオエレクトリクス国際コンソーシアム」を設立し、現在、そのメンバーは、米国・欧州・日本からの16機関に達している。熊本大学パルスパワー科学研究所は、国際コンソーシアム活動の主導的な役割を果たし、これまでに全機関参加型テレカンファレンスを10回、バイオエレクトリクス国際会議におけるコンソーシアム会議を5回主催してきた。



海外研究者の招へい活動

年度	招へい者氏名	所属機関名	国
2014	Xun Liu	熊本大学	中国
2014	D.W.Snoke	University of Pittsburgh	アメリカ合衆国
2015	ゾーラン レン	マリボル大学	スロベニア
2015	ゾーラン レン	マリボル大学	スロベニア
2015	マテ ベセンジャック	マリボル大学	スロベニア
2015	李 潤又	ソウル大学	韓国
2015	ジャスティン テイシー	薬理学と構造生物学研究所	フランス
2015	ピーター ルーカス	プラズマ物理学研究所	チェコ
2015	李 孜	上海理工大学	中国
2015	ゾーラン レン	マリボル大学	スロベニア
2015	ハミド ガンデハリ	ユタ大学	アメリカ合衆国
2016	ビレン メネゼス	インド工学大学	インド
2016	李 孜	上海理工大学 教師	中国
2016	ジェームス ルッセル アッセイ	サンディア国立研究所	アメリカ合衆国
2016	フィルツ ザーレ	クイーンズランド大学	オーストラリア
2017	Jai Ick Yoh	Seoul National University	韓国
2017	Georg Mueller	Karlsruhe Institute of Technology	ドイツ
2017	ビレン ベネゼス	IIT Bombay	インド
2017	マーティン プロイレット	シェルブルック大学	カナダ
2017	リュウ チュウイ	北京グラフィックコミュニケーション研究所	中国
2017	ワン シャンクア	北中国電力大学	中国
2017	チェン チ	北京交通大学	中国
2017	アンバン ソン	西安交通大学	中国
2017	ガセミ ネガレ	クイーンズランド工科大学	オーストラリア
2017	ジェグ チョイ	韓国電気研究所	韓国
2017	クリスチャン ガスベス	Karlsruhe Institute of Technology	ドイツ
2017	シュウ シャオ	Old Dominion University	アメリカ合衆国
2018	ビレン メネゼス	Indian Institute of Technology Bombay, India	インド
2018	マテ ベセンジャック	スロベニア マリボル大学 准教授	スロベニア
2018	イワン バタイエフ	ノボシビルスク大学 助教	ロシア
2018	タオ シャオ	Chinese Academy of Sciences	中国
2018	オーグスト ビーメン	アイントホーフェン工科大学	オランダ
2018	マリールピエール ロルス	フランス トゥールーズ大学	フランス
2018	グレゴール セルサ	Institute of Oncology Ljubljana, Slovenia	スロベニア
2018	マヤ セマザー	Institute of Oncology Ljubljana, Slovenia	スロベニア
2019	マテ ベセンジャック	スロベニア マリボル大学 准教授	スロベニア
2019	Wei Sun	大連理工大 若手研究者	中国
2019	Firuz Zare	クイーンズランド大学	オーストラリア
2019	Dr.Dario Zappa	University of Brescia	イタリア
2019	Prof.Kamal K.Kar	インド工学大学	インド

活動報告(2019年度)

◆第43回静電気学会全国大会の開催

2019年9月12日～13日に、第43回静電気学会全国大会を熊本大学にて開催した。2件の招待講演、80件の一般口頭講演が行われ、7社の企業展示、約190名の参加者を募ることができ、大変な盛会のうちに終了した。

◆プレリリース

- 川合伸明准教授、「衝撃破壊の瞬間、材料に何が起こるのか～パルスX線の応用でナノ秒間に起こる現象の目撃に成功～」(2019.5.20)
K. Ichiyangi, S. Takagi, N. Kawai, R. Fukaya, S. Nozawa, K.G. Nakamura, K.D. Liss, M. Kimura, S. Adachi, "Microstructural deformation process of shock-compressed polycrystalline aluminum" Scientific Reports, 9, 7604, 2019
- ホサノハミド教授、「クリーンで効果的な電子廃棄物のリサイクル」(2019.6.10)
T. Yamashita, T. Sakugawa, H. Akiyama, H. Hosano, "Metal-coated plastics recycling by pulsed electric discharge" Waste Management, 89(15), pp.57-63, 2019
- 矢野憲一教授、「ナノ秒オーダーのきわめて短い電気刺激による免疫細胞の活性化」(2019.6.12)
T. Koga, K. Morotomi-Yano, T. Sakugawa, H. Saitoh & K. Yano, "Nanosecond pulsed electric fields induce extracellular release of chromosomal DNA and histone citrullination in neutrophil-differentiated HL-60 cells" Scientific Reports, 9, 8451, 2019

◆IPPSセミナー

- 第46回
内容: Biorefinery of Plant Oil for Ethylene Metathesis with Supercritical Fluids
講師: Prof. Youn-Woo LEE (Seoul National University, KOREA)
内容: Wet air oxidation for waste treatment: from fundamentals to specific applications
講師: Prof. Olivier Boutin (Aix-Marseille University, FRANCE)
- 第47回
内容: パルスパワーの医療応用
講師: Prof. Maja Cemazar (Institute of Oncology Ljubljana, Slovenia)
Prof. Marie-Pierre Rols (University of Toulouse, France)
Dr. Nushin Hosano (IPPS, Kumamoto University)
- 第48回
内容: Safety assessment of inorganic and dendritic nanoparticles
講師: Prof. Hamid Ghandehari (Utah University, USA)
- 第49回
内容: Researches in XLIM Research Institute
講師: Dr. Philippe Leveque (XLIM Research Institute, France)
- 第50回
内容: Going Interstellar
講師: Prof. Konstantinos Kontis (Dean for Global Engagement-East Asia & China, Head of Aerospace Sciences Division, University of Glasgow, UK)
- 第51回
内容: Challenging issues of future grids with grid connected power electronics converters: harmonics and standardizations
講師: Prof. Firuz Zare (The University of Queensland, Australia)
- 第52回
内容: Biomaterials for Localized Delivery: Design and Safety Considerations
講師: Prof. Hamid Ghandehari (Utah University, USA)
- 第53回
内容: パワーデバイスの進展とパルスパワーと情報化社会
講師: 佐久川貴志 教授, IPPS
Prof. Firuz Zare (The University of Queensland, Australia)

受賞報告(2019年度)

- ◆ 龍 輝優(大学院自然科学教育部博士後期課程1年)、電気学会より「電気学会基礎・材料・共通部門大会若手ポスター優秀賞」を受賞(2019年9月3日)
- ◆ 佐々木貫至(大学院自然科学教育部博士前期課程2年)、静電気学会より「第43回静電気学会全国大会 戸戸奨励賞」を受賞(2019年9月12日)
- ◆ 龍 輝優(大学院自然科学教育部博士後期課程1年)、静電気学会より「第43回静電気学会全国大会エクセレントプレゼンテーションアワード」を受賞(2019年9月13日)
- ◆ Gao Xin博士、The 29th Assembly of Advanced Materials Congressより「IAAM Award Lecture」を受賞(2019年10月11日)
- ◆ ホサノハミド教授、Japan Congress on High-Speed Imaging and Photonics 2019より「High Speed Imaging Award and Gold Medal」を受賞(2019年11月14日)
- ◆ 山元颯太(大学院自然科学教育部博士前期課程1年)、International Solar Fuels Conference 3 Young Meetingより「Best Poster Award at ISF3-Young」を受賞(2019年11月20日)
- ◆ 卜部 玄(大学院自然科学教育部博士後期課程2年)、応用物理学会九州支部より「学術講演会発表奨励賞」を受賞(2019年11月24日)
- ◆ 稲尾大介(大学院自然科学教育部博士後期課程3年)、火薬学会より「2019年火薬学会秋季研究発表会優秀講演賞」を受賞(2019年12月6日)
- ◆ 赤池拓也(工学部機械システム工学科4年)、International Symposium on Novel and Sustainable Technologyより「ISNST2019 Poster Presentation Student Paper Competition Award, Excellent Award」を受賞(2019年12月12-13日)
- ◆ 甲斐友之(工学部機械システム工学科4年)、同上
- ◆ 龍 輝優(大学院自然科学教育部博士後期課程1年)、電気学会より「電気学会優秀論文発表賞」を受賞(2020年1月10日)

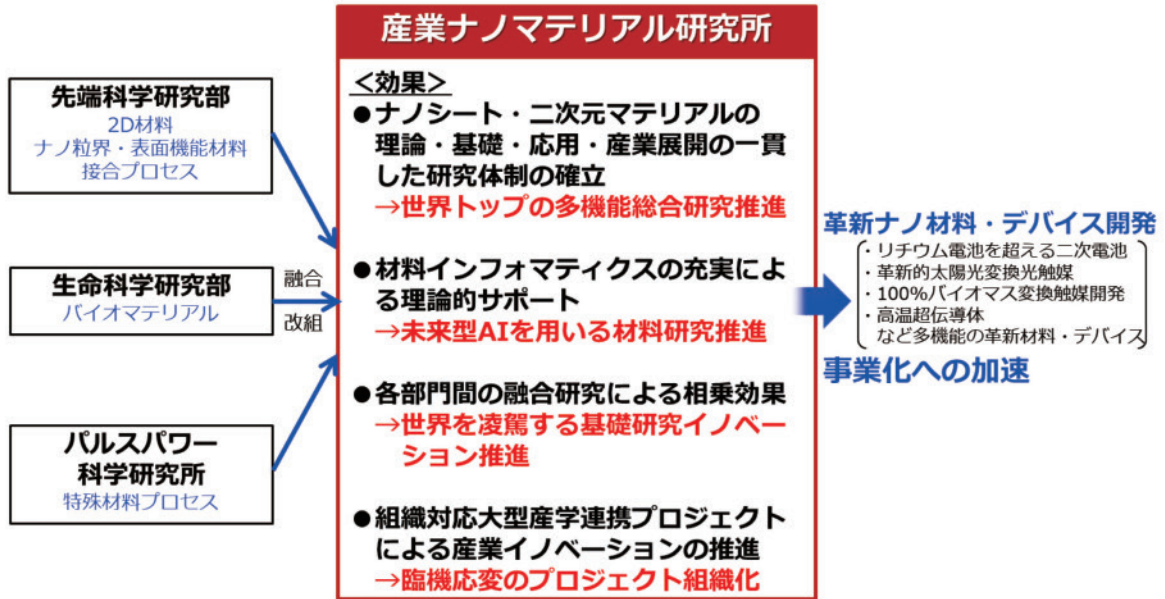


産業ナノマテリアル研究所の概要

世界で類のない

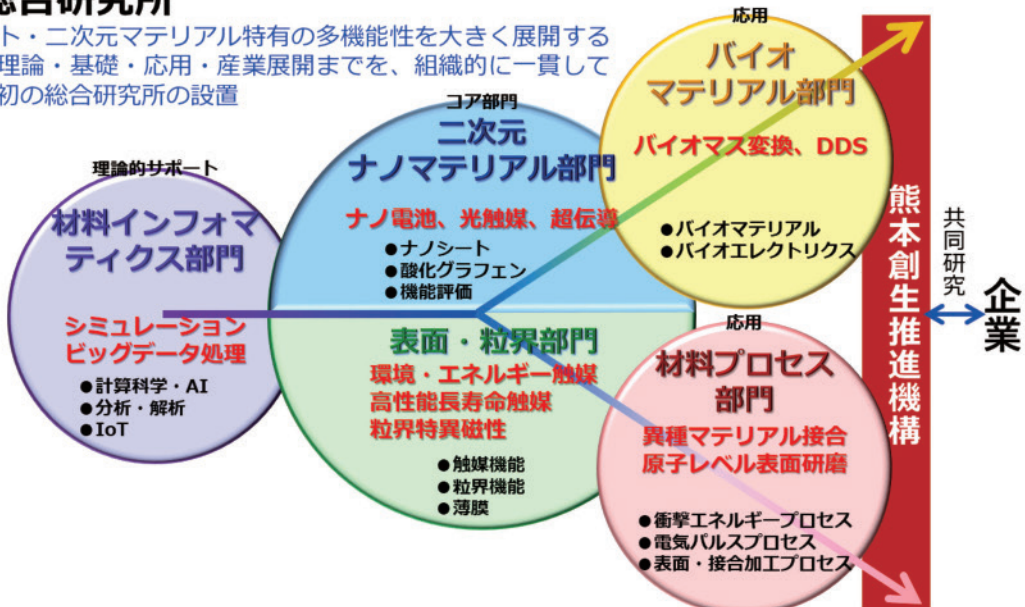
ナノシート・二次元マテリアルの多機能性をイノベティブに拡大するために理論から産業展開までを推進する総合研究所

国内トップレベルであるが学内に分散しているナノシート・二次元マテリアル研究者を組織化し、さらに理論、プロセスの研究者群を加えることで、ナノシート・二次元マテリアル特有の多機能を大きく応用展開できるように理論・基礎・応用・産業展開を組織的に集中・一貫・統制して運営する世界トップの総合研究所として体制強化し、ナノマテリアルの産業イノベーションを推進・具現化する。

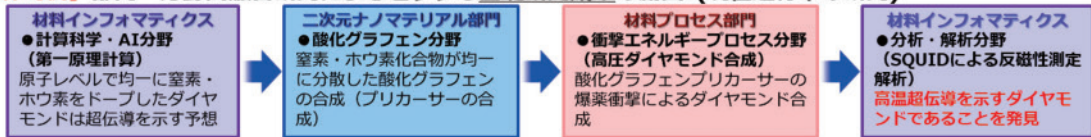


二次元マテリアルをコア部門にした理論→産業展開の5部門からなる総合研究所

ナノシート・二次元マテリアル特有の多機能性を大きく展開するために、理論・基礎・応用・産業展開までを、組織的に一貫して行う世界初の総合研究所の設置



【具体的例】部門・分野間融合研究によるビッグな基礎研究成果の創出（現在進行中の研究）



研究推進・SS研究ランク業績(2014~2019年度)

全国共同利用・共同研究拠点を 目指した研究推進

目的

IPPS教員・研究者との共同研究の形で広く大学および学術研究機関等の研究者にIPPSの研究施設・設備を提供し、共同研究活動を支援することにより、パルスパワー科学技術に資する研究の発展を目的とする。

年度	件数
2014	19
2016	39
2017	46
2018	45
2019	24
合計	173

成果報告

共同研究成果報告書の提出、報告内容の公表、前菜学者参加型成果報告会の開催を義務とした。

成果報告

共同研究成果報告書の提出、報告内容の公表、前菜学者参加型成果報告会の開催を義務とした。

これまでの共同研究先

石川高専	自治医科大学
大分高専	水産大学校
沖縄高専	崇城大学
香川高専	東京大学
久留米高専	東京工科大学
熊本高専	東京工業大学
佐世保高専	東北大学
八戸高専	富山県立大学
岩手大学	長崎大学
大阪市立大学	名古屋工大
大阪大学	広島修道大学
金沢大学	広島大学
神戸大学	福岡大学
北里大学	防衛大学校
九州大学	立命館大学
京都工芸繊維大学	山口東京理科大学
京都大学	山口東京理科大
岐阜大学	横浜市立大学
高知工科大学	宇宙航空研究開発機構
神戸大学	核融合科学研究所
埼玉工業大学	高エネルギー加速器研究機構



熊本大学パルスパワー科学研究所

Institute of Pulsed Power Science,
Kumamoto University

〒860-8555 熊本市中央区黒髪 2-39-1
TEL 096-342-3292 FAX 096-342-3293
E-mail ipps@kumamoto-u.ac.jp
http://www.ipps.kumamoto-u.ac.jp/

SSランクの研究業績

論文

- S. Moosavi-Nejad, S.H.R. Hosseini, "Current trends in bioelectrics for reversible cell membrane manipulation, Comment on Physical methods for genetic transformation of fungi and yeast" Phys. Life Reviews, Vol.11, pp.212-14, 2014
- S. M. Nejad, H. Hosseini (Hosano), H. Akiyama, K. Tachibana, "Reparable Cell Sonoporation in Suspension: Theranostic Potential of Microbubble" Theranostics 6(4), pp.446-455, 2016
- M. Nejad (Hosano), H. Takahashi, H. Hosseini (Hosano), A. Watanabe, H. Endo, K. Narihira, T. Kikuta, K. Tachibana, "Acute effects of sono-activated photocatalytic titanium dioxide nanoparticles on oral squamous cell carcinoma" Ultrasonics Sonochemistry, Vol.32, pp.95-101, 2016
- N. Battula, V. Menezes, H. Hosseini (Hosano), "A Miniature Shock Wave Driven Micro-jet Injector for Needle-free Vaccine/Drug Delivery" Biotechnol. Bioeng., 113(11), pp.2507-2512, 2016
- I.A. Bataev, D.V. Lazurenko, S. Tanaka, K. Hokamoto, A.A. Bataev, Y. Guo, A.M. Jorge Jr., "High cooling rates and metastable phases at the interfaces of explosively welded materials" Acta Mater., 135 pp.277-289, 2017
- A. Guionet, B. Hosseini, J. Teissié, H. Akiyama, H. Hosseini (Hosano), "A new mechanism for efficient hydrocarbon electro-extraction from *Botryococcus braunii*" Biotechnol. Biofuels 10(39), pp.1-9, 2017
- H. Takehira, M. R. Karim, Y. Shudo, M. Fukuda, T. Mashimo, S. Hayami, "Modulating the Work Function of Graphene by Pulsed Plasma Aided Controlled Chlorination" Sci. Report 8:17392, 2018
- Nushin Hosano, Hamid Hosano, Prospects and challenges of physical manipulation of the cell membrane, Phys. Life Rev., Vol.26-27, pp.43-46, 2018
- A. Guionet, S.M. Nejad, J. Teissié, T. Sakugawa, S. Katsuki, H. Akiyama, H. Hosseini (Hosano) "Spatio-temporal dynamics of calcium electrotransfer during cell membrane permeabilization" Drug Deliv. Transl. Res., 8(5);pp.1152-1161, 2018
- K. Hokamoto, K. Shimomiya, M. Nishi, L. Krstulović-opara, M. Vesjenjak, Z. Ren, "Fabrication of unidirectional porous-structured aluminum through explosive compaction using cylindrical geometry" Journal of Materials Processing Technology, 251, pp.262-266, 2018
- R. Akiyoshi, Y. Hirota, D. Kosumi, R. Ohtani, M. Nakamura, L.F. Lindoy, S. Hayami, "Ferroelectric and luminescence properties in zinc(II) and platinum(II) soft complexes" Dalton Transaction, 40, 14288-14292, 2018
- D. Kosumi, T. Nishiguchi, Y. Amao, R.J. Cogdell, H. Hashimoto "Singlet and Triplet Excited States Dynamics of Photosynthetic Pigment Chlorophyll a Investigated by Sub-Nanosecond Pump-probe Spectroscopy" Journal of Photochemistry and Photobiology A, 358, 374-378, 2018
- A. Guionet, B. Hosseini, H. Akiyama, H. Hosano, "Medium's conductivity and stage of growth as crucial parameters for efficient hydrocarbon extraction by electric field from colonial micro-algae" Bioelectrochemistry, 8, pp.88-93, 2018
- I.A. Bataev, S. Tanaka, Q. Zhou, D.V. Lazurenko, A.M.J. Junior, A.A. Bataev, K. Hokamoto, A. Mori, P. Chen, "Towards better understanding of explosive welding by combination of numerical simulation and experimental study" Materials and Design, 169, art. no.107649, 2019
- P. Parchuri, S. Kotegawa, H. Yamamoto, K. Ito, A. Mori, K. Hokamoto, "Benefits of intermediate-layer formation at the interface of Nb/Cu and Ta/Cu explosive clads" Materials and Design, 166, no.107610, 2019
- S. Tanaka, I. Bataev, H. Oda, K. Hokamoto, "Synthesis of metastable cubic tungsten carbides by electrical explosion of tungsten wire in liquid paraffin" Advanced Powder Technology, 29(10), pp.2447-2455, 2018
- S. Tanaka, I. Bataev, M. Nishi, I. Balagansky, K. Hokamoto, "Micropunching large-area metal sheets using underwater shock wave: Experimental study and numerical simulation" International Journal of Machine Tools and Manufacture, 147, no.103457, 2019
- R. Akiyoshi, Y. Hirota, D. Kosumi, M. Tsutsumi, M. Nakamura, L.F. Lindoy, S. Hayami, "Ferroelectric metallomesogens composed of achiral spin crossover molecules" Chemical Science, 10, pp.5843-5848, 2019
- M. Niewczas, A. Kula, H. Kitahara, S. Ando, "Dislocation distribution and patterning in <a>-axis Mg single crystals during early compression" Acta.Mater., 164, 2019
- T. Yamashita, T. Sakugawa, H. Akiyama, H. Hosano, "Metal-coated plastics recycling by pulsed electric discharge, Waste Management" Vol.89, pp.57-63, 2019
- T. Yamashita, H. Hosano, H. Akiyama, T. Sakugawa, "Mechanism of metal removal from metal-coated plastics using pulsed power" IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 26(2) pp.523-529, 2019
- L. Yang, L. Chen, Y.C. Chen, L. Kang, J. Yu, Y. Wang, C. Lu, T. Mashimo, A. Yoshiasa, C.H. Lin, "Homogeneously alloyed nanoparticles of immiscible Ag-Cu with ultrahigh antibacterial activity" Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 180, pp.466-472, 2019
- S. Tamura, T. Mashimo, K. Yamamoto, Z. Kelgenbaeva, W. Ma, X. Kang, M. Koinuma, H. Isobe, A. Yoshiasa, "Synthesis of Pd-Fe System Alloy Nanoparticles by Pulsed Plasma in Liquid" Nanomaterials 8, 1068, 2019

研究

- 人工光捕集アンテナを基盤とした光機能性超分子ナノデバイスの創製(2016~2017年度)
- 中性子ホログラフィーによる軽元素の可視化(2017年度)

受賞

- IEEE Leon K. Kirchmayer Graduate Teaching Award(秋山秀典)
- アメリカ物理学会 フェロー賞(真下茂)