

IPPS News Letter

No. 3
2016年12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

ご挨拶

2016年4月14日21時26分に最大震度7の地震が熊本を襲いました。熊本は地震が少ないなと思っていた矢先の大きい揺れでした。世界15機関からなるバイオエレクトリクス国際コンソーシアムのインターネット会議を23時から予定しており、実験室にいました。防振台や実験機が動き、ロッカーが開き、資料が机から落ちる等が起きました。身の危険はある程度感じるものの冷静に実験室を眺めていました。バイオエレクトリクス国際コンソーシアムはパルスパワー科学研究所が主宰ですので、皆さんに会合の中止を連絡している最中にも、震度6程度の地震が起きました。2016年4月16日1時25分の最大震度7の本震時は、自宅で寝ていましたが、もう少し長く揺れていたら家が潰れるのではと感じました。この本震で、熊本大学は甚大な被害を受け、その後1ヵ月間は、教育・研究が止まりました。現在は、国のサポートもあり、徐々に研究が地震前に戻っている状況です。

パルスパワー科学技術共同研究拠点が、平成28年度から文部科学省の新たな共同利用・共同研究体制の充実枠で認められ、地震のためスタートが少し遅れましたが、39件の共同利用・共同研究がスタートしています。世界トップレベルのパルスパワー科学技術を用いた共同利用・共同研究の場を全国の関連分野の研究者に提供し、異分野融合型の先端的共同研究を推進することにより、我が国におけるパルスパワー科学技術を用いた関連分野の研究基盤を確立することを目標としています。今後も、多くの研究者の方に利用して頂ければと考えております。次年度の公募は、来年早々になります。

パルスパワーから変換されたパルス電磁界、プラズマ、衝撃波等を、細胞、DNA、藻類、大腸菌等に印加し、パルスパワーの動物、植物、バクテリア等への作用を解明して、バイオテクノロジー、医療・健康、農業・漁業、及び環境・食品に応用する学問であるバイオエレクトリクスの創成と共同研究を、2005年に日米独の3機関ではじめ、現在では欧米を中心に15機関からなるバイオエレクトリクス国際コンソーシアムが活動しています。私と米国のオールドドミニオン大学のRichard Heller教授がエディターとなって、コンソーシアムメンバーを中心に55名が執筆した、“Bioelectrics”の教科書が、Springerから今年11月に出版されました。新分野であるバイオエレクトリクスの体系化を行ったことは、大きい成果だと考えています。

パルスパワー科学技術を活用する異分野との融合が進み、幅広い産業創生のためのイノベーションが創出され、日本の産業復活に幾分とも貢献できたと思っています。今後とも、パルスパワー科学研究所のサポートを宜しくお願い申し上げます。



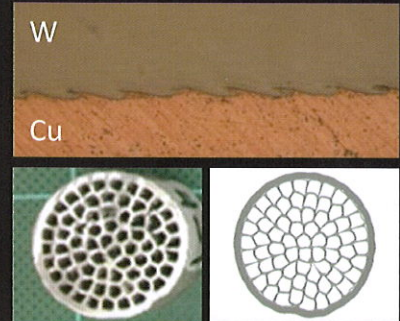
パルスパワー科学研究所
所長 **秋山秀典**
Director, Akiyama Hidenori

研究活動

外本和幸 教授(パルスパワー基盤部門)

タイトル:爆発・衝撃波現象を利用した新素材創製

概要: 研究所に設置されている国立大学法人唯一の総合的爆発実験施設を利用して、各種新素材創製に関する研究を広く実施している。特に爆発圧接技術に関して、独自に開発した水中衝撃波を利用してW薄板など、各種難接合材の異材接合を可能にした(上の写真)。また、爆薬を利用した「一方向に均一穴構造を有する多孔質材」の創製なども試みている(下の断面写真左が製品;右がシミュレーション形状)。この他にも、液中衝撃反応合成法を用いた高機能新素材粉末の創製など多くの新素材創製技術にチャレンジしている。

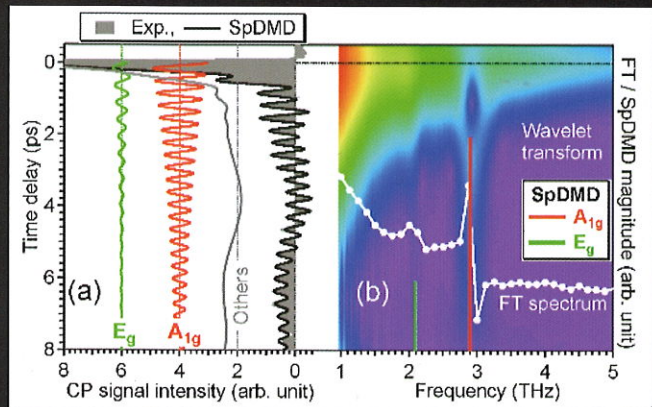


赤井一郎 教授(極限物性科学部門)

タイトル:Sparsity-promoting Dynamic Mode Decomposition (SpDMD)

概要: SpDMDは、パルス励起に伴う超高速過渡現象の新規解析法である。図は超短光パルス照射によって観測されるコヒーレントフォノンの減衰振動現象である。従来のフーリエ変換やウェーブレット変換解析では、不適切な基底関数を用いるため、物質の固有フォノンモード分解と、その物性量推定が困難である。

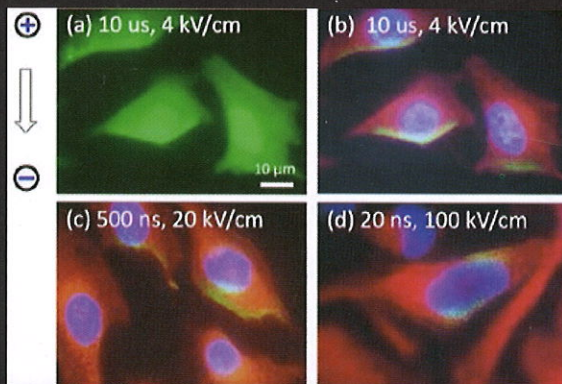
SpDMDは、人類が物体や現象を認知する際に、脳で行っている処理法を、過渡現象解析に適用したものである。灰色で示した複雑な減衰振動波形では、主要成分から順に自動抽出し、赤・緑で示した固有振動モードと、その全ての特性量も含めて推定可能である。例え複雑なデータであっても、「自然界の諸現象の根底原理は少ない物理量で説明出来るはずである」という仮定に基づくこのスパースモデリングは、汎用性が極めて高く、これ以外にも適用と発展が期待できる。



勝木淳 教授(バイオエレクトリクス部門)

タイトル:強電界パルス印加後のイオン流動

概要: 強電界パルスは、誘電物質の集合体である生体に瞬間的に物理的な強い力として作用し、生体の構造や環境に可逆的または不可逆的な変化を与える。その結果として多様な生体応答が誘導される。この作用力はパルス条件に強く依存する。左図は強電界パルス印加直後に動物細胞内で起こるイオン流動を示す。(a)はパルス印加30ms後の細胞内Caイオン分布、(b)(c)(d)における紫および赤はそれぞれ核および小胞体を示し、緑色はCaイオン濃度の増加分を示す。通常、細胞質基質におけるCaイオン濃度は低く抑えられているが、パルス印加直後に急激に増加する。濃度増加の様態はパルス条件に依存し、10 μ s幅のパルスでは膜を通じた細胞外からの流入、20ns幅のパルスでは小胞体からの放出、500ns幅ではその両方が起こる。細胞内Caイオン濃度の変化は多様な生体反応のトリガー信号としてはたらくことから、私たちはパルスを用いて特定の細胞応答を積極的に誘導することを試みている。



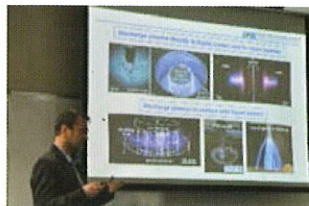
国際連携活動

IPPS International Symposium on Interdisciplinary Pulsed Power

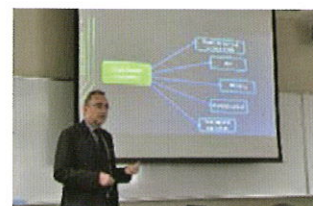
当研究所主催のこの国際会議は世界的に著名なパルスパワーに関わる様々な分野(材料工学、プラズマ科学、パワーエレクトロニクス、医療、バイオ)の研究者5名をスロベニア、チェコ、デンマーク、アメリカ合衆国、フランスから招聘し、2016年3月10日-11日に熊本大学で開催した。当研究所からは若手の研究者8名が最新の研究成果を発表した。写真は海外からの5名の研究者と講演会場の様子である。



Dr. Zoran Ren



Dr. Petr Lukes



Dr. Firuz Zare



Dr. Hamid Ghandehari



Dr. Justin Teissie



会場の様子

Bioelectrics Symposium 2016

パルスパワーの生物作用とその応用をテーマにしたバイオエレクトリクスシンポジウムが9月12-15日の4日間にわたってドイツRostock市で開催された。本シンポジウムは、IPPSメンバーが中心となって設立したバイオエレクトリクス国際コンソーシアムの運営によって毎年日米欧で順次開催され、今年で13回目を迎える。基調講演、招待講演、一般講演とポスター発表を併せて総数72件の研究発表が行われた。IPPSから3件の講演を行った。講演は1会場で立て続けに行われ、ほとんど空席がなく白熱した議論が交わされた。次回は2017年9月に米国Norfolk市で行われる予定である。



ESHP2016 (Explosion, Shock-wave and High-strain-rate Phenomena 2016)

本会議は熊本大学発祥の会議で、第1回、第2回目を熊本大学で実施した後、各国での開催となり、今回第5回目の会議が北京市内のFriendshipホテルで開催された。北京理工大のPengwan Chen教授とIPPSの外本教授がCo-Chairとして運営にあたり、爆発・衝撃波現象や材料の高速変形挙動の基礎及び応用研究に関して150を超える講演発表が行われ、盛況であった。会議録はTrans Tech Publicationが発行しているMaterials Science ForumのOne volumeとして2017年に出版される予定である。



Opening (Prof.P.W.Chen)



Plenary lecture (Prof.N.Thadhani)



Excursion (万里の長城)

共同研究の状況

共同利用・共同研究（39件）

No.	共同研究代表者	所 属	課 題
1	関根 利守	広島大学	衝撃波の二重構造と相転移との関係の考察
2	足立 典隆	横浜市立大学	UV パルスレーザーによって誘起される DNA 損傷応答のライブイメージング解析
3	奥林 里子	京都工芸繊維大学	パルスアーク放電プラズマによる環境適合型の機能性高分子合成法の開発
4	佐藤 英一	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所	衝撃荷重下における宇宙機構造材料の強度測定
5	一柳 光平	高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所	超高ひずみ速度変形下における降伏機構の解明
6	斉藤 圭亮	東京大学	光合成アンテナ蛋白質における光捕集と光保護機能の分子機構の解明
7	佐野 智一	大阪大学	バルクナノメタルの動的降伏応力測定
8	中村 昭子	神戸大学	惑星間空間における隕石母天体衝突圧密過程
9	奥野 正幸	金沢大学	衝撃圧縮による Mg シリカゲルならびに生物起源含水非晶質シリカの構造変化
10	山下 実	岐阜大学	金属板端面の衝撃接合法
11	渡邊 友亮	明治大学	医薬品素材合成のための高密度流体プラズマ場での有機物への窒素導入
12	古里 友宏	長崎大学	超臨界二酸化炭素中パルスアーク放電を用いた簡易医薬品合成手法の開発
13	森 昭寿	崇城大学	アルミニウム合金及びマグネシウム合金の組合せに対する高速度斜め衝突時の金属ジェット発生メカニズムに関する研究
14	西 雅俊	熊本高等専門学校	爆薬を用いた一方向多孔質構造を有する金属材料の創製
15	中村 一隆	東京工業大学	衝撃圧縮を用いた非平衡超高压物質ダイナミクス研究
16	下嶋 賢	沖縄工業高等専門学校	食品用粉体の最適な粉碎条件選定のための動特性の評価
17	本間 哲雄	八戸工業高等専門学校	パルス放電を用いた有用アミノ酸の新規合成技術の創出
18	猪原 武士	佐世保工業高等専門学校	ナノ秒パルスマイクロプラズマの放電機構の解明と、そのバイオ応用
19	結城 和久	山口東京理科大学	爆発圧着技術を応用した均一多数穴ポーラス銅管の熱伝達性能評価
20	杉山 和正	東北大学	人工マスケリナイトの合成とランダム構造評価
21	木下 貴博	富山県立大学	衝撃銃を用いた RbCl 単結晶の高圧相の状態方程式に関する研究
22	佐藤 岳彦	東北大学	プラズマ誘導性細胞応答における電荷の生理的意義の解析
23	有馬 寛	東北大学	ゼオライト中での超重力場による陽イオン拡散
24	伊藤 亮孝	高知工科大学	時間相関単一光子検出法による固相試料内の励起エネルギー移動挙動の評価
25	上野 崇寿	大分工業高等専門学校	インパルス電圧による遺伝子不活化を目的とした健康関連微生物の滅菌処理法の開発
26	西尾太一郎	東京理科大学	新規水素化物超伝導体の探索
27	永山 邦仁	九州大学	衝撃波ウゴニオと状態方程式の関係の考察
28	小畑 正明	京都大学	カンラン石の高圧衝撃圧縮実験による剪断破碎と摩擦溶融の研究
29	秋山 雅裕	岩手大学	液中放電プラズマの発生メカニズムの解明
30	小坂 丈敏	埼玉工業大学	放電誘起水中衝撃波とマイクロバブルを用いた放電成形の高効率化
31	高橋 克幸	岩手大学	ICCD カメラを用いた水中気泡内パルス放電の進展観測
32	渡邊 敏晃	水産大学校	衝撃波による水と空気の相互作用に関する基礎的研究
33	鐘本 勝一	大阪市立大学	有機半導体の低温分光測定及びデータ解析手法の構築
34	井山 裕文	熊本高等専門学校	マグネシウム合金の爆発成形に関する研究
35	南谷 靖史	山形大学	100kV/cm を越える高周波高電界バーストパルス列による HeLa 細胞へのアポトーシス誘導条件の調査
36	MOOSAVI-NEJAD Seyedeh Fatemeh	福岡大学	Theranostics Ultrasound and Shock Waves
37	浅井 智広	立命館大学	緑色硫黄細菌の光合成反応中心におけるクロロフィル a の機能解析
38	岡本 庸一	防衛大学校	超重力場中での SiGeAu 系多層膜の再結晶化過程の研究
39	田中 文章	石川工業高等専門学校	パルスパワーを用いたオゾン発生器及びオゾン濃度計測システムの開発

熊本地震

寒剤設備の被害と復旧状況

寒剤設備は、運転停止時であったことが幸いし、保有するヘリウムガスの一部を漏洩したものの致命的な機器損傷を受けず、軽微な部品交換で復旧を果たすことが出来た。結果、震災後の製造停止状態は1ヵ月程度であった。その停止期間においても、ガス業者の協力の下、継続的に冷却が必要な機器への寒剤供給を維持することができた。



寒剤設備

バイオエレクトロクス研究・実験室の被害・復旧状況

2016年4月14日21時26分の地震では、本棚から色々な物が落ちる程度の被害であったが、4月16日1時25分の地震では、大きい被害を受けた。実験机上の顕微鏡、液体クロマトグラフィー、レーザ装置、衝撃波計測装置(FOPH)、バイオ計測機器類、超純水製造システム、オシロスコープ、高速度カメラ、高電圧計測機器等多くの機器が、使用不能になった。幸い、研究の基盤となる8種類のパルスパワー発生装置は、研究所員が設計し電気回路を熟知していたため、自ら修理を行い、連休中には復旧した。

一例として、液体クロマトグラフィーの地震後の写真と、国からの援助により購入した同装置の写真を載せている。ほとんどの装置は現在復旧しており、共同利用・共同研究の実施に支障はない。



地震直後の液体クロマトグラフィー



液体クロマトグラフィーの復旧状況

衝撃研究・実験棟の被害・復旧状況

極限物性科学部門を中心とした多くのIPPSメンバーが研究室を構えるVBL・衝撃極限環境研究実験棟では、地震振動による損害に加え、最上階(6階)の水道管破損による全館漏水という事態に見舞われた。震災直後においては、実験室に保管されていた薬品類が漏水とともに流出した可能性が懸念された。しかし、関係職員の迅速な対応により薬品流出は無かったことが確認され、速やかに排水作業に移れたことは不幸中の幸いであった。しかしながら、周辺の建物全体をカバーしていたネットワークサーバーなど地震による転倒・破損を免れた多くの機器が、漏水被害により深刻なダメージを受けてしまったことは大変な痛手であった。現在、ネットワークに関しては完全に復旧しており、実験機器に関しては完全復旧に向けて今なお各職員が奮闘している。

爆薬・火薬を用いた実験を実施する衝撃実験棟においては、建屋の堅牢さもあり実験機器類を含め深刻な損傷を受けず、早期に実験実施可能な状態に復旧することができた。そのため、共同利用実験施設として、学内・学外の多くの研究者にほぼ通常通り実験機会を提供し続けることができ、震災後におけるIPPSの、ひいては本学の研究アクティビティ維持に最小限の影響で日常の研究活動に戻る事が出来ている。



漏水被害により崩落した天井

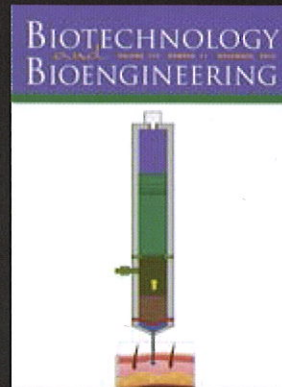


廊下に溜まった漏水

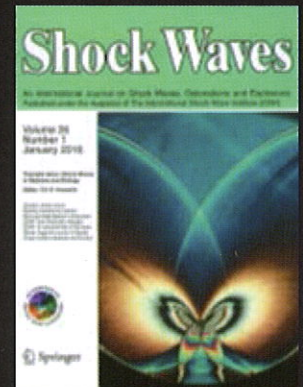
最近の主な研究成果

Journal Paper

- ◆ S. Moosavi-Nejad, S.H.R. Hosseini, H. Akiyama, K. Tachibana, "Reparable Cell Sonoporation in Suspension", *Theranostics*, 6(4): 446-455, 2016. (IF: 8.85)
- ◆ N. Ozaki, W.J. Nellis, T. Mashimo, R. Ahuja, T. Kaewmaraya, T. Kimura, M. Knudson, K. Miyanishi, M. Ramzan, Y. Sakawa, T. Sano, R. Kodama, "Dynamic compression of dense oxide (Gd₃Ga₅O₁₂) from 0.4 to 2.6 TPa: universal Hugoniot of fluid metals", *Scientific Reports*, 6, 26000-1-9, 2016. (IF: 5.23)
- ◆ T. Sekine, T. Kimura, T. Kobayashi, T. Mashimo, "Dynamic water loss of antigorite by impact process", *Icarus*, Vol. 250, pp. 1-6, 2015. (IF: 3.26)
- ◆ N. Battula, V. Menezes, H. Hosseini, "A Miniature Shock Wave Driven Micro-jet Injector for Needle-free Vaccine/Drug Delivery", *Biotechnology & Bioengineering*, Vol. 113 (11), pp. 2507-2512, 2016. (IF: 4.24)
- ◆ S. Moosavi-Nejad, H. Takahashi, H. Hosseini, 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. (IF: 4.56)



ホセイニ教授の研究成果が学会誌の表紙となった。

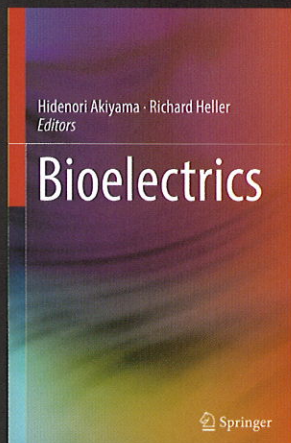


チェコ(プラズマ物理研究所)との共同研究成果が学会誌の表紙となった。

学術書物

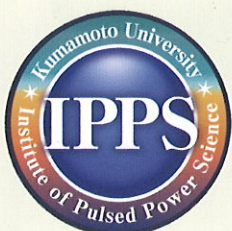
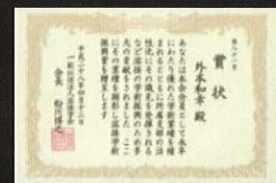
- ◆ 世界初のBioelectrics分野の教科書をSpringer社から2016年11月に刊行

医療、環境、食料、エネルギー応用、およびバイオテクノロジーの分野で工学と生物学を融合する新しい学際分野(Bioelectrics)に焦点を当て世界初のバイオエレクトリクス教科書として大学院生や若手研究者向けに執筆した。本研究所の秋山所長がEditorで、勝木、佐久川、矢野の各教授が分担執筆している。通常の印刷した書籍と電子書籍の両方で出版している。日米欧の約55名の研究者が分担して執筆した。



受賞報告

- ◆ 外本和幸教授、溶接学会より溶接学術振興賞を受賞(2016年4月13日)



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丁目39番1号
TEL 096-342-3618 FAX 096-342-3818
<http://www.ipps.kumamoto-u.ac.jp/>