

IPPS News Letter

熊本大学パルスパワー科学研究所

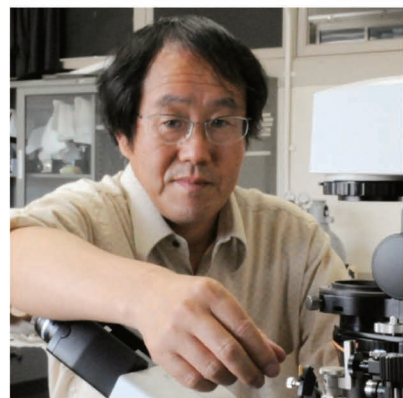
Institute of Pulsed Power Science,
Kumamoto University

ご挨拶

パルスパワー科学研究所は、バイオエレクトリクス研究センターと衝撃・極限環境研究センター、及び一部の自然科学研究科教員が加わり、17名の専任教員枠で、2013年4月に設立されました。「パルスパワー科学の基礎研究と新しい学理構築、及びそれを基礎とした異分野融合による国際的課題解決を推進すると共に、世界で活躍する若手研究者・技術者の育成」を使命として掲げ、現在二つのセンターが垣根を取り払い一つの研究所としてまとまりつつあり、特別研究員や国際業務推進オフィサーなども含めると総勢37名で着実に目標達成に向けて歩んでいます。

優れた研究者が集うことにより研究所が繁栄するとの信念のもと、研究所設立後4名の優秀な専任教員が、さらに海外から3名の博士号取得後の若い特別研究員などが加わり、充実した組織になりつつあります。個々の研究者の研究から発展して、研究所内の小さいグループでの共同研究も生まれつつあり、今後は研究所としての課題をいくつか掲げ、研究者全員が何らかの関与をするような体制も構築していきたいと考えています。

2005年に設立したバイオエレクトリクス国際コンソーシアムも現在では世界15機関が協定に調印する組織となり、2015年9月に国際共同研究のあり方について議論しました。研究所では、多くの国際共同研究成果がすでに生まれており、さらに海外からの若手特別研究員を核とした新しい国際共同研究体制も進めており、参加機関のモデルケースとなっています。今後、国内の共同利用・共同研究体制をさらに充実し、国際共同研究体制との連携、さらに多くの企業が参加しているパルスパワー産業化コンソーシアムとの連携も進めます。このことにより、パルスパワー科学技術の基礎研究・新しい学理構築に加えて、幅広い産業創生のためのイノベーション創出による日本の産業復活、及び国際的リーダーシップを発揮できる異分野融合型の研究者・技術者輩出に貢献していきたいと考えています。



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

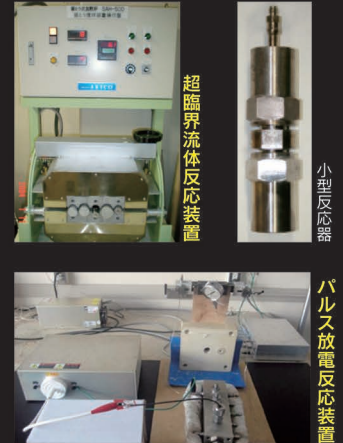
No. **2**
2015年11月発行

研究活動

佐々木満 准教授(パルスパワー基盤部門)

タイトル: 生命誕生に関連する特殊反応場での科学を探索

概要: 生命は、海底の熱水噴出孔において高温高压状態の水が無機物や窒素源、炭酸ガスとの接触によりアミノ酸を形成したこと、大気中での雷の発生により物質が合成されること、などが起源とされています。我々は、この生命誕生に関連する自然現象に近い「超臨界水」や「放電」という特殊反応場において、物質がどのように反応するかを実験を通して理解し、かつ物質合成の場となり得るかを調査しています。これまでに、亜臨界および超臨界水中(温度300~400°C、圧力10~45MPa)において、触媒を用いなくてもアミノ酸や乳酸からオリゴマーを迅速に合成できることを見出しました。また、アルゴンとアミノ酸水溶液の界面でアーク放電することで、官能基の脱離や付加、脱アミノ化や脱カルボニルといった諸反応を操作条件の操作によって制御できることを発見しました。今後、これら特殊反応場を精密に制御する方法を確立し、様々な化学物質や機能性素材を簡便かつ効率的に合成するグリーンテクノロジーを開発し、工業だけでなく医療や農業などへも応用していきたいと考えています。



真下茂 教授(極限物性科学部門)

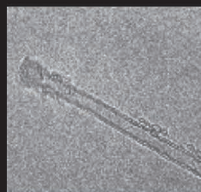
タイトル: 液中衝撃プラズマ法を用いた機能性ナノ材料の合成

概要: 真下研では衝撃超高压、強い重力場、液中衝撃プラズマなど熊大独自の極限状態を用いた物質研究、新規物質の合成、新規機能性材料の開発の研究を行っています。

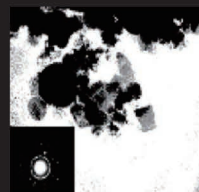
ここでは液中衝撃プラズマを用いた新規ナノ物質の合成の研究を紹介します。液中衝撃プラズマ法とは液体中で2つの金属電極間の繰り返しパルス放電によって瞬間的にプラズマを発生させ、液中で急冷させることによりナノ結晶や準安定相ナノ粒子を合成する方法で、電極に金属を、液体に水を用いると酸化物、イオウを用いると硫化物、アルコールなど有機液体を用いると炭化物や金属ナノ粒子、炭素被膜金属ナノ粒子を合成できます。また、炭素電極を用いるとフラーレンやナノチューブ、ナノダイヤモンドなども合成できます。最近のトピックスとして合金ナノ粒子、グラフェンなどの合成があります。これらのナノ粒子は触媒、光電材料、電池材料、ガン治療材料など環境、エネルギー、医療分野で応用が期待されます。



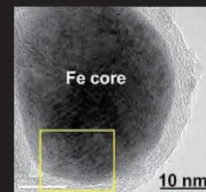
液中パルス放電



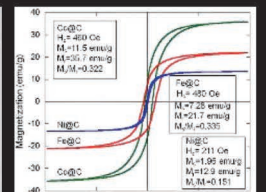
ナノチューブ



ナノダイヤモンド



炭素被膜鉄ナノ粒子(Carbon, 2012)

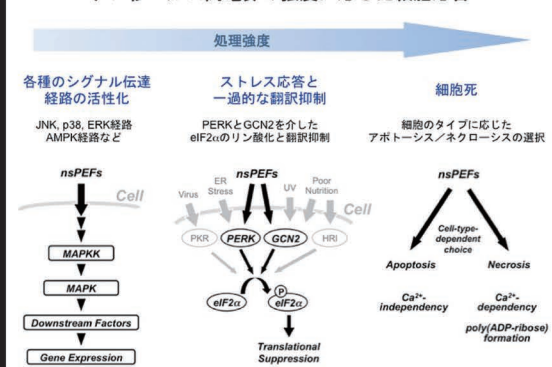


矢野憲一 教授(バイオエレクトリクス部門)

タイトル: ナノ秒パルス高電界の生体作用機構の解明

概要: ナノ秒パルス高電界は癌治療の新技术として世界的な注目を集めています。その作用メカニズムには不明点が多く、実用化への障壁となっています。我々はナノ秒パルス高電界処理したヒト癌由来細胞中の反応を解析し、ナノ秒パルス高電界の処理強度に応じた特徴的な応答反応を見出しました。比較的弱い処理強度では複数の細胞内シグナル伝達経路が活性化されており、細胞が低強度のナノ秒パルス高電界を感知・応答していることが明らかとなりました。中程度の処理強度ではタンパク質合成の一時的停止を伴うストレス応答が誘発され、細胞がナノ秒パルス高電界をストレスとして認知していることが判明しました。さらに処理強度を上げると細胞のタイプに応じた様式の細胞死が生じました。以上の新知見はナノ秒パルス高電界の医療分野における実用化に向けた重要な基盤となる成果です。

ナノ秒パルス高電界の強度に応じた細胞応答



国際連携活動

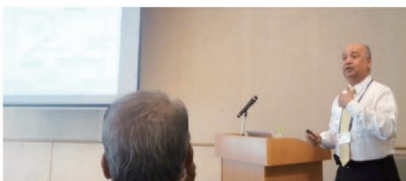
バイオエレクトリクス国際コンソーシアムの活動

熊本大学、オールドドミニオン大学(米国)、カールスルーエ技術研究所(ドイツ)で始まったバイオエレクトリクスと言う新しい研究領域を育成するため、2005年に熊本大学学長室でAgreement of International Bioelectrics Consortiumを結びました。その後コンソーシアム参加機関が増え、米国、ドイツ、フランス、イタリア、オランダ、デンマーク、ポルトガル、チェコ、スロベニアの著名な大学や研究所からなる15機関が協定に調印しています。活動として、年3回のオンライン会議を用いたミーティング、及び年1回の国際会議を開催しています。2015年度の国際会議は、The 12th International Bioelectrics Symposiumと1st World Congress on Electroporationの合同で行われ、参加者数は約400人でした。国際会議に先立って行われたバイオエレクトリクス国際コンソーシアムの代表による会議では、国際共同研究に関する議論が行われ、熊本大学の国際共同研究に関する先導的取り組みがモデルケースとなりました。会議の場所は、スロベニアのリゾート地であるポルトロズで行われました。写真は、バイオエレクトリクス国際コンソーシアムの代表者会議の様子、バンケットの前に行われたアドリア海に沈む夕陽を見ながらの懇談の様子、及び本研究所長秋山が司会をしている国際会議場の写真です。



ESHP2015の開催

平成27年9月28日、29日の日程でESHP2015(International Workshop on Explosion, Shock-wave and High-velocity Phenomena)が実施され、爆発・衝撃波現象に関連して活発に討論が行われました。ジョージア工科大のNaresh Thadhani教授による基調講演と各国から7件の招待講演の他、一般の口頭発表・ポスター発表、若手討論会(イブニングセッション)などが実施されました。



Naresh Thadhani教授による基調講演



Welcome partyの様子



Poster sessionの様子

EAPPC2014の開催



平成26年9月8日～12日、EAPPC2014(5th Euro-Asian Pulsed Power Conference)を本研究所の主催で開催しました。

アジア、ヨーロッパ、米国大陸などから230件の、パルスパワーの発生技術、基礎科学、産業応用に関する最先端研究の発表があり、大いに盛り上がりました。

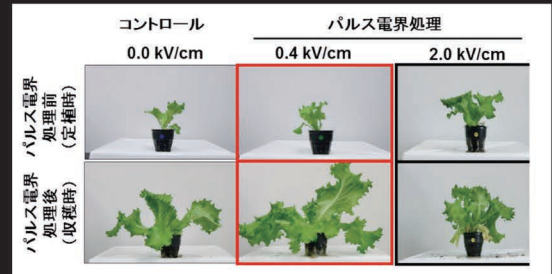
若手研究者紹介

王斗艶 准教授(パルスパワー基盤部門)



パルス電界や放電プラズマを発生させるための電源を作製するとともに、これらを気体、液体や植物体へ作用させる応用研究を行っています。有害気体の処理や難分解性有機物の処理、植物の生育制御などに関して、幅広く挑戦しています。

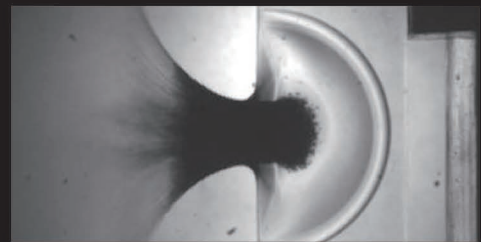
パルスパワーと化学、生物を融合することにより、これまでは実現し得なかった新しい学術の創成を目指しています。また、自身の研究成果が社会貢献となれるよう、日々邁進していきます。



川合伸明 准教授(極限物性科学部門)



「固体物質の衝撃波応答機構の解明」を目指しています。固体中の衝撃波と聞くとかなり特殊な現象に思われるかもしれませんが固体物質の衝撃波特性は、惑星形成・進化過程における天体衝突問題、宇宙構造物と宇宙ゴミとの超高速衝突問題、爆発・高速衝突事故に対する構造物の耐衝撃問題など、様々な事象の理解に必要となる重要な物質特性です。衝撃銃(右図下)を用い、秒速数kmに加速された衝突体を試験材料に衝突させると、物質内部には衝撃波が伝搬し(右図上)、その衝撃波により誘起される力学応答挙動を測定・解析し、衝撃荷重下における材料強度特性と損傷進展機構を評価しています。爆薬・衝撃銃を利用した総合的衝撃実験施設を有するパルスパワー科学研究所の強みを活かし、世界の衝撃研究をリードできるよう、研究を推進していきたいと思っています。



ブロック内部の衝撃波伝搬

ポリカーボネート球が秒速6kmでポリカーボネートブロックに衝突した瞬間の超高速撮影画像。



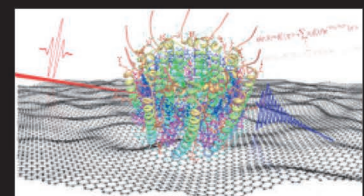
二段式軽ガス衝撃銃の全景

小澄大輔 准教授(極限物性科学部門)



近年急速に発展した光パルス発生技術により、原子核を周回する電子の運動周期と同程度(~100アト秒)のパルス幅が達成されています。このような極超短光パルスが実用化されることで、物質の超高速現象の観測、高いピークパワーによる超微細レーザー加工が可能となりました。

私の研究では、可視光領域では世界最短クラスである5フェムト秒光パルス発生技術と非線形分光光学手法を駆使することで、光と物質の非平衡状態における相互作用の解明を試みています。特に、植物・細菌・藻類における光合成初期過程に着目し、光合成色素分子間の超高速・高効率エネルギー伝達機構をこのような超高速分光計測により解明してゆきます。



広報活動

爆笑問題によるパルスパワー科学研究所の探検

NHKの全国放送として、毎週「探検バクモン」が25分間放送されています。2015年4月21日に、爆笑問題がパルスパワー科学研究所に来られ、秋山秀典所長が案内役となり、撮影が行われました。映像のみの撮影を含めると3日間に及びました。爆笑問題には、パルスパワーとは何かを含め、研究所で撮影する内容も知らされていないにもかかわらず、その場で実験に対しコメントされるのが新鮮であり、さすが日本を代表するお笑いタレントだなと感服しました。2015年8月5日の番組では、爆薬を用いたパルスパワーによる番組のロゴ制作に始まり、電気をを用いたパルスパワーによって果物や野菜を柔らかくする実験、水中大容量放電プラズマ生成、水の浄化実験、ウナギの成長促進実験等が放送されました。



爆笑問題の太田さんと田中さん、サヘル・ローズさん、及び秋山所長との撮影直後の写真

カゴメのWeb-動画で爆薬を用いてトマトなどの野菜をジュース化する実験が紹介されました。



トマトの動画の一場面

8月31日が野菜の日であることにちなんで、標記の実験をカゴメ(株)と共同で、爆発実験施設を利用して昨年実施しました。水中で爆薬を爆発させ、衝撃波を野菜に作用させると、外形はもとのままで内部の細胞壁だけが破壊して、ストローを刺すとそのままジュースになりました。

爆薬でジュースを作ることは衛生面もあって現実的ではありませんが、電気的な衝撃力によって食品を軟化させることも可能で、関連する研究も実施されています。

NHKスペシャル「知られざる衝撃波～長崎原爆・マッハステムの脅威～(平成26年8月18日放送)」で、爆発実験施設で実施した建物破壊模擬実験結果が紹介されました。

原子爆弾は高所で爆発させ、広範囲に衝撃波の威力を及ぼすように作られています。特に爆心でなく、周辺部で圧力が高まるマッハステムの効果について、本学で鉄筋コンクリート造の城山小学校被害を模擬した縮小モデル実験を実施し、高速度ビデオ撮影と圧力計測を行った結果が紹介されました。



建物破壊の撮影結果の一場面

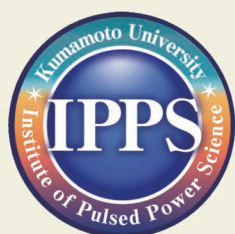
最近の主な研究成果

Journal Paper

- ◆P. Lukes, J. Zeman, V. Horak, P. Hoffer, P. Pouckova, M. Holubova, S.H.R. Hosseini, H. Akiyama, P. Sunka, J. Benes, "In vivo effects of focused shock waves on tumor tissue visualized by fluorescence staining techniques", *Bioelectrochemistry*, Vol.103, pp.103-110, 2015. (IF: 3.85)
- ◆T. Sekine, T. Kimura, T. Kobayashi, T. Mashimo, "Dynamic water loss of antigorite by impact process", *Icarus*, 250, pp.1-6, 2015. (IF: 3.22)
- ◆D. Kosumi, T. Kajikawa, S. Okumurai, M. Sugisaki, K. Sakaguchi, S. Katsumura, and H. Hashimoto, "Elucidation and Control of an Intramolecular Charge Transfer Property of Fucoxanthin by a Modification of Its Polyene Chain Length", *Journal of Physical Chemistry Letters*, 5, pp.792-797, 2014. (IF: 7.46)
- ◆A. Ito, A. Shimizu, N. Kishida, Y. Kawanaka, D. Kosumi, H. Hashimoto, and Y. Teki, "Excited-State Dynamics of Pentacene Derivatives Having Stable Radical Substituents", *Angewandte Chemie International Editions*, 53, pp.6715-6719, 2014. (IF: 11.26)
- ◆L. Chen, T. Mashimo, H. Okudera, C. Iwamoto, E. Omurzak, "Synthesis of WO₃·H₂O nanoparticles by pulsed plasma in liquid", *RSC Advances*, 4, pp.28673-28677, 2014. (IF: 3.84)
- ◆T. Katsura, A. M. Nakamura, A. Takabe, T. Okamoto, K. Sangen, S. Hasegawa, X. Liu, T. Mashimo, "Laboratory experiments on the impact disruption of iron meteorites at temperature of near-Earth space", *Icarus*, 241, pp.1-12, 2014. (IF: 3.22)
- ◆K. Morotomi-Yano, H. Akiyama, K. Yano, "Different involvement of extracellular calcium in two modes of cell death induced by nanosecond pulsed electric fields", *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol.555-556, pp. 47-54, 2014. (IF: 3.02)
- ◆H. Hosseini, S. Moosavi-Nejad, H. Akiyama, V. Menezes, "Shock wave interaction with interfaces between materials having different acoustic impedances", *Applied Physics Letters*, Vol.104, 103701, pp.1-5, 2014. (IF: 3.57)
- ◆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" by Rivera et al.", *Physics of Life Reviews*, Vol.11, pp.212-14, 2014. (IF: 8.56)

受賞報告

- ◆秋山秀典研究所長、電気学会よりFELLOWを授与
- ◆真下茂教授、アメリカ物理学会よりFELLOWを授与
- ◆秋山秀典研究所長、IEEEよりIEEE Kirchmayer Graduate Teaching Awardを受賞
- ◆佐々木満准教授、日本学術振興会よりひらめき☆ときめきサイエンス推進賞を受賞
- ◆川合伸明准教授、日本金属学会より金属組織写真奨励賞を受賞



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/>