

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

パルスパワーは瞬間的なエネルギーであり、電気エネルギー、化学エネルギー、機械エネルギー、光エネルギー等を時間的に圧縮することにより、大きな電力や仕事率などが得られます。このようなパルスパワーの大きさは、九州、日本、或いは世界での消費電力に相当するほど巨大です。

パルスパワー科学研究所では、安全・安心な社会の実現、環境保全・循環型社会の実現、高度医療・福祉社会の実現など、国際社会が抱える諸問題の解決のために、パルスパワー科学技術とその関連分野の基礎研究と新しい学理の構築を行い、パルスパワー科学技術の視点から諸問題の解決に取り組みます。さらに国際的な研究環境の下で、異分野融合型の国際的リーダーを輩出します。

このような研究所の使命を果たすため、本研究所の組織は、パルスパワー科学技術と多様な極限反応場の形成・制御をする「パルスパワー基盤部門」、多様な極限反応場を用いた新規物質の合成や新規物性の開拓を行う「極限物性科学部門」、パルスパワーの生体への作用によって生まれる生命現象の探索と応用開拓を行う「バイオエレクトリクス部門」、及び国際研究コンソーシアムを活用した国際連携を推進する「国際連携客員部門」からなります。

本研究所は、日本の大学で唯一の総合的な「爆発実験施設」、国内で唯一の「バイオエレクトリクス総合研究施設」、世界トップレベルで多様な「パルスパワー基盤設備」、熊本大学で開発された世界初の「超重力発生設備」など、世界最高レベルの施設や設備を有しており、独自の研究に加え、他大学や企業の異分野の研究者にこれらの施設・設備を提供し、パルスパワー科学技術関連分野を広く展開しております。

本研究所の沿革は、1971年設立の工学部付属衝撃エネルギー実験所に始まります。1999年に極低温装置室を持つ衝撃・極限環境研究センター、2007年にバイオエレクトリクス研究センターが設立され、二つのセンターと大学院自然科学研究科からの関係研究者を加えて、2013年4月1日に研究所が設立されました。その間に、21世紀COEプログラム「衝撃エネルギー科学の深化と応用」、及びグローバルCOEプログラム「衝撃エネルギー工学グローバル先導拠点」での活動により、研究所及び関連教員は約10年間、密接な協力の下、研究教育に当たってきました。

パルスパワー科学技術及びその関連分野における世界トップクラスの研究機関として、異分野融合型人材の輩出やイノベーション創出で世界を先導する機関として、熊本で光り、日本で光り、世界で光る研究所を目指す所存です。

今後とも何卒ご支援、ご鞭撻を賜りますよう、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

No. 1
2014年5月発行

パルスパワー科学研究所の概要

使命 パルスパワー科学の基礎研究と新しい学理構築、及びそれを基盤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・技術者を育成することを使命とします。

目標 パルスパワー科学研究所は、設立後10年間で、次の6目標を達成します。

- ① パルスパワー極限反応場における生体を含む物質の学理の探求。
- ② パルスパワー極限反応場を用いた新物質の発見と新医療技術の開発。
- ③ パルスパワー科学と先端学術分野を融合することによる新しいサイエンスの創成。
- ④ 国際社会が抱える諸問題解決のためにパルスパワー科学の研究成果と研究者を戦略的に投入。
- ⑤ 国際コンソーシアムでの活動を通じたパルスパワー科学に関する総合的な国際研究拠点の構築。
- ⑥ 国際的リーダーシップを発揮できる若手研究者・技術者の育成。



学内関係部局

大学院自然科学研究科,
大学院生命科学研究部,
発生医学研究所, 附属病院, など

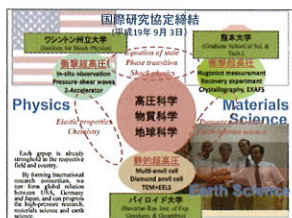
爆発実験施設

バイオエレクトリクス総合研究施設
パルスパワー研究基盤設備
超重力発生設備

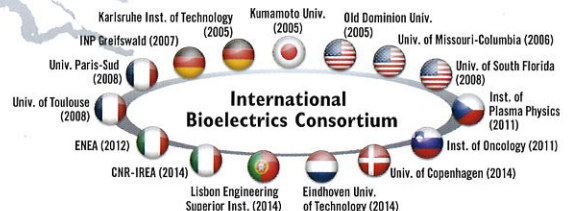
パルスパワー産業化コンソーシアム

民間企業・教育機関・研究機関・行政機関
約100機関

衝撃超高压国際コンソーシアム



バイオエレクトリクス国際コンソーシアム



パルスパワー基盤部門

電気エネルギーを用いたパルスパワーの発生・制御・計測・応用に関する研究、火薬類を用いたパルスパワーの発生・制御・計測・応用に関する研究、パルスパワーやレーザー光を用いた超臨界流体プロセスの高度化に関する研究、及びナノ秒パルスパワーを用いた環境応用に関する研究を行っている。

パルスパワー基盤部門の分野

パルスパワー発生制御分野

〈秋山秀典教授, 佐久川貴志准教授〉

磁性体をスイッチに用いた高繰り返しで長期にわたりメンテナンスのいらない磁気パルス圧縮方式パルスパワー発生装置の開発、ダイオードの特性を使ったナノ秒パルスパワー発生装置の開発、全固体素子を用いたパルスパワー発生装置の開発等を行っている。さらに、開発した装置を用いて、高密度媒質中プラズマ生成、プラズマジェット生成、アオコ処理装置、医療応用等、幅広い応用の研究も進めている。

超臨界流体プロセス分野

〈佐々木満准教授〉

通常の気体や液体とは異なる興味深い特性を有する臨界温度及び臨界圧力近傍の領域（超臨界流体や亜臨界流体）を利用して、既存技術に対して効率的な分離または反応プロセスの開発を目指し研究を進めている。この超臨界流体中にパルスパワーを融合させた特殊反応場において、①バイオマス資源や非在来型資源からの機能性化学物質の選択的回収、②パルス放電プラズマや他の電磁気の作用した物質の機能化、工業廃水等の高効率無害化、などの新規かつ革新的な物質変換プロセスの創出および開発を目指している。

爆発プロセス工学分野

〈外本和幸教授, 松山賢一助教〉

国立大学法人で唯一、爆薬による爆発実験設備を有しており、爆発・衝撃波現象の可視化と応用技術の開発を行っている。爆発圧着や成形といった材料加工技術に関しては、高いレベルの技術を有しており、タングステンの爆発圧着や爆発圧縮成形法を用いた多孔質材の創製や衝撃合成などに成果を挙げている他、食品処理技術など、新しい分野の研究にも積極的に取り組んでいる。

環境プロセス分野

〈浪平隆男准教授〉

目的に応じた、ナノ秒 (ns) からマイクロ秒 (μ s) の時間幅、数十ミリジュール (mJ) から数キロジュール (kJ) のエネルギー、数ヘルツ (Hz) から数キロヘルツ (kHz) の周波数をスペックとして有するパルスパワー電源を開発するとともに、その基礎から応用、実用化まで一貫した体制で研究を進めている。特に、高速な立ち上がり時間 (50kV/ns) により形成されるナノ秒パルス放電は、その応用範囲が広く、省エネルギープロセスの実現が大いに期待される。

主な研究基盤設備と実施研究例



水中爆発実験装置



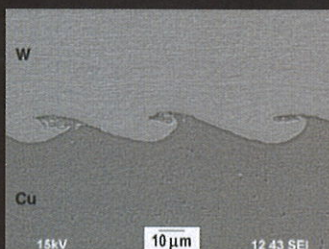
高繰り返しパルスパワー発生装置



超高速イメージング装置、レーザー計測装置群



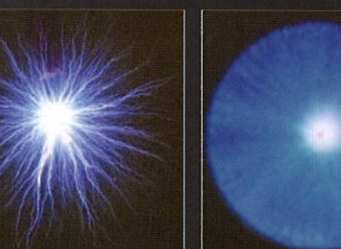
コンクリート内放電プラズマ



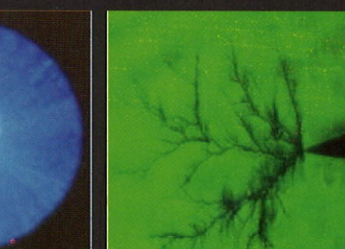
水中衝撃波によるタングステン薄膜の爆発圧接



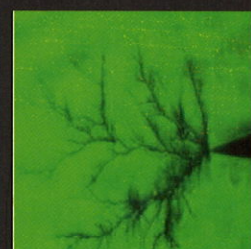
衝撃実験棟



水中ストリーマ状放電プラズマ



ナノ秒パルス放電プラズマ



超臨界中ストリーマ放電観測

極限物性科学部門

衝撃圧縮を用いた超高压物性や強い重力場を用いた新物質開発に関する研究、コヒーレントフェムト秒光パルスによる反応経路等の能動的制御・光エネルギーの効率利用に関する研究、極限材料科学に関する研究、次世代半導体最先端製造 (NaPFA) に関する研究を行っている。

極限物性科学部門の分野

衝撃超重力物質分野

〈真下茂教授, 川合伸明准教授, 吉朝朗教授*〉

キー付火薬銃、二段式軽ガス銃を用いて300万気圧以上までの衝撃圧縮実験によって固体の状態方程式、高压相転移、動的強度などの超高压物性と地球・惑星科学、宇宙航空工学への応用の研究をすすめている。また、最大100万Gの強い重力場を高温で発生できる高温超遠心機を開発し、新規物質の合成、新規物性の発現をめざして、重力誘起拡散や重力誘起の構造変化に関する世界オンリーワンの研究を進めている。この他、液中パルスプラズマを用いたナノマテリアルの合成の研究も行っている。

極限材料科学分野

〈北原弘基助教〉

種々の金属材料に対して、巨大ひずみ加工、ワイヤブラッシング、線引き加工等を施し、結晶粒径をサブミクロン、ナノオーダーに超微細化制御した組織、力学特性および機能特性の相関について研究を行っている。また、これらの特性を評価するための装置開発も行い、その実用化を目指している。

極限物性物理分野

〈赤井一郎教授, 藤井宗明准教授, 速水真也教授*〉

フェムト秒パルスレーザー等を用いた光機能性物質の超高速現象と機能性制御、極低温・静寂環境における核磁気共鳴現象と物性解明、スピン・光・誘電機能性を有する新規物質の開発と物性探索等、多種の極限環境における物性解明の研究を行っている。特に、光励起量子状態の時空間コヒーレントダイナミクスの解明に取り組んでいる。また、液体窒素・液体ヘリウムの寒剤製造と全学への供給も行っている。

半導体極限機能科学分野

〈久保田弘教授・橋新剛**〉

微細極限機能(デバイス)を追及することを目的とし、新物質の創生について、圧力・温度・磁場・電場・サイズ等の極限において合成される非平衡状態の利用とそれを安定化するプロセスの開発に関する研究を行っている。大口径ウェーハ上で量子力学・ナノテクノロジーを徹底的に活用し、仮想計測(バーチャルメトロロジー)を駆使した生産の予測制御を達成し、需給ギャップを生まず、失業も生まない最先端量産拠点を形成することを目的としている。

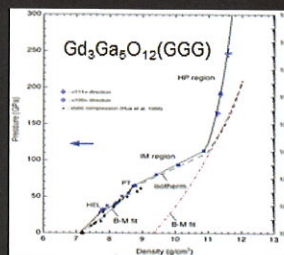
主な研究基盤設備と実施研究例



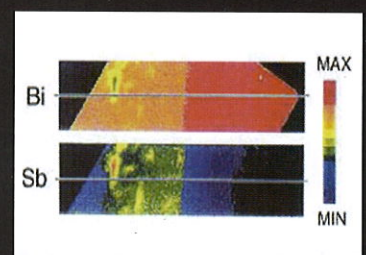
キー付火薬銃、二段式軽ガス銃、および回転式流しカメラ



第二世代の高温超重力場発生装置 (100万G, >500°C)



ダイヤモンド以上のインピーダンスを持つ Gd3Ga5O12 の衝撃圧縮曲線



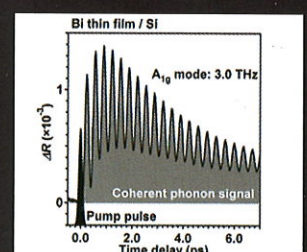
世界で初めてのBi-Sb合金中の原子沈降による原子スケールの傾斜構造



次世代半導体のためのナノ薄膜形成



液体窒素・液体ヘリウムの製造装置



フェムト秒光パルスによるコヒーレント現象

バイオエレクトリクス部門

パルスパワーのバイオへの作用の基礎科学の研究、パルスパワーのバイオへの作用を利用した最先端応用研究、パルスパワーのバイオへの作用を使った医療への応用研究、衝撃波のバイオ作用への基礎科学に関する研究を行っている。

バイオエレクトリクス部門の分野

基礎バイオエレクトリクス分野

〈高野博嘉教授*, 斉藤寿仁教授*〉

基礎バイオエレクトリクス分野では、他分野・他部門と連携しつつ、パルスパワーによるレトロトランスポソンの発現誘導実験等を行っている。また、コケ植物葉緑体に特有なペプチドグリカン関連遺伝の研究やSUMOを中心としてタンパク質修飾機構の解析も進めている。

医療バイオエレクトリクス分野

〈矢野憲一教授, 甲斐広文教授*, 桑昭苑教授*〉

本分野ではナノ秒パルス高電界の生体作用機構の解明と、作用機構に基づく医療応用を目標として研究を行っている。そのためにナノ秒パルス高電界をヒト癌由来培養細胞に作用させ、惹起される様々な細胞内応答を分子生物学的手法により解析している。これまでにナノ秒パルス高電界によるシグナル伝達の活性化、ストレス応答、細胞死などの分子機構の解明を行い、ナノ秒パルス高電界を癌治療に利用する際の重要な基盤となる多くの新知見を得ている。

応用バイオエレクトリクス分野

〈勝木淳教授〉

パルス電場などのパルスパワーを動物細胞に印加すると、条件によって自発的な細胞死や増殖活性の亢進などの細胞応答が誘導される。本分野では、パルスパワーの生体作用を分子レベルで解明し、また、この細胞応答を制御する試みを行っている。さらに、マウスを用いた実験によってがん治療等への応用研究を進めている。

衝撃波バイオエレクトリクス分野

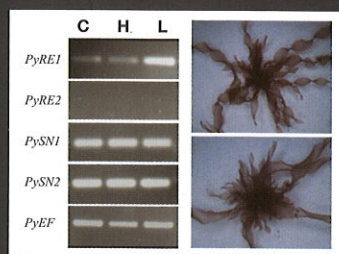
〈Hamid Hosseini 教授〉

我々はナノ秒パルス放電やレーザーを使用して繰り返しマイクロ衝撃波と高繰り返しキャピテーションの生成を行っている。マイクロフォーカスから平面への多様な衝撃波生成とそれを用いた骨形成、臓器治療、癌治療、DNA/ドラッグデリバリー等のメカニズム解明を行っている。

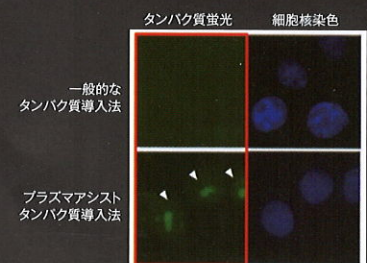
主なバイオエレクトリクス基盤設備と実施研究例



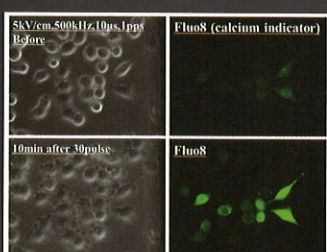
nsパルス細胞印加装置



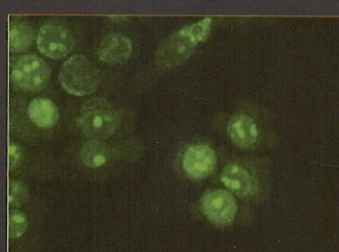
パルスパワーによるレトロトランスポソンの発現誘導



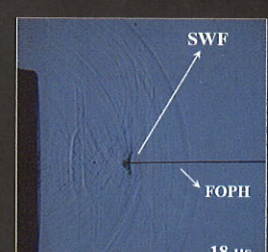
大気圧プラズマによるタンパク質導入



パルス電場によるがん細胞へのアポトーシス誘導と機序解明



パルス電場による活性酸素誘導



医療応用のための水中衝撃波

パルスパワー科学研究所のメンバー

Institute of Pulsed Power Science, Members

パルスパワー基盤部門



秋山 秀典
Akiyama Hidenori



外本 和幸
Hokamoto Kazuyuki



佐久川 貴志
Sakugawa Takashi



佐々木 満
Sasaki Mitsuru



浪平 隆男
Namihira Takao



松山 賢一
Matsuyama Kenichi

バイオエレクトリクス部門

*兼任



勝木 淳
Katsuki Sunao



矢野 憲一
Yano Kenichi



Hamid Hosseini



高野 博嘉*
Takano Hiroyoshi



斉藤 寿仁*
Saitoh Hisato



甲斐 広文*
Kai Hirofumi



桑 昭苑*
Kume Shoen

極限物性科学部門

*兼任 **併任



真下 茂
Moshimo Tsutomu



赤井 一郎
Akai Ichiro



久保田 弘
Kubota Hiroshi



藤井 宗明
Fujii Muneaki



川合 伸明
Kawai Nobuaki



北原 弘基
Kitahara Hiromoto



吉朝 朗*
Yoshiasa Akira



速水 真也*
Hayami Shinya



橋新 剛**
Hashishin Takeshi

技術専門職員 (協力職員)



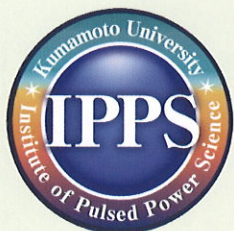
島本 知茂
Shimamoto Tomoshige



岩満 一功
Iwamitsu Kazunori



田中 茂
Tanaka Shigeru



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/>