

## 文部科学省と国立大学附置研究所・センター 個別定例ランチミーティング

### 第58回 熊本大学 産業ナノマテリアル研究所 (2023.9.15)

12:05-12:10(5分) : 研究所概要  
所長 伊田 進太郎

12:10-12:25(15分) :

①酸化グラフェンの特徴と次世代型酸化グラフェンの開発  
助教 畠山 一翔

②巨大な力を有する電気エネルギー「パルスパワー」がもたらすOnly1・No.1研究  
准教授 浪平 隆男

12:25 – 12:45(20分) : 質疑応答

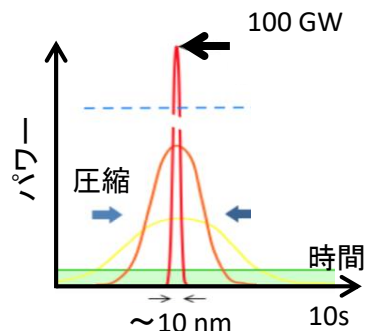
# 産業ナノマテリアル研究所

- 昭和46年度：工学部附属衝撃エネルギー実験所設置
- 平成11年度：衝撃・極限環境研究センター設立
- 平成19年度：バイオエレクトリクス研究センター設立
- 平成25年度：パルスパワー科学研究所設立
- 令和2年度：産業ナノマテリアル研究所設立

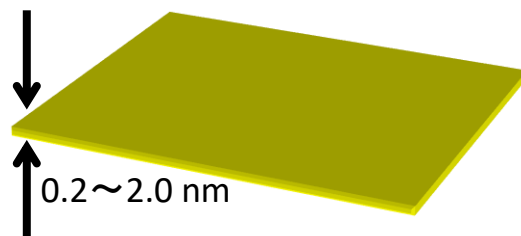
|     | 専任教員 (19名) | 併任教員 (25名) |
|-----|------------|------------|
| 教授  | 8名         | 15名        |
| 准教授 | 9名         | 8名         |
| 助教  | 2名         | 2名         |

## 目的と部門構成

- ・**極限プロセス** (爆発現象・ナノ秒電気パルス)  
例：日本全体の祖出力相当のパワーを瞬間的に印加



- ・**極限の薄さを持つ物質**  
ナノシート



二次元構造に由来する  
特殊な物性や化学反応性

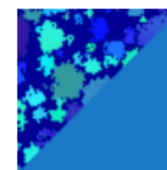
- ・新材料合成研究
- ・様々な工学分野、農水産、リサイクル、医学分野への応用研究

- ・電子デバイス研究、・光触媒
- ・触媒研究、・燃料電池研究
- ・電池研究、・センサー研究

**二次元極限物質 × 極限プロセス研究  
= イノベーション創出拠点**

### 極限物質研究

- ・ナノシート  
(極限の薄さの材料)
- ・表面・粒界を含む  
二次元ナノマテリアル  
研究



二次元ナノ  
マテリアル部門



表面粒界部門

### データ駆動科学



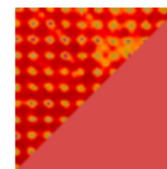
材料インフォ  
マティクス部門

### 極限プロセス研究

- ・国立大学で唯一の  
爆発実験施設
- ・パルスパワー研究
- ・ナノ材料合成・接合
- ・食品・医療・環境



バイオ  
マテリアル部門



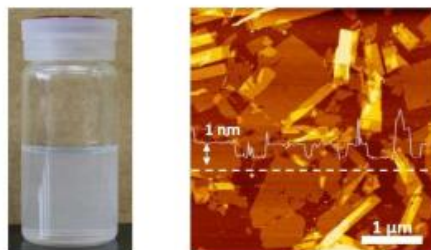
材料プロセス部門

# 二次元ナノ材料研究： ナノシート研究をリードする研究成果を継続して発信

## 剥離の様子



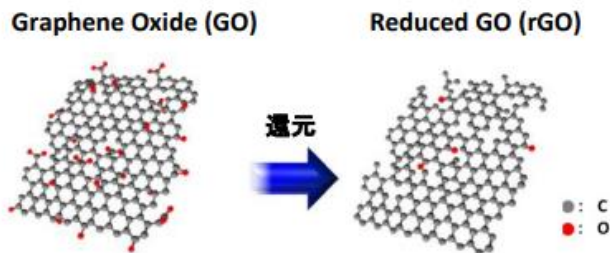
## シリケートナノシート



Octosilicate Nanosheet  
Octosilicate Nanosheet  
Octosilicate Nanosheet  
Octosilicate Nanosheet

K. Awaya et al., *Chem. Commun.*, in press (DOI: 10.1039/D1CC02110A).

## 酸化グラフェン



プロトン伝導性

電子絶縁性, イオン分離

ガス遮蔽, 親水性

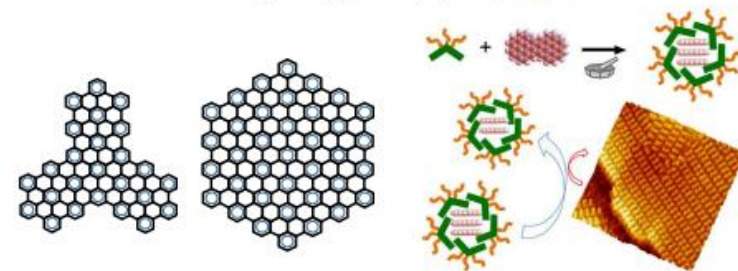
電子伝導性・高比表面積

キャパシタ電極, リチウムイ

オン電池の負極, 電極触媒

K. Hatakeyama et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 53, 6997 (2014).  
M. R. Karim, et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 135, 8097 (2013).

## 2Dナノカーボン・STM



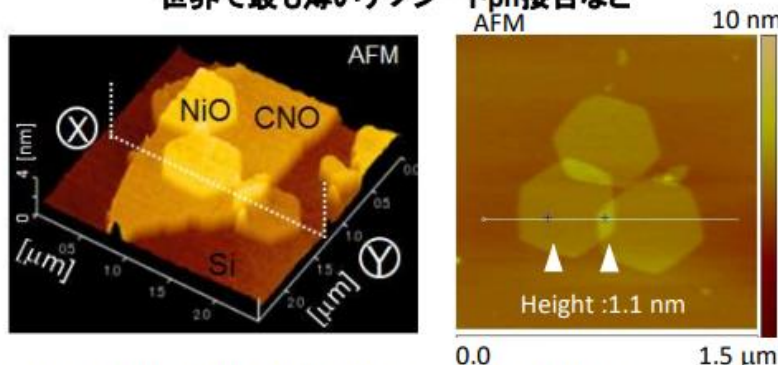
S. Yoshimoto et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 57, 15481 (2018).  
S. Yoshimoto et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 130, 1085 (2008).  
S. Yoshimoto et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 46, 1071 (2007).  
S. Yoshimoto et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 129, 4366 (2007).  
S. Yoshimoto et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 130, 15944 (2008).

## ナノシート光触媒



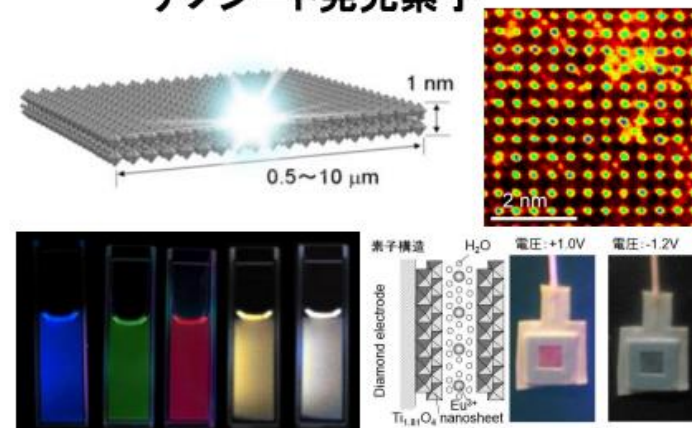
S. Ida et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 133, 18034 (2011).  
S. Ida et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 134, 15773 (2012).  
S. Ida et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 137, 239 (2015).  
S. Ida et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 57, 9073 (2018).

## ナノシート光エネルギー変換素子 世界で最も薄いナノシートpn接合など



S. Ida et al., *J. Am. Chem. Soc.* 130, 14038 (2008).  
S. Ida et al., *J. Am. Chem. Soc.* 136, 1872 (2014).

## ナノシート発光素子



S. Ida et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 53, 13078 (2014).  
S. Ida et al., *J. Am. Chem. Soc.* 130, 7052 (2008).  
S. Ida et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 47, 2480 (2008).  
S. Ida et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 129, 8956 (2007).

# パルスパワー・バイオエレクトリクス研究： 日本トップレベルの多彩な研究成果と研究環境

21世紀COE、グローバルCOEを通して発展した  
熊本大学オリジナルの研究分野

## 電気エネルギー

圧縮



雷は自然界で発生する典型的なパルスパワー現象

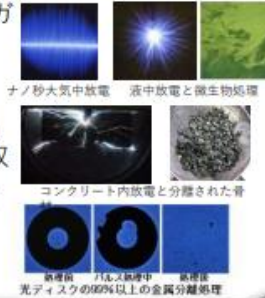
## パルスパワーによって形成される “多様な瞬時極限場”

- 超高電場 (~2 MV/cm)
- 衝撃超高圧場 (~GPa)
- 超非熱平衡プラズマ (大気中Te ~20 eV)
- 超高磁場 (~20 T)

## パルスパワー生成極限場を用いた 物質・生命現象とその革新応用

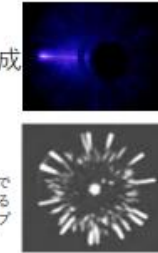
### 環境保全・リサイクル

- ・ NOx, SOx等, 毒ガスの高効率分解
- ・ 排水処理
- ・ 産業廃棄物の物質分離・資源回収
- ・ 光ディスクリサイクルなど



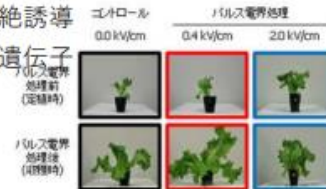
### 物質変換・ナノ粒子

- ・ CO<sub>2</sub> ⇒ CO変換
- ・ 高効率オゾン合成
- ・ ナノ粒子生成
- ・ 深紫外光源
- など



### 農・水産

- ・ 野菜の生長促進、有害植物の生長抑制
- ・ 水中有害生物の駆除、寄生虫の駆除
- ・ 魚類の気絶誘導
- ・ 水産物の遺伝子活性化など



## パルスパワー研究基盤設備 (世界最高水準)

同研究施設は、高電圧 (~120000V)、超高速立ち上がり (2.6ns)等のパルスパワー発生装置群を有し、国内外の研究者に利用されている。いずれも熊本大学で開発された。

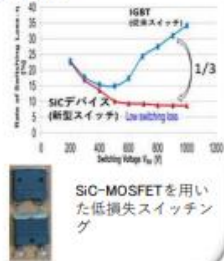
## バイオエレクトリクス総合研究施設(世界最高水準)

瞬間的な強い電気的作用であるパルスパワーを細胞や生体物質に作用させ、そのメカニズムや応用を研究する分野である。本施設はバイオエレクトリクス研究に特化した国内唯一の施設であり、世界的に見ても同等の施設は米国に一箇所あるのみである。

### パルスパワー発生 (佐久川、浪平)

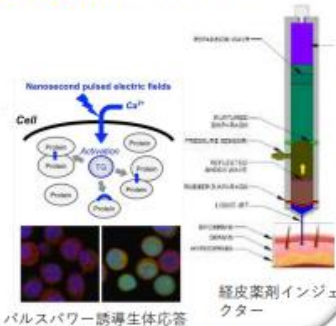
※多様な極限場生成のための必須技術

- ・ 高繰返しナノ秒パルスパワー電源
- ・ SiCパワーデバイス適用
- ・ 省エネ化・電力回生
- ・ 繰返し超高電圧マルクス電源
- ・ 負荷に最適化したパルスパワー発生



### 医療・バイオ技術 (矢野、ホサノ)

- ・ がん治療
- ・ 免疫細胞の活性化
- ・ 外傷・疾患モデル形成
- ・ 無針経皮薬剤インジェクターなど



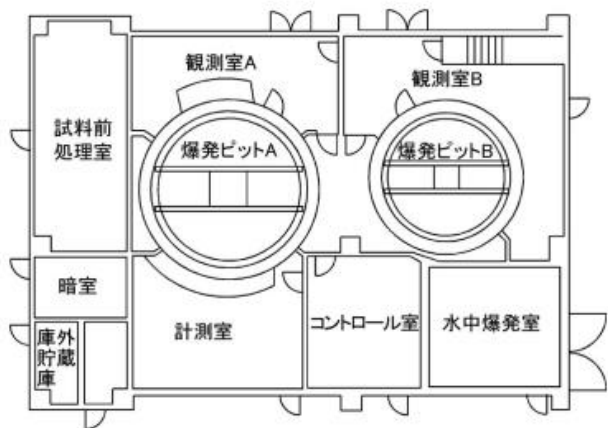
### 食品・医薬品・バイオマス (勝木、ホサノ)

- ・ 液状食品・医薬品の殺菌
- ・ 農産物の搾汁支援
- ・ 食品の非加熱加工
- ・ 薬草・微生物からの有用成分非破壊抽出
- ・ 藻類からのバイオ燃料抽出など



# 衝撃実験棟 (2001年竣工)

国立大学法人で唯一爆薬が利用可能な総合的実験施設を提供



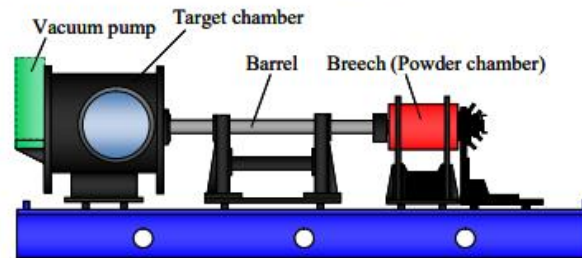
衝撃実験棟



高速度カメラ



爆発実験用水槽



衝撃銃装置 (~1.2km/s)

## ※爆発圧接法による異材接合

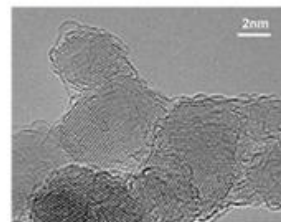


- 衝撃銃による金属ジェット  
の可視化



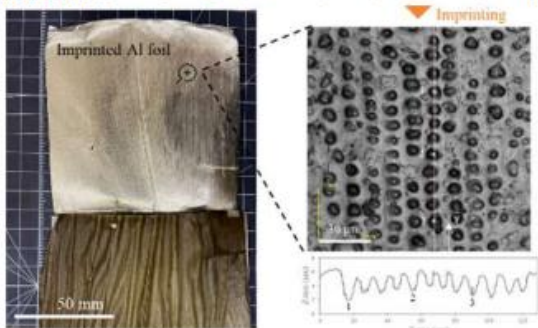
## ※爆発合成法

- ナノダイヤモンドの合成  
(爆薬の爆発残渣)



衝撃大電流発生装置

## ※爆発成形法によるナノインプリンティング

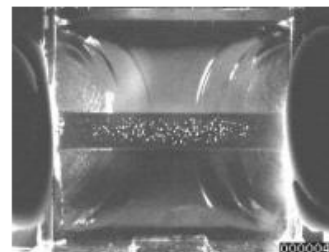


型；  
笹の葉

- 同上数値シミュレーション  
(AUTODYNによる)



- 液中金属細線爆発による  
化合物(WC<sub>1-x</sub>)の合成  
(流動パラフィン中での  
大電流によるW線爆発)



## ※その他の可能性

- 金属の表面硬化
- 溶接残留応力の除去
- 殺菌・滅菌
- 粉碎・解砕
- 分解