

研究タイトル：

## プラズマプロセスに関する研究



氏名：川崎仁晴 / KAWASAKI Hiroharu E-mail: h-kawasa@sasebo.ac.jp

職名：教授 学位：博士(工学)

所属学会・協会：電気学会、応用物理学会、プラズマ核融合学会、工学教育協会

キーワード：プラズマ、ナノクラスタ、薄膜

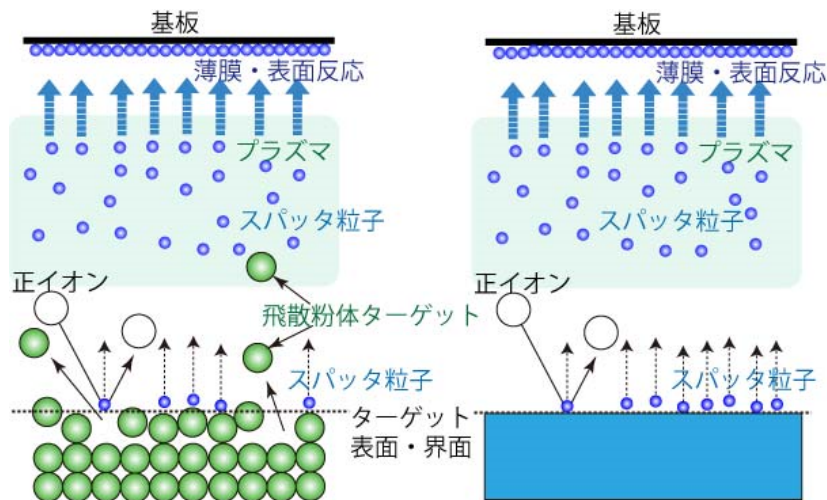
技術相談  
提供可能技術：  
・真空装置の設計 ・プラズマを用いたナノクラスタの作製と分析 ・各種薄膜作製法と薄質の分析 ・プラズマを用いた新しい教育手法 ・オゾンや放電(含水中放電)を用いた環境改善装置の開発 ・各種プラズマ発生法とプラズマ診断法

### 研究内容：

プラズマプロセスによる薄膜形成とその分析を行っている。これまでにこの方法を用いて立方晶窒化ボロン(cBN)薄膜や、窒化炭素(CN)薄膜の様な高硬度薄膜や、NO<sub>x</sub>系のガスセンサとして利用されている酸化タンゲステン薄膜(WO<sub>3</sub>)、光触媒として利用されている二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)薄膜の作製を行ってきた。また、プラズマにクロスフィールド磁界を用いることにより薄膜劣化の原因となるドロップレットの抑制が可能であることがわかった。

この時のプラズマの様子を、発光分光法やラングミュアプローブ法を用いて計測した。その結果と成膜した薄膜の成膜速度や膜質との相関を求め、より高品質な薄膜の作製条件や手法を開発する。

最近では、粉体をそのままターゲットとして用いる粉体スパッタや粉体PLD法の検討を進めているが、これは、数PPMの元素混合比の薄膜を容易にかつ安価に作製できる可能性を秘めている。この方法が確立すればガスセンサや磁性体薄膜など応用範囲が非常に広いことから、科学研究費でも採択されるなど、注目を集めている。



### 提供可能な設備・機器：

#### 名称・型番(メーカー)

X線回折装置(理学電機:RINT2100V)	X線光電子分光分析装置(日本電子:JPS-9010)
原子間力顕微鏡(日本電子:JSPM4210)	フーリエ変換型赤外線吸収分光分析装置(島津製作所:FTIR-8900)

研究タイトル：

# プログラムを使用しない判別電子回路



氏名：	寺村 正広 / TERAMURA Masahiro	E-mail：	teramura@sasebo.ac.jp
職名：	教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	電子情報通信学会、米国電気電子学会 (IEEE)		
キーワード：	電子回路、判別、人工知能、ニューラルネットワーク		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ回路、デジタル回路</li> <li>・プログラマブルロジックデバイス</li> <li>・自動計測</li> </ul>		

## 研究内容： プログラムを使用しないで複雑な判別をおこなう電子回路

人間や生物はプログラムやコンピュータを使用しなくても判別や計算をおこなうことができます。生物の情報の処理方法を参考にすれば、これまでコンピュータでおこなっていた判別処理とは全く異なる方法で情報を処理できることとなります。

生物の神経細胞の情報処理機能だけをモデル化し、アナログ電子回路やデジタル電子回路で作ることによって、いろいろな情報処理や判別に応用することを試んでいます。これまでの応用例では、

- 外部から加える電圧を変化させるだけで、論理演算の種類を変更できる可変論理演算回路
  - 電池に残された電力量を簡単な電子素子で精度よく推定する電子回路
  - 2項目を測定し、1項目の測定値に応じて、残りの項目の適正範囲を変化させる複雑な判別電子回路
- など、を試作しました。いずれの応用でも設計どおりに動作することを確認しました。判別や演算にコンピュータやプログラムなどが不要なため、これらの判別や演算は大変低コストにおこなわれます。また、容易に従来の機器に組み込んで使用できます。

回路に使用する素子は、写真1のアナログ電子回路の場合、オペアンプと抵抗器、写真2のデジタル回路の場合、A/D変換器とプログラマブルロジックデバイスを主に使用するだけです。今後、工業製品の複雑な良否判別に応用したり、多数のセンサから得られる信号から複雑な状況を総合して判別することに応用したり、他にもいろいろな応用を考案して動作や性能を検証していくつもりです。



写真1 複雑な判別をおこなうアナログ電子回路

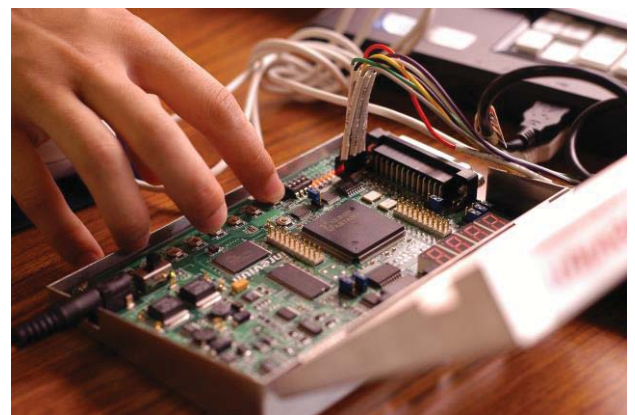


写真2 複雑な判別をおこなうデジタル電子回路

## 提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	

**研究タイトル：顕微鏡ビデオ光学系を用いた植物細胞内における原形質流動の力学機構に関する研究**



氏名：	三橋 和彦／MITSUHASHI Kazuhiko	E-mail：	mituhasi@sasebo.ac.jp
職名：	教授	学位：	博士(理学)
所属学会・協会：	日本物理学会、植物学会		
キーワード：	ビデオ顕微鏡、動画像解析、原形質流動、ディープラーニング、ペルシャ絨毯		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・細胞内の運動現象の計測・解析</li> <li>・動画像処理</li> <li>・顕微鏡画像の解析</li> <li>・ディープラーニングを用いた画像解析による商品の価値推定技術</li> </ul>		

**研究内容：**

研究分野：生物物理学、ソフトマター物理学

**主な研究分野：**

- ・原形質流動の力学機構に関する研究
- ・粒子法を用いた微小ソフトマターの力学挙動に関する数値解析
- ・超低レイノルズ数下におけるソフトマターの力学挙動
- ・ディープラーニングを用いたペルシャ絨毯の価値推定に関する研究

**生涯教育関連で協力可能な分野：**

- ・生物と物理学、ミクロな世界の物理学
- ・大学基礎水準の物理学(力学、連続体力学、熱力学、統計力学、量子力学、相対性理論など)全般
- ・身の回りの材料でつくる身障者用スイッチ作り

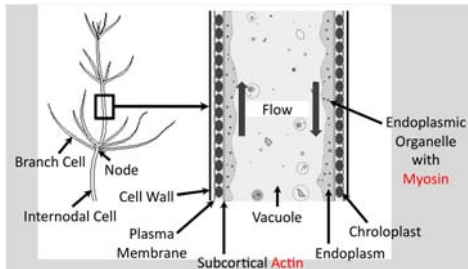


図 1. シャジクモと原形質流動の構造

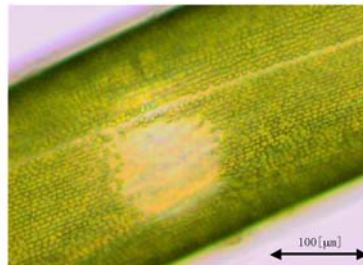


図 2. 細胞表面の葉緑体を除去した「窓」の様子

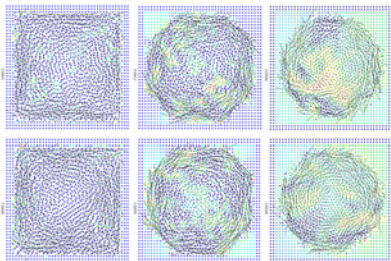


図 3. 粒子法による原形質流動のシミュレーション結果

**提供可能な設備・機器：**

名称・型番(メーカー)	
Optical Microscope (OLYMPUS BX-50)	
HDMI Camera (60fps)	
Laser Diode (Output: 1Wx1, 2Wx1)	

研究タイトル:

## パルスパワーを用いた基礎および応用研究



氏名:	猪原 武士 / IHARA Takeshi	E-mail:	ihara@sasebo.ac.jp
職名:	准教授	学位:	博士(工学)
所属学会・協会:	電気学会, 放電学会		
キーワード:	高電圧パルスパワー, 放電プラズマ, 環境応用		
技術相談 提供可能技術:	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ パルスパワー技術や大気圧放電プラズマを用いた製品開発に関する技術</li> <li>・ 高電圧電源に関する相談</li> <li>・ 放電プラズマの光学的手法を用いた解析に関する相談</li> </ul>		

### 研究内容:

パルスパワーとは、非常に短い時間にエネルギーを放出する技術で、局所的・瞬間的に極限状態を形成することが可能となり、近年注目されている技術の一つである。このパルスパワーを用いることで、大気圧下に化学活性種を豊富に含んだパルス放電プラズマの生成が可能となる。これまでに、パルス放電プラズマは、環境分野や医療・バイオ分野など様々な分野での応用研究がなされている。

本研究室では、半導体を用いた高寿命・高安定のパルス電源によって生成されるパルス放電プラズマの基礎および応用研究を行っている。以下に、本研究室の研究テーマを示す。

#### 1. ナノ秒パルス放電現象の基礎研究

ナノ秒時間領域でのパルス放電機構には、現在も未解明な部分が多い。本研究では、ナノ秒パルス放電の開始機構を解明することによって、効率的なナノ秒パルス放電プラズマ生成の検討を行っている。

#### 2. パルス放電プラズマを用いた有機合成の新規化学プロセスの開発

ナノ秒パルス放電プラズマは、ラジカル種など多くの化学活性種を発生することが、よく知られている。ナノ秒パルス放電プラズマを用いることによって、二酸化炭素や水などから、有益な化合物の合成を行っている。

#### 3. 大気圧パルス放電プラズマジェットを用いた有機物の分解

大気圧プラズマジェットは、真空ポンプ等を必要とせず、容易にプラズマを大気中に生成することができ、医療やバイオ分野での研究が盛んに行われている。本研究室では、この大気圧プラズマジェットをパルス放電によって生成し、より高い化学促進性を持ったプラズマジェットの生成を行っている。このプラズマジェットを用いることで、基板表面に付着した油溶性汚れの洗浄に関する研究を行っている。

また、上記の研究と併せて、安価でコンパクトな高電圧電源の開発も行っており、乾電池(3V)を用いた携帯型高電圧直流電源(最大出力 4 kV)などを作製している。



図 1. 二酸化炭素-水混合液中でのパルス放電の様子

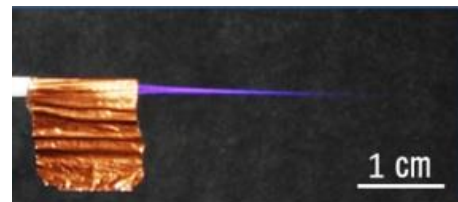


図 2. 大気圧パルス放電プラズマジェットの様子

### 提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)	
パルス電源(300 W, パルス幅 20 ns, 最大電圧 60 kV)	
高電圧直流電源(300 W, ~ 1 kV)	

研究タイトル：

# プラズマプロセスを用いた機能性材料薄膜の作製



氏名： 大島 多美子 / OHSIMA Tamiko E-mail: ohshima@sasebo.ac.jp

職名： 准教授 学位： 博士(工学)

所属学会・協会： 電気学会, 応用物理学会, レーザー学会

キーワード： レーザアブレーション, PLD, スパッタリング, 薄膜, プラズマブルーム

技術相談  
提供可能技術：  
・材料分析(結晶構造, 表面形状, 原子結合状態, 膜厚)  
・機能性材料薄膜作製  
・発光分光分析によるプラズマ計測

## 研究内容： PLD 法による酸化亜鉛系透明導電薄膜の作製とその特性改善

透明導電酸化物は、低い抵抗率と高い可視光透過率を有するため、ディスプレイ装置や太陽電池等の透明電極材料として用いられている。透明導電酸化物材料としては、これまで酸化インジウム錫(ITO)が主流であったが、ITOに含まれる In は高価なレアメタルで且つ毒性を持つことから、その代替材料として酸化亜鉛(ZnO)が注目されている。Zn は資源が豊富で安価、無害であるといった特徴があるが、ITOに比べ電気抵抗が高いため、低抵抗化に向けた取り組みが行われている。そこで本研究では、透明(可視光域での光透過率が 80%)かつ導電性(抵抗率が  $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  台)に優れた ZnO 系薄膜の作製を目的とし、図 1 に示すパルスレーザー堆積(PLD)法を用いて Al ドープ ZnO (AZO) 薄膜の作製を行った。堆積パラメータとしてレーザーフルエンスおよび雰囲気ガス圧力を変化させ、室温で成膜を行い、紫外可視光透過スペクトルおよびホール効果測定を行った結果、酸素ガス圧力 1 Pa のとき抵抗率が  $5.8 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  と最も低く、また可視光域での平均透過率が 80%以上を得ることができた。そこで、AZO 薄膜を用いてエレクトロクロミック(EC)素子を作製し、図2に示すように直流電圧印加による着色を確認できた。しかし、ITOを用いたEC素子に比べ印加電圧が大きかったため、AZO薄膜は更なる特性改善が必要である。そこで本研究では、AZO薄膜の電気的特性改善を目的とし、Nd:YAG レーザ(波長 355 nm)を用いてレーザーアニールを行った。レーザーフルエンスおよびアニール時間を変化させ、大気中でレーザーを AZO 薄膜に照射することでアニールを行った。図 3 には、異なるレーザーフルエンスで 10 分間アニールした後の AZO 薄膜の抵抗率  $\rho$ 、キャリア密度  $n$ 、移動度  $\mu$  を示す。図より全てのレーザーフルエンスにおいて、アニール後は  $\rho$ ,  $n$ ,  $\mu$  の改善が見られ、特に  $\rho$  はアニール前の約43%まで小さくなり、AZO薄膜の特性改善を実現した。

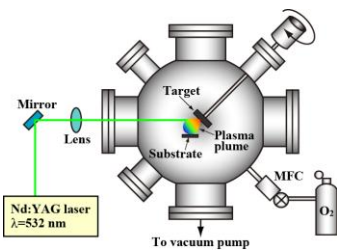


図 1 PLD 装置

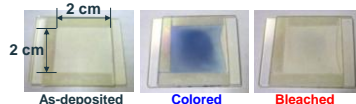
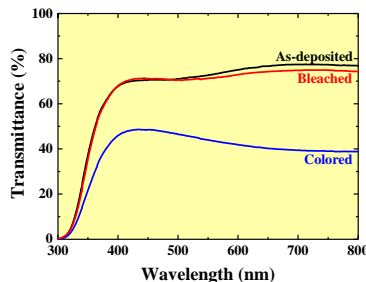


図 2 EC 特性測定結果

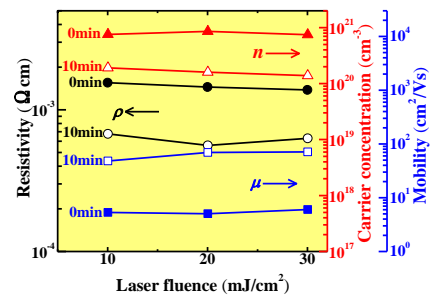


図 3 アニール前後のホール効果測定結果

その他、スパッタリング法による誘電体多層膜の作製、粉体ターゲットを用いたプラズマプロセスによる薄膜作製、プラズマブルームの発光分光計測、有機金属溶液焼成法による金属ナノ微粒子の作製に関する研究に着手している。

### 提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	
Nd:YAG レーザ(スペクトラフィジックス, PRO-230-10SHK)	高精度微細形状測定機(小坂研究所, ET4000A)
X 線回折装置(XRD;リガク, RINT-2100VSK)	真空型均温熱処理装置(サーモ理工, GFA-430)
X 線光電子分光装置(XPS;日本電子, JPS-9010)	分光器+高速ゲート付 ICCD カメラ(浜松ホトニクス)
原子間力顕微鏡(AFM;日本電子, JSPS-4210XS)	3 元スパッタリング装置(サンバック, SV-9438)
フーリエ変換型赤外分光光度計(FT-IR;島津製作所, FTIR-8900)	PLD 装置

研究タイトル:

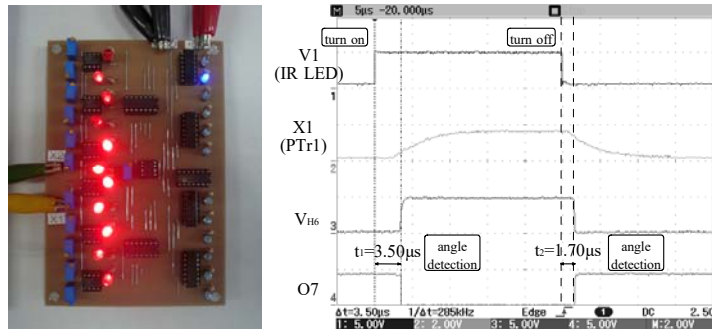
# ニューラル比較器による高速システム



氏名:	下尾 浩正 / SHIMOO Kosei	E-mail:	shimo@sasebo.ac.jp
職名:	准教授	学位:	博士(工学)
所属学会・協会:	電気学会, 電子情報通信学会, 情報処理学会		
キーワード:	ニューラルネットワーク, ハードウェア, ニューラル比較器		
技術相談 提供可能技術:	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計算機工学分野</li> <li>・シーケンス制御</li> </ul>		

## 研究内容: 1)ニューラル比較器による傾斜センサシステム, 2)高さ制限のある移動体システム

1)ニューロンをハードウェア化した“ニューラル比較器”を傾斜角検出に応用し, 高速な傾斜センサシステムの研究を行っている。傾斜センサはマイクロ秒オーダーの応答速度であり, 分解能向上や応用事例の研究を進めている。



2)OAフロアの床下のような高さ制限がある場所で移動する移動体のシステムの研究を行っている。移動体は, 周辺をカメラで映しだし, 配線の補助や配線不良の箇所を探すために用いる。移動体は, 無線 LAN や ZigBee などの 2.4GHz 帯の無線信号を用いて, 遠隔操作できるようにし, タブレット PC 一つで操作できるシステム構築を行う。駆動系, 映像系, 位置同定系, 電源系を一から構築し, ユーザ所望の機能追加に柔軟な移動体システムの研究を進めている。



### 提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)	
特になし	

研究タイトル：

# プログラミング教育用ライブラリの開発



氏名：	高比良秀彰 / TAKAHIRA Hideaki	E-mail：	takahira@sasebo.ac.jp
-----	--------------------------	---------	-----------------------

職名：	准教授	学位：	修士(工学)
-----	-----	-----	--------

所属学会・協会：	電子情報通信学会
----------	----------

キーワード：	プログラミング, グラフィックスライブラリ, 画像処理
--------	-----------------------------

技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プログラミング全般 (Web アプリケーションは除く)</li> <li>・画像処理プログラム</li> </ul>
-----------------	--

## 研究内容：

プログラミング教育に有用なライブラリの開発を行っている。

近年のプログラミング教育では、プログラム開発用のプラットフォームオペレーションシステム(以下 OS)として Windows などの高機能な OS が主に用いられており、プログラミング教育に使用する開発環境も、例えばマイクロソフト社の Visual Studio のように、同様に高機能なものが多い。一方、プログラミング学習の導入教育では、例えば C であれば、

```
int main( void )
{
    printf( "Hello C World.¥n" );
}
```

のように、極初歩的な内容から始め徐々に高度な内容の学習へと移行する。しかしながら、その過程において問題となるのは学習の主体である学生らが学習意欲をなくすことが多いということである。その理由は様々であるが、一つには近年の学生らは幼少期から高機能な IT 機器を使用しており、マルチメディアを活用したインターフェースに慣れ親しんでいるため、初期のプログラミング学習におけるキャラクターベースのプログラムに関心を持ち続けることが難しいことが挙げられる。この対策としては、WindowsOS 等が持つマルチメディア機能を活用したプログラミングを通して学習することが考えられるが、そのためには場合によってはプログラミング学習以上に難易度の高い OS そのものについて学ばなければならない、よしんばこれらについて使えるようになったとしても、肝心のプログラミングに関する学習がおろそかになってしまう可能性もある。

そこで、本研究ではマルチメディア機能を簡単に使用できるライブラリを開発することとした。まずは、学生がとりつきやすいグラフィックスライブラリから開発することとした。プログラミング学習に使用する OS は多々あるが、本研究では最もよく使用されていると思われる WindowsOS にターゲットを絞り、WindowsOS 上で動作するグラフィックスライブラリを作成している。

このライブラリは、プログラム初心者が最初に取り組むコンソールプログラムから、必要な関数を呼び出すことで簡単に利用できるように設計している。また、環境整備についても動的リンクライブラリとすることでプログラムと同じディレクトリにライブラリのファイルを置いておくだけで、使用できるようにしてある。

本研究では、このライブラリを GWC と名付け、実際に佐世保高専電気電子工学科の情報処理科目「プログラミング」で実際に使用しており、これを使用しない場合に比して、プログラミング学習に対する関心の薄れが改善されることを確認している。

## 提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	
GWC ライブラリー・拙作	

研究タイトル： **プラズマ滅菌・殺菌に関する研究**

工学的手法を用いたジャンボタニシの防除および行動特性に関する研究



氏名：	柳生義人 / YAGYU Yoshihito	E-mail：	yyagyu@sasebo.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	応用物理学会(プラズマエレクトロニクス分科会), 電気学会, 応用動物昆虫学会, 電気設備学会, 全国 KOSEN 情報基盤研究ネットワーク		
キーワード：	プラズマ応用, プラズマ滅菌・殺菌, ジャンボタニシ, 工学的防除		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラズマ殺菌, プラズマバイオ応用</li> <li>・複合領域研究</li> </ul>		

研究内容：

・大気圧プラズマによる農作物・食品の低温・ドライ殺菌に関する研究

殺菌・消毒技術は消費者にとって豊かで安心できる食生活を送る上でなくてはならないものであり、更なる向上が求められる。特に海外や離島から輸入される農作物は、長距離・長時間輸送されることがあるが、その際にカビ繁殖が重要な問題となる。しかし、国内外においてポストハーベスト農薬の使用や残留農薬濃度は厳しく規制されており、収穫後に殺菌・消毒を行う有効な方法がない。本研究では、農作物や畜産物などの生鮮食品を人体および環境に対して安全に殺菌・消毒できる新しい技術としてプラズマを用いた殺菌・消毒法の開発を目的として研究開発を遂行している。食品や農産物を腐敗させたり品質を劣化させたりする細菌や真菌、バクテリアなどの微生物に対して、ガスプラズマを用いてドライ・低温（ $\geq 60^{\circ}\text{C}$ ）で殺菌する新しいプラズマ殺菌法の研究に取り組んでいる。

・工学的手法を用いたジャンボタニシの防除に関する研究

一般にジャンボタニシの名で知られるスクミリングガイ (*Pomacea canaliculata*) は、食用として日本をはじめ中国や東南アジアに導入されたが、その食性から水田作物を著しく加害するため世界の侵略的外来種ワースト 100 に選定されている。スクミリングガイの食害防止策として、人手による捕殺や農薬の施用が行われているが、決定的な方法には至っていない。我々は、省力的かつ環境無負荷な防除技術の確立を目指し、スクミリングガイの電気に対する行動特性および超音波による殺傷効果を組み合わせることで、誘引殺傷装置の開発を試みている。本研究では、これまでにスクミリングガイを対象に個体および集団における走電性の有無を調査し、電界方向に依存して誘引できることを見出した。ジャンボタニシなど水田作物に甚大な食害を及ぼす腹足類に対する駆除技術として、工学的手法を基盤に腹足類の防除へのイノベーションを打ち出し、電気および超音波による環境に配慮した捕獲・殺菌の実用化を目指している。

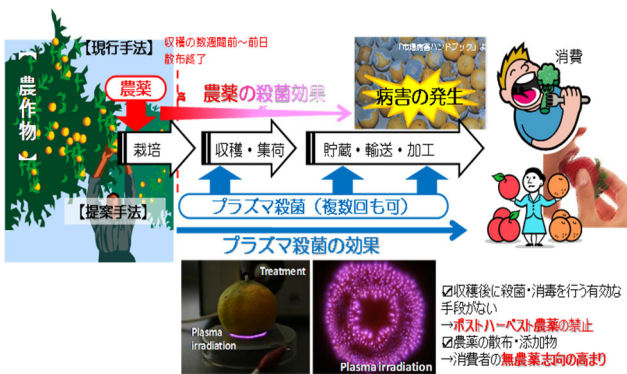


図1 食品および農産物の大気圧プラズマ殺菌処理

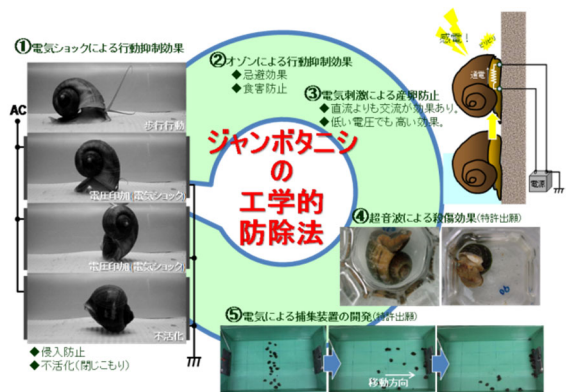


図2 工学的手法を用いたジャンボタニシの防除

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	
高圧パルス電源・HVP1010K300-NP(玉置電子工業㈱)	高電圧実験装置・P205-13(東京変圧器㈱)
パルス電源・MPC3010S-50SP(㈱末松電子製作所)	紫外可視分光光度計・V670(日本分光㈱)
マイクロ波電源 ML2000D(Muegge)	オゾンモニター・EG-600(荏原実業㈱)



研究タイトル：

## プラズマプロセスによる薄膜の作製



氏名：	佐竹卓彦 / SATAKE Takahiko	E-mail：	satake@sasebo.ac.jp
職名：	助教	学位：	学士(工学)
所属学会・協会：	電気学会, 応用物理学会, 電子情報通信学会, 日本教育工学会, 日本福祉工学会, 日本リハビリテーション工学協会		
キーワード：	プラズマ, 薄膜, e-AT		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラズマプロセスによる薄膜の作製および分析</li> <li>・e-AT 機器の開発・試作</li> <li>・シーケンス制御や FA 教に関する教育</li> </ul>		

### 研究内容：

- 1)プラズマプロセス(主にスパッタリング法)を利用して薄膜の作製とその分析を行っている。現在は主に酸化亜鉛を用いた透明導電膜の作製と分析を行っている。
- 2)高専間連携により, AT(Assistive Technology)に関連する機器の試作や活用, また, それらの機器を開発する技術者育成を行っている。特に AAC(拡大代替コミュニケーション)機器やスイッチ教材などの特別支援学校で用いる教材の試作や製作会などに力を入れている。
- 3)シーケンス制御や PLC を用いた制御教育の実施。スイッチやリレー, タイマーなどの制御機器を用いたシーケンス制御と PLC を用いた社会人向けの制御機器入門講座も実施している。

### 提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	

研究タイトル：

# 二次元層状物質の作製と評価



氏名： 日比野祐介 / HIBINO Yusuke E-mail: y-hibino@sasebo.ac.jp

職名： 助教 学位： 博士(工学)

所属学会・協会： 応用物理学会

キーワード： 材料工学, 半導体, 二次元層状物質

技術相談

提供可能技術：

- 電子材料の作製手法(スパッタリング法, 化学気相成長法:CVD 法)に関する相談
- 各種材料評価手法(X線光電子分光法, ラマン分光法, X線回折, 分光エリプソメトリー, 原子間力顕微鏡, 等)に関する相談
- 真空装置, CVD のための反応炉作製のための相談 等

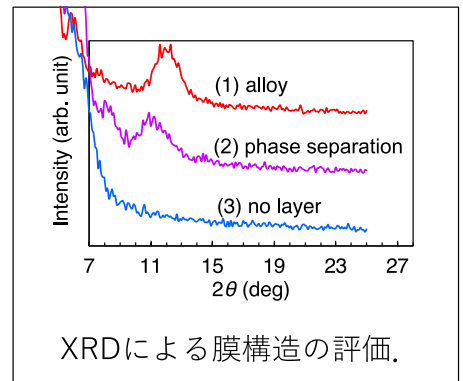
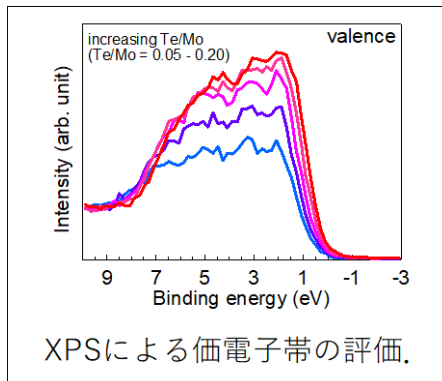
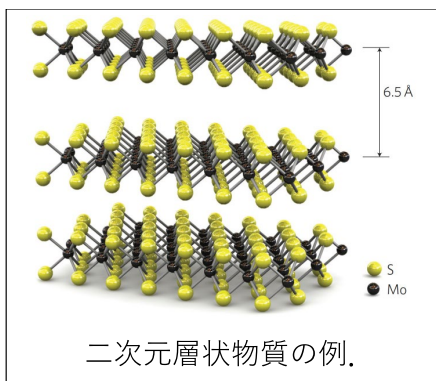
## 研究内容：

### ■ 半導体材料の作製

スパッタリング法や化学気相成長法 (Chemical Vapor Deposition : CVD 法) を用いた薄膜作製を行なっている。スマートフォンやパソコンに代表される電子デバイスを支えるのが半導体材料であるが、特に最近更なる小型化、消費エネルギー低減化に向けてこれまで広く使われてきたシリコンに代わる材料が模索されている。そのような材料のうちの一つ、『二次元層状物質』の作製に取り組んでいる。本材料は原子がシートを形成しており、それが折り重なることで形成されている。シート一枚分の厚みは 1 nm 以下となっており、膜の厚みの制御は非常に重要となってくる。これまでは二次元層状物質の中でも特に遷移金属ダイカルコゲナイド(Transition Metal Dichalcogenide: TMD)の作製を勧めてきた。スパッタリングにおいては、投入電力と膜の形成時間による調整、CVD においては原料の供給量、供給量比、成膜時の温度、膜形成時間による調整が可能である。現在は透明導電膜の材料や TMD とは異なる二次元層状物質のスパッタリングによる作製を進めている。

### ■ 半導体材料の評価

主に作製した材料に対して X 線光電子分光法(X-ray Photoelectron Spectroscopy: XPS), ラマン分光法, X 線回折(X-Ray Diffraction: XRD)を利用することで、材料の組成(何で構成されているか)、材料の電子構造(電気的にどのように振る舞うかを示す指標)、どれくらいの品質が達成されているか、どのような構造かなどの評価を行なっている。これまで単体の TMD, 二硫化モリブデンや二硫化タングステン、並びに二種の TMD を混ぜ合わせた混晶の評価などを行なってきた。XPS での評価例として得られたスペクトルの横軸 (電子の結合エネルギー) から化学結合状態の評価、価電子帯電子のエネルギーから価電子帯端の相対位置評価などを行なっている。またラマン分光法や XRD におけるピーク解析で膜品質の評価も行っている。



## 提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	