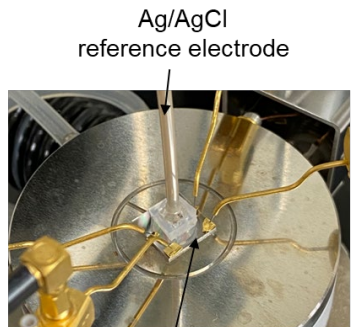
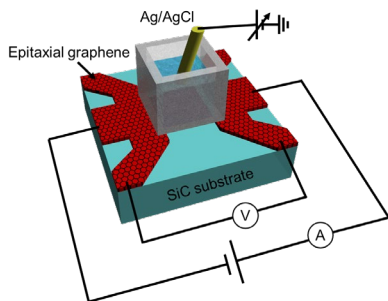


# ナノカーボンデバイスの応用研究

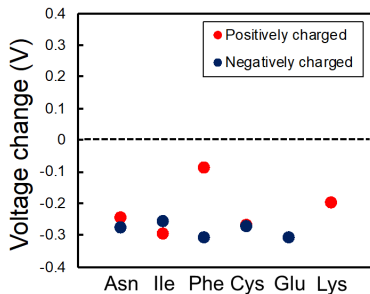
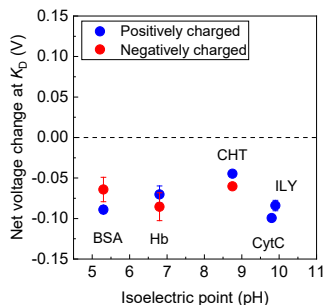
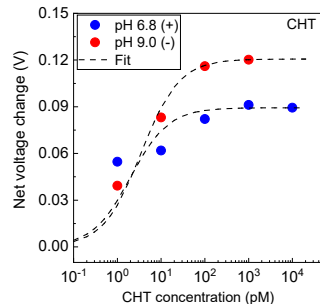
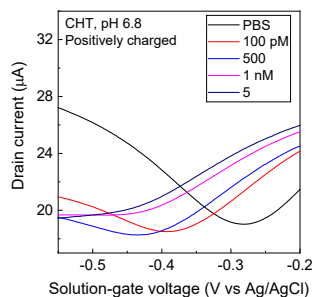
[キーワード: グラフェン, FET, バイオセンサ] 教授 大野恭秀

## グラフェンデバイス作製・評価



Epitaxial graphene FET 10 mm

## タンパク質・アミノ酸吸着特性



グラフェンは、炭素原子の $sp^2$ 軌道による完全二次元結晶であり、その高キャリア移動度から次世代ナノ材料として注目されているが、バンドギャップを持たない半金属であることがその応用を制限している。我々の研究の目的は、このグラフェンをセンサ材料として応用することである。

本研究の大きな特徴として本学が持つ単結晶・大面積を有するSiC基板上的エピタキシャルグラフェンを用いたデバイスを使用していることである。一般的には剥離法または化学気相堆積法でグラフェンは合成されるが、サイズが小さい・多結晶になる・転写プロセスが必須であるなど、様々な問題点がある。エピタキシャルグラフェンはそれらの問題点を一気に解決できるデバイス応用向けのグラフェンである。

エピタキシャルグラフェンを用いたタンパク質・アミノ酸吸着特性は、他の合成によるグラフェンと異なり必ず電子ドーピングされることを見いだしたり、非常に高い感度で吸着が起きていることが判明している。現在では特性のターゲットを検出するデバイス開発に取り組み、FET型バイオセンサで問題となっているデバイ遮蔽長について、単結晶グラフェンの小さな状態密度を利用した解決を目指している。

分野: ナノ・マイクロ科学

専門: 半導体工学

E-mail: ohno@ee.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7439

Fax: 088-656-7439

HP: <http://graphene2.ee.tokushima-u.ac.jp/>



# むだ時間システムの逆最適レギュレータ

[キーワード: むだ時間, 最適レギュレータ, ロバスト安定性] 教授 久保 智裕

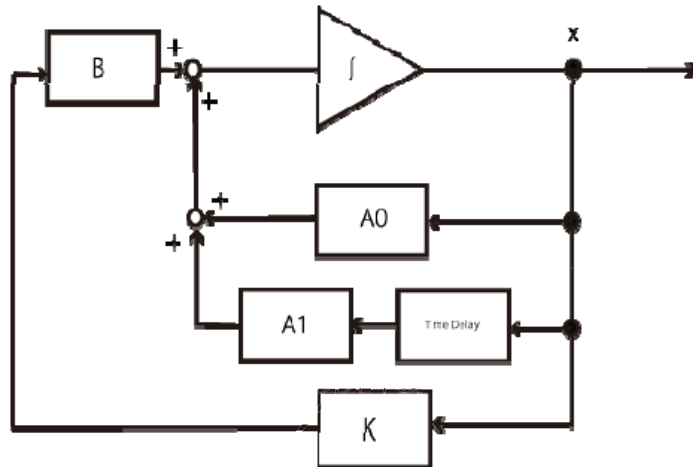


図1 むだ時間を含む制御系の構成

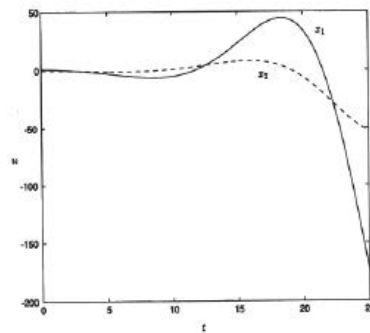


図2 開ループ系の応答

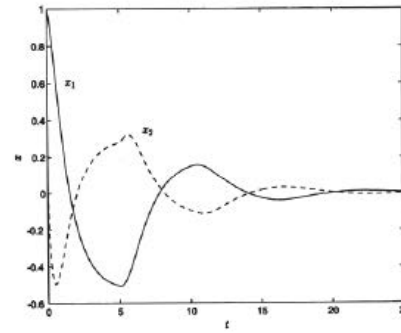


図3 閉ループ系の応答

## 内容:

むだ時間を含まないシステムの場合と同様に, むだ時間を含むシステムの場合にも, 理論的には最適レギュレータを構成できることが知られている. しかしむだ時間を含むシステムは無限次元システムであるため, 一般にはフィードバックゲインの計算に無限次元リカッチ方程式の解が必要となり, またフィードバック則には実時間積分演算を含むものとなる.

むだ時間を含むシステムを安定化するために, 私達は逆最適レギュレータを構成する方法を提案している. この場合, フィードバックゲインは有限次元リカッチ方程式または有限次元線形行列不等式の解を用いて計算でき, フィードバック則は図1に示すようなメモリーレスフィードバックとなる. 図2と図3に示した例を比較することからもわかるように, 閉ループ系は安定となり, 何らかの評価関数に対する最適制御となっていることも示される. さらに, むだ時間を含まないシステムにおける最適レギュレータと同様に, あるクラスの入力側静的非線形摂動や動的線形摂動に対するロバスト安定性が保証されることもわかっている.

分野: 制御・システム工学

専門: 制御工学

E-mail: [kubo@ee.tokushima-u.ac.jp](mailto:kubo@ee.tokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7466

Fax: 088-656-7466



# パルスパワーの環境保全応用・バイオ応用

[キーワード: ストリーマ放電, 生体電気効果]

教授 下村 直行

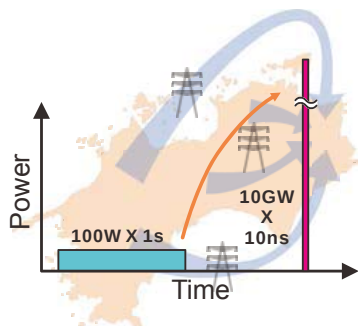


図1 パルスパワーの概念

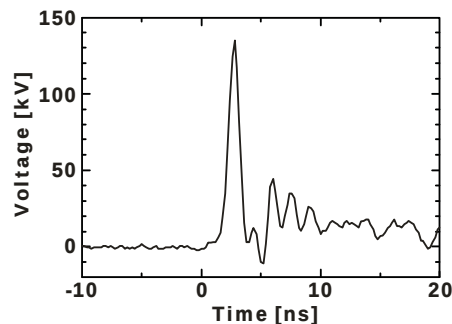


図2 ナノ秒電圧パルス

環境保全技術  
バイオエレクトロニクス

- オゾン生成
- NO<sub>x</sub>処理(窒素酸化物処理)
- 水処理(難分解性物質)
- バイオマス燃料製造技術
- 植物の成長制御
- 小胞体ストレス応答制御
- がん治療技術(パルス電界)

図3 パルスパワーの応用



図4 ストリーマ放電

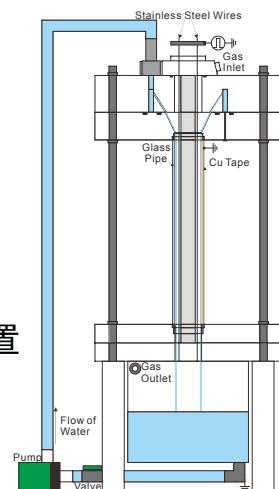


図5 水処理装置



図6 がん治療技術

内容:

パルスパワーとはエネルギーを圧縮して得られる巨大な電力パルスを活用する技術であり、様々な応用分野が存在する。これまでに、環境保全技術と生体応用に集中して研究を進めて来た。ここではそのいくつかについて紹介する。

環境保全技術では、パルスパワーでもパルス幅の短いナノ秒電圧パルスを活用する。これにより放電化学処理に適した非熱平衡プラズマであるストリーマ放電を効率よく生成できる。これを活用する研究として、高効率なオゾン生成、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)の排ガス処理、難分解性物質を対象とする水処理が挙げられる。

生体応用研究は、電気パルス、あるいは放電の生体への影響を活用するものである。特に電気パルスの活用では、そのパルス幅(スペクトル)によって、細胞の影響を与える箇所が異なるため、これを制御して様々な応用が期待できる。微細藻由来バイオマス燃料の製造技術や植物の生長制御がある。ナノ秒パルスを用いた新たながん治療技術の開発や疾病予防を目的とした小胞体ストレス応答に関する研究等を進めている。

分野: 電力工学・電力変換・電気機器

専門: パルスパワー工学

E-mail: [simon@tokushima-u.ac.jp](mailto:simon@tokushima-u.ac.jp)

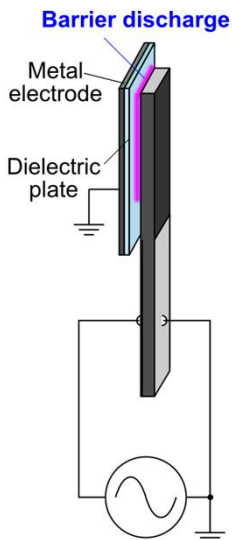
Tel. 088-656-7463

Fax: 088-656-7463

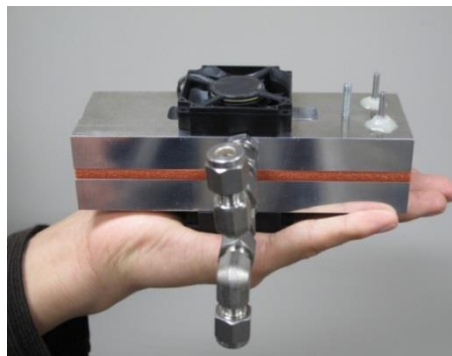
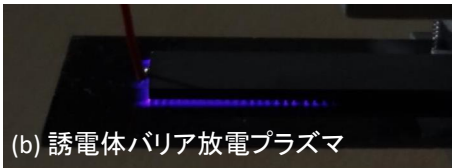


# 放電プラズマの生成，診断ならびに応用

[キーワード: 誘電体バリア放電, オゾン, プラズマジェット] 教授 寺西 研二



(a) プラズマリアクタの構造



(c) 小型オゾン発生器への応用

図1 圧電トランスを用いた小型プラズマリアクタとその応用

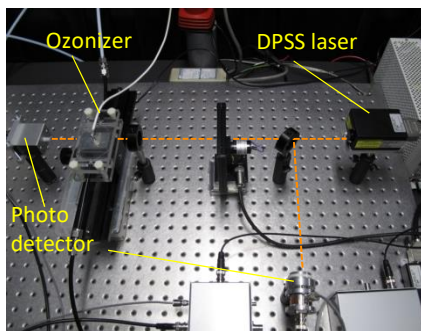


図2 レーザを用いたオゾナイザ内部の $O_3$  密度 $in-situ$ 測定

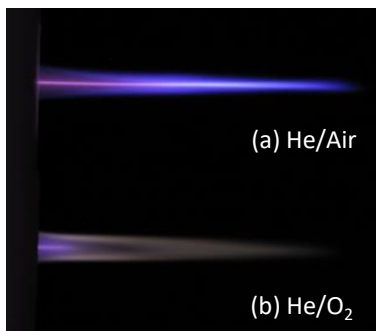


図3 周囲ガス供給型プラズマジェット

## 内容:

放電プラズマの生成には高電圧電源と放電電極が必要であり，その発生装置は大規模なものが多い。本研究室では，強誘電体製の小型高電圧発生素子である圧電トランスを利用した小型放電プラズマ発生装置とその応用について研究している。圧電トランスは主に液晶ディスプレイのバックライト用高電圧電源として用いられてきたが，我々は高電圧を発生する素子表面を放電電極として利用し，これに誘電体電極を対向させることで，大気圧非熱平衡プラズマ(誘電体バリア放電)を生成している(図1(a)(b))。この場合，圧電素子が小型であることに加え，素子自体が高電圧電源と放電電極を兼ねているため装置全体がコンパクトになるという特長がある。本研究室では，この放電プラズマ発生法を応用した図1(c)に示すような手のひらサイズのオゾン発生器や真空紫外光源等の開発を行っている。

その他にも，大気圧誘電体バリア放電型オゾナイザ内部のオゾン密度 $in-situ$ 計測(図2)や化学活性種の選択的生成と制御を目的とした周囲ガス供給型プラズマジェット(図3)の特性解析と殺菌技術への応用等を行っている。

分野: 電力工学・電力変換・電気機器

専門: 電気エネルギー工学

E-mail: teranishi@ee.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7454

Fax: 088-656-7454

<http://pub2.db.tokushima-u.ac.jp/ERD/person/155803/profile-ja.html>



# サブ波長回折格子による光デバイスの偏光制御

[キーワード: サブ波長、光デバイス、偏光制御]

教授 直井 美貴



図1 サブ波長回折格子

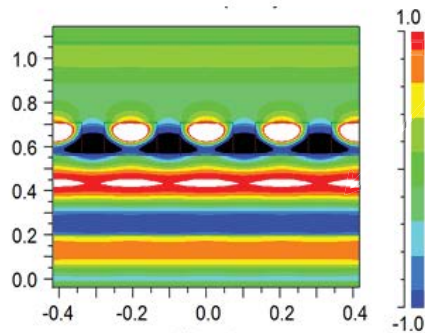


図2 FDTD法によるTM波に対する電界分布計算結果 ( $\lambda/\Lambda=1.8$ の場合)

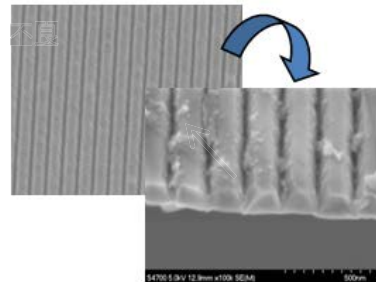


図3 UV-LED上に作製したサブ波長回折格子

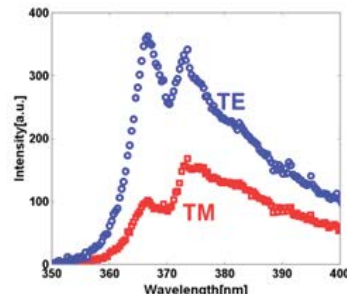


図4 UV-LEDからのELスペクトル

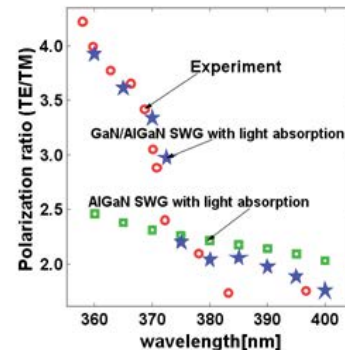


図5 サブ波長回折格子を実装したUV-LEDの偏光度

## 内容:

高解像度イメージングや高感度センサーの高機能化において高偏光度をもつ発光デバイスが期待されている。また、これらのデバイス応用においては、集積化が可能で高い透過率をもつ偏光制御デバイスが必要である。

上記の問題は、高コントラストであるサブ波長回折格子構造を用いることによって解決可能である。サブ波長回折格子構造は、その周期が光の波長よりも小さい。サブ波長回折格子内において、屈折率の周期的空間分布により生じるブロッホ固有モードが光と相互作用することにより、広帯域、高反射率、偏光選択性を合わせもつ光学特性を得ることが可能である。

我々は、AlGaN系UV-LED表面にサブ波長回折格子を実装したデバイスを電子線リソグラフィー法により作製し、FDTD法などのシミュレーションを用いて、その偏光光学特性を調査している。現在までに、無偏光発光であるc面サファイア基板上LEDからの発光を、高偏光化できる事を実証している。

分野: 電気電子工学, 応用物理学

専門: 電子・電気材料工学, 光工学・光量子科学, 結晶工学

E-mail: naoi@ee.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7447

Fax: 088-656-7447

HP: <http://cms-ldap.db.tokushima-u.ac.jp/DAV/person/S10703/WEB/index.html>

# カオスの工学的応用

[キーワード: カオス暗号, カオス通信, 複雑系]

教授 西尾 芳文

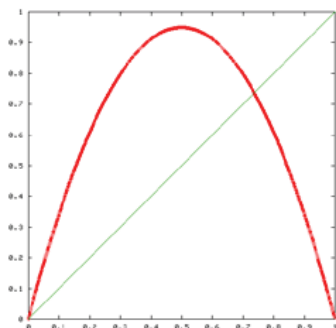


Fig. 1: カオス生成一次元  
写像として知られる Logistic  
写像

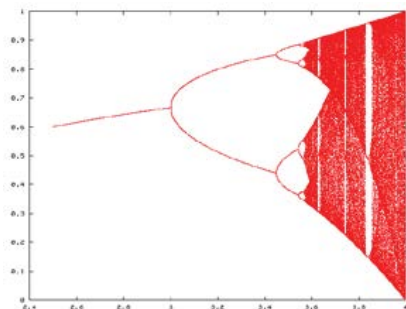


Fig. 2: Logistic 写像の  
1パラメータ分岐図

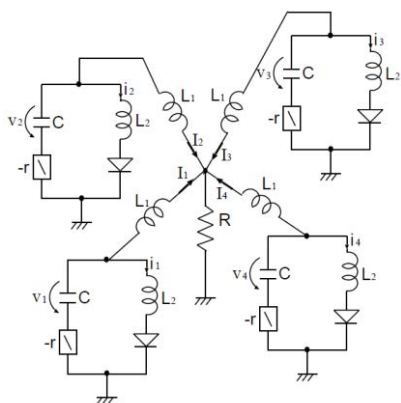


Fig. 3: 一つの抵抗で結合  
された4個のカオス回路

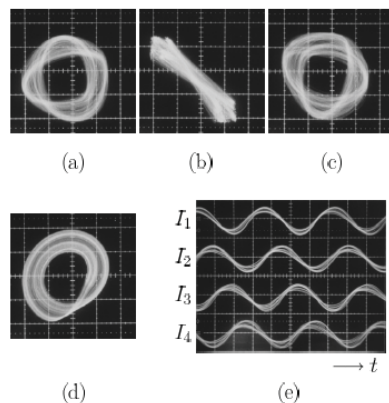


Fig. 4: Fig. 3 の回路で観測  
されるカオスの4相準同期

内容:

## 1. カオス暗号システム

カオスの初期値鋭敏性、パラメータ鋭敏性を様々なセキュリティシステムに応用する。

## 2. カオス通信システム

同一のシステムより生成されたカオスのダイナミクスの連続性を利用して、誤り検出・訂正を行う非同期カオス通信方式を実現する。

## 3. 複雑系ネットワーク

カオス回路の結合系にみられるカオス準同期現象は、複雑系ネットワークのよりモデルとなる。

## 4. 非線形時系列解析

時系列データのカオス解析は、短期予測や生体信号解析への応用が可能である。

## 5. データマイニング

人工ニューラルネットワークの自己組織化能力は大規模データのクラスタリングへ応用可能である。

分野: 通信・ネットワーク工学

専門: 非線形回路工学

E-mail: [nishio@ee.tokushima-u.ac.jp](mailto:nishio@ee.tokushima-u.ac.jp)

Tel. +81-88-656-7470

Fax: +81-88-656-7471

HP : <http://nlab.ee.tokushima-u.ac.jp/nishio.htm>



# 多彩な電気エネルギー源が調和した電力システム

[キーワード: スマートグリッド, 信頼度, 安定度, 電力品質]

教授 北條 昌秀

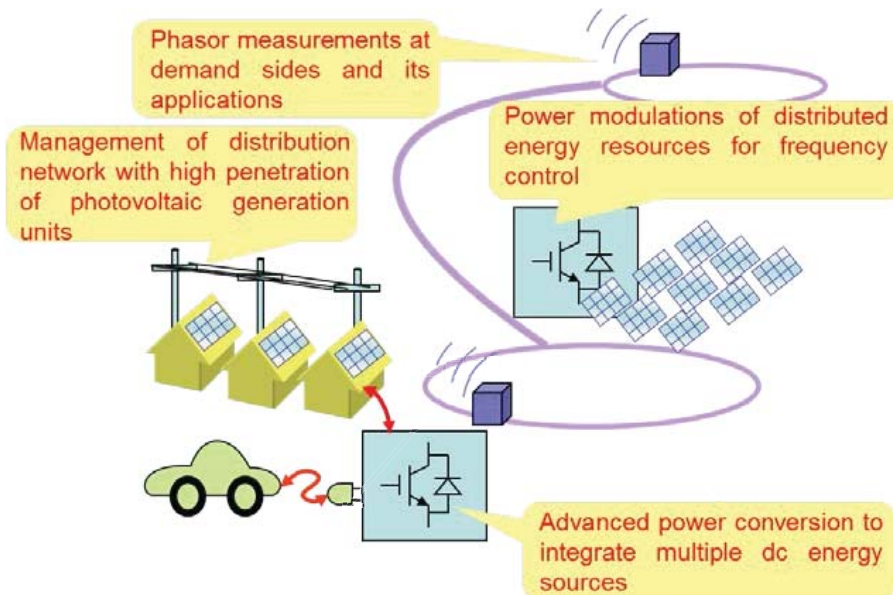


図1 主な研究の概念図

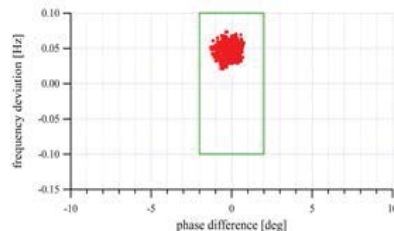


図2 オンラインシステム観測

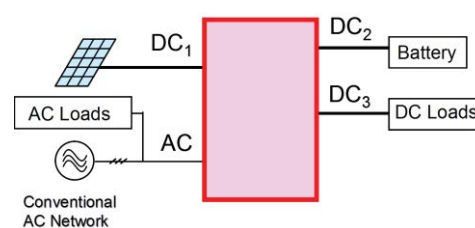


図3 集約型電力変換回路

内容:

1. 需要家側での同期位相計測とその応用  
需要家内のコンセント電圧の測定から電力システムのオンライン観測を可能にし, その観測結果を分散型電源の制御に活用する研究
2. 太陽光発電の多数台導入の下での配電システム電圧制御  
太陽光発電用系統連系インバータの活用を含む, 低圧及び高圧システムにおける適正電圧維持のための合理的な制御手法の開発
3. 複数の直流電源を接続可能な新しい電力変換技術  
フライングキャパシタ形マルチレベルコンバータの概念を応用し, 太陽電池, 蓄電池と負荷を結ぶ簡単な変換器の開発
4. 小形電力変換装置による直流線路分岐回路  
洋上風力発電やビル内直流給電において, 小形の電力変換回路によって小電力を分岐・利用できる新しい回路方式の開発
5. 分散電源の出力電圧位相制御による周波数制御  
分散電源の出力電圧位相を調整するだけで簡便にシステム周波数の調整に寄与する手法の開発

徳島大学大学院 理工学研究部  
電気電子系 電気エネルギー分野  
専門: 電力系統工学

〒770-8506 徳島市南常三島町2-1  
E-mail: hojo @ ee.tokushima-u.ac.jp  
Tel/Fax. 088-656-7452



# 知的情報処理および制御技術の工学的応用

[キーワード: 知的情報処理, ロボット, 風力・太陽光発電] 教授 安野 卓



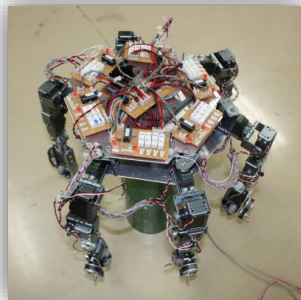
風力発電



パワーアシストスーツ



電動車いす



多脚ロボット



電気自動車



防除ロボット



環境モニタリングシステム

## 内容:

近年、産業機器や生活支援機器など、人との共存を想定した機器の導入が進み、その高性能化や高度な付加価値への要求が高まっている。

これらの要求を満足するために、生物規範型のアプローチに基づく知的情報処理技術の応用研究を行っている。具体的には、人工知能技術を用いた知的情報処理や知的制御システムの提案およびその設計手法の研究を行っている。

主な研究テーマは下記の通りであり、研究過程において得られた要素技術の具現化を共同研究を通じて推進している。

- ◆ 気象予測モデルに基づく風力・太陽光発電の出力予測
- ◆ 自動運転システムの制御と群移動ロボットの協調制御
- ◆ 脚式ロボットやマニピュレータのモーションコントロール
- ◆ 電動車いすの安全運転支援システム
- ◆ 介護およびリハビリテーション用パワーアシストスーツの運動制御
- ◆ 施設園芸ハウスの精密環境モニタリング
- ◆ 各種農作業支援ロボットの開発

分野: 制御・システム工学

専門: 制御応用工学

E-mail: yasuno.takashi@tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7458

Fax: 088-656-7458

HP : <https://www-sky.ee.tokushima-u.ac.jp>





Faculty of  
Science and  
Technology  
Tokushima University

# 微小遅延故障検出用テスト容易化設計の開発

[キーワード: テスト容易化設計, 遅延故障, テストコスト削減] 教授 四柳 浩之

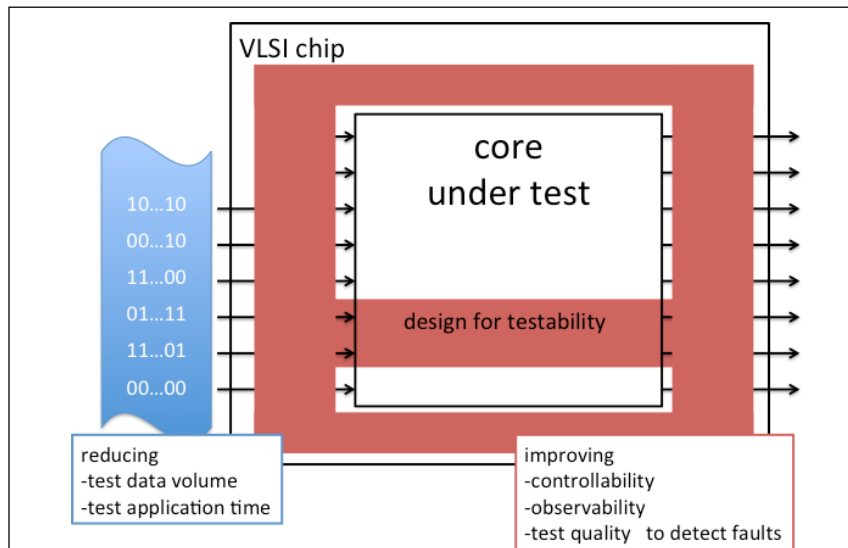


図1 テスト容易化設計の概念図

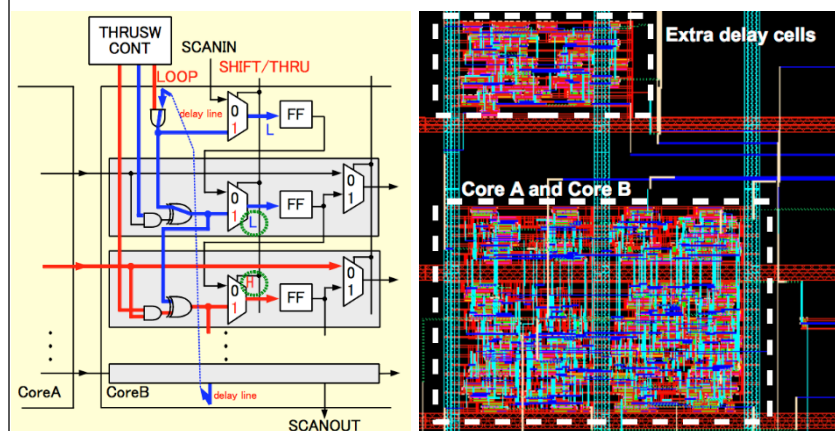


図2 TDC組み込み型  
バウンダリスキャン(TDCBS)

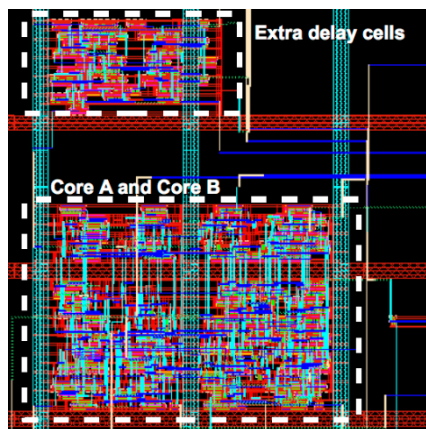


図3 TDCBSの試作  
レイアウト図

内容:

LSIの高集積化に伴い、テストコストが重要な問題となっている。テストコストの低減のために、様々なテスト容易化設計が提案・使用されている。テスト容易化設計は、図1の概念図のように検査対象回路(コア)の内部および外部にテストコストを低減させるための付加回路を設ける技術である。我々は、特に近年問題となっている微小遅延故障を対象に、テストデータ量、テスト実行時間、テスト用の付加面積の低減や、テスト品質の向上を目的とした研究を行っている。図2に開発したテスト容易化設計の1例を示す。VLSIチップ内部およびVLSIチップ間接続で発生する微小遅延の検出を容易とするために、Time-to-Digital Converter (TDC) を構成可能なバウンダリスキャン回路(TDCBS)を作成し、信号遷移の発生したタイミングの測定を可能とした。これにより、クロック周期内に信号遷移が収まっているか否かのテストのみではなく、見逃しの少ない遅延故障テストを行うことができる。提案したテスト容易化設計の故障検出能力などの有効性については、シミュレーションおよび試作チップによる評価を行っている。

分野: 計算機システム

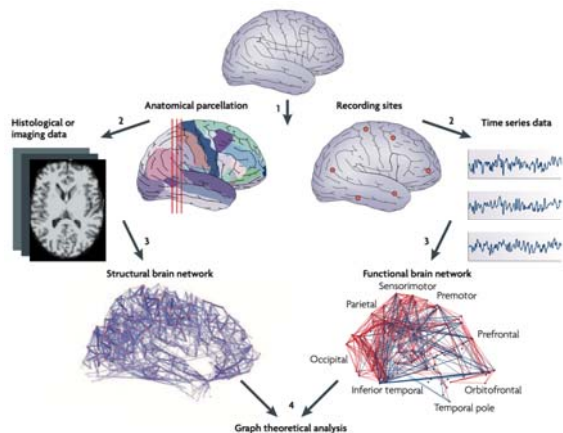
専門: 計算機工学

E-mail: h.yotsuyanagi@tokushima-u.ac.jp

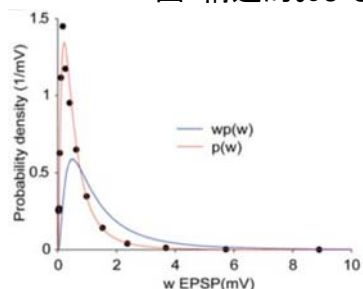
Tel. 088-656-9183

Fax: 088-656-9183

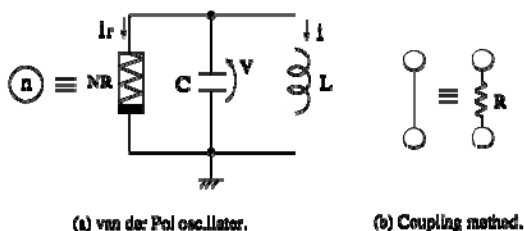




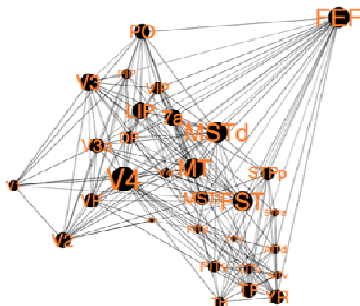
## 図1 構造的および機能的なブレインネットワーク



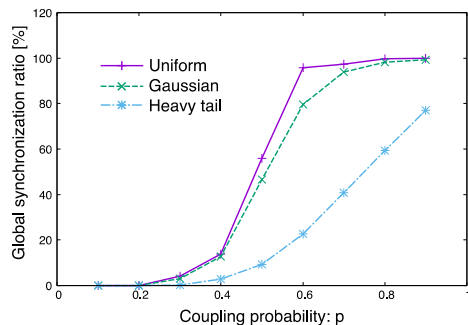
## 図2 シナプスのヘビーテイル



### 図3 van der Pol 発振器と結合方法



#### 図4 サルの視覚野ネットワーク



### 図5 完全同期の結果

内容:

## 1 はじめに

近年、脳内ネットワークの機能的及び構造的な特徴が明らかにされてきている(図1)。また、神経細胞間の結合はヘビーテイル分布を示すということが報告されている(図2)。本プロジェクトでは、サル<sup>1</sup>の視覚野領域のネットワークトポロジーに対してヘビーテイル分布によって結合された発振器システムの同期現象について調査を行う。

## 2 提案システムと結果

図4にサルの視覚野の脳内ネットワークモデルを示す。また、それぞれのノードは非線形回路として van der Pol 発振器を用いた(図3)。結合分布をそれぞれ一様分布、ガウシアン分布、ヘビーテイル分布を適用した時の同期率の結果を図5に示す。この結果より、ヘビーテイル分布はグローバル同期の達成が難しいことが明らかになった。

### 3 今後の課題

今後は、より大規模な脳内ネットワークに対しての調査と、  
脳の高次機能と同期の関係を明らかにすることである。

分野:通信・ネットワーク工学

專門：非線形理論・回路

E-mail: [uwate@tokushima-u.ac.jp](mailto:uwate@tokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7662

**Fax: 088-656-7471**

HP : <http://nlab.ee.tokushima-u.ac.jp/uwate.htm>



# 生体音響解析による疾患診断支援システムの開発

[キーワード: 生体信号処理, 生体計測, パターン認識]

准教授 榎本崇宏

〈図表〉

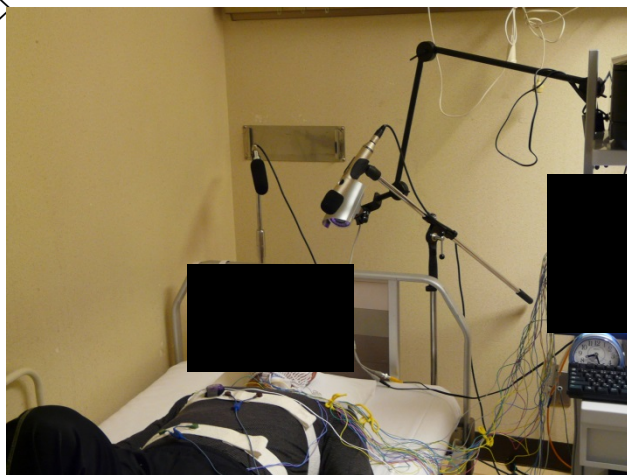


図1 いびき音測定準備の様子



図2 腸音測定準備の様子

内容:

近年、慢性疾患(睡眠時無呼吸症候群、腸疾患など)に悩む患者が増加傾向にある。このような疾患の診断、評価には、病院での検査や入院が必要となる。患者から発生する生体音響(いびき、腸音など)の発生機構を考慮すれば、生体音響には疾患に関連する情報が含まれていると考えられる。生体音響はマイクロフォンや電子聴診器などを用いて手軽に獲得することができるので、本研究では、これらの生体音響の解析をもとに、慢性疾患の診断支援を行うことを目的としている。生体音響解析には一般的に長時間にわたって録音した生体音響信号を使用するため、生体信号処理等の技術を応用して、慢性疾患の定量的自動診断支援システムの開発を行っている。本研究の進展により、患者に負担を与えることなく、手軽に病状の経時的変化を記録観察でき、在宅医療分野にも応用可能な非接触診断支援システムが期待される。

分野: 医用システム

専門: 生体医工学

E-mail: [emoto@ee.tokushima-u.ac.jp](mailto:emoto@ee.tokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7476

# 次世代動画画像符号化アルゴリズムおよびそのVLSI設計

[キーワード: HEVC, スケーラブル符号化, 並列符号化] 准教授 宋天

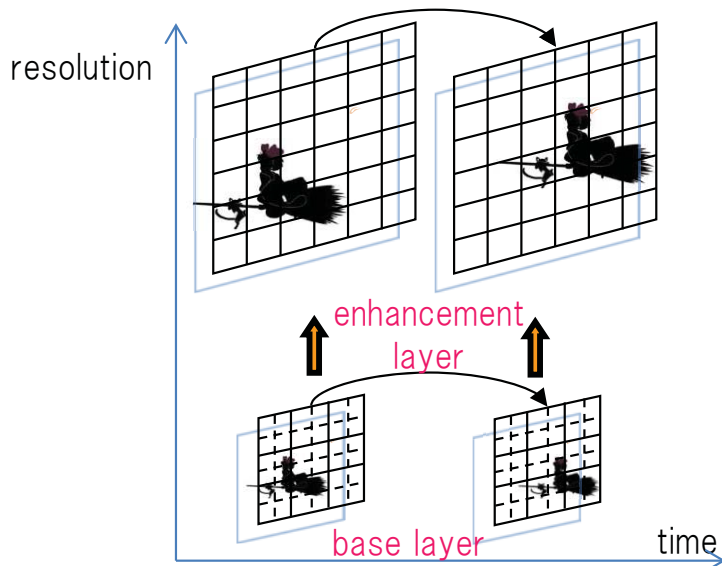


Fig.1: H.264/SVC inter layer prediction

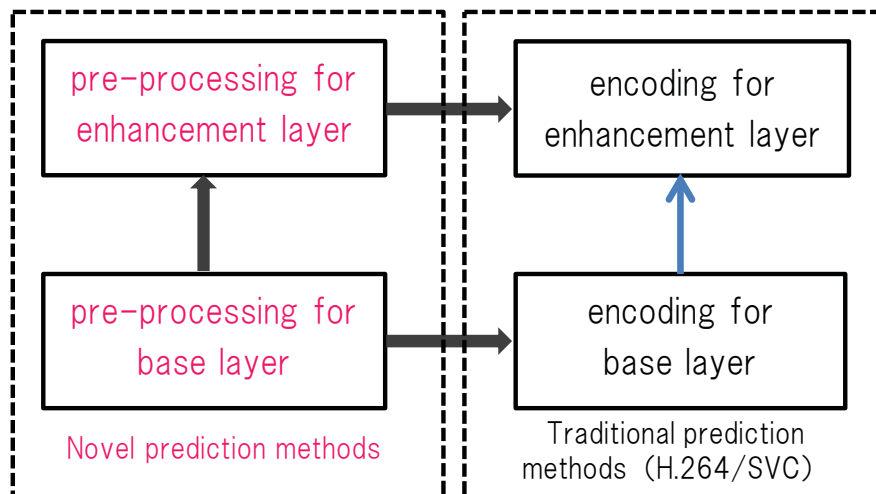


Fig.2: The proposed coding structure

## 内容:

近年、携帯電話、タブレット端末の普及、および高速ネットワークの発展につれ、マルチメディア情報ネットワーク基盤が確立されつつある。そのなか、HEVCが次世代の動画画像符号化標準としてこれからの高解像度アプリケーションの普及に高い期待が寄せられている。しかし、HEVCのハードウェア実装が難題となり、低演算量かつ低消費電力のLSIが求められている。また、動画画像を扱う応用分野が益々増え、既存の動画画像符号化アルゴリズムには、様々な新しい応用に対応するための新規開発が必要となる。本研究室では、このようなニーズに答え、以下のように既存のHEVCの改良や、新規なアルゴリズムの提案、およびそれに適したVLSIアーキテクチャについての研究を行っている。

1. 4K以上の解像度のアプリケーションを想定したHEVCの改良や、VLSIアーキテクチャの提案。
2. 多様なネットワーク環境、各種端末に対応するスケーラブル動画画像符号化アルゴリズムの開発。
3. GPGPUが代表とする並列処理プラットフォームにおける並列処理可能な新規動画画像符号化アルゴリズムの開発。

分野: 計算機システム

専門: LSI設計技術

E-mail: tiansong@ee.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7484

Fax: 088-656-7471

# フェムト秒レーザー照射の物理と応用

[キーワード: フェムト秒レーザー, アブレーション] 准教授 富田卓朗

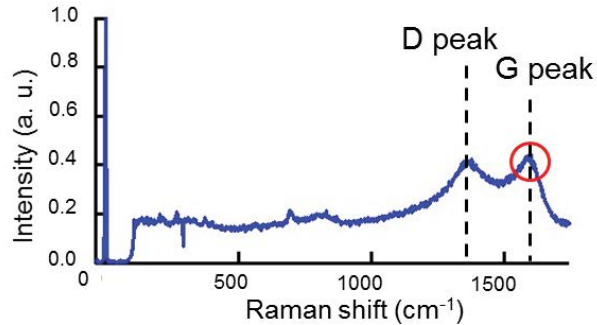


図1: フェムト秒レーザー照射後のニッケルとシリコンカーバイド界面におけるラマンスペクトル

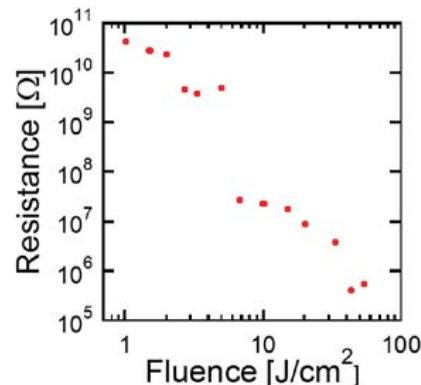
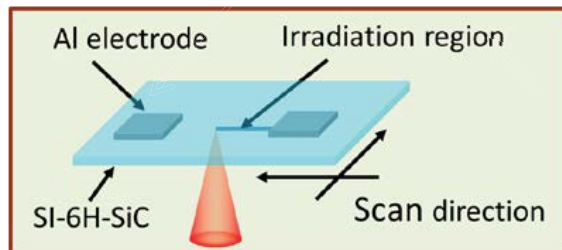


図2: フェムト秒レーザー改質による半導体の局所電気伝導度制御

半導体材料、特にワイドバンドギャップ半導体へのフェムト秒レーザー照射によって引き起こされる物性変化に着目し、研究を行っている。ワイドバンドギャップ半導体にフェムト秒レーザー光を照射するとナノ周期構造の自発的形成や急熱急冷過程に伴うアモルファス化が起こることが知られている。特に、ワイドバンドギャップ半導体はフェムト秒レーザーの波長域に対して透明であるため、多光子過程を用いてワイドギャップ半導体内部を自由に改質できる利点がある。

図1は、シリコンカーバイドとニッケルの界面にフェムト秒レーザー照射を行ったあと、ラマン分光測定を行った結果である。炭素由来のD peak とG peak が観測されており、炭素がニッケル面にまで到達していることが確認された。

図2は、半導体の金属電極間にフェムト秒レーザー照射して、局所的な電気伝導度を制御するための照射の概念図と改質部の電気伝導度の照射フルエンス依存性を示している。照射フルエンスを上げていくと、ある閾値フルエンスを超えたところで突然抵抗値が減少した。

分野: 工学 ・ 理学

専門: 応用物理学 ・ 物性I

E-mail: [tomita@tokushima-u.ac.jp](mailto:tomita@tokushima-u.ac.jp)

Tel & Fax: 088-656-7445

HP : <http://pub2.db.tokushima-u.ac.jp/>

ERD/person/82121/profile-ja.html



# 各種半導体の結晶成長およびデバイス応用

[キーワード: BaSi<sub>2</sub>, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ナノワイヤ]

准教授 西野克志

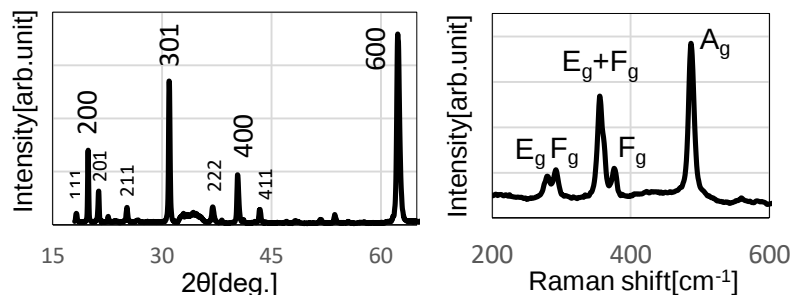


図1 BaSi<sub>2</sub>薄膜のXRDパターン

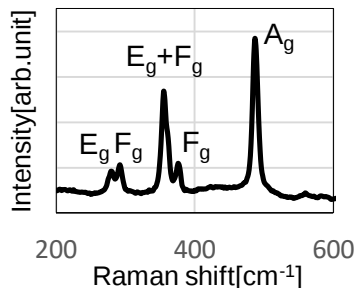


図2 BaSi<sub>2</sub>薄膜の  
ラマン散乱スペクトル

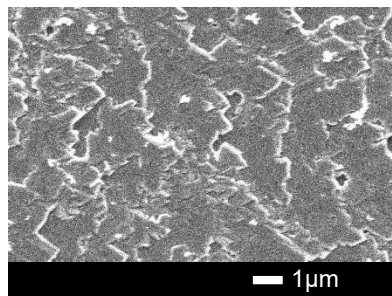


図3 β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜の表面

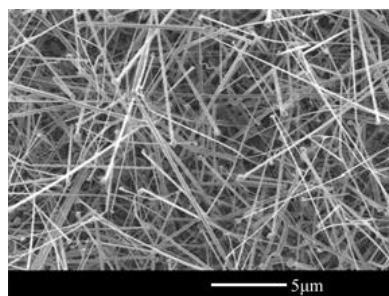


図4 β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ナノワイヤ

私の研究室では現在以下二種の半導体材料の結晶成長を行い、そのデバイス応用を目指している。

1. BaSi<sub>2</sub>は太陽電池に適したバンドギャップや大きな光吸収係数を持ち、また少数キャリアの拡散長も長いため、薄膜太陽電池応用へ向け注目すべき材料である。我々はこの材料を簡便な真空蒸着法でSi(100)基板上に成長している(図1および図2)。現在は実際の太陽電池作製に向け、結晶品質や光学的・電気的特性について詳細な評価を進めているところである。

2. Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は大きなバンドギャップを持ち次世代のパワーデバイス用材料、またセンサ用材料として期待されている。Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はいくつかの結晶多形を持つが、我々はその中で最も熱的に安定なβ相のGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜およびナノワイヤの結晶成長を行っている。いずれもGaと酸素ガスを直接反応させて結晶を得る、直接合成法と呼んでいる方法での成長である。薄膜については表面に図3のようなステップ・テラス構造を持ち、結晶品質がよく厚さも十分な結晶が得られている。またナノワイヤについては図4に示すように直径100nm程度、長さ10μm以上のものが得られている。

分野: 電気・電子材料工学

専門: 半導体工学、結晶成長学

E-mail: knishino@tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7464

Fax: 088-656-7464

# 小型頸動脈血流速度測定装置の開発

[キーワード: 超音波ドプラ, 動脈硬化, 血流速度]

講師 芥川 正武

<図表>

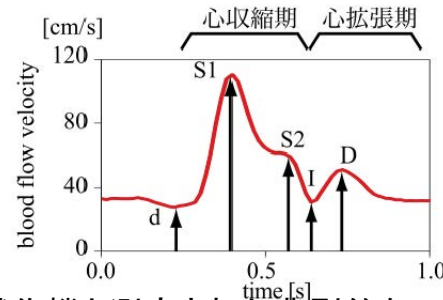


図1. 血流速度測定装置の試作機と測定された典型的な左総頸動脈血流速度波形

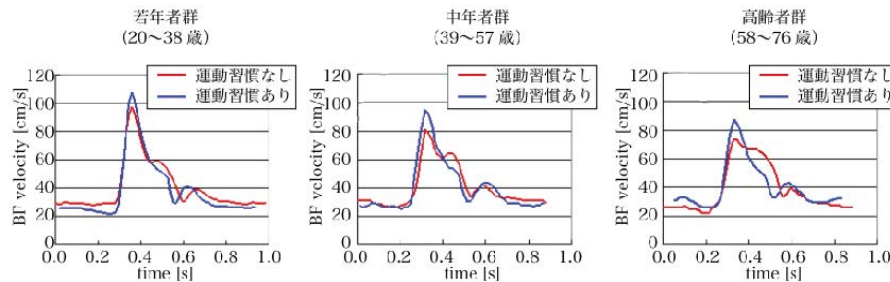


図2. 加齢および運動習慣による血流速度波形の違い

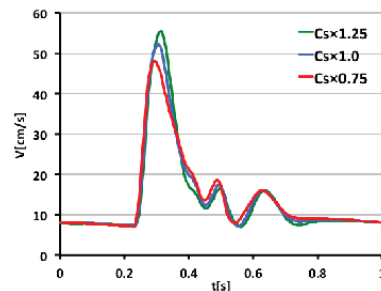


図3. 動脈の柔らかさの違いによる血流速度波形の変化 (計算機シミュレーション)

内容:

厚生労働省の人口動態統計によれば、死因の約33%が循環器系疾患に関連している。その一因として近年特に着目されるようになってきているのが生活習慣病である。予防には食生活の改善や適度な運動が効果的であるとされている。そこで運動習慣や動脈硬化などの循環器系の状態を簡便かつ客観的に測定・評価することができれば、生活習慣病の予防及び、医療費の削減に貢献できると期待される。

我々の研究グループでは簡便に測定可能な小型頸動脈血流速度測定装置を開発し、血流速度波形と運動習慣や動脈硬化などの循環器系疾患の関連性について検討している。図1のような試作機を製作した。数100例の様々な年齢層、性別などの被験者の血流速度を測定した結果、図2に示すように加齢及び運動習慣の違いにより特徴的な血流速度波形を示すことが確認された。この波形の違いは、動脈硬化の進行度合いを反映していることが予想される。図3は全身の主要な動脈をモデル化した1次元流体シミュレーションにおいて動脈の柔らかさを変化した際の波形の変化であり、実測波の傾向が良く再現されており、本装置により動脈硬化の評価が可能であることを示している。

分野: 生体医工学

専門: 生体医工学

E-mail: makutaga@ee.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7477

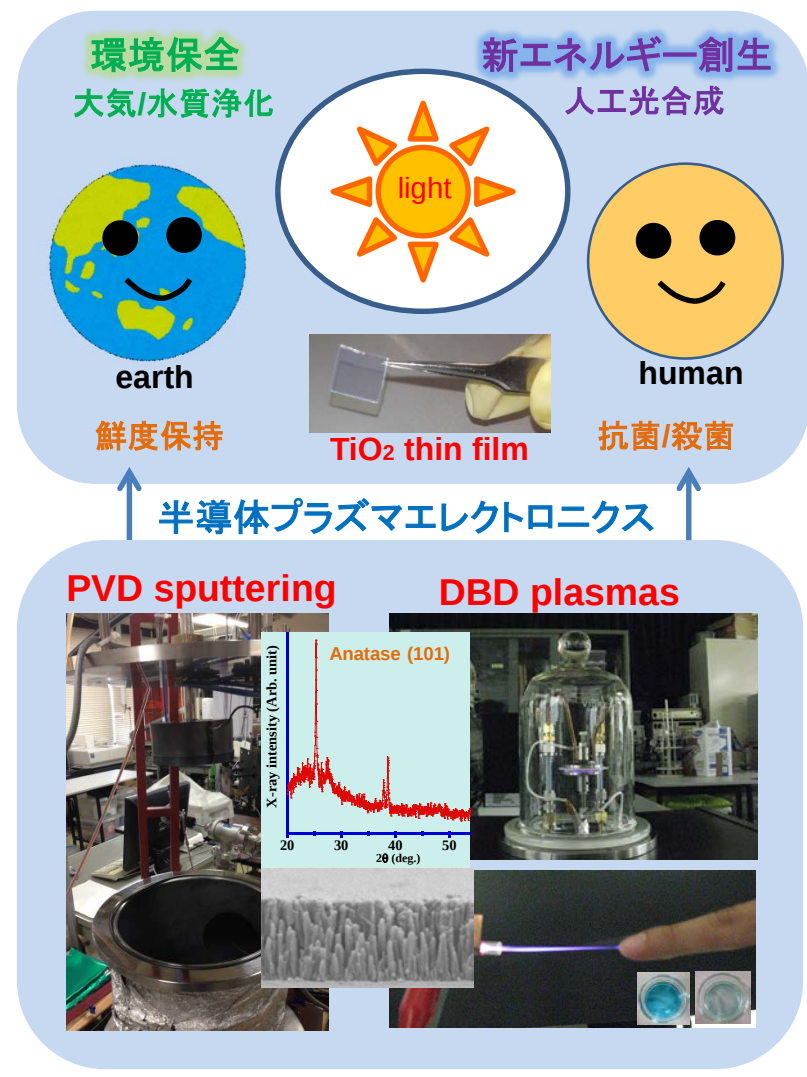
Fax: 088-656-7477



# 環境保全と新エネルギー創生のための光触媒薄膜の開発

[キーワード: 光触媒薄膜, 半導体, プラズマエレクトロニクス] 講師 川上 烈生

<図表>



内容:

昨今, 光触媒は環境保全材としだけでなく, 新エネルギー創生材として国内外で注目されている. 光照射さえあれば半永久的に利用できる点が魅力的である. 光触媒活性化のための光源波長が可視光に近く優れた耐溶解性を有することから, 酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)が光触媒として最有力候補である. TiO<sub>2</sub>は無機化合物であるため, 環境や人等に対して無害で, 反応性溶液およびガス中でも安定であるという特長も有する. 実用的応用(大面積化あるいはコーティング化)の観点から, 粉末状光触媒でなく薄膜状光触媒が望まれている. しかしながら, 薄膜化すると光触媒反応性が劣化するという課題がある.

我々の研究室では, 独自に開発した対向型ターゲットPVDマグネトロンスパッタリング装置(CROWN)を用いて, 高機能を有するアナターゼ型酸化チタン薄膜の開発を行っている. この装置の特徴は, 基板加熱装置を必要とせず, アナターゼ結晶を容易に得ることができる点である. また, 独自に開発した大気圧熱非平衡プラズマトリートメント装置(APOLLO, VENUS II)を用いて, 酸化チタン表面改質を行うことにより, 高機能を有する光触媒薄膜の開発も行っている. これらの装置の特長は, 高価な真空装置を必要とせずに, 熱非平衡で反応性の高いプラズマを生成できる点である.

分野: プラズマエレクトロニクス

専門: 半導体プラズマエレクトロニクス

E-mail: retsuo@ee.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7441

Fax: 088-656-7441





Faculty of  
Science and  
Technology  
Tokushima University

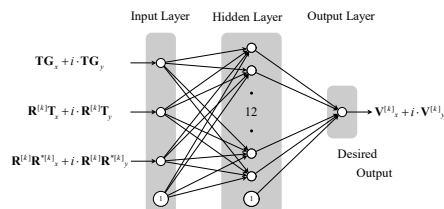
# 群ロボットの知的制御

[キーワード: 群ロボット工学, 機械学習]

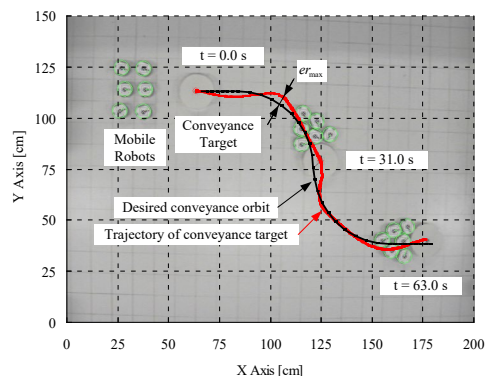
講師 鈴木浩司



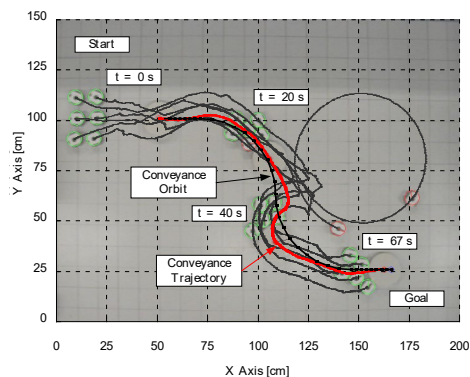
群移動ロボットシステム



複素ニューラルネットワーク



実験結果



耐故障性

内容:

ロボットシステムの中でも、群ロボットシステムでは制御ソフトウェアの設計が問題となっており、これは、計測情報や動作パターンが膨大となり、制御系が非常に複雑となることが要因である。そこで本研究室では、ニューラルネットワーク(NN)やファジィ、遺伝的アルゴリズム(GA)、データマイニング手法などのソフトコンピューティング技術を活用した制御システムを提案している。

左図の例は複素NN(CVNN)とGAを用いた協調搬送制御の例である。CVNNは、2次元の情報を扱うことが可能なことから、移動ロボットシステムとの親和性が高い。本システムでは、ロボットの位置情報を入力、ロボットの速度ベクトルを出力とするCVNNにより制御器を構成し、GAを用いてパラメータの最適化を行っている。実験結果より、曲線を含む目標軌道に対する追従性、一部のロボットの故障に対してもタスクを継続できる耐故障性を確認した。

群ロボットの制御に関しては、データマイニング手法を用いた人間の操作スキルのルール化、単純な交通ルールに基づく群の挙動解析なども行っている。

分野: 制御・システム工学

専門: 制御応用工学

E-mail: [uzuki.hiroshitokushima-u.ac.jp](mailto:uzuki.hiroshitokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7455

Fax: 088-656-7455

HP: <http://www-sky.ee.tokushima-u.ac.jp/>



# 機械学習を応用した画像符号化アルゴリズム及びVLSI設計

〔キーワード: 画像符号化, 機械学習, LSI設計〕

助教 片山 貴文

## ■ 機械学習を応用した予測技術

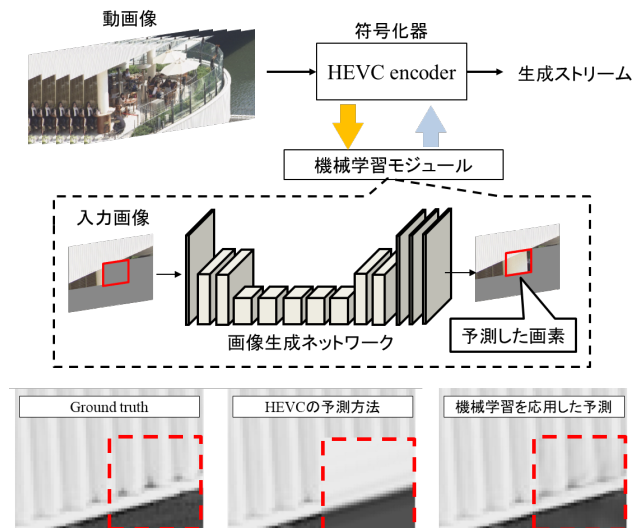


図1 これまでの画素予測方法との比較

## ■ 画像処理向けのニューラルネットワークのLSI設計

ニューラルネットワークの複雑な構造をODE(常微分方程式)で再現

→ 多くのパラメータを要する画像処理に応用可能

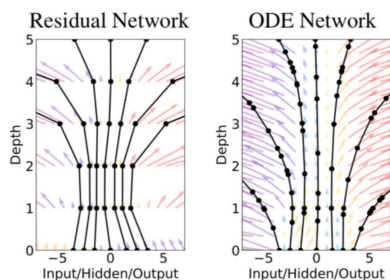


図3 FPGA(PYNQ-Z1)

## 内容

AI・IoT環境が社会に普及される中、動画は情報伝達の方法として、今後も大きな役割を担っている。そして、正確かつ精細な動画を提供するために、符号化技術は身近にある様々なデバイスに実装されている。次世代の符号化技術では、並列処理が困難であることから、超高解像度への応用が益々難題となっており、特にハードウェア実装容易度の面から抜本的な解決方法が必要とされている。

本研究では、ハードウェア実装の容易化を達成しつつ、高圧縮な新規符号化構造を確立するために、分析回路(機械学習モジュール)と符号化回路(符号化器)の二つに分けて符号化を行うことで解決する(図1)。機械学習モジュールを取り入れることで、Ground truthに近い予測画像の生成が可能であることが確認されている。今後は、画像生成ネットワークのリアルタイム処理を確立させるためにODE Network(図2)のFPGA(図3)実装を行う。

本研究を完遂することで、AI・IoT・5Gと呼ばれる次世代の社会基盤環境へ大きく貢献することを目指している。

分野: 計算機システム関連

専門: 画像処理工学, LSI設計

E-mail: [t.katayama@tokushima-u.ac.jp](mailto:t.katayama@tokushima-u.ac.jp)

Tel. 088-656-7482

Fax: 088-656-7471

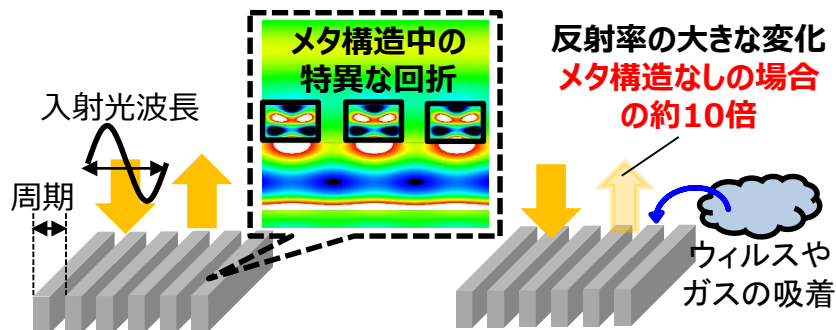
HP : <http://pub2.db.tokushima-u.ac.jp/ERD/person/350321/profile-ja.html>

図2 Residual NetworkとODE Network

# メタ構造中の光を用いた高感度屈折率センサー

[キーワード:メタ構造, サブ波長, 屈折率センサー]

助教 高島祐介



ガスやウィルスの付着による構造近傍の屈折率変化  
→メタ構造中の光がわずかな周囲屈折率に敏感に反応!!

図1 メタ構造による屈折率検出原理

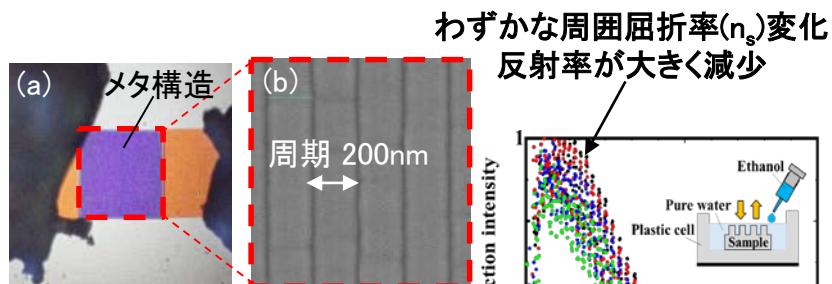


図2 作製したメタ構造の  
(a)光学顕微鏡像(b)電子顕微鏡像

10<sup>-4</sup>の屈折率検出感度を達成  
周囲物質の高感度検出が可能!!

図3 メタ構造反射率の  
周囲屈折率( $n_s$ )依存性

内容:

光を用いた屈折率センサーは、ガスやウィルス検出など工業、医療等の幅広い分野に応用が期待される。特にIoT社会に向けて高感度かつコンパクトで集積化可能なセンサーが要求される。

我々は、図1に示す光波長(可視光で約数百ナノメートル  $\lambda = 10$ 億分の1メートル)よりも小さな周期で細線が並ぶ構造(以下、メタ構造)を利用し、高感度かつコンパクトな光学式屈折率センサーを開発している。メタ構造は、繰り返しの周期が光の波長に比べ小さいため通常では発生しない特異な回折現象が生じる。この回折光の強度や進む向きは、メタ構造近傍の屈折率に非常に強く影響される。図2にGaN基板上に作製したメタ構造の顕微鏡像を示す。特異な回折により青紫光が強く反射されていることが分かる。

このようなナノ構造特有の光を利用し、わずか波長以下の極薄の構造により10<sup>-4</sup>オーダーの微小屈折率の検出に成功している(図3)。これにより、構造に有毒ガスやウィルスが付着した際のわずかな屈折率変化を検出が可能である。

また、メタ構造を殺菌作用の高い紫外LEDの表面に実装し、ウィルスや有毒ガスの検出および殺菌除去が同時に行える集積光デバイスの実現も行っている。

分野:<ナノマイクロ科学>

専門:<ナノマイクロ光デバイス>

E-mail: takashima@tokushima-u.ac.jp

Tel. <電話番号088-656-7438>

Fax: <fax番号088-656-7438>

