Kitakyushu Science and Research Park

北九州学術研究都市

半導体関連大学研究シーズ集

2024
Ver.2



北九州市

（公財）北九州産業学術推進機構
FAIS

北九州半導体ネットワーク

はじめに

国の半導体・デジタル産業戦略に基づき、熊本への TSMC（台湾）の工場立地をはじめ、半導体の国内生産基盤の強化など、日本の半導体産業の振興に向けた取り組みが進められています。また、国においては「九州半導体人材育成等コンソーシアム」を、福岡県においては「福岡県グリーンデバイス開発・生産拠点協議会」を設立し、半導体人材の育成と確保、サプライチェーンの強化などに向けた取り組みを進めています。

こうした動向を踏まえ、北九州市と公益財団法人北九州産業学術推進機構では「北九州半導体ネットワーク」を立ち上げ、北九州市域企業と大学、行政などが一体となって、本市域の半導体関連産業の活性化を図る取り組みを展開しています。

この取り組みの一環として、このたび、企業と大学との共同開発などにつながる情報を提供するために、北九州学術研究都市に立地する３大学（北九州市立大学、九州工業大学、早稲田大学）の半導体関連産業にかかわる研究者のシーズ情報をまとめました。

半導体関連産業の幅は広く、協力いただいた研究者のシーズは技術分野も応用展開分野も多岐にわたるため、本シーズ集をまとめるにあたっては、下表のように技術分野と応用展開分野を分類して、各シーズのページに表示しています。本シーズ集が、みなさまの事業展開の一助になれば幸いです。

技術分野と応用展開分野

略号	技術分野
材	半導体材料・機能材料
設	半導体デバイス設計
ウ	ウエハープロセス
パ	パッケージ
実	回路基板・実装
検	検査・計測・分析
信	信頼性
再	分離・回収・再生・排出物処理
制	信号解析・信号処理・制御
他	センサー・その他

※タイトル右上に表示

略号	応用展開分野
ICT・エレ	ICT・エレクトロニクス
医療・福祉	医療・福祉・ヘルスケア
農林水・食	農林水産業・食品
環境・エネ	環境・エネルギー
モビリティ	モビリティー（陸・海・空）
物流・サービス	物流・サービス
ロボット	ロボット・スマートファクトリー
セキュリティ	防犯・セキュリティー
防災・インフラ	防災・社会インフラ
宇宙	宇宙

※ページ左右端に表示

シーズ集のページ構成

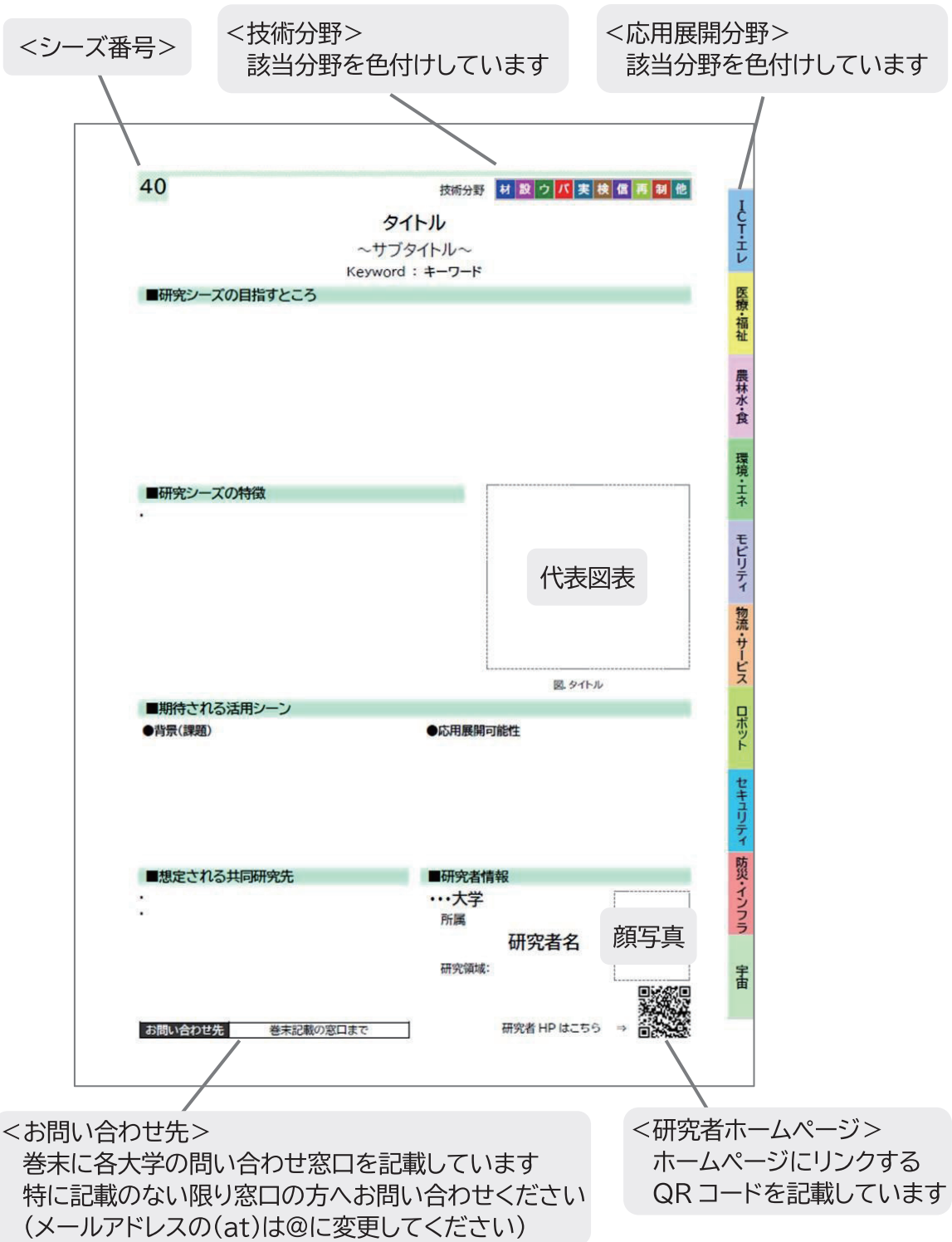
本シーズ集のページ構成は下図のようになっています。

シーズ番号は、次ページの一覧表に掲載している番号です。

技術分野はページの右上に、応用展開分野は見開きの左右端に表示しています。それぞれ、該当する分野のみ色付けしており、非該当分野は白抜きにしています。

研究者情報は、お手数ですが、QR コードから各研究者の詳細情報を掲載しているホームページでご確認ください。

それぞれのシーズに関するお問い合わせは、特に記載のない限り、巻末に記載している各大学の窓口までお願いいたします。(メールアドレスの”(at)”は”@”に変更してください)



研究シーズ一覧

No	テーマ名	大学名	研究者名
1	グラフェン／ダイヤモンド接合を用いた脳機能模倣デバイス開発	早稲田大学	植田 研二 教授
2	半導体レーザ・光集積回路設計技術	早稲田大学	砥塚 孝明 准教授
3	VLSI 回路設計の最適化手法	早稲田大学	木村 晋二 教授
4	フリップフロップの記憶保持特性を利用したトランジスタ特性テスト	早稲田大学	西澤 真一 講師
5	テラヘルツ波点光源を利用した新しいセンシング技術	早稲田大学	芹田 和則 准教授
6	オープンイノベーションの拓くハードウェア開発の可能性	北九州市立大学	中武 繁寿 教授
7	エッジのための低計算コスト AI	九州工業大学	田中 悠一朗 准教授
8	FPGA ロジックとファームウェアのオンライン越しのアップデートを	北九州市立大学	山崎 進 准教授
9	非接触バイタルセンシング技術	九州工業大学	佐藤 寧 教授
10	マイクロ物体の力学物性評価デバイス	九州工業大学	久米村 百子 准教授
11	半導体×iPS 細胞で医療・創薬の高度化を図る	九州工業大学	安田 隆 教授
12	未来医療の基盤技術	早稲田大学	亀岡 遵 教授
13	匂いを軸とする次世代医療技術及び先端医療デバイスの開発	北九州市立大学	李 丞祐 教授
14	ヒト・植物・モノに貼り付け、埋め込みを実現させるための 材料・デバイス・システム開発	早稲田大学	三宅 丈雄 教授
15	半導体技術と、流体技術、情報技術の融合デバイス	早稲田大学	馬渡 和真 教授
16	構造変更により感度可変な力覚センサー	九州工業大学	高嶋 一登 准教授
17	MEMS 製造設備を活用したセンサー基板の量産化	北九州市立大学	礒田 隆聡 教授
18	高速インターネットの届かない場所での信号処理・機械学習システム	北九州市立大学	山崎 進 准教授
19	ダイヤモンド特有の機能を生かした新たな電子デバイスの創出	九州工業大学	渡邉 晃彦 准教授
20	SiC パワーデバイス用高温耐熱実装技術	早稲田大学	巽 宏平 名誉教授
21	半導体デバイス材料・プロセスの評価技術	早稲田大学	志村 考功 教授
22	エナジー・ハーベスト用小型電力変換回路	早稲田大学	丹沢 徹 教授
23	IoT 時代の超小型 MEMS 重力計	早稲田大学	池橋 民雄 教授
24	高効率かつ安定性の優れたペロブスカイト太陽電池の開発	九州工業大学	馬 廷麗 教授
25	吸着／イオン交換／液液抽出を利用した高度な湿式分離技術	北九州市立大学	西浜 章平 教授
26	リチウムイオンの分離	北九州市立大学	寺嶋 光春 教授
27	ライフサイクル評価によるサプライチェーンマネジメント	北九州市立大学	松本 亨 教授
28	熱と流れの最適化による半導体冷却デバイスの高性能化技術	北九州市立大学	井上 浩一 教授
29	1/1000 に小型・低コスト化：電力用インテリジェント電流センサ	九州工業大学	大村 一郎 教授
30	FPGA による電動機駆動制御開発環境の開発	九州工業大学	花本 剛士 教授
31	無線通信用マイクロ波・ミリ波集積回路設計技術	早稲田大学	吉増 敏彦 教授
32	最適設計によるものづくりの革新	早稲田大学	山﨑 慎太郎 教授
33	「モノ」をつなぐための最適化手法	北九州市立大学	高島 康裕 教授
34	グリーンコンピューティングマテリアル AI デバイス	九州工業大学	田中 啓文 教授
35	モノの中に組込む脳型計算機システムと多角的応用	九州工業大学	田向 権 教授
36	次世代脳型 AI モデル・LSI チップ・デバイスを開発	九州工業大学	森江 隆 特任教授
37	可逆な自動化（リバーシブルオートメーション）	北九州市立大学	西田 健 教授
38	宇宙向け高性能・長寿命の機械学習・画像処理・信号処理システム	北九州市立大学	山崎 進 准教授
39	オープンソースキャラクタライザ	早稲田大学	西澤 真一 講師

分野一覧

No	技術分野										応用展開分野										ページ番号
	材	設	ウ	パ	実	検	信	再	制	他	ICT・エレ	医療・福祉	農林水・食	環境・エネ	モビリティ	物流・サービス	ロボット	セキュリティ	防災・インフラ	宇宙	
1	○										●										4
2		○									●										5
3									○		●										6
4						○					●										7
5						○				○	●	●									8
6		○								○	●	●									9
7									○		●	●			●		●				10
8		○			○		○		○		●	●			●			●		●	11
9									○	○	●	●				●					12
10						○				○		●									13
11										○		●									14
12										○		●									15
13						○				○		●		●							16
14	○				○	○			○	○	●	●	●	●							17
15	○									○	●	●	●	●							18
16						○			○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	19
17										○		●	●								20
18		○			○		○		○				●		●	●	●		●	●	21
19	○	○					○			○	●			●							22
20	○			○	○						●			●							23
21	○										●			●							24
22		○									●			●		●			●		25
23		○	○	○	○	○				○	●			●					●	●	26
24	○					○								●							27
25								○						●							28
26								○						●							29
27		○						○						●							30
28		○					○			○				●	●					●	31
29						○	○			○	●			●	●		●	●	●		32
30									○		●				●		●				33
31		○									●				●						34
32					○						●				●						35
33		○			○						●					●	●		●	●	36
34	○	○	○		○					○	●						●				37
35		○							○		●						●				38
36		○									●						●				39
37									○	○							●				40
38		○			○		○		○										●	●	41
39		○									●									●	42

1

技術分野 **材** 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

グラフェン／ダイヤモンド接合を用いた脳機能模倣デバイス開発

～ 人間の脳と眼の機能を併せ持つデバイス作製 ～

Keyword ： **脳機能模倣デバイス、半導体、薄膜、電子材料**

■研究シーズの目指すところ

本研究では、代表的な炭素材料であるグラフェンとダイヤモンド半導体を組合せたハイブリッド構造（グラフェン／ダイヤモンド接合界面）の有する特異な光伝導特性、具体的には光照射により接合の伝導度が変化し、それが保持（記憶）される特性を基に、脳機能模倣デバイスの開発を試みる。

人間の脳では神経細胞のつなぎ目であるシナプスが情報の重要度に応じて強化されることで重要な情報のみを取捨選択し、効率的に情報処理が行われているが、この接合でも生体シナプスと同様の、（光）刺激の頻度（強弱）、即ち照射されたパルス光数や周波数により接合伝導度の保持（記憶）時間が大きく変化する記憶の可塑性（短期－長期記憶変化）が現れており、本接合が光制御可能な人工シナプスとして利用できることを示している。このようなユニークな脳類似特性（眼（光センシング）＋脳（記憶・演算）の機能）を有するグラフェン／ダイヤモンド接合を用いて脳機能を再現することで、現在のデバイスでは困難な高速・高効率画像認識などが可能な脳機能模倣デバイスの開発を行っていく。

■研究シーズの特徴

本研究シーズの特徴として、我々の独自技術である高品質グラフェン／ダイヤモンド接合を基にした界面炭素構造制御技術が、新規脳模倣光機能などを生み出す部分に大きな特色がある。これにより他の研究者には真似のできない我々独自の脳機能模倣視覚情報処理デバイスの開発に繋がると思われる。

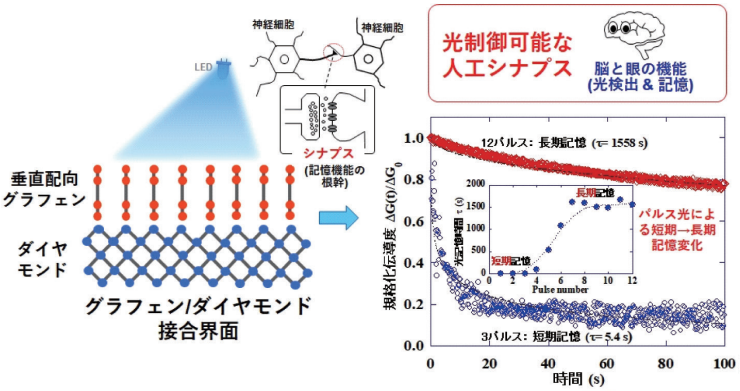


図. グラフェン／ダイヤ接合の特異な光伝導特性

■期待される活用シーン

●背景（課題）

既存のコンピュータでは困難な画像や音声などの複雑な情報を高速・高効率に処理を行う、人間の脳のように機能するコンピューティングデバイスの開発が待望されており、本デバイスがその要求に応える可能性が高い。

●応用展開可能性

・脳機能模倣イメージセンサ（重要な（刺激の強い）画像情報のみを選択的に検出するイメージセンサ）への展開。
・防犯カメラへの応用（怪しい人物のみを選択的に検出し、通報）。
・脳型光コンピュータ

■想定される共同研究先

・電気機器メーカー
・半導体材料・デバイスメーカー
・情報通信機器メーカー

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
植田 研二 教授

研究領域：
半導体材料・デバイス



研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

2

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

半導体レーザ・光集積回路設計技術

～ 光デバイス・光システムを仮想実験 ～

Keyword ： **光半導体、半導体レーザ、光集積回路**

■研究シーズの目指すところ

半導体レーザの設計技術の研究開発を行っています。半導体レーザの産業応用は光通信、医療、センサー、加工など多岐にわたります。この特徴は、化合物半導体が幅広い発光波長に対応し、材料設計と構造設計により、アプリケーションに応じた所望の光出力、スペクトル幅、変調帯域などの特性を実現できることによるものです。早稲田大学では、化合物半導体の発光特性シミュレーション、および光導波路、光共振器設計を融合した半導体レーザおよび光集積回路のシミュレーション技術を開発し、光通信用赤外波長光源の高性能化の研究を行っています。バックボーンネットワークに用いられる長距離光ファイバー通信用光源から、チップ間などの短距離光インタコネクションへの適用が期待される低消費電力光源、さらにはセンシング応用まで、幅広い適用をめざしています。

■研究シーズの特徴

InP 系、GaAs 系等の化合物半導体のエピタキシャル層設計により、所望の動作波長に応じた発光層設計を行います。また、光出力形状に応じた光導波路設計、波長・周波数制御のための波長選択フィルターや波長選択ミラーを集積したレーザ共振器設計によりレーザチップ構造を与えます。一例として、回折格子を有する光導波路共振器構造を用いて、波長 1.3-1.55μm 帯の光通信用単一モード光源の発振周波数安定化、高速変調、低消費エネルギー動作を実現します。

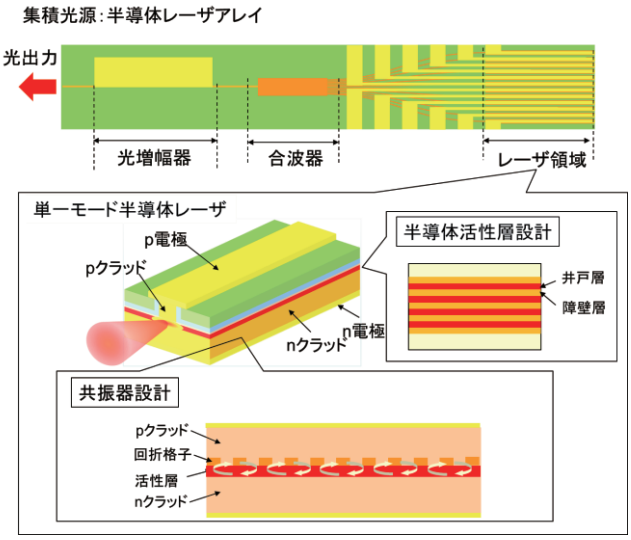


図. 光半導体集積回路の構造設計

■期待される活用シーン

●背景（課題）

・半導体レーザの高性能化：単一モード発振、波長可変、高速変調、狭線幅化、高出力化など
・アクティブ光集積回路：光源・変調器・光増幅器および光部品（光導波路、合分波器、波長フィルターなど）集積による光機能素子

●応用展開可能性

・光ファイバー通信用光源
・センシング用光源（LiDAR、ガス検知、医療応用）

■想定される共同研究先

・光部品研究機関・製造メーカー
・光伝送装置研究機関・ベンダー
・光・電子回路シミュレーターベンダー

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
礒塚 孝明 准教授

研究領域：
光エレクトロニクス



研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

3

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 **制** 他

VLSI 回路設計の最適化手法

～ VLSI 回路の面積、計算時間、エネルギーの削減 ～

Keyword ： **VLSI 回路の高位設計・検証、演算回路最適化、近似計算、クロックゲーティング**

■研究シーズの目指すところ

近年の高位合成の進歩により、C や C++のプログラムからハードウェアを合成することが可能となった。しかし、生成される回路の性能はプログラムの書き方と、使用する演算器の計算方式に大きく依存する。そこで、演算器を多数用いる畳み込みニューラルネットワークのような応用システムに対し、演算回路と制御の最適化を行い、よりよい性能を達成する。VLSI 回路の性能としては、素子数あるいは面積、計算時間、電力あるいは消費エネルギーが挙げられる。一部トレードオフの関係にあるものもあるので、とくに、電力あるいは消費エネルギーの最適化を中心に最適化を行う。具体的にはデータの表現方法や演算方式、さらには近似計算による演算の簡略化も導入する。制御に関しては、クロックゲーティングの制御信号の的選択手法を用いる。システム全体の計算精度を維持しつつ、VLSI 回路性能、とくに消費エネルギーの削減に向けたグリーンな VLSI 回路の設計最適化を行う。

■研究シーズの特徴

省電力でグリーンな VLSI 回路のために、データの表現方法と演算方式の最適化、クロックゲーティングの制御の最適化を行う点に特徴がある。浮動小数点数をビット数の小さい固定小数点にすることでメモリーのサイズと電力を減らし、演算自体も簡単にできるが、計算結果が変わる。畳み込みニューラルネットワークなどは途中の計算結果の小さな変化が最終的な結果に影響しないエラー耐性を持つため、途中の計算を近似計算で置き換えて、消費電力削減を行う。またクロックを止めてメモリー素子の出力変化を止めることで、CMOS 素子の入力変化を減らして消費電力を削減する。

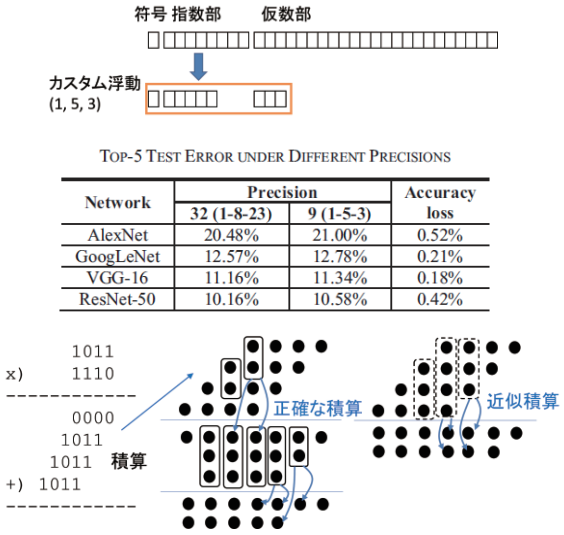


図. データ表現と演算器の最適化

■期待される活用シーン

●背景(課題)

ディジタル電子回路の消費エネルギーは小さいほど良い。一方 C/C++など高い抽象度で設計しないと大規模情報システムは設計できないが、現状の高位合成システムの省電力化機能は十分とは言えない。

●応用展開可能性

高位合成で得られた VLSI 回路の省電力化や、FPGA（Field Programmable Gate Array）を用いたプロトタイプ回路の省電力化を含め、ディジタル制御回路の省電力化に応用できる。

■想定される共同研究先

・電気メーカー
・電装品メーカー

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
木村 晋二 教授



研究領域：
ハードウェア設計・検証

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

4

技術分野 材 設 ウ パ 実 **検** 信 再 制 他

フリップフロップの記憶保持特性を利用したトランジスタ特性テスト

～ スキャンフリップフロップの流用による追加回路不要なトランジスタ特性テスト ～

Keyword ： **フリップフロップ、記憶保持特性、トランジスタ特性テスト**

■研究シーズの目指すところ

集積路製造プロセスの歩留まり診断、スピードイールドの設定、ばらつき補償を行うためにはチップ中のトランジスタ特性のテストが必要である。本手法は他の目的のために利用されている技術を流用する事で、**専用テスト回路を用いること無くトランジスタ特性のテストを実現する。**スキャンテスト用のスキャンフリップフロップ、IDDQ テストの情報を流用し、PMOS、NMOS トランジスタのばらつき量をテストする。

トランジスタ特性ばらつきがスキャンフリップフロップの記憶保持特性および IDDQ テスト結果に影響を与えることを利用し、逆に**スキャンフリップフロップの記憶保持特性と IDDQ の結果からトランジスタ特性ばらつき量をテストする。**両者の関係を連立方程式としてモデル化し、方程式を解くことでトランジスタ特性変動量である PMOS および NMOS トランジスタの閾値電圧変動量を推定する。

■研究シーズの特徴

既存の手法ではオペアンプによる電流測定やリング発振器などを利用しトランジスタ特性をテストしているが、テスト専用回路の埋め込みが必要となりチップコストを増大させる。本手法はデジタル集積回路で広く使われているスキャンフリップフロップおよびIDDQテストに注目し、**既存のテスト回路・手法をトランジスタ特性テストに流用しチップコスト無くトランジスタ特性テストを実現する。**

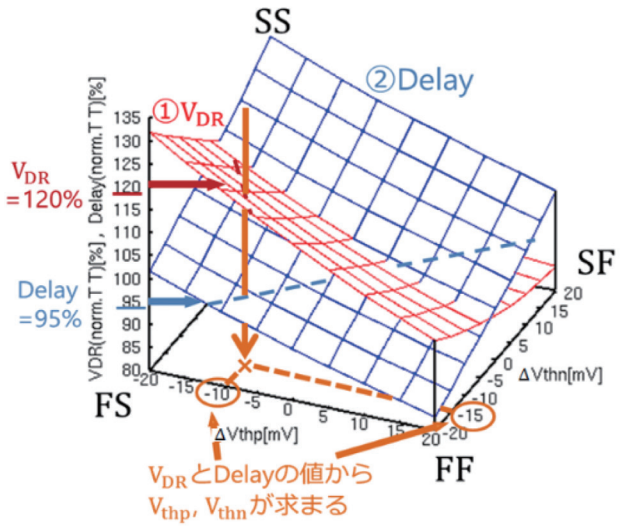


図. フリップフロップの記憶保持特性と RO 周波数・IDDQ などから、ばらつき量($\Delta V_{th,N}$、$\Delta V_{th,P}$)を推定する

■期待される活用シーン

●背景(課題)

・チップレベルのトランジスタばらつき量の診断（Die-to-Die ばらつき診断）

●応用展開可能性

・既存のテスト回路・手法の多目的への応用

■想定される共同研究先

・ご興味のある方はどなたでも

■研究者情報

早稲田大学

大学院情報生産システム研究科

西澤 真一 講師

研究領域：
電子デバイス



研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先	巻末記載の大学窓口、または直接西澤講師まで

5

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

テラヘルツ波点光源を利用した新しいセンシング技術

～ ビヨンド5G時代におけるテラヘルツ波の利用を促進する ～

Keyword ： テラヘルツ、テラヘルツ波点光源、テラヘルツセンシング、非破壊評価

■研究シーズの目指すところ

テラヘルツ波は、周波数にして 0.1THz～10THz、波長にして 30μm～3mmの電磁波を指す。ちょうど光と電波の中間に位置する電磁波で、その両方の性質を併せ持っている。テラヘルツ波は、1光子あたりのエネルギーが数 meV と小さく、イメージングや分光により半導体からバイオにわたる様々な材料の特性を非破壊・非侵襲で評価することができる技術として注目されている。ビヨンド5G時代には、テラヘルツ波を利用した様々なサービスの普及が見込まれており、それに伴い、テラヘルツ周波数領域で動作するデバイス、センサー、システム開発と、それらを利用したセンシング技術や集積化に向けた整備が重要になる。一方で、計測時の低空間分解能、低出力、空気中の伝搬ロス、デバイスの小型化など、普及に向けた課題が多い。本研究グループでは、微小かつ高輝度なテラヘルツ波の点光源を生成する技術を利用してこれら課題を解決し、デバイス開発とセンシング技術の開発を行い、テラヘルツ技術の幅広い普及の促進に向けた研究を進めている。

■研究シーズの特徴

我々の研究グループでは、光からテラヘルツ波への波長変換で生成する微小なテラヘルツ波点光源を利用して、デバイス開発およびセンシング応用を進めている。テラヘルツ波点光源のスポットサイズは励起レーザーの波長で決定される（数μmφ）。これにより、従来のテラヘルツ波では計測が難しかったマイクロメートルオーダーの小さなサイズのサンプルに対しても高感度かつ高空間分解能なセンシングができるようになった。例えば半導体結晶内部の微小な欠陥やLSI内の断線箇所の検出がある。また、生体組織の細胞スケールでのイメージングや、右図に示す、微量溶液の濃度変化が評価可能なラベルフリーセンサーがある。本技術は、テラヘルツ顕微鏡の実現や、最新のSi技術・データ処理技術と組み合わせた集積デバイス化にも期待できる。

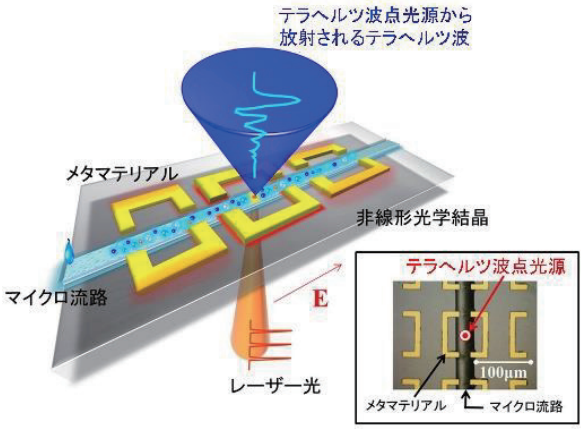


図. テラヘルツ波点光源を利用したセンサーの例

■期待される活用シーン

●背景（課題）

・半導体デバイス製造では、非破壊・非接触で迅速に材料特性評価や欠陥検出を行う技術が必要。
・ビヨンド5Gにおけるデバイス開発ではテラヘルツ帯での材料特性が求められる。
・医療分野において、がんの診断にはラベルフリーでの迅速な検査が求められる。
・非破壊評価技術にテラヘルツ波の利用があるが、感度と空間分解能が悪く、物質の詳細分析や、集積化、小型化が難しい。また空気中の伝搬ロスや水への吸収の影響で生体計測も難しい。

●応用展開可能性

・非破壊、非侵襲評価、テラヘルツ帯での材料特性評価
・テラヘルツセンサー、テラヘルツ顕微鏡、テラヘルツ集積デバイス開発
・上記で得られるテラヘルツデータを利用した新しい評価法の創出
・ビヨンド5Gにおけるテラヘルツ利用促進

■想定される共同研究先

・半導体材料・デバイスなどの非接触・非破壊評価、分析に関連の企業全般
・バイオセンサー、分析関連の企業全般
・医療機器関連の企業全般

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
芹田 和則 准教授



研究領域：
テラヘルツ工学

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

6

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

オープンイノベーションの拓くハードウェア開発の可能性

～ 新しい機能を持つハードウェアを簡単に創るために ～

Keyword ： オープンイノベーション、設計システム、機能メモリ

■研究シーズの目指すところ

本研究室では、オープンイノベーションが半導体設計領域においていかに貢献可能であるかを探求しています。特に、汎用的なアーキテクチャを活用し、メモリブロックの自動合成を実現するツール「OpenRAM」に焦点を当てています。OpenRAM は、オープンソースのソフトウェアツールであり、研究室では 0.6μm の CMOS 製造プロセスに適用した際のメモリ合成及びメモリ回路の性能検証を行いました。これにより、オープンソースアプローチの有益性と直面する課題を明らかにしています。加えて、本ツールを用いた多機能メモリ開発の事例を通じて、研究開発の将来性についても論じています。この研究は、オープンイノベーションが半導体設計の分野に新たな視点と可能性をもたらすことを示唆しています。

■研究シーズの特徴

OpenRAM は、様々な CMOS 製造プロセスに適応可能な汎用アーキテクチャのメモリユニットを設計し、自動的に合成するツールを提供しています。

- 0.6μm CMOS プロセスを用いたメモリユニットの設計、レイアウト合成を実施
- 機能と性能のシミュレーションにより、オープンソースツールの利用がもたらすメリットと課題を明確にする
- OpenRAM を活用した多機能メモリ開発の事例を提示
- 近似計算やプログラマブル回路の設計から試作、検証までの過程が比較的容易
- プロセス設計キット（PDK）、シミュレータ、DRC ツールに関する課題を指摘
- 将来的には、オープンソースツールのみで完全な検証が可能な環境の構築を期待

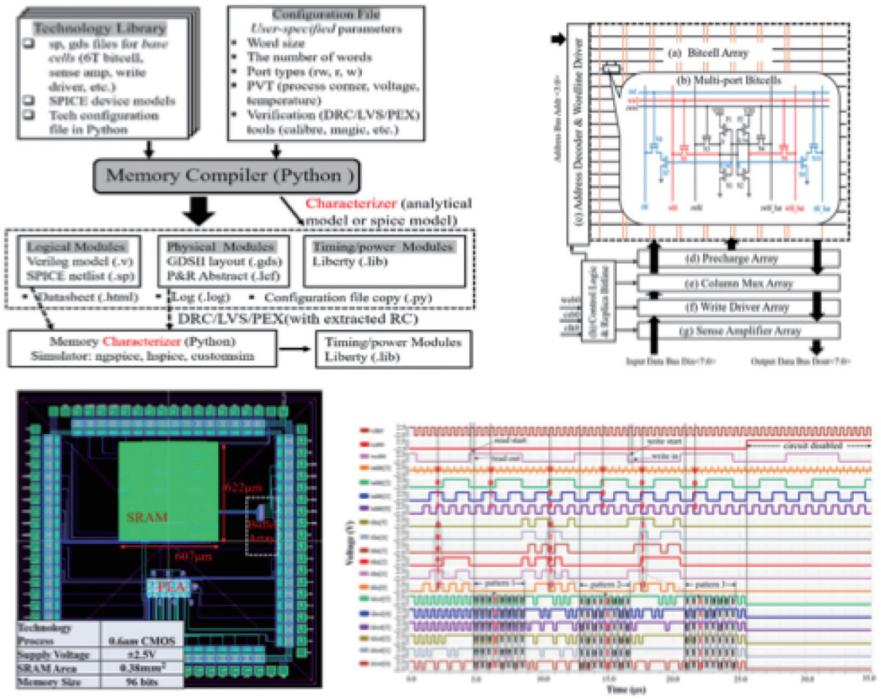


図. OpenRAM を活用した試作事例

■想定される共同研究先

- 半導体設計システム開発企業
- 半導体設計企業
- センサシステム開発企業

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
中武 繁寿 教授



研究領域：
集積回路設計技術

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

7

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

エッジのための低計算コスト AI

～ エッジデバイスで推論だけでなく学習も完遂する AI ～

Keyword ： **組込みシステム、リザバー計算、時系列信号処理、画像処理**

■研究シーズの目指すところ

現行の人工知能(AI)技術はクラウド指向で、AI モデルの学習に大量のデータを必要とし、ハイ・パフォーマンス・コンピューターで大量の電力を消費しながら実行することが前提なので、取得できるデータや計算リソース、そして電力が限られるエッジデバイスで AI 実装を行うには限界があります。当該研究者は、この課題を解決するために、学習に係る計算コストが低い AI 技術を開発しています。この技術のアプリケーションは、自動車やロボットなどの組込みシステムが想定されます。特に AI が取り扱うデータに個人情報や機密情報を含む場合、クラウド AI ではプライバシーの侵害が懸念されますが、本技術を用いれば AI 処理をエッジで完結できるようになり、プライバシーを保護できます。さらに、本技術は低計算コストかつハードウェア化が比較的容易であるため、AI の省電力実装が可能であり、究極的にはこの研究の取り組みが低炭素社会実現につながることを期待しています。

■研究シーズの特徴

学習に係る計算コストが低いことで知られる「リザバー計算」をベースとした AI モデルを構築します。リザバー計算の学習の仕組みは非常に単純であるため、軽量という利点がありながら、学習の自由度が低いという欠点があります。また、リザバー計算は特徴抽出の能力が低く、実問題の適用に課題があります。これに対して本研究は、学習の自由度を上げるマルチリードアウト技術と、時定数の異なる複数のリザバーを組み合わせることで多様な特徴を抽出する技術を提案します。これらの技術により、リザバー計算の利点を活かしつつ、リザバー計算の性能を改善することができます。

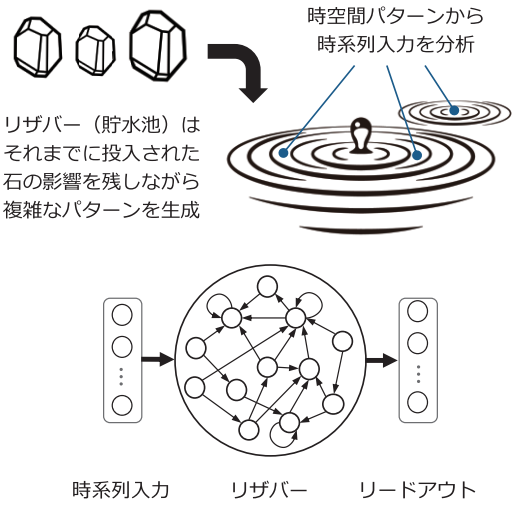


図. リザバー計算

■期待される活用シーン

●背景(課題)

現行 AI の膨大な計算を処理するため、クラウド計算が活用されていますが、アプリケーションによっては、データをクラウドに送りたくないという状況にしばしば遭遇します。AI の計算処理をエッジで完結できれば、データのプライバシーを保護しやすくなります。

●応用展開可能性

データのプライバシーを保護したいケース、例えば企業の機密情報を含むデータを処理するケースへの応用、ヘルスケアを目的としたウェアラブルデバイスなどから得られる生体情報処理への応用、家庭内の動画像を取り扱う見守りロボットへの応用が考えられます。

■想定される共同研究先

・自動車関連(省電力 AI など)
・ロボット関連(家庭内の情報処理など)
・ヘルスケア関連(生体情報処理など)
・その他、製造関連(異常検知など)

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
田中 悠一朗 准教授



研究領域：
ソフトコンピューティング

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

8

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

FPGA ロジックとファームウェアのオンライン越しのアップデートを

～ 機能追加やセキュリティ・アップデートを行う IoT フレームワーク ～

Keyword ： Over the Air（OTA）、パーシャル・リコンフィギュレーション

■研究シーズの目指すところ

IoT において、ユーザーの要望に合わせて機能追加を行ったり、サイバー攻撃に耐えられるようにセキュリティ・アップデートを行なったりすることが強く求められる。このような更新の対象は、ファームウェアだけでなくハードウェアも含めて行えるのが望ましい。

本研究シーズで提案するのは、IoT を FPGA ベースにして、ファームウェアだけでなくハードウェアも、オンライン越しにセキュアに更新（Over the Air : OTA）できるようにすることである。そのために内部的にシステムを二重化し、一方を実行しながら、もう一方をバックアップとして待機させる。OTA を実行するとバックグラウンドでバックアップを更新し、更新完了時にシステムを再起動しバックアップ側を起動する。成功すれば、バックアップ側を実行側に、実行側をバックアップ側に入れ替える。再起動に失敗した時には、最後に起動できた側に切り替えて再起動して復旧する。このような仕組みを、ファームウェアだけでなく、FPGA のパーシャル・リコンフィギュレーションを利用して FPGA ロジックでも実現する。

■研究シーズの特徴

本研究シーズは次の特徴を持つ

- ファームウェアをオンライン越しにセキュアに更新できる
- 更新に失敗した時には、以前に起動できた最後の版で自動的に再起動する
- 近い将来、ハードウェア（FPGA ロジック）も同様に、オンライン越しにセキュアに更新できるように研究中

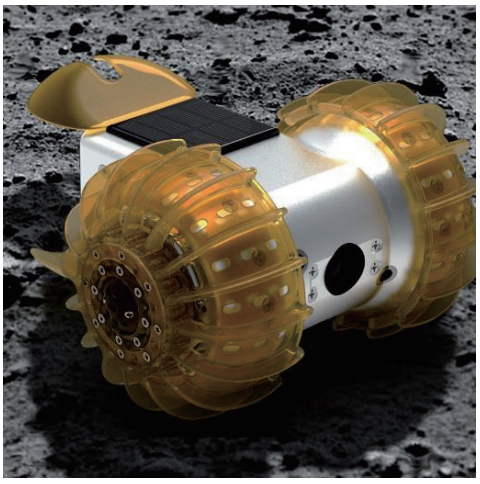


図. 月面探査車 YAOKI へのアップデート

■期待される活用シーン

●背景（課題）

次のようなシステム開発企業で活用できる

- IoT を新規開発する
- 機能追加要望が多い
- セキュリティ・アップデートに悩んでいる

●応用展開可能性

次のような応用展開可能性がある

- サブスクリプション・サービスとしての IoT 提供
- CI/CD と組み合わせたアジャイル開発
- 生産性の高い高級言語での開発
- 宇宙機のようにライフタイムの長い製品

■想定される共同研究先

- IoT を新規開発する企業
- 機能追加の多い IoT を扱う企業
- セキュリティ要件が厳しい IoT を運用する企業
- ハードウェアのアップデートを必要とする企業
- 宇宙機の開発企業
- アジャイルソフトウェア開発を導入したい企業

■研究者情報

北九州市立大学

国際環境工学部

山崎 進 准教授



研究領域：

ソフトウェア／論理回路設計

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

9

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

非接触バイタルセンシング技術

～ 非接触で人の心拍・呼吸や感情を検知 ～

Keyword ： **非接触バイタルセンシング**

■研究シーズの目指すところ

マイクロ波技術を使って人体からの生体信号を検出し、その信号から独自の信号処理技術を用いて、生体信号を抽出する技術を目指しています。

特に、自動車に搭載をして、ドライバーの心拍・呼吸・体動を非接触で検出し、居眠り運転や疲労の状況を把握し、適切なアドバイスなどを行います。また、さらに、心拍波形から感情を検出する AI 技術を保有しており、イライラ運転やヒヤリハットなどの状況を検知して、安全運転支援につなげます。

一方、電波による生体信号抽出技術によって人体の誘電率を計測して、ドライバの姿勢から疲労を検知する技術も併用して安全運転支援に繋げます。さらに、この計測は人体のみ反応する事から、助手席に荷物を置いたりしても応答せず、シートベルトの誤報の防止にも応用できます。

■研究シーズの特徴

・マイクロ波、ミリ波の開発・設計技術を保有
・適応デジタル信号処理技術を保有
・AI を使った感情認識技術を保有
・デジタル雑音処理技術を使って、雑音の中から、生体信号を抽出させる技術を保有
・自動運転車と連携して、居眠りなどをした場合、自動運転に切り替わり安全な場所に車を停車させる技術を保有（公道での実証実験済み）
・人体のバイタル情報を非接触で取得する技術を保有
・アナログ/デジタル混在の LSI の設計開発技術を保有



図. バイタルセンサ搭載の自動運転車

■期待される活用シーン

●背景（課題）

ドライバーの疲労での事故発生（安全運転支援）、幼稚園のバスや一般車における、幼児や子供の置き去りによる事故などが多発している。

また、高齢者の介護、独居老人など、見守りを必要とするヤングケアラーなどの課題がある。

●応用展開可能性

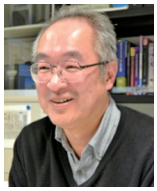
・安全運転支援
・居眠り時を回避
・車内の置き去りの対策
・AI による自動運転
・高周波などの応用技術開発
・介護、見守り、セキュリティ対応

■想定される共同研究先

・自動車関連企業
・運送業
・高周波技術を使う企業
・介護、見守り、セキュリティ関連
・ナビ開発企業
・JR など電車運行業
・保険会社

■研究者情報

九州工業大学
先端研究・社会連携本部
佐藤 寧 教授



研究領域：
高周波、AI、信号処理

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先	直接佐藤教授まで e-mail:sato(at)lsse.kyutech.ac.jp

10

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

マイクロ物体の力学物性評価デバイス

～ マイクロ物体のマニピュレーションも可能 ～

Keyword ： **MEMS、微小弾性体の機械特性計測、微小物質マニピュレーション**

■研究シーズの目指すところ

MEMS は主にシリコンで作製される電気で駆動する微少な機械であり、駆動構造・電気特性を生かしたセンサーなどとして産業にも利用されている。微細加工により数マイクロメートルの精緻な構造を持たせることができる点が特徴の一つである。

本研究室で開発・研究している MEMS ピンセットは、数十マイクロメートルの（長さの）DNA や細胞などの生体試料の捕獲と特性計測に用いている。微小物質のセンシング、物質把持と搬送の機能は、有機合成により作製された微小粒子などの評価にも応用できる。微小粒子の物理パラメータ取得では、大量の試料を分析し、平均値を求めることが一般的であるが、個々の試料の特性評価が必要とされる場合に有効な計測ツールである。

■研究シーズの特徴

２本のプローブを持つ MEMS ピンセットは、アクチュエーターと変位センサーを内蔵しており、両方のプローブが駆動する。プローブに数～数十マイクロメートルの微小物質を把持することが可能である。プローブを共振周波数で振動させ、バネ-マス-ダンパーモデルから把持した物質の硬さ・粘弾性を算出する。

さらに、XYZ リニアステージ上にデバイスを設置することで、微小物質を別の場所に搬送・配置できる。

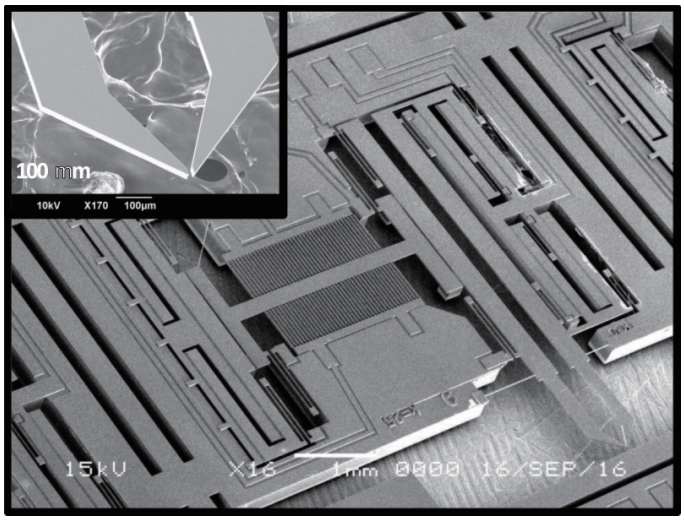


図. MEMS ピンセット，左上は微小物質を把持するプローブ部分の拡大

■期待される活用シーン

●背景（課題）

数マイクロ～数十マイクロメートルの微小な弾性体の物性を個別に計測する方法はほとんどないのが現状である。

●応用展開可能性

・微小な合成化合物などの機械特性（硬さ・粘弾性）を評価することが可能。
・微小物体を望みの位置へ配置させることができる。

■想定される共同研究先

・高分子材料合成メーカー
・化粧品メーカー
・その他、マイクロスケールの弾性体の力学特性評価やマニピュレーションが必要な企業など

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
久米村 百子 准教授

研究領域：
バイオ MEMS



お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

11

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 **他**

半導体×iPS 細胞で医療・創薬の高度化を図る

～ バイオ MEMS を用いた神経細胞解析技術の構築 ～

Keyword ： **MEMS、多孔膜、微小電極アレイ、神経細胞、iPS 細胞**

■研究シーズの目指すところ

半導体加工により微小な機械システムを構築する MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）技術を細胞培養・解析技術と組み合わせることで、医療・創薬分野に貢献するデバイス技術を創成します。特に、アルツハイマー型認知症やてんかんなどの神経疾患の発症メカニズムの解明や、それらの治療薬の効果・安全性の評価を行うことが可能なデバイスの実現を目指しています。その達成のために、生体内の神経組織をデバイス上に再構築するとともに、生体内を模倣した培養環境をデバイス上に実現し、神経組織に生体内と同等の機能を発現させる技術を構築します。また、デバイス上に形成した微小電極アレイにより、薬剤刺激に対する神経組織の電気的応答を計測する技術を構築します。ヒト iPS 細胞から作製した神経組織を用いれば、デバイス上でヒトをターゲットにした解析が可能になり、倫理的観点から禁止されつつある動物実験の代替法として広く利用できます。また、半導体産業の新たな市場の創出につながる可能性があり、極めて高い社会的波及効果を期待できます。

■研究シーズの特徴

厚さ約 1μm の透明な SiN 製の多孔膜を挟んで神経細胞とアストロサイト（神経細胞と脳血管を接続する細胞）を共培養することが可能なデバイス技術を開発しました。膜に形成した直径数 μm の多数の微小孔を通じて、両細胞間で良好な物質輸送が行われるため、両細胞が本来の機能を発現し、長期に亘って生理活性を維持します。また、膜の片面に形成した微小電極アレイを用いて、神経細胞の電気的信号をアストロサイトから分離して、非侵襲かつ同時多点で計測することが可能です。膜両面の細胞を入れ替えれば、神経疾患の原因の一つとして注目される機能異常をきたしたアストロサイトの信号解析が可能です。

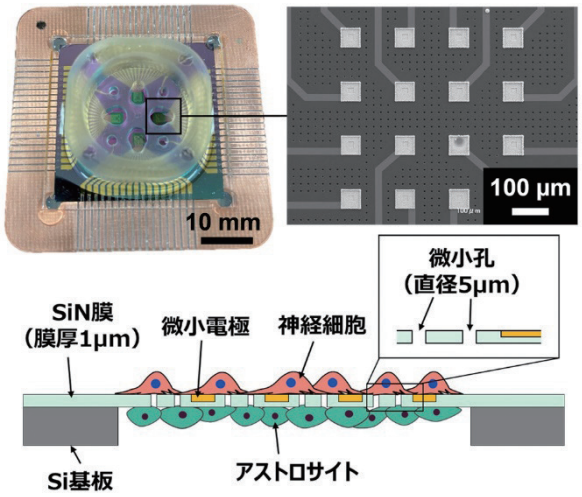


図. 微小電極アレイの写真（上）と
多孔膜を挟んだ共培養の概念図（下）

■期待される活用シーン

●背景（課題）

難治性神経疾患の革新的な治療法の開発や、効果が高い治療薬の創出のためには、生体内と同等の機能を発現し得るヒト神経組織を生体外で再構築することが可能で、それが発する電気的信号を解析することが可能なデバイス技術の実現が強く求められています。

●応用展開可能性

神経疾患患者由来のヒト iPS 細胞から作製した神経細胞やアストロサイトを本デバイスに培養し、それらの薬剤応答を解析することで、神経疾患の発症メカニズムを解明する基礎研究や、神経疾患治療薬の効果・安全性を評価する創薬研究に応用することが可能です。

■想定される共同研究先

・デバイスの量産技術の開発が可能な半導体加工メーカー
・デバイス周辺機器の開発が可能な培養機器及び計測機器などのメーカー
・疾患発症機構解析や薬効評価などへの応用が可能な医療機関や製薬企業

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
安田 隆 教授



研究領域：
バイオ MEMS

お問い合わせ先 | 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

12

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

未来医療の基盤技術

～ バイオマーカーのリアルタイムモニタリング ～

Keyword ： **バイオセンサー、IOMT、深層学習**

■研究シーズの目指すところ

私のグループは、IOMT（Internet of Medical Things）についての総合的な研究を行っています。IOMT プラットフォームは、ウェアラブルバイオセンシングデバイス、インターネット通信システム、クラウドデータ処理の 3 つの独立した技術から構成されています。バイオセンシングデバイスには、血糖値センサーや血圧センサー・バイオマーカーセンサーなどがあり、低価格、高精度で連続測定可能なバイオセンサーの研究開発を行っています。インターネット通信システムは、スマートフォン、RFID、ラズベリーパイなどを用いて、バイオ情報を連続的に取得し、インターネットを経由してクラウドに送信する技術です。この技術では、クラウドへの情報伝達プロセスの最適化を研究しています。クラウドデータ処理は、取得した連続的バイオ情報から最終的な判断を決定する技術です。このプロセスでは、正しい判断が下せるように、機械学習やディープラーニングのプログラムと特徴量選択の最適化を研究しています。連続的なバイオ情報から、総合的診断、病気の早期発見などが可能になり、最終的には医療費の削減につながります。

■研究シーズの特徴

現在最も重要な課題は、低価格で、再現性があり、信頼性の高いウェアラブルバイオセンサーの開発です。通信技術、クラウド技術などは、かなり発展しており、バイオセンサーとの統合が可能になりつつあります。私のグループでは、埋め込み型、表皮汗型、間質性皮膚液マイクロニードル型と、3種類のバイオセンサーの開発を行っており、pH、バイオマーカー、イオンなどの連続的検知を研究しています。連続的なバイオ情報は、今まで、研究されていなかった分野であり、そのデータから病気の進行予想、早期発見、管理などが可能になると思われます。

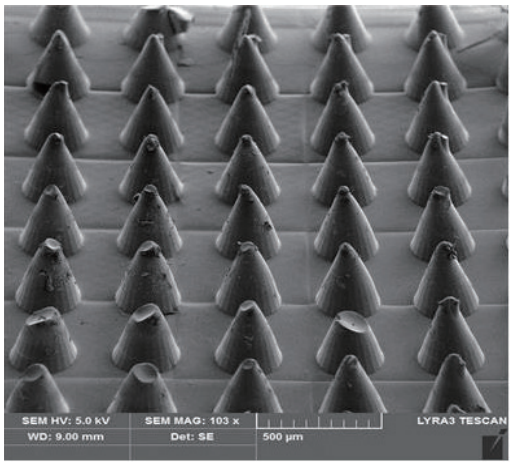


図. ヒドロゲルマイクロニードルセンサー
電子顕微鏡図

■期待される活用シーン

●背景（課題）

センサー技術が未熟であったために、生体情報の連続検知は今まで研究されてこなかった。しかし、生体情報の変化から（連続でデータの変化）病気の診断、早期発見、予想ができる可能性が示された。よって、信頼性の高いバイオセンサーの開発が急がれる。

●応用展開可能性

・慢性病の早期発見と予防
・感染症の早期予想
・更年期症状の緩和
・うつ病、などの診断例

■想定される共同研究先

・医療機関
・携帯電話会社

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
亀岡 遵 教授



研究領域：
バイオセンサー

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

13

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

匂いを軸とする次世代医療技術及び先端医療デバイスの開発

～ 揮発性代謝物疾患マーカーに基づいた非侵襲的がん診断への挑戦 ～

Keyword ： **匂い、揮発性代謝物質、疾患マーカー、ガスセンサー**

■研究シーズの目指すところ

病気の早期発見は、死亡率の低減や初期段階での効果的治療（早期治療）に欠かせない、国を挙げての重要な医療課題である。がんを含む病気の早期発見・効果的治療につながる革新的医療技術の確立を目標に、唾液や尿などの体液または呼気中に含まれる、匂いの元となる揮発性有機化合物（Volatile Organic Compound ： VOC）から特定されたバイオマーカーを活用した非侵襲的かつ負担の少ない革新的医療技術の構築を目指している。例えば、呼気には数百種類以上の揮発性代謝物質が含まれており、それらを精度良く分析することで、病気に関連するバイオマーカーを特定することができる。本研究シーズが目指すところは、人体から発生する低分子量の揮発性化合物の定性・定量的な分析に基づいた高い疾患相関を示す分子情報を明らかにし、更にそれらの高感度・高精度な検知を実現するための検知デバイスの開発にある。今後、インテリジェント人工鼻（e-nose）のような先端デバイスを利用した IoT やロボット、AI 産業への応用が可能と考えられる。

■研究シーズの特徴

50 年以上にわたって数多くのバイオマーカーが発見されてきたが、そのほとんどは血液に含まれるタンパク質または遺伝子であり、検査に痛みや侵襲を伴う。また、その用途はがん治療法を補助する手段であり、スクリーニング目的ではない。匂いの元となる揮発性化合物は、遺伝情報を反映した最終代謝物であり、がんを含む疾患を網羅的に理解するための有効な情報源として、学術的・産業的意義が大きい。最近我々は、体液に含まれる揮発性代謝物のプロファイルから、消失・新生・増減といった匂い群の存在を発見し、簡便かつ迅速、非侵襲的に疾患を検知・診断できる新しい医療技術を開拓している。現在、唾液、尿から数十種以上の疾患マーカーを発見することに成功、その実用化に拍車をかけている。

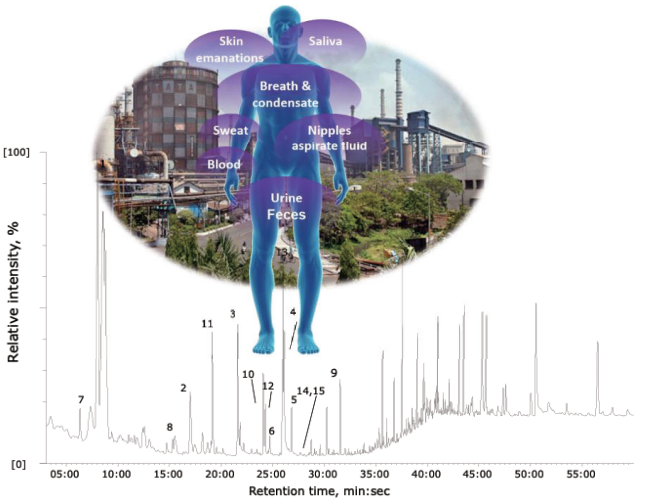


図. 人体から排出される揮発性代謝物質

■期待される活用シーン

●背景（課題）

長寿国と言われている日本でも 30 年以上にわたりがんは死因第一位であり、年間の罹患者数は 100 万人を超え、死亡者数も年間 37 万人以上となっている。また、がん治療にかかる医療費は毎年 5 兆円以上と大きく、がんの早期発見は、医療費削減の面からも重要な医療課題である。

●応用展開可能性

・がんの予防・「超」早期発見を目指した医療サービスの提供
・揮発性疾患マーカーの分子情報を活用した新しい医療デバイスの開発及びがん診断技術の確立
・医工連携に基づく新学術領域の創出

■想定される共同研究先

・医療機器開発に興味のある企業
・計測・分析機器開発に経験のある企業
・匂い（ガス）分析に興味のある企業
・匂いロボット開発に興味のある企業
・その他、製品・製造環境分析など

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
李 丞祐 教授



研究領域：
材料化学
センサー工学

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

14

技術分野 **材** 設 ウ パ **実** **検** 信 再 **制** **他**

ヒト・植物・モノに貼り付け、埋め込みを実現させるための材料・デバイス・システム開発

Keyword ： **無電解・電解メッキ、生物電気化学、半導体微細加工、生体デバイス、無線回路**

■研究シーズの目指すところ

早稲田大学三宅研究室では、デバイス/生体界面で用いる新規材料・デバイス・システムの開発に向けて、基礎から応用まで幅広く研究活動を行っている。これまでに、眼圧や糖度を測るスマートコンタクトレンズを開発することで、失明原因第 1 位緑内障および第 2 位糖尿病網膜症の予防に向けた試作品、さらには、再生医療に必要な細胞加工を施すためのナノ注射器などの開発に取り組んできた。

これら学際研究に対して、基本となる技術は、無電解や電解メッキなどの電気化学、微細加工技術であり、これらを基盤として半導体工学を融合させた新しいプロセス開発に取り組んできた。また、電子工学を専門とするアナログ・デジタル回路を生体表面で実現するための新しい材料や回路設計にも取り組んでおり、10から20年後の社会を見据えた研究シーズを探索している。特に、これまの電子信号を中心とするバイオエレクトロニクスでは実現が困難であったイオン信号（生体信号を含む）を中心とするバイオイオントロニクスを開拓することで、世界を驚かす研究成果、ひいては、技術シーズの実現に向け日々研究している。

■研究シーズの特徴

現状、研究シーズは、右図に示すようにパリティ時間対称性を利用した新しい原理の共振結合回路（＝無線給電・計測素子）である。本回路の特徴は、例えば、従来型の可変抵抗器を組み込んだセンサ側の共振回路に対して、負性抵抗素子を組み込んだ検出器を組み合わせることで、センサ感度が数十から数千倍に増幅させて無線計測できる特徴を有している。

一方、電気化学的なメッキ技術と微細加工技術を組み合わせることで実現した複合ナノチューブ薄膜を利用することで、細胞（微生物や植物細胞も含む）に効率良く物質を導入、あるいは、抽出することができる技術となる。

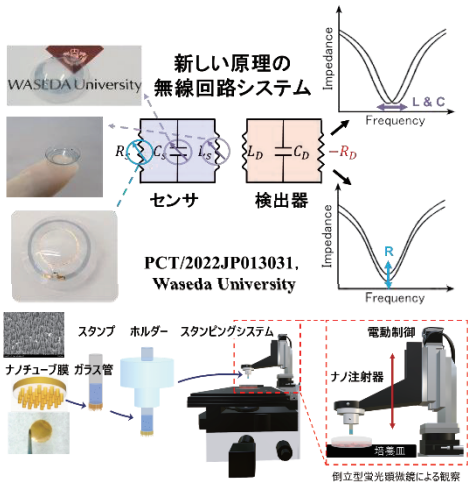


図. 三宅研のシーズ技術（公開可のみ）

■期待される活用シーン

●背景（課題）

・センサ素子を所有しているが、無線計測が困難であるという課題を持っている。
・体内埋め込みや誘電損失する素材が原因で無線計測の性能などに困っている。
・生体に物質を導入、あるいは、抽出することに困っている。
など

●応用展開可能性

・ウェアラブル機器
・スマートコンタクトレンズ
・スマートセル（合成生物学、再生医療、農業応用）
・バイオマニュファクチャリング
・体内埋め込み機器

■想定される共同研究先

・センサーを搭載させた共振回路および負性抵抗素子を搭載させた共振回路の試作を依頼できる大学・企業
・細胞に物質導入や抽出を希望される大学・企業
・その他、生体・植物・モノで利用するデバイス素子開発でお困りの方も対応可

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
三宅 丈雄 教授
研究領域：
バイオイオントロニクス



お問い合わせ先 | 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

15

技術分野 **材** 設 ウ パ 実 検 信 再 制 **他**

半導体技術と、流体技術、情報技術の融合デバイス

～ 化学やバイオセンシングにおけるフルイディック IoT ～

Keyword ： **半導体加工技術、マイクロナノ流体デバイス、計測分析診断**

■研究シーズの目指すところ

化学やバイオ情報(環境、健康、感染症、バイオ、食品、水産など)は人々にとって重要であるが、これら一般的に高度である化学情報を簡単に手に入れることは現状困難である。そこで、独自のマイクロナノ流体デバイスを考え、情報技術やIoTと融合し、社会実装に適した設計・システム化にも取り組むことで、高度な化学情報に誰でもアクセスできるデバイスの実現を目指す。

また、基礎技術として、空間サイズを小さくしたときにどこまで通常の液体として振る舞うのか、また微小空間の水はバルクの水とどう異なるかなど、生命や半導体、化学などに重要な学術的研究をデバイスにより実現して明らかにします。

■研究シーズの特徴

1）マイクロナノ流体のための流路加工技術
2）低温での基板接合技術
3）微小空間液体の濃度の超高感度レーザー検出技術
4）フェムト・アットリットル液体制御技術
5）デバイス応用
6）システム化

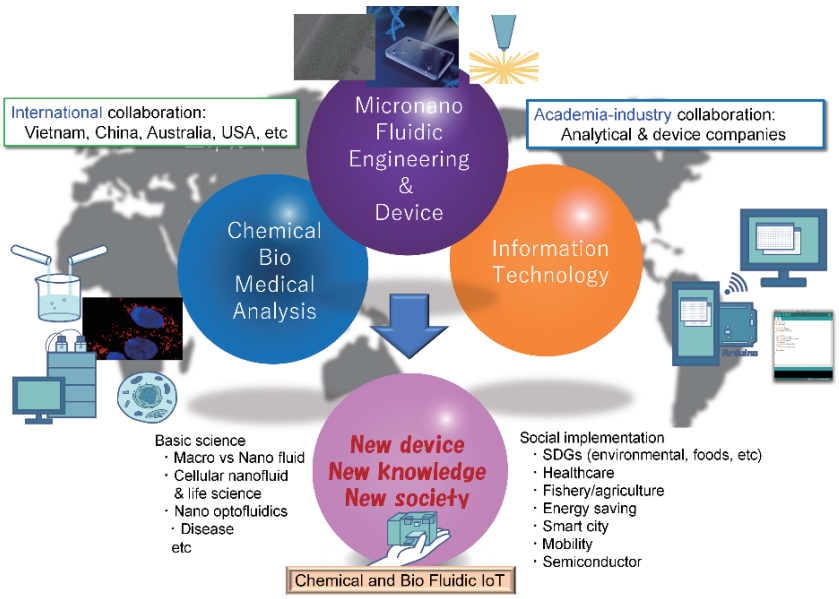


図. 研究概要

■期待される活用シーン

●背景(課題)

・現在の化学バイオ計測・分析装置は大きくて高価であり、現場での用途および民生用途とは大きく乖離している
・微小空間の液体の振る舞いはツールがなく学術的知見が少ないが、半導体エッチング・洗浄や生命科学など重要な学術領域である。

●応用展開可能性

・オンサイトでの化学・バイオセンシング
・家庭での健康診断(AI 診断との組み合わせ)
・超高感度医療診断
・ウィルスリアルタイム検出
・微小空間液体が関係する領域での学術ツールとしての活用

■想定される共同研究先

・化学バイオ計測分析関係
・半導体加工関係
・医療診断関係

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
馬渡 和真 教授



研究領域：
マイクロナノデバイス

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先	巻末記載の大学窓口、または直接馬渡教授まで

16

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

構造変更により感度可変な力覚センサー

～ 使用状況に応じて測定範囲や感度が変更可能 ～

Keyword ： **力覚センサー、形状記憶ポリマー、形状記憶合金**

■研究シーズの目指すところ

近年、ロボットが介護福祉など幅広い分野で使われるようになり、ロボットに内蔵される力覚センサーには、様々な環境での測定が求められる。しかし、従来の力覚センサーではセンサー材料(被歪体)に加わった変形量をひずみゲージなどで読み取っているので(例えば、図(a))、センサー材料によって測定レンジや感度が決まっており、変更が不可能である。

本研究シーズの目指すセンサーは、センサーの交換なく、様々な状況に対応できるので、各種工場の生産設備、研究施設における測定装置、ロードセル、介護・福祉ロボットのハンド・アームなどの幅広い活用が想定され、製品化することができる。

また、提案手法は、単純な１軸の力覚センサーだけでなく、６軸の力覚センサー、トルクセンサー、加速度センサーなどにも応用可能である。

■研究シーズの特徴

本研究シーズ(特願 2022-027370)では、環境に応じて構造を変え、測定レンジや感度を変更可能な力覚センサーを提案する。すなわち、構造を変更することによって、検出されるひずみと力の関係を変更させる(例えば、図(a)⇒図(b))。また、構造変更後、初期構造に復元させる必要があるので、センサー材料(被歪体)に形状記憶材料を利用する。

研究者は、これまで形状記憶ポリマーなどを用いて、ソフトロボットの柔軟性・多自由度と、工場で従来使われてきた金属製のロボットの正確性・高剛性を、自在に切り替えることが可能なロボットを開発してきており、本研究シーズはその１つである。

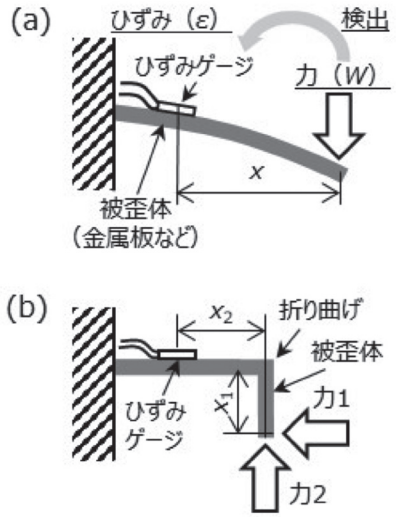


図. センサー変形前後の構造

■期待される活用シーン

●背景(課題)

従来の力覚センサーでは、センサー材料やサイズによって測定可能なレンジ・感度が決まっていて変更が不可能である。そのため、使用状況に応じたセンサーの交換が必要で、手間や複数種のセンサーを準備するための費用の問題があった。

●応用展開可能性

各種工場の生産設備、研究施設における測定装置、ロードセル、介護・福祉ロボットのハンド・アームなどへの応用展開が考えられる。また、食品や、果物などの農作物、または人など、触れる際に力の程度を十分考慮する必要のある対象物の場合に有用である。

■想定される共同研究先

・工場や家庭など幅広い環境で使用できるので、測定機器メーカーなど幅広い分野との共同研究の可能性が考えられる。

■研究者情報

九州工業大学

大学院生命体工学研究科

高嶋 一登 准教授



研究領域：

柔軟なセンサー・アクチュエーター

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

17

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 **他**

MEMS 製造設備を活用したセンサー基板の量産化

～ いつでも・どこでも・誰でも使える在宅医療用センサーの実用化を目指して

Keyword ： **MEMS、センサー、バイオ、医療**

■研究シーズの目指すところ

現在、さまざまな種類のセンサーが自動車、携帯機器、家電製品、社会インフラなどに搭載され、その高機能化に大きく貢献しています。近年ではこれらセンサーの信号を無線でインターネットに接続して情報収集する IoT(Internet of things ： あらゆる物のインターネット化)技術への展開が始まっています。IoT の実現によって、遠隔から多種多様な機器のデータのやりとりや制御が可能となります。さらに収集した膨大なビックデータを AI で解析することで、さまざまな現象を高い精度で予測可能にすることが期待されています。特にバイオセンサーは物質や生体の化学変化を捉えることが特長です。そのためヒトの生体内情報を収集して健康状態を遠隔から診断したり、病気の予兆を検知したりする予防医学や、在宅医療への利用が期待されています。いつでも、どこでも、誰でも使えるポータブル型センサーの実用化には、加工精度の高い使い捨てセンサ基板を、低価格で提供できるかが鍵となっています。本学では MEMS 製造設備を利用して使い捨て型のセンサー基板を量産化し、これをバイオセンサーに加工する要素技術を開発しています。

■研究シーズの特徴

センサー基板の生産は、半導体作製技術(MEMS)で基板上に電極パターンを加工します。次に樹脂層を設け、抗体などを実装する検出部を構築します。その後ダイシングを経てチップ化します。検出感度と精度の高い製品の量産法は、基材や電極形状、樹脂の積層方法など、様々なノウハウで構築されています。さらに酵素や抗体などの生物由来の材料を実装して、バイオセンサーとしての機能が発現します。ここでは検出する対象に合わせた抗体の選定と実装方法、検出方法を選定します。本学ではこれら一連の方法について知財を保有しています。

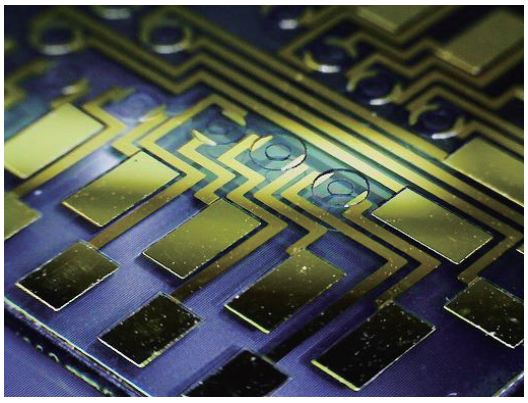


図. バイオセンサー用基板の試作例
(基板上の〇部分に抗体を実装)
基材:Au/Cr/ガラス 表層:SU8

■期待される活用シーン

●背景(課題)

バイオセンサーは MEMS 技術で量産した基板に、酵素や抗体等の生物由来の材料を実装して加工します。従来の機器に比べ小型化でき、血液などを極少量で検査できます。一方で温度センサーのような繰り返し使用ができません。信頼性を保つため使い捨て型が必要です。

●応用展開可能性

体内では様々なタンパクが作られ、疾病前後でその量が変化します。例えば癌の場合、発症部位によって特定のタンパクが産生され、血液中の濃度が増加します。MEMS 技術で量産したセンサー基板は加工精度、耐久性に優れているため、このような検査に適しています。

■想定される共同研究先

・センサー基板： 半導体・電子部品メーカー
・基板加工： 化学・試薬メーカー
・測定システム： IT・電機メーカー
・商品化： 検査機器・医薬品・食品・化粧品メーカー など

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
礒田 隆聡 教授



研究領域：
生物センサー工学
生物材料化学

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

18

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

高速インターネットの届かない場所での信号処理・機械学習システム

～地下・トンネル環境などでのネットワーク途絶に対応したエッジ・サーバー～

Keyword ： エッジ・コンピューティング、ネットワーク帯域節約、通信途絶、信号処理、機械学習

■研究シーズの目指すところ

本研究シーズは、地下・トンネル環境のような高速インターネットの届かない、ネットワーク帯域幅の狭い、あるいはネットワークが途絶する環境下で、高度な信号処理・機械学習を行いたいというニーズに応えることを目指す。

例えば、図のような管の中を検査する作業ロボット（株式会社ダイモンの YAOKI）において、LED ライトで照らしながらカメラで管内を撮影し、電波が届くときには作業員がカメラ画像を確認しながらリモートコントロールできるようにし、電波が届かないときには撮影を続行して記録をとりつつ都度自律的に判断しながら移動を続け、電波が回復したときにまとめて記録した動画を送信するというようなユースケースを、本研究シーズによって実装できる。

■研究シーズの特徴

本研究シーズは次の特徴を持つ。

- ネットワーク帯域幅の狭い、あるいはネットワークが途絶する環境下で、次のような高度な機械学習や信号処理を行える
- 画像のラベリングや分類
- テキストからの画像生成／画像から画像の生成
- 物体認識
- テキストからの音声合成／音声認識
- 翻訳
- リアルタイム信号処理



図. 管中の作業ロボット

■期待される活用シーン

●背景（課題）

次のようなシステム開発企業で活用できる

- 狭ネットワーク帯域／ネットワーク通信途絶
- 高度な信号処理・機械学習を行いたい
- ネットワーク通信が回復した時にバースト転送

●応用展開可能性

次のような応用展開可能性がある

- 地下・トンネル環境／管の中
- 水中機（大雨、吹雪の中を進む移動体）
- 宇宙環境
- 自動運転車
- 複数台の並列処理による、より高度な機能

■想定される共同研究先

- 土木・建築業
- 配管点検／水道局／電力会社／ガス会社
- 宇宙機器産業
- 自動車産業
- 水中機産業

■研究者情報

北九州市立大学

国際環境工学部

山崎 進 准教授

研究領域：

ソフトウェア／論理回路設計



お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

19

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

ダイヤモンド特有の機能を生かした新たな電子デバイスの創出

～ 高性能パワーデバイスや極限環境用デバイスへの応用 ～

Keyword ： **ダイヤモンド、パワー半導体、極限環境デバイス、生体センサー**

■研究シーズの目指すところ

ダイヤモンド特有の機能を生かした新たな電子デバイスの創出を目指す。

ダイヤモンドは、機械的には物質の中で最も硬く、熱膨張率が小さいという特徴を持ち、化学的には耐腐食性、化学物質に対して不活性な特徴を持つ。また、熱伝導率が高く、ワイドギャップ半導体であることから、究極のパワー半導体材料として認識されている。さらに、構成元素が炭素のみであることから生体親和性が高い、水素終端表面が負性電子親和力をしめす、高ボロンドーピングにより超電導性を示すなどユニークな特性を持っている。これらの特性から、パワー半導体はもちろんのこと、化学電極、生体センサー、超小型電子放出限、ヒートシンクなどへの応用が期待されている。これらダイヤモンド特有の機能と、表面修飾、微細加工、デバイスプロセスを組み合わせ、新たな電子デバイスを創出する。

■研究シーズの特徴

現在は、主としてパワー半導体応用の研究を実施。

・ダイヤモンド薄膜の合成
　単結晶ダイヤモンドの合成、各種ドーピング技術

・ダイヤモンド・デバイスプロセス
　半導体プロセス、微細加工

・表面修飾
　水素終端・酸素終端など表面特性の改質

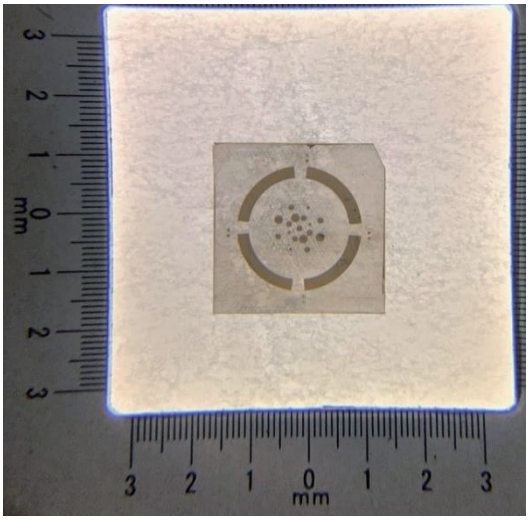


図. ダイヤモンド pin ダイオード

■期待される活用シーン

●背景(課題)
・パワー半導体(研究実施中)
・小型電子源
・電子デバイスの放熱
・各種センサーの基材

●応用展開可能性
・超高耐圧パワーデバイス
・パワーデバイスの小型化
・極限環境用デバイス
・生体センサー

■想定される共同研究先

・半導体メーカー
・半導体ユーザー企業

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
渡邉 晃彦 准教授

研究領域：
半導体デバイス



研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

20

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

SiC パワーデバイス用高温耐熱実装技術

～ Micro-Al/Nano-Ni(MANN) 高温耐熱接続技術 ～

Keyword ： **高温耐熱接合剤、半田代替材料、SiC パワーデバイス実装、応力緩和型接合構造**

■研究シーズの目指すところ

省エネルギーデバイスとして注目されてきた SiC パワー半導体は電気自動車などへの本格的な採用が始まり、実用化が急速に進展している。SiC などのワイドバンドギャップ半導体は、高温での使用が可能なことから、従来広く使用されてきたハンダなどの実装接続材料に代えて、あらたな高融点材料による接合が望まれてきた。銀ナノ粒子による接合は比較的低温で焼結接合が可能で、焼結後はバルク材の融点となり、高耐熱性を有することから、実用化が始まっている。しかしながら、ナノ金属材料は、いずれも焼結後は延性に乏しく、高硬度となることから、熱応力に対する信頼性が十分でない。また焼結時にボイドの生成の制御が特に大面積に対して問題とされている。本技術はこれらの課題を解決すべく、75vol%Al(マイクロサイズ)粒子と 25vol%Ni(ナノサイズ)粒子のコンポジットペーストを開発した。ハンダやナノ Ag 材料に代わる高耐熱接合材としてパワーデバイスのチップ接合材、ヒートシンク接合材などへの適用を目指している。(特許:日本[6384894、6384895、6061427、7198479]、米国[US9960140B、US11810885] 他)

■研究シーズの特徴

直径 100nm 以下の Ni 粒子は 300℃以下の温度で焼結を開始する。しかし接合材としての適用はナノ Ag 材料と同様、焼結後高硬度となることやボイドが内包されることが課題。ここではマイクロサイズの Al 粒子を混合することで、焼結層の変形能を付与すると同時に Al 粒子が格子を形成することで、粗大ボイドの形成を抑制することに成功した。またナノ Ni 粒子は大気中で Al と強固な接合が可能であることを見出している。界面に薄い複合酸化膜を形成することによる特徴的な接合機構を発現する。[右図(a)ダイボンディングへの適用模式図、(b)シェア試験時の応力・ひずみ曲線、(c)接合断面 SEM]

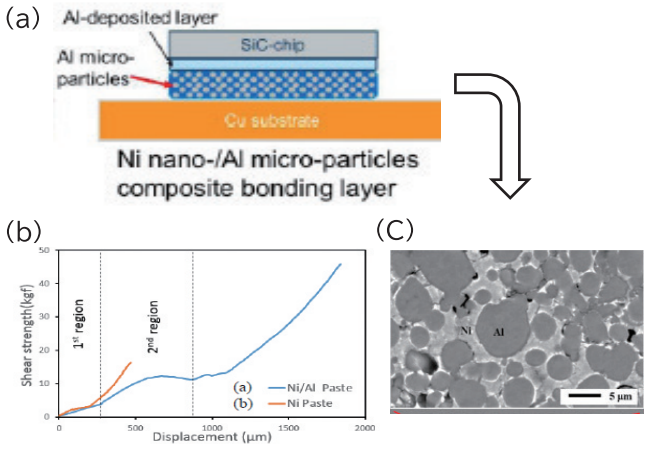


図. MANN コンポジットペーストによる高耐熱接合

■期待される活用シーン

●背景(課題)

パワーデバイスの高電流密度化にともない、動作時の温度が高温化すると同時に、熱サイクルによる実装材料の疲労劣化が課題となる。低融点のハンダ代替材料が求められ、種々の高融点材料化への移行の取り組みが検討されてきたが、コスト、信頼性等に課題が残されている。

●応用展開可能性

本技術は熱応力を緩和できることに加え、ガスボイドを抑制できること、大気中での接合がより強固であることから、高耐熱性を必要とするパワーデバイスの接合材のほか、高耐食性が必要な太陽電池インターコネクターの電極接合材としても優位性を有する。Ag ナノ材料に対しては低コスト化のメリットも大きい。

■想定される共同研究先

・パワーデバイス、モジュール関連企業
・電気、ハイブリッド自動車関連企業
・ナノペースト接合材料企業
・半導体実装、設備企業
・太陽電池関連企業

■研究者情報

早稲田大学
情報生産システム研究センター
巽 宏平 名誉教授、招聘研究員



研究領域:
マテリアルインターコネクション

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 tatsumi.kohei(at)waseda.jp または右記 HP より

21

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

半導体デバイス材料・プロセスの評価技術

～ 材料探索、装置開発、新プロセス導入を支援 ～

Keyword ： **半導体デバイス試作、MOS 界面、欠陥評価、放射光計測**

■研究シーズの目指すところ

半導体デバイスはシリコンウェーハなどの基板材料から、洗浄・薄膜形成・リソグラフィ・熱処理・イオン注入など様々なプロセスを経て作製されます。これら材料やプロセスの開発は、集積度の向上や消費電力低減などの電子デバイスとしての性能向上だけでなく、低コスト化、環境負荷の低減、希少材料の代替、政治的リスクへの対応など多岐にわたります。ところが、新材料・新プロセス・新装置の開発には、技術的課題に加え、環境や規制、サプライチェーン、市場の受容度など様々な課題があり、開発初期からの高額な設備投資は困難です。これらのリスクを軽減するためには、徹底的な前段階のリサーチとプロトタイプの詳細な評価が重要となります。しかしながら、特に新規性が高い材料やプロセスは、既存のデバイス試作ラインへの導入は敬遠されます。また、通常のプロセス条件では、新材料やプロセスの本来の優位性を示すことが困難です。我々は、共同利用施設を効果的に利用し、また、材料科学やプロセス工学に基づいた知見を活用することで、新材料やプロセスなどの新技術開発をデバイスの試作・評価を通して支援し、その結果として半導体業界全体が発展することを目指しています。

■研究シーズの特徴

我々は、半導体デバイスを試作し、電流・電圧・抵抗・キャパシタンスなどのデバイスの電気的特性を計測することで、新しく導入した技術の優位性を示すことができます。加えて、X 線光電子分光法やナノ X 線回折法などの先端計測技術を非常に高い専門性をもって利用することで、半導体の表面や界面の化学組成やポテンシャル分布、結晶欠陥などを評価し、製造プロセス中に発生する不純物やダイポールなどの同定を可能にします。電気的計測と物理的計測の2つのアプローチを試作デバイスのプロセス設計段階から想定し組み合わせることで、試作プロセスの最適化を行い、導入した新技術の真の可能性を引き出すことができます。

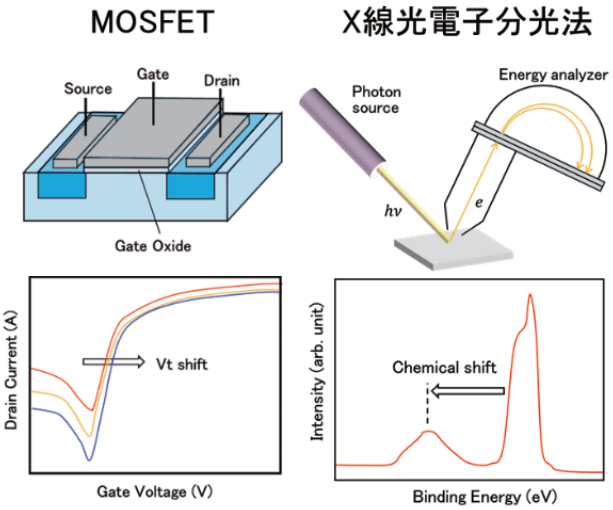


図. 電気特性評価と先端計測技術

■期待される活用シーン

●背景(課題)

・ウェーハ大口径化に伴う欠陥評価
・エピタキシャル薄膜の成膜条件探索
・表面研磨に伴う表面欠陥評価
・ゲート絶縁膜の界面欠陥評価
・エッチングに伴う表面ダメージ層評価
・熱処理プロセスによる不純物拡散評価

●応用展開可能性

・結晶成長装置開発
・新規成膜装置の導入
・環境調和型研磨装置の開発
・新規プロセスガスの開発
・超高温熱処理炉の開発

■想定される共同研究先

・ウェーハメーカー
・成膜装置メーカー
・エッチング装置メーカー
・ウェーハ加工装置メーカー
・熱処理装置メーカー
・洗浄装置メーカー

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
志村 考功 教授



研究領域：
半導体デバイス材料

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

22

技術分野 材 **設** ウ パ 実 検 信 再 制 他

エナジー・ハーベスト用小型電力変換回路

～ 環境エネルギーを利用して IoT 端末のバッテリー交換を不要に ～

Keyword ： **エナジー・ハーベスト、環境エネルギー、IoT、電力変換回路、バッテリー**

■研究シーズの目指すところ

農業・工業・商業の一層の効率化や高齢化・人口減少などの社会の変動に対応するために、あらゆるモノにセンサーと情報通信回路をつけて自律的に情報収集を行う「モノのインターネット（IoT）」に注目が集まっている。商用電源が取れない場所に IoT 端末を設置する場合はバッテリーが必要となっている。設置後数年に一度バッテリー交換する場合、バッテリー交換の度に人手が必要で、また交換後のバッテリーを廃棄しなければならない。欧州電池規則はバッテリーの廃棄量を抑えるために作られた。省力化とバッテリー廃棄量削減のため、バッテリー・フリーでメンテナンス・フリーが重要になっている。そのため、多数の IoT 端末に搭載するための、環境エネルギーを電力に変換する発電素子とその電力をセンサー・RF チップの電力に変換する電力変換回路の研究開発が盛んになっている。

本研究では、多様な発電素子（出力が交流・直流、出力電圧が数 100mV～数 10V）と、多様な IoT 端末（動作電圧が 1.8V～5V、平均消費電流が数 10μW～数 mW）の橋渡しをする電力変換回路の小型化・高効率化を目指している。

■研究シーズの特徴

図は開発済みの電力変換回路の例を示す。既存の発電素子に応じて回路設計を行って、回路を小型化するアイデアを実証した。

今後は、IoT 端末の仕様と利用可能な環境エネルギーが与えられたときに必要になる発電素子と電力変換回路との組み合わせのうち、小型で低コストなものを決定する手段と、決定した電源回路を高効率に設計する方法を見つけていくことが実用化に向けて重要になる。

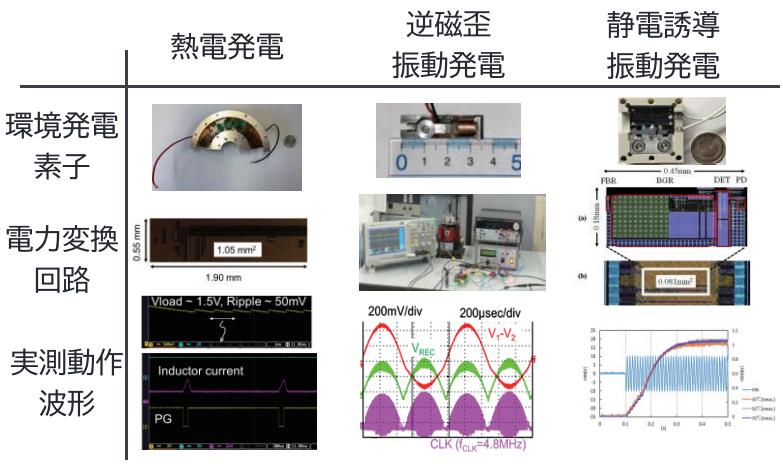


図. 開発済みの電力変換回路

■期待される活用シーン

●背景（課題）

・センサー設置後 10 年はバッテリー交換なしにしたいが現状は交換頻度が多い用途
・センサー交換に危険を伴う用途
・センサー交換が事実上不可能な用途

●応用展開可能性

・トンネル、橋梁等の社会インフラ異常検出
・化学プラント、発電プラント等の異常検出
・河川、下水道等の水位、流量異常検出
・スマート農業（日射量、土壌、肥料、温度等の見える化）
・おひとり様高齢者の見守り
・医療・物流・製造・交通・宇宙

■想定される共同研究先

・環境発電素子を開発されている企業や大学
・IoT システム・インテグレーター
・IoT 用集積回路の設計専業企業
・回路 IP を提供する製造専業企業

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
丹沢 徹 教授



研究領域：
電子工学、集積回路工学

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

23

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

IoT 時代の超小型 MEMS 重力計

～ ドローンによる地中探索や小型地震計・高度計に応用できます ～

Keyword ： **MEMS、加速度センサー、重力計、地震計、高度計**

■研究シーズの目指すところ

重力計は質量に作用する万有引力を測るセンサーであり、1930 年代に開発され長い歴史をもちますが、重く大きく高価格であるため、これまでは用途が限定されていました。微小電気機械システム（Micro-Electro-Mechanical Systems ： MEMS）の技術で作成した MEMS 重力計は、小型・軽量・低コストであるため IoT との相性がよく、重力計の用途を一新できる可能性を秘めています。例えば MEMS 重力計をドローンに搭載し、微小な重力変化から地中の空洞の場所を特定することが可能となります。環境技術分野では、地熱発電の候補地探索、二酸化炭素回収・貯留（CCS）における CO_2 モニタリングに適用できます。防災・減災分野では、火山活動の監視、水位計測などに使用できます。また長周期振動を検知可能な小型地震計に転用することもできます。地表の重力は高度に応じて変化することから、高度計としても使用できます。この高度計は気圧高度計のように気圧の影響を受けません。

■研究シーズの特徴

MEMS 重力計は加速度センサーの一種で、いわゆるバネマス系になっています。小型化によりマスが非常に小さいにも関わらず、そのマスを支えるバネが極めて弱いため、微弱な重力変化によるマスの変位を検出できます。この微弱バネは、正のバネ定数をもつ機械バネ k_m と負のバネ定数をもつ静電バネ k_e を組み合わせて作っています。微弱バネのバネ定数を電圧制御できるため、微弱でありながら一定のバネ定数を保つことができます。このデバイスはシリコン層を貫通する深堀加工で製造しています。デバイス製造は九州工業大学のクリーンルームで行い、評価・実装には北九州産業学術推進機構を活用しています。

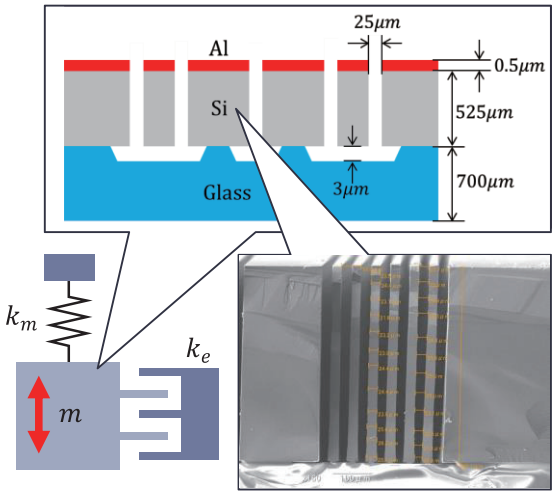


図. MEMS のバネマス系の構造

■期待される活用シーン

●背景（課題）

これまでの重力計は重く、大きく、高価格でした。MEMS 重力計は小型・軽量・低コストのため、多数のセンサーを使用する IoT の用途に適しています。長周期振動を検知可能な小型地震計に転用できるほか、高度計・振動計・傾斜センサーとしても使用できます。

●応用展開可能性

・地中探索、資源探索
・CCS における CO_2 モニタリング
・火山活動監視、水位計測
・小型地震計
・低周波振動を検知可能な小型振動計
・高度計、傾斜センサー

■想定される共同研究先

・センサー関連企業
・半導体関連企業
・IoT 関連企業
・環境技術関連企業
・防災技術関連企業

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
池橋 民雄 教授



研究領域：
MEMS

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

24

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

高効率かつ安定性の優れたペロブスカイト太陽電池の開発

～ 次世体フレキシブル光電変換デバイス ～

Keyword ： **有機無機半導体、太陽電池、フレキシブル、高効率、電極材料**

■研究シーズの目指すところ

ハロゲン化ペロブスカイト太陽電池は有機系半導体太陽電池の一種である。低温塗布（100℃）で作製できるにもかかわらず、結晶中の電荷の移動度がシリコン系太陽電池並みに高く、シリコン系太陽電池と同等の高効率を発揮する。シリコン系太陽電池に対する優位点は、低温塗布で作製できるためプラスチック基板上に構築することができ、軽量・フレキシブルな太陽電池が作製できる点である。これまでシリコン系太陽電池が重いために設置できなかった建屋の屋根、壁、窓などに自由な形状で設置できる。しかし、ハロゲン化ペロブスカイト層には鉛イオンが含まれているため用途が限定されてきた。当研究室が目指しているところは、鉛を含まない環境にやさしく、かつ高効率、高耐久性を有するハロゲン化ペロブスカイト太陽電池である。

また、塗布型ナノ材料を応用した大容量二次電池を目指している。太陽電池、二次電池及び燃料電池の開発を通して、カーボンニュートラル社会の実現に貢献していることを目指している。

■研究シーズの特徴

保有装置：
- ナノ材料合成及び評価装置
- 太陽電池の作製及び評価装置
- 燃料電池及び二次電池の作製及び評価装置

材料・デバイス技術：
- 安定性が高い数種類の非鉛ペロブスカイト
- 低温で作製できる高性能の無機半導体材料
- 高性能、高安定性を有するカーボン電極
- 高性能の光電変換デバイス
- フレキシブル光電変換デバイス作製技術

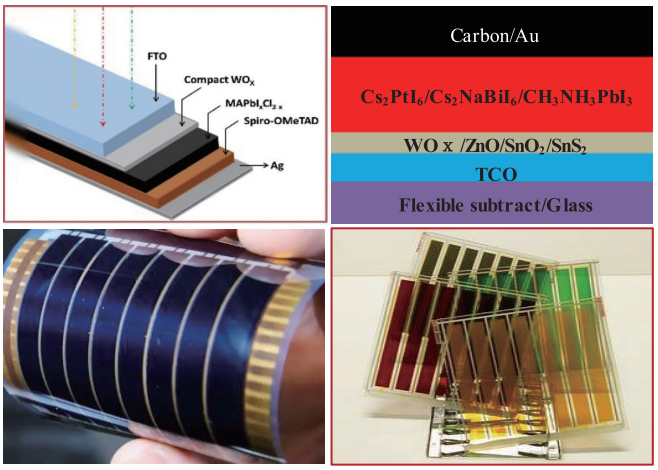


図. 開発した光電デバイス

■期待される活用シーン

●背景（課題）

太陽エネルギーを有効に使うためには、低コスト、高効率、高耐久性太陽電池と、低コスト、大容量、高耐久性を有する二次電池が必須であるが、それらを満たす材料、デバイス構造はない。

本研究室では新材料と、新デバイス構造を提案することにより、課題を解決する。

●応用展開可能性
- ペロブスカイト太陽電池
- ペロブスカイト光検出器
- 燃料電池
- 固体電解質
- 固体ナトリウムイオン電池
- 固体リチウムイオン電池

■想定される共同研究先
- 太陽電池関連企業
- 材料開発関連企業
- 電子やセンサー関連企業
- 電気自動車会社
- 燃料電池製造会社

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
馬 廷麗 教授



研究領域：
有機無機半導体材料開発

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

25

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 **再** 制 他

吸着／イオン交換／液液抽出を利用した高度な湿式分離技術

～ 廃水処理や有価金属資源の回収のための分離技術 ～

Keyword ： **吸着、イオン交換、液液抽出、湿式分離技術**

■研究シーズの目指すところ

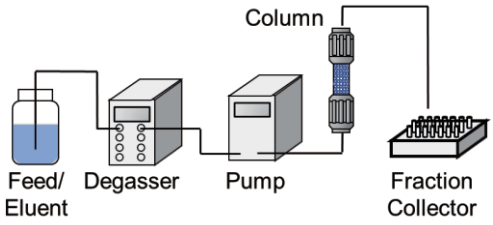
半導体産業や化学工業において、廃水中に含まれる有害物質の除去や、廃棄物中の有価金属資源の回収を行うための湿式分離技術を研究開発している。吸着／イオン交換法はカラムを利用した連続操作が可能であることから、事業所内でのエンド・オブ・パイプ技術として適用性が高い分離技術である。また、廃棄物中の有価金属資源の回収は、酸などを用いて浸出した後に吸着／イオン交換法あるいは液液抽出法を用いることで、高効率・高純度で行うことができる。

当研究室では、目的対象物質に応じて、吸着／イオン交換法あるいは液液抽出法を選択し、高い分離性能を有する分離剤の開発から、分離性能の定量的評価、カラム吸着装置やミキサーセトラーを用いた分離プロセスの開発までを一貫して研究し、実用化を目指した技術開発を行っている。

■研究シーズの特徴

・吸着／イオン交換法：
　吸着分離剤の開発、分離性能の評価、カラム吸着システムによる分離プロセス開発までを一貫して実施している。

・液液抽出法：
　抽出性能の評価、ミキサーセトラー装置による分離プロセスまでを一貫して実施している。



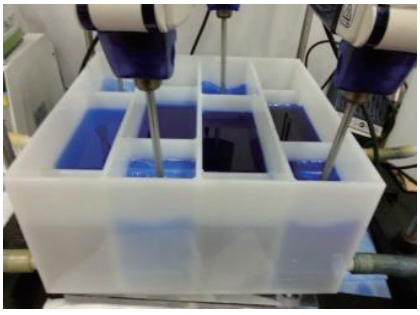


図.（上）カラム吸着システム
　（下）ミキサーセトラー装置

■期待される活用シーン

●背景（課題）

液相（水・有機溶媒）中の物質の分離技術の開発を行っている。

廃水中の有害物質の除去や廃棄物中の有価資源の分離回収について、組成や量に応じて適切な分離システムの設計開発を検討します。

●応用展開可能性

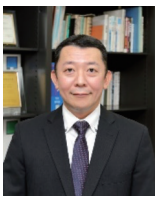
・半導体産業における TMAH などを含む廃水の処理
・化学研磨などにおける酸を含む廃水の処理
・廃棄物や廃水中の有価金属資源の分離回収

■想定される共同研究先

・半導体メーカー
・化学工業メーカー
・リサイクル事業者

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
西浜 章平 教授



研究領域：
分離工学
化学工学

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先	巻末記載の大学窓口、または直接西浜教授まで

26

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

リチウムイオンの分離

～ 膜分離技術による回収の効率化 ～

Keyword ： ナノろ過、NF 膜、多価イオン

■研究シーズの目指すところ

リチウム(Li)は車載用のリチウムイオン電池(LIB)に使用される元素の一つであり、近年の電気自動車の普及に伴い需要が急増している。現在の Li の主要な供給源である塩湖からの採取法は、Li 算出量の多い塩湖が限定的なことが課題となっている。そのため、Li 資源確保のための新たな手段として、今後大量発生が見込まれる廃 LIB から Li を高効率で回収する技術の創出が求められている。現在、Co や Ni の回収には溶媒抽出法が確立され実用化されている。一方、溶媒抽出後の残液から Li を回収する場合、不純物が多く、多段階の精製が必要となるため、純度や回収率に課題があることがわかっている。本工程では、溶媒抽出前に NF 膜を用いた膜分離プロセスを適用する。NF 膜とは、溶液中の 2nm より小さな中高分子量有機物を除去することが可能な膜エレメントのことである。膜表面の荷電性により、低価イオンが浸透し、2価イオンが除去され、RO 膜よりも低エネルギーでの運転が可能である。この NF 膜を用いることで、Co^{2+}、Ni^{2+}などの多価イオンと Li^{+}を先に分離することが可能となり、効率的な Li 精製と高純度・高回収率ができる。

■研究シーズの特徴

NF 膜の分離性能を確かめるために、1 価のイオンと多価のイオンの混合液を NF 膜に通水し、除去率を調べた。$MgCl_2$, LiCl 模擬水(Li^{+}, Mg^{2+} 2000mg/L)を用意し、NF 膜装置を用いて分離実験を行った。運転条件は、圧力を 0.6MPa、流量は 125 L/h、膜面積を 0.05m^2 とした。実験時間は、約8分間で行った。このときの膜面透過流束 J_W を算出した。また、溶液分析を模擬原水と NF 膜ろ過水と NF 膜濃縮水の 3 種類について行った。その結果から、Mg^{2+}と Li^{+}の除去率を計算した。実験を行ったところ、Mg^{2+}の除去率は 70%、Li^{+}の除去率は 14%という結果となった。

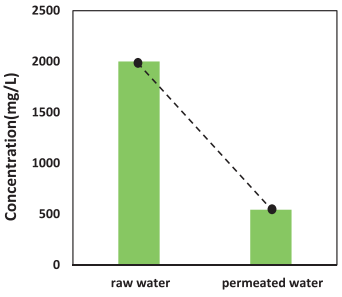


Figure 1: Concentration of Mg2+ in raw water and permeated water

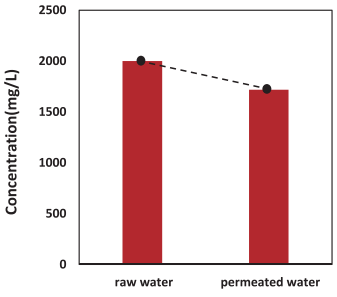


Figure 2: Concentration of Li+ in raw water and permeated water

図. 原水と透過水に含まれる
Li^{+}と Mg^{2+}の濃度結果

■期待される活用シーン

●背景(課題)

NF 膜を使用する問題として、酸による膜の性能劣化があった。しかし、近年の DX 技術を駆使し、1nm 以下の緻密な細孔構造を有しながら、イオン選択分離性を約 1.5 倍向上させた本新規の海外製 NF 膜の活用が期待される。

●応用展開可能性

酸耐性がある NF 膜ユニットにより、酸性条件下における使用が可能となったことから、溶媒抽出法における Li^{+}以外の貴金属の高効率回収に応用が期待できる。

■想定される共同研究先

・非鉄金属、素材
・水処理
・廃棄物リサイクル

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
寺嶋 光春 教授



研究領域：
水処理

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

27

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

ライフサイクル評価によるサプライチェーンマネジメント

～ カーボンニュートラルへの貢献 ～

Keyword ： LCA、カーボンフットプリント、スコープ3

■研究シーズの目指すところ

ライフサイクル評価による環境負荷の見える化手法を研究している。ライフサイクルとは、採掘、素材・部品・製品製造、消費、廃棄・再生利用、さらに各工程間の輸送を含む。これら全工程からの CO_2 排出量を評価することで、半導体に関わる産業のカーボンニュートラル対策を検討する。基本的手法は LCA(ライフサイクルアセスメント)であるが、その応用に、カーボンフットプリント(CFP)、組織の GHG(温室効果ガス)排出量、サプライチェーン排出量(スコープ3)がある。さらに、CO_2 以外の環境負荷として、環境フットプリント(水、資源など)も研究対象である。

また、情報システムを用いて物質のトレーサビリティを確保する手法についても研究課題としている。その仕組みを用いることで、サプライチェーン管理と環境評価、さらに最適化などが可能となる。

■研究シーズの特徴

サプライチェーンを通じて発生する環境負荷の最小化を検討する研究である。動脈のみならず静脈、つまり工程廃棄物や使用後製品のリユース、リサイクルを対象とした評価も重要な研究対象としている。

サプライチェーンを通じたデータ管理とそれを用いた最適化について、情報工学を専門する研究者と連携して検討している。

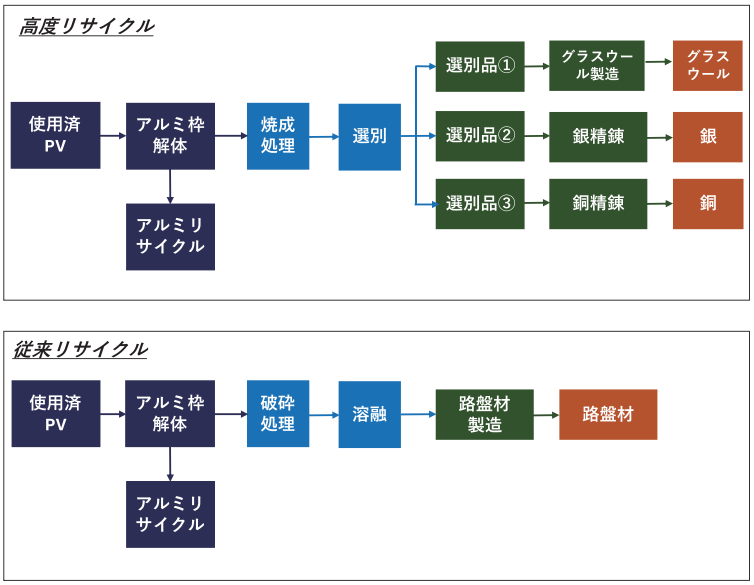


図. 太陽光パネルリサイクルの評価例

■期待される活用シーン

●背景(課題)

サプライヤーに対する脱炭素の要請は日増しに大きくなっており、まず見える化、次いで最小化の対策を講じることは企業の競争力確保に必須である。近年 ESG 投資、中でもグリーン投資が拡大しており、非財務情報開示への要請は大きい。

●応用展開可能性

欧州では、デジタル製品パスポート(DPP)が車載電池から開始される動きがある。いずれ他製品にも拡大すると予想され、日本でも対応が急がれている。日本版 DPP として応用展開可能な研究である。

■想定される共同研究先

・半導体メーカー
・半導体利用製品メーカー
・リサイクル事業者
・システムインテグレーター

■研究者情報

北九州市立大学
環境技術研究所
松本 亨 教授



研究領域：
資源循環、エネルギー管理

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先	巻末記載の大学窓口、または 右の HP から直接松本教授まで

28

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

熱と流れの最適化による半導体冷却デバイスの高性能化技術

～ パワーエレクトロニクス技術の進展を支える半導体用冷却デバイスの開発 ～

Keyword ： **electronics cooling, liquid cooling, boiling cooling**

■研究シーズの目指すところ

パワーエレクトロニクス技術の進展に伴い、パワー半導体デバイスを含む電子機器の大出力化やコンパクト化が進むことが予想される。電子機器で消費される電力は熱に変換されるため、半導体素子などを適切な温度範囲で作動させ、信頼性を確保するためには、高熱流束(単位面積当たりの徐熱量、W/m^2)の冷却技術が不可欠である。本研究室では、宇宙応用を含めた各種高熱流束冷却技術に関する以下の研究課題に取り組んでいる。

（1）水冷ピンフィンヒートシンクの多目的最適化
（2）液冷コールドプレートの高性能化
（3）ミニチャンネル内強制流動沸騰
（4）微小重力下における沸騰二相流

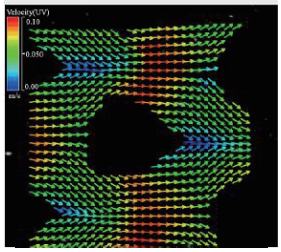
■研究シーズの特徴

本研究室では、物理現象の実験的解明とそれを基本とした各種応用技術に関する研究課題に取り組んでいる。主な研究例は以下のとおりである。

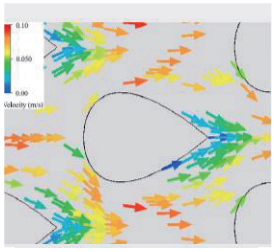
（1）作動流体の流れ可視化実験と熱流体コンピュータシミュレーションの両方を活用した冷却デバイスの最適化
（2）伝熱性能と流動性能の両方を目的関数とした冷却デバイスの多目的最適設計
（3）宇宙用を含む各種電子機器に適用可能な高熱流束冷却技術の確立を目標とした表面張力支配の流れ場(微小重力場、ミニチャンネル)における強制流動沸騰の解明



翼型ピンフィンヒートシンク外観



PIV 可視化実験



CFD 解析

図. 翼型ピンフィンヒートシンク

■期待される活用シーン

●背景(課題)

電動モビリティ、太陽光・風力発電などの大電力パワーエレクトロニクス機器、高性能計算機サーバ、宇宙用電子機器など、各種の電子機器の急速な性能向上を実現するためには、半導体素子の正常作動と信頼性確保が重要であり、狭隘空間での高熱流束冷却技術の高性能化が不可欠になっている。

●応用展開可能性

・自動車・船舶・航空機などの電動モビリティ
・太陽光、風力などの再エネ発電装置、および時間変動発電装置の調整力(蓄電装置など)を含む大規模電力マネジメントシステム
・宇宙用を含む各種パワーエレクトロニクス機器
・データセンターなどの高性能計算機サーバ

■想定される共同研究先

・パワーエレクトロニクス機器製造メーカー
・各種電動輸送機器製造メーカー
・太陽光・風力などの再エネ発電関連企業
・パワーデバイス製造メーカー
・人工衛星などの宇宙機製造メーカー
・データセンターなどの大型計算機システム製造メーカー

お問い合わせ先　巻末記載の大学窓口まで

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
井上 浩一 教授

研究領域:
熱流体工学、伝熱工学



研究者 HP はこちら ⇒

29

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

1/1000 に小型・低コスト化：電力用インテリジェント電流センサ

～ コンディションモニタリング用超軽量・小型・低コスト電流センサ ～

Keyword ： **超小型電流センサ、ロゴスキーコイル、IGBT モジュール、パワーエレクトロニクス**

■研究シーズの目指すところ

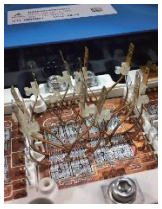
IoT プラットフォームが企業内や工場、交通インフラなどで導入され、膨大なデータをリアルタイムに収集するインフラが整い、AIを使って機器の劣化監視ができるようになった。例えば鉄道のホームドアの故障が社会へ与える影響は大きいため、ホームドアを動かすモータの劣化を監視すれば、モータの故障をあらかじめ予想して対処することができるようになる。この例ように、今後は安全・安心のため莫大な数の小型のモータや電動アクチュエータへの劣化監視機能の導入が見込まれる。このような需要に対して、モータやアクチュエータの駆動電流を計測する安価で超小型なモニタリング（観測・計測）環境を提供し、社会の安全・安心に貢献したい。





・様々な形・大きさに応用可能
・センサの使い捨て利用
・装置やシステムへの組込み利用







■研究シーズの特徴

プリント基板上への集積化と信号処理 IC 技術とが融合した、新しい概念の電流センサを開発した。特殊なプリントパターンと独自の信号処理技術で1000分の1に小型化・低コスト化を実現。1A 以下～1000A 以上までの広い電流範囲と DC から 100MHz までの周波数レンジをカバー可能。電気自動車や太陽光発電などに使われるパワー半導体や、サーバー用スイッチング電源のプリント基板上に集積化するなど様々なパワーエレクトロニクス機器への応用が期待される。ソフトウエア上でのアルゴリズム開発により、電流検出だけではなく故障診断などの機能を付加できることも特長である。

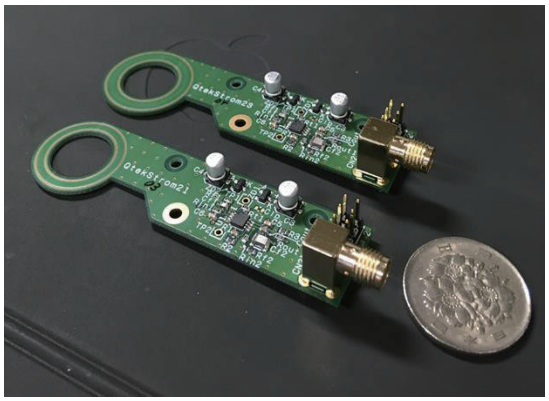


図. 最新の超小型アンプ搭載電流センサ

■期待される活用シーン

●背景（課題）

生活の安全性、利便性の向上のために使われているモータへの劣化監視モニタリングシステムの導入が望まれているが、コストとサイズの問題から莫大な数の小型モータへは導入されていない。

●応用展開可能性

- **パワーコンディショナ**
- **電気自動車・ハイブリッド自動車**
- **ICT 用サーバー、鉄道車両用電源など**
  - -ポリイミド材料で 250℃の高温利用
  - -マイクロコネクタで測定用アンプと脱着可能
  - -装置やシステムへの組込み、使い捨て利用

■想定される共同研究先

IoT サービスを展開している企業、工場エンジニアリング会社、モータメーカーや電装部品メーカーなど IoT インフラを扱える企業、計測器メーカー、ビルや鉄道自動ドアメンテナンス企業、他

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
大村 一郎 教授



研究領域：
パワー半導体

お問い合わせ先	巻末記載の大学窓口、または直接大村教授まで

研究者 HP はこちら ⇒

30

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

FPGA による電動機駆動制御開発環境の開発

～ 高効率高精度速度制御 ～

Keyword ： PMSM、FPGA、エンコーダレス

■研究シーズの目指すところ

電力用半導体素子の高耐圧・高速化に伴い、商用電源や直流電源から任意の交流出力波形を、電力用半導体を用いたスイッチングで実現するインバータ制御にも、高機能化・高性能な制御が要求される。一方、主な制御対象である電動機は、複数固定子巻線や多重化など、新たな構造を持つものが考案されつつある。このような、電動機の制御を実現するためには、複雑化する制御理論や増加する電力用半導体素子を高速・高精度に制御する電力変換器制御系を構築する必要がある。

ここでは、電動機の高精度実時間実行モデルを含めた制御開発環境を構築するため、CPU 回路を内蔵する多機能 FPGA(Field Programmable Gate Array)を使用し、同一チップに電動機制御系のゲートパルスレベルでの実時間実行モデルを融合させることで、制御開発時間の効率化や高機能化を迅速に行えるハードウェア/ソフトウェア融合制御系の実現を目指している。

■研究シーズの特徴

高機能 FPGA を用いて制御系を構築するため、インバータ出力や測定電流数に対しても柔軟な設計が行える上、開発環境を FPGA のハードウェア部を高位合成(High Level Synthesis : HLS)で作成、ユーザーインターフェイスはチップ内蔵の CPU を用いて実現しているため、短期間で実装が可能となり、柔軟な制御系の構築を開発環境を含めて実現することに特徴がある。

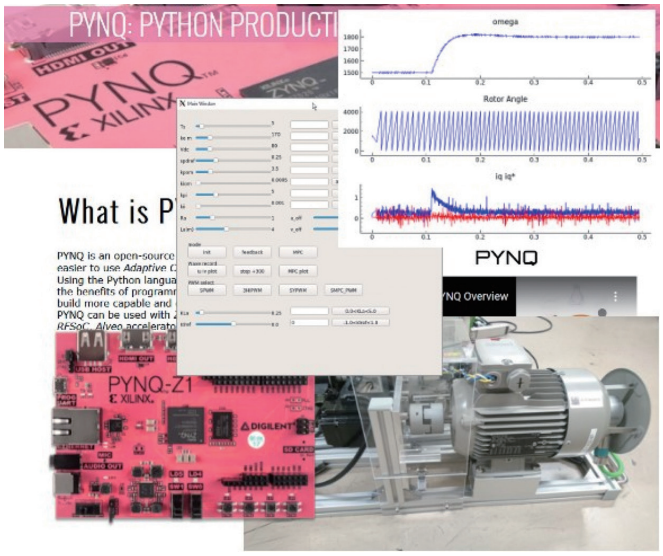


図. 開発環境イメージ

■期待される活用シーン

●背景(課題)

電動機駆動制御が必要な装置の開発に使用が期待される。課題として検出信号によってインターフェイス部の構築が必要となる。制御系が複雑になれば FPGA 容量の制限が出てくる可能性もある。

●応用展開可能性

自動車機器・産業用機器・家電など様々な装置がインバーターやコンバーターを用いているため、高機能化を実現するために迅速なプロトタイプの構築が必要な分野への応用の可能性がある。

■想定される共同研究先

・電機関連企業
・自動車関連企業

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
花本 剛士 教授



研究領域:
パワーエレクトロニクス

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

31

技術分野 材 **設** ウ パ 実 検 信 再 制 他

無線通信用マイクロ波・ミリ波集積回路設計技術

Keyword ： **Power Amplifier, Oscillator, Switch, Mixer**

■研究シーズの目指すところ

マイクロ波やミリ波を使用する無線通信の伝送速度向上と低消費電力化(高効率化)のため、Si や化合物半導体を用いて、各種回路の高性能化を推進しています。

具体的には、

1）高出力・高線形・高効率 Power Amplifier IC
2）広帯域・低位相雑音・低消費電力 Voltage Controlled Oscillator IC
3）低雑音・高線形・低消費電力 Low Noise Amplifier
4）高線形・低消費電力 Switch IC
5）高線形・低消費電力 Mixer IC

を実現するため、集積回路の設計技術を研究しています。動作周波数は主に、2GHz～100GHz を扱っています。

■研究シーズの特徴

従来、Power Amplifier の線形性と効率はトレードオフでした。この課題を克服するため、新しいバイアス回路と負荷回路を提案し、チップ試作と測定により、それらの有効性を確認しました。このバイアス回路は Power Amplifier への入力パワーに応じて、増幅用 MOSFET のバイアス電流を適応的に制御する回路で、線形性と効率を同時に改善します。試作チップは、25GHz において、線形出力＝21dBm、効率＝42.5%を達成しました。

また、このバイアス回路の考え方は、Voltage Controlled Oscillator 、 Low Noise Amplifier や Mixer にも応用し、低消費電力化を実現しています。

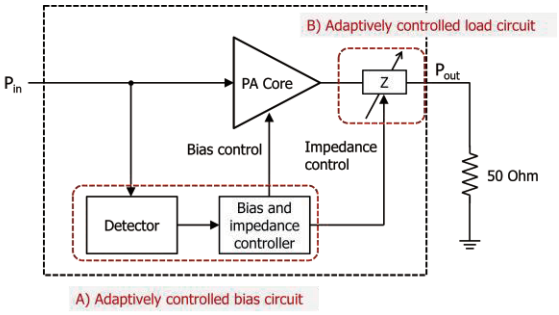


図. Power Amplifier のアーキテクチャ

■期待される活用シーン

●背景(課題)

5G では、256QAM 等のピークファクタが高い変調信号が用いられています。無線機には、この信号を高線形・低消費電力で変調・復調することが求められています。そのため、Power Amplifier には高い線形性と効率が求められます。

●応用展開可能性

将来の 6G や WLAN には、さらに高い伝送速度と低消費電力化が求められます。伝送速度向上のため、100GHz 以上の周波数の使用が検討されており、当研究室で研究している回路技術を応用できると考えています。

■想定される共同研究先

・通信機メーカー

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
吉増 敏彦 教授

研究領域：
RFIC



研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

32

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

最適設計によるものづくりの革新

～ 設計者の思考力の限界を超えた最適解の創造 ～

Keyword ： **最適設計、構造最適化、電磁デバイス、自動車部品**

■研究シーズの目指すところ

最適設計とは、簡単に言えば、設計における可変因子である設計変数、最大化すべき性能指標に対応する目的関数、満たすべき制約条件、の3者を数学的に明らかにし、制約条件を満足しつつ目的関数を最大化する設計解、すなわち最適解を数理的根拠に基づいて得る試みです。企業間における競争の激しい今日、設計者の勘や経験ではなく、数理的根拠に基づいて合理的に最適解を得る最適設計は、ものづくりに革新をもたらす可能性を秘めています。特に、各種機能構造物の設計においては、設計自由度の高さから、最適設計によって設計者の思考力の限界を超えたユニークな最適構造が得られることが明らかになりつつあります。我々の研究グループでは最適設計を中心的研究テーマとして捉え、これに関する基礎的研究と、電磁デバイスや自動車部品などを対象とした広い意味での工学応用研究に取り組んでいます。

■研究シーズの特徴

最適設計の特徴は、その応用対象が広範であることです。我々の研究グループでは、様々な荷重を剛に支える軽量高剛性構造物や、伝熱効率の高い放熱器、エネルギー生成効率の高い2次蓄電池の電解液流路、トルク出力の高い永久磁石同期モーターなど、様々な機能構造物の最適設計に取り組んでいます。右図はノイズフィルタと呼ばれる電磁デバイスの一種で、電気系における高周波ノイズを除去するために用いられます。ノイズフィルタの導体レイアウト設計は、熟練の設計者にとっても困難ですが、我々のグループでは、最適設計により半自動的に最適な導体レイアウトを得ることに成功しました。

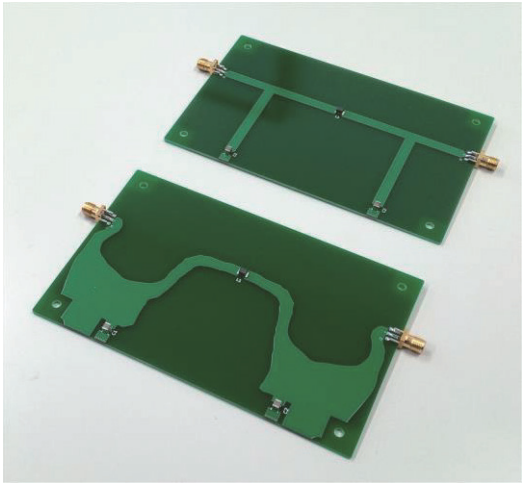


図. 導体レイアウトの最適設計
（手前：最適なレイアウト
奥：一般的レイアウト）

■期待される活用シーン

●背景（課題）

最適設計は、最適化問題として定式化された段階で純粋に数学的な形式に落とし込まれます。それ以降の最適解の求解は各種数理計画法によって行われます。この数学を基盤とした抽象性の高さが、最適設計の応用範囲の広さの背景にあります。

●応用展開可能性

先に述べたように、最適設計は応用範囲が広く、電磁デバイスや自動車部品など、様々な機能部品を対象とした製品設計において活用されると期待されます。

■想定される共同研究先

・電磁デバイスや自動車部品など、各種機能構造物を扱う企業全般

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
山﨑 慎太郎 教授



研究領域：
最適設計

お問い合わせ先 | 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

33

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

「モノ」をつなぐための最適化手法

～ 情報・物流・業務の「つなぎ」方が最適になる ～

Keyword ： 経路問題、最適化手法、整数線形計画法、メタヒューリステイック

■研究シーズの目指すところ

日常社会において、物事を結合する場面は、いたるところで発生する。例えば、移動手段の選定、ネットワークの構築、タスクのスケジューリングなどがあげられる。これらに対し、どのように繋いでいくのかを決定することは必ずしも容易ではない。本研究シーズでは、これらの問題を最適化問題として定式化する。その部分では、どのような制約が存在しているかを抽出し、そのニーズに合うような定式化を行なう。そして、問題が要求している条件に従って、最適化手段の選択を行なう。

■研究シーズの特徴

本研究シーズでは、定式化だけでなく、最適化手法もその状況に応じて、選択できる状況にある。例えば、それほど大きくない問題サイズで、解の質が非常に重要である場合は、整数線形計画法を、逆に解質よりも求解時間が重要である場合は、メタヒューリステイックの利用を検討するなど、柔軟な対応を行なえる。研究者がこれまで行なってきた最適化に対する研究経験が「引き出し」の多さとなっている。

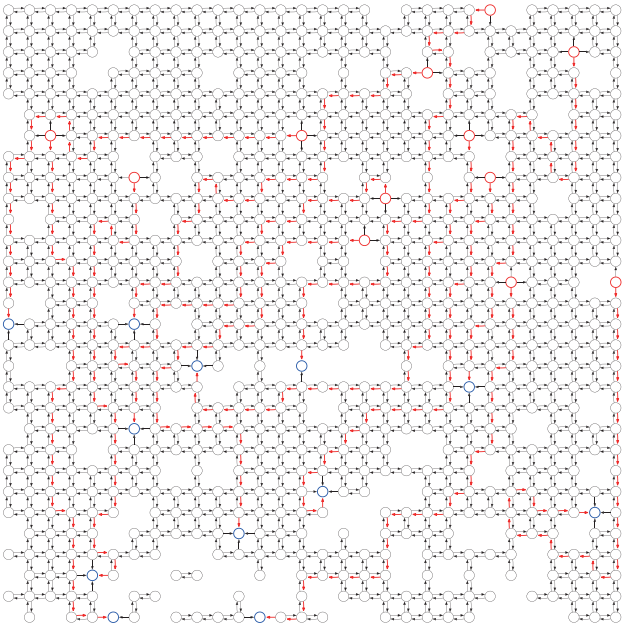


図. 800 点に対する配線問題の例
（赤丸から青丸まで 12 本が長さの差最小化/
通常の PC において 10 分程で完了）

■期待される活用シーン

●背景（課題）

物の結合を検討する場面は様々の状況で多数顕在する。それらに対し、通常の対応は、人手による経験に基づいた手法で行なわれている場合が多い。それらに対し、問題の定式化と解法を提示する。

●応用展開可能性

考えられる応用としては、
・配線経路決定
・配送計画最適化
・シフト決定などのスケジューリング
など幅広く存在する。

■想定される共同研究先

・回路レイアウト設計
・物流
・製造業

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
髙島 康裕 教授



研究領域：
組合せ最適化

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

34

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

グリーンコンピューティングマテリアル AI デバイス

～ 圧倒的高効率な AI 演算素子の確立 ～

Keyword ： ランダムネットワーク、非線形、リザバー演算、マテリアル知能

■研究シーズの目指すところ

ナノマテリアル科学、集積回路と情報科学を融合し、次世代 AI システムのパラダイムシフトを後押ししようと考えています。これまで我々は酸化還元反応を化学ダイナミクスとして導入し、電荷情報を拡張したマテリアルリザバー素子の開発に成功しました。その成果を踏まえ、ナノマテリアルを CMOS 集積回路と接続し、さらに高効率な AI ハードウェアの基盤構築を目指しています。さらに、環境に応じて学習し、個性的な演算をするエッジ端末が支配する高効率 AI システムの世界へと計算パラダイムの遷移を起こし、急激に増大する AI システムの消費電力を極限まで抑え、現行最先端 AI チップ利用時に比べエネルギー効率が圧倒的に高い演算システムへの道筋を日々検討しています。

■研究シーズの特徴

ナノマテリアルのランダムネットワーク構造を制御し、脳型 AI の一種であるリザバー演算システム開発を推進しています。マテリアル中の電荷情報を上手く制御し、先行する CMOS 版 AI ハードウェアとの融合で現行 AI チップの超省エネルギー化を目指します。新原理のマテリアル AI デバイス開発、集積回路化からロボット実装まで一気通貫の研究開発を推進しています。



図. ダイナミクスを利用したランダムネットワークリザバーとその応用

■期待される活用シーン

●背景（課題）

①ナノ材料脳型 AI システムの CMOS 接続による AI デバイスの性能向上
②ナノ構造不揮発性アナログメモリ素子開発
③ニューロモルフィック AI モデル・集積回路開発
④エッジ向けアナログ AI チップのシステム化とロボット応用

●応用展開可能性

・エッジ AI コンピューティング全般
・自動ロボット（把持物体認識、画像認識、音声認識など）

■想定される共同研究先

・電機メーカー
・半導体メーカー（ファウンドリ・デザイン）

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
田中 啓文 教授
ニューロモルフィック AI
ハードウェア研究センター長



研究領域： マテリアル AI 素子

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

35

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

モノの中に組込む脳型計算機システムと多角的応用

～ 回路、理論、応用の分野融合研究でエッジ AI システムの実現を目指す ～

Keyword ： 脳型人工知能、FPGA、ディジタル回路、リザバーコンピューティング、ホームサービスロボット

■研究シーズの目指すところ

未来の脳型計算機システムの実現とロボット応用を目指して

1. ハード、ソフト、ネットワーク融合の新しい計算機アーキテクチャ(回路)
2. ハードウェア化に適した深層学習と脳型人工知能アルゴリズム(理論)
3. ホームサービスロボットなど**“全てのモノ”**へと脳型人工知能を実装(応用)

三本の柱を融合、人工知能を全てのモノへ実装する「**エッジ指向型脳型計算機システム**」の構築と多角的応用を目指します。本研究シーズを通し、自動車やロボットなど日本の基幹産業を支えるエッジ AI システムの実現を目指します。

■研究シーズの特徴

・**回路、理論、応用の分野融合研究**にてエッジ AI システムの実現を目指します。

・**ディジタル回路デザイン(論理回路設計)**を得意とします。FPGA による CNN やリザバーコンピューティング回路実現などの実績があります。

・**応用に力を入れています。**ロボット業界でデファクトスタンダードの Robot Operating System と FPGA の融合や、ロボット、自動運転への応用実績があります。

・**3 分野で世界最高峰の受賞実績。**ISCAS Best Live Demo 賞(回路)、IJCNN Best Paper 賞(理論)、ロボット競技会で 5 度世界大会優勝(応用)、他多数。



図. リザバーチップでのロボット物体認識例

■期待される活用シーン

●背景(課題)

ロボットなどモノの中で動作する AI の実現には小型化、高速化、低消費電力化が必要です。また、応用の側面から理論や回路アーキテクチャへ切り込む研究開発が必要です。ナノ材料研究者との分野を大きく超えたコラボによる新規研究領域の開拓にも力を入れています。

●応用展開可能性

ロボットをはじめとするエッジシステムの高度化、低消費電力化。

これまでの実例： CNN やリザバー、Visual SLAM などの FPGA 実装、異常検知、打音検査、モデル予測制御、画像・音声認識、ホームサービスロボット、産業用ロボット、自動運転への応用。

■想定される共同研究先

・エッジ AI システムの重要性にご共感頂ける AI の回路化や AI 利活用にご興味をお持ちの企業さま

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
田向 権 教授



研究領域：
脳型計算機システム

研究者 HP はこちら ⇒
(tamukoh lab で検索！)

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

36

技術分野 材 **設** ウ パ 実 検 信 再 制 他

次世代脳型 AI モデル・LSI チップ・デバイスを開発

～ 高効率エッジ AI を実現し、AI をより人に近づける ～

Keyword ： **脳型 AI、リザバー計算、集積回路**

■研究シーズの目指すところ

NEDO 委託事業「高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発」での活動を中心に、プロジェクトに関わる企業・大学と連携して、エッジ AI 向け超低消費電力ハードウェアの開発と、そのベースとなる AI 処理モデルおよびそれを用いた各種応用展開を研究しています。現行の深層学習をベースとする人工知能技術は、大量のデータを用いて、大量のハードウェアリソースにより学習し、高精度な知的情報処理を実現しています。しかし、現実の社会現場ではデータもリソースも不十分な場合が多く、現行 AI の性能が十分発揮できないことがあります。一方、AI の学習処理は通常主にクラウドで行われますが、近年エッジ処理の重要性が認識され、エッジ AI 技術が盛んに開発されています。私たちのグループではそのような状況の下、少ないデータ量と限られたハードウェアリソースでも高度な知的処理を可能とする AI 処理モデルと、その集積回路実装（FPGA・ASIC）をデバイス技術を含めて開発し、各種応用展開を図り、社会実装を進めることを目標にしています。

■研究シーズの特徴

多量のデータ/ハードウェアリソースを必要としない AI 処理モデルとして、リザバー計算モデルを採用します。これは単純な再帰型ニューラルネットワークですが、非線形処理と過去の履歴を利用する時系列情報処理で、優れた性能を発揮するモデルです。それを実行するハードウェアとして、開発期間が短く再構成可能なディジタル集積回路（FPGA）で実装するとともに、超低消費電力動作が可能な、時間領域アナログ方式の専用集積回路（ASIC）を開発しています。フラッシュメモリー混載の CMOS 技術により、成熟した製造技術を用いて安価なハードウェアを市場に供給できるように開発を進めています。

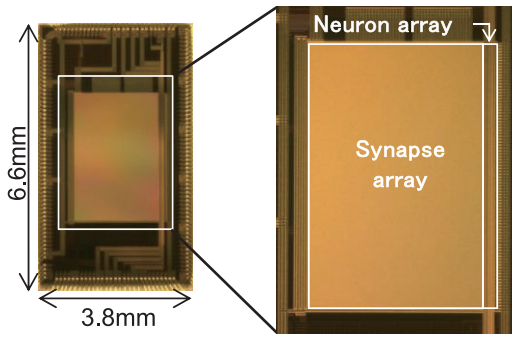


図. CMOS 技術で設計・試作したリザバーチップ

■期待される活用シーン

●背景（課題）

工場や配送センター、介護施設などの、自律ロボットにより省力化・効率化が期待できる現場や、IoT のためのエッジ AI 処理を組み込みたい現場において、高度な知識無しに、安価な専用ハードウェアを設置するだけで課題解決を図る需要に対応したい。

●応用展開可能性

介護用・監視用・家庭用サービスロボット、工場内搬送ロボット、ドローンなどの自律走行機械の知的ナビゲーション装置、IoT 機器の信号処理部、環境モニタリング装置、異常検知装置、など。

■想定される共同研究先

・ロボット・ドローン等の製造メーカー・応用企業
・AI 関連情報処理企業
・IoT 関連企業
・半導体集積回路設計・製造メーカー

■研究者情報

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
森江 隆 特任教授



研究領域：
脳型集積システム

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

37

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

可逆な自動化(リバーシブルオートメーション)

～ 移設可能なロボット運用技術 ～

Keyword ： **産業用ロボットの移設、センサーシステム、ロボットデバイスの無線化**

■研究シーズの目指すところ

中小企業の生産現場の自動化には、初期導入費だけでなく、自動機の動力費・消耗品の交換・調整などのメンテナンス費、操作者の人件費と教育費などが必要です。さらに、多品種生産工程では、生産品種変更のための工程変更の生産停止期間と調整工数への配慮が必要です。これらの状況から、多品種製造工程の自動化には、工程変更にかかる費用と工数の圧縮が重要です。また、中長期的には、人手による作業から自動化へのシームレスな移行が望まれます。そこで、工程に応じて作業者と自動機の速やかな置換が可能な可逆性のある自動化、リバーシブル・オートメーション(RA：reversible automation)を提案しています。

RA では、配置変更後の速やかな再調整機能や環境変化に適応する機能を有するロボットが必要です。また、そのロボットには安全柵を必要としない安全性が求められます。他にも、コンパクトであること、異常停止から迅速に再起動できること、可能な限りケーブルが少ないことなどが重要です。

■研究シーズの特徴

RA の移設容易性によって、ロボット導入の事前検討も容易になりますので、初期導入工数と費用の低減が可能です。また、従業員の業務形態や従業時間の変動に合わせた自動機の配置換えが可能になることから、事業継続性の向上にも貢献します。そして、RA に関する技術の洗練は、自動機の導入期間短縮など、大量生産や省人化などの他の自動化方策にも有用です。

一方で、RA の視点から新規に開発しなければならない技術要素がいくつあります。特に重要な、協働ロボット、グリッパ、三次元計測、動作計画、リスクアセスメントなどに焦点を当てて研究をしています。

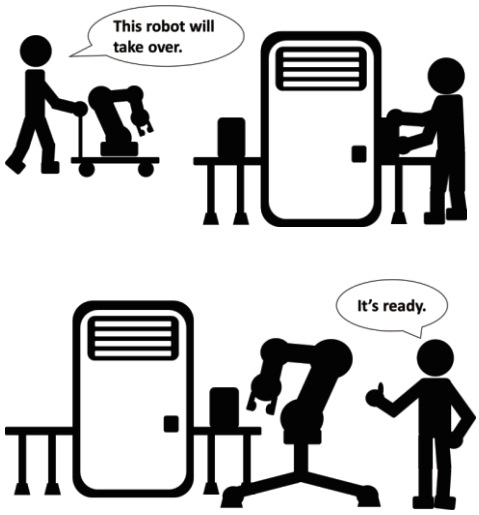


図. 可逆な自動化で人とロボットが交代勤務

■期待される活用シーン

●背景(課題)

人手不足や事業継続のために自動化を検討している中小企業でロボット導入を計画しても、導入コストやランニングコストの見積もりが膨大になり、利益の見込みが立たない場合は多くあります。恒久的な自動化が困難な製造現場は数多くあります。

●応用展開可能性

移動・移設が簡単なロボットシステムによって、作業の一部や一定時間の「スポット自動化」が可能になれば、従業員の疾病対策や、夜間の生産継続が可能になります。そして、生産のレジリエンスが飛躍的に向上します。

■想定される共同研究先

・ロボットシステムインテグレーター
・ロボットメーカー
・製造を実施している中小企業
・ロボット DX を推進する製造メーカー

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
西田 健 教授



研究領域：
制御・ロボティクス・計測

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

研究者 HP はこちら ⇒

38

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

宇宙向け高性能・長寿命の機械学習・画像処理・信号処理システム

～ FPGA ロジックとソフトウェアのオンラインアップデートを可能に ～

Keyword ： **衛星向け、月・火星探査向け、深宇宙向け、生産性向上、アップデート機能**

■研究シーズの目指すところ

本研究シーズは、宇宙で長期間のミッションを行う場合に、随時、機能のアップデートを行えるようなシステムを提案する。また、プログラミング言語として、C 言語よりも平易な、ウェブアプリケーションや IoT の開発にも長けた高級言語を採用することで、高い生産性を実現する。さらに、近年の宇宙向けシステムに求められる高度な機械学習・画像処理・信号処理を行える。

地上では高速インターネット通信を前提とできるが、宇宙ではそうではない。本技術シーズは、ネットワークが途絶しうる環境での利用を想定している。

宇宙での高度な機能性を実現するために、FPGA を採用するケースも増えている。しかし、TSMC の熊本進出以来、半導体産業が急速に活況づき、新興の宇宙機器産業が FPGA ロジックを設計できる半導体技術者の採用が難しくなった。本技術シーズは、アプリケーションを実現する FPGA ロジックを直接設計するのではなく、ソフトウェアとして開発することで、この問題も解決する。

■研究シーズの特徴

本研究シーズは次の特徴を持つ

- 長期間の宇宙ミッションをこなせるように、随時、機能のアップデートを行える
- C 言語よりも平易な、ウェブアプリケーションや IoT の開発にも長けた高級言語を採用している
- 高度な機械学習・画像処理・信号処理を行える
- ネットワークが途絶しうる環境下でも使える
- アプリケーションを実現する FPGA ロジックを直接設計しない

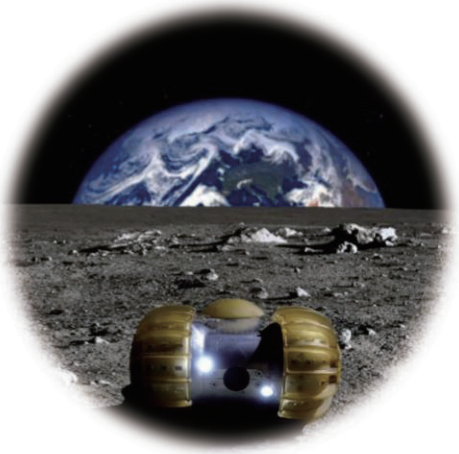


図. 月面探査車 YAOKI

■期待される活用シーン

●背景（課題）

次のような企業で活用できる

- 宇宙機器産業である／宇宙機器産業への進出を考えている
- 長期宇宙ミッションを行うような宇宙機器を開発したい
- システム生産性の向上を図りたい

●応用展開可能性

次のような応用展開可能性がある

- 高度な機械学習・画像処理・信号処理
- ネットワーク途絶環境への応用
- 分散処理

■想定される共同研究先

- 宇宙機器産業
- その中でも特に防災応用

■研究者情報

北九州市立大学
国際環境工学部
山崎 進 准教授



研究領域：
ソフトウェア／論理回路設計

研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先 巻末記載の大学窓口まで

39

技術分野 材 設 ウ パ 実 検 信 再 制 他

オープンソースキャラクタライザ

～ タイミングライブラリを自動生成しカスタムセルの自動配置配線への利用を実現 ～

Keyword ： **キャラクタライザ、タイミングライブラリ、Liberty**

■研究シーズの目指すところ

大規模デジタル回路の自動配置配線およびタイミング解析（シミュレーション、静的遅延解析）において、あらかじめ抽出したスタンダードセルの遅延情報のライブラリ（タイミングライブラリ）が必要である。キャラクタライザはこのような遅延情報の抽出を実現する EDA の一つであるが、商用のキャラクタライザは高価である一方で、人手による代替実装は工数が多く非現実的である。本研究ではオープンソースのキャラクタライズを開発しフリーSPICE シミュレータを活用することで、**非商用 EDA 環境におけるタイミングライブラリの自動生成を可能にする。**特定の論理関数を持つスタンダードセルが回路性能を向上させることがわかっていても、そのタイミング抽出の困難さからカスタムセルの自動配置配線への適用が困難であった。提案するオープンソースキャラクタライザは**業界標準である Liberty フォーマット（.lib）を生成**し、商用・非商用を問わずカスタムセルの自動配置配線への応用を容易にする。

■研究シーズの特徴

論理合成、配置配線、静的遅延解析などはオープンでメジャーなフリーEDA が多数使われているが、キャラクタライザについては決定的なフリーEDA が存在しない。既存のオープンソースキャラクタライザはフリップフロップをサポートしていない。本キャラクタライザは非同期セット・リセットを持つフリップフロップのタイミングライブラリの生成をサポートする。また多電源化、双方向セル、IO セルなどのタイミングライブラリ抽出についても今後実装していく。

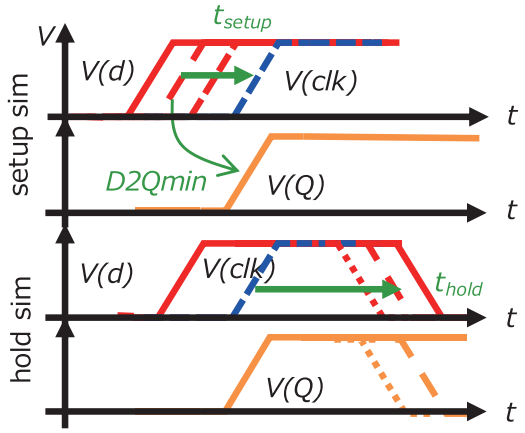


図. フリップフロップのキャラクタライズ例。対象となるセルの入力波形の生成と、出力波形の読み取り、ライブラリ生成を自動で行う。

■期待される活用シーン

●背景（課題）

・フリーEDA による集積回路設計を実施したい
・独自のカスタムセルを配置配線に利用したい

●応用展開可能性

・メモリ（SRAM、DRAM）のタイミング情報抽出
・統計的タイミングモデル（LVF）抽出

■想定される共同研究先

・ご興味のある方はどなたでも

■研究者情報

早稲田大学
大学院情報生産システム研究科
西澤 真一 講師

研究領域：
電子デバイス



研究者 HP はこちら ⇒

お問い合わせ先	巻末記載の大学窓口、または直接西澤講師まで

お問い合わせ先

各ページに特に記載のない限り、本シーズ集掲載の研究者へのお問い合わせは、以下の各大学窓口までお願いいたします。 ※e-mail のアドレスは、(at)を@に変更してください。

＜北九州市立大学＞
北九州市立大学 ひびきのキャンパス
企画管理課 企画・研究支援係 担当：有薗
TEL:093-695-3367
e-mail:k-arizono(at)kitakyu-u.ac.jp

＜九州工業大学＞
九州工業大学 先端研究・社会連携本部
産学イノベーションセンター 担当：大庭
TEL：093-884-3485
e-mail：office(at)ccr.kyutech.ac.jp

＜早稲田大学＞
早稲田大学 大学院 情報生産システム研究科
研究科事務室 担当：大川内・池田
TEL：093-692-5017
e-mail：koho-ips(at)list.waseda.jp

また、本シーズ集全体に関するお問い合わせは、公益財団法人北九州産業学術推進機構＜FAIS＞半導体産業支援センターまでお願いいたします。

公益財団法人北九州産業学術推進機構＜FAIS＞
半導体産業支援センター 担当：原田・川崎
TEL：093-695-3007
e-mail：ksnet(at)ksrp.or.jp

謝辞

本シーズ集をまとめるにあたり、各大学の研究者や関連部門の方々など、多くのみなさまにご協力いただきました。ご協力をいただきましたみなさまに厚く御礼申し上げます。

Ver.2 発刊にあたって

2024 年 4 月から着任された研究者 3 名分を追加しました。(No.5・21・22)

2024 年 6 月

北九州半導体ネットワーク 北九州市産業経済局未来産業推進課
公益財団法人北九州産業学術推進機構＜FAIS＞

北九州学術研究都市へのアクセス

【公共交通機関をご利用の場合】

JR 折尾駅から
折尾駅バス停
市営バス・西鉄バス
（所要時間約 20 分）

北九州空港から
北九州空港
バス乗り場
西鉄エアポートバス（学研都市ひびきの行）
（所要時間約 80 分）

学研都市ひびきのバス停

【車でお越しの場合】

福岡方面から
九州道
八幡 IC
北九州都市高速
黒崎出入り口
（折尾・中間方面）
一般道
（約 20 分）

門司・小倉方面から
北九州都市高速
大谷 JCT を
東田方面へ
東田出入り口を降りずに
黒崎バイパスへ
黒崎バイパス
皇后崎ランプ
一般道
（約 15 分）

国道 3 号線
黒崎バイパス
春の町ランプ

北九州学術研究都市

北九州学術研究都市のキャンパスマップ



北九州半導体ネットワーク　概要

1.目的

北九州市域の半導体関連産業振興のため、国・県と連携しながら、参加企業の取引き拡大や人材育成・確保などにつながる取組みを進め、本市域の半導体関連産業の活性化を図る。

2.設立日

令和4年7月20日

3.参加企業

会員:46 社　賛助会員:18 社１団体（令和６年３月時点）

4.オブザーバー

九州経済産業局、福岡県、(一社)九州半導体・デジタルイノベーション協議会、北九州商工会議所、北九州市立大学、九州工業大学、早稲田大学、西日本工業大学、九州職業能力開発大学校、北九州工業高等専門学校

事業の三本柱

半導体関連産業の人材育成・人材確保	販路の開拓や企業間交流の促進	技術・研究開発の支援
・即戦力人材や学生へのマッチング機会の促進 ・半導体を一から学べる基礎教育の提供	・顧客となる半導体メーカーへのマッチング機会の創出 ・企業間の交流促進や各種情報提供	・大学との産学連携や企業間連携の支援 ・半導体関連開発に関する補助金の紹介

高度人材供給	地元企業のビジネス拡大	地元大学の活性化
地元企業技術者の人材育成	北九州市域のアピール	外部資金の調達

北九州市域における半導体関連産業の活性化

・地元半導体関連企業の高度化・活性化
・半導体関連企業・研究機関の誘致
・新規雇用の創出

KITAKYUSHU SEMICONDUCTOR NETWORK

会費無料

会合開催

参加企業募集

北九州半導体ネットワーク

実務者レベルの意見交換・情報共有の場としています。
皆様で北九州市域の半導体産業を盛り上げていきましょう!!!

情報共有	大学企業連携	人材育成
人材確保	販路開拓	研究開発

申し込み先

公益財団法人北九州産業学術推進機構 [FAIS]
半導体産業支援センター

TEL 093−695−3007　email ksnet@ksrp.or.jp
URL https://www.ksrp.or.jp/support/semicon.html

お問い合わせ

[事務局]　北九州市産業経済局未来産業推進課　TEL 093-582-2905
公益財団法人北九州産業学術推進機構 [FAIS]　TEL 093-695-3007