岡山県立大学

研究・社会貢献シーズ

（情報工学部）

公立大学法人
岡山県立大学
OKAYAMA PREFECTURAL UNIVERSITY

目　　次

タイトル	著者	頁
無線LANのアクセス方式に関する研究	情報工学部　情報通信工学科　稲井 寛	1
高周波アナログ集積回路の研究	情報工学部　情報通信工学科　伊藤 信之	2
岡山県立大学協力会	情報工学部　情報通信工学科　伊藤 信之 （岡山県立大学協力会 副会長）	4
メタ・ヒューリスティック解法を用いた最適化計画	情報工学部　情報通信工学科　金川 明弘	6
磁性体を含む電磁メタマテリアルに関する研究	情報工学部　情報通信工学科　大久保 賢祐	8
無線LANプロトコルの性能評価法、改善法の提案と開発	情報工学部　情報通信工学科　榊原 勝己	10
計算機マテリアルデザイン	情報工学部　情報通信工学科　末岡 浩治	12
目立ち度の見える化と注視誘導技術	情報工学部　情報通信工学科　滝本 裕則	14
基盤ソフトウェアを応用したセキュリティ向上技術の研究	情報工学部　情報通信工学科　佐藤 将也	16
機械学習・インフォマティクスの材料科学分野への応用	情報工学部　情報通信工学科　野田 祐輔	18
周期構造による電磁波散乱の解析算法と光波・電磁波現象の解明に関する研究	情報工学部　情報通信工学科　若林 秀昭	20
２次元微小共振器半導体レーザに関する研究	情報工学部　情報通信工学科　福嶋 丈浩	22
ポスト壁導波路を用いたマイクロ波照射構造	情報工学部　情報通信工学科　岸原 充佳	24
音響メタマテリアルを用いた音波制御技術	情報工学部　情報通信工学科　坂口 浩一郎	26
ディジタル集積回路を用いた信号処理に関する研究	情報工学部　情報通信工学科　小椋 清孝	28
広帯域ディジタル無線通信の基盤技術・通信方式に関する研究など	情報工学部　情報通信工学科　荒井 剛	30

タイトル	著者	頁
ものづくりを支援する数値解析法に関する研究	情報工学部　情報システム工学科　尾崎 公一	32
知識・情報を活用した設計・生産支援技術	情報工学部　情報システム工学科　妻屋 彰	34
バナッハ空間の幾何学的構造の研究とその応用	情報工学部　情報システム工学科　三谷 健一	36
劣駆動ロボットの制御系の設計・解析	情報工学部　情報システム工学科　忻 欣、山崎 大河	38
省電力インテリジェント組込みシステム	情報工学部　情報システム工学科　有本 和民	40
人を引き込む身体的インタラクション・コミュニケーション技術	情報工学部　情報システム工学科　渡辺 富夫、石井裕、デザイン学部　ビジュアルデザイン学科　西田 麻希子、保健福祉学部　看護学科　高林 範子、情報工学部　人間情報工学科　佐藤 洋一郎、伊藤 照明	42
データ分析を通じたソフトウェア開発の改善支援	情報工学部　情報システム工学科　天嵜 聡介	44
ユーザーデータの感情推定および評判分析	情報工学部　情報システム工学科　但馬 康宏	46
自己像提示による身体的アバタコミュニケーションシステム	情報工学部　情報システム工学科　石井 裕	48
変圧器励磁突入電流の簡易解析方法に関する研究	情報工学部　情報システム工学科　徳永 義孝	50
符号と格子から得られるデザインの対称性の研究	情報工学部　情報システム工学科　中空 大幸	52
生体やロボットの運動制御メカニズムの研究	情報工学部　情報システム工学科　山崎 大河、忻 欣	54
形式手法を用いたソフトウェアのQA/QCプロセスの効率化	情報工学部　情報システム工学科　横川 智教	56
構造材料の強度向上手法の開発	情報工学部　情報システム工学科　福田 忠生	58
炭素繊維強化熱可塑性プラスチックの修復・接合に関する研究	情報工学部　情報システム工学科　金崎 真人	60
使用価値を実現する設計プロセスの管理技術	情報工学部　情報システム工学科　筒井 優介	62
数値シミュレーション分野へのAI技術の応用	情報工学部　情報システム工学科　芝 世弐	64

タイトル	著者	頁
熱エネルギー輸送技術の高効率化に関する研究	情報工学部　人間情報工学科　春木 直人	66
聴力低下を伴う高齢者のための危険警報音の伝達システムに関する研究	情報工学部　人間情報工学科　穂苅 真樹	68
人間の心身最適化のための行動生理情報解析	情報工学部　人間情報工学科　綾部 誠也	70
人々の生活をサポートするデザインを科学する -人間の特性と科学的根拠に基づいて-	情報工学部　人間情報工学科　齋藤 誠二	72
かかわりを感じさせるインタフェース	情報工学部　人間情報工学科　伊藤 照明、大山 剛史	74
画像情報に基づく解析応用に関する研究	情報工学部　人間情報工学科　山内 仁	76
高速・低消費電力を指向した回路設計および画像処理による物体検出	情報工学部　人間情報工学科　佐藤 洋一郎	78
感性情報工学に基づく快適なユーザインタフェースの開発	情報工学部　人間情報工学科　大山 剛史、伊藤 照明	80
人体-乗り物系の理論モデルと振動低減に関する研究	情報工学部　人間情報工学科　大田 慎一郎	82
日常生活における触覚情報を活用したヒトの動作向上について	情報工学部　人間情報工学科　大下 和茂	84
経済統計の作成・分析・利活用について	情報工学部　人間情報工学科　渡邉 淳司	86
手術支援システムおよびVRシステムの開発	情報工学部　人間情報工学科　小枝 正直	88
圧電素子を用いたトリアージ補助デバイスの開発	情報工学部　人間情報工学科　吉田 智哉	90
ロボットの挨拶による身体的インタラクションに関する研究	情報工学部　人間情報工学科　太田 俊介	92

無線LANのアクセス方式に関する研究

情報工学部　情報通信工学科　稲井 寛

１　研究内容

無線 LAN では単一の通信チャネルに複数の端末がアクセスするため、パケット同士の衝突が発生して、所望の通信速度が得られない場合がある。そこで、従来のアクセス方式を改良し、パケット衝突の割合を減らして、スループットを実現する方式について検討している。また、チャネル状態およびトラヒック量に応じて最適な伝送速度を選択する方式、複数のエリアを中継するノードにおける宛先選択方式、隠れ端末問題を解決する方式、マルチメディア通信におけるトラヒック特性を考慮した優先処理方式についても研究している。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・情報ネットワークや通信システムの設計および性能改善
・通信トラヒックの制御
・ネットワークシステムの管理・運用

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・岡山県高度情報化推進協議会幹事
・公益財団法人八雲環境科学振興財団選考委員
・一般社団法人情報処理学会論文誌編集委員
・一般社団法人電子情報通信学会論文誌査読委員

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・技術的な面については実用化をめざしたい。
・既に製品化されているものについては利活用の促進に努めたい。

５　連絡先

E-mail: inai■c.oka-pu.ac.jp　（■をアットマークに変更してください）

高周波アナログ集積回路の研究

情報工学部　情報通信工学科　伊藤 信之

1　研究内容

IoT 技術は、情報処理技術と通信技術が高度に融合されることによって成り立っている。図 1 は典型的な IoT の例であり、センサーノードから得られた情報がゲートウェイ、ネットワーク、サーバーと通信される過程で様々なデータ処理が行われ、最終的には個人に有益な情報として供給される。このような IoT における情報の取得、データ処理、通信を支えているのが電子デバイスであり、デバイスの設計・評価技術である。

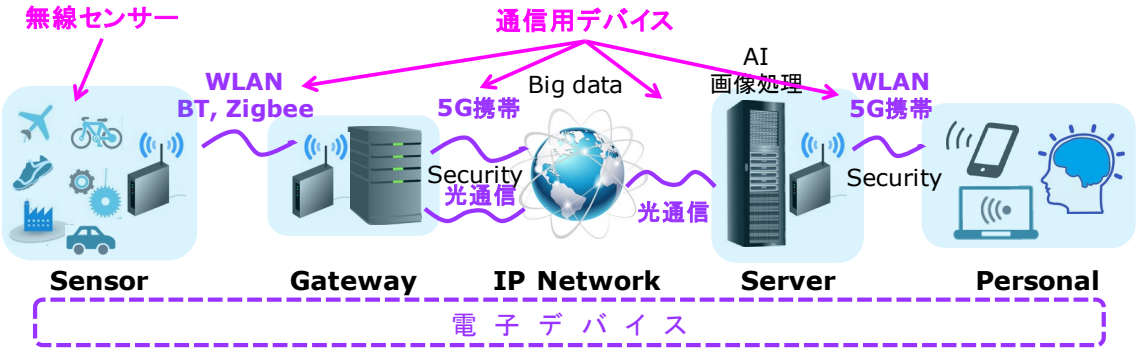


図 1　IoT に用いられる無線デバイス

我々の研究室では、データ処理に寄与する電子デバイスであるディジタル回路およびセンサー、通信に寄与する電子デバイスであるアナログ回路の研究を行っている。この中で、アナログ高周波回路は無線センサーおよび通信に寄与する技術である。

(1) 無線センサー回路技術

近年、病人・老人の見守り、心拍数計測、呼吸数計測などを目的とする、無線センサーの研究開発が盛んになっている。無線センサーを上記のような目的で用いた場合、カメラ等とは異なりプライバシーを保ちつつ、画像だけでは得られない必要な情報を得ることができるためである。そして無線センサーを小型化することにより、人間が意識しない形で身につけるアクセサリ等に内蔵すること等も可能となり、更に小型化によるマルチセンサー化によって情報の確度を高めることも可能となる。そのような要求に答えるためには、集積回路を用いた無線センサーの小型化と廉価化が重要となるため、我々の研究室では、無線センサーを含めたミリ波集積回路の研究を進めている。

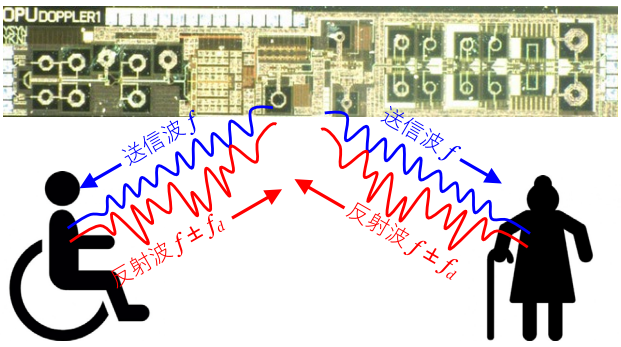


図 2　ドップラーセンサーチップ

(2) 無線通信回路技術

携帯電話に代表される無線通信は、来年 5G 携帯電話がリリースされる、更に 6G へ向けて高速化･高性能化が進む。そのため、無線通信回路技術としては､通常のマイクロ波帯（サブ 6GHz）を用いたキャリアアグリゲーション通信に対応するマルチバンド同時受信器回路、特殊な形状のインダクタを用いた低雑音ミリ波回路技術、の研究開発を行っており、実現可能性・特性の優位性を確認している。

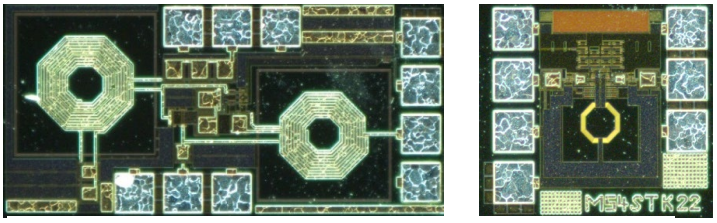


図 3 マルチバンド同時受信 LNA（左）とミリ波低雑音発振器（右）

これらの高周波回路、集積回路の測定はプローバを用い、集積回路チップ上に直接高周波プローブを立てて、ネットワークアナライザ、スペクトラムアナライザ等の高周波測定器を用いて評価している。もちろん、その他にボード実装した回路の評価・測定も行っている。

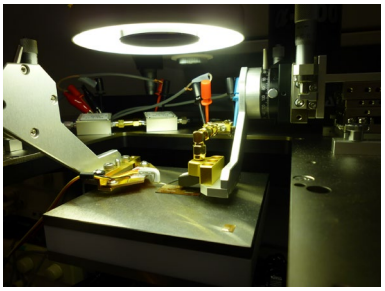


図 4 プローバによる測定

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・高周波アナログ集積回路の設計
・高周波アナログ回路の評価
・電子回路設計・評価一般

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・シャープタカヤ電子工業（株）（里庄町）との共同研究（平成 23 年～現在）
RF-CMOS を用いた自動車レーダー用ミリ波集積回路の回路設計手法、IP 設計手法の共同研究及びミリ波用超小型アンテナに関する共同研究
・（株）東芝との共同研究（平成 24 年～平成 27 年度）
無線通信用ミリ波集積回路の高性能化に関する共同研究とそれに用いられる微細 CMOS のトランジスタモデリングに関する共同研究
・（財）ちゅうごく産業創造センターからの受託研究（平成 26 年度）
心拍数検出、呼吸数検出等の医療機器応用をめざした、24GHz ドップラーセンサーの小型化に関する研究
・ローム・ワコー（株）社内教育企画
ローム・ワコー（株）の技術者社内教育の発案・企画

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・ミリ波無線センサーのマルチセンサー化の進展と異分野適用の検討
・6G をめざした高データレート無線通信回路

５　連絡先

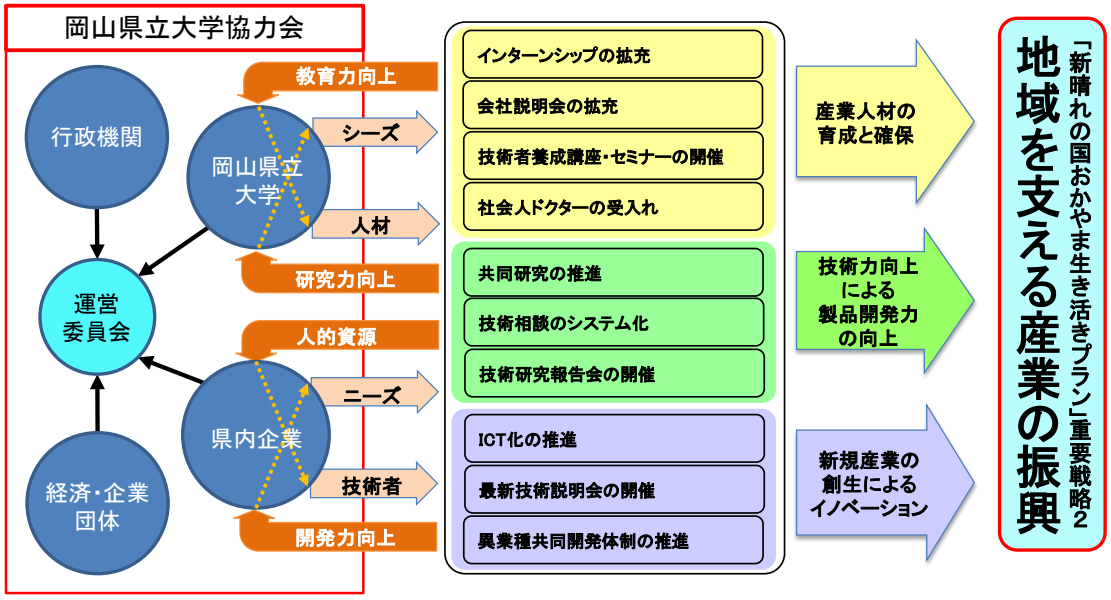
所属：　岡山県立大学情報工学部情報通信工学科　伊藤信之
連絡先：　0866-94-2108
E メール：nobby@c.oka-pu.ac.jp

岡山県立大学協力会

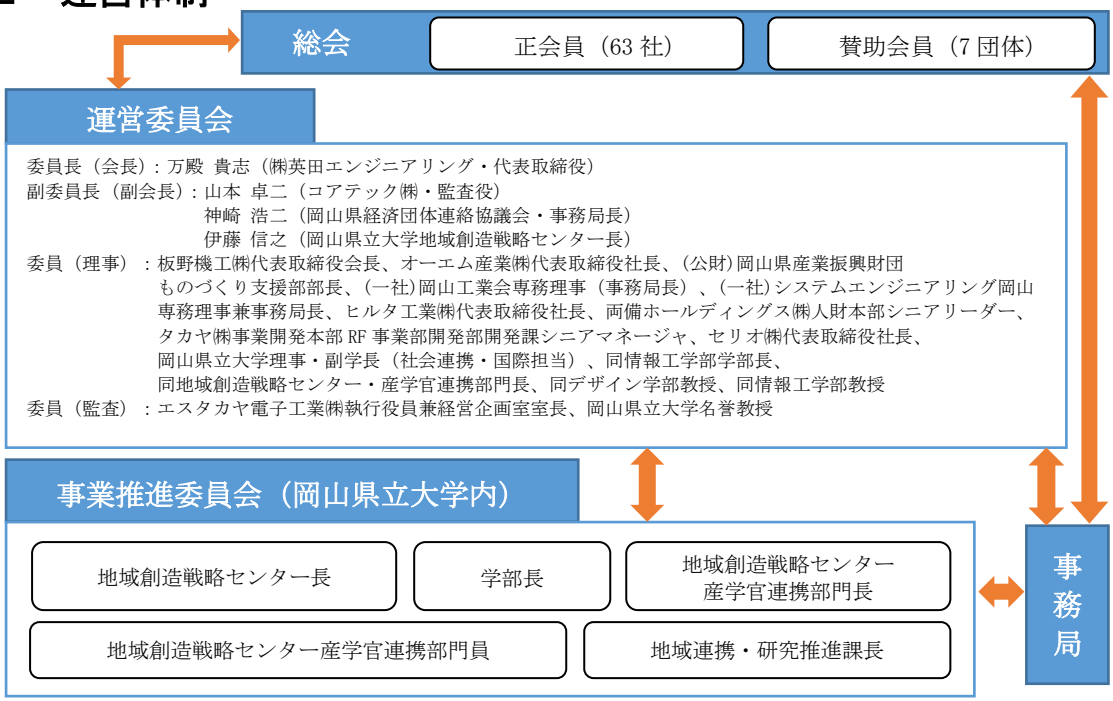
情報工学部　情報通信工学科　伊藤 信之（岡山県立大学協力会 副会長）

1　設立の目的と活動

県内中小企業が感じている大学の敷居の高さを軽減し、本学に対して技術相談、共同研究等を依頼しやすい環境を整え、卒業生の就職も含め、県内中小企業と本学との強い連携・協働を促進する。



2　運営体制



３　活動実績（令和４年度）

年月日	活動内容	場所	概要
6月28日	運営委員会及び総会	ホテルグランヴィア岡山	
10月4日	第1回ランチョンミーティング（研究交流会）	岡山県立大学	参加者18名 ㈱英田エンジニアリング 5 名、保健福祉学部栄養学科山本登志子教授、津嘉山泉助教、保健福祉学研究科博士前期 2 年栄養学専攻 1 名、保健福祉学部栄養学科 4 年 2 名、協力会事業推進委員 3 名、県立大学職員 5 名
10月27日	「エンジニアリング演習」報告会	岡山県立大学	参加企業18社(うち協力会会員企業16社) ㈱英田エンジニアリング、㈱イタミアート、 ㈱江口電機、オーエム機器㈱、㈱倉敷ケーブルテレビ、 興南設計㈱、三陽機器㈱、山陽電研㈱、 ㈱システムズナカシマ、㈱システムタイズ、セリオ㈱、 タカヤ㈱、㈱トンボ、㈱ハーバー・ソフトウェア、 萩原工業㈱、ピープルソフトウェア㈱、 松芝エンジニアリング㈱、㈱両備システムズ 参加学生23名
10月17日 ～ 12月19日	寄附講座 「技術者と社会」	岡山県立大学	受講者数　65名 担当講師　尾﨑公一教授、滝本裕則准教授 三陽機器㈱、井原精機㈱、㈱トライエス、 ㈱システムエンタープライズ、エスタカヤ電子工業㈱、 ㈱新来島サノヤス造船、萩原工業㈱、タツモ㈱、 ㈱両備システムズ、㈱アイティーシー、コアテック㈱、 ㈱トスコ、㈱アルマ経営研究所
11月	環境整備・広報		協力会会員企業訪問に係る交通費助成制度 新設 広報誌「東海岡山県人会だより」へ広告掲載 協力会会員企業ガイド発行
12月22日 ・23日	業種説明会 （オンライン）	岡山県立大学	参加企業47社(正会員) 参加学生67名(延べ191名)
2月14日	業種説明会 （対面）	岡山県立大学	参加企業48社(正会員) 参加学生80名(延べ198名)
2月28日 ・3月1日	画像技術講習会	岡山県立大学	参加者18名(うち協力会企業6社15名)
3月下旬	岡山県立大学情報工学部生卒論・修論要旨集配布	岡山県立大学	岡山県立大学協力会会員に配布。 具体的かつ最新の研究シーズであり、共同研究の計画・実施、技術相談の為の参考資料に活用。

４　連絡先

岡山県立大学協力会事務局：岡山県立大学 本部棟2階 連携推進班内
TEL：0866-94-9100、FAX：0966-94-9105
e-mail：secretary_commu@oka-pu.ac.jp

メタ・ヒューリスティック解法を用いた最適化計画

情報工学部　情報通信工学科　金川 明弘

１　研究内容

世の中には、それが効率良く求められたら、どれほど経済的であろうという問題が山積している。生産スケジューリングや施設配置、経路探索等がそうである。こうした問題は、全ての可能性のある解から最良のものを選ぶという方法がとれないため、各自の問題に特化した方法が検討されたが、近年脳細胞の信号処理や、生物の進化のしくみをこうした問題に適用する試みが注目されるようになった。それがメタ・ヒューリスティック解法である。そのうち、脳細胞の動作を利用したニューラルネットワークにおいては、特に 2005 年に発表したナース・スケジューリング問題（看護師勤務表作成問題）がよく他論文に引用されている。昨年は５次元構造のバイナリーニューラルネットワークを用いて、中学校全学年同時の時間割作成方法を開発した。また、人工知能の一種であるコンボリューショナル・ニューラルネットワークについては、独居老人の見守りのための、意識状態判別システムを開発した。これは小型の全方位カメラにより、対象人物の目の開閉状態を高精度に識別するものである。図１にその様子を例示する。360°カメラで人物の顔位置を検出したのが左の写真であり、この超低解像度の画像でも人工知能で学習したシステムは目の開閉を正確に判別できる。

図１　CNN による目の開閉識別システム

これにより、異常状態を検知すれば、介護施設に連絡が行き、電話連絡、もしくはリアル映像により、迅速な救護が可能となる。

本研究の実用的に残された課題としては、浴室と手洗い場における検知であるが、これについては 2019 年、本学情報工学部棟に設置された Sigfox の基地局を有効に利用できる可能性がある。すなわちドアの開閉情報をインターネットを用いて、極めて安価に情報収集ができるからである。現在検討中の研究課題である。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・サービスを含む最適経路の決定や変更のアルゴリズム
・ローパワー通信（Sigfox）を用いた位置情報応用
・画像解析と機械学習の応用

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・両備ヘルシーケアとの共同研究で、新しい訪問介護形態として単位充足型介護サービスの最適割り当てに関して相談をうけた。その結果、タブーサーチによる割り当てシステムを開発した。支給単位と利用単位の一例を表１にしめす。人間が手作業で行った場合より、効率のよいプランが出力されているのがわかる。

表1　提案システムによる支給単位数と使用単位数の比較

利用者名(略称)	使用単位数	支給単位数
利用者 1(あ)	36,049	36,065
利用者 2(い)	35,993	36,065
利用者 3(う)	35,993	36,065
利用者 4(え)	30,755	30,806
利用者 5(お)	30,766	30,806
利用者 6(か)	30,761	30,806
利用者 7(き)	30,761	30,806
利用者 8(く)	26,278	26,931

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・ホタル・アルゴリズムによる組合せ最適化問題へのアプローチ
・ローパワー通信を用いた経済的管理システムの構築
・タブー・サーチを用いた緊急時運転計画変更問題

５　連絡先

E-Mail: kanagawa@c.oka-pu.ac.jp　Tel. 0866-94-2095

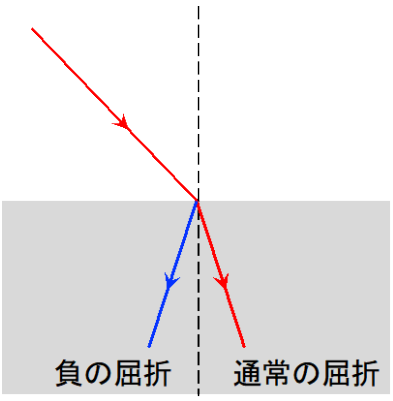
磁性体を含む電磁メタマテリアルに関する研究

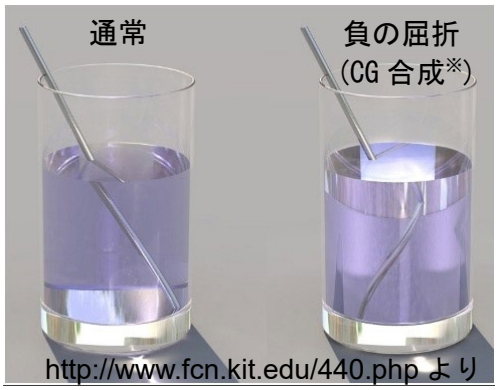
情報工学部　情報通信工学科　大久保 賢祐

1　研究内容

本研究はあらゆるモノがインターネットでつながる IoT 時代を支えるワイヤレス通信の高性能化に寄与するハードウエアの基礎研究である。電磁波に情報を乗せたり、アレイアンテナのビーム方向を変化させたりするには"位相"を変化させる。位相は電磁波を伝える経路（媒質）の屈折率によって変化させることができる。

電磁波の波長よりも小さな人工構造を周期的に並べた構造によって、図１に示すような負の屈折や、無限大の波長をもつ波が伝搬するなど、自然界には存在しない特異な電磁応答が現れる媒質を構成できることが知られており、このような性質をもつ人工媒質は電磁メタマテリアルと呼ばれている。





※このような液体はまだ開発されていません.

図１　通常の屈折と負の屈折

本研究は外部から磁界を加えることで透磁率を変化できる磁性体を人工構造に組込むことで：(1)屈折率の正負を連続的にコントロールしたり；磁性体のジャイロ異方性を活用して(2)順方向の波には通常の屈折を、逆方向の波には負の屈折をさせたり；(3)順方向には無限大の波長をもつメタマテリアルに特有の波を、逆方向には通常の波を伝搬させたり；(4)順方向には波を伝搬させるが、逆方向には伝搬させない；など電磁波に情報を乗せる際や、電磁波の交通整理に役立つ電磁メタマテリアルの開発を目指している。

単位セルと呼ばれる構造の基本を図２に示す。導波管と呼ばれる幅 w、高さ h の方形の金属の管の中に１対の磁性体(フェライト)が装荷されている。この単位セルを並べた周期構造によって非可逆右手／左手系複合伝送線路(NR-CRLH-TL)と呼ばれる電磁メタマテリアルを構成する。

これまでに上述の(1)-(4)の現象を数値計算によって明らかにし国際学会等で発表している。

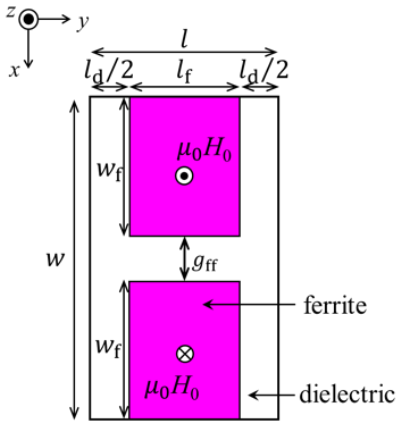


図２　単位セル

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・電磁メタマテリアルを用いたマイクロ波回路・デバイスに関する研究
・フェライトを含むマイクロ波回路・デバイスに関する研究
・マイクロ波・ミリ波受動回路に関する研究

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・受託研究
　磁性材料を用いた無線回路の最新動向調査：株式会社 NTT ドコモ(H22)
・共同研究
　SIW フィルタ構成法に関する研究：株式会社 NTT ドコモ(H26)
　SIW フィルタ多層構造に関する研究：株式会社 NTT ドコモ(H27)
　SIW フィルタ多重モード構造に関する研究：株式会社 NTT ドコモ(H28)
・大学コンソーシアム岡山 吉備創生カレッジ講師"広がるワイヤレスの世界"(H26)
・(一社) 電子情報通信学会
　中国支部学生会顧問(H17-H18)
　互選代議員(H18-H19)
　英文論文誌『マイクロ波ミリ波メタマテリアル』小特集　編集委員(H17-H18)
　英文論文誌『最新マイクロ波ミリ波技術』小特集　編集幹事(H21-H22)
　和文論文誌大 学発マイクロ波論文特集編集委員会 編集委員長(R1)
　マイクロ波展(MWE2011) 財務委員長(H23-H24)
　Asia-Pacific Microwave Conference 2014 財務副委員長(H25-H26)
　Asia-Pacific Microwave Conference 2018 財務委員長(H28-H30)
　マイクロ波研究専門委員会副委員長(R1-R2)
　Thailand-Japan Microwave 実行委員長(R1-R2)
・IEEE※ MTT-S Japan Chapter
　Education Committee Secretary (H19-H28)
　Young Engineer Award Committee Member(H20-H19、H24-H25、H27、H29-H30)
　Vice Chair (H29-H30)
　Int'l Symp. on Radio-Freq. Integration Tech.: RFIT2015, Publication Chair (H27)
　Int'l Conf. on Microwave for Intelligent Mobility: ICMIM2017, Financial Chair (H29)
　Korea-Japan Microwave Workshop: KJMW 2017, Vice Chair (H29)
・IEEE Hiroshima Section
　Executive Committee Member (H19-H22)
　Chapter Promotion Committee Chair (H21-H22)
　Treasurer (H23-H24)
　Chair (R1-R2)
・新居浜工業高等専門学校　人事選考委員会委員(H31)
　※IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers:米国公益法人

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・研究：NR-CRLH-TL の試作実験結果の発表を予定している。
・社会貢献：学会運営を通じて地域の産学官連携、高大連携を行う。
　IEEE Metro Area Workshop: 産学官連携企画(R2 広島)
　IEEE HISS: 学生シンポジウム、高大連携企画有(R1.11 月 本学)
　電気・情報関連学会中国支部連合大会(R2 本学)

５　連絡先

E-mail: okubo & c.oka-pu.ac.jp　（ & は @ に置き換えて下さい。）

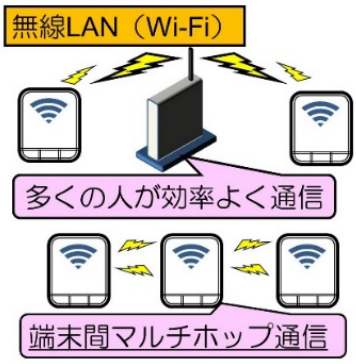
無線 LAN プロトコルの性能評価法、改善法の提案と開発

情報工学部　情報通信工学科　榊原 勝己

１　研究内容

（１）当該技術の社会的な背景や課題

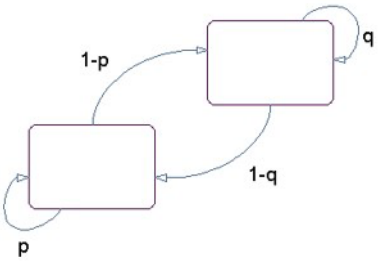
無線 LAN として製品化されているほとんどの通信プロトコルは、IEEE 802.11 規格に準拠しています。さらに、類似の通信プロトコルを用いた Bluetooth、ZigBee（IEEE 802.15.4）、Body Area Network（IEEE 802.15.6）、M2M（Machine to Machine）、LPWA（Low Power Wide Area）等が、近距離無線ネットワークあるいはアドホックネットワークにおいて盛んに利用されています。これらの無線通信システムでは、不特定多数のユーザ間で、限られた無線周波数帯域を有効に利用するために、メディア・アクセス制御プロトコルが規定されており、その性能は、ネットワーク全体の性能を左右します。



（２）技術シーズの概要

A)　無線 LAN メディア・アクセス制御プロトコルの性能評価

IEEE 802.11 他のメディア・アクセス制御プロトコルの性能を、計算機シミュレーションのみでなく、マルコフ連鎖を用いた数理モデル（右図は 2 状態マルコフ連鎖）を構築し、理論解析により評価します。理論的に解析することにより、計算機シミュレーションに係るコストを低減することができます。



B)　無線 LAN における利己的で不正なプロトコル改変に対する検出法

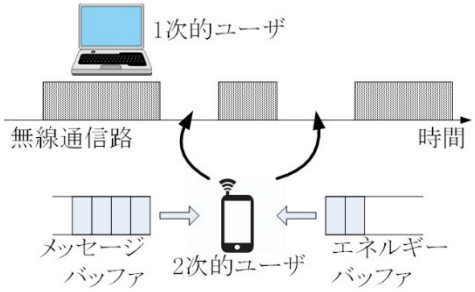
メディア・アクセス制御プロトコル、例えば、IEEE 802.11 DCF に基づく無線 LAN においては、自分自身の利益のためにプロトコルを改変する不正端末の出現が懸念されており、プロトコルを遵守する通常端末に悪影響を与える可能性があります。このため、不正端末を検出するための手法の研究を行っています。

C)　ゲーム理論を用いたメディア・アクセス制御プロトコルの解析

メディア・アクセス制御プロトコルにおいて、他ユーザによる検知が困難と考えられるパラメータ改変に着目し、ゲーム理論の枠組みの中で、非協力的な利己的ユーザが取るべき戦略を検討しています。例えば、利己ユーザを含むメディア・アクセス制御プロトコルとしてスロット付アロハ方式に基づいた非協力アロハゲームに対し、正規ユーザ数を不明とすることにより非完備情報性を導入し、より現実的な、非完備情報における非協力アロハゲームを再構築します。

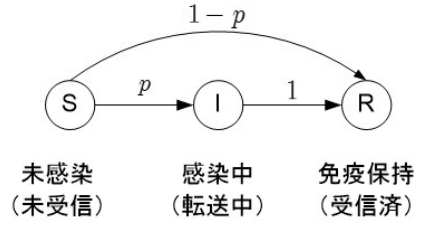
D)　エネルギーハーベスト技術を利用するコグニティブ無線ネットワークの安定性解析

無線ネットワークの効率向上に向け、(1)空チャネル時間を利用するコグニティブ無線ネットワーク技術、(2)環境発電を行うことで端末をバッテリーレスにするエネルギーハーベスト技術に関する研究が活発に行われています。両技術を備えている、エネルギーハーベスト技術を利用するコグニティブ無線ネットワーク（CRN-EH）の安定性を、カタストロフィ理論などを用いて解析し、CRN+EH が不安定になるパラメート領域を求めます。



E) 感染症数理モデルに基づくブロードキャスト通信のモデル化

無線アドホックネットワーク等のマルチホップ・ネットワークにおける経路設定等では、放送型情報配送方式（ブロードキャスト通信方式）が採用されています。無線 LAN を用いたマルチホップ・ネットワークを、感染症数理モデル（右図は SIR モデル）に基づく数理モデルにより表現し、情報が配送された端末割合（情報到達率）に関する時間関数を導出し、所望の時間で所望の情報到達率を達成するための設計手法を開発することを目的としています。



２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・アプリケーションに応じた無線 LAN プロトコルの数理モデル化
・無線 LAN、ZigBee、BAN（Body Area Network）、LPWA（Low Power Wide Area）応用例の紹介
・利用する個々のアプリケーションに応じた無線 LAN パラメータの最適化に向けた共同設計

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・岡山情報化セミナー 講師
・New Education Expo in 岡山 講師

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・無線 LAN 利用におけるプロトコル関連の問題整理
・解決に向けた数理モデルの構築と計算機シミュレーションによる評価および結果分析

５　連絡先

E-mail：sakaki@c.oka-pu.ac.jp
http://vega.c.oka-pu.ac.jp/~sakaki/

計算機マテリアルデザイン

情報工学部　情報通信工学科　末岡 浩治

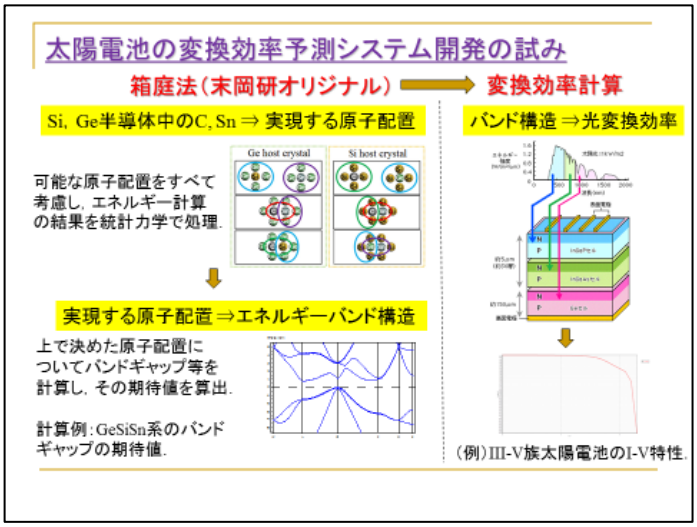
1　研究内容

量子力学を基礎とする第一原理計算は実験パラメータを用いないため、未知の物質について、その機械的、電気的、磁気的、光学的性質などを予測することができる。この特長を活かして、計算機シミュレーションにより所望の物性を有する物質をデザインすることを計算機マテリアルデザインと呼ぶ。当方で行ったマテリアルデザインの研究例を以下に示す。

(1) IV 族混晶系太陽電池

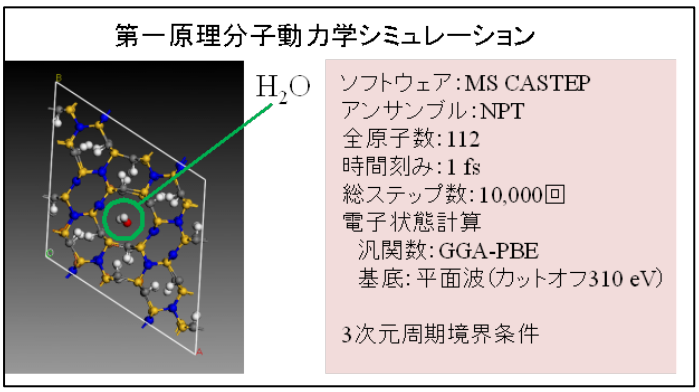
環境負荷が低い C、Si、Ge、Sn からなる IV 族元素混晶系による多接合型太陽電池に注目した。任意の組成において可能な原子配置を自動的にモデル化し、第一原理計算により各配置の実現確率を決定することを可能とした。

さらに、実現する原子配置から電子のエネルギーバンド構造を求め、その結果を用いて変換効率を計算可能なシステムの開発に成功した。なお，本研究は名古屋大学、グローバルウェーハズ・ジャパン株式会社との共同研究である。



(2) ガスバリヤーフィルム

様々な市場からバリヤー性向上が要求されているガスバリヤーフィルムの設計・開発速度を画期的に向上させることができる「動力学的ガスバリヤーフィルムシミュレータ」の開発を行った。



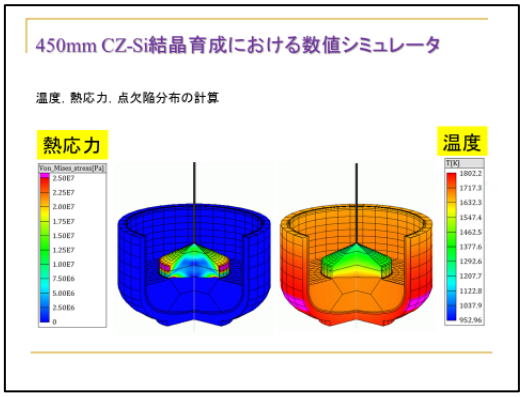
SiNC 系ガスバリヤーフィルムに注目し、「実験結果との一致が良いガスバリヤーフィルム構造として提案した $Si_3N_2C_2$ フィルムについて、温度が上昇してもこのフィルムが非常に安定である」ことを確認した。さらに第一原理分子動力学シミュレーションにおける計算条件を詳細に検討し、フィルム内の水分子の挙動に関するシミュレーション技術を確立した。その結果として、「SiNC 系フィルム中の H 原子濃度を低下させることで、バリヤー性が向上する」ことを明らかにした。なお、本研究は特別電源所在県科学技術振興事業において行ったものである。

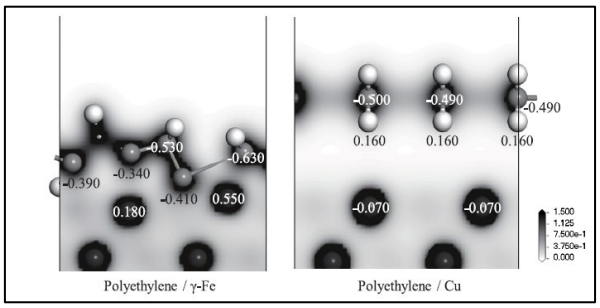
２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・半導体材料の高品位化
・材料の物性予測と制御
・第一原理計算などの分子シミュレーション

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

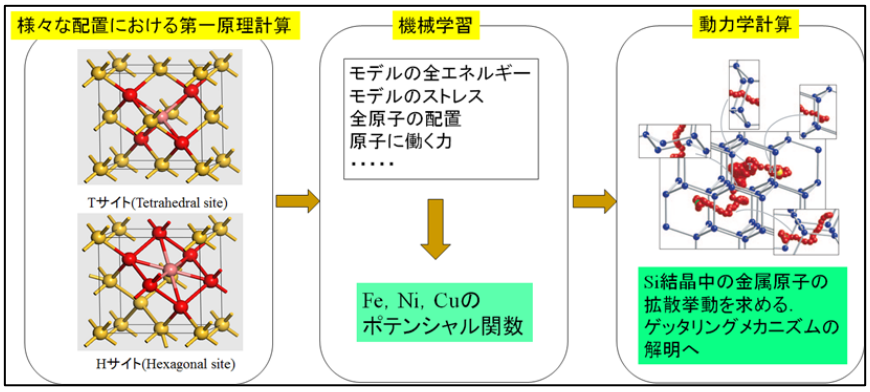
・半導体シリコン結晶の高品位化（半導体材料メーカとの共同研究）
・結晶成長シミュレータの開発（ソフトウェアメーカとの共同研究）
・樹脂と金属の密着性予測（岡山県工業技術センターとの連携）





４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・半導体シリコン結晶の高品位化に関して、現在、デバイスメーカから社会人 Dr を 2 名受け入れてイメージセンサー用シリコンウェーハの欠陥制御技術の開発を行っている。
・新規の計算手法として、名古屋大学と共同で機械学習と第一原理計算を組み合わせた大規模計算手法の開発を行っている。



５　連絡先

情報工学部情報通信工学科　教授　末岡浩治
URL：http://www-apl.c.oka-pu.ac.jp/
Mail：sueoka@c.oka-pu.ac.jp

目立ち度の見える化と注視誘導技術

情報工学部　情報通信工学科　滝本 裕則

1　研究内容

私達の身の回りには、人の注意を引くように設計・デザインされたものが多く存在しているが、従来、その誘目性（目立ち度）の評価は人の感覚によって行われてきた。我々は、視覚的注意と呼ばれる人の視覚メカニズムを計算モデル化することにより、誘目性の定量化技術（目立ち度の見える化技術）を提案している。さらに、人の注視を遮ることなく、より自然に視線を誘導する視覚インタフェースの実現を目指して、画像や映像に対する注視誘導技術の開発を行っている。具体的には、誘目性の定量化技術に基づいて色や周波数成分を修正することにより、特定の場所に対する自然な注視誘導を実現している。提案する技術を用いることにより、運転補助や障害者福祉だけではなく、製品パッケージやデジタルサイネージなどといった広告分野まで、様々な場面において自然に注意を促すことが期待される。

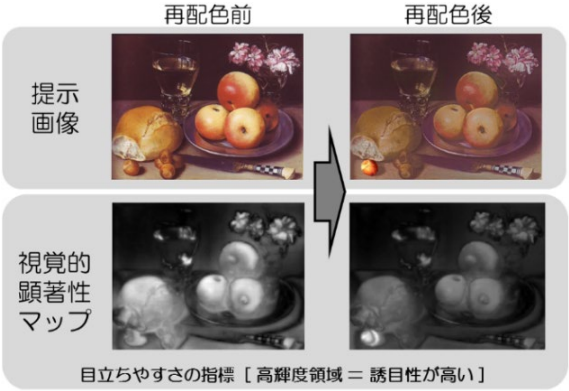
障害者福祉（カラーユニバーサルデザイン: CUD）への応用

我々は色覚特性者のための画像加工についての研究を行っており、識別しやすい画像への再配色法を確立している。さらに、視覚的顕著性に基づく色覚特性者に対する注視誘導のための誘目性モデルの構築と、実環境に適した CUD への応用に関する研究を行っており、識別性と誘目性を考慮した新しい概念の CUD 技術の実現を目指している。

Web・広告デザインへの応用

様々な市場において製品のコモディティ化が問題視されており、その対策として製品パッケージや POP 広告、Web バナー等の販売促進効果が再注目されている。これら広告媒体は、陳列された複数の商品から被験者の視線（注意）を引き付け、購買へと繋げるための重要な役割を果たしている。我々は、消費者の注意を引き付けるための媒体デザインについて、視覚的注意に基づき、その注視に関するデザイン評価の枠組みだけではなく、効果的なデザインとなるよう改善案を提案する再デザイン技術について研究を行っている。

目立ち度の可視化技術



注視誘導のための画像加工技術

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

画像処理技術に基づく人と機械の調和の促進に向けた研究開発に長年取り組んでいる。現場の課題や画像に関連する新規事業計画に対して、我々の提案する下記技術の適用可能性について検討可能である。

・視覚的注意のモデル化とその応用

・カメラ等のセンサを用いた人や物のセンシング

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・写真を対象とした審美的品質の自動推定技術

・高度ものづくり人材育成に向けたヒューマンセンシングに基づく技能伝承技術の開発

・スマート農業支援に向けた、映像中からの病害虫の自動検出と識別。

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

画像処理技術・センサ情報処理技術を対象とし、理論から実応用まで、下記に関係する技術開発について幅広く取り組む。

・画像処理技術や知覚情報処理技術に基づいて、画像中に【何が・どこに・どのように】映っているかを自動で認識する技術

・機械学習、深層学習に基づき、人が画像の【どこ】を【どのように感じるか】理解する技術

５　連絡先

滝本 takimoto@c.oka-pu.ac.jp

基盤ソフトウェアを応用したセキュリティ向上技術の研究

情報工学部　情報通信工学科　佐藤 将也

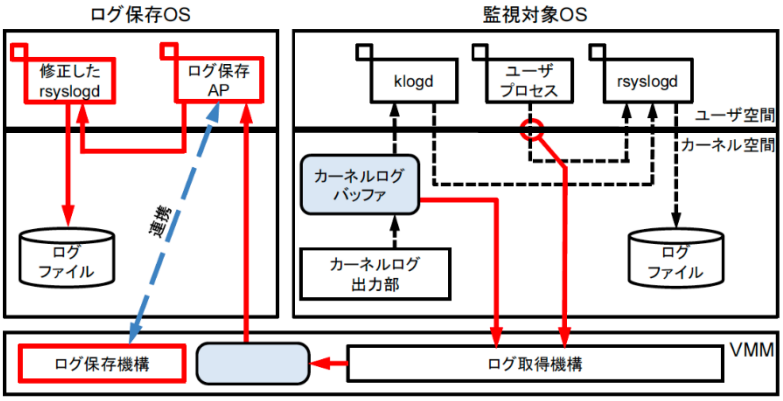
1　研究内容

(1) 当該技術の社会的な背景や課題

コンピュータは低価格化と高度化により、様々な組織での業務用途で広く活用されている。また、コンピュータの扱う情報は、増加し、多様化している。また、インターネットの普及により、コンピュータや情報システムは、より多くの情報を管理し、相互にやりとりしている。コンピュータで情報が扱われるにつれ、コンピュータや情報システムを悪用し、不正侵入、情報の取得、改ざんや破壊、停止や誤動作、および悪意あるソフトウェア(マルウェア)を利用した攻撃が増加している。本研究室では、様々なコンピュータに搭載されている基盤ソフトウェアを用いる研究の推進により、コンピュータの利用者を攻撃から保護する手法やコンピュータの利便性を向上させる手法の研究開発を目指している。

(2) 研究(技術シーズ)の概要

仮想計算機モニタによるログ保全技術の研究

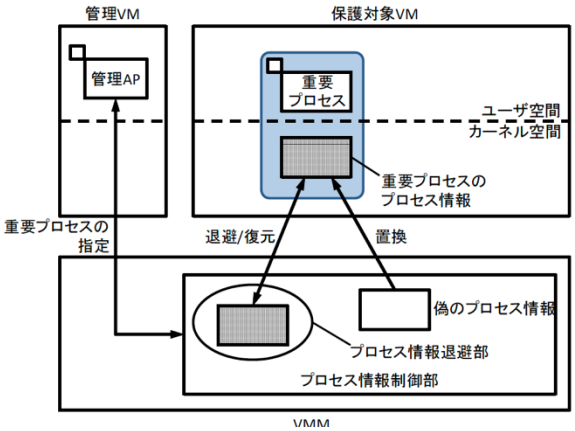


コンピュータ上のプログラムの動作記録はログとして保存されている。このログが改ざんや削除によって消失すると、攻撃の被害を受けた際の被害規模や攻撃内容などが把握できないため、ログの保護が重要な課題となっている。

また、クラウドの普及とともに、仮想計算機(Virtual Machine、以降 VM)の利用が拡大している。通常、コンピュータ上ではオペレーティングシステム(Operating System、 以降 OS)が動作し、その上で応用プログラムが動作する。仮想計算機環境では、コンピュータ上または OS 上で仮想計算機モニタ(Virtual Machine Monitor、以降 VMM)が動作し、VMM 上に作成された VM で OS や応用プログラムが動作する。このような環境では、1 台のコンピュータ上で複数 VM が走行する環境が想定されている。このため、複数 VM を保護するために各 VM にセキュリティソフトウェアを導入すると、管理・運用のコストが問題となる。また、VMM は VM から独立したソフトウェアであることから、セキュリティ機構を導入するのに適している。

そこで、本研究では、セキュリティ機構を VMM に導入し、各 VM で生成されたログをログ保存用の VM に自動的に転送する機構を提案し、実現した。これにより、各 VM が攻撃の被害を受けたとしても、ログは常に別 VM に保存できる。さらに、被害を受けた VM と保存されたログを比較することで、攻撃箇所や攻撃内容を推定する手法を実現した。

重要サービスの不可視化による攻撃回避手法



コンピュータ上では、ログ保全やセキュリティソフトウェアなどのサービス(以降、重要サービス)が動作している。これらのサービスは、攻撃による被害の証跡を保存するためや、攻撃を未然に防ぐために有用である。このため、攻撃者にとっては不都合であることから、攻撃によって無効化される可能性がある。攻撃者は、事前に偵察行動をとることで、攻撃対象のコンピュータや情報システムを調査し、それぞれの環境で動作しているソフトウェアに応じた攻撃手法を利用する。そこで、本研究では、重要サービスを攻撃者から不可視化することで、攻撃対象となることを回避する手法を実現した。具体的には、重要サービスを提供するプロセスの情報を偽の情報に置換することで、攻撃者から重要サービスの特定を困難にする。また、重要サービスを提供するプロセスによるファイル操作や通信操作を、代理実行させるために VM を利用する。これにより、当該 VM 上では重要サービスのファイル操作や通信操作を観測することを困難にした。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・基盤ソフトウェア（オペレーティングシステムや仮想計算機モニタ）の研究開発およびセキュリティへの応用の検討
・Web セキュリティ技術に関する検討および研究開発

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・Web 媒介型攻撃対策技術の実用化に向けた研究開発（受託研究）
　論文発表 2 件、国際会議発表 4 件、他学会発表多数
・次世代コンピューティングのためのシステム基盤技術（共同研究）
　国際会議発表 2 件、他学会発表多数
・ストレージ組込みオペレーティングシステム（ＯＳ）の研究（受託研究）
　学会発表多数

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・基盤ソフトウェアの安全性向上および利便性の低下を抑制するセキュリティ向上技術の研究開発
・Web ページ閲覧者を危険な Web ページから保護する手法の研究開発

５　連絡先

佐藤 将也（さとう まさや）
岡山県立大学 情報工学部 情報通信工学科・准教授
Email: masaya@c.oka-pu.ac.jp
Web ページ: https://www-sse.c.oka-pu.ac.jp/

機械学習・インフォマティクスの材料科学分野への応用

情報工学部　情報通信工学科　野田 祐輔

1　研究内容

近年のデータサイエンス、人工知能、機械学習の普及により、自然科学の分野では「実験科学」、「理論科学」、「計算科学」に続いて、第 4 の科学として「データ科学」が注目されている。特に材料科学の分野では、材料科学とデータ科学の融合研究（マテリアルズ・インフォマティクス）が勢力的に行われている。以下では、当方が携わった機械学習・インフォマティクスを活用した材料科学分野の研究成果を紹介する。

（1）組み合わせ最適化アルゴリズムの結晶構造探索への応用

材料計算（第一原理計算など）では元素の数や各原子の座標の情報を基に、結晶構造の全エネルギーなどの物性値を求めることができる。特に、不純物点欠陥や原子空孔を導入する場合、その点欠陥の座標を変えながら全エネルギーを評価することで、点欠陥の最安定位置を調べることができる。しかし、複数の点欠陥を導入することで検証すべき配置のパターンが膨大に増えてしまうと、全てのパターンを第一原理計算で調べることは困難である。

注目する物性値を最適化するため、材料計算と組み合わせ最適化アルゴリズムを連携させた計算を実行した。図 1 は、遺伝的アルゴリズム（GA）を用いて、リチウムイオン電池の固体電解質として注目されている $LiZr_2(PO_4)_3$（LZP）におけるリチウムイオンの安定配置を探索した応用例である。この応用例では、リチウムイオンの配置の組み合わせ総数 ${}_{36}C_6 =$ 約 195 万パターンのうち、約 3,400 パターン（全体の約 0.17%のみ）を検証し（図 1(a)）、エネルギー的に最安定なリチウムイオンの配置を探索することに成功した（図 1(b)）。

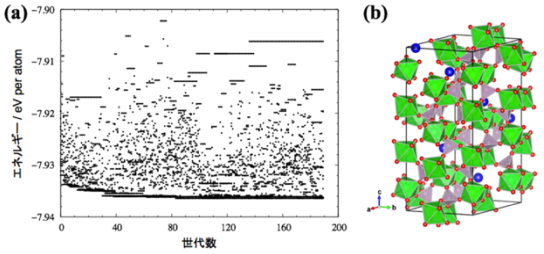


図1　(a) GAによる評価値（全エネルギー）の推移, (b) LZPの最安定構造

図 2 は、ベイズ最適化アルゴリズムを用いて、カルシウム Ca およびイットリウム Y の同時ドープを考慮した固体電解質 LZP のリチウムイオン伝導度の最適化を行った応用例である。図 2(a)が示すように、対象範囲の中で左下の Ca 3%, Y 3%ドープの組成（黄色の箇所）が最も高いリチウムイオン伝導度を示すことが古典分子動力学計算による網羅検証（全 121 パターン）で明らかにした。より少ない試行回数で最適解（Ca 3%, Y 3%ドープの組成）を探索する手法としてベイズ最適化アルゴリズムを採用し、ランダム探索との比較を行った（図 2(b)）。ランダム探索では、ほぼ全てのパターンを検証しないと最適組成の平均発見確率（average probability ratio）が 1.00 にならず、最適解探索の効率はあまり良くない。一方、ベイズ最適化による探索では、試行回数が 30 回程度で平均発見確率が 1.00 に到達し、少ない試行回数で最適解を探索できる性能を示した。

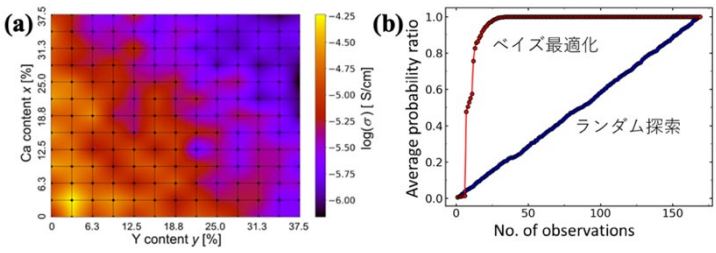


図2　(a) Ca, YドープLZPのLiイオン伝導度のヒートマップ,
(b) ランダム探索とベイズ最適化探索の平均最適組成発見確率の比較

（2）機械学習回帰による物性予測と重要因子の抽出

図 3 は、第一原理計算と部分的最小二乗法（PLS）を連携させて、$SrTiO_3$ や $BaTiO_3$ を代表とするペロブスカイト型酸化物の誘電率を予測する機械学習モデルを構築した応用例である。360 件のペロブスカイト型酸化物の第一原理計算のデータを基に誘電率予測の回帰モデルを構築し、誘電率との関係性が強い因子（特徴量または記述子）を抽出した。本研究の成果として、特定の原子間の距離や特定の元素の状態密度の強度が誘電率に大きく寄与していることを、機械学習回帰の手法によって明らかにした。

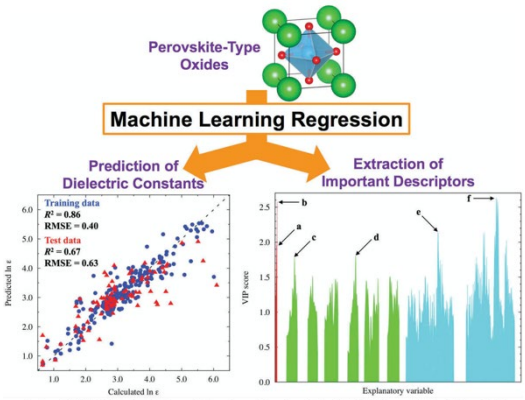


図3　機械学習回帰によるペロブスカイト型酸化物の誘電率予測

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・第一原理計算による材料シミュレーション（主に半導体材料、無機材料）
・組み合わせ最適化アルゴリズムによる最適解探索（材料分野以外も相談可）
・多変量回帰分析によるデータ分析（材料分野以外も相談可）

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・人工光合成の技術開発に向けた遷移金属酸化物の第一原理計算（共同研究）
・第一原理計算と機械学習の連携によるアルミ酸化物系高性能熱電材料の設計（共同研究）
・機械学習モデルを応用した Si 半導体シミュレーション用の原子間ポテンシャルの手法開発（共同研究）
・学術界、産業界向けの書籍の分担執筆（計 5 件）
1. 題名「第一原理計算の基礎／機械学習の基礎」、書籍名『AI・MI・計算科学を活用した蓄電池研究開発動向』、CMC リサーチ、2021 年 6 月 28 日発行
2. 題名「情報科学と電子状態計算の組合せで蓄電池用固体電解質の物性を評価する」、書籍名『23 の先端事例がつなぐ計算科学のフロンティア 計算で物事を理解する予測する』、近代科学社、2020 年 1 月 25 日発行
他 3 件

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・第一原理計算、機械学習を活用した Si 半導体中の点欠陥の現象解明や物性解析を行っている（応用物理学研究室 末岡浩治 教授との連携）
・機械学習およびインフォマティクスを他分野（通信工学（最短経路探索）、動物学、経済学）へ応用した研究も進行中である（いずれも金沢学院大学との共同研究）

５　連絡先

情報工学部 情報通信工学科 応用物理学研究室 准教授　野田 祐輔
E-mail：noda@c.oka-pu.ac.jp
URL：http://www-apl.c.oka-pu.ac.jp/, https://ynbrainstorm.wixsite.com/home

周期構造による電磁波散乱の解析算法と光波･電磁波現象の解明に関する研究

情報工学部　情報通信工学科　若林 秀昭

1　研究内容

1）周期構造による電磁波散乱の解析手法の開発

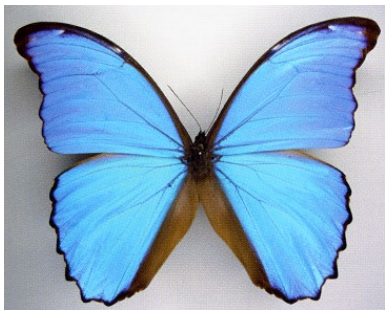
周期構造の散乱・回折問題の解析算法として行列固有値法を開発及び提案してきた。この方法は、周期構造によって生じる回折波を前進波と後退波で表し、伝搬定数である固有値を数値的に求める解析手法である。前進波と後退波の和を解とする FDTD 法や有限要素法と異なり、別々に波を求めるため、反射特性、透過特性を容易に求めることができる。電磁界解析の分野では、行列固有値法は周期構造の数値解析に有力な方法として広く認められている。

伝搬波のみを物理量として表すことができる回折波振幅を用いて定式化してきたが、今後は、エバネセント波を物理量として扱うことができる散乱因子を採用して行列固有値法を改良する。

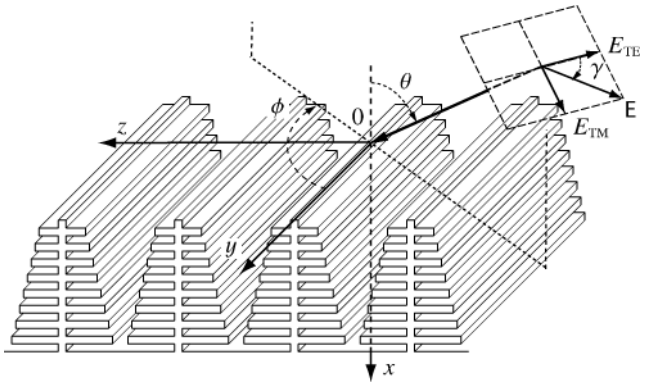
1）光波・電磁波現象である構造性発色に関する研究

構造性発色は見る方向によって色が変わる玉虫色や金属光沢等、独特な性質があり、構造による光の干渉や回折を通して発色する現象である。この発色は色素とは異なり、エネルギーのやりとりが無いため、紫外線による脱色等、色が劣化することがない。構造性発色は、昆虫、鳥、魚など生物に多く見られ、例として、図 1(a)の中南米に生息するモルフォチョウがよく知られている。

本研究では、様々な構造性発色を有する生物を手本に、解析モデルを考案して、数値計算により、発色現象を解明する。図 1、2 はモルフォチョウに関する検討例である。他にも、動的に構造が変わる熱帯魚の体表についても検討している。

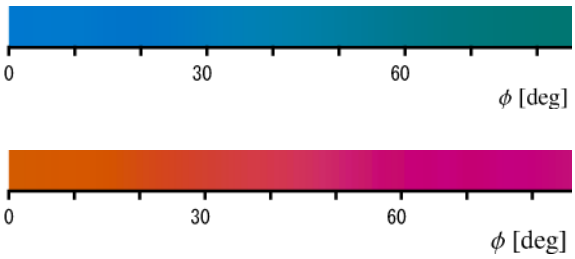


モルフォチョウ



(b) 解析モデル

図 1　生物の解析モデル化の例（写真は S. Kinoshita et al., Structural colors in biological systems, Osaka Univ. Press, 2015 より引用）



(a) モルフォチョウのパラメータ

(b) 赤色を発色するようにパラメータを変更した場合

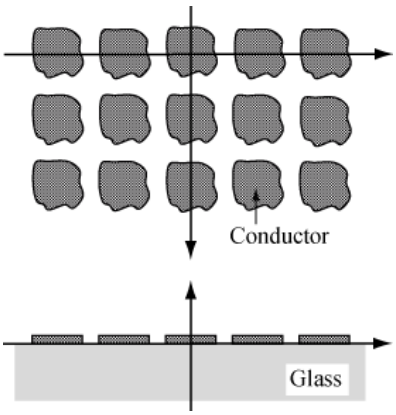
図 2　数値計算による sRGB 表色結果

2　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

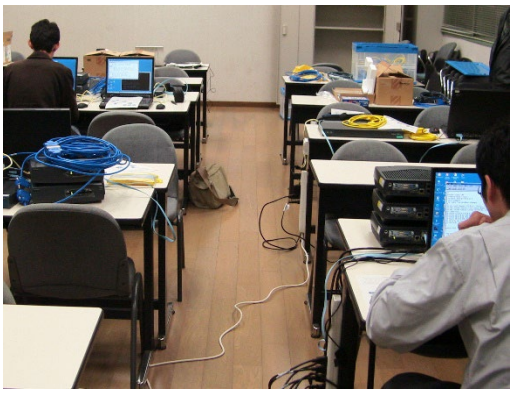
- 微細構造を伴う構造性発色に関する研究
- 誘電体格子による電磁波の散乱・回折問題の数値解析に関する研究

3　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

- 周波数選択性ガラスの研究開発（1994～2004）
  赤外線を反射し電波を透過するガラスの研究開発をメーカーと行った。
- 岡山県 IT 人材育成事業（2004～2008 年）
  ネットワークの設計・管理方法について、講義を行うと共に、ルータ、スイッチを使って実習を行った。



(a) メタリックアレーを持つガラスの設計



(b) ネットワーク実習の様子

図 3　これまでの連携、社会貢献活動

4　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

- 開発した解析手法により、様々な色を発色できる構造を設計できます。

5　連絡先

岡山県立大学情報工学部情報通信工学科
若林 秀昭 waka@c.oka-pu.ac.jp

２次元微小共振器半導体レーザに関する研究

情報工学部　情報通信工学科　福嶋 丈浩

１　研究内容

２次元の光共振器に閉じ込められた光線と波動の対応関係を明らかにすることは学術的な観点のみならず、応用の観点から見ても興味深い研究課題である。特に、光線の軌道が不規則な振る舞いを示す共振器には、複雑な電磁界分布を有する波動カオスモードが現れることが知られており、物理学者の関心を集めている。

我々は、国内外の研究者と協力して理論と実験の両面から２次元微小共振器の研究を進めている。これまで、安定な周期軌道が全く存在しない完全なカオス系として知られているスタジアム形共振器でレーザ発振を確認した研究成果を世界で初めて報告した。また、卵形の光共振器においてカオストンネル現象と呼ばれる特殊な物理現象を観測した実験結果を報告し、量子カオスの研究分野で興味が持たれている。

一方、応用の観点からは、２次元共振器に現れる特定のモードを選択的に励起する技術を確立した。このようなモード制御技術は、半導体レーザの更なる高性能化や多機能化に繋がる技術であると考えている。

研究成果の詳細は、下記のサイトで公開しているので参照されたい。
（http://opt.c.oka-pu.ac.jp/wpfj/research-j.html）

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・共振器モードの数値解析
・ビーム伝搬の数値解析
・半導体レーザをはじめとする光デバイスの設計・評価
・レーザビームの品質評価
・自動計測システムの構築

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

２次元微小共振器レーザに関する受託・共同研究

・2001 年 4 月～2005 年 3 月　（株）国際電気通信基礎技術研究所
（2004 年 3 月 19 日に２次元マイクロキャビティレーザの研究開発への貢献に対して（株）国際電気通信基礎技術研究所から創立記念日表彰を受けた。）
・2007 年 11 月～2008 年 6 月（株）国際電気通信基礎技術研究所
・2010 年 9 月～2011 年 2 月 NTT コミュニケーション科学基礎研究所
・2012 年 8 月～2013 年 2 月 NTT コミュニケーション科学基礎研究所
・2013 年 8 月～2014 年 2 月 NTT コミュニケーション科学基礎研究所，金沢大学
・2014 年 6 月～2015 年 2 月 NTT コミュニケーション科学基礎研究所，金沢大学，早稲田大学

この間の研究成果は、国際ジャーナル 26 件、国際会議 34 件、解説論文 3 件で発表された。他の研究成果を含む全ての研究業績を下記のサイトで公開している。（http://opt.c.oka-pu.ac.jp/wpfj/publications-j.html）

自動車部品の自動検査装置の開発

自動車部品メーカーの井原精機株式会社とブレーキ部品の自動検査装置を開発した。機械部分の開発を井原精機株式会社が担当し、計測ソフトウエアの開発を福嶋が担当した。井原精機株式会社の開発費約 1,500 万円のうち 800 万円は岡山県経営革新支援対策費の補助を受けた．開発した装置は井原精機株式会社の製造工場ラインに導入されるとともに，井原精機株式会社の技術提携先であるタイの企業に 20 台販売した．その売り上げは一億円を超えている．この共同研究の成果は 2006 年 3 月 28 日の山陽新聞地方経済欄に「ブレーキ部品　高精度の品質検査装置開発　井原精機と岡山県立大」という見出しで紹介された。

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

一般的に、共振器のサイズが波長より十分大きい場合に光線と波動の対応関係が成立すると考えられている。計算機の性能向上にともない、比較的サイズの大きい共振器に対してモード計算を行うことが可能になっている。今後、共振器モードのサイズ依存性について詳しく調べる予定である。

近年、２次元微小共振をスイッチ素子、センサー素子、高分解能イメージングなどに応用する研究が進められている。これまで得られた知見をもとに、２次元微小共振器の新しい応用分野について検討を行う予定である。

５　連絡先

〒719-1197 岡山県総社市窪木１１１
岡山県立大学情報工学部情報通信工学科
TEL: 0866-94-2090
FAX: 0866-94-2199
E-mail: fuku@c.oka-pu.ac.jp

個人ホームページ：
日本語：　http://opt.c.oka-pu.ac.jp/wpfj/
英語：　http://opt.c.oka-pu.ac.jp/wpfe/

ポスト壁導波路を用いたマイクロ波照射構造

情報工学部　情報通信工学科　岸原 充佳

1　研究内容

近年、マイクロ波がクリーンで高効率なエネルギー源として注目され、材料合成や化学反応へ応用する研究が進められている。既存のマイクロ波エネルギー応用装置は、主に 2.45GHz の ISM バンドが利用されているが、大型で高出力波源のものが多い。マイクロリアクタやマイクロ流路などのデバイスと組み合わせることができると、マイクロ波加熱を一機能として持つマイクロ化学チップの実現が期待できる。これまで、ポスト壁導波路の金属柱間に流路を設けた構造を提案し[1]、溶媒等の連続加熱を実現すると共に、ISM バンドのひとつである 24.125GHz 帯を利用したマイクロ波照射構造の劇的な小型化を達成している。

【マイクロ波照射構造】　ポスト壁導波路による連続マイクロ波照射構造の基本構成を図 1 に示している。上下面を金属で覆われた誘電体に、周期的に金属柱を配置してポスト壁導波路が構成されている。ポスト壁導波路は、ポスト間隔を適切に選べば、電磁界エネルギーは外部へ放射せずに導波路内部を伝搬する。ポスト壁導波路の柱と柱の隙間を利用して、外部から導波路内部へ流路が設けられている。流路は、誘電体を削って作られる溝である。流路に水や溶媒を流し込み、ポスト壁導波路内でマイクロ波を照射し、被加熱物をそのまま連続的に取り出すことが可能な構造である。ポスト壁導波路は直線型だけでなく、電界を集中させる絞り窓やキャビティ構造などを構成できる。同様に、流路も、直線以外に曲線や蛇行、液溜めなどの形状を実現することが可能である。

【試作・昇温実験】　PMMA(誘電体)および ITO 膜(透明電極)を用いたポスト壁導波路型連続マイクロ波照射構造を試作した。図 1 中に試作した連続マイクロ波照射構造の写真を示している。ITO 膜の付いた PMMA 板に流路を設け、金属ピンを打ち込んでいる。下面に励振用同軸ポートを設け、出力側は終端器で終端

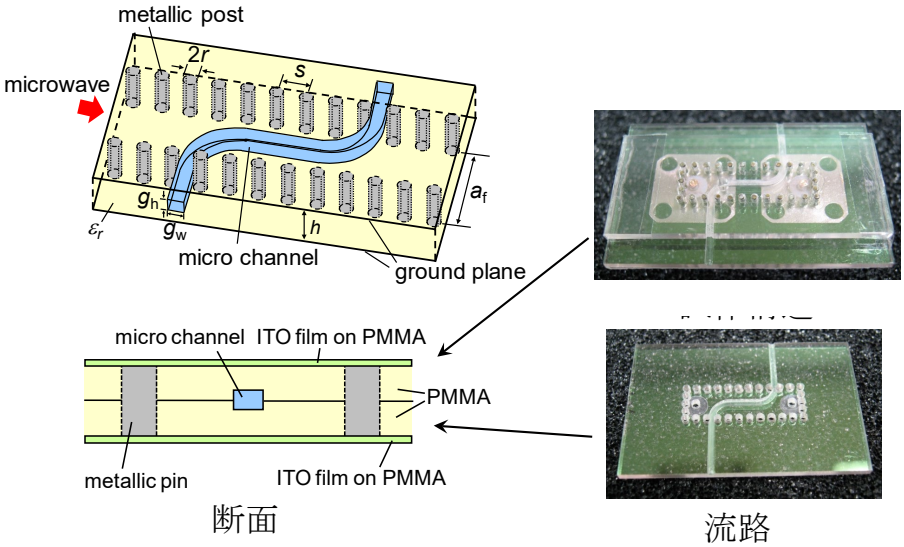


図 1 マイクロ波照射構造

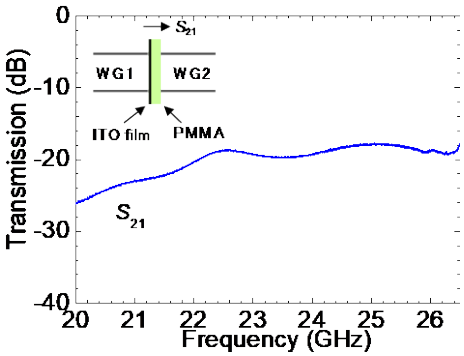


図 2 ITO 膜の遮断性能

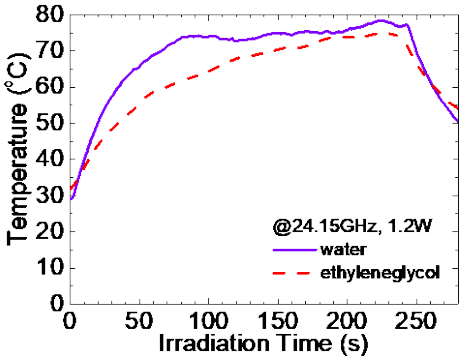


図 3 昇温実験結果

する。ITO 膜は導電性有するが、マイクロ波帯での導電性は不明である。図 2 は、ITO 膜の遮断性能を測定したものである。これより、24GHz 帯約 20dB の減衰が見られ、大よそ金属壁として機能することが確認できる。この試作流路に 24.15GHz、1.2W のマイクロ波を照射して水およびエチレングリコールの昇温実験を行った。照射時間に対する温度変化を図 3 に示す。初期値 28℃からそれぞれ最高で 78℃、75℃までの昇温を確認できる。本照射構造は、チップサイズのマイクロ波加熱容器として有効に機能すると考えている。

[1] 高周波照射構造、流路構造体、及び高周波照射装置(特許第 5740414 号)

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・方向性結合器、電力分配器等のマイクロ波・ミリ波受動回路素子の設計
・マイクロ波加熱関連装置の設計
・アンテナ系の設計

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・マイクロ波センサの応用装置を開発製造する企業と、簡易型 3D レベル計の開発に関する研究を共同で行った。
・マイクロ波化学技術を展開する企業と、マイクロ波加熱装置の開発を行っている。

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・ポスト壁導波路を用いたマイクロ波化学チップは、今後、複数の流路をひとつに統合したシステム化を行い、反応のその場でのモニタリングも可能な新規の集積化マイクロ波化学システムを実現する。
・金属錯体の合成、ナノ粒子合成、さらには医薬品中間体等の有機合成への適用を行い、応用可能な事例を増やしていく。

５　連絡先

TEL／FAX：0866-94-2093／0866-94-2199
E-mail：kisihara@c.oka-pu.ac.jp

音響メタマテリアルを用いた音波制御技術

情報工学部　情報通信工学科　坂口 浩一郎

１　研究内容

メタマテリアルとは波長以下の周期構造を持つ人工媒質であり、うまく構造設計することで自然界の材料にはない興味深い特性を示すことから、盛んに研究されている。

図１に示すように、ヘルムホルツ共鳴器を導波路に周期配置した音響メタマテリアルは、共鳴器の固有振動と系の周期性に起因した音波遮断域を持つことが知られている。ヘルムホルツ共鳴器の共鳴周波数は構造パラメータによって決まるため、導波路を伝搬する音波を所望の周波数で遮断することが可能である。我々はさらに図２に示すように共鳴器を連結した構造に着目し、その周波数特性を調べている。共鳴器を連結することで共鳴モードは２つとなり、２つ目の固有周波数は結合管の長さや断面積によって制御することが可能である。

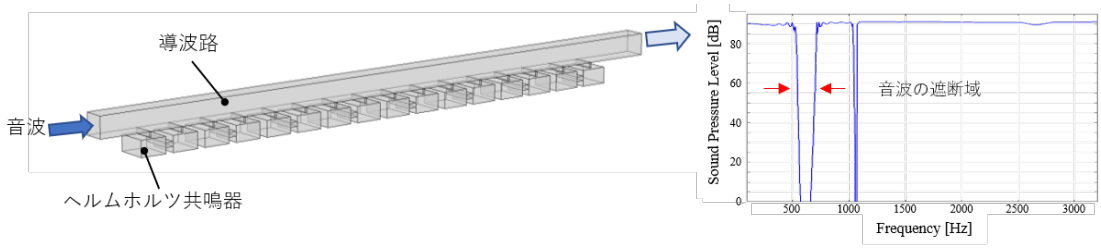


図１．ヘルムホルツ共鳴器を導波路に周期配置した音響メタマテリアル

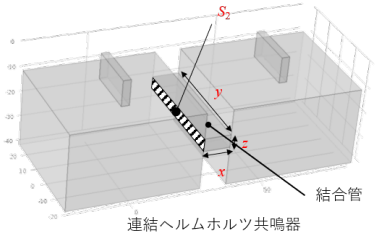


図２．連結ヘルムホルツ共鳴器

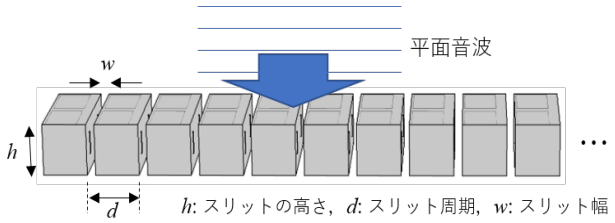


図３．スリットアレイ構造

また図３に示すようなスリットアレイ構造は、スリット周期より長い波長の音波に対しては音響メタマテリアルと見做すことができ、スリットが存在するにも関わらず、ただの板状の材料よりも高い音波遮断特性を持つことが知られている。我々はさらにスリット中に共鳴器を組み込むことで、どのような効果が得られるのかということを検討している。

以上のような音響メタマテリアル構造とその音波伝搬特性をシミュレーション検討によって調べ、できるだけ広い音波遮断特性を実現する吸音器として応用することを目的に研究を行っている。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・有限要素法を用いた音響解析
・共鳴器による吸音システムの開発

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・受託研究：「音響メタマテリアルを用いた自動車室内の静粛性向上技術」（2018）
・受託研究：「連結共鳴器構造を用いた音響制御技術に関するフィジビリティスタディ」（2017）

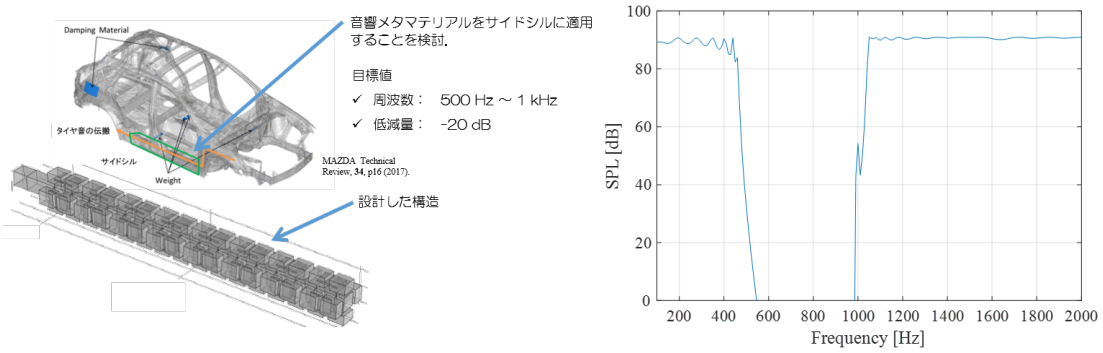


図４．音響メタマテリアルの自動車への応用

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・従来よりも軽量かつ安価な吸音デバイスを実現できる可能性がある。
・サイドシル以外の自動車部品（例：マフラーなど）にも応用できる可能性がある。
・効果が実証出来れば、自動車以外にもあらゆる輸送機器や、建築分野への応用が期待できる。

５　連絡先

TEL: 0866-94-2733
Email: koichiro@c.oka-pu.ac.jp

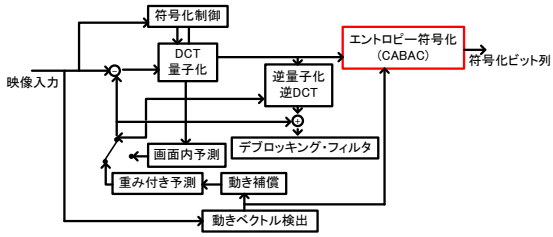
ディジタル集積回路を用いた信号処理に関する研究

情報工学部　情報通信工学科　小椋 清孝

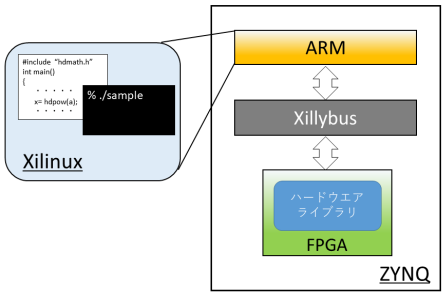
1　研究内容

1）メディア処理の高性能化に関する研究

近年、4K や 8K など高精細化が進み、以前と比較して更に多くの処理能力を必要とされるようになってきた動画・音声などのメディア処理について、“動的再構成技術”を用いたメディア処理用のプロセッサの開発や、ARM プロセッサを混載した ZYNQ FPGA を用いたアクセラレーション回路等の研究を行っている。



H.264 動画符号化処理フロー

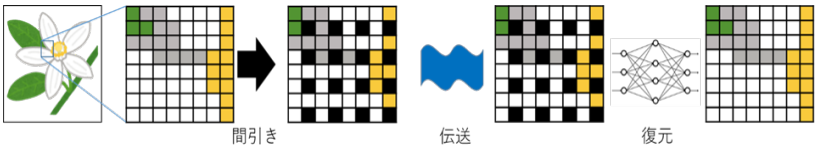


ZYNQ FPGA によるハードウエアアクセラレーション構成

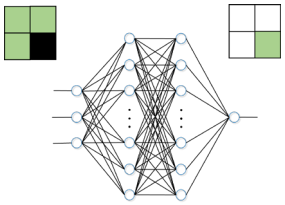
2）深層学習を用いたアプリケーションとハードウエア化に関する研究

近年、広く用いられるようになってきた深層学習(ディープラーニング)の応用に関して、主に画像処理に関するテーマを題材にした深層学習モデルの構築とそのハードウエア化に関する研究を行っている。現在、以下の図に示すような画像内の欠損画素を推定する深層学習ネットワークについて、モデル構築とそのハードウエア化（FPGA への実装）を進めている。

また、ハードウエア化の際に問題となるモデル圧縮(枝刈り等)に関する内容にも取り組んでいる。



深層学習での画素推定を用いた画像伝送量削減



欠損画素を推定するネットワーク

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・ディジタルメディア処理に関するテーマ
・メディア処理回路に関するテーマ
・メディア処理・各種信号処理の FPGA 実装に関するテーマ
・深層学習による信号処理やそのハードウエア化に関するテーマ

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・情報通信工学科 おやこプログラミング教室 講師
・岡山県立大学 OPU フォーラムでの研究紹介
・JST CREST　ナノ触覚センシングシステム

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・メディア処理の高性能・低消費電力化による高精細動画のモバイルデバイスへの応用など
・各種深層学習アプリケーションのハードウエア化、エッジデバイスへの適用

５　連絡先

小椋　清孝

TEL & FAX　0866-94-2091

E-mail　komoku@c.oka-pu.ac.jp

広帯域ディジタル無線通信の基盤技術・通信方式に関する研究など

情報工学部　情報通信工学科　荒井 剛

１　研究内容

今や産業や生活の基盤をなすものとなった無線通信の基盤技術について、特に広い周波数帯域を用いるディジタル通信に関する通信方式についての基盤研究を継続して行っている。具体的な応用として ITS(高度道路交通システム)や可視光通信などをターゲットにした研究や、通信方式として用いられている OFDM(直交周波数分割多重)方式の持つ PAPR 問題に関する研究を行っている。

また、情報通信工学科における学生教育環境の整備業務に携わっていることから、オープンソースソフトウェアやクラウドサービスを用いた教育研究環境の構築に関する知見を収集し、学科教育に反映させている。

◆ 符号多値変調を組み合わせた Spread ALOHA 方式に関する研究

多元接続通信方式の一つである　Spread ALOHA 方式について着目している。この方式は現在の無線通信で広く使われているキャリアセンス型多元接続(CSMA) 方式とは異なり、相互の無線局が任意のタイミングで情報を伝送出来るため、基地局などとの調停が不要で、アドホック無線通信などとの親和性が高いことから、様々な検討が行われている。

Spread ALOHA 方式のスループット特性を改善するために、符号多値変調を組み合わせた CSK Spread ALOHA 方式に関する検討を行ない、ネットワーク内の局数が少数である際の情報伝送速度を高めることが可能であることを示した。また、この方式に対して逐次干渉除去を行うことで、さらなる通信性能の改善が見込まれることを示した。

◆ スペクトル拡散ブーメラン通信方式に関する研究

スペクトル拡散ブーメラン通信方式(SS ブーメラン方式)は、スペクトル拡散通信方式の持つディジタル通信能力と、測距能力を併せ持つ通信方式であることから、アドホック無線通信や車車間通信などへの応用が期待されている。

この通信方式に用いられているスペクトル拡散通信方式は、情報伝送速度の低い直接拡散方式(DS/SS)を用いた検討が多いことから、符号多値変調を組み合わせた CSK/SS ブーメラン方式 について検討を行い、スペクトル拡散通信方式の特徴を活かしつつ情報伝送速度を改善可能であることを示した。

◆OFDM の PAPR を低減する変調方法に関する研究

直交周波数多重変調(OFDM)は、無線 LAN や携帯電話通信網などで広く用いられているディジタル変調方式である。この方式は多数の搬送波を加算して伝送することから、瞬時的に高い信号振幅が発生するため、ピーク電力値と平均電力値との比(PAPR)が他のディジタル通信方式よりも高くなる。この PAPR の増加は伝送信号に歪みをもたらし、通信性能の劣化を引き起こす原因となる。送受信機の実装に伴う要請や、通信路環境を考慮した PAPR 特性の低減方法の検討が必要である。

PAPR 低減法として、ヌル点を含む多値信号形式を用いた OFDM 方式、使用するサブキャリアを限定して並列に組み合わせる OFDM 方式、敢えて直交性を崩すことでキャリア間干渉と PAPR を低減する周波数分割多重方式などを取り上げ、その検討を行っている。それぞれの方式について、PAPR が低減可能であることを示した。また、これらの方式について比較検討を行っている。

◆オープンソースソフトウェアを用いた教育環境構築について

情報通信工学科の工学教育環境の整備について、計算機管理業務に長年携わっている。情報通信工学科では、情報通信技術の根幹をなす情報・通信・電気電子技術に関する幅広い知識とその応用力を身につけることを学生に求めている。そのような状況において、学習に深く関わる計算機演習環境を整備する際には、専門性ならびに多様性の感じられるシステムを用意することが望ましいものと考えられる。

情報通信工学科では、近年発展がめざましいインターネット技術、クラウド技術の基盤技術として用いられている、オープンソースソフトウェアを広く利用している。その利用範囲は、基本ソフトウェアであるLinuxに始まり、応用ソフトウェアであるオフィススイート、Webブラウザ, 文章組版ソフトウェアなど多岐に渡る。また、ハードウェア実験では、一般的なコンピューター利用者の間で圧倒的なシェアを有する Microsoft Windows 環境で実験を行うことが多く、学生の学びの機会を担保している。

また、クラウドサービスの利用による教育効率化ならびに共同学習のリテラシー醸成のため、Google for Education を導入している。クラウドサービスの利用経験を積むことで、柔軟な働き方に必要とされる ICT の利活用について考えることが出来る人材を育成する契機となっているものと考えている。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・ディジタル通信方式に関する基盤技術に関する検討
・オープンソースソフトウェアを用いた教育環境構築に関する検討

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・教育情報化促進基盤整備事業 『Open School Platform』プロジェクト」０プロジェクト技術相談員
・玉野光南高校 情報専門教育講演会 講師
・「情報セキュリティ・リテラシーの向上について」私立高教員向け研修講師
・岡山県立大学公開講座 講師
・情報通信工学科 おやこプログラミング教室 講師

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

研究活動よりも教育活動で得られた知見を求められることが多いことから、引き続き積極的な情報収集や実践を行いたい。

５　連絡先

〒701-1213 岡山県総社市窪木 111
岡山県立大学 情報工学部事務室気付 荒井
電話：0866-94-2092
電子メール: tarai@c.oka-pu.ac.jp

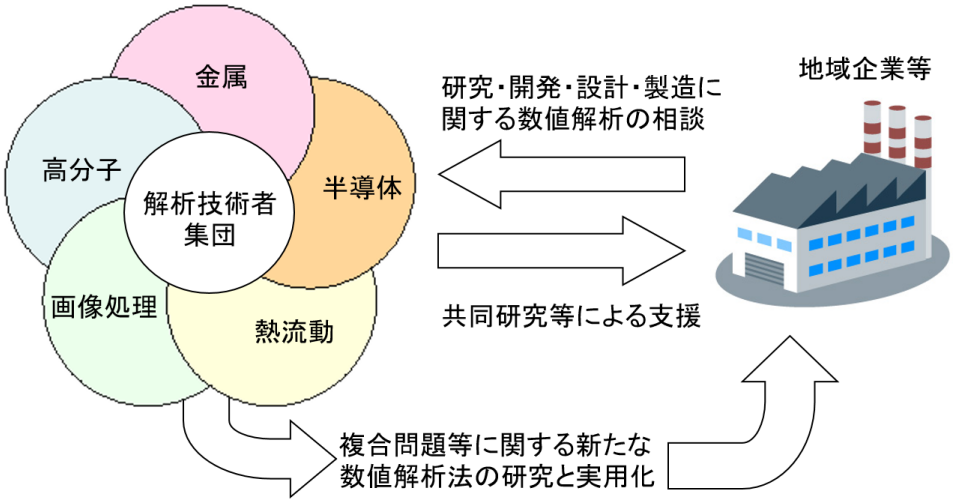
ものづくりを支援する数値解析法に関する研究

情報工学部　情報システム工学科　尾崎 公一

1　研究内容

近年、数値解析は、製品の高機能・高性能化や低コスト化に非常に有効な技術として認識され、研究開発のみならず、製品設計や生産技術にまで利用されている。用途の広がりに伴って複数の学問分野を融合して解析モデルを構築することや、多角的な視点から解析結果を考察することが必要である。本プロジェクトでは、複数分野における解析技術研究者が集まり、知識を融合して高いレベルの実学を創造するとともに、地域企業の解析ニーズに応えることを目的としている。さらには、新たな数値解析技術を開発し、実用化することも目指している。下図に示すように、金属材料、半導体材料、高分子材料、熱流動、画像処理の 5 分野の専門家が互いに連携しながら問題解決に取り組んでいる。

なお、以下本文においては、著者のみで対応可能な内容および実績について記載する。



2　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・マグネシウム合金・アルミニウム合金の強度特性
・マグネシウム合金の射出成形
・構造解析・鋳造解析等

3　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・経産省サポイン事業
　・H15-17，革新的低コスト・生産性・品質向上 Mg 合金製筐体製造プロセスの研究開発，岡山県産業振興財団，岡山県工業技術センター，岡山ミノルタ精密（現藤岡エンジニアリング），堀金属表面処理工業，オーエム産業と共同で実施．

・H20-22，経産省サポイン事業，環境・コスト低減に対応した，光輝性アルミニウム合金鋳物製造技術の開発，岡山県産業振興財団，光軽金属工業，サーテック永田，岡山県工業技術センターと共同で実施.
・H21-22，組織制御したゴム材のレーザ光による先進的自動車部品の創生，岡山県産業振興財団，内山工業，岡山県工業技術センターと共同実施.
・H23-25，被削性およびコスト低減を可能にするスマート鍛造プロセスの開発，岡山県産業振興財団，川上鉄工所，岡山県工業技術センターと共同で実施.
・H27-29，極短パルスレーザとめっきによるパワー半導体ガラス基板のマスクレス配線工法開発，岡山県産業振興財団，オーエム産業，岡山県工業技術センターと共同で実施.
・H27-29，3 次元 LSI ウェハ薄化を実現する革新的接合工法の開発，岡山県産業振興財団，タツモと共同で実施.

・経産省地域イノベーション創出研究開発事業
・H20，レーザ光とナノハイブリッドシートによる高信頼接合技術の創成，備後地域地場産業振興センター，早川ゴム，アステア，岡山県工業技術センター，大阪工業大学と共同で実施.

・きらめき岡山創生ファンド
・H20-22，医療福祉用バルーン型ポンプの開発，みのる産業，岡山大学，岡山理科大学と共同で実施.

・ものづくり補助金
・H21，マグネシウム市中屑からのリサイクル技術の確立，日本サーモケミカル（現 STU）を支援.

・電池関連プロジェクト推進研究委託事業
・H23，廃熱発電を目的とした Mg2Si 熱電モジュールの高性能化・高信頼性化に関する研究～モジュールの最適設計と試作モジュールの性能評価～.
・H24-25，廃熱発電を目的とした熱電モジュールの最適設計法の検討と実証実験，享栄エンジニアリングからの再委託.
・H26，排熱発電用熱電変換モジュールの高性能化，品川ファインセラミックスからの再委託

・上記以外にも県内・県外企業との連携実績多数有り

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・数値解析は、製品の高機能・高性能化や低コスト化に非常に有効な技術として認識され、研究開発のみならず、製品設計や生産技術にまで利用されており、様々なニーズに応用可能である。

５　連絡先

TEL／FAX：0866-94-2133／0866-94-2199（学部共通）
Mail：ozaki@cse.oka-pu.ac.jp

知識・情報を活用した設計・生産支援技術

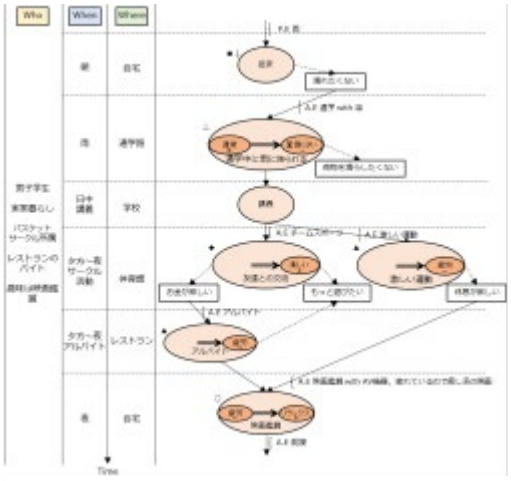
情報工学部　情報システム工学科　妻屋 彰

１　研究内容

製品設計で考慮すべき要素は年々質量ともに増大し複雑になる一方で、製品開発競争の激化のため設計開発期間の短縮化が強く求められている。他方、3D プリンタのような創る行為の敷居を低くするツールの登場や IoT 技術の進展など、ものづくりのあり方そのものが大きく転換する可能性もでてきている。このような背景の下、モノづくりとコトづくりが融合する時代の製品・サービスの設計／生産／運用・保全を支援する方法に関して研究を行っている。研究例を以下に示す。

(1)　生活シーンのモデル化および製品・サービス設計支援方法に関する研究

製品設計において、有している性能や機能に価値をおく（交換価値）という考え方から、それがどのような状況でどのように用いられるか、また、それを用いることによりどのような状況や経験を生み出すかという点に価値をおく（文脈価値）という考え方への転換が起こりつつある。そのため、設計において使用者や使用シーンの想定はますます重要となるとともに、製品の提供者と使用者が相互に作用し協力する共創による文脈価値のデザインも必要となってくる。そこで、提供者と使用者双方が共有するための生活シーンおよびそこに登場する要素のモデル化方法と、共有したモデルを用いた製品・サービス設計を支援する方法の構築を進めている。右図は、生活シーン記述モデルのプロトタイプに従って記述された生活シーンの例である。



生活シーンの記述例

(2)　製品／設計情報の表現・管理とその利活用に関する研究

異なる知識背景を持つ設計者・技術者による協調設計や過去の設計の再利用などにおいて重要となるのが製品／設計情報の伝達や共有、利活用である。また、地球環境問題の深刻化から持続可能な社会の実現が望まれており、製品やシステムなどの人工物にはライフサイクル全体を通して最大限に価値を発揮することが求められる。そこで、人工物のライフサイクルの各フェーズにおける知識・情報データの表現方法と、それを用いた設計支援や運用・保守支援の方法の構築を進めている。右図は、設計情報と設計意図を統合的に扱う知的 CAD システムの研究で開発したシステムの一画面である。

部品間関係記述による設計支援

(3)　被災時における生産計画の立案支援に関する研究

現代のグローバルな生産体制では、自社工場のみならず、サプライチェーン上の企業・工場や物流インフラ等のトラブルによって、製品の生産が困難となる事態が発生しうる。特に大規模災害時には、製品製造に関わる様々な要素に問題が生じ、生産計画にも大きな影響が出ることが予想される。そこで、被災後に使用できる資源を用いてどこで何をどれだけ生産するかという計画の立案を支援する方法の構築を進めている。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

- 製品・サービスの共創設計支援方法の構築
- 大規模データを活用した製品・サービス・システムへの要求抽出と評価支援方法の構築
- IoT を活用した柔軟な生産・在庫管理手法の開発
- レジリエントな生産システムの構築
- 製品事故事例を活用した安全設計支援方法の構築

など

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

- (社)日本制御機器工業会　産業オートメーション制御機器管理統合システム標準化検討委員会委員長（2007 年 9 月～2010 年 3 月）
- (独)製品評価技術基盤機構　事故原因技術解析ワーキング委員（2010 年 5 月～現在）
- 関西原子力懇談会　原子力施設の社会的安全性検討委員会委員（2014 年 10 月～2018 年 3 月）、同委員会シニアアドバイザー（2020 年 10 月～現在）
- 真庭市　第 4 次真庭市情報化計画策定・推進委員会委員長（2020 年 10 月～現在）

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

- IoT、AI 技術の進展やコロナ禍など環境の大きな変化により、人々の暮らしやものづくりの在り方など社会の構造が大きく変化しつつある。研究成果はこれらをシステマティックに捉え、新しい時代のものづくり、ことづくりにつながることが期待される。

５　連絡先

岡山県立大学　情報工学部　情報システム工学科　　妻屋　彰
Tel: 0866-94-2137　　E-mail: tsumaya@cse.oka-pu.ac.jp

バナッハ空間の幾何学的構造の研究とその応用

情報工学部　情報システム工学科　三谷 健一

1　研究内容

バナッハ空間における単位球の幾何学的形状はバナッハ空間の構造の理論と深く関係し、クラークソン不等式を中心としたノルム不等式や単位球の凸性（狭義凸性、一様凸性など）と関係して今までに多くの研究が行われ、バナッハ空間の構造の理論だけでなく微分方程式、近似理論など多くの分野に応用されている。

本研究では、単位球の凸性度合い（四角さ度合い）を表すジェームス定数や中線定理を由来としたフォンノイマンージョルダン定数などの幾何学的定数を考察し、具体的な有限次元ノルム空間および無限次元空間における定数の計算、定数によるバナッハ空間の諸性質の評価、定数同士の相互関係を導出することを目的とする。さらに、幾何学的性質を用いた不動点理論や作用素論などの他分野への応用を目指している。

今までに、デイジェームス空間や 2 次元ローレンツ数列空間における定数の計算に成功した。これにより、定数同士の相互関係や双対空間における定数の関係の詳細を与えた。また、バナッハ空間における三角不等式とその逆不等式について精密化や一般化を行い、さらに狭義凸性をもつバナッハ空間においてこれらの不等式の等号条件を導出した。3 次元以上の空間についての定数の計算や、一般のバナッハ空間における定数同士の相互関係などにおいて未解決な問題も多く、それらについて現在検討を行っている。

幾何学的定数の例

・フォンノイマンージョルダン定数

$$C_{\mathrm{NJ}}(X) = \sup\left\{ \frac{\|x+y\|^2 + \|x-y\|^2}{2(\|x\|^2 + \|y\|^2)} : (x,y) \neq (0,0) \right\}$$

・ジェームス定数

$$J(X) = \sup\{\min\{\|x+y\|, \|x-y\|\} : \ x, y \in S_X\}$$

・ジェームス型定数

$$\mathrm{J}_t(X) = \sup\left\{ \left(\frac{\|x+y\|^t + \|x-y\|^t}{2} \right)^{1/t} : \ x, y \in S_X \right\}$$

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・関数解析学に関連する内容

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

なし

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・今までに国内外の学術雑誌での発表の他、Conference of nonlinear and convex analysis (NACA) などの国際シンポジウムや日本数学会、京都大学数理解析研究所などの研究集会において成果発表を行っている。今後も継続して各種研究集会において成果発表を行う予定である。

５　連絡先

岡山県立大学情報工学部情報システム工学科　三谷健一
メールアドレス: mitani@cse.oka-pu.ac.jp

劣駆動ロボットの制御系の設計・解析

情報工学部　情報システム工学科　忻 欣、山崎 大河

１　研究内容

近年、制御入力の数が一般化座標数より少ない劣駆動系の制御は注目を集めている。劣駆動系の例としては、移動ロボット、歩行ロボット、アクロバットロボット、柔軟リンクロボット、宇宙ロボット、潜水艇や水上艇などが挙げられる。劣駆動系の有効な制御法が確立できれば、ロボットの軽量化、コストダウン、省エネルギー化、耐故障性のみならず、新しい機器の創出などに貢献できると期待されている。しかし、そのような劣駆動系には強い非線形性があるため、その制御には新たな設計・解析理論が必要となっている。

研究代表者らは、軽量化を極限まで求める宇宙ロボットなどへの応用を目指し、劣駆動ロボットの開発・制御に取り組んできた。鉄棒運動をする体操選手の２リンクモデルである関節１（手）が非駆動、関節２（腰）が駆動の２リンクロボット（図１）を対象とし、宙返り着地[1]や大域的な安定化制御（振り上げ制御）[2]を実現する制御系の設計・解析を行うとともに、製作した劣駆動ロボット実機による振り上げ倒立制御（図２）に成功している[3]。また、鉄棒運動をする体操選手の３リンクモデルである関節１（手）が非駆動、関節２（肩）、関節３（腰）が駆動の３リンクロボット（図３）を対象とし、駆動リンクによる仮想的に合成したリンク（VCL）の考え方を提案し、それに基づく振り上げ制御系の設計・解析法[4]を与えている。さらに、垂直平面における n リンクロボットを対象とし、複数の仮想合成リンクの逐次的な構成法を考案し、その関節１のみが非駆動（図３）の場合[5]などの制御御問題を国内外で初めて解決している。

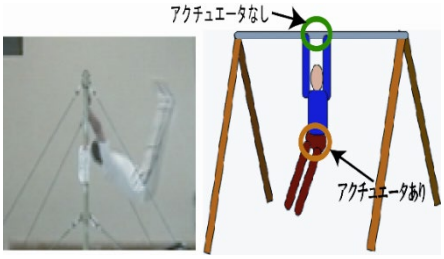


図１．体操選手とその２リンクモデル

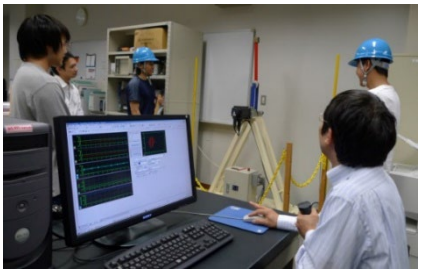


図２．鉄棒ロボットの実験風景図

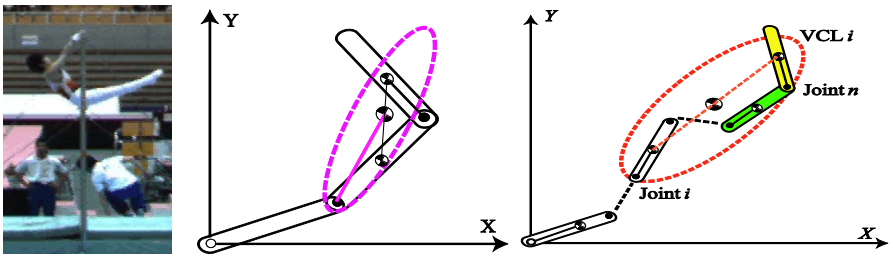


図３．体操選手とその３リンクモデル、３リンクと n リンクの仮想合成リンク

劣駆動系の代表例としての鉛直平面における n リンク劣駆動ロボットを対象とし、その可制御性と可観測性を解析的に明らかにしている[6]。今までの研究成果は、権威がある国際学術論文誌に 21 編掲載されている。また、Springer 社

からの誘いで、319 頁の専門書[8]が出版されている。

参考文献

1 X. Xin, T. Mita, M. Kaneda, The posture control of a 2-link free flying acrobot with initial angular momentum. IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 49, no. 7, pp. 1201-1206, 2004.7. 【IF：4.270】
2 X. Xin, M. Kaneda, Analysis of the energy-based swing-up control of the Acrobot. International Journal of Robust and Nonlinear Control, vol. 17, no. 16, pp. 1503-1524, 2007.11. 【IF：3.393】
3 X. Xin, T. Yamasaki, Energy-based swing-up control for a remotely driven acrobot: Theoretical and experimental results. IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 20, no. 4, pp.1048-1056, 2012.7. 【IF：3.882】
4 X. Xin, M. Kaneda, Swing-up control for a 3-DOF gymnastic robot with passive first joint: Design and analysis. IEEE Transactions on Robotics, vol. 23, no. 6, pp. 1277-1285, 2007.12. 【IF：4.036】
5 X. Xin, J. She, T. Yamasaki, Y. Liu, Swing-up control based on virtual composite links for n-link underactuated robot with passive first joint. Automatica, vol. 45, no. 9, pp. 1986-1994, 2009.9. (Regular paper) 【IF：5.451】
6 X. Xin, Linear strong structural controllability and observability of an n-link underactuated revolute planar robot with active intermediate joint or joints, Automatica, vol. 94, pp. 436-442, 2018.9 【IF：5.451】
7 X. Xin, Y. Liu, Control Design and Analysis for Underactuated Robotic Systems. Springer, 2014. (Monograph of 319 pages)

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・ロボットの制御系の設計・解析
・クレーン系の制御
・複雑システムの解析・制御

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・ 本研究は、5 つの科学研究費を含む 10 の外部研究助成金の補助のもと行われている。
・ 研究代表者は岡山県立玉野光南高等学校から要請を受け、その研究成果を含む“制御とロボティックス”の出前講義を 4 年間行っていた。
・ 2016 年 11 月 18 日に、研究代表者は、SICE 制御部門の非線形現象の特徴化に基づく制御理論調査研究会が主催する公開型第２回研究会にて、劣駆動ロボットに関する研究成果について講演した。

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・機械工学、制御工学、情報工学、人間工学などの融合を図りつつ、劣駆動ロボットの実際応用を目指して、力学系・生物系の本質から制御を考え、新しい機械システムの構造を用い、理論考察と実験検証を同時に推進することにより、人間のような技能を有するロボットの創出を目指す。
・劣駆動系の代表例であるクレーン系を対象とし、今まで研究成果をその有効な吊り荷振れ止め制御則の開発へ応用する。

５　連絡先

岡山県立大学　情報工学部　情報システム工学科　忻欣
Tel／Fax:0866-94-2131／0866-94-2131　　Email: xxin@cse.oka-pu.ac.jp

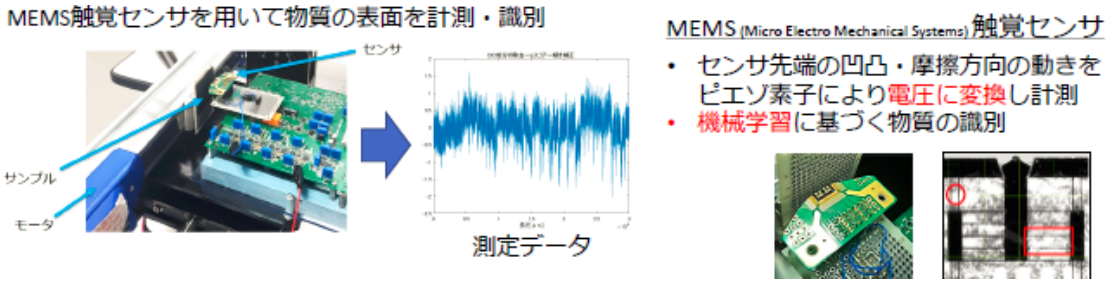
省電力インテリジェント組込みシステム

情報工学部　情報システム工学科　有本 和民

１　研究内容

組込みシステムの高性能化に必須のハードウエア・ソフトウエア協調技術に対し、ノーマリオフコンピューティング（従来の省電力化は、動作していない箇所の電源をシャットダウンしているが、ノーマリオフコンピューティングでは必要な個所に高効率でエネルギーを供給するシステム技術）技術を融合させて、組込みシステムの飛躍的な省電力化を目指す。特に今後の組込みシステムに搭載されるセンサ、AI 機構に前述のノーマリオフコンピューティング技術をリンクさせて、省電力インテリジェント組込みシステムの実現を目指す。

●触覚センサと省電力 AI による物質の手ざわり感検出システム



●ドローン搭載用省電力組込み画像認識応用での農作物生産管理応用

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

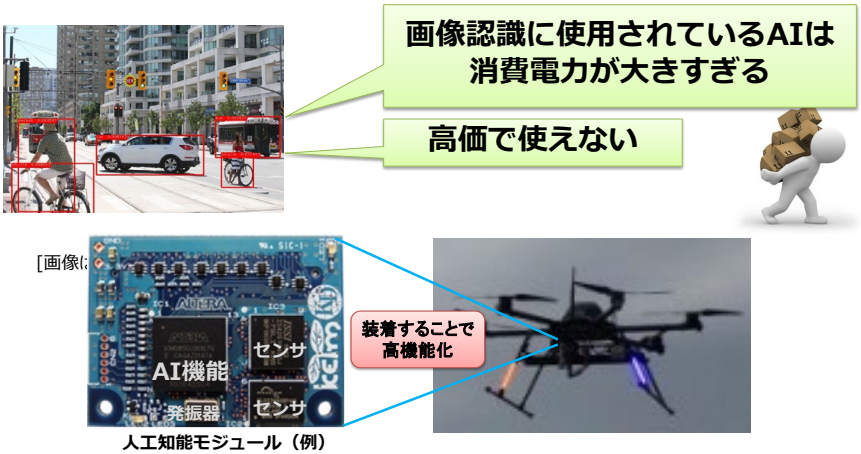
・省電力組込みシステムおよびその応用
・省電力エッジコンピューティング AI の研究
・スマートセンシングシステム

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

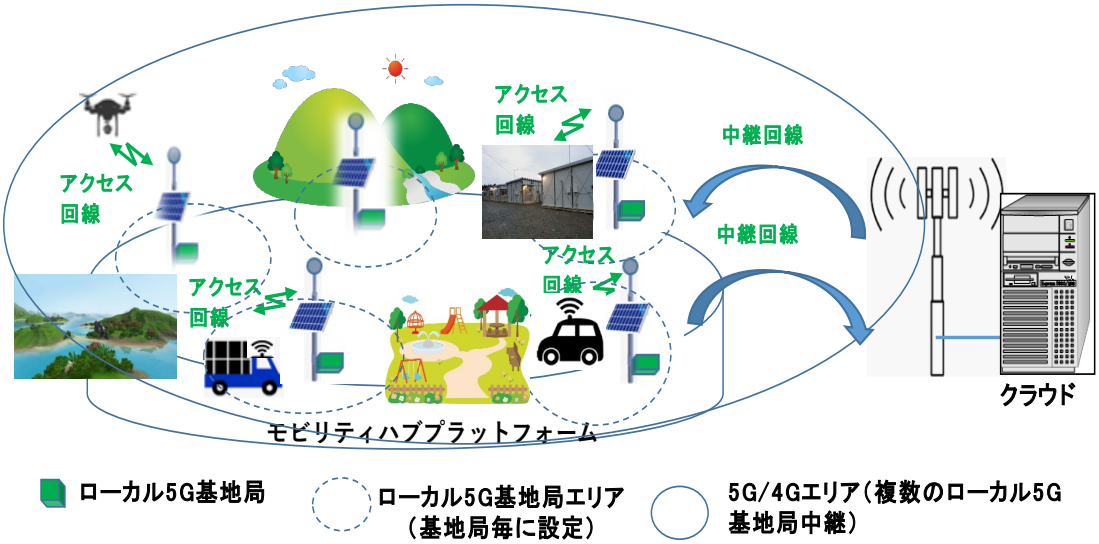
・JST CREST：ナノ触覚センシングシステム
・総務省 SCOPE：ドローン搭載用省電力組込み画像認識
・JST A-Step：心拍計測での病変認識組込みシステム
・NEDO：可搬型ローカル 5G 基地局向け電源管理システム

・おかやま組込システム・AI 講座（岡山県寄附講座）

●省電力小型エッジ AI コンピュータ



●可搬型ローカル 5G 基地局向け電源管理システムによる地域連携 5G サービスシステム



4　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・触覚センシングシステム応用（手ざわり感検出）：紙、繊維製品検査システム応用
・可搬型、系統電源フリーによるローカル 5G 基地局による地域支援　MaaS サービス応用
・省電力エッジコンピューティング AI 応用：バイタル情報認識応用等

5　連絡先

Tel：　0866-94-2124
e-mail：arimoto@cse.oka-pu.ac.jp

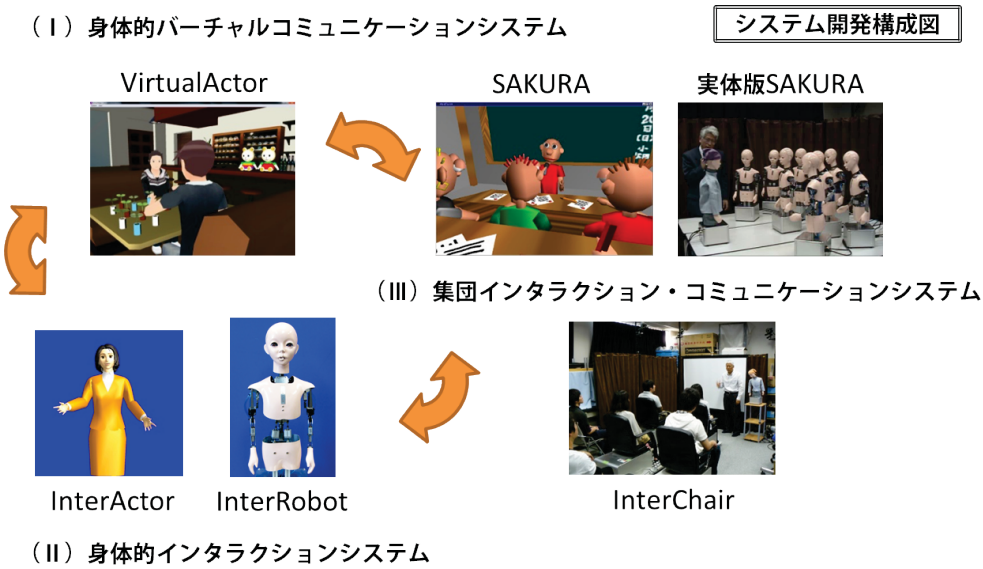
人を引き込む身体的インタラクション・コミュニケーション技術

情報工学部　情報システム工学科　渡辺 富夫、石井裕
デザイン学部　ビジュアルデザイン学科　西田 麻希子
保健福祉学部　看護学科　高林 範子
情報工学部　人間情報工学科　佐藤 洋一郎、伊藤 照明

1　研究内容

人は、単に言葉だけでなく、うなずきや身振りなど身体によるリズムを共有して、互いに引き込むことで、コミュニケーションをしている。この身体性の共有が、一体感を生み、人とのかかわりを実感させている。乳児期から母親（育児者）の語りかけに対して身体動作との引き込みにより言語を習得してきた以上、この身体的リズムの引き込みによる一体感・身体性の共有なくしては、心の基底の部分で情報を送受信することは極めて難しいのではないかと考えられる。従って、このメカニズムがヒューマンインタフェースに導入されるならば、真に人間に立脚した身体的コミュニケーションシステムが実現できるものと大いに期待される。そのシステム開発の一つの大きな目標は、相手との一体感があり、お互いの思いが通い合えるコミュニケーションインタフェースを構築することにある。

身体的インタラクション・コミュニケーションの体系的な解明と身体的インタラクション・コミュニケーション技術の研究開発の基盤として、これまでに（Ⅰ）身体的コミュニケーションの合成的解析・理解のための身体的バーチャルコミュニケーションシステム、（Ⅱ）コミュニケーション支援のための音声に基づく身体的インタラクションシステム、（Ⅲ）コミュニケーション場の生成・制御のための集団インタラクション・コミュニケーションシステムを開発している。



本研究開発は、超高齢社会、高度メディア社会における身体的コミュニケーションの重要性の高まりとともに、対話者に傾聴されている実感を与え、コミュニケーションを楽しくする、人とかかわるシステムへの汎用的な導入が期待され、学術的・社会的意義が大きい。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・コミュニケーション支援
・コミュニケーション場の生成・制御
・ユーザに一体感とともに自然な発話やインタラクション促進効果
・ユーザの語りかけに対するかかわりを実感できるシステム構築
・場を盛り上げ、場の雰囲気をつくる技術

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・JST CREST「心が通う身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC」H12.8-H17.3
・NEDO「子どもを元気づける身体的コミュニケーションロボットの研究開発」H16.10-H18.3
・JST CREST「人を引き込む身体性メディア場の生成・制御技術」H18.10-H24.3
・日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション研究所「音声対話インタラクションデザインの研究」H27.4-H28.3
・インタロボット(株)と共同研究を継続中
・㈱両備ヘルシーケア「高齢者向け記憶回想促進システムの開発」R1.8-

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・本システム・技術は、教育、看護、エンタテインメントなど、人とかかわる広範囲な応用が容易に可能
・身体的コミュニケーションロボット・玩具への導入
・スマートフォンやインターネット等の通信・情報機器分野での身体性活用
・e-learning 等の教育分野におけるインタラクション効果
・看護・介護コミュニケーション分野での支援効果

５　連絡先

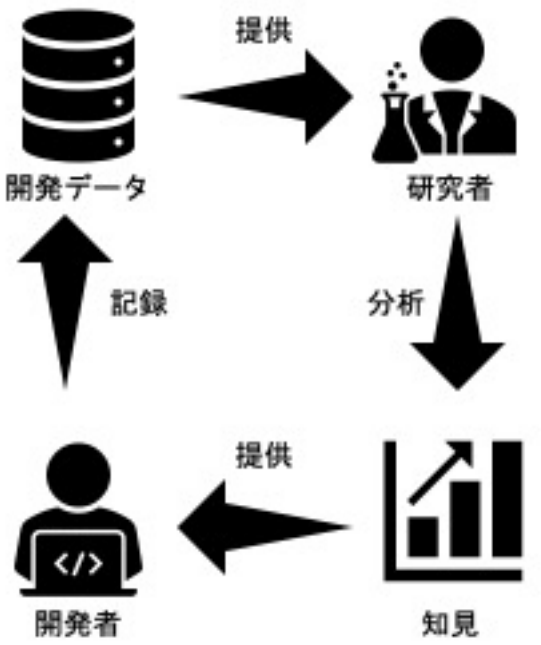
渡辺 富夫　TEL: 0866-94-2105　E-mail: watanabe@cse.oka-pu.ac.jp

データ分析を通じたソフトウェア開発の改善支援

情報工学部　情報システム工学科　天嵜 聡介

１　研究内容

昨今のソフトウェア開発では開発の過程や成果物の変更履歴が追跡可能な形で電子的に保存されていることが多い。このようなデータの分析を通じてソフトウェア開発の改善支援に関する研究アプローチは Software Analytics と呼ばれる。改善支援の妥当性・一般性を実証的に示すため、複数のオープンソースプロジェクトを分析対象とすることが一般的である。



現在取り組んでいる主な課題は、新規プロジェクトに要する工数の見積もり手法の改善、不具合を含むモジュールの予測手法の提案、ソースコードの書き方と品質の関連性の分析である。工数見積もり及び不具合モジュール予測では、他組織で収集されたソフトウェア開発のデータを用いた手法の提案に向けて分析を行っている。また、ソースコード中の変数名の命名方法と不具合発生率の相関などを解析し、わかりやすいコードを書くことの実用的な価値について実証的に考察を行っている。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・ソフトウェア開発データの分析方法

・見積もり・予測モデルの構築方法

・ソフトウェア工学分野の研究動向の情報提供

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・異なる方式で計測されたファンクションポイントの相互変換（受託研究）

・情報処理推進機構 ソフトウェア高信頼化推進委員会　委員及びワーキンググループ主査

・混乱するプロジェクトの予測（共同研究）

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・他組織のデータを用いた工数見積もり手法の性能を改善していくことで、ISBSG などのデータを用いた工数見積もりが現実的となる可能性がある。

・他組織のデータを用いた不具合モジュール予測の性能を改善していくことで、電子的な開発履歴のないプロダクトの品質を向上できる可能性がある。

・ソースコードの書き方と品質との関連性を多角的に分析することで、ソフトウェア開発における規約の改定やレビュー活動の改善を通じた品質向上が見込める。

５　連絡先

amasaki@cse.oka-pu.ac.jp

ユーザーデータの感情推定および評判分析

情報工学部　情報システム工学科　但馬 康宏

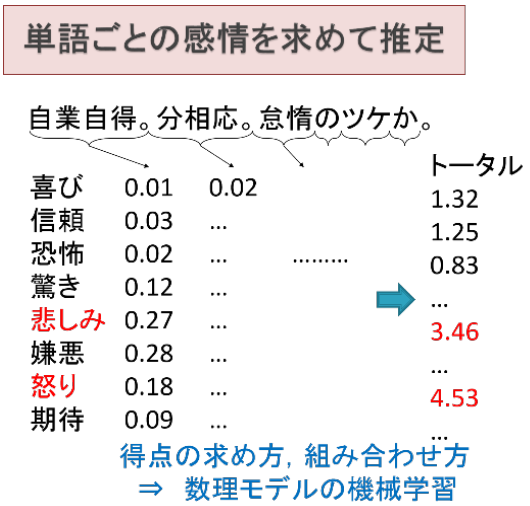
1　研究内容

(1) 当該技術の社会的な背景や課題

企業活動のあらゆる場面で、大量かつ多様なデータが利用可能となった。
しかし、
　　大量のデータ　⇒　効率的な利用
　　多様なデータ　⇒　統合活用
は、必要性が高いが、むずかしい。

(2) 技術の概要
ウェブ上のニュース記事にツイッターで寄せられたコメントに対して、書き手の感情を推定する。

【ニュース記事】　ギリシャ危機：ご当人たちは「なんとかなるさ」で昼から酒
【ツイートと発言者の感情】
　　「自業自得。分相応。怠惰のツケか。」　→推定結果：悲しみ
　　「ダメだコリャー」　→推定結果：悲しみ
　　「いいねえ。この精神こそ見習うべき」　→推定結果：期待



(3) 当該技術で想定できる事業や課題

- 顧客から寄せられた意見の分類 ： アンケートに含まれる意見の分類、潜在的な要望の抽出、顧客の注目点の変化
- 関連性を探りたいデータの分析 ： 新たな発見が期待できそうだが、手つかずのデータに対する分析（テキストデータ以外も対象）
- 関連性そのものの発見 ： 出所の違うデータの結合方法、統合的な解析

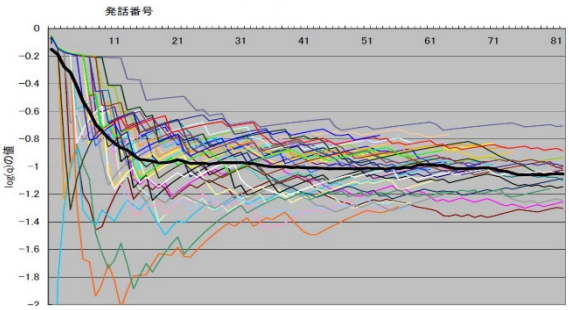
２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

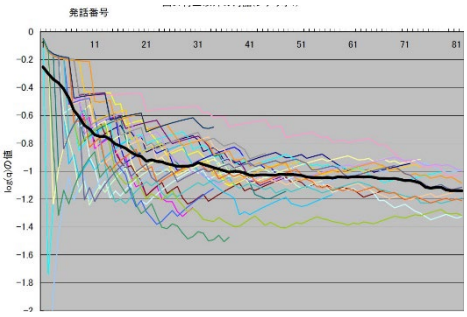
- 感情推定：　テキストデータの書き手の感情推定。サウンドデータに対する印象推定。
- データの分類およびクラスタリング：　代表意見の抽出、分類クラス間の関係可視化。
- トピック抽出：　キーワード抽出や段落分割。
- アンケート結果の統計的解析
- その他データマイニング、テキストマイニング全般

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

- 民間企業との共同研究（対話の構造解析、歩行支援サポーターの開発）

  対話の可視化と分析：目的が達成できた対話とそうでない対話の比較





- 各種生涯学習講座講師
- 文部科学省および科学技術振興機構の研究動向調査協力
- 岡山県立大学公開講座

など

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

共同研究先が獲得できる技術

- テキストマイニング技術
- 感情モデリング技術
- 機械学習手法

５　連絡先

情報システム工学科　但馬康宏
tajima@cse.oka-pu.ac.jp
http://ai.cse.oka-pu.ac.jp/t

自己像提示による身体的アバタコミュニケーションシステム

情報工学部　情報システム工学科　石井 裕

１　研究内容

年々向上する情報通信インフラは、世界を情報化して様々なモノやコトを仮想化し、また仮想と現実の統合を実現しつつあり、さらに対話者の代役としてのアバタ利用など遠隔での多様なコミュニケーション手段によって情報共有が行われている。しかし、複雑かつ膨大な量の情報を利活用するためには、人の認知や行動に対してより信頼性の高い選択肢の中からコミュニケーションによって行動決定していく必要がある。ネット越しの社会における人とのつながりの希薄化が情報の信頼性を損ない、さらにセキュリティやプライバシーにもかかわる様々な社会的問題を生んでいることが指摘されている。

ここで対面でのコミュニケーション環境では、うなずきや身ぶり・手振りなどの言葉以外のノンバーバル情報を共有し、相互に同調し引き込み合うことで円滑なコミュニケーションを実現している。遠隔コミュニケーションにおいてもこれらの身体的な情報を共有するために、仮想空間内でアバタ特徴を活かしたコミュニケーションシステム開発が行われている。対話者の身体的情報を反映したアバタを身体的アバタと表現し、この身体的アバタを介したコミュニケーションにおいて、より効果的な支援システムの開発を目的に検討を行い、自己参照可能な身体的アバタコミュニケーションシステムの有効性を確認してきた。また、身体的アバタと対話相手を仮想対面合成した身体的ビデオコミュニケーションシステム E-VChat を開発し、コミュニケーション実験において官能評価及び行動分析によりシステムの有効性を示している。

身体的アバタを介したインタラクション研究をさらに発展させ、アバタ影を用いた自己―他者認知によるインタラクション理解とモデル化、およびその対話空間における自己肯定感向上に向けた取り組みを行っている。また研究開発が進められるチャットボットなどの対話システムを活用した対話エージェントシステムの利用についても、同一空間内に身体的アバタを配置することでよりかかわりを強化し、その活用可能性を拡げることができると考えられる。本研究を通して、これまで従来社会で自然に行われてきた身体的な人と人とのつながりを実感し、信頼を生む情報共有を実現することで、様々な問題解決にも大きく貢献することが期待できる。

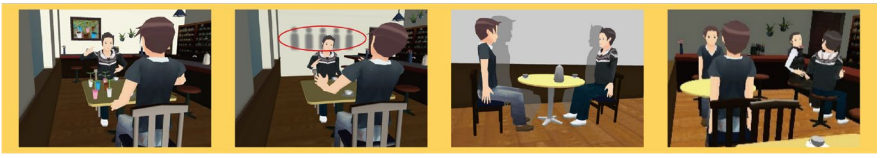
身体的ビデオコミュニケーションシステム E-Vchat

身体的アバタ影コミュニケーションシステム

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

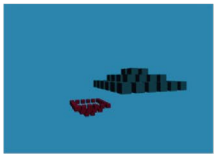
・対話エージェントを用いたコミュニケーションシステム
・自己参照可能なアバタを活用したインタフェースシステム

身体的アバタ

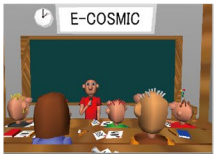


身体的インタラクションの解析（絵画・鑑賞物，影法師，アバタ影，人型エージェント）

看護支援



抽象的波形



集団引き込み

講演支援

遠隔会議支援

自己参照による身体的コミュニケーションシステム群

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・科学研究費の獲得
1）基盤研究（C）平成 28 年度～平成 31 年度　代表　総額 403 万円
研究課題名「身体的アバタを介した自己参照によるコミュニケーション支援システム」
2）基盤研究（B）平成 30 年度～平成 31 年度　分担（代表　望月 俊男）　総額 1,755 万円
研究課題名「協調的議論の実現にむけた２１世紀型スキルとしての認識主体性を育む学習環境の開発」
3）基盤研究（C）平成 31 年度～令和 3 年度　代表　総額 364 万円
研究課題名「自己像提示による身体的アバタコミュニケーションシステム」
4）基盤研究（B）令和 2 年度～令和 5 年度　分担（代表　渡辺 富夫）　総額 1,742 万円
研究課題名「身体的引き込みに基づく対話場の生成・制御システム」
5）挑戦的研究（萌芽）令和 3 年度～令和 5 年度　分担（代表　望月 俊男）　総額 624 万円
研究課題名「協調学習における主体的な学びの調整を状況に応じて支援するエージェントの開発と評価」

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・対話エージェントを用いたコミュニケーション教育システムへの応用
・音声に基づく身体動作生成モデルによる音声対話エージェントの活用

５　連絡先

石井 裕　TEL: 0866-94-2106　E-mail: ishii@cse.oka-pu.ac.jp

変圧器励磁突入電流の簡易解析方法に関する研究

情報工学部　情報システム工学科　徳永 義孝

1　研究内容

三相変圧器を電力系統に投入する時に生じる励磁突入電流と称する過大な電流により、瞬時電圧低下，高調波などによる電力品質への影響が生じている。これらの影響をあらかじめ把握し、対策を検討できるよう、励磁突入電流の瞬時値波形を任意の投入条件に対し、簡易にかつ 0.2 秒以上計算できることが、電力系統や設備の運用において必要とされている。

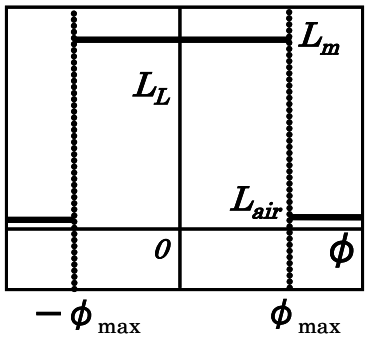
本研究では、回路方程式（微分方程式）の数値解法として、A.Ralston による最適ルンゲクッタ法（(1)式）を用い、これに変圧器の簡易磁気飽和特性として、図１に示すφ（磁束）－L（励磁インダクタンス）特性を新たに適用し、任意の変圧器投入条件（投入電圧位相，残留磁束）に対する励磁突入電流と連系点の電圧を簡易に計算できる方法を、汎用の表計算ソフト Microsoft® Excel®上に構成した（表計算最適ルンゲクッタ法）。

$$i=i(t)\,,\quad \frac{di}{dt}=f(t,i)$$

$$\begin{aligned}
&k_{00}=f(t_n\,,i_n) && ,\,k_1=i_n+\alpha_{10}\,k_{00}\\
&k_{11}=f(t_n+\tau_1\,,k_1) && ,\,k_2=i_n+\alpha_{20}\,k_{00}+\alpha_{21}\,k_{11}\\
&k_{22}=f(t_n+\tau_2\,,k_2) && ,\,k_3=i_n+\alpha_{30}\,k_{00}+\alpha_{31}\,k_{11}+\alpha_{32}\,k_{22}\\
&k_{33}=f(t_n+\tau_3\,,k_3)\\
&i_{n+1}=\,i(t_n+\Delta t)=i_n+(c_0\,k_{00}+c_1\,k_{11}+c_2\,k_{22}+c_3\,k_{33})\Delta t
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\tau_1=0.4\,\Delta t\quad ,\tau_2=0.45573725\,\Delta t\quad ,\tau_3=\Delta t\\
&\alpha_{10}=0.4\,\Delta t\\
&\alpha_{20}=0.29697761\,\Delta t\quad ,\alpha_{21}=0.15875964\,\Delta t\\
&\alpha_{30}=0.21810040\,\Delta t\quad ,\alpha_{31}=-3.05096516\,\Delta t\quad ,\\
&\alpha_{32}=3.83286476\,\Delta t\\
&c_0=0.17476028\quad ,c_1=-0.55148066\quad ,\\
&c_2=1.20553560\quad ,c_3=0.17118478
\end{aligned}$$

……（1）



φ ： 磁束

φmax ： 飽和磁束

L_L ： 励磁インダクタンス

L_m ： 非飽和時の励磁インダクタンス

L_{air} ： 空心インダクタンス

図１　簡易磁気飽和特性
（φ（磁束）－L（励磁インダクタンス）特性）

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・表計算ソフトに適した変圧器投入時の励磁突入電流の数値計算方法に関する研究
・変圧器の機器定数推定に関する研究
・励磁突入電流と損失の低減を指向した変圧器設計方法に関する研究

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・6.6kV の配電系統への変圧器投入時の励磁突入電流によって生じる、大きな電圧低下現象に関し、電力系統解析に基づく情報提供を行い、現象への対応業務に反映した（岡山，広島，島根，東京，千葉，群馬，山梨等における企業との連携）。
・22kV の電力系統へ連系される新設の電力設備における受電変圧器に対し、変圧器投入時に生じる励磁突入電流に伴う電圧低下に関し、電力系統解析に基づく情報提供を行い、新設設備の対応において反映した（岡山における企業との連携）。

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・分散型電源の系統連系，受変配電設備の新設・設備更新などにおける変圧器励磁突入電流の解析の実施，測定データと実機の挙動の比較検証，対策検討の支援など

５　連絡先

岡山県立大学情報工学部情報システム工学科　　徳永義孝
(tokunaga(at)cse.oka-pu.ac.jp)

符号と格子から得られるデザインの対称性の研究

情報工学部　情報システム工学科　中空 大幸

1　研究内容

有限群の多重可移性について、非自明な t 重可移群は t が 6 以上で存在しないことの証明は、1982 年に完成された有限単純群の分類定理によるものである。古くから t 重可移群が符号に作用していると、すべてのハミング重さに対するサポートデザインは t-デザインとなることが知られていた。符号と t-デザインの関係で重要なアスマスーマトソンの定理は、現在まで数多くのサポート t-デザインの存在を与えてきたが、不思議なことに t が 6 以上のサポート t-デザインの例は知られていない。格子と球面 t-デザインにもアスマスーマトソン型の定理の類似があり、t が 12 以上の球面 t-デザインの例は知られていない。

一般に t の値が大きいと t-デザインの構造は対称性が高くなり、代数的組合せ論において、ある対称性の限界すなわち t の上限を求めることは重要な課題である。符号から得られるサポート t-デザインの t の上限を求める研究は 2006 年の Bannai-Koike-Shinohara-Tagami の論文にみられる。この論文では極値的タイプⅡ符号の最小ハミング重さに対するサポート t-デザインにおいて t≦8 が与えられた。ここで、我々は t の上限を更新することに取り組み、2014 年の論文で最小ハミング重さにおいて t≦7 を示し、さらに、2016 年の論文ですべてのハミング重さに対して t≦7 を示すことに成功した。

我々は 2016 年の論文において、符号 C のサポート t-デザイン D_w について次のような定義を与えた。

$$\delta(C) := \max\{t \in \mathrm{N} \mid \forall w,\ D_w \text{ is a } t\text{-design}\}$$

$$s(C) := \max\{t \in \mathrm{N} \mid \exists w \text{ s.t. } D_w \text{ is a } t\text{-design}\}$$

定義から明らかに $\delta(C) \leqq s(C)$ である。 以後、符号のサポート t-デザインについて次の 2 つの問題に取り組んでいる。

問題1.　$s(C)$ の上限を求めよ。

問題2.　$\delta(C) < s(C)$ となる場合はどこで起こり得るか?

問題 1 は、t≧6 のサポート t-デザインの例は知られていないため、古くから $s(C) \leqq 5$ と予想される古典的未解決問題である。問題 2 は、数論の有名な未解決問題であるレーマー予想の類似であることから「レーマー型問題」と呼ばれている。

問題 1 の状況については、2022 年の論文で極値的タイプⅢ・Ⅳ符号に対して $s(C)$ の上限を求めた。現在は、ℓ-weight 符号という条件のもと調べている。
問題 2 の進境は近年著しく、まず 2019 年の論文において長さ 48 の 3 重偶数 2 進符号の中で $\delta(C) < s(C)$ となる例を発見した。この結果は散在型単純群モンスターの再構成に使われたムーンシャイン符号の特徴付けを与えた。その後、この

例の一般化を行い、アスマスーマトソンの定理の主張を超える強力版を得た。また、応用として古典的な符号として知られる拡張 2 元ゴレイ符号の新しい特徴付けを与えた。2021 年の論文では長さ 96 の近極値的タイプⅡ符号において $\delta(C) < s(C)$ となる例を発見したが、近極値的タイプⅡ格子から得られる球面デザインにも同様な例があることが分かり、他の対象物への応用の拡がりを与えた。現在は、格子をはじめ頂点作用素代数、マトロイドなどから得られるデザインの類似性に興味を持ち、符号とサポート t-デザインで得た結果の応用を考えている。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・代数的組合せ論に関する内容
・符号理論、デザイン理論、グラフ理論に関する内容

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・代数的組合せ論シンポジウム　2022 年度　2023 年度　世話人
・京都大学数理解析研究所　2023 年度　共同研究（公開型）『有限群論，代数的組合せ論，頂点代数の研究』　代表者
・有限群論特別セミナー　2019 年 9 月 24 日～26 日　神戸学院大学　主催者

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・国際的な学術雑誌・ジャーナルでの論文発表を今後も継続的に行っていく。
・これまで日本数学会、代数的組合せ論シンポジウム、京都大学数理解析研究所の研究集会、各大学におけるセミナーなどで口頭発表および講演を行ってきた。これからも研究発表を行っていく予定である。

５　連絡先

岡山県立大学情報工学部情報システム工学科　中空　大幸
Email: nakasora@cse.oka-pu.ac.jp

生体やロボットの運動制御メカニズムの研究

情報工学部　情報システム工学科　山崎 大河、忻 欣

1　研究内容

人間が行う様々な運動の制御機構を、ロボット工学や制御工学の知見を用いて記述・理解・応用することを目指している。これまでに「歩行」「立位姿勢」「腕のリーチング」「自転車ペダリング」「クランク回転作業」「体操・鉄棒」「体操・平行棒」「体操・つり輪」「体操・あん馬」「体操・宙返り」「筋による骨格の駆動」「運動学習」など、人間の様々な運動に着目してその計測や運動制御モデルの提案・解析などを行っている。これらの研究はすべて、環境と相互作用する神経筋骨格系のダイナミクスを理解するという意味において、同一の問題だと考えている（参考：図１～図４および参考文献）。

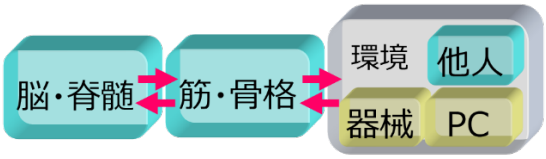


図１：
環境と相互作用する神経筋骨格系のダイナミクスを「制御」から理解

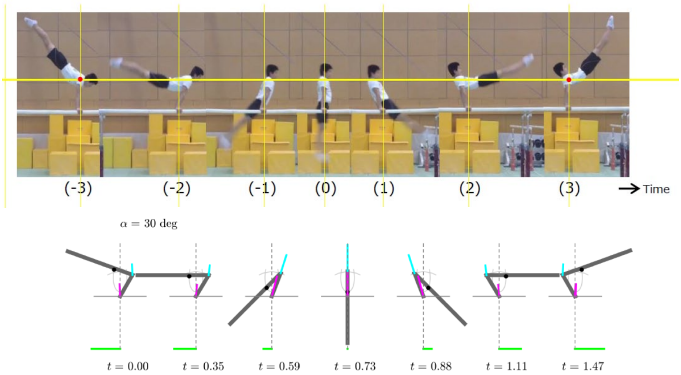


図２：
平行棒でのスイングの運動制御モデル

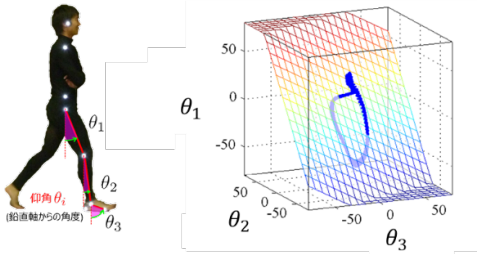


図３：
歩行にみられる平面法則

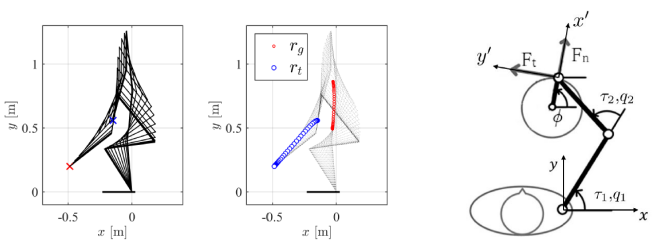


図４：
立位姿勢での到達運動やクランク回転作業の運動制御モデル

参考文献

- 山崎大河，山脇恭二：平行棒でのスイングの制御モデル，日本機械学会 シンポジウム：スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2018(SHD 2018)，USB Memory，C-27，2018
- 山崎大河，忻欣，泉晋作，西脇一宇，中村仁彦，後藤大輔：あん馬旋回運動の２次元劣駆動モデル，日本機械学会 シンポジウム：スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2017(SHD 2017)，USB Memory，C-25，2017
- 丸山琢郎，山崎大河，忻欣，泉晋作：物理拘束と仮想拘束に着目した全身リーチングの運動制御モデル，第 26 回計測自動制御学会中国支部学術講演会，論文集，pp. 95-96，2017
- 今井秋介，山崎大河，忻欣，泉晋作：つり輪におけるスイングの運動制御モデル，日本機械学会 シンポジウム：スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2017(SHD 2017)，USB Memory，C-36，2017
- 吉岡優太郎，山崎大河，忻欣，泉晋作：仮想空間における可変長振子を制御する人間の運動学習特性，平成 29 年 電気学会 電子・情報・システム部門大会，CD-ROM，TC18-8，2017
- 山崎大河，竹下洋，田口恵理，忻欣，泉晋作：自転車ペダリング運動におけるクランク角速度と関節角速度のばらつきの解析，第 60 回システム制御情報学会研究発表講演会，DVD-ROM，351-3，2016
- Taiga Yamasaki, Katsutoshi Idehara, and Xin Xin: "Estimation of muscle activity using higher-order derivatives, static optimization, and forward-inverse dynamics." Journal of biomechanics, Volume 49, Issue 10, pp. 2015-2022, 2016
- 山崎大河，仲達俊介，忻欣：歩行運動の平面法則が成立する座標系について，計測自動制御学会論文集，Vol. 49，No. 12，pp. 1172-1178，2013.

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・人間の運動解析に関係する研究
・ロボットの運動制御に関する研究
・そのほか

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・「おかやま生体信号研究会」での活動
・パワーアシストスーツ
・体操競技の運動計測や技のモデル・理解・改善支援
・そのほか

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・人間の運動制御にはその本質を理解できない謎が数多くある。工学の言語でその理解を進めれば、その応用にもつながる。 バイオメカニクス、生体医工学、ロボティクス、リハビリテーション、スポーツ工学、人間工学など、人間と環境の相互作用に関係するような幅広い分野への応用が期待される。

５　連絡先

電話：0866-94-2094　メール：taiga@cse.oka-pu.ac.jp

形式手法を用いたソフトウェアの QA/QC プロセスの効率化

情報工学部　情報システム工学科　横川 智教

１　研究内容

本研究では、ソフトウェアおよびハードウェアの品質保証（Quality Assurance、QA）・品質管理（Quality Control、QC）に形式手法の諸技術を応用するための研究開発を行っています。QA/QC はソフトウェアやハードウェアの開発において最も多くの工数を要するプロセスであり、QA/QC をいかに効率的に行うかが開発コストに大きく関わってきます。本研究で着目する形式手法は、ソフトウェアやハードウェアの仕様記述や設計・検証に数学や論理学の知見を利用することでその信頼性・頑健性を向上するための様々な技術です。形式手法は、「形式的仕様記述」と「形式的検証」の 2 つに大きく分類されており、形式的仕様記述ではソフトウェアやハードウェアの仕様を集合と論理に基づいて数学的に記述することで、仕様の曖昧さを排除することや、仕様間の不整合を検出することが可能です。一方で、形式的検証は定理証明（Theorem Proving）とモデル検査（Model Checking）の 2 つにさらに分類され、定理証明では公理と推論規則に従ったプログラムの演繹的証明を、モデル検査では状態遷移グラフとしてモデル化されたシステムの網羅的探索による自動検証を実現しています。

形式手法の導入を支援するためのツールや環境はいろいろなものが公開されていますが、それらを QA/QC に用いるためには解決すべき課題が数多く残されています。例えば、B や Alloy は形式的仕様記述を行うためのツールですが、これらのツールでの集合と論理を用いた仕様記述は、開発現場で慣れ親しんだ自然語による仕様書の書き方とも C 言語などによるプログラミングとも大きく異なっています。そのため、現場の技術者がこのツールを利用するには教育のための準備期間が必要となります。こうした問題を解決するため、本学では自然言語処理やテンプレートマッチングを用いて仕様書から Alloy 仕様を自動的に作成する手法について研究を行っています。

また、モデル検査は従来のテストでは見つけづらいバグでも網羅的探索によって容易に検出できる利点がありますが、一方で状態遷移グラフの規模が大きくなりやすく、大規模なプログラムの検証には利用しづらいという問題があります。この問題を解決すべく、検証したい性質に合わせてグラフを抽象化して検証を高速化する手法についても研究を行っています。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・ 形式仕様記述に基づく仕様書の曖昧性・不整合の検出および修正
・ モデル検査を用いたソフトウェアの QA/QC プロセスの効率化
・ 開発現場への形式手法の導入支援（ツール教育、コンサルティング）

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・ 株式会社フォーマルテックとのモデル検査ツールの共同開発（2018～）
・ 株式会社スクウェア・エニックスとのモデル検査を用いたゲームプログラムの QA/QC プロセスの効率化に関する共同研究（2018～）
・ 情報処理学会ソフトウェア工学研究会・産学連携推進ワーキンググループへの参画（2019～）

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・ 要求分析や基本設計などの上流工程で仕様書や設計書に混入した誤りによって引き起こされたバグは、ソフトウェアの開発コストに特に大きな影響を与えます。形式仕様記述を用いることで、仕様書や設計書がもつ曖昧性や不整合を自動的に検出できますが、形式仕様記述ツールは B、Alloy、VDM、TLA など数多く存在しており、開発現場によって適した手法は異なります。上流工程での開発コスト増大という問題を形式仕様記述によって解決するため、本研究での成果をもとに適切なツールの選定や教育などの導入支援を実施可能です。
・ モデル検査は網羅的な探索を実施するため、テストでは検出困難なバグを見つけ出すことができますが、モデルの規模が爆発的に増大するという問題があります。しかし、検証したい性質に応じてモデルの抽象化を実施することで、現実的な時間で検証を終えることが可能です。モデル検査による効率的なバグ検出を実現するため、本研究で得られた知見に基づいてモデル作成の支援が可能です。

５　連絡先

e-mail：t-yokoga@cse.oka-pu.ac.jp

構造材料の強度向上手法の開発

情報工学部　情報システム工学科　福田 忠生

１　研究内容

環境調和・省資源・省エネルギなどの社会的ニーズによって、構造材料の特性向上に対する要求は高度化している。材料の特性を向上する方法としては、添加元素により微視組織を制御する方法が主流であるが、リサイクル性・環境調和性を考慮すると、希少な添加元素を必要としない方法が望ましい。そこで、材料の微視組織構造が熱処理や加工履歴によって変化し、それに伴って力学的特性も変化することに着目した研究に従事している。

鉄鋼材料に関しては、熱処理時間を短くすることによって鋼材内の炭化物形成過程やマルテンサイト変態をコントロールでき、力学的特性が向上することが良く知られている。しかしながら、通常の炉加熱では短時間加熱に限界がある。そこで、高周波誘導加熱に着目し、誘導コイル、周波数、電流、通電時間の条件を最適化することで、焼入時間 0.29 秒、焼戻時間 0.35 秒（それぞれ冷却までの待機時間を含む）の超短時間加熱処理に成功した。その結果、超短時間加熱処理を施した鉄鋼材料は、従来の炉加熱処理を施した材料と比べて強度と延性のバランスに優れ、90% という高い降伏比を有することを明らかにした。また、この原因として、炭化物の微細分散効果による分散・析出強化によるものであることや、短時間加熱であっても十分に結晶粒微細化効果が得られることを明らかにしている。

軽金属の強度特性向上として、鋳造用アルミニウム合金とマグネシウム合金の射出成形品に着目して研究を行っている。Al-Mg 系鋳造用アルミニウム合金では、汎用成分である Zn、Cu の追加添加と Mg の成分調整により、鋳造性と強度向上を両立させている。この合金は Si を含まないため、母材より硬い Si 析出物が形成されず、研磨のみで光輝性が得られることも大きな特徴である。さらに、この研究の派生として、合金の破壊じん性を検討するために新たな破壊じん性評価法を提案している。弾塑性解析と実験を基に、予き裂を導入せずに破壊じん性を評価するものであり、精度の向上等を目指している。

マグネシウム合金の射出成形品においては、微視組織構造や力学的特性に及ぼす射出速度や金型温度などの成形条件の影響を検討し、半溶融状態で成形した際の相対密度は、固相率の影響を考慮した見掛けレイノルズ数によりまとめられることや、曲げ強度の向上とばらつきの抑制を両立できる最適な見掛けレイノルズ数が存在することを明らかにしている。さらなる強度向上法として、射出成形が固体チップ原料を投入することに着目し、微細な構造をもつ汎用強化成分元素をチップに予混合し、その場合金化する手法を提案している。これまでに、炭素粉末、シリコン粉末、両者の同時混合に成功しており、結晶粒微細化による強度向上が可能であることを見出している。

また、構造解析に用いられる有限要素法の理論を応用し、エネルギ保存を考慮した画素値分布推定法を提案している。これを用いて、高精度の非接触ひずみ測定法の開発や、上述した破壊じん性評価法など、強度向上手法のみならず、その特性評価技術の開発・提案にも力を入れている。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・マグネシウム合金射出成形品の強度評価

・マグネシウム合金射出成形条件の検討

・軽金属材料の静的強度評価

・鉄鋼材料の静的強度評価

・構造部材の応力解析

など

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・各種マグネシウム合金の射出成形実験（県内企業との連携）

・数値解析を用いた応力ひずみ解析（県内企業との連携）

・鋳造アルミ合金の静的強度特性試験（県内企業との連携）

・バルーン型エアポンプの実用化研究　ほか（県内企業との連携・特別電源所在県科学振興事業・きらめき岡山創世ファンド支援事業）

・スマート鍛造プロセスの開発（戦略的基盤技術高度化支援事業）

・レーザ光による先進的自動車部品の開発（地域イノベーション創出研究関連事業）

・レーザ光による異種接合材の特性評価（企業との連携）

など

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・合金成分を予混合したマグネシウム合金射出成形における材料特性向上評価：これまでの炭素粉末、シリコン粉末のみならず、その場合金化できる特徴を利用して、種々の合金元素を予混合成形することで、強度特性のみならず必要とされる特性向上の可能性について検討ができる。

・各種構造用材料の開発および強度評価：実験のみならず応力解析等、基本的な材料開発の支援が可能

５　連絡先

電話：0866－94－2087
Email：fukuta@cse.oka-pu.ac.jp

炭素繊維強化熱可塑性プラスチックの修復・接合に関する研究

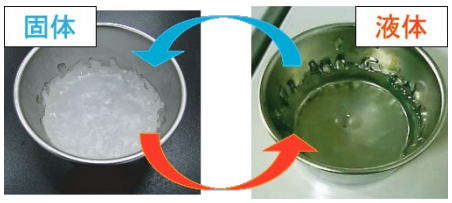
情報工学部　情報システム工学科　金崎真人

1　研究内容

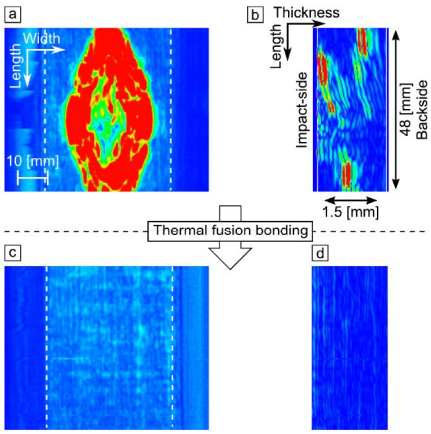
近年、連続繊維強化型の炭素繊維強化熱可塑性プラスチック（Carbon fiber reinforced thermoplastics：CFRTP）が、航空機構造だけでなく大量生産の必要な自動車用途に対して注目されている。熱可塑性樹脂は熱を加えることで液体となり、冷やすと固体になる特性（熱可塑性）を持つ樹脂である。これに軽量・高強度の炭素繊維を組み合わせた材料が CFRTP である。私はこの CFRTP 内部に発生した損傷を、熱可塑性を利用して熱を加えて接着することで修復をおこなうという研究を行っており、衝撃後の破壊形態の把握から修復方法の評価まで体系的に検討してきた。

CFRTP を含む繊維強化プラスチックの廃棄方法やリサイクルは近年適用が拡大する複合材料において重要なトピックのひとつである。よって、複合材料構造をより長期的に使用できるようにするこのような取り組みは、環境負荷を低減し持続可能な社会への貢献につながると考える。現在はより実践的な修復方法を検討することに加え、融着界面における強度の発現メカニズムを解明すべく、実験的・統計的な立場から検討を進めている。

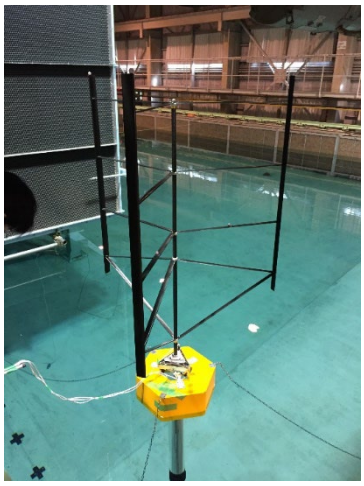
その一方で、CFRTP を応用した洋上垂直軸型風車のブレード構造・製造方法およびそのコストに関する共同研究や、CFRP 製の圧力容器に関する研究等にも携わってきた。このような経験を活かし、これからも異分野・産官学と連携した実構造の立場からの共同研究開発を進めていく方針である。



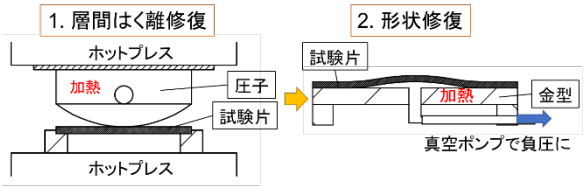
熱による熱可塑性樹脂の相転移



熱可塑性を利用した CFRTP の内部損傷（暖色箇所）の修復



模型による洋上風車の試験



実構造を想定した修復方法の検討

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・FRP の機械的特性評価
・FRP を用いた構造やその成形方法の検討
・FRP の溶着・接合に関する研究
・FRP のリペア・リユースに関する研究

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム A-STEP「ステージⅠ(シーズ顕在化タイプ)」、「次世代浮体式洋上風車開発」、研究員・補助者、2017 年 10 月 1 日～2018 年 9 月 30 日
・新エネルギー・産業技術総合開発機構、2019 年度「新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業」、「航続距離 1、000Km 級 FC トラック・トレーラー用角形軽量液体水素タンクの開発」、研究員、2019 年から現在に至る。
・先端材料技術協会（SAMPE-Japan)、学生ブリッジコンテスト運営（2015 年から現在に至る)、ならびに成形セミナー講師（2016 年～2018 年)
・岐阜技術革新センター運営協議会先端技術研修、「先進ドライファイバー成形技術の講義」ならびに「VaRTM 法による平板の成形実習」講師、2018 年 8 月 1 日～2018 年 8 月 2 日
・独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業（若手研究)、「金属に炭素繊維を半含浸させた金属-樹脂系複合材料の高強度接合手法実現と力学的評価」、2020 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日
・おかやま自動車要素技術共創コンソーシアム（ACCEL）等での勉強会・講演会を通して中小企業社員向けに複合材料の基礎的な説明・解説を実施、2021 年 7 月・9 月。
・このほか、企業・国立研究開発法人との共同研究

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・FRP のリペア・リユースに関する研究開発を推進し、持続可能な開発に貢献する。
・FRP とその他材料との接合に関する研究開発（マルチマテリアル化の推進）を通して、より軽量で合理的な構造設計を可能とする。
・FRP の設計・成形セミナーを通した地域社会への複合材料成形技術の普及・発展の支援に努める。

５　連絡先

金崎 真人（かねさき まなと）
岡山県立大学 情報工学部 情報システム工学科・助教
E-mail: manato_k@cse.oka-pu.ac.jp、Tel（代表）:0866-94-2111

使用価値を実現する設計プロセスの管理技術

情報工学部　情報システム工学科　筒井 優介

1　研究内容

近年において、市場における価格競争の激化、製品・サービスのコモディティ化により、製造企業が高品質化、低価格化のみによって事業を存続、発展させることは難しい状況にあります。このような状況において、顧客にとっての価値とは何か、その本質が問い直されており、重要な価値概念の一つとして「**使用価値**」が注目されています。

使用価値とは、製品やサービスの使用者が主観的に判断する価値のことを指します。使用価値は、従来型の製品・サービス事業から、顧客にとってのより高い価値を実現する事業へ転換する上では欠くことのできない概念であり、近年注目されているデジタル・トランスフォーメーション（DX）を推進する上でも重要な概念です。顧客がどのような使用価値を知覚するかは不確実要素となるため、使用価値の向上のためには、製品・サービスを提供してそれが使用される場の観察を行い、獲得した情報を基に設計内容を反省し、再設計を行う繰り返し型のプロセスが有効と考えられます（下図）。

使用価値の重要性は学術・産業の双方において認識されている一方で、それを向上させるための実践手法はいまだ体系的に示されていないのが実情であり、使用価値を向上させるための具体的な取り組みを行うことは容易ではありません。これを踏まえ、使用価値を実現する設計のための以下の支援手法や要素技術について研究しています。

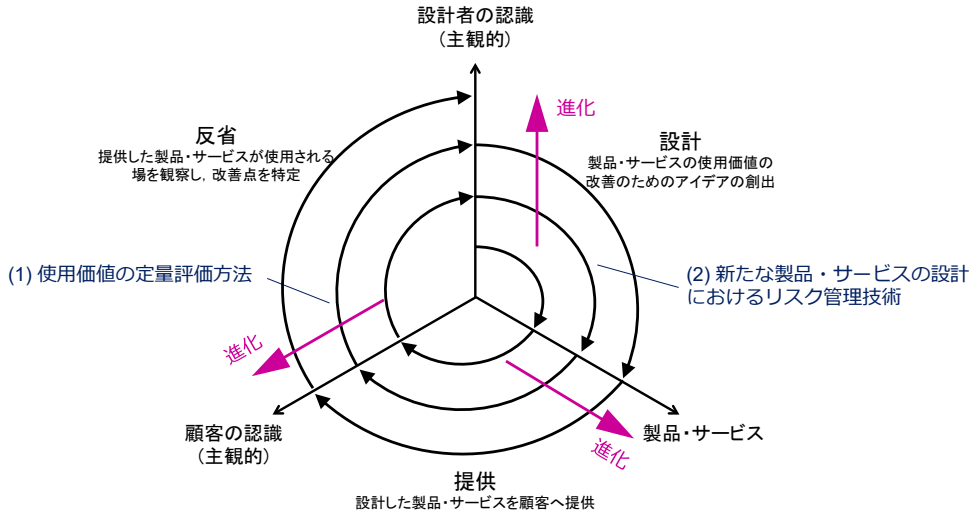


図　使用価値を実現する設計プロセスおよび支援手法・要素技術

(1) 製品・サービスの使用価値の定量評価法

製品・サービスの使用価値の向上を組織的に行うためには、使用価値を測定、評価可能とする必要があります。一方、使用者が主観に判断する使用価値を客観的な指標のみによって評価することは困難です。そこで、使用価値の評価主体である顧客（人間系）、評価対象である製品・サービス（人工物系）、およびこれらの関係をモデル化し、これらの特性を主観的な指標、客観的な指標の双方を用いて計測することにより、使用価値を定量評価可能とする方法を考案しています。

(2) 新たな製品・サービスの設計おけるリスク管理技術

従来の製品・サービスとは大きく異なる斬新なコンセプトの下で製品・サービスの設計変更を行い、事業を展開する際は、使用価値の飛躍的な向上が期待される一方、前例がないために、予期せぬ事故や損害を顧客や社会にもたらすなどのリスクを伴います。このように前例がない設計を行う場合は、その設計が誤りうることを前提に、リスクを把握した上で事業を展開することが必要です。以上を踏まえて、前例のない製品・サービスの設計におけるリスクを可視化し、管理するための技術を開発しています。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・既存事業の製品・サービスの使用価値の定量評価および改善について
・新規事業の製品・サービスにおけるリスクの可視化と管理法について

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・Guest Speaker of Summer Program in Industrial and Systems Engineering Department Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)、 "Knowledge management in engineering design for Society 5.0"、 15 October 2022.
・国内大手重工企業、2019～2021※.
・国内大手小売店向け製造企業、2019～現在※.

※博士課程在学時に指導教員の下で参画したものを含む

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・製品・サービスの使用価値の変化を時間軸に表現するためのシミュレーターの開発と実用化を目指す
・新たな製品・サービスの設計に係るリスクをチームで管理するためのツールの開発と公開を目指す

５　連絡先

岡山県立大学 情報工学部 情報システム工学科 筒井 優介
Mail: tsutsui@cse.oka-pu.ac.jp　Tel: 0866-94-2122

数値シミュレーション分野へのAI技術の応用

情報工学部　情報システム工学科　芝 世弐

1　研究内容

昨今ディープラーニングやブースティングと言われるような新しいAI技術の発展が目覚ましい。これらは新しい機械学習アルゴリズムの発見と共にSIMD演算や専用アクセラレータなど新しいアーキテチャの計算機システムによるものである。本研究ではそういった背景を踏まえて、これらの技術を数値シミュレーション分野へ上手に転用できないかと考えた試みである。

研究に当たりまず様々な技術の利点・欠点・特性といったものを捉える必要があるために実験的に多くのアルゴリズムの検証を行った。題材は機械学習においてある程度実績があるが完成されていない分野かつ機械学習の教師データが広く一般に入手可能であるものという条件で将棋を選定した。コンピュータ将棋は1970年代から行われているが未だ研究が進められている分野で毎年前年チャンピオンを大幅に上回るものが現れている。

一昨年本課題に取り組み半年程度の習熟段階でドワンゴ社主催電王トーナメントに出場し、他の開発者・研究者との交流を試みた。しかしながら当日意に反し初参加で決勝まで進出したため十分な交流の機会が得られなかった。そのため昨年は同分野の最大の大会である世界コンピュータ将棋選手権に出場した。ここでも意に反し初出場で世界チャンピオンを得ることとなった。同業績にて文部科学大臣賞を受賞する運びとなった。また、本年の世界コンピュータ将棋選手権では準優勝を修めることができた。その場においてAI分野の他大学の研究者から研究発表を勧められ全く専門外の分野であったが現在までに数件の研究発表を行った。

その凄まじい成果の一端を下図に示す。昨年選手権の一次予選での対戦相手および各消費時間・結果である。

相手	こちら 消費時間 (s)	相手 消費時間 (s)	結果
Round1 こまあそび	0	18	83手まで勝ち
Round2 ねね将棋	0	505	80手まで勝ち
Round3 山田将棋	2	493	83手まで勝ち

Round4 PAL	0	1114	113 手まで負け
Round5 ArgoCorse_IcSyo	0	1168	133 手まで勝ち
Round6 dlshogi	0	480	114 手まで勝ち
Round7 S.S.E.	0	1220	149 手まで勝ち
Round8 名人コブラ	2	1602	210 手まで勝ち

ほぼすべての対局でこちらの消費時間は０に近く、通信遅延程度の時間しか計上されていないにも関わらず圧倒的な勝率で予選を勝ち抜いた。
本件のアルゴリズムは簡単に説明することは難しいため昨年及び本年の研究会論文等を参照して頂きたい。
また、これらの応用として化学反応数値シミュレーションを劇的に高速化するアルゴリズムを現在提唱中である。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・将棋・囲碁などのゲーム AI に関するもの
・熱流体の高度な数値解析に関するもの

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・特別電源所在県科学技術振興事業にて数値シミュレーションの並列化モデルの検討など
・科学技術研究費にて小型内燃機関の高性能化に関する研究
・民間マテリアル系企業と化学反応プロセスの研究
・プロ棋戦の中継中評価（ドワンゴ社）

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・将棋の教材開発
・AI 応用技術一般

５　連絡先

shiba@cse.oka-pu.ac.jp

熱エネルギー輸送技術の高効率化に関する研究

情報工学部　人間情報工学科　春木 直人

1　研究内容

人間の快適な生活環境の実現のために、熱輸送媒体による熱エネルギー輸送技術が空調分野で注目されている。このエネルギー輸送を効率的な行うために、2 つの改善方法の研究を行っている。1 つは、図 1 に示すように、環境に優しい流動抵抗低減剤（主に界面活性剤等）の熱輸送媒体（水、ブライン等）への添加により、流動抵抗の低減（乱流の層流化）によって輸送エネルギーの削減を行う方向である。この技術により、図 2 に示すように、工場での冷却水流動時の消費電力を未添加時よりも 56%程度削減可能である。

もう 1 つは、熱輸送媒体に蓄熱物質の添加により、単位体積当たりの熱輸送量を増大させて、効率化を図る方法である。研究では、熱輸送量増大を目的とする潜熱蓄熱材含有カプセルの熱輸送媒体への混合技術において、カプセル材をゼラチンとすることで、血液内の赤血球のように、自らの変形によって細い毛細血管内でも流動できる性質をカプセルに付与した熱輸送に関する技術開発を行っている。本研究で使用した潜熱蓄熱材ゼラチンカプセルを図 3 に示す。使用した潜熱蓄熱材は、融点 21.8℃、潜熱量 175.9 kJ/kg であるヘプタデカンである。このゼラチンカプセルスラリーの添加濃度毎の流動抵抗と熱伝達実験の結果、流動抵抗（図 4）については、水とほぼ同じ値を示しているが、熱伝達（図 4）については、添加濃度の増加と共に、水よりも大きな熱伝達特性を示すことが確認され、熱エネルギー輸送に適する特性を有していることが確認された。

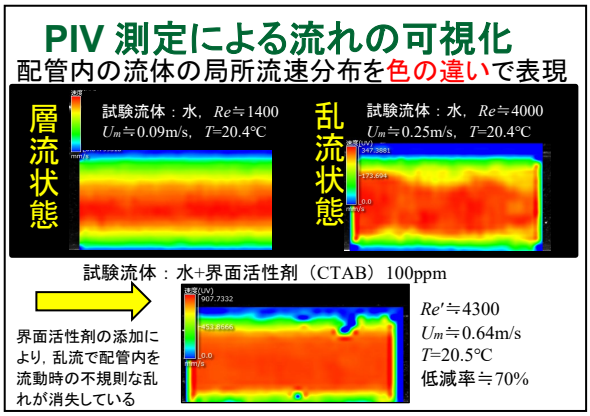


図 1　PIV 測定による流動抵抗低減効果の可視化

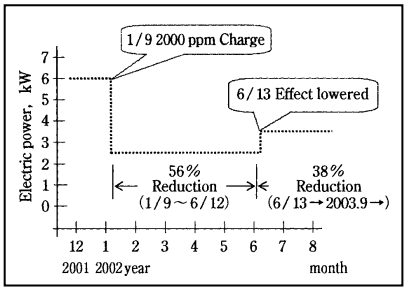


図 2　流動抵抗低減技術適用時の省エネ効果

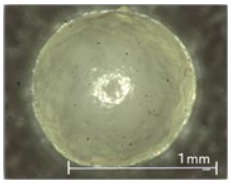


図 3　ゼラチンカプセル

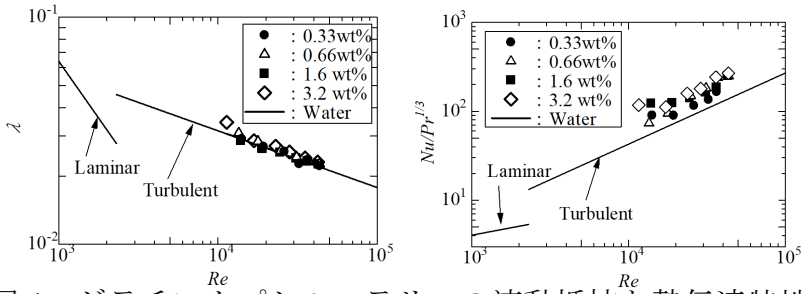


図 4　ゼラチンカプセルスラリーの流動抵抗と熱伝達特性

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・熱エネルギー輸送技術の高効率化に関する研究
・潜熱蓄熱材等を用いた蓄放熱技術に関する研究
・高分子収着剤を用いた衣服の快適性に関する研究

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・株式会社デンソーとの共同研究「流動抵抗低減技術の研究」、平成 27 年～28 年、特許出願公開番号：特開 2018-177994
・パナソニック株式会社　アプライアンス社との共同研究「蓄熱材熱伝導率向上の関する基礎研究」、平成 28 年

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

(1) 図 5 に示すように、吸湿発熱素材として高分子収着剤を用いた衣服の快適性に関する研究を通して、効果的に空気中の水分の吸湿反応と、それに伴う発熱反応を利用する研究も行っている。これによって、衣服と人との間の空間における空気の温度と湿度を同時に制御（図 7、図 8）することによって、着衣時に快適となる衣服の開発への展開が可能性である。

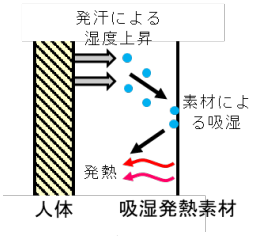


図 5　高分子収着剤による温湿度制御

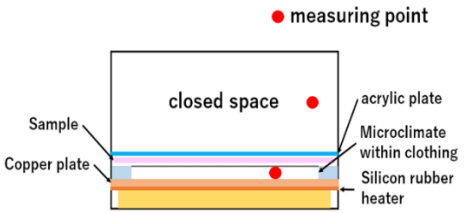


図 6　衣服内気候模擬実験装置

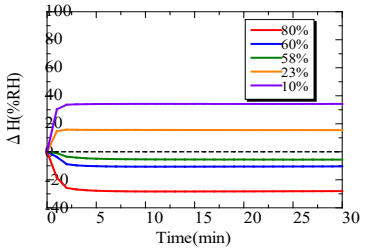


図 7　様々な高分子収着剤不織布設置による湿度変化

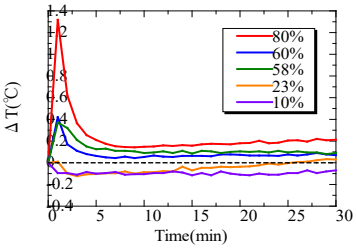


図 8　様々な高分子収着剤不織布設置による温度変化

(2) さらに，前述の効率的な熱エネルギー輸送技術の確立によって、様々な場所（工場や地域熱供給システム、自動車内等）における熱エネルギー輸送の省エネルギー化の実現への展開も可能である。

５　連絡先

Tel:0866-94-2129、Mail：haruki@ss.oka-pu.ac.jp

聴力低下を伴う高齢者のための危険警報音の伝達システムに関する研究

情報工学部　人間情報工学科　穂苅 真樹

１　研究内容

本研究の目的は、聴力低下を伴う高齢者や聴覚障がい者へ火災、地震など危険警報情報を伝達するための信号処理回路を組み込んだシステムについて取り組んでいる。本報では、住宅用火災警報音伝達システムについて述べる。本システムを図１に示す。音を計測するためのエレクトレットコンデンサマイクロホン、火災警報音のみを抽出する音信号検出回路、電圧周波数変換回路、直流電圧変換回路、振動ユニットの５つの要素で構成している。

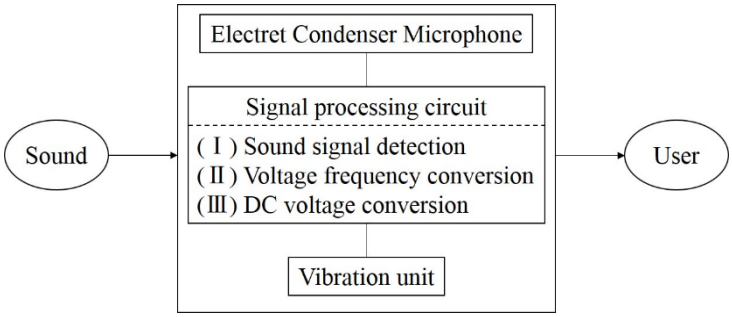


図１　警報音伝達システム

計測結果の一例として、図 2 の左にマイクロホンで計測した結果から火災警報音のみを抽出した信号、同図右に振動ユニットに印加される電圧を示す。

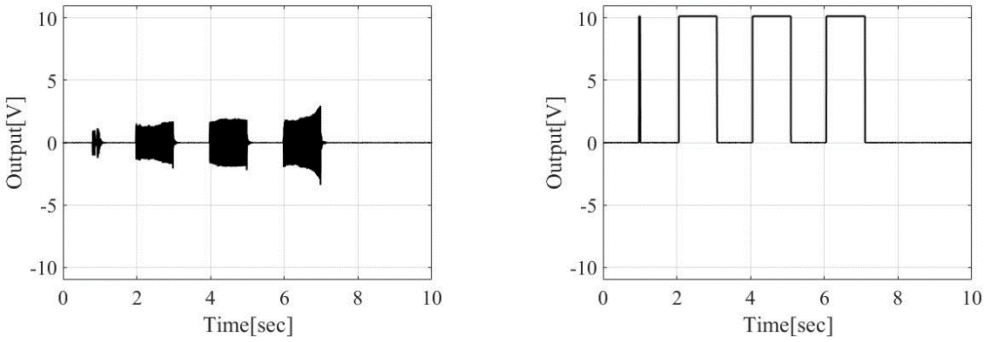


図２　計測・信号処理結果の一例
（左図：火災警報音のみを抽出、右図：振動ユニットに印加される電圧）

次に、提案方法に振動と火災報知器からの音の知覚時間を比較するための実験を行った。就寝時を想定して、振動ユニットを枕の下に設置した。比較実験および感性評価の結果、振動は警報音よりも知覚時間が短いことがわかった。

現在までの到達点
(1) ECM の検出信号から信号処理回路により火災警報器の信号成分のみを抽出し、変換された直流電圧を供給することで振動ユニットが駆動した。
(2) 火災警報器の「警報音」と振動ユニットの「振動」の知覚時間比較実験を実施した結果、「振動」は「警報音」より有意に知覚時間が短い。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・身体運動の計測システムに関する研究
・スポーツフォームの定量的評価
・音響機器を使用した計測システム
・センサフュージョンによる生活行動モニタリング

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・美津濃株式会社、ゴルフスイングにおける手首の運動計測技術の開発に関する研究
・本田技研工業株式会社、パーソナルモビリティ利用による行動圏および活動量の計測と分析

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・身体運動系の計測に関する研究

(1)介護動作は、近年さまざまな研究がなされるようになった。しかし、介護動作に対する工学的アプローチは少なく、介護現場における指導は、指導者の経験に基づいたものである。今後、介護動作を計測するための計測システムの研究に取り組む。
(2)スポーツ工学の分野では、プレイヤー個人のスポーツフォームから、そのプレイヤーのスポーツスキル向上に必要な運動の推定やスポーツ器具の選定するための計測システムの構築に取り組む。

・音響機器を使用した計測システムに関する研究

(1)独居高齢者の支援に関連した研究として、多機能センシング型生活行動モニタリング機器による生活行動モニタリングシステムの構築に取り組む。
(2)自動車の盗難で発生する振動を圧電素子で計測するためのシステムを新たに構築し、振動の解析結果から盗難事象を推定する方法について検討する。

５　連絡先

電子メール：mhokari@ss.oka-pu.ac.jp

人間の心身最適化のための行動生理情報解析

情報工学部　人間情報工学科　綾部 誠也

１　研究内容

活動的な生活習慣は、心身を健やかに保つ基礎である。これまでの研究成果は、日常生活の運動の量が多いヒトは、低いヒトに比して、生活習慣病を始めとする多くの疾患への罹患率が低いことや寿命が長いことが明らかにされている。すなわち、運動不足が問題視されて久しい我が国おいては、高齢者や有疾患者のみならず、若年者を含めて全国民的な運動習慣形成の支援策が求められている。

我々は、身体動作が誘発する好ましい身体適応を引き起こすための最適な身体活動の定量方法に着目し、カラダのうごきに伴う動作の同定手法の研究・身体負担を定量するための生体情報処理アルゴリズムの開発・ウェアラブルデバイスに関する研究などを行なっている。生体情報の分析については、安全性と経済性の観点から骨格筋・呼吸・心電図などに着目して医学的意義を持つ指標の開発に取り組んでいる。これらの基礎研究を応用した成果は、主としてヘルスケア分野において、地域の企業・自治体で応用されている。地域自治体の各種事業で応用・展開されており、技術の開発に留まらず、その評価までの一連の研究として展開している（詳細は後述）。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・身体の生理機能の計測・評価の手法に関する研究開発
・生体情報の分析アルゴリズムに関する研究開発
・身体の応答・適応の分析に関する研究開発

など

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・人工知能を活用した健康長寿のための身体活動の最適化のための骨格筋分析の事業化に関する研究［岡山県内ヘルスケア企業との共同研究］
・ウェアラブル機器への搭載のための身体活動時の骨格筋情報分析アルゴリズムに関する研究開発［岡山県内ヘルスケア企業との共同研究］

・ 健康支援機器の身体負担の関する研究［岡山県内企業との共同研究］
・ トップアスリートの競技中の身体負担の可視化技術に関する研究［岡山県内団体との共同研究］
・ 安全な運動環境の実現のための生体情報の遠隔評価（みまもり）に関する研究［岡山県内企業との共同研究］
・ 地域住民の健康支援事業［岡山県内の企業・自治体との産官学連携事業］
・ 自治体主催の健康関連事業の事業成果分析支援［岡山県内自治体との共同研究］
・ 地域住民の健康拠点形成の支援［岡山県内自治体との共同研究］

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

本研究は、企業と自治体のブリッジ役になり、産学官が連携したものづくりの開発から効果検証までのサイクルを構築し、県内企業の活性化と地域住民の健康長寿の延伸に貢献する。

自治体と連携して機器効果検証プログラムの基盤を形成し、機器の改良・開発から効果検証の産学官連携の構築を目指す。運動支援機器、衣服、歩行支援機器などについて、生理学的・心理学的パラメータやバイオメカニクス観点から当該方法の安全性を判断するとともに、実効性と QOL の向上への効果を鑑みた開発と改良を行う。効果検証のアウトカムは、身体の形態、組成、機能、メンタルヘルス、生活機能、血液プロフィールなど、社会学的側面を含めて QOL を包括的に評価する。

５　連絡先

E-mail:　ayabe@ss。oka-pu。ac。jp　（。を.に変換する）
電話：(0866) 94-2025

人々の生活をサポートするデザインを科学する
−人間の特性と科学的根拠に基づいて−

情報工学部　人間情報工学科　齋藤 誠二

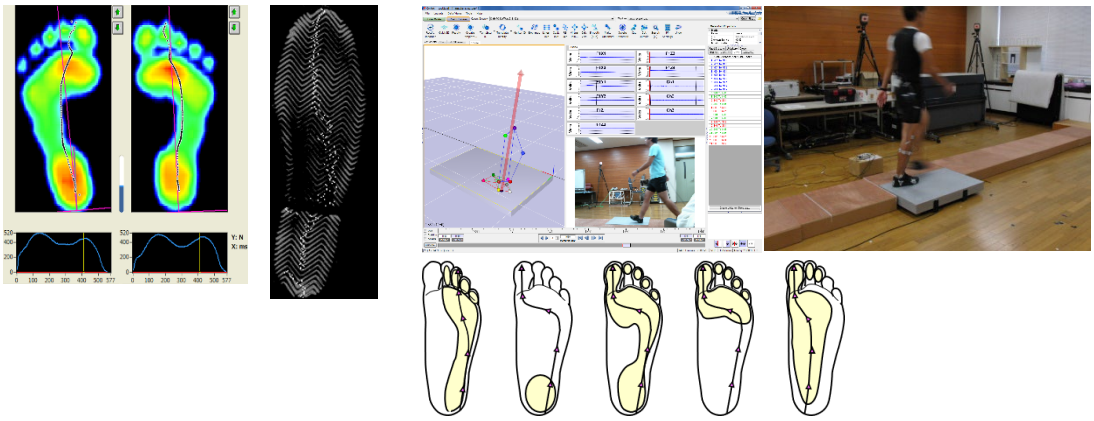
１　研究内容

人々は、あらゆるモノとのかかわりの中で生活をしており、人々（ユーザー）はモノに対して、安全・安心・快適を求めます。しかし、世の中には人々の要求を満たしていないモノは少なくありません。また、人といっても高い身体能力を持っている人や身体活動に不自由がある人など特性は多様です。したがって、人々の生活をより豊かなものにするためには、人間の身体的・認知的・精神的特性を理解し、モノとの相互作用の適正化を図る必要があります。すなわち、科学的アプローチにより根拠に基づいたデザインを提案することが重要です。

私の研究室で扱っている『モノ』は主に履物です。履物は私たちの生活には欠かすことのできないモノの 1 つです。履物には、外力から身体を保護し、傷害を予防するための機能や円滑な動きをサポートするための機能を付加させることが求められています。それを充足させるためには、履物に用いる素材の研究や開発はもちろんですが、前述の通り、履物を使用する人の様々な特性を理解することも重要です。すなわち、『歩行や走行などの日常生活動作において、足部はどのような動きをしているのか？』『偏平足や外反母趾などの足部疾患罹患者の痛みはなぜ発生して、どのようなアプローチでその痛みを軽減できるのか？』『立位時の安定性や動作時の安定性を向上させるために足部からアプローチできることは何か？』など、ユーザーの特性を明らかにすることが、履物を開発することの第一歩だと考えて研究を行っています。

足部形状変形と痛みに関する研究の様子

他方、人々が使用する靴の底、つまり靴底には多くの情報が含まれていると考えています。靴底は日々の使用で地面との摩擦により摩耗します。その摩耗の仕方にはユーザーの歩容特性や身体的特性が表れていると考えています。靴底の摩耗の仕方と歩容特性や身体的特性との関連を見出すことで、靴底の最適な意匠、摩耗の認証評価による科学捜査への応用につながると考えて研究しています。



靴底の摩耗と歩容特性・身体的特性に関する研究の様子

2　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・履物の機能性向上に関する内容
・日用品等のユーザビリティに関する内容
・生活環境におけるバリアフリー
・アクセシビリティに関する内容
・歩行分析に関する内容
・足跡による科学捜査

3　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・(株)良品計画との共同研究によりスニーカーを開発（下図)。
・岡山の企業と共同研究でルームシューズを開発。
・靴メーカーと共同研究継続中。
・足跡をもとにした科学捜査協力。

(株)良品計画との共同研究によりスニーカーとインソール

4　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・足部疾患を有する人のための痛み軽減を目的とした靴の開発
・静的および動的安定性を向上させるための靴の開発
・靴底の摩耗形状と歩容をデータベース化
・下肢感覚受容器を向上させるためのサポーターやスーツの提案

5　連絡先

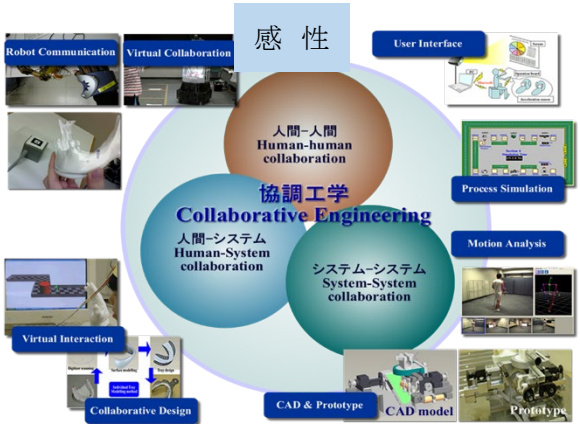
Mail：s.saito@ss.oka-pu.ac.jp
TEL　：0866-94-2036
URL　：http://www-id.ss.oka-pu.ac.jp/

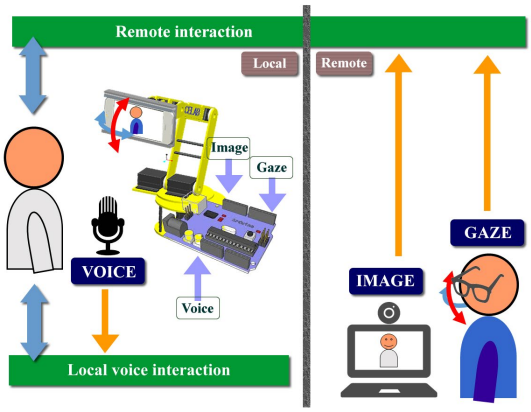
かかわりを感じさせるインタフェース

情報工学部　人間情報工学科　伊藤 照明、大山 剛史

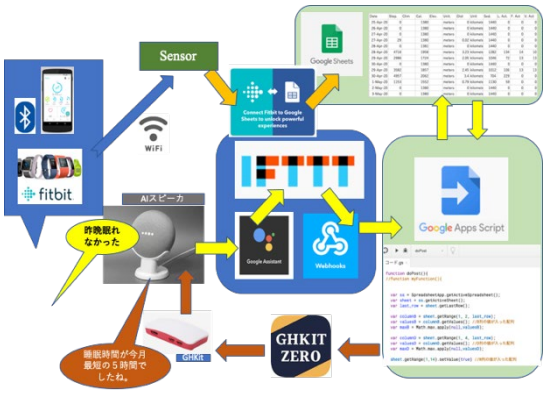
1　研究内容

IoT によってあらゆるものが結びつく「つながる社会」、すなわち Society 5.0 の実現に向けた技術開発とその利用が進んでいる。そのため、いろいろなモノをつなげるための協調支援技術の発展が広く求められている。感性情報工学研究室では、人間とシステムの協調、システム間の協調、そして人間相互の協調活動という３つの視点からのアプローチに加えて、感性情報という人間の感性に関連した視点を加味し、協調支援技術に関する研究テーマに取り組んでいる。





本稿では、人間とロボットとのインタラクションを介して、かかわりを実感するインタフェースの開発に取り組んでいる。ここでは、２つの異なるアプローチについて述べる。すなわち、物理動作を介したインタラクションと、音声会話を介したインタラクションである。前者は、人の生体情報から身体動作との関連付けを行い、その結果として生成される合成信号によって運動強調ディスプレイを制御することで、人とロボットの相互作用に物理的な動作を取り入れる手法を提案している。この手法では、人間とロボットの間に身体的引き込み動作を誘発する。それにより、直接的な効果としては対面するロボットとのかかわりを実感し、間接的な効果としては物理的に離れた空間に位置する人間同士のかかわりを、ネットワークを介して実感するヒューマンインタフェースを目指している。後者は、ユーザーが装着する計測機器からは，健康管理に必要となる生体情報データ，例えば，体温，血圧・心拍数，歩数，カロリー等を取得し，クラウドデータベースへ適宜送信し蓄積し、スマートスピーカとの会話で活用する手法を提案している。利用者の健康状態に関連した会話をすることで、利用者の立場に立ったスマートスピーカとしての関わりを実感するシステム開発を目指している。



２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・人間とシステムの協調を支援するユーザインタフェースに関する研究
・システムとシステムをつなげる IoT 技術のための協調支援に関する研究
・人間同士の協調を支援する支援技術に関する研究
・感性情報と認知的特性を用いたヒューマンインタフェースに関する研究

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・民間企業との共同研究：目に優しい白色 LED 看板の試作開発
・民間企業との共同研究：ボイラ自動運転の人工知能基礎研究
・徳島県助成事業：企業ニーズに基づくＬＥＤの新用途開発
・徳島大学地域産業人材育成講座・IoT 利活用講座企画・講師
・徳島県連携事業：徳島県 IoT 利活用推進検討チームアドバイザ
・徳島県科学技術･未来シンポジウム 2016
　　IoT の利活用による地域課題解決パネリスト
・JSME IoT フォーラム 2017 in とくしま実行委員長
・第 23 回 岡山リサーチパーク研究・展示発表会出展（平成 31 年）
　https://www.optic.or.jp/okayama-ssn-m/event_detail/index/1653.html
・令和２年度岡山県立大学公開講座・講師
　https://www.oka-pu.ac.jp/media_images/files/r2/ibent/koukaikouza_pos.pdf

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・日本機械学会・各種委員会を通じた社会貢献
・地域産学連携による共同研究を通じた社会貢献

５　連絡先

伊藤照明　Email: tito@ss.oka-pu.ac.jp

画像情報に基づく解析応用に関する研究

情報工学部　人間情報工学科　山内 仁

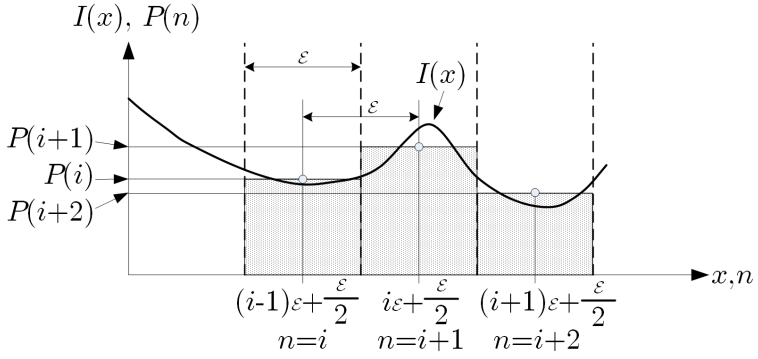
1　研究内容

近年の撮像装置（カメラ）の性能向上および普及は目覚ましく、多くの人が手元にカメラを携え（スマートフォン）、高解像画像を視聴（4K/8K テレビ放送）している。また、生産現場などにおいては製品検査に画像検査を取り入れている事例も多い。これら画像データを扱う分野において、撮影画像をそのまま鑑賞するだけでなく、何らかの処理を施して利用する場面も多くみられる。例えば、スマートフォンでは撮影対象人物の顔を検出する、さらには笑顔を検知して自動的にシャッターを切る、ポスター等の撮影時にゆがみを補正する、などが実現されている。画像処理・画像解析に関して研究しているものの一端を以下に挙げる。

1.1 エネルギ保存を考慮した画素値分布推定

画像の高解像化は、画像計測におけるサブピクセル精度での観測・計測、赤外線画像センサによる低解像データの高解像化など、様座な分野で必要とされている技術である。このような要求に対し、従来用いられてきている画素補間手法や超解像手法などとは一線を画す手法を提案している。

具体的には、従来の画素補間手法が画素の代表値(図中の白丸)を真値として画素間の画素値を推定しているのに対し、提案手法では画素内に集約された光の量（エネルギ:図中の網掛け部分）を真値としてその分布を改めて推定することで補間画素の画素値を決定する。



1.2 画像見守りによる異常検出

独居者の増加にともない、異常状態を検出・通報する見守りシステムへの要求が高いことから、カメラ画像の宅内処理および異常判定に基づくシステムを提案している。生活習慣や個性など、あらかじめ異常を定義する従来の見守りシステムとは異なり、システムとして観測状態を無の状態から常時学習する。これにより、「よく発生する状態」を定常状態として「そこから逸脱する状態」を異常状態として検知する。人の異常状態は動きに関するものが主であると考え、提案手法では時空間勾配特徴を動き特徴抽出に用いている。これにより、カメラで撮影した画像を抽象化することも同時に実現され、プライバシ保護にもなっている。

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・画像の高解像化を必要とする課題。
　例えば、製品の外観検査における高解像化および正常品との比較検査。
・画像による異常検出に関する課題。
　例えば、人による相互監視（見守り）ができない環境での異常検出。
・その他、画像を活用したシステム課題。

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・製造ラインにおける製品の傷や加工精度に起因する不良品を検出する外観検査装置導入に向けた検査方法および機器設計に関する相談
・監視カメラによって得られる操作端末周辺映像からの通常利用者とその他の挙動人物を分離・検出するシステムに関する相談
・主として人物が写っている写真群を対象に写りの良し悪しを評価して順位付けするシステムの研究開発（滝本裕則准教授との共同研究）
・広域屋内空間における人物移動の移動軌跡抽出に関するシステム研究開発
・レスキューロボットコンテストの企画・運営（実行委員）

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・画像観測・画像計測の需要は幅広く求められていると考えており、関連する技術開発並びに応用システムには興味を持っています。課題をお持ちであればまずは相談いただければ一緒に考えたいと思います。
・レスキューロボットコンテストの企画・運営では評価システムの設計・構築も担っており、関連する研究開発も対応できる可能性があります。

５　連絡先

岡山県立大学 情報工学部 人間情報工学科 山内　仁
メール: yamauchi@ss.oka-pu.ac.jp

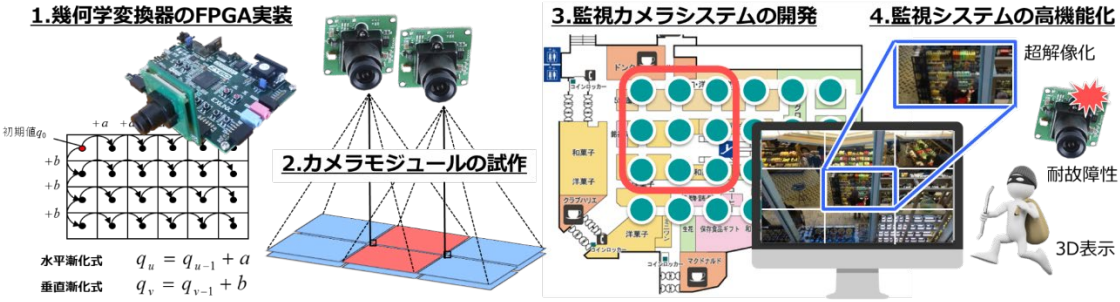
高速・低消費電力を指向した回路設計および画像処理による物体検出

情報工学部　人間情報工学科　佐藤 洋一郎

1　研究内容

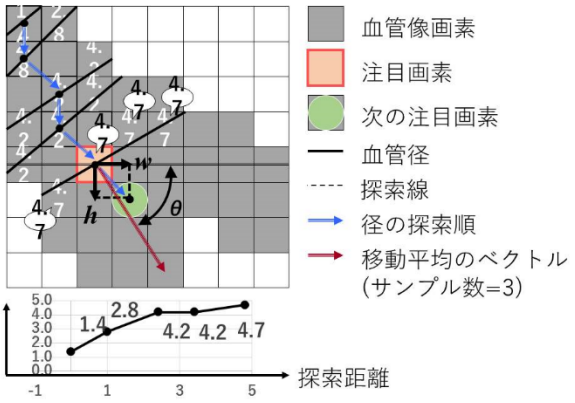
【高速幾何学変換器に基づいた高機能防犯カメラシステムの開発】（県内大学、県内企業と**共同**研究）

フロア天井に複数の安価なカメラを格子状に配置し、それらから得られた画像をフロア全体の見下ろし画像として高速に合成することにより、死角のない高性能・高機能な防犯カメラシステムを開発する。本システムは、天井に配置されるカメラモジュール(CM)とそれらから得られた画像を合成するサーバにより構成される。まず、前者では、撮影画像を補正するために様々な幾何学変換(画像の変形)を施す必要があり、変換式に含まれる乗算と除算がボトルネックとなる。これについては提案済みの加算のみを用いた高速・高精度な幾何学変換法を採用し、これに基づいた専用の変換回路を再構成型回路デバイス(FPGA)に実装する方針を採る。後者のサーバでは、各 CM から得られた画像の合成だけでなく、隣接する 4 つの CM の撮影領域があえて重複するように配置することにより、[機能 1:超解像度化] 最大 4 倍の解像度を実現、[機能 2:耐故障性] カメラが故障した場合の補間に利用、[機能 3:立体認識] 隣接するカメラ間の視差を利用することで三次元的に人と物体を認識・検出精度の向上といった高機能化を図る。



【医用画像を対象とした管状組織の可視化】（県内大学、県内大学附属病院と共同研究）

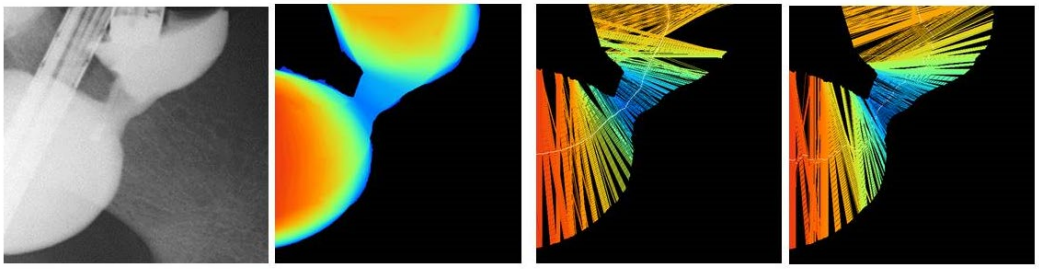
消化器系等の管状組織の診断では管径や狭窄形態が重要な所見となるが、その判断は医師の主観的評価に頼っているのが現状である。この問題に対して、客観的評価を実現するための一つの手段として、画像処理に基づいて管径を自動算出し、その径長に応じて擬似カラーを割り当て可能なシステムを開発している。



1. 眼底画像を対象とした血管径の可視化手法を流用

管状組織における任意の位置の管径を網羅的に算出し、その管径の長短に応じて擬似カラーを割当て

2. 細線化処理と再帰処理を併用する方法
　既存の細線化手法を適用して管の中心線を導出し、中心線上の各画素上の最長径を管径として擬似カラーを割当て
3. 既探索の管径の中心座標に対する移動平均を用いる方法
　管径の中心座標の履歴からその移動平均を利用して動的に管径を探索・算出し、擬似カラーを割当て（下図）



(a) 造影画像　(b) 手法1　(c) 手法2　(d) 手法3

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・各種工業製品の寸法自動計測、製造ラインでの製品（不良品）の認識、製造現場などでの人物の抽出と追跡　など
・FPGA ボードへの画像処理などの実装、GPGPU などの高速処理の実装　など

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・40Gbps ネットワークルータの開発：ネットワークルータでのパケット一時保存を前提に、DDRDRAM の最高性能でアクセス可能なアクセス方式を開発（県外企業・特許取得）
・単色部品認識システムの開発：画像処理により黒色系自動車部品を認識し計数するシステムを開発（FPGA ボードへ実装することで、製造ラインへの導入）（県内企業）
・製造現場での作業員の行動トレースシステムの開発：複数の魚眼カメラを用いて、製造現場の俯瞰画像を生成し、人物検出機能を付加することで、作業員の行動トレースを実現するとともに、自由視点画像の生成機能を付加することで、作業員の安全性を向上するシステムを開発（県内企業）
・AI および画像処理の FPGA への実装：FPGA へ実装する画像処理用 AI モデル（DNN, CNN など）の開発、および、その性能評価手法の開発（県内企業）
・心臓疾患を持つ運転手の安全支援システムの開発：非接触型センサを用いて取得した生体情報から、心臓疾患の前兆を予測し、自動運転に切り替える手法を開発（県内に事業所のある県外企業）

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

【高速幾何学変換器に基づいた高機能防犯カメラシステムの開発】
　岡山県からの助成を受けて、製造現場での作業員の行動トレースシステムへの応用展開を図っており、処理の高層化を目指して GPGPU への実装を行うとともに、人物検出のための AI モデル（DNN, CNN など）を開発している。このシステムの技術は、各種画像処理の高速化、様々な物体検出にも利用できる。

【医用画像を対象とした管状組織の可視化】
　様々な管状器官の検出、認識、可視化への転用が可能であり、内視鏡や画像診断装置から得られる医用画像を用いた画像診断用 AI への前処理システムとしても利用可能と予想される。

５　連絡先

佐藤洋一郎：Tel：0866-94-2125, e-mail：sato@ss.oka-pu.ac.jp

感性情報工学に基づく快適なユーザインタフェースの開発

情報工学部　人間情報工学科　大山 剛史、伊藤 照明

1　研究内容

良いユーザインタフェースのためには操作デバイスと操作対象が認知的に対応している必要がある。両者の対応が一致していなければ操作の遅延や誤りを生じてしまう。

外界から与えられる刺激に対して反応する課題において、刺激の特性と反応の特性が一致しているとそうでないときよりも反応時間が短く、かつ、誤答率も低くなる刺激反応適合性効果が知られている。例えば、左右のライトを左右のスイッチで操作するとき、右側のライトは右側のスイッチで操作した方が直感的であり押し間違いを起こしづらい。この例のように操作デバイスと操作対象との認知的な対応が自明である場合は、その対応を考慮して機器のインタフェースを設計することは容易であるが、一方で、様々な先行研究が一見すると無関係に見える刺激と反応の対応を明らかにしている。例えば、刺激の上／下と反応の右／左や、数の大／小と反応の右／左といった対応が報告されているが、一般的にはまだ十分に周知されておらず、これらの対応に反したインタフェースが世の中には出回っている。現在普及している様々な機器類において、人間の認知に反したインタフェースが潜んでいることを示唆している。

近年、車両運転時のブレーキペダルとアクセルペダルの踏み間違いに起因する事故が散見される。ペダルの踏み間違い事故の原因には様々な要因が考えられるが、本研究ではペダル等の操作デバイスの設計が必ずしも運転者の認知的な特性に則していないことを予想する。車両運転時における外部からの視覚刺激に対して、その視覚刺激が有するなんらかの特性と、ブレーキやアクセルのペダルを踏むという運動が有する特性とが一致しているほど、反応に要する時間は短くなり、かつ、踏み違え事故を抑制できることが期待される。

既に行った実験として、図１に示すように、運転者に見立てた実験参加者から見て前後に運動する視覚刺激に対して左右の足で反応するときに、視覚刺激の運動方向と左右の足との間に認知的な対応が存在するかどうかを調べた。図 2 に示した結果のとおり、向かってくる刺激には右足で、遠ざかる刺激には左足で反応した方が反応時間が短くなることが明らかになった。今後、様々な刺激に対する足を用いた反応における適合性を調べ、事故を抑制できるシステムやユーザインタフェース等の開発を目指す。

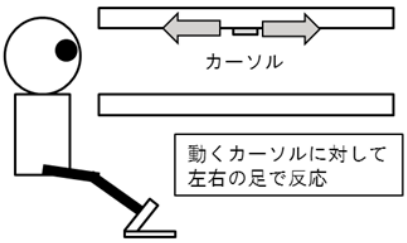


図 1　向かってくる刺激に左右の足で反応する実験

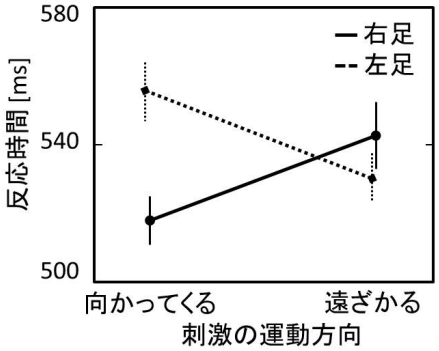


図 2　向かってくる／遠ざかる視覚刺激に左右の足で反応したときの反応時間

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・ ユーザインタフェースにおける感性情報工学の観点からの特性の調査
・ スポーツやリハビリなどの運動データの計測ならびにその評価

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・ 県大メディカルフィットネス講座にて、平成 30 年の西日本豪雨で被災した総社市民を対象とした運動技能と避難意識との関係について調査し、災害時の行動に関する意識の改善に役立ち得る研究を行った。

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・ ユーザインタフェースにおける認知的な特性の調査については、最近問題になっているブレーキペダルの踏み違いを抑制できるデバイスの設計を目指している。先行研究によれば、図 3 に示すように視覚刺激に対する手を用いた反応では、被験者と反応に用いるデバイスの相対的な位置関係によって反応時間に影響が出る。足でもこのような現象が起こるのであれば、ブレーキ・アクセルペダルの配置は誤操作を起こしにくいインタフェースを設計する上で極めて重要な要素であるといえる。今後は研究室内での実験環境にとどまらず、実機に近い環境で足を用いて外界からの刺激に反応するときの認知的な特性を検討していく。

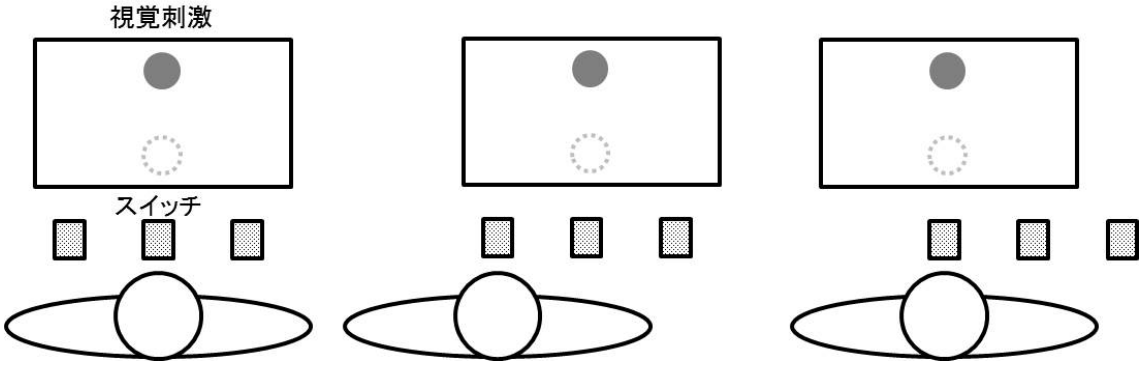


図 3 反応の位置に関する特性は被験者と反応に用いるデバイスとの相対的な位置関係が反応時間に影響を与える

５　連絡先

岡山県立大学 情報工学部 人間情報工学科 感性情報工学研究室
大山剛史 Email: ooyama@ss.oka-pu.ac.jp

人体 - 乗り物系の理論モデルと振動低減に関する研究

情報工学部　人間情報工学科　大田 慎一郎

1　研究内容

振動環境化において、人体に振動が負荷されると、視力の低下、不快感の増大など、様々な悪影響が生じる。乗り物の走行時には、路面から振動が乗員に伝達される。この乗員に伝達される振動は乗り物（図１）により特性が異なるため、乗り物に応じた振動低減システムを構築する必要がある。

そこで、振動を低減し、快適に使用できるシステムについて、研究開発を行っています。振動の伝達経路に空気駆動式の様々な種類のクッションを挿入し、人体とその設置部における振動特性を動的に変化させるシステム（図２）を提案してる。さらに、人体－乗り物系における動的挙動を再現するための数値解析法や人体の振動測定法を用いて、振動低減効果の検証を行っている。

図１　各種乗り物における振動測定実験

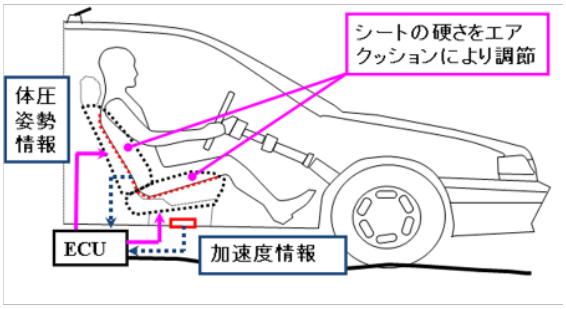


図２　自動車用シートにおける振動低減システム

人体－シート系の振動実験の一例を図 3 に示す。自動車用シートの座面部分にウレタン封入エアセル（UA セル）を挿入し、 UA セルの空気圧が変化した場合における人体の胸部の周波数応答（加速度比：胸部の加速度／加振テーブルの加速度）を示す。この結果から空気圧の低下にともない加速度比が低下し、共振周波数が増加することがわかり、振動低減への利用が見込まれる。

以上のように、人体―乗り物系に着目し、快適性の向上を目的とした研究を実施している。

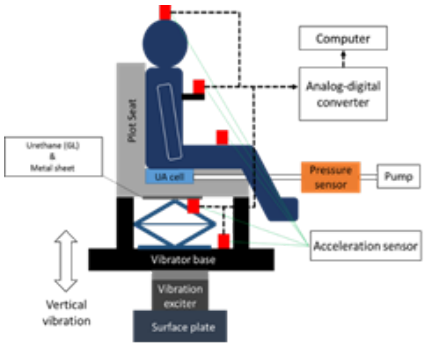


図３　振動測定システム

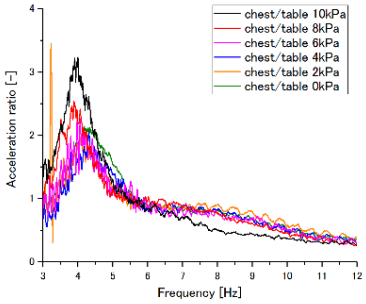


図４　人体胸部の周波数応答

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・乗り物のシート開発
・人体―乗り物の振動低減技術
・新規機能性クッションの開発

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・新規自動車用シートの研究開発
・小型モビリティの研究開発
・チャイルドシートの評価実験等
・車椅子の新規構造の検討

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

本研究では、エアと発砲ウレタンを利用したクッションを提案しているが、更に快適性を向上するために様々なクッションの研究開発を実施している。人体―乗り物系において、先行研究では成人を対象として研究が実施されてきたが、本研究室ではベビーカー、幼児同乗用自転車、チャイルド―シートで利用可能な幼児の理論モデルやそれを用いた振動低減法を研究している。以上のように、成人と幼児を含む人体－乗り物系における製品開発において、利用可能な研究を実施している。

５　連絡先

岡山県立大学 情報工学部　人間情報工学科
大田　慎一郎
TEL　：0866-94-2147
MAIL：ota@ss.oka-pu.ac.jp

日常生活における触覚情報を活用したヒトの動作向上について

情報工学部　人間情報工学科　大下 和茂

1　研究内容

衣類は、気候適応、身体防護、生活活動適応などの役割だけでなく、その形状により触覚を活用するものもある。例えば、鳶服の裾の広い形状は、触覚により空間や空気の流れの感知に繋がり、足元に対する意識が高まると言われている。我々は普段着用する衣類や触覚デバイス等による触覚入力を活用することで、ヒトの本来持つ能力＝筋機能などを引出す手段を検討している。

一定の姿勢を保持する際、固定された物に身体を支えられない程度の力で軽く触れることにより姿勢動揺が低下する。これはライトタッチ効果と呼ばれ、触覚付加により身体部位の相対的な位置関係の変化などが把握しやすくなるためと考えられている。

我々は触覚付加がヒトの動作に与える影響のメカニズムに言及すると共に、この現象を日常で利用する基礎的検討を実施してきた。現在はこれらの成果をさらに発展させ、日常で身に着ける衣類や様々なデバイスを活用した触覚入力を用いることで、自身の持つ感覚（触覚）を活かした日常動作向上の方策について検討を加えている。

ライトタッチ効果は学術的に興味深いが何かに軽く触れたまま生活することは少ない。一方、ライトタッチ効果は受動的な接触でも認められる（Menz ら, *Neurosci Lett*, 2006）。そこで我々は、身体に布をまとうことで受動的な触覚付加に繋がるのではないかと検討を加えた結果、下半身を布で覆うことで歩行指標が改善することを明らかにした(図 1)(*Hum Mov Sci*, 2017; *Appl Sci*, 2020)。しかし、日常で着用する衣類での影響は分かっていない。日本の袴やスコットランドのキルトのように身体と衣類との間に空間があり、動作に伴い、衣が接触するような形状で効果的な可能性があり、動作に好影響を与える衣類の特徴を明らかにすることで、研究成果が実生活での利用に繋がると期待できる（図 2)。

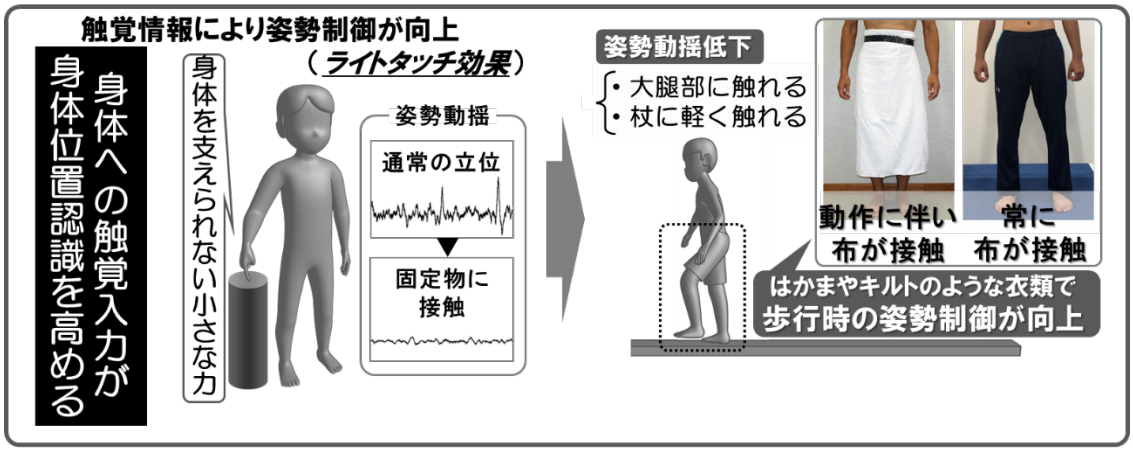


図１ 触覚とヒトの動作に関する現在までの研究成果

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・健康，リハビリ，福祉に関わる分野
・デザイン，人間工学に関わる分野
・スポーツ科学，トレーニング科学に関わる分野

など

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・北九州市立年長者研修大学校 穴生学舎「健康づくりサポーターコース」,「心と身体の健康コース」講師
・兵庫県立総合体育館　「シニアのためのスポーツ指導者講習会」講師
・日本生理人類学会　評議員
・ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014 優秀プレゼンテーション賞

など

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

リハビリや運動指導などでは、対象者とリハビリの療法士や運動指導者などとの接触を介する場合がある。我々は、一般人が運動時にどの部位が主動筋かの判断は難しいことを報告している（*Int J Sport Health Sci*, 2019, *体力科学*, 2018)。これに対し、指導者は接触により対象者に主動筋の認識を高めさせ、トレーニング効果の助長を試みる。我々は、このような接触でも運動時における主動筋の活動が高まることを明らかにした（*IFMBE*, 2021 掲載予定)。このような成果を応用すれば、動作解析を通して、振動子などを用い、主動部位に適切なタイミングで触覚刺激を加えることでトレーニング効果を高めることに繋がり、生活動作の向上、スポーツパフォーマンスの改善などに繋がるスマートデバイス開発の一助ともなり得る（図 2)。また、昨今、非対面による様々な指導のニーズが増えているが、直接指導が必要なリハビリやスポーツなどの動作では難しい場合も多い。本研究の応用によっては、高度な非対面のリハビリやスポーツ指導の実現にも繋がると考えられる。

図2 本研究の波及効果

５　連絡先

大下和茂（TEL：0866-94-2130（研究室）Email：oshita@ss.oka-pu.ac.jp）

経済統計の作成・分析・利活用について

情報工学部　人間情報工学科　渡邉 淳司

1　研究内容

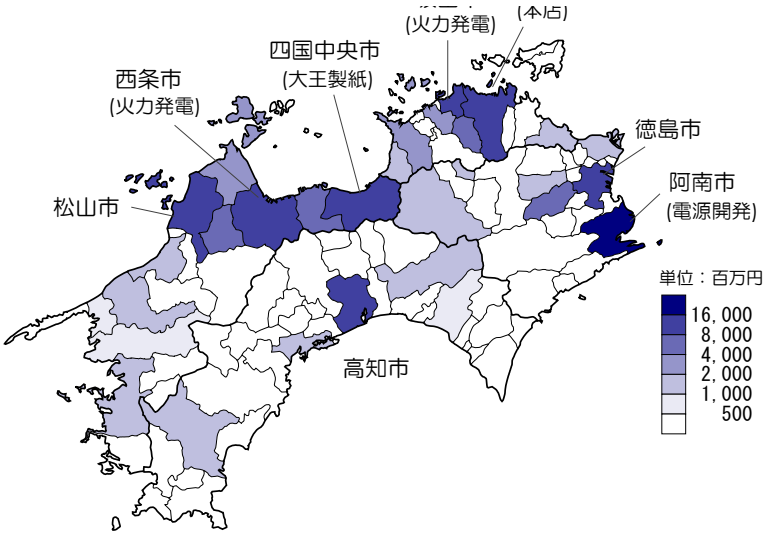
これまで、経済学や統計学をベースに地域科学(Regional Science)の分野で研究をしてきたが、ここではその一端を紹介する。

（1）独自推計と可視化：電力部門の市町村別生産額（四国地方）

戦後より、電力は発電・送配電・小売を一体とした垂直一貫の地域独占体制をとってきたが、2000 年以降、徐々に自由化されていくことになった（たとえば、大口顧客（高圧・特別高圧）の小売自由化)。2011 年東日本大震災の経験を踏まえ、①安定供給の確保、②電力料金の最大限の抑制、③需要家の選択肢や事業者の事業機会拡大などの理由により、2015 年より電力システム改革が進められてきている。

従来であれば、10 電力など特定の事業者の財務諸表などから電力部門の生産額を推計することができたが、発電部門と小売部門の自由化により、電力市場に多様な事業者が参入してきたため、推計作業は複雑化することになった。特に、首都圏などの市町村別生産額推計は困難を極めることになったと思われる。

この研究では、2020 年度以降を見据えて、市町村別の生産額を推計している。電力システム改革以前の状態で、推計上のデータ制約がどの程度あるのか検証している。推計結果は下図のとおり可視化したが、水力発電において推計上の課題を確認している。



電力部門の市町村別生産額（2014 年度）

（2）その他

行政での実務経験を簡単に紹介する。内閣府では、GDP（支出側）の構成項目である家計最終消費支出や固定資本形成など（名目値）を推計し、GDP 統計

のベースとなる部分を担当していた。また、岡山県庁では、アンケート調査の支援や各種施策・事業に関するデータ分析業務を行ってきた。

2　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・アンケート票の設計、分析支援

3　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

【研究プロジェクト関連】

・持続可能地域経済システムに関する研究（(独）経済産業研究所）
・自立型地域経済システムに関する研究（(独）経済産業研究所）
・持続可能な地域づくり：新たな産業集積と機能の分担
（(独）経済産業研究所）
・経済グローバル化における持続可能な地域経済の展開
（(独）経済産業研究所）
・地域経済構造分析の進化と地方創生への適用（(独）経済産業研究所）
・環境・地域経済両立型の内生的地域格差是正と地域雇用創出、その施策実施に関する研究（環境省「環境経済の政策研究（第Ⅰ期)」）
・GDP 統計の精度向上を目的とした「第一次年次推計から第二次年次推計への改定状況」に関する検証作業（総務省「公的統計の整備に関する基本的な計画（第Ⅲ期)」）
・付加価値貿易（TiVA）指標に関連した拡張 SUT 作成及び SUT 体系への移行に伴う GDP 推計に係る研究（内閣府経済社会総合研究所）

【講師等】

・「地方統計職員業務研修」講師（岡山県総合政策局統計分析課）
・「政策形成実践事業」アドバイザー（岡山県総合政策局政策推進課）
・「平成 29 年度地域保健従事者研修会」講師（岡山県備前保健所東備支所）

4　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・副専攻「岡山創生学」における関係自治体等との連携

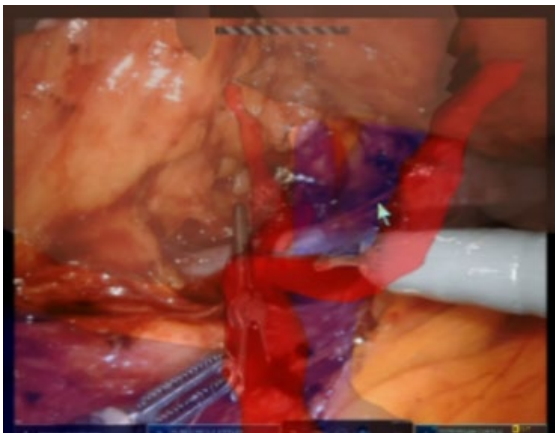
5　連絡先

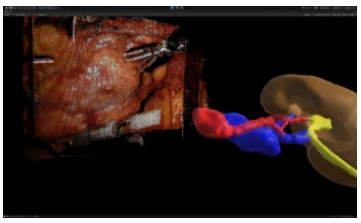
岡山県立大学　情報工学部人間情報工学科
（併任）地域創造戦略センター　　渡邉淳司
E-mail: a_watanabe_j2e@ss.oka-pu.ac.jp

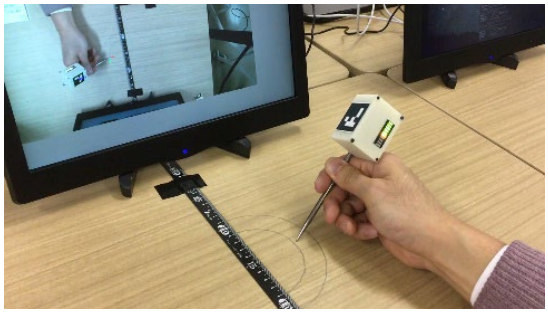
手術支援システムおよび VR システムの開発

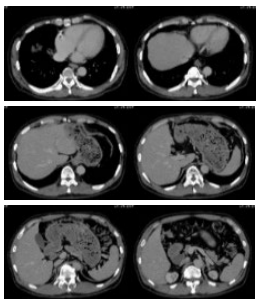
情報工学部　人間情報工学科　小枝 正直

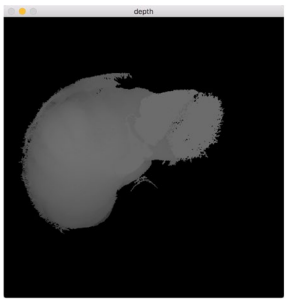
1　研究内容











ロボット支援腹腔鏡下腎部分切除術（RAPN, Robot Assisted Partial Nephrectomy）は、手術ロボット daVinci を使用した内視鏡手術で、腎臓に発生した癌組織の領域のみを切除して摘出する手術です。daVinci ではステレオカメラの内視鏡により術野を立体的に見ることが可能で、自由度の高い鉗子や鋏などを遠隔で操作して手術することが可能です。しかし、狭い視野の中で安全に手術を進めるためには十分な知識と経験が必要です。

現在、我々は da Vinci Xi による RAPN をサポートする映像システムを開発しています。本システムでは、SLAM（Simultaneous Localization And Mapping）技術と拡張現実感（AR, Augmented Reality）技術を応用して、患者の腎、腫瘍、動静脈、尿管などの 3 次元コンピュータグラフィクス（3DCG）モデルを内視鏡カメラ映像にリアルタイム重畳することで、血管や腫瘍の探索、腫瘍の切除などをサポートします。3DCG は CT/MRI で術前に撮像した患者の断層画像群（DICOM, Digital Imaging and Communications in Medicine）から作成します。

また、ステレオ内視鏡カメラ映像から術野の 3 次元形状を算出し、その形状情報と臓器の 3DCG を 3 次元仮想空間内に配置して、より直感的に閲覧・操作が可能な VR システムも開発しています。

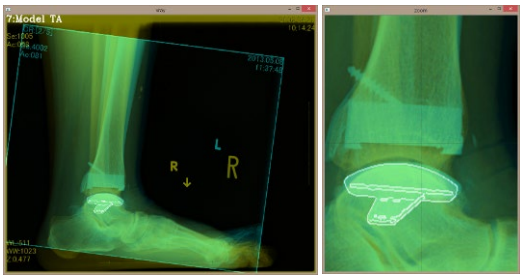
開腹手術においては、対象となる臓器の位置や姿勢、形状とメス先端の位置の測定が重要です。我々のチームでは、深度カメラで計測した実臓器の表面形状と DICOM から生成した深度画像から臓器の位置・姿勢を推定する手法や、メスと血管など重要部位との距離情報を提示するデバイスを開発しています。

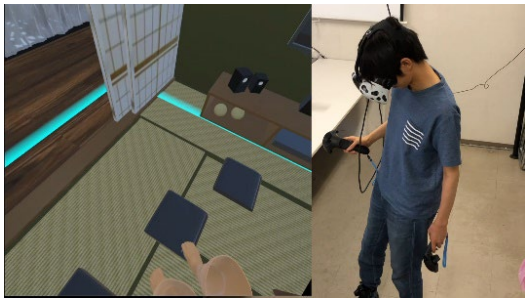
DICOM はデータ量が大きいため、一般的には 3 次元ポリゴンモデルデータに変換してから様々な処理がなされます。しかし、その変換は困難かつ煩雑で、変換時に重要な情報を欠損する危険性もあります。そこで我々のチームでは、汎用グラフィックスプロセッサ（GPGPU,

General Purpose computing on Graphics Processing Units）でDICOMを高速かつ直接処理するプログラムの開発も行っています。

足首人工関節置換手術は、変形性足関節症やリウマチ性足関節障害などで傷んだ足首の関節をセラミック製人工関節に入れ替える手術です。我々のチームでは、人工関節の埋め込み位置決定や医学的評価指標測定に利用できる X 線画像透過重畳表示システムを開発しています。

高齢者は一度転倒すると、その恐怖心から行動範囲が狭まったり、家に閉じこもったりなど「転倒後症候群」と呼ばれる不安障害を発症することがあります。我々のチームでは、VR 暴露療法により転倒後症候群の改善を目指したシステムを開発しています。





２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・画像処理、コンピュータビジョン・機械学習処理
・VR、AR システムの開発
・ヒトの行動計測
・3 次元計測システム

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・京都大学 医学研究科 泌尿器科学教室 小川教授らと共同で、ロボット支援腎部分切除術のための拡張現実感を応用した手術支援システムを開発中
・関西医科大学 脳神経外科 埜中教授らと共同で、深度画像マッチング法による臓器位置姿勢推定を用いた肝臓開腹手術支援システム、および SLAM を用いた脳神経内視鏡手術支援システムを開発中
・奈良学園大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 辻下教授らと共同で、高齢者の転倒後症候群改善を目指した没入型 VR システムを開発中
・奈良県西和医療センター 整形外科医 小杉氏らと共同で、足首人工関節置換手術における術後評価のための画像処理システムを開発中

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・医療機関での実運用
・グループホームや老人ホームなどでの VR トレーニング

５　連絡先

・住所：〒719-1197　岡山県総社市窪木 111　情報工学部棟 2104
・電話：0866-94-2111
・E メール：koeda@ss.oka-pu.ac.jp

圧電素子を用いたトリアージ補助デバイスの開発

情報工学部　人間情報工学科　吉田 智哉

１　研究内容

事故、戦争、自然災害などにより多くの人間が負傷する。これらの現場では、限られた医療物資やスタッフのもとでできるだけ多くの傷病者の救護が要請される。ここでは効率的救護活動が必要でありそのためにトリアージと呼ばれる救護体制が行われている。トリアージとは、現場で傷病者の状況に応じて順序をつけて治療を施す救護体制である。傷病者の様子を視覚で確認したり対話が可能であれば事情を聴取したり、簡単な方法で生体情報を得て、状態の深刻度に応じた色分けをして状況を記載する。この記載内容は傷病者の診療録となり、のちに遺族や警察、保険会社などが参照するものである。したがって、死亡していることが明白である場合も被災状況、傷病状況などを記録される。生存する傷病者の容体は時々刻々と変化する。そのため、医療スタッフは全ての傷病者に目が届かず深刻な事態を招くこともある。この間の傷病者の自動監視と緊急な状況悪化を知らせるシステムは多くの傷病者の救命のために必須である。

トリアージが必要な現場は、歩行不能の多くの傷病者がベッド、ソファー、床などが薄暗い空間に横たわっていて、数少ない医療スタッフでケアされている状況にあると想定される。このような状況では、医療スタッフあるいは比較的軽傷な傷病者が見渡すことで、呼吸状態が容易に目で判別でき、仮に見逃したとしても異常状態がアラート音で認識できることが必要である。ここではこのような状況トリアージ現場向きの補助デバイスを考える。提案するデバイスの基本仕様はつぎの機能を持つものとする。

（１）ディスポーザブル可能になるよう少ない電子部品で安価にする。
（２）呼吸を計測しその強さを光の輝度で示す。
（３）呼吸が異常の場合、アラート音を発生させる。
（４）マスク内にセンサや回路が収納され呼吸状態を示す光を表示する。

上記の仕様の（１）の機能を満たす呼吸センサおよびアラート音を発するデバイスとしてブザー用圧電素子を使用する。機能（２）を実現するデバイスは高輝度ＬＥＤとそれを駆動する単一トランジスタ回路で構成し、機能（３）はマイコンと圧電デバイス駆動アンプからなる。これらはコンパクトな回路でありボタン電池で駆動でき（４）の条件を満たす。

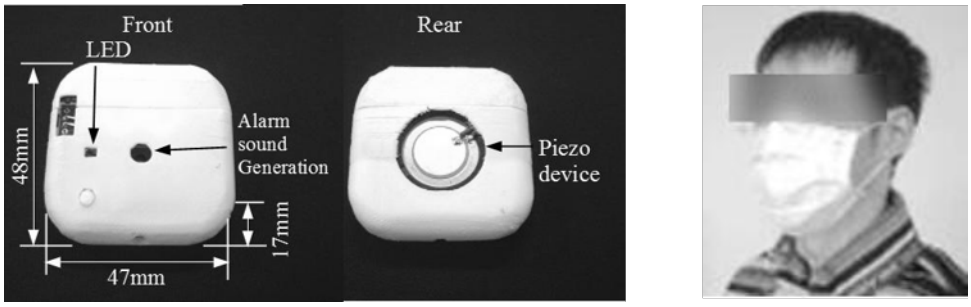
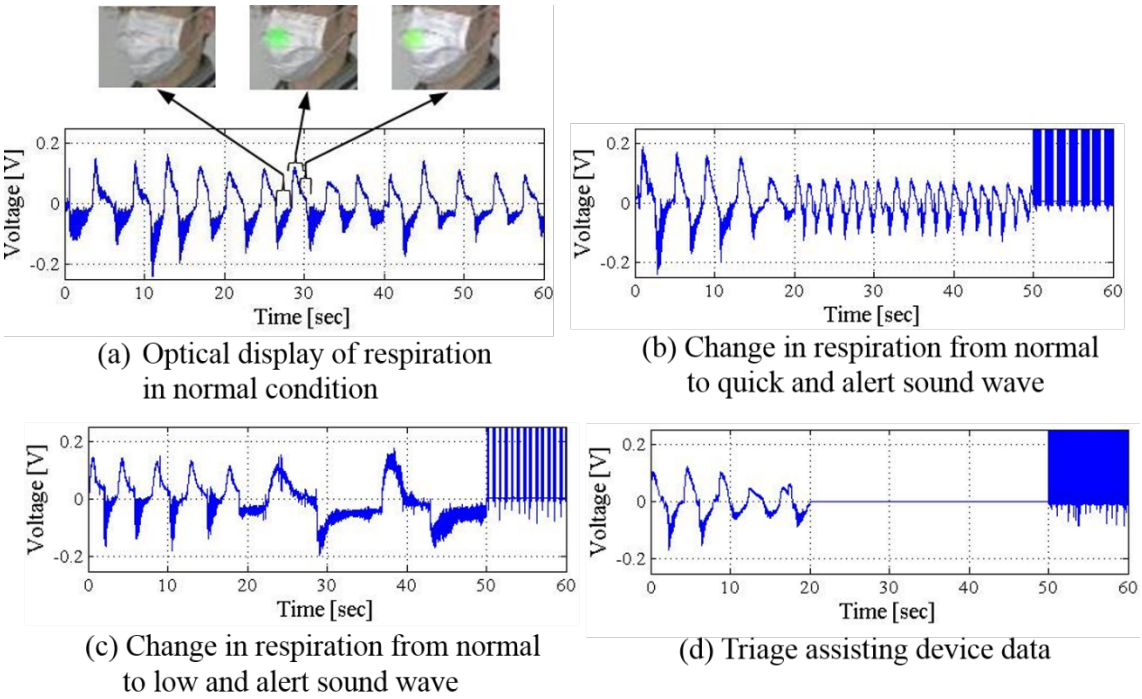


Fig. 1 Triage assisting device

提案するデバイスを Fig. 1 に示す。特色は一枚のブザー用の圧電デバイスを呼吸センサとブザーアクチュエータとして時分割的に用いることにある。圧電素子は電圧－ひずみ可逆特性がよく知られている。これは（ひずみ）－（電荷変化）―（電圧変化）―（クーロン力）―（ひずみ）というフィードバック系でその特

性を表すことができる、この現象は焦電効果として知られている。圧電デバイスに体温に近い温度の息を吹きかけると焦電効果により電圧が発生する。提案するデバイスでは、マスク中に入れた圧電素子に呼吸により息が吹きかけられたときに生じる焦電効果で発生する電圧で呼吸を計測する。この電圧を増幅しＬＥＤを光らすとともにマイコンに取り込みＳＴＡＲＴと Triage sieve の呼吸による判定をマイコンで連続的に行い、「呼吸なし」、「呼吸が毎分 10 回未満あるいは毎分 30 回以上」の場合にそれらがわかるブザー音を発生させる。デバイスの動きを Fig. 2 に示す。



(a) Optical display of respiration in normal condition

(b) Change in respiration from normal to quick and alert sound wave

(c) Change in respiration from normal to low and alert sound wave

(d) Triage assisting device data

Fig. 2　Respiration signals by the sensor function and the sound waves by the actuator function of one piezo device.

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・圧電素子の応用
・マイクロ波ドップラーセンサの応用

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・なし

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・圧電素子を用いた電池なし緊急停止装置の開発

５　連絡先

TEL：　0866-94-2002
Email：　tyoshida@ss.oka-pu.ac.jp

ロボットの挨拶による身体的インタラクションに関する研究

情報工学部　人間情報工学科　太田 俊介

１　研究内容

近年、日本は超高齢社会となり医療・介護や生活支援などの分野においてロボットの活用が期待されている。このようなロボットは人との関わり方が重要となるため、ヒューマンロボットインタラクションの研究への関心が高まっている。このようなロボットには、対面時から人に受け入れられるインタラクションが求められる。一方で、人は言葉だけでなく、身振り手振り、うなずきといった身体動作を伴うインタラクションを通じて互いのリズムを同調させ、信頼関係が持てるコミュニケーションの始まりを創出している。そこでこれらの動作の解析や動作モデルを開発し、身体的インタラクションの促進に関する研究を行っている。特に、人とロボットの挙手（図１）や握手（図２）、ハグ（図３）といった挨拶のための身体的インタラクションについて、人間同士が行っている動作について３Ｄモーションキャプチャー等を用いて計測・解析し、ロボットに動作を生成させるための動作モデルの開発や、人間に好まれる動作の研究を行っている。

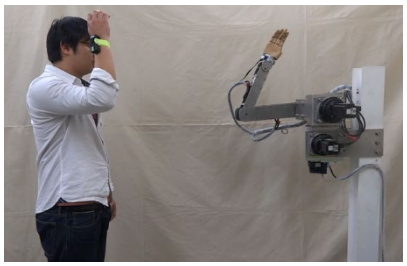


図１．挙手動作

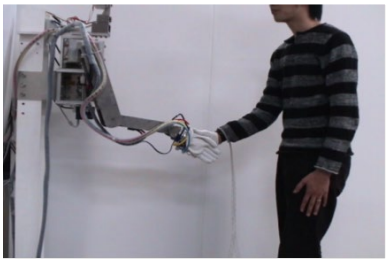


図２．握手動作

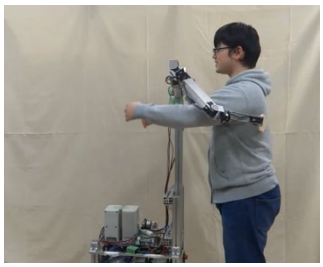


図３．ハグ動作

またコミュニケーション支援や解析システムとして、人の頭部位置に基づいて遠隔の対話相手を窓越しに見たように映すことで、仮想的な窓により対話ができるコミュニケーションシステムの開発（図４）や、人の対面会話時の頭部姿勢の計測によるうなずき動作の検出システムの開発（図５）を行っている。

図４．挙手動作

図５．挙手動作

２　受入可能な研究内容（相談、共同研究、連携可能なテーマ）

・ヒューマンロボットインタラクションに関する研究
・コミュニケーション支援に関する研究
・画像処理や３次元点群処理を用いたロボット制御に関する研究

３　これまでの企業・自治体等との連携・社会貢献活動の主な実績

・画像認識及び３次元認識に基づく自律型フォークリフトの研究(中西金属工業)
・レスキューロボットコンテストの企画・運営（実行委員）

４　今後の研究成果の展開（社会貢献等の可能性）

・人間への様々な接触を伴う身体的インタラクションにおいて、より効果的な軌道生成や動作モデルの提案方法、力の加え方へと展開
・人間との接触を伴う工場での部品供給や、エンタテインメント分野などロボットが人との関わりをもつ分野への応用
・人間に接触する場合のより普遍的な動作手法の開発や人間のボディタッチやスキンシップ特性の解明

５　連絡先

岡山県立大学　情報工学部　人間情報工学科
太田　俊介
TEL: 0866-94-2409
E-mail: s_ota@ss.oka-pu.ac.jp