

機関番号	研究種目番号	審査区分番号	細目番号	分割番号	整理番号
34315	04	1	5507		0001

平成27年度 (2015年度) 基盤研究 (A) (一般) 研究計画調書

平成 26 年 11 月 6 日
3 版

新規

研究種目	基盤研究(A)	審査区分	一般				
分野	工学						
分科	機械工学						
細目	知能機械学・機械システム						
細目表 キーワード	ソフトメカニクス						
細目表以外の キーワード	触知覚						
研究代表者 氏名	(フリガナ)	ヒライ シンイチ					
	(漢字等)	平井 慎一					
所属研究機関	立命館大学						
部局	理工学部						
職	教授						
研究課題名	触知覚センシングにおける軟組織のダイナミクス・トライボロジー						
研究経費 〔千円未満の 端数は切り 捨てる〕	年度	研究経費 (千円)	使用内訳 (千円)				
			設備備品費	消耗品費	旅費	人件費・謝金	その他
	平成27年度	17,750	3,350	2,550	2,450	2,950	6,450
	平成28年度	20,050	0	2,100	2,450	3,850	11,650
	平成29年度	12,050	0	1,400	2,250	3,850	4,550
	平成30年度	0	0	0	0	0	0
	平成31年度	0	0	0	0	0	0
	総計	49,850	3,350	6,050	7,150	10,650	22,650
開示希望の有無	審査結果の開示を希望する						
研究計画最終年度前年度応募	--						

研究組織（研究代表者、研究分担者及び連携研究者）

	氏名（年齢）	所属研究機関 部局 職	現在の専門 学位 役割分担	平成27年度 研究経費 （千円）	エフ ォ ート （%）
研究代表者	90212167 (52) ヒライ シンイチ 平井 慎一	(34315) 立命館大学 (403) 理工学部 (20) 教授	ロボティクス 工学博士 研究統括と感圧導電系センシングデバイス	7,390	20
研究分担者	60220042 (64) モリカワ シゲヒロ 森川 茂廣	(14202) 滋賀医科大学 (601) 医学部 (20) 教授	生体NMR・画像ガイド手術 医学博士 指の超音波/MR撮像	760	5
研究分担者	10268154 (63) タナカ ヒロミ 田中 弘美	(34315) 立命館大学 (436) 情報理工学部 (20) 教授	情報学 工学博士 指の画像ベース力学モデリング	760	10
研究分担者	00374108 (48) ノマ ハルオ 野間 春生	(34315) 立命館大学 (436) 情報理工学部 (20) 教授	ハプティックインターフェース 博士（工学） MEMSチップ埋め込み型センシングデバイス	2,760	10
研究分担者	70388148 (41) ミタニ アツシ 三谷 篤史	(20105) 札幌市立大学 (714) デザイン学部 (22) 講師	メカトロニクス・トライボロジー 博士（工学） 指の皮膚とマイクロテクスチャーの接触のトライボロジー解析	4,560	15
研究分担者	60453205 (41) イノウエ タカヒロ 井上 貴浩	(25301) 岡山県立大学 (412) 情報工学部 (27) 准教授	ロボティクス・ロボットハンド 博士（工学） 指の軟組織のダイナミクス解析	760	15
研究分担者	50609873 (37) ワン ズンクイ 王 忠奎	(34315) 立命館大学 (403) 理工学部 (28) 助教	ロボティクス・生体力学 博士（工学） 指の皮膚と感覚受容器の力学モデリングと解析	760	15
連携研究者	70403128 (37) ソウガワ マサユキ 寒川 雅之	(13101) 新潟大学 (779) 自然科学系 (28) 助教	MEMSセンサデバイス 博士（工学） MEMSチップ埋め込み型センシングデバイス	-	-
合計 8 名			研究経費合計	17,750	

研究目的

本欄には、研究の全体構想及びその中で本研究の具体的な目的について、冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述した上で、適宜文献を引用しつつ記述し、特に次の点については、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください（記述に当たっては、「科学研究費助成事業における審査及び評価に関する規程」（公募要領 70 頁参照）を参考にしてください。）。

- ① 研究の学術的背景（本研究に関連する国内・国外の研究動向及び位置づけ、応募者のこれまでの研究成果を踏まえ着想に至った経緯、これまでの研究成果を発展させる場合にはその内容等）
- ② 研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか
- ③ 当該分野における本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

研究目的（概要）※ 当該研究計画の目的について、簡潔にまとめて記述してください。

本研究の目的は、人が触感覚を通して対象物の特性を知覚する過程を力学的に理解するとともに、触感覚に関する力学的な知見を基に柔らかい触覚センシングデバイスを開発することである。人の触覚受容器は、反応のダイナミクスが異なる数種類に分類される。指が外界と接触し力学的な信号を伝える媒体である皮膚は、表面にテクスチャーとしての指紋を有し、複数の軟組織層から構成されている。複数の触覚受容器と皮膚の軟組織層とのダイナミクスによって、人は触知覚を得ていると考えられる。したがって、皮膚の軟組織のダイナミクスならびに、対象物体と皮膚表面とのトライボロジーを基盤として、人の触知覚を解析するとともに、その結果を基に柔らかい触覚センシングデバイスを構成する。

① 研究の学術的背景

本研究の目的は、人が触感覚を通して対象物の特性を知覚する過程を力学的に理解するとともに、触感覚に関する力学的な知見を基に柔らかい触覚センシングデバイスを開発することである。触感覚の特徴は、皮膚と対象物との力学的な接触を通して感覚を得ることにある。また、人の触覚受容器は、反応のダイナミクスが異なる数種類に分類される。さらに、指が外界と接触し力学的な信号を伝える媒体である皮膚は、表面にテクスチャーとしての指紋を有し、複数の軟組織層から構成されている。したがって、触感覚を理解するためには、皮膚と対象物との接触に起因する力学現象が、皮膚の軟組織層にどのような動的変形を生じさせるか、様々なダイナミクスを有する触覚受容器をどのように刺激するかを解明することが望まれる。

研究代表者はこれまでに、軟組織のモデリングと軟組織のトライボロジーに関する研究を進めてきた。軟組織のモデリングに関する研究においては、軟組織の応力場と変形からその動的な力学特性を推定する手法を確立し、眼の硝子体や足部の骨格靱帯系のモデリングを進めた。軟組織のトライボロジーに関する研究では、接触や滑りにより変形する軟組織の力学モデリングを進め、滑りを表すために、ビーム束モデルという新しいダイナミックモデルを確立した。これらの研究を通して、人の指先の力学的特性を求め、ビーム束モデルを用いて皮膚と対象物との動的な力学的相互作用をモデリングすることにより、人の触知覚のダイナミクスを総合的に理解することができるのではないかという着想に至った。

触感覚に関する研究は、神経生理学の分野とハプティクス/ロボティクスの分野で進められてきた。神経生理学の分野では、感覚受容器の力学的特性が同定され、心理学的な実験を通して、人がどのような条件下でどのような触感覚を得るかが明らかになりつつある [1]。一方、ハプティクス/ロボティクスの分野では、触感覚を得るための触覚センサに関する研究が進められてきた [2]。神経生理学における研究により、人がどのように触感覚を得るかが明らかになりつつある。しかしながら、従来の研究は静力学や定常状態解析を基礎としており、指の動的な運動や皮膚組織の動的な変形が触感覚にどのように影響するか、異なるダイナミクスを有する感覚受容器の信号をどのように統合して触知覚を得ているかなど、不明の課題が多く残されている。特に、振動の知覚において、人の指先は 10nm オーダの分解能を有しており、指を滑らせることで 10 数 nm の段差を検知する能力を持つことが実験的に示されている [3] [4]。これは、動的な触覚センシングであり、この能力を解明するためには、指先を構成する軟組織のダイナミクスが必須であると考え、また、触覚センサの多くは、曲面や関節部に装着できないなどの制約が多いため、センサとして使用範囲が限定されているのが現状である。そこで、皮膚の軟組織のダイナミクスならびに対象物体と皮膚表面とのトライボロジーを基盤として、人の触知覚を解析するとともに、その知見を基に、構造が単純で曲面や関節部に実装することができる、柔らかい触覚センシングデバイスを構成することを目指す。

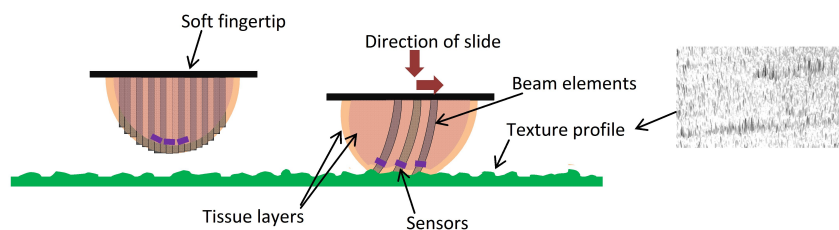
研究目的(つづき)

- [1] Neural Mechanisms of Tactile Form and Texture Discrimination, K.O. Johnson and S.S. Hsiao, Annual Review of Neuroscience. Vol.15, pp.227-250, 1992
- [2] Tactile Sensing - From Humans to Humanoids, R.S. Dahiya, G. Metta, M. Valle, and G. Sandini, IEEE Trans. Robotics, Vol.26, No.1, pp.1-20, 2010
- [3] Detection of Vibration Transmitted Through an Object Grasped in the Hand, A.J. Brisben, S.S. Hsiao, and K.O. Johnson, J. Neurophysiology, Vol.81, pp.1548-1558, 1999
- [4] Feeling Small: Exploring the Tactile Perception Limits, L. Skedung, M. Arvidsson, J.Y. Chung, C.M. Stafford, B.Berglund, and M.W. Rutland, Scientific Reports, Vol.3, 2013

② 研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか

本研究では、人が触感覚を通して対象物の特性を動的に知覚する過程を力学的に理解する。そのために、A) 人の指先の内部撮像をベースとして人の指先の力学モデルを構築し、B) 指先の皮膚が対象物表面のテクスチャーと接触し滑るときのトライボロジーを解析する。これらの成果を基に、C) 指の皮膚と触覚の感覚受容器の力学モデルを構築し、指の動的な運動や皮膚組織の動的な変形が人の触覚センシングにどのように影響するか、周波数特性が異なる感覚受容器の信号がどのように統合されてサブミクロンオーダの触覚を得ているかを解明する。

指と対象物の力学的相互作用を解析するためには、指と対象物の力学モデルが必要である。指先は、皮膚、腱、血管、骨等、変形特性が異なる様々な組織から成り立っている。そこで、MR装置による指先の内部撮像と超音波エラストグラフィによる変形特性の計測値を用いて、指のダイナミックモデルを構築する。また、対象物表面の粗さと摩擦特性を分布的に計測し、対象物表面のテクスチャーのモデルを構築する。指先とテクスチャーが接触し、指先がテクスチャー上を滑るときの力学的挙動を、トライボロジーの観点から定式化し、指先の局所的な変形やテクスチャー上の応力分布を解析する。構築したダイナミックモデルを数值的に解析することにより、感覚受容器にどのような時系列信号が生じるかを計算し、指の動的な運動や皮膚組織の動的な変形が触覚信号に与える影響を明らかにする。解析結果を基に、ダイナミクスを利用する新しい触覚センシングデバイスを構築する。



テクスチャー上を滑る柔軟指先のダイナミクス

③ 当該分野における本研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義

本研究の学術的な特色は、人の触感覚の機構をダイナミクスの観点から解明する点にある。触感覚に関する生理学的な研究では、触覚受容器の配置や応答特性が触感覚に与える影響などが調べられてきた[5]。ただし、定常的な状態を対象としており、指の動的な運動が触感覚に与える効果は考えられていない。一方、ハプティクス/ロボティクスの分野では、物体表面のテクスチャーから得られる触知覚を多数獲得し、それらを統計的に処理することでテクスチャーと触知覚との関連を求める試みが成されている[6]。ただし、この試みでは、触感覚の処理過程はブラックボックスであり、物理的な指先の変形や振動から触感覚に至る過程は不明のままである。すなわち、皮膚と対象物との力学的相互作用から触知覚に至る一連のダイナミクスは、未だ解明されていない。本研究の独創的な点は、人の触感覚をダイナミクスの観点から解析し、動的な変形や振動から触感覚に至る過程を解明する点にある。得られた成果を基盤として、構造が単純で曲面や関節部に実装することができる、柔軟な触覚センシングデバイスを構成することが期待される。

[5] ヒト指腹部構造と触覚受容器位置の力学的関係, 前野 隆司, 小林 一三, 山崎 信寿, 日本機械学会論文集(C編) 63(607), pp.881-888, 1997

[6] Object Identification with Tactile Sensors using Bag-of-Features, Schneider, A., Sturm, J., Stachniss, C., Reiser, M., Burkhardt, H., Burgard, W., IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.243-248, 2009

研究計画・方法

本欄には、研究目的を達成するための具体的な研究計画・方法について、冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述した上で、平成27年度の計画と平成28年度以降の計画に分けて、適宜文献を引用しつつ、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。ここでは、研究が当初計画どおりに進まない時の対応など、多方面からの検討状況について述べるとともに、研究計画を遂行するための研究体制について、研究分担者とともに行う研究計画である場合は、研究代表者、研究分担者の具体的な役割（図表を用いる等）、学術的観点からの研究組織の必要性・妥当性及び研究目的との関連性についても述べてください。

また、研究体制の全体像を明らかにするため、連携研究者及び研究協力者（海外共同研究者、科研費への応募資格を有しない企業の研究者、その他技術者や知財専門家等の研究支援を行う者、大学院生等（氏名、員数を記入することも可））の役割についても記述してください。

なお、研究期間の途中で異動や退職等により研究環境が大きく変わる場合は、研究実施場所の確保や研究実施方法等についても記述してください。

研究計画・方法（概要）※ 研究目的を達成するための研究計画・方法について、簡潔にまとめて記述してください。

本研究では、指の皮膚の軟組織層の変形から皮膚内部の触覚受容器の反応に至る過程をダイナミクスの観点から解析する。まず、MR装置と超音波エラストグラフィーを用いて指先の内部構造を計測し、人の指先の動力学モデルを構築する。次に、指紋を有する指先が、テクスチャーを有する対象物体の表面の上を滑るときの挙動を、トライボロジーの観点から定式化する。これらの力学モデルを基に、接触や滑り等の力学的相互作用が生じるときに指内部に生じる応力や歪みの分布を解析する。神経生理学における知見を基にして、応力や歪みの分布の計算結果から触覚の感覚受容器にどのような信号が生じるかを考察する。得られた成果を基に、ダイナミクスを利用する新しい触覚センシングデバイスを構築する。

平成27年度の計画

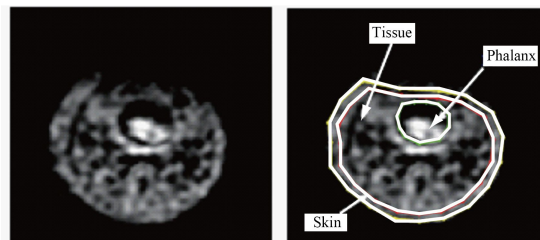
研究項目A),B),C)に関する研究を進める。

A) 人の画像ベース力学モデリング

指先が対象物と接触し滑るときに指先に生じる変形を解析するために、人の指先の動的力学モデルを構築する。指先は、皮膚、腱、血管、骨等、変形特性が異なる様々な組織から成り立っている。指先の複雑な構造を理解して、指先の力学モデルを構築するために、滋賀医科大学で運用されているMR(magnetic resonance)装置と超音波エラストグラフィーを用いて、指先の内部構造を計測する。また、超音波エラストグラフィー機能を用いて、指内部の各組織の弾性率や粘性率を非侵襲で測定する。（森川，王）

MR装置で撮像した指先のMR画像から、画像処理技術を用いて指先の組織のセグメンテーションを行い、指内部の様々な組織を識別する。セグメンテーションされた一連のMR画像を統合し、指先の三次元モデルを得る。三次元モデルの各要素に測定した力学パラメータを割り当てることにより、人の指先の動力学モデルを構築し、指先の動的変形を定式化する。

（田中，王，井上）

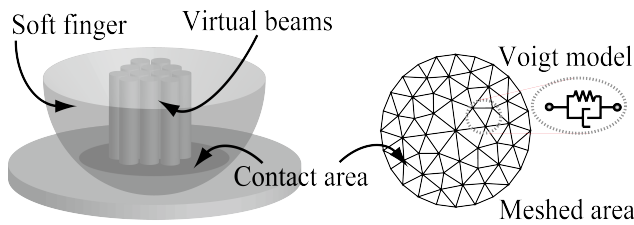


指先のMR画像と輪郭抽出

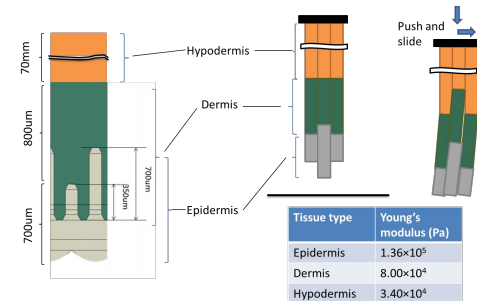
B) 指の皮膚とテクスチャーとのトライボロジー

人は、対象物の力学的特性を、指先と対象物との力学的相互作用を通して得る。たとえば、指先を対象物表面に沿って滑らせることで、表面のテクスチャーを認識することができる。指先はテクスチャーとしての指紋を有しており、表面のテクスチャーの認識には、指紋が重要な役割を果たすと考えられる。そこで、指先と対象物との動的な力学的相互作用を、トライボロジーの観点から定式化する。研究項目A)で構築した指先の力学モデルから、テクスチャーに接触している指先のビーム束モデルを構成する。ビーム束モデルでは、指先を複数のビームの集合で表す。個々のビームは、伸縮変形と曲げ変形を生じる。ビーム間の相互作用を表現するために、指先と対象物との接触面を二次元の弾性体とみなし、二次元有限要素モデルで定式化する。個々のビームを、接触面を表す二次元有限要素モデルの節点に対応させ、指先全体の変形を表現する。ビーム束モデルは、時間とともに変化する指先と表面との接触面を陽に表しており、接触面において生じる局所滑りを表現することができる。ビーム束モデルの構築においては、指先の内部構造を考慮する。すなわち、個々のビームは単一の材料ではなく、変形特性が異なる複数の力学要素の直列結合であると考えられる。（王，井上，平井）

研究計画・方法（つづき）



ビーム束モデル



指先の内部構造のモデリング

研究代表者らは、マイクロエッチングや異方性エッチング、フェムト秒レーザー加工により、様々なマイクロテクスチャーを製作してきた。このようなテクスチャー上を指先が滑るとき、指先の軟組織の変形や局所滑りを解析する。そのために、対象物の弾性率と表面性状、摩擦特性を計測し、テクスチャー表面の力学モデルを構築する。弾性率は立命館大学が所有しているマイクロ引張試験機、表面性状は札幌市立大が所有している表面粗さ計測装置、表面の摩擦特性を新規購入予定の表面性測定器で計測する。指のビーム束モデルと計測結果を基に構築したテクスチャー表面の力学モデルを用いて、指先がテクスチャー表面を滑るときの動的な挙動を解析する。

（三谷，平井）

C) 指の皮膚と感覚受容器の力学モデリング

接触や滑り等の力学的相互作用が生じるとき、指の内部では応力や歪みの分布が生じ、その分布は時間的に変化する。触覚受容器は、このような応力や歪みの空間的・時間的な分布に反応していると考えられる。そこで、研究項目 A) で構築した指先の力学モデルと、研究項目 B) で定式化した指先と対象物との相互作用を基盤として、接触や滑り等の力学的相互作用が生じるときに指内部に生じる応力や歪みの分布を解析する。神経生理学における知見を基にして、応力や歪みの分布の計算結果から触覚の感覚受容器にどのような信号が生じるかを考察する。

人の指先が振動に対して 10nm オーダの分解能を有する素因として、外界と接触し力学的な信号を伝える媒体である指の皮膚が、表面にテクスチャーとしての指紋を有していることに着目する。指先のテクスチャー（指紋）と対象物表面のテクスチャーとの動的な相互作用により共鳴等の現象が生じるならば、10nm オーダの分解能を実現できると考える。そこで、指先のテクスチャーと物体表面とのテクスチャーが相対的に運動する場合に、指先にどのような変形が生じ、どのような振動が生じるかを、シミュレーションを通して解析する。

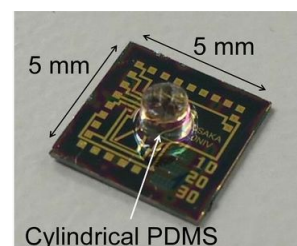
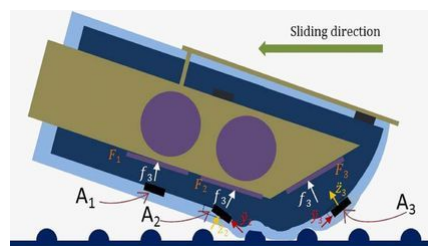
（王，博士後期課程院生 Damith，平井）

応力や歪みの計算結果を実験的に検証する。そのために、人の指先の構造を模倣した人工の指先を製作する。人工指の製作には、レンタル予定の三次元プリンタを用いる。人工的なテクスチャー上で指先を滑らせ、指の内部に埋め込んだセンサで内部の応力等を計測する。センサとして、分力を計測する MEMS 触覚チップや振動を計測する加速度センサチップを用いる。これらのセンサは、異なる反応のダイナミクスを有しており、人の触覚受容器のダイナミクスを模擬できると考える。実験結果とシミュレーション結果の比較を通して、解析結果の妥当性を検証する。

（野間，平井）



人の指先の構造を模倣した人工指



MEMS 触覚チップ

研究計画・方法（つづき）

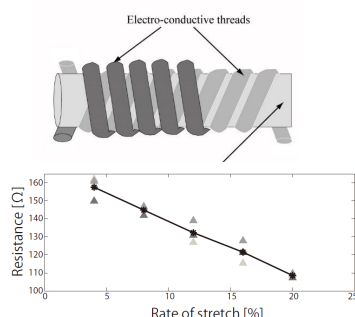
平成28年度以降の計画

研究項目A),B),C)の研究成果を検証し、モデルの構築と解析、実験的な検証を繰り返すことにより、人の触知覚におけるダイナミクスの解明を目指す（王，森川，井上，平井）。これらと並行して、研究項目D)を進める。

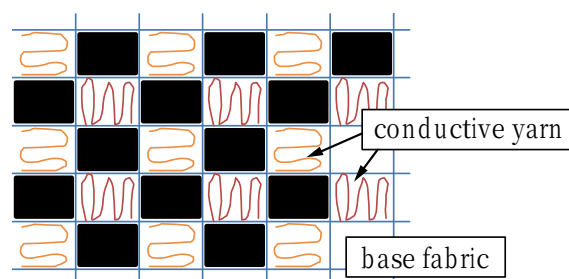
D) 柔らかい触覚センシングデバイス

従来の触覚センシングデバイスは硬い材料から成っており、曲面や関節部に装着できないなどの制約が多い。そのため、センサとして使用範囲が限定されているのが現状である。研究項目A),B),C)においては、皮膚の軟組織のダイナミクスならびに対象物体と皮膚表面とのトライボロジーを基盤として、人の触知覚を解析する。その結果として、テクスチャーとしての皮膚の指紋や指先の組織の柔軟性が、触覚センシングにおいて重要な役割を演じていることが判明すれば、得られた知見を基に、構造が単純で曲面や関節部に実装することができる、触覚センシングデバイスを実現できると考える。

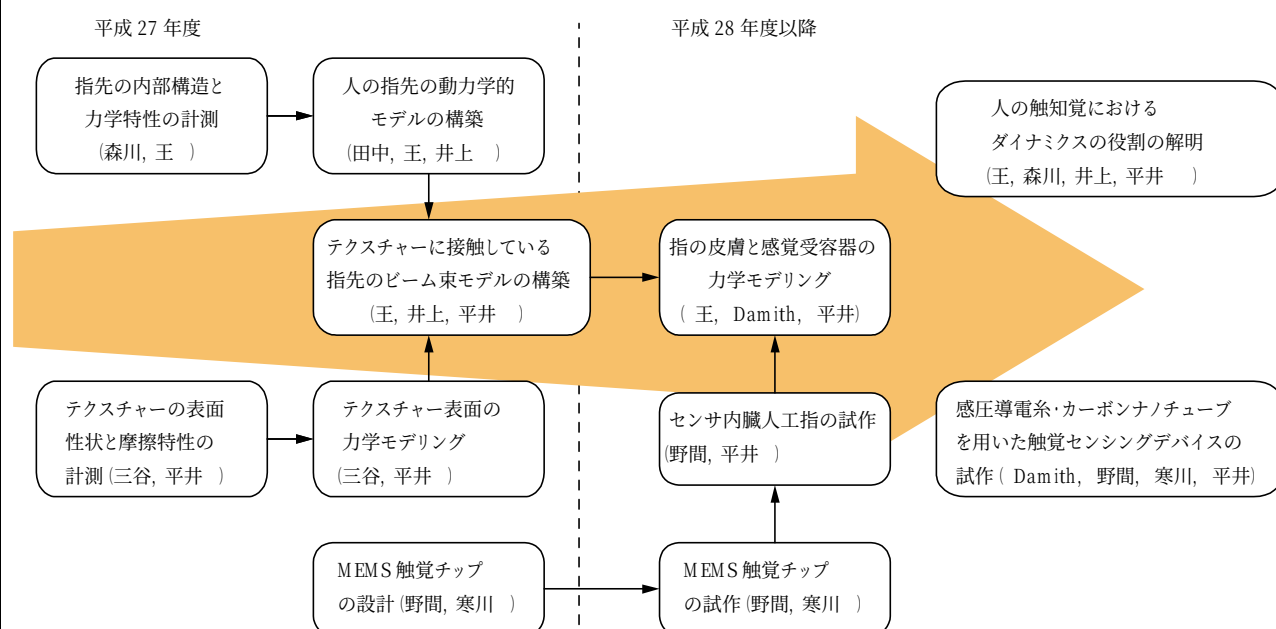
そこで、感圧導電糸を用いた触覚センシングデバイスとカーボンナノチューブを分散させた媒質を用いた触覚センシングデバイスを試作する。感圧導電糸とは、導電フィラメントと非導電フィラメントを混紡して作られる糸であり、伸縮ひずみに応じて抵抗が変化する。また、複数の感圧導電糸の間のキャパシタンスは、糸間の距離に応じて変化する。複数の感圧導電糸を配置し、抵抗やキャパシタンスを計測することで、触覚センシングを実現する。研究項目A),B),C)の成果を基にして、感圧導電糸の特性や配置を考察する。さらに、カーボンナノチューブを分散させた媒質を用いて、分解能の高い触覚センシングデバイスを実現する。（Damith，野間，寒川，平井）



感圧導電糸の構造と特性



感圧導電糸を用いた触覚センシングデバイス



今回の研究計画を実施するに当たっての準備状況及び研究成果を社会・国民に発信する方法

本欄には、次の点について、焦点を絞り、具体的かつ明確に記述してください。

- ① 本研究を実施するために使用する研究施設・設備・研究資料等、現在の研究環境の状況
- ② 研究分担者がいる場合には、その者との連絡調整の状況など、研究着手に向けての状況（連携研究者及び研究協力者がいる場合についても必要に応じて記述してください。）
- ③ 本研究の研究成果を社会・国民に発信する方法等

① 現在の研究環境の状況

MR 装置と超音波エラストグラフィ装置は、滋賀医科大学に設置されており、研究分担者（森川）らによって運用されている。対象物の特性を計測するマイクロ引っ張り試験機、表面粗さ計測装置はそれぞれ、立命館大学、札幌市立大学に設置されている。表面粗さ計測装置は、研究分担者（三谷）により運用されている。研究分担者（野間）と連携研究者（寒川）は、MEMS 触覚センサを設計・試作した経験があり、この経験を踏まえて新規にセンサの設計・試作を進める。ビーム束モデルは、研究代表者のグループで開発が進められており、直ちに本研究に展開できる。

② 研究着手に向けての状況

研究分担者の森川、三谷とは、軟組織のモデリング、軟組織のトライボロジーに関して、実験を含む共同研究を進めてきた。研究分担者の井上とは、柔軟指操作に関する共同研究を進めてきた。研究分担者の野間とは、触覚センサに関する研究で議論を進めており、直ちに研究を開始できる状況にある。

③ 本研究の研究成果を社会・国民に発信する方法等

研究代表者は、触覚における局所滑りのモデリングに関する専門書を出版した。この経験を生かして、触感覚と触知覚に関する和書を執筆し、研究成果を発信することに挑む。

研究計画最終年度前年度の応募を行う場合の記入事項（該当者は必ず記入してください（公募要領19頁参照））

※該当しない場合は記入欄を削除することなく、空欄のまま提出すること。

本欄には、研究代表者として行っている平成 27 年度が最終年度に当たる継続研究課題の当初研究計画、その研究によって得られた新たな知見等の研究成果を記述するとともに、当該研究の進展を踏まえ、今回再構築して本研究を応募する理由（研究の展開状況、経費の必要性等）を記述してください（なお、本欄に記述する継続研究課題の研究成果等は、基盤A・B（一般）-10の「これまでを受けた研究費とその成果等」欄には記述しないでください。）。

研究種目名	課題番号	研 究 課 題 名	研究期間
			平成 年度～ 平成 27 年度

当初研究計画及び研究成果等

応募する理由

研究業績

本欄には、研究代表者及び研究分担者がこれまでに発表した論文、著書、産業財産権、招待講演のうち、本研究に関連する重要なものを選定し、現在から順に発表年次を過去にさかのぼり、発表年(暦年)毎に線を引いて区別(線は移動可)し、通し番号を付して記入してください。なお、学術誌へ投稿中の論文を記入する場合は、掲載が決定しているものに限ります。

また、必要に応じて、連携研究者の研究業績についても記入することができます。記入する場合には、二重線を引いて区別(二重線は移動可)し、現在から順に発表年次を過去にさかのぼり記入してください(発表年毎に線を引く必要はありません)。

なお、研究業績については、主に2010年以降の業績を中心に記入してください。それ以前の業績であっても本研究に深く関わるものや今までに発表した主要な論文等(10件以内)を記入しても構いません。

① 例えば発表論文の場合、論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年(西暦)について記入してください。

② 以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略(省略する場合、その頁数と、掲載されている順番を○番目と記入)しても可。なお、研究代表者には二重下線、研究分担者には一重下線、連携研究者には点線の下線を付してください。

2014 以降

1. Mechanics of Localized Slippage in Tactile Sensing, Van Ho and Shinichi Hirai, 査読有, ISBN 978-3-319-04122-3, Springer, Springer Tracts in Advanced Robotics 99, 10.1007/978-3-319-04123-0, 2014
2. Why Humans can Manipulate Objects Despite a Time Delay in the Nervous System, Takahiro Inoue and Shinichi Hirai, The Human Hand as an Inspiration for Robot Hand Development, Ravi Balasubramanian and Veronica J. Santos eds., 査読有, 978-3-319-03016-6, Springer International Publishing, Springer Tracts in Advanced Robotics 95, pp.289-313, 10.1007/978-3-319-03017-3_14, 2014
3. Matching of Feature Points Based on TSSC Method from MR Images of Nonrigid Deformed Tissues, Xubing Zhang, Penglin Zhang, and Shinichi Hirai, Bio-Medical Materials and Engineering, 査読有, Vol.24, No.1, pp.1227-1237, 2014
4. A Finite Element Model of Flatfoot (Pes Planus) for Improving Surgical Plan, Zhongkui Wang, Kan Imai, Masamitsu Kido, Kazuya Ikoma, and Shinichi Hirai, 36th Annual Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2014), 査読有, Sheraton Hotel & Towers, Chicago, Illinois, USA, Aug. 26-30, 2014
5. Multimodal Flexible Sensor for Healthcare Systems, Van Anh Ho, Sho Imai, and Shinichi Hirai, 36th Annual Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2014), 査読有, Sheraton Hotel & Towers, Chicago, Illinois, USA, Aug. 26-30, 2014
6. A novel model for assessing sliding mechanics and tactile sensation of human-like fingertips during slip action, Van Anh Ho and Shinichi Hirai, Robotics and Autonomous Systems, 査読有, 10.1016/j.robot.2014.09.009, 2014 (in press)
7. 布地センサによる触覚・近接覚, 平井慎一, 今井翔, Van Anh Ho, 査読無, 第2回看護理工学会学術集会, 大阪大学大学会館, Oct. 4-5, 2014
8. A Polymer-Based Magnetic Resonance Tracer for Visualization of Solid Tumors by ^{13}C Spectroscopic Imaging, Suzuki Y, Iida M, Miura I, Inubushi T, Morikawa S., Plos One, 査読有, 9(7): e102132, 2014
9. Three-dimensional semiautomatic liver segmentation method for non-contrast computed tomography based on a correlation map of locoregional histogram and probabilistic atlas, S. Yamaguchi, K. Satake, Y. Yamaji, H.T. Tanaka, 査読有, Int. J of Computers in Biology and Medicine, 2014 (in press)
10. Dynamic analysis of a needle insertion for soft materials: Arbitrary Lagrangian-Eulerian-based three-dimensional finite element analysis, S. Yamaguchi, K. Tsutsui, K. Satake, S. Morikawa, Y. Shirai, H.T. Tanaka, 査読有, Int. J of Computers in Biology and Medicine 53, pp.42-47, 2014 (in press)
11. Expression of Anomalies of Cystohepatic Duct and Artery with Ligament Using Modular Structured Organ Model in a Laparoscopic Surgery Simulator, K. Tagawa, H.T. Tanaka, M. Komori, Y. Kurumi and S. Morikawa, 査読有, Int. J. of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS2014), Vol.8, Supplement 1, pp.S339-S340, 2014
12. Proximity and Tactile Sensing Using a Single MEMS Sensor with Photo- and Strain Sensitivities, Hokuto Yokoyama, Takeshi Kanashima, Masanori Okuyama, Takashi Abe, Haruo Noma, Teruaki Azuma, Masayuki Sohga, 査読有, Journal of IEEJ E, Vol.134, No.7, pp. 229-234. 2014
13. 2 リンクアームにおける逆運動学を利用しない手先位置制御 - 関節角仮想目標軌道とベル型速度プロファイル -, 井上貴浩, 平井慎一, 査読有, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.3, pp.307-315, 2014

研究業績（つづき）

2013

14. Flexible Fabric Sensor toward a Humanoid Robotic Skin: Fabrication, Characterization, and Perceptions, Van Anh Ho, Masaaki Makikawa, and Shinichi Hirai, IEEE Sensors Journal, 査読有, Vol.13, No.10, Special Issue on Flexible Sensors and Sensing Systems, pp.4065-4080, 2013
15. Investigation of the Bio-mimetic Fingertip's Ability to Discriminate Fabrics Based on Surface Textures, Damith Suresh Chathuranga Katudampe Vithanage, Van Ho, and Shinichi Hirai, 2013 IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2013), 査読有, Wollongong, Australia, July 9-12, 2013
16. Viscoelastic Interaction between Intraocular Microrobots and Vitreous Humor: A Finite Element Approach, Zhongkui Wang, Juho Pokki, Olgaç Ergeneman, Bradley J. Nelson, and Shinichi Hirai, 35th Annual Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2013), 査読有, Osaka, Japan, July 3-7, 2013
17. Laparoscopic Surgery Simulator Using First Person View and Guidance Force, Tagawa K., Tanaka H.-T., Kurumi Y., Komori M., Morikawa S., Studies in Health Technology and Informatics, 査読有, Vol.184, pp.431-435, 2013
18. Design, synthesis, and preliminary ex vivo and in vivo evaluation of cationic magnetic resonance contrast agent for rabbit articular cartilage imaging, Irie T., Oda K., Shiino A., Kubo M., Morikawa S., Urushiyama N., Aonuma S., Kimura T., Inubushi T., Oohashi T., Komatsu N., 査読有, Med Chem Commun 4: 1508-1512, 2013
19. Voluntary contraction of the pelvic floor muscles measured by magnetic resonance images in a sitting posture and factors responsible for pelvic relaxation, Ninomiya S., Masaki K., Tsuchikawa S., Saito Y., Endo Y., Morikawa S., Okayama H., 69th Annual Meeting of American Society for Reproductive Medicine (ASRM 2013), 査読有, Oct 12-17, 2013
20. 臓器異型バリエーションの構成的多重解像度モデリング, 田川 和義, 来見 良誠, 小森 優, 森川 茂廣, 田中 弘美, 電気情報通信学会論文誌 D, 査読有, Vol.J96-D, pp.1365-1373, 2013
21. Multi-axial Tactile Sensor with Micro-cantilever Embedded in Hemispherical Elastomer for Surface Texture Measurement, K.Watanabe, M.Sohgawa, T.Kanashima, M.Okuyama, H.Noma, T.Azuma, 査読有, Transducers 2013, pp.1012-1015, 2013
22. Fabrication and Noise Reduction of the Miniature Tactile Sensor Using Through-Silicon-Via Connection with Signal Amplifier, Hokuto Yokoyama, Masayuki Sohgewa, Takeshi Kanashima, Teruaki Azuma, Masanori Okuyama, Haruo Noma, Japanese Jour. of Applied Physics, 査読有, Vol. 52, Issue 6, 06GL08, 2013
23. 傾斜マイクロカンチレバー型触覚センサによる物体表面質感の計測法に関するレビュー, 寒川 雅之, 渡部 公介, 金島 岳, 奥山 雅則, 野間 春生, 東 輝明, 査読有, 電気学会論文誌 E (センサ・マイクロマシン部門誌), Vol.133, No.5, pp.147-154, 2013
24. Submillimeter Microparts Feeding Along With Asymmetric Surfaces Fabricated By Anisotropic Etching Process of Single-Crystal Silicon, Atsushi Mitani, Yasutaka Matsuo, Proc. World Tribology Congress 2013, 査読有, Torino, Italy, 2013
25. Improvement of Sawtooth Shape Generated By Anisotropic Etching Process of Single-Crystal Silicon For Microparts Feeding Using Horizontal and Symmetric Vibrations, Atsushi Mitani, Phuong Le, Yasutaka Matsuo, and Shinichi Hirai, Proc. 2013 IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2013), 査読有, Paper ThAT6.5, Wollongong, Australia, 2013

2012

26. Understanding Slip Perception of Soft Fingertips by Modeling and Simulating Stick-Slip Phenomenon, Van Ho and Shinichi Hirai, Hugh Durrant-Whyte, Nicholas Roy, and Pieter Abbeel eds., Robotics: Science and Systems VII, The MIT Press, 査読有, pp.129-136, 2012
27. Experimental Investigation of Surface Identification Ability of a Low-Profile Fabric Tactile Sensor, Van Anh Ho, Takahiro Araki, Masaaki Makikawa, and Shinichi Hirai, 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 査読有, pp. 4497-4504, Vilamoura, Algarve, Portugal, Oct. 7-12, 2012
28. Finite Element Modeling and Physical Property Estimation of Rheological Food Objects, Zhongkui Wang and Shinichi Hirai, Journal of Food Research, 査読有, Vol.1, No.1, pp.48-67, 2012

研究業績（つづき）

29. A 3-D Nonhomogeneous FE Model of Human Fingertip Based on MRI Measurements, Zhongkui Wang, Lijuan Wang, Van Anh Ho, Shigehiro Morikawa, and Shinichi Hirai, IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, 査読有, Vol.61, No.12, pp.3147-3157, 2012
30. A simple way to acquire T1-weighted MR images of rat liver with respiratory triggering, Morikawa S., Murayama H., Fujimoto S., Shiino A., Inubushi T., Magnetic Resonance Imaging, 査読有, Vol.30, pp.453-458, 2012
31. Mapping of cerebral metabolic rate using DSC and BOLD MR imaging: a preliminary study, Shiino A., Yamauchi H., Morikawa S., Inubushi T., Magn Reson Med Sci, 査読有, Vol.11, pp.109-115, 2012
32. Miniature Ultrasonic and Tactile Sensors for Dexterous Robot, Masanori Okuyama, Kaoru Yamashita, Minoru Noda, Masayuki Sohga, Takeshi Kanashima, Haruo Noma, Trans. on Electrical and Electronic Materials, 査読有, Vol.13, No.5, pp.215-220, 2012
33. 非対称微細周期構造表面による微小物体の振動輸送, 三谷 篤史, 招待講演, 産業技術総合研究所特別講演会, 2012

2011

34. Modeling and Estimation of Rheological Properties of Food Products for Manufacturing Simulations, Zhongkui Wang and Shinichi Hirai, Journal of Food Engineering, 査読有, Vol.102, Issue 2, pp.136-144, 2011
35. Development and Analysis of a Sliding Tactile Soft Fingertip Embedded With a Microforce/Moment Sensor, Van Ho, Viet Dzung Dao, Susumu Sugiyama, Shinichi Hirai, IEEE Transaction on Robotics, 査読有, Vol.27, No.3, Special Issue on Robotics Sense of Touch, pp.411-424, 2011
36. An MR Comparison Study of Cardiogenic and Noncardiogenic Pulmonary Edema in Animal Models, Fujimoto S., Morikawa S., Inubushi T., J Magn Reson Imaging, 査読有, Vol.34, pp.1092-1098, 2011
37. パラレルイメージング用アレイコイルを利用した ^{13}C スペクトロスコピックイメージングの試み, 森川 茂廣, 村山 浩之, 藤本 栄, 椎野 顯彦, 犬伏 俊郎, 栗林 秀人, 日磁医誌, 査読有, Vol.31, pp.65-69, 2011
38. Evaluation of Feeder Surface Materials for Microparts Feeding Using An Asymmetric Fabricated Surface With Symmetric Vibrations, Atsushi Mitani, Shinichi Hirai, Proc. IEEE/IES Int. Conf. on Mechatronics (ICM2011), 査読有, Istanbul, Turkey, 2011

2010

39. 物理世界と情報世界をつなぐソフトインターフェース, 平井 慎一, 日本ロボット学会誌, 査読有, Vol.28, No.4, ロボティック・サイエンス論文特集号, pp.503-511, May, 2010
40. Two-Phased Controller for a Pair of 2-DOF Soft Fingertips Based on the Qualitative Relationship between Joint Angles and Object Location, Yujiro Yamazaki, Takahiro Inoue, and Shinichi Hirai, Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 査読有, pp.4294-4301, Anchorage, Alaska, U.S.A., 2010
41. Robotic Manipulation with Large Time Delay on Visual Feedback Systems, Takahiro Inoue and Shinichi Hirai, IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM2010), 査読有, pp.1111-1115, Montreal, Canada, 2010
42. Clinical Application of MR-Compatible Manipulator for Microwave Ablation of Liver Tumors in an Open MR System, Morikawa S., Naka S., Murakami K., Murayama H., Kurumi Y., Tani T., Tokuda J., Hata N., Haque H., Inubushi T., Asian Conference on Computer Aided Surgery, 査読有, Busan, Korea, 2010
43. Thermal Diffusion Simulations for Photothermal Oscillators, Kotomi Kawakami, Hideki Okamura, Atsushi Mitani, Proc. SPIE Int. Symp. on Optomechatronic Technologies (ISOT 2010), 査読有, A-3, Toronoto, Canada, 2010
44. Modelless and Grasping-Forceless Control by Robotic Fingers Capable of Mechanically Coupled Movement, Takahiro Inoue, Shinichi Hirai, Daisuke Takizawa, IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS 2010), 査読有, pp.5875-5879, Taipei, Oct. 18-22, 2010

これまでに受けた研究費とその成果等

本欄には、研究代表者及び研究分担者がこれまでに受けた研究費（科研費、所属研究機関より措置された研究費、府省・地方公共団体・研究助成法人・民間企業等からの研究費等。なお、現在受けている研究費も含む。）による研究成果等のうち、本研究の立案に生かされているものを選定し、科研費とそれ以外の研究費に分けて、次の点に留意し記述してください。

- ① それぞれの研究費毎に、研究種目名（科研費以外の研究費については資金制度名）、期間（年度）、研究課題名、研究代表者又は研究分担者の別、研究経費（直接経費）を記入の上、研究成果及び中間・事後評価（当該研究費の配分機関が行うものに限る。）結果を簡潔に記述してください（平成25年度又は平成26年度の科研費の研究進捗評価結果がある場合には、基盤A・B（一般）－11「研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性」欄に記述してください。）。
- ② 科研費とそれ以外の研究費は線を引いて区別して記述してください。

科学研究費補助金 基盤研究(A) 平成23 - 25年度

軟組織のトライボロジー

研究代表者 平井慎一（研究分担者 森川茂廣、田中弘美、三谷篤史、井上貴浩） 34,800 千円
本提案の目的は、軟組織が他物体と接触しながら相対的に運動するときに接触界面に生じる現象を解明することである。そのために、接触界面における軟組織の変形と軟組織に作用する分布力を計測し、軟組織のトライボロジーをマクロ的に定式化している。また、マイクロテクスチャー上での軟組織の挙動を調べることで、軟組織のマイクロトライボロジーを定式化している。

科学研究費補助金 基盤研究(B) 平成26 - 28年度

MR・超音波統合画像誘導による標的追尾ワンステップ穿刺支援ロボットの構築

研究代表者 森川茂廣 12,600 千円 MR 画像と超音波画像を用いて、トンネル型 MR 装置の近傍で標的を自動追尾する穿刺支援ロボットの構築と、それを用いたナビゲーションシステムの開発に取り組んでいる。

科学研究費補助金 基盤研究(A) 平成24 - 26年度

触力覚に基づく技能伝承のための仮想実地訓練環境の構築

研究代表者 田中弘美（研究分担者 平井慎一、森川茂廣） 35,100 千円
熟練者の手技の技能伝承を図るために、熟練者の手技を観測した視触力覚データ解析から手技工程を記述する手技モデルを生成し、手技モデルに基づき熟練者が手を取るように指導する教示法を提案した。

科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究 平成25 - 26年度

単一 MEMS センサ素子による近接覚・触覚計測手法

研究代表者 寒川雅之（連携研究者 野間春生） 2,500 千円 対象物の接近を感知するとともに、対象物との接触に起因する触覚を計測することが可能なセンサ素子を提案する。

科学研究費補助金 基盤研究(C) 平成23年 - 25年度

異方性エッチング加工による非対称微細構造表面のトライボロジー特性の解明

研究代表者 三谷篤史 4100 千円 面方位<221>を有するシリコンウエハの異方性エッチングにより、均一性の高い非対称微細加工表面を開発し、その輸送特性を評価している。

科学研究費補助金 若手研究(B) 平成22 - 23年度

遅れの多いヒトの運動制御メカニズムを規範とする視触覚統合制御手法の提案

研究代表者 井上貴浩 2,600 千円 神経系の信号伝達の遅れに関わらず、ヒトは体の運動を制御できる。本研究では、ヒトは眼球のサッケード運動を規範として、遅れにロバストな運動制御則を提案した。

文部科学省 研究成果最適展開支援事業(A-Step) 本格研究開発 平成21 - 24年度

汎用 MR を使う生体内部構造透過画像下内視鏡手術システムの開発

研究代表者 谷徹（研究分担者 森川茂廣） 90,064 千円

MR 対応ファイバースコープを開発し、トンネル型の汎用 MR 装置内でマグネットの外から中心位置の患部に到達する新しい低侵襲手術手技とナビゲーションシステムを実現した。

経済産業省・近畿経済産業局：地域イノベーション創出研究開発事業 平成20 - 21年度

器用な次世代産業用ロボットのための集積多軸触覚センサの研究開発

研究代表者 野間春生（研究分担者 寒川雅之） 119,935 千円

人間の皮膚感覚のような把持と滑りを識別可能な触覚センサを開発し、分布圧力・剪断力の計測機能を有するとともに、モジュールとして計測結果を出力できる素子を実現した。さらに把持した物体がずり落ちる状況を識別できるアルゴリズムを開発した。

研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性

- ・本欄には、本応募の研究代表者が、平成25年度又は平成26年度に、「特別推進研究」、「基盤研究（S）」、又は「若手研究（S）」の研究代表者として、研究進捗評価を受けた場合に記述してください。
- ・本欄には、研究計画と研究進捗評価を受けた研究課題の関連性（どのような関係にあるのか、研究進捗評価を受けた研究を具体的にどのように発展させるのか等）について記述してください。

人権の保護及び法令等の遵守への対応（公募要領4頁参照）

本欄には、研究計画を遂行するに当たって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など法令等に基づく手続が必要な研究が含まれている場合に、どのような対策と措置を講じるのか記述してください。

例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、提供を受けた試料の使用、ヒト遺伝子解析研究、組換えDNA実験、動物実験など、研究機関内外の倫理委員会等における承認手続が必要となる調査・研究・実験などが対象となります。

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

MRI 装置、超音波診断装置による指先の計測においては、研究分担者、研究代表者の指導の下に計測を実施する。人の組織を計測する場合には、被検者に対して一般の MR 検査や超音波検査と同様の注意事項（ペースメーカーや体内金属、金属を含有する化粧品の有無など）とそれに起因して起こりうる障害について書面で十分に説明し、確認を得る。さらに、研究の目的を明らかにし、個人情報に対する配慮を説明した上で、書面によるインフォームドコンセントを得るとともに、滋賀医科大学における人を対象とする研究倫理委員会の審査を受ける。

研究経費の妥当性・必要性

本欄には、「研究計画・方法」欄で述べた研究規模、研究体制等を踏まえ、次頁以降に記入する研究経費の妥当性・必要性・積算根拠について記述してください。また、研究計画のいずれかの年度において、各費目（設備備品費、旅費、人件費・謝金）が全体の研究経費の90%を超える場合及びその他の費目で、特に大きな割合を占める経費がある場合には、当該経費の必要性（内訳等）を記述してください。

本研究課題は、研究代表者と6名の研究分担者、1名の連携研究者により遂行される。日本ロボット学会学術講演会、IEEE Int. Conf. Robotics and Automation (ICRA), IEEE/RSJ Int. Conf. Intelligent Robots and Systems (IROS), Int. Annual Conf. IEEE Engineering for Medicine and Biology (EMBC)等に参加するために、国内旅費・国外旅費を形状した。また、実験用の機械部品と電子部品の費用を消耗品費として確保する。また、研究支援者を1名雇用するための謝金を確保してある。

研究分担者の三谷は、表面粗さ計測装置により対象物表面の性状を計測し、摩擦角の測定により表面の摩擦係数を推定してきた。表面粗さ計測装置は、表面の性状を分布的に計測できる。一方、摩擦角を測定する手法では、摩擦特性を数点で得ることは可能であるが、分布的に得ることはできない。そこで、分布的に摩擦特性を計測するために、表面性測定器とデータ解析トライボソフトを導入する。

人の指先の構造を模倣し、内部に圧力センサや加速度センサを埋め込んだ人工の指先を製作し、応力や歪みの計算結果を実験的に検証する。人工の指先の試作には、レンタル予定の三次元プリンタを用いる予定であり、そのための費用を27年度から29年度に計上している。

研究分担者の野間と連携研究員の寒川は、センシングエレメントとして人工の指の内部に埋め込む、MEMS 触覚センサを設計・試作する。そのための設計費を27年度、試作費を28年度に計上している。

(金額單位：千元)

(金額單位：千元)

記入に当たっては、基盤研究（A・B）（一般）研究計画調書作成・記入要領を参照してください。

基盤A・B（一般）-14

(金額單位：千円)

旅費等の明細

記入に当たっては、基盤研究（A・B）（一般）研究計画調書作成・記入要領を参照してください。

[illegible]

研究費の応募・受入等の状況・エフォート

本欄は、第2段審査（合議審査）において、「研究資金の不合理な重複や過度の集中にならず、研究課題が十分に遂行し得るかどうか」を判断する際に参照するところですので、本人が受け入れ自ら使用する研究費を正しく記載していただく必要があります。本応募課題の研究代表者の応募時点における、（１）応募中の研究費、（２）受入予定の研究費、（３）その他の活動について、次の点に留意し記入してください。なお、複数の研究費を記入する場合は、線を引いて区別して記入してください。具体的な記載方法等については、研究計画調書作成・記入要領を確認してください。

- ① 「エフォート」欄には、年間の全仕事時間を100%とした場合、そのうち当該研究の実施等に必要となる時間の配分率（%）を記入してください。
- ② 「応募中の研究費」欄の先頭には、本応募研究課題を記入してください。
- ③ 科研費の「新学術領域研究（研究領域提案型）」にあっては、「計画研究」、「公募研究」の別を記入してください。
- ④ 所属研究機関内で競争的に配分される研究費についても記入してください。

（１）応募中の研究費

資金制度・研究費名（研究期間・配分機関等名）	研究課題名（研究代表者氏名）	役割（代表・分担の別）	平成27年度の研究経費（期間全体の額）（千円）	エフォート（%）	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由（科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額を記入すること）
【本応募研究課題】 基盤研究（A）（一般） （H27～H29）	触知覚センシングにおける軟組織のダイナミクス・トライボロジー	代表	7,390 (25,120)	20	(総額 49,850 千円)
新学術領域研究（研究領域提案型）計画研究（計画班研究） （H27～H31）	女性の尿失禁に対する非侵襲的計測とシミュレーションに基づく客観的看護支援システム（森川茂廣）	分担	2,500 (12,500)	5	本研究の目的は、MRI やセンサによる非侵襲計測とシミュレーションにより尿失禁や骨盤臓器下垂に対する看護ケアを客観的に行うことである。本研究では、人の触覚のメカニズムは研究の対象外であるため、本研究課題に応募する。

研究費の応募・受入等の状況・エフォート（つづき）					
（２）受入予定の研究費					
資金制度・研究費名（研究期間・配分機関等名）	研究課題名（研究代表者氏名）	役割（代表・分担の別）	平成27年度の研究経費（期間全体の額）（千円）	エフォート（％）	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由 （科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額を記入すること）
私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（H25～H29・立命館大学）	次世代「里山・里海」化を推進する情報化機械システム基盤技術研究（川村貞夫）	分担	1,800 (3,800)	5	本研究の目的は、複数の飛行ロボットによる高所作業であり、研究目的・研究内容ともに本研究課題とは異なるため、本研究課題に応募する。
立命館グローバル・イノベーション研究機構・拠点形成型R-GIRO研究プログラム（H25～H29・立命館大学）	ITと医療の融合による次世代e-Healthの研究（陳延偉）	分担	2,200 (11,000)	5	本研究の目的は、情報技術を用いて診断・手術・介護を支援することである。本研究では、人の触覚は研究の対象外であるため、本研究課題に応募する。
（３）その他の活動 上記の応募中及び受入予定の研究費による研究活動以外の職務として行う研究活動や教育活動等のエフォートを記入してください。				65	
合 計 上記(1)、(2)、(3)のエフォートの合計				100 (%)	