

平成17年度 基盤研究(A・B・C) (一般) 研究計画調書(新規)

注1. 別途平成17年度基盤研究(A・B・C)(一般)研究計画調書作成・記入要領(藍色)を参照してください。
 注2. 印の欄は研究機関において記入してください。

機関番号	3 4 3 1 5
整理番号	

基盤研究	(A) B・C	審査区分	一般	
審査希望部門	分野	分科	細目	細目番号(4桁)
	工学	機械工学	知能機械学・機械システム	5007
部門	分割番号	総合・新領域系 基盤研究(C)	A・B 1・2	分割番号が付されている細目を選択した場合、 どちらかに必ず を付すること(「作成・記入要領」2.を参照)

ふりがな	ひらい しんいち	所属研究機関・部局・職	立命館大学・理工学部・教授
研究代表者氏名	平井 慎一 印		

研究課題	内部センシングに基づく柔軟物のリアリティベースモデリングに関する研究
------	------------------------------------

研究経費	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	謝金等	その他
千円未満の 端数は切り 捨てる	平成17年度	17,413	4,313	8,000	1,900	1,300	1,900
	平成18年度	19,175	5,775	8,000	1,900	1,300	2,200
	平成19年度	13,400	0	8,000	1,900	1,300	2,200
	平成20年度						
	総計	49,988	10,088	24,000	5,700	3,900	6,300

研究組織 (研究代表者及び研究分担者)(研究分担者も研究代表者としての資格を有する者であり、本研究計画に常時参加する者です。)

氏名(年齢)	所属研究機関・部局・職	現在の専門	学位	役割分担 (本年度の研究実施計画に対する分担事項)	平成17年度 研究経費 (千円)	エフォート (%)
平井 慎一 (42)	立命館大学・ 理工学部・教授	ロボティクス	工学 博士	研究統括および力学要素の適 応的な推定に基づくパーティ クルベースモデリング手法	17,413	30
田中 弘美 (53)	立命館大学・ 情報理工学部・教授	コンピュータ ビジョン	工学 博士	Adaptive Gridによる柔軟物 の適応的なモデリング手法		
鳥山 寿之 (42)	立命館大学・ 理工学部・教授	M E M S	工学 博士	柔軟物埋め込み用マイクロフ ォースセンサの設計と試作		
登尾 啓史 (45)	大阪電気通信大学・ 総合情報学部・教授	バーチャル リアリティ	工学 博士	Randomized Algorithmによ る柔軟物の内部変形計測値か らの力学的同定		
喜多 泰代 (44)	産業技術総合研究所 ・情報技術研究部門・ 主任研究員	コンピュータ ビジョン	工学 博士	曲がったエピポーラ線に基づ くステレオ視による柔軟物の 内部変形計測		
(研究協力者) 徳本 真一 (31)	和歌山工業技術セン ター・副主査研究員	ロボティクス	工学 博士	高出力 CT スキャナによる柔 軟物の内部変形の計測		
合計 5名				研究経費合計	17,413	
基盤研究(A)B・C	研究機関名	立命館大学		研究代表者氏名	平井 慎一	

「研究計画最終年度前年度の応募」(公募要領13頁を参照)として新規応募する場合のみ記入

研究計画最終年度前年度の応募の概要

〔 研究代表者として行っている特別推進研究及び基盤研究のうち研究期間が4年以上で、かつ、平成17年度が最終年度に当たる研究課題の当初研究計画及びこの研究によって得られた新たな知見等の研究成果について具体的かつ明確に記入してください。 〕

研究種目名	審査区分	課題番号	研究課題名	研究期間
		 		平成 年度 ~ 平成17年度

特別推進研究又は基盤研究による研究計画及び研究成果

研究計画最終年度前年度の応募をする理由

研究目的

科学研究費の交付を希望する期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか、当該分野におけるこの研究(計画)の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義、国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ、平成17年度において継続して科学研究費補助金以外の研究費(他府省・地方公共団体・研究助成法人・民間企業等からの研究費)の助成を受ける場合は、当該継続研究課題と本研究課題との相違点、について焦点を絞り、具体的かつ明確に記入してください。

科学研究費の交付を希望する期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか。

本研究の目的は、生体組織や臓器、食品素材に代表される柔軟物のモデリングを、柔軟物内部の直接センシングを通して行い、リアリティベースモデリング(Reality-Based Modeling)の基盤技術を確立することである。近年、手術シミュレーションにおける臓器のモデリング、デジタルヒューマンに代表される人体の筋骨格モデリング、食品工学における食品素材の力学的モデリング等において、複雑な力学的特性を有する柔軟物のモデリングが必要とされている。

そこで本研究では、マイクロメカニカルセンサと三次元イメージング技術を融合して、柔軟物の内部挙動を計測し、計測結果をベースにするモデリング技法を開拓する。分担者が開発しているマイクロフォースセンサ、マイクロ加速度センサを柔軟物内に埋め込み、柔軟物内部の力学量を計測する。また、分担者が有するCTスキャナを用いて、柔軟物の内部変形を計測するとともに、分担者が開発した歪んだエビポーラ線に基づくステレオマッチングの技法を適用し、三次元イメージングを実現する。実際の物体が持つ複雑な変形特性を適切に表現するためには、モデリングと同定を並列的に進めるとともに、計測結果に応じた適応的なモデリングが必要になる。そこで、幾何学的・力学的に適応的なパーティクルベースモデルを確立し、モデリングと同定を並行的に進める技術を開拓する。適応的なモデリングでは、変形を表現する力学要素や形状を表すグリッドを、力学的情報量を規範として選択し更新する。

当該分野におけるこの研究(計画)の学術的な特色・独創的な点および予想される結果と意義

本研究の独創的な点は、柔軟物の直接的な内部センシングを通して、柔軟物のモデルを構築する新しい手法を開拓する点にある。柔軟物モデリングに関する研究は、コンピュータグラフィックスの分野で始まり、その成果が手術シミュレーションや人体モデリングに適用された。しかしながら、従来の研究では、表面的な変形特性を表現することが中心的な課題であり、内部の挙動や力学量の分布に関しては、センシングの手法が限られていることもあり、未開拓の部分が多い。本研究では、柔軟物の内部センシングの技術として、マイクロメカニカルセンサと3Dイメージング技術を融合するとともに、アダプティブグリッドの技術を基盤として、柔軟物の適応的なモデリング技法を確立する点に意義がある。

国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ

米国やドイツでは、メディカルロボティクスに関する研究の一環として、手術シミュレータに関する研究開発が進められている。従来の柔軟物モデリングの手法に限界があるという認識が徐々に高まっており、2003年10月には、IEEE IROSのワークショップとして、Workshop on Reality-Based Modeling of Tissues for Simulation and Robot-Assisted Surgeryが開催された。ワークショップでは、生体組織の計測、同定、モデリングに関して発表と議論が行なわれ、新しい計測手法とモデリング技法の研究開発の重要性が指摘された。当該研究は、このようなReality-Based Modelingに関する近年の研究に、新しい地平を拓くものである。すなわち、研究代表者らがこれまで進めてきた柔軟物のモデリングと同定の技術と、研究分担者らが進めてきたマイクロメカニカルセンサと三次元イメージング技術を融合することにより、従来計測が困難であった柔軟物内部の挙動を計測し、モデリングする点に、当該研究の世界的な優位性がある。

柔軟物の内部センシングの一手法として、近年Magnetic Resonance Elastography(MRE)が提唱され、臓器の粘弾性特性の計測が実現されている。MREでは、柔軟物の内部を伝播する弾性波をMRIにより計測し、粘弾性パラメータを推定する。当該研究では、粘弾性特性にとどまらず、レオロジー特性を同定することを目標としており、そのためにCTあるいはMRI等の三次元イメージング技術と、マイクロメカニカルセンサによる力学量計測を融合する。この点に、当該研究の新規性がある。

科学研究費補助金以外の研究費と本研究課題との相違点

該当なし

従来の研究経過・研究成果 及び を区別するため、を記入後は点線を引いて分けてください。

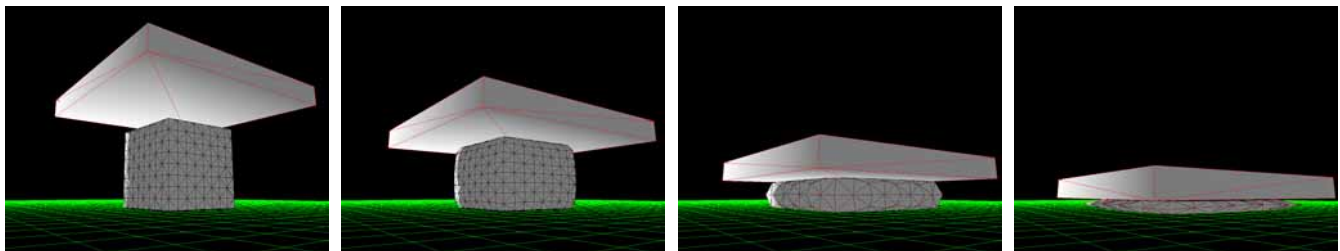
この研究課題又はこれに密接に関連した研究課題で、研究代表者が従来受けた科学研究費補助金の研究種目、期間(年度)、研究課題名、研究経費を記入のうえ、それぞれの当初の研究計画、研究経過及び研究成果等について、具体的かつ明確に記入してください。
 以外で、この研究課題又はこれに密接に関連した研究課題で受けた、科学研究費補助金以外の研究費(所属研究機関より措置された研究費、他府省・地方公共団体・研究助成法人・民間企業等からの研究費を含む。)におけるそれぞれの研究経過・研究成果等について、名称、期間(年度)、研究課題名、研究者(研究代表者又は研究分担者)氏名、研究経費を記入のうえ、具体的かつ明確に記入してください。

なお、従来受けた研究費には現在遂行中の研究も含まれます(ただし、2頁目の研究計画最終年度前年度の応募に記載のものは除く)。

この研究課題又はこれに密接に関連した研究課題で、研究代表者が従来受けた科学研究費補助金

科学研究費補助金，基盤研究A(一般)，2002～2004年度，
 仮想レオロジー物体における視触覚提示に関する研究，24,400千円

本研究課題の目的は、実世界に数多く存在する柔軟なレオロジー物体と、同等の視触覚情報を人間に提示するために必要な基盤技術を確立することである。レオロジー物体とは、レオロジー的特性を有する三次元物体であり、血管や筋肉などの生体組織や食品がその代表的な例である。目的を実現するために、1) 実レオロジー物体の変形特性をリアルタイムで計測する技術の開発、2) 仮想レオロジー物体における視触覚情報をリアルタイムで提示する技術の確立、3) 柔軟なレオロジー物体に関する視触覚情報の提示における人間の特性の分析を進めてきた。その結果、1) パーティクルベースモデリングによるレオロジー物体の大変形モデリング技術の確立、2) FPGA(Field Programmable Gate Array)によるリアルタイム変形計算、3) レンジファインダと分布圧センサを用いたリアルタイム変形計測法の確立、4) Randomized Algorithmによる仮想レオロジー物体のモデルパラメータ同定技術という成果を得た。得られた成果により、厚さが10分の1に圧縮される生地 of 捏ね過程のシミュレーション、1000点規模のパーティクルベースモデルのビデオフレームレート実行、変形誤差10%以内のモデル同定が可能になっている。



パーティクルベースモデルを用いた大変形シミュレーション

平井(研究代表者)は、これまで、線状物体やレオロジー物体のモデリングとマニピュレーションに関する研究、柔軟指による物体操作に関する研究を進めてきた。特に、上記の研究課題において、レオロジー物体のモデリングと同定を柱の一つとして研究を進めてきた。しかしながら、同定を支えるセンシング技術は、物体の表面形状を計測するレンジファインダと表面の分布圧力を計測する分布圧センサであり、レオロジー物体内部の挙動は、未知のまま残されている。上記の研究課題を遂行するなかで、手術や触診のシミュレーションや食感の分析、触覚の提示においては、物体形状や表面圧力のみならず、柔軟物内部の変形や力学量の分布を同定し、それに基づいた柔軟物モデリングが必須であるとの認識に至った。すなわち、柔軟物内部の挙動を解明するためには、1) マイクロメカニカルセンサを内部に埋め込み、力や加速度を計測すること、2) CTやMRIに代表される3次元イメージングを用いて内部の変形を計測すること、3) これらのセンシングを融合することが必要であるとの認識に至った。

この研究課題又はこれに密接に関連した研究課題でうけた、科学研究費補助金以外の研究費

ネスレ科学振興会，2000年度，粘弾性食品物質のモデルベース成形制御，平井慎一，1,000千円

当研究課題の目的は、ピザ生地、パン生地、ペーストなど、レオロジー的性質を有する食品物体を成形するメカニズムと制御則である。食品物体の成形においては、初期形状の違い、温度や湿度に起因する力学的特性の違いなどの影響により、目標形状への成形が失敗することが多い。そこで当研究では、食品生地の力学的モデルを構築するとともに、ビジョンシステムを用いた変形制御則を提案し、生地の力学的特性に対してロバストに、生地の成形が可能であることを示した。

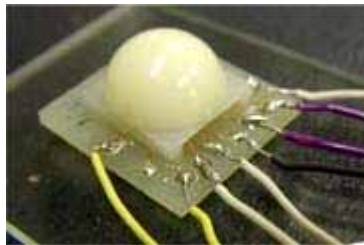
準備状況等 ~ を区別するため、点線を引いて分けてください。

- ・この研究課題の準備状況等について、焦点を絞り、具体的かつ明確に記入してください。
- ・なお、この研究課題に密接に関連した研究課題の成果を発展させる場合は、そのことについて記入しても差し支えありません。
- ・研究を実施するために使用する研究施設・設備等、現在の研究環境の状況について記入してください。
- ・海外共同研究者がいる場合の相手国研究者との連絡調整の状況など、研究着手に向けての状況について記入してください。

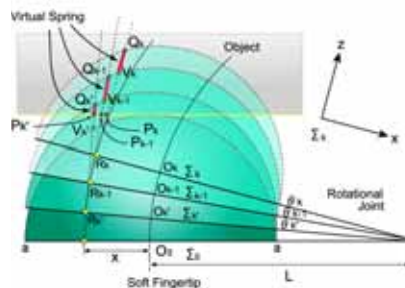
この研究課題の準備状況

平井（研究代表者）、田中（研究分担者）、登尾（研究分担者）は、2002年度から2004年度までの三年間、科学研究費補助金により **仮想レオロジー物体における視触覚提示に関する研究** を進めてきた。ロボットマニピュレータ、レンジファインダ、分布圧センサから構成されるハプティックビジョンシステムを構築し、マニピュレータが柔軟物に与える変形と、レンジファインダにより得られるリアルタイム三次元変形、分布圧センサにより得られる圧力分布から、レオロジー物体のモデルパラメータを推定する手法を確立した。特に、Randomized Algorithmによりパーティクススペースモデルが有する多くのパラメータを、実測値から効率的に同定する手法を確立している。

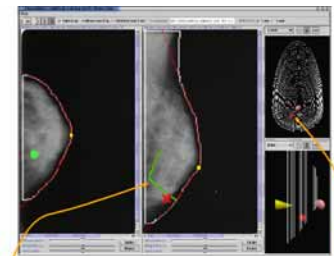
鳥山（研究分担者）は、マイクロメカニカルセンサの研究を進めており、すでに2mm角サイズの6軸フォースセンサを開発している。平井は、鳥山と共同で、**マイクロフォースセンサ内蔵柔軟指**に関する研究を開始している。平井らが確立した**柔軟指の力学モデル**を用いることで、センサのキャリブレーションが可能になっている。



センサ内蔵柔軟指
マイクロフォースセンサ内蔵柔軟指



柔軟指の力学モデリング



異なる方向から撮影されたマンモグラム上の位置を予測
2方向マンモグラム上で検出された病変の3次元位置を推定

曲がったエピソード線によるステレオ視

喜多（研究分担者）は、生体組織における三次元イメージングに関する研究を進めている。特に、マンモグラフィにおけるステレオビジョンにおいて、**曲がったエピソード線**の概念とそれを用いた**柔軟物内部のステレオ視**に関する研究開発を進めている。徳本（研究協力者）は、レオロジー物体モデリングに関する研究を進めており、高出力CTスキャナを用いた三次元形状計測の技術を持っている。

研究を実施するために使用する研究施設・設備等、現在の研究環境の状況

立命館大学のマイクロシステム技術研究センターに、マイクロメカニカルセンサの設計・試作・評価に必要な設備が整備されている。また、和歌山工業技術センターにおいて、高出力CTスキャナが利用可能である。

研究分担者に分担金を配分する必要性（公募要領8頁を参照）

研究代表者と異なる研究機関に所属する研究分担者に、例えば、遠隔地に所在する研究機関において実施する一定規模の分担研究などのため、研究費の一部を配分し、当該研究分担者の所属研究機関において経理管理を行わないと分担部分の研究実施が困難な理由を必ず記入してください。

研究計画・方法

平成17年度の計画と18年度以降の計画に分けて記入してください。
また、及びを区別するため、を記入後は点線を引いて分けてください。

・研究目的を達成するための研究計画・方法について

研究代表者・研究分担者の相互関係(役割分担状況)も含めて研究計画・方法を具体的に記入してください。

また、特に初年度については、例えば、主要設備(現有設備を含む)との関連、旅費については調査予定地域や実施体制、また、謝金等については人数や支援の内容など、経費と研究計画との関連性についても記入してください。研究計画のいずれかの年度において、「設備品費」、「旅費」又は「謝金等」のいずれかの経費が90%を超える場合(公募要領7頁を参照)には、当該経費の研究遂行上の必要性について記入してください。さらに、海外共同研究者(公募要領7頁を参照)との共同研究を含む場合には、その必要性及びこれらの者とのように共同して研究を実施していくのかについて記入してください。

・生命倫理・安全対策等に関する留意事項(該当者のみ)

ヒト遺伝子解析研究、社会的コンセンサスを必要とする研究及び生命倫理・安全対策に対する取組が必要とされている研究については、対策としてどのような措置を講じようとしているのか具体的に記入してください。

研究計画・方法 (平成17年度)

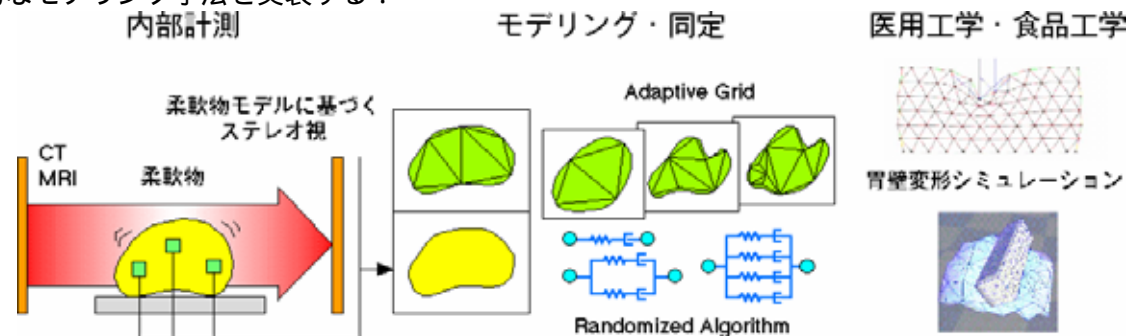
・研究目的を達成するための研究計画・方法について

平成17年度の目標は、粘弾性物体に対して、内部計測に基づくReality-Based Modelingの手法を試みることである。そのために以下の課題を遂行する。

- 平井 力学要素の適応的な推定に基づくモデリング手法
- 田中 Adaptive Gridによる柔軟物の適応的なモデリング手法
- 鳥山 柔軟物埋め込み用マイクロフォースセンサの設計と試作
- 登尾 Randomized Algorithmによる柔軟物の内部変形計測値からの力学的同定
- 喜多 曲がったエピポラ線に基づくステレオ視による柔軟物の内部変形計測
- 徳本 高出力CTスキャナによる柔軟物の内部変形の計測と計測結果の解析

柔軟物モデリングにおける従来手法の多くでは、全体が一様な特性を有していると仮定して、同定すべきモデルパラメータの数を減らしているか、複雑な変形を表現するために多くのパラメータを導入し、結果としてモデル同定が困難となっているかのいずれかであり、モデルパラメータの同定可能性と変形特性を表現する能力が両立していない。その理由は、モデリングと同定を逐次的に進める点にある。実際の物体が持つ複雑な変形特性を適切に表現するためには、モデリングと同定を並列的に進めるとともに、計測結果に応じた適応的なモデリング技法が必要になる。そこで、本研究では、計測・同定可能性を考慮した、柔軟物の適応的なモデリングを研究課題の一つとする。適応的なモデリングでは、変形を表現する力学要素や形状を表すメッシュを、計測結果に応じて適切に選択し変化させる。平成17年度は、平井(研究代表者)が力学要素の適応的な推定に基づくパーティクルベースモデリング手法、田中(研究分担者)がAdaptive Gridによる柔軟物の適応的なモデリング手法に関する研究を進める。

力学要素の適応的な推定に基づくモデリング手法においては、平井研究室所有のレーザ変位計とタクトイルセンサからの計測データを基に、一般化Voigtモデルあるいは一般化Maxwellモデルの段数と力学的パラメータを逐次的に推定する手法を開発する。一般化VoigtあるいはMaxwellモデルでは、モデル規模を増やすことにより計測値との差を減らすことができるが、情報量が多くなる。そこで、力学的な情報量の観点から、適切なモデル規模の選択と力学的パラメータの推定を行なう。平成17年度は、広い範囲の粘弾性を表現できる、一般化Voigtモデルに焦点を絞って研究を進める。Adaptive Gridによる柔軟物の適応的なモデリング手法においては、剛体形状の適応的な表現手法として開発されているAdaptive Gridを拡張し、柔軟物の適応的なモデリングに適用する。剛体形状におけるAdaptive Gridにおいては、サイズや表面の曲率等、幾何学的な特徴量を用いて、少ない情報量で剛体形状を表現している。Adaptive Gridにより柔軟物の変形を表すためには、幾何学的な特徴量のみならず、ひずみや応力分布に代表される、力学的な特徴量を用いて、少ない情報量で柔軟物の変形を表すことが必要になる。そこで、力学的な情報量の観点から、Adaptive Gridを粘弾性物体に適用する手法を考察する。新規購入予定の高速ワークステーション上に、Adaptive Gridによる粘弾性物体の適応的なモデリング手法を実装する。

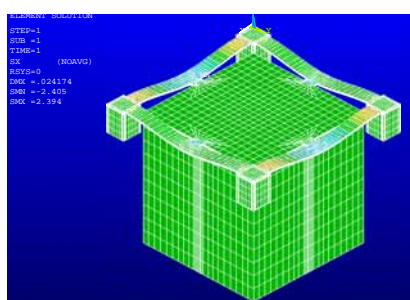


研究の概念図

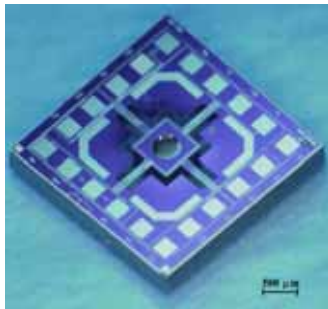
研究計画・方法 (平成17年度(つづき))

柔軟物の計測においては、変形形状や表面圧力分布の計測が用いられてきた。しかしながら、柔軟物のリアルなモデリングのためには、内部の変形や力学量の分布を計測することが望まれている。Magnetic Resonance Elastography(MRE)では、柔軟物が粘弾性特性を有していると仮定し、内部を伝播する弾性波をMRIにより計測し、粘弾性パラメータを推定している。MRIに代表される三次元イメージング技術を用いると、内部変形を計測できるが、粘弾性特性のみならずレオロジー特性を推定するためには、内部変形に加えて応力や歪み等の力学量を計測することが必要である。一方、近年のMicro Electro-Mechanical Systems(MEMS)の進展により、ミリあるいはサブミリサイズの多軸フォースセンサ、多軸加速度センサ、ケミカルセンサ等を開発することが可能になりつつある。柔軟物内部の力学量を計測するためには、変形を妨げないようにセンサが小型軽量であることが必要であり、マイクロセンサの導入が不可避である。そこで、本研究では、CTあるいはMRI等の三次元イメージング技術とマイクロメカニカルセンサを融合し、柔軟物内部の変形と力学量の分布を計測する。平成17年度は、鳥山(研究分担者)が柔軟物埋め込み用マイクロフォースセンサの設計と試作、喜多(研究分担者)が曲がったエピソード線に基づくステレオ視による柔軟物の内部変形計測、徳本(研究協力者)が産業用CTスキャナによる柔軟物の内部変形の計測と計測結果の解析を進める。

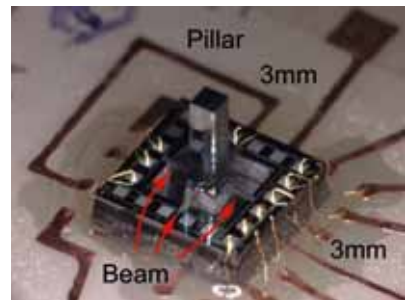
柔軟物埋め込み用マイクロフォースセンサの設計と試作では、柔軟物内部の力・モーメント成分を計測することが可能な、マイクロフォースセンサを製作する。柔軟物内部の力とモーメントの推定値から、柔軟指埋め込み型マイクロフォースセンサを基にして設計を行い、立命館大学マイクロシステム技術研究センター所有の設備を用いて試作する。二液混合型のシリコンゴムを用いて様々な粘弾性を有するテストピースを作成し、テストピースの中に試作したマイクロフォースセンサを埋め込み、センサの性能を検証する。曲がったエピソード線に基づくステレオ視による柔軟物の内部変形計測では、ステレオ視により得られる情報とCTあるいはMRI画像から得られる情報を比較し、柔軟物の内部変形を表すのに適したモデルを検討する。高出力CTスキャナによる柔軟物の内部変形の計測と計測結果の解析では、和歌山工業技術センターが有する高出力CTスキャナを用いて、柔軟物の内部変形を計測する。二液混合型のシリコンゴムに微粒子を分散させた材料から、粘弾性特性を有するテストピースを作成し、テストピースを変形させて内部変形を計測する。さらに、CTスキャナの計測結果の一部に、曲がったエピソード線に基づくステレオ視を適用し、内部変形を推定する。推定結果を、全体の計測結果と比較することにより、ステレオ視による内部変形計測手法を評価する。



マイクロセンサのFEM解析



6軸フォースセンサチップ

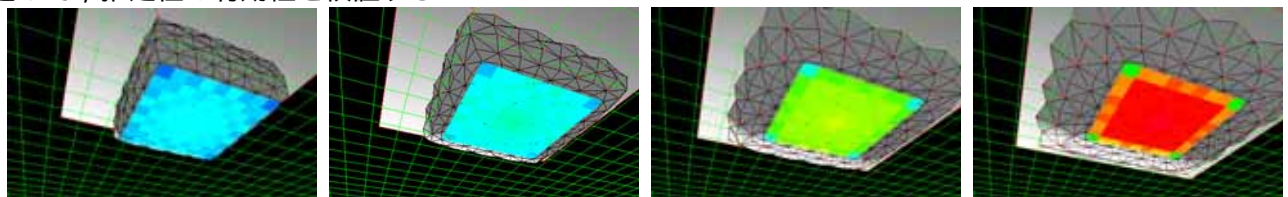


柔軟物体埋め込み用センサ

マイクロフォースセンサの設計と試作

柔軟物のモデル同定においては、力学的情報量の観点から、適応的なモデルのパラメータを計測結果から決定する。平成17年度は、登尾(研究分担者)がRandomized Algorithmによる柔軟物の内部変形計測値からの力学的同定、平井(研究代表者)が力学要素の適応的な推定を遂行する。

Randomized Algorithmによる柔軟物の内部変形計測値からの力学的同定では、登尾研究室所有のレンジファインダによる変形形状計測に加えて、粘弾性特性を有するテストピース内部に埋め込まれた一つのマイクロフォースセンサの計測値を用いることにより、力学的パラメータを推定する。Randomized Algorithmを用いて計測値と整合性の高いパラメータ推定を実現するとともに、パラメータの推定値を用いたシミュレーションを通して、推定値の有効性を検証する。



大変形における応力分布の計算

研究計画・方法 (平成18年度以降)

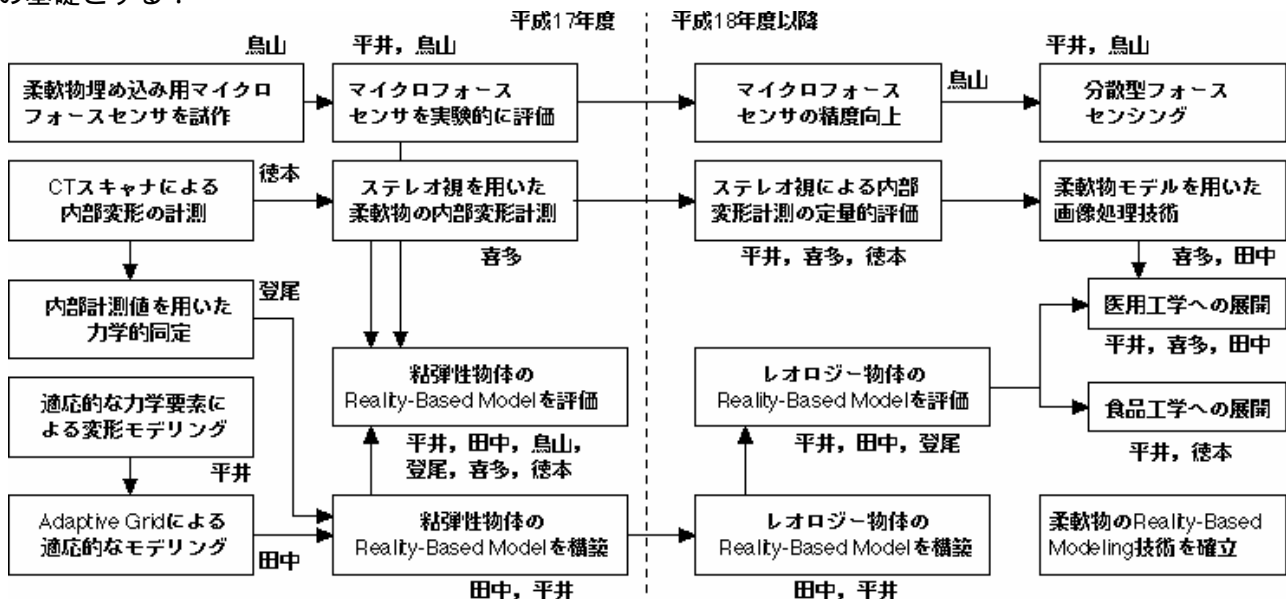
平成18年度以降は、レオロジー物体に対して、内部計測に基づくReality-Based Modelingの手法を確立するとともに、医用工学と食品工学へ展開する。また、柔軟物に埋め込むマイクロメカニカルセンサを増やしより精細なモデルの獲得を目指す。

- 平井 適応的な力学要素によるレオロジー物体のReality-Based Modeling
- 田中 Adaptive Gridによるレオロジー物体のReality-Based Modeling
- 鳥山 マイクロフォースセンサの精度向上と分散型フォースセンシング
- 登尾 レオロジー物体のReality-Based Modelingにおける力学的同定
- 喜多 柔軟物モデリングを核とする画像処理・認識技術の研究と医用工学への展開
- 徳本 高出力CTスキャナによるレオロジー物体の内部変形の計測と食品工学への展開

レオロジー物体とは、粘弾性変形のみならず、粘塑性変形を伴う物体変形であり、生体組織や食品素材の多くがその範疇に含まれる。適応的な力学要素によるレオロジー物体のReality-Based Modelingでは、一般化Voigtモデル、一般化Maxwellモデル、それらの混合モデルにおいて、力学的な情報量の観点から、適切なモデル規模と力学的パラメータの推定を行なう手法を研究する。Adaptive Gridによるレオロジー物体のReality-Based Modelingでは、粘塑性を有するレオロジー特性を、グリッドの粗密に応じて適応的に決定する手法を確立する。Gridの粗密を決定する評価規範と力学的等価性を考慮したパラメータの更新について研究を進め、一般化Voigt、一般化Maxwell、混合モデルをAdaptive Gridに組み込む基盤とする。さらに、構築したモデルを高速ワークステーション上に実装するとともに、モデル同定で得られた力学的パラメータを用いて、レオロジー物体変形のシミュレーションを行い、モデルを評価する。

マイクロフォースセンサの精度向上と分散型フォースセンシングでは、平成17年度の評価を踏まえてフォースセンシングの精度向上を図るとともに、多数のマイクロフォースセンサを用いた分散型センシングについて研究を進める。レオロジー物体のReality-Based Modelingにおける力学的同定においては、レオロジー物体内部に埋め込まれた複数のマイクロフォースセンサの計測値を用いることにより、力学的パラメータを推定する。柔軟物モデリングを核とする画像処理・認識技術の研究と医用工学への展開においては、柔軟物のReality-Based Modelingならびに柔軟物のイメージング技術を、医用工学へ展開する。頑健な診断のために、MRI、CT、X線画像、超音波画像など様々なモダリティの画像が撮影されている。特に、圧力のかき方で生体組織が大きく変形する超音波画像に対して、Reality-Based Modelingを適用し、組織の変形を正確に表す。さらに、胃癌検診を目的とする胃壁の力学的パラメータ同定と変形シミュレーション、乳癌検診を目的とするステレオマンモグラフィへの応用を目指す。新規購入の高速CMOSカメラにより、柔軟物の動的な変形を高精細度で計測し、医用工学への展開に供する。高出力CTスキャナによるレオロジー物体の内部変形の計測と食品工学への展開では、レオロジー物体の内部変形をCTで計測し、レオロジー物体のReality-Based Modelを構築する技術を、食品工学に展開する。特に、複数の素材からなる食品生地モデリングと成形過程のシミュレーション、食品の嚥下過程のモデリングとシミュレーションへの応用を図る。

以上の計画を通して、柔軟物のReality-Based Modelingの基盤技術を確立し、柔軟物を扱う様々な工学分野の基礎とする。



設備備品費の明細		消耗品費の明細		
<small>(多数の図書、資料を購入する場合は「西洋中世政治史関係図書」のようにある程度、図書、資料の内容が判明するような表現で記入してください。)</small>				
年度	品名・仕様 (数量×単価) (設置機関)	金額	品名	金額
17	高速ワークステーション・ビジュアルテクノロジー VT64 OPERON Workstation4000 (1×4,313)(立命館大学)	4,313	微細加工用素材費 センサデバイス試作一式 機械部品類 電子部品類	1,000 6,000 500 500
	計	4,313	計	8,000
18	高速 CMOS カメラ・丸紅ソリューション ITL-HSC-AD-6K1G (1×5,775) (立命館大学)	5,775	微細加工用素材費 センサデバイス試作一式 機械部品類 電子部品類	1,000 6,000 500 500
	計	5,775	計	8,000
19			微細加工用素材費 センサデバイス試作一式 機械部品類 電子部品類	1,000 6,000 500 500
	計	0	計	8,000

旅費等の明細 (記入に当たっては、基盤研究(A・B・C)(一般)研究計画調書作成・記入要領を参照してください。)								
年度	国内旅費		外国旅費		謝金等		その他	
	事項	金額	事項	金額	事項	金額	事項	金額
17	成果発表	400	成果発表	400	研究補助	100	会議費	100
	調査・研究旅費	200	調査・研究旅費	200	専門的知識の提供	500	印刷費	200
	研究打合わせ旅費	300	研究打合わせ旅費	400	資料提供・閲覧	100	研究成果投稿料	200
					外国語論文の校閲	100	レンタル費用 (高出力CT使用料)	1,400
					研究支援者雇用費	500		
	計	900	計	1,000	計	1,300	計	1,900
18	成果発表	400	成果発表	400	研究補助	100	会議費	100
	調査・研究旅費	200	調査・研究旅費	200	専門的知識の提供	500	印刷費	200
	研究打合わせ旅費	300	研究打合わせ旅費	400	資料提供・閲覧	100	研究成果投稿料	500
					外国語論文の校閲	100	レンタル費用 (高出力CT使用料)	1,400
					研究支援者雇用費	500		
	計	900	計	1,000	計	1,300	計	2,200
19	成果発表	400	成果発表	400	研究補助	100	会議費	100
	調査・研究旅費	200	調査・研究旅費	200	専門的知識の提供	500	印刷費	200
	研究打合わせ旅費	300	研究打合わせ旅費	400	資料提供・閲覧	100	研究成果投稿料	500
					外国語論文の校閲	100	レンタル費用 (高出力CT使用料)	1,400
					研究支援者雇用費	500		
	計	900	計	1,000	計	1,300	計	2,200

研究業績

最近5年間に学術誌等に発表した論文、著書のうち本計画に関連する重要なものを選定し、研究組織欄に記入された研究者ごとに、現在から順に発表年次を過去にさかのぼって記入してください。なお、この頁で記入できない場合は、裏面を使用してください。

<p>研究代表者・分担者氏名 (所属研究機関・部局・職)</p>	<p>発表論文名・著書名 (論文名、著書名、著者名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)について記入してください。) (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、その員数と、掲載されている順番を番目と記入)しても可。なお、研究代表者及び研究分担者にはアンダーラインを付すこと。)</p>
<p>平井 慎一 (立命館大学・ 理工学部・教授)</p> <p>田中 弘美 (立命館大学・ 情報理工学部・教授)</p> <p>鳥山 寿之 (立命館大学・ 理工学部・教授)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hidefumi Wakamatsu and <u>Shinichi Hirai</u>, Static Modeling of Linear Object Deformation Based on Differential Geometry, International Journal of Robotics Research, Vol.23, No.3, March, pp.293-311, 2004 • Masafumi Kimura, Yuuta Sugiyama, Seiji Tomokuni, and <u>Shinichi Hirai</u>, Constructing Rheologically Deformable Virtual Objects, Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp.3737-3743, Taipei, September, 2003 • 友國誠至, 杉山勇太, 平井慎一, 実時間計算可能な仮想レオロジー物体の構築, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.8, No.3, pp.247-254, 2003 • 若松栄史, 加藤恒範, 妻屋彰, 白瀬敬一, 荒井栄司, 平井慎一, 結び目形状を含めた線状物体の変形モデリング, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.8, No.3, pp.287-294, 2003 • Shinichi Tokumoto and <u>Shinichi Hirai</u>, Deformation Control of Rheological Food Dough Using a Forming Process Model, Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Vol.2, pp.1457-1464, Washington D.C., May, 2002 • Shinichi Tokumoto, <u>Shinichi Hirai</u>, and <u>Hiromi Tanaka</u>, Constructing Virtual Rheological Objects, Proc. World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Infomatics, pp.106-111, 2001 • <u>Shinichi Hirai</u> and Takahiro Wada, Indirect Simultaneous Positioning of Deformable Objects with Multi Pinching Fingers Based on Uncertain Model, Robotica, Millennium Issue on Grasping and Manipulation, Vol.18, pp.3-11, 2000 • Shinichi Tokumoto, Yoshiaki Fujita, and <u>Shinichi Hirai</u>, Deformation Transition Graphs in Forming Operations of Rheologic Objects, Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Vol.4, pp.3071-3076, 2000 • 徳本真一, 平井慎一, 形状制御のためのレオロジー物体の変形モデリング, 日本ロボット学会誌, Vol.18, No.8, pp.1141-1148, 2000 • Akinori Kimura, Yasufumi Takama, Yu Yamazoe, Satoshi Tanaka and <u>Hiromi T. Tanaka</u>: "Parallel Volume Segmentation with Tetrahedral Adaptive Grid", Proc. IEEE Int. Conf. on Pattern Recognition, 2004 • Naoki Ueda, <u>Shinichi Hirai</u>, and <u>Hiromi T. Tanaka</u>: "Extracting Rheological Properties of Deformable Objects with Haptic Vision", Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 2004 • 植田直樹, 榎浜齋延, 平井慎一, 田中弘美: "ハプティックビジョンに基づく能動的レオロジー物体モデリングのための粘弾性パラメータ抽出", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.8, pp237-246, 2003 • <u>Hiromi T. Tanaka</u>, and Kiyotaka Kushihamana: "Haptic Vision: Vision-Based Haptic Exploration", Proc. IEEE 16th Int. Conf. on Pattern Recognition, Vol.2, Session1.7 Robotics, 2002 • 山岡勝, 山崎佳代子, 田中弘美: "仮想空間シミュレータ自動構築のためのハプティックビジョンに基づく物体間の水平支持接触拘束抽出", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-D-II, No.7, pp.1439-1447, 2001 • Piezoresistance consideration on n-type 6H SiC for MEMS based piezoresistance sensors, <u>T.Toriyama</u>, Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol.14, pp.1445-1448 (2004). • Silicon Piezoresistive Six-Degree of Freedom Force-Moment Micro Sensor, D.V.Dzung, <u>T.Toriyama</u>, J.Wells, S.Sugiyama, Sensors and Materials, Vol.15, No.3, pp.113-135 (2003).

研究業績(つづき)

研究代表者・分担者氏名 (所属研究機関・部局・職)	発表論文名・著書名 (論文名、著書名、著者名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)について記入してください。)
<p>登尾 啓史 (大阪電気通信大学・ 総合情報学部・教授)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ Piezoresistance measurement on single crystal silicon nanowires, <u>T.Toriyama</u>, D.Funai, S.Sugiyama, Journal of Applied Physics, Vol.93, No.1, pp.561-565 (2003). ・ Single Crystal Silicon Nano-Wire Piezoresistors for Mechanical Sensors, <u>T.Toriyama</u>, Y.Tanimoto, S.Sugiyama, Journal of Microelectromechanical Systems, Vol.11, No.5, pp.605-611 (2002). ・ Characteristics of Polycrystalline Si Nanowire Piezoresistors, Y.Tanimoto, <u>T.Toriyama</u>, S.Sugiyama, 電気学会論文誌 E, Vol.121-E, No.4, 209-214 (2001). ・ Isotropic Piezoresistance in Polycrystalline Silicon for In-Plane Shear - and Normal - Stress Gauges, <u>T.Toriyama</u>, Y.Yokoyama, S.Sugiyama, Sensors and Materials, Vol.2, No.8, pp.473-490 (2000) . ・ Ryo Nogami, Fumiaki Ujibe, Hiroki Fujii and <u>Hiroshi Noborio</u>, "Precise Deformation of Rheologic Object under MSD Models with Many Voxels and Calibrating Parameters," Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp.1919-1926, 2004. ・ Ryo Nogami, <u>Hiroshi Noborio</u>, Seiji Tomokuni and <u>Shinichi Hirai</u>, "A Comparative Study of Rheology MSD Models whose Structures are Lattice and Truss," IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.3809-3816, 2004. ・ <u>Hiroshi Noborio</u>, Ryo Enoki, Shohei Nishimoto and Takumi Tanemura, "On the Calibration of Deformation Model of Rheology Object by a Modified Randomized Algorithm, " Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp.3729-3736, Taipei, September 15-18, 2003. ・ 野上良, 榎亮, 登尾啓史, "レオロジー物体を表現する3つのモデルの変形特性に関する研究," 日本バーチャルリアリティ学会論文集, Vol.8, No.3, pp.271-278, 2003. ・ <u>Hiroshi Noborio</u>, Seigo Naito and Daisuke Kawata, "A Comparative Study of Modified Best-First and Randomized Algorithms for Image-Based Path-Planning", Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Washington D.C., May 12-17, pp.4255-4262, 2002. ・ Ryo Enoki, Tatsuya Ikuta and <u>Hiroshi Noborio</u>, "A Randomized Algorithm to Make Virtual Contact and Friction Forces by Experimental Calibration", Proc. of the IEEE Int. Workshop on Robot-Human Interactive Communication, pp.92-99, September 18-21, 2001.
<p>喜多 泰代 (産業技術総合研究所・ 情報技術研究部門・ 主任研究員)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元画像解析とグラフィックス技術の医学応用に関するサーベイ, 村木 茂, 喜多 泰代, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J87-DII, No.10, pp.1887-1920 (2004) ・ A CAD system for the 3D location of lesions in mammograms, <u>Y. Kita</u>, E. Tohno, R. Highnam, M. Brady, Medical Image Analysis, Vol.6, No.3, 267-273 (2002) ・ Correspondence between different view breast x-rays using curved epipolar lines, <u>Y. Kita</u>, R. Highnam, M. Brady, Computer Vision and Image Understanding, Vol.83, No.1, 38-56 (2001) ・ Three-dimensional reconstruction of microcalcification clusters from two mammographic views, M. Yam, M. Brady, R. Highnam, C. Behrenbruch, R. English, and <u>Y. Kita</u>, IEEE Trans. of Medical Imaging, Vol.20, No.6, 479-489 (2001) ・ An Attempt for Coloring Multichannel MR Imaging Data, S. Muraki, T. Toshiharu, <u>Y. Kita</u> and K. Tsuda, IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics, Vol.7, No.3, 265-274 (2001) ・ 3次元血管モデルのX線画像への実時間位置合わせ手法, 喜多 泰代, Dale L. Wilson, J. Alison Noble, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J83-DII, pp.254-262 (2000)

研究機関名	立命館大学	研究代表者氏名	平井 慎一	研究者番号	9	0	2	1	2	1	6	7
-------	-------	---------	-------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---

本応募研究課題及び他の研究課題の受入・応募等の状況・エフォート

(他の研究費への応募等があるにもかかわらず記入していないこと及び事実に反する記入のないようにしてください。)

研究期間	省庁等の名称	研究費の名称	研究課題名(研究代表者氏名)	代表・ 分担等	平成17年度研究費 (研究期間全体の総額) (千円)	採択(受入) ・応募中	エフォート (%)
H17～H19	日本学術振興会	基盤研究(A)(一般)	内部センシングに基づく柔軟物のリアリティベースモデリングに関する研究 (平井 慎一)	代表	17,413 (49,988)	応募中	30
H17～H19	日本学術振興会	基盤研究(A)(一般)	ハプティックコミュニケーションのための適応的ボリュームモデリングおよび提示の研究 (田中 弘美)	分担	16,400 (49,440)	応募中	15
H17～H19	日本学術振興会	基盤研究(B)(一般)	人工レオロジー物体の切断と多指操作を触覚と視覚で仮想体感する研究 (登尾 啓史)	分担	7,000	応募中	20
						合計	65 %

採択されているものと応募中のものとを点線で区切って記入してください。

この頁は、基盤研究(A)又は(B)の研究代表者のみ記入・添付