

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

**平成27年度～平成29年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」
研究成果報告書概要**

- 1 学校法人名 学校法人新潟工科大学 2 大学名 新潟工科大学
- 3 研究組織名 工学部
- 4 プロジェクト所在地 新潟県柏崎市大字藤橋1719
- 5 研究プロジェクト名 地域の医療機関・中小企業・大学連携によるバイオメカニクス基盤型外科手術支援システムの開発
- 6 研究観点 地域に根差した研究
- 7 研究代表者
- | 研究代表者名 | 所属部局名 | 職名 |
|--------|-------|-----|
| 小林 義和 | 工学部 | 准教授 |
- 8 プロジェクト参加研究者数 10 名
- 9 該当審査区分 理工・情報

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
小林 義和	工学部・准教授	整形外科分野における手術支援技術の構築	生体親和性外科インプラント製造技術の開発
寺島 正二郎	工学部・教授	整形外科分野における手術支援技術の構築	術中脊椎不安定性の特性評価装置の開発
笹川 圭右	工学部・助教	整形外科分野における手術支援技術の構築 消化器外科野における手術支援技術の構築	外科インプラント仕様決定 軟部組織の変形モデルによるシミュレーション
山岸 郷志	工学部・准教授	整形外科分野における手術支援技術の構築	生体親和性外科インプラント性能評価
飯田 寿夫	工学部・研究員	整形外科分野における手術支援技術の構築	術中不安定性の特性評価装置の開発
(共同研究機関等)			
尾田雅文	新潟大学・教授	整形外科分野における手術支援技術の構築 消化器外科野における手術支援技術の構築	高精度骨モデル作成アルゴリズムの構築 腸内洗浄システムの開発
山崎 泰広	千葉大学・准教授	整形外科分野における手術支援技術の構築	生体親和性外科インプラント性能評価

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

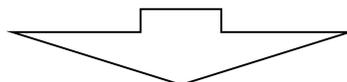
塩田 直史	(独)岡山医療センター・医師	整形外科分野における手術支援技術の構築	試験臨床におけるデータ収集と課題整形外科分野における手術支援技術の構築の抽出
長谷川 和宏	亀田第一病院新潟脊椎外科センター・センター長	整形外科分野における手術支援技術の構築	脊椎評価システムを用いた脊椎不安定力学的特性に関する試験臨床におけるデータ収集と課題の抽出
蛭川 浩史	立川総合病院消化器センター・外科主任医長	消化器外科野における手術支援技術の構築	試験臨床におけるデータ収集と課題の抽出
岡崎 正和	長岡技術科学大学工学部・教授	整形外科分野における手術支援技術の構築	生体親和性外科インプラント性能評価

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
整形外科分野における手術支援技術の構築	工学部・教授	山崎 泰広	代表研究者
整形外科分野における手術支援技術の構築 消化器外科野における手術支援技術の構築	工学部・教授	原 利昭	外科インプラント仕様決定腸内洗浄システムの概念設計
整形外科分野における手術支援技術の構築	長岡技術科学大学工学部・助教	山岸 郷志	生体親和性外科インプラント性能評価

(変更の時期:平成29年4月1日)



新

変更事項	変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
新参画	工学部・准教授	工学部・准教授	小林 義和	代表研究者
所属変更	工学部・教授	千葉大学工学部・准教授	山崎 泰広	生体親和性外科インプラント性能評価
新参画	長岡技術科学大学工学部・教授	変更なし	岡崎 正和	生体親和性外科インプラント性能評価
新参画	長岡技術科学大学工学部・助教	工学部・准教授	山岸 郷志	生体親和性外科インプラント性能評価
新参画	-	工学部・研究員	飯田 寿夫	術中不安定性の特性評価装置の開発
新参画	-	工学部・研究員	金子 瑛一郎	生体親和性外科インプラント性能評価

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

11 研究の概要(※ 項目全体を10枚以内で作成)

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

急速な少子高齢化、医療技術の高度化・専門化、国民の医療に対するニーズの多様化など、医療を取り巻く環境は大きく変化している。一方で、医療資源・人的資源の乏しい地方都市の医療提供体制はこうした変化に対応できていないとは言えず、医療の地域間格差が問題となっている。特に地域の医療機関では医師個人への負担が大きく、オーバーワークになりがちであり、医療事故防止の観点からもこのような手術環境の大幅な改善も必要である。

そこで本プロジェクトでは、本地域においてこれまでに培われた臨床バイオメカニクスを基盤とした特異な研究体制により、脊椎変性の正確な診断診療手法、内視鏡外科手術における内臓変形等に対応可能なモニタリング手法を確立し、長時間の手術でも十分な手技と集中力の維持を可能とする手術環境の実現を目指す。これにより、国の内外を問わず安全安心の結果を確実に提供し得る術式の実現に寄与し、地域の創成に繋げることを目的とする。

本事業においては、地域中核病院における工学的な視点からのニーズが高い以下の分野における項目については、手術支援技術に関する研究を行う。

1) 整形外科分野における手術支援技術の構築

- ① 術前・術後に活かす外科インプラントの骨格に与える影響評価
- ② 3次元造形によるインプラントの最適内部構造設計
 - ・粉末積層造形多孔質チタン材料の強度特性と熱処理による向上
 - ・粉末積層造形材料の弾性特性と気孔組織との関連性
 - ・3次元造形によるインプラントの最適形状設計と力学的特性の最適傾斜機能化
- ③ 生体親和・傾斜機能化内部構造の製造技術の構築
- ④ 術前に活かす脊椎評価システムによる脊椎不安定性の生体力学的検討

2) 消化器外科野における手術支援技術の構築

- ① 術前の医師の負担を軽減する大腸洗浄装置の開発
- ② 患部周辺を正確に連想させる軟部組織変形・移動シミュレーション

(2) 研究組織

本事業の研究組織は以下のとおりである。

本プロジェクトは、長期の連携実績を有する本学の機械系(バイオメカニクス、材料強度等)研究者と新潟大学の生体工学研究者、地域基幹病院である亀田第一病院新潟脊椎センター、立川総合病院消化器外科、加えて、我が国における骨折治療の拠点である岡山医療センターの強力な連携体制で行う。また、本研究体制は、整形外科手術における画像ではわからない脊椎不安定性の評価など従来にない高精度診断術前検討システムの構築や、長時間の手術でも十分な手技と集中力の維持を可能な消化器外科手術(例えば内視鏡手術)の安全性の向上に関わる術中支援システムの開発において、円滑なプロジェクト推進を可能とした。

代表者 新潟工科大学 准教授 小林 義和

1) 整形外科分野における手術支援技術の構築 研究メンバー

小林 義和、寺島 正二郎、笹川 圭右、山岸 郷志、飯田 寿夫
尾田雅文(新潟大学)、山崎 泰広(千葉大学)、岡崎 正和(長岡技術科学大学)
塩田 直史((独)岡山医療センター)、長谷川 和宏(亀田第一病院新潟脊椎外科センター)

2) 消化器外科野における手術支援技術の構築 研究メンバー

笹川 圭右、尾田雅文(新潟大学)、蛭川 浩史(立川総合病院消化器センター)

(3) 研究施設・設備等

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

金属3次元プリンタの導入

(4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

本研究では、外科手術における地域中核病院における現場課題について、整形外科と消化器外科の臨床の医師と連携により課題を整理し、本事業の研究課題として取組んだ。

(1) 整形外科手術支援に関わる研究

1) 術前・術後に活かす外科インプラントの骨格に与える影響評価

外科手術においては、骨折患部に対して適切な固定を施した際の骨折部・インプラントやそれら周辺の力学的状態は、臨床医は力学的に認識することはこれまでほとんどなかった。

本研究では、以下の課題について、外科インプラントの骨格に与える影響評価を行った。

① 骨盤を対象としたFE解析結果の妥当性検証

荷重試験とFE解析から得られた最大主歪みを5つの測定箇所ごとに比較した。その比較において、測定箇所5箇所のうち4箇所で実験値と解析値が一致したことから、FEAの解析結果に妥当性があることが確認できた。

<学*2

② 多発骨盤骨折における最適な内固定法の選択

多発骨盤骨折の症例として、骨盤脆弱性骨折偽関節症例に対して提案された4種の内固定法に対して、骨折治癒に有効な内固定法を簡易的な骨盤骨折モデルによる生体力学的解析によって比較検討した。その結果から、試行した内固定法の一つにおいて、骨盤脆弱性骨折偽関節症例に対する骨折治療に有効であることが推察された。

<学*2、*10、>

③ 大腿骨転子下骨折パターンにおける髓内釘システムの力学的検討

本研究では、転子下骨折分類であるSeinsheimer分類Type IIA, IIB, IICを対象に、長さの異なる3つの髓内釘、ロング型、d10ミドル型、ショート型髓内釘および軸径の骨なる1つの髓内釘、d12ミドル型が適用された際の大腿骨近位部の応力状態を比較調査した。その結果、骨癒合の観点から、骨折パターンIIAにおいては、ロング型とミドル型髓内釘の適用が有効であり、3つの骨折パターンではショート型髓内釘の使用は骨癒合の観点から望ましくないと考えられる。

<雑*1,*2,*N,学*1,*6,*8,*9,*11,*12,*13,*14,*15>

本研究の妥当確認の荷重実験において、使用した荷重条件は1種類であったことから、荷重条件・境界条件用の解析条件による比較検討について、第三者指摘を受けた。それについては、本研究課題では、1種類の荷重条件を使用しているが、その理由は骨や治療インプラントに対して比較的危険な荷重条件を適用することで、どの箇所・部位が最も弱いのかを確認するためである。その他の荷重条件に関してはさまざまな論文で報告されている論文値もあるが、実測することも今後予定している。さらに、以下の課題についても取り組む予定である。

・その他部位の骨折への骨折解析の適用

・治療インプラントを用いた有限要素解析結果の妥当性の検証のための力学試験

2) 3次元造形によるインプラントの最適内部構造設計

① 粉末積層造形多孔質チタン材料の強度特性と熱処理による向上

低弾性・高強度特性を有するインプラント材料を得るため、コールドスプレー法を援用したインプラント材料を開発することを目的として、粉末積層材の力学的特性に及ぼす積層条件の影響を検討した。実験的検討から、低弾性を実現する多孔質Tiの積層条件として、プロセスガスは窒素で、チャンバー温度が400°Cから600°C、ガス圧力が2MPaから4MPaの条件を提示した。さらに、CS316緻密材の実験結果も併せた検討結果から、引張強度特性の向上のためには成膜後熱処理が重要であること

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

を明らかにした。そして、成膜時に溶射粒子衝突部近傍に生じたナノサイズの微細な結晶粒の再結晶機構が、溶射粒子間の結合強度および溶射粒子／基材結合強度を向上したものと考えられた。

開発したCSチタン多孔質材では、多孔質部の弾性率が骨と同等の10GPa程度まで、基材も含めた複合材としての弾性率が60GPaまでの低弾性率化を実現可能であった。さらに、多孔質部の強度に優れ、基材Ti合金の6割以上の耐力を有し、十分な疲労強度特性を有することを示した。

本研究成果は、日本溶射学会より論文賞を受賞した。

<雑*3、*4,学*3>

② 粉末積層造形材料の弾性特性と気孔組織との関連性

複雑な気孔組織を呈する粉末積層造形体の断面組織から粉末積層造形体の異方弾性特性を予測する手法を開発することを目的として検討を行った。

まず、楕円体気孔を有する多孔質材料を解析対象モデルとして、気孔率、気孔のアスペクト比、および、気孔の傾斜角をパラメータとして有限要素法により弾性特性を評価した。そして、各パラメータが及ぼすヤング率への影響を明らかにし、楕円体気孔を有する多孔質材料の異方弾性率の予測式を提案した。また、粉末積層造形体の断面組織画像から皮膜中の気孔を楕円体気孔に近似する方法を示すとともに、多数の楕円体気孔がランダムに存在する粉末積層造形体に適用できるように予測式を拡張した。そして、本研究で開発した異方弾性率の予測法をコールドスプレーと大気プラズマ溶射により準備した粉末積層造形体に適用し、実験結果と比較した。本研究の提案式がこれらの粉末積層造形体のヤング率の予測に適用可能であることを示した。

<雑*4,学*1、*2>

③ 3次元造形によるインプラントの最適形状設計と機械的特性の調査

3Dプリンタは、切削機等の除去加工では難しい複雑形状を作ることができるだけでなく、造形物の内部構造も自由に設定可能であることと、層毎に材料を変えることが可能であることを活用し3Dプリンタで作られる自由度の高い立体構造と傾斜機能材料を組み合わせることにより、新しい機能を持った構造物の開発が期待されている。本研究では3Dプリンタにより構造物を造形する時の内部形状(Infill)に着目し、「3Dプリンタ造形物の内部形状(Infill)の違いによる機械的特性の調査」および「内部形状の粗密化による最適形状設計」について検討した。ここで、その結果提案した技術は、構造物の内部形状を均一ではなく、可変として設計できる。これは、目的で述べたように3Dプリンタによる自由度の高い立体構造の作製を可能にし、そこに傾斜機能材料の特性も付加できることを示唆している。

今後はこの技術を用いて内部構造が不均一な構造物を作製し、その機械的特性を調べると共に、この技術の応用分野について検討を行う予定である。

3) 術前に活かす脊椎評価システムによる脊椎不安定性の生体力学的検討

脊椎疾患の比較的多い症例である脊椎不安定症の患者に対し、脊椎機能を正確に評価し、除圧術や固定術などの治療方法がある。これらの施術の選定には、患者の脊椎の不安定度合いに応じて治療法を変更する必要がある。この脊椎の不安定性はMRI等の画像診断からでは正確な判断が不可能である。そこで、開発されたのが脊椎不安定性評価(IOM; Intra Operative Measurement)システムである。脊椎不安定性評価システムとは、脊椎を構成する多数存在する椎骨と呼ばれる骨に外部から屈曲-伸展の変位を繰り返し与え、その時に椎骨に加わる周期的な荷重と変位のデータを記録しその関係を求める測定機器である。これまでの評価システムは、大型で扱いにくい点や滅菌対応不十分など、臨床の現場での汎用的な適用が困難であった。そこで、本研究では、これまでの小型軽量化に加え、医療認可に必要な絶縁性の関する改良がなされた。試作1号機の改良(IOM Model-1.1)後には脊椎を模したバネモデルによる測定を行った。変位に対する荷重やヒステリシスループの歪み等の課題が発生した。この点については、今後の改良を必要とするが、臨床試験における改良を見越し、本評価システム製造の管理環境も構築し、医療認可の取得も迅速に可能な状況にした。

今後、正確な測定結果を保証するために前述の誤差の原因解明と必要に応じた改良を加える。

(2) 消化器外科支援に関わる研究

国内の大腸がん患者数は、2012年には約13.5万人に上り、30年前と比較して10万人以上増加し、

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

罹患数は第1位、死亡者数第2位(5.1-2)となっている。大腸がんの進行程度によって分類がなされており、大腸の粘膜内に留まる「ステージ 0」に始まり、大腸の固有筋層にがん組織が留まる「ステージ I」、大腸の固有筋層を越えてがん組織が広がる「ステージ II」、転移リンパ節が存在する「ステージ III」を経て、大腸周囲の臓器にがん組織が広がる「ステージ IV」に進行する。がん患部の部位や進行度に応じて、大腸がんの手術は、それぞれ適切な治療法が選択される。例えば近年、ステージ I、II および III のがんに対する手術には、低侵襲性を特徴とした内視鏡手術等が適用されることが多い。同手術は、内視鏡を用いて大腸の内側よりがん組織を切除する手法であり、患者の術後回復期間が短い特徴を有する。

1) 術前の医師の負担を軽減する腸内洗浄装置の開発

大腸がん患者の術前処理での使用を考慮した腸内洗浄システムを提供することを目的とし、同装置の試作を行った。課題であった、非侵襲であり、適切な腸内洗浄が可能で、なおかつ臭いの拡散を最小限に留めることが可能な腸内洗浄環境について、注水・排水用の筒状部品、搔爬部品、シールド部品を試作することで、課題解決への足掛かりとした。特に、腸内を洗浄する機能とそのシステム構成については、評価実験、ならびに臨床医からの評価に対する改良を行うことで、概ね臨床医の満足を得る試作物が提供出来た。事業化にむけ特許出願もなされた。

<学*16>

今後は、事業化に向け企業への技術移転を含め、早急な複数機関の医師へのヒアリングが必要である。

2) 腹腔内の軟部組織変形・移動シミュレーション

腹腔鏡手術はカメラを通したビデオ映像からの視覚情報に基づき手術を行うことから、従来の開腹手術と比べて視野が狭く、視覚情報が極めて少ない。また、腹腔鏡手術用鉗子などの仕様において、触覚情報が術者に伝わらないため、組織の把持や組織を切る際には特に慎重を要し、熟練の操作が要求される。これらのことから、腹腔鏡手術は術者にとって難度の高い手術であり、手術時間の長時間化など、医師に大きな負担を強いることが問題点として指摘されている。さらには、医師の疲労により医療事故の発生につながるなどの指摘もあるため、腹腔鏡手術における医師の負担低減に寄与する新しい手術支援システムの構築などが求められている。

ヒトの腹腔内には、消化器である胃や小腸、大腸、肝臓、腎臓など多くの臓器が収まっている。その中でも、肝臓はヒトの臓器の中でも特に大きな臓器であり、その重さは一般的な成人で約 1.5 kg である。肝臓の働きには、炭水化物やたんぱく質および脂肪などのエネルギーとなる物質の貯蔵、そして必要になった際の供給を担っており、その他にも体に有害な物質の解毒を行う重要な器官である。そのため、肝臓内部には、肝動脈や肝静脈、門脈などの血管が枝分かれして全体に分布している。

腹腔鏡手術では、腹腔内部にガスを充満させることによって手術空間を確保する。肝臓は比較的大きな臓器であるため、腹腔内へのガス充填によって肝臓の自重による変形が生じることが想定される。このような自重変形は術野の確保や手術対象部位の特定の障害となることが考えられる。特に肝臓を対象とする場合、肝臓内部には重要な血管が通っているため、その血管を損傷させると、多量の出血が発生する危険性が高い。さらに腹腔鏡手術用鉗子などの器具を使用して、肝臓内部の血管位置を確認しながらの手術は疲労度が高いことが推測される。

また、本課題の軟部組織の変形・移動シミュレーションに関して、どのように活用方法に関する指摘を第三者から受けている。この点については、本解析は、内視鏡手術において血管を傷つけることによる多量出血の危険性を低減させるために、手術中の血管位置を予測可能にするシステムの開発を目指しています。そのようなシステムの活用によって、執刀医の負担の軽減や手術時間の短縮化といったメリットもあると考えています。本解析では、研究開始の第一段階として軟部組織の変形・移動シミュレーションを実施して、肝臓モデルの変形状態を解析した。次のステップでは、今回の解析結果が実際の動きを反映しているのかを確認することが必要と考えている。

<学*7>

本事業を通じた研究成果の副次的効果として、長年の現場の課題について、本研究成果をまとめた特許出願がなされ、ならびにその技術を核としたコンソーシアム体制の整備を通じて、実用化(社会

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

実装)へ向けた取り組みが加速的にすすむ効果が得られた。このように、最先端の機器開発ではないが、工学の知見が医療現場の知見と組み合わせることにより、科学的な根拠に基づき、課題解決の基盤が形成されることがわかった。

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 医工連携 (2) 医療機器 (3) 外科手術
 (4) バイオメカニクス (5) 骨折 (6) 大腸癌
 (7) 腸内洗浄 (8) 脊柱不安定性

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

<雑誌論文>

- *1 野口愛子, 笹川圭右, 尾田雅文, 塩田直史, 佐藤徹, 原利昭: 大腿骨転子下骨折の髄内釘固定術モデルにおける力学的検討. 臨床バイオメカニクス, Vol.37, pp.173-179, 2016.
 *2 野口愛子, 笹川圭右, 尾田雅文, 塩田直史, 佐藤徹, 原利昭: 大腿骨転子下骨折の髄内釘固定術モデルに対するねじりの影響. 臨床バイオメカニクス, Vol.38, pp.47-54, 2017.
 *3 野口愛子, 笹川圭右, 尾田雅文, 塩田直史, 佐藤徹, 原利昭: 大腿骨転子下骨折におけるストレッチ運動が骨折部位に与える生体力学的影響, Vol.29, No.3, pp.100-105, 2017
 *4 山崎泰広, 西利大, 太田明, 「溶射皮膜の気孔組織と弾性特性の関連性に関する検討」, 溶射, 53巻4号, 136-141(2016)
 *5 山崎泰広, 深沼博隆, 大野直行, 「コールドスプレーSUS316皮膜の異方性力学特性と熱処理」, 溶射, 第53巻第3号(2016) pp.91-96.
 *6 山崎泰広, 関翔馬, 佐藤達也, 大野直行, 曾根 通介, 市川裕士, 宮崎孝道, 小川和洋, 「コールドスプレーを用いた生体用多孔質チタンコーティングの開発」, 溶射, 第52巻第2号(2015) pp.62-67

<図書>

特になし

<学会発表>

- *1 野口愛子, 笹川圭右, 尾田雅文, 勝山恵子, 塩田直史, 原利昭: 大腿骨転子下骨折の髄内釘固定術モデルにおける力学的検討, 第42回日本臨床バイオメカニクス学会, 2015.11.13-14.
 *2 高橋峻, 笹川圭右, 尾田雅文, 原利昭, 櫻井航太, 野口愛子: 骨盤骨折の数値解析条件に関する生体的学的研究, 日本機械学会 北陸信越支部学生会 第45回学生員卒業研究発表講演会, 2016.3.4.
 *3 Y. Yamazaki, N. Ohno and M. Sone, "Mechanical Properties of Biomedical Titanium Coating by Cold Spray Technique", Proc. of The 10th Asia-Pacific Conference on Fracture and Strength; APCFS2016 (2016, Sep.) 1907651.
 *4 山崎泰広, 西利大, 太田明, 「異方性力学特性と気孔組織との関連性に関する検討」, M&M2016 材料力学カンファレンス CD-ROM 論文集, Vol.2016 (2016) OS13-13(CD-ROM).
 *5 山崎泰広, 金泉亮兵, 大野直行, 曾根通介, 「繰り返し押し込み負荷によるコールドスプレー多孔質チタンコーティング皮膜の組織変化」, 日本機械学会 2015年度年次大会 DVD 論文集 (2015) J0430102
 *6 島田侑亮, 笹川圭右, 尾田雅文, 原利昭, 櫻井航太, 野口愛子: 大腿骨転子部骨折におけるミドル型髄内釘の力学的検討, 日本機械学会 北陸信越支部学生会 第45回学生員卒業研究発表

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

<p>表講演会, 2016.3.4.</p> <p>*7 市川雄介, 笹川圭右, 尾田雅文, 原利昭, 櫻井航太, 野口愛子: 肝臓の自重変形を考慮した数値的解析, 日本機械学会 北陸信越支部学生会 第 45 回学生員卒業研究発表講演会, 2016.3.4.</p> <p>*8 野口愛子, 笹川圭右, 尾田雅文, 塩田直史, 佐藤徹, 原利昭: 大腿骨転子下骨折の髓内釘固定術モデルに対するねじりの影響, 第 43 回日本臨床バイオメカニクス学会, 2016.10.8-9.</p> <p>*9 長吉涼太郎, 笹川圭右, 尾田雅文, 原利昭, 櫻井航太, 野口愛子, 田中啓太: 大腿骨転子下骨折パターンにおける髓内釘システムの力学的検討, 日本機械学会 北陸信越支部学生会 第 46 回学生員卒業研究発表講演会, 2017.3.8.</p> <p>*10 蝶名林俊樹, 笹川圭右, 尾田雅文, 原利昭, 野口愛子, 櫻井航太: 多発骨盤骨折における最適な内固定法の選択, 日本機械学会 北陸信越支部学生会 第 46 回学生員卒業研究発表講演会, 2017.3.8.</p> <p>*11 笹川圭右, 尾田雅文, 原利昭, 塩田直史: 大腿骨転子下骨折における髓内釘システムの選択, 日本機械学会 2017 年度年次大会, 2017.9.3-6.</p> <p>*12 笹川圭右, 尾田雅文, 塩田直史, 佐藤徹, 原利昭: 大腿骨転子部骨折における髓内釘のインプラント長さが与える骨折部固定性への影響, 第 44 回日本臨床バイオメカニクス学会, 2017.11.24-25.</p> <p>*13 田中啓太, 笹川圭右, 尾田雅文, 前原孝, 原利昭, 櫻井航太: 大腿骨転子部折における髓内釘型インプラットと小径スクリュー併用による内固定への影響, 日本機械学会 第 30 回バイオエンジニアリング講演会, 2017.12.14-15.</p> <p>*14 佐野匠, 笹川圭右, 尾田雅文, 櫻井航太, 田中啓太: 転子下骨折パターンに関する髓内釘タイプの選択, 日本機械学会 北陸信越支部学生会 第 47 回学生員卒業研究発表講演会, 2018.3.2.</p> <p>*15 笹川圭右, 田中啓太, 尾田雅文, 前原孝, 櫻井航太: 小径スクリューを併用した髓内釘固定術の力学的検討, 日本機械学会 北陸信越支部 第 55 期総会・講演会, 2018.3.3.</p> <p>*16 佐藤博允, 笹川圭右, 尾田雅文, 原利昭, 野口愛子, 櫻井航太, 田中啓太, 大腸がん手術に適用できる腸内洗浄システムの開発, 日本機械学会北陸信越支部学生員卒業研究発表講演会, 2017 年 3 月 8 日, 金沢大学</p> <p>*17 Aiko Noguchi, Keisuke Sasagawa, Masafumi Oda, Naofumi Shiota, Toru Sato, Toshiaki Hara: Finite Element Analysis on Intramedullary Nail Fixation for Femoral Subtrochanteric Fracture. The 10th Asia-Pacific Conference on Fracture and Strength: APCFS 2016, 2016.9.19-22.</p>

<研究成果の公開状況>(上記以外)

<p>シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インターネットを通じて、ホームページの公開を予定している(平成30年8月) ・学会展示等での発表および試作品紹介(日本臨床外科学会 2018年11月)

14 その他の研究成果等

<p>*1 腸内洗浄装置は、研究成果に基づき、特許出願がなされた(特願 2017-040966)。</p>

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

留意事項は、特になし

法人番号	151008A01
プロジェクト番号	S1513003L

16 施設・装置・設備・研究費の支出状況(実績概要)

(千円)

年度・区分	支出額	内 訳						備考
		法人負担	私学助成	共同研究機関負担	受託研究等	寄付金	その他()	
平成27年度	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	7,689	2,563	5,126	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	
	研究費	13,848	6,973	6,875	0	0	0	
平成28年度	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	
	研究費	11,876	5,660	6,216	0	0	0	
平成29年度	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	
	研究費	8,695	6,420	2,275	0	0	0	
総額	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	7,689	2,563	5,126	0	0	0	
	設備	0	0	0	0	0	0	
	研究費	34,419	19,053	15,366	0	0	0	
総計	42,108	21,616	20,492	0	0	0		

