超音波を基軸とした新たな医療技術開発の拠点形成
―ヒトにやさしい医療を目指して―

平成２５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

平成 30 年度５月

学校法人　同志社
同志社大学
超音波医科学研究センター
センター長　秋山　いわき
（同志社大学生命医科学部医情報学科）

目　　次

１．　緒言　・・・・・4
１．１　支援事業の概要　・・・・・5
１．２　プロジェクトの目的・意義　・・・・・6
１．３　研究組織　・・・・・6

２．プロジェクト計画　・・・・・9
２．１　全体の計画　・・・・・10
２．２　テーマ別計画　・・・・・10
２．２．１　医療用超音波技術の安全性の確立　・・・・・10
２．２．２　超音波による生体組織の熱的特性のイメージング　・・・・・13
２．２．３　生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発・・15
２．２．４　生体組織のかたさ測定精度の向上　・・・・・18

３．研究成果　・・・・・21
３．１　研究成果の概要　・・・・・21
３．２　医療用超音波技術の安全性の確立　・・・・・63
３．３　超音波による生体組織の熱的特性のイメージング　・・・・ 136
３．４　生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発　・・170
３．５　生体組織のかたさ測定精度の向上　・・・・ 213

４．自己評価　・・・・ 236
４．１　実施体制　・・・・ 237
４．２　研究成果の自己評価　・・・・ 237
４．３　費用対効果　・・・・ 240
４．４　研究成果リスト　・・・・ 242
４．５　若手人材育成　・・・・ 269

５．外部評価　・・・・ 269
５．１　外部評価体制　・・・・ 270
５．２　外部評価結果　・・・・ 271
５．３　評価結果への対応　・・・・ 295

６．研究成果の一般公開　・・・・ 297

７．結言　・・・・ 352

1.　緒言

1.1. 支援事業の概要

文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「超音波を基軸とした新たな医療技術開発の拠点形成—ヒトにやさしい医療を目指して—」は同志社大学超音波医科学研究センターにおいて２０１３年度から開始し，４年目の研究年度を終えた．本報告書はその研究成果をまとめたものである．今年度は，２０１６年８月２９日に本学京田辺キャンパスで公開シンポジウムを開催した．医用超音波技術の関連企業からの出席者を含めて６８名の参加があった．

超音波診断・治療法は被曝がなく，かつ生体作用が低いことから，循環器，消化器，泌尿器，産婦人科，運動器等の幅広い分野で利用されている．本研究プロジェクトでは，超音波を安全に使用できる出力範囲を明らかにし，プロジェクト終了後も継続的に安全性に関わる指針を示す体制を整える．そして，臨床において提供される画像の画質向上を図り，従来から有用な診断情報として認識されている形態的情報に加えて，生体組織のかたさ等の形質的な情報を取得することにより，患者利益の増大を図る．さらに，将来の在宅医療における情報通信技術（ICT）の基盤技術として携帯型超音波イメージングを確立する．

（１）医療用超音波技術の安全性の確立：超音波照射による生体組織への影響は，熱的作用と非熱的作用に分類される．熱的作用は温度上昇によるタンパク質の変性であり，非熱的作用はキャビテーションによる組織損傷である．従来，DNA の損傷の有無は間接的な検証とすることが多かったが，本研究テーマでは DNA の二本鎖切断を蛍光顕微鏡で経時的に直接観察する点を特色としている．

（２）超音波による生体組織の熱的特性のイメージング：生体内部の熱的な特性の分布を映像化することによって組織の機能的な生体情報を得ることを目的とする．特に，MRI で撮像された画像から音速の情報を取得して熱的特性分布の精度向上を図るため，高磁場環境下で使用できる超音波プローブを開発する．

（３）生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発：コウモリに代表される，超音波によって環境を知覚する生物は，レーダやソーナ等の信号処理アルゴリズムとは異なる特異なものを利用していることが知られている．本研究テーマではこの生物アルゴリズムを超音波イメージングに搭載して，ドプラ血流測定の精度向上と分解能向上を図り，日常生活圏で利用可能な携帯型超音波イメージングシステムの実現を目指すことを特色としている．

（４）生体組織のかたさ測定精度の向上：医用超音波の分野では生体組織のかたさを shear wave（ずり波）の速度から推定する手法が研究されている．生体内部で shear wave を伝搬させるために，持続時間の長い集束超音波（音響放射力インパルスと呼ばれている）が用いられる．本研究テーマでは，この音響放射力インパルスによる shear wave を安全性に配慮しつつ効率よく発生させる技術を開発する．そして，軟部組織だけではなく骨のような硬組織を含めて生体組織のかたさを測定する超音波技術を開発し，その有効性を総合的に検討することを特色としている．

同志社大学では，平成 20 年に生命医科学研究科生命医科学専攻を立ち上げ，関連の教育および研究を開始した．またその立ち上げ時に多チャンネル fNIRS や 1.5 テスラ fMRI，およびそれらのデータを処理する計算サーバーを導入した．本研究プロジェクトでは，得られた成果をさらに発展させるために，学外からの研究者や関連学会の協力を得ながら研究を推進している．本プロジェクトで得られる成果は，超音波の安全性に関する知見，ヒトにやさしい超音波診断技術を実現するために必要な知見に関わり，これらを集積して新しい医療用超音波技術開発のための研究拠点形成へと結びつける予定である．

1.2. プロジェクトの目的・意義

2011 年の福島第一原発の事故を契機として，医療においても安全性の確保が再認識され，特に患者の被曝線量の低減は重要な課題と考えられる．超音波診断・治療法は被曝がなく，かつ生体作用が小さいことから，安全性の高い医療技術として位置づけられ幅広い分野で利用されている．本研究センターでは，私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の補助を受けて，超音波を安全に使用するための出力範囲を明らかにするとともに，診断のための精度の高い定量検査手法を新たに確立し，事業終了後も継続的に安全基準を示していく体制を整える．すなわち，超音波を基軸とした新しい診断・治療技術開発の基盤を整備し，本学においてヒトにやさしい医療技術開発の拠点形成を行うことを目的とする．

1.3. 研究組織

プロジェクトの研究組織を以下に示す．

テーマ１　医療における超音波技術の安全性の確立

責任者　同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　　渡辺　好章

主な研究者

同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　吉川　研一

同志社大学大学院理工学研究科・教授　小山　大介

千葉大学フロンティア医工学センター・助教　吉田　憲司

センター研究員

同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　剣持　貴弘

同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　池川　雅哉

同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　秋山　いわき

同志社大学研究開発支援機構・助教　野瀬　啓二

自治医科大学・教授　谷口　信行

立命館大学総合科学技術研究機構・客員教授　吉川　祐子

防衛大学校・助教　塚本　哲

同志社大学 URA センター　廣瀬まゆみ

テーマ２　超音波による生体組織の熱的特性のイメージング

責任者　同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　秋山　いわき

主な研究者

奈良県立医科大学・教授　平井　都始子

産業技術総合研究所・主任研究員　新田　尚隆

京都大学大学院情報学研究科・特定助教　山本　詩子

センター研究員

京都大学大学院医学研究科・教授　藤井　康友

テーマ３　生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発

責任者　同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　飛龍　志津子

主な研究者

同志社大学生命医科学部・准教授　小林　耕太

同志社大学研究開発支援機構・助教　藤岡　慧明

イタリア・フローレンス大学・教授　Piero Tortoli

京都大学大学院医学研究科・教授　藤井　康友

元同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　力丸　裕

テーマ４　生体組織のかたさ測定精度の向上

責任者　同志社大学大学院理工学研究科・教授　　松川　真美

主な研究者

京都大学大学院医学研究科・教授　　椎名　毅

神戸市立工業高等専門学校・准教授　　長谷　芳樹

磐田市立総合病院整形外科　　山崎　薫

国立明石工業高等専門学校・准教授　　細川　篤

センター研究員

同志社大学大学院生命医科学研究科・教授　　秋山　いわき

2. プロジェクト計画

2.1. 全体の研究計画

平成 25 年度：①超音波照射による生体組織内温度・超音波強度測定システムの構築②超音波加温技術と温度上昇測定技術の開発③コウモリの補償行動の解析とその血流計測アルゴリズムの検討④広帯域骨圧電特性の測定とせん断波の生体組織の伝搬特性の数値解析 平成 26 年度：①超音波照射による DNA への作用の検討②MRI 画像を用いた音速分布の推定③コウモリの補償行動を搭載した超音波血流計測システムの構築④生体内部におけるせん断波の伝搬特性の実験的解析　平成 27 年度：①造影剤投与時の超音波照射の組織への影響検討②生体組織の熱的特性イメージングシステムの開発③血流模擬ファントムによる検証④せん断波による組織の堅さ推定の実験的検討　平成 28 年度：①超音波照射による心筋への影響の検討②～④試作システムを用いた動物実験による有効性検討　平成 29 年度：①～④平成 25～28 年度に実施した研究成果の総括的検討．各年度末に外部評価委員会による研究成果の評価を行う．

2.2. テーマ別研究計画

２．２．１　医療における超音波技術の安全性の確立

超音波照射による生体組織への影響は熱的作用と非熱的作用に分けられ，それぞれ次のように説明されている．超音波が生体中を伝搬すると，超音波エネルギーは組織で吸収されて熱エネルギーへと変換する．世界超音波医学生物学連合（WFUMB:World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology)のガイドラインによれば生体中での温度上昇が 4.0℃を超える状態が長時間続くと，生体への影響が無視できなくなると示されている．一方，超音波の音圧が大きくなると，微小なバブルが発生・崩壊するキャビテーションと呼ばれる現象によって組織損傷を引き起こす．キャビテーションは非常に短時間ではあるが大きなエネルギーを発生し，出血を伴う場合がある．現在の基準値である MI<1.9 は，動物実験等によって安全が確認された値ではなく，これまでの実績と，水中での実験で理論的に予測された値から算出されたものであるにもかかわらず，米国を中心にこの基準値を引き上げようとする動きがある．また，強力な超音波エネルギーで DNA が損傷した例も報告されており，生体側から見た安全性に関する指標を策定する必要が生じている．また，現在超音波診断では，肝ガンの診断等に造影剤を投与して超音波照射が行われることがある．造影剤は直径数μｍの気体を含むマイクロバブル群であり，これらの存在はキャビテーションを発生させる超音波強度の閾値を低下させ，急激な温度上昇を引き起こす可能性があるため，造影剤投与時の超音波生体作用についても確認する必要がある．このような背景から，超音波照射による生体への影響を動物実験レベルで確認する必要性が増大している．

本研究テーマでは，超音波照射による生体組織への影響を検討するための動物実験のためのシステムを構築し，①キャビテーション発生と温度上昇が DNA へ与える影響についての検討，②造影剤を投与された場合に超音波照射が与える生体組織への影響についての検討を動物実験によって明らかにする．これらの研究を実施することにより，③プロジェクト終了後も継続的に超音波照射による生体安全性に関わる研究環境を整備して，その成果を情報発信していく体制を整える．国内には超音波の生体安全性を専門に研究している研究所等の組織はなく，欧米での研究成果を受け入れている現状がある．

各年度の研究計画は以下の通りである．

【平成２５年度】

超音波照射による生体組織への安全性を検討するために必要な実験環境を整備する．平成２５年度は超音波照射中における組織内部での音圧と温度上昇を同一のセンサで測定するシステムを開発する．従来，音圧は圧電素子を用いたハイドロフォン，温度上昇は熱電対が用いられていた．そこで，本研究では光ファイバにブラッグ回折用のグレーティングを施した，ファイバブラッググレーティング（FBG）センサを用いる．FBG は光の特定の波長が反射する性質があり，その波長は，FBG に照射される超音波の強度や温度によって変化する．したがって，光ファイバを組織中に挿入して，FBG 部に超音波を照射すると，超音波の周波数で光の波長が変動すると同時に温度変化によっても変化する．このような波長が変化する光の信号から，光波長で振幅変調された電気信号を生成する．この電気信号には音圧と温度変化によって変調されているが，超音波の周波数は MHｚ帯域であり，温度変化は直流から５Hz 程度の帯域であるため，周波数フィルタによって分離する．このセンサを用いた動物実験用測定システムを開発する．

【平成２６年度】

申請者らが開発した一分子ゲノム DNA のその場計測手法を応用し，100 キロ塩基対を越えるサイズの DNA に対する超音波の作用を，定量的に計測する．すでに予備実験により，キャビテーションを引き起こす閾値の出力を越えると，DNA の二本鎖切断が起こり始めること，そして，閾値以下では無損傷となることを確認している（未発表）．さらに，実験をすすめ，ゲノム DNA の存在様式により，損傷の程度がどのように異なるのかを走査型プローブ顕微鏡を用いて明らかにする．これまでに，1 メガ塩基対に一箇所の切断がおこるような低頻度の DNA 損傷は，ガンを誘起するなど生体に重篤な影響をあたえるものと推測されているが，それを定量的に解析する実験手法は存在していなかった．

平成 25 年度に構築した動物実験用測定システムを用いてラットの組織の温度上昇と超音波の音圧，周波数，パルス持続時間，パルス繰り返し時間との関係を調査する

【平成２７年度】

ラットに造影剤を投与して，超音波強度と温度上昇が与える組織への影響を検討する．実験では，①いずれの処置も行わないコントロール群，②超音波のみを照射した群，③超音波造影剤のみを注射した群，④超音波造影剤の注射後超音波を照射した群とする．実験後２４時間経過後に肝臓を摘出し，組織標本および電顕標本を作成する．また血液検査項目として，一般的な肝機能とされる，ALP，AST，ALT，LDH 以外に CK，凝固機能について実験前後に検査を行う．光学顕微鏡では，ヘマトキシリンエオジン染色により肝細胞，肝類洞の情況，温熱および機械的力による組織破壊，出血の有無を観察する．電子顕微鏡標本は，細胞膜・核破壊の有無のみでなく，細胞内のミトコンドリアの破壊，細胞内の異常な顆粒の有無も観察する．これまで，ラットの肝に対する実験結果では，超音波造影剤を用いたのち臨床で使用されている強度の超音波を照射すると，光学顕微鏡および電子顕微鏡で，肝の類洞に血小板の凝集が観察されること，さらに肝細胞内に多数の空胞が観察されるなど，条件によっては異常が発生することがあり，ある程度以上肝細胞の破壊がおこれば，肝由来酵素である ALP，AST，ALT，LDH などが上昇すると考えられる．

【平成２８年度】

ラットに造影剤を投与して，超音波照射による心筋組織への影響を検討する．実験では，心電図と同期を取りながら超音波照射を行う．①いずれの処置も行わないコントロール群，②超音波のみを照射した群，③超音波造影剤のみを注射した群，④超音波造影剤の注射後超音波を照射した群とする．実験後２４時間経過後に心筋組織を摘出し，組織標本および電顕標本を作成する．温熱および機械的力による組織破壊，出血の有無を観察する．電子顕微鏡標本は，細胞膜・核破壊の有無のみでなく，細胞内のミトコンドリアの破壊，細胞内の異常な顆粒の有無も観察する．超音波照射と同時に心電図を取得することによって不整脈発生についても検討する．

【平成２９年度】

平成 25～28 年度に実施して得られた研究成果，すなわち，超音波照射による組織の温度上昇，DNA 損傷の定量的な評価，電子顕微鏡による観察，心電図との関係，造影剤の有無との関連をとりまとめて報告書を作成する．そして，日本超音波医学会機器及び安全に関する委員会へ報告する．同委員会では，従来の基準値で対応可能であるかどうか，対応できない場合には，新しい基準値の提言を行うため，連携機関とともに審議を行い，必要

な場合には勧告等を行う予定である．本研究テーマでは，委員会からの要請により，必要に応じて追加実験等や調査を行い，サポートを実施する．

２．２．２　超音波による生体組織の熱的特性のイメージング

本研究テーマでは超音波を用いて生体内部の熱的な特性の分布を非侵襲にイメージングすることを目的としている．生体内部における単位体積当たりの熱容量は組織によって異なる値を示し，例えばがん組織は特異な値を示すことが知られている．したがって，超音波を用いて組織の持つ単位体積当たりの熱容量の分布を非侵襲的に映像化することができれば，臨床診断において従来では得ることが難しかった熱的な機能情報を提供できる可能性がある．本研究では，以下のようにしてイメージングを行う．まず，生体内部を生体への影響のない低レベルの超音波で加温する．そのときの組織の温度上昇の時間的変化を測定する．測定された温度上昇曲線を生体熱輸送方程式へ与えることにより，熱的特性の分布を計算によって求める．この映像化システムには，次の３つの要素技術が必要となる．第１の技術は，超音波による生体内部の微小温度の加温技術である．第２の技術は，生体内部の温度上昇を超音波によって非侵襲に計測する技術である．この温度上昇測定は音速の温度依存性を利用するため，加温前の生体内部の音速分布が必要となる．生体内部の音速分布を予め推定することが第３の要素技術となる．超音波の生体への安全性に関する国際的なガイドラインによれば，温度上昇が４℃以下であれば問題ないとされている．そのため，温度上昇計測においては４℃以下の温度上昇を精度良く測定することが重要となる．本研究では，磁気共鳴イメージング（ＭＲＩ）から音速（絶対値）分布を推定することを検討する．ＭＲＩで映像化される画像は，生体組織の水分量を反映した画像であり，音速も水分量によって異なることが知られているため，両者が相関する可能性は高い．また，ＭＲＩで撮像される領域と本手法によって映像化しようとする領域を対応づける必要があるため，その点についても検討を行う．これらの要素技術を用いたイメージングシステムを試作し，生体組織模擬ファントムならびに動物実験によって，その有効性を検討する．

各年度の研究計画は以下の通りである．

【平成２５年度】

本研究は，生体組織の熱的な特性の分布をイメージングすることを目的としている．特に，単位体積当たりの熱容量は組織によって異なる値を示し，例えばがん細胞は特異な値を示すことが知られている．すなわち，生体内部を生体への影響のない微小温度加温し

たときの組織の温度上昇の時間的変化を生体熱輸送方程式へ与えることにより，熱的特性の分布を映像化することができる．この映像化システムには，次の３つの要素技術が必要となる．第１の技術は，超音波による生体内内部の微小温度の加温技術である．第２の技術は，生体内部の温度上昇を非侵襲に計測する技術である．本研究では，この２つの技術については超音波を用いる．また，超音波によって温度上昇を測定するためには，音速の温度依存性を利用するため，生体内部の音速分布が必要となる．本研究では，MRI で撮像される画像から音速分布を推定する．これが第３の要素技術となる．平成２５年度では，まず第１の技術と第２の技術を開発する．超音波加温については，既に温熱治療（Hyper Thermia） において利用されている集束高強度超音波（High Intensity Focused Ultrasound: HIFU）と呼ばれている技術を拡張する．数値計算によって超音波振動子の形状を最適化する．温度測定については，音速の温度依存性を用いて温度上昇を測定するための信号処理手法を開発する．

【平成２６年度】

超音波加温技術：平成２５年度に設計した加温用超音波振動子を試作して，加温領域の拡張と均一化を目指す．HIFU 用超音波振動子は振動面形状の曲率を大きくすることにより，焦点領域を狭めて，腫瘍等を加温凝固治療するために用いられる．本研究では，広い領域を微小温度上昇させるため，曲率を大きくして広い領域を均一に加温する振動子が必要となる．温度測定技術：加温による温度上昇を超音波エコーから推定する信号処理手法を適用した測定システムを試作する．試作した振動子を用いて，音速や熱的特性の均一な生体組織模擬ファントムの超音波加温を行い，そのときのファントム内の温度上昇を試作システムで測定する．測定精度ならびに空間分解能等の特性を実験的に検討する．第３の要素技術である MRI による音速推定手法の開発を行う．既存の研究装置である MRI（日立製 Echelon Vega, 1.5T）で生体組織模擬ファントムを撮像することによって，音速との関係を実験的に調査する．

【平成２７年度】

第３の要素技術である，MRI による音速推定については，平成２６年度に導かれた MRI 画像のグレースケールと音速値との実験式を用いている．本研究で対象とする消化器領域の各臓器の音速値と MRI 画像を対応させる．MRI で撮像されたヒトの腹部の画像から音速分布を作成して，それと同等な音速分布を有するファントムを作成する．

また，超音波イメージングで表示される画像と MRI で撮像された画像との位置関係を対応させる必要があるため，その手法について検討する．生体内部の特徴的な臓器や器官を

用いる方法，ヒトと超音波プローブの３次元的な位置関係から推定する手法，音響放射力インパルスを用いた組織変位を用いる方法等について実験的検討を繰り返し行い，その２つの画像のマッチングを行うアルゴリズムを開発する．第１技術および第２技術と融合して，生体内部の熱的特性イメージングシステムを試作して，ファントム実験を行ない，その基礎的な特性を測定する．

【平成２８年度】

平成２７年度に開発したイメージングシステムを用いて，ファントム実験ならびに動物実験を繰り返し行いながら，本研究テーマで開発するイメージングシステムの有効性を検討する．特に，空間分解能，信号対雑音比，測定精度，ダイナミックレンジ等の物理的な特性を明らかにするとともに，画像の再現性や臨床における操作性等を検討することにより，本システムの臨床診断への適用可能性を明らかにする．

【平成２９年度】

平成２８年度に引き続いて，本研究によって開発した３つの要素技術と新しい熱的な特性の超音波イメージングシステムの有効性を動物実験等によって検討する．開発したシステムが臨床的評価が可能なシステムかどうかの検証・判定を行う．臨床的評価が可能と判定された場合には，平成３０年度以降に実施する臨床における具体的な研究の進め方について検討する．

２．２．３　生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発

超音波イメージングは生体内部の情報を安全かつ簡便に取得できる技術であることから，将来の在宅医療等における基盤医療技術のひとつとして位置づけられる．最近では各社から携帯型の超音波診断装置が販売されているが，操作性や価格の点で各家庭で利用できるところまでには至っていない．特に，超音波イメージングの特徴である血流分布のイメージングにおいては，信号処理が複雑となるため画像形成の計算コストが大きく，十分な画質の確保を前提とした装置の小型化ならびに低価格化を難しいものにしている．一方，申請者らは，これまでにコウモリの様々な動態行動計測を通じて，コウモリが既存のセンシング技術とは異なる，生物独自のユニークな計測アルゴリズムを有していることを多数見出している．例えば，コウモリの周波数や音圧に対する補償行動はそのひとつとして挙げられる．コウモリはエコーの微小な周波数変化を検知するため，ある限られた周波数帯域に対する聴取感度が非常に高い，いわゆる”狭帯域フィルタ”を構成している．補償行動とは，飛行中のコウモリが，ドップラー効果により変化するエコーが常にこの帯域

に収束するように，送信側の周波数をコントロールする行動を言う．送信信号を一定にし，受信系を広帯域にすることでターゲットの情報を得る従来の超音波イメージングとは，逆の発想をコウモリは有していることがわかる．本研究では，上述のようなコウモリの補償行動のアルゴリズムのように，受波信号に対する信号処理の負荷を低減して，送波信号の制御と連携した生物補償アルゴリズムを採用することにより，十分な画質を確保した装置の小型化と低価格化を実現することを目的とする．また，本研究では，同時にまだ解明されていないコウモリの補償行動を実験によって明らかにし，それを超音波イメージングへ応用することによって信号対雑音比の向上や速度測定精度の向上を目指す．開発したアルゴリズムは，オープンプラットフォームの研究用超音波イメージングシステムに搭載して，血流模擬ファントムを用いた実験ならびに動物実験によってその有効性を検討する．

各年度の研究計画は以下の通りである．

【平成２５年度】

本研究では，フローレンス大学で開発されたオープンプラットホームの研究用超音波イメージングシステムにコウモリの補償行動を基本とした血流計測アルゴリズムを搭載する．本システムは送波信号も任意に設定できることを特徴としている．生体内部からの超音波エコーは生体組織の周波数依存減衰によって深部に進むに従って減衰を大きく受け，中心周波数が低周波側へシフトする．したがって，新しいアルゴリズムでは，血流を測定しようとする領域の位置によって，送波する超音波の中心周波数や帯域幅を最適化させる必要がある．血流模擬ファントムを用いて，本手法の信号対雑音費の改善，測定精度を検討する．

一方，コウモリの補償行動計測については，モーションキャプチャ装置を導入した，新しい計測システムの構築を行う．これまでに確認されているコウモリの周波数と音圧に見られる補償行動のほか，時間や空間情報取得に対する補償行動の有無の可能性を探る．具体的には，コウモリの飛行動態をモーションキャプチャ装置で計測し，同時に送信パルスの時間長やビーム幅の変化を，音響計測装置にて計測する．またコウモリに届くエコーも，テレメトリ音響計測装置に計測を行い，コウモリがエコー情報に応じて時間長やビーム幅，またスキャニング方向をどのようにコントロールするのか実験的に検討をすすめる．

【平成２６年度】

平成 25 年度に構築した実験システムと血流模擬ファントムを用いて，コウモリの音圧および周波数の補償行動を模擬した血流測定アルゴリズムを検討し，信号対雑音比の改善すると同時に，測定精度の改善を図る．

前年に引き続き，飛行実験を進める．また構築した動態音響計測システムに連動する，新規の音響プレイバックシステムを構築する（エコーロケーション中のコウモリの送信パルスを計測し，任意の信号処理を加えた疑似エコーをリアルタイムに再生する装置）．行動実験で得た補償行動に関する仮説を具体的かつ定量的に検証する手段として，リアルタイムに疑似エコーをプレイバック装置からコウモリに提示し，その際のコウモリの反応（飛行動態および送信パルスの音響特性）を分析する．プレイバック実験を飛行中のコウモリに対して実施することを試みる．またエネルギー消費や信号解析の負荷にも影響するパルスの送信頻度やタイミングについても実験により分析を行い，補償行動が受信感度を一定にする点のみならず，センシングに要するエネルギーの点からも優位であるという可能性にも着目し，検討を進めていく．

【平成２７年度】

平成 26 年度の研究結果を踏まえて，コウモリの補償行動アルゴリズムを用いた血流測定アルゴリズムを血流分布イメージングへと拡張し，その有効性を実験的に検討するために，2 次元の血流分布を映像化する実験システムを構築する．

コウモリの行動計測については，前年度に引き続き，各種条件下における飛行実験を実施し，補償行動に関する知見獲得及びその検証を進めていく．また，コウモリの優れたエコー情報分析に関して，上記の行動実験のほか，コウモリの聴覚末梢における音響情報処理機構を生理学的アプローチにより検討する．具体的には，エコーロケーション中のコウモリからの蝸牛マイクロホン電位や加算電位の計測を行い，音響情報から生体情報への変換初期過程に見られるコウモリ特有の信号処理機構の解明を図る．さらに，飛行中のコウモリよりこれらの生理データの取得を図るため，テレメトリ技術の改良も合せて進めていく．

【平成２８年度】

平成 27 年度に構築した超音波血流分布イメージングシステムを用いて動物実験を行い，信号対雑音比の向上，周波数測定精度の向上，空間分解能の向上について，新しいイメージングアルゴリズムの有効性を検討する．特に，平成 25 年度から 27 年度に実施したエコーロケーション中のコウモリの実験結果から得られた信号処理機構を新しいイメージングアルゴリズムに導入する．

飛行中のコウモリからの聴覚生理データの取得に向けて，引き続き装置技術の開発および実験を行う．モーションキャプチャ装置とこれらの生理実験を連動することで，音響，動態，生理学的側面からの，コウモリの超音波センシング機構を明らかにしていく．コウモリの聴覚抹消で見出される音響信号処理の様式を解析的に実現する手段を検討し，これまでの行動実験で得られた補償行動に関する様々な知見を，信号処理アルゴリズムとして実機に応用する．

【平成２９年度】

平成 25～28 年度に実施したコウモリの行動実験で得られた知見を新しいイメージングアルゴリズムに導入した血流分布イメージングシステムを構築して，従来のイメージングシステムと比較検討する．比較項目としては，信号対雑音比，周波数測定精度，空間分解能を挙げられる．またコウモリの行動学的，神経生理学的実験結果の総合的な検討を進めることで，生物の超音波利用技術や信号処理アルゴリズムに関する有用性をまとめていく．今後の工学応用に期待される新しいシーズを見出し，引き続き，様々な環境下での音響行動観測実験を進めていく．

２．２．４　生体組織のかたさ測定精度の向上

本研究テーマは，超音波応用技術を利用した生体組織の「かたさ」測定について，（1）**硬組織の堅さ**と（2）**軟組織の硬さ**に分けて実施する．以下，それぞれについて述べる．

（１）　現在，整形外科においては，骨粗鬆症診断のための「**超音波骨計測法**」ならびに骨折手術後の治癒を促進する「**超音波骨折治療法**」が注目されている．それぞれにおける，骨のかたさ(弾性)測定の意義は次のように考えられる．①骨粗鬆症の早期発見のためには，安全で簡便な集団検診用の診断法の確立が求められる．その点で，超音波骨計測法（Quantitative Ultrasound：QUS）は，被曝がなく，X 線法より可搬性に優れ，比較的安価であるため，スクリーニングに適している．そこで，精度の高い超音波による骨のかたさ測定技術の開発を行う．②骨折治療に使用されている MHz 域の超音波照射は臨床レベルでの効果が認められているが，軟骨組織から仮骨形成，そして骨再生へと至るメカニズムにおける超音波の役割についてはまだ解明されていない．本研究では，このような骨再生メカニズムの基礎的検討として，高周波域における骨の電気機械変換特性（圧電特性）を評価する．これらの検討から応力センシングデバイスとしての骨の性能と，超音波照射に基づく骨中の電気的・機械的刺激のメカニズムを明らかにする．

（２） 最近，超音波診断の分野では *shear wave*(ずり波，せん断波)を用いた生体組織の硬さ測定法が実用化され，びまん性肝疾患診断等における有用性が検討されている．この手法は，横波である *shear wave* の伝搬速度が組織のずり弾性率と関係していることを利用するもので，ずり弾性率は組織を触った感触に近い硬さの情報を有していると考えられている．したがつて，肝繊維化の診断や腫瘍の良悪性の診断に有用な情報を提供すると期待されている．そこで，本研究では生体組織中での *shear wave* 伝搬を解析し，伝搬速度分布を精度良く測定する技術を開発する．

各年度の研究計画は以下の通りである．

【平成２５年度】

（１）**硬組織の堅さ測定**：海綿骨は異方性が高く，骨梁配向と音波伝搬方向の向きによっては，縦波音波の二波分離が見られる．この二波分離の伝搬特性の変化によって骨梁構造の推測が可能となる．このコンセプトに基づき同志社大学と共同研究先企業の研究成果が臨床用橈骨計測装置として市販されている．この装置の高精度化を念頭に骨梁配向方向と音波の伝搬方向（音軸）のずれや，骨梁配向による 2 波伝搬メカニズムの詳細な検討を行う．

（２） **軟組織の硬さ測定**：生体組織中で *shear wave* を発生させ，その伝搬の様子を観測する超音波診断装置（Supersonic Imagine 社 Aixplorer）を用いた実験システムを構築する．ファントムを用いた実験結果と数値計算による結果を対比して，臨床で観察されているアーチファクト等について検討を行う．

【平成２６年度】

（１）**硬組織**： 平成 25 年度の研究を基に，新たに骨中の圧電効果の確認と定量的評価を行う．ウシの皮質骨部から薄片状試料を研磨・作成し，比較のために試料の微細構造，ハイドロキシアパタイト の配向性，超音波伝搬速度などの基礎物性を計測する．その際に，試料を切り出した皮質骨の部位と各種物性の関連を明確に把握する．特に医療用超音波トランスデューサや，非接触で高周波の短パルス超音波を励起可能なパルスレーザを用いて，骨梁構造を推定する手法について実験的に検討する．レーザを用いるメリットは，将来的に海綿骨に近い関節部位等へ内視鏡的に照射することが可能である点と，照射領域の大きさを制御できることなどである．

（２）**軟組織**：平成 25 年度に構築した音響放射力インパルス発生システムと *shear wave* 検出する超音波送受信システムを用いて，生体組織模擬ファントムの *shear wave* 解析を行う．効率よく音響放射力インパルスを発生させるためのパルスシークエンスについ

て検討する．さらに，*shear wave* 検出効率を向上させるために，超音波ビームフォーミングの方法を検討する．

【平成２７年度】

（１）**硬組織**： 平成 26 年度に実施した実験結果と解析結果から得られた伝搬速度や音響インピーダンス等の基礎物性量を用いて，超音波照射時の生体中の音波伝搬と骨内への音波伝搬に関するコンピュータシミュレーションを実行する．骨中超音波伝搬の FDTD プログラムを改良するとともに，骨折部位を含むディジタル人体モデル（皮膚や骨組織の 3 次元モデル）を開発する．

（２）**軟組織**：平成 26 年度に実施したファントム実験の結果と，組織の不均一性を考慮したシミュレーション解析により，生体組織中の *shear wave* の複雑な伝搬特性を解析する．さらに，*shear wave* の伝搬で生じる局所的な組織変位分布の経時的変化から，shear wave の伝搬速度を求め，軟組織の硬さ分布を推定するためのアルゴリズムを開発する．

【平成２８年度】

（１）**硬組織**： これまでの研究成果をもとに，骨折部位に応じて最適な超音波照射システムの構築を検討する．特に FDTD に圧電シミュレーションを組み込んで，超音波伝搬により生じる骨の応力誘起電位の分布を推定し，その結果と超音波音場を考慮した照射システムの検討を行う．

（２）**軟組織**：平成 27 年度に開発したアルゴリズムを実装した shear wave 硬さ分布測定システムを構築する．ファントム実験や動物の肝臓等の組織を用いた実験によってこのシステムの硬さ測定精度，分解能，信号対雑音比等の特性を明らかにする．従来の装置に比べて１０％以上の測定精度の向上を目指す．

【平成２９年度】

平成 28 年度までの研究成果が臨床で応用可能かどうかを検証・判定する．検証にあたっては，医学系研究者，特に日本超音波医学会認定専門医のサポートを得る予定である．

また，企業などと協力して，これまでの研究成果を用いた新規システムの実用化の可能性を検討する．その際には実用化で重要となる市場調査や，本技術の将来性・発展度を含めた総合的な検討を行い，それらをベースに平成 30 年度以降の新たな研究開発方針を決定する．

3. 研究成果

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

平成25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　同志社　　2　大学名　同志社大学

3　研究組織名　超音波医科学研究センター

4　プロジェクト所在地　京都府京田辺市多々羅都谷１－３

5　研究プロジェクト名　超音波を基軸とした新たな医療技術開発の拠点形成
－ヒトにやさしい医療を目指して－

6　研究観点　研究拠点を形成する研究

7　研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
秋山　いわき	生命医科学研究科	教授

8　プロジェクト参加研究者数　21　名

9　該当審査区分　理工・情報　生物・医歯　人文・社会

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
秋山　いわき	生命医科学研究科・教授	超音波による加温技術および温度上昇測定技術の開発	研究の取りまとめ、テーマ2：生体組織の熱的特性のイメージングの開発
渡辺　好章	生命医科学研究科・教授	造影剤投与時の超音波による組織損傷の計測	テーマ1：超音波の生体安全性の確立
吉川　研一	生命医科学研究科・教授	超音波によるゲノム DNA 損傷の計測	テーマ1：超音波の生体安全性の確立
小山　大介	理工学部・准教授	光 FBG ファイバセンサによる超音波と温度の分離計測	テーマ1：超音波の生体安全性の確立
飛龍　志津子	生命医科学部・准教授	コウモリの補償行動を用いた超音波イメージングアルゴリズムの開発	テーマ3：高画質超音波血流イメージング技術の確立
力丸　裕	生命医科学研究科・教授	コウモリの補償行動を用いた超音波イメージングアルゴリズムの開発	テーマ3：高画質超音波血流イメージング技術の確立
小林　耕太	生命医科学研究科・助教	コウモリの補償行動を用いた超音波イメージングアルゴリズムの開発	テーマ3：高画質超音波血流イメージング技術の確立

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

松川　真美	理工学研究科・教授	骨組織のかたさ測定技術の開発	テーマ4：骨質計測技術の確立
（共同研究機関等）			
平井　都始子	奈良県立医科大学・准教授	超音波による生体組織の熱的特性の評価	テーマ2：生体組織の熱的特性のイメージングの開発
新田　尚隆	産業技術総合研究所・主任研究員	MRIによる音速分布の推定	テーマ2：生体組織の熱的特性のイメージングの開発
Piero Tortoli	フローレンス大学・教授	ドプライメージングシステムの開発	テーマ3：生物アルゴリズムを搭載した超音波イメージングの開発
椎名　毅	京都大学・教授	軟組織のかたさ測定技術の向上	テーマ4：軟組織のかたさ測定
長谷　芳樹	神戸市立工業高等専門学校・准教授	超音波による骨組織伝搬のシミュレーション	テーマ4：骨質計測技術の確立

＜研究者の変更状況（研究代表者を含む）＞

旧

ﾌﾟﾛｼﾞ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

（変更の時期：平成25年　4月　1日）

新

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
	生命医科学部・助教	山本　詩子	テーマ2：MRI を用いた実験の計画および実施

旧

ﾌﾟﾛｼﾞ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
コウモリの補償行動を用いた超音波イメージングアルゴリズムの開発	生命医科学部・准教授	飛龍　志津子	テーマ3：高画質超音波血流イメージング技術の確立

（変更の時期：平成 25 年 10 月 28 日）

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

新

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
京都大学医学部・教授	京都大学医学部・教授	藤井　康友	テーマ３：高画質超音波血流イメージング技術の確立

旧

ﾌﾟﾛｼﾞ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

（変更の時期：平成 26 年　9 月 13 日）

新

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
生命医科学部・准教授	生命医科学部・准教授	飛龍　志津子	テーマ３：高画質超音波血流イメージング技術の確立

旧

ﾌﾟﾛｼﾞ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

（変更の時期：平成 26 年 10 月　1 日）

新

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
磐田市立総合病院・副院長	磐田市立総合病院・副院長	山崎　薫	テーマ４：超音波による骨評価を整形外科の立場から検討

旧

ﾌﾟﾛｼﾞ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

（変更の時期：平成 27 年　2 月　1 日）

新

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
千葉大学フロンティア医工学センター・助教	千葉大学フロンティア医工学センター・助教	吉田　憲司	テーマ１：超音波による生体作用の検討

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

旧

ﾌﾟﾛｼﾞ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

（変更の時期：平成 27 年　4 月　1 日）

新

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
明石工業高等専門学校　電気情報工学科：准教授	明石工業高等専門学校　電気情報工学科：准教授	細川　篤	テーマ4：骨中の音波伝搬シミュレーション技術開発

旧

ﾌﾟﾛｼﾞ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
コウモリの補償行動を用いた超音波イメージングアルゴリズムの開発	生命医科学研究科・教授	力丸　裕	テーマ3：高画質超音波血流イメージング技術の確立

（変更の時期：平成 27 年　4 月　1 日）

新

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
同志社大学　高等研究教育機構・特定任用助手	同志社大学　研究開発推進機構・助手	藤岡　慧明	テーマ3：高画質超音波血流イメージング技術の確立
生命医科学部・助教	京都大学大学院情報学研究科・特定助教	山本　詩子	テーマ2：MRI を用いた実験の計画および実施

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

研究目的・意義：超音波診断・治療法は被曝がなく、かつ生体作用が小さいことから、安全性の高い医療技術として位置づけられ幅広い分野で利用されている。本研究は超音波を安全に使用するための出力範囲を明らかにするとともに、診断のための精度の高い定量検査手法や携帯型のイメージング技術を新たに確立し、プロジェクト終了後も継続的に安全基準を示していく体制を整えることを目的とする。すなわち、超音波を基軸とした新しい診断・治療技術開発の基盤を整備し、同志社大学におけるヒトにやさしい医療技術開発の拠点形成を行う。

計画の概要：本研究プロジェクトでは、超音波を基軸としたヒトにやさしい医療技術を目指して、次の4つのテーマに分かれて研究を実施している。1．医療用超音波技術の安全性の確立：2．超音波による生体組織の熱的特性のイメージング：　3．生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発：　4．生体組織のかたさ測定精度の向上

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

（2）研究組織

1）研究代表者：秋山いわき　4つの研究グループを統括し、進捗状況の確認、公開シンポジウムの主催、自己評価委員会の取りまとめ、外部評価委員会との連携
2）各研究者の役割分担
テーマ1：医療用超音波技術の安全性の確立
テーマ責任者：渡辺好章（テーマの取りまとめ）
学内研究員：吉川研一（DNA 二重鎖切断）、池川雅哉（タンパク質代謝）、小山大介（超音波照射赤血球損傷）、野瀬啓二（DNA 二重鎖切断）
学外研究員：吉田憲司（千葉大、遺伝子変化）、谷口信行（自治医大、ウサギ心臓照射実験）
テーマ2：超音波による生体組織の熱的特性のイメージング
テーマ責任者：秋山いわき（テーマのとりまとめ）
学外研究員：山本詩子（京都大、MRI 撮像）、平井都始子（奈良県立医大、臨床からの知見）、新田尚隆（産業技術総合研究所、温度上昇シミュレーション）
テーマ3：生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発
テーマ責任者：飛龍志津子（テーマのとりまとめ）
学内研究員：小林耕太（生物補償行動実験）、藤岡慧明（生物補償行動実験）、力丸裕（生物補償行動実験）
学外研究員：藤井康友（京都大、臨床からの知見）、Piero Tortoli(University of Florence,Italy、装置の提供)
テーマ4：生体組織のかたさ測定精度の向上
テーマ責任者：松川真美（テーマのとりまとめ）
学外研究員：椎名毅（京都大、エラストグラフィ）、山崎薫（磐田市立総合病院、臨床からの知見）、長谷芳樹（神戸市立工業高専、シミュレーション）、細川篤（明石工業高専、2波伝搬現象）
3）プロジェクトに参加する研究者の人数：21
4）大学院生、PD 及び RA の人数・活用状況：大学院生総数：68名、PD：2名
5）研究チーム間の連携状況：超音波医科学研究センターを設置し、各テーマの研究情報を共有。毎年 1 回シンポジウムを開催
6）研究支援体制　超音波医科学研究センターとして支援。医情報学科 MRI オペレータによる技術支援
7）共同研究機関等との連携状況：京都大学大学院医学研究科と共同研究契約締結。同志社大学大学院学生の京都大学への派遣、イタリア・フローレンス大学情報工学科 Piero Tortoli 教授による超音波イメージング装置の開発と提供、奈良県立医科大学平井都始子准教授による医情報学科特別講義 A における講演

（3）研究施設・設備等

同志社大学医心館　使用総面積　1,270m^2　使用者数10名
同志社大学有徳館西　使用総面積　7,863m^2　使用者数2名
同志社大学訪知館　使用総面積　100m^2　使用者数4名
研究設備
平成 25 年度：研究用超音波イメージングシステム　900 時間、超音波診断装置　900 時間
平成 26 年度：生体試料解析 AFM システム　4000 時間、パルスレーザー一式　900 時間
平成 27 年度：高磁場環境超音波イメージングシステム　500 時間

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

（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。

テーマ1　医療用超音波技術の安全性の確立

1) ブラッグ回折光ファイバセンサー（FBG: Fiber Bragg Grating）を用いた温度と超音波音圧の同時分離計測について、超音波周波数 1-10MHz、音圧 6MPa まで、6℃までの温度上昇を測定する手法を考案し、その有効性を実験的に示した.*6

2) ウサギ心臓を用いた MI1.8 以上の条件下における超音波照射実験において，造影剤の持続静注下で不整脈が誘発されることを報告してきた．新しい超音波照射システムでは，B モード画像を観察しながらこれまでより精密に照射対象をしぼってできるようになった．これまでの実験では，MI 値 1.8 の造影剤単回静注では不整脈が誘発されることはなかったが，本実験では，MI 値 1.8 以下でも造影剤単回静注で不整脈が誘発された．照射部位は刺激伝導系を考慮し 3 箇所に分けたが，部位により不整脈波型が変化することを明らかにした．また，外的刺激に対して被刺激性の高いＴ波の頂点前後の受攻期をターゲットに照射を行い，タイミングによって不整脈誘発に差がないことを報告してきたが，新システムの使用により照射部位と照射タイミングに関して，更に詳細な検討が可能になると考えられた.*8

3) 超音波照射による DNA 二重鎖切断に切断の閾値が存在し，ガンマ線や光誘起活性種などの他の DNA 損傷源にはない特徴をもつことを明らかにしてきた。ミキシングの機械刺激によっても，DNA が二重鎖切断を受けることが明らかとなり，回転速度を調整することで，二重鎖切断を低減することができることを見出した．超音波による DNA 二重鎖切断メカニズムを明確に特徴付けるもので，今後の医学・医療分野における超音波装置開発および安全指標作成に極めて重要な知見となるものである.*4

4) 世代のサイクルが短く，多産という特徴を有するメダカを検討対象として設定し，課題として遺伝子およびタンパクの評価プロトコールの確立をあげた．超音波の遺伝的影響を網羅的解析するための DNA マイクロアレイを実施し，遺伝子解析に対する相補的なデータをタンパク質もしくは代謝レベルで確認することを目指した．今年度は，タンパク質解析法の最適化および信頼性の確認を行った上で，AHCY B-like という分子に対する超音波照射の影響を確認した．代謝レベルでの影響を検討する手法としてイメージング質量分析を候補技術として選定し，メダカを対象にした評価プロトコールの確立，および一例として胆汁酸の組織内分布の可視化を実施した．　遺伝子，タンパクレベルで評価対象分子を選定し，イメージング質量分析において関連分子の組織内分布を可視化することで代謝レベルでの作用を評価できることが期待される．*2

5) 細胞培養環境下における超音波振動が細胞分裂に与える影響および超音波による細胞培養環境制御を応用したパターニング技術について検討した。特に HeLa 細胞の培養制御技術について，細胞増殖がディッシュ上に励振される振動分布のみならず，培養液中の音場分布にも依存することがわかり，その培養メカニズムを明らかにすることができた．*1

テーマ2　超音波による生体組織の熱的特性のイメージング

1) 超音波で加温し、超音波で音速変化を測定する実験システムを構築し、臨床で適用するための条件であった、測定時間１秒以下、温度上昇 1.5 度以下、測定誤差１０％以下で測定することができた。*1

2) MRI と超音波を同時撮像するマルチモダリティ・イメージング・システムを構築した。このシステムを用いて、下腿部の筋肉と脂肪の音速を in vivo 測定を行い、測定値の変動が１０％以下で測定した。また、MRI で計測された音速分布の情報を用いて超音波の画質補正を行った。画質改善の効果を確認した。しかし、腹部における音速測定や画質改善を行うことができなかった。この原因は MRI の撮像時間の長さに起因するもので、呼吸や拍

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

動による生体内部の組織運動による位置ずれを解決する必要がある。この解決はMRI本体の改善が必要であるため、プロジェクト期間に実現することができなかった。*2

テーマ3　生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発

1）コウモリの超音波を模擬し，FM 信号を用いた補償アルゴリズムの有用性の検討を，水中実験を通じて実施した．その結果，FM 信号によって計測されるドプラ周波数の期待値が上昇することが確認できた．一方で，任意波形を用いたドプラ周波数の計測システム構築に時間を要したこともり，より詳細な検討や分析に十分着手でいなかったことは反省点として挙げられる．コウモリの生物ソナー行動をヒントに，目標であった超音波診断装置への応用展開としては，一定の成果があったと考えている．*4

2）ノイズ環境下でコウモリがどのような適応行動を示すのか，群飛行による音響計測と，音響プレイバックによる実験を実施した．前者は，信号の混信を回避するために個々のコウモリが自分の超音波の周波数をわずかにシフトさせることを見出すことができた．またプレイバック実験では，音圧を調査することで，基本周波数と第2高調波成分の音圧比をノイズ状況に応じて，調整していることもわかった．　*1

テーマ4　生体組織のかたさ測定精度の向上

1）日本で 1 台しか稼働していない HR pQCT 装置を用いて、比較的広い範囲の橈骨画像の取得に成功したことは非常に大きい意味がある。今後は、このデータを用いて、複雑な形状の橈骨皮質骨の音波伝搬現象をシミュレーションで解析し、臨床計測に生かしていく予定である。また、海綿骨についてはこれまで行っていなかった散乱現象に着目し、その概要を把握した。これまで我々のグループが先導的に研究を進めてきた 2 波現象と比して、計測で得られる情報量は少ないことがわかったが、現在日本国内で 8000 台以上稼働している踵骨装置にそのまま組み込み可能な技術であり、今後はより適切な散乱パラメータの検討も有用と考える。また、海綿骨に圧電性が確認されたのは、世界でも初めてであり、骨の物性解明に向けて大きな一歩となった。*1,4

2）超音波 Shear Wave Elastography における符号化 push pulse 法の理論的な解析とともに，実際の超音波診断用のプローブを用いて shear wave の計測と画像化が可能なシステムとして構築した．また，それを用いたファントム実験により，パルス圧縮による低音圧でも高 SN が画像再構成や，同時照射による高速化が可能なことを検証することで，今後，診断用装置として実用化が可能なことを実証することができた．　*10

＜優れた成果が上がった点＞

超音波は放射線による診断技術に比べて比較的安全と考えられていたが、最近では生体への影響が懸念されるイメージング・診断技術が臨床で用いられるようになってきた。本プロジェクトでは、動物実験や DNA を用いた実験によって生体への影響が明らかとなり、その安全性を確保できる範囲内で従来の診断精度を向上させる技術を開発した。以下にその詳細をテーマ別に記載する。

テーマ1　医療用超音波技術の安全性の確立

1）超音波照射による DNA 二重鎖切断は音圧依存性があり閾値が存在し、1段階の切断反応であることを示した。一方、γ線では切断の閾値が存在しない。また、光励起によって生成する活性酵素による切断では、閾値は存在しないが、1本鎖切断が2回起こることによって二重鎖切断が引き起こされることを見出した。このことから、超音波診断法は閾値以下の音圧で使用していれば安全であることを示している。一方、放射線や光励起では閾値がないので、低いエネルギーでも安全ではなく照射時間を含めたリスクを見積もる必要

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

がある。*2

2） ウサギ心臓を用いた超音波照射実験によって、超音波造影剤（マイクロバブル）投与後においては、安全基準であるMI1.9 以下でもパルス持続時間が 1ms 以上の場合には期外収縮を発生することを明らかにした。*2

テーマ2　超音波による生体組織の熱的特性のイメージング

1） 1 秒以下の超音波照射によって加温した牛肝臓等の生体組織の温度上昇 1℃の範囲内で、超音波パルスエコー法によって生体組織の熱物性特性を精度約10％以下で測定した。*1

2） 1.5T の MRI の RF コイル内に設置できる超音波プローブを開発し、MRI と同時撮像可能な超音波イメージングシステムを構築した。このシステムによって生体内部の音速を誤差率10%以下で in vivo で測定できることを示した。*1

テーマ3　生物補償行動アルゴリズムを用いた超音波イメージング技術の開発

1） 信号の混信を回避するために個々のコウモリが自分の超音波の周波数をわずかにシフトさせることを見出すことができた.

テーマ4　生体組織のかたさ測定精度の向上

1） MHz 帯での超音波による骨組織の圧電特性を見出した。*4

2） 肝臓等の軟部組織の検査を目的として開発された符号化プッシュパルスを用いたせん断波による弾性イメージングシステムを構築した。その有効性をファントム実験によって示した。*10

＜課題となった点＞

全体総括

超音波の生体への影響については熱的作用と非熱的作用が中心であるが、それ以外の遺伝的な作用がある可能性を示した。今後は再現性や発生メカニズムを解明する必要がある。また、熱的作用を積極的に診断に用いる手法を開発したが、臨床への応用のためには温度上昇のモニタリングが重要である。今後は開発した手法の臨床への応用が重要であると考える。

以下、テーマ別に詳細に述べる。

テーマ1　造影剤投与後の心臓超音波照射については、期外収縮誘発のメカニズム解明が今後重要なテーマである。メダカ胚超音波照射実験による結果からタンパク質の変化が見られたため、今後再現性を確認することが重要である。

テーマ2　超音波加温による生体組織の熱特性測定技術の臨床応用への見通しをつけたが、温度上昇等の安全性を確保した上での適用方法が重要な課題である。

テーマ3　基礎的な実験によって提案手法の有効性を確認できたので、実際のドプラ血流計測への適用が重要である。

テーマ4　新しい手法の臨床への適用が重要である。

＜自己評価の実施結果と対応状況＞

全体総括

最終年度において本事業による研究成果を総括し、自己評価を行った。表 1 は各年度における評価と最終年度における総合評価を各テーマ毎に実施した結果をまとめたものである。このような結果から示される達成度はA：**期待通りの成果**である。そのように判断した理由は以下の通りである。本研究プロジェクトの目的は、超音波を基軸とした新しい診断・治療技術開発の基盤を整備し、同志社大学におけるヒトにやさしい医療技術開発の拠点形成を行う点である。本研究の成果は、安全な超音波の出力範囲を明確に示し、その安全性の範囲内で

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

従来の診断精度向上を期待できる技術を開発したことにより、医療技術開発の知見やノウハウを蓄積できたことである。これは当初目標とした点と一致する。

表1　各年度における自己評価

年度	テーマ1	テーマ2	テーマ3	テーマ4
2013	b), a), b)	b), b)	b)	a), b)
2014	b), a), b)	b), b)	b)	a), a)
2015	b), a), b), a)	b), c)	b)	a), a)
2016	b), a), b)	b), b)	b)	a), a)
2017	A+, A, A, A−	A, A−	A	A, A+

評価
2013～2016 年度　a）当初計画以上に進展している，b）概ね順調に進展している，c)やや遅れている、d)遅れている
2017 年度は達成度評価　A+期待以上の成果があった，A 期待どおりの成果があった、 A−期待どおりの成果があったが一部に遅れが認められた、B 十分ではなかったが一応の成果があった、C 十分な成果があったとは言い難い。

表2　各年度における研究費の予算配分リスト（千円）

年度	全体	テーマ1	テーマ2	テーマ3	テーマ4
2013	30,000	8,800	8,000	10,200	3,000
2014	30,000	8,800	7,000	10,200	4,000
2015	30,000	9,800	7,400	6,800	6,000
2016	40,000	12,000	9,600	12,000	6,400
2017	40,000	20,000	10,000	3,000	7,000

2014 年度はテーマ4の進捗が順調であったため、増額した。2015 年度はテーマ4の進捗が順調であったため増額した。テーマ3の進捗がやや遅れたため減額した。2016　年度はテーマ3でPDを1名雇用したため増額した。テーマ1の進捗が順調であったため増額した。テーマ2の進捗が遅れたがMRI 関連の費用が必要であったため増額した。2017 年度はテーマ1でPDを1名雇用したため，増額した．テーマ2の進捗が回復したため、またMRI 関連費用が必要であったため増額した。テーマ　4　の進捗が順調であったため増額した。テーマ3の進捗がやや遅れたため減額した。

＜外部（第三者）評価の実施結果と対応状況＞

外部評価委員会は5名で構成され、体制の詳細は「１５」に記した。

全体総括
各評価者の全体への評価は表3に示した。また、コメントを以下に示す。

評価者　A　本グループは，同志社大学の生命医科学研究科の多数の研究者を中心に組織し，その中の多様な分野の研究者が良く連携し，当初の研究目標に向かって，5年間大変独創的な成果を挙げてきたことが分かります。素晴らしい研究チームが立ち上がったと思います。今後のさらなる進展に期待したいと思います。
評価者　B　独自の視点の研究も多く，超音波医療技術に拠点として順調に成果を積み上げ

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

た。臨床的な視点での成果の整理があると，よりわかりやすい。
評価者 C それぞれのテーマで充実した研究成果が上がり、将来的なあるいは直近の医療応用へのヒントが数多く提供された。大学院生ら若手人材の育成も進んだ。生体安全性を含む超音波医工学研究の拠点として、今後も活発な研究活動と人材育成が継続されることを期待する。
評価者 D 全ての研究は臨床への発展的応用を考慮し遂行されている
評価者 E 世界をリードする優れた研究ばかりだと思います。

表3 達成度評価

評価者	A	B	C	D	E
1) 目標や目的が達成されたかどうか					
テーマ1	A	A	A	A	A
テーマ2	A	A	B	B	A
テーマ3	A	B	B	B	A
テーマ4	A	A	A	A	A
2)研究の成果の「質」・「独創性」・「先進性」・「新規性」・「メリット」					
テーマ1	A	A	A	A	A
テーマ2	A	A	A	A	A
テーマ3	A	A	A	A	A
テーマ4	A	A	A	A	A
3)将来を十分に見据えた「インパクト」					
テーマ1	A	B	A	A	A
テーマ2	A	A	A	A	A
テーマ3	A	A	B	B	A
テーマ4	A	A	A	A	A
4)将来的な展開への「波及効果」					
テーマ1	A	A	A	A	A
テーマ2	A	B	A	A	A
テーマ3	A	A	B	B	A
テーマ4	A	A	A	A	A
5)総合評価					
テーマ1	A	A	A	A	A
テーマ2	A	A	A	A	A
テーマ3	A	A	B	B	A
テーマ4	A	A	A	A	A
全体	**A**	**A**	**A**	**A**	**A**

達成度の評価 A-B-C-D(A が高評価、D が低評価)

各年度における評価項目は、1)学外参加者との連携、2)若手人材育成、3)費用対効果、4)公開シンポジウム、5)研究の進捗、各テーマの進捗、6)総合評価 である。各項目は4:順調に進んでいる、3:進んでいる、2:遅れている、1:かなり遅れている、の4段階で評価し、意見を記載いただいた。表3に、各年度の評価結果の平均点を示す。

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

表4　2013～2016 年度の外部評価結果

年度	1)	2)	3)	4)	5)全体	5)各テーマ				6)
						1	2	3	4	
2013	4.0	3.6	3.0	-	3.6	3.6	3.6	3.4	3.8	3.6
2014	4.0	4.0	3.0	3.75	3.8	3.6	3.6	3.4	3.8	3.8
2015	3.8	4.0	3.6	3.8	3.8	4.0	3.2	3.4	3.8	3.8
2016	3.8	4.0	3.6	-	3.8	3.8	3.4	3.2	3.8	3.6

2013 および 2016 年度は4）公開シンポジウムについての評価を実施しなかった.
各テーマに対する研究に関する指摘事項は，翌年度に検討して修正した．各年度における対応状況を以下に示す。

2017 年度

（1）日本超音波医学会第 91 回学術集会（2018 年 6 月 8-10 日神戸国際会議場）にて本プロジェクトの成果を報告するシンポジウムを開催することとなった。
（2）研究業績の一覧を作成し、本報告書に記載した。
（3）テーマ1の安全性に関する研究成果については日本超音波医学会機器及び安全に関する委員会へ報告する。また、世界超音波医学生物学連合（World Federation for Ultrasond in Medicine and Biology）安全委員会（Safety Committee）についても報告を検討する。
（4）2017 年度の中間報告として、2017 年 8 月 23 日の京田辺校地で開催することとした。奈良県立医科大学平井都始子教授による招待講演、富山大学大学院教授長谷川英之教授による招待講演、そして大学院学生によるポスター発表を実施することとした。
（5）最終成果報告会を 2018 年 3 月 4 日（日）同志社大学今出川校地良心館にて一般公開とすることとした。

2016 年度

（1）関わった若手研究者とその研究テーマ（成果）を表にまとめて一覧にすることも，本事業をアピールする上では検討頂きたい。また，こうした研究を通じて，どのような人材を育成するか（課題に果敢に挑戦する気概を育むなど）も明らかにしてはどうでしょうか.
　報告書にリストを記した。どのような人材を育成するかについては引き続き検討することとした。
（2）医療への貢献を全員が共通認識をもってそのためになにができるかを常に考えることが重要
　本プロジェクトで開発する技術はヒトに優しい医療を目指している。QOL を考慮すること、超音波の非侵襲性、安全性について 8 月に開催する公開シンポジウムで再確認し、各テーマで明確化することとした。
（3）学術雑誌への論文を報告書で掲載する件
　著作権の関係もあるが、できる限り掲載することとした。
（4）さらに多く集まれる場所で公開されると良い
　２０１８年３月に今出川キャンパスで最終成果報告会を開催することとした。また、日本超音波医学会で研究成果を報告する機会を求めていくこととした。
（5）収支計算書についてまとめたものが必要
　収支計算書をテーマ毎にまとめたものを報告書第4章に掲載した。
（6）研究の臨床的意義を理解するには、臨床現場の関係者ともっと積極的にコミュニケーショ

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

ンを図る必要があると思います。
　臨床医とのコミュニケーションを図る点を各テーマで再確認し、８月の公開シンポジウムでは奈良県立医大平井都始子教授に臨床における超音波診断について講演をお願いした。

2015 年度
（1）各テーマについてのミッションの明確化
　研究計画を再確認し、各テーマで明確化することとした。特に、テーマ1は多方面から安全性の検討を行っているため、DNA への影響、細胞への影響（温度上昇を含む）、胚（メダカ卵）への影響と分類した
（2）若手人材育成の明確化
　基本的には超音波医科学分野の研究者、技術者の育成を目標としているが、次年度に助教を 1 名雇用して超音波医科学研究を担う人材として育成することとした。引き続き、大学院博士前期課程、学生の発表にも重点を置き、民間企業等で活躍する技術者の育成についても尽力していく。
（3）費用の提示方法の明確化
　各テーマの費目別の決算書を年度別報告書に追加した。
（4）学術論文数の目標
　研究費として5年間 170,000,000 円の設備費として 75,000,000 円、合計 245,000,000 円である。10,000,000 円で論文数 1 本を目安とすると、24.5 本となる。この数値を目標とする。
（5）細胞レベルでの超音波照射による影響の評価
　自治医科大学谷口教授に参画いただき、ウサギを用いた動物実験を行い、検討を開始した。メダカ胚を用いたタンパク質への影響についても検討を開始した。

2014 年度
　B 委員から自己評価についての具体性が欠けるとのご指摘をいただいたので、2014 年度の自己評価については各テーマ毎に実施し、その結果を 2015 年度予算配分に反映させた。E 委員から「整形外科医の意見を参考にする必要がある」とのご指摘をいただいたので、テーマ4の研究員として、磐田市立総合病院整形外科山崎薫医師のご参加をいただいた。

＜研究期間終了後の展望＞
テーマ1
1) ウサギ心臓に対する超音波照射による実験と通して、不整脈発生の解明を科学研究費基盤研究（B）の補助によって実施する。
2) 遺伝子欠損 p53 メダカを用いてマトリックス支援レーザー脱離イオン化法による質量分析イメージングによるプロテオーム解析を科学研究費基盤研究（C）の補助によって実施する。

テーマ2
1) 超音波加温による生体組織の熱物性特性測定とイメージングによって各領域における腫瘍の良悪性鑑別診断への適用を検討する。
2) MR 高磁場環境下同時撮像超音波イメージングによって肝・胆・膵や甲状腺、乳腺、心臓の組織性状診断を中心に臨床診断への応用を検討する。
テーマ3　血流速度測定精度向上のための送信超音波パルスの最適化とイメージング装置への搭載。生体への適用
テーマ4　骨中超音波2波伝搬現象の解明と、二波分離手法の高速化。軟骨の圧電性の測定。動脈壁の弾性評価手法の臨床への適用可能性の検討

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

＜研究成果の副次的効果＞

全体総括

本事業の研究成果から、公益社団法人日本超音波医学会において Shear Wave Elastography 利用時における「音響放射力インパルスの安全性について」という勧告を学会公式ホームページ*に公開した。

テーマ1 超音波の安全性評価についての研究成果を公益社団法人日本超音波医学会機器及び安全に関する委員会において定期的に報告した。その結果、

テーマ2 リコー株式会社中央研究所と 2015 年に共同研究を行い、特許出願を行った。

テーマ3 テーマ責任者の飛龍志津子教授が第 14 回日本学術振興会賞(2018.2.7)を受賞した。

テーマ4 椎名毅教授が「組織性状・機能情報の新規イメージング技術の先駆的研究と超音波エラストグラフィの開発」で平成 29 年度中谷賞大賞（2018.2.16）を受賞した。

＊https://www.jsum.or.jp/committee/uesc/pdf/ARFI_Safety.pdf

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）超音波の生体作用 （2）生体組織の熱的特性 （3）生物の補償行動
（4）せん断波エラストグラフィ（5）骨の圧電特性 （6）キャビテーション
（7）骨中二波伝搬現象 （8）音響放射力

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＞

テーマ1

[1] *5 K. Tani, K. Fujiwara, D. Koyama, “Adhesive cell patterning technique using ultrasound vibrations,” Ultrasound in Medicine and Biology, (submitted)

[2] *4 R. Kubota, Y. Yamashita, T. Kenmotsu, Y. Yoshikawa, K. Yoshida, Y. Watanabe, T. Imanaka, K. Yoshikawa, “Double-Strand Breaks in Genome-Sized DNA Caused by Ultrasound, ChemPhysChem, Vol.18, pp.959-964, 2017.

[3] M. Noda, Y. Ma, Y. Yoshikawa, T.Imanaka, T. Mori, M. Furuta, T. Tsuruyama, K. Yoshikawa, ″A single-molecule assessment of the protective effect of DMSO against DNA double-strand breaks induced by photo-and g-ray-irradiation, and freezing″, Scientific Reports, 7, 8557, pp1-8, 2017.

[4] T. Mori, Y. Yoshikawa, K. Yoshikawa, ″放射線が引き起こすゲノム DNA 二本鎖切断の可視化と定量化: DNA 凝縮と放射線耐性″, 放射線生物研究 (Radiation Biology Research Communications), 52, pp.239-253, 2017.

[5] K. Tani, M. Imura, D. Koyama, Y. Watanabe, Quantitative evaluation of hemolysis on bovine red blood cells caused by acoustic cavitation under pulsed ultrasound, Acoust. Sci. & Tech., Vol. 38 (2017) No. 3, pp.161-164

[6] *1 Keisuke Imade, Takashi Kageyama, Daisuke Koyama, Yoshiaki Watanabe, Kentaro Nakamura, Iwaki Akiyama, ”Measurement of sound pressure and temperature in tissue-mimicking material using an optical fiber Bragg grating sensor”, Journal of Medical Ultrasonics, Vol.43, Issue 4, pp 473-479, 2016

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[7] Noriya Takakayama ,Yasunao Ishiguro, Nobuyuki Taniguchi, Kazuki Akai, , Hideki Sasanuma, Yoshikazu Yasuda, Naotaka Nitta, Iwaki Akiyama , "The effect of ultrasound with acoustic radiation force on rabbit lung tissue: a preliminary study". J Med Ultrasonics vol43, pp.481-485, 2016

[8] *2 Yasunao Ishiguro, Naotaka Nitta, Nobuyuki Taniguchi, Kazuki Akai, Noriya Takakayama, Hideki Sasanuma, Yukiyo Ogata, Yoshikazu Yasuda, Iwaki Akiyama , Ultrasound exposure (mechanical index 1.8) with acoustic radiation force impulse evokes extrasystolic waves in rabbit heart under concomitant administration of an ultrasound contrast agent. J Med Ultrasonics vol43, pp3-7, 2016.

[9] N.Nitta, Y. Ishiguro, H. Sasanuma, N. Taniguchi, I. Akiyama , Experimental System for In-Situ Measurement of Temperature Rise in Animal Tissue under Exposure to Acoustic Radiation Force Impulse, J Med Ultrasonics, vol.42, pp39-46, 2015

[10] Y. Ishiguro, H. Sasanuma, N. Nitta, N. Taniguchi, Y. Ogata, Y. Yasuda, I. Akiyama, The arrhythmogenetic effect of ultrasonic exposure with acoustic radiation force (ARF) impulse on the rabbit heart with ultrasound contrast agent; perfluorobutane J Med Ultrasonics, vol.42, pp47-50, 2015

[11] K Y. Ma, N. Ogawa, Y. Yoshikawa, T. Mori, T. Imanaka, Y. Watanabe, K. Yoshikawa, "Protective effect of ascorbic acid against double-strand breaks in giant DNA: Marked differences among the damage induced by photo-irradiation, gamma-rays and ultrasound", Chemical Physics Letters, 638, pp. 205-209, 2015.

[12] K. Yoshida, N. Ogawa, Y. Kagawa, H. Tabata, Y. Watanabe, T. Kenmotsu, Y. Yoshikawa, K. Yoshikawa,"Effect of low-frequency ultrasound on double-strand breaks in giant DNA molecules, Applied Physics Letters, 103, 063705/pp. 1-3, (2013).

テーマ2

[1] *1 Yukako Tsujimoto, Mai Morimoto, Naotaka Nitta, Iwaki Akiyama, Ultrasonic measurement of sound velocity fluctuations in biological tissue due to ultrasonic heating and estimation of thermo-physical properties, Journal of Medical Ultrasonics, (submitted)

テーマ3

[1] *2 E. Takahashi, K. Hyomoto, H. Riquimaroux, Y. Watanabe, T. Ohta and S.Hiryu, "Adaptive changes in echolocation sounds by Pipistrellus abramus in response to artificial jamming sounds", Journal of Experimental Biology, Vol. 217, pp.2885-2891, 2014.

テーマ4

[1] *1S. Mori, T. Makino, D.Koyama, S.Takayanagi, T.Yanagitani, M.Matsukawa, Ultrasonically induced electrical potentials in demineralized bovine cortical bone, AIP Advances, Vol.8, p.045007, 2018

[2] K. Hirata, T. Kubota, D. Koyama, S. Takayanagi, M. Matsukawa, Fabrication of oriented hydroxyapatite film by RF magnetron sputtering, AIP Advances, Vol. 7, art.no. 085219, 2017.

[3] K. Takano, Y. Nagatani, M. Matsukawa, Simulation study of axial ultrasound transmission in heterogeneous cortical bone model, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 56, No. 7S1, art.no. 07JF29, 2017.

[4] *1S. Matsukawa, T. Makino, S. Mori, D. Koyama, S. Takayanagi, K. Mizuno, T. Yanagitani, M. Matsukawa, Effect of anisotropy on stress-induced electrical potentials in bovine bone using ultrasound irradiation, Appl. Phys. Lett., Vol. 110, No. 14, art. no.143701, 2017.

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[5] A. Hosokawa, Observations of experimental and numerical waveforms of piezoelectric signals generated in bovine cancellous bone by ultrasound waves, Jpn. J. Appl. Phys., Accepted.
[6] A. Hosokawa, Structural dependence of piezoelectric signal in cancellous bone at an ultrasound frequency, Proc. Mtgs. Acoust. Vol. 32, 32, 020001, 2017.
[7] A. Hosokawa, Investigation of piezoelectric anisotropy of bovine cortical bone at an ultrasound frequency by coupling an experiment and a simulation, J. Acoust. Soc. Am., Vol. 142, No. 2, pp. EL184-EL189, 2017.
[8] T. Hata, Y. Nagatani, K. Takano, M. Matsukawa, Simulation study of axial ultrasonic wave propagation in heterogeneous bovine cortical bone, J. Acoust. Soc.Am, Vol. 140, No. 5, pp. 3710-3717 (2016)
[9] T. Hachiken, S. Nakanishi, M. Matsukawa, Effect of medullary cavity in cancellous bone on two-wave phenomenon, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 55, No. 7S1, pp. 07KF16-1-5 (2016)
[10] *2J. Jang, K. Kondo, T. Namita, M. Yamakawa, T Shiina, “Study on the application of shear-wave elastography to thin-layered median and tubular structure: Finite-element analysis and experiment verification,” Jap. J. of Applied Physics, Vol. 55, pp. 07KF08-1-8, 2016
[11] T. Kitazaki, K. Kondo, M. Yamakawa, T. Shiina, “Shear wavelength estimation based on inverse filtering and multiple-point shear wave generation,” Jap. J. of Applied Physics, Vol. 55, pp. 07KF10-1-6, 2016 2016
[12] H. Taki, Y. Nagatani, M. Matsukawa, K. Mizuno, T. Sato, “Fast characterization of two ultrasound longitudinal waves in cancellous bone using an adaptive beamforming technique”, J. Acoust. Soc. Am., Vol.137, No. 4, pp. 1683-1692 (2015)
[13] I. Mano, K. Horii, M. Matsukawa, T. Otani, “Two-wave propagation in in vitro swine distal ulna”, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 54, No. 7S1, pp. 07HF02 (2015)
[14] I. Mano, K. Horii, H. Hagino, T. Miki, M. Matsukawa, T. Otani, “Estimation of in vivo cortical bone thickness using ultrasonic waves”, J. Med. Ultrasonics, Vol. 42, No. 3, pp.315-322 (2015)
[15] S. Kawasaki, R. Ueda, A. Hasegawa, A. Fujita, T. Mihata, M. Matsukawa, M. Neo, “Ultrasonic wave properties of human bone marrow in the femur and tibia”, J. Acoust. Soc. Am., Vol. 138, No. 1, pp. EL83-EL87 (2015)
[16] A. M. Groopman, J. I. Katz, M. R. Holland, F. Fujita, M. Matsukawa, K. Mizuno, K. A. Wear, J. G. Mille, “Conventional, Bayesian, and Modified Prony’s methods for characterizing fast and slow waves in equine cancellous bone”, J. Acoust. Soc. Am., Vol. 138, No. 2, pp. 594-604 (2015)
[17] C. Liu, T. Tang, F. Xu, D. Ta, M. Matsukawa, B. Hu, W. Wang, “Signal of interest selection standard for ultrasonic backscatter in cancellous bone evaluation”, Ultrasound in Med. & Biol., Vol.41, No.10, pp. 2714-2721 (2015)
[18] Y. Imoto, R. Tsubota, M. Kawabe, M. Saito, K. Marumo, M. Matsukawa, “Effects of abnormal collagen crosslinks on hypersonic longitudinal wave velocity in bovine cortical bone”, Glycative Stress Research, Vol.2, No.3, pp.101-103 (2015)
[19] H. Tsuneda, S. Matsukawa, S. Takayanagi, K. Mizuno, T. Yanagitani, M. Matsukawa, Effects of microstructure and water on the electrical potentials in bone induced by ultrasound irradiation, Appl. Phys. Lett., Vol. 106, p. 073704 (2015).
[20] A. Hosokawa, “Numerical simulation of piezoelectric effect of bone under ultrasound irradiation,” Jpn. J. Appl. Phys., vol.54, pp. 07HF06-1-07HF06-7, 2015.

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[21] A. Hosokawa, “Numerical analysis of ultrasound backscattered waves in cancellous bone using a finite-difference time-domain method: Isolation of the backscattered waves from various ranges of bone depths,” IEEE Trans. Ferroelectr. Freq. Control, vol.62, no.2, pp. 1201-1210, 2015.
[22] T.Shiina, “Ultrasound elastography: Development of novel technologies and standardization,” Jpn. J. Appl. Physics. vol. 53, pp. 07KA02-1~7,2014.
[23] T. Umemoto, E. Ueno, T. Matsumura, M.Yamakawa, H. Bando, T. Mitake and T. Shiina, “Ex Vivo and In Vivo Assessment of The Non-Linearity of Elasticity Properties of Breast Tissues for Quantitative Strain Elastography,” Ultrasound in Medicine and Biology vol. 40, no.8, pp. 1755-1768, 2014.
[24] 椎名 毅, “超音波エラストグラフィの研究開発の現状・動向,” Medical Imaging Technology, vol. 32, no. 2, pp. 63-68, 2014.
[25] Y. Nagatani, K. Mizuno, M. Matsukawa, “Two-wave behavior under various conditions of transition area from cancellous bone to cortical bone”, Ultrasonics, Vol. 54, No. 5, pp.1245-1250 (2014).
[26] M. Matsukawa, R. Tsubota, M. Kawabe, K. Fukui, “Application of a micro-Brillouin scattering technique to characterize bone in the GHz range”, Ultrasonics, Vol. 54, No. 5, pp.1155-1161 (2014).
[27] I. Mano, K. Horii, F. Fujita, Y. Nagatani, M. Matsukawa, T. Otani, “Influence of the circumferential wave on the fast and slow wave propagation in small distal radius bone, Jpn”. J. Appl. Phys., Vol. 53, No. 7S, pp. 07KF07-1-3 (2014).
[28] K. Wear, Y. Nagatani, K. Mizuno, M. Matsukawa, “Fast and slow wave detection in bovine cancellous bone in vitro using bandlimited deconvolution and Prony’s method”, J. Acoust. Soc. Am., Vol.136(4), pp. 2015-2024 (2014).
[29] F.Fujita, K.Mizuno, M.Matsukawa, “An experimental study on the ultrasonic wave propagation in cancellous bone: Waveform changes during propagation”, Journal of the acoustical society of America, Vol.134, pp.4775-4781, 2013.

＜図書＞

該当無し

＜学会発表＞

テーマ1

[1] (Invited) Kenichi Yoshikawa, How to Bridge the Gap between Life and Matter, Italy meets Asia: Scientific Venue in Kyoto 2017 (Nov. 11, 2017), Kyoto, Japan.
[2] (Invited) Kenichi Yoshikawa,Playing with Crowding: Creation of Cell-Mimicking Structure & Function,First International Symposium on Chemistry for Multimolecular Crowding Biosystems (CMCB2017) (Dec. 12-13, 2017), Kobe, Japan.
[3] (Invited) Kenichi Yoshikawa,Emergence of Cell-Like Structure & Function under Crowding Condition,International Conference: The Origin of Life (May 29-30, 2017), Tokyo, Japan.
[4] E. Matsumoto, K. Kawanabe, K. Yoshida, I. Akiyama, M. Hirose, M. Ikegawa, Y. Watanabe, “Proteomic analysis of developmental effect on medaka embryo exposed by ultrasound”, Proc. 2017 International Congress on Ultrasonics, 2017
[5] (Invited) I. Akiyama, W. Takano, K. Rifu, N. Takayama, H. Sasanuma and N. Taniguchi, “Effect on Rabbit Heart Exposure to Ultrasound with Long Pulse Duration” International Congress on Ultrasonics (ICU), December 18 -20, Honolulu Hawaii, USA, 2017
[6] W. Takano, M. Furuya, C. Okamoto, H. Ichikawa, I. Akiyama, “The promotion of muscle synthesis of skeltal muscle cell exposed to ultrasound”, International Congress on Ultrasonics (ICU), December 18 -20, Honolulu Hawaii, USA, 2017
[7] H. Sasanuma, N. Takayama, K. Rifua, W. Takano, Y. Ishiguro, N. Taniguchi, A. Kawarai Lefor and I. Akiyama, “The Effect of Ultrasound with Acoustic Radiation Force Impulse on the Lung: A Preliminary Study in

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

Rabbits", International Congress on Ultrasonics (ICU), December 18 -20, Honolulu Hawaii, USA, 2017
[8] M. Noda, Y. Yoshikawa, T. Imanaka, T. Mori, M. Furuta, T. Kenmotsu, T. Tsuruyama, K. Yoshikawa, "Protective effect of DMSO on DNA double-strand break among different lesions: gamma-ray, photo-induced active oxygen and freezing", The American Society for Cell Biology, San Francisco, USA, 2016.
[9] K. Tani, M. Imura, D. Koyama, Y. Watanabe, Quantitative evaluation of hemolysis induced by pulsed ultrasound exposure, 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (2016.11)
[10] K. Imade, D. Koyama, I. Akiyama, Simultaneous measurement of sound pressure and temperature of tissue mimicking material by an optical fiber Brag grating sensor, Acoustical Society of America Spring 2015 Meeting (2015.5)
[11] K. Akai, Y. Ishiguro, N. Nitta, H. Sasanuma, N. Taniguch,I. Akiyama, "On the thermal effect in biological tissues exposed to ultrasound of longer pulse duration after administration of contrast agents", IEEE International Ultrasonics Symposium, 2015
[12] (Invited) Iwaki Akiyama, "Safety of Medical Ultrasound", Asian Symposium on Advanced Ultrasound Technology, Taipei, Taiwan, 2015
[13] R. Kubota, N. Ogawa, Y. Kagawa, Y. Yoshikawa, Y. Watanabe, T. Kenmotsu, T. Mori, T. Imanaka, K. Yoshikawa, "Double-strand breaks caused by ultrasound and gamma-ray in a genome size DNA evaluated through single-molecule observation: Marked decrease of lesion on its compact state", International Workshop on Polyelectrolytes in Chemistry, Biology and Technology at NTU, Singapore, January, 2015.
[14] (Invited) Iwaki Akiyama, "Biological effects of tissue exposed to ultrasound with acoustic radiation force", The 11th Congress of the Asian Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology, 2014.
[15] Y. Ma, Y. Yoshikawa, K. Yoshikawa, T. Mori, T. Imanaka, "Protective Effect of Ascorbic Acid on Double-strand Breaks of Giant DNA induced by photo- and gamma-irradiation.", 8th IUPAP International Conference on Biological Physics, Beijing, China, June, 2014.
[16] Notaka Nitta, Yasunao Ishiguro, Hideki Sasanuma, Nobuyuki Taniguchi, Iwaki Akiyama, Proceedings of IEEE International Ultrasonics Symposium, pp. 1175-1178, 2014
[17] T. Kageyama, D. Koyama, I. Akiyama, "Multipoint measurement of sound pressure and temperature in biological tissues by using optical fiber sensors", 166th Meeting of the Acoustical Society of America, (2013.12)
国内学会
[18] （依頼講演）利府数馬，笹沼英紀，高山法也，高野わかな，石黒保直，小形幸代，秋山いわき，谷口信行，造影剤投与後の音響放射力インパルスを伴う超音波照射による期外収縮の誘発，日本超音波医学会第91回学術集会，(2018.6)
[19] （依頼講演）高山法也，笹沼英紀，利府数馬，高野わかな，石黒保直，秋山いわき，谷口信行，音響放射力インパルスが肺に及ぼす影響－ウサギを用いた動物実験－，日本超音波医学会第91回学術集会，(2018.6)
[20] （依頼講演）池川雅哉，松本恵李那，吉田憲司，秋山いわき，廣瀬まゆみ，渡辺好章，超音波照射によるメダカ胚のプロテオーム解析，日本超音波医学会第91回学術集会，2018.6
[21] 谷健太朗，藤原滉二，小山大介，超音波振動を用いた接着細胞のパターニング技術電子情報通信学会 超音波研究会（2018.1）
[22] 藤原滉二，谷健太朗，小山大介，超音波振動を用いた細胞パターニング，日本音響学会 2018 年春季研究発表会（2018.3）
[23] 阪口裕暉，松本恵李那，辻雄大，池川雅哉，秋山いわき，中邨智之，廣瀬まゆみ，渡辺好章，"生体影響解析システムとしてのメダカのオミクス解析"，第 23 回 Hindgut Club Japan シンポジウム，2017.
[24] 山下 悠介，吉田 憲司，渡辺 好章，秋山 いわき，剣持 貴弘，吉川 研一，吉川 祐子，"MHz 帯超音波照射に伴う巨大 DNA 分子の二重鎖切断の音圧依存性，"日本音響学会・春季研究発表会論文集，1-9-21，pp.31，2017.
[25] 松本恵李那，吉田憲司，秋山いわき，廣瀬まゆみ，池川雅哉，渡辺好章，"超音波照射されたメダカ胚のプロテオーム解析"，平成 29 年度第 2 回アコースティックイメージング研究会，2017
[26] 高山法也，笹沼英紀，利府数馬，高野わかな，新田尚隆，石黒保直，秋山いわき，谷口信行，音響放射力インパルスが肺に及ぼす影響－ウサギを用いた動物実験，日本超音波医学会第90回学術集会，(2017.5)
[27] 谷健太朗，小山大介，渡辺好章，超音波振動を用いたHeLa細胞の培養制御，日本組織培養学会第 90 回大会（2017.7）
[28] 谷健太朗，小山大介，培養ディッシュの超音波振動を用いた細胞培養の制御，2017 年度生命科学系学会合同年次大会（2017.12）

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[29]　（依頼講演）石黒保直，新田尚隆，赤井一輝，高野わかな，高山法也，小杉幸代，笹沼英紀，安田是和，谷口信行，秋山いわき，音響放射力インパルス（ARFI）を伴う超音波と期外収縮，日本超音波医学会第89回学術集会，2016.5
[30]　（依頼講演）新田尚隆，石黒保直，赤井一輝，笹沼英紀，谷口信行，高野わかな，秋山いわき，音響放射力を伴う超音波による生体組織の温度上昇，日本超音波医学会第89回学術集会，2016.5
[31]　山田健人，阪口裕暉，松本恵李那，吉田憲司，殿山泰弘，廣瀬まゆみ，秋山いわき，渡辺好章，“音響キャビテーションに伴うメダカ胚への影響，”日本音響学会・春季研究発表会講演論文集，1-Q-28，pp. 55，2016
[32]　Y. Ma, Y. Yoshikawa, K. Sadakane, T. Kenmotsu, K. Yoshikawa, “Phase transition of genomic DNA molecules in solutions with different concentration of propanol”, 第 54 回日本生物物理学会大会，つくば，2016.
[33]　松尾晃佑，秋山いわき，“FBG センサによる MHz 超音波音圧計測”，日本超音波医学会第 89 回学術集会，2016
[34]　野田雅美，吉川祐子，森利明，古田雅一，鶴山竜昭，吉川研一，“Protective effect of DMSO against DNA double-strand break among different lesions: γ-ray, photo-induced active oxygen and freezing”，第 39 回日本分子生物学会，横浜，2016.
[35]　谷健太朗，居村真人，小山大介，渡辺好章，パルス超音波照射による溶血に造影剤が与える影響，日本超音波医学会第 89 回学術集会（2016.5）
[36]　今出圭亮，松尾晃佑，小山大介，秋山いわき，ファイバブラッググレーティング(FBG)センサを用いた超音波音圧と温度の同時計測，第 56 回光波センシング技術研究会講演会，2015
[37]　Yue Ma, N. Ogawa, Y. Yoshikawa, T. Mori, T. Imanaka, K. Yoshikawa, “Protect Effects of Ascorbic Acid against Double-strand Breaks in Giant DNA Molecules: Comparison among the Damages”，日本生物物理学会第 53 回年会，2015.
[38]　R. Kubota, Y.Yamashita, Y.Kagawa, Y. Yoshikawa, Y. Watanabe, T. Kenmotsu, T. Imanaka, K. Yoshikawa, “Pulsing stimuli of ultrasound causes larger damage on DNA than its CW mode: Single DNA observation on double-strand breaks”，日本生物物理学会第 53 回年会，2015.
[39]　Yue Ma, “Protective Effect of Ascorbic Acid against Double-strand Breaks in Giant DNA”，第 148 回ビタミン C 研究委員会，2015.
[40]　（招待講演）K. Yoshikawa, “Double-Strand Break in Genomic DNA: Is ultrasound safe enough?” 超音波研究会，2015（京都）.
[41]　Y. Ma, Y. Yoshikawa, T. Mori , T. Imanaka, K. Yoshikawa, “Protective Effect of Ascorbic Acid on Double-strand Breaks of Giant DNA induced by photo- and gamma-irradiation”, Biophysical Society 52th Annual Meeting, September , 2014（札幌）.
[42]　R. Kubota, N. Ogawa, Y. Kagawa, Y. Yoshikawa, Y. Watanabe, T. Kenmotsu, T. Mori, T. Imanaka, K. Yoshikawa, “Comparison of the damages by gamma-ray and ultrasound to cause double-strand breaks of DNA with the attention of the effect on its higher-order structure”, Biophysical Society 52th Annual Meeting, September , 2014（札幌）
[43]　野田雅美、吉川祐子、今中忠行、吉川研一、“DNA 二本鎖切断の DMSO による保護作用：直接観察による定量的計測”、第37回分子生物学会、November , 2014（神戸）
[44]　今出圭亮，陰山誉，小山大介，秋山いわき，“光ファイバセンサを用いた超音波・温度の同時多点計測”，日本音響学会 2014 年春季研究発表会，1333-1334，2014
[45]　上田優都，山田健人，吉田憲司，殿山泰弘，清水信義，渡辺好章，“超音波照射がメダカに与える影響の検討，”2014 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会，18p-F5-14，2014.
[46]　山田健人，上田優都，吉田憲司，殿山泰弘，清水信義，渡辺好章，“ 低周波超音波により引き起こされたメダカ胚における卵黄球の収縮と出血，”第 52 回日本生物物理学会年会，p. S103，2014.
[47]　陰山誉，小山大介，秋山いわき，光ファイバセンサを用いた超音波と温度変化の分離測定，電子情報通信学会超音波研究会，東北大学，2013
[48]　石黒保直，新田尚隆，笹沼英紀，安田是和，秋山いわき，谷口信行．超音波造影剤投与下のウサギ心臓における音響放射力インパルス（ARFI:Acoustic Radiation Force Impulse）の心電図波形に与える影響についての検討；日本超音波医学会 基礎技術研究会資料，p51-54，2013.

テーマ2

[1]　*2 Ken Inagaki, Shinpei Arai, Iwaki Akiyama, “Development of simultaneous ultrasonic imaging system under high magnetic fields of MRI”,40th International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Honolulu, HI, 2018

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[2] (Invited) Iwaki Akiyama, “Simultaneous Ultrasonic Imaging under Magnetic Resonance Imaging”, 13th Congress of the Asian Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology, 2018.5
[3] Iwaki Akiyama, Yukako Tsujimoto, Measurement of thermal properties of the biological tissues by ultrasonic heating, Artimino Conference 2017 on Medical Ultrasound Technology, June 11-14, 2017
[4] M. Morimoto, Y. Tsujimoto, I. Akiyama, Proposal of Ultrasonic Imaging of thermophysical property distribution in vivo by ultrasonic heating, 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (2016.12)
[5] M. Sugiyama, H. Kanayama, I. Akiyama, Measurement of volumetric heat capacity of biological tissues heated by ultrasound exposure, 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (2016.12)
[6] Akihisa Morita, Mai Morimoto, Yoshiaki Watanabe, Iwaki Akiyama: Measurement of temperature rise of tissue heating by ultrasonic pulse-echo method, 11th Congress of Asian Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology, Kuala Lumpur, Malaysia (2014.10)
[7] Utako Yamamoto and Tomoyuki Hiroyasu, “Fiber tractography based on curvature and torsion for fibers crossing area,” Proceedings of Neuroscience 2013, San Diego, USA, 2013.
国内学会
[8] （依頼講演）秋山いわき，MR と超音波のマルチモダリティイメージング，日本超音波医学会第９１回学術集会，(2018.6)
[9] 辻本祐加子,森本 舞,新田尚隆,秋山いわき，超音波加温による生体組織の熱物性の超音波測定，日本超音波医学会第 90 回学術集会，(2017.5)
[10] 金山寛明,杉山真璃子,新田尚隆,秋山いわき，超音波加温による生体組織の体積熱容量の測定，日本超音波医学会第 90 回学術集会，(2017.5)
[11] 稲垣拳，小南成史，秋山いわき，生体内部の音速分布を考慮した超音波イメージング －超音波と MR の同時撮像による音速分布の推定とその補正－，日本音響学会 2017 年春季研究発表会（2017.3）
[12] 新井慎平，森泉裕貴，小南成史， 稲垣拳，二矢川和也，秋山いわき，MR 高磁場環境下で行う超音波イメージングの開発，第 56 回生体医工学会大会(2017.5)
[13] 小南成史，稲垣拳，秋山いわき，MR で撮像された画像情報を用いた超音波イメージングの歪み補正，日本超音波医学会第 43 回関西地方会学術集会（2016.10）
[14] 森泉裕貴，新井慎平，二矢川和也，秋山いわき，MRI で撮像された画像情報を用いる超音波イメージング －高磁場対応超音波プローブの試作－，日本超音波医学会第 43 回関西地方会学術集会（2016.10）
[15] 三原伸公，秋山いわき，渡辺好章，MRI の画像情報を用いた生体組織の音速推定について －T1・T2 値と音速の関係－，日本超音波医学会 第 42 回関西地方会学術集会（2015.9）
[16] 森本舞，森田晟央，渡辺好章，秋山いわき，超音波パルスエコー方式による生体内部の温度上昇分布のイメージング，日本超音波医学会第 88 会学術集会（2015.5）
[17] 杉山真璃子，清水冠太朗，渡辺好章，秋山いわき，超音波加温による生体組織の体積熱容量の測定法，日本超音波医学会第 88 会学術集会（2015.5）
[18] 三原伸公，高杉一等，渡辺好章，秋山いわき，音速分布を考慮した超音波イメージング －MRI の T1・T2 値による音速の推定－，2015 年電子情報通信学会総合大会（2015.3）
[19] 五島僚太郎，大谷真穂，渡辺好章，山谷裕哉，丸上永晃，平井都始子，秋山いわき，音速分布を考慮した超音波イメージング －MRI による音速推定の試み－ 日本超音波医学会第 87 回学術集会（2014.5）
[20] 五島僚太郎，小南成史，渡辺好章，山谷裕哉，丸上永晃，平井都始子，秋山いわき，超音波 B モード像における音速分布の補正，日本超音波医学会第 41 回関西地方会学術集会（2014.11）

テーマ3
[1] Kazuma Hase, Takara Miyamoto, Yukimi Kadoya, Kohta I. Kobayasi, Shizuko Hiryu, “Spectral jamming avoidance by FM bats during group flight, revealed by on-board sound recordings from each individual”, 日本比較生理生化学会/国際シンポジウム”Environmental Sensing and Animal Behavior”, 2016/6/10 @東京大学先端科学技術研究センター(RCAST)
[2] Shizuko Hiryu, “Laboratory and field studies on acoustic navigation of echolocating bats - Tracking of flight paths and ultrasounds,” The 6th International Seminar on Biodiversity and Evolution: Wildlife Science by New Biologging studies, 京都大学北部キャンパス理学研究科セミナーハウス, 2017/05/30
[3] Yuta Tamai, Takashi Noguchi, Shizuko Hiryu, and Kohta I. Kobayasi, “A new behavioral paradigm for investigating auditory perception of untrained animals: Application of novel object recognition procedure to hearing research”, Society for Neuroscience, Washington, DC, USA, 2017/11/11-2017/11/15
[4] Jun Nishimura, Yu Teshima, Shizuko Hiryu, Iwaki Akiyama, A compensation method of

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

frequency-dependent attenuation for pulsed Doppler systems by adapting the transmitting waveform, The Journal of the Acoustical Society of America 138, 1746 (2015)*1

[5] Kazuma Hase, Takara Miyamoto, Yoshiaki Watanabe, Hiroshi Riquimaroux, Tetsuo Ohta and Shizuko Hiryu, Changes in spectro-temporal features of echolocation pulses emitted by flying FM bats (Miniopterus fuliginosus) in reaction to FM jamming sounds, Neuroscience 2015 Chicago, USA 2015/10/17-21

[6] Daiki Goto, Shizuko hiryu, Kohta I. Kobayasi and Hiroshi Riquimaroux, How flying CF-FM echolocating bats adapt to acoustically jammed, 170th Meeting of the Acoustical Society of America @ Jacksonville, Florida, USA 2015/10/31-11/8

国内学会

[7] 長谷 一磨, 角屋 志美, 間井谷 洋祐, 小林 耕太, 飛龍 志津子, “集団飛行するコウモリの音響混信状況での信号抽出メカニズムに関する検討”, 日本音響学会 2018 年春季研究発表会, 日本工業大学宮代キャンパス, 2018/3/13-15

[8] 角屋志美, 竹内由紀, 長谷一磨, 小林耕太, 飛龍志津子, “群れで飛行するコウモリはうるさい状況にどのように立ち向かうか—テレメトリ計測による混信回避の検討—”, 行動 2017, 東京大学駒場キャンパス, 2017/8/31-2017/9/1

[9] 氏野友裕, 中井元貴, 藤岡慧明, 福井大, 依田憲, 飛龍志津子, “野生コウモリを追跡! GPS ロガーとマイクロホンアレイから見た音響採餌行動戦略”, 行動 2017, 東京大学駒場キャンパス, 2017/8/31-2017/9/1

[10] Takara Miyamoto, Kazuma Hase, Yasufumi Yamada, Kentaro Ito, Kohta I. Kobayasi, Shizuko Hiryu), “Path control of group flying bats for collision avoidance”, 個体群生態学会大会, 九州大学西新プラザ, 2017/10/13-2017/10/15

[11] 氏野友裕, 藤岡慧明, 福井大, 飛龍志津子, “コウモリの大規模・小規模空間における採餌行動時のソナー戦略の分析～GPS イベントロガーとマイクロホンアレイを用いた動態音響計測～”, 第 64 回日本生態学会大会, 2017/3/14-18@早稲田大学

[12] *1 佐藤寛, 手嶋優風, Jun Nishimura, 渡辺好章, 飛龍志津子, 秋山いわき, “パルスドプラ血流計測における生体組織の周波数依存減衰の影響とその補正”, 日本超音波医学会第 89 回学術集会 2016/05/27-28

[13] 氏野友裕, 吉村洸基, 藤岡慧明, 飛龍志津子, “CF-FM コウモリの異なるクラッタ環境におけるパルス音響特性の比較・検討”, 海洋音響学会 2016 年度研究発表会 2016/05/19-20@東京大学生産技術研究所

[14] 藤岡慧明, “Echolocating bats use future-target information for optimal foraging”, 海洋音響学会 2016 年 談話会・シンポジウム, 2016/6/22 @東大生研プレゼンテーションルーム

[15] Yuta Tamai, Shizuko Hiryu, Kohta I.Kobayasi, “Dose cochlear stimulation with pulsed infrared laser create the intelligible perception of speech sounds? : The multidiscipline approach convincing animal electrophysiology and human psychology”, 日本神経科学大会, 2016/7/20-22@パシフィコ横浜

[16] 佐藤涼, 玉井湧太, 野口峻, 飛龍志津子, 小林耕太, “Double flash illusion in Mongolian Gerbil :The ethological approach using novel object recognition procedure”, 日本神経科学大会, 2016/7/20-22@パシフィコ横浜

[17] Yuta Tamai, Yuka Shinpo, Kensuke Horinouchi, Makoto Arimura, Sizuko Hiryu, Kohta I. Kobayasi, “Development of novel hearing aid using noninvasive cochlear stimulation”, 比較生理学会若手の会夏の合宿, 2016/9/1-2 @八王子大学大学セミナーハウス

[18] Yuuta Harada, Hiroyuki Miyawaki, Sizuko Hiryu, Kota Kobayasi, “Attention enhances peripheral sensitivity for listening weak communication sounds in Mongolian gerbil”, 動物心理学会第 76 回学会, 2016/11/23-26@北海道大学

[19] Kotaro Onoue, Yuta Tamai, Suguru Matusi, Shizuko Hiryu, Kohta I Kobayasi, “Does action potentials generated by pulsed infrared laser irradiation to the cochlea, create sound perception in the brain”, 動物心理学会第 76 回学会, 2016/11/23-26@北海道大学

[20] 佐藤寛、手嶋優風、Jun Nishimura, 渡辺好章、飛龍志津子、秋山いわき受波信号によって送波信号を最適化する超音波パルスドプラ法—生体組織の周波数依存減衰の影響と測定精度の向上、日本音響学会 2016 年春季研究発表会, 2016

[21] 手嶋優風, 柏村祐樹, 飛龍志津子, 秋山いわき, ″受波信号によって送波信号を最適化する超音波ドプラ血流計測法の提案,″ 日本音響学会 2015 年春季研究発表会, 2015, pp. 136-137.

[22] 長谷一磨, 宮本聖, 渡辺好章, 力丸裕, 太田哲男, 飛龍志津子, “jamming 音呈示下での飛行中コウモリにおけるエコーロケーション音声の時間周波数構造の変化”, 第 38 回日本神経科学大会 2015/7/30@神戸国際会議場

[23] 長谷一磨, 高橋依里, 宮本聖, 渡辺好章, 力丸裕, 太田哲男, 飛龍志津子, “ソナー信号混状況にお

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

ける FM コウモリの超音波パルス特性変化”, 超音波研究会, 金沢大学, 2014.
[24] 角谷美和, 渡邉翔太郎, 藤岡慧明, 合原一究, 渡辺好章, 力丸裕, 太田哲男, 飛龍志津子 “採餌飛行時におけるコウモリの複数ターゲットに対するソナー戦略の分析”, 日本動物行動学会 第 32 回大会, 広島大学, 2013.
[25] 角谷美和, 渡邉翔太郎, 藤岡慧明, 合原一究, 渡辺好章, 力丸裕, 太田哲男, 飛龍志津子, “複数ターゲットに対する野性コウモリの超音波センシング戦略について－パルス放射方向および飛行軌跡に関する実験的・数理的検討－”, 第30回センシングフォーラム, 信州大学, 2013.
[26] 渡邉翔太郎, 角谷美和, 藤岡慧明, 合原一究, 渡辺好章, 力丸裕, 太田哲男, 飛龍志津子, “獲物探索飛行中における野性コウモリのソナー行動戦略-マイクロホンアレイシステムを用いた 3 次元飛行軌跡とパルス放射方向の分析-”, 超音波研究会, 同志社大学, 2013.

テーマ4
[1] *1S. Mori, M. Kuraoka, T. Makino, Y. Sakata, M. Matsukawa, Induced electric potential in bone by low intensity ultrasound irradiation, 2017 International Congress on Ultrasonics, Hawaii, USA (2017.12)
[2] [Invited] M. Matsukawa, I. Mano, Y. Yoneda, K. Horii, S. Umemura, E. Ozaki, In vivo radius bone evaluation in their teens by two longitudinal wave propagation, 174th Meeting of the Acoustical Society of America, New Orleans, USA (2017.12)
[3] [Invited] H. Taki, Y. Nagatani, M. Matsukawa, S. Izumi, Two ultrasound longitudinal in cancellous bone acquired using a fast decomposition method with a phase rotation parameter for bone quality assessment, 174th Meeting of the Acoustical Society of America, New Orleans, USA (2017.12)
[4] Y. Sakata, S. Mori, M. Kawase, M. Matsukawa, Application of laser ultrasound technique to evaluate wave velocity in bovine meniscus, 174th Meeting of the Acoustical Society of America, New Orleans, USA (2017.12)
[5] (Invited) T.Shiina, “WFUMB Guidelines for Clinical Use of UltrasoundElastography – Basic Principles and Terminology” WFUMB 2017, Taipei, 2017.10.15
[6] (Invited) M.Yamakawa, S. Fujii, T.Shiina, ″Evaluation of Shear Wave Dispersion Caused by Liver Fibrous Structure Using Hepatic Fibrosis Progression Model,″ WFUMB 2017, Taipei, 2017.10.16.
[7] M. Matsukawa, I. Mano, K. Horii, Y. Yoneda, S. Umemura, E. Ozaki, In vivo radius bone evaluation of teenagers by modified two wave ultrasound apparatus, 2017 IEEE International Ultrasonics Symposium, Washington DC, USA (2017.9)
[8] S. Nakanishi, Y. Kinoshita, M. Matsukawa, Effect of medullary cavity on the two wave phenomenon in the distal part of long bone, 2017 IEEE International Ultrasonics Symposium, Washington DC, USA (2017.9)
[9] M. Kawase, M. Matsukawa, H. Hayashi, Y. Shibagaki, M. Kawabe, Measurement of longitudinal wave velocity in articular cartilage by micro Brillouin scattering, 2017 IEEE International Ultrasonics Symposium, Washington DC, USA (2017.9)
[10] T. Kubota, K. Hirata, K. Mori, S. Tokuda, D. Koyama, M. Matsukawa, Fabrication of oriented hydroxyapatite film by RF magnetron sputtering, IBDW/ESUCB (2017.6)
[11] T. Makino, K. Takano, T. Kubota, S. Matsukawa, S. Takayanagi, T. Yanagitani, M. Matsukawa, Ultrasonically induced electrical potentials in bovine cortical bone, IBDW/ESUCB, Monastery Banz, Germany (2017.6)
[12] Y. Nagatani, I. Mano, M. Matsukawa, K. Takano, K. Chiba, A real-size FDTD simulation of ultrasound propagation inside human radius, IBDW/ESUCB, Monastery Banz, Germany (2017.6)
[13] K. Takano, Y. Nagatani, M. Matsukawa, Simulation study on axial ultrasound propagation in cortical bone model-effects of shape and heterogeneity-, IBDW/ESUCB, Monastery Banz, Germany (2017.6)
[14] A. Hosokawa, Structural dependence of piezoelectric signal in cancellous bone at an ultrasound frequency, 2017 International Congress on Ultrasonics, Hawaii, USA (2017.12)
[15] A. Hosokawa, Estimation of piezoelectric sensitivity at an ultrasound frequency in bovine cancellous bone, IBDW/ESUCB, Monastery Banz, Germany (2017.6)
[16] 2*T. Matsumoto, K. Kondo, T. Namita, M. Yamakawa, and T. Shiina, “Experimental validation of simultaneous excitation of orthogonal coded push pulses for fast shear wave elastography,” Proc. of 2017 IEEE Int. Ultrason. Symp., 2017. DOI: 10.1109/ULTSYM.2017.8092921
[17] S. Fujii, M. Yamakawa, K. Kondo, T. Namita, M. Kudo, T. Shiina, “Evaluation of shear wave dispersion caused by fibrous structure and tissue viscosity using hepatic fibrosis progression and histological models,” Proc. of 2017 IEEE Int. Ultrason. Symp., 2017, DOI: 10.1109/ULTSYM.2017.8092713
[18] Y. Takayama, K. Kondo, T. Namita, M. Yamakawa, T. Shiina, “Quantitative elasticity imaging by shear

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

wave speed evaluation using inverse filtering," Proc. Sympo. Ultrason. Electron. 38, paper 3J1-1, 2017 年 10 月.
[19] [Invited] K. Wear, A. Groopman, J. Katz, M. Holland, Y. Nagatani, K. Mizuno, M. Matsukawa, J. Miller, Signal processing methods for through-Transmission measurements of fast and slow waves in bovine and equine cancellous bone, 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (2016.11)
[20] [Invited] M. Matsukawa, S. Nakanishi, I. Mano, K. Horii, Y. Yoneda, S. Umemura, E. Ozaki, In vivo radius bone evaluation of woman in their late teens by two wave apparatus, 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (2016.11)
[21] S. Mori, S. Matsukawa, M. Kawase, S. Takayanagi, M. Matsukawa, Induced electric potential in cortical bone and cartilage by ultrasound irradiation, 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (2016.11)
[22] K. Takano, Y. Nagatani, M. Matsukawa, Simulation study of ultrasound propagation in anisotropic and heterogeneous cortical bone model, 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan (2016.11))
[23] S. Matsukawa, S.Mori, I. Mano, T. Yanagitani, K. Mizuno, S. Takayanagi, M. Matsukawa, Anisotropic behavior of induced electric potentials in bone by ultrasound irradiation, 2016 IEEE International Ultrasonics Symposium (2016.9)
[24] T.Shiina, "Elasticity imaging of inhomogeneous media using inverse filtering with multiple shear wave generation," Proc. of 5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan, Honolulu, 2016
[25] M. Matsukawa, S. Matsukawa, H. Tsuneda, "Piezoelectric response of bone in the MHz range", Acoustical Society of America Spring 2015 Meeting, USA (2015.5)
[26] A. Groopman, K. Wear, Y. Nagatani, K. Mizuno, M. Matsukawa, H. Taki, J. Katz, M. Holland, J. Miller, "Sample thickness dependence of Bayesian and modified least squares Prony's analysis methods on systematically shortened bovine cancellous bone", Acoustical Society of America Spring 2015 Meeting, USA (2015.5)
[27] Y. Nishimura, S. Kawasaki, M. Matsukawa, "Ultrasonic wave velocities in radial direction of bovine cortical bone", Acoustical Society of America Spring 2015 Meeting, USA (2015.5)
[28] A. Hosokawa, "Numerical simulation of piezoelectric effect under ultrasound irradiation: Consideration of the conductivity," Proc. Symp. Ultrasonic Electronics, no.1P5-1, Tsukuba, Japan, 2015.
[29] A. Hosokawa, "Numerical analysis of fast and slow waves backscattered from various depths in cancellous bone," Proc. IEEE Int. Ultrasonics Symp., no.P1C6-5, pp.1-4, Taipei, Taiwan, 2015.
[30] A. Hosokawa, "Numerical simulations of electric fields in bone induced by an ultrasound wave using a piezoelectric finite-difference time-domain method," Proc. 6th European Symp. Ultrasonic Characterization of Bone, no.Th1.4, pp. 1-4, Corfu, Greek, 2015.
[31] A. Hosokawa, "Numerical investigation of fast and slow longitudinal waves backscattered from various depths inside cancellous bone," Proc. 169th Meeting of Acoust. Soc. Am., no. 2pBA12, p.2288, Pittsburgh, USA, 2015.
[32] T. Hata, Y. Nagatani, M. Matsukawa, "FDTD simulations of ultrasonic wave propagation in the cortical bonewith heterogeneity", Acoustical Society of America Spring 2015 Meeting, USA (2015.5)
[33] R. Ueda, S. Kawasaki, A. Hasegawa, A. Fujita, T. Mihata, M. Neo, M. Matsukawa, "Ultrasonic wave properties of human bone marrow in elderly people", European Symposium on Ultrasonic Characterization of Bone, Greece (2015.6)
[34] T. Hachiken, I. Mano, Y. Matsuura, Y. Okamura, M. Matsukawa, "Effect of circumferential wave on two wave phenomenon in human distal radius model", European Symposium on Ultrasonic Characterization of Bone, Greece (2015.6)
[35] S. Matsukawa, H. Tsuneda, I. Mano, K. Mizuno, T. Yanagitan, S. Takayanagi, M. Matsukawa, "Ultrasound radiation from bone transducer in the MHz range", IEEE International Ultrasonics Symposium 2015, Taipei (2015.10)
[36] Y. Imoto, S. Takayanagi, M. Saito, K. Marumo, M. Matsukawa, Hypersonic wave velocity in drying collagen film with AGE crosslinks, IEEE International Ultrasonics Symposium 2015, Taipei (2015.10)
[37] Jun-keun Jang, Kengo Kondo, Takeshi Namita, Makoto Yamakawa, Tsuyoshi Shiina, A comparison study on shear wave velocity estimation of thin layered media using shear wave imaging, WC2015, Toronto, 2015,

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[38] M. Gomyo, K. Kondo, M. Yamakawa, T. Shiina, “Mapping viscoelastic properties by Multi-Line(ML) acoustic radiation force,” Proc. of SPIE Medical Imaging 2015, vol. 9419, pp.94191A-1~8, 2015.
[39] T. Kitazaki, T. Shiina, K. Kondo, M. Yamakawa, ″Shear wave elasticity imaging using inverse filtering and multiple-point shear wave generation,″ Proc. 2014 IEEE International Ultrasonics Symposium, pp. 1121-1123, 2014.
[40] T. Shiina, “Real-time Tissue Elastography: theory and usefulness for breast cancer diagnosis,”12th International Workshop on Breast Imaging(IWDM2014),” Gifu 2014.
[41] T Kitazaki , K Kondo, M Yamakawa, T Shiina, ″Estimation of tissue viscoelasticity using inverse filter and multipoint shear wave generation.″ Proc. of the 13th International Tissue Elasticity Conference, ,Snowbird, 2014.
[42] Y. Matsuura, I. Mano, Y. Nagatani, M. Matsukawa, “Ultrasonic wave propagation in a child radius model”, 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (2014.8).
[43] T. Hachiken, Y. Matsuura, F. Fujita, I. Mano, T. Hata, Y. Nagatani, M. Matsukawa, “Ultrasonic wave propagation in the distal end adult human radius model”, 2014 IEEE International Ultrasonics Symposium (2014.9).
[44] H. Taki, Y. Nagatani, M. Matsukawa, K. Mizuno, T. Sato, “Fast characterization of the fast and slow ultrasound waves incancellous bone using frequency domain interferometry”, 2014 IEEE International Ultrasonics Symposium (2014.9).
[45] H. Tsuneda, I. Mano, E. Hernanz, K. Mizuno, T. Yanagitani, S. Takayanagi, M. Matsukawa, “Polarity of piezoelectric properties in bone induced by ultrasound irradiation”, 2014 IEEE International Ultrasonics Symposium (2014.9).
[46] Y. Imoto, M. Matsukawa, R. Tsubota, “Evaluation of anisotropy in cortical bone by micro-Brillouin scattering”, 2014 IEEE International Ultrasonics Symposium (2014.9).
[47] M. Matsukawa, Y. Imoto, R. Tsubota, M. Kawabe, “Application of micro Brillouin scattering to evaluate hypersonic wave velocity in bone”, Material Science and Engineering 2014 (2014.9).
[48] E. Hernanz, M. Matsukawa, H. Tsuneda, M. Okino, T. Yanagitani, K. Mizuno, “Ultrasonically induced electrical potentials in bone”, Material Science and Engineering 2014 (2014.9).
[49] [Invited] M. Matsukawa, “Induced electric potentials in bone by ultrasonic irradiation”, Ultrasonics 2014 -Ultrasonic-based applications: from analysis to synthesis- (2014.9).
[50] K. Wear, Y. Nagatani, K. Mizuno, M. Matsukawa, “Fast and slow wave detection in cancellous bone in vitro using bandlimited deconvolution and Prony’s method”, Joint conf. World Fed. Ultrasound. Med. Biol. and Amer. Inst. Ultrasound. Med. (2015.3).
[51] I. Mano, M. Matsukawa, T. Otani, Y. Yoneda, K. Horii, K. Etoh, M. Sugimoto, H. Yokota, Y. Murakami, Y. Kotoura, Clinical usefulness of the fast and slow wave system to discriminate fractures at the proximal femur, European Symposium on Ultrasonic Characterization of Bone, 2013.
[52] F. Fujita, K. Mizuno, I. Mano, M. Matsukawa, Observation of fast wave in the initial state of wave propagation in cancellous bone, European Symposium on Ultrasonic Characterization of Bone, 2013.
[53] F. Fujita, K. Mizuno, I. Mano, M. Matsukawa, Two wave phenomenon in a child radius model, 2013 Joint UFFC, EFTF and PFM symposium, 2013.
[54] I. Mano, K. Horii, M. Matsukawa, T. Otani, Assessment of bone quality by quantitative ultrasound measurement, The 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2013.
[55] M. Gomyo, K. Kondo, M. Yamakawa, T. Shiina, “Mapping Viscoelastic Properties using acoustic radiation force,” Proc, of 12th International Tissue Elasticity Conference, p.105, 2013.
国内学会
[56] L. V. Bustamante, K. Takano, M. Matsukawa, Experimental evaluation for the shear axial transmission wave in in vivo bone, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 (2018.3)
[57] 壁下育弥, 細川篤, 海綿骨を用いた超音波センサの電極に関する検討, 2018 年電子情報通信学会総合大会 (2018.3)
[58] 高野幸樹, 佐伯誠哉, 長谷芳樹, 松川真美, 時間反転波を用いた皮質骨中の超音波伝搬制御, 電子情報通信学会 超音波研究会 (2018.1)
[59] 中西翔子, 村島和, 澤田紘一, 松川真美, 超音波散乱測定による海綿骨の異方性評価, 電子情報通信学会 超音波研究会 (2018.1)
[60] 川瀬麻実, 安井寛和, 村島和, 葛原由紀, 池川雅哉, 松川真美, ラット糖尿病モデルの骨中音速評価電子情報通信学会 超音波研究会 (2018.1)

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[61]　牧野大輝，森駿貴，中西翔子，小山大介，高柳真司，松川真美，MHz 域における皮質骨の逆圧電効果の実験的検討，電子情報通信学会 超音波研究会（2018.1）
[62]　瀧宏文，長谷芳樹，松川真美，出江紳一，適応型ビームフォーミングを用いた高速分析法による海綿骨中の超音波 2 波伝搬 現象解析，第 38 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2017.10）
[63]　高野幸樹，佐伯誠哉，長谷芳樹，松川真美，皮質骨中を伝搬する超音波の集束 ーFDTD によるシミュレーション，第 38 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2017.10）
[64]　牧野大輝，高野幸樹，中西翔子，小山大介，高柳真司，柳谷隆彦，松川真美，横波超音波照射下における皮質骨中誘発電位の検討 第 38 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2017.10）
[65]　［招待講演］松川真美，MHz 域における骨の圧電性 ー超音波による骨の物性研究，公益社団法人日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム（2017.9）
[66]　村島和，中西翔子，松川真美，糖化した海面骨が超音波二波伝搬現象に与える影響，日本音響学会 2017 年秋季研究発表会（2017.9）
[67]　中西翔子，ラングトン クリスチャン，松川真美，固液共存媒質中の超音波の位相干渉 ー簡単なモデルにおける音線法および理論解析と実験データの比較ー，日本音響学会 2017 年秋季研究発表会（2017.9）
[68]　牧野大輝，高野幸樹，中西翔子，松川沙弥果，高柳真司，柳谷隆彦，松川真美，横波超音波照射下における皮質骨の誘発電位の検討，第 37 回日本骨形態計測学会（2017.6）
[69]　村島和，中西翔子，上田涼平，松川真美，海綿骨の糖化による超音波音速の変化，第 37 回日本骨形態計測学会（2017.6）
[70]　［招待講演］松川真美，眞野功，超音波による骨の計測と診断，第 37 回日本骨形態計測学会（2017.6）
[71]　［招待講演］松川真美，超音波法による骨計測，日本超音波医学会第 90 回学術集会（2017.5）
[72]　細川篤，超音波によって海綿骨で発生する圧電信号の実験的・数値的観測，第 38 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2017.10）
[73]　椎名 毅，“Shear wave で軟組織の何をどう測るのか？，” 超音波医学，44(Suppl.) p. S175，2017 年 4 月.
[74]　松本 拓也，近藤 健悟，浪田 健，山川 誠，椎名 毅，”Shear wave Elastography における直交符号化 push pulse の同時照射の実験的検討，” 超音波医学，44(Suppl.) p. S454，2017 年 4 月.
[75]　藤井 志桜里，近藤 健悟，浪田 健，山川 誠，椎名 毅，“慢性肝炎の組織構造変化が粘弾性評価に及ぼす影響，” 超音波医学，44(Suppl.)，p. S454，2017 年 4 月.
[76]　［招待講演］松川真美，超音波で骨を診る ー基礎と臨床からー，電子情報通信学会 超音波研究会（2017.1）
[77]　牧野大輝，松川沙弥果，小山大介，高柳真司，水野勝紀，柳谷隆彦，松川真美，ブタ大腿骨皮質骨中における超音波誘発電位の評価，日本音響学会 2017 年春季研究発表会（2017.3）
[78]　高野幸樹，長谷芳樹，松川真美，Axial Transmission 法における超音波伝搬の皮質骨厚さ依存性，日本音響学会 2017 年春季研究発表会（2017.3）
[79]　松川沙弥果，牧野大輝，小山大介，高柳真司，水野勝紀，柳谷隆彦，松川真美，縦波・横波の超音波伝搬時における骨中誘発電位の検討，圧電材料・デバイスシンポジウム 2017（2017.2）
[80]　森駿貴，松川沙弥果，寺木瞳，高野幸樹，坂田祥崇，高柳真司，松川真美骨，コラーゲンの MHz 域の圧電性に関する実験的検討，電子情報通信学会 超音波研究会（2017.1）
[81]　高野幸樹，長谷芳樹，森駿貴，上田涼平，松川真美，Axial Transmission 法を考慮した皮質骨中の超音波伝搬シミュレーション，電子情報通信学会 超音波研究会（2017.1）
[82]　上田涼平，村島和，高野幸樹，松川真美，皮質骨中の悪玉架橋の生成による超音波音速の変化，電子情報通信学会 超音波研究会（2017.1）
[83]　松川沙弥果，松川真美，超音波の照射角度と骨中誘発電位に関する検討，IEEE Instrumentation & Measurement Society, Tokyo/Japan Sections Joint Chapter（2016.12）
[84]　上田涼平，川瀬麻実，松川真美，骨コラーゲン中の悪玉架橋が超音波音速に与える影響，第 37 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2016.11）
[85]　森駿貴，松川沙弥果，川瀬麻実，高柳真司，松川真美，脱灰した皮質骨中の超音波誘発電位の検討，第 37 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2016.11）
[86]　松川沙弥果，森駿貴，小山大介，高柳真司，水野勝紀，柳谷隆彦，松川真美，超音波照射による骨の圧電特性の評価，第 37 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2016.11）
[87]　高野幸樹，長谷芳樹，松川真美，不均一な皮質骨モデルにおける骨軸方向の超音波伝搬シミュレーション，第 37 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2016.11）

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[88]　川瀬麻実，柴垣慶明，富田昇太，森駿貴，川部昌彦，松川真美，Brillouin 光散乱法による関節軟骨中の局所的音速評価，第 37 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム（2016.11）
[89]　川瀬麻実，柴垣慶明，富田昇太，森駿貴，松川真美，顕微 Brillouin 散乱法を用いた関節軟骨中の音速測定，電子情報通信学会 超音波研究会（2016.7）
[90]　森駿貴，超音波照射による軟骨中の誘発電位の計測，第 36 回日本骨形態計測学会（2016.6）
[91]　中西翔子，八軒卓磨，井本有紀，松川真美，海綿骨の骨梁形状が超音波二波伝搬現象に与える影響，第 36 回日本骨形態計測学会（2016.6）
[92]　森駿貴，松川沙弥果，坂田祥崇，眞野功，高柳真司，松川真美，超音波照射による軟骨中の誘発電位の検討，電子情報通信学会 超音波研究会（2016.6）
[93]　中西翔子，八軒卓磨，井本有紀，松川真美，海綿骨の骨密度が超音波二波伝搬現象に与える影響，電子情報通信学会 超音波研究会（2016.5）
[94]　J. Jang, K. Kondo, T. Namita, M.Yamakawa, T. Shiina, “Ex Vivo Assessment of Porcine Aortic Stiffness based on Leaky Lamb-wave Dispersion Analysis of Shear Wave Propagation,” The 37th Symposium on Ultrasonic Electronics, Busan, 2016.
[95]　五明美香子，近藤健悟，山川誠，椎名 毅，“剪断波速度の周波数依存性によるブタ肝臓の粘弾性分布測定，”日本超音波医学会第 89 回学術集会，京都, 2016.
[96]　高山 裕成，近藤 健悟，浪田 健，山川 誠，椎名 毅，“組織ひずみとせん断波計測の併用による定量的エラストグラフィ法の研究，”日本超音波医学会 平成 28 年度第 2 回 基礎技研究会，札幌, 2016.
[97]　椎名毅，“音響放射力を用いた剪断波の高速イメージング，”日本超音波医学会第 89 回学術集会，京都, 2016.
[98]　松川沙弥果，森駿貴，轟野功，水野勝紀，柳谷隆彦， 高柳真司， 松川真美，“MHz 域における皮質骨の逆圧電効果”， 日本音響学会 2016 年春季研究発表会 （2016.3）
[99]　八軒車磨，中西朔子，松川真美，“模擬ヒト榛骨モデルを伝搬する超音波の実験的検討”，2016 年電子情報通信学会総合大会 （2016.3）
[100]　中西朔子，八軒車磨，井本有紀，松川真美，“毎綿骨の骨梁形状が超音波二波伝搬現象に与える影響”， 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 （2016.3）
[101]　井本有紀，高柳真司，太田哲男，松川真美，“骨中のコラーゲン架橋が音速異方性に与える影響”，第 63 回応用物理学会春季学術講演会 （2016.3）
[102]　松川真美，轟野功，“超音波による骨の定量診断技術の現状と課題”，日本超音波医学会第 88 会学術集会 （2015.5）
[103]　松川沙弥果，常田裕子，轟野功，水野勝紀， 柳谷隆彦， 高柳真司， 松川真美，“超音波照射による骨の誘発電位について ー骨の異方性の影響ー”，第 35 回日本骨形態計測学会 （2015.6）
[104]　上田涼平，川崎聡士，長谷川彰彦，藤田晃史， 三幡輝久， 松川真美， 梶尾昌志，“海綿骨内の流体の物性が二波伝搬現象に与える影響”，第 35 回日本骨形態計測学会(2015.6)
[105]　畑俊帆，西村惰馬，松川真美，長谷芳樹，“不均一な皮質骨中での超音波伝搬挙動の検討”， 電子情報通信学会 超音波研究会 （2015.7）
[106]　井本有紀，高柳真司，斎藤充，丸毛啓史， 松川真美，“顕微 Brillouin 散乱法を用いた皮質骨中の音速測定”， 電子情報通信学会 超音波研究会 （2015.9）
[107]　八軒車磨， 長谷芳樹， 松川真美，“海綿骨中の髄腔が二波伝搬現象に与える影響”，第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 （2015.9）
[108]　松川沙弥果，轟野功，水野勝紀，柳谷隆彦，高柳真司， 松川真美，“超音波照射による骨中誘発電位における異方性について”，日本音響学会 2015 年秋季研究発表会(2015.9)
[109]　畑俊帆，高野幸樹，長谷芳樹，松川真美，“皮質骨中の不均一性を考慮した超音波伝搬特性の検討”，第 36 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム （2015.11）
[110]　西村惰馬，松川真美，“ウシ皮質骨の径方向音速分布”，第 36 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム （2015.11）
[111]　井本有紀，松川真美，太田哲男，斎藤充， 丸毛啓史，“顕微 Brillouin 散乱法による糖化コラーゲン膜の評価”， 日本超音波医学会第 5 回基礎技術研究会 （2015.12）
[112]　松川沙弥果，常田裕子，眞野功，高柳真司，松川真美“骨トランスデューサから放射される MHz 域の超音波測定”，第 62 回応用物理学会春季学術講演会（2015.3).
[113]　椎名　毅，″最近の超音波診断装置におけるイノベーション，” 第　110　回日本医学物理学会学術大会， 札幌, 2015.
[114]　張 俊根，近藤 健悟， 浪田　健， 山川　誠， 椎名　毅，“SWE　を薄板状媒質に適用するための Hilbert-Huang Transform に基づく Time-of-flight　法，” 第 36　回　超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム， つくば, 2015.

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

[115]　小江 啓介, 近藤 健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “勇断波伝播の Time Reversal による組織弾性イメージングシステム,” 第 36 回 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム, つくば, 2015.
[116]　北崎 智明, 近藤 健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “多点励振と逆フィルタによる勇断波の波長推定,” 第 36 回 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム, つくば, 2015.
[117]　近藤健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “勇断波による組織粘弾性分布の可視化における課題と展望,” 日本超音波医学会 第 88 回学術集会, 東京, 2015.
[118]　張 俊根, 近藤健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “ガイド波理論に基づく Shear Wave を用いた動脈壁の弾性率推定に関する研究,” 日本超音波医学会 第 88 回学術集会, 東京, 2015.
[119]　椎名 毅, “Shear wave を用いた組織粘弾性のイメージング,” 日本音響学会 2016 年春季研究発表会, 横浜, 2016.
[120]　小江啓介, 近藤健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “受動励振による組織粘弾性評価の実験的検討,” 日本超音波医学会基礎技術研究会, 札幌, 2014.
[121]　五明美香子, 近藤健悟, 山川 誠, 椎名 毅,“粘弾性評価用ファントムの試作と剪断波を用いた定量的評価,” 超音波エレクトロニクスシンポジウム, 東京, 2014.
[122]　張 俊根, 近藤 健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “ガイド波理論に基づく Shear Wave を用いた動脈壁の弾性率推定,” 日本超音波医学会第 41 回関西地方会学術集会, 京都, 2014.
[123]　五明美香子, 近藤健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “剪断波による組織粘性・弾性分布の画像化の検討,” 日本超音波医学会第 87 回学術集会, 横浜, 2014.
[124]　[招待講演] 松川真美, “超音波による骨の定量診断”, 日本超音波医学会第 87 回学術集会 (2014.5).
[125]　[招待講演] 松川真美, 坪田遼, 井本有紀, “顕微 Brillouin 散乱法を用いた骨中の縦波音速測定”, 日本超音波医学会第 87 回学術集会 (2014.5).
[126]　八軒卓磨, 藤田文理, 松浦佑香, 眞野功, 松川真美, “ヒト橈骨遠位モデルにおける超音波の伝搬”, 電子情報通信学会 超音波研究会 (2014.5).
[127]　常田裕子, Elena Hernanz Pérez, 眞野功, 水野勝紀, 柳谷隆彦, 高柳真司, 松川真美 “超音波照射に伴う骨中の圧電現象”, 第 34 回日本骨形態計測学会(2014.6).
[128]　常田裕子, 松川沙弥果, 眞野功, 水野勝紀, 柳谷隆彦, 高柳真司, 松川真美, “超音波により励起される骨中電位の極性について”, 電子情報通信学会 超音波研究会 (2014.9).
[129]　川崎聡士, 城谷大樹, 畑俊帆, 長谷芳樹, 松川真美, “海綿骨の材料特性が高速波・低速波音速に及ぼす影響”, 第 35 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム (2014.12).
[130]　井本有紀, 常田裕子, 高柳真司, 松川真美, “骨中の水分が超高周波音速に与える影響”, 第 35 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム (2014.12).
[131]　長谷芳樹, 瀧宏文, ギヨームハイアット, 松川真美, “海綿骨中の高速波生成におけるインコヒーレンスの影響のシミュレーションによる検討”, 第 35 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム (2014.12).
[132]　瀧宏文, 長谷芳樹, 松川真美, 佐藤亨, “周波数領域干渉計法を用いた骨伝導超音波の二波分離：シミュレーションデータへの適用”, 第 35 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム (2014.12).
[133]　八軒卓磨, 畑俊帆, 松浦佑香, 眞野功, 長谷芳樹, 松川真美, “ヒト橈骨遠位モデルにおいて周回波が高速波と低速波に及ぼす影響”, 第 35 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム (2014.12).
[134]　眞野功, 堀井薫, 松川真美, 大谷隆彦, “ブタ尺骨遠位端試料内の 2 波伝搬”, 第 35 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム (2014.12).
[135]　眞野功, 堀井薫, 松川真美, 大谷隆彦, “超音波骨密度計 LD-100 による生体橈骨遠位端の画像化” 平成 25 年度第 3 回アコースティックイメージング研究会, 2013.
[136]　藤田文理, 八軒卓磨, 長谷芳樹, 眞野功, 水野勝紀, 松川真美, “模擬ヒト橈骨中を伝搬する縦波超音波の実験的検討” 第 34 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム, 2013.
[137]　眞野功, 堀井薫, 藤田文理, 長谷芳樹, 松川真美, 大谷隆彦, “回り込み波の高速波・低速波への影響” 第 34 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム, 2013.
[138]　椎名 毅, “超音波エラストグラフィ：新技術の開発と標準化に向けて,” USE2013 抄録集, 1I-1, 2013.
[139]　張 俊根, 近藤 健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “3 次元血管モデルにおけるせん断波の方向依存性,” USE2013 抄録集, 3P5-25, 2013.
[140]　近藤健悟, 山川 誠, 椎名 毅, “不均一媒質中の shear wave 伝搬特性の解析,” 日本超音波医学

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

会第 86 回学術集会講演論文集, S176, 2013.
[141]　五明美香子, 近藤健悟, 山川　誠, 椎名　毅, “剪断波を用いた組織粘弾性の周波数依存性の評価,” 日本超音波医学会第 86 回学術集会講演論文集, S425, 2013.

＜研究成果の公開状況＞（上記以外）

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
＜既に実施しているもの＞
https://www1.doshisha.ac.jp/~murc/

＜これから実施する予定のもの＞
日本超音波医学会第 91 回学術集会（神戸国際会議場）2018 年 6 月 8-10 日
特別プログラム基礎1「超音波照射による生体への影響と安全性」
特別プログラム領域横断3「新しい超音波イメージングの有用性と期待」

14　その他の研究成果等

テーマ2
[1]　（依頼講演）秋山いわき, 超音波照射による生体への影響について, バイオメクフォーラム2017, 大阪大学, (2017.7)
[2]　秋山いわき, 超音波照射による先端医療技術開発について, 同志社大学第5回新ビジネスフォーラム, 2018 年 1 月 29 日
[3]　特願 2015-140910 超音波診断装置及びその画像形成方法　発明者　秋山いわき (2015-7-15 出願)
[4]　秋山いわき：医用超音波技術の最新動向、Innervision vol.31, No.3 pp2-4 (2016.3)
テーマ3
[5]　飛龍志津子, “生物ソナーに学ぶ超音波技術, ” 第 75 回関西地区分科会（日立返仁会と日立製作所研究開発グループとの共催）, 日立製作所, 2017/7/14
[6]　飛龍志津子, “生物ソナー・コウモリの超音波センシング技術, ”パナソニック講演会, Panasonic Wonder LAB Osaka, 9/23/2017
[7]　第 14 回　日本学術振興会賞(2018, 2, 7), 飛龍志津子
テーマ4
[8]　松川真美, QUS による骨質評価, CLINICAL CALCIUM, Vol. 27, No. 8, pp. 1113-1120, 2017.
[9]　平成 29 年度　中谷賞大賞受賞 「組織性状・機能情報の新規イメージング技術の先駆的研究と超音波エラストグラフィの開発」 2018.2.16.

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

＜「選定時」に付された留意事項＞
外部評価体制を整えた方が良い。
学外研究参加者との連携、若手人材育成にも配慮されたい。

＜「選定時」に付された留意事項への対応＞

外部評価体制
公益社団法人日本超音波医学会から推薦された以下の5名を外部評価委員として依頼した。
東北大学大学院工学研究科・金井浩教授、東京工業大学大学院工学研究科・蜂屋弘之教授、北海道大学大学院保健科学研究院・三神大世教授（循環器領域）、兵庫医科大学病院超音波センター・飯島尋子教授（消化器領域）、秋田県城東整形外科病院・皆川洋至医師（運動器領域）

外部評価委員会は毎年開催された公開シンポジウムに参加していただき、毎年作成した研究成果報告書に基づき、評価を行っていただいた。

学外研究参加者との連携
同志社大学に超音波医科学研究センターを設置し、学外研究参加者は嘱託研究員としてセンターに所属して、研究を実施した。
同志社大学とイタリア・フローレンス大学情報工学科は「先端超音波オープンプラットフォームの開発」について共同研究契約を結んだ。2013 年度にフローレンス大学から研究者が同志社大学を来訪して研究打ち合わせを行った。2017 年度に責任者秋山がイタリア・フローレンス市で Piero Tortoli 教授と研究打ち合わせを行った。
同志社大学超音波医科学研究センターと京都大学大学院医科学研究科人間健康科学系専攻との学術交流並びに協力のための協定を結んだ。同志社大学大学院生を京都大学へ派遣した。
同志社大学生命医科学部特別講義 A に奈良県立医科大学平井都始子准教授を招聘して超音波医科学について講演を行った。

若手人材育成
2016 と 2017 年度に PD1名ずつ雇用した.
毎年開催する研究成果公開シンポジウムにおいて, 学生による口頭発表（2013, 2014 年度）ならびにポスター発表（2015, 2016, 2017 年度）を行った.
学会発表を積極的に行い、以下のような 8 件の受賞があった。
[1]　日本音響学会第15回学生優秀発表賞　山下悠介、MHz 帯超音波照射に伴う巨大 DNA 分子の二重鎖切断の音圧依存性、2017
[2]　日本音響学会学生第15回優秀発表賞　稲垣拳, 生体内部の音速分布を考慮した超音波イメージング　－超音波と MR の同時撮像による音速分布の推定とその補正－, 2017
[3]　行動関連学会・研究会の合同大会,「行動 2017」 最優秀賞　角屋志美
[4]　行動関連学会・研究会の合同大会,「行動 2017」 優秀賞　氏野友裕
[5]　日本音響学会関西支部若手研究者交流研究会　グッドポスター賞　玉井湧太, 2017
[6]　第 40 回　日本神経科大会ジュニア研究者ポスター賞　今村基希, 2017
[7]　日本超音波医学会関西地方会第42回学術集会新人賞　三原伸公　MRI の画像情

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

報を用いた生体組織の音速推定について ーT1・T2 値と音速の関係ー, 2015
[8]　　日本音響学会第１２回学生優秀発表賞　松川 沙弥果, 2015

＜「中間評価時」に付された留意事項＞
該当なし。

＜「中間評価時」に付された留意事項への対応＞
該当なし。

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

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						
			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（　　）	備考
平成25年度	施設	0							
	装置	0							
	設備	29,362	10,958	18,404					
	研究費	30,000	16,235	13,765					
平成26年度	施設	0							
	装置	0							
	設備	23,848	8,074	15,774					
	研究費	30,000	15,430	14,570					
平成27年度	施設	0							
	装置	0							
	設備	20,000	6,667	13,333					
	研究費	30,000	15,269	14,731					
平成28年度	施設	0							
	装置	0							
	設備	0							
	研究費	40,000	28,677	11,323					
平成29年度	施設	0							
	装置	0							
	設備	0							
	研究費	40,000	23,621	16,379					
総額	施設	0	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	0	
	設備	73,210	25,699	47,511	0	0	0	0	
	研究費	170,000	99,232	70,768	0	0	0	0	
総計		243,210	124,931	118,279	0	0	0	0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

17

《施　設》（私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。）　（千円）

施設の名称	整備年度	研究施設面積	研究室等数	使用者数	事業経費	補助金額	補助主体
同志社大学医心館	平成19年	1,270㎡	9	10			
同志社大学有徳館西館	平成5年	7,863㎡	2	2			
同志社大学訪知館209・210号室	平成26年	93㎡	2	2			

※　私学助成による補助事業として行った新増築により、整備前と比較して増加した面積

0　㎡

《装置・設備》（私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。）　（千円）

装置・設備の名称	整備年度	型番	台数	稼働時間数	事業経費	補助金額	補助主体
（研究装置）							
				h			
				h			
				h			
				h			
				h			
（研究設備）							
研究用超音波イメージングシステム（輸送料・着地側費用含む）	平成25年度	ULA-OP	1	900 h	8,887	5,104	3,783
超音波診断装置	平成25年度	Aixplorer V6	1	900 h	20,475	13,300	7,175
生体試料解析AFMシステム（走査型プローブ顕微鏡）	平成26年度	SPM-9700	1	4000 h	12,000	8,000	4,000
アクティブQスイッチピコ秒パルスレーザ 一式	平成26年度	Helios1064-5-50-SP	1式	900 h	11,848	7,774	4,074
超音波イメージングシステム一式	平成27年度	RSYS0006MRFP	1式	500 h	20,000	13,333	6,667
（情報処理関係設備）							
				h			
				h			
				h			
				h			
				h			

18 研究費の支出状況　（千円）

年度	平成　25　年度　テーマ 1			
小科目	支出額	積算内訳		
		主な使途	金額	主な内容
教育研究経費支出				
消耗品費	4,179	薬品材料・文具雑費	4,179	用品・薬品・文具
光熱水費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	4	印刷製本	4	別刷
旅費交通費	278	研究旅費	278	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	50	英文校閲料	50	論文作成時の英文校閲
（その他）	10	ソフトウェア	10	ソフトウェア
計	4,521		4,521	
アルバイト関係支出				
人件費支出（兼務職員）	29		29	時給　880円，年間時間数　28時間 実人数　1人
教育研究経費支出	0		0	
計	29		29	
設備関係支出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	4,250	教育研究用機器	4,250	パワーアンプ、光源
計	4,250		4,250	
研究スタッフ関係支出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　25　年度　テーマ ２			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	2,233	薬品材料・文具雑費	2,233	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	305	研究旅費	305	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	0		0	
（ 修繕料 ）	110	修繕料	110	研究使用機器の修繕
（ その他 ）	2,756	ソフトウェア	2,756	ソフトウェア
計	5,404		5,404	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出 （兼務職員）	66		66	時給　880円，年間時間数　63時間 実人数　1人
教育研究経費支出	0		0	
計	66		66	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	2,530	教育研究用機器	2,530	ステージ、遠心機
計	2,530		2,530	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　25　年度　テーマ ３			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	2,166	薬品材料・文具雑費	2,166	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	5	印刷	5	発表用ポスター印刷
旅費交通費	584	研究旅費	584	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	0		0	
（ 修繕料 ）	784	修繕料	784	研究使用機器の修繕
（ 会費 ）	2	会費	2	学会参加費
（ その他 ）	72	ソフトウェア	72	ソフトウェア
計	3,613		3,613	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出 （兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	6,587	教育研究用機器	6,587	半導体レーザー・インターフェース
計	6,587		6,587	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　25　年度　テーマ 4			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	71	薬品材料・文具雑費	71	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	3	交通費	3	学会参加等に係る国内交通費
報酬・委託料	0		0	
（ 会費 ）	14	会費	14	シンポジウム参加費
（ 講演登録料 ）	5	講演登録料	5	講演登録
（ その他 ）	107	ソフトウェア	107	ソフトウェア
計	200		200	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	2,800	教育研究用機器	2,800	超音波診断装置
計	2,800		2,800	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　26　年度　テーマ 1			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	3,455	薬品材料・文具雑費	3,455	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	676	研究旅費	676	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	0		0	
（ 講演登録料 ）	10	講演登録料	10	講演登録
（会費）	72	会費	72	学会参加費
（その他）	14	ソフトウェア	14	ソフトウェア
計	4,227		4,227	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	4,573	教育研究用機器	4,573	ハイスピードマイクロスコープ、ルミノメーター
計	4,573		4,573	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　26　年度　テーマ ２			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	5,164	薬品材料・文具雑費	5,164	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	64	印刷製本	64	報告書印刷製本
旅費交通費	547	研究旅費	547	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	154	検査料	154	唾液検査
（ 修繕料 ）	49	修繕料	49	研究使用機器の修繕
（ 賃借料 ）	4	賃借料	4	会議室賃借
（ 会費 ）	71	会費	71	学会参加費
（ その他 ）	124	用品図書・ソフトウェア	124	用品図書・ソフトウェア
計	6,177		6,177	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	150		150	時給　890円，年間時間数　140時間 実人数　1人
教育研究経費支出	0		0	
計	150		150	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	673	教育研究用機器	673	デスクトップPC
計	673		673	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　26　年度　テーマ ３			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	1,568	薬品材料・文具雑費	1,568	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0	印刷製本	0	報告書印刷製本
旅費交通費	1,969	研究旅費	1,969	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	39	英文添削料	39	論文作成時の英文校閲
（ 修繕料 ）	137	修繕料	137	研究使用機器の修繕
（ 会費 ）	110	会費	110	学会参加費
（ その他 ）	305	ソフトウェア	305	ソフトウェア
計	4,128		4,128	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	258		258	時給　890円，年間時間数　259時間 実人数　1人
教育研究経費支出	0		0	
計	258		258	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	5,814	教育研究用機器	5,814	高速度カメラ・増幅器
計	5,814		5,814	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　26　年度　テーマ 4			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	2,558	薬品材料・文具雑費	2,558	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	213	印刷・製本	213	報告書印刷製本・ポスター印刷
旅費交通費	779	研究旅費	779	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	0		0	
（ 修繕料 ）	0		0	
（申請登録料）	33	申請登録料	33	VISA申請費用・講演申込料
（ 会費 ）	159	会費	159	学会参加費
計	3,742		3,742	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出 （兼務職員）	3		3	時給　890円，年間時間数　3時間 実人数　1人
教育研究経費支出	0		0	
計	3		3	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	255	教育研究用機器	255	交流電源
計	255		255	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　27　年度　テーマ 1			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	6,244	薬品材料・文具雑費	6,244	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	1	郵便料	1	研究資料郵送
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	313	研究旅費	313	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	0		0	
（ 修繕料 ）	166	修繕料	166	研究使用機器の修繕
（会費）	30	会費	30	学会参加費
（その他）	15	用品図書	15	用品図書
計	6,769		6,769	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出 （兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	3,031	教育研究用機器	3,031	スピンコーター・ファンクションジェネレータ
計	3,031		3,031	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　27　年度　テーマ　2			
小科目	支出額	積算内訳		
		主な使途	金額	主な内容
教育研究経費支出				
消耗品費	4,565	薬品材料・文具雑費	4,565	用品・薬品・文具
光熱水費	0		0	
通信運搬費	2	郵便料	2	シンポジウムリーフレット郵送
印刷製本費	470	印刷・製本	470	報告書印刷製本・チラシ印刷・ポスター印刷
旅費交通費	222	研究旅費	222	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	103	委託料	103	Webページ作成委託
（　賃借料　）	978	賃借料	978	ソフトウェアレンタル料・会議室賃借料
（会費）	35	会費	35	学会参加費
（その他）	116	用品図書・ソフトウェア	116	用品図書・ソフトウェア
計	6,491		6,491	
アルバイト関係支出				
人件費支出（兼務職員）	249		249	時給　900円，年間時間数　231時間 実人数1人
教育研究経費支出	0		0	
計	249		249	
設備関係支出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	660	教育研究用機器	660	ガウスメータ、デスクトップPC
計	660		660	
研究スタッフ関係支出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　27　年度　テーマ　3			
小科目	支出額	積算内訳		
		主な使途	金額	主な内容
教育研究経費支出				
消耗品費	4,304	薬品材料・文具雑費	4,304	用品・薬品・文具
光熱水費	0		0	
通信運搬費	1	郵便料	1	研究機器送料
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	1,830	研究旅費	1,830	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	43	委託料	43	ワクチン接種
（　賃借料　）	62	賃借料	62	レンタカー
（　修繕料　）	268	修繕料	268	研究使用機器の修繕
（会費）	5	会費	5	学会参加費
計	6,513		6,513	
アルバイト関係支出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設備関係支出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	287	教育研究用機器	287	電極インピーダンスメータ、スピーカー
計	287		287	
研究スタッフ関係支出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　27　年度　テーマ 4			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	3,259	薬品材料・文具雑費	3,259	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	1	郵便料	1	研究資料送料
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	606	研究旅費	606	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	140	英文添削料	140	論文作成時の英文校閲
（ 賃借料 ）		賃借料		レンタカー
（ 保守料 ）	13	保守料	13	研究使用機器の点検
（会費）	110	会費	110	学会参加費
計	4,129		4,129	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	1,871	教育研究用機器	1,871	ターボ分子ポンプ、ノートPC
計	1,871		1,871	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　28　年度　テーマ 1			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	5,285	薬品材料・文具雑費	5,285	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	603	研究旅費	603	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	346	委託料	346	小型魚類飼育システム移設費
（ 修繕料 ）	292	修繕料	292	研究使用機器の修繕
（会費）	85	会費	85	学会参加費
（その他）	298	ソフトウェア	298	ソフトウェア
計	6,909		6,909	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	5,091	教育研究用機器	5,091	小型魚類飼育システム・顕微鏡用培養システム
計	5,091		5,091	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　28　年度　テーマ ２			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	2,644	薬品材料・文具雑費	2,644	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	5	郵便料	5	研究機器送料
印刷製本費	426	印刷・製本	426	報告書印刷製本・チラシ印刷・ポスター印刷
旅費交通費	542	研究旅費	542	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	2,000	委託料	2,000	MRI室実験用端子盤改造費
（ 賃借料 ）	2,225	賃借料	2,225	ソフトウェアレンタル料・会議室賃借料
（ 修繕料 ）	421	修繕料	421	研究使用機器の修繕
（会費）	101	会費	101	学会参加費
（その他）	261	用品図書・ソフトウェア	261	用品図書・ソフトウェア
計	8,625		8,625	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	975	教育研究用機器	975	薬用冷蔵ショーケース・光学実験台
計	975		975	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　28　年度　テーマ ３			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	3,648	薬品材料・文具雑費	3,648	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	1	郵便料	1	研究資料送料
印刷製本費	15	印刷・製本	15	ポスター印刷
旅費交通費	350	研究旅費	350	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	16	委託料	16	ワクチン接種
（ 修繕料 ）	68	修繕料	68	研究使用機器の修繕
（会費）	0	会費	0	学会参加費
（その他）	6	ソフトウェア	6	ソフトウェア
計	4,104		4,104	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	3,576	教育研究用機器	3,576	超音波パルサレシーバ・カスタマイズPC
計	3,576		3,576	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	4,320		4,320	学内1人＠36万円×12ヶ月
研究支援推進経費	0		0	
計	4,320		4,320	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　28　年度　テーマ 4			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	2,985	薬品材料・文具雑費	2,985	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	1	郵便料	1	研究資料送料
印刷製本費	33	印刷・製本	33	技術研究報告別刷
旅費交通費	1,345	研究旅費	1,345	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	33	英文添削料	33	論文作成時の英文校閲
（ 修繕料 ）	164	修繕料	164	研究使用機器の修繕
（会費）	225	会費	225	学会参加費
計	4,786		4,786	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	1,614	教育研究用機器	1,614	真空デシケーター・マイバイオ（冷凍庫）
計	1,614		1,614	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　29　年度　テーマ 1			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	6,215	薬品材料・文具雑費	6,215	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	146	印刷・製本	146	公開シンポジウム報告書印刷製本
旅費交通費	1,185	研究旅費	1,185	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	802	謝礼、委託料、英文校閲料	802	講演会ゲスト謝礼、装置移設費、論文作成時の英文校閲
（ 修繕料 ）	171	修繕料	171	研究使用機器の修繕
（会費）	225	会費	225	学会参加費
（その他）	758	ソフトウェア	758	ソフトウェア
計	9,502		9,502	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	6,868	教育研究用機器	6,868	微量浸透圧計マイクロオズモマスター、オシロスコープ
計	6,868		6,868	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	3,630		3,630	学内1人＠33万円×11ヶ月
研究支援推進経費	0		0	
計	3,630		3,630	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　29　年度　テーマ ２			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	4,014	薬品材料・文具雑費	4,014	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	6	郵便料	6	研究資料送料
印刷製本費	305	印刷・製本	305	公開シンポジウム予稿集印刷製本・チラシ印刷
旅費交通費	631	研究旅費	631	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	69	謝礼	69	講演会ゲスト謝礼
（ 賃借料 ）	1,976	賃借料	1,976	ソフトウェアレンタル料、会議室賃借料
（会費）	147	会費	147	学会参加費
（その他）	511	用品図書・ソフトウェア	511	用品図書・ソフトウェア
計	7,659		7,659	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	2,341	教育研究用機器	2,341	広帯域RFパワーアンプ、薬用保冷庫
計	2,341		2,341	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

年　度	平成　29　年度　テーマ ３			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	868	薬品材料・文具雑費	868	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	479	研究旅費	479	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	16	講演登録料	16	学会講演登録料
（ 賃借料 ）	1,490	賃借料	1,490	会議室賃借料
（会費）	71	会費	71	学会参加費
（その他）	76	ソフトウェア	76	ソフトウェア
計	3,000		3,000	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	0		0	
計	0		0	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	

法人番号	261010
プロジェクト番号	S1311037

年　度	平成　29　年度　テーマ ４			
小 科 目	支 出 額	積　算　内　訳		
		主 な 使 途	金　額	主　な　内　容
教　育　研　究　経　費　支　出				
消 耗 品 費	2,236	薬品材料・文具雑費	2,236	用品・薬品・文具
光 熱 水 費	0		0	
通信運搬費	0		0	
印刷製本費	66	印刷・製本	66	公開シンポジウム資料印刷製本
旅費交通費	2,417	研究旅費	2,417	学会参加等に係る国内・海外出張費
報酬・委託料	249	英文添削料、論文投稿料、加工費	249	論文作成時の英文校閲、論文投稿料、骨加工
（ 修繕料 ）	120	修繕料	120	研究使用機器の修繕
（会費）	355	会費	355	学会参加費
（その他）	800	ソフトウェア	800	ソフトウェア
計	6,243		6,243	
ア　ル　バ　イ　ト　関　係　支　出				
人件費支出（兼務職員）	0		0	
教育研究経費支出	0		0	
計	0		0	
設 備 関 係 支 出（1個又は1組の価格が500万円未満のもの）				
教育研究用機器備品	757	教育研究用機器	757	油回転真空ポンプ、高剛性・精密型自動ステージ
計	757		757	
研　究　ス　タ　ッ　フ　関　係　支　出				
リサーチ・アシスタント	0		0	
ポスト・ドクター	0		0	
研究支援推進経費	0		0	
計	0		0	