

公益社団法人日本超音波医学会平成28年度基礎技術研究会抄録

代表：西條芳文（東北大学大学院医工学研究科）

第1回

日時：平成28年5月28日（土）

会場：国立京都国際会館（京都市）

日本超音波医学会第89回学術集会における共同企画の為、「超音波医学」43巻Supplement号に掲載されていますので、ご参照下さい。

第2回

日時：平成28年6月10日（金）

会場：富山大学 五福キャンパス 黒田講堂 会議室

BT2016-6 低周波超音波イメージングの基礎的検討

長谷川英之（富山大学大学院 理工学研究部）

エコー装置は生体軟組織の診断に用いられているが、骨などの硬組織については、それら装置で使用されている数MHz以上の超音波は軟組織との界面での反射が大きくなり、またその内部での減衰も大きいため描出が困難である。また、肺など気体の含有率が高い組織の描出も困難である。しかし、1 MHz程度の超音波を用いた骨の診断は行われているため、1 MHz以下の超音波を用いれば現在描出が困難な組織も描出できる可能性がある。本研究では、300 kHzの防滴型空中超音波素子を用いて、低周波超音波イメージングに関する基礎的検討を行った。1つの超音波振動子を用いてアレイ型振動子での超音波送受信を模擬するため、ステージを用いてラテラル方向11ヶ所、エレベーション方向5ヶ所の55ヶ所（10 mm間隔）において超音波送受信を行い、対象からの散乱波の計測を行った。超音波送受信により得られたエコー信号から、開口合成法に基づき、エレベーション方向の走査範囲の中心位置における対象のBモード断層像を構築した。細径金属ワイヤを用いた空間分解能の評価を行ったところ、方位方向3.1 mm、距離方向5.3 mmであった。スポンジファントムの画像化を行ったところ、水とスポンジの界面からのエコーは描出されたものの、スポンジ内部からの散乱波の描出は困難であった。また、不要波の影響が大きかったことから、phase coherence factorを用いた不要内の抑圧も試みた。Phase coherence factorにより不要波は抑圧されたものの、スポンジ内部からの微弱散乱波を描出するためには更なる不要波の抑圧が必要であると考えられた。

BT2016-7 胎児心音を用いた瞬時胎児心拍変動解析の実験システム

荒木睦大1, 森 幹男2, 浅井竜哉2, 高橋 望1, 知野陽子1, 西島浩二1, 吉田好雄1（1福井大学 医学部, 2福井大学大学院 工学研究科）

胎児の健康状態の検診には、分娩監視装置の超音波ドプラ信号を用いた胎児の平均心拍数の時系列が広く用いられている。胎児の健康状態をさらに詳細に検診するには、正確な胎児の瞬時心拍数の細変動解析が必要になる。そのためにはノイズが高い環境下でも、胎児心音の瞬時心拍数（RR時間間隔に相当）を正確に検出するための技術が確立する

ことが重要である。本研究では、そのための第一歩として、従来音声のピッチ周期抽出に用いられて来た手法、短時間自己相関関数、短時間フーリエ変換を用いてパワースペクトルを求める方法を、分娩監視装置から出力される超音波ドプラ心音に適用する実験を行った結果を示す。

BT2016-8 ヒト細胞への外来物質導入分布からみた衝撃波の影響

長谷部貴亮1, 會澤康治1, 小木美恵子2（1金沢工業大学 工学研究科 電気電子工学専攻, 2金沢工業大学 基礎教育部 修学基礎教育課程）

衝撃波を発生させる方法の一つとして水中放電がある。本研究は水中放電によって発生した衝撃波を用いて外来物質や外来遺伝子をヒト細胞に導入することを目指している。医療現場では衝撃波は細胞の破壊に用いられているが、遺伝子導入のように単発で、かつ低エネルギーの衝撃波が細胞に及ぼす物理的なメカニズムは、ほとんど解明されていない。そこで、シャーレ内のヒト線維芽細胞に衝撃波を照射して、外来物質が導入された細胞の分布領域から、衝撃波によって細胞に加わる物理的メカニズムの解明を目指す。シャーレ内には衝撃波による直接的な圧力変動だけではなく、その圧力変動によってひきおこされて発生したキャビテーションバブルやバブルの崩壊によって生じた水流が生じ、その結果、細胞に外来物質が導入されると考えている。

BT2016-9 エコー応用も考えた脳卒中検知特化用MRIデータ圧縮-CTのプリプロセスでの時間のロス無くするために

岡田一秀（新東京医科大学ポンペイ校医学部）

脳血管障害（脳卒中）の発症が各国で多い中、MRI検査の高速検査化は、緊急手術・治療につながる上で、患者の生死を分ける、必達の問題である。ここで、大脳を画像化するための、プロトンの非緩和現象を同定すべき、拡散過程における・磁化強度や、実質的な問題を抽出し、cs（圧縮センシング）の面から、ウェーブレット変換（WL）を用いたデータの量子化と、k空間のスパース行列の処理そのものの検査時間短縮寄与に関して検討する。

BT2016-10 摘出ラット肝臓の散乱体サイズ推定における精度検証

鳥井亮汰1, 田村和輝1, 吉田憲司2, 長谷川英之3, 山口匡2（1千葉大学大学院工研究科, 2千葉大学フロンティア 医工学センター, 3富山大学大学院 理工学研究部）

超音波を用いた脂肪肝の定量的な診断手法の一つとして、エコー信号のパワースペクトルの周波数依存性に基づいた散乱体サイズ推定法が挙げられる。この手法は、媒質中の主たる散乱体の大きさに対する、パワー スペクトルの周波数依存性の差異に着目した手法である。本報告では、中心周波数が15 MHzと25 MHzの2種類の単一四面振動子を用いて、平均粒径が60 μmの散乱体（ガラスビーズ）を含むリファレンスファントムを計測し、散乱体サイズ推定法による推定値と振動子の特性および解析条件との関係性について検証した。いずれの振動子を用いた場合でも、解析領域の大き

さを振動子の径方向に超音波ビームの点拡がり関数 (PSF) の2倍、深度方向に波長の8倍に設定することで安定した推定値が得られることを確認した。さらに、組織計測における課題を洗い出すために、正常肝と脂肪肝モデルラットを対象として散乱体サイズ推定を行った。脂肪肝での散乱体サイズの推定値は15 MHzで正常肝の推定値に対して73.6%、25 MHzで87.4%となることを確認した。また、推定された散乱体径は散乱体として想定していた肝細胞の核や脂肪滴のサイズよりも大きく、30~50 μm であった。

BT2016-11 手動プリセットステアラブル高斜角ドプラ探触子とそのモニタリング応用

松本成史¹, 幸田 学², 服部 浩³, 原 量宏⁴, 竹内康人^{4,5} (1旭川医科大学病院 臨床研究支援センター, 2秋葉が丘研究所, 3服部医院, 4香川大学 瀬戸内圏研究センター, 5旭川医科大学 脳機能医工学研究センター)

臨床実践される胎児監視においては産婦の腹壁上にドプラ、陣痛の2つのトランスデューサーを各々の最適位置に別々に装着する。本研究においてはこの煩雑さを避けるためこれらを一体化して腹壁上の1カ所から両信号を採取する構成を試み、基礎実験において好ましい成果を得たので報告する。本研究に成る液室構造の手動プリセットステアラブル高斜角入射ドプラ探触子は過去のいくつかのステアラブルではない一体化設計とは異なり、陣痛計の設置最適位置であるみぞおち部から高角度の斜め入射で骨盤腔近くにある胎児心のドプラ信号を採取する。試作機は長時間連続的に安定して動作し、診断品位の胎児心拍数図を得ている。

BT2016-12 超音波照射による軟骨中の誘発電位の検討

森 駿貴¹, 松川沙弥果¹, 坂田祥崇¹, 眞野 功², 高柳真司³, 松川真美¹ (1同志社大学, 2応用電機株式会社, 3名古屋工業大学)

超音波骨折治療法におけるメカニズム解明のため、骨の超音波誘発電位について検討する。これまで我々は骨を圧電材料とみなして超音波トランスデューサーを作成し、MHz域の超音波照射による電位出力を報告した。本報告では、皮質骨と軟骨のMHz帯域の圧電性を実験的に調べた。具体的には、パルス超音波をトランスデューサーに照射し、(軟)骨トランスデューサーの受波感度特性、および出力電圧の時間変化について検討した。軟骨にはヒドロキシアパタイトが少なく、コラーゲンが多く含まれる。軟骨の圧電性はコラーゲンによるものと考えられる。

BT2016-13 [招待講演] In vivoソノポレーション現象の解明に向けた基礎的研究

工藤信樹 (北海道大学 大学院情報科学研究科)

ソノポレーションとは、超音波の照射により細胞膜の透過性を一時的に向上し、通常は細胞内に入らない物質をその内部に取り込ませる技術をいう。この方法は、他の物理的な導入法に比べて安全性が高いため、in vivoへの応用が期待されているが、導入効率の向上が課題となっている。我々は、ソノポレーションの発生機序解明を目指して、超音波照射下で気泡が細胞に与える作用の顕微高速度観察を行ってきた。本発表では、生体の柔軟性を模擬した細胞試料とソノポレーション現象を側方から観察する手法を新たに開発し、よりin vivoに近い条件でソノポレーションの発生機序を検討した結果を紹介する。

BT2016-14 高い柔軟性を有するフレキシブルアレイプローブの開発とその応用

田中雄介, 星野秀和, 平野大輔, 酒井 玲, 岩田典朗, 小倉幸夫 (ジャパンプローブ株式会社)

高い柔軟性を有するフレキシブル超音波アレイプローブを開発した。従来のフレキシブルアレイプローブを改良し、指に巻くことができるほど柔軟性が向上した。柔軟性を生かした応用として、小さな曲率の構造物のほか指に巻いて血管計測を行うことや鼻に沿わせて骨の状態を観測するなど、人体における曲率の小さい部分での観測が考えられる。今回、高柔軟性フレキシブルアレイプローブの医用超音波への適用を模索するため、乳腺ファントムや手の甲、腕の観測を行った。それらの画像化を行い、乳腺ファントム内の疑似腫瘍や手の甲、腕の血管を画像化した。

BT2016-15 音速と流速が場所で変化しているときのドップラー効果 その2—ドップラーシフト改善計算式の実証実験結果報告—

田中正吉^{1,2}, 鎌倉友男², 野村英之² (1日本無線株式会社, 2電気通信大学)

前回の報告において、音速と流速が伝搬路の場所によって変化するときのドップラーシフトの改善計算式を導出した。本稿では、このドップラーシフト改善計算式の妥当性を実証するための実験を行ったので、実験方法およびその結果を報告する。音速とドップラーシフトの間の実測結果は、改善計算式から求めた予想値とよい一致が見られた。また、前回報告において、音源周囲の音速の解釈に誤りがあったので、付録に訂正文を掲載する。

BT2016-16 Lighthill 方程式の3次元FDTD法解析

土屋隆生¹, 大久保寛², 金森正史³, 大道勇哉³, 高橋 孝³ (1同志社大学理工学部, 2首都大学東京システムデザイン学部, 3宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 数値解析技術研究ユニット音響・振動セクション)

本報告は、Lighthill方程式を用いた空力音の3次元FDTD法による解析手法を提案している。まず、Lighthill方程式の3次元FDTD法による定式化を示した。つぎに、微小空間にLighthillテンソルが存在する簡単なモデルを想定し、空力音の理論解を求めた。得られた理論解とFDTD解を比較したところ、良好な一致を得ることができた。また、より実際のモデルとして、ノズルから噴射されるジェットによる速度擾乱場から放射される空力音の解析を試みた。解析結果は、典型的なジェットからの放射音の傾向を示しており、本手法の妥当性が示された。

第3回

日時: 平成28年8月6日 (土)

会場: 北海道大学大学院情報科学研究科棟

BT2016-17 画像差分シュリーレン法を用いた強力集束超音波音場の可視化の試み

榎 飛翔, 工藤信樹 (北海道大学 大学院情報科学研究科)

我々は、超音波音場を取得する光学的手法として画像差分シュリーレン法を提案し、その有用性を検討してきた。本報告では提案手法を用いて超音波治療用の強力集束超音波 (HIFU) の音場を可視化し、ヒドロホン測定と比較した結果を述べる。超音波ビームの焦点の音場像から求めた伝搬方向と方位方向の半値幅は、それぞれ5.8 mmと0.42 mmであった。これに対し、ヒドロホンで測定した半値幅はそれぞれ7.3 mmと1.0 mmであり、伝搬方向の半値幅は良く一致した。方位方向の半値幅が一致しなかったのは、ヒドロホン受圧面の直径が0.5 mmと大きいことの影響と考えられ、可視化法が高い空間分解能を有していると考えられた。また、音軸上の輝度波形の二乗平均値と焦点での音圧波形から求めた超音波の平均強度には良い比例関係が見ら

れた。さらに、輝度波形を空間的に1階積分した波形には、非線形性を考慮したシミュレーションで求めた音圧波形に類似した特徴が認められた。これらの結果より、本手法は音場の評価だけではなく、強度や圧力波形の簡易的定量評価にも有用と考えられる。

BT2016-18 集束超音波の音響放射力イメージングによる超音波治療前焦点領域可視化の有効性

岩崎亮祐1, 高木 亮2, 長岡 亮1, 富安謙太郎1, 吉澤晋2, 西條芳文1 梅村晋一郎1 (1東北大学 大学院医工学研究科, 2東北大学 大学院工学研究科)

強力集束超音波治療の普及と発展にはコスト面で有利な超音波ガイド方式における安全性と再現性の向上が不可欠である。本研究では、治療前に凝固が生じる領域を予測するターゲティング手法の検討を行った。治療用超音波の吸収に伴って作用する音響放射圧により生じる組織変位を可視化するARFI法を適用することで、実際にエネルギーが散逸する真の焦点を事前に確かめることができると考えられる。ARFI法により変位分布を取得した後HIFU照射を行い試料に凝固を生じさせ、そのスライス像の肉眼所見と比較を行った。その結果、HIFUの減衰や屈折に起因する焦点領域の変化に追従する変位分布が得られ、焦点可視化手法としての有効性が示された。

BT2016-19 集束超音波を用いた結石破碎における焦点領域制御

由良俊哉1, 高木 亮1, 吉澤 晋1, 梅村晋一郎2 (1 東北大学 大学院工学研究科通信工学専攻, 2東北大学 大学院医工学研究科医工学 専攻)

現在の結石破碎術の第一選択は体外から衝撃波を集束させ結石破碎を行うSWL(shock wave lithotripsy)である。しかし、この手法は破砕片や正常組織の損傷が比較的大きいことが問題として挙げられる。そこでこれらを解決するために集束超音波によるキャビテーションエロージョンを利用した結石破碎療法の研究を行っている。問題点として治療時間が長いことが挙げられる。これまでは時間的に焦点走査を行うことで破碎速度の向上を行ってきた。しかし高強度かつ高繰り返し周波数の条件においてはキャビテーションクラウドが超音波の伝播を妨げてしまい破碎速度が飽和するという問題があった。そこでトランスデューサに位相制御をかけることで同時に複数焦点作り出し1点に集束していたエネルギーを分散させ広範囲かつ高速な破碎を目指した。

BT2016-20 本当にソノポレーションか？

佐々木東1, 工藤信樹2, 中山翔太1, 滝口満喜1 (1北海道大学 獣医学研究科, 2北海道大学 情報科学研究科)

我々はこれまで古典的抗がん剤シスプラチンのソノポレーションを獣医臨床に応用するための検討を行ってきた。今回はシスプラチンの効果増強と腫瘍細胞のシスプラチン取り込みとの関連を探るため、3次元培養系でシスプラチンと超音波+マイクロバブルを併用し、殺細胞効果の判定および白金定量を行った。また、培養ディッシュに播く3次元培養の溶液量を変えて、超音波+マイクロバブルによるシスプラチンの作用増強が観察できる溶液量(厚み)を検討した。さらに、3次元培養の溶液量を固定し、超音波照射からシスプラチン添加のタイミングを変更して、殺細胞効果への影響を観察した。

BT2016-21 白金および金ナノ粒子併用による超音波誘発細胞死増強効果

近藤 隆1, Paras Jawaid1, Mati Ur Rehman1, Mariame Ali Hassan2, 3, Qing Li Zhao1, Peng Li1, 宮本有生4, 三澤雅

樹5, 小川良平1, 清水忠道6 (1 富山大学 大学院医学薬学研究部放射線基礎医学講座, 2University of Sharjah, 3 University of Cairo, 4東京大学, 5産業技術総合研究所, 6 本学皮膚科学講座)

臨床超音波医学に造影剤技術が導入されて以来、超音波とファインバブルの相互作用に関する研究報告は極めて多いが、超音波とナノ粒子併用に関する生物・生体作用に関する報告は少ない。最近の研究で、集束超音波と金ナノ粒子併用により、がん細胞より効率的にネクローシスを誘発することが報告された。我々は抗酸化作用を有する白金ナノ粒子を各種物理的ストレス(紫外線, 温熱, 放射線, 大気圧プラズマ)処理に併用した場合の細胞死への影響について検討し、アポトーシスを抑制することを報告してきた。本研究では、抗酸化作用を有する白金ナノ粒子と抗酸化作用を持たない金ナノ粒子の超音波との併用効果について得られた細胞死の結果を報告し、その相違点について考察する。

BT2016-22 血中安定型バブル製剤の開発と腫瘍標的化に向けた試み

杉井むつみ1, 鈴木 亮1, Unga Johan1, 小田雄介1, 宇留賀仁史1, 小俣大樹1,2,3, 島 忠光1, 宗像理紗1, 丸山一雄1 (1帝京大学 薬学部, 2ユトレヒト大学, 3日本学術振興会特別研究員PD)

これまでに我々は、脂質を殻を持つバブル(リピッドバブル; LB)の殻組成に DSPG を組み込むことで、LB の安定性が改善することを見出してきた。そこで本研究では、血中安定性向上に向けた DSPG 含有率の最適化と腫瘍標的化に向けた基礎的検討をおこなった。殻組成(DSPC : DSPG : DSPE-PEG(2k)=0~90 : 90~0 : 10 (モル比))の LB を調製し、それらをマウス眼窩静脈より投与した。その後、超音波造影輝度を指標に血中安定性を評価した。腫瘍標的型 LB は、腫瘍新生血管を認識する cRGD ペプチドを LB に修飾し(cRGD-LB)臍帯静脈内皮細胞(HUVEC)への接着能を評価した。その結果、DSPG を60%含有する LB において最も長時間の造影が可能であった。cRGD-LB の HUVEC への接着が確認されたことから、今後これら LB を診断や治療へ応用可能であると考えられる。

BT2016-23 分子標的化バブルと超音波を併用した癌細胞殺傷効果とアポトーシス誘導

渡邊晶子1, 成平恭一2, 喜久田利弘2, 立花克郎1 (1福岡大学 医学部 解剖学講座, 2福岡大学 医学部 歯科口腔外科学講座)

切除不能の進行・再発口腔癌に対する治療法の選択肢は少なく、新規治療方法の開発が望まれている。その中で近年、セツキシマブ等の分子標的薬が注目されている。本研究では、セツキシマブを付加した分子標的化アルブミンバブルと癌細胞に超音波を *in vitro* にて照射し、殺細胞効果の向上およびアポトーシス誘導が認められるか検討した。アルブミンバブル単独に対して分子標的化バブルと超音波照射併用群で最大で約 10%、超音波単独照射群およびセツキシマブと超音波照射併用群と比べると約 20~30% の細胞殺傷効果の向上が認められた。また、分子標的化バブルと超音波照射併用により、全体の約 20% の細胞にアポトーシスが認められた。

BT2016-24 マルチトランスデューサー型デバイスを用いた遺伝子デリバリー特性評価

宇留賀仁史1, 鈴木 亮1, 小俣大樹1,2,3, 小田雄介1, Unga Johan1, 杉井むつみ1, 島 忠光1, 宗像理紗1, 望

月 剛4, 丸山一雄1 (1帝京大学 薬学部, 2日本学術振興会特別研究員PD, 3ユトレヒト大学, 4MU研究所)
微小気泡と超音波を用いた遺伝子デリバリー研究が盛んに行われている。これらの基礎研究において、細胞培養容器ごと遺伝子導入操作が可能な装置の開発が求められている。そこで本研究では、新規に開発した複数の超音波振動子を励振可能な装置と微小気泡(バブルリポソーム)を用いて遺伝子導入し、その遺伝子発現を指標に遺伝子デリバリーの特性評価を行った。その結果、本装置とバブルリポソームを用いることで細胞内へ遺伝子導入できることが明らかとなった。このことから、本装置が培養細胞に対する超音波遺伝子導入デバイスとして有用であることが示された。

BT2016-25 マルチモダリティ音速測定法の精度改善に関する検討

新田尚隆, 賀谷彰夫 (国立研究開発法人産業技術総合研究所 健康工学研究部門)

音速は組織性状を反映し、弾性や含水量の評価指標として非侵襲測定が望まれている。しかしながら実質的に超音波の伝搬時間のみを測定する超音波診断装置単独では音速を測定することが難しい。そこでMR画像から得られる幾何学的な距離情報と組み合わせ、音速の非侵襲測定を可能にするマルチモダリティ法の検討を進めている。本研究では、これまでに取得した再生軟骨の生体内評価データを用い、音速測定の精度改善について検討を行った。

BT2016-26 肝病変進行と超音波画像のエコー振幅統計量分布の関係の検討

森 翔平1, 平田慎之介1, 山口 匡2, 蜂屋弘之1 (1東京工業大学 工学院システム制御系, 2千葉大学 フロンティア医工学センター)

病変肝超音波画像の振幅分布特性に着目したびまん性肝疾患の定量診断手法を検討している。本報告では、超音波画像のエコー振幅データから一意に計算されるエコー振幅統計量に着目し、肝線維化の進行度とエコー振幅統計量分布の関係を検討した。本報告では、エコー振幅統計量として1次モーメントと3次モーメントを用いた。検討の結果、肝線維化の進行にしたがい1次モーメントは小さく、3次モーメントは大きくなる傾向にあることがわかった。さらに、1次モーメントと3次モーメントの2次元分布を用いて評価したところ、分布のピーク位置や分散から肝線維化を定量評価できる可能性が示唆された。

BT2016-27 組織ひずみと剪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

高山裕成, 近藤健悟, 浪田 健, 山川 誠, 椎名 毅 (京都大学大学院医科学研究科 検査技術科学系専攻)

癌や慢性肝炎などの疾患では、組織の硬さ変化を伴うことから、組織弾性を定量化することができれば早期発見や治療効果の判定ができる。超音波エラストグラフィの原理にはshear wave法とstrain法の2つがある。Shear wave法は組織内にせん断波を伝搬させ、組織弾性が大きいと組織内を伝わる伝搬速度が速くなる性質を用いるもので、定量性が高いと言われているが、せん断波の反射・屈折等によるアーチファクトが生じやすい。Strain法は、組織を圧迫し、生じたひずみ分布を求めるもので、安全で解像度が高いが、硬さの相対値のみが得られる。本研究では、shear wave法とstrain法とを組み合わせることでアーチファクトの少ない組織弾性画像を構成する手法を検討する。shear wave法でアーチファクトが生じやすい腫瘍などの硬い内包物を含む場合に焦点を絞る、定量的でアーチファクトが生じ難い組織

弾性の推定法を検討した。

BT2016-28 超音波エコーの周波数および時間変化の推定による対象物2次元速度検出

長谷川英之 (富山大学 大学院理工学研究部)

本研究グループは、高速超音波イメージングによる生体組織の動態計測に関する研究に取り組んでいる。そのためには、生体組織の変位・速度を推定する手法が必要である。現在、生体組織の2次元もしくは3次元変位の推定法としてスペックルトラッキング法が広く用いられているが、受信超音波信号のサンプリング間隔未満の微小な変位を推定するためには補間処理が必要であるなど、計算負荷が大きい。高速超音波イメージングでは、秒間最大数千枚という膨大な数の超音波像を処理する必要があるため、計算負荷を低減する必要がある。本報告では、補間を必要としない、2次元フーリエ変換を用いた2次元変位計測手法に関する検討を行った。2次元フーリエ変換を用いた変位推定法はこれまでにも報告されており、その手法では位相スペクトルの時間変化から2次元変位を推定している。位相スペクトル各成分の周波数は、通常サンプリング周波数と解析窓幅により決定されるが、フーリエ変換により推定される周波数スペクトルは、対象信号の真の周波数スペクトルと、解析窓の周波数スペクトルの畳み込みとなるため、特に解析窓が狭い(解析窓の周波数スペクトルのメインローブ幅が広い)場合は位相スペクトル各成分の周波数が不定となる。本研究では、位相スペクトル各成分の重心周波数を推定する手法を導入し、ファントムを用いて評価実験を行ったところ、周波数スペクトルの位相変化を用いた従来の推定法によるラテラル方向および距離方向の速度推定誤差がそれぞれ14%と3%であったのに対し、提案手法ではそれぞれ3%と2%に誤差を低減できることが示された。本手法は3次元への拡張も容易であり、高速超音波イメージングにおける変位・速度推定法として有用である。

BT2016-29 ハンドヘルド型光音響イメージング装置を用いた頸動脈不安定プラークのスクリーニングのための実験的検討

平野 進, 浪田 健, 近藤健悟, 山川 誠, 椎名 毅 (京都大学 大学院医学研究科人間健康科学系専攻)

アテローム硬化によるプラークの崩壊は致死的な病態を引き起こしうるため、早期に発見することが重要である。そこで我々は、体表から撮像可能なハンドヘルド型光音響イメージング装置を開発した。頸部の構造を模擬したファントム実験により、開発した装置の有用性を検証した。対象となるプラーク吸収が強い波長の光を照射することで、深さ20mmの位置においても模擬プラークの画像化が可能であることを確認した。さらに、複数波長を用いて光音響スペクトルと光吸収スペクトルの相互相関係数マップを作成することにより、特異的にプラークを検出できることを確認した。これらの解析をとおし、開発した装置の有用性を実証した。

第4回

日時: 平成28年10月22日(土)

会場: ビッグサイトTFTホール

第28回関東甲信越地方会学術集會と共催の為、「学術集會抄録集」をご参照下さい。

第5回

日時: 平成28年12月19日(月)

会場: 東京工業大学 大岡山キャンパス

BT2016-35 空中超音波を用いた片面非接触共振法による試験体の厚さ計測

田中雄介, 大橋保宏, 小倉幸夫 (ジャパンプローブ株式会社)

空中超音波による共振法を用いて試験体の厚さを非接触で計測した。まず基礎実験として鋼板試験体の厚さ計測を行い、探触子と試験体との距離により共振信号が変化することを確かめた。送信周波数を変えて実験を行い、厚さ3 mmの鋼板の厚さを共振法で計測した。さらに送信信号にチャープ波を使用し、チャープ比を変化させて周波数範囲の広い場合と周波数範囲の狭い場合においてチャープ比が計測に与える影響について調べた。チャープ比を調整してアクリル試験体の厚さ計測を行い、厚さ0.2 mmの変化を共振法で計測できた。また、模擬減肉試験体を用いて減肉部の計測を行い、非接触で健全部と減肉部の厚さ計測を行った。

BT2016-36 ファントム側面の傾斜を考慮した空中超音波による非接触音波伝搬速度計測の検討

埜 大祐, 平田慎之介, 蜂屋弘之 (東京工業大学 工学院システム制御系)

骨粗鬆症を診断するため海綿骨内の骨量を定量的に評価する手法QUSでは、睡や手首に超音波振動子を接触させて海綿骨内の音響特性を計測する。本研究では、振動子と被検査部位を接触させずに生体内の音響特性を計測する手法について検討を行っている。生体を透過した空中超音波に効率的に送受信するため、生体内と空気中との音速差による屈折を考慮した角度に送信・受信用振動子を傾斜させる必要がある。本報告では、まず振動子とファントムとの間に発生する多重反射を用いてファントム側面の傾斜角度を推定する手法について述べる。そして、ファントム側面に対して振動子の角度を変化させた場合の透過波の振幅や算出された音波伝搬速度の変化について評価を行う。

BT2016-37 多周波超音波による空中音響カメラの検討

藤井真水, 中村健太郎 (東京工業大学 未来産業技術研究所)

著者らは、空中において音波により物体を可視化する音響カメラについて、空間分解能よりも周波数情報に重点を置いた検討を行っている。本稿では、送波用1次元トランスデューサアレイと受波用1次元マイクロホンアレイをT字状に直交配置した可視化のためのハードウェア構成、および複数の周波数情報の表示方法を検討した。送波・受波アレ

イの指向性制御を行い、送波ビーム幅約40 mm (波長の約4.7倍)、受波ビーム幅約80 mm (波長の約9.4倍)を得ている。38.0 kHz, 39.5 kHz, 41.0 kHzの3つの周波数を用いてピンポン球の可視化を行い、それぞれにR, G, Bの3色を割り当てることで、3つの周波数情報を1つの画像として表示した。

BT2016-38 光学測定と音響ホログラフィによる超音波音場測定手法の開発

吉澤 晋¹, 中村拓也², 花山洋貴¹, 鈴木 魁², 高木 亮¹, 梅村晋一郎² (1東北大学 大学院工学研究科通信工学専攻, 2東北大学 大学院医工学研究科医工学専攻)

ハイドロフォン走査による超音波音場の3次元測定は膨大な時間を必要とする。これは、音響ホログラフィを用いて2次元空間の圧力分布データから3次元分布を再構成することで削減できる。しかしながら、その2次元圧力測定にも数時間程度を要する。そこで、位相コントラスト法を用いた光学測定を音響ホログラフィの入力データとする手法を開発し、ハイドロフォンを用いた結果と良く一致することを示した。

第6回

日時: 平成29年2月6日 (月)

会場: 東北大学カタールサイエンスキャンパスホール

圧電材料・デバイスシンポジウム2017と共催のため抄録はなく、4ページの予稿集のみ作成しました。

BT2016-39 高周波医用超音波イメージングの現状と課題

小林和人 (本多電子株式会社)

BT2016-40 光音響波イメージングのための半球面アレイトランスデューサの設計とその応用

長岡 亮¹, 高木 亮², 吉澤 晋², 梅村晋一郎², 西條 芳文¹ (1東北大院・医工・医用イメージング分野, 2東北大院・医工・超音波ナノ医工学分野)

BT2016-41 縦波・横波の超音波伝搬時における骨中誘発電位の検討

松川沙弥果¹, 牧野大輝¹, 小山大介¹, 高柳真司², 水野 勝紀³, 柳谷隆彦⁴, 松川真美¹ (1同志社大, 2名工大, 3東大生研, 4早稲田大)

BT2016-42 超音波治療モニタリングにおける1.5D アレイプローブを用いたエレベーション方向の変位追従に関する基礎検討

高木 亮, 岩崎亮祐, 吉澤 晋, 梅村晋一郎 (東北大)