

代表：山口匡（千葉大学）

第1回

日時：令和7年6月20日（金）
会場：同志社大学・室町キャンパス・寒梅館
共催：電子情報通信学会 超音波研究会・日本音響学会 超音波研究委員会・マルチスケールQUS研究会

BT2025-01

音響定在波中に浮揚する液滴の高次モードの観測と表面張力測定への応用
平山喬也・小山大介（同志社大）

媒質中に発生する音響定在波を利用することによって、波長に対して十分小さい物体を非接触で捕捉・操作することができる。将来的には電子部品や錠剤などの非接触搬送技術への展開や、従来技術では困難とされていた液体の非接触物性計測への応用も期待される。本報告では、音響定在波中に浮揚する液滴の共振モードの観測と表面張力測定への応用について実験的に検討を行った。実験系は4つのボルト締めレンジバン型振動子付き円形振動板と反射板で構成される。振動板・反射板間の空中の定在波比が最大となるように板間の距離を調節することにより、板間に音響定在波を発生させて液滴を非接触で捕捉した。各振動子にAM変調信号を入力した際の浮揚液滴の挙動を高速度カメラによって撮影した。信号周波数の変化により、40~200 Hzの範囲で液滴振動の2次モード、2次回転モード、4次モードの3つの共振モードが確認された。各モードの共振周波数は液体の表面張力に依存しており、モードの次数が高いほど共振周波数の測定値のばらつきは小さい結果となった。この結果から、高次モードを観測することにより精密に表面張力を測定できることが示唆された。

BT2025-02

超音波振動を用いた半球ゲルレンズの基礎検討
谷口文子・三木陽斗・松川真美・小山大介（同志社大）

光ファイバの先端にレンズの機能を持つレンズドファイバは、その入射光または出射光を集光させることができるため、光通信の分野においてレーザーダイオードのような半導体デバイスと光ファイバの効率的な結合において重要な役割を果たす。我々は、半導体デバイスと光ファイバの光接合を電氣的に調整可能な、レンズドファイバ用の可変焦点レンズを提案する。本報告では、透明粘弾性ゲルと半球ガラスレンズを用いた超音波式可変焦点レンズを作製し、その光学特性を調べた。その共振周波数でレンズを駆動すると、レンズには共振モードが発生し、音響放射力がゲル表面に作用してレンズ形状が変形した。電圧振幅の増加と共にゲルの変位は増大し、レンズの曲率と焦点距離は減少したことから、入力電圧によって焦点距離を制御できることが明らかとなった。

BT2025-03

複数の集束音源を円環上に配置した浮揚装置
鎌倉友男（スマートエーイー）・丸目勝斗・成田憲一・小塚晃透（愛工大）・畑中信一（宇大）

同じ形状の複数の円形開口集音源を共焦点の条件のもとに円環配置した音器浮揚装置について、その音場特性を取り上げるとともに焦点に球を置いたときにその球に働く放射力の一例を理論面から検討した。音場の記述については、ルジャンドル関数の加法定理が有効に利用できた。各音線の動位の位相を変えて球径と放射力の関係を調査

したところ、単朝音響帯揚装と異なる振る舞いが得られた。また、ルジャンドル関数の加法定理を渦音場の発生に拡張し、特異な音場環境の創生を試みた。

BT2025-04

音響渦ビーム用エミッタの実装と素子ばらつきの影響解析

高木初衣・野村英之（電通大）

放射面高さ制御による音響渦ビームの実現確認と、エミッタを構成する超音波素子の振幅および位相特性のばらつきが渦ビームに与える影響が評価された。共振周波数のばらつきが 1.5 kHz 程度の超音波素子で構成されるエミッタが実装され、その空中音場測定が 40 kHz の音響渦ビームの生成を示した。ただし、音軸上における音圧の低下量が理論予測より少ないという結果が得られた。また、音場計算より位相のばらつきが極端に大きい場合は、渦ビームが形成されないことが明らかとなった。これらの結果は、共振周波数が揃った標準的なばらつきであれば、渦ビーム形状は大きく損なわれないことを示唆する。

BT2025-05

移動点音源アレイの 3 次元 FDTD シミュレーション

井上啓・土屋隆生（同志社大）

本論文では、移動点音源アレイから放射される音場を理論的に導出し、3次元時間領域有限差分（FDTD）法に実装した。移動点音源アレイの指向性は、3次元音場における各点音源間の位相差を考慮することで理論的に導出し、移動点音源アレイを 3 次元 FDTD 法に実装後、数値実験を行った。FDTD 法によって計算された指向性は、マッハ数 0.4 までの範囲において、周波数 1 kHz 以下であれば誤差数 %未満で計算可能であることが確認された。さらに、音源速度が増加するにつれて、移動速度が指向性に与える影響が大きくなること

が示された。特に、点音源数が増加するほど、移動速度の影響が顕著になる傾向が確認された。以上の結果から、本手法は移動点音源アレイの指向性解析に対して良好な精度で適用可能であることが示された。

BT2025-06

超音波伝搬シミュレータを用いた集束超音波探触子設計手法

田中雄介・小倉幸夫（ジャパンプローブ）

集束超音波探触子の焦点位置は直接波とエッジ波が重なって形成される。音響レンズの屈折焦点や凹面振動子の曲率半径中心は直接波のみで考えているため、形状によっては焦点位置が大きくなる。焦点は直接波とエッジ波が影響するので、直接波とエッジ波の影響度を定義した。直接波影響度が最大となる点とエッジ波の影響度が最大となる点の間に焦点が発生するため、エッジ波の影響度を求めることで焦点位置を計算することができる。エッジ波の影響度は凹面超音波の開口角で決まるので、超音波伝搬シミュレータにより開口角とエッジ波影響度の関係を求めた。この関係式を用いることで振動子幅や周波数、音響レンズ音速や媒質音速から焦点位置を推定可能になった。

BT2025-07

頸動脈内膜中膜複合体の描出能向上のための受信信号処理法に関する検討

長谷川英之・大村眞朗・長岡亮（富山大）・斎藤こずえ（奈良医科大）

生体からの超音波エコー信号に含まれる微弱な血球からのエコー信号を選択的に抽出する手法として特異値分解が優れた性能を示すことが報告されたことを皮切りに、信号を複数の成分に分解するフィルタとして様々な目的に特異値分解が使用されるようになってきている。本報告では、超音波ビームフォーミングへの特異値分解の適用について

て検討した。汎用の送受信シーケンスに適用可能な手法とするため、集束送信ビームを走査する一般的な送受信シーケンスを対象とした。基本的なビームフォーミングでは、1つの送信ビームに対して1つの受信開口位置において受信ビームフォーミングを行い1本の受信ビームを構築する。提案法では、受信開口幅は前述の基本的な手法と同じとし、複数の異なる受信開口位置において受信ビームフォーミングを行い、得られたビームフォーミング後信号に特異値分解フィルタを適用し、第1特異値成分のみでビームフォーミング後信号を再構築する。再構築したビームフォーミング後信号のうち、前述の基本的な手法と同じ受信開口位置に対応する信号のみを用いて超音波画像を構築した。その結果、スペックルサイズの狭小化が見られるとともに、頸動脈内膜中幕複合体の視認性が向上した。

BT2025-08

超解像振幅包絡統計解析を用いたリンパ浮腫定量診断に関する基礎検討

奈良千尋・Joceline Theda Kadarman・秋田新介・三川信之（千葉大）・Cameron Hoerig・Jonathan Mamou（Weill Cornell Medicine）・森翔平（東北大）・吉田憲司・山口匡・平田慎之介（千葉大）

医用超音波画像における振幅包絡統計（ES）解析は、定量的超音波画像診断（QUS）技術として臨床応用が進められているが、安定した解析には十分に大きな関心領域（ROI）を設定する必要がある。そのため、微細な組織構造を対象とした解析が行えないことが課題である。本研究では、ES解析の空間分解能を向上させるため、平面波の送信方向を変化させて撮像した複数の画像を用いて、解析に使用できるROI内の画素数を増やす手法を提案している。本報告では、リンパ浮腫モデルマウスの真皮層の組織性状診断において提案手法を適用し、提案手法によってES解

析の安定性が向上することを確認した。

第2回

日時：令和7年7月23日（水）

会場：北海道大学・獣医学部・講義棟会議室

共催：日本超音波医学会 超音波分子診断治療研究会・マルチスケール QUS 研究会

BT2025-09

超音波照射による血中抗酸化能の時間変動

丹羽良介・市川寛・秋山いわき（同志社大）

我々は、動物モデルに対し腹部に超音波（US）を照射したところ、血中の6種の活性酸素種（ROS）除去活性が増強することを確認している。このメカニズムは、US照射による細胞からの一過性抗酸化物質の血中への放出、および、新たな抗酸化物質の細胞内誘導効果によるものを推測している。しかしながら、それぞれ一律に増強しておらず照射後のROS除去活性の継時的変化はわかっていない。本研究では、US照射後の血中ROS除去活性の継時的変化を追跡した。単回のUS照射において、ROS除去活性が速やかに上昇を示すことが示された。また、一重項酸素除去活性については60分後まで徐々に上昇を示した。以上の結果より、単回US照射により誘導される血中抗酸化能増強メカニズムは、細胞内に蓄えられた抗酸化物質が血中に一時的に放出されることによるものであることが示唆された。

BT2025-10

超音波照射メダカ胚のGFAP遺伝子発現の実験的検討

森山祐吏（同志社大）・日下部りえ

（関西大）・大西歩葉・高柳真司・池川雅哉（同志社大）・上野智弘（京都大）・岩崎了教（エービー・サイエックス）・吉岡正裕（産総研）・秋山い

わき (同志社大)

超音波照射が生物の発生や発達に与える影響について研究している。先行研究では、メダカ胚に超音波を照射することによって、孵化時間が短縮することや、神経系タンパク Glial fibrillary acidic protein (: GFAP) の発現量が上昇することを報告してきた。GFAP は中間系フィラメントの1つで、アストロサイト細胞質における細胞骨格の重要な構成要素として、構造の保持、栄養代謝などを担っているタンパク質である。本研究では、whole mount in situ hybridization (: WISH) 法を用いて、超音波照射されたメダカ胚と無照射メダカ胚における GFAP の発現の局在を検出し、比較検討を行った。その結果、超音波照射メダカ胚における脳や脊髄の一部領域に異なる発現が確認された。

BT2025-11

マイクロ流体デバイスを用いたマイクロバブル調製と脳への薬物送達
小俣大樹・宗像理紗・鈴木亮 (帝京大)

超音波照射により誘導されるマイクロバブルの振動を利用した脳への薬物送達法が注目されている。一般に、超音波へのマイクロバブルの応答は、マイクロバブルの粒子径に影響されることが知られている。そのため、粒度分布幅の広い多分散マイクロバブルと比べて、粒度分布幅の狭い単分散マイクロバブルでは、超音波への応答が均質化され、効率的な薬物送達につながると期待される。近年、均一かつ再現性よく微粒子を調製可能なマイクロ流体技術が注目されており、マイクロバブル調製への応用も期待されている。本発表では、マイクロ流体技術を用いた単分散マイクロバブルの調製方法ならびに単分散マイクロバブルを用いた脳への薬物送達について検討した結果を報告する。

BT2025-12

マウス体外受精卵に対する一酸化炭素
ウルトラファインバブルの影響について

立花克郎・平川豊文・四元房典 (福岡大)・宮本新吾 (岩手医科大)

生殖補助医療は、不妊症に対する中核的な医療手段として位置づけられており、その中でも受精卵が胚盤胞期に到達する過程は、重要な発生段階の一つとされる。しかしながら、in vitro 培養環境下における酸化ストレスは、受精卵の適切な分化進行を阻害する主要因である。近年、一酸化炭素 (CO) を含有するガス状伝達分子が、外因的に適正濃度で投与された場合に抗酸化作用を示すことが報告されている。本研究では、CO を超微細気泡 (ultrafine bubbles, UFBs) に内包させ、in vitro 培養下において受精卵の効率的な胚盤胞分化を促進する新規技術の開発を試みた。CO は通常、培養液中において速やかに揮発・拡散する性質を有するが、UFB に封入することでその保持性を向上させることが可能となった。UFB 培養液において培養された受精卵は、従来の標準培養液と比較して、有意に高い胚盤胞孵化率を示した。

BT2025-13

超音波照射下におけるキャビテーション
ダイナミクスの高速度観察の試み
工藤信樹 (北海道大)・貴田浩志・立花克郎 (福岡大)・橋本守 (北海道大)

超音波照射下で生じるキャビテーションの特徴を明らかにすることは、超音波治療の効率を向上し新しい可能性を開くうえで重要である。本発表では、解明が進んでいるマイクロバブルと、それよりも一桁以上径が小さいナノバブルが超音波照射下で生じるキャビテーションのダイナミクスを高速度観察した結果を報告する。超音波発生装置にはランジュバン振動子 (周波数 47.5 kHz) を用い、マクロレンズ (x5,

Laowa) を装着した高速度カメラ (HPV-X2, 島津) で撮影した。その結果, ナノバブルがマイクロバブルとは異なる様式で振動する様子が捉えられ, 本観察はナノバブルのダイナミクス解明に有用と考えられた。

BT2025-14

30MHz 超音波プローブを用いた 3 次元微小血管網の可視化

Anam Bhatti (Inserm) ・金子悦久・石井琢郎・西條 芳文 (東北大)

高周波数および超高速超音波撮像技術を用いた血流イメージングは、表在組織や小動物の微小な血管網を高感度かつ高分解能に可視化する手法として有望である。本研究では、30 MHz CMUT プローブ (L38-22v, Verasonics Inc.) と研究用超音波プラットフォーム

(Vantage 256 High Freq. Config., Verasonics Inc.) を用いた超音波システムにプローブの機械走査を組み合わせ、ヒト皮膚とマウス脳を対象とした 3 次元微小血管網の可視化フレームワークを構築した。平面波イメージング (PRF: 5 kHz, 10 Tx angles) を行いながら、プローブをエレベーション方向に 1 mm/s で機械走査し、Lateral 8 mm×Axial 13 mm×Elevational 5 mm の範囲で時空間的に連続なエコーデータを取得した。プローブのエレベーションフォーカスにおけるビーム幅 (約 200 μ m) を基に同一平面内のドプラー信号が含まれると想定される時間幅でエコーデータをセクション分割し、各セクションに特異値分解 (SVD) フィルタを適用し、3 次元血管網からの血流信号を抽出した。ヒト皮膚およびマウス脳を対象に本手法の有効性を検討した結果、提案手法により空間分解能と血流感度を両立しつつ、血管構造の 3 次元的連続性を保持した微小血管網の可視化が可能であることを示した。

BT2025-15

クラスタリングに基づく光音響画像の

ノイズ分離と高画質化手法の検討

鈴木陸・I Gede Eka Sulistyawan・石井琢郎・西條 芳文(東北大)

光音響イメージングは、組織にレーザー光を照射し、光吸収体から生じる超音波信号を取得することで特定の生体内物質を可視化する技術である。光学吸収コントラストに基づく選択的可視化が可能である一方、臨床で用いられる超音波信号より強度はるかに小さく、可視化される画像にはノイズが多く含まれる。本研究では、光吸収体の物理的特性と画像のテクスチャ情報に基づいたクラスタリングによって血管領域とノイズ成分を分離し、ノイズ成分の除去による高画質化を検討した。本発表では、複数のファントムおよび生体データを用いて、振幅値、周波数スペクトルの傾き、画像の局所エントロピーを入力とする特徴量の組合せとクラスタ数の違いによる分離性能を定量的に比較し、光音響画像の高画質化への寄与を議論する。

BT2025-16

アクトミオシンの働きに着目した乳がんスフェロイドの振幅包絡統計評価
伊藤一陽 (農工大) ・田村和輝 (浜松医大) ・飯嶋雄太・吉野大輔 (農工大)

三次元組織培養プラットフォームであるスフェロイドやオルガノイドは、生体内の生物学的現象を再現する上で重要なツールとして注目されている。それに伴い、スフェロイドを評価するための適切な評価手法の必要性が高まっている。

本研究では、アクトミオシンの働きが超音波散乱に与える影響を明らかにすることを目的とし、乳がんスフェロイドに対して 80 MHz 超音波を用いた評価を行った。振幅包絡信号の統計解析には Homodyned-K 分布を適用し、アクトミオシンの収縮力を阻害する Blebbistatin 投与群 (BLB)、その溶媒を投与した群 (DMSO)、および非投与

群 (Control) を比較した。その結果、BLB 群では散乱特性に特異的な変化が観察され、アクトミオシンのはたらきを阻害することによる音波散乱への寄与が確認された。

第3回

日時：令和7年9月27日(土)
会場：大宮ソニックシティ
共催：日本超音波医学会 第37回関東甲信越地方会学術集会

第37回関東甲信越地方会学術集会と共催の為、「学術集会抄録集」をご参照ください。(BT2025-17~20)

第4回

日時：令和7年12月16日(火)
会場：大学コンソーシアム富山
共催：日本超音波医学会 超音波分子診断治療研究会・マルチスケール QUS 研究会

BT2025-21

キンギョのウロコにおける低出力パルス超音波に応答する遺伝子
田淵圭章・平野哲史・長岡亮・大村眞朗・長谷川英之(富山大)・鈴木信雄・黒田康平(金沢大)・古澤之裕(富山県立大)・平山順(文教大)

魚類のウロコは、石灰化骨基質上に骨芽細胞、破骨細胞および骨細胞様細胞が存在し、メカニカルストレスに対して高い感受性を有する点で、哺乳類の骨に類似した性質を示す。本研究では、臨床において骨折治療に用いられている条件と同一の低出力パルス超音波(LIPUS; 強度 30 mW/cm², 照射時間 20 分) をキンギョのウロコに照射した。その結果、骨芽細胞の分化誘導が認められた。さらに、次世代シーケンサーを用いた網羅的遺伝子発現解析により、シクロオキシゲナーゼ 2 (COX-2; PTGS2) およびオステオプロテグリン(OPG; TNFRSF11B) を含む、骨芽細胞分化に関与する遺伝子ネットワークが同

定された。本研究で得られた知見は、LIPUS の作用に関する分子メカニズム解明に寄与する可能性がある。

BT2025-22

双方向超音波加振による生体模擬ファントムの粘弾性特性推定
新谷聡基・荒川元孝・石井琢郎・西條芳文(東北大)

我々は、双方向から AM 変調集束超音波を対象物に照射し、変調周波数 Δf の正弦的なずりひずみを発生させ、変位と音響放射力の比の周波数特性から粘弾性特性を推定する方法を検討している。本報では、3種類の硬度の生体模擬ファントムを計測した。レオメータにより 1-100 Hz での粘弾性特性を計測した結果、Kelvin-Voigt fractional derivative (KVFD) モデルによく整合した。次に、4-1000 Hz で本手法により超音波計測を行った。計測結果を KVFD モデルに整合したところ、低周波側では計測結果とモデルとの差は小さかったが、高周波側では大きくなった。また、推定パラメータの大小関係が実際の硬度と対応しなかった。一方、Kelvin-Voigt (KV) モデルにより推定したパラメータは、実際の硬度に対応した。病変の進行度に伴う粘弾性変化の計測には、KV モデルが適していると考えた。

BT2025-23

せん断波伝搬速度の周波数特性に基づく生体模擬ファントムの粘弾性評価
平田慎之介・白石裕之・齋藤慎一郎・松田歩夢・菅幹生・吉田憲司・山口匡(千葉大)

超音波画像診断におけるせん断波エラストグラフィ (SWE) とは、集束させた超音波によって生じる瞬間的な組織変位が、生体内をせん断波として伝搬する速度 (SWS) を、連続的に撮像した超音波画像から計測することで、組織弾性を評価・可視化する技術である。しかしながら、粘性を有する生体内における SWS は、弾性のみならず粘性や

せん断波の時間周波数によっても変化するため、弾性を正確に評価するにはSWSの周波数特性に基づいて粘性と弾性を同時に推定する必要がある。本研究では、生体模擬ファントム内に挿入した加振ニードルによって任意の周波数のせん断波を発生させ、SWSの周波数特性を高精度に取得する手法を提案した。さらに、取得した周波数特性を粘弾性力学モデルの一種である標準線形固体(SLS)モデルで近似することにより、生体模擬ファントムの粘性と弾性を推定した。

BT2025-24

気泡援用超音波加熱における気泡エコー信号を用いた加熱凝固領域のリアルタイム制御に関する基礎的検討
後藤洋人・森翔平(東北大)・吉澤晋(東北大, ソニア・セラピューティクス)

強力集束超音波(HIFU)治療では、加熱の進行度をリアルタイムにモニタリングし、所望の加熱効果が得られたタイミングでHIFU照射を自動停止する方法が求められる。本研究では、気泡の加熱増強効果を利用したHIFU治療法において、超音波イメージングで得られる気泡からの散乱信号を用いて加熱効果を推定し、HIFU照射を自動停止する方法について基礎的検討を行った。トリ胸肉にHIFUを照射し、イメージングプローブで超音波の送受信を行った後、照射部位を切り出して加熱凝固領域を取得し、受信した超音波信号と比較した。その結果、超音波信号の時間積算値と加熱凝固領域には相関関係がみられた。そこで、超音波信号の時間積算値に基づく閾値を設定し、閾値到達時に照射を終了させる実験系を構築した。実際に複数のサンプルへ照射制御を行ったところ、サンプルごとに照射停止までの時間は異なった一方で、その結果として得られた凝固領域はいずれも十分な大きさであり、本手法の有用性が示唆された。

BT2025-25

気泡援用超音波治療法における気泡領域および加熱効果に対する音響遮蔽率の影響

佐藤きらら・森翔平(東北大)・吉澤晋(東北大, ソニア・セラピューティクス)

強力集束超音波(HIFU)治療は体外から超音波を照射し、焦点領域において組織を加熱凝固させることで非侵襲にがん治療を行う方法である。治療の効率化のため、負圧によって発生するキャビテーション気泡を利用する方法が提案されているが、キャビテーション気泡の生成位置や生成量は確率的であり、その制御が課題である。さらに、肝臓をターゲットにした場合、肋骨によってHIFU伝播経路の一部が遮られ、ターゲットに到達するエネルギーが減少することがある。そこで本研究では肋骨による遮蔽を模擬して2本の棒状の遮蔽物をHIFUの伝播経路に設置し、HIFU伝播経路の遮蔽率15, 25%条件下における気泡生成領域と加熱効果について検討を行った。実験の結果、気泡生成領域は遮蔽物による音場の変化に依存していた。しかし、全音響出力を適切に増大させることで、気泡生成領域と加熱効果を棒状遮蔽物が無いときと同等にできることが確認された。

BT2025-26

強力集束超音波音場における多重反射波挙動の光学解析と光学測定精度評価

小野佑真・森翔平・吉澤晋(東北大)

強力集束超音波(HIFU)治療の有効性および安全性を評価するためには、焦点領域における正確な音場評価が不可欠である。従来、水中音場測定にはハイドロホンが広く用いられてきたが、点計測であるため空間的な音場分布の取得に長時間を要するほか、センサ自体が音場を乱すという課題があった。そこで本研究では、非侵襲かつ高空間

分解能な測定手法として、シャドウグラフィ法を利用した水中音場計測システムを構築した。幾何焦点音場の測定により本システムの精度検証を行った後、HIFU 照射時に焦点領域に生成されるキャビテーション気泡とトランスデューサ間において超音波が多重反射することで生じる「再フォーカス現象」の可視化および定量的な解析を行った。本手法を用いることで、従来のハイドロホン測定では困難であった複雑な干渉場の詳細な音圧分布評価が可能となった。

BT2025-27

HIFU トランスデューサ加振によって生じた変位の推定手法における方位方向のサンプリング周波数の影響に関する基礎検討

長岡亮（富山大）・吉澤晋・梅村晋一郎（東北大）・長谷川英之（富山大）

本報告では、HIFU 照射用のトランスデューサを加振音源として用いて発生させた横波の粒子変位の 2 次元推定手法に関する検討結果の報告を行う。特に、方位方向への粒子変位推定に関して、方位方向のサンプリング周波数の影響を検討した。また、この際に、受信ビームフォーミングに関して、異なる 3 つのアポダイゼーション関数（従来手法、high pass filter、transverse oscillation）を適用し、得られたビームフォーミング信号を用いて、横波の 2 次元粒子速度分布を推定し、推定した粒子速度の PSNR を比較した。

BT2025-28

超音波減衰評価における音場特性依存性の検証

野尻大誠・長岡未唯・平田慎之介・吉田憲司・山口匡（千葉大）

臨床用超音波診断装置には機器依存性があり、診断装置に搭載されている超音波の減衰に着目した定量評価機能の妥当性をユーザが理解することが困

難となっている。本研究では、臨床用装置と超音波機器開発用プラットフォームで同一対象を観察して収集したエコー信号を比較することにより、装置間での差異について検証した。正常肝および脂肪肝を模擬したファントムを対象として複数の周波数でエコーデータを取得し、リファレンスファントム法によって減衰を評価した。その結果、減衰係数およびその周波数依存性は両装置で類似しており、ビームフォーミングなどの相違がある場合でも十分な周波数帯域が担保され極端なポストプロセッシングが無い状態であれば同程度の減衰評価が可能であることが示唆された。

BT2025-29

深部静脈血栓症判定に向けた血管セグメンテーションモデルの開発

根岸直輝・佐藤優祐・大村眞朗・塩崎真弓・横田綾・仁井見英樹・長谷川英之・高尚策（富山大）

下肢深部静脈血栓症（DVT）の自動判定支援に向け、超音波 B モード画像から血管を自動抽出する U-Net セグメンテーションを構築した。B モード画像 171 枚を学習し、K 分割で Dice 係数 0.824 を得た。静止画で構築した学習モデルを用い、B モード圧迫法の動画での血管トラッキングを行った。圧迫に伴う血管面積・円形度の変化を追従でき、MC Dropout 法により血管部位の不確実性を評価した。DVT 症例では非圧迫時、不確実性増加の傾向が見られ、今後 DVT 判定のための分類問題へ活用する。

BT2025-30

透析回路凝固検出のための間欠的高速超音波計測

大村眞朗・宮島 哲也・佐藤 邦昭・長谷川英之（富山大）

透析回路凝固の可視化・早期検出を目的に、高速超音波イメージングを検討した。通常透析濾過回路の静脈チャンバに超音波プローブを固定し、30 秒

毎の間欠・高速超音波（送信 10 MHz, PRF 10 kHz, 照射<1 秒）で血流を画像化した。適応的クラッタフィルタ後の振幅包絡を Homodyned-K 分布（HK 分布 μ パラメータ, 散乱信号パワーに関係）で統計解析し, 補液時の静脈圧上昇に伴う血球分布の不均一性の変動を捉えた。ヘパリン/ナファモスタット症例でも時間トレンド比較を行い, HK- μ の緩やかな低下や補液直後の一過性上昇を観察した。

第 5 回

日時：令和 8 年 2 月 18 日（水）
会場：日本光電工業株式会社 東京支社・首都圏 GP 支店
共催：電子情報通信学会 超音波研究会・日本音響学会 超音波研究委員会・日本非破壊検査協会超音波部門

BT2025-31

閉口き裂界面で屈折する超音波を利用したアレイイメージングとき裂深さ推定
中畑和之・目崎智大・小野寺慧・清水鏡介（愛媛大）・丸山泰蔵（東京科学大）

疲労き裂面に対して斜めに入射する縦波超音波を可視化したところ, き裂界面からの屈折横波が確認された。これは, 超音波がき裂面から部分的に漏洩していることを示すものである。動弾性有限積分法による波動伝搬シミュレーションの結果からも, 部分接触するき裂面から屈折横波が発生し, き裂界面の接触面積によってその振幅が変化することが示された。これらの知見をもとに, 疲労き裂面で発生した屈折横波を利用した開口合成イメージングを提案する。ここでは, 超音波アレイ探触子を利用し, イメージング結果から疲労き裂の深さ推定を試みる。数値シミュレーションおよび計測実験により本技術の検討を行ったので, その結果について報告する。

BT2025-32

1024 素子 2D マトリクスアレイ探触子を用いた 3D 超音波フェーズドアレイ映像法の曲面部材検査への応用
川口竜矢・藤川裕翔・矢代雄大・長久保白・小原良和（東北大）

NDE4.0 において, 機械学習を効果的に活用するためには膨大な数の超音波画像が必要となる。しかし, 2次元画像のみを生成する一般的なフェーズドアレイ (PA) では, この画像データの収集が困難な場合がある。我々は, 高分解能な 3D 画像を取得するために Piezoelectric and Laser Ultrasonic System (PLUS) を開発してきたが, これには長いデータ取得時間を要するという課題があった。そこで, リアルタイムな 3次元イメージングを実現するため, 1024 素子の 2次元アレイ探触子を製作した。この制御システムを構築することで, 平面部材に対する高分解能 3D イメージング能力を実証した。本研究ではこの手法を曲面部材へと拡張する。具体的には, 曲面形状を計測し, それに基づいて内部欠陥を可視化するスキームを実装した。曲面部材内の欠陥は, 水浸法, およびゲルウェッジを用いた直接接触法によって映像化された。本技術の進展は, NDE4.0 における機械学習のさらなる活用に寄与するものである。

BT2025-33

共振超音波スペクトロスコープを用いた鉄系・銅系超弾性合金の弾性定数計測および結晶方位推定
長久保白・三上周真・小原良和・夏季・大森俊洋（東北大）

大型インフラの耐震性向上のため, 復元力と制震機能を持つ銅系および鉄系超弾性合金の実用化が期待されている。しかし, これらの材料特性は結晶方位に依存するため全数検査が必要であり, 既存の検査法ではコストや時間の面で現場適用が困難という課題があった。そこで本研究では, 打音を用い

た共振超音波スペクトロスコーピ (RUS) 法による、大型試料の迅速な結晶方位評価法を提案する。本手法はハンマー打撃による共振周波数の計測から、弾性定数と結晶方位を解析するものである。本報では、銅系・鉄系合金における正確な弾性定数の計測と、本手法を用いた方位推定の有効性について報告する。

BT2025-34

超音波画像データの多様性に着目した深部静脈血栓症自動判定モデル

佐藤優祐・根岸直輝・大村眞朗・塩崎真弓・横田綾・仁井見英樹・長谷川英之・高尚策 (富山大)

深部静脈血栓症の診断は、非侵襲かつ低コストで繰り返し実施可能な超音波検査が第一選択である。Bモードを用いた静脈圧迫法では、超音波プローブによる圧迫時に静脈が潰れるか否か、血栓の有無を判定する。この診断は、検査者の経験や技術に依存し、診断精度や再現性のばらつきが課題である。本研究では、この課題を解決するため、非圧迫および圧迫の B モードのペアを入力とした画像分類モデルを構築した。モデルは、非圧迫・圧迫画像をそれぞれ ResNet で処理し得られた特徴を統合する二分岐 CNN を採用し、DVT 有無を二値分類した。さらに、少数データでの精度安定を目的に複数のデータ拡張手法を比較し、最適化を行った。

BT2025-35

高周波超音波による血球凝集の異方性評価の基礎検討

坂口翔哉 (千葉大) ・ Emilie Franceschini (Aix-Marseille Univ./CNRS) ・ 吉田憲司・平田慎之介・山口匡 (千葉大)

せん断流中の血液 (赤血球懸濁液) では、後方散乱係数 (backscatter coefficient; BSC) が超音波の入射角に依存し、後方散乱の異方性を示す可能性がある。本研究では、回転二重円

筒によるせん断流 (クエット流) 中で取得した 22-40 MHz 帯の超音波データを用い、BSC の角度依存性を評価した。その結果、せん断速度 (shear rate; SR) =10, 31.6, 100 s^{-1} のすべての条件において、BSC は入射角 β に対して U 字型の変化を示し、 $\beta \approx 90^\circ$ 付近で最小値を示した。特に SR=31.6-100 s^{-1} では、異方性振幅 Δ BSC は約 4-6 dB に達した。さらに、深さの異なる解析窓 (region of interest; ROI) においても、この U 字型の角度依存性は一貫して観測された。減衰補正を行わない場合、深い ROI ほど BSC は低下したが、減衰補正を適用することで、この深さ依存性は大きく抑制された。一方、U字型の形状および最小値を示す角度は、減衰補正の有無によらずほぼ同一であった。以上より、本研究で観測された BSC の異方性は、減衰補正処理に起因するアーチファクトではない可能性が高いと考えられる。

BT2025-36

シミュレータによる集束超音波探触子の設計と球面収差による影響評価

田中雄介・小倉幸夫 (ジャパンプローブ)

集束超音波探触子は音響レンズや凹面振動子を用いており、その焦点位置は直接波とエッジ波が重なって発生する。実際の焦点位置は直接波とエッジ波のそれぞれの影響度により変化し、幾何学的に計算される直接波最大影響度の焦点とエッジ波最大影響度の焦点の間になる。エッジ波の影響度を求めることで焦点位置を計算可能で、シミュレータによりエッジ波の影響度を凹面状超音波の開口角と関係づけて算出した。エッジ波の影響度から振動子形状や周波数、音響レンズや媒質の音速から焦点位置を推定可能になった。さらに音響レンズの球面収差の影響をシミュレータで評価し、焦点に影響が無いことを確かめた。

BT2025-37

部分的に水浸したステンレス球殻に単一ナノ秒パルスレーザー光の直接照射によって生成されるガイド波の測定と評価

會澤康治・千代泰旗・藤田大翔・内山雄太・西田蒼（金沢工大）

我々は球殻上に生成したガイド波の応用として経皮薬剤送達の可能性について調べている．これまでに我々はポリプロピレン球殻上に発生させたレーザー誘起ガイド波の伝播特性を報告してきた．一方，我々の計算機シミュレーションによると金属球殻の方がポリプロピレン球殻よりも高強度のガイド波が生成されることが分かっているが，これを実験で確かめたことはなかった．本報告ではナノ秒パルスレーザー光をステンレス球殻表面に直接照射した場合に発生するガイド波の測定と評価について述べる．

BT2025-38

AFM 感度補正信号を用いた超音波ダブルパルスの自己相関による水中方位測定
染谷英寿・陶良（千葉工大）

水中距離測定における精度向上やマルチパス影響軽減のため，本研究室では，時間反転用感度補正信号 (AFM-SC) を導入した．また，参照受信信号を利用した複数受信との相互相関より空中物体の方位測定を検討し，感度補正信号の有効性を示した．本稿では，超音波トランスデューサの指向性の影響に着眼し，AFM-SC 信号と複数送信式による超音波ダブルパルスに対して，自己相関処理を用いた水中方位測定法について検討する．