

# 公益社団法人日本超音波医学会平成 27 年度基礎技術研究会抄録

代表：竹内真一（桐蔭横浜大学医用工学部臨床工学科）

## 第 1 回

日時：平成 27 年 5 月 24 日（日）

会場：グランドプリンスホテル新高輪（東京都港区）

日本超音波医学会第 88 回学術集会における第 1 回光超音波研究会と共同企画の為、「超音波医学」42 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 27 年 6 月 19 日（金）

会場：熊本大学黒髪南地区共用棟黒髪 11 階電数講義室

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会、日本音響学会アコースティックイメージング研究会、IEEE UFFC Society Japan Chapter

### BT2015-06 環境外乱下における軟組織中に内包される微細石灰化からの超音波エコーの観察

内藤 優<sup>1</sup>、田邊将之<sup>1</sup>、西本昌彦<sup>1</sup>、橋本 浩<sup>2</sup>、地挽隆夫<sup>2</sup>、島崎 正<sup>2</sup>（<sup>1</sup>熊本大学大学院自然科学研究科、<sup>2</sup>GEヘルスケア・ジャパン株式会社超音波製品開発部）

軟組織中の石灰化をカラードブラ法で観察すると、石灰化上に特異的なエンハンスが観察される。これを“twinkling sign/artifact”と呼ぶ。この現象は臨床診断において有用性があると考えられるが、その発生メカニズムは解明されていない。この現象の発生メカニズムを明らかにするために、超音波診断装置と石灰化を内包した疑似生体ファントムを用いて実験を行い、環境外乱が石灰化に与える影響を検証した。十分に振幅強度があるエコー部分には外乱振動が重畳されており、エコー信号から外乱振動の周波数成分を捉えることができた。また、外乱を制御することによって、外乱振動をエコー信号から除去し、Twinkling sign が低減することを確認した。

### BT2015-07 臨床画像に含まれる非スペckル成分を考慮した肝線維化定量手法の推定精度の検討

森 翔平<sup>1</sup>、平田慎之介<sup>1</sup>、山口 匡<sup>2</sup>、蜂屋弘之<sup>1</sup>（<sup>1</sup>東京工業大学大学院理工学研究科、<sup>2</sup>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モデルであるマルチレイヤーモデルを用いたびまん性肝疾患の定量診断手法を検討している。先行研究で、モデル化誤差を増加させる血管壁などからの反射波である非スペckル信号を除去する手法を提案した。本報告では、非スペckル成分を考慮した肝線維化定量手法の推定精度を検討するため、病変肝を模擬した組織モデルを用いて評価を行った。さらに、臨床画像を用いて評価を行い、提案手法の有用性を検討した。検討の結果、非スペckル成分を考慮した肝線維化定量手法により非スペckル成分を含む超音波画像でも病変肝の組織性状を高精度に推定できること、本手法は臨床画像においても正しく機能することが示された。

### BT2015-08 柔軟性超音波探触子の開発と医用超音波への応用

田中雄介、星野秀和、吉田光良、李 文、酒井 玲、平野大輔、小倉幸夫（ジャパンプローブ株式会社）

接触面を被検体に合わせて変形可能な柔軟性超音波探触子を開発し、生体模擬サンプルの計測と医用超音波への応用を述べた。

まず探触子の表面直下の検出性能を確認するため横穴の開いたポリスチレンブロックの観察を行った。医用超音波への応用として歯科領域における歯の検査などを考え、顎モデルを用いて歯の構造の検査を行った。顎モデルの歯は背面からねじで固定されており、ねじ穴からの反射信号を観察できた。また顎モデルの歯肉部分からソフトプローブで検査を行い、歯の表面などからの反射信号を検出した。さらにアレイプローブを用いて乳腺ファントムの疑似腫瘍を画像化した。

### BT2015-09 チタン前面板を有した耐キャピテーションハイドロホンの開発 — 封止方法が耐久性に及ぼす影響 —

椎葉倫久<sup>1,2</sup>、岡田長也<sup>3</sup>、黒澤 実<sup>4</sup>、竹内真一<sup>1</sup>（<sup>1</sup>桐蔭横浜大学大学院工学研究科、<sup>2</sup>日本学術振興会特別研究員 PD、<sup>3</sup>本多電子株式会社、<sup>4</sup>東京工業大学大学院）

チタン製前面板（受音面）の裏面に水熱合成チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）多結晶膜を成膜し、音響キャピテーションの発生を伴う強力な超音波の音場で測定をしても壊れないように工夫した耐音響キャピテーションの堅牢型ハイドロホンの開発を行ってきた。このハイドロホンは音響キャピテーションが発生する超音波洗浄器の強力な超音波音場に曝露しても表面電極の損傷はなかった。しかし、シール材として用いていたエポキシ樹脂が剥離してしまう問題点が挙げられた。我々はハイドロホンの基本構造、材用および製作手順を再検討して、この問題を回避可能な堅牢型ハイドロホンの開発を試みた。今回は、シール材を用いず表面電極とシースを直接接着した新型ハイドロホンを試作した。このハイドロホンでは忠実に超音波波形の非線形歪を表現できるとともに HIFU のような高強度の超音波の焦点においても破損しない耐久性を示した。

### BT2015-10 Brillouin 光散乱法を用いた c 軸配向薄膜の音速および常屈折率の同時測定

富田昇太<sup>1</sup>、柳谷隆彦<sup>2</sup>、鈴木雅視<sup>2</sup>、高柳真司<sup>1</sup>、松川真美<sup>1</sup>（<sup>1</sup>同志社大学理工学研究科電気電子工学専攻、<sup>2</sup>早稲田大学先進理工学部電気・情報生命工学科）

Brillouin 散乱法は試料中を伝搬する音速および屈折率を測定する技術として知られている。この手法は非破壊・非接触で測定を行うことができ、また薄膜材料に対しても有効である。今回、我々は 90° および 180° 散乱配置という 2 つの光学散乱配置を組み合わせ、c 軸配向 ScAlN 薄膜の厚み方向に伝播する音速と常屈折率の測定を試みたので報告する。

### BT2015-11 レーザビームによる可聴音及び超音波の直接検出 — 光波マイクロホン（ハイレゾセンサ）の開発 —

園田義人（東海大学産業工学部電子知能システム工学科）

光波マイクロホンは音場や空気流を乱すことなくレーザービームで音を直接検出する。この方法は波動光学あるいは光学的フーリエ変換に基づいており、音による光位相変調の結果生じる極微弱回折光を検出することで電気信号を得る。本報では、原理と理論、受信特性、音計測法としての長所、これまでに行った基礎及び応用実験とその結果を示す。音波周波数範囲は主に空気中で 100 Hz ~ 100 kHz である。最後に、開発の現状と実用上の課題を簡単に述べる。

#### BT2015-12 Disk EMS 粘度計による粘性緩和スペクトルの測定

細田真妃子<sup>1</sup>, 松浦有祐<sup>2</sup>, 酒井啓司<sup>2</sup> (<sup>1</sup>東京電機大学理工学部, <sup>2</sup>東京大学生産技術研究所)

完全に非接触で、遠隔からの電磁相互作用を用いたトルク印加により粘性を測定する EMS (Electro-Magnetically spinning) システムについて、とくに粘性のずり速度依存性を精度よく決定できるディスクタイプの回転プローブを採用した新たな装置を開発した。先に我々が開発し現在、市場展開されている EMS 粘度計は、微小なアルミ球を回転プローブとして用いている。このシステムは不均一物質などの粘性測定が容易に実現できるという利点があるが、粘性にずり変形速度依存性があるときは球周辺の流動場を決めることが困難である。流動曲線の決定精度は十分ではなかった。今回は従来から用いられているコーンプレートタイプの回転子に加え、平面円板による測定結果から微分演算を用いて粘性の流動曲線を厳密に再現する手法を提案する。

#### BT2015-13 超音波アレイセンサを用いた物体表面形状と二次元流速分布の同時計測手法の開発

河内拓也<sup>1</sup>, 木村 駿<sup>1</sup>, 井原智則<sup>2</sup>, 木倉宏成<sup>2</sup>, 木本和志<sup>3</sup> (<sup>1</sup>東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻, <sup>2</sup>東京工業大学原子炉工学研究所, <sup>3</sup>岡山大学環境生命科学研究科)

東京電力福島第一原子力発電所事故後の格納容器内の調査、特に燃料デブリ実態把握および漏洩箇所の調査に関連して、超音波アレイセンサを用いた開口合成法に超音波流速分布計測手法を適用させた手法を開発した。本手法では、超音波探傷法として物体内部の亀裂検査に用いられる開口合成法の信号処理工程に、センサの走査線上の瞬時流速分布を計測することができる超音波流速分布計測手法の信号処理を組み込むことで、物体表面形状と二次元流速分布の同時計測を可能にした。そして、燃料デブリを伴う漏洩部を模擬した流動場を用いた検証実験を行い、開発した手法の有効性を確認した。

#### BT2015-14 MHz 帯集束超音波を用いたマイクロウェルからの液滴の打ち上げ

田中宏樹, 水野洋輔, 田原麻梨江, 中村健太郎 (東京工業大学精密工学研究所)

非接触ピペット機能を実現するために、ウェルの下面より目標のウェルのみに凹面振動子により MHz 帯集束パースト超音波を照射することで、1つの液滴を非接触で打ち上げることを検討した。また、液面の音圧分布を測定し、ハイスピードカメラによって液面の形状を観察することで、液滴打ち上げの機構を考察した。これに加え、パースト波の継続時間と打ち上げられる液滴の体積の関係を検討した。

#### BT2015-15 不均一グリッドを用いた特性曲線法音響解析における PML 吸収性能の評価

松村勇汰<sup>1</sup>, 大久保寛<sup>1</sup>, 土屋隆生<sup>2</sup>, 田川憲男<sup>1</sup>, 石塚 崇<sup>3</sup> (<sup>1</sup>首都大学東京大学院システムデザイン研究科情報通信システム学域, <sup>2</sup>同志社大学理工学部, <sup>3</sup>清水建設技術研究所)

音場の数値解析は、近年コンピュータを用いた数値解析が行われることが多くなり、数値解析の手法がこれまでに多く開発されてきた。時間領域法の一つである CIP-MOC 法は、音場の物理量とともにその空間微分値を用いることで時間経過に伴う数値分散を大幅に抑えるという特徴がある。本研究では、2次元の計算領域において、不均一グリッドを用いた CIP 法と、perfectly matched layer (PML) を組み合わせる方法について検討した。

PML の吸収性能を評価した結果、不均一グリッドに対して PML を設定した場合、不均一グリッドのグリッド比を変化させても、吸収性能が著しく低下することはない。均一グリッドの時と同様に適用可能であることがわかった。また、いずれのグリッド比においても、PML の入射角が大きくなると吸収性能が低下することが示された。

#### BT2015-16 粒子速度を用いた CE-FDTD 法 — 2次元の場合 —

土屋隆生<sup>1</sup>, 杉浦恭輔<sup>1</sup>, 岩谷幸雄<sup>2</sup>, 大谷 真<sup>3</sup> (<sup>1</sup>同志社大学理工学部, <sup>2</sup>東北学院大学工学部, <sup>3</sup>京都大学工学部)

本報告では、粒子速度を用いた CE-FDTD 法を提案している。CE-FDTD 法は、波動方程式の2階微分項を差分化する際に座標軸方向だけでなく、対角線方向も参照することで高精度化する手法である。このように CE-FDTD 法で用いられている多方向参照の考え方を音圧と粒子速度を用いた支配方程式により定式化する標準の FDTD 法に導入し、高精度化できることを示す。2次元音場について数値実験を実施した結果、本手法は CE-FDTD 法と同等の精度を有することが示された。

### 第3回

日時：平成 27 年 8 月 7 日 (金)

会場：北海道大学大学院情報科学研究科棟 (高層棟) 2 階 A 23 講義室

共催：日本音響学会アコースティックイメージング研究会, 超音波分子診断治療研究会, 光超音波画像研究会

#### BT2015-17 光音響イメージングによる組織・細胞の評価

西條芳文, 長岡 亮 (東北大学大学院医工学研究科)

光音響イメージングは、短パルスレーザー照射による光エネルギーを吸収した分子が熱を放出し、その熱による体積膨張により発生した音響波によるイメージングである。本研究では安価でコンパクトな半導体レーザーを用いた光音響イメージングにより、通常の超音波イメージングでは信号を得にくい骨内部や、疾患モデルの組織を可視化した。さらに炎症のバイオマーカーであるマクロファージを金ナノロッドにより標識し、光音響信号を得たので報告する。

#### BT2015-18 光音響信号による組織内温度計測に関する基礎的検討

衛藤卓也, 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)

体内の温度分布の画像化は、炎症性疾患の診断、癌の温熱療法での温度制御の点において重要である。しかしながら、温度の精度や空間分解能の点で、実用的な手法ではない。そこで非侵襲、高精細な光音響イメージングによる組織内の温度分布計測手法の開発をめざし、初期段階として種々の生体構成要素からの光音響信号強度と温度の関係性を調べた。まず、各構成要素を入れたプラスチックセルに複数波長の光を照射して光音響信号を計測し、吸収が大きく温度計測に適する波長を選択した。次に選択した波長において光音響信号強度と温度の関係性を求め、構成要素によりその関係性が異なること、また波長によりその関係性が異なる要素があることを明らかにした。

## BT2015-19 Low-Intensity Therapeutic Ultrasound Biophysics: How Do Cells Interact with Acoustics?

Alfred C. H. Yu (Biomedical Ultrasound Laboratory, University of Hong Kong)

Ultrasound holds tremendous therapeutic potential at low intensities that are near or below the clinical diagnosis limit, presumably acting through a mechanical interaction pathway. Our current scientific understanding of how ultrasound interacts with living cells is however quite inadequate. In this presentation, we shall discuss a new series of single-cell analysis findings on the non-thermal wave-matter interactions of low-intensity ultrasound and how they can be harnessed for therapeutic applications. The biophysical interactions will particularly be demonstrated through direct observations acquired using live optical and confocal microscopy tools.

We will also examine the scenario where microbubbles are introduced as agents to induce acoustic cavitation. Sonoporation may be readily achieved in this case, and it has been tipped as an emerging paradigm for drug/gene delivery. Epitomizing observations on this process will be shown. Note that membrane resealing is by no means a definite event. Even if resealing is successful, cellular functioning may still be stressed by the sonoporation process. We shall demonstrate how sonoporation can trigger a broad range of biological consequences: all the way from acute disruption of membrane integrity to perturbation of downstream cellular behavior.

## BT2015-20 超音波と大気圧プラズマによるナノ粒子併用生体効果の比較研究

近藤 隆 (富山大学大学院医学薬学研究部放射線基礎医学講座)

最近の研究では、超音波による発光メカニズムは気泡内気体のプラズマ化による“ソノプラズマ”と言われ、反応場の圧力の違いを除くと超音波とプラズマと間に一定の類似性はある。そこで、第一に超音波化学の既報の成果とプラズマ化学のそれとを比較した結果について紹介する。次に、抗酸化作用を有する白金ナノ粒子を併用した場合の影響について実験し、得られた結果について考察する。

## BT2015-21 近傍に存在する壁の硬さが微小気泡のダイナミクスに与える影響の側方高速度撮影による検討

五十嵐康信, 工藤信樹 (北海道大学大学院情報科学研究科)

本研究では、壁と気泡を同一視野で捉えることを可能とするよう高速度撮影システムを改良し、気泡近傍の壁の硬さが超音波照射下での気泡のふるまいに与える影響を調べた。硬いカバーガラスと細胞に類似した硬さのゲル近傍に浮遊している気泡のふるまいを比較した結果、ゲル近傍でのみ80%の割合で気泡が壁から離れていく現象が観察された。一方、細胞の核上に付着した気泡を観察した結果、硬さがほぼ同じであるにも関わらず、気泡が離れていく割合は11%に低下した。この結果は、気泡が細胞に付着することによって膨張収縮が抑制されたためと考えられる。これらの知見は、効率的な生体内ソノポレーションの実現において細胞と気泡の接着条件を考慮することが重要であることを示唆する結果である。

## BT2015-22 3次元培養でのシスプラチンと超音波-マイクロバブルの併用

佐々木東<sup>1</sup>, Chrit Moonen<sup>2</sup>, 滝口満喜<sup>1</sup> (<sup>1</sup>北海道大学大学院獣医内科学教室, <sup>2</sup>UMC Utrecht Imaging Division)

生体を模した3次元培養系で超音波と超音波造影剤 Sonovue<sup>®</sup>によるシスプラチンの殺細胞効果への影響を検討した。セルカルチャーインサートを用い、血管内皮細胞シート層、ヒト咽頭癌細胞と線維芽細胞の共培養層の2層からなる3次元培養系を作製した。シスプラチンと Sonovue<sup>®</sup> 存在下で超音波 (1.3 MHz, 100 cycles/1 kHz PRF, 1.0 MPa p-p) を30秒間照射した。超音波照射後もシスプラチン存在下で4日間培養した。照射直後には Sonovue の添加によって血管内皮細胞が剥離していたが、4日後には細胞剥離は確認されなかった。また、シスプラチンを添加した全ての群で血管内皮細胞の形態が無処置群と異なった。しかし、共培養層の細胞生存率には処置による差がなく、また腫瘍細胞と線維芽細胞の比率にも違いはなかった。今回の条件では、Sonovue<sup>®</sup> と接した血管内皮細胞への効果は見て取れたものの、腫瘍細胞への効果は明瞭ではなかった。今後、各種条件の調整を検討している。

## BT2015-23 悪性神経膠腫細胞株に対するポルフィリン誘導体を用いた音響力学療法

遠藤将吾<sup>1</sup>, 工藤信樹<sup>2</sup>, 山口 秀<sup>1</sup>, 住吉洗城<sup>2</sup>, 茂木洋晃<sup>1</sup>, 金子貞洋<sup>1</sup>, 小林浩之<sup>1</sup>, 寺坂俊介<sup>1</sup>, 寶金清博<sup>1</sup> (<sup>1</sup>北海道大学大学院医学研究科脳神経外科, <sup>2</sup>北海道大学大学院情報科学研究科人間情報工学研究室)

本研究は悪性神経膠腫細胞株に対する ALA-SDT, PpIX-SDT, TS-SDT に関する *in vitro* での初めての報告である。C6細胞株において各SDT群で腫瘍生存率の低下が確認され、ALA-SDTの細胞障害機序はアポトーシスが主体であることが示された。また細胞内の各音響感受性物質の蛍光強度が各SDTによる抗腫瘍効果と相関していることが示唆された。悪性神経膠腫の治療戦略としてALAおよびTSはすでに臨床応用されている薬剤であり、各音響感受性物質との共培養条件や超音波照射条件(装置)が整えさえすれば、ALA-SDTならびにTS-SDTの実臨床へのフィードバックは実現可能なものと考えられた。

## BT2015-24 超音波を利用した脳内への遺伝子デリバリー

鈴木 亮<sup>1</sup>, 小俣大樹<sup>1</sup>, 小田雄介<sup>1</sup>, Johan Unga<sup>1</sup>, 宇留賀仁史<sup>1</sup>, 杉井むつみ<sup>1</sup>, 根岸洋一<sup>2</sup>, 丸山一雄<sup>1</sup> (<sup>1</sup>帝京大学薬学部, <sup>2</sup>東京薬科大学薬学部)

これまでに我々は、リポソームにパーフルオロプロパンを封入したバブルリポソームを開発し、超音波と併用することで様々な細胞に遺伝子導入できることを見出した。そこで本研究では、本遺伝子導入システムを利用した脳への遺伝子導入の可能性について評価した。バブルリポソームとプラスミドDNAをマウス尾静脈から全身投与し、経頭蓋的に超音波を照射した。その結果、超音波を照射した脳において選択的に遺伝子発現が認められることが明らかとなった。このことから、本方法が低侵襲的かつ脳選択的な新たな遺伝子導入法になるものと期待される。

## BT2015-25 増感剤を用いる超音波生体効果の増強

川畑健一<sup>1</sup>, 丸岡貴司<sup>1</sup>, 浅見玲衣<sup>1</sup>, 蘆田玲子<sup>2</sup> (<sup>1</sup>日立製作所研究開発グループ, <sup>2</sup>大阪府立成人病センター消化器検診科)

超音波の生体作用を効率よく生成し、治療効果を高めるための増感剤として、超音波照射によりマイクロバブルを生成する液体微粒子(PCND)の効果を動物実験にて検証した。マウスを用い

た実験により、加熱凝固効果およびキャビテーション効果いずれについても腫瘍ダメージを約1ケタ低下させることが可能であることがわかった。新規腫瘍治療モダリティとして、加熱凝固、キャビテーションそれぞれの効果を用いる治療法について検討を進める。

#### 第4回

日時：平成27年11月15日（日）

会場：ビッグサイトTFTホール（東京都江東区）

第27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」をご参照下さい。

#### 第5回

日時：平成27年12月4日（金）

会場：桐蔭横浜大学先端医用工学センターカンファレンスルーム

共催：日本音響学会アコースティックイメージング研究会

#### BT2015-31 超音波照射による膵臓癌細胞のアポトーシス誘導に関する基礎研究

佐藤貴亮<sup>1</sup>、西村裕之<sup>2</sup>、萩原啓実<sup>2</sup>、吉田 薫<sup>3</sup>、竹内真一<sup>1</sup>（<sup>1</sup>桐蔭横浜大学大学院工学研究科医用工学専攻、<sup>2</sup>桐蔭横浜大学医用工学部生命医工学科、<sup>3</sup>桐蔭横浜大学先端医用工学センター）  
膵臓癌は初期にはほとんど自覚症状がなく、進行も早いために早期発見が非常に難しいという特徴があり、発見された段階で摘出手術が行えないほどに進行している事例が多々ある。そこで我々は、摘出手術が行えない膵臓癌に対する代替療法として超音波によるアポトーシス誘導を考えている。今回は、当研究室製の周波数150kHz定在波型超音波照射システムを用い、ランジュバン振動子に周波数150kHz、電圧185Vp-pの連続正弦波を印加することにより、膵臓癌細胞株MIA-PaCa2に超音波を照射した。24時間後それらの細胞をAnnexin V-FITCとPIで染色し蛍光顕微鏡で観察した。その結果、照射時間30sもしくは1minではアポトーシス誘導の傾向が見られた。

#### BT2015-32 空間領域干渉計法と適応型信号処理を用いた実時間医用超音波高コントラストイメージングに向けた計算量低減

奥村成皓<sup>1</sup>、瀧 宏文<sup>2</sup>、佐藤 亨<sup>1</sup>（<sup>1</sup>京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻、<sup>2</sup>東北大学大学院医工学研究科計測・診断医工学講座）

近年、適応型信号処理を用いた医用超音波2次元画像化方法が多く提案されている。実時間イメージングに向けて計算量の低減が求められ、Beam-Space (BS) Capon法が提案された。しかし従来のBS Capon法では多回数の焦点形成、Element-space (ES)からBSへの変換が求められるため、実時間イメージングにむけて更なる計算量低減が必要である。本研究ではステアリングベクトルを用いて焦点形成を実現し、計算量の低減を行った。加えて推定電力を正確に推定する手法を提案した。その結果、数値シミュレーションにおいて計算量を10分の1以下に低減し、かつ高コントラスト、高分解能なイメージングを達成した。

#### BT2015-33 顕微 Brillouin 散乱法による糖化コラーゲン膜の評価

井本有紀<sup>1</sup>、松川真美<sup>1</sup>、太田哲男<sup>1</sup>、斎藤 充<sup>2</sup>、丸毛啓史<sup>2</sup>（<sup>1</sup>同志社大学波動エレクトロニクスセンター、<sup>2</sup>東京慈恵会医科大学）  
糖尿病になると、骨密度が十分であるにも関わらず骨が折れやすくなる症例が報告されている。これは骨中のコラーゲン内に生

じた後期糖化反応生成物 (AGEs) による非生理的架橋が原因と考えられる。そこで本研究では、市販のコラーゲン薄膜に AGEs 架橋を人工的に生成し、局所領域の音速測定が可能な顕微 Brillouin 散乱法を用いてコラーゲン中の縦波音速の変化を実験的に検討した。AGEs 架橋が生じた試料表面を触針段差計と光学顕微鏡で確認したところ、糖化前より表面粗さが増大した。また AGEs 架橋を含む試料では音速が有意に低下した。吸水性も大きく変化し、AGEs 架橋試料は吸水による音速低下が著しく保水性も高かった。

#### BT2015-34 周波数掃引超音波照射による殺細胞効果の検討

渡邊晶子、Seyedeh Moosavi-Nejad、遠藤日富美、Loreto Feril、立花克郎（福岡大学医学部解剖学講座）

がん治療への応用を目指してマイクロバブル超音波造影剤ソナゾイド (MB) と周波数掃引超音波を併用した細胞殺傷効果と、トリパンブルー色素の細胞内摂取の効果について検討した。MBを加えて超音波を5秒または15秒間照射した場合に、アップチャープに比べてダウンチャープに高い細胞殺傷効果とトリパンブルー色素の細胞内摂取と考えられる現象が認められた。周波数掃引超音波照射方法をMBと併用した超音波治療に応用できる可能性が示唆された。

#### BT2015-35 シリコン/PZT 積層振動板による高感度・広帯域超音波トランスデューサーの検討

祝 靖、牧野紘樹、大久保毅、田川憲男（首都大学東京大学院システムデザイン研究科）

モノシリック集積化チップに適したシリコン基板の上のPZT圧電機能構造を得るために、本研究では、微小電気機械システムの分野におけるPZT圧電膜の提案をする。層構造と組み合わせた正方形のダイアフラムは、適応性のあるデバイスとして設計され、有限要素法を用いたシミュレーションにより、その構造の最適化と性能の評価を行う。シミュレーション結果により、提案するデバイスは、従来のトランスデューサーに比べ高い周波数特性を持ち、イメージングシステムのための次世代超音波アレイに応用できることを示している。

#### BT2015-36 高速超音波イメージングにより計測した動脈壁振動波形の解析

長谷川英之<sup>1</sup>、佐藤正和<sup>2</sup>、入江喬介<sup>2</sup>（<sup>1</sup>富山大学大学院理工学研究部、<sup>2</sup>マイクロソニック株式会社）

脈波伝搬速度法は、動脈壁弾性特性の非侵襲的計測法として有用である。通常の脈波伝搬速度法では、数十cm離れた2点で脈波波形を測定し、それら2点間の弾性特性を評価しているが、毎秒1000枚を実現する高フレームレート超音波を用いればより局所での脈波伝搬速度計測が可能である。一方、波動伝搬解析においては一般的にフーリエ変換を用いて時間周波数と波数を同定する手法が用いられるが、超音波イメージングにおける典型的な描画領域幅である40mmに対して脈波の波長は1m程度と長いいためフーリエ変換による周波数・波数解析の分解能が悪く、波数の同定が困難である。本報告では、高フレームレート超音波を用いて計測した動脈壁振動波形の位相情報を用いて、動脈を伝搬する脈波の波数を高分解能に可視化する手法を提案する。

BT2015-37 柔軟性超音波探触子の開発 —工学と医用への応用—

田中雄介<sup>1</sup>, 星野秀和<sup>1</sup>, 吉田光良<sup>1</sup>, 李文<sup>1</sup>, 平野大輔<sup>1</sup>,  
小倉幸夫<sup>1</sup>, 丸尾勝一郎<sup>2</sup>, 星憲幸<sup>2</sup>, 木本克彦<sup>2</sup>, 安斉昌照<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>ジャパンプローブ株式会社, <sup>2</sup>神奈川歯科大学大学院歯学研究科)

探触子が柔軟で任意曲面に対して接触可能な柔軟性超音波探触子を開発し, 工学応用として非破壊検査, 医用超音波への応用として歯科領域や乳腺外科への適用を試みた. 基礎特性として表面直下の探傷性能を調べ, 鋼の表面直下 1 mm の探傷を行うことができた. 非破壊検査では溶接部の探傷や配管減肉の観測を凹凸のある部分や曲面から探触子を直接接触して行った. 配管はステンレスの減肉観測を行い, 表面直下 1.3 mm の減肉を観察することができた. 歯科領域では抜歯したサンプルを用いて歯の内部を歯の表面から観測し, 歯の 2 重構造を観測した. また, 乳腺ファン

トムを用いて疑似腫瘍を画像化した.

BT2015-38 脂肪肝減衰イメージングのための超音波送受信条件に関する考察

大栗拓真, 神山直久, 加藤生, 島崎正 (GE ヘルスケア・ジャパン超音波製品開発部)

汎用型超音波診断装置を用いた脂肪肝の定量化機能の開発を目的とし, 生体組織の減衰係数の推定に適した手法および送受信条件について検討を行った. 推定法としては, 包絡振幅を用いた Reference phantom method (RPM) および Two frequency differential method (TFDM) を使用し, 送受信パルス波数をいくつか変化した場合の結果を比較したところ, RPM の推定精度が比較的高く, また波数が多い方が推定精度は高かった. さらに, 局所の推定値を使用して減衰量の 2 次元マッピングを生成した.