

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 17 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25293382

研究課題名(和文) 超音波画像による頸部リンパ節転移診断のためのボリュームレジストレーション法の開発

研究課題名(英文) Development of volume registration method for diagnosis of metastatic lymph node of head and neck cancer by ultrasound imaging

研究代表者

阪本 真弥 (Sakamoto, Maya)

東北大学・大学病院・講師

研究者番号：90157686

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：リンパ節微小転移検出のため、造影超音波画像と造影CT画像を三次元的に位置合わせするボリュームレジストレーション法を開発し、リンパ節内外の血管構築を解析できる手法の確立を目的とする。画像処理法としてScale-Invariant-Feature-TransformおよびPhase-Only Correlationを用いて、リンパ節転移マウスモデルのリンパ節の造影超音波画像の輝度情報や輝度情報の時間変化による分散値で高精度に血管情報を算出するアルゴリズムを作成した。その結果、体動に伴う画像のずれやノイズを除去し、リンパ節内の血管を精確に抽出でき、リンパ節微小転移の検出に応用できることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：To detect lymph node micrometastasis, we developed a volume registration method for analyzing the vessel structure in the lymph node by using Scale-Invariant-Feature-Transform and Phase-Only Correlation methods. The algorithm developed here was for correcting images for evaluation of ultrasound images of the experimental metastatic lymph node, and also for calculating highly accurate information of blood vessel considering the dispersion value due to temporal change of luminance information and those before and after contrast agent administration. As a result, it was possible to eliminate misalignment and noise of the ultrasound images, and also extract the microstructure of the blood vessels in the metastatic lymph node.

研究分野：頭頸部画像診断

キーワード：リンパ節転移 画像診断 早期診断 造影超音波画像 造影CT ボリュームレジストレーション法 リンパ節転移モデル 頭頸部癌

1. 研究開始当初の背景

頸部リンパ節の微小転移は、CT、MRI、PET、超音波診断等の画像診断法を駆使しても検出することは難しい。研究代表者は、頭頸部の画像診断専門医として、東北大学大学院医学工学研究科とがん転移画像診断に関する共同研究を行ってきた。以下に示すこれまでの研究成果をもとにリンパ節微小転移診断のためのボリュームレジストレーション法の開発研究を行った。

(1) 通常のマウスのリンパ節は、長径約1~2mm程度であるためにリンパ管やリンパ節を同定することは困難である。我々の研究グループはヒトのリンパ節と同等の大きさである長径約10mm程度にリンパ節が腫脹する近交系マウス、MXH10/Mo/lprマウス、およびこのマウスに生着する生体発光関連タンパクであるルシフェラーゼ発現腫瘍細胞株を樹立し、リンパ節転移モデルの開発を進めてきた。

(2) 臨床応用可能なナノ・マイクロバブルと高周波超音波画像解析システムを開発し、脈管構造の描出を可能にした。

(3) 画像のマッチングはScale-Invariant-Feature-Transform(SIFT)に代表される特徴ベースマッチングとPhase-Only Correlation(POC)に代表される領域ベースマッチングの二つに大別される。特徴ベースマッチングは、画像中の特徴点を検出し、その周囲の局所領域に対して局所記述子を定義し、局所記述子の距離に基づいて画像間のマッチングを行う手法である。領域ベースマッチングは二つの画像間変位を算出し類似度もしくは相違度を評価する。我々の研究グループは、これらマッチング法の研究に以前から取り組み、三次元位相限定相関法の開発研究を進めてきた。

2. 研究の目的

リンパ節微小転移検出のため、造影超音波画像、造影CT画像を三次元的に位置合わせするボリュームレジストレーション法を開発し、正確にリンパ節内外の血管構築を解析できる手法を確立することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) リンパ節の固形腫瘍作製と画像取得

実験動物

MXH10/Mo/lprマウスを14週齢まで系統維持・繁殖させた。この週齢でリンパ節腫脹が発現し、安定化する。リンパ節は、頸部リンパ節もヒトのリンパ節と同等の長径約10mmに腫大した。

腫瘍細胞

腫瘍細胞には、マウス線維芽細胞由来の腫瘍細胞であるMRL/KM-Luc/GFP(KM-Luc/GFP)細胞とマウス乳がん細胞由来のFM3A-Luc細胞を使用した。

ナノ・マイクロバブル

ナノ・マイクロバブルには、脂質二重膜の音

響性リポソームを使用した(J Electron Microsc 59(3):187-196,2010)。膜組成は94mol% Distearoyl-Phosphocholine (DSPC)+6mol%

Distearoyl-phosphoethanolamine (DSPE)-PEG-OMeであり、内部ガスにはC3F8ガスを使用した。

リンパ節転移モデルマウス

上記腫瘍細胞懸濁液とMatrigelを混合し、マウスリンパネットワークにおいて内側腋窩リンパ節の上流のリンパ節である腸骨下リンパ節に腫瘍細胞を接種し、内側腋窩リンパ節に転移するリンパ節転移モデルマウスを作製した。

生体発光イメージング法による解析

本実験で使用したKM-Luc/GFPおよびFM3A-Lucはルシフェラーゼ発現細胞であり、ルシフェリン・ルシフェラーゼ反応を起こした細胞の発光量を生体発光イメージングシステム(IVIS, Lumina Imaging System, Xenogen, Alameda, CA, USA)により測定した。本実験では、腫瘍細胞を直接接種した腸骨下リンパ節と転移巣と考えられる腋窩リンパ節についてルシフェラーゼ活性を測定した。なお、測定時にはマウスは吸入麻酔下に置いた。

造影超音波画像解析

上記ナノ・マイクロバブルを尾静脈に注射し、高周波超音波画像解析装置を用いて、四次元的に固形腫瘍とリンパ節の造影超音波画像を撮影した。

ボリュームレジストレーション

SIFTとPOCを組み合わせることで、高精度かつ密に画像マッチング可能なボリュームレジストレーション手法の開発を行った。撮影した動画に基準フレームを任意で設定し、マッチングしたい動画にSIFTを適用して特徴点が周期的に推移しているフレームの平均値を算出し、しきい値とした。特徴点がしきい値以下であったフレームを動画中から除去した。造影前の最終フレームと造影剤投与後の最初のフレームの特徴点をSIFTで比較し、対応関係を求め、アフィン変換モデルにあてはめてパラメータを推定した。推定したパラメータを造影剤投与後のすべての画像に適用した。SIFTだけでは検出できない微細な動きが存在したため、POCに基づき平行移動マッチングを行った。以上の画像処理操作により、位置補正動画像を得た。さらに、造影剤投与後の画像から投与前後の画像をサブトラクションし、血管構築を抽出した。

造影マイクロCT画像解析

マイクロCTは焦点サイズが非常に小さいため、投影面のボケが小さく、精細で解像度が高い。そこで、本法のリンパ節微小転移診断への臨床応用を目的にリンパ節転移モデルマウスの微小転移病巣の造影マイクロCT画像を撮影した。しかし、抽出した像は輝度値の変化が大きい、もしくは画素の時間変化の分散が大きいピクセルを血管と認識す

るため、実際の血管構造を反映しているのかわからなかった。そこで、CTのリンパ節の血管造影画像を血管の正確なデータと仮定し、ボリュームレジストレーション法のプログラムの精度評価を行ない、病理組織像との比較検討も行った。

4. 研究成果

最初は特徴ベースマッチングで画像間の大きな変形を除去し、続いて領域ベースマッチングを使って画像間の微細なずれをマッチングした。これによって、マウスの呼吸による動きに起因する基準フレームと撮影断面のずれを除去し、微細な動きを低減でき、高精度の画像マッチングが可能となった。この高精度画像マッチング手法でリンパ節の造影超音波画像の評価に不要なマウスの呼吸など生理的動きに伴う画像のずれやノイズを除去・補正し、造影剤投与前後の輝度情報や輝度情報の時間変化による分散値で高精度に血管情報を算出するアルゴリズムを作成することに成功した。

この高精度画像マッチング手法を用いて行ったリンパ節の血管描出像では、血管のある部位と少ない部位のコントラストが明確となった。血管密度を算出するために輝度値の積算を行うと、バブルが多く通過した部位を測定することができた。

この手法は超音波画像に限らず、どのような画像でも適用可能であることが利点である。そこで、本研究では2種類のルシフェラーゼ発現細胞株を使用し、生体発光画像解析装置で微小転移を確認し特徴のある三次元構築画像を取得し、このマイクロCT画像にも高精度画像マッチング手法を適用し、病理組織所見と比較検討した結果、本解析手法により、マウスのリンパ節内の血管を正確に抽出でき、リンパ節微小転移の検出に応用可能であることが示唆された。一方、マイクロCT画像は病理組織学的所見を反映していたが、リンパ節内の血流動態の検証は困難であった。

この研究成果は、頭頸部がんのリンパ節転移の早期診断・治療に有用な画像診断の一助となり得るものと思われる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計15件)

1. Mikada M, Sukhbaatar, A, Miura Y, Horie S, Sakamoto M, Mori S, Kodama T. Evaluation of the enhanced permeability and retention effect in the early stages of lymph node metastasis. *Cancer Sci*. 2017 Feb 17. doi: 10.1111/cas.13206. ePub-PMID:28211204 査読有
2. Takeda K, Mori S, Kodama T. Study of

fluid dynamics reveals direct communications between lymphatic vessels and venous blood vessels in lymph nodes of mice. *J Immunol Methods*. 2017 Feb 22. doi.org/10.1016/j.jim.2017.02.008.

3. Sato T, Takemura T, Ouchia T, Mori S, Sakamoto M, Arai Y, Kodama T. Monitoring of blood vessel density using contrast-enhanced high frequency ultrasound may facilitate early diagnosis of lymph node metastasis. *Journal of Cancer* 2017; 8(5): 704-715. DOI:10.7150/jca.18027 査読有
4. Miura Y, Mikada M, Ouchi T, Horie S, Takeda K, Yamaki T, Sakamoto M, Mori S, Kodama T. Early diagnosis of lymph node metastasis: importance of intranodal pressures. *Cancer Sci*. 2016 Mar;107(3):224-32. Doi:10.1111/cas.12873. ePub-PMID:26716604 査読有
5. Kojima I, Sakamoto M, Iikubo M, Kumamoto H, Muroi A, Sugawara Y, Satoh-Kuriwada S, Sasano T. Diagnostic performance of MR imaging of three major salivary glands for Sjögren's syndrome. *Oral Diseases*, 2016. 23: 84-90. DOI:10.1111/odi.12577 査読有
6. Ito K, Noro K, Yanagisawa Y, Sakamoto M, Mori S, Shiga K, Kodama T, Aoki T. High-Accuracy Ultrasound Contrast Agent Detection Method for Diagnostic Ultrasound Imaging Systems. *Ultrasound Med Biol*. 2015; 41(12): 3120-30. ePub-PMID:26411669 査読有
7. Shao L, Takeda K, Kato S, Mori S, Kodama T. Communication between lymphatic and venous systems in mice. *J Immunol Methods*. 2015 Sep;424:100-5. ePub-PMID:26009246 査読有
8. Sato T, Mori S, Sakamoto M, Arai Y, Kodama T. Direct Delivery of a Cytotoxic Anticancer Agent into the Metastatic Lymph Node Using Nano/Microbubbles and Ultrasound. *PLoS One*. 2015;10:e0123619. ePub-PMID:25897663 査読有
9. Kodama T, Hatakeyama Y, Kato S, Mori S. Visualization of flow fields in lymphatic vessels and lymph nodes using a mouse model to test a lymphatic drug delivery system. *Biomed Opt Express*. 2015; 6(1):124-34. ePub-PMID:25657881 査読有
10. Shao L, Ouchi T, Sakamoto M, Mori S, Kodama T: Activation of latent

metastases in the lung after resection of a metastatic lymph node in a lymph node metastasis mouse model, *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 460:543-8, 2015. doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.03.066. 査読有

11. Sakamoto M, Iikubo M, Kojina I, Sasano T, Mugikura S, Murata T, Watanabe M, Shiga K, Ogawa T, Takahashi S: Diagnostic value of capsule-like rim enhancement on MRI for distinguishing malignant from benign parotid tumors, *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. 2014. doi: org/10.1016/j.jom.2014.03.008 査読有
12. Li Li, Mori S, Kodama M, Sakamoto M, Takahashi S, Kodama T: Enhanced sonographic imaging to diagnose lymph node metastasis: importance of blood vessel volume and density. *Cancer Research*. 73: 2082-92, 2013. doi:10.1158/0008-5472.CAN-12-4200. 査読有
13. Li Li, Mori S, Sakamoto M, Takahashi S, Kodama T: Mouse model of lymph node metastasis via afferent lymphatic vessels for development of imaging modalities. *PLOS ONE*. 8, 2013. Doi:10.1371/journal.pone.0055797. 査読有
14. Sakata N, Yoshimatsu G, Tsuchiya H, Aoki T, Mizuma M, Motoi F, Katayose Y, Kodama T, Egawa S, Unno M. Imaging of transplanted islets by positron emission tomography, magnetic resonance imaging, and ultrasonography. *Islets*. 2013 Nov 14;5(5):179-87. ePub-PMID: 24231367 査読有
15. Horie S, Chen R, Li L, Mori S, Kodama T. Contrast-enhanced high-frequency ultrasound imaging of early stage liver metastasis in a preclinical mouse model. *Cancer Lett*. 2013 Oct 10;339(2):208-13. ePub- PMID: 23791880 査読有

〔学会発表〕(計 41 件)

1. 菊池凌平, 堀江佐知子, 阪本真弥, 森菜緒子, 森土朗, 小玉哲也. MRI を用いた転移リンパ節に対する評価法の検討. 日本機械学会 第 29 回バイオエンジニアリング講演会, 2017 年 1 月 19 日-20 日, ウィンクあいち (名古屋市)
2. Iwamura R, Mori S, Kodama T. The Novel Diagnosis Method for Lymph Node Metastasis by Lymphangiography. 13th International Conference on Flow

Dynamics, Oct 10-12, 2016, Sendai International Center, Sendai, Japan.

3. 岩村亮, 森土朗, 小玉哲也. リンパ造影を用いたリンパ節転移の新たな診断法の開発. 第 75 回日本癌学会学術総会, 2016 年 10 月 6 日-8 日, パシフィコ横浜 (横浜市)
4. Yves J. Siril, Horie S, Mori S, Kodama T. Observation of tumor progression in metastatic lymph nodes. 第 75 回日本癌学会学術総会, 2016 年 10 月 6 日-8 日, パシフィコ横浜 (横浜市)
5. 武田航, 森土朗, 阪本真弥, 小玉哲也. リンパ節介在血行性転移に関する研究. 日本機械学会 2016 年度年次大会, 2016 年 9 月 11 日-14 日, 九州大学伊都キャンパス (福岡市)
6. 岩村亮, 森土朗, 小玉哲也. リンパ洞造影に基づくリンパ節転移早期診断の開発. 日本機械学会 2016 年度年次大会, 2016 年 9 月 11 日-14 日, 九州大学伊都キャンパス (福岡市)
7. Shao L, Mori S, Kodama T. Investigation of lymphatic network and cancer metastasis. The 11th International Workshop on Biomaterials in Interface Science, Aug 30-31, 2016, Tohoku University, Seiryō Campus, Sendai, Japan.
8. 阪本真弥, 小嶋郁穂, 飯久保正弘, 近藤千裕, 伊藤康一, 青木孝文, 小川武則, 森土朗, 小玉哲也, 笹野高嗣. 口腔癌の頸部リンパ節転移診断における 3 テスラ black-blood MR imaging の有用性について. 日本歯科放射線学会第 57 回学術大会, 2016 年 6 月 18 日-19 日, グランキューブ大阪 (大阪市)
9. 小嶋郁穂, 阪本真弥, 飯久保正弘, 小川武則, 渡邊みか, 大田英揮, 村田隆紀, 森土朗, 小玉哲也, 笹野高嗣. 3 テスラ black-blood MR imaging が口腔癌患者の頸部リンパ節転移診断に有用であった 2 症例. 日本歯科放射線学会第 57 回学術大会, 2016 年 6 月 18 日-19 日, グランキューブ大阪 (大阪市)
10. 岩村亮, 八巻哲平, 森土朗, 小玉哲也. マイクロ CT を用いた転移リンパ節内の管構造解析. 第 28 回バイオエンジニアリング講演会, 2016 年 1 月 9 日-10 日, 東京工業大学 大岡山キャンパス (東京)
11. 武田航, 森土朗, 小玉哲也. マウスリンパ節周囲の循環系に関する研究. 第 28 回バイオエンジニアリング講演会, 2016 年 1 月 9 日-10 日, 東京工業大学 大岡山キャンパス (東京)
12. Yamaki T, Sakamoto M, Mori S, Shiga K, Kodama T. Perfusion defect in metastatic lymph node using micro CT. 13th International Symposium on Advanced Biomedical Ultrasound, Oct

- 19, 2015, Tohoku University, Sendai, Japan.
13. Tada A, Takeda K, Mori S, Kodama T. Visualization of Flow Dynamics in Lymphatic Channels in Lymph Node. 13th International Symposium on Advanced Biomedical Ultrasound, Oct 19, 2015, Tohoku University, Sendai, Japan.
 14. 八巻哲平, 阪本真弥, 森土朗, 志賀清人, 小玉哲也. リンパ節転移の新たな診断指標の提案. 第74回日本癌学会学術総会, 2015年10月8日-10日, 名古屋国際会議場(名古屋市)
 15. 吉羽正太, 阪本真弥, 森土朗, 小玉哲也. ドキソルビシン内封リポソームを用いたリンパ節内における薬剤分布に関する研究. 第74回日本癌学会学術総会, 2015年10月8日-10日, 名古屋国際会議場(名古屋市)
 16. 加藤茂樹, 森土朗, 阪本真弥, 小玉哲也. リンパ行性薬剤投与とソノポレーションによる腫瘍リンパ節治療法開発. 第31回日本DDS学会学術集会, プログラム予稿集48頁, 2015年7月2日-3日, 京王プラザホテル(東京)
 17. 松木大輔, 大内友貴, 阪本真弥, 森土朗, 小玉哲也: 金ナノロッドと近赤外レーザー光を用いたリンパ節転移治療法の開発, 日本機械学会第27回バイオエンジニアリング講演会, 2015年1月9日-10日, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター(新潟市)
 18. 大内友貴, 邵楽南, 松木大輔, 阪本真弥, 森土朗, 小玉哲也: リンパ節切除にともなう肺転移を阻害する薬剤送達法の開発, 日本機械学会第27回バイオエンジニアリング講演会, 2015年1月9日-10日, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター(新潟市)
 19. 武田航, 大内友貴, 森土朗, 小玉哲也. 間質液圧を用いたリンパ節転移早期診断法の開発. 日本機械学会第27回バイオエンジニアリング講演会, 2015年1月9日-10日, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター(新潟市)
 20. 八巻哲平, 柳沢ゆかり, 阪本真弥, 森土朗, 小玉哲也: マイクロCTを用いた転移リンパ節内の血管構造解析, 日本機械学会第27回バイオエンジニアリング講演会 2015年1月9日-10日, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター(新潟市)
 21. Noro K, Ito K, Yanagisawa Y, Sakamoto M, Mori S, Shiga K, Kodama T, Aoki T. Detecting Contrast Agents in Ultrasound Image Sequences for Tumor Diagnosis. Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference 2014, Dec 9-12, 2014, Angkor Wat, Cambodia.
 22. Takeda K, Ouchi T, Mori S, Kodama T. Diagnosis of Early-stage Lymph Node Metastasis using Interstitial Fluid Pressure. 9th East Asian Consortium on Biomedical Engineering, Oct 11-12, 2014, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.
 23. 大内友貴, 松木大輔, 阪本真弥, 森土朗, 小玉哲也: センチネルリンパ節切除後の二次リンパ節転移を予防する薬剤送達法の開発, 第73回日本癌学会学術総会, 2014年9月25日-27日, パシフィコ横浜(横浜市)
 24. 白井優子, 佐藤琢磨, 阪本真弥, 森土朗, 小玉哲也: 転移リンパ節に対する超音波と微小気泡を利用したリンパ行性薬剤送達法の開発, 第73回日本癌学会学術総会, 2014年9月25日-27日, パシフィコ横浜(横浜市)
 25. 八巻哲平, 柳沢ゆかり, 阪本真弥, 森土朗, 志賀清人, 小玉哲也: マイクロCTを用いた転移リンパ節内の血管構造解析, 第73回日本癌学会学術総会, 2014年9月25日-27日, パシフィコ横浜(横浜市)
 26. 柳沢ゆかり, 八巻哲平, 志賀清人, 阪本真弥, 森土朗, 小玉哲也: マイクロCTを用いた転移リンパ節内血管構造解析に関する研究, 第73回日本癌学会学術総会, 2014年9月25日-27日, パシフィコ横浜(横浜市)
 27. 松木大輔, 大内友貴, 阪本真弥, 森土朗, 小玉哲也: リンパ節転移治療におけるドキソルビシン封入温度感受性リポソームと光熱療法の併用, 第73回日本癌学会学術総会, 2014年9月25日-27日, パシフィコ横浜(横浜市)
 28. 柳沢ゆかり, 野呂和正, 伊藤康一, 清水良央, 森土朗, 小玉哲也. マイクロCTを用いた転移リンパ節内血管構造解析に関する研究. 第30回日本DDS学会学術集会, 2014年7月30日-31日, 慶應義塾大学(東京)
 29. Yamaki T, Yanagisawa Y, Kochi T, Mori S, Kodama T. Study of diagnosis of lymph node metastasis by microCT. Proceedings of 8th Student Workshop East Asia Consortium on Biomedical Engineering, Mar 12-13, 2014, Aoba Memorial Hall, Sendai, Japan.
 30. Kato S, Shirai I, Mori S, Kodama T. Inhibition of tumor growth in lymph nodes by lymphatic administration of drugs and nano/microbubbles with ultrasound exposure. Proceedings of 8th Student Workshop East Asia Consortium on Biomedical Engineering: 62-63, Mar 12-13, 2014, Aoba Memorial Hall, Sendai, Japan.
 31. Yagishita Y, Mori S, Shao L, Li L,

- Takahashi T, Kodama T. Establishment of a lymph node metastasis model using recombinant inbred mice developing lymphnodeopathy. Innovative Research for Biosis-Abiosis The 5th Intelligent Interface Symposium. Jan 20-21, 2014. Tohoku University, Katahira Sakura Hall, Sendai, Japan.
32. 大内友貴, 加藤茂樹, 白井優子, 阪本真弥, 森川秀広, 森 士朗, 小玉哲也: Development of drug delively system to the secondary lymph node after dissection, 第 26 回日本機械学会バイオエンジニアリング講演会, 2014 年 1 月 11 日-12 日, 東北大学片平キャンパス (仙台市)
33. 竹村知晃, 佐藤琢磨, 加藤茂樹, 阪本真弥, 森 士朗, 荒井陽一, 小玉哲也: 造影高周波超音波を用いた血管イメージングの初期リンパ節転移早期診断への応用, 第 26 回日本機械学会バイオエンジニアリング講演会, 2014 年 1 月 11 日-12 日, 東北大学片平キャンパス (仙台市)
34. 佐藤琢磨, 阪本真弥, 森士朗, 荒井陽一, 小玉哲也: リンパ節癌細胞移植マウスに対する超音波およびナノマイクロバブルをもちいたドラッグデリバリーに関する研究, 第 72 回日本癌学会学術総会, 2013 年 10 月 3 日 - 5 日, パシフィコ横浜 (横浜市)
35. 三浦由宣, 三ヶ田護, 阪本真弥, 森士朗, 小玉哲也: リンパ節転移早期診断のための間質液圧特性に関する研究, 第 72 回日本癌学会学術総会, 2013 年 10 月, パシフィコ横浜 (横浜市)
36. 畠山友梨子, 加藤茂樹, 阪本真弥, 森士朗, 小玉哲也: リンパ行性薬剤送達法におけるリンパ管内の薬剤動態の観察, 日本機械学会 2013 年度年次大会, 2013 年 9 月 8 日-11 日, 岡山大学津島キャンパス (岡山市)
37. 野呂和正, 柳沢ゆかり, 伊藤康一, 阪本真弥, 森士朗, 志賀清人, 小玉哲也, 青木孝文: 超音波画像診断のための高精度造影剤検出手法の検討, 平成 25 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2013 年 8 月 22 日 - 23 日, 会津大学 (会津若松市)
38. 野呂和正, 柳沢ゆかり, 伊藤康一, 阪本真弥, 森士朗, 志賀清人, 小玉哲也, 青木孝文: 超音波画像診断のための造影剤検出手法とその性能評価, 精密工学会画像応用技術専門委員会サマナー, 2013 年 8 月 19 日 - 20 日, 石和びゅーほてる (山梨県, 石和町)
39. 伊藤康一, 野呂和正, 柳沢ゆかり, 阪本真弥, 森士朗, 志賀清人, 小玉哲也, 青木孝文: 超音波画像診断のための高精度造影剤検出手法の検討, 電子情報通

信学会医用画像研究会, 2013 年 7 月 18 日 - 19 日, 東北大学片平キャンパス さくらホール (仙台市)

40. 三ヶ田護, Nicolas S, 阪本真弥, 森士朗: ERP 効果による近赤外線蛍光粒子封リポソームの腫瘍集積性に関する研究, 第 29 回日本 DDS 学会, 2013 年 7 月 4 日 - 5 日, 京都テルサ (京都市)
41. 阪本真弥, 飯久保正弘, 小嶋郁穂, 高橋昭喜, 志賀清人, 笹野高嗣: 多形腺腫とワルチン腫瘍の MRI 被膜様増強効果と病理組織所見との関係, 第 54 回 NPO 法人日本歯科放射線学会, 2013 年 6 月 1 日 - 2 日, 福岡県立ももち文化センター (福岡市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阪本 真弥 (SAKAMOTO, Maya)
東北大学・大学病院・講師
研究者番号: 90157686

(2) 研究分担者

小玉 哲也 (KODAMA, Tetsuya)
東北大学・医工学研究科・教授
研究者番号: 40271986

青木 孝文 (AOKI, Takafumi)
東北大学・情報科学研究科・教授
研究者番号: 80241529

伊藤 康一 (ITO, Koichi)
東北大学・情報科学研究科・助教
研究者番号: 70400299

森 士朗 (MORI, Shiro)
東北大学・大学病院・講師
研究者番号: 80230069

飯久保 正弘 (IIKUBO, Masahiro)
東北大学・歯学研究科・講師
研究者番号: 80302157

小嶋 郁穂 (KOJIMA, Ikuho)
東北大学・歯学研究科・助教
研究者番号: 80447169