

機関番号：31201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20591460

研究課題名(和文) X線による新しい分子イメージングの総合的研究

研究課題名(英文) Studies on novel molecular imaging using X-rays

研究代表者

佐藤 英一 (SATO EIICHI)

岩手医科大学・共通教育センター・教授

研究者番号：90154038

研究成果の概要(和文)：我々はテルル化カドミウム(CdTe)検出器を用いて以下4種のエネルギー弁別X線撮影システムを開発した。透過式X線カメラ(ED-CAM, 2種), 反射式蛍光X線カメラ(XRF-CAM, 2種), エネルギー弁別X線CT(ED-CT, 2種), そして蛍光X線CT(XRF-CT, 2種)。ED-CAMでは, ヨウ素, セリウム, およびガドリニウムの造影剤やナノ粒子を用いたKエッジイメージングを行ない, 空間分解能は $0.2 \times 0.2 \text{ mm}^2$ であった。XRF-CAMではマウス癌ファントムに残留した希薄な3原子(ヨウ素, セリウム, ガドリニウム)の分布を観察できた。ED-CTを用いた場合には, 同様に3原子のKエッジイメージングが行なわれ, 空間分解能は $0.5 \times 0.5 \text{ mm}^2$ であった。XRF-CTの被曝線量は大きい, ヨウ素原子の分布を断層像として観察できた。振動式のラインセンサーを開発してED-CTに組み込み, 第三世代の原理に基づく画像再構成を行ない, 走査速度を5.0から25.0 mm/sに増した。次いで15 Mcps (mega counts per second)の世界最速エネルギー弁別CTを製作し, 600 mm/sの走査速度も達成した。エンボス撮影では平均フォトンエネルギーの異なる2ファイルの画像をずらして差し引くことにより, 位相微分像と同等の画像が得られ, $100 \text{ } \mu\text{m}$ フォーカスX線管を用いて拡大撮影をすることにより, $40 \times 40 \text{ } \mu\text{m}$ 程度の空間分解能が得られた。

研究成果の概要(英文)：Utilizing cadmium telluride (CdTe) detectors, we developed four-types of energy-discrimination X-ray imaging systems as follows: two transmission-type X-ray cameras (ED-CAM), two reflection-type X-ray fluorescence cameras (XRF-CAM), two energy-discrimination X-ray CT (ED-CT) systems, and two XRF-CT systems. Using ED-CAMs, we performed K-edge imaging using contrast media and suspensions of iodine, cerium, and gadolinium, and spatial resolutions were $0.2 \times 0.2 \text{ mm}^2$. Mapping of iodine, cerium, and gadolinium atoms in cancerous region was carried out by use of XRF-CAMs. K-edge CT for imaging the three atoms was accomplished using ED-CT systems with spatial resolutions of $0.5 \times 0.5 \text{ mm}^2$. Although the skin doses were high using XRF-CT systems, weakly remained iodine atoms in the cancerous region were observed at high contrast. To decrease X-ray exposure time for ED-CT, we developed an oscillation linear CdTe detector, and the scan velocity was increased from 5.0 to 25.0 mm/s. We also developed a 15 Mcps energy-discrimination CT system with a scan velocity of 600 mm/s. Embossed radiography (ER) was carried out using single- or dual-energy subtraction radiography after shifting of the second image, and concavoconvex images such as phase-differential images were obtained. Furthermore, the spatial resolutions were improved to $40 \times 40 \text{ } \mu\text{m}$ by magnification embossed radiography (MER) using a $100 \text{ } \mu\text{m}$ -focus X-ray tube.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 1,300,000 | 390,000 | 1,690,000 |
| 2009年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 2010年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,100,000 | 930,000 | 4,030,000 |

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：分子イメージング、透過式 X 線カメラ、反射式蛍光 X 線カメラ、エネルギー弁別 X 線 CT、蛍光 X 線 CT、エンボス X 線撮影、エネルギーサブトラクション

1. 研究開始当初の背景

ポジトロン CT (PET) システムを利用した分子イメージングに関する研究が盛んになり、さまざまなトレーサーの開発とともに PET は癌の早期発見に大きく貢献している。しかし PET には加速器が必要となるので、汎用性に乏しい。近年、ドラッグデリバリーシステム (DDS) を癌治療に利用するための基礎研究が始められ、DDS の診断効果に関する研究も行われるようになってきた。

人体も含めて生体を可視化するにはいくつかの方法はあるが、X線やMRIによるイメージングは一般的である。X線に的を絞れば、断層像を用いて分子イメージングができれば、たいへん有用である。スライスを重ねれば、3次元表示もできる。

シンクロトロンを使ったX線位相コントラスト撮影は安藤等により遂行され、暗視野や明視野の撮影により、吸収コントラストに埋もれた情報が高精細で描出された。また百生等が開発した位相撮影ではX線回折格子が用いられ、位相微分像が容易に得られた。これらの研究成果をふまえて、我々は位相撮影法を用いることなく、吸収コントラストに埋もれた情報を引き出せる新しい撮影システムの構築を考えている。

テルル化カドミウム (CdTe) を用いたフォトンカウンティング式のライン検出器は浜松ホトニクスにより開発され、さまざまな分野に利用されようとしている。この検出器では、150 keV までのフォトンが5段階に分けて弁別されている。

フォトンカウンティング X 線 CT システムの研究は世界各国で始まっている。日本では尾川等が CdTe のライン検出器を用いてカウンティング CT の実験をしたが、まだ実用化には至っていない。後発ではあるが、我々も CdTe 素子を使った高感度 CT やフォトンカウンティング CT の研究を始め、比較的良質の画像が得られるようになった。さらにフォトンカウンティング CT を生体内の微量元素分析に応用するには SPECT と同等のアルゴリズムで動作する蛍光 X 線 CT (XRF-CT) を開発する必要がある。SPECT とは違って蛍光 X 線強度は励起用 X 線強度に比例するので、RI を使わずとも DDS により癌診断ができる。

2. 研究の目的

本研究では癌の簡易診断に利用できる X 線を用いた分子イメージングシステムの基礎研究を主目的として、まず CdTe 検出器を利用した4種のエネルギー弁別 X 線イメージン

グシステムを開発した。次いで短蛍光寿命のシンチレーターとマルチピクセルフォトンカウンター (MPPC) を組み合わせた 15 Mcps の検出器を開発し、エネルギー弁別 X 線 CT システムに組み込んだ。さらに、フラットパネルディテクター (FPD) を利用した、エンボス X 線撮影システムも構築した。

3. 研究の方法

●透過式エネルギー弁別 X 線カメラ (ED-CAM) の開発

CdTe 検出器を x y ステージに取り付けて被写体を透過したフォトンを走査した。マルチチャンネルアナライザー (MCA) を使ってエネルギーのレベルと幅を決定し、カウンターカード (CC) により X 線フォトン进行をカウントして画像化した。

●反射式蛍光 X 線カメラ (XRF-CAM) の開発

x y ステージ上に被写体をセットし、準単色 X 線ビームを照射して発生する蛍光 X 線をカウントし、薬剤の主要原子をマッピングした。

●エネルギー弁別 X 線 CT (ED-CT) システムの開発

ED-CT システムでは被写体を透過したフォトン进行を CdTe 検出器、MCA、CC を用いてカウントし、断層像を再構成した。

●蛍光 X 線 CT (XRF-CT) の開発

準単色 X 線ビームを被写体に照射し、発生する蛍光フォトン进行をコリメーターを介してカウントし、断層像を再構成した。

●振動式 CdTe ラインセンサーの開発

本研究では、CdTe センサーを 5.0 ~ 25.0 mm/s の速度で振動させることによりプロジェクションデータを撮るためのラインセンサーを試作した。次いで被写体を回転させながらプロジェクションデータを撮ることにより、エネルギー弁別 CT 撮影を行った。

●高速エネルギー弁別 X 線センサーの開発

LSO および YAP (Ce) シンチレーターをそれぞれ 1×1×1mm に成形し、MPPC の受光面直上に貼り付けて遮光した。

●振動式高速エネルギー弁別ラインセンサーの開発

上記の高速エネルギー弁別 X 線センサーを移動速度 600 mm/s 程度の単軸ロボットに取り付けて振動式のラインセンサーを試作した。

●基礎研究用高速 ED-CT の開発

上記の高速ラインセンサーを用い、ターンテーブル上に被写体を載せて回転することにより、高速エネルギー弁別 CT 撮影を行った。

●動物用高速 ED-CT システムの開発

被写体を固定し、振動式センサーと X 線源を一体化して回転させる方式のエネルギー弁別 X 線 CT システムを構築した。

●等倍エンボス X 線撮影 (ER)

FPD を用いてエンボス撮影の基礎研究を行った。管電圧をかえて 2 画像を撮影した。次いで開発したエンボスプログラムを用いて第二画像をシフトさせ、サブトラクションを行なった。

●拡大エンボス撮影 (MER)

空間分解能の向上を目的とし、100 \cdot m フォーカス X 線装置を用いて被写体の 3 倍拡大撮影を行い、シングルおよびデュアルエネルギーのエンボス撮影を行った。

4. 研究成果

●ED-CAM

CdTe 検出器のエネルギー分解能は 1.2 keV で、空間分解能は 0.2 \times 0.2 mm²であった。ヨウ素、セリウム、ガドリニウムの K-エッジ撮影を行なった結果、癌組織中の造影剤やナノ粒子が鮮明に観察できた。

●XRF-CAM

癌組織に残留したヨウ素、セリウム、ガドリニウムの原子をマッピングできた。空間分解能は X 線ビーム径に相当し、約 3 \times 3 mm²であった。

●ED-CT

空間分解能は 0.5 \times 0.5 mm²で、K-エッジ CT 撮影を行なった結果、癌組織に残留したヨウ素、セリウム、ガドリニウムの原子を高コントラストで撮影できた。

●XRF-CT

空間分解能は 3 \times 3 mm²程度で、K-エッジ CT 撮影を行なった結果、癌組織に残留したヨウ素原子を高コントラストで撮影できた。画像は PET や SPECT のものと同等であるが、被写体の被曝線量は多かった。

●振動式 CdTe ラインセンサーの開発

ラインセンサーを開発して ED-CT システムを構築し、第三世代のアルゴリズムで K エッジ CT 撮影を行なった結果、第一世代の場合と同等の画像が得られた。また走査速度を増すことにより、撮影時間が 1/5 に短縮された。

●高速エネルギー弁別 X 線センサー

LSO-MPPC と YAP-MPPC の 2 種の検出器を開発した。X 線フォトン入射により MPPC で発生する電荷を積分し増幅してイベントパルスを得た。電荷有感性増幅器と成形増幅器の時定数を短くし、最大で 15 Mcps のカウントレートを達成した。

●基礎研究用高速 ED-CT

撮影時間は数 min で、空間分解能は 0.5 \times 0.5 mm²であった。コンパレータを用いてイベントパルス波高の下限を増すことにより、画像が硬質になった。これは CT 撮影に用い

る X 線フォトンの平均エネルギーが高まるからである。次いで MPPC のダークカウントを低減し、エネルギー分解能を測定中である。

●動物用高速 ED-CT

基礎研究用高速 ED-CT の場合と同等の結果が得られた。

●ER

FPD を用いた場合の空間分解能は 80 \times 80 \cdot m²程度で、デュアルエネルギーサブトラクション撮影では造影剤やナノ粒子を高コントラストの凹凸像として撮影できた。

●MER

拡大撮影の結果、空間分解能は 40 \times 40 \cdot m²程度まで改善され、ER と同等のエンボス画像が得られた。

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 52 件)

●E. Sato, H. Obara, T. Enomoto, E. Tanaka, H. Mori, T. Kawai, T. Ichimaru, A. Ogawa, S. Sato, K. Takayama, J. Onagawa: X-ray spectra from a brass-target plasma triode, Jpn. J. Med. Phys., **27**, 163-171, 2008.

●Y. Sato, E. Sato, S. Ehara, T. Enomoto, E. Tanaka, H. Mori, T. Kawai, A. Ogawa, S. Sato, J. Onagawa: Magnification K-edge angiography utilizing 100- \cdot m-focus tungsten tube and gadolinium-based contrast media, Jpn. J. Appl. Phys., **47**, 4772-4776, 2008.

●E. Sato, P. Abderyim, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Nomiya, K. Hitomi, A. Ogawa, S. Sato: Energy-discriminating x-ray camera utilizing a cadmium telluride detector, SPIE, **7079**, 70790Z-1-5, 2008.

●E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, S. Nomiya, K. Hitomi, A. Ogawa, S. Sato: X-ray computed tomography system using a multipixel photon counter, SPIE, **7079**, 70790H-1-7, 2008.

●H. Matsukiyo, E. Sato, P. Abderyim, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Nomiya, K. Sato, A. Ogawa, S. Sato, T. Ichimaru: X-ray fluorescence camera for biomedical imaging, SPIE, **7080**, 708007-1-5, 2008.

●T. Enomoto, E. Sato, P. Abderyim, H. Matsukiyo, A. Osawa, M. Watanabe, J. Nagao, S. Nomiya, K. Hitomi, M. Izumisawa, A. Ogawa, S. Sato: X-ray fluorescence computed tomography system for biomedical imaging, SPIE, **7080**, 70800A-1-5, 2008.

- M. Watanabe, E. Sato, P. Abderyim, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, J. Nagao, S. Nomiya, K. Hitomi, A. Ogawa, S. Sato, T. Ichimaru: Energy-discriminating K-edge x-ray computed tomography system, SPIE, **7080**, 70800B-1-5, 2008.
- E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, A. Ogawa, S. Sato: Characteristic x-ray generator and its applications, SPIE, **7080**, 70800N-1-5, 2008.
- A. Osawa, E. Sato, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, E. Tanaka, M. Izumisawa, A. Ogawa, S. Sato: Novel embossed radiography system utilizing energy subtraction, SPIE, **7080**, 708003-1-6, 2008.
- E. Sato, T. Enomoto, A. Osawa, H. Matsukiyo, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, S. Nomiya, E. Tanaka, A. Ogawa, S. Sato: Energy-discriminating K-edge x-ray computed tomography system, Proc. 5th Korea-Japan Meeting on Med. Phys., Jeju, SS3-R2-4, 2008.
- E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, S. Nomiya, E. Tanaka, A. Ogawa, S. Sato: X-ray fluorescence camera utilizing a cadmium telluride detector, Proc. 5th Korea-Japan Meeting on Med. Phys., Jeju, SS2-R2-2, 2008.
- E. Sato, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, E. Tanaka, A. Ogawa, S. Sato: Biomedical embossed radiography utilizing energy subtraction, Proc. 5th Korea-Japan Meeting on Med. Phys., Jeju, PS2-R3-4, 2008.
- E. Sato, M. Sagae, T. Enomoto, Akira Ogawa, S. Sato: Photon-counting x-ray computed tomography system utilizing a multipixel photon counter and a europium doped calcium fluoride crystal, Ann. Rep. Iwate Med. Univ. Center Lib. Arts Sci., **43**, 1-7, 2008.
- E. Sato, M. Sagae, T. Enomoto, A. Ogawa, S. Sato: Energy-discriminating K-edge x-ray computed tomography system, Ann. Rep. Iwate Med. Univ. Center Lib. Arts Sci., **43**, 9-15, 2008.
- E. Sato, P. Abderyim, A. Osawa, T. Enomoto, E. Tanaka, K. Sato, M. Izumisawa, A. Ogawa, S. Sato, K. Takayama: Ultra-high-speed embossed radiography system, SPIE, **7126**, 71261I-1-8, 2008.
- E. Sato, R. Germer, T. Enomoto, E. Tanaka, T. Kawai, M. Izumisawa, K. Sato, A. Ogawa, S. Sato, K. Takayama: Second harmonic x-ray irradiation from weakly ionized linear ferrum plasma, SPIE, **7126**, 71261J-1-6, 2008.
- E. Sato, T. Enomoto, T. Kawai, M. Izumisawa, K. Sato, A. Ogawa, S. Sato, K. Takayama: Fundamental study on ultra-high-speed tomography system utilizing intense flash x-ray generators, SPIE, **7126**, 71261H-1-6, 2008.
- A. Osawa, M. Watanabe, E. Sato, H. Matsukiyo, T. Enomoto, J. Nagao, P. Abderyim, K. Aizawa, E. Tanaka, H. Mori, T. Kawai, A. Ogawa, S. Sato, J. Onagawa: Embossed radiography utilizing energy subtraction, Radiol. Phys. Technol., **2**, 77-86, 2009.
- H. Matsukiyo, M. Watanabe, E. Sato, A. Osawa, T. Enomoto, J. Nagao, P. Abderyim, K. Aizawa, E. Tanaka, H. Mori, T. Kawai, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: X-ray fluorescence camera for imaging of iodine media in vivo, Radiol. Phys. Technol., **2**, 46-53, 2009.
- E. Sato, A. Purkhet, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Nomiya, K. Hitomi, E. Tanaka, T. Kawai, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Energy discriminating x-ray camera utilizing a cadmium telluride detector, Opt. Eng., **48**, 076502-1-7, 2009.
- E. Sato, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Hitomi, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: High-speed photon-counting x-ray computed tomography system utilizing a multipixel photon counter, SPIE, **7385**, 738525-1-7, 2009.
- E. Sato, A. Abudurexiti, P. Abderyim, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Third-generation energy-discrimination x-ray computed tomography system with a cadmium telluride detector, Ann. Rep. Iwate Med. Univ. Center Lib. Arts Sci., **44**, 1-6, 2009.
- E. Sato, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, M. Imamiya, N. Kemuyama, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Single-energy embossed radiography utilizing a flat panel detector, Ann. Rep. Iwate Med. Univ. Center Lib. Arts Sci., **44**, 7-13, 2009.
- E. Sato, A. Purkhet, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Embossed radiography utilizing a subtraction program in conjunction with a

0.5-mm-focus x-ray tube, Proc. SPIE, **7622**, 76222I-1-9, 2010.

● E. Sato, A. Ablajan, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Hitomi, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Energy-discrimination x-ray computed tomography system utilizing a scanning cadmium-telluride detector, Proc. SPIE, **7622**, 76222Z-1-7, 2010.

● H. Matsukiyo, M. Watanabe, E. Sato, A. Osawa, T. Enomoto, J. Nagao, P. Abderyim, K. Aizawa, K. Hitomi, E. Tanaka, H. Mori, T. Kawai, A. Ogawa, K. Takahashi, S. Sato, J. Onagawa: Energy-discriminating Gadolinium K-edge X-ray computed tomography system, Jpn. J. Appl. Phys., **49**, 027001-1-6, 2010.

● A. Osawa, M. Watanabe, E. Sato, H. Matsukiyo, T. Enomoto, J. Nagao, P. Abderyim, K. Aizawa, E. Tanaka, H. Mori, T. Kawai, A. Ogawa, K. Takahashi, S. Sato, J. Onagawa: Magnification embossed radiography utilizing image-shifting subtraction program, Jpn. J. Appl. Phys., **49**, 037001-1-7, 2010.

● E. Sato, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, P. Abderyim, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Embossed radiography utilizing an image-shifting subtraction program, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A, **619**, 133-139, 2010.

● E. Sato, P. Abderyim, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Hitomi, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Energy-discrimination X-ray computed tomography system utilizing a cadmium telluride detector, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A, **619**, 262-265, 2010.

● A. Abudurexiti, M. Kameda, E. Sato, P. Abderyim, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Hitomi, E. Tanaka, H. Mori, T. Kawai, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Demonstration of iodine K-edge imaging using an energy-discrimination X-ray computed tomography system with a cadmium telluride detector, Radiol. Phys. Technol., **3**, 127-135, 2010.

● R. Germer, E. Sato: The excitation of harmonic X-rays by multiple excited electrons, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, D02-1-6, 2010. (査読付き)

● E. Sato, R. Germer, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Sato, S. Sato, A. Ogawa, K. Takayama: Second hard X-ray harmonic generation from linear ferrum-plasma

target, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, D03-1-4, 2010. (査読付き)

● E. Sato, Y. Oda, T. Kawai, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sugimura, H. Endo, S. Sato, A. Ogawa: High-speed photon-counting X-ray computed tomography system utilizing a zinc-oxide detector, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, E02-1-5, 2010. (査読付き)

● H. Endo, T. Chiba, K. Meguro, K. Takahashi, M. Fujisawa, S. Sugimura, S. Narita, E. Sato, Y. Kashiwaba: ZnO radiation sensors using a hydrothermally grown ZnO single crystal, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, E03-1-6, 2010. (査読付き)

● S. Sugimura, H. Endo, Y. Kashiwaba, E. Sato: Optical properties of ZnO single crystals grown using hydrothermal process and ZnO/MPPC high-speed radiation sensors, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, E04-1-5, 2010. (査読付き)

● Y. Oda, E. Sato, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sugimura, H. Endo, S. Sato, A. Ogawa: High-count-rate X-ray computed tomography system utilizing an oscillation-type linear-YAP(Ce) detector, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, E05-1-5, 2010. (査読付き)

● E. Sato, Y. Oda, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sugimura, H. Endo, S. Sato, A. Ogawa: High-count-rate X-ray computed tomography system utilizing an LSO-MPPC detector, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, F01-1-4, 2010. (査読付き)

● O. Hagiwara, E. Sato, Y. Oda, M. Sagae, A. Abudurexiti, P. Abderyim, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, K. Sato, S. Sato, A. Ogawa: High-energy-resolution X-ray computed tomography system utilizing a silicon-PIN detector, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, F02-1-4, 2010. (査読付き)

● Y. Sato, E. Sato, S. Ehara, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: Energy-discrimination X-ray fluorescence computed tomography system using a tungsten-target tube, Proc.

ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, F03-1-4, 2010. (査読付き)

●A. Osawa, E. Sato, Y. Oda, A. Abudurexiti, P. Abderyim, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: Flash embossed radiography using a weakly-ionized spherical-plasma X-ray generator, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, G01-1-5, 2010. (査読付き)

●M. Watanabe, E. Sato, P. Abderyim, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: Energy-discrimination X-ray camera utilizing a cadmium telluride detector and a tungsten-target tube, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, G03-1-4, 2010. (査読付き)

●H. Matsukiyo, E. Sato, O. Hagiwara, M. Sagae, A. Abudurexiti, P. Abderyim, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, K. Sato, S. Sato, A. Ogawa: Energy-discrimination gadolinium-K-edge computed tomography system using an oscillating linear-cadmium-telluride detector, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, G04-1-4, 2010. (査読付き)

●T. Enomoto, E. Sato, P. Abderyim, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: X-ray fluorescence camera with a cadmium-telluride detector and a tungsten tube, Proc. ICHSIP-29, ISBN978-4-905149-01-9, G05-1-4, 2010. (査読付き)

●O. Hagiwara, M. Watanabe, E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, J. Nagao: Demonstration of 10 keV-width K-edge Imaging Using an Energy-Discrimination X-ray Computed Tomography System Utilizing a Silicon-PIN Detector, Med. Imag. Inform. Sci., 28, 24-29, 2011.

●T. Enomoto, E. Sato, P. Abderyim, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Conventional X-ray fluorescence camera with a cadmium-telluride detector and its application to cancer diagnosis, Nucl. Instr. Meth. A, 635, 108-115, 2011.

●M. Watanabe, E. Sato, P. Abderyim, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: First demonstration of 10 keV-width energy-discrimination K-edge radiography using a cadmium-telluride

X-ray camera with a tungsten-target tube, Nucl. Instr. Meth. A, 637, 171-177, 2011.

●A. Osawa, E. Sato, Y. Oda, A. Abudurexiti, P. Abderyim, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Monochromatic flash embossed radiography using clean K photons from a spherical-plasma target, Nucl. Instr. Meth. A, 635, 131-136, 2011.

●H. Matsukiyo, E. Sato, O. Hagiwara, A. Abudurexiti, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Application of an oscillation-type linear cadmium telluride detector to enhanced gadolinium K-edge computed tomography, Nucl. Instr. Meth. A, 632, 142-146, 2011.

●E. Sato, Y. Sato, S. Ehara, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa:

First demonstration of iodine mapping in nonliving phantoms using an X-ray fluorescence computed tomography system with a cadmium telluride detector and a tungsten-target tube, Nucl. Instr. Meth. A, 638, 187-191, 2011.

●O. Hagiwara, M. Watanabe, E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Iodine X-ray fluorescence computed tomography system utilizing a cadmium telluride detector in conjunction with a cerium-target tube, Nucl. Instr. Meth. A, 640, 170-175, 2011.

●O. Hagiwara, M. Watanabe, E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Energy-discrimination X-ray computed tomography system utilizing a silicon-PIN detector and its application to 2.0-keV-width K-edge imaging, Nucl. Instr. Meth. A, 2011. in Press.

●Y. Oda, E. Sato, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, S. Kusachi, S. Sugimura, H. Endo, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Mcps-range photon-counting X-ray computed tomography system utilizing an oscillating linear-YAP(Ce) photon detector, Nucl. Instr. Meth. A, 2011. in Press.

[学会発表] (計 66 件)

●佐藤英一, 寒河江康朗, 野宮聖一郎, 尾鍋秀明, 佐藤公悦, プルカット・アブドレイン, 市丸俊夫, 江原茂, 小川彰: フォトンカウンティングX線カメラ, 日本医学物理学会第9

5回学術大会, パシフィコ横浜, 2008年4月6日

●野宮聖一郎, 佐藤英一, 寒河江康朗, 尾鍋秀明, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 江原茂, 小川彰: 反射式フォトンカウンティングX線カメラ, 日本医学物理学会第95回学術大会, パシフィコ横浜, 2008年4月6日

●佐藤英一, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 市丸俊夫, 江原茂, 小川彰: X線トポグラフィーの基礎研究, 日本医学物理学会第95回学術大会, パシフィコ横浜, 2008年4月6日

●佐藤英一, 野宮聖一郎, 人見啓太郎, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 河合敏明, 市丸俊夫, 江原茂, 小川彰: 蛍光X線断撮影の基礎研究, 日本医学物理学会第95回学術大会, パシフィコ横浜, 2008年4月6日

●佐藤英一, 野宮聖一郎, 人見啓太郎, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 河合敏昭, 佐藤祐一, 江原茂, 小川彰: KエッジX線CT, 日本医学物理学会第95回学術大会, パシフィコ横浜, 2008年4月6日

●野宮聖一郎, 佐藤英一, 尾鍋秀明, 人見啓太郎, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 市丸俊夫, 江原茂, 小川彰: 蛍光X線CT, 日本医学物理学会第95回学術大会, パシフィコ横浜, 2008年4月6日

●E. Sato, P. Abderyim, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Nomiya, K. Hitomi, A. Ogawa, S. Sato: Photon counting x-ray camera utilizing a cadmium telluride detector, Optics & Photonics Conf. 7079, 13 Aug., 2008.

●E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, S. Nomiya, K. Hitomi, A. Ogawa, S. Sato: X-ray computed tomography system using a multipixel photon counter, Optics & Photonics Conf. 7079, 12 Aug., 2008.

●H. Matsukiyo, E. Sato, P. Abderyim, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Nomiya, K. Sato, A. Ogawa, S. Sato, T. Ichimaru: X-ray fluorescence camera for biomedical imaging, Optics & Photonics Conf. 7080, 14 Aug., 2008.

●T. Enomoto, E. Sato, P. Abderyim, H. Matsukiyo, A. Osawa, M. Watanabe, J. Nagao, S. Nomiya, K. Hitomi, M. Izumisawa, A. Ogawa, S. Sato: X-ray fluorescence computed tomography system for biomedical imaging, Optics & Photonics Conf. 7080, 14 Aug., 2008.

●M. Watanabe, E. Sato, P. Abderyim, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, J. Nagao, S. Nomiya, K. Hitomi, A. Ogawa, S. Sato, T. Ichimaru: Energy-discriminating K-edge x-ray computed tomography system, Optics

& Photonics Conf. 7080, 14 Aug., 2008.

●E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, A. Ogawa, S. Sato: Characteristic x-ray generator and its applications, Optics & Photonics Conf. 7080, 14 Aug., 2008.

●A. Osawa, E. Sato, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, E. Tanaka, M. Izumisawa, A. Ogawa, S. Sato: Novel embossed radiography system utilizing energy subtraction, Optics & Photonics Conf. 7080, 14 Aug., 2008.

●E. Sato, T. Enomoto, A. Osawa, H. Matsukiyo, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, S. Nomiya, E. Tanaka, A. Ogawa, S. Sato: Energy-discriminating K-edge x-ray computed tomography system, 5th Korea-Japan Meeting on Med. Phys., Jeju, 12 Sep., 2008.

●E. Sato, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, S. Nomiya, E. Tanaka, A. Ogawa, S. Sato: X-ray fluorescence camera utilizing a cadmium telluride detector, 5th Korea-Japan Meeting on Med. Phys., Jeju, 12 Sep., 2008.

●E. Sato, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, P. Abderyim, E. Tanaka, A. Ogawa, S. Sato: Biomedical embossed radiography utilizing energy subtraction, 5th Korea-Japan Meeting on Med. Phys., Jeju, 12 Sep., 2008.

●E. Sato, P. Abderyim, A. Osawa, T. Enomoto, E. Tanaka, K. Sato, M. Izumisawa, A. Ogawa, S. Sato, K. Takayama: Ultra-high-speed embossed radiography system, 27th Int. National Congress on High Speed Imaging and Photonics, Canberra, 10 Nov., 2008.

●E. Sato, R. Germer, T. Enomoto, E. Tanaka, T. Kawai, M. Izumisawa, K. Sato, A. Ogawa, S. Sato, K. Takayama: Second harmonic x-ray irradiation from weakly ionized linear ferrum plasma, 27th Int. National Congress on High Speed Imaging and Photonics, Canberra, 11 Nov., 2008.

●E. Sato, T. Enomoto, T. Kawai, M. Izumisawa, K. Sato, A. Ogawa, S. Sato, K. Takayama: Fundamental study on ultra-high-speed tomography system utilizing intense flash x-ray generators, 27th Int. National Congress on High Speed Imaging and Photonics, Canberra, 10 Nov., 2008.

●佐藤英一, 田中越郎, 河合敏昭, 市丸俊夫:

X線エンボス撮影システムの開発, 日本生体医工学会東北支部大会, 東北大学, 12月13日, 2008.

●佐藤英一, 尾鍋秀明, 人見啓太郎, 佐藤公悦, 市丸俊夫: エネルギー弁別式蛍光X線カメラの開発, 日本生体医工学会東北支部大会, 東北大学, 12月13日, 2008.

●佐藤英一, 人見啓太郎, 尾鍋秀明, 佐藤公悦, 市丸俊夫: エネルギー弁別式KエッジX線CTの開発, 日本生体医工学会東北支部大会, 東北大学, 12月13日, 2008.

●佐藤英一, プルカット・アブドレイン, 田中悦郎, 高山和喜: フラッシュX線を用いた高速エンボス撮影, 平成20年度衝撃波シンポジウム, 名古屋大学, 3月17日, 2009.

●佐藤英一, ルドルフ・ガーマー, 高山和喜: 単色X線の発生と応用, 平成20年度衝撃波シンポジウム, 名古屋大学, 3月17日, 2009.

●佐藤英一, 寒河江康朗, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 市丸俊夫, 江原茂, 小川彰: エンボス撮影用ソフトの開発, 第97回医学物理学学会学術大会, パシフィコ横浜, 4月17日, 2009.

●佐藤英一, 尾鍋秀明, 人見啓太郎, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 佐藤祐一, 江原茂, 小川彰: エネルギー弁別ヨウ素KエッジX線CT, 第97回医学物理学学会学術大会, パシフィコ横浜, 4月19日, 2009.

●佐藤英一, 尾鍋秀明, 人見啓太郎, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 佐藤祐一, 江原茂, 小川彰: エネルギー弁別ガドリニウムKエッジX線CTシステム, 第97回医学物理学学会学術大会, パシフィコ横浜, 4月19日, 2009.

●寒河江康朗, 佐藤英一, プルカット・アブドレイン, 佐藤公悦, 市丸俊夫, 江原茂, 小川彰: シンチレーターを用いたフォトンカウンティングX線CTの開発, 第97回医学物理学学会学術大会, パシフィコ横浜, 4月19日, 2009.

●E. Sato, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Hitomi, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: High-speed photon-counting X-ray computed tomography system utilizing a multipixel photon counter, International Symposium on Photoelectric Detection and Imaging, Beijing, 19 June, 2009.

●E. Sato, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Hitomi, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Energy-discriminating X-ray computed tomography system utilizing a cadmium telluride detector, 11th International Symposium on Radiation Physics, Melbourne, 21 Sept., 2009.

●E. Sato, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Hitomi, K.

Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Embossed radiography utilizing an image-shifting subtraction software, International Symposium on Photoelectric Detection and Imaging, Melbourne, 21 Sept., 2009.

●佐藤英一, 佐藤公悦, 市丸俊夫: 第三世代エネルギー弁別X線CTシステムの開発, 第43回

日本生体医工学会東北支部大会, 福島大学, 11月21日, 2009.

●佐藤英一, 佐藤公悦, 市丸俊夫: エネルギー弁別X線カメラの開発と応用, 第43回日本生体医工学会東北支部大会, 福島大学, 11月21日, 2009.

●佐藤英一, 佐藤公悦, 市丸俊夫: 2次元エンボス撮影システムの開発, 第43回日本生体医工学会東北支部大会, 福島大学, 11月21日, 2009.

●佐藤英一, 佐藤公悦, 高山和喜: エンボスフラッシュX線撮影, 高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム2009, 大阪大学, 12月10日, 2009.

●佐藤英一, 杉村茂昭, 遠藤治之, 佐藤公悦, 高山和喜: 高速X線フォトンエネルギー弁別法の開発と新しい分子レベルイメージングへの応用, 高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム2009, 大阪大学, 12月11日, 2009.

●佐藤英一, 杉村茂昭, 遠藤治之, 佐藤公悦, 高山和喜: ZnO-MPPC センサーを使ったエネルギー弁別とX線CTへの応用, 高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム2009, 大阪大学, 12月11日, 2009.

●E. Sato, A. Purkhet, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Embossed radiography utilizing a subtraction program, Medical Imaging 2010, San Diego, 17 Feb. 2010.

●E. Sato, A. Ablajan, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Hitomi, K. Takahashi, S. Sato, A. Ogawa, J. Onagawa: Third-generation x-ray computed tomography system utilizing a cadmium telluride detector, Medical Imaging 2010, San Diego, 17 Feb. 2010.

●佐藤英一, 佐藤公悦: 拡大エンボスX線撮影, 第57回応用物理学関係連合講演会, 東海大学(湘南キャンパス), 3月17日, 2010.

●佐藤英一, 佐藤公悦: ファンビームを使ったエネルギー弁別X線CTシステム, 第57回応用物理学関係連合講演会, 東海大学(湘南キャンパス), 3月19日, 2010.

●佐藤英一, 杉村茂昭, 遠藤治之, 佐藤公悦: LSO-MPPC センサーを使ったフォトンカウンティングX線CTシステム, 第57回応用物理

学関係連合講演会, 東海大学 (湘南キャンパス), 3月19日, 2010.

●佐藤英一, 佐藤公悦, 江原茂: 拡大エンボスX線撮影, 第99回日本医学物理学会学術大会, 4月9日, 横浜, 2010.

●佐藤英一, 佐藤公悦, 江原茂: ファンビームを使ったエネルギー弁別X線CTシステム, 第99回日本医学物理学会学術大会, 4月9日, 横浜, 2010.

●佐藤英一, 佐藤公悦, 江原茂: LSO-MPPC 検出器を使ったフォトンカウンティングX線CT, 第99回日本医学物理学会学術大会, 横浜, 4月9日, 2010.

●Y. Oda, E. Sato, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, A. Osawa, H. Matsumoto, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sugimura, H. Endo, S. Sato, A. Ogawa: High-speed photon-counting X-ray computed tomography system utilizing an oscillating linear-YAP(Ce) photon sensor, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 20 Sept. 2010.

●E. Sato, P. Abderyim, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Sato, S. Sato, A. Ogawa: Energy-discrimination X-ray camera utilizing a cerium X-ray generator, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 20 Sept. 2010.

●T. Enomoto, E. Sato, P. Abderyim, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: X-ray fluorescence camera utilizing a cerium X-ray generator, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 21 Sept. 2010.

●Y. Sato, S. Ehara, E. Sato, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: Conventional X-ray fluorescence computed tomography system utilizing a cadmium-telluride detector, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 21 Sept. 2010.

●M. Watanabe, E. Sato, P. Abderyem, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, A. Osawa, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: Molecular-level X-ray imaging utilizing a cadmium telluride detector (*Invited paper*), 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 21

Sept. 2010.

●A. Osawa, E. Sato, A. Abudurexiti, P. Abderyem, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: High-spatial-resolution embossed radiography (*Invited paper*), 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 21 Sept. 2010.

●A. Osawa, E. Sato, A. Abudurexiti, P. Abderyim, O. Hagiwara, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sato, A. Ogawa: High-speed embossed radiography utilizing a pulsed X-ray generator and a computed radiography system, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 21 Sept. 2010.

●S. Sugimura, H. Endo, Y. Kashiwaba, E. Sato: Optical properties of ZnO single crystals grown using hydrothermal process and ZnO/MPPC high-speed radiation sensors, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 22 Sept. 2010.

●H. Endo, T. Chiba, K. Meguro, K. Takahashi, M. Fujisawa, S. Sugimura, S. Narita, E. Sato, Y. Kashiwaba: ZnO sensors and their applications (*Invited paper*), 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 22 Sept. 2010.

●O. Hagiwara, E. Sato, Y. Oda, M. Sagae, A. Abudurexiti, P. Abderyim, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, K. Sato, S. Sato, A. Ogawa: High-energy-resolution X-ray computed tomography system utilizing a silicon-PIN detector, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 22 Sept. 2010.

●H. Matsukiyo, E. Sato, O. Hagiwara, M. Sagae, A. Abudurexiti, P. Abderyim, A. Osawa, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, K. Sato, S. Sato, A. Ogawa: Gadolinium K-edge computed tomography system utilizing an oscillating linear cadmium-telluride detector, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 22 Sept. 2010.

●E. Sato, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sugimura, H. Endo,

S. Sato, A. Ogawa: High-speed photon counting using a ZnO-MPPC module and its application to an X-ray computed tomography system, 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 22 Sept. 2010.

● E. Sato, R. Germer, T. Enomoto, M. Watanabe, K. Sato, S. Sato, A. Ogawa, K. Takayama: Irradiation of harmonic X-rays from linear ferrum-plasma target (*Invited paper*), 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 22 Sept. 2010.

● E. Sato, Y. Oda, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sugimura, H. Endo, S. Sato, A. Ogawa: 10-Mcps photon-counting X-ray computed tomography system utilizing a LSO-MPPC sensor (*Invited paper*), 29th Int. Congress High-Speed Imaging and Photonics including 1st Workshop on Advanced Sensing and Imaging, Morioka, 24 Sept. 2010.

● E. Sato, Y. Oda, A. Abudurexiti: Energy-discrimination x-ray computed tomography system utilizing a cadmium telluride detector, 10th Asia-Oceania Congress of Medical Physics, October 16, Taipei, 2010.

● A. Abudurexiti, Y. Oda, E. Sato, M. Kameda: Photon-counting x-ray computed tomography system utilizing an oscillating linear-YAP(Ce) photon sensor, 10th Asia-Oceania Congress of Medical Physics, October 16, Taipei, 2010.

● E. Sato, M. Sagae, A. Abudurexiti: Embossed radiography utilizing a subtraction program in conjunction with a 0.5-mm-focus tube, 10th Asia-Oceania Congress of Medical Physics, October 17, Taipei, 2010.

● 佐藤英一, 小田泰行, 大沢晃弘: 拡大エンボスX線撮影, 日本生体医工学会東北支部大会, 11月20日, 仙台, 2010.

● 佐藤英一, 小田泰行, 佐藤公悦: LSO-MPPC検出器を使ったフォトンカウンティングX線CTシステム, 日本生体医工学会東北支部大会, 11月20日, 仙台, 2010.

● 佐藤英一, 萩原令彦, 佐藤公悦: 汎用蛍光X線カメラの開発と癌部位の観察, 日本生体医工学会東北支部大会, 11月20日, 仙台, 2010.

● E. Sato, Y. Oda, A. Abudurexiti, O. Hagiwara, A. Osawa, H. Matsukiyo, T. Enomoto, M. Watanabe, J. Nagao, S. Sugimura,

H. Endo, S. Saito, A. Ogawa: Mcps-range photon-counting X-ray computed tomography system utilizing an LSO-MPPC sensor, (Invited Paper), 2011 Int. Workshop on Advanced Nanovision Science, Hamamatsu, 17 January 2011.

[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

佐藤 英一 (SATO EIICHI)

岩手医科大学・共通教育センター・教授
研究者番号: 90154038

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし