

平成22年 5月31日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19500383

研究課題名（和文） 被ばく量を大幅に軽減できるX線撮像装置の開発

研究課題名（英文） Development of X-ray imaging device that can greatly reduce amount of dose

研究代表者

吉田 勝一（YOSHIDA SHOICHI）

富山大学・大学院医学薬学研究部・准教授

研究者番号：50304390

研究成果の概要（和文）：医療被ばくを削減することを目的とした、単色X線発生装置を EGS5 というシミュレーションソフトウェアを用いて設計し、最適化と性能評価を行った。本装置は、従来装置と比較して、効率良く単色X線を発生させることができ、大強度の単色X線を発生することができる。実際の医療用のX線診断機器にも搭載可能な装置だと考えられる。この装置を用いることで、医療被ばくを約半分に減らすことができる。これらの成果は3本の特許として出願した。

研究成果の概要（英文）：The monochromatic X-ray generation device to aim to reduce the medical exposure was designed with simulation software named EGS5, and optimization and the performance assessment were done. This device can efficiently generate monochromatic X-rays compared with the device so far, and can generate monochromatic X-rays of large strength. It is thought that it is a device that can be installed also in the X-ray diagnosis equipment for an actual medical treatment. The medical exposure can be decreased to about the half with this device. It applied for these results as three patents.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：医用生体工学・生体材料学

科研費の分科・細目：人間医工学・生体情報・計測

キーワード：X線撮像、計測工学、医療機器、被ばく、放射線、単色X線

1. 研究開始当初の背景

日本人の死因のトップはがんである（今も）。平成17年のがんによる死亡者は、32万5885人で全体の30.1%を占める。オックスフォード大の国際比較研究(2004)によると、

医療診断による被ばくが原因のがんは、日本が最高で全がん発症者の約3.2%を占める。単純に掛け算をすると、医療診断における被ばくが原因で、がんになり死亡した人は年間約1万人となる。この数は同じく平成17年

の交通事故による死者数 6781 人を大きく上回る。このように、医療診断における被ばくは大きな社会問題である。

研究代表者は、素粒子実験等で荷電粒子の検出に用いるシリコン・ストリップ検出器の開発に携わってきた。この検出器において、X線光子のエネルギーが電気信号へ変換される効率は、最新のX線CT装置の約 20 倍であるので、この検出器を用いた医療用のX線診断機器を開発すれば、被ばく量の軽減が可能であると考え、研究を開始した。

2. 研究の目的

素粒子実験用に開発され、これまで研究代表者が開発に携わってきたシリコン・ストリップ検出器を用いて、医療診断用の低被ばくのX線撮像装置を実用化し、X線を用いた医療診断による被ばくで、がんになる人を一人でも減らすことが本研究の目的である。

3. 研究の方法

医療用の低被ばくのX線診断装置の開発には2つのアプローチがある。一つはX線検出器側の開発(1)であり、もう一つは、X線発生装置側の開発(2)である。

(1) X線検出器側の開発：これまで素粒子実験用に研究開発してきたシリコン・ストリップ検出器を用いて医療診断用のX線撮像装置を開発する。基本的なアイデアは本研究開始時点で、特許公開 2005-62169 (発明者は研究代表者) で出願済みであり、このアイデアに沿って、実用化を目指した研究開発を行う。装置のプロトタイプを製作し、基本的な原理・性能を確かめた後、その成果を社会に向かって宣伝し、提携企業を見つけて、このX線撮像装置の実用化に道筋をつける。

(2) X線発生装置の開発：この開発は研究開始時点では、予定されていなかった。しかしながら、X線発生装置は、低被ばく化の重要な要素であると認識し、研究開発に加えた。

既存のX線を用いた医療用診断装置では、高エネルギーの電子線をタングステン等のターゲット(陽極)に照射して発生する制動放射X線を用いている。この制動放射X線は、様々なエネルギーのX線光子を含む連続X線である。医療用のX線診断には、最適のエネルギーが存在する。血管造影においては、造影剤の主成分であるヨウ素のK吸収端(最内殻の電子を電離させるエネルギー)より少し大きいエネルギーが最適であり、そのような事情も考慮して 40 keV 前後が最も適している。(被験者の体格、撮像する部位にもよる。) そのエネルギーのX線光子のみを含む単色X線を使用すれば、既存の装置に比べ同じクオリティの画像を約半分の被ばくで取得できる。このような単色X線発生装置を、いきなり製作することはできないので、まず

EGS5 というシミュレーションソフトウェアを用いて設計する。さらに EGS5 で装置の形状や様々なパラメータの最適化を行い、性能評価も行う。それらの成果は、まず特許として出願した後に、様々な機会をを利用して、企業に宣伝し、共同開発してくれる企業を探す。

4. 研究成果

前述のように、低被ばくのX線撮像装置の開発には、検出器の開発(1)と、X線発生装置の開発(2)に大別できる。

(1) X線検出器については、科学技術振興機構主催の新技术発表会等で、発表を行い、数社より問い合わせを受けたが、提携等の具体的な進展にはいたらなかった。

(2) X線発生装置側の開発については、いくつかの単色X線発生装置を EGS5 というシミュレーションソフトウェアを用いて設計し、最適化と性能評価を行った。これらの装置は従来の装置に比較して、単色X線を効率良く発生することができ、大強度の単色X線を発生することができる。医療用のX線診断機器にも搭載可能なものと思われる。この装置を用いることで、医療被ばくを約半分にすることができる。これらの成果は3件の特許にまとめ、出願した。その内の一件(特許公開 2009-170347)について以下に概要を解説する。

図1は、X線発生装置のターゲットの概念図である。ターゲットは円柱形で、紫色の矢印は電子線の照射位置である。照射でターゲットが過熱するのを防ぐため、ターゲットはその軸を中心に回転している。表面には、電子線で制動放射X線を発生する一次ターゲットである金の薄膜が設置してある。発生した制動放射X線は、さらに深部にあるセリウムの2次ターゲットで光電効果を起こし、セリウム原子を励起する。セリウム原子は基底状態に戻る際に、医療診断に適した 30keV 台後半の単色X線(特性X線)を放射する。単色X線はスリットを経て外部に取り出される。図2は取り出されたX線のエネルギー分布である(赤色)。青色の分布は参考のために載せた従来の装置の分布である。図をみると明らかなように、本装置のX線光子のエネルギー分布は、40 keV 弱に鋭いピークを持っていることがわかる。一般単色X線の強度は、制動放射X線の強度に対し2桁ほど小さいが、本装置の単色X線の強度は、制動放射X線の強度と大きく変わらない。

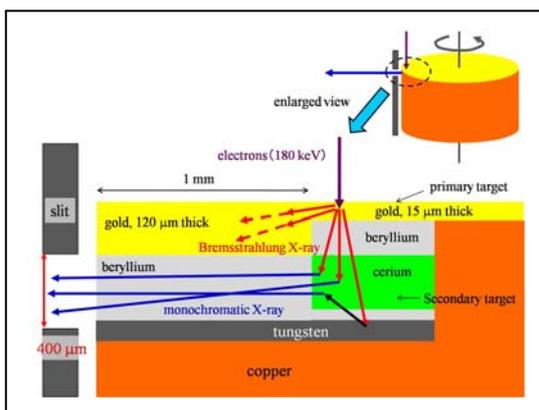


図1. ターゲットの概念図

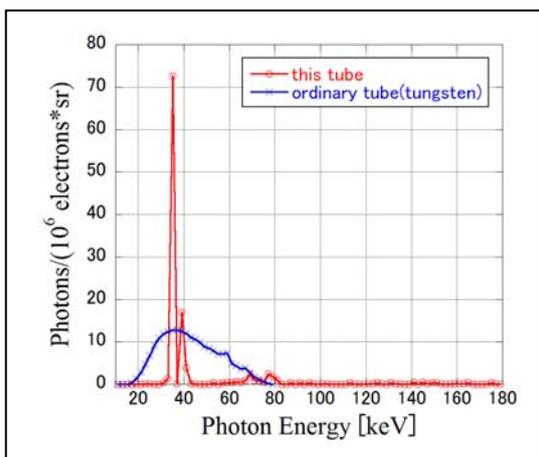


図2 X線光子のエネルギー分布

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1件)

① Shoichi Yoshida, DESIGN STUDY FOR MONOCHROMATIC X-RAY TUBE USING EGS5, KEK Proceedings、査読無、2008-7 Proceedings of the Fifteenth EGS Users' Meeting in Japan pp.22-24

[学会発表] (計5件)

①吉田勝一、素粒子実験用に開発された検出器を用いた低被ばくのX線撮像装置と単色X線発生装置の開発、富山大学主催イブニング技術交流サロン、19年7月、富山

②吉田勝一、シリコン・ストリップ検出器を用いた低被ばくのX線撮像装置と単色X線発生装置(ポスター)、富山・三重合同シーズ発表会、19年10月、三重

③吉田勝一、シリコン・ストリップ検出器を用いた低被ばくのX線撮像装置と単色X線発生装置(ポスター)、富山・三重合同シー

ズ発表会、19年11月、富山

④吉田勝一、医療診断における被ばくの軽減を目的とした単色・準単色X線発生装置、科学技術振興機構主催北陸3大学新技術説明会、20年2月14日、東京

⑤吉田勝一、EGS5を用いた単色・準単色X線発生装置の開発、第15回EGS研究会、2008年8月6日、筑波

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計3件)

名称: X線発生装置

発明者: 吉田勝一

権利者: 国立大学法人富山大学

種類: 特許

番号: 特許公開2008-84853

出願年月日: 平成19年8月30日

国内外の別: 国内

名称: X線発生装置

発明者: 吉田勝一

権利者: 国立大学法人富山大学

種類: 特許

番号: 特許公開2009-170347

出願年月日: 平成20年1月18日

国内外の別: 国内

名称: X線発生装置

発明者: 吉田勝一

権利者: 国立大学法人富山大学

種類: 特許

番号: 特許公開2009-54562

出願年月日: 平成20年2月13日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

http://www.las.u-toyama.ac.jp/physics/yoshida/sy_ken.htm

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 勝一 (YOSHIDA SHOICHI)
富山大学・大学院医学薬学研究部・准教授
研究者番号：50304390

(2) 研究分担者
()

研究者番号：

(3) 連携研究者
()

研究者番号：