

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008年度～2010年度

課題番号：20549005

研究課題名(和文) アナログASICを用いた次世代厚型CCD検出器システムの開発

研究課題名(英文) Development of the CCD driving system using analog ASICs

研究代表者 平賀純子 (Junko S. Hiraga)

(東京大学・大学院理学系研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター・助教)

研究者番号：00446527

## 研究成果の概要(和文)：

アナログASICを用いたCCD実験システムの構築並びに高性能読み出しの技術実証を本研究の目的とする。現在、JAXA/宇宙科学研究本部を中心に、次世代X線天文衛星Astro-H搭載を目指したCCD検出器が開発中であり、また、国立天文台を中心に、すばる望遠鏡主焦点カメラHyper SurprimeCamに搭載されるCCD検出器が開発されている。本研究は、これらの異なる分野の大型科学プロジェクト双方を担うキーテクノロジーに、技術実証で貢献するものである。

新たに東京大学にて、CCD素子開発のための実験システムの構築を行った。構築したシステムを用いて、浜松ホトニクス社と共同開発している厚型CCD素子(シリコン有感層厚 $\sim 200\mu\text{m}$ )のテスト素子の試験駆動を実施した。これまでと半導体の型が異なるために必要な駆動エレクトロニクスの変更を施し、読み出しノイズ $15e^-$ 、エネルギー分解能 $185\text{eV}$ (FWHM@ $5.9\text{keV}$ )を達成した。現在、駆動電圧の最適化、ノイズの低減などを試みて、更なる性能の向上に努めている。また、日本の次期X線天文衛星Astro-Hに搭載予定のCCD素子の開発は、アナログASICを搭載した初めての宇宙用CCDカメラである。Astro-H搭載CCD素子の開発に参画し、本研究に於ける基盤技術の検証に貢献した。

## 研究成果の概要(英文)：

This program aims the validation to establish of CCD data acquisition system using analog ASIC. Today, Osaka University and JAXA are developing CCD detector for Astro-H mission, which is planned to launch on 2014. Hyper SurprimeCam onboard Subaru Telescope is also employ new generation CCD devices. I would like to contribute these large-scale scientific projects.

We constructed a drive system for both P-channel type and N-channel type CCDs at University of Tokyo. Using new drive system, we can achieve  $15e^-$  of read-out noise and  $185\text{eV}$  of energy resolution (FWHM at  $5.9\text{keV}$ ). Parameters of drive voltage will be tuned as a next step. We also develop the CCD camera onboard Astro-H satellite.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
20年度	800,000		800,000
21年度	1,800,000	540,000	2,340,000
22年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	720,000	3,920,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学

キーワード：X線 $\gamma$ 線天文学

#### 1. 研究開始当初の背景

近年放射線検出器分野でアナログ ASIC を用いたシステムが発展しつつある。また空乏層の厚いX線 CCD の国内での発展も目覚ましく、時期X線天文衛星にはその装填面検出器として国産の CCD 素子が搭載される予定である。更に、空乏層の厚い素子は、可視光天文学の分野でも、すばる望遠鏡の主焦点検出器としても開発され、これらの大型科学プロジェクトのキーテクノロジーとなっている。

#### 2. 研究の目的

本研究は、アナログ ASIC を用いた CCD 検出器システムの新規開発し、異なる大型科学プロジェクトの双方を担うキーテクノロジーに技術実証で貢献する。

#### 3. 研究の方法

新しい CCD 駆動/読み出しシステムにおける、さまざまな部分の開発に着手した。まず、新しい真空チェンバーの立ち上げ準備を行った。これは、アナログ ASIC 基盤をマウントすることを目的としており、真空槽内にビデオ信号処理、ADC 回路等が入るため、回路にアクセスしやすい構造を取っている。また、新規に導入したチェンバーでは、これまでのペルチェ素子を用いた冷却系とは異なり、一段スターリングクーラーを用いた冷却系を組み込んだ。次期 X 線天文衛星搭載 CCD でもスターリングクーラーが冷却系として採用されることが決まっており、衛星搭載品の基礎性能評価にも有用である。また、駆動用デジタル回路部分については、世界的に標準化が行われている宇宙機用通信インターフェース (I/F) 規格である SpaceWire を用いて構築するため、SpaceWire I/F が搭載された SpaceCube と汎用デジタル I/O ボードを購入した。現在、動作テストの段階である。並行して、我々独自のアイデアで実現した、微細マルチコリメータを用いた実験手法を放射光施設における偏光 X 線に適応する実験を試みた。この手法に依り、CCD 内部での偏光した X 線光子が生成する電荷雲形状を実測できれば、X 線 CCD を偏光検出器として利用できる可能性を実証するものである。データ解析の際に有用となる並列計算を実装するために、GPGPU (汎用グラフィック演算機) を用いてパーソナルコンピュータによる並列計算の実現も行った

#### 4. 研究成果

構築したシステムを用いて、浜松ホトニクス社と共同開発している厚型 CCD 素子 (シリコン有感層厚 $\sim 200 \mu\text{m}$ ) のテスト素子の試験駆動を実施した。これまでと半導体の型

が異なるために必要な駆動エレクトロニクスの変更を施し、読み出しノイズ  $15e^-$ 、エネルギー分解能  $185\text{eV}$  ([FWHM@5.9keV](#)) を達成した。また、日本の次期 X 線天文衛星 Astro-H に搭載される CCD カメラ SXI にはアナログ ASIC を用いた読み出しシステムが搭載される。私は、SXI 製作に大きく貢献した。

#### 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 3 件)

著者: **Takahashi Tadayuki** 他 167 人

タイトル: **The Astro-H Mission**

雑誌: **Proceedings of SPIE**

巻・発行年: **7732 2010**)

著者: **Tsunemi Hiroshi** 他 14 人中 5 番目

タイトル: **Soft x-ray imager (SXI) onboard ASTRO-H**

雑誌: **Proceedings of SPIE**

巻・発行年: **7732 (2010)**

著者: **Kohmura Takayoshi** 他 25 人中 25 番目  
タイトル: **Measuring the EUV and optical transmission of optical blocking layer for x-ray CCD camera**

雑誌: **Proceedings of SPIE**

巻・発行年: **7732 2010**)

[学会発表] (計 9 件)

著者: **Yoshii Rie, Yamaguchi Hiroya, Katsuta Satoru, Tamagawa Toru, Hiraga S. Junko**

タイトル: **Discovery of non-thermal X-ray emission from Vela shrapnel E with Suzaku and XMM-Newton**

学会名: **8th COSPAR Scientific Assembly.**

発表年月日: **2010.7**

著者: **Junko S. Hiraga**

タイトル: **The Direct Measurement of the Signal Charge Behavior beyond 10keV in CCDs with Subpixel Resolution**

学会名: **IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference8**

発表年月日: **2009.11.28**

著者: **平賀純子**

タイトル: **超新星残骸 Vela Jr. からの熱的 X 線放射成分の探査**

学会名: **日本天文学会 2009 年秋期年会**

発表年月日: **2009.9**

著者：平賀純子  
タイトル：X線光子により CCD 内部で形成される電荷雲形状の実測  
学会名：応用物理学会 2009 年春期第 56 回関係  
連合講演会  
発表年月日：2009.3

著者：宮本健司  
タイトル：硬 X 線用 CCD 内部で形成される電荷  
雲形状の測定  
学会名：日本物理学会 第 6 4 回年次大会発表年  
月日：2009.3

著者：平賀純子  
タイトル：10keV を超える硬 X 線光子により  
CCD 内部で生成される電荷雲形状の実測  
学会名：日本天文学会 2009 年春期年会  
発表年月日：2009.3

著者：宮本健司  
タイトル：硬 X 線用 CCD 内部で形成される電荷  
雲形状の測定実験 2  
学会名：宇宙科学シンポジウム  
発表年月日：2009.1

著者：平賀純子  
タイトル：BP-1 ガラス製マルチコリメータを用  
いた X 線 CCD の電荷雲形状の実測 II  
学会名：日本天文学会 2008 年秋期年会  
発表年月日：2008.9

著者：宮本健司  
タイトル：硬 X 線用 CCD 内部で形成される電荷  
雲形状の測定  
学会名：応用物理学会 第 6 9 回応用物理学会学  
術講演会  
発表年月日：2008.9

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計◇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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

( )

研究者番号：

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：