

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18340057

研究課題名（和文）カーボン・ナノチューブを用いる放射線検出素子の開発

研究課題名（英文）Development of a new radiation detector utilizing carbon nanotube as anode

研究代表者

小谷太郎 (KOTANI TARO)

青山学院大学・理工学部・研究員

研究者番号: 80291920

研究成果の概要：

アノードにカーボン・ナノチューブを用いる新しいなだれ増幅型ガス比例計数管は、高速・高位置分解能という従来の検出器の長所を継承し、さらに数%程度の優れたエネルギー解像度をだす可能性がある。液体アルゴンを封じ込める放射線検出器のプロトタイプを製作し、なだれ信号の検出実験を行なった。カーボン・ナノチューブをアノードとして利用するには、液体アルゴンなどの高密度の媒質が必要であることが明らかとなった。また電圧は従来の検出器と同程度の高いものが必要であることも判明した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	3,400,000	0	3,400,000
2007 年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2008 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
年度			
年度			
総計	10,100,000	2,010,000	12,110,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：粒子測定技術

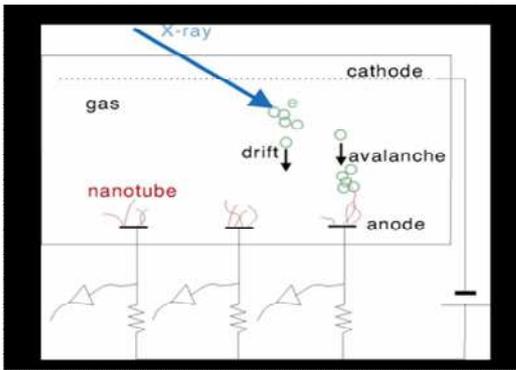
## 1. 研究開始当初の背景

放射線技術は現在の社会を支える基盤のひとつである。新しい放射線検出原理はこの放射線技術をさらに一段階発展させる可能性を持ち、極めて重要な研究テーマである。

一方、カーボン・ナノチューブはさまざまな特異な機能をそなえた新素材で、現在世界的な規模で研究が進められている。カーボン・ナノチューブを用いる新しい放射線検出器が実現すれば、カーボン・ナノチューブの応用分野をまたひとつ広げる意義を持つことになる。本研究はこのような背景を持つ。

## 2. 研究の目的

本研究課題の目的は、カーボン・ナノチューブを用いる新しい放射線検出素子の開発にある。アノードにカーボン・ナノチューブを用いるなだれ増幅型ガス比例計数管は、高速という従来の検出器の長所を継承し、さらに高位置分解能と数%程度の優れたエネルギー解像度をだす可能性がある。カーボン・ナノチューブを用いるなだれ増幅型ガス比例計数管の概念図を示す。



放射線検出器の概念図

カーボン・ナノチューブは微小なため、小さなアノード、つまり小さな画素が実現可能である。比例計数管内部に小さな画素をおけば、放射線吸収媒体内に生じる一次電子雲をマッピングし、その個数を数えることができる。これにより高位置分解能と高エネルギー分解能が達成でき、さらに一次電子雲の形状より、偏光の測定などの可能性がひろがると期待される。

### 3. 研究の方法

カーボン・ナノチューブをアノードとするなだれ増幅には、液体アルゴンが媒質として適している。カーボン・ナノチューブを用いる電極を製作、液体アルゴンを封じ込める放射線検出器のプロトタイプを製作した。実験セットアップおよびカーボン・ナノチューブ電極を以下に示す。

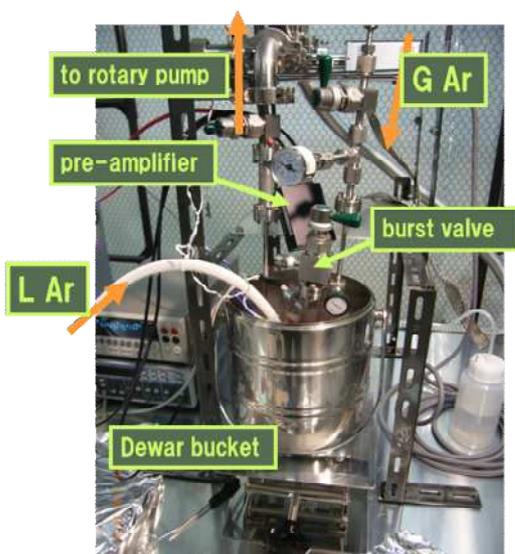
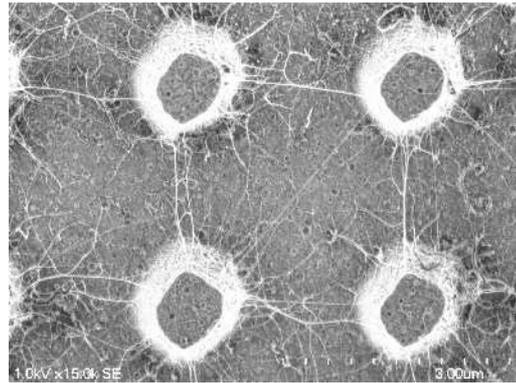


図: 実験セットアップ



カーボン・ナノチューブ電極のSEM像



アノード構造

これら電極を純粋な液体アルゴン中に密封し、高電圧を印加し、5MeVのガンマ線を照射した。低ノイズの信号処理系を構築し、電極からの信号を処理してなだれ信号の検出実験を行なった。パルス信号はデジタイザを用いてサンプリングしすべてハードディスクに記録した。偽イベントを除去する高性能なソフトウェア・フィルタを製作し、記録された信号に対して、一発ごとにフィルタリングを行なった。ソフトウェア・フィルタを通過する信号の例を以下に示す。



なだれ候補信号の例

#### 4 . 研究成果

カーボン・ナノチューブをなだれ増幅型放射線検出器のアノードとして利用するには、液体アルゴンなどの高密度の媒質が必要であることが明らかとなった。また、アノードにかかる電圧は従来の検出器と同程度の高いものが必要であることも判明した。

#### 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 5 件)

Kotani, T., Fabrika, S., Kawai, N., Kinugasa, K., Kubota, K., Trushkin, S., Tsuboi, M., Multi-Wavelength Observations of the Microquasar SS433, Astrophysics with All-Sky X-Ray Observations, Proceedings of the RIKEN Symposium, 108-112, 2009, 査読無

Tsuboi, Masato, Tosaki, Tomoka, Kuno, Nario, Nakanishi, Kouichiro, Sawada, Tsuyoshi, Umemoto, Tomofumi, Trushkin, Sergei A., Kotani, Taro, Kawai, Nobuyuki, Kurono, Yasutaka, Handa, Toshihiro, Kohno, Kotaro, Tsukagoshi, Takashi, Kameya, Osamu, Kobayashi, Hideyuki, Fujisawa, Kenta, Doi, Akihiro, Omodaka, Toshihiro, Takaba, Hiroshi, Sudou, Hiroshi, Wakamatsu, Ken-Ichi, Koyama, Yasuhiro, Kawai, Eiji, Mochizuki, Nanako, Murata, Yasuhiro, The 2006 Radio Outbursts of a Microquasar Cygnus X-3: Observations and Data, Publications of the Astronomical Society of Japan, 60, 465-273, 2008, 査読有

T. Kotani, M. Ueno, N. Kawai, S. Kitamoto, Development of a New Radiation Detector Utilizing Carbon Nanotube as Anode, Physica E: Low-dimensional Systems Nanostructures, 40, 422, 2007, 査読有  
A. Kubota, T. Dotani, J. Cottam, T. Kotani, C. Done, Y. Ueda, A. C. Fabian, T. Yasuda, H. Takahashi, Y. Fukazawa, K. Yamaoka, K. Makishima, S. Yamada, T. Kohmura, L. Angelini, Suzaku Discovery of Iron Absorption Lines in Outburst Spectra of the X-Ray Transient 4U 1630-472, Publ. Astron. Soc. Japan, 59, 185, 2007, 査

読有

Takahashi, H., Y. Fukazawa, T. Mizuno, A. Hirasawa, S. Kitamoto, K. Sudoh, T. Ogita, A. Kubota, K. Makishima, T. Itoh, A. N. Parmar, K. Ebisawa, S. Naik, T. Dotani, M. Kokubun, K. Ohnuki, T. Takahashi, T. Yaqoob, L. Angelini, Y. Ueda, K. Yamaoka, T. Kotani, N. Kawai, M. Namiki, T. Kohmura, H. Negoro, Low/Hard State Spectra of GRO J1655 -40 Observed with Suzaku, Low/Hard State Spectra of GRO J1655 -40 Observed with Suzaku, 60, S69-S84, 2008, 査読有

[学会発表](計 7 件)

小谷太郎、白木隆行、山岡和貴、吉田篤正、符合化マスクと CCD を用いる X 線・線天体監視カメラの開発、日本天文学会 2009 年春季年会、大阪府立大、2009  
Taro Kotani, Sergei Fabrika, Nobuyuki Kawai, Kenzo Kinugasa, Kaori Kubota, Sergei Trushkin, Masato Tsuboi, Multi-Wavelength Observations of the Microquasar SS433 in the active state, Seventh Microquasar Workshop, Foca, Izmir, Turkey, 2008

小谷太郎、植野優、河合誠之、北本俊二、カーボン・ナノチューブを用いる放射線検出器の開発、日本物理学会、近畿大学、2008  
T. Kotani, M. Ueno, N. Kawai, S. Kitamoto, DEVELOPMENT OF A NEW RADIATION DETECTOR UTILIZING CARBON NANOTUBE AS ANODE, 2nd International Symposium on Nanometer-Scale Quantum Physics, 2007

小谷太郎、植野優、河合誠之、北本俊二、カーボンナノチューブを用いる放射線検出器の開発 Development of a New Radiation Detector Utilizing CNT as Anode, 日本物理学会, 2007

T. Kotani, M. Ueno, N. Kawai, S. Kitamoto, DEVELOPMENT OF A NEW RADIATION DETECTOR UTILIZING CARBON NANOTUBE AS ANODE, 量子ナノ物理学第 3 回公開シンポジウム, 2007

小谷太郎、植野優、河合誠之、北本俊二、カーボンナノチューブを用いる放射線検出器の開発 Development of a New Radiation Detector Utilizing CNT as Anode, 日本物理学会, 2006

〔図書〕(計 4 件)

小谷太郎、宇宙一わかりやすい相対性理論、224 ページ、すばる舎、2009

小谷太郎、単位と定数のはなし、224 ページ、ナツメ社、2008

小谷太郎、宇宙で一番美しい周期表入門、201 ページ、青春出版社、2007

小谷太郎、宇宙の不思議、223 ページ、ナツメ社、2007

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

小谷 太郎 (KOTANI TARO)

青山学院大学・理工学部・研究員

研究者番号:80291920

### (2)研究分担者

### (3)連携研究者

河合 誠之 (KAWAI NOBUYUKI)

東京工業大学・理工学研究科・教授

研究者番号 : 80195031