

平成 23 年 4 月 28 日現在

研究種目：若手研究 (A)
 研究期間： 2007～2009
 課題番号：19684005
 研究課題名 (和文) 低バックグラウンド微細飛跡検出器による大深度地下実験室での暗黒物質探索実験
 研究課題名 (英文) Direction-Sensitive Dark Matter Search in a Deep Underground Laboratory with a Low Background Tracking Detector
 研究代表者 身内 賢太郎 (MIUCHI KENTARO)
 京都大学・大学院理学研究科・助教
 研究者番号：80362440

研究成果の概要 (和文)：

本研究では独自に開発した三次元飛跡検出器「マイクロ TPC」を用いた方向に感度を持つ暗黒物質探索実験を行った。2008 年に、地上の実験室で製作した検出器を神岡地下実験室へ設置して、地上実験より約 5 倍感度の高い暗黒物質探索実験を行った。(Physics Letters B 686(2010)11)として成果を公表)。その後、更に 10 倍の感度向上を目指して感度の向上を行い、バックグラウンドの主要な成分となるガス中のラドン・環境ガンマ線の計数率がそれぞれ 1/10 以下に低減された事を確認した。

研究成果の概要 (英文)：

We performed a direction-sensitive dark matter search experiment with a three-dimensional gaseous tracking device “micro-TPC”. We installed our detector in a underground laboratory and performed a dark matter search experiment. We obtained a limit five times better than the one we got in a surface laboratory (published as Physics Letters B 686(2010)11). Then we upgraded the detector to improve the sensitivity by one order of magnitude.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2008 年度	12,400,000	3,720,000	16,120,000
2009 年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
年度			
総計	19,000,000	5,700,000	24,700,000

研究分野：宇宙線物理学

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：暗黒物質・宇宙線・素粒子実験・大深度地下・測定技術

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初の暗黒物質直接探索実験は、大質量検出器による計数率の季節変動を捉える手法が世界的潮流であった。この手法で暗黒物質の検出を主張するグループもあった

が、これを否定する実験結果も他グループによって得られており、季節変動のみによって暗黒物質検出を決定的にすることは難しいと考えられていた。季節変動よりも確実な暗黒物質固有の信号

として有力なのが、暗黒物質の到来方向である。銀河系の中を太陽系が高速で運動している為、太陽系には暗黒物質の「風」が吹き付けている。この風を捉える事が暗黒物質検出の決め手となるのである。この方法を実現する為には数ミリ以下の飛跡を検出可能なガス検出器が必要であるが、技術的制限から未だ測定が行われていないという状況であった。我々は独自に開発した検出器を用いた、方向に感度を持つ暗黒物質を地上の実験室で遂行、当該分野で世界をリードする立場にあった。

2. 研究の目的

地上の実験室で行った方向に感度を持つ暗黒物質探索の原理実証実験を、宇宙からのバックグラウンドを避けることのできる地下実験室で行い、暗黒物質に対する感度を向上させる。

3. 研究の方法

我々が独自に開発した画像装置「 μ PIC」を用いた三次元飛跡検出器「マイクロ TPC」を製作 (図 1 参照)、検出効率や飛跡検出分解能の測定を行う。また、宇宙からのバックグラウンドを避けるため、神岡地下実験室に設置して 3 カ月以上の長期間の観測を行う。

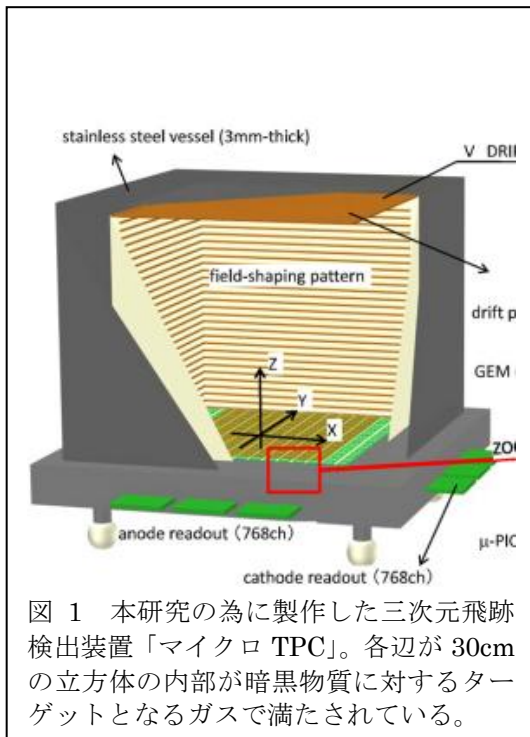


図 1 本研究の為に製作した三次元飛跡検出装置「マイクロ TPC」。各辺が 30cm の立方体の内部が暗黒物質に対するターゲットとなるガスで満たされている。

4. 研究成果

本研究の成果として上記 3 の手法の通りの観測を 2008 年 10 月から 12 月にかけて行い、地上の実験室で行った観測よりも 5 倍感度の高い観測を行った。結果を図 2 に示す。

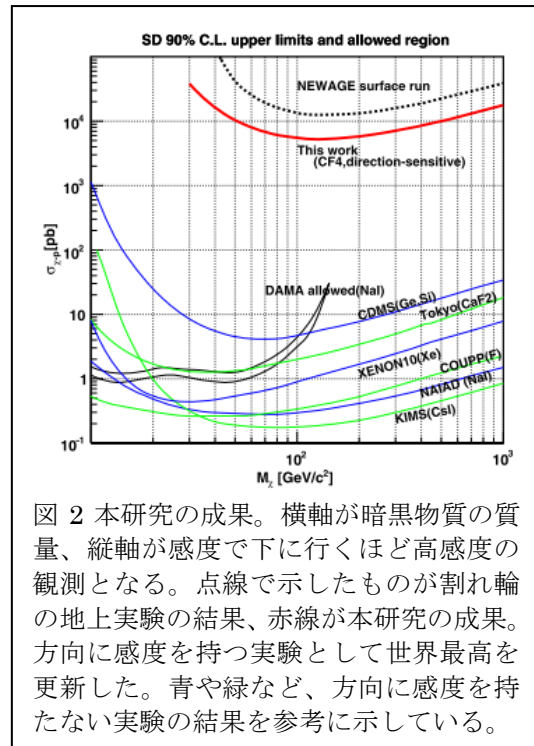


図 2 本研究の成果。横軸が暗黒物質の質量、縦軸が感度で下に行くほど高感度の観測となる。点線で示したものが割れ輪の地上実験の結果、赤線が本研究の成果。方向に感度を持つ実験として世界最高を更新した。青や緑など、方向に感度を持たない実験の結果を参考に示している。

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 11 件)

① "Detection of neutron-induced events and neutron/ γ -ray discrimination with an imaging capability of a P-channel X-ray CCD"

Makoto Sawada, Hironori Matsumoto, Takeshi Go Tsuru, Kentaro Miuchi, Shigeto Kabuki

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, In Press

② "First underground results with NEWAGE-0.3a direction-sensitive dark matter detector"

Kentaro Miuchi, Hironobu Nishimura, Kaori Hattori, Naoki Higashi, Chihiro Ida, Satoshi Iwaki, Shigeto Kabuki, Hidetoshi Kubo, Shunsuke Kurosawa, Kiseki Nakamura, Joseph Parker, Tatsuya Sawano, Michiaki Takahashi, Toru Tanimori, Kojiro Taniue, Kazuki Ueno, Hiroyuki Sekiya, Atsushi Takeda, Ken'ichi Tsuchiya, Atsushi Takada
Phys. Lett. B 686(2010)11-17

③ "THE CASE FOR A DIRECTIONAL DARK MATTER DETECTOR AND THE STATUS OF CURRENT EXPERIMENTAL EFFORTS"

S. Ahlen et. al. Kentaro Miuchi (112 人中 62 番目)

International Journal of Modern Physics A Vol. 25, No. 1 (2010) 1-51

④ "Performance of the micro-PIC gaseous

area detector in small-angle X-ray scattering experiments"

Kaori Hattori, Kenichi Tsuchiya, Kazuki Ito, Yoko Okada, Kotaro Fujii, Hidetoshi Kubo, Kentaro Miuchi, Masaki Takata, Toru Tanimori and Hidehiro Uekusa

J. Synchrotron Rad. (2009). 16, 231-236

⑤ "A Direction-Sensitive Dark Matter Search Experiment (NEWAGE)

Hironobu Nishimura, Kaori Hattori, Chihiro Ida, Satoru Iwaki, Shigeto Kabuki, Hidetoshi Kubo, Shunsuke Kurosawa, Kentaro Miuchi, Atsushi Takada, Toru Tanimori, and Kazuki Ueno

J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) Suppl. A, pp. 218-220

⑥ "Tracking performance of the NEWAGE-0.3a direction-sensitive dark matter detector"

Hironobu Nishimura, Kentaro Miuchi, Kaori Hattori, Satoru Iwaki, Chihiro Ida, Shigeto Kabuki, Hidetoshi Kubo, Shunsuke Kurosawa, Hiroyuki Sekiya, Atsushi Takada, Michiaki Takahashi, Atsushi Takeda, Toru Tanimori, Ken'ichi Tsuchiya, Kazuki Ueno
Astroparticle Physics. 31 (2009) pp185-191.

⑦ "Direction-sensitive dark matter search results in a surface laboratory"

Kentaro Miuchi, Kaori Hattori, Shigeto Kabuki, Hidetoshi Kubo, Shunsuke Kurosawa, Hironobu Nishimura, Yoko Okada, Atsushi Takada, Toru Tanimori, Ken'ichi Tsuchiya, Kazuki Ueno, Hiroyuki Sekiya, Atsushi Takeda

Phys. Lett. B654 (2007) pp58-64,

⑧ "Response of a Micro Pixel Chamber to heavy ions with the energy of several hundreds of MeV/n"

Tsutomu Nagayoshi, Tadayoshi Doke, Yasunobu Fujita, Kaori Hattori, Koji Ishida, Jun Kikuchi, Hisashi Kitamura, Tatsuto Komiyama, Hidetoshi Kubo, Haruhisa Matsumoto, Kentaro Miuchi, Hironobu Nishimura, Kiwamu Saito, Shin-ichi Sasaki, Hiroyuki Sekiya, Atsushi Takada, Toru Tanimori, Kazuhiro Terasawa, Hiroko Tawara, Yukio Uchihori and Kazuki Ueno

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Vol 581/1-2 (2007) pp110-114

⑧ "Development and applications of a μ -PIC"

Kentaro Miuchi, Kaori Hattori, Shigeto Kabuki, Hidetoshi Kubo, Shunsuke Kurosawa,

Hironobu Nishimura, Yoko Okada, Atsushi Takada, Toru Tanimori, Ken'ichi Tsuchiya, Kazuki Ueno, Hiroyuki Sekiya, Atsushi Takeda.

"Radiation Detector and Their uses", Proceedings of the 21th Workshop on Raditaion Detector and Their uses, KEK-proceedings 2007, pp49-55.

⑨ "Performance of a Time-Projection-Chamber with a Large-Area Micro-Pixel-Chamber Readout"

Kentaro Miuchi, Kaori Hattori, Shigeto Kabuki, Hidetoshi Kubo, Shunsuke Kurosawa, Hironobu Nishimura, Atsushi Takada, Ken'ichi Tsuchiya, Yoko Okada, Toru Tanimori, Kazuki Ueno

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 576(2007)43-46

⑩ "A very large area Micro Pixel Chamber"

A. Takada, K.Hattori, S. Kabuki, H. Kubo, K. Miuchi, T. Nagayoshi, H. Nishimura, Y. Okada, R. Orito, H. Sekiya, A. Takeda, T. Tanimori, K. Ueno

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 573, 2007, 195-199

⑪ "Development of Gaseous Tracking Devices for WIMPs Search", The 7th International Workshops on Position Sensitive Detectors (PSD7, Liverpool, England)

H. Sekiya, K. Hattori, S. Kabuki, H. Kubo, K. Miuchi, T. Nagayoshi, H. Nishimura, Y. Okada, R. Orito, A. Takada, A. Takeda, T. Tanimori, K. Ueno

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A 573, 2007, Pages 204-207

[学会発表] (計 24 件)

全 て 発 表 資 料 は <http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/member/miuchi/work/work.htm> より取得可能

①身内賢太朗 μ PIC であれもこれも
第 17 回 ICEPP シンポジウム 白馬 2011 年 2 月 22 日

②身内賢太朗 QPIX
第 7 回 MPGD 研究会 山形大学 2010 年 11 月 26 日

③身内賢太朗方向に感度を持った暗黒物質探索実験 NEWAGE
CRC 将来計画シンポジウム 東京大学柏キヤ

ンパス 2010年9月16日

④身内賢太郎 NEWAGE 実験 18 : 2010 年地下実験報告

日本物理学会 2010 年秋季大会 九州工業大学戸畑キャンパス 2010年9月12日

⑤身内賢太郎 NEWAGE 実験 16 : 原子核反跳飛跡の前後判定可能性

日本物理学会 第 65 回年次大会 (岡山大学津山キャンパス) 2010年3月23日

⑥身内賢太郎方向に感度を持った暗黒物質探索実験 NEWAGE

第 16 回 ICEPP シンポジウム 2010年2月15日

⑦身内賢太郎"ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験"

平成 21 年度宇宙線研究所共同利用研究成果発表研究会 (東京大学宇宙線研究所) 2009年12月19日

⑧身内賢太郎"QPIX"

第 6 回 MPGD 研究会 (神戸大学) 2009年12月12日

⑨身内賢太郎"NEWAGE 実験 14: 地下実験報告 5"

日本物理学会 2009 年秋季大会 (甲南大学) 2009年9月11日

⑩ Kentaro Miuchi "NEWAGE --Direction-sensitive direct dark matter search"

XXIX PHYSICS IN COLLISION - Kobe, Japan, August 30 - September 2, 2009

⑪ Kentaro Miuchi "NEWAGE electronics upgrade & QPIX"

Cygnus 2009

MIT, Boston, USA, 11-13 June 2009.

⑫ Kentaro Miuchi "NEWAGE"

Cygnus 2009

MIT, Boston, USA, 11-13 June 2009.

⑬身内賢太郎"ガス検出器による暗黒物質探索実験"

東京大学宇宙線研究所共同利用研究会 (東京大学宇宙線研究所) 2008年12月20日

⑭身内賢太郎"マイクロ TPC の短飛跡角度分解能の測定"

第 5 回 Micro Pattern Gas Detector 研究会 2008年12月12日

⑮身内賢太郎"QPIX プロジェクト"

集積回路及び関連技術ワークショップ 2008年11月20日

⑯身内賢太郎"方向に感度を持つ暗黒物質探索実験 : NEWAGE"

第一回「アインシュタインの物理」でリンクする研究教育拠点 研究会

2008年10月10日

⑰身内賢太郎"NEWAGE 実験 11: 高感度化へ向けての R&D"

日本物理学会 2008 年秋季大会 (山形大学)

2008年9月20日

⑱ Kentaro Miuchi "Direction-sensitive Dark Matter Search--NEWAGE--"

Dark Energy and Dark Matter 2008 Lyon, France, 7-11 July 2008.

⑲身内賢太郎 "NEWAGE~方向に感度を持った暗黒物質探索実験~"

第二回学術会議シンポジウム (東京大学小柴ホール) 2008年5月31,6月1日

⑳身内賢太郎"ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験"

東京大学宇宙線研究所共同利用研究会 (東京大学宇宙線研究所) 2007年12月14日

㉑身内賢太郎"方向に感度のある WIMP 直接探索実験 : NEWAGE"

暗黒物質と銀河構造 (ウエルサンピア伊勢) 2007年9月28,29日

㉒ Kentaro Miuchi"NEWAGE -- first experiment with a micro-patterned gaseous detector--"

Cygnus 2007

Boulby, UK, 22-24 July 2007

㉓ Kentaro Miuchi "NEWAGE --A direction-sensitive dark matter search "

"Supersymmetry in 2010s"

Sapporo, Japan, June 21-23(22) 2007.

㉔ Kentaro Miuchi "NEWAGE -- A direction-sensitive dark matter search "

"Double Beta Decay and Neutrinos 07"

Osaka, Japan, 11-13(11) June 2007.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 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 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

http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/research/mu-PIC/NEWAGE/newage_e.htm

アウトリーチ

① “「はやぶさと宇宙」”

京都市大山崎町立第二大山崎小学校 はやぶさ出前授業、2011年1月25日

② “「地底で解明する宇宙の謎 -ダークマターを探せ-」”

西大和学園高校 スーパーサイエンス講義、2010年6月26日

③ “「宇宙の空気」暗黒物質を捕まえる”

科学技術館「ユニバース」(ゲスト出演)、2007年12月8日

報道関係取材協力等

①ダークマターの謎に挑む 2011年4月19日 NHK BSプレミアム (取材協力)

②「総力戦で初期宇宙に迫る」日経サイエンス2010年6月号、別冊日経サイエンスNo.175

③日本経済新聞2010年2月14日

④共同通信系 2009年1月

(埼玉新聞(1日)、千葉日報(1日)、静岡新聞(1日)、山梨日日新聞(1日)、秋田さきがけ(3日)、福井新聞(3日)、四国新聞(3日)、福島民友(4日)、高知新聞(5日)、北日本新聞(7日)、信濃毎日新聞(2月2日))

⑤中日新聞 2008年10月4日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

身内 賢太朗 (MIUCHI KENTARO)
京都大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号：80362440

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：