

NEWAGE

神戸大学 身内賢太郎

2013年4月23日

地下連合会議@富山

JINST 7 C02023

Phys. Lett. B 686(2010)11

HEニュース 31(2013)

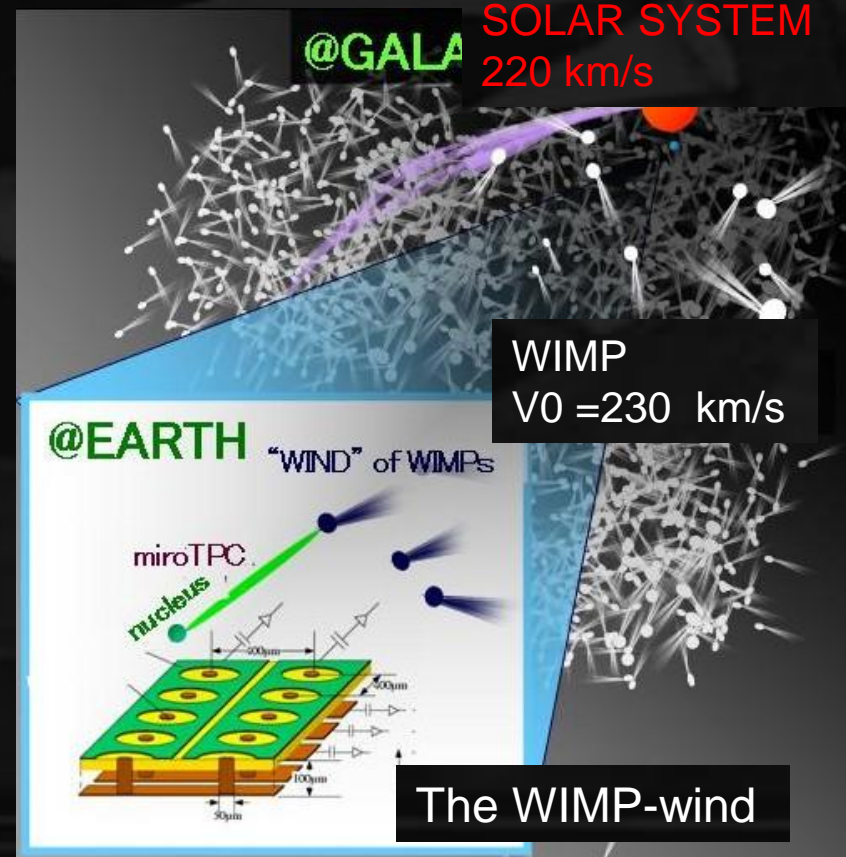
京大 μ PICグループ

K Nakamura, S Iwaki, H Kubo,
T Mizumoto, H Nishimura,
J D Parker, T Sawano, A Takada,
T Tanimori,

ICRR 竹田、関谷

神戸大 DMグループ

QPIX 開発チーム



◆ 「地下連合」で目指すもの

- 技術交流
- お金
- コミュニティー形成

} 手段



- (1) 実験の現状にとどまらず、今後の展開、どのように「本実験」として実現してゆくか。：「本実験」＝「ノーベル賞をとれるかもしれない実験」として以下の議論
- (2) 「本実験」実現に向けての問題点は何か。：大型化、低BG化
- (3) 実現するのに必要なmanpower、経費：発表中で
- (4) 年次計画：発表中で
- (5) 国際競争力、他の実験に比べての実験の長所：発表中で

NEWAGEに照らし合わせて上記を含むようなトークでお願い致します。

特に外部の人はとりあえずの目標はDAMA領域というのは知っていると思いますが、発見に向けたその後の展開はあまり話を聞く機会はなかったように思います。(タイムスケールを含め)



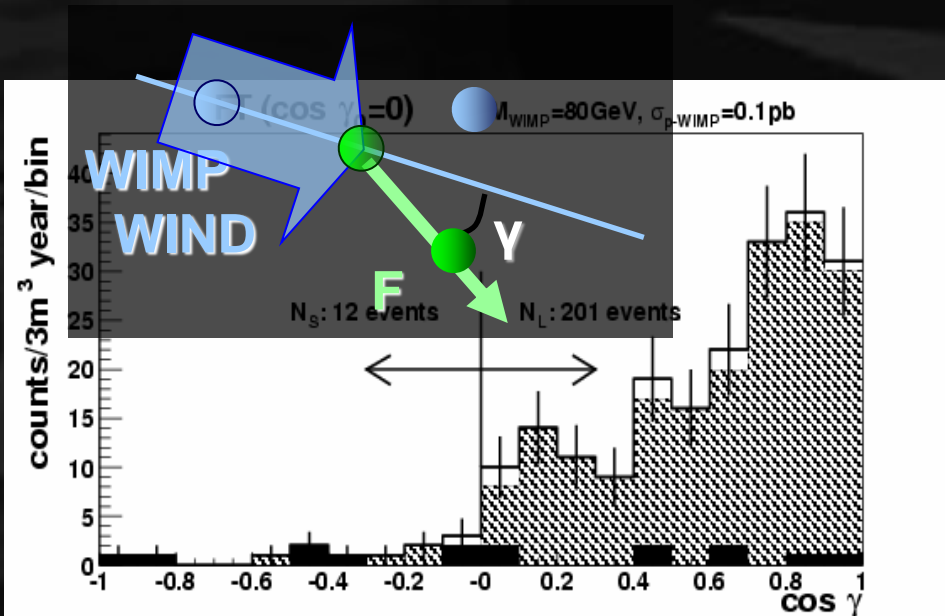
NEWAGE

(New generation WIMP search with an advanced gaseous tracker experiment)

目的：

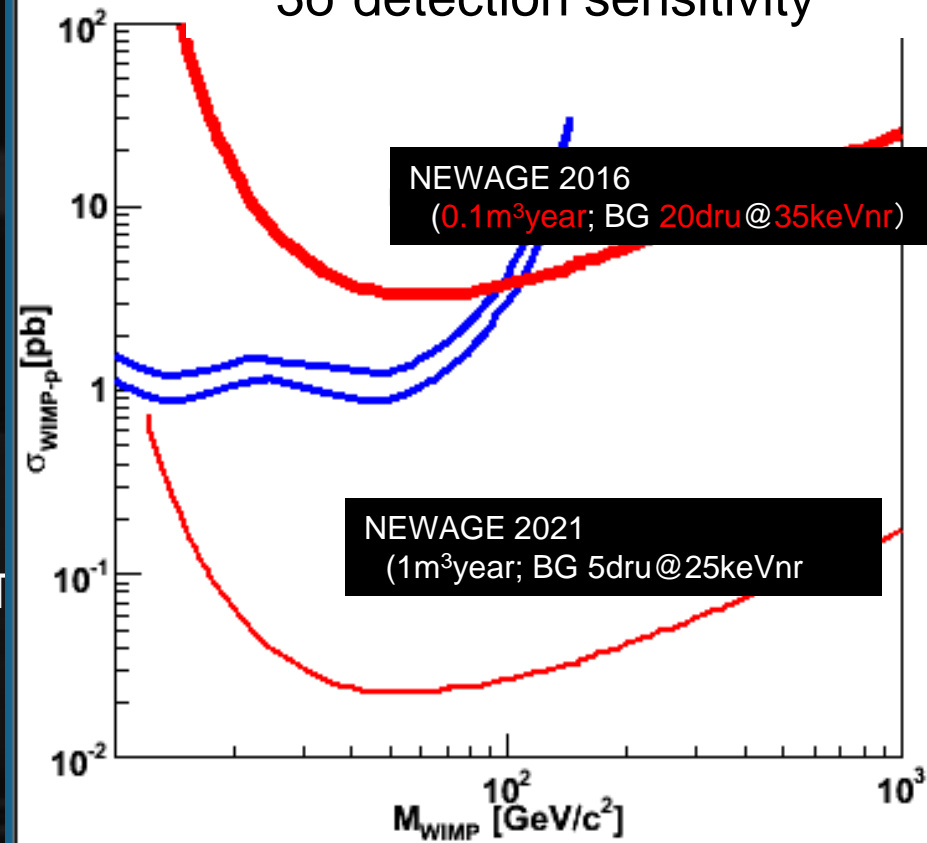
- 方向に感度を持つ暗黒物質の発見：5~10年
= 強力な信号
- 銀河内での暗黒物質の運動解明：10~20年

原子核反跳の角度分布



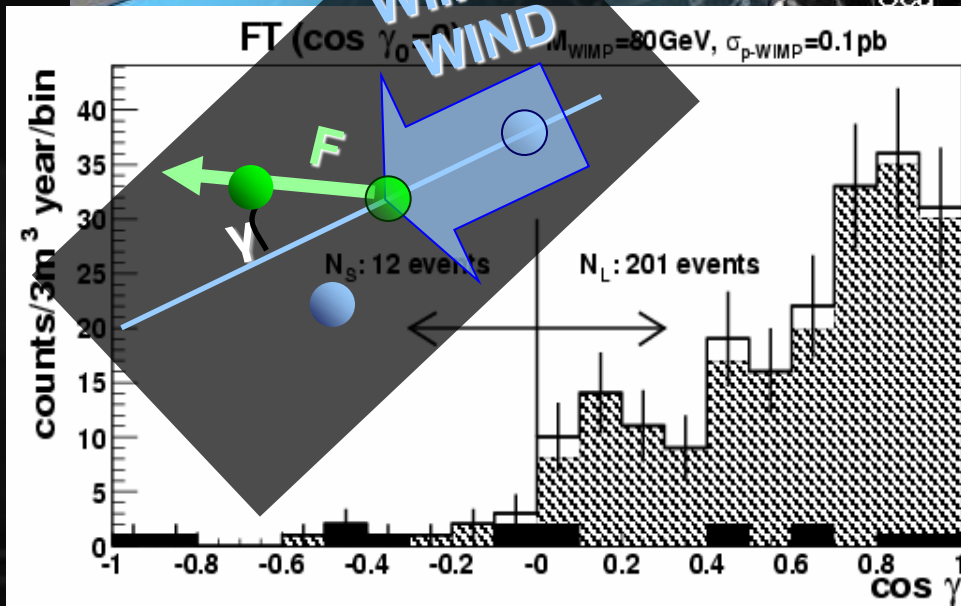
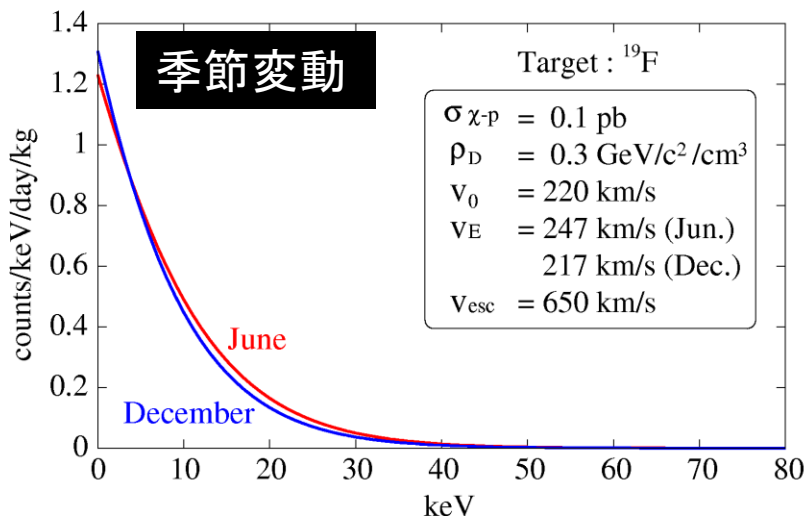
前方散乱のピーク

3 σ detection sensitivity



飛跡検出のメリット

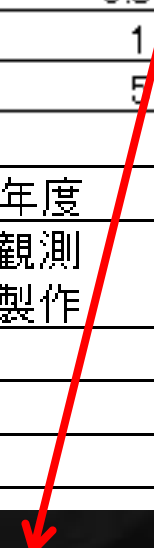
- 季節変動(5%以下)と比較して確実な証拠となる
(前後の非対称度は最大で10倍。)
- 検出の後には暗黒物質の性質解明



◆ 「身の丈」ベースの将来計画

- **BG低減を確認しながらのスケールアップ。**
打ち上げ花火は上げられないが、、

		2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
名: NEWAGE	実験フェーズ	0.3bコミ 0.3b観測	0.3b観測 0.6aR&D	0.3b観測 0.6a製作	0.6aコミ 0.6a観測	0.6a観測 1.0aR&D	0.6a観測 1.0a製作	1.0aコミ 1.0a観測	1.0a観測 1.0b R&D	1.0a観測 1.0b製作	1.0bコミ 1.0a,b観測
	必要経費(億円)		0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.2	1	1	0.1
	既存人数		3	2	1	1	1	1	1	1	1
	不足人数		2	3	5	5	7	7	9	9	9



ここ以降は常に「本実験」

サイズの目安：

- 0.3? $0.3 \times 0.3 \times 0.4 = 0.04m^3$
- 0.6 $0.6 \times 0.6 \times 0.4 = 0.1m^3$
- 1.0 $1.0 \times 1.0 \times 0.4 = 0.4m^3$



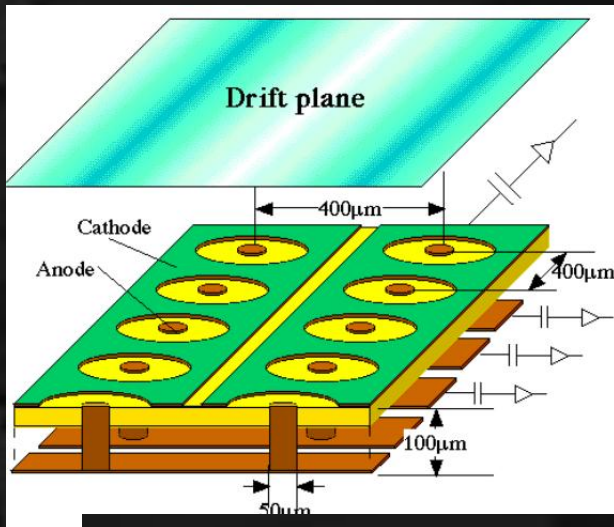
検出器：ガス TPC

- 三次元飛跡検出器
- MPGD[‡] による読み出し
- CF₄ gas (~0.05 bar)

[‡] MPGD: Micro Pattern Gas Detector

ガス検出器のメリット

- 方向に感度を持つ
- ガンマ除去 (<10⁻⁵)



体制

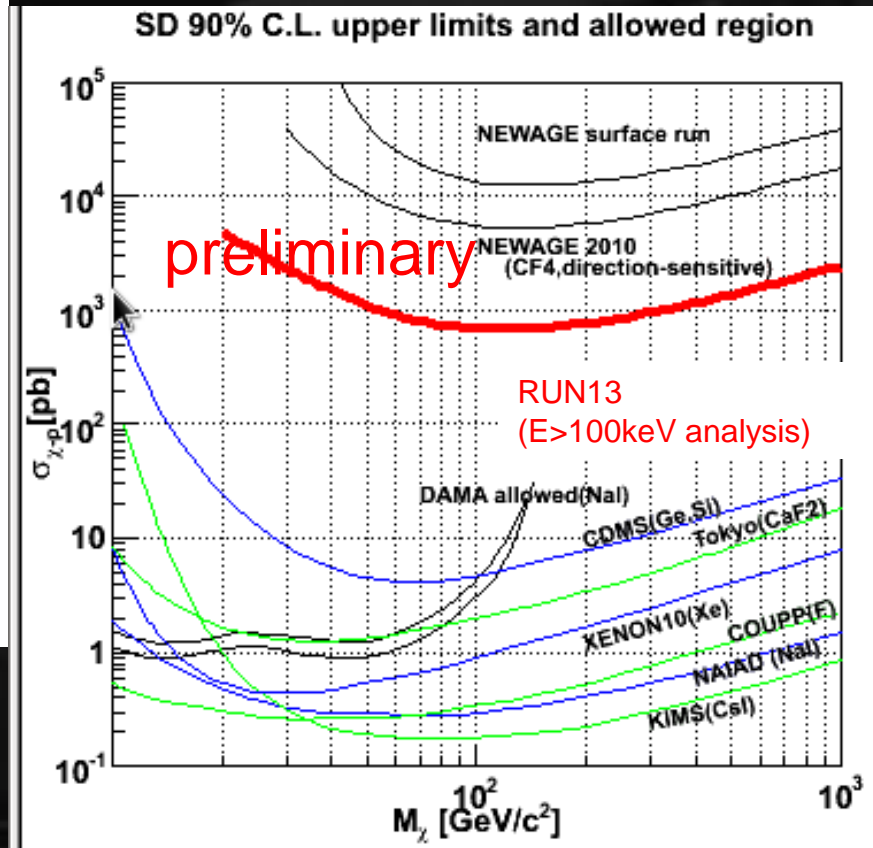
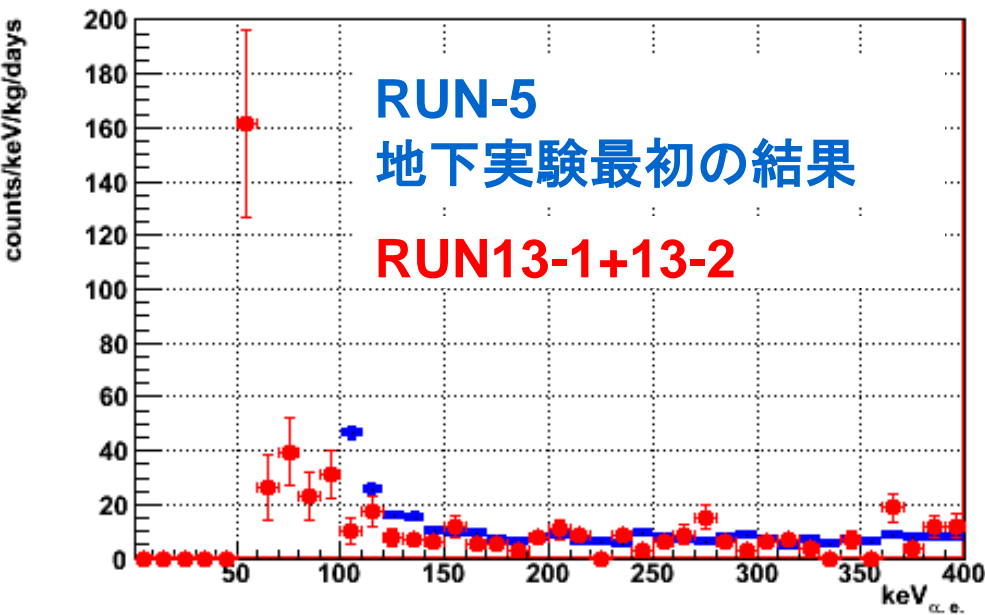
- 神戸大, 京大, ICRR
- ~10 in paper, 実働 3

現状と将来

- NEWAGE-0.3a 30×30×30cm³ : 休止中
- NEWAGE-0.3b 30×30×40cm³ : 2013年3月～
- NEWAGE-0.6a デザイン中

NEWAGE-0.3a 感度 (解析中)

- 2012年前半分
- exposure 0.140kg · days
- スペクトル閾値 100keV⇒50keV
- rate: ~1/5 at 100keV



NEWAGE-0.3b

μ-PIC

- ・サイズ：
30x30cm
- ・ピッチ：400μm

GEM (8分割)

- ・サイズ：**31x31cm**
- ・厚み：100μm
- ・穴径：70μm
- ・ピッチ：140μm
- ・材質：LCP

30cm

31cm

ドリフトケージ

- ・長さ：**41cm**
- ・材質：PEEK

41cm



NEWAGE-0.3bの結果を0.6aのデザインに反映。
低BGに関して。

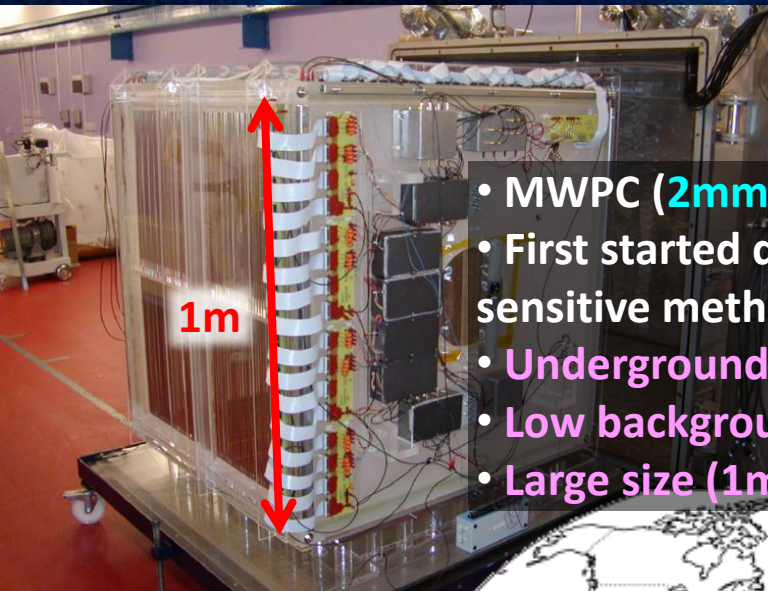
容積、読み出しは4倍。⇒ 0.3a方式を踏襲

		2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
名: NEWAGE	実験フェーズ	0.3bコミ 0.3b観測	0.3b観測 0.6aR&D	0.3b観測 0.6a製作	0.6aコミ 0.6a観測	0.6a製作
	必要経費(億円)	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1
	既存人数	3	2	1	1	1
	不足人数	2	3	5	5	5

2016年度に「本実験」開始を目指す。

スケールアップのために回路のR&Dを行う。

世界の方向感度DM実験

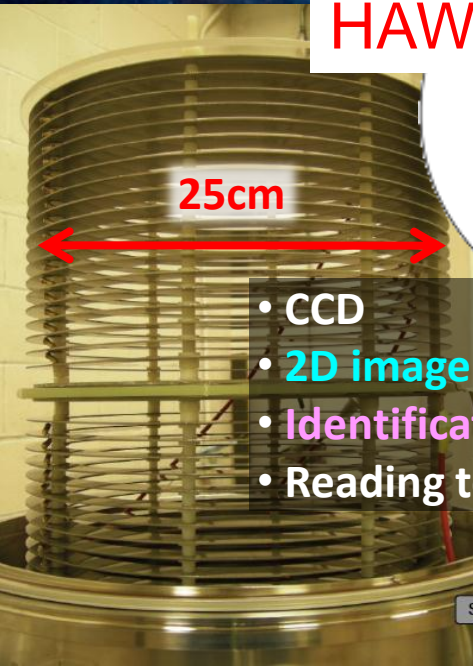
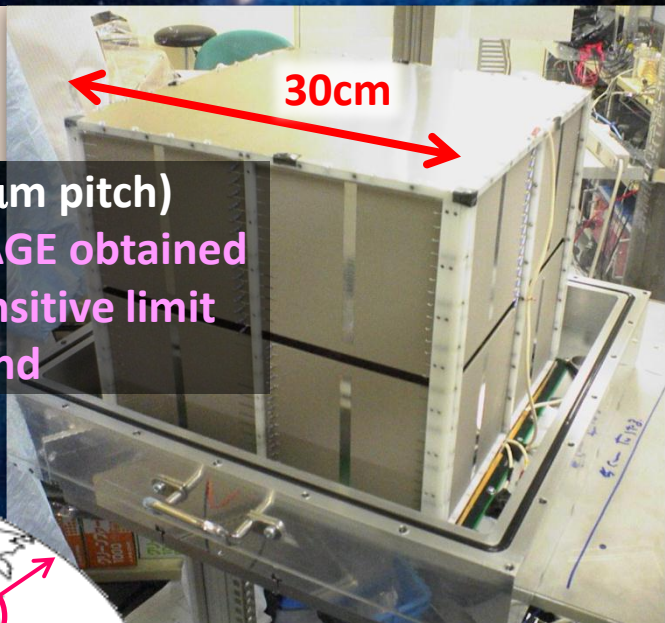


DRIFT
[UK]

- MWPC (2mm pitch)
- First started direction-sensitive method
- Underground
- Low background
- Large size (1m³)

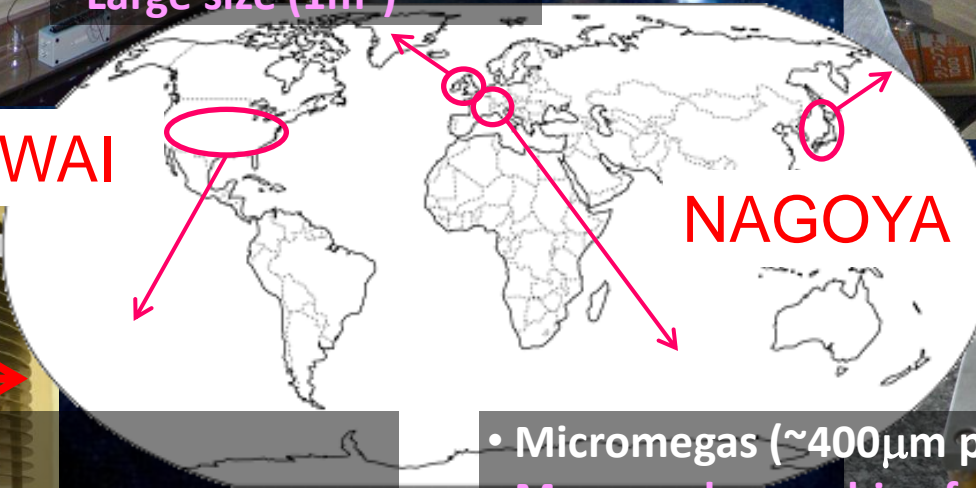
NEWAGE
[Japan]

- μ -PIC (400 μ m pitch)
- Only NEWAGE obtained direction-sensitive limit
- Underground



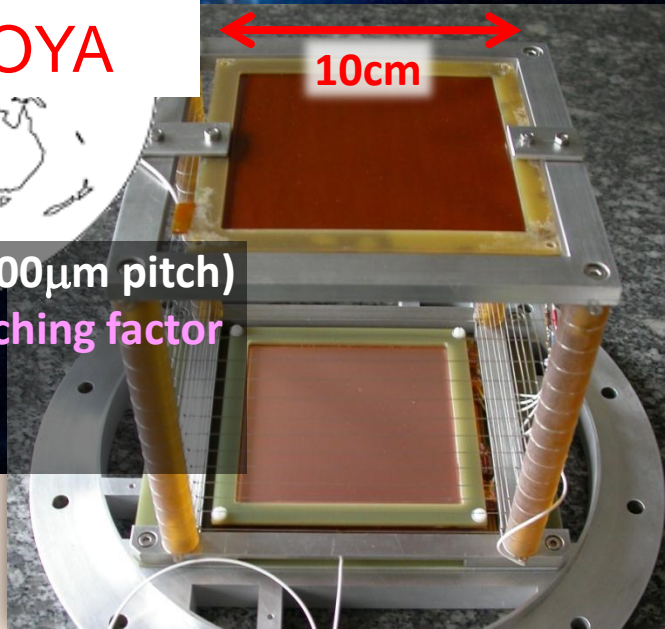
DMTPC
[USA]

- CCD
- 2D image
- Identification of head-tail
- Reading to underground



MIMAC
[France]

- Micromegas (~400 μ m pitch)
- Measured quenching factor in detail
- R&D at surface



CYGNUS 2013

4th International Workshop on Directional Dark Matter Detection

sponsored by



Kanayashi-Makawana Institute
for the Origin of Particles and the Universe

10 - 12 June 2013,
Oarks Canal Park Hotel,
Toyama, Japan

Scientific Program

- Technical progress on direction sensitive detectors
- Data analysis (2D/3D track reconstruction, background rejection, ...)
- Sense recognition : analysis strategies & measurements
- Experimental results from directional prototypes
- Theoretical studies
- Dark matter halo dynamics
- Related activities

International Organizing committee

James Battat (Bryn Mawr College)
Ioannis Giomataris (CEA Saclay, France)

2005
宇宙

tion Sensitive
VIMP-search
WAGE

国際競争

グループ	ホスト	地下実験	技術	検出器サイズ	3次元飛跡	標的
DRIFT	英国	2000~	MWPC	1m	△	F
MIMIAC	仏国	未	MPGD	10cm	◎	3He
NEWAGE	京大	2007~	MPGD	30cm	◎	F
NIT	名大	未	エマル ジョン	10cm	○	Bなど
DMTPC	MIT	2011~	CCD	20cm	○(2次元)	F
D ³	ハワイ	未	MPGD	1cm	○	F

- **DRIFT** : **BGの低減研究により制限曲線は固体・液体検出器と同程度になった。** arXiv : 1010.3027
- **方向に感度を持った実験結果はNEWAGEのみ**

† MWPC (Multi Wire Proportional Chamber) 多線式比例計数管 :
「堅い」技術。線間隔を2mmより細かくできないのが難点。

‡ MPGD (Micro Pattern Gas Detector) 微細加工ガス検出器 :
ピッチを400 μ 以下にできる。数種類の形状が存在する。



まとめ

- (1) 実験の現状にとどまらず、今後の展開、どのように「本実験」として実現してゆくか。：「本実験」=「ノーベル賞をとれるかもしれない実験」として以上の議論
- (2) 「本実験」実現に向けての問題点は何か。：大型化、低BG化
- (3) 実現するのに必要なmanpower、経費：表の通り
- (4) 年次計画：「本実験」は2016年度～
- (5) 国際競争力、他の実験に比べての実験の長所：
「方向解析」でリード技術的な優位性のキープが肝要

		2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	
名: NEWAGE	実験フェーズ	0.3bコミ 0.3b観測	0.3b観測 0.6aR&D	0.3b観測 0.6a製作	0.6aコミ 0.6a観測	
	必要経費(億円)	0.1	0.2	0.3	0.1	
	既存人数	3	2	1	1	
	不足人数	2	3	5	5	
年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
	0.6a観測 1.0aR&D	0.6a観測 1.0a製作	1.0aコミ 1.0a 観測	1.0a 観測 1.0b R&D	1.0a 観測 1.0b 製作	1.0b コミ 1.0a,b 観測
	0.1	0.5	0.5	0.2	1	1
	1	1	1	1	1	1
	5	7	7	7	9	9
	観測	観測			観測	観測

TPC with QPIX(JAPAN)

◆ Concept

- pixel readout "ultimate" TPC
- detect the shape of the electron cloud

TOF : Time of Flight

TOT : Time over Threshold

ADC : SAR ADC

Position

drift time

pulse width

ADC

→ Z position

→ Z duration

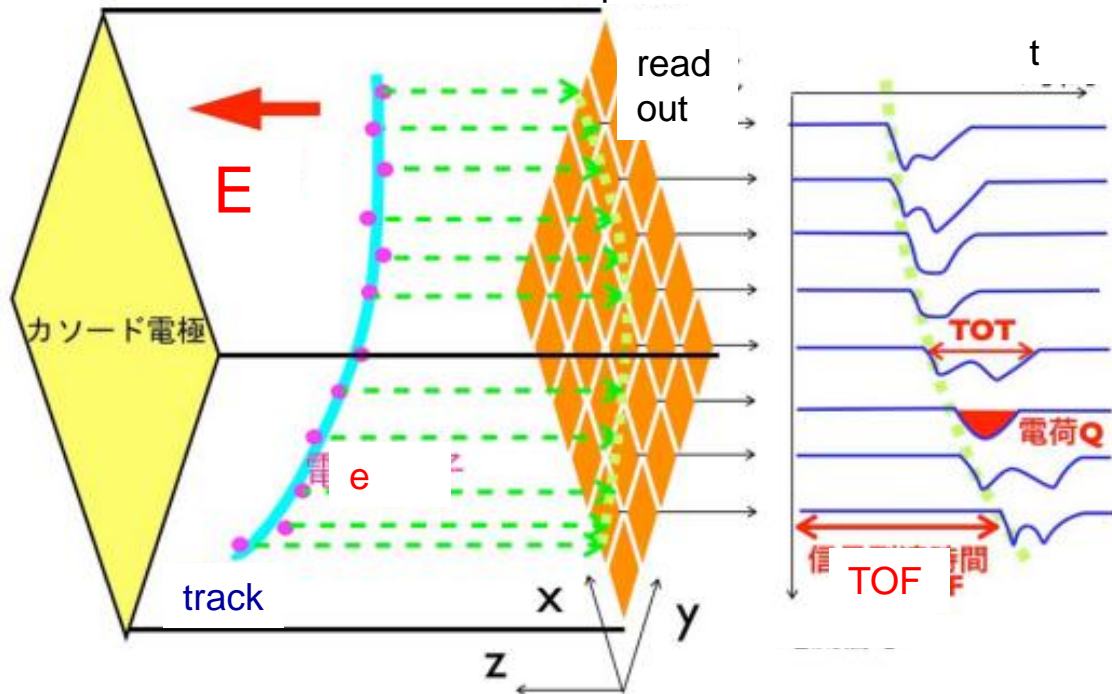
→ charge

→ XY position

Quad information

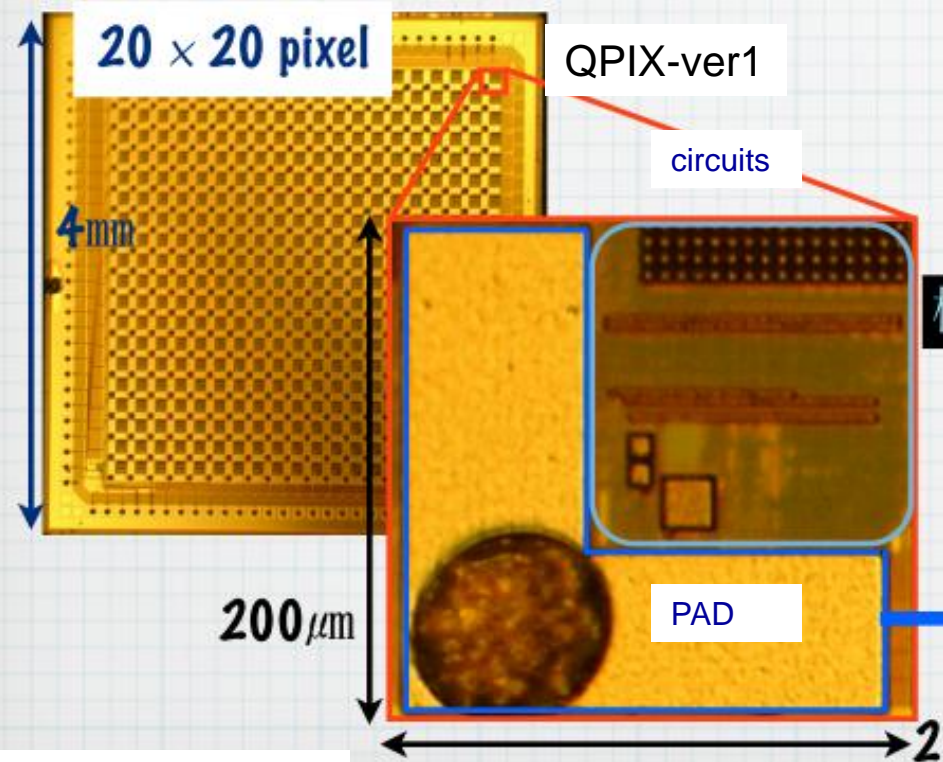
Quasi- 3D Pixel

Q(ADC) equipped Pixel



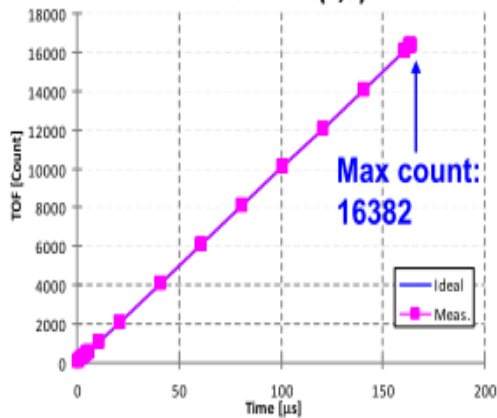
◆ QPIX ver-1

designed specs	QPIX.v.1
Dimensions	200 x 200 μm^2 (circuits in 130 μm^2)
Channels	20 x 20ch/chip
ADC LSB/MSB	1.5 fC/1.5 pC
Readout information	TOF: 14 bits
	TOT: 8 bits
	ADC: 10 bits, 10MSPS

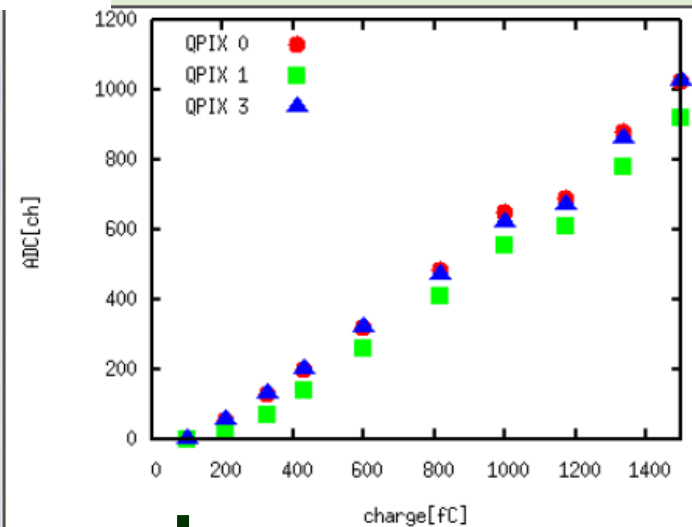
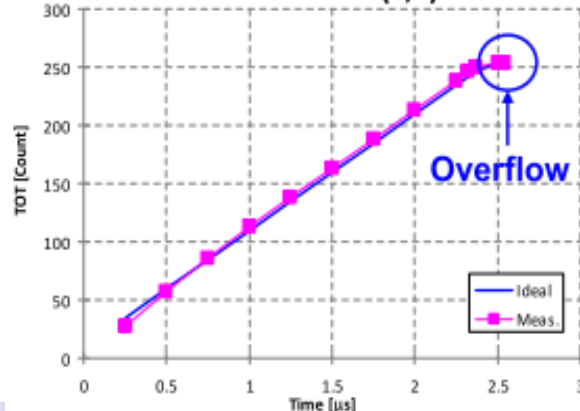


LABO tests

TOF of Pixel (0,0)



TOT of Pixel (0,0)



◆ works mostly as designed...

