

NEWAGE

神戸大学 身内賢太郎

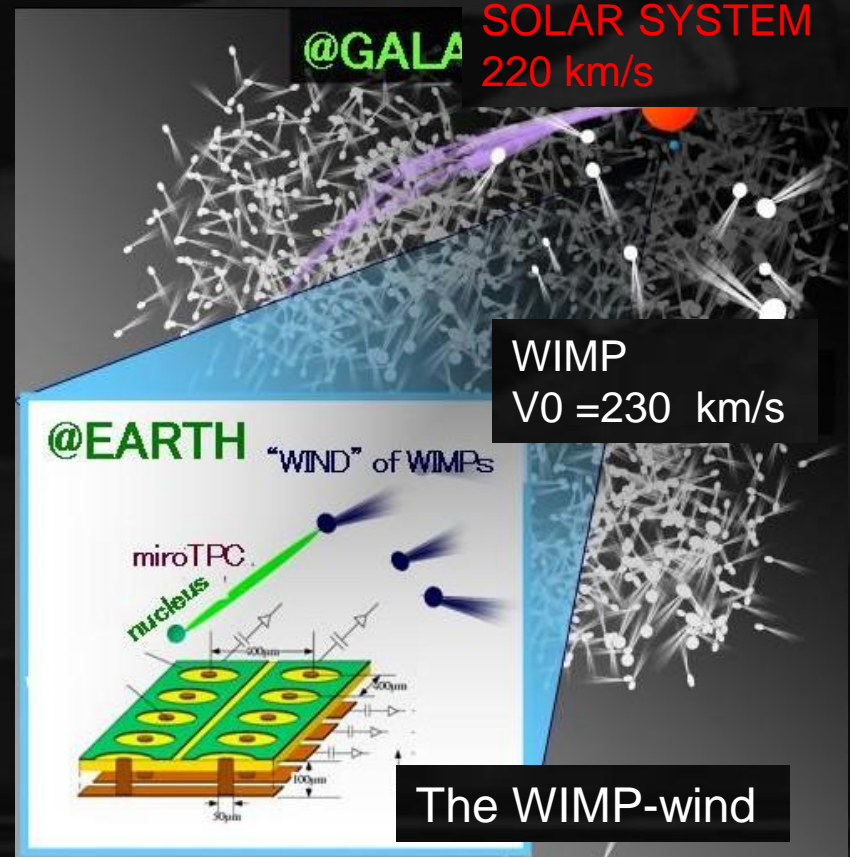
2015年12月21日

平成27年度CRC将来計画タウンミーティング

JINST 7 C02023
Phys. Lett. B 686(2010)
HEニュース 31(2013)
PTEP(2015) 043F01s

神戸大 京大 ICRR
(科研費の連携レベルで)
東大 島根大 新居浜高専
KEK 理研

NEWAGE概説
NEWAGEこれまで
NEWAGE将来



CRC シンポジウム総括：
宇宙線分野の現状と将来計画

平成 22 年度宇宙線研究者会議実行委員会

将来計画冊子編集ワーキンググループ

平成 23 年 6 月 30 日

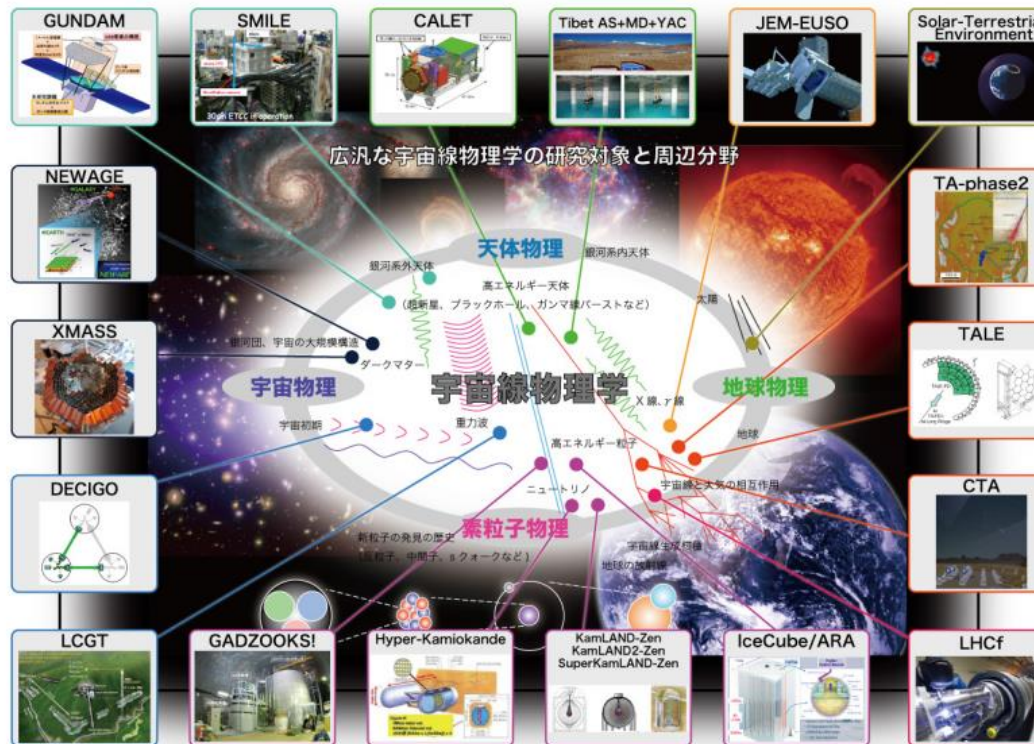


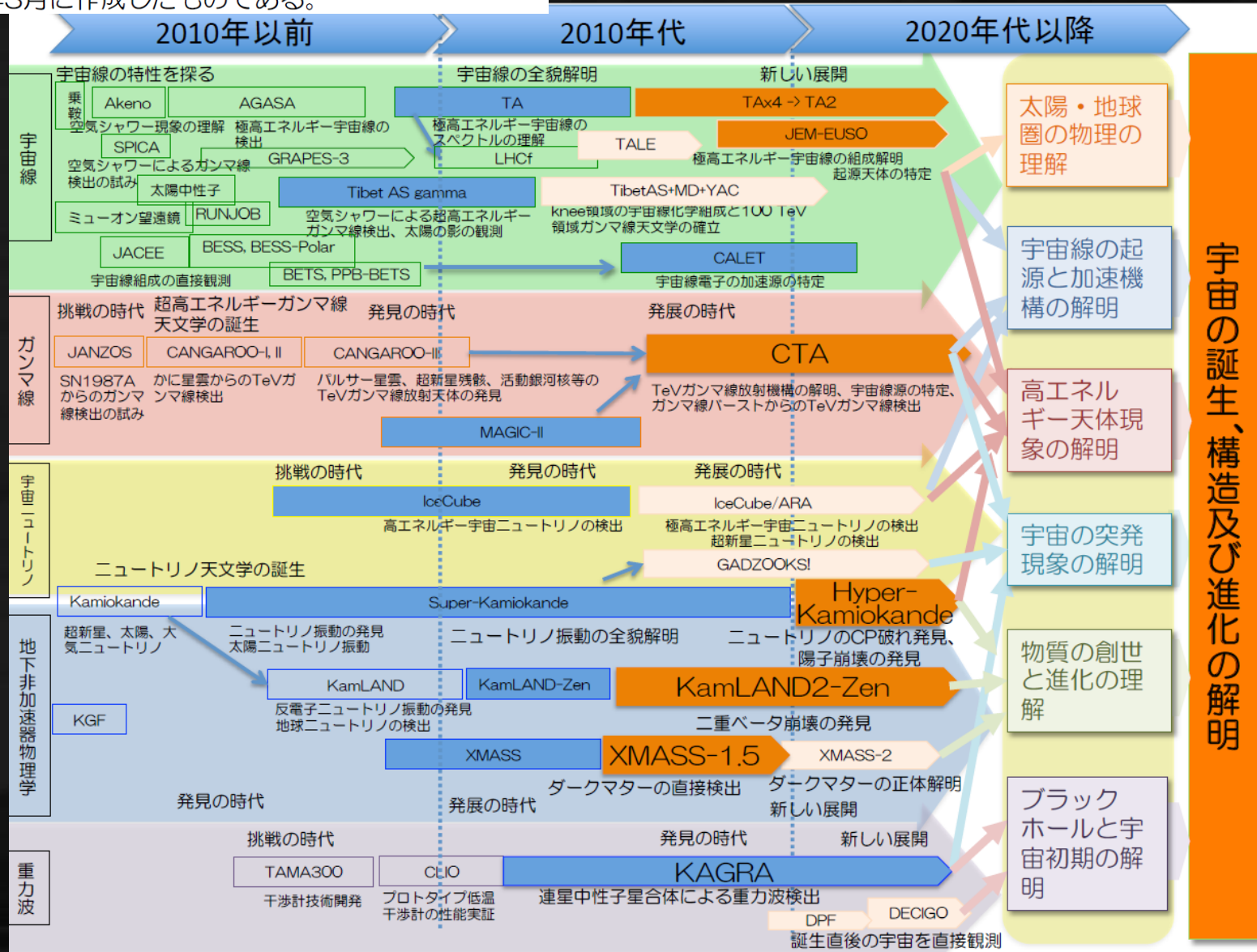
図 1 宇宙線研究の各分野と本シンポで取り上げられた現行・将来アクティビティ

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
GALET		開発		打ち上げ・運用				
CTA	デザイン	プロトタイプ	建設					
Tibet AS+MD+YAC		建設と一部観測						観測
TALE		建設						観測
TA-phase2			建設					観測
JEM-EUSO		開発						観測
GADZOOKS!	R&D	導入						観測
HyperKamiokande		R&D						建設 (2025開始)
KamLAND-Zen	進行中							観測
KamLAND2-Zen		R&D						観測
KamLANDi-Zen						(TBA)		
SuperKamLAND-Zen						(TBA)		
IceCube/ARA	Phase I	Phase II		Phase III				
XMASS	Phase I	Phase II建設		観測		Phase III建設		
NEWAGE		DAMA領域到達				DAMA領域完全探索		
LCGT		建設		調整				観測
DECIGO		DPF R&D・製作・打ち上げ				Pre-DECIGO R&D・製作		2021打上、2027 DECIGO打上
GUN DAM		WG結成		開発		打上		
極域GRB		第1回気球実験						定期観測

Direction Sensitive
WIMP-search
NEWAGE

CRCロードマップ

- 本ロードマップは、2013年8月30日に出された「CRC将来計画検討小委員会2011-2012年度期最終報告」に基づき、その追加資料として2013年3月に作成したものである。



概要

概説

NEWAGE：方向に感度を持つ暗黒物質検出
⇒性質解明まで

これまで

神岡RUN14 PTEP(2015) 043F01s
制限の1桁更新&BGの理解

将来

大型化・低BG化による感度向上へ
国際協力の可能性



概説

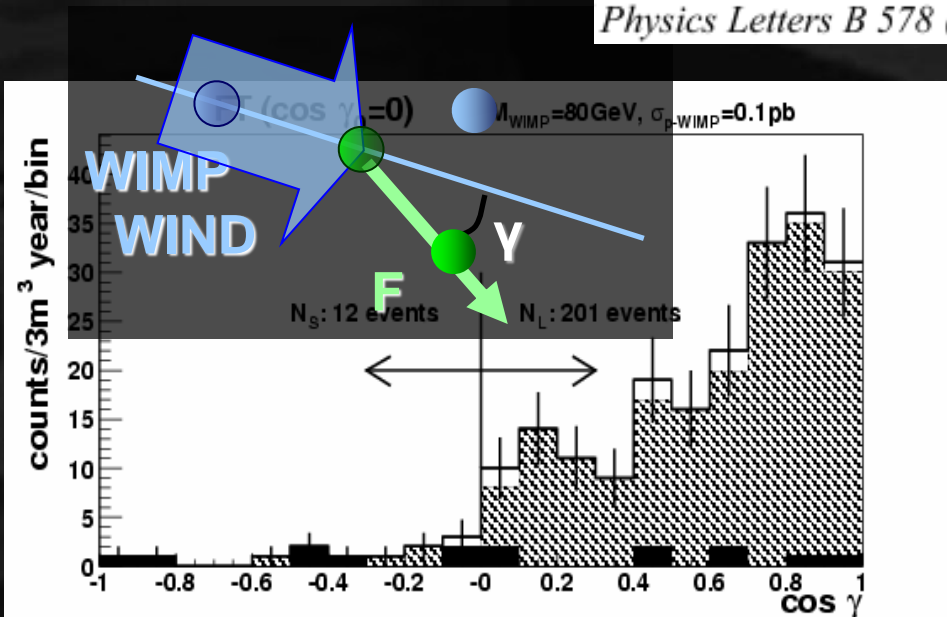
NEWAGE

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

目的：

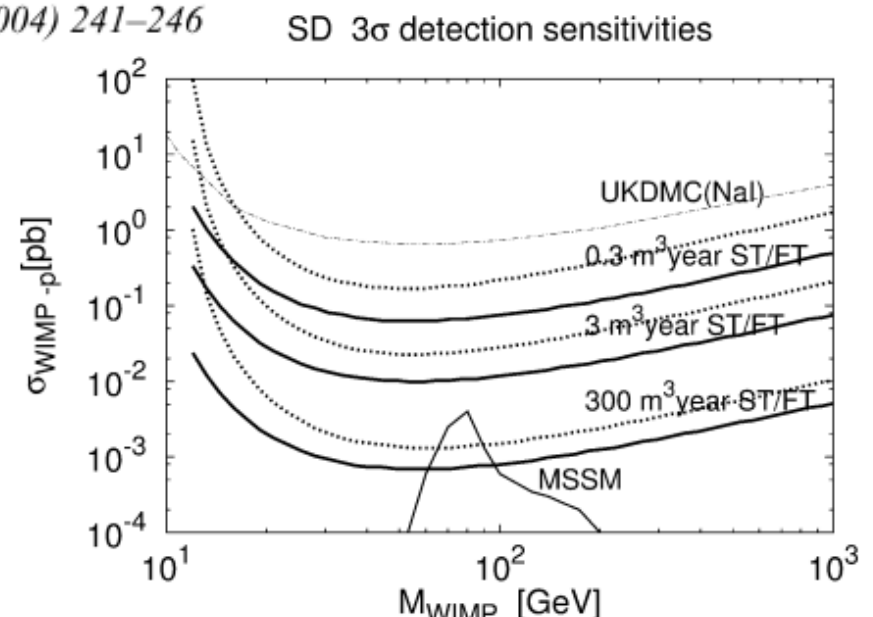
- 方向に感度を持つ暗黒物質の発見：5~10年
= 強力な信号
- 銀河内での暗黒物質の運動解明：10~20年

原子核反跳の角度分布



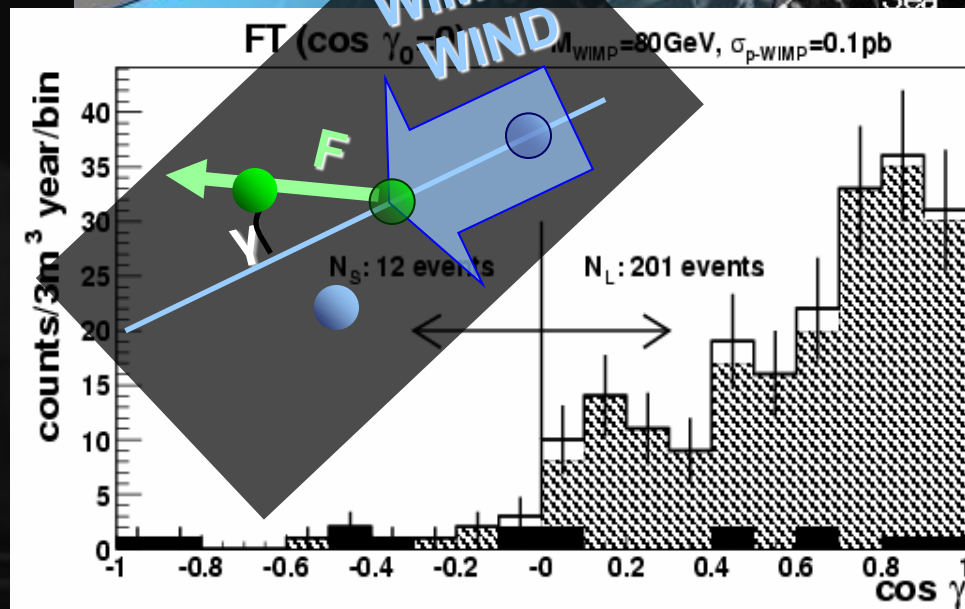
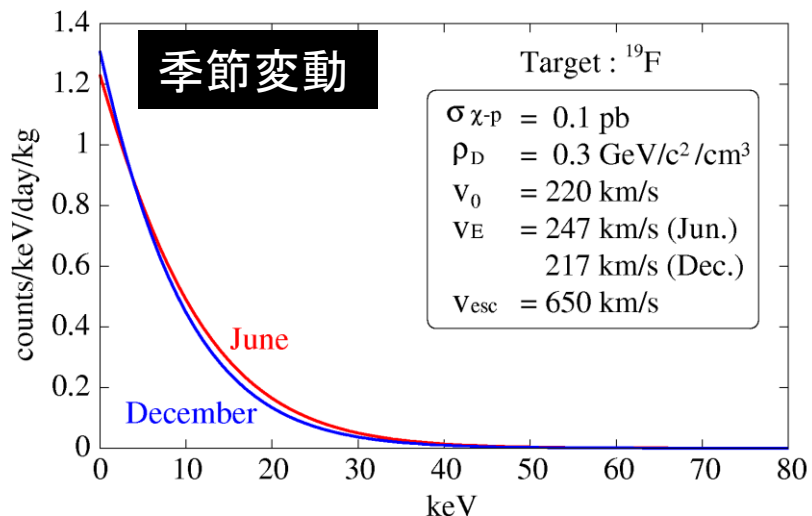
前方散乱のピーク

反跳非対称の検出感度



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



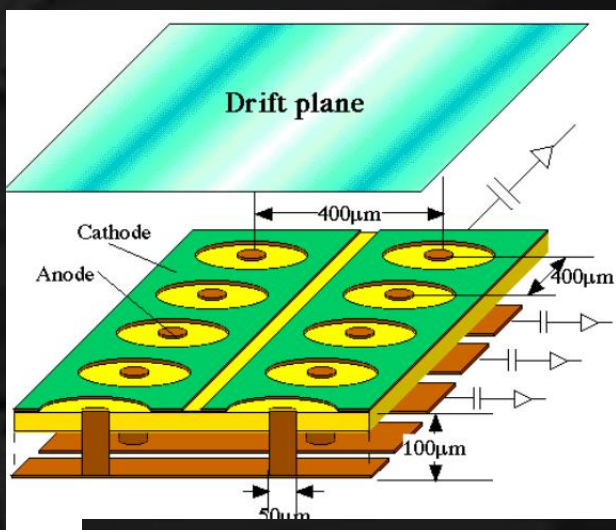
検出器：ガス TPC

- 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 5

現状と将来

- NEWAGE-0.3a 30×30×30cm³ : BG研究で稼働中
- NEWAGE-0.3b 30×30×40cm³ : 2013年3月～ 観測中
- NEWAGE-0.6a 申請中

NEWAGE あゆみ

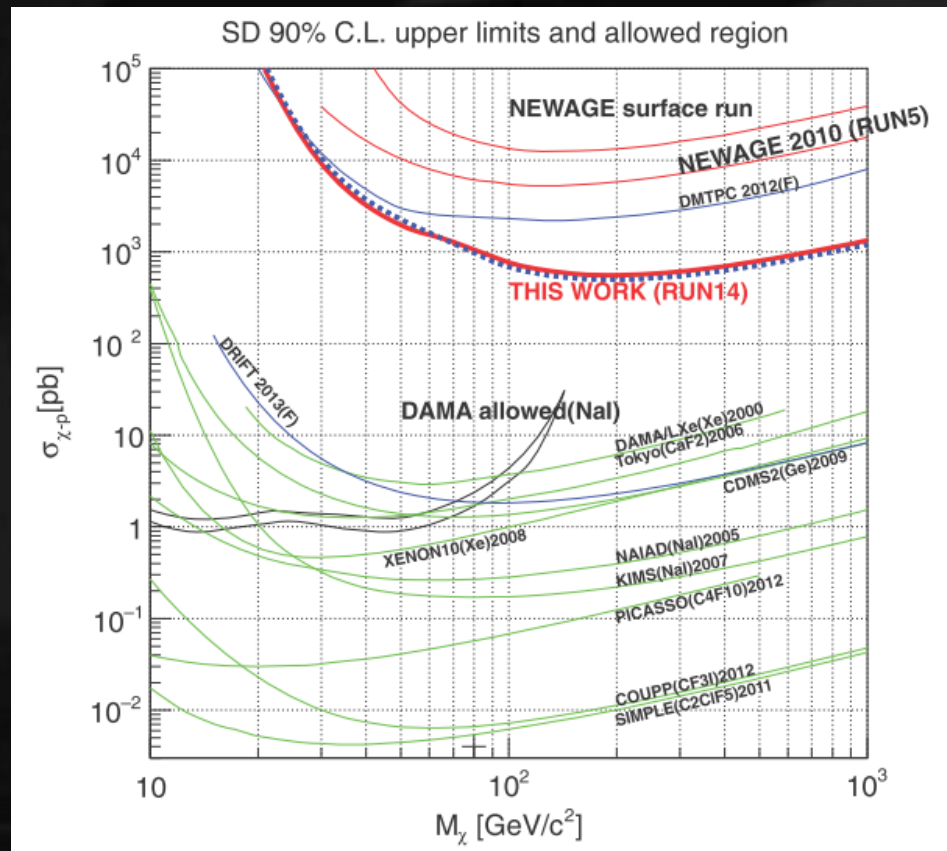
- 2004年 提案・開発開始
- 2006年 地上RUN
- 2008年 神岡RUN5
- 2013年 神岡RUN14

PLB 578 (2004) 241-246

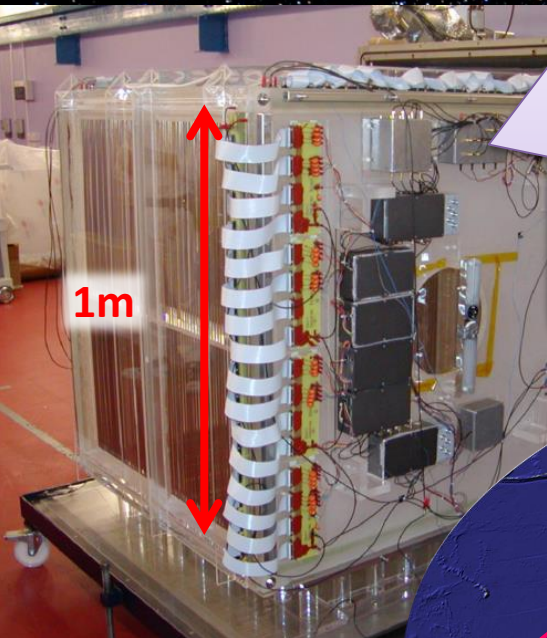
PLB654 (2007) 58

PLB686 (2010) 11

PTEP (2015) 043F01s



国際競争力: ガス検出器と暗黒物質実験の世界情勢

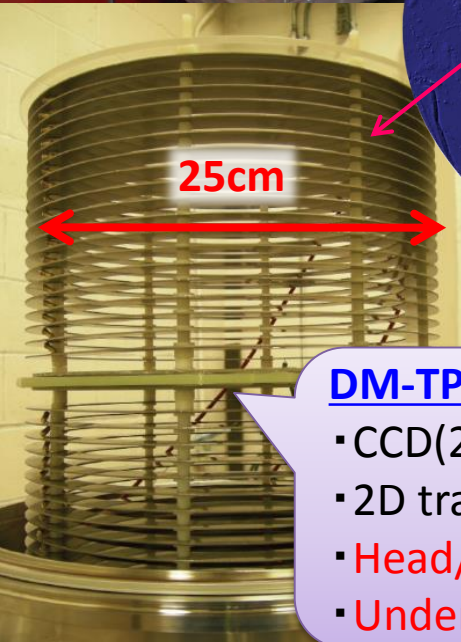


DRIFT

- MWPC(2mm pitch)
- First started gas detector
- **Underground**
- **Low background**
- **Large size(~1m³)**

MIMAC

- MicroMegas(~424um pitch)
- **Underground**
- **10 × 10 × 25 cm³**

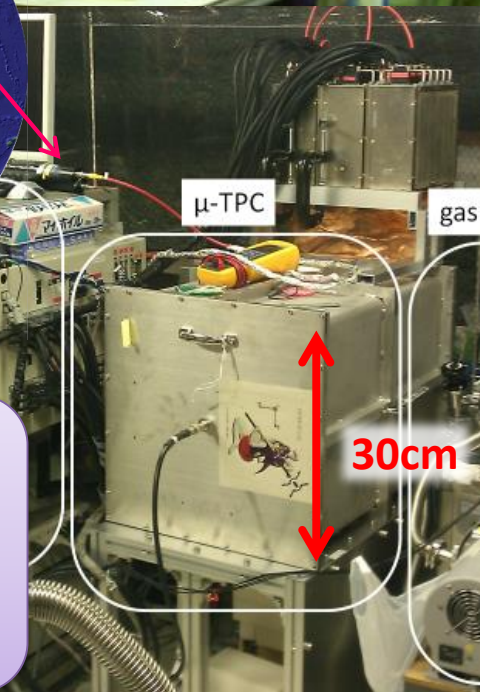


DM-TPC

- CCD(256um pitch)
- 2D track
- **Head/tail recognition**
- **Underground**

NEWAGE

- μ -PIC(400um pitch)
- **3D track**
- **Direction-sensitive limit**
- **Underground**



30cm

NEWAGE strategy since its new ages

Miuchi @ CYGNUS2015

size

diffusion

DRIFT

gas study

喫緊の課題

Radon

BG

quenching

z-fiducialization

gammas

stability

energy resolution

position resolution

DISCOVERY

neutrons

energy threshold

exclusion limit

head-tail

不易たるもの

NEWAGE

skymap

angular resolution

DIRECTIONALITY

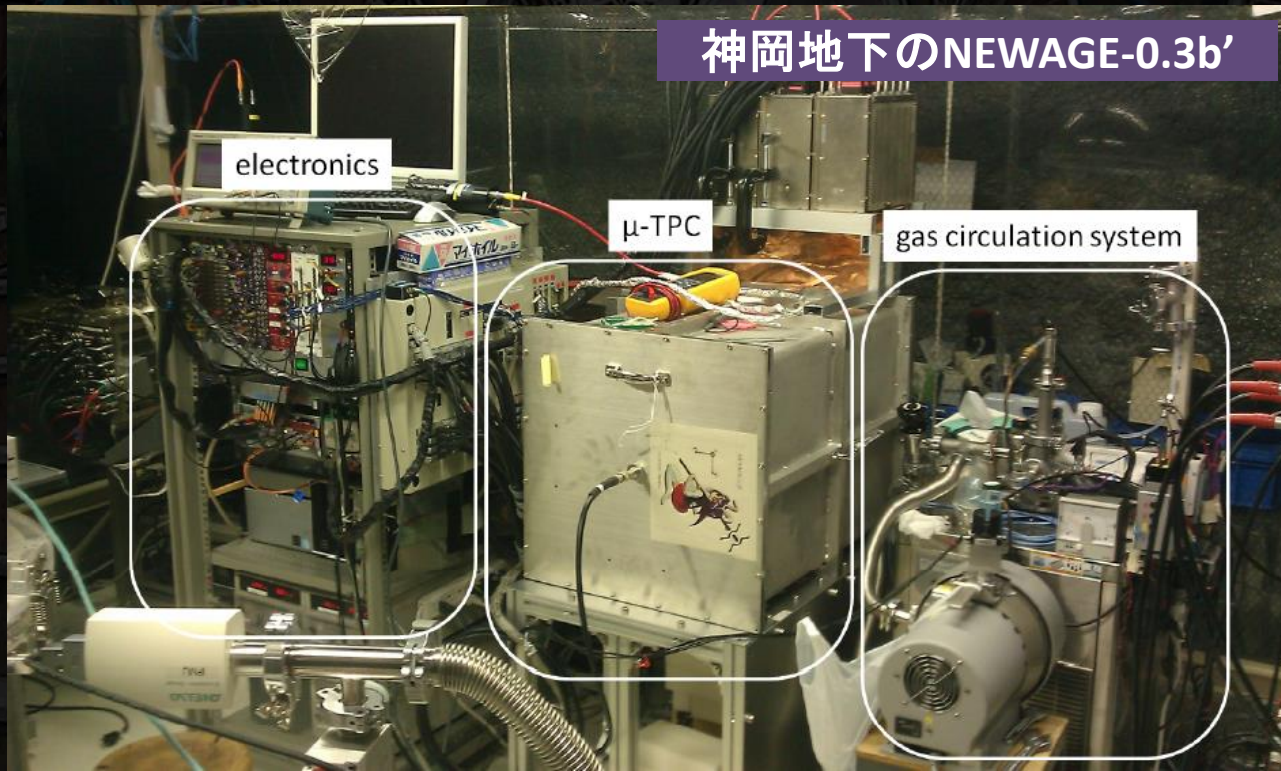
20keV
m
rr CF4

NEWAGE現状



NEWAGE-0.3b'

- 前回 (NEWAGE2010) の10倍以上の感度向上を目指す
 - 大型化: ~2倍 ($23 \times 27 \times 31 \text{cm}^3 \Rightarrow 30 \times 30 \times 41 \text{cm}^3$)
 - 低圧化 (低閾値化): $0.2 \Rightarrow 0.1 \text{atm}$ ($100 \Rightarrow 50 \text{keV}$)
 - DAQのアップグレード
 - 冷却活性炭を用いたガス循環システム



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



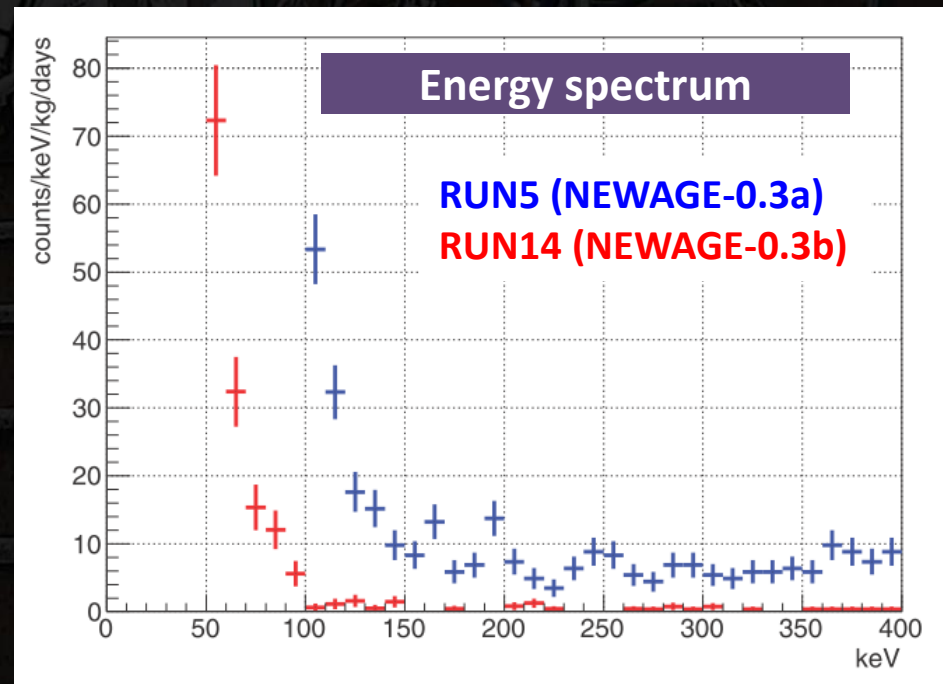
NEWAGE-0.3b 地下測定：神岡RUN14

RUN14諸元

- period : 2013/7/20-8/11, 10/19-11/12
- live time : 31.6 days
- fiducial volume : $28 \times 24 \times 41 \text{cm}^3$
- mass : 10.36g
- exposure : 0.327 kg·days

RUN14結果

- threshold : $100 \Rightarrow 50 \text{keV}$
- BG : $\sim 1/10$ @100keV

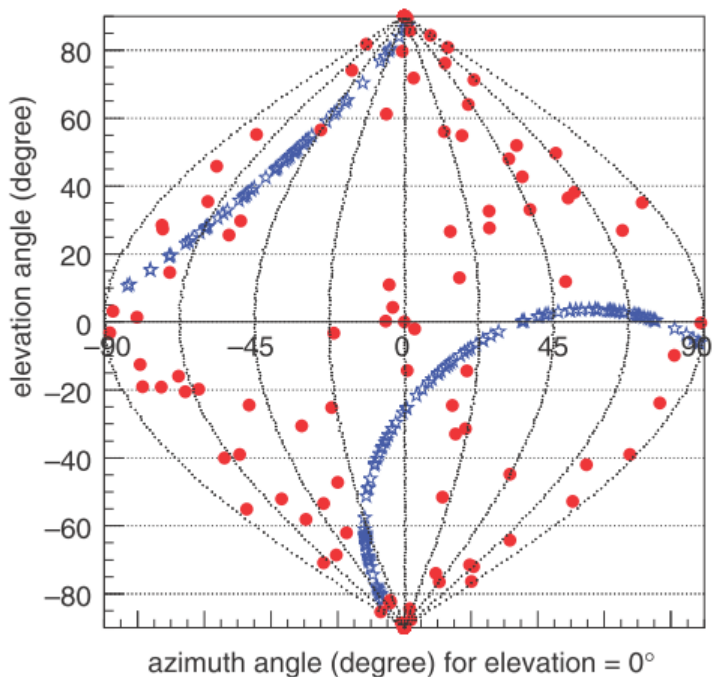


神岡RUN14 結果

- Directionalな世界最良のlimit: **557pb @200GeV**
- 前回の測定(RUN5)を一桁更新

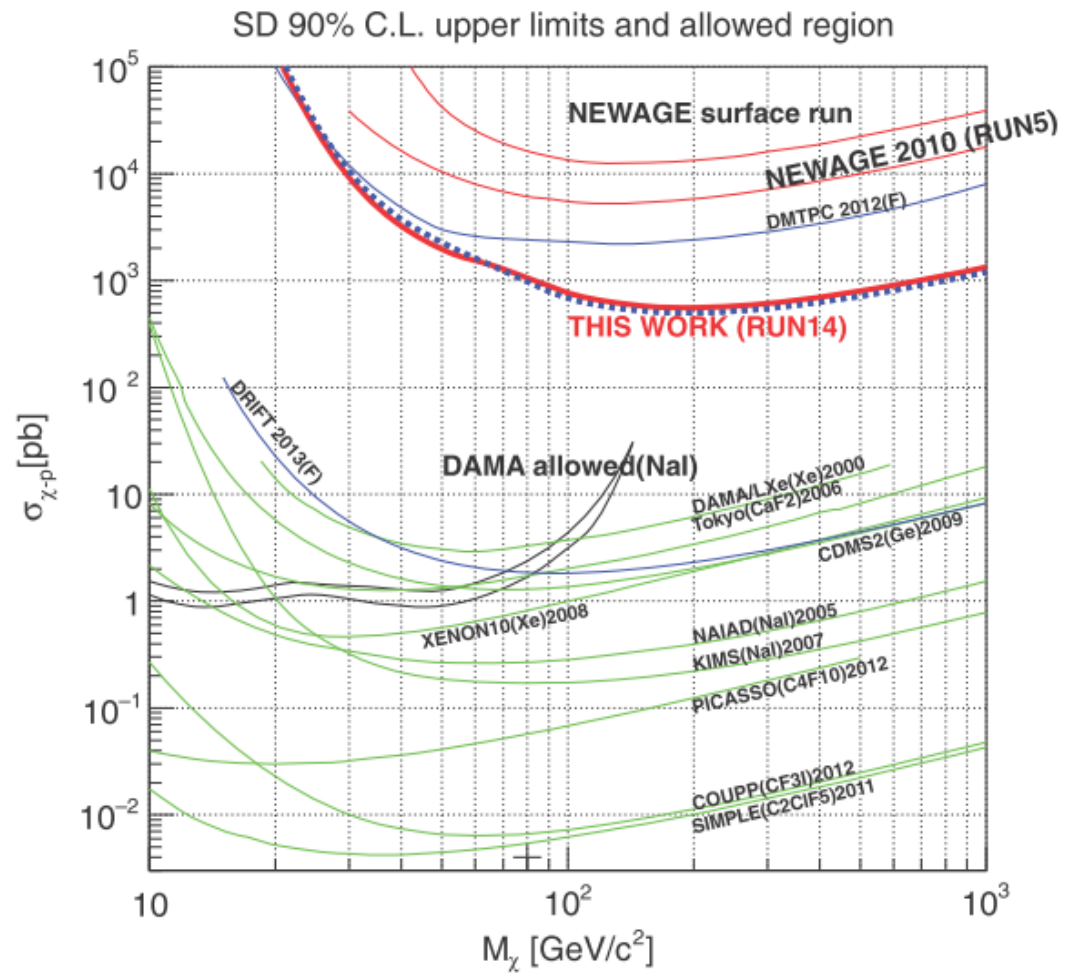
red : gas, with directional analysis
 blue : gas, without directional analysis
 green : solid, liquid detector

skymap(50-400keV)



PTEP(2015) 043F01

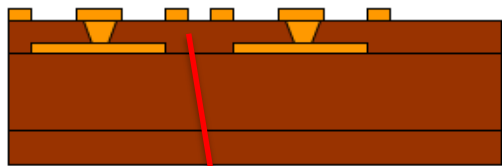
制限曲線



BG study

HPGe検出器による検出器構成物質の U/Th含有量測定

μ-PIC断面図



ポリイミド

- A 100μm
- B 800μm
- A 100μm



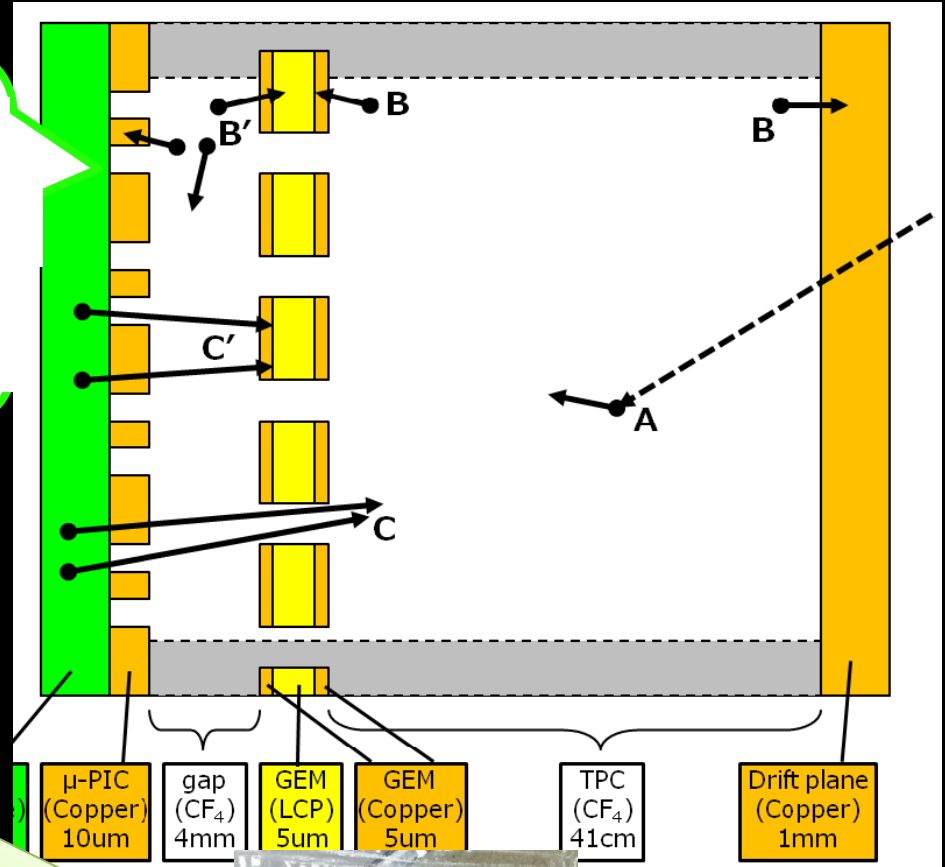
ポリイミド100μm

U 4ppm
Th 1.8ppm

強化用ガラス繊維



ガラス繊維のないポリイミドへ変更



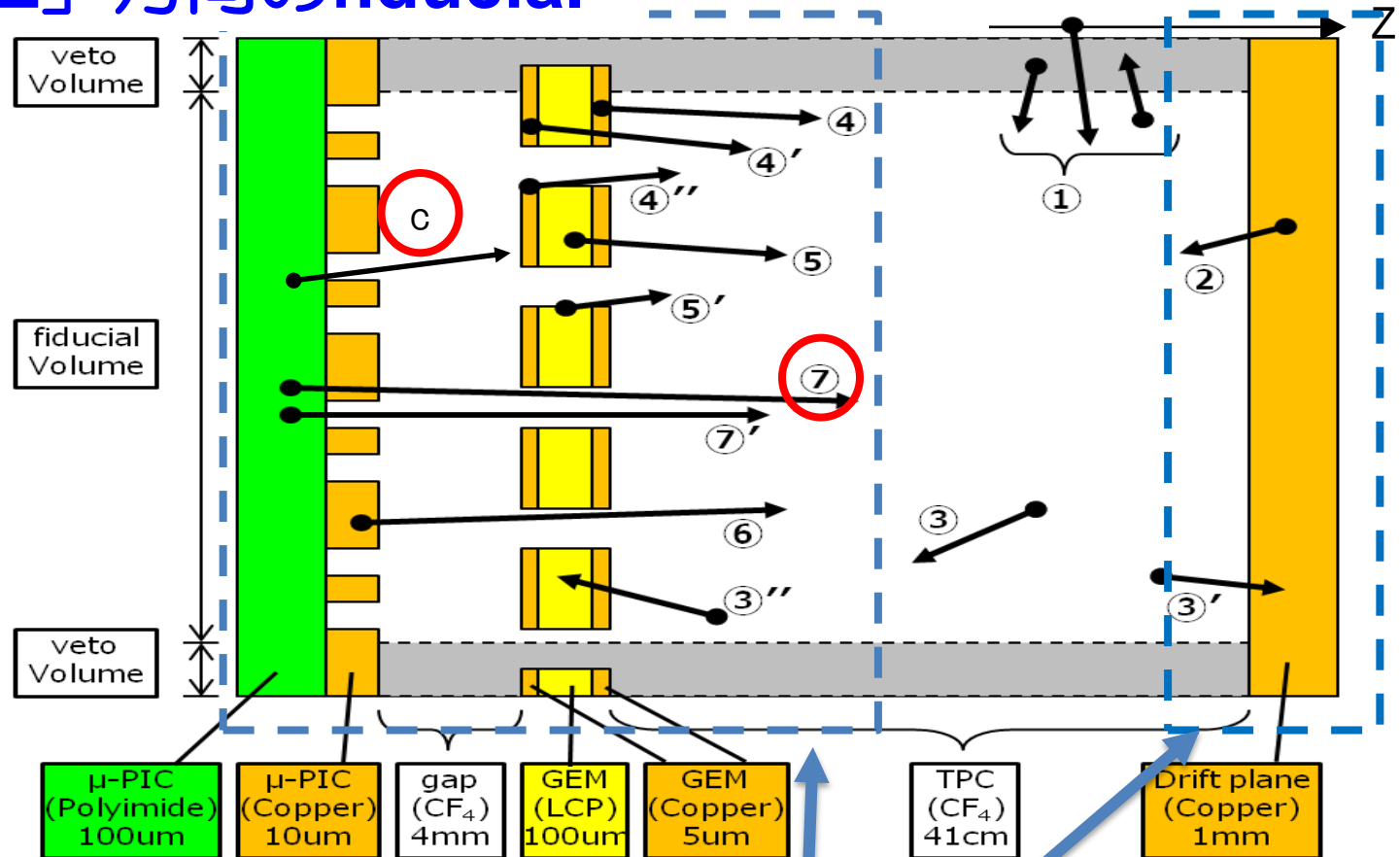
ガラスなしポリイミド



新uPIC
製作中

感度向上へ②

「Z」方向のfiducial



□ μ TPCの主なバックグラウンド

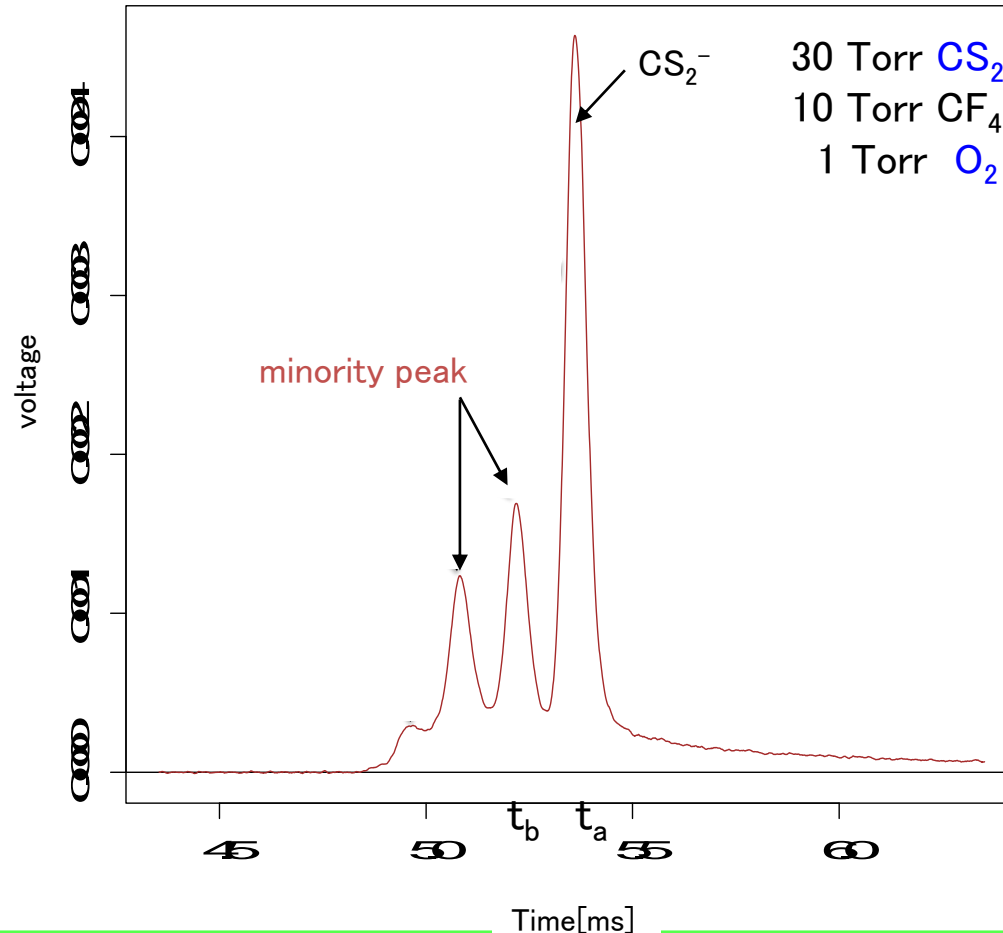
- ・ 高エネルギー領域では⑦
 - ・ 低エネルギー領域ではC
- μ -PICのガラス繊維からくる α 線 (U/Th系列)

Z軸に対しても有効体積カットをしたい。

マイノリティーキャリア：速度の違う陰イオン

- DRIFTグループがMWPC-TPCでのZの絶対位置決定に成功
- 候補ガス： $\text{CS}_2 + \text{O}_2$ 有毒、爆発性 SF_6 安定 ガス増幅に問題

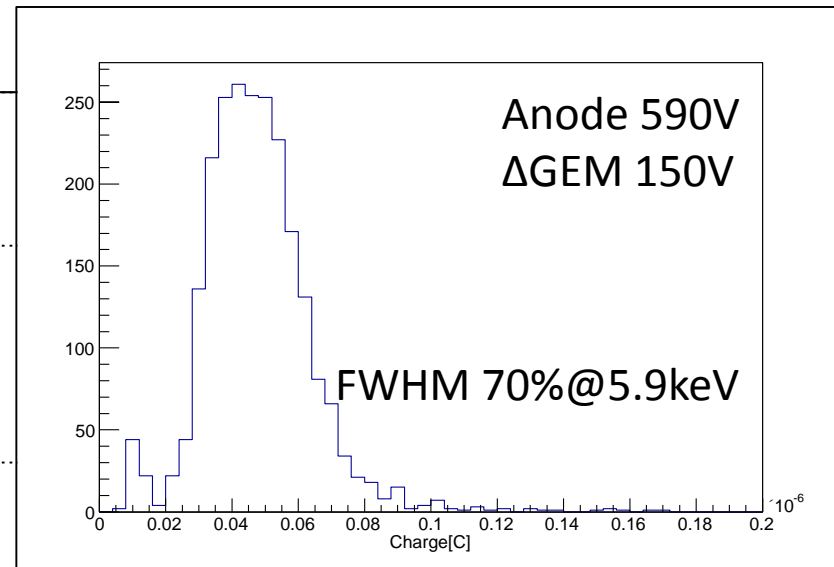
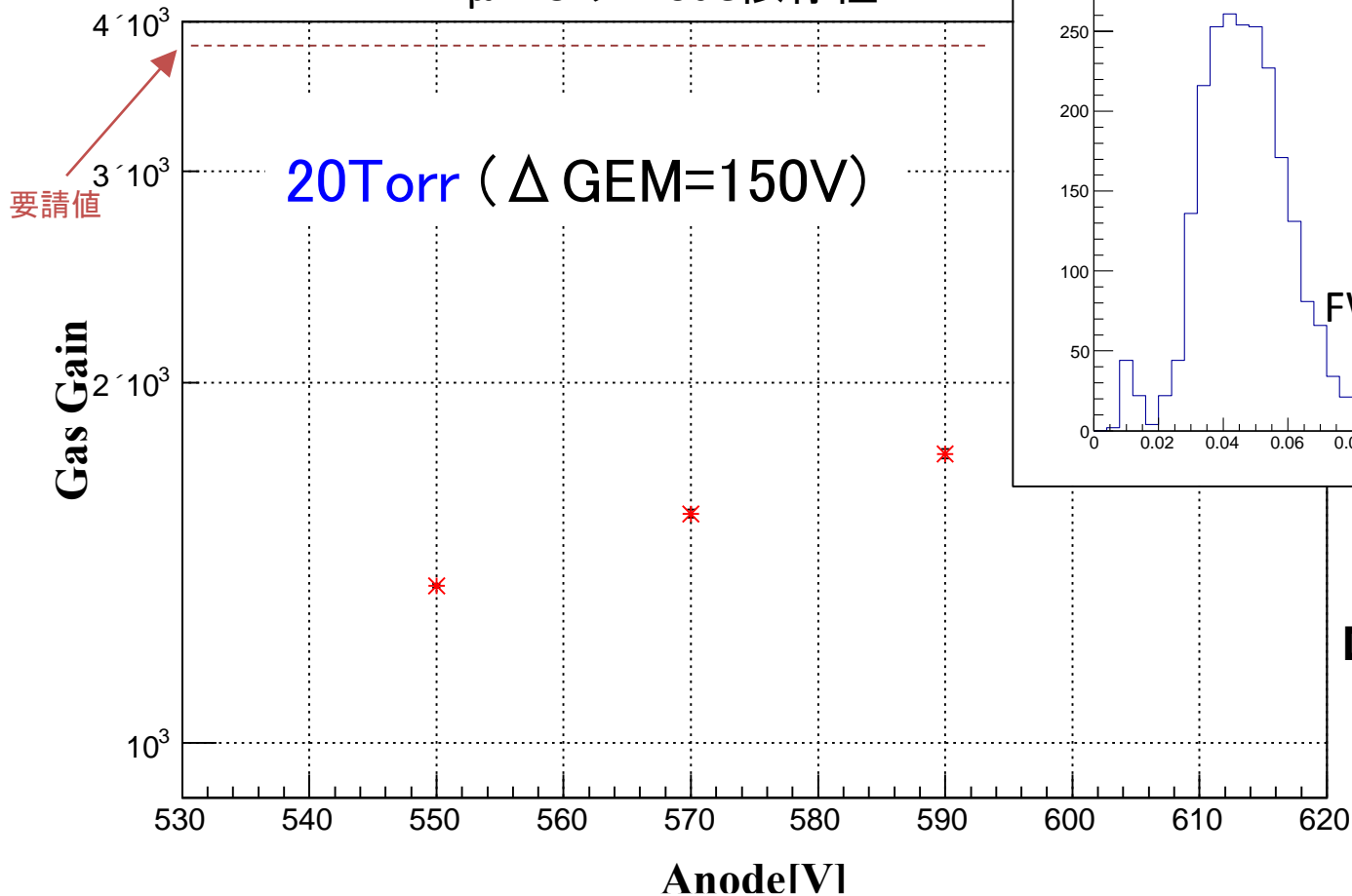
[Physics of the Dark Universe 9-10(2015)1-7]



- 今年度の試み
SF6 ガスをuPICシステムで使ってみる

SF₆試験 @神戸大学

μ-PICのAnode依存性



- 最大到達ガスゲイン
 - <1000 (50Torr)
 - <300 (152Torr)

□ 20Torr で最大到達ガスゲイン ~2000

NEWAGE今後の戦略

NEWAGE 戦略

- ①不易たるもの：方向に感度を持ちながら感度を向上させてゆく

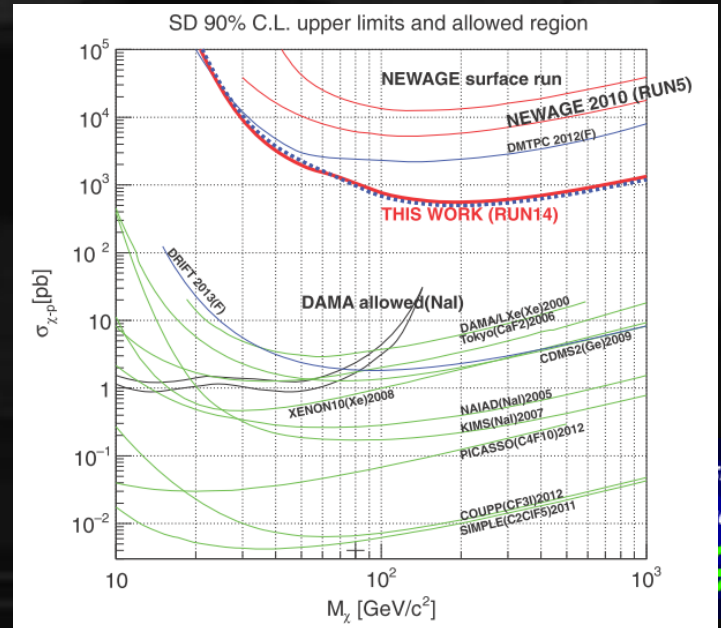
⇒ 低BG μ PIC開発
：新学術「地下素核」計画研究でONGOING

- ②喫緊の課題：大容積・低BG環境の構築

⇒ DRIFT並の低BG・観測量の実現
：基盤Aレベル 申請中

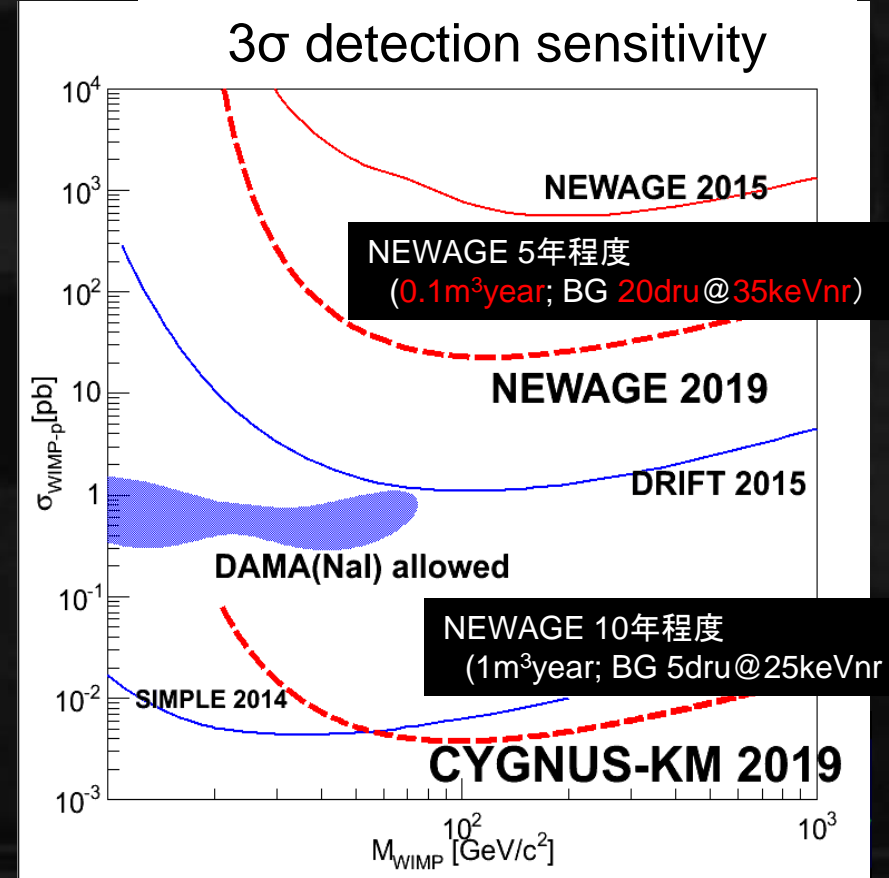
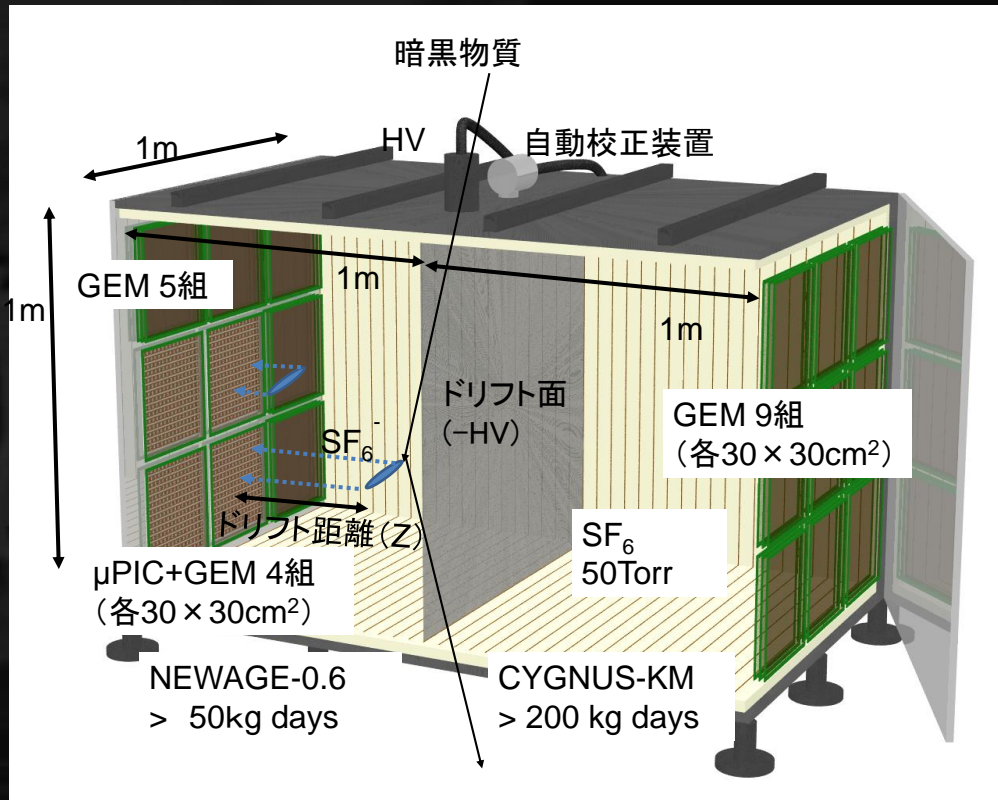
- 同時並行で進め、数年後に①、②を組み合わせることで国際競争・協力をリードする。

：基盤S～特別推進



NEWAGE 将来計画

- ① 不易たるもの：方向に感度
⇒ 低BG μ PIC開発
- ② 喫緊の課題：大容積・低BG環境の構築
⇒ DRIFT並の低BG・観測量の実現
- 同時並行で進め、数年後に①、②を組み合わせることで国際競争・協力をリードする。



まとめ

概説

NEWAGE：方向に感度を持つ暗黒物質検出
⇒性質解明まで

これまで

神岡RUN14 PTEP(2015) 043F01s
制限の1桁更新&BGの理解

将来

大型化・低BG化による感度向上へ
国際協力の可能性

