

NEWAGE

～方向に感度を持った暗黒物質探索実験～

京都大学・大学院理学研究科

身内賢太郎

宇宙線将来計画研究会

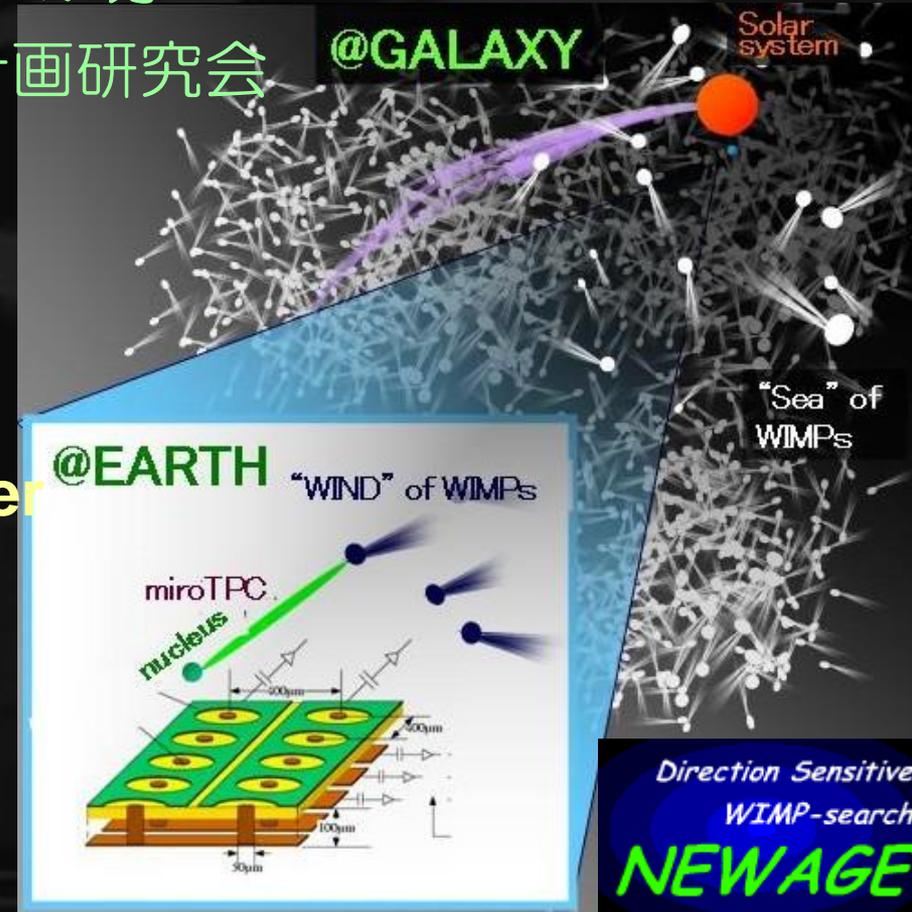
@GALAXY

京都大学、ICRR、KEK

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

1 世界情勢

2 NEWAGE戦略



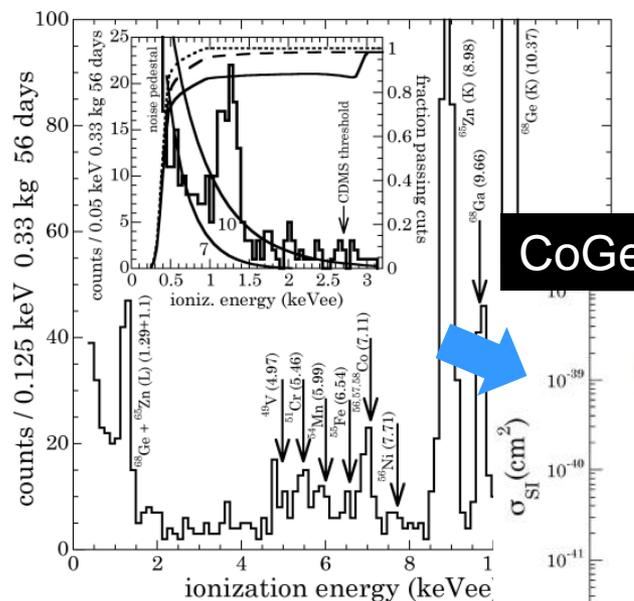
1. 世界情勢

◆ CDMSの「2事象」から始まる 「一応数言っておけ」合戦

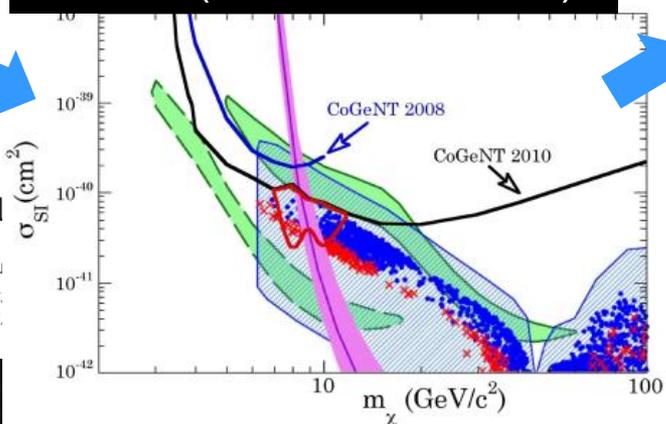
- CDMS(2) CoGent Edelweiss(3) CRESST(32)

◆ 理論屋さんも参戦して「数」が一人歩き、、、

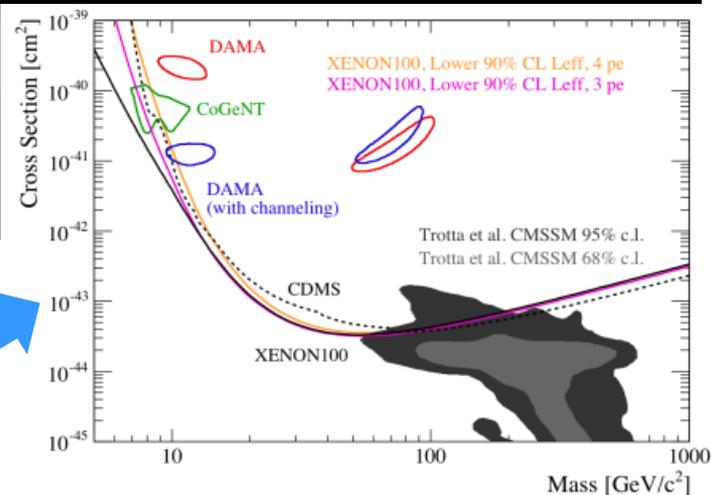
CoGent(arXiv 1002.4703)



CoGent(arXiv 1002.4703)



XENON100(arXiv 1005.2615)



Direction Sensitive
WIMP-search
NEWAGE

◆ 身内：文句言われながらもDAMAの結果を尊重してきた。

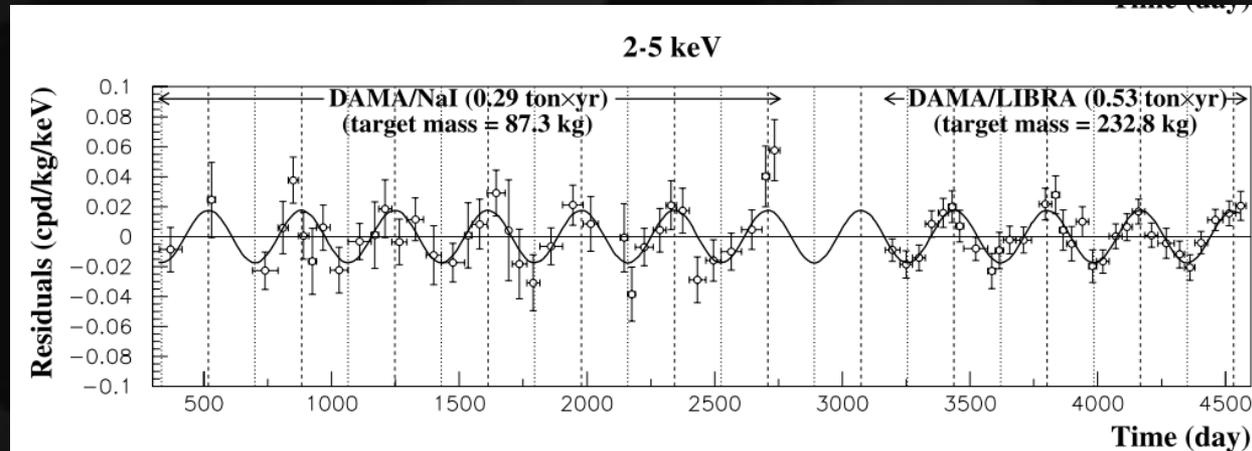
◆ 「DAMA / LIBRA」の季節変動

Eur Phys J. C56(2008)333

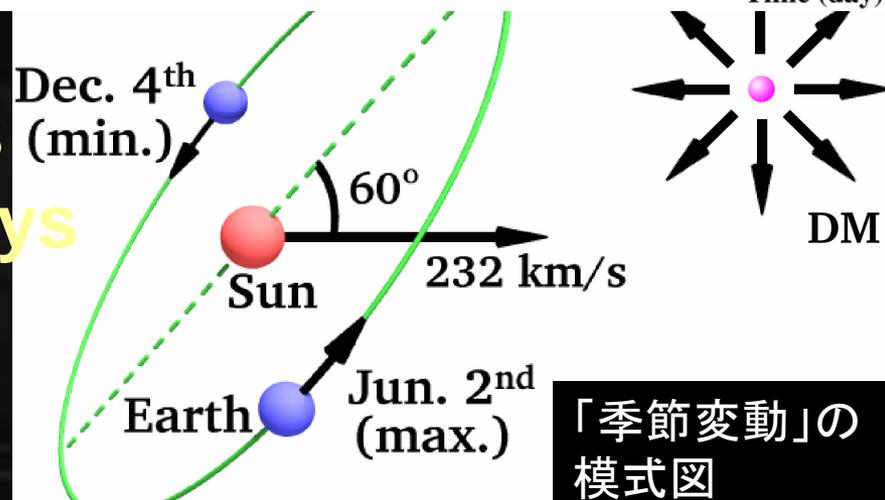
● DAMA7年 + LIBRA4年

● 8.9 σ 信号

● 0.82 ton year



● c.f.
 Xenon100 0.44kg days
 CDMS2 0.612 ton days



「季節変動」の
 模式図

山下plot(JPS2010秋)+数字

技術的困難さ(=チャレンジング)

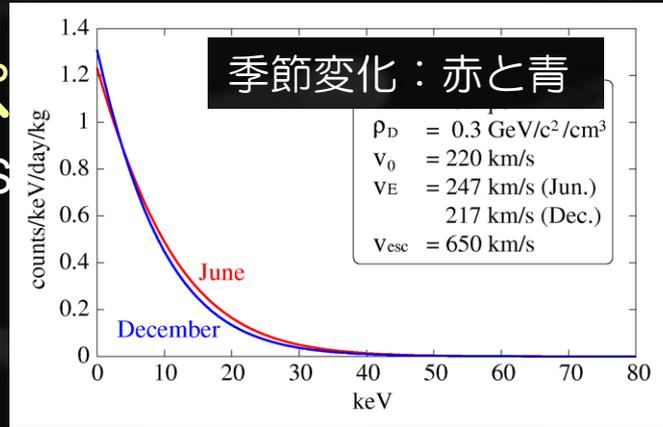
$\Delta S/S$ (信号の大きさ)
 ~0.01 ~0.1 ~1 ~10

● 数を数える、スペ

CDMS XENON XMAS

● 季節変化

DAMA



● ターゲット依存

(CDMS) Ar/Xe

● 方向検出

DRIFT NEWAGE
DMTPC NIT



$\Delta S/S > 50$ に必要なS

~10000

~1000

~100

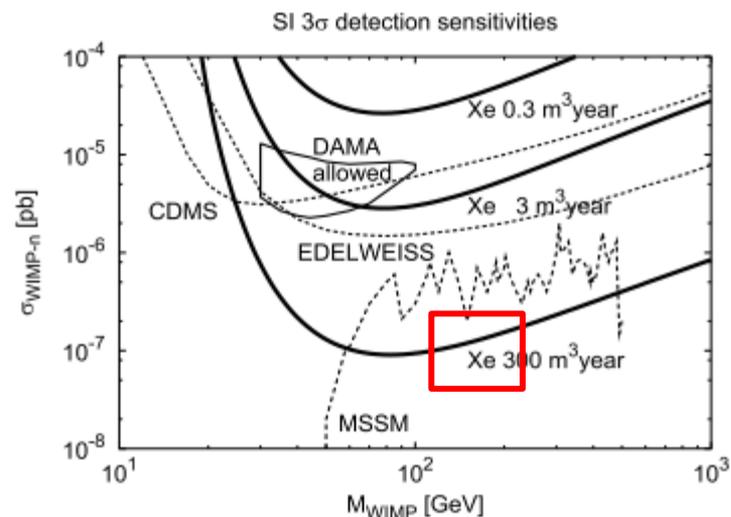
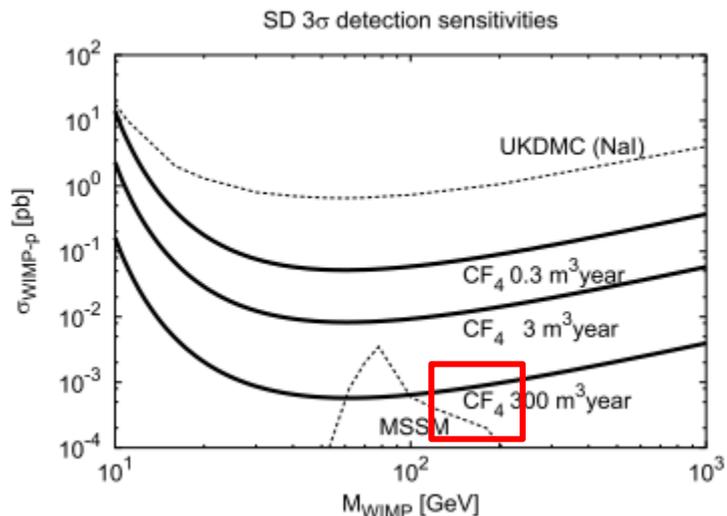
~10



「ターゲット依存」はガスでも容易で、

takeda+
ndm03 proceedings

身内
2004年秋学会



バックグラウンド

- γ 線：dE/dxにより除去可能（竹田公演）。
- 中性子：水（ $\sim 50\text{cm}$ ）によるシールド。

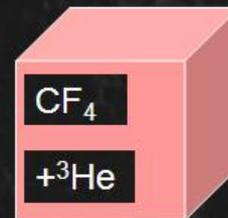
3桁程度落ちる

+

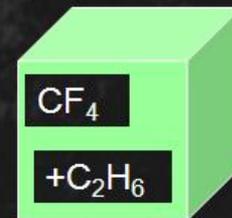
ガスを換えることで同じ検出器でのモニタが可能。



DM箱



熱中性子箱



高速中性子箱

2004年9月29日
身内賢太郎 @ 日本物理学会 <http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp>

Direction Sensitive
WIMP-search
NEWAGE

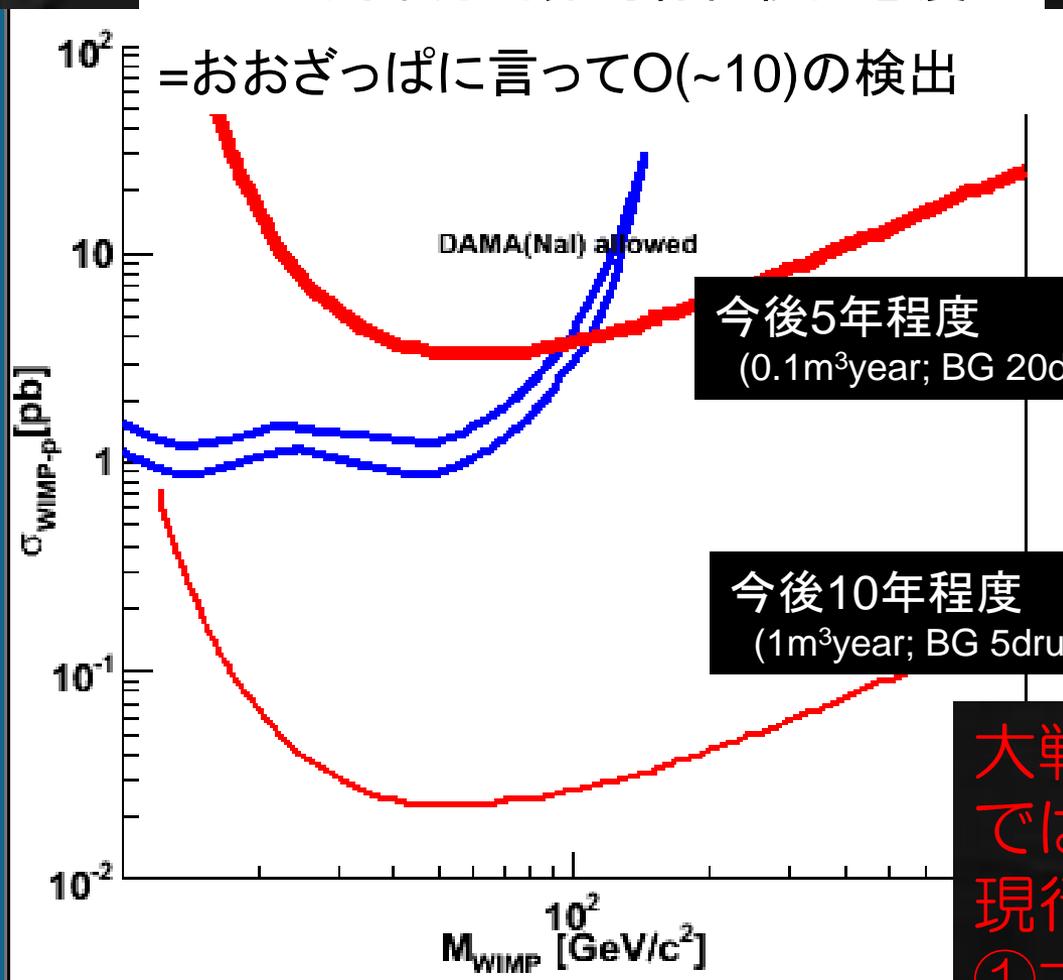
Direction Sensitive
WIMP-search
NEWAGE

2. NEWAGE戦略

◆ 原理的には 認める。 現実的なのか？

3 σ での到来方向非対称性検出感度

=おおざっぱに言ってO(~10)の検出



dru=[count/keV/day/kg]

今後5年程度
(0.1m³year; BG 20dru@35keV)

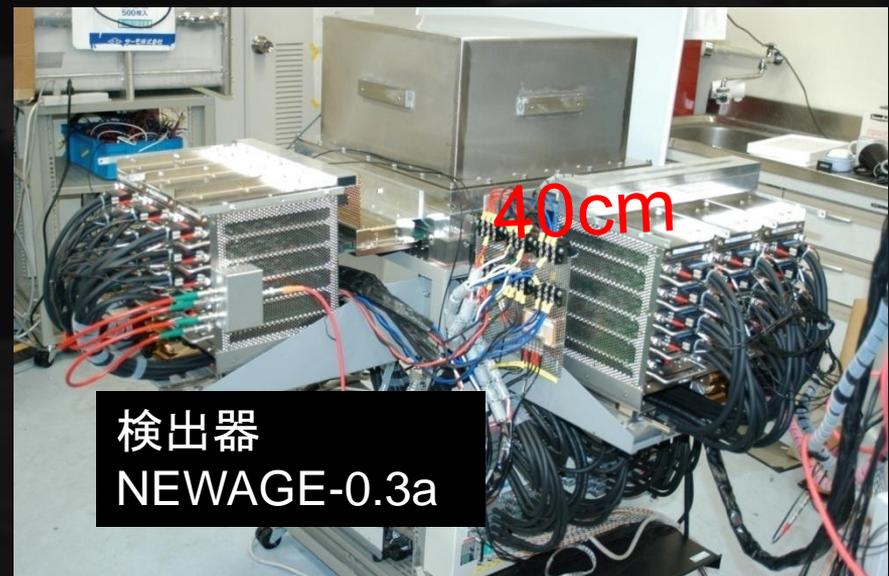
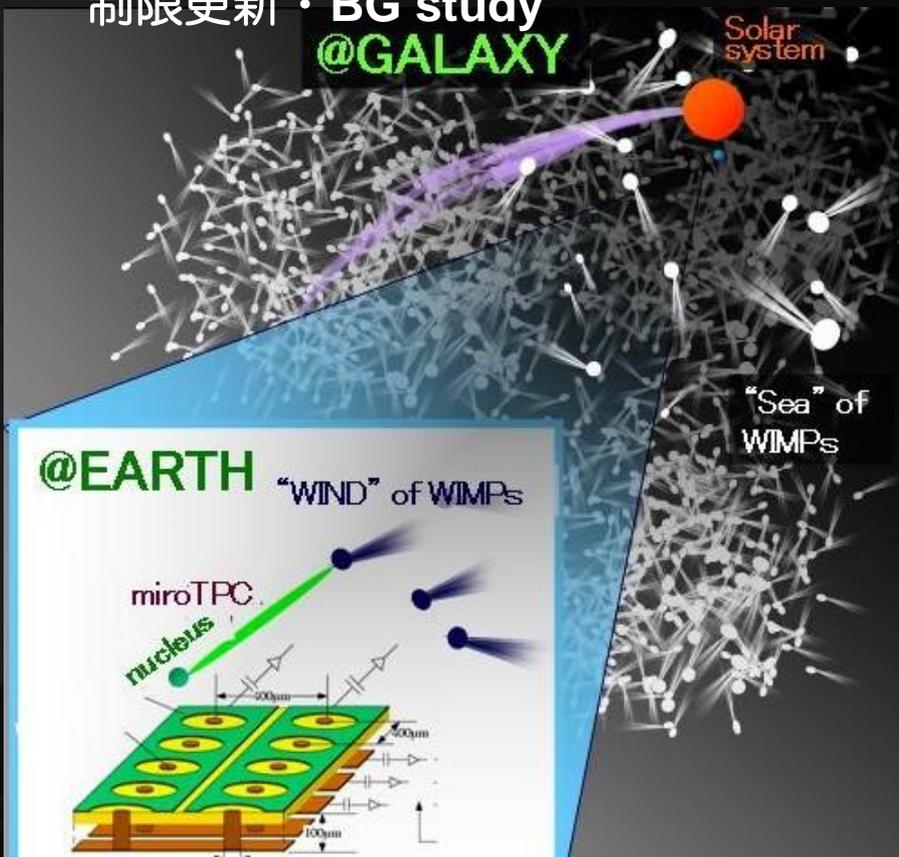
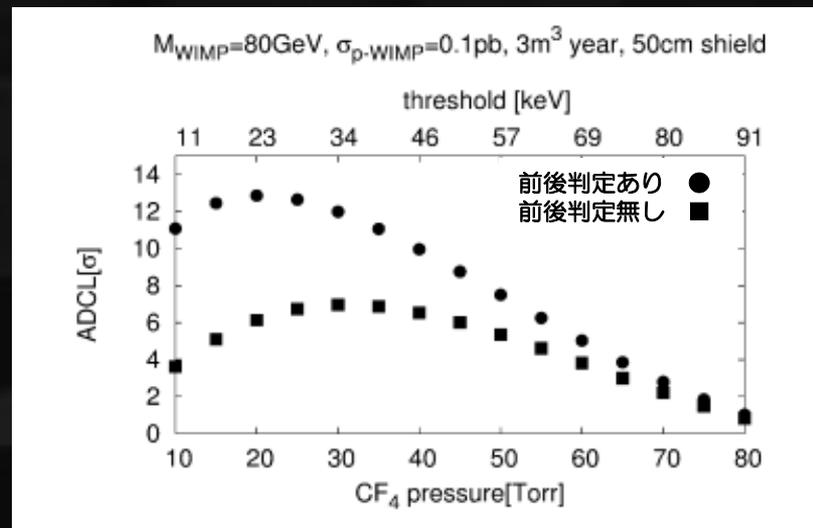
今後10年程度
(1m³year; BG 5dru@25keV)

大戦略：DAMA領域に至るまでは、
現行方式+

- ①大容積化 & ②低BG化

これまで

- **提案**(PLB578(2004)241)
現実的な計算
- **地上実験**(PLB654(2007)58)
初の飛跡検出型暗黒物質実験
- **地下実験**(PLB686(2010)11)
制限更新・BG study

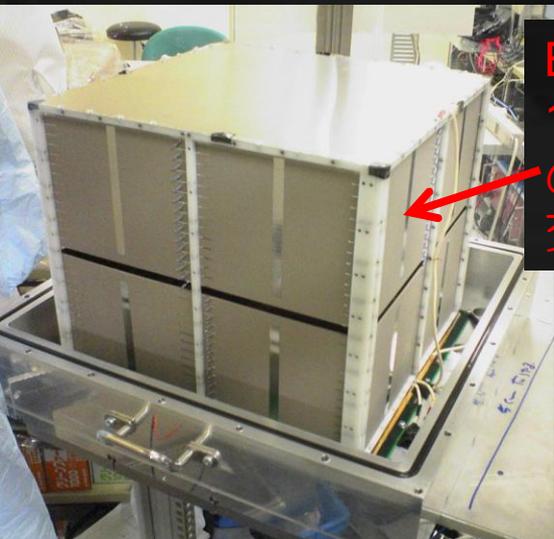
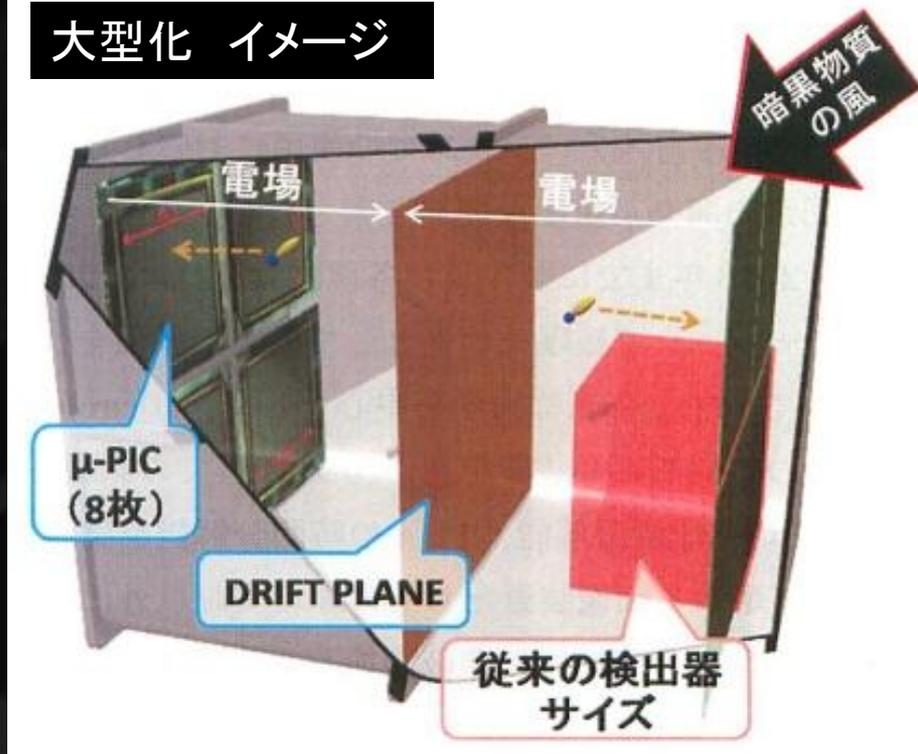


Direction Sensitive
WIMP-search
NEWAGE

今後5年

- 大型化(×10)
 $30 \times 30 \times 30 \text{cm}^3$
 $\Rightarrow 60 \times 60 \times 50 \text{cm}^3 \times 2$
- 低BG化 (×1/50)
 現行 50dru@100keV
 (~1000dru@35keV)
 $\Rightarrow 20\text{dru}@35\text{keV}$

大型化 イメージ



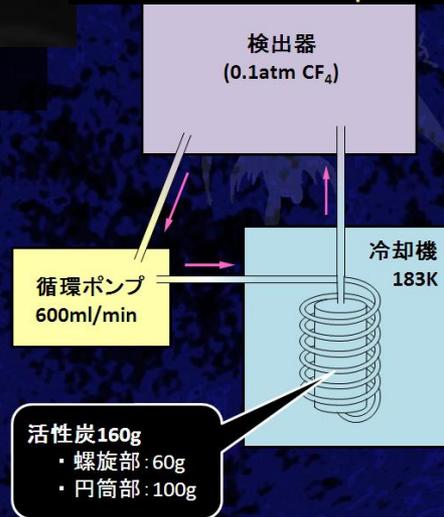
BGレベル 1/10以下の材料へ交換

BG物質 & ガスの純化システム

ラドンレート 1/3以下へ



JPS2010秋



◆ 国際情勢

- DRIFT (UK) :
 - BGstudy × 方向感度
 - 方向非感度で結果を出した
- DM-TPC (MIT等) :
 - NEWAGEと同等の感度
 - BGstudyはこれから



「5年でDAMA」
は現実的な勝負ライン

DMTPC



国際協力

● 将来的な協力体制でイニシアチブを

International Journal of Modern Physics A
Vol. 25, No. 1 (2010) 1-51
© World Scientific Publishing Company

 World Scientific
www.worldscientific.com

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

S. AHLEN,¹ N. AFSHORDI,^{23,31} J. B. R. BATTAT,^{*,15} J. BILLARD,¹¹
N. BOZORGNIA,³ S. BURGOS,²¹ T. CALDWELL,^{15,22} J. M. CARMONA,^{12,13}
S. CEBRIAN,^{12,13} P. COLAS,⁴ T. DAFNI,^{12,13} E. DAW,²⁶ D. DUJMIC,¹⁵ A. DUSHKIN,²
W. FEDUS,¹⁵ E. FERRER,⁴ D. FINKBEINER,⁶ P. H. FISHER,¹⁵ J. FORBES,²¹
T. FUSAYASU,¹⁶ J. GALAN,^{12,13} T. GAMBLE,²⁶ C. GHAG,⁵ I. GIOMATARIS,⁴
M. GOLD,¹⁸ H. GOMEZ,^{12,13} M. E. GOMEZ,⁷ P. GONDOLO,²⁹ A. GREEN,²⁰
C. GRIGNON,¹¹ O. GUILLAUDIN,¹¹ C. HAGEMANN,¹⁸ K. HATTORI,¹⁰
S. HENDERSON,¹⁵ N. HIGASHI,¹⁰ C. IDA,¹⁰ F. J. IGUAZ,^{12,13} A. INGLIS,¹
I. G. IRASTORZA,^{12,13} S. IWAKI,¹⁰ A. KABOTH,¹⁵ S. KARIKI,¹⁰ I. KADYK,¹⁴
N. KALLIVAYALIL,¹⁵ H. KUBO,¹⁰ S. KURC,¹⁰
T. LAMY,¹¹ R. LANZA,¹⁵ T. B. LAWSON,¹⁵
D. LOOMBA,¹⁸ J. LOPEZ,¹⁵ G. LUZON,¹²
F. MAYET,¹¹ B. McCLUSKEY,²⁶ E. MILLE,¹¹
B. MORGAN,³⁰ D. MUNA,¹⁹ A. St. J. MURPHY,¹¹
M. NAKAMURA,¹⁷ T. NAKANO,¹⁷ G. G. NICHOLS,¹¹
S. M. PALING,²⁶ J. PARKER,¹⁰ A. PETKOV,¹¹
M. ROBINSON,²⁶ A. RODRIGUEZ,^{12,13} J. ROSE,¹¹
R. SANDERSON,¹⁵ N. SANGHI,¹⁸ D. SANJIVAN,¹¹
G. SCIOLLA,¹⁵ H. SEKIYA,²⁸ T. R. SLATKIN,¹¹
N. J. C. SPOONER,²⁶ A. SUGIYAMA,²⁴ A. TAKEDA,²⁸
A. TAKEDA,²⁸ T. TANIMORI,¹⁰ K. TANIUCHI,¹⁰
K. TSUCHIYA,¹⁰ J. TURK,¹⁸ E. TZIAFAS,¹¹
R. VANDERSPEK,¹⁵ J. VERGADOS,⁸ J. A. VILLAR,^{12,13} H. WELLENSTEIN,²
I. WOLFE,¹⁵ R. K. YAMAMOTO,¹⁵ and H. YEGORYAN,¹⁵



英国リーダー

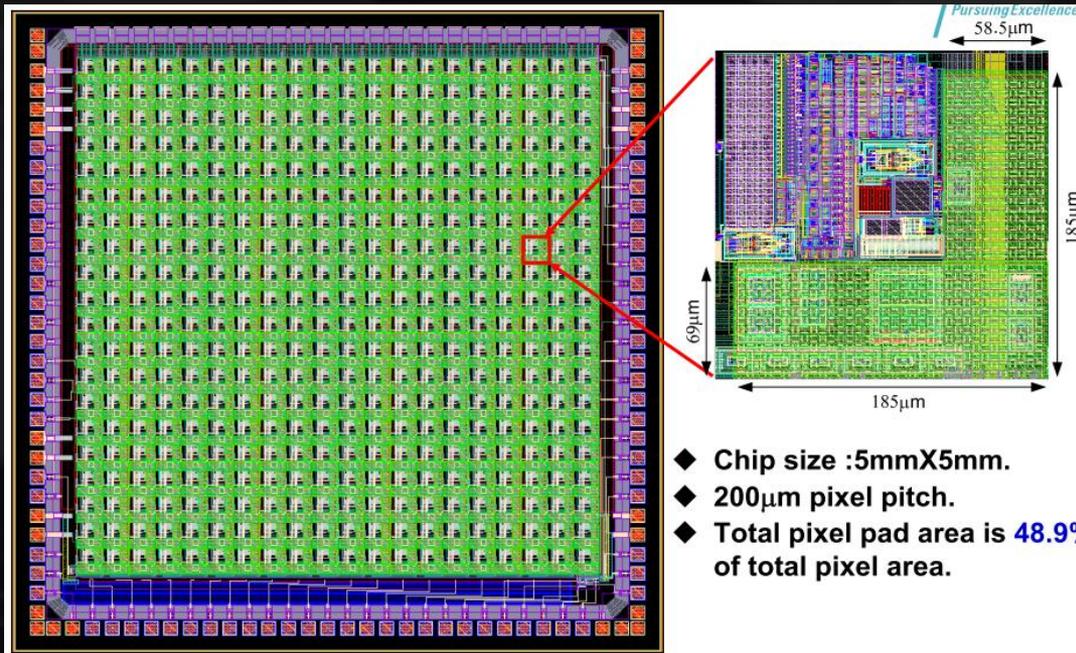
身内

米国リーダー

@CYGNUS2009 (MIT)

その先（を目標としてこの5年で準備）

- QPIX（ガス検出器用ピクセル読み出し集積回路）
 - 飛跡の前後判定を可能とする
 - 精細なピクセル読み出しで圧力を上げて測定可能
 - 安価・簡単に1m³モジュールを
- SI探索
 - XeガスやArガスによるSIモードでの探索



2009年製作の
QPIX（400ch）

Direction Sensitive
WIMP-search
NEWAGE

まとめ

- 方向に感度を持つ手法：
暗黒物質検出の決め手
- XMASS（大質量）の次世代暗黒物質探索として
NEWAGEを feasible? ← 実績+今後
- 1stマイルストーン：
1億円程度でDAMA領域へ到達（~2015）
- その後：
数億円でDAMA領域完全探索（~2020）