

NEWAGE 実験 1

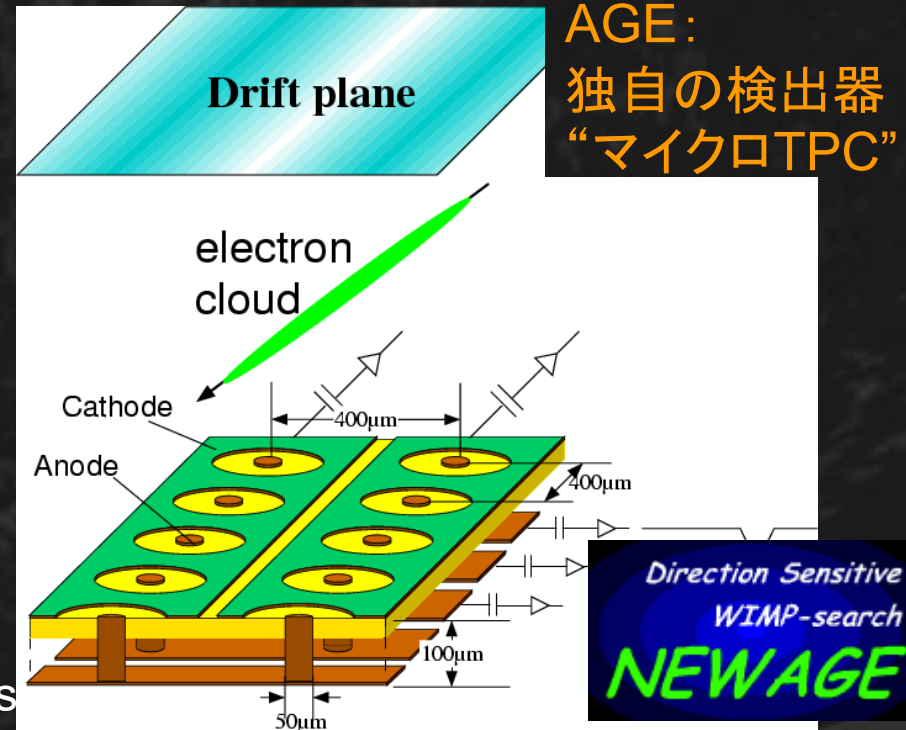
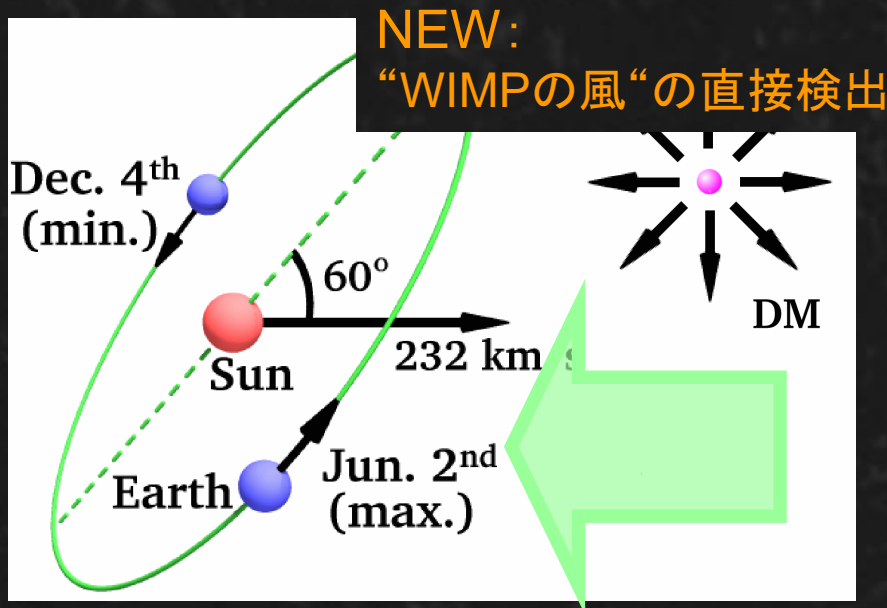
(全体計画 ~ネウアゲと呼ばないで~)

(**New generation WIMP search**
with an **advanced gaseous tracking device**)

PLB 578 (2004) 241

身内賢太郎(京大院理) Y30-D20

谷森達、窪秀利、竹田敦、永吉勉、関谷洋之
折戸玲子、高田淳史、岡田葉子、西村広展、服部香里



2004年9月29日

身内賢太郎 @ 日本物理学会

<http://www-cr.scphys>

目次

1 DM探索2010

2 NEWAGEの戦略

3 Road to the NEWAGE

4 まとめ

0 はじめに

先駆的計算：2001年春学会(折戸・谷森)

本計画はこれを受けてより現実的に見積もりを行い、
2004-2006年度の計画で

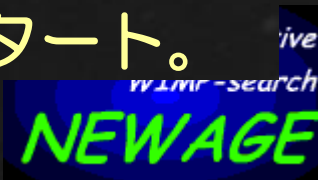
「大型マイクロTPCによるDM探索新手法の確立」

としてスタート。

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>



1 DM探索2010

- ◆ LHC、GLAST等で「兆候」？
 - 信頼度は現在の季節変動の主張程度？
(c.f. DAMAのfirst論文は1998。)
- ◆ ますます直接検出による「確証」が渴望。

◆ IDM2004 (@エンジンバラ) から占うDM探索2010

4巨頭会談



UK総帥

NaIはやめた
Zeplineと
DRIFTで勝負だ。



おしゃべり
USA人

CDMS 1tにしたい。
でもどちらかという
Xeで1t作る。



スペインの
アイディアマン



日本の鬼

日本の少年



そっか、大質量ってのと方向性が今後の
トレンドだな。大質量はXMASSにお任せ
で、DRIFTを撃墜だ。

SS !

ection Sensitive
WIMP-search
EWAGE

◆ 次世代DM探索に求められること

- 巨大質量 or 方向性

+

- 中性子バックグラウンド対策
(これもIDMで非常に議論がさかんだった)

2 NEWAGEの戦略

～三つのFAQにお答えします～

◆ ナイーブな質問ですが...

「ガスなんて質量なくてだめじゃん」

⇒大質量検出器 (XMASS) と比較

◆ ある程度状況追っかけてます。

「でもDRIFT(英)がやってるじゃん」

⇒だから “advanced”なんです

◆ マニアですが...

「中性子BGはどうするの？」

⇒ガス検出器の特徴を活かします

◆ XMASS-NEWAGE

● 大質量検出器 (XMASS)

- ・ 統計が稼げる：制限曲線を押し下げる
- ・ 証拠は季節変動に頼らざるを得ない

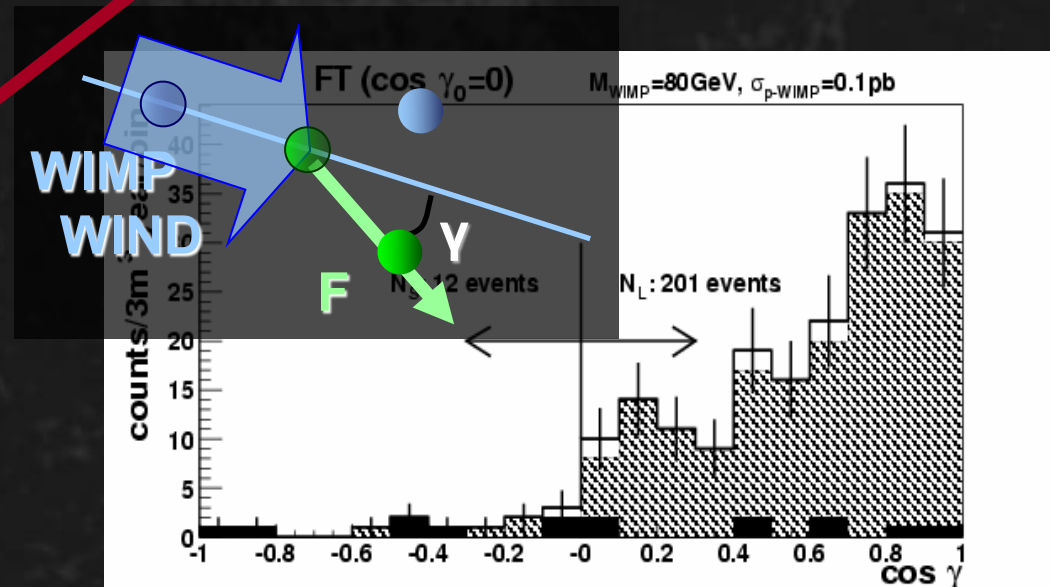
● 方向性検出器 (NEWAGE)

- ・ 「原子核反跳の非対称性」という強い証拠
- ・ 統計は少ない (ただし **1/1000** の統計で同等の感度)

3 σ で見るには

季節変動 5% ~10000発

非対称性 10倍 ~10発



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>

NEWAGE

◆ XMASS-NEWAGE (2)

- 感度 : XMASS 1t \Leftrightarrow NEWAGE 1kg
- SD SI
- 容積 : Liq Xe 1tの安全バッファ ~ 170m³
CF₄ ガス (30 torr) F 1kg ~ 7.5m³

Complementary

&

Comparable

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>



2 NEWAGEの戦略

～三つのFAQにお答えします～

◆ ナイーブな質問ですが...

「ガスなんて質量なくてだめじゃん」

⇒大質量検出器 (XMASS) と比較

◆ ある程度状況追っかけてます。

「でもDRIFT(英)がやってるじゃん」

⇒だから “advanced”なんです。

◆ マニアです。

「中性子BGはどうするの？」

⇒ガス検出器の特徴を活かします

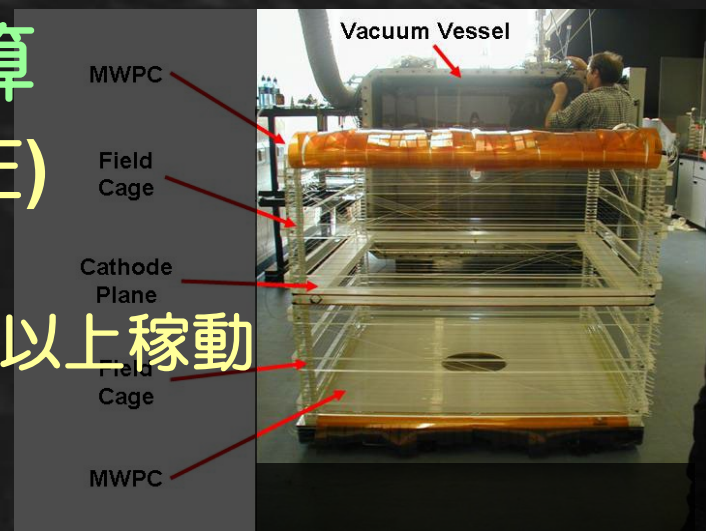
◆ DRIFT v.s. NEWAGE の勝算

● DRIFTの現状 (2004年9月現在)

- 敵は10年の長あり
- すでに1m³検出器を地下で一年以上稼動
- 大型MWPC故の問題
- 未知のバックグラウンド
- 2mmピッチのMWPC / 二次元飛跡
- “advanced”検出器に着手したところ

● NEWAGE

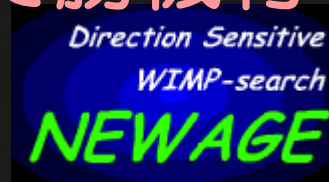
- DM実験、地下実験の経験有
- 今年中に30cm角検出器を入手
- 400 μ mピッチ / 三次元飛跡を実際に検出済



今、このタイミングで開始することで勝機有

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>



2 NEWAGEの戦略

～三つのFAQにお答えします～

◆ ナイーブな質問ですが...

「ガスなんて質量なくてだめじゃん」

⇒大質量検出器 (XMASS) と比較

◆ ある程度状況追っかけてます。

「でもDRIFT(英)がやってるじゃん」

⇒だから “advanced”なんです。

◆ マニアです。

「中性子BGはどうするの？」

⇒ガス検出器の特徴を活かします

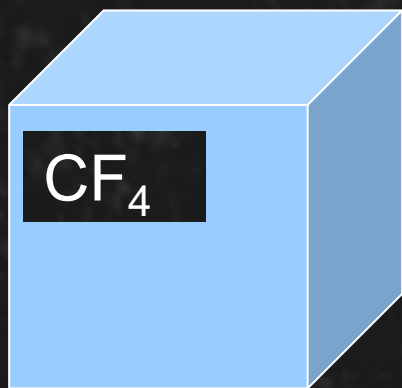
バックグラウンド

- 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。

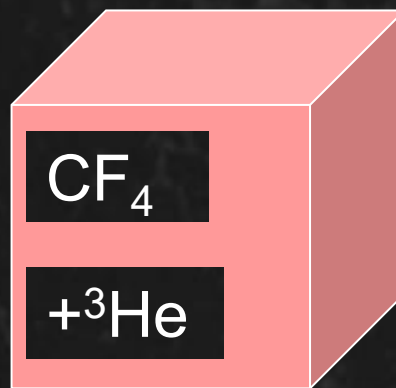
3桁程度落ちる

+

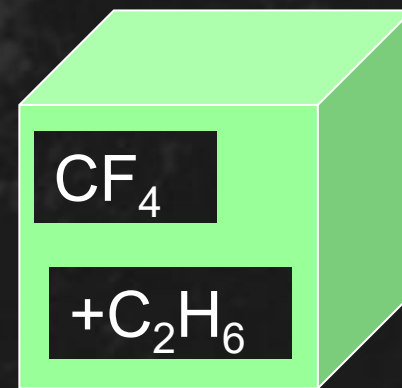
ガスを換えることで同じ検出器でのモニタが可能。



DM箱

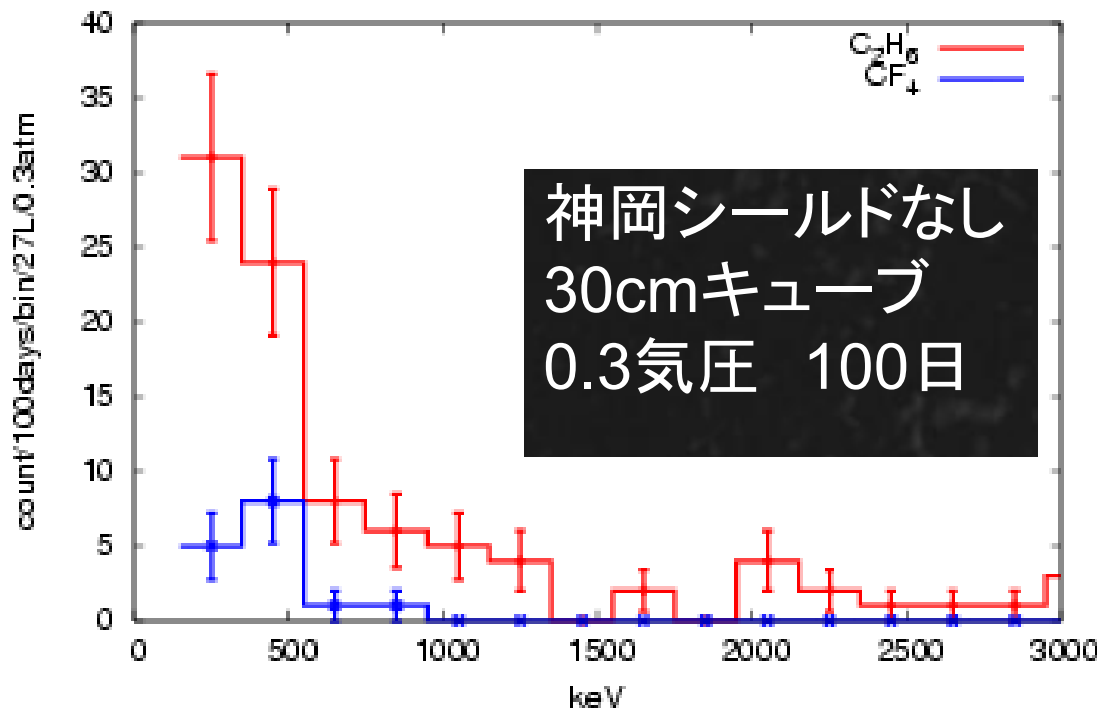


熱中性子箱



高速中性子箱

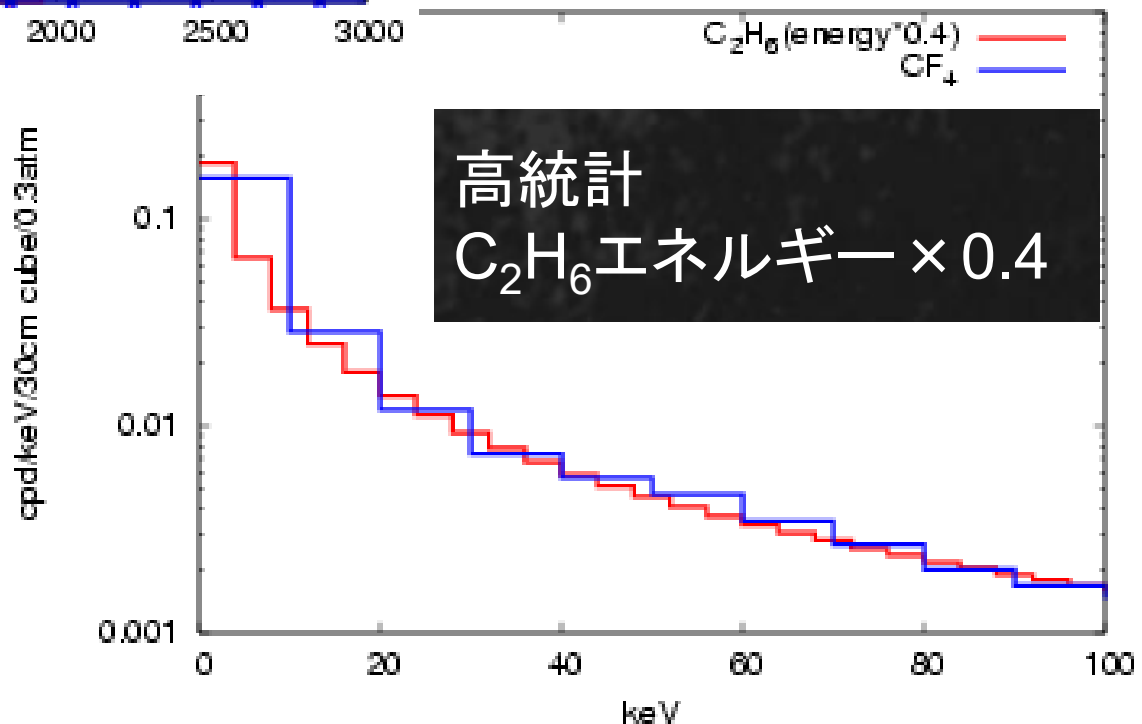
$n \text{ flux} = 1.15 \times 10^{-5} \text{ cps cm}^{-2}$



神岡シールドなし
30cmキューブ
0.3気圧 100日

いずれも簡単な
シミュレーション

$\text{C}_2\text{H}_6 (n \text{ flux} = 1.15 \times 10^{-5} \text{ cps cm}^{-2})$



高統計
 C_2H_6 エネルギー $\times 0.4$

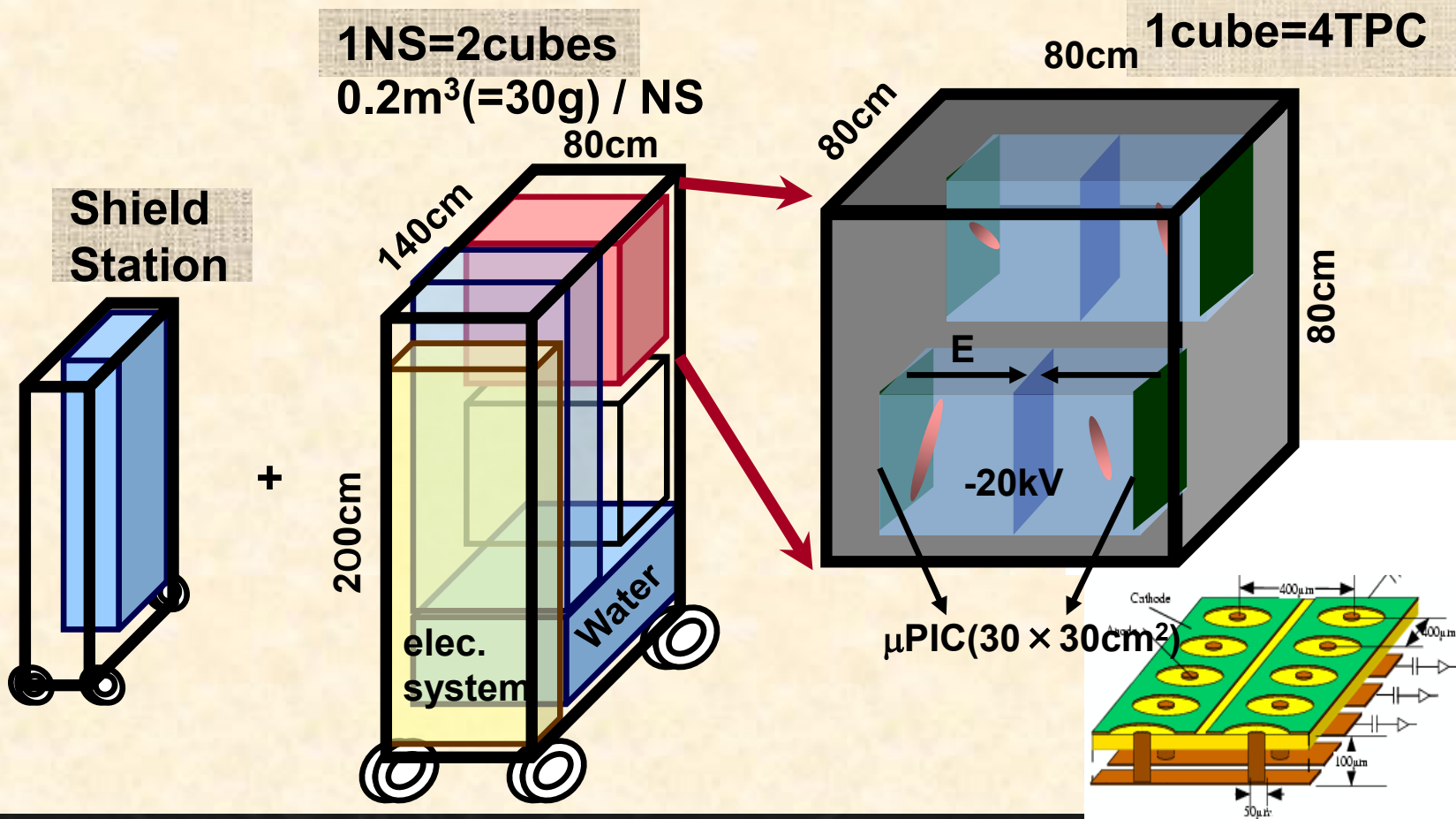
2004年9月29日

身内賢太郎 @ 日本物理学会 <http://www>

3 Road to the NEWAGE

◆ NS (NEWAGE Station)

- Station化によるスケールアップ
- 2005年秋までにNS1ヶ（1cube搭載）完成
- 2006年始めより神岡で測定開始



◆ ロードマップ

	2004年9月	2005年秋	目標 (2007年3月)
μTPC開発	10cm完成	30cm完成	2モジュール以上
低圧安定性	0.5atmで安定	0.05atmで安定	同左
飛跡検出	竹田公演	F 40keV (3mm)	同左
エネルギー校正	電離量で取得	中性子TOFで確認	同左
検出効率	未測定	電子拡散測定 &直接測定	30cm driftで 100%に近い値
γ除去	95%以上	再測定	1e3
読み出し回路	10cm用完成	30cm用完成	多モジュールへ
中性子 シミュレーション	荒い見積り (GEANT4)	GEANT4 / FLUKA	実測と比較
実験	地上実験	地下に移設 中性子測定を開始	DM測定を開始

制限曲線を引く

(統計が足りない所以他実験には数桁劣るが)

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>



4 まとめ

◆ これからです

- NEWAGE-dedicatedなマンパワーが希少。

- やることは満載。他機関からのご協力を。

- ・ シミュレーション
- ・ シンチ光によるTPCセルフトリガ
- ・ 辛辣な質問

などなど

- Contact to : miuchi@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp

以下 予備スライド

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>



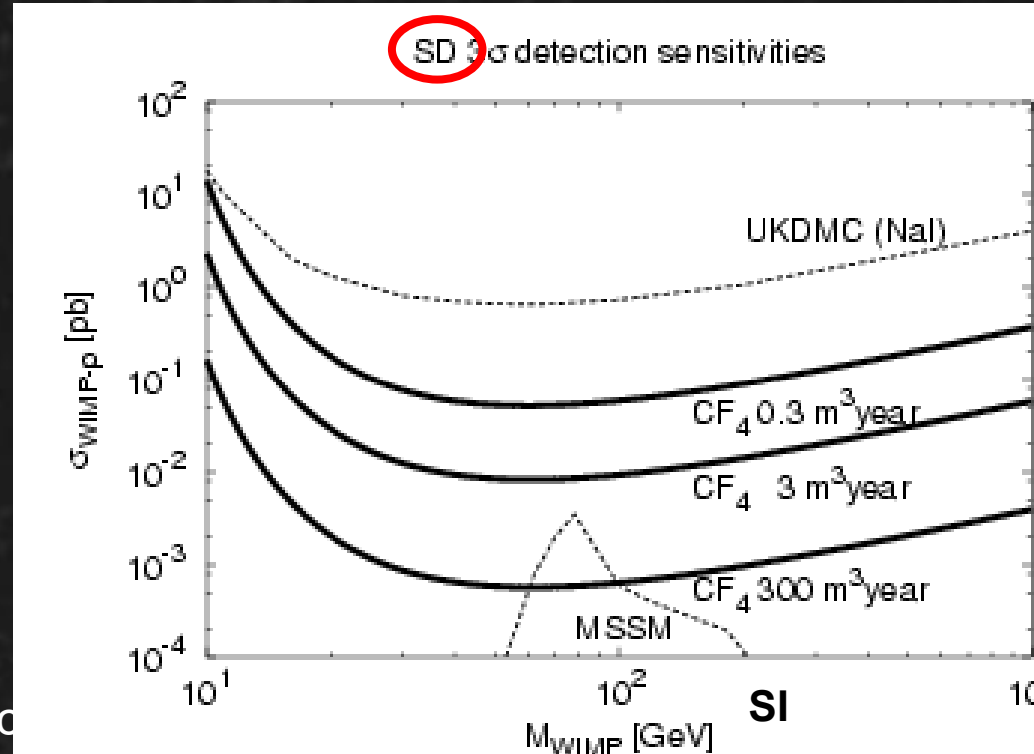
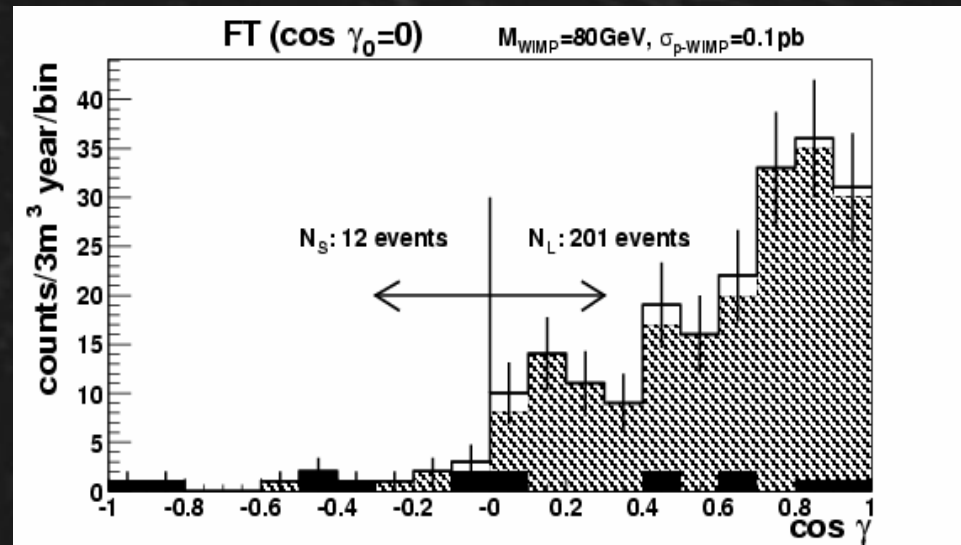
◆ Sensitivities

- “Detection” by Forward/Backward 3σ asymmetry

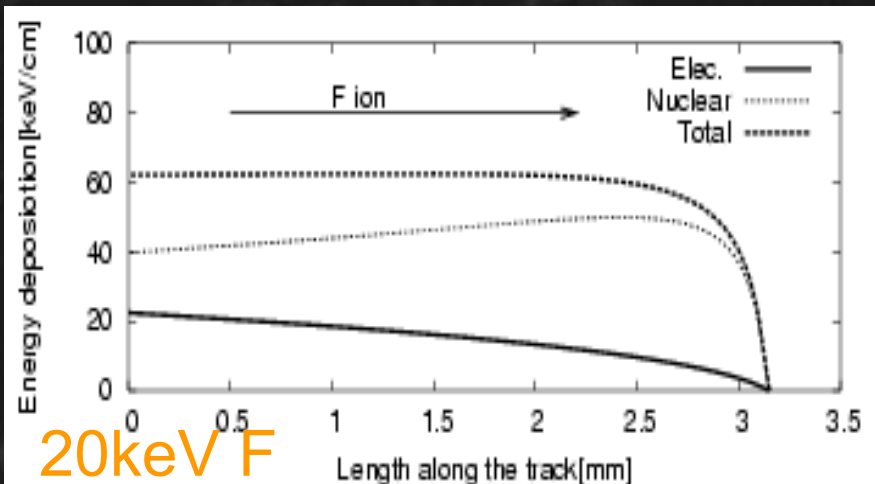


Simple and reliable

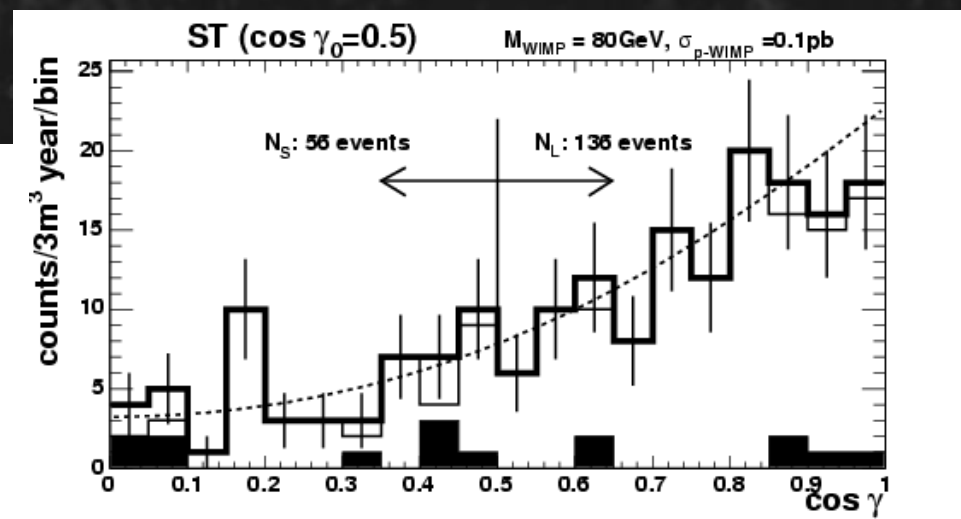
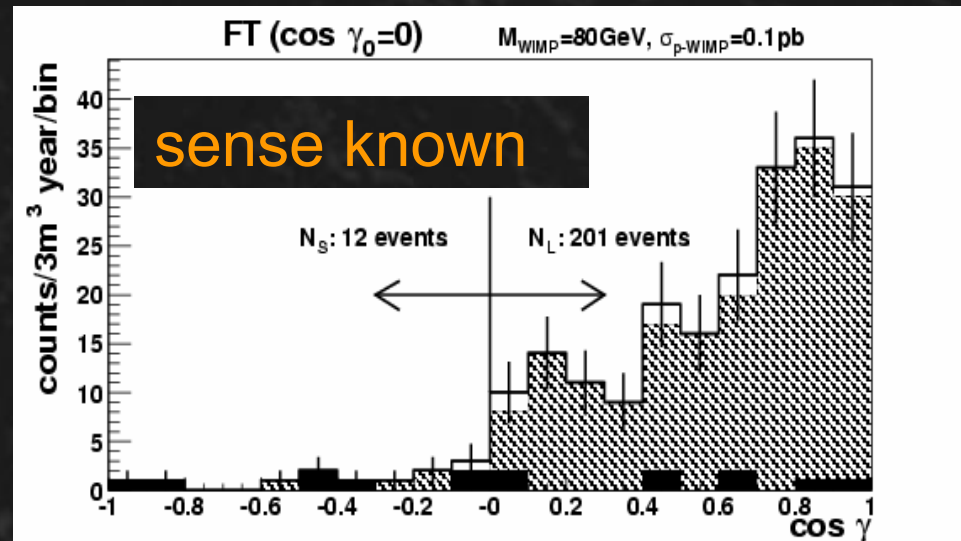
CF₄ for Spin-Independent



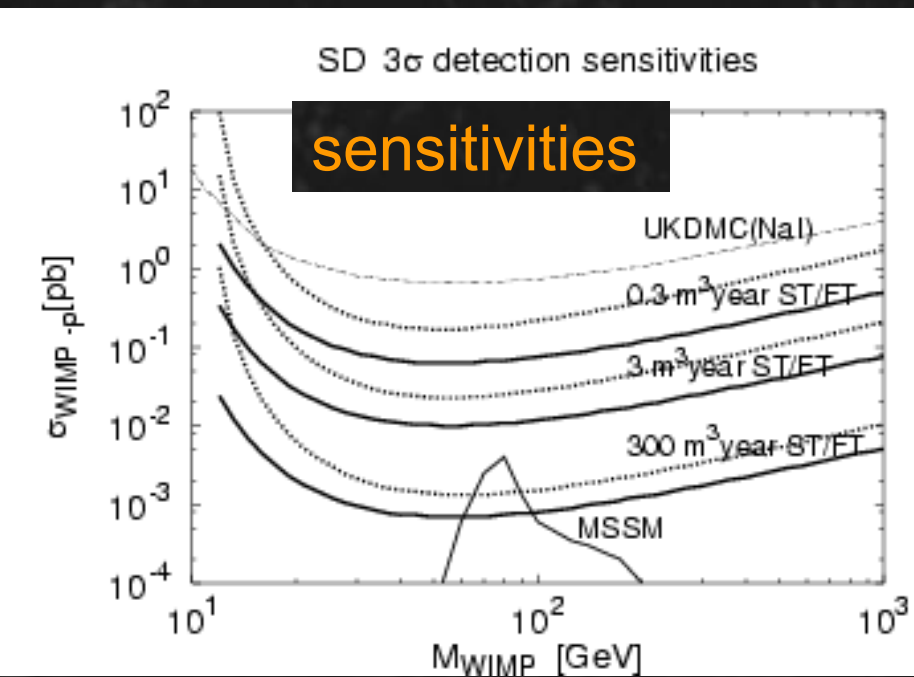
Sense of tracks



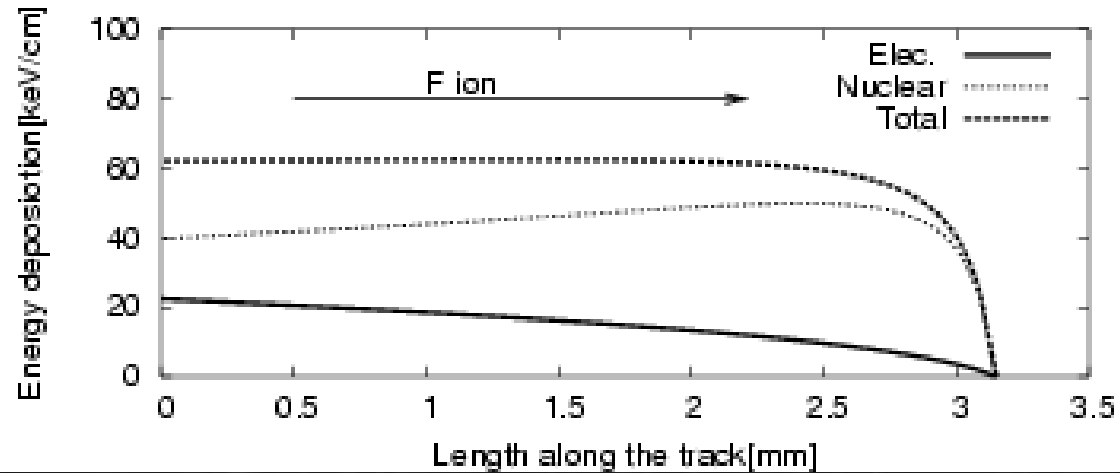
20keV F
Bragg curve(solid)



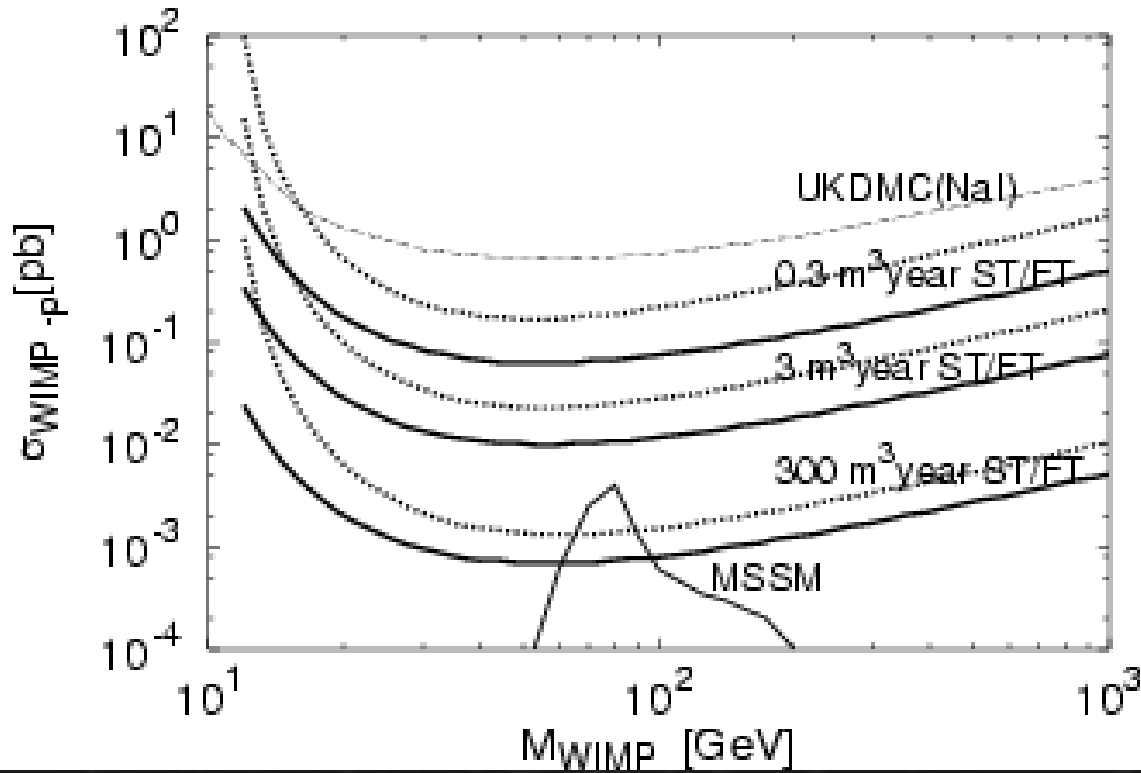
sense unknown



◆ Sense of tracks



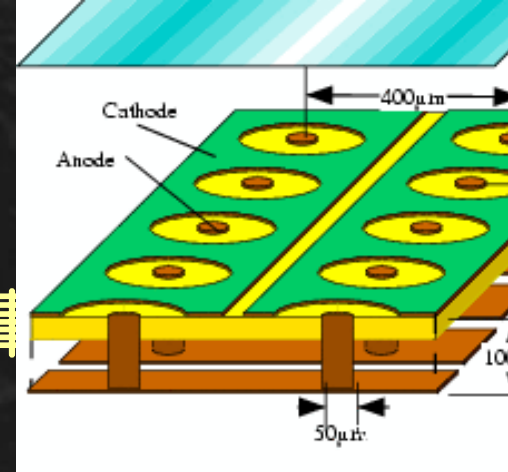
SD 3σ detection sensitivities



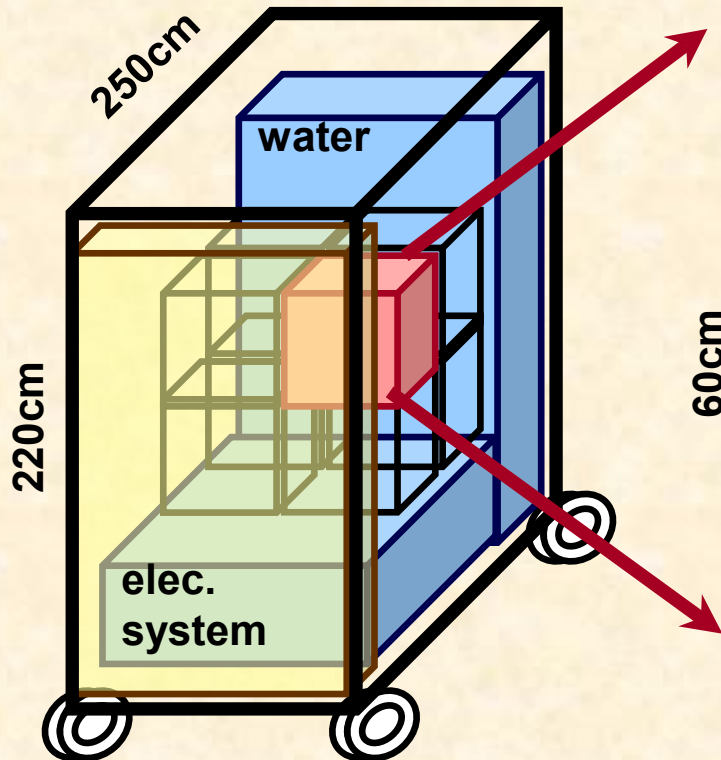
3 計画

◆ NS (NEWAGE Station)

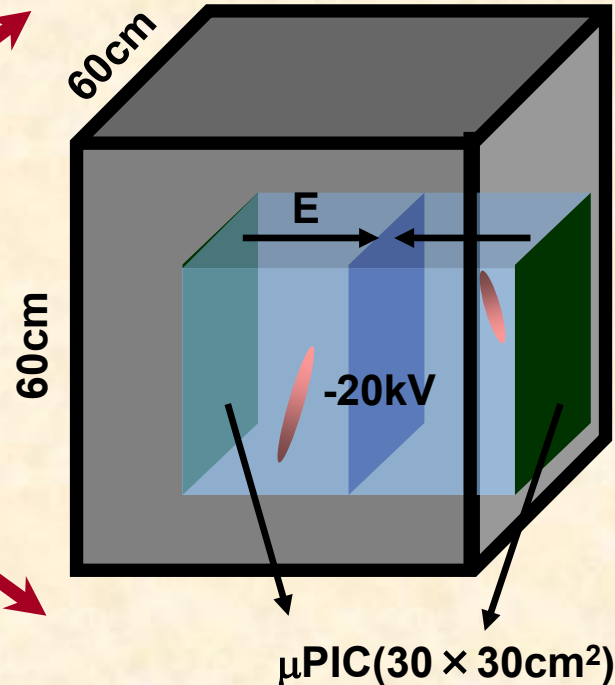
- 2005年秋までにNS1ヶ (1cube搭載)
- 2006年始めより神岡で測定開始



1NS=8cubes
+water(50cm)+electronics
150cm



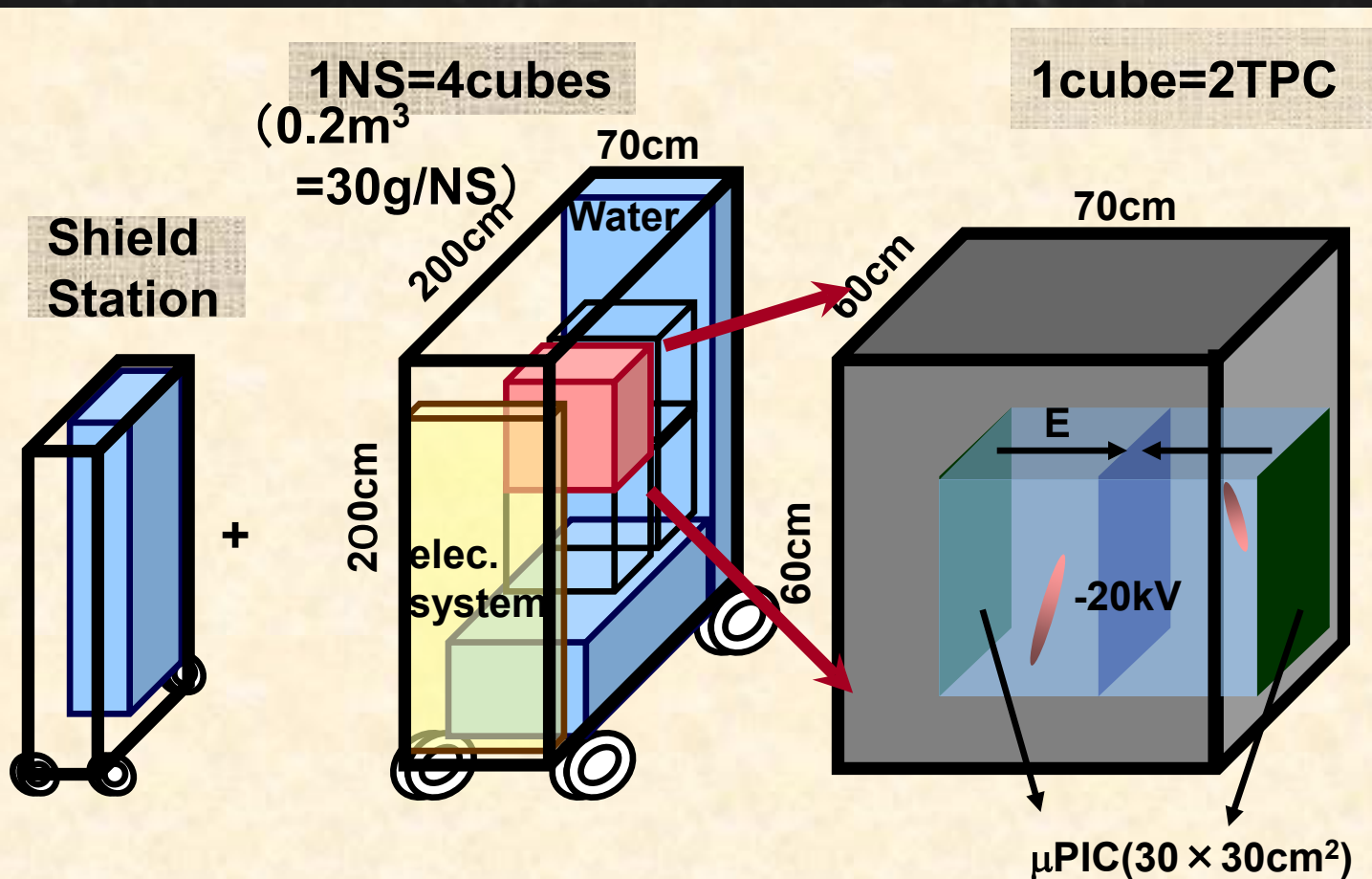
1cube=2TPC
70cm



3 Road to the NEWAGE

◆ NS (NEWAGE Station)

- Station化によるスケールアップ
- 2005年秋までにNS1ヶ (1cube搭載) 完成
- 2006年始めより神岡で測定開始

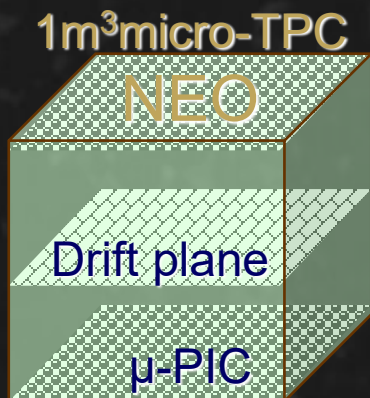


4. Road to the NEWAGE

2003

NEWAGE eve (R&D with 30cm cube)

- γ -ray BG rejection
- Electron diffusion
- Long term operation
- Low pressure operation

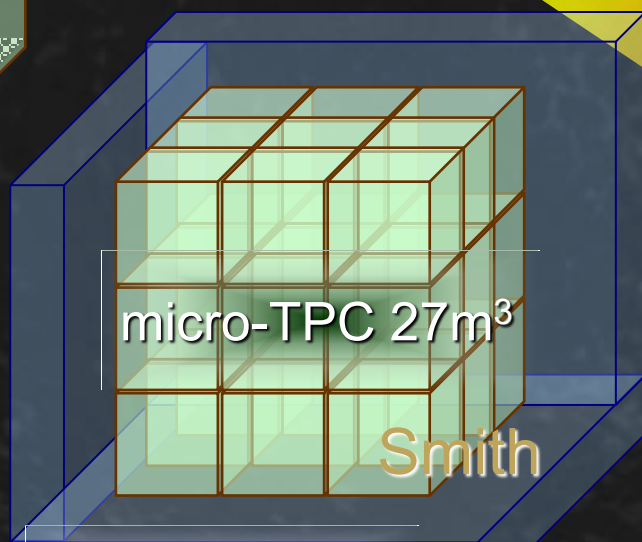


2005+

NEWAGE (1m³)

201?

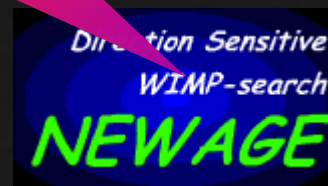
BRAND-NEWAGE (1m³ × 30)



WATER 50cm

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>



- ◆ トウードゥーリスト
 - ガンマ線除去能力
 - 電子拡散
 - 飛跡取得効率
 - 低圧力での安定動作
 - 1年でNS1ヶ完成 神岡で測定開始

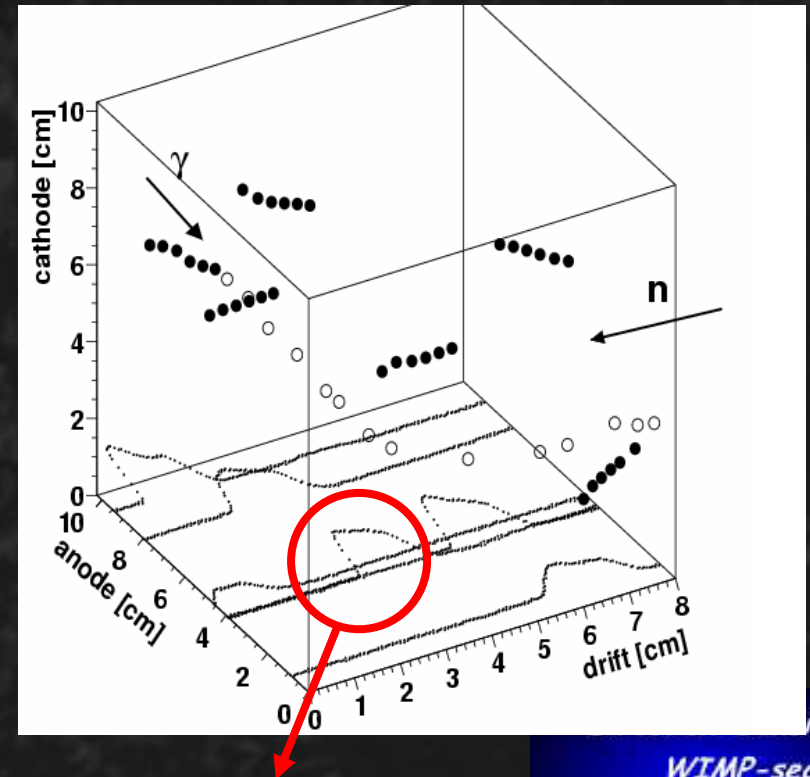
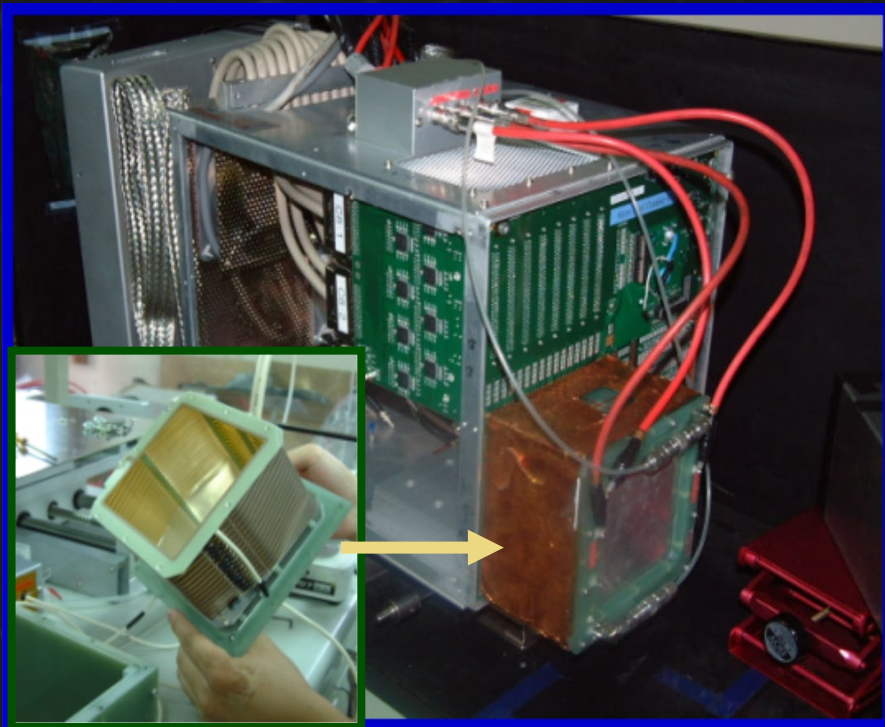
2004年9月29日

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



◆ Performance of μ -TPC

- $10 \times 10 \times 8 \text{cm}^3$ μ -TPC : developed
- Tracking including the direction ($>3\text{mm}$)
- Fine spatial resolution (2D: $120\mu\text{m}$, 3D: $320\mu\text{m}$)



2004年9月29日

身内賢太郎 @ 日本物理学会

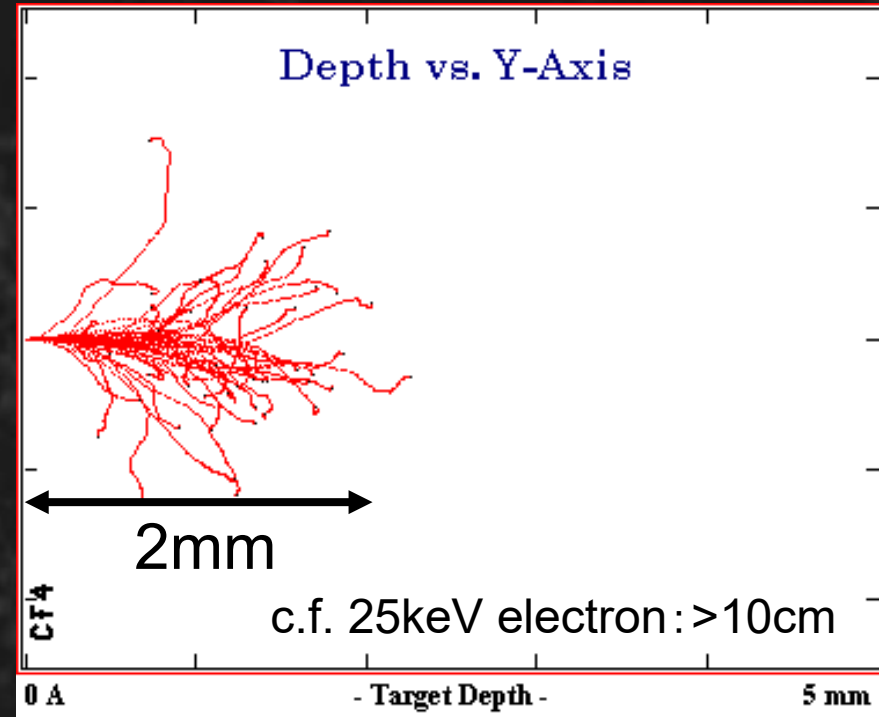
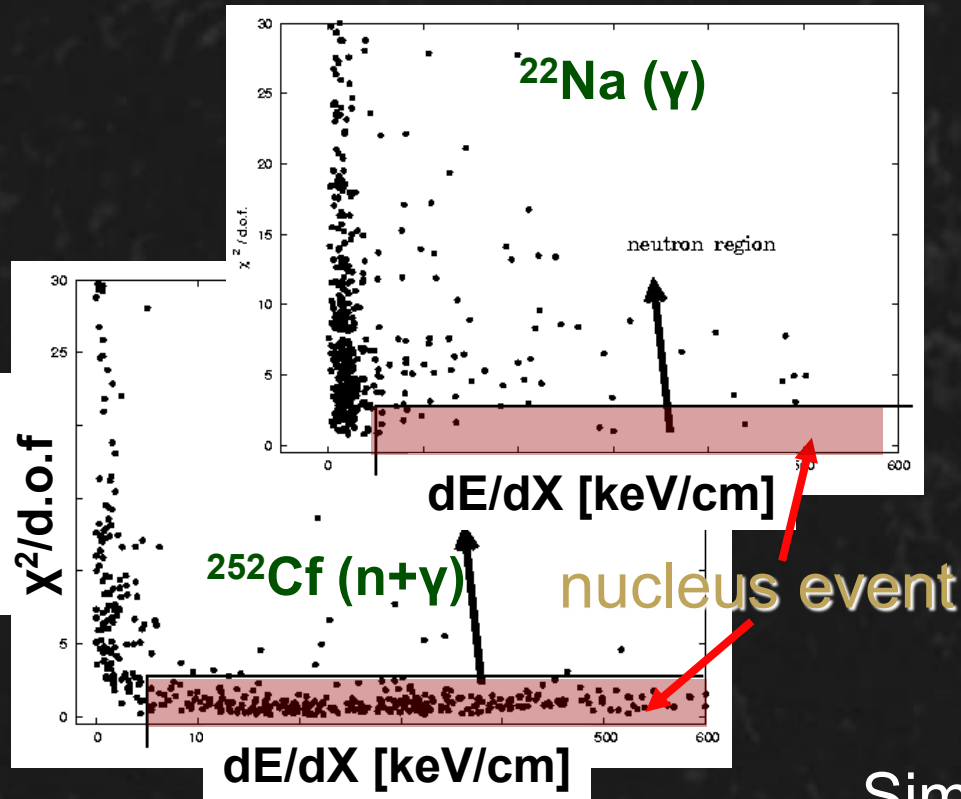
<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp>

“Bragg curve”

WIMP-search
NEWAGE

Background rejection

- Particle I.D. (DM: nucleus BG-gamma: electron)
>95% gamma-ray rejection (very preliminary study)



Experimental results

Simulations
(25keV F ion in 20 Torr CF₄)

2004年9月29日

身内賢太郎 @ 日本物理学会

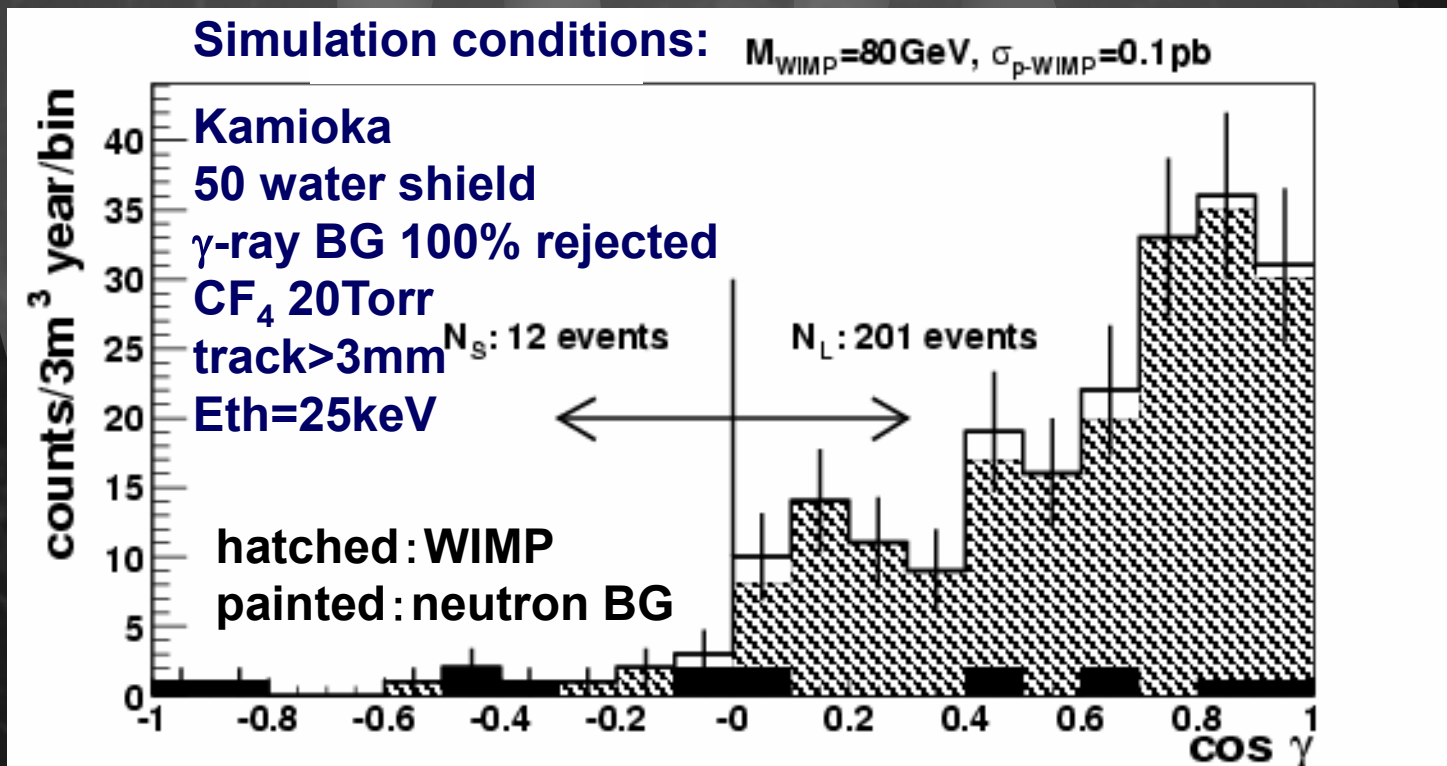
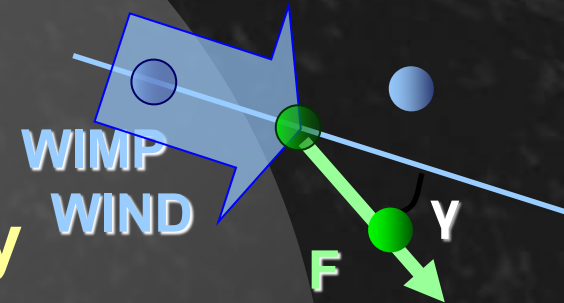
<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp>



3. NEWAGE : DM search with μ -TPC

Expected WIMP-signals

- Recoil angle distribution
- Forward-backward asymmetry



2004年9月29日

身内賢太郎 @ 日本物理学会

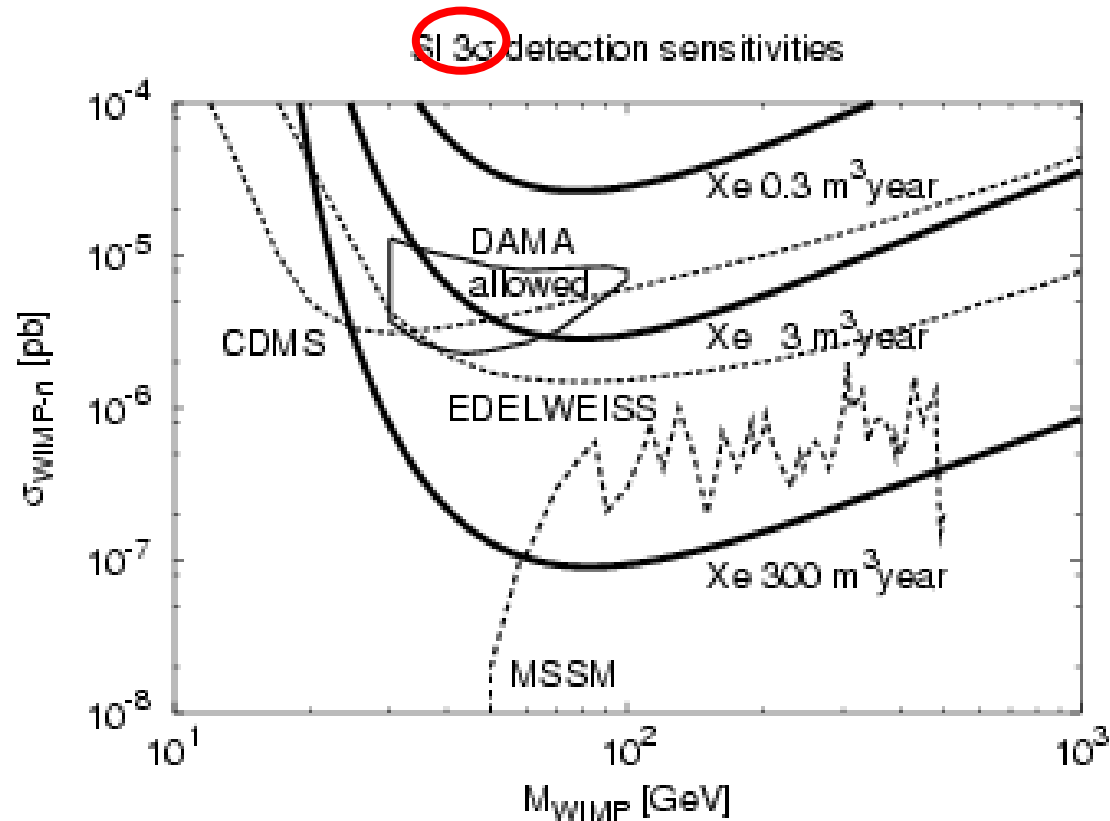
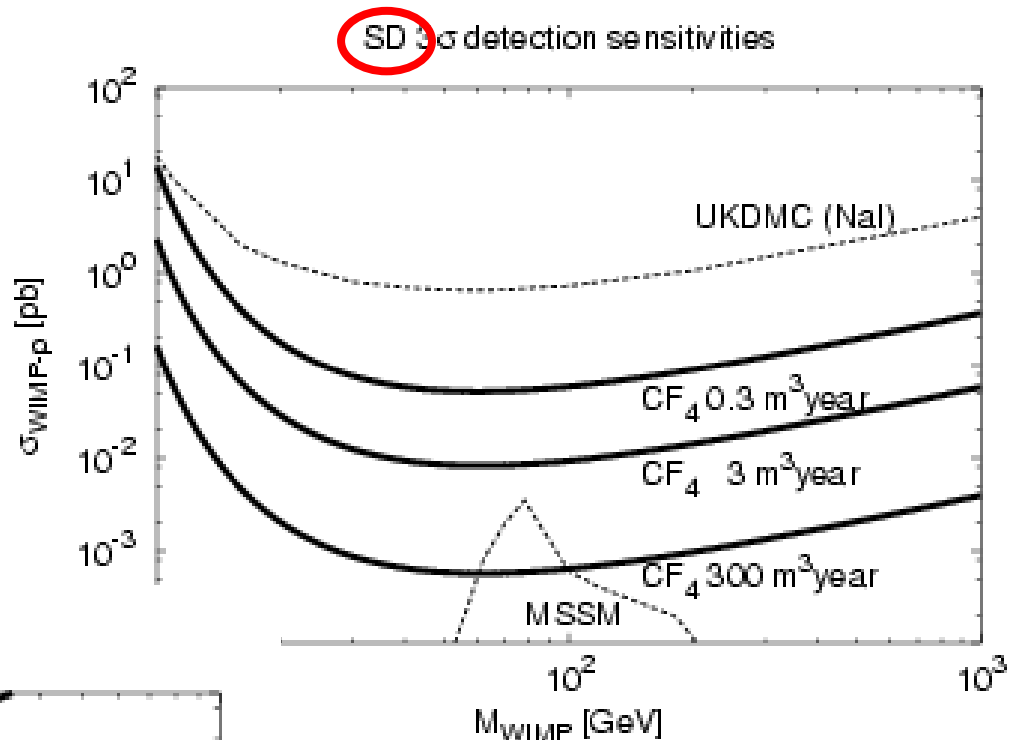
<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp>

on Sensitive
IMP-search
NEWAGE

Sensitivities

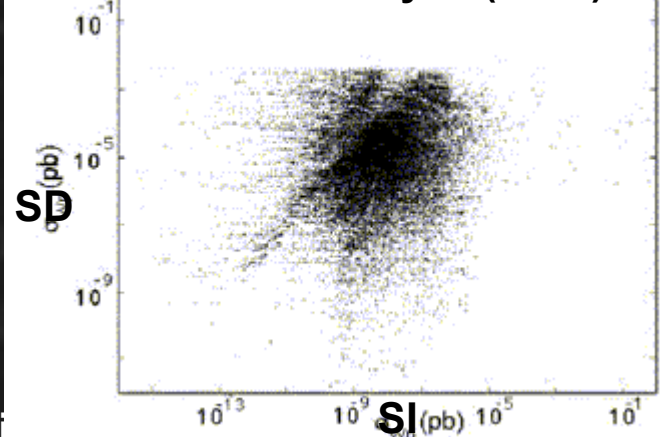
- “Detection” by Forward/Backward 3σ asymmetry

Simple and reliable



**Xe for Spin-Dependent
CF₄ for Spin-Independent**

New Journal of Phys.2(2000)14



◆ DM探索 過去と未来

● Birth of DM 1990~2000

- 1990年に宇宙の暗黒面に向けて初の接近が試みられるとる従来型の武器を携えた挑戦者たちが暗黒面への一番乗りをめざして凌ぎを削り始めた。

● DM revolution 2000~2004

- DAMA帝国による恐怖政治は低温連合の波状攻撃によって瓦解する。

● DM new era 2004~2010

- 低温連合は恐怖政治の終焉とともにその役目を終了、姿を消していった。その後の主役の座を期されていた天才組はその首領を失うと間もなく消滅、かわって台頭したのが巨大質量軍団と瓦斯企画の相互連携による