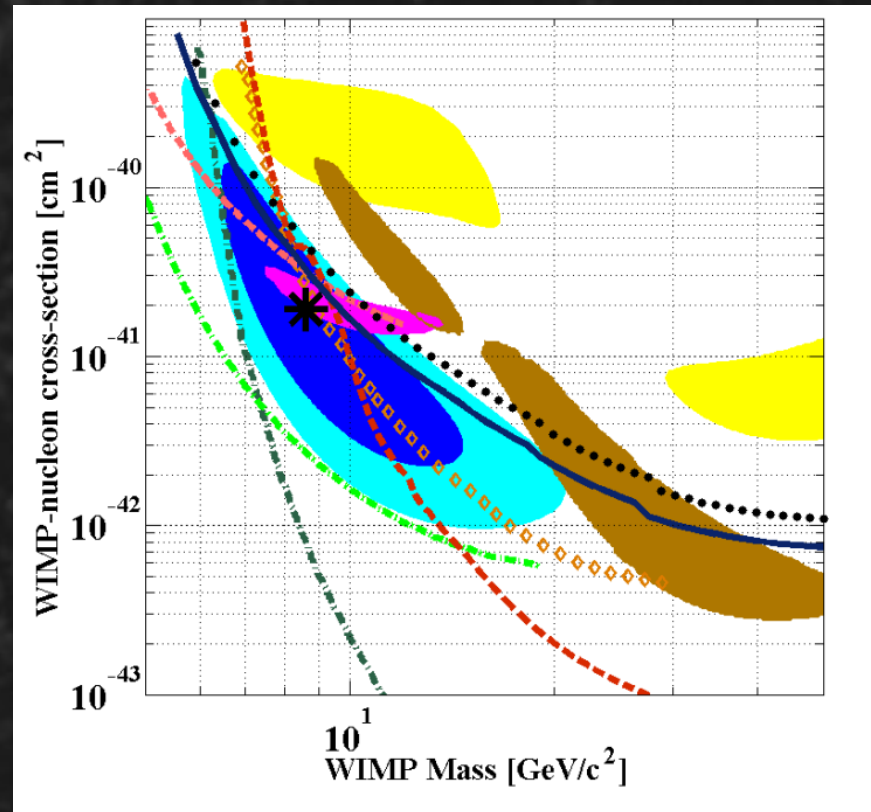


# 半導体による 低質量WIMP探索

身内賢太郎(神戸大学) 鶴剛(京都大学)

2013年4月24日



- (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。  
をここ2年で検討する
- (2) 「本実験」実現に向けての問題点は何か。  
をここ2年で洗い出す
- (3) 実現するのに必要なmanpower、経費
- (4) 年次計画
- (5) 国際競争力、他の実験に比べての実験の長所  
本日「potential」を説明

# ◆ アリとゾウ

- CCD 1g

## Searching for low mass dark matter with DAMIC

**Ben Kilminster**  
Fermilab

**Identification of Dark Matter**  
**IDM 2012**

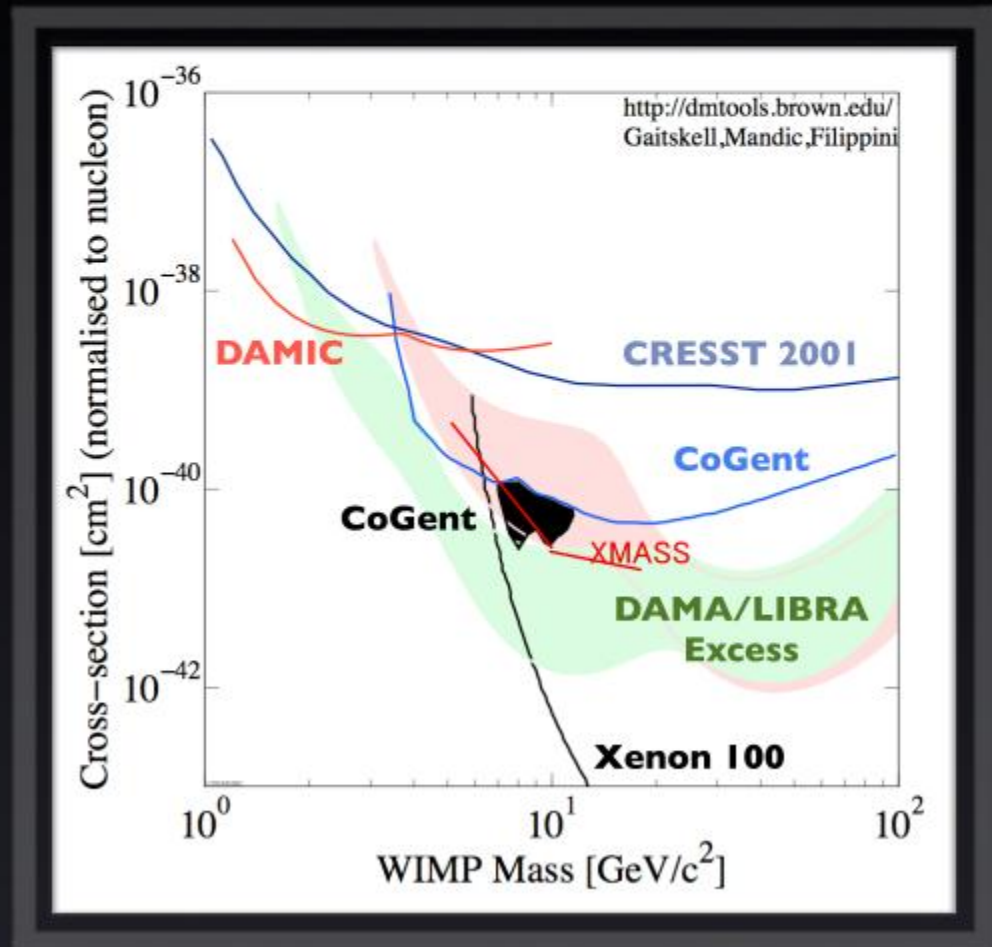
**Results in Phys. Lett. B 711, 264-269 (2012)**  
**[arXiv:1105.5191](https://arxiv.org/abs/1105.5191) [astro-ph.IM]**



# Results from First Run

- **Wimp density**  
→ **0.3 GeV/cm**
- **$V_{\text{earth}} = 244 \text{ km/s}$**
- **$V_{\text{escape}} = 650 \text{ km/s}$**

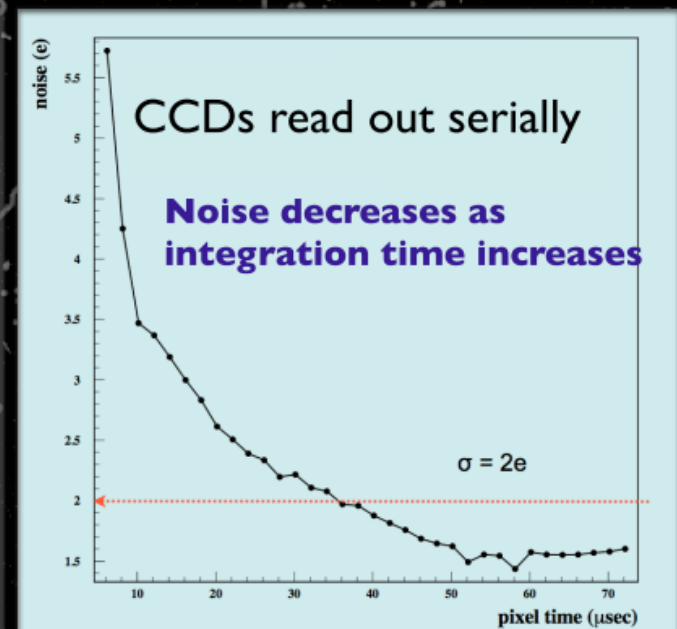
Assumes Lindhard quenching factor  
for conservative limits



- 低閾値 それだけ  
(低質量のDMに特化)

## Energy threshold for DM search

- CCDs cooled to -150 C to reduce noise
- 50  $\mu\text{s}$  / pixel
  - RMS of 2 e-
    - 7.2 eV equivalent ionizing in Silicon
- Threshold of 40 eV<sub>ee</sub>
  - Lowest of current DM experiments
- We are pushing energy threshold even further
  - RMS of 0.2 e- may be possible



| Experiment | Threshold              |
|------------|------------------------|
| DAMIC      | 0.04 keV <sub>ee</sub> |
| COGENT     | 0.5 keV <sub>ee</sub>  |
| CDMS II    | 3 keV <sub>ee</sub>    |
| Xenon 100  | 8.4 keV <sub>nr</sub>  |

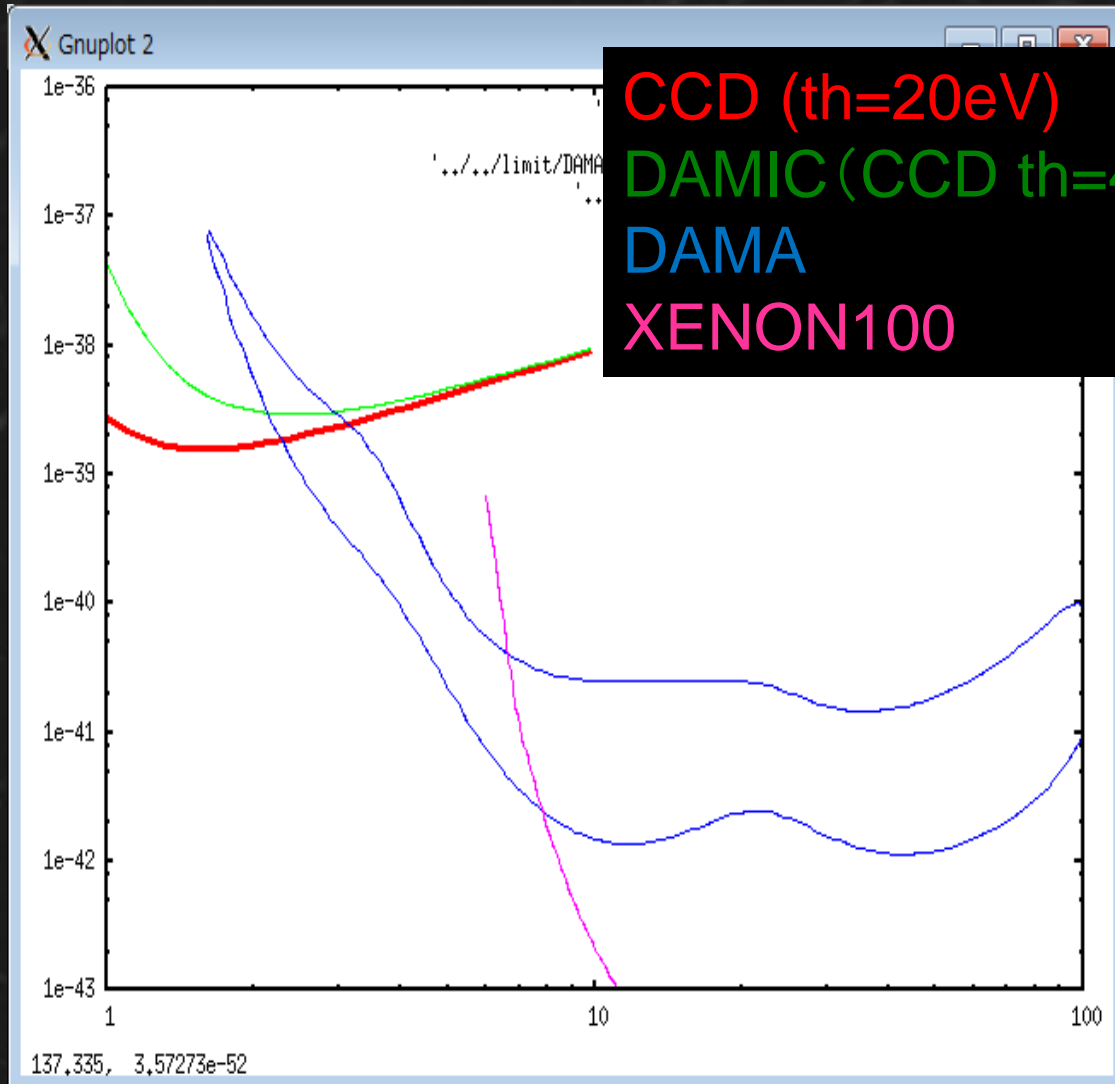
# ◆ 低閾値 low Z の検出器(すべて半導体)

| もの     | ブローカー、プロ         | ターゲット | 電離エネルギー [eV] | 枯れ度 |
|--------|------------------|-------|--------------|-----|
| CCD    | 鶴(京大)            | Si    | 3.65         | ◎   |
| SOIPIX | 鶴(京大)            | Si    | 3.65         | △   |
| SiC    | 田中(KEK)、大島(原研高崎) | C, Si | 7.8          | △   |
| ダイヤモンド | 田中(KEK)、金子(北大)   | C     | 13           | ○   |
| 有機半導体  | 田中(KEK)、熊木(山形大)  | C     | ~8           | ×   |
| Ge(参考) |                  | Ge    | 2.96         | ◎   |

- 大雑把にいてSignal  $\propto$  (電離エネルギー)<sup>-1</sup>  
 もっと細かくは検出器容量、リーク電流なども関係

⇒ Siでth, BG 頑張るか CでBG頑張るか

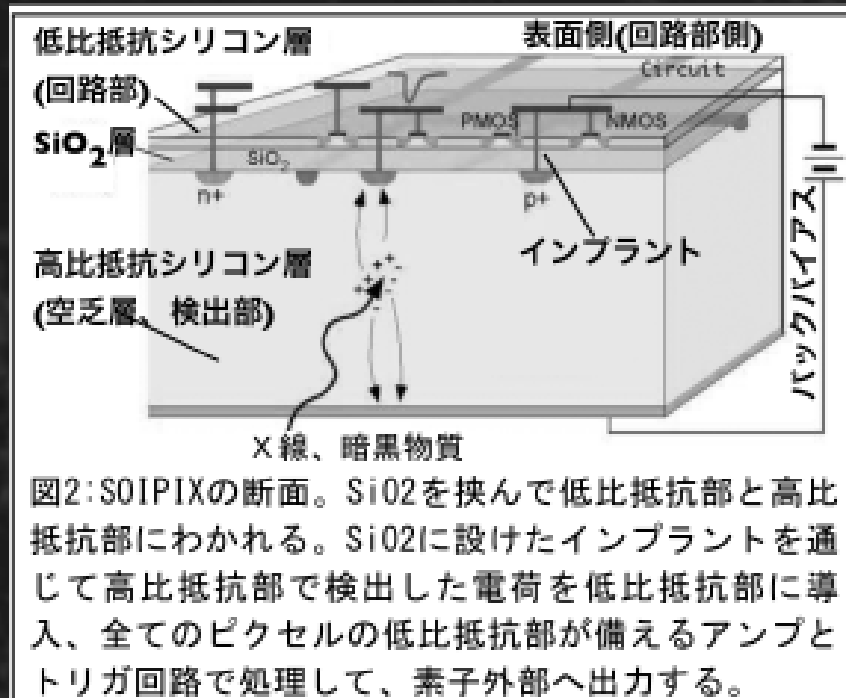
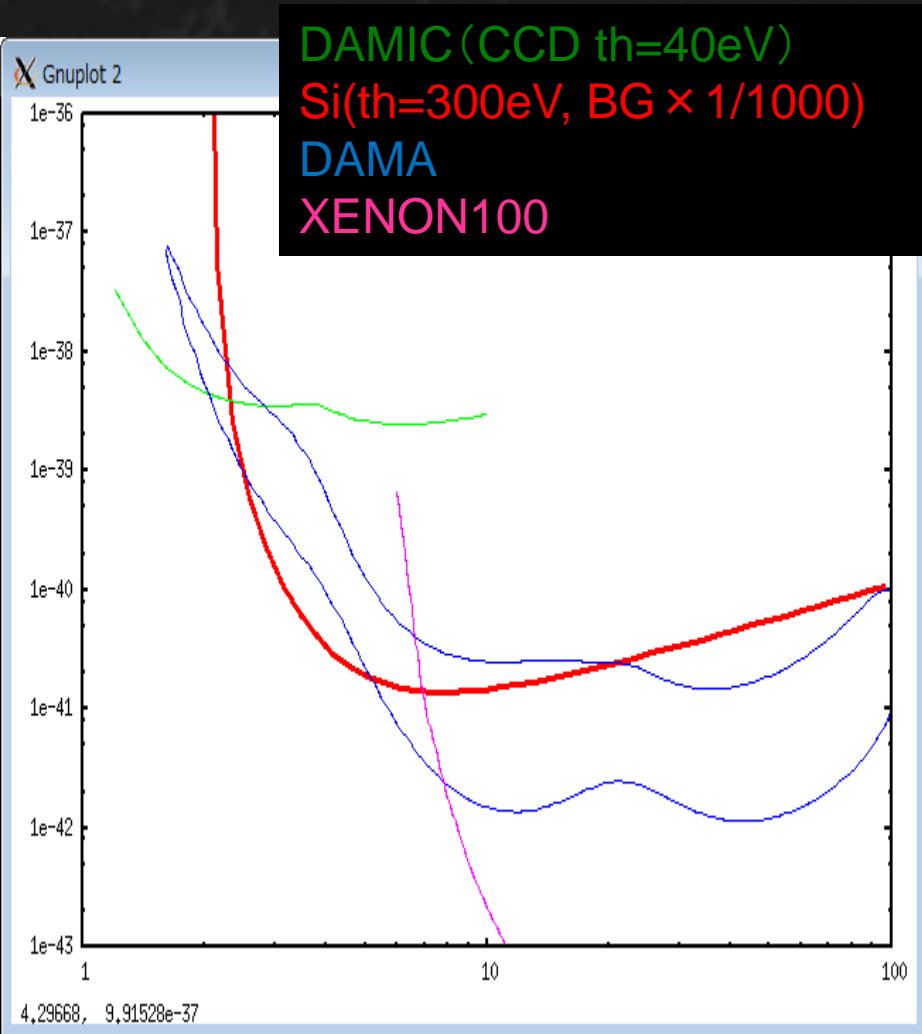
# ①Siで閾値をさらに頑張る



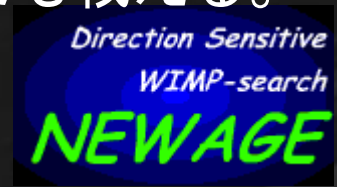
40eVは(2e rms)かなりすごい、上に半分にしても

それほど意味がない。

● ②CCDの弱点: VETOをかけられない。をつく  
 →SOIPIX (ピクセル読み出し) with 鶴氏(京大)



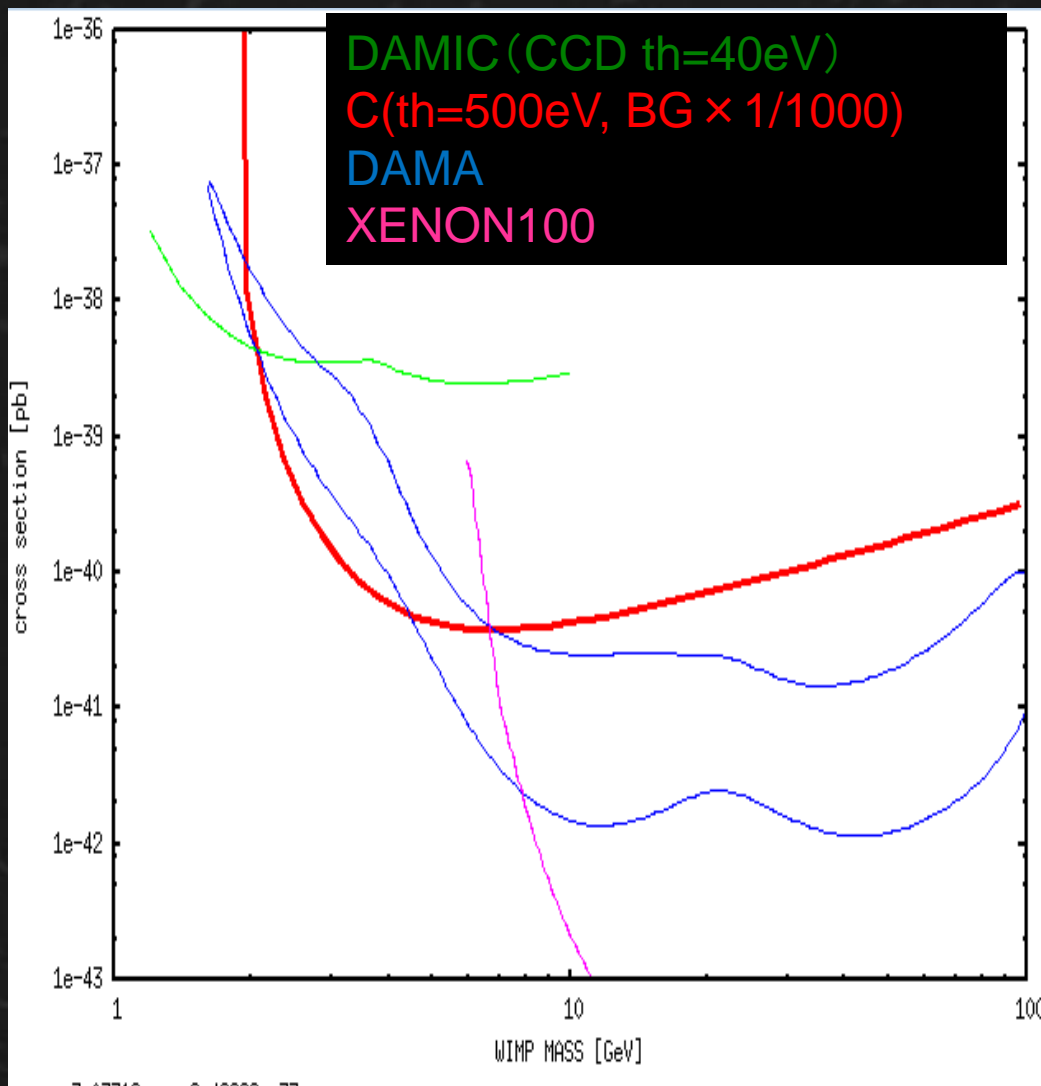
BGを落とせれば  
 閾値が300eVでも戦える。





### ③Cで閾値は高めで戦う

→有機半導体 SiC ダイヤモンド



BGを落とせれば  
閾値が500eV( $\sim 3\text{keVnr}$ )で  
も戦える。

## ● C周りの技術的側面

| もの     | プロ       | 電離エネルギー[eV] | 枯れ度 |
|--------|----------|-------------|-----|
| SiC    | 大島(原研高崎) | 7.8         | ○   |
| ダイヤモンド | 金子(北大)   | 13          | ○   |
| 有機半導体  | 熊木(山形大)  | ~8          | ×   |

## ● ダイヤモンド

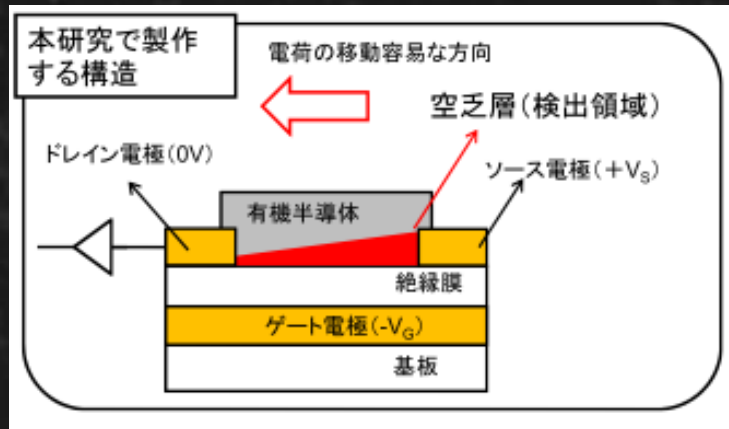
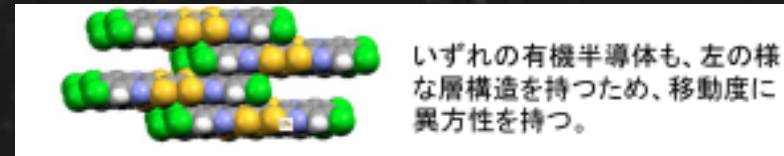
- RAD HARD⇒T2Kのビームモニタとしても開発中
- CVD(Chemical Vapor Deposition)法という「安価な」製法
- O(100万円)/g 程度
- !リーク電流の低減とコスト低減

## ● SiC

- RAD HARD
- !リーク電流低減と大質量化

# ● 有機半導体

- 産業様にさまざまな物質が開発されている  
(具体例はまだ非公開)
- 空気中での安定度が問題
- 検出器としてはほとんど実績なし
- 半導体としての基礎特性の測定開始
- **！陽子の中性子BG**



| もの     | プロ       | 電離エネルギー[eV] | 枯れ度 |
|--------|----------|-------------|-----|
| SiC    | 大島(原研高崎) | 7.8         | ○   |
| ダイヤモンド | 金子(北大)   | 13          | ○   |
| 有機半導体  | 熊木(山形大)  | ~8          | ×   |



▶ どれかは行けるかも。

▶ どなたか乗っ取る勢いでの食いつき、期待しています。