

地下実験

第3回 宇宙素粒子若手の会
秋の研究会

2018年10月5日(金)
東京大学 宇宙線研究所
中野 佑樹



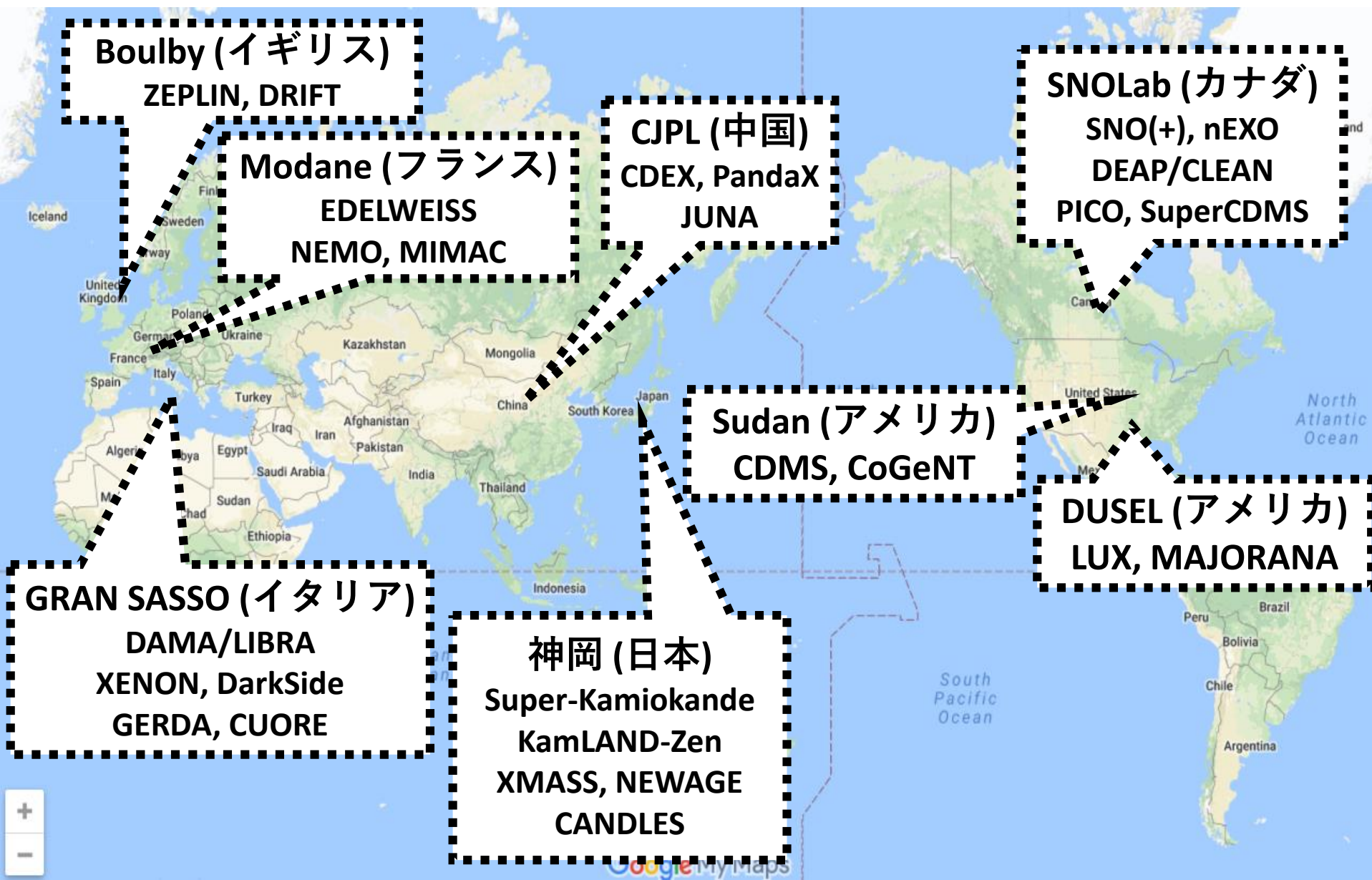
講演の内容

- 地下実験の概略
 - 地下実験とは...
 - 世界的な情勢
 - 地下実験のメリット/デメリット
- 環境放射性物質の監視
 - 中性子測定
 - 部材表面からのBG測定
 - AXEL実験
 - ICP-MS
- まとめ

一般的に地下実験とは...

- 地下(洞窟内)で行われている実験
- 広範な科学実験(基礎研究)
 - 我々に関係するもの
 - ニュートリノ観測
 - $0\nu\beta\beta$ 崩壊探索
 - 陽子崩壊探索
 - 暗黒物質探索
 - 重力波観測
 - その他 (広い意味で)
 - 地球物理 (地震などの力学的な観点)
 - 生物学
- 世界的各地で実験施設が整備

世界的な情勢 (素粒子分野)

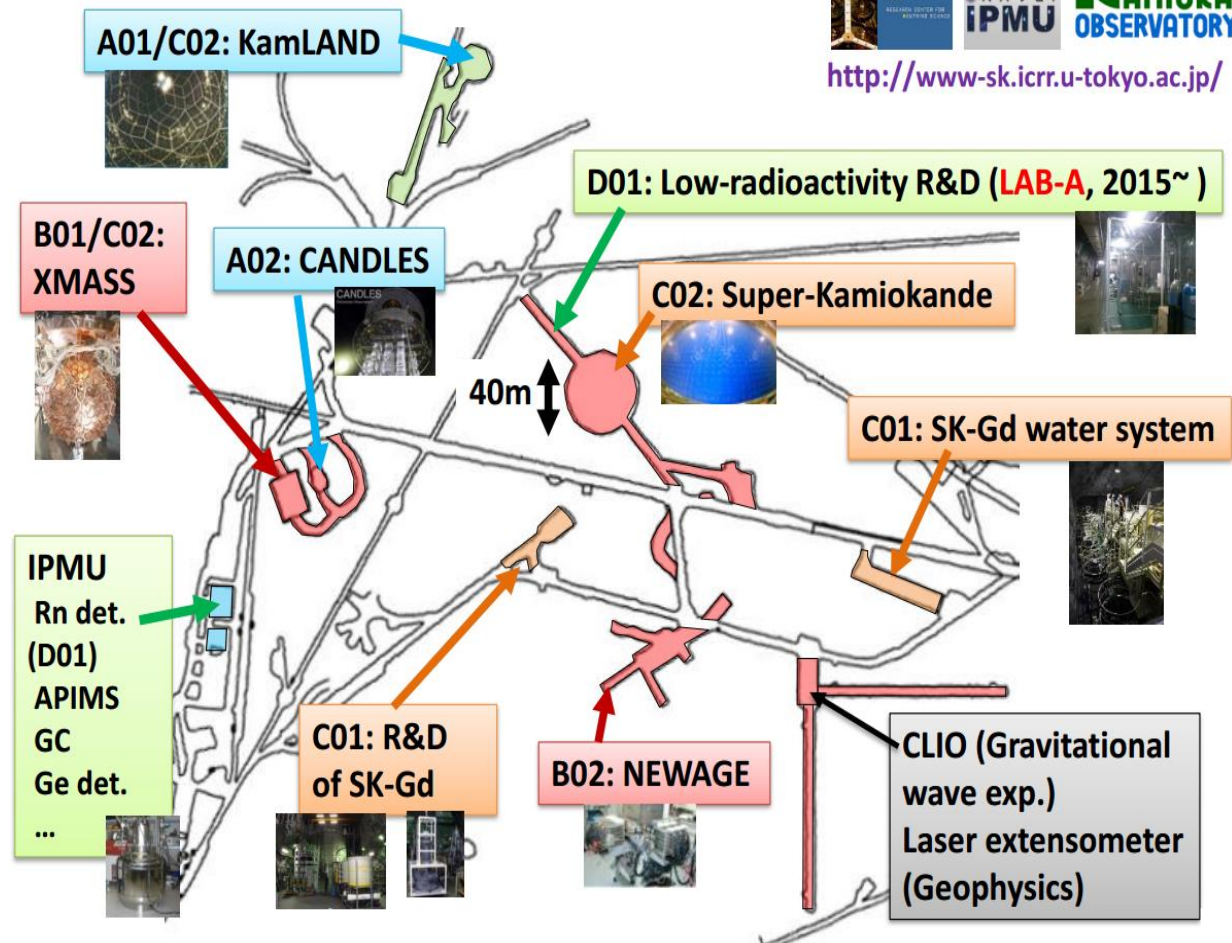


日本の実験エリア

東京大学 宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設

Kamioka Underground site

2700 m.w.e.


<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/>


- Majorana ν ($0\nu\beta\beta$)
 - KamLAND
 - CANDLES
- Dark matter
 - XMASS
 - NEWAGE
- Supernova (relic) ν
 - Super-Kamiokande
 - R&D for SK-Gd
- Low BG techniques
 - Ge detector
 - Rn detector
 - ICP-MS etc...

地下実験のメリット/デメリット

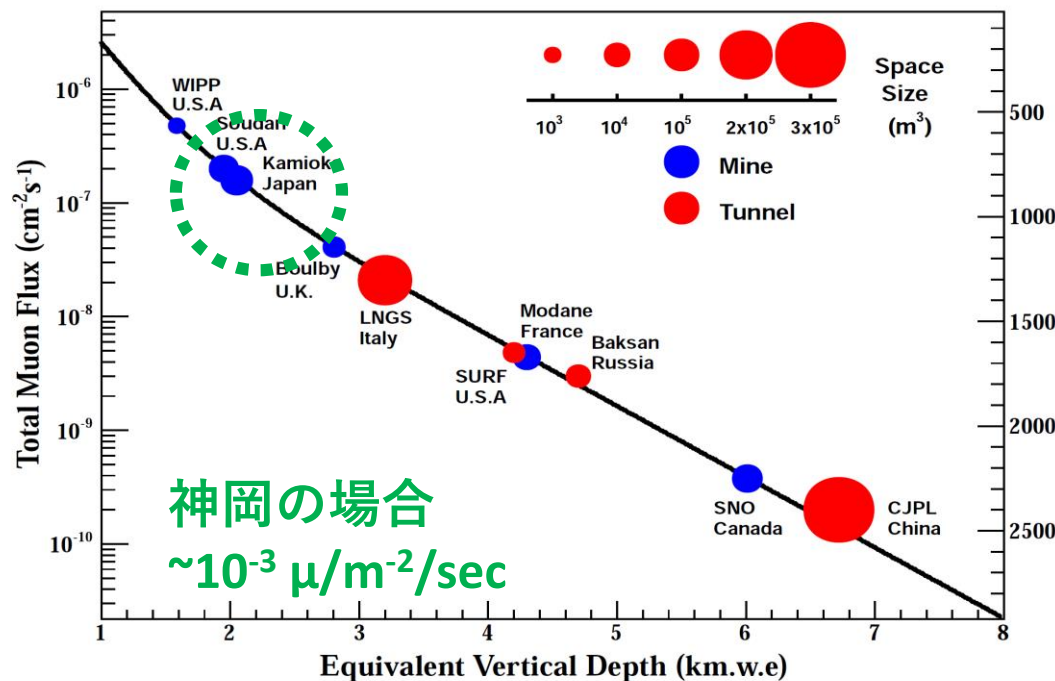
■ 宇宙線由来のBGを低減

- 山などを利用して~1000 m程度の岩盤で宇宙線を遮断。

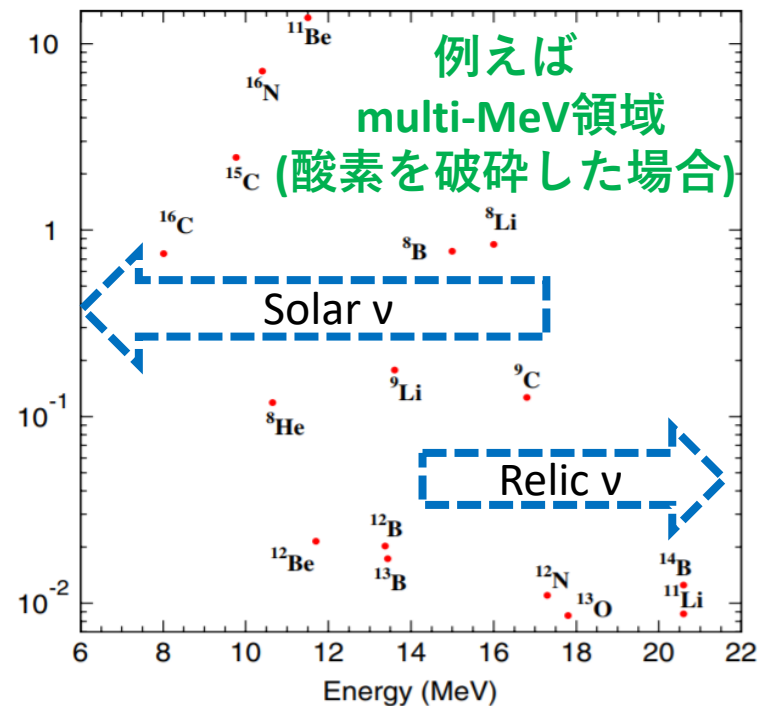
(1) 宇宙線ミュオンそのもの。

(2) ミュオンによる核破碎事象。

- 地表に比べて100万分の1程度まで低減。→ 稀な事象を探索する物理◎。



LRT2017, Qian Yue



Phys. Rev. D 85, 052007 (2012).

地下実験のメリット/デメリット

■ デメリット

- 環境放射線のコントロール(理解)が難しい.
 - (1) 洞窟岩盤中の放射性物質から放出される β 線, γ 線, 中性子.
→ 稀な事象を探索する物理 Δ .
 - (2) 健康被害 (国によって環境放射線に基準がある).

■ デメリットへの対策

- 実験施設そのものを整備 (低BG化).
SNOLab: 実験施設に入る前にシャワー浴びて、クリーンスーツの着用.
神岡(XMASS): 検出器のある部屋をクリーンルーム仕様.
- 放射性物質の監視/コントロール
 - (1) 主要なバックグラウンドであるU/Th系列のモニタリングが必須.
→ 洞窟内における環境ラドン濃度測定/環境中性子測定.
 - (2) 検出器の部材そのものを低BG化.

環境放射線測定

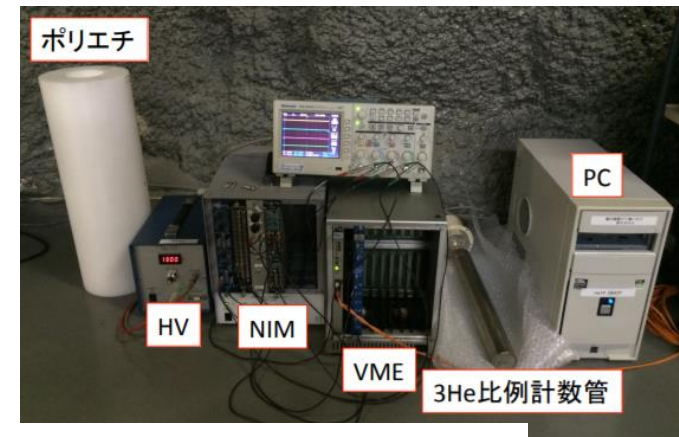
■ 環境中性子測定 (水越)

- 中性子の計測はできても、エネルギーを測定するのは難しい。
- 実際に環境中性子を測定+シミュレーションベースで評価。

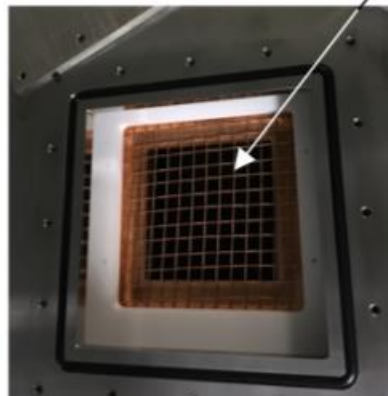
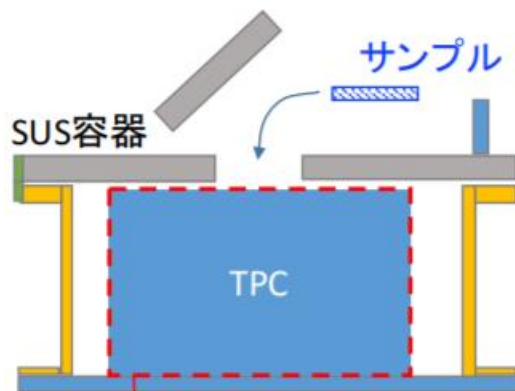
<https://arxiv.org/abs/1803.09757>

■ 表面アルファ測定 (伊藤)

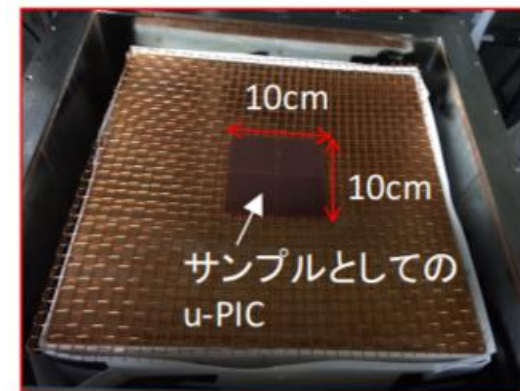
- 検出器に使用する部材からのBG測定。
- 検出感度が限られるが, ユニークな手法。



3. ハードウェア・アップデート



メッシュがサンプルを支える



環境放射線測定?

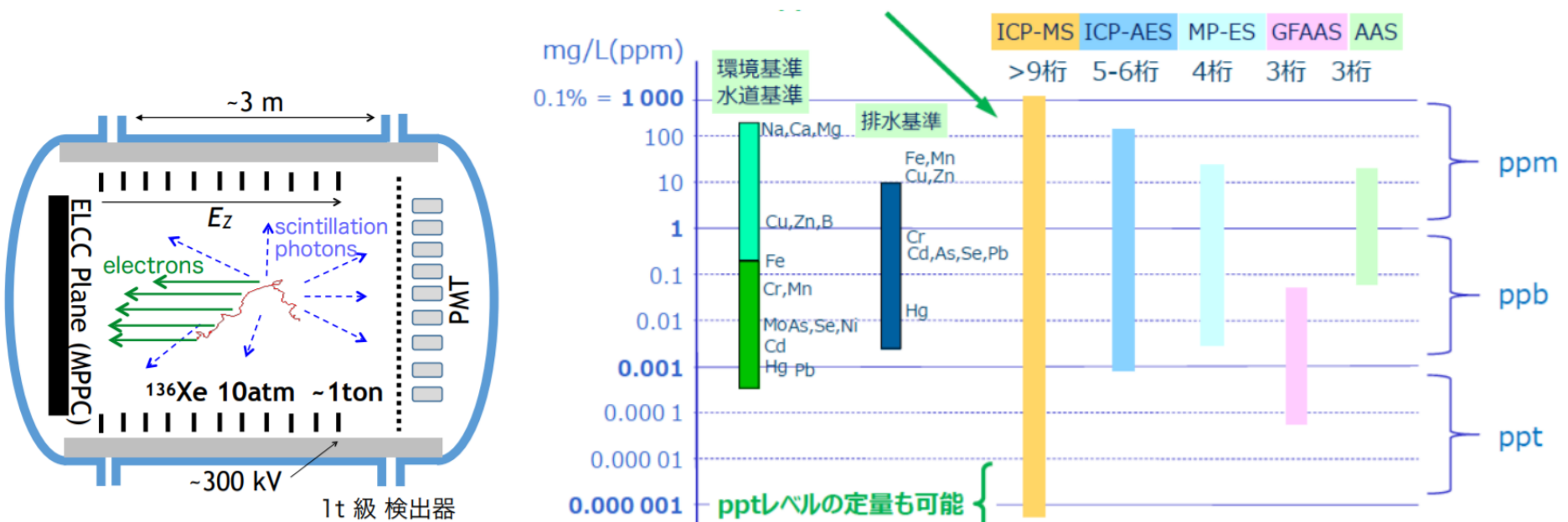
■ AXEL実験 (中村)

- Electroluminescence過程/Columnar recombination過程.
- 高エネルギー分解能, 高圧Xeガス, TCP (飛跡検出器)という面白い検出器.

■ ICP-MS (岡田)

- 誘導結合プラズマ質量分析.
- 測定範囲の広い質量分析器 (ppm~ppq).

Parts per milion~Parts per quadrilion



まとめ

- 地下実験は世界各国で行われている.
- 広範な基礎研究に貢献している.
- メリットとデメリットがある.
- 今回の研究会では**環境放射線測定**が話題となる.