

地下実験

第2回 宇宙素粒子若手の会
秋の研究会

2017年10月15日(日)

東京大学 宇宙線研究所

中野 佑樹



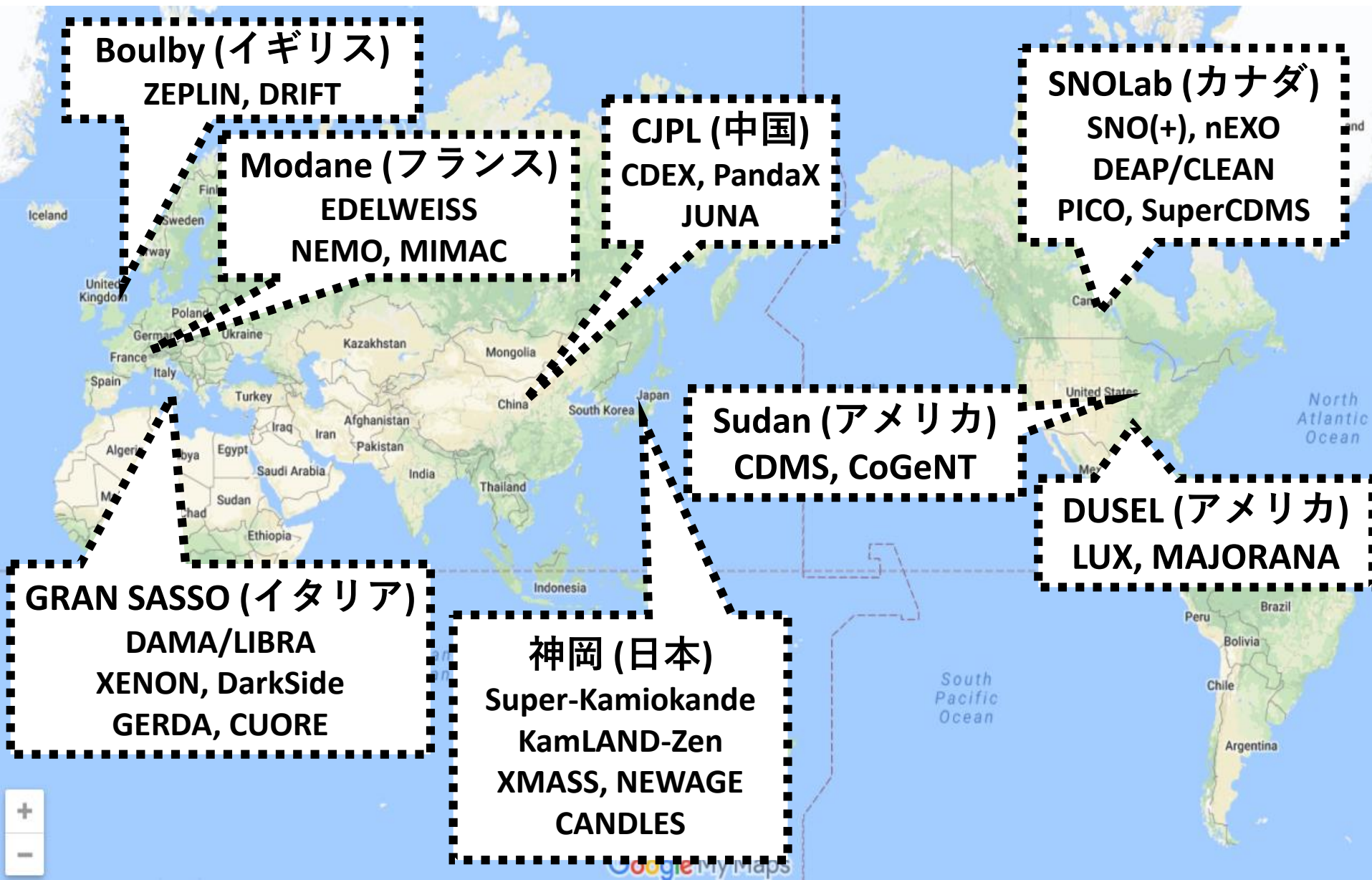
講演の内容

- 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
 - ラドン測定
 - 中性子測定
- 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)

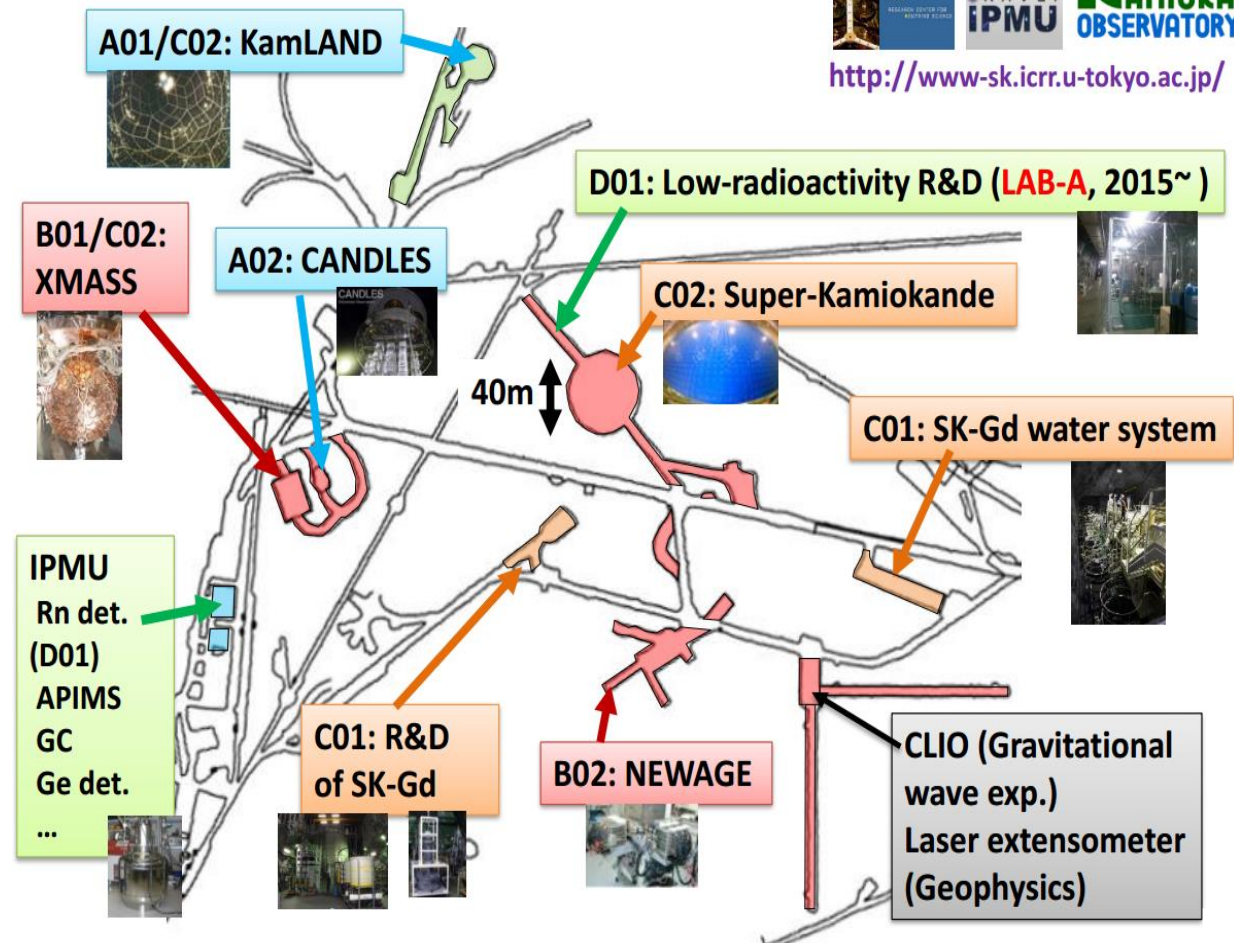


日本の実験エリア

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

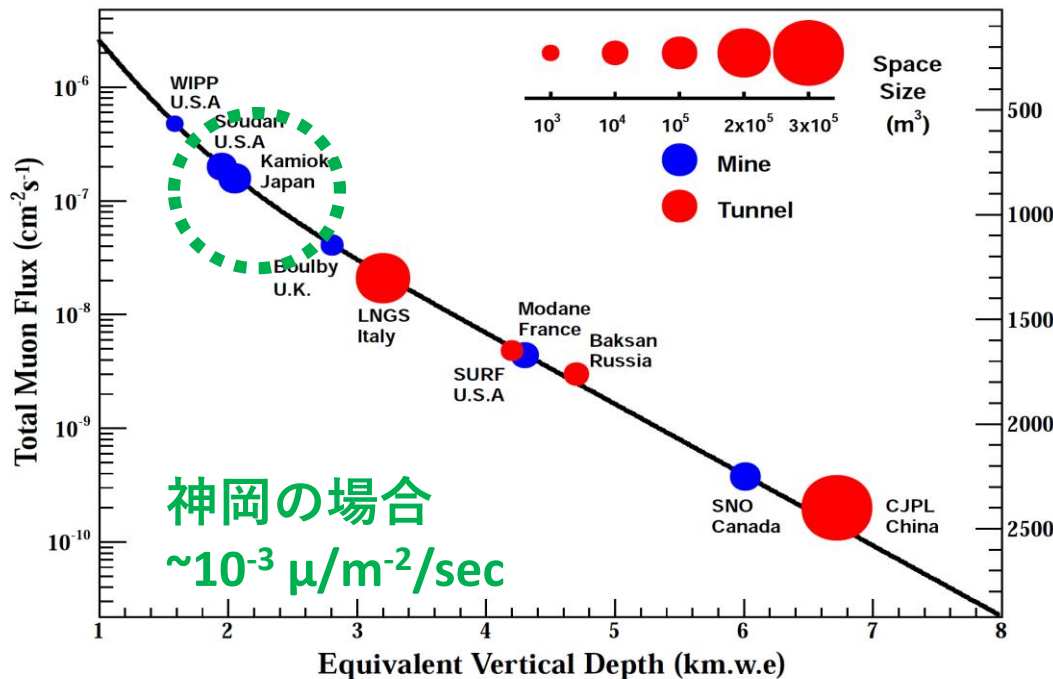
■ 宇宙線由来のBGを低減

- 山などを利用して~1000 m程度の岩盤で宇宙線を遮断。

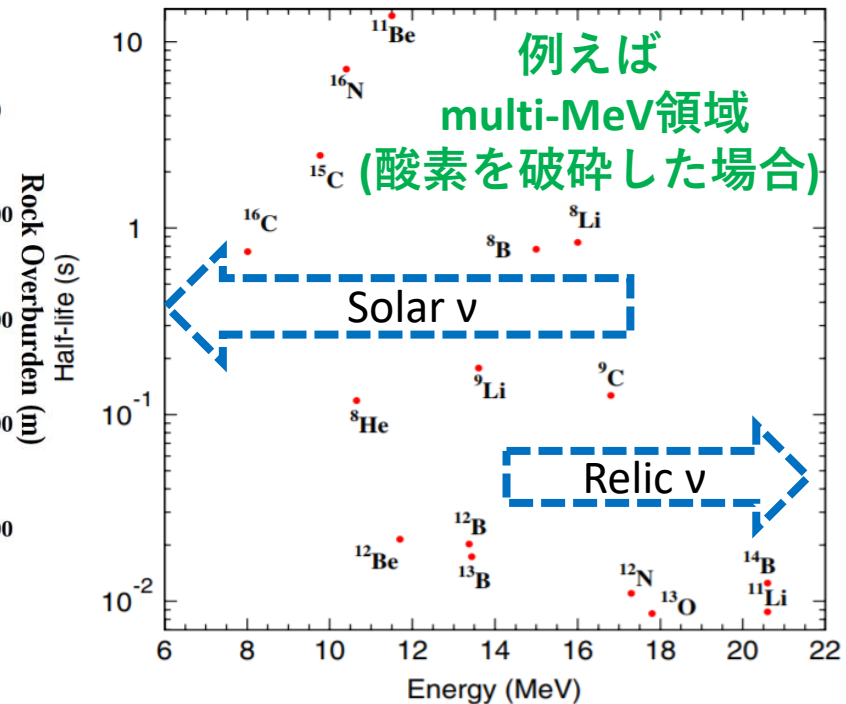
(1) 宇宙線ミュオンそのもの。

(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

■ ラドン濃度測定

(1) 神岡坑内の**環境ラドン**のモニタリング (17日, Guillaume)

- 体積1L程度の小型のラドン検出器を複数個設置 → 坑内全域を監視。

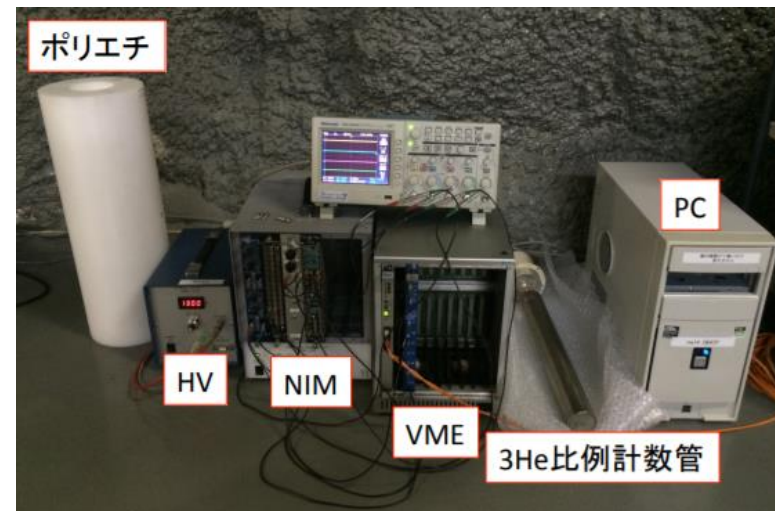
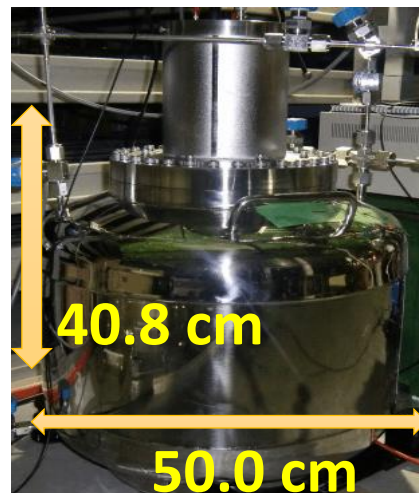
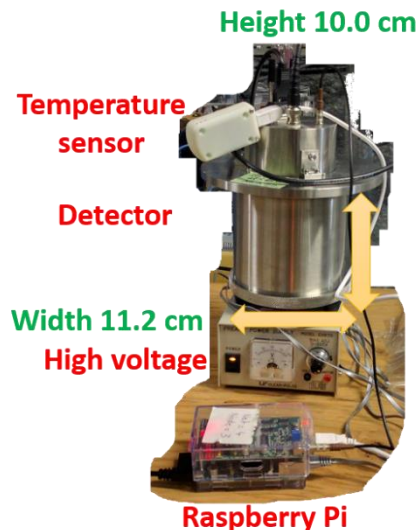
(2) 高感度ラドン検出器 (16日, 岡本)

- 0.1mBq/m³ 程度の極低ラドン濃度を測定できる検出器開発。

■ 環境中性子測定 (17日, 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。



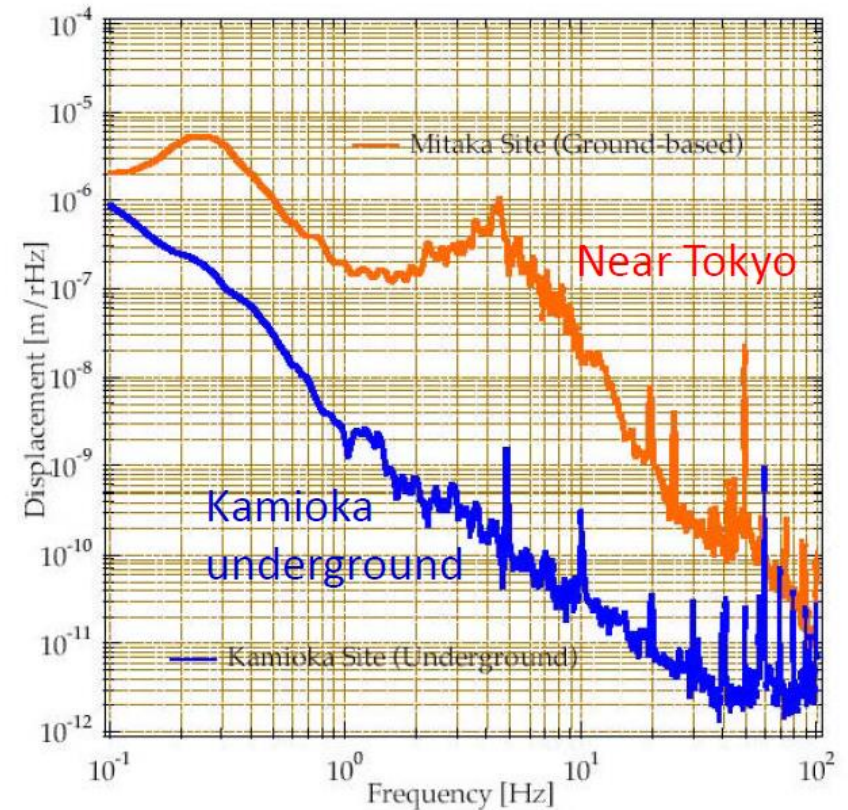
一応, 重力波も...

■ 重力波検出器

- LIGO (アメリカ)
- Virgo (イタリア)
→ 地上でやってる.
- KAGRA (日本)
→ 地下実験施設に建設.

■ 地下で実験を行うメリット

- 地面振動を抑えることができる.
- レーザーのラインの上部に別の装置を取り付けることが容易.



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。