



KAGRA



NAOJ
Gravitational Wave
Project Office

科研費
KAKENHI

落雷磁場を利用した 神岡地下水分量の長期観測

国立天文台 鷺見貴生

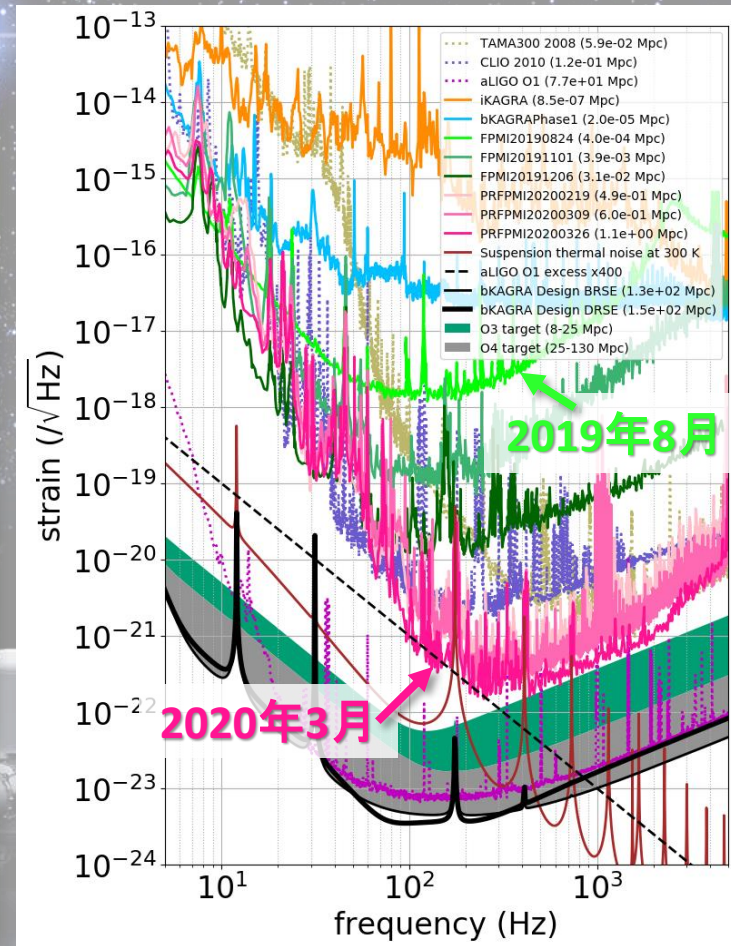
2021年3月25日(木)

新学術領域「地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化」

第七回極低放射能技術研究会

D01班公募研究課題

大型低温重力波望遠鏡 KAGRA



- 飛騨市神岡町 池ノ山 地下200~300m に建設されたレーザー干渉計
 - 世界で唯一、地下施設・低温鏡の重力波検出器 (もうひとつの地下宇宙)
- 2020年4月に2週間、GEO600(ドイツ)との共同観測を行った
- 現在は2022年6月以降開始予定のLIGO-Virgo-KAGRA共同観測(O4)に向け、諸々の改修工事が進行中

重力波観測における環境雑音

地面振動

- 地震や波浪、機械など
- 鏡や真空容器を揺らす



磁場雑音

- 電子機器や落雷など
- 鏡を揺らす・エレキノイズになる



音響雑音

- 実験装置や空調設備など
- 鏡や真空容器を揺らす



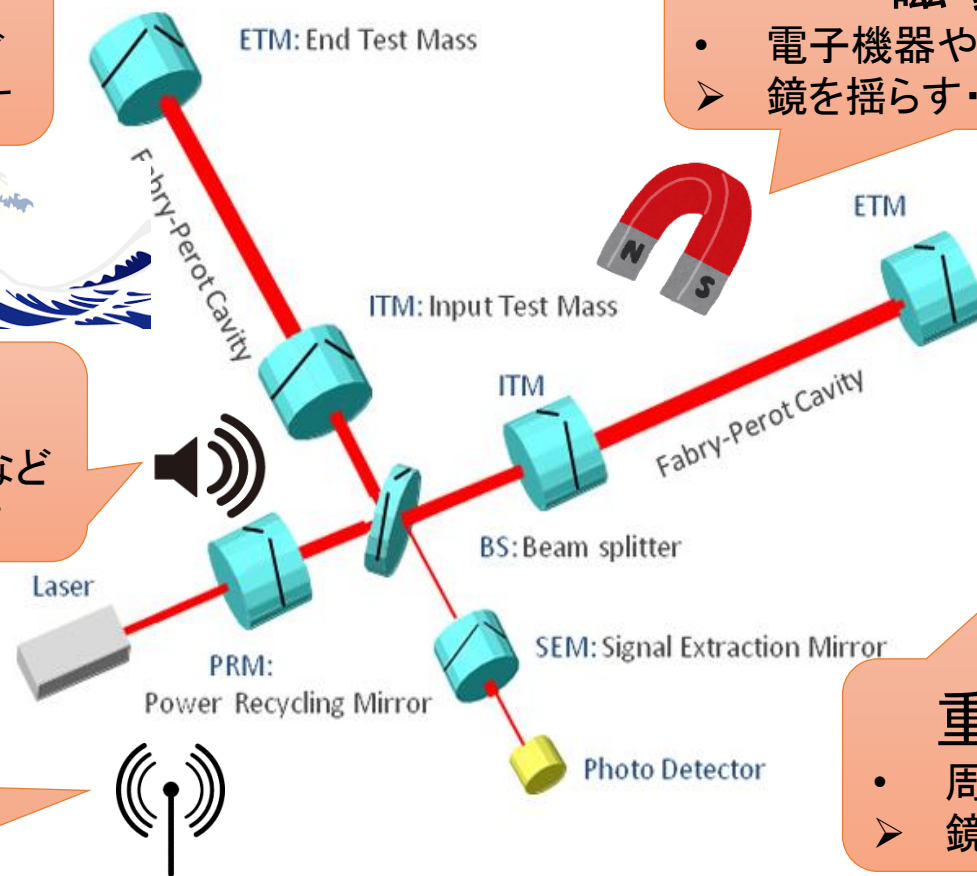
電波・電位差

- 電子機器など
- エレキノイズになる




重力場雑音

- 周りの物質の運動
- 鏡を揺らす



KAGRA PEMの詳細については
PTEPの[overview paper](#)(→)や
今年1月に行った[超新星研究会](#)
のスライド等を参照

ACCEPTED MANUSCRIPT

Overview of KAGRA: Calibration, detector characterization,
physical environmental monitors, and the geophysics
interferometer 

T Akutsu, M Ando, K Arai, Y Arai, S Araki, A Araya, N Aritomi, H Asada, Y Aso, S Bae ... Show more

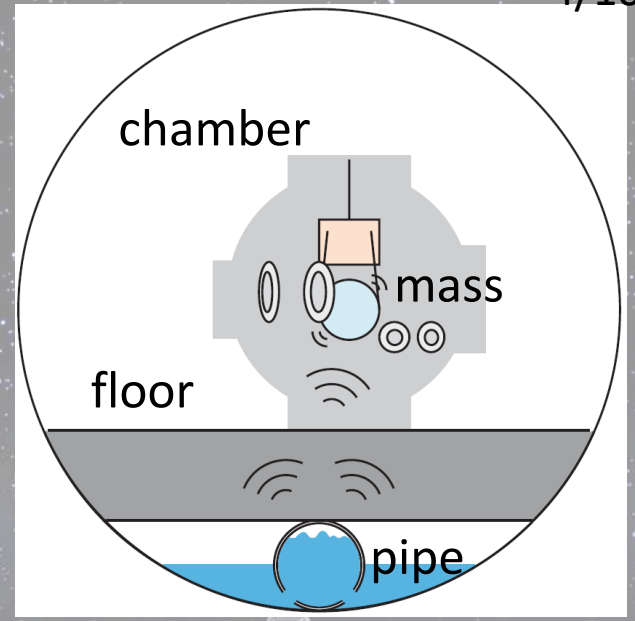
Progress of Theoretical and Experimental Physics, ptab018, <https://doi.org/10.1093/ptep/ptab018>

Published: 22 February 2021 Article history ▼

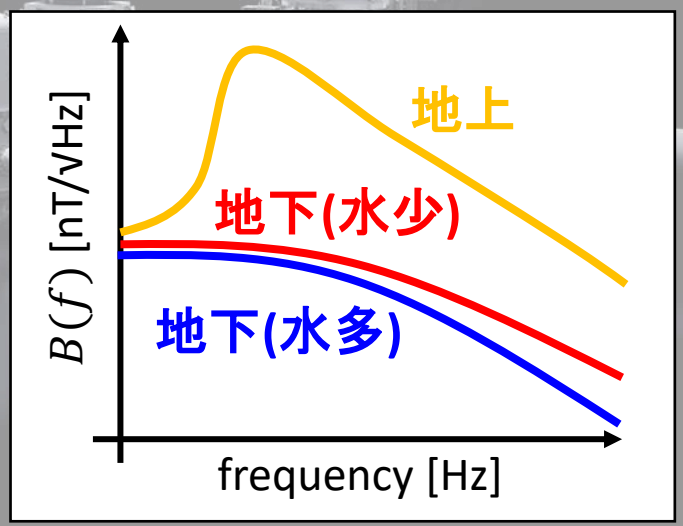
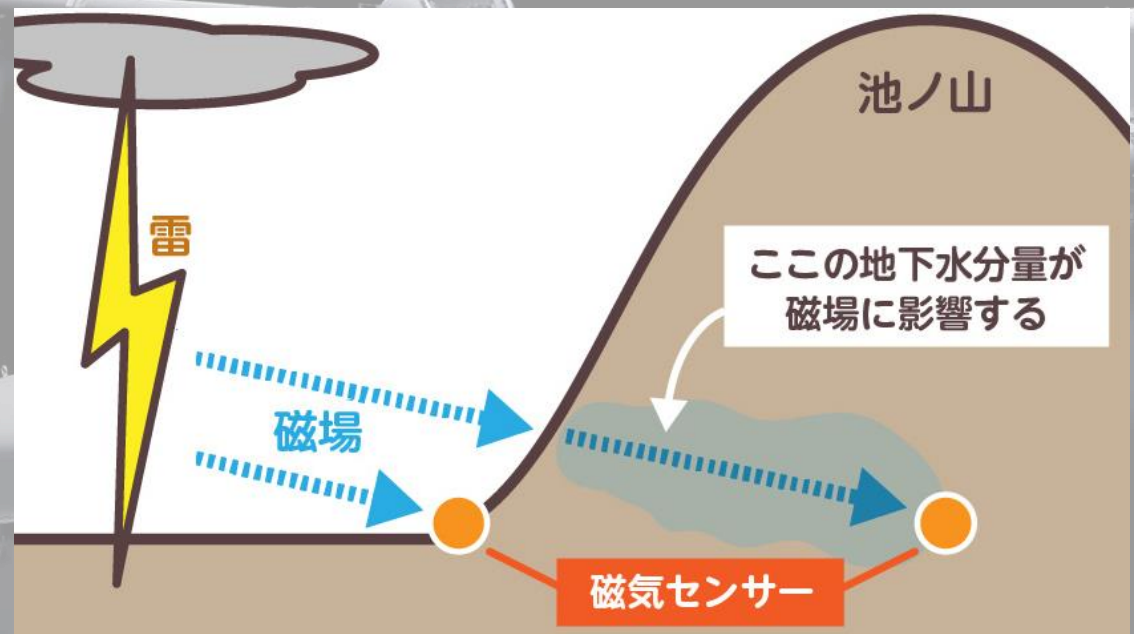
本研究のコンセプト

神岡の地下水(土壤中および排水路)はKAGRAの観測に様々な影響を及ぼす

- 光学定盤や真空容器の振動
 - 重力場雑音 (Newtonian noise)
 - 光学系の制御・アライメントへの影響
 - 湧水・滴水に対する地下施設の安全管理
- 地下水分量の変動はLow BG実験にも重要な情報



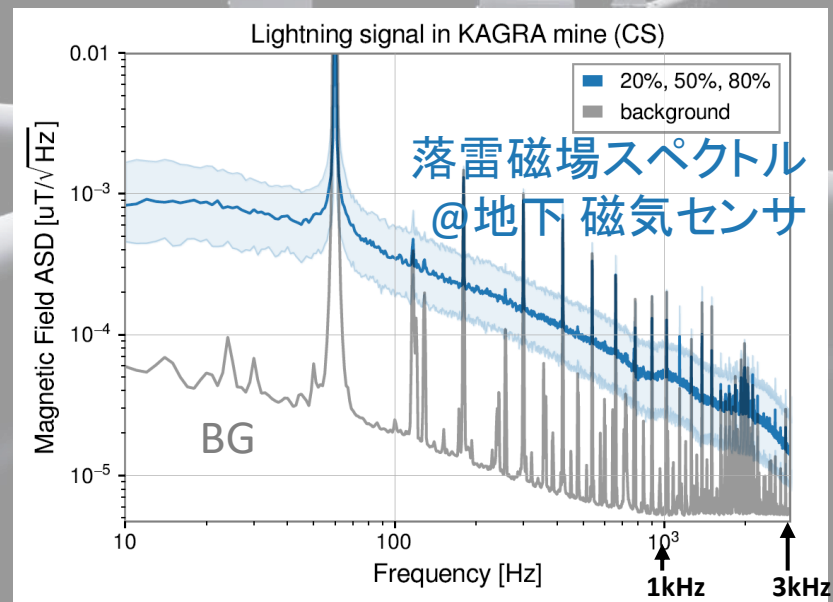
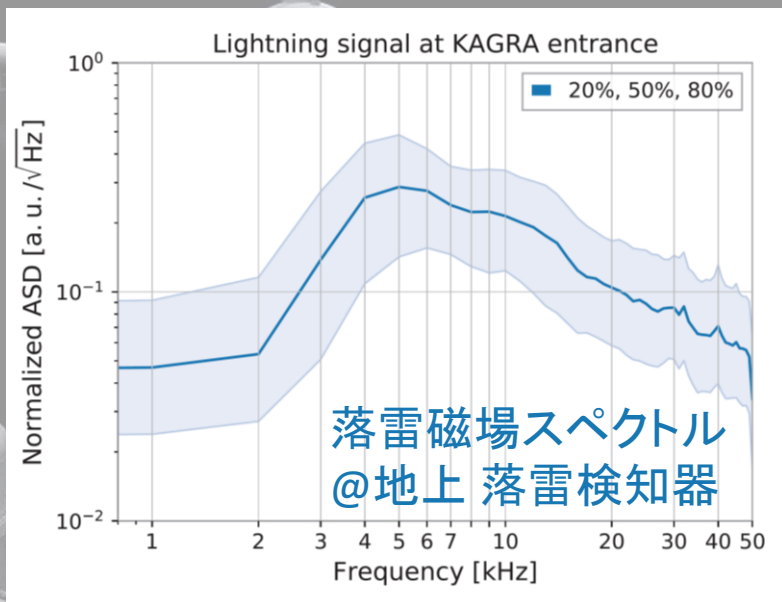
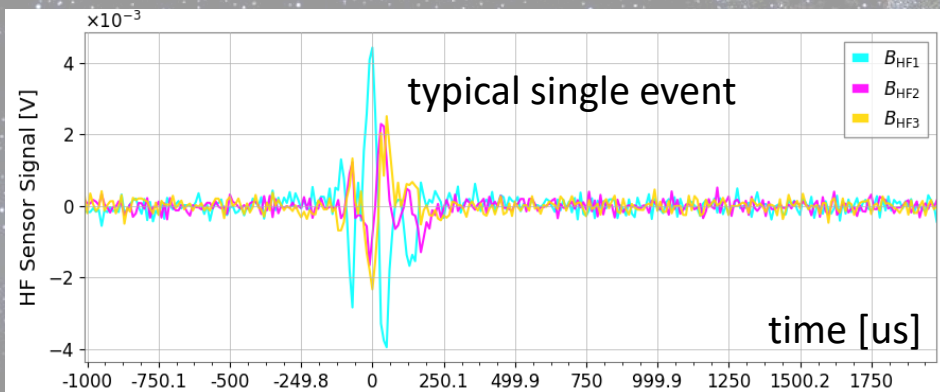
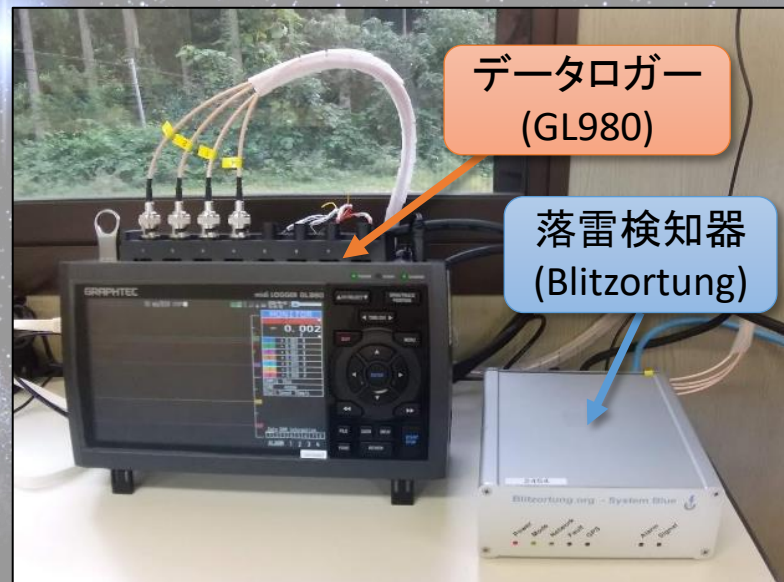
落雷磁場スペクトルを地上と地下で比較することで、地下水分量変動をモニターする



雨量や排水量とも比較する

進捗1：落雷検知器の波形読み出し

これまで時刻情報のみが記録されていた落雷検知器を市販データロガーに接続し、波形データ取得を開始



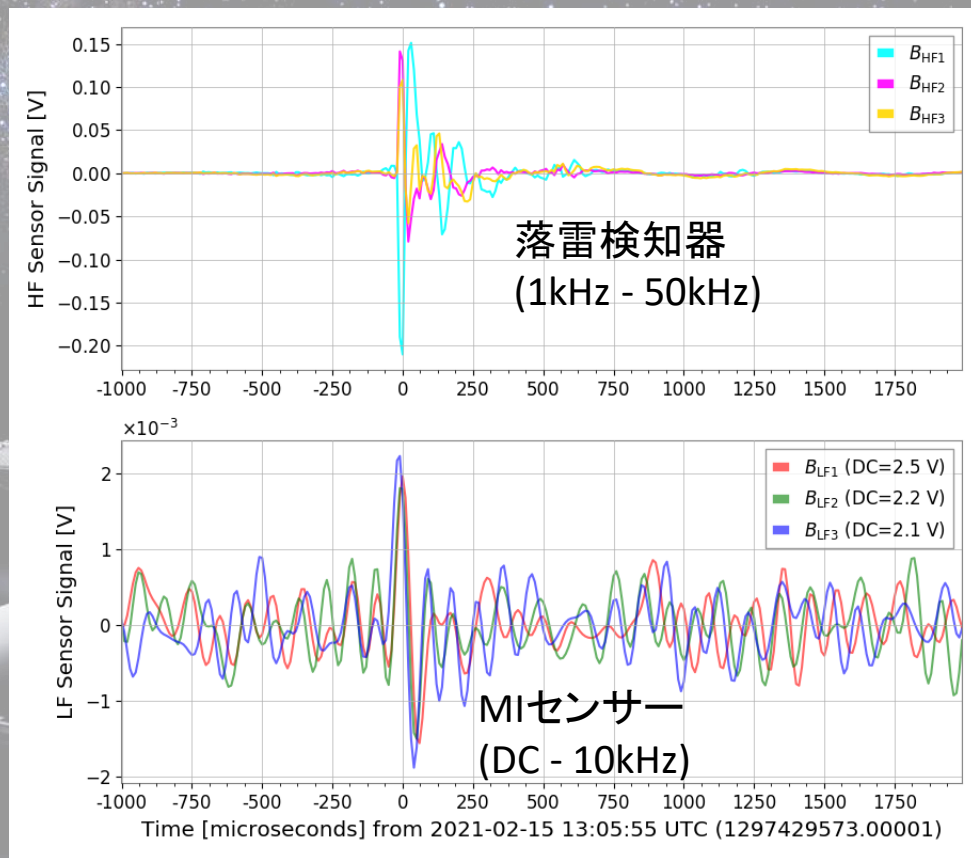
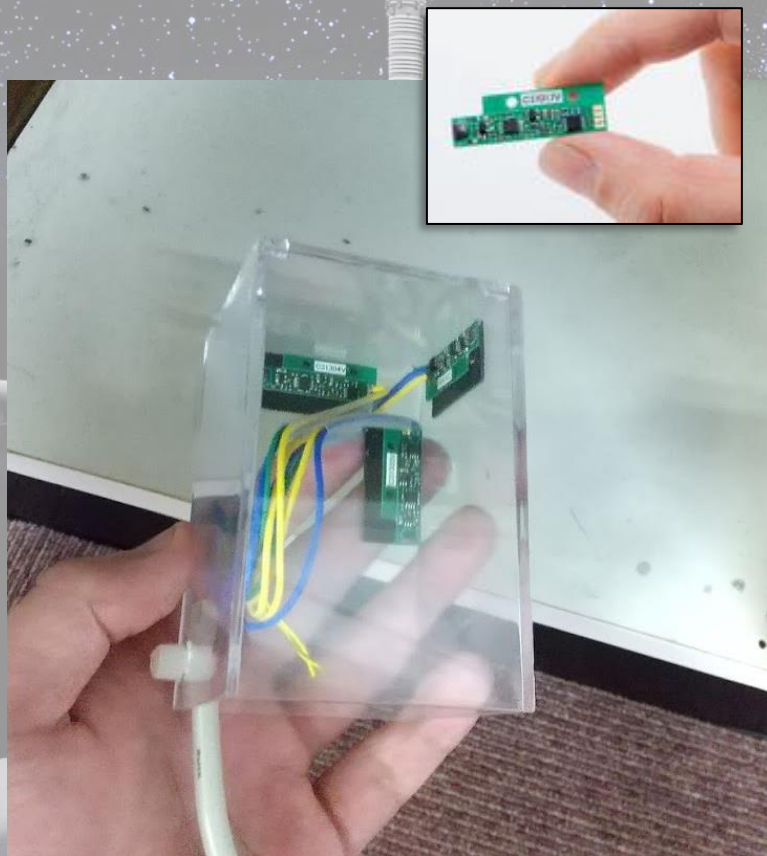
地下の磁場データやKAGRAの干渉計信号と合わせてまとめ、論文投稿中([arXiv:2103.06516](https://arxiv.org/abs/2103.06516))

進捗2：地上磁気センサーの設置

6/10

DC-10kHzに感度のある磁気インピーダンス素子(MI)センサーを坑口に設置。
落雷検知器をトリガーに同時データ取得。

➤ 同期した信号は観測されているが、S/Nが悪い。MIセンサー側に信号が見えないことも



現状、地中電気伝導度の定量評価に用いるのは難しい。アンプを検討中。
(今は一時的に、地下と同じ磁力計(<3kHz)を坑口に置いてデータ取得中)

進捗3：KAGRA排水路の流量調査

新学術の科研費でポータブル水流計を購入し、
KAGRAトンネル排水路の流量調査に活用した。

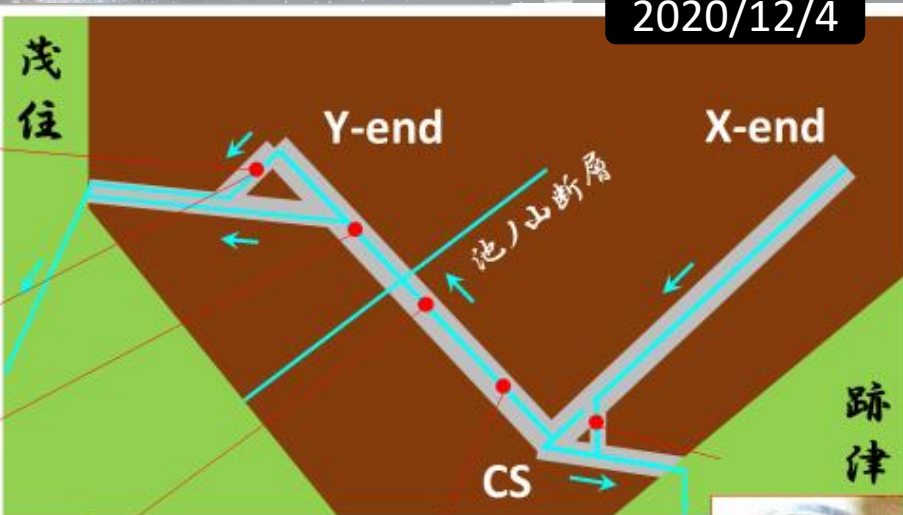
Yエンドを通る排水路には、KAGRAで常設水流計を設置した(2021/3/11)

2020/12/4

2021/3/11

水位計

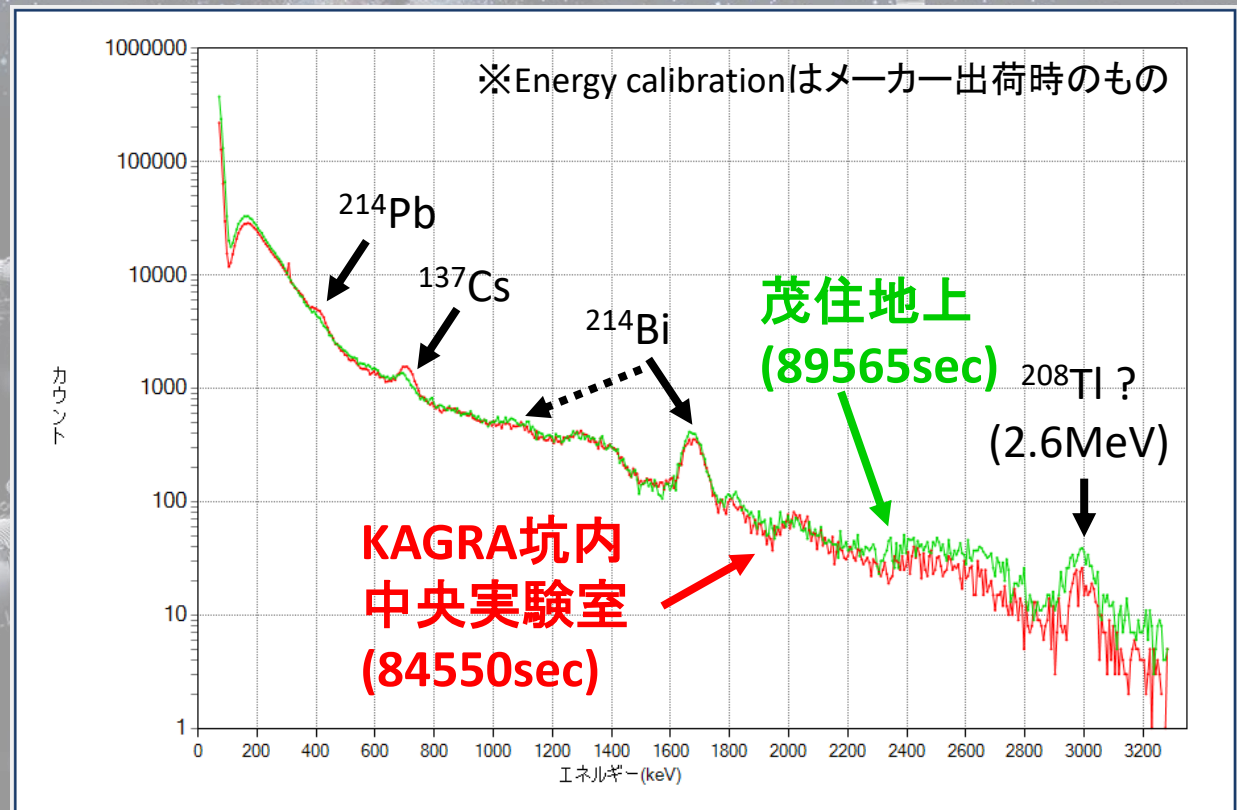
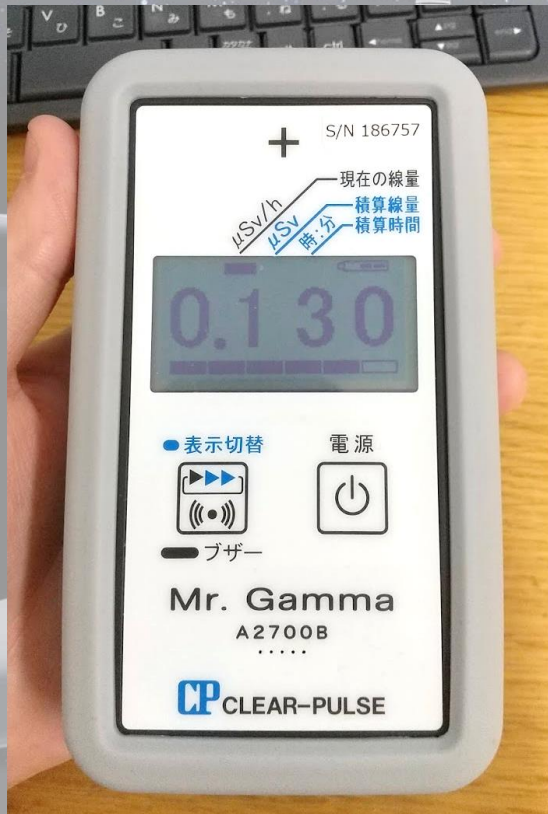
流速計



おまけ：KAGRA坑内の環境 γ 線測定

ハンディーな市販 γ 線検出器(CsI(Tl)シンチ)を購入し、KAGRA坑内の環境放射線測定を試みた。

施設としては特にラドン対策をしていないが、 γ 線スペクトルに地上と大きな違いはない。



今後の研究計画

◆ 本研究のメインストリーム

- 地上の磁気センサーに適切なアンプを入れる
- 地下に広帯域($< 10\text{kHz}$)の磁気センサーを設置
 - 別用途で購入したセンサーが納品済み
- 地中電気伝導度の評価、雨量・排水量との比較

◆ D01班との共同研究

- SK坑の水流調査 byポータブル水流計
- KAGRA坑の環境放射線測定 byポータブルシンチ

◆ その他

- 理研の榎戸氏と共同で、雷雲ガンマ線検出器を神岡地上に置いて観測を行う
 - 5月頃に詳細議論予定

まとめ

- KAGRAの観測に様々な影響を及ぼす神岡の地下水分量変動を、落雷磁場スペクトルを用いてモニターする。
- 今年度は以下の進捗があった。
 - ✓ 落雷検知器の波形読み出しを確立した。
 - ✓ 神岡地下・KAGRAにおける落雷の影響を論文にまとめた。

arXiv.org > gr-qc > arXiv:2103.06516

Search...

Help | Advanc

General Relativity and Quantum Cosmology

[Submitted on 11 Mar 2021 (v1), last revised 19 Mar 2021 (this version, v2)]

Effects of lightning strokes for underground gravitational wave observatories

T. Washimi, T. Yokozawa, M. Nakano, T. Tanaka, K. Kaihotsu, Y. Mori, T. Narita

- ✓ 地上磁気センサーを設置したが、S/Nの改善が必要。
- ✓ KAGRA排水路の流量調査を行い、常設水流計を設置した。
- 来年度は本研究の主目的に加え、共同研究にも有効活用していく。(興味のある人は是非ご連絡ください！)