

宇宙線研究所の 飛騨地域での活動

2025/11/30(日) 飛騨高山学会
東京大学宇宙線研究所 宮川 治

- 東京大学宇宙線研究所は、宇宙線の観測と研究とを様々な角度から行っている研究所です。
 - 前身は、1950(昭和25)年に朝日学術奨励金によって建てられた乗鞍岳の朝日小屋です。これが1953(昭和28)年に東京大学宇宙線観測所となりました。



昭和30年に完成した東京大学宇宙線観測所(現・乗鞍観測所)

- 宇宙線
 - ⇒ 約100年前にHESSが発見(1911-12)
 - ⇒ 宇宙からやってくる高エネルギーの素粒子
- 研究
 - 宇宙線を調べる
 - 宇宙線そのものを研究する
 - 宇宙線で調べる
 - (広義の)宇宙線を利用して天体、素粒子現象を研究

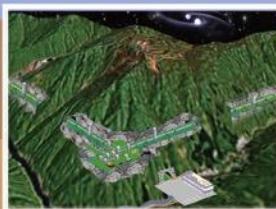
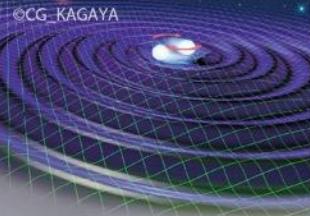


柏キャンパス

宇宙線研究の分野

重力波

Gravitational Wave



重力波検出装置
Gravitational Wave Detector

暗黒物質

Dark Matter



地下
Underground



暗黒物質検出器
Dark Matter Detector

ニュートリノ

Neutrino

ニュートリノ
Neutrino



水チエレンコフ望遠鏡
Water Cerenkov Telescope

宇宙線・ガンマ線

Cosmic Ray / Gamma Ray



人工衛星・宇宙ステーション
Satellite / ISS

30km-40km



気球
Balloon

大気蛍光
Fluorescent Radiation



空気シャワー検出器
Air Shower Detector Array



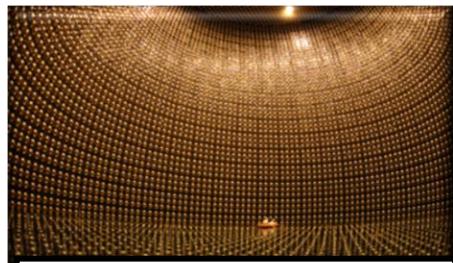
大気蛍光望遠鏡
Fluorescent Detector

○ km
3km-5km
チエレンコフ光
Cerenkov Radiation



空気チエレンコフ望遠鏡
Air Cerenkov Telescope

国内施設



神岡宇宙素粒子研究施設



重力波観測研究施設



乗鞍宇宙線観測所



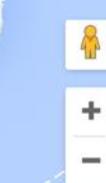
明野観測所



柏キャンパス

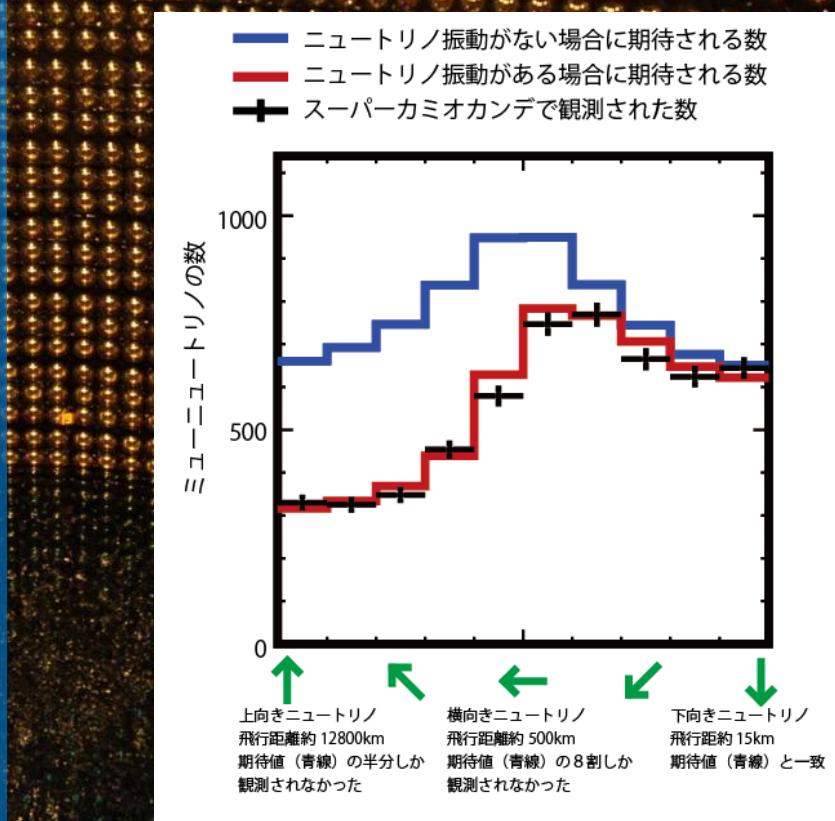


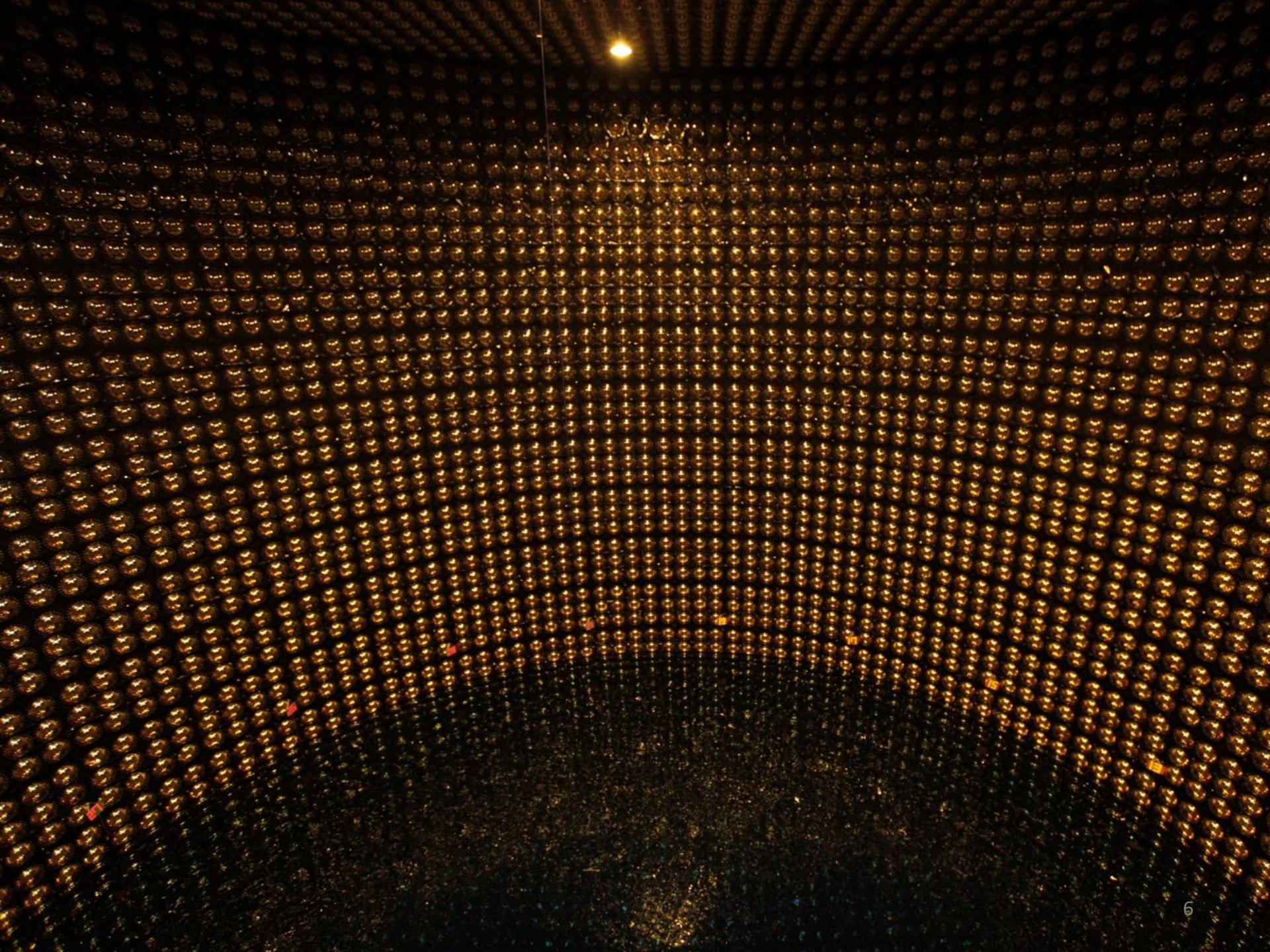
本郷キャンパス



スーパーカミオカンデ(SK)

- 超新星爆発からのニュートリノを検出しノーベル賞を受賞したカミオカンデの後継。
- 岐阜県飛騨市神岡鉱山内の地下1,000mに設置された直径39.3m、高さ41.4mのタンク。
- 約1万3千本の光電子増倍管で5万トンの超純水からのチエレンコフ光を観測。
- ニュートリノ振動の発見でニュートリノに質量があることを証明しノーベル賞を受賞。
- 2018年、12年ぶりに水を抜き改修工事。





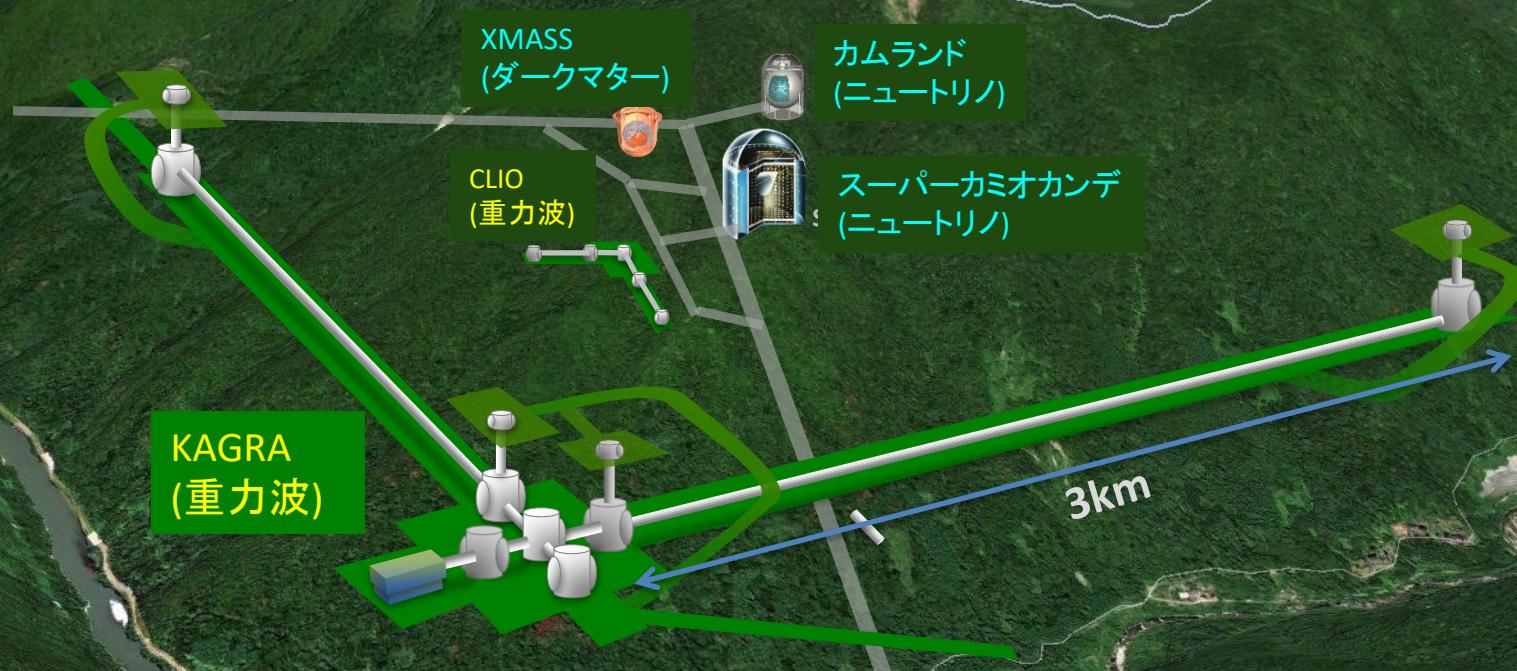
- ・ 巨大地下空洞の掘削が 2025 年 7 月 31 日に完了。
- ・ 直径 69m、高さ 94m の本体空洞は、岩盤内の人工空洞として世界最大級。
- ・ スーパーカミオカンデの約 8倍の体積
- ・ 2028 年に 観測開始予定。



大型低温重力波検出器

KAGRA

神岡鉱山の地下に3kmのL字型のトンネルを掘り建設



重力

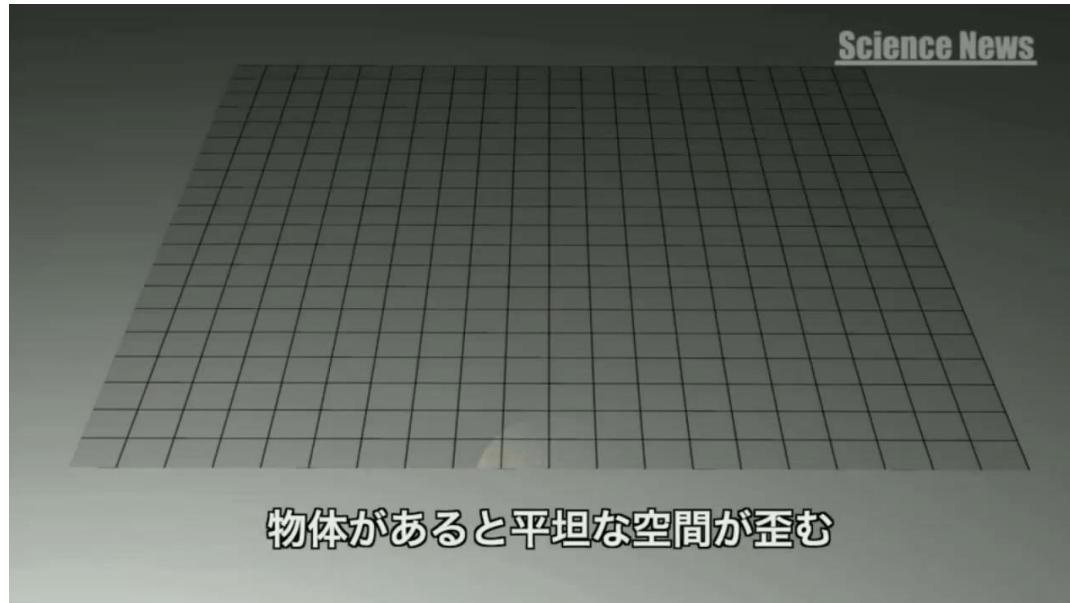
物体の間に働く力

ニュートン



空間や時間をゆがめる働き

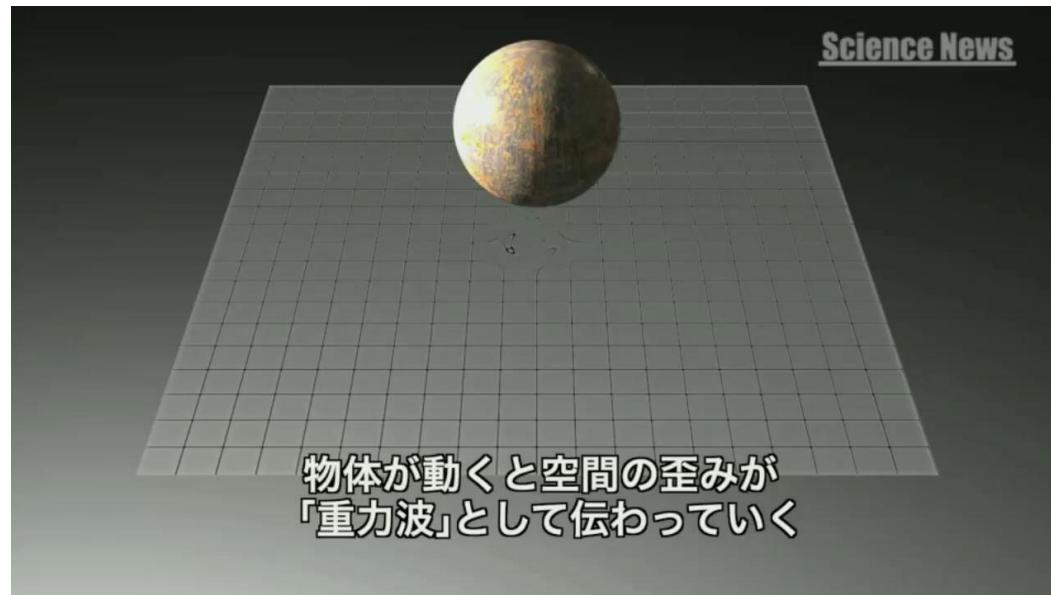
インシュタイン



物体があると平坦な空間が歪む

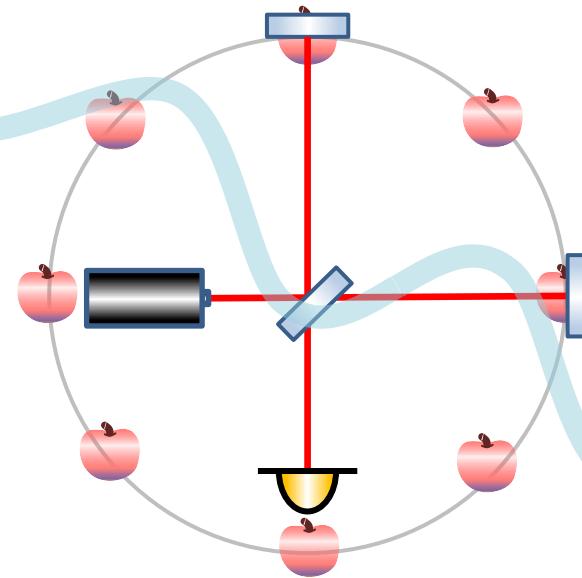
重力波ってなに？

- 水やひもの代わりに、空間の「ゆがみ」が振動



- 「ゆがみ」が、波として伝わる
- 伝わる速度は、光の速度と同じ：1秒に30万km

重力波がくるとどうなる？



りんごの代わりに検出器を置いてやると重力波が検出できる

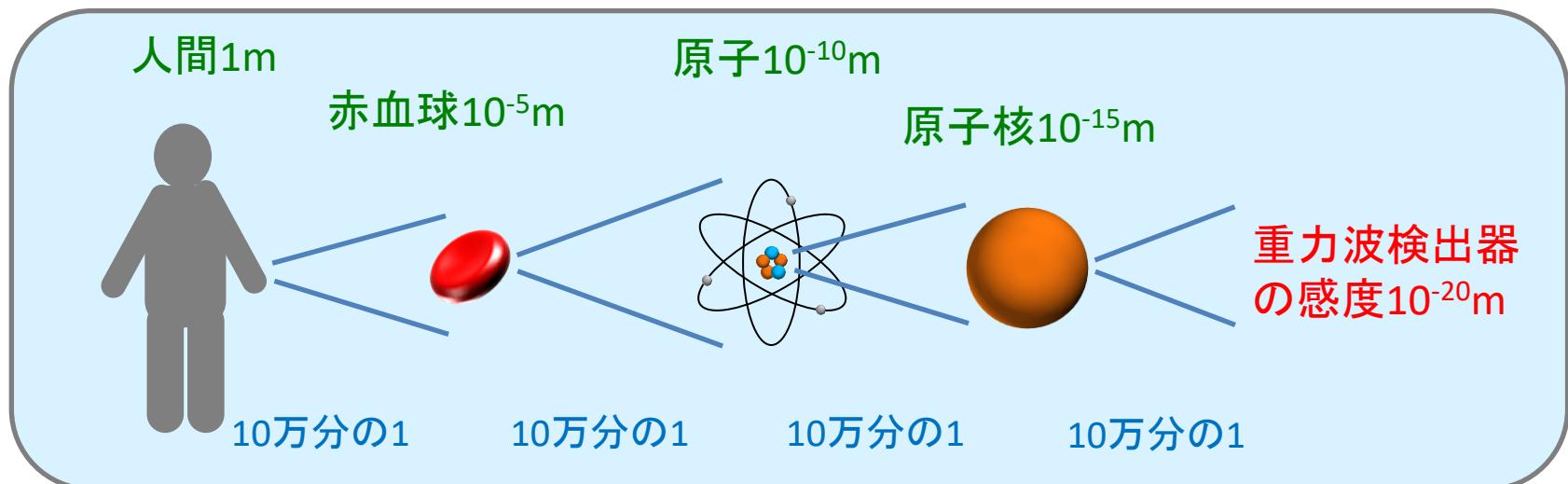




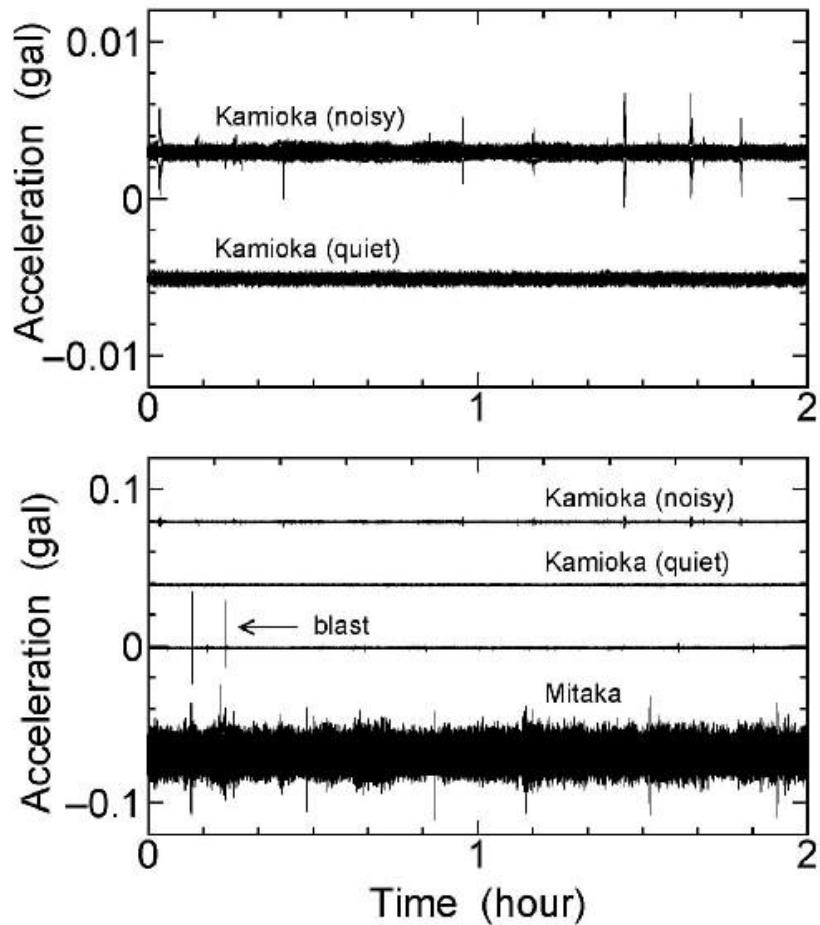
どれくらいの長さの変化を測るのか?

3kmの「KAGRA」で 10^{-20}m (10のマイナス20乗メートル):
0.0000000000000000000001メートル というとてつもなく小さい
 長さの変化を見ます。

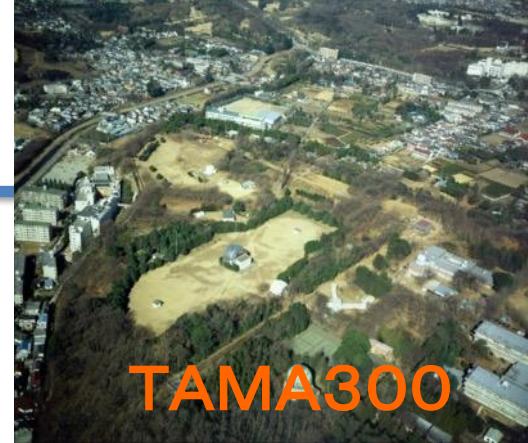
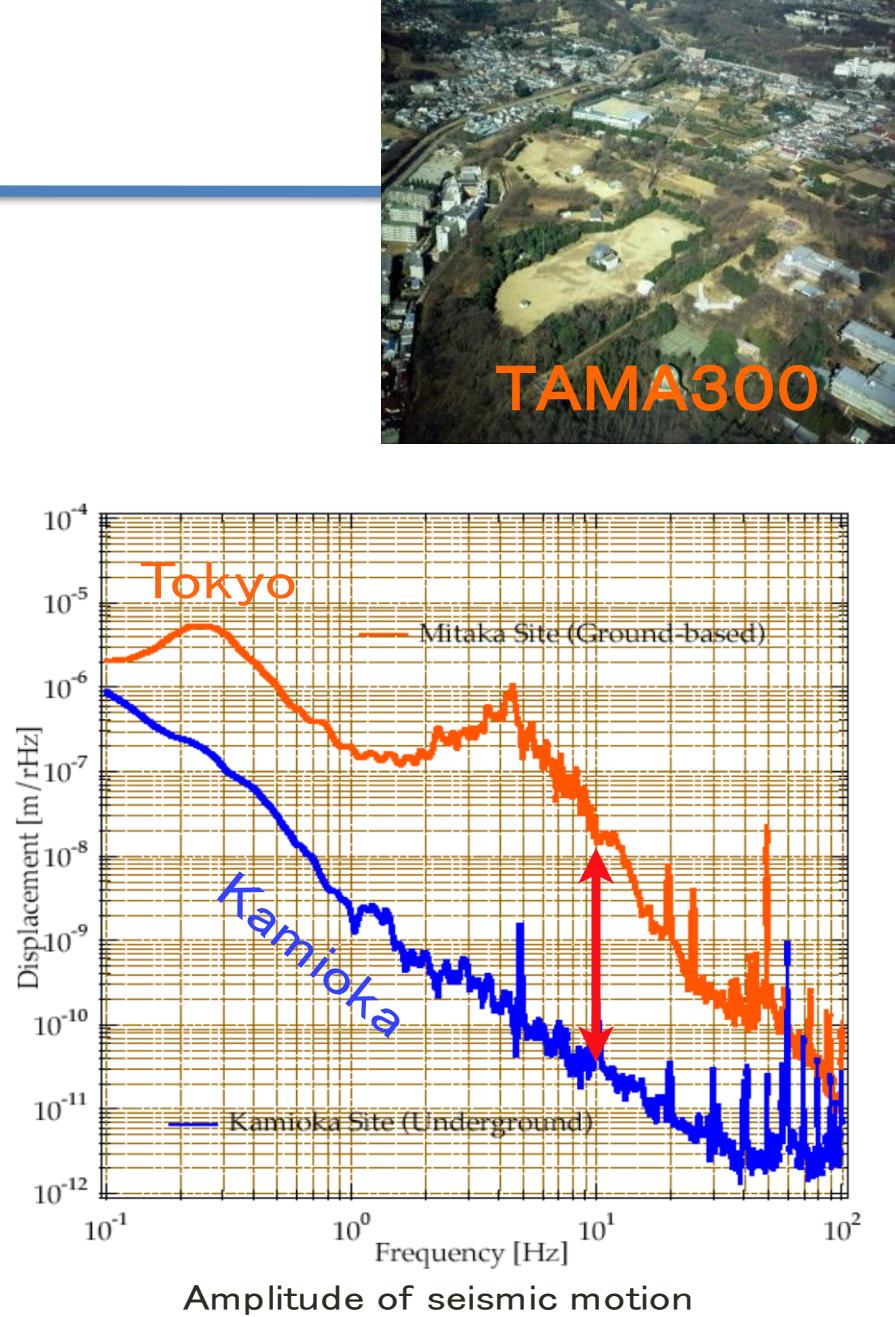
20個



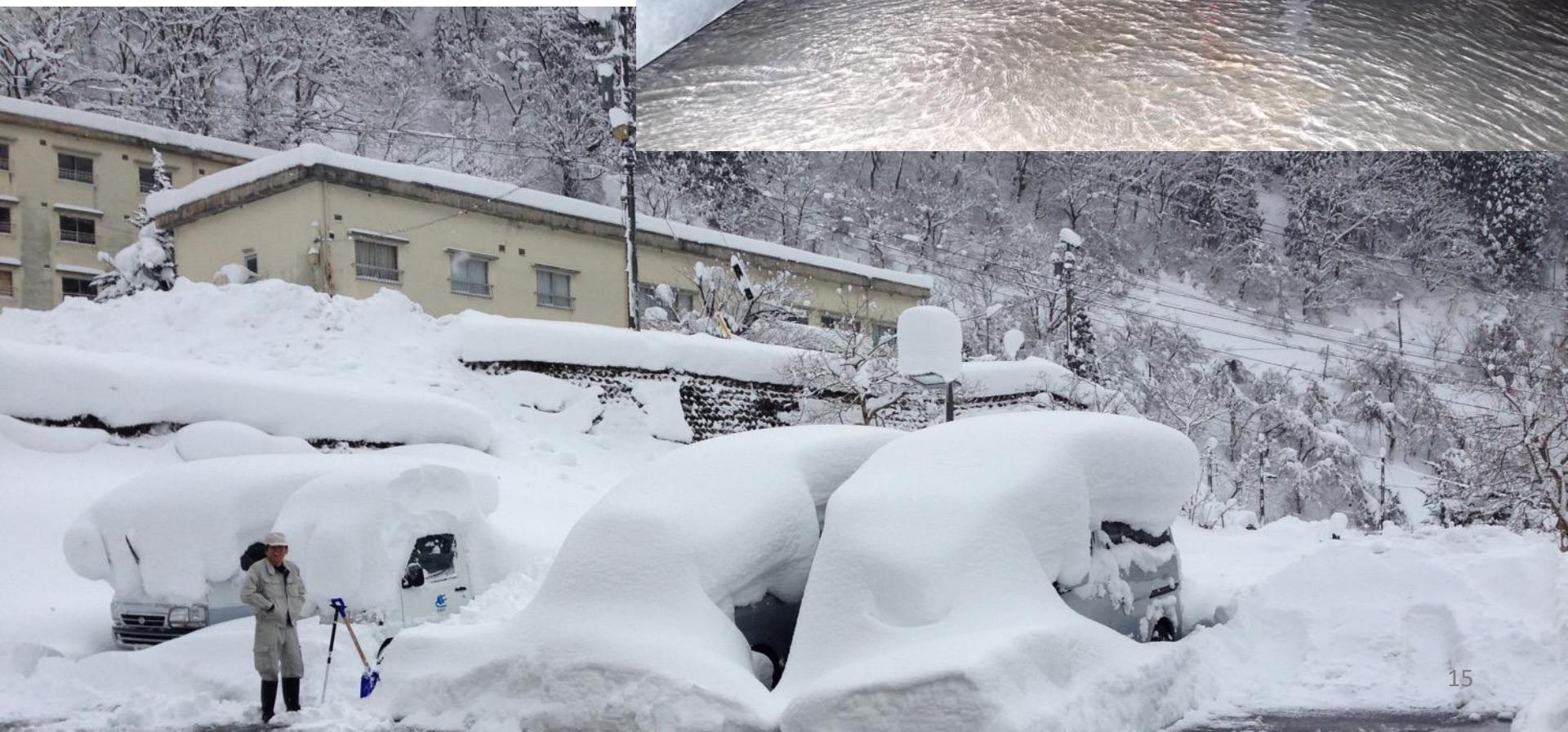
地下の静かな環境



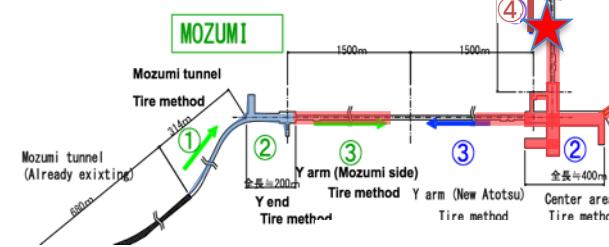
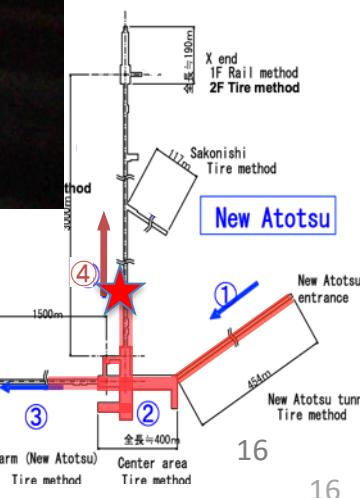
- 山自身が飛騨片麻岩という固い岩でできているため揺れにくい



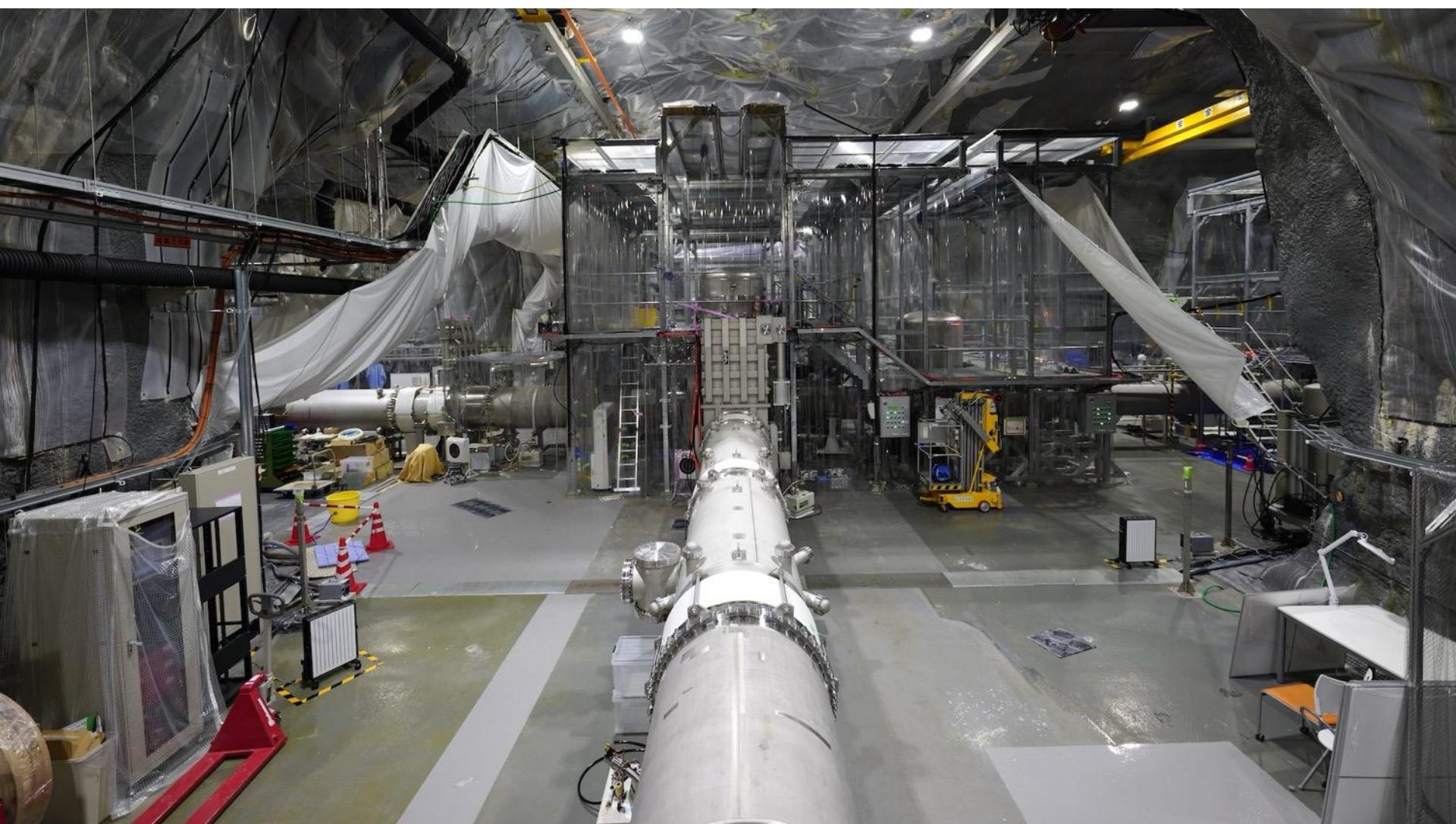
冬の雪が4月に溶けて
トンネル内に流れる。



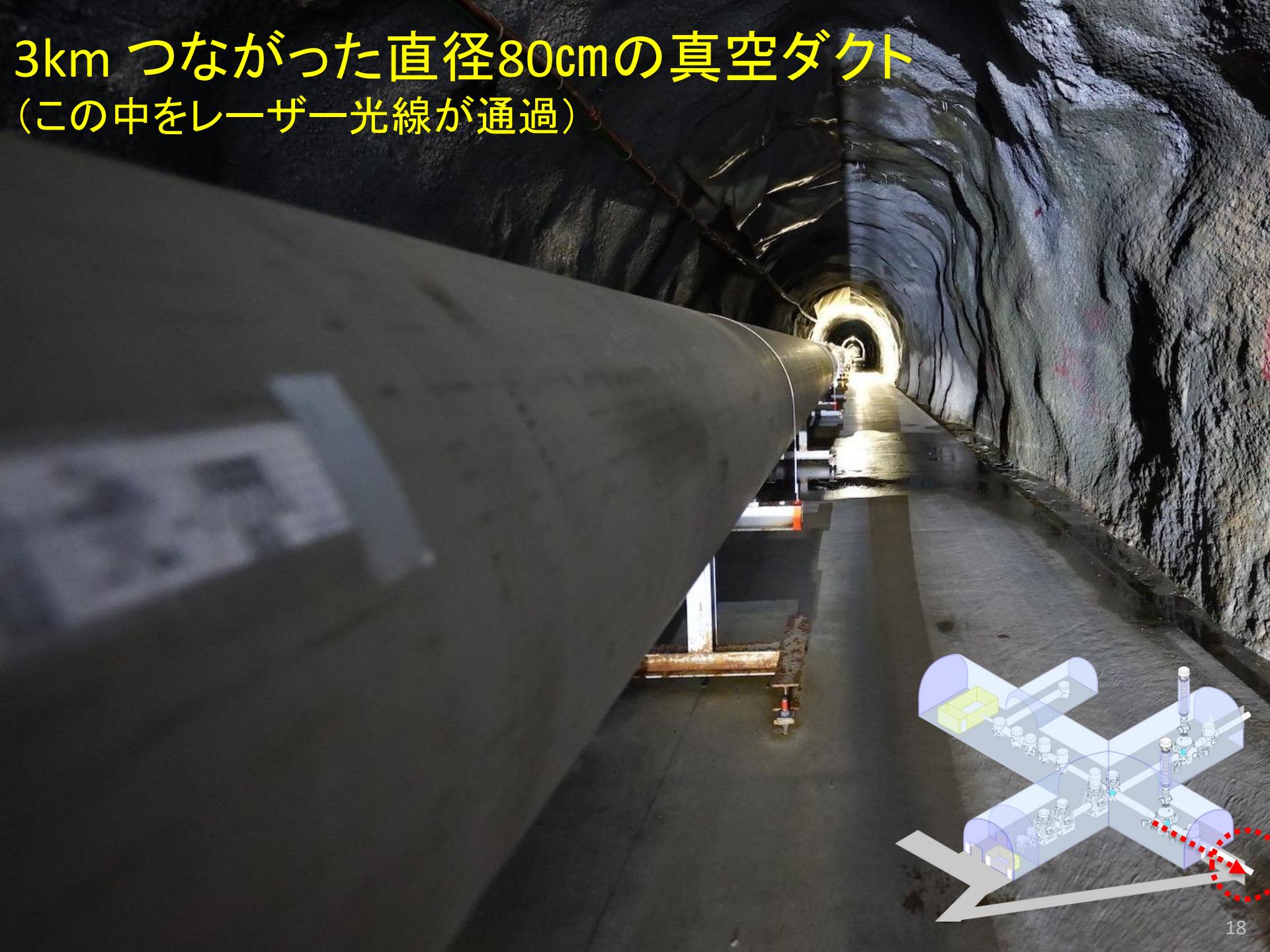
2013年2月26日 掘削途中のトンネル



KAGRA坑内



3km つながった直径80cmの真空ダクト
(この中をレーザー光線が通過)

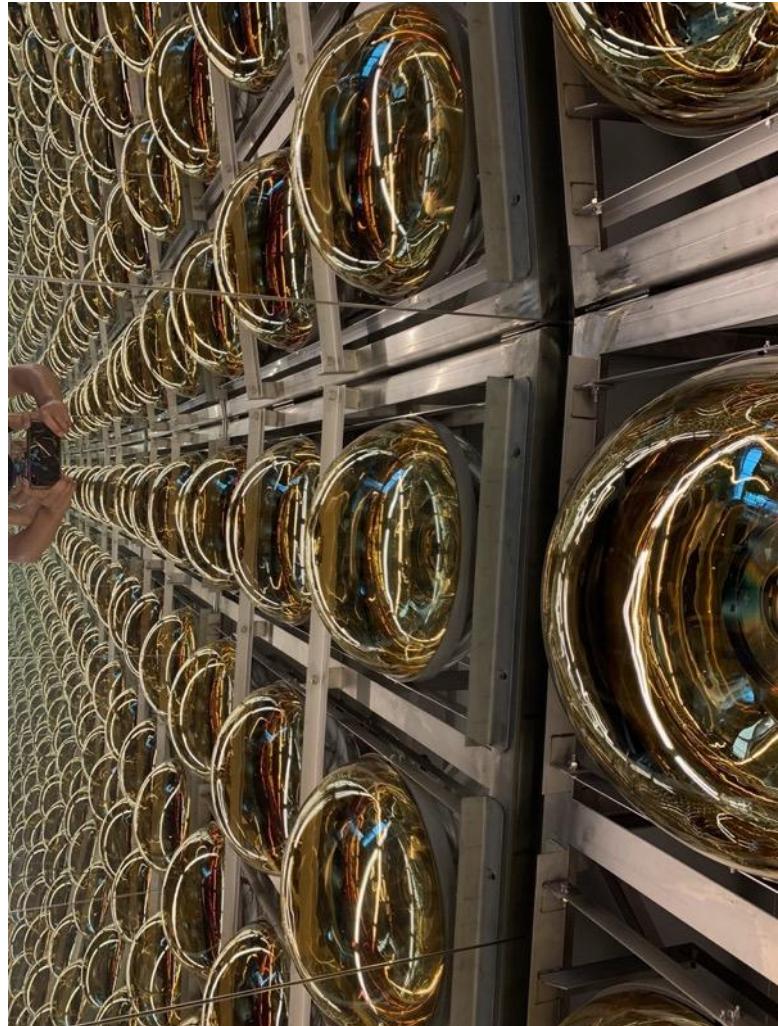


KAGRAの現状

- 2024年1月1日の能登半島地震で大きくダメージを受けた。1年ほどの復旧ののち、感度を伸ばし、2026年6月から観測体制に入った。
- まだ重力波を検出するためには10倍程度感度向上する必要があり、今後のアップグレードを目指す。



もし神岡に来たなら 道の駅の「カミオカラボ」へ



カミオカラボでの研究者トーク (2025/6/29)



最近の重力波関連の講義など

- 2024年
 - 飛騨地域での一般講演: 5回
 - 高校生、学生向け講義: 2回
 - サイエンスカフェ等: 1回
- 2025年
 - 飛騨地域での一般講演: 4回
 - 高校生、学生向け講義: 5回
 - サイエンスカフェ等: 1回

施設見学の受け入れとサイトでの講義などは、年数十件。中高生や学生などの教育機関が主。

飛騨神岡高校との交流(2021/7/21)



山と宇宙と希望の学校(2024/10/13)



飛騨市現地説明会(2023/12/15)



オープンカレッジ in 飛騨での講師(2025/8/30)



飛騨市応援寄せ書き(2024/3/22)



喫茶室かぐら (2025/11/29)



- ・ 東京大学宇宙線研究所は1980年台から**飛騨地方の地勢的な特性**を利用し、ニュートリノや重力波などの研究を続け、世界的な成果を出しています。
- ・ 地域の方々の協力なしでは成し得なかったことで、深く感謝しています。今後も学術的、文化的な面で地域に貢献していきたいと考えます。
- ・ 山中にある研究施設群は、今後も発展していくことが期待できるはずです。飛騨高山地域を、研究に適した場所というのをアピールしていくもいいのではないか?