

# 実験装置

## Experimental Facility

### KAGRA

#### 大型低温重力波望遠鏡

うでの長さ 3km  
鏡の温度 -253°C  
地下 200m

うでの長さが 3 km のレーザー干渉計です。岐阜県飛騨市の神岡鉱山の地下 200m より深いところにトンネルを掘削し、その中で建設を進めています。

**特徴1 地下にある**

特徴の一つは「地下にある」ことです。岐阜県飛騨市池ノ山の地下 200m より深いところに KAGRA を建設しています。地面は地震が起きていなくても常に振動しています。その振動は鏡を支える構造体に伝わり、鏡を揺らします。KAGRA は装置を地下に設置することで、地面の振動を地表の 100 分の 1 まで抑えることができます。特に、池ノ山は飛騨片麻岩と呼ばれる、非常に硬い岩盤を含んでいるため、地盤の安定性でも優れている場所です。

**特徴2 冷やす**

2つ目の特徴は「冷やす」ことです。熱とは原子の振動のことですが、この熱振動のせいで、レーザー光線から見ると、鏡の反射面が振動しているように見えます。さらに、鏡は振動を抑えるために振り子のように吊るされているのですが、その振り子も熱により振動して鏡を揺らします。このような熱による影響を抑えるために、KAGRA は鏡と振り子をマイナス 253 度まで冷やします。

### サファイア鏡

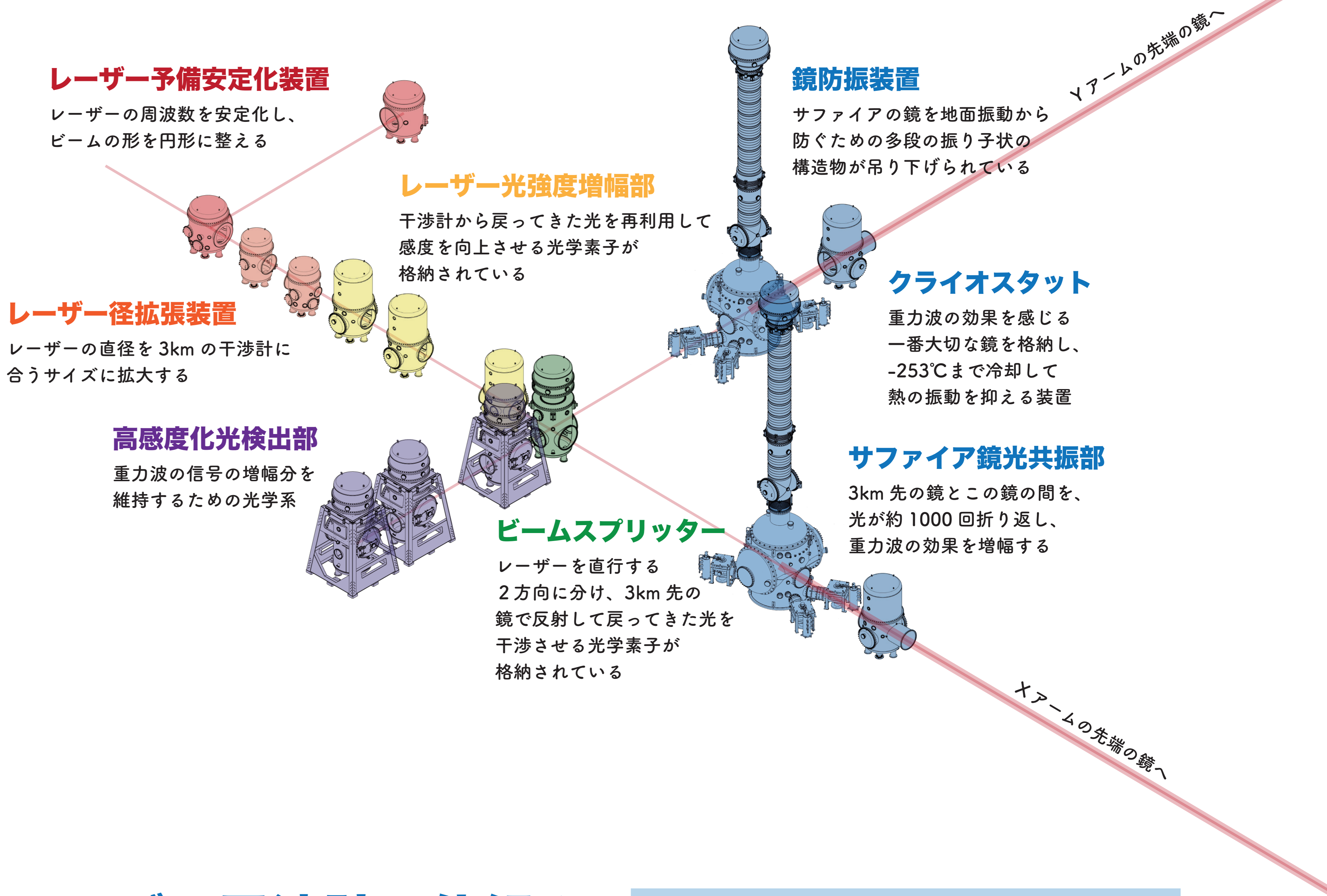
マイナス 253 度まで冷やす場合、一般的に思い浮かべる石英の鏡は熱伝導率が悪くて使えません。KAGRA は、低温で銅やアルミ並みに熱伝導が良く冷やしやすいため、サファイアを使います。鏡には単結晶の無色透明なサファイアを利用し、懸架ワイヤーにもサファイア繊維を利用します。

約20cm

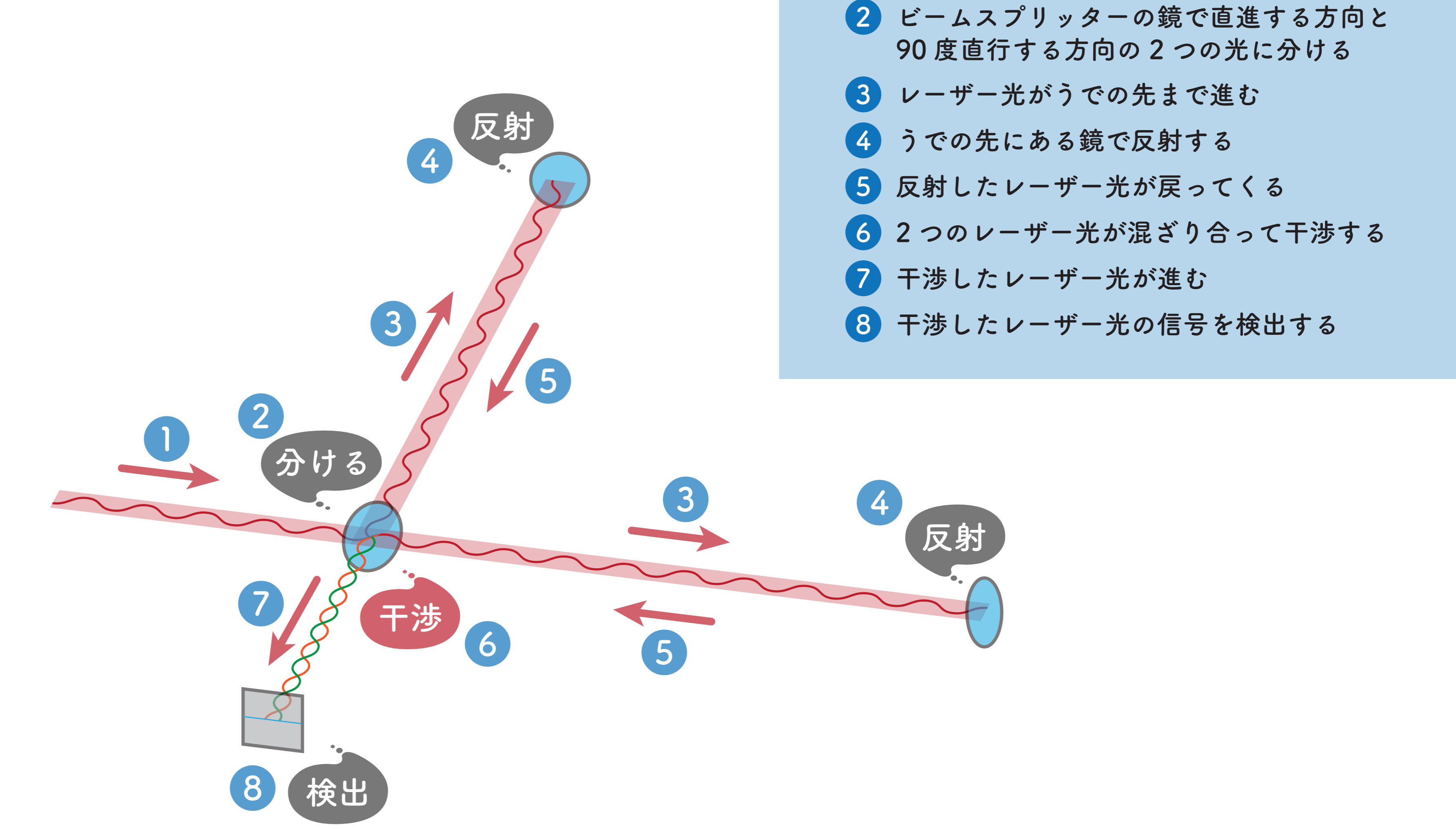
### 干渉とは

池に同時に 2 つの石を投げたときに、2 つの円形の波紋が広がって重なり合いますよね。干渉とは、そのように複数の波が重なり合い、強めあったり弱めあったりする現象です。例えば、山と山、谷と谷が重なり合うと、2 つの波は強めあって大きな振幅になります。一方、山と谷が重なり合うと、2 つの波は弱めあって、打ち消されたように見えます。

## KAGRA の中心部の構造



## レーザー干渉計の仕組み



## 重力波を検出する方法

うでの先にある鏡で反射されて戻ってきた 2 つの方向のレーザー光が干渉して、光を強め合ったり弱め合ったりする。通常は山と谷が重なり合うように調整する。すると、2 つのレーザー光が弱めあって信号は打ち消される。この状態で重力波がやってくるのを待つ。そこに重力波がやってくると、直行する方向にのびた 2 つの方向のうでの空間の一方が延びて、一方が縮む。すると、2 つの方向に分かれて進むレーザー光の進む距離がわずかに変化し、干渉したときの山と谷の重なり方に、少しだけずれが生じる。このときに、検出される干渉光の信号を観測し、重力波の信号を検出する。

