

可視化の時代

第5回 2017年11月6日

サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

田中香津生

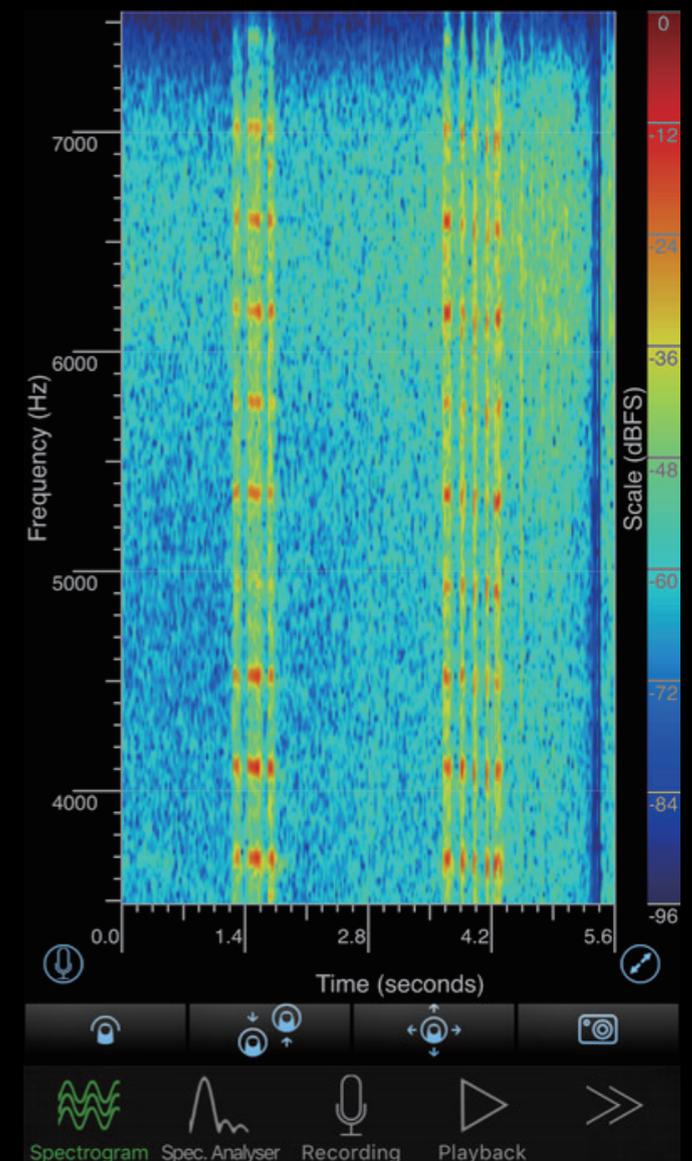
• スペクトルを使ったアクティビティを行います。waterfall 形式でスペクトルをみれるアプリが必要になります。スマートフォンを持っている場合は以下のアプリを事前にインストールして、使えるようにしておいてください。(ない人は大丈夫です)

• iphone

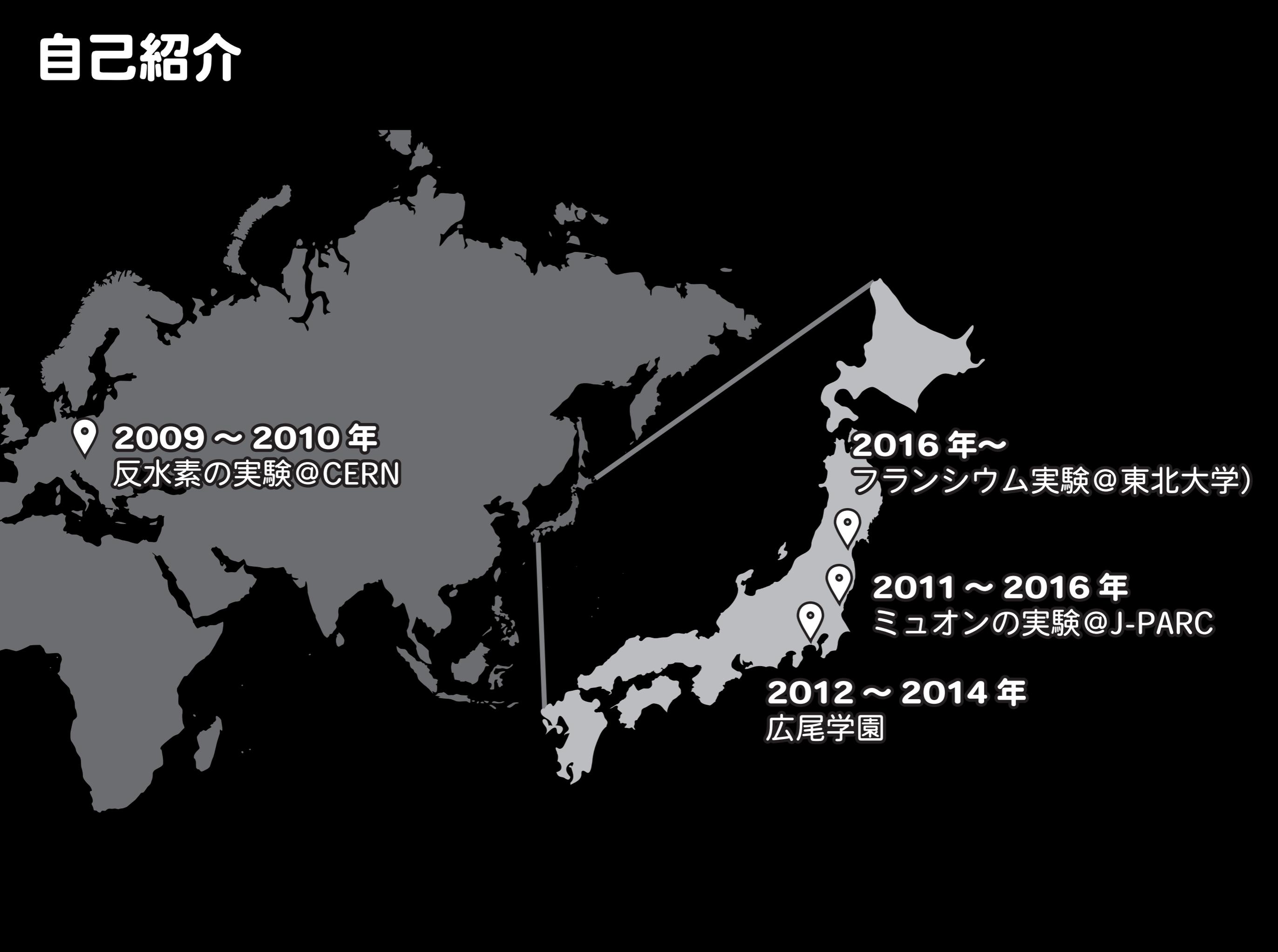
SpectrumView (<https://goo.gl/kEb5UK>)

• android

Sound Analyzer PRO (<https://goo.gl/hgYTht>)



自己紹介



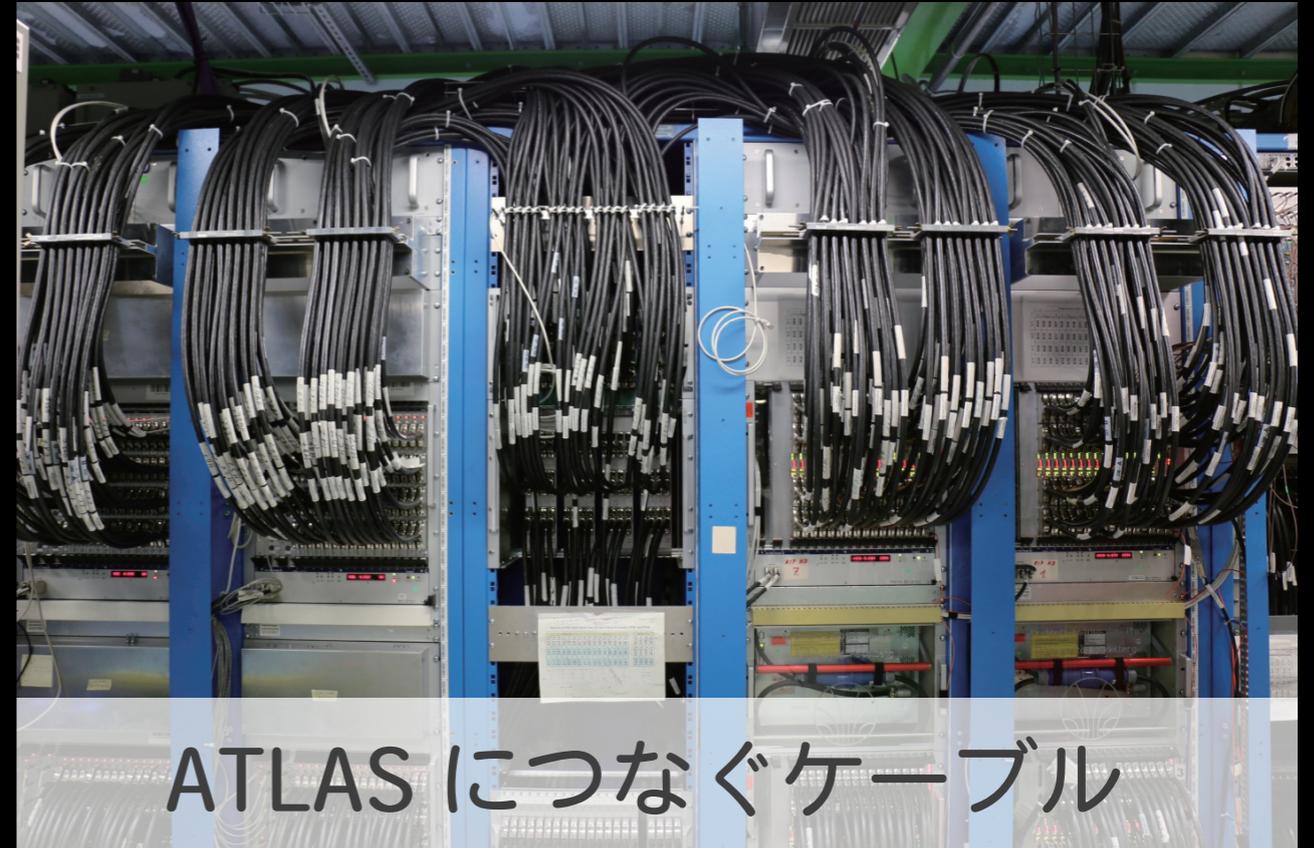
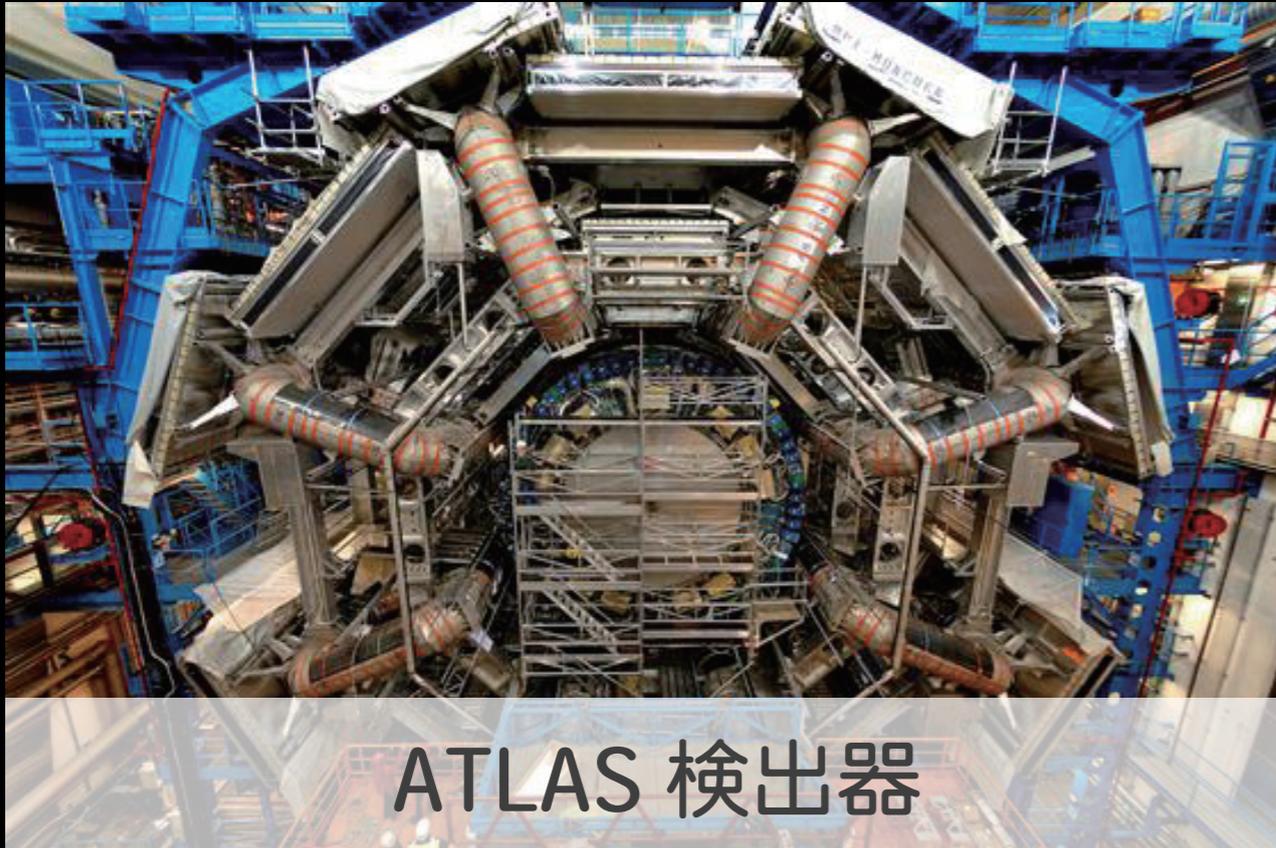
📍 2009 ~ 2010 年
反水素の実験@CERN

2016 年 ~
フランシウム実験@東北大学)

📍
📍
📍 2011 ~ 2016 年
ミュオンの実験@J-PARC

📍
2012 ~ 2014 年
広尾学園

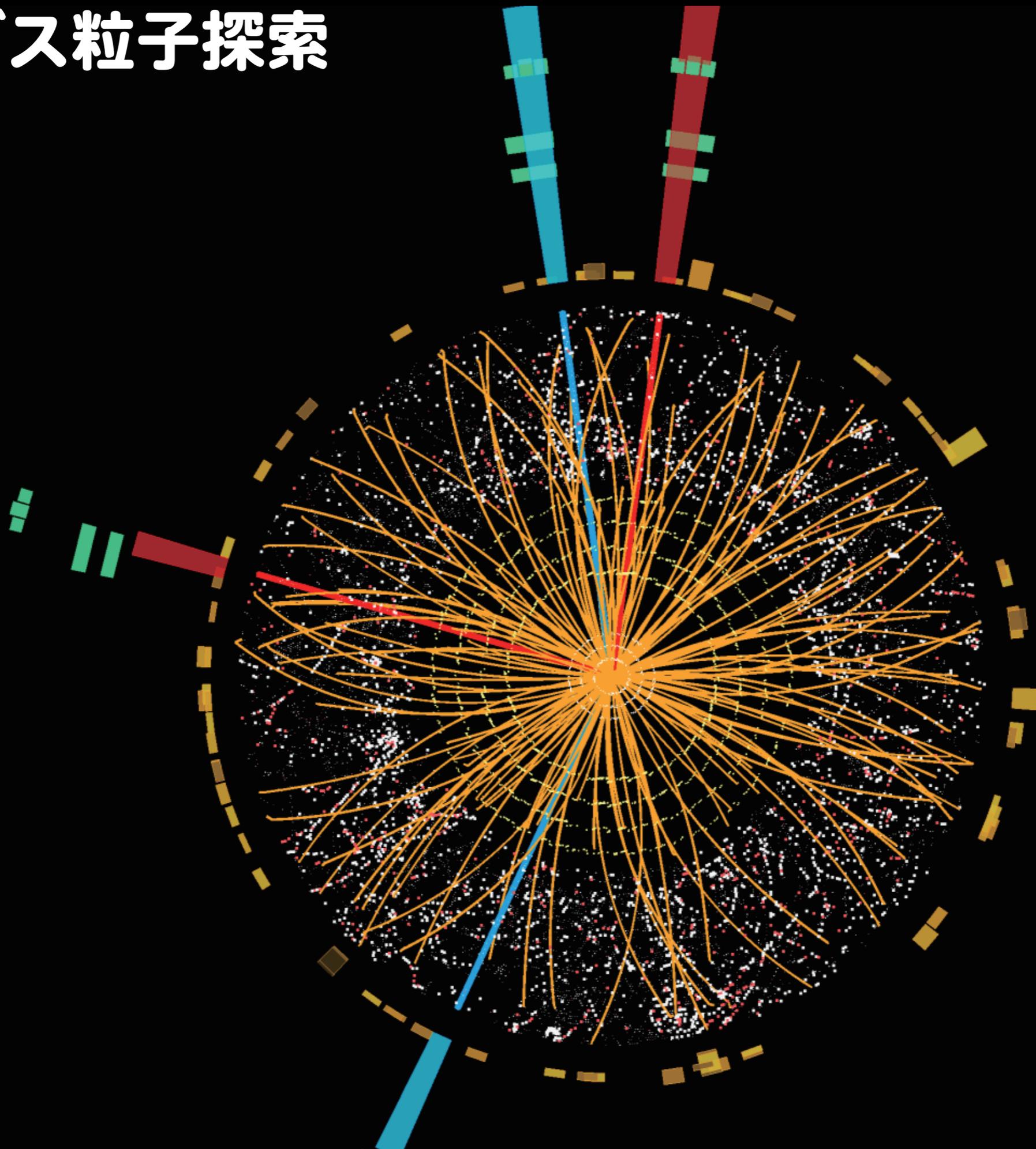
ヒッグス粒子探索



- チャンネル数（検出器の数）：～1億
- データ量：年間 数ペタ Byte（DVD 100万倍）

ヒッグス粒子探索

Run: 203602
Event: 82614360
Date: 2012-05-18
Time: 20:28:11 CEST

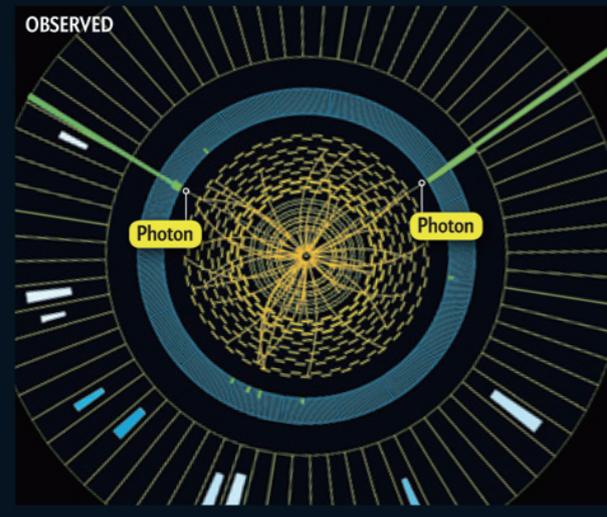
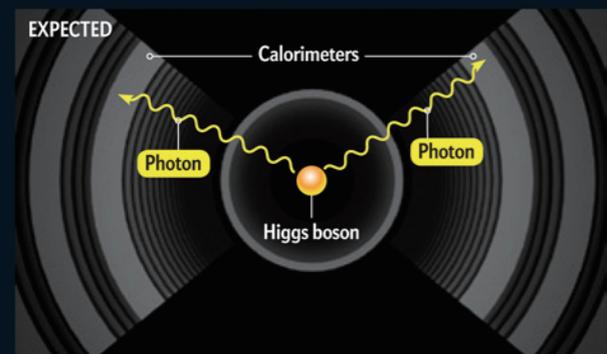


ヒッグス粒子探索

・ イベントビューワーをみてもさっぱりな人に向けた解説記事

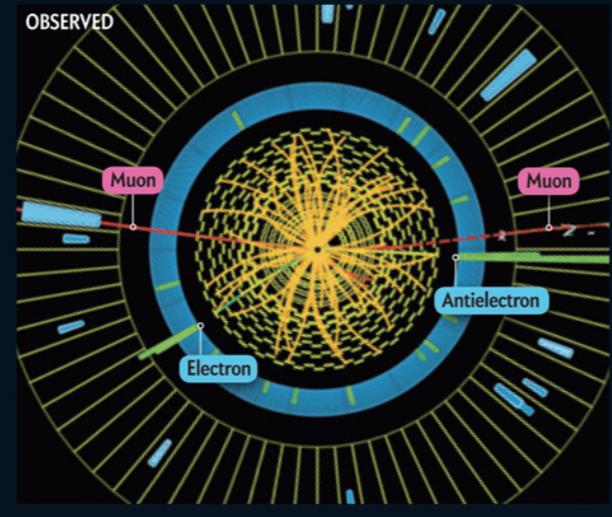
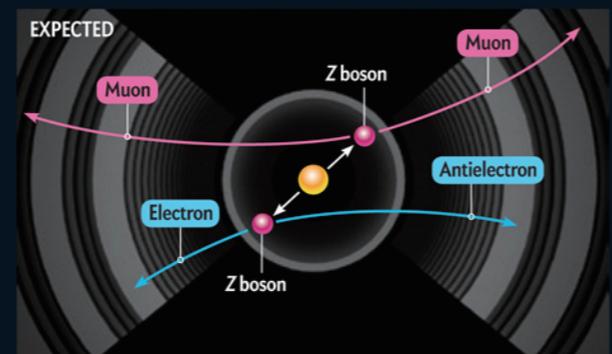
Photons

Each detector includes multiple calorimeters, devices for measuring the energy of particles. The innermost calorimeter is particularly alert for photons. These are absorbed in the calorimeter and create tiny electrical signals. If a Higgs decays into two photons, the detector can measure their total energy at extremely high accuracy, which helps to precisely reconstruct the mass of the newly found particle.



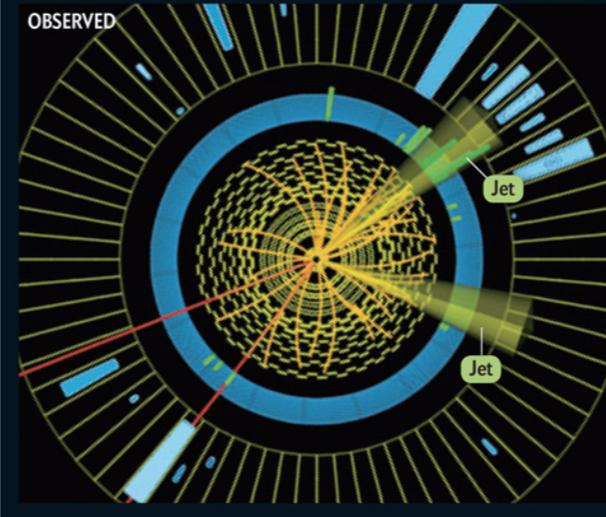
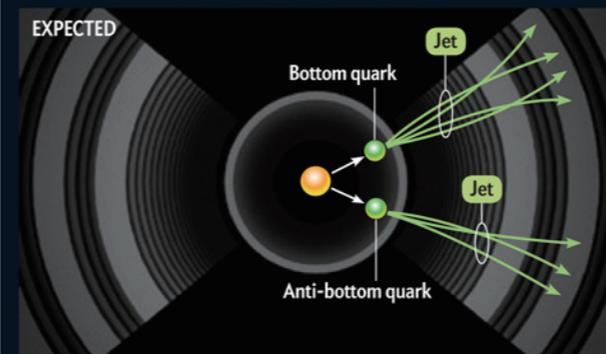
Z Bosons

The Higgs may decay into a pair of Z bosons, each of which can decay into an electron paired with an oppositely charged antielectron or two muons. An inner tracker and calorimeter measure the electrons, while muons fly out, leaving footprintlike tracks as they go. High magnetic fields bend the path of electrons and muons during their trip, allowing for a high-resolution measurement of their energy and the original Higgs mass.



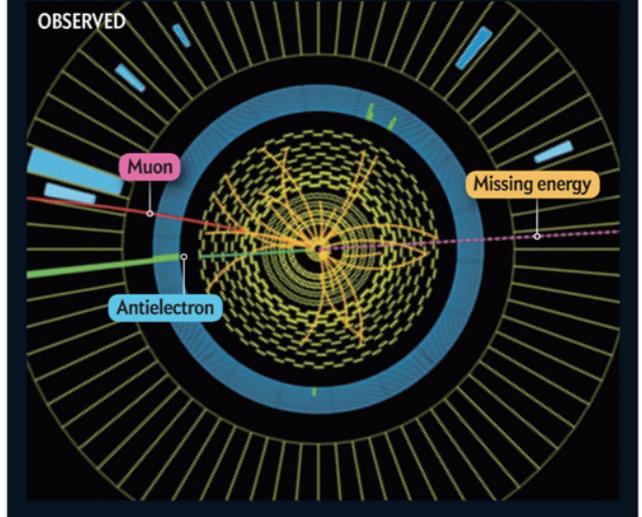
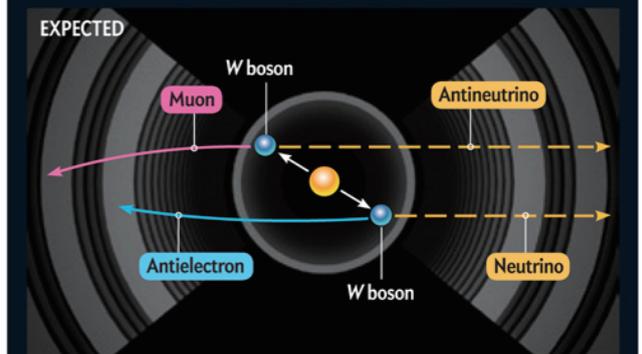
Bottom Quarks

The Higgs can also decay to a bottom quark and its antiparticle, each of which decays into a tight "jet" of secondary particles called hadrons (composite particles made of quarks). These hadrons fly through the detector's inner layers and deposit their energy in the outer calorimeters. Unfortunately, many ordinary collisions also generate jets of hadrons from bottom quarks, which makes it difficult to separate these Higgs events out from the background.



W Bosons

The Higgs can also decay to two W bosons, each of which can decay into an electron, antielectron or muon, plus a neutrino or antineutrino. Neutrinos are nearly impossible to detect—they fly out of the detector as if they were never there, taking with them some of the event's energy. Researchers use this missing energy to infer their presence, but the missing energy also prevents them from accurately reconstructing the mass of the original Higgs boson.



ヒッグス粒子探索

- ・ 解説記事をもてもさっぱりな人に向けた漫画



物理の世界における可視化

生データ

時間情報

電圧値

表データ

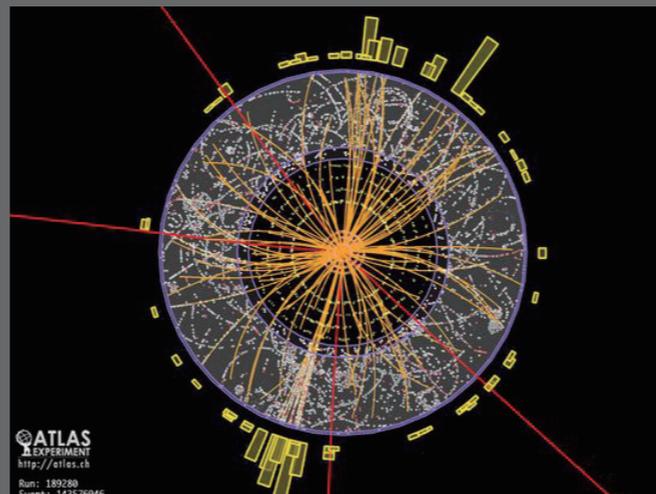
| | | | | |
|----|----------|-------------------------|----------|------------|
| 4 | FE8A47DE | B4 00 31 00 31 00 00 00 | FDE06438 | 083038.005 |
| 5 | FE8A47DF | 00 2C 00 2E 00 2F 00 00 | FDE06438 | 083038.005 |
| 6 | 0BBC747B | 80 00 21 00 23 00 25 00 | 0B499E78 | 083047.013 |
| 7 | 0BBC747B | 00 00 00 2B 00 29 00 2B | 0B499E78 | 083047.013 |
| 8 | 0C5D001C | AE 00 00 00 2D 00 2E 00 | 0B499E78 | 083047.013 |
| 9 | 0C5D001C | 00 00 00 00 3B 00 3E 00 | 0B499E78 | 083047.013 |
| 10 | 0C5D001D | 00 22 00 00 00 00 00 00 | 0B499E78 | 083047.013 |
| 11 | 0E8B87D1 | 80 00 2C 00 28 00 2B 00 | 0E448EF8 | 083049.013 |
| 12 | 0E8B87D1 | 00 00 00 34 00 33 00 00 | 0E448EF8 | 083049.013 |
| 13 | 0E8B87D1 | 00 00 00 00 00 00 3C 0E | 448EF8 | 083049.013 |
| 14 | 195CB9CA | AE 00 2C 00 00 00 00 00 | 18B2D8B8 | 083056.005 |
| 15 | 195CB9CA | 00 37 00 00 35 00 00 00 | 18B2D8B8 | 083056.005 |
| 16 | 195CB9CA | 00 00 00 00 39 00 00 00 | 18B2D8B8 | 083056.005 |
| 17 | 195CB9CB | 00 00 00 20 00 00 00 00 | 18B2D8B8 | 083056.005 |
| 18 | 1B7000A8 | 80 00 34 00 32 00 34 00 | 1A3050F8 | 083057.013 |
| 19 | 1B7000A8 | 00 00 00 3A 00 3A 00 39 | 1A3050F8 | 083057.013 |
| 20 | 21FC3564 | 80 00 00 00 2F 00 00 00 | 21A3AA38 | 083102.005 |
| 21 | 21FC3564 | 00 00 34 00 00 00 36 00 | 21A3AA38 | 083102.005 |
| 22 | 21FC3564 | 00 00 00 3A 00 00 00 3B | 21A3AA38 | 083102.005 |
| 23 | 21FC3565 | 00 00 00 00 21 00 00 00 | 21A3AA38 | 083102.005 |

解析結果

ヒストグラム

相関図

トラッキング

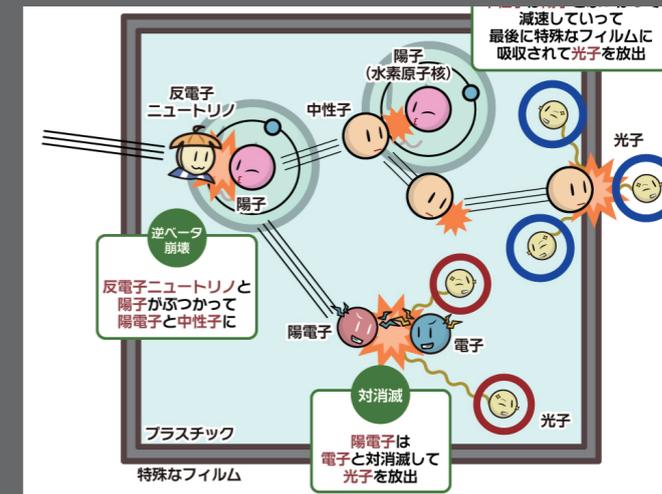


解説画像

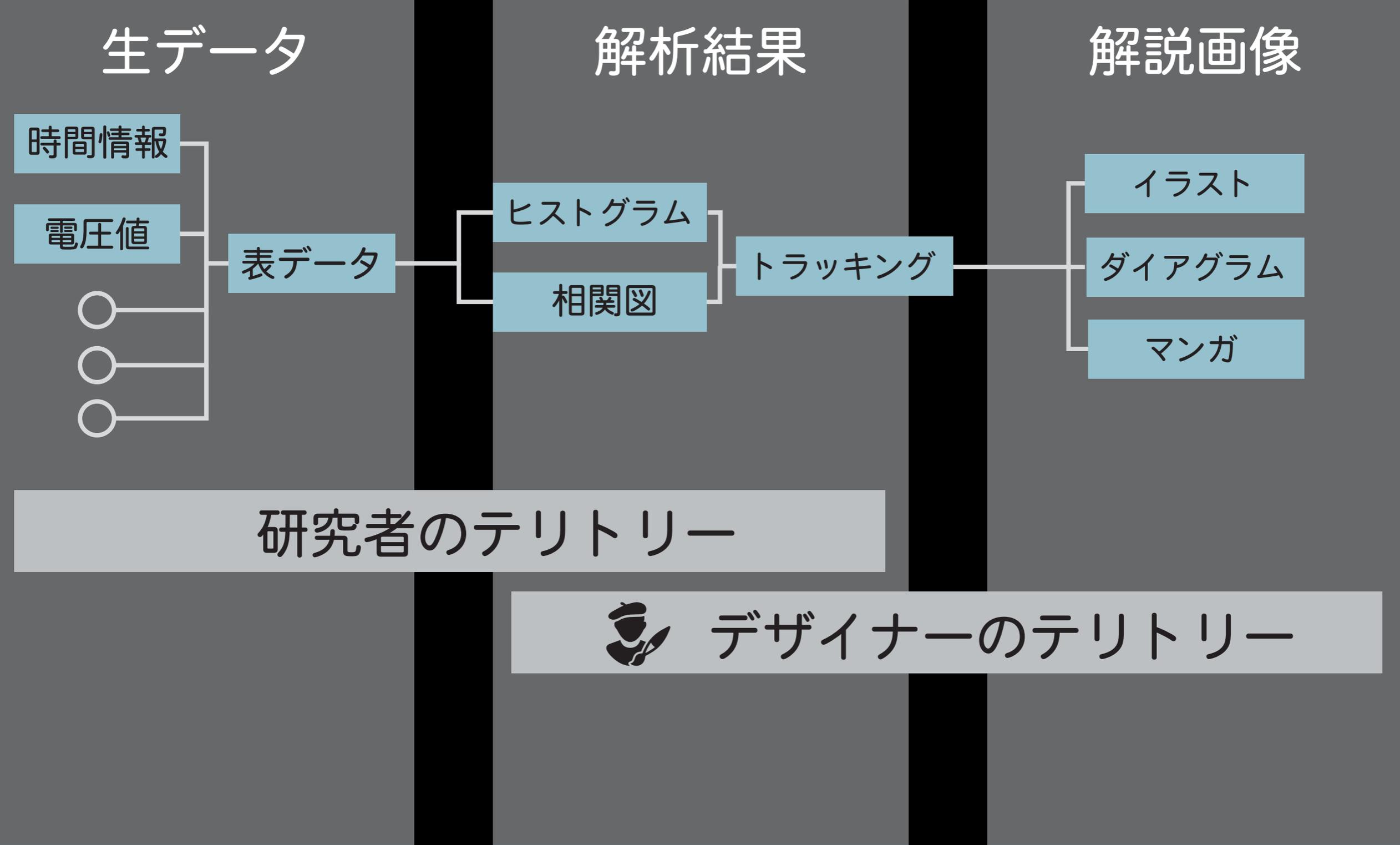
イラスト

ダイアグラム

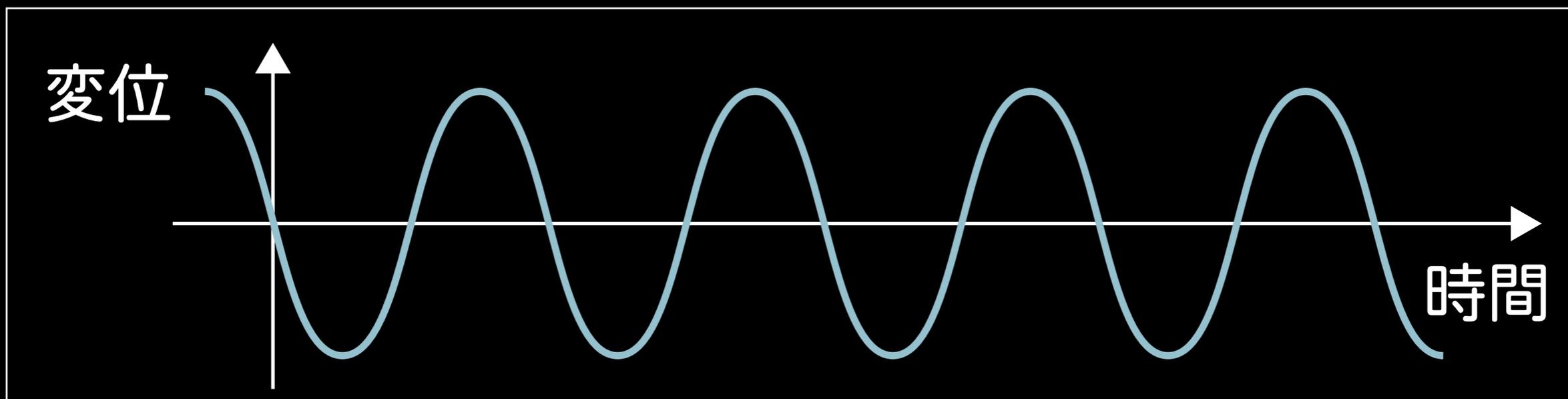
マンガ



物理の世界における可視化



音波の可視化



音波の波形

■音の三要素

耳に入る情報

音の大きさ

音の高さ

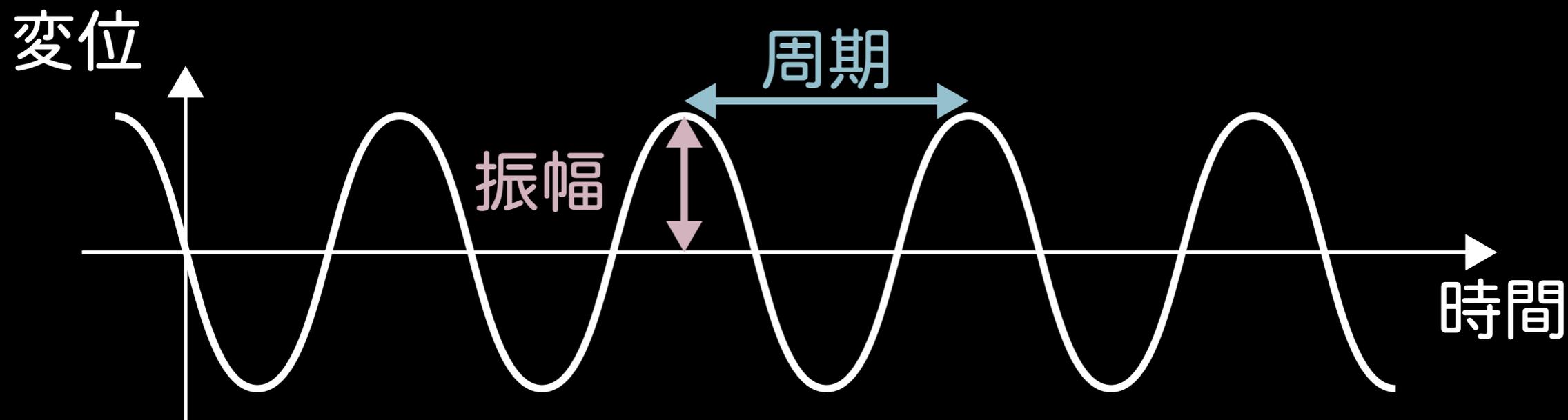
音の音色

波形情報

振幅（振動の揺れ幅、単位：dB）

周波数（単位：Hz） = $\frac{1}{\text{周期}}$

波形



音波の波形

生データ

解析結果

耳に入る情報

時間情報

変位

振動

周波数

波形

波形情報

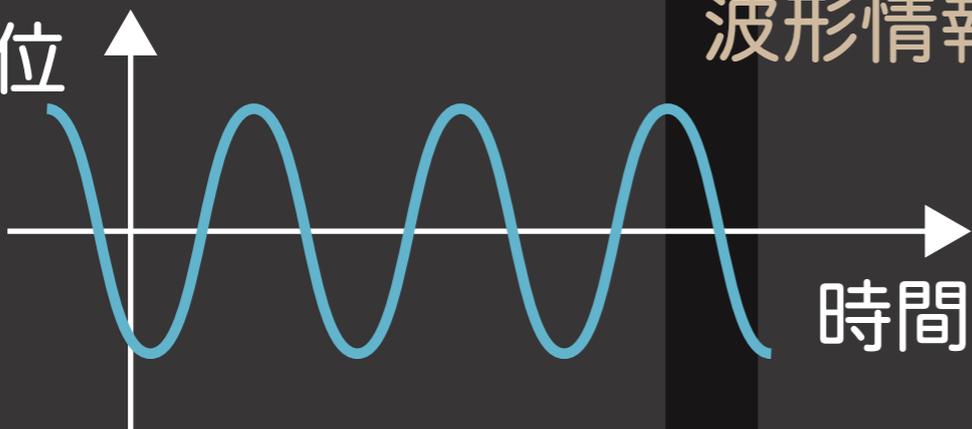
音の大きさ

音の高さ

音色

変位

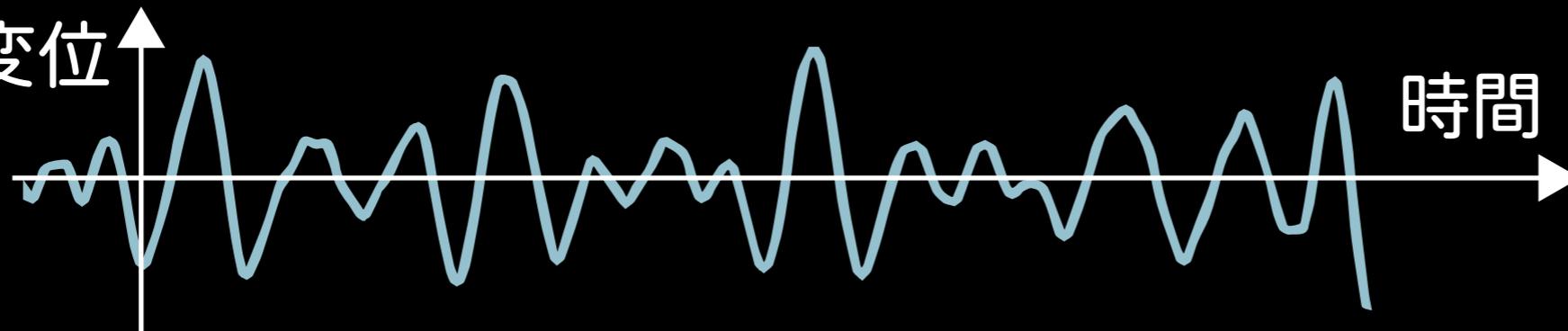
波形情報



母音の波形

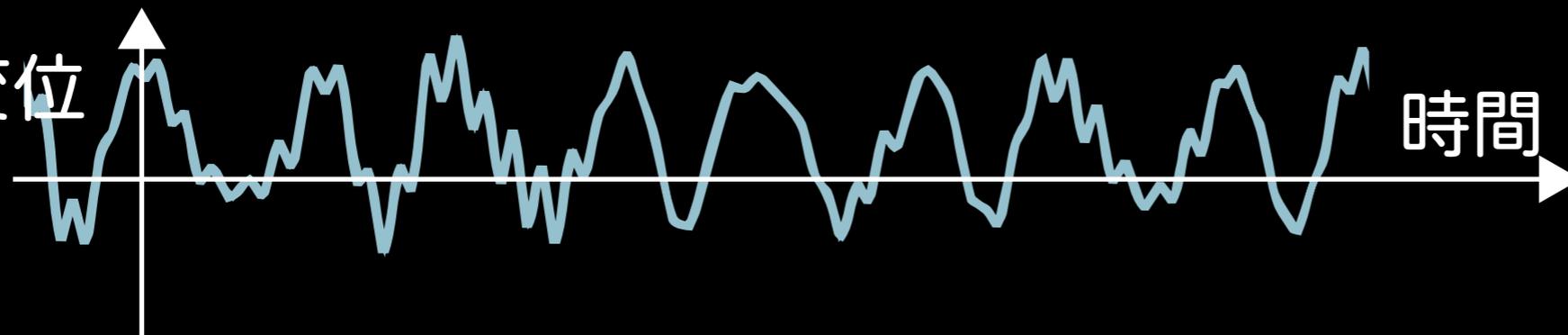
「あ」の音色

変位



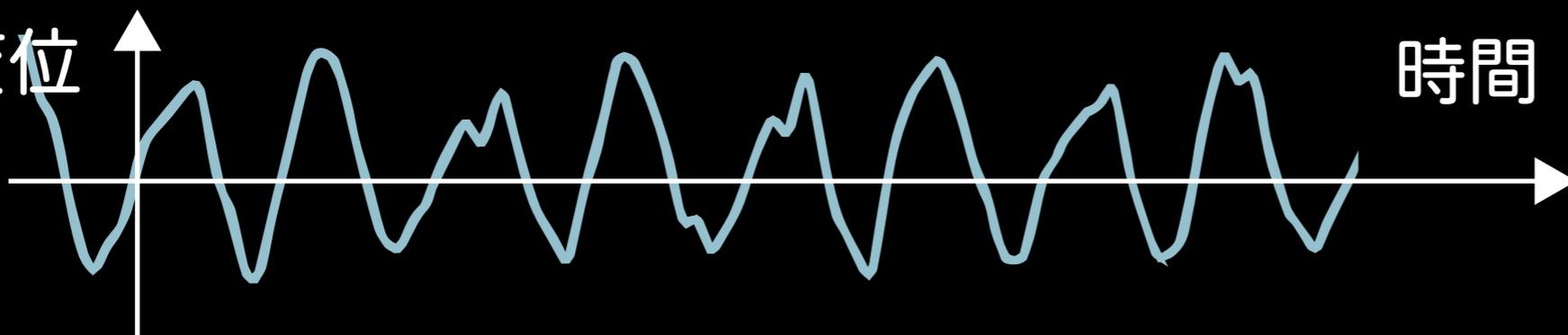
「い」の音色

変位



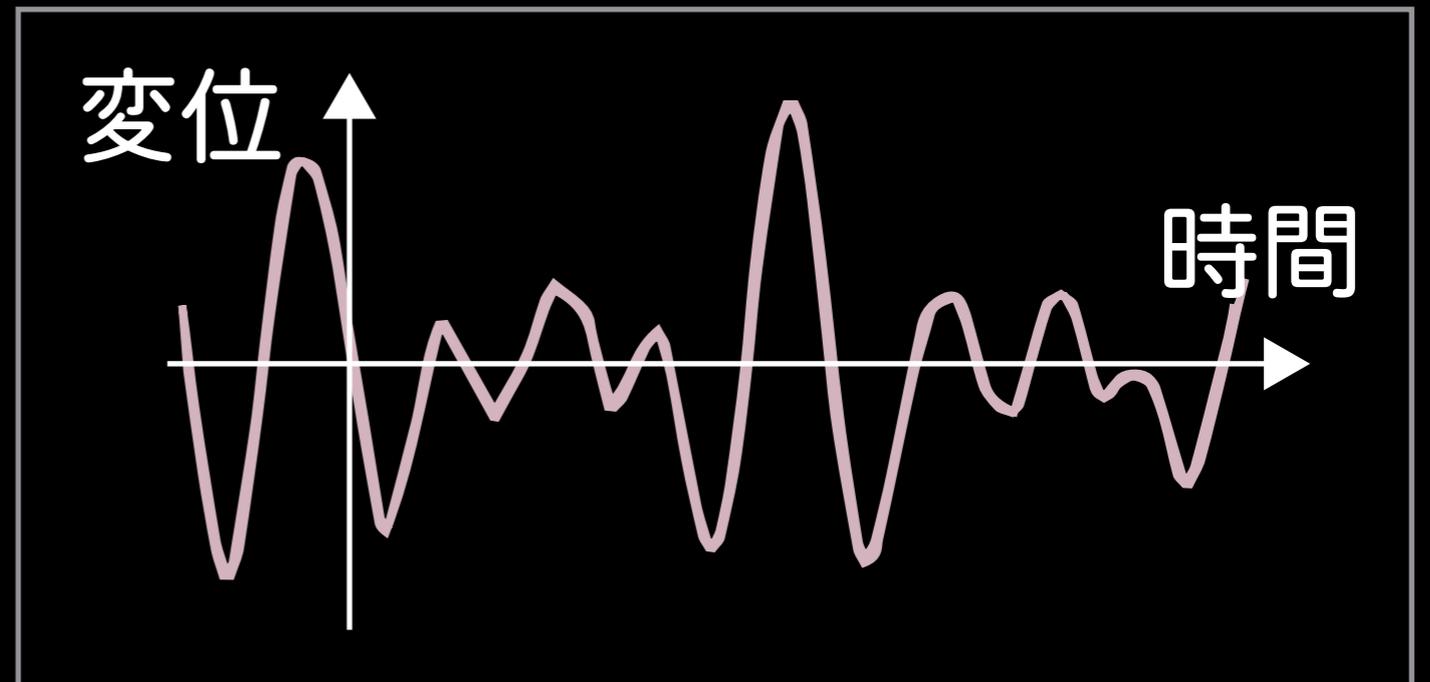
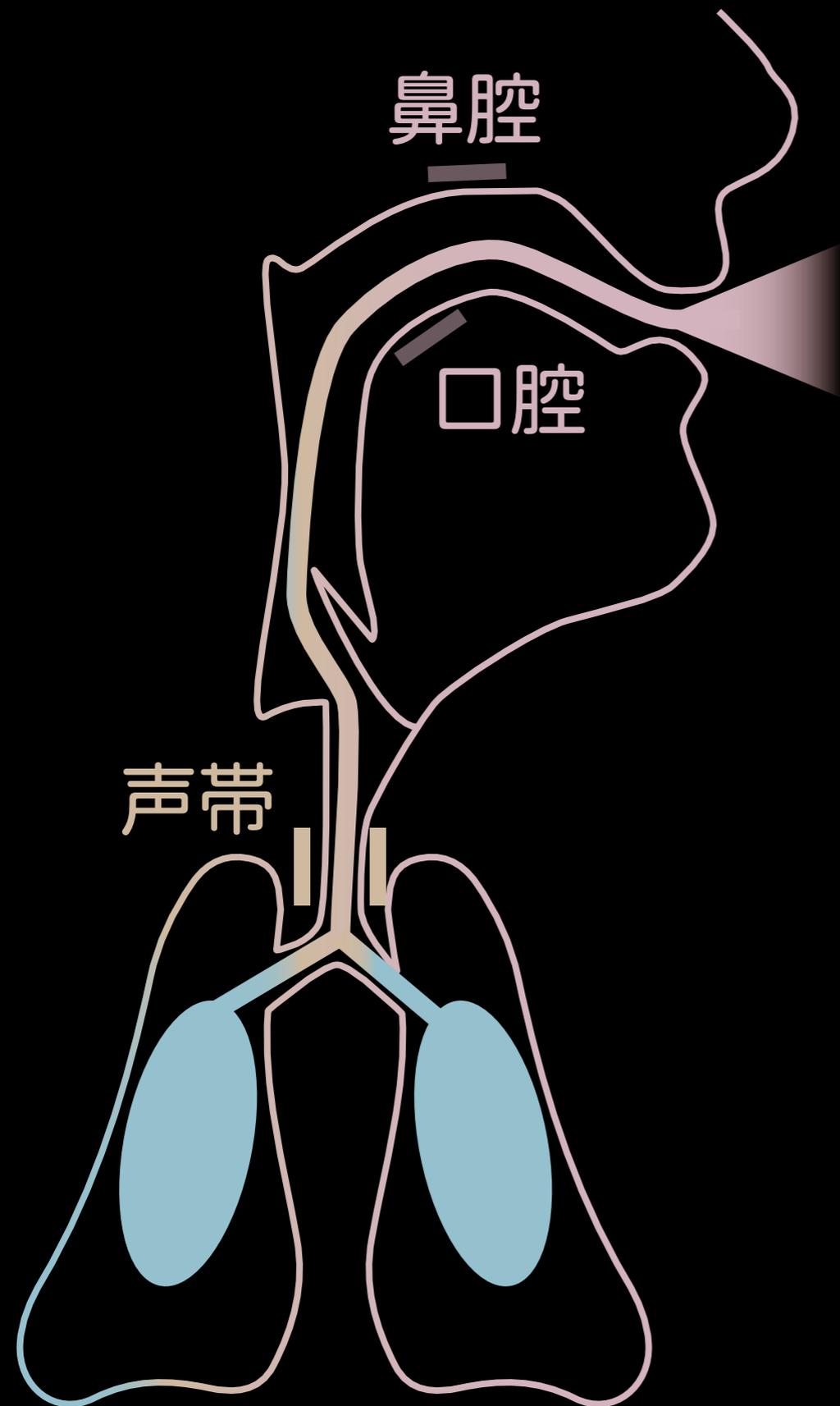
「う」の音色

変位

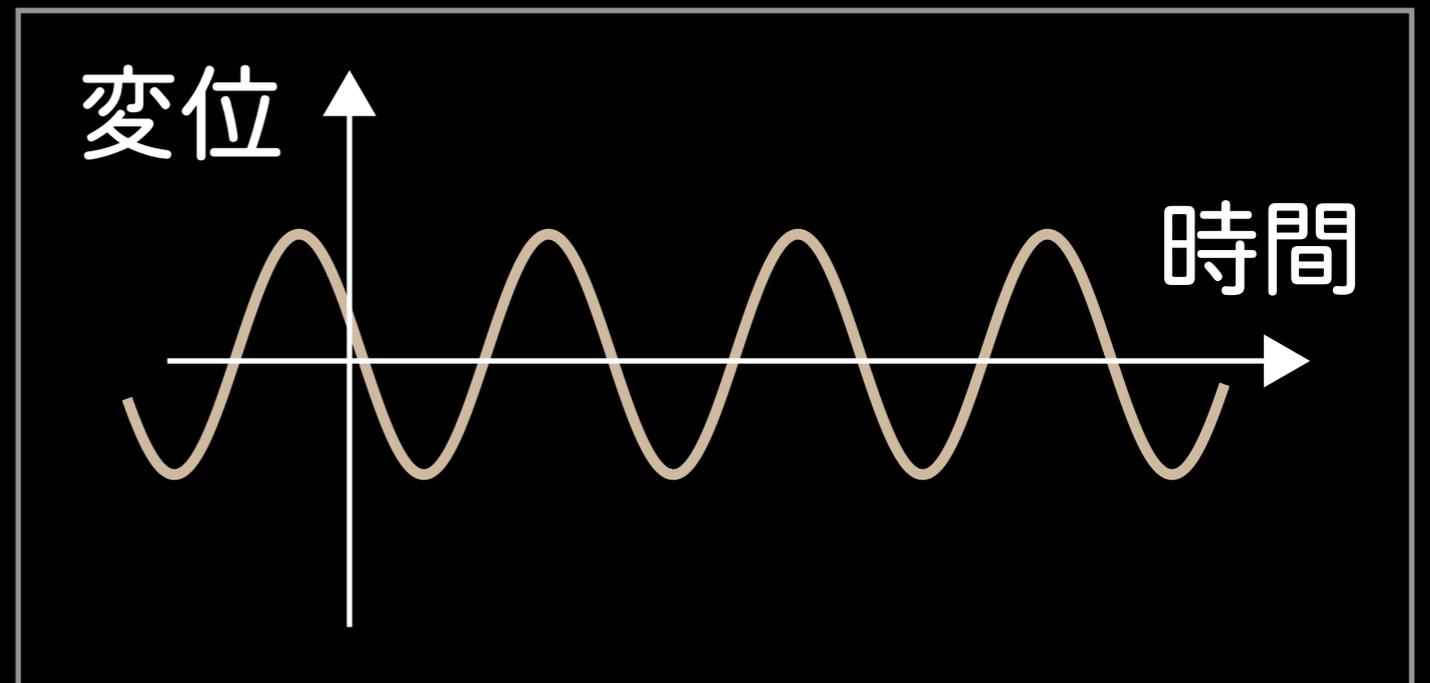


母音の仕組み

鼻腔、口腔、唇等で変形

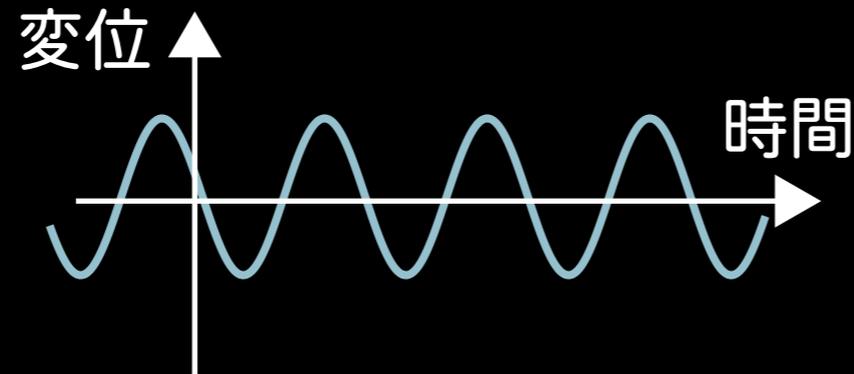


声帯で基本振動が生成

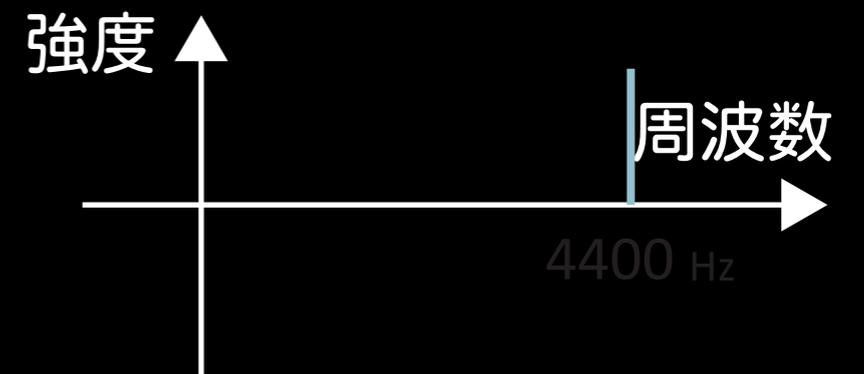
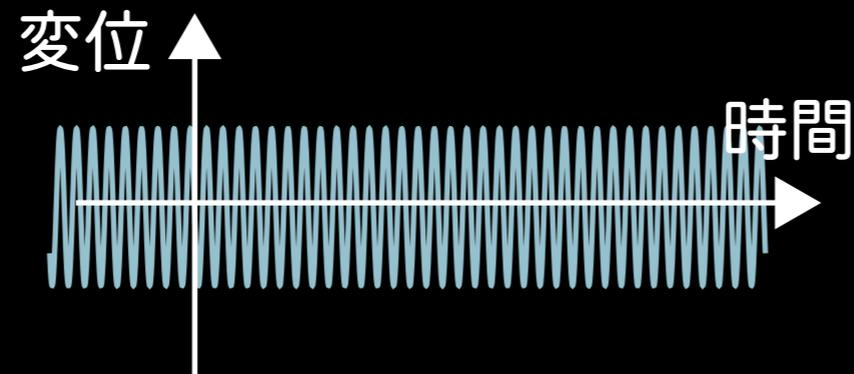


音波のスペクトル

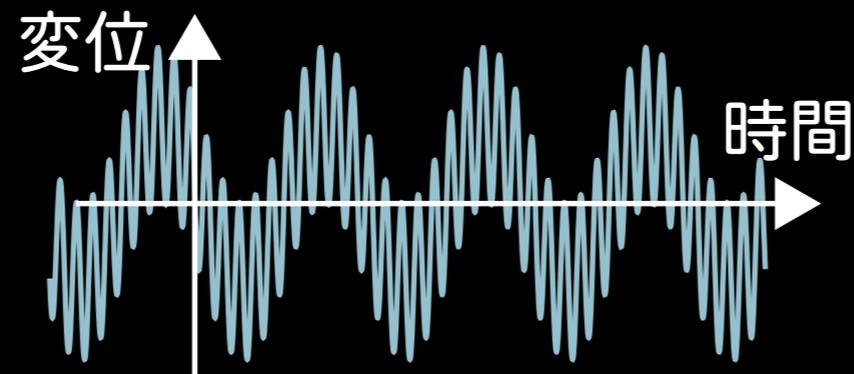
$$\sin(440 \text{ Hz} \times 2\pi x)$$



$$\sin(4400 \text{ Hz} \times 2\pi x)$$

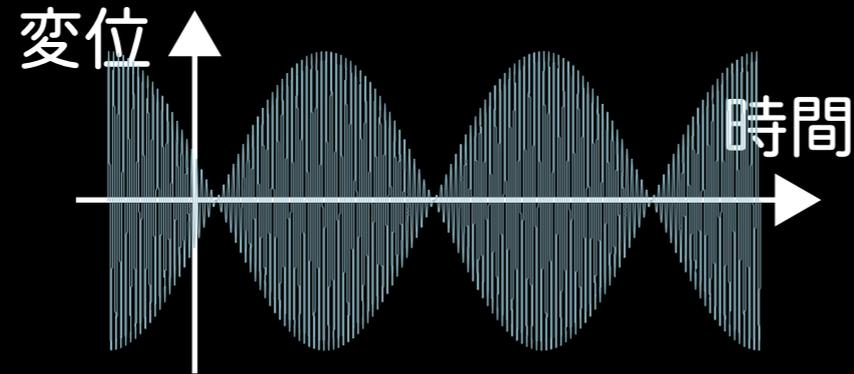


$$\begin{aligned} &\sin(440 \text{ Hz} \times 2\pi x) \\ &+ \\ &\sin(4400 \text{ Hz} \times 2\pi x) \end{aligned}$$

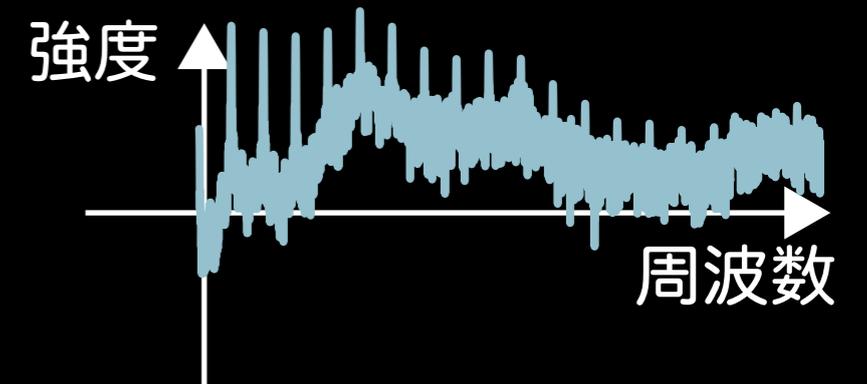
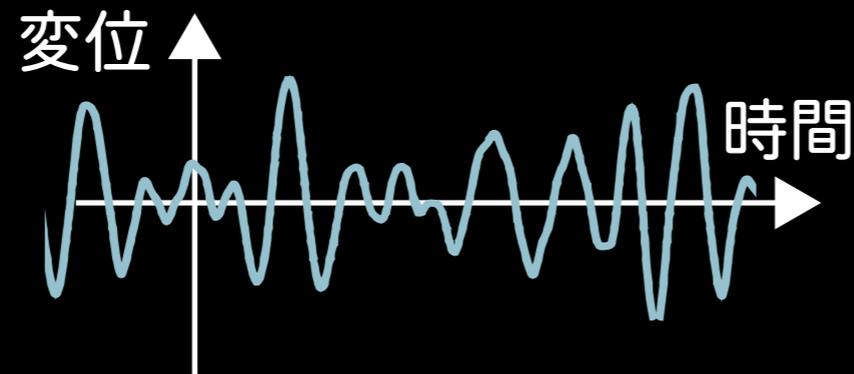


音波のスペクトル

$$\sin(440 \text{ Hz} \times 2\pi x) + \sin(442 \text{ Hz} \times 2\pi x)$$



「あ」



音波のスペクトル

生データ

解析結果

耳に入る情報

時間情報

変位

振動

周波数

波形

波形情報

スペクトル

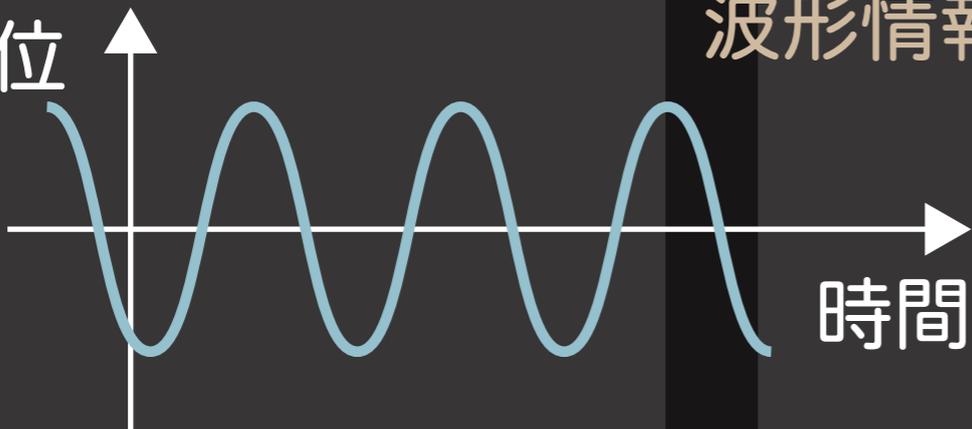
音の大きさ

音の高さ

音色

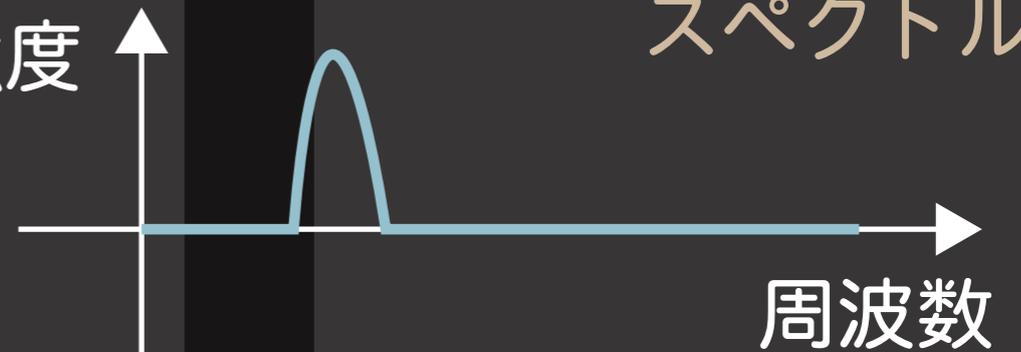
変位

波形情報



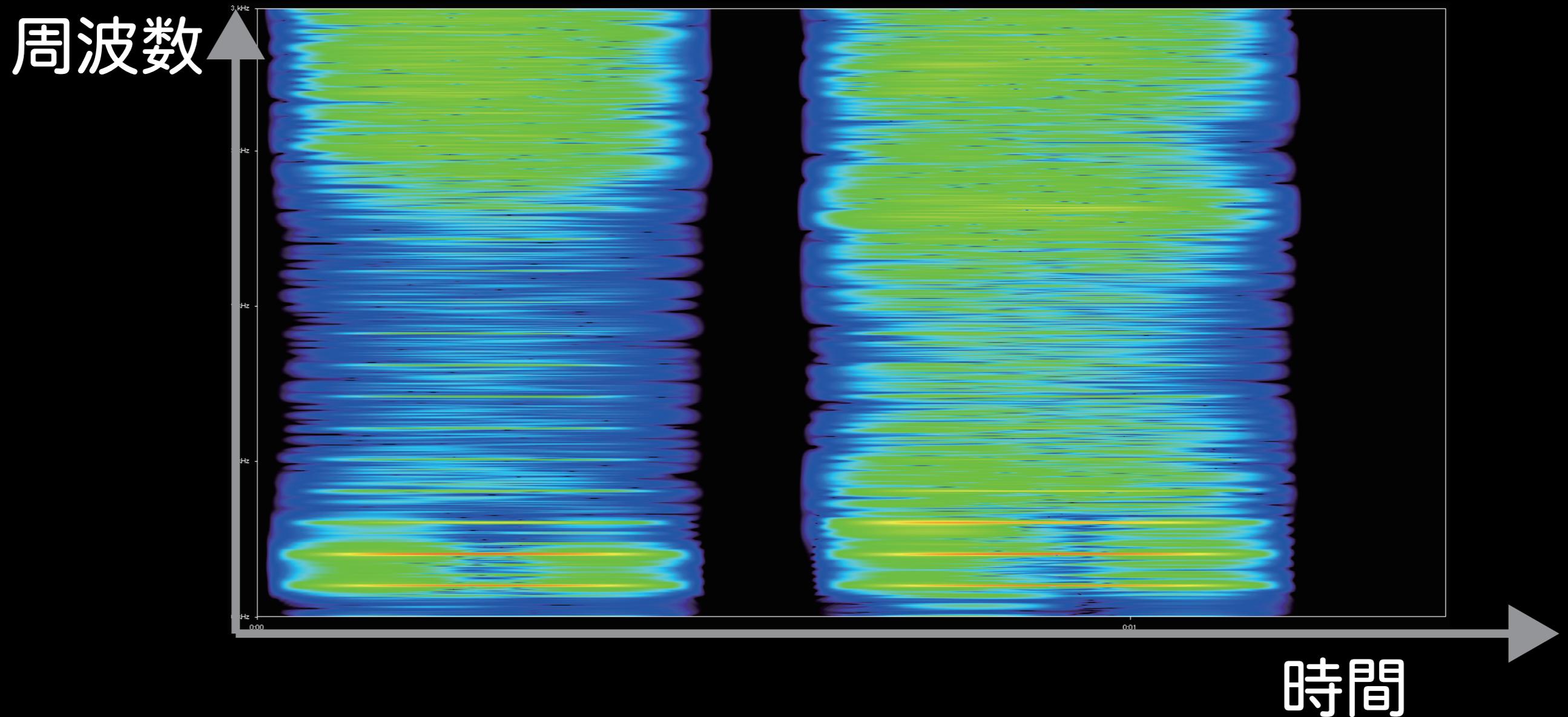
強度

スペクトル



音波のスペクトル

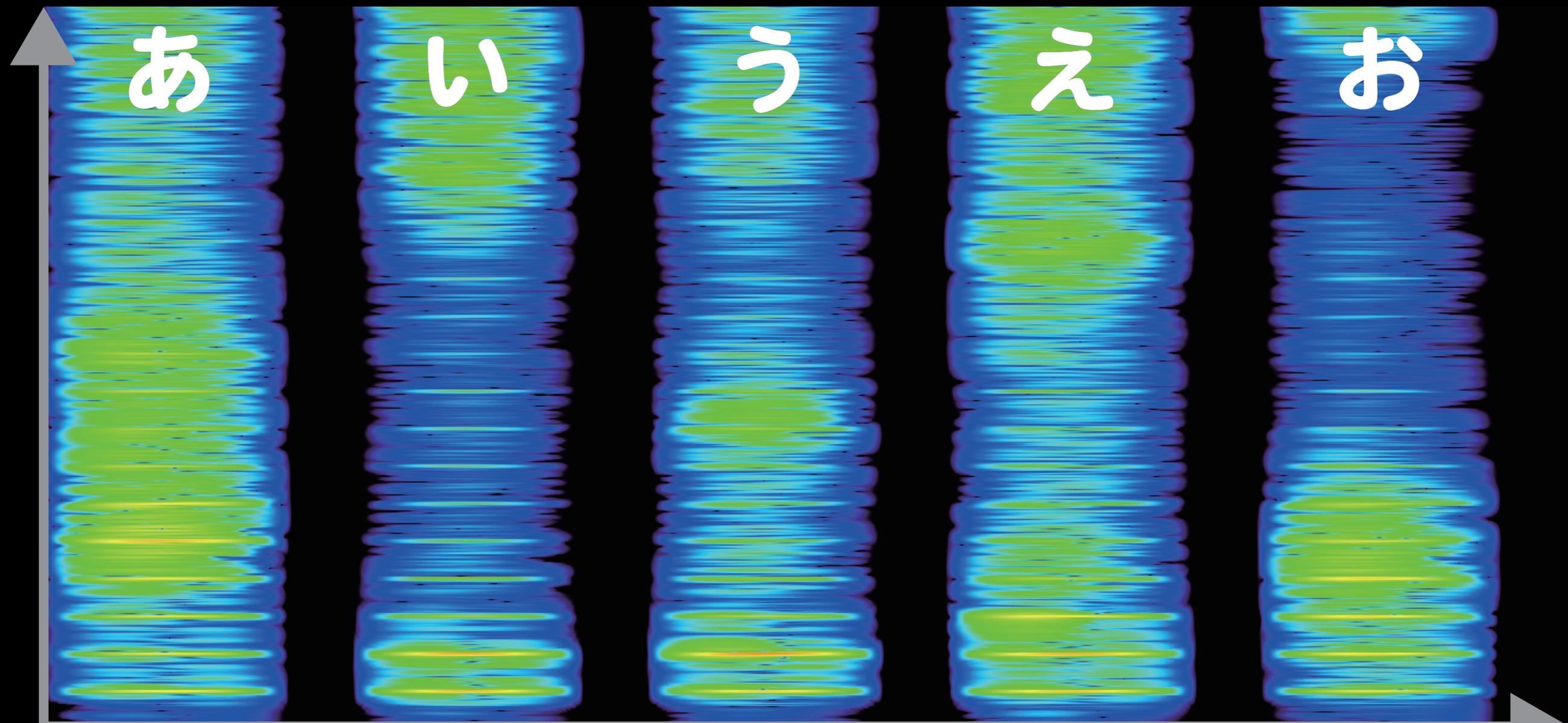
■task1: 次のスペクトルは何と言っている？（2文字の母音）



■task2: グループの一人の発音をあてる。

音波のスペクトル

周波数



あ

い

う

え

お

時間

ボーカル除去の方法

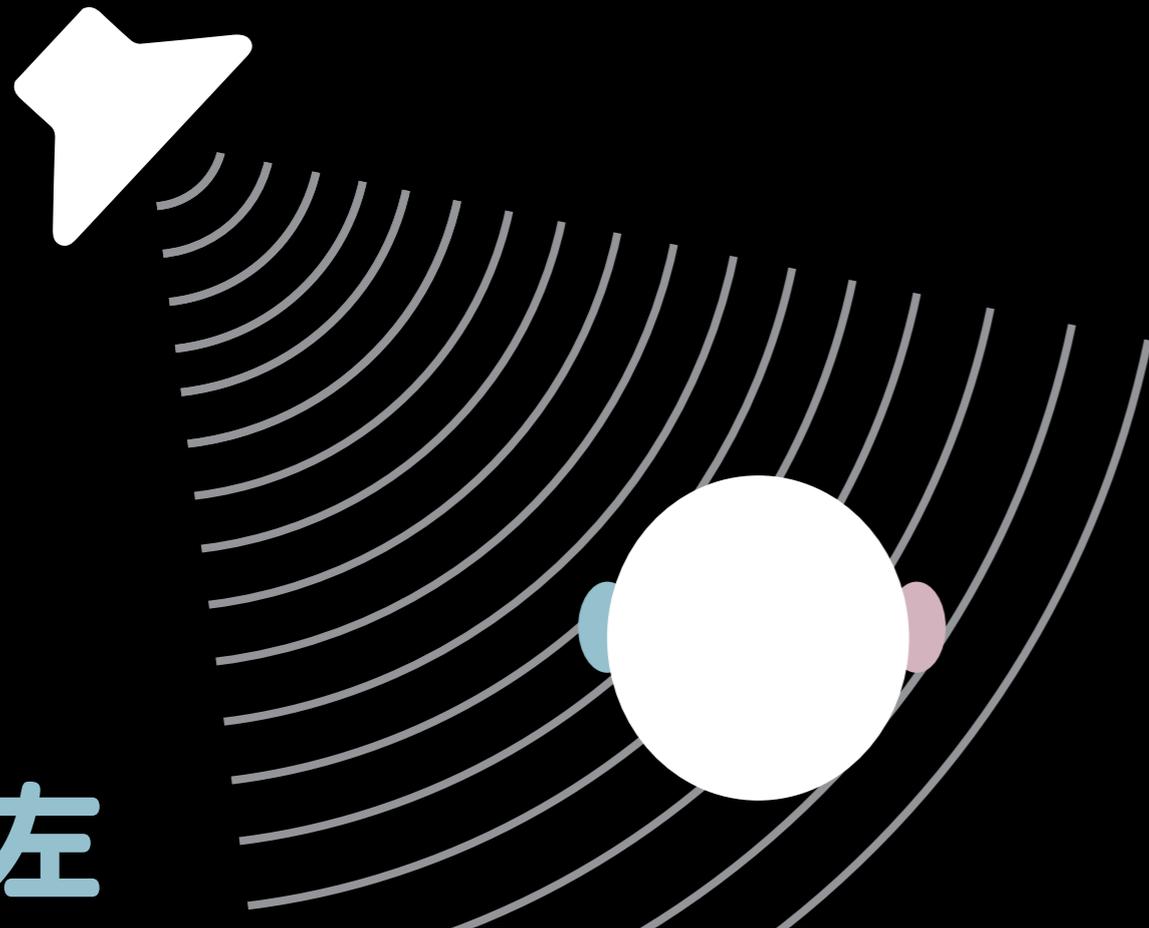
■周波数帯域を制限する



ボーカル：数十～数千 Hz がメインパーツ

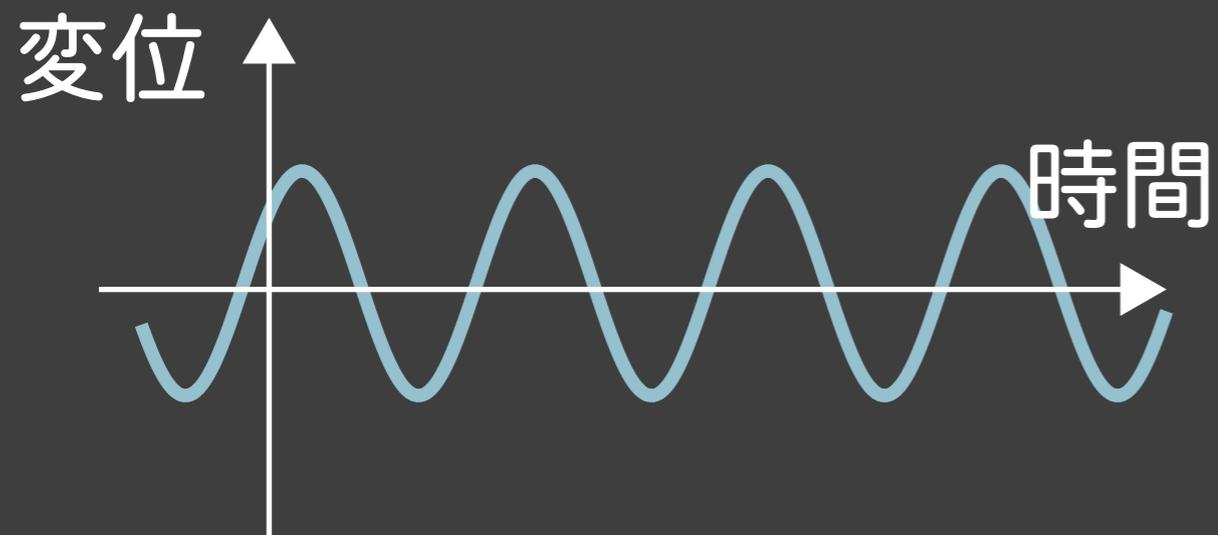
ボーカル除去の方法

■ センターチャンネル除去

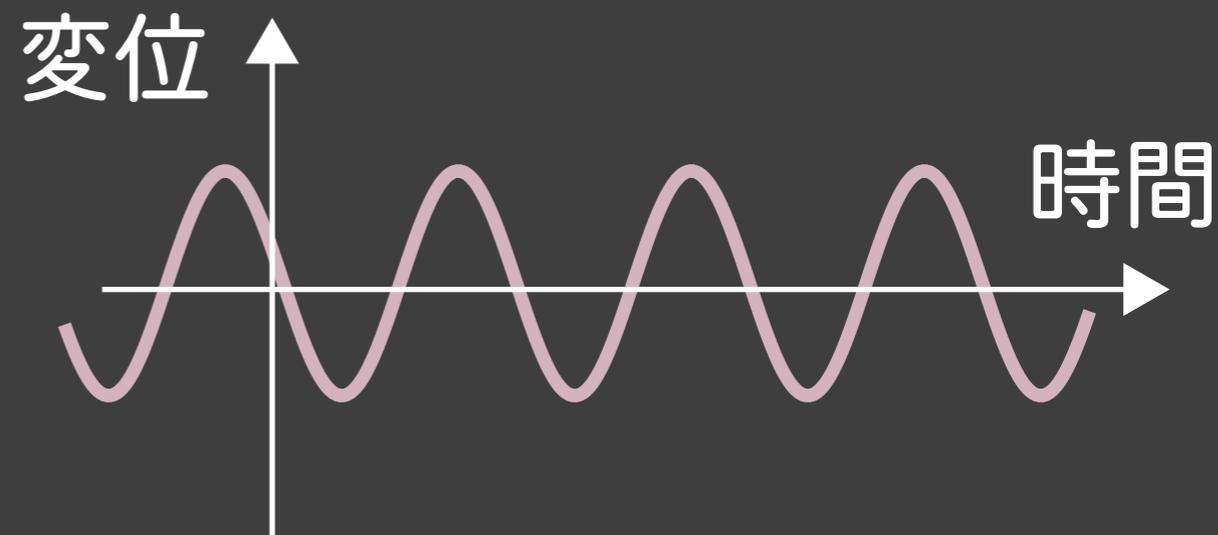


右と左で位相がずれる
ボーカルはだいたい真ん中
→位相が揃ってるものを除去

左

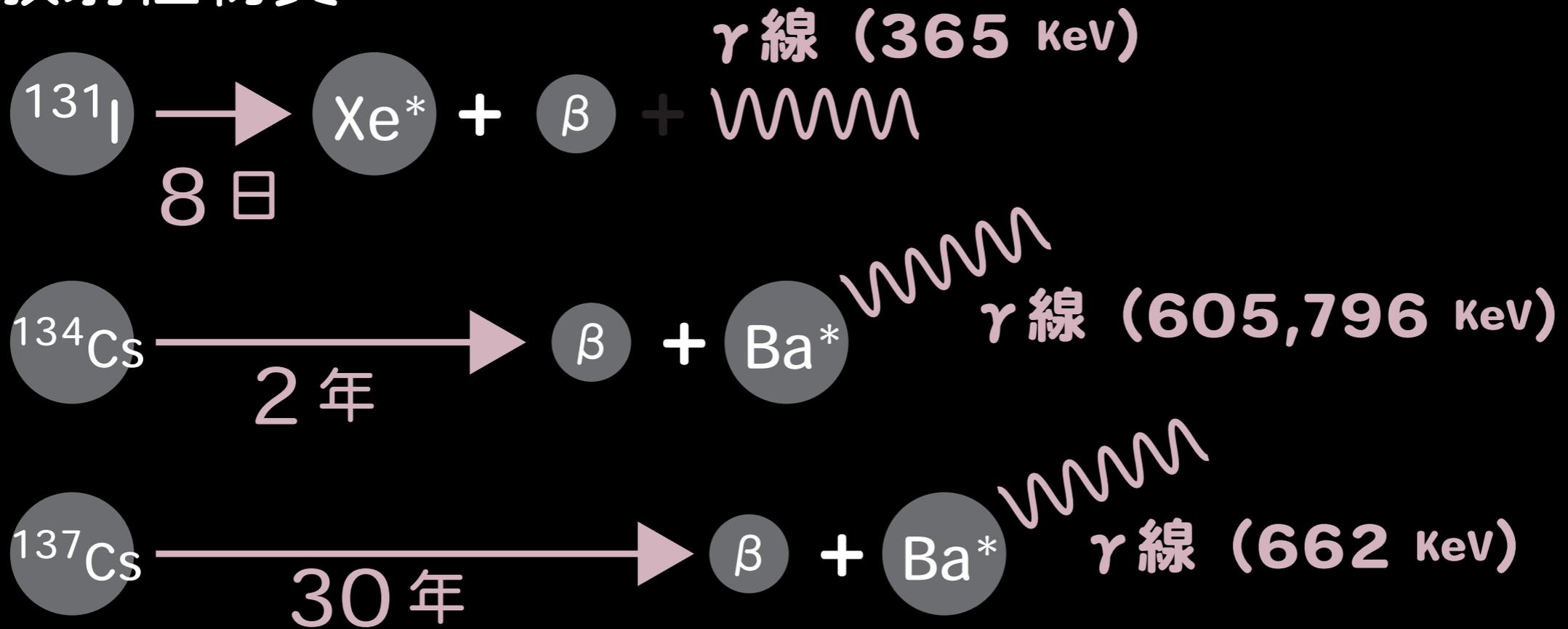


右

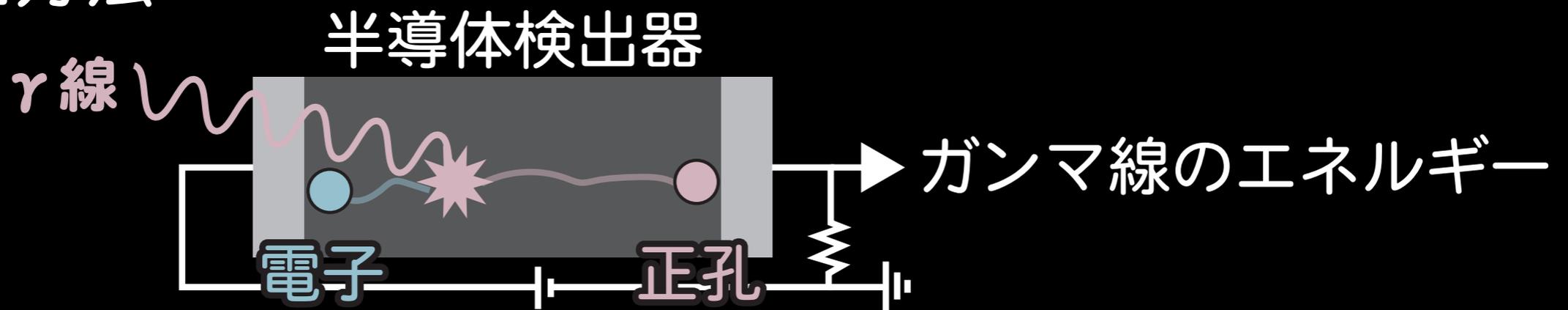


福島原発における土壌汚染をどう調べるか

■放射性物質

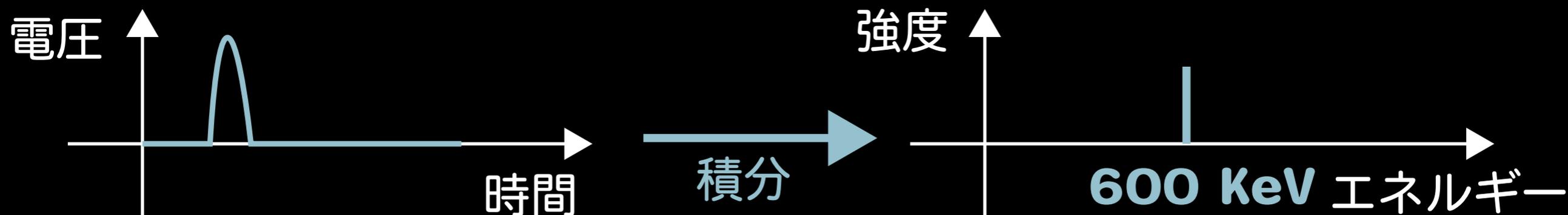


■検出方法



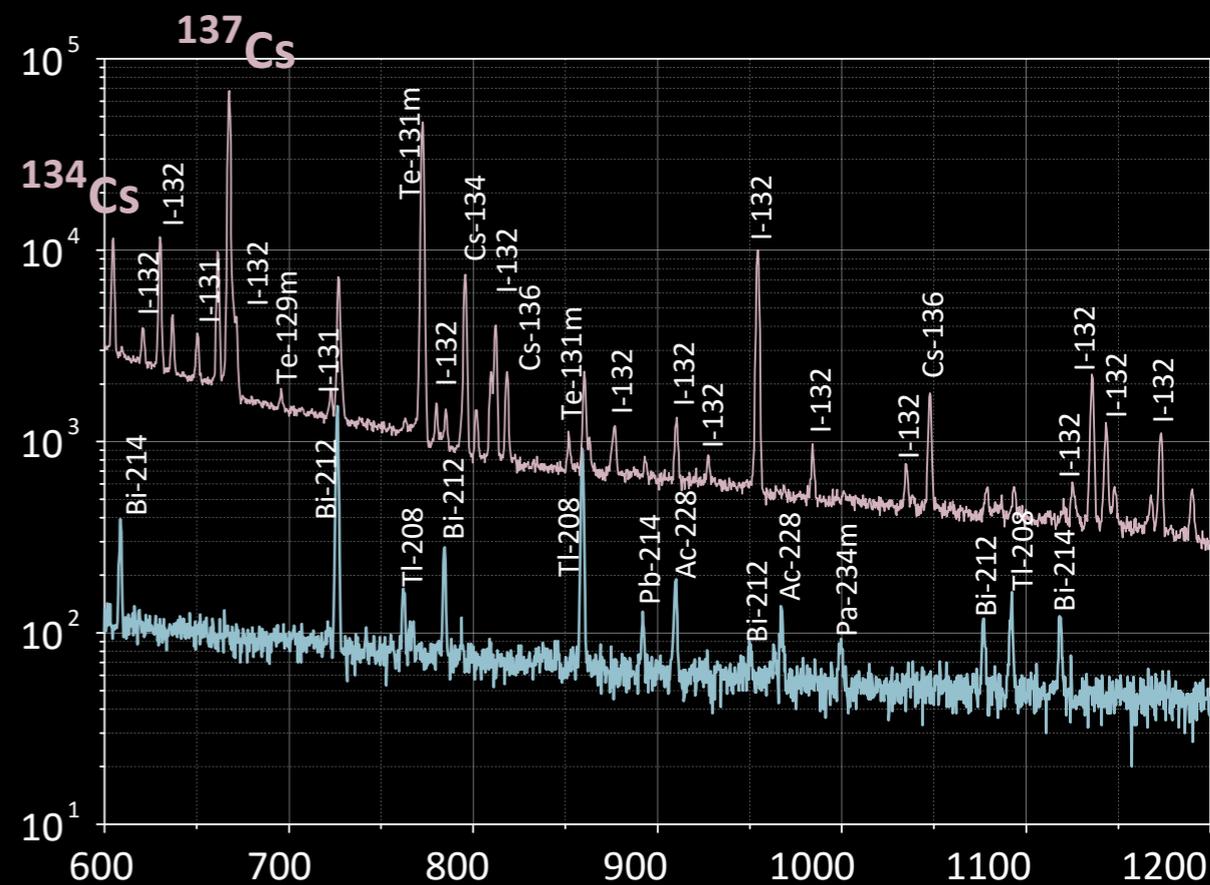
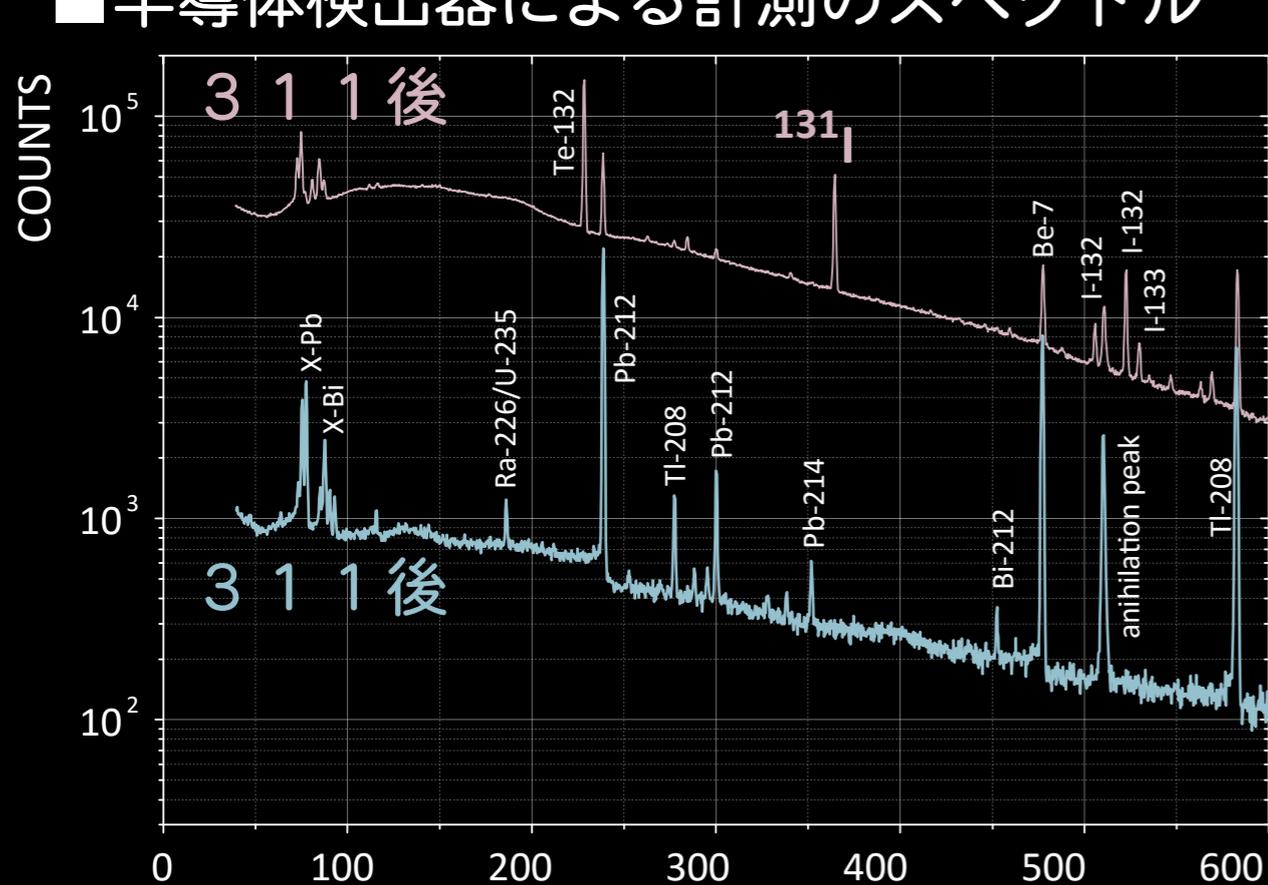
福島原発における土壌汚染をどう調べるか

■半導体検出器による計測のスペクトル



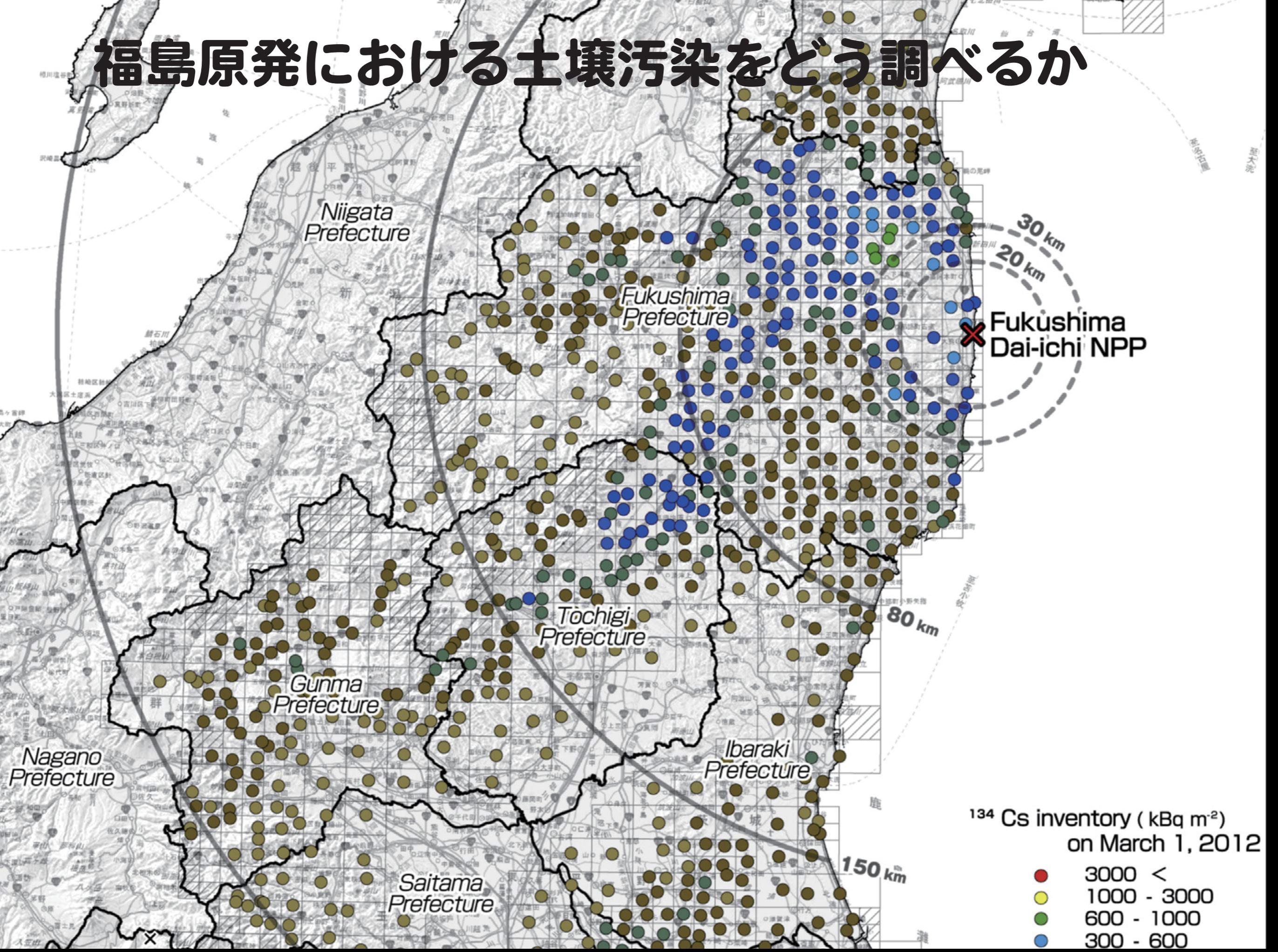
* 音の場合は周波数、今度は波形の積分（エネルギー）

■半導体検出器による計測のスペクトル

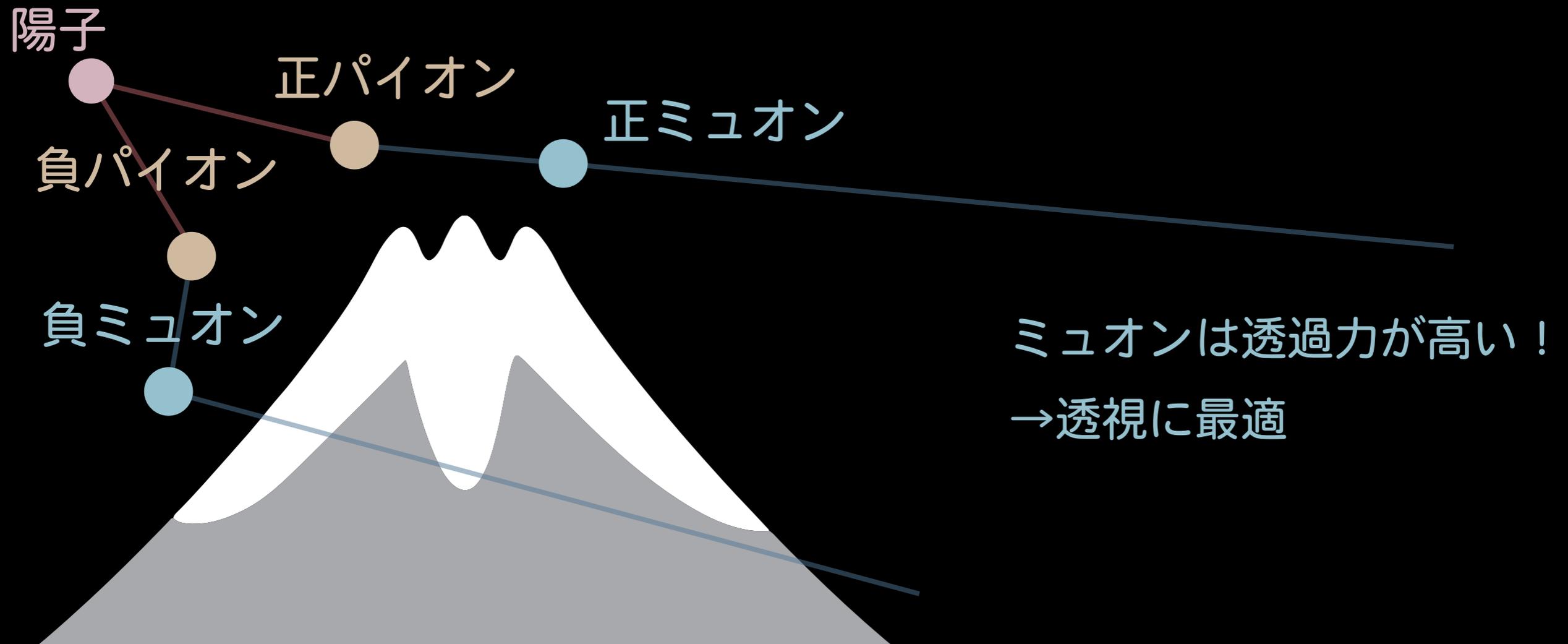


Energy (KeV)

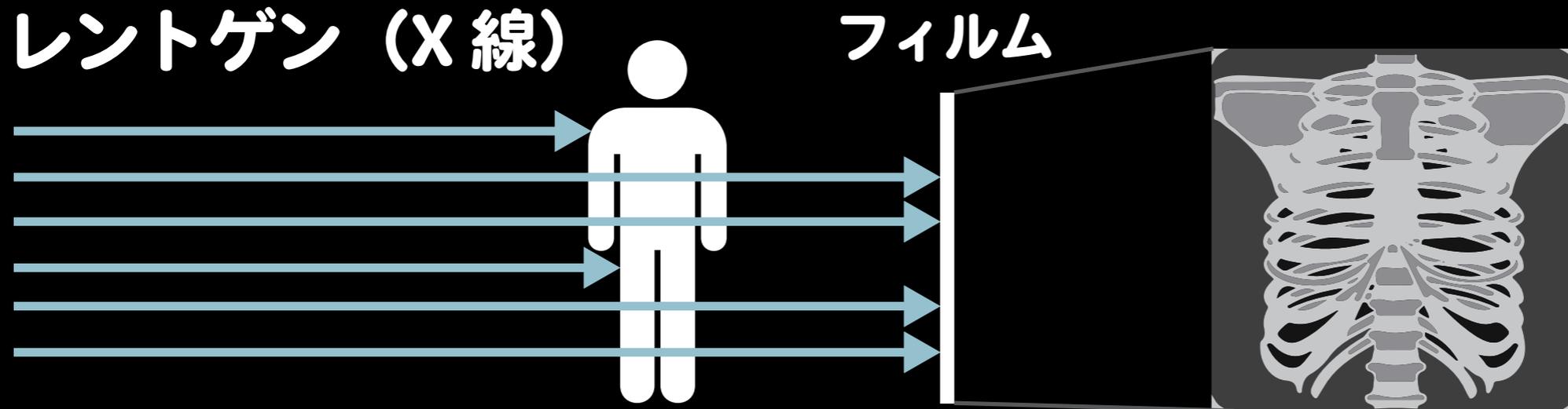
福島原発における土壌汚染をどう調べるか



ミュオンを使った透視

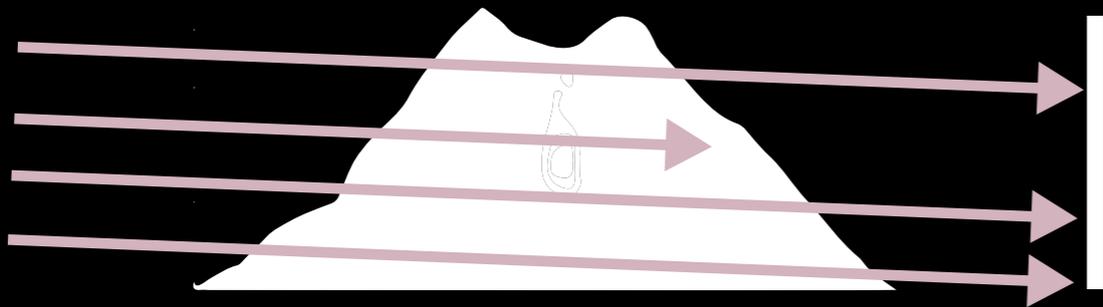


ミュオンを使った透視



ミュオグラフィ (透過法)

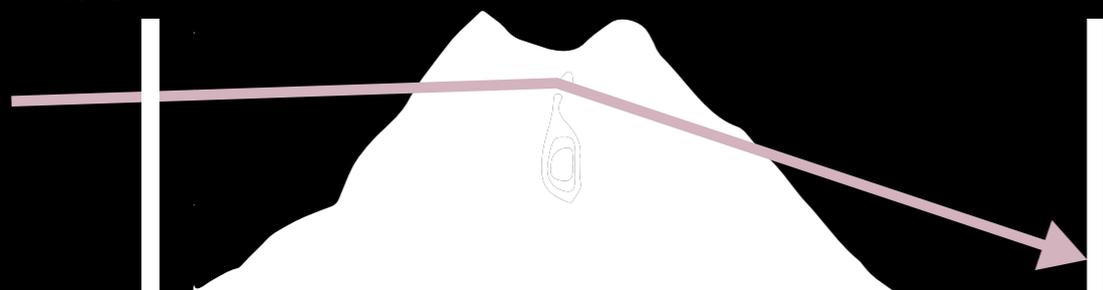
検出器



- ミュオンの透過量を測定する
- 分解能は高くない
- 検出器は1つでOK

ミュオグラフィ (散乱法)

検出器 検出器

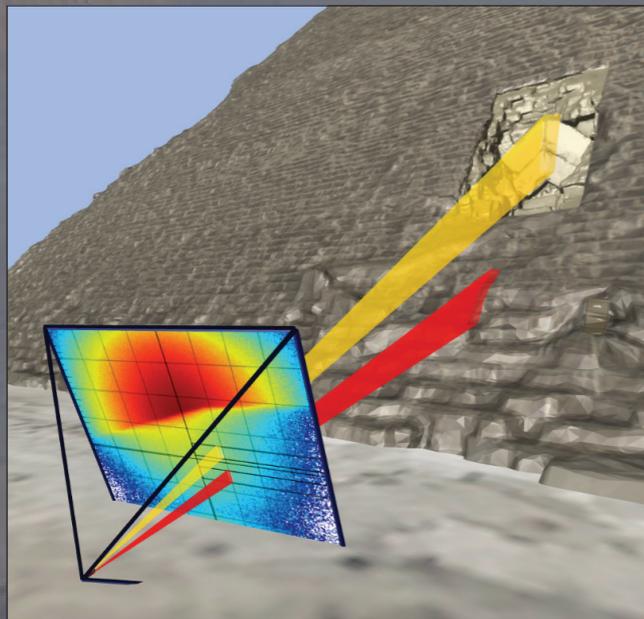
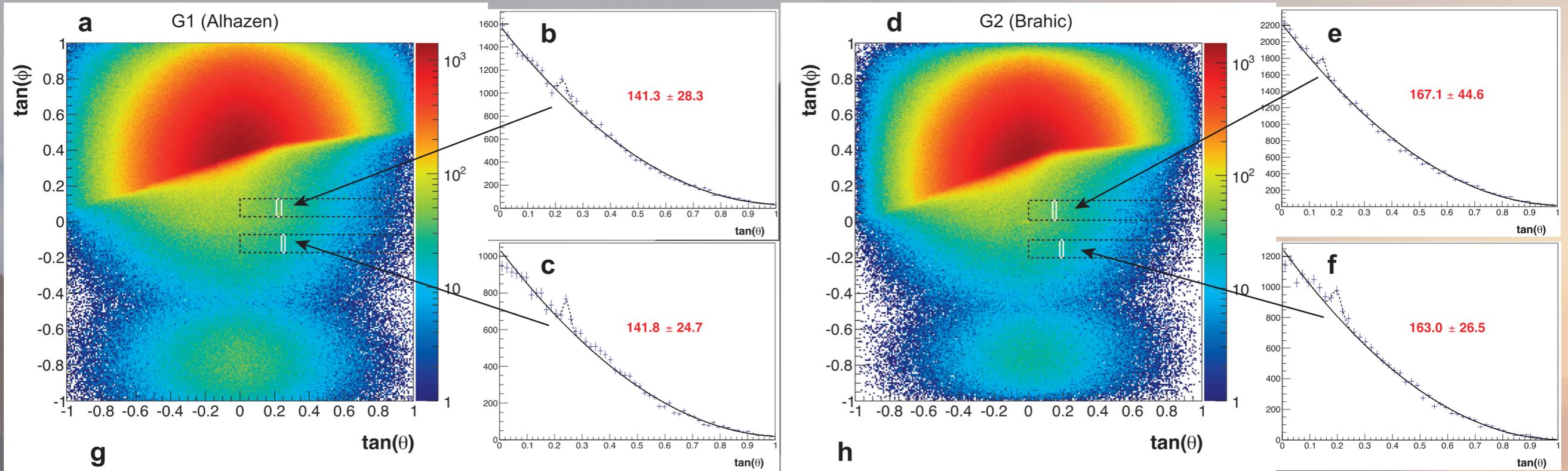


- ミュオンの散乱角を測定する
- 散乱点を特定できる
- 検出器は2つ必要

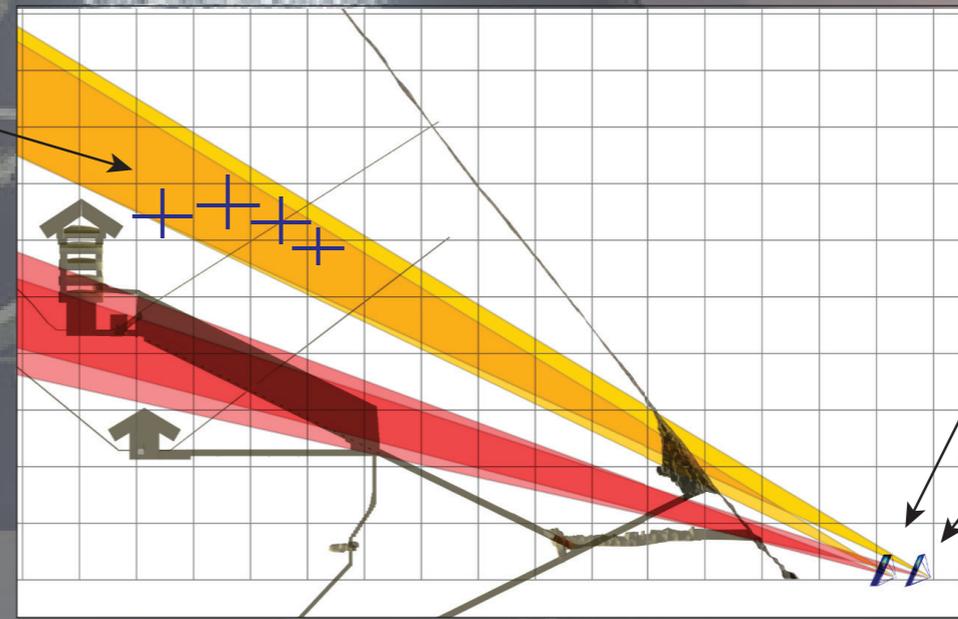
ミュオンを使った透視



ミュオンを使った透視



Triangulation positions
from Nagoya University

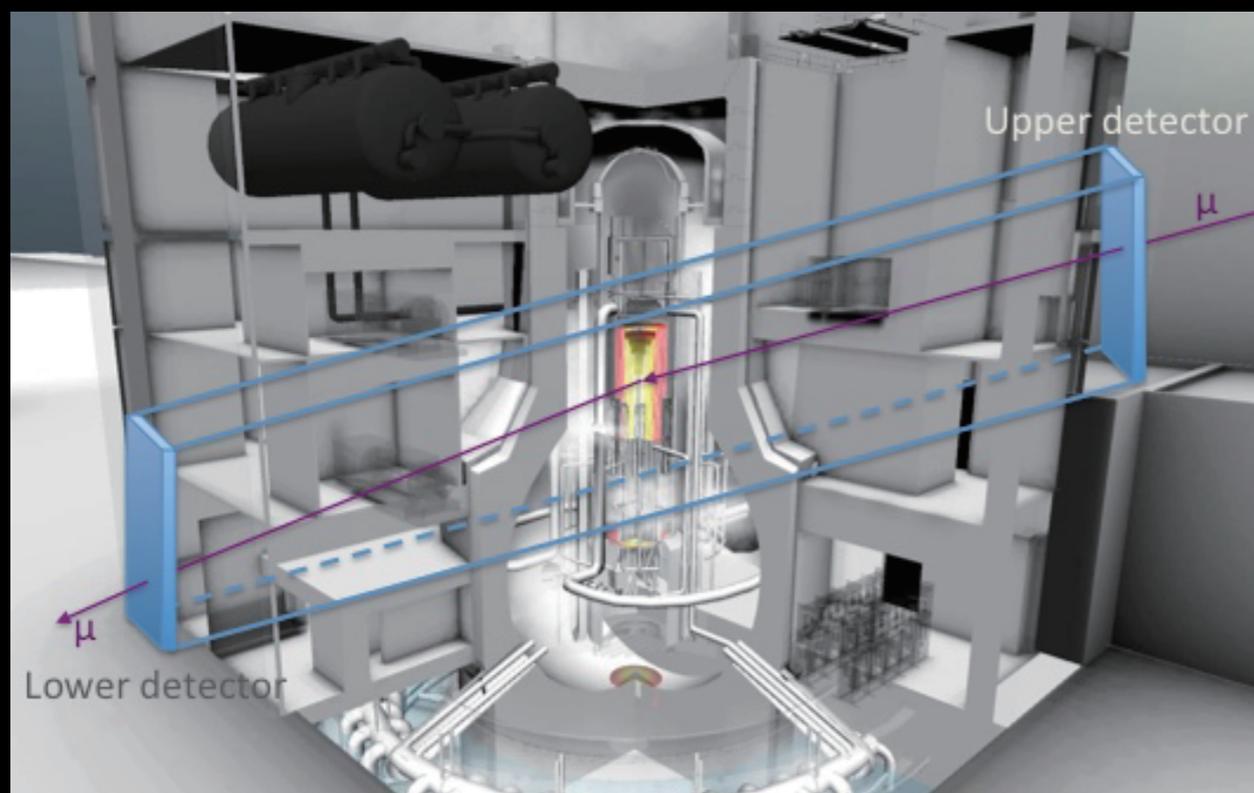


G1 (Alhazen)

G2 (Brahic)

ミュオンを使った透視

原子炉の透視



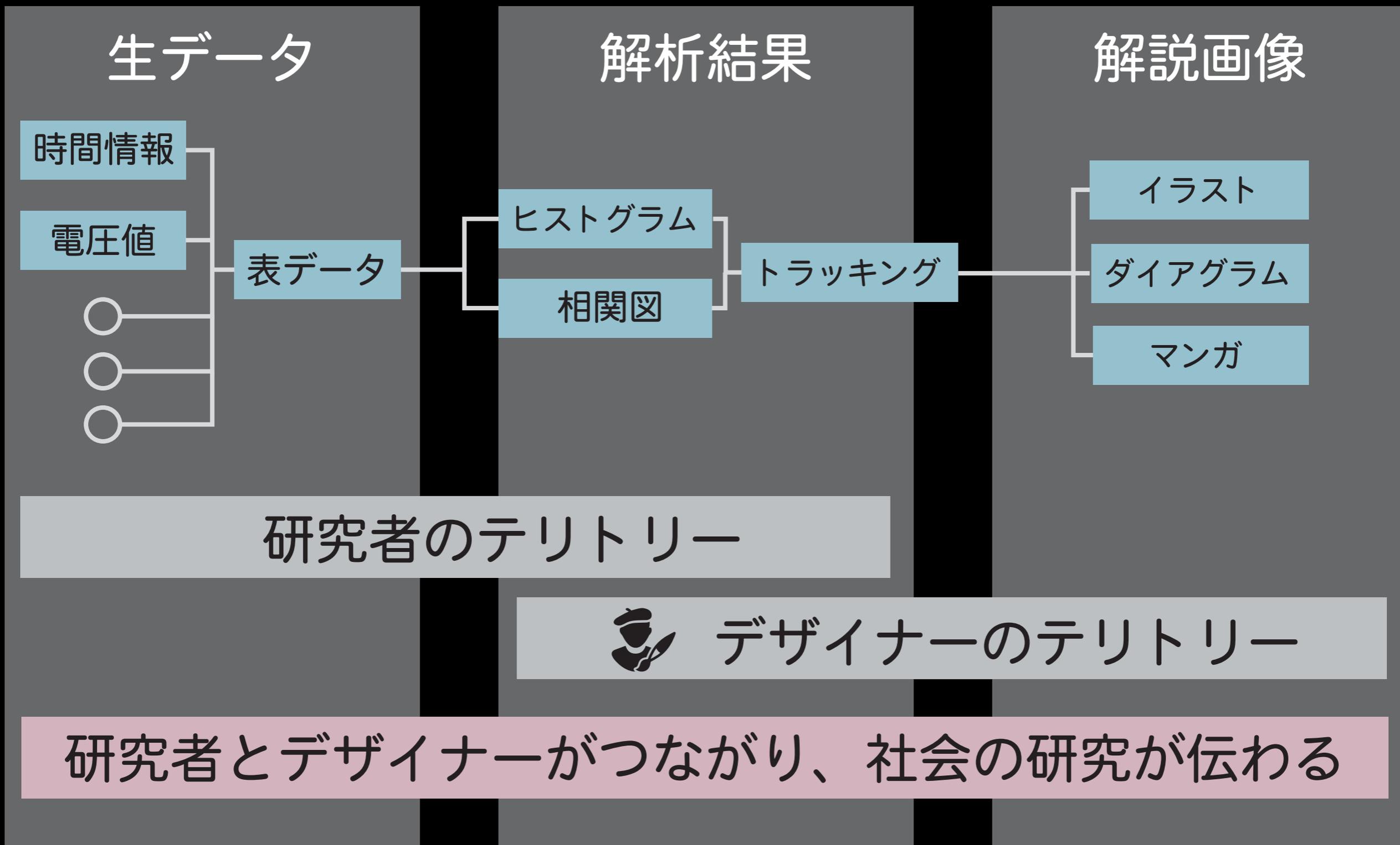
30 日間の測定結果



TEPCO

1ヶ月ぐらしかけるとなんとなく見える

可視化の時代



評価方法

■紙のURLからアンケートに答えてください。

■質問などがあれば以下まで

田中香津生

tanaka@tohoku.ac.jp