

# Sudden Beam Loss 原因究明に向けた音響センサーテスト

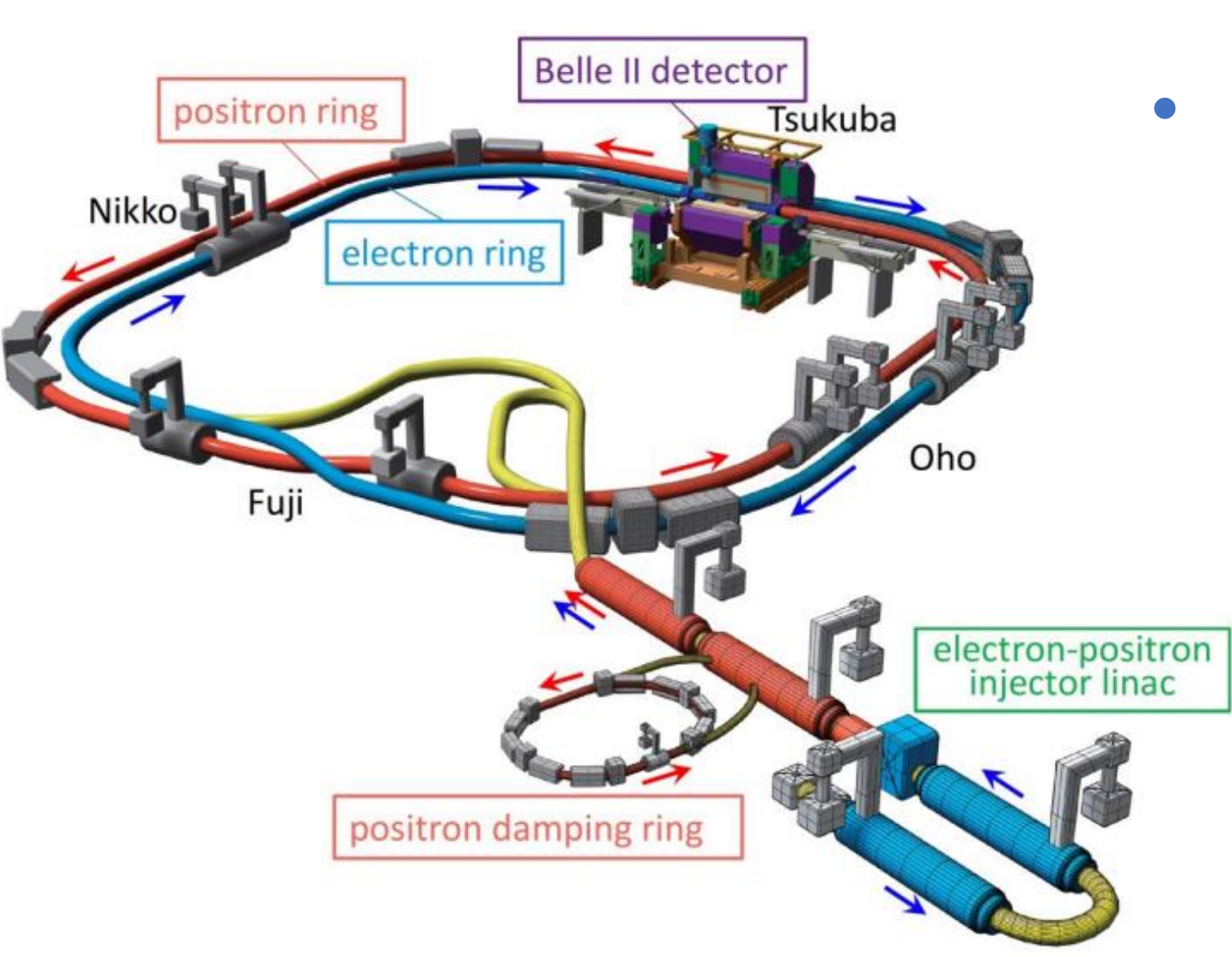
奈良女子大学 高エネルギー物理学研究室 修士1年 岡田 伊織  
 指導教員：宮林 謙吉、阿部 哲郎\*)、宇野 健太\*)

\*) 高エネルギー加速器研究機構



## 1, SuperKEKB

- $e^+e^-$ 衝突型加速器
- 高頻度の粒子衝突から新粒子の兆候を捉える



- ルミノシティフロンティアの加速器

反応数  $F = L \times \sigma$  断面積

$$F = L \times \sigma$$

加速器の性能を表す指標

- ➡ 反応回数を増やしたい
- ➡ ルミノシティを上げる
- ➡ ビーム電流を上げる
- ➡ Sudden Beam Loss(SBL)が原因でビーム電流を上げることができない！！

## 2, SBLとは

- ビーム電流が高くなる時、突然ビームが不安定になり、**1,2周で大きくビーム損失**する現象
- 検出器、加速器を損傷させてしまう
- (蓄積)ビーム電流を上げる際の大きな障壁
- 加速空洞内の様子をハイパースペクトルカメラ等で直接観測した阿部さんのstudyからFireball 仮説が建った

## 3, Fireball 仮説

✓ T.Abe, PASJ2023-TUP01 (2023)

- ① 高融点の金属(ex.タングステン)から成る微粒子が、ビーム励振フィールドにより加熱される

→ Fireball

- ② Fireball が低融点の金属 (ex.銅) 表面に着弾

0.1秒~数秒のオーダー

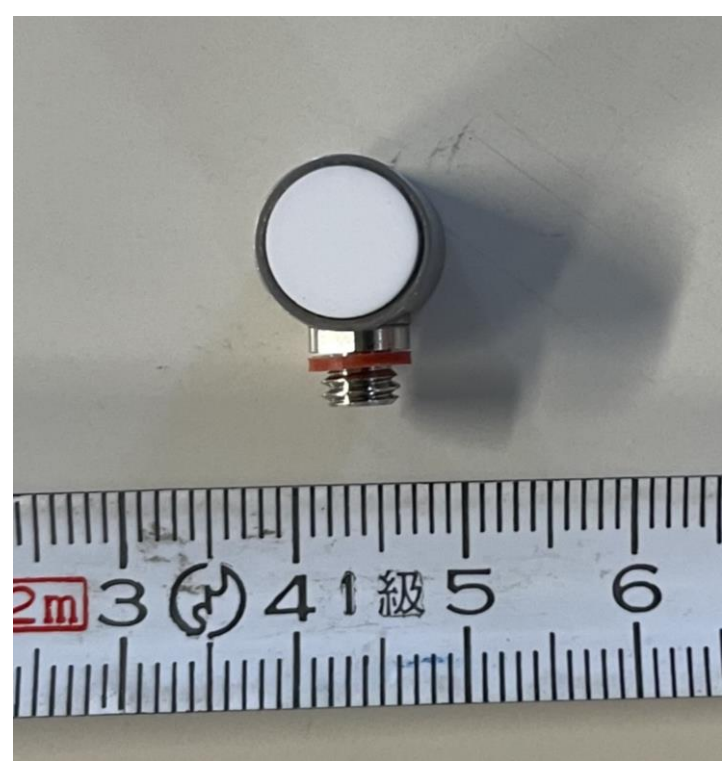
- ③ 着弾点でプラズマ発生

- ④ 大真空放電に発展し、ビーム粒子と強い相互作用をする？

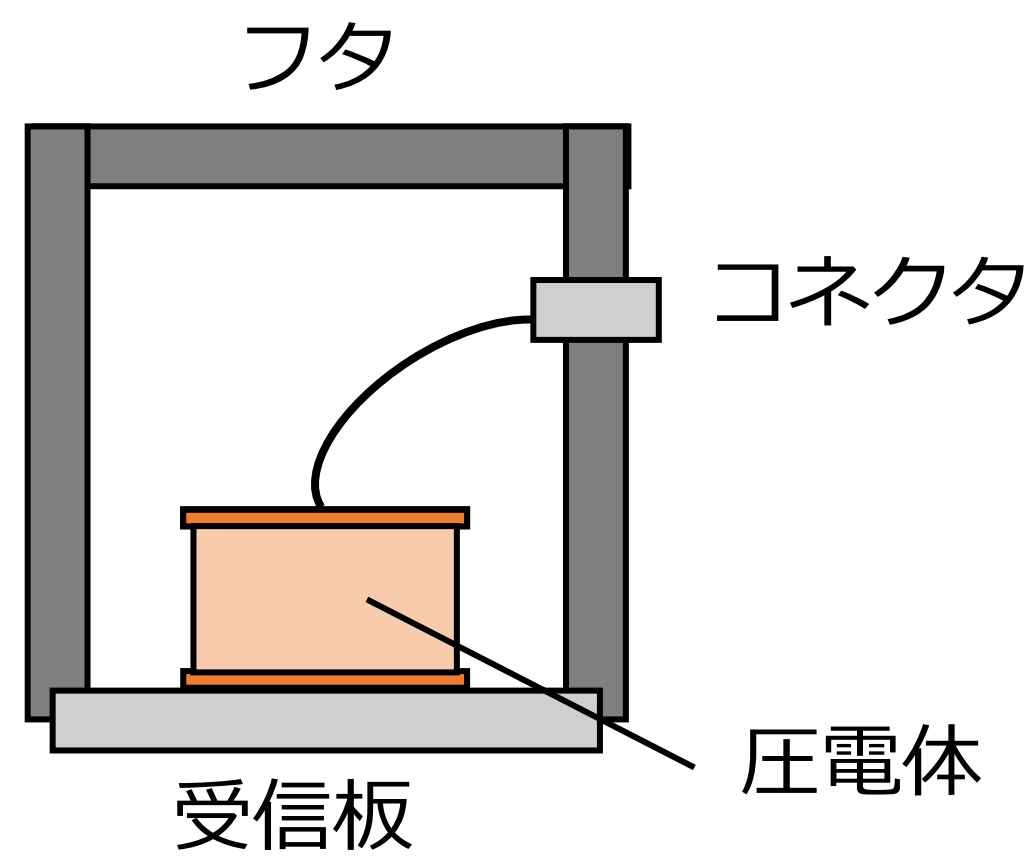
数百ナノ秒のオーダー

## 4, 音響センサー

- 圧電体 (結晶内部に極性を持つ) に力が加わると電流が生じることを利用したセンサー

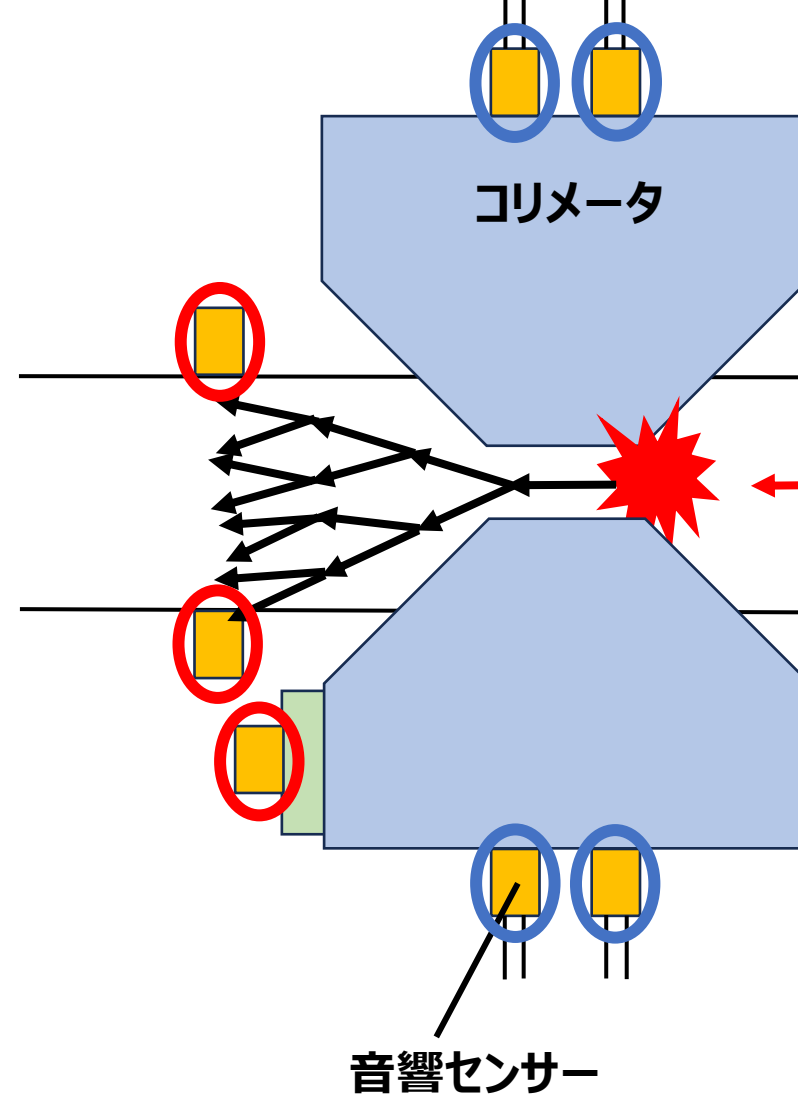


この方向の振動を感じる



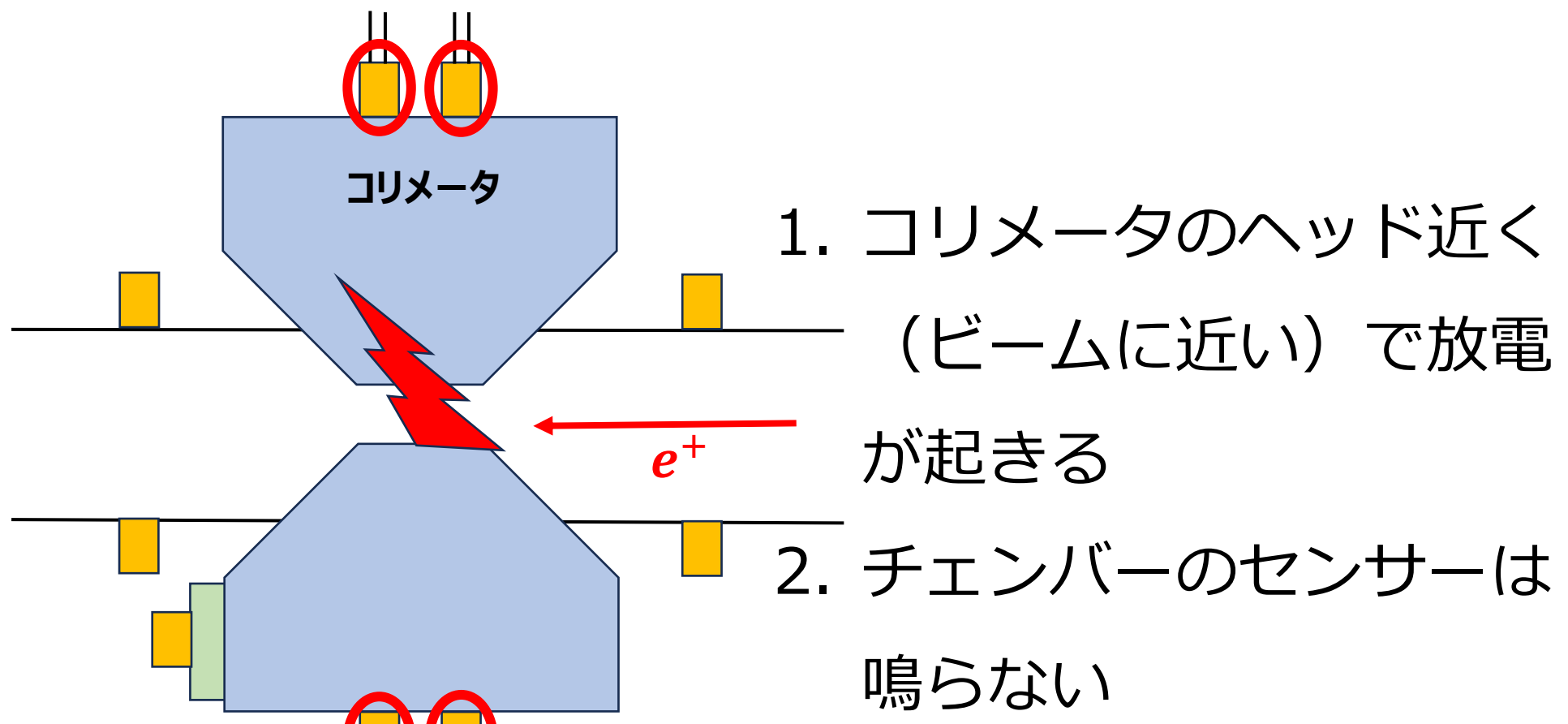
## 5, 観測できること

- シャワー



1. ヘッドでロスするとシャワーができる
2. シャワーの熱衝撃により下流で音波発生
3. センサーの下流から上流へと音が鳴る

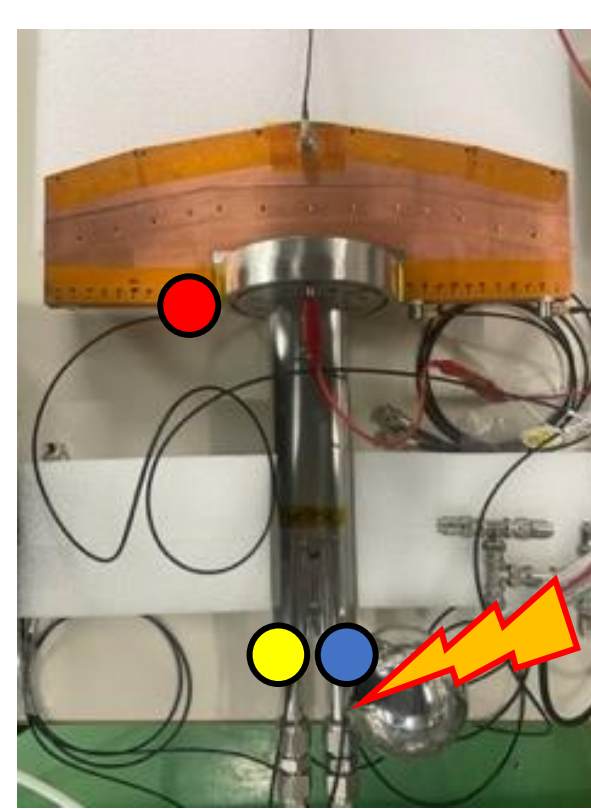
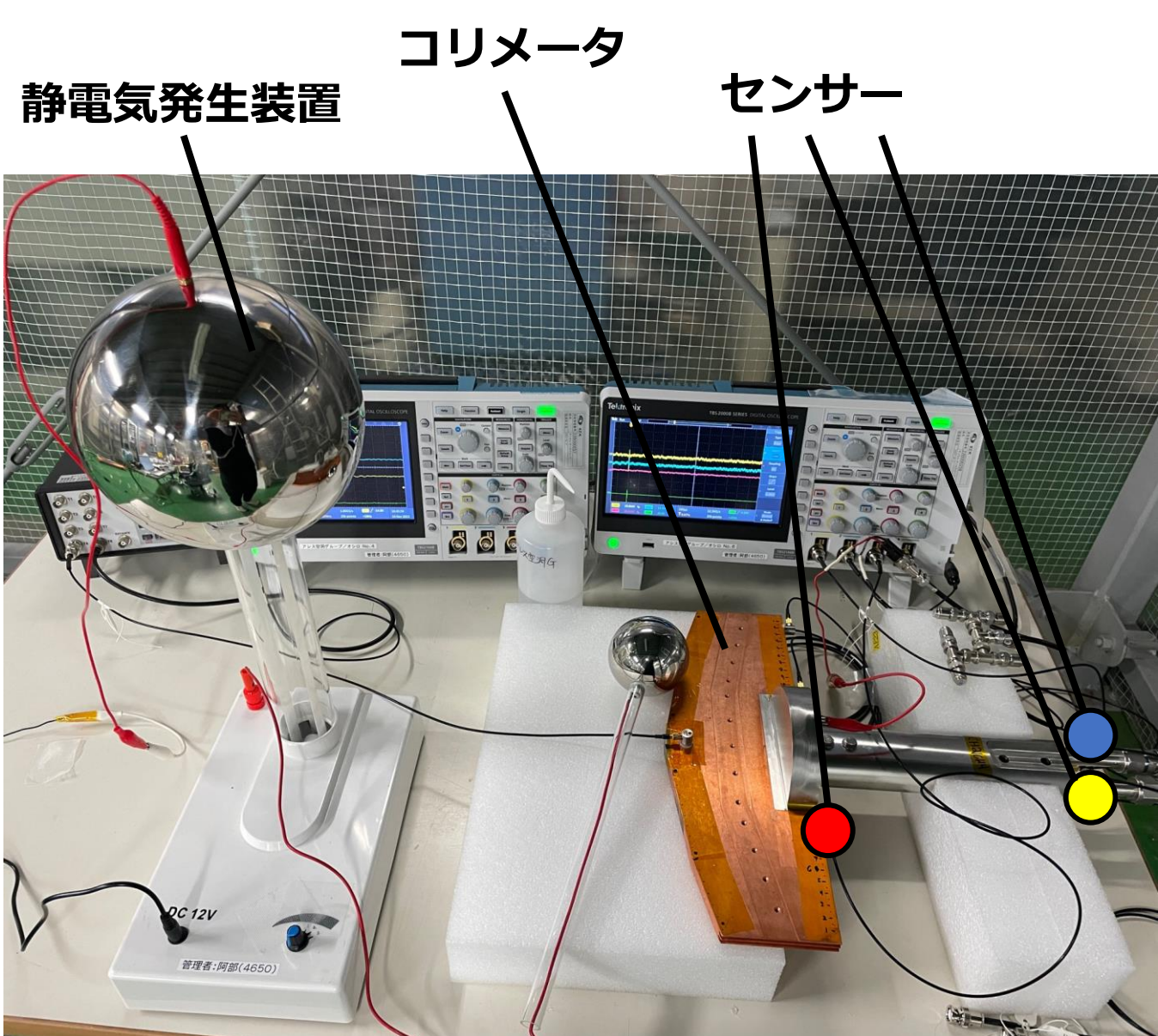
- 真空放電



- シャワーと真空放電からの熱衝撃を超音波として、それぞれ識別して観測できる
- SBL発生時に放電が起きたかを確認する

## 6, 静電気の観測

- 真空放電に最も近い静電気でセンサーの信号を確認する
- 放電(電荷量: ~μC)による電気信号でトリガー
- 右図の結果が音響観測データである



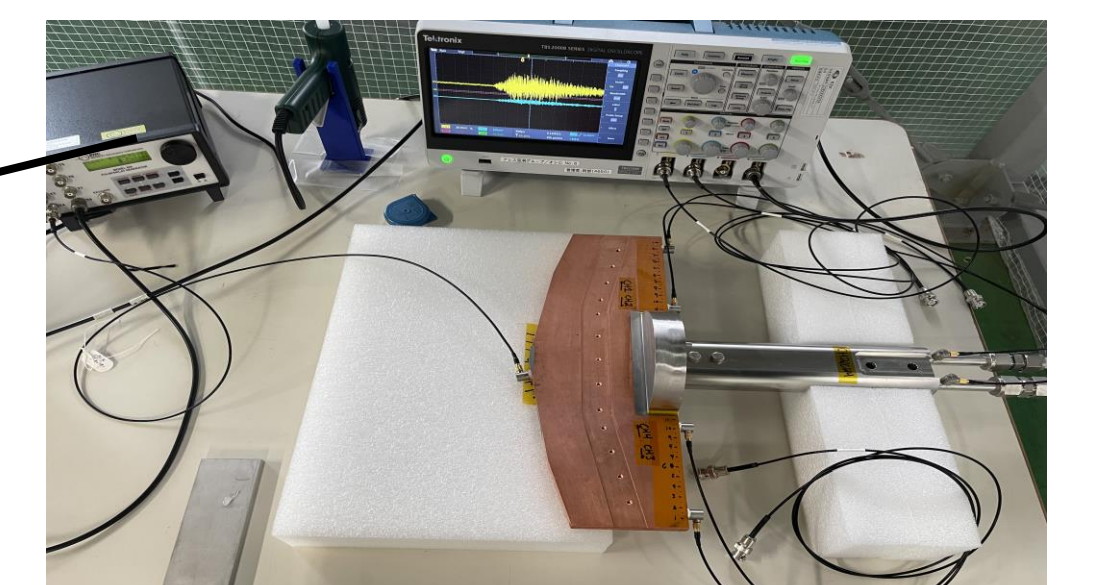
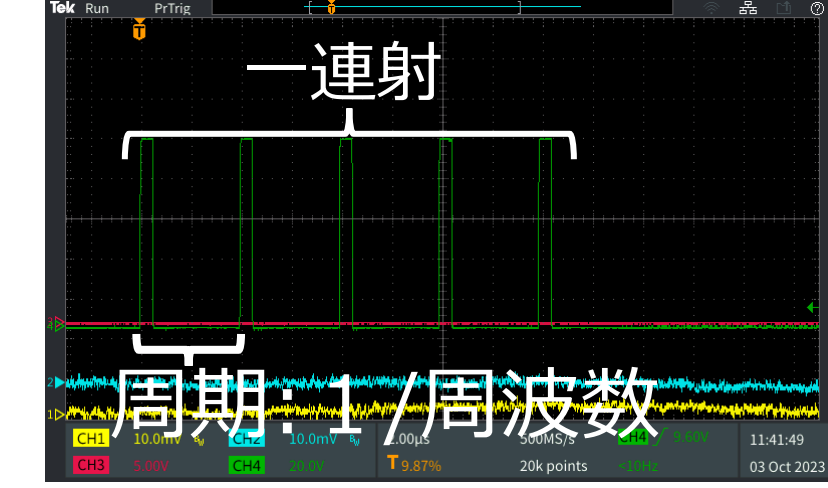
- 静電気を落とした位置に近いセンサーから鳴る → 静電気の落ちる場所が分かる

## 7, 全センサー(24個)の動作確認

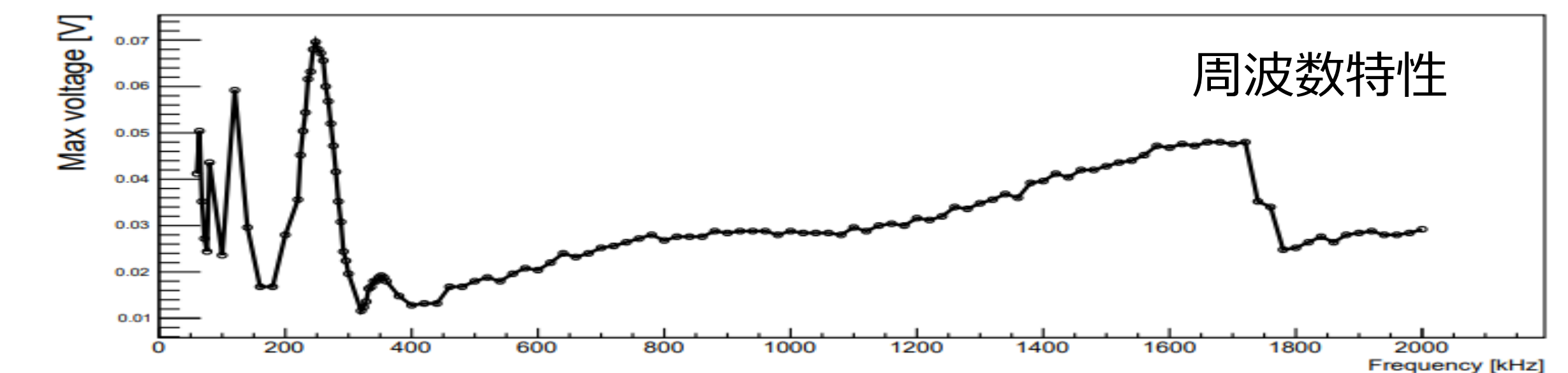
- 1月からのビーム運転で測定するために、実際に設置する音響センサーの特性を確認

- センサー全てで信号を測定できることを確認した

パルスジェネレータ

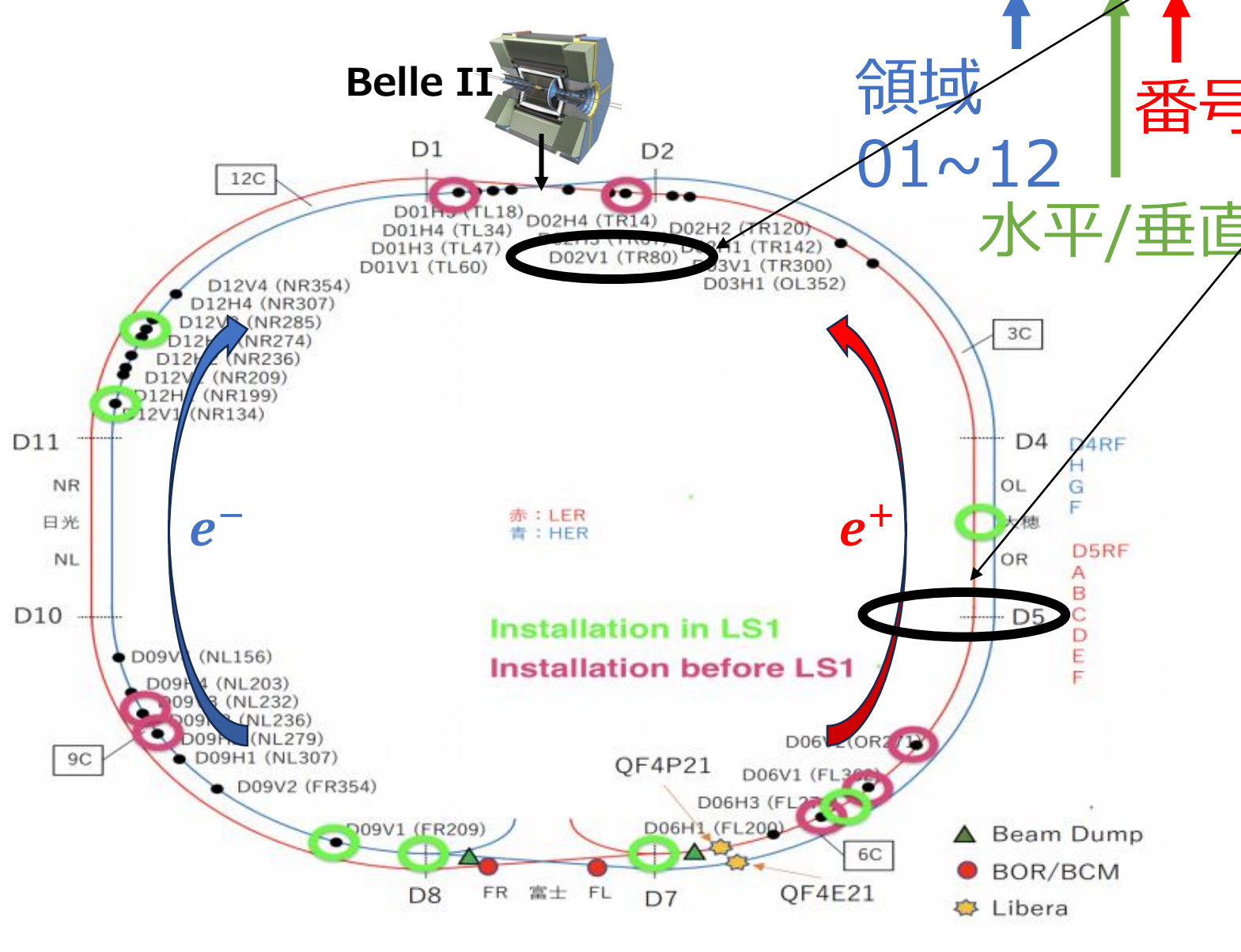


- 若干の個体差はあるが240~260kHzで最高感度を示す



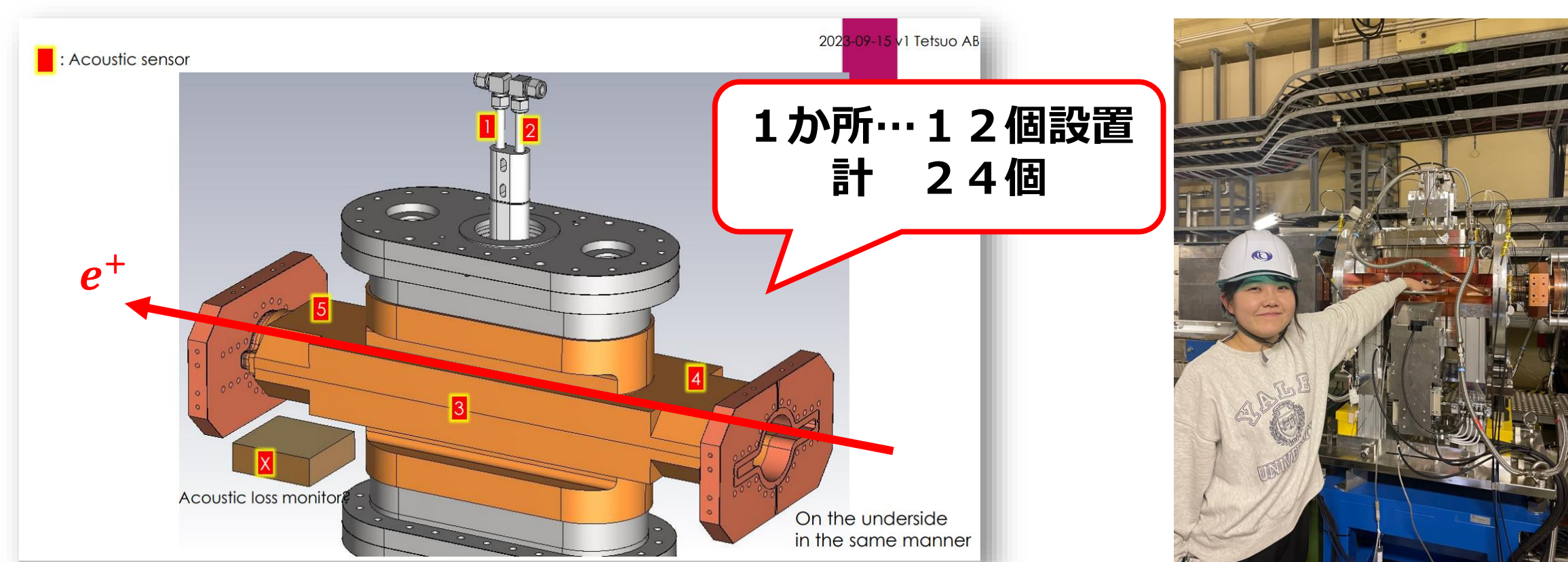
## 8, センサー設置位置

- コリメータの名前は「D02V1」



- D02V1...アパーチャーが最も狭い(±1mm)ので、ビームロスが一番見やすいところ
- D05V1...今回初めてNonlinear Collimatorが導入されたため

ビームの垂直方向の大きなズレを六曲電磁石で垂直方向に大きくキックして、そのズレを削るためのもの



1か所...12個設置 計 24個

## 9, まとめ

- SBLは加速器の安定な運転のため解決が必須の課題である
- Fireball仮説を検証するために音響センサーを用いた放電観測実験を行った
- 設置予定のセンサーの動作試験を行い、テストベンチで放電を測定できることを確認した
- SBL発生時にコリメータで放電が起こるか確認したい
- 一部センサーは取り付け済みで、12月には設置完了予定