

# ヒト型卓上ロボットを用いたテレヘッドの音像再現性能の評価

伊藤陽生 高梨哲平 (甲南大) 北島大夢 (奈良先端大)  
梅谷智弘 北村達也 (甲南大) 森川大輔 (富山県立大)

## 概要

### テレヘッド：

ロボット技術を利用して遠く離れた場所の音場を体験することができるシステム

### 研究の背景：

入手の容易なロボットとヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いて、テレヘッドシステムを開発した (北島ら, 2017)。

### 研究の目的：

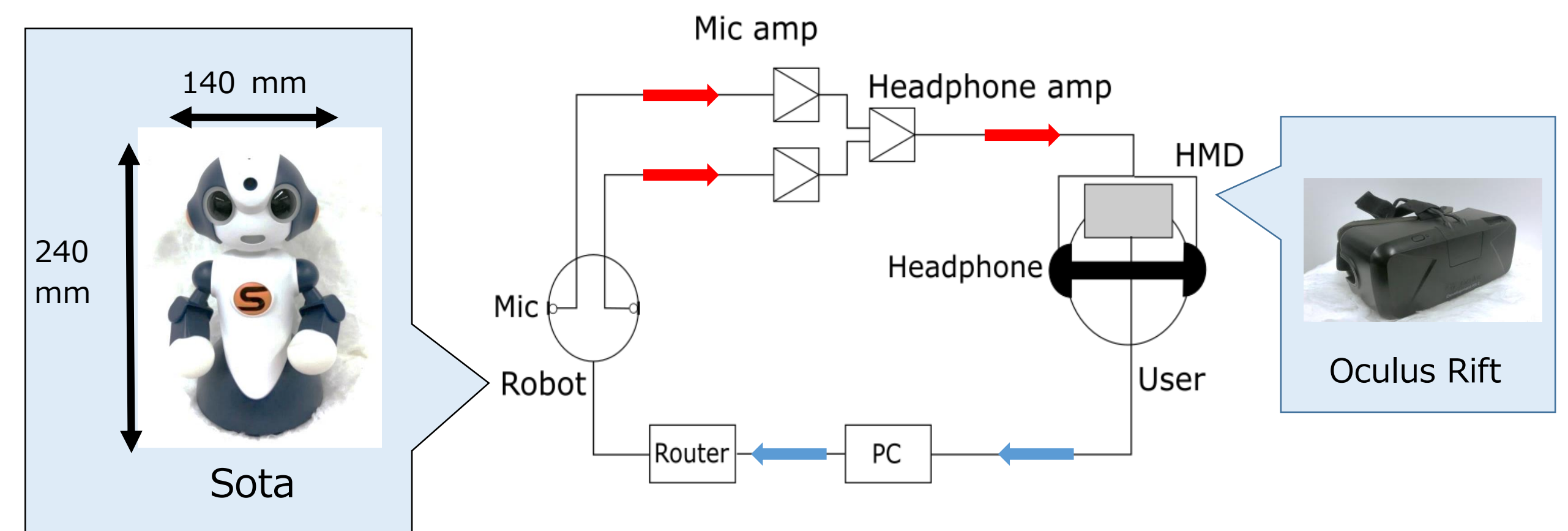
北島ら (2017) のテレヘッドシステムの音像再現性能を評価する。

### 将来的な展望：

遠隔地でのコンサートなどのイベントをリアルに体験できる。



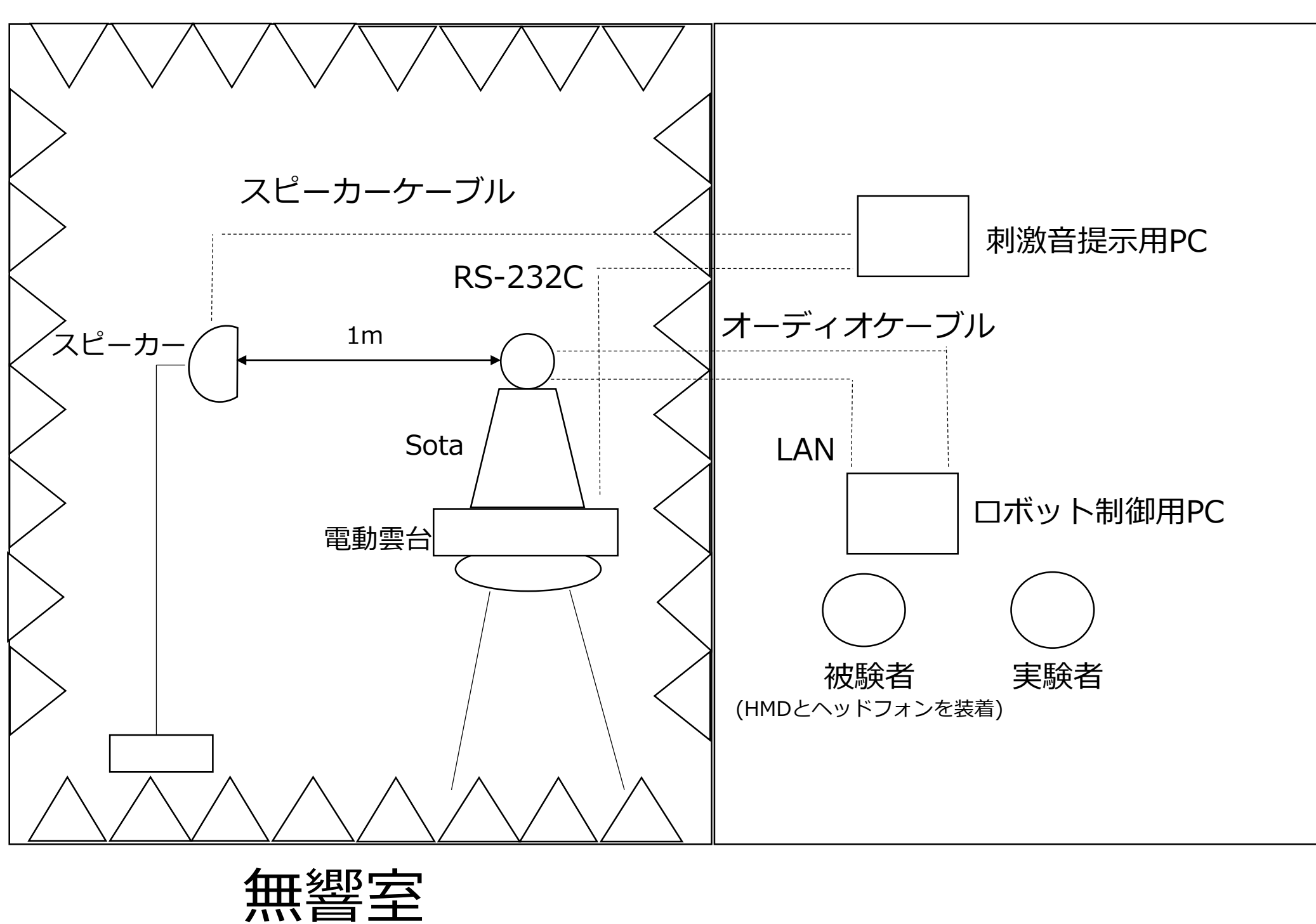
## テレヘッドシステムの構成 (北島ら, 2017)



- HMD (Oculus Rift) にて計測した頭部の回転角をロボット (ヴイストン Sota) に送信することによって、ユーザーとロボットの頭部運動を同期させる。
- ロボットの頭部の左右に小型マイクが取り付けられており、それらによって得られた音をユーザのヘッドフォンに呈示する。
- HMD からの回転角の取得は Unity にて行い、ロボットの制御は Java にて行った。
- ロボットの首の可動域はPitch軸が上方向29°、下方向8°、Roll軸が左右ともに25°、Yaw軸が左右ともに90°である。
- ヘッドマウントディスプレイの動きに対するロボットの頭部の応答時間の平均値は43.4msであった。

## 実験内容

ロボットの頭部に取り付けたマイクによって集音した音を別室にいる被験者に聞かせ、音像の方向を判断させた。



- 被験者：音像定位実験の経験がない20歳代の成人男性4名
- 方法
  - 水平角 $\theta=0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ を $30^{\circ}$ 間隔12方向で計測
  - ロボットを電動雲台に載せ、その回転によってロボットとスピーカーの相対角度を $30^{\circ}$ 間隔でランダムに移動
  - 刺激音は白色雑音、提示時間は5秒、提示間隔は約6秒
  - 刺激音は1方向につき3回ずつ、合計36回呈示
  - 被験者は音像方向を $30^{\circ}$ 間隔12方向の中から口答
- 被験者のうち1名は耳介アタッチメント有無2通りを計測

## 使用機材



耳介アタッチメント



耳介アタッチメントを取り付けたSota

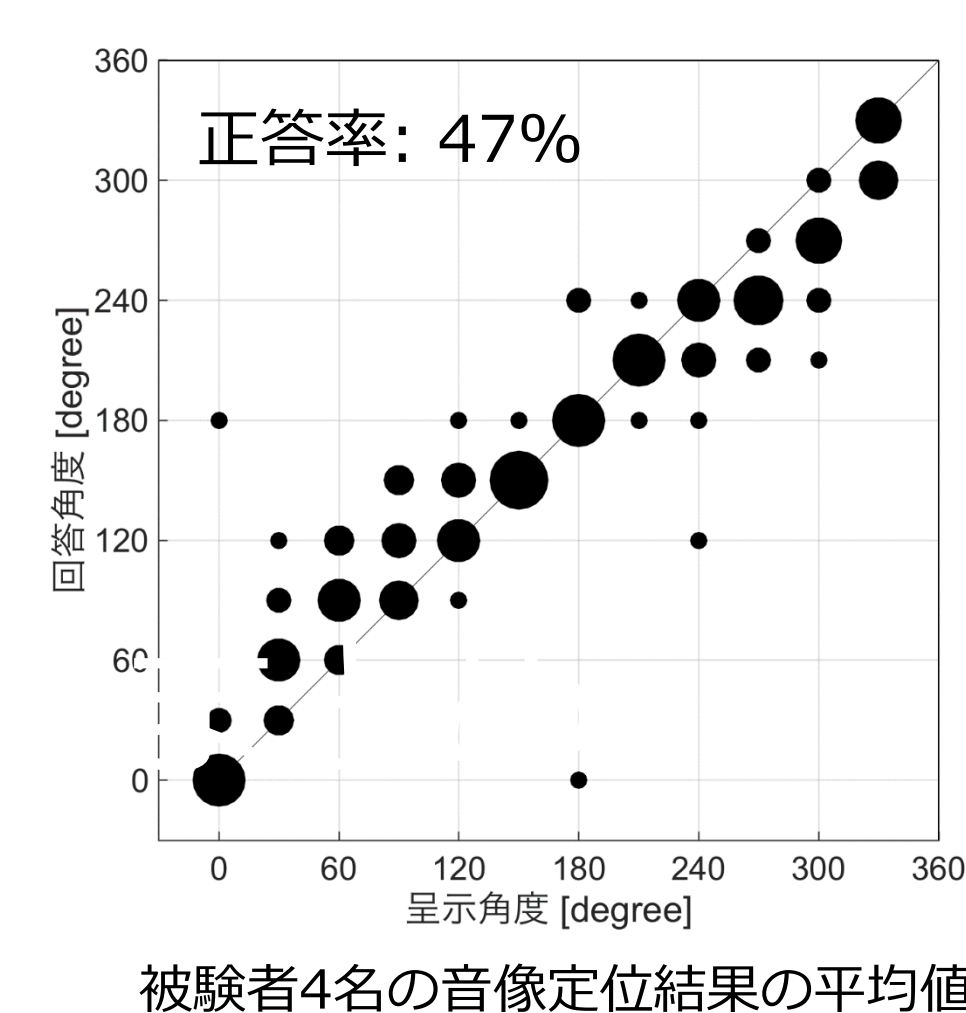
- ロボット：ヴイストン Sota
- HMD：Oculus Rift
- スピーカーアンプ：Rasteme RSDA302U
- マイクアンプ：Audio-Technica AT-MA2
- ヘッドホンアンプ：Edirol UA-5
- 電動雲台：SASTAINable Robotics PanUnit SPU-01c
- ヘッドホン：Audio-Technica ATH-XS5
- WEBカメラ：ELECOM UCAM-C0220FBBK

## 謝辞

本研究の一部は私立大学等経常費補助金特別補助「大学間連携等による共同研究」による支援を受けた。

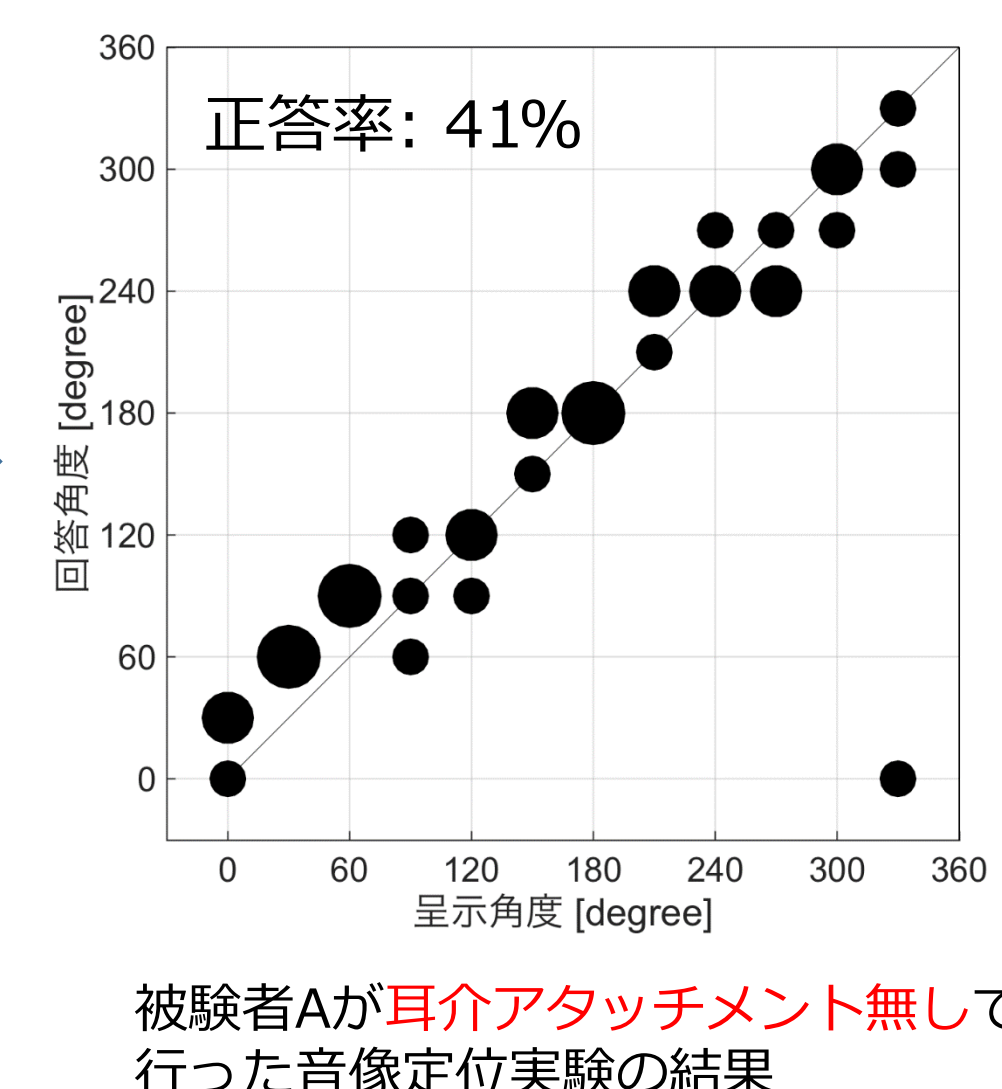
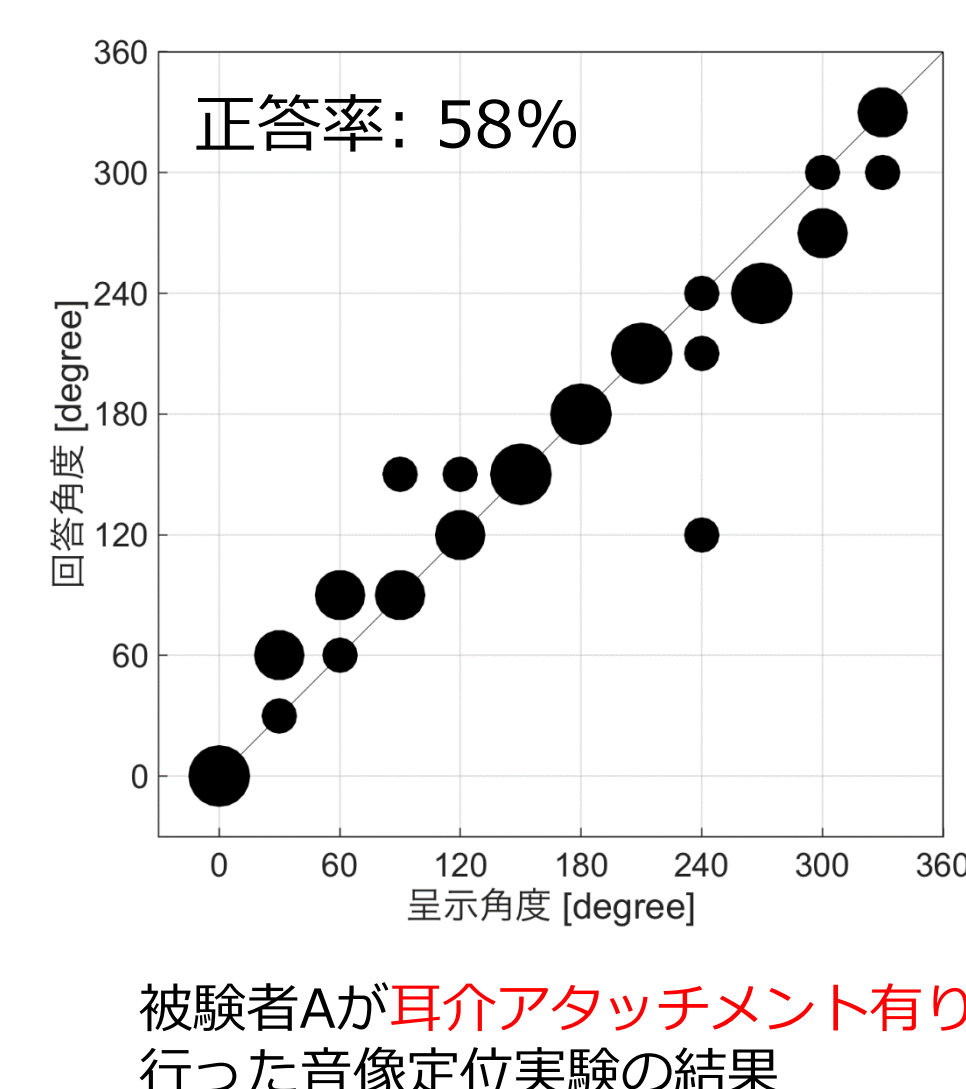
耳介アタッチメントの造形にご協力いただいた甲南大学知能情報学部 山中仁寛准教授、無響室の実験にご協力いただいた大阪産業技術研究所 武内孝様に感謝します。

## 実験結果



1. 本研究で開発したテレヘッドシステムにより、音像のおおまかな方向を知覚することができた。
2. 呈示角度 $30^{\circ}$ から $120^{\circ}$ 、 $210^{\circ}$ から $330^{\circ}$ においては、音像が呈示角度より後方に存在すると回答されることが多かった。

音像再現性能に改善の余地あり



3. 耳介アタッチメント無しの正答率は耳介アタッチメント有りの正答率から17%ポイント低下した

耳介アタッチメントには効果あり

## 課題の考察

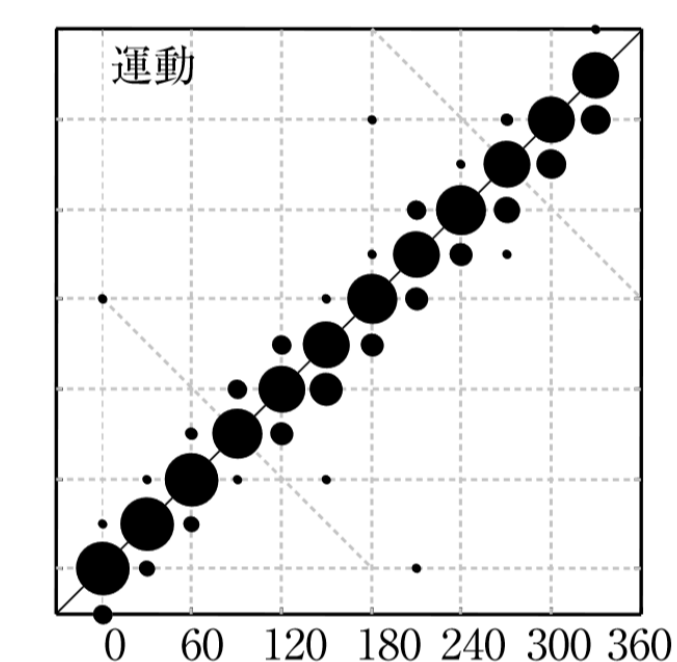
1. 先行研究 (平原, 2014) では正答率が78%であり、本研究で得られた結果は大幅に低い。

➡ ロボット (Sota) の頭部形状に問題があるのでは？

➡ 実験の経験が結果に影響している可能性がある。

2. 耳介アタッチメントには効果あり。

➡ 両耳間音圧差を強調する効果があり、(他人のものであるが) HRTFの効果も生む。



単純ダミーヘッドを用いた頭部運動ありの音像定位実験結果 (平原, 2014)

### 文献

- [1] 北島ら, “テーブルトップ型ロボットとヘッドマウントディスプレイを用いたテレヘッドシステムの試作,” 信学技報, EA2017-47 (2017).
- [2] 森川, “3Dプリンタの印刷条件による耳介伝達関数の変化,” 音講論(秋), 677-678 (2016).
- [3] 平原, “動的バイノーラル再生技術,” 映像情報メディア学会誌, 68(8), 608-611 (2014).