

# 携帯端末を用いた 簡便な音場測定と可視化

宮崎大学 工学部 情報システム工学科  
67190562 ADAM MANATO MAEDA BIN AMIZAN  
指導教員 椋木 雅之 教授

# 研究背景

- 世の中に駅等のアナウンスがうるさいと思う人がいる
  - 特定な人に情報を伝えたい
- 指向性スピーカーを用いることが考えられる
  - アナウンスを特定の人にだけ発信することができれば、遠隔からパーソナライズした情報を周囲に影響を与えず伝えることができる
- 音響設計には音場測定が必要

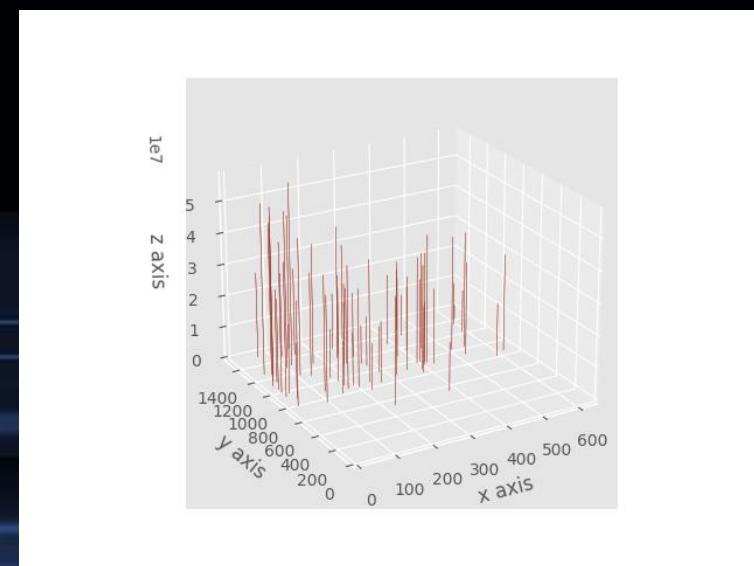
# 目的

携帯端末を用いて簡便に音場を測定

- 音圧の測定
- 自己位置推定
- 音場の可視化

# 音場測定

- 音源と様々な相対位置で音圧(sound pressure)を測定することである
- 音場測定により、音源と様々な相対位置で音圧の強弱がわかるようになる

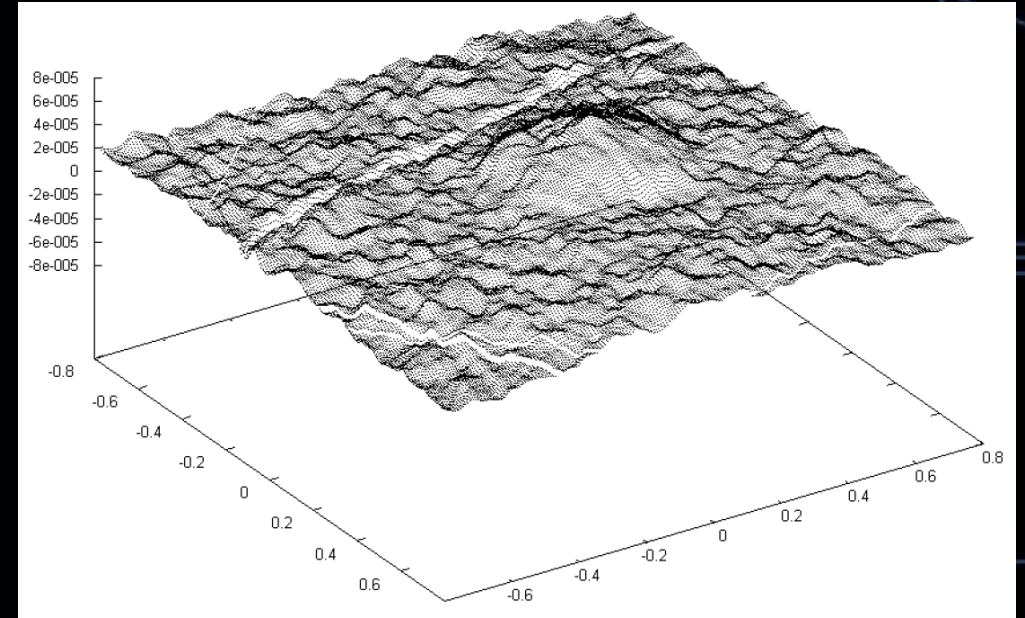


# 従来手法（騒音計）



- マイクを置いた地点における音圧を測る
- 位置情報がない

# 従来手法（レーザードプラー振動計） [1]



- 高精度
- 大がかりな機材
- 屋外等様々な場所での測定は行いにくい



# 提案手法

携帯端末で動画を撮影しながら移動する



# 提案手法の流れ

1. 音源の設置
2. 位置指標の設置
3. 動画の撮影
4. 動画の分割
5. 音声データに対する周波数解析による音圧測定
6. 動画のフレーム（画像）からの自己位置推定
7. 音場測定結果の可視化



# 1. 音源の設定

- 音源としてスピーカーを置く
- 音源からの音圧を他の雑音と区別するために、音源から1000Hzの正弦波（純音）を発生させる



## 2. 位置指標の設定

位置推定を目印として、  
チェッカーボードを用いる





### 3. 動画の撮影

動画内にチェッカーボード全体が写るように撮影

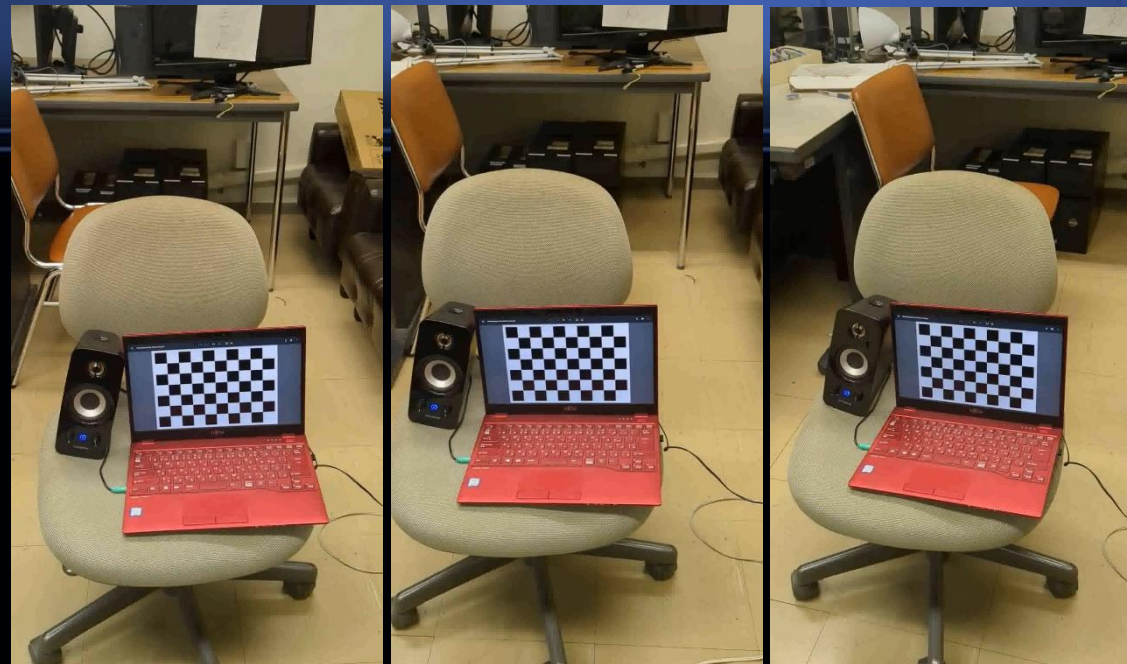
- 約5秒間静止
- その後次の測定位置に移動
- 再び5秒間静止して撮影

これを繰り返す



## 4. 動画の分割

- 動画撮影時に5秒間静止した位置での音圧を測定
- 撮影した動画を5秒間ずつの動画に分割



# 5. 音声データに対する周波数解析による音圧測定

- 分割した動画から音声データの抽出
  - ステレオ→モノラルに変換
  - 5秒間の内、最後の3秒間を抽出
    - 位置の移動時に発生する音を考慮するため
- 音声データにフーリエ変換を適用
- 1000Hz成分の振幅を音圧とする



## 6. 動画のフレーム（画像）からの自己位置推定

- 分割した5秒間の動画の4秒目のフレーム（画像）を取得
- OpenCVのfindChessboardCorners関数を用いて、画像内に写っているチェッカーボードに対する、市松模様の角の点を抽出
- 角の点を既知の3次元座標として、自己位置推定技術を適用

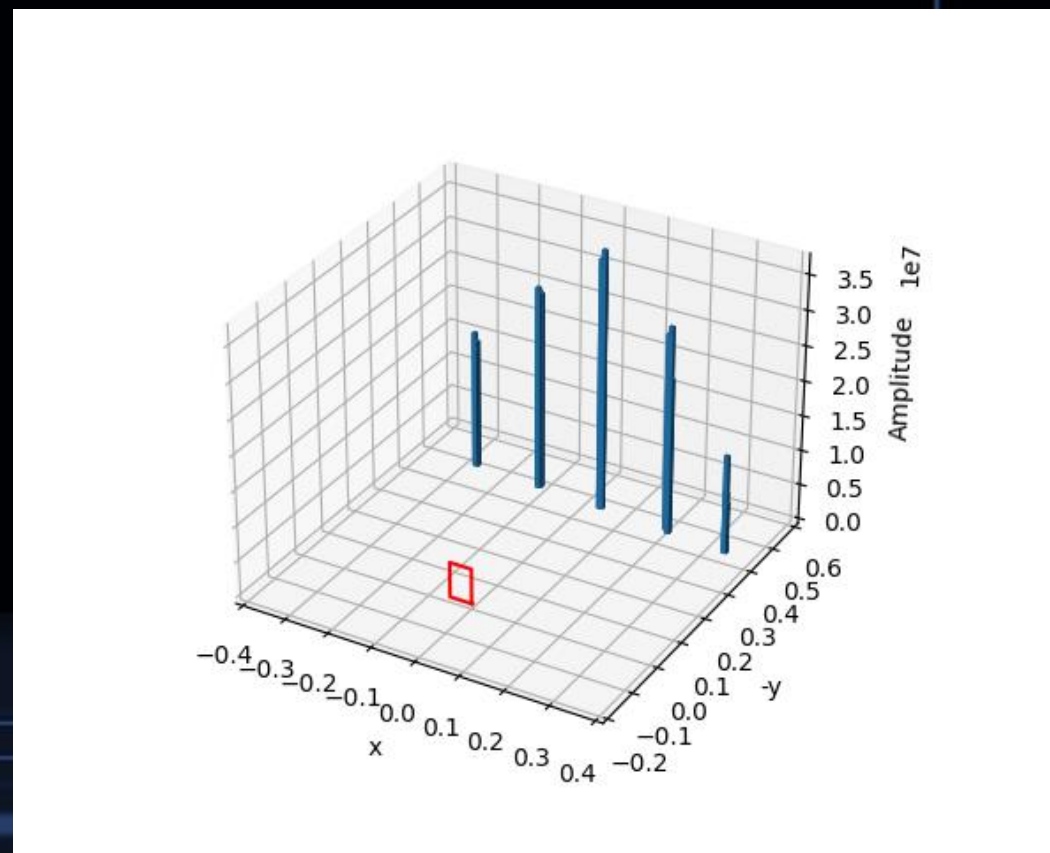
カメラの自己位置が求まる

## 7. 音場測定結果の可視化

得られた音圧と得られた  
その時のカメラ位置を対応づけ



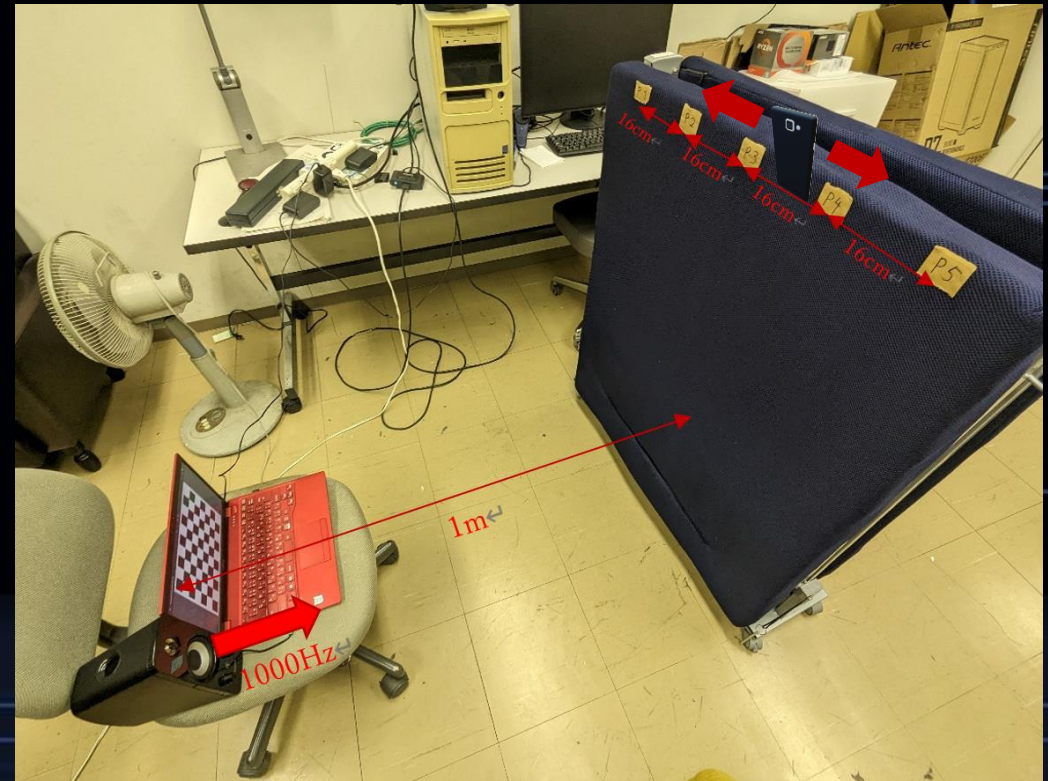
測定した空間のどの位置でどの  
程度の強さの音圧があるかわかる



# 実験

# 実験環境

- 宮崎大学工学部の通常の部屋
  - 防音や無響設備等は備えられていない
- 1メートル離れた位置にパネルを設置
- パネル上の5カ所に印
  - 各場所をP1~P5とする
- P1~P5で音圧を測定



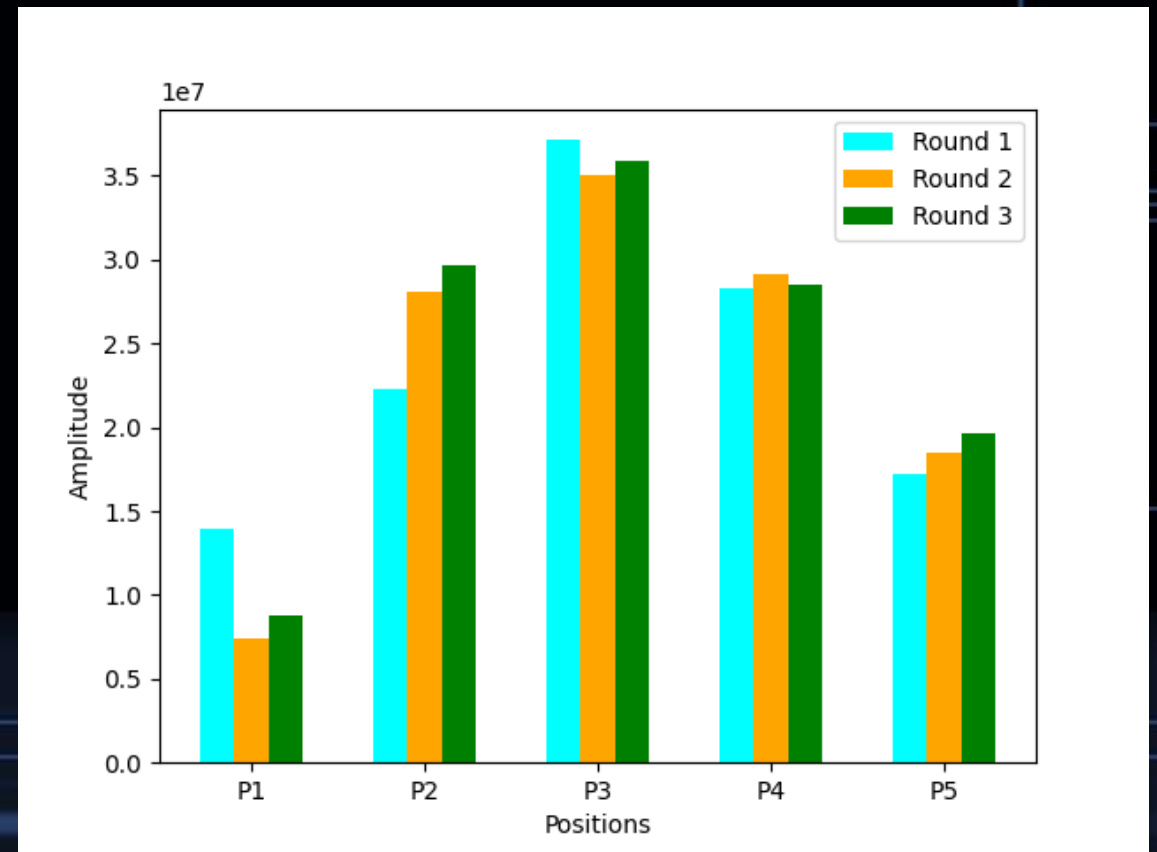
# 実験 1 : 音圧の再現性の確認

- P1~P5の順に移動しながら動画を3回撮影する
- 次に、それぞれの動画から、P1~P5での音圧を求める



# 実験 1 : 音圧の再現性の確認結果

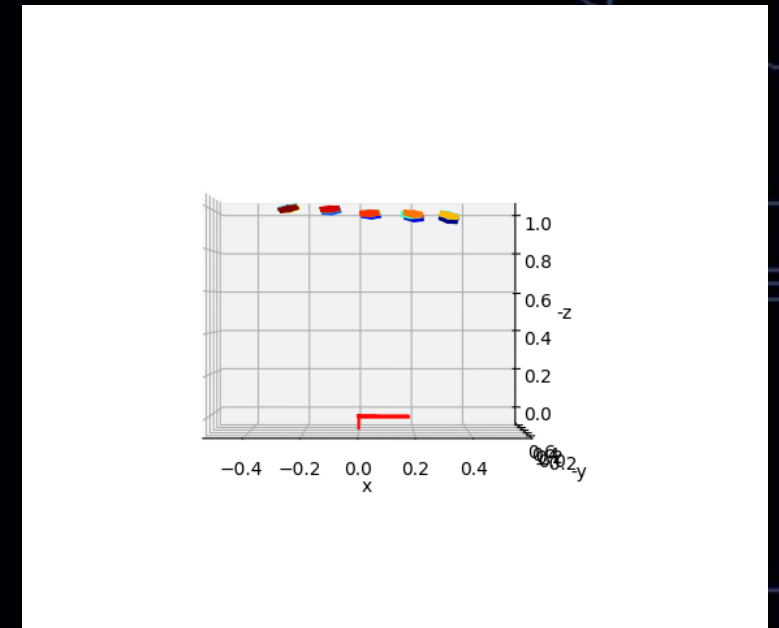
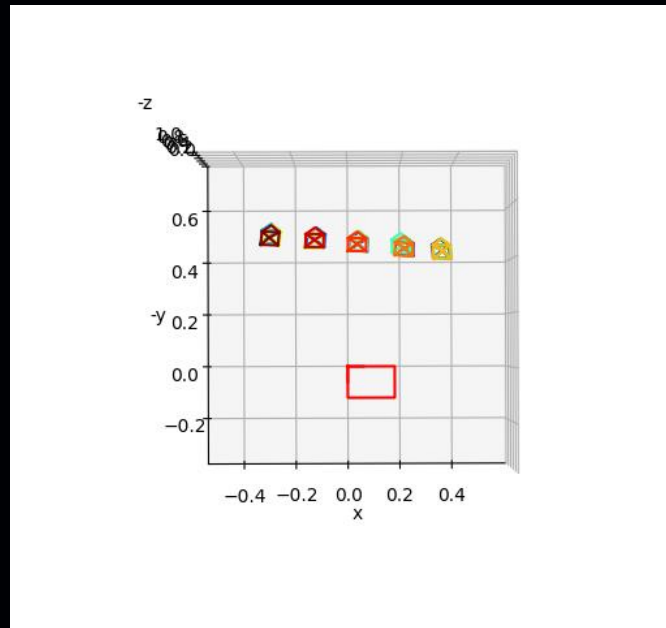
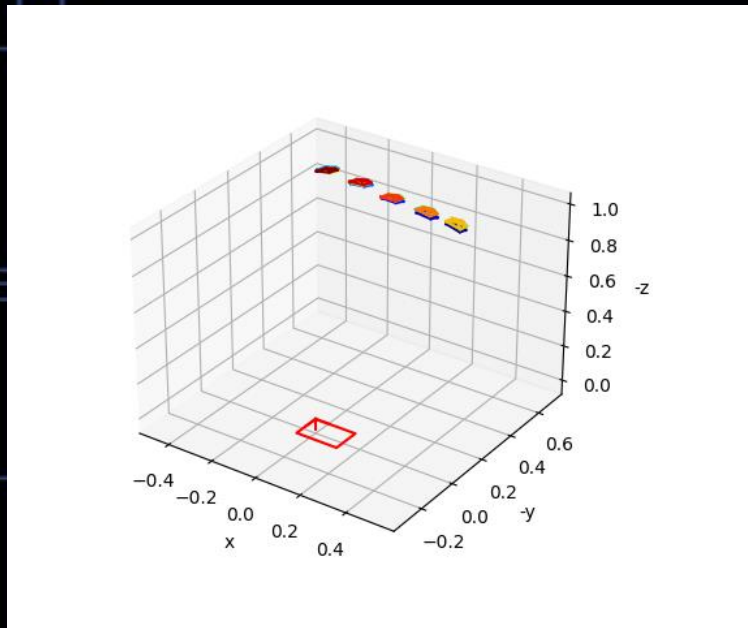
- 3回の測定とも同程度の値
- P3、P4 : ほぼ同じ値を再現
- P1 : 誤差が大きい
  - スピーカーから最も離れており、測定された音圧が低い
  - 反射の影響を大きく受ける
  - 測定者の動きの影響を受けた



## 実験 2 : 位置推定の再現性確認

- 実験 1 と同じ動画（3 回分）を利用する
- P1~P5での自己位置を推定

# 実験2：位置推定の再現性の確認結果



自己位置推定の再現性は高い

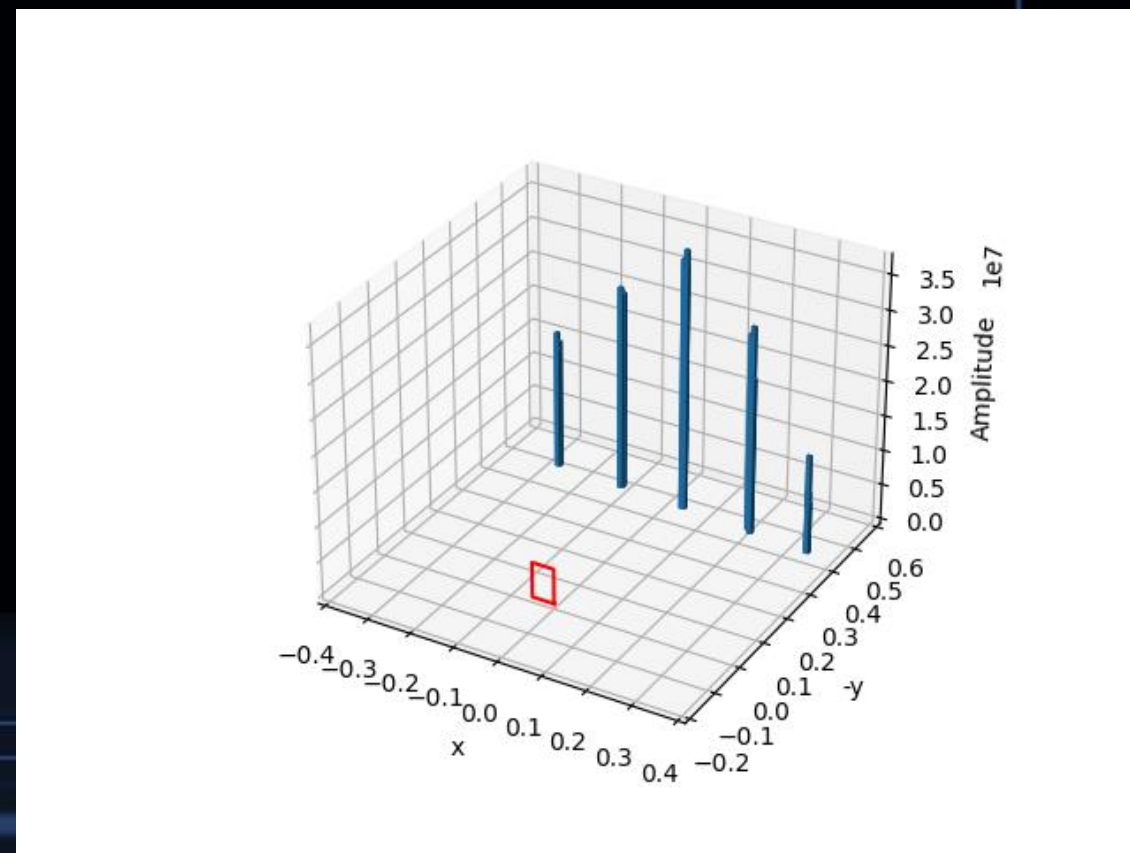
# 実験 3 : 音場の可視化

- 実験 1 の音圧測定結果と実験 2 の自己位置推定結果を対応づける
- グラフで可視化

# 実験3：音場の可視化結果

- 音圧は距離が離れるほど減衰
- 可視化結果でも、同様の傾向

音波の距離減衰の理論から正しいことが考えられる





# まとめ

携帯端末を用いた簡便な音場測定システムを構築

- 音圧の測定の結果には多少のばらつきがある
- 自己位置の推定の精度は高い
- 両者を対応づけることで音場の可視化が行えた

## 今後の課題

- 音場測定の精度評価
- 音場モデルに基づく測定値の補間