

2010 年度 学士學位論文

相互相関法による音源位置推定

2011 年 2 月 16 日

1110236 奥本 拓郎

高知工科大学 情報システム工学科

福本研究室

背景・目的

テレビ会議等で発言を録音

→ 複数の音源

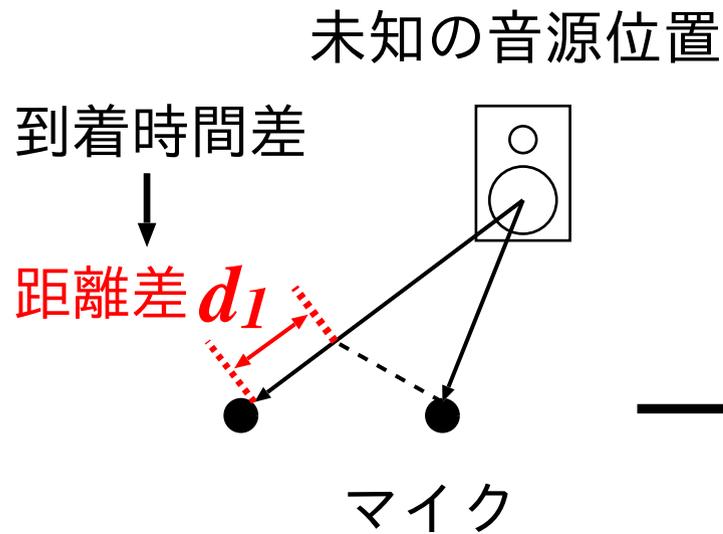
複数の音源に対する受音方法

- マイクロホンアレイによる指向性制御
 - 発言者に対して指向性を向ける
- 受音対象が変化
 - 音源の変化に合わせて指向性を制御
 - 常に音源の位置情報が必要

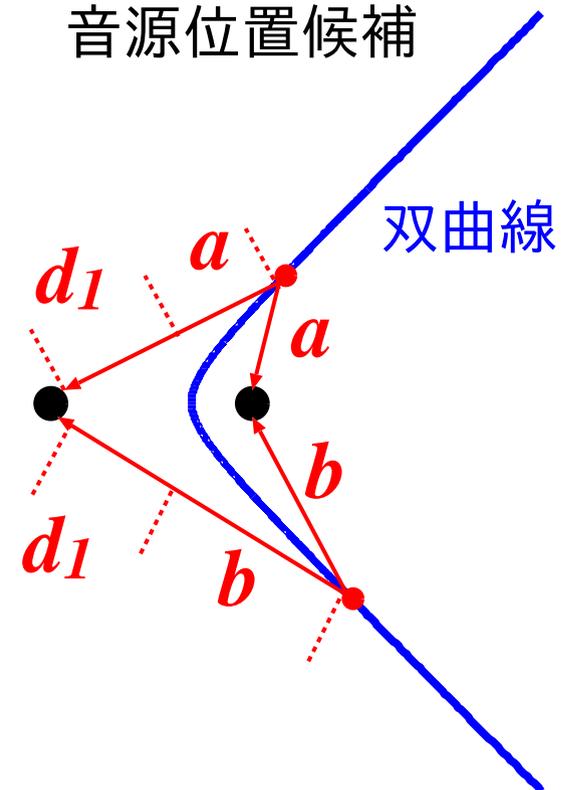
音源の3次元位置情報を演算によって推定

平面上での音源位置推定

2本のマイクを用いた場合



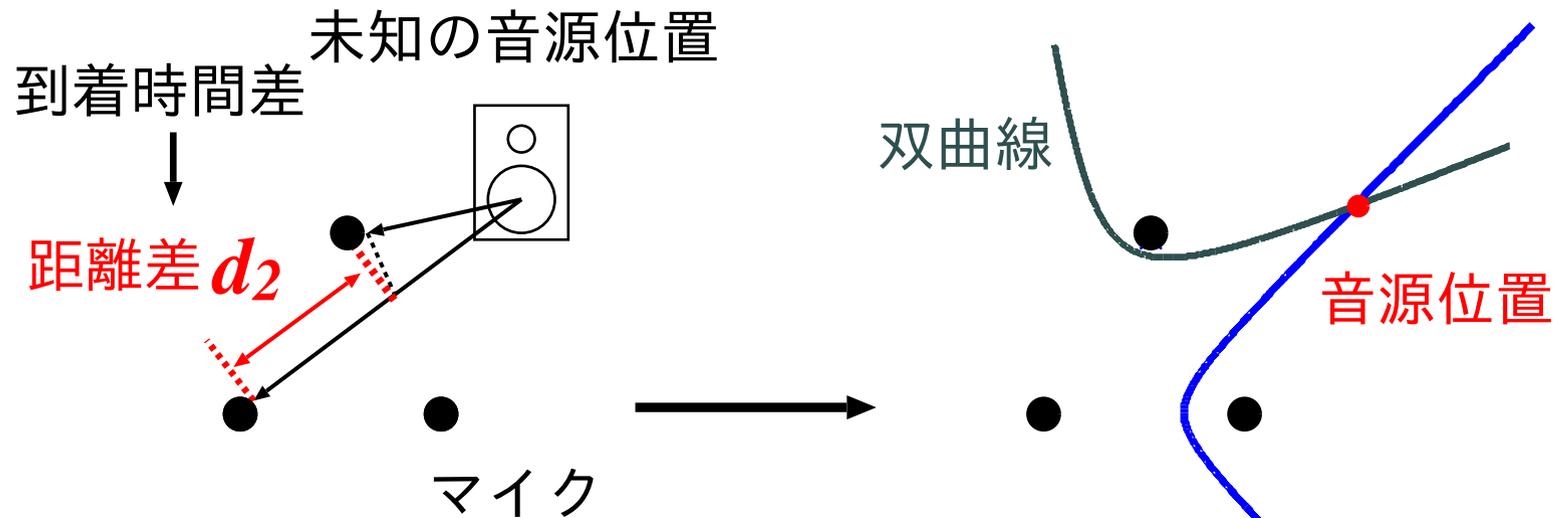
音源位置候補



音源は双曲線上に存在する

平面上での音源位置推定

3本のマイクを用いた場合



双曲線の交点が音源位置

3次元空間での音源位置推定

3次元空間

音源候補... 双曲線 → 双曲面

3本のマイクでは音源位置を決定できない



4本のマイクを用いて音源の3次元座標を推定

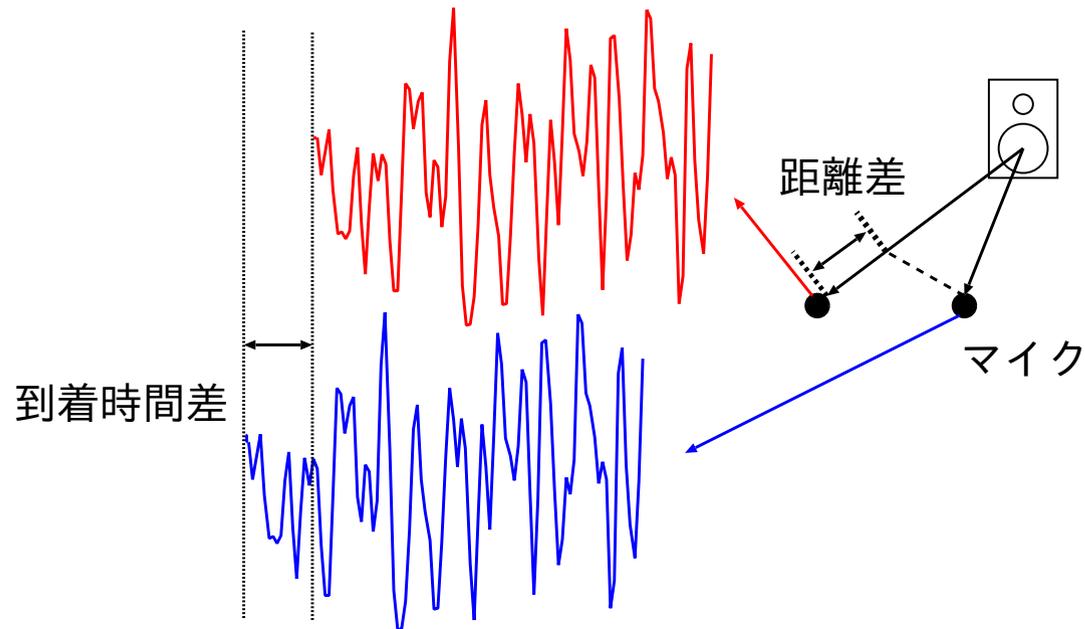
3つの到着時間差 → 3つの双曲面

3つの双曲面の交点が音源位置

マイク間到着時間差

相互相関係数によって求める

→ 相互相関係数 ... 2つの信号の類似性を評価



係数が最大となるシフト幅

→ 2つの信号の時間差

実験方法

- 実験環境 … 研究室の輪講スペース
- マイク配置 … 固定
→ 音源の位置を変化させ、性能評価
- 音源 … 白色雑音

マイク 4



マイク 1



(基準マイク)



マイク 2



マイク 3

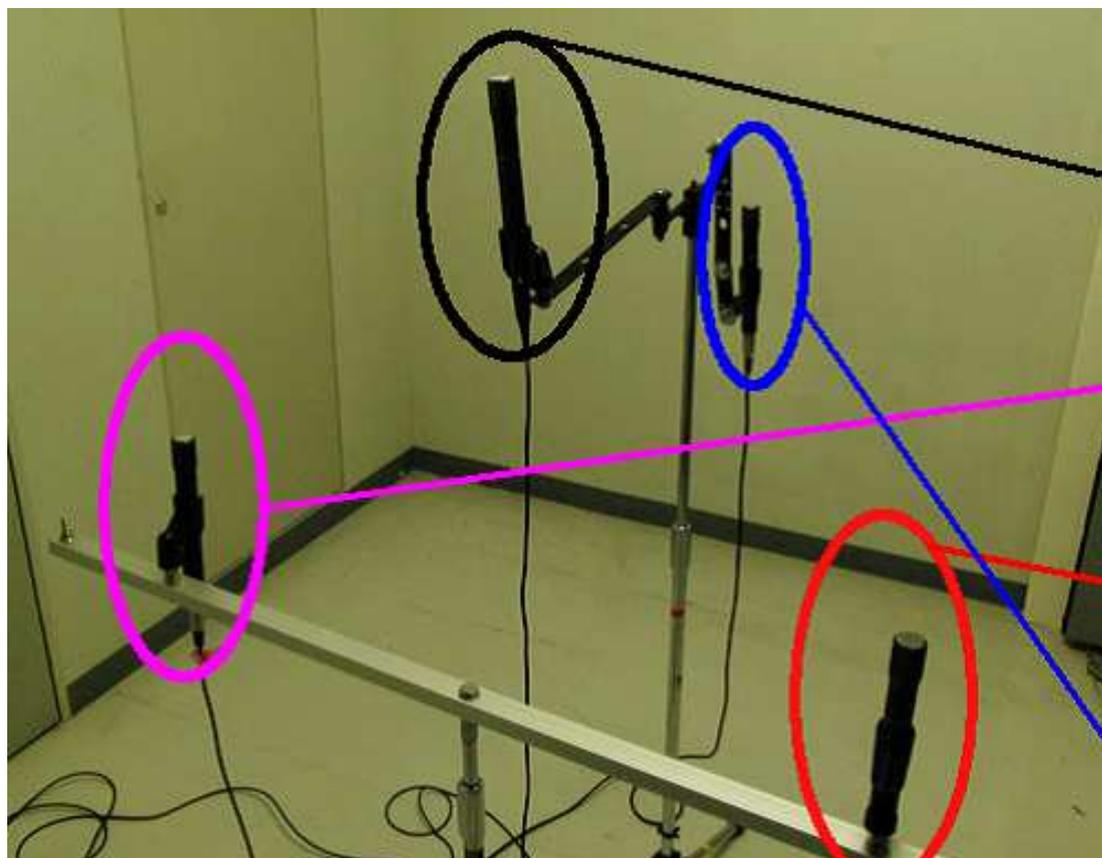
左右方向 : X 軸

前後方向 : Y 軸

高さ : Z 軸

実験方法

マイク配置



マイク座標(cm)

マイク1
(0, 72, 142)

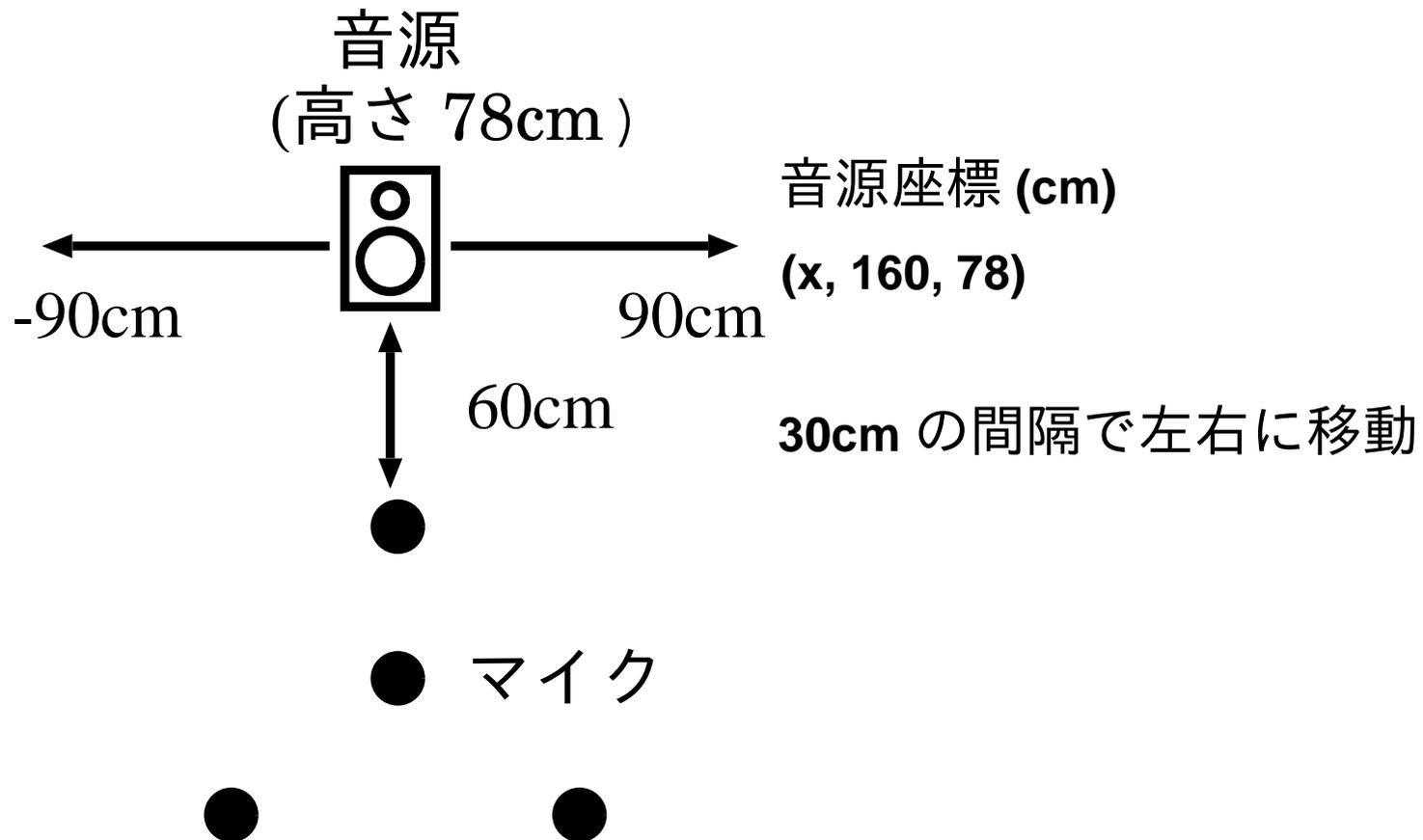
マイク2
(-41, 4, 74)

マイク3
(41, 4, 74)

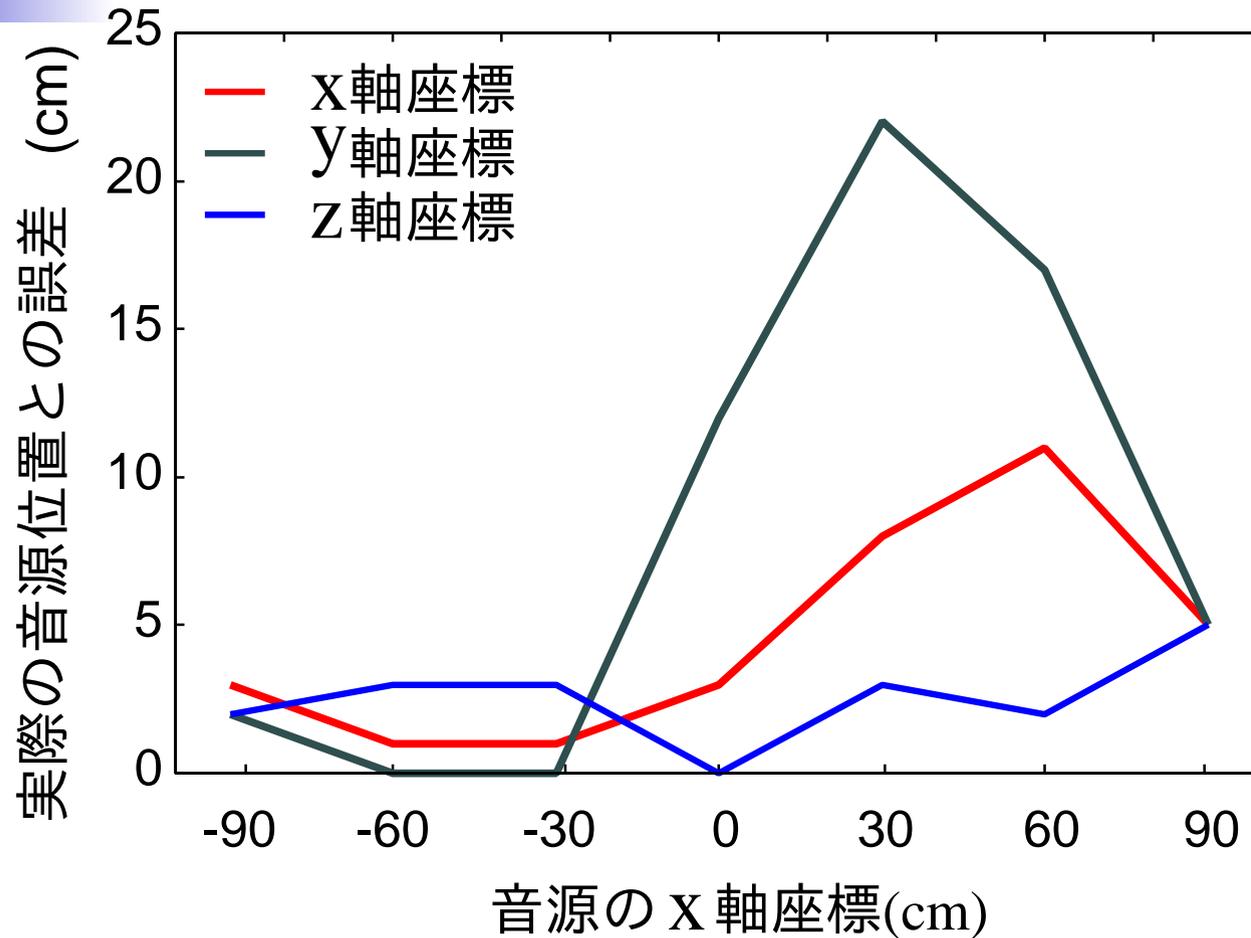
マイク4
(0, 98, 110)

実験方法

音源位置の x 軸を変化させる... y, z 軸は固定



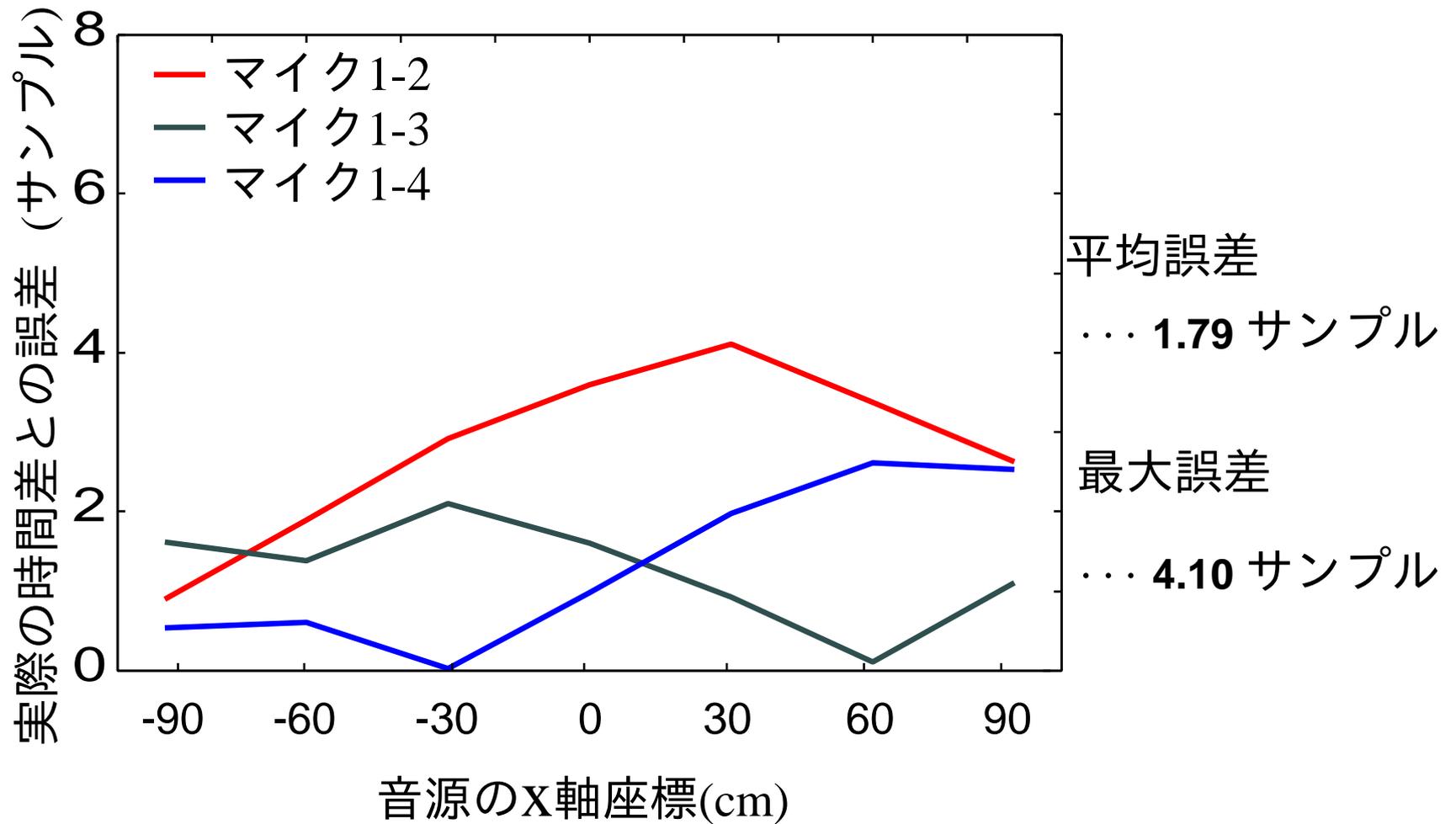
実験結果



平均誤差 … x 軸 4.57cm, y 軸 8.29cm, z 軸 2.57cm

最大誤差 … x 軸 11cm, y 軸 22cm, z 軸 5cm

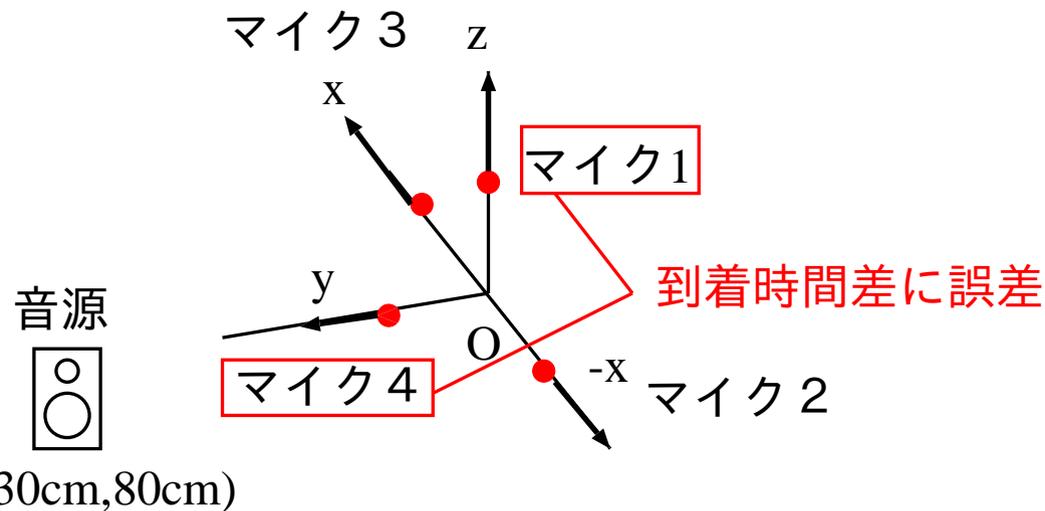
到着時間差の誤差



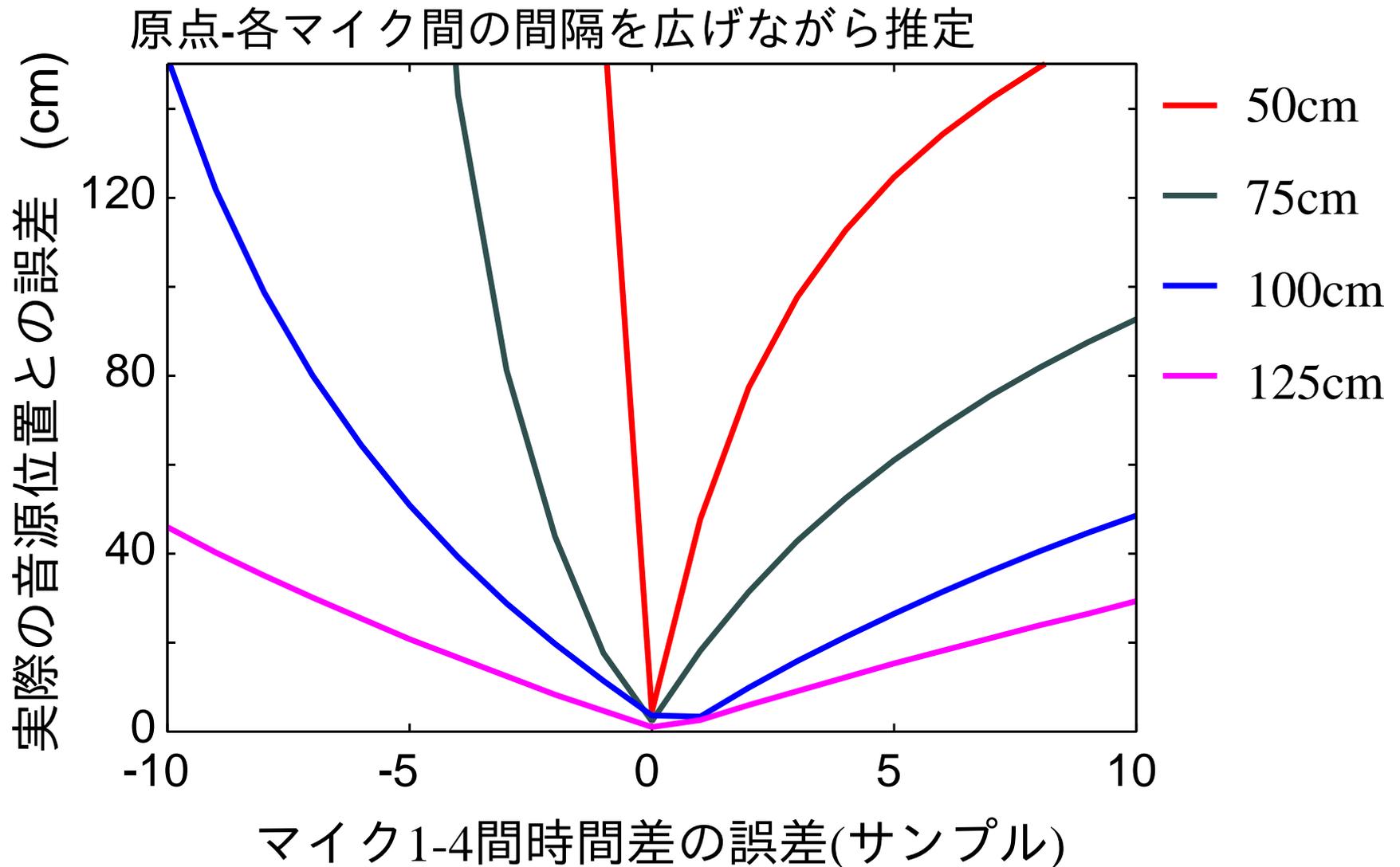
到着時間差の誤差による影響

計算機シミュレーションによって検証

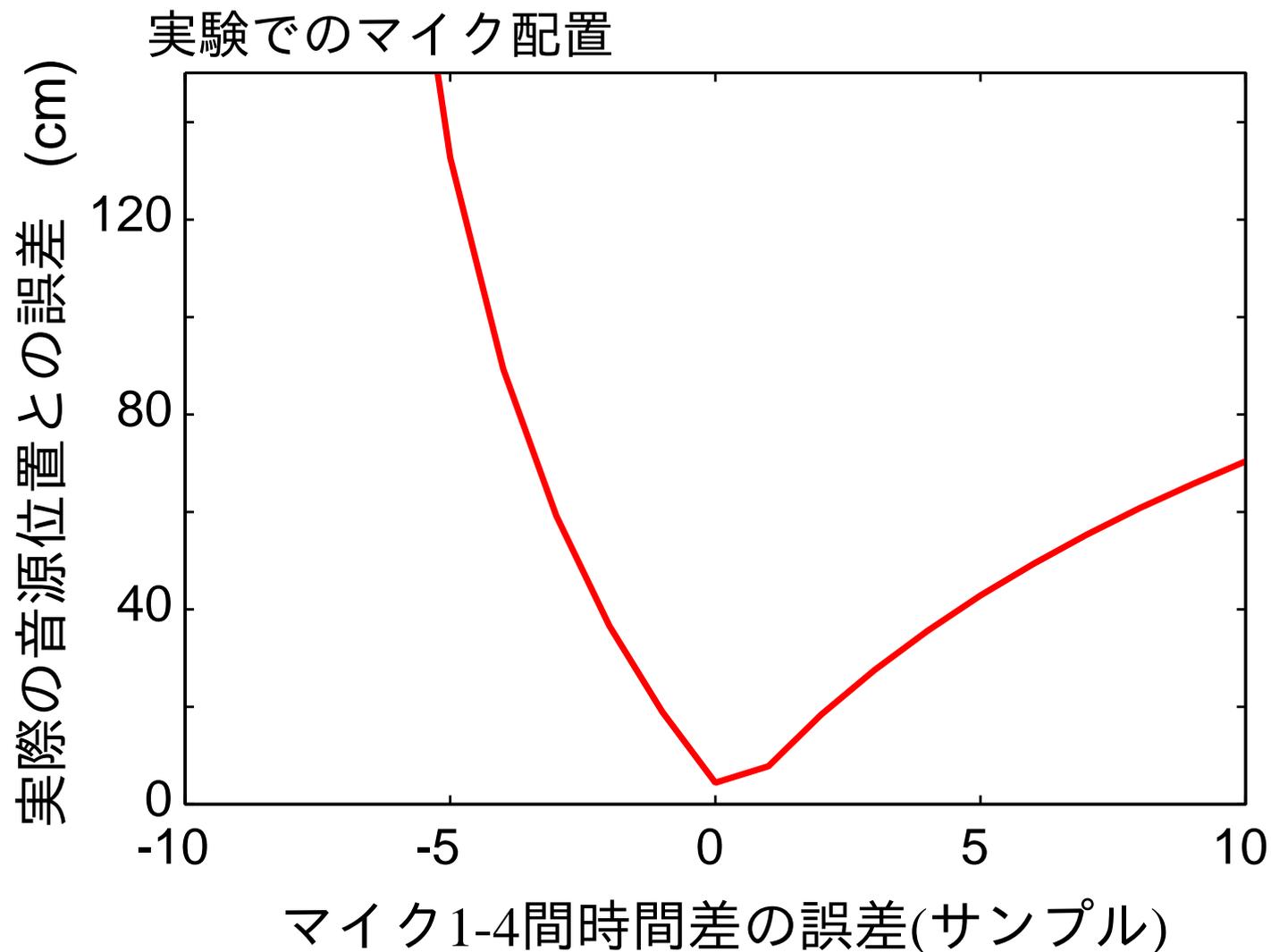
- 音源位置… 固定
- マイク 1-4 間の時間差のみに誤差をつける
- マイク間隔を広げながら実行
→ マイク間隔による誤差の影響を検証

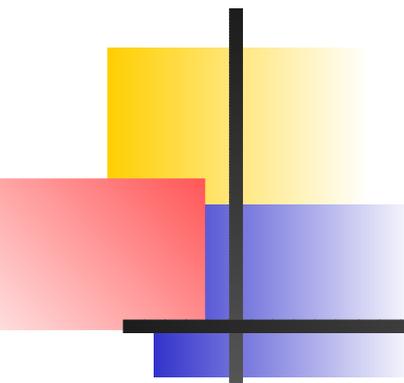


到着時間差の誤差による推定誤差



到着時間差の誤差による推定誤差





まとめ

- 相互相関法による 3次元位置推定についての検証
 - 誤差はあるが推定可能
 - マイク間隔を広げることによって誤差の影響を少なくできる
- 今後の課題
 - 到着時間差の誤差軽減



サンプルの誤差

1 サンプルの距離

■ 音速 … **340m/s**

■ サンプルング周波数 … **48kHz**

$$\frac{340(\text{m})}{48000(\text{Hz})} = 0.00708(\text{m})$$

■ 1 サンプルの距離 … **約 7mm**

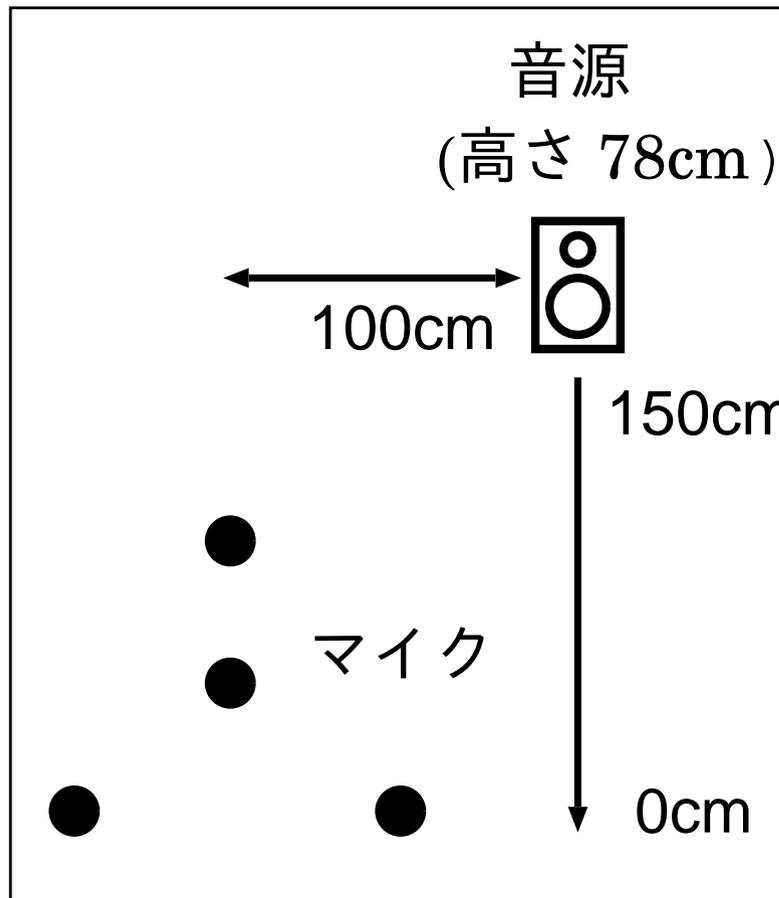


到着時間差の誤差が **4.10** サンプル

→ マイク間の距離差に約 **3cm** の誤差

実験方法

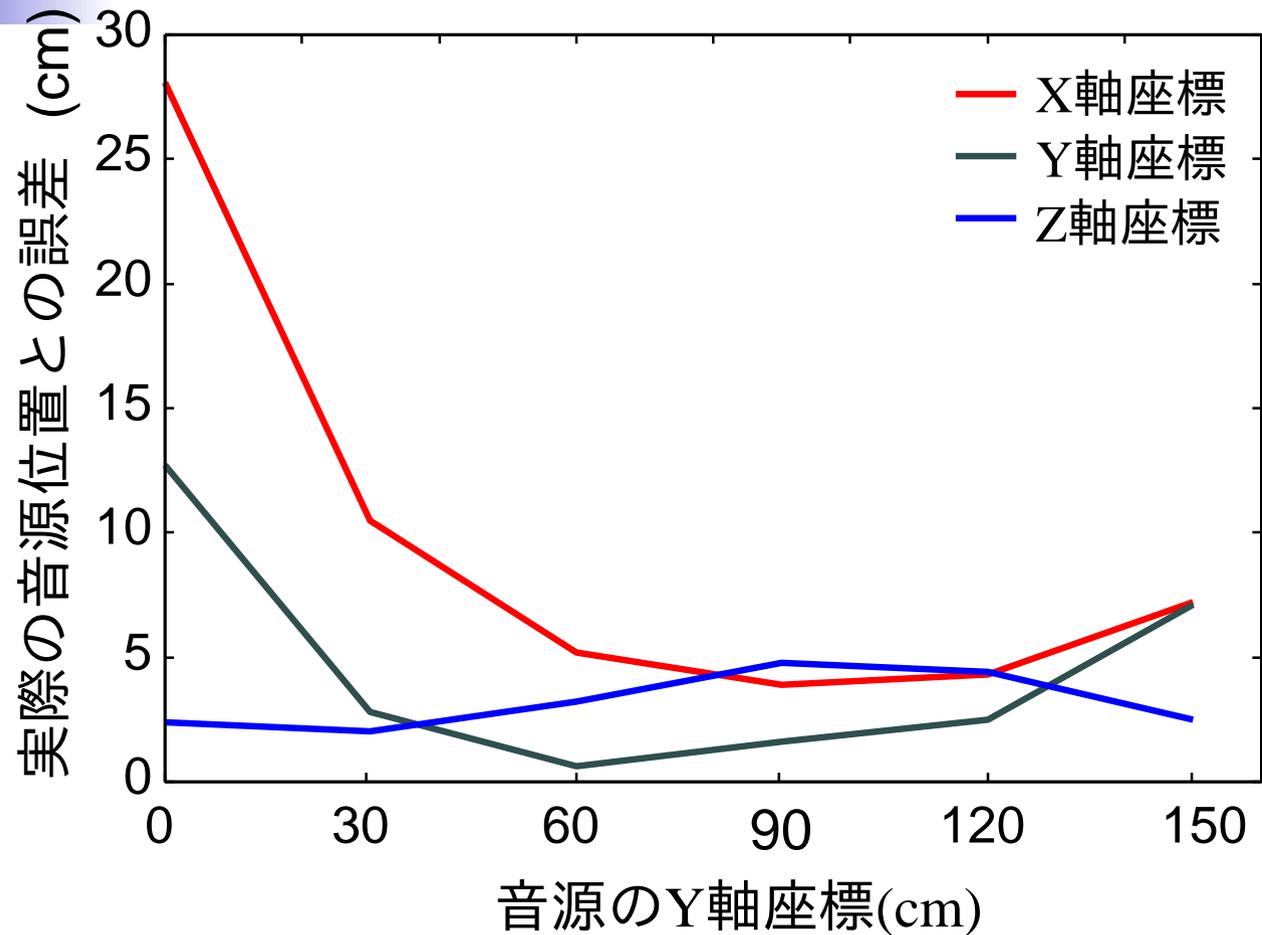
音源の y 軸を変化させる... x, z 軸は固定



音源座標 (cm)
(100, y , 78)

30cm の間隔で前後に移動

実験結果



平均誤差・・・x 軸 **9.87cm**, y 軸 **4.55cm**, z 軸 **3.22cm**

最大誤差・・・x 軸 **28.1cm**, y 軸 **12.7cm**, z 軸 **4.8cm**