

2009 年度 学士学位論文

# 適応フィルタを用いたハウリングキャンセラ

2010 年 2 月 9 日

1100358 森田 徹

高知工科大学 情報システム工学科

福本研究室

# 研究背景

## ■ 問題

運動会や演奏会場などで、マイクロホンやスピーカを扱う



**ハウリング**が発生する可能性がある

スピーカから出力されたものがマイクロホンに帰還されたことにより生じる発振現象

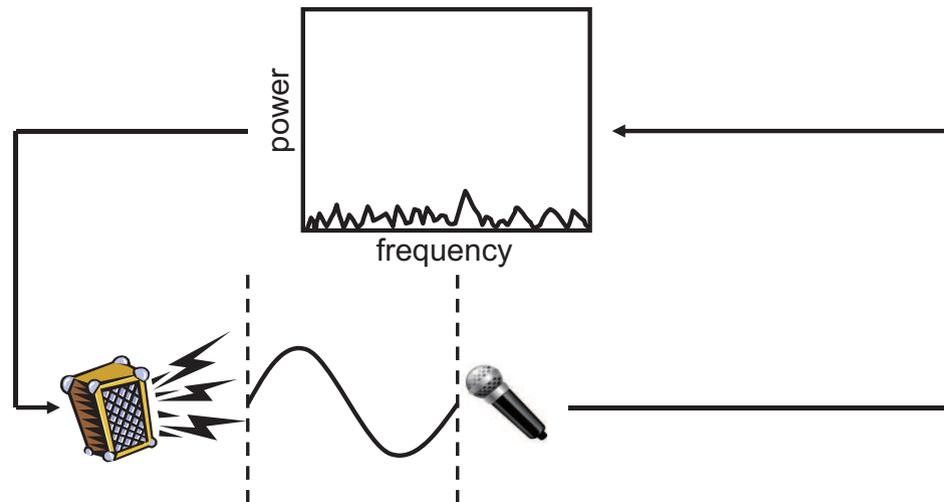
# ハウリングが起こる条件

## ■ 振幅条件

- スピーカから出てマイクロホンに入った音が元の音より大きくなる場合

## ■ 位相条件

- 同じ位相の波が足し合わされ特定の周波数成分が増大する



これが繰り返されることでハウリングが発生する

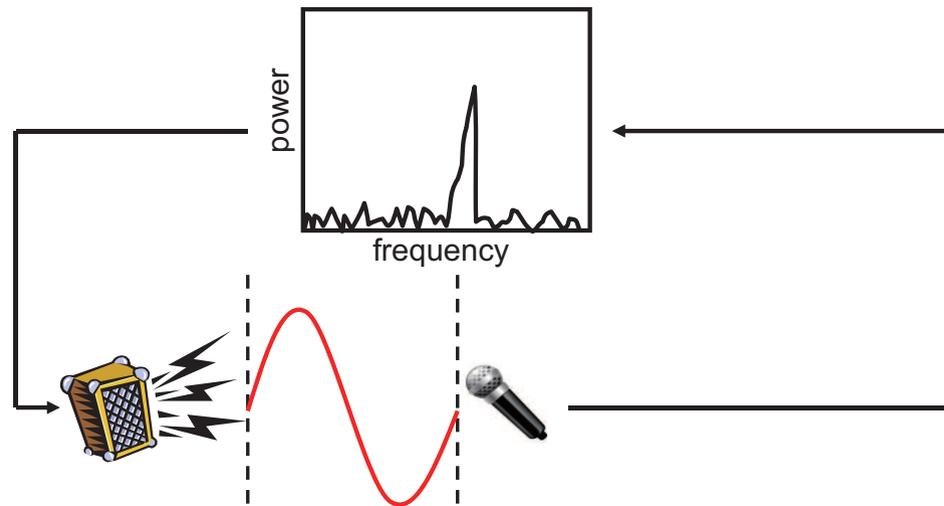
# ハウリングが起こる条件

## ■ 振幅条件

- スピーカから出てマイクロホンに入った音が元の音より大きくなる場合

## ■ 位相条件

- 同じ位相の波が足し合わされ特定の周波数成分が増大する



これが繰り返されることでハウリングが発生する

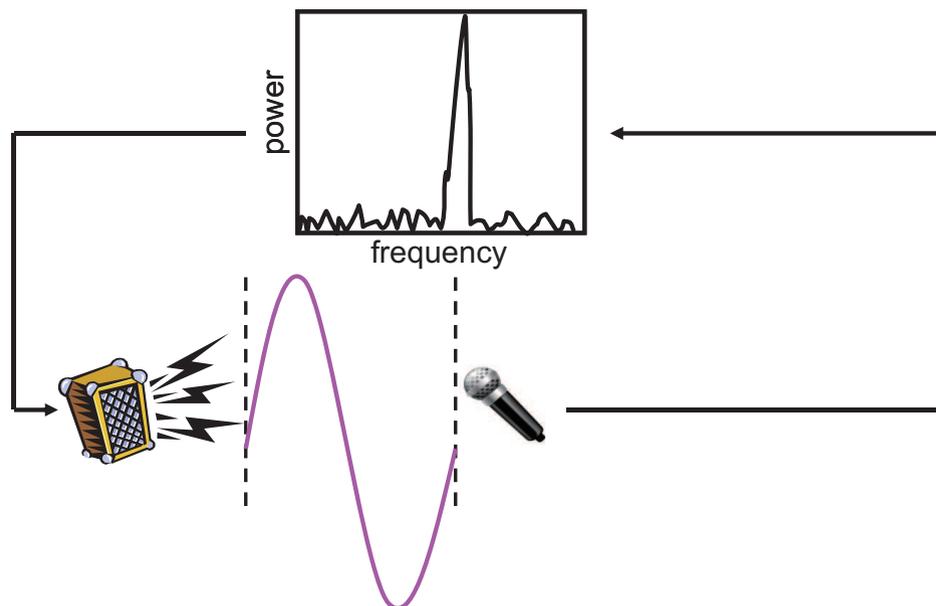
# ハウリングが起こる条件

## ■ 振幅条件

- スピーカから出てマイクロホンに入った音が元の音より大きくなる場合

## ■ 位相条件

- 同じ位相の波が足し合わされ特定の周波数成分が増大する



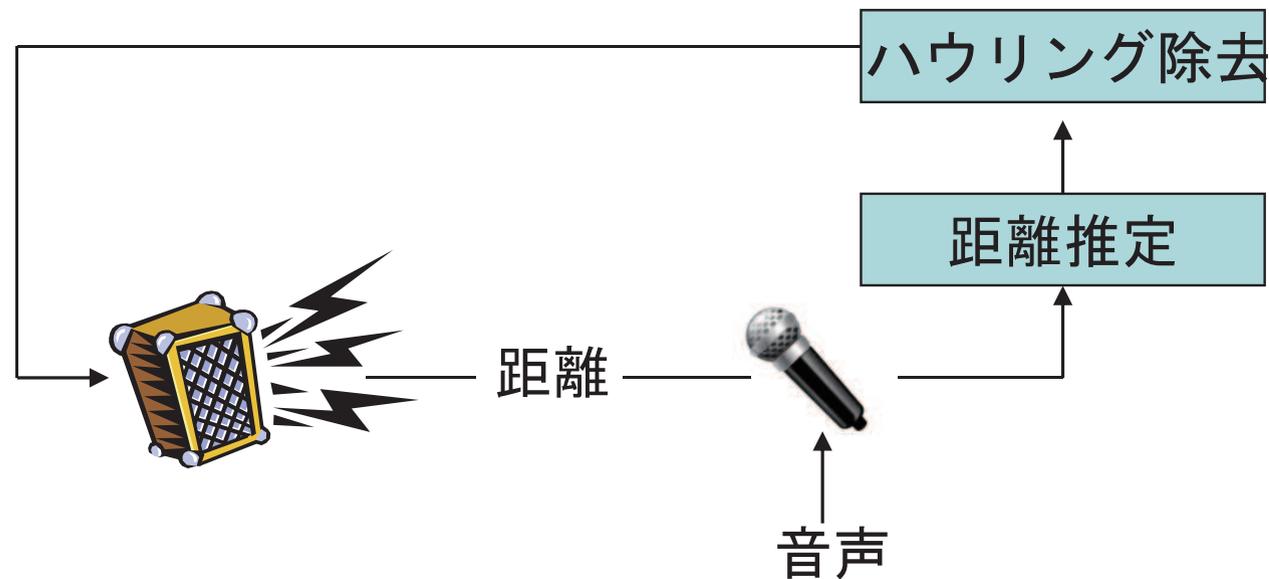
これが繰り返されることでハウリングが発生する

# ハウリング抑圧法

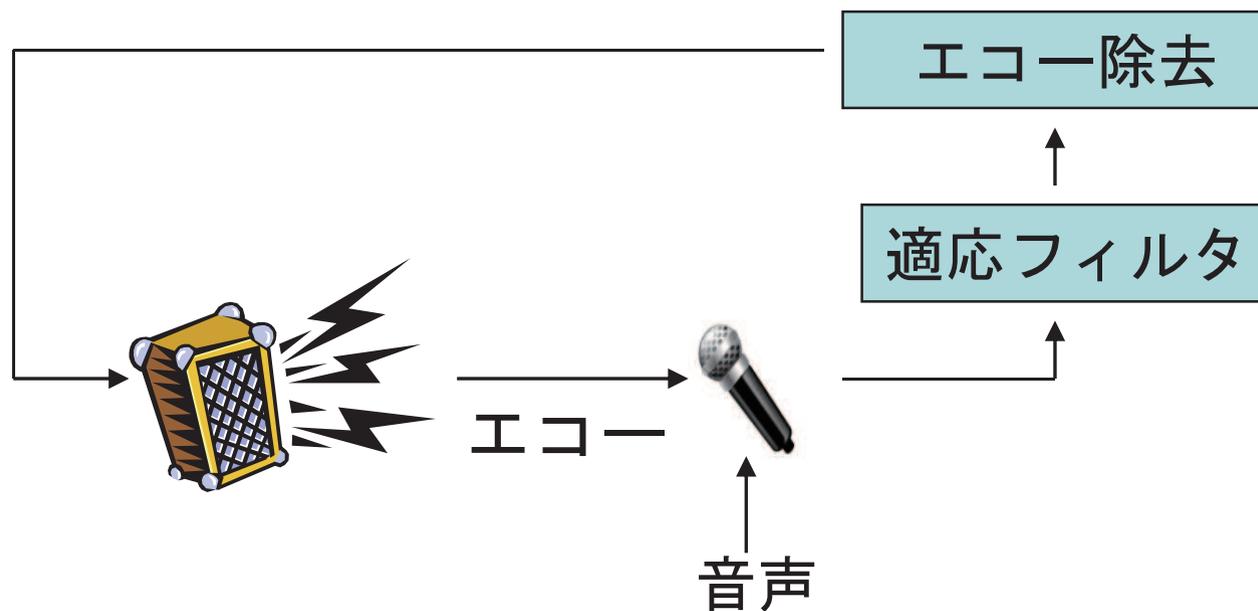
- 距離計測によるハウリングキャンセラ

- スピーカとマイクロホン間の距離を求める

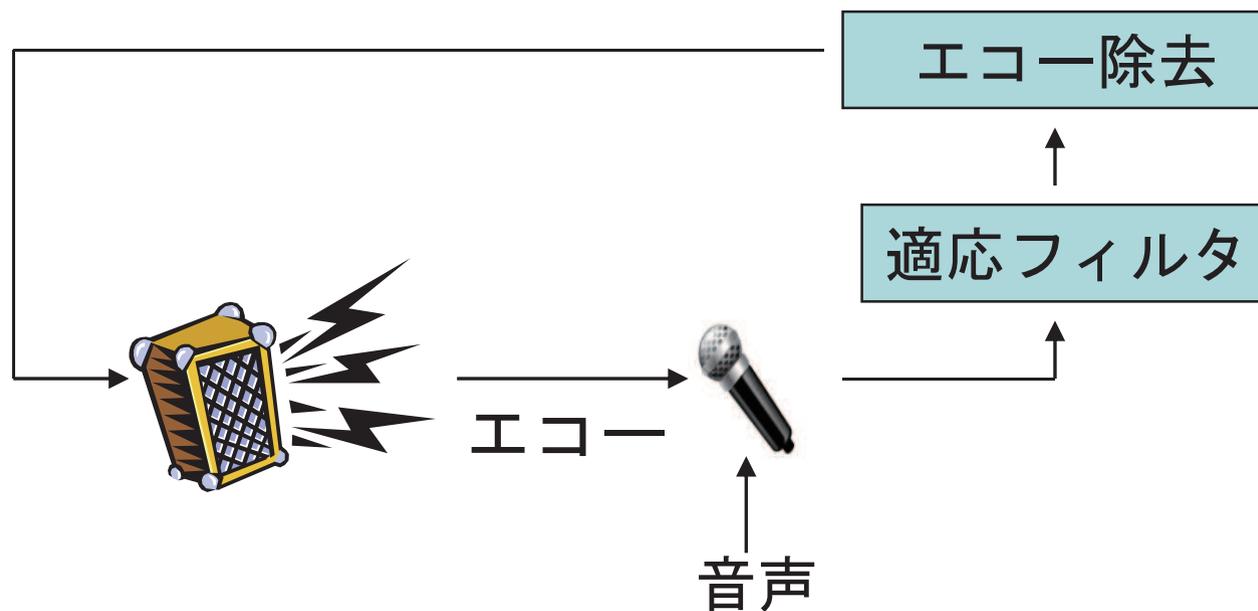
→ 求めた距離からハウリング周波数をフィルタにより除去



# 適応フィルタを用いたハウリング キャンセラ

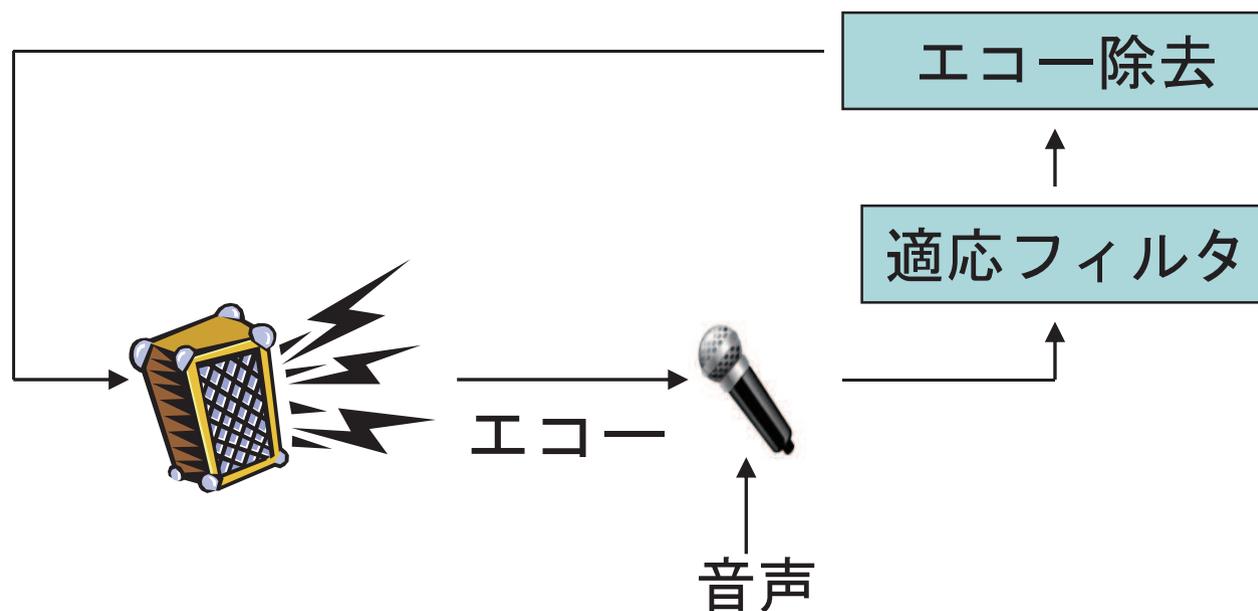


# 適応フィルタを用いたハウリング キャンセラ



適応フィルタで音声からエコーと同じものを作成

# 適応フィルタを用いたハウリング キャンセラ

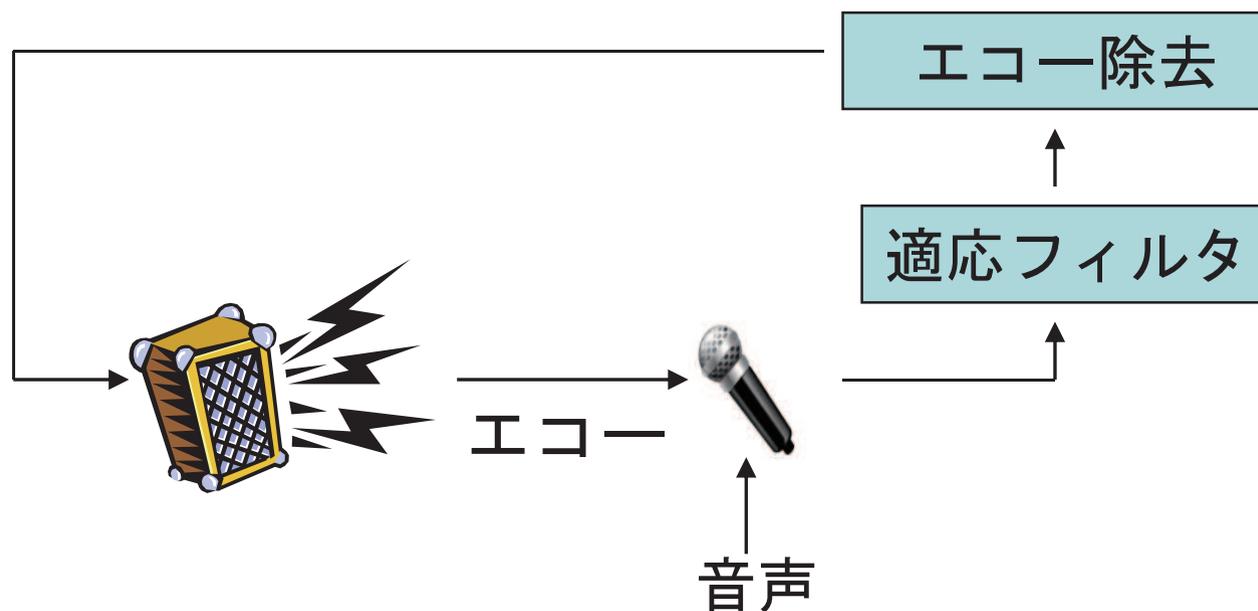


適応フィルタで音声からエコーと同じものを作成



マイクロホンで観測した信号から作成したエコーを減算

# 適応フィルタを用いたハウリング キャンセラ



適応フィルタで音声からエコーと同じものを作成



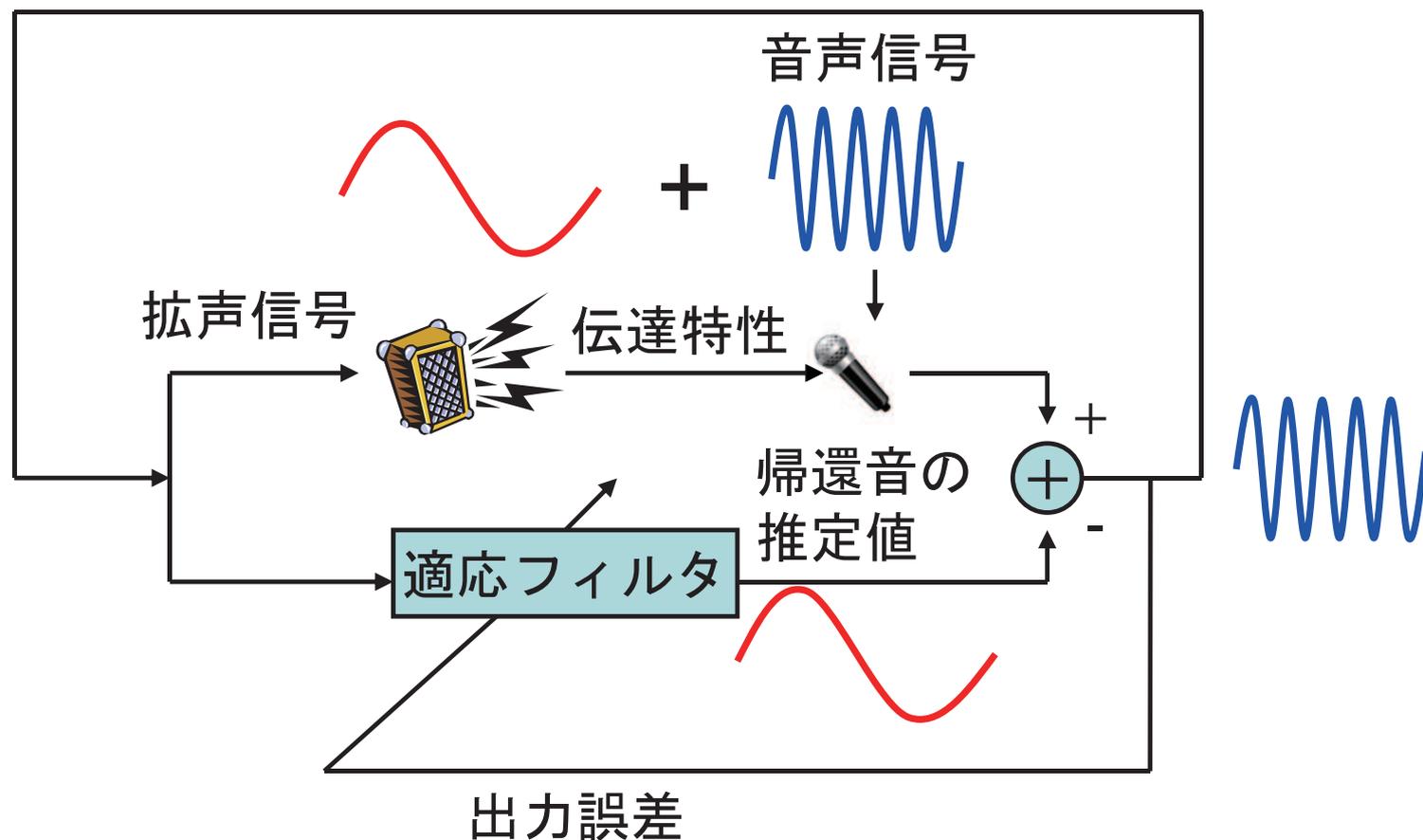
マイクロホンで観測した信号から作成したエコーを減算



ハウリング防止

# 適応フィルタを用いたハウリング キャンセラ

## ■ システム構成



# シミュレーション条件

- 音声信号

- 白色雑音

- サンプリング周波数 : **44.1kHz**

- スピーカとマイクロホン間の距離

- **50cm** (約 **680Hz** の高調波でハウリングが発生)

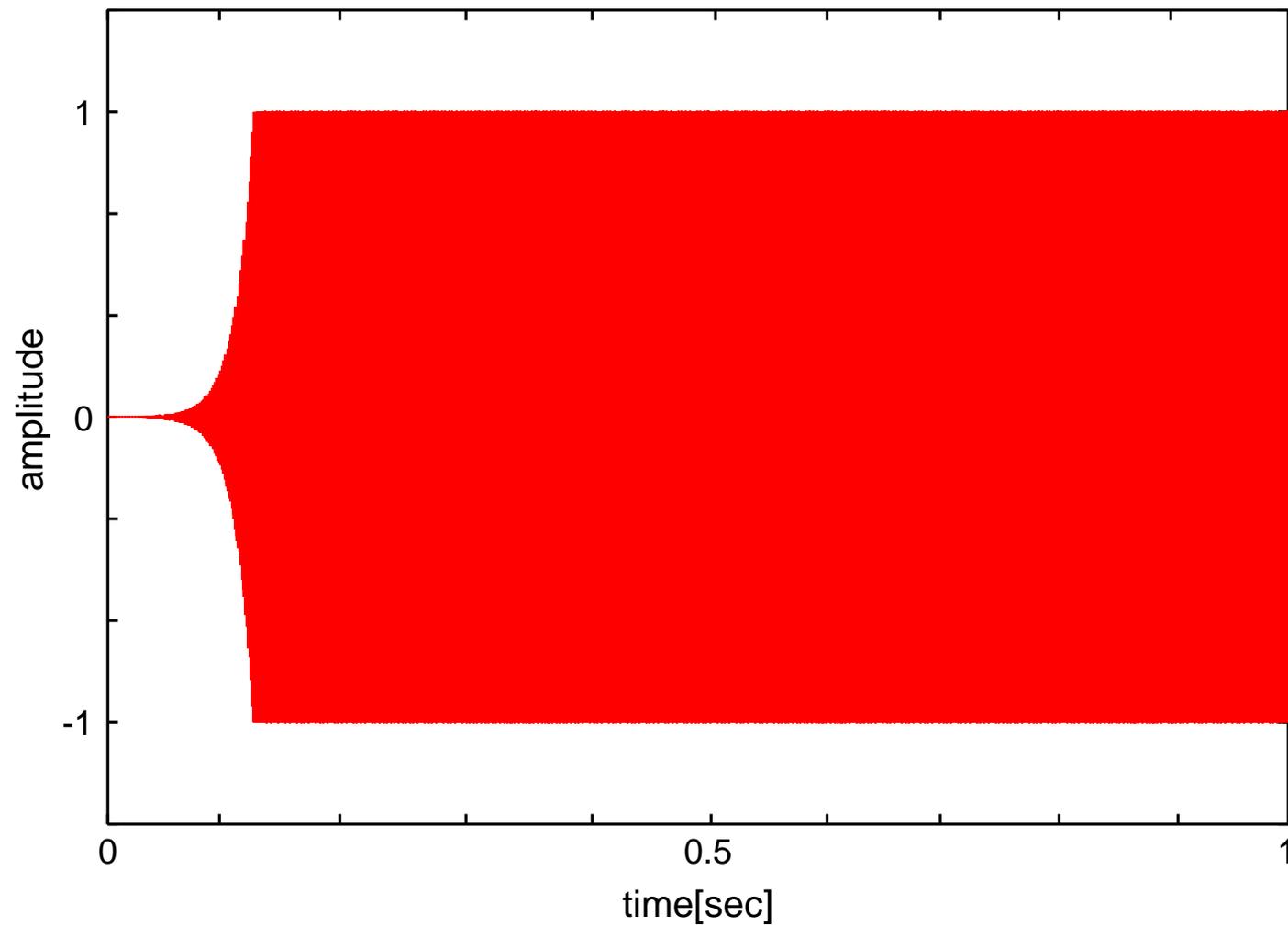
- 適応フィルタ

- 適応アルゴリズム

- 学習同定法

- フィルタ長 : **100**

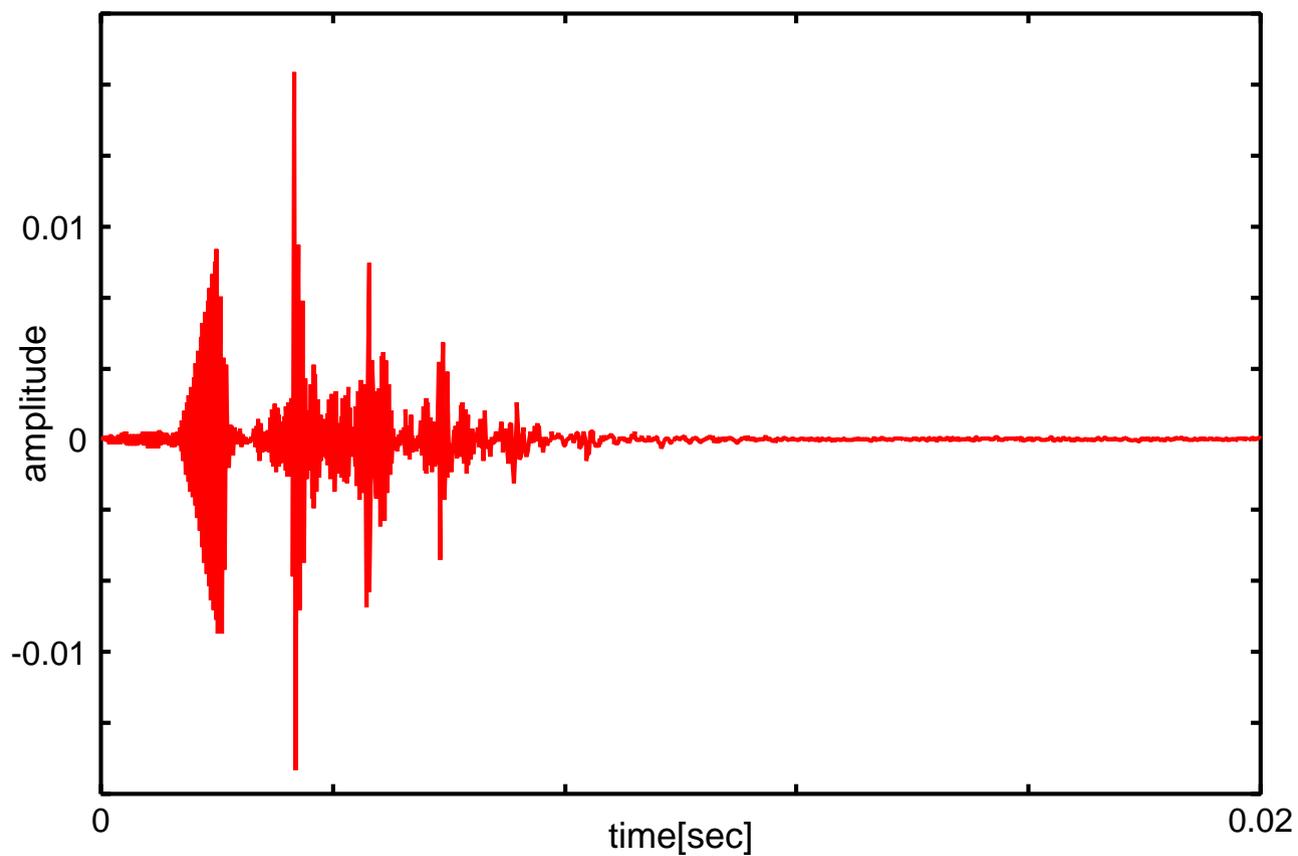
# 拡声信号



適応フィルタがない場合

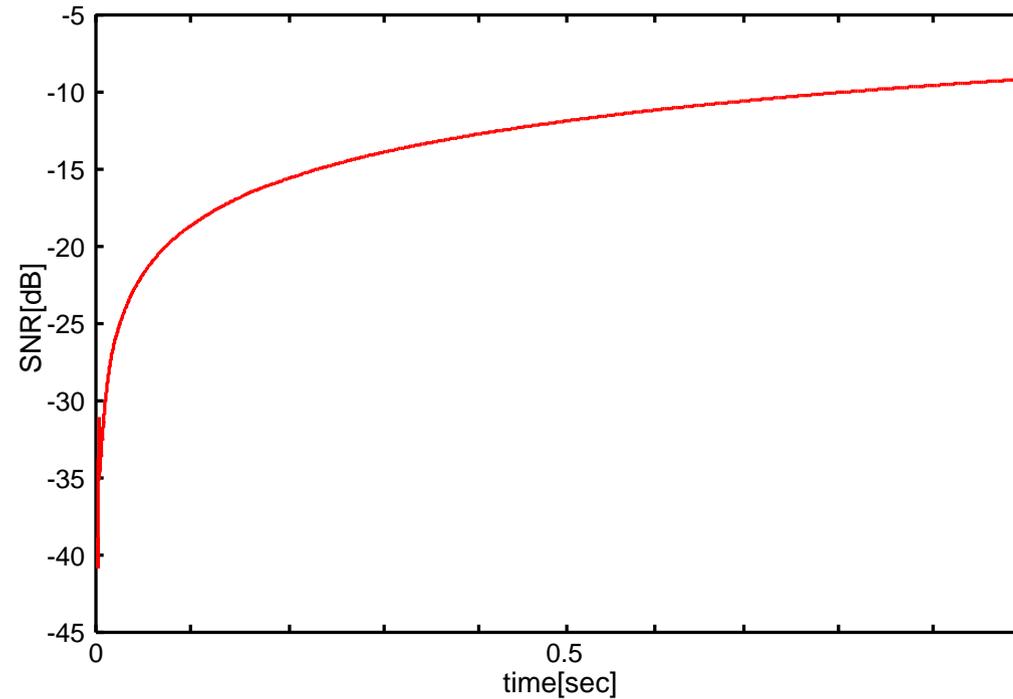
# 拡声信号

- ステップゲインを **0.8** とした



適応フィルタがある場合

# SN比



$s(t)$  : 発声者からの音声



$d(t)$  : スピーカからマイクに入る音



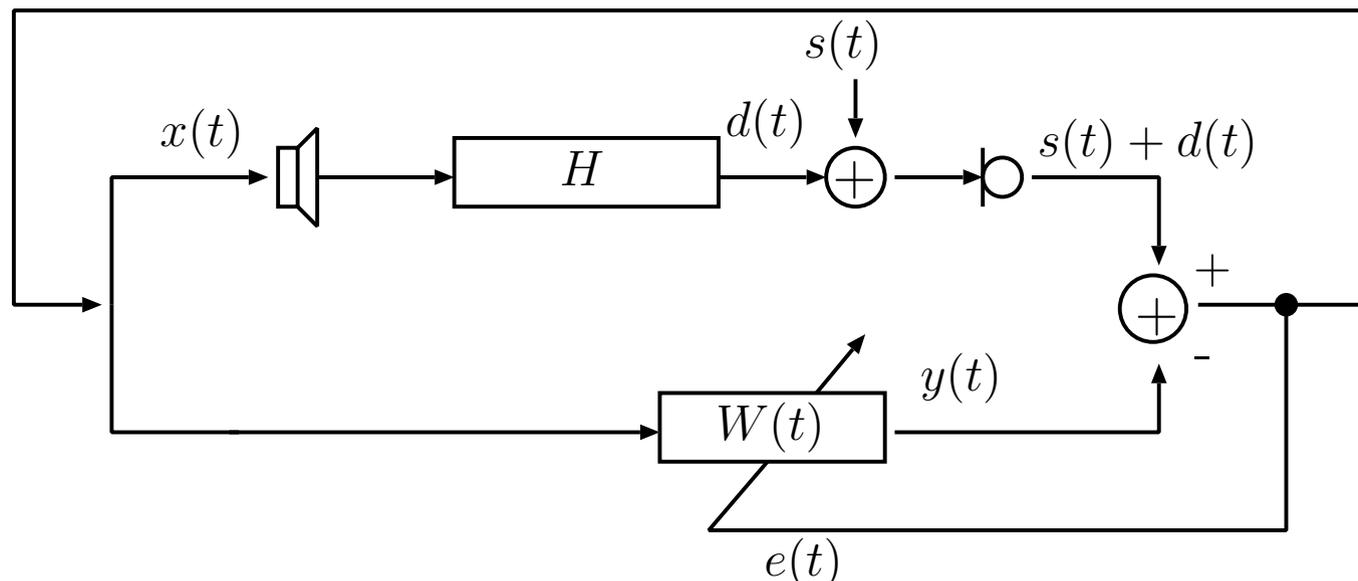
$$\text{SNR} = 10 \log_{10} \frac{\sum s^2(t)}{\sum (d(t) - s(t-1))^2}$$

# まとめ

- 適応フィルタを用いたハウリングキャンセラを提案
  - 計算機シミュレーションによる評価
- SN 比が向上していることからハウリング抑圧を確認
- 今後の課題
  - ステップゲインやフィルタのタップ数の適切な値についての検討
  - 適応速度の検討



# 適応フィルタを用いたハウリング キャンセラ



$W(t)$ ... 時刻  $(t)$  における適応フィルタのインパルス応答

$H$ ... スピーカからマイクロホンまでのインパルス応答

$s(t)$ ... 発声者からの直接音

$d(t)$ ... 拡声されてマイクロホンへ帰還する信号

$e(t)$ ... 適応フィルタの出力誤差

$x(t)$ ... スピーカへの拡声信号

$y(t)$ ... 帰還音の推定値