

## 電車内放送音声の 耳障り感低減処理性能評価の研究

音響信号処理研究室  
後藤 瑞貴

2014/2/13

## 目次

- 研究背景と研究目的
- 耳障りな音韻の特徴
- 耳障り感低減処理法
- 処理性能評価実験
- まとめ

## 研究背景と研究目的

走行騒音により車内放送が聞き取りにくい

目的音  
次は終点

音量を大きくすることで解決

- ・うるさい
- ・耳障り音韻発生

音量調整 & 耳障り感低減処理

研究目的  
適切な音量で耳障り感のない聞き取りやすい音声

## 耳障りな音韻の特徴

■ 有声音

きゅう こう

◆ 3kHz付近のパワーが強い

■ 無声音

しっ てです

◆ 4kHz以上のパワーが強い  
◆ 発声時間が長い

## 実験目的

### 耳障り感低減処理による音韻への影響について検証

◆ 事前実験によってある放送音声から抜粋

耳障り音韻

- ・「急行」
- ・「終点戻手です」

耳障りに感じにくい音韻

- ・「田園調布」
- ・「ご注意ください」

処理前 → 耳障り感低減処理 → 検証 → 処理後

- 耳障り音韻の低減効果
- 逆に耳障りにならないか

## 耳障り感低減処理法

一次差分フィルタを用いて耳障り音韻を強調・検出・抑圧

### 実験内容

場所: 容積 102 m<sup>3</sup>, 残響時間 0.6 s  
 放送音声: 4 種(処理前後で計 8 種)  
 放送音量: 74 ~ 89 dB(A)(3 dB(A)刻み)  
 使用騒音: 2 種  
 騒音レベル: 80 dB(A)  
 被験者: 成人男性 6 名(21 ~ 24 歳)

サブウーファー ← 1m → 騒音  
 騒音 ← 音声 → PC

- 実験手順
  - ① 騒音を再生
  - ② 8種類の音声をランダムで再生
  - ③ 被験者が耳障りな音韻を指摘
  - ④ 騒音の種類を変えて①~③を繰り返す

### 使用した騒音

騒音の平均パワースペクトル

騒音A: カーブ騒音  
 騒音B: トンネル内騒音

騒音Aの方が高周波数成分強い

### 実験結果

- 耳障り感低減率

音声	騒音	耳障り感低減率※					
		74dB(A)	77dB(A)	80dB(A)	83dB(A)	86dB(A)	89dB(A)
「きゅ」 (有声音)	A	0/0	0/0	3/3	4/4	4/5	2/5
	B	0/0	2/2	5/5	5/5	3/5	2/5
「しっ」「す」 (無声音)	A	0/0	1/1	4/4	4/4	5/5	6/6
	B	0/0	2/2	4/4	5/5	4/5	4/5

※(耳障り低減成功数)/(処理前の耳障り回答人数)

- 83dB(A)以下ではいずれも低減処理効果大
- 無声音の方が大音量でもほぼ低減
- 騒音の種類による結果の相違はあまり見られず

- 耳障りに感じにくい音韻の処理後の耳障り感増加について

➡ ほとんど発生せず

### 考察

- 89dB(A)処理後有声音の耳障り感の原因

「急行」のスペクトログラム

83dB(A)処理前 83dB(A)処理後 89dB(A)処理前 89dB(A)処理後

処理後も83dB(A)処理前に近いパワーを持つ ➡ 処理後も耳障り

### 改善策

問題点  
 89dB(A)処理後が83dB(A)処理前と同じくらい耳障り

要因  
 どの放送音量でも耳障り音韻のパワー抑圧量が等しい

対策案: 耳障り音韻判定時の閾値の修正

(短時間パワーの平均)-4dBで全音量共通 ➡ 放送音量や騒音レベルに応じて変化

### まとめ

- 耳障り感低減処理による音韻への影響について検証
  - ↳ 音量、騒音の種類を変え、耳障り感低減処理前後で耳障り感評価
- 結果
  - 音量83dB(A)以下 ..... 良い低減効果得られる
  - 音量89dB(A)有声音の場合 ..... 低減効果悪化
  - 処理により逆に耳障りになる音韻
  - 騒音の種類による結果の相違 } 特になし
- 今後の課題  
 騒音レベル、放送音量に応じた閾値の設定の検討