

山下研究室 (音声言語研究室)

<https://www.slprits.com>

1. 研究紹介

(音声情報処理研究の現状)

2. 作品制作のヒント

2023年4月11日

山下 洋一 ・ 福森 隆寛

■ 目的

- 音声や音楽などの音情報をコンピュータで処理して、もっと便利に／もっと楽しく

■ 応用

- 車内でのカーナビ操作, 検索キーワードの音声入力(voice search), 自動受け付け, 音声翻訳, 個人認証, ゲーム, 音声データ検索, 語学学習支援, 障害者向けインタフェース, 見守り, , ,

■ 研究分野

- 音声認識, 音声合成, 音声対話, 環境音認識, 音声符号化, 音響信号処理, 情報検索, 音楽情報処理, , ,

■ 支える技術・理論

- 確率・統計, 情報理論, デジタル信号処理, パターン認識, プログラミング, , ,

研究紹介

■ 研究内容

■ 音声・音を対象とした研究

- 音声は、表現力豊かで人に優しいメディア

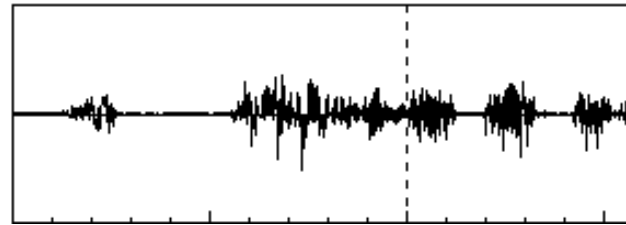
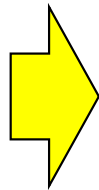
■ 研究テーマ

1. 音声の認識・合成
2. 環境音の認識・合成
3. 音情報を使った異常検出
4. 複数音源の分離
5. その他

1-1) 音声認識 --現状と課題--

■ 音声認識

■ 計算機による人間の声の認識



音声波形



「大量のデータに基づいた統計的手法を用いることによって、、、、」

■ 音声認識研究の現状

- 大量データを利用する統計的手法による性能向上
- 音声認識サービスの実用化

■ 今後の研究課題

- 認識率の向上
- 意図・態度・感情などパラ言語情報の認識
- 頑健性(robustness)の向上
 - 雑音下での認識

1-1) 音声認識

■ 音声伝える情報



■ 言語情報：発話の内容

- 「カレーカー」

■ パラ言語情報：意図，態度，感情，など

- 同意，喜び，...

■ 非言語情報：性別，年齢，など

- 女性，20歳代，...

■ パラ言語情報による多様な表現

- 「そうですか」

- 納得した？ 質問している？

- 「わかりました」

- 喜んでくれた？ しぶしぶ了解した？

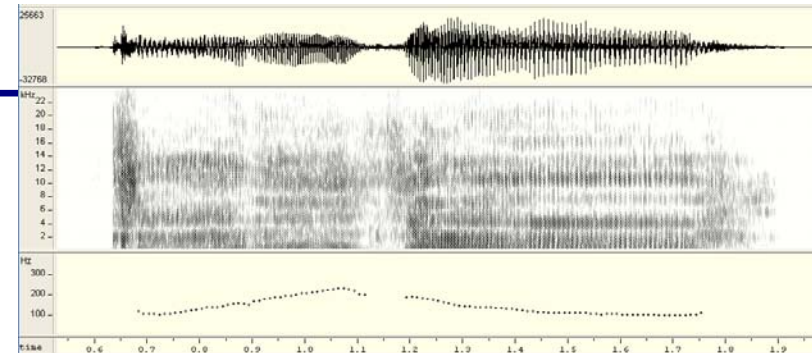
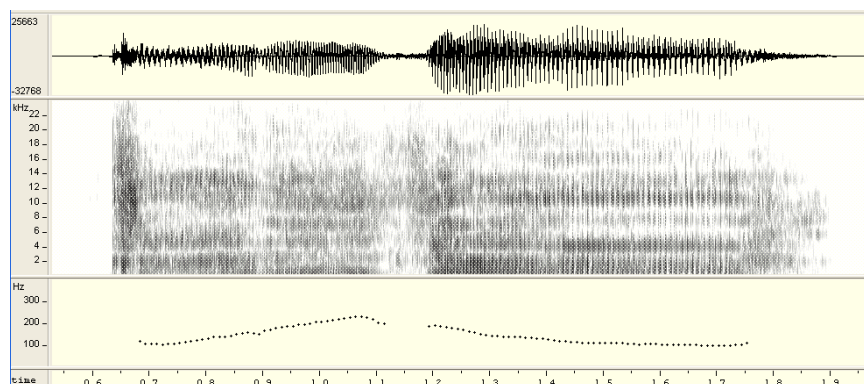


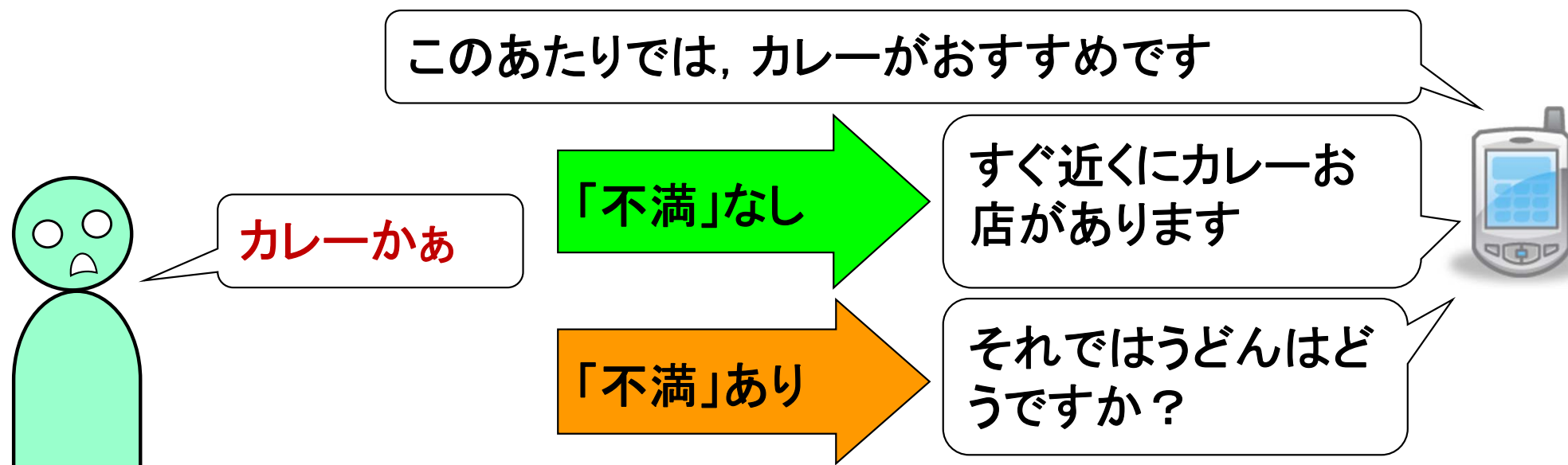
図 発話「カレーカー」の音声波形と分析結果

1-1) 音声認識 ―感情の認識―

- ユーザの“気持ちを察する”音声対話の実現
 - 音声におけるパラ言語情報の認識



時間波形, スペクトログラム, 基本周波数



1-1) 音声における感情認識

- 音響情報と言語情報を合わせて用いる音声感情認識
 - 喜び, 悲しみ, 怒り, 平静の4クラスの認識

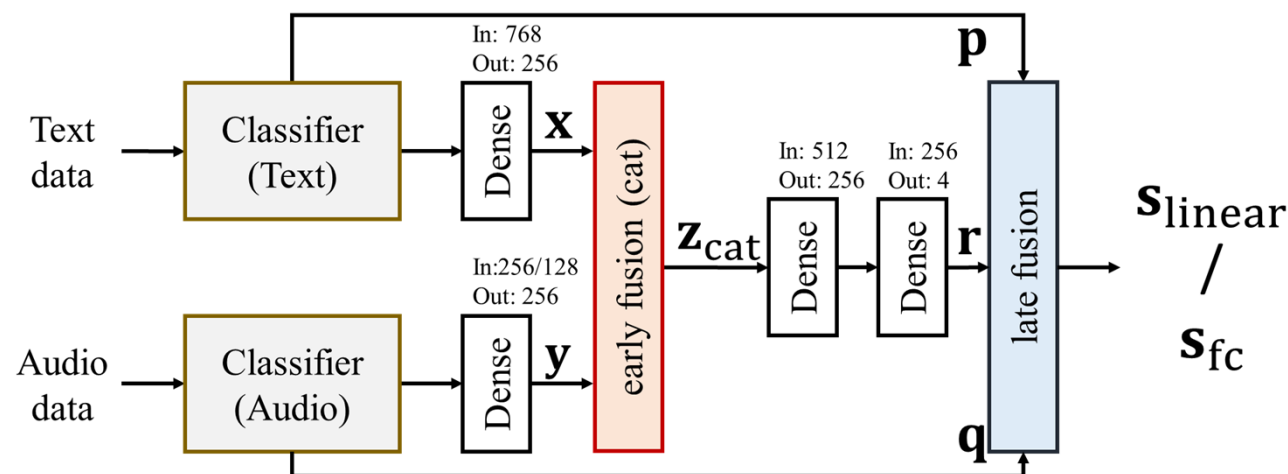


図 音声・テキスト情報を用いたネットワーク

表 音声・テキスト情報を用いたネットワーク

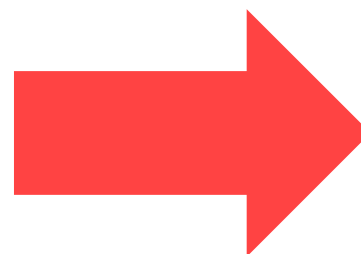
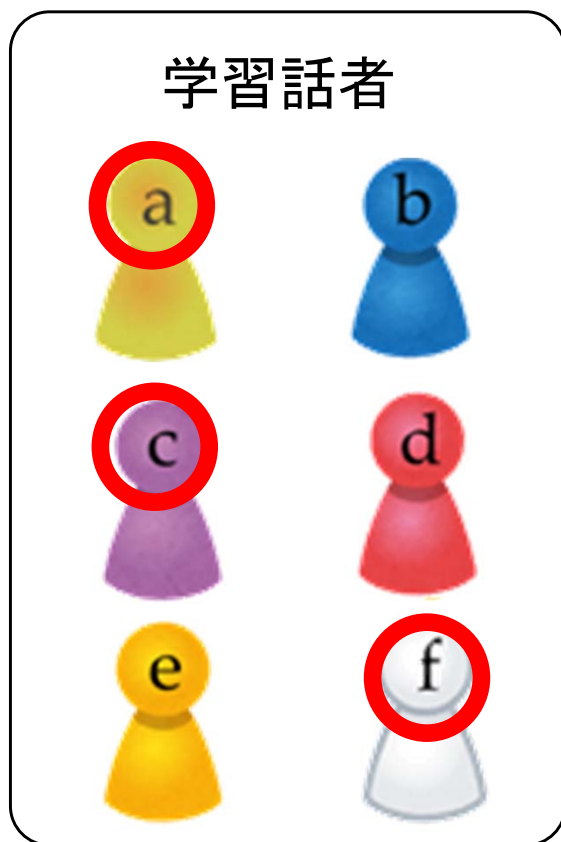
用いる情報	認識率 (%)
音響情報のみ	71.31
言語情報のみ	66.45
音響情報 + 言語情報	87.39

1-1) 音声における感情認識

■ 学習話者の選択



認識対象の話者X



話者Xに似た感情表現を行う話者を選択して感情認識モデルを学習する。

評価データ



特徴量

学習データ



特徴量



特徴量



特徴量



特徴量



特徴量



特徴量

1-1) 音声における感情認識

- 2種類の話者選択手法
 - 部分空間を用いる手法
 - 平均ベクトルを用いる手法

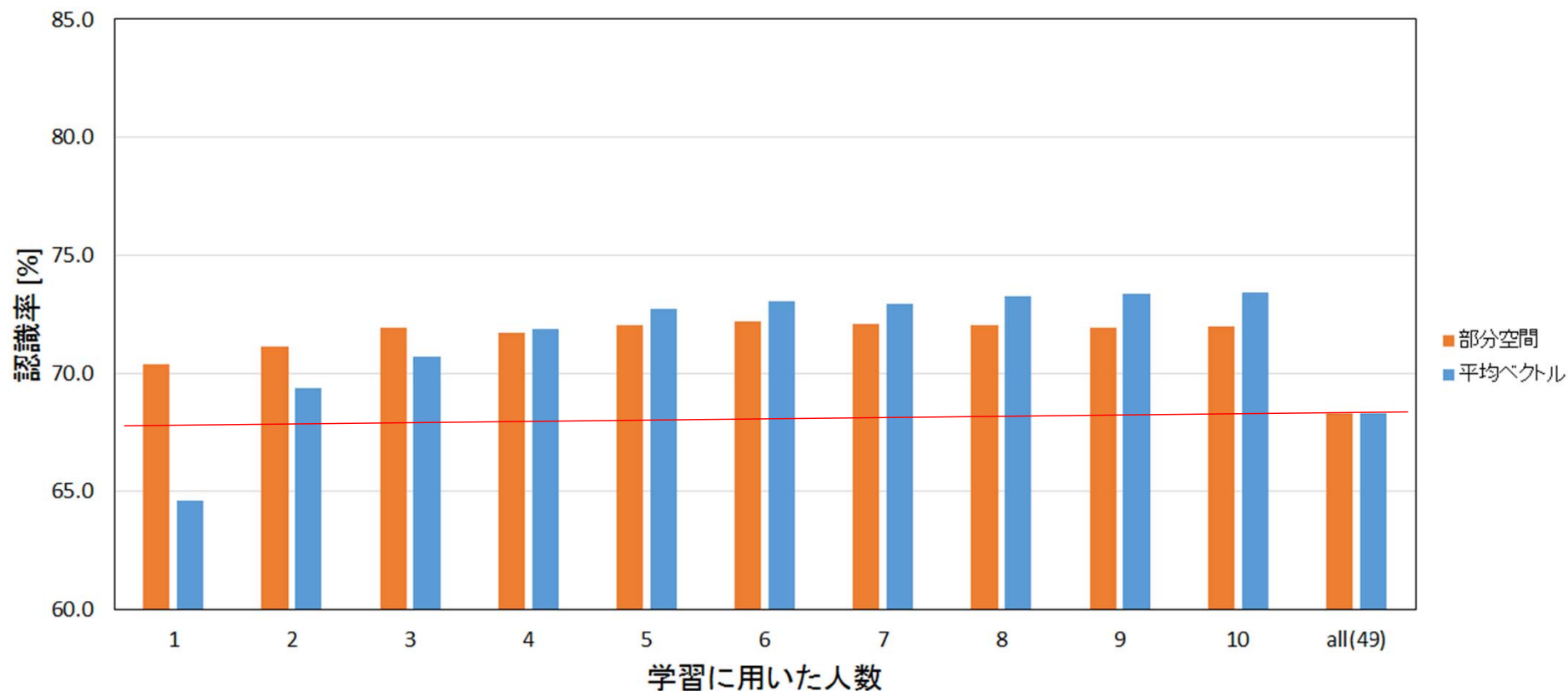


図 学習話者を選択することによる感情認識率の向上

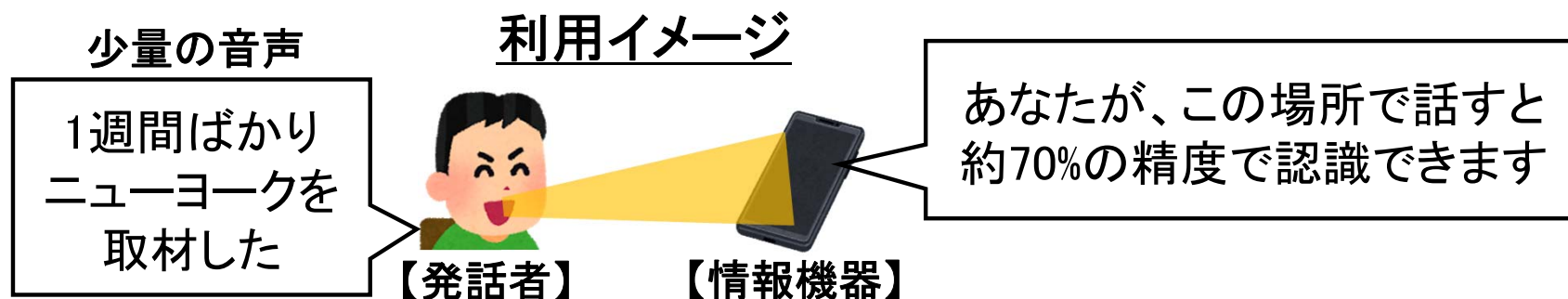
1-2) 音声認識性能の予測（簡易測定）

■ 音声認識性能

- 正しく認識された音声を定量的に評価する指標
- 評価手順
 1. 利用環境で発話した膨大な音声データを収集
 2. 収集した音声データを音声認識システムに入力
 3. AccuracyやWERなどから音声認識性能を算出
- 課題：音声収集や認識実験に長い時間を要する



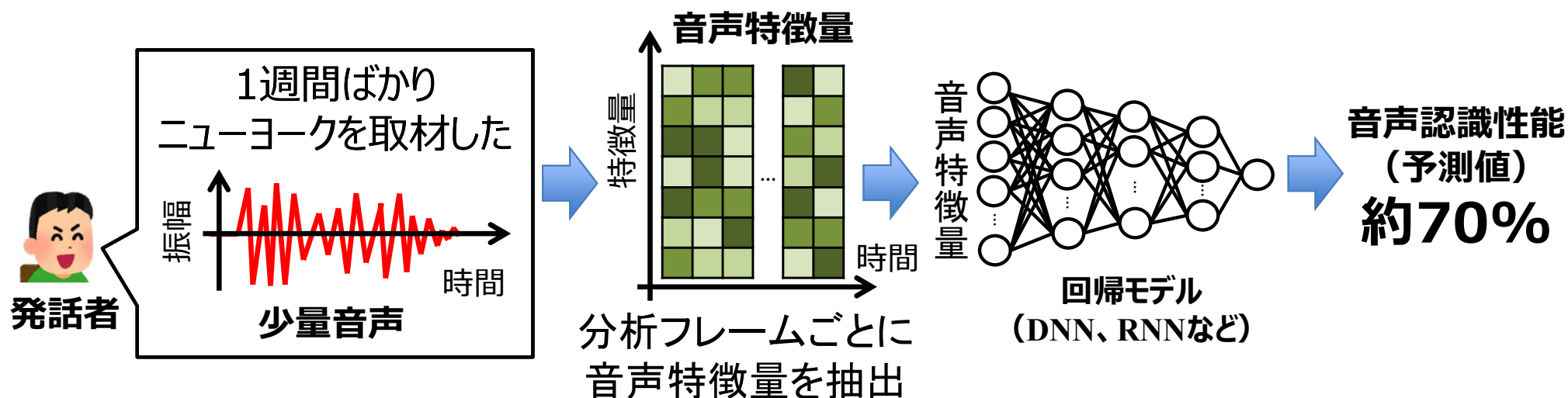
研究目的：少量の音声で、発話者の音声認識性能を評価したい



1-2) 音声認識性能の予測（簡易測定）

■ DNNやRNNを用いた音声認識性能の予測

1. 利用環境で少量の音声を計測
2. 計測音声から音声特徴量を抽出
3. 音声特徴量をDNNに入力・伝播させて音声認識性能の予測値を算出



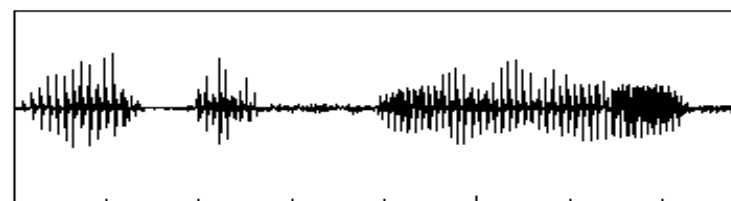
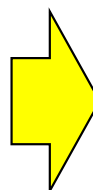
評価実験結果

残響環境において、約5%以内の誤差で音声認識性能を予測可能

■ 音声合成に関して

■ 計算機による人間の声の生成

「私は音声合成器です。」



合成音声波形

■ 音声合成研究の現状

- 現在では, かなり高い品質



■ 今後の研究課題

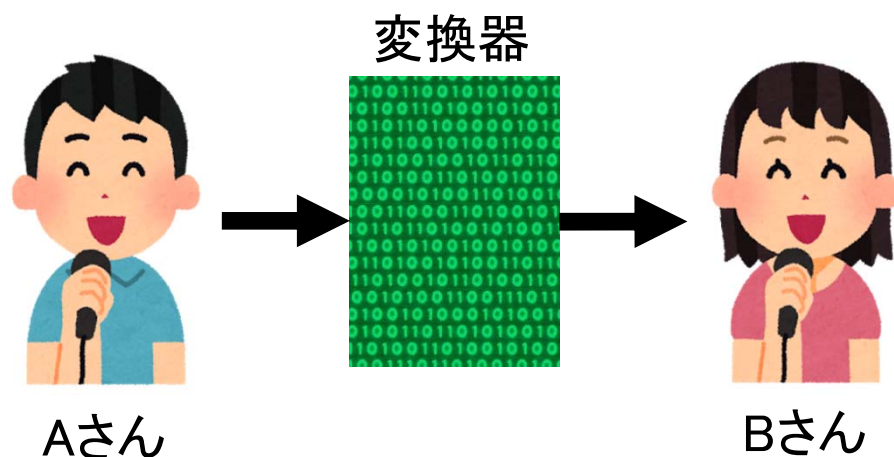
- 品質向上
 - 音質と自然性
- 多様な声質での合成
 - 声質 (話者性), 感情, ...

(<https://google.github.io/tacotron/publications/tacotron2/> から)

表現力豊かな合成音声

1-3) 声質変換

■ 話者の声質を異なる話者の声質に変換する技術



■ 変換例

元話者	目標話者	変換音声
		

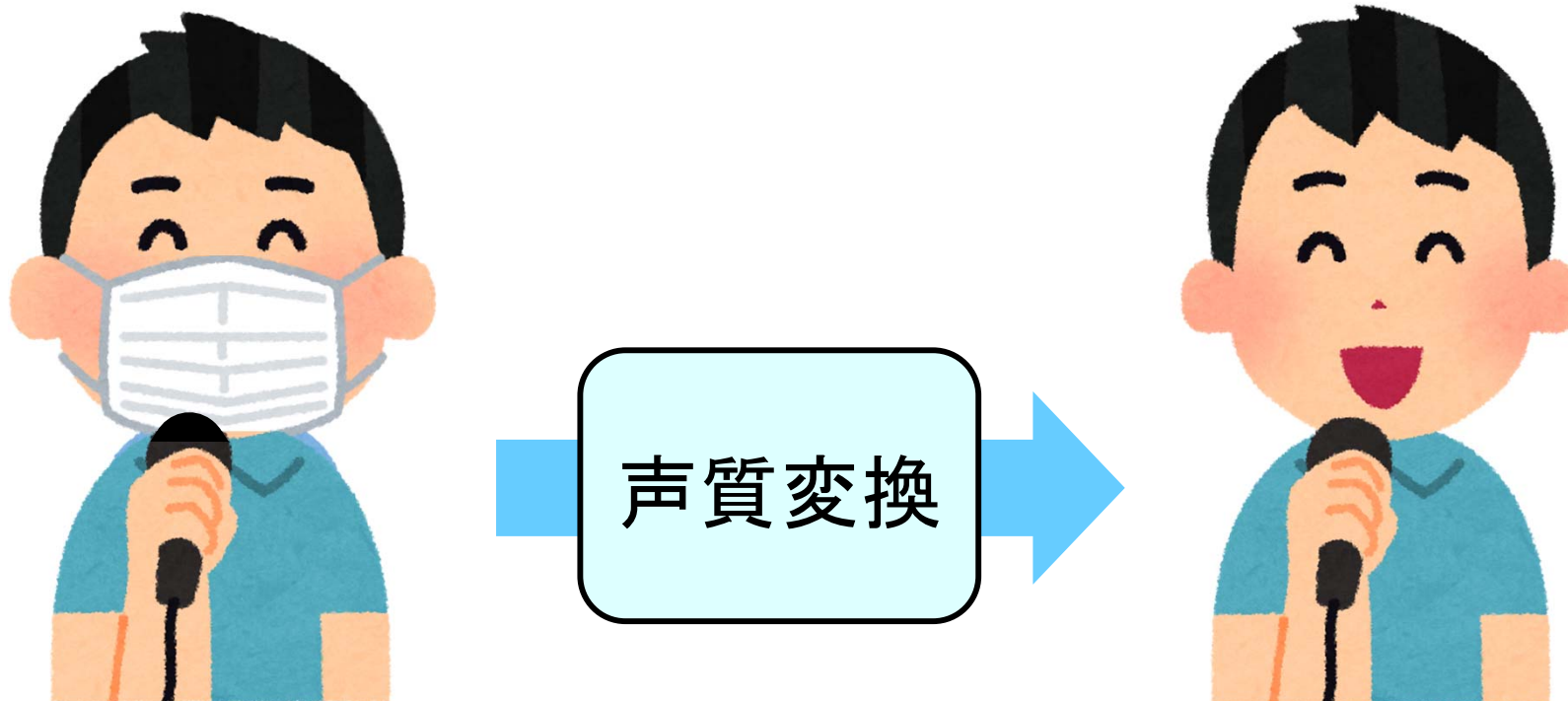
StarGAN

複数ドメイン間の変換を生成器一つで可能にするGAN



1-3) 声質変換

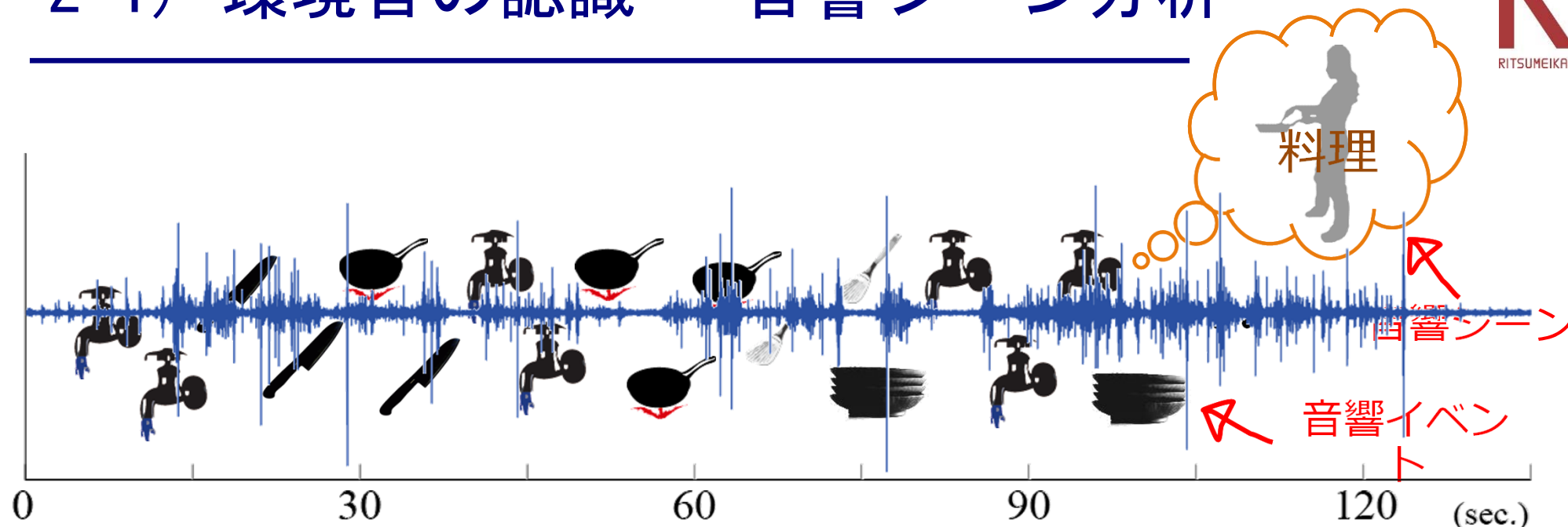
■ マスク着用時の音声の明瞭化



咽喉マイクの利用



2-1) 環境音の認識 --音響シーン分析--



■ どんな「シーン」でしょうか  → 「料理」

- 音響シーン：音響信号が収録された場所，状況，周囲にいるユーザの行動など
- 音響イベント：音源の種類名(水の音, 包丁の音, 足音, 音声など)

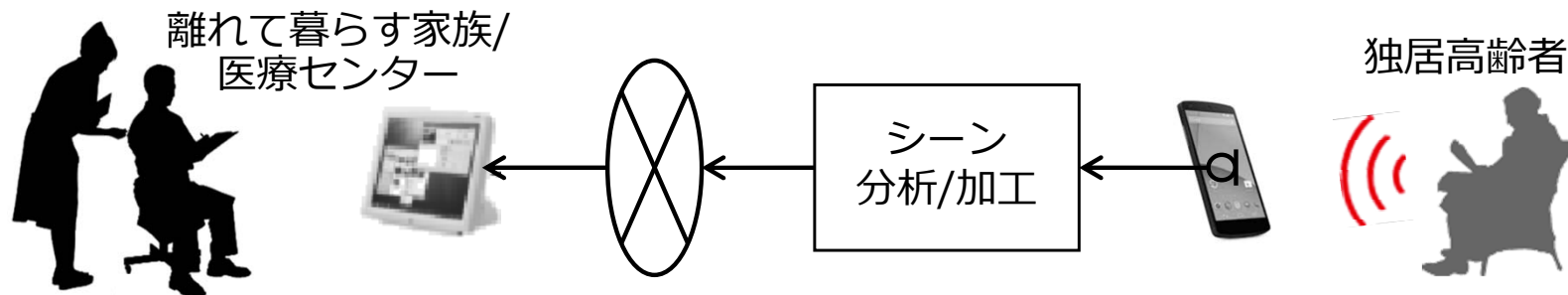
音響シーン分析

音響信号から自動的に(計算機によって)シーンを推定する

2-1) 環境音の認識 --利用例--

■ 音響信号を利用した見守りやライフログ

- 起床/睡眠などの自動推定を行い，異常時に遠隔地に通知



■ 投稿型動画サイトやクラウドストレージのコンテンツ分析

- YouTubeのコンテンツを自動解析/分類し，タグを自動で付与

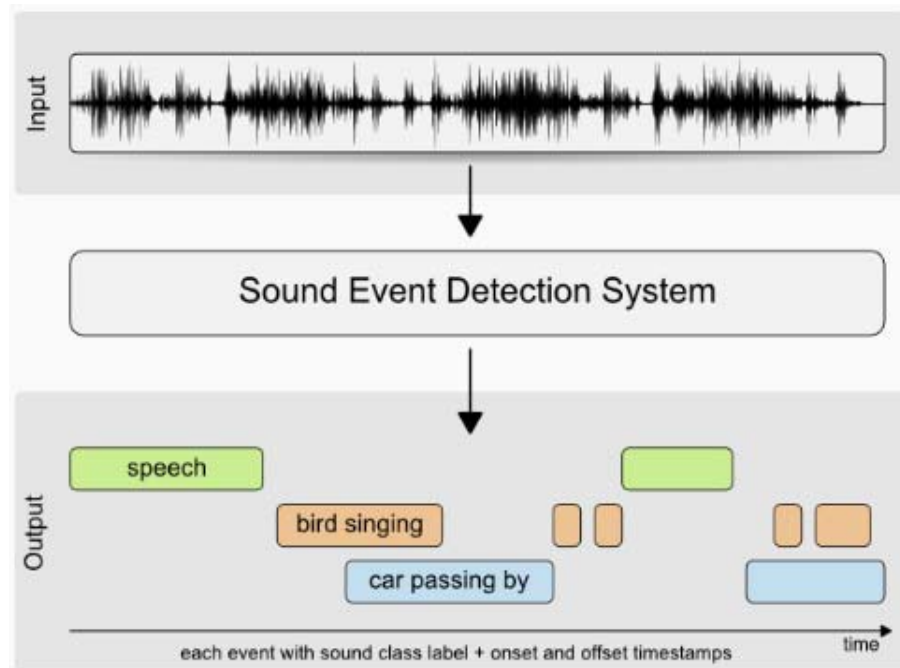


■ 聴覚障がい者支援システム

- 屋内生活音（アラーム音，インターホン）を検出して振動などで通知

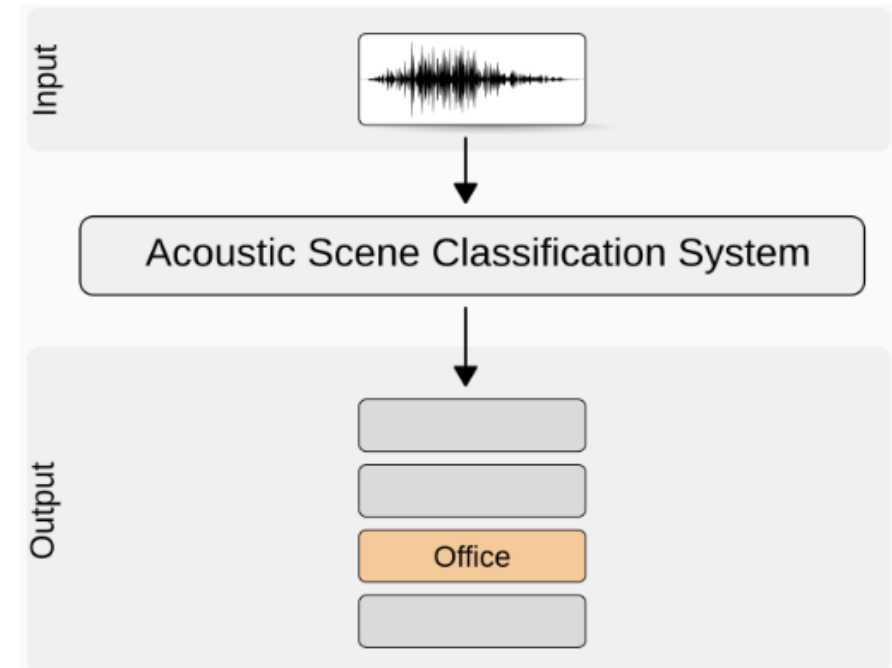
2-1) 環境音の認識

■ 音響イベント検出と音響シーン分類



フレーム単位で推定

- ① 音響イベントラベル
- ② タイムスタンプ(onset + offset)



音クリップ単位で推定

- ① 音響シーンラベル

2-1) 環境音の認識 --音響イベント検出--

■ マルチタスク学習を用いた環境音認識

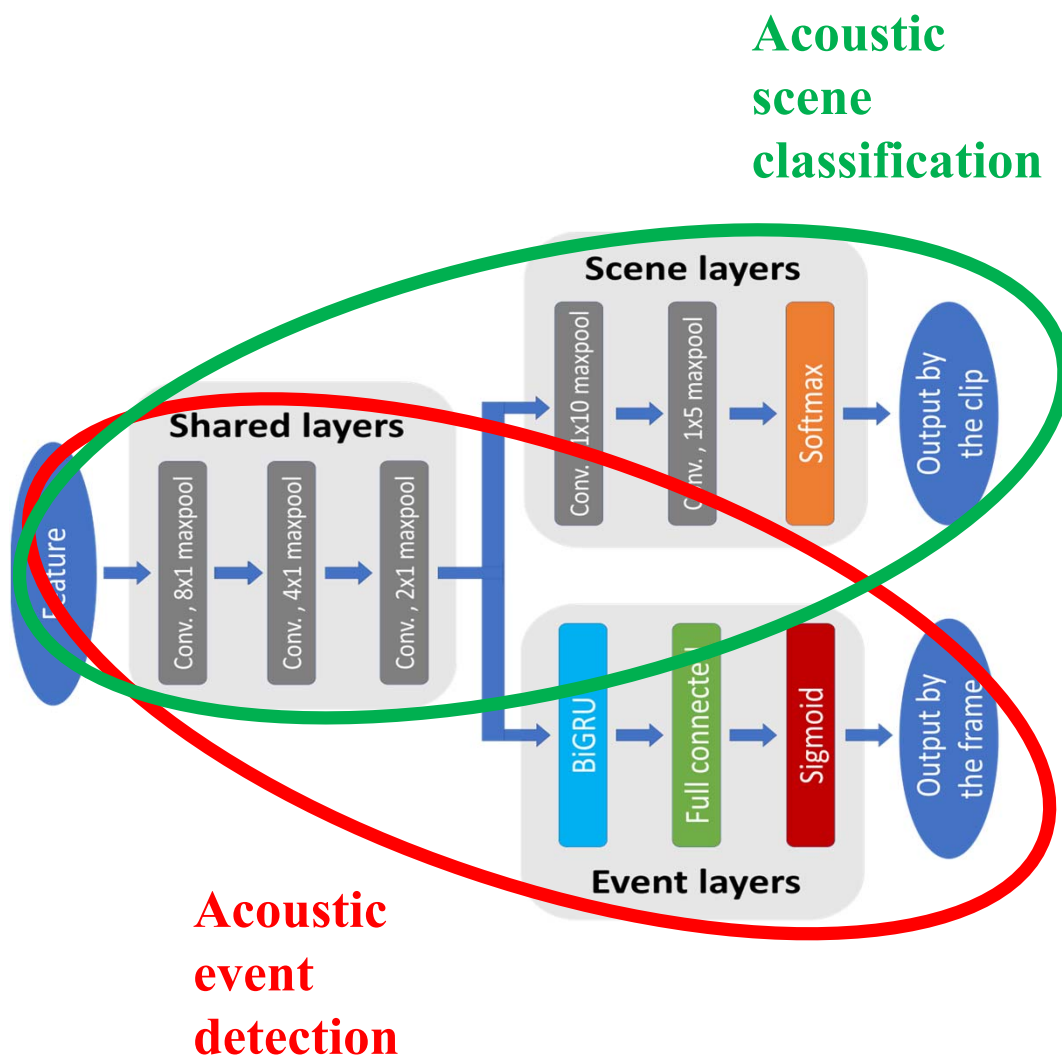
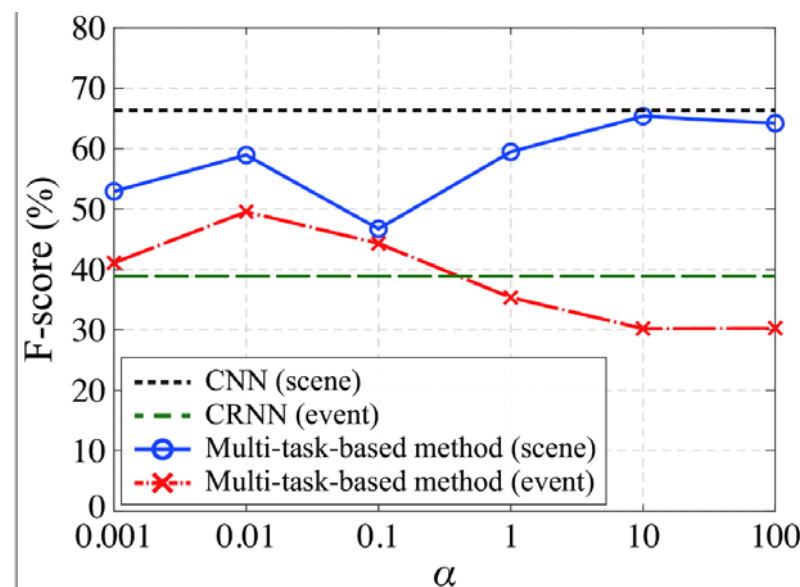


Table 2 音響イベント検出性能とシーン分類性能

Method	Event		Scene
	F-score	ER	F-score
CRNN (event)	38.90%	0.776	-
CNN (scene)	-	-	66.36%
Multi-task ($\alpha=0.1$)	44.31%	0.721	46.72%
Multi-task ($\alpha=0.01$)	49.56%	0.695	58.94%
Multi-task ($\alpha=0.001$)	41.11%	0.760	52.93%



■ 環境音

- 我々の身の周りに存在するあらゆる音のこと
 - 「車の音」「目覚まし時計の音」「雨の音」など
- 様々な場面において重要な役割を持つ
 - アニメや映画などのメディアコンテンツ作品への活用
 - 場面・状況の説明
 - 登場人物の心象を表現

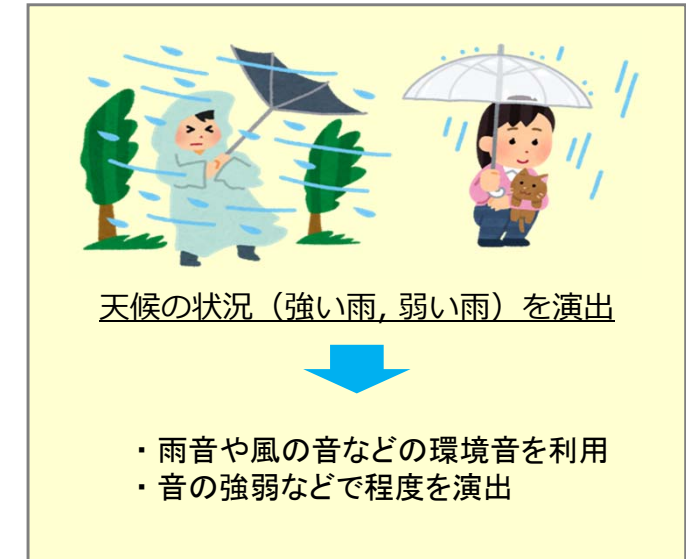


2-2) 環境音の合成

■ 場面に適した環境音（効果音）を得るには

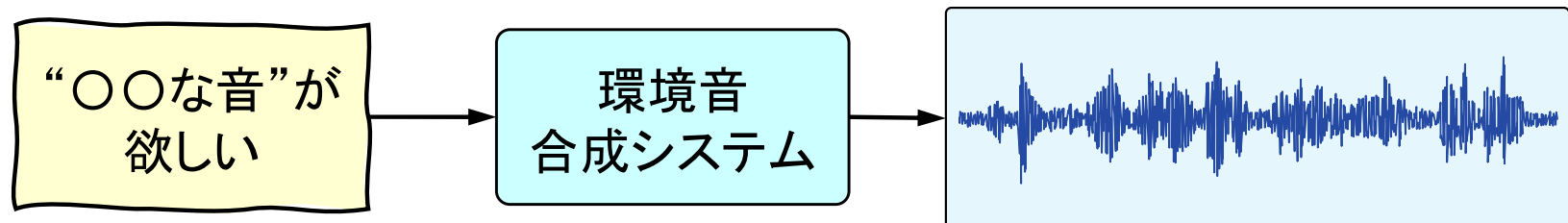
■ 現状

- データベースの検索
 - 検索が容易ではない
 - 時間がかかる
 - 適した音が見つからない
- 環境音を再編集（音高の調整など）
 - 経験や編集者の技量が必要



■ 目標

- 自動合成



■ 環境音合成への入力

■ 音響イベントラベル (音の種類)

- 「雨」「風」「ベル」, , ,

■ オノマトペ (擬音語)

- 「ザーザー」「しとしと」「ビュービュー」「そよそよ」, , ,

■ 印象

- 「激しい」「穏やかな」「けたたましい」, , ,

■ 音を記述した説明文

- 「急に降り出した突風をもとなう激しい雨」, , ,

■ 人が模倣して発声した音声



「警告音」の模倣音声



もとの「警告音」



「包丁の音」の模倣音声



もとの「包丁の音」

2-2) 環境音の合成

■ オノマトペを入力とする音合成

- オノマトペ: 音の特徴を自然言語を使用して表現したもの

- 例: カンカンカン

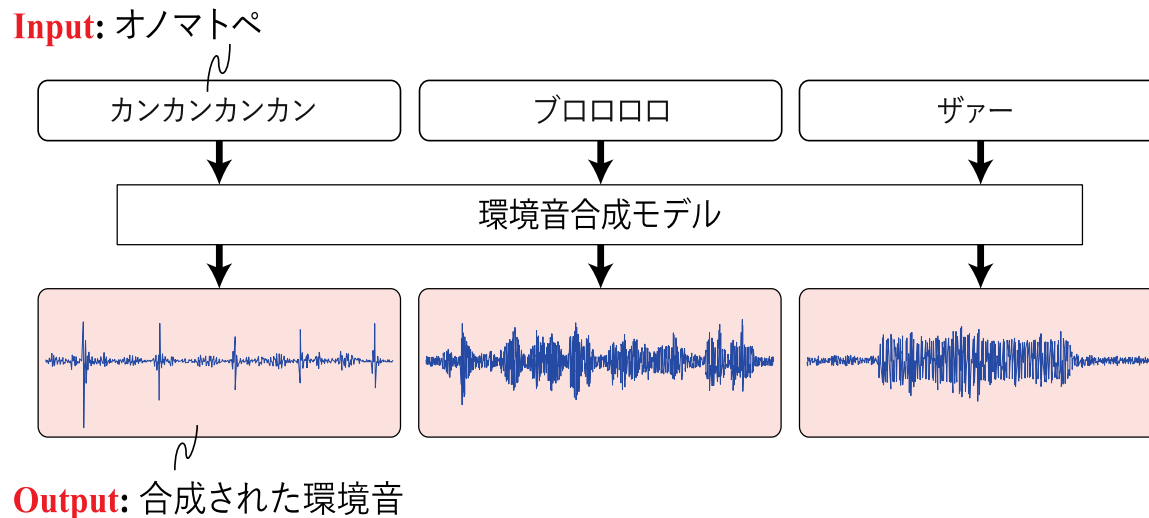


図: オノマトペを入力とする環境音合成

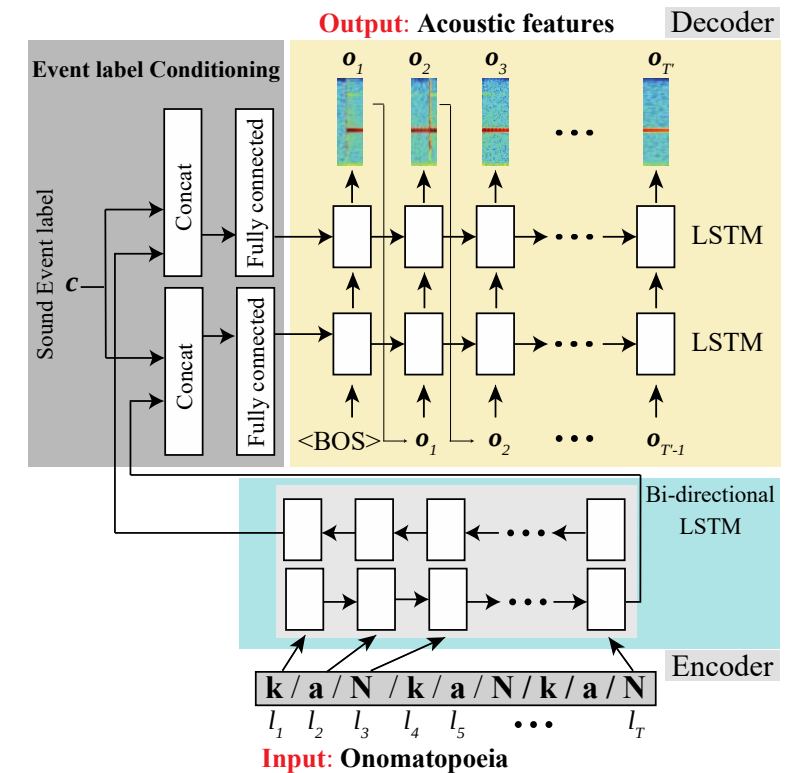


図: 環境音合成モデル

2-2) 環境音の合成

■ 表現性の評価結果

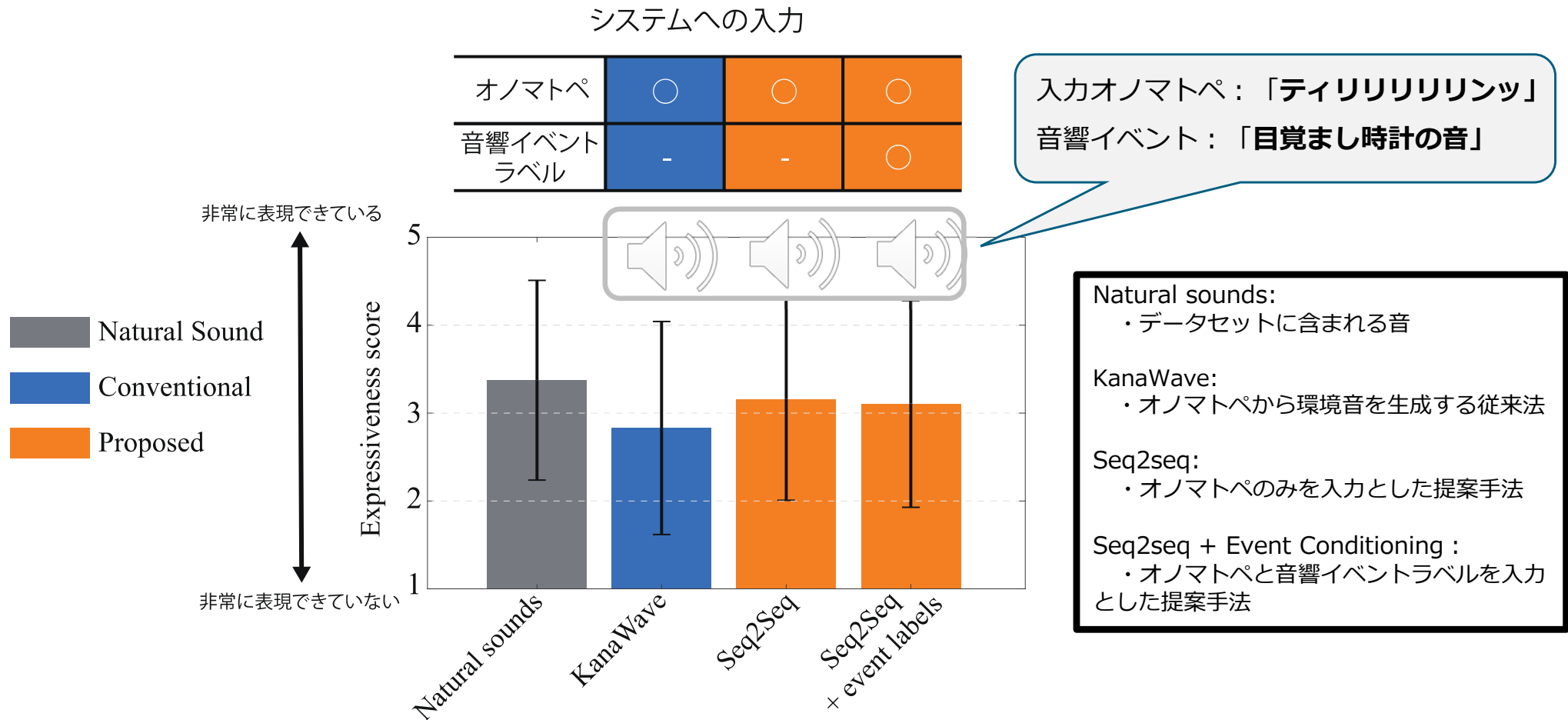


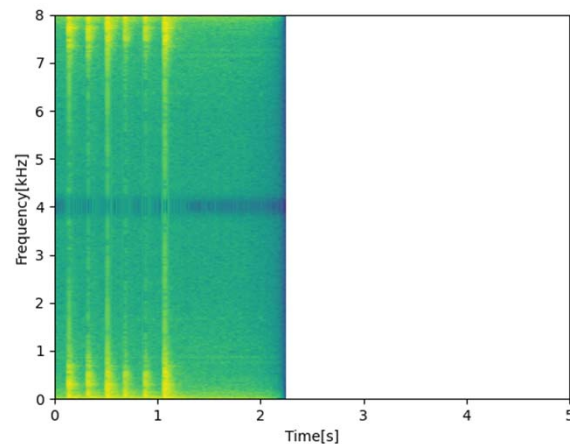
図: オノマトペに対する環境音の表現性の平均スコアと標準偏差

2-2) 環境音の合成

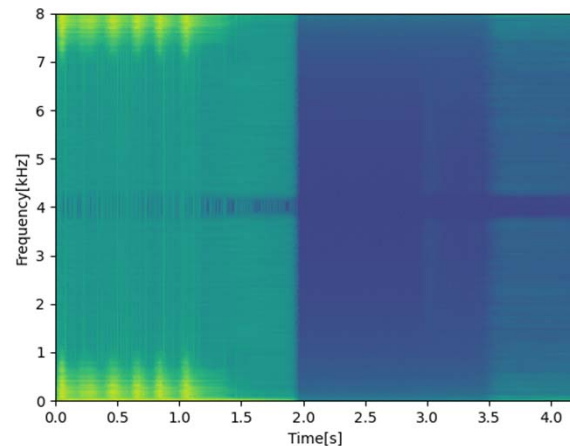
■ 模倣音声を入力した環境音合成

- wood knock の例

■ 自然音



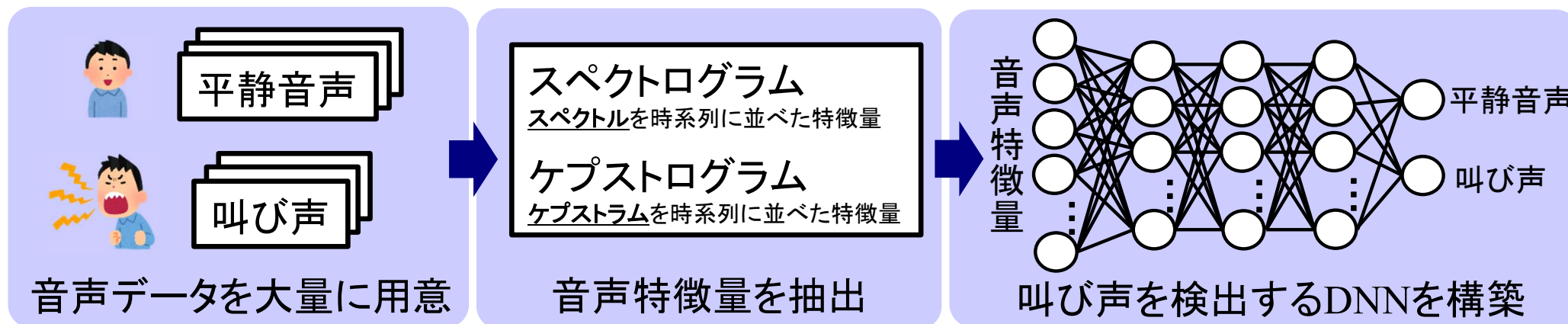
■ 合成音



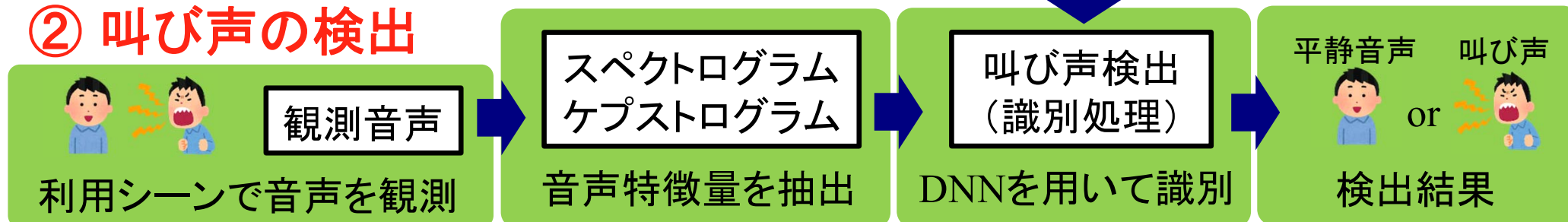
3) 音情報を使った異常検出

■ 危機的状況を示す要素である叫び声を検出

① 叫び声検出モデルの構築



② 叫び声の検出



実験結果

（音割れが生じるほど強く叫んだ音声も検知可能）
多くの人が集まるような騒々しい環境で95%以上の精度で検知

3) 音声コーパスの構築

(存在しても小規模だった場合)

■ 研究に必要な音声コーパスが存在しない場合

- 例: 叫び声、うめき声、乳児の泣き声など
- 自分たちでコーパスを構築するしかない

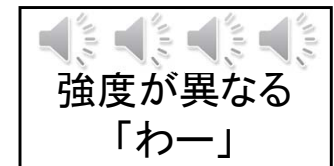
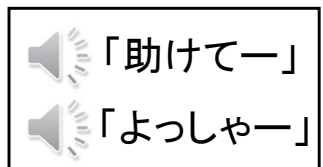
■ 研究室で構築している音声コーパス

■ 叫び声コーパス (RISC: Ritsumeikan Shout Corpus)



叫び声収録

- 怒号や悲鳴だけでなく
危険でない状況で叫ばれる音声(歓声など)も収録
- クラウドソーシングによる聴取実験を通して
音声に叫びの強度情報を付与



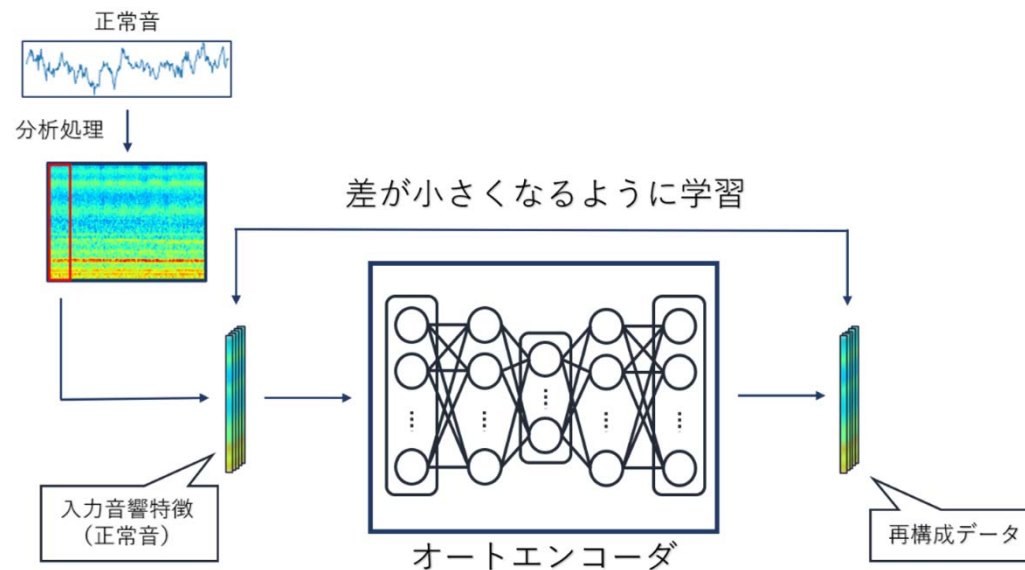
■ 異常検出以外に関するコーパスも構築中

- 明瞭度が異なる音声:  聴き取りやすい音声  聴き取りにくい音声
- マスク/フェイスシールドを着用した音声:  未着用時  着用時

3) 音情報を使った異常検出

■ オートエンコーダを使った異常検出

- 正常なデータだけで学習



■ 6種類の機械音, 既存のデータセット

表: 機械の種類ごとの異常検出率

従来手法
(データ拡張なし)

提案手法
(データ拡張あり)

DXF#(\						
	Wr Fdu	Wr Fron ru	Idq	Sps	Vgndb	Ydyh
DH	:<B:	:41;	981;3	:5B4	;71:4	99B3
DH#GD	:;E3	:5B4	98B<	:5B:	;7B6	9717;
DH#GD	::k:	:41;5	9814:	:5B<	;8B8	98B5

4) 複数音源の分離

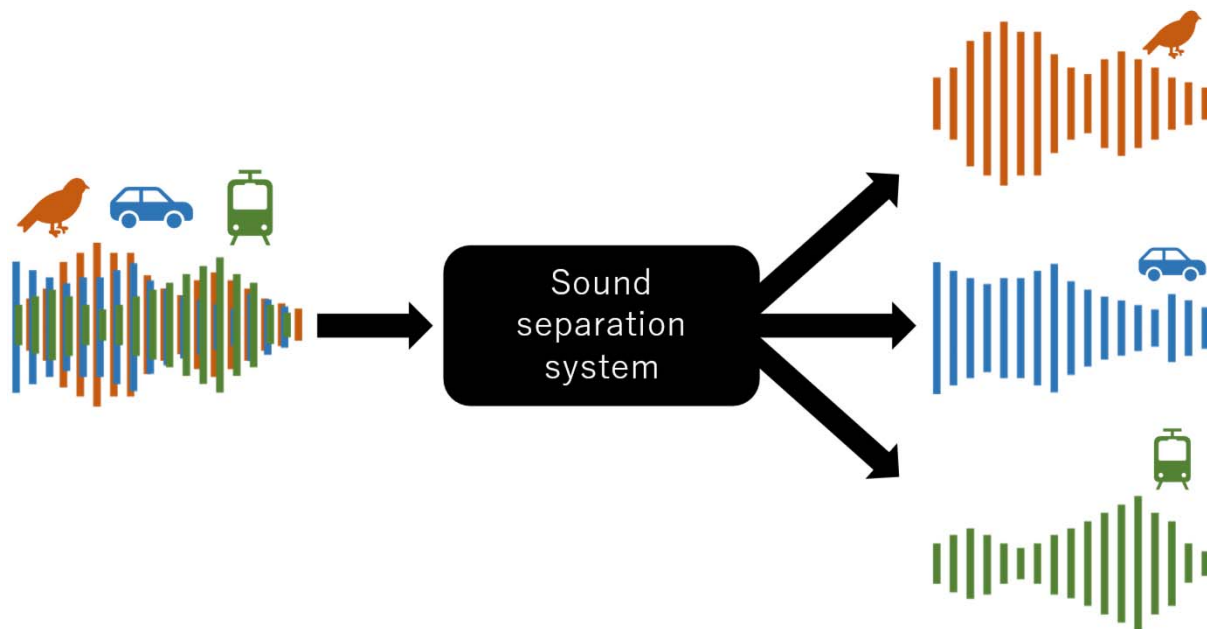
■ 分離の対象

■ 身の回りの音信号

- 様々な環境音

■ 楽曲

- 複数楽器による演奏, ボーカル



4) 複数音源の分離

■ 分離の手法

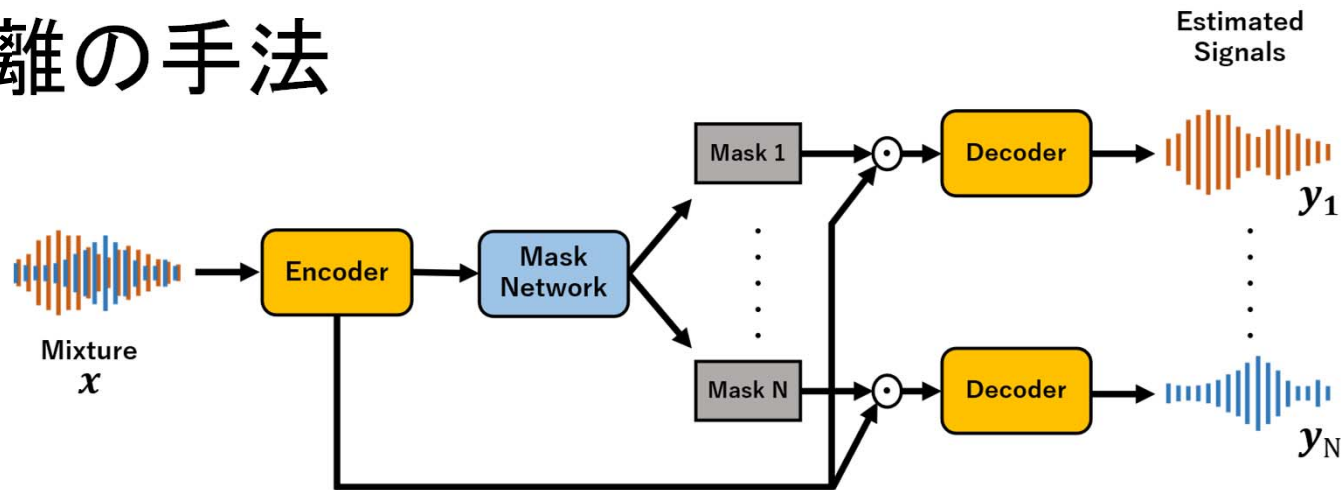


図1 マスク推定による音源分離

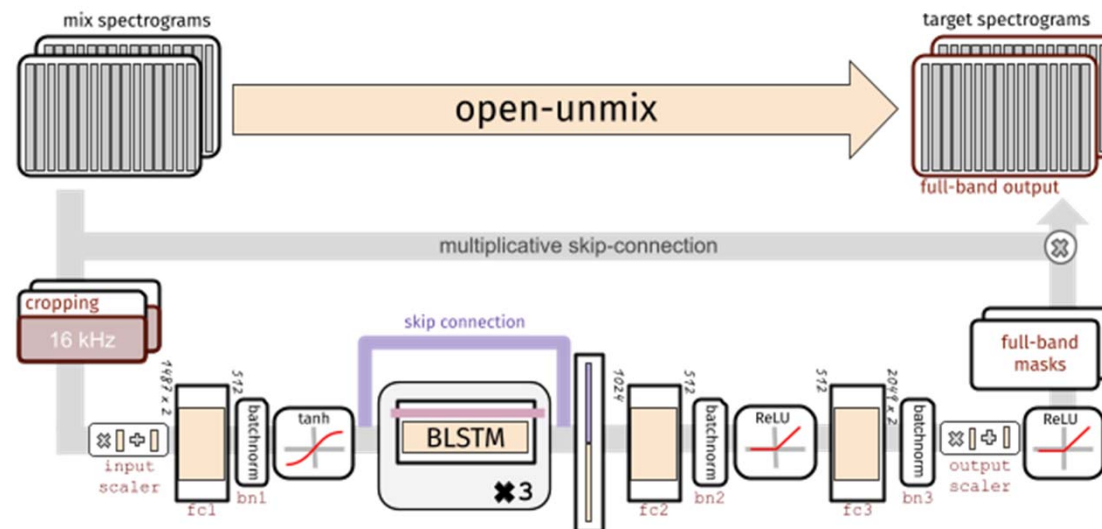


図2 Open-Unmix のアーキテクチャ

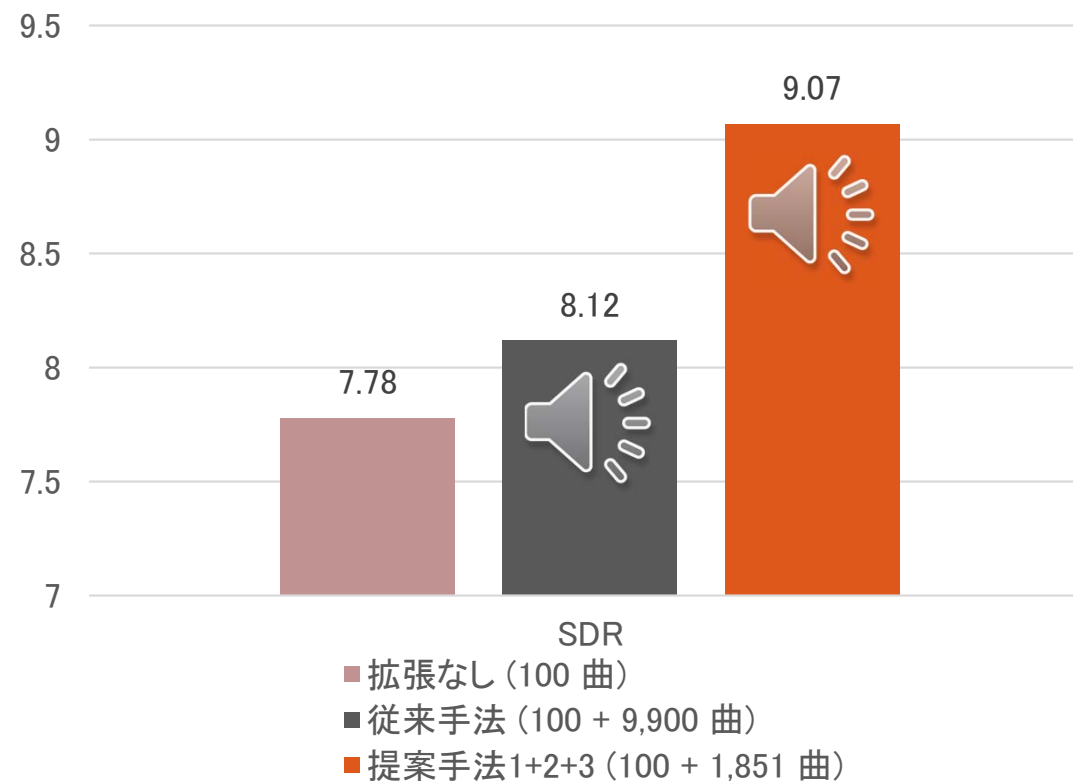
4) 複数音源の分離

■ 楽曲からのボーカルの分離

■ 入力の混合音



■ 分離結果



■ 音楽情報処理

■ 楽曲の分類

- ジャンル分類, 時代推定, 印象推定, , ,

■ 楽曲・効果音の推薦

- 効果音・BGMの自動付与
- 楽曲の自動推薦

■ 楽曲の自動生成



■ 研究スタイル

- プログラミング (Python, MATLAB, C, Perl, ...)
- ツールの利用
 - 音声認識(julius), MATLAB, WEKA, , ,
- パターン認識, 信号処理, , ,
- 統計的手法
 - データの収録・収集・利用
 - DNN, HMM, 主成分分析, クラスタリング, MDS(多次元尺度構成法), SVM, 決定木, , ,
- 聴取実験
 - クラウドソーシングの利用
- 手法の提案とシステムの開発

作品制作のヒント

(1) ソフトウェア

- 教員の講義の中で特に興味を持った分野における「ソフトウェア」

(2) 調査研究

- 教員の講義の中で特に興味を持った分野をさらに掘り下げ、同級生たちにその面白さを伝えるための「調査研究」

(3) 未来創造

- 教員の講義の中で示された今後の課題や、自分が重要であると考え情報社会の諸問題の解決策、さらには情報技術を使った望ましい社会のあり方などについて提言を行う「未来創造」

(1) ソフトウェア

- 音声認識・音声合成を利用したアプリケーションの作成
 - Web Speech APIの利用 (HTML5で)
- WORLD (フリーの分析合成ツール) の利用
 - <http://www.isc.meiji.ac.jp/~mmorise/world/introductions.html>

分析合成:
音声の特徴
パラメータに
変換し, それ
を音声に合
成する処理

(2) 調査研究

- 音声情報処理技術の実用化について
 - カーナビ, ゲーム, 個人認証, スマートホンでのサービス, , ,
- 音データの圧縮方式
 - 方式の比較, なぜ圧縮できるのか

(3) 未来創造

- 音声認識の新しい使い道は?
 - より便利に or より楽しく