



仙台市BOSAI-TECHイノベーション創出促進事業
仙台BOSAI-TECH フューチャーアワーズ
実証実験成果報告書

音声のデジタル加工で既存屋外スピーカーの価値を高める

サウンド株式会社

サウンド(株)
代表取締役会長
小山 昭則

要約

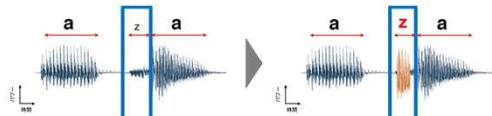
音声のデジタル加工で既存屋外スピーカーの価値を高める サウンド(株)

1. 背景と課題

サウンド社は、テクノロジーを活用した効果的な災害情報の伝達を高めるための手段として、自社で保有する音声デジタル加工技術を用いた解決を目指す。

仙台市に限らず、災害情報はスマホなどによるICTを活用した伝達と、屋外拡声放送などの2種類で情報を伝達している。今回は、後者の屋外拡声装置の音声を、高性能装置を用いずに、既存装置にて音声伝達を高める目的で、音声デジタル加工技術を使い、新規投資を行うことなく、情報の伝達を高めることを目指した。

元音声
子音(z)は時間も短くパワーも小さい
音声デジタル加工
子音(z)を特定し、パワーを高める



2. 実証実験の実施内容

最終的に、屋外拡声装置での実証効果を確認するために、3つの実証実験にブレイクダウンして、検証を行った。
第一に、予備実験である。予備実験では、現場にて大凡の最適なパラメータを抽出すること、入力と出力の関係を確認することを行った。
第二に、戸別受信装置での実証実験である。仙台市職員の30人の協力で、音声2種類、順番2種類の計4種類の聞き取り比較実験を質問紙を用いて行った。
最後に、屋外拡声装置での実証実験である。同じく仙台市職員の14人の協力で、装置2地点、距離(音達範囲内・外)2地点で聞き取り比較実験を質問紙を用いて行った。

3. 実証実験結果

3つにブレイクダウンした実証実験は、予備実験、戸別受信装置実証実験については評価内容と判断基準に対して、問題ないことを確認した。
屋外拡声装置実証実験については、音達範囲内では効果が確認できた。音達範囲外では効果が確認できなかった。
実証実験後の音声解析の結果から、風によるノイズの影響によるものと考えられる。必要に応じて再検証などを行う必要がある。

評価項目と判断基準一覧

評価	判断基準	評価結果	備考
予備実験	パソコン画面での波形 音声デジタル加工可能 確認	○	
サンプル音声テスト パラメータ調整	消防局システムで競演 での効果が確認 戸別受信装置での競演 効果確認	○ ○ ○	各機管理局、経済局、 サウンド社の3社確認 各機管理局、経済局、 サウンド社の3社確認
実証実験 1 戸別受信装置での競演 効果確認	サンプル音声で副作用 なきこと 仙台市津波注意報音声 で副作用なきこと	○	副作用なし 副作用なし
実証実験 2 屋外拡張装置での競演 効果確認	16番 250m地点 推奨者>非推奨者 16番 400m地点 推奨者>非推奨者 70番 200m地点 推奨者>非推奨者 70番 600m地点 推奨者>非推奨者	○ △ ○	推奨50%、非推奨36% 推奨36%、非推奨43% 推奨50%、非推奨21% 推奨29%、非推奨64%

○：合格、△：条件付き合格、×：不合格

4. 今後の展開

全実証実験後の自己評価は、音声デジタル加工は、音声情報の伝達を高めることができるものと考える。

今後は、必要に応じた再検証、音声デジタル加工技術条件の最適化、インジケータを考慮した上限設定の検討により、既存の屋外拡声装置の価値を高めていくことで、雨や風などのノイズに強い災害情報の伝達条件を追求すること、及び情報伝達の向上による副作用が顕在しないとのトレードオフの打破を目指し、継続した取り組みを希望する。

1. 背景と課題

音声のデジタル加工で既存屋外スピーカーの価値を高める

テーマ 2 詳細②

1. 沿岸部以外への対応

- 屋外スピーカーは、津波対策として、直ちに避難する必要がある沿岸部に設置しているが、その他の地域においても、屋外で情報を知る手段が確保できること。

2. 雨天時の対応

- 大雨時であっても、防災行政用無線（屋外拡声装置）のスピーカーの音声が明瞭に聞き取れること。



360度の耳からの
情報伝達を高める

1. 背景と課題

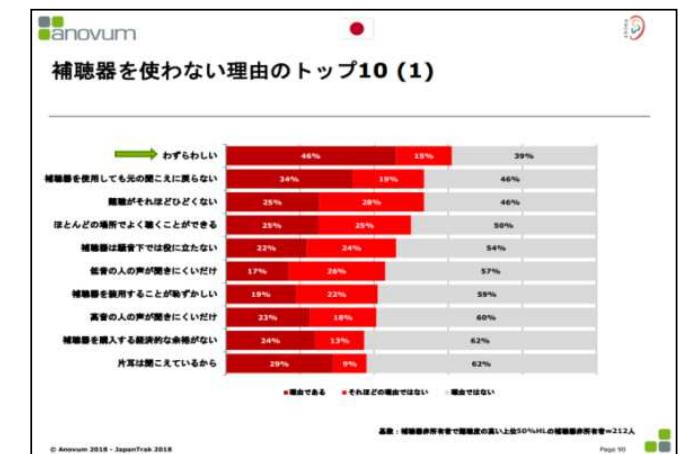
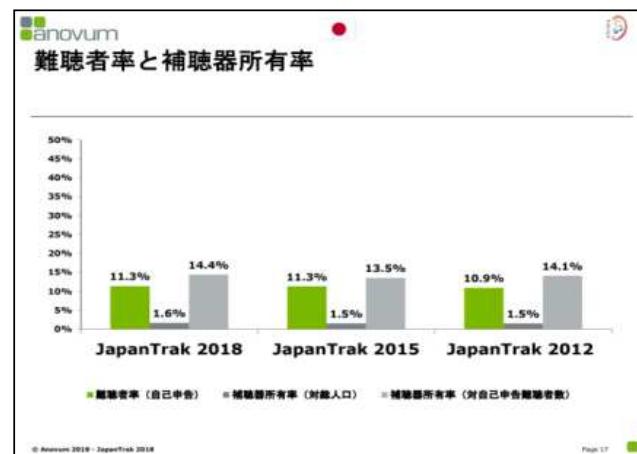
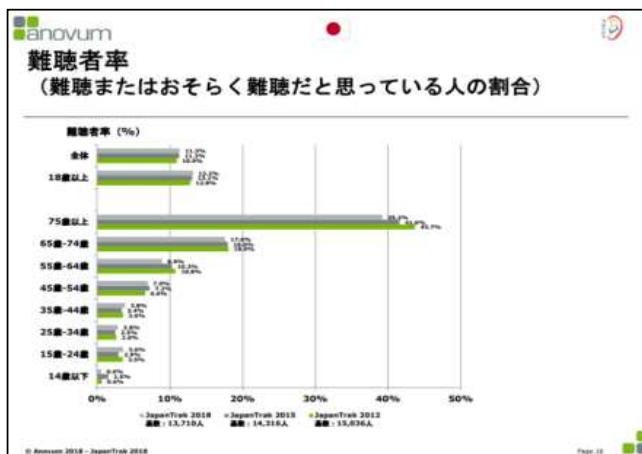
補聴器を用いない方にも音声情報を伝える



自己申告による難聴者率：11.3%
65歳以上の47%が難聴

補聴器所有率（普及率）14.4%

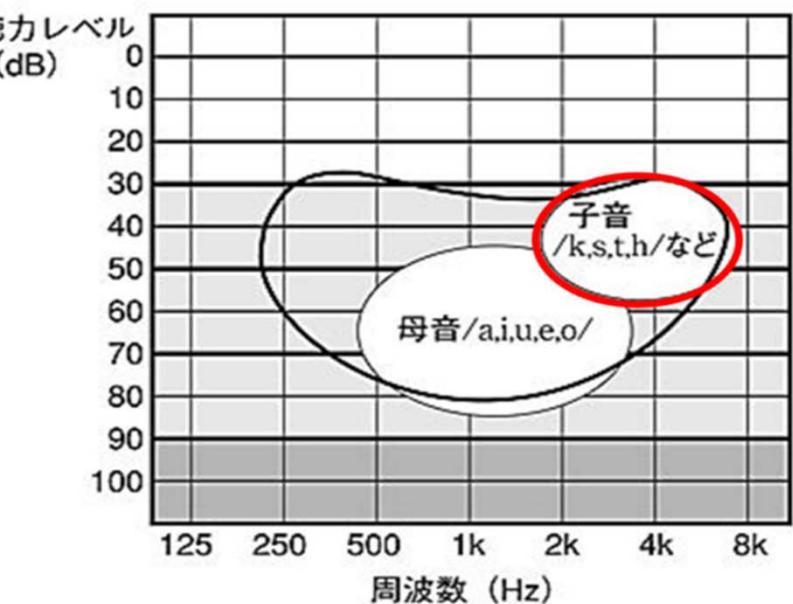
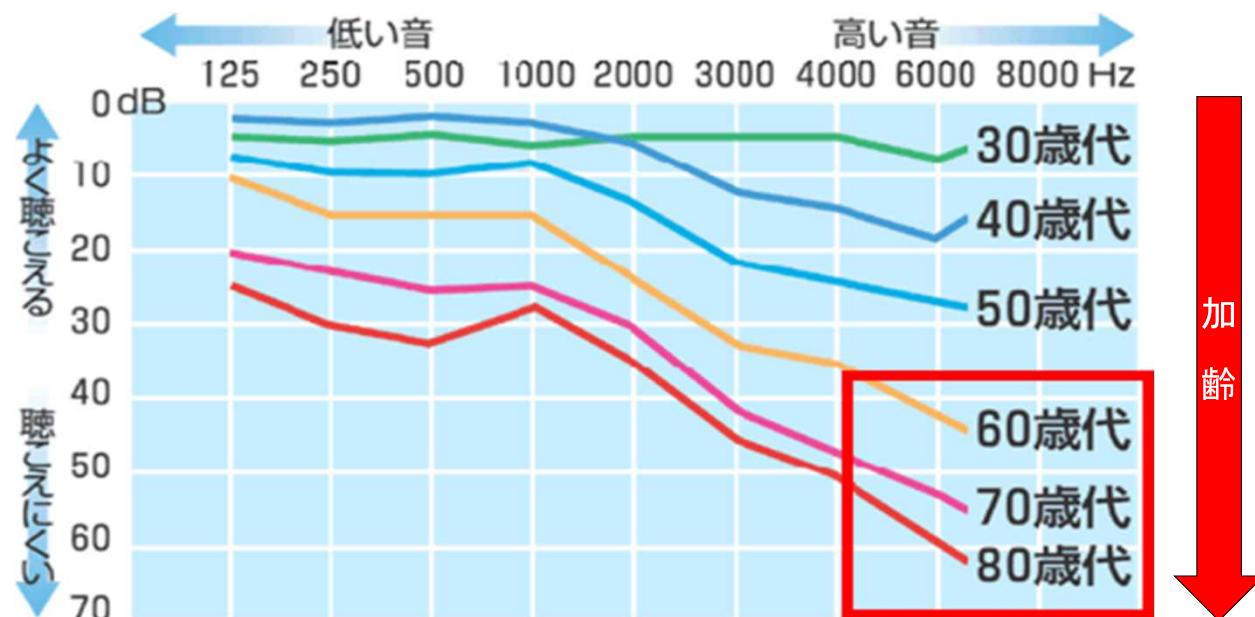
使わない理由 **わざらわしい**



(出典)：一般社団法人日本補聴器工業会「JapanTrak 2018 調査報告」

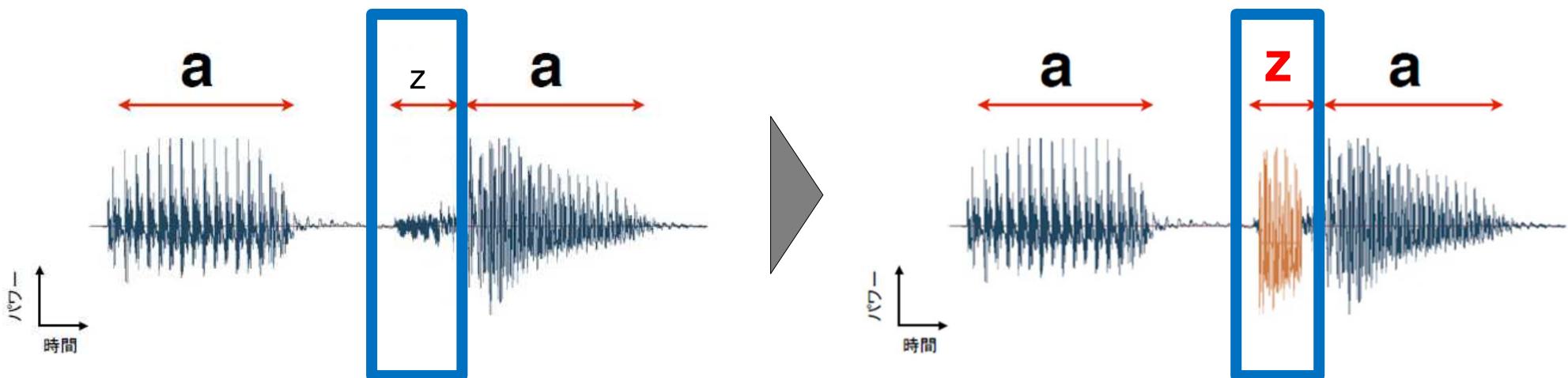
1. 背景と課題

加齢で伴う聴きとりの衰えた部分のみを強調



1. 背景と課題

デジタル演算処理技術の例：子音を同定し、強調する



1. 背景と課題

今回の想定仮説と検証論理

高齢者の伝達効率改善＝屋外拡張装置の伝達効率改善

課題：加齢

サウンド社の取り組み

課題：騒音、音達距離

屋外拡張装置の価値を高める

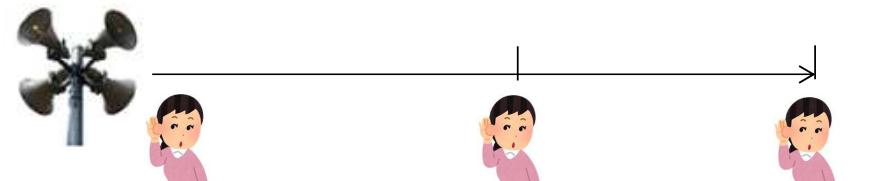
高齢者向け
音声伝達機器
共同開発



高齢者のご利用
が多い福祉窓口
での音声伝達



屋外拡張装置



n i g e r o

n i g e r o

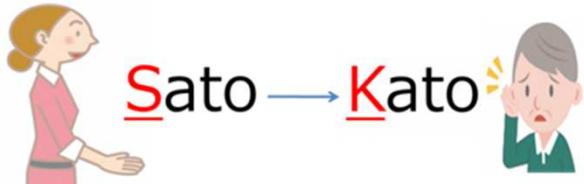
n i g e r o

1. 背景と課題

サウンド社として新しいビジネスモデルへの挑戦

最大幸福追求型ビジネスモデル
特定の顧客(高齢者)の “100点” を目指す

例) 佐藤さんと呼んでも、加藤さんと聞き違いが発生する



例) 佐藤さんを呼んだ場合、聞き違いなく佐藤さんに伝える



最小不幸追求型ビジネスモデル
避難情報の聞き漏れによる逃げ遅れ“ゼロ”を目指す



※1 市町村が災害の状況を確実に把握できるものではない等の理由から、警戒レベル5は必ず発令される情報ではありません。

※2 避難指示は、これまでの避難勧告のタイミングで発令されることになります。

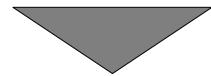
※3 警戒レベル3は、高齢者等以外の人も必要に応じ普段の行動を見合せ始めたり、避難の準備をしたり、危険を感じたら自動的に避難するタイミングです。

(出典) : 仙台市 (<https://www.city.sendai.jp/anzenushin/kurashi/anzen/saigaitaisaku/sonaete/taisaku/levelka.html>)

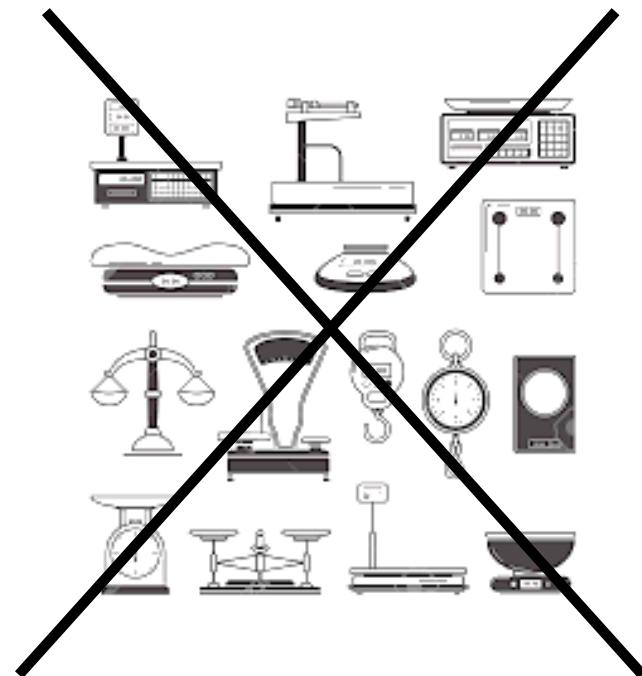
1. 背景と課題

音声伝達の標準的測定指標が存在しない

改善効果が得られたことの確認は、
人の聴感と現地観測データ双方において
判断できること。



本実証実験の論点



2. 実証実験の実施内容

評価内容と判断基準、結果サマリー：サウンド社評価

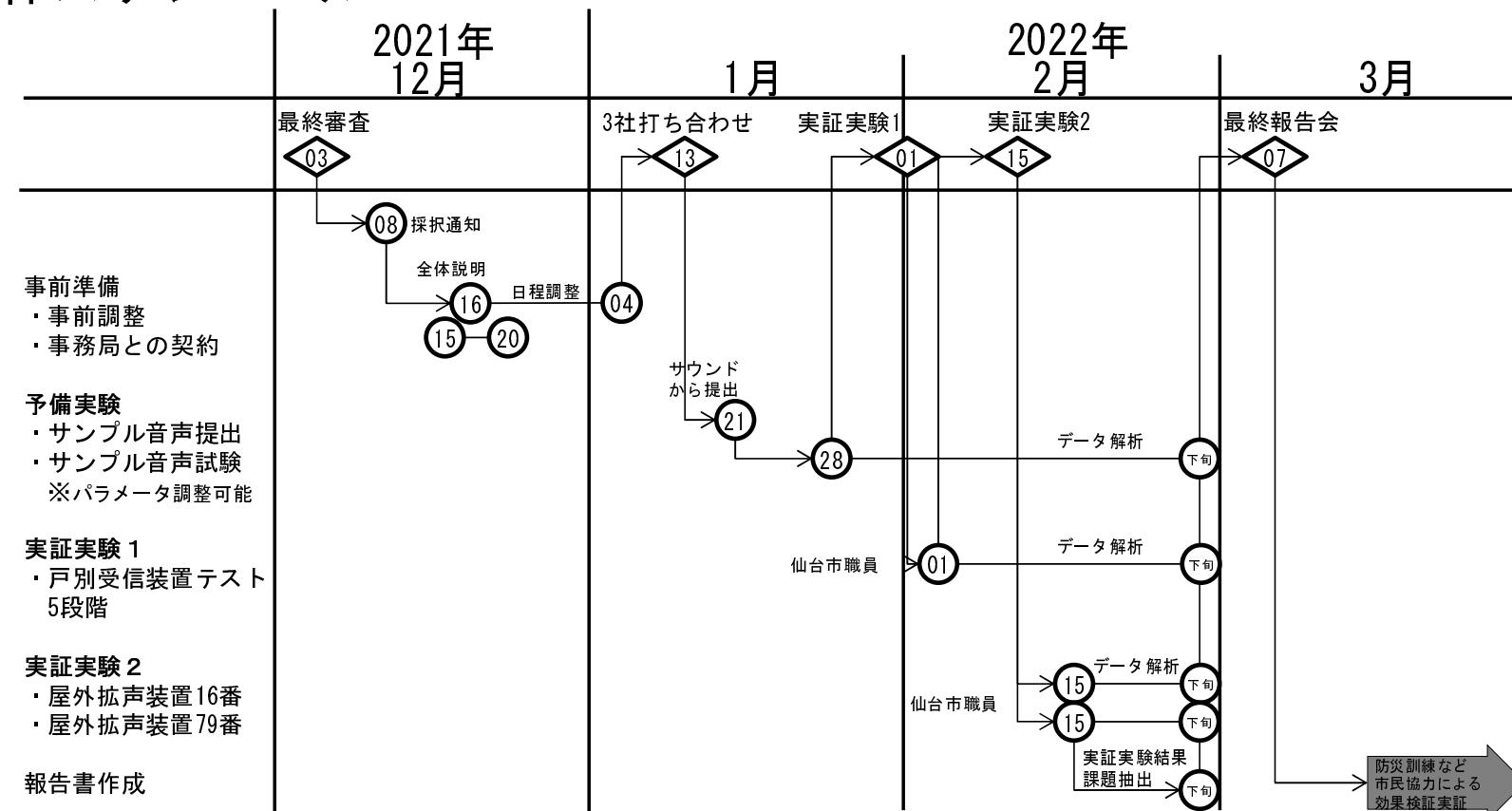
評価	判断基準	評価結果	備考
予備実験 サンプル音声テスト パラメータ調整	パソコン画面での波形確認	音声デジタル加工可能 ○	
	消防局システムで聴覚での効果が確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
	戸別受信装置での聴覚効果確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
実証実験 1 戸別受信装置での聴覚効果確認	サウンド音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
	仙台市津波注意報音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
実証実験 2 屋外拡張装置での聴覚効果確認	16番 250m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨36% ○	
	16番 400m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨36%、非推奨43% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる
	79番 200m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨21% ○	
	79番 600m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨29%、非推奨64% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる

推奨：音声デジタル加工した音声が情報伝達が高い、非推奨：従来音声が情報伝達が高い

○：合格、△：条件付き合格、×：不合格

2. 実証実験の実施内容

全体スケジュール



3. 実証実験結果

評価内容と判断基準、結果サマリー：サウンド社評価

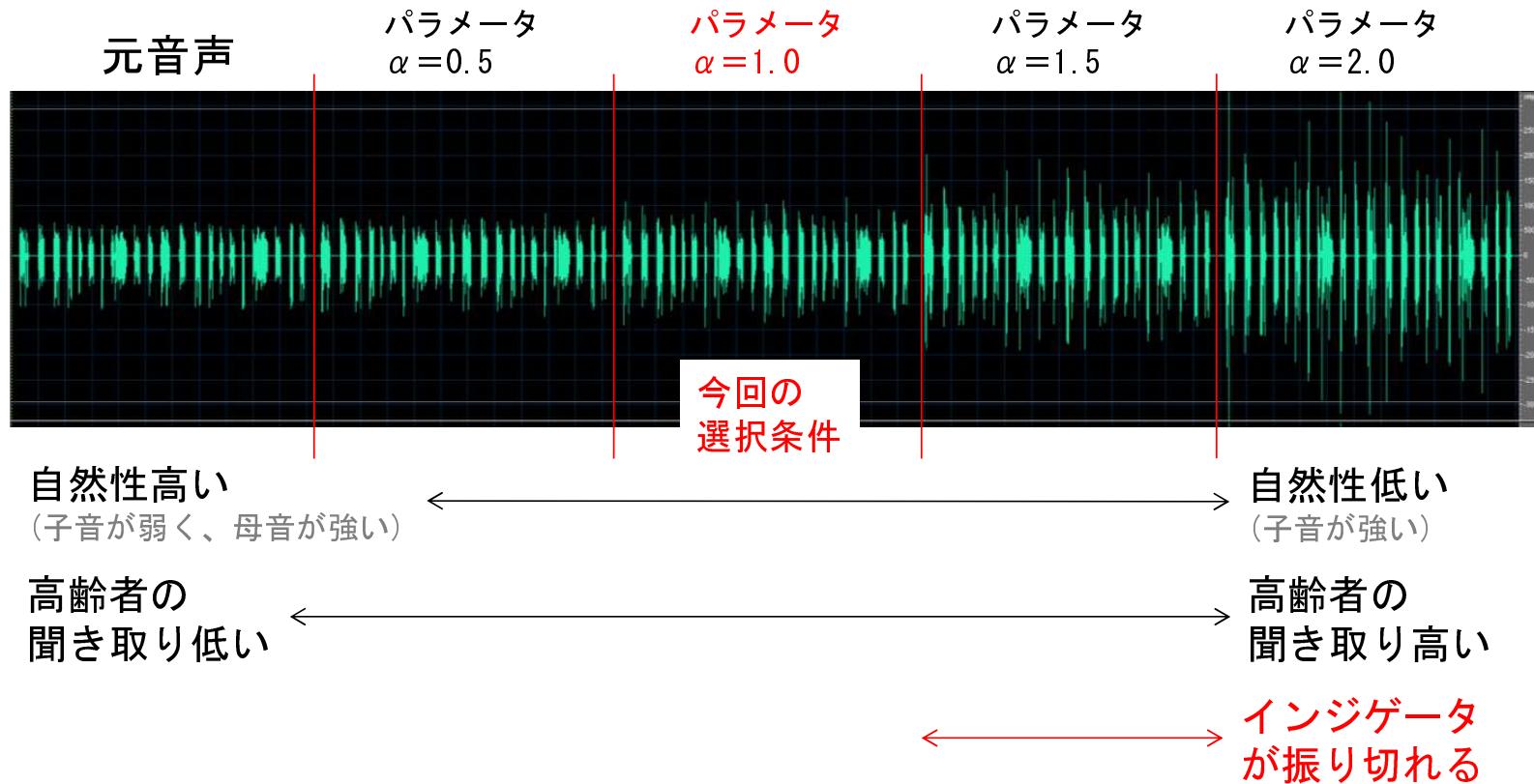
評価	判断基準	評価結果	備考
予備実験 サンプル音声テスト パラメータ調整	パソコン画面での波形確認	音声デジタル加工可能 ○	
	消防局システムで聴覚での効果が確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
	戸別受信装置での聴覚効果確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
実証実験 1 戸別受信装置での聴覚効果確認	サウンド音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
	仙台市津波注意報音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
実証実験 2 屋外拡張装置での聴覚効果確認	16番 250m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨36% ○	
	16番 400m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨36%、非推奨43% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる
	79番 200m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨21% ○	
	79番 600m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨29%、非推奨64% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる

推奨：音声デジタル加工した音声が情報伝達が高い、非推奨：従来音声が情報伝達が高い

○：合格、△：条件付き合格、×：不合格

3. 実証実験結果

サウンド社システムでの単一パラメータ調整で $\alpha=1.0$ を選択

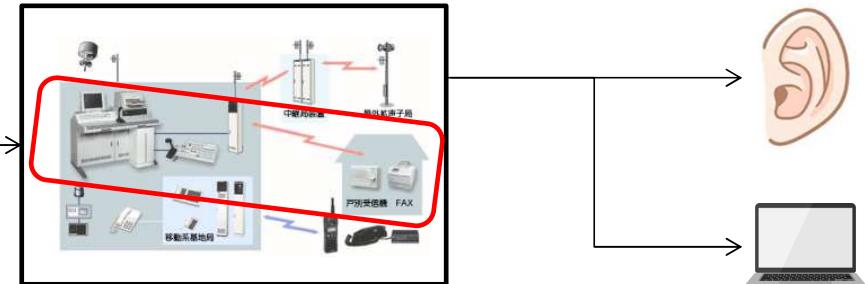


3. 実証実験結果

1月28日

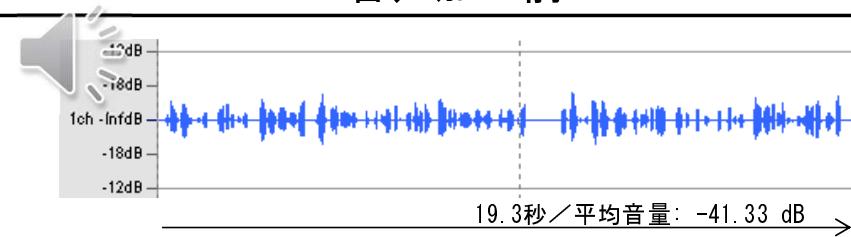
危機管理局、経済局、サウンドの
3者による聴覚確認
音声波形データ確認(入力=出力)

音声加工技術
音声2種類

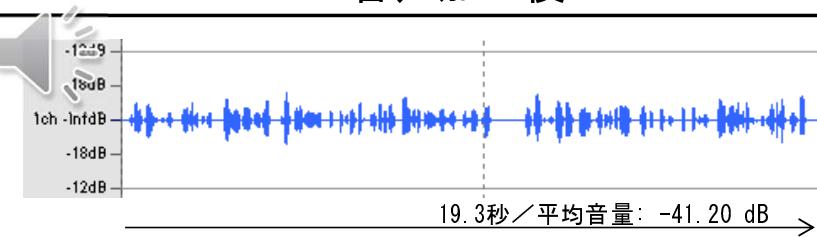


音声加工前

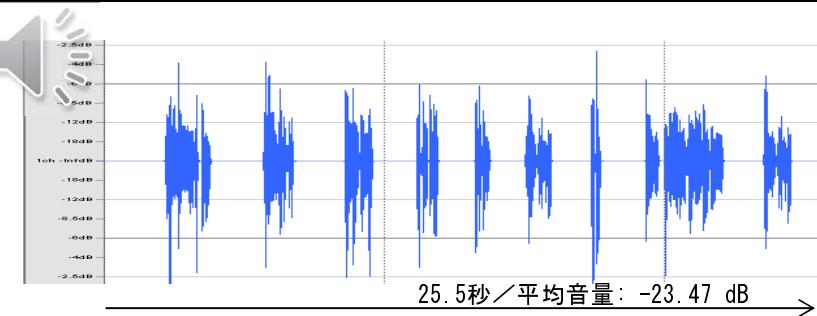
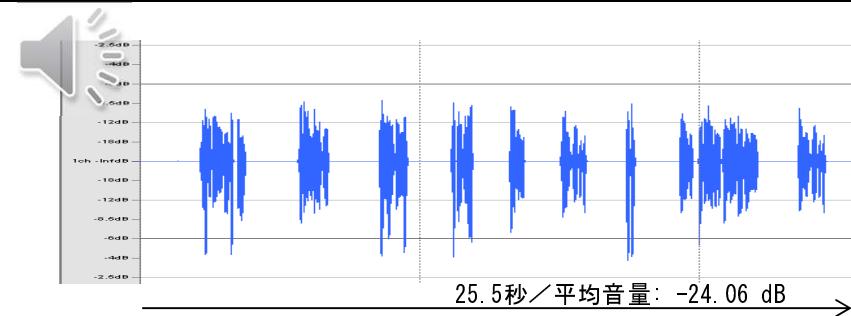
サウンド社
提供音声



音声加工後



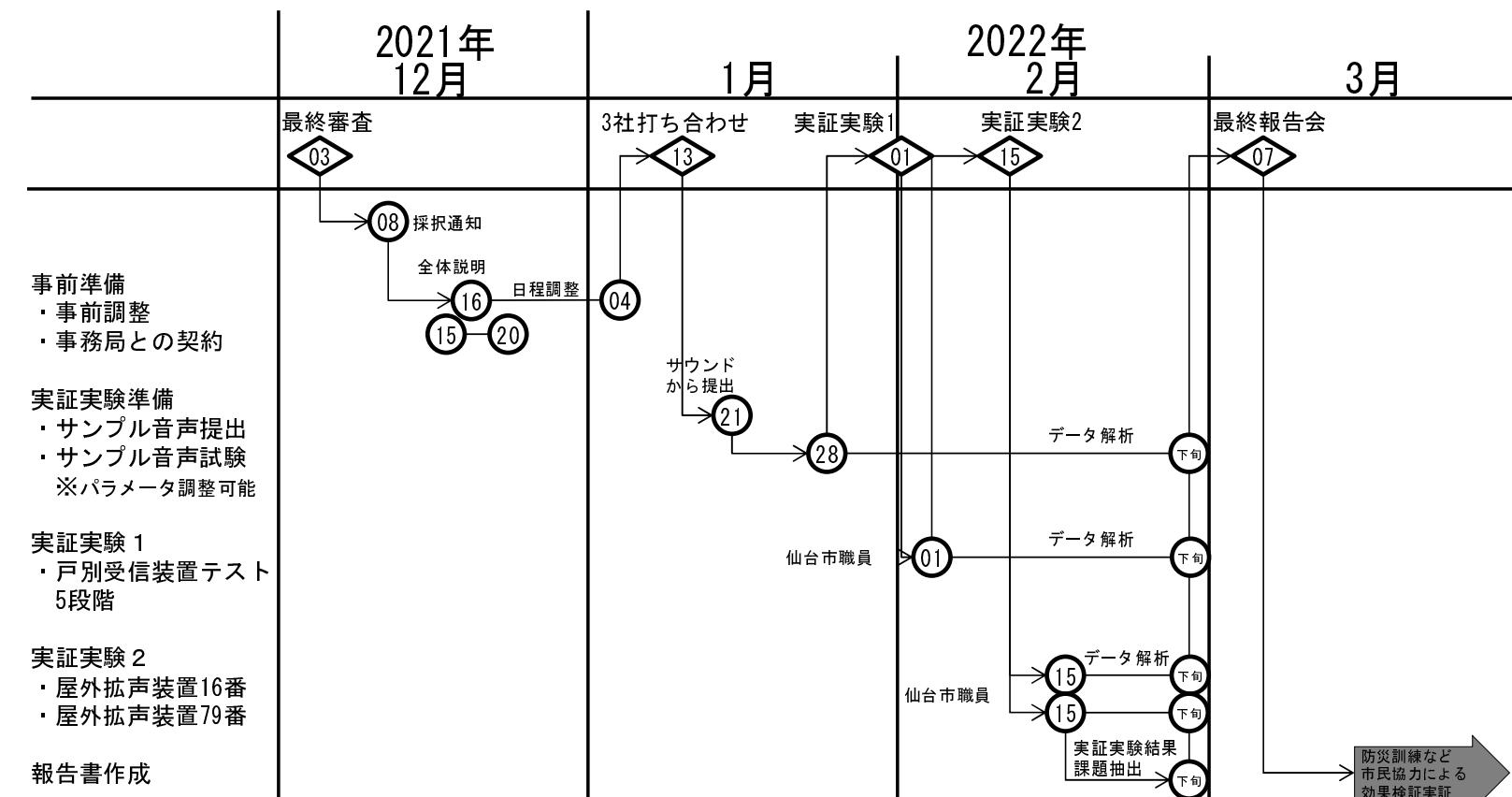
仙台市
津波注意報



3. 実証実験結果

2月1日
戸別受信装置での聞き取り実験

実験条件
パソコンから音声再生
インターバル手動



3. 実証実験結果

評価内容と判断基準、結果サマリー：サウンド社評価

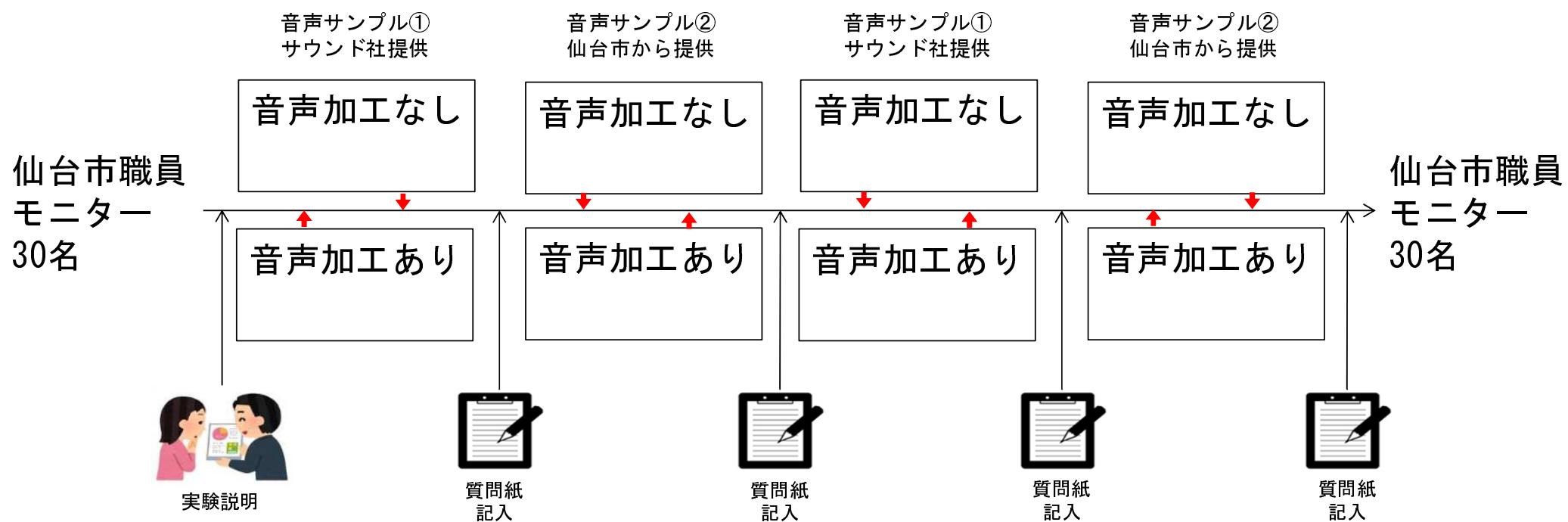
評価	判断基準	評価結果	備考
予備実験 サンプル音声テスト パラメータ調整	パソコン画面での波形確認	音声デジタル加工可能 ○	
	消防局システムで聴覚での効果が確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
	戸別受信装置での聴覚効果確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
実証実験 1 戸別受信装置での聴覚効果確認	サウンド音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
	仙台市津波注意報音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
実証実験 2 屋外拡張装置での聴覚効果確認	16番 250m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨36% ○	
	16番 400m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨36%、非推奨43% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる
	79番 200m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨21% ○	
	79番 600m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨29%、非推奨64% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる

推奨：音声デジタル加工した音声が情報伝達が高い、非推奨：従来音声が情報伝達が高い

○：合格、△：条件付き合格、×：不合格

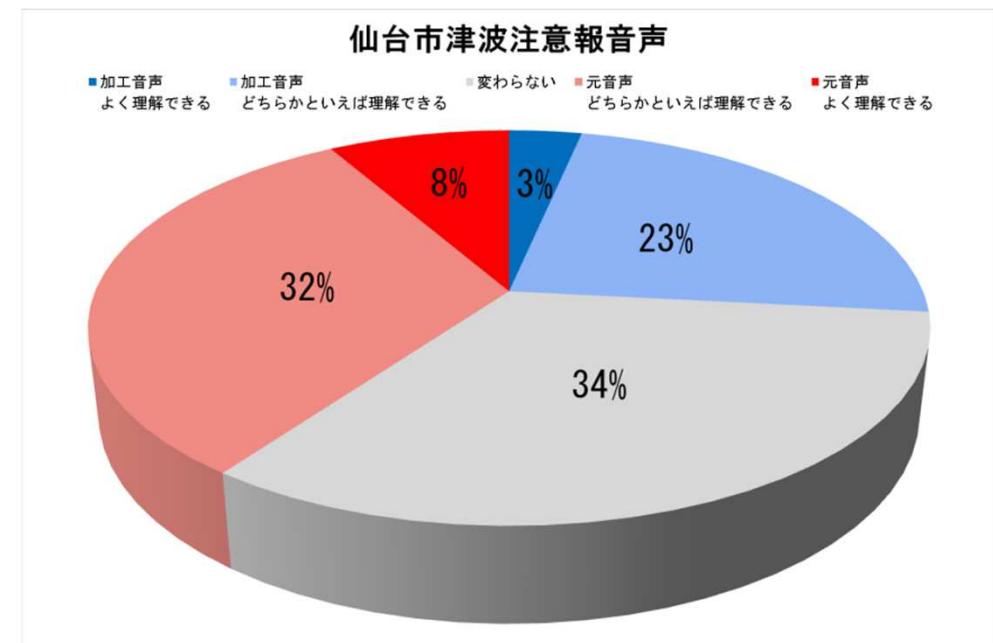
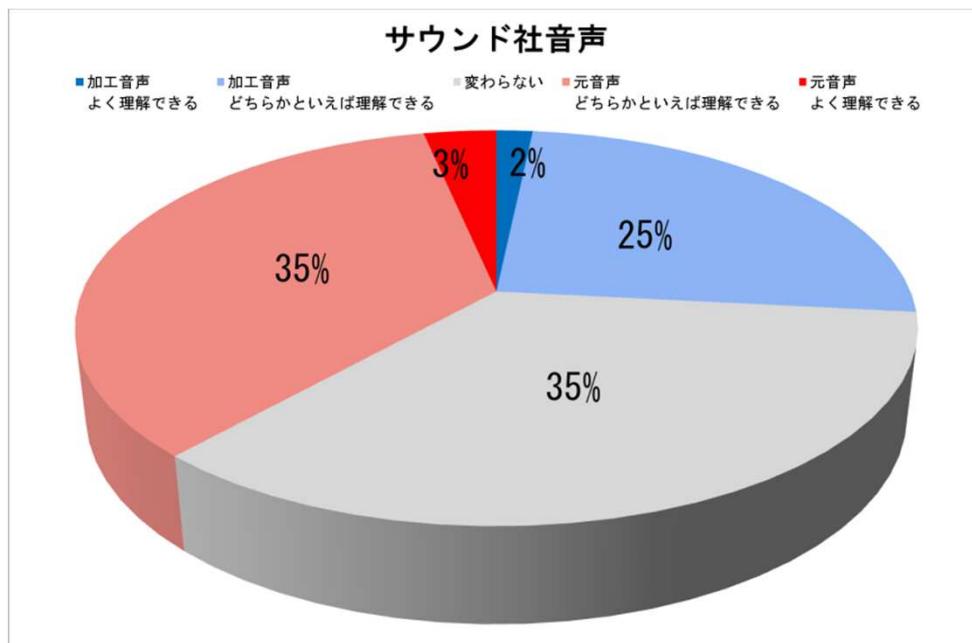
3. 実証実験結果

2月1日 屋内での戸別受信装置の聞き取実験概要



3. 実証実験結果

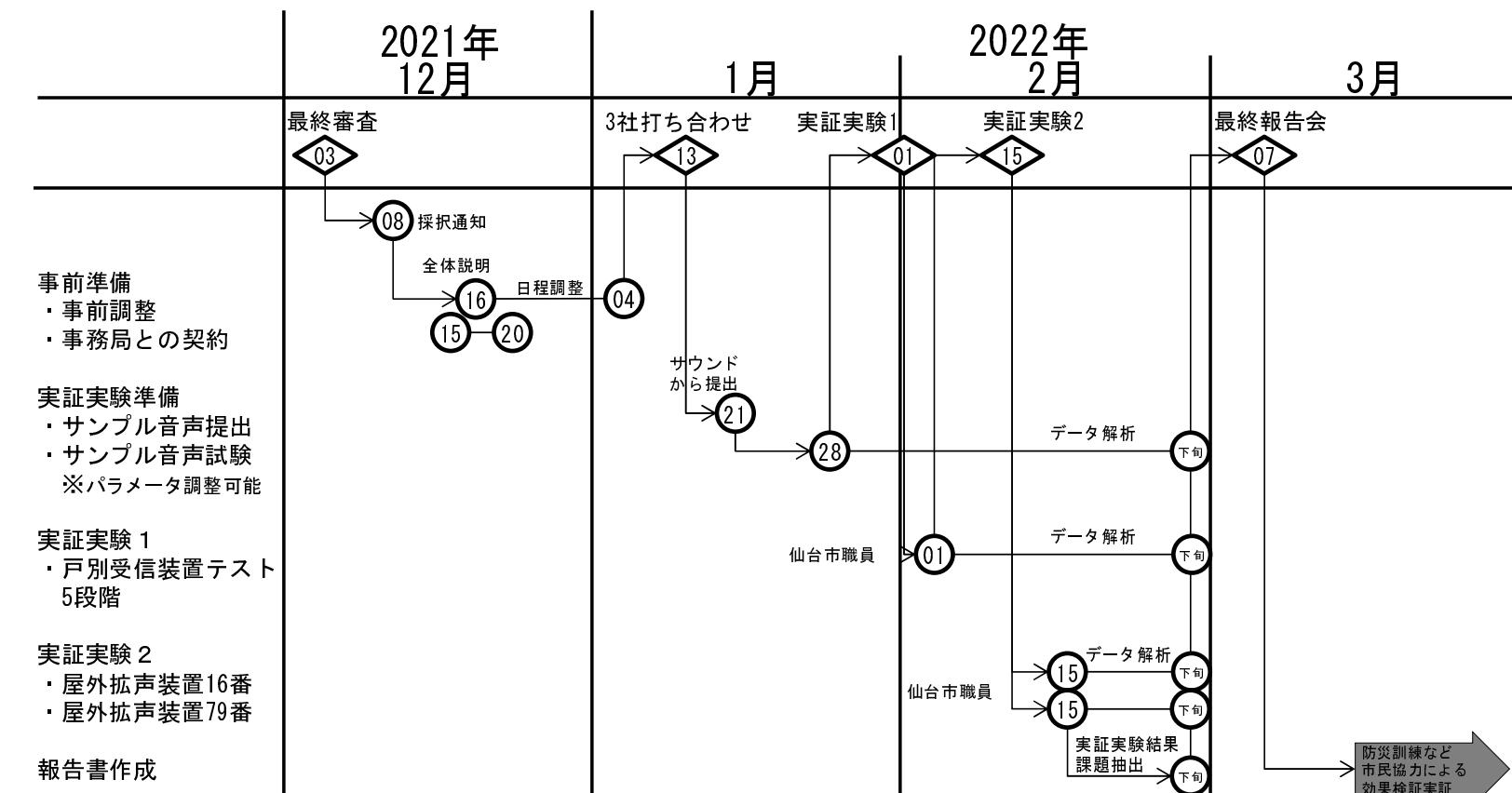
2月1日 戸別受信装置実験結果(赤：加工前がよい ⇔ 青：加工後がよい)
 実験参加者 30人 × 2回(延べ60人) 結果：3択に分かれる⇒副作用なし



3. 実証実験結果

2月15日
屋外拡張装置での聞き取り実験

実験条件
システム録音の音声出力
インターバル一定(連続)



3. 実証実験結果

評価内容と判断基準、結果サマリー：サウンド社評価

評価	判断基準	評価結果	備考
予備実験 サンプル音声テスト パラメータ調整	パソコン画面での波形確認	音声デジタル加工可能 ○	
	消防局システムで聴覚での効果が確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
	戸別受信装置での聴覚効果確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
実証実験 1 戸別受信装置での聴覚効果確認	サウンド音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
	仙台市津波注意報音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
実証実験 2 屋外拡張装置での聴覚効果確認	16番 250m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨36% ○	
	16番 400m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨36%、非推奨43% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる
	79番 200m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨21% ○	
	79番 600m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨29%、非推奨64% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる

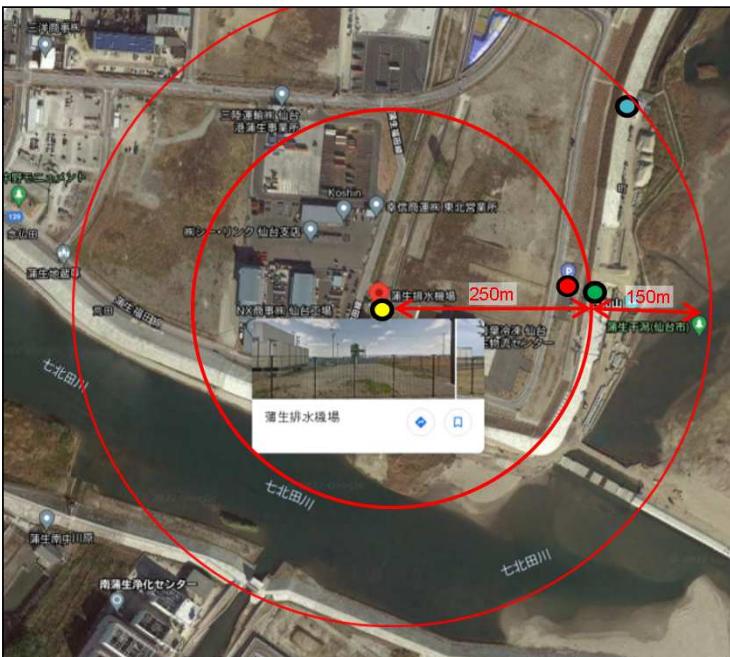
推奨：音声デジタル加工した音声が情報伝達が高い、非推奨：従来音声が情報伝達が高い

○：合格、△：条件付き合格、×：不合格

3. 実証実験結果

2月15日 屋外拡張装置実験概要 2地点（屋外拡声装置16番、79番）、2か所での実験

- ：集合場所（駐車場） ●：測定地点1（250m）
- ：屋外拡声装置16番 ●：測定地点2（400m）



- ：集合場所（駐車場） ●：測定地点1（200m）
- ：屋外拡声装置79番 ●：測定地点2（600m）



3. 実証実験結果

音声デジタル加工で遠くに情報を伝える可能性検証
 ※指向性以外の音を遠くに届ける選択肢を増やす

課題：加齢

サウンド社の取り組み

高齢者向け
音声伝達機器
共同開発



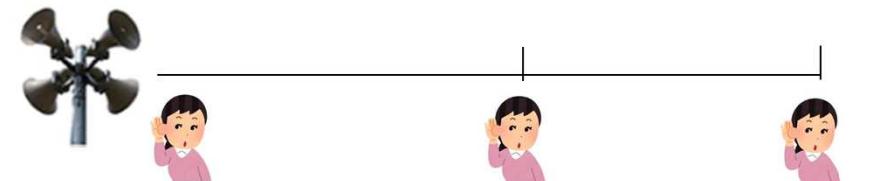
高齢者のご利用
が多い福祉窓口
での音声伝達



課題：騒音、音達距離

→ 屋外拡張装置の価値を高める

屋外拡張装置

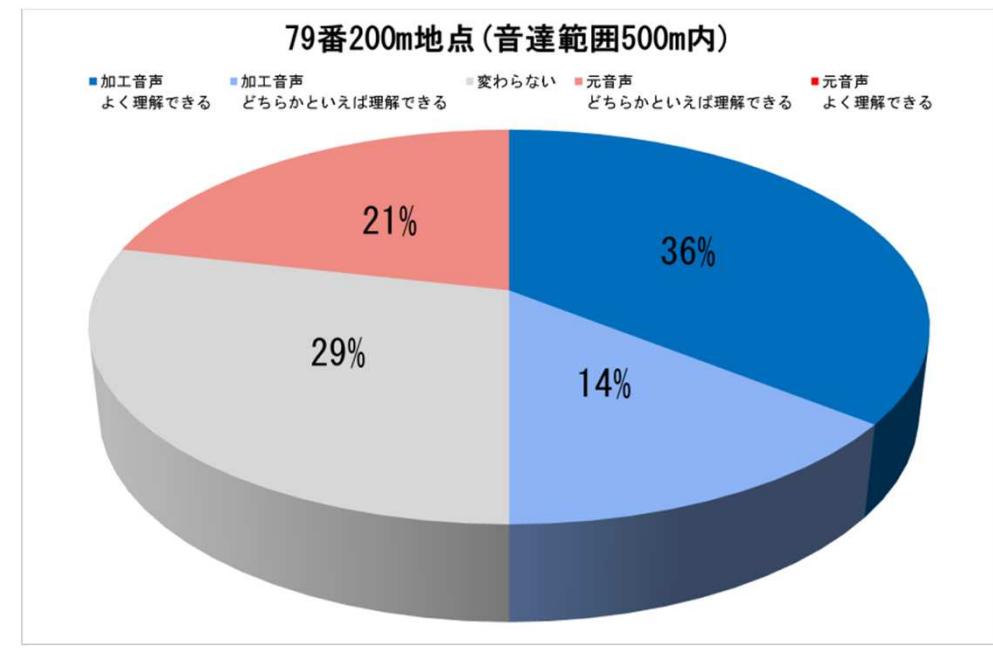
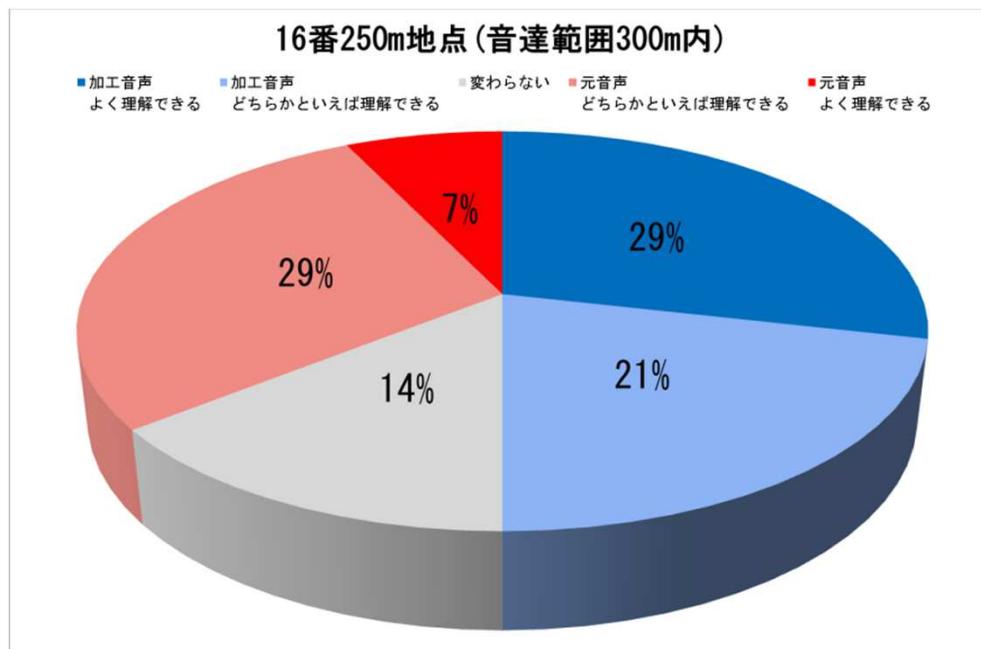


n i g e r o n i g e r o n i g e r o

n i g e r o n i g e r o n i g e r o

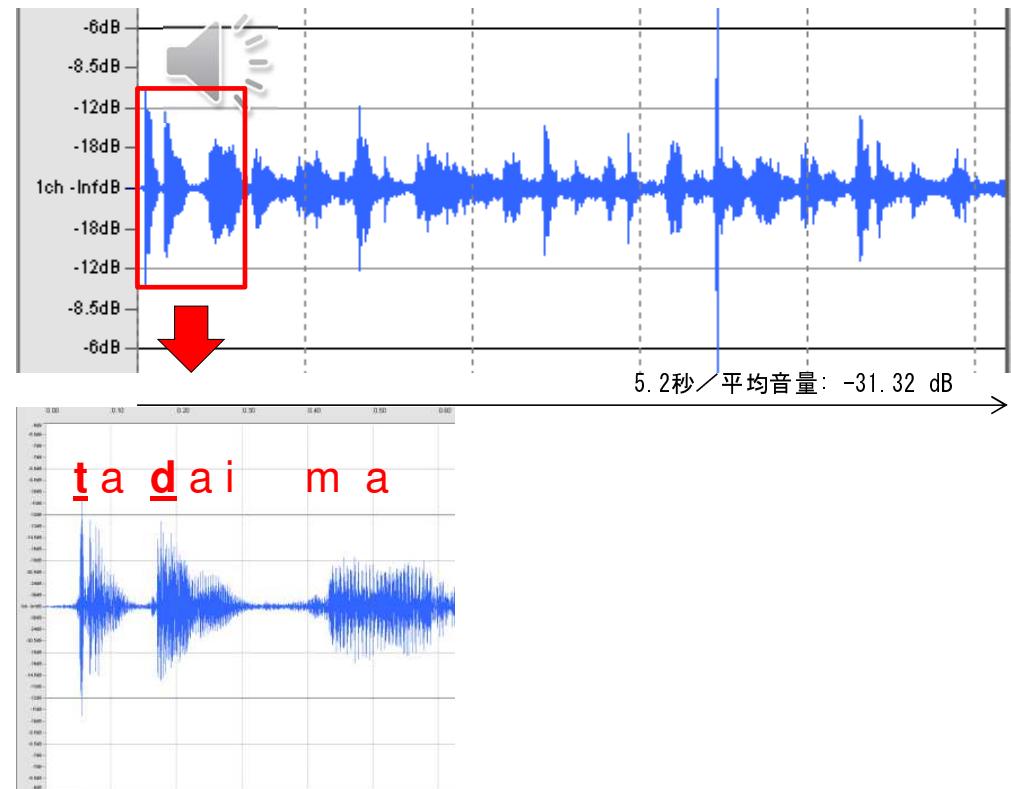
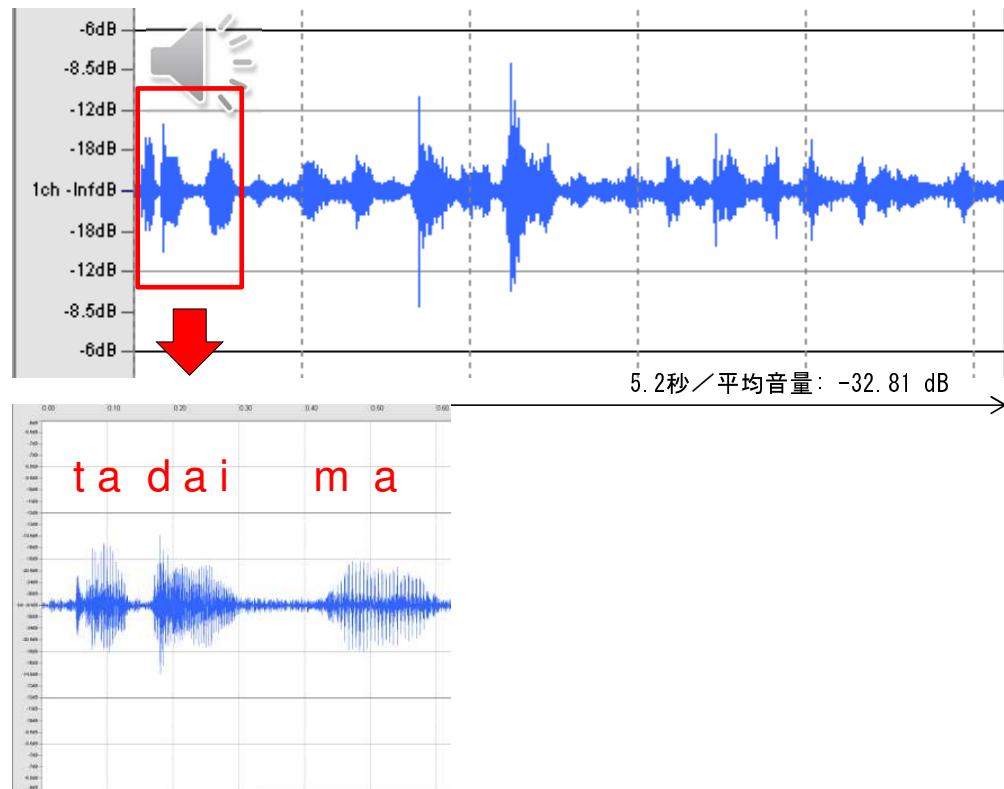
3. 実証実験結果

**音達範囲内実証実験結果：加工音声による情報伝達効果
(赤：加工前が良い ⇔ 青：加工後がよい)**



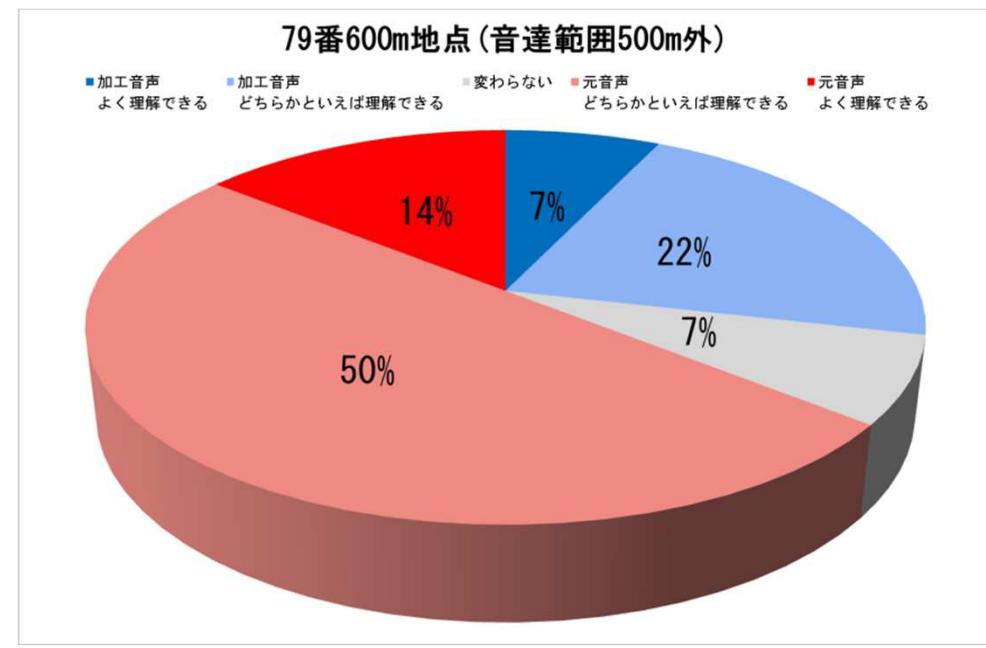
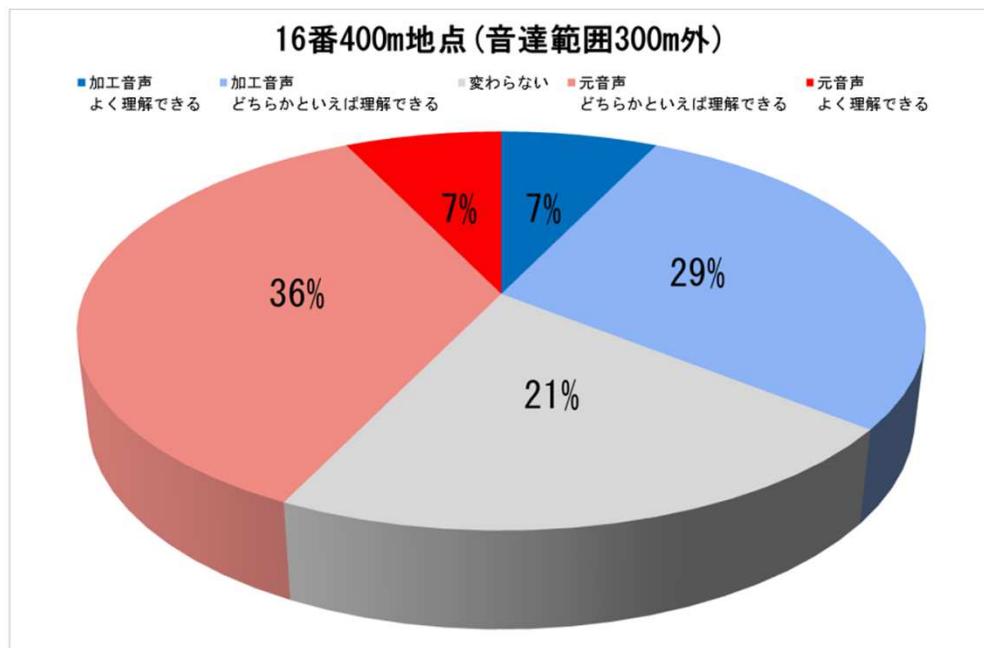
3. 実証実験結果

16番地点 250m地点 ボイスレコーダ録音解析：子音強調出力を確認



3. 実証実験結果

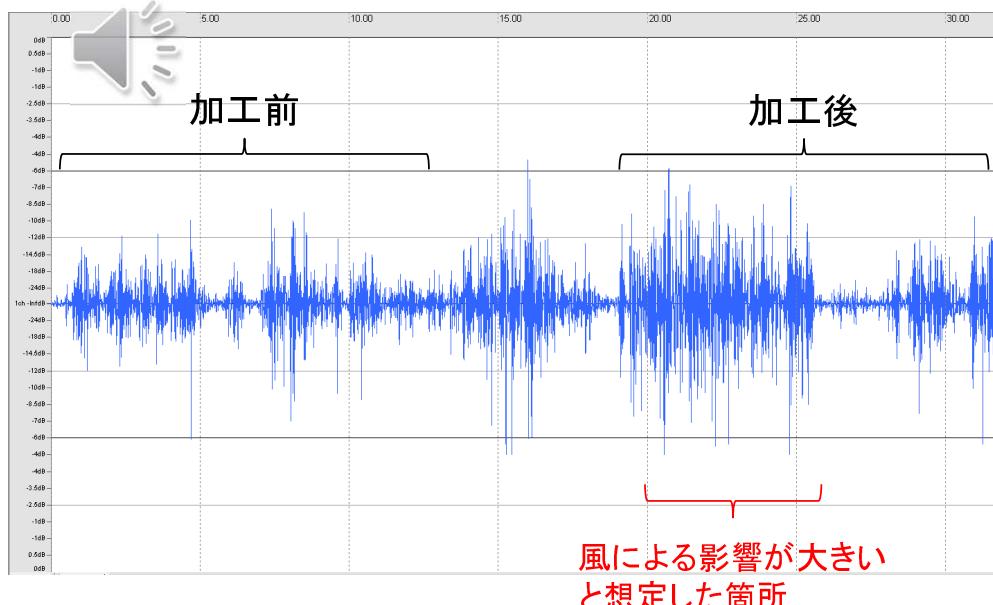
**音達範囲外実証実験結果：加工音声による情報伝達効果
(赤：加工前が良い ⇔ 青：加工後がよい)**



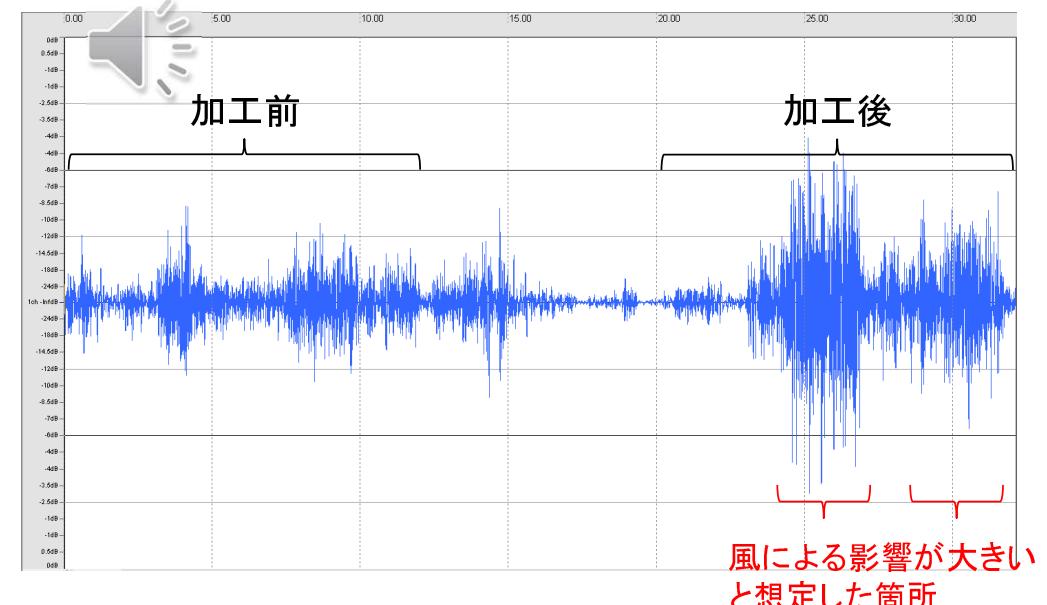
3. 実証実験結果

16番400m、79番600m地点ボイスレコーダ録音解析：ノイズ(風)の影響
 期待：ノイズの影響がない場面では情報伝達能力の向上が期待できる

16番 400m地点



79番 600m地点



3. 実証実験結果

評価内容に対して、判断基準を達成と判断：サウンド社評価

評価	判断基準	評価結果	備考
予備実験 サンプル音声テスト パラメータ調整	パソコン画面での波形確認	音声デジタル加工可能 ○	
	消防局システムで聴覚での効果が確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
	戸別受信装置での聴覚効果確認	危機管理局、経済局、サウンド社の3社確認 ○	
実証実験 1 戸別受信装置での聴覚効果確認	サウンド音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
	仙台市津波注意報音声で副作用なきこと	副作用なし ○	
実証実験 2 屋外拡張装置での聴覚効果確認	16番 250m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨36% ○	
	16番 400m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨36%、非推奨43% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる
	79番 200m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨50%、非推奨21% ○	
	79番 600m地点 推奨者 > 非推奨者	推奨29%、非推奨64% △	音声解析の結果、風の影響が考えられる

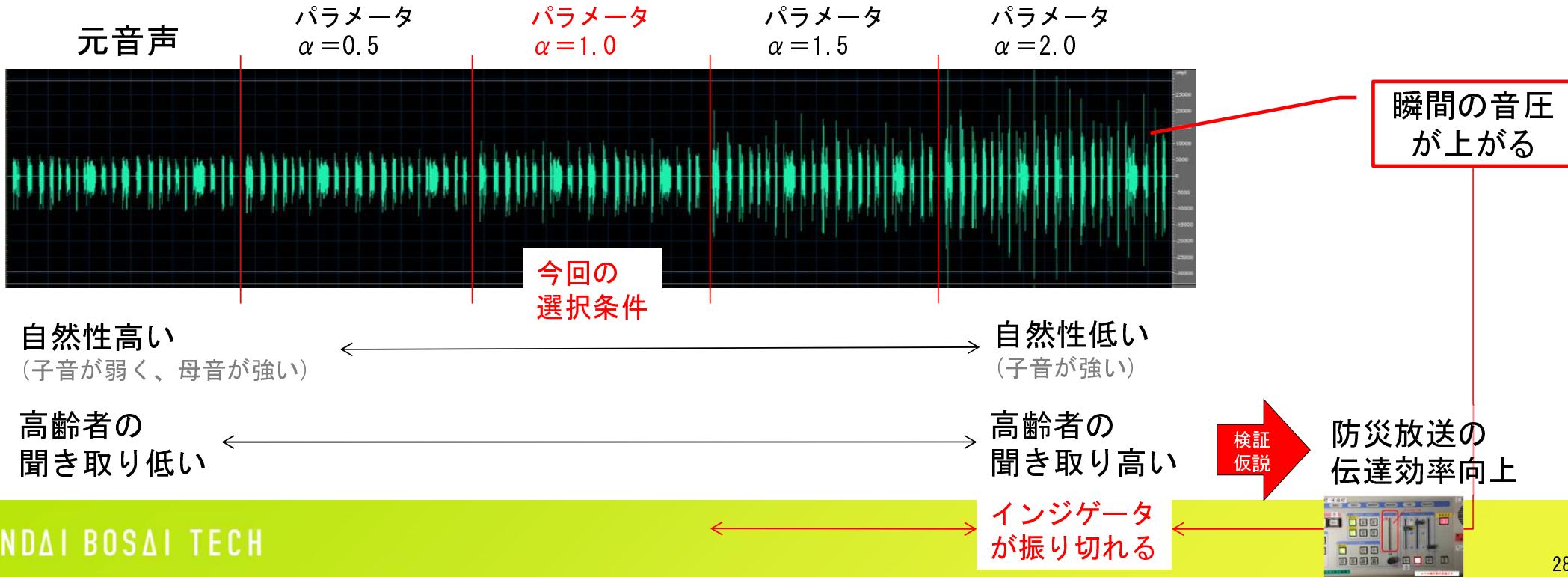
推奨：音声デジタル加工した音声が情報伝達が高い、非推奨：従来音声が情報伝達が高い

○：合格、△：条件付き合格、×：不合格

4. 今後の展開

音声デジタル加工パラメータ $\alpha \uparrow$ (up) \Rightarrow 情報伝達効率 \uparrow (up) と想定
 想定される副作用：歪み、自然性

リアルタイム性を必要としない \Rightarrow 音声付加価値向上の拡張が可能



4. 今後の展開

①単一パラメータから複数パラメータによる適正条件の検討

フィルタA f1: 70 f2: 3200 t1: -25 t1: 13	フィルタB f1: 70 f2: 8000 t2: -65 t2: 28	フィルタL f1: 70 f2: 600 t1: -5 t1: 28	フィルタM f1: 600 f2: 1800 t1: -5 t2: -45	フィルタN f1: 1800 f2: 3300 t1: -5 t2: -45	フィルタH f1: 3300 f2: 22050 t1: -5 t2: -45												
FFT win len: 256, 512, 1024 samp freq: 22050, 44100																	
調整用変数 <table border="1"> <tbody> <tr><td>時間窓用</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>強調度</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>フィルタL</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>フィルタM</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>フィルタN</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>フィルタH</td><td>0.5</td></tr> </tbody> </table>						時間窓用	0.3	強調度	0.2	フィルタL	0.2	フィルタM	0.4	フィルタN	0.5	フィルタH	0.5
時間窓用	0.3																
強調度	0.2																
フィルタL	0.2																
フィルタM	0.4																
フィルタN	0.5																
フィルタH	0.5																
input device: マイク (Realtek High Definition Audio) output device: スピーカー (Realtek High Definition Audio)																	
<input type="button" value="Play"/> <input type="button" value="Stop"/> <input type="button" value="Init"/> <input type="button" value="終了"/>																	

パラメータαのみを可変

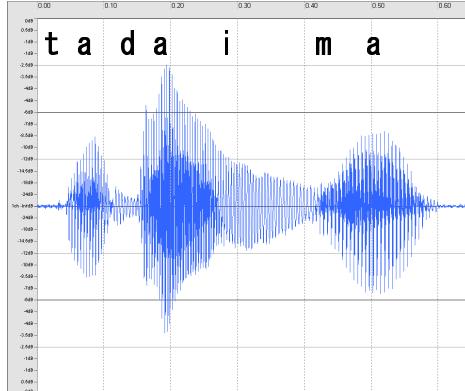
パラメータα以外の候補

サウンド社開発 音声デジタル加工システムパラメータ設定画面

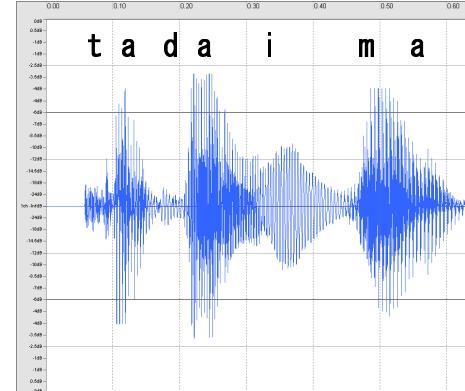
4. 今後の展開

②インジケータを考慮した音量上限演算式導入

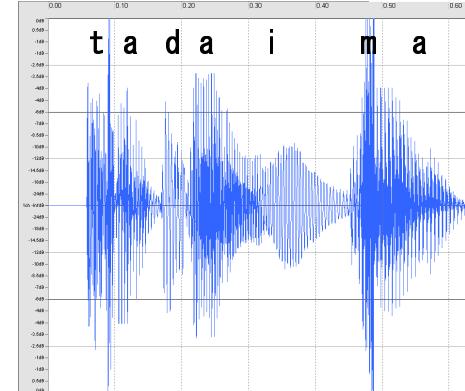
定時放送(ただいま) 



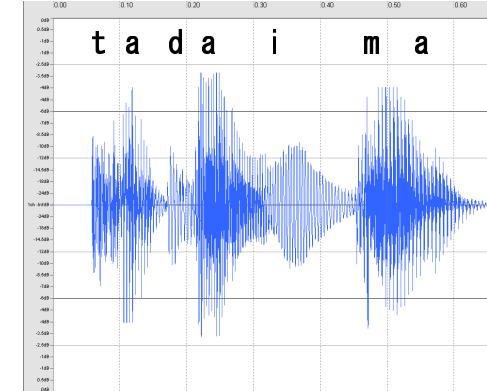
$\alpha = 1.0$ (半自動) 



$\alpha = 2.0$ (半自動) 



$\alpha = 2.0$ 改 (手動調整) 



4. 今後の展開

期待できるメリット

- ①屋外拡張装置 音達範囲内で伝達効率改善
- ②屋外拡張装置 音達範囲外で伝達効率改善 (実証実験で結果は得られてない)

今後の課題

- ①戸別受信装置、屋外拡張装置で伝達効率を最大化
最適パラメータ設計 (ロバスト設計)
- ②音声加工レベル最大化による副作用調査 (音の歪みなど)
- ③本技術がより活かせるフィールドでの実証実験検討

その他

- ①音声加工による副作用が顕在化していない (戸別、屋外)

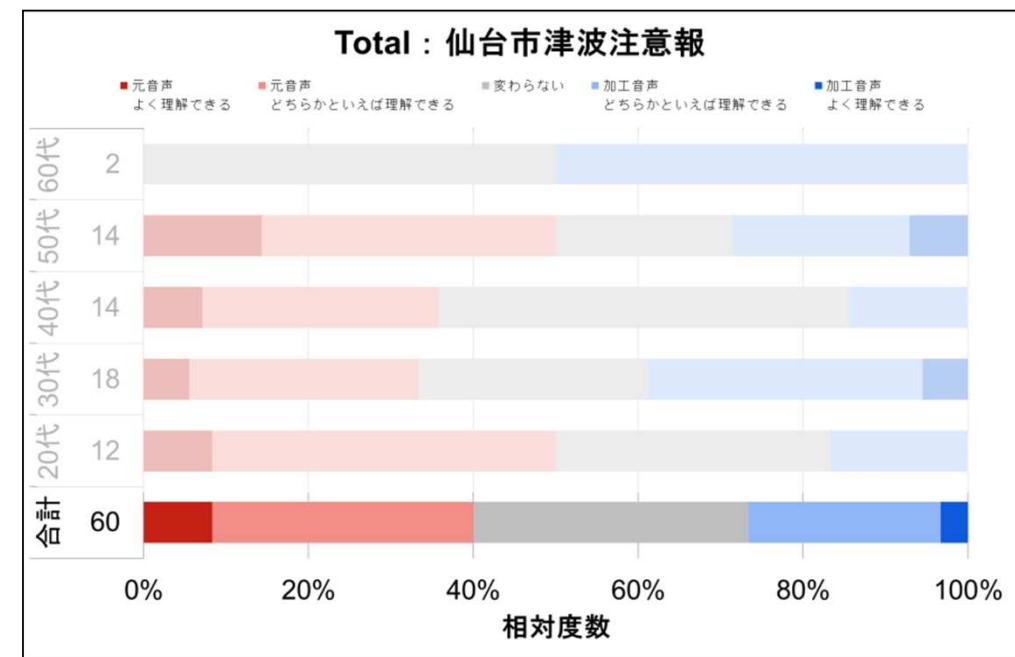
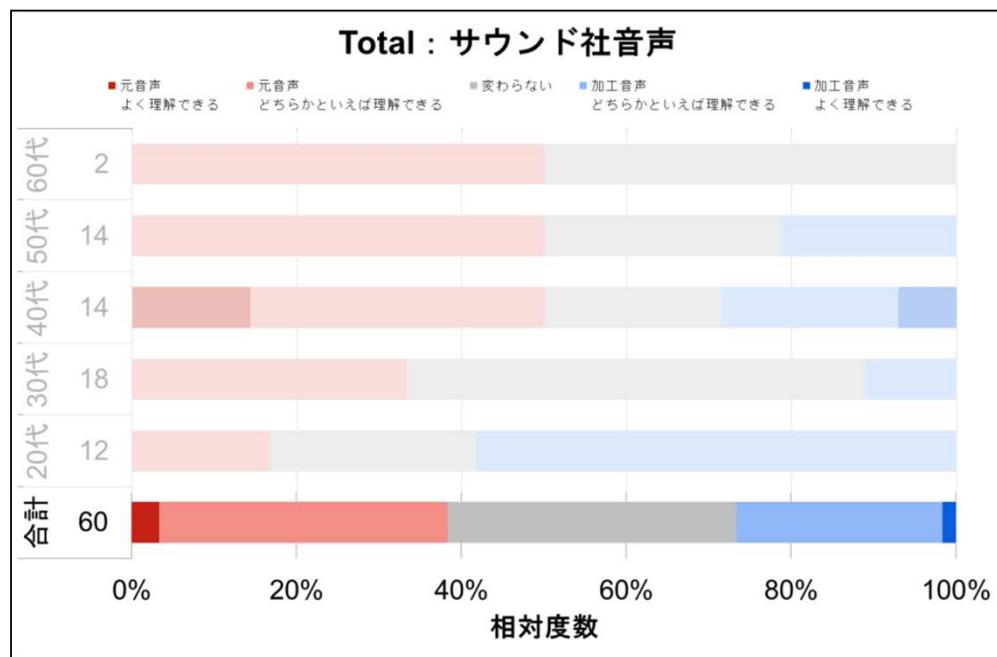
5. 最後に

本実証実験の推進に向け伴走頂いた
仙台市 危機管理管理局
仙台市 経済局
の関係者の方々
に感謝申し上げます。



6. APPENDIX

2月1日 戸別受信装置実験結果(赤：加工前が良い ⇔ 青：加工後がよい)
 実験参加者 30人×2回(延べ60人) 結果：加工前と加工後の差はない。

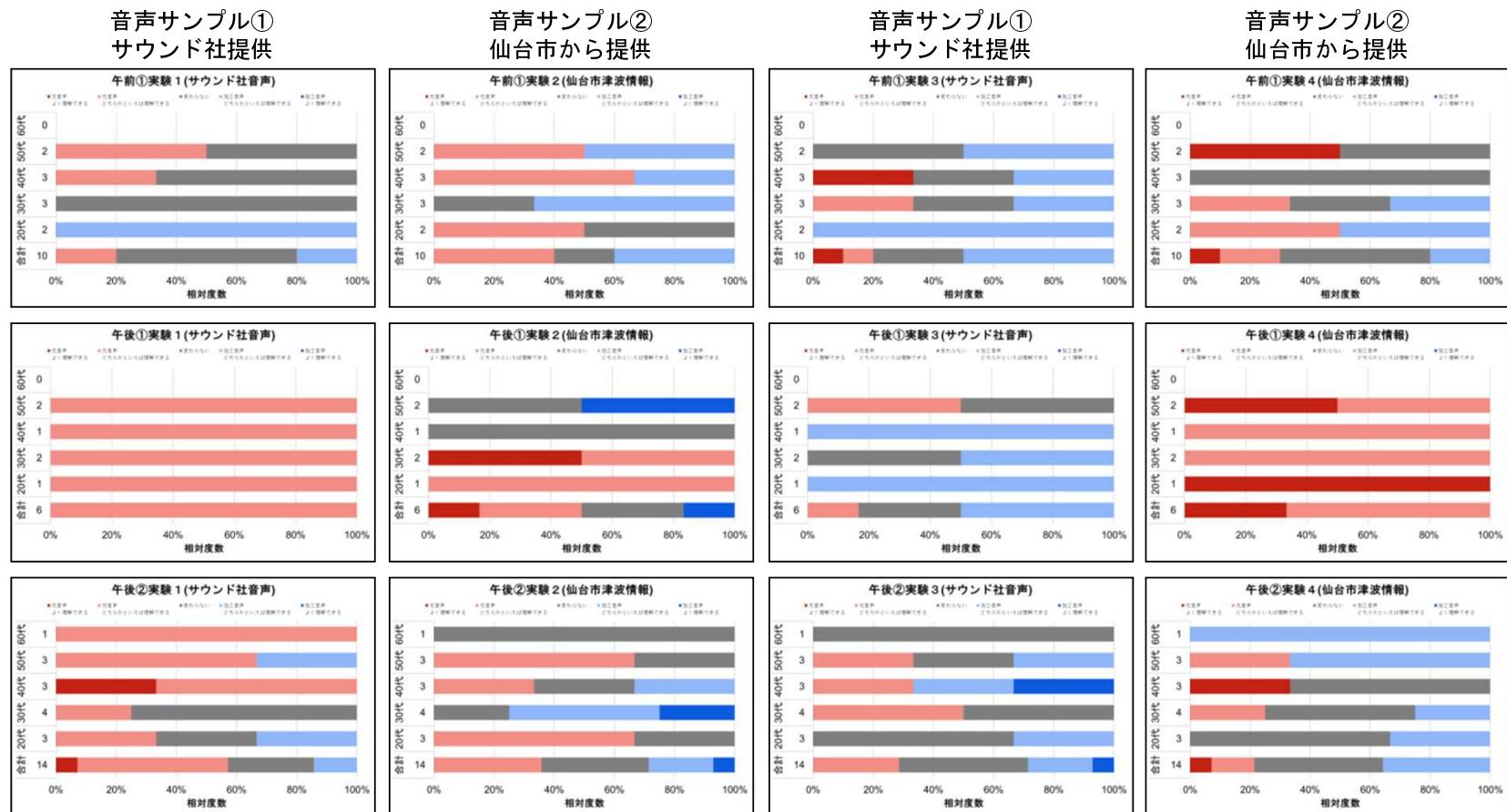


6. APPENDIX

2月1日 実験結果詳細

赤：加工前が良い ⇔ 青：加工後がよい

- ①：データに傾向なし
順番、参加会など
- ②：インターバル手動
- ③：通信トラブル

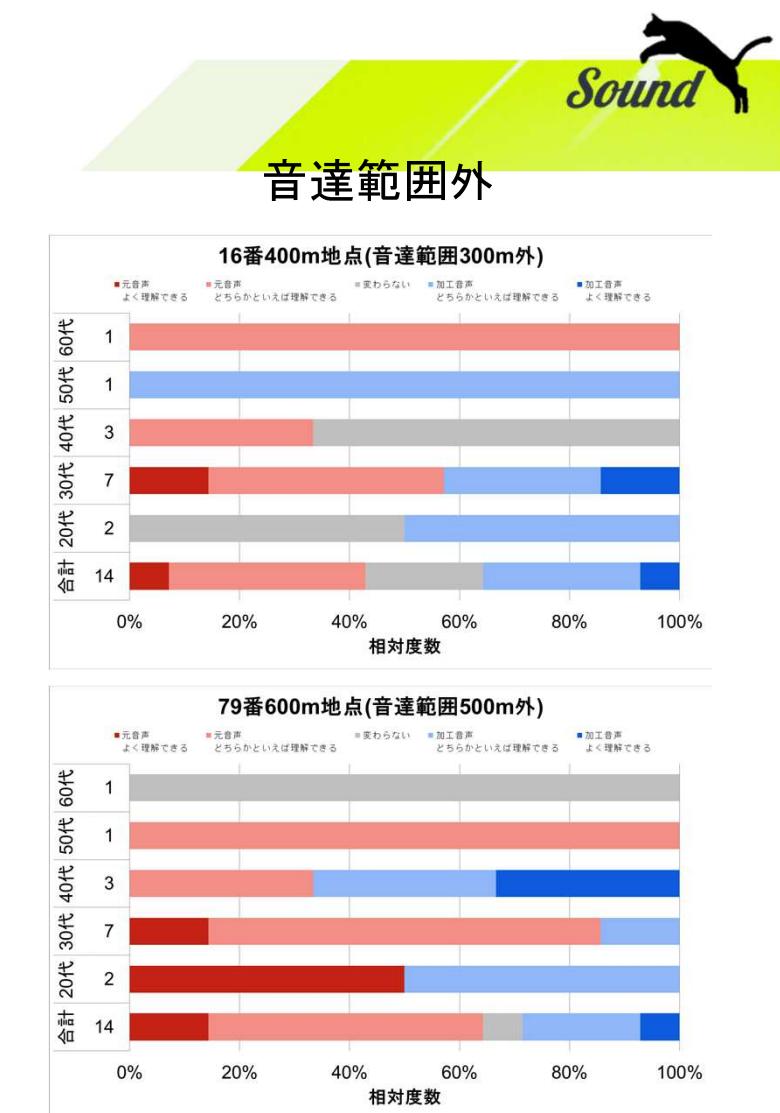
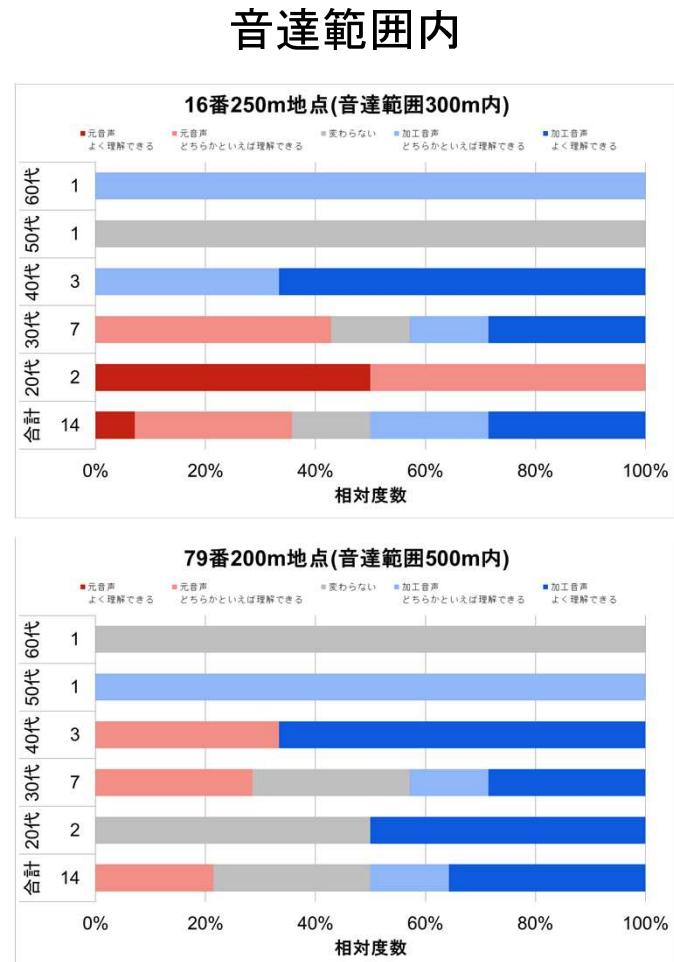


6. APPENDIX

2月15日
屋外拡張装置での聞き取り実験

実験条件

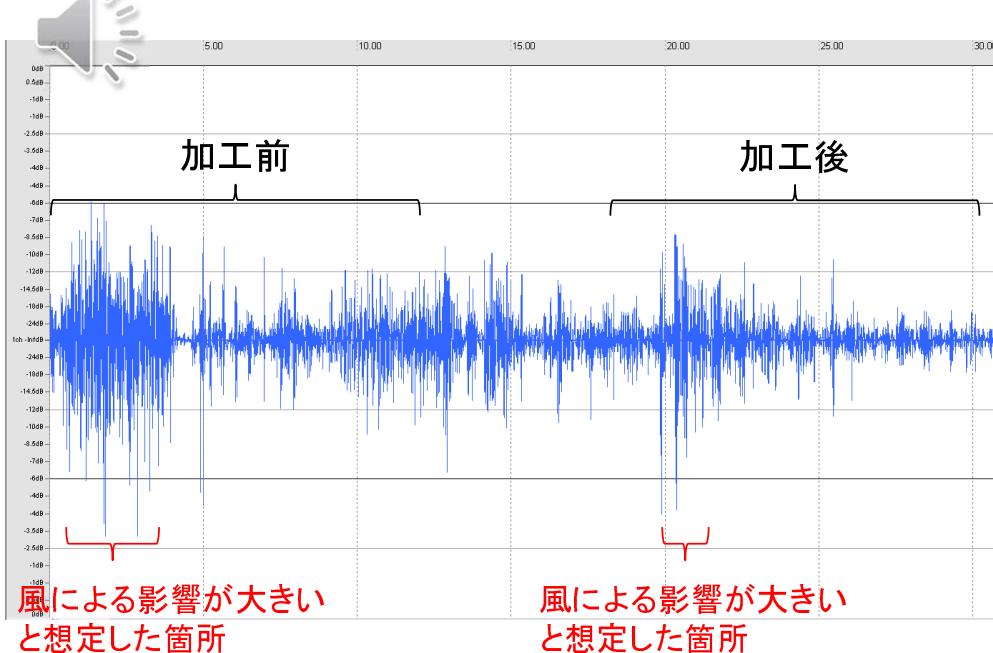
システム録音の音声出力
インターバル一定(連続)



6. APPENDIX

16番250m、79番200m地点ボイスレコーダ録音解析：ノイズ(風)の影響

16番 250m地点



79番 200m地点

