

聴覚障害者のためのHMDを用いた屋外歩行に関する研究

【研究者氏名】

須藤 正時 准教授

川上 将弘
高村 遵
深谷 晃輔
新保 暢行
川本 一輝
山本 浩司

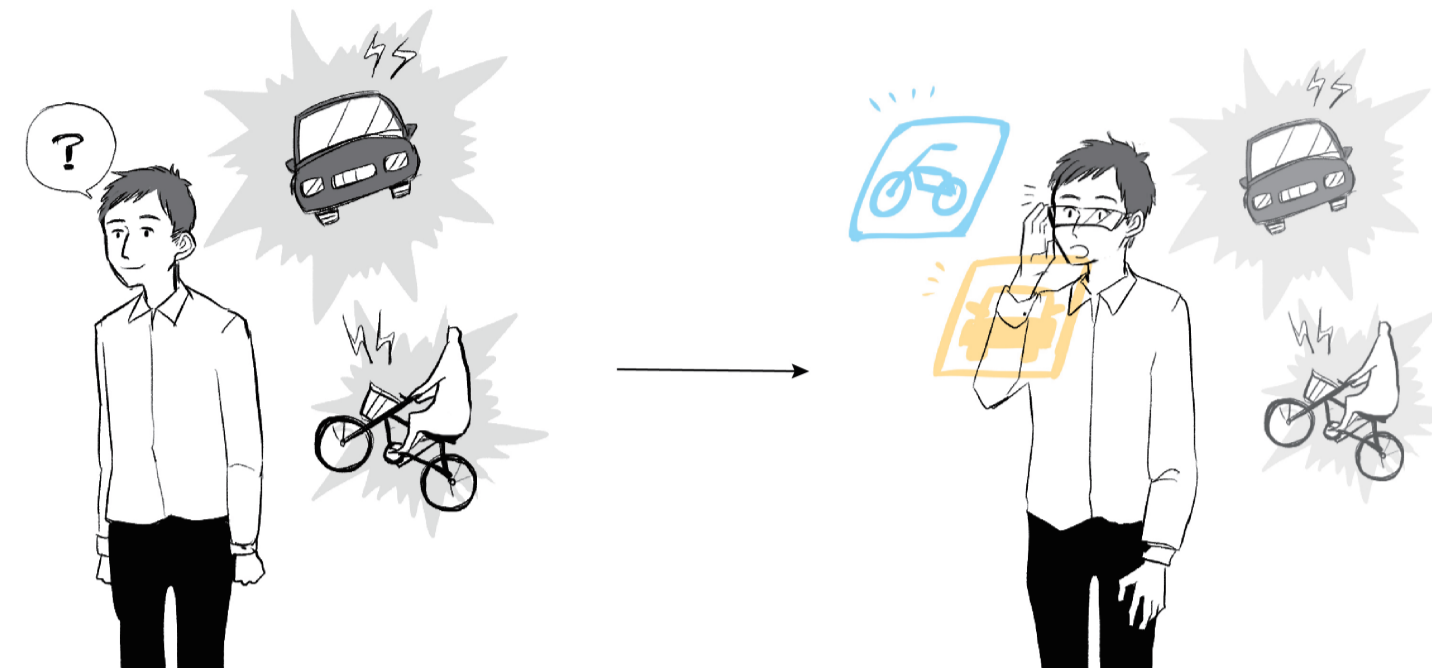
佐藤 貴大
寺邊 裕希
伊藤 由莉
中島 啓太
山口 洗貴
手嶋 真大

須藤 正時 デザイン研究室

名古屋工業大学 工学部 社会工学科 建築・デザイン分野 デザイン系プログラム

01. 研究背景

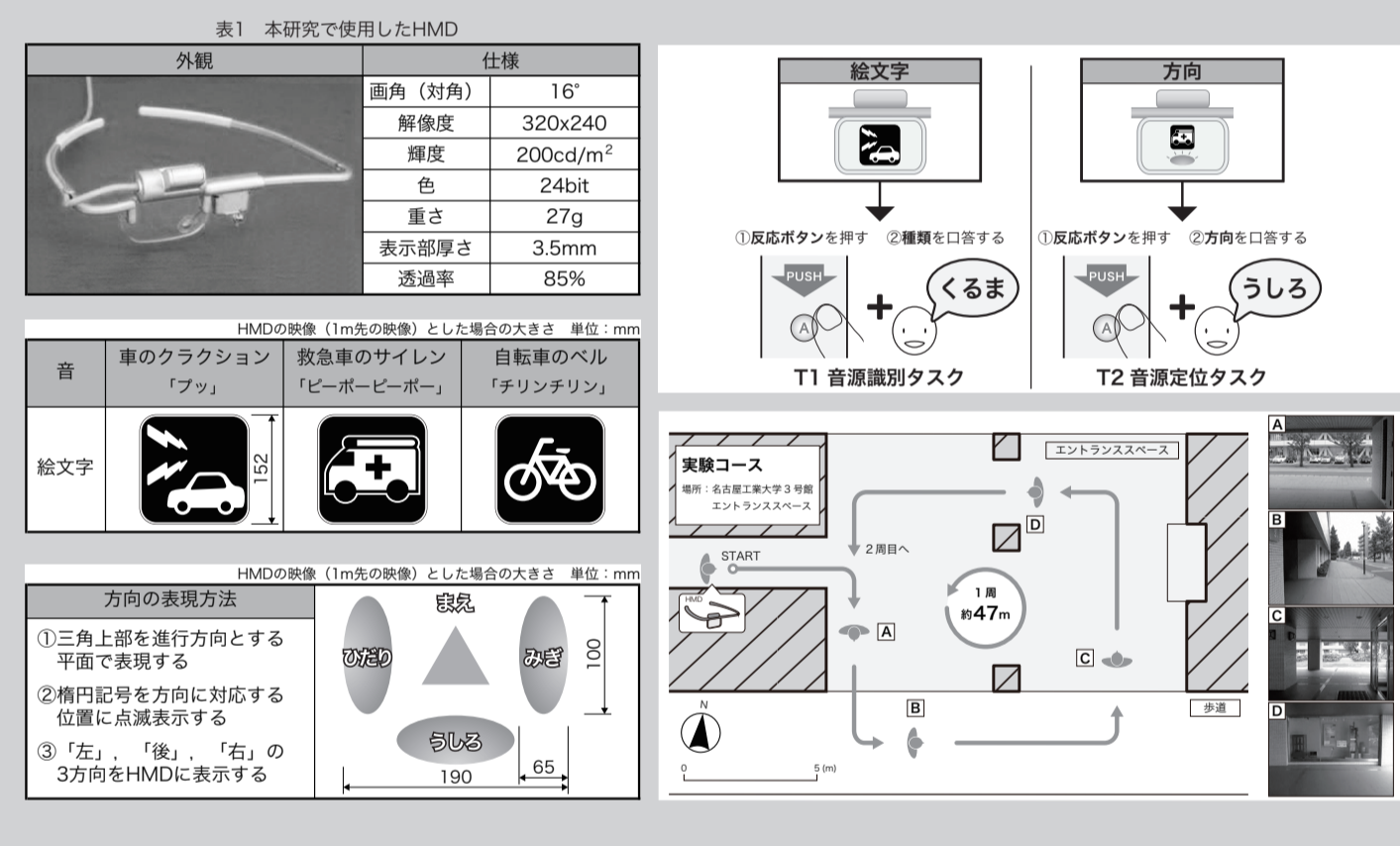
聴覚障害者のための情報保障手段として HMD (Head Mounted Display) を表示媒体とした音の可視化による視覚情報代替が期待される。文字や記号、写真、単純光などを用いて音を可視化する既往の研究はあるが、どれも全方向において安全な反応の指標とされる反応時間 0.7~1 秒を満たしていない。特に後方情報の判断は使用者の負担が大きくなり、反応が遅れるため、より情報量の少ない表示方法が求められる。



02. 実験結果

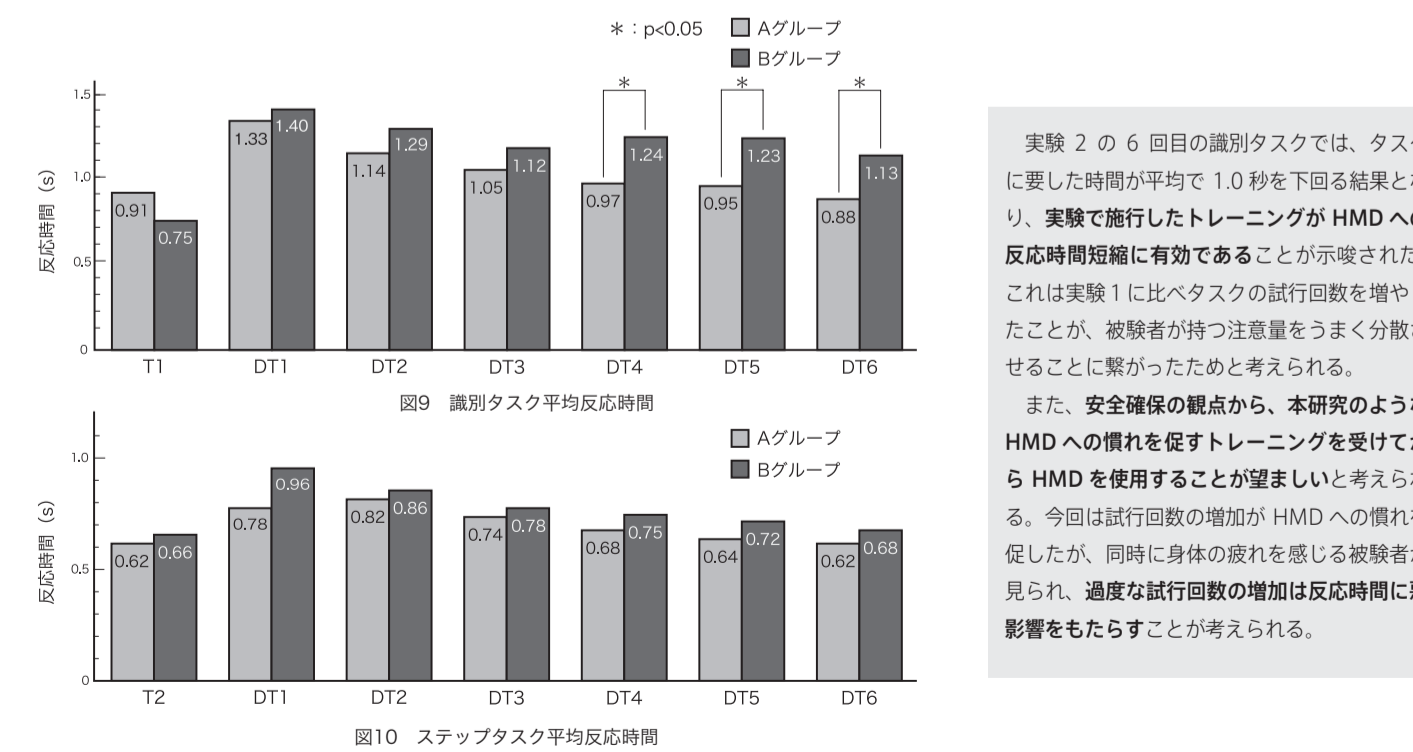
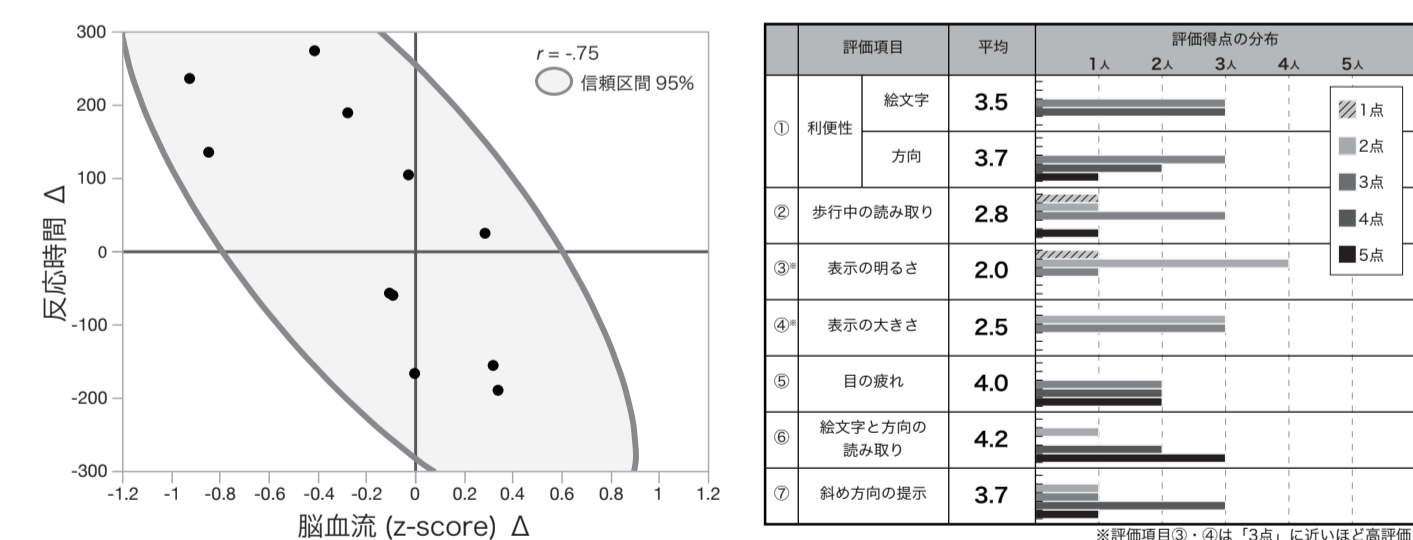
脳血流からみた透過型情報提示デバイスの使用に伴う負担度評価 (2015)

※この研究は科学研究費補助金(課題番号 23500649)「HMDを用いた音の可視化」による。
透過型情報提示デバイスを用いた音の可視化による情報保障環境をモデル化し、その際の精神的作業負担(メンタルワークロード)の評価と、生理的指標として前頭連合野の脳血流による脳賦活状態を計測した。



HMDへの反応時間に対する二重課題トレーニングの効果に関する研究 (2018)

情報提示手法の観点から HMD の効率性・安全性の研究・評価は行われているが、使用者の慣れによる HMD の負担度の変化を考慮した研究はなされていない。そこで本研究は、被験者に HMD を使用したトレーニングを課し、HMD への反応時間の変化における知見を得ることを目的とする。



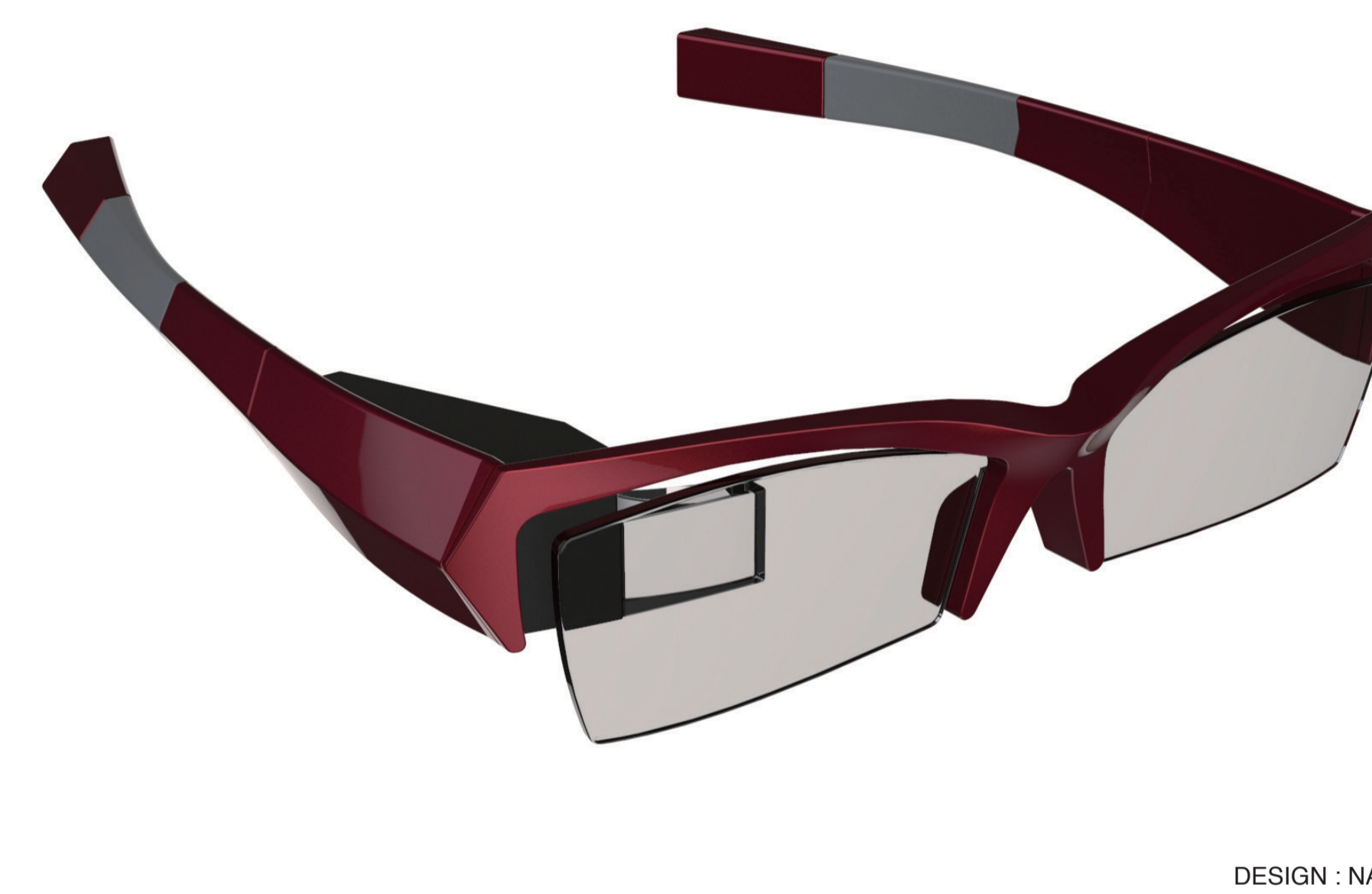
- 両タスクにおける反応時間は 1 秒以内 (危険回避に対する知覚反応時間の範囲内)
- 後方視界タスクでは安全基準からの遅延が見られた
- 聴覚情報に対し速く反応する被験者と、視覚情報に対し速く反応する被験者の 2 群に分かれた
- 脳血流の増加と反応時間の短縮に相関が認められた

- 本実験のタスクは HMD への反応時間短縮に有効なトレーニングである事が示唆された
- 安全確保の観点から、HMD への慣れを促すトレーニングを受けてからの使用が望ましい
- 過度な試行回数の増加は反応時間に悪影響をもたらすことが考えられる (今回は試行回数の増加が HMD への慣れを促したが、同時に身体への疲れを感じる被験者が見られた)

03. HMDのデザイン開発

聴覚障害者による HMD の屋外利用の実現のため、表現方法やトレーニング方法の研究と平行して、HMD 本体のデザイン開発にも取り組んでいる。既往の HMD や眼鏡・スポーツグラスのデザインを元にしたイメージマップの作成、3D プリンターや切削加工機を用いたプロトタイプングなど、デザインならではのアプローチを行う。

特許申請からの抜粋
名称: ヘッドマウントディスプレイ
発明者: 須藤正時, クレマウリシオ
深谷晃輔, マコニコハヤナ
権利者: 名古屋工業大学
種類: 特許
番号: 2015-012863
出願年月日: 平成 27 年



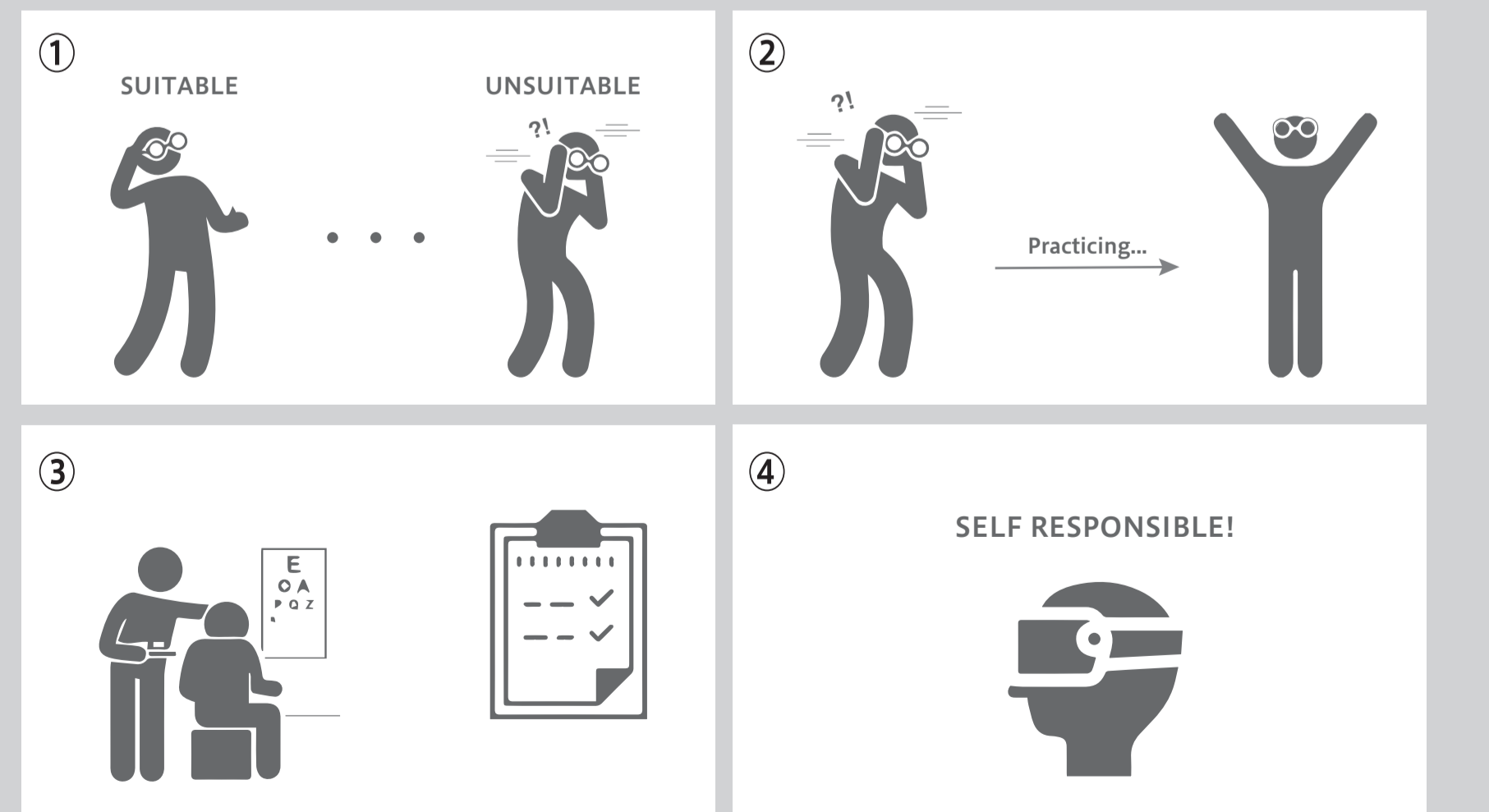
DESIGN : NAKASHIMA KEITA



04. 屋外歩行の安全ガイドラインづくりに向けて

これまでの研究から、単眼透過型 HMD は個人の特性や使用環境によって向き・不向きがある事がわかっている。屋外歩行時の安全を確保するため、今後は使用に関する規定が必要とされる。

- HMDは誰もが安全に使える装置ではない
HMD使用には向いている人と不向きな人がいる
- 不向きな人は練習をする事で改善が期待できる
慣れる為の簡易練習法は一定の効果が見られる
(*効果実験の結果、効果の認められる被験者がいた)
- 定期的に(推奨1年)反応速度を確認する必要がある
簡易反応検査で1秒以内で反応が一つの目安となる
- 使用に際しては自己責任での使用が原則である



Wearable Sound Localization Assistive Device for the Hearing Impaired

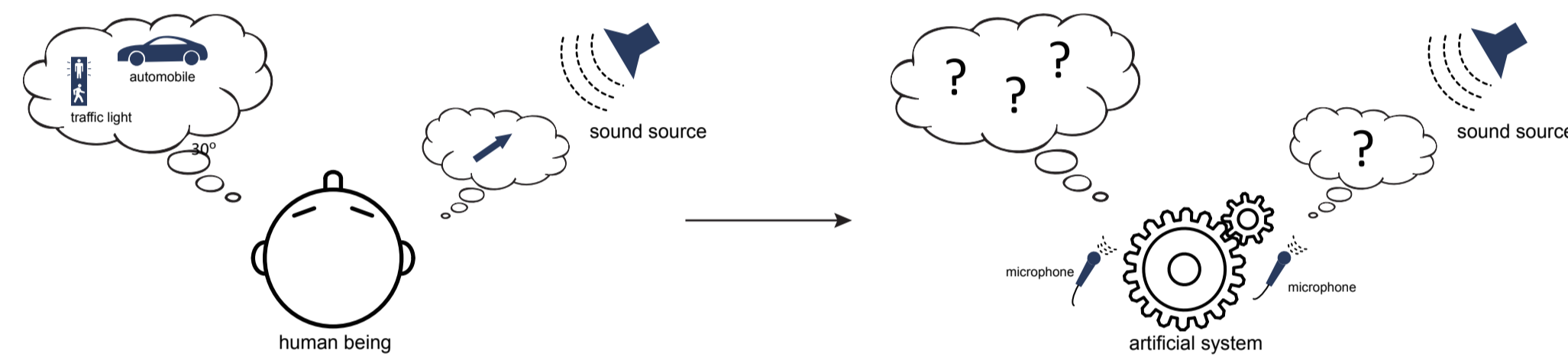
Mauricio Kugler, Hiroyuki Sakamoto & Masatoki Suto
Department of Computer Science & Engineering, Nagoya Institute of Technology, JAPAN

Abstract: The sense of hearing can provide immediate information about remote events, even when outside of the field of vision and beyond obstacles, facilitating functioning in uncontrolled environments. Hearing impairment can thus have a huge disabling effect on an individual. This paper proposes a wearable self-contained dedicated device capable of full-plane sound localization. The system, shaped as a glass frame, uses only four microphones spaced by 10 mm, and is initially targeted at a resolution of 45°. The individual bin-

aural angles are calculated by a process loosely based on the human hearing system. These angles are then combined in order to determine the final direction. A prototype of the proposed system was implemented using 3D printing and MEMS microphones. Experiments with the prototype in a reverberant environment show an error of 6.73° when it is tested standalone and 21.16° when tested in a dummy head.

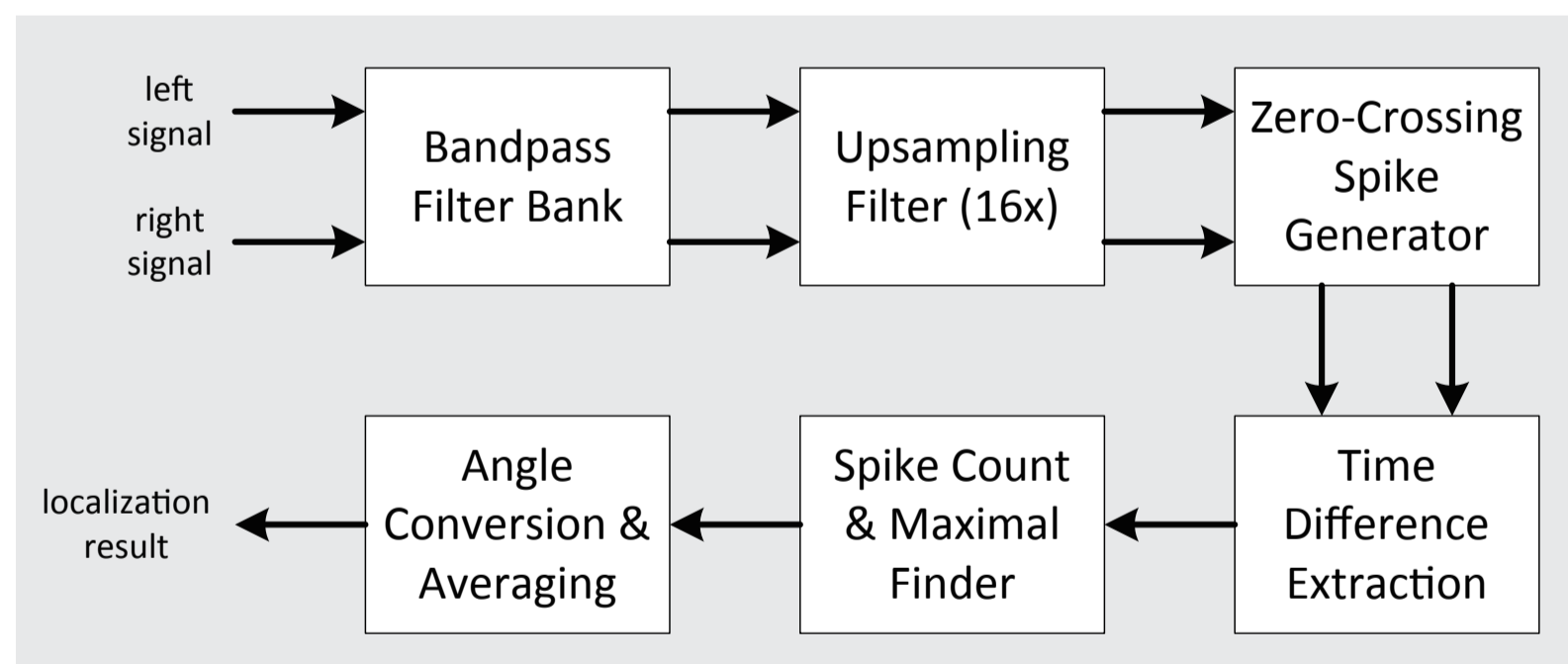
01. 研究背景 BACKGROUND

Although our sense of hearing, smell, and vision allow us to perceive things at a distance, the detection of many day-to-day events relies exclusively on our hearing. However, individuals with total or partial hearing loss have difficulty detecting the audible signals in these situations. We have developed VisAural, a system that converts audible signals into visual cues.

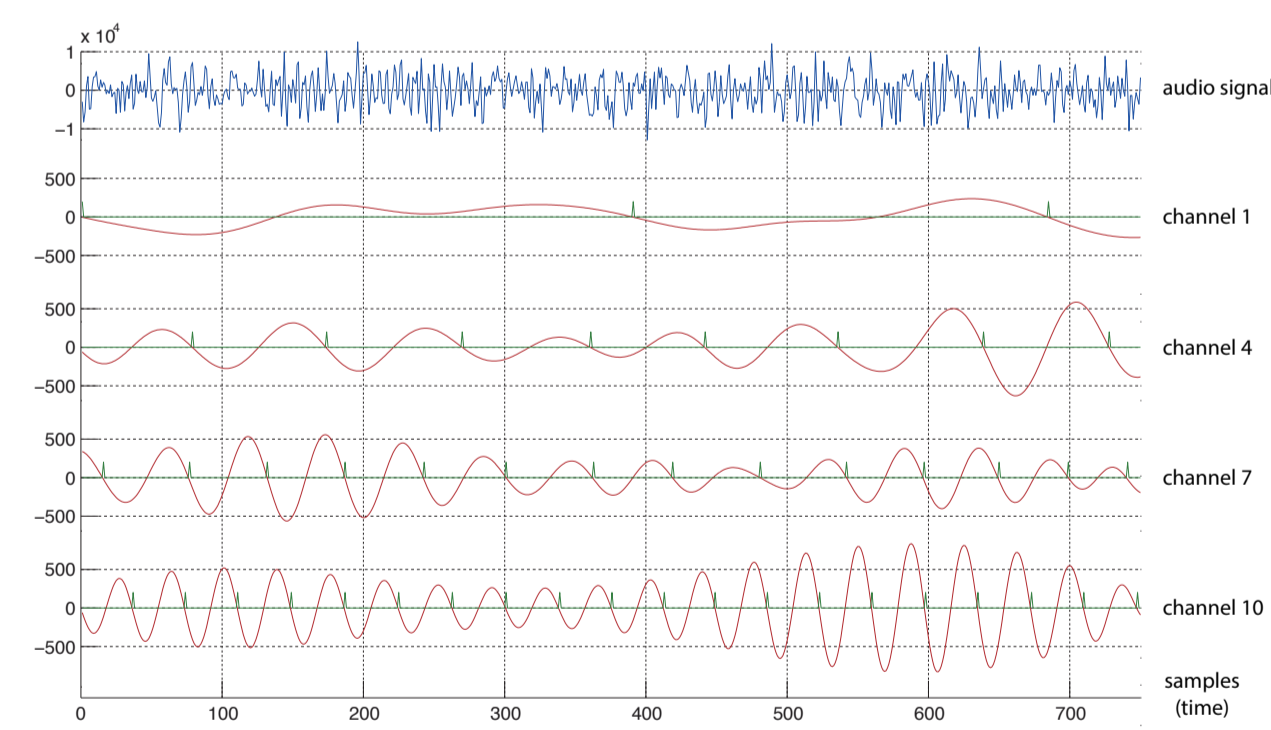


02. 実験概要 OUTLINE

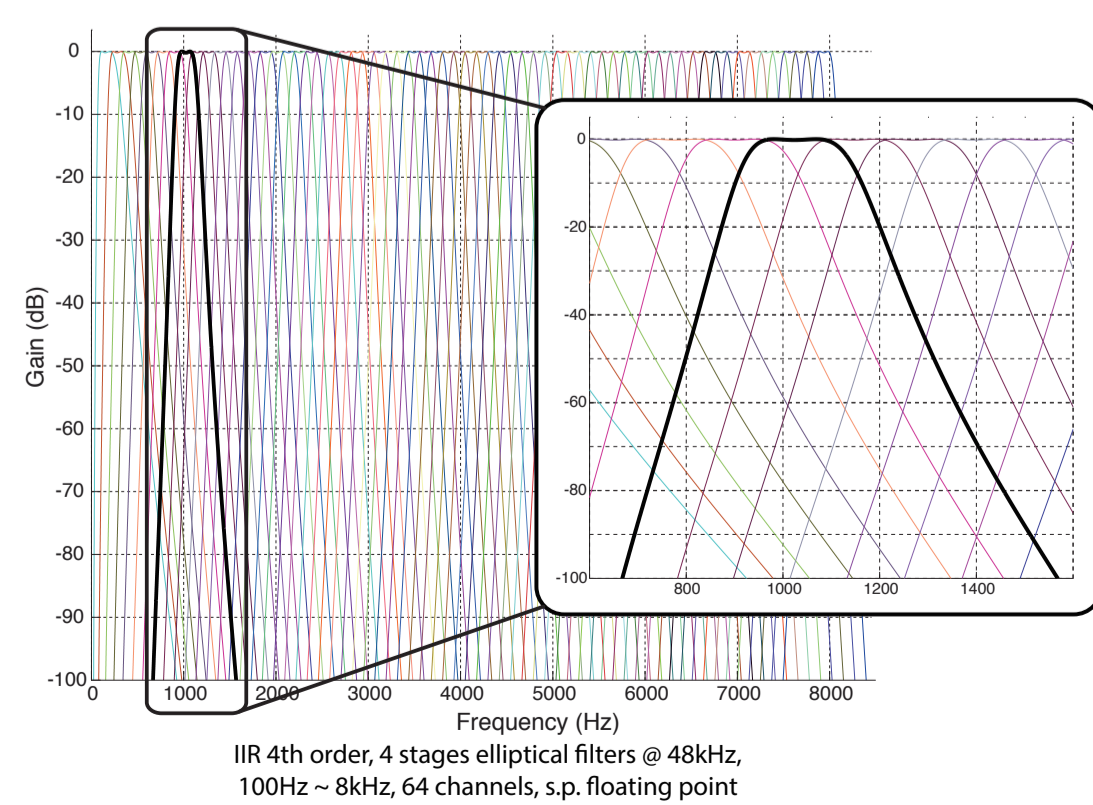
【Localization System Overview】



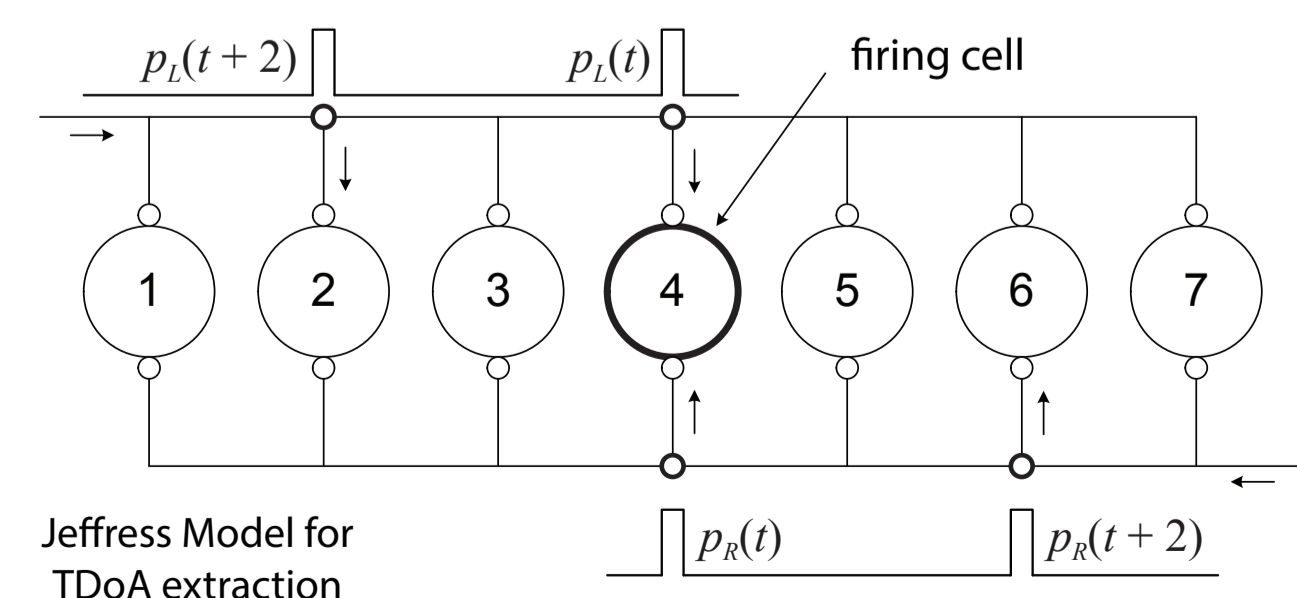
【Pre-Processing Summary】



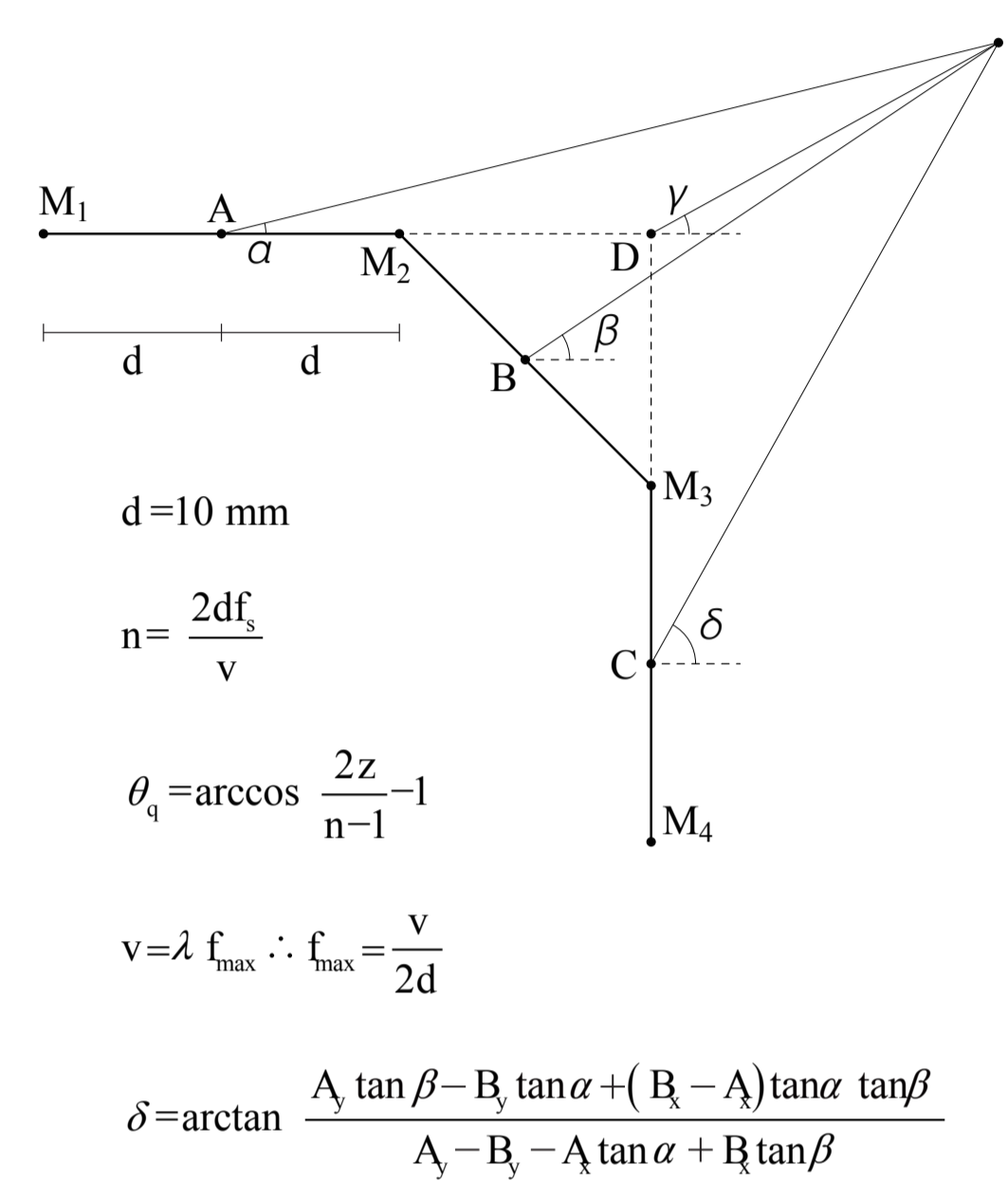
【Band-pass filtering】



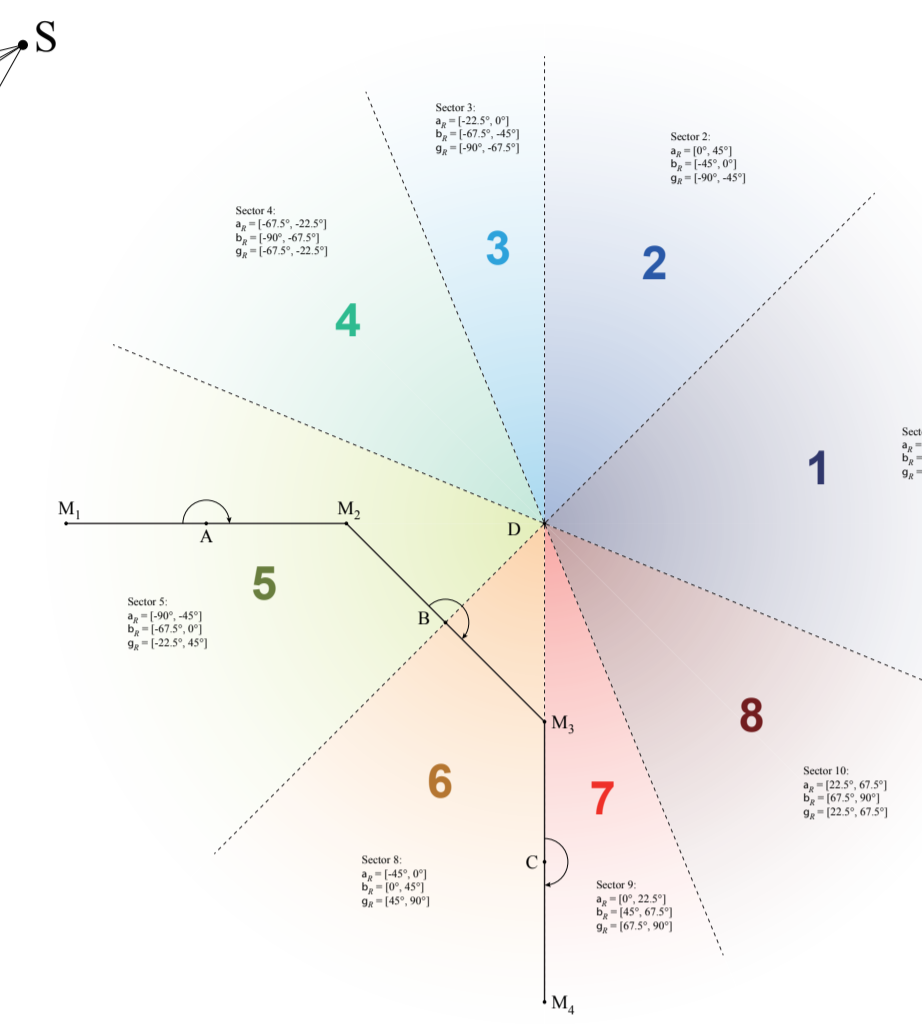
【Time-Difference Extraction】



【Proposed Model】



【Angular Sectors】



Only two of the binaural angles are required to determine the angle δ . As the Jeffress model presents low resolution for angles close to -90° or $+90^\circ$, the two angles further from these regions are chosen, reducing the overall error of the system.

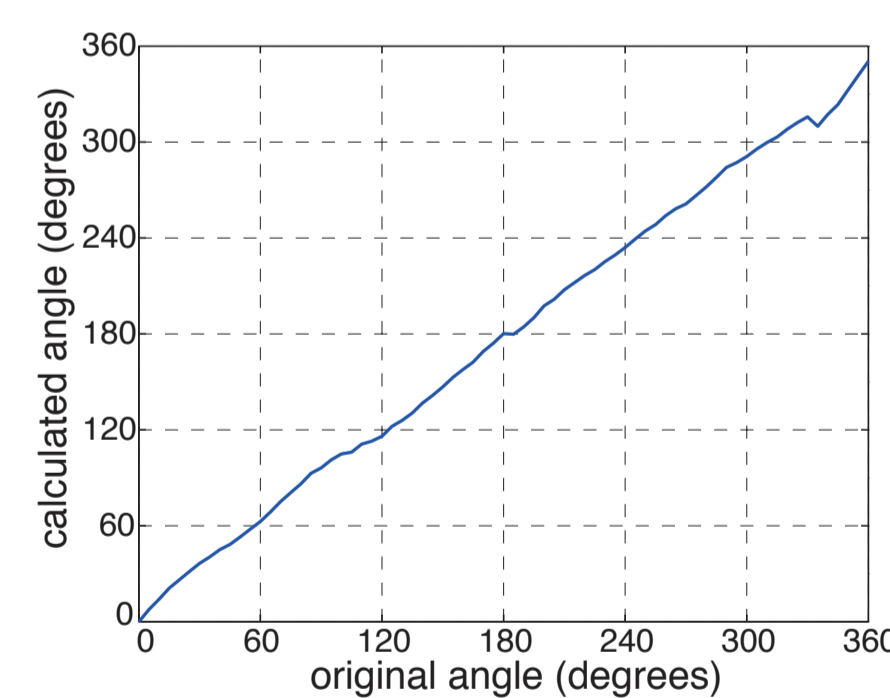
【Hardware Prototype】



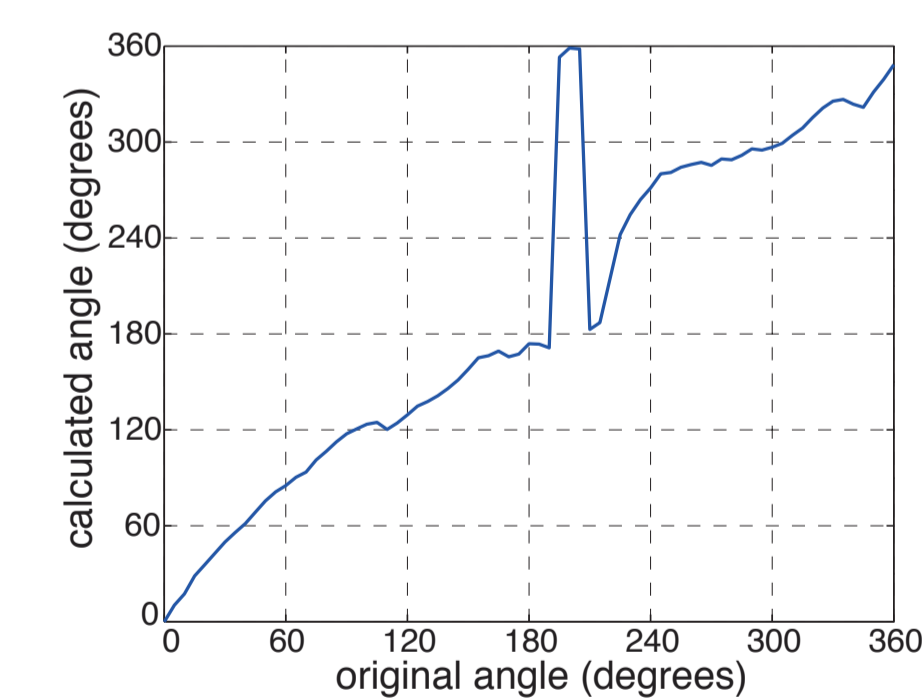
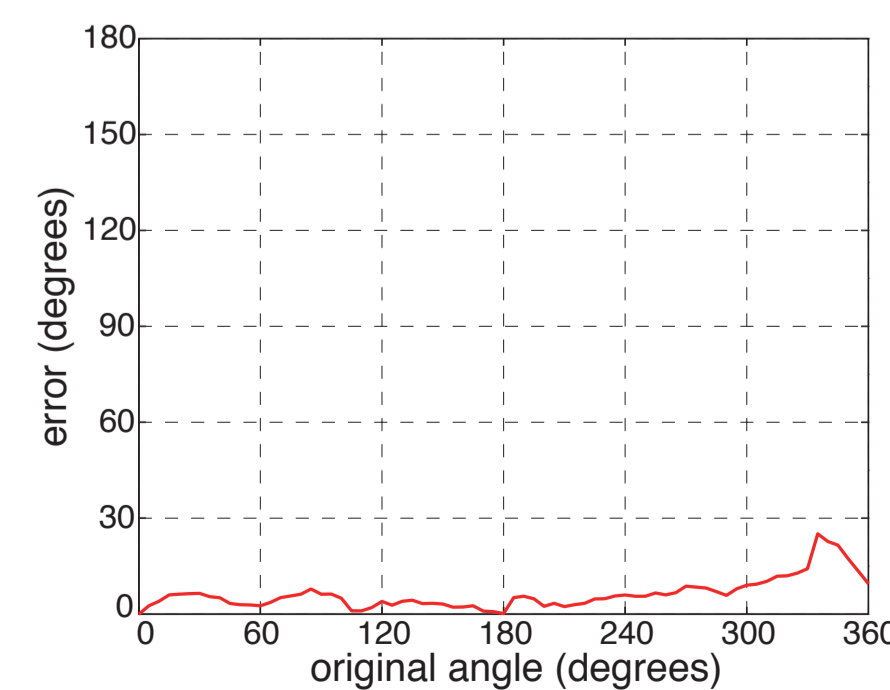
3D-printed wearable sound localization prototype, placed on the dummy head. It contains four INMP401 MEMS microphones separated by 20 mm, powered by a CR2032 battery. The processing unit is not included in this early version.

03. 実験結果 RESULT OF STUDY

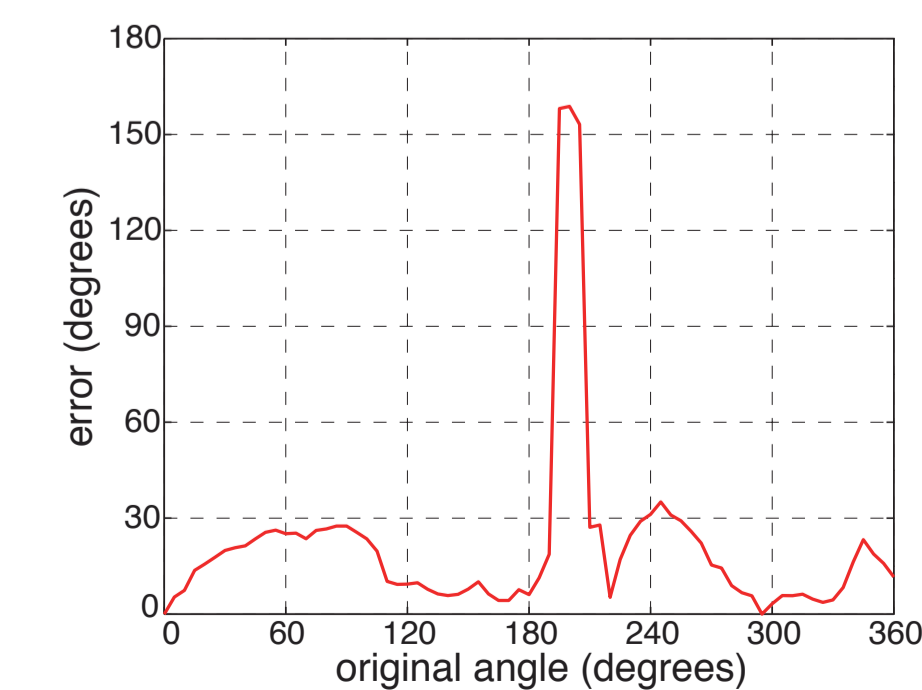
【Experiments: Localization Accuracy】



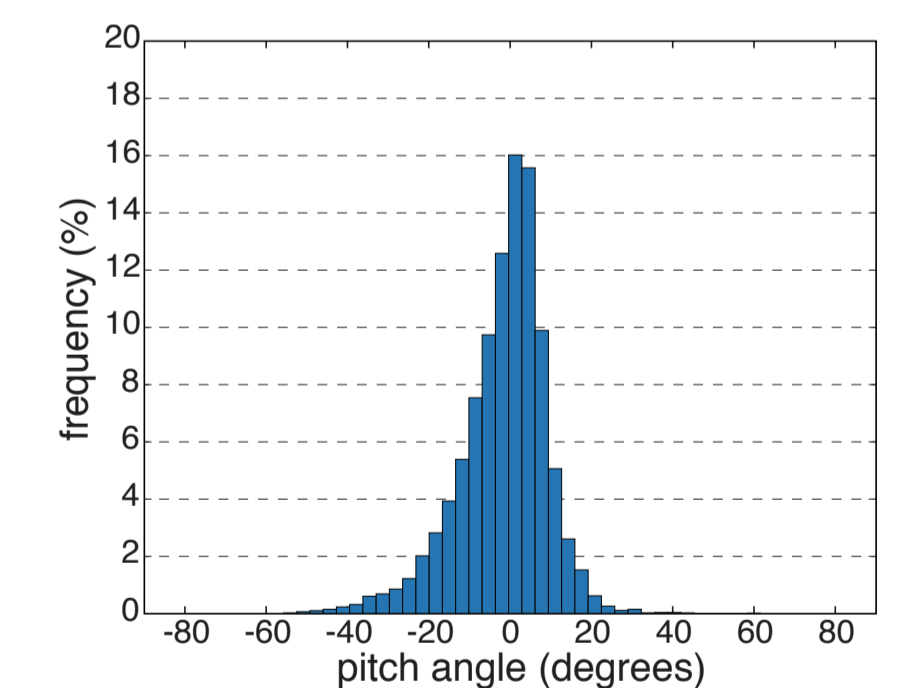
Localization results (above) and angular error (below) of the stand-alone prototype average error = 6.73°, maximal error = 20.41°



Localization results (above) and angular error (below) of the prototype on the dummy head: average error = 21.16°, maximal error = 158.77°



【Attitude Estimation】



MMA8451Q accelerometer, $f_s = 12.5\text{Hz}$, $f_c = 0.5\text{Hz}$
Pitch: average = -1.72° , standard deviation = 10.79°
Roll angle: average = -1.57° , standard deviation = 8.74°

