

# 多様性とプライバシー

- 聴覚障害を一例に -

筑波技術大学 渡辺知恵美

# 自己紹介

渡辺知恵美（わたなべ ちえみ）

筑波技術大学 産業情報学科 准教授  
筑波大学 非常勤講師

専門：

データ工学、個人情報保護技術、暗号化DB  
プロジェクト型学習、探究学習  
アジャイル開発

PWSCup2015に学生と共に参加

PWSCup2016より運営委員として参加



# 筑波技術大学

- 聴覚・視覚障害者のための国立大学
  - 産業技術学部（聴覚障害系）**情報**、建築、機械、総合デザイン、支援技術学
  - 保健科学部（視覚障害系）情報、鍼灸、理学療法



# 聴者がマイノリティであり 聞こえ方に多様性がある世界

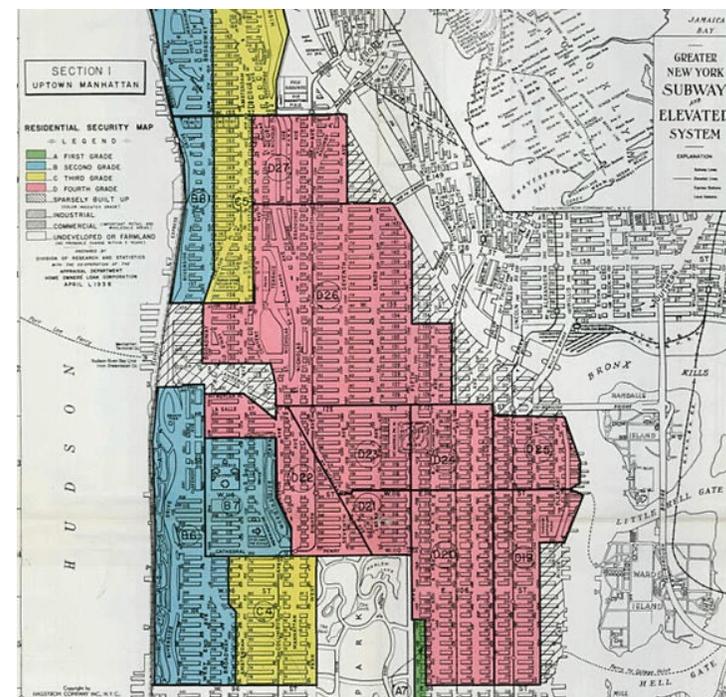
- 学生は多様な聞こえ方やバックグラウンドを持つ
  - 聞こえ方
    - ろう者・難聴者・中途失聴者
    - 伝音性難聴・感音性難聴
  - 主な使用言語
    - 日本語・日本手話・日本語対応手話
  - コミュニケーション手段
    - 手話・手話通訳・筆談・要約筆記・口話・読唇
  - 補聴機器
    - 補聴器、人工内耳、骨伝導補聴器

# 機械学習におけるマイノリティの問題

- データの偏りによる機械学習の影響
- ノイズと認識されてしまう
- データの量が少ない
- 対象者が少なく匿名化が難しい

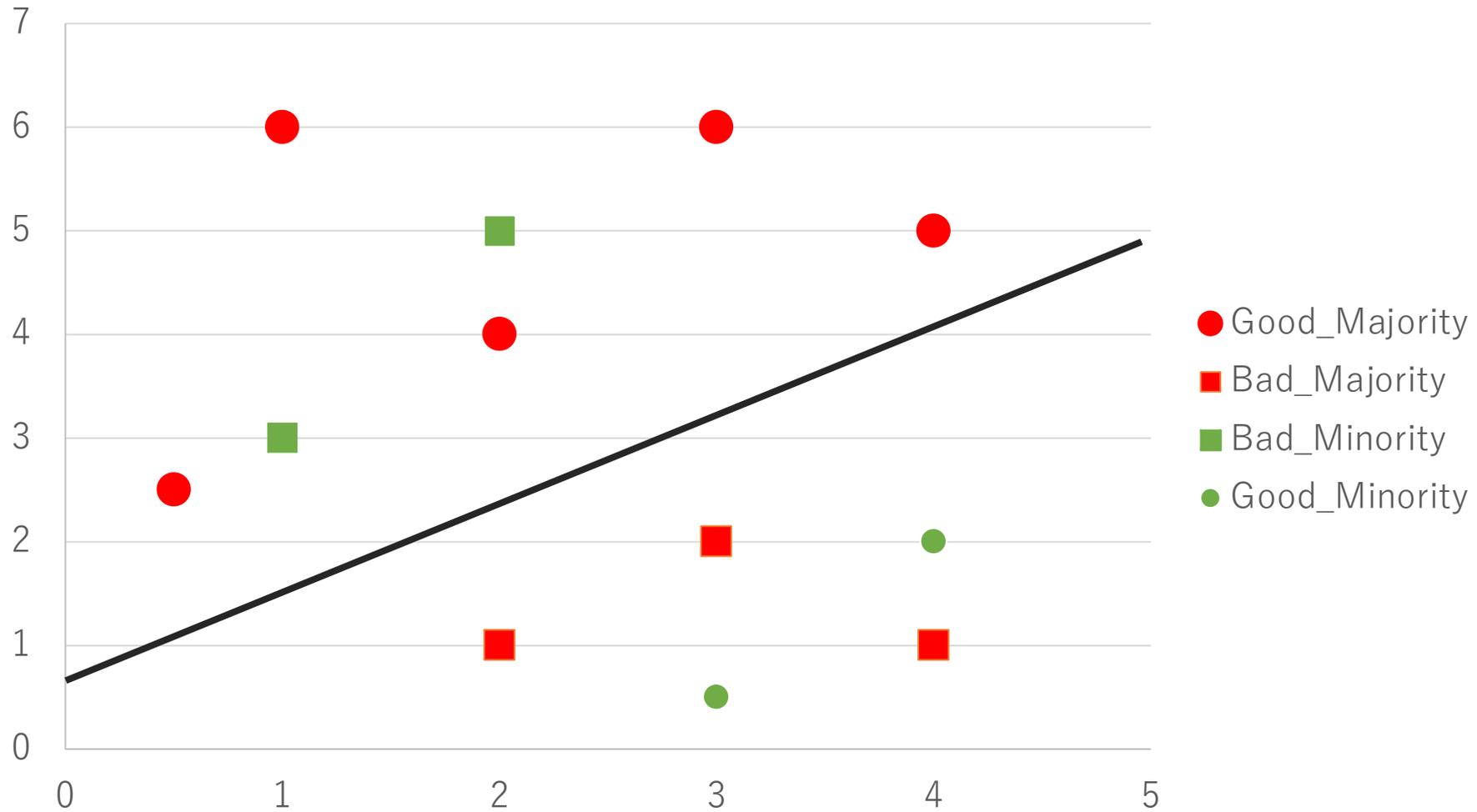
# データの偏りによる機械学習の影響

- 画像分析で黒人が動物と認識される
  - AFP BB News, 「フェイスブックにエラー、黒人男性映った動画に『霊長類』」 2021年9月4日
- ドラマ The Good Wife での1シーン
  - 「危険地帯」と認識されたレストランで来客数減
  - 「本プロダクトはアルゴリズムで危険度を算出」
  - データ提供者に人種の偏りがあった
- 聴覚障害女兒の将来の収入 “労働者平均賃金の85%”  
大阪地方裁判所
  - 現状の平均賃金は6割のところ



Home Owners' Loan Corporation (HOLC) redlined map of Manhattan from 1938

# データの偏りにより結果に反映されない



# ろう難聴者を例に マイノリティの影響を考える

- 聴覚・言語障害者（身体障害者手帳保持者）
  - **約34万人**
    - 平成30年厚生労働省「生活のしづらさなどに関する調査結果」より
- 補聴器使用者
  - **約200万人**（※1）
- 聞こえにくさを持つ人（全人口の11.3%）
  - **約1400万人以上**（※1）
- 難聴を自覚している人
  - **約3400万人**（※2）

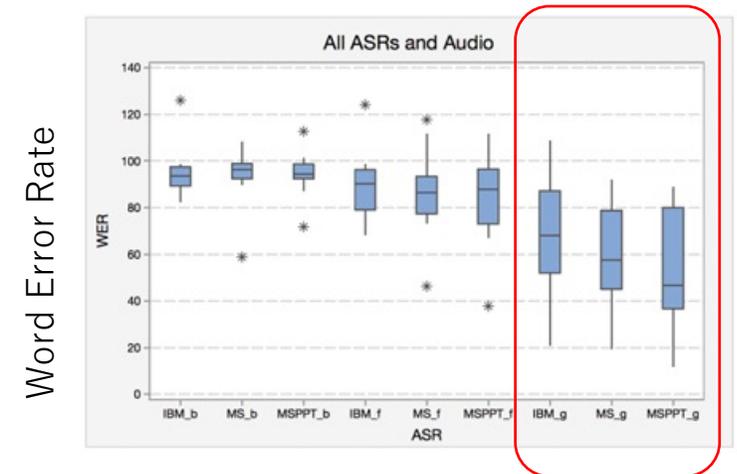
※1 JapanTrak2018（日本補聴器工業会）調査より

※2 平成28年度総務省「字幕付きCM調査報告」より

# 音声認識における影響

- ろう難聴者（DHH）の発話データが学習データに含まれていない
  - 聞こえないけれども話せる聴覚障害者も多い
    - 「スマートスピーカーが使えない」
- ろう難聴者の声に対する音声認識の誤認識率調査[Glasser, CHI2019]
  - 聴者の音声だと誤認識 4~6%
  - DHHの音声だと約50%が誤認識される（人の耳で聞き取りやすい音声）

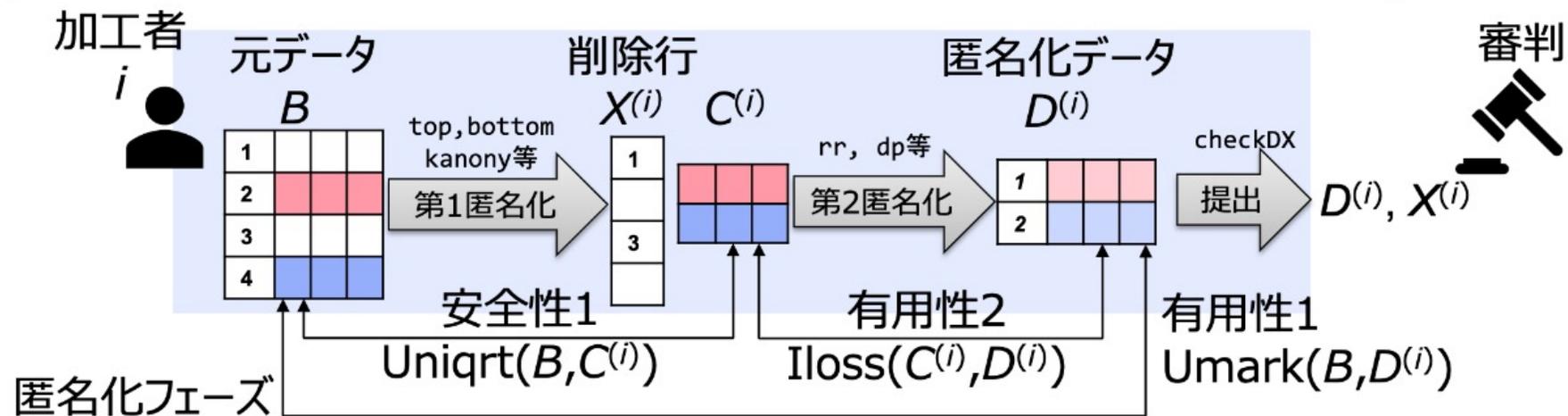
人の耳で「聞き取りやすい」と判断された音声でも、平均50%が誤認識される（分散が高い）



**Figure 3: Side by side boxplots of WER for all ASRs and audio categories**  
Asterisks (\*) denote outliers

# マイノリティとプライバシーの問題

- 個人が特定されやすい特異なデータは削除されてしまう可能性が高い
- PWSCup2021-2022
  - 第1匿名化：データの削除
    - 一意に特定されるデータを削除する  
(トップコーディング、ボトムコーディング)



# 具体的な問題の例

- PWSCup 2018
  - 購入履歴のデータセット
  - 考えられる特異な事例
    - ボタン電池の頻繁な購入→補聴器・人口内耳用
    - 購入パターンにより一意に特定される
- マイノリティなコミュニティに限らず、多くの小さな特徴が匿名化によって見逃される可能性がある

# ろう・難聴者の中での多様性

- 音声認識における発話データ
  - 発話の音響特性の個人差が大きい

- 手話の学習データ
  - 第一言語の違い
  - 地方による手話の違い

多様性が高く、データから個人や属性が特定される可能性が高いといえる

日本語版 韓国語版 (한국) 英語版 (English)

トップページ 利用上の留意点 研究について

## 日本手話言語地図(試作版)

作成: 筑波技術大学 大杉 豊

単語

- 日本
- フランス
- おじいさん
- おばあさん
- 東
- 西
- 南
- 北
- 茶色
- ピンク色
- 100 (円)
- 300 (円)
- 1000 (円)

年齢層

- 70代
- 30代

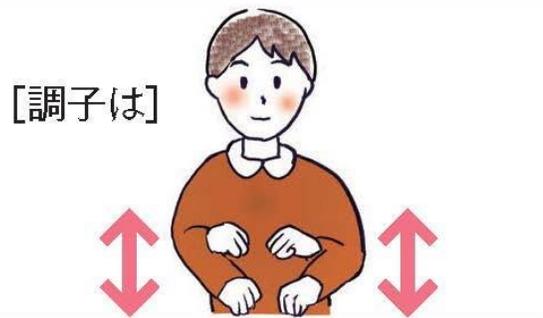
茶色 (70代)

北海道 青森 秋田 岩手 新潟 山形 宮城 長崎 佐賀 福岡 島根 鳥取 兵庫 京都 福井 石川 富山 栃木 福島 熊本 大分 山口 広島 岡山 大阪 岐阜 長野 群馬 埼玉 茨城 鹿児島 宮崎 愛媛 香川 奈良 滋賀 愛知 山梨 東京 千葉 沖縄 高知 徳島 和歌山 三重 静岡 神奈川

# 発信における映像の個人情報

- 手話は表情も文法に含まれる
  - 眉上げ、眉寄せ、目（見開き、細める）、口型など
- 手話で発信をする場合は顔画像の匿名化が難しい

## ① 調子はどうですか？



両ひじを張って、胸の前でこぶしを向かい合わせ、両手を力強く2回引き下ろします。



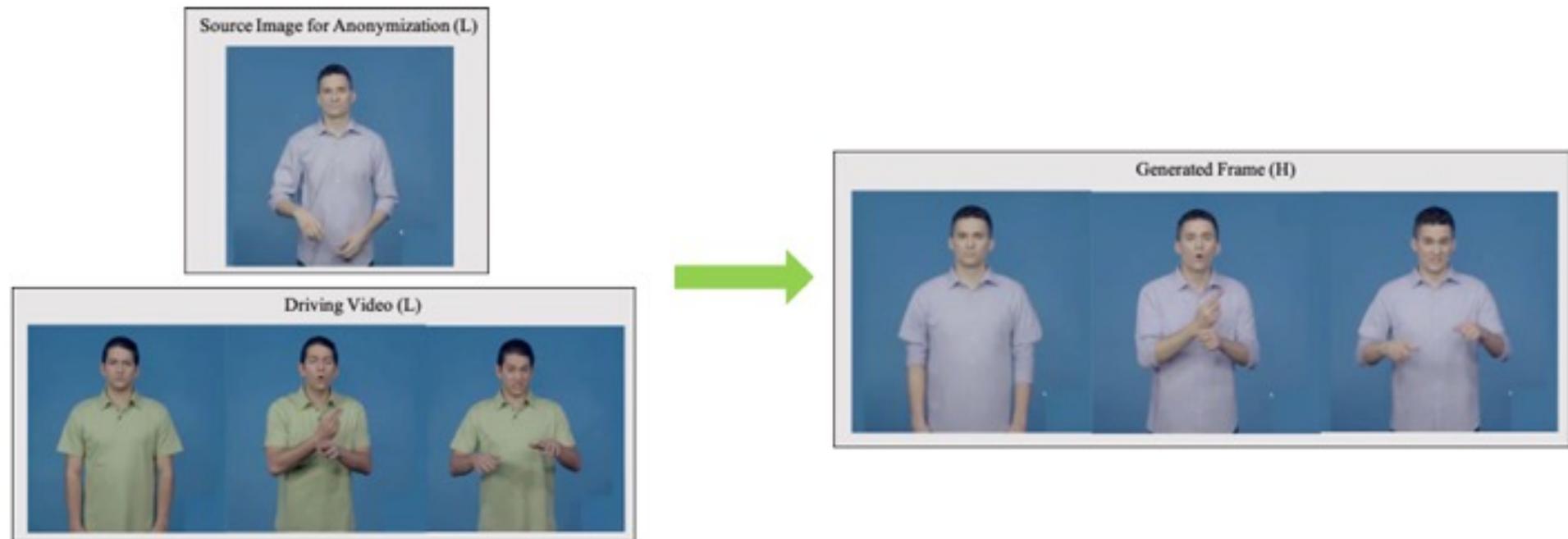
表情(あごを引き、眉を上げ、目を開く)を入れることで質問表現になります。

埼玉県戸田市Facebook  
「手話でコミュニケーション」より

手の動きとしては「元気」のみで表情や頭の動きで疑問文になる

# 発信における手話映像の匿名化

- Sign Language Video Anonymization
  - [Xiaら, LREC2022]
  - 手話の文法的特徴を維持しつつ別の人物の映像に置き換える



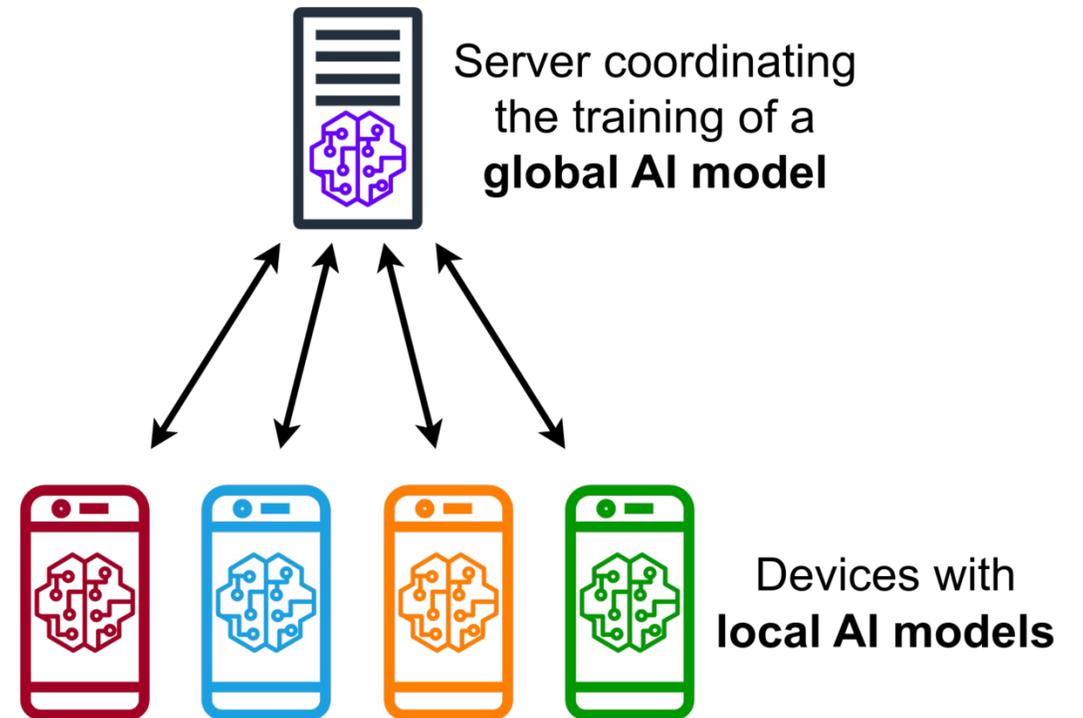
# 音声データや手話映像データの匿名化

- 連合学習による匿名化の可能性

- 聴覚障害者の発話データや手話映像をそのまま送らず部分的に学習したモデルのパラメタをサーバに送信する

- [Yuら, Speech Comm. 2018]

- 連合学習におけるASR学習の可能性と問題点を指摘
  - 通信量
  - non-IID



# まとめと今後の展望

- 聴覚障害者を例として、マイノリティかつ多様性の高い属性を持つ人のデータを学習に含める方法、かつその際に考えられるプライバシーの問題を上げてみました
- 現時点では匿名化する手段として連合学習を使う方法しか私は思いついていませんが、まだコストの高い状況であり改善の余地が大いにありそうです
  - 他にも考えられる手段がありましたら是非一緒に検討していきたいのでご一報ください