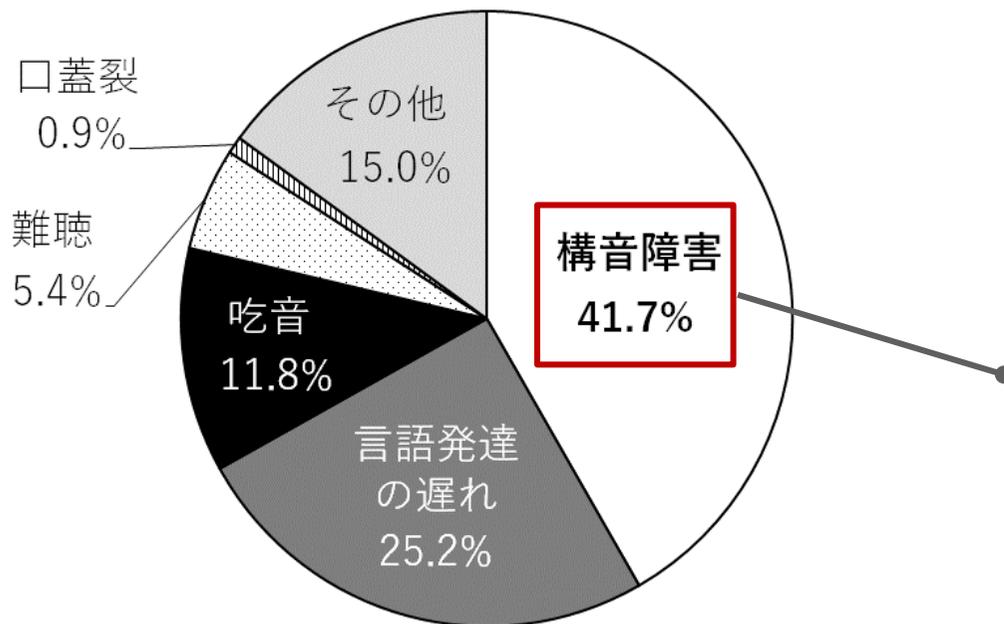


AIで構音障害の有無と重症度を 評価する支援ツールの開発

茨城大学 教育学野 人間発達科学領域
講師 石田 修

2024年10月22日

構音障害(発音の誤り)とは



有病率と推定障害者数

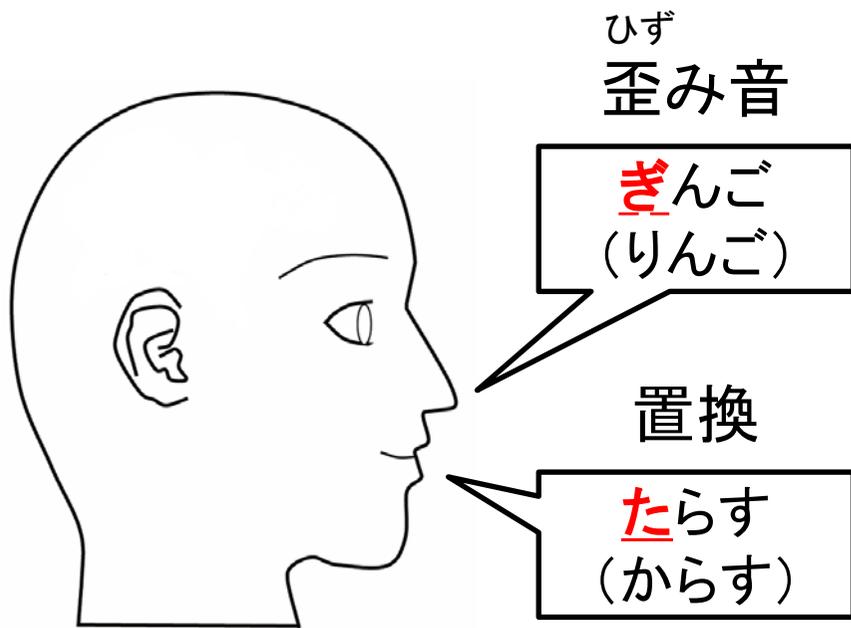
(荻安ら, 2017)

- 幼児: 5%
- 学童・青年期: 1%
- 日本での構音障害児者は80万人と推定

学校で特別な指導を受けている言語障害のある
幼児児童生徒の内訳(特総研, 2017をもとに作成)

- 構音障害とは特定の音を誤って発音(構音)することが持続している状態.
- いわゆる“滑舌が悪い”状態だが, 専門的な支援でないと治らないケースが大半.

発明が創出された経緯



構音障害の例

- 構音障害は検査者が主観的に評価するため、経験豊富な検査者でないと音の評価が難しい
- 歪み音はとくに評価が難しく、自分で歪みに気づけない子は改善が遅れる



音響特徴から歪みを評価するツールやリアルタイムに歪みをフィードバックして気づきを促す支援ツールがあれば支援者の経験に影響されずに速やかに改善していくのではないかと考えた

従来技術とその問題点



従来技術の「構音検査」

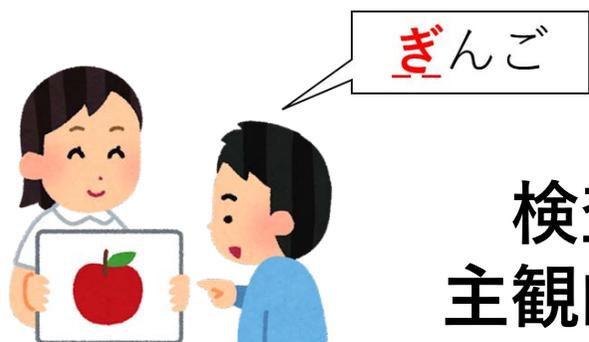
従来技術の問題点

- 検査者の主観的な評価に委ねられている
- 経験豊富な検査者でないと正しい評価が困難
- 評価には個人差がある

構音障害の歪み音は評価が難しく、歪み音の重症度を識別する従来技術も存在しない

従来技術と新技術の比較

< 従来技術 >



検査者が
主観的に評価

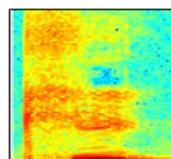
主観に依存するため、評価には検査者間の個人差が大きい

< 新技術 >

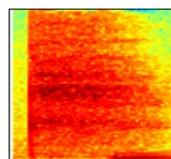
“き”の声紋パターン

10kHz

5kHz



正音



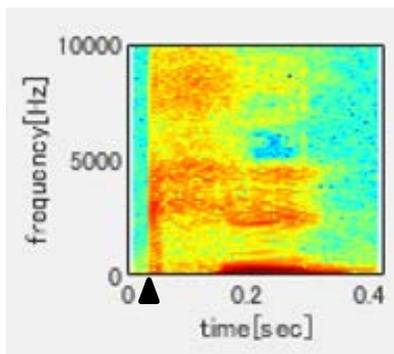
歪み音

AIによる
声紋分析

経験抱負な検査者でなくとも
客観的に評価可能

声紋(せいもん)について

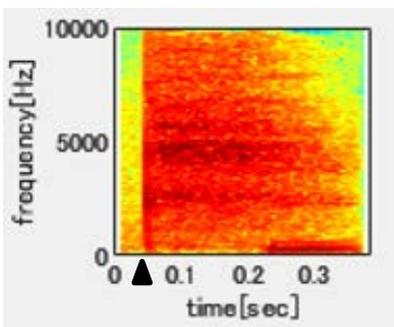
正常構音



高周波数ほど周波数成分が弱く, 短時間で減衰
フォルマント周波数が強調されて出現

▲ voice onset

歪み音



周波数成分が一様に含まれ, 明瞭なフォルマント
が観察できない

「き」のサウンドスペクトログラム(0~10000Hz帯域)

声紋とは音声を周波数分析してその特徴を紋様にしたもの
声紋分析には高度な技術が必要で社会実装には至っていない

新技術の開発方法

—AIシステムの開発と妥当性検証—

- ・ AI学習用データとして健常者100名と構音障害児33名の単音節(例:「き」,「にゃ」)の音声を収集し,機械学習によるデータ分析を実施.
- ・ 委託先企業と連携して①AIシステム(単音節)を開発.
- ・ 健常者の正音,構音障害児の歪み音の評価をAIと言語障害支援の専門家が行い,評価一致率90%を目標として,AIシステムの妥当性を検証.
- ・ 専門家とAIによる歪み音の②重症度評価(軽度・中等度・重度の3段階)も予備的に実施.

結果① AIシステムの予測精度

予測された結果

		<歪み音>					<正音>					精度	
		ぎ	にや	にゆ	によ	り	ぎ	にや	にゆ	によ	り		
単音節の音声	歪み音	ぎ	9					1					90%
		にや		7	3								70%
		にゆ	1	1	7	1							70%
		によ				10							100%
		り					10						100%
正音		ぎ					29					1	97%
		にや						27	2	1			90%
		にゆ						1	29				97%
		によ							1	29			97%
		り						5				25	83%

本研究の目標精度：90%

構音障害の母音識別精度：43/50 (86%)

正音の母音識別精度：139/150 (約93%)

「歪み音」の予測精度：49/50 (約98%)

「正音」の予測精度：150/150 (100%)

結果② 重症度評価の予備的検討

		予測されたクラス				精度
		軽度 歪み音	中度	重度	正常構音	
真の クラス	軽度 歪み音	2	1			67%
	正常構音		1		9	90%
	中等度 歪み音		3	1		75%
	正常構音				10	100%
	重度 歪み音			6		100%
	正常構音				10	100%

構音障害50データの歪み音の重症度を専門家が主観的に評価
予備的にそれを学習・推論すると主観評価との一致率：**11/14名 (84.6%)**

新技術の開発成果(まとめ)

- ・ 学習の対象者が少ないながらも、単音節における**正音と歪み音を精度約90%以上**で識別できた。
- ・ 専門家とAIの重症度評価の一致率は84.6%で、従来にはない**構音障害の定量的な重症度評価も実現できる可能性**が示唆された。

新技術の特徴・従来技術との比較

従来技術の課題

1. 従来の構音検査法では、検査者が主観的に評価するしかなかった。
2. 構音検査法の実施には豊富な経験が必要。
3. 子ども自身が歪み音に気づきにくく、改善が難しい場合がある。
4. 気づきを促すには、支援者が口頭でフィードバックする必要がある。

新技術の優位性

- 音響的特徴から客観的・定量的に構音障害の有無や歪んでいる音を評価できる。
 - 専門的力量がなくても歪み音を定量的に評価できる。
 - 検査者の気づきを促し学習にも寄与
-
- 歪み音の有無と重症度をフィードバックすることで、本人の気づきを促進できる。
 - 支援者がいなくても自宅等での練習がしやすくなる。
 - 歪みパターンから、症状に応じた改善方法をアドバイスできる。

想定される用途

構音障害の早期発見

構音障害の指導

< 既存の方法 >

- ・就学時健康診断時にスクリーニング
- ・専門人材や通常学級教員が検査するなど地域ごとに実情が異なる

- ・ことばの教室や医療機関で指導
- ・専門家が正しい構音を促し、家庭学習でそれを繰り返し定着を図る

< 課題 >

- ・予算、専門人材の不足
- ・通常学級の教員が検査をする場合、構音障害の誤判定や見逃しが多い

- ・地域によっては待機児童が多い
- ・担当教員間で教育効果の差が大きい
- ・家庭では正しい音の確認が困難

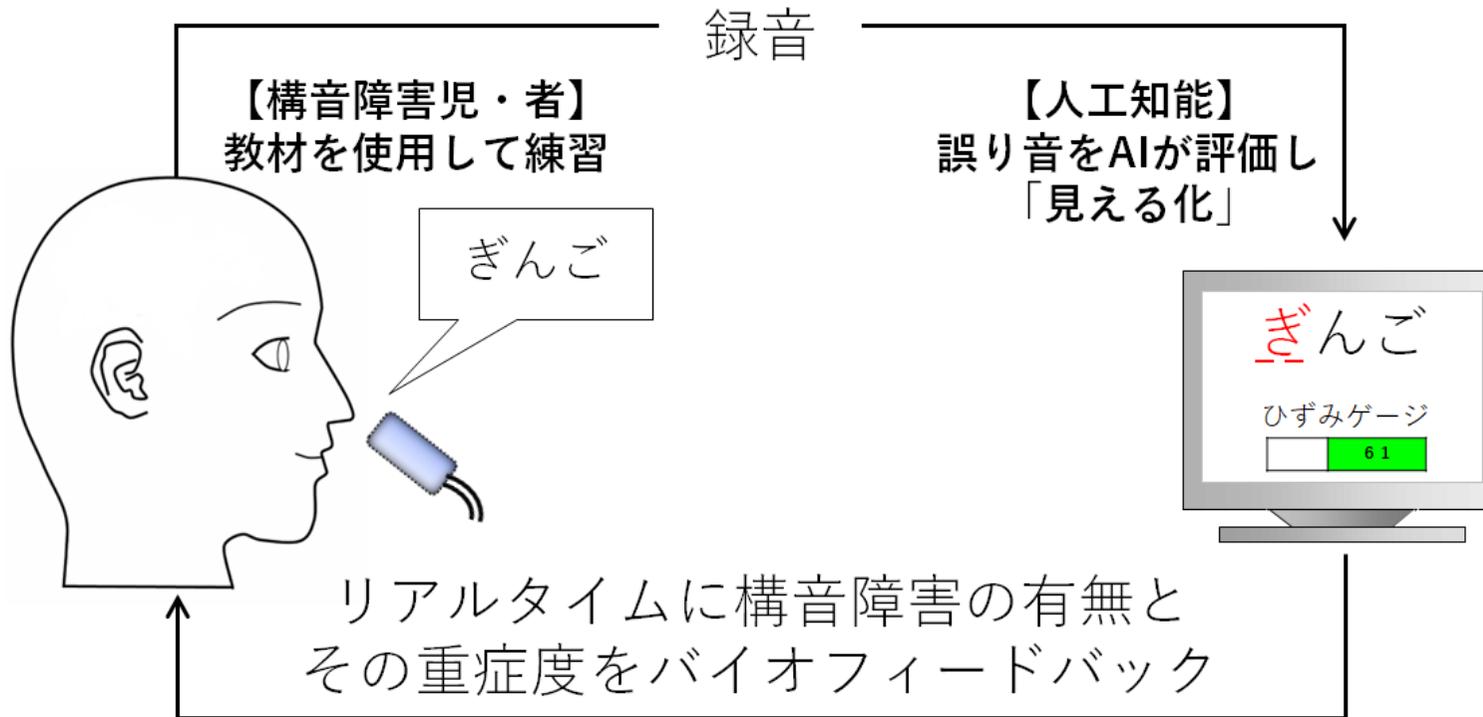
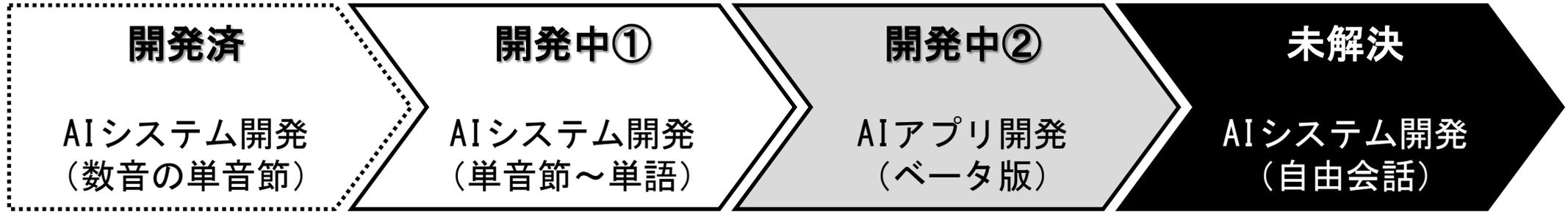
< メリット >

- ・容易にスクリーニング可能で早期発見に寄与
- ・専門人材不足など地域間格差是正

- ・指導者の音の評価の正確性を補助し、教育効果の個人差を減らす
- ・指導前後の変容を定量的に示せる

- ・就学時健診などでの活用で**構音障害の判定精度向上**、**地域間格差是正**、**教員の労働時間短縮と労働負担軽減**などの課題解決が期待
- ・学校・病院や家庭学習での活用で、早期に支援効果を得られやすくなり、**本人の教科学習の機会確保**や**保護者の負担軽減**にも寄与

実用化に向けた展望



本人の気づきを促し学習効果が高まる

実用化に向けた課題

- ・ 現在，AIシステム（単音節・単語）の開発に着手しており，実用化に向けてAI構音支援アプリのベータ版を開発中です。
- ・ 今後，自由会話でリアルタイムに構音障害の有無とその重症度を評価できるように，音声データの収集とシステム開発を進めていく予定です。実用化に向けて，それらの技術を確立することが課題です。

企業への期待

- ・ 自由会話でも構音障害をリアルタイムに評価する音声処理技術やノウハウを有する企業との共同研究を希望します。
- ・ 支援者が使いやすいユーザーインターフェースと本技術を活用したAIアプリの販売代理などを期待しています。

企業への貢献, PRポイント

- ・ 構音障害や吃音などの言語障害を正確に評価できる臨床的技術, 及び声紋分析に関する技術シーズを有しています.
- ・ 歪み音は成人発声発語障害等でも生じるため, 本技術は言語障害の汎用的スクリーニングや定量的評価ツールとして発展していく可能性があると考えています.
- ・ 本技術の導入にあたり, 実践研究を行うことで科学的な裏付けを行うことも可能です.

本技術に関する知的財産権

- **発明の名称** : 構音異常検査装置、構音異常矯正支援システム、構音異常検査方法、及びプログラム
- **出願番号** : 特願2023-185676
- **出願人** : 茨城大学、ビー・アール・システムズ(株)、
合同会社水谷製作所
- **発明者** : 石田 修、 大山哲司、
水谷 勉、 (筑波大学)飯村大智

産学連携の経歴

- 2022年-2023年 JSTプロジェクト推進型SBIR
フェーズ1 支援に採択
- 2024年-2025年 つくば産学連携プロジェクト
に採択
- 2024-2026年 博報堂教育財団 児童教育実践
についての研究助成に採択

お問い合わせ先

茨城大学

研究・産学官連携機構（日立オフィス）

T E L : 0294-38-7281

F A X : 0294-38-5240

e-mail : chizai-cd@ml.ibaraki.ac.jp