

通話時における音声聴取トレーニングアプリの試作 ーゲーミフィケーション導入の検討ー*

☆臼井真子（上智大院・理工），辻慎也，荒井隆行（上智大・理工）

1 はじめに

聴覚情報処理障害（APD; Auditory Processing Disorder）とは、難聴が認められないにも関わらず、聞き取り困難の自覚症状を持つ状態とされる[1]。この障害の有病率は学齢人口で 2-5%、高齢者人口で 2-76%とされている[2]。一方で、診断には至っていないものの聞き取りに困難を抱く人も存在すると考えられる。そのため、聞き取り困難への支援手法の検討は APD 当事者に限らず幅広い人々にとって重要な課題である。

聞き取り困難が生じる状況において、当事者支援の方法には環境調整・聴覚を補う手段の利用・直接的支援・心理的支援の 4 通りが存在する[3]。一般的には、場面に合わせて上記の 4 つから複数を組み合わせて支援が行われるが、なかには聴覚訓練以外の方法による支援が困難な場合があり、固定電話場面はその代表的な例であると考えられる。しかし、日本語で固定電話の状況を再現した音声を用いた聴覚訓練の検討は進んでいない。そこで、本研究では固定電話での通話場面を想定した聴覚トレーニングアプリを作成し、その効果の検証を行っている。

本研究で取り扱う、録音された音声を用いてコンピュータ上で行う訓練は CBAT（Computer-Based Auditory Training）と呼ばれる[4]。CBAT において訓練の継続性を高めるために、ゲーミフィケーション手法を導入することが有効である。実際に、Lelo de Larrea-Mancera らの研究では、参加者の学習意欲や継続性を高めることを目的として CBAT にゲーミフィケーション手法が導入され、その効果が確認されている[5]。これをふまえ、本研究のアプリにもゲーミフィケーション手法を導入することとした。なお、本研究の目的は、スマートフォンで行うことが可能な継続しや

すい聴覚トレーニングアプリを作ること、聴覚情報処理障害の当事者に限らず、固定電話場面における聴取への苦手意識を抱える人の困難を軽減することである。

2 アプリケーションの試作

2.1 アプリの概要

アプリの画面イメージを Fig. 1 に示す。左からホーム画面、回答画面（テキスト入力式）、回答画面（選択肢式）である。このアプリは、ピザ屋のアルバイトとして電話注文を取るという設定で聴覚トレーニングを行うものである。本アプリは Ionic / Angular のフレームワークを用いてハイブリッドアプリとして実装した。使用言語は HTML, TypeScript, SCSS である。

2.2 ゲーミフィケーション手法

ゲーミフィケーションとは、非ゲームの分野にゲームのメカニズムやデザイン要素を応用することによりユーザのモチベーションを高め、その行動に影響を及ぼすことである[6]。ゲーミフィケーションには、ゴール・ミッション・リワード・ビジュアルイズ・コミュニケーションという 5 つの手法があり[6]、本アプリでは主にリワードとビジュアルイズを用いている。この手法の導入にあたり、はじめ



Fig. 1 Screenshots of the app.

* Prototype of a speech listening training application for phone calls: Considering the implementation of gamification, by USUI, Mako, TSUJI, Shinya and ARAI, Takayuki (Sophia University).

Table 1 Words used in the training (kinds, size, number, topping, family name).

	ピザの種類	サイズ	枚数	トッピング	顧客の名字
単語	エビカニ・テリヤキ・イタリ	S・M・L	1 枚・	サラミ・ハ	さいとう・さとう・か
	アン・ベジタリアン・ハワイ		2 枚・	ラミ・バジ	とう・たなか・たか
	アン・ディアボラ・ビアンカ・		3 枚	ル・パイン・	だ・すずき・つづき・
	カルボナーラ・マリナーラ・			コーン・ポ	いしかわ・いちかわ・
	ペパロニ・マカロニ・カニク			ーク・ナス・	いちはら・まつだ・ま
	リーム・ハニーチーズ・マル			無し	すだ・おやま・こや
	ゲリータ・カプリチョーザ				ま・いまい・ひらい

に「ピザ屋で電話注文を取るアルバイト」という設定を導入した。そして、ユーザの正答に対する報酬としてピザの売上金に相当する「コイン」を与え、またユーザの成績を可視化するために獲得コイン数に応じて適切な称号を与えた。ユーザはコインの獲得および最高位の称号を目指してトレーニングを行うこととなる。なお、アルバイトの設定の狙いはコイン導入の布石の役割だけでなく、ユーザにストーリーを提示しその一端を担わせることでモチベーションを向上させることにもある。また、独自の鳥のキャラクタを作成して導入することで、ユーザがアプリに愛着を持てるよう工夫を行った。

2.3 音声刺激

使用する単語の選択にあたり、森田らの研究[4]に倣って同母音もしくは母音の構成が似ている単語の聞き分けができるよう設定した。聞き取る内容の項目は、ピザの種類・サイズ・枚数・トッピング・クーポン番号・顧客の名字・電話番号・受取時間の8種類であり、そのうちピザの種類・サイズ・枚数・トッピング・顧客の名字はTable 1の単語を用いた。また、クーポン番号は、アルファベット2桁と数字4桁をそれぞれランダムに生成し、組み合わせて20個用意した。電話番号は「0450, 0500, 0700, 0800, 0900」のいずれかとランダムに生成した8桁の数字を組み合わせて20個用意した。受取時間は11:00から13:00まで30分刻みで5通り用意し、11:30と12:30における30分の表現は「30分」と「半」の2通り用意した。

上記のように用意した単語を、Google Cloud Text-to-SpeechのChirp 3: HD Voicesというモデル[7]を用いて音声の生成を行った。

使用したボイスはAchird (Male), Enceladus (Male), Laomedeia (Female), Vindemiatrix (Female)の4種類であった。さらにこの音声を固定電話の音声の品質に近づける加工を施した。電話音声のデジタル化方式を定めた国際標準規格であるG.711によると、電話音声は8 kHzでサンプリングされ、 μ -law アルゴリズムもしくはA-law アルゴリズムで符号化・復号化される[8]。日本では μ -law アルゴリズムが用いられている[9]。また、固定電話の通話音声の周波数帯域は0.3–3.4 kHzに制限され、受信側分界点では信号対雑音比で28 dBの白色雑音がみられる[10]。これらの条件に従うよう、音声をリサンプリング・符号化・復号化したのち、帯域制限と白色雑音の付加を行った。

2.4 仕様

アプリは、ホーム画面・チュートリアル・トレーニング・テストで構成された。トレーニング、テストにおける設問数はそれぞれ30問、10問であった。

設問への回答方法にはテキスト入力と選択肢式があった。8項目のうち、名前・クーポン番号・電話番号はテキスト入力、それ以外の5項目は選択肢式により、回答を受け付けることとした。

また、トレーニングでは回答の都度、正誤および正解をフィードバックする一方で、テストでは都度ではなく全ての回答終了後に正答数をフィードバックした。

2.5 アプリケーションの効果の検証

参加者は、上智大学学内の22歳の健聴者3名を機縁法により集めた。実験にあたり、参加者には実験説明を行った後、荒井研究室の

防音室にて聴取実験を行い、アンケートに回答してもらった。音声の提示にはイヤホン等
は用いず、スマートフォン（SHARP, AQUOS
sense lite3）の内蔵スピーカーを用いた。聴取
実験では、はじめにチュートリアルを行った
のち、プレテスト・トレーニング・ポストテ
ストを行った。プレテスト・ポストテストで
は 10 種の音声セットを、トレーニングでは
30 種の音声セットをランダムな順で出題し、
参加者は聴取および回答を行った。なお、聴
取にあたり、参加者にはスマートフォンを耳
元にあてて通話時と同様の体勢で聴取を行
うこと、音声聴取は一度のみ行うことを指
示した。聴取実験において、参加者の回答
と正答数の記録を行った。

聴取実験後のアンケートでは、アプリで
用いたゲーミフィケーション手法への感想・
聞き取り能力・病歴・聴覚障害の有無につ
いて調査を行った。このうち、聞き取り能
力の調査については、Fisher の聴覚情報
処理チェックリスト[11]を用い、聴覚情報
処理障害の疑いがあるかの確認を行った。

2.6 結果と考察

実験の参加者 3 名について、A, B, C とし、
プレテスト・ポストテストの正答数、R
(v.4.3.1)によるロジスティック回帰分析に
より求めた p 値、Fisher の聴覚情報処理
チェックリストの得点を Table 2 に示す。
ただし、テストの総問題数は、8 項目から
なる大問が 10 個あるため、80 問である。
 p 値から確認できる通り、トレーニング
前後の正答数に有意差は見られなかった。
また、Fisher のチェックリストについて、
C の得点は 72%未満であり、聴覚情報
処理機能の検査が推奨される値である[11]。
一方で、C はプレテストの段階で 88.75%
という十分高い正答率を記録している。
これらのことから、本アプリで実装した
聴取課題の難易度設定は不適切であり天井
効果が生じたことが考えられる。さらに、実

Table 2 Test results for the app.

	正答数 (プレ)	正答数 (ポスト)	p 値	得点
A	78 問	76 問	0.414	100%
B	77 問	77 問	1	92%
C	71 問	72 問	0.798	52%

の際に C から「現在の仕様では、次に発せ
られる内容が事前に予測可能な点、項目ご
とに整理され音声分割で提示される点で
実際の聴取状況と異なり、電話における
聴取困難な状況が再現しきれていないの
ではないか」という内観が得られた。また、
ゲーミフィケーションについて、「とても
そう思う」「そう思う」「どちらとも
いえない」「そう思わない」「とても
そう思わない」の 5 段階評価を求める
アンケートを行った。「シンプルな
トレーニングよりもゲーム形式のもの
の方が長く続けられそうだ」という設
問に対し、3 名が「とてもそう思う」と
回答しており、トレーニングにおけ
るゲーミフィケーションの需要を再確
認することができた。一方で、「この
トレーニングは楽しかった」という設
問には「そう思わない」「どちらとも
いえない」「そう思う」に回答が分
かれたことから、今回の導入方法では
効果が不十分であるといえ、導入方法
を再検討する必要がある。また、参
加者から「操作が単調で飽きる」とい
う意見が寄せられたことから、操
作方法についても再検討を行う必要
があることが分かった。

3 新たなアプリケーションの開発

3.1 前アプリからの改善点

試作したアプリでみられた課題を解決
するために、4 点の改善を施したアプリ
を新たに制作中である。1 点目は音声
に付加する雑音の信号対雑音比 (SN 比)
を上げ、音声聴取の難易度を上げるこ
とである。2 点目は項目ごとに音声
を分けず、全項目をランダムな順で
一括提示することである。3 点目は
導入するゲーミフィケーション手法
やその導入方法を変更し、娯楽性を
高めることである。4 点目はアプリ
内の操作に単調な回答入力以外の要
素を導入し、退屈しにくくすること
である。

3.2 概要

新たに製作中のアプリの画面のイメ
ージを Fig. 2 に示す。左からホーム
画面、スキル選択画面、テキスト入
力画面である。

3.3 ゲーミフィケーション手法

新アプリに導入するゲーミフィケー
ション手法は、前アプリで導入した
リワード・ビジ



Fig. 2 Image of the new app.

ュアライズのほかにゴール・ミッションを加えた4つである。これは導入する手法の種類を増やすことで、ゲーミフィケーションの効果を増大させることを図っている。

3.4 音声刺激

聴取項目や使用する単語は未定であるが、前アプリと同様に母音の構成が同じもしくは近しい単語の聞き分けができるよう設定予定である。また、前アプリと同様の手順で固定音声の品質を再現予定であるが、音声に付加する雑音のSN比はユーザの正答状況に応じて適切に変化させられるようにする予定である。

3.5 仕様

本アプリはホーム画面、チュートリアル、テスト、トレーニングの4つのページで構成される。テストとトレーニングの設定数は未定だが、Strophalらによる総説で扱われた研究のトレーニング1セッションの所要時間が15–90分の範囲に収まっていることから[12]、本アプリでもプレテスト・トレーニング・ポストテストを合わせた所要時間が1時間半から2時間程度に収まるよう調整予定である。

4 おわりに

本研究では、固定電話での通話における聴取能力の向上を目的としたトレーニングアプリの試作を行っている。今後の展望としては、まず新アプリを完成させ、参加者を集めて実験を行い、結果や意見を踏まえて改善を図るとともに、APDの当事者も含めてアプリの効果の検証を行う予定である。

謝辞

本研究にご協力いただいた全ての皆様に感謝いたします。また、本研究は「上智大学学術研究特別推進費（重点領域研究）」の助成を受けて実施されています。本研究は上智大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を受けています（承認番号：2026-041）。

参考文献

- [1] 国立研究開発法人日本医療研究開発機構, “LiD/APD 診断と支援の手引,” 2024, <https://apd.amed365.jp/doc/202403-seika.pdf> (参照 2026-07-24).
- [2] T. J. Bellis, *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder Volume 1: Auditory Neuroscience and Diagnosis*, Plural Publishing Inc., 126–127, 2007.
- [3] 小渕, 原島, きこえているのにわからない APD の理解と支援, 学苑社, 110–111, 2016.
- [4] 森田他, VR 医学, 17(1), 23–32, 2020.
- [5] E. S. Lelo de Larrea-Mancera *et al.*, *J. Cogn. Enhanc.*, 6, 47–66, 2022.
- [6] 株式会社セガ エックスディ, “ゲーミフィケーションとは,” <https://segaxd.co.jp/gamification/overview/> (参照 2026-07-27).
- [7] Google, “Chirp 3: HD Voices,” <https://docs.cloud.google.com/text-to-speech/docs/chirp3-hd?hl=ja> (参照 2026-07-31).
- [8] ITU, “G.711: Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies-ITU,” 1988, <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.711-198811-I/en> (参照 2026-07-27).
- [9] 日本カスタム株式会社, “TU-T G.711,” <https://www.kyastem.co.jp/technical/explanation-codec/itu-t-g-711/> (参照 2026-07-27).
- [10] NTT 東日本株式会社, “一般専用サービスの技術参考資料,” <https://business.ntt-east.co.jp/support/analog/download/sd.pdf> (参照 2026-07-27).
- [11] L. Fisher, “Fisher’s auditory problems checklist (FAPC),” in *Life Products*, Bemidji, 1976.
- [12] M. Strophal *et al.*, *Ear Hear.*, 41(4), 697–704, 2020.