総ページ数：24 p

2022 年度

発酵メディア研究ゼミ論文

指導教員：チェン ドミニク

題目

雑音下の「聞き取りづらさ」を解消するビートバリアの提案

早稲田大学文化構想学部
表象・メディア論系
学籍番号：1T180033

安食星那

概要（アブストラクト）

本論文の目的は雑音下での「聞き取りづらさ」を緩和する事である。筆者自身大学の授業やニュースの視聴などにおいて、話し手に向き合っているのに話が聞き取れないという経験がある。それに対し本論文ではイギリスの心理学者エドワード・コリン・チェリーが提唱するカクテルパーティー効果に注目した。人の耳は集中したい音声を聞き、集中しない音は聞こえないという性質がある。この効果から筆者は会話の間に雑音や思考が入る事で、外的要因に集中を持っていかれ聞き逃すと仮説を立て、音声にビート音を足すことで間を埋め、音声の聞き取りを妨げる外的要因をガードする「ビートバリア」を提案した。６人の被験者に対しビートありの音声となしの音声の聞き取りを行い、比較実験を行った。その結果、ビートバリアは「雑音」と「思考」への集中を抑える効果があったものの、個人での聞き取り能力による差を考慮した実験を行う必要性も浮き彫りになった。

目次

1．はじめに……1
1.1.　研究の動機と背景 ……1
1.2.　研究の概要 ……1
1.3.　論文の構成 ……2
2.　関連動向……3
2.1.　聞き取りづらさの一例「APD」……3
2.1.1.　松本希准教授の臨床ノート ……4
2.2.　カクテルパーティ効果……5
2.3.　雑音が作業に与える影響……5
2.4.　パーソナルテンポを用いた会話支援……6
2.5.　評価……7
3.　提案　……10
3.1.　仮説 ……10
3.2.　実験装置とビートバリアの制作 ……12
3.2.1.　集中を向ける音声 ……12
3.2.2.　雑音 ……13
3.2.3.　ビートバリア ……14
4.　評価 ……16
4.1.　実験方法 ……16
4.2.　予備実験 ……17
4.2.1.　ビートバリアの修正 ……18
4.3.　実験　……19
4.4.　実験２ ……20
5.　まとめ ……23
5.1.　展望 ……23
6.　謝辞 ……23
7.　参考文献 ……24

図目次

図１．ビートバリアの概念……2
図２．聞き取りを補助するビート音のバリア　……11
図３．実験の流れ　……16
図４．実験の体制　……17

表目次

表１．騒音種別と正答率の関係……6
表 2. 理解度テストの得点表　……19

1.　はじめに

1.1. 研究の背景と動機

集中力は音声の聞き取りに大きな影響を与える。しかし聞き取りの集中力は雑音や雑念などの外的要因によって削がれる。本論文は、そうした外的要因から音声を守る方法を検討、提案したものである。

筆者は幼い頃から、自分の興味がある話しか聞かないと親に言われてきた。昔から注意散漫であり、理解が難しい話を聞いているときに周りの雑音に注意が向かってしまう。自分の思考の世界に入り込んでしまう。これは大学生になった現在でも続いている。例えば授業のディスカッションで難しい話をしているとき、集中力が低下し周りの班の会話に耳を傾けてしまう。これにより自分の班の会話を聞き逃す。人の発表を聞くときも、理解しようとしすぎて考えている内に自分の思考に集中を持っていかれる。筆者は長きにわたり、外的要因に集中力が削がれ聞き逃すことに苦しめられた。目の前の音声を聞いているはずなのに聞こえづらい感覚は、大学の友達に相談したところほとんどの人から共感が得られた。つまり軽度であれ重度であれ聞こえづらさの感覚は誰でも持っているということだ。

筆者の経験から、雑音や雑念を取り除くことができれば同じように聞き取りづらさに悩む人々の助けになるという考えに至った。したがって本論文では音声の聞こえ方に対する先行研究をあげながら、目の前の音声を聞き逃しにくくする方法を提案する。

1.2. 研究の概要

この研究では筆者が感じている雑音下での聞き取りづらさを軽減させるため、音楽を使用した補助装置「ビートバリア」を提案し、聞き取りの実験を行っていく。ビートバリアは雑音下で聞き取りを行う音声にビートを足すことでひとつの音楽として一体化させ、ビート音が雑音から声を守るバリアの役割を果たすというものだ。聞き取りを阻害する外的要因に対し、ビート音が同音域帯での音の衝突し、間を埋めることにより外的要因を排除するバリアの役割を果たす。

ビートバリアの詳しい内容や設定は 4 章の提案で集めた関連動向を用いながら説明していく。

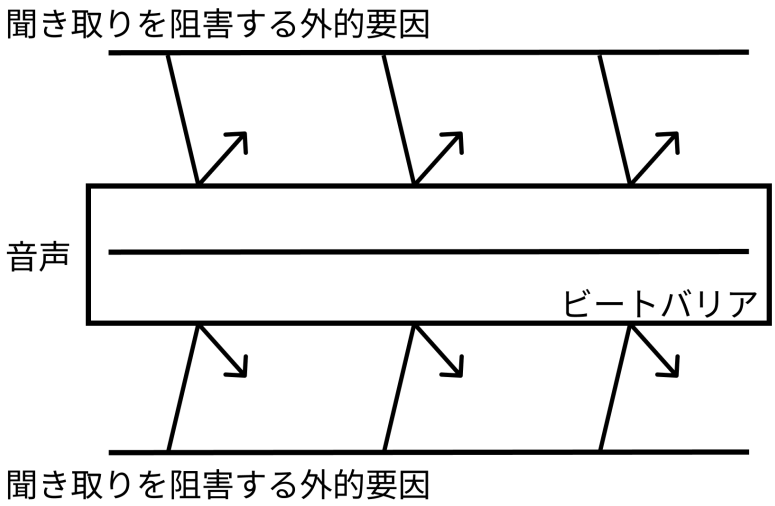


図 1.ビートバリアの概念

1.3. 論文の構成

本論文の構成を以下に示す。

1. はじめに

研究の背景、動機の説明および概要を提示する

2. 関連動向

本研究に関連する音声の聞き取りに対する動向を解説し、本研究の道筋を示す

3. 提案

関連動向から仮説を紐解き、ビートバリアの設計プロセスを詳述する

4. 評価

ビートバリア被験者実験データとインタビューの分析を行う

5. 結論

本研究の成果と課題、および今後の展望を示す

また、本文では紹介しきれなかったデータとして、本研究で行ったインタビューの詳細な内容を、匿名化を施した形で巻末に付録した。

2.　関連動向

この章では音声の聞き取りに対する関連動向を取り上げ、ビートバリアのヒントを探っていく。また関連動向から、本論の仮説とこの研究の有用性を提示していきたい。

2.1 聞き取りづらさの一例「APD」

聞き取りづらさの例として APD (Auditory Processing Disorder)を紹介する。APD とは、難聴に似た症状の一種であり、雑音の多い環境で必要な話を選び取れず、理解が困難になる症状とされている。NHK の調査では APD の聞こえ方の例が述べられている。

> 例えば、「携帯電話はマナーモードにしていただくか電源をお切りください」ということばも、にぎやかな レストランでは人の話し声や食器の音にまぎれてしまい、「携帯電話は・・・にしていただくか・・・切りください」と一部の音しかわからないというのです。[1]

このように APD の症状は会話の一部分が欠損して聞こえるのが特徴だ。筆者も同様大事な会話の内容が欠ける問題に悩まされてきた。授業で語られる重要な内容が聞き取れない。伝達された内容を聞き返す。これらの症状にストレスを感じている。聞き取れなかった部分を友人に聞き返すことが多々あった。APD に対して理解がない人にとって、それは「できない人」「話を聞いていない人」として目に映る。実際筆者は親からも「興味ないことは何も聞いていない」と言及されることがあった。 APD 患者に対し理解がない環境は APD 患者にストレスを与える。NHK の聞き取りでは、実際に職場での理解度の低さにより退職に至ったケースも確認されている。職場でのミスによって症状に気づくケースも多く、重度な場合は鬱傾向になる場合がある。

聞こえるけど、聞き取れない。近年、こうした悩みを訴える人が増えている。認定補聴器専門店である SIGNIA の記事[2]では、APD を持つ患者は推定 240 万人にのぼり、日本人の約 2 %が該当するとされている。つまり日本において、50 人に 1 人の高確率で APD の症状に悩まされる人がいるということだ。また APD は音を取集・感知する機能には異常

---

[1] NHK 未来スイッチ「“聞こえているのに聞こえない”APD 当事者の悩み」
https://www3.nhk.or.jp/news/special/miraiswitch/article/article49/，(最終アクセス 2022/11/26)

[2] SIGNIA「聞こえているけど聞き取れない？聴覚情報処理障害（APD）とは」
https://www.signia.net/ja-jp/blog/global/hearing-health-auditory-processing-hearing-loss/，(最終アクセス 2022/11/26)

が無く、耳に入る情報を処理する「脳」に異常 があるとされている。聞こえているのに聞こえていない状況は、音は聞こえているが言葉を処理できない状態なのだ。つまり会話の一部の音がかけて聞こえる現象は脳の異常であり、耳鼻科では異常なしと診断されるケースが多く存在する。

2.1.1. 聴覚情報処理検査

APD の症例の研究で面白いものを見つけた。聴覚情報処理能力を評価する手段として聴覚情報処理検査というものがある。九州大学の松本希の臨床ノートでは、APD と診断された 2 人の患者を対象に聴覚情報処理検査を行った。聴覚情報処理検査には八田－太田テストと小渕テストの 2 種類の検査キットが存在するが、この検査では 2 種類の検査キットを使って検証された。検査内容としては、以下のように述べられている。

> どちらの検査も時間分解能を見る検査、歪ませたことばを聞き取らせる検査、雑音下の聞き取りの検査、 左右の耳に別の音声を入れて片方または両方の内 容を聞き取らせる検査が含まれている。用いる雑音の種類や時間圧縮音源の圧縮率に差はあるが、どちらの検査もコンセプトは類似している[3]。

この検査を行った結果 APD 患者の持つ雑音下での聞き取り能力の低下は、意味がない雑音よりも意味がある雑音が存在する環境の方が発生しやすいことがわかった。意味のない雑音の中では聴取能力に影響が見られなかったのに対し、左右の耳から別々の意味のある音声を聴かせたところ著しく聴取力が低下した[4]。

また九州大学の福島邦博らの文献[5]では APD に対して取られている 3 つの対策について紹介している。環境調整、聴覚情報処理に対する直接的訓練、代償機能の強化だ。それに対し松本の実験で聴覚情報処理検査を受けた患者は、テキストでコミュニケーションをとる環境調整、聞き返すコミュニケーション能力の訓練、指示をボイスレコーダーで受けるなどの対策をとっている[6]。

---

[3]松本希 (2022),臨床ノート 聴覚情報処理障害(APD)　耳鼻と臨床 66,p190

[4] 同書,p193

[5] 福島邦博 川崎聡大（ 2008） ,聴覚情報処理障害(APD)に ついて　音声言語医学 46,p3

[6] 松本.前掲書,p194

2.2.　カクテルパーティー効果

イギリスの心理学者エドワード・コリン・チェリーが提唱するものにカクテルパーティー効果[7]というものがある。雑音が多いパーティの中でも自分の集中したい音声は聞き取れることからこの名前がついた。チェリーは音声の聞き取りに対して 2 つの実験を行った。1 つ目の実験は被験者の左右のイヤホンから別々の音声を流し、片方の音声へ集中するように指示を出す実験だ。結果は指示された音声は聞き取れるが、指示されなかった音声は聞こえなくなった。2 つ目の実験では被験者にイヤホンから音声を聞いてもらい、隣から被験者の名前を投げかける実験を行った。結果はどのような雑音下でも自分の名前は聞き取ることができた。この実験でわかることは、人の脳は必要と感じた情報は受け入れ、不要と感じた情報は処理しないということだ。自分の欲しい情報に集中力を傾け、興味のない情報は遮断することができる。

2.3.　雑音が作業に与える影響

日本電信電話に勤める澤木美奈子らは騒音が作業に与える影響について実験を行った[8]。この実験では 3 種類の騒音の中で、数列の記憶を行うというものだ。被験者は騒音下でディスプレイに表示された 8 桁の数字を暗記し、回答用紙に記入する。騒音にはキーボード音のような無意騒音、新聞記事の読み上げによる作業内容に無関係な有意騒音、数字の読み上げによる作業内容に関連した有意騒音を使い、実験を行った。またこの実験で扱われる騒音は、騒々しい街頭に相当するレベルである 60 デシベルから無響室の暗騒音である 13 デシベルの間で 5 つの音量に設定されている。

---

[7]E.Colin Cherry(1953),Some Experiments on the Recognition of Speech ,with One and Two Ears, The Journal of the Acoustical Society of America 25, p975-979

[8] 澤木美奈子 山森和彦（1992）,騒音・BGM が知的作業に与える影響　騒音制御 16

表１.騒音種別と正答率の関係

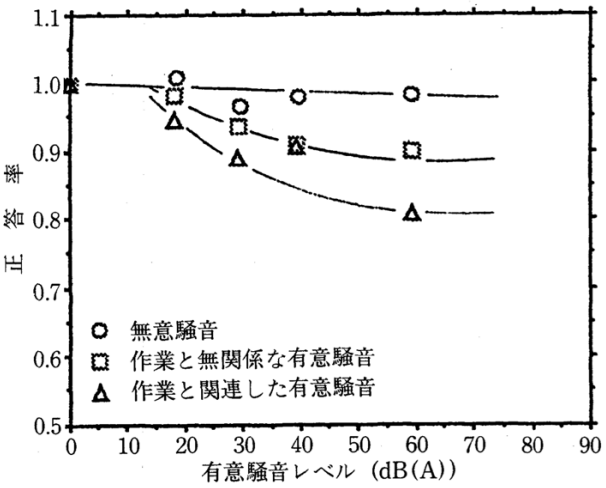


表１は実際に行われた実験の結果[9]である。表では騒音がない状態に比べ、無意騒音は大きな正答率の変化はないことが分かる。それに対し、有意騒音は著しく正答率を下げる。また作業に関連した騒音であるほど正答率が下がっている。また騒音のレベルを見ていくと、デシベル数が大きいほど記憶のしづらさが生じている。

2.4.　パーソナルテンポ を用いた会話支援

人間が日常的に感じているテンポのことをパーソナルテンポ （精神的テンポ）という。会話や歩行など日常的な行動の中にはテンポが存在し、制約がない状態で自然な動きの中で生じるものがパーソナルテンポである。立命館大学の足立幸祐らは日本の人口に対するうつ病患者の高い割合に触れつつ、ストレスの要因のひとつに対人関係があると唱えた。そこで彼らは初対面や複数で会話する際に会話リズムを合わせることの重要性を訴え、会話支援ツールとしてリズムを使用したシステムを提案した[10]。

人に流れるパーソナルテンポは個人による差が存在する。それは会話の中でも存在し、会話の中では話し手と聞き手のパーソナルテンポを譲歩し合いながら会話のリズムを合わせていく。それに対し足立らは先に話し手のパーソナルテンポを提示しておくことで聞き

[9] 澤木ら,前掲書,p240

[10] 足立幸祐 延谷直哉 仲谷善雄(2011),パーソナルテンポを利用した会話円滑化支援の試み　ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集（CD-ROM）

手が提示されたテンポに引き込まれ、会話内での譲歩がスムーズに行われるようになると仮説を立てた。会話支援ツールの実験ではパーソナルテンポの伝達として振動を扱い触覚による外部刺激を使用している。パーソナルテンポの提示には拍の取りやすさから Samba のリズムに生じる振動を扱っている。実験ではあらかじめ話し手のパーソナルテンポを振動で伝えることで話し手のテンポに聞き手のテンポを引き込み、会話のリズムを合わせやすくすることで話しやすさの向上を図った。話し手と聞き手の 12 組のペアに、システムありとシステムなしの 2 パターンで比較実験が行われた。話し手は自己紹介を行い、聞き手はそれを聞く。それに対し、聞き取り時のストレス値や相槌の回数、アンケートを使い評価を行った。その結果うなずく回数の増加やテンポに引き込まれる感覚が生まれたことから、テンポの伝達は聞き手に良い影響をもたらしたと結論付けられている。

2.5. 評価

ここでは関連動向で挙げた文献をそれぞれ評価し、本論との繋がりを提示していく。

○APD

筆者の症状は比較的軽度のもので APD とは診断されない。しかし同じような症状の最たる例として ADP が存在しており、ADP と診断されなくとも症状を持つ人は存在する。実際に前章で述べたように、聞き取りづらさに対する共感は多い。聞き取りづらさは APD 患者以外でも起こる。むしろ筆者の持つ聞き取りづらさを対象にしているため本論の対象者は APD 患者にとどまらないが、本論は APD の研究に対しても意味のある研究になるとも考えている。

また松本の臨床ノートと福島の文献で紹介されるように、現在聞き取りづらさの解消として様々な手法が取られている。しかし雑音に対し音を減らす手法は多く見られたのに対し、音を足すことによる解消の例は見られなかった。本論文が新たな聞き取りづらさ解消の手法として扱われることを期待する。

○カクテルパーティ効果

この効果は筆者の感じている聞き取りづらさに大きく関わるっていると考えられる。筆者は理解が難しい話を聞いているときに周りの音に対し注意を向けてしまう。この聞き逃しは周りから聞こえてくる会話の方が、向き合っている会話よりも興味深いと感じてしまい生じると予測する。理解し難い内容の音声を聞いている時に興味を引く単語が聞こえてしまった時、集中力が分散するということだ。また筆者は雑音が比較的少ない状況でもこの聞き取りづらさを感じる。話を理解するため内容を頭の中で噛み締める時でも、話の一

部分が抜け落ちる。自分の思考の世界に入り込んでしまう事で聞き逃しが生じるのだ。

カクテルパーティ効果の実験では音が対象になっているが、ここで大事なのは集中力だと考えられる。聞き取りづらさが生じる 2 つの状況を比べると、共通して集中が目の前の音声に向いていない事がわかる。本論文では「難しい文章」「周りの雑音」が聞き取りの集中力を妨げると仮定し、音声に向いた集中を保つ手法を検討する。音声へ集中を向けさせる事で、聞き逃しが減り、話の理解がスムーズに行えると考えた。言葉の理解を深める伝え方の方法を提案したい。

〇雑音が作業に与える影響

APD の関連動向では患者の聞き取りの傾向について話したが、澤木の実験では APD 患者でない人でも雑音に影響を受けることがわかる。この実験は聞き取りではなく視覚情報の記憶を対象に行われているが、 APD の記事とカクテルパーティ効果の実験を合わせて考えると、本論で扱っている聞き取りの問題は聴覚の問題ではなく集中が向く方向により生じるということが分かる。この実験における記憶と騒音の関係性は、本論の音声の聞き取りと雑音の関係性と近く、騒音が記憶に対する集中力を削ぐことは聞き取りでも同じことが言えると考えられる。

また雑音の音量はかなり実験の正答率に影響を与えることが分かる。聞き取りづらさが生じやすいような居酒屋などの騒音は約 70 デシベルであり、表に当てはめるとかなり正答率が低い。つまり日常的に騒音による集中の被害はかなりの頻度で起こる可能性があることが分かる。本論の実験では雑音の設定としてこの騒音レベルを再現しながら行っていく。

〇パーソナルテンポ を利用した会話支援

この実験は雑音下の聞き取りという目的とはずれるが、本論の研究と合わせて考えることでより有益な研究になると考える。本論で提案するビートバリアは音声に音楽を足すことで雑音下での聞き取りを補助するものである。パーソナルテンポ の会話支援システムでは音ではなく振動でのテンポにより、話し手と聞き手の会話リズムを補助していた。それに対し本論が扱う音楽にもテンポが存在し、同じような効果が望めると考える。現実での聞き取りづらさの生じる瞬間を考えると、テンポのずれが雑音下での会話などにマイナスな影響を及ぼすことも多い。本論における聞き取りの補助装置に会話のリズムを整える効果が追加されることで、雑音下での会話という点での有用性が高まる。

この実験は本論文で扱う聞き取りを補助する音楽に影響があるだろう。筆者はビートバリアのテンポにより聞き取りが大きく左右されると考えていたが、話し手のパーソナルテ

ンポをあらかじめ提示することで聞き手の持つパーソナルテンポが引き込まれることがわかった。本論文では聞き取りのみを対象にして実験を行うが、ビートによる会話リズムの補助が会話における共通テンポとして扱われることによって、聞き取りのみでなく会話の補助になりえると考える。

3. 提案

2 章では筆者の聞き取りづらさに近い症状に触れつつ、音声の聞き取りに対する実験を分析することで本論の制作と仮説のヒントを得ながら、本論の有用性を提示した。雑音下での聞き取りでは向き合っている音声と雑音として聞こえてくる話し声の区別が難しい。音声の聞き取りが困難な人に対して音を減らす手法は度々見られる。それに対し本論では音声に音楽を足すことでの雑音下の聞き取りを補助する手法を提案したい。では実際に音声に音楽を足すことで聞き取りを補助する手法は、雑音下での聞き取りづらさを解消に役立つのだろうか。音を足すことが聞き取りやすさに影響を及ぼすことを明らかにするため、筆者自身の聞き取りづらさとそれを解消するための手法について仮説を立て、実験、立証するためのツール『ビートバリア』を提案する。この章では仮説を提示し、実験で扱うビートバリアの制作までを語っていく。

3.1. 仮説

本節では筆者の持つ聞き取り問題に対する仮説を立てたのち、どのような音を音声に足すことで聞き取りを強化できるかを考える。この章で提案するツール『ビートバリア』の発想や、そこに至るまでの道筋を立てていきたい。

APD の文献にあったように、雑音は聞き取りを妨げる。そこで聞き取りの集中力を妨げるのは外的要因だと考えた。カクテルパーティ効果の実験では集中が聞き取りに及ぼす影響が語られているが、雑音下での聞き取りの難しさはその点に付随する問題だと感じる。筆者が聞き取りづらさを感じる瞬間は、サークルでの飲み会やゼミでの雑談の会議時間だ。向かい合っている人の話が難しい時、周りから聞こえるキャッチーな単語に対して耳が傾く感覚がある。周りの話に耳を取られた瞬間、向かい合っている人の会話を聞き逃す。ここでの問題をカクテルパーティー効果による集中力の観点で分析すると、集中力の分散が聞き取りに大きな影響を与えていることが分かる。カクテルパーティー効果は集中したい音声を聞き取り、集中が向かわない音声は聞こえなくなる性質を持つ。つまり向き合っている会話より周りから聞こえてくる会話が魅力的に感じた時、集中を周りの会話に持っていかれてしまうという事だ。向き合うべき会話に集中がいかなくなった時点で、カクテルパーティー効果により聞こえづらさの問題が生じる。

また筆者は雑音による聴き取りづらさの他に、思考による聞き取りづらさも感じている。難しい会話を目の前にした時、理解しようという思考に集中がいき、音声への集中が妨げられる。聞き逃しの問題は APD を参考にすると聴覚だけの問題ではないと分かる。情報処理が聞き逃しの問題に関わるのであれば、音声だけでなく思考も考えるべき要素の 1 つ

と言えるだろう。以上の点から音声を聞く時、周りの音声や考え事による集中の妨げが聞き取りづらさを発生させると考えられる。

筆者は外的要因を減らす際、重要なポイントは「間」であると考えた。音声を伝える際に間を取ることは重要なことだとされるが、内容が難解になればなるほど過度な思考や周りの音声が間に入り込み聞き逃しを助長する感覚を筆者自身持ち続けている。

そこで聞かせたい音声にビートを足すことで、聞き取りを阻害する外的要因から音声をガードすることができると仮説を立てた。ビート音によって間を埋めることにより、雑音や思考から音声を守る。またビート音自体が外的要因になる可能性は、音声とビートをひとつの作品として完成させることで音声とビートを塊にし、解消していく。音声の間に入りこむ外的要因に対し、ビート音のバリアが働くだろう。また音声をビートに乗せることにより、雑音下での聞き逃しを減らし理解度を高めると仮説を立て、進めていく。

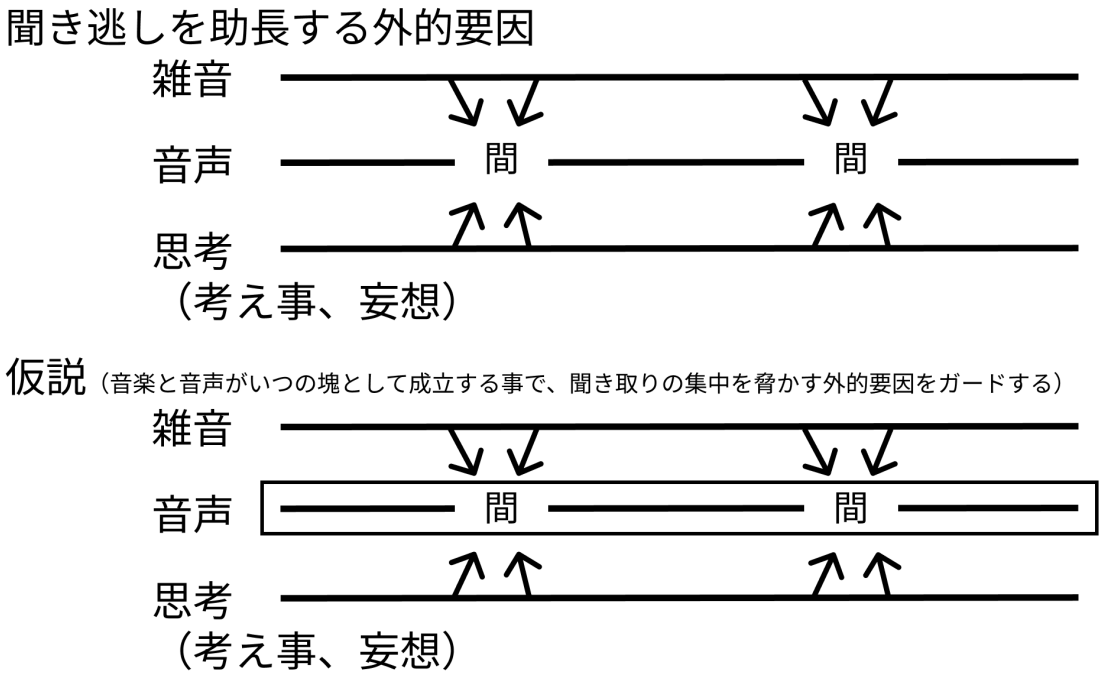


図２.聞き取りを補助するビート音のバリア

3.2.　実験装置とビートバリアの制作

筆者は実験に必要な音声の制作に取り掛かった。実験に必要なものは大まかに 3 つ挙げられる。ビートバリアの他に、集中を向けてもらう音声と集中を阻害する雑音だ。またビートバリアの制作で筆者が注目した点が 3 つある。「テンポ」「音量バランス」「音域」だ。ここではそれぞれのポイントを分け、実験に使う音声の制作工程をひとつずつ説明していく。

3.2.1.　集中を向ける音声

この音声はビートバリアが足される音声である。被験者が実験で集中を向けてもらう音声になる。そこで重要なのは文章の内容だ。本論文では雑音下の聞き取りに対し、理解度を測る。よって理解度テストとして選択穴埋め問題を行う。そこで好ましいのはある程度の複雑さがあり、理解が難しい内容だ。筆者が聞き取りにくさを感じる瞬間は、目の前の会話が難しく音声に集中できない時に起こりやすいことが分かる。難しい内容を選定することで、集中と思考の面で聞き取りづらさを再現していく。

音声を読み上げるための原稿を制作する。この原稿は選択穴埋め問題で扱う文章になる。原稿の内容で重要になった要素は 2 点だ。なるべく多くの人が予備知識を持たない内容であること。そして固有名詞を入れるが字面で理解できる単語を取り入れることである。聞き取り実験で被験者が予備知識を持っていた場合、その場で聞いた音声の理解度テストとして成立しない。よって内容はある程度の専門性を求められる。また固有名詞は理解度テストを行う際の選択肢として盛り込む。しかし専門性が高すぎて分かりづらい固有名詞が多すぎると聞き取り実験として難易度の問題で成立不能となる。よって内容を理解すれば答えられる固有名詞を取り入れることにした。この要素を考慮し、聞き取りを行う文章は本論の関連動向から APD の内容を選定した。また聞き取りが行いやすいように APD に対する複数の文献を組み合わせ要約した。要約した文章の構造はまず APD の概要[11]を説明し、APD を診断することの難しさ[12]に触れつつ、現在取られている対策[13]を挙げることで文章を段階的に理解できるように組み立てた。

---

[11] SIGNIA「聞こえているけど聞き取れない？聴覚情報処理障害（APD）とは」

https://www.signia.net/ja-jp/blog/global/hearing-health-auditory-processing-hearing-loss/ ，（最終アクセス 2022/11/26）

[12] 福島ら,前掲書,p2

[13] 福島ら,前掲書,p3

実際に原稿を読み、音声を作っていく。ここで大事なことは、間をとって読むということだ。原稿の内容はかなり難しく設定した。被験者からすると、初見の内容かつ固有名詞も多い。そこで選択穴埋め問題で切り取られる部分の単語を丁寧に読むということをした。具体的には単語の前後で間を取り、単語をゆっくり読むようにした。これは間をとることで理解を高める効果を狙っているが、この実験では聞き逃しに対しても大きな影響を及ぼす。本論の仮説では会話の中で間が開くことにより、雑音や思考が入り込み聞き逃しが発生すると述べた。つまり間をとることによって、雑音の効果が高まるということだ。雑音に集中を持っていかれた直後の単語を答えられるかで、ビートバリアの効力もより分かりやすくなるだろう。

3.2.2. 雑音

この論文は雑音下での聞き取りに対するものだ。よって音声の聞き取り実験では APD の音声の他に雑音を流すことで、聞き逃しを狙う。聞き逃しを狙う雑音では、2 つの音声を混ぜることをした。居酒屋の音声と人の話し声だ。筆者が感じる聞き逃しの多い状況を考えた時、居酒屋の騒音が聞き逃しを助長していると考えた。しかし居酒屋の雑音だけでは聞き逃しを発生させるには不十分である。松本の APD についての臨床ノートと澤木らの騒音実験では、意味のない音声に比べ意味のある音声が聞き逃しを発生させやすいと語られている。そこで被験者のコミュニティーを統一し、共通の話題を雑音として扱うことより、聞き逃しが発生しやすい環境を再現することにした。実際筆者が聞き逃しを感じる瞬間は同じコミュニティーの中で起こりやすい。同じ空間で共通した話題が 2 つ以上話されている時に発生する。そこで被験者は筆者と同じゼミに所属しているメンバーに絞り、ゼミに関係する会話を選定することにした。話し方は現実での雑音に近づけるため、集中を向ける音声に比べ砕けた喋り方を意識した。難しい内容を丁寧に読む音声に対し、抑揚のある音声で集中を乱しやすくする。

居酒屋の雑音と会話のバランスを考える。居酒屋の雑音はあくまで現実の雰囲気の再現として存在し、意味のある雑音の方が聞き逃しの面で有効ということがわかっているので、会話の音量を大きく混ぜることにした。居酒屋の音声と会話を 3：4 の割合で混ぜたところ、会話が雑音でかき消されることなくはっきり聞こえた。この音声を被験者の意識外から流すことになる。

3.2.3. ビートバリア

ビートバリアの制作について説明する。「音域」「テンポ」「音量バランス」3 つのポイントを分けて考えた。またビートの制作には音楽制作ソフトである Logic Pro を使用した。

○音域

筆者はビートが雑音を防ぐ要素として、音域が関係あると考える。筆者は 16 年間打楽器奏者として活動している。活動の中で音域が被る音は混ざり合い存在感を消すのに対し、音域が被らない音は突き抜ける性質を持つと学んだ。筆者の活動する団体では打楽器奏者は楽曲の中で音と音の間を埋める役割をしていた。その中で音域をずらすという手法を使い、音域の種類を増やすことをしていた。またこの感覚は打楽器だけが持つものではない。全体の練習でもひとつひとつの楽器の役割を考え、音域をずらすことによって音が混ざることによる聞き取りづらさを回避していた。本論ではこの音域の知識を使い、ビートの音域を幅広くする事で、様々な音域の雑音に対応するビートを作っていく。

音域幅を広げるためビートバリアに使うビートは色々な音が継続して鳴っている必要がある。バスドラムの音は低音域、スネアドラムは中音域、シンバルは高音域。ドラムの基本とされるシンプルなエイトビートでは 1 小節の中で 1 拍目にバスドラムが鳴り、スネアドラムは 3 拍目にのみいれる。しかしこれだけでは 1 小節の中にバリアの偏りが生まれてしまう。そこで 3 つの音が複雑に絡み合うビートを選定することで、ビートの拍によっての偏りを排除した。またシンバルだけでは高音域の幅が足りないと感じたので、タンバリンの音を取り入れることで解決した。タンバリンの奏法は叩くや振るなど様々な奏法が存在するが、その中でも振る音を合わせることで、常にタンバリンが鳴り高音を防ぐ形にした。

○テンポ

音域の問題によりビートの形が決まったが、次に重要になってくるのはテンポだと考える。 APD の音声に対しテンポの違うビートを合わせたところ、音声の速度は変わっていないにもかかわらず、ビートの速度によって音声の速度が変わって聞こえた。そこで音声に対し適切なビートテンポを選択するために音声のテンポを計測ことにした。パーソナルテンポの考えでは人によってちょうど良いと感じるテンポの差はあるが、足立らの実験から自身の声にビートを合わせた場合の相手はビートのテンポに引き込まれる傾向がわかっている。この点から相手がちょうどいいと感じるパーソナルテンポに合わせるよりも、自分が感じているテンポに合わせることを優先した。そこで APD の音声に対しスマートフォンのメトロノームアプリを使って計測していく。メトロノームアプリのほとんどには、

音声に合わせて画面をタップすることでテンポを計測する機能を持っている。この機能を使って APD の音声のテンポを測ったところ、BPM97～BPM101 の間でテンポを感じていることが分かった、そこで BPM を 100 と設定しビートを合わせていく。

〇音量バランス

次に考えるのは APD の音声とこのビートの音量バランスだ。ここではビートがあくまで聞き取りの補助装置として成立させる必要がある。つまりビートの音量が大きすぎることで聞き取りの邪魔になる可能性を排除する。またビート音が小さすぎるとビートバリアとして成立しない事態を防ぐ。APD の音声とビートを自然なバランスに調整することで、音声とビートをひとつの塊とする必要がある。

APD の音声とビートの比率を考えていく。音声に対しビートを 70%以上で流した場合、ビートが音声より大きく聞こえることでビートが耳障りに感じた。音声 40%、ビート 60%で流した場合、ビートの音量に対して違和感は減ったものの音声の抑揚が少ない場面で聞きづらさが残った。音声 50%、ビート 50%の場合、音声の明了度は高いが、ビート音との一体感が著しく下がって聞こえた。そこで音声 45%ビート 55%の割合にすると、ビートへの違和感はなく音声は比較的明了に聞こえた。

聞き取りでの音声の明了度は大事な要因のひとつだが、この実験では音声とビートの一体感が最も重要な要素となる。雑音下の聞き取りという状況を想定したこの実験では、音声が明了であること以上にビートバリアの効果を高めることを優先させるべきだと考えた。よって音声 45%ビート 55%のバランスで進めることにした。

4 章では仮説を元に実験を行い、結果を元にビートバリアの評価をしていくことで、ビートバリアの有用性を証明していきたい。

4.　評価

本論文の実験ではビートバリアによる雑音下での聞き取りの変化について実験をする。この実験で知りたいことは、雑音下での音声をビートあり、ビートなしで聞いた時の変化だ。ビートバリアありの音声となし音声を 2 種類用意し、比較実験を行う。

4.1.　実験方法

2 つの音声を聞き比べるために 2 種類の実験を行うことにした。この実験は被験者を 2 グループに分けて行う。A~ F の被験者を 1 と 2 のグループに分け行っていく。A、B、C をグループ 1、D、E、F をグループ 2 に振り分け、実験を行う。

実験 1 では片方にビートバリアありの音声、もう片方にビートバリアなしの音声を聞いてもらい、理解度テストを行う。ここでは選択穴埋め問題を採用し、合わせて聞き取りに対しての感度アンケートを取る。グループを比較しデータから聞き取りを分析する。実験 2 では実験 1 で聞かなかったパターンの音声を聞いてもらい、比較のインタビューをする。ここで使う音声自体は実験 1 と変わらないので、理解度よりも聴き比べたときの感覚に対してインタビューを行う。音声を聞く時、1 回目と 2 回目で聞き取りの集中が変わる可能性があるが、そこは 2 グループに分けたことで公平性が保てると考える。この実験はビートバリアなしからあり、ありからなしの 2 パターンでインタビューをすることで成立する。

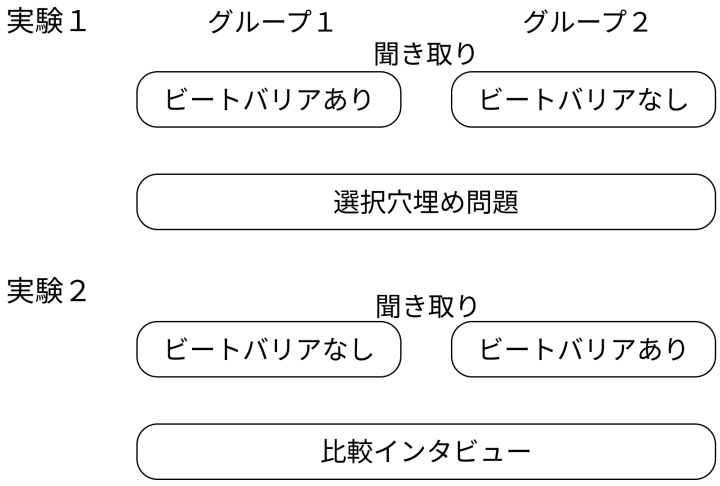


図 3 .実験の流れ

ここまでは実験の手法について説明した。ここからは実験の体制を見ていく。聞き取る音声は PC から流す。被験者は PC と対面する形で座り、PC から流れる音声に集中してもらう。この時 PC からの音声に意識を持ってもらうために、人の画像を用意し PC に写す。これは PC が音声を発していることの違和感を少なくするためである。また視線を人に向けさせることにより、現実の聞き取りに近い状態を作り出す。しかしこの実験はあくまで音声実験である。ボディランゲージによる理解度を発生させないために画像を写すのみとした。また画像がリアルであると、人の顔の特徴に対し思考が及んでしまう可能性がある。そこで人のイラストを画面に写すことにした。これらの工夫により PC からの音声を実際の人の話し声だと認識してもらう。それに対し被験者の後ろから雑音を流し、聞き取りの集中を妨げる。この体制で実験を進めていく。

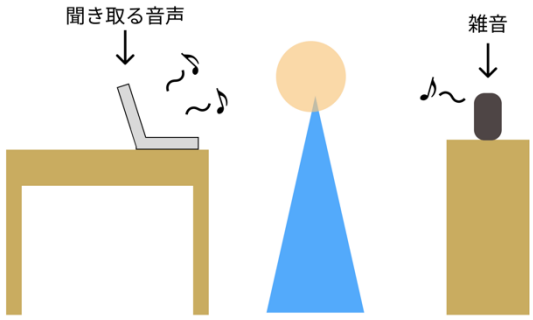


図 4 .実験の体制

4.2. 予備実験

制作したツールを使用し実験を始めるが、本実験を始める前にツールに不備がないか確認する予備実験を行った。筆者の所属するゼミ生 3 人に依頼し、雑音の中でビートありとビートなしの音声を聞いてもらい音声の聞こえ方について聞き取りを行った。結果 3 人中 2 人がビートありの音声の方が聞き取りづらいと証言した。

聞こえづらさが発生したうちの 1 人は「音声の始まりはビートと音声の一体感があった為、聞こえやすかった。しかし雑音に集中を持っていかれた後に戻ることができなかった」と答えた。もう 1 人は「聞き取らなければという思考が邪魔をして聞き取りに集中できなかった」と答えている。なぜこの結果になったのかの考察をしながら、制作物の修正点について説明していく。

4.2.1. ビートバリアの修正

まず雑音に集中を持っていかれた後、集中すべき音声に戻れない問題について考える。聞き取りやすいと答えた１人は「ビートに乗ることで、聞き取りやすさに繋がる感覚があった」と答えた。そして聞き取りづらさを訴えたゼミ生も音声の始まりには聞き取りやすさを感じていたと語っている。つまりビートバリアの存在はありつつ、１度集中が乱れると音声に集中を戻せないビートに問題がある。ここではビートの複雑さが問題になったと考えられる。音域を考えるために音を複雑にしたが、それが問題でビートの分かりにくさが生じてしまった。実勢にビートを途中から聞くと、音の雑多感により拍の始まりが分かりづらい。そこで音の形はシンプルにしつつ音色を改善することにした。スネアドラムとハイハットを同時に叩き、次にバスドラムを踏む。ビートのリズムは、このパターンが連続するものにした。表拍にスネアドラムとハイハットが鳴り、裏拍にバスドラムが鳴るように設定した。また元のビートの分かりづらさの要因として、フィルインを一切使わなかったことが挙げられる。フィルインとはドラムのビートパターンの最後や展開の繋ぎ目に、ビートとは別の即興的な音を入れ変化をつけることである。多くの場合小節の最後から次の小節に向けてフィルインを行い、次の小節の頭でクラッシュシンバルを叩く。この実験ではなるべくビートに意味を持たせないためにフィルインを抜いていたが、目立ちすぎないフィルインを取り入れることで小節の頭を分かりやすくし、ビートと APD の音声への集中を戻しやすくした。また楽器が鳴った後の余韻をサステインというが、ドラムの音色を変えることでサステインを長くした。つまり音の響きが長くなったことで、音の音域を増やした。そしてハイハットシンバルの音を少し開いた音に変更した。ハイハットシンバルは、２枚重ねのシンバルになっており、シンバル同士の接着度により音が変わる。今までのビートでは閉じた音を採用していたため「チッ」という歯切れの良い音だった、それに対し修正版ではシンバルを少し開くことで「ズィー」といった濁音があり伸びる音を採用した。これらの変更によりビートの分かりやすさを高めつつ、ビートの変更による音域の穴を塞いだ。

次に聞き取らなければという緊張が聞き取りに影響を及ぼしたことについてだ。予備実験では雑談をせず実験概要だけ説明し実験を始めた。しかし急に実験を始めることによる緊張を考慮していなかった。そこで実験を始める前に約５分間の雑談を挟み緊張をほぐすことにする。

これらの注意を考慮し、ツールを使用しながら本実験に入っていく。

4.3.　実験１の結果と考察

予備実験により修正した部分を踏まえ、実験を行った。実験１では雑音化で聞き取った内容について選択穴埋め問題を行い、ビートありとビートなしの音声をデータで比較する。

表２.理解度テストの得点表

理解度テスト（８点満点）

グループ１	
A	6
B	5
C	6
平均	5.7

グループ２	
D	2
E	4
F	5
平均	3.7

グループ１とグループ２で聞き取った音声に対する理解度テストを行ったところ、このような結果になった。グループ１では平均が８点満点中 5.7 点になった。これは満点の71.3%になる。それに対しグループ２では 3.7 点になり、これは 46.3%の結果になった。実験結果を比較するとグループ１はグループ２に対し、25%正答率が上回っている。このデータからビートバリアありで聞き取りを行ったグループ１の方が、聞き逃しが少なかったことが分かる。

また理解度テストと合わせ、感覚的な事柄についてのアンケートを行った。具体的には単語の聞き逃しと雑音の気になり具合の２項目を５スケールの尺度で調査した。単語の聞き逃しに対してはほとんどの被験者が気になると答えたが、個人差がありグループ間での比較はできなかった。また被験者 B は「あまり気にならなかった」と回答している。それに対し雑音の気になり具合についてはグループ間の差が生まれた。雑音が気になったという点では２グループとも共通しているが、尺度の点で違いがあった。ビートバリアを使わないグループ２では全員「雑音がとても気になった」という最大値をつけているが、ビートバリアありのグループ１では全員「やや気になった」と答えた。グループ２に対し、グループ１では雑音に対する意識が少し薄くなっているのが分かる。実験２では実験１で聞かなかったパターンで音声を聞いてもらい比較のインタビューを行う。インタビューでは理解度テストとアンケートの内容も踏まえつつ、ビートバリアの有用性について評価していく。

4.4.　実験２

実験２ではビートありとなしの２パターンで音声を聞いてもらい、音声の聞き取りに対して比較のインタビューを行う。

〇聞き取りの感覚に対する比較

被験者に対し、ビートありとなしでどちらが音声の聞き取りがしやすかったか聞いた。その結果 A、B、D、E の４人が、ビートバリアがある方が明確に聞き取りやすかったと答えた。それに対し C、F は、２パターンとも音声の文章と雑音の内容が同じだったため、比較が難しいと答えた。しかしこの２人は、聞き取りを行う時にビートを邪魔に感じていたと答えている。

〇ビートにより聞き取りが向上した４人のインタビューと考察

A、B、D、E の４人に聞き取り時の感覚について質問したところ。雑音に対する意識で共通点が見られた。ビートなしの聞き取りでは雑音に対して引っ張られる感覚があると答えていたが、ビートありでは雑音に対する引力が明確に弱まると答えている。またビートありの聞き取りでも雑音に集中を持っていかれる瞬間はあるが、ビートによって音声の聞き取りに集中が戻せる感覚があったと答えた。特に A は「普段から聞き取り能力が低く周りの雑音に集中を持っていかれるが、ビートありでは音声にすぐ戻る感覚がある」と述べている。

またビートと音声への集中の向け方に個人差があった。 A と E はビートと音声の一体感を感じ、ビートと音声に対し１：１で集中を向けていた。A は「ビートと音声がひとつのボックスに入っている」と表現し。ビート音が入ることで「雑音の雰囲気とは別の世界が作られた」と述べている。E は「ビートと音声でひとつの空間を作り、雑音との区別がしやすく、聞き取りやすい環境作りに成功している」と述べている。A と E は音声とビートをひとつの塊と認識することで、雑音と音声を切り離すことに成功している。対して D はビート音に集中していた。「音声がビートに載っている感覚があり、リズムに乗ること雑音が消せた」と述べている。B は音声に集中を向けていた。「雑音に集中を取られたが、ビートの打撃音で雑音への集中が乱れ、音声に集中を戻せた」と言う。比較では「ビートなしの音声では雑音のオチまでしっかり話を聞いてしまったが、ビートありでは雑音への集中がとぎれる」と答えている。A、 D、E と比べると B はビートと音声を切り離していることが分かる。

○ Cのインタビューと考察

Cは「2パターンの音声の文章と雑音の内容が同じだったことによる聞き取りやすさの変化が大きかったため比較が難しいが、ビートありの方が聞き取りづらかった」と答えている。Cは1回目にビートあり、2回目にビートなしで音声の聞き取りを行った。2回目の聞き取りでは内容が頭に入っていたため、音声が頭に入りやすく雑音は聞き流せている。それを踏まえた上でも「ビートありの音声ではビートの音量が大きく感じたため聞き取りづらさがある」と答えた。しかしインタビューを進めるとCの普段の聞き取りから、雑音ではなく思考によって集中を乱される性質があると分かった。

Cは「難しい話やまとまっていない話を聞く時、聞き返すことが多い」と述べている。Cの聞き取りでは雑音は聞こえているものの音声への集中は2パターンとも成功しており、雑音による聞き逃しは少ないことが分かった。その視点から音声に対する理解度を見ていく。「ビートなしでは音声がクリアになることで、細かく文章が頭に入ってくる。しかしそれによって全体の内容が何の話だか分からなくなる。」と答えている。つまり気になる単語で止まってしまうと言うことだ。それに対し「ビートありでは話全体が頭に入りやすかった。」と言う。つまりビートバリアは過度な思考による聞き逃し防止としては機能していたことがわかる。

この感覚はEにも見られた。Eは音声に対しシャドーイングを行なっていたが、音声の途切れかたに違いがあったと言う。ビートなしでは単語ごとで途切れ反芻しなければ理解できないのに対し、ビートありでは文節のまとまりごとで切れる感覚があり文章の全体を理解できたと言う。

Cは音声の聞き取りとしてはビートがノイズになったが、理解度の面ではビートがあることが良い方向で作用したことが分かった。

○Fのインタビューと考察

FもC同様2回聞き取りを行ったことによる、感覚の変化を大きく感じていた。Fは1回目ビートなし、2回目ビートありで聞き取りを行った。1回目の理解度テストを終えたことで、2回目では音声に集中しようと言う意識が薄れ音声とビートと雑音を全て聞こうとしてしまったと言う。その関係で2回目では音数が多いことで聞き取りづらさを感じていた。またFはA、B、D、E同様ビートによる雑音への引力の減少を感じていたため、「もし2回目で別の文章を扱っていたら、音声への集中が続き雑音の引力の関係でビートありのほうが理解できた可能性がある」と語った。

その可能性がある上でFは「ビートありではビートと音声に対する集中は上がったものの、音声内での聞き取りが難しくなった」と答えた。FもC同様にビートが聞き取りの邪魔をしたと語っている。音声の理解度について聞くとFは「ビートも音声もリズムとして

聞いてしまい、音楽を聴くような受動的な体制で音声を聞いていたため、ほとんど理解できなかった」と語っている。それに対しFは音楽的パフーマンス経験による、ビートに対する聞き取りの差がある可能性を示した。

実際にインタビューを進める中で筆者は、音楽的パフォーマンス経験によるビートに対する聞き取りの差は存在すると感じている。インタビュー後の雑談でAとBが音楽経験者だと言うことが分かった。Aはバレエ経験者だが「ビートは聞くものではなくあるものだったため、ビートへ過度な集中を向ける事がなかった」と答えている。Bはオーケストラで弦楽器を弾いている。そのため音の聞き分け能力が高く、ビート音と音声を分けて聞いている。このように音楽的パフォーマンス経験者は、自身の音楽ジャンルや役割からビートに対しての感覚が変わる。

Fは高校時代、軽音サークルでベースを弾いていたと答えている。ベースは特にドラムとの関わりが深い楽器である。バンド内ではどちらも土台のような役割を持ち、お互いを聞き合う事が重要なため、ベースとドラムで「ベードラ」とまとめられる事が多い。そのためFはドラムの音と音楽を結びつけてしまう傾向があった可能性がある。

5. まとめ

ビートありが聞き取りやすいと答えた４人の集中の向かう先を調べると「音声とビート」「ビート」「音声」の３パターンの聞き取りの特徴が見られた。だがどのパターンでも、ビートがあることで雑音の「引力」の減少を唱えていおり、雑音への集中は減っていた。またその感覚はＦも同様に持っていた。そしてＣとＥは過度な「思考」への集中が減少した。実験１の結果と合わせて、外的要因から音声を守るビートバリアは効果があり、聞き取りづらさは減少したと考えられる。雑音下の聞き取りの補助装置として機能したと言う事ができるだろう。しかしビートバリアの存在は感じられたものの、インタビューを進める中で「個人差」と言う問題点が見つかった。今後の課題としては「集中の向きやすい方向の差」「パフォーマンス経験による差」などを踏まえた上での実験が必要だ。またビートバリアの実装について、ビートと音声のバランスを調節するシステムを構築する必要性も感じた。

5.1. 今後の展望

個人差や音量バランスの問題を解決しビートバリアの精度を上げる事で、このツールは様々な場面で応用可能だと考える。例えば演説や叩き打ちなど、雑音の中でメッセージを伝達する時、ビート音を足す事で音声への集中度合いが増すだろう。会話の補助面での実装も効果があるだろう。本論で筆者が問題に感じていた、同コミュニティーでの雑談空間での使用の可能性が見えた。また今回は触れなかったが、ビートバリアによる外的音声の遮断を利用しする事でビート音による空間分けを行い、ビートでのプライベート空間のデザインまで考えていた。しかし技術がない点とビートバリアの立証が必要だったため断念した。しかし今回の研究により、アイデア実現の可能性に大きく近づいたと考えられる。

6. 謝辞

卒論の執筆にあたり、終始細かくアドバイス頂いたドミニク・チェン先生に厚く御礼申し上げます。また予備実験及び本実験に参加してくださった方々、アイデアの壁打ちに付き合ってくれた発酵メディア研究ゼミのメンバーにも感謝の意を表します。

7.　参考文献

-足立幸祐 延谷直哉 仲谷善雄(2011),パーソナルテンポを利用した会話円滑化支援の試み ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集（CD-ROM）,p377-380

-澤木美奈子 山森和彦（1992）,騒音・BGM が知的作業に与える影響　騒音制御 16,p239-242

-福島邦博 川崎聡大（ 2008） ,聴覚情報処理障害(APD)に ついて　音声言語医学 46,p1-6

-松本希 (2022),臨床ノート 聴覚情報処理障害(APD)　耳鼻と臨床 66,p190-195

-E.Colin Cherry(1953),Some Experiments on the Recognition of Speech ,with One and Two Ears, The Journal of the Acoustical Society of America 25, p975-979

-NHK 未来スイッチ「“聞こえているのに聞こえない”APD 当事者の悩み」

https://www3.nhk.or.jp/news/special/miraiswitch/article/article49/ ,（最終アクセス 2022/11/26）

-SIGNIA「聞こえているけど聞き取れない？聴覚情報処理障害（APD）とは」 https://www.signia.net/ja-jp/blog/global/hearing-health-auditory-processing-hearing-loss/ ,（最終アクセス 2022/11/26）