慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	Prosody Master Club : 身体性認知を用いた英語のプロソディ学習環境のデザイン
Sub Title	Prosody Master Club : design of a learning environment for English prosody through embodied cognition
Author	後藤, 佑太(Gotō, Yūta) 大川, 恵子(Ōkawa, Keiko)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2018
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2018年度メディアデザイン学 第627号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002018-0627

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2018年度（平成30年度）

Prosody Master Club：身体性認知を用いた英語のプロソディ学習環境のデザイン

慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科

後藤　佑太

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に
修士 (メディアデザイン学) 授与の要件として提出した修士論文である。

後藤　佑太

審査委員：

大川　恵子 教授　（主査）
チャリス　フェルナンド 特任講師　（副査）
奥出 直人 教授　（副査）

修士論文 2018年度（平成30年度）

Prosody Master Club：身体性認知を用いた英語のプロソディ学習環境のデザイン

カテゴリー：デザイン

論文要旨

本論文では、英語の発音が苦手な日本人英語学習者に対し英語のプロソディと調音音声学の発音の習得を支援する学習環境「Prosody Master Club」について論じる。「Prosody Master Club」は身体性認知の概念を用いた学習環境で、学習者は「Prosody Master Club」の全八回のレッスンに参加することで、英語のプロソディの習得に必要な子音や母音を段階的に学んでいき、音楽を通して楽しく学べる。「Prosody Master Club」には「Prosody Cognition Score」という補助ツールがあり、英語の発音が上手な指導者のエッセンス、指導者の発音に関わる身体の動き、実際の発音時の物理環境を楽譜上に可視化されている。学習者は自身の身体の動きや物理環境を比較して英語の母音、子音そして音声変化やリズムの自習や自主訓練を可能にする。本研究では、学習環境「Prosody Master Club」を設計し、幼少期に英語圏で過ごし英語のプロソディを自然に習得した人物が指導者として歌をどのように歌唱し、学習者に対してどのように発音を指導するのかというメンタルモデルをデザイン思考の民族誌調査で抽出した。そして、センサを活用して指導者の身体の動作を記録し、イギリスの哲学者 Andy Clark が提唱する身体性認知を用いて解釈を行ない学習支援ツール「Prosody Cognition Score」の設計を行なった。「Prosody Master Club」のレッスンによって学習者の発音がどのように変化したのかを記述することで「Prosody Master Club」の Proof of Concept を行なった。

キーワード：

楽譜, 身体性認知, プロソディ, 英語学習者, 学習支援ツール

慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

後藤　佑太

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2018

Prosody Master Club : Design of a Learning Environment for English Prosody through Embodied Cognition

Category: Design

Summary

"Prosody Master Club" which is designed using the concept of embodied cognition, consists of eight lessons.Learners can acquire English prosody, such as consonants and vowels, step by step through those lessons that include fun practice of singing. "Prosody Cognition Score", a supplementary tool in "Prosody Master Club", is a music score on which has visualized information of the essence of an instructor who is good at English pronunciation, the movement of body related to the instructor's pronunciation, and the physical environment on the occasion of pronouncing. Learners can compare their physical movements and physical environments with the score to enable self-study and self-training of English vowels, consonants and pronunciation and rhythms. To design the lessons, a native speaker's mental model on how to sing songs and how to teach pronunciation to learners is extracted through Ethnographic research. To design the "Prosody Cognition Score", the movement of the instructor's body recorded by utilizing sensors was interpreted using the the concept of embodied cognition advocated by British philosopher Andy Clark. The concept of "Prosody Master Club" was proved by describing how learners' pronunciation and the way of singing has been changed by the lessons.

Keywords:

Music Score, Embodied Cognition, Prosody, English learner, learning assessment tools

Keio University Graduate School of Media Design

Yuta Gotoh

目　　次

第 1 章　序論 **1**

第 2 章　関連研究 **5**

2.1. プロソディ習得の意義 5

2.2. 発音と身体の動き 7

2.3. 身体性認知の概念を用いたデザインの可能性 8

2.4. 本論文が貢献する領域 9

第 3 章　デザイン **10**

3.1. コンセプト 10

3.2. Prosody Master Club の設計 10

3.3. 民族誌調査と分析 19

3.4. Cognitive Ethnography と分析 21

3.5. プロソディを持つ人の身体性認知 26

3.6. 「Prosody Cognition Score」の設計と仕様 28

3.7. 本章のまとめ 29

注 30

第 4 章　Proof of Concept **31**

4.1. Proof of Concept の環境 31

4.2. Proof of Concept :A さんの変化による検証 31

4.2.1　A さん 2018 年 4 月 27 日時点の Close to You 32

4.2.2　A さん 2018 年 7 月 20 日時点の Close to You 33

4.3. 本章のまとめ 35

第 5 章　結論と今後の展望 **36**

5.1. 結論 36

5.2. 今後の課題 37

5.3. 今後の展望 38

謝辞 **39**

参考文献 **41**

図　目　次

3.1 Prosody Master Club のレッスン中の風景 11
3.2 学習者が音読や歌唱をしている様子 11
3.3 配布した歌詞カード 12
3.4 第二回 Prosody Master Club のレッスン内容 1 14
3.5 第二回 Prosody Master Club のレッスン内容 2 14
3.6 佐藤先生による添削：Top of the World 15
3.7 参加者によるセルフ発音チェック 17
3.8 参加者がセルフ発音チェックをしている様子 18
3.9 参加者がセンサをつけて歌唱している様子 19
3.10 Flow Model 20
3.11 Artifact Model 20
3.12 Physical Model 20
3.13 Sequence Model 20
3.14 Mental Model A 21
3.15 Mental Model B 21
3.16 Mental Model C 21
3.17 OpenCV による口唇の検出 23
3.18 口唇の内側の上下左右のみの表示 23
3.19 Quick Time Player による画面収録 (OpenCV) 23
3.20 ブレスセンサー 24
3.21 センサーを装着している様子 24
3.22 Quick Time Player による画面収録 (Arduino) 24
3.23 Panasonic の HDC - HS 100 25

3.24 Praat による Close to You ピッチ分析 25
3.25 Cognitive Ethnography の様子 27
3.26 統合された動画 27
3.27 Cognitive Ethnography の分析 28
3.28 Prosody Cognition Score 楽譜パート 29
3.29 Prosody Cognition Score 教科書パート 30

4.1 Prosody Master Club の発表会の風景 32
4.2 学習者が歌唱をしている様子 32

第1章
序　　論

近年グローバル化が進んでおり、日本企業も英語に必要なってきた。その一つにA社がある。A社のAさんによると、A社はグローバル化が進み社員の6割以上が外国人であるが、大半の社員は英語に堪能ではなく、実際に英語があまり話せない段階で英語に関わる業務を任されることもあると語った。Bさんは、英語がそれほど話せるわけでもないのに、社内に英語が話せる人が少ないといった理由で、英語を使う機会がある業務を行なうことになった。本人によると、現在1年経ち、ようやく自分の意見を話せるようになったと語った。こうした背景から、KMDとA社は共同で認知言語学に基づいた1ヶ月で英語が身につけられることを目標とする学習環境をデザインするプロジェクトを立ち上げた。1ヶ月で英語を身につけるために、本研究では実際の業務に基づく学習環境と英語が聞き取れるようになるためのプロソディの学習環境のデザインを行なうことになった。私はプロソディの学習環境をデザインすることで、A社に属する一部の社員や英語の発音が苦手な日本人学習者に対してプロソディや英語の発音の習得の支援を行なう。そこで、本研究ではプロソディを学べる学習環境「Prosody Master Club」と、その支援ツール「Prosody Cognition Score」を提案する。学習者は「Prosody Master Club」と「Prosody Cognition Score」を用いることで、英語のプロソディや子音や母音を音楽によって学べる。「Prosody Master Club」では、英語のプロソディに関わる母音、子音そして音声変化を学ぶ調音音声学に基づいたレッスンと洋楽を歌い録音しながらプロソディを実践する環境である。そして、「Prosody Cognition Score」は、英語の発音が上手な指導者のエッセンス、指導者の発音に関わる身体の動き、実際の発音時の物理環境を楽譜上に可視化することで、学習者の発話や歌唱時の認知負荷を減らせる。そして、学習者はこの環境と支援ツー

ルを活用し、自身の身体の動きや物理環境を比較して英語のプロソディに関わる母音、子音そして音声変化やリズムを歌によってプロソディ習得を支援する。

今回プロソディに着目した理由は、英語の発話だけでなくリスニング能力にも密接に関わる。調音音声学に基づいた「日本人のための英語音声学レッスン」によると、プロソディとは言語特有のメロディであり、イントネーション、リズム、アクセント、間、音素 (母音や子音) 5 つからなる。プロソディは言語ごとに異なり、フランス語のプロソディもあればドイツ語のプロソディもある。そのプロソディは言葉の意味とは関係なく存在している。この他言語のプロソディを習得できていると、母国語でない他言語における発話やリスニングが容易になる。ただ、これらのイントネーション、リズム、アクセント、間、音素を同時に意識して学習者が練習したり、先生が教えることはとても難しい。プロソディの訓練方法として prosody shadowing などが有効であると言われている。しかし、これは同時通訳者の訓練方法なので、初学者にはとても難しい。なので、私は初学者でも楽しく学べるように歌に着目した。歌とプロソディは密接に関係しており、何回も歌うことで prosody shadowing のように学べる。そして、認知言語学者ジョージ・レイコフの認知言語学の知見とイギリスの哲学者アンディ・クラークの身体性認知の仕組みを用いることで、プロソディや英語の発音の学習支援が可能になると考えた。認知言語学とはレイコフが提唱したもので、言語の学習は身体的認知の方法で再設計されるべきだというものである。ジョージ・レイコフは「Women, Fire, and Dangerous Things」(lakoff 1990) [2] のなかで、人間は身体を通さなければ言語は学べないと主張し、認知言語学を作り、身体を介在した言語学習というものを提唱した。このジョージ・レイコフが述べた言語における人間の認知のプロセスは、言語習得だけに限らず他の領域にも拡張できる。人間はすべからく高度なことを身体的認知によって学習してきた。例えば、アンディ・クラークは身体性認知という概念を提唱している。アンディ・クラークが述べている「身体性認知」とは、「人間は機械を皮膚や頭蓋のなかに埋め込まなくても、脳・身体・世界を 1 つのシステムとして活用することで自らの能力を拡張している」とする概念である (Clark 2004) [3]。アンディ・クラークの主張によると、人間は生まれつき機械なしにサイボーグのように身体能力をこえた能力を身につけられるという

ことである。それは、人間は人間の記憶などを色々な物にダウンロードする力を持っているからである。アンディ・クラークは、バーテンダーが100種のお酒を全てコントロールして仕事する方法を具体例として紹介している。バーテンダーは容器やビンの形や色が違うため、そこに自分の持っている材料や作成プロセスといった知識をダウンロードしている。そしてそれらを自在に使って顧客から注文されたカクテルを迷いなく作り提供する。つまり、アンディ・クラークの主張は機械を身体に埋め込まなくても、人間はある特定の環境の中に埋め込まれた際に、脳と身体がその環境に合わせてカップリングし、複雑な物理現象を生み出せるというものである。アンディ・クラークの身体性認知は、バーテンダーといったプロフェッショナルたちの例だけでなく、私たちの日常生活の中でもたびたび見つけられる。例えば、車を運転する際に氷面上で車がスリップしたとしても、私たち人間はトラクションコントロールと自動ブレーキシステムによって、ブレーキを踏むだけで、複雑な仕事を抜きにして車を制御できる (Clark 2012)。このように、私たちの脳は環境を直接いじったり、環境に知識をダウンロードすることで仕事や負担を減らすことを得意としている。つまり、私たちは身体を使って外部環境を操作することでそれを実現している。そして、1997年にアンディ・クラークが身体性認知について詳しく述べた『現れる存在ー脳と身体と世界の再統合』では、「外的な足場作り」を紹介している (Clark 1997) [4]。外的な足場作りとは、人間の脳は単純なパターン認識しかできないが、外部環境を設定したり操作することで複雑なふるまいを可能にするという考えである。『現れる存在』の中では紙とペンを使った複雑な計算が外的な足場作りの例として挙げられていた。人間の脳は基本的には7 × 7に代表されるような単純計算しかできない。7356 × 19789を暗算することは難しいが、紙やペンといった道具を用いると7356 × 19789というような複雑な計算を行なえる。この時、紙やペンが外的な足場となり、身体を使って計算を行なうことで脳がやるべきタスクを外部環境に分散させ、複雑な計算というふるまいを可能にしているとアンディ・クラークは述べている。以上のことから、身体の動きの可視化やその提示によって、それが「外的な足場作り」となり、英語学習者の認知負担を減らせる。したがって、外部環境であるセンサシステムとプロソディに基づく学習環境を設計する。英語の発音が苦手な学習者

に対して、わかりずらい英語のプロソディや発音の習得を支援できないかと考え、「Prosody Master Club」という学習環境をデザインした。これは英語のプロソディを持たない学習者に対し、段階的にプロソディの学習と実践できる場を提供することで、英語の発音が苦手な日本人学習者が、発音の教則本に基づいたレッスンを受けて上達していく。そして、学習者のプロソディを習得する過程の民族誌調査も行なった。また「Prosody Master Club」にて指導者役として参加した、幼少期に英語圏で過ごし英語の発音が堪能な慶應義塾大学メディアデザイン研究科の佐藤千尋特任講師が、どのように脳・身体・世界を一つの認知システムとして機能させ、英語を発話するときの歌やに発音をしているのか民族誌とセンサー技術を使った民族誌 (Ethnography of Embodied Cognition) を用いて調査を行なった。この調査によって、幼少時に英語圏で過ごし英語の発音が堪能な発話者の身体性認知の仕組みを明らかにした。また、以上のデザインプロセスをへて、「Prosody Cognition Score」をデザインした。作製した「Prosody Cognition Score」のプロトタイプは 2018 年 6 月 29 日の Prosody Master Club の第八回目のレッスンに英語の発音が苦手な日本人英語学習者や共同研究を行っている A 社の社員によって実際に使用してもらった。そして、2018 年 7 月 20 日に学習者に練習曲を歌唱してもらい、「Prosody Master Club」に参加する前の 2018 年 4 月 28 日に収録した学習者の歌唱がどのように上達したのか比較することで、「Prosody Master Club」の Proof of concept を行なった。

なお、本論文は 5 章構成から成っている。本章に続く第 2 章ではプロソディとリスニング能力の関係、発音に関わる身体の運動、身体性認知を用いたデザインの観点から調査し、「Prosody Master Club」と「Prosody Cognition Score」が貢献する研究領域を定義する。第 3 章では先行研究をもとに、今回行なった民族誌調査の詳細と「Prosody Cognition Score」のコンセプトの内容及び仕様についてを記述する。第 4 章では「Prosody Master Club」の有用性と「Prosody Cognition Score」の Proof of Concept の手法について述べる。そして最後に、第 5 章では本論文の結論と今後の展望について述べる。

第2章
関 連 研 究

学習環境「Prosody Master Club」をデザインするにあたり、本章ではまずプロソディとリスニング能力との関係について概観する。次に、発音と身体運動に関する先行事例や関連研究について述べる。そして、最後に身体性認知の概念を用いたデザインの可能性について言及する。これらの関連研究を踏まえた上で、本研究で設計した学習環境「Prosody Master Club」と支援ツール「Prosody Cognition Score」が貢献する領域を明示する。

2.1. プロソディ習得の意義

プロソディは、英語の発音や発話だけでなくリスニング能力にも密接に関わる。ここでは、プロソディを学習し習得すると学習者のリスニング能力が向上する研究事例を示すとともに、プロソディと歌唱訓練の関係性を明らかにする。

プロソディの訓練による学習者のリスニング能力向上

アムステルダム自由大学の Yenkimaleki たちはプロソディの理論の学習とその実践によって学習者のリスニング能力が向上すると報告した [7]。イランのタフレッシュ大学の翻訳通訳コースに所属する大学 3 年生 68 人から 18 名を男女比が同じになるよう無作為に抽出した。プロソディの理論の学習とその実践プログラムを提供したグループとリスニング教材だけを用いるグループに分けて、どちらのグループがリスニング能力が向上するのか調査を行なった。参加者はイランのファルシ語を母国語としており、通訳者や翻訳者になるために元々英語を学んで

いる。どちらのグループも合計学習時間は 8 時間になるようにトレーニングプログラムが組まれた。プロソディを学ぶグループは、リスニング教材を聞くトレーニングだけでなく、イラン人英語教師によプロソディに関する理論的説明と実践練習に取り組んだ。プログラム終了後、グループ間で TOEFL スコアの有意差はなかった。しかし標準的なリスニング試験を行なったところ、プロソディの訓練を取り入れたグループはリスニング能力を大幅に改善したことを示した。そして、通訳者を目指す人以外にも教材制作者、語学学習や教育に関わる人のリスニング能力向上にも、プロソディ訓練は効果が期待できると述べている。また、Lindfield らは、単語の認識におけるプロソディの役割を調査すべく、ゲーティング法を用いて調査を行なった [8]。また、Grosjean らはセンテンスにおけるプロソディの役割の調査を行なった [9]。それらの結果、プロソディの情報を学習者に与えることによって、単語やセンテンスの認識が向上したことを示した。これらの研究が示すように、日本人英語学習者に対して、英語のプロソディの知識や実践する環境を提供することにより、リスニング能力が向上することが期待される。

音楽教育による外国語のリスニング能力向上

インドにあるキリスト大学の Swaminathan は音楽を用いた訓練と第二言語 (L2) における英語能力の関係性を調べた [10]。この調査ではインドの古典音楽で音楽教育を受けた小学生と洋楽で音楽教育を受けた小学生に分けた。3ヶ月のレッスンの結果、洋楽で教育を受けている小学生の子供たちは、訓練されていない子供よりも、語彙力やリスニング能力に優れていることが示された。これは音楽とプロソディは密接に関係しており、小学生たちは洋楽を聞く、歌うことで英語のプロソディを習得したため英語のリスニング能力が向上したと考えられる。本研究でも、英語の発音とリスニングが苦手な日本人英語学習者に対し、洋楽をレッスンに取り入れるで英語のプロソディの習得を目指す。

2.2. 発音と身体の動き

私たちは音声器官を使って音を生み出す。その音の繋がりによって私たちは言語の意味を伝えたり、言語を理解する。調音音声学に基づいたファンダメンタル音声学 (今井 2007) [6] では、音声器官とは言葉の音声をだす器官であり、おおまかに口、鼻、喉、が音声器官に該当する。ここでは、プロソディを持つ人に対しセンサ技術を用いた民族調査 (Cognitive Ethnography) を行なうため、音を産出する音声器官の運動と発音の関係や測定方法について言及する。

唇のトラッキングによる発音

マレーシア国際イスラーム大学の T Altalmas はコーランの発音学習者の唇をトラッキングし、間違った唇の動きをした場合、正しい唇の位置を提示する。また唇の動きが正しくても発音を間違えると、正しい音を提示する学習システムのデザインについて報告した [11]。T Altalmas らによると、コーランの暗唱の習得には、教師と学習者の両方に多くの訓練時間と努力が必要だと述べている。なので、教師が正しくコーランの内容を発音する際の唇の動きを抽出するために、画像認識技術を用いてビデオ映像から口唇の識別を行なうソフトウェアを実装した。そして、学習者はこのソフトウェアを使いながら発音すると、ユーザの口唇の動きを抽出し、その変位をディスプレイに表示し、実際の専門家の発音の音と口唇の動きを比較できる。口の開き方は調音音声学的には母音を発音関係してくる。特に日本語は英語と比べ、発音時の口の動きが小さい。そこで、T Altalmas が行なったように、画像認識技術を「Prosody Master Club」や「Prosody Cognition Score」に導入して口唇の検知を行なう。

舌や呼吸の計測

朱春躍らは日本の調音結合の解明のため、MRI による舌や喉運動を解明した [12]。舌の位置や動きは特に調音音声学において子音を発音する際に重要な要素である。しかし、舌の位置や動きを正確に測定するには朱らのうように大掛かり

な測定系を用意しなくてはならない。しかし、舌の動きは自分自身で調節可能なため、今回は舌の検知は行なわず、調音音声学に基づいた指導方法による舌の動きの記述を活用する。また、英語の発音指導の現場では、腹式呼吸を意識して発音をするというよな指導が行なわれている [13]。そこで、腹部に導電性ゴムを装着することによって、ゴムの伸縮より抵抗値が変わり深い呼吸と浅い呼吸を検知するなどの身体動作を測定する環境が必要だと考える。

2.3. 身体性認知の概念を用いたデザインの可能性

異なる言語の発音の仕方を意識しながら、リズムに乗って歌う練習をすることは難しい。そこで、アンディ・クラークの身体性認知の概念や外部の足場作りによってどのようなデザインが行なわれているか調査を行なった。

外部の足場作りよる指導

Chan らは身体性を用いた英語の発音に関する研究を報告した [14]。Chan らジェスチャーを体系的に用いることで学習者に、呼吸、発声、調音位置、ピッチと持続時間などのプロソディを身体の動きをカップリングさせ、より効果的な発音指導が可能になると主張した。論文中で述べられていた身体を使ったプロソディと発音の具体的な指導方法は、呼吸トレーニングや発音トレーニングだけでなく、英語の教師が発音の特徴をジェスチャーで表現して、学習者の音の知覚、発音を意識させていた。具体的には、英語教師は語句のストレスや発話のリズムを改善するために、「ストレスストレッチ」、「ハプティックシラブルバタフライ」、「リズムファイトクラブ」などの大きな身体運動を伴うジェスチャーを英語の授業で取り入れていた。「リズムファイトクラブ」では、教師は文章を読み上る際に弱い発音はボクシングのジャブの様にパンチし、強く発音する単語ではボクシングのストレートのようなジェスチャーを用いて発音の指導している。このデザインは、Andy Clark の身体性認知の概念の要素である「外部の足場作り」を活用している。例えば、人間は環境自体を認知の一部とすることで自身の処理するタスクを軽減しているという。「外部の足場作り」とは、脳の認知ではなく認知の一部

としてある環境そのものである。この事例では、教師のボクシングの様なジェスチャーが「外部の足場作り」の役割を果たし、学習者が文字情報では認知が難しい、センテンスにおけるピッチやイントネーション、ストレスなどを教師のボクシングのイメージの補助をうけて発音を習得している。

2.4. 本論文が貢献する領域

本章ではまずプロソディとリスニング能力の関係、センサー技術を用いた音声器官の身体運動の測定方法にかかわる関連研究、身体性認知の概念を用いたデザインの可能性について述べた。まず、プロソディを習得することで、発音能力だけでなく、リスニング能力が向上することがわかった。そして、音楽教育を行なうことでもプロソディを習得できることが明らかになった。また物理環境のデザインおよび外部の足場づくりのため、発音にかかわる音声器官の運動について調査し、センサ技術を用いた民族調査 (Cognitive Ethnography) を行なうための指針を明らかにした。また、身体性認知の理論だけではなく、身体性認知がデザイン要素として応用できることを示した。以上の先行研究を踏まえて、英語の発音が苦手学習者を対象にした、「Prosody Master Club」は、調音声学に発音方法とプロソディの習得方法、発音にかかわる身体運動と学習者の処理するタスクを軽減させる「外部の足場づくり」などの要素が考慮されてた新しいプロソディ習得における学習環境である。続く第 3 章では具体的な「Prosody Master Club」のデザインについて詳しく述べる。

第3章
デ ザ イ ン

3.1. コンセプト

本研究ではプロソディの習得を支援する学習環境「Prosody Master Club」を提案する。英語のプロソディや子音や母音を学びつつ、音楽を用いて実践する「Prosody Master Club」をデザインした。そこでは、英語耳[1]を教材として使用し、歌でプロソディを実践しながら、段階的に調音音声学の発音方法を学んでいく。その「Prosody Master Club」において、プロソディを持つ人を観察し、「Prosody Cognition Score」をデザインした。「Prosody Cognition Score」を使うことで、初学者は、英語のプロソディを持つ人の身体性認知の仕組み (メンタルモデル・身体運動・物理現象) を理解し、全 8 回のレッスンに参加することで、英語のプロソディ持つ人のメンタルモデルと身体運動のカップリングを体得していき、プロソディを習得できる。

3.2. Prosody Master Club の設計

本論文では、「Prosody Master Club」をデザインするにあたり、まずは英語のプロソディを持たない人がプロソディを習得している過程と、プロソディを持つ先生が発音や歌う際のメンタルモデル、身体運動、物理現象を観察するために、Prosody Master Club という勉強会をデザインした。プロソディ持つ先生が歌う際のメンタルモデルは直接抽出できないため、先生の発音の指導方法や、学習者のへのアドバイスから、プロソディを持つ先生が歌う際のメンタルモデルの抽出を行なった。Prosody Master Club は 2018 年 4 月 27 日から 6 月 29 日にかけて、

毎週金曜日の 15 時から KMD メディアスタジオにて、全 8 回のレッスンを参加者に提供した (図 3.1)。「Prosody Master Club」に参加する学習者は、共同研究先の A の社員 2 名と KMD 在校生 6 名の計 8 名であった。そして、発音を指導する先生が 1 名、勉強会の観察者が私を含め KMD の学生 2 名もしくは 3 名であった。この学習者は Prosody Master Club のレッスンで英語のプロソディを習得することを目的として参加した。先生は、学習者にとって判別が困難である自身発音の良し悪しの評価や、英語耳の指導方法に基づいた発音方法のフィードバックを行った。そして、観察者は学習者プロソディを獲得していく過程と、先生の指導方法と歌う際の身体性認知の仕組み (メンタルモデル・身体運動・物理現象) に着目して観察を行った。Prosody Master Club で提供するレッスンは、調音音声学の発音方法を分かりやすく解説した英語耳という教則本の内容を参考にし、先生が母音や子音の発音方法と音声変化について、段階的に学習者に教えた。学習者は習った発音方法や音声変化を意識して、英語楽曲の歌詞を音読および歌唱しリズムやイントネーションなどのプロソディの実践を行なった (図 3.2)。学習者の達成度合いの確認や、学習者に対する発音の評価のため、学習者の音読や歌唱を録音した。そして、次のレッスンの冒頭にレビューセッションを 10 分程度を設定し、先生が各学習者の音源をもとに改善点の指摘と前回のレッスンの復習を行えるにデザインした。

図 3.1: Prosody Master Club のレッスン中の風景

図 3.2: 学習者が音読や歌唱をしている様子

Prosody Master Club のレッスンマテリアル

「pProsody Master Club」では、基礎練習として母音や子音の発音方法については英語耳の内容を使用し、実践練習ではカーペンターズ[2]の楽曲 2 曲を使用した。まず、母音や子音の練習については、英語耳を使用した。英語耳は他の調音音声学の文献と比較すると、図やテキストで舌や口の位置を詳細に記述している。そのため、音声学的背景をもっていない学習者にとって発音方法を学びやすい。したがって、英語耳を「Prosody Master Club」の教材として採用した。つぎに、実践練習のプロソディの習得にはカーペンターズの「Close to You」[3] と「Top of the World」[4] の 2 曲を採用した。理由は、カーペンターズの楽曲は歌手の明瞭な発音と、歌詞の文法がしっかりしているためである。しかし、発音やプロソディの習得はすぐには難しいため、母音、子音、音声変化と段階的にレッスンを学習者に提供した。また、「Close to You」と「Top of the World」の歌詞を印刷した歌詞カードを学習者に提供した。歌詞カードには、歌詞だけでなく各単語の直下に国際音声記号[5]を記述し、単語と単語のつながりや、弱く発音する音素などを記述し、学習者が音読や歌唱しやすくなるように配慮した (図 3.3)。

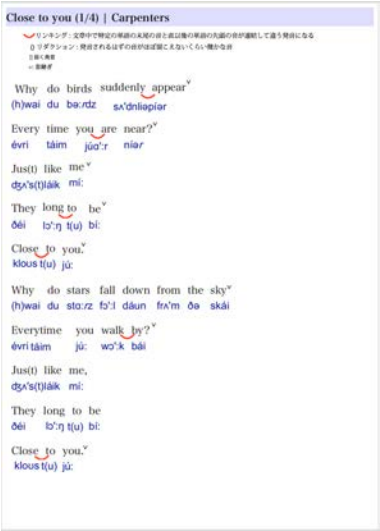


図 3.3: 配布した歌詞カード

Prosody Master Club のレッスン内容

「Prosody Master Club」では段階的にプロソディを習得できるようにデザインした。4 月 27 日から 6 月 15 日かけて行われたレッスン内容とその目的について述べる。

第一回 4 月 27 日

第一回目の「Prosody Master Club」では、学習者の最初のレベルを記録するために、課題曲であるカーペンターズの「Close to You」と「Top of the World」の歌詞の音読と歌唱を録音した。楽曲について詳しくない学習者のケアとして、レッスン時間内に練習時間を 30 分ほど設けた。また、学習者が音読や歌唱を行いやすくなるように、発音記号と音の繋がりを記載した歌詞カードと譜面を渡した。自主練習中の学習者は、楽曲を聞き込んだり、歌詞カードにメモを取るなどをして、歌や音読に励んでいた。練習後には、簡易的なカラオケセットを準備し、学習者一人ひとりが他の参加者の前で歌唱および音読を行なった。簡易カラオケセットは、オンライン上のカラオケコンテンツを用いた。なのでコンピュータ端末のディスプレイには歌詞が表示され、カラオケのようにスピーカーから音楽が流れる。また、学習者が歌いやすいように、マイクスタンドとダイナミックマイクと簡易 PA セットを用いて、学習者の声にリバーブをかけた。学習者全員の歌唱と音読を録音後、宿題として課題曲のリスニングを毎日行なうように指示した。

第二回 5 月 11 日

第二回の「Prosody Master Club」では、プロソディの音素に関連する英語の子音の発音レッスンを学習者に提供した (図 3.4, 図 3.5)。今回練習した子音は (r) を除いた 23 種類である。(r) は日本人にとって難しい発音の一つであるため、「Prosody Master Club」の第 4 回で別途行なった。23 種類の発音方法は、調音音声学に基づいた英語耳の解説を元に行われた。佐藤先生はただ英語耳を読みあげるだけでなく、簡単なプロソディの説明と子音を発音する際の意識すべき身体 (腹式呼吸, 舌や口の位置) について解説した。そして、学習者の前で実演してお手本を見せた。

学習者は先生の解説をきき、または英語耳を読みながら、先生の発音を真似していた。先生は各学習者の発音を聞き、目で口の動きを見ながら、舌や口の位置などをジェスチャーも活用しながら、アドバイスを行なった。レッスンでは、英語耳に掲載されている例題だけでなく、課題曲であるカーペンターズの歌詞に登場する英単語も練習を行なった。以上の基礎練習を 1 時間行なったあと、学習者は習った子音の発音方法を意識して「Top of the World」の音読と歌唱を行なった。一人ひとり

図 3.4: 第二回 Prosody Master Club のレッスン内容 1

図 3.5: 第二回 Prosody Master Club のレッスン内容 2

第三回 5 月 18 日

第三回の「Prosody Master Club」では、プロソディの音素に関連する英語の母音の発音レッスンを学習者に提供した。今回練習した母音は 19 種類である。レッスンの冒頭では、先生が前回学習者が歌った「Top of the World」を聞き、学習者ごとの課題を歌詞カードに添削およびアドバイスを記述したものを配布した (図 3.6)。これを元に、前回のレッスン内容である子音の発音方法について復習と練習を行なった。そして、英語の母音の発音レッスンに移り、(a),(i),(u),(e),(o) の基本的な母音や日本語にはない二重母音 (ai), (ou),(ei), (au) を重点的に練習を行なっ

た。前回のレッスン内容同様に、先生が英語耳の内容を伝えながら発音のお手本を見せ、学習者は先生のお手本を真似しながら練習を行なった。以上の基礎練習を 1 時間ほど行なった後、学習者は習った母音の発音方法を意識して「Close to You」の音読と歌唱を行なった。

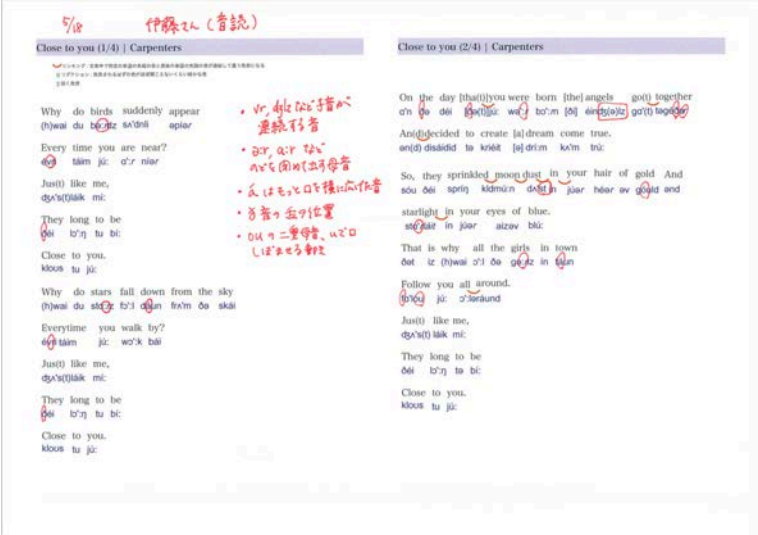


図 3.6: 佐藤先生による添削：Top of the World

第四回 5 月 25 日

第四回の「Prosody Master Club」では、プロソディのリズムやイントネーションに関連する英語の音声変化のレッスンと、プロソディの音素に関わる子音 (r) のレッスンを学習者に提供した。レッスンが始まる前に、先生は学習者が前回のレッスンで歌った「Close to You」を聞き、学習者ごとの課題を歌詞カードに添削およびアドバイスを記述したものを配布した。学習者はこれを元に、前回のレッスン内容である母音の発音方法について復習と練習を行なった。そして、学習者に対して音声変化について解説した。英語の音声変化にはいくつか種類があり、音声変化を理解すると英語の聞き取りに効果がある。

- 母音と子音のリンキング (語尾の子音と語頭の母音が繋がる)

- 語尾の t,g,d や頭の h などを非常に弱く発音するリダクション (語尾の破裂音は消える。もしくは、あいまいな母音)
- letter が「レラー」/leder/のように t が d, やラのように発音するフラッピング (t) は日本語の「ラ行」に近い音になる)

上記の音声変化のレッスンを行なったあと、子音 (r) の発音練習に移った。以前学習した (l) の発音を参照しながら、日本人が聞き間違いをしやすい (read) や (lead) などの L と R を意識した発音練習を行なった。

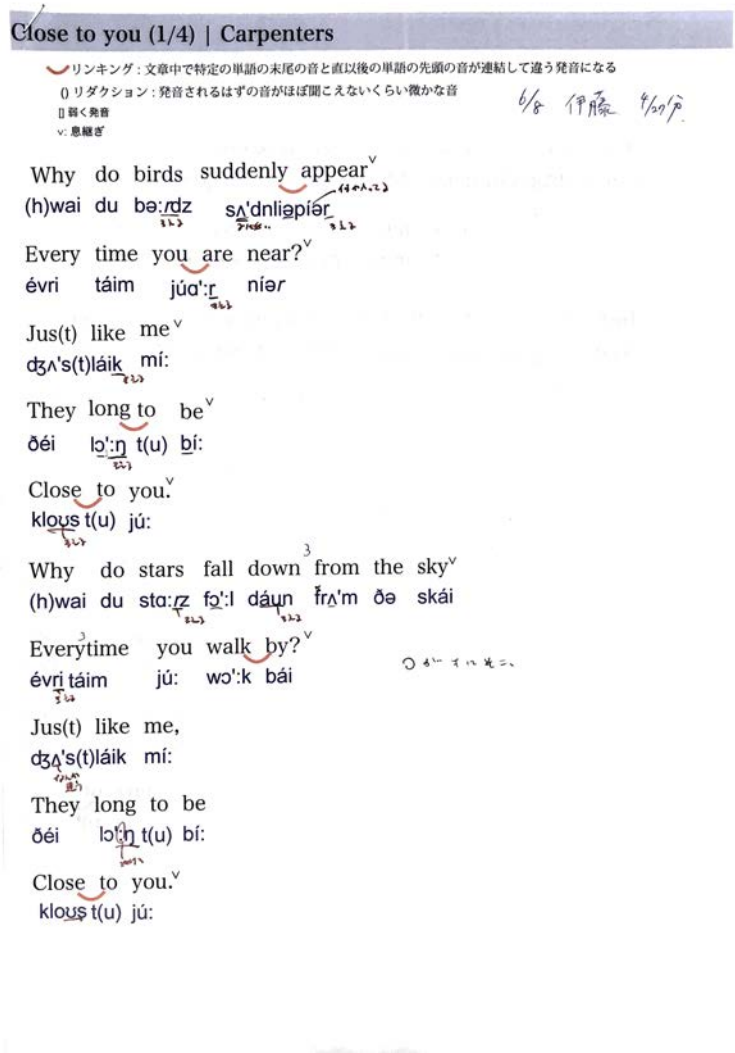
第五回 6 月 1 日

第五回の「Prosody Master Club」では、プロソディのリズムやイントネーションに関連する Tongue Twister で練習を行なった。また、カーペンターズの歌詞をメトロノームを使用しリズムに合わせて発音する練習を行なった。今回は Tongue Twister を練習に取り入れることで、今までのレッスンで学んだ子音、母音、音声変化の復習や実践を行なった。そして、学習者は google speech api などの音声認識技術を使用して、Tongue Twister をやってみて自分の発音が通じるかどうか試した。api の出力結果を他の学習者と共有して、お互いに改善点を話し合った。その後、「Close to You」の音読と歌唱を録音した。

第六回 6 月 8 日

第六回の「Prosody Master Club」では、今までのレッスンの成果を実感してもらうため、過去の「Close to You」の音読や歌唱の音源の分析を学習者自分自身で行なってもらった (図 3.7)。まずは、歌詞カードと過去の自分の音源を利用して、自分の発音がどこにが悪かったのかチェックや記述をおこなってもらった。参加者には 2 色のペンを各自で用意してもらい、過去の音源の自身の間違いには赤色などでチェックをいれ、新しい音源を聴いた際に気づいたことは青でチェックを入れるように指示した。色の選択は参加者に委ねた。学習者は最近の自分の音源をきいて、自分の成長度を確認、どこが自分の弱点なのかをチェックおよび記述し

た。そして自身で分析した結果を、先生や他の学習者と共有した。学習者に対して、自分が認識した弱点を意識して、「Close to You」を歌うよう指示した。


Close to you (1/4) | Carpenters

リンキング：文章中で特定の単語の末尾の音と直以後の単語の先頭の音が連結して違う発音になる
() リダクション：発音されるはずの音がほぼ聞こえないくらい微かな音
[] 弱く発音
v: 息継ぎ

Why do birds suddenly appear
(h)wai du bə:rdz sʌ'dnliəpíər
Every time you are near?
évri táim júɑ':r níər
Jus(t) like me
dʒʌ's(t)láik mí:
They long to be
ðéi lɔ':ŋ t(u) bí:
Close to you.
klous t(u) jú:
Why do stars fall down from the sky
(h)wai du stɑ:rz fɔ':l dáun frʌ'm ðə skái
Everytime you walk by?
évri táim jú: wɔ':k bái
Jus(t) like me,
dʒʌ's(t)láik mí:
They long to be
ðéi lɔ':ŋ t(u) bí:
Close to you.
klous t(u) jú:

図 3.7: 参加者によるセルフ発音チェック

第七回 6 月 15 日

第七回の「Prosody Master Club」では、今までのレッスンの成果を実感してもらうため、過去の「top of the world」音読や歌唱の音源の分析を学習者自分自身

で行なってもらった (図 3.8)。まずは、歌詞カードと過去の自分の音源を利用して、自分の発音がどこにが悪かったのかチェックや記述をおこなってもらった。分析結果は先生や他の学習者と共有した。前回と同様に過去と最新の音源の評価はペンの色をわけるように指示した。学習者は最近の自分の音源を聴いて、自分の成長度を確認し、どこが自分の弱点なのかをチェックおよび記述した。ぞして、学習者自身が認識した自身の弱点を意識して、「Top of the World」を歌ってもらった。

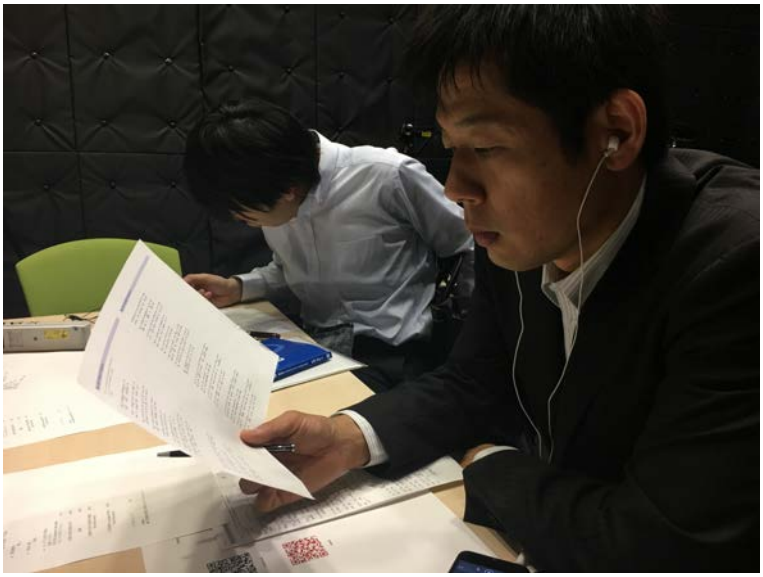


図 3.8: 参加者がセルフ発音チェックをしている様子

第 8 回 6 月 29 日

第八回の「Prosody Master Club」では、後述する Cognitive Ethnography のセンサキット開発の予備実験の目的を兼ねて、参加者にウェラブルセンサを付けてもらい「top of the world」と「Close to You」を歌いセンサデータの所得や装着感の確認を行なった。

図 3.9: 参加者がセンサをつけて歌唱している様子

3.3. 民族誌調査と分析

「Prosody Master Club」で行なった民族誌調査では、2018 年 4 月 27 日から 6 月 29 日かけて全 8 回のレッスン A の社員 2 名と KMD 在校生 6 名に提供した。奥出直人の『デザイン思考と経営戦略』[5] にあるデザイン思考の民族誌を用いた。調査対象者を師匠とみなし、観察者自身を弟子と位置づけ、観察を行なう。その後、調査内容を濃い記述 (Thick Description) としてまとめ、それを 5 Model Analysis という分析を行なうことで、モデリングする。その結果から調査対象者のメンタルモデルを抽出する。ここで述べるメンタルモデルとは、人間が世界の中で起こるイベントを理解したり予測するために作る内面的なモデルである。人々はそれぞれに持つメンタルモデルについて行動する。

プロソディを習得している人への民族誌調査と分析

2018 年 4 月 27 日から 6 月 29 日にかけて KMD スタジオにて、一回 2 時間の民族誌調査を 8 回を行なった。プロソディを習得している佐藤氏がどのように発音を教えるのかに着目し調査を行なった。佐藤氏には英語耳を用いて、母音や子音

を学習者に指導し、学習者の音読を元に発音のチェックをしてもらった。そして、民族誌調査のあと、「Prosody Master Club」を録画した動画を見直しながら、佐藤氏の指導の際の言葉を書き起こした。この言葉と濃い記述、5 model Analysis をあわせて、プロソディを持つ佐藤氏が歌唱する際のメンタルモデルを抽出した。例えば、佐藤氏はレッスンの際に英語の破裂音を発音する際には腹筋を使うということ、(s) 音や (th) 音の際は日本語より息を使うことを話していた。また母音のレッスンでは、発音の際に喉が開きくということや、2 重母音では口がダイナミックに動かすこと、Like me (laIk mi) の発音音声変化では、(k) の音がすごく小さいながらも、そこに音があるような間をつくるなどと学習者に指導を行なっていた。

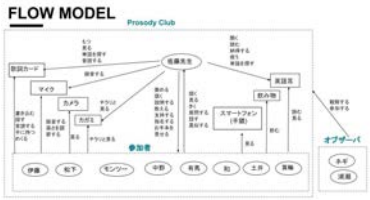


図 3.10: Flow Model

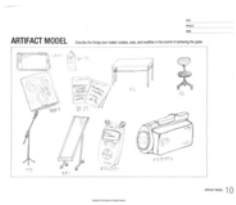


図 3.11: Artifact Model

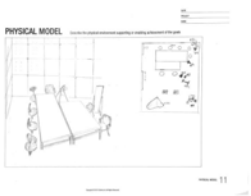


図 3.12: Physical Model

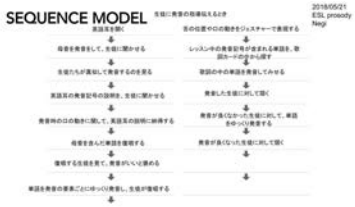


図 3.13: Sequence Model

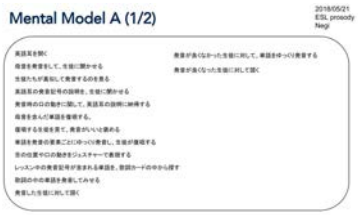


図 3.14: Mental Model A

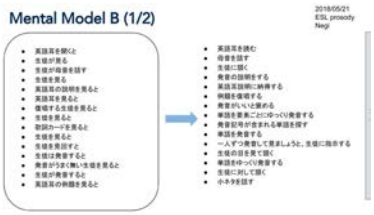


図 3.15: Mental Model B

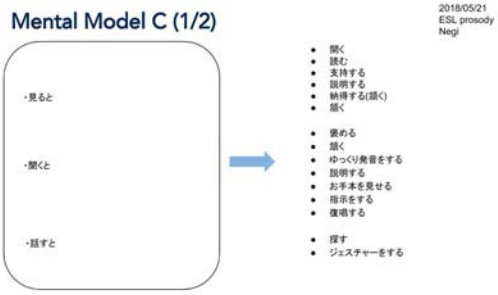


図 3.16: Mental Model C

3.4. Cognitive Ethnography と分析

Cognitive Ethnography とは、観察対象者の身体運動をセンサー技術を用いて測定する手法である。本研究の調査で Cognitive Ethnography を実施する理由として、身体性認知を基に設計した調査方法についてまず述べる。Andy Clark の身体性認知とは、脳・身体・世界を 1 つの認知システムとして捉える概念である。したがって、身体性認知から解釈を行なうためには、認知、身体運動、身体運動によって引き起こされる物理現象といった物理世界を統合して観察する必要があると考えた。そこで、本研究では認知に対しては民族誌を用いて、身体運動に関してはセンサー技術と画像認識技術を用いた Cognitive Ethnography から、物理世界に関してはビデオカメラを用いて調査する。Cognitive Ethnography では、まずセンサー技術と画像認識技術を用いて身体の動きを記録、描画する。その後、描画されたセンサーデータと身体運動を捉えたビデオと物理現象を捉えたビデオを 1 つのビデオとして統合する。そして、民族誌調査から抽出してきたメンタルモデルと照らし合わせながら、そのビデオを観察し、歌を歌う際のメンタルモデル

と身体運動がカップリングしているか、そのカップリングによってどういった物理現象を起こして、プロソディを持つ人が歌唱しているかを抽出する。抽出したデータのカテゴリーとしては、メンタルモデル、身体運動、達成すべき物理現象と分けて整理した。

Prosody を持つ先生が歌唱をする際のセンシング環境の設計

2018 年 4 月 27 日から 6 月 29 日かけて全 8 回の「Prosody Master Club」の観察の結果から、今回の深い民族誌調査で主に観察する対象として、口の動き、ブレスを観察できるセンシング環境を整えた。まず、佐藤氏は英語を発音する際は、母音や子音を発音する上で、口の動きや開き方が重要だと指摘していた。そこで、口の動きや開き方を可視化、および記録できるプログラムを用意した。また、佐藤氏は呼吸に関する指導を行なっており息を使うことを指摘していた。そこで、呼吸の際の肺の収縮をセンシングできるセンサーを用意した。

口の動き

佐藤氏が発話する際に口がどのように動作を行なっているかを測定するために、画像認識技術のライブラリを持ちいて、口唇の検知を行なった。OpenCV[6]はインテルが開発・公開したオープンソースのコンピュータビジョン向けライブラリである。そして、口の開きかたを認識するためには、まず唇の位置を認識する必要がある。パーソナルコンピュータ端末の内蔵されたカメラで取得した顔領域の画像から、OpenCV を用いて、唇の検知を行なう。口唇のみの抽出では図 3.17 のように検出される。今回は、発音時や歌唱時の口の大きさに着目したため、図 3.18 のように口唇の内側の上下左右の 4 点のみ表示した。そして、観察対象者の口の開きを測定するため、左右の口角においたポイント間の距離と上唇と下唇の中央部においたポイント間の距離をもとめ、ディスプレイ上に表示した。また、プログラムの起動時間も同様にディスプレイ上に表示した。左右の口角のポイント間距離、上唇と下唇の中央部においたポイント間の距離、プログラム起動時間は text ファイルとして出力し、表計算ソフトを使用してグラフ化を行い分析に用いた。

また、起動中のプログラムは QuickTime Player の画面収録機能を用いて、佐藤氏の歌唱と歌唱時のプログラムを動画で保存した (図 3.19)。

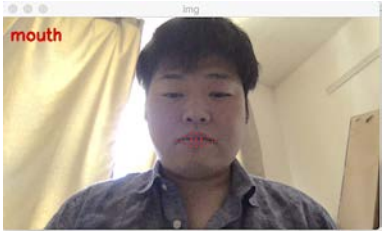


図 3.17: OpenCV による口唇の検出

図 3.18: 口唇の内側の上下左右のみの表示

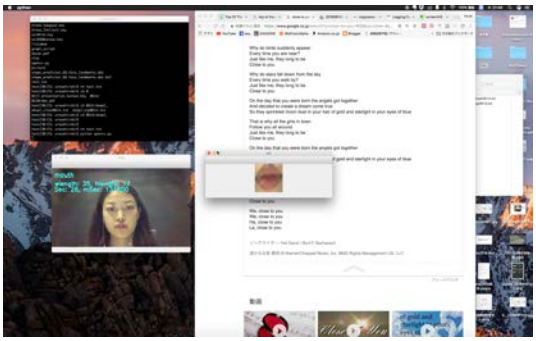


図 3.19:　Quick Time Player による画面収録 (OpenCV)

歌唱時の肺の収縮

佐藤氏が歌唱時にどのような身体動作を行なっているかを測定するために腹部に装着するストレッチセンサーを開発した (図 3.20, 図 3.21)。開発にあたり、村田が開発したストレッチセンサーを参考にし、胸腹部の収縮をセンシングすることにした (村田智 2017)[7]。村田の呼吸運動チェックシステムは胸部と腹部に導電性ゴムを取り付け、呼吸運動により引き伸ばされると導電性ゴムの電気抵抗が変化する。その変化がパソコン上に折れ線グラフのように表示され、呼吸の分析ができるという。本研究でもストレッチセンサーに習い、1 本のストレッチセンサーを開発し、呼吸による腹部の収縮を計測し、ディスプレイに表示した。センサーの開発

には Adafruit 社の Conductive Rubber Cord Stretch Sensor[8]と Arduino Uno[9]を用いた。Adafruit 社 の Conductive Rubber Cord Stretch Sensor は紐型の伝導性ゴムで、ゴムの伸縮によって電気抵抗値が変化する。今回、電気抵抗の変化を Arduino Uno を用いて読み取り、QuickTime Player の画面収録機能を用いて、佐藤氏の歌唱と歌唱時のプログラムの挙動の様子を記録し動画で保存した (図 3.22)。

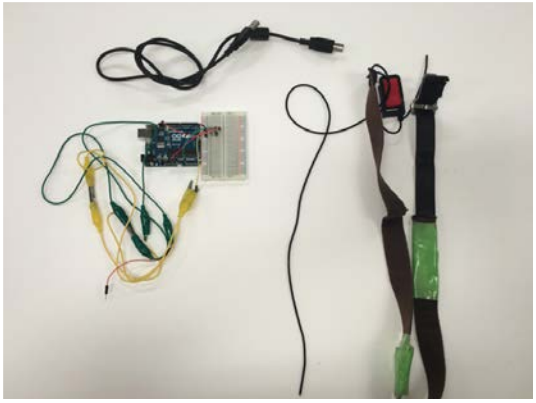


図 3.20: ブレスセンサー

図 3.21: センサーを装着している様子

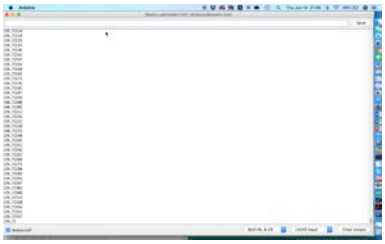


図 3.22: Quick Time Player による画面収録 (Arduino)

物理世界の解釈

Andy Clark の身体性認知は脳・身体・世界の相互作用によって生み出される。したがって、人間が存在する物理世界自体を観察する必要がある。今回、物理世界の解釈のために 2 台のビデオカメラによる定点多角撮影で対象者が存在する世界の録画を行った。録画には Panasonic の HDC - HS 100(図 3.23)[10] というビデオカメラを使用した。また OpenCV の画面収録機能には音声データ記録できるため、音声データだけ抽出し、音響解析ソフト Praat[11] を用いてピッチ情報を取得した (図 3.24)。この動画とセンシングしたデータを統合し、Cognitive Ethnography を行った。

図 3.23: Panasonic の HDC - HS 100

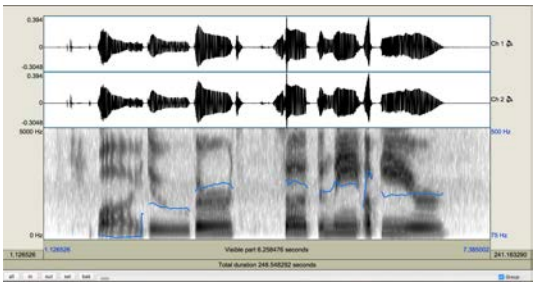


図 3.24: Praat による Close to You ピッチ分析

佐藤氏に対する Cognitive Ethnography

2018 年 6 月 14 日に KMD スタジオにて、プロソディを持つ佐藤氏を対象に Cognitive Ethnography を実地した (図 3.25)。この Cognitive Ethnography では、民族誌調査で抽出した佐藤氏のメンタルモデルが無意識の身体運動とどのようにカップリングを行なっているのかを、センサー技術を用いて測定し、解釈をした。Cognitive Ethnography を行なうにあたり、「Prosody Master Club」の先生として協力していただいた佐藤氏に「Close to You」と「Top of the World」を作製したウェアラブルデバイスとプログラムをもいちて観察させてもらった。Cognitive Ethnography の当日は、まずメディアスタジオでビデオカメラやセンサーの動作チェックとセッティングを行なった。図 3.25 がカメラやセンサ、観察対象者の位置関係である。佐藤氏にはパソコン内蔵カメラと観察対象者の口の距離がおよそ 35cm の長さになるように立ってもらった。対象者からみて右側面と、左斜め前の２台でビデオカメラによる定点撮影を行なった。センサーのセッティングについては、佐藤氏の腹部にストレッチセンサーをマジックテープで固定し、ワニ口クリップで Arduino uno と接続した。Arduino uno とパソコンは USB ケーブルで接続した。Arduino uno と Arduino uno と接続されたパソコンは佐藤氏の右斜め前にセットした。その後、OpenCV による口唇検知プログラムを起動し、Arduino とビデオカメラのキャリブレーション作業を行った 。 Cognitive Ethnography ではセンサーデータとビデオカメラ、openCV の映像を統合し、それらを同じ時間軸で進行する一つ動画にする必要がある。動画の統合には動画編集制作ソフトの Adobe Premier Pro [12]を使用し、Mac の 27 インチディスプレイを使用して統合した動画の観察を行った。この動画を見ながら佐藤氏の口頭指導と抽出したメンタルモデルとセンサーデータ上の身体の動きを照らし合わせ、記述を行った。(図 3.26)

3.5. プロソディを持つ人の身体性認知

統合した動画をメンタルモデル、身体運動、物理環境とわけて観察した (図 3.27)。すると、佐藤氏は抽出したメンタルモデルに則した身体運動を行なっていること

図 3.25: Cognitive Ethnography の様子

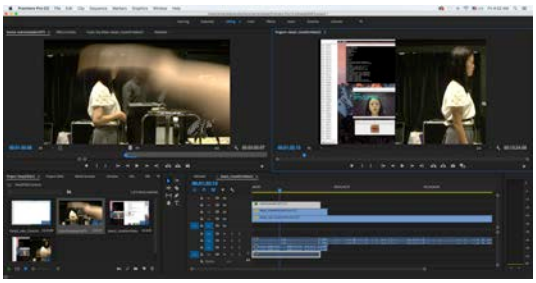


図 3.26: 統合された動画

がわかった。例えば、ly の発音のときは口が横に開くというメンタルモデルに対して、OpenCV のデータから ly の発音のときには口が横に開いていることが確認できた。また、(e) の発音方法でも、口が横にひらくというメンタルモデルに対しても、OpenCV のデータから (e) の発音の際に、口が横に開いていることが確認できた。

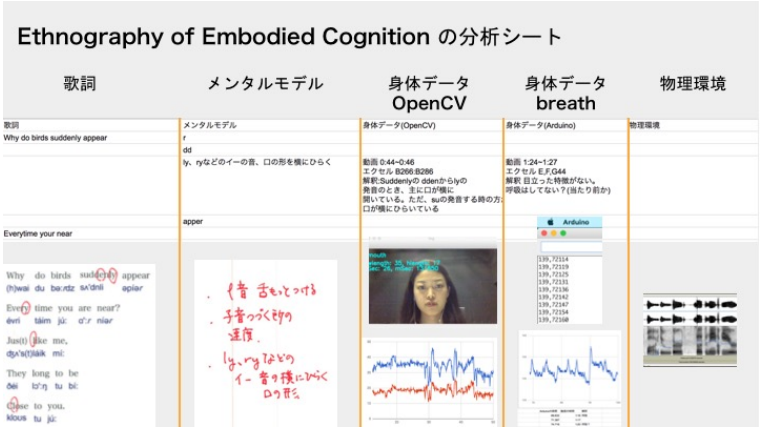


図 3.27: Cognitive Ethnography の分析

3.6. 「Prosody Cognition Score」の設計と仕様

以上のデザインプロセスを通して、最初のプロトタイプである「Prosody Cognition Score」を提案する (図 3.28, 図 3.29,)。「Prosody Cognition Score」には図 3.28 のような楽譜パートと、図 3.29 のような教科書パートに別れている。楽譜パートには Cognitive Ethnography で得られたデータ、そして民族誌調査で得られたメンタルモデル、実際の先生のお手本 (物理環境) を揃えることで、アンディ・クラーク の外的な足場作りとしてプロソディの習得を支援できる。ユーザはこの楽譜「Prosody Cognition Score」を読み、音源を聴いて自分も歌ってみる。口の形が楽譜に記載されていることで、それが外部の足場づくりになり、学習者の認知のタスクは分散され、歌いやすくなる。そして、何回も歌うことでプロソディを習得していく。教科書パートには「Prosody Master Club」に置いて学習した調

音音声学の知識が記載され、これを読むで練習することで楽譜パートで使われている口の形の記号を自然に学べるようにデザインされている。

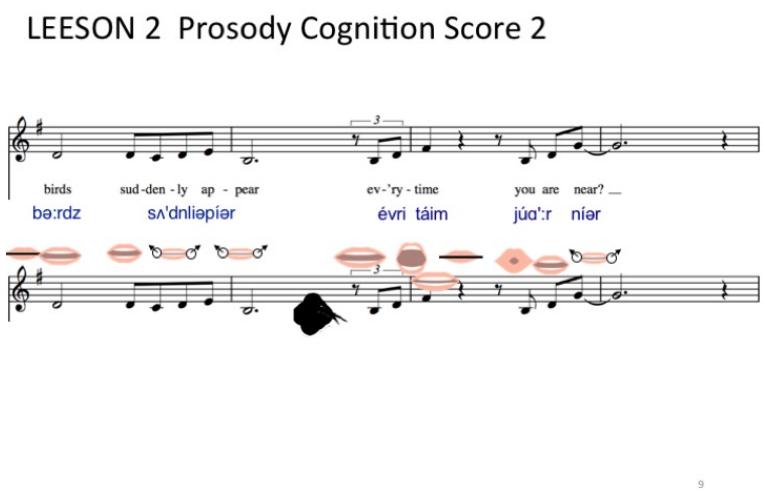


図 3.28: Prosody Cognition Score 楽譜パート

3.7. 本章のまとめ

本章では「Prosody Master Club」のコンセプトを明示し、「Prosody Master Club」のデザインを行なった。そして、「Prosody Master Club」でプロソディを持つ佐藤氏の民族誌調査とセンサ技術を使った民族誌調査を行い、それらの分析と「Prosody Cognition Score」設計について記述した。「Prosody Master Club」の全八回のレッスンで英語のプロソディや子音や母音を学びつつ、洋楽を歌唱することで実践する「Prosody Master Club」をデザインした。また「Prosody Cognition Score」を使うことで、初学者は、英語のプロソディ持つ人の身体性認知の仕組み(メンタルモデル・身体運動・物理現象)を理解し、練習を重ねることで、英語のプロソディ持つ人のメンタルモデルと身体運動のカップリングを体得していき、プロソディを学べる。次章にて、以上のような経験を提供する「Prosody Master Club」の Proof of Concept を行なう。

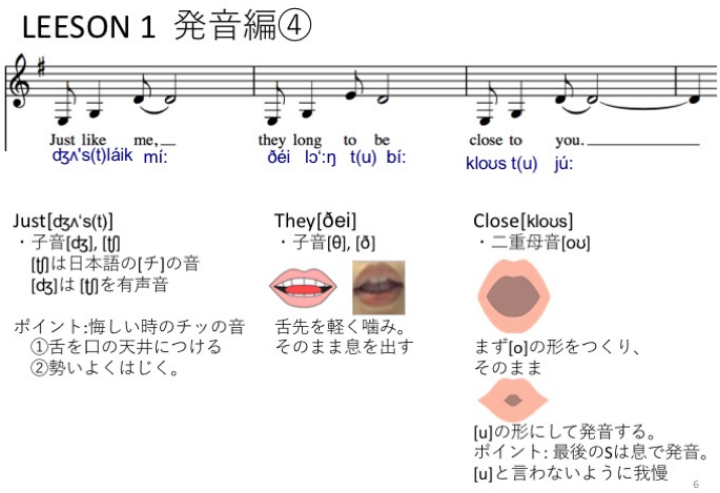


図 3.29: Prosody Cognition Score 教科書パート

注

1 松澤喜好, ”英語耳: 発音ができるとリスニングができる”, アスキー, 2004.

2 Carpenters, https://www.universal-music.co.jp/carpenters/biography/

3 Close to You,https://www.musicnotes.com/sheetmusic/mtd.asp?ppn=MN0025898

4 Top of the World, https://www.musicnotes.com/sheetmusic/mtd.asp?ppn=MN0015699

5 国際音声記号, https://www.internationalphoneticassociation.org/content/full-ipa-chart

6 Open Source Computer Vision Library, https://opencv.org/

7 村田智,”MirrorTone : 身体性認知を用いて我流トロンボーン奏者が豊かに響く音を生み出せるプラクティ スシステムのデザイン”, 2017

8 https://www.adafruit.com/product/519

9 https://www.arduino.cc

10 https://panasonic.jp/dvc/p-db/HDC-HS100.html

11 http://www.fon.hum.uva.nl/praat/

12 https://www.adobe.com/jp/products/premiere.html

第4章
Proof of Concept

本章では、本研究でデザインした「Prosody Master Club」の Proof of Concept を行うため、物理現象である実際の音に着目し、「Prosody Master Club」を通じて参加者の発音がどの様に変化したか記述する。

4.1. Proof of Concept の環境

今回、検証の場所は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の KMD スタジオを使用し、図 4.1 の環境で検証を行なった。コンデンサマイクを用いて学習者の音声を録音し、ビデオカメラで会場の様子を動画で収録をした。学習者には、図 4.2 のように立ってもらい、MacBook Pro 13 インチのディスプレイに表示された英語楽曲の歌詞を見て、イヤホンから流れるカラオケ音源を聴きながら Top of the World と Close to You を歌ってもらた。また、歌詞を表示させた MacBook Pro の内蔵カメラを用いて歌唱時の口の動きをキャプチャした。実験は、共同研究先 A 社の A さんと B さんの 2 名の他に KMD 生 6 名の計 8 名で行なわれた。

4.2. Proof of Concept :A さんの変化による検証

Prosody Master Club は 2018 年 4 月 27 日から 6 月 29 日かけての全 8 回のレッスンを、英語が苦手な日本人英語学習者に対して提供した。そして、2018 年 7 月 20 日に共同研究先 A 社の A さんと B さんの 2 名の他に KMD 生 6 名の計 8 名を KMD のメディアスタジオにお呼びし、Close to You と Top of the World を歌ってもらった。今回は A 社の A さんの音源、4 月 27 日と 7 月 20 日の Close to You を

f

図 4.1: Prosody Master Club の発表会の風景

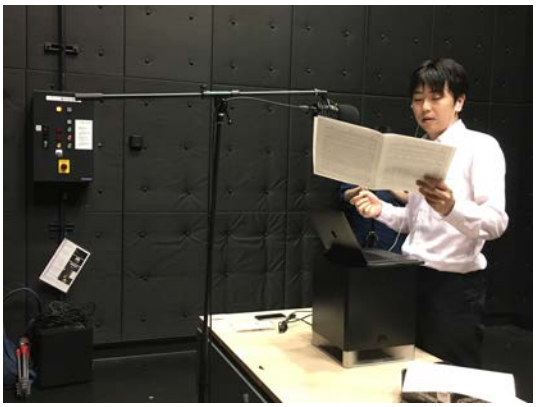


図 4.2: 学習者が歌唱をしている様子

聴き比べて、どのように発音が変化したのかを記述する。プロソディや発音の変化を記述する際に、英語のプロソディを持つ佐藤先生に協力していただいた。また、比較対象に選んだ歌詞のセンテンスは”why do birds suddenly appear every time you are near”と”On the day that you were born the angels got together and decided to create a dream come true”の 2 パートである。前者は [w] のや [i] といった発音時に口が大きく動く子音と母音が頻出し、初学者にとっては難しい。後者の歌詞はリンキングや英語の子音や母音をしっかり発音できないとリズムよく歌うのは難しい。上述の理由で、発音の上達が顕著に現れるポイントとしてこの 2 つのパートに着目した。指導者による指導の記録を、4.2.1 と 4.2.2 に音源のリンクと共に示す。

4.2.1 A さん 2018 年 4 月 27 日時点の Close to You

下記に A さんの 4 月 27 日時点の Close to You の音源ファイルのリンクを示す。

URL: `https://drive.google.com/file/d/1El40WMOqsu0v912uly3YIZfBqqeASfUp/view?usp=sharing`

1. why do birds suddenly appear every time you are near

いわゆる日本語的にいうとローマ字的な音、そして抑揚。口の中だけで全部収まっている、省エネな日本語的音ばかり。why は”wai”,“do”は本来であれば”duuu”と口を前に突き出して”uuu”を強めに長く出すくらいでなければいけないが、”du”程度。”birds は”baaaz”になっている。”suddenly”は”saaden いい”になっており、sudd の音は u から d へ飛ばなければならないのに”さーでんいぃ”と伸ばしてしまっている。”ly”はもはや l 音が消滅している。おそらく舌が十分に伸ばせなかったのだろう。appear は”あぴーあ”のような表現。app も a から p へは跳ねて飛ばなければならないのに、そこに空間はなくそのまま突入。”every time”も”えーぶりたーいん”というカタカナ的音。悪くはないが、v 音の下唇を噛まなければいけない感じとか t 音の破裂音とか m 音のしっかり唇閉じてからも鳴らし続けるのとかそういうのは一切存在せず、ひたすらローマ字発音。”you are”は”yuar”とリンキングはできているものの、本来”yu”の音はもっと柔らかく存在感のある”y”をしっかり存在させてから母音にうつる必要がある。”near”は”にーあ”のような感じ。n 音は鼻をしっかり通してだすべき音なのだが、あくまでもローマ字的に口の中のみで全部完結している。

1. On the day that you were born the angels got together and decided to create a dream come true

”おんざでーぃざっちゅーわーぼーん”というカタカナ的。”ずぃえーんじぇがっとぅげーざっ”。これはこれで伝わるが、全部ローマ字的な子音と母音の組み合わせのみ。that you のリンキングができているという意味では評価ポイント。”えんでぃさーいでっとぅーくりえーたじゅりーかんちゅるー”のような音。基本的に 1 つの子音に対して 1 つの母音がくっついてしまうローマ字的なものになっている。この速度であれば逆にこれでも伝わる範囲である。

4.2.2 A さん 2018 年 7 月 20 日時点の Close to You

下記に A さんの 7 月 20 日時点の Close to You の音源ファイルのリンクを示す。

URL: `https://drive.google.com/open?id=1Ke5vkr-0mV5e32dnsS1iPi7W0rp0P86_`

1. why do birds suddenly appear every time you are near

全体的に子音の存在感が増している。why は”whai”になっている口の動きができている、birds とかはしっかり bir の音になっていて舌の付け根が喉元にくっつけるような ir の音がでている。欲を言えば birds の z 音はもう少し腹筋使った低い羽音のような音がでてくれたらなお良い。”suddenly”の s 音はしっかり子音部分を発音してから”dn”にうつっており、”でん”ではなくなっている。ly は l 音が出ているものの、本当はもう少し勢いよく l から y に移行できるよう舌の動きが滑るように上の歯の付け根から下へ抜けていったほうがなお良い。舌の動きの速度でちょっとした swing 的なリズムができあがってくれるので言語的にはもっと quick なほうがよいが、まぁでも十分許容範囲であろう。”appear”はまだ a から pp へ t の跳ねてとぶ空間こそ存在しないものの、破裂音 p は随分よくなった。もっと破裂はあったほうがよいが。ear はそれっぽい感じになってはいる。”every time”は”evritaaim”になっており、十分なのだが、欲を言えば v 音の下唇を噛む速度が遅い。v から r に移行するときは、噛んでいる下唇を滑らせるように外に出していくのが望ましいが、まだ”b”音と”v”音の間くらいの音になっている唇の位置なのであろう。”you are”は丁寧に子音を発している。”near”は直前の r 音からくる”n”音のせいなのかいまいち。鼻を通すのが甘い気がする。

1. On the day that you were born the angels got together and decided to create a dream come true

リズムが存在している。ローマ字読みではこうはいかない。”on the day”とかしっかり付点の swing になっている。”that you were born”は that you のリンキングはせず、むしろ丁寧に t から yu 音に移行している。born の n 音はもう少し鼻を通す音が出たほうがベター。the angels もしっかり”eingls”のような発音ができている。got together のリンキングもしっかり tt 音で飛ばせている。ther はもう少し有声音的な震えが必要。舌の位置が定まってないのだろう。(上の歯と下の歯で舌を噛むべきなのだが多分その位置まで舌が到着できず間に合っていない）”and decided to”のリンキングもできている。強いて言うなら to が t の破裂時が弱くて ch に近くなっている。”create a”は”kri”の子音続きもしっかりできている。

ここも”te a”のtの破裂音が弱くてchぽくなっているのが残念。”come”はもう少しmの鼻通す音が出たほうがよい。”true”は子音続きもう少しquickなほうがなお良い。

4.3. 本章のまとめ

「Prosody Master Club」が提供した、2018年4月27日から6月29日かけての全8回のレッスンを通じて、学習者の発音や歌唱が上達したことが確認された。もちろん改善する点も残っているが、プロソディの一部は習得できたと言える。たとえば、参加者のAさんの4月27日の段階では、上述したようにappearの発音が出来なかったが、7月20日ではappearをしっかり発音できるようになっていた。また、4月27日の段階では歌詞のサビ”on the day that your were born...(中略)... eyes of blue”が全く歌えなかったが、7月20日には、テンポよく歌えるようになっていた。これは、ただ歌が上達したのではなく、英語の子音や母音、音声変化の練習したことにより、英語のリズムにあわせられるようになったと考える。特に日本人の初学者は子音終わりの単語に母音を足してしまう傾向にある。従って、単純に歌が上手になっただけでは英語のリズムに乗って歌えない。他の参加者も音源を聞き分けると、同様に英語の発音が上達したことを確認できた。以上のことから、「Prosody Master Club」は、英語が苦手な日本人学習者に対してプロソディ習得の支援ができたと言える。

第5章
結論と今後の展望

5.1. 結論

本論文では、身体性認知を用いた支援ツール「Prosody Cognition Score」も含めた英語のプロソディを習得する学習環境「Prosody Master Club」のデザインについて述べた。「Prosody Master Club」のデザインと、アンディ・クラークの身体性認知の観点から調査と設計を行った。「Prosody Master Club」では、プロソディ習得に必要となる調音音声学に基づいた子音や母音などの発音の基礎のレッスンを学習者に対して段階的に提供した。また、洋楽の歌唱や音読を通して実践的なプロソディ習得を行うプログラムを全8回にわたり学習者に提供した。また8回のレッスンでプロソディを持つ先生のメンタルモデルを民族誌調査で明らかにし、センサ技術を用いたCognitive Ethnographyによって、先生の無意識の動きを測定し、身体とメンタルモデルのカップリングについて調査を行なった。そして、プロソディを持つ人の身体性認知の仕組み(メンタルモデル・身体運動・物理環境)を解釈した。その結果から、学習者の口の動きの認知負荷の低減を目的とした「Prosody Cognition Score」を設計した。プロソディを持つ人のメンタルモデルと身体動作と物理現象が一体となった「Prosody Cognition Score」は、学習者に対してプロソディを習得する際にアンディ・クラークのいう外的な足場づくりとなることが期待される。この検証は2018年6月29日(金)の第八回の「Prosody Master Club」で行い、ユーザーの反応の観察とインタビューを行なった。そして、2018年7月20日(金)に「Prosody Master Club」の全参加者の歌唱を録音して、初回の歌唱からのどのくらい上達したかを確認した。4章で記述したように、参加者のAさんとBさんはや子音、母音の発音だけでなくリンキングが行えるよ

うになった。また、リズムよく Top of the Wrorld と Close to you を上手に歌唱できるようになった。学習者は「Prosody Master Club」に参加したことで、全てではないがプロソディの一部を習得し、英語の発音が上達したと言える。ゆえに、英語のプロソディ初学者の入門編として特に学習環境「Prosody Master Club」は有効であり、また効果的であると言える。

5.2. 今後の課題

本研究における今後の課題は、「Prosody Cognition Score」の改善と「Prosody Master Club」の設計および Cognitive Ethnography の調査方法の 3 点が挙げられる。まず「Prosody Cognition Score」である。今回は教則本の様なプロトタイプのため、Close to you の歌詞 1 番までの内容しか作成できず、学習コンテンツが十分とは言えない。歌詞全部の楽譜を作るだけでなく、学習者が歌って練習したい思う曲をこちら側で複数用意して、学習者に個々人のレベルや興味に対応できるようにするとよくなると考える。また、「Prosody Cognition Score」のパーソナライズ化も改善の一つして挙げられる。具体的には、「Prosody Cognition Score」は Close to you の歌詞一番までしか作成されていないが、楽譜上に記載されている発音時の口の形の情報がやや多いとの声があった。また、学習者のそれぞれの弱点があるため、学習者に提示する発音時の口の形の情報をパーソナライズ化することで、「Prosody Cognition Score」がより使いやすくなると考えられる。

２点目に関しては、「Prosody Master Club」の設計としていくつか課題が残る。最初に、参加者のリスニング能力を評価するための手法やプロセスを「Prosody Master Club」に組み込めなかった。「Prosody Master Club」の初回で、歌の録音だけでなく、リスニングテストもしくは、参加者のリスニング能力がどの程度なのか記録を残しておくべきであった。さすれば、プロソディの習得により学習者のリスニング能力の向上を評価でき、より多角的に「Prosody Master Club」の効果を多角的に検証が行なえた。また、現状先生役の時間や運営するための負担が大きい。持続的に「Prosody Master Club」を開催していくためには、先生の負担が減るように、各学習者共通の調音音声学の子音や母音のレッスンは動画による

レクチャーに置き換えたりするなどの工夫が必要だと言える。

3点目に関しては、Cognitive Ethnographyの手法や分析方法の改善が必要であると考える。今回は腹部に取り付けたウェアラブルセンサと、OpenCVによる口唇検知でEthnography of Embodied Cognitionをおこなった。測定する身体運動を増やすことである。舌の動きや顔面の筋電位など発音に関わる身体の動きまだまだ他にもある。発音と関わる身体運動の調査を続ければ、より良いメンタルモデルと身体運動のカップリングを発見でき、より複雑な動きにおける身体性認知について解釈できるようになると考える。

5.3. 今後の展望

本研究で提案する「Prosody Master Score」はユーザーに対して価値を提供できたと考える。しかし、上述した改善点や考慮しなければならない部分もある。今回コンセプトとプロトタイプで終わった「Prosody Master Club」が、学習コンテンツの増加やシステム化まで達成できれば、英語の発音が苦手な日本人英語学習者でもプロソディを習得する足がかりとなり、発音能力を身につけられる。それによって、学習者はより英語の聴解能力が向上するだけでなく、自信を持って英語を話すことに繋がる。これは日本人英語学習者のみならず、英語との言語間距離が遠い他言語地域や他の民族においても、展開および拡張できると考える。他にも、英語以外の習得したい他言語においても「Prosody Master Club」の学習環境は応用可能だと考える。さすれば、言語学習の領域におけるイノベーションになり、母国の言語の枷から人々が解き放たれるのではないだろうか。

謝　　辞

本研究は多くの方のご指導・ご協力のもとに行なわれました。本研究の指導教員であり、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の大川恵子教授に心から感謝いたします。Global Education Project という環境は、多くの出会いがあり、多くのことを学ばさせていただけました。私が提案する浅いアイディアにもかかわらず、寄り添いながらも、幅広い知見から的確な指導と暖かい励ましや改善点などのご指摘いただけました。本当にありがとうございました。

また同プロジェクトの前川マルコス貞夫専任講師にも大変お世話になりました。私が研究に行き詰まったりしたときは、マルコス先生の部屋に突然お邪魔して相談にのっていただきました。先生の暖かい励ましになんども心救われました。

副指導教官の TELEXISTENCE 株式会社代表取締役 兼 最高技術責任者の Charith Fernando さんに感謝の意を表します。お忙しい中、研究について相談にのっていただけました。ありがとうございます。今後の貴社の発展を心よりお祈り申し上げます。

共同プロジェクトのみならず、研究指導や論文執筆など数多くの助言を賜りました慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科の奥出直人教授に心から感謝いたします。また、研究の方向性からプロトタイプ、Prosody Master Club の運営までご協力してくださった佐藤千尋特任講師に心から感謝いたします。 このような研究の機会をいただけた NTTData の皆様、実験に協力していただいた松下様や伊藤様に感謝いたします。さらに、Cognitive ESL Project の OIkOS の浦瀬先輩、同期の樋口さん、外部プロジェクト生にもかからわらず、多大な援助をしてくださり本当にありがとうございます。いつか恩返しできればと思います。

そして、Global Education Project の皆様。KMD 同期の皆様。皆様の励ましにより最後まで論文を執筆できました。本当にありがとうございます。卒業後、そ

れぞれの分野での活躍をお祈りしております。

最後に、ここまで育ててくれた両親と祖父母に。突然の語学留学や、大学院を中退し専攻を変えたいという私のわがままを承諾してくださり、本当にありがとうございました。高専、大学、KMD の学生生活は常に困難の連続でご心配をおかけしました。しかし、それらすべてが私の人生においてかけがえのないな宝物になりました。

参 考 文 献

[1] 牧野武彦,(2005)”日本人のための英語音声学レッスン”, 大修館書店

[2] Lakoff,(1990), G.”Women, Fire, and Dangerous Things”,University of Chicago Press,

[3] アンディ,(2015), クラーク”生まれながらのサイボーグ: 心・テクノロジー・知能の未来”, 春秋社

[4] アンディ,(2012), クラーク”現れる存在: 脳と身体と世界の再統合”,NTT 出版

[5] 奥出直人,(2012), ”デザイン思考と経営戦略” , エヌティティ出版

[6] 今井邦彦, (2007),”ファンダメンタル音声学”, ひつじ書房

[7] Yenkimaleki, Mahmood and Vincent, J and others, (2016),”Effect of explicit teaching of prosodic features on the development of listening comprehension by Farsi-English interpreter trainees: An experimental study”, International Journal, Vol. 4

[8] Lindfield, Kimberly C and Wingfield, Arthur and Goodglass, Harold ,(1999),”The contribution of prosody to spoken word recognition”,Cambridge University Press, Applied Psycholinguistics, Vol.20, pp. 395-405

[9] Grosjean, François and Gee, James Paul,(1987),”Prosodic structure and spoken word recognition”,Cognition, Vol. 25, pp. 135-155

[10] Swaminathan, Swathi and Gopinath, Jini K, (2013), ”Music training and second-language English comprehension and vocabulary skills in Indian children”, Psychological Studies,Vol. 58, pp164-170

[11] T Altalmas, (2017), ”LIPS TRACKING IDENTIFICATION OF A CORRECT QURANIC LETTERS PRONUNCIATION FOR TAJWEED TEACHING AND LEARNING”, IIUM engineering journal. , Vol.18(1), p.177

[12] 朱春躍,(2010), ”MRI 動画撮像により観測した日本語音節連鎖における調音結合”,Journal of the Phonetic Society of Japan, Vol. 14 No2, pp 45- 56

[13] 山本玲子, 岩崎真哉, et al.,(2015),”身体性にもとづく指導が大学生の英語学習に及ぼす効果”, 国際研究論叢: 大阪国際大学紀要, Vol. 28, pp. (1-17)

[14] Chan Marsha J.(2018),”Embodied Pronunciation Learning: Research and Practice”, CATESOL Journal, Vol. 30, pp47-68