音響音声学を取り入れた、小学校外国語活動における音声教育の取り組み —Praat を活用した/æ/音の調音指導と評価について—

Pronunciation Teaching with Acoustic Phonetics in Elementary School Foreign Language Activities: Evaluation and Teaching /æ/ Sound using Praat Sound Analyzing Software

岡本 真砂夫 †

Masao Okamoto

[†]姫路市立八幡小学校 Himeji Municipal Yawata Elementary School okamoto-masao@nifty.com

Abstract

English pronunciation teaching using Information and Communication Technology tools was conducted in an elementary school and students' voices were evaluated by analyzing their formants with Praat sound analyzing software. This research was conducted over two years, with 158 students the first year and 162 students the following year. Appropriate Linear Predictive Coding parameters were found through this research. Students could be aware of the tongue position when they practice English vowel articulation. Praat is a useful software for schools.

Keywords — Praat, Articulation, Pronunciation

1. はじめに

2018年度より小学校学習指導要領の移行措置が開 始され、小学校3、4年生では外国語活動を年間に最低 15 時間, 5,6 年生では年間に最低で50 時間の授業を 行うことになった. 小学校における英語教育はこれま で以上に注目されており、特に「聞く」「話す」ための 音声教育の授業の在り方,評価方法が模索されている. 本研究は、音響音声学の知見を活かした教材開発、授 業実践、評価を通じた、2年間の児童の発音変容を分 析したものである. 発音研究の対象音は, /æ/音である。 その理由は、/æ/は音素として日本語にはない母音であ ること、/え/と/あ/の間に位置し、日本語との差が大き いため対比がしやすいことが挙げられる. また, 外国 語活動教材 Hi, friends! 1 において, 内容語の強音 節と機能語における母音の中で[æ]の出現数は50 で5番目に多く, Hi, friends! 2においても出現数 は48で5番目に多い[1]. 助動詞 "can"の強形や "thank you" にも含まれており、小学校外国語活 動に頻出する音であることからも/æ/音に焦点を絞る ことにした.

小学校外国語活動は近年開始された領域であり、先行研究は少ないのが実態である。児童の発音を分析した研究はあるが、英語母語話者の発声との比較によって分析をされている等、児童の発声そのものを分析した研究はほとんどない。また、ICTを活用して視覚的

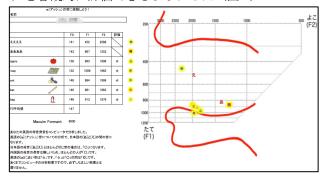
に調音指導を行っている先行研究もほとんどない.

本研究を通じて、小学校高学年児童の音声分析に適切な LPC パラメータの設定を発見することができた.また Praat と、エクセルを活用した教材を用いたことで自らの英語母音の調音位置を意識し、英語の母音を変容させた児童が確認できた.

2. 調音位置表示教材について

対象児童は、兵庫県姫路市立八幡小学校5年生5クラス167名(2016年度)、6年生5クラス167名(2017年度)である。授業実践では、IWB(電子黒板)やタブレット型パソコン等のICT機器を活用する教材を作成し、児童に互いの口形を確認させたり、自身の発声を聞きながら英語の音声発声に取り組ませたりした。また、音声分析ソフトウェア Praat [2]の Vowel エディタ機能を活用し、人工的に合成した F0, F1, F2 の音を聞かせることで母音調音の仕組みを理解させたり、パソコン教室で児童自身に Praat を操作させ、自分の母音を調音位置図にプロットさせながら発声練習に取り組ませたりした [3].

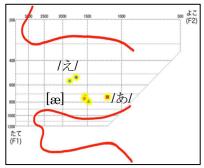
一連の指導の後 Praat を活用し、児童全員のフォルマント値を算出した.フォルマント値を調音位置図にプロットする教材をエクセルで作成し、児童の調音音声を客観的に評価できるようにした(図1).



(図1) 児童A エクセル評定教材の例

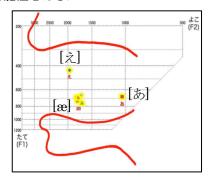
この教材は、横方向から口腔内をイメージしたもので目安として東京方言の女性の[あ][え]調音位置を加筆

した [4]. /æ/音の調音位置を[あ]音と[え]音と対比できるので、教師、また児童本人が調音音声を評価できる教材である。



(図2) 英語母語話者の[æ]の調音位置

図 2 は,アメリカ出身男性英語母語話者の声をプロットしたものである.録音した単語の F0 平均値は 137Hz であり,Maximum formant は 5000Hz に設定している.[æ]音は調音位置が/あ/音より前方に位置し,/え/音の下方に位置する.つまり,F1 が[え]音より大きく,F2 が[あ]音より大きい.この男性は日本語の/あ/,/え/音を意識しているが,調音位置が日本語母語話者と異なる可能性もある.



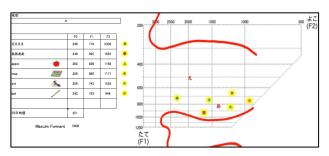
(図3) 筆者の[æ]の調音位置

図 3 は筆者の声をプロットしたものである。録音した単語の F0 平均値は 112Hz であり,Maximum formant は 5000Hz に設定している。/æ/音は調音位置が[あ]音より前方に位置し,[え]音の下方に位置する。つまり,F1 が[え]音より大きく,F2 が[あ]音より大きい.

児童の音声を録音する手順は、静かな教室内で一人ずつ「ええええ」「ああああ」(日本語の「え」と「あ」を長めに発声させる) "apple" "map" "ant" "bat" ("bag": 2 年目のみ) 1を発声させ、録音した、録音機

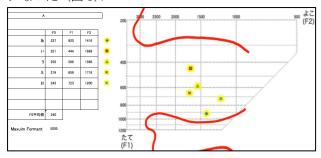
器には、ZOOM 社の H1 を利用し、サンプリング周波数は 44,100Hz に設定した.2016 年度は "Collect formant data from files"スクリプト [5] を活用し、158名の音声を分析した.2017 年度は 162人の音声を分析した.ピッチも観察するため、"Extract f0, f1,f2, Duration"のスクリプト [6] を用いた.これは McCloy氏が Lennes 氏のスクリプトをモディファイしたものである.その他、ステレオをモノラルに変換したり、ファイル名をクラスと出席番号順変換したりするスクリプトは Praat ヒストリーから自作した [7].

図 4 は、Maximum formant を筆者と同じ 5000Hz に設定したものである.



(図 4) 児童 B 英語 Maximum formant = 5000Hz

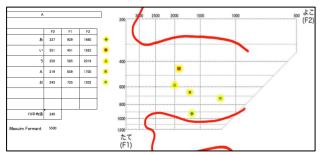
A児は声が高いためか、/æ/音が[あ]より後方に位置しており、実際の音声と合っていない。そこで、児童の日本語母音を録音してプロットした。すると日本語の母音の調音位置もバラバラになっていることが明らかになった(図5).



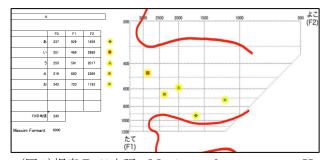
(図 5) 児童 A 日本語 Maximum formant = 5000Hz

Lennes (2003)によると、話者が男性、女性、子供かによって Maximum formant の数値を変えなければならない。男性は 5000Hz、女性は 5500Hz 程度だが、小学生児童については記述がなく、適切な LPC パラメータの数値を探るため、Maximum formant を 5500、6000, 6500Hz に変更し、それぞれの調音位置をプロットした(図 6, 7, 8).

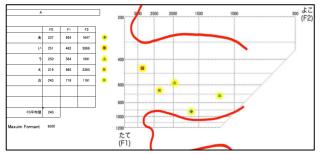
^{1 &}quot;apple"だけが 2 音節であり、onset の子音をみると/m/と/b/が 1 語、onset なしが 2 語、coda が/p/,/t/,/nt/である。本実験では児童に身近な単語という観点から様々な音節構造の単語を選んでいるが、児童にとっての調音困難度を決定するという実験であれば音節構造を揃える必要がある。



(図 6) 児童 B 日本語 Maximum formant = 5500Hz

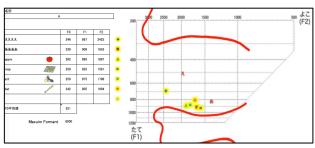


(図7)児童B 日本語 Maximum formant = 6000Hz



(図 8) 児童 B 日本語 Maximum formant = 6500Hz

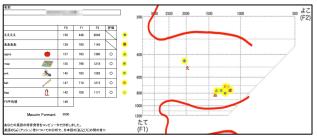
Maximum formant が 6000Hz より調音位置が安定 し、6500Hz ではほとんど差がない、そこで、Maximum formant を 6000Hz に設定して、再度 /æ/音の調音位置をプロットした(図 9).



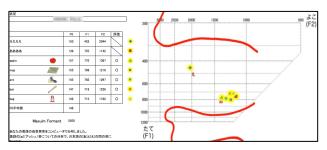
(図 9) 児童 B 英語 Maximum formant = 6000Hz すると, /æ/音と日本語の[あ], [え]音の調音位置関係 が違和感なく表示された. 児童 A は, /æ/音がほぼ日本語の[あ]音になっており, 筆者が耳で確認した音声と調音位置が一致している². 児童 A の F0 平均値は 240Hz

である. 小学校 5,6年生では男女共に F0 平均値が 200Hz 以上の児童が多い.

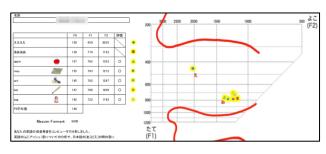
児童 C は、F0 平均値が 148Hz の男子児童である. 児童の中には声変わりをして 150Hz 以下の児童もいる. 声が低くなれば Maximum formant の数値も下げるべきだと思われるが、児童 C は Maximum formantが 5000Hz (図 10)、5500Hz (図 11)、6000Hz (図 12) でほとんど差がない. それぞれの児童に適切な LPC パラメータの設定を求めることは、今後の課題である.



(図 10) 児童 C 英語 Maximum formant = 5000Hz



(図 11) 児童 C 英語 Maximum formant = 5500Hz



(図 12) 児童 C 英語 Maximum formant = 6000Hz

3. 3段階評価について

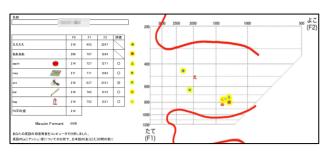
2016 年度に欠席児童を除いた 158 名の音声を録音,フォルマントを算出し、プロットされた図を渡した. 2017 年度には欠席児童を除いた 162 名の音声を録音し、プロットされた図を渡した. 2017 年度に図を渡した際、/æ/が[あ]と[え]の間に来ているか自己評価し、調音位置を工夫しようと話をしたが、児童から分かりにくいとの声があった. そこで、児童の音声を確認しながら、/æ/の発音を3段階で評定した. 評価の仕方としては、録音された音声を教師が直接聞いた上で、プロ

² 筆者は幼少期をアメリカで過ごした帰国子女であり、英検1級等の資格を保有するバイリンガルである. 音声学の教育を受けており、英語母語話者と同等の母音識別能力を持っている.

ットされた児童の[え], [あ]音と/æ/音の調音位置を確認した. 児童に評価を渡す際は、C, B, A や 1, 2, 3 等の評価ではなく、 \bigcirc 、 \bigcirc 、 \bigcirc の順で評価をした. 評価を曖昧にしたのは、/æ/音の練習や録音に挑戦している段階で児童の意欲は十分にあり、まずはその意欲自体を評価したいという思いからである.

図 1 は、全て (A)評価の男子児童である.この児童は 5 年生、6 年生共に全て 評価であるが、声変わりをしているため、 F0 は低くなっている. F1, F2 の数値は変化しているが、 /æ/、 [あ]、 [え]の相対的な位置関係は変わっていない.

図 13 は、児童 D の調音位置図である. "ant"は [あ][え]の間に位置しているが、他の/を/音は[あ]に近い. "apple"を「アッポー」、"map"を「マープ」と発声し、 [あ]に近い音になっているが、"ant"は[あ]と[え]の間を意識しやすいようだ.



(図 13) 児童 D 英語 Maximum formant = 6000Hz

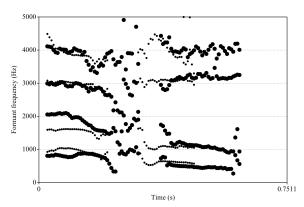
三段階評価は筆者の評価を児童に伝えるためのもので、筆者が音声を聞き、プロット図を参照した上で評定したものなので質的なデータであるが、全体の傾向を見ることができる. $A \times 3$ 点, $B \times 2$ 点, $C \times 1$ 点とし、平均点を算出した. 1年目と2年目を比較したところ、"apple" "map" "ant" "bat"のそれぞれの単語で平均点が上昇していた。また、もっとも平均点が高かったのは"ant"だった(表 1).

表 1 単語別平均点

	apple	map	ant	bat	bag
Α	28	25	32	19	
В	36	24	58	32	
С	87	102	61	100	
平均点	1.55	1.47	1.75	1.42	1.29
昨年度の平均点	1.33	1.28	1.66	1.18	
差	0.22	0.19	0.09	0.24	

"bag"は、急遽録音リストに加えた単語である。練習が足りていなかったことが平均点の低さに繋がったのかも知れない、平均点、プロット図、児童の音声から、

2年目に入り /æ/音の調音が上達したことが示唆される.



(図 14) 児童 E "apple"のフォルマント

4. 結論

LPC パラメータの値を 6000Hz に設定することで、 男児、女児共にフォルマント値を算出することができ、 調音位置をプロットできることが確認された.また、 エクセルを活用した教材を用いることで、児童が自ら の調音位置を意識しながら発音練習に取り組めることが確認された.上達がみられた児童に行ったインタビューから、口腔内の動きを意識することは有効であること、継続して音声指導に取り組むことの重要性が確認された.英語母語話者の[æ]は、デューレーションが 長い [8].今後、音の長さを意識した指導、音声分析を 行うことが必要である.

この実践を通して、小学校において児童の発音獲得に向けた教材開発、児童の発音評定、児童の英語母音を習得させられる可能性について考察した。Praatはフリーソフトなので無料で用いることができ、実行ファイルのみで動作するためインストールの必要がなく、セキュリティポリシーが厳しい公立学校でも活用しやすい。5クラスの児童の発声を分析するため、インターネット上で公開されているScriptを用いたり、自作Scriptを開発したりし、数十人分のフォルマントを一斉に分析できるよう工夫したものの、まだまだ分析作業が煩雑である。より多くの教室で用いられるよう、簡単にフォルマントを分析できるような手法を開発し

ていくことが今後の課題である.

謝辞

本研究の2016年度の研究,授業実践については日本英語検定協会の研究助成を受けた.

- [1] 上斗晶代・三宅美鈴・西尾由里. (2017). 小学校英語 活動に資する発音指導マニュアルの作成に向けて: 英 語音声指導の実態調査と教科書分析を基に. 大学英語 教育学会中国・四国支部研究紀要= JACET Chugoku-Shikoku Chapter Research Bulletin, (14), 143–160.
- [2] Boersma, Paul & Weenink, David (2017). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.0.28, http://www.praat.org/(2017年3月23日閲覧)
- [3] 岡本真砂夫. (2017). 音声学に基づく,ICT を活用した 小学校外国語活動での発音評価 システムについて: 音声分析ソフト Praat を活用した評価と指導 (英語能 力向上をめざす教育実践). Eiken Bulletin 英検研究助 成報告, (29), 66–83.
- [4] 服部義弘 (2012). 『音声学』. 東京: 朝倉書店.
- [5] Mietta, Lennes (2003). Collect formant data from files
 - http://www.helsinki.fi/~lennes/praat-scripts/public/c ollect_formant_data_from_files.praat (2017 年 3 月 26 日閲覧)
- [6] Dan, McCloy (2011). Collect formant data from files https://depts.washington.edu/phonlab/resources/get DurationPitchFormants.praat (2017年12月30日閲覧)
- [7] 北原真冬, 田嶋圭一, & 田中邦佳. (2017). 音声学を 学ぶ人のための Praat 入門. ひつじ書房.
- [8] 川越いつえ. (2007). 英語の音声を科学する. 大修館 書店.