

(400) 情報

発声機構の成長発達過程におけるフォルマント周波数の変化

Transition of Formant Distribution on Growth and Development Process of Speech Mechanism

柿本 有里[†], 中山 仁史^{††}, 石光 俊介^{††}, 武藤 佑子^{†††}, 石井 かおり^{†††}, 堀畑 聡^{†††}, 葛西 一貴^{†††}

Yuri Kakimoto[†], Masashi Nakayama^{††}, Shunsuke Ishimitsu^{††}, Yuko Muto^{†††}, Kaori Ishii^{†††}, Satoshi Horihata^{†††},

Kazutaka Kasai^{†††}

[†]広島市立大学 情報科学部

^{††}広島市立大学 大学院情報科学研究科

^{†††}日本大学 松戸歯学部

1. はじめに

ヒトが子供から大人へと成長するのにともない、身体における様々な変化が生じる。その例として、身長が伸びる、筋肉がついて身体つきが変わるといった変化や成長があげられる[1]。同様に、口腔、鼻腔、舌などの調音器官も成長発達する。一般的に、声道は閉管と考えるとモデル化でき、成長につれて閉管の共鳴周波数も変化すると考えられる[2]。よって、口唇の開口度や舌位の前後変化も同様に共鳴周波数であるフォルマント周波数へと影響される。第1フォルマントは口唇の開口度、第2フォルマントは舌位の前後である[3]。このような変化を手掛かりとし、児童の成長や言語発達の獲得などの解明も期待できる。本研究では、成長過程における経年的変化として小学校4年生から中学校1年生を対象にフォルマント周波数の変化の傾向について調査した。

2. 児童音声データセット

小学校4年生から小学校6年生までの男児15名、女児13名の計28名を対象に追跡的に音声収録を行った。学年毎に日本語母音/aieuo/の連続発声を3回行った。

3. フォルマント解析実験

本研究では先に示した音声データセットを対象に、フォルマント周波数の変化に注目し、成長発達の変化を確認する。本研究では最初の検討として、男児1名が小学校4年生から小学校6年生において各3回、計9回発声した音声によるフォルマント解析を行う。

3.1 実験条件

音声解析ソフトウェア Praat を用いて、第1及び第2フォルマント周波数を求めた。以下に、手順を示す[4]。このとき、フレーム毎に求まるフォルマント数が変化することから最大フォルマント数を4として実行した[5]。

1. 図1のように波形とスペクトログラムにおいて各母音発声の安定が確認される点を決める。
2. 図1より求めた各母音の点と対応するフレーム単位のフォルマント周波数を決める。

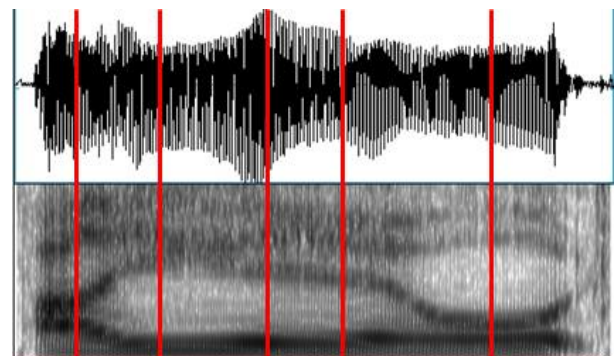


図1：波形とスペクトログラム

	1	2	3	4	5	6
row	time(s)	nformants	F1(Hz)	B1(Hz)	F2(Hz)	B2(Hz)
1	0.027687	4	978.431	262.773	1462.622	269.974
2	0.033937	4	964.572	218.000	1510.181	205.411
3	0.040187	4	1008.970	246.907	1546.919	237.237
4	0.046437	4	1060.401	290.649	1556.854	221.056
5	0.052687	4	1074.377	381.551	1548.469	206.861
6	0.058937	4	987.577	225.201	1572.711	154.527
7	0.065187	4	986.319	183.679	1576.164	224.837
8	0.071437	4	988.125	172.286	1599.767	309.980
9	0.077687	4	940.222	209.815	1568.190	168.266
10	0.083937	4	910.379	257.117	1566.675	140.495

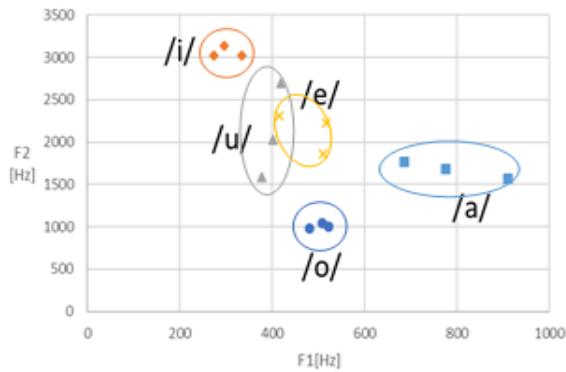
図2：フォルマント解析結果

3.2 実験1：各母音のフォルマントの分布

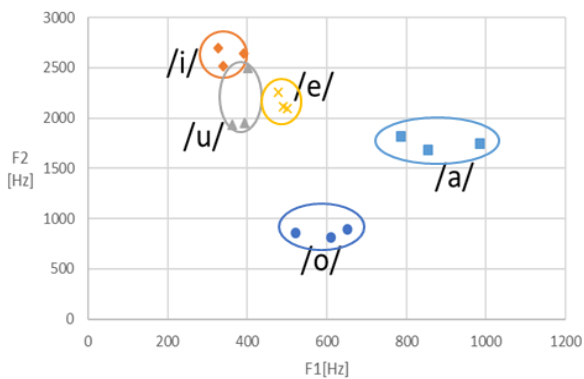
図3に横軸を第1フォルマント、縦軸を第2フォルマントとした学年ごとの5母音の分布を示す。分布の広がりについてはほぼ同様な分布が確認できる。図3(c)において、/o/のうち1つが(600, 2500)付近に分布している。これは計測条件のフォルマント数を4とした解析にも関わらず、結果としてフォルマント数を3と計測されたことで生じたズレである。

3.3 実験2：F1-F2分布

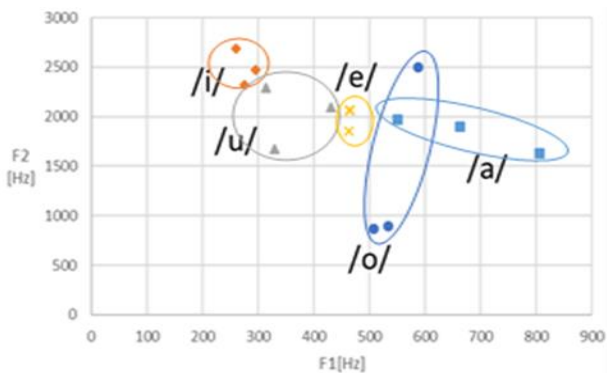
図4にF1-F2分布を示す。結果より、年次を追うごとにx軸の第1フォルマントは増加にともない左へ、y軸の第2フォルマントは減少にともない下に向かって移動している傾向が確認できる。このような結果は各フォルマント周波数の低下であることから、4から6年生と成長するにしたがい、声道長や鼻腔長が長くなるためであると推察できる。



(a) : 小学 4 年時



(b) : 小学 5 年時



(c) : 小学 6 年時

図 3 : 各学年における母音の分布

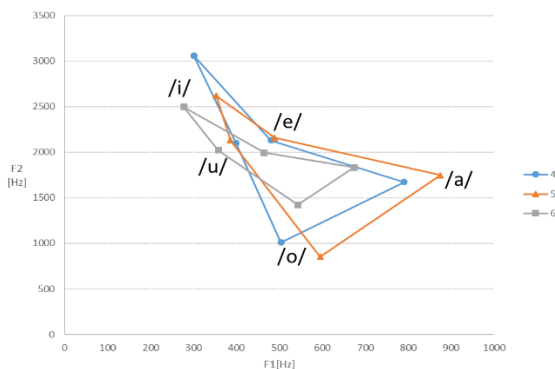


図 4 : 学年毎の母音五角形

表 1 : フォルマント周波数より求めた波長

(a) : 学年間の λ_1 の平均差[mm]

	5 年-4 年	6 年-5 年	6 年-4 年
/a/	-11	31	20
/i/	-42	65	23
/u/	7	21	29
/e/	-5	9	4
/o/	-25	13	-12

(b) : 学年間の λ_2 の平均差[mm]

	5 年-4 年	6 年-5 年	6 年-4 年
/a/	-2	-2	-4
/i/	5	2	6
/u/	-2	2	0
/e/	-1	3	2
/o/	16	-24	-9

3.4 実験 3 : フォルマント周波数からの波長推定

先に示したようにフォルマント周波数を得ることができた．ヒトの声道は閉管によるモデル化が可能のため，周波数から波長を求めることができる．よって，学年毎の差に注目することで口唇から声帯，舌から声帯の成長を観測できる．表 1 に各フォルマント周波数より求めた波長と学年毎の差を示す．第 1 フォルマントは口唇の開閉のため，口の開閉などの変化が生じ，また，話者の癖もある．これにより，話者及び発声毎に分散が大きくなると推察できる．一方で，第 2 フォルマントは舌位のため根元が固定されていることから，口唇と比較して可動域が小さいため分散が小さくなると推察できる．

4. おわりに

本稿では男児 1 名の音声データの解析結果を掲載した．人数またサンプル数がともに少ないため，必ずしも十分な結果とは言えない．発表までに，人数またサンプル数を増やし，成長過程解明を試みる予定である．

参考文献

- [1] 小宮秀一，“身長と体重の相対成長からみた男女児童の発育パターンにおける変異”，『体育学研究』，21(5)，pp.265-273，1977．
- [2] 荒井隆行，“ブロック式声道模型による母音の韻質評価”，日本音響学会 2013 年秋季講演論文集，pp.1371-1374，2013．
- [3] 城生佰太郎，“日本語音声科学”，バンダイ・ミュージックエンタテインメント，1998．
- [4] Paul Boersma. David Weenink, “Praat: doing phonetics by computer”
<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
- [5] 北原真冬，田嶋圭一，田中邦佳，“音声学を学ぶ人のための Praat 入門”，ひつじ書房，2017．