



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



乳幼児の泣き声におけるピッチ変動と聴取印象

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学SVBL 公開日: 2007-12-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田中, 秀典, 平井, 佑樹, 長島, 知正 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/301

乳幼児の泣き声におけるピッチ変動と聴取印象

田中秀典¹⁾, 平井佑樹²⁾, 長島知正^{1, 3)}

1) 室蘭工業大学SVBL 2) 室蘭工業大学情報工学科 (B4)

3) 室蘭工業大学情報工学科

1. はじめに

最近我が国において、幼児虐待が大きな社会問題となっている。その原因は、親と子のコミュニケーションの破綻に帰着する。そのため、親子間のコミュニケーションを支援するシステムの開発は幼児虐待を未然に防ぐために有用であると考えられる。

人と人がコミュニケーションを行う際、音声は非常に有用な手段の一つである。特に言語能力が十分発達していない乳幼児にとっては、泣き声が最も重要な意思伝達の手段である。音声による乳幼児から親への意思伝達に関しては、乳幼児の心理が泣き声の音響的特徴にどのように反映されるかが問題にされることが多いが、泣き声を聞くことによって親がどのような感情を抱くかも重要な問題である。しかし、音声解析の分野においては、言語音声を対象にした研究が殆どであり、泣き声などの非言語音声を音響学的に解析しようとする研究は少ない。特に、聞き手側に焦点をあて、音声の音響的特徴が聞き手にどのような印象を与えるかを推論する研究は皆無である。そこで本研究では特に乳児の泣き声の音響的特徴の違いによる聞き手の聴取印象の違いに焦点を当てた。

向井らは ADEL[1]と呼ばれる喉の構造的疾患をもつ乳児の泣き声が聞くものに不快感を与え、そのために ADEL が幼児虐待の原因の一つとなっていることを示唆した[2,3]。そこで向井らは ADEL の乳児における泣き声の特徴の一つとして「基本周期の不安定さ」を挙げた。この向井らの研究を基に我々は以前、基本周期の不安定さを定量化する指標として extended Pitch Perturbation Quotient (ePPQ) を提案し、この ePPQ により泣き声に対する聞き手の不快感を評価できる可能性を示唆した[4]。

本研究では ePPQ と幼児虐待に関連があると思われる心理的印象との関係を調べるため、ePPQ が異なる泣き声に対する聴取印象の評価実験を行った。これにより、ePPQ と幼児虐待の危険性との関係をより明確にし、幼

児虐待の危険度を示す指標としての ePPQ の有用性を検証する。

2. 方法

本研究ではまず、三種類の方法で集められた乳幼児の泣き声について ePPQ を算出した。その中から ePPQ が異なる泣き声をいくつか選び、それぞれに対する聴取印象を、アンケートを用いた主観評価により調査した。次に得られた主観評価値と ePPQ との相関を調べた。

2.1 ePPQ 算出アルゴリズム

ePPQ は基本周期の不安定さを定量化する指標であり、菊池らによって提案された PPQ[5]を拡張したものである。以下、ePPQ を算出するためのアルゴリズムを示す。

ePPQ は対象となる音声データの基本周期を一定時間間隔で求めた、基本周期の時系列を次式の $p(n)$ に代入することによって得られる。

$$ePPQ = \frac{1}{N-2k} \sum_{i=k}^{N-k-1} A(i), \quad (1)$$

$$A(i) = \left| 1 - \frac{p(i)}{\frac{1}{2k+1} \sum_{n=-k+i}^{k+i} p(n)} \right|, \quad (2)$$

これは、基本周期の時系列において、現在の基本周期をその前後 $2k+1$ 点における基本周期の平均値で割り、それを 1 から引いたものの絶対値 $A(i)$ (これを本研究では変動値と呼ぶこととする) の解析区間全体にわたる平均値である。 N は基本周期の時系列 $p(n)$ の長さである。

ePPQ を求めるため、まず基本周期の時系列を作る必要がある。基本周期の抽出法としては現在様々な方法が提案されているが、決定的な方法は未だ確立されていない。本研究では、波形そのものを直接比較するシンプルで計算量も比較的少ない特徴を持つ AMDF 法 [6] を

用いた。AMDF 法ではまず、基本周期を求める点 l の直後の波形とそこから l 点後の波形との AMDF として、次の $r_l(l)$ を求める。

$$r_l(l) = \sum_{m=l}^{l+M-1} |x(m) - x(m+l)|, \quad (3)$$

ここで、 $x(m)$ は音声信号データである。本研究では、比較するデータ長 M を $M=128$ とし、 $l=40, 41, \dots, 280$ とした。さらに、 $r_l(l)$ の最小値 r_{\min} と平均値 r_{av} から閾値 r_{th} を次式により求める。

$$r_{th} = r_{\min} + (r_{\text{av}} - r_{\min}) / 4. \quad (4)$$

次に閾値 r_{th} 以下となる最小の l を求め、その l にサンプリング周期を乗じて基本周期を得る。

こうして一定時間ごとに基本周期を算出して基本周期の時系列を得る。本研究では、基本周期を求める間隔 Δt は 20 点すなわち 0.5 [ms] とする。得られた基本周期の時系列を(2)式の $p(n)$ として用いることで ePPQ が求まる。本研究では(1)、(2)式において $k=1$ とし、 N は解析する音声データから得られた基本周期の時系列データ長とした。

2.2 被験者

本実験の被験者は聴覚が正常な 12 名の男性、及び 3 名の女性であった。このうち、育児経験者は 1 名の男性のみであった。

2.3 刺激

本実験で用いた泣き声刺激は、向井のホームページ [7] において公開されている泣き声データ、音声サンプル集に収録されている泣き声データ、及び、我々が採取した泣き声データという 3 種類のデータの中から選ばれた。

向井のホームページより入手したデータは、ADEL と呼ばれる、喉の構造的な疾患による泣き声と、それを手術により改善した泣き声である。入手した泣き声は生後 1 ヶ月の男児のものであり、足を掴んで出させた。録音には MINIDISC RECORDER (MDS-102, SONY) を用い、マイクを患児の口の上方約 15 cm のところで採取したものである。

音声サンプル集から入手したデータは、乳幼児の泣き声や笑い声等が収録された CD である THE Nightingale “VOICE BOX” vol.3 ‘Just Kids and

Babies!’ (Nightingale Music Productions, 2001) から得た。付属の解説書において、声を発した子供の年齢と、状況の簡単な説明が示されているが、詳しい収録条件などはわからない。

我々が採取した泣き声データは、育児サークルにおいて録音したものである。ベッドの上に赤ちゃんを寝かせ、口の上方約 10cm の位置にマイクを近づけ泣き声を採取した。母親の了解を得て赤ちゃんから母親を引き離すことで泣き声を発声させることができた。採取できたのは 3 名のいずれも 1 歳未満の赤ちゃんの泣き声であり、いずれの赤ちゃんの泣き声も母親がいなくなったことからくる不安による泣き声であると考えられる。泣き声は Digital Audio Tape-CORDER (TCD-D100, SONY) を用いて DAT (digital audio tape) に録音した。

これらの泣き声データから、有声部を目視によって切り出し、それぞれの ePPQ を算出した。算出された ePPQ を比較して、向井のホームページのデータ、音声サンプル集のデータ、我々が採取したデータのそれぞれから、ePPQ の低い泣き声 1 つと ePPQ の高い泣き声 1 つずつを選び、これらを評価対象刺激とした。図 1 に各刺激の波形を、表 1 に各刺激の ePPQ を示す。

2.4 主観評価

目配せなどによる影響を考慮して、主観評価は一人ずつ行った。提示する泣き声は 音圧レベルの最大値が等しくなるよう音量を調節した。被験者には 1 つの刺激につき 10 回繰り返し聞きかせ、各刺激に対して感じる印象について、アンケートにより主観評価を行わせた。刺激の提示順序が評価に影響する可能性を考慮し、提示順序は被験者ごとにランダムに決めた。アンケートでは対照的な印象語に対しどちらの印象を強く感じたかを評価させた。

表 1. 泣き声刺激の ePPQ

泣き声刺激	ePPQ ($\times 10^{-2}$)
刺激 1	7.12
刺激 2	0.79
刺激 3	7.10
刺激 4	0.26
刺激 5	7.00
刺激 6	1.34

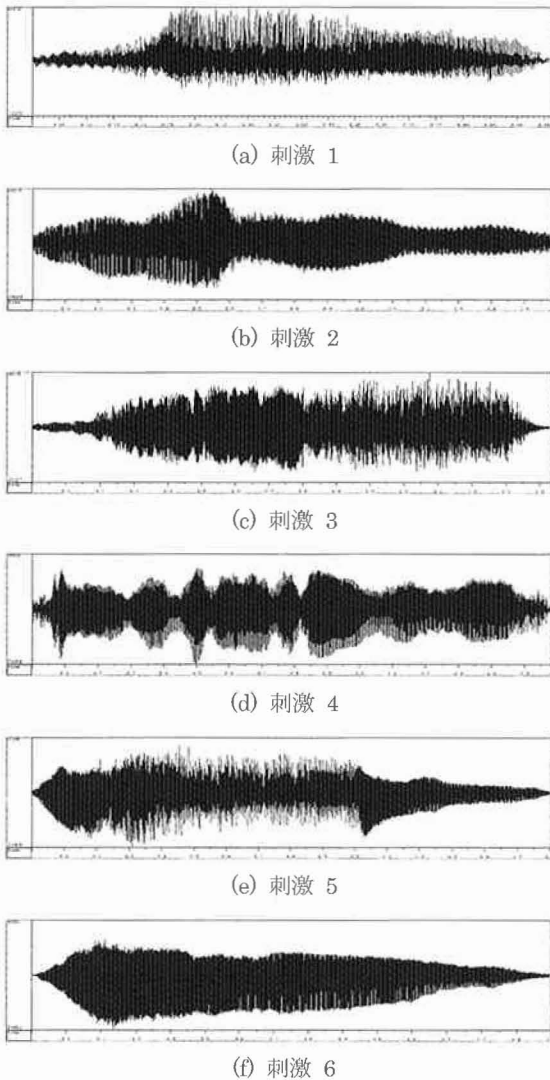


図 1. 泣き声刺激の音声波形

調査した印象項目は、幼児虐待につながると考えられる以下の 11 項目である。

- 1) 激しい—穏やかな
- 2) 弱々しい—元気な
- 3) 濁った—澄んだ
- 4) 苦しそうな—楽そうな
- 5) 病的だ—健康的だ
- 6) 不快だ—快感だ
- 7) 憎い—可愛い
- 8) 怒りたい—あやしたい
- 9) 嫌われている—慕われている
- 10) 傷つけたい—癒したい
- 11) 耐えがたい—平気だ

以上の項目について 0 から 6 までの 7 段階で評価させた。評価値は左側に書かれた印象を強く感じるほど小さい値に、どちらでもない場合は 3、右側に書かれた印象を強く感じるほど大きい値にすることとした。このようにして得られた被験者全員の主観評価値と ePPQ との相関係数を各項目ごとに算出した。

3. 結果と考察

各印象項目について ePPQ と主観評価値との相関係数を求めた結果を表 2 に示す。激しい—穏やかな、濁った—澄んだ、苦しそうな—楽そうな、不快だ—快感だ、耐えがたい—平気だ、に対しかなりの負の相関が示された。また、弱々しい—元気なに対し弱い正の相関が、病的だ—健康的だ、憎い—可愛い、嫌われている—慕われている、傷つけたい—癒したい、に対し弱い負の相関が見られた。

これらの相関係数の信頼性を検証するため、無相関検定を行った。その結果、怒りたい—あやしたい、傷つけたい—癒したい以外の 9 項目において有意水準 1% で、傷つけたい—癒したいに関しては有意水準 5% で相関が認められた。

負の相関は、ePPQ が高いほど左側に書かれた印象を強く感じることを示している。特に幼児虐待との関連が強いと思われる、不快だ、憎い、耐えがたいなどの印象は ePPQ が高い泣き声ほど感じやすいことが示唆されている。一方で、幼児虐待に直接的に関係すると思われる怒りたいや傷つけたいという能動的な感情を調査した項目においては強い相関が見られない。これは、泣き声のみを聞いただけでは能動的な感情は起こりづらいためと考えられる。しかし、傷つけたいについては弱いながらも相関が見られており、日常的に何度も聞くことによってこれらのような能動的な感情が生まれることは十分考えられる。その他の幼児虐待に関連した心理的印象と ePPQ との間に相関が見られることから、ePPQ は幼児虐待の危険度を評価する指標となる可能性が高い。

4. おわりに

本研究では、乳幼児の泣き声の音響的特徴の違いによる聴取印象の違いを明らかにするため、ePPQ の異なる泣き声に対し、聴取印象の主観評価実験を行い、ePPQ と聴取印象との相関を調べた。

結果として、ほとんどの幼児虐待に関連した心理的印象の主観評価値と ePPQ との相関が示された。したがって、ePPQ は泣き声から幼児虐待の危険度を測る指標として有用である可能性が示唆された。

今後の課題として、より多くの被験者および多くの泣き声に対する実験や、他の心理指標および生理指標を用いた実験を行うことで、ePPQ と聴取印象との関係がより明確になると思われる。また、音声において、基本周期の変化の仕方いくつかのパターンが見られる。特に乳幼児の泣き声においては、ピッチ波形が一つおきに変化することによる、基本周期が倍になる変化がよく見られる。しかし、本研究で用いた ePPQ はこれらのような基本周期の変化パターンの違いを全く区別せずに算出される指標である。基本周期変化のパターンは聞こえ方に大きく影響すると思われるため、これを区別することで聞き手に不快感などの聴取印象を与える要因が示されるであろう。

今後、本研究の様な乳幼児の音声と聞き手の聴取印象との関係を示す研究をさらに進め、それにより得られた知識を活かして、親子間のコミュニケーションを支援するシステムを構築することで、幼児虐待を未然に防ぐ手助けになるものと考えられる。

参考文献

- [1] 向井將：舌・喉頭蓋・喉頭偏位症（舌癒着症），舌癒着症研究会会報，8，pp. 1-53, 1998
- [2] 向井將，永杉さよ子，東野良恵：泣き声の心理的印象と音声分析—第1報—，音声言語医学，38，1，pp. 1-10, 1997
- [3] 向井將，永杉さよ子：泣き声の評価（主観的評価と客観的音声分析の比較）（第二報）—瘡泣について—，音声言語医学，40，4，pp. 349-356, 1999
- [4] 田中秀典，今井順一，齋藤巖，春日伸予，長島知正：赤ちゃんの泣き声の不快感指標—拡張型ピッチ変動指数の提案と不快感の評価—，日本感性工学研究論文集，5，2，pp.71-76, 2005
- [5] 菊地義信，粕谷英樹：臨床応用を目的とした音声評価装置の開発，電学論，C108，10，pp. 873-878, 1988
- [6] Myron J. Ross, *et al.* : Average Magnitude Difference Function Pitch Extractor, IEEE Trans. Acoustics, Speech and Signal Processing, ASSP-22, 5, pp. 353-362, 1974
- [7] Dr. Mukai のホームページ：
<http://www02.so-net.ne.jp/~s-mukai/>

表2. ePPQ と聴取印象との相関

印象項目	相関係数
激しい—穏やかな	-0.528**
弱々しい—元気な	0.360**
濁った—澄んだ	-0.503**
苦しそうな—楽そうな	-0.415**
病的だ—健康的だ	-0.302**
不快だ—快感だ	-0.439**
憎い—可愛い	-0.335**
怒りたい—あやしたい	-0.188
嫌われている—慕われている	-0.368**
傷つけたい—癒したい	-0.213*
耐えがたい—平気だ	-0.410**

*有意水準5%，**有意水準1%