

平成 21 年 6 月 11 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18530579

研究課題名（和文） 人工内耳装用者のパラ言語と音楽の理解

研究課題名（英文） Perception of para-language and music by recipients of cochlear implants

研究代表者

中田 隆行（NAKATA TAKAYUKI）

公立はこだて未来大学・システム情報科学部・准教授

研究者番号：00281155

研究成果の概要：

人工内耳を装用した子どもは曲のリズムを健聴児と統計的に同等な水準で歌えることを初めて報告し、人工内耳装用児にとって音楽は大きな楽しみの源であり、音楽の楽しみはリズムを中心に起こっていることを示唆した。また、人工内耳を装用する子どもは話し手の気持ちを抑揚を手掛かりに判断できていること、そして抑揚を表現する能力は5-6歳の健聴児と統計的に差がないほど良く、抑揚を理解する能力と相関を示すことを明らかにした。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,700,000	0	1,700,000
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	570,000	4,170,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：人工内耳、音楽、パラ言語、ピッチ知覚、ピッチ産出、リズム知覚、リズム産出、実験心理学

## 1. 研究開始当初の背景

近年の人工内耳の改良により、多くの装用者、特に低年齢で埋め込み手術を受けた子どもの聞き取りと発話能力は、ノイズの低い環境では、電話での会話にも不自由しないほどの高い水準まで発達する症例が多く報告されてきた。しかし、人工内耳は言語の向上を目的に設計されたため、言語情報の理解の向上が期待できても、そのピッチ情報の貧しさからノイズ下での音声言語の聴取 (Qin & Oxenham, 2003) 音の高さの変化 (Gfeller, et al., 2005) 声質 (Clearry, Pisoni, & Kirk,

2005)などのパラ言語や音楽 (Fujita & Ito, 1999)の理解に不可欠な情報の理解は困難であるとされてきた。

人工内耳による広東語のような声の高さの変化が語彙的意味を持つ声調言語の理解についての研究があり、広東語を母語とする人工内耳装用児は広東語の理解に必要な音の高さの変化の理解に困難を感じる (Cicca, et al., 2002) などの報告があるが、人工内耳装用者の生活の質に密着に結びついて抑揚による感情の理解や抑揚表現についてさらなる理解が必要とする背景があった。

また人工内耳装用児の音楽理解について行った我々の研究によって人工内耳を装用した児童は既知の曲を正しく同定できること、そしてほぼすべての人工内耳装用児が自発的な歌唱を楽しんでいることを報告してきた (Nakata, Trehub, Mitani, Kanda, Shibasaki, & Schellenberg, 2005)。

## 2. 研究の目的

人工内耳装用児による音楽知覚と産出、人工内耳装用児による音楽理解と言語理解の関係、人工内耳装用児によるパラ言語の理解と産出、人工内耳装用児の音楽と言語の音高のずれの知覚といったこれまでほとんど研究されていない4つの課題について検証することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### 人工内耳装用児による音楽知覚と産出

(Nakata, Trehub, Mitani, & Kanda, 2006)

参加児 5歳から10歳の12名(男子4名、女子8名)の人工内耳を装用する難聴の子どもと5歳から9歳の健聴の子ども6名が参加した。その他、2名の人工内耳装用児については歌った歌を実験者が同定できなかったためにデータ分析から除外した。すべての人工内耳装用児は片耳に10か月以上継続して人工内耳を装用して(平均期間は3年と4か月)、実験者と会話を交わすことができるような比較的高い言語理解と産出能力を示していた。12名の人工内耳装用児の内9名は補聴器も合わせて利用していた。テスト時には、3名の人工内耳装用児と5名の健聴児が学校以外の場で音楽のレッスンを受けていた。

設備と方法 すべての参加児は一人ずつ実験に参加した。人工内耳装用児は減響室で、健聴児は通っていた音楽教室の騒音の少ない静かな部屋で検査に参加した。多くの子どもに知られている歌について作成したパンフレットを見せ参加児が好きな曲を歌うように求め、同意した子どもの歌唱をデジタルオーディオレコーダー (SONY TCD-D8) とマイクロフォン (EV Cobalt Co9) で録音した。人工内耳装用児による音楽理解と言語理解の関係

(Mitani, Nakata, Trehub, Kanda, Kumagami, Takasaki, Miyamoto, & Takahashi, 2007)

参加児 4歳から8歳の17名の人工内耳を装用する難聴の子どもが参加した。12名の参加児は人工内耳と補聴器を併用していた。すべての人工内耳装用児は片耳に12か月以上継続して人工内耳を装用して(平均期間は3年と4か月)、実験者と会話を交わすことができる程度の高い言語理解と産出能力を示していた。

設備と方法 すべての参加児は一人ずつ

減響室で検査に参加した。視聴率の高い子ども向けテレビ番組に使われている14のテーマ曲について原曲、インストゥルメンタル、そしてメロディーバージョンを準備し、ノート型パソコンとステレオに接続されたスピーカーから提示した。単語認識課題は補聴器適合評価用CD (TY-25)の使用頻度の高い25の3音節単語を用いた。さらに参加児の保護者に音楽環境についての質問紙への回答を求めた。

方法 参加児に既知の曲を確認した後、それらの曲がノートパソコンから原曲、インストゥルメンタル、そしてメロディーバージョンの順に提示され番組の同定を番組の絵を選択するよう求めた。

### 人工内耳装用児による抑揚知覚と抑揚産出

(Nakata, Trehub, Kanda, & Takahashi, 2007)

参加児 パラ言語知覚の実験には17名の人工内耳を装用する5-11歳と子どもと24人の5-6歳の健聴の子どもが参加した。パラ言語産出の実験には18名の人工内耳を装用する5-11歳と子どもたちと22人の5-6歳の健聴の子どもたちが参加した。

設備と方法 すべての参加児は一人ずつ実験に参加した。人工内耳装用児は減響室で、健聴児は通っていた幼稚園内の騒音の少ない静かな部屋で実験に参加した。パラ言語の理解の実験では、ノート型パソコンから提示される、ことばの抑揚でうれしい、悲しい、そして怒りの感情を表現している女性の声を、それぞれの感情4試行ずつで合計12試行を聞いて、話しての気持ちを同定するよう求めた。抑揚の産出の実験では、4つの短い抑揚豊かな女性の声の表現を聞かせ、参加児に真似て声で表現するように求め、デジタルオーディオレコーダー (SONY TCD-D8) とマイクロフォン (EV Cobalt Co9) で録音した。人工内耳装用児の音楽と言語の音高のずれの知覚

参加児 18名の人工内耳を装用する5-11歳と子どもと22人の5-6歳の健聴の子どもが参加した。

設備と方法 すべての参加児は一人ずつ実験に参加した。人工内耳装用児は減響室で、健聴児は通っていた幼稚園内の騒音の少ない静かな部屋で実験に参加した。「あそびましょう」のように同じ分を話している、またはうたっている声を2回ノート型パソコンから提示し、最後の音節(例では「しょう」)について1回目の音刺激と2回目の音刺激の同異を判断するよう求めた。音楽と言語のモダリティそれぞれで48の試行を提示した。1回目と2回目の間に変化がない対を24試行、2回目の音刺激が1半音高い対を6試行、2半音高い対を6試行、3半音高い対を6試行、そして4半音高い対を6試行行った。

#### 4. 研究成果

##### 人工内耳装用児による音楽知覚と産出～リズムの重要性～

###### 人工内耳装用児による音楽知覚と産出

人工内耳を装用した子どもは曲の音高の表出は正確ではなかったが、リズム表出は健聴児と統計的に同等な水準に高いことが明らかになった(Nakata, Trehub, Mitani, & Kanda, 2006)。この結果は人工内耳装用児にとって音楽は大きな楽しみの源であり、音楽の楽しみはリズムを中心に起こっていることを示唆する。

###### 人工内耳装用児による音楽理解と言語理解の関係

参加児が選択した曲数は3-5と一定ではなかったため、計算式の分子(実際に得られた正答率)と分母(完全な成績である1)のどちらからもチャンスファクターによる正答率(例えば、3曲なら0.33)を引いて得られる調節された正答率に換算することによって以下の分析を行った。

人工内耳装用児の調節された正答率は.32から1.00と大きなばらつきが認められた。保護者が回答した音楽環境に関する項目の分析から、すべての人工内耳装用児は何らかの音楽活動を行っていること、ほぼすべての人工内耳装用児は自発的に歌を歌うことが明らかになった。自宅で音楽を自発的に聴く人工内耳装用児は9人と、歌うことよりも音楽を聴く習慣のほうがより少ないことが明らかになった。統計的に有意水準には達しなかったが、音楽を自発的に聴く子ども(M = 37.44カ月, SD = 11.61)のほうが自発的に聞かない子ども(M = 52.63カ月, SD = 14.00)より人工内耳挿入の手術を受けた月齢が低い傾向が認められた、 $p = 0.066$ 。さらに、音楽を自発的に聴く子ども(M = 89.33%, SD = 14.00)は自発的に音楽を聴かない子ども(M = 70.63%, SD = 19.54)よりも単語認識課題においてより良い成績を示した、 $p < .05$ 。

また音楽の理解と言語の理解の間に正の相関関係があることも実証的な研究によって初めて明らかにした(Mitaniら, 2007)。

###### 人工内耳装用児によるパラ言語の理解と産出

人工内耳装用児はうれしい、悲しい感情を表現したパラ言語の判別課題での正答率は健聴児の0.97より有意に低いが、チャンスレベルを超える(最終的な人工内耳装用児19名の平均は0.55)ことが明らかになった(Nakata, et al., 2007)。また、誤答のパターンについて分析すると、怒りの感情を表現の理解に困難を示しうれしい感情と誤って判断すること

が多いことも明らかになった(Nakata, et al., 2007)。

さらに、パラ言語の産出についてもNakata, et al. (2007)では、40%以上の人工内耳装用児の産出についての大学生の評定は健聴児の評定値の95%の信頼区間内であり、抑揚の表現能力は高かったことを示した。また健聴児との比較により、人工内耳装用児(M = 3.80, SD = 1.13)のパラ言語産出能力は5-6歳の健聴児(M = 4.43, SD = 1.13)と比べて有意な差を示さないことが明らかになった。人工内耳を適切に装用でき、効果的(り)ハビリテーションが行われることによって高い抑揚表出能力を示すことが示唆された。

さらに人工内耳装用児のパラ言語知覚の得点とパラ言語産出の得点との間に有意に正の相関があることもNakata, et al. (2007)で報告している。

###### 人工内耳装用児の音楽と言語の音高のずれの知覚

Hit率からfalse alarm率を引いた正答率の検証によって以下のことが明らかになった。

音楽と言語のどちらのモダリティーでも1半音と2半音のずれの条件では5-6歳の健聴児の成績(1半音の音楽、1半音の言語、2半音の音楽、2半音の言語での平均値と標準偏差はそれぞれ.33と.32、.32と.27、.33と.31、そして.32と.27)と人工内耳装用児の成績(1半音の音楽、1半音の言語、2半音の音楽、2半音の言語での平均値と標準偏差はそれぞれ.16と.18、.08と.16、.33と.11、そして.24と.21)の間には有意な差がないことが明らかになった。音高知覚はさまざまな状況で働いており、今後もスウィープする音の高さの知覚など研究の対象を広げることによって人工内耳装用者の音知覚とその発達について知ることができるだけでなく、人にとって重要な音情報とは何かという問いに対しても有益な知見が期待できる。

###### 参考文献

- Ciocca, V., Francis, A. L., Aisha, R., and Wong, L. (2002). The perception of Cantonese lexical tones by early-deafened cochlear implantees, *Journal of the Acoustical Society of America*, **111**, 2250-2256.
- Cleary, M., Pisoni, D. B., & Kirk, K. I. (2005). Influence of voice similarity on talker discrimination in children with normal hearing and children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, **48**, 204-223.
- Fujita, S., & Ito, J. (1999). Ability of Nucleus cochlear implantees to recognize music. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, **108**, 634-640.
- Gfeller, K., Olszewski, C., Rychener, M., Sena, K.,

- Knutson, J. F., Witt, S., & MacPherson, B. (2005). Recognition of "real-world" musical excerpts by cochlear implant recipients and normal-hearing adults. *Ear & Hearing*, **26**, 237-250.
- Mitani, C., Nakata, T., Trehub, S. E., Kanda, Y., Kumagami, H., Takasaki, K., Miyamoto, I., & Takahashi, H. (2007). Music recognition, music listening, and word recognition by deaf children with cochlear implants. *Ear and Hearing*, **28**, 29S-33S.
- Nakata, T., Trehub, S. E., Kanda, Y., & Takahashi, H. (2007). *Perception and production of prosody by deaf children with cochlear implants*. Poster presented at the 6<sup>th</sup> Asia Pacific Symposium on Cochlear Implants and Related Sciences. Sydney, Australia.
- Nakata, T., Trehub, S. E., Mitani, C., & Kanda, Y. (2006). Pitch and timing in the songs of deaf children with cochlear implants. *Music Perception*, **24**, 147-154.
- Nakata, T., Trehub, S. E., Mitani, C., Kanda, Y., Shibasaki, A., & Schellenberg, E. G. (2005). Music recognition by Japanese children with cochlear implants. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, **24**, 29-32
- Shannon, R. V., Zeng, F.-G., Kamath, V., Wygonski, J., & Ekelid, M. (1995). Speech recognition with primarily temporal cues. *Science*, **270**, 303-304.

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Trehub, S. E., Vongpaisal, T., & Nakata, T. (in press). (2009) Music in the lives of deaf children with cochlear implants. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 査読有
  - ② 中田隆行, Trehub, S. E., 神田幸彦 (2007). 人工内耳による歌唱 音声言語医学 48 68.
  - ③ 中田隆行 (2007). 子どもにとっての音楽～心理学的アプローチによる研究の成果とその意義～ 長崎純心大学心理教育相談センター紀要 **6**, 27-31. 査読無
  - ④ Mitani, C., Nakata, T., Trehub, S. E., Kanda, Y., Kumagami, H., Takasaki, K., Miyamoto, I., & Takahashi, H. (2007). Music recognition, music listening, and word recognition by deaf children with cochlear implants. *Ear and Hearing*, **28/2**, 29S-33S. 査読有
  - ⑤ Nakata, T., Trehub, S. E., Mitani, C., & Kanda, Y. (2006). Pitch and timing in the songs of deaf children in cochlear implants. *Music Perception*, **24/2**, 147-154. 査読有
- [学会発表] (計 4 件)
- ① 城戸由美子・神田幸彦・中田隆行 (2008年10月24日). 人工内耳小児の抑揚の理解と聴取能の関係 第53回日本音声言語医学会総会 広島県三原市
  - ② Nakata, T., Trehub, S. E., Kanda, Y., & Takahashi, H. (October 31-November 2, 2007). Perception and production of prosody by deaf children with cochlear implants. 6<sup>th</sup> Asia Pacific Symposium on cochlear implants and related sciences. Sydney, Australia.
  - ③ Nakata, T., Trehub, S. E., Kanda, Y., & Takahashi, H. (2006年11月28日～12月2日). Music and language in deaf children with cochlear implants. 第4回日米音響学会ジョイントミーティング開催場所、米国ハワイ州ホノルル (招待講演)
  - ④ 中田隆行 (2006年9月25日). 人工内耳装用の子どもたちにとっての音楽 北海道大学大学院文学研究科 魅力ある大学院教育イニシアティブ 人間の総合的理解のための教育的拠点 第8回ワークショップ「音楽と言語：普遍性と文化固有性」(招待講演)
- [その他]
- ① 中田隆行 (2008年8月29日). 『人工内耳装用児の言語能力向上に果たす歌と音楽の役割』 第10回国際音楽知覚認知学会 (ICMPC10) における市民交流企画：「音楽を科学する世界をのぞいてみよう！」(招待講演)
  - ② 中田隆行 (2008年2月13日). 『人工内耳を装用した子どもにとっての音楽』北海道障害学研究会 (招待講演)
  - ③ 中田隆行 (2006年4月2日). 『人工内耳装用で歌を楽しむ子どもたち』 第2回ヘレンの会 (補聴器・人工内耳装用児の会) (招待講演)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中田隆行 (NAKATA TAKAYUKI)

公立ほこだて未来大学・システム情報科学部・准教授

研究者番号：18530579

### (2) 研究分担者

### (3) 連携研究者

神田幸彦 (KANDA YUKIHIKO)

長崎大学・医学部耳鼻咽喉科・臨床准教授  
研究者番号：20264244

Sandra Trehub

University of Toronto・Department of Psychology