



幼児におけるロンバード効果実験と 園内の音環境についての一考察

佛教大学教育学部臨床心理学科講師
箕浦 有希久

1. 大人と異なる子どもの聞こえ

私たち人間は普段あまり意識していなくとも非常に精妙な聴覚処理能力を働かせている。たとえば「カクテルパーティ効果 (cocktail party effect)」と呼ばれる有名な現象がある (Cherry, 1953)。さまざまな声や音が飛び交う騒々しい環境の中においても、“選択的注意 (selective attention)” を向けることで他の音と特定の人物の声を聞き分けることができるという現象である。面白いのは、このような聴覚の適応的機能は内耳や中耳、聴神経といった人体組織の特性によって成立しているわけではなく、大脳などの中枢性聴覚処理能力によって成し遂げられている点である。中枢神経では耳をはじめとする感覚受容器から集められた情報を統合し、そのすべてを平等に扱うのではなく、必要なものや重要なものに対して選択的な注意のスポットライトを当てる。これが高度な適応的反応の成立に大きく寄与している。

発生の上では内耳や中耳、聴神経といった聴覚器組織の形態は胎児期に大部分が完成し、音刺激に対する胎動や脳波の反応もみられる (松崎・鳥山, 1965)。つまり胎児や新生児でも物理刺激としての音の存在に気づくことはできる。しかしそれが大人の音の聞こえや感じ方と同じであるとは限らない。そして近年、選択的注意などの中枢神経のはたらきと関連した高度な聴覚機能は、これまで考えられていた聴覚機能の成立時期よりもずっと遅い3歳から6歳頃に発達し成立しているとする証拠が報告されるようになってきている (久保・田原・勝二・原島, 2022)。

2. 聞こえに応じた発声の調節

知覚心理学の専門用語に「ロンバード効果 (Lombard effect)」と呼ばれる現象がある。これはフランスの耳鼻咽喉科医であったエティエンヌ・ロンバード (Figure 1 参照) が発見した無意識の発声反応であり、音声振幅のノイズ依存性調節と定義される。簡単に言えば、周囲の雑音の増加に応じて無意識のうちに発声が大きくなる現象である。私たち人間は音声を発しながら常に同時に聴覚を働かせて、自らが発する音声の調節を行っている。ロンバード効果の発見から1世紀が経ち、今日、ロンバード効果は多くの鳥類や哺乳類で確認され、騒音下での音響コミュニケーションの研究において重要なテーマとなっている (Brumm & Zollinger, 2011)。しかし、ロンバード効果がヒトの発達段階のいつ頃から成立するようになるのかを究明した研究はごく最近まで見られなかった。前節でも述べた通り、聴覚に関する組織自体は胎児期にほぼ完成してしまいうため、聴覚機能の成立がずっと遅い幼児期であるとは思われなかったことが原因であるだろうと推測される。



Figure 1
Étienne Lombard, 1869–1920.
(Brumm & Zollinger, 2011より引用)

ヒト幼児におけるロンバード効果の成立時期を明らかにすることを目的とした木谷・高野・谷口・箕浦・請園（2018）の研究では、雑音下における発話を收音することで3歳児・4歳児・5歳児それぞれにおけるロンバード効果の成立について検討がされた。実験では幼児が楽しみながらスムーズに発話できるようにするため、やなせたかし原作のアニメ『それいけ！アンパンマン』に登場するキャラクターのぬいぐるみを実験刺激として用いた（Figure 2参照）。実験参加児は椅子に座り正面を向いた状態で、対面した実験実施者（実験参加児にとって初対面の成人男性）の『これなんだ？』の問いかけ発話とともに呈示された5種類のぬいぐるみのキャラクター名（アンパンマン、カレーパンマン、カッドンマン、バイキンマン、ドキンちゃん）を発声した。音声分析の都合のため、ドキンちゃんを除いてすべて母音/a/で始まるキャラクター名となるように統一している。背景雑音としてホワイトノイズ（56dB・68dB・80dBの3種類）を呈示する実験条件と雑音を呈示しない統制条件を設定し、各条件の実施順序について実験参加児間でカウンターバランスをおこなった。背景雑音は実験参加児の両脇に設置したスピーカーから提示した。幼児の発声は首元に付けたピンマイクロホンにて收音し、收音したデータはICレコーダに保存した。条件ごとに5種類のぬいぐるみのキャラクター名を2回ずつ発声させた。

まず音圧レベルの分析結果をFigure 3に示した。年齢層に関係なく、周囲のノイズレベルが大きくなるにしたがって発声の音圧レベルが上昇しており、3歳台からすでに周囲の音環境に合わせた無意識的な発声調節としてのロンバード効果がみられたと言える。次に基本周波数の分析結果をFigure 4に示した。3歳台や4歳台は周囲のノイズレベルの上昇とともに、発声の基本周波数も線形に増加している特徴が見られるのに対して、5歳台はノイズレベルが小さい場合（70dB以下）は基本周波数が変化せず、80 dBの条件でのみ変化が見られた。このような変化は成人のロンバード効果と類似しており、音環境に応じた適切な音圧レベルや基本周波数の調節といった機能は3歳台ですべて完成しているわけではなく、3歳台以降も継続して成長・発達している可能性が示唆された。



Figure 2
実験刺激として用いたぬいぐるみ（株式会社セガトイズ プリちい★ビーンズS Plus, 本体サイズ約110×180×80mm, 筆者撮影）

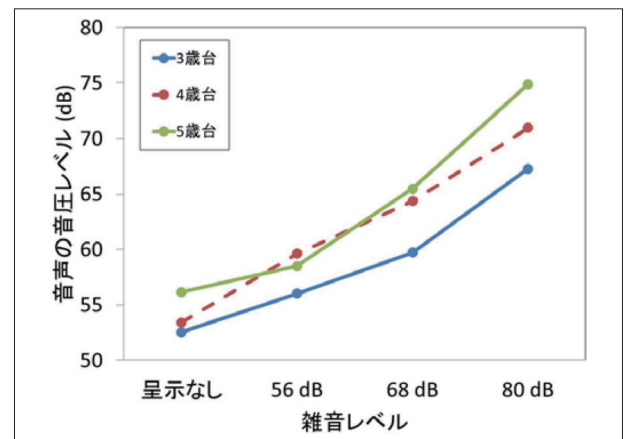


Figure 3
ホワイトノイズ呈示中の発話音声の音圧レベルの平均値。横軸は呈示したノイズレベル、縦軸は分析の結果得られた音声の音圧レベル（木谷他, 2018より引用）。

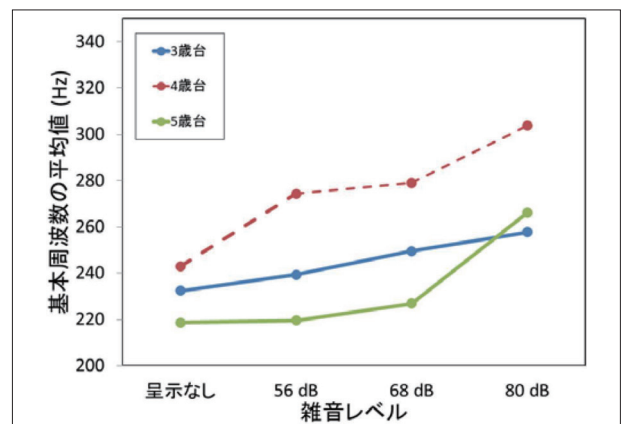


Figure 4
ホワイトノイズ呈示中の発話音声の基本周波数の平均値。横軸は呈示したノイズレベル、縦軸は分析の結果得られた音声の音圧レベル（木谷他, 2018より引用）。

さらに木谷・谷口・箕浦・請園（2019）では、木谷他（2018）と同様の研究手続きを用いて、対象者は幼児ではなく成人ではあるものの、ロンバード効果が独り言条件よりも他者との対面コミュニケーション条件において強くみられることが確認された（Figure 5参照）。幼児において未検討ではあるものの、ロンバード効果が他者と対面でコミュニケーションする状況において強くみられるということは、この現象が社会性の獲得や他者と相互的な交流を行う能力と密接に関連していることが推測される。幼児期や児童期に同年代の他者と親密で対等な人間関係を構築し、コミュニケーション能力を培うことは大変重要なこととされている（文部科学省, 2018）。しかし、ロンバード効果やカクテルパーティ効果といった注意制御に関連した中枢性の聴覚機能が幼児期に育つ人間関係やコミュニケーション能力の根底を支えているとする見方はこれまであまり重視されてこなかったのではないだろうか。

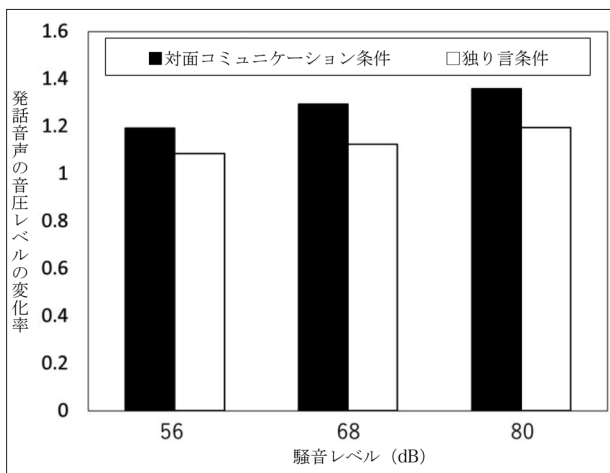


Figure 5
ホワイトノイズ呈示中の発話音声の音圧レベルの変化率。雑音を呈示しない統制条件を基準とした（木谷他, 2019より引用）。

3. 園内の音環境

園児たちに相当する3・4・5歳台のヒト幼児は、聴覚に必要な組織自体は完成しているものの、脳が成しうる聴覚の高度な機能については今まさに成長・発達真っ只中にあると考えられる。彼ら・彼女らを取り巻く音環境には相応の配慮が必要だと

考えられるが、現実的にはかなり難しい。短大付属の幼稚園3園の保育室で普通騒音計を用いて騒音レベルを測定した滝沢・平尾・北浦（2020）によると、子どもがいない状況ではすべて40dB台であったのに対して、子どもの活動時は10分間の等価騒音レベルが80dB台に達し（Figure 6参照）、瞬間的な最大値は100dBを上回ることもあった。生活環境で聞く騒音を例に挙げると、通常の会話が約60dB、乗用車のエンジンが約70dB、電気掃除機が約80dB、トラックやバスが約90dB、そして地下鉄の車中が約100dBである。80-90dB以上の音に継続的に曝されていると聴力損失の危険性もあるとされる（松田, 2007）。

かなり大声を出さないと大人同士でさえ会話ができない環境が日本中の保育施設で常態化していると考えられるが、そのような音環境が子どもの聴覚機能の成長や発達に与える影響の詳細はまだ明らかとなっていない部分が多い。現状において大きな問題は生じていないかもしれないが、今後、可能な限り改善していきたい点であることは間違いない。近年の先行研究では音環境が言語発達に負の影響を与えること、課題への挑戦意欲を低下させること、高騒音下で目的のない徘徊的な行動が多くみられることなどが示されており（嶋田, 2021）、園の音環境の改善にはさまざまなポジティブな効果があることが期待できる。嶋田・土田（2020）は日中の騒音レベルが90-100dBを超える園のホールに吸音材を導入し、残響時間や騒音レベルの低減に挑戦している。今後のさらなる普及のためには如何に予算を抑えるか、空間に調和したデザインを達成できるか、といった課題と工夫の余地がある。

4. 発達検査における音関連の項目

発達検査（developmental test）とは個々の発達の状態や程度を測るテスト法であり、測定される領域は身体運動や操作、言語、対人関係、身辺自立、認知など多岐にわたる（今野, 2016）。子どもの特性の評価や診断のためにわが国で広く使用されている発達検査を眺めてみると、音声の聞き取りや発声に関連する質問項目が散見される。

たとえば、九州大学医学部教授であった遠城寺宗

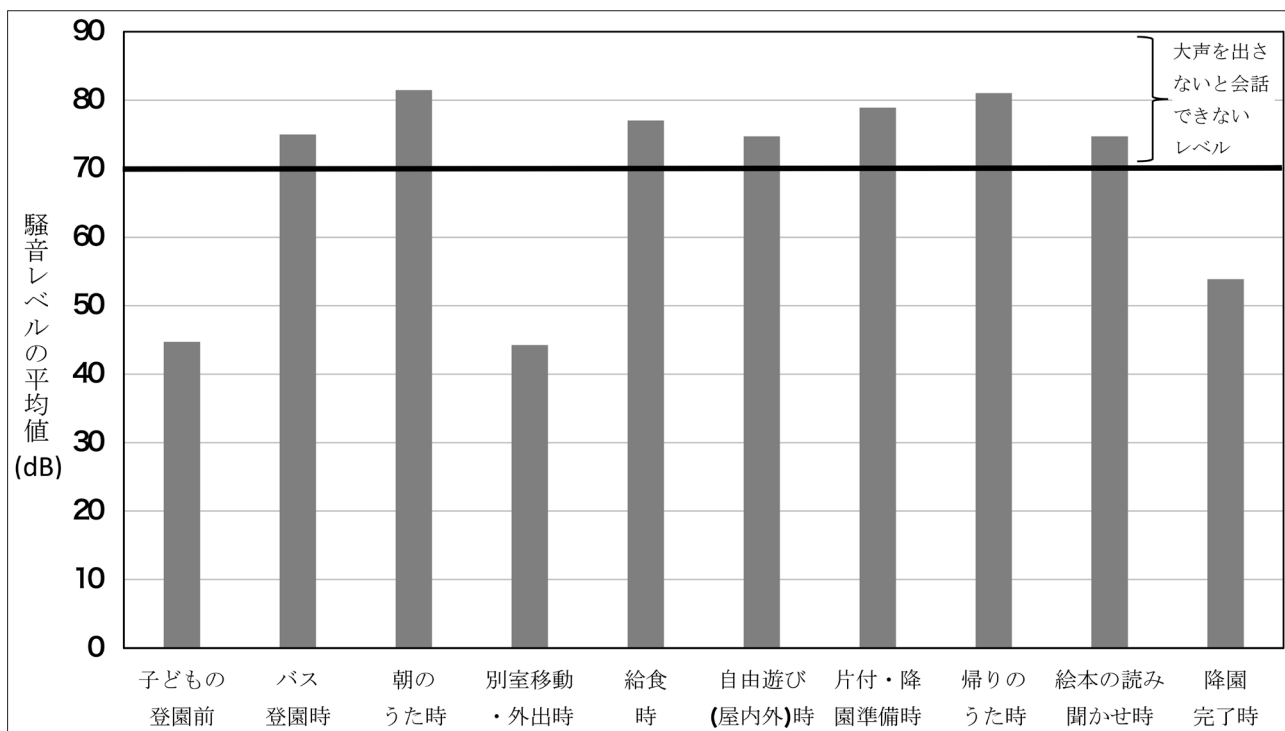


Figure 6 岡崎女子短期大学付属幼稚園3園の保育室における騒音レベルの平均値 (滝沢他, 2020の結果を集約して筆者が作成)。

徳によって1958年に開発された「遠城寺式・乳幼児分析的発達検査法」(適用年齢は0歳から4歳7か月)の検査問題のうち「対人関係」領域の中には「人の声ができる方に向く」、「発語」領域の中には「人に向かって声を出す」、「言語理解」領域の中には「大きな音に反応する」「人の声でしずまる」「母の声と他の人の声をききわける」「親の話し方で感情をききわける」といった問題項目がある(遠城寺, 2009)。

お茶の水女子大学教授であった津守真らによって開発された「乳幼児精神発達診断法」(適用年齢は0歳から3歳、3歳から7歳)の3歳以上を対象とした行動発達項目のうち「探索」分野の中には「友だち同士で、会話をかわしながら、何かをつくる」という項目がある。津守・磯部(1965)によると「この項目は、男児は3才で40%に達しているが、60%をこえるのは4才であり、ほぼ80%になるのは5才半である。女兒は3才半で急激に増加して60%をこえ、5才で80%をこえる(p.64)」とある。同じく「言語」分野の中には「名まえを呼ばれると、返事をする(幼稚園などで、集団で)」という項目があり、「この項目は、3才からほぼ80%で、5才以上は90%以

上である(p.121)」とある。

これらの項目の判定や通過率に真に寄与しているものが、保育や教育(education)の効果であるのか、状況(situation)要因であるのか、成熟(maturation、遺伝的要因に基づく変化のこと)であるのか、あるいはそれらの複雑な交互作用効果であるのか否かは簡単には切り分けられず判然としない。園内でなかなか返事をしてくれない子やお友達からの声かけに答えられない子は、もしかしたら先生や他の子の声を大人と同じようには聞き取れていないだけかもしれない。周囲の音が今よりも静かになるだけで聞き分けの良い子に見ちがえる可能性もあることを頭の隅に入れておきたい。前述の木谷他(2018)の研究が示唆する通り、音環境に応じた聴覚機能が3歳台以降も伸び続けていくとするならば、園内の音環境の改善によって聴覚の中枢性の調節機能はより良く成長・発達する可能性があるだろうと期待できる。そして発達検査の質問項目に採用されているような社会性の獲得や言語の運用といった人間的・認知的な高次機能の根底は、聴覚や注意といった基礎的・神経的な知覚能力の発達に支えられていると考えられる。

5. おわりに—‘PLUS ULTRA’—

筆者は2022年に佛教大学臨床心理学研究センターの幼稚園カウンセラー派遣事業の一環として幼稚園を訪問した際、大人同士の会話の成立が困難であるほどの園内のにぎやかさに驚いたことを強く憶えている。それ以前にも複数の保育園・認定こども園で実験や調査を実施させていただいた経験があったが、にぎやかさがそれほど気になったことはなかった。0歳から就学前までの幅広い年齢の乳幼児がいる保育園と比べて、満3歳から就学前の幼児だけで構成された幼稚園は子どもたちのパワーやエネルギーがずっと大きいのではないかと感じた。

ヒトの聴覚や発声に関わる中枢神経機能の発達は後々の言語発達や社会的コミュニケーションの発達の根底を形づくるものであり、幼児教育の真っ最中に培われていくものと考えられる。幼児教育の場における音環境の改善はストレスの低減やコミュニケーションの円滑化につながり、最終的に子ども同士や子どもと保育者の間の良い関係を生み出しやすくする可能性を秘めている。もちろん現在も園の環境や保育・教育の実践については現場の保育者・教育者によって限られた資源の中で最善が尽くされ続けていることには疑う余地がない。そして今よりも更にもっと適切な環境を子どもたちに提案できるように、今後も幼児教育における音環境・聴覚機能・社会性発達についての基礎研究と応用研究が活発になることが心から期待される。

引用文献

Brumm, H., & Zollinger, S. A. (2011). The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research. *Behaviour*, 148, 1173-1198. <https://doi.org/10.2307/41445240>

Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975-979. <https://doi.org/10.1121/1.1907229>

遠城寺 宗徳 (2009). 遠城寺式・乳幼児分析的発達検査法 (九州大学小児科改訂新装版) 慶應義塾大学出版会

木谷 俊介・高野 裕治・谷口 康祐・箕浦 有希久・請園正敏 (2018). 雑音下における幼児発話の高さと大きさの発達的变化の検討 日本音響学会研究発表会講演論文集, 秋季 2-P-22. (口頭発表)

木谷 俊介・谷口 康祐・箕浦 有希久・請園正敏 (2019). 対面コミュニケーションがロンバード効果に与える影響 聴覚研究会資料, 49 (3), 101-104.

今野 歩 (2016). 74章 4節 テスト法 田島 信元・岩立 志津夫・長崎 勤 (編) 新・発達心理学ハンドブック (pp.831-835) 福村出版

久保 愛恵・田原 敬・勝二 博亮・原島 恒夫 (2022). 幼児における雑音下聴取と聴覚的注意機能との関係 *Audiology Japan*, 65, 177-184. <https://doi.org/10.4295/audiology.65.177>

Lombard, E. (1911). Le signe de l'élévation de la voix. *Annales Des Maladies de l'Oreille, Du Larynx*; 37, 101-119.

松田 隆夫 (2007). 「知覚不全」の基礎心理学 ナカニシヤ出版

松崎 力・鳥山 稔 (1965). 胎児及び新生児の聴力に関する文献的考察 *Audiology*, 8, 59-70. <https://doi.org/10.4295/audiology.1958.8.59>

文部科学省 (2018). 幼稚園教育要領解説 平成30年2月 第2章第2節 2人との関わりに関する領域「人間関係」 Retrieved November 20, 2022 from https://www.mext.go.jp/content/1384661_3_3.pdf

嶋田 容子 (2021). 幼児の自由遊びにおける行動と音環境の関連 日本心理学会大会発表論文集, 85, 232 (PT008).

嶋田 容子・土田 義郎 (2020). 保育室の吸音実践事例——音環境改善で保育は変わるか—— 音響学会北陸支部 保育と音環境シンポジウム (2020/02/02) 発表資料

滝沢 ほだか・平尾 憲嗣・北浦 恒人 (2020). 「子ども好適空間」を構成する子どもの音環境について (2)——付属幼稚園の音環境調査と改善手法の検討—— 岡崎女子短期大学 子ども好適空間研究, 2, 30-37. <http://doi.org/10.18929/00000302>

津守 真・磯部 景子 (1965). 乳幼児精神発達診断法——3才～7才まで—— 大日本図書