

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 5月 30日現在

機関番号：82401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16629

研究課題名(和文) 乳児の言語発達とストレス耐性の関係を探る縦断的研究

研究課題名(英文) A longitudinal study for the individual differences in phonetic discrimination and stress reactivity in infancy.

研究代表者

山根 直人 (Yamane, Naoto)

国立研究開発法人理化学研究所・脳神経科学研究センター・専門職研究員

研究者番号：60550192

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では言語発達の個人差を生む要因が、聴覚情報処理以外にも存在しているのではないかと仮定し、8ヵ月児の音韻弁別能力と10ヵ月児のストレス耐性との関係を月齢縦断的に検討した。その結果、日本語長短母音の弁別能力には大きな個人差があることが明らかとなった。一方、10ヵ月児では母子分離場面において、泣く行動を示した児に有意な心拍数の上昇とコルチゾール成分の変動が見られた。両者の関係性については、母子分離によるストレス反応のうち行動の表出が乳幼児の言語理解と関連が認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで乳児の音声知覚研究では主に月齢横断的に検討され、「ヵ月に の弁別ができる(できなくなる)」ことを明らかにすることを目的とした研究が多かった。本研究では、発達早期の音韻弁別能力における個人差を従属変数として、月齢縦断的に説明変数となる要因を検討することを目的とした。この音韻弁別能力の個人差自体の検討に焦点を当てた研究は国内外を通し見当たらないため、言語獲得メカニズムの解明に新たな知見をもたらすことが期待される。

研究成果の概要(英文)：It is well known that individual infants' linguistic developmental trajectories vary widely from one individual to another. In order to determine what factors accompany such individual differences, we conducted a longitudinal study from 8 to 10 months of age focusing on the relationship between phonetic discrimination ability (at 8 months) and stress reactivity (at 10 months). First, we found large individual differences of 8-month-olds' ability to discriminate Japanese vowel length (i.e. short vs. long vowels). Second, at 10 months, on the stress reactivity task, infants who cried showed an accelerated heart rate when separated with their mothers. We also found that salivary cortisol level negatively correlated with heart beat recovery. Furthermore, there was a correlation between stress reactivity and language comprehension.

研究分野：乳幼児心理学

キーワード：乳児 個人差 縦断研究 音韻弁別 ストレス耐性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ヒトの言語獲得において、乳児期の母語音声に対する聴覚学習はその後の発達の基盤をなしている。なぜなら、乳児は言語表出に先行し、聴覚における言語情報処理を始めるためである。中でも新生児でも見られる言語普遍的な音韻の範疇化知覚が、生後約一年の間の音声学習によって母語に特化した音韻範疇知覚へと再構築される現象はヒト特有といえ、その後の言語獲得に大きく関与している(Kuhl, 2004, Saffran, Werker, & Werner, 2006, Werker & Yeung, 2005)。これまでこの母語の音韻体系への適合過程は、母国語特有の音韻の弁別能力の獲得(Sato, Sogabe, & Mazuka, 2010)と非母語の音韻の弁別能力の消失という現象として示されてきた(Werker & Desjardins, 2001)。興味深いことに、この発達の早期に生まれる母国語音韻体系の適合度合いの個人差は、生後2年程度までの発話語彙数、語彙理解を予測できるということが示されている(Tsao, Liu, & Kuhl, 2004)。つまりヒトの言語獲得において、乳児期における音韻知覚の再構築過程の発達的变化には一定の共通性と、その後の言語発達に関係する個人差が存在することが示されている。ではこの後の言語発達の度合いに関連している音韻の弁別能力の個人差はどこから生まれてくるのであろうか。また、この個人差は言語発達の度合い以外のどのような要因と関係しているのであろうか？上述の通り、これまで乳児期早期の音韻弁別能力と後の言語発達との関係(Tsao, Liu, & Kuhl, 2004)や家庭の収入や言語環境などの環境要因と後の言語発達の関係(Fernald, Marchman, & Weisleder, 2013)については報告されているものの、発達早期の乳児自身の音韻弁別能力そのものの個人差の要因を検討した研究は皆無である。

申請者はこれまでに乳児の音韻弁別能力の個人差に関係する要因として、音声の感性情動情報に対する行動・生理反応などが関係していることを明らかにしてきた(Yamane, et.al., 2014)。そこで本研究では、乳児のストレス耐性と安静時及び実験環境下における生理的反応に着目する。なぜなら、ストレス条件下における乳児の行動制御や気質には遺伝的要因が関与している(Grossmann, et.al., 2011, Raby, et.al., 2012)。そのため、生後の環境要因の影響を最小限にし、音韻弁別能力の個人差に関与する要因について議論することが可能となる。また、乳児の音韻弁別研究は主に実験研究を用いて行われてきた歴史があり、乳児の中には実験条件自体が既にストレス条件となっている可能性が考えられる。これらの知見から、音韻弁別実験と1)安静時及び実験環境下での生理反応、2)ストレス環境下における行動・生理反応実験を月齢縦断的に検討することで、より詳細に音韻弁別能力の個人差に関与している要因について検討することが可能となると考えた。

2. 研究の目的

乳児期の音韻弁別能力の個人差とそれに関連する要因について検討する。そのためにまず、8ヵ月児を対象とした視覚的馴化・脱馴化法を用いた母語の音韻弁別実験を行った。その際の安静時及び実験環境下に対する心拍生理反応を合わせて測定し相関を検討した。次いで、弁別実験に参加した児が10ヵ月齢となった時に母子分離場面におけるストレス耐性実験を実施した。ここで、心拍生理反応と唾液成分(アミラーゼ・コルチゾール)計測を行い、相関を検討した。この手順を通して、言語発達を規定している母語の音韻弁別能力の個人差に関する要因を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

実験1. 日本語長短母音の弁別実験

(1) 実験協力児

8ヵ月乳児140名が実験に参加した。その内、実験中の泣きや体動の激しかった乳児をデータ解析から除外し、85名のデータを解析に用いた。実験に先立って乳児の保護者に十分な説明と書面による同意を得た後、理化学研究所及びデューク大学の倫理ガイドラインに沿って実施された。

(2) 測定装置

乳児の心拍反応の測定には、Biopac社MP150 systemを用いた。乳児の両鎖骨下及び腹部に電極(Ambu N-00-S Blue Sensor)を装着し、弁別実験開始5分前より心拍反応を記録した。心拍反応はサンプリング周波数1000Hz、0.5-35Hzのバンドパスフィルターを通して記録された。

(3) 音声刺激

先行研究(Sato, Sogabe, & Mazuka, 2010)で用いられた日本語長短母音対立単語(/mana/ vs /maana/)を用いた。

(4) 実験手続

視覚的馴化脱馴化法を用いて日本語長短母音の弁別能力の個人差を検討した。実験は防音室内で実施され、刺激の提示にはHabit X (Cohen, Atkinson & Chaput, 2000)を用いた。室内には乳児と保護者が入り、保護者は中央にある椅子に、乳児は保護者の膝の上に座り、正面のモニター(EIZO FlexScan 1767)に向かい合う姿勢が安定した状態で実験を実施した。モニターと乳児との距離は約1mで、モニター下には音声呈示用のスピーカー(Onkyo GX-77M)が設置され音声刺激は約60dBで提示された。保護者はヘッドフォン(NoiseGard HMEC322, SENNHEISER)を着用し、実験中は乳児の聴取している音声刺激と異なる音楽を鑑賞していた。実験者は乳児のモニターへの注視反応をスクリーン下のカメラ(PT-V50iN, Canon)を通して観察し、デジタルビデオレコーダー(HDR-CX370, SONY)で乳児の行動を記録した。実験では、まず画面中央に乳児の注意を引くための動画が提示され、児の視線がモニターに向いていることが確認されてから刺激の提示が行われた。乳児の視線が確認されると画面がチェッカーボードに切り替わり、スピ

カーから音声刺激が提示された。音声は /mana/もしくは/maana/のどちらかが 1.5 秒間隔で 15 秒間繰り返して提示された。乳児のモニターへの注視時間を音声刺激への聴取時間とみなし、実験者は乳児の画面への注視反応をオンラインで計測した。この 1 試行を最大 28 回繰り返す。乳児の聴取時間が最初の 4 試行の平均の 65%以下まで減少した際、馴化したと判断し、対となる音声(脱馴化刺激)を提示した(図 1)。馴化後の音声刺激 A(same 試行)と音声刺激 B(switch 試行)への注視時間を比較し、音声刺激 B への注視時間が有意に増加していれば乳児が音声刺激 A と B とを弁別できたと判断した。加えてこの弁別実験中の心拍反応を同時に計測し、注視反応と心拍反応との関係性を検討した。

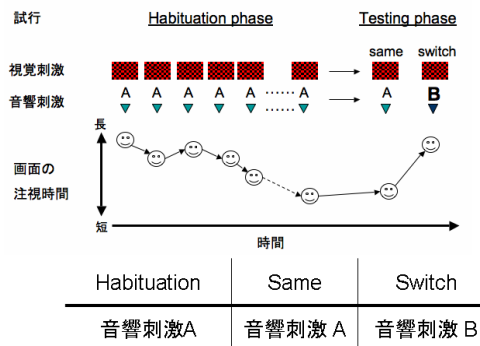


図 1. 馴化脱馴化法の手続き

実験 2. 母子分離場面におけるストレス耐性測定実験

(1) 実験協力児

8 ヶ月齢時に実験 1 に参加した母子 127 名が再度実験に参加した。うち、体動や電極の接触不良などによる理由で心拍データのノイズが多いデータを除外し、79 名のデータを解析に使用した。実験に先立って乳児の保護者に十分な説明と書面による同意を得た後、理化学研究所及びデューク大学の倫理ガイドラインに沿って実施された。

(2) 測定装置

乳児の心拍反応の測定は実験 1 と同様であった。生理指標とした唾液成分の解析のため、乳児の唾液は小さく切ったスワブを口の中に数回入れて採取した。唾液アミラーゼ成分はアミラーゼモニター(山口 花輪 吉田, 2007)を用い、コルチゾール成分は後に ELISA kit (salimetrics)を用いて行った。

(3) 実験手続

ストレンジ・シチュエーション法 (Ainsworth & Bell, 1970)を基にした、母子分離場面におけるストレス耐性測定実験(高橋, 山根, 福田 & 馬塚, 2015)を行った(図 2)。実験ではまず入室前に乳児に電極を取り付け実験室に入室、後まず母子

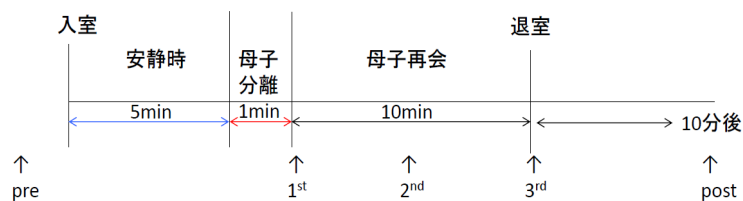


図 2. 母子分離場面におけるストレス耐性測定実験手続

のみで 5 分間の安静時の心拍データを記録した。その後 1 分間母親の代わりに実験者が乳児を抱き、母親には乳児から見えない場所で待機してもらった(母子分離)。1 分後再度母親に児を抱いてもらい(母子再開)、実験室内で 10 分間過ごしてもらった。その後電極を外し実験室から退室してもらった。この実験室内での心拍数計測と合わせて、入室前(pre)、母子分離直後、母子再開後 5 分、10 分と退室後 10 分後(post)の計 5 回唾液を採取し、pre と post はコルチゾール解析に、5 回すべてをアミラーゼ解析に用いた。

(4) データ処理

得られた心拍データは心拍解析用ソフトウェア Acqknowledge を用いて解析を行った。まず、心拍データから inter-beat-interval (IBI)を算出した。その後、体動や信号ノイズによるアーチファクトを目視で除去した。その上で再度計算しなおした IBI と心拍変動(rMSSD)を算出した。ストレス耐性に関する指標として IBI データから、stress reactivity ((separation - pre) / pre)と recovery((post - separation) / separation)を算出し解析に用いた。

4. 研究成果

実験 1. 日本語長短母音の弁別実験

乳児の test 試行における画面の注視時間を従属変数とし、same 試行と switch 試行における条件差を検討したところ両試行間で有意な差はみられなかった ($t(84) = 1.02, p = 0.31$)。個人の傾向をわかりやすくするために、図 3 に same 試行と switch 試行における注視時間の差を示した。

これからもわかる通り、8 ヶ月という時期は日本語長短母音の弁別においては個人差が大きく、弁別できている児もいれば、そうでない児もいることが明らかとなった。この結果は、先行研究が示す通り長短母音の弁別力の獲得が 9 ヶ月以降で、8 ヶ月という月齢はちょうど獲得過程にある段階であることが示唆された。

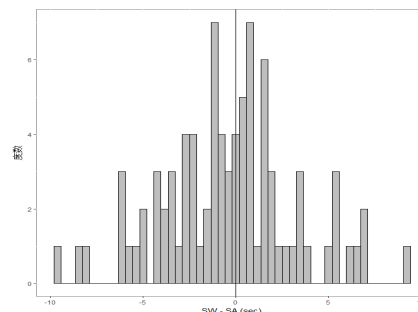


図 3. 注視時間の差の分布

実験 2. 母子分離場面におけるストレス耐性測定実験

ビデオデータから分離場面で泣いた児と泣かなかった児の割合を算出した。その結果母子分離場面で泣いた子は 35 名、泣かなかった子は 44 名であった。この母子分離場面での泣いた群と泣かなかった群の間で、心拍数に違いが見られた($t(75) = 8.18, p < .01$)。つまり、母子分離場面で泣いた子は泣かなかった子に比べて有意に心拍数の上昇(ABI の減少)が見られた。加えて母子分離時の心拍数の上昇と再開時の心拍数の減少に正の相関がみられ($r = .86, p < .01$)、中でも泣いた児の stress

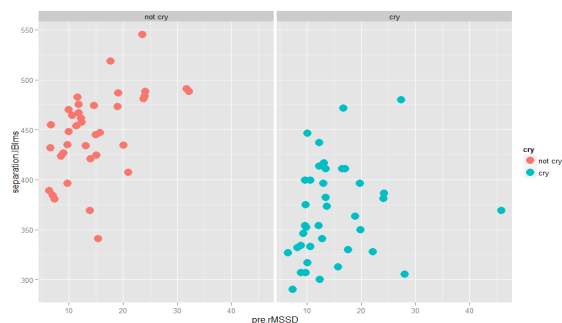


図 4. 母子分離場面における心拍数と心拍変動の分布

reactivity の指標は recovery の指標と正の相関がみられた($r = .51, p < .01$)。一方、心拍変動との関係では母子分離時に泣かなかった児の心拍変動と母子分離時の心拍数に正の相関がみられた($r = .39, p < .05$, 図 4)。加えて、母子分離時に泣いた群においては、唾液中コルチゾール成分の変動と recovery の指標との間で負の相関がみられた($r = -.42, p < .01$)。これらの結果は、母子分離時に乳児が表出した行動(泣きの有無)と心拍や唾液成分における生理指標との間に強い関係性があることを示唆している。さらに、このストレス耐性は 10 ヶ月時では非常に大きな個人差を持っていることも示唆された。これらのことから心拍数や心拍変動、唾液成分が乳児のストレス耐性とその個人差における評価指標として有益であることが明らかになった。

< 引用文献 >

- Ainsworth, M. D., & Bell, S. M. (1970). Attachment, exploration, and separation: illustrated by the behavior of one-year-olds in a strange situation. *Child development*, 41, 19-67.
- Cohen, L. B., Atkinson, D. J., & Chaput, H. H. (2000). *Habit X* [Computer software]. Austin: University of Texas.
- Fernald, A., Marchman, V. A., & Weisleder, A. (2013). SES differences in language processing skill and vocabulary are evident at 18 months. *Developmental science*, 16(2), 234-248.
- Grossmann, T., Johnson, M. H., Vaish, A., Hughes, D. A., Quinque, D., Stoneking, M., & Friederici, A. D. (2011). Genetic and neural dissociation of individual responses to emotional expressions in human infants. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1(1), 57-66.
- Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 831-843.
- Raby, K. L., Cicchetti, D., Carlson, E. A., Cutuli, J. J., Englund, M. M., & Egeland, B. (2012). Genetic and caregiving-based contributions to infant attachment: Unique associations with distress reactivity and attachment security. *Psychological Science*, 23(9), 1016-1023.
- Saffran, J. R., Werker, J. F., & Werner, L. A. (2006). The infant's auditory world: Hearing, speech, and the beginnings of language. In W. Damon & R. M. Lerner (Series Eds.) & D. Kuhn & R. S. Siegler (Vol. Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception, and language* (6th ed., pp. 58-108). New York: Wiley.
- Sato, Y., Sogabe, Y., & Mazuka, R. (2010). Discrimination of phonemic vowel length by Japanese infants. *Developmental Psychology*, 46(1), 106.
- 高橋美樹, 山根直人, 福田早苗, & 馬塚れい子 (2015). 乳児を対象にしたストレスタスク前後のコルチゾール測定における諸課題, 第 20 回精神神経内分泌免疫学 (PNEI) 研究集会, 関西福祉大学, 大阪.
- Tsao, F. M., Liu, H. M., & Kuhl, P. K. (2004). Speech perception in infancy predicts language development in the second year of life: A longitudinal study. *Child development*, 75(4), 1067-1084.
- 山口昌樹, 花輪尚子, & 吉田博. (2007). 唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能. *生体医工学*, 45(2), 161-168.
- Yamane, N., Johnson, K., Ruba, A., Hatano, Y. & Mazuka, R. (2014, July). Sensitivity to emotional vocalization in infant: A cross-linguistic study with Japanese and English learning infants. IASCL 2014, Amsterdam, Netherlands.
- Werker, J. F., & Desjardins, R. N. (2001). Listening to speech in the 1st year of life. *Language development: The essential readings*, 26-33.
- Werker, J. F., & Yeung, H. H. (2005). Infant speech perception bootstraps word learning.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Ota, M., Yamane, N., & Mazuka, R. (2018). The Effects of Lexical Pitch Accent on Infant Word Recognition in Japanese. *Frontiers in psychology*. 8:2354. doi: 10.3389/fpsyg.2017.0235. 査読有

Tsuji, S., Fikkert, P., Yamane, N., & Mazuka, R. (2016). Language-general biases and language-specific experience contribute to phonological detail in toddlers' word representations. *Developmental Psychology*, 52(3). 379-390. 査読有

〔学会発表〕(計 9 件)

Chutamanee Onsuwan, Juthatip Duangmal, Nawasri Chonmahatrakul, Reiko Mazuka, Naoto Yamane, Hyun Kyung Hwang. (2018, October) Acoustic analysis of lexical tones in Thai infant-directed speech. *Asia-Pacific Babylab Constellation*. Singapore.

Yamane, N., Ohori, A., and Mazuka, R. (2018, July) Communicative function of singing to infant. The effect of singing behavior and singing style toward the infants' social preference and its development. XXI ICIS. Philadelphia. USA.

乳幼児の分離ストレスに対するコルチゾールの反応性と社会性について. (2018年6月) 福田早苗, 高橋美紀, 山根直人, 馬塚れい子. 第25回精神神経内分泌免疫学研究集会. (横浜, 神奈川)

Yamane, N., Mihoko, H., Kanato, A., Kijima, N., Okanoya, K., & Mazuka, R. (2018, April). Infants' sensitivity to emotional animal vocalization and the evolution of vocal communication. *International Conference on Language Evolution (Evolang XII)*. Torun. Poland.

Choi, Y., Nam, M., Shin, M., Yamane, N. & Mazuka, R. (2017, July). Emergence of Korean infants' ability to discriminate the three-way stop contrasts: Contributions of initial biases and nature of input. *IASCL 2017*, Lyon. France.

Yamane, N., Mihoko, H., Kanato, A., Kijima, N., Okanoya, K., & Mazuka, R. (2017, July). Human infant sensitivity to trans-species emotional vocal signals. *IASCL 2017*, Lyon. France.

Yamane, N., Takahasi, M & Mazuka, R. (2016, May). Individual differences in infant stress reactivity and stress regulation: quantitative analysis of behavioral responses and HR. *The 2016 International Conference on Infant Studies*, New Orleans, USA.

Takahasi, M., Yamane, N., Fukuda, S & Mazuka, R. (2016, May). Assessment of separation-induced stress and stress-coping in infants via salivary biomarkers. *The 2016 International Conference on Infant Studies*, New Orleans, USA.

Nam, M., Choi, Y., Yamane, N., Shin, M. & Mazuka, R. (2016, May). Prolonged development of language-specific voicing boundaries: comparison of Korean and Japanese infants. *The 2016 International Conference on Infant Studies*, New Orleans, USA.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

- 6．研究組織
(1)研究分担者
(2)研究協力者

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。