

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 10月 1日現在

機関番号：24201

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20330154

研究課題名（和文）胎児期からの母子コミュニケーション—胎内聴覚環境とクロスモダル知覚の比較研究

研究課題名（英文）Comparative and developmental approach to mother-infant communication focusing fetal auditory experiences and cross-modal perception

研究代表者 竹下 秀子 (TAKESHITA Hideko)

滋賀県立大学・人間文化学部・教授

研究者番号：90179630

研究成果の概要（和文）：ヒトの妊娠中期～後期にかけて母親声に対する行動反応の増加および心拍数の増加のあることを確認した。これらの指標の利用によって胎児の聴覚経験と「母親」的な刺激の識別，出生後のクロスモダル知覚の関連を問う基盤ができた。また，胎児期—新生児—乳児のクロスモダル知覚の種差を検討するうえで参照すべきヒトとチンパンジーの脳機能発達にかかわる共通性およびヒトに独自な特徴を把握することができた。

研究成果の概要（英文）：We verified that fetal mouth opening and fetal heart rate increase when fetuses hear their mothers voice from the second to the third trimester of pregnancy. Our results and recent findings in another project suggest that using sophisticated fetal behavioral indices, for example, more minuscule facial movements, research on human unique characteristics in terms of emergence of cross-modal perception would be established. Comparative data was also obtained to understand fetal brain and behavioral development in chimpanzees, which would be the basis for further research of early development and the evolution for cross-modal perception in humans.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	9,000,000	2,700,000	11,700,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
総計	13,100,000	3,930,000	17,030,000

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：行動，胎児，新生児，母親，チンパンジー，4次元超音波画像診断装置（4D-US）

1. 研究開始当初の背景

ヒトおよびヒト以外の動物を対象とした胎児研究は，新生児に見られる感覚運動や関連する機能が胎児期に発生，発達する事実を明らかにしてきた(Hopkins and Johnson, 2005)。胎内での行動を直接観察することはできないが，近年開発された4次元超音波画像診断装置（4D-US）を用いれば，胎児の行動をほぼリアルタイムの動画像で非侵襲的に記録することができる。研究代表者らは，

2004年度から4D-USを用いた胎児研究に着手し，胎児が予期的指すいをおこなう事実を世界で初めて明らかにした(Myowa-Yamakoshi & Takeshita, 2006：胎児は手指が口に接触する直前にあらかじめ口を開けることができる)。これによって，胎児期の運動が反射やランダムな自発によるのではなく，自己受容感覚との統合にもとづいた複雑な過程を含むものであることが実証された。また，ヒトの胎児が妊娠中期の20週す

ぎから、両手合わせなどの「二重接触経験（触っている感覚と触られている感覚を同時に得ることになる）」を頻繁におこなうことも明らかになった（Takeshita, et al., 2006）。これらの事実は、妊娠中期以降、ヒトの胎児は二重接触を含む感覚運動経験を蓄積することで、自己身体を他の環境要素とは区別して認知している可能性を示唆している。以上に述べたような自己身体認知とともに、ヒトの胎児は自己身体とは区別される環境の多様な特性を学ぶ能力も発達させていく。なかでも注目されるのは、胎外から届く他者の声を識別する能力である。新生児が母親の声を識別することは以前から知られており、胎児にもそれが可能であることが推測されていた（Fifer & Moon, 1995）。しかし、それが実証されたのはつい最近のことである。心拍を指標にした研究が、38週前後の胎児は母親とそれ以外の女性の声をすでに識別していることを明らかにした（Kisilevsky, et al., 2003）。さらに研究代表者らによる4D-USを使用した研究では、23-30週の胎児が母親の声を聴取時に口開け行動を多発させた。他の女性の声を聴取では口開けの頻度は変化せず、この週数の胎児がすでに母親の声を識別している可能性が示唆された（Myowa & Takeshita, in preparation）。

2. 研究の目的

視覚の未だ十分に機能しない出生まで、胎児にとって「聞くこと」が、胎外からの情報を取得するうえでもっとも重要な活動となる。日々母親の声を聴取する胎児は、声に付随する情報、たとえば、母親の機嫌や感情を認知することもできるだろうか（D'Entremont & Muir, 1999）。さらには、母親の声によって母親の顔を思い浮かべることができているだろうか（Sai, 2005）。胎児の聴覚の発達に関連して注目したいのは、出生後にみられるクロスモダル知覚である（Flom & Bahrick, 2007）。ヒトの聴覚は妊娠中期から視覚に先行して発達するが、聴覚経験の量や質は出生後の視覚機能を促進する可能性がある（Lickliter & Stoumbos, 1991）。クロスモダル知覚によって、胎児は、出生後に機能しはじめる視覚とも共通する、特定の聴覚刺激へのある種の原初的な表象を蓄積、記憶しているかもしれない（Stern, 1985）。胎内での数か月にわたる経験を基盤にして、出生後には視覚を含む複数の感覚や運動が再統合され、新たな認知体制が構築されると考えられる。そこで、本研究では、胎児-新生児期の聴覚-視覚世界にかんして、主として、以下の4点にかかわる基礎資料を得ることを目的とした。

(1)胎児は母親の声をそれ以外の声や音と識別することがわかっているが、声によって表

現される母親の感情も識別することができるか。

(2)母親の声の識別は、胎外から届く声のうち母親の声の頻度が圧倒的に多いことが原因と考えられるが、母親以外の他者の声が頻繁に聞こえる日常生活があれば、これらの声の識別も生じるか。

(3)胎児期に識別の生じた対象には、出生後に聴覚-視覚のクロスモダル知覚が生じるか。

(4)以上で明らかになる胎児-新生児期の視聴覚特性の発達は、ヒトにもっとも近縁なチンパンジーとどのように共通し、どのように異なるか。

3. 研究の方法

(1)ヒト胎児および新生児を対象とした実験および観察

①各種音声提示に対する行動的反応と心拍の記録セッション：妊娠中期20週以降の胎児を対象として、出生までに2か月おきに数回実施する。母親の腹部表面約10cmの距離にラウドスピーカーを設置し、あらかじめ録画しておいた母親の声を発生させる。それぞれ同じ絵本を朗読したり、歌を歌ったりするものとする。また、絵本の朗読や歌唱は、喜び、悲しみの情動的に異なる印象を与える条件を設定する。これらに対する胎児の反応の発生と発達を、4D-USによる身体運動と表情の動画像記録、胎児心拍記録から分析する。

②各種音声の聴取経験セッション：研究参加者のうち、日常生活において母親以外の声を聴取する経験が少ない胎児を対象として、妊娠30週以降に、母親が絵本を朗読する声を毎日1回出生直前まで聞かせる実験群（経験あり群）を設定する。

③聴覚経験効果の出生後評価セッション：出生直後、出生1週間以内、その後生後4か月ごろまでに各1回、縦断的に実施する。a)胎内で継続聴取した音声とともに、音声と対応する人物や感情の映像と、対応しない人物や感情の映像を提示したとき、また、b)それぞれの映像を音声なしで提示したとき、c)音声を映像なしで提示したとき、d)音声や映像が途中で他の音声や映像に変化したとき、などのさまざまなモードで反応に違いが見られるかを、実験群と対照群で比較する。実験時の対象児の行動はすべてビデオ記録し、口開けやnon-nutritive suckingの口唇運動や、全身運動、刺激への注視の多寡などを心拍の増減とともに分析する。以上については、対象児の母親ないし家族に、研究の趣旨や方法を懇切に説明し、同意を得たうえで実施する。

(2)チンパンジー胎児および新生児を対象とした行動観察

チンパンジー妊婦3個体の胎児の身体発達

と行動発達を、4D-US を用いて観察し、これまでヒトから得られているデータと比較対照する。

4. 研究成果

(1)ヒトの胎児を対象とした実験・観察では、妊娠中期 20 週以降の身体運動や表情を、4D-US を使用して撮影し、母親声とその他の音刺激を聞かせたときの各音声刺激に対する行動反応と心拍を測定する手法を確立した。

これまで母親声を聞いているときに口開けが多くなることを示唆するデータがすでに得られているが、さらに、心拍についても、28 週以前にすでに母親声への心拍増加の傾向があることが明らかになった。これにより、妊娠中期以降の胎児の聴覚経験を 4D-US で得られる行動反応によって評価することの妥当性を確認した。

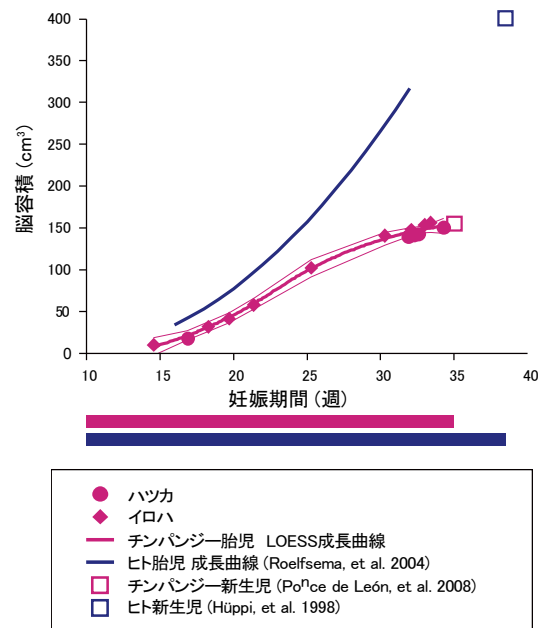
他方、聴覚経験の質や出生後の視覚経験との関連についての問いにかんしては、本研究での分析からは有意な結果が得られなかった。絵本を読む母親の声調による胎児の行動反応の違い、胎児期に母親による絵本朗読を経験したことの有無による出生後の母親自身の無声映像への行動反応の違いを確認することができなかった。口開けや微笑、non-nutritive sucking の口唇運動、全身運動、刺激への注視などの行動反応の出現頻度を指標としたためかもしれない。胎児の表情については、30 週ごろから複数の運動ユニットの統合による表出へと発達することも指摘されている (Reissland et al., 2011)。運動の持続時間や微細な運動ユニットの協調推移をとらえた分析の有効性についても今後検討する必要があるだろう。

(2)チンパンジーの胎児を対象とした実験・観察では、胎児期—新生児—乳児のクロスモデル知覚の種差を検討するうえで参照すべき脳機能発達にかかわる共通性およびヒトにきわめて独自な特徴を 4D-US の使用によって把握することができた。

まず、身体成長に関しては、受精後 16 週齢頃までチンパンジーとヒトの成長速度はほぼ同じであり、その後徐々に差が生じてチンパンジー胎児の方が相対的に小さくなった。運動に関しては、チンパンジー胎児においても、口を開閉する、手を口に入れる、手や足で別の手や足を握る、手指を細かく動かすなどの行動が見られ、こうした行動の初出時期はヒトの胎児とほぼ同じだった。

さらに上記を通じて得られた 3 次元データからチンパンジー胎児の脳容積を計測し、そ

の成長パターンをヒトの胎児と比較した。チンパンジー胎児の脳容積は、妊娠 16 週の時点でヒト胎児の半分の大きさであること、ヒト胎児では、脳容積は妊娠 32 週ころまで急速な増加が続くが、チンパンジー胎児の脳容積は、妊娠 17 週から妊娠 22 週ころまではヒト胎児と同じような成長速度を示すものの、妊娠 22 週ころにおいて成長速度の増加が頭打ちになることがわかった (図 1)。ヒトに独自の脳の大規模化が胎児期からすでに始まっていることを示す知見であり、行動発達の種差の脳発育学的基盤を示す重要な成果となった。



©酒井朋子

図 1 4次元超音波画像診断装置 (4D エコー) で測定したヒトとチンパンジーの胎児の脳容積の拡大

他方、本研究が比較対象としたチンパンジー 3 個体の出生時の姿勢がヒトと同様、母親の背側に顔を向けていることがわかった。これは母親認知の基盤たる母子関係の姿勢運動的にかかわりにおいてヒトとチンパンジーの出生時における共通性を示すものであり、従来の見解を覆す発見だった。

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 12 件)

① 竹下秀子 (印刷中) 発育・発達の時間的再編と行動進化—姿勢運動と物、母子のかかわりから考える. 動物心理学研究. 【査読有】

② Sakai T., Hirata S., Fuwa K., Sugama K., Kusunoki K., Makishima H., Eguchi T.

Yamada S., Ogihara N., & Takeshita H. (2012) Fetal brain development in chimpanzees versus humans. *Current Biology*, 22, R791-R792. 【査読有】

③ Shibata, M., Fuchino, Y., Naoi, N., Kohno, S., Kawai, M., Okanoya, K., Myowa-Yamakoshi, M. (2012) Broad cortical activation in response to tactile stimulation in newborns. *Neuro Report*, 23(6), 373-377. 【査読有】

④ Naoi, N., Fuchino, Y., Shibata, M., Konishi, Y., Okanoya, K., & Myowa-Yamakoshi, M. (2012) Cerebral Laterality for prosody processing in human newborns: Evidence from multichannel near-infrared spectroscopy. In: T. C. Scott-Phillips, M. Tamariz, E. A. Cartmill, J. R. Hurford (Eds.) *The Evolution of Language: Proceedings of the 9th International Conference on the Evolution of Language*, World Scientific, Singapore, 506-507. 【査読有】

⑥ Hirata, S., Fuwa, K., Sugama, K., Kusunoki, K., & Takeshita, H. (2011) Mechanism of birth in chimpanzees: humans are not unique among primates. *Biology Letters*, 7, 686-688. 【査読有】

⑦ 竹下秀子 (2010) 男女差の理解と個人の尊重を子育てに. *チャイルドサイエンス*, 6, 5-7. 【査読無】

⑧ Takeshita, H., Myowa-Yamakoshi, M., & Hirata, S. (2009) The supine position of postnatal human infants: Implications for the development of cognitive intelligence. *Interaction Studies*, 10, 252-268. 【査読有】

⑨ 竹下秀子 (2009) あおむけで他者, 自己, 物とかわる赤ちゃん: 子育てと子育ての比較行動発達学. *発達心理学研究*, 20, 29-41. 【査読無】

⑩ 明和政子 (2009) 身体マッピング能力の基盤を探る. *ベビーサイエンス*, 8, 2-13. 【査読有】

⑪ Hirata, S. (2009) Chimpanzee social intelligence: selfishness, altruism, and the mother-infant bond. *Primates*, 50, 3-11. 【査読有】

⑫ 平田聡 (2008) チンパンジー胎児の発達. *発達*, 116, 104-112. 【査読無】

〔学会発表〕 (計 3 件)

① Takeshita, H., Myowa-Yamakoshi, M., & Mizuno, Y. (2012) Fetal mouth opening in relation to proprioceptive and exteroceptive stimuli. XVIII Biennial International Conference on Infant Studies. Minneapolis, Minnesota (June 7).

② 平田聡 (2009) 社会的認知の起源を探る—胎児期・新生児期にみる身体マッピング能力.

日本赤ちゃん学会第 9 回学術集会 (シンポジウム 1 「胎児期からの運動と社会的認知の発達」 (5 月 15 日滋賀県立大学)

③ 明和政子 (2009) 社会的認知の起源を探る—胎児期・新生児期にみる身体マッピング能力. 日本赤ちゃん学会第 9 回学術集会 (シンポジウム 1 「胎児期からの運動と社会的認知の発達」 (5 月 15 日滋賀県立大学)

〔図書〕 (計 5 件)

① 竹下秀子 (印刷中) 発生する<身体>: 姿勢運動と手指操作の発達進化. 澤江幸則・川田学・鈴木智子 (編) 「身体に関する発達支援とユニバーサルデザイン」 金子書房.

② 竹下秀子 (2012) チンパンジー学と赤ちゃん学. 小西行郎・遠藤利彦 (編) 「赤ちゃん学を学ぶ人のために」 世界思想社 (pp. 118-120).

③ 竹下秀子 (2011) 心の発達と進化. 日本発達心理学会 (編) 子安増生・白井利明 (責任編集) 発達科学ハンドブック 3 「時間とヒト」 新曜社 (pp.18-33).

④ 明和政子 (2011) 赤ちゃんと時間. 日本発達心理学会 (編) 子安増生・白井利明 (責任編集) 発達科学ハンドブック 3 「時間とヒト」 新曜社 (pp.68-83).

⑤ Hirata, S. (2008) Communication between mother and infant chimpanzees and its role in the evolution of social intelligence. In: Itakura, S. & Fujita, K. (Eds). *Origins of the social mind: evolutionary and developmental views*. Springer Verlag. pp. 21-38.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.shc.usp.ac.jp/hideko/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

竹下 秀子 (TAKESHITA Hideko)

滋賀県立大学ヒト文化学部・教授

研究者番号: 90179630

(2) 研究分担者

明和 政子 (MYOWA-YAMAKOSHI Masako)

京都大学大学院教育学研究科・准教授

研究者番号: 00372839

平田 聡 (HIRATA Satoshi)

京都大学霊長類研究所・特定准教授

研究者番号: 80396225

(3) 連携研究者

不破紅樹 (FUWA Kohki)

(株)林原生物化学研究所類人猿研究センター

研究者番号: 20396229