

脳の機能発達と学習メカニズムの解明

平成 15 年度採択研究代表者

中村 克樹

(国立精神・神経センター神経研究所 部長)

「コミュニケーション機能の発達における「身体性」の役割」

1. 研究実施の概要

コミュニケーションの初期発達における「自己・他者・対象物」の三者関係における非言語コミュニケーションとしての視線・指さし・表情などの動作が重要であることに注目し、その役割や脳機能の解明を目指して研究を推進している。第一に、ヒトの子どもを対象とした、脳機能イメージング法を用いたコミュニケーションに関わる脳機能の解明である。第二に、自閉症児やろう児を対象としたコミュニケーション機能の研究とリハビリテーションの試みである。第三に、コンピュータグラフィックスやロボット技術を用いて、動作のどの要素がコミュニケーションに重要であるのかを検討する試みも行なっている。第四に、サルを対象とした非言語コミュニケーションの神経機序の解明を目指した生理実験である。特に、表情や鳴声の理解や表出の神経機序、さらに指さしやアイコンタクト等を用いた双方向性のコミュニケーション動作の神経機序研究である。第五にコミュニケーション障害の動物モデル作成の試みとその原因の解明の試みである。

2. 研究実施内容

ヒトに固有な言語能力の発達のために遺伝的に付与されている資質の検討とそれが発現するために必要な環境要因の分析をめざしている。新生児の音楽への好みを実験的に検証し、生得的に協和音を好むことを発見した。また人間は数認識のための認知機構を他の動物と共有している事実を脳機能に基づいて明らかにすると同時にそれが言語能力と統合されることによって他に類をみない代数能力となって発揮されることを見いだした。

前年度までに自閉症児における応用行動分析を用いた介入が、コミュニケーション機能の発達を促進することを示してきた。特に、模倣の訓練を介した自他の認識の確立が重要であるという仮説を提唱している。また、非言語コミュニケーションとして用いられる、指さしや視線、さらには声の抑揚も訓練可能であることを示した。さらに、応用近赤外分光法(NIRS)による効果的な脳機能計測法の確立、それを乳幼児に適用する際の問題の解決を行い、乳幼児では音声の音韻、抑揚の知覚の発達、母子間の交互作用の研究、障害児でも音韻、抑揚の実験を行った。6ヶ月齢前には、母語に含まれる音韻対立[I-u]と含まれな

い対立[u-U]では、聴覚野のNIRS反応に差はないが、その後は[u-U]に対する反応が減少した。母語への適応をNIRSで捉えることができた。左右の脳の機能分化も6ヶ月以後に発達した。音韻と抑揚対立の比較では、前者は左、後者は右半球でNIRS反応に大きな変化がみられた。この点に関して障害児の研究が現在進行中であるが、健常児のような比較的安定した傾向は見られていない。また、脳に障害のある成人を対象として、コミュニケーションに関わる神経機構を検討している。PD患者は表情認知（特に嫌悪表情）の障害を示すことが明らかになった。また、PD患者は、運動症状だけではなく知覚障害も初期から呈することが明らかになった。運動と知覚の関連が示唆された。

サルを対象とした表情や音声の認識に関わる神経機序を検討した。扁桃核のニューロンは、「どんな情動を」表出しているかだけでなく「どの相手が」表出しているかという情報により応答性を大きく変えることが明らかになった。現在、上側頭溝皮質や下前頭葉のニューロンと比較を行っている。また、ヒトにおける応用行動分析の手法に近い方法を用いて、サルにアイコンタクトや指さし、さらには模倣を訓練した。こうした双方向性のコミュニケーションが可能となったサルにおいて、そのような動作を実現する神経機序を検討している。

コミュニケーション障害の動物モデル作成の試みも行なった。社会性行動の発達機構を明らかにするために、まずニワトリのヒヨコをモデルに行動学的解析を行った。社会性行動としては familiar な仲間に対する接近行動、および call に着目した。孵化直前から複数個体で飼育した場合、単独で飼育した場合、特定の感覚のみをコミュニケーション手段として使用できる場合を設定し、2週間飼育した後、社会性行動を計測した。集団で飼育した場合は、視覚的、聴覚的に呈示された仲間に対する、積極的な接近行動が見られ、call が isolation call から association call に変化した。単独飼育の場合は、freezing あるいは escaping 行動となり、call の変化も起こらなかった。特定の感覚でコミュニケーション可能とした条件では、その modality のみで社会化がみられた。なかでも聴覚的なコミュニケーションが社会化に有効であった。ついで、社会性行動の発達に臨界期が存在するかを調べたところ、視覚的刷り込みが起こる孵化後48時間のみでは、社会性行動は安定化せず、少なくとも10日間の集団飼育が必要であることが示された。逆にこの期間内であれば単独飼育されていても、その後の集団飼育により社会性行動を獲得する。このことから、ヒヨコにおける社会性行動は、刷り込み学習とはことなる幅の広い臨界期（感受性期）の感覚—運動的相互作用によって学習されることが示唆された。

3. 研究実施体制

「研究総括」グループ

①研究分担グループ長:中村 克樹

②研究項目:霊長類を用いたコミュニケーションの神経機序の解明および動物モデルの開発

「脳機能発達研究」グループ

①研究分担グループ長:川島 隆太

②研究項目:脳機能イメージング・前頭葉活性化アプリケーション作成

「神経ネットワーク研究」グループ

①研究分担グループ長:泰羅 雅登

②研究項目:コミュニケーションの基になる動作理解の神経ネットワークの解明とその発達研究

「神経心理研究」グループ

①研究分担グループ長:河村 満

②研究項目:表情・視線・身振りの脳内機構に関する臨床神経心理学的研究

「発達障害研究」グループ

①研究分担グループ長:小嶋 祥三

②研究項目:健常児と発達障害児のコミュニケーション機能および脳活動の比較および行動支援メディアの開発

「言語習得研究」グループ

①研究分担グループ長:正高 信男

②研究項目:言語習得の身体的基盤の認知神経科学的研究

「神経発生研究」グループ

①研究分担グループ長:中村 俊

②研究項目:社会性行動の発達における臨界期可塑性の役割

「身体的コミュニケーションシステム開発」グループ

①研究分担グループ長:渡辺 富夫

②研究項目:身体的コミュニケーションシステムの研究開発

4. 主な研究成果の発表

(1) 論文(原著論文)発表

- 石井裕、渡辺富夫. ビデオコミュニケーションにおける自己映像の合成対話配置の評価. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 7: 113-120, 2005-5.
- 大崎浩司、渡辺富夫、山本倫也. InterActor に手指動作入力を併用した身体的インタラクションシステムの開発. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 7: 89-98, 2005-8.

- 檀原龍正、渡辺富夫、大久保雅史. 音声駆動型身体引き込みキャラクタ InterActor が発話音声に与える影響. 日本機械学会論文集(C 編), 71: 152-159, 2005-12.
- 長井弘志、渡辺富夫、山本倫也. 音声駆動型身体的引き込みポインタ InterPointer. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 7: 453-462, 2005-11.
- 山田貴志、渡辺富夫. 顔面皮膚温計測に基づく恐怖の情動下での顔色の分析と合成. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 7: 131-138, 2005-11.
- Koshiba M, Yohda M, Nakamura S, Topological relation of chick thalamofugal visual projections with hyper pallium revealed by three color tracers, *Neurosci. Res.*, 52: 235-242, 2005.
- Koyama S, Kezuka K, Hibino H, Tomimitsu H, Kawamura M.: Evaluation of cerebral dyschromatopsia using color afterimage. *NeurpReport*, 17: 109-13, 2006.
- Kuraoka K, Nakamura K. Impacts of facial identity and type of emotion on responses of amygdala neurons. *NeuroReport*, 17: 9-12, 2006.
- Masataka, N. Differences in arithmetic subtraction of nonsymbolic numerosities in deaf and hearing adults. *J. Deaf Stud. Deaf Edu.*, 11:139-144, 2006.
- Masataka, N. Preference for consonance over dissonance in hearing newborns of deaf parents and of hearing parents. *Develop. Sci.*, 9, 45-51, 2006.
- Masataka, N., Ohnishi, T., Imabayashi, E., Hirakata, M., & Matsuda, H. Neural correlates for numerical processing in the manual mode. *J. Deaf Stud. Deaf Edu.*, 11:144-152.
- Minagawa-Kawai Y, Mori K. and Sato Y. Different brain strategies underlie the categorical perception of foreign and native phonemes. *J. Cogn. Neurosci.*, 17:1376-1385, 2005.
- Nakayama K, Goto S, Kuraoka K, Nakamura K. Decreased nasal temperature of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) in negative emotional state. *Physiol. & Behav.* 84: 783-790, 2005.
- Ohira K, Homma KJ, Hirai H, Nakamura S, Hayashi M. TrkB-T1 regulates the RhoA signaling and actin cytoskeleton in glioma cells. *Biochem Biophys Res Commun.*, 14: 867-874, 2006.
- Ohira K, Kumanogoh H, Sahara Y, Homma KJ, Hirai H, Nakamura S, Hayashi H. A truncated Tropo-Myosine-Related kinase B receptor, T1, regulates glial cell morphology via Rho GDP dissociation Inhibitor 1, *J. Neurosci.*, 25: 1343-1353, 2005.
- Riera J, Aubert E, Iwata K, Kawashima R, Wan X, Ozaki T. Fusing EEG and fMRI based on a bottom-up model: Inferring activation and effective connectivity in neural masses. *Phil Trans. Royal. Soc. Lond. B.*, 360: 1025-1041, 2005.
- Riera J, Pedro AV, Tanabe K, Kawashima R. A theoretical formulation of the electrophysiological inverse problem on the sphere. *Phys. Med. Biol.*, 51: 1737-1758, 2006.
- Suzuki A, Hoshino T, Shigemasu K, Kawamura M. Disgust-specific impairment of facial expression recognition in Parkinson's disease. *Brain*, 129: 707-717, 2006.