

## 行動発現分野

三上章允（教授）、宮地重弘（助教授）  
脇田真清（助手）、井上雅仁（教務補佐員）  
瀧大輔（非常勤研究員）  
猿渡正則、半田高史、石川直樹、平井大地  
鴻池菜保、小野敬治（大学院生）

### < 研究概要 >

#### A-1) 霊長類の色覚の遺伝子、生理、行動研究

三上章允、後藤俊二（（有）日本野生動物研究所）、小池智（東京都神経研）、斎藤慈子（国立精神・神経センター）、長谷川寿一（東京大）、河村正二（東京大）、Kanthi A. Widayati（ポゴール農科大学）、Bambang Suryobroto（ポゴール農科大学）、Dyah Perwitasari-Farajallah（ポゴール農科大学）、Suchinda Malaivijitnond（チュラロンコーン大学）

赤緑色盲で有利になるカラーカモフラージュの視覚刺激を用い、ヒト、チンパンジー、カニクイザル、オマキザルで行動テストを行った。また、テナガザルの視物質遺伝子の多型を調べる目的でインドネシアおよびタイ各地のテナガザルのサンプルを採取した。

#### A-2) チンパンジー脳の発達過程

三上章允、西村剛（学振特別研究員）、田中正之<sup>1)</sup>、友永雅己<sup>1)</sup>、松沢哲郎<sup>1)</sup>、鈴木樹理<sup>2)</sup>、加藤朗野<sup>2)</sup>、松林清明<sup>2)</sup>、宮部貴子<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>思考言語分野

<sup>2)</sup>人類進化モデル研究センター

チンパンジー脳形態の発達をMRIを用いて計測し、発達に伴う脳サイズの拡大と髄鞘化の進行を調べた。

#### A-3) サッカー課題遂行中のニューロン活動の時間特性とニューロン・タイプ判定

三上章允、片井聡（信州大）  
石川直樹（大学院生）、海野俊平（日本大）  
加藤啓一郎（洛星高校）、姜英男（大阪大）

サッカー課題遂行中に細胞外記録したニューロン活動のバースト発射を手掛かりとして大脳皮質内局所回路を解析し、抑制性介在細胞を識別する手法を検討した。

#### A-4) 前頭葉障害患者の機能テスト

三上章允、宮井一郎（ボバース記念病院）  
林克樹（誠愛リハビリテーション病院）  
淵雅子（誠愛リハビリテーション病院）  
原田妙子（日本福祉大）  
久保田競（日本福祉大、京大名誉教授）  
細川貴之（東京都神経研）

前頭葉に障害のある患者さんで、様々な前頭葉機能をテストし、障害部位と各種機能障害との関係を解析した。また脳機能の変化を追跡するために近赤外線による脳血流計測（NIRS）を行った。

#### A-5) 順序情報の情報処理機構の研究

井上雅仁、三上章允

視覚刺激の提示順序の情報の記憶を必要とする課題遂行時のサルの前頭連合野および側頭連合野から、神経細胞活動を記録し、解析を行った。

#### A-6) 視覚探索課題遂行中の第四次視覚野の神経細胞活動

猿渡正則、井上雅仁、三上章允

視覚探索課題の脳内情報処理機構を第四次視覚野から神経細胞活動を記録して解析した。

#### A-7) 動きを手掛かりとした形態認知における背側経路と腹側経路の役割の研究

半田高史、海野俊平、片井聡、井上雅仁、  
三上章允

図形弁別課題・方向弁別課題を訓練したサルに、Shape-from-motionによる図形を用いた課題を行わせ、運動情報を扱うMT野と形態情報を扱う第4次視覚野から課題遂行中の神経細胞活動を記録・解析した。

#### A-8) 色弁別課題遂行中のサル前頭連合野におけるニューロン活動の解析

石川直樹、片井聡、井上雅仁、宮地重弘、  
三上章允

色弁別と記憶を伴う眼球運動課題遂行中のサル前頭連合野から、ニューロン活動を記録し、バースト発火の有無とパターンの違いを手掛かりとしてタイプ分類を行った。その後、各タイプの細胞と課題との関連性を解析した。

#### A-9) 報酬及び嫌悪刺激の予測に関わる脳内機序の解明

平井大地, 細川貴之, 井上雅仁, 宮地重弘,  
三上章允

遅延色見本合わせ課題遂行中のサル扁桃体からニューロン活動を記録し, 結果の相対的な選考性に依存した反応をするニューロンが存在することを示した.

#### A-10) V1 から LGN へのフィードバック経路の機能の解明

瀧藤大輔, 宮地重弘, 三上章允

視覚情報処理過程におけるフィードバック・ネットワークの役割を明らかにするために, サルの V1 から LGN へフィードバック投射している神経細胞の選択的破壊技術の開発を行った.

#### A-11) 注意の分配の継時変化とその脳内機構の解析

小野敬治, 井上雅仁, 宮地重弘, 三上章允

外界に同時に存在する感覚情報を取捨選択するときの注意の分配の継時変化およびその脳内メカニズムを明らかにするため, サルに 2 種類の手がかりを用いた図形弁別 Go/NoGo 課題をトレーニングした.

#### B-1) 記憶のメカニズムに関わる前頭前野, 側頭連合野, 海馬をつなぐ神経回路の解剖学および生理学的研究

宮地重弘, 井上雅仁, 三上章允, 澤田香織<sup>1)</sup>,  
平田快洋<sup>1)</sup>, 井上謙一<sup>1)</sup>, 今西美知子<sup>1)</sup>,  
高田昌彦<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>東京都神経研

記憶に基づいた行動判断には, 前頭前野, 側頭連合野, 海馬などの領域が重要であることが指摘されている. これらの領域を結ぶ神経回路を明らかにするため, 狂犬病ウイルスを用いた逆行性越シナプス神経トレーシング法を用いて側頭葉から前頭前野への多シナプス性神経入力を解析した. また, これらの回路の行動順序判断に置ける役割を明らかにするため, 長期記憶および短期記憶に基づく行動順序判断課題を開発し, サルに訓練した.

#### B-2) リズム制御の神経機構の研究

鴻池菜保, 宮地重弘, 三上章允

リズムは, 人の知覚や運動制御の重要な要素である. 本研究では, 運動リズム制御の神経機構を単一神経活動および神経回路レベルで明らかにするために, ヒトに近い

発達した脳を持ち, 複雑な行動課題を学習できるマカクサルにリズム課題を訓練し, 行動データを収集した.

#### B-3) カルビンディン強制発現によるパーキンソン病抑制の研究

宮地重弘, 澤田香織<sup>1)</sup>, 岡戸晴生<sup>1)</sup>, 南部篤<sup>2)</sup>,  
高田昌彦<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 東京都神経研, <sup>2)</sup> 生理研

パーキンソン病によるドーパミン細胞死を防御するため, ウイルスベクターを用いてサル黒質ドーパミンニューロンにカルビンディンを強制発現させ, MPTP によるパーキンソン症状を抑制すること, およびドーパミンニューロンの脱落が減少することを検証した.

#### B-4) サルを用いた行動発達の神経機構の解析

宮地重弘, 井上謙一 (東京都神経研),  
小林和人 (福島県立医大),  
高田昌彦 (東京都神経研)

発達におけるドーパミン神経系の役割を解明することを目標に, ウイルスベクターを用いた神経回路の改変を行なうため, サルの黒質等深部構造に正確にベクターを注入し, 高効率で遺伝子を発現させる技術開発を行なった. アデノウイルスベクターおよびレンチウイルスベクターによる逆行性および順行性遺伝子発現の効率を解析した.

#### C-1) 弁別訓練のサル一次視覚野の受容野特性に及ぼす影響

脇田真清

オペラント行動中のサル一次視覚皮質から記録された内因性信号の解析を行った.

#### C-2) ヒト下側頭領域の他者動作の観察への関与

脇田真清

他者動作観察時観察視点や動作者の利き手が, プロローカ野を含む左下側頭領域の活動に与える影響を調べた.

#### C-3) ヒト下側頭領域の刺激体制化への関与

脇田真清

感覚・運動の時間・空間的の体制化が, プロローカ野を含む左下側頭領域の活動に与える影響を調べた.

## < 研究業績 >

### 原著論文

- 1) Hosokawa, T., Kato, K., Inoue, M., Mikami, A. (2007) Neurons in the macaque orbitofrontal cortex code relative preference of both rewarding and aversive outcomes. *Neuroscience Research* 57: 434-445.
- 2) Koketsu, D., Furuichi, Y., Maeda, M., Matsuoka, N., Miyamoto, Y., Hisatsune, T. (2006) Increased number of new neurons in the olfactory bulb and hippocampus of adult non-human primates after focal ischemia. *Experimental Neurology* 199: 92-102.
- 3) Miyachi, S., Lu, X., Imanishi, M., Sawada, K., Nambu, A., Takada, M. (2006) Somatotopically arranged inputs from putamen and subthalamic nucleus to primary motor cortex. *Neuroscience Research* 56(3): 200-308.
- 4) Nishimura, T., Mikami, A., Suzuki, J., Matsuzawa, T. (2006) Descent of the hyoid in chimpanzees: evolution of facial flattening and speech. *Journal of Human Evolution* 51(3): 244-254.
- 5) Yasuda, T., Miyachi, S., Kitagawa, R., Wada, K., Nihira, T., Ren, Y., Hirai, Y., Ageyama, N., Terao, K., Shimada, T., Takada, M., Mizuno, Y., Mochizuki, H. (2007) Neuronal specificity of alpha-synuclein toxicity and effect of Parkin co-expression in primates. *Neuroscience* 144(2): 743-753.

### 総説

- 1) 三上章允 (2006) まぼろしの腕. *クリニカルスタディー* 27(9): 38-39.
- 2) 三上章允 (2006) ミラーニューロン-他者の運動を理解する細胞. *クリニカルスタディー* 27(12): 38-39.
- 3) 三上章允 (2006) 奥行きを感じる脳 - 2つの目を使う奥行き知覚. *クリニカルスタディー* 27(5): 38-39.
- 4) 三上章允 (2006) 顔の認識と顔ニューロン. *日本医事新報* 4285: 97-98.
- 5) 三上章允 (2006) 逆さの世界を解釈する脳. *クリニカルスタディー* 27(7): 38-39.
- 6) 三上章允 (2006) 前頭葉と記憶. *クリニカルスタディー* 27(10): 38-39.
- 7) 三上章允 (2006) 存在しない線を見る. *クリニカルスタディー* 27(6): 38-39.
- 8) 三上章允 (2006) 脳の中のこびと. *クリニカルスタディー* 27(8): 38-39.
- 9) 三上章允 (2006) 脳はかしこい - 盲点のはなし. *クリニカルスタディー* 27(4): 38-39.
- 10) 三上章允 (2006) 脳は未来を知っている. *クリニカ*

ルスタディー 27(11): 38-39.

- 11) 三上章允 (2007) 大きい脳は賢い? *クリニカルスタディー* 28(2): 38-39.
- 12) 三上章允 (2007) 大脳皮質の発達には臨界期がある. *クリニカルスタディー* 28(1): 38-39.
- 13) 三上章允 (2007) 脳の障害からの回復. *クリニカルスタディー* 28(3): 38-39.

### 書評

- 1) 三上章允 (2006) 脳のなかの幽霊ふたたび. *霊長類研究* 22(1): 69-71.

### 分担執筆

- 1) 三上章允 (2006) サルで色覚異常を探す. 竹中 修 企画, 村山美穂, 渡邊邦夫, 竹中晃子編「遺伝子の窓から見た動物たち - フィールドと実験室をつないで」. p 313-327 京大出版会, 京都.

### 学会発表等

- 1) Asaoka, K., Hayashi, M., Kamanaka, Y., Suzuki, J., Wakita, M., Hirayama, K., Okamura, H. (2006) Transcription factors for the switching of globins during embryo-fetus by the analyses of cloning and DNA chips. 20th IUBMB International Congress of Biochemistry and Molecular Biology and 11th FAOBMB Congress (Jun. 2006, Kyoto).
- 2) Asaoka, K., Hayashi, M., Kamanaka, Y., Suzuki, J., Wakita, M., Hirayama, K., Okamura, H. (2006) Usage of the network of purine and pyrimidine nucleotides on an embryo-fetus of primate and its DNA chip development. International Roundtable on Nucleoside, Nucleotides and Nucleic Acids (Sep. 2006, Bern, Switzerland).
- 3) Handa, T., Inoue, M., Mikami, A. (2006) Neuronal activity of the extrastriate area V4 during the shape discrimination in the shape-from-motion condition. The 36th Annual Meeting of Society for Neuroscience (Oct. 2006, Atlanta, USA).
- 4) Hirai, D., Hosokawa, T., Inoue, M., Mikami, A. (2006) Context-dependent representation of reinforcement value in monkey amygdala. The 29th Annual Meeting of The Japan Neuroscience Society (Jul. 2006, Kyoto) *Neuroscience Research* 55(Suppl.): S228.
- 5) Inoue, M., Mikami, A. (2006) Difference between prefrontal and inferotemporal neuronal activities encoding and holding information for object and their order of presentation. The 36th Annual Meeting of Society for Neuroscience (Oct. 2006, Atlanta, USA).
- 6) Inoue, M., Mikami, A. (2006) Difference of delay-period activities holding information for object and their order of presentation between prefrontal and

- inferotemporal cortices. The 29th Annual Meeting of The Japan Neuroscience Society (Jul. 2006, Kyoto) Neuroscience Research 55(Suppl.): S195.
- 7) Ishikawa, N., Katai, S., Saruwatari, M., Inoue, M., Mikami, A. (2006) Activities of bursting neurons during color discrimination task in the monkey prefrontal cortex. The 29th Annual Meeting of The Japan Neuroscience Society (Jul. 2006, Kyoto) Neuroscience Research 55(Suppl.): S231.
  - 8) Lu, X., Miyachi, S., Ito, Y., Nambu, A., Kitazawa, S., Takada, M. (2006) Somatotopic organization of inferior olive as evidenced by multisynaptic inputs to primary motor cortex. The 36th Annual Meeting of the Society for Neuroscience (Oct. 2006, Atlanta, USA).
  - 9) Takada, M., Miyachi, S., Sawada, K., Inoue, K., Okado, H., Nambu, A. (2006) Recruitment of calbindin into dopaminergic nigrostriatal neurons protects against the onset of Parkinsonian motor signs. The 36th Annual Meeting of the Society for Neuroscience (Oct. 2006, Atlanta, USA).
  - 10) Yumoto, N., Lu, X., Miyachi, S., Nambu, A., Fukai, T., Takada, M. (2006) Neural activity dependent on prediction and detection of elapsed time in macaque area 9. The 36th Annual Meeting of the Society for Neuroscience (Oct. 2006, Atlanta, USA).
  - 11) 浅岡一雄, 早矢仕みか, 釜中慶朗, 鈴木樹理, 脇田真清, 平山幸一, 岡村浩 (2006) 胎児期にヘモグロビンの発現を切り替える転写因子のクローニングと検出. 第7回 Pharmacology-Hematology Symposium (2006年6月, 東京).
  - 12) 平井大地, 細川貴之, 井上雅仁, 宮地重弘, 三上章允 (2006) サル扁桃体の神経細胞は強化子の相対的な好ましさをコードする. 第53回中部日本生理学会大会 (2006年9月, 山梨) 第53回中部日本生理学会大会予稿集 : 45.
  - 13) 平石博敏, 脇田真清 (2006) NIRS 実験における安静時の画像呈示の効果. 第24回日本生理心理学会 (2006年5月, 広島).
  - 14) 久保(川合)南海子, 平石博敏, 脇田真清, 正高信男 (2006) NIRS を用いた空間的注意課題における認知方略の検討 - おこなっていたのは「注意の転換」か「予期」か? - . 日本心理学会第70回大会 (2006年11月, 福岡).
  - 15) 三上章允, 西村剛, 三輪隆子, 松井三枝, 田中正之, 友永雅己, 松沢哲郎, 鈴木樹理, 加藤朗野, 松林清明, 後藤俊二, 橋本ちひろ (2006) チンパンジー4頭の脳形態の発達. 第22回日本霊長類学会大会 (2006年7月, 吹田) 霊長類研究 22(Suppl.): S-30.
  - 16) 宮地重弘, 澤田香織, 岡戸晴生, 南部篤, 高田昌彦. (2006) 黒質ドーパミンニューロンにおけるカルビンディン強制発現によりパーキンソン病が抑制される. 第29回日本神経科学大会 (2006年7月, 京都) 第29回日本神経科学大会予稿集 : 19-21.
  - 17) 澤田香織, 宮地重弘, 今西美知子, 泰羅雅人, 高田昌彦 (2006) マカクサル側頭葉皮質から前頭前野への多シナプス性入力様式. 第29回日本神経科学大会 (2006年7月, 京都) 第29回日本神経科学大会予稿集 : 19-21.
  - 18) 脇田真清 (2006) ミラーシステムとしてのブローカ野の活動は視点と利き手に影響される. 第29回日本神経科学大会 (2006年7月, 京都) Neuroscience Research 55(Supplement 1): S134.
  - 19) 脇田真清 (2007) なぜ行為の観察をすると運動性言語野が反応するのか? 第3回生理学研究所研究会「高次脳機能研究の新展開」(2007年1月, 岡崎).

#### 講演

- 1) 三上章允 (2006) ヒトの脳とサルの脳. 第6回日本光脳機能イメージング研究会 (2006年11月, 大阪).
- 2) 三上章允 (2006) 前頭葉と記憶. 霊長類研究所公開講座 (2006年8月, 犬山).
- 3) 三上章允 (2006) 脳のしくみ. 前島高校スーパーハイスクール (2006年8月, 福井).
- 4) 三上章允 (2006) 脳のはたらきと心の動き. 生命科学振興会例会 (2006年8月, 札幌).
- 5) 三上章允 (2006) 脳はかっこいい. 五感で感じるふるさとの会 (2006年10月, 高島).
- 6) 宮地重弘, 玉川大学 21世紀 COE プログラム COE 若手の会 第23回談話会. (2007) 狂犬病ウイルスで神経ネットワークを探る. 玉川大学 21世紀 COE プログラム COE 若手の会 第23回談話会 (2007年2月, 町田).
- 7) 宮地重弘 (2006) 大脳基底核, 小脳, 前頭前野から一次運動野への体部位再現的入力様式—狂犬病ウイルスの逆行性越シナプス感染を用いた解析. 生理研研究会「大脳皮質機能単位の神経機構」(2006年12月, 岡崎).