

習障害の脳機能改善コホート研究」報告会 札幌、北海道。

- 11) 中村克樹 (2010/02/14) 自閉症児の苦手なこと. JST「脳科学と社会」研究開発領域「高齢者と学習障害の脳機能改善コホート研究」報告会 福岡、福岡。
- 12) 中村克樹 (2010/03/13) コミュニケーションの発達と自閉症. 国立特別支援教育総合研究所 平成21年度第3回脳科学セミナー オリンピック記念青少年総合センター, 東京。

分子生理研究部門

統合脳システム分野

高田昌彦（教授），大石高生（准教授），松本正幸（2009年11月より助教），井上謙一（2009年10月より特定助教），平田快洋（産官学連携研究員），檜垣小百合（大学院生），二宮太平（特別研究学生），高原大輔（特別研究学生），南雲樹（研究支援推進員），黒田呈子（派遣職員），遠藤歩（派遣職員），奥田泰弘（派遣職員）

<研究概要>

A) 行動の組織化に関わる大脳皮質－大脳基底核連関の統合的研究

高田昌彦，井上謙一，平田快洋，二宮太平，高原大輔

- 1) 狂犬病ウイルスを利用した逆行性越シナプス性ニューロンラベル法による行動の発現と制御に関わる大脳ネットワークの解明

サル的一次運動野および前頭前野に狂犬病ウイルスを注入し，それぞれ前頭前野領域と頭頂・側頭連合野領域において多シナプス性にラベルされる二次あるいは三次ニューロンの分布様式を解析することにより，「頭頂・側頭連合野－前頭前野－一次運動野」ネットワークの構築を明らかにした。

- 2) ウイルスベクターを利用した黒質ドーパミンニューロンへの遺伝子導入によるパーキンソン病の遺伝子治療に関する基礎的アプローチ

組換え体ウイルスベクターを用いて，パーキンソン病の責任細胞である黒質ドーパミンニューロンに，その変性・脱落を抑制するような機能分子の遺伝子導入を行い，パーキンソン病様の運動障害の発症を抑制することに成功した。

B) 神経路選択的な活動抑制とトレーシングによる大脳ネットワークの構築と機能の解明

高田昌彦，井上謙一

- 1) 神経路選択的活動抑制法による線条体への入力システムの解析

げっ歯類および霊長類の脳において極めて高い効率で逆行性に感染するレンチウイルスベクターの開発に成功した。現在，このベクターにニューロン活動の不活化を誘導するタンパク質として，ショウジョウバエのアラトスタチン受容体 (AlstR)

あるいはテタヌストシキン軽鎖フラグメント (tTA・rtTA) の遺伝子を搭載した組換え体レンチウイルスベクターを作製する計画を進めている。

2) OFF制御型逆行性越シナプ스의トレーシングシステムの開発・検証

狂犬病ウイルス CVS 株のフルゲノムのクローニングと構成遺伝子のクローニングを行い、ベクターとして利用できるようにウイルスゲノム cDNA から感染性ウイルス粒子を得る cDNA 発現系を構築した。また、ゲノム内に GFP, RFP 等のマーカー遺伝子を組み込んだベクターを作製し、ベクター感染によりマーカータンパク質が効率的に発現することを確認した。現在、これらのベクターの感染伝播動態を霊長類の脳において検証する計画を進めている。

3) ON制御型逆行性越シナプ스의トレーシングシステムの開発・検証

感染伝播能を欠損させた逆行性ウイルスベクターとして、ウイルスのエンベロープタンパクをコードする遺伝子である G 遺伝子をウイルスゲノムから欠損させた狂犬病ウイルスベクターを作製した。また、ON 制御型トレーシングを実現するために必要なアデノ随伴ウイルスベクターの作製を行い、その回収系を立ち上げた。現在、G 遺伝子欠損狂犬病ウイルスベクターの回収効率を上昇させる回収法の検討を行っている。

C) 遺伝子改変霊長類モデルの開発と高次脳機能の解析

高田昌彦, 大石高生, 松本正幸, 井上謙一, 平田快洋, 二宮太平, 高原大輔

1) Cre-loxP システムを用いた神経路選択的遺伝子発現制御法の確立：霊長類モデルの開発

福島県立医科大学と共同開発した逆行性感染型レンチウイルスベクター(RV-G/HIV-1 ベクター)に Cre リコンビナーゼ遺伝子を組み込んだ発現誘導ベクターと、東京都医学研究機構において作製したアデノ随伴ウイルスベクターに loxP コンポーネントを組み込んだ発現制御ベクターの多重感染による部位特異的組換え反応を応用して、特定の神経路を構成する神経細胞でのみ外来遺伝子の発現が起こるような遺伝子操作手法をマカクザルで確立した。

2) 逆行性感染型レンチウイルスベクターを利用した神経路選択的遺伝子標的法の確立

福島県立医科大学と連携して、ヒトインター

ロイキンタイプ 2 受容体 α サブユニットを発現遺伝子とした RV-G/HIV-1 ベクターを用いて、マカクザルの黒質線条体投射ドーパミン神経路においてイムノトキシン神経路標的法を実現した。

3) 遺伝子発現を指標にした霊長類脳の老化研究

脳内遺伝子発現プロファイルの老化による変化と、それが認知機能に及ぼす影響を明らかにするため、マイクロアレイを用い、成熟期および老齢期のマカクザルの前頭前野と海馬の遺伝子発現解析をおこなった。変動遺伝子群を明らかにする GSEA 解析を行った結果、老齢オスでは有意に発現が変化した遺伝子群はみられなかった。一方メスでは、海馬で恒常性維持にかかわる遺伝子群の発現の上昇が観察され、また海馬と前頭前野で中枢神経活動にかかわる遺伝子群の発現の減少が観察された。

4) 霊長類脳の遺伝子発現パターンとその発達に関する研究

脳内遺伝子発現の脳部位間での違いとその発達過程を調べるため、大脳諸領野(前頭連合野等の複数の連合野, 感覚野, 運動野), 小脳, 基底核, 海馬のマイクロアレイ解析を開始した。小脳においては脳と際だった遺伝子発現プロファイルの違いが観察された。

D) ドーパミンによる行動の発達と発現の制御機構

高田昌彦, 井上謙一, 小林和人(福島県立医科大学), 林崎誠二(福島県立医科大学)

1) ドーパミンによる行動の発達と組織化のメカニズムのシステムの解析

優れた逆行性輸送能を有するレンチウイルスベクターを開発し、それを用いてサル脳への遺伝子導入を行うことにより、イムノトキシン神経路標的法を確立した。具体的には、サルの線条体に IL-2R α を発現する改変レンチウイルスベクターを注入し、逆行性輸送を介して黒質ドーパミンニューロンに IL-2R α が発現することを確認したのち、このようなサルの黒質にイムノトキシンを注入し、線条体に投射するドーパミンニューロンのみを選択的に除去することに成功した。この技術を利用して、現在、黒質緻密部あるいは腹側被蓋野から前頭前野に投射するドーパミン神経路を選択的に除去したサルを作製し、この神経路が報酬に基づく強化学習にどのように関与しているかを解析するための実験システムを構築している。また、黒質緻密部や腹側被蓋野から大脳基底核や前

頭前野へのドーパミン神経伝達が果たす機能的役割を、マウスやラットを用いて行動学的に解析した。特に、D2 タイプドーパミン受容体の関連薬物により側坐核の core 領域と shell 領域へのドーパミン神経伝達を個別に制御したラットを用いた研究では、遅延付き報酬選択課題の遂行過程において、core 領域と shell 領域がそれぞれ異なる情報を取り扱っていることを明らかにした。この成果は、側坐核へのドーパミン入力報酬に基づく行動選択に深く関与していることを示しており、注意欠陥多動性障害の病態生理の本質に迫る、きわめて独創的かつ画期的なものである。

E) パーキン遺伝子を用いた家族性・孤発性パーキンソン病に対する遺伝子治療

高田昌彦，井上謙一，水野美邦（順天堂大学），望月秀樹（北里大学），島田隆（日本医科大学），山崎吉之（日本医科大学）

1) サルにおけるモデル作製及びパーキン遺伝子導入の有効性と安全性の検討

AAV-1 ベクターの精製法を改良し、これまで使用してきたものに比べて、より細胞毒性を低減させたパーキン組換え体 AAV-1 ベクターを作製した。また、改良型のパーキン組換え体 AAV-1 ベクターをカニクイザルの黒質に注入し、2～3 ヶ月の生存期間の後、剖検脳の病理組織学的解析を行い、組織損傷がほとんど消失していることを確認した。さらに、改良型のパーキン組換え体 AAV-1 ベクターを用いて、アルファ・シヌクレイン過剰発現による孤発性パーキンソン病モデルザルにおけるパーキン遺伝子導入の有効性を再度検討するため、平成 21 年度と同様の手法により、カニクイザルの一側の黒質にアルファ・シヌクレイン組換え体 AAV-1 ベクターと改良型のパーキン組換え体 AAV-1 ベクターを同時注入し、反対側の黒質にパーキン組換え体 AAV-1 ベクターに対するコントロールとして GFP 組換え体 AAV-1 ベクターを注入し、臨床行動学的解析と病理組織学的解析を進めている。

F) リハビリテーションの脳内機構に関する基礎研究

大石高生

生理学研究所（生理研）の伊佐正氏らとの共同研究により、正常マカク個体の皮質脊髓路線維の脊髓内走行および終末ボタンの分布を定量的に示した。

G) 脳画像データベース作成

大石高生

産業技術総合研究所（産総研）の松田圭司氏との共同研究により、MRI 脳画像データの三次元化と閲覧のためのウェブアプリケーションを改良し、画質向上、高速化を実現するとともに、産総研の「脳画像データベース」だけでなく、「ニューロイメージングプラットフォーム」の人脳およびサル脳表示システムに適用した（<http://nimg.neuroinf.jp/>）。さらに、霊長研で準備中のデータベース「Digital Morphology Museum, KUPRI」における CT 画像や、他大学の共焦点レーザー顕微鏡画像データベースにおける対話型表示ツールとする準備を進めた。

<研究業績>

原著論文

- 1) Hatanaka N, Tokuno H, Nambu A, Takada M (2009) Transdural Doppler ultrasonography monitors cerebral blood flow changes in relation to motor tasks. *Cereb Cortex* 19:820-831.
- 2) Higo N, Nishimura Y, Murata Y, Oishi T, Yoshino-Saito K, Takahashi M, Tsuboi F, Isa T (2009) Increased expression of the growth-associated protein 43 gene in the sensorimotor cortex of the macaque monkey after lesioning the lateral corticospinal tract. *J Comp Neurol* 516(6):493-506.
- 3) Ohara S, Inoue K, Witter MP, Iijima T (2009) Untangling neural networks with dual retrograde transsynaptic viral infection. *Frontiers in Neuroscience* 3(3):344-349.
- 4) Zheng Y, Watakabe A, Takada M, Kakita A, Namba H, Takahashi H, Yamamori T, Nawa H (2009) Expression of ErbB4 in substantia nigra dopamine neurons of monkeys and humans. *Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiat* 33:701-706.
- 5) Hashimoto M, Takahara D, Hirata Y, Inoue K, Miyachi S, Nambu A, Tanji J, Takada M, Hoshi E (2010) Motor and nonmotor projections from the cerebellum to rostrocaudally distinct sectors of the dorsal premotor cortex in macaques. *Eur J Neurosci* 31:1402-1413.
- 6) Kaoru T, Liu FC, Ishida M, Oishi T, Hayashi M, Kitagawa M, Shimoda K, Takahashi H (2010) Molecular characterization of the intercalated cell masses of the amygdala: implications for the relationship with the striatum. *Neuroscience* 166(1):220-230.
- 7) Ohira K, Furuta T, Hioki H, Nakamura KC,

Kuramoto E, Tanaka Y, Funatsu N, Shimizu K, Oishi T, Hayashi M, Miyakawa T, Kaneko T, Nakamura S (2010) Ischemia-induced neurogenesis of neocortical layer 1 progenitor cells. *Nat Neurosci* 13(2):173-179.

- 8) Tohno Y, Suwanahoy P, Tohno S, Sinthubua A, Azuma C, Nishiwaki F, Moriwake Y, Kumai T, Minami T, Laowattthanaphong S, Mahakkanukrauh P, Oishi T, Hayashi M (2010) Age-related changes of elements in the tendons of the peroneus longus muscles in Thai, Japanese, and monkeys. *Biol Trace Elem Res* 133(3):291-303.

総説

- 1) 高田昌彦 (2009) パーキンソン病克服にむけた新規遺伝子治療法の開発. *Medical Bio* 7:48-53.
- 2) 高田昌彦 (2009) 学会印象記 第38回北米神経科学大会. *Brain and Nerve* 61(5):616-617.
- 3) 高田昌彦 (2009) 大脳基底核の神経回路とパーキンソン病における病態神経生理. 日本臨床「増刊号 パーキンソン病」 p.139-145.
- 4) 大石高生 (2009) 神経系の可塑性-霊長類の皮質脊髄路, 運動野損傷からの運動機能回復. *Clinical Neuroscience* 27:994-997.
- 5) 高田昌彦, 井上謙一 (2010) 高次脳機能の解明と精神・神経疾患の克服のためのサルモデル. 生体の科学「特集 脳科学のモデル実験動物」 61(1):53-58.
- 6) 高田昌彦, 井上謙一, 宮地重弘 (2010) 狂犬病ウイルスによる多シナプス性神経路の解析法. *Brain and Nerve* 「特集 神経回路解析法の最近の進歩」 62:221-230.

著書 (分担執筆)

- 1) Takada M, Inoue K, Miyachi S, Okado H, Nambu A (2009) Prevention of calbindin recruitment into nigral dopamine neurons from MPTP-induced degeneration in *Macaca fascicularis*. (The Basal Ganglia IX) (ed. Groenewegen HJ, Voorn P, Berendse HW, Mulder AB, Cools AR) p.377-385 Springer, New York.

編集

- 1) 高田昌彦 (2009) *Brain and Nerve* 「特集 大脳基底核—分子基盤から臨床まで」 61:338-339 医学書院.

その他執筆

- 1) 大石高生 (2009) 第32回日本神経科学大会市民

公開講座終了報告, 神経科学ニュース 6:11-12 日本神経科学学会.

学会発表

- 1) Higaki S, Takumi K, Shimizu K, Oishi T, Hayashi M (2009) Up-regulation of estrogen receptor beta in the menopausal monkey hippocampus is not a direct response to a deficit in gonadal estrogen. 第36回国際生理学会 (2009/07, 京都).
- 2) Murata Y, Higo N, Nishimura Y, Oishi T, Tsukada H, Isa T, Onoe H (2009) Changes in regional brain activities involved in recovery of dexterous hand movements after lesion of the primary motor cortex: PET study with macaque monkeys. 39th Annual Meeting of Society for Neuroscience (2009/10, Chicago, USA).
- 3) Murata Y, Higo N, Nishimura Y, Oishi T, Tsukada H, Isa T, Onoe H (2009) Changes in regional brain activities involved in functional recovery after primary motor cortex lesion: PET study with macaque monkeys. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
- 4) Ninomiya T, Sawamura H, Inoue K, Takada M (2009) Organization of multisynaptic inputs to MT and V4 of macaques: Their hierarchic ranks and converging geniculate inputs from magno- and parvocellular layers. 39th Annual Meeting of Society for Neuroscience (2009/10, Chicago, USA).
- 5) Ohira K, Furuta T, Hioki H, Nakamura K, Kuramoto E, Funatsu N, Shimizu K, Oishi T, Hayashi M, Miyakawa T, Kaneko T, Nakamura S (2009) Ischemia-induced neurogenesis of neocortical progenitor cells. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
- 6) Ohira K, Furuta T, Hioki H, Nakamura KC, Kuramoto E, Shimizu K, Oishi T, Hayashi M, Kaneko T, Nakamura S (2009) Ischemia-induced neurogenesis of endogenous progenitor cells in the neocortex. 第36回国際生理学会 (2009/07, 京都).
- 7) Sato A, Nishimura Y, Oishi T, Higo N, Murata Y, Onoe H, Saito K, Tsuboi F, Takahashi M, Isa T, Kojima T (2009) Gene expression analysis of motor-related areas of the monkey neocortex during recovery from corticospinal tract lesion. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
- 8) Sato A, Nishimura Y, Oishi T, Higo N, Murata Y, Onoe H, Yoshino-Saito K, Tsuboi F, Takahashi M, Isa T, Kojima T (2009) Gene expression analysis of motor-related areas of the monkey neocortex during recovery from corticospinal tract lesion. 39th Annual

- Meeting of Society for Neuroscience 2009 (2009/10, Chicago, USA).
- 9) Shinomiya K, Matsuda K, Oishi T, Ito K (2009) Flybrain Neuron Database, a comprehensive online database of the Drosophila brain neurons. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 10) Yamamoto T, Sato A, Higo N, Nishimura Y, Oishi T, Murata Y, Onoe H, Yoshino-Saito K, Isa T, Kojima T (2009) Selective expression of SPP1 in the corticospinal neurons of highly dexterous primate species. 39th Annual Meeting of Society for Neuroscience (2009/10, Chicago, USA).
 - 11) Yamamoto T, Sato A, Higo N, Nishimura Y, Oishi T, Murata Y, Yoshino-Saito K, Isa T, Kojima T (2009) elective SPP1 expression in amyotrophic lateral sclerosis-vulnerable motor neurons of the macaque monkey. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 12) Yamashita A, Taira M, Oishi T, Hayashi M (2009) arvalbumin/GABA cells in the monkey cerebral cortex: gap junctions, chandelier- and basket-terminals. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 13) Yoshino-Saito K, Nishimura Y, Oishi T, Isa T (2009) uantitative inter-segmental and inter-laminar comparison of corticospinal projections from the hand area of the primary motor cortex of macaque monkeys. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 14) 雁木美衣, 山崎吉之, 黒田呈子, 今西美知子, 立花政夫, 高田昌彦 (2009) ラット網膜における運動検出に関与するアマクリン細胞の同定. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 15) 橋本雅史, 高原大輔, 平田快洋, 井上謙一, 宮地重弘, 丹治順, 高田昌彦, 星英司 (2009) 小脳から大脳皮質背側運動前野への入力様式. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 16) 林崎誠二, 平井志伸, 伊東由美, 本多芳子, 有銘預世布, 曾良一郎, 児玉亨, 岡戸晴生, 高田昌彦 (2009) D5 ドーパミン受容体のドーパミントランスポーター機能への関与. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 17) 平田快洋, 井上謙一, 高原大輔, 二宮太平, 宮地重弘, 丹治順, 高田昌彦, 星英司 (2009) 背側運動前野肩領域への前頭葉入力様式. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 18) 星英司, 佐賀洋介, 高原大輔, 平田快洋, 井上謙一, 宮地重弘, 丹治順, 高田昌彦 (2009) 淡蒼球内節から大脳皮質背側運動前野への入力様式. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 19) 井上謙一 (2009) ウィルスベクターを用いた霊長類神経への高効率的な遺伝子導入手法の開発とその応用. 第13回予防衛生協会セミナー (2009/12, つくば).
 - 20) 井上謙一, 宮地重弘, 西克典, 岡戸晴生, 南部篤, 高田昌彦 (2009) ウィルスベクターを用いた黒質ドーパミン細胞へのカルビンディン遺伝子導入によるパーキンソン病の進行抑制. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 21) 二宮太平, 澤村裕正, 井上謙一, 高田昌彦 (2009) LGNからV4 MTへの多シナプス性入力様式. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 22) 高良沙幸, 畑中伸彦, 高田昌彦, 南部篤 (2009) サル線条体介在ニューロンの運動関連活動. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 23) 塚元葉子, 磯村宜和, 今西美知子, 二宮太平, 柳川右千夫, 深井朋樹, 高田昌彦 (2009) グルタミン酸非依存性「proto-afterdischarge」の発生に関与する海馬インターニューロンサブタイプの同定. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 24) 山崎吉之, 石塚典生, 塚田稔, 高田昌彦 (2009) ラットの腹側海馬 CA1 野から側頭葉聴覚野への間接投射の解析. 第32回日本神経科学大会 (2009/09, 名古屋).
 - 25) 林崎誠二, 伊東由美, 高田昌彦, 本多芳子, 児玉亨, 有銘預世布, 曾良一郎, 平井志伸, 岡戸晴生 (2010) メタンフェタミン前処理が D5 ドーパミン受容体欠損マウスに及ぼす逆説的な効果. CREST 研究領域「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」. 第7回領域内研究報告会 (2010/03, 大阪府豊中市).
 - 26) 井上謙一, 加藤成樹, 小林憲太, 遠藤歩, 高原大輔, 小林和人, 高田昌彦 (2010) 神経路選択的細胞操作法の開発. CREST 研究領域「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」. 第7回領域内研究報告会 (2010/03, 大阪府豊中市).

講演

- 1) 高田昌彦 (2009/06) シンポジウム「霊長類を用いた精神神経疾患モデルの現況と展望」. 第52回日本神経化学大会 群馬.
- 2) 高田昌彦 (2009/12) ウィルスベクターを用いた霊長類脳への遺伝子導入. 富山大学医学部 富

山.

- 3) Takada M (2010/03) Cerebral network for behavioral control: parietal/temporal-prefrontal-motor links. 56th NIBB Conference Okazaki, Japan.
- 4) 高田昌彦 (2010/01) 我が国から発信する霊長類脳科学研究の新しい展開. 東北大学包括的脳科学研究・教育推進センター設立記念シンポジウム 仙台.
- 5) 大石高生 (2009/09) 脳解剖学. 生理学若手サマースクール 岡崎.
- 6) 大石高生 (2009/06) サルを学ぶ サルで遊ぶ. 灘高等学校土曜講座 神戸.

その他

- 1) 高田昌彦 (2009) 文部科学省科学研究費補助金「神経・筋肉生理学」審査委員.

遺伝子情報分野

平井啓久 (教授), 今井啓雄 (准教授), 中村伸 (助教), 平井百合子 (技能補佐員), 光永総子 (研究員 (厚生科研)), 松井淳 (研究員 (グローバルCOE)), 上岩美幸 (教務補佐員), 永友寛一郎, (受託研究員), 鈴木南美, 田中美希子 (大学院生)

<研究概要>

A) 遺伝子以外のゲノムがもたらす生物の進化

平井啓久, 古賀章彦 (ゲノム多様性), 平井百合子
転移性反復配列複合体構造 (RCRO) のゲノム内分布を解析し, その進化的意義付けと分散機構の仮説を提唱した. 染色体端部に RCRO が多く存在するメカニズムとして, 異所性組み換えによって非相同の染色体から染色体へ移動するという, 仮説を提唱した. 一回の削り取りで染色体彩色プローブを作成する技術確立し, ヒト染色体 7q31 領域の進化的外観をヒト上科霊長類において解析した.

B) テナガザル類の多様性と系統生物地理学

平井啓久, 宮部貴子 (人類進化モデル研究センター), 香田啓貴 (認知学習), 松井淳 (グローバル COE 研究員), Pamungkas J (ボゴール農科大学), Boripat S, Baichroen S (タイ動物園協会), Islam A (ダッカ大学), Jahan I (バングラデシュ野生生物保護協会), 平井百合子

Hylobates 属と *Nomascus* 属の属間雑種の遺伝的および形態学的解析を行った. 野生 *Hylobates agilis* から得られたヘリコバクター細菌の rDNA の配列解析と系統解析を行った. シロマユテナガザルの染色体解析を行った. チンパンジー第6 (ヒト7) および12 (ヒト2a) 染色体の彩色プローブを作成し, テナガザル類の染色体分化を解析した.

C) チンパンジー苦味受容体の多型解析

菅原亨, 早川卓志 (京都大学理学部), 郷康広 (グローバルCOE), 鶴殿俊史, 森村成樹 (以上, チンパンジーサンクチュアリ宇土), 友永雅己 (思考言語), 平井啓久, 今井啓雄

苦味は植物等に含まれる毒性物質の摂取を防ぐために重要な役割を果たしているが, 一方で生体機能に重要な成分の認識にも関わる. ヒトでは苦味受容体 T2R