

平成21年 5月31日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18370024

研究課題名（和文） 摂食行動の脳制御機構の進化モデルの構築

研究課題名（英文） Central regulation of feeding behavior and its evolutionary modeling

研究代表者

松田 恒平（MATSUDA KOUHEI）

富山大学・大学院理工学研究部（理学）・教授

研究者番号：60222303

研究成果の概要：哺乳類における最近の知見によれば、摂食行動は、脳の視床下部で発現する多数の脳ペプチドによって促進的あるいは抑制的に制御されていることが判明してきた。しかしながら、摂食行動の複雑な調節を司る神経機構の進化の過程における変遷については、殆ど判っていない。本研究は、キンギョにおける摂食行動の制御機構を明らかにすること、および得られた知見と他の動物における制御機構とを比較検討して、摂食行動の脳制御機構の進化の変遷を考察することを目的とした。キンギョの摂食行動が生殖や情動に関わる脳ペプチドの影響も強く受けながら制御されることを見出した。哺乳類や鳥類の機構と大きく異なる機構の存在も見出され、摂食調節の脳制御機構が進化的に変遷してきた可能性が示唆された。

交付額

（金額単位：円）

|        | 直接経費       | 間接経費      | 合計         |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2006年度 | 7,400,000  | 2,220,000 | 9,620,000  |
| 2007年度 | 3,700,000  | 1,110,000 | 4,810,000  |
| 2008年度 | 4,000,000  | 1,200,000 | 5,200,000  |
| 年度     |            |           |            |
| 年度     |            |           |            |
| 総計     | 15,100,000 | 4,530,000 | 19,630,000 |

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・形態・構造

キーワード：キンギョ、摂食行動、神経ペプチド、脳室内投与、神経相関、神経回路、本能行動、進化

## 1. 研究開始当初の背景

動物にとって摂食行動は、生命の維持と個体の諸活動を支えるエネルギー獲得のため、欠くことのできない最も重要な本能行動のひとつである。哺乳類における最近の知見によれば、摂食行動は、脳の視床下部で発現する多数の脳ホルモンによって促進的あるいは抑制的に制御されていることが判明してきた。空腹時には、神経ペプチドY（NPY）、オレキシン、メラニン凝集ホルモン（MCH）、グレリンなどの食欲促進性ペプチドの合成が高まり、これらを含むニューロン群が興奮して摂食行動を誘発する。逆に満腹時には、コルチコトロピン放出ホルモン（CRH）、黒色素胞刺激ホルモン（MSH）、下垂体アデニル酸シクラーゼ活性化ポリペプチド（PACAP）、血管作動性腸ペプチド（VIP）などの食欲抑制性ペプチドを含むニューロン群が興奮して、摂食を抑制する。哺乳類の摂食行動は、このように多数の脳ホルモンにより多重に調節されている。一方、鳥類における摂食行動の制御機構は、哺

乳類の機構と一部異なることも見出されている。しかしながら、摂食行動の複雑な調節を司る神経機構の進化の過程における変遷については、殆ど判っていない。そこで研究代表者らは、魚類の摂食制御機構の解明を目指し、生理学的解析が最も進んでいる魚種のひとつであるキンギョを用いて脳ホルモンと摂食行動の関連についての研究を進めてきた。最近の研究結果として、研究代表者らは、哺乳類で見出されてきた摂食制御ペプチド類の幾つかはキンギョ脳に存在することを免疫染色法および免疫測定法によって見出した。さらに、摂餌量がこれらのペプチド類の脳室内投与によって顕著に変動することやペプチド類および受容体mRNAの脳内発現量が給餌状態により大きな影響を受けることを明らかにした。これらの成果は、魚類の摂食行動が哺乳類とよく類似しているか、あるいは共通するペプチド作動性神経機構により制御されていることを示唆した。しかしながら、魚類の摂食行動を制御するニューロン

の特定やニューロン網、さらには行動発現に至る機構については何も判っていない。

## 2. 研究の目的

本研究は、(I) 魚類における摂食行動の制御機構を明らかにすること、および (II) 得られた魚類の知見と哺乳類および鳥類における制御機構とを比較検討して、**摂食行動の脳制御機構の進化モデルを構築**することを目的とした。そのための主な研究項目は、次のとおりであった。(A) 摂食制御ペプチド類の生理学・薬理的解析。(B) 摂食制御ペプチドおよび受容体遺伝子の同定と発現解析。(C) 摂食制御ペプチドおよび受容体発現ニューロンの同定。(D) ニューロンネットワークの3次元解析。(E) 哺乳類および鳥類における摂食制御機構との比較検討および摂食制御機構の進化モデルの構築。(F) 産業重要魚種の摂食制御機構の解析。一連の研究における実験対象としてキンギョを用いて先行研究[ (A) ~ (E) ]を進め、次いでキンギョで得られた知見を基にゲノムデータが完備されているトラフグを用いて研究項目 (F) を実施した。

## 3. 研究の方法

申請者らがこれまでの研究で扱ってきた、摂食行動促進作用を有するペプチド[神経ペプチドY (NPY)、オレキシン、グレリン、メラニン凝集ホルモン (MCH)]と、摂食行動抑制効果を発揮するペプチド[下垂体アデニル酸シクラーゼ活性化ポリペプチド (PACAP)、血管作動性腸ペプチド (VIP)、コルチコトロピン放出ホルモン (CRH)、黒色素胞刺激ホルモン (MSH)]を研究対象として、次の各研究項目の解析を進めた。

### (A) 摂食制御ペプチド類の生理学・薬理的解析

脳室内に試験物を投与して、その後の行動の変化過程を追跡した。

### (B) 摂食制御ペプチドおよび受容体遺伝子の同定と発現解析

合成ペプチドの作成および各ペプチドと受容体mRNAの発現解析を行うため、ペプチド遺伝子と受容体遺伝子の同定とクローニングを行った。

### (C) 摂食制御ペプチドおよび受容体発現ニューロンの同定

各種ペプチドに対する特異抗体によって免疫組織化学的にキンギョ脳のパペチド作動性ニューロンの分布局在を精査した。

### (D) ニューロンネットワークの3次元解析

摂食制御ペプチドおよび受容体の分布局在を共焦点レーザー顕微鏡によりさらに精査して、摂食制御機構を担うペプチド作動性ニューロン群の神経回路網を形態学的に探った。

### (E) 哺乳類および鳥類における摂食制御機構との比較検討および摂食制御機構の進化モデルの構築

哺乳類と鳥類における摂食制御ペプチドの機能に係る最新知見を各種データベースより抽出して、得られた哺乳類・鳥類情報と、上記の研究項目 (A) ~ (D) で得られたキンギョにおける摂食制御機構に関する情報とを比較した。

### (F) 産業重要魚種の摂食制御機構の解明

上記の研究過程で得られたキンギョにおける基礎知見に基づいて、産業重要魚種である

トラフグの摂食制御機構を明らかにすることを試みた。

## 4. 研究成果

### (A) 摂食制御ペプチド類の生理学・薬理的解析

(1) キンギョの脳室内に試験ペプチドあるいはペプチドの作動薬および阻害薬を投与して摂食行動と摂食に付随した運動(個体の自発運動量)の変化を観察した。

(2) (1)の実験結果から試験ペプチドの相乗効果および拮抗作用を調べて、各ペプチドの機能的関係を明らかにした。

### (B) 摂食制御ペプチドおよび受容体遺伝子の同定と発現解析

(1) キンギョ由来ペプチドの合成と遺伝子特異的プライマーを作成した。合成したペプチドは研究項目 (A) に用いた。プライマーはリアルタイムPCR法によるmRNA発現量の定量的解析に用いた。

(2) キンギョのデータベースに情報がないペプチド (MCH) と受容体 (グレリン受容体、MCH受容体) のcDNAクローニングを行い、全塩基配列を決定した。次いで合成ペプチドと遺伝子特異的プライマーを作成した。

(3) 摂食制限および過剰摂食条件下で飼育したキンギョより脳を摘出して、脳内における摂食制御ペプチドおよび受容体mRNAの発現量を定量的に測定して、摂食と遺伝子発現との関係を探った。

### (C) 摂食制御ペプチドおよび受容体発現ニューロンの同定

(1) キンギョ由来ペプチドと特異的に反応する抗体を用いて、蛍光抗体法による観察を行った。

(2) 特異抗体のないペプチド (グレリン) をウサギ、モルモットに免疫注射して特異抗体を作成した。

### (D) ニューロンネットワークの3次元解析

(1) 研究項目 (C) の抗体をキンギョ脳のパラフィン切片あるいは新鮮凍結切片上で反応させた。次いで蛍光色素標識2次抗体とそれぞれ、反応させることにより同一切片上で3重免疫蛍光染色を行った。組織学的観察には、3種類の励起光レーザーを照射した共焦点観察と画像処理を逐次実施して、ペプチド作動性ニューロン群の連関を3次元画像として可視化した。

### (E) 哺乳類および鳥類における摂食制御機構との比較検討および摂食制御機構の進化モデルの構築

(1) 哺乳類と鳥類における摂食制御ペプチド類の作用機序および相互の機能的関係と、キンギョにおける摂食制御ペプチド類の作用機序と機能的関係を比較して異同を調べた。

(2) 哺乳類と鳥類におけるペプチド作動性ニューロン群のネットワークとキンギョにおけるネットワークとを形態学的に比較して異同を調べた。

(3) 脊椎動物の摂食制御機構の進化モデルを構築するため、哺乳類・鳥類とキンギョの摂食制御機構をそれぞれ模式化した。

### (F) 産業重要魚種の摂食制御機構の解明

得られたキンギョにおける基礎知見に基づいて、産業重要魚種であるトラフグの摂食制御機構を明らかにすることを試みた。特にトラフグにおいて研究を進めたところ、NPYはトラフグの摂食行動を亢進することが明らかになった。

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 26 件)

1. Mizusawa K, Saito Y, Wang Z, Kobayashi Y, Matsuda K, Takahashi A. Molecular cloning and expression of 2 melanin-concentrating hormone receptors in goldfish. *Peptides* 2009, in press 有
2. Azuma M, Tanaka M, Nejigaki Y, Uchiyama M, Takahashi A, Shioda S, Matsuda K. Pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide induces somatolactin release from cultured goldfish pituitary cells. *Peptides* 2009, in press 有
3. Matsuda K, Kojima K, Shimakura SI, Takahashi A. Regulation of food intake by melanin-concentrating hormone in fish. *Peptides* 2009, in press 有
4. Matsuda K. Recent advances in the regulation of feeding behavior by neuropeptides in fish. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1163, 241-249, 2009. 有
5. Matsuda K, Kojima K, Shimakura SI, Miura T, Uchiyama M, Shioda S, Ando H, Takahashi A. Relationship between melanin-concentrating hormone- and neuropeptide Y-containing neurons in the goldfish hypothalamus. *Comp. Biochem. Physiol. Mol. Integr. Physiol. Part A* 153, 3-7, 2009. 有
6. Kojima K, Kamijo M, Kageyama H, Uchiyama M, Shioda S, Matsuda K. Neuronal relationship between orexin-A- and neuropeptide Y-induced orexigenic actions in goldfish. *Neuropeptides* 43, 63-71, 2009. 有
7. Miura T, Maruyama K, Kaiya H, Miyazato M, Kangawa K, Uchiyama M, Matsuda K. Purification and properties of ghrelin from the intestine of goldfish, *Carassius auratus*. *Peptides* 30, 758-765, (2009). 有
8. Matsuda K, Kojima K, Shimakura SI, Wada K, Maruyama K, Uchiyama M, Kikuyama S, Shioda S. Corticotropin-releasing hormone mediates  $\alpha$ -melanocyte-stimulating hormone-induced anorexigenic action in goldfish. *Peptides* 29, 1930-1936. (2008). 有
9. Shimakura SI, Kojima K, Nakamachi T, Kageyama H, Uchiyama M, Shioda S, Takahashi A, Matsuda K. Neuronal interaction between melanin-concentrating hormone- and  $\alpha$ -melanocyte-stimulating hormone-containing neurons in the goldfish hypothalamus. *Peptides* 29, 1432-1440. (2008). 有
10. Matsuda K, Nakamura K, Shimakura SI, Miura T, Kageyama H, Uchiyama M, Shioda S, Ando H. Inhibitory effect of chicken gonadotropin-releasing hormone II on food intake in the goldfish, *Carassius auratus*. *Horm. Behav.* 54, 83-89. (2008). 有
11. Shimakura SI, Miura T, Maruyama K, Nakamachi T, Uchiyama M, Kageyama H, Shioda S, Takahashi A, Matsuda K.  $\alpha$ -Melanocyte-stimulating hormone mediates melanin-concentrating hormone-induced anorexigenic action in goldfish. *Horm. Behav.* 53, 323-328, 2008. 有
12. Matsuda K, Nejigaki Y, Satoh M, Shimaura C, Tanaka M, Kawamoto K, Uchiyama M, Kawauchi H, Shioda S, Takahashi A. Effect of pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide (PACAP) on prolactin and somatolactin release from the goldfish pituitary in vitro. *Regul. Pept.* 145, 72-79, 2008. 有
13. Maruyama K, Konno N, Ishiguro K, Wakasugi T, Uchiyama M, Shioda S, Matsuda K. Isolation and characterisation of four cDNAs encoding neuromedin U (NMU) from the brain and gut of goldfish, and inhibitory effect of a deduced NMU on food intake and locomotor activity. *J. Neuroendocrinol.* 20, 71-78, 2008. 有
14. Matsuda K, Wada K, Miura T, Maruyama K, Shimakura SI, Uchiyama M, Leprince J, Tonon MC, Vaudry H. Effect of the diazepam-binding inhibitor-derived peptide, octadecaneuropeptide, on food intake in goldfish. *Neuroscience* 150, 425-432, 2007. 有
15. Matsuda K, Maruyama K. Regulation of feeding behavior by pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide (PACAP) and vasoactive intestinal polypeptide (VIP) in vertebrates. *Peptides* 28, 1761-1766, 2007. 有
16. Miura T, Maruyama K, Shimakura SI, Kaiya H, Uchiyama M, Kangawa K, Shioda S, Matsuda K. Regulation of food intake in the goldfish by interaction between ghrelin and orexin. *Peptides* 28, 1207-1213, 2007. 有
17. Matsuda K, Shimakura SI, Miura T, Maruyama K, Uchiyama M, Kawauchi H, Shioda S, Takahashi A. Feeding-induced changes of melanin-concentrating hormone (MCH)-like immunoreactivity in goldfish brain. *Cell Tissue Res.* 328, 375-382, 2007. 有
18. Miura T, Maruyama K, Shimakura SI, Kaiya H, Uchiyama M, Kangawa K, Shioda S, Matsuda K. Neuropeptide Y mediates ghrelin-induced feeding in the goldfish, *Carassius auratus*. *Neurosci. Lett.* 407, 279-283, 2006. 有
19. Matsuda K, Miura T, Kaiya H, Maruyama K, Shimakura SI, Uchiyama M, Kangawa K, Shioda S. Regulation of food intake by acyl and des-acyl ghrelins in the goldfish. *Peptides* 27, 2321-2325, 2006. 有
20. Ohtaki H, Nakamachi T, Dohi K, Aizawa Y, Takaki A, Hodoyama K, Yofu S, hashimoto H, Shintani N, Baba A, Kopf M, Iwakura Y, Matsuda K, Arimura A, Shioda S. Pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide (PACAP) decreases neuronal cell death after focal ischemia associated with interleukin-6 (IL-6) signaling. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103, 7488-7493, 2006. 有
21. Matsuda K, Shimakura SI, Maruyama K, Miura T, Uchiyama M, Kawauchi H, Shioda S, Takahashi A. Central administration of melanin-concentrating hormone (MCH) suppresses food intake, but not locomotor activity, in the goldfish, *Carassius auratus*. *Neurosci. Lett.* 399, 259-263, 2006. 有
22. Maruyama K, Miura T, Uchiyama M, Shioda S., Matsuda K. Relationship between anorexigenic action of pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide (PACAP) and that of corticotropin-releasing hormone (CRH) in the goldfish, *Carassius auratus*. *Peptides* 27, 1820-1826, 2006. 有
23. Nakamachi T, Matsuda K, Maruyama K, Miura T, Uchiyama M, Funahashi H, Sakurai T, Shioda S. Regulation by orexin of feeding behaviour and locomotor activity in the goldfish. *J. Neuroendocrinol.* 18, 290-297, 2006. 有
24. Matsuda K, Miura T, Kaiya H, Maruyama K, Uchiyama M, Kangawa K, Shioda S. Stimulatory effect of *n*-octanoylated ghrelin on locomotor activity in the goldfish, *Carassius auratus*. *Peptides* 27, 1335-1340, 2006. 有
25. Matsuda K, Maruyama K, Nakamachi T, Miura T, Shioda S. Effects of pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide (PACAP) and vasoactive intestinal peptide (VIP) on food intake and locomotor activity in the goldfish, *Carassius auratus*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1070, 417-421, 2006. 有

26. Suzuki N, Omori K, Ijiri K, Kitamura KI, Shimizu N, Tabata MJ, Ikegame M, Nakamura M, Kondo T, Matsuda K, Ando H, Kasahara H, Nagase M, Hattori, A. Space biology utilizing fish scale. Space Utilization Res. 23, 318-321, 2007.有

[学会発表] (計 70 件)

1. 松田恒平 下等脊椎動物における摂食調節機構 基調講演 第6回GPCR研究会 2009年5月8-9日 東京
2. 和田亘平, Jérôme Leprince, Marie-Christine Tonon, 丸山圭介, 内山実, Hubert Vaudry, 松田恒平 キンギョの摂食行動と情動行動に及ぼすジアゼパム結合阻害物質由来ペプチドoctadecaneuropeptideの影響 第6回GPCR研究会 2009年5月8-9日 東京
3. 東森生, 田中爾織, 水澤寛太, 内山実, 高橋明義, 斎藤祐見子, 塩田清二, 松田恒平 PACAPとMCHはキンギョ下垂体初代培養細胞のソマトラクチン分泌を制御する 第6回GPCR研究会 2009年5月8-9日 東京
4. 松田恒平 神経ペプチドの普遍性と多様性 フォーラム富山「創薬」第27回研究会 2009年2月10日 富山
5. 松田恒平 魚類における摂食制御機構 第33回日本比較内分泌学会大会シンポジウム 2008年12月5-6日 広島
6. 丸山圭介, 和田亘平, 今野紀文, 海谷啓之, 内山実, 塩田清二, 松田恒平 キンギョにおけるNeuromedin Uとその受容体の機能解析 第33回日本比較内分泌学会大会 2008年12月5-6日 広島
7. 松田恒平, 中村耕大, 島倉征一, 三浦徹, 影山晴秋, 内山実, 塩田清二, 安東宏徳 キンギョの摂食行動に及ぼすchicken GnRH IIの抑制的影響 第33回日本比較内分泌学会大会 2008年12月5-6日 広島
8. 和田亘平, 丸山圭介, 内山実, Jerome Leprince, Marie-Christine Tonon, Hubert Vaudry, 松田恒平 キンギョの不安関連行動に及ぼすoctadecaneuropeptideの影響 第33回日本比較内分泌学会大会 2008年12月5-6日 広島
9. 東森生, 田中爾織, 内山実, 高橋明義, 松田恒平 キンギョ下垂体初代培養細胞を用いたPACAPのソマトラクチン分泌促進機構の解析 第33回日本比較内分泌学会大会 2008年12月5-6日 広島
10. 田中爾織, 東森生, 内山実, 高橋明義, 松田恒平 キンギョ下垂体におけるソマトラクチン分泌に及ぼすメラニン凝集ホルモンの影響, 第33回日本比較内分泌学会大会 2008年12月5-6日 広島
11. 丸山圭介, 和田亘平, 内山実, 塩田清二, 松田恒平 キンギョの摂食制御機構におけるニューロメジンUの作用 日本動物学会第79回大会 2008年9月5-7日 福岡
12. 和田亘平, 丸山圭介, 三浦徹, 内山実, Jerome Leprince, Marie-Christine Tonon, Hubert Vaudry, 松田恒平 キンギョの摂食行動に及ぼすoctadecaneuropeptide (ODN)の影響 日本動物学会第79回大会 2008年9月5-7日 福岡
13. 小島健史, 中町智哉, 影山晴秋, 内山

実, 高橋明義, 塩田清二, 松田恒平, キンギョの摂食抑制機構におけるメラニン凝集ホルモン(MCH)の作用機序, 日本動物学会第79回大会 2008年9月5-7日 福岡

14. Matsuda K. Regulation of food intake by neuropeptides in fish, The 24<sup>th</sup> Conference of European Comparative Endocrinologists. 2-6 September 2008, Genova, Italy
15. Miura T, Maruyama K, Shimakura SI, Uchiyama M, Kaiya H, Miyazato M, Kangawa K, Shioda S, Matsuda K. Purification and characterization of ghrelin from the intestine of goldfish, *Carassius auratus*, The 24<sup>th</sup> Conference of European Comparative Endocrinologists. 2-6 September 2008, Genova, Italy
16. 東森生, 田中爾織, 内山実, 高橋明義, 松田恒平 キンギョ下垂体におけるPACAPのソマトラクチン分泌促進作用の解析, 第35回日本神経内分泌学会第23回日本下垂体研究会合同学術集会 2008年8月28-30日 東京
17. 和田亘平, 丸山圭介, 内山実, Jerome Leprince, Marie-Christine Tonon, Hubert Vaudry, 松田恒平 キンギョの摂食行動に及ぼすoctadecaneuropeptide (ODN)の抑制的影響 第35回日本神経内分泌学会第23回日本下垂体研究会合同学術集会 2008年8月28-30日 東京
18. 丸山圭介, 和田亘平, 内山実, 塩田清二, 松田恒平 キンギョの摂食制御機構におけるニューロメジンUの機能解析 第35回日本神経内分泌学会第23回日本下垂体研究会合同学術集会 2008年8月28-30日 東京
19. 松田恒平, 中村耕大, 島倉征一, 三浦徹, 影山晴秋, 内山実, 塩田清二, 安東宏徳 キンギョの摂食行動に及ぼす生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH)の抑制的影響 第35回日本神経内分泌学会第23回日本下垂体研究会合同学術集会 2008年8月28-30日 東京
20. Matsuda K. Regulation of feeding behavior by neuropeptides in goldfish, The 6<sup>th</sup> International Symposium on Fish Endocrinology, 21-28 June 2008, Calgary, Canada
21. 丸山圭介, 和田亘平, 石黒康太郎, 若杉達也, 内山実, 塩田清二, 松田恒平 Isolation and properties of four cDNAs encoding neuromedin U (NMU) from the brain and gut of goldfish, and the anorexigenic action of synthesized NMU on food intake, The 6<sup>th</sup> International Symposium on Fish Endocrinology. 21-28 June 2008, Calgary, Canada
22. Miura T, Maruyama K, Shimakura SI, Uchiyama M, Kaiya H, Miyazato M, Kangawa K, Shioda S, Matsuda K. Anorexigenic action of the diazepam-binding inhibitor-derived peptide, octadecaneuropeptide, in goldfish, The 6<sup>th</sup> International Symposium on Fish Endocrinology. 21-28 June 2008, Calgary, Canada
23. 和田亘平, 三浦徹, 丸山圭介, 内山実, Jérôme

- Leprince, Marie-Christine Tonon, Hubert Vaudry, 松田恒平, Anorexigenic action of the diazepam-binding inhibitor-derived peptide, octadecaneuropeptide, in goldfish, The 6<sup>th</sup> International Symposium on Fish Endocrinology, 21-28 June 2008, Calgary, Canada
24. 和田亘平, 丸山圭介, 三浦徹, 内山実, Jérôme Leprince, Marie-Christine Tonon, Hubert Vaudry, 松田恒平 キンギョにおけるジアゼパム結合阻害物質 (DBI) をコードするcDNAの単離とDBI由来ペプチドの機能解析, 第5回GPCR研究会, 2008年5月8-9日 東京
  25. 東森生, 田中爾織, 内山実, 塩田清二, 高橋明義, 松田恒平, キンギョ下垂体ソマトラクチン分泌に及ぼすPACAPおよびMCHの影響, 第5回GPCR研究会, 2008年5月8-9日 東京
  26. 上條元規, 和田亘平, 三浦徹, 小島健史, 本橋英治, 池上太郎, 丸山圭介, 安東宏徳, 内山実, 松田恒平 トラフグ脳における神経ペプチド Y (NPY) の分布と摂食行動に及ぼすNPYの影響, 第5回GPCR研究会 2008年5月8-9日 東京
  27. 松田恒平, 中村耕大, 島倉征一, 三浦徹, 影山晴秋, 内山実, 塩田清二, 安東宏徳 キンギョの摂食行動に及ぼす生殖腺刺激ホルモン放出ホルモンの影響, 第5回GPCR研究会 2008年5月
  28. 小島健史, 島倉征一, 和田亘平, 丸山圭介, 三浦徹, 内山実, 高橋明義, 塩田清二, 松田恒平 キンギョ脳における摂食調節ペプチド含有ニューロンの神経相関 第5回GPCR研究会 2008年5月8-9日 東京
  29. 丸山圭介, 和田亘平, 若杉達也, 内山実, 塩田清二, 松田恒平 キンギョの摂食制御機構におけるニューロメジンUの役割, 第5回GPCR研究会 2008年5月8-9日 東京
  30. 三浦徹, 丸山圭介, 海谷啓之, 宮里幹也, 内山実, 寒川賢治, 塩田清二, 松田恒平 キンギョグレリンの単離と摂食行動に及ぼす合成キンギョグレリンの影響 第5回GPCR研究会 2008年5月8-9日 東京
  31. Miura T, Shimakura SI, Maruyama K, Kaiya H, Uchiyama M, Kangawa K, Shioda S and Matsuda, K (2008) Relationship between orexigenic action of ghrelin and of NPY in goldfish, *Carassius auratus*. The 9<sup>th</sup> Neuropeptide Y International Meeting, 16-20 March, 2008, Okinawa.
  32. Matsuda K, Kamijo M, Wada K, Miura T, Kojima K, Motohashi E, Ikegami T, Maruyama K, Uchiyama M and Ando H (2008) Distribution of NPY-like immunoreactivity in the brain of pufferfish, and stimulatory effect of NPY on food intake. The 9<sup>th</sup> Neuropeptide Y International Meeting, 16-20 March 2008, Okinawa.
  33. 三浦徹, 丸山圭介, 島倉征一, 海谷啓之, 内山実, 寒川賢治, 塩田清二, 松田恒平, キンギョグレリンの単離・精製とその後付け, 第32回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 2007年10月12-13日 日光
  34. 丸山圭介, 三浦徹, 内山実, 塩田清二, 松田恒平, キンギョにおけるニューロメジンU (NMU) 受容体cDNAの単離とNMU受容体mRNAの組織発現 第32回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 2007年10月12-13日 日光
  35. 島倉征一, 和田亘平, 丸山圭介, 三浦徹, 内山実, 高橋明義, 松田恒平, キンギョにおけるメラニン凝集ホルモン (MCH) の摂食抑制作用の解析 第32回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 2007年10月12-13日 日光
  36. 石黒康太郎, 丸山圭介, 山崎裕治, 内山実, 松田恒平, スナヤツメPACAPのcDNAクローニングとPACAP mRNAの組織発現 第32回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 2007年10月12-13日 日光
  37. 橋本宗祐, 岡田令子, 持田弘, 内山実, 菊山榮, 松田恒平 変態期のウシガエルにおける脳内コルチコトロピン放出因子 (CRF) 発現の変化 第32回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 2007年10月12-13日 日光
  38. 田中爾織, 東森生, 梶垣友三香, 内山実, 高橋明義, 松田恒平 キンギョ下垂体初代培養細胞のソマトラクチン (SL) 分泌に及ぼす下垂体アデニル酸シクラーゼ活性化ポリペプチド (PACAP) とメラニン凝集ホルモン (MCH) の影響 第32回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 2007年10月12-13日 日光
  39. 和田亘平, 三浦徹, 丸山圭介, 島倉征一, 内山実, Jerome Leprince, Marie-Christine Tonon, Hubert Vaudry, 松田恒平 キンギョにおけるジアゼパム結合抑制物質 (DBI) 由来ペプチドの摂食抑制作用の解析 第32回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 2007年10月12-13日 日光
  40. 中村耕大, 和田亘平, 島倉征一, 丸山圭介, 三浦徹, 内山実, 筒井和義, 松田恒平, キンギョの摂食行動に及ぼすgLPXRF-amideの影響 第32回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 2007年10月12-13日 日光
  41. 三浦徹, 丸山圭介, 島倉征一, 海谷啓之, 内山実, 寒川賢治, 塩田清二, 松田恒平 キンギョにおけるグレリンの摂食亢進作用は神経ペプチドY及びオレキシンを介する 日本動物学会第78回大会 2007年9月20-22日 弘前
  42. 丸山圭介, 三浦徹, 内山実, 塩田清二, 松田恒平 キンギョの摂食制御機構におけるニューロメジンUの作用機序 日本動物学会第78回大会 2007年9月20-22日 弘前
  43. 石黒康太郎, 丸山圭介, 山崎裕治, 内山実, 松田恒平 軟骨魚類および無顎類におけるPACAP cDNAの単離と特徴づけ 日本動物学会第78回大会 2007年9月20-22日 弘前
  44. 和田亘平, 三浦徹, 丸山圭介, 島倉征一, 内山実, Jerome Leprince, Marie-Christine Tonon, Hubert Vaudry, 松田恒平 キンギョの摂食・自発行動に及ぼすジアゼパム結合抑制物質由来ペプチドの影響 日本動物学会第78回大会 2007年9月20-22日 弘前
  45. 橋本宗祐, 岡田令子, 持田弘, 内山実, 菊山榮<sup>2</sup>, 松田恒平 変態期ウシガエルの脳内コルチコトロピン放出因子 (CRF) mRNA発現とCRF免疫陽性反応の変化 日本下垂体研究会第22回学術集会 2007年8月24-26日 葉山
  46. 田中爾織, 東森生, 梶垣友三香, 内山実, 高橋明義, 松田恒平 キンギョ下垂体のソマトラクチン分泌に及ぼすPACAPとMCHの影響 日本下垂体研究会第22回学術集会

- 2007年8月24-26日 葉山
48. 三浦徹、丸山圭介、島倉征一、海谷啓之、内山実、寒川賢治、塩田清二、松田恒平、キンギョの摂食制御機構におけるグレリンとオレキシンの相互作用 第4回GPCR研究会 2007年5月11-12日 東京
  49. 丸山圭介、三浦徹、内山実、塩田清二、松田恒平 キンギョにおけるニューロメジンU (NMU) の摂食制御機構 第4回GPCR研究会 2007年5月11-12日 東京
  50. 和田亘平、三浦徹、丸山圭介、島倉征一、内山実、Jerome Leprince、Marie-Christine Tonon、Hubert Vaudry、松田恒平 キンギョの摂食行動と自発行動に及ぼすジアゼパム結合抑制物質由ペプチドの影響 第4回GPCR研究会 2007年5月11-12日 東京
  51. 松田恒平 神経ペプチドによる魚類の摂食制御機構の探求 第31回日本比較内分泌学会シンポジウム「比較内分泌学の新世紀」 2006年12月6日 東京
  52. 松田恒平、塩田清二 生体システム調節に関わる神経ペプチド 第31回日本比較内分泌学会シンポジウム「比較内分泌学の新世紀」 2006年12月6日 東京
  53. 和田亘平、稲岡陽子、三浦徹、丸山圭介、島倉征一、内山実、Jerome Leprince、Marie-Christine Tonon、Hubert Vaudry、松田恒平 キンギョの摂食行動と自発運動に及ぼすoctadecaneuropeptide (ODN) の影響 第31回日本比較内分泌学会大会 2006年11月3-4日 札幌
  54. 三浦徹、丸山圭介、島倉征一、海谷啓之、内山実、寒川賢治、松田恒平 キンギョにおけるグレリンの摂食促進作用の解析 第31回日本比較内分泌学会大会 2006年11月3-4日 札幌
  55. 島倉征一、丸山圭介、三浦徹、内山実、川内浩司、高橋明義、松田恒平 キンギョにおけるメラニン凝集ホルモンの摂食抑制、第31回日本比較内分泌学会大会 2006年11月3-4日 札幌
  56. 丸山圭介、三浦徹、内山実、塩田清二、松田恒平 キンギョneuromedin U cDNAの単離と特徴づけ 第31回日本比較内分泌学会大会 2006年11月3-4日 札幌
  57. 石黒康太郎、丸山圭介、山崎裕治、内山実、松田恒平 魚類PACAP cDNAの単離と特徴づけ 第31回日本比較内分泌学会大会 2006年11月3-4日 札幌
  58. 松田恒平 魚類の摂食行動を制御する脳機構 日本動物学会第77回大会シンポジウム 2006年9月21-24日 松江
  59. 松田恒平、捫垣友三香、内山実、川内浩司、高橋明義 キンギョ下垂体のプロラクチンとソマトラクチン分泌に及ぼすPACAPの影響 日本動物学会第77回大会 2006年9月21-24日 松江
  60. 橋本宗祐、岡田令子、持田弘、内山実、菊山榮、松田恒平 変態期ウシガエル脳内コルチコトロピン放出因子の発現変化 日本動物学会第77回大会 2006年9月21-24日 松江
  61. 島倉征一、三浦徹、丸山圭介、高橋明義、内山実、川内浩司、塩田清二、松田恒平 キンギョの摂食と運動量に及ぼすメラニン凝集ホルモンの影響 日本動物学会第77回大会 2006年9月21-24日 松江
  62. 丸山圭介、三浦徹、内山実、塩田清二、松田恒平 キンギョ (*Carassius auratus*) の摂

- 食制御機構におけるPACAPの作用機序 日本動物学会第77回大会 2006年9月21-24日 松江
63. 三浦徹、海谷啓之、丸山圭介、島倉征一、内山実、寒川賢治、塩田清二、松田恒平 キンギョの摂食行動に及ぼすデスアシルグレリンの抑制的影響 日本動物学会第77回大会 2006年9月21-24日 松江
  64. 松田恒平、捫垣友三香、内山実、川内浩司、高橋明義 キンギョ下垂体のプロラクチンとソマトラクチン分泌に及ぼすPACAPの影響 第22回日本下垂体研究会学術集会 2006年8月2-4日 静岡
  65. 丸山圭介、三浦徹、内山実、塩田清二、松田恒平 キンギョの摂食抑制作用を有するPACAPの作用機序 第22回日本下垂体研究会学術集会 2006年8月2-4日 静岡
  66. 島倉征一、丸山圭介、三浦徹、内山実、川内浩司、塩田清二、高橋明義、松田恒平 キンギョの摂食行動に及ぼすメラニン凝集ホルモンの影響 第3回GPCR研究会 2006年5月12-13日 東京
  67. 丸山圭介、三浦徹、内山実、塩田清二、松田恒平 キンギョ (*Carassius auratus*) におけるPACAPの摂食抑制作用 第3回GPCR研究会 2006年5月12-13日 東京
  68. 三浦徹、海谷啓之、丸山圭介、島倉征一、内山実、寒川賢治、塩田清二、松田恒平 キンギョの摂食行動に及ぼすアシルグレリンおよびデスアシルグレリンの影響 第3回GPCR研究会 2006年5月12-13日 東京
  69. 松田恒平 魚類の摂食制御機構の探求 シンポジウム「生命の基本を司る本能的脳機構」 2006年1月6-7日 埼玉
  70. 丸山圭介、三浦徹、内山実、塩田清二、松田恒平 キンギョ (*Carassius auratus*) においてPACAPの摂食抑制作用はCRFを介するシンポジウム、「生命の基本を司る本能的脳機構」 2006年1月6-7日 埼玉

〔図書〕(計3件)

1. 松田恒平 日本比較内分泌学会 比較内分泌学 2008年 10-23.
2. 松田恒平 南江堂 ソマトスタチン「ホルモンハンドブック 新訂eBook版」2007年 1-13.
3. 松田恒平 南江堂 下垂体アデニル酸シクラーゼ活性化ポリペプチド「ホルモンハンドブック 新訂eBook版」 2007年 1-15.

〔その他〕

1. 研究成果ホームページ情報  
<http://www.sci.u-toyama.ac.jp/bio/kmatsuda.html>

6. 研究組織

- (1) 研究代表者  
松田 恒平 (MATSUDA KOUHEI)  
富山大学・大学院理工学研究部・教授  
研究者番号：60222303
- (2) 研究分担者  
高橋 明義 (TAKAHASHI AKIYOSHI)  
北里大学・海洋生命科学部・教授  
研究者番号：10183849  
安東 宏徳 (ANDO HIRONORI)  
九州大学・大学院農学研究院・准教授  
研究者番号：60221734