

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 4 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25440151

研究課題名(和文) ヒトデのリラキシン様生殖腺刺激ホルモン(GSS)による生殖制御機構の研究

研究課題名(英文) Regulatory mechanism of starfish reproduction by relaxin-like gonad-simulating hormone (GSS)

研究代表者

三田 雅敏(MITA, MASATOSHI)

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：50190674

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：卵濾胞細胞は繁殖期になるとGSSに応答し、1-MeAdeを生産する。この時、G sの生合成を必要とした。GSS受容体候補として、卵濾胞細胞からリラキシン受容体のホモログをcDNAクローニングした。また、¹³C-メチオニンを用いた実験から1-MeAdeはSAMを基質として合成されることが示唆された。さらに、10種類のヒトデのGSSの化学構造を同定した結果、GSSには、3種類のオーソログがあることがわかった。これらは、いずれもリラキシン様ペプチドであったことから、ヒトデ生殖腺刺激ホルモンをrelaxin-like gonad-stimulating peptide (RGP)と呼ぶことにした。

研究成果の概要(英文)：The potential of ovarian follicle cells to response to GSS was brought by de novo synthesis of G s-proteins. On the basis of homology search using conservative nucleotide sequences of relaxin receptor in vertebrates, cDNA for a candidate of GSS receptor was obtained from ovarian follicle cells of the starfish *Asterina pectinifera*. This study also showed that 1-methyladenine was produced from S-adenosyl-[methyl-¹³C]-methionine, when follicle cells had been preincubated in [methyl-¹³C]-methionine. Furthermore, chemical structures of GSS were identified in ten species of starfish. Three kinds of RGP orthologs were found in the class Asterozoa. Based on their cysteine motifs, starfish GSS molecules are classified as member of the insulin/insulin-like growth factor (IGF)/relaxin superfamily and, more precisely, they belong to a relaxin-like peptide family. Therefore, gonadotropin in starfish is designated as relaxin-like gonad-stimulating peptide (RGP).

研究分野：生物学

キーワード：生殖腺刺激ホルモン リラキシン ペプチドホルモン オーソログ シグナル情報伝達機構 ヒトデ

1. 研究開始当初の背景

ヒトデをモデルとした卵成熟誘起機構の研究は、1-メチルアデニン(1-MeAde)が他の動物に先駆け卵成熟誘起ホルモンとして故金谷晴夫博士により同定されて以来、多細胞動物における配偶子成熟機構を明らかにするための優れた実験モデルとして、国内外で広く行われてきた。一方、ヒトデの生殖腺刺激ホルモンである生殖巣刺激物質(gonad-stimulating substance, GSS)は、その存在が1-MeAdeより前の1959年に確認されていたにもかかわらず、正確な化学構造は明らかにされていなかった。2009年、研究代表者は、基礎生物学研究所と名古屋大学大学院との共同研究により、イトマキヒトデの放射神経からGSSの精製に成功し、化学構造を同定した。GSSはインスリンスーパーファミリーに属し、特にリラキシンとよく似た2本鎖ペプチドから構成されていた。GSSが同定されたことで、ヒトデの生殖制御機構を生殖腺刺激ホルモンの視点から解析することが可能になった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、無脊椎動物の生殖制御機構を分子レベルで解明することである。イトマキヒトデの生殖巣刺激物質(GSS)は、無脊椎動物で唯一、化学構造が同定された生殖腺刺激ホルモンである。そこで本研究は、ヒトデの生殖制御機構をGSSに着目し、解析する。GSSはリラキシン様ペプチドで、その作用は、卵濾胞細胞に対して、卵成熟誘起ホルモン、1-メチルアデニン(1-MeAde)の生産を誘起することである。しかし、これまで1-MeAdeの生合成過程は不明であった。そこで、まずGSSの作用機構として、具体的に受容体との相互作用から1-MeAde生合成系の活性調節機構について解明する。さらに、GSS分子の化学的構造の特徴を解析するために複数の種類のヒトデからGSS分子を同定し、比較する。これにより、無脊椎動物の生殖制御機構の研究分野において、新たな研究基盤を確立する。

3. 研究の方法

(1) GSSの作用機構

作用機構として、シグナル情報伝達系(受容体/G-protein/アデニル酸シクラーゼ系)に注目して実験を行った。各G-proteinのサブユニットについては、濾胞細胞の膜画分をSDS-PAGE/ブロッティング後、市販のG-protein特異的抗体を用いて検出した。また、アデニル酸シクラーゼ活性はATPを基質として、GSSの存在下または非存在下においてインキュベートした後、生産されたサイクリックAMP(cAMP)濃度を市販のEIA kitにより定量し、活性を求めた。

受容体については、GSSがリラキシン様ペプチドであることから、GSS受容体はリラキシン受容体と類似していることが予想される。そこで、卵濾胞細胞からリラキシン受容体に対して相同性の高いcDNAを検索することにした。具体的に、脊椎動物のリラキシン

受容体に共通する特異的プローブを作成し、イトマキヒトデの卵濾胞細胞から調整したmRNAを逆転写したcDNAをテンプレートとして、GSS受容体候補であるリラキシン受容体をcDNAクローニングした。

1-MeAde生産系については、メチル基のトレーサーとして安定同位体である[methyl-¹³C]メチオニンを用いた。具体的に、単離調整したイトマキヒトデの卵濾胞細胞を[methyl-¹³C]メチオニンとプレインキュベートした後、GSS存在下あるいは非存在下でインキュベートし、上清に1-[methyl-¹³C]MeAdeが生産されたかどうか、バイオアッセイにより確認をおこなった。次に各細胞はトリクロル酢酸で除タンパクし、¹³Cで標識された中間代謝物を質量分析装置で分析した。

(2) GSS分子の特徴

ヒトデの生殖腺刺激ホルモンとしての特徴を明らかにするために、10種類のヒトデのGSSについて、化学構造を解析した。ヒトデ綱は7目に分類されているが、深海に生息し、サンプルの収集が困難と思われる3目(イバラヒトデ目、ニチリンヒトデ目、シャリンヒトデ目)を除く、4目(モミジガイ目、アカヒトデ目、ルソンヒトデ目、マヒトデ目)に属するヒトデを対象とした。具体的には、アカヒトデ目3種(アカヒトデ *Certanarorda semiregularis*、オニヒトデ *Acanthaster planci*、*Patira miniata*)、マヒトデ目4種(マヒトデ *Asterias amurensis*、*Asterias rubens*、エゾヒトデ *Aphelasterias japonica*、ヤツデヒトデ *Coscinasterias acutispina*)、モミジガイ目2種(モミジガイ *Astropecten scoparius*、トゲモミジ *Astropecten polyacanthus*)、ルソンヒトデ目1種(ルソンヒトデ *Echinaster luzonicus*)である。各種のヒトデの放射神経からmRNAを調整し、既に明らかであるイトマキヒトデGSSの塩基配列からプライマーを作成し、cDNAクローニングを行った。各GSSの塩基配列はDNAシーケンサーにより決定した。

さらにGSSには種特異性が知られていることから、新たに解明したGSS分子については、化学合成し、生理活性ばかりでなく、種特異性についても検討した。

4. 研究成果

3年の研究期間内で、ほぼ期待通り研究が進展し、新たな重要な知見が得られた。これらの成果は、14報の雑誌論文として発表し、24報の学会発表を行った。

(1) GSSの作用機構

GSSの標的細胞は卵濾胞細胞である。既に、GSSは卵成熟期(ステージV)の濾胞細胞に対して1-MeAde生産を誘起するが、卵黄形成期(ステージIV)の濾胞細胞には、1-MeAde生産を誘起しないことを明らかにしている。その理由として、ステージIVの濾胞細胞にはGSSのシグナル情報をアデニル酸シクラーゼに伝達する促進型G-protein、G α sが存在しないことが考えられている。そこで、G α sが卵黄形成期から卵成熟期にかけて、いつ頃

から確認できるのか、調べることにした。卵巣の成長段階は、卵母細胞の卵径を指標とした。濾胞細胞を卵径 98 μm から 150 μm 未満のステージ IV および卵径 150 μm 以上のステージ V の卵母細胞からそれぞれ調整し、GSS とインキュベートし、培地中の 1-MeAde と細胞内 cAMP を測定した。その結果、卵径 150 μm を超えた卵母細胞の濾胞細胞で、卵径が大きくなるに従い、1-MeAde および cAMP 生産が増加することが示された。

次に、G-protein について、卵径 100 μm 、120 μm 、140 μm 、160 μm の卵母細胞から濾胞細胞を調整し、G α s、G α i、G α q の存在を各特異的抗体を用いて検出した。その結果、G α i と G α q は卵巣の成長段階とは無関係に濾胞細胞中に存在することが確認できたが、G α s は卵径 160 μm の卵母細胞から調整した濾胞細胞にのみ観察することができた。このことから、卵径 150 μm 未満の卵母細胞から調整された卵黄形成期の濾胞細胞には、G α s が欠失していることが示唆された。おそらく、卵成熟期にかけて、G α s が発現してくると予想されることから、G α s と G α i の転写活性レベルを定量 PCR によって測定した。G α s の転写活性は卵径が 150 μm 以上の卵母細胞の濾胞細胞で確認することができた。一方、G α i の転写活性は、卵黄形成期から卵成熟期にかけてほとんど変わらず、低いままであった。おそらく十分量の G α i が濾胞細胞で発現しているためと考えられる。以上、GSS の作用機構として、卵濾胞細胞における 1-MeAde 生産が、G α s が転写・翻訳過程を経て新たに合成されることで、シグナル情報伝達系が完成し、cAMP 合成が可能になり、1-MeAde が生産されることが示された。

また、GSS 受容体候補として、イトマキヒトデ卵濾胞細胞からリラキシン受容体のホモログを cDNA クローニングすることができた。得られた cDNA は 947 個のアミノ酸をコードし、G-タンパク共役型受容体の特徴を持っていた。

さらに、[methyl- ^{13}C]-メチオニンを用いた実験から 1-MeAde は SAM を基質として合成されることが示唆された。

(2) GSS 分子の特徴

イトマキヒトデの GSS は無脊椎動物で最初に同定された生殖腺刺激ホルモンである。イトマキヒトデは(沖縄を除く)日本列島周辺の海岸に棲息する一般的な海岸動物である。それ故、同種でありながら繁殖期が地域によって異なったり、一部の遺伝子に多型の存在が報告されていた。そこで、北海道から九州まで、10 地域(厚岸、浅虫、銚子、横須賀、菅島、佐渡、隠岐、牛窓、尾道、大村)に棲息するイトマキヒトデについて、GSS の open-reading frame (ORF) を解析し、比較した。その結果、GSS はアミノ酸配列ばかりでなく、塩基配列も含め、すべて一致していた。このことから GSS 遺伝子は極めて保存性が高いことが強く示唆された。これにより、ヒトデ生殖腺刺激ホルモンをリラキシン様生殖腺刺激ペプチド (relaxin-like gonad-stimulating peptide, RGP)

と呼ぶことにした。

次に、イトマキヒトデ RGP のゲノム解析をおこなった。イトマキヒトデの RGP 遺伝子は、全長 3,896 base pair (bp) で、208 bp と 2,277 bp からなる二つのエクソンから構成され、エクソンとエクソンの間には、1,411 bp のイントロンが挟まれていた。イトマキヒトデ RGP の ORF は 351 base (b) であることから、RGP 遺伝子の僅か 14% しか、mRNA に転写されていないことが示された。

さらに、10 種類のヒトデの RGP を同定したところ、アカヒトデ目に属するアカヒトデ、オニヒトデ、*P. miniata* の GSS の化学構造は、イトマキヒトデ (*Patiria* (= *Asterina*) *pectinifera*) RGP (PpeRGP) とほとんど同じ化学構造を持つことがわかった。

一方、マヒトデ目のマヒトデ RGP (AamRGP) およびエゾヒトデ RGP (AjaRGP) の化学構造は、PpeRGP と異なっていた。しかし、いずれも A 鎖と B 鎖の二本鎖ペプチドからなること、またこれらペプチドを繋ぐシステインモチーフは同じであることから、PpeRGP のオーソログと考えられる。

AjaRGP と同じ化学構造は、マヒトデ目のヤツデヒトデ RGP で見られた。一方、AamRGP は、マヒトデ目の *A. rubens* 以外にモミジガイ目のモミジガイとゲモミジの他に、ルソンヒトデ目のルソンヒトデの RGP でも確認された。

これらの結果から、ヒトデ綱には、少なくとも 3 種類の RGP が存在することが確認された。そこで、次に種特異性について、検討した。具体的に、化学合成した PpeRGP、AamRGP および AjaRGP をそれぞれイトマキヒトデ、マヒトデ、エゾヒトデの卵巣断片に作用させ、放卵を誘起するかどうか、観察した。AamRGP および AjaRGP は互いにエゾヒトデおよびマヒトデの卵巣に対して放卵を誘起した。しかし、AmaRGP と AjaRGP はイトマキヒトデの卵巣に対しては、放卵を誘起できなかった。一方、PpeRGP は、マヒトデ卵巣ばかりでなくエゾヒトデ卵巣に対して、放卵を誘起した。これらの結果から、RGP には部分的に種特異性が見られることが示唆された。おそらく、種類ごとの RGP 受容体の性質によるものと考えられるが、今後の研究課題である。

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 14 件)

Masatoshi Mita, (2016) Starfish gonadotropic hormone: Relaxin-like gonad-stimulating peptides. *General and Comparative Endocrinology*, 査読有, 230-231: 166-169. DOI: 10.1016/j.ygcen.2016.04.016

Masatoshi Mita, Ryosuke Murata, and Masaru Nakamura, (2016) Seasonal changes in gonads of the crown-of-thorns starfish, *Acanthaster planci*. *東京学芸大学紀要 自然科学系* (印刷中)

Shogo Haraguchi, Narumi Ikeda, Michiko Abe, Kazutoshi Tsutsui, and **Masatoshi Mita**, (2016) Nucleotide sequence and expression of relaxin-like gonad-stimulating peptide gene in starfish *Asterina pectinifera*. General and Comparative Endocrinology, 査読有, 227: 115-119. DOI: 10.1016/j.ygcen.2015.06.017

Masatoshi Mita, Misaki Daiya, Shogo Haraguchi, Kazutoshi Tsutsui, and Yoshitaka Nagahama, (2015) A new relaxin-like gonad-stimulating peptide identified in the starfish *Asterias amurensis*. General and Comparative Endocrinology, 査読有, 222: 144-149. DOI: 10.1016/j.ygcen.2015.07.002

Shogo Haraguchi, Yuzo Yamamoto, Yuko Suzuki, Joon Hyung Chang, Teppei Koyama, Miku Sato, **Masatoshi Mita**, Hiroshi Ueda, and Kazuyoshi Tsutsui, (2015) 7α -Hydroxypregnenolone, a key neuronal modulator of locomotion, stimulates upstream migration by means of the dopaminergic system in salmon. Scientific Reports, 査読有, 5, 12546. DOI: 10.1038/srep12546

Masatoshi Mita, Narumi Ikeda, Shogo Haraguchi, Kazuyoshi Tsutsui, Yoshikatsu Nakano, and Masaru Nakamura, (2015) A gonad-stimulating peptide of the crown-of-thorns starfish, *Acanthaster planci*. Invertebrates Reproduction & Development, 査読有, 59: 212-217. DOI: 10.1080/07924259.2015.1086828

Narumi Ikeda, Haruka Uzawa, Misaki Daiya, Shogo Haraguchi, Kazuyoshi Tsutsui, and **Masatoshi Mita**, (2015) Relaxin-like gonad-stimulating peptide is highly conserved in starfish *Asterina pectinifera*. Invertebrates Reproduction & Development, 査読有, 59: 224-229. DOI: 10.1080/07924259.2015.1091388

大野勇登, **三田雅敏** (2015) イトマキヒトデの腕数に関する研究: 5腕以外のイトマキヒトデが生まれる要因とは? 東京学芸大学紀要 自然科学系 67 (9): 25-31

Masatoshi Mita, Shogo Haraguchi, Miho Watanabe, Yuki Takeshige, Kazutoshi Yamamoto, and Kazuyoshi Tsutsui, (2014) Involvement of $G\alpha_s$ -proteins in the action relaxin-like gonad-stimulating substance on starfish ovarian follicle cells. General and Comparative Endocrinology, 査読有, 205: 80-87. DOI: 10.1016/j.ygcen.2014.06.003

Masatoshi Mita, (2013) Release of relaxin-like gonad-stimulating substance

from starfish radial nerves by ionomycin. Zoological Science, 査読有, 30 (7): 602-606. DOI: 10.2108/zsj.30.602

Masatoshi Mita, (2013) Relaxin-like gonad-stimulating substance in an echinoderm, the starfish: A novel relaxin system in reproduction of invertebrates. General and Comparative Endocrinology, 査読有, 181: 241-245. DOI: 10.1016/j.ygcen.2012.07.015

Masatoshi Mita, Shogo Haraguchi, Haruka Uzawa, and Kazuyoshi Tsutsui, (2013) Contribution of *de novo* synthesis of $G\alpha_s$ -proteins to 1-methyladenine production in starfish ovarian follicle cells stimulated by relaxin-like gonad-stimulating substance. Biochemical and Biophysical Research Communications, 査読有, 440 (4): 798-801. DOI: 10.1016/j.bbrc.2011.10.038

Masatoshi Mita, Kazutoshi Yamamoto, Masaru Nakamura, Yuki Takeshige, Miho Watanabe, and Yoshitaka Nagahama, (2012) Participation of G_s -proteins in the action of relaxin-like gonad-stimulating substance (GSS) for 1-methyladenine production in starfish ovarian follicle cells. General and Comparative Endocrinology, 査読有, 176 (3): 432-437. DOI: 10.1016/j.ygcen.2011.11.010

Shogo Haraguchi, Sakurako Hara, Takayoshi Ubuka, **Masatoshi Mita**, and Kazuyoshi Tsutsui, (2012) Possible role of pineal allopregnanolone in Purkinje cells survival. Proceedings of the National Academy of Sciences, 査読有, 109 (51): 21110-21115. DOI: 10.1073/pnas.1210804109

[学会発表] (計 2 4 件)

Masatoshi Mita, Narumi Ikeda, Shogo Haraguchi, Kazuyoshi Tsutsui, Yoshikatsu Nakano, Masaru Nakamura, Relaxin-like gonad-stimulating peptide of the crown-of-thorns starfish, *Acanthaster planci*, CompBiol2015 第 40 回日本比較内分泌学会・第 37 回日本比較生理生化学会 合同大会, 2015 年 12 月 12 日, 広島アステールプラザ (広島県)

Hidekazu Katayama, **Masatoshi Mita**, Chemical synthesis of relaxin-like gonad stimulating peptide (RGP) and its PEG derivatives responsible for gonadotropic hormone of the starfish *Asterina pectinifera*, CompBiol2015 第 40 回日本比較内分泌学会・第 37 回日本比較生理生化学会 合同大会, 2015 年 12 月 12 日, 広島アステールプラザ (広島県)

原口省吾, 池田成美, 阿部倫子, 筒井和義, **三田雅敏**, ヒトデの生殖腺刺激ホルモンであるリラキシン様生殖腺刺激ペプチド(RGP)の遺伝子解析およびその発現, BMB2015 第38回日本分子生物学会・第88回日本生化学会 合同大会, 2015年12月1日, 神戸国際展示場 (兵庫県)

原口省吾, 鶴澤晴香, 山本和俊, 筒井和義, **三田雅敏**, リラクシン様生殖腺刺激ペプチド(RGP)の受容体の探索, 第6回ペプチド・ホルモン研究会, 2015年10月17日, 金沢大学・環日本海域環境研究センター (石川県)

Masatoshi Mita, Relaxin-like gonad-stimulating peptide in an echinoderm, the starfish: A novel relaxin system in reproduction of invertebrates, 7th International Conference "Relaxin and Related Peptides", 2015年9月24日, Damai Beach Resort (Kuching, Malaysia)

三田雅敏, 大家美咲, 原口省吾, 筒井和義, 長濱嘉孝, マヒトデのリラキシン様生殖腺刺激ホルモン, 第86回日本動物学会, 2015年9月19日, 朱鷺メッセ: 新潟コンベンションセンター (新潟県)

Shogo Haraguchi, Narumi Ikeda, Michiko Abe, Kazuyoshi Tsutsui, **Masatoshi Mita**, Starfish gonadotropin, relaxin-like gonad-stimulating peptide: the gene and its expression, 3rd Biennial Conference of The North American Society for Comparative Endocrinology, 2015年6月23日, University of Ottawa (Ottawa, Canada)

三田雅敏, サングを食害するオニヒトデの生殖制御に関する技術開発, 平成26年度 亜熱帯性動植物に関する調査研究・技術開発研究会, 2015年2月21日, 沖縄美ら島財団総合研究センター (沖縄県)

Narumi Ikeda, Shogo Haraguchi, Kazuyoshi Tsutsui, **Masatoshi Mita**, Analysis of cDNA sequences of relaxin-like gonad-stimulating substance in starfish *Asterina pectinifera* from Japanese waters, The 39th Annual Meeting of the Japan Society for Comparative Endocrinology/ 8th International Symposium on Amphibian and Reptilian Endocrinology and Neurobiology, 2014年11月8日, National Institute for Basic Biology (愛知県)

三田雅敏, 原口省吾, 山本和俊, 筒井和義, ヒトデ生殖腺刺激ホルモンGSSの作用機構に対するGαsタンパク質の影響, 第85回日本動物学会, 2014年9月13日, 東北大学川内キャンパス (宮城県)

Masatoshi Mita, Shogo Haraguchi, Dean C. Semmens, Maurice R. Elphick, Kazuyoshi Tsutsui, Comparative analysis of relaxin-like gonad-stimulating substance in several starfish species, The 27th Conference of European Comparative Endocrinologists, 2014年8月26日, Campus de Beaulieu of the University of Rennes (Rennes, France)

Masatoshi Mita, Shogo Haraguchi, Yuki Takeshige, Miho Watanabe, and Kazuyoshi Tsutsui, Regulatory contribution of Gs-proteins to 1-methyladenine production in starfish ovarian follicle cells stimulated by relaxin-like gonad-stimulating substance, The 7th Intercongress Symposium of Asia and Oceania Society for Comparative Endocrinology, 2014年3月20日, National Taiwan Ocean University, (Keelung, Taiwan)

原口省吾, 原 桜子, 産賀崇由, **三田雅敏**, 筒井和義, 松果体におけるニューロステロイドの生合成と生理作用, 第38回日本比較内分泌学会大会・第40回日本神経内分泌学会学術集会合同大会, 「Sun-rising Symposium」, 2013年10月26日, 宮崎市民プラザ (宮城県)

渡邊美秀, 原口省吾, 山本和俊, 筒井和義, **三田雅敏**, 解離したイトマキヒトデ卵濾胞細胞は生殖腺刺激ホルモン(GSS)に対する応答を消失する, 第38回日本比較内分泌学会大会・第40回日本神経内分泌学会学術集会合同大会, 2013年10月25日, 宮崎市民プラザ (宮城県)

三田雅敏, 原口省吾, 筒井和義, 中村 將, グルタミン酸によるイトマキヒトデ放卵抑制作用について, 第38回日本比較内分泌学会大会・第40回日本神経内分泌学会学術集会合同大会, 2013年10月25日, 宮崎市民プラザ (宮城県)

竹重友貴, 原口省吾, 山本和俊, 筒井和義, **三田雅敏**, イトマキヒトデ卵濾胞細胞の生殖腺刺激ホルモンに対するシグナル情報伝達系の活性調節機構, 第38回日本比較内分泌学会大会・第40回日本神経内分泌学会学術集会合同大会, 2013年10月25日, 宮崎市民プラザ (宮城県)

原口省吾, 鈴木悠子, 田代溪一郎, **三田雅敏**, 筒井和義, 精巢由来アンドロゲンによる脳内7α-ヒドロキシプレグネノロン合成制御, 第38回日本比較内分泌学会大会・第40回日本神経内分泌学会学術集会合同大会, 2013年10月25日, 宮崎市民プラザ (宮城県)

鈴木悠子, 原口省吾, 山本雄三, 張 雋瑩, 小山鉄平, **三田雅敏**, 上田 宏, 筒井和義, サケの遡上行動を促進する7α-ヒドロキシブ

レグネロンの作用機構, 第38回日本比較内分泌学会大会・第40回日本神経内分泌学会学術集会合同大会, 2013年10月25日, 宮崎市民プラザ (宮崎県)

渡辺美秀, 山本和俊, **三田雅敏**, ヒトデ卵濾胞細胞の1-メチルアデニン生産に対するCa²⁺欠如海水処理の影響, 第84回日本動物学会, 2013年9月26日, 岡山大学津島キャンパス (岡山県)

原口省吾, 原 桜子, 産賀崇由, **三田雅敏**, 筒井和義, 松果体で合成されたアロプレグナロンは小脳プルキンエ細胞の細胞死を防ぐ, 第84回日本動物学会, 2013年9月26日, 岡山大学津島キャンパス (岡山県)

- ⑳ 鈴木悠子, 原口省吾, 山本雄三, 張 雋螢, 小山鉄平, **三田雅敏**, 上田 宏, 筒井和義, サケの遡上行動を促進する7 α -ヒドロキシプレグネロンの作用機構, 第84回日本動物学会, 2013年9月26日, 岡山大学津島キャンパス (岡山県)

- ㉑ **Masatoshi Mita**, Shogo Haraguchi, Miho Watanabe, Yuki Takeshige, and Kazuyoshi Tsutsui, An increase in expression of Gs α -protein in ovarian follicle cells following oogenesis in starfish, 第86回日本生化学会大会, 2013年9月11日, パシフィコ横浜 (神奈川県)

- ㉒ **Masatoshi Mita**, Shogo Haraguchi, Kazutoshi Yamamoto, and Kazuyoshi Tsutsui, Involvement of Gs-proteins in the action of gonad-stimulating substance on starfish ovarian follicle cells, The 17th International Congress of Comparative Endocrinology, 2013年7月16日, Universitat de Barcelona (Barcelona, Spain)

- ㉓ Shogo Haraguchi, Sakurako Hara, Takayoshi Ubuka, **Masatoshi Mita**, and Kazuyoshi Tsutsui, Pineal allopregnanolone saves cerebellar Purkinje cells from apoptosis, The 17th International Congress of Comparative Endocrinology, 2013年7月18日, Universitat de Barcelona (Barcelona, Spain)

〔図書〕(計 3件)

Masatoshi Mita, 2016, In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”, (Editors. Yoshio Takei, Hironori Ando and Kazuyoshi Tsutsui) Elsevier, USA, ISBN:978-0-12-801028-0

Miho Watanabe, Kazutoshi Yamamoto, and **Masatoshi Mita**, 2014, Incapacity of 1-methyladenine production to relaxin-like gonad-stimulating substance (GSS) in Ca²⁺-free seawater-treated starfish ovarian

follicle cells, in “Sexual Reproduction in Animals and Plants” (Editors Hitoshi Sawada, Naokazu Inoue, and Megumi Iwano), Springer, Tokyo, Japan, pp. 123-129, ISBN:978-4-431-54588-0

Masatoshi Mita, Yuki Takeshige, and Masaru Nakamura, 2014, Effect of relaxin-like gonad-stimulating substance (GSS) on gamete shedding and 1-methyladenine production in starfish ovaries. in “Sexual Reproduction in Animals and Plants” (Editors Hitoshi Sawada, Naokazu Inoue, and Megumi Iwano), Springer, Tokyo, Japan, pp. 115-122, ISBN:978-4-431-54588-0

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況 (計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.u-gakugei.ac.jp/~bio-mita/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三田 雅敏 (MITA MASATOSHI)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 50190674