

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23248033

研究課題名(和文) 潮汐性産卵の時刻合わせに関与する魚類の脳内分子ネットワークの解明

研究課題名(英文) Physiological studies on the transduction system of tidal stimuli in the brain of teleost fish

研究代表者

竹村 明洋 (Takemura, Akihiro)

琉球大学・理学部・教授

研究者番号：40222103

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 38,200,000円

研究成果の概要(和文)：潮汐は12.4時間周期で繰り返される浅海域における環境変動で、多くの魚は潮汐に合わせた産卵周期を示す。本研究では、サンゴ礁に生息するミツボシキウセンが潮汐をどのように感じ取って、潮汐に合わせた時刻合わせを行っているのかについて明らかにすることを目的とした。トラフグのマイクロアレイを用いて推定した潮汐関連遺伝子のうち、ミツボシキウセンの脳内に相同遺伝子(VIP/PHI and Cnpなど)が発現していることが判明した。このうちのいくつかは本種の間脳域で静水圧を孵化することによって変動することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Periodical change in hydrostatic pressure (tidal cycle) is one of potent environmental factors in aquatic environments. It remains unknown how tidal spawners utilize tidal cycle for synchronizing reproductive events. The present study aimed to clarify the physiological mechanism occurring in the brain of the threespot wrasse, which is a typical tidal spawner in coral reefs. Using a microarray of tiger puffer fish with hydrostatic pressure, we identified tidal-related genes. Some of them were identified in the brain of threespot wrasse. When hydrostatic pressure was given to the fish, mRNA abundance of C-type natriuretic peptide (Cnp) in the diencephalon increased. This result suggested that some genes in the brain act as a transducer of tidal stimuli.

研究分野：環境生物学

キーワード：サンゴ礁 潮汐 ベラ 遺伝子 環境

1. 研究開始当初の背景

地球上で繁栄しているすべての生物の活動には周期性がある。地球の公転と自転はそれぞれ一年周期の日長や水温の変化及び 24 時間周期の明暗の変化として表現され、リズム的な生命活動の基本となっている。月が地球に及ぼす約一ヶ月(月光など)、約 2 週間(大潮・小潮など)、そして約 12.4 時間(干満など)の周期も生命活動の同期に重要な要素である。生物を取り巻くこのような環境の周期的な変動が、感覚器官で感受されてそれぞれの生物に特有の内因性リズムに転換されると思われるが、その詳細についてはほとんどわかっていない。

研究代表者はサンゴ礁の普通種であるミツボシキウセンの生物時計と潮汐産卵の時刻合わせに関する先行研究で以下の結果を得てきた。

- 本種は潜砂(夕方に砂に潜る行動)を伴う明確な日周活動リズムをもつ。この行動は恒暗条件下でも持続するため生物時計の制御下にある。
- 産卵期(夏季)の産卵は昼間(特に午前中)の満潮に同期してほぼ毎日繰り返される。
- 卵母細胞が卵黄形成を終了して排卵に至るまでに 9~12 時間(ほぼ一潮周期)を要するため、夜間の潜砂中に受け取った刺激が昼間の産卵時刻を決定する。
- 脳内モノアミンのうち、ドーパミン(DA)の代謝物(DOPAC)量と DA 代謝率(DOPAC/DA)が昼間に高く夜間に低くなる。恒暗条件下での DOPAC/DA は主観的昼に高く主観的夜に低くなる。
- DOPAC/DA はメラトニンを魚に投与することで抑制される。
- 静水圧刺激(満潮を想定)を与えると、DOPAC/DA は昼間でも減少する。
- 静水圧刺激は、卵巣からの卵黄形成誘導ホルモン(estradiol-17 β ; E2)産生量には変化を与えないが、最終成熟誘起ホルモン(17 α ,20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one; DHP)産生量を増加させる。

以上の結果から導き出されること:

- 松果体(概日時計、光受容能とメラトニン産生能をもつ)で受け取った日周情報がメラトニンの増減として表現され、メラトニン分泌量変動を通して日周性の脳内 DA 代謝を制御する。
- 静水圧付加による脳内 DA 代謝はメラトニンを介していない、別のルートで制御される。
- 夜間の潜砂中に感受する日周性と潮汐性刺激が別々に卵母細胞の最終成熟誘起の引き金となる。

いくつかの魚類において、脳内 DA は生殖腺刺激ホルモン放出抑制因子として働くことが知られているため、日周性及び潮汐性による脳内 DA 代謝率の低下はいずれも脳下垂

体からの生殖腺刺激ホルモン(黄体ホルモン; LH)の血中への放出を誘起し、生殖腺の発達(卵母細胞の最終成熟)を促進すると考えられる。

潮汐性産卵を脳内 DA 代謝の多面性から考えると説明が付く。すなわち、夜の前半に満潮が来る場合、静水圧刺激が日周性刺激に先んじて起こって脳内 DA 代謝が低下し、脳下垂体からの LH の分泌を促進する。一方、夜の後半では日周性によるメラトニンピーク(夜の 12 時ころ)が潮汐刺激よりも先に来るため、メラトニンによる脳内 DA 代謝が低下し、脳下垂体からの LH の分泌を促進する。すなわち、潮汐性の毎日産卵は、定時で繰り返される日周性の変動パターンの上に一日約 50 分ずつ遅れてくる潮汐性の変動パターンが上書きされることによって引き起こされるとの仮説が提唱できる。

2. 研究の目的

沿岸性の魚類にとって潮に関わる周期は、産卵や摂餌の時刻合わせのための重要な環境要因である。魚が潮の変化を感受する機構を明らかにすることができれば、外部環境を利用した効率的な性成熟や成長の統御が可能になるかもしれない。本研究では満潮前後で毎日産卵を繰り返すミツボシキウセンと大潮で産卵するトラフグを主たる実験材料に用い、潮の情報が内因性リズムに転換されて産卵にまで至る道筋を明らかにすることを目的とする。ミツボシキウセンでこれまで得られてきた研究成果を基盤として研究の更なる深化を図る。得られた知見を潮汐性および非潮汐性産卵のペラ類へフィードバックし、比較研究を通して潮情報の脳内処理機構の全容を明らかにする。

3. 研究の方法

ミツボシキウセンを実験材料に用い、自然環境条件下及び人為的に付加した環境要因によって視床下部域で起こる変化を生理学的及び分子生物学的手法を用いて調べ、外部環境変化が内因性リズムへと転換していく道筋を明らかにする。トラフグに静水圧変化を与え、脳内(特に視床下部域)で発現変動が見られる遺伝子をマイクロアレイ法で網羅的に明らかにする。フグ類で得られた知見を潮汐性産卵魚(ミツボシキウセン)と非潮汐性産卵魚(ホンペラ)にフィードバックしつつ関連鍵物質及び遺伝子の役割について検討を加えていく。

4. 研究成果

ミツボシキウセンの視床下部域から 3 種類の GnRH 遺伝子のクローニングを終了した。それらの全塩基配列は 645、1475 そして 1285bp であり、それぞれ 85、93 そして 95 アミノ残基をコードしていた。近隣結合法による系統解析の結果、それぞれ chicken type、salmon type、そして medaka type の GnRH と

同定された。定量 PCR で組織発現を調べた結果、medaka type と salmon type は脳全体に、chicken type は視床下部域に局在して認められた。

福井県立大学と福井県栽培漁業センターの協力により、トラフグを人為潮汐条件下に置き、マイクロアレイの実験を行った。2 個のケージのトラフグを収容し、12 時間の馴致後にケージを水深 0m と 7m に設置した。それぞれの水圧に 6 時間曝した後に魚から脳を取り出して、脳内の遺伝子発現をマイクロアレイで比較した。その結果、プローブ設計ができた約 2 万遺伝子のうち、発現量に 3 倍以上の差が出る遺伝子がいくつか認められ、水深 7m で発現が上昇する遺伝子が 7 種類、逆に低下する遺伝子が 6 種類であった。

マイクロアレイにおいて、水圧の変化に応答したと考えられた遺伝子について定量的 RT-PCR により発現量を調べた結果、マイクロアレイで得られた結果が再現されたが、圧力応答に対する感受性に性差が影響する可能性が考えられた。これと並行して、トラフグ眼球由来の培養細胞を用い、潮汐産卵応答と密接に関わる光環境応答および内在的な測時機構を探る実験を行った。まず、トラフグ細胞に発現する時計遺伝子を同定し、さらに、様々な光条件下での発現解析を行った。その結果、多くの時計遺伝子が光応答性を示し、一部の時計遺伝子は概日性の発振を示した。この結果より光応答性および概日時計発振系がトラフグ眼球細胞に内在することが判明した。

トラフグで発現差が確認できた遺伝子についてベラ類でクローニングを開始し、いくつかの遺伝子について部分配列を得た。ミツボシキウセンの脳から、静水圧付加によりトラフグ脳内で発現変化が検出された遺伝子群のうちの 3 種 (VIP/PHI, Galectin, and C-type natriuretic peptide (Cnp)) の相同遺伝子部分配列が単離された。これらの脳内発現分布を調べた結果、Galectin および Cnp が間脳で比較的強く発現していた。また、間脳における明暗周期下での日内発現パターンを調べた結果、いずれの遺伝子も日内発現変化は示さなかった。さらに、ミツボシキウセンの近縁種であるホンペラの全脳からは 2 種の相同遺伝子 (VIP/PHI and Cnp) が単離できたことから、これら遺伝子発現の静水圧付加による影響を調べた。その結果、Cnp の発現量が水圧付加により有意に増加する可能性を見出した。

ミツボシキウセンとホンペラを用いてドーパミン合成の律速酵素である Tyrosine hydroxylase (TH) の脳内局在を免疫組織化学的手法で調べた。TH 陽性ニューロンは、主に視索前野 (POA) と後結節 (PT)、そして視床下部と思われる領域に局在していた。PT では脳室周辺後結節核と考えられる領域で、TH 陽性ニューロンが脳室周辺から外側に向か

って伸びていることが確認できた。視床下部では、TH 陽性ニューロンが外側隆起核と思われる領域で見られた。ホンペラの TH 陽性ニューロンも POA、PT、及び視床下部で観察できた。TH 陽性ニューロンの神経末端が下垂体で見られた。DA が潮汐に関わる環境情報伝達ネットワークの一つとして潮汐情報を生殖内分泌軸に伝える役割を担っている可能性が考えられた。

トラフグ眼球由来の培養細胞 FuguEye における時計遺伝子の発現制御の細胞内情報伝達経路を明らかにするために、外部刺激として熱および種々の波長の光を与えて遺伝子変化を調べた。その結果、熱には応答しないものの、赤～近紫外までの様々な光に応答することが判明した。また、光刺激に伴う遺伝子発現変動プロファイルの比較から、光に対する応答性は遺伝子によって異なることが分かった。以上の結果から、トラフグにおいては、潮汐刺激と並んで水深や月齢の違いによる光環境の変化が刺激となっている可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 20 件)

1. 五十嵐修吾・今村 聡・許 成均・竹内悠記・竹村明洋 (2015). ルリスズメダイにおける精巣発達と性ステロイドホルモン産生量の変化. 沖縄生物学会
2. Badruzzaman M, Imamura S, Takeuchi Y, Ikegami T, Takemura A (2015) Effects of neurotoxin 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine (MPTP) treatment on ovarian development of the sapphire devil, *Chrysiptera cyanea*. Fish Physiol Biochem
3. Toda R, Okano K, Takeuchi Y, Yamauchi C, Fukushima M, Takemura A, Okano T (2014) Hypothalamic expression and moonlight independent changes of *Cry3* and *Per4* implicate their roles in lunar clock oscillators of the lunar-responsive goldlined spinefoot. PLoS One, 9: e109119
4. Takeuchi Y, Imamura S, Sawada Y, Hur SP, Takemura A (2014) Effects of different colors of light on melatonin suppression and expression analysis of *Aanat1* and melanopsin in the eye of a tropical damselfish. Gen Comp Endocrinol 204: 158-165
5. Park YJ, Park JG, Takeuchi Y, Hur SP, Lee YD, Kim SJ, Takemura A (2014) Moonlight affects the mRNA abundance of melatonin receptors in the pineal gland of a tropical fish. Mar Genom 14: 67-70
6. Imamura S, Bapary MAJ, Hur SP, Takeuchi Y, Takemura A (2014) Prolonged photoperiod using pellets containing long-afterglow phosphorescent pigment can stimulate ovarian development of a tropical damselfish.

- Fish Aqua Sci 17: 223-227
7. Badruzzaman Md, Bapary MAJ, Takemura A (2013) Possible roles of photoperiod and melatonin in reproductive activity via changes in dopaminergic activity in the brain of a tropical damselfish, *Chrysiptera cyanea*. Gen Comp Endocrinol 194: 240-247
 8. Kashiwagi T, Park YJ, Park JG, Imamura S, Takeuchi Y, Hur SP, Takemura A (2013) Moonlight affects mRNA abundance of arylalkylamine *N*-acetyltransferase in the retina of a lunar-synchronized spawner, the goldlined spinefoot. J Exp Zool A 319: 505-516
 9. Hur SP, Lim BS, Hwang IJ, Kim SJ, Ryu YW, Hur SW, Song YB, Jeong HB, Baek HH, Takemura A, Lee YD (2012) Masculinization in juvenile in longtooth grouper, *Epinephelus bruneus* with aromatase inhibitor: changes in GtH subunits mRNA expressions and steroids hormone levels. Anim Cell System 16: 127-134
 10. Hur SP, Takeuchi Y, Itho H, Uchimura M, Kang HC, Lee YD, Kim SJ, Takemura A (2012) Fish sleeping under a sandy bottom: interplay of melatonin and clock genes. Gen Comp Endocrinol 177: 37-45
 11. Iwamoto K, Chang CW, Takemura A, Imai H (2012) The influence of Kuroshio on genetic structure and demographic history of the goldlined spinefoot *Siganus guttatus* in North Western Pacific. Fish Sci 78: 249-257
 12. Bapary MAB, Amin MN, Takemura A (2012) Role of food availability in initiation and termination of reproduction in the tropical damselfish *Crysiptera cyanea*. Mar Biol Res 8: 154-162
 13. Bapary MJA, Imamura S, Takemura A (2012) Long-afterglow-phosphorescent pigment is a potent tool for manipulation of reproductive performance in fish. Fish Sci 78: 337-342
 14. Takemura A, Shibata Y, Takeuchi Y, Hur SP, Sugama N, Badruzzaman Md (2012) Effects of hydrostatic pressure on monoaminergic activity in the brain of a tropical wrasse, *Halicoeres trimaculatus*: possible implication for controlling tidal-related reproductive activity. Gen Comp Endocrinol 175: 173-179
 15. Fukushiro M, Takeuchi T, Takeuchi Y, Hur SP, Sugama N, Takemura A, Kubo Y, Okano K, Okano T (2011) Lunar phase-dependent expression of cryptochrome predicts a photoperiodic mechanism for lunar phase-recognition in rabbitfish. PLoS One, 6: e28643
 16. Wambiji N, Park YJ, Kim SJ, Hur SP, Takeuchi Y, Takemura A (2011) Expression of type II iodothyronine deiodinase gene in the brain of a tropical spinefoot, *Siganus guttatus*. Comp Biochem Physiol 160A: 447-452
 17. Takeuchi Y, Bapary MAJ, Igarashi S, Imamura S, Sawada Y, Matsumoto M, Hur SP, Takemura A (2011) Molecular cloning and expression of long wavelength sensitive cone opsin in the brain of a tropical damselfish. Comp Biochem Physiol 160A: 486-492
 18. Wambiji N, Park YJ, Park JG, Kim SJ, Hur SP, Takeuchi Y, Takemura A (2011) Expression patterns of type II and III iodothyronine deiodinase genes in the liver of the goldlined spinefoot, *Siganus guttatus*. Fish Sci 77: 301-310
 19. Bapary MAJ, Amin MN, Takeuchi Y, Takemura A (2011) The stimulatory effects of long wavelengths of light on the ovarian development in the tropical damselfish, *Chrysiptera cyanea*. Aquaculture 314: 188-192
 20. Hur SP, Takeuchi Y, Esaka Y, Wambiji N, Park YJ, Kang HC, Jeong HB, Lee YD, Kim SJ, Takemura A (2011) Diurnal expression patterns of neurohypophysial hormone genes in the brain of the threespot wrasse *Halichoeres trimaculatus*. Comp Biochem Physiol 158A: 490-497
- [学会発表](計49件)
1. 玉城健吾・竹内悠記・許成杓・竹村明洋 (2015)ベラ科魚類におけるドーパミン合成酵素 Tyrosine hydroxylase の脳内局在 . 沖縄魚類研究交流会
 2. 山科芙美香・竹内悠記・福永耕大・竹村明洋 (2015)ヤイトハタにおける cry 遺伝子発現の月周性変動 .第4回九州山口リズム研究会
 3. 兜森 棕・坂田利江・岡野恵子・竹村明洋・三輪哲也・山本啓之・保智己・岡野俊行 (2015)深海性魚類パラビクニン及びザラビクニンロドプシンの分光解析 .第67回日本動物学会関東支部会
 4. 山科芙美香・福永耕大・竹内悠記・竹村明洋 (2015)月光がヤイトハタの時計遺伝子の発現に与える影響 .平成27年度日本水産学会春季大会
 5. 竹村明洋 (2014)熱帯性ベラ類における潮汐同期産卵におけるメラトニンとドーパミンの関係 .第3回九州山口リズム研究会
 6. Takemura A (2014) Rhythms in fish reproduction: possible involvement of dopaminergic activity in tidal-related spawnings of a tropical wrasse. Asia and Oceania Society for the Comparative Endocrinology
 7. 今村聡・Badruzzaman Md・竹村明洋 (2014)メラトニン投与が産卵期のルリスズメダイの生殖活性に与える影響 .平成26年度日本水産学会春季大会
 8. 山科芙美香・竹内悠記・竹村明洋 (2014)ヤイトハタにおける Cryptochrome 遺伝子の発現解析 .第51回沖縄生物学会

9. 今村聡・Badruzaaman Md・竹村明洋(2014) 外因性のメラトニンがルリスズメダイの卵形成に与える影響. 第51回沖縄生物学会
10. 佐藤駿・岡野恵子・小澤翔一・小太刀佐和・宮台俊明・竹村明洋・岡野俊行(2014) Fugu Eye 細胞を用いた光誘導遺伝子の網羅的解析. 日本動物学会第85回大会
11. Hur SP・今村聡・竹内悠記・Kim BH・Kim ES・Kim SJ・Lee YD・竹村明洋(2014) ニホンウナギにおけるメラトニンのリズム解析およびトランスクリプトーム解析. 日本動物学会第85回大会
12. Takemura A, Soliman V, Ayson F, De Jesus Grace E, Sri Susilo E (2014) Lunar impact on spawning rhythmicity in tropical fishes and its application to the management of fisheries resources. 8th International Symposium on Kuroshio Science
13. 小太刀佐和・岡野恵子・小澤翔一・佐藤駿・宮台俊明・竹村明洋・岡野俊行(2014) トラフグ眼球由来の培養細胞における光感受性および光誘導遺伝子の網羅的解析. 第21回日本時間生物学会
14. 竹村明洋・池上太郎・竹内悠記(2013) サンゴ礁生物の環境応答と生物時計. 九州山口リズム研究会
15. 小澤翔一・岡野恵子・宮台俊明・竹村明洋・岡野俊行(2013) フグ眼球由来の培養細胞株 Fugu Eye における遺伝子発現の光応答. 第86回日本生化学会
16. 岡野恵子・小澤翔一・佐藤駿・宮台俊明・竹村明洋・岡野俊行(2013) フグ培養細胞における光応答遺伝子. 日本動物学会第84回大会
17. 戸田りこ・岡野恵子・竹内悠記・山内千裕・久保葉子・福代真・竹村明洋・岡野俊行(2013) ゴマアイゴ脳における時計遺伝子発現と月齢応答機構. 日本動物学会第84回大会
18. 今村聡・竹内悠記・竹村明洋(2013) 繁殖期のサンゴ礁性スズメダイの脳内における生殖関連遺伝子の発現変化. 日本動物学会第84回大会
19. 竹内悠記・今村聡・竹村明洋(2013) 長日繁殖魚類のルリスズメダイにおける per および cry の発現解析. 日本動物学会第84回大会
20. Yamashina F, Takeuchi Y, Nakamura H, Takemura A (2013) Molecular cloning and expression analysis of *cryptochrome* genes in the lunar-related spawner fish, *Epinephelus malabaricus*. 9th International Conference on the Marine Biodiversity and Environmental Fisheries Science of the East China Sea
21. Imamura S, Takeuchi Y, Fukuoka T, Takemura A (2013) Molecular cloning and expression profile of reproduction-related genes in the sapphire devil (*Chrysiptera cyanea*) during the reproductive season.
22. Takeuchi, Y., Imamura, S., Takemura, A. (2013). A mechanism of photoperiodic time measurement in a long-day spawner damselfish, *Chrysiptera cyanea*. 9th International Conference on the Marine Biodiversity and Environmental Fisheries Science of the East China Sea
23. Takemura A, Bapary MAJ, Imamura S, Takeuchi Y (2013) How do fish perceive and transduce environments? Possible application of photoperiod to control of reproductive activity. 9th International Conference on the Marine Biodiversity and Environmental Fisheries Science of the East China Sea
24. Fukuoka T, Imamura S, Takeuchi Y, Takemura A (2013) Influence of different habitat on reproductive activity of a tropical damselfish *Chrysiptera cyanea*. 9th International Conference on the Marine Biodiversity and Environmental Fisheries Science of the East China Sea
25. Ozawa S, Okano K, Miyadai T, Takemura A, Okano T (2013). A fish cell line Fugu eye retains intrinsically photosensitive circadian clock. The 6th Asia and Oceania Conference on Photobiology (AOCP2013)
26. 福岡達輝・竹内悠記・今村聡・Badruzzaman M・竹村明洋(2013) ルリスズメダイの繁殖適正深度を決定するのは光かそれとも水圧か? 日本サンゴ礁学会第16回大会
27. 竹村明洋(2013) 光で操るサンゴ礁性魚類の成熟と成長. 平成25年度亜熱帯性動植物に関する調査研究・技術開発研究会.
28. Takeuchi Y, Imamura S, Hada N, Nikawadori Y, Takemura A (2012) Seasonal recognition mechanisms in the photoperiodic ovarian development of the sapphire devil, *Chrysiptera cyanea*. Okinawa Science Canpuru 2012 Symposium
29. Badruzzaman Md, Bapary MAJ, Takemura A (2012) Dopaminergic activity in the brain of a tropical damselfish *Chrysiptera cyanea*: possible roles of environmental light and melatonin. Okinawa Science Canpuru 2012 Symposium
30. Takemura A (2012) Coral reef crisis: How do we conserve biodiversity in this paradise? 4th Bangladesh JSPS Alumini Symposium
31. 竹村明洋(2012) 概月周リズムの月の満ち欠けへの同調機構: 魚類の生殖活動を例として. (シンポジウム: 生物時計の同調機構を探る). 日本時間生物学会
32. Takemura A (2012) Endocrine and molecular mechanisms controlling circalunar rhythms in fishes (シンポジウム: The frontline of studies on molecular and neural mechanisms underlying biological rhythms and photoperiodism) 日本動物学会第83回大会
33. 竹内悠記・今村聡・竹村明洋(2012) ルリスズメダイの眼球内メラトニン合成にお

- けるメラノプシンの関与 .日本動物学会第 83 回大会
34. 池上太郎・須田敦・古瀬充宏・竹村明洋 (2012) キンギョにおける静水圧負荷による脳内モノアミンおよびその代謝物への影響 . 日本動物学会第 83 回大会
35. 戸田りこ・岡野恵子・竹内悠記・山内千裕・久保葉子・福代真・竹村明洋・岡野俊行 (2012) . 月齢周期応答性のゴマアイゴ Cryptochrome の発現解析 . 日本動物学会第 83 回大会
36. Imamura S, Bapary MAJ, Takemura A (2012). Induced sexual maturation in the tropical damselfish under long-day conditions by phosphorescent pellets. International Symposium on Human Well-being and the Marine Environment in the Pacific Islands
37. Bapary MAJ, Takeuchi Y, Takemura A (2012) Light quality influences the reproductive activity in the tropical damselfish, *Chrysiptera cyanea*. International Symposium on Human Well-being and the Marine Environment in the Pacific Islands.
38. Boucekhoua S, Hur SP, Takeuchi Y, Takemura A (2012) Dopamine receptor D2r2 in a tropical wrasse: molecular cloning and expression. International Symposium on Human Well-being and the Marine Environment in the Pacific Islands.
39. 竹内悠記・Bapary MAJ・澤田悠詩・許成杓・竹村明洋 (2011) ルリスズメダイの光周性卵巣発達における光周期認識機構に関する研究 熱帯生物圏研究センターシンポジウム「沖縄における水棲動物生殖の基礎と応用」
40. Bapary MAJ, Takeuchi, Y, Takemura A 2011 Influence of wavelengths of light on the ovarian development in the tropical damselfish, *Chrysiptera cyanea*. 熱帯生物圏研究センターシンポジウム「沖縄における水棲動物生殖の基礎と応用」
41. Hur SP・Takeuchi Y・Kim SJ・Lee YD・Takemura A (2011) Arginine vasotocin (AVT) and melatonin on daily activity of a tropical wrasse. 熱帯生物圏研究センターシンポジウム「沖縄における水棲動物生殖の基礎と応用」
42. 五十嵐修吾・Bapary MAJ・竹村明洋 (2011) ルリスズメダイ *Chrysiptera cyanea* の雄の繁殖に伴う性ステロイドホルモン合成量の変化 熱帯生物圏研究センターシンポジウム「沖縄における水棲動物生殖の基礎と応用」
43. Imamura S, Bapary MAJ, Takemura A (2011) Long-afterglow-phosphorescent pigment is a potent tool for manipulation of reproductive performance in the tropical damselfish *Chrysiptera cyanea*. The 8th International Workshop on the Oceanography & Fisheries Sciences of the East China Sea
44. Hur SP, Imamura S, Kang SI, Takeuchi Y, Kim SJ, Lee YD, Takemura A (2011) Cloning and environmental control of neurohypophysial genes in wrasse *Halichoeres tenuipinis*. The 8th International Workshop on the Oceanography & Fisheries Sciences of the East China Sea
45. Takeuchi Y, Bapary MAJ, Hur SP, Takemura A (2011) A mechanism of the photoperiodic signal transduction in the ovarian development of the sapphirer damselfish, *Chrysiptera cyanea*. The 8th International Workshop on the Oceanography & Fisheries Sciences of the East China Sea
46. Bapary MAJ, Takeuchi Y, Takemura A (2011) Long wavelengths of light stimulate the ovarian development of a tropical damselfish, *Chrysiptera cyanea*. The 8th International Workshop on the Oceanography & Fisheries Sciences of the East China Sea
47. 許成杓・阿波賢人・竹内悠記・李栄敦・金宰世・竹村明洋 (2011) 熱帯性ペラ類の松果体におけるアルギニンバソトシンの役割 . 日本動物学会第 82 回大会
48. 竹内悠記・Bapary, MAJ・朴龍柱・許成杓・竹村明洋 (2011) ルリスズメダイの光周性卵巣発達に関わる網膜外光受容体の探索 . 日本動物学会第 82 回大会
49. 坂田利江・福代真・久保葉子・岡野恵子・竹村明洋・三輪哲也・山本啓之・岡野俊行 (2011). 深海性バラビクニン *Careproctus rhodomelas* の時計関連分子の解析 . 日本動物学会第 82 回大会

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.takemura-lab.jp/index>

6. 研究組織

(1)研究代表者

竹村 明洋 (TAKEMURA, Akihiro)

琉球大学・理学部・教授

研究者番号：40222103

(2)研究分担者

岡野 俊行 (OKANO, Toshiyuki)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：40272471

(3)連携研究者

なし