

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 17 日現在

機関番号：12614

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2008～2012

課題番号：20116006

研究課題名（和文） サケ科魚類生殖腺 GSC / ニッチ・システムを構成する細胞の同定と季節制御

研究課題名（英文） Identification of GSCs and their niche cells and their seasonal regulation in salmonids

## 研究代表者

吉崎 悟朗 (YOSHIZAKI GORO)

東京海洋大学・海洋科学技術研究科・教授

研究者番号：70281003

研究成果の概要（和文）：1)ニジマスの卵巣内に GSC として振る舞うことができる細胞が存在していること、さらにこれらの細胞が高い性的可塑性を保持していることを明らかにした。2)ニジマスの繁殖期の精巣内には、成熟精子と精巣嚢の壁面に散在するわずかな未分化精原細胞が存在するが、これらの精原細胞は、季節に応じて宿主個体への移植能力と増殖能を変化させることを明らかにした。また、移植能力（すなわち幹細胞能）が高い時期の未分化精原細胞と低い時期の未分化精原細胞間でマイクロアレイ解析を行い、この移植能とパラレルに変動する分子マーカー群を単離することに成功した。3) ニジマス精巣からヘキスト 33342 に対する染色性の違いを利用して移植能（幹細胞能）が高い細胞集団を単離することに成功した。またこれらの細胞のトランスクリプトーム及び形態的解析を行った。

研究成果の概要（英文）：1) We revealed that rainbow trout ovary possessed oogonial populations which can behave as GSCs and carry high sexual plasticity. 2) We revealed that undifferentiated spermatogonia located in post-spermiated testes showed clear seasonal patterns for their transplantability (stemness). Further, by comparing the transcripts between spermatogonia with and without transplantability, we found several molecular markers that can be used as indicators for their stemness. 3) We found GSCs are highly enriched in side population after staining testicular cells with Hoechst 33342. We also characterize the side population by transcriptomical and morphological methods.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	11,000,000	3,300,000	14,300,000
2009年度	13,500,000	4,050,000	17,550,000
2010年度	13,500,000	4,050,000	17,550,000
2011年度	13,500,000	4,050,000	17,550,000
2012年度	13,500,000	4,050,000	17,550,000
総計	65,000,000	19,500,000	84,500,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水圏応用科学・水圏生命科学

キーワード：生殖幹細胞、ニジマス、生殖細胞移植

## 1. 研究開始当初の背景

魚類の GSC は研究代表者らが構築した移植実験系を用いた研究から、精巣内にその存

在が確認されているという事実が、細胞機能に関する唯一の情報であった。当然、これらの GSC を移植実験を用いることなく、事前

に同定する方法は存在せず、GSCを濃縮あるいは単離する方法の開発が望まれていた。また、多くの魚種は明瞭な季節性繁殖を示すものの、これらの季節性とGSCの振る舞いに関する情報は皆無であった。

## 2. 研究の目的

明瞭な季節性繁殖を示すニジマスモデルに用い、1) 本種の雌のGSCの発生的特徴を明らかにする。2) 排精後の精巣に残存する未分化な精原細胞こそが高い幹細胞能をもつであろうと仮定し、これら精原細胞と未熟個体が保持する精原細胞の遺伝子発現パターンを網羅的に比較することで、幹細胞能の高い集団を特徴づけるような分子マーカーを単離する。3) 他の組織幹細胞を濃縮する際に用いられてきたヘキスト33342に対する染色性の差異を基にして、幹細胞能が高い集団を同定し、これら集団の遺伝子発現パターンと形態学的特徴を明らかにする。以上の研究で得られる結果を統合することで、季節性繁殖を示すニジマス生殖腺内でのGSCの挙動を明らかにすることを最終目的とする。

## 3. 研究の方法

1) vasa-GFP遺伝子導入ニジマスの卵巣からGFP蛍光を指標に、フローサイトメーターを用いることで小型の生殖細胞を精製し、これらの細胞をふ化直後のニジマス稚魚の腹腔内へと移植した。その後、宿主個体内でのドナー細胞の挙動を解析するとともに、宿主個体を成熟させ、ドナー細胞が宿主生殖腺内で機能的な配偶子へと分化可能かを解析した。2) 繁殖期直後の排精精巣には、次の繁殖期に供給されるすべての精子の基となるGSCが多く含まれるという予想に基づき、上述のニジマスを用い、繁殖期後の精巣からパーコール密度勾配遠心とGFP蛍光を指標にしたフローサイトメーターにより生殖細胞を濃縮し、これらをふ化直後の稚魚の腹腔内へと移植することで、これらの細胞の移植能(幹細胞能)を解析した。なお、この移植実験は、繁殖期直後から経時的に行い、次期繁殖期まで継続することで、幹細胞能の季節的变化を明らかにした。また、各時期に単離した未分化精原細胞における発現遺伝子の網羅的解析を行った。さらに、これら未分化精原細胞の増殖速度の変化を細胞周期マーカーによる染色で併せて調査した。3) 上記のニジマスの未成熟な精巣を材料に、Hoechst33342で染色を行った後、フローサイトメーターでその染色性を指標に細胞の分画を行った。分取された各細胞集団における遺伝子発現をマイクロアレイ解析により明らかにすると同時に、これらの細胞の形態学的特徴を光学顕微鏡レベルで解析した。

## 4. 研究成果

1) ニジマスの卵巣細胞を稚魚の腹腔内へと移植すると、移植された卵原細胞の一部は宿主の生殖腺へと移動し、そこに取り込まれ増殖を開始することを明らかにした。さらに、これらの細胞は雌宿主の卵巣内では通常の卵原細胞同様に卵形成を開始し、機能的な卵を生産することが確認された。さらに、雄宿主に移植すると精巣に取り込まれた卵原細胞は精子形成を開始し、宿主個体が成熟した際には機能的な精子を生産可能であることを確認した。なお、これらの大量の精子生産は複数年の繁殖期にわたり継続的に認められたことから、これらの卵原細胞はGSCとして振る舞ったことが明らかとなった。以上の結果から、魚類の卵原細胞は高い性的可塑性を有していることが証明された。2) ニジマスの精巣では繁殖期には成熟精子と精巣嚢の壁面に散在するわずかな未分化精原細胞が存在する。これらの精原細胞はGSCとして振る舞うことを予想し、その移植実験を経時的に行った結果、これらの細胞は繁殖期後0-1か月目においては、高い移植能を示したが、3-5か月目においてその移植能は大きく低下した。その後、7か月目においてASGの移植能が回復し、9か月目まで高い移植能を維持した。ASGの増殖能は、0-5か月目において低い値を示したが、7か月目から増殖を開始し、11か月目まで高い増殖能を維持した。以上の結果より、ニジマスの再成熟過程における精巣形態の変化に伴い、ASGの細胞形態はほとんど変化しないものの、その機能は大きく変動することが明らかとなった。さらに、移植能が高い精原細胞とほとんどその能力を保持していない精原細胞間でマイクロアレイ解析を行った結果、移植能と相関して発現量が変動するいくつかの分子マーカーを単離することに成功した。これらのマーカーは今後、魚類のGSC解析を行う際の有効なツールになると期待される。3) vasa-Gfp遺伝子導入ニジマスの精巣細胞を材料に用い、得られた精巣細胞をヘキスト染色した後、GFP陽性の細胞集団を上記のフローサイトメーター解析に供し、個々の細胞の分布を調査した。その結果、ニジマス精巣細胞は明瞭なサイドポピュレーション(SP)集団を含むことが明らかとなった。同様の解析を精巣細胞全集団に対して行った結果、SPにはGFP強陽性の未分化と考えられる生殖細胞のみが濃縮されていることが明らかとなった。また、得られたSPに属する細胞とその他の細胞を孵化稚魚の腹腔内へと移植した結果、SPに属する細胞は、その他の細胞と比較し、明瞭に移植効率が高いことが明らかとなった。以上の結果から、ニジマス精巣細胞のSP

には高い移植能を保持した精原幹細胞が濃縮されている可能性が示唆された。またこれらの細胞のトランスクリプトーム解析及び形態解析の結果、SP 集団と非 SP 集団は分子レベル、形態レベルともに異なる細胞集団を含んでいることを明らかにした。これら SP 細胞の単離法は上記の繁殖期後の精巣解析で得られた分子マーカーとともに、移植実験を行わずに、prospective に GSC を濃縮、同定する方法としてきわめて有効な方法になると期待される

#### 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 25 件)

- ① S. Lee, G. Yoshizaki (他 2 名)、Generation of functional eggs and sperm from cryopreserved whole testes, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 査読有、110 巻、2013、1640-1645  
DOI: 10.1073/pnas.1218468110
- ② M. Hamasaki, G. Yoshizaki (他 2 名)、Gonadal development and fertility of triploid grass puffer takifugu niphobles induced by cold shock treatment, Mar. Biotechnol., 査読有、15 巻、2013、133-144  
DOI: 10.1007/s10126-012-9470-3
- ③ K. Nagasawa, G. Yoshizaki (他 3 名)、Identification and migration of primordial germ cells in Atlantic salmon, *Salmo salar*: Characterization of vasa, dead end, and lymphocyte antigen 75 genes, Mol. Reprod. Dev., 査読有、80 巻、2013、118-131  
DOI: 10.1002/mrd.22142
- ④ S. M. S. N. Lacerda, G. Yoshizaki (他 7 名)、Germ cell transplantation as a potential biotechnological approach to fish reproduction, Fish Physiol. Biochem., 査読有、39 巻、2013、3-11  
DOI: 10.1007/s10695-012-9606-4
- ⑤ M. Hayashi, G. Yoshizaki (他 8 名)、Combining next-generation sequencing with microarray for transcriptome analysis in rainbow trout gonads, Mol. Reprod. Dev., 査読有、79 巻、2012、870-878  
DOI: 10.1002/mrd.22127
- ⑥ T. Morita, G. Yoshizaki (他 10 名)、Production of donor-derived offspring by allogeneic transplantation of spermatogonia in the yellowtail (*Seriola quinqueradiata*), Biol. Reprod., 査読有、86 巻、2012、176.  
DOI: 10.1095/biolreprod.111.097873
- ⑦ K. Kise, G. Yoshizaki (他 5 名)、Flow-cytometric isolation and enrichment of teleost type-A spermatogonia based on light-scattering properties, Biol. Reprod., 査読有、86 巻、2012、107.  
DOI: 10.1095/biolreprod.111.093161
- ⑧ G. Yoshizaki (他 5 名)、Biological characteristics of fish germ cells and their application to developmental biotechnology, Reprod. Domest. Anim., 査読有、47 巻、2012、187-192  
DOI: 10.1111/j.1439-0531.2012.02074.x
- ⑨ J. J. Nagler, G. Yoshizaki (他 5 名)、Non-sex specific genes associated with the secondary mitotic period of primordial germ cell proliferation in the gonads of embryonic rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Mol. Reprod. Dev., 査読有、78 巻、2011、181-187  
DOI: 10.1002/mrd.21277
- ⑩ K. Higuchi, G. Yoshizaki (他 4 名)、Colonization, proliferation, and survival of intraperitoneally transplanted yellowtail *Seriola quinqueradiata* spermatogonia in nibe croaker *Nibea Mitsukurii* recipient, Fish. Sci., 査読有、77 巻、2011、69-77  
DOI: 10.1007/s12562-010-0314-7
- ⑪ G. Yoshizaki (他 6 名)、Spermatogonial transplantation in fish: a novel method for the preservation of genetic resources, Comp. Biochem. Physiol. Part D Genomics Proteomics, 査読有、6 巻、2011、55-61  
DOI: 10.1016/j.cbd.2010.05.003
- ⑫ G. Yoshizaki (他 4 名)、Sexual plasticity of rainbow trout germ cells, Anim. Reprod., 査読有、7 巻、2010、187-196
- ⑬ R. Yazawa, G. Yoshizaki (他 4 名)、Chub mackerel gonads support colonization, and proliferation of intraperitoneally transplanted xenogenic germ cells, Biol. Reprod., 査読有、82 巻、2010、896-904  
DOI: 10.1095/biolreprod.109.081281
- ⑭ S. Shikina, G. Yoshizaki, Improved in-vitro culture conditions to enhance the survival, mitotic activity and transplatability of rainbow trout type A spermatogonia, Biol. Reprod., 査読有、83 巻、2010、268-276  
DOI: 10.1095/biolreprod.109.082123
- ⑮ K. Nagasawa, G. Yoshizaki (他 2 名)、Lymphocyte antigen 75 (Ly75/CD205) is a surface marker on mitotic germ cells in rainbow trout, Biol. Reprod., 査読有、83 巻、2010、597-606

DOI: 10.1095/biolreprod.109.082081

- ⑩G. Yoshizaki (他 6 名)、Sexual plasticity of ovarian germ cells in rainbow trout、Development、査読有、137 巻、2010、1227-1230

DOI: 10.1242/dev.044982

- ⑪吉崎悟朗、魚類の生殖細胞移植：夜明け前、細胞工学、査読無、29 巻、2010、700-701  
⑫吉崎悟朗 (他 3 名)、魚類配偶子幹細胞のマニピュレーションとその可能性、細胞工学、査読無、29 巻、2010、695-699  
⑬吉崎悟朗、魚類生殖細胞の特性とそれを利用した代理親魚技法、化学と生物、査読無、48 巻、2010、680-687

- ⑭T. Cavileer, G. Yoshizaki (他 3 名)、Identification of novel genes associated with molecular sex differentiation in the embryonic gonads of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)、Sex. Dev.、査読有、3 巻、2009、214-224  
DOI: 10.1159/000228722

- ⑮S. Sakao, G. Yoshizaki (他 4 名)、Artificially induced tetraploid masu salmon have the ability to form primordial germ cells、Fish. Sci.、査読有、75 巻、2009、993-1000

DOI: 10.1007/s12562-009-0124-y

- ⑯R. Farlora, G. Yoshizaki (他 4 名)、Expression of GFP in transgenic tilapia under the control of the medaka b-actin promoter: establishment of a model system for germ cell transplantation、Anim. Reprod.、査読有、6 巻、2009、450-459

- ⑰Y. Takeuchi, G. Yoshizaki (他 3 名)、Development of spermatogonial cell transplantation in Nibe croaker, *Nibea mitsukurii* (*Perciformes, Sciaenidae*)、Biol. Reprod.、査読有、81 巻、2009、1055-1063

DOI: 10.1095/biolreprod.109.077701

- ⑱A. Yano, G. Yoshizaki (他 3 名)、Identification of a molecular marker for type A spermatogonia by microarray analysis using gonadal cells from pvasa-GFP transgenic rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)、Mol. Reprod. Dev.、査読有、76 巻、2009、246-254

DOI: 10.1002/mrd.20947

- ⑲吉崎悟朗 (他 2 名)、生殖細胞の異種間移植による代理親魚養殖技術の実用化、テクノイノベーション 2009、査読有、18 巻、2009、42-46

[学会発表] (計 58 件)

- ①吉崎悟朗：魚類の生殖細胞移植 サバからマグロは生まれるか？ 第 3 回農学部先端研究交流セミナー。宮崎県、宮崎市、2013

年 4 月 25 日。招待

- ②G. Yoshizaki: Germ cell manipulation in fish. *4th Congress of the Asia Pacific Initiative on Reproduction (ASPIRE2012)*. Osaka, Japan, August 31, 2012. 国際会議、招待

- ③吉崎悟朗：生殖細胞の凍結保存。2012NBRP メダカ-NIBB 精子凍結と人工授精法のトレーニングコース。愛知県、岡崎市、2012 年 8 月 10 日。招待

- ④G. Yoshizaki: Germ cell transplantation and spermatogenesis in fish. *17th International Congress on Animal Reproduction*. Vancouver, Canada, July 29 - August 2, 2012. 国際会議、招待

- ⑤G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish: Can mackerel produce tuna. *The 58/60th NIBB Symposium*. Okazaki, Japan, July 17 - 21, 2012. 国際会議、招待

- ⑥M. Hayashi, G. Yoshizaki (他 6 名) : Enrichment of spermatogonial stem cell by using side population in rainbow trout. *The 58th/60th NIBB Conference Germline-Specification, Sex, and Stem Cells-*. Okazaki, Japan, July 17 - 21, 2012. 国際会議、招待

- ⑦吉崎悟朗：サバにマグロを生ませる。第 6 回生殖細胞の会 公開公演。愛媛県、南宇和郡、2012 年 6 月 23 日。招待

- ⑧吉崎悟朗：魚類生殖細胞の発生工学。第 53 回日本哺乳動物卵子学会。大阪府、豊中市、2012 年 5 月 26 日。招待

- ⑨吉崎悟朗：魚類生殖細胞を用いた発生工学：サバからマグロは生まれるか？ 学習院大学生命科学シンポジウム。東京都、豊島区、2012 年 4 月 21 日。招待

- ⑩吉崎悟朗：生殖細胞の凍結保存によるクニマス遺伝子資源の長期保存。特別シンポジウム「クニマスと共に生きる」。山梨県、富士河口湖町、2012 年 3 月 25 日。招待

- ⑪G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish: Can mackerel make tuna? *2012 Taiwan-Japan Symposium on Emerging Trends in Aquatic Animal Immunity and Aquaculture Biotechnology*. Tainan, Taiwan, February 21- 22, 2012. 国際会議、招待

- ⑫G. Yoshizaki: Spermatogonial stem cell in fish: physiology, transcriptomics and biotechnological application. *International Plant and Animal Genomics XX*. San Diego, USA, January 13 - 18, 2012. 国際会議、招待

- ⑬G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish. *100 年度水産種苗産業教育訓練課程*. Tainan, Taiwan, November 24, 2011. 国際会議、招待

- ⑭ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish. *100 年度水産種苗産業教育訓練課程*. Kaohsiung, Taiwan, November 23, 2011. 国際会議、招待
- ⑮ G. Yoshizaki: 魚類の生殖細胞移植：サバからマグロは生まれるか？ *日中バイオテクノロジー先端フォーラム 2011*. 東京, 日本, November 10 - 11, 2011. 国際会議、招待
- ⑯ 吉崎悟朗: 生殖細胞の凍結による魚類遺伝子資源の保存. *共同シンポジウム～水辺の自然再生～震災を乗り越える力強い活動*. 東京都, 港区, 2011年11月19日. 招待
- ⑰ 吉崎悟朗: 魚類精原細胞の移植と凍結保存：凍結精原細胞から卵は作れるか？ *第55回日本生殖医学会総会・学術講演会*. 徳島県, 徳島市, 2011年11月12日. 招待
- ⑱ 吉崎悟朗: 蛍光タンパク質の水産養殖学への応用. *公開講演会「蛍光タンパク質の発見と生命科学研究への応用」*. 愛知県, 名古屋市, 2011年10月2日. 招待
- ⑲ 吉崎悟朗: 魚類の精原幹細胞を用いた発生工学. *第104回日本繁殖生物学会大会*. 岩手県, 盛岡市, 2011年9月17日. 招待
- ⑳ G. Yoshizaki (他 5 名) : Germ cell transplantation in marine fish. *9th International Symposium on Reproductive Physiology of Fish*. Cochin, India, August 9 - 14, 2011. 国際会議、招待
- ㉑ M. Hayashi, G. Yoshizaki (他 2 名) : Enrichment of spermatogonial stem cell by using side population in rainbow trout. *9th International Symposium on Reproductive Physiology of Fish*. Cochin, India, August 9 - 14, 2011. 国際会議
- ㉒ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation: applications for conservation of endangered fish species. *The 3rd International Conference on Sustainable Animal Agriculture for developing Countries SAADC 2011*. Nakhon Ratchasima, Thailand, July 26 - 29, 2011. 国際会議、招待
- ㉓ 吉崎悟朗: 魚類の異種間生殖細胞移植：サバからマグロは生まれるか？ *動植物に共通するアロ認証機構の解明第3回領域会議*. 京都府, 京都市, 2011年6月30日. 招待
- ㉔ G. Yoshizaki: Surrogate broodstock technology in fish: Can mackerel produce tuna? *International workshop for Marine Life Sciences*. Pusan, Korea, May 13, 2011. 国際会議、招待
- ㉕ 吉崎悟朗: 魚類の生殖細胞移植：凍結精原幹細胞から卵を作る. *第10回日本再生医療学会総会*. 東京都, 新宿区, 2011年3月2日. 招待
- ㉖ 吉崎悟朗: 移植実験から明らかになったニジマス生殖細胞の性. *琉球大学熱帯生物圏研究センター共同利用研究会*. 沖縄県, 国頭郡, 2011年2月24日. 招待
- ㉗ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish: basic biology and its application. *III International Symposium on Animal Biology of Reproduction (ISABR 2010)*. Sao Pedro, Brazil, October 22 - 24, 2010. 国際会議、招待
- ㉘ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish: can surrogate bonito make tuna? *Third National Symposium on Aquaculture Biotechnology 2010*. Bogor, Indonesia, October 7, 2010. 国際会議、招待
- ㉙ 吉崎悟朗: 生物学はマグロの将来を救えるか？-サバにマグロを生ませる-. *体験！生き物体験空間 基礎生物学研究所一般公開*. 愛知県, 岡崎市, 2010年10月2日. 招待
- ㉚ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish: Basic biology and applications. *Reproductive Biology of Aquatic Organisms*. Okinawa, Japan, June 30, 2010. 国際会議、招待
- ㉛ G. Yoshizaki: Xenotransplantation of fish spermatogonia: Can salmon make trout? 魚類の異種間精原細胞移植：サケはマスを生むか？ *43rd Annual Meeting for the Japanese Society of Developmental Biologists Jointly Sponsored by the Asia-Pacific Developmental Biology Network (第43回日本発生生物学会年会)*. Kyoto, Japan, June 20 - 23, 2010. 国際会議、招待
- ㉜ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish. *2010 BIOMODULATION International Symposium on 'Germ Cell, Stem Cell and Reproductive Biology (GSR)'*. Jeju Island, Korea, June 6 - 8, 2010. 国際会議、招待
- ㉝ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish: Can surrogate bonito make tuna gametes? *Australasian Aquaculture 2010*. Tasmania, Australia, May 23 - 26, 2010. 国際会議、招待
- ㉞ 吉崎悟朗: サバからマグロは生まれるか？ *第43回バイオeカフェ*. 茨城県, つくば市, 2010年9月14日. 招待
- ㉟ 吉崎悟朗: 『サバがマグロを生む』養殖技法を実用に. *東京・テクノフォーラム 21-先端科学のさらに先へ*. 大阪府, 大阪市, 2010年7月6日. 招待
- ㊱ 吉崎悟朗: 『サバがマグロを生む』養殖技法を実用に. *東京・テクノフォーラム 21-先端科学のさらに先へ*. 東京都, 港区, 2010年6月3日. 招待

- ③⑦ 吉崎悟朗：生殖細胞移植を用いた魚類の発生工学：サバからマグロは生まれるか？ **日本発生生物学会秋季シンポジウム**。静岡県，三島市，2009年11月28日。招待
- ③⑧ G. Yoshizaki：発生工学のクロマグロ養殖への応用。 **トルコ3大学交流セミナー**。Tokyo, Japan, November 12, 2009. 国際会議、招待
- ③⑨ 吉崎悟朗：水産物の安定供給を目的とした技術開発。 **平成21年度日本農学会シンポジウム**。東京都，文京区，2009年10月10日。招待
- ④⑩ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish. **larvi 2009 5th fish & shellfish larvi culture symposium**. Ghent, Belgium, September 6 - 10, 2009. 国際会議、招待
- ④⑪ G. Yoshizaki (他2名)：Spermatogonial transplantation in fish. **The Second International Symposium for Fish Growth and Reproduction Satellite Symposium for 16th ICCE Meeting 2009**. Hong Kong, China, June 20 - 21, 2009. 国際会議、招待
- ④⑫ G. Yoshizaki: Germ cell transplantation in fish: can mackerel make tuna? **Genomics in Aquaculture**. Bodo, Norway, June 5 - 7, 2009. 国際会議、招待
- ④⑬ 吉崎悟朗 (他2名)：生殖細胞移植技術を用いた魚類の代理親魚養殖：サバからマグロは生まれるか？ **第12回マリンバイオテクノロジー学会大会**。東京都，新宿区，2009年5月30日。招待

他 15 件

〔図書〕 (計 1 件)

G. Yoshizaki, T. Okutsu, and Y. Takeuchi (2012): Germ cell transplantation in fish: Basic biology and biotechnological applications. *Aquaculture Biotechnology* (Fletcher, G. L., Rise, M. L., eds), Wiley-Blackwell, pp.305-317.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 4 件)

名称：分離生殖細胞の宿主魚類生殖腺への生着率の向上

発明者：吉崎悟朗・竹内裕・吉川廣幸・樋口健太郎

権利者：国立大学法人 東京海洋大学

種類：特許

番号：特願 2012-070648

出願年月日：2012年3月27日

国内外の別：国内出願

名称：分離生殖細胞の宿主魚類生殖腺への生着率の向上

発明者：吉崎悟朗・竹内裕・吉川廣幸・樋口健太郎

権利者：国立大学法人 東京海洋大学

種類：特許

番号：PCT/JP2013/002024

出願年月日：2013年3月25日

国内外の別：国際出願

名称：生殖細胞の生着方法

発明者：吉崎悟朗・岩田岳・竹内裕・矢澤良輔

権利者：国立大学法人 東京海洋大学

種類：特許

番号：PCT/JP2011/001762

出願年月日：2011年3月25日

国内外の別：国際出願

名称：分離生殖細胞の移植による生殖細胞系列への分化誘導法における生着能の向上

発明者：吉崎悟朗・識名信也・竹内裕・矢澤良輔

権利者：国立大学法人 東京海洋大学

種類：特許

番号：特願 2010-070582

出願年月日：2010年3月25日

国内外の別：国内出願

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

吉崎悟朗 (YOSHIZAKI GORO)

東京海洋大学・海洋科学技術研究科・教授

研究者番号：70281003