

自己評価報告書

平成23年 4 月 7 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2008年度～2012年度

課題番号：20247032

研究課題名 (和文)

性染色体領域の解析に基づく「雌雄性の誕生」に関する進化生物学的研究

研究課題名 (英文)

Evolutionary studies on the origin of male and female, based on the analyses of sex-chromosomal regions

研究代表者 野崎 久義 (NOZAKI HISAYOSHI)

東京大学・大学院理学系研究科・准教授

研究者番号：40250104

研究分野：進化生物学

科研費の分科・細目：生物科学・進化生物学

キーワード：雌雄性、進化、性特異的遺伝子、性染色体領域、群体性ボルボックス目

1. 研究計画の概要

メスとオスの誕生、すなわち原始的な同型配偶から雌雄の配偶子をもつ生物への進化は最も興味深い進化生物学上の問題であるが、その分子遺伝学的基盤は不明であった。最近我々は有性生殖の進化のモデル生物群である“群体性ボルボックス目”のプレオドリナからオス特異的遺伝子“*OTOKOGI*” (*PlestMID*)を単離することに成功し、雌雄の性と同型配偶の交配型との対応関係をつかむことに成功した (Nozaki et al. 2006a, *Current Biology*)。この遺伝子の発見はこれまで困難とされてきた群体性ボルボックス目の性特異的遺伝子を含む“性染色体領域” (性決定遺伝子領域) の解析 (Ferris et al. 1997, *PNAS* 94: 8634-8639)を現実的に可能なものとした。本研究では性特異的遺伝子およびそれらが存在する性染色体領域の分子・ゲノム・細胞レベルの比較生物学的解析を群体性ボルボックス目の同型配偶から異型配偶・卵生殖の有性生殖の各進化段階の生物群で実施し、「雌雄性」が誕生した分子細胞学的な基盤を明らかにすることを目的としている。

2. 研究の進捗状況

群体性ボルボックス目の有性生殖の各進化段階の生物から性染色体領域を探索するためのプローブとなる性特異的遺伝子配列を得ることと性染色体領域のスクリーニングの為に BAC ライブラリーを構築した。Nozaki et al. (2006) で作成した *MID* 縮重プライマーおよび“*OTOKOGI*”配列を基にして新たに作成した縮重プライマーを用いた RT-PCR 法を実施し、オス特異的遺伝子“*OTOKOGI*” (*MID*) オーソログを群体性ボルボックス目の配偶子の各進化段階の生物

で探索した結果、卵生殖のボルボックス、異型配偶化直前の同型配偶の生物であることが推測されているヤマギシエラおよび最も原始的な異型配偶のユードリナで配列が得られ、それぞれ cDNA 配列全長を得た。ボルボックス以外のこれらの生物と既に“*OTOKOGI*” (*MID*) オーソログが判明していた同型配偶のゴニウムと、異型配偶のプレオドリナで両方の交配型の株 (プラスとマイナス、メスとオス) について、それぞれ、約百 kb のゲノム DNA 断片を含んだ BAC クローンによる網羅的な BAC ライブラリーを構築した。

16 細胞群体性の同型配偶のゴニウムでは、プラスとマイナスの両方の交配型の配偶子が両方向的接合突起を形成するのに対し、クラミドモナスの同型配偶子は+型のみが片方向的に接合突起を形成し、異型配偶化の前段階で片方向から両方向へ突起の進化が推定されている。クラミドモナスではプラスとマイナスの交配型で異なる「性染色体領域」が知られており、接合突起に関連した性特異的遺伝子が局在している。我々はゴニウムの性染色体領域のゲノム構造を明らかにし、接合突起の両方向化・異型配偶化にともなう性染色体領域の変化を解明することを目指し、これまでにクラミドモナスでマイナス交配型性染色体領域上の性決定遺伝子 *CrMID* のゴニウムオーソログ (*GpMID*) を報告した (Hamaji et al. 2008, *Genetics*)。我々は *GpMID* 配列を起点としたインバース PCR によって、クラミドモナスで機能未知な性特異的遺伝子 *MTD1* のオーソログ (*GpMTD1*) をゴニウムマイナス交配型ゲノム上に発見した。*GpMTD1* は群体性ボルボックス目において *MID* 以外で見出された初めての性特

異的遺伝子であり、マイナス交配型のゲノムにシングルコピーでコードされており、マイナス交配型のみに遺伝した。mRNA量は配偶子特異的に増大した。今後、*GpMID* と *GpMTD1* はゴニウムの性染色体領域の探索・ゲノム解読の為の有用な分子指標となることが期待される。

既に我々は、雌雄の性をもつ群体性ボルボックス目プレオドリナで、オス特異的遺伝子”*OTOKOGI*”を発見し、メスが同型配偶の性の原型（プラス交配型）から、オスは性の派生型（マイナス交配型）からそれぞれ進化したことを明らかにした (Nozaki et al. 2006, *Curr. Biol.*)。しかし、メスとオスがどのような遺伝子を獲得して進化したかは明らかではなかった。我々は独自に開発した縮重プライマー (Hamaji et al. 2008, *Genetics*) を用いてボルボックスのオス特異的遺伝子 “*OTOKOGI*” を単離した。このボルボックスの “*OTOKOGI*” をマーカーとしたゲノム解析を端にしてオス、メスでは全ゲノム解読の結果、雌雄の性染色体領域の全貌が明らかになった。また、ボルボックスの性染色体領域には繰り返し配列が多く、遺伝子の同定が困難であったが、次世代シーケンサーを駆使した発現解析で多くのメスまたはオス特異的遺伝子の存在を明らかにした (Ferris et al. 2010, *Science*)。

解読されたボルボックスのメス・オスの性染色体領域は 1.0Mb (百万塩基対) を超え、同型配偶のクラミドモナスの領域の約 5 倍であった。オスの性染色体領域には “*OTOKOGI*” 等のオス特異的遺伝子が 10 個、メスの領域にはメス特異的遺伝子群が 5 個解読された。特に 5 個のメス特異的遺伝子がクラミドモナスには認められないもので、これらの遺伝子の獲得がプラス交配型からメスに進化する直接的な原因となったと推測された。従って、メスは単なる性の原型ではなく、メスへの進化には、メスらしさをもたらす遺伝子群の新たなる獲得が必要であったことが示唆された。一方、オス特異的遺伝子 10 個中の 8 個がクラミドモナスでは認められず、オスに進化するために獲得されたことが推測された (Ferris et al. 2010, *Science*)。

3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。
(理由)

研究代表者を中心としたボルボックスのオス特異的遺伝子の単離とそれを用いたクロモソームワーキングによるオス性染色体のゲノム解読と米国の連携研究者を中心としたメスゲノム性染色体解読・トランスクリプトーム解析の共同研究が進展し、論文が出版されたため。

4. 今後の研究の推進方策

性染色体のゲノムを解読した生物は群体性ボルボックス目でメスとオスの差異が最も顕著であるボルボックスであり、メスとオスが出現した直後のものではない。また、比較対象の同型配偶のクラミドモナスは群体性ボルボックス目のメスとオスをもつ群とは系統的に直結していない。これまでの我々の系統学的研究によると群体性ボルボックス目でメスとオスが進化したのはヤマギシエラとユードリナの分岐の間であり (Nozaki et al. 2000, MPE)、この両者の両性 (交配型プラスとマイナス、メスとオス) の性染色体領域のピンポイント的ゲノム比較を実施することで、メスとオスの進化のより直接の原因となった遺伝子を探ることが可能であると思われる。また、これらの比較ゲノム研究で直接的に雌雄性の進化にかかわったと推測された遺伝子のほとんどが機能未知であり、遺伝子導入等を用いた機能解析も重要な研究課題となってくる。

5. 代表的な研究成果

(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 57 件, すべて査読有)

1. Yamada, T. K., Miyaji, K. and Nozaki, H. 2008. A taxonomic study of *Eudorina unicocca* (Volvocaceae, Chlorophyceae) and related species, based on morphology and molecular phylogeny. *Eur. J. Phycol.* 43: 317-326. 2
2. Hamaji, T., Ferris, P. J., Coleman, A. W., Waffenschmidt, S., Takahashi, F., Nishii, I. and Nozaki, H. 2008. Identification of the minus dominance gene orthologue in the mating type locus of *Gonium pectorale*. *Genetics* 178: 283-294.
3. Kato, S., Sakayama, H., Sano, S., Kasai, F., Watanabe, M. M., Tanaka, J. and Nozaki, H. 2008. Morphological variation and intraspecific phylogeny of the ubiquitous species *Chara braunii* (Charales, Charophyceae) in Japan. *Phycologia* 47: 191-202.
4. Nakada, T., Nozaki, H. and Proeschold, T. 2008. Molecular phylogeny, ultrastructure and taxonomic revision of *Chlorogonium*

- (Chlorophyta): emendation of *Chlorogonium* Ehrenberg and description of *Gungnir* gen. nov. and *Rusalka* gen. nov. J. Phycol.44: 751-760.
5. Nozaki, H. 2008. Zygote germination in *Pleodorina starrii* (Volvocaceae, Chlorophyta). *Biologia* 63/6: 774-776.
 6. Nakada, T., Misawa, K. and Nozaki, H. 2008, Molecular systematics of Volvocales (Chlorophyceae, Chlorophyta) based on exhaustive 18S rRNA phylogenetic analyses. *Mol. Phylog. Evol.* 48: 281-291.
 7. Matsuzaki, M., Kuroiwa, H., Kuroiwa, T., Kita, K. and Nozaki, H. 2008. A cryptic algal group unveiled: a plastid biosynthesis pathway in the oyster parasite *Perkinsus marinus*. *Mol. Biol. Evol.* 25: 1167-1179.
 8. Muramoto, K., Kato, S., Shitara, T., Hara, Y. and Nozaki, H. 2008. Morphological and genetic variation in the cosmopolitan snow alga *Chloromonas nivalis* (Volvocales, Chlorophyta) from Japanese mountainous area. *Cytologia* 73: 91-96.
 9. Maruyama, S., Misawa, K., Iseki, M., Watanabe, M. and Nozaki, H. 2008. Origins of a cyanobacterial 6-phosphogluconate dehydrogenase in plastid-lacking eukaryotes. *BMC Evol. Biol.* 8: 151.
 10. Yamada, T. K., Tsuchikane, Y., Wu, J.-T., Sekimoto, H., Miyaji, K. and Nozaki, H. 2008. Morphology and molecular phylogeny of *Eudorina* sp. (Volvocaceae, Chlorophyceae) from Taiwan. *Hikobia* 15: 135-143.
 11. Nakada, T. and Nozaki, H. 2009. Taxonomic study of two new genera of fusiform green glagellates, *Tabris* gen. nov. and *Hamakko* gen. nov. (Volvocales, Chlorophyceae). *J. Phycol.* 45: 482-492.
 12. Sakayama, H., Kasai, F., Nozaki, H., Watanabe, M., Kawachi, M., Shigyo, M., Nishihiro, J., Washitani, I., Krienitz, L. & Ito, M. 2009. Taxonomic reexamination of *Chara globularis* (Charales, Charophyceae) from Japan based on oospore morphology and *rbcL* gene sequences, and the description of *C. leptospora* sp. nov. *J. Phycol.* 45:917-927 (cover).
 13. Okuda, S., Tsutsui, H., Shiina, K., Sprunck, S., Takeuchi, H., Yui, R., Kasahara, R. D., Hamamura, Y., Mizukami, A., Susaki, D., Kawano, N., Sakakibara, T., Namiki, S., Itoh, K., Otsuka, K., Matsuzaki, M., Nozaki, H., Kuroiwa, T., Nakano, A., Kanaoka, M. M., Dresselhaus, T., Sasaki, N. and Higashiyama, T. 2009. Defensin-like polypeptide LUREs are pollen tube attractants secreted from synergid cells. *Nature* 458: 357-361.
 14. Muramoto, K., Nakada, T., Shitara, T., Hara, Y. and Nozaki, H. 2010. Re-examination of the snow algal species *Chloromonas miwae* (Fukushima) Muramoto et al., comb. nov. (Volvocales, Chlorophyceae) from Japan, based on molecular phylogeny and cultured material. *Eur. J. Phycol.* 45: 27-37
 15. Hamaji, T., Ferris, P., Nishii, I. and Nozaki, H. 2009. Identification of the mating type minus specific gene *MTD1* from *Gonium pectorale* (Volvocales, Chlorophyta). *J. Phycol.* 45: 1310-1314.
 16. Ishikawa, M., Takahashi, F., Nozaki, H., Nagasato, C., Motomura, T. and Kataoka, H. 2009. Distribution and phylogeny of the blue-light receptors aureochromes in eukaryotes. *Planta* 230: 543-552.
 17. Nozaki, H., Nakada, T. and Watanabe, S. 2010. Evolutionary origin of *Gloeomonas* (Volvocales, Chlorophyceae), based on ultrastructure of chloroplasts and molecular

- phylogeny. J. Phycol. 46: 195-201.
18. Maruyama, S., Matsuzaki, M., Misawa, K. and Nozaki, H. 2009. Cyanobacterial contribution to the genomes of the plastid-lacking protists. BMC Evol. Biol. 9: 197.
19. Nozaki, H., Maruyama, S., Matsuzaki, M., Nakada, T., Kato, S. and Misawa, K. 2009. Phylogenetic positions of Glaucophyta, green plants (Archaeplastida) and Haptophyta (Chromalveolata) as deduced from slowly evolving nuclear genes. Mol. Phylog. Evol. 53: 872-880.
20. Nakada, T., Soga, T., Masaru M. and Nozaki, H. 2010. *Chlorogonium complexum* sp. nov. (Volvocales, Chlorophyceae), and morphological evolution of *Chlorogonium*. Eur. J. Phycol. 45: 95-107.
21. Tsuchikane, Y., Sato, M., Ootaki, T., Kokubun, Y., Nozaki, H., Ito, M. and Sekimoto, H. 2010. Sexual processes and phylogenetic relationships of a homothallic strain in the *Closteriumperacerosum-strigosum-littorale* complex (Zygnematales, Charophyceae). J. Phycol. 46: 278-284.
22. Hayama, M., Nakada, T., Hamaji, T. and Nozaki, H. 2010. Morphology, molecular phylogeny and taxonomy of *Gonium maiaprilis* sp. nov. (Goniaceae, Chlorophyta) from Japan. Phycologia 49: 221-234.
23. Maruyama, S., Junichi Sugahara, J., Kanai, A. and Nozaki, H. 2010. Permuted tRNA genes in the nuclear and nucleomorph genomes of photosynthetic eukaryotes. Mol. Biol. Evol. 27: 1070-1076
24. Ferris, P., Olson, B. J. S. C., De Hoff, P. L., Douglass, S., Casero Diaz-Cano, D., Prochnik, S., Geng, S., Rai, R., Grimwood, J., Schmutz, J., Nishii, I., Hamaji, T., Nozaki, H., Pellegrini, M., and Umen, J. G. 2010. Evolution of an expanded sex determining region in *Volvox*. Science 328: 351-354.
25. Nakada, T., Nozaki, H. & Tomita, M. 2010. Another origin of coloniality in volvocaleans: The phylogenetic position of *Pyrobotrys Arnoldi* (Spondylomoraceae, Volvocales). J. Eukaryot. Microbiol. 57: 379-382.
26. Yoshida, S., Maruyama, S., Nozaki, H. and Shirasu, K. 2010. Horizontal gene transfer by the parasitic plant *Striga hermonthica*. Science 328: 1128.
27. Matsuzaki, R., Nakada, T., Hara, Y. and Nozaki, H. 2010 Light and electron microscopy and molecular phylogenetic analyses of *Chloromonas pseudoplatyrhyncha* (Volvocales, Chlorophyceae). Phycol. Res. 58: 202-209.
28. Kato, S., Sakayama, H., Morishima, H., Sano, S., Oomori, Y., Kato, N., Ito, M., Kasai, F., Watanabe, M. M. and Nozaki, H. 2010. Morphology and molecular phylogeny of *Chara altaica* (Charales, Charophyceae), a monoecious species of the section *Desvauxia*. Cytologia 75: 211-220.
29. Yokoyama, A., Takahashi, F., Kataoka, H., Hara, Y. and Nozaki, H. 2011. Evolutionary analyses of the nuclear-encoded photosynthetic gene *psbO* from tertiary plastid-containing algae in Dinophyta. J. Phycol. in press.
30. Nakada, T., Tomita, M. and Nozaki, H. 2010. *Volvulina compacta* (Volvocaceae, Chlorophyceae), new to Japan, and its phylogenetic position. J. Jpn. Bot. 85: 364-369.
31. Nozaki, H. and Coleman, A. W. 2011. A new species of *Volvox* sect. *Merrillosphaera* (Volvocaceae, Chlorophyceae) from Texas. J. Phycol. in press.

32. Krienitz, L., Bock, C., Nozaki, H. and Wolf, M. 2011. SSU rRNA gene phylogeny of morphospecies affiliated to the bioassay alga “*Selenastrum capricornutum*” recovered the polyphyletic origin of crescent-shaped Chlorophyta. *J. Phycol.* in press.
33. Kato, S., Misawa, K., Takahashi, F., Sakayama, H., Sano, S., Kosuge, K., Kasai, F., Watanabe, M., Tanaka, J. and Nozaki, H. 2011. Aquatic plant speciation affected by diversifying selection of organelle dna regions. *J. Phycol.* in press.
34. Maruyama, S., Suzaki, T., Weber, A. P. M., Archibald, J. M. and Nozaki, H. 2011. Eukaryote-to-eukaryote gene transfer gives rise to genome mosaicism in euglenids. *BMC Evol. Biol.* In press
35. Setohigashi, Y., Hamaji, T., Hayama, M., Matsuzaki, R. and Nozaki, H. 2011. Uniparental Inheritance of chloroplast DNA is strict in the isogamous volvoclean *Gonium*. *PLoS ONE* in press
36. Suzuki K. and Miyagishima S. (2010) Eukaryotic and eubacterial contributions to the establishment of plastid proteome estimated by large-scale phylogenetic analyses. *Mol. Biol. Evol.*, 27, 581-590,
37. Nikoh, N., McCutcheon, J.P., Kudo, T., Miyagishima, S., Moran, N.A., and Nakabachi, A. (2010) Absence of functional gene transfer from the obligate endosymbiont *Buchnera* to its aphid host. *PLoS Genet.*, 6, 1000827
38. Nakabachi, A., Shigenobu, S., and Miyagishima, S. (2010) Chitinase-like proteins encoded in the genome of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Insect Mol. Biol.*, 19(s2): 175-185.
39. Shigenobu, S., Richards, S., Cree, A. G., Morioka, M., Fukatsu, T., Kudo, T., Miyagishima, S., Gibbs, R.A., Stern, D.L., and Nakabachi, A. (2010). A full-length cDNA resource for the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Insect Mol. Biol.*, 19(s2):23-31.
40. Nakabachi, A. and Miyagishima, S. (2010) Expansion of genes encoding a novel type of dynamin in the genome of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Insect Mol. Biol.*, 19: 165–173.
41. Okazaki, K., Kabeya, Y., Suzuki, K., Mori, T., Ichikawa, T., Matsui, M., Nakanishi, H., and Miyagishima, S. (2009) The PDV1 and PDV2 components of the chloroplast division machinery determine the rate of chloroplast division in land plant cell differentiation. *Plant Cell*, 21, 1769-1780,
42. Suzuki K., Nakanishi H., Bower J., Yoder D.W., Osteryoung K.W., and Miyagishima S. (2009) Plastid chaperonin proteins Cpn60alpha and Cpn60beta are required for plastid division in *Arabidopsis*. *BMC Plant Biol.* 9, 38
43. Miyagishima, S. (2011) Evolution and regulation of the plastid division machinery. *Plant Physiol.*, in press
44. Miyagishima, S. and Kabeya, Y. (2010) Chloroplast division: squeezing the photosynthetic captive. *Curr. Opin. Microbiol.* 13, 738-746.
45. Mori, T., Hirai, M., Kuroiwa, T., and Miyagishima, S. (2010) The functional domain of GCS1-based gamete fusion resides in the amino terminus in plant and parasite species. *PLoS One* 5, e15957.
46. Minoda, A., Weber, A.P.M., Tanaka, K., and Miyagishima, S. (2010) Nucleus-independent control of the Rubisco operon by the plastid-encoded transcription factor Ycf30 in the red alga *Cyanidioschyzon merolae*. *Plant Physiol.* 154, 1532-1540.

47. Kabeya, Y., Nakanishi, H., Suzuki, K., Ichikawa, T., Kondou, Y., Matsui, M., and Miyagishima, S. (2010) The YlmG protein has a conserved function related to the distribution of nucleoids in chloroplasts and cyanobacteria. *BMC Plant Biol.* 10, 57.
48. Ueki, N. and Nishii, I. 2009. Controlled enlargement of the glycoprotein vesicle surrounding a *Volvox* embryo requires the InvB nucleotide-sugar transporter and is required for normal morphogenesis. *The Plant Cell* 21:1166-1181.
49. Nishii, I. and Miller, S. M. 2010. *Volvox*: simple steps to developmental complexity? *Curr. Opin Plant Biol.* 213: 646-53..
50. Prochnik SE, Umen J, Nedelcu AM, Hallmann A, Miller SM, Nishii I, Ferris P, Kuo A, Mitros T, Fritz-Laylin LK, Hellsten U, Chapman J, Simakov O, Rensing SA, Terry A, Pangilinan J, Kapitonov V, Jurka J, Salamov A, Shapiro H, Schmutz J, Grimwood J, Lindquist E, Lucas S, Grigoriev IV, Schmitt R, Kirk D, Rokhsar DS. Genomic analysis of organismal complexity in the multicellular green alga *Volvox carteri*. *Science.* 329: 223-226.
51. Abe, J., Sakayori, K., Sekimoto, H. (2008) Effect of antibiotics on cell proliferation in the *Closterium peracerosum-strigosum-littorale* complex (Charophyceae, Chlorophyta). *Biologia* 63: 932-936.
52. Abe, J., Hiwatashi, Y., Ito, M., Hasebe, M., Sekimoto, H. (2008) Expression of exogenous genes under the control of endogenous HSP70 and CAB promoters in the *Closterium peracerosum-strigosum-littorale* complex. *Plant Cell Physiol.* 49: 625-632.
- 53 Tsuchikane, Y., Ito, M., Sekimoto, H. (2008) Reproductive isolation by sex pheromones in the *Closterium peracerosum-strigosum-littorale* complex (Zygnematales, Charophyceae). *J. Phycol.* 44:1197-1203.
54. Tsuchikane, Y., Sato, M., Ootaki, T., Kokubun, Y., Nozaki, H., Ito, M., Sekimoto, H. (2010) Sexual processes and phylogenetic relationships of a homothallic strain in the *Closterium peracerosum-strigosum-littorale* complex (Zygnematales, Charophyceae). *J. Phycol.* 46: 278-284.
55. Vannerum, K., Abe, J., Sekimoto, H., Inzé, D., Vyverman, W. (2010) Intracellular localization of an endogenous cellulose synthase of *Micrasterias denticulata* (Desmidiaceae, Chlorophyta) by means of transient genetic transformation. *J. Phycol.* 46: 839-845.
56. Tsuchikane, Y., Kokubun, Y., Sekimoto, H. (2010) Characterization and Molecular Cloning of Conjugation-regulating Sex Pheromones in Homothallic *Closterium*. *Plant Cell Physiol.* 51: 1515-1523.
57. Tsuchikane, Y., Tsuchiya, M., Kokubun, Y., Abe, J., Sekimoto, H. (2011) Conjugation processes of *Penium margaritaceum* (Zygnematophyceae, Charophyta). *Phycol. Res.* 59: 74-82.
- [学会発表] (計 88 件)
1. 山田敏寛、宮地和幸、野崎久義 “緑藻ボルボックス目 *Eudorina unicocca* に関する分類学的再検討”、日本微生物資源学会第15回大会 (2008年7月1日、千葉大学、千葉市)
 2. 仲田崇志、野崎久義 “ヤリミドリ属 (緑藻綱オオヒゲマワリ目) および近縁鞭毛藻類の属階級の分類学的再検討”、日本

- 微生物資源学会第15回大会（2008年7月1日、千葉大学、千葉市）
3. 野崎久義 “生物世界における植物の位置、その狭義の理解”、一般公開講演会（主催 日本植物学会、日本分類学連合、日本生物教育学会）「最近の植物科学の進展：植物とは？あらためて考えてみよう」（2008年9月20日、東北大学、仙台市）
 4. 加藤将、坂山英俊、野崎久義 “葉緑体DNA に働く自然選択による広域分布水棲植物シヤジクモの生態的集団分化”、東京大学生命科学ネットワークシンポジウム2008（2008年9月23日、東京大学本郷キャンパス、東京都）
 5. 丸山真一郎、松崎素道、三澤計治、野崎久義 “色素体を持たない原生生物における植物型遺伝子の起源：水平伝達か？葉緑体の痕跡か？”、日本植物学会第72回大会（2008年9月25日～27日、高知大学、高知市）
 6. 松崎素道、黒岩晴子、黒岩常祥、野崎久義、北潔 “貝類寄生虫パーキンサスには独自のゲノムを完全に失った色素体がある”、日本植物学会第72回大会（2008年9月25日～27日、高知大学、高知市）
 7. 仲田崇志、月井雄二、曾我朋義、冨田勝、野崎久義 “紡錘形コナミドリムシ属の分類学的再検討”、日本植物学会第72回大会（2008年9月25日～27日、高知大学、高知市）
 8. 野崎久義 “緑藻ボルボックス目から解き明かされる雌雄性の起源と進化”、日本植物学会第72回大会（2008年9月25日～27日、高知大学、高知市）
 9. 土金勇樹、佐藤真知子、中原千春、国分夢、野崎久義、伊藤元己、関本弘之 “ホモタリックな接合藻ヒメミカヅキモの系統関係と接合機構の解析”、日本植物学会第72回大会（2008年9月25日～27日、高知大学、高知市）
 10. 笠井文絵、坂山英俊、野崎久義、石本美和、平林周一、宮地和幸、加藤将、佐野郷美、森嶋秀治、大森雄治、樋口澄男、久米修、松重一夫、須戸幹、白岩善博、渡邊 信 “日本の池沼におけるシヤジクモ類の衰退—香川県のため池を例として”、日本植物学会第72回大会（2008年9月25日～27日、高知大学、高知市）
 11. 野崎久義 “メスとオスの起源を探る—オス特異的遺伝子“*OTOKOGI*”の発見—”、第14回理学部東京大学理学部公開講演会「過去を知る理学」（2008年11月1日、東京大学安田講堂、東京都）
 12. 加藤将、坂山英俊、森嶋秀治、佐野郷美、大森雄治、加藤僖重、伊藤元己、笠井文絵、渡辺 信、野崎久義 “青森県の鷹架沼で発見された日本新産シヤジクモ類の1種について”、日本植物分類学会第8回大会（2009年3月13日～15日、東京エレクトロンホール宮城、仙台市）
 13. 村本京平、仲田崇志、設楽智文、原慶明、野崎久義 “日本固有氷雪緑藻 *Carteria miwae*（緑藻綱、ボルボックス目）の再調査”、日本植物分類学会第8回大会（2009年3月13日～15日、東京エレクトロンホール宮城、仙台市）
 14. 芹澤(松山)和世、中野隆志、安田泰輔、加藤将、野崎久義、吉澤一家、芹澤如比古 “山中湖に生育する大型藻類の現状、特にフシ マリモとシヤジクモ類について”、日本藻類学会第33回大会（2009年3月27日～28日、琉球大学、西原町）
 15. 宮地和幸、吉田壮志、野崎久義 “日本に棲息する淡水カメの甲羅に生育する

- キッコウジュズモの分類学的研究”、日本藻類学会第33回大会(2009年3月27日～28日、琉球大学、西原町)
16. 葉山真歩子、仲田崇志、浜地貴志、野崎久義 “群体性ボルボックス目ゴニウム (*Gonium*) 属の1新種について”、日本藻類学会第33回大会(2009年3月27日～28日、琉球大学、西原町)
 17. 野崎久義、仲田崇志 “単細胞性緑藻 *Gloeomonas* の微細形態と系統進化”、日本藻類学会第33回大会(2009年3月27日～28日、琉球大学、西原町)
 18. 仲田崇志、曾我朋義、富田勝、野崎久義 “新種ヤリミドリ属藻類(緑藻綱オオヒケマワリ目)と狭義ヤリミドリ属の形態進化”、日本藻類学会第33回大会(2009年3月27日～28日、琉球大学、西原町)
 19. Nozaki, H. “A new monoecious species of "true" *Volvox* with "almost male" colonies”, 13th International *Chlamydomonas* Conference - EMBO Workshop on the Cell and Molecular Biology of *Chlamydomonas* (Hyères-les-Palmiers, France, 27 May-1 June 2008)
 20. Hamaji, T., Ferris, P. J., Nishii, I. and Nozaki, H. “Toward a genomic analysis of the mating type locus of *Gonium pectorale* (Volvocales, Chlorophyta)”, 13th International *Chlamydomonas* Conference - EMBO Workshop on the Cell and Molecular Biology of *Chlamydomonas* (Hyères-les-Palmiers, France, 27 May-1 June 2008)
 21. Ferris, P., Nishii, I., Nozaki, H., Kirk, D. and Umen, J. G. “The *Volvox carteri* mating locus”, 13th International *Chlamydomonas* Conference - EMBO Workshop on the Cell and Molecular Biology of *Chlamydomonas* (Hyères-les-Palmiers, France, 27 May-1 June 2008)
 22. Maruyama, S., Matsuzaki, M., Misawa, K. and Nozaki, H. “Cyanobacterial contribution to plastid lacking protist genome”, Protist2008 (Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, Canada, 21-26 July 2008)
 23. Matsuzaki, M., Kuroiwa, H., Kuroiwa, T., Nozaki, H. and Kita, K. “DNA-lacking plastid in an oyster pathogen *Perkinsus marinus*”, Protist2008 (Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, Canada, 21-26 July 2008)
 24. Nozaki, H. “Taxonomy of two Japanese species of *Volvox* sect. *Volvox* (Chlorophyceae)”, International Symposium on East Asian Plant Diversity and Conservation (Hokkaido University, Sapporo, Japan, 2 August 2008)
 25. Kato, S., Misawa, K., Takahashi, F., Sano, S., Kasai, F., Watanabe, M. M., Sakayama, H., Tanaka, J. and Nozaki, H. “Evidence for natural selection on chloroplast DNA in the ecologically differentiated populations of the ubiquitous freshwater alga *Chara braunii* (Charales) in Japan”, International Symposium on East Asian Plant Diversity and

- Conservation (Hokkaido University, Sapporo, Japan, 2 August 2008)
26. Nozaki, H. “*Volvox* sect. *Volvox* from Japan”, Minisymposium Freshwater Algae, Vth Asian Pacific Phycological Forum 2008 (Victoria University of Wellington, New Zealand, 10-14 October 2008)
 27. Matsuzaki, M., Kuroiwa, H., Kuroiwa, T., Nozaki, H. and Kita, K. “A DNA-lacking plastid in the oyster pathogen *Perkinsus marinus*”, International Symposium “Bacteria made Organelles made Eukaryotic Cells” (Komaba Campus, University of Tokyo, Japan, 29-30 November 2008)
 28. Maruyama, S. “Origins of cyanobacterial genes in the genomes of plastid-lacking protists”, International Symposium “Bacteria made Organelles made Eukaryotic Cells” (Komaba Campus, University of Tokyo, Japan, 29-30 November 2008)
 29. Nozaki, H. ““Super” Plant Kingdom proposed, rejected and reinstated”, International Symposium “Bacteria made Organelles made Eukaryotic Cells” (Komaba Campus, University of Tokyo, Japan, 29-30 November 2008)
 30. 野崎久義 “メスとオスの起源をボルボックスの仲間から探る -オス特異的遺伝子 “*OTOKOGI*” の発見-”、2009年度第2回 生命科学教室セミナー(2009年5月15日、首都大学東京、東京都)
 31. 野崎久義 “オトコギ遺伝子の発見 -メスとオスのはじまりの謎を緑藻ボルボックスの仲間から解く”、かわさき市民アカデミー2009年度前期、いのちの科学コース『広がる生命科学』講座 (2009年6月16日、川崎市生涯学習プラザ、川崎市)
 32. 野崎久義 “生物になぜ有性生殖・雌雄性があるか”、かわさき市民アカデミー2009年度前期、いのちの科学コース『生命科学の多様な世界』ワークショップ (2009年6月16日、川崎市生涯学習プラザ、川崎市)
 33. 村元京平、仲田崇志、設楽智文、原慶明、野崎久義 “培養株とフィールドサンプルに基づく日本固有氷雪藻 *Carteria miwae* (緑藻, ボルボックス目)の分類学的再検討”、日本微生物資源学会第16回大会 (2009年6月25日~26日、大阪大学吹田キャンパス、吹田市)
 34. 丸山真一郎、野崎久義 “ミドリムシはかつて紅かった? 緑色系二次共生藻における紅色系色素体型遺伝子の起源”、日本進化原生物研究会第4回研究会 (2009年7月4日~5日、宮城教育大学、仙台市)
 35. 野崎久義 “オス特異的遺伝子 “*OTOKOGI*” の発見: 技術的な背景と発展”、第24回 理学系研究科・理学部 技術シンポジウム、特別講演 (2009年9月15日、東京大学理学部1号館、文京区)
 36. 松崎令、仲田崇志、原慶明、野崎久義 “日本産のピレノイドを欠く単細胞性緑藻クロモナスの形態と系統”、日本植物形態学会第21回大会 (2009年9月17日、山形大学小白川キャンパス、山形市)
 37. 丸山真一郎、野崎久義 “緑色二次共生藻で見つかった紅色系遺伝子の起源と「ミドリムシはかつて紅かった」説の検証”、日本植物学会第73回大会 (2009

- 年9月18日～20日、山形大学小白川キャンパス、山形市)
38. 野崎久義、丸山真一郎、松崎素道、仲田崇志、加藤将、三澤計治 “緑色植物の姉妹群とハプト植物の系統的位罫”、日本植物学会第73回大会 (2009年9月18日～20日、山形大学小白川キャンパス、山形市)
39. 野崎久義 “緑藻ボルボックス目氷雪藻類の分類と生活史戦略”、日本植物学会第73回大会、シンポジウム「氷雪藻類の環境適応」 (2009年9月18日～20日、山形大学小白川キャンパス、山形市)
40. 野崎久義” ボルボックスの仲間を用いて進化生物学の基本的な命題を解く ---- 雌雄性の進化研究のブレークスルー、オス特異的遺伝子 “*OTOKOGI*” の発見 ----”、理学セミナー (2009年10月7日、日本女子大学目白キャンパス)
41. 野崎久義” ボルボックスとその仲間の研究からメスとオスのはじまりの謎を解く”、学問体験講座 (2009年12月18日、東邦大学附属東邦中学校高等学校、習志野市)
42. 野崎久義” 細胞内共生による真核植物の進化と多様性 ---- 生物の大分類と新しい植物界の概念 ----”、微生物系統保存施設セミナー (2009年12月22日、国立環境研究所、つくば市)
43. 吉田聡子、丸山真一郎、野崎久義、白須賢 “宿主植物から寄生植物への核遺伝子の水平伝播”、第51回日本植物生理学会年会 (2010年3月18日～21日、熊本大学黒髪北キャンパス、熊本市)
44. 渡邊信、野崎久義、仲田 崇志
“*Chloromonas augustae*, *C. serbinowii* および *Gloeomonas*-clade 5種(オオヒゲマワリ目、緑藻綱)の鞭毛装置構造の進化”、日本藻類学会第34回大会 (2010年3月20日～21日、筑波大学、つくば市)
45. 松崎令、仲田崇志、原慶明、野崎 久義 “単細胞性緑藻 *Chloromonas pseudoplatyrrhyncha* のピレノイド構造と系統上の位罫、日本藻類学会第34回大会 (2010年3月20日～21日、筑波大学、つくば市)
46. 野崎久義、A. W. Coleman “緑藻 *Volvox* 属 *Merrillo-sphaera* 節の1新種”、日本藻類学会第34回大会 (2010年3月20日～21日、筑波大学、つくば市)
47. 松崎素道、野崎 久義、北潔 “貝類寄生藻ハ ーキンサスへの遺伝子導入に用いる薬剤選択系の開発”、日本藻類学会第34回大会 (2010年3月20日～21日、筑波大学、つくば市)
48. 松崎令、仲田崇志、原慶明、野崎 久義 “緑藻ボルボックス目クロロモナスの1種の微細構造と系統”、日本植物分類学会第9回大会 (2010年3月26～27日、愛知教育大学、知立市)
49. 加藤将、三沢計治、高橋文雄、坂山英俊、佐野郷美、小菅桂子、笠井文絵、渡邊信、田中次郎、野崎久義 ” 埋土卵胞子由来のシャジクモから示唆された生態的2型間の接合前隔離”、日本植物分類学会第9回大会 (2010年3月26～27日、愛知教育大学、知立市)
50. 坂山英俊、A. Garcia、野崎久義、伊藤元己 “シャジクモ科藻類 *Nitella* 属の全系統関係の解明と新分類体系の構築に向けて”、日本植物分類学会第9回大会 (2010年3月26～27日、愛知教育大学、知立市)
51. 野崎久義 “淡水藻類分類の一研究者の軌跡 “時の流れに身をまかせて” ”、日本植物分類学会・学会賞受賞講演、日本

- 植物分類学会第9回大会 (2010年3月26
～27日、愛知教育大学、知立市)
52. Nozaki, H. “Genome information
renewing the concept of Plantae”
(Minisymposium “Comparative
evolutionary genomics”), Ninth
International Phycological Congress
(National Olympic Memorial Youth
Center, Japan, 2-8 August 2009)
53. Nozaki, H., Maruyama, M.,
Matsuzaki, M., Nakada, T., Kato, S.
and Misawa, K. “Phylogenetic
positions of Glaucophyta, green plants
and Haptophyta as deduced from
slowly evolving nuclear genes”, Ninth
International Phycological Congress
(National Olympic Memorial Youth
Center, Japan, 2-8 August 2009)
54. Toyooka, H., Ishida, K., Nakazawa, A.,
Sekimoto, H., Nozaki, H. and Nishii, I.
“InvD, a novel phosphoprotein, is
involved in cell shape change in
morphogenesis of *Volvox* embryo”,
Ninth International Phycological
Congress (National Olympic Memorial
Youth Center, Japan, 2-8 August
2009)
55. Hamaji, T., Nishii, I. and Nozaki, H.
“Genomic analysis on mating type loci
in the colonial volvoclean algae
Gonium pectorale and *Pleodorina
starrii*”, Ninth International
Phycological Congress (National
Olympic Memorial Youth Center,
Japan, 2-8 August 2009)
56. Nakada, T., Soga, T., Tomita, M.,
Nozaki, H. “Taxonomic revision of
Chlorogonium and related
phytoflagellates (Volvocales,
Chlorophyceae)”, Ninth International
Phycological Congress (National
Olympic Memorial Youth Center,
Japan, 2-8 August 2009)
57. Maruyama, M., Matsuzaki, M.,
Misawa, K. and Nozaki, H.
“Cyanobacterial contribution to the
genomes of the plastid-lacking
protists”, Ninth International
Phycological Congress (National
Olympic Memorial Youth Center,
Japan, 2-8 August 2009)
58. Kato, S., Misawa, K., Takahashi, F.,
Sakayama, H., Sano, S., Kasai, F.,
Watanabe, M. M., Tanaka, J. and
Nozaki, H. “Natural selection of
chloroplast DNA acting in the
incipient speciation of *Chara braunii*”,
Ninth International Phycological
Congress (National Olympic Memorial
Youth Center, Japan, 2-8 August
2009)
59. Matsuzaki, M., Masuda, I., Kuroiwa,
H., Kuroiwa, T., Nozaki, H. and Kita,
K. “A DNA-lacking plastid in the
oyster pathogen *Perkinsus marinus*”,
Ninth International Phycological
Congress (National Olympic Memorial
Youth Center, Japan, 2-8 August
2009)
60. Watanabe, S., Nozaki, H. and Nakada,
T. “Generic circumscription and
phylogeny of *Gloeomonas* (Volvocales,
Chlorophyceae) based on
ultrastructural and molecular data”,
Ninth International Phycological
Congress (National Olympic Memorial

- Youth Center, Japan, 2-8 August 2009)
61. Sakayama, H., Kasai, F., Watanabe, M. M., Nozaki, H. and Ito, M. "Taxonomic revision of *Chara fibrosa* (Charales, Charophyceae) from the Western Pacific based on oospore morphology and chloroplast DNA phylogeny", Ninth International Phycological Congress (National Olympic Memorial Youth Center, Japan, 2-8 August 2009)
 62. Garcia, A., Sakayama, H., Nozaki, H., Ito, M. and Chivas, A. R. "*Nitella* subgenus *Tieffallenia* and subgenus *Hyella*: phylogeny based on *rbcL* gene sequences and oospore morphology", Ninth International Phycological Congress (National Olympic Memorial Youth Center, Japan, 2-8 August 2009)
 63. Nozaki, H. "Colonial Volvocales, a model lineage unveiling the origin of female and male", A Seminar of Dept of Ecology and Evolutionary Biology (The University of Arizona, Tucson, 17 November 2009)
 64. Nozaki, H. "Origin of female and male as deduced from the studies of the colonial Volvocales", A Seminar of Plant Biology Laboratory (The Salk Institute, La Jolla, 20 November 2009)
 65. Nozaki, H. "A new concept of the kingdom Plantae based on genome information", International Symposium of Global Center of Excellence Program: From the Earth to Earths "Evolution of the Earth and Photosynthesis" (Komaba Campus, University of Tokyo, 23 January 2010)
 66. Nozaki, H. "Studies of the colonial volvoclean algae unveiling the origin of male and female --- Discovery of a male-specific gene "*OTOKOGI*" and female-limited "*HIBOTAN*" genes --", The 1439th Biological Symposium (2010年6月30日、国立遺伝学研究所、三島市)
 67. 野崎久義 "群体性ボルボックス目の研究から解き明かされるメスとオスの起源" (2010年7月17日、千葉県立中央博物館・自然誌シンポジウム「宮部金吾生誕150周年記念、日本の藻類学は今!」、千葉県立中央博物館、千葉市)
 68. 松崎令、原慶明、野崎久義 "緑藻クロロモナス系統群の系統とピレノイドの多様性" (2010年9月8日、日本植物形態学会第22回大会、中京大学、春日井市)
 69. 松崎素道、黒岩晴子、黒岩常祥、野崎久義、北潔 "寄生性原虫パーキンサスにおける色素体の構造とタンパク質輸送" (2010年9月9日~11日、日本植物学会第74回大会、中京大学、春日井市)
 70. 井坂奈々子、松崎令、仲田崇志、野崎久義 "日本産ボルボックス属ボルボックス節2新種の分類学的研究" (2010年9月9日~11日、日本植物学会第74回大会、中京大学、春日井市)
 71. 松崎令、原慶明、野崎久義 "*Chloromonas reticulata* (緑藻ボルボックス目) とその近縁種の分類学的再検討" (2010年9月9日~11日、日本植物学会第74回大会、中京大学、春日井市)
 72. 豊岡博子、浜地貴志、西井一郎、野崎久義 "群体性ボルボックス目における形態形成運動と有性生殖の進化の分子

- 基盤解析” (2010年9月9日～11日、日本植物学会第74回大会、中京大学、春日井市)
73. Patrick Ferris、浜地貴志、西井一郎、野崎久義、James Umen “ボルボックスの性染色体領域から推測される雌雄性の進化” (2010年9月9日～11日、日本植物学会第74回大会、中京大学、春日井市)
74. 野崎久義 “メスとオスのはじまりの謎をボルボックスの仲間で解く”、(2010年10月19日、公開セミナー、琉球大学理学部海洋自然科学科、沖縄県、西原町)
75. 野崎久義 “群体性ボルボックス目の性染色体領域の解読から雌雄の起源と進化を探る” (2010年11月5日、染色体学会第61回大会企画シンポジウム「藻類ゲノムの最前線」、東邦大学、千葉県、船橋市)
76. 野崎久義 “細胞内共生による藻類多様性の起源 — 色素体進化の新仮説と「超植物界」” (2010年11月16日、葉山セミナー先導科学考究、総合研究大学院大学、葉山市)
77. 松崎令、原慶明、野崎久義 “単細胞性緑藻クロロモナスのタイプ種の分類学的再検討” (2010年12月11日～12日、第8回クラミドモナスワークショップ、東京大学、文京区)
78. 野崎久義、村元京平、設楽智文、松崎令、原慶明 “日本産の単細胞性ボルボックス目の氷雪藻類について” (2010年12月11日～12日、第8回クラミドモナスワークショップ、東京大学、文京区)
79. 瀬戸東有香、浜地貴志、葉山真歩子、茂木祐子、野崎久義 “群体性ボルボックス目 *Gonium maiaprilis* の交配型と色素体ゲノムの遺伝様式” (2010年12月11日～12日、第8回クラミドモナスワークショップ、東京大学、文京区)
80. Ferris, P., Olson, B., De Hoff, P, Hamaji, T., Nishii, I., Nozaki, H. and Umen, J. “Sex chromosome evolution in the Volvocales” (2010年12月11日～12日、第8回クラミドモナスワークショップ、東京大学、文京区)
81. 仲田 崇志、森史、Krienitz, L., 笠井 文絵、富田勝、野崎久義 “*Gungnir*属(緑藻綱;オオヒゲワリ目)3種の多面的な種分類” (2011年3月27日～28日、日本藻類学会第35回大会、富山大学、富山市)
82. 楊億、丸山真一郎、関本弘之、坂山英俊、野崎久義 “広範囲な分子系統解析は緑色系二次共生藻の光合成PRK 遺伝子が緑色ではない藻類からの起源を示す” (2011年3月27日～28日、日本藻類学会第35回大会、富山大学、富山市)
83. 野崎久義、丸山真一郎、楊億、洲崎敏伸 “多遺伝子系統解析結果におけるハプト藻の系統的位置のゆらぎ” (2011年3月27日～28日、日本藻類学会第35回大会、富山大学、富山市)
84. 松崎素道、黒岩晴子、黒岩常祥、野崎久義、北潔 “貝類寄生藻パーキンサスにおける色素体微細構造” (2011年3月27日～28日、日本藻類学会第35回大会、富山大学、富山市)
85. Hamaji, T, Ferris, P. J., Kawai-Toyooka, H., Umen, J., Nishii, I. and Nozaki, H. “Comparative genomics of the mating type locus in the isogamous colonial volvoclean alga *Gonium pectorale*”, 14th International Conference on the Cell and Molecular Biology of *Chlamydomonas* (Wheaton College, Norton, Massachusetts, USA, 5-10 June 2010)

86. Nozaki, H. and Coleman, A. W. "A new species of *Volvox* sect. *Merrillosphaera* from Texas", 14th International Conference on the Cell and Molecular Biology of *Chlamydomonas* (Wheaton College, Norton, Massachusetts, USA, 5-10 June 2010)
87. Ferris, P., Olson, B. J. S. C., De Hoff, P. L., Douglass, S., Casero Diaz-Cano, D., Prochnik, S., Geng, S., Rai, R., Grimwood, J., Schmutz, J., Nishii, I., Hamaji, T., Nozaki, H., Pellegrini, M., and Umen, J. G. "Evolution of an expanded sex determining region in *Volvox*", 14th International Conference on the Cell and Molecular Biology of *Chlamydomonas* (Wheaton College, Norton, Massachusetts, USA, 5-10 June 2010)
88. Maruyama, S., Sugahara, J., Archibald, J. M., Kanai, A., and Nozaki, H. "Gene duplication, rearrangement and invention of novel tRNA genes in the nuclear and nucleomorph genomes of photosynthetic eukaryotes", SMBE 2010 - The 18th annual meeting of the Society for Molecular Biology and Evolution (4-8 July 2010, Lyon, France)

〔図書〕(計 1 件)

1. 関本弘之.(2011) 藻類ハンドブック (「性フェロモン」を分担執筆)、(株) エヌ・ティー・エス

〔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〕

東京大学大学院理学系研究科・理学部
プレスリリース
<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/press/press-2010-16.html>