

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：特定領域研究
 研究期間：2004 年～2008 年
 課題番号：16086201
 研究課題名（和文）性決定機構が未解明な動物種における性染色体の構造と性決定関連遺伝子群の解析

研究課題名（英文）Studies on sex chromosomal structures and function of sexual differentiation-related genes in animals with unknown sex-determining systems

研究代表者 松田洋一(MATSUDA YOUICHI)
 北海道大学・大学院理学研究院・教授
 研究者番号：70165835

研究成果の概要：

両生類から哺乳類までの多岐にわたる脊椎動物を対象として、性染色体の起源とその進化メカニズムを明らかにし、性決定機構が不明な動物の性決定遺伝子を探索・同定することを目標に研究を実施した。その結果、爬虫類、鳥類、哺乳類がもつ性染色体は、共通祖先が持っていた異なる常染色体から分化したことが明らかにした。また、両生類と爬虫類は、同じ綱や目内でも性染色体の起源が多様であることが明らかにした。また、多種の鳥類の性染色体の構造比較によって性染色体の分化メカニズムとそのプロセスを明らかにした。また、鳥類の性腺分化に関わる新規遺伝子を複数同定し、また、Y 染色体を消失したトゲネズミから、Sry 遺伝子に換わる新たな性決定候補遺伝子を同定した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2004 年度	17,400,000	0	17,400,000
2005 年度	17,400,000	0	17,400,000
2006 年度	17,400,000	0	17,400,000
2007 年度	17,400,000	0	17,400,000
2008 年度	17,400,000	0	17,400,000
総計	87,000,000	0	87,000,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学 遺伝・ゲノム動態

キーワード：性染色体、性決定、性分化、脊椎動物、多様性、進化

1. 研究開始当初の背景

脊椎動物は、5 億年以上にわたる進化過程において、社会構造、個体密度、温度などの環境要因による性決定、XX/XY, ZZ/ZW の他に、ごく一部のげっ歯類にみられる X0/X0 などの性染色体構成による遺伝的性決定様式など、多様な性決定様式を獲得してきた。しかし、性決定機構の分子基盤や性染色体の起源とその分化過程については、まだほとんど解明されていない。

2. 研究の目的

性決定機構が未解明なさまざまな哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類を対象として、性決定遺伝子関連遺伝子群のクローニングとその機能解析を行う。さらに、性染色体の分化と性決定様式を調べることによって、脊椎動物における性決定機構の多様性とその進化過程を解明する。

3. 研究の方法

分子細胞遺伝学的手法を用いた、性染色体の同定とその遺伝連鎖群の比較、X-Y染色体、Z-W染色体間の構造比較と性染色体の反復配列の解析を通して、性染色体の起源と進化過程を明らかにする。XO/XO型トゲネズミより、Sry遺伝子に換わる新たな性決定遺伝子の同定と機能解析を行う。HiCEP法を用いて、ニワトリの性腺分化時に発現する雄または雌特異的に発現する遺伝子を同定し、その構造と発現様式を明らかにする。

4. 研究成果

3種の爬虫類(スッポン、シマヘビ、ヤモリ)のZ連鎖遺伝子の比較マッピングを行い、羊膜類の性染色体に起源は多様であることを明らかにした。アフリカツメガエルの卵巣決定候補遺伝子(DM-W)をマッピングしW染色体を同定した。また、ツチガエルのZW染色体に対応するアフリカツメガエルとニシツメガエルの染色体を同定し、無尾両生類でも性染色体の起源が多様であることを明らかにした。さらに、性染色体の分化が初期段階にある鳥類6種のZW染色体の構造比較を行い、W染色体の分化の初期段階に生じるゲノムDNAと染色体の構造変化の特徴とそのプロセスを明らかにした。HiCEP法を用いたニワトリ性腺特異的発現遺伝子の網羅的解析の結果、雄性腺または雌性腺に特異的に発現する遺伝子を複数同定し、その構造と発現パターンを明らかにした。XO/XO型のトゲネズミにおいて、性分化関連遺伝子群の染色体マッピングを行い、また、精巣での発現パターンからSry遺伝子に換わる候補遺伝子を同定した。

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41件)

1. Srikulnath K, Matsubara K, Uno Y, Thongpan A, Suputtitada S, Apisitwanich S, Matsuda Y, Nishida C. Karyological characterization of the butterfly lizard (*Leiolepis reevesii rubritaeniata*, Agamidae, Squamata) by molecular cytogenetic approach. *Cytogenet. Cell Genet.* (in press).
2. Katsushima K, Nishida C, Yoshida S, Kato M, Okanoya K, Matsuda Y. A multiplex PCR assay for molecular sexing of the naked mole-rat (*Heterocephalus glaber*). *Mol. Ecol. Resources* (in press)
3. Kawagoshi T, Uno Y, Matsubara K, Matsuda Y, Nishida C. The ZW micro-sex chromosomes of the Chinese soft-shelled turtle (*Pelodiscus sinensis*, Trionychidae, Testudines) have the same origin as chicken chromosome 15.

Cytogenet Genome Res. (in press).

4. Kawai A, Ishijima J, Nishida C, Kosaka A, Ota H, Kohno S and Matsuda Y. The ZW sex chromosomes of *Gekko hokouensis* (Gekkonidae, Squamata) represent highly conserved homology with those of avian species. *Chromosoma* 118: 43 – 51, 2008. (査読有)
5. Kawagoshi T, Nishida C, Ishijima J, Ota H, Kumazawa Y, Endo H and Matsuda Y. Molecular structures of centromeric heterochromatin and karyotypic evolution in the Siamese crocodile (*Crocodylus siamensis*) (Crocodylidae, Crocodylia). *Chromosome Res.* 16: 1119 – 1132, 2008. (査読有)
6. Matsubara K, Yamada K, Umemoto S, Tsuchiya K, Nishida C and Matsuda Y. Molecular cloning and characterization of repetitive DNA sequences that comprise constitutive heterochromatin of A and B chromosomes of the Korean field mouse (*Apodemus peninsulae*, Muridae, Rodentia). *Chromosome Res.* 16: 1013 – 1026, 2008. (査読有)
7. Uno Y, Nishida C, Yoshimoto S, Ito M, Oshima Y, Yokoyama S, Nakamura M and Matsuda Y. A diversity of sex chromosomal origins in anurans inferred from comparative mapping of sexual differentiation genes for three anuran species. *Chromosome Res.* 16: 999 – 1011, 2008. (査読有)
8. Sakurai N, Maruo K, Haraguchi S, Uno Y, Oshima Y, Tsutsui K, Matsuda Y, Luu-The V, Pelletier G, Vaudry H and Nakamura M. Immunohistochemical detection and biological activities of CYP17 (P450c17) in the indifferent gonad of the frog *Rana rugosa*. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 112: 5 – 12, 2008. (査読有)
9. Oshima Y, Uno Y, Matsuda Y, Kobayashi T and Nakamura N. Molecular cloning and gene expression of *Foxl2* in the frog *Rana rugosa*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 159:170 – 177, 2008. (査読有)
10. Ishijima J, Iwabe N, Masuda Y, Watanabe Y and Matsuda Y. Sponge cytogenetics - Mitotic chromosomes of ten species of freshwater sponge. *Zool. Sci.* 25: 480 – 486, 2008. (査読有)
11. Uno Y, Nishida C, Noguchi K, Oshima Y, Yokoyama S, Miura I, Matsuda Y and Nakamura M. Comparative chromosome mapping of sex-linked genes and identification of sex chromosomal rearrangements in the Japanese wrinkled frog (*Rana rugosa*, Ranidae) with ZW and XY sex chromosome systems. *Chromosome Res.* 16: 637 – 647, 2008. (査読有)
12. Kuramochi-Miyagawa S, Watanabe T, Gotoh K, Totoki Y, Toyoda A, Ikawa M, Asada N, Kojima K, Yamaguchi Y, Ijiri TW, Hata K, Li E, Matsuda Y, Kimura T, Okabe M, Sakaki Y, Sasaki H and Nakano T. DNA methylation of retrotransposon genes is regulated by Piwi family members MIL1 and MIWI2 in murine fetal testes. *Genes Dev.* 22: 908 – 917, 2008. (査読有)
13. Kobayashi T, Yamada F, Hashimoto T, Abe S, Matsuda Y and Kuroiwa A. Centromere repositioning in the X chromosome of XO/XO mammals, Ryukyu spiny rat. *Chromosome Res.*

- 16: 587 – 593, 2008. (査読有)
14. Yoshimoto S, Okada E, Umemoto H, Tamura K, Uno Y, Nishida-Umehara C, Matsuda Y, Takamatsu N, Shiba T and Ito M. A W-linked DM-domain gene, DM-W, participates in primary ovary development in *Xenopus laevis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105: 2469 – 2474, 2008. (査読有)
 15. Nishida C, Ishijima J, Kosaka A, Tanabe H, Habermann FA, Griffin DK and Matsuda Y. Characterization of chromosome structures of Falconinae (Falconidae, Falconiformes, Aves) by chromosome painting and delineation of chromosome rearrangements during their differentiation. *Chromosome Res.* 16: 171 – 181, 2008. (査読有)
 16. Nakamura T, Matsubara K, Yasuda SP, Tsuchiya K and Matsuda Y. Chromosome homology between mouse and three Muridae species, *Millardia meltdada*, *Acomys dimidiatus* and *Micromys minutus*, and conserved chromosome segments in murid karyotypes. *Chromosome Res.* 15: 1023 – 1032, 2007. (査読有)
 17. Nakamura T, Kuroiwa A, Nishida-Umehara C, Matsubara K, Yamada F and Matsuda Y. Comparative chromosome painting map between two Ryukyu spiny rat species, *Tokudaia osimensis* and *Tokudaia tokunoshimensis* (Muridae, Rodentia). *Chromosome Res.* 15: 799 – 806, 2007. (査読有)
 18. Nishida-Umehara C, Tsuda Y, Ishijima J, Ando J, Fujiwara A and Matsuda Y and Griffin DK. The molecular basis of chromosome orthologies and sex chromosomal differentiation in palaeognathous birds. *Chromosome Res.* 15: 721 – 734, 2007. (査読有)
 19. Kawai A, Nishida-Umehara C, Ishijima J, Tsuda Y, Ota H and Matsuda Y. Different origins of bird and reptile sex chromosomes inferred from comparative mapping of chicken Z-linked genes. *Cytogenet. Genome Res.* 117: 92 – 102, 2007. (査読有)
 20. Murakami T, Maki N, Nishida-Umehara C, Matsuda Y and Agata K. Establishment of high-resolution FISH mapping system and its application for molecular cytogenetic characterization of chromosomes in newts, *Cynops pyrrhogaster* (Urodela, Amphibia). *Chromosome Res.* 15: 471 – 484, 2007. (査読有)
 21. Ohbayashi T, Oikawa K, Yamada K, Nishida-Umehara C, Matsuda Y, Satoh H, Mukai H, Mukai K and Kuroda M. Unscheduled overexpression of human WAPL promotes chromosomal instability. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 356: 699 – 704, 2007 (査読有)
 22. Kobayashi T, Yamada F, Hashimoto T, Abe S, Matsuda Y and Kuroiwa A. Exceptional minute sex-specific region in the X0 mammal, Ryukyu spiny rat. *Chromosome Res.* 15: 175 – 187, 2007. (査読有)
 23. Nakamura T, Kuroiwa A, Nishida-Umehara C, Matsubara K, Yamada F and Matsuda Y. Comparative chromosome painting map between two Ryukyu spiny rat species, *Tokudaia osimensis* and *Tokudaia tokunoshimensis* (Muridae, Rodentia). *Chromosome Res.* 15: 799 – 806, 2007. (査読有)
 24. Tsuda Y, Nishida-Umehara C, Ishijima J, Yamada Y and Matsuda Y. Comparison of the Z and W sex chromosomal architectures in elegant crested tinamou (*Eudromia elegans*) and ostrich (*Struthio camelus*) and the process of sex chromosome differentiation in palaeognathous birds. *Chromosoma* 116: 159 – 173, 2007. (査読有)
 25. Matsubara K, Tarui H, Toriba M, Yamada K, Nishida-Umehara C, Agata K and Matsuda Y. Evidence for different origin of sex chromosomes in snakes, birds and mammals, and step-wise differentiation of snake sex chromosomes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103:18190 – 18195, 2006. (査読有)
 26. Yamada K, Nishida-Umehara C, Ishijima J, Murakami T, Shibusawa M, Tsuchiya K, Tsudzuki M and Matsuda Y. A novel family of repetitive DNA sequences amplified site-specifically on the W chromosomes in Neognathous birds. *Chromosome Res.* 14: 613 – 627, 2006. (査読有)
 27. Kuraku S, Ishijima J, Nishida-Umehara C, Agata K, Kuratani S and Matsuda Y. cDNA-based gene mapping and GC₃ profiling in the soft-shelled turtle suggest a chromosomal size-dependent GC bias shared by sauropsids. *Chromosome Res.* 14: 187 – 202, 2006. (査読有)
 28. Oshima Y, Kato T, Wang D, Murakami T, Matsuda Y, Nagahama Y and Nakamura M. Promoter activity and chromosomal location of the *Rana rugosa* P450 aromatase (*CYP19*) gene. *Zool. Sci.* 23: 79 – 85, 2006. (査読有)
 29. Scott LA, Kuroiwa A, Matsuda Y and Wichman HA. X accumulation of LINE-1 retrotransposons in *Tokudaia osimensis*, a spiny rat with the karyotype XO. *Cytogenet. Genome Res.* 112: 261 – 269, 2006. (査読有)
 30. Yamada K, Kamimura E, Kondo M, Tsuchiya K, Nishida-Umehara C and Matsuda Y. New families of site-specific repetitive DNA sequences that comprise constitutive heterochromatin of the Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*, Cricetinae, Rodentia). *Chromosoma* 115: 36 – 49, 2006. (査読有)
 31. Ijiri TW, Nagase T and Matsuda Y. Isolation and characterization of novel testis-specific genes from mouse pachytene spermatocyte-enriched cDNA library. *Reprod. Med. Biol.* 4: 231 – 237, 2005. (査読有)
 32. Matsuda Y, Nishida-Umehara C, Tarui H, Kuroiwa A, Yamada K, Isobe T, Ando J, Fujiwara A, Hirao Y, Nishimura O, Ishijima J, Hayashi A, Saito T, Murakami T, Murakami Y, Kuratani S and Agata K. Highly conserved linkage homology between birds and turtles: Birds and turtle chromosomes are precise counterparts of each other. *Chromosome Res.* 13: 601 – 615, 2005. (査読有)
 33. Yamada K, Nishida-Umehara C and Matsuda Y. Molecular and cytogenetic characterization of site-specific repetitive DNA sequences in the Chinese soft-shelled turtle (*Pelodiscus sinensis*, Trionychidae). *Chromosome Res.* 13:

- 33 – 46, 2005. (査読有)
34. Yokomine T, Shirohzu H, Purbowasito W, Toyoda A, Iwama H, Ikeo K, Hori T, Mizuno S, Tsudzuki M, Matsuda Y, Hattori M, Sakaki Y and Sasaki H. Structural and functional analysis of a 0.5-Mb chicken region orthologous to the imprinted mammalian *Ascl2/Mash2-Igf2-H19* region. *Genome Res.* 15: 154 – 165, 2005. (査読有)
 35. Kuroda M, Oikawa K, Ohbayashi T, Yoshida K, Yamada K, Mimura J, Matsuda Y, Fujii-Kuriyama Y and Mukai K. A dioxin sensitive gene, mammalian *WAPL*, is implicated in spermatogenesis. *FEBS Letters* 579: 167 – 172, 2005. (査読有)
 36. Matsubara K, Nishida-Umehara C, Tsuchiya K, Nukaya D and Matsuda Y. Karyotypic evolution of *Apodemus* (Muridae, Rodentia) inferred from comparative FISH analyses of *Apodemus* (Muridae, Rodentia). *Chromosome Res.* 12: 383 – 395, 2004. (査読有)
 37. Shibusawa M, Nishibori M, Nishida-Umehara C, Tsudzuki M, Masabanda J, Griffin DK and Matsuda Y. Karyotypic evolution in the Galliformes: An examination of the process of karyotypic evolution by comparison of the molecular cytogenetic findings with the molecular phylogeny. *Cytogenet. Genome Res.* 106: 111 – 119, 2004. (査読有)
 38. Shibusawa M, Nishida-Umehara C, Tsudzuki M, Masabanda J, Griffin DK and Matsuda Y. A comparative karyological study of the blue-breasted quail (*Coturnix chinensis*, Phasianidae) and California quail (*Callipepla californica*, Odontophoridae). *Cytogenet. Genome Res.* 106: 82 – 90, 2004. (査読有)
 39. Masabanda JS, Burt DW, O'Brien PC, Vignal A, Fillon V, Walsh PS, Cox H, Tempest HG, Smith J, Habermann F, Schmid M, Matsuda Y, Ferguson-Smith MA, Crooijmans RPMA, Groenen MAM and Griffin DK. Molecular cytogenetic definition of the chicken genome: the first complete avian karyotype. *Genetics* 166: 1367 – 1373, 2004. (査読有)
 40. Yamada K, Nishida-Umehara C and Matsuda Y. A new family of satellite DNA sequences as a major component of centromeric heterochromatin in owls (Strigiformes). *Chromosoma* 112: 277 – 287, 2004. (Erratum. *Chromosoma* 112: 372 – 373) (査読有)
 41. Kuramochi-Miyagawa S, Kimura T, Ijiri TW, Isobe T, Asada N, Fujita Y, Ikawa M, Iwai N, Okabe M, Deng W, Lin H, Matsuda Y and Nakano T. *Mili*, a mammalian member of *piwi* family gene, is essential for spermatogenesis. *Development* 131: 839 – 849, 2004 (査読有)

[学会発表](計 33件)

1. Asada Y, Nishida C, Takehana Y, Sakaizumi M and Matsuda Y. Molecular cytogenetic characterization of repetitive DNA sequences that comprise constitutive heterochromatin of the genus *Oryzias*. The 3rd Asian Chromosome Colloquium 2008, Osaka, 1-4 December, 2008.
2. Yoshido A, Matsuda Y, Yasukochi Y and Sahara K. The karyotype and sex chromosome

- evolution in geographic populations of the silkworm, *Samia Cynthia*. The 3rd Asian Chromosome Colloquium, Osaka, 1-4 December, 2008.
3. Matsubara K, Tarui H, Toriba M, Kumazawa Y, Ota H, Yamada K, Nishida C, Agata K and Matsuda Y. Karyotypic evolution in snakes. The 3rd Asian Chromosome Colloquium 2008, Osaka, 1-4 December, 2008.
 4. Srikulnath K, Nishida C, Matsubara K, Uno Y, Thongpan A, Suputtitada S, Apisitwanichi S and Matsuda Y. Chromosomal characterization of butterfly lizard, *Leiolepis reevesii rubritaeniata*. The 3rd Asian Chromosome Colloquium, Osaka, 1-4 December, 2008.
 5. Murata C, Yamada F, Kawauchi N, Miyake Y, Fukuchi S, Shichiri H, Abe S, Kotaka N, Matsuda Y, Kuroiwa A. Molecular cytogenetic approach to a Y-loss event in Ryukyu spiny rat (genus *Tokudaia*, Muridae, Rodentia). The 3rd Asian Chromosome Colloquium, Osaka, 1-4 December, 2008.
 6. Uno Y, Nishida C, Oshima Y, Yokoyama S, Miura I, Nakamura M and Matsuda Y. Molecular cytogenetic study on the origin and evolution of sex chromosomes in different genetic forms of the Japanese wrinkled frog (*Rana rugosa*, Ranidae). The 3rd Asian Chromosome Colloquium, Osaka, 1-4 December, 2008.
 7. Matsuda Y, Matsubara K, Ishijima J, Tarui H, Agata K and Nishida C. Molecular cytogenetic approach for comparative genomics of amniotes –Chromosome evolution and sex chromosome differentiation in birds and reptiles–. The 3rd Asian Chromosome Colloquium, Osaka, 1-4 December, 2008.
 8. Uno Y, Nishida C, Yoshimoto S, Ito M, Oshima Y, Yokoyama S, Miura I, Nakamura M and Matsuda Y. Molecular cytogenetic study on the origin and evolution of sex chromosomes in three Anuran species. International Symposium for Gonad and Brain Sex Differentiation, Fukuoka, 14-16 September, 2008.
 9. Matsubara K, Tarui H, Toriba M, Yamada K, Nishida C, Agata K and Matsuda Y. Delineation of the sex chromosome differentiation in snakes. International Symposium for Gonad and Brain Sex Differentiation, Fukuoka, 14-16 September, 2008.
 10. Kuroiwa A, Ishiguchi Y, Yamada F, Abe S, Matsuda Y. Loss of the Y chromosome in XO/XO mammal, Ryukyu spiny rat. International Symposium for Gonad and Brain Sex Differentiation, Fukuoka, 14-16 September, 2008.
 11. Matsuda Y, Matsubara K, Ishijima J, Tarui H, Agata K and Nishida C. Origin and differentiation process of sex chromosomes in birds and reptiles. International Symposium for Gonad and Brain Sex Differentiation, Fukuoka, 14-16 September, 2008.
 12. 黒岩麻里. 染色体進化、特に Y 染色体の消失について. 日本哺乳類学会 2008 年度大会, 宇部, 2008 年, 9 月 12 日 ~ 14 日.
 13. 黒岩麻里. トゲネズミの保全活動と染色

- 体研究. 動物学会北海道支部第 54 回大会
公開講演会、札幌、2008 年、8 月 9 日。
14. 黒岩麻里. トゲネズミたちの不思議-染色体のはなし-. 環境省やんばる野生生物保護センター主催講演会、沖縄、2008 年、5 月 25 日。
 15. 黒岩麻里. アマミトゲネズミにおける染色体消失過程の推定-Y 連鎖遺伝子の運命-. 第 11 回遺伝学談話会、札幌、2008 年、5 月 9 日。
 16. Matsuda Y. Molecular cytogenetic approach for comparative genomics of reptiles. - Genome evolution of reptiles and characteristics of the snake genome-. 第 30 回分子生物学会年会・第 80 回日本生化学大会合同大会ワークショップ「ベノミクス・毒生物ゲノムプロジェクト」、横浜、2007 年、12 月 11 日~15 日。
 17. 松田洋一. 比較ゲノム学の視点から脊椎動物の核型進化を探る - 爬虫類と鳥類の性染色体の起源と分化を中心として - 染色体学会第 58 回大会、葉山、2007 年、11 月 26 日~28 日。
 18. 松田洋一. 比較ゲノム学の視点から脊椎動物の核型進化を探る - 爬虫類と鳥類の性染色体の起源と分化を中心として - 染色体学会第 58 回大会・第 17 回染色体コロキウム合同年会シンポジウム「ゲノムと染色体・クローマチン研究の過去・現在・未来」、葉山、2007 年、11 月 26 日~28 日。
 19. 松田洋一. 性染色体が語る生物の進化. 市民公開シンポジウム「性の不思議」(文部科学省特定領域研究「性分化機構の解明」の研究成果公表)、北海道大学、札幌、2007 年、11 月 24 日。
 20. 松田洋一. 羊膜類における性染色体の起源とその進化. 第 78 回日本動物学会大会シンポジウム「脊椎動物性染色体の進化学」弘前、2007 年、9 月 11 日~13 日。
 21. 松田洋一. 染色体から脊椎動物の進化を探る. 一性染色体の起源と進化を中心として-. 第 130 回染色体研究会(於東京医科歯科大学)、東京、2007 年、6 月 3 日。
 22. 松田洋一. 比較ゲノム学の視点から脊椎動物の染色体の進化を探る 一性染色体の起源と進化を中心として-. 日本蚕糸学会第 77 回大会研究会「染色体進化研究の最前線」つくば、2007 年、4 月 3 日~4 日。
 23. Kuroiwa A. Sex chromosome evolution in the X0 mammal, the Amami spiny rat (*Tokudaia osimensis*) " Reproductive Strategies " The 52nd NIBB Conferences, Okazaki 20-23 January 2006.
 24. 黒岩麻里. 哺乳類における性染色体の分化と性決定機構の進化. 公開シンポジウム「性の分化」について考える~性染色体研究、染色体学会第 56 回大会、弘前、2005 年、10 月。
 25. 松田洋一. 鳥類と爬虫類における性染色体の起源と分化. 公開シンポジウム「性の分化」について考える~性染色体研究、染色体学会第 56 回大会、弘前、2005 年、10 月 9 日~10 日。
 26. 松田洋一. 性染色体と性決定機構の進化. 市民公開シンポジウム「性の不思議」(文部科学省特定領域研究「性分化機構の解明」の研究成果公表)、日本科学未来館、東京、2005 年、8 月 6 日。
 27. Matsuda Y., Matsubara K., Nakamura T., Tsuchiya K., Mityashita N., Nishida-Umehara C. and Moriwaki K. Molecular cytogenetic approach to chromosomal variation and karyotypic evolution in genus *Mus*. Symposium "Genetic and Geographical Status of Genus *Mus*", 9th International Mammalogical Congress, Sapporo, 31 July-5 August, 2005.
 28. Matsuda Y., Yamada K, Tsuchiya K, Matsubara K., Nishida-Umehara C. and Kamimura E.: Molecular and cytogenetic characterization of site-specific highly repetitive DNA sequences in the Cricetinae. Symposium "Mammalian chromosome systematics and evolution", 9th International Mammalogical Congress, Sapporo, 31 July-5 August, 2005.
 29. 松田洋一. 有羊膜類の Comparative Genomics -爬虫類、鳥類、哺乳類のゲノム構造の特徴とその比較-、第 5 回実験動物学会シンポジウム「比較ゲノム学から実験動物を考える」、東京、2005 年、5 月 18 日~20 日。
 30. Nishida-Umehara C., Shibusawa M, Shimada Y, Ando J, Ishijima J, Fujiwara A, Murakami T, Masabanda J, Griffin D and Matsuda Y. Comparative cytogenetic studies on karyotypic evolution in birds. 15th International Chromosome Conference, London, United Kingdom, 5-10 September, 2004.
 31. Murakami T, Umesono Y, Sanchez A, Umehara C., Matsuda Y. and Agata K. Comparative cytogenetic studies of regeneration organisms, newt and two planarian species. 15th International Chromosome Conference, London, United Kingdom, 5-10 September, 2004.
 32. Matsubara K., Tsuchiya K. and Matsuda Y. Karyotypic evolution of hamster species (Cricetinae, Muridae, Rodentia) inferred from comparative FISH analyses. 15th International Chromosome Conference, London, United Kingdom, 5-10 September, 2004.
 33. Matsuda Y., Nishida-Umehara C., Tarui H., Kuroiwa A., Yamada K, Isobe T, Ando J, Saito T and Agata K. Karyological relationships between birds and reptiles inferred from comparative gene mapping. 15th International Chromosome Conference, London, United Kingdom, 5-10 September, 2004.
- 【図書】(計 9 件)
1. 西田千鶴子, 松田洋一. 鳥類の性染色体進化. 特集 性決定の遺伝学 「生物の科学 遺伝」63: 20-25, 裳華房, 2009.
 2. 黒岩麻里. Y 染色体を失った哺乳類, トゲネズミ. 特集 性決定の遺伝学 「生物の科学 遺伝」63: 15-19, 裳華房, 2009.

3. 松田洋一, 梅原千鶴子. 動物染色体の解析. 「遺伝子検査技術」(日本臨床検査同学院 遺伝子分析科学認定士制度委員会 編), pp. 449 - 251, 宇宙堂八木書店, 2007.
4. Matsuda Y, Shibusawa M, Matsubara K and Nishida-Umehara C. Fluorescence *in situ* hybridization (FISH) as a tool for comparative genomics: Application of FISH to studies of chromosome evolution in vertebrates. In "Chromosome Nanoscience and Nanotechnology" (Fukui K and Ushiki T eds.), pp. 63 - 79, CRC Press, Boca Raton, 2007.
5. 松田洋一. 有羊膜類の Comparative Genomics -爬虫類、鳥類、哺乳類のゲノム構造の特徴とその比較-. 実験動物ニュース 55: 9 - 17, 社団法人 日本実験動物学会, 2006.
6. 松原和純, 土屋公幸, 松田洋一. FISH 法を用いたアカネズミ類の核型進化の研究. ANIMATE 特別号 1: 37 - 44, 農大動物研究会, 2006.
7. 松田洋一, 河合 絢, 村上貴弘. 脊椎動物における性染色体の進化と性決定様式の多様性. 細胞工学 25: 353 - 358, 秀潤社, 2006.
8. 松原和純, 松田洋一. 羊膜類における染色体構造と核型進化. 特集「生物進化の分子マップ」生体の科学 57: 374 - 375, 裳華房, 2006.
9. 松田洋一, 梅原千鶴子. ゲノム構造から見た鳥類と爬虫類の系統進化. 生体の科学 55: 232 - 240, 裳華房, 2004.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田洋一(MATSUDA YOUICHI)
北海道大学・大学院理学研究院・教授
研究者番号：70165835

(2) 研究分担者

黒岩麻里(KUROIWA ASATO)
北海道大学・大学院理学研究院・講師
研究者番号：20372261

西田千鶴子(NISHIDA CHIZUKO)
北海道大学・大学院理学研究院・助手
研究者番号：50106580

(3) 連携研究者

なし