

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：82401

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05971

研究課題名（和文）分裂期染色体の3D構築原理

研究課題名（英文）3D architecture of mitotic chromosomes

研究代表者

平野 達也（Hirano, Tatsuya）

国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・主任研究員

研究者番号：50212171

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 130,800,000円

研究成果の概要（和文）：カエル卵抽出液とマウス精子核を組み合わせた新規の試験管内染色体構築系を確立した。この系を用いてヌクレオソームの形成をほぼ完全に抑制した条件下においても、コンデンシンIとIIに依存して分裂期染色体によく似た構造が構築されることを見出した。また、マウス受精卵を用いた実験系において、哺乳類特有の前核形成開始の遅延に関わる分子メカニズムを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「ヌクレオソームを持たない分裂期染色体」の構築は、従来の教科書を書き換える画期的な発見として世界的に大きな評価を得た。この発見を可能にした新規実験系の確立にも大きな意義がある。

研究成果の概要（英文）： We established a novel in-vitro system for studying mitotic chromosome assembly, in which mouse sperm nuclei were incubated with frog egg extracts. By taking full advantage of this unique system, it was discovered that mitotic chromosome-like structures can be constructed, in a manner dependent of condensins I and II, even under the condition where nucleosome assembly is completely blocked. Moreover, we uncovered a molecular mechanism that helps delay pronuclei formation in mouse eggs after fertilization.

研究分野：分子細胞生物学

キーワード：染色体構築 細胞周期 コンデンシン

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

研究代表者・平野は、分裂期染色体がいかにして構築されるかという問題に長年取り組んできた。カエル卵抽出液とカエル精子核を用いた染色体の試験管内再構成実験を通して、この過程の立役者である2つのコンデンシン複合体(コンデンシンIとII)を発見した。そして、2015年には、(コンデンシンIを含む)わずか6種類の精製タンパク質因子を用いて分裂期染色体を試験管内で再構成できることを報告し、世界を驚かせた(Shintomi et al., 2015)。こうした努力を通じて、分裂期染色体を構築するのに必要最小限の役者は明らかとなってきたが、それぞれの役者がどのような分子メカニズムを通して協調的に働いているかという問題は未解明であった。

研究分担者・大杉は、マウス受精卵における細胞核・染色体の動的構造変換に興味を持って研究を進めてきた。しかし、受精後の雌性前核と雄性前核の形成のタイミングを決定する分子メカニズムについては不明の点が多かった。

2. 研究の目的

分裂期染色体の構築は、正確な遺伝情報を娘細胞へ伝達するために必須の過程である。本研究課題の目的は、試験管内に分裂期染色分体や細胞核を再構成するという試みを通して、染色体の3D構築原理とその制御を理解することにあった。研究代表者・平野は、これまでにカエル精子核を基質として、カエル卵抽出液や精製タンパク質を用いた試験管内再構成系の開発と洗練に力を入れてきた。本領域では、研究分担者・大杉と連携し、マウス精子核をカエル卵抽出液に導入することにより分裂期染色体形成の普遍的な分子基盤を明らかにすることを目指した。さらに、カエル精子核とマウス精子核の生化学的差異を利用した新しい実験系を確立し、これまでの実験系では問うことができなかった根源的な問題(ヌクレオソーム形成を抑制した条件下における染色体構築の試み)に取り組んだ。

一方、研究分担者・大杉は、逆にカエル精子核をマウス未受精卵に導入することにより、前核形成の普遍的な分子基盤を明らかにするとともに、間期核内での染色体機能(複製や遺伝子発現)の相違を生み出すメカニズムを明らかにすることを目指した。

以上、本研究課題は精密な操作が可能な *in vitro* と *in vivo* の実験系の組み合わせることにより、本領域が掲げる「モデル染色体」構築の中核プロジェクトに位置づけられた。

3. 研究の方法

カエル(ここではアフリカツメガエル)では、その精子形成の過程で4種のコアヒストンのうちH2AとH2Bを失うが、H3とH4を保持している。カエル精子核をカエル卵抽出液とインキュベートすると、抽出液中に存在するH2AとH2Bが取り込まれてヌクレオソームが形成されるとともに高次の分裂期染色体が構築される。カエル精子核はH3とH4を保持しているため、H3/H4のシャペロンの1つであるAsf1を除去したカエル卵抽出液とインキュベートしても、ヌクレオソーム形成と高次分裂期染色体の構築は正常に起こる。一方、マウスでは精子形成過程においてほぼ全てのコアヒストンを失う。研究代表者・平野は、研究分担者・大杉の助力を得て調整したマウス精子核をカエル卵抽出液に導入することを試み、カエル精子核を基質としたときと同様にヌクレオソームが形成され分裂期染色体が構築されることを示した。これはカエル卵抽出液中に存在するH3とH4がマウス精子核にリクルートされるためである。しかし、Asf1を除去したカエル卵抽出液中では、H3とH4がリクルートされることはなく、またH2AとH2Bも精子核に取り込まれない。すなわち、この条件下ではヌクレオソーム形成をほぼ完全に阻害することができる。では、この条件下ではどのような構造が構築されるのであろうか?もしヌクレオソーム形成が分裂期染色体構築の前提となるのであれば、染色体様の構造は観察されないはずである。しかし、分裂期染色体の構築がヌクレオソーム形成に完全に依存していないとすれば、何ら

かの染色体様構造が観察されるかもしれない。このように、マウス精子核とカエル卵抽出液を組み合わせるにより、分裂期染色体構築におけるヌクレオソーム形成の役割を問うことのできる新規の実験系を確立した。

研究分担者・大杉は、マウス卵は透明度が高く蛍光タンパク質を用いたライブ観察が可能であることを利用し、卵細胞質中で精子核へ H2B が取り込まれる様子や、その後分裂期染色体あるいは雄性前核に変化する過程を観察することで生物種間の違いを検討した。さらに、前核形成までの時間制御に関わる分子について、カエルとマウスのオーソログをそれぞれの卵に交換発現させてその影響を見ることで、哺乳類特有の制御機構を明らかにすることを目指した。

4．研究成果

マウス精子核をカエル卵抽出液に導入すると、カエル精子核を基質としたときと同様にヌクレオソームが形成され分裂期染色体が構築されることを確認した。次に、ヒストンシャペロン Asf1 を除去したカエル卵抽出液とマウス精子核をインキュベートすると、ヌクレオソーム形成はほぼ完全に抑制された。しかし、大変驚いたことに、この条件下においても染色体によく似た構造が形成されることを見出した (Shintomi et al., 2017)。この染色体様構造では、DNA ループは大きく広がり各種ヌクレアーゼに対して高い感受性を示したものの、2つのコンデンシンが構成する中心軸は正常な染色体のそれとよく似ていた。また、この構造の構築にはコンデンシン I と II がともに必須であったが、両者の貢献には機能的な違いがあった。従来の教科書の記載によれば、「分裂期染色体はヌクレオソーム形成を第一ステップとする DNA の階層的な折れ畳みによって構築される」とされてきた。しかし、「ヌクレオソーム形成を抑制した条件下においても染色体様の構造が構築される」という我々の発見は、こうした記載に大きな疑義を提示するものであり、教科書を書き換える画期的な発見として世界的に大きな評価を得た（以上は、研究代表者・平野と研究分担者・大杉の共同研究の成果である）。

精子核がヌクレオソーム化を経て受精卵の雄性前核へと変化する過程は、多くの生物では 30 分以内であるのに対し、哺乳類でのみ 2~3 時間かかる。分担者・大杉は、この違いの分子基盤と生物学的意義の解明に取り組んだ。前核形成までの時間制御は、精子と卵の融合後に起こる卵細胞内の脱リン酸化酵素 PP2A-B55 の活性化に至るまでの時間制御であること、またこれまで哺乳類卵での役割が不明であった p90RSK が PP2A-B55 の抑制にはたらいっていることを示し、これが哺乳類特有の前核形成開始遅延の主な分子機構であることを明らかにした。さらに、RSK が関わる哺乳類卵特有の時間制御機構は、精子染色体リモデリング完遂のために必要な時間を保証する機構であることを示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 20件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Totsuka T, Ohsugi M.	4. 巻 10
2. 論文標題 Production of mouse androgenetic embryos using spindle perturbation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 6556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1038/s41598-020-63010-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sakai Y, Hirano T, Tachikawa M.	4. 巻 2004
2. 論文標題 Molecular dynamics simulations of condensin-mediated mitotic chromosome assembly	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Methods Mol. Biol.	6. 最初と最後の頁 319-334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1007/978-1-4939-9520-2_22	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hara K, Kinoshita K, Migita T, Murakami K, Shimizu K, Takeuchi K, Hirano T, Hashimoto H.	4. 巻 20
2. 論文標題 Structural basis of HEAT-kleisin interactions in the human condensin I complex	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 EMBO Rep	6. 最初と最後の頁 e47183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.15252/embr.201847183	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Shintomi K, Hirano T	4. 巻 79
2. 論文標題 Reconstitution of mitotic chromatids in vitro	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Curr Protoc Cell Biol	6. 最初と最後の頁 e48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1002/cpcb.48	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakai Y, Mochizuki A, Kinoshita K, Hirano T, Tachikawa M	4. 巻 14
2. 論文標題 Modeling the functions of condensin in chromosome shaping and segregation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS Compt Biol	6. 最初と最後の頁 e1006152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1371/journal.pcbi.1006152	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takagi M, Ono T, Natsume T, Sakamoto C, Nakao M, Saitoh N, Kanemaki MT, Hirano T, Imamoto N	4. 巻 131
2. 論文標題 Ki-67 and condensins support the integrity of mitotic chromosomes through distinct mechanisms	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Cell Sci	6. 最初と最後の頁 jcs212092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1242/jcs.212092	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Soeda S, Yamada-Nomoto K, Michiue T, Ohsugi M	4. 巻 47
2. 論文標題 RSK-MASTL pathway delays meiotic exit in mouse zygotes to ensure paternal chromosome stability	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Dev Cell	6. 最初と最後の頁 363-376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.devcel.2018.09.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ono T, Sakamoto C, Nakao M, Saitoh N, Hirano T	4. 巻 28
2. 論文標題 Condensin II plays an essential role in reversible assembly of mitotic chromosomes in situ	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mol Biol Cell	6. 最初と最後の頁 2875-2886
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1091/mbc.E17-04-0252	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kinoshita K, Hirano T.	4. 巻 46
2. 論文標題 Dynamic organization of mitotic chromosomes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Curr Opin Cell Biol	6. 最初と最後の頁 46-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.ceb.2017.01.006.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kamada K, Su'etsugu M, Takada H, Miyata M, Hirano T.	4. 巻 25
2. 論文標題 Overall Shapes of the SMC-ScpAB Complex Are Determined by Balance between Constraint and Relaxation of Its Structural Parts	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Structure	6. 最初と最後の頁 603-616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.str.2017.02.008.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shintomi K, Inoue F, Watanabe H, Ohsumi K, Ohsugi M, Hirano T.	4. 巻 356
2. 論文標題 Mitotic chromosome assembly despite nucleosome depletion in Xenopus egg extracts	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 1284-1287
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1126/science.aam9702.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirano T.	4. 巻 49
2. 論文標題 Capturing condensin in chromosomes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat Genet	6. 最初と最後の頁 1419-1420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1038/ng.3962.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirano T, Nishiyama T, Shirahige K.	4. 巻 22
2. 論文標題 Hot debate in hot springs: Report on the second international meeting on SMC proteins	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Genes Cells	6. 最初と最後の頁 934-938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1111/gtc.12539.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shintomi K, Hirano T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Mitotic Chromosome Assembly In Vitro: Functional Cross Talk between Nucleosomes and Condensins	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Cold Spring Harb Symp Quant Biol.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1101/sqb.2017.82.033639.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshimura, SH, Hirano T	4. 巻 129
2. 論文標題 HEAT repeats: versatile arrays of amphiphilic helices working in crowded environments?	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J Cell Sci	6. 最初と最後の頁 3963-3970
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jcs.185710	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Soeda, S, Yamada-Nomoto K, Ohsugi M	4. 巻 129
2. 論文標題 The microtubule-binding and coiled-coil domains of Kid are required to turn off the polar ejection force at anaphase	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J Cell Sci	6. 最初と最後の頁 3609 ~ 3619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jcs.189969	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shintomi, K., T. S. Takahashi, and T. Hirano.	4. 巻 17
2. 論文標題 Reconstitution of mitotic chromatids with a minimum set of purified factors	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Nat Cell Biol	6. 最初と最後の頁 1014-1023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncb3187	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sutani T, Sakata T, Nakato R, Matsuda K, Ishibashi M, Yamashita D, Suzuki Y, Hirano T, Bando M, Shirahige K	4. 巻 6
2. 論文標題 Condensin targets and reduces unwound DNA structure associated with transcription in mitotic chromosome condensation	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Nat Commun	6. 最初と最後の頁 7815
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1038/ncomms8815	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kinoshita, K., T. J. Kobayashi, and T. Hirano	4. 巻 33
2. 論文標題 Balancing acts of two HEAT subunits of condensin I support dynamic assembly of chromosome axes	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Dev Cell	6. 最初と最後の頁 491-501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.devcel.2015.01.034	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirano, T.	4. 巻 164
2. 論文標題 Condensin-based chromosome organization from bacteria to vertebrates	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Cell	6. 最初と最後の頁 847-857
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cell.2016.01.033	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計35件 (うち招待講演 31件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization: new insights from in vitro assays
3. 学会等名 ASCB EMBO 2019 meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸塚隆弥、大杉美穂
2. 発表標題 紡錘体機能阻害を利用したマウス雄性発生胚の作出
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 The two faces of condensin I
3. 学会等名 EMBO Workshop on "SMC proteins" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization: new insights from cell-free extracts
3. 学会等名 Gordon Research Conference on "Chromosome Dynamics" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Soeda S, Ohsug M
2. 発表標題 Mammalian-specific mechanism for regulating the timing of pronuclear formation
3. 学会等名 International Symposium for Female Researchers in Chromatin Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 添田翔, 大杉美穂
2. 発表標題 受精を支えるマウス卵減数分裂終了過程
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 Assembling mitotic chromosomes in vitro
3. 学会等名 The 11th 3R&3C Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 Condensins and chromosome organization
3. 学会等名 Mitosis and Cell Organization (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization
3. 学会等名 Keystone Symposium on “ Genomic Instability and DNA Repair/DNA Replication and Recombination ” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 添田翔、道上達男、大杉美穂
2. 発表標題 哺乳動物卵Meiotic exit特異的な時間制御機構
3. 学会等名 第59回日本卵子学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization
3. 学会等名 Gordon Research Conference “ Chromosome Dynamics ” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平野達也
2. 発表標題 学際的視点からみる染色体構築学の現状とこれから
3. 学会等名 ConBio2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Watanabe H, Ohsugi, M.
2. 発表標題 Nuclear scaling in mouse zygote
3. 学会等名 ConBio2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization
3. 学会等名 Vienna Biocenter (Institutional seminar) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirano, T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization
3. 学会等名 EMBL (Institutional seminar) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shintomi, K. and Hirano, T.
2. 発表標題 Mitotic chromosome assembly in vitro: functional collaboration between condensins and nucleosomes
3. 学会等名 The 82nd Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shintomi, K., Inoue, F., Watanabe, H., Ohsumi, K., Ohsugi, M. and Hirano, T.
2. 発表標題 Functional crosstalk between condensins and nucleosomes during mitotic chromosome assembly
3. 学会等名 The 2nd meeting on SMC proteins: chromosomal organizers from bacteria to human (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shintomi, K. and Hirano, T.
2. 発表標題 Mitotic chromosome assembly in vitro: functional collaboration between condensins and nucleosomes
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会 (ConBio2017) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新富圭史、井上玄志、渡邊大士、大隅圭太、大杉美穂、平野達也
2. 発表標題 分裂期染色体構築におけるヌクレオソームの役割を再考する
3. 学会等名 第35回染色体ワークショップ・第16回核ダイナミクス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 添田翔、大杉美穂
2. 発表標題 受精開始から前核形成までの時間短縮による発生異常
3. 学会等名 第35回日本受精着床学会総会・学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺大士、大杉美穂
2. 発表標題 Nuclear scaling in mouse zygotes
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会 (ConBio2017) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hirano T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization
3. 学会等名 The Francis Crick Institute (Flagship Lecture) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hirano T
2. 発表標題 Reconstitution of mitotic chromatids in vitro
3. 学会等名 ASCB Annual Meeting, Special Interest Subgroup "Bottom-up Cell Biology" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hirano T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization
3. 学会等名 CECB Symposium "Nuclear Structure, Genome Integrity and Cancer" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hirano T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization
3. 学会等名 Workshop on the “Molecular and Physical Biology of Chromosomes” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hirano T
2. 発表標題 Condensin-based chromosome organization
3. 学会等名 Gordon Research Conference “Chromatin Structure and Function” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ohsugi, M.
2. 発表標題 Pronuclear size control in mouse zygotes
3. 学会等名 第88回日本遺伝学会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 平野達也
2. 発表標題 コンデンシンによる染色体構築の分子基盤
3. 学会等名 第89回日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 平野達也
2. 発表標題 分裂期染色体の構築原理：試験管内再構成系からのアプローチ
3. 学会等名 北海道大学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 平野達也
2. 発表標題 染色体構築入門：コンデンシンの発見からその生体内機能まで
3. 学会等名 北海道大学大学院・分子細胞生物学特論（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 新富圭史、井上玄志、大隅圭太、大杉美穂、平野達也
2. 発表標題 分裂期染色体構築におけるヌクレオソームの役割
3. 学会等名 第34回染色体ワークショップ・第15回核ダイナミクス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Watanabe, H, Ohsugi, M
2. 発表標題 Pronuclear Size Scaling in Mouse Zygotes
3. 学会等名 The 10th 3R Symposium（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Watanabe, H, Ohsugi, M
2. 発表標題 Pronuclear Size Scaling in Mouse Zygotes
3. 学会等名 The 2016 ASCB annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 平野達也
2. 発表標題 分裂期染色分体の試験管内再構成
3. 学会等名 第67回日本細胞生物学会 (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 平野達也
2. 発表標題 分裂期染色体の構築原理
3. 学会等名 第38回日本分子生物学会年会・第88回日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>New info about how chromosomes form http://itaintmagic.riken.jp/science-lite/new-chromosomes-info/ Making do with less http://www.riken.jp/en/research/rikenresearch/highlights/20170016/ 分裂期染色体をつくるためにヌクレオソームは本当に必須なのか？ http://first.lifesciencedb.jp/archives/16664</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	大杉 美穂 (Ohsugi Miho) (00332586)	東京大学・大学院総合文化研究科・教授 (12601)	