

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21261

研究課題名（和文）高強度テラヘルツ光が誘起するタンパク質構造変換に基づくゲノム機能制御技術の開発

研究課題名（英文）Development of techniques to operate genome functions with terahertz wave radiation inducing changes of protein structure

研究代表者

原田 昌彦（Harata, Masahiko）

東北大学・農学研究科・教授

研究者番号：70218642

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：アクチン水溶液へのテラヘルツ光照射では、波長などの条件を変化させて照射を行い、アクチン繊維形成への影響を解析した。その結果、テラヘルツ照射条件下でアクチン繊維形成が促進されることが示された。テラヘルツ光照射装置と顕微鏡装置を組み合わせた装置を開発した。テラヘルツ光照射による生細胞内のアクチン繊維の変化を解析し、細胞質のアクチンの繊維化が促進されることが示された。さらに、テラヘルツ光照射が、細胞質分裂の進行を阻害することが示された。これらの発見は、将来的なテラヘルツ光の医療応用にもつながるものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

真核細胞において、ゲノムは細胞核内でヒストンと結合してクロマチンを形成しており、このクロマチン構造の変換がゲノム機能制御の基盤となっている。細胞核内のアクチン繊維は、クロマチンと結合してクロマチン構造変換に関わることで、ゲノム機能制御に関与している。したがって、核内アクチン繊維を人為的に制御することによって、ゲノム機能を制御する新規技術基盤を確立することができると期待される。さらに、テラヘルツ光の医学分野での応用可能性を示唆している。

研究成果の概要（英文）：THz irradiation to actin protein solution induced actin polymerization. We also developed a system with which the effect of THz irradiation on living cells is observed under a microscope. With this system, we found that THz irradiation induced actin polymerization in living cells and that THz irradiation inhibited cytokinesis.

研究分野：分子細胞生物学

キーワード：テラヘルツ アクチン 細胞核

1. 研究開始当初の背景

ゲノム機能は、クロマチンや細胞核の構造によって制御されている。その構造形成に重要な役割を果たすタンパク質として、ヒストンや核内アクチンが挙げられる。たとえば、ヒストンは会合してオクタマーを形成することで、また単量体のアクチン(G-actin)は重合して F-actin となることで、遺伝子発現や DNA 損傷修復などの様々なゲノム機能を制御する。これらのタンパク質会合体の形成・解離はダイナミックであり、人為的にタンパク質構造変化を誘導してその動態に影響を与えることで、様々なゲノム機能を操作することが可能となると期待されている。現在、このようなゲノム機能制御に注目した研究は世界中で開始されているが、本研究では、特定波長の高強度テラヘルツ(THz)光(図1)を細胞に照射することによってタンパク質構造変化を誘導し、人為的にゲノム機能を操作する新規手法の基盤を確立することを目的とする。「光」である THz 光は、照射している間には細胞に均等に作用させることができ、照射を止めることで作用を容易に解消することができる。さらにヒストンやアクチンは酵母などの真核微生物から、植物や動物まで進化的に高度に保存されており、この手法は普遍的に利用可能であることが期待される。

THz 光は、光と電波の中間の性質をもつ。近年になり、高強度 THz 光を発生する装置の作成が可能となったことから、その応用利用が開始された。THz 光はタンパク質分子や結合水に対しての吸収帯を含み、タンパク質の立体構造に影響を与えることが予想されていた。研究代表者は、テラヘルツ光学の専門家である研究分担者・保科と共に、特定波長の高強度テラヘルツ光が、高分子ポリマーやアクチン分子の高次構造変換を誘起し、水溶液中で F-actin 形成を促進することを実証した(図2、Sci Rep, 2016; 2018)。

周波数	1MHz (10^6)	1GHz (10^9)	1THz (10^{12})	1PHz (10^{15})	1EHz (10^{18})
	短波		テラヘルツ	可視光	X線
波長	300m	300m	300 μ m (33cm^{-1})	300nm	3Å
電波				光	放射線

図1、光と電波の中間に位置するテラヘルツ光

2. 研究の目的

以上のような知見に基づき、本研究では、アクチン、ヒストン会合体が関与するゲノム機能について、様々な波長・条件での高強度 THz 光照射による影響を解析することを目的とした。さらに、アクチンと同様に分子会合して機能するヒストンも同様な研究対象とし、アクチンとヒストンが制御するゲノム機能として、DNA 損傷修復を解析することとした。これにより、どのような波長・条件の THz 光によって、どのようなタンパク質立体構造変化とゲノム機能変化が誘導されるかを明らかにし、将来的な THz 光照射の農学・医学応用の基盤を構築することを目指した。

研究代表者は、1990年代より核内のアクチンファミリーについて研究を開始した当該分野の pioneer の一人であり (PNAS 1994; Mol Cell Biol 1995, 他) 最近では核内アクチンファミリーの遺伝子発現や DNA 修復における機能なども明らかにしている(Curr Biol 2008; PLoS Genet 2010; Mol Cell 2014; Elife 2018; Sci Rep 2019, 他)。また、細胞核内のアクチンファミリーとヒストンとの相互作用についても活発に研究を展開しており (PLOS One 2014; Front Genet 2017, 他) ヌクレオソームを不安定化させるこ

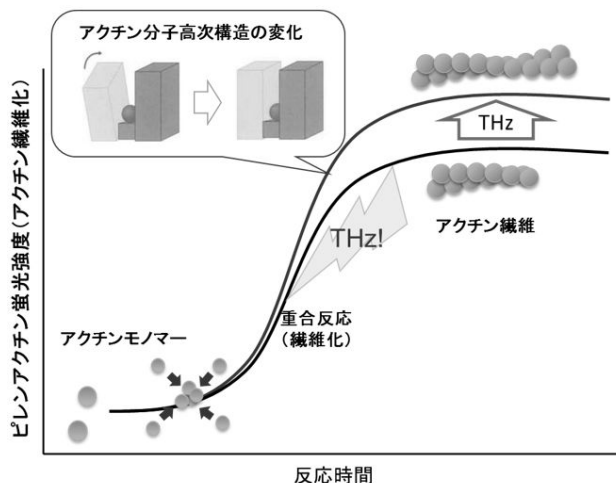


図2、アクチン重合への特定波長 THz 光の効果

とで遺伝子発現や DNA 損傷修復を制御するヒストンバリエント H2A.Z の機能も明らかにしている(Genes Cells 2016; EMBO J 2017; NAR 2018, 他)。アクチンやヒストンが、細胞核内でゲノム機能制御に重要な役割を果たすことから、これらのタンパク質機能に人為的な変化を導入することによってゲノム機能を制御する手法に関しても研究を行っている。これまでに、結合化合物、制御タンパク質、結合性ペプチドなどの細胞への導入によるタンパク質機能制御を試み、一定の成果が得られている(Sci Rep 2019, 他)。しかし、これらの「物質」を細胞に導入する方法は、その導入効率にばらつきがあり、また細胞内に導入した物質の影響を速やかに解消することが不可能であるなど、農学や医学領域で広く応用するにはいくつかの問題があった。そのため、細胞に物質を導入しない「非侵襲的」なタンパク質機能操作手法の探索を開始した。その過程で、研究分担者・保科による、高強度 THz 光照射が化学高分子の高次構造に影響を与えるという発見(Sci Rep, 2016)に基づき、THz 光がアクチン分子の高次構造に作用して F-actin 形成に影響を与える可能性を考え、保科と共にアクチン水溶液に対する高強度 THz 光照射実験を開始した。その結果、特定波長の THz 光照射によってアクチン機能が変化することを実証した (Sci Rep, 2018)。さらに、生きた培養細胞への照射実験によっても同様な効果が得られた。これまでの研究代表者の細胞核タンパク質によるゲノム機能と、THz 光照射によるタンパク質高次構造変換とを組み合わせることにより、本研究が着想された。

近年の高強度 THz 光の応用利用にむけた研究によって、生命科学分野における THz 光の幅広いポテンシャルが示されている。そのなかで研究代表者らは、特定波長の高強度 THz 光のアクチン機能への効果を世界に先駆けて実証した。この研究を進展させることで、異なる波長の高強度 THz 光を細胞内の様々なタンパク質や複合体の機能制御に利用できることが期待される。核内アクチンおよびヒストンを対象とした THz 光照射の影響解析の結果は、THz 光によるゲノム機能の人為操作の基盤情報となり、将来的にはこの分野が繁殖・育種などの農学領域や、再生医療などの領域にも大きな影響を与える。さらに、今後 THz 光は 6G 通信に利用されることから光源の小型化・高性能化の急速な進展が予想されている。このような小型高強度 THz 光源の予防医療・治療医療への利用可能性を広げる点においても、社会的インパクトは大きい。

3. 研究の方法

(1) アクチン、ヒストン水溶液に対する特定波長 THz 光の影響の解析

様々な波長、パルス幅、強度の THz 光をピレン標識アクチン水溶液に照射し、蛍光測定により重合反応への THz 光照射の効果をリアルタイムに解析した。高強度 THz 光照射は、研究分担者・保科が保有する装置を改良して用いると共に、大阪大学、福井大学の共同利用施設の装置を用いた。

(2) 細胞核内アクチンおよびヒストンの重合体の操作と細胞機能変化の解析 (図 3)

異なる波長・条件の THz 光を培養細胞に照射し、最近開発された nAC などのプローブを用いて、核内アクチンの動態の分子イメージング解析を行った。さらに、抗がん剤で DNA 損傷を誘導したがん細胞に対して THz 光を照射し、損傷修復能や生存率に与える影響を解析した。DNA 損傷修復効率は、DNA 2 重鎖切断部位特異的に起こるヒストンバリエント H2AX のリン酸化を、特異的抗体で検出することで解析した。

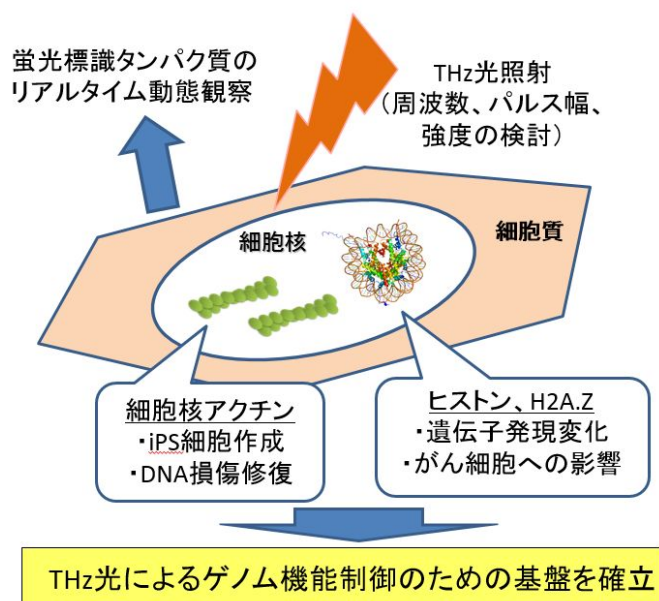


図 3、THz 光照射によって期待される細胞核機能制御例

4. 研究成果

アクチン水溶液へのテラヘルツ光照射では、波長などの条件を変化させて照射を行い、アクチン繊維形成への影響を解析した。その結果、テラヘルツ照射条件下でアクチン繊維形成が促進されることが示された。さらにアクチン繊維形成能は、THz光の波長によってもその効果が異なることも見出された。

また、図4に示したテラヘルツ光照射装置と顕微鏡装置を組み合わせた装置を開発した。テラヘルツ光源には、福井大学のジャイロトロン、あるいは理化学研究所のIMPATT-diode光源を使用した。この装置により、テラヘルツ光照射による生細胞内のアクチン繊維の変化を解析した。細胞質のアクチンの繊維化が促進されることがSiR-アクチン染色した細胞の蛍光顕微鏡観察によって示された(図5)。さらに、アクチンの重合と脱重合のダイナミクスが重要な役割を果たしている細胞周期過程である細胞質分裂(図6)について、生細胞へのテラヘルツ光照射影響を解析した。その結果、テラヘルツ光照射が、細胞質分裂の進行を阻害することが示された(図7)。この発見は、将来的なテラヘルツ光の医療応用にもつながるものである。

真核細胞において、ゲノムは細胞核内でヒストンと結合してクロマチンを形成しており、このクロマチン構造の変換がゲノム機能制御の基盤となっている。細胞核内のアクチン繊維は、クロマチンと結合してクロマチン構造変換に関わることで、ゲノム機能制御に関与している。したがって、核内アクチン繊維を人為的に制御することによって、

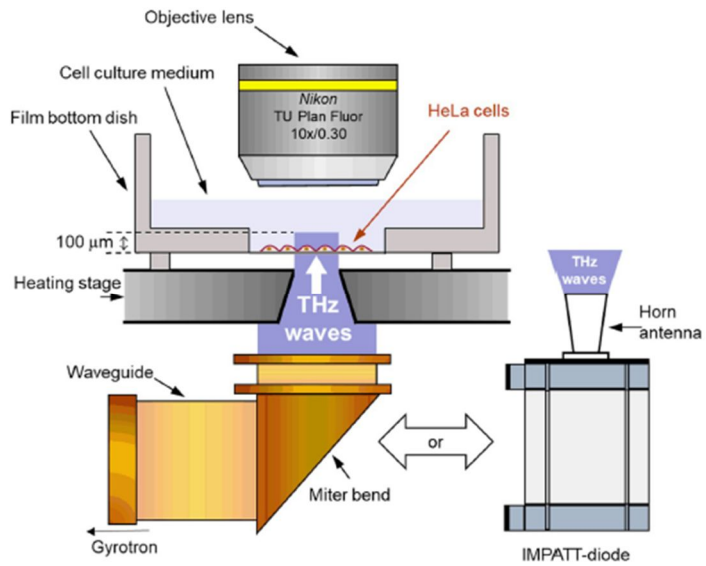


図4、THz光照射装置と蛍光顕微鏡を組み合わせた実験装置

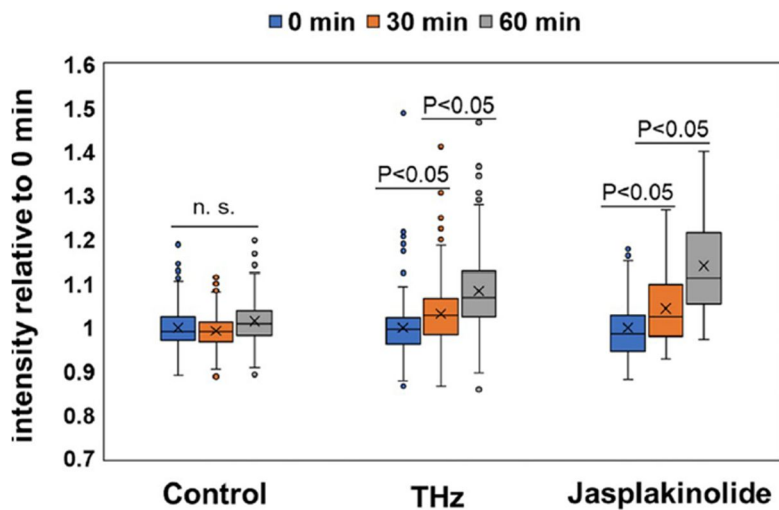


図5、THz光照射(THz)およびアクチン重合促進化学物質添加(Jasplakinolide)による生細胞内のアクチン繊維の解析

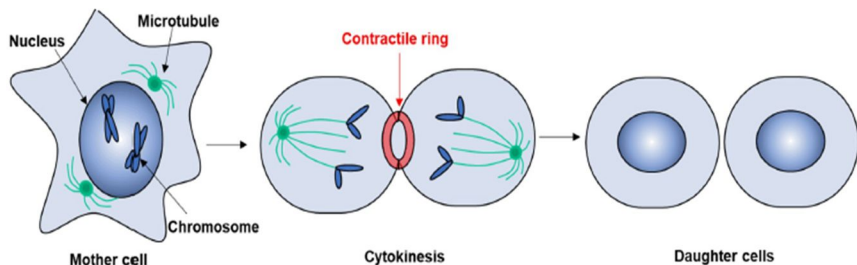


図6、アクチン繊維形成が関与する細胞質分裂の模式図

ゲノム機能を制御する新規技術基盤を確立することができると期待される。上記装置などを用いて、高強度テラヘルツ(THz)光の細胞への照射によって、細胞中のゲノム機能変化を誘導することを試みた。ゲノム機能変化は、細胞周期の状態変化、遺伝子発現変化、DNA修復能などに注目して解析を行った。さらに、生細胞に対して抗がん剤でDNA二重鎖切断を誘導した条件でテラヘルツ光を照射したところ、その照射によってDNA修復反応が促進されることも示された。このような観察結果は、テラヘルツ光の医学分野での応用可能性を示唆している。

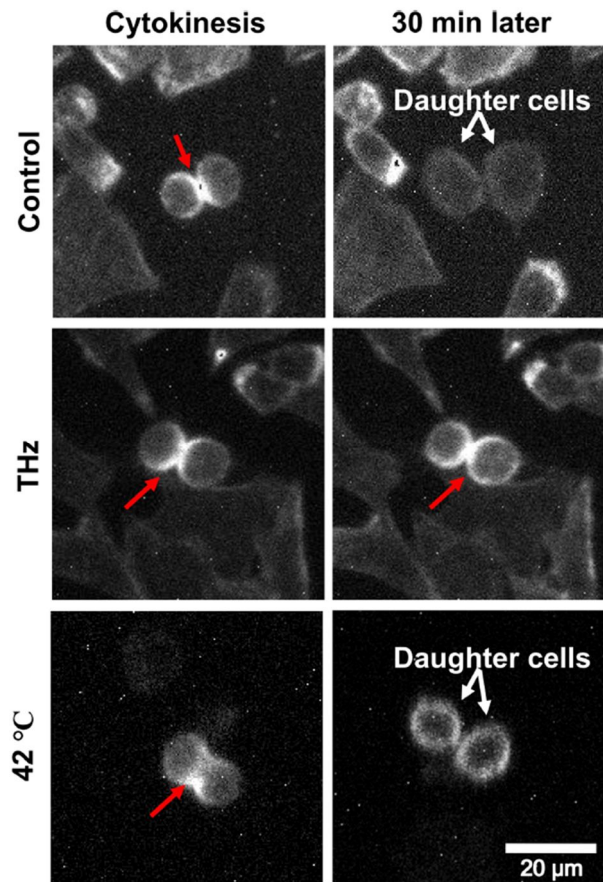


図7、THz 光照射による細胞質分裂の阻害

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Yamazaki S, Ueno Y, Hosoki R, Saito T, Idehara T, Yamaguchi Y, Otani C, Ogawa Y, Harata M, Hoshina H.	4. 巻 16
2. 論文標題 THz irradiation inhibits cell division by affecting actin dynamics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0248381
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0248381	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 Gubeli RJ, Bertoldo D, Shimada K, Gerhold CB, Hurst V, Takahashi Y, Harada K, Mothukuri GK, Wilbs J, Harata M, Gasser SM, Heinis C.	4. 巻 16
2. 論文標題 In Vitro-Evolved Peptides Bind Monomeric Actin and Mimic Actin-Binding Protein Thymosin-beta4	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Chem Biol	6. 最初と最後の頁 820-828.
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acscchembio.0c00825	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 該当する
1. 著者名 Kitagawa S, Kusakabe M, Takahashi D, Narimiya T, Nakabayashi Y, Seki M, Horigome C, Harata M.	4. 巻 86
2. 論文標題 Analysis of the molecular evolution of histone variant H2A.Z using a linker-mediated complex strategy and yeast genetic complementation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biosci Biotechnol Biochem	6. 最初と最後の頁 104-108
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/bbb/zbab190	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 Negishi T, Kitagawa S, Horii N, Tanaka Y, Haruta N, Sugimoto A, Sawa H, Hayashi KI, Harata M, Kanemaki MT.	4. 巻 220
2. 論文標題 The auxin-inducible degron 2 (AID2) system enables controlled protein knockdown during embryogenesis and development in <i>Caenorhabditis elegans</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Genetics	6. 最初と最後の頁 iyab218
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/genetics/iyab218	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 Nakabayashi Yu, Harata Masahiko, Seki Masayuki	4. 巻 526
2. 論文標題 An improved functional analysis of linker-mediated complex (iFALC) strategy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 1164 ~ 1169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.04.039	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 Yamazaki Shota, Harata Masahiko, Ueno Yuya, Tsubouchi Masaaki, Konagaya Keiji, Ogawa Yuichi, Isoyama Goro, Otani Chiko, Hoshina Hiromichi	4. 巻 10
2. 論文標題 Propagation of THz irradiation energy through aqueous layers: Demolition of actin filaments in living cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-65955-5	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 Kurashima Kiminori, Kashiwagi Hideto, Shimomura Iwao, Suzuki Ayako, Takeshita Fumitaka, Mazevet Marianne, Harata Masahiko, Yamashita Takayuki, Yamamoto Yusuke, Kohno Takashi, Shiotani Bunsyo	4. 巻 2
2. 論文標題 SMARCA4 deficiency-associated heterochromatin induces intrinsic DNA replication stress and susceptibility to ATR inhibition in lung adenocarcinoma	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 NAR Cancer	6. 最初と最後の頁 zcaa005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/narcan/zcaa005	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 該当する

1. 著者名 Yamazaki Shota, Gerhold Christian, Yamamoto Koji, Ueno Yuya, Grosse Robert, Miyamoto Kei, Harata Masahiko	4. 巻 9
2. 論文標題 The Actin-Family Protein Arp4 Is a Novel Suppressor for the Formation and Functions of Nuclear F-Actin	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 758 ~ 758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells9030758	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 Takahashi Yuto, Hiratsuka Shogo, Machida Nanako, Takahashi Daisuke, Matsushita Junpei, Hozak Pavel, Misteli Tom, Miyamoto Kei, Harata Masahiko	4. 巻 11
2. 論文標題 Impairment of nuclear F-actin formation and its relevance to cellular phenotypes in Hutchinson-Gilford progeria syndrome	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nucleus	6. 最初と最後の頁 250 ~ 263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/19491034.2020.1815395	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 該当する

1. 著者名 Miyamoto Kei, Harata Masahiko	4. 巻 in press
2. 論文標題 Nucleoskeleton proteins for nuclear dynamics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Biochemistry	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvab006	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 Machida Nanako, Takahashi Daisuke, Ueno Yuya, Nakama Yoshihiro, Gubeli Raphael J, Bertoldo Davide, Harata Masahiko	4. 巻 in press
2. 論文標題 Modulating dynamics and function of nuclear actin with synthetic bicyclic peptides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Biochemistry	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvaa130	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 該当する

〔学会発表〕 計31件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 上野 佑也、山崎 祥也、GERHOLD Christian、山本 浩志、宮本 圭、原田 昌彦
2. 発表標題 核内アクチン繊維形成とゲノム機能制御におけるアクチンファミリーArp4の役割、The actin-family protein Arp4 suppresses formation of nuclear actin filament
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 折原行希, 高橋大輔, 小西辰紀, 尾間由佳子, 島田健士, Susan M. Gasser, 原田昌彦, 堀籠智洋
2. 発表標題 DNA損傷依存的な姉妹染色分体間接着への核膜孔の関与 Relocation of DNA breaks to nuclear pores is involved in damage-induced sister chromatid cohesion
3. 学会等名 第38回染色体ワークショップ・第19回核ダイナミクス研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 折原行希, 高橋大輔, 小西辰紀, 尾間由佳子, 島田健士, Susan M. Gasser, 原田昌彦, 堀籠智洋
2. 発表標題 DNA損傷依存的な姉妹染色分体間接着への核膜孔の関与 Relocation of DNA breaks to nuclear pores is involved in damage-induced sister chromatid cohesion
3. 学会等名 日本農芸化学会 2021 年度 (令和3 年度) [仙台] 大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 細木 亮輔, 山崎祥他, 上野裕也, 保科宏道, 小川雄一, 原田昌彦
2. 発表標題 細胞内のアクチン繊維形成はTHz光照射によって促進される
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田昌彦
2. 発表標題 放射光が食と農の未来を拓く
3. 学会等名 東北大学多元物質科学研究所イノベーション・エクステンジ2020 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田昌彦
2. 発表標題 東北大学農学研究科の取り組みと農学分野における利用可能性
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会、シンポジウム「農芸化学領域における次世代放射光施設利活用ポテンシャルと将来展望」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 折原行希、高橋大輔、小西辰紀、岡田大和、尾間由佳子、島田健士、Susan M. Gasser、原田昌彦、堀籠智洋
2. 発表標題 DNA損傷依存的な姉妹染色分体間接着には核膜孔との結合が必要である
3. 学会等名 酵母遺伝学フォーラム第54回研究報告会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Saho Kitagawa, Natsumi Horii, Nami Haruta, Yukako Oma, Akane Konno, Masato Kanemaki, Sugimoto, and Masahiko Harata
2. 発表標題 Roles of the histone variant H2A.Z in post-embryonic development of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 23rd International <i>C. elegans</i> Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Natsumi Horii, Saho Kitagawa, Mayumi Aida, Masahiko Harata
2. 発表標題 Functional analysis of histone variant H2A.Z in response to nickel exposure of <i>Caenorhabditis elegans</i>
3. 学会等名 線虫研究の未来を創る会 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 細木亮輔、川田晃士、山重貴久、菊池正二郎、小川雄一、原田昌彦
2. 発表標題 大腸菌培養におけるフッ素系不活性溶媒添加の影響解析
3. 学会等名 日本農芸化学会東北支部第156回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀川和希、原田昌彦、堀籠智洋
2. 発表標題 老化した出芽酵母における DNA 二本鎖切断の核膜結合に関する解析
3. 学会等名 酵母研究若手の会 第7回研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀川和希、原田昌彦、堀籠智洋
2. 発表標題 老化した出芽酵母におけるDNA二本鎖切断の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会東北支部 第156回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田大和、原田昌彦、堀籠智洋
2. 発表標題 核膜孔結合によるrDNA安定化機構の解明
3. 学会等名 第7回酵母研究若手の会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田大和、折原行希、高橋大輔、小西辰紀、尾間由佳子、島田健士、Susan M. Gasser、原田昌彦、堀籠智洋
2. 発表標題 DNA損傷誘導性姉妹染色分体間接着には損傷部位と核膜孔との結合が必要である
3. 学会等名 日本農芸化学会東北支部 第156回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上野佑也、山崎祥他、小川雄一、保科宏道、原田昌彦
2. 発表標題 テラヘルツ光照射による細胞内アクチン繊維形成の制御技術の探索
3. 学会等名 テラヘルツ科学の最先端VIII
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上野 佑也、山崎 祥他、坪内 雅明、小川 雄一、保科 宏道、大谷 知行、原田 昌彦
2. 発表標題 テラヘルツ光照射による細胞内アクチンフィラメント操作の試み、Application of terahertz wave for manipulation of intracellular actin filaments
3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋祐人、町田奈々子、松下純平、宮本圭、原田昌彦
2. 発表標題 早?症細胞における核内アクチン動態変化とその機構の解析
3. 学会等名 第73回日本細胞生物学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 細木亮輔、上野佑也、山崎祥他、保科宏導、小川雄一、原田昌彦
2. 発表標題 高強度テラヘルツ光照射がDNA損傷修復反応に与える影響の解析
3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋祐人、名嘉真良広、町田奈々子、Tom Misteli、原田昌彦
2. 発表標題 早老症細胞における核内アクチンとラミンAのクロストーク
3. 学会等名 第39回染色体ワークショップ・第19回核ダイナミクス研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北川紗帆、堀井菜摘、春田奈美、尾間由佳子、金野あかね、鐘巻将人、杉本亜砂子、原田昌彦
2. 発表標題 ゲノム機能制御および個体発生・分化におけるヒストンバリエントH2A.Zの機能解明
3. 学会等名 第39回染色体ワークショップ・第20回核ダイナミクス研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yamato Okada, Yuki Orihara, Daisuke Takahashi, Tatsunori Konishi, Yukako Oma, Kenji Shimada, Susan M. Gasser, Masahiko Harata, Chihiro Horigome
2. 発表標題 DNA損傷依存的な姉妹染色体分体間接着には核膜孔との結合が必要である
3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀川和希、原田昌彦、堀籠智洋
2. 発表標題 老化した出芽酵母におけるDNA二本鎖切断の核膜結合に関する解析
3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上野佑也、山崎祥他、大谷知行、原田昌彦、保科宏道
2. 発表標題 細胞内蛋白質に対するテラヘルツ光照射影響
3. 学会等名 理研シンポジウム第 9 回「光量子工学研究」 エクストリームフォトニクスが拓く未来の光科学
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北川紗帆、高橋大輔、日下部将之、尾間由佳子、奥裕之、成宮巧、中林悠、関政幸、原田昌彦
2. 発表標題 ヒストンバリエントH2A.Z導入機構と機能の進化的保存性解析
3. 学会等名 酵母遺伝学フォーラム第 53 回研究報告会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上野佑也、山崎祥他、細木亮輔、小川雄一、保科弘道、大谷知行、原田昌彦
2. 発表標題 THz wave irradiation activates polymerization of protein inside cells
3. 学会等名 東北大学 & 理化学研究所 連携シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上野佑也、山崎祥他、Christian Gerhold、山本浩志、宮本圭、原田昌彦
2. 発表標題 アクチンファミリータンパク質Arp4は核内アクチン繊維の形成と機能を制御する、
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北川紗帆、日下部将之、奥裕之、高橋大輔、成宮巧、中林悠、関政幸、原田昌彦
2. 発表標題 Evolutionary conservativeness of the histone variant H2A.Z in its deposition and functions
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋祐人、平塚晶吾、町田奈々子、Pavel Hozak、Tom Misteli、宮本圭、原田昌彦
2. 発表標題 早老症細胞における核内アクチン繊維の形成異常と早老症病態との関連性
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋大輔、北川紗帆、小田有沙、仮屋園遼、尾間由佳子、太田邦史、原田昌彦
2. 発表標題 ヒストンバリエントH2A.Zのゲノム導入部位決定機構解析
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 萩原望、高橋大輔、堀哲也、深川竜郎、原田昌彦
2. 発表標題 H2A.Zヒストンバリエーション間における酸化ストレス応答遺伝子EGR1転写制御機構の差異の解析 Distinctive roles of the histone variants H2A.Z.1 and H2A.Z.2 in the oxidative stress-induced transcription of EGR1"
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 細木亮輔、山崎祥他、上野佑也、保科宏道、小川雄一、原田昌彦
2. 発表標題 テラヘルツ光照射による細胞内アクチン重合化の促進
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	保科 宏道 (Hoshina Hiromichi) (10419004)	国立研究開発法人理化学研究所・光量子工学研究センター・ 上級研究員 (82401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------