

令和 5 年 6 月 3 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H01878

研究課題名(和文) グループSUMO化によるゲノムとプロテオームの損傷応答

研究課題名(英文) Group SUMOylation in response to damage of genome and proteome in cells

研究代表者

斉藤 寿仁 (Saitoh, Hisato)

熊本大学・大学院先端科学研究部(理)・教授

研究者番号：50211925

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,650,000円

研究成果の概要(和文)：ヒトを含む真核生物の細胞核内におけるゲノムとプロテオームの品質管理は、細胞の運命決定や細胞死に深く関わる。その分子制御の基盤を理解することは重要である。タンパク質の翻訳後修飾を含むタンパク質のネットワーク制御は分子制御基盤の一つといえる。本研究の初期には翻訳後修飾の中でSUMO化に着目していたが、その後、ゲノム損傷とタンパク質損傷に加えて、リン脂質膜の損傷などにも解析の手を広げることになった。その結果、ヒト細胞がどのようにして内的および外的な環境に対する分子応答を起動するのかを複数の実験系を立ち上げて、複数のシグナル伝達制御系に着眼点から、それぞれの分子応答を明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的には分子生物学の基盤知識、特に細胞核やクロマチンの制御に関する基礎的な知見を深化・拡張した点は意義があると考えている。また、社会的にはゲノムやプロテオームの制御を活用した保健医療や環境科学の諸分野における技術開発の知的基盤を構築することに貢献できたと考えている。

研究成果の概要(英文)：Quality control of the genome and proteome in the cell nucleus of eukaryotic cells, including humans, is closely related to cell fate determination and cell death. It is important to understand the basis of their molecular regulation. Protein network regulation, including post-translational modifications of proteins, is one of the molecular regulatory bases. In the early stages of this study, we focused on SUMOylation among post-translational modifications, but later we expanded our analysis to broad aspects of cellular components, including genome, protein as well as phospholipid membrane. As a result, multiple experimental systems have been set up to determine how human cells initiate molecular responses to the internal and external environment, providing insights into multiple signaling regulatory systems in human cells.

研究分野：分子細胞生物学

キーワード：核 クロマチン 膜ベシクル 微小核 がん化 細胞増殖 シグナル伝達 損傷応答

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

ユビキチン様タンパク質 SUMO は細胞内タンパク質にイソペプチド結合で架橋することで、標的として架橋したタンパク質の機能変換をする。これによりタンパク質相互作用ネットワークを変換して、シグナル伝達の様式を変える。最終的に、細胞内の環境を変化させて、細胞の運命を変化させることに貢献する。研究代表者は SUMO 修飾の発見に携わったことから、この修飾システムの研究を推進してきた。また、SUMO が細胞の核内や核膜に濃縮されていることから、核内のクロマチン構造や核膜の制御に重要な役割をするのではないかと考えていた。

2. 研究の目的

ヒトを含む真核生物の細胞核内におけるゲノムとプロテオームの品質管理は、細胞の運命決定や細胞死に深く関わる。その分子制御の基盤を理解することは重要である。タンパク質の翻訳後修飾を含むタンパク質のネットワーク制御は分子制御基盤の一つといえる。本研究の初期には翻訳後修飾の中で SUMO 化に着目していたが、その後、ゲノム損傷とタンパク質損傷に加えて、リン脂質膜の損傷などにも解析の手を広げることになった。

3. 研究の方法

本研究では、1) 分子細胞生物学的な手法を用いて、SUMO 修飾と DNA 損傷応答の関連性を解析する。2) 分子細胞生物学的な手法を用いて、微小核と DNA 損傷応答の関連性を解析する。3) 生化学的手法を用いて、細胞損傷における膜動態の変化と膜ベシクルを用いた細胞相互作用の解析を行う。

4. 研究成果

1) 分子細胞生物学的な手法を用いた SUMO 修飾と DNA 損傷応答の関連性の解析

大規模なゲノム損傷やプロテオーム損傷を薬剤を用いて誘導したヒトの培養細胞を用いて、SUMO リガーゼ RNA4 の活性や局在変化や PML タンパク質を中心として形成される核内 PML ボディーのサイズ変化などを解析した。チオフラビン T あるいは S を用いたタンパク質の編成についても解析した。

2) 分子細胞生物学的な手法を用いた微小核と DNA 損傷応答の関連性の解析

次世代 DNA シークエンサー による Big Data の解析から、遺伝情報とは異なる DNA の非情報性に着目した研究が生まれつつある。クロマチン DNA 断片、損傷ミトコンドリア DNA、レトロトランスポゾン DNA といった cytoplasmic DNA (cytoDNA) に着目する研究や、微小核 DNA による大規模なゲノム再編反応に着目する研究などは、DNA 非遺伝情報研究の代表例である。cytoDNA は非自己として認識されるため、加齢に伴う非感染性免疫応答 (sterile inflammation response) を誘導し、がん、心血管疾患、神経変性疾患を発症させる。微小核 DNA はゲノムの複製・損傷・修復・組み換えをかく乱し、クロモソリプシス (chromothripsis) によるゲノムの多様化を誘引する。インポーティン α (importin α /KPNA) は核移行シグナル結合タンパク質として核-細胞質間輸送に関わる因子である。申請者は、微小核の

20~30%で、インポーティン α が濃縮していることをヒト細胞で見出している(図1)。微小核はゲノム情報を制御する主核とは独立して存在する核膜で包まれた小型のオルガネラで、その内部にはゲノム DNA の一部が包埋されている。このため、インポーティン α の微小核への分子濃縮は、微小核 cytoDNA の品質管理にインポーティン α が関与することを示す現象ではないかと着想した。さらに、Ki-67 や RNA が集積する分裂期染色体の非骨格辺縁領域と分裂中の娘細胞間に形成される染色体ブリッジにもインポーティン α が濃縮する現象を見出し、インポーティン β に依存する一般的な核輸送機能とは異なる非核輸送型 (noncanonical) の、おそらく DNA 制御に関わる機能がインポーティン α には

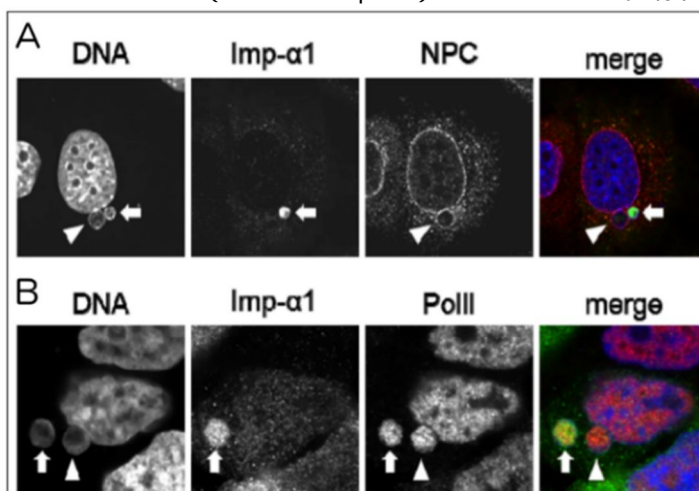


図1. インポーティン α の微小核局在
(A) インポーティン α 1 (Imp- α 1) と核膜孔複合体 (NPC) を免疫染色した。2つの微小核 (矢印、矢頭) のうち片方 (矢印) に局在している。
(B) Imp- α 1 と RNA polymerase II (PolII) を免疫染色した。PolII は2つの微小核 (矢印、矢頭) に局在するのに対し、Imp- α 1 は片方の微小核 (矢印) に局在している。DNA は DAPI 染色。細胞は MCF-7。

異なる非核輸送型 (noncanonical) の、おそらく DNA 制御に関わる機能がインポーティン α には

備わっているのではないかと考えるようになってきた。

このように、本研究では核輸送因子とは一線を描くインポーター α の新機能を提示して、cytoDNA品質管理に関する新たな制御機序を明らかにする。微小核とcytoDNAは加齢で頻発する非感染性免疫応答やがん、神経変性疾患の発症機序の分子基盤の理解と、ゲノム・生物進化に関わるクロモソリプシスの研究分野と深く関わっている。このため、一見すると相反するように見える非感染性免疫応答とクロモソリプシスの2つの経路の選択がどのようにインポーター α によってなされるのか、そしてその選択の結果、どのようなシグナル経路により細胞運命が決定されるのかも本申請で明らかになる。さらに、本申請で同定される制御因子群あるいは相互作用因子群は、ゲノム・オルガネラ・細胞の機能と構造を操作するための技術創出の知的基盤を構築する有用な情報を提供する。

3) 生化学的手法を用いた細胞損傷における膜動態の変化と膜ベシクルを用いた細胞相互作用の解析

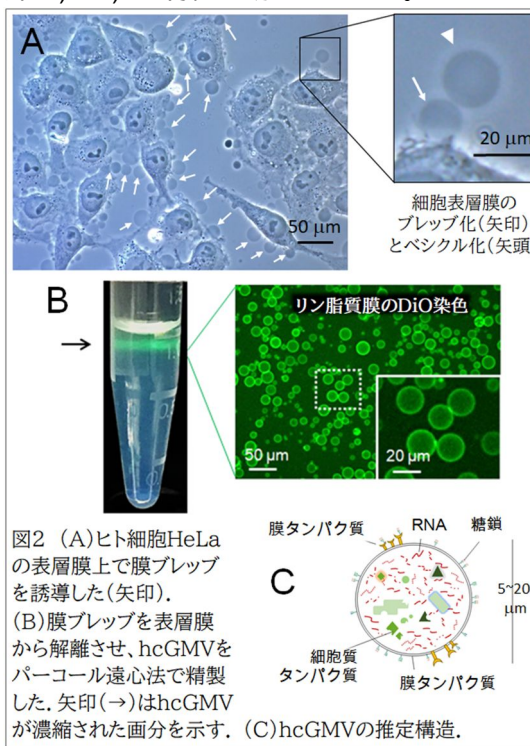
血液や尿などの体液や培養細胞の上清には、脂質二重膜で包まれたベシクル「細胞外膜ベシクル」が多量に存在している。細胞外膜ベシクルは細胞と相互作用することで、細胞の機能を補完したり拡張したりして、発生や老化、肥満、がんや神経変性といったヒトの生理と病理に関わる(Yin et al. 2021 *J Extracell Vesicles*; van Neil et al. 2022 *Nat Rev Mol Cell Biol*)。また、細菌感染時にデコイとして免疫応答に関わったりする(Keller et al. 2020 *Nature*)。細胞外の膜構造体が多細胞社会の恒常性の制御に関わる事例が次々と明らかになる中で、生体反応化学に関する基礎的研究から保健医療に関する応用研究に至る多くの研究者が膜ベシクルの膜動態に興味を示し、細胞外膜ベシクルを人為的に制御する膜操作技術の開発を目指すようになってきた。しかし、リン脂質や糖鎖などの膜の構成因子群の制御機構は未だ不明な点が多く、細胞外膜ベシクルの構造や機能を自在に操作する技術の発達は十分といえない。

本研究では、Scott博士が発見した低濃度パラホルムアルデヒドによる細胞膜変形法(Scott et al. 1976 *Science*)に独自の改良を加えて、 10^6 個のヒトHeLa細胞から直径5-20 μm の「ヒト細胞由来の大型膜ベシクル(human cell-derived Giant Membrane Vesicle)」を得て、膜動態の研究を実施した。約 3.0×10^6 個の大型膜ベシクルを生産する方法を確立した。これだけ多量のヒト細胞由来の大型膜ベシクルを調製できるのは世界的に見て応募者のみである(図2A & B)。以下では、ヒト細胞由来の大型膜ベシクルをhcGMVと略して記載する。

応募者は研究を進める中で、hcGMVに関する以下a)~d)の特性を明らかにした。

- 独自の化学的操作を適用することで、ヒト培養細胞からhcGMVの生産量を増やすことができる。
- hcGMV内には細胞質由来のタンパク質やRNA分子群が存在し、hcGMV表層のリン脂質二重膜には糖鎖が存在する。
- 外部からhcGMV内部に導入可能な抗がん剤や化合物がある。
- 糖鎖酵素処理によりhcGMVと受容細胞間の相互作用を変化させることができる。

これまでに調製したhcGMVの内部には、核やミトコンドリアといった大型のオルガネラは確認されていない。このため、hcGMVはヒトの細胞質環境を保持したオルガネラ非含有型の膜ベシクルと考えられる(図2C)。また、hcGMVは細胞表層のブレップ構造から生成しているため膜張力が高く、エキソソーム、マイクロベシクル、リポソームといった既知の細胞外膜ベシクルに比べてサイズも大きい。さらに、様々な糖鎖が表層に配置されており、ヒト細胞表層の性質が保持されている。こうした特性は他の細胞外膜ベシクルのいずれとも異なることから、膜動態の研究素材あるいは薬剤送達のための運搬体として、hcGMVは独自のポジションを占めると考えられる。



以上、ヒト細胞がどのようにして内的および外的な環境に対する分子応答を起動するのかを複数の実験系を立ち上げて、複数のシグナル伝達制御系に着眼点から、それぞれの分子応答を明らかにすることができた。学術的には分子生物学の基盤知識、特に細胞核やクロマチンの制御に関する基礎的な知見を深化・拡張した点は意義があると考えている。また、社会的にはゲノムやプロテオームの制御を活用した保健医療や環境科学の諸分野における技術開発の知的基盤を構築することに貢献できたと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 1) S. Okada, Y. Fukai, F. Yoshimoto, H. Saitoh	4. 巻 42
2. 論文標題 Chemical manipulations to facilitate membrane blebbing and vesicle shedding on the cellular cortex.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biotechnol. Lett.	6. 最初と最後の頁 1137-1145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10529-020-02848-7	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 2) K. Miyazaki, Y. Ichikawa, N. Saitoh, H. Saitoh	4. 巻 9
2. 論文標題 Three types of nuclear envelope assemblies associated with micronuclei.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CellBio	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/cellbio.2020.91002	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 K. Miyazaki, KI Yano, H. Saitoh	4. 巻 84
2. 論文標題 A fluorescence method to visualize the nuclear boundary by the lipophilic dye DiI.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biosci. Biotechnol. Biochem.	6. 最初と最後の頁 1685-1688
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2020.1756737	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 K. Miyazaki, K. Yano, H. Saitoh	4. 巻 e-pub
2. 論文標題 A Fluorescence method to visualize the nuclear boundary by the lipophilic dye DiI.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biosci. Biotechnol. Biochem.	6. 最初と最後の頁 e-pub
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2020.1756737	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 4) T. Koga, K. Morotomi-Yano, T. Sakugawa, H. Saitoh, K. Yano.	4. 巻 9
2. 論文標題 Nanosecond pulsed electric fields induce extracellular release of chromosomal DNA and histone citrullination in neutrophil-differentiated HL-60 cells.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 8451
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-44817-9	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 G.G. Takir, Y. Ohsaki, K. Morotomi, K. Yano, H. Saitoh.	4. 巻 504
2. 論文標題 Linkage between lipid droplet formation and nuclear deformation in HeLa human cervical cancer cells.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochem. Biophys. Res. Commun.	6. 最初と最後の頁 485-490
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2018.08.200	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 S. Okada, S. Yankawa, H. Saitoh.	4. 巻 557
2. 論文標題 Wash-free instant detection of giant plasma membrane vesicles.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Anal. Biochem.	6. 最初と最後の頁 59-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ab.2018.07.012.	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 Okada Saya, Yankawa Satoshi, Saitoh Hisato	4. 巻 557
2. 論文標題 Wash-free instant detection of giant plasma membrane vesicles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Analytical Biochemistry	6. 最初と最後の頁 59 ~ 61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ab.2018.07.012	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 Komiya Maki, Ito Akihiro, Endo Mizuki, Hiruma Daisuke, Hattori Mitsuru, Saitoh Hisato, Yoshida Minoru, Ozawa Takeaki	4. 巻 7
2. 論文標題 A genetic screen to discover SUMOylated proteins in living mammalian cells	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 17443-17443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-17450-7	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 Nakamura Tomohumi, Murakami Kouichi, Tada Haruto, Uehara Yoshihiko, Nogami Jumpei, Maehara Kazumitsu, Ohkawa Yasuyuki, Saitoh Hisato, Nishitani Hideo, Ono Tetsuya, Nishi Ryotaro, Yokoi Masayuki, Sakai Wataru, Sugasawa Kaoru	4. 巻 22
2. 論文標題 Thymine DNA glycosylase modulates DNA damage response and gene expression by base excision repair-dependent and independent mechanisms	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Genes to Cells	6. 最初と最後の頁 392 ~ 405
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gtc.12481	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 Iihoshi Haruka, Ishihara Takaya, Kuroda Shogo, Ishihara Naotada, Saitoh Hisato	4. 巻 277
2. 論文標題 Aclarubicin, an anthracycline anti-cancer drug, fluorescently contrasts mitochondria and reduces the oxygen consumption rate in living human cells	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Toxicology Letters	6. 最初と最後の頁 109 ~ 114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.toxlet.2017.06.006	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 i)S. Okada, Y. Fukai, Y. Tanoue, H. Nasser, T. Fukuda, T. Ikeda and *H. Saitoh.	4. 巻 171
2. 論文標題 Basic structure and cytocompatibility of giant membrane vesicles derived from paraformaldehyde-exposed human cells.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Biochem.	6. 最初と最後の頁 339-347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvab144	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32件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 宮崎航平、斉藤寿仁
2. 発表標題 微小核や多核の形成や運命決定を核膜の集積異常の観点から見る
3. 学会等名 第43回分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田咲耶、斉藤寿仁
2. 発表標題 化学物質および酵素処理による大型細胞外小胞の取り込み促進
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田咲耶、斉藤寿仁
2. 発表標題 化学物質による細胞膜と細胞外小胞の動態操作及びその分子理論
3. 学会等名 第7回日本細胞外小胞学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Okada, H. Saitoh
2. 発表標題 Chemical and enzymatic treatments that promote cellular uptake of giant cell-derived extracellular vesicles
3. 学会等名 Cell Bio Virtual 2020 An Online ASCB/EMBO Meeting, (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎航平、斉藤寿仁
2. 発表標題 微小核における核膜構造のバリエーションとゲノム不安定性の制御
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林桃子、斉藤寿仁
2. 発表標題 アミロイド化したタンパク質の核小体とPMLボディでの集積とその制御
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 有村悠、斉藤寿仁
2. 発表標題 グアニン4重鎖オリゴDNAの細胞導入による核とクロマチン構造変化
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脂肪酸による脂肪滴の誘導と核・染色体の空間制御
2. 発表標題 馬締竜平、斉藤寿仁
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田咲耶、斉藤寿仁
2. 発表標題 化学物質による細胞膜表層と細胞外ベシクルの動態操作
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉元文哉、斉藤寿仁
2. 発表標題 細胞膜プレップとベシクルの異なる細胞株間での比較
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 深井裕太、斉藤寿仁
2. 発表標題 ヒト細胞由来の大型細胞外ベシクルGPMVsの高度精製とタンパク質、RNA、糖鎖構成因子の解析
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 桃子、斉藤 寿仁
2. 発表標題 アミロイド検出試薬を用いたSUMO・ユビキチン陽性の核内ポリペプチド鎖凝集体の検出とその制御解析
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高鉾 結衣、斉藤 寿仁
2. 発表標題 アミロイド結合性蛍光色素Thioflavin T (ThT) による生細胞の構造観察と細胞増殖の制御
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮崎 航平、Gizem Gulevin Takir、斉藤 寿仁
2. 発表標題 微小管阻害による微小核の形成と脂肪滴の誘導
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田 咲耶、斉藤 寿仁
2. 発表標題 直径5-30 μmの大型細胞膜小胞の効率的な単離および膜動態の操作
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林 桃子、斉藤 寿仁
2. 発表標題 アミロイド検出試薬を用いたSUMO・ユビキチン陽性の核内ポリペプチド鎖凝集体の検出とその制御解析
3. 学会等名 分子生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高鉾 結衣、斉藤 寿仁
2. 発表標題 アミロイド結合性蛍光色素Thioflavin T (ThT) による生細胞の構造観察と細胞増殖の制御
3. 学会等名 分子生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮崎 航平、Gizem Gulevin Takir、斉藤 寿仁
2. 発表標題 微小管阻害による微小核の形成と脂肪滴の誘導
3. 学会等名 分子生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田 咲耶、斉藤 寿仁
2. 発表標題 直径5-30 μm の大型細胞膜小胞の効率的な単離および膜動態の操作
3. 学会等名 分子生物学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 飯星 悠、石原 孝也、石原 直忠、斉藤 寿仁
2. 発表標題 Anthracycline系トポイソメラーゼII阻害剤AclarubicinとDoxorubicinの細胞毒性の一端はミトコンドリア呼吸阻害に由来する
3. 学会等名 分子生物学会 (ConBio2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高鉾 結衣、斉藤 寿仁
2. 発表標題 アミロイド結合性蛍光色素Thioflavin T (ThT) による生細胞の構造観察と細胞増殖の制御
3. 学会等名 分子生物学会 (ConBio2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡田 咲耶、梶川 智史、斉藤 寿仁
2. 発表標題 Giant Plasma Membrane Vesicles (GPMVs) の大量調整と生化学解析および情報伝達キャリアーとしての利用
3. 学会等名 分子生物学会 (ConBio2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松尾 花佳、魚住 直毅、松本 蛍、斉藤 寿仁
2. 発表標題 SUMOとユビキチンによる不完全ポリペプチド鎖の核内凝集と離散の制御
3. 学会等名 分子生物学会 (ConBio2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 濱島亨多、西田和記、斉藤寿仁
2. 発表標題 植物葉緑体と動物細胞の相互作用から紐解くオルガネラ共存システムのダイナミクス
3. 学会等名 第45回日本分子生物学会 (MBSJ2022) 幕張メッセ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東 有里紗、渡部 一輝、斉藤 寿仁
2. 発表標題 染色体外環状DNAによる細胞不均一化と薬剤抵抗性の獲得
3. 学会等名 第45回日本分子生物学会 (MBSJ2022) 幕張メッセ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木佐貴玲央、宮本洋一、岡正啓、斉藤寿仁
2. 発表標題 Importin- の微小核への分子濃縮
3. 学会等名 第45回日本分子生物学会 (MBSJ2022) 幕張メッセ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡田咲耶、斉藤寿仁
2. 発表標題 大型膜ベシクルによる細胞膜リモデリングと細胞機能の拡張と強化
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 有村悠、斉藤寿仁
2. 発表標題 多核巨細胞におけるミトコンドリアのダイナミクスと品質管理
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 馬締竜平、斉藤寿仁
2. 発表標題 ヒト細胞を用いた細胞周期における脂肪滴の量的調節機序の解析
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 木佐貴玲央、斉藤寿仁
2. 発表標題 微小核へのインポーティングアルファの濃縮現象：核の構築と品質管理に関わる新機序の提案
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 伊達日向、斉藤寿仁
2. 発表標題 S期停止時のヒト細胞サイズ変化と細胞老化をつなぐ分子回路の探索
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 宮川玲花、斉藤寿仁
2. 発表標題 ヒト細胞に対する光依存的クロロフィル毒性研究：盗葉緑体現象のヒト細胞での再現に向けて
3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

斉藤研究室HP
www.sumo-modification.jp

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------