

令和 4 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03197

研究課題名(和文) 分子間距離で紐解く真核転写反応の1分子解析

研究課題名(英文) Single molecule imaging of eukaryotic transcription.

研究代表者

多田 隈 尚史 (TADAKUMA, HISASHI)

東京大学・定量生命科学研究所・協力研究員

研究者番号：10339707

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：遺伝子発現は、親和性が弱い相互作用によって担われているが、細胞内では、特定の構造や足場(scaffold)に必要な因子が集積化する事で、効率的に反応が進んでいる。本研究では、その分子機構理解の為に、DNAナノ構造(DNA origami)のナノメートル精度の分子配置技術を用いて、遺伝子発現機構のナノ反応場の再構成と解析を目的とした。特に、進展著しいクライオ電子顕微鏡の為に基盤技術構築を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、従来の反応拡散系を基にした反応系ではなく、反応に関与する因子をDNAナノ構造の上に集積化した反応系(ナノ反応場)を構築・解析する為に基盤技術の確立を行った。確立した技術は、生体の超分子構造の解析に応用可能であり、生命科学の進展に寄与すると思われる。また、我々が構築してきたプログラム可能な遺伝子発現ナノデバイス(ナノチップ)に適用する事で、細胞や人工細胞の運命制御が可能となり、医薬や有用物質生産に貢献すると期待される。

研究成果の概要(英文)：Gene expression is powered by weak interaction of bio-molecules. To compensate the weak interaction, related molecules are integrated on the scaffold and form super-complex and "Nano reaction field", which allows the efficient process of specific reaction while excluding unintended factors. Here, we developed basic techniques to reconstitute these "Nano reaction field". We established DNA origami-based technologies for activity and structure analysis (e.g., Cryo-EM), which would be also the platform for future gene expression control nano-device.

研究分野：生物物理・合成生物

キーワード：1分子計測(SMD) DNAデバイス 遺伝子発現 転写 翻訳 クライオ電子顕微鏡

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 細胞内は非常に混雑した環境であるが、遺伝子発現は非常に効率良く、かつ精緻に行われている。これは、関連因子が集積した"ナノ反応場"が形成され、特定の反応が効率的に進む一方、他の因子を排除する効果等が合わさっているからだと考えられる。

(2) 生体内では、多種多数の蛋白質や核酸因子が反応場を形成し、精緻な遺伝子発現機構を実現している。しかし、従来、試験管内の反応は、主に構造情報を含まない均一な系で測定されている。一方で、構造情報を含む細胞内の実験は、共局在を指標に阻害剤や変異体を用いた実験が主であり、複数の反応が絡み合う故に詳細な解析が困難であった。その為、試験管内と細胞内の両方に適用できるような、新たな技術が求められていた。

(3) DNA ナノ構造は 1982 年にアメリカの Ned Seeman によって提唱され、発展を続けてきたが、近年、2006 年にアメリカの Paul Rothemund によって、簡便に任意の 3 次元構造を構築可能な DNA オリガミ法が開発され、急速に発展している。1 本の長い 1 本鎖 DNA(scaffold)と、多数の短い 1 本鎖 DNA(staple strand)から形成される DNA オリガミは、特定 DNA 配列の場所が、ナノ構造中において一意に決まる事から、特定 DNA 配列に結合させた"目的分子"をナノ構造中の特定場所に結合させる事が可能である。そこで、DNA オリガミを用いれば、人工的なナノ反応場を構築し、関連因子を集積化する事で、生体の構造を模したり、あるいは、生体中の構造体を精製したりする事が可能になると期待された。

(4) 我々の過去の研究から、転写に関わる因子を集積化したナノチップを構築する事で、転写反応をプログラムし、環境に応じた遺伝子発現が、試験管内で実現可能な事が明らかになった。しかし、細胞や個体内への応用や、あるいは実社会への実装の為には、いくつかの基礎的な欠点(壊れやすい、高濃度で凝集しやすい等)を克服する必要がある。また、作成したナノチップが設計通りにできているかどうかを確認する事は、評価、あるいは設計へのフィードバックに極めて重要であり、近年、進展が著しいクライオ電子顕微鏡はそのツールとし強力であり、クライオ電子顕微鏡(Cryo-EM)に適した設計や構築方法を確立する必要がある。

### 2. 研究の目的

(1) DNA origami 技術の基本的な欠点の解消を目指した研究

DNA origami 技術をより汎用化する為には、いくつかの欠点(壊れやすい、高濃度で凝集しやすい等)を解消する必要がある。wet と dry(Molecular dynamics, MD)を組合せ、DNA origami の設計技術を向上させる事、また、モデルタンパク質(キネシン・モーター蛋白質)を用いて、蛋白質集積化効率の向上させる事を目的とした。

(2) クライオ電子顕微鏡(Cryo-EM)への応用

Cryo-EM は、試料を含む溶液を急速凍結し観察する事で、溶液中の構造を観察する技術であり、超分子複合体のような、結晶化が難しい試料や、あるいは、細胞内の構造を明らかにする技術である。DNA origami 技術をベースとしたナノチップの設計や確認に有用であると考えられるが、適用はまだ始まったばかりの初期段階にあり、未だ確立していない部分がある。そこで、Cryo-EM を用いた DNA origami の構造解析技術確立、また、ナノチップを用いた、Cryo-EM 用試料の作成技術確立を目的とした。

(3) 転写の性質の理解

本研究は、将来的に転写を含めた遺伝子発現システムに適用するが、その際、転写の仕組みをより深く知る事は重要である。そこで、転写の制御に重要な RNA polymerase(RNAP)の C 末端の構造に関する解析を目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) DNA origami 技術の基本的な欠点の解消を目指した研究

DNA origami の設計技術を向上

DNA origami は、1 本の長い 1 本鎖 DNA(scaffold)と、多数の短い 1 本鎖 DNA(staple)よりなる。この scaffold と staple の配置によって、DNA origami の 3 次元構造が決定される。そこで、どのように、scaffold と staple を配置するか(ルーティング)を wet と dry(MD)の実験で最適化し

た。

#### 蛋白質集積化効率の向上

ナノチップの構築にあたっては、蛋白質の集積効率が重要である。その際、DNA origami は負電荷を帯びた DNA 鎖の塊であるので、蛋白質の電荷が重要だと考えられる。そこで、モデル蛋白質(キネシン)に正電荷を付加し、結合速度や集積効率への影響を評価した。また、DNA origami では、ナノメートル精度で蛋白質を集積化できるが、集積化がナノチップ全体の活性にどのような影響を与えるのかは明らかではない。そこで、集積化密度を変え、ナノチップ全体の活性にどのような影響が出るのかを、キネシンを集積化したナノチップ(ナノ輸送体)で評価する。

#### (2) クライオ電子顕微鏡への応用

##### Cryo-EM を用いた DNA origami の構造解析技術確立

第一歩として、単純な棒状(rod)構造を 200/300kV の Cryo-EM で観察する。また、RELION、あるいは、cryoSPARC を用いた解析系を確立する。あわせて、共同研究施設の Cryo-EM の運用を行う(分担者の安達)。

##### ナノチップを用いた、Cryo-EM 用試料の作成技術確立

DNA origami はナノメートル精度で分子を集積化できるので、抗体等の結合用の手(binder module)を、精密配置する事で、細胞中の特定構造だけを精製する事が可能となると期待される。まずは、Cryo-EM で観察がしやすいリボソームを題材に、大腸菌 Lysate から、リボソーム複合体を単離精製し、Cryo-EM で観察できるか評価する。

#### (3) 転写の性質の理解

小角散乱を用いて、RNAP の C 末端(CTD)の構造解析を行う(分担者の安達)。

### 4. 研究成果

#### (1) DNA origami 技術の基本的な欠点の解消を目指した研究

##### DNA origami の設計技術を向上

ルーティングを工夫し、また、staple や scaffold に余分なチミン(T)残基を導入し、紫外光(UV)を照射する事で、チミンダイマーを形成させ、staple や scaffold 同士を化学架橋させた結果、様々な環境下(pH、温度、DNase 等の分解酵素存在下)での DNA origami の耐性が向上した。また、配列を工夫する事で、凝集を抑制できた。この事で、濃度を  $\mu\text{M}$  以上に上げて、室温で数週間に渡って保存する事が可能となった。これらの結果、様々な溶液条件下で DNA origami を用いる事が可能となり、Cryo-EM への適用も可能となった。また、細胞への導入、あるいは、マウス個体への導入も可能となり、マウス個体内の特定臓器への DNA origami の配送にも成功した。

##### 蛋白質集積化効率の向上

モデルタンパク質キネシンに正電荷を付加する事で、結合速度を 3 桁向上させ、蛋白質集積化時に過剰な蛋白質を DNA origami と混ぜる必要がなくなった。この事で、過剰の蛋白質による DNA origami の凝集を防ぐ事ができるようになったと共に、過剰な蛋白質の除去が容易となり、活性評価の実験が容易となった(DNA origami に結合していない過剰な蛋白質が残っていると、活性を正しく評価できないので、除去する必要がある)。また、集積効率も 86%以上と高効率であった。この高収率の性質を生かし、蛋白質密度の全体活性に対する影響をナノ輸送体を用いて評価した所、蛋白質密度が高すぎると走行距離(run length)が低下する事が明らかになった。この事は適切な分子配置が重要である事を示す。これらの結果は、今後、転写系の理学的理解や工学的応用の基礎となる。

#### (2) クライオ電子顕微鏡への応用

##### Cryo-EM を用いた DNA origami の構造解析技術確立

rod(60x21x11 nm)の物を解析した所、18.5 分解能の構造が得られた。また、現状分解能が低いのは、粒子数の少なさに加え、DNA origami の局所部分の揺らぎに起因する事が示唆された。一方で、解析系が確立した事で、今後の設計と解析系に有用であると期待される。また、共同研究施設の Cryo-EM の運用が上手くいった事は、共同研究施設の Cryo-EM を用いた論文が多数出版された事から示唆される。

##### ナノチップを用いた、Cryo-EM 用試料の作成技術確立

前述の rod 構造に avidin-biotin 系を介して、大腸菌抽出液から、リボソームを単離し、ショ糖密度勾配遠心を行う事で、精製し、Cryo-EM の解析系の乗せる事が可能となった。その結果、6 分解能の構造が得られた。また、興味深い事に、3 つある tRNA 結合部位は、いずれも空で

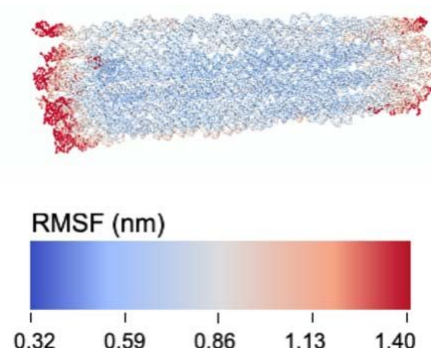


図 1. DNA origami の MD の例

あった。これらの結果は、少ないステップで抽出液中の超分子複合体を精製・解析し、その状態を知る事が可能である事を示唆しており、今後のより精緻な精製・解析、あるいは、細胞内クライオトモグラフィーの分子マーカーとして応用が潜在的に可能である事を示唆している。

### (3) 転写の性質の理解

真核の転写においては、RNAPのC末に位置するドメイン(CTD)が重要であるが、天然変性領域でカチツとした構造を取らない為、従来は、RNAPに対して、どのような空間配置をしているのかが明らかではなかった。小角散乱を用いることで、その相対的な配置のモデルを得られていたので、引き続き精密化を行った。その結果、小角散乱のアンサンブル最適化法(EOM)により、その相対的な配置のモデルが得られた。

以上に述べたように、本研究では、DNA origamiの基本的な欠点の解消を通して、試験管内だけでなく、細胞内、個体内への応用の基盤を確立した。今後、転写系の集積化技術の向上を通して、ナノチップをより高機能にする事が可能となれば、理学的な転写系の理解が深まると共に、細胞や人工細胞の運命制御を通して、医療や有用物質生産に有効であると期待される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Sano Emiko, Kazaana Akira, Tadakuma Hisashi, Takei Toshiaki, Yoshimura Sodai, Hanashima Yuya, Ozawa Yoshinari, Yoshino Atsuo, Suzuki Yutaka, Ueda Takuya	4. 巻 1868
2. 論文標題 Interleukin-6 sensitizes TNF- and TRAIL/Apo2L dependent cell death through upregulation of death receptors in human cancer cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research	6. 最初と最後の頁 119037 ~ 119037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbamcr.2021.119037	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 Ikegaya Marina, Moriya Toshio, Adachi Naruhiko, Kawasaki Masato, Park Enoch Y., Miyazaki Takatsugu	4. 巻 -
2. 論文標題 Structural basis of the strict specificity of a bacterial GH31 -1,3-glucosidase for nigerooligosaccharides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 101827 ~ 101827
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbc.2022.101827	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 Mori Takahiro, Kumano Takuto, He Haibing, Watanabe Satomi, Senda Miki, Moriya Toshio, Adachi Naruhiko, Hori Sanae, Terashita Yuzu, Kawasaki Masato, Hashimoto Yoshiteru, Awakawa Takayoshi, Senda Toshiya, Abe Ikuro, Kobayashi Michihiko	4. 巻 12
2. 論文標題 C-Glycoside metabolism in the gut and in nature: Identification, characterization, structural analyses and distribution of C-C bond-cleaving enzymes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-26585-1	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 Minato Takuo, Teramoto Takamasa, Adachi Naruhiko, Hung Nguyen Khac, Yamada Kaho, Kawasaki Masato, Akutsu Masato, Moriya Toshio, Senda Toshiya, Ogo Seiji, Kakuta Yoshimitsu, Yoon Ki-Seok	4. 巻 4
2. 論文標題 Non-conventional octameric structure of C-phycoyanin	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 1238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-021-02767-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 Sato Shoko, Takizawa Yoshimasa, Hoshikawa Fumika, Dacher Mariko, Tanaka Hiroki, Tachiwana Hiroaki, Kujirai Tomoya, Iikura Yukari, Ho Cheng-Han, Adachi Naruhiko, Patwal Indu, Flaus Andrew, Kurumizaka Hitoshi	4. 巻 49
2. 論文標題 Cryo-EM structure of the nucleosome core particle containing Giardia lamblia histones	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Research	6. 最初と最後の頁 8934 ~ 8946
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/nar/gkab644	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 Teramoto Takamasa, Koyasu Takeshi, Adachi Naruhiko, Kawasaki Masato, Moriya Toshio, Numata Tomoyuki, Senda Toshiya, Kakuta Yoshimitsu	4. 巻 297
2. 論文標題 Minimal protein-only RNase P structure reveals insights into tRNA precursor recognition and catalysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 101028 ~ 101028
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbc.2021.101028	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 Adachi Naruhiko, Yamaguchi Takahide, Moriya Toshio, Kawasaki Masato, Koiwai Kotaro, Shinoda Akira, Yamada Yusuke, Yumoto Fumiaki, Kohzuma Takamitsu, Senda Toshiya	4. 巻 213
2. 論文標題 2.85 and 2.99 Å resolution structures of 110 kDa nitrite reductase determined by 200 kV cryogenic electron microscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Structural Biology	6. 最初と最後の頁 107768 ~ 107768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsb.2021.107768	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 Naganuma Masahiro, Tadakuma Hisashi, Tomari Yukihide	4. 巻 12
2. 論文標題 Single-molecule analysis of processive double-stranded RNA cleavage by Drosophila Dicer-2	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-24555-1	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 Oki Keisuke, Yamagami Takeshi, Nagata Mariko, Mayanagi Kouta, Shirai Tsuyoshi, Adachi Naruhiko, Numata Tomoyuki, Ishino Sonoko, Ishino Yoshizumi	4. 巻 49
2. 論文標題 DNA polymerase D temporarily connects primase to the CMG-like helicase before interacting with proliferating cell nuclear antigen	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Research	6. 最初と最後の頁 4599 ~ 4612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/nar/gkab243	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 Katsuyama Yohei, Sone Kaoru, Harada Ayaka, Kawai Seiji, Urano Naoki, Adachi Naruhiko, Moriya Toshio, Kawasaki Masato, Shin ya Kazuo, Senda Toshiya, Ohnishi Yasuo	4. 巻 60
2. 論文標題 Structural and Functional Analyses of the Tridomain Nonribosomal Peptide Synthetase FmoA3 for 4 Methyloxazoline Ring Formation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 14554 ~ 14562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202102760	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 Giannopoulou Evdokia Anastasia, Senda Miki, Koentjoro Maharani Pertiwi, Adachi Naruhiko, Ogawa Naoto, Senda Toshiya	4. 巻 288
2. 論文標題 Crystal structure of the full length LysR type transcription regulator CbnR in complex with promoter DNA	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The FEBS Journal	6. 最初と最後の頁 4560 ~ 4575
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/febs.15764	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 Katsuyama Y, Sone K, Harada A, Kawai S, Urano N, Adachi N, Moriya T,	4. 巻 -
2. 論文標題 Structural and functional analyses of the tridomain-nonribosomal peptide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Angew Chem Int Ed Engl.	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) 10.1002/anie.202102760	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 Giannopoulou EA, Senda M, Koentjoro MP, Adachi N, Ogawa N, Senda T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Crystal structure of the full-length LysR-type transcription regulator	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FEBS J.	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) 10.1111/febs.15764	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 Asai T, Adachi N, Moriya T, Oki H, Maru T, Kawasaki M, Suzuki K, Chen S,	4. 巻 29
2. 論文標題 Cryo-EM Structure of K <sup>+</sup> -Bound hERG Channel Complexed with the Blocker	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Structure	6. 最初と最後の頁 203-212.e4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.str.2020.12.007	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 Duic I, Tadakuma H, Harada Y, Yamaue R, Deguchi K, Suzuki Y, Yoshimura SH, Kato H, Takeyasu K, Fujita T.	4. 巻 48
2. 論文標題 Viral RNA recognition by LGP2 and MDA5, and activation of signaling through step-by-step conformational changes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Res.	6. 最初と最後の頁 11664-11674
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/nar/gkaa935	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 Tojo S, Zhang Z, Matsui H, Tahara M, Ikeguchi M, Kochi M, Kamada M,	4. 巻 11
2. 論文標題 Structural analysis reveals TLR7 dynamics underlying antagonism.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nat Commun.	6. 最初と最後の頁 5204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-19025-z	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 Sato Y, Yabuki T, Adachi N, Moriya T, Arakawa T, Kawasaki M, Yamada C,	4. 巻 4
2. 論文標題 Crystallographic and cryogenic electron microscopic structures and	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Struct Biol X	6. 最初と最後の頁 100030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.yjsbx.2020.100030	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 Yokoyama Takeshi, Machida Kodai, Iwasaki Wakana, Shigeta Tomoaki, Nishimoto Madoka, Takahashi Mari, Sakamoto Ayako, Yonemochi Mayumi, Harada Yoshie, Shigematsu Hideki, Shirouzu Mikako, Tadakuma Hisashi, Imataka Hiroaki, Ito Takuhiro	4. 巻 74
2. 論文標題 HCV IRES Captures an Actively Translating 80S Ribosome	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Cell	6. 最初と最後の頁 1205 ~ 1214.e8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molcel.2019.04.022	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 Tadakuma Hisashi and Kitagawa Daiju	4. 巻 12
2. 論文標題 Overview of the "biophysics in nano-space" session at the 57th annual meeting of the biophysical society of Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biophysical Reviews	6. 最初と最後の頁 283-285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12551-020-00646-z	査読の有無 無
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25件（うち招待講演 13件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 安達成彦
2. 発表標題 Brief introduction of cryo-EM network and KEK cryo-EM facilit
3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安達成彦
2. 発表標題 Operation and recent activities of the cryo-EM facility in KEK
3. 学会等名 第59回日本生物物理学会年会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuxiang Liu, Ruixuan Wang, Qi Chen, Kodai Fukumoto, Bingxun Wang, Yuko Murayama, Shun-ichi Sekine, Hisashi Tadakuma
2. 発表標題 Construction of Tough DNA Origami
3. 学会等名 第22回日本RNA学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安達成彦
2. 発表標題 第3回クライオ電顕ネットワークユーザーグループミーティング：クライオ電顕・単粒子解析におけるtips
3. 学会等名 第43回分子生物学会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福本 紘大, 宮園 侑也, 多田隈 尚史, 原田 慶恵
2. 発表標題 DNAオリガミを用いたキネシン-1の空間配置が輸送複合体の協調運動に与える影響の解析
3. 学会等名 第43回分子生物学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福本 紘大, 宮園 侑也, 多田隈 尚史, 原田 慶恵
2. 発表標題 キネシン分子の空間配置が輸送複合体の運動に与える影響の評価
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naruhiko Adachi
2. 発表標題 Structure analysis of transcription related complexes
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Laboratory meeting
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安達成彦
2. 発表標題 クライオ電子顕微鏡：単粒子解析の原理と実際
3. 学会等名 遺伝研カジュアルセミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shimaa A. Abdellatef, Hisashi Tadakuma, Yuichi Kondo, Kangmin Yan, Rofia Boudria, Kodai Fukumoto, Takashi Fujiwara, Hideo Higuchi, and Keiko Hirose
2. 発表標題 Oscillatory movement of a dynein-microtubule complex crosslinked with DNA-origami
3. 学会等名 64th Annual Meeting of Biophysical Society (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 永沼 政広, 多田隈 尚史, 泊 幸秀
2. 発表標題 Dicer-2による二本鎖RNAプロセッシングの一分子解析
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 千田俊哉・安達成彦・川崎政人・守屋俊夫・山田悠介・篠田晃・小祝孝太
2. 発表標題 KEKにおけるクライオ電顕施設の紹介
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会（招待講演）
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 千田俊哉・安達成彦・川崎政人・守屋俊夫・山田悠介・篠田晃・小祝孝太
2. 発表標題 KEKクライオ電顕の現状
3. 学会等名 生理研研究会「クライオ電子顕微鏡によるタンパク質の高分解能単粒子構造解析」（招待講演）
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Kodai Fukumoto, Yuya Miyazono, Hisashi Tadakuma, Yoshie Harada
2. 発表標題 Reconstitution of kinesin-based transport complex using DNA origami
3. 学会等名 CBI学会2019年大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 多田隈尚史
2. 発表標題 How nano-space affects biological phenomena
3. 学会等名 第57回日本生物物理学会年会（招待講演）
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Abdellatef Shima A., 多田隈 尚史, 近藤 雄一, 巖 康敏, 樋口 秀男, 広瀬 恵子
2. 発表標題 Oscillatory movement of the dynein-microtubule complex crosslinked with DNA-origami
3. 学会等名 第57回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 福本 紘大, 宮園 侑也, 多田隈 尚史, 原田 慶恵
2. 発表標題 Evaluating coordination between kinesin motors using DNA origami-based transport complex.
3. 学会等名 第57回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 多田隈尚史
2. 発表標題 集積型遺伝子チップを用いた、転写の理解と制御
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Naruhiko Adachi, Masato Kawasaki, Toshio Moriya, Fumiaki Yumoto,
2. 発表標題 Structure analysis of transcription related complexes and installation of cryo-EM in KEK
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Laboratory meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 安達成彦
2. 発表標題 単粒子解析の原理と実際：KEKにおける共同利用型クライオ電子顕微鏡の
3. 学会等名 日本プロテオーム学会2019年大会・第70回日本電気泳動学会総会（招待講演）
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Naruhiko Adachi, Masato Kawasaki, Toshio Moriya, Fumiaki Yumoto,
2. 発表標題 Structure analysis of transcription related complexes and installation of cryo-EM in KEK
3. 学会等名 The 2019 American Crystallographic Association Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 永沼 政広, 多田隈 尚史, 泊 幸秀
2. 発表標題 Dicer-2による二本鎖RNAプロセッシングの一分子解析
3. 学会等名 第21回日本RNA学会年会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 安達成彦
2. 発表標題 クライオ電子顕微鏡で生体分子の形を明らかにする
3. 学会等名 KEK公開講座「生物学におけるクライオ電子顕微鏡」(招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 多田隈尚史
2. 発表標題 Protein integrated nano-chip for transcription analysis and regulation
3. 学会等名 第19回 日本蛋白質科学会年会 / 第71回 日本細胞生物学会大会 合同年次大会(招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 安達成彦
2. 発表標題 Structure analysis of transcription related complexes and installation of cryo-EM in KEK
3. 学会等名 第19回 日本蛋白質科学会年会 / 第71回 日本細胞生物学会大会 合同年次大会(招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 安達成彦
2. 発表標題 クライオ電子顕微鏡：気になっていること・困っていること@KEK
3. 学会等名 日本顕微鏡学会・第75回学術講演会(招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 安達成彦、千田俊哉	4. 発行年 2020年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 5
3. 書名 実験医学増刊 Vol.38 No.5 イメージング時代の構造生命科学	

1. 著者名 Hisashi Tadakuma	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 15
3. 書名 DNA Origami for Synthetic Biology	

〔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	安達 成彦  (Adachi Naruhiko)  (70707489)	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・特任准教授   (82118)	

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