

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：14603

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K19529

研究課題名（和文）アンキリンリピートによるBARドメイン様の脂質膜の形態制御機構の研究

研究課題名（英文）The membrane shaping by the ankyrin repeat domains

研究代表者

末次 志郎（Shiro, Suetsugu）

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授

研究者番号：70345031

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：細胞は生体膜によって構成され、生体膜は脂質膜で形成される。細胞の持つ生体膜の形態は、生命現象に応じて、様々な形態を形成する。これらの形態形成は、生体膜に結合するタンパク質により担われる。生体膜の形態を直接制御できるタンパク質は、BARドメインタンパク質と両親媒性ヘリックスを持つタンパク質にほぼ限られていた。特にタンパク質の立体構造が、細胞膜の形態構築に重要な役割を果たす例はBARドメインタンパク質にほぼ限られていた。本研究では、これまでタンパク質間相互作用ドメインとして知られていたアンキリンリピートドメインが、BARドメインのように立体構造に依存して、脂質膜の形態形成を担う可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

全ての生命現象は、生体膜を介して生じるために、生体膜の構造構築機構の解明は生命の理解に必須である。ところが、生体膜の構造構築機構についてはそれほど多くの例が知られているわけではない。本研究では、生体膜の構造構築機構を担う新たなタンパク質装置群を発見したことで、生体膜の構造構築機構の理解を深めた。この成果には学術的な意義があり、また、その応用展開の可能性を持つことから社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：The lipid membrane is an essential component of life, which is shaped by the association of the membrane binding proteins. The membrane shaping proteins include the BAR domain proteins and the proteins with amphipathic helices. However, the repertoires of the membrane shaping proteins are limited. Especially, the structural fold of the membrane had been almost limited to the BAR domain. In this study, we hypothesized the structural folds of the ankyrin-repeat domains, which are previously shown to be involved in the protein-protein interaction, shape the membrane. The biochemical and cell biological experiments demonstrated that the ankyrin-repeat domain of ANKHD1 and K1 shape the membrane.

研究分野：細胞生物学

キーワード：BARドメイン アンキリンリピート

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

古くから、アクチン細胞骨格が、細胞の形態形成を担うと考えられてきた。ところが、動物細胞における細胞の形態とは、脂質膜の形態であり、アクチン細胞骨格は細胞の形態そのものではない。申請者らは、アクチン細胞骨格を制御するタンパク質として WASP ファミリータンパク質を同定、機能解析を行ってきた。WASP ファミリータンパク質は、Arp2/3 複合体というアクチン細胞骨格の再構成を行うタンパク質の活性を制御する。また、WASP ファミリータンパク質は、Rho ファミリーの低分子量 G タンパク質 Rac や Cdc42 の下流で機能する。このことによって、細胞外からのシグナル伝達が、アクチン細胞骨格を制御する機構が明らかになった。しかし、細胞膜との相互作用様式は不明であった。申請者らは WASP ファミリータンパク質の結合タンパク質の中から、BAR ドメインタンパク質を同定した。BAR ドメインタンパク質は、バナナ状の細長い立体構造を有しており、バナナ状の構造の片面においてのみ脂質膜に結合する。BAR ドメインタンパク質はヒトにおいてはおよそ 70 種のタンパク質に存在し、構造の多様性を持っている。したがって、多様な細胞膜の形態形成するタンパク質である。この一連の研究は、広く受け入れられ、様々な教科書にも記載が見られる。

細胞の持つ様々な膜構造の多様性を考えると、BAR ドメインのみが、細胞の膜構造を決定するとは考えにくい。そこで申請者らは、全タンパク質のスクリーニングを行い、脂質結合タンパク質の同定を試みた。スクリーニング対象として、総タンパク質数の少ないウイルスに注目した。ワクシニアウイルスは、わずか 270 のタンパク質からなるウイルスである。ウイルスや病原細菌は、感染時に宿主細胞の細胞膜を通過する。その際には、しばしば宿主細胞の持つタンパク質を利用して感染を行うことや、または、宿主細胞の持つタンパク質と相同の機能を持つタンパク質を用いて、宿主細胞の持つシグナル伝達系をあざむくことが知られている。全 270 のタンパク質の GST 融合タンパク質発現系を作成しそれを精製したところ、およそ 80 のタンパク質において、発現が見られた。この 80 のタンパク質に対して、牛の脳から抽出した全脂質画分 (Folch Fraction) を用いて、申請者らの開発してきた ELISA 法によって脂質結合を検討した。その結果、アンキリンリピートドメイン含有タンパク質を脂質膜結合タンパク質として見出してきた。

アンキリンリピートドメインはヒトのタンパク質にも数多く見られる。その中でも TRPV4 のアンキリンリピートドメインには、筋肉の病気である筋萎縮症や構音障害や呼吸筋麻痺を特徴とするシャルコーマリートウース病 (CMT) に罹患しやすい家系の一部では多数の変異が報告されていたが、変異の作用機序は明らかではなかった。TRPV4 は、細胞膜の内外のイオンの濃度差によってイオンを透過させるイオンチャンネルであり、低浸透圧や温度によってチャンネル活性が制御されていることが知られていた。申請者らは、TRPV4 のアンキリンリピートドメインが、細胞膜に含まれるリン脂質と結合することを明らかにした。申請者らは、X 線結晶解析や生体高分子の挙動を推測する分子動力学計算の結果をもとに、リン脂質の結合サイトを同定した。この結合部位が変異して脂質と結合しない場合には、チャンネルを開く形の活性の増大をもたらした。このことは TRPV4 とリン脂質との結合は、チャンネル活性を負 (閉じる形) に制御し、筋萎縮症や CMT 疾患においては、この制御が失われていることを示唆すると考えられた。この研究はアンキリンリピートドメインの一部を脂質結合ドメインとして再定義していた (Takahashi et al. 2014)。

2. 研究の目的

申請者らは、細胞の持つ脂質膜の形態を細胞小器官の形態に正確に変換することのできるタンパク質として BAR ドメインタンパク質を見出してきた。細胞小器官の多様な脂質膜の形態を考えると、BAR ドメインが唯一の脂質膜の形態を決定する分子群であるとは考えにくい。申請者らは、脂質膜の形態を制御する他のタンパク質ドメインを探索し、アンキリンリピートドメインを見出した。アンキリンリピートは、33 アミノ酸残基の繰り返し配列であり、細胞膜裏打ちタンパク質の一種アンキリンに見られることにより名付けられた。1 から 33 のアンキリンリピートが連なることでアンキリンリピートドメインを構成する。ヒトにおいては約 500 種のタンパク質にアンキリンリピートドメインが存在するが、ほとんどのアンキリンリピートドメイン含有タンパク質は機能未知である。アンキリンリピートの脂質結合能は未知であったが、申請者らは、TRPV4 チャンネルのアンキリンリピートドメインが脂質結合ドメインになり得ることを示した。そこで、機能未知であるが、高い mRNA の発現、すなわち、細胞内の多量に存在するアンキリンリピートドメインを持つタンパク質に注目し、その脂質膜の形態形成に役割を解析したところ、幾つかのタンパク質に BAR ドメインのような脂質膜の形態形成活性を見出した。そのようなタンパク質には、ANKHD1 (Ankyrin repeat and KH domain-containing protein 1) がある。ANKHD1 は、およそ 25 個のアンキリンリピートを持ち、どの組織にも普遍的に発現

し、その mRNA 量はアクチンに匹敵するほど多い。申請者らを含む幾つかのグループは、ANKHD1 をノックダウンすると細胞増殖に遅れが生じることを示しているがその機序は不明である。

申請者らは、ANKHD1 のアンキリンリピートドメインと脂質膜の結合を検討したところ、ANKHD1 は、ある特定の脂質組成を持つ脂質膜に結合し、かつ、脂質膜の切断（小胞化）に関わることを見出していた。脂質膜の切断は、細胞内輸送に関わる小胞形成に不可欠であるが、脂質膜切断活性を持つタンパク質はわずかしら知られていない。したがって、本研究では、アンキリンリピートドメインを持つタンパク質を解析し、その脂質膜形態形成機構と生理機能を、細胞生物学的手法と生化学的再構成により明らかにする。特に、ANKHD1 の脂質膜結合および切断機序を解析し、ついで、細胞における整理機能を解析することで、新規な脂質膜の形態制御機構を解明する。

3. 研究の方法

ANKHD1 はおよそ 2500 アミノ酸からなる大きなタンパク質である。申請者らは、1-1587 アミノ酸までの 25 リピートのアンキリンリピートドメインを含む部分の脂質膜との結合を調べた。生体膜を構成するリン脂質としては、主にフォスファチジルコリン(PC)、フォスファチジルエタノールアミン(PE)、フォスファチジルセリン(PS)がある。ゴルジ体の cis ゴルジ体は、おもに PC と PE により構成され、trans ゴルジ体は PE と PS により構成されている。細胞膜は通常、PC と PE と PS を全て含む。そこで、PC と PE により再構成したリポソームを用いて、アンキリンリピートドメインを含む 1-1587 アミノ酸のフラグメント存在下での脂質膜の沈降度、すなわち、沈殿 (ppt) に存在する脂質の量を検討した。このとき、リポソームの沈殿効率は、リポソームの大きさに依存する。したがって、もしリポソームが切断され、リポソームの大きさが小さくなると、沈殿効率が低下し、遠心後の上清 (sup) に脂質が見られるようになる。申請者らは、リポソームに蛍光脂質を導入することで、沈殿しなかったリポソームの量を定量的に解析した。その結果、ANKHD1 の 1-1587 アミノ酸までの 25 リピートのアンキリンリピートドメインを含む部分と、PC および PE で構成されたリポソームを反応させたところ、沈降度の低下が見られた。この沈降度の低下は、PC と PS により再構成されたリポソームでは見られなかった。さらに、電子顕微鏡観察におけるリポソームの観察は、小さい小胞の増加を示し、これらの二つの結果は、脂質膜の切断を示唆した。

立体構造予測によれば、多数のアンキリンリピートはらせん状の立体構造を形成すると予想された。ANKHD1 の場合は、前半の 15 リピートおよび後半の 10 リピートに分けられる。タンパク質立体構造予測から、タンパク質表面の脂質膜と相互作用すると考えられるアミノ酸残基を推定し、これらに変異を導入することで、脂質膜と相互作用するアミノ酸を同定した。脂質膜と相互作用するアミノ酸残基の分布により脂質膜との相互作用および切断機序を同定した。脂質膜の形態の変化は、上記の超遠心分析だけでなく、電子顕微鏡でも調べた。また、これらのオルガネラの制御は、PI(4)P などのフォスフォイノシタイドの制御下にあることが多いので、その効果も調べた。

4. 研究成果

600 種類以上の ARD を持つタンパク質の中から、発現量の多い 18 種類の ARD を含むタンパク質を選択し、試験管内で再構成された生体膜と反応させることで、生体膜の形態形成を評価した。その結果、ANKHD1 が生体膜の小胞形成活性を示すことが見出された。小胞形成は、細胞内物質輸送に関連することから、ANKHD1 が機能する脂質膜で形成されている細胞小器官を同定するため、ANKHD1 の発現を低下させた条件で様々な細胞小器官を観察したところ、初期エンドソームが肥大していた。したがって、ANKHD1 は初期エンドソームから小胞を形成することで、初期エンドソームの大きさを制御し、初期エンドソームを経由する細胞内物質輸送を調節することが予想された。

そこで、ANKHD1 が生体膜の小胞形成を担う仕組みを詳しく調べた。その結果、脂質膜の変形タンパクとして、これまで解析を進めてきた、Bin-Amphiphysin-Rvs(BAR)ドメインという領域と類似した機構で生体膜の小胞形成を担うことを明らかにした。ANKHD1 の ARD ドメインもまた BAR ドメインと同様に、(図 1)のようにタンパク質 2 量体を形成し、カーブしたタンパク質の構造と、生体膜に「くさび」のように打ち込まれる両親媒性ヘリックスと呼ばれるタンパク質のらせん状の部分構造を用いて、生体膜をくびれ切ると考えられた。以上の研究成果から ANKHD1 は、ハサミで切るのように小胞形成を行い (図 1)、小胞形成は、初期エンドソームの大きさの制御に重要であることを解明した (図 2)。

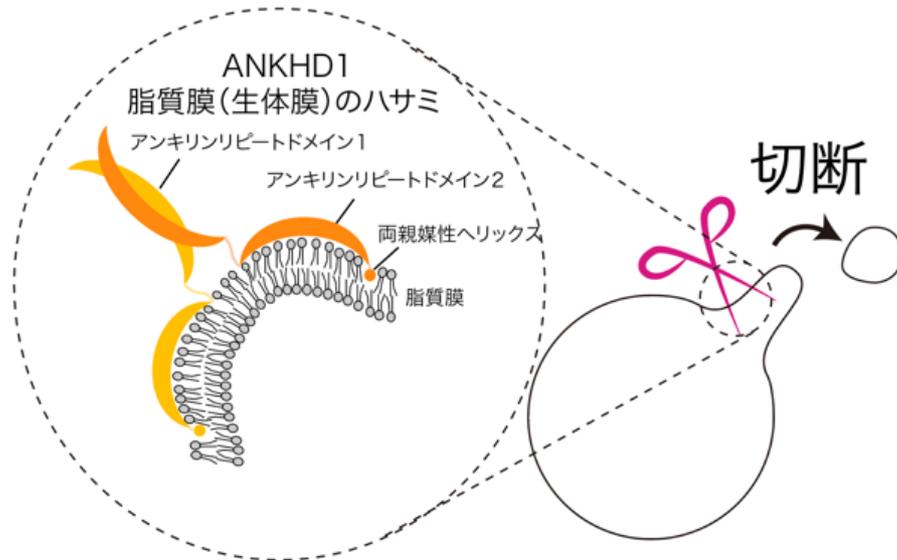


図1 ANKHD1の小胞形成のモデル図
ANKHD1に含まれる2つのARDが二量体を形成してハサミのように脂質膜の切断を行い、全体として効率的な脂質膜の小胞形成を誘導する。

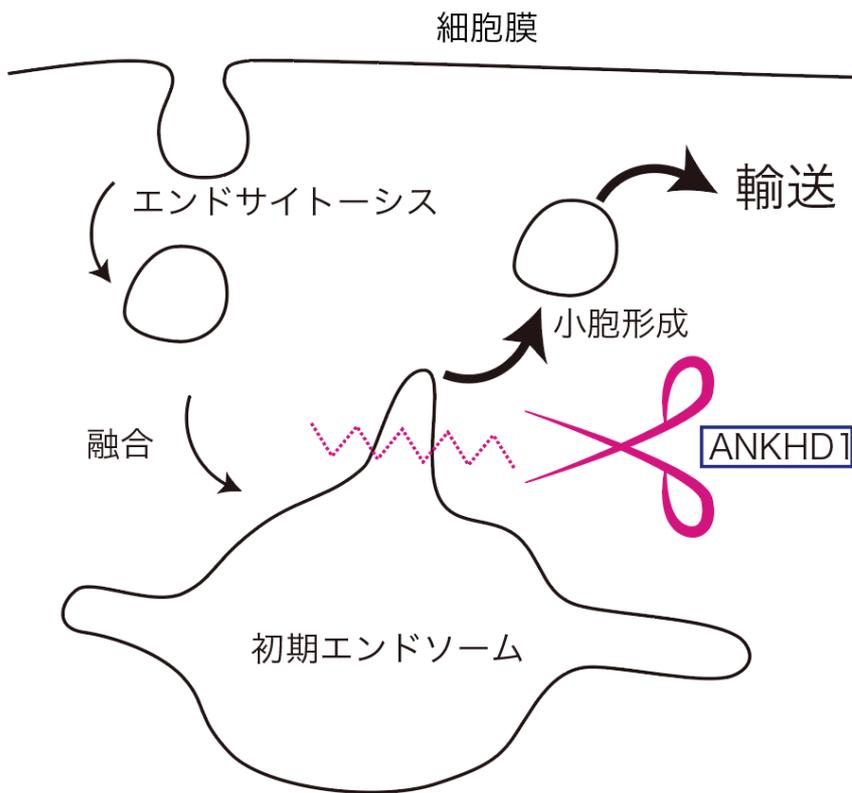


図2 ANKHD1は初期エンドソームの膜から小胞を形成する
初期エンドソームは、細胞外から細胞膜がくびれ切れてできる小胞により取り込まれた物質が最初に仕分けされる場所である。小胞は融合することで物質をエンドソームに運び込む。エンドソームはまたくびれ切られることで、物質を送り出す。ANKHD1は、送り出すための小胞形成に関与していると思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13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 8件）

1. 著者名 Putri DDP, Kawasaki T, Murase M, Sueyoshi T, Deguchi T, Ori D, Suetsugu S, Kawai T.	4. 巻 294
2. 論文標題 PtdIns3P phosphatases MTMR3 and MTMR4 negatively regulate innate immune responses to DNA through modulating STING trafficking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Biol Chem	6. 最初と最後の頁 8412-8423
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA118.005731	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 Kitamata M, Hotta M, Hamada-Nakahara S, Suetsugu S.	4. 巻 25
2. 論文標題 The membrane binding and deformation property of vaccinia virus K1 ankyrin repeat domain protein.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Genes Cells.	6. 最初と最後の頁 187-196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gtc.12749	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 Nguyen LP, Tran SC, Suetsugu S, Lim YS, Hwang SB.	4. 巻 94
2. 論文標題 PACSIN2 Interacts with Nonstructural Protein 5A and Regulates Hepatitis C Virus Assembly.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Virol.	6. 最初と最後の頁 e01531-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/JVI.01531-19	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 Hanawa-Suetsugu K, Itoh Y, Ab Fatah M, Nishimura T, Takemura K, Takeshita K, Kubota S, Miyazaki N, Wan Mohamad Noor WNI, Inaba T, Nguyen NTH, Hamada-Nakahara S, Oono-Yakura K, Tachikawa M, Iwasaki K, Kohda D, Yamamoto M, Kitao A, Shimada A, Suetsugu S.	4. 巻 10
2. 論文標題 Phagocytosis is mediated by two-dimensional assemblies of the F-BAR protein GAS7.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nat Commun.	6. 最初と最後の頁 4763
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-12738-w	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 Kitamata M, Hanawa-Suetsugu K, Maruyama K, Suetsugu S.	4. 巻 17
2. 論文標題 Membrane-Deformation Ability of ANKHD1 Is Involved in the Early Endosome Enlargement.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 101-118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/ j.isci.2019.06.020	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 AG Amir, K Takemura, K Hanawa-Suetsugu, K Oono-Yakura, K Yasuhara, Kitao A, Suetsugu S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Regulation of caveolae through cholesterol-depletion dependent tubulation by PACSIN2/Syndapin II	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 bioRxiv	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) 10.1101/2020.03.25.008854	査読の有無 無
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 Kida K, Kitamata M, Ikeda K, Takemura K, Inaba T, Hayashi Y, Hanawa-Suetsugu K, Kamikubo H, Kitao A, Arita M, Suetsugu S	4. 巻 -
2. 論文標題 Membrane Deformation Switching of an Endocytic Protein by Membrane Electrostatic Charge and Packing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 SSRN	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) 10.2139/ssrn.3471315	査読の有無 無
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 西村 珠子, 末次 志郎	4. 巻 69
2. 論文標題 BARドメインタンパク質と細胞骨格による細胞膜の構造構築	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生体の科学	6. 最初と最後の頁 203-207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.2425200794	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 北又学、木田和輝、末次 志郎	4. 巻 36
2. 論文標題 リポクオリティの違いを生み出し識別する機構 6. 生体膜のリポクオリティとタンパク質ドメインによる認識	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 実験医学	6. 最初と最後の頁 1659-1666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Nishimura T、Morone N、Suetsugu S	4. 巻 46
2. 論文標題 Membrane re-modelling by BAR domain superfamily proteins via molecular and non-molecular factors.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochem Soc Trans.	6. 最初と最後の頁 379-389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1042/BST20170322	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 Tachikawa M、Morone N、Senju Y、Sugiura T、Hanawa-Suetsugu K、Mochizuki A、Suetsugu S	4. 巻 7
2. 論文標題 Measurement of caveolin-1 densities in the cell membrane for quantification of caveolar deformation after exposure to hypotonic membrane tension.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep.	6. 最初と最後の頁 7794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-08259-5	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 該当する

1. 著者名 Takemura K、Hanawa-Suetsugu K、Suetsugu S、Kitao A	4. 巻 7
2. 論文標題 Salt Bridge Formation between the I-BAR Domain and Lipids Increases Lipid Density and Membrane Curvature.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep.	6. 最初と最後の頁 6808
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-06334-5	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 Dumont V、Tolvanen TA、Kuusela S、Wang H、Nyman TA、Lindfors S、Tienari J、Nisen H、Suetsugu S、Plomann M、Kawachi H、Lehtonen S	4. 巻 31
2. 論文標題 PACSIN2 accelerates nephrin trafficking and is up-regulated in diabetic kidney disease.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 FASEB J.	6. 最初と最後の頁 3978-3990
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1096/fj.201601265R	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 該当する

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 M. Osuga、Tamako Nishimura、Shiro Suetsugu
2. 発表標題 Development of the Green Photo-switchable Fluorescent Protein with Fixation Resistance a Variant of Eos Fluorescent Protein.
3. 学会等名 ASCB/EMBO 2019 meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 W. N. I. Wan Mohamad Noor、Tamako Nishimura、Shiro Suetsugu
2. 発表標題 In-vitro FRET Analysis of Growth Arrest-Specific Protein7 (GAS7).
3. 学会等名 ASCB/EMBO 2019 meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Kitamata、Shiro Suetsugu
2. 発表標題 Membrane Deformation Ability of the Ankyrin Repeat and KH Domain-containing Protein 1 (ANKHD1) and Its Involvement in the Early Endosome Enlargement.
3. 学会等名 ASCB/EMBO 2019 meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shiro Suetsugu
2. 発表標題 The mode switch of endophilin membrane deformation based on packing-defects and electrostatic charge
3. 学会等名 第60回国際脂質生物学会 ICBL2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末次 志郎
2. 発表標題 The role of the lipid composition on the membrane deformation by the BAR domain proteins
3. 学会等名 EMBO Workshop Caveolae and nanodomains: Translating structural principles and dynamics into function (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aini Gusmira, Shiro Suetsugu
2. 発表標題 The role of tension and cholesterol in membrane re-modeling by PACSIN2/Syndapin II F-BAR domain.
3. 学会等名 EMBO Workshop of Caveolae and Nanodomains:Translating Structural Principles and Dynamics Into Function (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 暢明、西村 珠子、末次 志郎
2. 発表標題 The roles of I-BAR domain proteins on the secretion of Wnts on microvesicles.
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 高橋 茉奈美、西村 珠子、塙 京子、末次 志郎
2. 発表標題 Domain-specific regulation of microvesicle secretion by a protrusion-producing I-BAR domain protein, IRSp53
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 上田 結奈、塙 京子、西村 珠子、稲葉 岳彦、末次 志郎
2. 発表標題 I-BAR facilitates transport from the cytoplasm to the outside of the cell
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 西村 珠子、大山 拓也、Hooi Ting Hu、塙 京子、末次 志郎
2. 発表標題 Microvesicle formation through the scission of plasma membrane by the I-BAR protein MIM
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 末次 志郎、西村 珠子、重根 桂、日朝 祐太、大竹 義人、佐藤 嘉伸
2. 発表標題 The possible applications of the data science to cell biology by a cell biologist
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

1. 発表者名 Hooi Ting Hu, Tamako Nishimura, Shiro Suetsugu
2. 発表標題 The interaction between I-BAR domain proteins and ALIX in the formation and release of extracellular vesicles
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 重根 桂、西村 珠子、日朝 祐太、大竹 義人、佐藤 嘉伸、末次 志郎
2. 発表標題 Attempt to description of cell morphology based on the protein localization using machine learning
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 北又 学、末次 志郎
2. 発表標題 ANKHD1の新規膜変形活性と初期エンドソームの小胞形成への関与の同定
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末次 志郎
2. 発表標題 脂質膜組成によるBARドメインタンパク質の脂質膜変形活性の変換
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

1. 発表者名 西村 珠子、末次 志郎
2. 発表標題 I-BARタンパク質MIMによる細胞膜切断を介したマイクロベシクル形成機構
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 稲葉 岳彦、北又 学、木田 和輝、末次 志郎
2. 発表標題 脂質膜組成によるエンドサイトーシスに関するタンパク質の活性変換
3. 学会等名 第61回日本脂質生化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末次 志郎
2. 発表標題 The membrane re-modeling by the BAR domain superfamily proteins dependent on the composition of lipids
3. 学会等名 第71回日本細胞生物学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北又 学、埴 京子、丸山 耕平、末次 志郎
2. 発表標題 ANKHD1の新規小胞形成能と初期エンドソームの形態制御への関与の同定
3. 学会等名 第71回日本細胞生物学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maisrah Ab Fatah、埴 京子、末次 志郎
2. 発表標題 F-BARタンパク質GAS7の細胞内高次構造形成
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 末次 志郎
2. 発表標題 細胞膜の陥入構造と突起構造の共通性について
3. 学会等名 第91回日本生化学会大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masashi Tachikawa、Shiro Suetsugu
2. 発表標題 Measurement of caveolin-1 densities in the cell membrane for quantification of caveolar deformation after exposure to hypotonic membrane tension.
3. 学会等名 第70回日本細胞生物学会 第51回日本発生生物学会合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M.Ab Fatah、Hanawa Kyoko、Shiro Suetsugu
2. 発表標題 The assembly of GAS7 in cells and in vitro
3. 学会等名 ASCB EMBO Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村 珠子、末次 志郎
2. 発表標題 I-BARドメインタンパク質IRTKSの細胞間接着における役割
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 Manabu Kitamata、Hanawa Kyoko、Kohei Maruyama、Shiro Suetsugu
2. 発表標題 Membrane vesiculation by ANKHD1 protein regulates enlargement of the early endosome.
3. 学会等名 第70回日本細胞生物学会 第51回日本発生生物学会合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大菅 光雄、西村 珠子、末次 志郎
2. 発表標題 固定耐性を持つ点滅蛍光タンパク質の開発の試み
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018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
---------	---------------------------	-----------------------	----