

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05275

研究課題名(和文) ゴルジ体を中心とした選別輸送機構の超解像ライブイメージングによる完全解明

研究課題名(英文) Full elucidation of sorting mechanisms in and around the Golgi apparatus by super-resolution live imaging

研究代表者

中野 明彦 (NAKANO, Akihiko)

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・チームリーダー

研究者番号：90142140

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 148,300,000円

研究成果の概要(和文)：真核細胞の単膜系オルガネラ間を結ぶ輸送過程「膜交通」におけるタンパク質の選別輸送機構について、とくに中心的な役割を果たすゴルジ体とその隣接区画のはたらきを生きた細胞の中でダイナミックに観察し、分子選別の過程を詳細に解析した。我々が自ら開発したきわめて時空間分解能の高いライブイメージング技術(SCLIM)を駆使し、酵母細胞、植物細胞、動物細胞という細胞内体制が異なる三者を徹底的に比較することによって、共通点と特徴を抽出し、真核生物全般に共通する根本原理を理解し、統合的なモデルを提唱することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

細胞生物学においては、顕微鏡の利用が不可欠であるが、生きた細胞の中で起こっている現象を理解するには、光学顕微鏡を活用したライブイメージングがとくに重要である。我々が自ら開発した高速超解像SCLIM顕微鏡は、従来の顕微鏡では観察不可能であった生細胞内の微細な構造のダイナミックな動態を生き生きと捉えることを可能にした。ゴルジ体を中心とする膜交通器官と分子装置のはたらきを実際に目で見ることにより、現実に行っている選別輸送の過程が、従来想像されていたモデルと異なっているかを浮き彫りにし、サイエンスの進歩に大きく貢献した。

研究成果の概要(英文)：Molecular mechanisms of protein transport and sorting during membrane trafficking, which connect a variety of single-membrane organelles in eukaryotic cells, were studied with a focus on dynamic behaviors of the Golgi apparatus and its neighboring compartments in living cells. The state-of-the-art live imaging microscopy SCLIM we developed, which has extremely high spatiotemporal resolutions, was exploited to thoroughly compare trafficking in yeast, plant, and animal cells. We could extract fundamental common features of mechanisms from this comparison and proposed a new comprehensive model.

研究分野：細胞生物学

キーワード：膜交通 ゴルジ体 選別輸送 ライブイメージング

1. 研究開始当初の背景

膜交通 (membrane traffic) は、真核細胞の膜オルガネラ間を結ぶ輸送過程の総称であり、しばしば小胞を介することから小胞輸送とも呼ばれる。小胞体を出発点とし、ゴルジ体を経て細胞膜へと至る分泌経路、ゴルジ体からエンドソームを経てリソソーム/液胞に至る経路、細胞膜から細胞内に物質を取り込むエンドサイトーシスなど、いずれも生命機能を支える重要な過程であり、運ばれる積荷の選別の分子機構等についてこれまでに多数の研究が行われている。2013年に、ノーベル生理学医学賞が「小胞輸送を制御する分子装置の発見」を受賞理由として、J. Rothman、R. Schekman および T. Südhof に授与された。これは、生化学と遺伝学を駆使した膜交通の分子機構解明の努力が高く評価されたものである。しかし、これまでの研究で、本当に膜交通の真の姿が理解できていると言えるだろうか。ライブイメージングで実際に生きたままの細胞を「見る」ことで、従来の概念が覆り、細胞生物学の教科書が書き換えられることは、ゴルジ体内輸送が「槽成熟」によることを証明した我々の研究成果がよい例である。さらに、これまで描かれてきた膜交通のモデルを徹底的に検証し、真のメカニズムの完全解明を目指すことが可能に違いない。

2. 研究の目的

いま、ライブイメージングの威力がこの分野を席卷しつつある。細胞内を見るために顕微鏡が不可欠であることは言うまでもない。電子顕微鏡による微細構造観察で細胞生物学は大きな発展を遂げた。しかし、動態理解のためには、生細胞を観察できる光学顕微鏡技術の革新が求められる。そして生細胞イメージングには、空間分解能と時間分解能が同時に高いことが必須である。本研究の代表の中野らは、生細胞イメージングにおいてきわめて高い時空間分解能が不可欠であることを早くから認識し、高速のスピンニングディスク共焦点法と高感度高速検出系を組み合わせ、数学的処理によって超解像ライブイメージングを可能にする方法論を開発してきた (SCLIM: Super-resolution Confocal Live Imaging Microscopy)。最近になって、検出系の感度をさらに 1000 倍向上させることに成功し、時空間 4D スペースでの完全単一光子計測と自ら開発した画期的なデコンボリューションアルゴリズムによって、空間分解能 70-100 nm、時間分解能 10-20 volumes/sec というきわめて高い時空間分解能を達成し、生細胞内の小胞の挙動を高速 3D で追うことを可能にした。これまで見えそうで見えず、攻めあぐねていた現象からついにベールを取り去ってくれる、この世界に冠絶する技術を手にした今こそ、我々は明確な問いを発しなくてはならない。

ゴルジ体とその周辺は、細胞内で最も重要な選別輸送センターである。小胞体で働くべき分子を小胞体に送り返し、ゴルジ体以降のオルガネラに進む分子を、トランスゴルジ網 (TGN) から異なるキャリアに積み込んで送り出す。小胞体の出口で選別されてゴルジ体へ向かった積荷は、どのようにしてゴルジ体内の酵素に順序よく修飾され、そして TGN からどのようにして次の目的地に進んで行くのか、その一連の流れをシームレスに 4D で可視化し、細胞内輸送における「選別と輸送」の仕組みを徹底的に理解することを目指す。

これまでに当研究グループで大きな実績のある酵母細胞と植物細胞の系に加え、新たに動物細胞の系を本格的に立ち上げた。これら 3 つの異なる生物種の細胞におけるメカニズムを比較検討していく。大きく異なる進化を遂げ、細胞内の体制も見かけ上大きく異なる三者であるが、選別輸送の基本的なメカニズムは保存されている。それぞれの異なる特徴の精細な解析から、根源的な原理と新たなパラダイムを見出していく。

3. 研究の方法

本研究の研究組織は、代表の中野が東京大学と理化学研究所を兼務して進めてきた膜交通研究の主要メンバーで構成した。黒川と須田は、理研の中野チームにおいて酵母を材料に用いた研究を精力的に進め、須田が筑波大学に転出した (理研の客員研究員を委嘱) 後も密接な共同研究を進めた。戸島は、理研の中野チームに 2016 年より加わり、専門である動物細胞、神経細胞における膜交通研究を立ち上げると共に、酵母の TGN におけるタンパク質選別の問題にもアプローチした。動物細胞については、黒川も協力し、理研外の研究グループとも積極的な共同研究を進めた。植村は、東大の中野研究室における植物細胞の膜交通研究の中核メンバーであったが、中野の東大定年退職と同時にお茶の水女子大学に異動・独立した後も精力的に共同研究を進め、また理研中野チームの客員研究員として SCLIM を用いたライブイメージング解析を行った。さらに、同じく植物細胞の膜交通で独創的な研究を進めていた伊藤容子が、フランスポルドー大学に留学中も理研の客員研究員として情報の共有に努め、さらに 2021 年に帰国後は植村研究室の特任助教として共同研究に加わった。

研究の実施は、代表および分担者の全員による計画立案に基づき、下記のようなテーマで詳細に研究を実施した。酵母細胞、動物細胞、植物細胞は、ゴルジ体とその近接区画の細胞内体制が大きく異なっている (図 1)。それらの共通点と相違点を相互に比較し情報共有することはきわめて重要と考え、毎週の研究室全体のミーティングに加え、酵母グループ、植物グループ、動物グループ、顕微鏡グループの専門性の高いグループミーティング (重複あり全メンバーが参加可能) を随時、頻繁に行い、限られた期間で大きな成果を挙げることを目指した。筑波大学の須田、お茶の水女子大学の植村とそのラボメンバーにもできるだけ参加してもらって活発な議論を行った。研究遂行上の技術的な課題点を解決し、またグループ間の情報共有によって総合的なコンセプトの形成を図り、より大きな成果を得るために有効に機能した。2020 年の新型コロナウイ

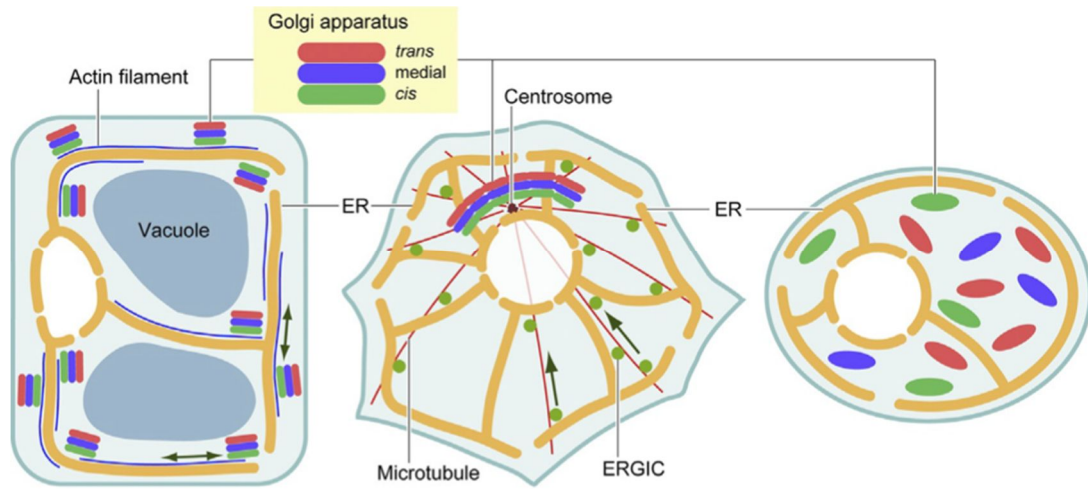


図1. 生物種によって異なるゴルジ体の細胞内体制
左：植物細胞，中央：高等動物細胞，右：出芽酵母

ルス感染症発生以降は、zoom によるオンラインミーティングが中心となったが、客員研究員がリモートで参加できるため、十分に活発な意見交換が可能であった。主たる方法論は SCLIM を用いた超解像高速ライブイメージングであるが、その裏付けとなる生化学実験を確実にし、変異体の作製、利用など、遺伝学も駆使した。本研究予算で雇用した神奈亜子研究員と山本航特別研究員が、酵母細胞と動物細胞の系で、また大学院生リサーチアソシエイト（2021 年まで東京大学大学院博士課程在学）である清水優太郎が植物細胞の系で、それぞれ実験を進めた。また 2022 年には、かつて酵母の槽成熟の研究を推進した松浦公美が研究員として加わり、動物細胞の TGN における選別輸送のライブイメージング研究を行った。

SCLIM 顕微鏡についても、さらなる高度化を進めた。専門エンジニアである小杉泰仁と蛭川英男が全面的に協力し、また基礎科学特別研究員から技師に昇任した宮代大輔が、超解像実現と検証のための装置開発と実験、アルゴリズム開発を担当した。

(1) 酵母細胞を用いた研究

ゴルジ体 *cis* 槽による小胞体からの積荷の受け取り（中野、黒川）

ゴルジ槽間での積荷の受け渡し（中野、黒川）

TGN での複数経路の仕分けの時空間的制御（中野、戸島、須田）

(2) 植物細胞を用いた研究

ゴルジ体初期区画 GECCO による小胞体からの積荷の受け取り（中野、植村）

ゴルジ体層板内での積荷の輸送（中野、植村）

TGN での複数経路の仕分けの時空間的制御（中野、植村）

(3) 動物細胞を用いた研究

小胞体-ゴルジ体中間区画 ERGIC による小胞体からの積荷の受け取り（中野、黒川、戸島）

ゴルジ体層板内での積荷の輸送（中野、黒川、戸島）

TGN での複数経路の仕分けの時空間的制御（中野、戸島）

神経軸索におけるゴルジ体の存在と機能の証明（中野、戸島）

神経軸索ガイダンスにおけるポストゴルジ機能の役割（中野、戸島）

4. 研究成果

(1) 酵母細胞を用いた研究

ゴルジ体 *cis* 槽による小胞体からの積荷の受け取り。hug-and-kiss 機構で積荷を受け取る *cis* ゴルジ槽と槽成熟に向かう *cis* ゴルジ槽との違いを、SCLIM ライブイメージングによって解析した。小胞体出口 ERES においては、COPII 被覆のアセンブリーを詳細に解析し、COPII 小胞遊離と *cis* ゴルジ槽による hug-and-kiss の時空間的制御を明らかにした。

ゴルジ槽間での積荷の受け渡し。積荷の SCLIM 解析により、積荷が槽から槽へと移動する様子を 4D で捉え、またその際の槽内ゾーンの動態を解明した。

TGN での複数経路の仕分けの時空間的制御。TGN における被覆タンパク質とアダプター複合体の集積・分散を SCLIM で時空間的に解析した。

このうち、の小胞体からの積荷の受け取りに関しては、すでにゴルジ体 *cis* 槽が ERES に接触して積荷を受け取り離れる (hug-and-kiss) ことを明らかにしていた(黒川ら、*Nat. Commun.* 2014) が、ERES においても積荷が濃縮され、さらに積荷の種類によって異なる ERES を利用していることを明らかにした(黒川ら、*Sci. Adv.* 2020、*Cell Rep.* 2022、2020 年、2022 年プレス発表)。セピリア大学の Manuel Muñoz らとの共同研究により、GPI アンカー型膜タンパク質のセラミド脂質部分が選別の鍵を握っていることを示し、膜タンパク質の選別に膜脂質が重要な役割を果た

していることを、世界で初めて実験的に証明したという高い評価を受けた(新学術領域研究オルガネラゾーンとの共同成果)。また、hug-and-kissを行う区画が、植物の GECCO (後述) と相同な区画であることを示し(戸島ら、投稿中)種を超えた共通のメカニズムを浮かび上がらせた。さらに、酵母が減数分裂の際に新規に行う前胞子膜の形成が、ERES とゴルジ体のダイナミックな再構成を伴うことを SCLIM 観察により明らかにした(須田ら、投稿準備中)。

のゴルジ槽間での積荷の受け渡しについては、2つのゴルジ槽と積荷を同時に3色で可視化し、槽成熟の過程で確かに積荷が槽の中に留まっていることを証明した(黒川ら、*J. Cell Biol.* 2019、2019年プレス発表、図2)。これは、本領域の多くの研究者から絶賛された画期的な成果である。当研究グループは以前に、ゴルジ槽が時間と共に性質を変えていくことをライブイメージングによって示し、槽成熟が起きていることを証明した(松浦ら、*Nature* 2006)が、その時点では、成熟するゴルジ槽が輸送される積荷タンパク質を保持しているという証明ができていなかった。13年の年月を経、SCLIM 顕微鏡技術の進歩による多色4Dライブイメージングでついに達成された成果である。きわめて興味深いことに、この槽成熟の過程で、TGN まで到達した積荷の一部が、一時的に前の区画に送り返されるような現象も見出している。ゴルジ体内における積荷タンパク質の品質管理という新しい概念につながる可能性がある。

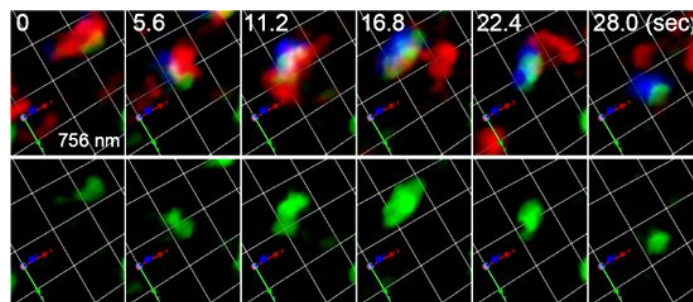


図2. 酵母細胞で積荷を保持したゴルジ槽が成熟する様子。SCLIM による4Dライブイメージングによる5.6秒ごとのタイムラプス画像。上段は積荷タンパク質(緑; Ax12-GFP)、シス槽(赤; Mnn9-mcherry)、トランス槽(青; Sys1-iRFP)の3色、下段は積荷タンパク質のみの画像。積荷タンパク質を保持したシス槽が、トランス槽へと槽成熟した。この際、新たに形成されたトランス槽マーカーのゾーンに、積荷タンパク質が移動することが見てとれる。格子の1辺は756ナノメートル(nm、1nmは100万分の1mm)である。

また、のTGNでのタンパク質選別の時間的制御について、多色SCLIM観察によって詳細な解析を行った(戸島ら、*J. Cell Sci.* 2019、2019年プレス発表)。この研究では、4Dライブイメージングによる徹底的なダイナミクス解析により、TGNを通過する積荷タンパク質の入口と出口が時空間的に明瞭に区画化されていることを示した。すなわち、TGNは「積荷を受け取るステージ(初期TGN)」から「積荷を運び出すステージ(後期TGN)」へ、両者が空間的に区画化された状態を保ちつつ、徐々に遷移していくことを明らかにした。

(2) 植物細胞を用いた研究

ゴルジ体初期区画 GECCO (Golgi entry core compartment) による小胞体からの積荷の受け取り。ゴルジ体の最も cis 側の区画 GECCO の、生化学的な研究を進めた。分子装置の候補を同定して、その解析を進めた。

ゴルジ体層板内での積荷の輸送。植物のゴルジ層板について、SCLIM の時空間分解能を駆使した観察を行った。

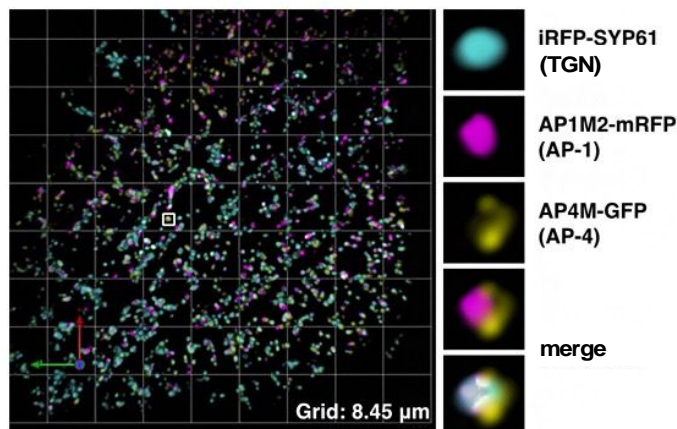
TGN での複数経路の仕分けの時空間的制御。さまざまな被覆タンパク質およびアダプター複合体が TGN で集積・離散するダイナミクスを SCLIM で時空間的に解析した。AP-1 と AP-4 が異なるゾーンに集積し、それぞれ分泌選別と液胞輸送選別にはたらくことを示した。

このうちについては、ボルドー大学の Johann Boutté、お茶の水女子大学の伊藤容子らとの共同研究による成果を投稿準備中である。

のTGNの役割については、植物に特徴的に見られるゴルジ体層板とは挙動を異にするTGNが分泌経路で重要な役割を果たしていることを、ドイツ・マックスプランク植物育種学研究所の中野亮平 Thomas、Paul Schultze-Lefert らとの共同研究で明らかにした(植村ら、*Plant Physiol.* 2019、2018年プレス発表)。

また、TGNにおけるタンパク質選別の時空間的制御について、TGNの中に複数のゾーンが存在し、分泌方向へ向かうゾーンではAP-1に加えてR-SNAREであるVAMP721とクラスリンが、一方液胞方向へ向かうゾーンではAP-4に加えてR-SNAREであるVAMP727がはたらき、明瞭に異なるダイナミクスを見せることをSCLIM観察で示した(清水ら、*Nat. Commun.* 2021、2021年プレス発表、図3)。TGNにおける選別輸送ゾーンが存在を、初めて実験的に実証した成果として、高い評価を得ている。

図3. 細胞膜への輸送を担うゾーン (AP-1 で可視化、マゼンタ) と液胞への輸送を担うゾーン (AP-4 で可視化、黄色) が、単一 TGN 上 (水色) に独立して存在する。



(3) 動物細胞を用いた研究

小胞体 - ゴルジ体中間区画 ERGIC による小胞体からの積荷の受け取り。ERGIC の挙動について、SCLIM 解析に着手した。

ゴルジ体層板内および TGN での積荷の輸送。ゴルジリボンおよび TGN の観察を行い、また RUSH システムによる積荷の動態解析を行った。SCLIM 観察に着手した。

神経軸索におけるゴルジ体の役割。神経軸索成長円錐を観察し、ここにもゴルジ体が存在して機能していることを示唆した。SCLIM 観察に着手した。

このうち、の小胞体 - ゴルジ体間輸送に関して、秋田大学の齋藤康太らと共同研究を行い、ヒト HeLa 細胞の ERES における COPII タンパク質およびコラーゲン分泌に重要な役割を果たす TANGO1、cTAGE5、Sec12 の局在を SCLIM 観察によって詳細に解析し、ERES 内のサブドメインの存在を明らかにした (前田ら、*Sci. Rep.* 2019)。

また、の TGN 周辺における膜交通ダイナミクスについて、SCLIM による観察の過程で、高等動物細胞の TGN も植物細胞と同様に、ゴルジ層板と近接した TGN と独立して挙動する TGN の 2 種類が存在することを認めていた。その後、広島大学の佐藤明子らとの共同研究により、これまでリサイクリングエンドソーム (RE) と認知されていた区画が、このゴルジ体から独立して挙動する TGN とほぼ同一のものであり、また同様な現象がショウジョウバエでも見出されることを明らかにした (藤井ら、*J. Cell Sci.* 2020 2 報、2020 年プレス発表)。

また、の神経軸索については、戸島がニワトリ胚の感覚神経軸索および成長円錐の SCLIM 観察を行い、従来軸索や成長円錐には存在しないと言われていたゴルジ体構造が明瞭に存在し、非常にダイナミックな活動を行っていることを明らかにした。また、軸索ガイダンスに重要な役割を果たすニューロトロフィン受容体についてその細胞内動態を解析した。

(4) 統合モデルの提唱に向けて

以上の研究から、酵母、植物、動物の細胞において、一見大きく異なる体制を取るように見えるゴルジ体とその近接区画 (ERGIC/GECCO および TGN/RE) の機能するメカニズムが驚くほど共通していることが明らかになり、真核細胞共通の統合モデルを考えることができるのではないかと提唱するに至った。小胞体からゴルジ体への輸送の中間区画として動物細胞で提唱されていた ERGIC と、われわれが植物で同定したゴルジ体初期区画 GECCO が相同な機能を持ち、またさらに酵母の最も *cis* 寄りのゴルジ槽が GECCO としての役割を果たしていることから、ERGIC/GECCO ゴルジ体という図式が共通に成り立つ。また、TGN の機能も複雑に分化してゾーンを形成しており、分泌における選別と液胞・リソソーム方向への選別、さらにエンドサイトーシス経路との関わりが明らかになってきた。とくにエンドサイトーシスにおいては、TGN が初期エンドソームとしてはたらくことが植物細胞ではすでに知られていたが、酵母においても初期 TGN が初期エンドソームであることを、東京理科大学の十島二郎らとの共同研究により明らかにした (投稿中)。高等動物細胞では、初期エンドソームとして Rab5 GTPase が局在するコンパートメントが定義されているが、植物と酵母では Rab5 は TGN から液胞への輸送の中間に位置し、後期エンドソーム (多胞体) としてはたらく。その違いは、高等動物が進化の過程で、細胞膜から Rab5 コンパートメントに直接輸送されるバイパス経路を獲得したと考えれば説明できるのではないかと新しいモデルを提唱した (Nakano, *Frontiers Cell Dev. Biol.* 2022)。2022 年にカナダで開催された FASEB SRC on Small GTPases に中野が招待され、この作業仮説を紹介したところ、参加していた本分野の大勢の専門家から強い賛同を得た。その検証と、根源的な共通原理の提唱を引き続き目指していく予定である。多様なゴルジ分布様式に進化した生理的な意義にも迫りたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計64件（うち査読付論文 56件 / うち国際共著 14件 / うちオープンアクセス 34件）

1. 著者名 Hasegawa Yoko, Huarancca Reyes Thais, Uemura Tomohiro, Baral Anirban, Fujimaki Akari, Luo Yongming, Morita Yoshie, Saeki Yasushi, Maekawa Shugo, Yasuda Shigetaka, Mukuta Koki, Fukao Yoichiro, Tanaka Keiji, Nakano Akihiko, Takagi Junpei, Bhalerao Rishikesh P, Yamaguchi Junji, Sato Takeo	4. 巻 34
2. 論文標題 The TGN/EE SNARE protein SYP61 and the ubiquitin ligase ATL31 cooperatively regulate plant responses to carbon/nitrogen conditions in Arabidopsis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Plant Cell	6. 最初と最後の頁 1354 ~ 1374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plcell/koac014	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 Rodriguez-Gallardo Sofia, Sabido-Bozo Susana, Ikeda Atsuko, Araki Misako, Okazaki Kouta, Nakano Miyako, Aguilera-Romero Auxiliadora, Cortes-Gomez Alejandro, Lopez Sergio, Waga Miho, Nakano Akihiko, Kurokawa Kazuo, Muniz Manuel, Funato Kouichi	4. 巻 39
2. 論文標題 Quality-controlled ceramide-based GPI-anchored protein sorting into selective ER exit sites	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 110768 ~ 110768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2022.110768	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 Kakimoto-Takeda Yuriko, Kojima Rieko, Shiino Hiroya, Shinmyo Manatsu, Kurokawa Kazuo, Nakano Akihiko, Endo Toshiya, Tamura Yasushi	4. 巻 25
2. 論文標題 Dissociation of ERMES clusters plays a key role in attenuating the endoplasmic reticulum stress	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 105362 ~ 105362
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2022.105362	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 Nakano Akihiko	4. 巻 10
2. 論文標題 The Golgi Apparatus and its Next-Door Neighbors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Cell and Developmental Biology	6. 最初と最後の頁 884360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fcell.2022.884360	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 Andrews Brenda, Chang Jae-Byum, Collinson Lucy, Li Dong, Lundberg Emma, Mahamid Julia, Manley Suliana, Mhlanga Musa, Nakano Akihiko, Schoeneberg Johannes, Van Valen David, Wu Ting 'C.-ting', Zaritsky Assaf	4. 巻 24
2. 論文標題 Imaging cell biology	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Cell Biology	6. 最初と最後の頁 1180 ~ 1185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41556-022-00960-6	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 Tojima Takuro, Miyashiro Daisuke, Kosugi Yasuhito, Nakano Akihiko	4. 巻 2557
2. 論文標題 Super-Resolution Live Imaging of Cargo Traffic Through the Golgi Apparatus in Mammalian Cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 127 ~ 140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-2639-9_10	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 戸島拓郎, 中野明彦	4. 巻 58
2. 論文標題 高速超解像顕微鏡法により明らかになった膜交通の時空間ダイナミクス	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 顕微鏡	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 花岡 和樹, 黒川 量雄, 船戸 耕一	4. 巻 95
2. 論文標題 GPIアンカー型タンパク質の選別輸送の品質管理	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 生化学	6. 最初と最後の頁 228 ~ 233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14952/SEIKAGAKU.2023.950228	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 Shimizu Yutaro, Uemura Tomohiro	4. 巻 13
2. 論文標題 The sorting of cargo proteins in the plant trans-Golgi network	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 957995
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.957995	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 Ito Yoko, Uemura Tomohiro	4. 巻 13
2. 論文標題 Super resolution live imaging: The key for unveiling the true dynamics of membrane traffic around the Golgi apparatus in plant cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1100757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.1100757	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 中野明彦	4. 巻 37
2. 論文標題 超解像で何を見るか? 超解像イメージングで見る生命現象	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BIO Clinica	6. 最初と最後の頁 979
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 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 -

1. 著者名 Rodriguez-Gallardo Sofia, Kurokawa Kazuo, Sabido-Bozo Susana, Cortes-Gomez Alejandro, Perez-Linero Ana Maria, Aguilera-Romero Auxiliadora, Lopez Sergio, Waga Miho, Nakano Akihiko, Muniz Manuel	4. 巻 16
2. 論文標題 Assay for dual cargo sorting into endoplasmic reticulum exit sites imaged by 3D Super-resolution Confocal Live Imaging Microscopy (SCLIM)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0258111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0258111	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 Nakamura Tsuyoshi S., Suda Yasuyuki, Muneshige Kenji, Fujieda Yuji, Okumura Yuuya, Inoue Ichiro, Tanaka Takayuki, Takahashi Tetsuo, Nakanishi Hideki, Gao Xiao-Dong, Okada Yasushi, Neiman Aaron M., Tachikawa Hiroyuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Suppression of Vps13 adaptor protein mutants reveals a central role for PI4P in regulating prospore membrane extension	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS Genetics	6. 最初と最後の頁 e1009727
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pgen.1009727	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 黒川量雄, 宮代大輔, 中野明彦	4. 巻 49
2. 論文標題 超解像ライブイメージング顕微鏡SCLIMの開発とSCLIMの多色4Dライブセルイメージングによるゴルジ体タンパク質輸送機構の解明	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 レーザー研究	6. 最初と最後の頁 271-275
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 清水優太郎, 植村知博	4. 巻 60
2. 論文標題 トランスゴルジ網における積荷選別様式を可視化	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 215-217
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 Murakami-Sekimata Akiko, Sekimata Masayuki, Sato Natsumi, Hayasaka Yuto, Nakano Akihiko	4. 巻 30
2. 論文標題 Deletion of PIN4 Suppresses the Protein Transport Defects Caused by sec12-4 Mutation in Saccharomyces cerevisiae	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microbial Physiology	6. 最初と最後の頁 25 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1159/000509633	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 Ikeda Atsuko, Schlarmann Philipp, Kurokawa Kazuo, Nakano Akihiko, Riezman Howard, Funato Kouichi	4. 巻 23
2. 論文標題 Tricalbins Are Required for Non-vesicular Ceramide Transport at ER-Golgi Contacts and Modulate Lipid Droplet Biogenesis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 101603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2020.101603	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 Rodriguez-Gallardo Sofia, Kurokawa Kazuo, Sabido-Bozo Susana, Cortes-Gomez Alejandro, Ikeda Atsuko, Zoni Valeria, Aguilera-Romero Auxiliadora, Perez-Linero Ana Maria, Lopez Sergio, Waga Miho, Araki Misako, Nakano Miyako, Riezman Howard, Funato Kouichi, Vanni Stefano, Nakano Akihiko, Muniz Manuel	4. 巻 6
2. 論文標題 Ceramide chain length-dependent protein sorting into selective endoplasmic reticulum exit sites	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaba8237
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aba8237	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 Kanazawa Takehiko, Morinaka Hatsune, Ebine Kazuo, Shimada Takashi L., Ishida Sakiko, Minamino Naoki, Yamaguchi Katsushi, Shigenobu Shuji, Kohchi Takayuki, Nakano Akihiko, Ueda Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 The liverwort oil body is formed by redirection of the secretory pathway	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-19978-1	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 Fujii Syara, Kurokawa Kazuo, Tago Tatsuya, Inaba Ryota, Takiguchi Arata, Nakano Akihiko, Satoh Takunori, Satoh Akiko K.	4. 巻 133
2. 論文標題 Sec71 separates Golgi stacks in Drosophila S2 cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cell Science	6. 最初と最後の頁 jcs245571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jcs.245571	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 Rizzo Riccardo, Russo Domenico, Kurokawa Kazuo, Nakano Akihiko, Corda Daniela, D' Angelo Giovanni, Luini Alberto et al.	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Golgi maturation dependent glycoenzyme recycling controls glycosphingolipid biosynthesis and cell growth via GOLPH3	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The EMBO Journal	6. 最初と最後の頁 e107238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15252/embj.2020107238	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 Shimizu Yutaro, Takagi Junpei, Ito Emi, Ito Yoko, Ebine Kazuo, Komatsu Yamato, Goto Yumi, Sato Mayuko, Toyooka Kiminori, Ueda Takashi, Kurokawa Kazuo, Uemura Tomohiro, Nakano Akihiko	4. 巻 12
2. 論文標題 Cargo sorting zones in the trans-Golgi network visualized by super-resolution confocal live imaging microscopy in plants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-22267-0	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 Nakano Ryohei Thomas, Ishihama Nobuaki, Wang Yiming, Takagi Junpei, Uemura Tomohiro, Schulze-Lefert Paul, Nakagami Hirofumi	4. 巻 2139
2. 論文標題 Apoplasmic Fluid Preparation from Arabidopsis thaliana Leaves Upon Interaction with a Nonadapted Powdery Mildew Pathogen	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 79 ~ 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-0528-8_6	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 Kurokawa Kazuo, Nakano Akihiko	4. 巻 10
2. 論文標題 Live-cell Imaging by Super-resolution Confocal Live Imaging Microscopy (SCLIM): Simultaneous Three-color and Four-dimensional Live Cell Imaging with High Space and Time Resolution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BIO-PROTOCOL	6. 最初と最後の頁 e3732
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21769/BioProtoc.3732	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 Fujii Syara, Kurokawa Kazuo, Inaba Ryota, Hiramatsu Naoki, Tago Tatsuya, Nakamura Yuri, Nakano Akihiko, Satoh Takunori, Satoh Akiko K.	4. 巻 133
2. 論文標題 Recycling endosomes attach to the trans-side of Golgi stacks in Drosophila and mammalian cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cell Science	6. 最初と最後の頁 jcs236935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jcs.236935	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 Shimada Takashi L., Shimada Tomoo, Okazaki Yozo, Higashi Yasuhiro, Saito Kazuki, Kuwata Keiko, Oyama Kaori, Kato Misako, Ueda Haruko, Nakano Akihiko, Ueda Takashi, Takano Yoshitaka, Hara-Nishimura Ikuko	4. 巻 5
2. 論文標題 HIGH STEROL ESTER 1 is a key factor in plant sterol homeostasis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Plants	6. 最初と最後の頁 1154 ~ 1166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-019-0537-2	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 Ishii Ayane, Kurokawa Kazuo, Hotta Miyuu, Yoshizaki Suzuka, Kurita Maki, Koyama Aya, Nakano Akihiko, Kimura Yoko	4. 巻 9
2. 論文標題 Role of Atg8 in the regulation of vacuolar membrane invagination	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 14828
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-51254-1	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 Tojima Takuro, Suda Yasuyuki, Ishii Midori, Kurokawa Kazuo, Nakano Akihiko	4. 巻 132
2. 論文標題 Spatiotemporal dissection of the trans-Golgi network in budding yeast	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cell Science	6. 最初と最後の頁 jcs231159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jcs.231159	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 Maeda Miharū, Kurokawa Kazuo, Katada Toshiaki, Nakano Akihiko, Saito Kota	4. 巻 9
2. 論文標題 COP11 proteins exhibit distinct subdomains within each ER exit site for executing their functions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-43813-3	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 Shimada Takashi L, Betsuyaku Shigeyuki, Inada Noriko, Ebine Kazuo, Fujimoto Masaru, Uemura Tomohiro, Takano Yoshitaka, Fukuda Hiroo, Nakano Akihiko, Ueda Takashi	4. 巻 60
2. 論文標題 Enrichment of Phosphatidylinositol 4,5-Bisphosphate in the Extra-Invasive Hyphal Membrane Promotes Colletotrichum Infection of Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1514 ~ 1524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcz058	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 Zhao Shen-Bao, Suda Yasuyuki, Nakanishi Hideki, Wang Ning, Yoko-o Takehiko, Gao Xiao-Dong, Fujita Morihisa	4. 巻 1863
2. 論文標題 Yeast Dop1 is required for glycosyltransferase retrieval from the trans-Golgi network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects	6. 最初と最後の頁 1147 ~ 1157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbagen.2019.04.009	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 Abe Mitsutomo, Kosaka Shingo, Shibuta Mio, Nagata Kenji, Uemura Tomohiro, Nakano Akihiko, Kaya Hidetaka	4. 巻 146
2. 論文標題 Transient activity of the florigen complex during the floral transition in Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Development	6. 最初と最後の頁 dev171504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/dev.171504	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 Kurokawa Kazuo, Osakada Hiroko, Kojidani Tomoko, Waga Miho, Suda Yasuyuki, Asakawa Haruhiko, Haraguchi Tokuko, Nakano Akihiko	4. 巻 218
2. 論文標題 Visualization of secretory cargo transport within the Golgi apparatus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cell Biology	6. 最初と最後の頁 1602 ~ 1618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1083/jcb.201807194	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 Yamagami Ayumi, Chieko Saito, Sakuta Masaaki, Shinozaki Kazuo, Osada Hiroyuki, Nakano Akihiko, Asami Tadao, Nakano Takeshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Brassinosteroids regulate vacuolar morphology in root meristem cells of Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Signaling & Behavior	6. 最初と最後の頁 e1417722
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15592324.2017.1417722	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 Minamino Naoki, Kanazawa Takehiko, Era Atsuko, Ebine Kazuo, Nakano Akihiko, Ueda Takashi	4. 巻 59
2. 論文標題 RAB GTPases in the Basal Land Plant Marchantia polymorpha	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 845 ~ 856
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy027	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 Ito Emi, Ebine Kazuo, Choi Seung-won, Ichinose Sakura, Uemura Tomohiro, Nakano Akihiko, Ueda Takashi	4. 巻 7
2. 論文標題 Integration of two RAB5 groups during endosomal transport in plants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e34064
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.34064	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 Ishii Midori, Lupashin Vladimir V., Nakano Akihiko	4. 巻 43
2. 論文標題 Detailed Analysis of the Interaction of Yeast COG Complex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cell Structure and Function	6. 最初と最後の頁 119 ~ 127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1247/csf.18014	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 Haraguchi Takeshi, Ito Kohji, Duan Zhongrui, Rula Sa, Takahashi Kento, Shibuya Yuno, Hagino Nanako, Miyatake Yuko, Nakano Akihiko, Tominaga Motoki	4. 巻 59
2. 論文標題 Functional Diversity of Class XI Myosins in Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 2268 ~ 2277
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy147	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 Ishikawa Kazuya, Tamura Kentaro, Ueda Haruko, Ito Yoko, Nakano Akihiko, Hara-Nishimura Ikuko, Shimada Tomoo	4. 巻 178
2. 論文標題 Synaptotagmin-Associated Endoplasmic Reticulum-Plasma Membrane Contact Sites Are Localized to Immobile ER Tubules	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 641 ~ 653
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.18.00498	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 Muro Keita, Matsuura-Tokita Kumi, Tsukamoto Ryoko, Kanaoka Masahiro M., Ebine Kazuo, Higashiyama Tetsuya, Nakano Akihiko, Ueda Takashi	4. 巻 1
2. 論文標題 ANTH domain-containing proteins are required for the pollen tube plasma membrane integrity via recycling ANXUR kinases	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-018-0158-8	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 Uemura Tomohiro, Nakano Ryohei Thomas, Takagi Junpei, Wang Yiming, Kramer Katharina, Finkemeier Iris, Nakagami Hirofumi, Tsuda Kenichi, Ueda Takashi, Schulze-Lefert Paul, Nakano Akihiko	4. 巻 179
2. 論文標題 A Golgi-Released Subpopulation of the Trans-Golgi Network Mediates Protein Secretion in Arabidopsis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 519 ~ 532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.18.01228	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 Takagi Junpei, Uemura Tomohiro	4. 巻 1789
2. 論文標題 Use of Brefeldin A and Wortmannin to Dissect Post-Golgi Organelles Related to Vacuolar Transport in Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Methods in Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 155 ~ 165
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-4939-7856-4_12	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 Kurokawa Kazuo, Nakano Akihiko	4. 巻 165
2. 論文標題 The ER exit sites are specialized ER zones for the transport of cargo proteins from the ER to the Golgi apparatus	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Biochemistry	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) 10.1093/jb/mvy080	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 Nakano Akihiko	4. 巻 30
2. 論文標題 Overturning paradigms of membrane traffic by yeast live imaging	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLANT MORPHOLOGY	6. 最初と最後の頁 3 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5685/plmorphol.30.3	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 黒川量雄, 中野明彦	4. 巻 50
2. 論文標題 小胞体からゴルジ体への分子輸送機構	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 細胞	6. 最初と最後の頁 12~15
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 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 -

1. 著者名 黒川量雄	4. 巻 69
2. 論文標題 小胞体からゴルジ体へのタンパク質選別輸送	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生体の科学	6. 最初と最後の頁 532~535
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 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 -

1. 著者名 中野明彦, 宮代大輔	4. 巻 36
2. 論文標題 SCLIM - 超解像共焦点ライブイメージング顕微鏡	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 実験医学	6. 最初と最後の頁 3450~3452
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 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122件 (うち招待講演 59件 / うち国際学会 38件)

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Golgi and its neighbors as seen by super-resolution live imaging
3. 学会等名 FASEB Science Research Conference "The Small GTPases in Membrane Processes" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Mechanisms deduced from comparison between yeast, plant and animal cells
3. 学会等名 FASEB Science Research Conference “The Small GTPases in Membrane Processes” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Organization of the Golgi apparatus and its neighbors -- Insights from the comparison between yeast, plant and animal cells
3. 学会等名 Intl' Conference of the Korean Society for Molecular and Cellular Biology 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Golgi and its neighbors as seen by super-resolution live imaging
3. 学会等名 EMBO Members' Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Organization and trafficking around the Golgi apparatus - insights from the comparison between yeast, plant, and animal cells
3. 学会等名 International Symposium “Beyond Organelle Zones” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takuro Tojima
2. 発表標題 Dynamics of membrane traffic in the neuronal growth cone revealed by super-resolution live imaging
3. 学会等名 Neuro2022 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 戸島拓郎
2. 発表標題 ゴルジ体形成・成熟の時空間ダイナミクス
3. 学会等名 第95回日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野明彦、戸島拓郎
2. 発表標題 ゴルジ体とその周辺における選別輸送 可視化によるメカニズム解明
3. 学会等名 第95回日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hirokazu Yagi, Rino Yamada, Shungo Adachi, Jun-ichi Furukawa, Taiki Saito, Kengo Inutsuka, Rio Nakano, Saeko Yanaka, Rena Honda, Kazuhiro Aoki, Takuro Tojima, Maho Yagi-Utsumi, Koichi Kato
2. 発表標題 Promotion of sialylation of recombinant glycoprotein by tagging it with a specific sequence recognized by a cargo receptor complex
3. 学会等名 SIALOGLYCO 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 戸島拓郎
2. 発表標題 高速超解像顕微鏡によるゴルジ体の時空間動態の解析
3. 学会等名 第27回ExCELLSセミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 細胞内膜交通におけるタンパク質の選別輸送の研究
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 膜交通の統合モデルを目指して
3. 学会等名 第25回植物オルガネラワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 植村知博
2. 発表標題 膜交通が制御する物質輸送ダイナミクス
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Golgi apparatus and its next-door neighbors
3. 学会等名 EMBO Japan Virtual Lectures (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Super-resolution confocal live imaging microscopy (SCLIM) as a powerful tool for exosome research
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 究極の細胞内イメージング
3. 学会等名 SXR The 2nd Scienc-ome XR Innovation Hub (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 膜交通の新パラダイム
3. 学会等名 第73回日本細胞生物学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 微粒子ダイナミクスの可視化
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuro Tojima
2. 発表標題 Membrane traffic in the neuronal growth cone
3. 学会等名 Research Meeting on Cell Dynamics (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤容子, 植村知博, 中野明彦
2. 発表標題 超解像4Dイメージングで迫るゴルジ体形成のダイナミクス
3. 学会等名 日本植物学会第85回大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Golgi and next-door neighbors - a comparative view of yeast, plant and animal cells
3. 学会等名 CELL BIO virtual 2020 (Online ASCB EMBO Meeting) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 膜交通の新パラダイムを構築しよう
3. 学会等名 第72回日本細胞生物学会大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒川量雄
2. 発表標題 4Dライブイメージングによる小胞体，ゴルジ体の積荷タンパク質輸送機構の解明
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸島拓郎
2. 発表標題 神経成長円錐における膜交通ダイナミクス
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 細胞内膜交通の超高時空間分解能ライブイメージング
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植村知博
2. 発表標題 植物TGNにおけるタンパク質輸送選別ゾーンの可視化
3. 学会等名 第22回植物オルガネラワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸島拓郎
2. 発表標題 出芽酵母におけるトランスゴルジ網の槽成熟ダイナミクス
3. 学会等名 第22回植物オルガネラワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 The challenge to visualize vesicular trafficking in living cells by high-speed and super-resolution live imaging microscopy _The dream has come true
3. 学会等名 Full-global kickoff symposium, Serendipity Lab. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuyuki Suda
2. 発表標題 Visualization of the membrane traffic in budding yeast
3. 学会等名 International graduate symposium on industrial biotechnology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Dynamics of the Golgi and its neighbors visualized by high-speed and super-resolution live imaging SCLIM
3. 学会等名 Symposium "Structure and Function of the Golgi," 92nd Annual Meeting of the Japanese Biochemical Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 State-of-the-art live cell imaging at high-speed and super-resolution -- Dream to see real vesicular trafficking has come true
3. 学会等名 University of Oslo Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 State-of-the-art live cell imaging at high-speed and super-resolution -- Dream to see real vesicular trafficking has come true
3. 学会等名 University of Bergen Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuro Tojima, Yasuyuki Suda, Midori Ishii, Kazuo Kurokawa, and Akihiko Nakano
2. 発表標題 The identity of the trans-Golgi network revealed by super-resolution live imaging
3. 学会等名 Gordon Research Conference on Molecular Membrane Biology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayane Ishii, Kazuo Kurokawa, Miyuu Hotta, Suzuka Yoshizaki, Maki Kurita, Aya Koyama, Akihiko Nakano, and Yoko Kimura
2. 発表標題 The role of Atg8 in the regulation of vacuolar membrane homeostasis
3. 学会等名 Gordon Research Conference on Molecular Membrane Biology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuo Kurokawa and Akihiko Nakano
2. 発表標題 Visualization of transmembrane cargo entry into the ERES in <i>S. cerevisiae</i>
3. 学会等名 Gordon Research Conference on Molecular Membrane Biology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 High-speed and super-resolution live imaging to understand the true world in a living cell
3. 学会等名 University of Michigan Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Extremely dynamic behaviors of vesicles and zones in an around the Golgi as visualized by high-speed super-resolution live imaging SCLIM
3. 学会等名 IAS Symposium "Biogenesis of Intracellular and Extracellular Vesicles" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 State-of-the-art live cell imaging at high-speed and super-resolution -- Dream to see real vesicular trafficking has come true
3. 学会等名 Joint Symposium "Extreme imaging to explore the boundaries between cell biology and protein science," Joint Annual Meeting of 71st JSCB and 19th PSSJ (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuro Tojima
2. 発表標題 Visualization of membrane traffic in the neuronal growth cone.
3. 学会等名 RIKEN symposium: Cutting edge of membrane traffic (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuo Kurokawa
2. 発表標題 Visualization of cargo transport from the ER to the Golgi and within the Golgi
3. 学会等名 RIKEN symposium: Cutting edge of membrane traffic (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Dynamics of protein sorting zones in and around the Golgi apparatus as visualized by high-speed super-resolution live imaging SCLIM
3. 学会等名 International Symposium "Organelle zones: opening a new ear of cell biology" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Dynamics of protein sorting zones within and around the Golgi apparatus as visualized by high-speed super-resolution live imaging SCLIM
3. 学会等名 SFB1190 Minisymposium “Organelle Zones Meet Compartmental Gates and Contact Sites” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 植村知博
2. 発表標題 植物TGN が制御するうどんこ病菌に対する抵抗性
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸島拓郎
2. 発表標題 ゴルジ体からトランスゴルジ網への槽成熟ダイナミクス
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 植村知博
2. 発表標題 植物TGNにおけるタンパク質輸送選別ゾーンの可視化
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒川量雄
2. 発表標題 4Dイメージングによる小胞体 - ゴルジ体間, ゴルジ体内の蛋白質輸送機構
3. 学会等名 日本遺伝学会第91回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 植村知博
2. 発表標題 植物TGNにおけるタンパク質輸送選別ゾーンの可視化
3. 学会等名 日本遺伝学会第91回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒川量雄
2. 発表標題 成熟するゴルジ槽内のゾーン形成と積荷タンパク質輸送の可視化
3. 学会等名 第38回日本糖質学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 究極のライブセルイメージングでパラダイムを覆す
3. 学会等名 ERATO学術セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 High-speed and super-resolution live imaging to understand mechanisms of protein trafficking from the ER and through the Golgi apparatus
3. 学会等名 Oxford University Department of Biochemistry Seminar (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 High-speed super-resolution live imaging of membrane trafficking
3. 学会等名 The Company of Biologists Workshop "Cellular gateways: expanding the role of endocytosis in plant development" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 High-speed and super-resolution live imaging of membrane trafficking
3. 学会等名 University of Sevilla Seminar (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Spatiotemporal dissection of trafficking events in and around the Golgi
3. 学会等名 The 2018 FEBS Golgi meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuo Kurokawa, Yasuyuki Suda, and Akihiko Nakano
2. 発表標題 Visualization of secretory cargo transport within the Golgi apparatus in living yeast cells
3. 学会等名 The 2018 FEBS Golgi meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoko Ito, Tomohiro Uemura, Akihiko Nakano, and Yohann Boutte
2. 発表標題 GECCO: the Golgi entry and scaffold compartment that is formed independently of COPII in plant cells
3. 学会等名 The 2018 FEBS Golgi meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuro Tojima, Yasuyuki Suda, Midori Ishii, Kazuo Kurokawa, and Akihiko Nakano
2. 発表標題 Dynamics of coat and adaptor proteins at the trans-Golgi network revealed by super-resolution live imaging
3. 学会等名 The 2018 FEBS Golgi meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomohiro Uemura, Yutaro Shimizu, and Akihiko Nakano
2. 発表標題 Dynamics of protein sorting zones on the trans-Golgi network (TGN) revealed by super-resolution confocal live imaging microscopy (SCLIM) in plant
3. 学会等名 The 2018 FEBS Golgi meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuyuki Suda, Hiroyuki Tachikawa, Kenji Irie, and Akihiko Nakano
2. 発表標題 Post-Golgi vesicle tethering and fusion for de novo membrane formation during sporulation in budding yeast
3. 学会等名 The 2018 FEBS Golgi meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daisuke Miyashiro and Akihiko Nakano
2. 発表標題 Development of high-speed and super-resolution microscopy for visualizing membrane traffic
3. 学会等名 The 2018 FEBS Golgi meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R Rizzo, D Russo, K Kurokawa, , , , T Yamaji, K Hanada, A Budillon, S Parashuraman, F Perez, L M. Obeid, A Nakano, Y A Hannun, G D ' Angelo, and A Luini
2. 発表標題 GOLPH3 promotes oncogenesis by controlling the intra-Golgi recycling of glycosphingolipid synthases
3. 学会等名 The 2018 FEBS Golgi meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 High-speed and super-resolution live imaging of membrane trafficking
3. 学会等名 University of Bordeaux Seminar (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiko Nakano
2. 発表標題 Organelle zones: a new concept emerging from cutting-edge live imaging microscopy
3. 学会等名 ASCB EMBO 2018 meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuro Tojima and Akihiko Nakano
2. 発表標題 4D imaging of membrane traffic in the growth cone
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Asia conference on Latest Advances in Development & Function of Neuronal Circuits
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Anirban Baral, Delphine Gendre, Kazuo Ebine, Yohann Boutte, Tomohiro Uemura, Takashi Ueda, and Rishikesh P Bhalerao
2. 発表標題 Probing secretion in plant cells: Echidna and associates
3. 学会等名 21th European Network for Plant Endomembrane Research meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yutaro Shimizu, Junpei Takagi, Yoko Ito, Yamato Komatsu, Kazuo Ebine, Takashi Ueda, Kazuo Kurokawa, Tomohiro Uemura, and Akihiko Nakano
2. 発表標題 4D live cell imaging unveils cargo sorting zones of trans-Golgi network in Arabidopsis
3. 学会等名 21th European Network for Plant Endomembrane Research meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoko Hasegawa, Thais Huaranca Reyes, Tomohiro Uemura, Akari Fujimaki, Shota Hozuki, Anirban Baral, Rishikesh P. Bhalerao, Takeo Sato, Akihiko Nakano, and Junji Yamaguchi
2. 発表標題 Analysis of regulation of plant nutrition stress response by a ubiquitin ligase ATL31 through modification of membrane traffic
3. 学会等名 21th European Network for Plant Endomembrane Research meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuyuki Suda
2. 発表標題 Live imaging of the Golgi apparatus in <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
3. 学会等名 Mini-symposium on membrane trafficking and remodeling (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 オルガネラゾーン研究を究める高速超解像ライブイメージング
3. 学会等名 日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒川量雄、宮代大輔、中野明彦
2. 発表標題 4Dイメージングで迫る積荷タンパク質のゴルジ体内輸送機構
3. 学会等名 バイオイメージング学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 サブ波長フォトニクス研究が目指すもの ~高速超解像ライブイメージングの究極は?~
3. 学会等名 RAPシンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中野明彦
2. 発表標題 高速超解像ライブイメージングではじめて見えてきた膜交通の真の姿
3. 学会等名 大阪大学免疫細胞学セミナー(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuro Tojima and Akihiko Nakano
2. 発表標題 4D imaging of membrane traffic in the neuronal growth cone
3. 学会等名 日本細胞生物学会、日本発生生物学会合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuo Kurokawa, Atsuko Ikeda, Koichi Funato, Manuel Muniz, Akihiko Nakano
2. 発表標題 Visualization of GPI-anchored proteins sorting in the ER
3. 学会等名 日本細胞生物学会、日本発生生物学会合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒川量雄
2. 発表標題 出芽酵母をモデルとした4Dイメージングで迫る真核生物の膜交通
3. 学会等名 酵母細胞研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 戸島拓郎
2. 発表標題 神経軸索ガイダンスを駆動する膜交通ダイナミクス
3. 学会等名 電気通信大学化学生命工学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 戸島拓郎
2. 発表標題 高速超解像顕微鏡法によるトランスゴルジ網の動態解析
3. 学会等名 オルガネラゾーン研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>中野明彦ラボ http://sclim.riken.jp</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	黒川 量雄 (KUROKAWA Kazuo) (40333504)	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・専任研究員 (82401)	
研究分担者	戸島 拓郎 (TOJIMA Takuro) (00373332)	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)	
研究分担者	植村 知博 (UEMURA Tomohiro) (90415092)	お茶の水女子大学・基幹研究院・准教授 (12611)	
研究分担者	須田 恭之 (SUDA Yasuyuki) (10553844)	筑波大学・医学医療系・助教 (12102)	

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		
スペイン	University of Sevilla	Instituto de Biomedicina de Sevilla	
スイス	University of Geneva	University of Fribourg	
フランス	Institute Curie		
イタリア	Institute of Biochem and Cell Biol	Institute of Nanotechnology	Istituto Nazionale Tumori Fondazione
イタリア	Institute of Protein Biochemistry		
ドイツ	Max Planck Inst for Plant Breeding Res		