

令和 4 年 5 月 13 日現在

機関番号：12601

研究種目：特別推進研究

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06294

研究課題名(和文)物理刺激で制御される膜蛋白質の分子機構の解明

研究課題名(英文)Molecular mechanism of membrane proteins regulated by physical stimuli

研究代表者

濡木 理 (Nureki, Osamu)

東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授

研究者番号：10272460

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 444,900,000円

研究成果の概要(和文)：物理刺激(光・音・熱・膜電位・浸透圧)によって制御される膜蛋白質の分子機構を解明した。光受容体に関しては、時分割構造解析によりChRの構造変化を解明した他、Chrimson, HeR, SzR, Rh-PDEといったロドプシンタンパク質の結晶構造を決定し、機能発現の分子機構を解明した。また、音の増幅に関わるPrestin、熱を感じるTRPV3、膜電位を感じるKv4と制御サブユニットの複合体、ATPチャネルCALHM、Cl-チャネルVCCN1、浸透圧を感じるLRRC8の立体構造をクライオ電顕単粒子解析により解明し、それらが機能する分子機構を解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究開始当初ほぼ未解決であった物理的刺激が膜蛋白質を活性化するメカニズムを解明したことにより、膜蛋白質における輸送制御機構の解明に大きく貢献した。また膜蛋白質は生理学的に重要な機能を持ち、膜蛋白質の変異は重篤な疾病を惹起する。実際、創薬のターゲットの約半数は、膜受容体や膜輸送体であることから、本研究成果は解明した構造に基づいた疾患の治療薬の設計や開発に寄与することが期待される。

研究成果の概要(英文)：We elucidated molecular mechanisms of membrane proteins regulated by physical stimuli (light, sound, heat, membrane potential, osmotic pressure). For light perception, we elucidated dynamics of ChR by time-resolved X-ray crystallography. Moreover, we determined the crystal structures of rhodopsin proteins such as Chrimson, HeR, SzR and Rh-PDE, and elucidated molecular mechanisms of their functions. We also determined the structures of Prestin, a voltage-dependent membrane motor protein involved sound amplification, TRPV3 channel sensing heat, voltage-gated potassium channel Kv4 complexed with two regulatory subunits, CALHM ATP channel, voltage-gated Cl- channel VCCN, osmotic pressure-sensing LRRC8 by a single molecular analysis of Cryo-EM, and elucidated their molecular mechanisms.

研究分野：構造生物学、生物物理学、生化学、分子生物学

キーワード：生物物理 電子顕微鏡 X線 蛋白質

1. 研究開始当初の背景

生物は、光、熱、音などの物理的刺激を受容して、これらを量子力学的あるいは(熱)力学的に膜輸送体によるイオン輸送/シグナル伝達に変換し、神経細胞を興奮させ、適切な行動をとる。しかしながら、これらの物理的刺激が膜タンパク質を活性化するメカニズムに関しては、ほとんどわかっていない状況にあった。

2. 研究の目的

我々は、膜タンパク質が物理センサーとして機能する分子機構を原子分解能レベルで解明することを目的とした。ターゲットとしては、光を感受するロドプシンファミリータンパク質、音を感受する TMC および Prestin タンパク質(電位感受性モーター)、熱を感受する TRP チャネル、電位を感受するイオン輸送体、浸透圧を感受する膜輸送体に焦点を当てて、構造機能研究を進めた。

3. 研究の方法

物理刺激によって制御される膜タンパク質の分子機構を解明するために我々は、1. X線結晶構造解析及び時分割シリアルフェムト秒結晶構造解析による構造的基盤の解明、2. クライオ電顕を用いた単粒子解析による構造的基盤の解明、3. *in vivo/in vitro* における機能解析による実験的な検証を協奏的に駆使した。特に、真核生物の膜タンパク質を動物細胞にて大量調製する技術や当時導入されたばかりであったクライオ電顕による膜タンパク質の高分解能構造解析の基盤を構築することで問題の解決を図った。

4. 研究成果

光を感受する膜輸送体

チャネルロドプシン (ChR) の時分割構造解析

XFEL を用いた ChR の時分割シリアルフェムト秒結晶構造解析 (SFX) を行い、励起光照射した後 1, 50, 250, 1000, 4000 μ 秒後における構造変化を明らかにした。その結果、異性化したレチナールは捻じれ、膜貫通ヘリックス 3 番を押し、また、レチナールが結合している膜貫通ヘリックス 7 番を下向きに細胞外側に引っ張るような動きが観測された(図 1)。変異体の電気生理学解析と合わせて、これらの構造変化が、チャネルの開閉に重要な DC ゲートのアミノ酸残基間の水素結合ネットワークを壊し、水分子の流入、ひいてはチャネルを開状態へと遷移させることが明らかになった (*eLife*, 2021)。

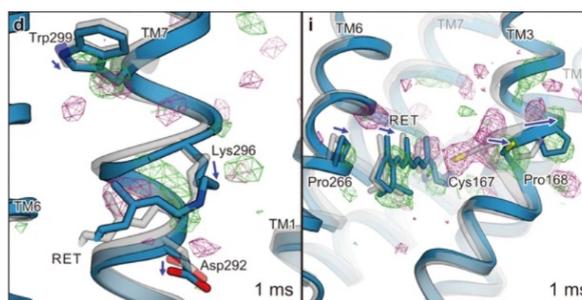


図 1 ChR の TM3 と TM7 周辺の差フーリエマップ

Chrimson の構造解析と最長波長シフト改変体の創出

吸収最大波長が最長の ChR である Chrimson の結晶構造を 2.6 Å 分解能で決定した(図 2)。その結果、Chrimson の長波長シフトは、レチナールのシッフ塩基近傍の正電荷、 β イオノン環近傍の負電荷およびレチナール結合ポケットが狭いことによる π 電子共役系の平面性に起因することが明らかになった(図 2)。さらに、これらの情報をもとに、野生型の Chrimson にアミノ酸変異を導入することで吸収波長がさらに 20 nm 長波長にシフトし、かつ光サイクルの速い改変型 Chrimson (ChrimsonSA) を作製することに成功し (*Nat. Commun.*, 2018), 現在世界中の多くの神経科学者がこれを用いている。

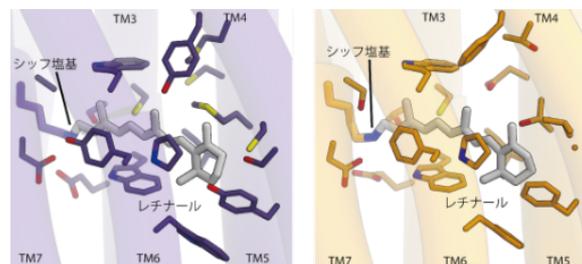


図 2 Chrimson と ChR のレチナール結合ポケット

ヘリオロドプシンの構造機能解析

ヘリオロドプシン (HeR) の結晶構造を分解能 2.4 Å で決定し、ヘリオロドプシンが既知のロドプシンと基本的な同じフォールドであるにもかかわらず、膜に対するトポロジーが逆であることを発見した (図 3; *Nature*, 2019; 発表論文 18). ヘリオロドプシンは二量体を形成し、レチナールのイオン環近傍に大きな横穴が存在し、これがレチナールの効率的な取り込みに必須であることを検証した。またレチナールのシッフ塩基から細胞外側は疎水性残基で遮蔽されており、イオンの流入は起こらず、未知のパートナーを介してシグナル伝達に寄与することが示唆された。またレチナールのシッフ塩基の正電荷を安定化させる対イオンの変異体構造解析から、シッフ塩基と対イオンの相互作用の弱まりが周囲の Ser クラスターと対イオンの相互作用で補填されることで、野生型と同じ吸収波長が維持されることが明らかになった (*Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2020)。

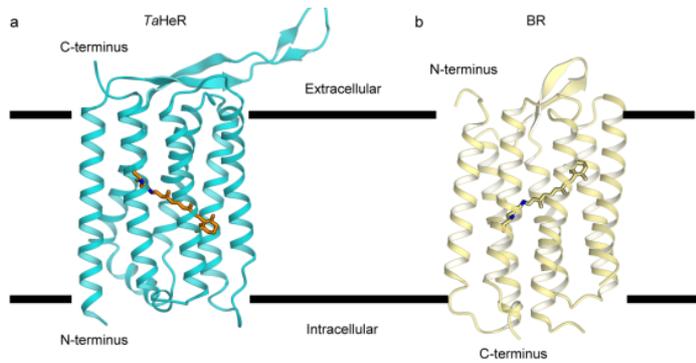


図 3 HeR とタイプ I バクテリオロドプシン

シゾロドプシンの構造機能解析

シゾロドプシン (SzR) の結晶構造を 2.1 Å で決定した。その結果、SzR は膜貫通ヘリックスの細胞内側が短くなっていることによって、H⁺を受容する酸性残基が細胞内に露出しやすくなっていることが、内向き H⁺ポンプとして機能する構造基盤であることを明らかにした (図 4; *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2021)。

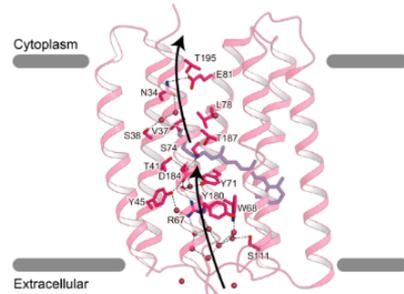


図 4 SzR の結晶構造

酵素型ロドプシン Rh-PDE の構造機能解析

酵素型ロドプシン Rh-PDE の結晶構造を決定した。その結果、Rh-PDE のロドプシンドメインは典型的な 7 回膜貫通型ではなく、N 末端に TMO を有する 8 回膜貫通型のフォールドであることが明らかになった。変異体解析により、TMO が光で活性化される酵素機能に重要であることがわかり、酵素ドメインの構造と合わせて Rh-PDE の全長構造モデルを提唱した (図 5; *Nat. Commun.*, 2020)。

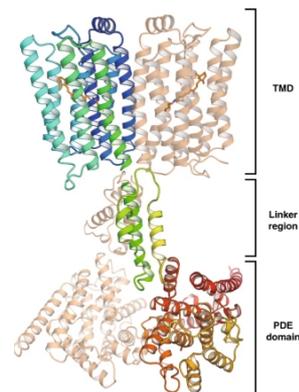


図 5 Rh-PDE の全長構造

音の感受と増幅を担う膜輸送体

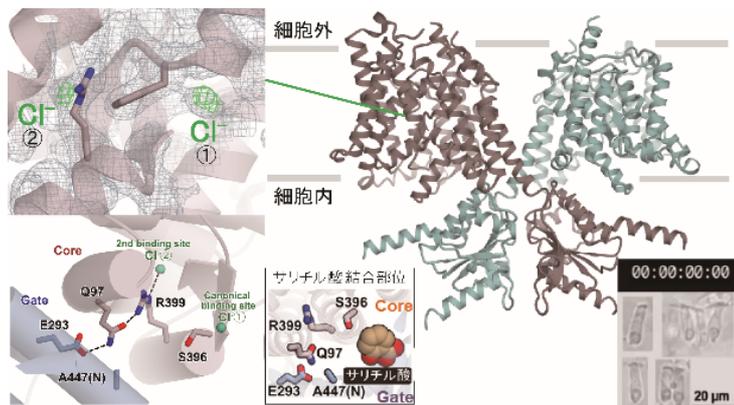
内耳の蝸牛には外有毛細胞 (Outer Hair Cell, OHC) が存在し、音により鼓膜が振動するとリンパ液を通じて OHC の不動毛が揺れ、これを感知して TMC 機械刺激チャネルが開き、OHC が脱分極する。すると、OHC の側面に中間径繊維と共に超分子複合体を形成して局在する Prestin モーターが伸縮し、これが集積して OHC の高速伸縮運動となり、さらに TMC に正のフィードバックをかけてこれが開口し、脱分極することで音感が増幅される。

TMC の構造機能解析

構造解析に適した TMC ホモログをスクリーニングし、カメの TMC1 及びセキセイインコの TMC2 ホモログが発現量・安定性の面で良好であることを見出した。これらの TMC ホモログが機械刺激感受性チャネルであることを、精製タンパク質を用いた電気生理学解析 (リポソームパッチクランプ) により明らかにした (*Neuron*, 2020)。

Prestin の構造機能解析

ヒト由来 Prestin に関して熱安定化変異体を作成し、クライオ電子顕微鏡を用いた単粒子解析により分解能 3.2 Å での構造決定に成功した (*Nat. Commun.*, 投稿後改訂中)。Prestin は二量体を形成しており、各サブユニットは膜貫通ドメイン (トランスポータードメイン) と STAS ドメイン (細胞



骨格にアンカーする) から構成されている (図 6)。Prestin は膜貫通ドメインの傾きが異なる複数の構造状態を取ることが明らかとなり、この構造変化は、電位依存的な Cl⁻ の結合によって生じるトランスポータードメインの開閉と同調して起こることが示唆された。また、サリチル酸との複合体の構造解析から、その阻害機構を解明した。

熱を感受する膜輸送体

TRPV3 の構造機能解析

TRPV3 をナノディスクに再構成し、クライオ電子顕微鏡により分解能 3.3 Å で構造決定した (図 7)。構造より脂質二重層中の TRPV3 は従来の閉状態 (S6 ヘリックスが全 α ヘリックス) とは異なり S6 ヘリックスが π ヘリックス構造を含む「感作状態」と類似することがわかった。また、選択性フィルターが閉状態をとっており、この閉構造をフォスファチジルコリンと思われる脂質の結合とサブユニット内・間の水素結合が安定化していることがわかった。したがって熱により脂質分子が解離することで、S6 ヘリックスは π 開状態になり、チャンネルが開口される機構が示唆された (Nat. Struct. Mol. Biol., 2020)。

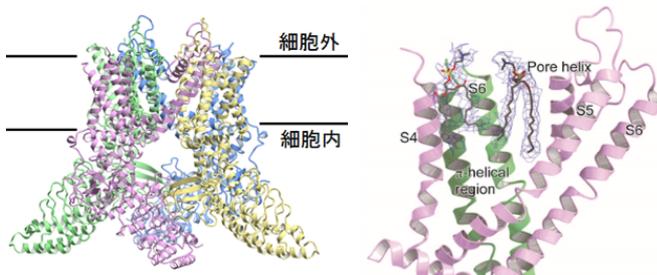


図 7 TRPV3 の構造と π 閉状態を安定化するリン脂質

膜電位を感受する膜輸送体

電位依存性 K⁺チャンネル Kv4.2 と制御サブユニットの複合体の構造機能解析

神経細胞や心臓の電気活動に必須の役割を果たす電位依存性カリウムチャンネル Kv4.2 と 2 種類の制御サブユニット KChIP1、DPP6S からなる巨大複合体の立体構造を、クライオ電顕を用いた単粒子解析により明らかにした。

(図 8; Nature, 2021)。その結果、KChIP1 と DPP6S がそれぞれ Kv4.2 の 6 番目の膜貫通ヘリックス (チャンネルポアの開閉制御を担うゲート) と 1-2 番目の膜貫通ヘリックスと相互作用することで、Kv4.2 の電気生理学的特性を適切に調整する機構が明らかになった。Kv4.2、KChIP1、DPP6S の遺伝子変異は、てんかん、自閉症、統合失調症といった脳機能の疾患や不整脈、心不全といった心疾患との関わりが報告されていることから、この成果は Kv4 の機能を制御し、疾患の治療薬となる薬剤の設計と開発に大きく貢献することが期待できる。

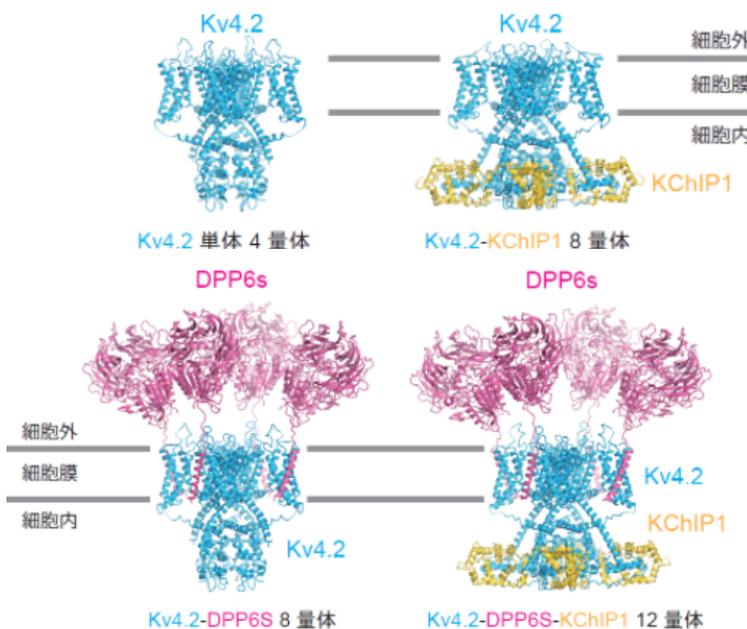


図 8 Kv4.2 単体と Kv4.2 と制御サブユニットの複合体構造

電位依存性 ATP チャンネル CALHM の構造機能解析

味覚シグナルに働く電位依存性 ATP チャンネル CALHM1 は、脱分極または細胞外 Ca²⁺濃度の減少によって活性化し、Ca²⁺や ATP などの小分子を透過させる。クライオ電顕を用いた単粒子解析により、メダカ由来 CALHM1 ホモ 8 量体の立体構造を 2.8 Å 分解能で決定した (図 9; Sci. Adv., 2020)。CALHM1 単量体は 4 本の膜貫通ヘリックスからなる新規構造を有しており、それが 8 量体のチャンネルを形成する。本構造は開状態であり、N 末端は各単量体からリング状構造の中心にのびて α ヘリックスを形成しており、この 8

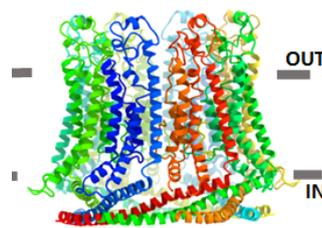


図 9 CALHM1 の構造

つの TM1 がチャンネルのポア部分を形成していた。また中枢神経系において重要な役割を果たす ATP 放出チャンネルである CALHM2 についても単粒子解析により、11 量体の構造を 3.4 Å 分解能で構造を決定した (Sci. Adv., 2020)。CALHM1 と CALHM2 のキメラ分子の単粒子解析により、量体数を決定する構造的要因を同定した。

電位依存性 Cl⁻チャネル VCCN1 の構造機能解析 植物の葉緑体チラコイド膜において、適切な電気化学的勾配を維持するために重要な電位依存性 Cl⁻チャネル VCCN1 の立体構造を、クライオ電顕を用いた単粒子解析により明らかにした (図 10; *Nat. Commun.*, 印刷中)。その結果、VCCN1 は動物ホモログのベストロフィンとフォールドが似ている一方で、ベストロフィンと異なり N 末端の正電荷を帯びたヘリックスがチャネル活性に重要であることが、構造に基づく機能解析と組み合わせることで明らかになった。

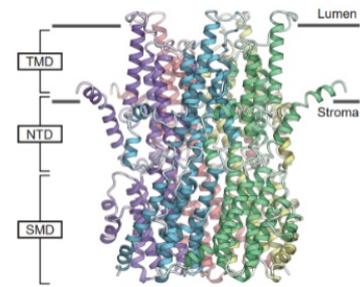


図 10 VCCN1 の電子顕微鏡構造

浸透圧を感受する膜輸送体

細胞体積感受性陰イオンチャネル LRRC8 の構造機能解析 浸透圧に応じて細胞体積を維持するヒト由来の細胞体積依存性陰イオンチャネル LRRC8 (leucine-rich repeat-containing 8) の構造をクライオ電顕単粒子解析により 3.2 Å 分解能で決定した (*Nat. Struct. Mol. Biol.*, 2018)。LRRC8₆ は、C3 対称の 6 量体構造を取っており、細胞質ドメインでは 15 回の leucine-rich repeat が弧を描いていた (図 11)。さらに単粒子解析のクラス分けで、非対称の弛緩構造が得られ、イオン強度により細胞質ドメインと leucine-rich repeat の境界のヘリックスの配向が変わると leucine-rich repeat の向きが大きく変わり、チャネル開閉が起こることが示唆された。また LRRC8D₆ の単粒子解析に成功し、これまで見えなかった N 末端の膜貫通ヘリックスが基質の識別に働くことを明らかにした (*Commun. Biol.*, 2020)。

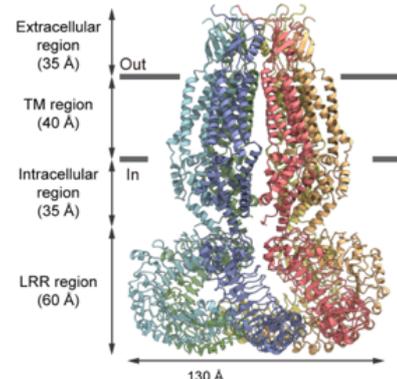


図 11 LRRC8 の電子顕微鏡構造

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計45件（うち査読付論文 43件／うち国際共著 11件／うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 T. Kato, K. Kumazaki, M. Wada, R. Taniguchi, T. Nakane, K. Yamashita, K. Hirata, R. Ishitani, K. Ito, T. Nishizawa, O. Nureki.	4. 巻 5
2. 論文標題 Crystal structure of plant vacuolar iron transporter VIT1	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nat. Plants	6. 最初と最後の頁 308-315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-019-0367-2.	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 S. Tahara, M. Singh, H. Kuramochi, W. Shihoya, K. Inoue, O. Nureki, O. Beja, Y. Mizutani, H. Kandori, T. Tahara.	4. 巻 23
2. 論文標題 Ultrafast Dynamics of Heliorhodopsins	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B.	6. 最初と最後の頁 2507-2512
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b00887.	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 R. Umeda, T. Nishizawa, O. Nureki.	4. 巻 75
2. 論文標題 Crystallization of the human tetraspanin protein CD9	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acta. Crystallogr. F. Struct. Biol. Commun.	6. 最初と最後の頁 254-259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1107/S2053230X1801840X.	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 Nagamura R, Fukuda M, Kawamoto A, Matoba K, Dohmae N, Ishitani R, Takagi J, Nureki O.	4. 巻 75
2. 論文標題 Structural basis for oligomerization of the prokaryotic peptide transporter PepTSo2.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acta. Crystallogr. F. Struct. Biol. Commun.	6. 最初と最後の頁 348-358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1107/S2053230X19003546	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 Y. Lee, P. Wiriyasermkul, C. Jin, L. Quan, R. Ohgaki, S. Okuda, T. Kusakizako, T. Nishizawa, K. Oda, R. Ishitani, T. Yokoyama, T. Nakane, M. Shirouzu, H. Endou, S. Nagamori, Y. Kanai, O. Nureki	4. 巻 26
2. 論文標題 Cryo-EM structure of the human L-type amino acid transporter 1 in complex with glycoprotein CD98hc	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nat. Struct. Mol. Biol.	6. 最初と最後の頁 510-517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41594-019-0237-7	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 該当する

1. 著者名 C. Nagiri, W. Shihoya, A. Inoue, F. M. N. Kadji, J. Aoki and O. Nureki.	4. 巻 2
2. 論文標題 Crystal structure of human endothelin ETB receptor in complex with peptide inverse agonist IRL2500	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Commun. Biol.	6. 最初と最後の頁 236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-019-0482-7.	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 M. Hiraizumi, K. Yamashita, T. Nishizawa and O. Nureki.	4. 巻 365
2. 論文標題 Cryo-EM structures capture the transport cycle of the P4-ATPase flippase	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 1149-1155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aay3353	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 W. Shihoya, K. Inoue, M. Singh, M. Konno, S. Hososhima, K. Yamashita, K. Ikeda, A. Higuchi, S. Okazaki, T. Izume, M. Hashimoto, R. Mizutori, S. Tomida, Y. Yamauchi, R. Abe-Yoshizumi, K. Katayama, S. P. Tsunoda, M. Shibata, Y. Furutani, A. Pushkarev, O. Beja, T. Uchihashi, H. Kandori and O. Nureki.	4. 巻 574
2. 論文標題 Crystal structure of Heliorhodopsin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 132-136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-019-1604-6	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 M. Sasaki, H. Nishikawa, S. Suzuki, M. Moser, M. Huber, K. Sawasato, H. T. Matsubayashi, K. Kumazaki, T. Tsukazaki, Y. Kuruma, O. Nureki, T. Ueda and K. I. Nishiyama.	4. 巻 294
2. 論文標題 The bacterial protein YidC accelerates MPlase-dependent integration of membrane proteins	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Biol. Chem.	6. 最初と最後の頁 18898-18908
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA119.011248.	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 Y. Jia, Y. Zhao, T. Kusakizako, Y. Wang, C. Pan, Y. Zhang, O. Nureki, M. Hattori and Z. Yan.	4. 巻 105
2. 論文標題 TMC1 and TMC2 Proteins Are Pore-Forming Subunits of Mechanosensitive Ion Channels	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuron	6. 最初と最後の頁 310-321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuron.2019.10.017.	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 T. Izume, H. Miyauchi, W. Shihoya and O. Nureki.	4. 巻 528(2)
2. 論文標題 Crystal structure of human endothelin ETB receptor in complex with sarafotoxin S6b	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochem. Biophys. Res. Commun.	6. 最初と最後の頁 383-388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2019.12.091.	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 Kato T, Kumazaki K, Wada M, Taniguchi R, Nakane T, Yamashita K, Hirata K, Ishitani R, Ito K, Nishizawa T, Nureki O	4. 巻 5
2. 論文標題 Crystal structure of plant vacuolar iron transporter VIT1	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Plants	6. 最初と最後の頁 301-315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-019-0367-2	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 Akichika S, Hirano S, Shichino Y, Suzuki T, Nishimasu H, Ishitani R, Sugita A, Hirose Y, Iwasaki S, Nureki O, Suzuki T	4. 巻 363
2. 論文標題 Cap-specific Terminal N 6-methylation of RNA by an RNA Polymerase II-associated Methyltransferase	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 eaav0080
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aav0080	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 Kusakizako T, Claxton DP, Tanaka Y, Maturana AD, Kuroda T, Ishitani R, Mchaourab HS, Nureki O.	4. 巻 27
2. 論文標題 Structural Basis of H ⁺ -Dependent Conformational Change in a Bacterial MATE Transporter	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Structure	6. 最初と最後の頁 293-301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.str.2018.10.004	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 Shihoya W, Izume T, Inoue A, Yamashita K, Kadji FMN, Hirata K, Aoki J, Nishizawa T, Nureki O.	4. 巻 9
2. 論文標題 Crystal Structures of Human ET B Receptor Provide Mechanistic Insight Into Receptor Activation and Partial Activation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-07094-0	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 -

1. 著者名 Kasuya G, Nakane T, Yokoyama T, Jia Y, Inoue M, Watanabe K, Nakamura R, Nishizawa T, Kusakizako T, Tsutsumi A, Yanagisawa H, Dohmae N, Hattori M, Ichijo H, Yan Z, Kikkawa M, Shirouzu M, Ishitani R, Nureki O.	4. 巻 25
2. 論文標題 Cryo-EM structures of the human volume-regulated anion channel LRRC8	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Structural Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 797-804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41594-018-0109-6	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 -

1. 著者名 Kusakizako T, Tanaka Y, Hipolito CJ, Suga H, Nureki O.	4. 巻 1700
2. 論文標題 Crystallographic Analysis of MATE-Type Multidrug Exporter with Its Inhibitors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 37-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-4939-7454-2_3	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. Kasuya, Y. Fujiwara, H. Tsukamoto, S. Morinaga, S. Ryu, K. Touhara, R. Ishitani, Y. Furutani, M. Hattori and O. Nureki.	4. 巻 7
2. 論文標題 Structural insights into the nucleotide base specificity of P2X receptors	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 45208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep45208	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 A. Tomita, M. Zhang, F. Jin, W. Zhuang, H. Takeda, T. Maruyama, M. Osawa, K. I. Hashimoto, H. Kawasaki, K. Ito, N. Dohmae, R. Ishitani, I. Shimada, Z. Yan, M. Hattori and O. Nureki	4. 巻 8
2. 論文標題 ATP-dependent modulation of MgtE in Mg ²⁺ homeostasis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-017-00082-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 該当する

1. 著者名 R. Taniguchi, A. Inoue, M. Sayama, A. Uwamizu, K. Yamashita, K. Hirata, M. Yoshida, Y. Tanaka, H. E. Kato, Y. Nakada-Nakura, Y. Otani, T. Nishizawa, T. Doi, T. Ohwada, R. Ishitani, J. Aoki and O. Nureki	4. 巻 548
2. 論文標題 Structural insights into ligand recognition by the lysophosphatidic acid receptor LPA6	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 356-360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature23448.	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 W. Shihoya, T. Nishizawa, K. Yamashita, A. Inoue, K. Hirata, F. M. N. Kadji, A. Okuta, K. Tani, J. Aoki, Y. Fujiyoshi, T. Doi and O. Nureki	4. 巻 24
2. 論文標題 X-ray structures of endothelin ETB receptor bound to clinical antagonist bosentan and its analog	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat. Struct. Mol. Biol	6. 最初と最後の頁 758-764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nsmb.3450.	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 Lee Y, Nishizawa T, Takemoto M, Kumazaki K, Yamashita K, Hirata K, Minoda A, Nagatoishi S, Tsumoto K, Ishitani R, Nureki O.	4. 巻 3
2. 論文標題 Structure of the triose-phosphate/phosphate translocator reveals the basis of substrate specificity	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat. Plants.	6. 最初と最後の頁 825-832
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-017-0022-8.	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 Kasuya G, Yamaura T, Ma XB, Nakamura R, Takemoto M, Nagumo H, Tanaka E, Dohmae N, Nakane T, Yu Y, Ishitani R, Matsuzaki O, Hattori M, Nureki O.	4. 巻 8
2. 論文標題 Structural insights into the competitive inhibition of the ATP-gated P2X receptor channel	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 876
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-017-00887-9.	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 Miyachi H, Moriyama S, Kusakizako T, Kumazaki K, Nakane T, Yamashita K, Hirata K, Dohmae N, Nishizawa T, Ito K, Miyaji T, Moriyama Y, Ishitani R, Nureki O.	4. 巻 8
2. 論文標題 Structural basis for xenobiotic extrusion by eukaryotic MATE transporter	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 1633
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-017-01541-0.	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 -

1. 著者名 Kusakizako T, Tanaka Y, Hipolito CJ, Suga H, Nureki O.	4. 巻 1700
2. 論文標題 Crystallographic Analysis of MATE-Type Multidrug Exporter with Its Inhibitors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 37, 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-4939-7454-2_3	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 Maruyama T, Imai S, Kusakizako T, Hattori M, Ishitani R, Nureki O., Ito K, Maturana AD, Shimada I, Osawa M.	4. 巻 7
2. 論文標題 Functional roles of Mg ²⁺ binding sites in ion-dependent gating of a Mg ²⁺ channel, MgtE, revealed by solution NMR	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Elife	6. 最初と最後の頁 e31596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.31596	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 Kasuya G, Nakane T, Yokoyama T, Jia Y, Inoue M, Watanabe K, Nakamura R, Nishizawa T, Kusakizako T, Tsutsumi A, Yanagisawa H, Dohmae N, Hattori M, Ichijo H, Yan Z, Kikkawa M, Shirouzu M, Ishitani R, Nureki O.	4. 巻 25
2. 論文標題 Cryo-EM structures of the human volume-regulated anion channel LRRC8	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nat. Struct. Mol. Biol.	6. 最初と最後の頁 797, 804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41594-018-0109-6	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 -

1. 著者名 Takemoto M, Lee Y, Ishitani R, Nureki O.	4. 巻 26
2. 論文標題 Free Energy Landscape for the Entire Transport Cycle of Triose-Phosphate/Phosphate Translocator	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Structure	6. 最初と最後の頁 1284, 1296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.str.2018.05.012	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 Cheng C, Kamiya M, Takemoto M, Ishitani R, Nureki O., Yoshida N, Hayashi S.	4. 巻 115
2. 論文標題 An Atomistic Model of a Precursor State of Light-Induced Channel Opening of Channelrhodopsin	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biophys. J.	6. 最初と最後の頁 1281, 1291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bpj.2018.08.024	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 Kimura T, Lorenz-Fonfria VA, Douki S, Motoki H, Ishitani R, Nureki O., Higashi M, Furutani Y.	4. 巻 122
2. 論文標題 Vibrational and Molecular Properties of Mg ²⁺ Binding and Ion Selectivity in the Magnesium Channel MgtE	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B.	6. 最初と最後の頁 9681, 9696
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.8b07967	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 Oda K, Vierock J, Oishi S, Rodriguez-Rozada S, Taniguchi R, Yamashita K, Wiegert JS, Nishizawa T, Hegemann P, Nureki O.	4. 巻 9
2. 論文標題 Crystal structure of the red light-activated channelrhodopsin Chrimson	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 3949
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-06421-9	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 Otomo A, Mizuno M, Singh M, Shihoya W, Inoue K, Nureki O., Beja O, Kandori H, Mizutani Y.	4. 巻 9
2. 論文標題 Resonance Raman Investigation of the Chromophore Structure of Heliorhodopsins	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 6431, 6436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.8b02741	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 Shihoya W, Izume T, Inoue A, Yamashita K, Kadji FMN, Hirata K, Aoki J, Nishizawa T, Nureki O.	4. 巻 9
2. 論文標題 Crystal structures of human ETB receptor provide mechanistic insight into receptor activation and partial activation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 4711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-07094-0	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 -

1. 著者名 Kusakizako T, Claxton DP, Tanaka Y, Maturana AD, Kuroda T, Ishitani R, Mchaourab HS, Nureki O.	4. 巻 27
2. 論文標題 Structural Basis of H ⁺ -Dependent Conformational Change in a Bacterial MATE Transporter	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Structure	6. 最初と最後の頁 293, 301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.str.2018.10.004	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 Watari M, Ikuta T, Yamada D, Shihoya W, Yoshida K, Tsunoda SP, Nureki O., Kandori H.	4. 巻 294
2. 論文標題 Spectroscopic study of the transmembrane domain of a rhodopsin-phosphodiesterase fusion protein from a unicellular eukaryote	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Biol. Chem.	6. 最初と最後の頁 3432, 3443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA118.006277	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 T. Kato, K. Kumazaki, M. Wada, R. Taniguchi, T. Nakane, K. Yamashita, K. Hirata, R. Ishitani, K. Ito, T. Nishizawa, O. Nureki	4. 巻 5
2. 論文標題 Crystal structure of plant vacuolar iron transporter VIT1	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nat. Plants	6. 最初と最後の頁 308, 315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-019-0367-2	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 G. Kasuya, Y. Fujiwara, M. Takemoto, N. Dohmae, Y. Nakura, R. Ishitani, M. Hattori, O. Nureki.	4. 巻 14
2. 論文標題 Structural insights into divalent cation modulations and dynamic ion selectivity of ATP-gated P2X receptor channels	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 932-944
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2015.12.087.	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 J. Morita, K. Kano, K. Kato, H. Takita, H. Sakagami, Y. Yamamoto, E. Mihara, H. Ueda, T. Sato, H. Tokuyama, H. Arai, H. Asou, J. Takagi, R. Ishitani, H. Nishimasu, O. Nureki and J. Aoki.	4. 巻 6
2. 論文標題 Structure and biological function of ENPP6, a choline-specific glycerophosphodiester - phosphodiesterase	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 20995
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep20995.	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 Y. Fukuda, K. M. Tse, T. Nakane, T. Nakatsu, M. Suzuki, M. Sugahara, S. Inoue, T. Masuda, F. Yumoto, N. Matsugaki, E. Nango, K. Tono, Y. Joti, T. Kameshima, C. Song, T. Hatsui, M. Yabashi, O. Nureki, M. E. Murphy, T. Inoue, S. Iwata and E. Mizohata	4. 巻 113
2. 論文標題 Redox-coupled proton transfer mechanism in nitrite reductase revealed by femtosecond crystallography	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. Natl. Acad. Sci. USA	6. 最初と最後の頁 2928-2933
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jb/mvv133	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 H. Tsuchiya, S. Doki, M. Takemoto, T. Ikuta, T. Higuchi, K. Fukui, Y. Usuda, E. Tabuchi, S. Nagatoishi, K. Tsumoto, T. Nishizawa, K. Ito, N. Dohmae, R. Ishitani and O. Nureki	4. 巻 534
2. 論文標題 Structural basis for amino-acid export by DMT superfamily transporter YddG	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 417-420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature17991	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 K. Kato, Y. Satouh, H. Nishimasu, A. Kurabayashi, J. Morita, Y. Fujihara, A. Oji, R. Ishitani, M. Ikawa and O. Nureki	4. 巻 7
2. 論文標題 Structural and functional insights into IZUM01 recognition by JUNO in mammalian fertilization.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 12198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncomms12198	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 J. Morita, K. Kato, T. Nakane, Y. Kondo, H. Fukuda, H. Nishimasu, R. Ishitani and O. Nureki	4. 巻 7
2. 論文標題 Crystal structure of the plant receptor-like kinase TDR in complex with the TDIF peptide.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nat. Commun.	6. 最初と最後の頁 12383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncomms12383	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 W. Shihoya, T. Nishizawa, A. Okuta, K. Tani, N. Dohmae, Y. Fujiyoshi, O. Nureki and T. Doi	4. 巻 537
2. 論文標題 Activation Mechanism of Endothelin ETB Receptor by Endothelin-1.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 363-368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature19319	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 R. Abe-Yoshizumi, K. Inoue, H. E. Kato, O. Nureki and H. Kandori.	4. 巻 55
2. 論文標題 Role of Asn112 in a Light-Driven Sodium Ion-Pumping Rhodopsin	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 5790-5797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.6b00741	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 G. Kasuya, M. Hiraizumi, A. D. Maturana, K. Kumazaki, Y. Fujiwara, K. Liu, Y. Nakada-Nakura, S. Iwata, K. Tsukada, T. Komori, S. Uemura, Y. Goto, T. Nakane, M. Takemoto, H. E. Kato, K. Yamashita, M. Wada, K. Ito, R. Ishitani, M. Hattori and O. Nureki.	4. 巻 26
2. 論文標題 Crystal structures of the TRIC trimeric intracellular cation channel orthologues	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Cell Res.	6. 最初と最後の頁 1288-1301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/cr.2016.140	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 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Structural insight into the ligand recruitment and recognition mechanisms of lysophosphatidic acid receptor LPA6
3. 学会等名 GPCR Workshop, 12/1-5 (Hawaii, USA) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Structural Insights into Tetraspanin Function
3. 学会等名 AsCA2019, 12/17-20 (Singapor) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Structural Basis for Transport Cycle of P4 Flippase
3. 学会等名 64th Annual Meeting of the Biophysical Society, 2/15 (San Diego, USA) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Ligand Recognition and Activation Mechanisms of Peptide and Lipid Recognizing G Protein-Coupled Receptor
3. 学会等名 Gordon Research Conference (California, USA) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Cryo-EM structure of the volume-regulated anion channel LRRC8
3. 学会等名 International Conference of the Korean Society for Structural Biology (Jeju Island) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 High-resolution X-ray Crystallography and Molecular Mechanisms of Membrane Transporters
3. 学会等名 International conference on structural biology 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Structural basis for molecular mechanisms of new family transporters
3. 学会等名 Biomedical Transporters (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Molecular mechanism of the Mg ²⁺ channel MgtE for Mg ²⁺ and ATP homeostasis
3. 学会等名 IUCr2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Ligand Recognition and Activation Mechanisms of Peptide and Lipid Recognizing G Protein-Coupled Receptor
3. 学会等名 Gordon Research Conference: Ligand Recognition and Molecular Gating (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Ligand Recognition and Activation Mechanisms of Peptide and Lipid Recognizing G Protein-Coupled Receptor
3. 学会等名 Gordon Research Conference: Ligand Recognition and Molecular Gating (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Cryo-EM structure of the volume-regulated anion channel LRRC8
3. 学会等名 International Conference of the Korean Society for Structural Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 濡木理
2. 発表標題 Structural study of volume-regulated anion channel, LRRc8
3. 学会等名 第41回分子生物学会年会：クライオ電顕が見せる超分子の世界（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Molecular mechanism of Channelrhodopsin and structure-guided development of useful optogenetics tool
3. 学会等名 International Symposium of OptoBioTechnology Research Center（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 濡木理
2. 発表標題 新規膜チャネル・トランスポーターの分子機構の構造基盤
3. 学会等名 第92回日本薬理学会年会 特別講演（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Nureki
2. 発表標題 Molecular mechanism of Channelrhodopsin and structure-guided development of useful optogenetics tool
3. 学会等名 A decade after “Discovery and Development of GFP”
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 0. Nureki
2. 発表標題 High-resolution X-ray Crystallography of Membrane Proteins and Molecular Mechanisms of Membrane Transporters
3. 学会等名 KVA-JSPS seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 0. Nureki
2. 発表標題 High-resolution X-ray Crystallography of Membrane Proteins and Molecular Mechanisms of Membrane Transporters
3. 学会等名 16th International Conference on the Crystallization of Biological Macromolecules Praha (Praha, Czech Republic) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 0. Nureki
2. 発表標題 薬剤などの輸送に働くトランスポーターの分子機構
3. 学会等名 千里ライフサイエンスセミナー (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 0. Nureki
2. 発表標題 Structure and function, and structure-based drug design of ATX-ENPP2 signaling axis
3. 学会等名 第89回日本生化学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 0. Nureki
2. 発表標題 Light driven dosium ion pump KR2: emerging new player in the field of rhodopsin research
3. 学会等名 EMBO Conference: 17th International Conference on Retinal Proteins (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

瀧木研究室 http://www.nurekilab.net/ 東大、光駆動型イオンチャネルであるチャンネルロドプシンの吸収波長シフトのしくみを解明 http://release.nikkei.co.jp/attach_file/0491524_01.pdf 細胞の体積調節に関わる膜輸送体の構造を解明 https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2018/6007/ http://www.nurekilab.net/
--

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	伊藤 耕一 (Ito Koichi) (10262073)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 (12601)	
研究分担者	MATURANA ANDRES (Maturana Andres) (10452004)	名古屋大学・生命農学研究科・准教授 (13901)	
研究分担者	加藤 英明 (Kato Hideaki) (80805961)	東京大学・大学院総合文化研究科・准教授 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	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	石谷 隆一郎 (Ishitani Ryuichiro) (90361568)	東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・特任教授 (12601)	

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