

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26291028

研究課題名(和文)細胞分裂過程とリンクした標的分子の網羅的マッピング法の開発

研究課題名(英文)Development of comprehensive mapping method of target molecule linked with cell division process

研究代表者

岩根 敦子 (IWANE, Atsuko)

大阪大学・生命機能研究科・招へい教授

研究者番号：30252638

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,500,000円

研究成果の概要(和文)：電顕観察の中で空間分解能が理論的には試料の厚さに影響を与えないFIB-SEMを用いて最小限度の細胞小器官を有するシゾン(シズン)を生命の基本である細胞分裂過程のモデル生物として選び、電子顕微鏡観察で苦手であった標的分子の同定を網羅的にマッピングしながら細胞丸ごとレベルで超微細構造解析を行った。

具体的には電顕観察では多少苦手とされる標的分子の複数同時の標的分子同定やダイナミクスを確認するための相溶性組換え体発現系を確立、連続2D画像と3次元再構築法から新たに150個以上の3D構造モデルを作成、細胞分裂の時系列にあわせたより正確な超微細構造モデルを得ることを可能とし、英文書籍にてその結果を報告した。

研究成果の概要(英文)：In the observation of electron microscopy, FIB-SEM, whose spatial resolution does not influence the thickness of the sample theoretically, is used as a model organism of the cell division process, which is the basis of life, with a minimum of organelles. Ultrastructural analysis was performed at the whole cell level while comprehensively mapping the identification of the target molecule that was not good at EM observation.

Establishment of a homologous recombinant expression system to identify multiple target molecules at the same time and to confirm the dynamics of the target molecule which is considered somewhat difficult by EM observation. Over 150 newly 3D structure models were obtained from continuous 2D image and 3D reconstruction technique. We made it possible to obtain a more accurate ultrastructural model adapted to the time series of cell division, and the results were reported in English books.

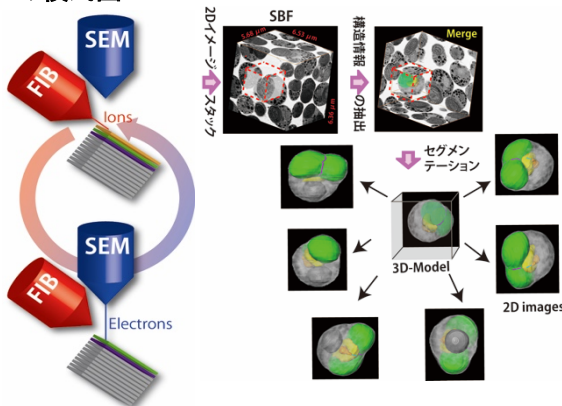
研究分野：分子生物学、生物物理学、構造生物学

キーワード：FIB-SEM 超微細構造 細胞分裂 シゾン 三次元再構築 ダイナミクス

1. 研究開始当初の背景

細胞や組織内の微細構造解析は主に化学固定→脱水→染色→樹脂包埋後、ダイヤモンドナイフを用いて作製した超薄切片を TEM 観察することで進められてきた。つまり、80 nm 程度の厚さの染色済み細胞や組織切片を電子顕微鏡で観察する。しかし、この方法ではあくまでも一部の断片の情報にとどまる。近年、金属やセラミックの表面加工、観察に寄与してきた FIB-SEM (Focus ion beam-SEM: 集束イオンビーム-走査イオン顕微鏡) を用いて細胞丸ごとレベルでの超微細構造解析を行う。ガリウムイオンビーム照射で数 nm 毎、試料表面を微細加工 (削る) しながら、

FIB-SEM 重要な部位の模式図



その表面を SEM 観察し、得られた連続 2 次元画像から 3 次元再構築することで細胞まるごとの構造モデルを作成する。

なお、細胞の重要な役割とリンクした細胞内の超微細構造において電子顕微鏡観察の苦手な点としては①リアルタイムでの動的な構造変化や②標的分子の同定があるが、これらに関しては超高分解能光学顕微鏡観察とのサブ同視野観察で対応するつもりだ。この 2 点をふまえながら本研究課題を進めたい。

2. 研究の目的

生物系試料全般への汎用性と応用が期待されている FIB-SEM を用い、母集団を保てるモデル細胞としてミトコンドリアを得、ゲノムが核膜で覆われた“核”をもつ、最古の真核生物であると考えられている単細胞性紅藻、“シゾン”を選んだ。親細胞は均一に確実に娘細胞に分裂し、光の明暗での細胞分裂の同調、既に全ゲノム配列が解明され、組換え体の作成も可能な点も魅力である。電子顕微鏡観察において多少、苦手とされる分子の同定をも可能とし、従来より行われてきた細胞の一部の断片情報では無く、シゾン細胞丸ごとレベルで生命の重要事項である細胞分裂過程とリンクした細胞内構造変化を光学顕微鏡観察による同定、ダイナミクスと関連しながら 3D 微細構造モデルを作成することで真核生物の基本的な振る舞いが解明出来ると考える。

この研究の新規性・チャレンジ性としては以下の特徴がある。標的分子の同定に関しては長い間、免疫電顕が用いられてきた。しかし、化学固定した後の試料に対する抗原抗体反応は特異性に乏しい場合が多く、得られる像のバックが高いことも良くあり、多くの研究者を悩ませているのが現実である。一方、免疫電顕に代わる新たな同定方法としてメタロチオネイン蛋白質のタグを用いた細胞内標識の例が報告されているが、カドミウムや金等の重金属存在下での培養を求められることから (Nishino Y. *et. al*, *J. Electron Microsc.*, **56**, 93-101, 2007)、大腸菌など一部の生物試料にとどまる。メタロチオネイン蛋白質は生物の内在性蛋白質として存在する (Diestra E. *et. al*, *J. Struct. Biol.*, **165**, 157-68, 2009) 事も開発を進める事を困難にしている原因と考えられ、細胞の重要な役割とリンクした構造解析を進めるためには是非、解決・開発が望まれる要点である。そこで私は分子の同定については組換え体のタグを用いて、標的分子の網羅的なマッピングを行う系を開発する。電子顕微鏡観察のもう一つの課題の動的な微細構造情報のモデルを示すためにも組換え体の蛍光タグを利用し、高分解能光学顕微鏡を用いて標的分子やオルガネラの振る舞いを観察し、光-電子像を相関させることにより明らかにしたい。標的分子の存在場所のみならず、取り囲む環境の動きを踏まえながら生物丸ごとレベルで可視化し、生物の生存に必須である“均一に確実に娘細胞に分裂する細胞小器官の振る舞い”を解明する。極低温電子顕微鏡を用いて精製蛋白分子の構造解析を結晶化させることなく、高分解能で解明出来る時代になってきたが、本申請課題は実際に働くシステムの中での蛋白質分子の振る舞いを明らかにするためには避けられない開発を含んでいる。電子顕微鏡観察の欠点を埋めるだけでなく、また基礎研究にとどまらず、さらに多くの医学、臨床研究領域にも有益な情報を提供出来、チャレンジの大きさを感じる。

3. 研究の方法

本研究は研究代表者岩根を中心に研究分担者渡邊そして研究協力者である当該研究室の大学院生やスタッフと共に下表の様な役割分担にて研究計画を執行した。細胞内の重要なイベントを観察するための様々な光学顕微鏡が開発されているが、標的蛋白質のみならず、それを取り囲む環境も観察出来るメリットを有する電子顕微鏡観察に多大な期待を寄せ、電子顕微鏡のなかでも空間分解能が理論的には試料の厚さに影響を与えない FIB-SEM を用いて生命の基本である細胞分裂過程をモデル生物としてシゾンを選び、細胞丸ごとでの構造解析の開発、特に電子顕微鏡観察では苦手とされる標的分子の網羅的な同時マッピング方法の開発を提案し、この課題遂行には並々

ならぬ熱意を有している。研究分担者の渡邊は研究代表者の所属する研究室で博士取得後、東北大学で本格的に細胞内や個体の3次元観

	研究代表者	研究分担者	研究協力者	研究協力者 (連携研究者)
	岩根敦子	渡邊朋信	大学院生 *1	太田啓介 (久留米大) *2
分子同定系の構築 *3	○		○	
細胞観察系の構築 *4	○	○	○	
FIB-SEM 顕微鏡構造解析 *5	○		○	○

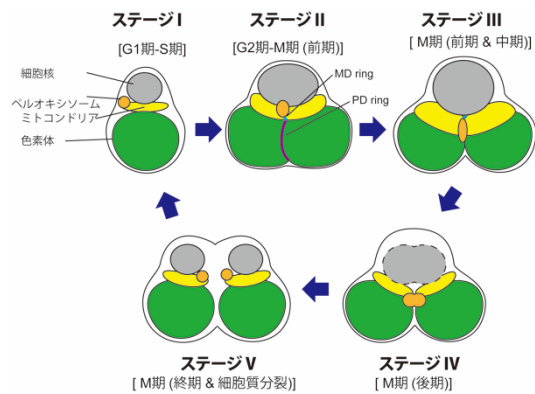
- *1 研究代表者の教育管理下にある大阪大学生命機能研究科の学生も研究協力者として参加する。大学院生には本人の興味、適正を加味しながら分子同定系の構築、細胞観察系の構築、FIB-SEM 顕微鏡構造解析の一部あるいは総合的に関与させる。
- *2 FIB-SEM を用いて既に組織の構造解析を行っている。
- *3 発現ベクターの構築のみならず、生化学的な確認も含む。
- *4 オルガネラ分裂時の複数の標的分子の同時観察、解析も含む。
- *5 標的分子の同定並びに三次元再構成、モデル化解析も含む。

察出来る顕微鏡の開発を行っていた。分子生物学、生化学、解剖学並びに構造生物学的手法を駆使して、研究を進めるに際し、多くの条件検討が必要とされるが、研究場が大学院であることを最大限に活かしたい。代表者並びに分担者は21世紀の国際社会の発展を担う人材育成を行う大学院の教官であり、大学院生を一流の研究者に育て上げる使命が課されている。そこで本研究課題を管理下におかれている大学院生(研究協力者)と共に進めるつもりである。大学院生には本人の興味、適正を加味しながら、一部の項目、あるいは総合的に関与させる。また、FIB-SEM を用いて既に組織レベルでの構造解析(Ohta K. *et al.*, *Micron*, **43**, 612-20, 2012)をされている久留米大学医学部解剖学教室の太田啓介博士に研究協力者として加わっていただき、FIB-SEM 装置の共同利用と研究遂行の有益なご助言を頂ける環境下にある。一方、培養系並びに組換え体の発現系についてはシズンゲノム全塩基配列解明や組換え体発現に寄与されたシズン研究の第一人者である立教大学黒岩常祥博士並びに大沼みわ博士より既に有益なご助言を頂いた。

研究計画としては

シズンは代表的な細胞小器官が一つずつ存在し(左図:シズンのTEM像)、真核生物として最小限度のシンプルな構造を有するため、真核生物の構造解析モデル生物として相応しいと考えた。生命の基本である

細胞分裂(下図:模式図)を同調化出来る点にも注目した。FIB-SEM を用いて、細胞丸ごとの各細胞小器官や標的蛋白質を取り囲む環境を含める微細構造変化を観察する系を確立する。黒岩らによりミトコンドリアと葉緑体そして細胞核ゲノム全塩基配列がすでに解明されており(*C. merolae* genome project web site; <http://merolae.biol.s.u-tokyo.ac.jp>)、シズン組換え体発現系も大腸菌の系を多少修飾する事で比較的容易に対応出来るようである。

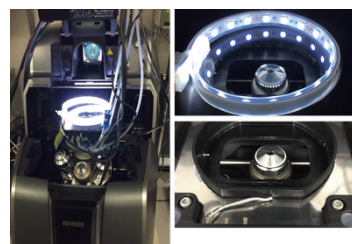


シズンゲノムはイントロンを殆ど有しないため細胞からDNAを抽出し、標的遺伝子は適切なDNAオリゴを用いてPCR増幅して得る。塩基配列の確認はDNA BANKの情報と照らし合わせる。コピー数を調節するためにUMP合成酵素遺伝子をマーカーとする相同性組み換えの発現系(Fujiwara T. *et al.*, *PLoS One*, **8**, e73608, 2013)も併せて立ち上げる。培養系、組換え体発現系、生物試料作製の開発に続き、FIB-SEM を用いて細胞分裂とリンクした重要な標的分子の網羅的に複数同時に同定しながら主要な細胞小器官内外の微細構造解析並びに構造モデル化へと進める。FIB-SEMより得られた連続2次元像から3次元再構築へは3次元可視化総合解析システムAmiraを用いて解析する。電子顕微鏡像解析で比較的苦手とされてきた標的分子の同定は適切な組換え体タグを用いる系で行い、生化学的並びに解剖学的(岩根)と蛍光からの可視化(渡邊)の両面からの評価を進める。

4. 研究成果

細胞や組織内の重要なイベントを可視化するために、近年、様々な顕微鏡が開発されている。その中で電子顕微鏡観察は標的分子並びに細胞小器官だけでは無く、それを取り囲む環境を含めた超微細構造として可視化出来る利点がある。クライオ電子顕微鏡観察は化学固定すること無く、無染色で真の構造が観察出来る期待が持たれるが、TEM観察故、その分解能は試料の厚さに制限がある。そこで、空間分解能が理論的には試料の厚さに影響を与えないFIB-SEMを用いて最小限度の細胞小器官を有するシズンを生命の基本である細胞分裂過程のモデル生物として選び、電子顕微鏡観察で多少苦手とされる標的分子の同定を複数同時にマッピングしながら細胞丸ごとレベルで超微細構造解析を行った。

当初、標的分子の同定のために蛍光顕微鏡のGFPに相当すると期待される新たな組換え体改良タグとしてminiSOG誘導体を用いることを考え、研究を進めた。一般的な動物細胞のタグとしては組換え体

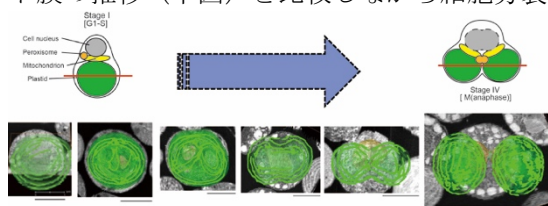


の発現系、検出はでき、私達も有効であるという結果を得ていたが、残念ながらシズンの細胞内小器官の一つ、ペルオキシダーゼに由来するペルオキシダーゼ活性が想像以上にあまりにも強く、標的分子の同定に用いるのは難しいと結論づけた。そこで直ちに蛍光イメージングのタグを付けた組換え体作成に舵を切った。光学顕微鏡—電子顕微鏡両観察から得られる情報を相補的に評価し、研究を続行した。シズンは実験室に於いては振盪培養で生育するため、今まで生きた状態で同一細胞の細胞分裂過程のダイナミクスを追うことは困難であり、報告は無い。この度、私達は特殊な基板上での1細胞毎のシズン細胞のタイムラプス観察にも成功した。基板上に半固定されたシズンは振盪培養時と同程度の倍加速で分裂することも確認され、自作のLED照明系(右図)の導入に伴い、均一にシズン細胞毎に光の刺激を与え、細胞分裂の同調率(〜85%)をさらに上げることを可能にした。さらに複数の標的分子のダイナミクスを同時に有効に確認するためにコピー数を調節し得るUMP合成酵素遺伝子をマーカーとし、複数の選択マーカーを用いて新たな相同性組換え体発現系開発を行い、無事成功した。複数同時に特異的な分子を元に1細胞のダイナミクスをイメージングするための発現系が確立出来たことは有意義な結果である。下記の図はGFP- β -Tubulinのみを発現させたシズン組換え体の例。

シズンのタイムラプス培養時の一コマ(GFP-tuを発現させたシズン組換え体をOlympus FV3000で観察)



た。光学顕微鏡からの結果並びに光学顕微鏡では多少観察が難しい、色素体内のチラコイド膜の推移(下図)と比較しながら細胞分裂



色素体内のチラコイド膜の推移(色素体中央をミトコンドリアを背にした断面)

の時系列にあわせたより正確な超微細構造モデルを得ることを可能とし、国内外の学会、英文書籍にてその結果を報告した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 20 件)

1. Ichinose TM, Saito S and Iwane AH. "3D-Structural Modeling of Myogenic Differentiation of C2C12 Myoblasts by Advanced Electron Microscopy and Light Microscopy." *Biophysical Journal*, **114**, 164,

(2018). (査読無) DOI:https://doi.org/10.1016/j.bpj.2017.11.920.

2. He K, Sakai T, Tsukasaki Y, Watanabe TM and Ikebe M. "Myosin X is recruited to nascent focal adhesions at the leading edge and induces multi-cycle filopodial elongation." *Scientific Reports* **7**, Article number: 13685, (2017). (査読有) DOI:10.1038/s41598017-06147-6.
3. Machiyama H, Morikawa TJ, Okamoto K, Watanabe TM and Fujita H. "The use of a genetically encoded molecular crowding sensor in various biological phenomena." *Biophysics and Physicobiology* **14**, 119-125, (2017). (査読有)
4. Konishi HA, Asai S, Watanabe TM and Yoshimura SH. "In vivo analysis of protein crowding within the nuclear pore complex in interphase and mitosis." *Scientific Reports* **7**, Article number: 5709, (2017). (査読有) DOI: 10.1038/s41598-017-05959-w.
5. Germond A, Kumar V, Ichimura T, Moreau J, Furusawa C, Fujita H and Watanabe TM. "Raman spectroscopy as a tool for ecology and evolution." *JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY INTERCACE*, (2017). (査読有) DOI: 10.1098/rsif.2017.0174.
6. Machiyama H, Yamaguchi T, Watanabe TM and Fujita H. "A novel c-Src recruitment pathway from the cytosol to focal adhesions." *FEBS Lett.* (2017). (査読有) DOI: 10.1002/1873-3468.12696.
7. Sato O, Komatsu S, Sakai T, Tsukasaki Y, Tanaka R, Mizutani T, Watanabe TM, Ikebe R and Ikebe M. "Human Myosin VIIa Is a Very Slow Processive Motor Protein on Various Cellular Actin Structures." *JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY*, (2017). (査読有) DOI: 10.1074/jbc.M116.765966.
8. Sato O, Jung HS, Komatsu S, Tsukasaki Y, Watanabe TM, Homma K and Ikebe M. "Activated full-length myosin-X moves processively on filopodia with large steps toward diverse two-dimensional directions." *Scientific Reports* **7**, Article number: 44237, (2017). (査読有) DOI: 10.1038/srep44237.
9. Chiu L-da, Ichimura T, Sekiya T, Machiyama H, Watanabe TM, Fujita H, Ozawa T and Fujita K. "Protein expression guided chemical profiling of living cells by the simultaneous observation of Raman scattering and anti-Stokes fluorescence emission." *Scientific Reports* **7**, Article number: 43569, (2017). (査読有) DOI:10.1038/srep43569.
10. Ichinose TM, Ohta K and Iwane AH. "3D visualization of the precise location of symbiotic organelle crosstalk throughout mitosis in the primitive unicellular eukaryotic cell, *C. merolae*." *Biophysical Journal*, **112**, 576, (2017). (査読無) DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2016.11.3103.
11. Germond A, Fujita H, Ichimura T and Watanabe TM. "Design and development of genetically encoded fluorescent sensors to monitor intracellular chemical and physical

- parameters." *Biophysical Reviews*, 121-138, (2016). (査読有) DOI: 10.1007/s12551-016-0195-9.
12. Kakizuka T, Ikezaki K, Kaneshiro J, Fujita H, Watanabe TM and Ichimura T. " Simultaneous nano-tracking of multiple motor proteins via spectral discrimination of quantum dots." *Biomedical Optics Express*, **7**, 2475-2493, (2016). (査読有) DOI: 10.1364/BOE.7.002475.
 13. Ichimura T, Chiu L-da, Fujita K, Machiyama H, Yamaguchi T, Watanabe TM and Fujita H. "Non-label immune cell state prediction using Raman spectroscopy." *Scientific Reports* **6**, Article number: 37562, (2016). (査読有) DOI:10.1038/srep37562.
 14. Iwane AH and Ohta K "3D Microstructural visualization of the simplest of eukaryotic cell (*Cyanidioschyzon merolae*) during mitosis process using several new microscopic techniques." *Biophysical Journal*, **110**, 155, (2016). (査読無) DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2015.11.870.
 15. Noguchi TQ, Morimatsu M, Iwane AH, Yanagida T and Uyeda TQ. "The Role of Structural Dynamics of Actin in Class-Specific Myosin Motility." *PLOS ONE*, e0126262, (2015). (査読有) DOI: 10.1371/journal.pone.0126262.
 16. Iwaki M, Iwane AH, Ikezaki K and Yanagida T. "Local heat activation of single myosins based on optical trapping of gold nanoparticles." *Nano Letter*, **15**, 2456-61, (2015). (査読有) DOI: 10.1021/nl5049059.
 17. Takai A, Nakano M, Saito K, Haruno R, Watanabe TM, Ohyanagi T, Jin T, Okada Y and Nagai T. " Expanded palette of Nano-lanterns for real-time multicolor luminescence imaging." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **112**, 4352-6, (2015). (査読有) DOI:10.1073/pnas.1418468112.
 18. David BG, Okamoto K, T. Kakizuka, Ichimura T, Watanabe TM and Fujita H, " Gene dynamics of core transcription factors for pluripotency in embryonic stem cells." *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **119**, 406-9, (2015). (査読有) DOI: 10.1016/j.jbiosc.2014.09.011
 19. Susaki EA, Tainaka K, Perrin D, Kishino F, Tawara T, Watanabe TM, Yokoyama C, Onoe H, Eguchi M, Yamaguchi S, Abe T, Kiyonari H, Shimizu Y, Miyawaki A, Yokota H and Ueda HR. "Whole-brain imaging with single-cell resolution using chemical cocktails and computational analysis." *Cell*, **157**, 726-39. (2014). (査読有) DOI: 10.1016/j.cell.2014.03.042
 20. Ichimura T, Jin T, Fujita H, Higuchi H and Watanabe TM. "Nano-scale measurement of biomolecules by optical microscopy and semiconductor nanoparticles." *Frontiers in Physiology*, **5**, 273, (2014). (査読有) DOI: 10.3389/fphys.2014.
- [学会発表] (計 30 件)
1. Iwane AH. "3D-microstrutural visualization of the simplest eukaryotic cell during mitosis process using several new advanced microscopic techniques", HiSFS2018, (2018).
 2. Iwane AH. "3D-Structural Modeling of Myogenic Differentiation of C2C12 Myoblasts by Advanced Electron Microscopy and Light Microscopy." Biophysical Society 62nd Annual Meeting, (2018).
 3. 岩根敦子, "先端電子顕微鏡と再構築技術を用いた細胞丸ごとレベルでの3次元微細構造解析の紹介", 業務統括部門 3810・理研・セミナー, 2018年
 4. 岩根敦子, "クライオ電子顕微鏡法の進展と今後の発展と課題について", 2017年ノーベル物理学賞・化学賞解説セミナー, 2017年
 5. 岩根敦子, "細胞分裂並びに分化過程を先端電子顕微鏡像から得られた3D構造モデルから読み解く", 2017年度生命科学系学会合同年次大会 (ConBio2017), 2017年
 6. 岩根敦子, "先端電子顕微鏡を用いてシブンの細胞分裂過程を細胞丸ごとレベルで3Dモデル化する", 日本植物形態学会第29回大会, 2017年
 7. Iwane AH. "3D-sructural modeling by advanced electron microscopy at whole single cell level." Biophysical Society, "Single-Cell Biophysics: Measurement, Modulation, and Modeling" meeting, (2017).
 8. 岩根敦子, "先端電子顕微鏡を用いた立体構造モデルからオルガネラの分裂過程を評価する技術開発", 日本顕微鏡学会第73回学術講演会, 2017年
 9. Ichinose TM. " Construction of the imaging system to elucidate the process by which cytoskeletal proteins acquire function using primitive eukaryotic cell." Biophysical Society 61st Annual Meeting, (2017).
 10. Iwane AH. "3D- visualization of the precise location of symbiotic organelle crosstalk through mitosis in the primitive unicellular eukaryotic cell, *C. merolae*." Biophysical Society 61st Annual Meeting, (2017).
 11. 岩根敦子, "先端電子顕微鏡/光学顕微鏡の特性を活かして細胞丸ごとレベルでの三次元微細構造解析", 東京工業大学セミナー, 2017年
 12. 一ノ瀬 (三室) 孝子, "先端電子顕微鏡/光学顕微鏡それぞれの特性を活かして細胞分裂過程を三次元微細構造解析する", 生体運動班会議2017, 2017年
 13. 岩根敦子, "先端電子顕微鏡/光学顕微鏡それぞれの特性を活かして細胞丸ごとレベルでの三次元微細構造解析をおこなうことで明らかになったこと", 第39回日本分子生物学会年会, 2016年
 14. 一ノ瀬 (三室) 孝子, "宿主細胞内における内部共生した細胞小器官が主導する機能を明らかにする試み", 第39回日本分子生物学会年会, 2016年

15. Iwane AH. "New obvious information obtained from cell organelle 3D-structural models of primitive eukaryote." 第54回日本生物物理学会大会(BSJ2016), (2016).
16. Iwane AH. "3D-microstructural visualization of the simplest eukaryotic cell during mitosis process using several cutting-edge microscopic techniques", 1st *C. merolae* Symposium, (2016).
17. 岩根敦子, "原子真核生物シゾンの有糸分裂過程を先端顕微鏡と3次元構造解析法で可視化する", 日本顕微鏡学会第72回学術講演会, 2016年
18. Iwane AH. "3D Microstructural visualization of the simplest of eukaryotic cell during mitosis process using several new microscopic techniques", Biophysical Society 60th Annual Meeting, (2016).
19. 岩根敦子, "新顕微鏡技術の特性を活かし単細胞紅藻シゾンの有糸分裂過程を三次元微細構造解析する" BMB2015 (第38回日本分子生物学会年会, 第88回日本生化学会大会 合同大会), 2015年
20. 岩根敦子, "単細胞紅藻の有糸分裂過程を新顕微鏡技術を活かし三次元微細構造解析する" SSEM研究部会&生理研究部会合同ワークショップ, 2015年
21. Iwane AH. "New obvious information obtained from the cell size and shape during mitosis cycle" 日本生物物理学会 第53回年会(BSJ2015), (2015).
22. Iwane AH. "3D microstructural visualization of mitosis with nanoscale resolution at whole cell level", 日本顕微鏡学会 第71回学術講演会, 2015年
23. Iwane AH. "Three-dimensional microstructural visualization of mitosis using Focused Ion Beam-Scanning Electron Microscope (FIB-SEM) and 3MV Ultra-High Voltage Electron Microscope (UHVEM) Tomography with nanoscale resolution at whole cell level", Biophysical Society 59th Annual Meeting, Baltimore Convention Center, (Baltimore, MA, USA), 11th February, 2015.
24. Iwane AH. "Single Cell 3D structural analysis", 日本分子生物学会第37回年会, 2014年
25. Iwane AH. "Three-dimensional microstructural visualization of mitosis using Focused Ion Beam-Scanning Electron Microscope (FIB-SEM) with nanoscale resolution at whole cell level", 日本分子生物学会第37回年会, 2014年
26. Ichinose TM. "The challenge to intact cell 3D-imaging by dual-axis Cryo-electron tomography and correlative light imaging", 日本分子生物学会第37回年会, 2014年
27. Iwane AH. "The challenge to intact cell 3D-imaging by dual-axis Cryo-electron tomography and correlative light imaging of live cell organelles by Cryo-electron tomography and STEM", 日本生物物理学会 第52回年会 (BSJ2014), 2014年
28. Iwane AH. "Visualization of cell cycle by three-dimensional FIB-SEM with nanoscale resolution at whole cell level", 日本生物物理学会 第52回年会 (BSJ2014), 2014年
29. Iwane AH. "Visualization of cell cycle by three-dimensional FIB-SEM with nanoscale resolution at whole cell level", The 37th Naito Conference. Bioimaging-a paradigm shift for the life sciences, (2014).
30. 岩根敦子, "今まで見えなかった細胞の超微細構造のラビリンスを探検できたらおもしろい", 大阪大学超高压センターセミナー, 2014年
- [図書] (計3件)
1. Ichinose TM and Iwane AH. "Cytological Analyses by Advanced Electron Microscopy", Springer, Chapter 9, p129-151, (2017). DOI: 10.1007/978-981-10-6101-1_9.
 2. 渡邊朋信, 市村垂生, "第1章-7 「SOFI など蛍光の揺らぎを用いた超解像顕微鏡法」", 実験医学別冊『超解像イメージングができる!』 p250-259, (2016).
 3. 金城純一, 渡邊朋信, 市村垂生, "偏光分解光学イメージングのための高速偏光制御システム", 分光研究, p207-209, (2016)
- [その他]
- ホームページ等
理化学研究所 生命機能科学研究センター
細胞場構造研究ユニット
http://www.riken.jp/research/labs/bdr/cell_field_struct/
理化学研究所 生命機能科学研究センター
先端バイオイメージング研究チーム
http://www.riken.jp/research/labs/bdr/compr_bioimg/
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
岩根 敦子 (IWANE, Atsuko)
大阪大学・生命機能研究科・招へい教授
研究者番号: 30252638
 - (2) 研究分担者
渡邊 朋信 (WATANABE, Tomonobu)
大阪大学・免疫学フロンティア研究センター・招へい准教授
研究者番号: 00375205
 - (3) 連携研究者
なし
 - (4) 研究協力者
一ノ瀬 孝子 (ICHINOSE, Takako)
大阪大学・生命機能研究科・招へい研究員
研究者番号: 40776902
- 永井 里奈 (NAGAI, Rina)
国立研究開発法人理化学研究所・生命システム研究センター・テクニカルスタッフ
研究者番号: 60392049
- 太田 啓介 (OHTA, Keisuke)
国立研究開発法人理化学研究所・生命システム研究センター・客員主管研究員
研究者番号: 00258401