

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 27 日現在

機関番号：82401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26650016

研究課題名(和文) 真核生物の基本的仕組みを解明するための新しい細胞場構造技術の開発

研究課題名(英文) Development of new cell field structure technology to elucidate the basic mechanism of eukaryotes

研究代表者

岩根 敦子 (Iwane, Atsuko)

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・ユニットリーダー

研究者番号：30252638

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：細胞や組織内の微細構造解析は化学固定-染色により作製した超薄切片をTEM観察する事で進められてきたが、近年、金属やセラミックの表面加工に寄与しているFIB-SEMを生物試料で汎用性ある超微細構造解析に応用するための新たな技術開発を行う。代表的な細胞小器官が一つずつ存在し、真核生物として最小限度のシンプルな構造を有する“シゾン”をモデル生物として選び、細胞分裂過程にリンクした細胞小器官や標的分子とそれを取り囲む環境の超微細構造変化を細胞丸ごとレベルで解明した。光学顕微鏡によるダイナミクスを参照し、細胞分裂の時系列にあわせた3D構造モデルを作成し、オルガネラ間の相互作用や形の変化を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Microstructural analysis in cells and tissues has been pursued by TEM observation of ultrathin sections prepared by chemical fixation-staining. In recent years As FIB-SEM contributing to the surface processing of metals and ceramics has been used in recent years, we have developed new technologies for application for a 3D-structural analysis of biological sample using its system. We chose "Cyanidioschyzon merolae" which has a minimal simple structure as a eukaryote as a model organism, representative exists cell organelle one by one, and according to the organelles and target molecules linked to the cell division process. We clarified the ultrastructural changes of during the cell mitosis at a whole cell level. By referring to the dynamics by optical microscope, we created a 3D structural model adapted to the time series of cell division and clarified the interaction and shape change among organelles.

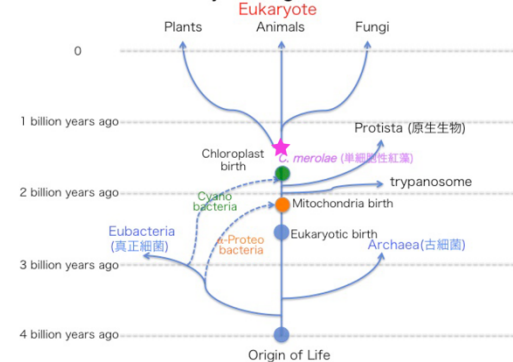
研究分野：生物物理学、分子生物学

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、100 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、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。また、分子の同定は一昨年、Shuら (*PLoS Biology*, **9**, e1001041, 2011) により開発されたminiSOGの改良組換え体をタグとして利用する。生物試料としてはシズン (*C. marolae*) を考えている。ナポリ近郊の温泉から単離された直径2-3 μm程の大きさの単細胞性の紅藻である。ゲノム解析の結果、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。真核生物特有の複膜系

Cyanidioscyzoon merolae (*C. merolae*) is considered to be the oldest eukaryotic organisms with mitochondria



と単膜系の細胞小器官等が一つずつシンプルに存在し、真核生物として最小限度の細胞小器官を有する。光明暗調節で細胞分裂を同調化出来、ミトコンドリアや葉緑体の分裂も同調できる。細胞分裂は生命の基本でありシズンの細胞分裂過程の構造を調べることで真核生物全体の基本的な仕組みを知ることができる。既に黒岩らによりゲノム全塩基配列が解明されており、遺伝子組換えの導入が可能である。地球上には動物細胞に代表されるようなきわめて複雑な構造を有する真核生物からシズンのように非常に構造が単純ものまで存在する。真核生物の起源に近く生まれたシズンは分裂過程の構造を調べるための真核生物のモデルとして相応しいと考える。

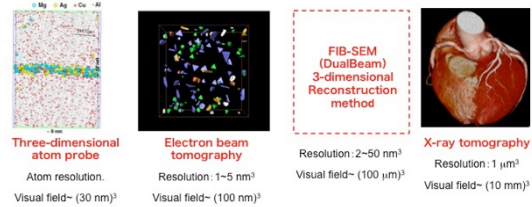
2. 研究の目的

生物系試料全般への汎用性と応用が期待される FIB-SEM を用い、シズンの細胞分裂にリンクした標的分子の配置のみならず、取り囲

む環境を踏まえながら超微細構造を可視化する新たな系を開発し、生存のために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ことを目的とする。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超薄切片の TEM 観察から得られる一部の断片情報では無く、シズ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可視化することで真核生物の基本的な振る舞いが解明出来る。

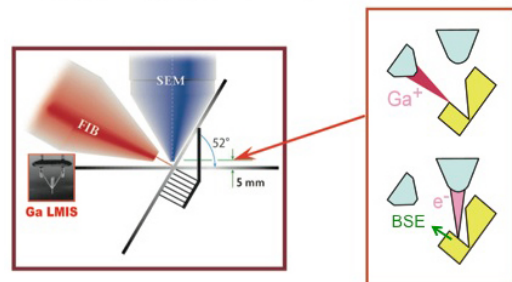
この研究の新規性・チャレンジ性としては以下の特徴がある。近年、細胞内の重要なイベントを可視化出来る様々な顕微鏡が開発されているが、その中で高分解能の光学顕微鏡では観察が困難な電子顕微鏡観察の重要な利点は標的分子並びに細胞小器官だけでは無く、それを取り囲む環境を含めた超微細構造として可視化出来る点である。3次元の解析において FIB-SEM は電子線トモグラフィーと X 線

Three-dimensional analysis



トモグラフィーの間の 2-50 nm³、丁度、細胞内、並びに細胞間の相互作用を観察するのに相応しい分解能である。この技術は近年、金属やセラミックの表面加工、観察に寄与している。しかし、分解能や観察視野範囲から考え、相応しいと思われる生物試料については神経細胞を用いた (Blazquez-Llorca L. *et al.*, *J. Alzheimer's Dis*, **34**, 955-1013, 2013) があるものの例は少ない。樹脂ブロック表面の電荷の帯電が正確な SEM 像取得に影響を与えているようである。試料作製を工夫し、この問題を是非解決したい。続いて、電子顕微鏡観察において苦手とされている分子の同定

Cartoon Illustration of FIB-SEM essential part



は近年発表された組換え体のタグ (miniSOG) 並びに反応系に改良を加え、検出の S/N を高めたい。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、化学固定後の試料に対する抗原抗体反応は特異性に乏し

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)、大腸菌などの一部の生物試料にとどまる。細胞の重要な役割とリンクした細胞丸ごと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。

新しい原理の発展、斬新な着想や方法論の提案については近年のコンピューターの性能向上に伴い、X線トモグラフィーや Scanning-TEM トモグラフィーが三次元再構築のための観察手段として開発されてきた。非破壊で試料の三次元構造が得られるという利点があるものの、基本的に試料の透過画像を元に行うため、再構築像の空間分解能は試料の厚さに大きく依存する。一方、FIB-SEM 観察は理論的には試料の厚さを問わない。しかし、電子の試料への進入の深さや SEM 観察時の加速電圧にも注意が必要であり、電子線の相互作用ボリュームを考慮し再構築の結果に奥行き情報が入らぬように工夫する必要もある。さらに、生物試料は堅さなどにおいても均一では無く、FIB ビームの焦点げけによる電流密度の低下に起因する凹凸のない平滑断面を得るための試料作製の開発も望まれる。導伝性のない樹脂で包埋した生物試料の超微細構造解析への応用はより繊細な条件検討と多くの新たな開発が必須であるが、本申請課題の FIB-SEM を用いた生物試料の超微細構造解析の開発が細胞レベルの基礎研究に留まらず、臨床応用研究等への幅広い課題解明が期待され、少しでも早くそれに応えたい。

3. 研究の方法

本研究は研究代表者、岩根を中心に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する。岩根は約 20 年間、分子モーターの運動メカニズム解明のため、*In vitro* 計測系での研究を行ううちに標的分子が実際に働いている現場の振る舞いを見る必要性を痛感した。

	研究代表者	研究協力者	研究協力者 (連携研究者)
	岩根敦子	大学院生 *1	太田啓介 (久留米大) *2
分子同定系の構築 *3	○	○	
生物試料作製の開発	○	○	
FIB-SEM 顕微鏡構造解析・評価 *4	○	○	○

*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、生物試料作製の開発、FIB-SEM 顕微鏡構造解析・評価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標的分子の同定並びに取り巻く環境変化の解析も含む。

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電子顕微鏡観察に多大な期待を寄せ、細胞内骨格や細胞内小器官をクライオトモグラフィーの技術を用いて解析している。クライオ電子顕微鏡観察は化学固定すること無く、無染色での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。そこで本申請では電子顕微鏡のなかでも空間分解能が試料の厚さに影響与えない FIB-SEM を用いて真核生物全体の基本的な仕組みを知るために、細胞分裂過程を適切なモデル生物としてシズンを選び、細胞丸ごとの超微細構造解析の開発を提案、この課題遂行には並々な熱意を有している。研究代表者は 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研究協力者と共に進める。大学院生には本人の興味、適正を加味しながら、それぞれ、標的分子同定の系の構築、FIB-SEM 観察に相応しい生物試料作製の開発、細胞丸ごとレベルでの構造解析等を一部、あるいは総合的に関与させる。また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ている。研究計画としては

FIB-SEM を用いて、細胞丸ごとレベルでの各細胞小器官や標的蛋白質を取り囲む環境を含めた超微細構造変化を観察する系を確立する。さらに、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既に解明されており、標的分子の同定を組換え体タグを用いる系で行う。本課題は分子生物学、生化学、解剖学並びに構造生物学的技術等を駆使して行う必要があるが、モデル生物として様々な条件がそろったシズンを用いることで多くの研究者に有益な情報提供が出来ることを期待する。平成 26 年度は Moriyama T. らの報告 (*FEBS J.*, **275**, 2899-18, 2008) を参考に、高効率で細胞分裂を同調化出来る培養系を立ち上げる。予備実験ではあるが、70-80%まで同調出来そうである。また、シズンの組換え体発現系を確立する。シズンゲノムはイントロンが殆どないため細胞から 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 の登録情報と照らし合わせる。一過性組換え体発現にはプロモーター、ターミネーター配列を含む標的遺伝子を大腸菌用発現ベクターに挿入し、それを使用予定であるが、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換えの発現系 (Fujiwara T. *et al.*, *PLoS ONE*, **8**, e73608, 2013) も併せて立ち

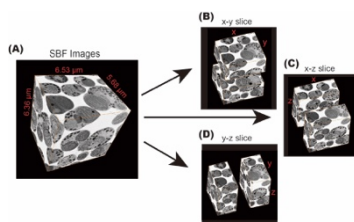
上げる。MiniSOG 遺伝子は既に Tsien から供与され、組換え体タグ開発の準備は整っている。導電性樹脂や染色法を含むシズン試料作製の開発は光顕像、超薄切片-TEM 像、クライオ TEM 像と FIB-SEM から得られる連続二次元像とを常に比較しフィードバックかけながら研究を進める。

平成 27 年度以降は前年度の組換え体発現系、生物試料作製の開発に続き、FIB-SEM を用いてシズンの各細胞分裂過程とリンクした超微細構造解析を行い、細胞小器官のモデル化につなげる。さらに 1 細胞丸ごと構造解析のモデル系の開発を確立し、生物試料の新たな構造解析技法を提案したい。

4. 研究成果

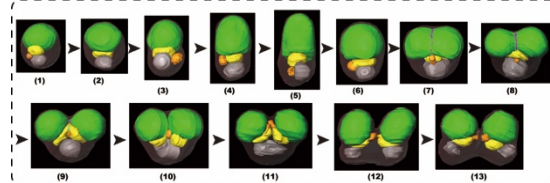
近年、金属やセラミックの表面加工に寄与している FIB-SEM を生物試料において汎用性ある超微細構造解析に応用するための新たな技術開発を行った。代表的な細胞小器官が一つずつ存在し、真核生物として最小限度のシンプルな構造を有する“シズン”をモデル生物として選び、細胞分裂過程にリンクした細胞小器官や標的分子とそれを取り囲む環境の超微細構造変化を細胞丸ごとレベルで解明し、構造モデルを作成した。

まず、シズンの細胞分裂の母集団を保てるように光の明暗並びに二酸化炭素の培養液への添加の有無を調整する事で同調培養系の確立に挑戦し、8 割以上の細胞の同調化に成功した。さらに、光の明暗周期をアレンジし、特殊な基盤存在下、今まで困難であった分裂周期に伴う、細胞やオルガネラの形の変化をダイナミクスに観察できる系も立ち上がった。次にシズンの組換え体発現系は細胞からゲノム DNA を抽出し、ミトコンドリア、色素体、ペルオキシソームを中心としたオルガネラや微小管、アクチンなどの細胞骨格を中心とする標的分子の遺伝子を用い、先ず、立教大学の黒岩先生より譲与頂いた一過性発現系並びにウラシル要求性遺伝子を選択マーカーとする相同性発現のためのゲノムターゲットベクターに標的遺伝子を導入し、発現を試みた。組換え体は得られたものの M4 株を用いた相同性組換え系ではリバタントが出現するため、より安定な相同性組換え体を得るために、東京工業大学の田中先生より譲与頂いた URA5.3 欠損シズン宿主株 (T1 株) を用いてウラシル要求性遺伝子を選択マーカーとする相同性発現のためのゲノム標的ベクターに導入し、コピー数を調節し得る新たな stable 組換え体発現系も立ち上がった。この発現系の確立によりリバタントの出現も劇的に減じることに成功したことは有意義な結果である。一方、電子顕微鏡のための試料作製も導電性樹脂の開発を含め、概ね確立し、FIB-SEM と 3 次元再構築法から SBF イメージ (後図) も作成、そこから一細胞丸ごとの構造情報を抽出し、シズン 3D 構造モデルも 80 個以上得られた。光学顕微鏡を用いたダイナミクス観察の結果



シズンの Serial Block Face イメージ

も踏まえながら、細胞分裂の時系列にあわせたより正確な主要なオルガネラの超微細構造モデル (下図) を得ることも可能となった。立体的なオルガネラの形の変化や相互作用も明確になってきた上に、構造情報から共生過程を明確に評価できうる



分裂周期における主要なオルガネラの形や相互作用の変化

事が期待される結果も得た。さらに化学固定無し、無染色化でのシズン丸ごとレベルでクライオトモグラフィー観察の系も立ち上がり、FIB-SEM と 3 次元再構築法から得られた 3D 構造モデルとも比較・考察しているところである。現在、これら得られた結果を原著論文としてまとめる準備をしている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

1. T. Ichinose, K. Ohta and A. H. Iwane. "3D-Visualization of the Precise Location of Symbiotic Organelle Crosstalk Throughout Mitosis in the Primitive Unicellular Eukaryotic Cell, C. Merolae." *Biophysical J.*, 112, p576, (2017). Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2016.11.3103>. (査読無し)
2. A. H. Iwane and K. Ohta. "3D Microstructural Visualization of the Simplest of Eukaryotic Cell (Cyanidioschyzon Merolae) during Mitosis Process using Several New Microscopic Techniques." *Biophysical J.*, 110, p155, (2016). Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2015.11.870>. (査読無し)
3. T. Q. Noguchi, M. Morimatsu, A. H. Iwane, T. Yanagida and T. Q. Uyeda. "The Role of Structural Dynamics of Actin in Class-Specific Myosin Motility." *PLOS ONE*, e0126262, (2015). doi: 10.1371/journal.pone.0126262. (査読あり)
4. A. H. Iwane and K. Ohta. "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 J.*, 108, p618, (2015). Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2014.11.3363>. (査読無し)

5. M. Iwaki, A. H. Iwane, K. Ikezaki and T. Yanagida. "Local heat activation of single myosins based on optical trapping of gold nanoparticles." *Nano Letter*, **15**, 2456-61, (2015). (査読あり)
- [学会発表] (計 23 件)
1. T. M. Ichinose, K. Ohta and A. H. Iwane, (国際会議、ポスター発表) "3D visualization of the precise location of symbiotic organelle crosstalk throughout mitosis in the primitive unicellular eukaryotic cell, *C. merolae*.", Biophysical Society 61st Annual Meeting, New Orleans Memorial Convention Center (New Orleans, USA)、15th, Feb., 2017.
 2. T. M. Ichinose and A. H. Iwane, (国際会議、ポスター発表) "Construction of the imaging system to elucidate the process by which cytoskeletal proteins acquire function using primitive eukaryotic cell.", Biophysical Society 61st Annual Meeting, New Orleans Memorial Convention Center (New Orleans, USA)、14th, Feb., 2017.
 3. 一ノ瀬孝子、岩根敦子, (国内会議、口答発表) "先端電子顕微鏡/光学顕微鏡それぞれの特性を生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、神戸国際会議場 (兵庫県神戸市)、平成29年1月7日.
 4. 一ノ瀬孝子、岩根敦子, (国内会議、ポスター発表) "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、パシフィコ横浜展示ホール (神奈川県横浜市)、平成28年12月2日.
 5. 岩根敦子, (国内会議、招待口答発表) "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、パシフィコ横浜会議場 (神奈川県横浜市)、平成28年11月30日.
 6. A. H. Iwane, R. Nagai, H. Mori and T. M. Ichinose, (国内会議、ポスター発表) "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、つくば国際会議場 (茨城県つくば市)、平成28年11月25日.
 7. A. H. Iwane, (国内国際会議、招待口答発表) "3D-microstructural visualization of the simplest eukaryotic cell during mitosis process using several cutting-edge microscopic techniques.", 1st *C. merolae* mini-symposium, 東京大学 (東京都文京区)、平成28年7月4日.
 8. 岩根敦子, (国内会議、招待口答発表) "3D microstructural visualization of the oldest eukaryotic cell (*C. merolae*) during mitosis process using several cutting-edge microscopic techniques.", 日本顕微鏡学会大72回学術講演会、仙台国際センター (宮城県仙台市)、平成28年6月14日.
 9. A. H. Iwane (国際会議、ポスター発表) "3D Microstructural visualization of the simplest of eukaryotic cell(*Cyanidioschyzon merolae*)during mitosis process using several new microscopic techniques.", Biophysical Society 60th annual meeting (Los Angeles, USA)、28th, Feb., 2016.
 10. 岩根敦子(国内会議、ポスター発表) "新顕微鏡技術の特性を活かし単細胞紅藻シズンの有糸分裂過程を三次元微細構造解析する", 第38回日本分子生物学会年会、神戸国際展示場(兵庫県神戸市)、平成27年12月2日
 11. 岩根敦子(国内会議、招待口頭発表) "新顕微鏡技術の特性を活かし単細胞紅藻シズンの有糸分裂過程を三次元微細構造解析する", 第38回日本分子生物学会年会神戸国際会議場(兵庫県神戸市)、平成27年12月2日
 12. 岩根敦子(国内会議、ポスター発表) "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", 自然科学研究機構岡崎コンファレンスセンター(愛知県岡崎市)、平成27年11月18日
 13. Rina Nagai, Keisuke Ohta, Takako M. Ichinose, Hikari Mori, Atsuko H. Iwane, (国内会議、ポスター発表) "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)、金沢大学角間キャンパス自然科学本館(石川県金沢市)、平成27年9月14日.
 14. A. H. Iwane, (国内会議、招待口頭発表) "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、京都国際会議場(京都府京都市)、平成27年5月15日.
 15. A. H. Iwane and K. Ohta, (国際会議、ポスター発表), "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, USA), 11th February, 2015.
 16. T. M. Ichinose, R. Ogawa, R. Nagai and A. H. Iwane, (国内会議、ポスター発表) "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、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)、平成26年11月25日。

17. R. Nagai, K. Ohta, T. M. Ichinose, A. Togo and A. H. Iwane, (国内会議、ポスター発表) “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、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)、平成26年11月25日。
18. A. H. Iwane, (国内会議、招待口答発表) “Single Cell 3D structural analysis”, 日本分子生物学会第37回年会、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)、平成26年11月25日。
19. R. Nagai, K. Ohta, T. M. Ichinose, A. Togo and A. H. Iwane, (国内会議、ポスター発表) “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)、札幌コンベンションセンター(北海道札幌市)、平成26年9月25日。
20. R. Ogawa, T. M. Ichinose, R. Nagai, K. Aoyama and A. H. Iwane, (国内会議、ポスター発表) “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)、札幌コンベンションセンター(北海道札幌市)、平成26年9月25日。
21. A. H. Iwane and K. Ohta, (国内国際会議、ポスター発表) “Visualization of cell cycle by three-dimensional FIB-SEM with nanoscale resolution at whole cell level”, 第37回内藤コンファレンス バイオイメージングがめざすもの、ヒルトンニセコビレッジ(北海道ニセコ町)、16-17th July, 2014.
22. 岩根敦子、(国内セミナー、招待口頭発表) “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、大阪大学超高压センター(大阪府吹田市)、平成26年4月2日。

[図書] (計1件)

1. Takako M. Ichinose and Atsuko H. Iwane *Cyanidioschyzon merolae: Anew Model Eukaryote for Cell and Organelle Biology*, Springer, 2017 (印刷中)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：

番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://www.qbic.riken.jp/japanese/research/outline/lab-23.html>

<http://www.qbic.riken.jp/english/research/outline/lab-23.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩根 敦子 (IWANE, Atsuko)
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・ユニットリーダー
研究者番号：30252638
(平成27年度まで大阪大学大学院生命機能研究科・招へい教授として所属)

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(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