

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 26 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2011～2015

課題番号：23244101

研究課題名(和文)トランスジェニック技術を用いた軟体動物貝殻形成遺伝子の機能解析

研究課題名(英文)Functional analysis of molluscan shell matrix proteins using transgenic techniques

研究代表者

遠藤 一佳 (Endo, Kazuyoshi)

東京大学・理学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：80251411

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 38,200,000円

研究成果の概要(和文)：軟体動物の貝殻形成機構を解明するため、巻貝類のモノアラガイ、セイヨウカサガイ、クサイロアオガイ、二枚貝類のアコヤガイ、および頭足類のオウムガイ等を用いたゲノム解析、トランスクリプトーム解析、プロテオーム解析を行うとともに、胚への遺伝子導入技術の開発や各種阻害剤による遺伝子産物の機能解析を行った。その結果、貝殻の初期発生に関連した遺伝子経路と貝殻成長における巻きと捻れを制御するタンパク質を発見したほか、貝殻基質タンパク質を網羅的に同定し、それらの機能や進化プロセスを推定するとともに、軟体動物における遺伝子導入実験系を確立するなどの成果を得た。

研究成果の概要(英文)：In order to clarify the mechanisms of shell formation in molluscs, genome sequencing, transcriptome analysis, proteome analysis, functional analysis of gene products using various inhibitory chemicals, and development of transgenic techniques were done using the gastropod *Lymnaea stagnalis*, *Patella vulgata*, and *Nipponacmea fuscoviridis*, the bivalve *Pinctada fucata*, as well as the cephalopod *Nautilus pompilius*. As a result, a gene regulatory pathway responsible for the initial development of the shells and proteins responsible for the control of curvature and torsion of shell growth were discovered. Outcomes of this project also include exhaustive identification of shell matrix proteins, elucidation of possible mechanisms and evolutionary processes for those shell matrix proteins, and establishment of an experimental system with which to carry out transgenic studies in molluscs.

研究分野：進化古生物学

キーワード：貝殻形成 軟体動物 形態形成 進化発生学 バイオミネラリゼーション

1. 研究開始当初の背景

化石としてよく保存される軟体動物の貝殻は、単なる分泌物でありながら、種ごと、分類群ごとに決まった外形、決まった材質、決まった内部形態を示す。つまり、貝殻形成は明らかに遺伝的に制御されており、それは時とともに変化してきた。この変化は、貝殻の形態や材質の進化という形で化石記録に残されている。逆に古生物における貝殻の進化を理解する上で、貝殻形成の遺伝的基盤を理解することは欠かせないと考えられる。

貝殻形成に関与する遺伝子は、便宜上以下の三つのカテゴリーに分けて考えることができる。すなわち、(1)貝殻の初期発生、(2)貝殻の後期発生(成長)、(3)貝殻の石灰化(バイオミネラリゼーション)にそれぞれ関与する遺伝子である。(1)は、貝殻形成のマスター制御遺伝子(親玉遺伝子)を含む。特に *Engrailed* と呼ばれる転写因子は、腹足類、二枚貝類、多板類、頭足類など調べられた全てのグループにおいて、貝殻腺の形成される時期に貝殻腺の形成される場所で発現することが明らかにされており、貝殻形成プログラムの最初のスイッチの一つであると目されている。また増殖因子(シグナル因子) *BMP2/4* も貝殻腺の形成時に、貝殻腺の周囲で発現することが腹足類や二枚貝類で示されている。(2)の貝殻成長に関与する遺伝子として、最近申請者の研究グループは、増殖因子 *BMP2/4* がモノアラガイ(巻貝)の外殻膜の特定の部位(巻貝の右巻き系統では右側、左巻き系統では左側)にのみ発現していることを発見した。この増殖因子の働きを阻害する薬剤(ドーソモルフィン)で胚を処理したところ、貝殻がらせんに巻かず円錐状の形態を示す直角貝のような変異体が生じたことから、*BMP2/4* は貝殻のらせん成長に関与していることが疑われた。(3)のバイオミネラリゼーションに関しては、貝殻に基質として含まれるタンパク質の遺伝子が近年内外の研究者によって数多く同定されるようになった。申請者の研究グループでも、二枚貝類のアコヤガイにおいて、アスパラギン酸を60%含む酸性貝殻基質タンパク質(アス페인)を同定した。アス페인の *in vitro* (生体外)における機能解析実験から、アス페인は、カルサイトの選択的沈殿に関与していることが示唆された。

以上のように最近の10年で貝殻形成への関与が示唆される数多くの遺伝子が同定されるようになってきた。しかしながら、それぞれの遺伝子産物の生体内での実際の働きについては、まだ確実なことがほとんど何とも言えない状態にある。これは、遺伝子ノックアウト(特定の遺伝子のみをゲノムからの除去)や遺伝子ノックダウン(特定の遺伝子の発現阻害)などの手法を用いた *in vivo* (生体内)での遺伝子機能解析の系が軟体動物で確立していないことによる。貝殻形成機構を解明する上で、これらの系の確立は急務である。

2. 研究の目的

本研究は、これまでに軟体動物の貝殻形成への関与が強く示唆されてきた遺伝子について、遺伝子ノックダウンの手法を用いて、それらの遺伝子産物の貝殻形成における実際の機能を明らかにすることを目的とする。具体的にはアコヤガイ(二枚貝)のカルサイト殻体の形成に関わっていると考えられる酸性基質タンパク質アス페인と、モノアラガイ(巻貝)の貝殻らせん成長に関わっていると考えられる増殖因子 *BMP2/4* のそれぞれの生体内での機能を解明する。さらに、貝殻形成に関与する遺伝子の網羅的探索を行い、総合的、体系的に遺伝子産物の機能解析を行うことで、貝殻形成の遺伝的基盤の全体像を明らかにする。最終的には、得られた知見を基に、貝殻形成の進化過程、進化機構の解明を目指す。

具体的には、上述の新しいアプローチによって、モノアラガイ(巻貝)では、増殖因子 *BMP2/4* の機能、特に貝殻らせん成長への関与を明らかにする。同様にアコヤガイ(二枚貝)では、貝殻基質タンパク質アス페인の機能を解明し、「カルサイトーアラゴナイト問題」の最終的な解決を目指す。さらに、貝殻形成の遺伝的基盤を総合的に理解するために、貝殻形成に関与する遺伝子の探索を続けて行い、巻貝、二枚貝それぞれについて、体系的に生体内での機能解析を行う。なお、遺伝子探索の作業は、沖縄科学技術研究基盤整備機構の佐藤矩行教授と共同で現在進行中のアコヤガイのゲノムプロジェクトと並行して網羅的に行う。また、貝殻形成の進化プロセス、進化メカニズムを明らかにするため、異なる分類群間での比較研究も行う。特に *BMP2/4* が貝殻らせん成長に関与していることが明らかになった場合には、オウムガイ(頭足類)において同様のメカニズムが見られるかどうか比較検討する予定である。

3. 研究の方法

本研究は、5年計画である。最初の3年間に、まず貝殻形成に関与する遺伝子産物の生体内での機能を明らかにするために、二本鎖RNAを発現するDNAの配列をゲノムに導入し、RNA干渉を持続的に起こさせる系をモノアラガイ(巻貝)とアコヤガイ(二枚貝)でそれぞれ確立する。これと並行して、これらの種において貝殻形成遺伝子の網羅的探索を行う。最後の2年間では、それまでに確立された方法と得られた遺伝子を基に、体系的な機能解析実験を行い、貝殻形成の遺伝的基盤の全体像の解明を目指す。さらにオウムガイや翼形類他種など、関連する種における機能解析も行い、理論形態学や分子進化学などの知見とも合わせて、貝殻形成の進化を総合的に考究する。なお、遺伝子導入変異体の形態的観察は研究分担者と協力して行う。また、貝殻形成遺伝子の網羅的探索は、研究協力者と共同で進行中のゲノムプロジェクトを動かしつつ行う。

4. 研究成果

(1) 貝殻初期発生でレチノイン酸経路が最初のスイッチとなっていることの発見

巻貝類のセイヨウカサガイ (*Patella vulgata*) とタケノコモノアラガイ (*Lymnaea stagnalis*) を用いて、貝殻形成の貝殻形成への関与が予想される *engrailed* とその上流と考えられるレチノイン酸(RA)経路の関連遺伝子 (レチノイン酸合成酵素 *cyp26*、レチノイン酸分解酵素 *Aldh1a2*、*Hox2*、3、4、5) および、その他の初期発生時の形態形成に重要な数多くの遺伝子 (*soxB*、*gooseoid*、*brachury*、*pitx*) の単離を行い、発現解析を行った。また、レチノイン酸経路を詳しく調べるために、セイヨウカサガイの胚をレチノイン酸あるいはレチノイン酸合成酵素阻害剤で処理し、代表的な発生ステージ (胞胚期、原腸胚期、トロコフォア期、ベリジャー期) で胚を固定し、*in situ* ハイブリダイゼーション法による遺伝子発現解析を行なった。その結果、RA 経路が無脊椎動物で機能していることを初めて明らかにするとともに、RA 分解酵素 (*Cyp26*) の発現が貝殻形成領域の RA 濃度の低下を引き起こすことで *engrailed* 遺伝子を発現させ、貝殻形成を制御している可能性が高いことを明らかにした。

(2) 貝殻のらせん成長に *dpp* と *Wnt* が関与していることの発見

巻貝類のセイヨウカサガイ (*Patella vulgata*) とタケノコモノアラガイ (*Lymnaea stagnalis*) を用いて、これまでの研究から貝殻腺や外套膜における貝殻の成長勾配を生み出し、規則的な螺旋成長への関与が示唆される *dpp* 遺伝子の発現解析と機能解析を行った。その結果、*dpp* 遺伝子が笠型の貝殻を持つカサガイでは左右両側で発現するのに対し、右巻きのモノアラガイでは外套膜の右側の、左巻きの突然変異体のモノアラガイでは左側の特定の部位でのみ発現していることを明らかにした。さらにリン酸化 Smad に対する抗体を用いた解析により、*dpp* 遺伝子産物の受容体も同様に、貝殻の左右性に対応した左右非対称 (もしくは左右対称) の働き・発現をしていること、すなわち *dpp* が貝殻の後期発生 (成長) において左右非対称な成長を調節している可能性が高いことを明らかにした。

また、*Dpp* と並んで重要なシグナル伝達因子であり、動物の体軸形成において *Dpp* と直交方向に働いていることが知られる *Wnt* に注目し、*Wnt* 阻害剤および促進剤を用いて、*Wnt* の貝殻形成への関与について、タケノコモノアラガイを用いて調べた。その結果、貝殻形成が進むベリジャー期において *Wnt* の機能促進実験を行うと、殻が立体螺旋ではなく平巻きで成長する個体が生じることが分かった。

これらの結果から、立体らせん成長の 3 要素である、延びる、曲がる、振れるのう

ち、曲がると振れるは、それぞれ *Dpp* と *Wnt* が制御している可能性が高いことを初めて明らかにした。

(3) オウムガイにおける pSmad の発現解析
頭足類のオウムガイ (*Nautilus pompilius*) を用いて、pSMAD の発現解析を行ない、前後方向に螺旋成長をするオウムガイの成体外套膜では pSMAD が前方でより強く発現しており、*Dpp* シグナルの分布パターンが貝殻の成長勾配と一致していることを明らかにした。このことから、腹足類と頭足類の共通祖先ですでに *Dpp* による貝殻螺旋成長の制御機構が獲得されていたことが示唆された。また、外套膜における *Dpp* シグナルの濃度勾配の変更により、絶滅種であるアンモナイト類などの多様な貝殻形態の進化が説明できる可能性があることを明らかにした。

(4) 貝殻基質タンパク質の網羅的同定

巻貝類のタケノコモノアラガイ (*Lymnaea stagnalis*) を用いて、貝殻基質タンパク質のプロテオーム解析と外套膜のトランスクリプトーム解析を行い、203 種の貝殻基質タンパク質を同定した。また、貝殻に含まれるタンパク質のうち、貝殻形成のために機能しているものと、たまたま貝殻に取り込まれてしまったものとを区別するため、右巻きの貝殻をつくる成貝 3 個体の外套膜を左右に分け、それぞれの合計 6 サンプルについてトランスクリプトーム解析・発現量解析を行った。その結果、貝殻形成で機能していると目されるタンパク質 (*Pif* 等) は、常に右側で強く発現しているのに対し、たまたま取り込まれたと目されるタンパク質 (アクチン等) ではそのようなパターンが見られないことが分かった。この方法により、機能している貝殻基質タンパク質の選別を進めることが可能であることを明らかにした。

(5) 冠輪動物における殻体形成メカニズムと進化の解明

冠輪動物における殻体形成メカニズムとその進化を明らかにするため、腕足動物のゲノム解読と殻体トランスクリプトーム・プロテオーム解析を行った。その結果、腕足動物は軟体動物と意外に近縁であり、環形動物ではなく軟体動物と姉妹群を形成することが明らかとなった。また、軟体動物と腕足動物の初期発生において同一の発生遺伝子を用いて殻体の形成を制御していることが示唆され、これらの異なる門間で骨格形成が進化的に同一の起源を持つ可能性が示唆された。その一方で、腕足動物の殻体タンパク質は、軟体動物の貝殻タンパク質とあまり似ていないことも明らかとなり、骨格の硬化 (バイオミネラリゼーション) については、各門で独立に進化したことを裏付ける結果が得られた。

(6) 軟体動物におけるトランスジェニック実験系の確立

アコヤガイ(二枚貝類)とクサイロアオガイ(巻貝類)を用いて、マイクロインジェクションとエレクトロポレーションによる受精卵への遺伝子導入を試みた。その結果、卵サイズの大きいクサイロアオガイにおいて、より確実に遺伝子導入ができることを明らかにした。一方、アコヤガイでは卵サイズが小さく遺伝子導入が困難であること、また、エレクトロポレーションで遺伝子導入ができたとしても、アコヤガイではゲノムサイズが大きいため、ハウスキープ遺伝子プロモータのサイズも大きく、遺伝子を発現させることが困難である可能性があることを明らかにした。今後はクサイロアオガイ等遺伝子導入が容易な系を用いてCRISPR/Cas9等の遺伝子ノックアウトの手法を用いた貝殻形成遺伝子の機能解析を進めることが急務であることを確認した。

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20件)

- ① T. Takeshi, R. Koyanagi, F. Gyoja, M. Kanda, K. Hisata, M. Fujie, H. Goto, S. Yamasaki, K. Nagai, Y. Morino, H. Miyamoto, K. Endo, H. Endo, H. Nagasawa, S. Kinoshita, S. Asakawa, S. Watabe, N. Satoh, T. Kawashima, Bivalve-specific gene expansion in the pearl oyster genome: Implications of adaptation to a sessile lifestyle, *Zool. Lett.*, 査読有、2:3, 2015, DOI: 10.1186/s40851-016-0039-2
- ② J. V. Clark, A. E. Aldridge, M. Reolid, K. Endo, A. Pérez-Huerta, Application of shell spiral deviation methodology to fossil brachiopods: Implications for obtaining specimen ontogenetic ages, *Palaeontol. Electron.*, 査読有、18.3.54A, 2015, 1-39
- ③ K. Shimizu, K. Endo, *Evo-Devo* of spiral shell growth in gastropods, *Biological Shape Analysis* (World Scientific), 査読有、2015, 130-137
- ④ Y. J. Luo, T. Takeuchi, R. Koyanagi, L. Yamada, M. Kanda, M. Khalturina, M. Fujie, S. Yamasaki, K. Endo, N. Satoh, The *Lingula* genome provides insights into brachiopod evolution and the origin of phosphate biomineralization, *Nat. Commun.*, 査読有、6, 2015, 8301, DOI: 10.1038/ncomms9301
- ⑤ Y. J. Luo, N. Satoh, K. Endo, the brachiopod *Lingula anatina* and its implications for mitochondrial evolution in lophotrochozoans, *Mar. Genomics*, 査読有、24, 2015, 31-40, DOI: 10.1016/j.margen.2015.08.005
- ⑥ Y. Isowa, I. Sarashina, K. Oshima, K. Kito, M. Hattori, K. Endo, Proteome analysis of shell matrix proteins in the brachiopod *Laqueus rubellus*, *Proteome Sci.*, 査読有、13:21, 2015, DOI:10.1186/s12953-015-0077-2
- ⑦ D. Setiamarga, K. Endo, Transcriptome and proteome analyses of the Nautilus' shell matrix proteins: Insights into their evolution in Mollusks, *Book of Abstracts (Proceeding) of CIAC 2015*, 査読無、2015, p. 42
- ⑧ A. Pérez-Huerta, A. E. Aldridge, K. Endo, T. E. Jeffries, Brachiopod shell spiral deviations (SSD): Implications for trace element proxies, *Chem. Geol.*, 査読有、374-375, 2014, 13-24, DOI: 10.1016/j.chemgeo.2014.03.002
- ⑨ K. Endo, T. Takeuchi, Annotation of the pearl oyster genome, *Zool. Sci.*, 査読有、30, 2013, 779-780, DOI: 10.2108/zsj.30.779
- ⑩ K. Shimizu, M. Iijima, D. HE Setiamarga, I. Sarashina, T. Kudoh, T. Asami, E. Gittenberger, K. Endo, Left-right asymmetric expression of *dpp* in the mantle of gastropods correlates to the asymmetric shell coiling, *BMC EvoDevo*, 査読有、4:15, 2013, DOI: 10.1186/2041-9139-4-15
- ⑪ D. Setiamarga, K. Shimizu, J. Kuroda, K. Inamura, K. Sato, Y. Isowa, M. Ishikawa, R. Maeda, T. Nakano, T. Yamakawa, R. Hatori, A. Ishio, K. Kaneko, K. Matsumoto, I. Sarashina, S. Teruya, R. Zhao, N. Satoh, T. Sasaki, K. Matsuno, K. Endo, An in-silico genomic survey to annotate genes coding for early development-relevant signaling molecules in the pearl oyster *Pinctada fucata*, *Zool. Sci.*, 査読有、30, 2013, 877-888, DOI: 10.2108/zsj.30.877
- ⑫ T. Kawashima, T. Takeuchi, R. Koyanagi, S. Kinoshita, H. Endo, K. Endo, Initiating the mollusk genomics annotation community: Toward creating the complete curated gene-set of the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata*, *Zool. Sci.*, 査読有、30, 2013, 794-796, DOI: 10.2108/zsj.30.794
- ⑬ H. Miyamoto, H. Endo, N. Hashimoto, K. Iimura, Y. Isowa, S. Kinoshita, T. Kotaki, T. Masaoka, T. Miki, S. Nakayama, C. Nogawa, A. Notazawa, F. Ohmori, I. Sarashina, M. Suzuki, R.

- Takagi, J. Takahashi, T. Takeuchi, N. Yokoo, N. Satoh, H. Toyohara, T. Miyashita, H. Wada, T. Samata, K. Endo, H. Nagasawa, S. Asakawa, S. Watabe, The diversity of shell matrix proteins: genome-wide investigation of the pearl oyster *Pinctada fucata*, *Zool. Sci.*, 査読有, 30, 2013, 801-816, DOI: 10.2108/zsj.30.801
- ⑭ 石川牧子、鍵裕之、佐々木猛智、遠藤一佳、軟体動物における貝殻色素研究の現在-総説-, 月刊地球, 査読無, 35(12), 2013, 712-719
- ⑮ 遠藤一佳、バイオミネラルリゼーションと新材料創製, 科学と工業, 査読無, 87(1), 2013, 1-13
- ⑯ Y. Isowa, I. Sarashina, D. H. E. Setiamarga, K. Endo, A Comparative Study of the Shell Matrix Protein Aspein in Pteriod Bivalves, *J. Mol. Evol.*, 査読有, 75, 2012, 11-18, DOI: 10.1007/s00239-012-9514-3
- ⑰ T. Takeuchi, T. Kawashima, R. Koyanagi, F. Gyoja, M. Tanaka, T. Ikuta, E. Shoguchi, M. Fujiwara, C. Shinzato, K. Hisata, M. Fujie, T. Usami, K. Nagai, K. Maeyama, K. Okamoto, H. Aoki, T. Ishikawa, T. Masaoka, A. Fujiwara, K. Endo, H. Endo, H. Nagasawa, S. Kinoshita, S. Asakawa, S. Watabe, N. Satoh, Draft Genome of the Pearl Oyster *Pinctada fucata*: A Platform for Understanding Bivalve Biology, *DNA Res.*, 査読有, 19, 2012, 117-130, DOI: 10.1093/dnares/dss005
- ⑱ K. Shimizu, I. Sarashina, H. Kagi, K. Endo, Possible functions of Dpp in gastropod shell formation and shell coiling, *Dev. Genes Evol.*, 査読有, 221, 2011, 59-68, DOI: 10.1007/s00427-011-0358-4
- ⑲ 遠藤一佳、歩くサボテンと節足動物の起源、遺伝、査読無, vol. 65(6), 2011, 14-16
- ⑳ 遠藤一佳、ネアンデルタール人のゲノム配列、遺伝、査読無, vol. 65(1), 2011, 1-4
- [学会発表] (計34件)
- ① 清水啓介、遠藤一佳、工藤哲大、貝類における新奇形質「貝殻」の遺伝的基盤、日本古生物学会第165回例会、2016年1月31日、京都大学(京都府京都市)
- ② 磯和幸延、更科功、紀藤圭治、大島健志朗、服部正平、川島 武士、藤江 学、佐藤 矩行、遠藤一佳、腕足動物における殻体タンパク質のプロテオーム解析、第10回バイオミネラルリゼーションワークショップ、2015年12月6日、東京大学(東京都文京区)
- ③ 石川牧子、山口つぐみ、鍵裕之、佐々木猛智、遠藤一佳、貝殻の色彩を決めるもの:色素化合物からみる色の起源、第10回バイオミネラルリゼーションワークショップ、2015年12月6日、東京大学(東京都文京区)
- ④ 清水啓介、遠藤一佳、工藤哲大、貝類における貝殻形成の分子メカニズム、第10回バイオミネラルリゼーションワークショップ、2015年12月6日、東京大学(東京都文京区)
- ⑤ 新宮茜、清水啓介、遠藤一佳、Lymnaea stagnalisの貝殻形成におけるWntの役割、第10回バイオミネラルリゼーションワークショップ、2015年12月6日、東京大学(東京都文京区)
- ⑥ 遠藤一佳、地球ゲノム学:リアル地球と生命の共進化、NINS/IURIC コロキウム2015、2015年12月2日、ヤマハリゾートつま恋(静岡県掛川市)
- ⑦ D. Setiamarga, K. Endo, Transcriptome and Proteome Explorations of the Nautilus' Shell: A Genomic Insight To Shell Evolution in Mollusks, CIAC Meeting 2015, 2015年11月11日、函館国際ホテル(北海道函館市)
- ⑧ Y. J. Luo, T. Takeuchi, L. Yamada, K. Endo, N. Satoh, Comprehensive analysis of calcium phosphate shell proteome of brachiopod *Lingula anatina*, 13th International Symposium on Biomineralization, 2015年9月16-19日、グラナダ(スペイン)
- ⑨ 遠藤一佳、新宮茜、清水啓介、貝殻の立体らせん形成で想定される座標系、日本地球惑星科学連合2015年大会、2015年5月26日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ⑩ 清水啓介、遠藤一佳、工藤哲大、貝類における貝殻獲得の分子メカニズム、日本地球惑星科学連合2015年大会、2015年5月26日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ⑪ R. Zhao, K. Endo, Functional analysis of shell proteins using transgenic pearl, 日本地球惑星科学連合2015年大会、2015年5月26日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ⑫ 新宮茜、清水啓介、遠藤一佳、Lymnaea stagnalisの貝殻形成におけるWntの役割、日本地球惑星科学連合2015年大会、2015年5月26日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ⑬ Y. J. Luo, T. Takeuchi, R. Koyanagi, L. Yamada, M. Kanda, M. Khalturina, M. Fujie, S. Yamasaki, K. Endo, N. Satoh, The brachiopod genome of *Lingula anatina* and the evolution of lophotrochozoans and biomineralization, 7th International

- Brachiopod Congress、2015年5月25日、南京(中国)
- ⑭ R. Goto, K. Endo, Genetic variations and species boundaries among the Pacific populations of *Lingula*, 7th International Brachiopod Congress、2015年5月23日、南京(中国)
- ⑮ Y. Isowa, I. Sarashina, K. Oshima, K. Kito, M. Hattori, K. Endo, Proteome analysis of the shell matrix in the brachiopod *Laqueus rubellus*, The 7th International Brachiopod Congress、2015年5月22-25日、南京(中国)
- ⑯ 遠藤一佳、軟体動物における変態と貝殻形成、分子生物学会ワークショップ「動物のメタモルフォーゼ」、2013年12月4日、神戸国際展示場(兵庫県神戸市)
- ⑰ 遠藤一佳、祖先ゲノムの遺伝子配置と塩基配列の復元、日本進化学会ワークショップ「古代ゲノム学：地球科学と生命科学の融合」、2013年8月30日、筑波大学(茨城県つくば市)
- ⑱ 遠藤一佳、古代ゲノム学：研究史と今後の展開、日本地球惑星科学連合大会、2013年5月19日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ⑲ 清水啓介、遠藤一佳、巻貝における貝殻の形態進化～Evo-DevoからEco-Evo-Devoへ～、日本生態学会第60回大会、2013年3月5-9日、静岡県コンベンションアーツセンター(静岡県静岡市)
- ⑳ 清水啓介、遠藤一佳、巻貝における貝殻形成の分子メカニズム、第7回バイオミネラルイノベーションワークショップ、2012年12月1日、東京大学(東京都文京区)
- ㉑ 遠藤一佳、巻貝らせん成長の分子機構、日本動物学会第83回大会、2012年9月13-15日、大阪大学(大阪府豊中市)
- ㉒ 清水啓介、Rath Bush、遠藤一佳、工藤哲大、巻貝の貝殻形成におけるレチノイン酸経路の役割、日本動物学会第83回大会、2012年9月13-15日、大阪大学(大阪府豊中市)
- ㉓ 遠藤一佳、進化学における古生物学の立ち位置、日本進化学会第14回大会、2012年8月21-24日、首都大学東京(東京都八王子市)
- ㉔ 清水啓介、Davin HE. Setiamarga、工藤哲大、更科功、遠藤一佳、巻貝の貝殻の形態進化におけるDppの役割：貝殻螺旋成長の分子メカニズム、日本進化学会第14回大会、2012年8月21-24日、首都大学東京(東京都八王子市)
- ㉕ K. Shimizu, I. Sarashina, H. Kagi, K. Endo, Molecular mechanisms of shell coiling in gastropods, 1st Joint Congress on Evolutionary Biology, 2012年7月6-10日、オタワ(カナダ)
- ㉖ 清水啓介、更科功、工藤哲大、遠藤一佳、巻貝の貝殻螺旋成長の分子メカニズム、日本古生物学会第161回総会、2012年6月29日-7月1日、名古屋大学(愛知県名古屋市)
- ㉗ 遠藤一佳、古代ゲノム学：趣旨説明、日本地球惑星科学連合2012年大会、2012年5月24日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ㉘ 竹内猛、川島武士、小柳亮、行者露、藤江学、宇佐美剛志、田中牧子、生田哲朗、將口栄一、藤原真幸、新里宙也、久田香奈子、木下滋晴、浅川修一、遠藤博寿、青木秀夫、石川卓、前山薫、岡本暉公彦、正岡哲治、藤原篤志、遠藤一佳、長澤寛道、渡部終五、永井清仁、佐藤矩行、アコヤガイ・ドラフトゲノム解読、日本水産学会秋季大会、2011年9月28日、京都大学(京都府京都市)
- ㉙ K. Shimizu, I. Sarashina, H. Kagi, K. Endo, Possible functions of Dpp in gastropod shell formation and shell coiling, The 13th European Society for Evolutionary Biology conference, 2011年8月20-25日、テュービンゲン(ドイツ)
- ㉚ 清水啓介、更科功、遠藤一佳、巻貝の貝殻が巻く分子メカニズム、日本進化学会第13回大会、2011年7月30-31日、京都大学(京都府京都市)
- ㉛ 更科功、豊福高志、藤田和彦、土屋正史、遠藤一佳、北里洋、石灰質有孔虫の殻内タンパク質の解析、日本地球惑星科学連合2011年大会、2011年5月26日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ㉜ 遠藤一佳、古代ゲノム学：地球科学と生命科学の融合、日本地球惑星科学連合2011年大会、2011年5月24日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ㉝ 磯和幸延、更科功、遠藤一佳、翼形類(二枚貝)における貝殻基質タンパク質Aspeinの分子進化、日本地球惑星科学連合2011年大会、2011年5月22日、幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)
- ㉞ K. Shimizu, I. Sarashina, H. Kagi, K. Endo, Possible functions of Dpp in gastropod shell formation and shell coiling, 日本発生物学会第44回大会、2011年5月18-21日、沖縄コンベンションセンター(沖縄県宜野湾市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

遠藤一佳 (ENDO, Kazuyoshi)
 東京大学・大学院理学系研究科・教授
 研究者番号：80251411

(2) 研究分担者

棚部一成 (TANABE, Kazushige)
 東京大学・大学院理学系研究科・名誉教授
 研究者番号：20108640