

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月8日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22370034

研究課題名（和文）細胞微細構造・細胞壁多糖およびゲノム情報で探る褐藻類多細胞進化の鍵

研究課題名（英文）Key to the evolution of multicellularity in brown algae, deduced from the cell fine structure, cell wall polysaccharide and genome information

研究代表者

川井 浩史 (KAWAI HIROSHI)

神戸大学・自然科学系先端融合研究環内海域環境教育研究センター・教授

研究者番号：30161269

研究成果の概要（和文）：ストラメノパイル系統群の中で褐藻類だけが大型で複雑な多細胞の組織を発達させた要因を明らかにするため、褐藻類とその近縁系統群を対象に 18S rDNA, *rbcl*, *psaA*, *psbA*, *psbC* 遺伝子を用いた分子系統解析、網羅的 cDNA 塩基配列解析による細胞壁構成多糖の生合成系の解析、抗体を用いた細胞壁構成多糖の局在解析および電子顕微鏡を用いた細胞分裂時の膜構造の変化などの解析を行った。

研究成果の概要（英文）：In order to discuss how only Phaeophyceae have achieved large and complex thalli among the stramenopile lineages, molecular phylogeny using 18S rDNA, *rbcl*, *psaA*, *psbA*, *psbC* DNA sequences, and EST analyses for comparing the synthetic pathways of cell wall polysaccharides of Phaeophyceae and its sister groups were studied. Furthermore, localization of those polysaccharides was studied using antibodies, and the change of membrane structures associated with cell divisions was analyzed by TEM.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
2011年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2012年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
総計	14,500,000	4,350,000	18,850,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：ストラメノパイル，多細胞化，分子系統，細胞壁，多糖類，ゲノム解析，微細構造，褐藻類

1. 研究開始当初の背景

ストラメノパイル系統群で多細胞の体制を作る系統群は比較的限られており、褐藻綱、シゾクラディア藻綱、黄緑藻綱、ファエオタムニオン藻綱、クリソメリス藻綱などがあるが、これらはいずれも系統的に近縁であり、これまでの分子系統解析でも比較的高い統計的な支持が得られる単系統群を構成する。

これらの系統群はいずれも形態学的には以下の特徴を共有している：細胞膜直下に電子密度の高い顆粒または小胞状の構造を含んでいる。この構造はその形成部位と形状から細胞壁成分の分泌に関わっている可能性が考えられるが、現時点ではその主要な内容物やその機能は明らかではない。褐藻類では

この特異的な膜構造はフラットシスターネと称され電子密度の高い圧着した膜構造となっている。本構造は細胞質分裂面にも現れ、ゴルジ体由来小胞とともに隔壁を形成することから褐藻類特有の細胞壁成分の輸送や合成に関わっている可能性が高い。

セルロース、アルギン酸、フコイダンが褐藻類の多細胞化を支える重要な細胞壁構成多糖であるが、セルロースは近縁の黄緑藻では見られるが姉妹群のシゾクラディア藻では存在せず、アルギン酸だけを含んでいる。またフコイダンは近縁の系統群での分布もよく分かっていない。

2. 研究の目的

ストラメノパイル系統群の中で褐藻類だけが大型で複雑な多細胞体制の藻体を進化させたが、分子系統学的解析において褐藻類と近縁であることが示唆される系統群の中には単純ではあるが多細胞体制を作るものも含まれる。そこで本研究では、褐藻類とその姉妹群の系統関係をより詳細に明らかにするとともに、褐藻類の多細胞進化に重要な役割を果たしたと考えられる、細胞分裂・細胞壁形成・細胞間連絡などに関わる細胞構造の微細構造解析と、それに関わる遺伝子の解析を行った。

3. 研究の方法

多遺伝子解析 (18S rDNA, *ocm3*, *rbcl*, *psbA*, *psbC*, *cox1*, *cox3*) による褐藻類とその近縁系統群の系統関係の詳細な解析を行った。

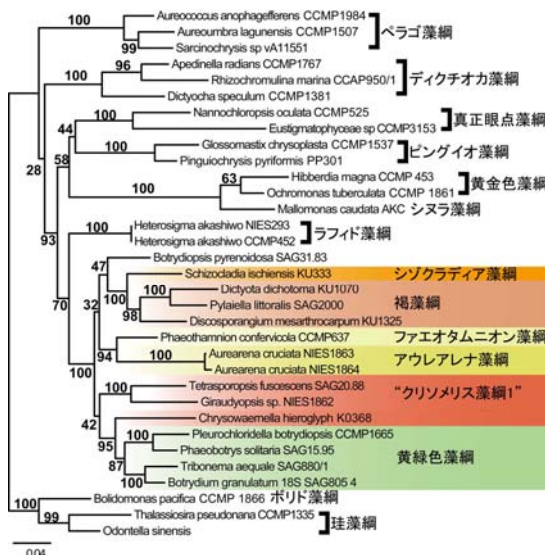
細胞壁形成に関わると考えられる細胞膜直下の好オスミウム小胞構造とフラットシスターネの比較解析を行った。

褐藻類の姉妹群シゾクラディア藻、ファエオタムニオン藻、最も祖先的な褐藻類の1つであるディスコスポランギウムのEST解析を行い、その遺伝子情報と褐藻シオミドロの全ゲノム情報などを利用して、細胞壁および細胞間連絡に関わる遺伝子の探索を行う。

細胞壁形成メカニズムの比較解析のため、セルロース合成素複合体の構造、その他の主要構成多糖 (アルギン酸、フコイダン) の組成および局在様式を、現有および新規に作製する抗体を用いた免疫電顕法などにより解析する。

4. 研究成果

18S rDNA, *rbcl*, *psaA*, *psbA*, *psbC* 遺伝子の塩基配列情報を用いた多遺伝子系統解析を行った結果、クリソメリス藻綱と黄緑藻綱が近縁で有ることが示唆され、また褐藻綱とシゾクラディア藻綱の姉妹群にアウレアレナ藻とファエオタムニオン藻綱が近縁である可能性が示唆された (下図)。



透過型電子顕微鏡観察により細胞壁関連構造解析の結果、アウレアレナ藻綱 *Aurearena*、ファエオタムニオン藻綱 *Stichogloea*、黄緑藻綱 *Pleurochloridella*、クリソメリス藻綱 *Tetrasporopsis*、において褐藻と同様のセルロース性と考えられる層状構造の細胞壁が観察され、シゾクラディア藻綱シゾクラディア (下図 E) では層状構造はなく、網目状の細胞壁が観察された。このことから最節約的に、褐藻とその近縁な系統群はその祖先的な生物ですでにセルロース成分を含む共通の構造の細胞壁を獲得し、シゾクラディア藻は独自の進化の過程において非セルロースの細胞壁を獲得した可能性が示唆された。

免疫電子顕微鏡法においてアルギン酸の局在を調べたところ、細胞壁と細胞膜の間に見られる間隙部分および最外層に存在する粘質層に検出されることがわかった。層状構造をなす細胞壁部分で検出されたのはファエオタムニオン藻綱 *Stichogloea* のみであった。一方、褐藻類と近縁であるクリソメリス藻綱 *Tetrasporopsis*、黄緑藻綱 *Pleurochloridella* では検出されないことが明らかになった。電子顕微鏡による観察から調べたすべてのグループで細胞膜直下にフラットシスターネが存在していることが示されていることから、フラットシスターネはアルギン酸以外の細胞壁マトリックス形成に関連する構造であることが示唆された。

褐藻類の姉妹群で多細胞体制を作るシゾクラディア藻綱シゾクラディア、ファエオタムニオン藻綱のファエオタムニオン、褐藻類で最も祖先的な系統群の1つであるディスコスポランギウムの大量培養を行い、その網羅的 cDNA 解析を行った。その結果、フコイダン合成系に関与する酵素はディスコスポランギウムではシオミドロより総数は少ないが、代謝経路を完結できると考えられるのに対して、シゾクラディア、ファエオタムニオンではゲノム情報から推定される既知の酵素のみでは代謝経路を完結できないと予想された。しかしフコイダンの新奇抗体を作成し、蛍光抗体法、電子顕微鏡観察による褐藻、シゾクラディア藻、ファエオタムニオン藻、黄緑藻の細胞壁における局在を調べた結果、これらの何れの系統群でもフコイダンの存在を示す結果が得られた。このため、褐藻以外の系統群にもフコイダン合成経路が存在するが、その場合、既知の酵素とは塩基配列が大きく異なる酵素系を持っている可能性が示唆された。また褐藻内では祖先的な種であるディスコスポランギウムでは、ツルモなどのより派生的な種と比べるとフコイダンが量的に少ないことが示唆された。

セルロース合成素遺伝子は、作製した 3 つのライブラリーすべてで確認されたが、シ

ゾクラディア藻ではその発現は非常に低く、細胞壁におけるセルロースの割合は非常に低いか、組織特異的に局在する可能性が示唆された。また、ファエオタムニオン藻は、30にもおよぶセルロース合成酵素遺伝子を有し、褐藻類やシゾクラディア藻に比較し、非常に多様な構造のセルロースマイクロフィブリルを有することが示唆された。

いくつかの種でセルロース合成素複合体(TC)の構造を新たに明らかにした。ディスコスポランギウムは一列直線状に顆粒配列するTCをもち、今までに知られている褐藻種と同様の構造を呈したが、構成顆粒が著しく小さかった。また、黄緑藻のトリボネマの一種は2-3列の顆粒からなるTCをもち、黄緑藻における既知のTC構造と異なり、むしろファエオタムニオン藻のTCと類似した。これは褐藻の起源におけるTC構造の分岐と系統分化の競合を示唆する。

また、網羅的cDNA解析の結果は、ファエオタムニオン藻がGH5ファミリーに属するセルラーゼ(少なくとも6つのオルソログ)を有することを明らかにした。セルラーゼは、ストラメノパイル系統群では、卵菌類でみられるが、ファエオタムニオン藻のセルラーゼは、卵菌類のものとは系統的に大きく異なり、アメーバ類などの動物のセルラーゼに近縁であった。褐藻類およびシゾクラディア藻では、セルラーゼはみられないことから、淡水産ファエオタムニオン藻における細胞伸長メカニズムは、これらと大きく異なることが示唆された。

アルギン酸合成酵素関連の遺伝子は、シゾクラディア藻およびディスコスポランギウムにおいて、シオミドロのものと非常に高い類似性を有し見出された。一方で、淡水産ファエオタムニオン藻では、関連する遺伝子のほとんどが確認されず、アルギン酸の生合成系は存在しないと考えられた。

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 32 件)

- 1) Poong, S.-W., Lim P.-E., Phang, S.-M., Gerung G., Kawai, H. 2013. *Mesospora elongata* sp. nov. (Ralfsiales, Phaeophyceae), a new crustose brown algal species from the Indo-Pacific region. *Phycologia* 52: 74-81. (査読有り)
- 2) Elvira, P.R., Sekida, S., Okuda, K. 2013. Inducible growth mode switches influence *Valonia* rhizoid differentiation. *Protoplasma* 250:407-414. (査読有り)
- 3) Okamura, H., Yagi, M., Kawachi, M., Hanyuda, T., Kawai, H., Walker, I. 2012. Application of rotating cylinder method for ecotoxicological evaluation of antifouling paints. *Toxicol. Env. Chem.* 94: 545-556. DOI: 10.1080/02772248.2012.662811 (査読有り)
- 4) Ni-Ni-Win, Hanyuda, T. Draisma, S.G.A., Prud'homme van Reine, W.F., Lim, P.E., Phang, S.M., Kawai, H. 2012. Two new species of *Padina* (Dictyotales, Phaeophyceae), *P. indiana* and *P. calcarea*, from tropical Indo-Pacific regions based on morphological and molecular evidence. *Phycologia* 51: 576-585. (査読有り)
- 5) Yamagishi, T., Kai, T., Kawai, H. 2012. Trichocyst ribbons of a cryptomonads are constituted of homologs of R-body proteins produced by the intracellular parasitic bacterium of *Paramecium*. *Mol. Evol.* 74:147-157. doi: 10.1007/s00239-012-9495-2(査読有り)
- 6) Sun, Z.-M., Hanyuda, T., Lim, P.-E., Tanaka, J., Gurgel, C.F.D., Kawai, H. 2012. Taxonomic revision of the genus *Lobophora* (Dictyotales, Phaeophyceae) based on morphological analyses and *rbcl* and *cox3* gene sequences. *Phycologia* 51: 500-512. (査読有り)
- 7) Blunden, G., Guiry, M.D., Druehl, L.D., Kogame, K., Kawai, H. 2012. Trigonelline and other betains in species of Laminariales. *Nat. Prod. Comm.* 7(7): 863-865. (査読有り)
- 8) Yamagishi, T., Kawai, H. 2012. Cytoskeleton organization during the cell cycle in two stramenopile microalgae, *Ochromonas danica* (Chrysophyceae) and *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae), with special reference to F-actin organization and its role in cytokinesis. *Protist* 163: 686-700. (査読有り)
- 9) Kawai, H., Kogishi, K., Hanyuda, T., Kitayama, T. 2012. Taxonomic revision of the genus *Cutleria* proposing a new genus *Mutimo* to accommodate *M. cylindrica* (Cutleriaceae, Phaeophyceae). *Phycol. Res.* 60: 241-248. (査読有り)
- 10) Sekida, S., Takahira, M., Horiguchi, T., Okuda, K. 2012. Effects of high pressure in the armored dinoflagellate *Scrippsiella hexapraecingula* (Peridinales, Dinophyceae): Changes in thecal plate pattern and microtubule assembly. *J. Phycol.* 48: 163-173. (査読有り) DOI: 10.1111/j.1529-8817.2011.01094.x

- 11) Heesch, S., Day, J.G., Yamagishi, T., Kawai, H., Müller, D.G., Küpper, F.C. 2012. Cryopreservation of the model alga *Ectocarpus* (Phaeophyceae). *CryoLetters* 33(5): 327-336. (査読有り)
- 12) Fu, G., Nagasato, C., Ito, T., Müller, D. G., Motomura, T. 2012. Ultrastructural analysis of flagellar development in plurilocular sporangia of *Ectocarpus siliculosus* (Phaeophyceae). *Protoplasma* DOI 10.1007/s00709-012-0405-7. (査読有り)
- 13) Terauchi, M., Nagasato, C., Kajimura, N., Mineyuki, Y., Okuda, K., Katsaros, C., Motomura, T. 2012. Ultrastructural Study of Plasmodesmata in the Brown Alga *Dictyota dichotoma* (Dictyotales, Phaeophyceae). *Planta* 236: 1013-1026. (査読有り)
- 14) Kamiya, M., Kawai, H., Moon, D., Goff, L.J. 2011. Isolation and characterization of phase-specific cDNAs from carposporophytes of *Gracilariopsis andersonii* (Gracilariales, Rhodophyta). *Europ. J. Phycol.* 46: 27-35. DOI: 10.1080/09670262.2010.548101(査読有り)
- 15) Yamagishi, T., Kawai, H. 2011. Cortical F-Actin reorganization and a contractile ring-like structure found during the cell cycle in the red cryptomonad, *Pyranomonas helgolandii*. *J. Phycol.* 47: 1121-1130. (査読有り)
- 16) Ni-Ni-Win, Hanyuda, T., Draisma S.G.A., Furnari G., Meinesz A., Kawai, H. 2011. *Padina ditristomatica* sp. nov. and *Padina pavonicoides* sp. nov. (Dictyotales, Phaeophyceae), two new species from the Mediterranean Sea based on morphological and molecular markers. *Europ. J. Phycol.* 46: 327-341. DOI: 10.1080/09670262.2011.614355(査読有り)
- 17) Ni-Ni-Win, Hanyuda, T., Arai, S., Uchimura, M., Pranthep, A., Draisma, S.G., Phang, S.M., Abbott, I., Millar, A.J.K., Kawai, H. 2011. A taxonomic study of the genus *Padina* (Dictyotales, Phaeophyceae) from the subtropical Western Pacific and Indo-West Pacific regions with descriptions of four new species. *J. Phycol.* 47: 1193-1209. (査読有り)
- 18) Phillips, N., Kapraun, D., Garreta, A.G., Ribera, Siguan, A.R., Rull, J.L., Soler, N.S., Lewis, R., Kawai, H. 2011. Estimates of nuclear DNA content in ninety eight species of brown algae (Phaeophyta). *AoB. Plants* DOI: 10.1093/aobpla/plr001(査読有り)
- 19) Mine, I., Yoshimatsu, K., Kobanba, A., Sekida, S., Okuda, K. 2011. Outflow movement during gamete discharge in *Bryopsis plumosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *Phycologia* 50 (4): 363-369
DOI: 10.1111/j.1440-1835.2010.00601.x(査読有り)
- 20) Katsaros, C, Varvarigos, V., Gachon, C. M. M., Brand, J., Motomura, T., Nagasato, C., Küpper, F. C. 2011. Comparative immunofluorescence and ultrastructural analysis of microtubule organization in *Uronema sp.*, *Klebsormidium flaccidum*, *K. subtilissimum*, *Stichococcus bacillaris* and *S. chloranthus* (Chlorophyta). *Protist* 162:315-331. (査読有り)
- 21) Tanaka A., Uwai, S., Nelson, W. and Kawai, H. 2010. *Phaeophysema* gen. nov. and *Vimineoleathesia* gen. nov., new brown algal genera for the minute Japanese members of the genus *Leathesia*. *Europ. J. Phycol.* 45: 109-117. (査読有り)
- 22) Ni-Ni-Win, Hanyuda, T., Arai, S., Uchimura, M., Prethep, A., Draisma, S.G.A., Soe-Htun, U., Kawai, H. 2010. Four new species of *Padina* (Dictyotales, Phaeophyceae) from the Western Pacific Ocean, and reinstatement of *Padina japonica*. *Phycologia* 49: 136-153. (査読有り)
- 23) Kogishi, K., Kitayama, T., Miller, K. A., Hanyuda, T., Kawai, H. 2010. Phylogeography of *Cutleria cylindrica* (Cutleriales, Phaeophyceae) in northeastern Asia, and the identity of an introduced population in California. *J. Phycol.* 46: 553-558. (査読有り)
- 24) Cock, J.M., Sterck, L., Rouzé, P., Scornet, D., Allen A.E., Amoutzias, G., Anthouard, V., Artiguenave, F., Aury, J.M., Badger, J.H., Beszteri, B., Billiau, K., Bonnet, E., Bothwell, J.H.F., Bowler, C., Boyen, C., Brownlee, C., Carrano, C.J., Charrier, B., Cho, G.Y., Coelho, S.M., Collén, J., Corre, E., Delage, L., Delaroque, N., Dittami, S.M., Doulebeau, S., Elias, M., Farnham, G., Gachon, C.M.M, Gschloessl, B., Heesch, S., Jabbari, K., Jubin, C., Kawai, H., Kimura, K., Kloareg, B., Küpper, F.C., Lang, D., Bail, A.L., Leblanc, C., Lerouge, P., Lohr, M., Lopez, P.J., Martens, C., Maumus, F., Michel, G.,

- Miranda-Saavedra, D., Morales, J., Moreau, H., Motomura, T., Nagasato, C., Napoli, C.A., Nelson, D.R., Nyvall-Collén, P., Peters, A.F., Pommier, C., Potin, P., Poulain, J., Quesneville, H., Read, B., Rensing, S.A., Ritter, A., Rousvoal, S., Samanta, M., Samson, G., Schroeder, D.C., Ségurens, B., Strittmatter, M., Tonon, T., Tregear, J., Valentin, K., von Dassow, P., Yamagishi, T., Van de Peer, Y., Wincker, P. 2010. The *Ectocarpus* genome and the independent evolution of multicellularity in the brown algae. *Nature* 465: 617-621. (査読有り)
- 25) Peters, A.F., van Wijk, S.J., Cho, G.Y., Scornet, D., Hanyuda, T., Kawai, H., Schroeder, D.C., Cock, J.M., Boo, S.M. 2010. Reinstatement of *E. crouaniorum* Thuret in Le Jolis as a third common species of *Ectocarpus* (Ectocarpales, Phaeophyceae) in western Europe, and its phenology at Roscoff, Brittany. *Phycol. Res.* 58: 157-170. (査読有り)
- 26) Kimura, K., Nagasato, C., Kogame, K., Motomura, T. 2010. Disappearance of male mitochondrial DNA after the 4-celled stage sporophyte of the isogamous brown alga *Scytosiphon lomentaria* (Scytosiphonales, Phaeophyceae). *J. Phycol.* 46:143-152. (査読有り)
- 27) Motomura, T., Nagasato, C., Kimura, K. 2010. Cytoplasmic inheritance of organelles in brown algae. *J. Plant Res.* 123:185-192. (査読有り)
- 28) Terauchi, M., Kato, A. Nagasato, C., Motomura T. 2010. Analysis of expressed sequence tags from the chrysophycean alga *Ochromonas danica* (Heterokontophyta). *Phycol. Res.* 58:217-221. (査読有り)
- 29) Nagasato, C., Inoue, A., Mizuno, M., Kanazawa, K., Ojima, T., Okuda, K., Motomura, T. 2010 Membrane fusion process and assembly of cell wall during cytokinesis in the brown alga, *Silvetia babingtonii* (Fucales, Phaeophyceae), *Planta* 232:287-298. (査読有り)
- 30) Kimura, K., Nagasato, C., Uwai, S., Motomura, T. 2010. Sperm mitochondrial DNA elimination in the zygote of the oogamous brown alga *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyceae). *Cytologia* 75: 353-361. (査読有り)
- 31) Draisma, S.G.A., Prud'homme van Reine, W., Kawai, H. 2010. A revised classification of the Sphacelariales (Phaeophyceae) inferred from a *psbC* and *rbcL* based phylogeny. *Europ. J. Phycol.* 45: 308-326. DOI: 10.1080/09670262.2010.490959(査読有り)
- 32) Haraguchi, H., Hiraoka, M., Murase, N., Imoto, Z., Okuda, K. 2010. Field and culture study of the temperature related growth rates of the temperate *Sargassum* species, *Sargassum okamurae* Yoshida and *S. micracanthum* (Kützinger) Endlicher (Fucales, Phaeophyceae) in Tosa Bay, southern Japan. *Algal Resources* 2: 27-38. (査読有り)
- [学会発表] (計 47 件)
- 1) 山岸隆博・D.G. Müller・川井浩史「RNA シークエンス解析による褐藻類の多細胞化 関連遺伝子の網羅的解析」日本藻類学会第 37 回大会 山梨大学 2013 年 3 月 28-29 日
- 2) 川井浩史・羽生田岳昭・K. Holser・L.M. Ridgway「褐藻 *Aureophycus aleuticus* (コンブ目) の新奇な生殖器官と高次分類について」日本藻類学会第 37 回大会 山梨大学 2013 年 3 月 28-29 日
- 3) 小島玲・羽生田岳昭・川井浩史「沖縄産緑藻サボテングサ属の一新種について」日本藻類学会第 37 回大会 山梨大学 2013 年 3 月 28-29 日
- 4) 栗原暁・羽生田岳昭・Gurgel, C.F.・川井浩史「紅藻ナガガラガラ (ウミゾウメン目) における遺伝的構造の解析」日本藻類学会第 37 回大会 山梨大学 2013 年 3 月 28-29 日
- 5) 堀口範奈・栗原暁・羽生田岳昭・川井浩史「紅藻カギケノリ (カギケノリ目) の系統地理学的研究」日本藻類学会第 37 回大会 山梨大学 2013 年 3 月 28-29 日
- 6) Hansen, G.・羽生田岳昭・川井浩史「北米大陸西岸に漂着した東日本大震災由来の大型漂着物に着生していた海藻類の種多様性」日本藻類学会第 37 回大会 山梨大学 2013 年 3 月 28-29 日
- 7) 寺田竜太・川井浩史・倉島彰・坂西芳彦・田中次郎・村瀬昇・吉田吾郎・横井謙一・阿部剛史・北山太樹：「環境省モニタリングサイト 1000 沿岸域調査で見られる主な海藻類のモニタリング指標としての評価」日本藻類学会第 37 回大会 山梨大学 2013 年 3 月 28-29 日
- 8) 佐々木秀明・會田大来・北村晃・三村真理・三村徹郎・川井浩史「海藻類における放射性セシウム蓄積と福島第一原子力発電所からの距離との関係」平成 25 年度日本水産学会春季大会. 東京海洋大学. 2013 年 3 月 26-30 日
- 9) 山岸隆博・甲斐厚・川井浩史：「クリプト藻における射出器官 (トリコニスト) の起源について. 日本植物学会第 75 回大会. 東京

大学. 2012年9月17-19日

- 10) 川井浩史・佐々木秀明・北村晃・三村真理・三村徹郎「海藻類への放射性物質蓄積：その特性と変遷」日本植物学会第76回大会 兵庫県立大学 2012年9月15-17日
- 11) 寺内真・長里千香子・伊藤利章・岡征子・本村泰三「褐藻シオミドロにおける細胞壁の微細構造観察とプロテオーム解析」日本植物学会第76回大会 兵庫県立大学 2012年9月15-17日
- 12) 川井浩史「シンポジウム企画説明と褐藻シオミドロのゲノム解析」(シンポジウム：ゲノム情報から探る大型藻類の多細胞化と環境応答メカニズムの進化) 日本植物学会第76回大会 兵庫県立大学 2012年9月15-17日
- 13) 山岸隆博・川井浩史「細胞壁構成多糖の生合成系からみた褐藻類の多細胞化」(シンポジウム：ゲノム情報から探る大型藻類の多細胞化と環境応答メカニズムの進化) 日本植物学会第76回大会 兵庫県立大学 2012年9月15-17日
- 14) 長里千香子・寺内真・本村泰三「褐藻類の隔壁構造と細胞壁タンパク質のプロテオーム解析」(シンポジウム：ゲノム情報から探る大型藻類の多細胞化と環境応答メカニズムの進化) 日本植物学会第76回大会 兵庫県立大学 2012年9月15-17日
- 15) 川井浩史・佐々木秀明・北村晃・三村真理・三村徹郎：「福島県いわき市沿岸における海藻類の放射性物質濃度の変遷」日本藻類学会第36回大会 北海道大学 2012年7月13-15日
- 16) 小島玲・羽生田岳昭・川井浩史：「日本産サボテングサ属の分類の再検討」日本藻類学会第36回大会 北海道大学 2012年7月13-15日
- 17) 孫忠民・羽生田岳昭・田中次郎・川井浩史：「褐藻ハイオオギ属の一新種ニセハイオオギ(仮称)」日本藻類学会第36回大会 北海道大学 2012年7月13-15日
- 18) Ni-Ni-Win・T. Hanyuda・Z.-M. Sun・A. Kurihara・C.F. Gurgel・H. Kawai：Phylogeny, taxonomy, species diversity and biogeography of the genus *Padina* (Dictyotales, Phaeophyceae) 日本藻類学会第36回大会 北海道大学 2012年7月13-15日
- 19) 山岸隆博・川井浩史：「ストラメノパイル系統群3種 *Ochromonas danica* (Chrysophyceae), *Heterosigma akasiwo*, *Schizocladia ischiensis* の細胞質分裂過程におけるF-actinの挙動」日本藻類学会第36回大会 北海道大学 2012年7月13-15日
- 20) 寺内真・長里千香子・岡征子・本村泰三「褐藻シオミドロにおける細胞壁タンパク質のプロテオーム解析」日本藻類学会第36回大会 北海道大学 2012年7月13-15日
- 10) Kawachi, M., Kasai, F., Kawai, H.,

Hanyuda, T., Yamagishi, T., Inouye, I., Ishida, K., Nakayama, T., Watanabe, M.M., Kogame, K. 2012. NBRP Algae -collection and preservation of various algal resources- 15th International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions. Kyoto International Conference Center. 29 July - 2 August, 2012.

21) Yamagishi, T., Müller, D.G., Kawai, H. Pyrosequencing-based transcriptome analysis of the genes involved in the cell wall polysaccharide metabolism of *Discosporangium mesarthrocarpum* (Phaeophyceae) and *Schizocladia ischiensis* (Schizocladiphyceae). Esil2012 (Ectocarpus meeting 2012, Roscoff). Roscoff, France, 23-25 April, 2012.

22) Nagasato, C., Terauchi, M., and Motomura, T. Effect of calcium ions on cell wall integrity in *Ectocarpus siliculosus*. Esil2012 (Ectocarpus meeting 2012, Roscoff). Roscoff, France, 23-25 April, 2012.

23) 佐々木秀明・川井浩史：「海藻によるセシウム吸収」シンポジウム：福島第一原子力発電所事故にともなう植物への放射性物質蓄積 第53回日本植物生理学会年会 京都産業大学 2012年3月16-18日

24) Toyoshima, M., Aikawa, S., Yamagishi, T., Hasunuma, T., Kawai, H., Kondo, A. 2012. Ethanol production from the halophilic microalga *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis*. International Algal Summit. New Delhi, India, 21-22 February, 2012.

25) Kurihara, A., Hanyuda, T., Gurgel, C.F.D., Kawai, H. Genetic assessment of *Galaxaura rugosa* (Nemaliales, Rhodophyta) based on mitochondrial and nuclear markers, with a focus on Japanese and Australian populations. APPF 2011, Yoesu, Korea. 9-14 October, 2011.

26) Nagasato, C., Terauchi, M., and Motomura, T. Cytokinesis and cell wall formation in brown algae. APPF 2011, Yoesu, Korea. 9-14 October, 2011.

27) Fu, G., Nagasato, C., Ito T., Kajimura, N., Oka S., Cock M. J., Motomura, T. Electron tomography and proteomics of the flagella in brown algae. APPF 2011, Yoesu, Korea. 9-14 October, 2011.

28) Nagasato, C., Kajimura, N., Terauchi, M., Mineyuki, Y., Motomura, T. Three-dimensional analysis of transient membrane compartment during cytokinesis in brown alga, *Silvetia babingtonii* (Fucales, Phaeophyceae) by electron

tomography. Fifth European Phycological Congress. Rodos, Greece, 4-9 September, 2011.

29) Kawai, H. 2011. Taxonomy and the detection of nonindigenous marine benthic organisms using genetic markers. Workshop: Introduction to Rapid Assessment Survey Methodologies for Detecting Non-indigenous Marine Species. Phuket. 1-3 July 2011.

34) 孫忠民・羽生田岳昭・NiNiWin・栗原暁・C.F.D. Gurgel・川井浩史：「日本とオーストラリアで見つかった褐藻 *Padina* (ウミウチワ) 属の新産種および未記載種に関する系統分類学的研究」。日本藻類学会第35回大会。富山大学。2011年3月26-30日

35) 羽生田岳昭・島袋寛盛・新井章吾・北山太樹・L.F. White・川井浩史：「タマハハキモク、ヒジキ (褐藻ホンダワラ属) の遺伝的多様性とそれに基づく生物地理学的考察」。日本藻類学会第35回大会。富山大学。2011年3月26-30日

36) 小島玲・羽生田岳昭・川井浩史：「緑藻サボテングサ属の日本新産種の形態と分子系統について」。日本藻類学会第35回大会。富山大学。2011年3月26-30日

37) 山岸隆博・川井浩史：「クリプト藻 *Pyrenomonas helgolandii* の細胞分裂過程における F-actin の挙動」。日本藻類学会第35回大会。富山大学。2011年3月26-30日

38) 寺内真・梶村直子・長里千香子・本村泰三：「褐藻数種を用いた原形質連絡の微細構造解析」日本藻類学会第35回大会。富山大学。2011年3月26-30日

39) Terauchi, M., Kajimura, N., Nagasato, C., Motomura, T. Ultrastructural study on plasmodesmata of brown algae. APF 2011, Yoesu, Korea. 9-14 October, 2011.

40) 西村文秀・羽生田岳昭・新井章吾・川井浩史：日本産褐藻シワヤハズ (アミジグサ目) の分子系統学的研究。日本植物学会2010年9月9日。中部大学

41) Yamagishi, T., Hanyuda, T., Takagi, R., Peters, A.F., Müller, D.G., Kawai, H. Identification of the genes coding tripartite flagellar mastigoneme proteins, and their application for phylogenetic study. *Ectocarpus* 2010. Ghent, Belgium, 7-9 June, 2010.

30) Terauchi, M., Kajimura, N., Nagasato, C., Katsaros, C., Mineyuki, Y., Motomura, T. Ultrastructural study on plasmodesmata formed during cytokinesis in brown alga *Dictyota dichotoma*. *Ectocarpus* 2010. Ghent, Belgium, 7-9 June, 2010.

31) Nagasato, C., Kajimura, N., Ueki, C., Mineyuki, Y., Motomura, T. Electron

tomographic analysis of cytokinesis in *Silvetia babingtonii* zygotes. Ghent, Belgium, 7-9 June, 2010.

32) Kimura, K., Nagasato, C., Motomura, T. Difference of male mitochondrial digestion and mitochondrial DNA elimination after fertilization between isogamous and oogamous brown algae. Ghent, Belgium, 7-9 June, 2010.

33) Schmid, D., Nagasato, C., Motomura, T., Boland, W. Something you always wanted to know about sex - characterization of sex-related proteins of *Scytosiphon lomentaria*. *Ectocarpus* 2010. Ghent, Belgium, 7-9 June, 2010.

42) Kawai, H. Biogeography of introduced marine macroalgae deduced from genetic markers, and the rapid assessment survey using catch plate. 2nd SEASTax workshop. Kuala Lumpur, Malaysia, 7-15 April, 2010.

43) Ni-Ni-Win, Kawai, H. Systematics of *Padina*. 2nd SEASTax workshop. Kuala Lumpur, Malaysia, 7-15 April, 2010.

44) Yang, E.C., Peters, A.F., Barbara, I., Müller, D.G., Prud'homme van Reine, W.F., Kawai, H., Küpper, F.C. Ligulate *Desmarestia* (Desmarestiales, Phaeophyceae) revisited: *D. japonica* sp. nov. and *D. dudresnayi* Lamouroux differ from *D. ligulata*. 58th Annual Meeting of the BPS, Oban, Scotland, U.K. January, 2010.

〔図書〕 (計3件)

1) 奥田一雄 (2013) セルロースの基本構造 (1.3.1), セルロース合成装置 (1.3.2). 「植物細胞壁」, 西谷和彦・梅澤俊明 (編著), 講談社, pp 18-20

2) Katsaros, C., Nagasato, C., Terauchi, M., Motomura, T. 2013. Cytokinesis of brown algae. *In Advances in Algal Cell Biology* (Eds. Kirsten Heimann, K. and Katsaros, C.). Walter de Gruyter, 124-142pp.

3) J.M. Cock, L. Sterck, S. Ahmed, A. E. Allen, G. Amoutzias, V. Anthouard, F. Artiguenave, A. Arun, J.-M. Aury, J. H. Badger, B. Beszteri, K. Billiau, E. Bonnet, J. H. Bothwell, C. Bowler, C. Boyen, C. Brownlee, C. J. Carrano, B. Charrier, G. Y. Cho, S. M. Coelho, J. Collén, G. Le Corguillé, E. Corre, L. Dartevelle, C. Da Silva, L. Delage, N. Delaroque, S. M. Dittami, S. Doulbeau, M. Elias, G. Farnham, C. M.M. Gachon, O. Godfroy, B. Gschloessl, S. Heesch, K. Jabbari, C. Jubin, H. Kawai, K. Kimura,

B. Kloareg, F. C. Küpper, D. Lang, A. Le Bail, R. Luthringer, C. Leblanc, P. Lerouge, M. Lohr, P. J. Lopez, N. Macaisne, C. Martens, F. Maumus, G. Michel, D. Miranda-Saavedra, J. Morales, H. Moreau, T. Motomura, C. Nagasato, C. A. Napoli, D. R. Nelson, P. Nyvall-Collén, A. F. Peters, C. Pommier, P. Potin, J. Poulain, H. Quesneville, B. Read, S. A. Rensing, A. Ritter, S. Rousvoal, M. Samanta, G. Samson, D. C. Schroeder, D. Scornet, B. Ségurens, M. Strittmatter, T. Tonon, J. W. Tregear, K. Valentin, P. von Dassow, T. Yamagishi, P. Rouzé, Y. Van de Peer, P. Wincker (The *Ectocarpus* Genome Consortium). 2012. The *Ectocarpus* genome and brown algal genomics. *In* G. Piganeau (Ed.) Genomic Insights into the Biology of Algae. Advances in Botanical Research 64: 141-184 Elsevier Ltd.: Academic Press.

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川井 浩史 (KAWAI HIROSHI)

神戸大学・自然科学系先端融合研究環内海
域環境教育研究センター・教授

研究者番号：30161269

(2) 研究分担者

山岸 隆博 (YAMAGISHI TAKAHIRO)

神戸大学・自然科学系先端融合研究環・助
教

研究者番号：30379333

甲斐 厚 (KAI ATSUSHI)

神戸大学・自然科学系先端融合研究環内海
域環境教育研究センター・研究支援員

研究者番号：60527802

長里 千香子 (NAGASATO CHIKAKO)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学セ
ンター・准教授

研究者番号：00374710

奥田 一雄 (OKUDA KAZUO)

高知大学・教育研究部総合科学系黒潮圏総
合科学部門・教授

研究者番号：40152417