

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：13901

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2009～2013

課題番号：21112001

研究課題名(和文)動植物に共通するアロ認証機構の解明

研究課題名(英文)Elucidating Common Mechanisms of Allogeneic Authentication: Mechanisms of Sexual Reproduction in Animals and Plants

研究代表者

澤田 均(Sawada, Hitoshi)

名古屋大学・理学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：60158946

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 53,000,000円、(間接経費) 15,900,000円

研究成果の概要(和文)：動植物に共通するアロ認証機構(有性生殖機構)の解明をめざして、以下の総括班活動を行った。まず、領域内の有機的連携と共同研究の推進を目指して、領域会議を年2回行なった。また、領域主催の国際シンポジウムも行い、2回目の領域会議を兼ねる形で開催した。この国際会議のProceedings(総説集)をSpringer社から発行する運びとなった。ニュースレターを6月に発刊した。新着文献紹介サイト「フォーラム」を継続して行い、意見交換を行った。細胞内Ca測定用顕微鏡や質量分析計等を班員で共同利用した。また、国民への情報発信の一環として、「動植物の受精学」と題する書籍を化学同人から発行した。

研究成果の概要(英文)：In order to elucidate the common mechanisms of sexual reproduction in animals and plants, the following research project was carried out. First of all, in order to stimulate the collaboration within this research group, two meetings were organized, of which one was held as an international meeting entitled "International Symposium on the Mechanisms of Sexual Reproduction in Animals and Plants" by inviting many speakers from all over the world. The proceedings of this meeting will be issued from Springer. News Letter No. 6 was issued on June. Forum, a website for discussing newly published papers, was organized. A microscope for Ca imaging and LC/MS/MS were purchased and shared by all the member of this research group. In order to explain and introduce the fundamental mechanisms of sexual reproduction in animals and plants, easily understandable book entitled "Fertilization in Animals and Plants" written in Japanese will be issued in next fiscal year.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生物科学・細胞生物学

キーワード：有性生殖 動物 植物 アロ認証 受精 膜融合 卵 精子

### 1. 研究開始当初の背景

有性生殖はアロ(同種異個体)の関係にある細胞が認識し融合する唯一の生命現象である。この成立には一連のアロ認証機構が働き、この機構は生物種で大きく異なるとこれまで考えられてきた。しかし、領域代表が世界に先駆けて発見した原索動物のアロ認証機構(雌雄同体のホヤ類が自家受精を回避する機構)は動植物に共通の原理(精子側と卵側の多型に富むアロ認証遺伝子がゲノム上で近接し、自己分子を相互認識することにより自家受精を回避しているという共通原理)に基づくものであることが最近明らかになってきた。また、植物の配偶子膜融合に必須な遺伝子 GCS1 がマラリア原虫や海産無脊椎動物にも広く存在することも最近明らかにされ、今まさに、動植物の枠を超えたアロ認証研究領域の融合とその中核となる機構の解明が急務であると考えに至った。

### 2. 研究の目的

本総括班研究では、この領域研究を様々な角度から支援するとともに、これまで交流のなかった動植物研究者間の交流と共同研究の推進を図ることを目的としている。具体的には、(1) 有機的連携と共同研究の推進、(2) 実験材料・手法の共有化と設備備品の共同利用、(3) シンポジウム開催、国民への情報発信、若手研究者の育成・支援、の3つを柱としている。

総括班における5年間の達成目標は、動植物のアロ認証研究に従事する動植物研究者の研究交流と共同研究を推進し、動植物に共通するアロ認証機構や分子を多く発見して、アロ認証機構の中核原理を解明することである。その第一歩として、動物と植物のアロ認証機構(有性生殖機構)に関して理解を深めることが重要で、まず公開シンポジウムの開催を企画した。植物に独特な減数分裂機構や重複受精機構などは、動物研究者にはあまり知られていない現象である。一方、植物研究者には動物のアロ認証研究における現在の到達点と今後の課題に関して、多くは理解されていない。これらの現状を打開するための公開シンポジウムを企画する意義は大きい。相互理解が深まった段階でも、班会議や公開シンポジウムを多く行い、情報交換と研究交流を推進させる。

### 3. 研究の方法

本研究領域が掲げる研究目的を達成するために、以下の計画で総括班を運営する。

2009年度は、総括班と計画研究班で研究を開始し、計画研究班員を中心とした共同研究を推進させた。また、領域の研究方針の策定を行うとともに、本領域研究のホームページを作成し、広報活動に努めた。また、国際シンポジウムおよび国内のシンポジウムを企画した。生化学会や分子生物学会のシンポ

ジウムでの情報発信に努めた。

2010~2011年度は、公募研究班員を募集し23件の公募研究を採択した。この2年間では、班会議、公開シンポジウム、合宿研修等を行い、動物研究者と植物研究者との垣根を取り払う努力を行い、研究交流と共同研究の推進を図った。また、ニュースレターの配布や班員間で情報交換サイト(AlloML)を作成し、実験材料・手法の共有化ができるようにするとともに、設備備品(Thermo社製LTQ(nano-LC/ESI-MS/MS))を領域代表の研究室に設置し、共同研究等で支援活動を推進した。また、細胞内カルシウムイメージングのための蛍光顕微鏡を下田臨海実験センターの稲葉・柴班員の研究室に設置し、領域内共同研究を推進した。2011年度には中間評価が行われ、計画研究班員、評価委員の変更や予算配分の妥当性を検討した。この中間評価においては、7人の総括研究班員に加えて、4人の研究協力者(評価委員:星元紀(東工大名誉教授)、岡部勝(阪大教授)、磯貝彰(奈良先端大学長)、東山哲也(名大教授))に助言を頂き、公正かつ客観的な評価を行った。中間評価の際に、やや異分野の評価委員を加えるようにとの指摘を受けたので、2人の評価委員(瀬原敦子(京大教授)、佐藤矩行(OIST教授))に加わって頂いた。

2012~2013年度に公募研究班員を再度募り、16件の公募研究を採択し、この領域研究全体の一層の活性化を図った。なお、この16件のうち新規採用研究は4件であった。

本領域の組織構成は以下の通りである。

#### <計画研究>

澤田均(名大・教授(代表))領域代表、領域の統括  
 宮戸健二(国立成育医療センター・室長(代表))領域事務担当、井上直和(福島県立医大・准教授(分担))  
 稲葉一男(筑波大・教授(代表))企画・広報、  
 笹倉靖徳(筑波大学・教授(分担))  
 岡本龍史(首都大学東京・准教授(代表))企画・広報  
 馬場忠(筑波大・教授(代表))企画・広報  
 岩野恵(奈良先端大・助教(代表))企画  
 森稔幸(早稲田大学・助教(代表))企画

#### <公募計画>

岩尾康宏(山口大・教授)、漆原秀子(筑波大・教授)  
 掛田克之(三重大・教授)、笹浪和宏(静岡大・准教授)  
 佐藤賢一(京産大・教授)、関本弘幸(日本女子大・教授)  
 高橋美智子(宇都宮大・准教授)、田宮元(東北大・教授)  
 年森清隆(千葉大・教授)、西村仁(摂南大・教授)  
 野崎久義(東大・准教授)、平井誠(群馬大学・講師)  
 広橋教貴(島根大・准教授)、本村泰三(北大・教授)  
 大和勝幸(近畿大・准教授)、吉田学(東大・准教授)  
 出口竜作(宮城教育大・教授)、井川智子(千葉大・助教)  
 伊藤昌彦(浜松医大・助教)、河野重行(東大・教授)  
 真野昌二(基生研・助教)、松田幹(名大・教授)  
 松本緑(慶応大・准教授)、坂本亘(岡山大・教授)  
 柴小菊(筑波大・助教)、土屋亨(三重大・准教授)  
 山田力志(名大・助教)

#### 4. 研究成果

(1) 領域内の有機的連携と共同研究の推進：<領域会議>領域主催国際シンポジウムも領域会議に含めると、毎年2回行って来た。詳細は(3)にまとめた。本領域研究者全員が具体的な実験計画と共同研究の可能性について発表し、共同研究の推進を図った。さらに、評価委員からのコメントに応え、発表後の質問は出尽くすまで受けることにし、ディスカッションに重点を置いた。領域会議の際に、総括班会議も行い、今後の方針などについて意見交換を行った。

<領域内で行われた共同研究(74件)>

##### 【アロ認識機構】

澤田、稲葉、柴、山田：カタユウレイボヤ精子のアロ認識シグナル(学会発表済)、澤田、山田：ホヤ受精における自家不和合性の分子メカニズム(学会発表済)、澤田、笹倉、山田：遺伝子改変ホヤを用いた自家不和合性因子の解析(学会発表済)、澤田、出口、山田、森：ネマトステラ精子GCS1の発現と受精における役割(学会発表済)、澤田、出口、山田、森：タマクラゲ精子GCS1の受精における機能解析、澤田、出口：前口動物の受精における精子プロテアソームの機能解析、澤田、松田：昆虫細胞を用いたホヤ配偶子タンパク質の発現と機能解析、澤田、山田、松本：マボヤゲノム情報を利用したアロ認識機構の解析、澤田、岩野：動植物共通のアロ認識機構に関する研究(英文総説発表済)、澤田、岩野、掛田、土屋、山田：動植物共通の自家不和合性機構に関する研究、岩野、掛田：植物の自家不和合性に関わる因子の解析、岩野、佐藤：アブラナ科植物乳頭細胞の生化学的解析、掛田、土屋：自家不和合性候補遺伝子を導入した形質転換植物の作出、掛田、澤田、山田：植物の自家不和合性に関わる細胞膜タンパク質のプロテオーム解析(学会発表済)、土屋、岩野：胞子体型自家不和合性を制御する因子の解析、松本、澤田：マボヤゲノム構造の解析とアロ認識研究への応用、松本、澤田：マボヤ卵・精子における自己マーカー分子の機能解析、松本、稲葉：ホヤ血球反応における自家不和合性の分子メカニズム。松本、柴：ヒトデ精子運動性の解析、山田、澤田：マボヤゲノム構造の解析と受精研究への応用、①稲葉、笹倉、柴、澤田：カタユウレイボヤ近交系における自家受精機構、②澤田、漆原、山田：細胞性粘菌のアロ認証機構に関する研究(論文発表済)、③澤田、河野、山田：藻類のアロ認証機構に関する研究、④澤田、平井、山田：マラリア原虫のGCS1と配偶子融合因子の解析

##### 【配偶子接近・相互認識機構】

馬場、宮戸、井上：遺伝子欠損マウスを用いた解析、馬場、澤田：精子プロテアソームの構造と受精における役割(学会発表済)、馬場、山田、澤田：受精に関わる因子の解析、漆原、山田、澤田：細胞性粘菌の細胞融合に関わる因子のプロテオーム解析(論文発表済)、笹倉、稲葉、柴：ウズラ精子貯蔵管に含まれる精子の運動調節因子の解析、関本、野崎：ホモトリックなヒメミカツキモの有性生殖過程と系統解析(論文発表済)、関本、野崎：二次共生緑色真核生物(ユウグレナ、クロロラクニオン藻)のphosphoriburokinase 遺伝子を用いた系統解析(学会発

表)、関本、野崎：ホモトリックなヒメミカツキモにおける性の発見、野崎、森：ゴニウムの同型配偶子を用いた細胞接着の分子メカニズムの解析、松田、広橋：ニワトリ精子の卵膜通過機構の解析、吉田、稲葉：ホヤ精子走化性物質受容体の単離(学会発表済)、吉田、宮戸：哺乳類精嚢腺タンパク質の機能解析(論文発表済)、吉田、柴：精子運動の調節機構(論文発表済)、吉田、松本：ヒトデ精子の先体反応機構、宮戸、吉田：雄副生殖器官の生殖能における役割

##### 【細胞接着・膜融合機構】

宮戸、伊藤、年森：受精後のカルシウム波伝達機構の解明：PLCzeta 欠損マウスの解析(学会発表済)、宮戸、井上：CD9を介した融合機構の解析、宮戸、井上：哺乳類精子卵融合機構の解析、宮戸、岩尾：脊椎動物の卵付活分子の普遍性について(学会発表済)、馬場、宮戸：精子セリンプロテアーゼの機能解析(論文発表済)、井上、馬場、宮戸：遺伝子欠損マウスを用いた解析、岡本、宮戸：サンゴの受精機構の解析、岡本、井川、森：植物受精における配偶子膜と細胞骨格の動態解(論文発表済)、森、平井：GCS1の分子機能ドメインの同定(論文発表済)、佐藤、澤田、山田：配偶子タンパク質のLC/MS/MS解析による同定(学会発表済)、佐藤、岩尾：カエル卵の付活に関わる因子の解析、出口、広橋：FRETセンサーを用いた配偶子成熟および受精機構の解析、年森、宮戸：Equatorin-EGFP トランスジェニックマウスを用いた先体反応と配偶子膜融合の解析、年森、宮戸：CD9-EGFP トランスジェニックマウスおよびノックアウトマウスを用いた先体反応と配偶子膜融合の解析、平井、岡本：マラリア原虫とイネの受精に関わるメス側受精因子の解析、平井、森：マラリア原虫とシロイヌナズナの受精に関わるメス側受精因子の解析、平井、山田、澤田：マラリア原虫細胞膜タンパク質のプロテオーム解析、大和、澤田、山田、森：ゼニゴケ精子におけるGCS1の発現と受精における役割、大和、稲葉：精子鞭毛制御に関わる動植物の共通因子の探索、大和、澤田、山田：ゼニゴケ精子タンパク質のプロテオーム解析、④井川、山田、森：被子植物新規受精因子の探索、⑤井上、笹倉：鳥類のIZUMO1の探索、⑥森、岡本、井川：イネ卵化転写因子の同定とそれを利用した雌性配偶子受精因子の探索、⑦森、山田、澤田：ユリ雄性配偶子膜のプロテオーム解析

##### 【新技術開発とアロ認証統合理解】

稲葉、澤田、山田：カタユウレイボヤ精子raft タンパク質のプロテオーム解析(学会発表)、稲葉、馬場：ホヤから発見された走化性シグナル因子カラクシンの機構解析、笹倉、山田、澤田：受精に影響ある遺伝子改変カタユウレイボヤの作出、河野、澤田、山田、森：藻類の同形配偶子融合におけるGCS1の役割、広橋、柴：生殖行動に適応したヤリイカの精子2型(学会発表)、広橋、柴：ヤリイカの精子集合の運動性解析、広橋、漆原：細胞性粘菌を用いた化学走性と化学運動性の解析、真野、坂本：配偶子認識過程におけるペルオキシソームの可視化、真野、坂本：花粉特異的DPD1ヌクレアーゼの発現抑制系構築、稲葉、大和、柴：ゼニゴケ鞭毛成分の解析とホヤ鞭毛との比較、笹倉、澤田、山田：

カタウレイホヤにおける Zinc finger nuclease を用いた遺伝子改変技術の開発 (論文発表済)

< ニュースレター > 5年間で6冊発行した。毎号、特集を設定して、内容の充実を図った。班員や若手の研究紹介や意見交換の場を設けた。ホームページに公開し、一般にダウンロードできるようにした。

Vol.1: 2010年6月: 班員紹介他、p66.

Vol.2: 2010年12月: 特集「領域力」他、p42.

Vol.3: 2011年8月: 特集「融合領域の新展開(1)」特集「最新研究紹介」他、p43.

Vol.4: 2012年6月: 特集1「新公募班員の紹介」、特集2「領域研究世界への発信(1)招待講演者の紹介」他、p52.

Vol.5: 2013年6月: 特集「領域研究世界への発信(2)領域研究成果の紹介」他、p59.

Vol.6: 2014年2月: 特集「次代を担う若手研究者の紹介」他、p54.

< 本領域から出版された書籍 >

*Sexual Reproduction in Animals and Plants*, H. Sawada, N. Inoue, M. Iwano (eds.), Springer, 総ページ数 480.

**動植物の受精学 (Doijn Bioscience シリーズ 13)**、化学同人、総ページ数 332.

< 新着論文紹介評論サイト: フォーラム >

領域ホームページ内で、新着論文の紹介と評論を行った。5年間で160件の新着文献紹介とonlineでの意見交換・討論が行われた。

(2) 実験材料・手法の共有化と設備備品の共同利用: プロテオーム解析に関しては、Thermo社製LTQを領域代表の研究室に設置し、領域内の研究支援活動を行ってきた。また、カルシウムイメージングのための蛍光顕微鏡は下田臨海実験センターに設置し、稲葉・柴班員との共同研究により、領域内班共同研究の支援を行った。

(3) 領域会議、シンポジウム、公開講演会、国民への発信、若手研究者の育成・支援: 領域会議や学会等でのシンポジウムに加えて、領域関係者以外を対象とした公開シンポジウムやアウトリーチ活動も積極的に行った。また、「生殖研究若手の会」や「臨海若手の会」などの若手活動を支援してきた。

< 領域主催の会議、シンポジウムなど >

平成21年度日本動物学会中部支部大会シンポジウム「動植物の生殖生物学における新展開」2009年8月1日、榎山女学園大学(名古屋)、参加者約100名、講演6件。

第82回日本生化学会大会シンポジウム「動植物におけるアロ認証機構」2009年10月23日、神戸ポートピアホテル(神戸)、参加者約150名、講演7件。

第32回日本分子生物学会年会ワークショップ「動植物の受精とアロ認証機構」2009年12月10日、パシフィコ横浜(横浜)、参加者約150名、講演10件。

第1回国際シンポジウム「Intercellular Recognition and Allogeneic Authentication: Perspectives of Reproduction Mechanisms Shared by Animals and plants」2010年1月14日、Sir Winston Hotel(名古屋)、参加者77名(9名外国人)、招待講演14件、海外招聘者6名、国内招聘者8名。

第1回領域会議、2010年7月14-15日、名古屋大学野依記念学術交流館(名古屋)、参加者97名、招待講演1件、講演30件、ポスター発表21件。

第4回生殖研究ワークショップ2010年8月18-20日、筑波大学下田臨海実験センター(下田)、参加者約100名、講演16件、ポスター発表29件。

日本動物学会第81回大会シンポジウム「植物から学ぶ動物の受精機構: 動植物共通のアロ認証機構を考える」2010年9月24日、東京大学駒場キャンパス(東京)、参加者約100名、講演8件。

第17回臨海若手の会、2010年9月26-27日、東京大学大学院理学系研究科附属臨海実験所(三浦)、参加者73名、招待講演1件、特別講演2件、講演15件、ポスター発表0件。

第83回日本生化学会大会・第33回日本分子生物学会年会・合同大会ワークショップ「動植物に共通するアロ認証中核原理を探る」、2010年12月7日、神戸ポートピアホテル(神戸)、参加者約150名、講演7件。

第2回領域会議、2011年1月11日-13日、場所: 下呂温泉山形屋(下呂)、参加者67名、招待講演3件、講演10件、ポスター発表23件。

公開講演会「動物と植物の生殖のしくみ: その不思議な世界」、2011年6月4日、名古屋大学理学南館大講堂(名古屋)、参加者約110名、講演4件(東山哲也、岩野恵、宮戸健二、澤田均) 体験コーナー  
第3回領域会議、2011年6月30日-7月1日、関西セミナーハウス(京都)、参加者81、招待講演1件、講演10件、ポスター発表25件。

第75回日本植物学会シンポジウム「有性生殖の共通メカニズムを探る: 原生物から高等動植物まで」、2011年9月17-19日、東京大学駒場キャンパス(東京)、参加者約100名、講演6件。

公開講演会「蛍光タンパク質の発見と生命科学研究への応用」2011年10月2日、名古屋大学理学南館大講堂(名古屋) 特別講演: 下村脩(ノーベル賞受賞者、ウツホール海洋生物学研究所他)「緑色蛍光タンパク質発見の歴史」、講演3件(東山哲也、岡部勝、吉崎悟朗)、参加者約150名

第4回領域会議、2012年1月10-12日、筑波大学、公開講義室、参加者67名(2名外国人)、招待講演3件、講演10件、ポスター発表23件

日本顕微鏡学会第68回学術講演会、シンポジウム「バイオイメージングにより明らかにされた動・植物の有性生殖メカニズム」、2012年5月14-16日、参加者約100人、講演4件、つくば

第5回領域会議、2012年6月12-14日、下田市、下田東急ホテル、参加者80名、招待講演2件、講演23件、ポスター発表14件

第6回領域会議(第2回国際シンポジウム

「International Symposium on the Mechanisms of Sexual Reproduction in Animals and Plants」: 2012年11月12-16日、Hotel Nagoya Garden Palace(名古屋)、参加者153名、海外参加者29名、招待講演45件、ポスター発表58件

第7回領域会議: 2013年6月1-3日、くにびきメッセ(松江市) 参加者約80名、招待講演4件(柳町隆造(国際生物学賞受賞者)、小林一也、伊川正人、中島敬二) 講演25件。

第36回日本分子生物学会年会ワークショップ「アロ認証から生殖タクティクスへ: 動植物域を超えた生殖戦略」、2013年12月4日、神戸国際会議場(神戸)、参加者約150名、講演9件。

- ② 第8回領域会議: 2014年1月8-10日、名古屋大学野依記念学術交流会館(名古屋市) 参加者約100名、招待講演3件、講演24件、ポスター発表26件

## 5. 主な発表論文等(研究代表者には下線) 〔雑誌論文〕(計15件)(以外査読有)

Yamada, L., Saito, T., Taniguchi, H., Sawada, H., and Harada, Y. (2009). Comprehensive egg coat proteome of the ascidian *Ciona intestinalis* reveals gamete recognition molecules involved in self-sterility. *J. Biol. Chem.* 284, 9402-9410. doi: 10.1074/jbc.M809672200.

Akasaka, M., Harada, Y., and Sawada, H. (2010). Vitellogenin C-terminal fragments participate in fertilization as egg-coat binding partners of sperm trypsin-like proteases in the ascidian *Halocynthia roretzi*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 392, 479-484. doi: 10.1016/j.bbrc.2010.01.006.

Yokota, N., Harada, Y., and Sawada, H. (2010). Identification of testis-specific ubiquitin-conjugating enzyme in the ascidian *Ciona intestinalis*. *Mol. Reprod. Dev.* 77, 640-647. doi: 10.1002/mrd.21198.

Yamaguchi, A., Saito, T., Yamada, L., Taniguchi, H., Harada, Y., and Sawada, H. (2011). Identification and localization of sperm CRISP family protein CiUra1 involved in gamete interaction in the ascidian *Ciona intestinalis*. *Mol. Reprod. Dev.*, 78, 488-497. doi: 10.1002/mrd.21329.

Yokota, H., Kataoka, Y., Hashii, N., Kawasaki, N., and Sawada, H. (2011). Sperm-specific C-terminal processing of the proteasome PSMA1/ $\alpha 6$  subunit. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 410, 809-915. doi: 10.1016/j.bbrc.2011.06.069.

Araki, Y., Shimizu, H.D., Saeki, K., Okamoto, M., Yamada, L., Ishida, K., Sawada, H., and Urushihara, H. (2012). A surface glycoprotein indispensable for gamete fusion in the social amoeba *Dictyostelium discoideum*. *Eukaryot. Cell* 11, 638-644. doi: 10.1128/EC.00028-12.

Kawai, N., Ochiai, H., Sakuma, T., Yamada, L., Sawada, H., Yamamoto, T., and Sasakura, Y. (2012). Efficient targeted mutagenesis of the chordate *Ciona intestinalis* genome with zinc-finger nuclease. *Dev. Growth Differ.* 54, 536-545. doi: 10.1111/j.1440-169X.2012.01355.x.

Saito, T., Shiba, T., Inaba, K., Yamada, L., and Sawada, H. (2012). Self-incompatibility response induced by calcium increase in sperm of the ascidian *Ciona intestinalis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 109, 4158-4162. doi: 10.1073/pnas.1115086109.

Harada Y., and Sawada, H. (2013). Self-incompatibility in gamete recognition: Single self-recognition determinants and multiple, nonself-recognizing ones function in the same individual. *Mol. Reprod. Dev.* 80, 2-7. doi: 10.1002/mrd.22134.

Akasaka, M., Kato, K.H., Kitajima, K., and Sawada, H. (2013). Identification of novel isoforms of vitellogenin expressed in ascidian eggs. *J. Exp. Zool. (Part B, Mol. Dev. Evol.)*, 320, 118-128. doi: 10.1002/jez.b.22488.

Jin, Y., Yaguchi, S., Shiba, K., Yamada, L., Yaguchi, J., Shibata, D., Sawada, H., and Inaba, K. (2013). Glutathione transferase theta in apical ciliary tuft regulates mechanical reception and swimming behavior of sea urchin embryos. *Cytoskeleton*, 70(8), 453-70. doi: 10.1002/cm.21127.

Otsuka, K., Yamada, L., and Sawada, H. (2013). cDNA cloning, localization and candidate binding partners of acid-extractable vitelline-coat protein Ci-v-Themis-like in the ascidian *Ciona intestinalis*. *Mol. Reprod. Dev.* 80, 840-848. doi: 10.1002/mrd.22213.

Yoshida, M. A., Yamada, L., Ochi, H., Iwata, H., Tamura-Nakano, M., Sawada, H., Sauer, W. H., Ogura, A., and Hirohashi, M. (2014). Integrative omics analysis reveals differentially distributed proteins in dimorphic euspermatozoa of the squid, *Loligo bleekeri*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, in press. doi: 10.1016/j.bbrc.2014.04.076.

澤田均 (2014). 自家不和合性因子と  $Ca^{2+}$  シグナル、*細胞工学* 33, 406-408.

Sawada, H., Morita, M., and Iwano, M. (2014). Self/Non-self recognition mechanisms in sexual reproduction: New insight into the self-incompatibility system shared by flowering plants and hermaphroditic animals. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, in press. doi: 10.1016/j.bbrc.2014.05.099.

## 〔学会発表〕(関連する招待講演)(計24件)

Sawada, H., Allogeneic authentication mechanisms during ascidian fertilization. Gordon Research Conferences "Fertilization and activation of development", 2009年7月12-17日、Plymouth, NH, U.S.A.

澤田均、原索動物ホヤ類におけるアロ認識機構、日本生化学会、2009年10月23日、神戸。

澤田均、ホヤの受精におけるアロ認識機構、日本分子生物学会、2009年12月10日、横浜。

Sawada, H., Allorecognition systems in protochordate fertilization. International Symposium "Intercellular recognition and allogeneic authentication: Perspectives of reproduction mechanisms shared by animals and plants", 2010年1月14日、名古屋。

Sawada, H., Self-incompatibility systems in fertilization of hermaphroditic proto- chordates: The reproduction mechanisms shared by animals and plants. International symposium of cell-cell communication plant reproduction from pollination in fertilization, 2010年3月11-12日、奈良。

Sawada, H., Allorecognition mechanisms in ascidian fertilization: A preproduction strategy shared with flowering plants. 11<sup>th</sup> International Symposium on Spermatology, 2010年6月24-29日、沖縄

澤田均、動植物共通のアロ認証機構とホヤにおけるア

- 口認識機構、日本動物学会、2010年9月24日、東京
- Sawada, H., Allorecognition mechanisms during ascidian fertilization: the shared reproductive strategy shared with animals and plants. 日本生化学会・日本分子生物学会・合同大会、2010年12月7日、神戸。
- Sawada, H. Self-sterile mechanisms in hermaphroditic marine primitive chordates (Ascidians). BIT<sup>11</sup>'s 1<sup>st</sup> Annual Congress of Marine Biotechnology, 2011年4月25-29日、大連。
- 澤田均. ホヤの受精機構：雌雄同体なのになぜ自家受精しないのか、公開講演会「動物と植物の生殖のしくみ：その不思議な世界」、2011年6月4日、名古屋
- Sawada, H., Self-nonsel-recognition mechanisms during ascidian fertilization: Allelic polymorphisms of s/v-Themis-A and s/-Themis-B and a novel allorecognition pair s/v-Themis-C in *Ciona intestinalis*. 6<sup>th</sup> Tunicate Meeting, 2011年7月3-7日、Montreal.
- Sawada, H., Ubiquitin-proteasome system involved in fertilization of ascidians and sea urchins. Mini-symposium: Post-translational Modification in Gametes, Embryos, and the Reproductive System "Reproduction and World's Future", 44<sup>th</sup> SSR meeting, 2011年7月31-8月4日、Portland, Oregon, U.S.A.
- 澤田均. 原索動物ホヤ類における自己と非自己の配偶子認識機構、日本比較免疫学会、2011年8月21-23日、横浜
- 澤田均、齋藤貴子、山口顕、柴小菊、稲葉一男、山田力志、ホヤの受精における自家不和合性：動植物に共通するアロ認識機構とカルシウムシグナル、日本植物学会、2011年9月17-19日、東京
- 澤田均. ホヤの受精におけるアロ認識分子とその細胞応答、第9回糖鎖科学コンソーシアムシンポジウム、2011年11月24-25日、名古屋
- 澤田均. カタクウレイボヤにおける自家不和合性応答。日本顕微鏡学会、2012年5月14-16日、つくば
- 澤田均. ホヤって何？ホヤの受精研究に魅せられて、第25回名大カフェ Science and Me、2012年8月8日、名古屋
- Sawada, H., Ascidian fertilization: Allorecognition and lysis systems. International Symposium on the Mechanisms of Sexual Reproduction in Animals and Plants, 2012年11月12-16日、名古屋
- Sawada, H., Glycoproteins involved in ascidian fertilization: seperm and egg-coat glycoproteins responsible for self/nonself- recognition and gamete-recognition, 2013年7月5日、名古屋
- Sawada, H., Self-sterile mechanisms in an ascidian (primitive chordate) *Ciona intestinalis*: Its reproductive tactics shared with flowering plants. Gordon Research Conferences "Fertilization and Activation of Development", 2013年7月14-19日、Plymouth, U.S.A
- ①Sawada, H., Mechanisms of self- incompatibility in the ascidian *Ciona intestinalis*. 7<sup>th</sup> Tunicate Meeting, 2013年7月22-26日、Naples.
- ②Sawada, H., Ascidian reproductive tactics: From basic biology to applications. 4<sup>th</sup> International Conference Green Technology, 2013年11月9日、Malang, Indonesia.
- ③澤田均、動物と植物の生殖のはなし。「名古屋大学オープンレクチャー2013」, 2013年9月23日、名古屋
- ④澤田均. ホヤのアロ認識機構からみた動植物共通の生

殖タクティクス、日本分子生物学会、2013年12月3-6日、神戸。

〔図書〕(総説合計6編(4冊))

- Sawada, H., Saito, T., Yamaguchi, A., Harada, Y., and Yamada, L. (2012). Allorecognition mechanisms in ascidian fertilization: A reproduction strategy shared with flowering plants. In "*Sperm Cell Research in the 21st Century: Historical Discoveries to New Horizons*" M. Morisawa (ed.), Adthree Publishing Co, pp. 202-207.
- Sawada, H., Yamamoto, K., Otsuka, K., Saito, T., Yamaguchi, A., Mino, M., Akasaka, M., Harada, Y., and Yamada, L. (2014). Allorecognition and lysis systems during ascidian fertilization. In "*Sexual Reproduction in Animals and Plants*", H. Sawada, N. Inoue, M. Iwano (eds.), Springer, pp. 231-244.
- Akasaka, M., Kato, K. H., Kitajima, K., Sawada, H. (2014). Novel isoform of vitellogenin expressed in eggs is a binding partner of the sperm proteases, HrProacrosin and HrSpermosin, in the ascidian, *Halocynthia roretzi*. In "*Sexual Reproduction in Animals and Plants*", H. Sawada, N. Inoue, M. Iwano (eds.), Springer, pp. 131-139.
- 澤田均、岩野 恵 (2014). 動物と植物の受精機構—その多様性と共通性、*動植物の受精学*、化学同人、pp. 15-31.
- 澤田均、笹倉 靖徳、山田 力志 (2014) 原索動物(ホヤ)の受精、*動植物の受精学*、化学同人、pp.167-184.
- Sawada, H., M. Mino, and M. Akasaka (2014). Sperm proteases and extracellular ubiquitin-proteasome system involved in fertilization of ascidians and sea urchins. In: "*Post-translational Protein Modification in the Reproductive System*" P. Sutovsky (ed.), Springer, in press.
- 〔産業財産権〕
- (1) 出願状況(計0件)(2) 取得状況(計0件)
- 〔その他〕(1)ホームページ
- 領域: <http://allo-authentication.net>
- 研究室: <http://www.bio.nagoya-u.ac.jp/~SugashimaMBL/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

澤田 均 (SAWADA, Hitoshi) 名古屋大学・大学院理学研究科・教授 研究者番号：60158946

### (2) 研究分担者 なし

### (3) 連携研究者

宮戸健二 (MIYADO, Kenji) 国立成育医療センター・生殖医療研究部・室長 研究者番号：60324844

稲葉一男 (INABA, Kazuo) 筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授 研究者番号：80221779

岡本龍史 (OKAMOTO, Takashi) 首都大学東京・大学院理工学研究科・准教授 研究者番号：50285095

馬場 忠 (BABA, Tadashi) 筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授 研究者番号：40165056

岩野 恵 (IWANO, Megumi) 奈良先端科学技術大学院大学・助教 研究者番号：50160130

森 稔幸 (MORI, Toshiyuki) 早稲田大学・高等研究所・助教 研究者番号：00462739