

領域略称名：植物ゲノム障壁
領域番号：522

平成23年度科学研究費補助金
「特定領域研究」に係る研究成果等の報告書

「植物の生殖過程におけるゲノム障壁」

(領域設定期間)
平成18年度～平成22年度

平成23年6月

領域代表者 国立遺伝学研究所・系統生物研究センター・教授・倉田のり

2. 目次

2. 目次	1
3. 研究領域の目的および概要	2
4. 研究領域の設定目的の達成度	3
5. 研究領域の研究推進時の問題点と当時の対応状況	4
6. 主な研究成果	5
7. 研究成果の取りまとめの状況	8
8. 研究成果の公表状況	
(1) 主な論文等一覧	9
(2) ホームページ	17
(3) 公開発表	17
(4) 「国民との科学・技術対話」	20
9. 研究組織と各研究項目の連携状況	21
10. 研究費の使用状況	27
11. 当該学問分野及び関連学問分野への貢献度	28
12. 研究計画に参画した若手研究者の成長の状況	29
13. 総括班評価者による評価の状況	30

3. 研究領域の目的および概要

研究領域名	植物の生殖過程におけるゲノム障壁
研究期間	平成18年度～平成22年度
領域代表者所属・職・氏名	国立遺伝学研究所・教授・倉田のり
補助金交付額	平成18年度 202,900,000円
	平成19年度 256,600,000円
	平成20年度 265,100,000円
	平成21年度 243,800,000円
	平成22年度 215,800,000円
計	1,184,200,000円

生物種が種として安定的に存続する条件として、他の近縁種との交雑を不可能にする機構が必須である。つまり、ある種のゲノムの安定的維持には、他の種のゲノムと混ざり合わない機構が必要であるといえる。このように、ある生物種に固有なゲノムが他のゲノムと混ざり合わないよう維持する要因を、ここでは「ゲノム障壁」と呼ぶ。植物ゲノムにおける「ゲノム障壁」の厳密性と可塑性は植物特有の現象と考えられがちだが、その基盤を成している機構に対する解明は、ゲノムの成立過程、種分化、生物多様性と進化等の理解につながると考えられ、植物科学のみならず、その境界領域にもたらす科学上の波及効果は多大である。また、生物多様性が急速に失われつつある現在にあって、生殖はこれらの不良環境に対してもっとも敏感な反応系であり、「ゲノム障壁」因子の分子レベルでの同定やその機能の理解は、植物に対する環境の影響を探る有効かつ興味深い研究課題でもある。本研究領域では、多様な「ゲノム障壁」因子が生殖過程の各段階においてどのように位置づけられ、機能しているのかを明らかにする。

本研究領域では、以下のように最大の目標であるゲノム障壁の実態を解明した。(1) イネの日印交雑でみられる特定のゲノム不伝達因子を3組同定した。そのうち1組は全生物種で新規な例であった。(2) 特定ゲノム間のイネF₁雑種が、耐病性因子による過敏感反応により弱勢になることを見出した。(3) 進化の過程で生じた変異を解消することで、ゲノム障壁を復帰させることに成功した。(4) 植物ホルモン・ジベレリンがゲノム障壁そのものであることを明らかにした。(5) 花粉管ガイダンス分子がアブラナ科自家不和合性花粉側因子に類似性のあるCysteine-rich peptideであることを明らかにし、自家不和合性、受精という異なる場面でのゲノム障壁の共通性を示した。(6) イネの全生殖過程および小孢子／花粉とタペト細胞それぞれでの全遺伝子発現プロファイルを世界ではじめて明らかにした。このように、本研究領域では「ゲノム障壁」の多様性とその分子レベルでの実態を解明した。

4. 研究領域の設定目的の達成度

本研究領域は、300報の論文を発表した。研究対象が生殖形質の遺伝的現象であるため、実験世代作成に時間を要したが、研究期間後半になるにつれ急速に研究が発展した。

本研究領域の最大の目標は、ゲノム障壁の実態の解明であり、それを以下のように成し遂げた。(1) イネ第1染色体と第6染色体に、日印交雑雑種におけるゲノム不伝達因子を同定し、重複遺伝子の片側欠損による雄性配偶体型の機能不全が隔離障壁であることを明らかにした。(2) 日印交雑でみられる特定のゲノム不伝達因子を第3染色体、第6染色体に同定し、それぞれがsmall RNAの形成に重要とされる*AGRONAUTE*様遺伝子と信号伝達関連*Histidine kinase*遺伝子をコードしていた。これらの遺伝子の相互作用によって形成されるゲノム障壁は、全く新規な例である。(3) イネF₁雑種が特定ゲノム間で弱勢になることを見出し、その原因が耐病性因子による過敏感反応であることを解明した。

(4) タネツケバナには、湿地と乾燥地に適した種があり、それらの雑種で湿地に適応した種では、湿地種のゲノム量の方が多く、逆に乾燥地に適したものでは、その逆という結果を得た。このことは、植物が複数のゲノムを獲得し、不適な環境要因を克服して進化してきたことをゲノムレベルで示すものである。(5) 自家不和合性は自己花粉を拒絶して、ゲノム障壁として働く。シロイヌナズナは、雌雄の自他識別因子が進化の過程で破壊され、その障壁をなくしてきたとされていた。多様なエコタイプの探索から、花粉側因子のみが逆位で障壁をなくしている例を発見し、逆位を解消することで、シロイヌナズナをゲノム障壁から復帰させることができた。ゲノム障壁からの復帰は目標以上の成果である。

(6) ジベレリン(GA)の生合成、信号伝達変異体を統合的に解析した結果、GA信号伝達が花粉管伸長を制御し、結果として、GAがゲノム障壁そのものであることを明らかにした。さらに、GA受容体の立体構造およびGA信号伝達遺伝子の進化上の保存性から、GAの起源を明らかにした。

(7) 花粉管ガイダンス、受精時にもゲノム障壁が存在し、異種間では胚珠は花粉管を誘導できない。その誘導分子の実体が、Cysteine-rich peptideであることを世界に先駆けて証明した。この分子は、アブラナ科自家不和合性花粉側因子と類似性があり、自家不和合性、受精という異なる場面でのゲノム障壁の共通性を見出した。花粉管分子の同定は目標通りであるが、異なる場面でのゲノム障壁の共通性を見出した点は、予想しなかった成果である。

(8) イネを材料として、幼穂形成から受精までの26ステージで遺伝子発現プロファイルを構築し、当初目標よりも早期に達成できた。さらに、レーザーマイクロダイセクションとDNAマイクロアレイ法を融合し、小孢子/花粉とタペート細胞を発達過程に沿って単離し、遺伝子発現プロファイルを世界ではじめて構築することもできた。これらのデータをイネ生殖細胞アトラスデータとしてOryzaExpress上で公開し、コミュニティーへの貢献と言う当初の目的も達成できた。

5. 研究領域の研究推進時の問題点と当時の対応状況

研究領域の研究を推進する上では特に大きな問題点は生じなかった。当初の目的通りに研究は推進された。中でも、総括班が意図した支援班と班員との共同研究により、共同論文発表などが多数行われた。また、支援班が予定より早く26ステージ遺伝子プロファイル、小孢子／花粉とタペート細胞遺伝子発現プロファイルを提供することができた。そこから見出した特異的遺伝子を個別に研究する班員も現れ、そうした班員の今後の研究の推進にも貢献できた。世界的に競争の激しい領域での研究も展開されていることから、注目も浴びており、可及的速やかに論文発表ができるよう、領域終了後も研究者間の連絡を密にしたい。班員相互の共同研究が当研究領域の進行とともに活発になり、生殖過程におけるゲノム障壁が発展的に継続していることから、研究が相互に、また連続的に成果を生み出している。

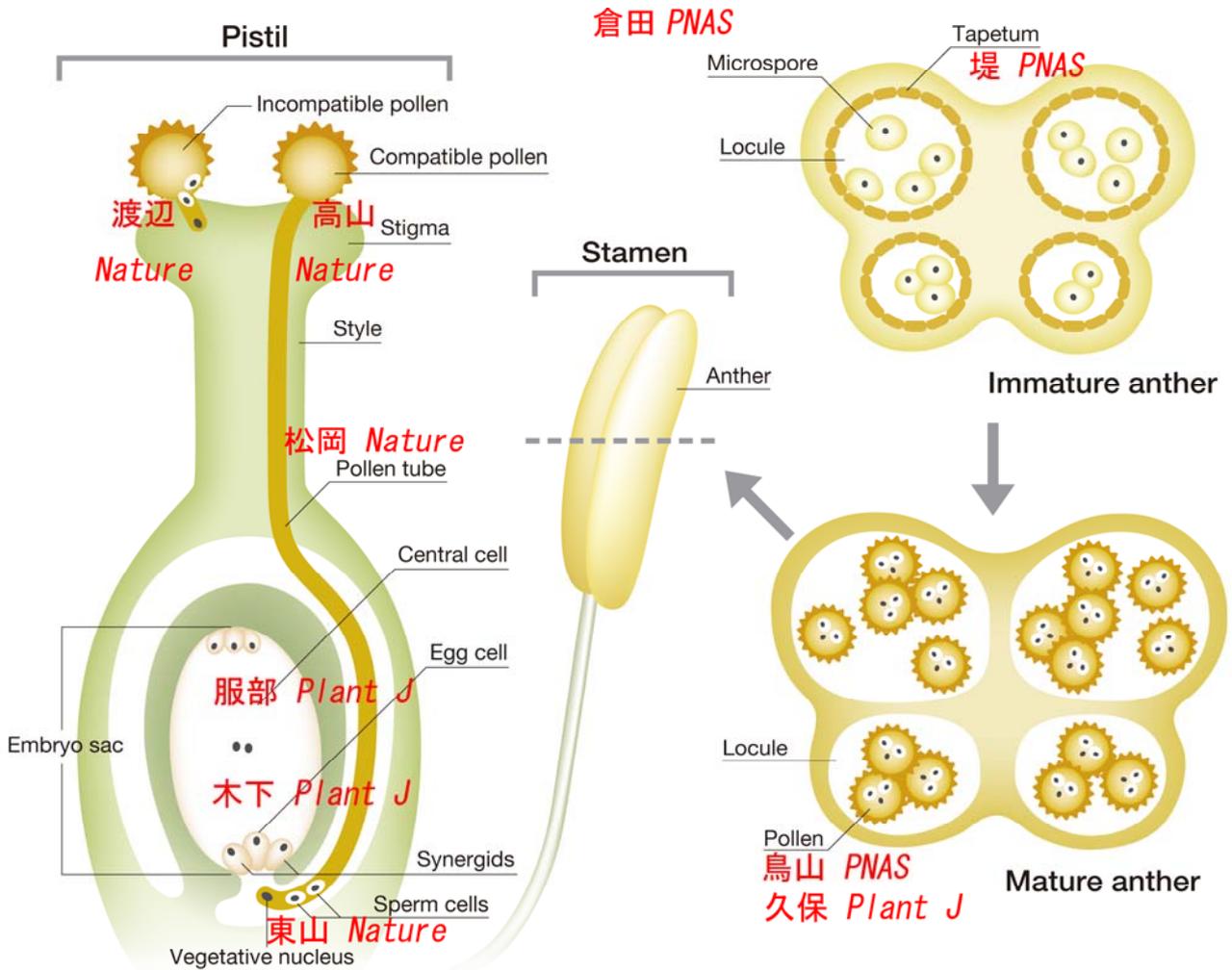
2008年度の領域研究の3年目の中間評価では、評価委員会からこのまま推進すれば良いという『A』評価を得た。評価の概要は以下の通りであった。

「本研究領域は、植物を材料として種分化の基本的メカニズムを明らかにする事を目的としている。植物における生殖隔離の障壁について、多段階での問題点について研究しており、イネの垂種間の生殖隔離の障壁や花粉管ガイダンス因子の解析について注目すべき研究成果が得られている。領域としてはおおむね順調に研究が進んでいると評価する。しかしながら、各研究者はそれぞれ異なった植物種を用いて異なった段階について研究しており、領域の当初の目標である「ゲノム障壁のコントロール」のためには、生殖隔離の障壁のどの段階でどのような遺伝子が重要かと言った全体像を明らかにする必要がある。「植物における障壁」として全体を俯瞰できるように、代表のリーダーシップによって領域全体の方向性を明確にする必要がある。」

この評価を受けて、まず初期の目的であった、幾つかの種類の植物における生殖隔離因子の多様性の解析を集中的に進め、3組の生殖隔離因子と1組の雑種弱性因子を明らかにし、1つの種内で多様なゲノム障壁が存在することを示した。また、花粉管ガイダンス分子を同定し、異なる植物種の自家不和合性の花粉側因子と類似性のある分子であることを明らかにした。このことは、異なる生物種間あるいは異なるゲノム障壁間で類似の分子が利用されていることを意味している。前者の3組の生殖隔離因子は領域代表が明らかにしたものであり、代表のリーダーシップの下、中間評価で指摘された問題点に正面から取り組み、ステージ毎生物種毎のゲノム障壁の特性および生殖過程の理解とともに、生物種間で共通のそれらの様式を明らかにすることができた。

6. 主な研究成果

主な研究成果は図に示し、その中で特に顕著な成果を以下に概説した。



<ゲノム障壁因子の単離>

本研究領域の最大の目標であるゲノム障壁の実態を解明した。イネ日印交雑で第1染色体と第6染色体にゲノム不伝達因子を同定し、重複遺伝子の片側欠損による雄性配偶体型の機能不全が隔離障壁であることを見いだした（倉田 PNAS）。さらに、特定のゲノム不伝達因子を第3染色体、第6染色体に同定し、それぞれがsmall RNAの形成に重要とされる*AGRONAUTE*様遺伝子と信号伝達関連*Histidine kinase*遺伝子をコードしていた。この遺伝子の相互作用によるゲノム障壁の形成は、全生物種で新規な例である。また、イネF₁雑種が特定ゲノム間で弱勢になることを見出し、その原因が耐病性因子による過敏感反応であることを解明した。

タネツケバナには、湿地と乾燥地に適した種があり、その雑種では湿地に適応した種では、湿地種のゲノム量の方が多く、逆に乾燥地に適したものでは、その逆という結果を得た。こうしたことは、植物は複数のゲノムを獲得し、不適な環境要因というゲノムへのストレスを克服し、進

化してきたとされていることをゲノムレベルで証明できた。自家不和合性は自己花粉を拒絶して、ゲノム障壁を構築する現象でもある。シロイヌナズナは、雌雄の自他識別因子、*SP11/SRK*遺伝子が進化の過程で破壊されたことで、その障壁をなくしてきたとされていた。多様なエコタイプの探索から、花粉側因子*SP11*のみが逆位で障壁をなくしている例を発見し、逆位を解消することで、シロイヌナズナにゲノム障壁を復帰させることができた（渡辺、清水 Nature）。

ジベレリン(GA)の生合成、信号伝達変異体を統合的に解析した結果、GA信号伝達が花粉管伸長を制御し、結果として、GAがゲノム障壁そのものであることを明らかにした。さらに、GA受容体の立体構造およびGA信号伝達遺伝子の進化上の保存性から、GAの起源を明らかにした(松岡Nature)。

<花粉管ガイダンスにおけるゲノム障壁関連因子同定>

花粉管ガイダンス、受精時にもゲノム障壁が存在する。実際、異種間では、胚珠は花粉管を誘導できない。その誘導分子の実体は、アブラナ科自家不和合性花粉側因子と部分的な相同性があるCysteine-rich peptideであり、自家不和合性、受精という異なる場面でのゲノム障壁の共通性を見出した。20年来の世界中での競争を制して、普遍的かつ共通的に働く因子を解明できた意義は大きい（東山 Nature）

<細胞質雄性不稔性の不稔遺伝子と稔性回復遺伝子の相互作用>

細胞質雄性不稔は核ゲノムとミトコンドリアゲノムの間の不具合として引き起こされるゲノム障壁である。細胞質雄性不稔はミトコンドリアの不稔遺伝子により引き起こされるが、核にその働きを抑制する遺伝子（稔性回復遺伝子）が存在すると稔性が回復する。本領域では、イネとテンサイを用いて4個の稔性回復遺伝子を同定した。イネのBT型細胞質雄性不稔では、稔性回復遺伝子*RF1*がミトコンドリアの不稔性遺伝子*atp6-orf79* mRNAをプロセッシングすることによりORF79タンパク質の蓄積を抑制し、稔性を回復する。CW型細胞質雄性不稔では、不稔型ミトコンドリアからのレトログレードシグナルにより核遺伝子*RF17*の発現が上昇するが、この型ではレトログレードシグナルに応答しないアレルが稔性回復遺伝子として機能する。これは、機能欠失型アレルが稔性回復遺伝子として機能する世界初の例である（鳥山 PNAS）。また、LD型では稔性回復遺伝子*RF2*がグリシンリッチタンパク質をコードしており、*RF1*とは異なるメカニズムで稔性を回復していると考えられた。テンサイのOwen型細胞質雄性不稔では、ORF129タンパク質の蓄積を抑制することにより稔性が回復する（久保 Plant J）。

<高等植物のミトコンドリアの動態>

植物のミトコンドリアは、細胞質雄性不稔に見られるように、生殖過程ではエネルギー創出器官だけに留まらない特徴的な機能を持っている。生殖器官でのミトコンドリアの数の多さもそれ

を裏付けており、生殖器官でのミトコンドリアの動態は種の存続に大きな影響を与える。

花粉形成過程のミトコンドリアを観察した結果、シロイヌナズナおよびイネでは、タペート細胞が正常な形態のオルガネラおよび細胞膜を保持したまま、葯室内の花粉粒の間にアメーバ状に陥入していくことを明らかにした。これまで、イネ、シロイヌナズナはともに、他の多くの被子植物と同様にタペート細胞が葯室周縁に留まる分泌型タペートを有していると考えられてきた。しかし、本研究の結果は従来の考えを覆し、崩壊に先行して細胞自体が葯室内へ陥入していく侵入型のタペートであることを明らかにした。また、細胞壁を特異的に染色してこの過程を観察したところ、タペート陥入に先だって、細胞壁が消失することも明らかにした（堤 準備中）。

<支援班による生殖過程遺伝子発現プロファイル構築>

イネを材料として、幼穂形成から受精までの26ステージで遺伝子発現プロファイルを抽出し、研究班員全体のゲノム障壁遺伝子の基盤をweb上で利用可能とした。レーザーマイクロダイセクション(LMD)は、特定の細胞を物理的に単離できる。LMDとDNAマイクロアレイ法を融合し、小孢子／花粉とタペート細胞を発達過程に沿って単離し、遺伝子発現プロファイルを世界ではじめて構築した。小孢子／花粉とタペート細胞は異種細胞で機能的にも異なるが、33%の遺伝子が同調的に両細胞で発現すると同時に、24%と10%の遺伝子がそれぞれ一方で特異的に発現していた。このデータを基盤として、個々の特異的遺伝子が個別に機能解析できる体制を構築した。これらの発現データおよび生殖発現ネットワーク解析ツールを搭載したOryzaExpressを開発、作成し、班員に提供すると共に、論文発表後は一般にも公開し、利用に供している。

7. 研究成果の取りまとめの状況

各年度の研究成果は成果報告書として年度毎に取りまとめた。成果報告書は研究評価者、計画班員、公募班員に加え班友、文部科学省関係者に配布した。

科学研究費補助金 特定領域研究「植物の生殖におけるゲノム障壁成果分析」が採択されたことに伴い、以下の手順で最終的な研究成果の取りまとめを行う。

始めに、総括班の代表、分担者は、研究成果の収集に関する書式、時期、およびその後の手順などの確認を行う。

電子メールや郵送等により計画班員および公募班員から5年間（計画班員）あるいは2年間、4年間（公募班員）の研究成果を収集する。

次に、総括班の代表、分担者、その他必要な研究者は、収集した全班員の研究成果に基づき、報告書の具体的内容、体裁等に関して打ち合わせ、書式、公開の方法などの手順を確定する。作成した正規の報告書は、植物生殖分野や関連する分野の研究者に配布し、研究成果を周知する。

それと共に、凝縮版として成果報告パンフレットを作成し、最終報告としてHPに掲載する。

8. 研究成果の公表状況

発表論文数 302 報、著書 72 件、招待講演 140 回の研究成果をあげた。これらの中から代表的なものを以下に記載した。

(1) 主な論文等一覧

そのうち特に顕著なもの

Nature	(IF = 34.480)	5 報
Nat Genet	(IF = 34.284)	3 報
Science	(IF = 29.747)	1 報
Nat Rev Genet	(IF = 27.822)	1 報
Annu Rev Plant Biol	(IF = 23.460)	1 報
Nat Cell Biol	(IF = 19.527)	1 報
Genes Dev	(IF = 12.075)	1 報
Genome Res	(IF = 11.342)	1 報
Curr Biol	(IF = 10.992)	2 報
Curr Opi Plant Biol	(IF = 10.333)	1 報
PNAS	(IF = 9.432)	13 報
Trends Plant Sci	(IF = 9.883)	1 報
Plant Cell	(IF = 9.293)	14 報

論文

- *Ariizumi T, *Toriyama K (2011) Genetic Regulation of Sporopollenin Synthesis and Pollen Exine Development. *Annu Rev Plant Biol* 62, 437-460 (1 回)
- Fujino K, Hashida S-n, Ogawa T, Natsume T, Uchiyama T, Mikami T, *Kishima Y (2011) Temperature controls nuclear import of *Tam3* transposase in *Antirrhinum*. *Plant J* 65, 146-155 (0 回)
- Hamamura Y, Saito C, Awai C, Kurihara D, Miyawaki A, Nakagawa T, Kanaoka MM, Sasaki N, Nakano A, Berger F, *Higashiyama T (2011) Live-cell imaging reveals the dynamics of two sperm cells during double fertilization in *Arabidopsis thaliana*. *Curr Biol* 21, 497-502 (2 回)
- Ishikawa R, Ohnishi T, Kinoshita Y, Eiguchi M, Kurata N, *Kinoshita T (2011) Rice interspecies hybrids show precocious or delayed developmental transitions in the endosperm without change to the rate of syncytial nuclear division. *Plant J* 65, 798-806 (1 回)
- Itabashi E, Iwata N, Fujii S, Kazama T, *Toriyama K (2011) The fertility restorer gene, *Rf2*, for Lead Rice-type cytoplasmic male sterility of rice encodes a mitochondrial glycine-rich protein. *Plant J* 65, 359-367 (0 回)
- Ito Y*, Kimura F, Hirakata K, Tsuda K, Takasugi T, Eiguchi M, Nakagawa K, *Kurata N (2011) Fatty acid elongase is required for shoot development in rice. *Plant J* 66, 680-688 (0 回)
- *Kanazawa A, Inaba J, Shimura H, Otagaki S, Tsukahara S, Matsuzawa A, Kim BM, Goto K, Masuta C (2011) Virus-mediated efficient induction of epigenetic modifications of endogenous genes with phenotypic changes in plants. *Plant J* 65, 156-168 (2 回)
- *Nonomura K-I, Eiguchi M, Nakano M, Takashima K, Komeda N, Fukuchi S, Miyazaki S, Miyao A, Hirochika H, Kurata N (2011) A novel RNA-recognition-motif protein is required for premeiotic G1/S-phase transition in rice (*Oryza sativa* L.). *PLoS Genet* 7, e1001265

(1 回)

- Ohnishi T, Takanashi H, Mogi M, Takahashi H, Kikuchi S, Yano K, Okamoto T, Fujita M, Kurata N, *Tsutsumi N (2011) Distinct gene expression profiles in egg and synergid cells of rice as revealed by cell type-specific microarrays. *Plant Physiol* 155, 881-891 (0 回)
- *Sakurai N, Ara T, Ogata Y, Sano R, Ohno T, Sugiyama K, Hiruta A, Yamazaki K, Yano K, Aoki K, Aharoni A, Hamada K, Yokoyama K, Kawamura S, Otsuka H, Tokimatsu T, Kanehisa M, Suzuki H, Saito K, Shibata D (2011) KaPPA-View4: a metabolic pathway database for representation and analysis of correlation networks of gene co-expression and metabolite co-accumulation and omics data. *Nucleic Acids Res* 39, D677- D684 (0 回)
- Takahashi M, Teranishi M, Ishida H, Kawasaki J, Takeuchi A, Yamaya T, Watanabe M, Makino A, *Hidema J (2011) Cyclobutane pyrimidine dimer (CPD) photolyase repairs ultraviolet-B-induced CPDs in rice chloroplast and mitochondrial DNA. *Plant J* 66, 433-442 (0 回)
- Takeda S, Hanano K, Kariya A, Shimizu S, Zhao L, Matsui M, Tasaka M, *Aida M (2011) CUP-SHAPED COTYLEDON1 transcription factor activates the expression of *LSH4* and *LSH3*, two members of the ALOG gene family, in shoot organ boundary cells. *Plant J* 66, 1066- 1077 (0 回)
- Aikawa S, Kobayashi MJ, Satake A, Shimizu KK, *Kudoh H (2010) Robust control of seasonal expression of *Arabidopsis FLC* gene in a fluctuating environment. *Proc Natl Acad Sci USA* 107, 11632-11637 (4 回)
- Fujimoto M, Arimura S, Ueda T, Takanashi H, Hayashi Y, Nakano A, *Tsutsumi N (2010) *Arabidopsis* dynamin-related proteins DRP2B and DRP1A participate together in clathrin-coated vesicle formation during endocytosis. *Proc Natl Acad Sci USA* 107, 6094-6099 (8回)
- Kong F, Liu B, Xia Z, Sato S, Kim B, Watanabe S, Yamada T, Tabata S, *Kanazawa A, Harada K, Abe J (2010) Two coordinately regulated homologs of *FLOWERING LOCUS T* are involved in the control of photoperiodic flowering in soybean. *Plant Physiol* 154, 1220-1231 (1 回)
- Kubo K, Entani T, Takara A, Wang N, Fields AM, Hua Z, Toyoda M, Kawashima S, Ando T, Isogai A, Kao T-h, *Takayama S (2010) Collaborative non-self recognition system in S-RNase-based self-incompatibility. *Science* 330, 796-799 (3 回)
- Liu B, Watanabe S, Uchimiya T, Kong F, Kanazawa A, Xia Z, Nagamatsu A, Arai M, Yamada T, Kitamura K, Masuta C, Harada K, *Abe J (2010) The soybean stem growth habit gene *Dt1* is an orthologue of *Arabidopsis TFL1*. *Plant Physiol* 153, 198-210 (4 回)
- Mizuta Y, Harushima Y, *Kurata N (2010) Rice pollen hybrid incompatibility caused by reciprocal gene loss of duplicated genes. *Proc Natl Acad Sci* 107, 20417-20422 (1 回)
- Sakaguchi J, Itoh J-I, Ito Y, Nakamura A, Fukuda H, *Sawa S (2010) COE1, an LRR-RLK responsible for commissural vein pattern formation in rice. *Plant J* 63, 405-416 (3 回)
- Sakata T, Oshino T, Miura S, Tomabechi M, Tsunaga Y, Miyazawa Y, Takahashi H, Watanabe M, *Higashitani A (2010) Auxins reverse plant male sterility caused by high temperatures. *Proc Natl Acad Sci USA* 107, 8569-8574 (4 回)
- Sugimoto K, Takeuchi Y, Ebana K, Miyao A, Hirochika H, Hara N, Ishiyama K, Kobayashi M, Ban Y, Hattori T, *Yano M (2010) Molecular cloning of *Sdr4*, a regulator involved in seed dormancy and domestication of rice. *Proc Natl Acad Sci USA*, 107, 5792-5797 (6 回)

- Tang J, Kobayashi K, Suzuki M, Matsumoto S, *Muranaka T (2010) The mitochondrial PPR protein LOVASTATIN INSENSITIVE 1 plays regulatory roles in cytosolic and plastidial isoprenoid biosynthesis through RNA editing. *Plant J* 61, 456-466 (7回)
- Tarutani Y, Shiba H, Iwano M, Kakizaki T, Suzuki G, Watanabe M, Isogai A, *Takayama S (2010) *Trans*-acting small RNA determines dominance relationships in *Brassica* self-incompatibility. *Nature* 466, 983-986 (7回)
- Tsuchimatsu T, Suwabe K, Shimizu-Inatsugi R, Isokawa S, Pavlidis P, Stadler T, Suzuki G, Takayama S, *Watanabe M, *Shimizu KK (2010) Evolution of self-compatibility in *Arabidopsis* by a mutation in the male specificity gene. *Nature* 464, 1342-1346 (8回)
- Yamagata Y, Yamamoto E, Aya K, Win KT, Doi K, Sobrizal Ito T, Kanamori H, Wu J, Matsumoto T, Matsuoka M, Ashikari M, *Yoshimura A (2010) Mitochondrial gene in the nuclear genome induces reproductive barrier in rice. *Proc Natl Acad Sci USA* 107, 1494-1499 (10回)
- *Yamazaki Y, Akashi R, Banno Y, Endo T, Ezura H, Fukami-Kobayashi K, Inaba K, Isa T, Kamei K, Kasai F, Kobayashi M, Kurata N, Kusaba M, Matuzawa T, Mitani S, Nakamura T, Nakamura Y, Nakatsuji N, Naruse K, Niki H, Nitasaka E, Obata Y, Okamoto H, Okuma M, Sato K, Serikawa T, Shiroishi T, Sugawara H, Urushibara H, Yamamoto M, Yaoita Y, Yoshiki A, Kohara Y (2010) NBRP databases: databases of biological resources in Japan. *Nuc Acid Res* 38 D26-32 (7回)
- *Yoneda A, Ito T, Higaki T, Kutsuna N, Saito T, Ishimizu T, Osada H, Hasezawa S, Matsui M, Demura T (2010) Cobtorin target analysis reveals that pectin functions in deposition of cellulose microfibrils parallel to cortical microtubules in a manner dependent on the methylesterification ratio of pectin and its distribution. *Plant J* 64, 657-667 (1回)
- Zhang D, Kato Y, Zhang L, Fujimoto M, Tsutsumi N, Sodmergen, *Sakamoto W (2010) The FtsH protease heterocomplex in *Arabidopsis*: dispensability of type-B protease activity for proper chloroplast development. *Plant Cell* 22, 3710-3725 (1回)
- Aya K, Ueguchi-Tanaka M, Kondo M, Hamada K, Yano K, Nishimura M, *Matsuoka M (2009) Gibberellin modulates anther development in rice via the transcriptional regulation of GAMYB. *Plant Cell* 21, 1453-1472 (20回)
- Fujii S, *Toriyama K (2009) Suppressed expression of *RETROGRADE-REGULATED MALE STERILITY* restores pollen fertility in cytoplasmic male sterile rice plants. *Proc Natl Acad Sci USA* 106, 9513-9518 (8回)
- Fujimoto M, Arimura S, Mano S, Kondo M, Saito C, Ueda T, Nakazono M, Nakano A, Nishimura M, *Tsutsumi N (2009) *Arabidopsis* dynamin-related proteins DRP3A and DRP3B are functionally redundant in mitochondrial fission, but have distinct roles in peroxisomal fission. *Plant J* 58, 388-400 (14回)
- Hattori Y, Nagai K, Furukawa S, Song X-J, Kawano R, Sakakibara H, Wu J, Matsumoto T, Yoshimura A, Kitano H, Matsuoka M, *Ashikari M (2009) The ethylene response factors Snorkel1 and Snorkel2 allow rice to adapt to deepwater. *Nature* 460, 1026-1030 (43回)
- Inoue H, Kobayashi T, Nozoye T, Takahashi M, Kakei Y, Suzuki K, Nakazono M, Nakanishi H, Mori S, *Nishizawa NK (2009) Rice OsYSL15 is an iron-regulated iron(III)-deoxymugineic acid transporter expressed in the roots and is essential for iron uptake in early growth of the seedlings. *J Biol Chem* 284, 3470-3479 (34回)
- *Iwano M, Entani T, Shiba H, Kakita M, Nagai T, Miyawaki A, Shoji T, Kubo K, Isogai A, Takayama S (2009) Fine-tuning of the cytoplasmic Ca²⁺ concentration is essential

- for pollen tube growth. *Plant Physiology* 150, 1322-1334 (11 回)
- Karim MR, Hirota A, Kwiatkowska D, Tasaka M, *Aida M (2009) A role for *Arabidopsis PUCHI* in floral meristem identity and bract suppression. *Plant Cell* 21, 1360-1372 (10 回)
- Komiya R, Yokoi S, *Shimamoto K (2009) A gene network for long day flowering activates *RFT1* encoding a mobile flowering signal in rice. *Development* 136, 3443-3450 (7 回)
- Maeo K, Tokuda T, Ayame A, Mitsui N, Kawai T, Tsukagoshi H, Ishiguro S, *Nakamura K (2009) An AP2-type transcription factor, *WRINKLED1*, of *Arabidopsis thaliana* binds to the AW-box sequence conserved among proximal upstream regions of genes involved in fatty acid synthesis. *Plant J* 60, 476-487 (9 回)
- Miura K, Agetsuma M, Kitano H, Yoshimura A, Matsuoka M, Jacobsen SE, *Ashikari M (2009) A metastable *DWARF1* epigenetic mutant affecting plant stature in rice. *Proc Natl Acad Sci USA* 106, 11218-11223 (4 回)
- Nagano M, Ihara-Ohori Y, Imai H, Inada N, Fujimoto M, Tsutsumi N, Uchimiya H, *Kawai-Yamada M (2009) Functional association of cell death suppressor, *Arabidopsis* Bax inhibitor-1, with fatty acid 2-hydroxylation through cytochrome b. *Plant J* 58, 122-134 (13回)
- Ohyama K, Suzuki M, Kikuchi J, Saito K, *Muranaka T (2009) Dual biosynthetic pathway to phytosterol via cycloartenol and lanosterol in *Arabidopsis*. *Proc Natl Acad Sci USA* 106, 725-730 (16 回)
- Okuda S, Tsutsui H, Shiina K, Sprunck S, Takeuchi H, Yui R, Kasahara RD, Hamamura Y, Mizukami A, Susaki D, Kawano N, Sakakibara T, Namiki S, Itoh K, Otsuka K, Matsuzaki M, Nozaki H, Kuroiwa T, Nakano A, Kanaoka MM, Dresselhaus T, Sasaki N, *Higashiyama T (2009) Defensin-like polypeptide LUREs are pollen tube attractants secreted from synergid cells. *Nature* 458, 357-361 (61 回)
- *Sazuka T, Kamiya N, Nishimura T, Ohmae K, Sato Y, Imamura K, Nagato Y, Koshiha T, Nagamura Y, Ashikari M, Kitano H, Matsuoka M (2009) A rice tryptophan deficient dwarf mutant, *tdt1*, contains a reduced level of indole acetic acid and develops abnormal flowers and organless embryos. *Plant J* 60, 227-241 (2 回)
- Shimizu-Inatsugi R, Lihova J, Iwanaga H, Kudoh H, Marhold K, Savolinen O, Watanabe K, Yakubov VV, *Shimizu KK (2009) The allopolyploid *Arabidopsis kamchatica* originated from multiple individuals of *Arabidopsis lyrata* and *Arabidopsis halleri*. *Mol Ecol* 18, 4024- 4048 (10 回)
- Song X, *Matsuoka M (2009) Bar the windows: an optimized strategy to survive drought and salt adversities. *Genes Dev* 23, 1709-1713 (1 回)
- Takahashi Y, Terashima KM, Yokoi S, Innan H, *Shimamoto K (2009) Variations in *Hd1* proteins, *Hd3a* promoters, and *Ehd1* expression levels contribute to diversity of flowering time in cultivated rice. *Proc Natl Acad Sci USA* 106, 4555-4560 (3 回)
- Uchiyama T, Fujino K, Ogawa T, Wakatsuki A, *Kishima Y, Mikami T, Sano Y (2009) Stable transcription activities dependent on an orientation of *Tam3* transposon insertions into *Antirrhinum* and yeast promoters occur only within chromatin. *Plant Physiol* 151, 1557-1569 (0 回)
- Yamamoto A, Kagaya Y, Toyoshima R, Kagaya M, Takeda S, *Hattori T (2009) *Arabidopsis* NF-YB subunits LEC1 and LEC1-LIKE activate transcription by interacting with seed-specific ABRE-binding factors. *Plant J* 58, 843- 856 (12 回)
- *Arimura S, Fujimoto M, Doniwa Y, Kadoya N, Nakazono M, Sakamoto W, Tsutsumi N (2008) *Arabidopsis* ELONGATED MITOCHONDRIAL1 is required for localization of DYNAMIN-RELATED PROTEIN3A to mitochondrial fission sites. *Plant Cell* 20, 1555-1566

(11回)

- *Doi K, Yasui H, Yoshimura A (2008) Genetic variation in rice. *Curr Opin Plant Biol* 11, 144-148 (9 回)
- *Fujimoto R, Kinoshita Y, Kwawbe A, Kinoshita T, Takashima K, Nordborg M, Nasrallah ME, Shimizu KK, Kudoh H, Kakutani T (2008) Evolution and control of imprinted *FWA* genes in the genus *Arabidopsis*. *PLoS Genet* 4, e1000048 (25 回)
- Hirano K, Ueguchi-Tanaka M, *Matsuoka M (2008) GID1-mediated gibberellin signaling in plants. *Trends Plant Sci* 13, 192-199 (30 回)
- Hisano H, *Kanazawa A, Yoshida M, Humphreys MO, Iizuka M, Kitamura K, Yamada T (2008) Coordinated expression of functionally diverse fructosyltransferase genes is associated with fructan accumulation in response to low temperature in perennial ryegrass. *New Phytol* 178, 766-780 (19 回)
- Imai A, Komura M, Kawano E, Kuwashiro Y, *Takahashi T (2008) A semi-dominant mutation in a ribosomal protein L10 gene suppresses the dwarf phenotype of the *ac15* mutant in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J* 56, 881-890 (15 回)
- *Izawa T, Shomura A, Konishi S, Ebana K, Yano M (2008) Reply to “Japonica rice carried to, not from, Southeast Asia” *Nat Genet* 40, 1264-1266 (2 回)
- Kazama T, Nakamura T, Watanabe M, Sugita M, *Toriyama K (2008) Suppression mechanism of mitochondrial ORF79 accumulation by Rf1 protein in BT-type cytoplasmic male sterile rice. *Plant J* 55, 619-628 (26 回)
- *Kinoshita T, Ikeda Y, Ishikawa R (2008) Genomic imprinting: a balance between antagonistic roles of parental chromosomes. *Seminars in Cell and Dev Biol* 19, 574-579 (16 回)
- Koide Y, Onishi K, Nishimoto D, Baruah AR, *Kanazawa A, Sano Y (2008) Sex-independent transmission ratio distortion system responsible for reproductive barriers between Asian and African rice species. *New Phytol* 179, 888-900 (12 回)
- Komiya R, Ikegami A, Tamaki S, Yokoi S, *Shimamoto K (2008) Hd3a and RFT are essential for flowering in rice. *Development* 135, 767-774 (13 回)
- Saiga S, Furumizu C, Yokoyama R, Kurata T, Sato S, Kato T, Tabata S, Suzuki M, *Komeda Y (2008) The *Arabidopsis* *OBERON1* and *OBERON2* genes encode plant homeodomain finger proteins and are required for apical meristem maintenance. *Development* 135, 1751-1759 (14 回)
- Sakamoto T, *Matsuoka M (2008) Identifying and exploiting grain yield genes in rice. *Curr Opin Plant Biol* 11, 209-214 (14 回)
- Shimada A, Ueguchi-Tanaka M, Nakatsu T, Nakajima M, Naoe Y, Ohmiya H, *Kato H, *Matsuoka M (2008) Structural basis for gibberellin recognition by its receptor GID1. *Nature* 456, 520-523 (38 回)
- Shomura A, *Izawa T, Ebana K, Ebitani T, Kanegae H, Konishi S, Yano M (2008) Deletion in a gene associated with grain size increased yields during rice domestication. *Nat Genet* 40, 1023-1028 (104 回)
- *Takeda S, *Matsuoka M (2008) Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. *Nat Rev Genet* 9, 444-457 (37 回)
- Tanaka M, Kikuchi A, *Kamada H (2008) The *Arabidopsis* histone deacetylases HDA6 and HDA19 contribute to the repression of embryonic properties after germination. *Plant Physiol* 146, 149-161 (33 回)
- Tiwari S, Schulz R, Ikeda Y, Dytham L, Bravo J, Mathers L, Spielman M, Guzmán P, Oakey RJ,

- Kinoshita T, *Scott RJ (2008) *MATERNALLY EXPRESSED PAB C-TERMINAL*, a novel imprinted gene in *Arabidopsis*, encodes the conserved C-terminal domain of polyadenylate binding proteins. *Plant Cell* 20, 2387-2398 (32 回)
- Tsuwamoto R, Fukuoka H, *Takahata Y (2008) *GASSHO1* and *GASSHO2* encoding a putative leucine-rich repeat transmembrane-type receptor kinase are essential for the normal development of the epidermal surface in *Arabidopsis* embryo. *Plant J* 54, 30-42 (2 回)
- Ueda M, Nishikawa T, Fujimoto M, Takanashi H, Arimura S, Tsutsumi N, *Kadowaki K (2008) Substitution of the gene for chloroplast RPS16 was assisted by generation of a dual targeting signal. *Mol Biol Evol* 25, 1566-1575 (16回)
- Ueguchi-Tanaka M, Hirano K, Hasegawa Y, Kitano H, *Matsuoka M (2008) Release of the repressive activity of rice DELLA protein SLR1 by gibberellin does not require SLR1 degradation in the *gid2* mutant. *Plant Cell* 20, 2437-2446 (13 回)
- Yamamoto MP, Shinada H, Onodera Y, Komaki C, Mikami T, *Kubo T (2008) A male sterility-associated mitochondrial protein in wild beets causes pollen disruption in transgenic plants. *Plant J* 54, 1027-1036 (7 回)
- Chhun T, Aya K, Asano K, Yamamoto E, Mrinaka Y, Watanabe M, Kitano H, Ashikari M, *Matsuoka M, Ueguchi-Tanaka M (2007) Gibberellin regulates pollen viability and pollen tube growth in rice. *Plant Cell* 19, 3876-3888 (26 回)
- Hirano K, Nakajima M, Asano K, Nishiyama T, Sakakibara H, Kojima M, Katoh E, Xiang H, Tanahashi T, Hasebe M, Banks JA, Ashikari M, Kitano H, Ueguchi-Tanaka M, *Matsuoka M (2007) The *GID1*-mediated gibberellin perception mechanism is conserved in the lycophyte *Selaginella moellendorffii* but not in the bryophyte *Physcomitrella patens*. *Plant Cell* 19, 3058-3079 (38 回)
- Ingouff M, Hamamura Y, Gourgues M, Higashiyama T, *Berger F (2007) Distinct dynamics of HISTONE3 variants between the two fertilization products in plants. *Curr Biol* 17, 1032-1037 (63 回)
- Iuchi S, Suzuki H, Kim Y-C, Iuchi A, Kuromori T, Ueguchi-Tanaka M, Asami T, Yamaguchi I, Matsuoka M, *Kobayashi M, *Nakajima M (2007) Multiple loss-function of *Arabidopsis* gibberellin receptor *AtGID1s* completely shuts down a gibberellin signal. *Plant J* 50, 958-966 (36 回)
- *Iwano M, Shiba H, Matoba K, Miwa T, Funato M, Entani T, Nakayama P, Shimosato H, Takaoka A, Isogai A, Takayama S (2007) Actin dynamics in papilla cells of *Brassica rapa* during self- and cross-pollination. *Plant Physiology* 144, 72-81 (13 回)
- *Izawa T (2007) Daylength measurements by rice plants in photoperiodic short-day flowering. *Int Rev Cytol* 256, 191-222 (25 回)
- Kakita M, Murase K, Iwano M, Matsumoto T, Watanabe M, Shiba H, Isogai A, *Takayama S (2007) Two distinct forms of *M*-locus protein kinase localize to the plasmamembrane and interact directly with *S*-locus receptor kinase to transduce self-incompatibility signaling in *Brassica rapa*. *Plant Cell* 19, 3961-3973 (35 回)
- Kinoshita Y, Saze H, Kinoshita T, Miura A, Soppe WJ, Koorneef M, *Kakutani T (2007) Control of *FWA* gene silencing in *Arabidopsis thaliana* by SINE-related direct repeats. *Plant J* 49, 38-45 (63 回)
- Kojima H, Suzuki T, Kato T, Enomoto K-I, Sato S, Kato T, Tabata S, Saez-Vasquez J, Echeverria M, Nakagawa T, Ishiguro S, *Nakamura K (2007) Sugar-inducible expression of nucleolin-1 gene of *Arabidopsis thaliana* and its role in ribosome synthesis, growth, and development. *Plant J* 49, 1053-1063 (22 回)

- Nagasaki H, Itoh J, Hayashi K, Hibara K, Satoh-Nagasawa N, Nosaka M, Mukouhata M, Ashikari M, Kitano H, Matsuoka M, Nagato Y, *Sato Y (2007) The small interfering RNA production pathway is required for shoot meristem initiation in rice. *Proc Natl Acad Sci USA* 104, 14867-14871 (38 回)
- *Nonomura K, Morohoshi A, Nakano M, Eiguchi M, Miyao A, Hirochika H, Kurata N (2007) A germcell-specific gene of the *ARGONAUTE* family is essential for the progression of premeiotic mitosis and meiosis during sporogenesis in rice. *Plant Cell* 19, 2583-2594 (54 回)
- Schaller GE, Doi K, Hwang I, Kieber JJ, Khurana JP, Kurata N, Mizuno T, Pareek A, Shiu SH, Wu P, Yip WK (2007) Nomenclature for two-component signaling elements of rice. *Plant Physiol* 143, 555-557 (16 回)
- Shimosato H, Yokota N, Shiba H, Iwano M, Entani T, Che F-S, Watanabe M, Isogai A, *Takayama S (2007) Characterization of the SP11/SCR high-affinity binding site involved in self-nonsel self recognition in *Brassica* self-incompatibility. *Plant Cell* 19, 107-117 (17 回)
- *Ueguchi-Tanaka M, Nakajima M, Katoh E, Ohmiya H, Asano K, Saji S, Hongyu X, Ashikari M, Kitano H, Yamaguchi I, Matsuoka M (2007) Molecular interactions of a soluble gibberellin receptor, GID1, with a rice DELLA protein, SLR1, and gibberellin. *Plant Cell* 19, 2140-2155 (55 回)
- Yamamoto Y, Kamiya N, Morinaka Y, *Matsuoka M, Sazuka T (2007) Auxin biosynthesis by the YUCCA genes in rice. *Plant Physiol* 143, 1362-1371 (31 回)
- Ammiraju JSS, Luo M, Goicoechea JL, Wang W, Kudrna D, Muller C, Talag J, Kim H, Sisneros NB, Blackmon B, Fang E, Tomkins JB, Brar D, MacKilp D, McCouch S, Kurata N, Lambert G, Galbraith DW, Arumuganathan K, Rao K, Walling JG, Gill N, Yu Y, SanMiguel P, Soderlund C, Jackson S, *Wing RA (2006) The *Oryza* bacterial artificial chromosome library resource: construction and analysis of 12 deep-coverage large-insert BAC libraries that represent the 10 genomes types of the genus *Oryza*. *Genome Res* 16, 140-147 (111 回)
- *Higashiyama T, Inatsugi R, Sakamoto S, Sasaki N, Mori T, Kuroiwa H, Nakada T, Nozaki H, Kuroiwa T, Nakano A (2006) Species specificity of the pollen tube attractant derived from the synergid cell of *Torenia fournieri*. *Plant Physiol* 142, 481-491 (20 回)
- Jullien PE, Kinoshita T, Ohad N, *Berger F (2006) Maintenance of DNA methylation during the *Arabidopsis* life cycle is essential for parental imprinting. *Plant Cell* 18, 1360-1372 (126 回)
- Kawakatsu T, Itoh J-I, Miyoshi K, Kurata N, Alvarez N, Veit B, *Nagato Y (2006) *PLASTOCHRON2* regulates leaf initiation and maturation in rice. *Plant Cell* 18, 612-625 (26 回)
- *Komatsuda T, Pourkheirandish M, He C, Azhaguvel P, Kanamori H, Perovic D, Stein N, Graner A, Wicker T, Tagiri A, Lundqvist U, Fujimura T, Matsuoka M, Matsumoto T, Yano M, (2006) Six-rowed barley originated from a mutation in a homeodomain-leucine zipper I-class homeobox gene. *Proc Natl Acad Sci USA* 104, 1424-1429 (65 回)
- *Kurata N, Yamazaki Y (2006) Oryzabase: an integrated biological and genome information database for rice. *Plant Physiol* 140, 12-17 (2 回)
- *Mori T, Kuroiwa H, Higashiyama T, Kuroiwa T (2006) *GENERATIVE CELL SPECIFIC 1* is essential for angiosperm fertilization. *Nat Cell Biol* 8, 64-71 (73 回)
- Morinaka Y, Sakamoto T, Inukai Y, Agetsuma M, Kitano H, Ashikari M, *Matsuoka M (2006)

- Morphological alteration caused by brassinosteroid insensitivity increases the biomass and grain production of rice. *Plant Physiol* 141, 924-931 (26回)
- Nakamura A, Fujioka S, Sunohara H, Kamiya N, Hong Z, Inukai Y, Miura K, Takatsuto S, Yoshida S, Ueguchi-Tanaka M, Hasegawa Y, Kitano H, *Matsuoka M (2006) The role of *OsBRI1* and its homologous genes, *OsBRL1* and *OsBRL3*, in rice. *Plant Physiol* 140, 580-590 (26回)
- *Nishimura Y, Yoshinari T, Naruse K, Yamada T, Sumi K, Mitani H, Higashiyama T, Kuroiwa T (2006) Active digestion of sperm mitochondrial DNA in single living sperm revealed by optical tweezers. *Proc Natl Acad Sci USA* 103, 1382-1387 (32回)
- *Nonomura K-I, Nakano M, Eiguchi M, Suzuki T, *Kurata N (2006) PAIR2, a protein binding to chromosome axes, is essential for homologous chromosome synapsis in rice meiosis I. *J Cell Sci* 119, 217-225 (41回)
- *Shiba H, Kakizaki T, Iwano M, Tarutani Y, Watanabe M, Isogai A, *Takayama S (2006) Dominance relationships between self-incompatibility alleles controlled by DNA methylation. *Nat Genet* 38, 297-299 (26回)
- Ueda M, Arimura S, Yamamoto MP, Takaiwa F, Tsutsumi N, *Kadowaki K (2006) Promoter shuffling at a nuclear gene for mitochondrial RPL27. Involvement of interchromosome and subsequent intrachromosome recombinations. *Plant Physiol* 141, 702-710 (7回)
- Ueda M, Fujimoto M, Arimura S, Tsutsumi N, *Kadowaki K (2006) Evidence for transit peptide acquisition through duplication and subsequent frameshift mutation of a preexisting protein gene in rice. *Mol Biol Evol* 23, 2405-2412 (6回)

著書

- 植田美那子、東山哲也 (2010) 花粉管はどうやって胚珠に到達できるのか? 理科教室 661, 74-77
- 大西孝幸、木下哲 (2010) イネ胚乳の初期発生 Early development of rice endosperm. *Plant Morphol* 22, 15-22
- 垣田満、高山誠司 (2010) 植物の自家不和合性機構- 自他識別機構の普遍性と多様性. In 植物のシグナル伝達- 分子と応答-, 共立出版社 190-195
- 笠原竜四郎、東山哲也 (2010) 花粉管誘引物質 LURE の発見が解き明かす植物の助細胞の機能、遺伝 64, 8-14
- 柴博史、樽谷芳明、高山誠司 (2010) アブラナの自他認識に関わるエピジェネティックな遺伝子発現制御、*Plant Morphology* 22, 3-8
- 樽谷芳明、高山誠司 (2010) アブラナの自家不和合性における small RNA を介した優劣性機構、細胞工学 29, 1254-1256
- 西村宣之、服部東穂 (2010) 解明が進むアブシジン酸受容体とシグナル伝達メカニズム、植物の生長調節 45, 140-143
- 東山哲也 (2010) 花粉管ガイダンス分子 LURE の発見、*Plant Morphology* 22, 23-31
- 東山哲也 (2010) 1枚の写真館 レーザーインジェクター、細胞工学 29, 1067
- 渡辺正夫 (2010) 化学の本だな・読書のススメ、化学 65, 44
- 渡辺正夫 (2010) 読者の声「ハボタンの表紙の衝撃」、*Science Window* 2010年春号 4, 34
- 渡辺正夫 (2010) キャベツに飽いたら、葉ボタンに止まれ、*Science Window* 2010年春号 4-3, 28-29
- 渡辺正夫 (2010) 読者の声「「単位」特集にさまざまな思い」、*Science Window* 2010年夏号 4-4, 34
- 金子芙未、藤岡智明、諏訪部圭太、渡辺正夫 (2009) 第9章 植物の生殖システム：低温下の遺伝子発現及び発現制御機構、In 温度と生命システムの相関学(岩手大学21世紀COEプログラム事業編)、東海大学出版 pp 179-191

- 東山哲也、奥田哲弘、筒井大貴、椎名恵子、武内秀憲、金岡雅浩、佐々木成江 (2009) 花粉管誘引物質の発見、化学と生物 47, 617-623
- 東山哲也 (2009) ユニークな植物トレニアを用いて花粉管誘引物質を発見、細胞工学 28, 700-701
- 渡辺正夫 (2009) あとがき ー生命システムの温度応答反応の先にあるものー, In 温度と生命システムの相関学(岩手大学 21 世紀 COE プログラム事業編), 東海大学出版 299-300
- 池田陽子、木下哲 (2008) ゲノムインプリンティング、監修: 島本功、飯田滋、角谷徹二、細胞工学別冊、植物細胞工学シリーズ 24, 植物のエピジェネティクス、秀潤社 129-135
- 笠原竜四郎、東山哲也 (2008) 花粉管ガイダンス分子の探索、植物の生長調節 43, 115-122
- 木下哲、池田陽子、石川亮 (2008) ポリコーン複合体による植物の発生制御 植物の生長調節 43, 29-34
- 柴博史、高山誠司 (2008) 第 4 章 様々なエピジェネティック現象 1、自家不和合遺伝子、別冊植物細胞工学「植物のエピジェネティクス」120-128
- 鳥山欽哉 (2008) 植物にとっての花粉アレルゲン、植物まるかじり叢書 3 花はなぜ咲くの? 化学同人 西村尚子著 日本植物生理学会監修、担当コラム著者
- 服部束穂 (2008) 種子貯蔵タンパク質遺伝子の制御ネットワーク、「種子のバイオサイエンス (改訂版)」、原田久也他編、学会出版センター 127-130
- 東山哲也 (2008) 花の中での受精と細胞間シグナリング、蛋白質核酸酵素 1267-1274
- 柴博史、渡辺正夫、高山誠司 (2007) 自家不和合性のエピジェネティックな制御機構、植物の生長調節 42, 113-120
- 東山哲也、澤進一郎 (2007) 植物の発生と形態形成、バイオサイエンス 115-121
- 星野敦、木下哲 (2007) 反復配列・DNA メチル化により制御される植物の生命現象、化学と生物 45, 119-125
- 渡辺正夫、鈴木剛、柴博史、高山誠司 (2007) アブラナ科植物の自家不和合性にみられる花粉側優劣性発現機構と DNA メチル化、生物の科学 遺伝 別冊 21, 225-229
- 稲継理恵、東山哲也、上田貴志 (2006) 顕微鏡の概要ー技術発展の歴史と各種顕微鏡の用途、新版 植物の細胞を観る実験プロトコール 26-30
- 稲継理恵、東山哲也、上田貴志 (2006) 光学顕微鏡の使い方、新版 植物の細胞を観る実験プロトコール 31-34
- 東山哲也 (2006) マイクロインジェクション ビデオ顕微鏡、新版 植物の細胞を観る実験プロトコール 88-94
- 東山哲也 (2006) 受精のメカニズム、プラントミメティクス 413-418
- 東山哲也 (2006) 体外受精、プラントミメティクス 419-423
- 東山哲也、浜村有希 (2006) 花粉管ガイダンス分子に迫る、Plant Morphol 18, 29-33
- 渡辺正夫、高山誠司 (2006) 自家不和合性と自他識別機構、In “プラントミメティクス---植物に学ぶ---” (甲斐昌一、森川弘道監修) エヌ・ティー・エス、東京、406-412

(2) ホームページ

領域ホームページ (アクセス数 160,589)

<http://www.nig.ac.jp/labs/NigPrjct/PlantGenBarr/index.html>

OryzaExpress (班員専用) (アクセス数 2,178)

支援班が作成した生殖全過程における全遺伝子発現データベース

http://gbarrier.lab.nig.ac.jp/oryza_express/

OryzaExpress (一般用) (アクセス数 16,602)

支援班が作成した生殖全過程における全遺伝子発現データベース

<http://riceball.lab.nig.ac.jp/oryzaexpress/>

(3) 公開發表

シンポジウム／セミナーの開催

日本育種学会年会育種学会グループ研究集会「植物の生殖過程におけるゲノム障壁研究」、2006年9月23日、愛媛大学、参加者不明（日本育種学会主催のため）

特定領域発足シンポジウム「植物の生殖過程におけるゲノム障壁」2006年10月2日、東京大学農学部弥生講堂、参加者192名

特定領域研究「植物の生殖過程におけるゲノム障壁」ワークショップ（国立遺伝学研究所研究集会共催）2006年11月8日、国立遺伝学研究所、参加者129名

国際シンポジウム「International Symposium of Cell-Cell Communication in Plant Reproduction: from pollination to fertilization」2010年3月11日～12日、奈良県新公会堂、参加者124名

招待講演

Tsuchimatsu T, Suwabe K, Shimizu-Inatsugi R, Isokawa S, Pavlidis P, Städler T, Suzuki G, Takayama S, Watanabe M, Shimizu KK (2011) Evolution of self-compatibility in *Arabidopsis* by a mutation in the male specificity gene, Plant and Animal Genome 2010, San Diego, USA

Watanabe M, Suwabe K, Suzuki G, Shimizu KK, Takayama S (2011) Self-incompatibility in Brassicaceae --Molecular recognition mechanism of self and non-self and dominance relationship between alleles--, Plant and Animal Genome 2010, San Diego, USA

Higashiyama T (2010) Live Cell Analysis of Pollen Tube Guidance, COLD SPRING HARBOR ASIA CONFERENCES from Plant Biology Biotechnology

Higashiyama T (2010) Live Cell Analysis of Pollen Tube Guidance and Double Fertilization, XXI International Congress on Sexual Plant Reproduction

Higashiyama T (2010) Defensin-like polypeptide LUREs are diffusible pollen tube attractants, IPGSA Conference

Higashiyama T (2010) Plant fertilization captured by live cell imaging- How do plants deliver two sperm cells to two recipient cells?, 11th International Symposium on Spermatology

Kanazawa A (2010) RNA silencing as a tool to uncover regulatory mechanisms underlying visible phenotypes in plants. Plant Science Seminar Series. The Samuel Roberts Noble Foundation, Ardmore, Oklahoma, USA

Kinoshita T (2010) Mechanism of genomic imprinting, and its role in interspecies hybridization in flowering plants. Seminar series at Gregor Mendel Institute

Kurata N (2010) Various reproductive barriers in the hybrids and its relation to evolution, The 8th International Symposium on Rice Function Genomics, Bento Gonçalves, Brazil

Ohyanagi H, Kaminuma E, Nagata T, Mochizuki T, Nagasaki H, Nakamura Y, Aizu T, Toyoda A, Fujiyama A, Kurata N (2010) Towards the draft genome sequence of *Oryza officinalis*: the initial landmark in *Oryza* CC genomes, The 8th International Symposium on Rice Function Genomics, Bento Gonçalves, Brazil

Takayama S (2010) Molecular mechanisms of self-incompatibility in the Brassicaceae. XXI International Congress on Sexual Plant Reproduction (21st ICSPR), Bristol, UK

- Toriyama K (2010) Genome barrier between nucleus and mitochondria in rice. (1) PPR gene-disrupted mutant lacking RNA editing of *nad5*. (2) Fertility restorer gene encoding glycine-rich protein. Special Seminar at ARC Center of Excellence in Plant Energy Biology University of Western Australia
- Toriyama K (2010) Production of transgenic plants expressing *Dioscorea batatas* tuber lectin 1 (DB1) to confer resistance against sup-sucking pests. Special seminar at Indonesia Centre for Agriculture Biotechnology and Genetic Resources, Bogor, Indonesia
- Toriyama K (2010) Molecular comparison of fertility restorer genes, *RF1*, *RF2* and *RF17*, for cytoplasmic male sterility in rice. Special seminar at Faculty of Agriculture, University of Padjadjaran
- Toriyama K (2010) Production of transgenic plants accumulating yam tuber lectin 1 (DB1) and efficacy against sup-sucking pests. Special seminar at Agricultural Genetics Institute, Hanoi, Vietnam 2010
- Hattori T (2009) Tubulin phosphorylation in response to hyperosmotic stress in plant cells. International Symposium on Aro-Bio Products Developed by Combinations of NT, BT and IT, Seoul, Korea
- Higashiyama T (2009) Pollen tube guidance by defensin-like polypeptide LUREs, SFB592 Signal Mechanism In Embryogenesis and Organogenesis
- Kinoshita T (2009) Genetic dissection of “active DNA demethylation” and “a chromatin-based mechanism” by ALAC1 for establishment of genomic imprinting in *Arabidopsis*. Seminar series at UC Davis
- Kurata N (2009) Wild rice resource project in Japan and its perspectives. The 6th International Rice Genetics symposium, Manila, Philippines
- Kurata N, Mizuta Y, Kubo T, Harushima Y (2009) Genome evolution and reproductive barriers in rice. The 6th International Rice Genetics symposium, Manila, Philippines
- Matsuoka M (2009) GA signaling pathways for yield traits in rice. 6th International Rice Genetics Symposium. Manila, Philippines
- Takayama S (2009) Self-incompatibility signaling in the Brassicaceae. 9th International Plant Molecular Biology Congress (IPMB), St. Louis
- Takayama S (2009) Self-incompatibility system in *Brassica* and its application for F₁-hybrid breeding. KRIBB-NAIST Joint Symposium, Jeongeup, Korea
- Win KT, Kubo T, Miyazaki Y, Doi K, Yamagata Y, Yasui H, Yoshimura A (2009) Molecular mapping of two loci conferring F1 pollen sterility in inter- and intraspecific crosses of rice. The 6th International Rice Genetics symposium, Manila, Philippines
- Higashiyama T (2008) Pollen tube attractants derived from the synergid cell, Frontiers of Sexual Plant Reproduction
- Higashiyama T (2008) Behavior and signaling in gametophytic interactions, FASEB Sumer Research Conferences
- Higashiyama T (2008) Behavior and signaling in gametophytic interactions, XX International Congress on Sexual Plant Reproduction
- Kinoshita T (2008) Establishment of genomic imprinting by *ALARM CLOCK* genes in *Arabidopsis*. EMBO Workshop, Singapore
- Matsuoka M (2008) Structural basis for gibberellin recognition by its receptor GID1. The 6th International Symposium of Rice Functional Genomics, Jeju, Korea
- Suwabe K, Morgan C, Isokawa S, Matsumoto S, Hirai M, Bancroft I, Watanabe M (2008) SSR markers for comparative genetics and genomics in *Brassica*. The symposium for the

Opening Ceremony of CMRC, Daejeon, Korea

Toriyama K (2008) Toward understanding the molecular mechanism of cytoplasmic male sterility/fertility restoration in rice. Rice mini-symposium. (Cornell University, Ithaca, NY, USA)

Toriyama K (2008) Comparative study on BT-, LD, and CW-type CMS/fertility restoration in rice. International Conference for Plant Mitochondrial Biology. Lake Tahoe, USA

Watanabe M, Takada Y, Suwabe K, Isokawa S, Suzuki G, Shiba S, Isogai A, Takayama S (2008) Recent topics of self-incompatibility research in *Brassica* species. The symposium for the Opening Ceremony of CMRC, Daejeon, Korea

Ishiguro S (2007) Involvement of jasmonic acid in the development of floral organs in Arabidopsis. Plant Science Seminar, Ruhr University, Bochum, Germany

Higashiyama T (2006) Cell-Cell Communication in Pollen Tube Guidance, FASB Summer Research Conference

Kurata N, Suzuki T, Eiguchi M, Kumamaru T, Moriguchi K, Nagato Y, Satoh H (2006) A simple TILLING and high frequency mutations suitable for approaching all gene function in rice. The 4th International Rice Functional Genomics Symposium, Montpellier, France

(4) 「国民との科学・技術対話」

・科学技術振興機構委託事業 未来の科学者養成講座

東北大学（科学者の卵養成講座）渡辺正夫、鳥山欽哉、伊藤幸博（運営、講師、実験指導）

高校1,2年生 100名（2009年度）、100名（2010年度）

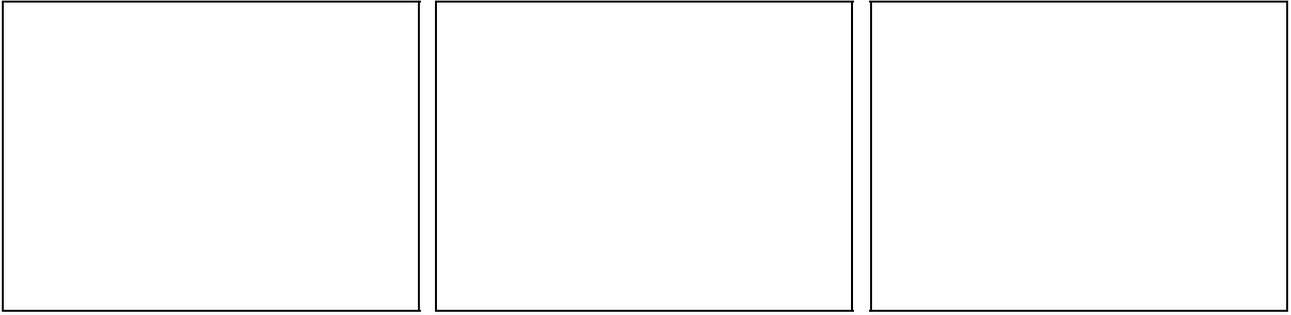
筑波大学（BSリーグ ～めざそう未来の生物学者！～）岩井宏暁（講師、審査委員）

小学6年生～中学3年生 31名（2009年度）

科学実験への興味、観測や観察への興味、真実を探って明らかにしたい気持ち（探求心）、将来科学技術の分野で活躍したい気持ち（理系に進む意欲）、考える力（洞察力、発想力、論理力）の項目について、講座受講後に特に高いスコアを示した。受講した生徒たちにとって大きな学習効果と科学に対する意識の向上が見られたものと考えられる。さらに、参加者本人のみならず、保護者、教諭からも極めて高い評価を得た。

・小中高での出前授業

小学校、中学校、高等学校において、200回以上におよぶ出前授業を行った。参加者は数名から1,000名を超えることもあり、総計4,000名以上である。毎回、多くの生徒から高い満足度が得られている。以下のように、アンケート結果はもちろん、きれいに彩られた手紙が多数送られてきていることから、極めて高い評価を得ていることがわかる。



・テレビ・ラジオ出演

倉田のり ラジオ放送、FMみしま・かんなみ、「野生イネとその研究の話」 2009年

鳥山欽哉 東日本放送 「東北大学の新世紀」、花粉の不思議を解明 2007年

・その他

以上に加え、体験学習、一般市民向け講演会等の活動を行った。

9. 研究組織と各研究項目の連携状況

計画研究では、支援班がイネの生殖過程の全遺伝子発現プロファイルデータを取得した。また、計画班員、公募班員のマイクロアレイ実験を支援班がサポートした。その際、研究期間および研究費を考慮し、公募研究の支援を優先して行った。これらの実験により得られた大量の遺伝子発現情報の解析は、バイオインフォマティクスを専門とする公募班員を中心に行った。そのため、計画班員、公募班員が密接に調和し、非常に多くの共同研究が生まれた。以下に、共同研究の実例を列挙する。

なお、本研究領域の研究項目は1つであり、研究項目間の連携は該当しない。

<計画研究>

植物の生殖過程を通じた遺伝子発現プロファイリング（支援班）

国立遺伝学研究所・倉田のり、東北大学・渡辺正夫／鳥山欽哉／伊藤幸博
東京大学・堤 伸浩、名古屋大学・松岡 信／服部東穂、奈良先端大・木下 哲

<支援先>

鳥山欽哉、高山誠司、木下 哲、服部東穂、鎌田 博、矢野健太郎、久保山 勉、金澤 章、東谷篤志、柴 博史、井澤 毅：リクエストに応じたマイクロアレイ実験及びデータ提供

イネ生殖過程におけるゲノム障壁遺伝子の単離と機能解析

国立遺伝学研究所 教授・倉田のり／准教授・野々村賢一（～平成19年度）／助教・久保貴彦（平成20年度～）

<共同研究>

高山誠司、柴 博史：イネおよびシロイヌナズナを使った TILLING 法の応用

木下 哲：栽培イネと野生イネの交雑における胚乳の生殖的隔離

渡辺正夫、石水 毅：花粉管特異的遺伝子の探索

東山哲也：シロイヌナズナ胚珠に置ける発現遺伝子群の解析

支援班、矢野健太郎、松岡 信、渡辺正夫、堤 伸浩、鳥山欽哉、東谷篤志：マイクロアレイ・データ解析、選抜した遺伝子に対する遺伝子の構造と機能に関するアノテーション解析および Web データベース OryzaExpress の構築

テンサイ雄性不稔性原因遺伝子と花粉稔性回復遺伝子の相互作用解析

北海道大学 准教授・久保友彦／助教・小野寺康之（平成19年度～）／教授・三上哲夫

<共同研究>

鳥山欽哉：植物ミトコンドリアミニサテライトの多型解析

イネ細胞質雄性不稔に見られる核とミトコンドリアのゲノム障害

東北大学 教授・鳥山欽哉

<共同研究>

支援班：5種類の細胞質雄性不稔イネの網羅的遺伝子発現解析および雄性不稔系統 BTA と稔性回復系統 BTR の葯の発育ステージ別の網羅的遺伝子発現解析

渡辺正夫、矢野健太郎：マイクロダイセクション-アレイ解析による小孢子母細胞、小孢子、花粉、タペート組織における網羅的遺伝子発現解析

渡辺正夫：BT型細胞質雄性不稔における Rf1 タンパク質によるミトコンドリア ORF79 蓄積抑制のメカニズム解析

矢野健太郎：ミトコンドリアゲノムアレイ解析と転写マップ作成

高山誠司、柴 博史：葯タペート組織特異的発現プロモーターの利用

久保友彦：植物ミトコンドリアミニサテライトの多型解析

石黒澄衛：ナタネの形質転換

支援班、矢野健太郎、倉田のり、松岡 信、渡辺正夫、堤 伸浩、東谷篤志：マイクロアレイ・データ解析、選抜した遺伝子に対する遺伝子の構造と機能に関するアノテーション解析および Web データベース OryzaExpress の構築

生殖過程におけるジベレリン生合成と信号伝達に関する分子遺伝学的解析

名古屋大学 教授・松岡 信

<共同研究>

支援班：花粉及びタペート組織の全遺伝子プロファイリング

支援班、矢野健太郎、倉田のり、渡辺正夫、堤 伸浩、鳥山欽哉、東谷篤志：マイクロアレイ・データ解析、選抜した遺伝子に対する遺伝子の構造と機能に関するアノテーション解析および Web データベース OryzaExpress の構築

渡辺正夫：イネ受粉反応時の花粉管成長とその機能因子解析

受粉反応時に「ゲノム障壁」を誘起する花粉・柱頭因子の分子遺伝学的解析

東北大学 教授・渡辺正夫、大阪教育大学 准教授・鈴木 剛、三重大学 准教授・諏訪部圭太（平成 21 年度～）

<共同研究>

鳥山欽哉、矢野健太郎：マイクロダイセクション-アレイ解析による小孢子母細胞、小孢子、花粉、タペート組織における網羅的遺伝子発現解析

鳥山欽哉：BT 型細胞質雄性不稔における Rf1 タンパク質によるミトコンドリア ORF79 蓄積抑制のメカニズム解析

松岡 信：イネ受粉反応時の花粉管成長とその機能因子解析

高山誠司、柴 博史：アブラナ科植物の受粉・受精反応

横井修司：セイヨウナタネにおける胚発生特異的因子の機能解析

工藤 洋：シロイヌナズナ自家不和合性関連遺伝子の解析

横山隆亮：自殖・他殖を制御する *XTH* 遺伝子の機能解析

石水 毅：シロイヌナズナ UGPase のタペート細胞における機能解析

東谷篤志：受粉関連花粉遺伝子の機能解析

矢野健太郎：花粉発達における small RNA の網羅的解析

倉田のり、石水 毅：花粉管特異的遺伝子の探索

支援班、矢野健太郎、倉田のり、松岡 信、堤 伸浩、鳥山欽哉、東谷篤志：マイクロアレイ・データ解析、選抜した遺伝子に対する遺伝子の構造と機能に関するアノテーション解析および Web データベース OryzaExpress の構築

初期受粉過程における生殖障壁の分子解析

奈良先端科学技術大学院大学 教授・高山誠司

<共同研究>

支援班：マイクロアレイを用いた微小組織における遺伝子発現様式の網羅的探索

倉田のり、柴 博史：イネおよびシロイヌナズナを使った TILLING 法の応用

石黒澄衛、柴 博史：和合受粉時における花粉表層物質の関与、タペート細胞特異的プロモーターの利用

東山哲也、柴 博史：植物微小組織へのマイクロインジェクション法の応用

渡辺正夫、柴 博史：アブラナ科植物の受粉・受精反応

鳥山欽也、柴 博史：葯タペート組織特異的発現プロモーターの利用

堤 伸浩、柴 博史：マイクロダイセクション法の初期受粉過程研究への応用

花粉管ガイダンスと重複受精におけるゲノム障壁の鍵因子

名古屋大学 教授・東山哲也

<共同研究>

木下 哲、堤 伸浩：重複受精に関わる新規突然変異体の可視スクリーニングとイメージング

高山誠司、柴 博史：植物微小組織へのマイクロインジェクション法の応用

石黒澄衛：アラビノガラクトタンパク質の分析

高等植物のミトコンドリアダイナミクスと生殖戦略

東京大学 教授・堤 伸浩／准教授・中園幹生／助教・有村慎一

<共同研究>

木下 哲、東山哲也：重複受精に関わる新規突然変異体の可視スクリーニングとイメージング

高山誠司、柴 博史：マイクロダイセクション法の初期受粉過程研究への応用

石黒澄衛：タペート細胞特異的なミトコンドリアマーカークラインの利用

支援班、矢野健太郎、倉田のり、松岡 信、渡辺正夫、鳥山欽哉、東谷篤志：マイクロアレイ・データ解析、選抜した遺伝子に対する遺伝子の構造と機能に関するアノテーション解析および Web データベース OryzaExpress の構築

胚乳におけるゲノム障壁の解析

奈良先端科学技術大学院大学 准教授・木下 哲

<共同研究>

支援班：DNA 脱メチル化を介してインプリンティングの制御を行う *ALAC1* の変異体の遺伝子発現パターンのマイクロアレイ解析

支援班、服部東穂：イネ無胚乳変異体 *en11* の解析

倉田のり：栽培イネと野生イネの交雑における胚乳の生殖的隔離

東山哲也、堤 伸浩：重複受精に関わる新規突然変異体の可視スクリーニングとイメージング

鎌田 博：シロイヌナズナの DNA メチル化酵素変異体とクロマチンリモデリング因子変異体の比較および関連遺伝子の発現解析

高等植物の胚成熟制御ネットワークの解明

名古屋大学 教授・服部東穂／准教授・武田 真、三重大学 助教・加賀谷安章

<共同研究>

支援班：シロイヌナズナの種子形成過程における *lec1*, *lec2*, *fus3* および *abi3* 変異体と対応する野生型のトランスクリプトームのマイクロアレイ解析

支援班、木下 哲：イネ無胚乳変異体 *en11* の解析

<公募研究>

植物における異種ゲノムへの応答としての雑種不稔機構の解明（平成 19、20 年度）

種間の隔離障壁を構成する雑種不稔現象に関する分子基盤（平成 21、22 年度）

北海道大学 准教授・金澤 章

<共同研究>

支援班：配偶子致死の誘導に関連した遺伝子発現の変化の解析

小孢子培養を利用した植物の胚発生と種子形成に関与する因子の機能解析

岩手大学 准教授・横井修司

<共同研究>

渡辺正夫：セイヨウナタネにおける胚発生特異的因子の機能解析

生殖器官形成における細胞壁構築関連遺伝子群の機能解析

東北大学 講師・横山隆亮

<共同研究>

渡辺正夫：自殖・他殖を制御する *XTH* 遺伝子の機能解析

高温により誘導される雄性不稔実行プログラムの解明

東北大学 教授・東谷篤志

<共同研究>

支援班：オオムギの高温障害時と6条ならびに2条の発生時にみられる網羅的マイクロアレイ解析

渡辺正夫：受粉関連花粉遺伝子の機能解析

矢野健太郎：オオムギマイクロアレイを用いた生殖過程とその障害時の遺伝子ネットワーク解析

支援班、矢野健太郎、倉田のり、松岡 信、渡辺正夫、堤 伸浩、鳥山欽哉：マイクロアレイ・データ解析、選抜した遺伝子に対する遺伝子の構造と機能に関するアノテーション解析および Web データベース OryzaExpress の構築

日本型イネと品種「Jamaica」の間で生じる F₁ 雑種弱勢発生の分子機構（平成 19、20 年度）

イネをモデルとした自己免疫不全型雑種弱勢発生機構の解明（平成 21、22 年度）

茨城大学 准教授・久保山 勉

<共同研究>

支援班：イネ品種日本晴とペルーの品種 Jamaica の間で生じる雑種弱勢の誘導時の遺伝子プロファイリング

生殖過程における細胞壁マトリックス糖鎖の作用機構に関する分子生物学的解析（平成 19、20 年度）

生殖過程における細胞壁マトリックス糖鎖の機能に関する分子生物学的解析（平成 21、22 年度）

筑波大学 講師・岩井宏暁

<共同研究>

佐藤 忍（研究評価者）：生殖過程に関わる細胞壁関連遺伝子の発現によって変化した細胞壁多糖類についての生化学的分析

高等植物の胚発生維持・栄養成長相への転換を制御するクロマチンリモデリング機構

筑波大学 教授・鎌田 博

<共同研究>

支援班：クロマチンリモデリング因子のシロイヌナズナ各種変異体を用いたマイクロアレイ解析
木下 哲：シロイヌナズナの DNA メチル化酵素変異体とクロマチンリモデリング因子変異体の比較および関連遺伝子の発現解析

柴 博史：シロイヌナズナゲノム DNA のメチル化状態変化（メチローム解析）の解析手法の応用

シロイヌナズナを用いたエキシン形成機構の解析（平成 19、20 年度）

花粉表層構造の形成機構とそのゲノム障壁における機能の研究（平成 21、22 年度）

名古屋大学 准教授・石黒澄衛

<共同研究>

高山誠司、柴 博史：和合受粉時における花粉表層物質の関与、タペート細胞特異的プロモーターの利用

堤 伸浩：タペート細胞特異的なミトコンドリアマーカークラインの利用

東山哲也：アラビノガラクトナンタンパク質の分析

鳥山欽哉：ナタネの形質転換

花粉管伸長におけるペクチン合成の生化学的解析（平成 19、20 年度）

花粉管伸長過程の分子解析（平成 21、22 年度）

大阪大学 講師・石水 毅

<共同研究>

渡辺正夫：シロイヌナズナ UGPase のタペート細胞における機能解析

倉田のり、渡辺正夫：花粉管特異的遺伝子の探索

異質倍数化による適応放散：ゲノム障壁の打破がもたらす植物多様化の過程（平成 19、20 年度）

倍数化を伴う種分化による植物多様化と適応遺伝子の進化（平成 21、22 年度）

京都大学 教授・工藤 洋

<共同研究>

田畑哲之（研究評価者）：ミチタネツケバナ *Cardamine hirsuta* 全ゲノム解読プロジェクト

渡辺正夫：シロイヌナズナ自家不和合性関連遺伝子の解析

対立遺伝子の優劣に関わる DNA メチル化機構の解析（平成 19、20 年度）

種内雑種を利用した対立遺伝子間の優劣に関わる DNA メチル化機構の解析（平成 21、22 年度）

奈良先端科学技術大学院大学 助教・柴 博史

<共同研究>

支援班：マイクロアレイを用いた微小組織における遺伝子発現様式の網羅的探索

倉田のり、高山誠司：イネおよびシロイヌナズナを使った TILLING 法の応用

石黒澄衛、高山誠司：和合受粉時における花粉表層物質の関与、タペート細胞特異的プロモーターの利用

東山哲也、高山誠司：植物微小組織へのマイクロインジェクション法の応用

渡辺正夫、高山誠司：アブラナ科植物の受粉・受精反応

鳥山欽也、高山誠司：葯タペート組織特異的発現プロモーターの利用

鎌田 博：シロイヌナズナゲノム DNA のメチル化状態変化（メチローム解析）の解析手法の応用

堤 伸浩、高山誠司：マイクロダイセクション法の初期受粉過程研究への応用

ゲノム障壁を支える雌蕊生殖器官形成の解析

奈良先端科学技術大学院大学 准教授・相田光宏

シロイヌナズナの受精過程における HD- GL2 型転写因子群の機能解析

岡山大学 教授・高橋 卓

イネ配偶体型花粉不稔遺伝子の単離

名古屋大学 准教授・土井一行

植物ステロール代謝系の雄性配偶体形成における機能解明

大阪大学 教授・村中俊哉

イネ日印交雑 F₁ 世代にみられる開花遅延現象による生殖隔離の解明

<共同研究>

支援班：類似性クラスタに合わせたマイクロアレイ表示データベースの提供および共発現する遺伝子の転写制御に関わるシス配列の *in silico* での同定

「ゲノム障壁」関連遺伝子群探索のための統合データベース構築 (平成 19、20 年度)

植物ゲノム障壁に関連する遺伝子の探索と機能推定のためのデータベース構築 (平成 21、22 年度)

明治大学 准教授・矢野健太郎

<共同研究>

支援班、倉田のり、松岡 信、渡辺正夫、堤 伸浩、鳥山欽哉、東谷篤志：マイクロアレイ・データ解析、選抜した遺伝子に対する遺伝子の構造と機能に関するアノテーション解析および Web データベース OryzaExpress の構築

渡辺正夫：花粉発達における small RNA の網羅的解析

渡辺正夫、鳥山欽哉：マイクロダイセクション-アレイ解析による小孢子母細胞、小孢子、花粉、タペート組織における網羅的遺伝子発現解析

鳥山欽哉：ミトコンドリアゲノムアレイ解析と転写マップ作成

東谷篤志：オオムギマイクロアレイを用いた生殖過程とその障害時の遺伝子ネットワーク解析



10. 研究費の使用状況

ここでは高額機器の購入や使用目的等の羅列を避け、特定領域研究という異分野の研究者が共同研究を行うことができるという特徴を生かした使用例を総括班と支援班を具体例として挙げた。

総括班経費は、会議の開催費用、シンポジウム・ワークショップの招待者旅費、ニュースレターやポスター等の作成費、事務補助者の雇用などに用いた。アレイワークショップでは、公募班員を含むバイオインフォマティクスの専門家によるパソコンおよびネットを用いた実用的なドライ解析指導を行い、下記の支援班のデータを最大限に活用するための基盤形成を行った。ウェットな実験に長けた研究者にとって、しばしば持て余しがちになる大量のアレイデータの解析の実践技術を習得すると同時に、バイオインフォマティクスの専門家との共同研究の必要性を実感させ、実際に数多くの共同研究につなげることができ、いくつかは論文として発表した。また、国際シンポジウムを開催し、生殖研究の最先端の情報発信を行った。

支援班経費は、主にレーザーマイクロダイセクション（LMD）、マイクロアレイ、アレイデータの班員への公開のためのサーバー、ポスドク／実験補助者の雇用などに用い、イネの雄性生殖器官の各発生ステージの単一組織ごとの全遺伝子発現プロファイルの解明を行った。つまり、花粉形成過程の発生ステージを定義し、そのステージごとに葯のサンプルを収集した。そのサンプルからLMDにより花粉（母）細胞とタペート組織のみを他の組織から分離してそれぞれ採取し、RNAを抽出してマイクロアレイ実験を行った。タペート組織は、花粉の形成・機能発現に極めて重要な働きをしていることが知られている組織であり、植物の生殖制御のターゲットとなっているが、葯という複雑な器官の中にあるため、それを単独に単離して解析できなかった。その問題点に対してLMD技術を導入することでクリアし、植物の生殖に重要な2種の細胞・組織である、小孢子／花粉とタペート細胞遺伝子発現プロファイルを明らかにすることができ、これまで全く機能未知であった遺伝子や予期せぬ遺伝子の関与等、他の手法では不可能であったデータを取得できた。これらの成果は論文発表するとともにデータベースとして公開した。さらにこれらの新規知見は、それらの遺伝子の詳細な機能と遺伝子ネットワークの解析を目的とする新しい研究分野の誕生を意味しており、さらには植物の生殖制御技術の新規開発への応用が期待される。

こうした知的基盤を構築するとともに、各班員のリクエストに応じてマイクロアレイ実験も行った。このマイクロアレイ実験支援は、単に班員の研究に寄与するだけでなく、班員と支援班代表者／分担者との共同研究を促し、実際に多くの共同研究を進める機動力となり、特定領域研究ならではの取り組みとなった。

個別の計画研究、公募研究についても、各班員はバランスよく経費を項目に配分して効率的な利用を行い、効果的に結果に結びつけた。

1 1. 当該学問分野及び関連学問分野への貢献度

貢献度の指標として班員の各賞の受賞を示す。以下のように 27 件の受賞があり、当該学問分野および関連学問分野に大きく貢献したことを示している。

渡辺正夫、日本学術振興会賞、2011 年

Tsuchimatsu T, Suwabe K, Shimizu-Inatsugi R, Isokawa S, Pavlidis P, Städler T, Suzuki G, Takayama S, Watanabe M, Shimizu KK, Evolution 2010, Walter M. Fitch Award、2010 年

荒瀬幸子、太田垣駿吾、喜多村啓介、金澤章、日本育種学会第 117 回講演会優秀発表賞、2010 年
石水毅、日本生化学会奨励賞、2010 年

板橋悦子、岩田夏子、藤井壮太、風間智彦、鳥山欽哉、日本育種学会第 118 回講演会優秀発表賞、2010 年

鈴木剛、Plant & Cell Physiology, Cover Design Contest Award 2009、2010 年

濱田和輝、山本直樹、望月孝子、諏訪部圭太、倉田のり、矢野健太郎、日本育種学会第 117 回講演会優秀発表賞、2010 年

東山哲也、日本学術振興会賞、2010 年

三上哲夫、北海道科学技術賞、2010 年

水多陽子、春島嘉章、倉田のり、日本育種学会第 117 回講演会優秀発表賞、2010 年

沖山友哉、一谷勝之、藤田雅丈、倉田のり、渡部信義、久保山勉、日本育種学会第 115 回講演会優秀発表賞、2009 年

柴博史、科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞、2009 年

野々村賢一、高嶋和也、中野睦子、永口貢、宮尾安藝雄、廣近洋彦、倉田のり、日本育種学会第 115 回講演会優秀発表賞、2009 年

東山哲也、日本植物形態学会平瀬賞、2009 年

水多陽子、春島嘉章、倉田のり、日本遺伝学会第 81 回大会 Best Paper 賞、2009 年

石黒澄衛、日本農芸化学会 BBB 論文賞、2008 年

岩井宏暁、文部科学大臣表彰若手科学者賞、2008 年度

岩井宏暁、筑波大学学長表彰、2008 年度

中川強、石黒澄衛、木村哲哉、日本植物細胞分子生物学会技術賞、2008 年

松岡信、日本育種学会論文賞、2008 年

Ishimizu T, Hashimoto C, Takeda R, Fujii K, Hase S、日本生化学会 JB 論文賞、2007 年

太田垣駿吾、新井真琴、高橋亜紀子、後藤一法、洪鎮成、増田税、金澤章、日本植物細胞分子生物学会 2007 年度論文賞、2007 年

鎌田博、日本植物細胞分子生物学会学術賞、2007 年

木下哲、日本植物生理学会奨励賞、2007 年

東山哲也、日本植物学会賞特別賞（技術）、2007 年

矢野健太郎、日本植物細胞分子生物学会、2007 年度学会賞（奨励賞）、2007 年

和田直樹、秋山征夫、大谷基泰、鈴木剛、向井康比己、島田多喜子、福井希一、大阪大学先端イノベーションセンターVBL 公開成果発表会・優秀賞、2006 年

1 2. 研究計画に参画した若手研究者の成長の状況

研究代表者、分担者の昇任

工藤洋 教授 (准教授より)	野々村賢一 准教授 (助教より)
中園幹生 教授 (准教授より)	松村英生 准教授 (主任研究員より)
東山哲也 教授 (助手より)	木下哲 特任准教授 (助教より)
伊藤幸博 准教授 (助手より)	石水毅 講師 (助教より)
久保友彦 准教授 (講師より)	矢野健太郎 専任講師 (特任助教より)
土井一行 准教授 (助教より)	

ポスドクの研究機関への就職

東北大学 大学院農学研究科 助教
国立遺伝学研究所 助教
国立遺伝学研究所 助教
東京大学 教養学部附属教養教育高度化機構 科学技術インタープリター養成部門 特任助教
東京工業大学 理工学研究科 助教
名古屋大学 大学院理学研究科 東山ライブホロニクスプロジェクト 特任助教
三重大学 准教授
奈良先端科学技術大学院大学 助教
奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科
奈良先端科学技術大学院大学 特任助教、神戸大学 農学部 助教
奈良先端科学技術大学院大学 特任助教
大阪大学 大学院工学研究科 准教授
農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター 研究員
かずさDNA研究所 ゲノムバイテク研究室 博士研究員
電力中央研究所 環境科学研究所 バイオテクノロジー領域 特別契約研究員

大学院生、学部生の研究機関への就職

名古屋大学 高等研究院 特任助教
名古屋大学 大学院理学研究科 GCOEイメージングセンターチーフコーディネーター
九州大学特任 助教
大学技術職員
日本学術振興会 特別研究員DC1
日本学術振興会 特別研究員DC1
日本学術振興会 特別研究員DC2
日本学術振興会 特別研究員(博士課程)
独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

受賞(大学院生) 合計 21 件

藤井壮太 財団法人井上科学振興財団 第27回井上研究奨励賞 2011年
大西孝幸 日本育種学会 優秀発表賞 2010年
濱田和輝 日本育種学会 優秀発表賞 2010年
池田陽子 日本エピジェネティクス研究会 年会長賞 2009年
奥田哲弘 日本細胞生物学会 若手最優秀発表賞 2009年
浜村有希 日本植物形態学会 最優秀ポスター賞 2009年
奥田哲弘 日本植物形態学会 最優秀ポスター賞 2008年 その他 14 件

1 3. 総括班評価者による評価の状況

評価委員のもとには、研究状況、研究成果等の資料を随時送付し、年度毎の班会議への参加をお願いして、機会ある毎に評価していただいた。それらを総合すると以下のような評価を受けた。研究内容、成果のみならず研究体制についても高い評価を頂き、班員一同の意欲も高まった。最終年度に評価委員5名（立教大学極限生命情報研究センター・センター長／教授・黒岩常祥、名城大学農学部・教授・平井篤志、北海道大学大学院農学研究院・教授・内藤哲、かずさ DNA 研究所・副所長・田畑哲之、筑波大学生命環境科学研究科・教授・佐藤忍）の総意として送られて来たコメントは、以下のとおりである。

「本特定領域研究の総括班は領域全体を統括しており、領域全体の運営体制は総括班のリーダーシップのもとできめ細かな対応がなされていると評価できる。

研究班、支援班は、「植物ゲノム障壁」の実態を分子レベルで解明することに主眼がおかれている。この5年間の研究で、世界に先駆け、異なるゲノム間で生じる遺伝的な障壁を4種類の組合せで同定・単離できたことは高く評価できる。これらのゲノム障壁に加えて、関連する生殖形質においても、胚嚢による花粉管誘導物質と自家不和合性分子の相同性、LMD アレイ解析によるタペート細胞と小孢子での遺伝子発現の同調等について成果が得られており、本領域の特筆すべき成果として上げられよう。ごく最近では、ゲノム障壁の進化における役割も明らかにしている。これらのことから、植物が生殖を通じて世代を重ね、その間に進行する進化の過程で、「植物ゲノム障壁」がどのように形成され、種が出現してきたかという全体像が描かれつつあることは評価すべき点である。

支援班が全体を統括且つ支援し、期待する基準を遙かに上回って有効に機能している。この支援班を軸として、研究者相互の共同研究が数多く展開され、論文発表も順調になされていることは高く評価できる。

このように植物の生殖全体を包括した展開にもとづいて、研究領域としては相当数の論文発表がなされ、当初の予定を越えて研究が推進されていると判断される。現在進行中の未発表の特筆すべき成果が発表されれば、一層インパクトある成果として、当該分野のみならず一般分野の基礎及び応用研究者の研究の発展にも貢献するであろう。