

平成23年 5月 31日現在

機関番号： 82401

研究種目： 若手研究(B)

研究期間： 2008~2010

課題番号： 20780009

研究課題名(和文)

植物性染色体を利用した重イオンビーム照射による染色体切断機構とLET効果の解析

研究課題名(英文) Detection of chromosomal mutation induced by heavy-ion beam irradiation using plant sex chromosome

研究代表者

風間 裕介 (KAZAMA YUSUKE)

独立行政法人理化学研究所・生物照射チーム・基礎科学特別研究員

研究者番号： 80442945

研究成果の概要(和文)：

植物 Y 染色体を標的として、重イオンビームが引き起こす突然変異を検出した。雌雄異株植物ヒロハノマンテマの Y 染色体に変異を生じ性転換した変異体を、 $\gamma$ 線照射で 5 個体、重イオンビーム照射で 15 個体単離した。Y 染色体の変異領域を解析するための新規 STS マーカーを 4 つ構築した。17 種類の STS マーカーを用いて変異領域を解析したところ、重イオンビームで生じる変異は  $\gamma$  線に比べて小規模である傾向が見られた。

研究成果の概要(英文)：

Mutations induced by the heavy-ion irradiation were analyzed by using the plant Y chromosome as a target. Five sex-changing mutants that have mutations on the Y chromosome were induced by gamma-ray, whereas fifteen sex-changing mutants were produced by heavy-ion irradiation. Mutated regions in these mutants were analyzed by using seventeen of Y-chromosome STS markers including newly developed ones. The result indicates that the mutations induced by heavy-ion irradiation tend to be smaller than that induced by gamma-ray irradiation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：変異創成

科研費の分科・細目：農学・育種学

キーワード：重イオンビーム、雌雄異株植物、ヒロハノマンテマ、突然変異

## 1. 研究開始当初の背景

重イオンビーム育種技術は、低線量で表現型のピンポイント改良を可能にする突然変異育種技術であり、これまで多くの新品種を短い育種年限で作出してきた。しかし、照射により植物ゲノムに生じる突然変異を精査

したデータは少なく、変異誘発メカニズムについては不明な点が多い。照射技術の更なる効率化には、重イオンビームで誘発される突然変異を検出するシステムの開発が必要である。研究代表者は、重イオンビームを照射したシロイヌナズナの  $M_2$  世代から既知変異体を選抜し、その原因遺伝子を

同定するという方法で、1 遺伝子に生じる突然変異の情報を蓄積してきた。しかし、シロイヌナズナのゲノムは小さく、染色体レベルでの変異を検出するには不向きである。また、M<sub>2</sub> 世代での変異選抜は時間がかかる。そこで、研究代表者は、植物 Y 染色体をターゲットとして、染色体レベルでの変異検出法の開発を試みることにした。雌雄異株植物ヒロハノマンテマの Y 染色体は 570 kb と巨大で顕微鏡で観察しやすい。Y 染色体はオスヘテロなので、性決定遺伝子に変異が生じれば、雄花(♂)から、おしべとめしべとを両方もつ両性花変異体や両方もたない無性花変異体が、照射当代で選抜できる。研究開始時までに Y 染色体由来の BAC クローンを 7 クローン同定済みであり、これらの配列から FISH プローブを作製すれば、Y 染色体の変異を検出できる。さらに、性転換変異体の作出と原因遺伝子領域の探索は、世界初の植物性決定遺伝子同定につながる。そう考え、変異検出系の開発を試みた。

## 2. 研究の目的

雌雄異株植物の Y 染色体を標的とした変異検出系の開発を目的とした。重イオンビームと  $\gamma$  線を変異原として用い、それぞれの Y 染色体に引き起こす変異の特徴を調べることにした。検出の方法には、Y 染色体プローブを用いた FISH 解析と、Y 染色体特異的 STS マーカーによる欠失領域マップの 2 通りで行うこととした。検出系の確立のため、効果的な変異誘発法の検討、FISH プローブの探索、新規 STS マーカーの探索を並行して行った。

## 3. 研究の方法

研究の方法を以下(1)~(5)にまとめる。

### (1) 性転換変異体作出の条件検討

性転換変異体誘発に最適な照射条件を求めるため、照射方法を乾燥種子照射、吸水種子照射、花粉照射の 3 通りについて最適線量を検討した。乾燥種子は、1 層になるようにプラスチックバックに封入して照射した。吸水種子は吸水後 24 時間の種子を同様にバックして照射した。花粉は、おしべごと雄花(♂)から切除し、1.5ml チューブに 1 線量区あたり約 50 本を入れて照射した。照射後の種子は、ピートモスに蒔き、本葉が展開した個体の率を生存率として求めた。照射後の花粉は、野生型の雌花に授粉し、種子の形成率を測定、種子をピートモスに蒔き、同様に生存率を求めた。本葉が展開した個体は、鉢上げして屋外で栽培し、花を観察し無性花変異体と両性花変異体を選抜した。

### (2) Y 染色体 BAC の塩基配列決定

FISH プローブや STS マーカーを作製するためには、Y 染色体の情報を収集する必要がある。Y 染色体由来の 7 クローンの BAC を Loche 454 Titanium でシーケンスした。BAC ごと

にコンティグを作製し、各 BAC について 3 種類の遺伝子予測ソフト(ORF finder、BlastN、cross match)を用いてアノテーションを行った。

### (3) Y 染色体 FISH のためのプローブ探索

Y 染色体由来の 7 つの BAC クローンをそれぞれ蛍光でラベルし、FISH 解析を行った。BAC のシーケンスが終了後は、BAC 配列全体から反復配列を除いたシングルコピーの部分だけを PCR で増幅して FISH 解析に用いた。

### (4) Y 染色体 STS マーカーの探索

Y 染色体には(CAG)<sub>n</sub>、(CAA)<sub>n</sub>、(CAT)<sub>n</sub>、(GAA)<sub>n</sub>、(CAA)<sub>n</sub>、(TAA)<sub>n</sub>、マイクロサテライトが多数存在している(Kejnovsky et al., 2009)。これらのマイクロサテライトを複数組み合わせ合わせた複合 simple sequence repeat (SSR) プライマーを 20 通り設計した。雄株のゲノム DNA を制限酵素で切断し、切断サイトにアダプターを結合し複合 SSR プライマーとアダプタープライマーで PCR を行った。増幅断片を全てクローニング、シーケンスし、目的の複合 SSR プライマーの存在が確認できた断片について複合 SSR プライマーと対になる特異的プライマーを設計した。これらを STS marker in combination with SSR primer (SmicS) とした。SmicS のうち、オス特異的に増幅するプライマーセットを選別し、それらを SmicSy とした。

### (5) Y 染色体変異の解析

$\gamma$  線を照射して得た両性花変異体 4 個体、炭素イオンビームで誘発した両性花変異体 4 個体について、Y 染色体上に存在する 17 種類の STS マーカーの増幅の有無をマッピングし、変異の規模を比較した。 $\gamma$  線を照射して得た無性花変異体 1 個体、炭素イオンビームを照射して得た無性花変異体 4 個体について、無性花変異体の原因遺伝子に最も近いとされる STS マーカー (ScQ14) 周辺の変異の規模を比較した。

## 4. 研究成果

### (1) 性転換変異体作出の条件検討

重イオンビーム照射では、生存率が 90%程度を示す吸収線量で最も変異効果が高いとされる。生存率の指標から、乾燥種子照射では、炭素イオンビームは 100 Gy、鉄イオンビームは 20 Gy が適正であることがわかった。炭素イオンビームを 100 Gy 照射した照射区 150 個体から両性花変異体を 1 個体得た。吸水種子照射では、炭素イオンビームは 10 Gy、鉄イオンビームは 4 Gy が適正であることがわかった。炭素イオンビーム照射区 85 個体から無性花変異体 3 個体と両性花変異体 1 個体を、鉄イオンビーム照射区 65 個体から両性花変異体を 1 個体得た。しかし、吸水種子照射で得た変異体ではすべての変異体が、一部の枝のみが変異するというキメラ変異であった。挿し木で変異体を固定しようと試みたが、困難であった。そこでキメラ変異を回避するため、花粉照射を検討した。花粉照射では、人工授粉後の種子形成率から、炭素イオンビームでは 20Gy が、鉄イオンビームでは 4 Gy が、 $\gamma$  線では 40Gy が最適であることがわかった。これらの結果、花粉照射の大規模スクリー

ニングを行い、炭素イオンビーム照射区 1,700 個体から、両性花変異体を 10 個体と無性花変異体を 4 個体、 $\gamma$ 線照射区 1000 個体から、両性花変異体を 1 個体と無性花変異体を 4 個体得た。これらの変異体はキメラではなかった。鉄イオンビーム照射区 800 個体からは変異体は得られなかった。

#### (2) Y 染色体由来 BAC の選抜と塩基配列決定

Y 染色体特異的 STS マーカーで選抜した 7 つの BAC クローンを、Roche 454 Titanium でシーケンスした。各クローンのコンティグについてアノテーションを行ったところ、反復配列が 90%程度を占めた。*SIAP3Y* 遺伝子を含むクローン (7a8D) は反復配列が少なかったため、FISH プロブとして用いた。STS マーカーの一つ ScQ14 は、無性花変異体の原因遺伝子に最も近いとされる。周辺にシーケンスを用いれば無性花変異体の欠失サイズの検出ができると考えた。そこで PCR とサンガー法のシーケンスでコンティグ同士をつなぎ合わせ、ScQ14 をもつ BAC (71c10C) のインサート配列全長 97,564 bp を決定した。

#### (3) Y 染色体 FISH のためのプロブ探索

Y 染色体由来の BAC7 クローンについて FISH を行ったところ、すべての染色体にシグナルが得られた (図 1 左)。これらの BAC にはゲノム全体に散在する反復配列が存在すると考えられる。BAC シーケンスから、BAC クローン 7a8D のシーケンスのうち、*SIAP3Y* 遺伝子とその近傍には反復配列が少ないことが分かった。反復配列を除いた領域を PCR で増幅した、合計 20 kb をプロブとして FISH を行ったところ、Y 染色体にシグナルが検出できた (図 1 右)。

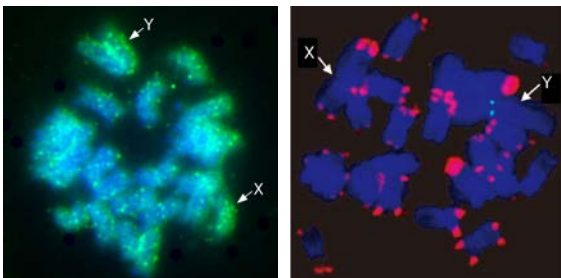


図 1. FISH プロブの探索 左: BAC-FISH の例。右: *SIAP3Y* 周辺配列の FISH。赤いシグナルは染色体末端特異的サテライト

#### (4) 複合 SSR を用いた新規 Y 染色体特異的 STS マーカーの単離

Y 染色体に存在する散在型反復配列が想像以上に多く、FISH プロブの同定が困難であったため、代わりに Y 染色体の STS マーカーを用いた Y 染色体欠失変異同定法を試みた。Y 染色体特異的 STS マーカーの探索を行った。複合 SSR マーカーでシーケンスした 578 フラグメントについて、対になる特異的プライマーを作製した。オスのゲノム DNA とメスのゲノム DNA を鋳型として PCR を行ったとこ

ろ、6 プライマーセットでオス特異的バンドを増幅した。これらを SmicSy1-6 と命名した。そのうち 3 セット (SmicSy1, SmicSy5, SmicSy6) は無性花変異体の原因遺伝子の近傍に位置した。

#### (5) Y 染色体変異の解析

炭素イオンビームで誘発した変異と  $\gamma$ 線照射で誘発した変異の様子を、Y 染色体 STS マーカーを用いて比較した。両性花変異体について STS マーカーの有無をマップしたところ、炭素イオンビームではほとんどマーカーが存在したが、 $\gamma$ 線では複数のマーカーが欠失していた (図 2)。

無性花変異体について BAC クローン (71c10C) を

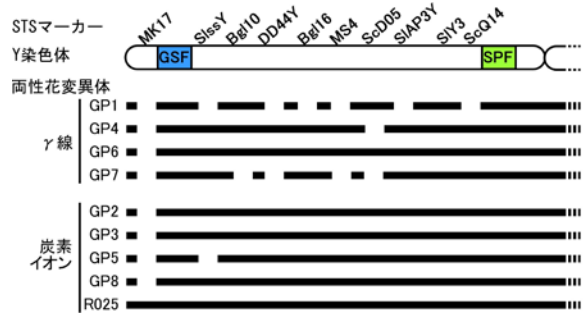


図 2. 無性花変異体の Y 染色体欠失領域の解析 GSF は両性花変異体の予想原因遺伝子領域。SPF は無性花変異体の予想原因遺伝子領域。

足掛かりに原因遺伝子領域のシーケンスを進め、STS マーカーを構築して変異体の欠失領域をマッピングした。本研究も含め  $\gamma$ 線で誘発した無性花は、必ず ScQ14 を欠失することが知られている。これに対し、重イオンビームで誘発した無性花では ScQ14 をもつものがあつた。そのため、従来不可能であった無性花変異体の原因遺伝子領域の絞り込みに成功した (図 3)。

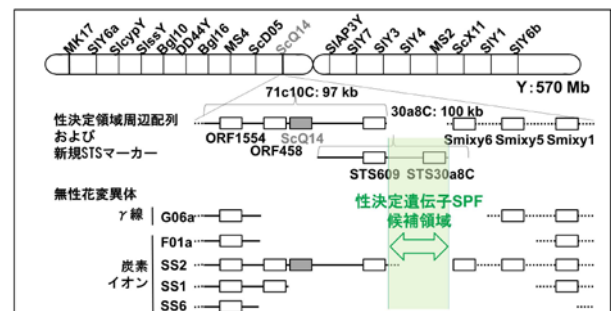


図 3. STS マーカーを用いた両性花変異体の欠失領域の解析

本研究では、ヒロハノマンテマの乾燥種子、吸水種子、花粉の適正線量を決定した。同一植物種において組織別に感受性を調べた例は少なく、本研究での照射データは他の植物種での組織別適正線量を求める指標として有益である。重イオンビーム照射で誘発した変異体を解析することで、これまで不可能であった性決定遺伝子の 1 つ SPF の候補領域の絞り込みに成功した。本成果は、世界初の植物性決定遺伝子の同定へ向けた試金石となり、今後の研究の継続により、植物性決定遺伝子が同定できると確信している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 17 件)

1. Nishiyama R, Ishii K, Kifune E, Kazama Y, et al. (2010) Sex chromosome evolution revealed by physical mapping of *SIAP3X/Y* in the dioecious plant *Silene latifolia*. *Cytologia*, 75:319-325 査読有
  2. Ishii K, Amanai Y, Kazama Y, Ikeda M, et al. (2010) Analysis of BAC clones containing homologous sequences on the end of the Xq arm and on chromosome 7 in the dioecious plant *Silene latifolia* Genome 53:311-320 査読有
  3. Fujiwara MT, Hashimoto H, Kazama Y, Hirano T, et al. (2010) Dynamic morphologies of pollen plastids visualised by vegetative-specific FtsZ1-GFP in *Arabidopsis thaliana*. *Protoplasm* 242: 19-33
  4. Koizumi A, Yamanaka K, Nishihara K, Kazama Y, Abe T, Kawano S (2010) Two separate pathways including *SICLV1*, *SISTM* and *SICUC* that control carpel development in a bisexual mutant of *Silene latifolia* *Plant Cell Physiology* 51:282-293 査読有
  5. Ishii K, Aonuma W, Torii C, Fujita N, Kazama Y, Abe T, Kawano S (2010) Seed hypoplasia induced by heavy-ion beam irradiation of pollen grains in dioecious plant *Silene latifolia*. *RIKEN Accel Prog Rep* 43:279 査読有
  6. Kazama Y, Ohbu S, Hayashi Y, Abe T (2010) Identification of heavy-ion-beam induced DNA mutation by genetic mapping in *Arabidopsis* mutant. *RIKEN Accel Prog Rep* 43:283 査読有
  7. Kazama Y, Hirano T, Liu Y, Nishihara K, et al. (2010) LET-dependent effect of heavy-ion-beam mutagenesis on deletion size. *RIKEN Accel Prog Rep* 43:284 査読有
  8. 阿部知子、林依子、風間裕介、平野智也 (2010) 「重イオンビームの生物効果と育種利用」平成 21 年度常緑果樹研究会資料「カンキツの消費拡大のために」91-94 査読なし
  9. 阿部知子、風間裕介、平野智也 (2010) 「重イオンビーム育種技術の実用化 10 年」植物の生長調節 45, 58-63 査読なし
  10. 阿部知子、林依子、風間裕介、竹久妃奈子、龍頭啓充、福西暢尚 (2009) 「重イオンビーム育種技術の開発と実用化」荷電粒子ビームの工業への応用と第 132 委員会 第 188 回研究会資料 東京 2009 年 11 月 日本学術振興会 日本 東京 27-34 査読なし
  11. Kazama Y, Fujiwara MT, Koizumi A, Nishihara K, et al. (2009) A *SUPERMAN*-like gene is exclusively expressed in female flowers of the dioecious plant *Silene latifolia*. *Plant Cell Physiol* 50: 1127-1141 査読有
  12. Kazama Y, Takehisa H, Ohbu S, Ichida H, et al. (2009) Identification of deletion mutation induced by C-ion beam irradiation in a tobacco white flower mutant. *RIKEN Accel Prog Rep* 42:280 査読有
  13. Kazama Y, Honda H, Nishihara K, Kikuchi K, et al. (2009) Characterization of the GA-synthesis deficient mutants produced by heavy-ion-irradiation. *RIKEN Accel Prog Rep* 42:283 査読有
  14. Nishihara K, Kazama Y, Ohbu S, Koizumi A, et al. (2009) *RIKEN Accel Prog Rep* 42:284 査読有
  15. 風間裕介、河野重行、阿部知子 (2009) 「巨大 Y 染色体との格闘：世界初の植物性決定遺伝子を求めて」第 2 回智のシンポジウム：文明・文化と科学技術 論文集 東京 日本 2009 11 「智のシンポジウム」組織委員会 日本 東京 33-36 査読なし
  16. 風間裕介、河野重行 (2009) 「雌雄異株性：性染色体ならびに雄蕊(♂)と雌蕊(♀)の選択的発達制御」遺伝 5 月号、Vol. 63、No. 3、42-47 査読なし
  17. Kazama Y, Kawano S (2009) Sex chromosome organization and sex expression in *Silene latifolia*. *Plant Morphol.* 21:71-77 査読なし
- [学会発表] (計 53 件)
1. 風間裕介「重イオンビーム照射で得た無性花変異体を用いた植物 Y 染色体雄性決定領域の解析」日本育種学会第 119 回講演会 2011 年 3 月 30 日、横浜
  2. 藤原 誠、「Plastid Replication in Leaf Epidermis: Insights from the atminE1 Mutant of *Arabidopsis thaliana*」第 52 回日本植物生理学会年会 2011 年 3 月 22 日、仙台
  3. 風間裕介「マルチ蛍光プローブを用いた植物巨大 Y 染色体の構造解析」第 3 回智のシンポジウム：文明・文化と科学技術 日本 2010 年 11 月 13 日、東京
  4. 風間裕介、「重イオンビーム照射で作出した無性花変異体を用いて明らかにする Y 染色体雄性決定領域」日本植物学会第 74 回大会 2010 年 9 月 9 日、春日井
  6. 青沼航、「ヒロハノマンテマの先熟後熟花粉と雌蕊成熟から見た欠失突然変異体獲得の照射タイミング」日本植物学会第 74 回大会 2010 年 9 月 9 日、春日井
  7. 藤田尚子、「雄性決定機能領域の特定を目指した新規 Y 染色体特異的 STS マーカーの探索」日本植物学会第 74 回大会 2010 年 9 月 9 日、春日井

8. 石井公太郎、「ヒロハノマンテマの XY 性染色体の対立遺伝子 *APETALA3* の構造とその周辺領域」日本植物学会第 74 回大会 2010 年 9 月 9 日、春日井
9. 風間裕介、「重イオンビーム LETmax の検証とシロイヌナズナ形態変異体ラインの作出」日本植物形態学会第 22 回総会・大会 2010 年 9 月 8 日、春日井
10. 平野智也、「シロイヌナズナ変異体を用いた重イオンビーム変異領域の特性解析」日本植物形態学会第 22 回総会・大会 2010 年 9 月 8 日、春日井
11. 西原潔、「鉄イオン照射により誘導されたシロイヌナズナ染色体のダイナミックリアレンジメント」日本遺伝学会第 82 回大会、2010 年 9 月 22 日、札幌
12. Kazama Y, 「*Arabidopsis* deletion mutant collection produced by heavy-ion beam irradiation」21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 8, 2010, Yokohama
13. Hirano T, 「LET dependent effect on DNA damage in irradiation of heavy-ion beam to *Arabidopsis thaliana*」21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 8, 2010, Yokohama
14. Hayashi Y, 「LET-dependent effect of heavy-ion beam irradiation on mutation induction in rice」21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 7, 2010, Yokohama
15. Abe T, 「New innovative technology for mutation breeding using heavy-ion beams」21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 7, 2010, Yokohama
16. Nishihara K, 「Dynamic rearrangement induced by Fe-ions in *Arabidopsis thaliana*」21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 7, 2010, Yokohama
17. 今西俊介、「重イオンビーム照射によるトマトの効率的変異固定を目指した基盤研究」第 7 回イオンビーム育種研究会大会 2010 年 6 月 1 日、鳥栖
18. 西原潔、「シロイヌナズナを用いた Fe イオン誘発 DNA 突然変異の解析」第 7 回イオンビーム育種研究会大会 2010 年 6 月 1 日、鳥栖
19. Kazama Y, 「Molecular Aspects of Sexual Flower Differentiation in the Dioecious Plant *Silene latifolia*」Molecular aspects of plant development 2010 Feb24-25, 2010, Vienna, Austria
20. Nishihara K 「LET-dependent effects of ionizing radiation on deletion mutants in *Arabidopsis thaliana*」Molecular aspects of plant development 2010 Feb24-25, 2010, Vienna, Austria
21. 藤原誠、「HA エピトープ及び蛍光タンパク質を付加したシロイヌナズナ AtMinD1 タンパク質の局在性と機能性に関する評価」日本農芸化学会 2010 年度大会、2010 年 3 月 29 日、東京
22. 風間裕介、「シロイヌナズナを用いた DNA 突然変異への LET 効果の解析(1)」日本育種学会第 117 回講演会、2010 年 3 月 26 日、京都
23. 風間裕介、「巨大 Y 染色体との格闘：世界初の植物性決定遺伝子を求めて」第 2 回智のシンポジウム：文明・文化と科学技術 2009 年 11 月 14 日、東京
24. 風間裕介、「重イオンビーム照射による雌雄異株植物ヒロハノマンテマ Y 染色体欠失ライブラリーの構築」日本育種学会第 116 回講演会、札幌、2009 年 9 月 26 日
25. 平野智也、「重イオンビームの異核種同 LET 照射における DNA 変異の比較」日本育種学会第 116 回講演会、2009 年 9 月 26 日、札幌
26. 林依子、「重イオンビーム照射によって誘発したイネ突然変異体の解析」日本育種学会第 116 回講演会、2009 年 9 月 26 日、札幌
27. 風間裕介、「雌雄異株植物ヒロハノマンテマの性染色体と性発現機構」日本植物学会第 73 回大会・日本植物学会賞若手奨励賞受賞講演、日本植物学会第 73 回大会、2009 年 9 月 20 日、山形
28. 石井公太郎、「雌雄異株植物ヒロハノマンテマの重イオンビーム照射による Y 染色体欠失変異体の網羅的解析」日本植物学会第 73 回大会、2009 年 9 月 18 日、山形
29. 石井公太郎、「染色体末端特異的サテライトの FISH で明らかにされたヒロハノマンテマ異形性染色体の起源」日本植物形態学会第 21 回総会・大会、2009 年 9 月 17 日、山形
30. Kazama Y, 「A DFR-deficient white flower mutant induced by heavy-ion beam irradiation in *Nicotiana tabacum*.」5<sup>th</sup> international workshop on anthocyanins, Sep 17, 2009, Nagoya
31. Abe T, 「New flower cultivar produced by heavy-ion beam irradiation in RIBF.」5<sup>th</sup> international workshop on anthocyanins, Sep 16, 2009, Nagoya
32. 西原潔、「鉄イオンビーム照射により誘導されたシロイヌナズナ DNA 突然変異」日本遺伝学会第 81 回大会、2009 年 9 月 16 日、松本
33. Kazama Y, 「The powerful technology for inducing deletion mutations in *Arabidopsis thaliana*」Plant Biology 2009: Joint Annual Meetings of the American Society of Plant Biologists and the Phycological Society of America, Jul 20, 2009, Honolulu, USA
34. 石井公太郎、「雌雄異株植物ヒロハノマンテマの重イオンビームによる Y 染色体部分欠損変異体」第 6 回イオンビーム育種研究会大会、

- 2009年5月22日、和光
35. 高城啓一、「プロトンビーム照射の斑入りペチュニアに対する内部摘芽効果」第6回イオンビーム育種研究会大会、2009年5月22日、和光
  36. 風間裕介、「シロイヌナズナの炭素イオンビーム照射で生じるDNA変異」日本育種学会第115回講演会、2009年3月28日、つくば
  37. Honda I, 「Physiological analysis of pepper dwarf mutants induced by heavy-ion-irradiation」 NARO International Symposium on Solanaceae Genomics to Agriculture and Food Research; Aiming for Effective and Efficient Application, Mar 12, 2009, Tsu
  38. 杉山正夫、「重イオンビーム照射による白花ナデシコ新品種の育成」日本育種学会第114回講演会、2008年10月12日、彦根
  39. 西原潔、「PCR-SSPを用いた雌雄異株植物ヒロハノマンテマのX染色体連鎖遺伝子のマッピング」日本育種学会第114回講演会、2008年10月12日、彦根
  40. 風間裕介、「雌雄異株植物ヒロハノマンテマの雌花特異的に発現する遺伝子SISUPの解析」日本育種学会第114回講演会、2008年10月11日、彦根
  41. 竹久妃奈子、「重イオンビーム照射による栽培タバコの組織感受性差異と変異体の解析」日本育種学会第114回講演会、2008年10月11日、彦根
  42. 林依子、「炭素イオンビーム照射によるイネの突然変異誘発に対するLETの影響」日本育種学会第114回講演会、2008年10月11日、彦根
  43. 風間裕介、「タバコ複二倍体ゲノムに生じた重イオンビーム誘発変異の解析」日本植物学会第72回大会、2008年9月27日、高知
  44. 風間裕介「雌雄異株植物ヒロハノマンテマの性の発現機構」日本植物形態学会奨励賞受賞講演・日本植物形態学会第19回総会・大会、2008年9月24日、高知
  45. 小泉綾子、「雌雄異株植物ヒロハノマンテマにおける性染色体欠失により引き起こされた無性花変異体と両性花変異体」日本植物形態学会第19回総会・大会、2008年9月24日、高知
  46. 竹久妃奈子、「炭素イオンビームで誘発したタバコホメオティック変異体の解析」日本植物形態学会第19回総会・大会、2008年9月24日、高知
  47. 風間裕介、「重イオンビーム照射で作出したタバコ白花変異体はDFR遺伝子に欠失変異をもつ」第26回日本植物細胞分子生物学大会・シンポジウム、2008年9月1日、吹田
  48. 竹久妃奈子、「重イオンビーム照射によるタバコの効率的な変異誘発法の開発と変異体の解析」第26回日本植物細胞分子生物学大会・シンポジウム、2008年9月1日、吹田
  49. Kazama Y, 「New technology for inducing deletion mutants in *Arabidopsis thaliana*」 19th International Conference on Arabidopsis Research, Jul 25, 2008, Montreal, Canada
  50. Nishihara K, 「Roles of SUPERMAN and WUSCHEL in the female differentiation of the dioecious plant *Silene latifolia*」 20th International Congress of Genetics, Jul 13, 2008, Berlin, Germany
  51. Ishii K, 「Three BAC clones containing distal regions of sex chromosomes in the dioecious plant, *Silene latifolia*」 20th International Congress of Genetics, Jul 13, 2008, Berlin, Germany
  52. Koizumi A, 「Asexual and bisexual mutants caused by defective sex-chromosomes in the dioecious plant, *Silene latifolia*」 20th International Congress of Genetics, Jul 13, 2008, Berlin, Germany
  53. 風間裕介、「重イオンビーム照射において核種・LETが突然変異率へ与える影響」第5回イオンビーム育種研究会大会、2008年5月22日、敦賀  
[図書] (計3件)
1. Kazama Y, Matsunaga S. Nova Science Publishers, New Insights on Plant Sex Chromosomes. Rafael Navajas-Pérez (ed), Hauppauge, New York, U.S.A. in press.
  2. 風間裕介、河野重行、阿部知子、「智のシンポジウム」組織委員会、第3回智のシンポジウム：文明・文化と科学技術 論文集、2010、39-42
  2. 風間裕介、河野重行、阿部知子、「智のシンポジウム」組織委員会、第2回智のシンポジウム：文明・文化と科学技術 論文集、2009、33-36  
[その他]  
新聞記事  
日刊工業新聞(24面)「巨大Y染色体の微細加工植物性決定遺伝子同定へ」2010年1月19日掲載  
テレビ出演  
BSジャパン 世の中進歩堂 「重イオンビーム育種法」2010年9月10日放送
6. 研究組織
- (1) 研究代表者  
風間 裕介 (KAZAMA YUSUKE)  
独立行政法人理化学研究所・生物照射チーム・基礎科学特別研究員  
80442945
  - (4) 研究協力者  
河野 重行 (KAWANO SHIGEYUKI)  
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授  
70161338