

平成 23 年 5 月 18 日現在

研究種目：基盤研究（S）

研究期間：2005～2009

課題番号：17107002

研究課題名（和文） 植物の細胞死を制御する液胞プロセッシング系の解明

研究課題名（英文） Vacuolar processing system responsible for programmed cell death in plants

研究代表者

西村 いくこ（HARA-NISHIMURA IKUKO）

京都大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：00241232

研究成果の概要（和文）：プログラム細胞死は生物の基本的な生理プロセスであるが、植物の細胞死の機構は動物のものと大きく異なる。本研究から、植物は細胞死のために全ての成熟細胞が保持する液胞を2つの方法で利用していることが分かって来た。一つは、液胞膜の崩壊による細胞死で、ウイルス感染時の過敏感細胞死や発生の過程の細胞死にみることができる。一方は、液胞膜と細胞膜の融合による細胞死で、細胞外で増殖する細菌に対する防御のための過敏感細胞死である。

研究成果の概要（英文）：Almost all plant cells have large vacuoles that contain both hydrolytic enzymes and a variety of defense proteins. We found that plants use vacuoles and vacuolar contents for programmed cell death (PCD) in two different ways: for a destructive way and for a non-destructive way. Destruction is caused by vacuolar membrane collapse followed by the release of vacuolar hydrolytic enzymes into the cytosol, resulting in rapid and direct cell death. This way is effective in the digestion of viruses, in susceptible cell death, and in developmental cell death of integuments. On the other hand, the non-destructive way involves fusion of the vacuolar and the plasma membrane, which allows vacuolar defense proteins to be discharged into the extracellular space where the bacteria proliferate. Membrane fusion, which is normally suppressed, was triggered in a proteasome-dependent manner. Intriguingly, both ways use enzymes with caspase-like activity as animal PCD: the membrane-fusion system uses proteasome subunit PBA1 with caspase-3-like activity and the vacuolar-collapse system uses VPE with caspase-1-like activity, although vacuole-mediated plant cell death differs from animal apoptotic cell death.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	37,100,000	11,130,000	48,230,000
2006年度	17,900,000	5,370,000	23,270,000
2007年度	10,600,000	3,180,000	13,780,000
2008年度	10,600,000	3,180,000	13,780,000
2009年度	10,900,000	3,270,000	14,170,000
総計	87,100,000	26,130,000	113,230,000

研究分野：植物分子細胞生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・植物生理・分子

キーワード：液胞，液胞プロセッシング酵素，植物免疫，過敏感細胞死，外環境応答

1. 研究開始当初の背景

プログラム細胞死は基本的な生理プロセスであり、植物と動物に共通した分子機構が存在するとされてきた。しかし、細胞死の実行因子として知られる caspase 1 の活性を示す酵素の実体が液胞プロセッシング酵素 (VPE) であるという私たちの発見 (*Science*, 2004) から、液胞を利用した植物独自の細胞死の機構の存在が浮上してきた。

2. 研究の目的

植物細胞は、動物細胞と同様に発生の過程でプログラム細胞死を起こす。一方、植物は免疫細胞をもたないため、免疫機構の一つとして、病原体に感染した細胞が過敏細胞死を引き起こす。過敏細胞死は病原体の健康な組織への拡大を防ぐ。植物は全身の細胞が感染に対する防御機構を備える必要がある。植物は、全ての細胞がもつ液胞を利用して細胞死を実行しているという視点から、この植物独自の細胞死の分子機構を明らかにすることが本研究の目的である。

3. 研究の方法

研究期間の前半は、植物の細胞死を発生過程の細胞死 (葉の老化と胚発生に伴う珠皮の退化) と病原体感染による細胞死 (カビ毒接種による罹病性の細胞死および菌感染による過敏細胞死) に大別して、シロイヌナズナの VPE 遺伝子の欠損変異体を用いた逆遺伝学的解析を行った。次いで、後半は、過敏細胞死に焦点を絞り研究を展開した。具体的には、非病原性菌の感染後の実験系を導入し、過敏細胞死の過程での液胞の役割を電子顕微鏡やライブイメージング技術を用いて解析するとともに、そこで働く装置の同定とその働きを逆遺伝学的解析により明らかにした。

4. 研究成果

本研究の成果を、発生過程の細胞死と罹病性細胞死と過敏細胞死分けて記載する。

(1) 発生過程の細胞死

シロイヌナズナの胚発生の初期過程で、内珠皮が液胞膜崩壊を伴う細胞死を起こすことと、この細胞死に δ VPE が関与していることを示した。この細胞死を制御する転写制御因子 (NARS1 と NARS2 と命名) を同定し、*nars1 nars2* 二重変異体では、内珠皮の細胞死が遅延のために胚発生が止まることを見出した (*Plant Cell*, 2008, 図 1)。親組織 (珠皮) の因子が細胞死を通して、子の組織 (胚) の成長を制御しているという結果は、世代を超えた組織間コミュニケーションという観点からも大変興味深い。

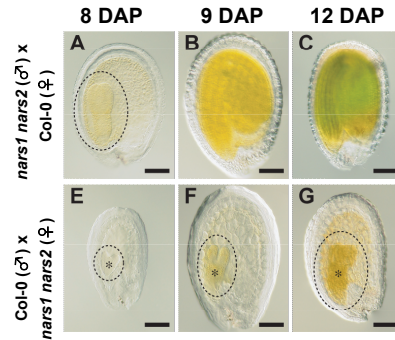


図 1. 親組織 (胚珠) の転写因子 NARS1 と NARS2 は細胞死を通して、子の組織 (胚) の成長を促している。DAP, days after pollination.

シロイヌナズナ VPE null 変異体の解析から、液胞プロセッシング系が葉の老化に関与していることを示した。VPE null 変異体では、複数の液胞タンパク質の分解が遅れることから、VPE が選択的にタンパク質のターンオーバーを制御していることが示唆された。このことは、私たちが作製した VPE/AEP 欠損マウスの解析結果からも支持される (共同研究, *Mol. Cell*, 2008; *PNAS*, 2009)。

(2) 罹病性の細胞死

VPE が、ウイルス感染に \hat{A} による過敏細胞死だけでなく、カビ毒による罹病性の細胞死にも関与していることが分かった (*Mol. Plant Microbe Inter*, 2006; *J. Biol. Chem.*, 2005; 図 2, 3)。この成果から、液胞プロセッシング系による液胞膜崩壊が植物の様々な細胞死の鍵となっているという視点が生まれた (*Apoptosis*, 2006)。

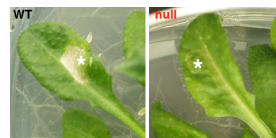


図 2. 野生型シロイヌナズナ (左) と VPE null 変異体 (右) のロゼット葉。カビ毒 FB1 投与後の細胞死が VPE 欠損により抑制される。

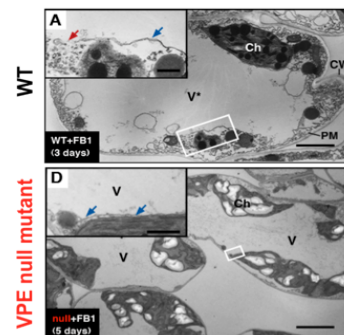


図 3. 罹病性の細胞死は VPE 依存的な液胞膜の崩壊を伴う。カビ毒 FB1 を投与後の野生型シロイヌナズナ (上) と VPE null 変異体 (下) のロゼット葉の電子顕微鏡写真。

(3) 過敏細胞死

植物細胞は、液胞の中に細菌を攻撃するための抗菌物質や分解酵素を多量に蓄積している。一方、細菌は細胞外で増殖し植物を危機にさらす。植物は、細胞外の細菌を撃退するために、どのようにして細胞内部の抗菌物質を利用しているのか長く謎であったが、本研究の成果により、細菌に感染した植物が、液胞と細胞膜を融合させ細胞内外をつなぐトンネルをつくることにより、液胞内部の抗菌物質を外に放出して細菌を攻撃するという新しい植物免疫機構が明らかになった (*Gene Dev.*, 2009)。

非病原性菌 *Pseudomonas syringe* (*Pst* DC3000/*avrRpm1*) をシロイヌナズナの葉に感染させると3時間目あたりから、液胞膜と細胞膜(原形質膜)が頻りに融合することを発見した(図4)。感染後4.5時間目では、全ての細胞でこの融合が起こり、液胞タンパク質が細胞外に流出することが分かった(図5)。このような植物細胞内の中心液胞と細胞膜の融合という現象は、細胞生物学的にも興味深いものである。

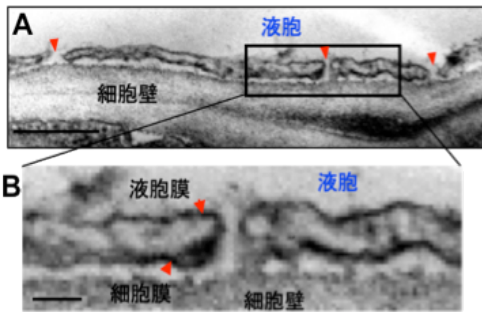


図4. *Pseudomonas syringe* (*avrRpm1*)の感染後3時間の葉の電子顕微鏡写真。過敏細胞死の前に液胞膜と細胞膜が融合する。

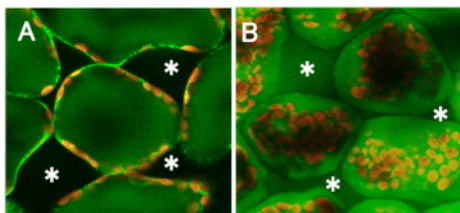


図5. 液胞膜と細胞膜の融合の結果、液胞局在型のVenusが細胞外に放出される。(A)感染前、(B)感染後4.5時間。*は細胞間隙を示す。オレンジ色の顆粒は葉緑体。

プロテアソームの機能を抑制した植物では膜融合や液胞タンパク質の放出はみられず、過敏細胞死も抑えられたことから、この膜融合にプロテアソームが関与していることが明らかとなった。プロテアソームが分解装置であることを考慮すると、次のようなモデルを描くことができる(図6)。即ち、細胞質ゾルには、液胞膜と細胞膜の融合を阻害する抑

制因子が存在し、通常は双方の膜の融合が起こらないように調節している。細菌が感染すると、この抑制因子がプロテアソームで分解されることにより、膜融合が開始する。膜融合の結果形成されたトンネルを介して、液胞内に蓄えられている抗菌物質が放出され細菌を攻撃する。この間も、細胞は抗菌物質を合成する。同時に液胞内の分解酵素も放出され細胞は過敏細胞死を起こす。

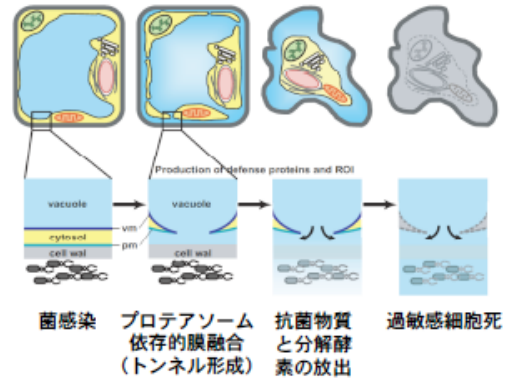


図6. 非病原性菌感染により誘導される膜融合とそれによる抗菌物質の放出と過敏細胞死のモデル。

冒頭に述べたように植物は、防御のための特殊部隊をもたないため、植物は全ての細胞が感染に対する抵抗力を発揮しなければならない。細胞内で増殖するウイルスに対しては、液胞膜を壊して直接ウイルスを分解する。一方、細胞外で増殖する細菌に対しては、膜融合により抗菌物質を放出する。このように病原体の種類に応じて液胞を使い分けている。液胞は全ての細胞が持ちあわせているオルガネラであることを考えると、液胞膜崩壊や膜融合の機構はコストをかけない植物の防御システムであることがよく理解できる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計59件)

1. Sugano SS, Shimada T, Imai Y, Okawa K, Tamai A, Mori M, Hara-Nishimura I. (2010) Stomagen positively regulates stomatal density in *Arabidopsis*. *Nature* 463 241-4. (evaluated by **Faculty of 1000 Biology**) 査読有
2. Ueda H, Yokota E, Kutsuna N, Shimada T, Tamura K, Shimmen T, Hasezawa S, Dolja VV, Hara-Nishimura I. (2010) Myosin-dependent endoplasmic reticulum motility and F-actin organization in plant cells. *Proc Natl Acad Sci USA* 107 6594-9. 査読有
3. Tamura K, Fukao Y, Iwamoto M, Haraguchi T, Hara-Nishimura I. (2010) Identification and Characterization of Nuclear Pore Complex Components in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 22 4084-97. (evaluated by **Faculty of 1000 Biology**) 査読有

4. Shimada TL, Shimada T, Hara-Nishimura I. (2010) A rapid and non-destructive screenable marker, FAST, for identifying transformed seeds of *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 61. 519-28. (evaluated by **Faculty of 1000 Biology**) 査読有
5. Takahashi K, Shimada T, Kondo M, Tamai A, Mori M, Nishimura M, Hara-Nishimura I. (2010) Ectopic expression of an esterase, which is a candidate for the unidentified plant cutinase, causes cuticular defects in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.* 51 123-31. (evaluated by **Faculty of 1000 Biology**) 査読有
6. Shirakawa M, Ueda H, Shimada T, Koumoto Y, Shimada TL, Kondo M, Takahashi T, Okuyama Y, Nishimura M, Hara-Nishimura I. (2010) *Arabidopsis* Qa-SNARE SYP2 proteins localized to different subcellular regions function redundantly in vacuolar protein sorting and plant development. *Plant J.* 64 926-35. 査読有
7. Takahashi H, Tamura K, Takagi J, Koumoto Y, Hara-Nishimura I, Shimada T. (2010) MAG4/Atp115 is a Golgi-localized tethering factor that mediates efficient anterograde transport in *Arabidopsis*. *Plant Cell Physiol.* 51 1777-87. 査読有
8. Hatsugai N, Hara-Nishimura I (2010) Two vacuole-mediated defense strategies in plants. *Plant Signal Behav* 5 1568-1570. 査読有
9. Zeeuwen PL, van Vlijmen-Willems IM, Cheng T, Rodijk-Olthuis D, Hitomi K, Hara-Nishimura I, John S, Smyth N, Reinheckel T, Hendriks WJ, Schalkwijk J. (2010) The cystatin M/E-cathepsin L balance is essential for tissue homeostasis in epidermis, hair follicles, and cornea. *FASEB J.* 24 3744-55. 査読有
10. Hatsugai N, Iwasaki S, Tamura K, Kondo M, Fuji K, Ogasawara K, Nishimura M, Hara-Nishimura I. (2009) A novel membrane fusion-mediated plant immunity against bacterial pathogens. *Genes Dev.* 23. 2496-506. (selected as an F1000 paper) 査読有
11. Nakano RT, Matsushima R, Ueda H, Tamura K, Shimada T, Li L, Hayashi Y, Kondo M, Nishimura M, Hara-Nishimura I. (2009) GNOM-LIKE1/ERMO1 and SEC24a/ERMO2 Are Required for Maintenance of Endoplasmic Reticulum Morphology in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 21 3672-85. 査読有
12. Chan CB, Abe M, Hashimoto N, Hao C, Williams IR, Liu X, Nakao S, Yamamoto A, Li SY, Hara-Nishimura I, Asano M, Ye K. (2009) Mice lacking asparaginyl endopeptidase develop disorders resembling hemophagocytic syndrome. *Proc Natl Acad Sci USA* 106. 468-473. 査読有
13. Nagano AJ, Maekawa A, Nakano RT, Miyahara M, Higaki T, Kutsuna N, Hasezawa S, Hara-Nishimura I. (2009) Quantitative Analysis of ER Body Morphology in an *Arabidopsis* Mutant. *Plant Cell Physiol.* 50 2015-22. 査読有
14. Shirakawa M, Ueda H, Shimada T, Nishiyama C, Hara-Nishimura I. (2009) Vacuolar SNAREs function in the formation of the leaf vascular network by regulating auxin distribution. *Plant Cell Physiol.* 50. 1319-28. 査読有
15. Liu Z, Jang SW, Liu X, Cheng D, Peng J, Yepes M, Li XJ, Matthews S, Watts C, Asano M, Hara-Nishimura I, Luo HR, Ye K. (2008) Neuroprotective actions of PIKE-L by inhibition of SET proteolytic degradation by asparagine endopeptidase. *Mol Cell* 29. 665-78. 査読有
16. Kunieda T, Mitsuda N, Ohme-Takagi M, Takeda S, Aida M, Tasaka M, Kondo M, Nishimura M, Hara-Nishimura I. (2008) NAC family proteins NARS1/NAC2 and NARS2/NAM in the outer integument regulate embryogenesis in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 20. 2631-2642. 査読有
17. Shimada TL, Shimada T, Takahashi H, Fukao Y, Hara-Nishimura I. (2008) A novel role of oleosins in freezing tolerance of oilseeds in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 55. 798-809. 査読有
18. Yamada K, Nagano AJ, Nishina M, Hara-Nishimura I, Nishimura M. (2008) NAI2 is an endoplasmic reticulum body component that enables ER body formation in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 20. 2529-2540. 査読有
19. Nagano AJ, Fukazawa M, Hayashi M, Ikeuchi M, Tsukaya H, Nishimura M, Hara-Nishimura I. (2008) AtMap1: a DNA microarray for genomic deletion mapping in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 56. 1058-1065. 査読有
20. Yamazaki M, Shimada T, Takahashi H, Tamura K, Kondo M, Nishimura M, Hara-Nishimura I. (2008) *Arabidopsis* VPS35, a retromer component, is required for vacuolar protein sorting and involved in plant growth and leaf senescence. *Plant Cell Physiol.* 49. 142-56. 査読有
21. Nagano AJ, Fukao Y, Fujiwara M, Nishimura M, Hara-Nishimura I. (2008) Antagonistic jacalin-related lectins regulate the size of ER body-type beta-glucosidase complexes in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.* 49. 969-80. 査読有
22. Fuji, K, Shimada, T, Takahashi, H, Koumoto, Y, Utsumi, S, Nishizawa, K, Maruyama, N and Hara-Nishimura, I. (2007). *Arabidopsis* vacuolar-sorting mutants (*green-fluorescent seed*) can be identified efficiently by secretion of vacuole-targeted green-fluorescent protein in their seeds. *Plant Cell* 19, 597-609. 査読有
23. Tamura, K, Takahashi, H, Kunieda, T, Fuji, K, Shimada, T and Hara-Nishimura, I. (2007).

- Arabidopsis* KAM2/GRV2 Is required for proper endosome formation and functions in vacuolar sorting and determination of the embryo growth axis. *Plant Cell* 19, 320-332. 査読有
24. Saska, I, Gillon, AD, Hatsugai, N, Dietzgen, RG, Hara-Nishimura, I, Anderson, MA and Craik, DJ. (2007). An asparaginyl endopeptidase mediates in vivo protein backbone cyclization. *J. Biol. Chem.* 282, 29721-29728. 査読有
25. Hatsugai, N, Kuroyanagi, M, Nishimura, M and Hara-Nishimura, I. (2006). A cellular suicide strategy of plants: vacuole-mediated cell death. *Apoptosis* 11, 905-911. 査読有
26. Ueda, H, Nishiyama, C, Shimada, T, Koumoto, Y, Hayashi, Y, Kondo, M, Takahashi, T, Ohtomo, I, Nishimura, M and Hara-Nishimura, I. (2006). AtVAM3 is required for normal specification of idioblasts, myrosin cells. *Plant Cell Physiol.* 47, 164-175. 査読有
27. Li, L, Shimada, T, Takahashi, H, Ueda, H, Fukao, Y, Kondo, M, Nishimura, M and Hara-Nishimura, I. (2006). MAIGO2 is involved in exit of seed storage proteins from the endoplasmic reticulum in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 18, 3535-3547. 査読有
28. Kuroyanagi, M, Hara-Nishimura, I, Hatsugai, N and Nishimura, M. (2006). Vacuolar processing enzyme, a key molecule in both pathogen-induced and phytotoxin-induced cell death in higher plants. *Mol. Plant Microbe Interaction*, Vol. 5, pp. 208-214. 査読有
29. Shimada, T, Koumoto, Y, Li, L, Yamazaki, M, Kondo, M, Nishimura, M and Hara-Nishimura, I. (2006). AtVPS29, a putative component of a retromer complex, is required for the efficient sorting of seed storage proteins. *Plant Cell Physiol.* 47, 1187-1194. 査読有
30. Kuroyanagi, M, Yamada, K, Hatsugai, N, Kondo, M, Nishimura, M and Hara-Nishimura, I. (2005). Vacuolar Processing enzyme is essential for mycotoxin-induced cell death in *Arabidopsis thaliana*. *J. Biol. Chem.* 280, 32914-32920. 査読有
31. Tamura, K, Shimada, T, Kondo, M, Nishimura, M and Hara-Nishimura, I. (2005). KATAMARI1/MUR3 is a novel Golgi membrane protein that is required for endomembrane organization in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 17, 1764-1776. 査読有
32. Yamada, K, Shimada, T, Nishimura, M and Hara-Nishimura, I. (2005). A VPE family supporting various vacuolar functions in plants. *Physiol. Plant, Special Issue*, 123, 369-375. 査読有
33. Hara-Nishimura, I, Hatsugai, N, Kuroyanagi, M, Nakaune, S and Nishimura, M. (2005). Vacuolar processing enzyme: an executor of plant cell death. *Curr. Opinon Plant Biol.* 8, 404-408. 査読有
34. Maehr, R, Hang, HC, Mintern, JD, Kim, Y-M, Culvillier, A, Nishimura, M, Yamada, K, Shiramama-Noda, K, Hara-Nishimura, I and Ploegh, HL. (2005). Asparagine endopeptidase is not essential for class II MHC antigen presentation but is required for processing of cathepsin L in mice. *J. Immunol.* 174, 7066-7074. 査読有
35. Nagano, JA, Matsushima, R and Hara-Nishimura, I. (2005). Activation of an ER-body-localized β -glucosidase via a cytosolic binding partner in damaged tissues of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.* 46, 1140-1148. 査読有
- その他 24 件
- [学会発表] (計 159 件)
- Hara-Nishimura I.: Plants use two types of vacuole-mediated plant immunity: Proteasome-dependent membrane fusion and VPE-dependent vacuolar collapse. **The 2010 Cold Spring Harbor Asia Conference**, Suzhou, China, Oct. 25-29, 2010. (招待講演)
 - Hara-Nishimura I.: Two types of vacuole-mediated plant immunity: proteasome-dependent membrane fusion and VPE-dependent vacuolar collapse. **Frontiers in Developmental Cell Biology – Plants & Beyond**, Lausanne, Switzerland, Sep. 7-8, 2010. (招待講演)
 - Hara-Nishimura I.: A novel membrane fusion-mediated plant immunity against bacterial pathogens. **2010 International Symposium: Development and Defense**, Seoul, Korea, Aug.20, 2010. (招待講演)
 - Hara-Nishimura I.: A membrane fusion-mediated plant defense strategy against bacterial pathogens. **21st International Conference on Arabidopsis Research 2010**. Yokohama, Pacifico Yokohama Jun. 6-10, 2010. (招待講演)
 - Hara-Nishimura, I.: Plant Defense Strategies Using Vacuoles and Endomembranes. **Premium International Symposium** Nagoya Univ., Nagoya, March 24, 2009. (招待講演)
 - Hara-Nishimura, I.: Different Vacuole-Mediated-Defense Strategies Against Invading Viral and Bacterial Pathogens. **The 55th NIBB Conference "Frontiers of Plant Science in the 21st Century"**. NIBB, Okazaki, Sept.13-15, 2008. (招待講演)
 - Hara-Nishimura, I., Shimada, T., Fuji, K., Li, L., and Takahashi, H.: Vacuolar sorting and vacuolar processing systems in higher plants. **Plant Cell Biology Conference**, Max-Planck-Institute, Cologne, Germany, Sept. 4-6, 2007. (招待講演)
 - Hara-Nishimura, I., Shimada, T., Fuji, K., Li, L. and Takahashi, H.: Vacuolar sorting mechanism in plants. **19th FAOBMB**

Conference, Seoul, Korea, May 28-30, 2007.
(招待講演)

9. Hara-Nishimura, I.: Vacuolar sorting and vacuolar processing of seed storage proteins. **International Symposium of Plant Molecular Biology**, Adelaide, Australia, August 20-25, 2006. (招待講演)
10. Hara-Nishimura, I.: Vacuolar processing enzyme responsible for programmed cell death in plants. **The NAIST COE Symposium "Frontiers in Plant Immunity Research"**, NAIST, Nara, June 24, 2006. (招待講演)
11. Hara-Nishimura, I., Hatsugai, N., Kuroyanagi, M., Nakaune, S., Kunieda, T., Takahashi, K. and Nishimura, M.: Vacuolar processing enzyme (VPE): an executor of vacuole-mediated cell death in plants. **20th IUBMB International Congress of Biochemistry and Molecular Biology and 11th FAOBMB Congress**, Kyoto International Conference Center, Kyoto, June 18-23, 2006. (招待講演)
12. Hara-Nishimura, I., Hatsugai, N., Kuroyanagi, M., Nakaune, S., Kunieda, T., Takahashi, K. and Nishimura, M.: Involvement of vacuolar processing enzyme (VPE) in plant cell death. **The 53rd NIBB Conference "Dynamic Organelles in Plants"**, NIBB, Okazaki, June 14-17, 2006. (招待講演)

その他 147 件

[産業財産権]

○出願状況(計4件)

1. 名称:ポリペプチド, 気孔増加剤, 植物における気孔の数および/または密度の増加方法ならびに植物
発明者:菅野茂夫, 嶋田知生, 西村いくこ
権利者:京都大学
番号:PCT/JP2010/071934
出願日:2010年12月7日
国内外の別:国外
2. 名称:新規選択マーカー遺伝子およびその利用
発明者:嶋田貴士, 嶋田知生, 西村いくこ
権利者:京都大学
番号:PTC/JP2009/059592
出願日:2010年5月26日
国内外の別:国外
3. 名称:ポリペプチド, 気孔増加剤, 植物における気孔の数および/または密度の増加方法ならびに植物
発明者:菅野茂夫, 嶋田知生, 西村いくこ
権利者:京都大学
番号:特願2009-278065,
出願日:2009年12月7日
国内外の別:国内
4. 名称:新規選択マーカー遺伝子およびその利用

発明者:嶋田貴士, 嶋田知生, 西村いくこ, 権利者:京都大学

番号:特願2008-140083

出願日:2008年5月28日

国内外の別:国内

○取得状況(計1件)

1. 特許第4375993号

名称:VPE欠損モデル

発明者:西村いくこ, 野田佳苗, 浅野雅秀, 西村幹夫

権利者:独立行政法人科学技術振興機構

番号:特願2003-117686

取得年月日:2009年9月18日

国内特許

[その他]

報道関連

2010年3月23日

産経新聞「植物の原形質流動現象, 200年来の謎解明」

京都新聞「植物細胞内の高速流動解明, 小胞体列車けん引役に」

2009年12月10日

中日新聞「CO2削減, 収穫増に期待:気孔増やす因子発見」

読売新聞「葉の気孔増やすホルモン」

朝日新聞「光合成も活性?植物の気孔増やす物質」

日本経済新聞「葉の気孔増やす物質」

産経新聞「植物の気孔増やす物質」

毎日新聞「気孔増やす物質発見」

京都新聞「葉の気孔増やす新ホルモン」

日刊工業新聞「植物の気孔増やす物質」

NHKテレビ, 関西テレビニュースなど

2009年12月7日

読売新聞「植物液胞で病原菌退治」

2009年10月15日

朝日新聞「植物トンネル大作戦」

中日新聞「細胞死仕組み解明」

日本経済新聞「植物の細菌免疫解明」

産経新聞「細菌感染植物の心中解明」

2008年11月7日

朝日新聞「細胞小器官に必須遺伝子」

2008年10月23日

日経産業新聞「防虫力つける遺伝子」

6. 研究組織

(1)研究代表者

西村 いくこ (HARA-NISHIMURA, IKUKO)

京都大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号:00241232