

平成22年 6月10日現在

研究種目：特定領域研究
 研究期間：2005 ～ 2009
 課題番号：17084008
 研究課題名（和文） 植物運動制御を担う LOV タンパク質の分子構造とシグナル伝達初期過程
 研究課題名（英文） Molecular structure and early events during signal transduction of LOV-proteins regulating movements of plants
 研究代表者
 徳富 哲（TOKUTOMI SATORU）
 大阪府立大学・理学系研究科・教授
 研究者番号：90142009

研究成果の概要（和文）：フォトトロピン（phot）は、植物の光屈性、葉緑体光定位運動、光気孔開口などの光合成活性の最適化に関わる光調節反応をひきおこす青色光シグナルの光受容体として知られている。phot 分子は、LOV1 と LOV2 と呼ばれる二つの青色光受容部位をもち、光で活性制御されるタンパク質リン酸化酵素であると考えられる。本研究ではそのLOV1 やLOV2、酵素活性部位の分子構造を明らかにして、光シグナルにより酵素活性が調節される分子メカニズムの解明を目指して研究を行い、多くの重要な知見を得た。

研究成果の概要（英文）：Phototropin (phot) is a blue light receptor for phototropism, chloroplast relocation movements, stomatal opening, etc that are involved in fine-tuning of the efficiency of photosynthesis in plants. A phot molecule has two photoreceptive domains named LOV1 and LOV2 and is thought to be a light-regulated protein kinase. The present study aimed to solve the molecular structure of the two LOV and the kinase domains and analyze the molecular mechanism that regulates the kinase activity by light, and gathered many useful information.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	19,100,000	0	19,100,000
2006年度	16,800,000	0	16,800,000
2007年度	16,800,000	0	16,800,000
2008年度	16,800,000	0	16,800,000
2009年度	16,800,000	0	16,800,000
総計	86,300,000	0	86,300,000

研究分野：光生物学

科研費の分科・細目：生物科学・生物物理学

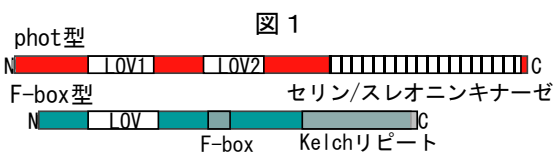
キーワード：植物、LOV 光受容体、フォトトロピン、分子構造、光反応、シグナル伝達

1. 研究開始当初の背景

移動能力を持たない植物は、環境変化を的確にセンスし、これに応答して、発芽成長し、効率よく光合成を行い、開花・結実して子孫を残す。いずれの過程にも光制御機構が働い

ている。青色光受容体の一つ、フォトトロピン（phot）は、光屈性の光受容体として1997年に見つけられた。さらに、葉緑体光定位運動、気孔開口光制御の光受容も担うことが明らかになり、これら3機能ともに光合成効率化にとって重要な役割を果たすことから注

目を集めていた。phot 分子は、N-末端側に LOV と呼ばれる発色団ドメインを二つもち、C-末端がセリン/スレオニンキナーゼになっている (図 1 上)。phot は光依存タンパク質キナーゼとして機能していると考えられ



ていた。さらにシロイヌナズナにおいて、LKP2 など LOV ドメインを一つと F-box をもつ新規の LOV 光受容体が 3 種類見つけれられた (図 1 下)。この F-box 型の LOV 光受容体はユビキチン・プロテアソームタンパク質分解系を介した光制御反応を行っていると考えられた。

2. 研究の目的



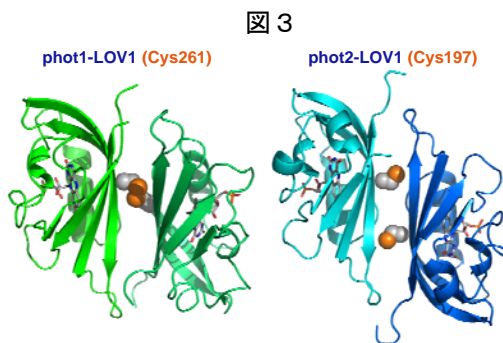
phot 型および F-ボックス型ともに発色団として FMN を結合しているが、その光反応には大きな差がある。phot 型 LOV は光を受けると、シグナル伝達中間体を経由して秒から分のオーダーで基底状態に戻るサイクル的な光反応を示すのに対して、後者はシグナル伝達中間体でストップした非サイクル的な光反応を示す (図 2)。本研究では、これら LOV ドメインが示す異なる光反応が、どのような分子構造に由来し、どのような反応機構を通じて、キナーゼ活性制御など多岐に渡る光制御機能を発現するのかを、光シグナル入力側から解析することを目的とした。

3. 研究の方法

シロイヌナズナの 2 種類の phot、phot1 および phot2、さらに FKF1 分子の各ドメインあるいはその連結ポリペプチドを大腸菌遺伝子発現系により調製し、分子構造および光反応にともなう構造変化を、X線結晶構造解析、X線小角散乱、フーリエ変換赤外分光、低温紫外可視吸収、円二色性分光、過渡回折法、ENDOR およびパルス ESR 等の生物物理学的方法、ペプチドマッピング、分子内架橋などの生化学的方法により解析した。さらにこれらにより得られた分子情報をもとに phot の遺伝子改変シロイヌナズナを作製し、その光屈性、葉緑体光定位運動に対する効果を解析し、分子内シグナル伝達系の解析も行った。

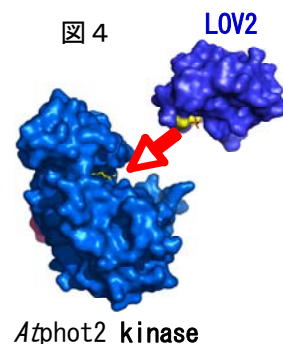
4. 研究成果

1) LOV1 については、phot1 および phot2 の結晶構造解析に成功し、世界初の二量体構造を明らかにし (図 3)、溶液試料の X線小角散乱やペプチドマッピングなどから LOV1 が生体内で phot の二量体量体化サイトとして機能する可能性を示した。



2) LOV2 に関しては、これがキナーゼ活性制御の主要スイッチとして働き、FMN 発色団光反応サイクル中の S390 中間体生成にともない LOV2 ドメインの二次構造変化や LOV2 とキナーゼドメインとのリンカー部分の構造変化などがひきおこされ、キナーゼドメインと LOV2 の相互作用が変化し、キナーゼが活性化されることを示した。アミノ酸置換変異体を用いた解析から、発色団でおきた光化学反応がどのようなアミノ酸を経由して分子内シグナル伝達を行うのかに関する情報も得た。さらにドッキングシミュレーションなどから LOV2 とキナーゼドメインの相互作用部位の特定を試みた (図 4)。

3) 以上で得られた分子情報をもとに phot2 のアミノ酸変異シロイヌナズナを作製し、その光屈性、葉緑体光定位運動に対する効果を解析し、分子内シグナル伝達経路の推定を行った。



4) FKF1 や LKP2 などの F-box 分子についても光反応や分子構造に関する解析を行い重要な知見を得た。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 32 件)

1. Koyama T, Iwata T, Yamamoto A, Sato Y, Matsuoka D, Tokutomi S, and Kandori H. Different role of the J-alpha helix in the light-induced activation of the LOV2 domains in various phototropins. *Biochemistry*. 査読有、48 巻、2009、7621-7618
2. Tanaka, K., Nakasone, Y., Okajima, K., Ikeuchi, M., Tokutomi, S. and Terazima, M. Oligomeric State-Dependent Conformational Change of the BLUF Protein TePixD (Tl10078) *J. Mol. Biol.* 査読有、386 巻、2009、1290-1230
3. Yamamoto, A., Iwata, T., Yoshiaki Sato, S., Matsuoka, D. Tokutomi, S. and Kandori, H. Light Signal Transduction Pathway from the Flavin Chromophore to the J \cdot helix of *Arabidopsis* Phototropin1. *Biophys. J.* 査読有、96 巻、2009、2771-2778
4. Kikuchi, S., Unno, M., Zikihara, K., Tokutomi, S., and Yamauchi, S. Vibrational Assignment of the Flavin-Cysteinyl Adduct in a Signaling State of the LOV Domain in FKF1. *J. Phys. Chem.* 査読有、113 巻、2009、2913-2921
5. Pfeifer, A., Majerus, T., Zikihara, K., Matsuoka, D., Tokutomi, S., Heberle, J. and Kottke, T. Time-Resolved FT-IR Study on Photoadduct Formation and Secondary Structural Changes within the Phototropin LOV Domain. *Biophys J.* 査読有、96 巻、2009、1462-1470
6. Katsura, H., Zikihara, K., Okajima, K., Yoshihara, S. and Tokutomi, S. Oligomeric structure of LOV domains in *Arabidopsis* phototropin. *FEBS Lett.* 査読有、583 巻、2009、526-530
7. Nakasone, Y., Eitoku, T., Zikihara, K., Matsuoka, D., Tokutomi, S., and Terazima, M. Stability of Dimer and Domain-Domain Interaction of *Arabidopsis* Phototropin 1 LOV2. *J. Mol. Biol.* 査読有、373 巻、2008、904-913
8. Nakasako, M., Zikihara, K., Matsuoka, D., Katsura, H. and Tokutomi, S. Structural Basis of the LOV1 Dimerization of *Arabidopsis* Phototropins 1 and 2. *J. Mol. Biol.* 査読有、381 巻、2008、718-733
9. Nakasako, M., Hirata, M., Shimizu, N., Hosokawa, S., Matsuoka, D., Oka, T., Yamamoto, M. and Tokutomi, S. Crystallization and preliminary X-ray diffraction analysis of the LOV1 domains of phototropin 1 and 2 from *Arabidopsis thaliana*. *Acta Crystallogr. Sect F.* 査読有、64 巻、2008、617-621
10. Zikihara, K., Ishikawa, T., Todo, T. and Tokutomi, S. Involvement of electron transfer in the photoreaction of zebrafish Cryptochrome-DASH. *Photochem. Photobiol.* 査読有、84 巻、2008、1016-1023
11. Yamamoto, A., Iwata, T., Tokutomi, S. and Kandori, H. Role of Phe1010 in the Light-Induced Structural Changes of the neo1-LOV2 Domain of *Adiantum*. *Biochemistry*. 査読有、47 巻、2008、922-928
12. Ogura, Y., Komatsu, A., Zikihara, K., Nanjo, T., Tokutomi, S., Wada, M. and Kiyosue, T. Blue light diminishes interaction of PAS/LOV proteins, putative blue light receptors in *Arabidopsis thaliana*, with their interacting partners. *J Plant Research.* 査読有、121 巻、2008、97-105
13. Iwata, T., Yamamoto, A., Tokutomi, S. and Kandori, H. Hydration and Temperature Similarly Affect Light-Induced Protein Structural Changes in the Chromophoric Domain of Phototropin *Biochemistry* 査読有、46 巻、2007、7016-7021
14. Sato, Y., Nabeno, M., Iwata, T., Tokutomi, S., Sakurai, M. and Kandori, N. Heterogeneous Environment of the S-H Group of Cys966 near the Flavin Chromophore in the LOV2 Domain of *Adiantum* Neochrome1. *Biochemistry*. 査読有、46 巻、2007、1025-65
15. Eitoku, T., Nakasone, Y., Zikihara, K., Matsuoka, D., Tokutomi, S. and Terazima, M. Photochemical intermediates of *Arabidopsis* phototropin 2 LOV2 associated with conformational changes. *J. Mol. Biol.* 査読有、371 巻、2007、1290-303
16. Nakasone, Y., Eitoku T., Matsuoka, D., Tokutomi, S. and Terazima, M. Dynamics of conformational changes of *Arabidopsis* phototropin 1 LOV2 with the linker domain. *J. Mol. Biol.* 査読有、367 巻、2007、432-42
17. Tokutomi, S., Matsuoka, D. and Zikihara, K. Molecular structure and regulation of phototropin kinase by blue light. *Biochim. Biophys. Acta* 査読有、1784 巻、2007、133-42
18. Matsuoka, D., Iwata, T., Zikihara, K., Kandori, H. and Tokutomi, S. Primary processes during the light-signal transduction of phototropin. *Photochem. Photobiol.* 査読有、83 巻、2007、122-130
19. 松岡大介、吉原静恵、徳富哲「植物光セン

- サーの多様性と光受容分子メカニズム」生物物理 査読有、46 巻、2006、324-329
20. Yoshihara, S., Shimada, T., Matsuoka, D., Zikihara, K., Kohchi, T. and Tokutomi, S. Reconstitution of blue/green reversible photoconversion of a cyanobacterial photoreceptor, PixJ1, in phycoerythrin producing *E. coli*. Biochemistry 査読有、45 巻、2006、3783-3792
 21. Nakasone, Y., Eitoku T., Matsuoka, D., Tokutomi, S., and Terazima, M. Kinetic measurement of transient dimerization and dissociation reactions of Arabidopsis phototropin 1 LOV2 domain. Biophys J. 査読有、91 巻、2006、645-653
 22. Zikihara, K., Iwata, T., Matsuoka, D., Kandori, H., Todo, T. and Tokutomi, S. Photoreaction cycle of LOV domain in FKF1 determined by low-temperature absorption spectroscopy. Biochemistry 査読有、36 巻、2006、10828-10837
 23. Narikawa, R., Zikihara, K., Okajima, K., Ochiai, Y., Katayama, M., Shichida, Y., Tokutomi, S., and Ikeuchi, M. Three Putative Photosensory LOV Domains with Distinct Biochemical Properties from the Filamentous Cyanobacterium Anabaena sp. PCC 7120. Photochem. Photobiol. 査読有、82 巻、2006、1627-1633
 24. Iwata, T., Nozak, D., Sato, Y., Sato, K., Nishina, Y., Shiga, K., Tokutomi, S., and Kandori, H. Identification of the C=O stretching vibrations of FMN and peptide backbone by ¹³C-labeling of the LOV2 domain of Adiantum phytochrome3. Biochemistry 査読有、45 巻、2006、15384-15391
 25. Eitoku, T., Nakasone, Y., Matsuoka, D., Tokutomi, S. and Terazima, M. Conformational dynamics of Phototropin 2 LOV2 domain with the linker upon photoexcitation. J. Am. Chem. Soc. 査読有、127 巻、2005、13238-13244
 26. Matsuoka, D. and Tokutomi, S. Blue-light-regulated molecular switch of Ser/Thrkinase in phototropin. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 査読有、102 巻、2005、13337-13342
 27. Nozaki, D., Iwata, T., Tokutomi, S. and Kandori, H. Unique temperature dependence in the adduct formation between FMN and cysteine S-H group in the LOV2 domain of Adiantum phytochrome3. Chem. Phys. Lett. 査読有、410 巻、2005、59-63
 28. Iwata, T., Nozaki, D., Tokutomi, S. and Kandori, H. Comparative Investigation of the LOV1 and LOV2 Domains in Adiantum Phytochrome3. Biochemistry. 査読有、44 巻、2005、7427-7434
 29. Nakasako, M., Matsuoka, D., Zikihara, K. and Tokutomi, S. Quaternary structure of LOV-domain containing polypeptides of Arabidopsis FKF1 protein. FEBS Lett. 査読有、579 巻、2005、1067-1071
 30. Sato, Y., Iwata T., Tokutomi, S. and Kandori, H. Reactive Cysteine is Protonated in the Triplet-Excited State of the LOV2 Domain in Adiantum Phytochrome3. J. Am. Chem. Soc. 査読有、272 巻、2005、603-612
 31. Nozaki, D., Iwata, T., Tokutomi, S. and Kandori, H. Water structural changes in the activation process of the LOV2 domains of Adiantum phytochrome3. J. Mol. Struct. 査読有、735/736 巻、2005、259-265
 32. Iwata T., Tokutomi, S. and Kandori, H. Mechanism of photoactivation in the LOV2 domain of Adiantum phytochrome3. Recent Res. Devel. Biochem. 査読有、6 巻、2005、1-26
- [学会発表] (計 75 件)
1. Tokutomi, S., Okajima, K., Zikihara, K. and Yoshihara, S. 「Molecular Basis for Light Regulation of Phototropin Kinase」 BIT's 3rd Annual Protein & Peptide Conference、2010 年 3 月 21 日～23 日 北京
 2. - 5. 福岡翠、岡島公司、桂ひとみ、徳富哲 「シロイヌナズナ phot2LOV2 の R513K 変異は葉緑体光定位運動の光感受性を低下させる」他 4 演題、第 51 回日本植物生理学会年会 2010 年 3 月 18 日～21 日 熊本
 6. Tokutomi, S. 「Molecular basis for regulation of phototropin kinase by blue light」 Memorial Symposium for the 24th International Prize for Biology, Celebrating Dr. Winslow R. Briggs "Biology of Sensing" 2009 年 12 月 2 日～12 月 3 日 京都
 7. - 13. Zikihara, K., Katsura, H., Oyama, S., Sakurai, M. and Tokutomi, S. 「Involvement of Arg427 in the light-signal transduction of Arabidopsis phototropin2, a blue-light photoreceptor」他 8 演題、第 47 回日本生物物理学会 2009 年 10 月 30 日～11 月 1 日 徳島
 14. - 15. Tokutomi, S. 「Variety in the photoreactions and functions of flavin-type blue light receptors」他 2 演題、

- 第 47 回日本生物物理学会 シンポジウム、2009 年 10 月 30 日～11 月 1 日 徳島
16. 岡島公司、嶋田崇、嘉祥寺谷幸子、松岡大介、徳富哲 「シロイヌナズナ青色光受容体phot1 における光依存的リン酸化活性制御の分子基盤」日本植物学会第 73 回大会 2009 年 9 月 18 日～9 月 20 日 山形
 17. - 19. 直原一徳、Till Biskup、深沢励央、石川智子、藤堂剛、Robert Bittle、徳富哲 「ゼブラフィッシュ クリプトクロム-D ASH の光還元過程で生じる 2 つのラジカル状態のEPR、ENDORによる測定」他 3 演題、第 15 回日本光生物学協会年会 2009 年 8 月 19～20 日 愛知
 20. 徳富哲 「植物光センサー研究のフロンティア、青色光センシングを中心に」第 15 回日本光生物学協会年会シンポジウム、2009 年 8 月 19～20 日 愛知
 21. Tokutomi, S. 「Photoreaction of a Blue/Green Reversible Phytochrome-Like Photoreceptor Studied By Low-Temperature Spectroscopy」 International Conference on Tetrapyrrole Photoreceptors of Photosynthetic Organisms 2009 年 7 月 26 日～31 日 USA, California
 22. Tokutomi, S. 「Regulation of phototropin kinase by blue light」 15th International Congress on Photobiology-ICP2009 Symposium、2009 年 6 月 18 日～23 日 Germany, Düsseldorf
 23. - 24. 桂ひとみ、鍋野美香、末次憲之、直原一徳、桜井実、徳富哲 「シロイヌナズナPhot2LOV2 ドメインの光シグナル伝達に関わる二つのアミノ酸」他 2 演題、日本植物生理学会第 50 回年会、2009 年 3 月 21 日～24 日名古屋
 24. 徳富哲、直原一徳、岡島公司、桂ひとみ、吉原静恵、中迫雅由 「フォトリポピンの光受容ドメインの分子構造、光反応、キナーゼ活性光制御」日本植物生理学会第 50 回年会シンポジウム、2009 年 3 月 21 日～24 日名古屋
 25. - 28. Koyama, T., Yamamoto, A., Sato, Y., Iwata, T., Matsuoka, D. and Tokutomi, S. 「Light-induced structural changes of the LOV2 domain studied by FTIR spectroscopy of isotope labeled samples」他 4 題、日本生物物理学会第 46 回年会 2008 年 12 月 3 日～5 日 福岡
 26. Tokutomi, S., Zikihara, K., Okajima, K., Katsura, H., Yoshihara, S. 「Regulation of Arabidopsis phototropin kinase by blue light」 4th Asia and Oceania Conference on Photobiology 2008 2008 年 11 月 22 日～28 日 India Varanasi
 29. Tokutomi, S., Zikihara, K., Okajima, K., Katsura, H., Yoshihara, S., Nakasako, M 「Structural basis for the photoreception of Arabidopsis phototropin」 15th Anniversary Meeting for Korean Society of Photoscience, Symposium、2008 年 9 月 26 日～28 日 Korea, Jeju
 30. - 31. 岡島公司、嶋田崇史、松岡大介、徳富哲 「シロイヌナズナ青色光受容体phot1 における光によるリン酸化活性制御機構の解析」他 2 演題、日本植物学会第 72 回大会 2008 年 9 月 25～26 日 高知
 32. Tokutomi, S. 「How blue light regulates kinase activity of phototropin」 34th Annual Meeting of American Society for Photobiology, Symposium、2008 年 6 月 20 日～25 日 USA, San Francisco
 33. - 36. 直原一徳、桂ひとみ、松岡大介、徳富哲 「フォトリポピンLOV2 ドメインとキナーゼドメインの相互作用部位」他 4 演題、日本植物生理学会第 49 回年会 2008 年 3 月 20～22 日 札幌
 37. Koyama, T., Yamamoto, A., Iwata, T., Sato, Y., Matsuoka, D., Tokutomi, S. and Kandori, H. 「Comparative studies of light-induced structural changes of the LOV2 domain and the J α helix among phototropins.」 The 5th Open Workshop for "Chemistry of Biological Processes Created by Water and Biomolecules. 2008 年 1 月 24～25 日 Nara, Japan
 38. Tokutomi, S. 「Structural basis of the light regulation of phototropin kinase」 Gordon Research Conference: Photosensory Receptors & Signal Transduction, Invited speaker、2008 年 1 月 20～26 日 Ventura, CA, USA
 39. - 40. Eitoku, T., Nakasone, Y., Zikihara, K., Matsuoka, D., Tokutomi, S. and Terazima, M. 「Time-resolved thermodynamics on photochemical intermediates of phototropin associated with the conformational change」他 2 演題、Gordon Research Conference: Photosensory Receptors & Signal Transduction 2008 年 1 月 20～26 日 Ventura, CA, USA
 41. - 49. 岡島公司、嶋田崇史、松岡大介、徳富哲 「シロイヌナズナ青色光受容体Phototropin 1 のLOV2-kinase領域の光誘起構造変化」他 9 演題、日本生物物理学会第 45 回年会 2007 年 12 月 21～23 日 横浜
 50. 田中啓介、中曾根 祐介、岡島公司、徳富哲、池内昌彦、寺嶋正秀 「シアノバクテリアの青色光センサータンパク質PixD の構造変化ダイナミクス」 2007 年光化学討論会 2007 年 9 月 26～28 日 松本
 51. 中曾根祐介、永徳丈、松岡大介、直原一徳、徳富哲、寺嶋正秀 「青色光センサー

- 蛋白質フォトリポソンの光反応分子機構とその熱力学的ダイナミクス」第1回分子科学討論会 2007年9月17~20日 仙台
52. - 53. 山本渥史、岩田達也、徳富 哲、神取秀樹「ホウライシダneochrome1-LOV2ドメインの光誘起構造変化におけるPhe-1010の役割」他2演題、第14回光生物学協会年会 2007年7月30~31日 奈良
54. Tokutomi, S. 「BLUE LIGHT-REGULATED SWITCH OF SER/THR KINASE IN PHOTOTROPIN」5th International Conference on INHIBITORS OF PROTEIN KINASES (IPK' 2007) Symposium, 2007年6月23~27日 Warsaw, Poland
55. 徳富 哲、直原一徳、岡島公司、吉原静恵「LOVドメインの構造と機能の多様性」第48回日本植物生理学会年会シンポジウム、2007年3月28日-30日、熊本
56. - 57. 桂ひとみ、岡島公司、直原一徳、吉原静恵、徳富 哲「シロイヌナズナ・フォトリポソンのLOVドメインのオリゴマー構造」他2演題、第48回日本植物生理学会年会シンポジウム、2007年3月28日-30日、熊本
58. - 59. 永徳 丈、中曽根祐介、松岡大介、徳富 哲、寺嶋正秀「時間分解熱力学量から見た青色光センサーPhototropinの光反応構造変化」他2演題、日本化学会第87春季年会、2007年3月25日-28日、大阪
60. - 62. Nakasone, T., Eitoku, T., Matsuoka, D., Tokutomi, S. and Terazima, M. 「Equilibrium Between monomer and dimer forms of phototropin1 LOV2 domain」他3演題、5th East Asian Biophysical Symposium & 44th Annual Meeting of Biophysical Society of Japan, 2006年12月12-16日、Okinawa, Japan
63. - 64. 永徳 丈、中曽根祐介、松岡大介、徳富 哲、寺嶋正秀「青色受容体フォトリポソンの見られるSpectral silent Process」他2演題、分子構造総合討論会2006、2006年9月20日-23日、静岡
65. 吉原静恵、直原一徳、嶋田嵩史、岩田達也、神取秀樹、徳富 哲「赤色光吸収型フィコシアノビリンを結合する青/緑色光受容体PixJ1の低温紫外/可視分光解析」、第33回生体分子科学討論会、2006年7月14日-15日、名古屋
66. Matsuoka, D., Zikihara K. and Tokutomi, S. 「Distinct roles of LOV domains in blue-light regulated phototropin kinase activity」The 20th IUBMB and 11th FAOBMB Congress, 2006年6月18-23日、Kyoto, Japan
67. Matsuoka, D., Zikihara K. and Tokutomi, S. 「Phototropin, a Blue Light Regulated Ser/Thr Kinase in Plants」Satellite meeting of The 20th IUBMB and 11th FAOBMB Congress, Invited speaker, 2006年6月15-16日、Sendai, Japan
68. Tokutomi, S. 「Distinct roles of LOV domains in blue light photoreceptors」Gordon Research Conference, Photosensory Receptors & Signal Transduction, Invited speaker, 2006年4月30日-5月5日、Barga, Italy
69. Tokutomi, S. 「Phototropin; Photoreaction and Photoregulation of Kinase Activity」International Plant Photobiology Meeting, Invited speaker 2006年4月24-28日、Paris, France
70. - 71. 永徳 丈、中曽根祐介、松岡大介、徳富 哲、寺嶋正秀「Phototropinの光サイクル反応における体積・エンタルピー変化」他2演題、日本化学会第86春季年会、2006年3月27日-30日、千葉
72. - 73. 山本渥司、岩田達也、徳富 哲、神取秀樹「ホウライシダphytochrome3LOV2ドメインにおける光誘起構造変化の水和量依存性」他2演題、第47回日本植物生理学会年会、2006年3月19日-21日、つくば
74. - 75. 徳富 哲「多様な高等植物光センサー、LOV光受容体」他2演題、第47回日本植物生理学会年会シンポジウム、2006年3月19日-21日、つくば

〔図書〕(計1件)

1. 徳富 哲、吉原静恵 植物光センサータンパク質「プラントミメティックス~植物に学ぶ~」(甲斐昌一、森川弘道 監修)、エヌ・ティー・エス 2006年 355-362

〔その他〕

ホームページ等
<http://www.b.s.osakafu-u.ac.jp/~toxan/home.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

徳富 哲 (TOKUTOMI SATORU)
 大阪府立大学・理学系研究科・教授
 研究者番号：90142009

(2) 研究分担者

吉原 静恵 (YOSHIHARA SHIZUE)
 大阪府立大学・理学系研究科・助教
 研究者番号：20382236