

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	植物根の水分屈性発現機構の解明とその利用による植物成長制御の革新
研究機関・ 部局・職名	山形大学・理学部・准教授
氏名	宮沢 豊

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	129,000,000	129,000,000	0	129,000,000	128,916,840	83,160	0
間接経費	38,700,000	38,700,000	0	38,700,000	38,700,000	0	0
合計	167,700,000	167,700,000	0	167,700,000	167,616,840	83,160	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	582,537	50,231,623	37,852,722	14,493,352	103,160,234
旅費	0	569,910	331,700	684,750	1,586,360
謝金・人件費等	0	6,774,137	5,621,980	10,619,454	23,015,571
その他	0	41,793	293,598	819,284	1,154,675
直接経費計	582,537	57,617,463	44,100,000	26,616,840	128,916,840
間接経費計	105,000	17,355,000	13,230,000	8,010,000	38,700,000
合計	687,537	74,972,463	57,330,000	34,626,840	167,616,840

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
超遠心分離機	ベックマンコー ルター社 Optima MAX-	1	7,848,750	7,848,750	2011/7/14	東北大学→山形大学
デジタルマイクロスコープ	キーエンス社 VHX-1000	1	6,979,140	6,979,140	2011/9/28	東北大学→山形大学
クロマトチャンバー	日本フリーザー 社製	1	804,300	804,300	2011/10/17	東北大学→山形大学
水分屈性細胞解析システム	オリンパスメ ディカルサイエ ンス社	1	31,783,500	31,783,500	2012/3/22	東北大学→山形大学
純水製造装置	ミリポア社Elix essential UV3	1	687,435	687,435	2012/6/29	山形大学
人工気象器	日本医科器械 社LH-410SP	2	1,596,000	3,192,000	2012/7/27	山形大学
微量高速冷却遠心機	トミー精工社 MX-307一式	1	1,515,150	1,515,150	2012/9/6	山形大学
蛍光、発光イメージャー	BioRad社 ChemiDoc MP 一式	1	4,252,500	4,252,500	2012/9/12	山形大学
超微量分光光度計	Thermo Scientific社 NanoDrop2000c	1	1,988,700	1,988,700	2012/8/30	山形大学
生物環境調節装置	日本医科器械 社 KCLP-	1	1,212,750	1,212,750	2012/10/25	山形大学
リアルタイムPCR解析システム	BioRad社 CFX Connect 一式	1	2,992,500	2,992,500	2012/10/30	山形大学
顕微鏡用エアテーブル	オリンパスメ ディカルサイエ ンス社	1	647,955	647,955	2012/9/28	山形大学
濃縮遠心機	Eppendorf社 5305c	1	842,625	842,625	2012/11/5	山形大学
実体顕微鏡システム	オリンパスメ ディカルサイエ ンス社	1	1,047,816	1,047,816	2012/11/30	山形大学
システム生物顕微鏡一式	オリンパスメ ディカルサイエ ンス社	1	4,945,710	4,945,710	2013/3/1	山形大学

様式20

高速細胞破碎システム	エムエス機器社Precellys24	1	997,500	997,500	2013/3/12	山形大学
遺伝子導入装置	BioRad社 Gene Pulser Xcell 一式	1	1,291,500	1,291,500	2013/9/18	山形大学
サーマルサイクラー	ABI社 ProFlex 3x32 well system一式	1	1,260,000	1,260,000	2013/12/10	山形大学
水分屈性制御分子複合体解析装置	GE社 AKTA Prime Plus, Ettan IPGphor 一式	1	3,076,500	3,076,500	2013/12/27	山形大学

5. 研究成果の概要

事業担当者らによって発見された世界初の水分屈性制御分子を起点として、根が水の多少を感じ、伸長方向を決定する主要な経路を同定した。また水分屈性制御分子の発現量の制御機構を明らかにしたとともに、その調節により、水分限定環境下で植物の生存能を向上させることに成功した。この成果を様々な草本、木本へ適用することにより、全世界的に貴重となっている水資源の有効利用が可能になる。そして、現在利用できない渇水地域における、効率的な水利用が可能となり、耕作地や植物生育域が拡大し、環境・食料・エネルギー等の問題の解決に寄与することが期待される。

課題番号	GS002
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
研究成果報告書**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	植物根の水分屈性発現機構の解明とその利用による植物成長制御の革新
	Elucidation of molecular mechanism of root hydrotropism and its application to innovative plant growth regulation.
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	山形大学・理学部・准教授
	Yamagata University, Faculty of Science, Associate Professor
氏名 (下段英語表記)	宮沢 豊
	Yutaka Miyazawa

研究成果の概要

(和文):

植物の効率的養水分に貢献する水分屈性の分子機構について、MIZ1、MIZ2が機能する経路をその主要な経路として同定した。この知見を踏まえ、水分屈性制御遺伝子の発現を改変することにより、根の水分屈性の強弱を人為的に制御することに成功した。さらに、人為的に水分屈性を向上させた植物を解析し、水分屈性能を促進させることで、水分限定環境下での植物生存能力やバイオマス生産を向上させることができることを証明した。これらの知見を様々な植物に適用することにより、温暖化による乾燥地拡大がもたらす食料不足リスクの低減と、耕地や植物工場における省水化・省力化を可能とする日本ブランドの品種育成へ展開できる。

(英文):

Root hydrotropism has been considered to contribute to drought avoidance. To elucidate the molecular mechanism underlying root hydrotropism, genes responsible for the phenomenon were studied. Results showed that MIZ1 and MIZ2 play indispensable roles in root hydrotropism, and that MIZ2 regulates MIZ1. Also, we found that overexpression of MIZ1 enhanced the degree of root hydrotropism. We proved that the enhancement of root hydrotropism contributes toward retaining root survival rate and biomass production under water-limited condition. Thus, the

enhancement of root hydrotropism can be used for improving plant productivity in arid areas.

1. 執行金額 167,616,840 円
(うち、直接経費 128,916,840 円、 間接経費 38,700,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年 3月31日

3. 研究目的

近年の地球温暖化現象は、植物が生育しうる領域を大幅に狭めてきている。人口の増大も相まって、陸地環境の緑を守るとともに、植物生産力の向上に貢献する技術基盤の確立は非常に重要である。根の水分屈性は、水分勾配を刺激として感受し、水分含量の高い方へと屈曲する現象であり、陸上環境における限定された水分を効率的に利用するために備えた能力であると考えられる。その重要性にもかかわらず、近年に事業担当者らによる解析により科学的にその存在が証明されるまで遺伝的制御の有無すら明らかにされず、その分子機構は未解明であった。この分子機構の解明は、植物の水センサーの同定や、水分屈性を強化、低減させることによる新たな養水分供給法といった植物成長制御法を創出しようと考えられ、喫緊の研究課題である。本研究は事業担当者のこれまでの研究成果をもとに水分屈性の発現に必要な分子を抽出・同定し、それらの機能を解明することにより上記課題に答えようとするものである。そのために、水分屈性制御分子の機能および発現機構の解明と、水分屈性制御分子間の相互作用の、遺伝学的、細胞生物学的解明を推進し、水分屈性発現機構の分子モデルを構築する。さらに、研究で得られた成果を元に、水分屈性発現に重要な遺伝子に関して発現量や遺伝子産物の作動機構の改変を行い、水分屈性の人為的な制御法を開発する。そして、水分屈性の制御による地球上の限定された水環境の有効利用を可能にし、耕作地の拡大および人工的な環境における効率的な植物育成法の開発に貢献する技術基盤を確立する。

4. 研究計画・方法

事業担当者は、これまでに水分屈性に必須な役割を果たす分子として MIZ1 および MIZ2 を同定している。MIZ1 は陸上植物固有のモチーフ(MIZ ドメイン) を有する機能未知タンパク質を、MIZ2 は小胞輸送に必要な低分子量 G タンパク質の制御分子 GNOM をそれぞれコードしていた。本研究では、MIZ1 および MIZ2 の水分屈性における機能を解明するとともに、水分屈性を制御する新規分子の同定を以下の方法で進めることとした。まず、両分子の水分屈性における機能の解明のために、MIZ1 については、その発現機構を解析し、MIZ2 については、変異によって細胞内に起こる変化を解析することとした。さらに、MIZ1 および MIZ2 と機能的に関係する新規水分屈性制御分子を、*miz1* 変異や *miz2* 変異を抑圧する突然変異体の取得や、両分子と物理的に相互作用する分子の同定により探索することとした。加えて、水分屈性に必要とされる細胞群を、レー

レーザーを用いた特定の細胞の破壊と水分屈性実験を組み合わせることで同定し、そこで発現する遺伝子を網羅的に解析することとした。これらの実験から得られた成果を元に、水分屈性の分子機構をモデル化することとした。そして、モデルを元に、水分屈性に重要な寄与を果たす遺伝子の改変を行い、水分屈性を人為的に調節した植物体を作成するとともに、その植物が、水分限定環境下における植物育成に有用であるかを検証することで、グリーン・イノベーションへ向けた技術基盤の確立を目指した。

5. 研究成果・波及効果

(1) 水分屈性発現機構の解明

まず、水分屈性制御分子が機能する組織を、蛍光タンパク(GFP)を融合させた *MIZ1* および *MIZ2* を発現する個体を作成し解析したところ、*MIZ1* が根の分裂域と伸長域の境界付近の皮層細胞および側方の根端細胞で強く発現し、根端コルメラ細胞でも発現することを明らかにした。*MIZ1* の細胞内局在は、予測プログラム上では色素体とされていたものの、実際は細胞質および小胞体に局在していることが明らかになった(Yamazaki et al. 2012)。一方、*MIZ2* は特に発現組織に特異性は見いだされなかった。さらに、*MIZ1*-GFP または、*MIZ2*-GFP 融合タンパク質発現系統より抽出したタンパク質を用いて結合タンパクを同定する実験系を確立した。そして、質量分析によるタンパク質同定を実施し、多くの *MIZ1*、*MIZ2* 結合タンパク質を同定した。同時に、*MIZ1* および *MIZ2* と遺伝学的相互作用をする分子についてのスクリーニングを進めた結果、それぞれの変異を抑圧する系統を1系統ずつ取得した。発現組織特異性の認められた *MIZ1* について、その発現機構を解析し、水分勾配だけでなく、光照射や乾燥応答によって増加する植物ホルモン ABA によっても *MIZ1* の発現が誘導されることを明らかにした(Moriwaki et al. 2012)。さらに、*MIZ1* を過剰発現する植物体を作成し、*miz1* 突然変異体と合わせて解析したところ、植物ホルモンの一つであるオーキシンの根における量が、野生型と比べ *miz1* 突然変異体で増加し *MIZ1* 過剰発現体で低下していることを明らかにした。これらのことから *MIZ1* が根のオーキシンの量を負に調節する分子であることを示した(Moriwaki et al. 2011)。さらに、*MIZ1* 過剰発現体で、根の水分屈性能が向上すること、水ストレス環境下での根の細胞の生存率が向上することを見いだした(Miyazawa et al. 2012)。

水分屈性に機能する細胞群の同定も進め、電子顕微鏡観察やマーカー系統を用いた解析から、水分屈性発現時に根端のコルメラ細胞で見いだされるアミロプラストの消失が自食作用によって行われる可能性を見いだした(Nakayama et al. 2012)。レーザーによる細胞破壊実験から、根の様々な組織・細胞が水分勾配を受容することが明らかになった。続いて、*MIZ1* と *MIZ2* の機能的な関係を細胞生物学的に解析した結果、水分屈性に伴う *MIZ1* の細胞内局在制御に *MIZ2* が機能することが明らかになった。加えて、様々なオルガネラマーカー系統をスクリーニングした結果、1系統においてラベルされたオルガネラが水分屈性発現時に根の皮層細胞で特徴的な偏在をすることを見いだした。この系統でラベルされたオルガネラの動態が、*MIZ2* による *MIZ1* の局在制御に重要である可能性が考えられる。

(2)水分屈性を利用した植物成長制御の基盤技術の確立

根の水分屈性を利用した植物成長制御の基盤技術の確立のためには、根全体を見据えた水分屈性の理解が必要である。そこで、(1)で明らかにしてきた分子機構が根系の大半を占める側根でも同様であるかを検証した。その結果、側根も主根と同様に水分屈性を示すこと、*miz1* 変異体の側根は水分屈性を示さなかったことから、*MIZ1* が側根の水分屈性において必須であることを明らかにした(Iwata et al. 2012)。そこで、野生型植物、水分屈性を発現しない *miz1* 突然変異体に加え、水分屈性が促進される *MIZ1* 過剰発現系統を用いて、土壌中の水分が限定される環境下での栽培実験を行った。そして、水分屈性能を亢進させた植物は、野生型と比べ水分勾配の存在する土壌での生存能力、およびバイオマス生産力が高いことも明らかにした(Iwata et al. 2013)。さらに、水分屈性を欠損する植物は、水分限定環境下での生存率が著しく悪く、生産力も低いことが明らかになった。

これらの成果を合わせ、本研究課題が目的とした水分屈性分子機構の理解と、それを利用した水分限定環境に適応する植物の作出に成功したこととなる。本研究で得られた知見を、様々な草本、木本へ適用することにより、全世界的に貴重となっている水資源の有効利用が可能になる。そして、現在利用できない渇水地域における、効率的な水利用が可能となり、耕作地や植物生育域が拡大し、環境・食料・エネルギー等の問題の解決に役立つことが期待される。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 11 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 11 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Moriwaki, T., Miyazawa, Y., Kobayashi, A., Uchida, M., Watanabe, C., Fujii, N. and Takahashi, H. (2011) Hormonal regulation of lateral root development in <i>Arabidopsis</i> modulated by <i>MIZ1</i> and requirement of GNOM activity for <i>MIZ1</i> function. <i>Plant Physiology</i>, 157: 1209–1220, ISSN: 0032–0889, http://www.plantphysiol.org/content/157/3/1209.full 2. Kato, F., Araki, M., Miyazawa, Y., Fujii, N., Takeda, K., Suge, H. and Takahashi, H. (2011) Factors responsible for deep-sowing tolerance in wheat seedlings: varietal differences in cell proliferation and the co-ordinated synchronization of epidermal cell expansion and cortical cell division for the gibberellin-mediated elongation of first internodes. <i>Annals of Botany</i>, 108: 439–447, ISSN: 0305–7364 3. Iwata, S., Miyazawa, Y. and Takahashi, H. (2012) MIZU-KUSSEI1 plays an essential role in the hydrotropism of lateral roots in <i>Arabidopsis thaliana</i>. <i>Environmental and Experimental Botany</i>, 75: 167–172, ISSN: 0098–8472 http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847211002097 4. Watanabe, C., Fujii, N., Yanai, K., Hotta, T., Kim, D-H., Kamada, M., Sasagawa-Saito, Y., Nishimura, T., Koshiha, T., Miyazawa, Y., Kim, K-H. and Takahashi, T. (2012) Gravitimulation changes the accumulation pattern of the CsPIN1 auxin efflux facilitator in the endodermis of the transition zone in cucumber seedlings. <i>Plant Physiology</i>, 158: 239–251, ISSN: 0032–0889 5. Yamazaki, Y., Miyazawa, Y., Kobayashi, A., Moriwaki, T., Fujii, N., Takahashi, H. (2012) MIZ1, an essential protein for root hydrotropism, is associated with the cytoplasmic face of the endoplasmic reticulum membrane in <i>Arabidopsis</i> root cells. <i>FEBS Letters</i>, 586: 398–402, ISSN: 0014–5793 6. Moriwaki T., Miyazawa Y., Fujii N., Takahashi H. (2012) Light and abscisic acid signaling are integrated by <i>MIZ1</i> gene expression and regulate hydrotropic response in roots of <i>Arabidopsis thaliana</i>. <i>Plant, Cell and Environment</i> 35: 1359–1368, ISSN: 1365–3040, http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3040.2012.02493.x/full 7. Nakayama N., Kaneko Y., Miyazawa Y., Fujii N., Higashitani N., Wada S., Ishida H., Yoshimoto K., Shirasu K., Yamada K., Nishimura M., Takahashi H. (2012) A possible involvement of autophagy in amyloplast degradation in columella cells during hydrotropic response of <i>Arabidopsis</i> roots. <i>Planta</i> 236: 999–1012, ISSN: 1432–2048, http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00425-012-1655-5 8. Miyazawa Y., Moriwaki T., Uchida M., Kobayashi A., Fujii N., Takahashi H. (2012) Overexpression of <i>MIZU-KUSSEI1</i> enhances the root hydrotropic response by retaining cell viability under hydrostimulated conditions in <i>Arabidopsis thaliana</i>. <i>Plant and Cell Physiology</i> 53: 1926–1933, ISSN: 1471–9053, http://pcp.oxfordjournals.org/content/53/11/1926.full 9. Moriwaki T., Miyazawa Y., Kobayashi A., Takahashi H. (2013) Molecular mechanisms of hydrotropism in seedling roots of <i>Arabidopsis thaliana</i> (Brassicaceae). <i>American Journal of Botany</i> 100: 25–34, ISSN: 1537–2197, http://www.amjbot.org/content/100/1/25.full 10. Iwata S., Miyazawa Y., Fujii N., Takahashi H. (2013) MIZ1-regulated hydrotropism functions in the growth and survival of <i>Arabidopsis thaliana</i> under natural conditions. <i>Annals of Botany</i> 112: 103–114 ISSN: 1095–8290, http://aob.oxfordjournals.org/content/112/1/103.long 11. Moriwaki T., Miyazawa Y., Fujii N., Takahashi H. (2014) GNOM regulates root hydrotropism and phototropism independently of PIN-mediated auxin transport. <i>Plant Sci.</i> 215–216: 141–149, ISSN: 0168–9452, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945213002380 <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 0 件</p>
------------------------	---

会議発表	<p>専門家向け 計 35 件</p>
計 36 件	<p>1, 森脇哲平、小林啓恵、宮沢豊、藤井伸治、高橋秀幸 「光シグナルとABAによるMIZ1転写制御と水分屈性能の関係」、仙台、2011年3月20日～22日、第52回日本植物生理学会年会</p> <p>2, 山崎誠和、小林啓恵、宮沢豊、高橋秀幸 「シロイヌナズナの水分屈性に必須なMIZ1タンパク質の局在解析」、仙台、2011年3月20日～22日、第52回日本植物生理学会年会</p> <p>3, Yutaka Miyazawa, Teppei Moriwaki, Mayumi Uchida, Akie Kobayashi, Nobuharu Fujii, Hideyuki Takahashi. “Analysis of overexpressor of MIZU-KUSSE1, a gene required for root hydrotropism of <i>Arabidopsis thaliana</i>”, XVIII International Botanical Congress, Melbourne, 2011年7月23日～30日</p> <p>4, Tomokazu Yamazaki, Akie Kobayashi, Yutaka Miyazawa, Hideyuki Takahashi, “MIZ1, a soluble protein essential for root hydrotropism, is associated with surface of endoplasmic reticulum membrane in <i>Arabidopsis</i> root cells”, Plant Biology 2011, Minneapolis, 2011年8月6日～10日, (American Society of Plant Biologists)</p> <p>5, Satoru Iwata, Yutaka Miyazawa, Hideyuki Takahashi, “Hydrotropism in lateral roots and its possible contribution to drought avoidance in <i>Arabidopsis thaliana</i>”, Plant Biology 2011, Minneapolis, 2011年8月6日～10日, (American Society of Plant Biologists)</p> <p>6, 岩田 悟、宮沢 豊、高橋秀幸、「シロイヌナズナの根系形成に対する水分屈性の寄与」日本植物学会第75回大会(東京)2011年9月17日～9月19日(日本植物学会)</p> <p>7, 富田 優太、宮沢 豊、山崎 誠和、阿部 清美、藤井 伸治、高橋 秀幸、「高速フーリエ変換を用いたイネ子葉鞘における回旋運動の重力応答依存性の解析」日本植物学会第75回大会(東京)2011年9月17日～9月19日(日本植物学会)</p> <p>8, 森脇哲平、岩田悟、渡辺千秋、内田真弓、小林啓恵、宮沢豊、藤井伸治、高橋秀幸、「オーキシン量の低下はシロイヌナズナ根の水分屈性能を向上させる」、日本植物学会第75回大会(東京)2011年9月17日～9月19日(日本植物学会)</p> <p>9, 森脇哲平、小林啓恵、宮沢豊、藤井伸治、高橋 秀幸、「光とABAシグナルはMIZ1の発現調節を介して水分屈性を制御する」、東北植物学会第1回大会(岩手)2011年12月17日～12月18日(東北植物学会)</p> <p>10, 奈良敬孝、森脇哲平、山崎誠和、宮沢豊、高橋秀幸、「マメ科植物における水分屈性発現機構の解析」東北植物学会第1回大会(岩手)2011年12月17日～12月18日(東北植物学会)</p> <p>11, 森脇哲平、宮沢豊、藤井伸治、高橋秀幸、「光による水分屈性発現調節機構の解析」、第53回日本植物生理学会年会(京都)2012年3月16日～3月18日(日本植物生理学会)</p> <p>12, Yutaka Miyazawa, “Molecular mechanism of hydrotropism in <i>Arabidopsis</i> roots and its interaction with other environmental stimuli”, The 1st International Symposium on Plant Environmental Sensing, 2012年3月19日～21日</p> <p>13, Iwata S., Miyazawa Y., Takahashi H. MIZ1-regulated hydrotropism plays an important role in plant growth and yield of <i>Arabidopsis thaliana</i> under water limited conditions. Plant Biology 2012, Austin, July 20–24, 2012 (American Society of Plant Biologists)</p> <p>14, 岩田 悟、宮沢 豊、高橋秀幸 「シロイヌナズナの生産性・生存に対する水分屈性の寄与」日本植物学会第76回大会(姫路)2012年9月15日～9月17日(日本植物学会)</p> <p>15, 奈良敬孝、宮沢 豊、藤井伸治、高橋秀幸 「ミヤコグサとエンドウを用いた水分屈性発現機構の比較解析」日本植物学会第76回大会(姫路)2012年9月15日～9月17日(日本植物学会)</p> <p>16, 中島佑介、宮沢 豊、藤井伸治、高橋秀幸 「イネにおける水分屈性の発現とオーキシン阻害剤処理による影響」日本植物学会第76回大会(姫路)2012年9月15日～9月17日(日本植物学会)</p> <p>17, 渡邊千秋、藤井伸治、宮沢 豊、東端 晃、嶋津 徹、鎌田源司、笠原晴夫、山崎 丘、渡邊郁子、伏島康男、石岡憲昭、高橋秀幸 「キュウリ芽生えの内皮細胞重力感受細胞で発現するCsPIN1タンパク質の蓄積の重力応答性」日本植物学会第76回大会(姫路)2012年9月15日～9月17日(日本植物学会)</p> <p>18, 金 慧正、宮沢 豊、藤井伸治、高橋秀幸 「エンドウ根の回旋運動における重力応答依存性の検証」日本植物学会第76回大会(姫路)2012年9月15日～9月17日(日本植物学会)</p> <p>19, 岩田 悟、宮沢 豊、藤井伸治、高橋秀幸 「シロイヌナズナの生育・生存に対する水分屈性制</p>

	<p>御遺伝子 <i>MIZ1</i> の重要性」東北植物学会第2回大会(弘前) 2012年12月15日~12月16日(東北植物学会)</p> <p>20. Miyazawa Y., Moriwaki T., Uchida M., Kobayashi A., Fujii N., Takahashi H. "Improvement of plant water-stress avoidance by overexpression of <i>MIZU-KUSSEI1</i>, a gene responsible for root hydrotropism." 第54回日本植物生理学会年会(岡山) 2013年3月21日~3月23日(日本植物生理学会)</p> <p>21. 岩田 悟、内田真弓、小林啓恵、宮沢 豊、藤井伸治、高橋秀幸 「シロイヌナズナ <i>miz1</i> の抑圧突然変異体 <i>mzp1</i> の単離」 第54回日本植物生理学会年会(岡山) 2013年3月21日~3月23日(日本植物生理学会)</p> <p>22. Takahashi H., Miyazawa Y., Kobayashi A., Moriwaki T., Fujii N. "MIZ1 and MIZ2 regulation of hydrotropism in Arabidopsis roots." 第54回日本植物生理学会年会(岡山) 2013年3月21日~3月23日(日本植物生理学会)</p> <p>23. Fujii N., Yamazaki C., Miyazawa Y., Kamada M., Kasahara H., Osada I., Shimazu T., Fusejima Y., Higashibata A., Yamazaki T., Ishioka N., Takahashi H. "Graviresponse induces re-localization of an auxin efflux carrier, CsPIN1, during gravimorphogenesis of cucumber seedlings." 34th Annual International Gravitational Physiology Meeting (Toyohashi, Japan), 2013年6月23日~28日 (国際重力生理学会)</p> <p>24. Miyazawa Y., Tomita Y., Kim H., Fujii N., Takahashi H. "Graviresponse is Indispensable for Circumnutation in Rice Coleoptile." 34th Annual International Gravitational Physiology Meeting (Toyohashi, Japan), 2013年6月23日~28日 (国際重力生理学会)</p> <p>25. 高橋秀幸、諸橋恵太、岡本美貴、山崎千秋、藤井伸治、宮沢 豊、東端 晃、嶋津 徹、鎌田源司、笠原春夫、山崎 丘、長田郁子、石岡憲昭、伏島康男、小林啓恵 「微小重力下で亢進されるキュウリ根の水分屈性」 日本植物学会第77回大会(札幌)、2013年9月13日-15日 (日本植物学会)</p> <p>26. 宮沢 豊、諸橋恵太、藤井伸治、高橋秀幸 「キュウリ根の水分屈性発現に伴うAux/IAA遺伝子群の発現解析」 日本植物学会第77回大会(札幌)、2013年9月13日-15日 (日本植物学会)</p> <p>27. 山崎誠和、小林啓恵、宮沢 豊、藤井伸治、河村幸男、上村松生、高橋秀幸 「水分屈性制御因子MIZ1と相互作用する因子の探索」 日本宇宙生物科学会第27回大会(つくば)、2013年9月27日-28日 (日本宇宙生物科学会)</p> <p>28. 藤井伸治、山川あゆみ、宮沢 豊、山下雅道、高橋秀幸 「シロイヌナズナの <i>pgm1arg1</i> 二重突然変異体を利用した新規重力屈性突然変異体の単離の試み」 日本宇宙生物科学会第27回大会(つくば)、2013年9月27日-28日 (日本宇宙生物科学会)</p> <p>29. 宮沢 豊、諸橋恵太、藤井伸治、高橋秀幸 キュウリ根における重力応答依存的なオーキシン応答を検出するための遺伝子プローブの同定 日本宇宙生物科学会第27回大会(つくば)、2013年9月27日-28日 (日本宇宙生物科学会)</p> <p>30. 森脇哲平、宮沢 豊、藤井伸治、高橋秀幸 「シロイヌナズナ根の水分屈性制御を担うGNOMの機能ドメインの遺伝学的解析」 東北植物学会第3回大会(秋田)、2013年12月14日-15日 (東北植物学会)</p> <p>31. 久家徳之、高橋秀幸、宮沢 豊 「シロイヌナズナ水分屈性制御因子MIZ1の局在制御に対するMIZ2の機能の解析」 東北植物学会第3回大会(秋田)、2013年12月14日-15日 (東北植物学会)</p> <p>32. 山崎誠和、小林啓恵、宮沢 豊、藤井伸治、高橋大輔、河村幸男、上村松生、高橋秀幸 「水分屈性制御因子MIZ1と相互作用して水分屈性を調節する因子の探索」 東北植物学会第3回大会(秋田)、2013年12月14日-15日 (東北植物学会)</p> <p>33. 藤井伸治、山崎千秋、宮沢 豊、鎌田源司、笠原春夫、長田郁子、嶋津 徹、伏島康男、東端 晃、山崎 丘、石岡憲昭、高橋秀幸 「キュウリ内皮細胞におけるCsPIN1オーキシン排出キャリアの局在変化の重力応答性」 東北植物学会第3回大会(秋田)、2013年12月14日-15日 (東北植物学会)</p> <p>34. 宮沢 豊、高橋秀幸 「固着性の植物が渴きを癒す仕組み」 第1回新学術領域研究「植物環境感覚」「少数性生物学」ジョイントシンポジウム(大阪)、2013年12月17日 (新学術領域研究「植物環境感覚」「少数性生物学」共催)</p> <p>35. Kuya N., Takahashi H., Miyazawa Y. "MIZ2/GNOM is involved in subcellular localization of MIZ1 in the root cortex during hydrotropism of Arabidopsis roots." 第55回日本植物生理学会年会(富</p>
--	---

	<p>山)、2014年3月18日-20日(日本植物生理学会)</p> <p>一般向け 計1件 1, 宮沢豊、「根が水を求めて「動く」仕組みを探るーグリーン・イノベーションへ向けた挑戦ー」、市民公開シンポジウム「生命の形をみちびく道しるべ」、(東京)、2011年6月4日(東北大学大学院生命科学研究科)</p>
図書 計1件	<p>Yutaka Miyazawa, Tomokazu Yamazaki, Teppei Moriwaki, Hideyuki Takahashi (2011) Root tropisms: Its mechanism and possible functions in drought avoidance. <i>In</i> Ismail Turkan <i>Eds. Advances in botanical Research</i> Vol. 57 p.349-375, ISBN: 978-0-12-387692-8</p>
産業財産権 出願・取得 状況 計0件	<p>(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件</p>
Webページ (URL)	<p>山形大学理学部・大学院理工学研究科／研究ハイライト／植物機能のページ http://www-sci.yamagata-u.ac.jp/kenkyu/hilite/miya.html</p>
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>1, 市民公開シンポジウム 標題:「根が水を求めて「動く」仕組みを探るーグリーン・イノベーションへ向けた挑戦ー」 実施日:2011年6月4日 場所:日経・大手町セミナールーム2(東京都千代田区) 対象者:一般 参加者数:約30名 内容:植物根の水分屈性の研究成果とそれを利用した植物成長制御への取り組み</p> <p>2, 出前授業 標題:「植物のからだ作りと環境」 実施日:2011年6月28日 場所:仙台市立七北田小学校(宮城県仙台市) 対象者:小学5年生 参加者数:約100名 内容:植物が周囲の環境情報を感じ、自身の形態を変える仕組みについての授業</p> <p>3, 学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ 標題:「動物も植物も細胞と分子でできているー生きているを観てみよう!」(「植物の形と動きを観察しよう」を出展) 実施日:2011年7月10日 場所:東北大学川内キャンパス(宮城県仙台市) 対象者:小5~中学生 参加者数:約100名(イベント全体1,800名)、 内容:植物の屈性発現に関する講演と傾性に関する体験学習</p> <p>4, 出前授業・実習 標題:「及位中学校交流学習」 実施日:2011年8月9日-11日 場所:真室川町立及位中学校(山形県真室川町) 対象者:中学3年生 参加者数:約20名 内容:植物の成長におけるオーキシンの役割についての講義と実験、植物ゲノムに関する講義と実験</p>

<p>5, 出前授業 2 件 標題:「植物のからだ作りと環境」 実施日:2012 年 6 月 4 日、6 月 5 日 場所:仙台市立七北田小学校(宮城県仙台市)、仙台市立木町通小学校 対象者:小学 5 年生(七北田小学校)、小学 6 年生(木町通小学校) 参加者数:各約 100 名 内容:植物が周囲の環境情報を感じ、自身の形態を変える仕組みについての授業</p> <p>6, 学都「仙台・宮城」サイエンスデイ 2012 標題:「生きている、を観てみよう!」(「植物の形と動きを観察しよう」を出展) 実施日:2012 年 7 月 15 日 場所:東北大学川内キャンパス(宮城県仙台市) 対象者:小学 4 年生~大人 参加者数:約 50 名(イベント全体 6,331 名) 内容:植物の屈性発現に関する講演と根の構造と傾性に関する体験学習</p> <p>7, 体験入学(実習) 標題:「植物の細胞と組織を見てみよう!」 実施日:2012 年 7 月 28 日 場所:山形大学小白川キャンパス(山形県山形市) 対象者:高校生 参加者数:約 30 人 内容:植物の根の構造と機能に関する解説と構造の観察</p> <p>8, 出前授業・実習 標題:「及位中学校交流学习」 実施日:2012 年 8 月 7 日~8 月 9 日 場所:真室川町立及位中学校(山形県真室川町) 対象者:中学 3 年生 参加者数:約 20 名 内容:植物の成長におけるオーキシンの役割についての講義と実験、酵素反応の実験</p> <p>9, 模擬授業 標題:「宇宙、無重力の世界に展開する植物科学」 実施日:2012 年 9 月 4 日 場所:山形大学小白川キャンパス(山形県山形市) 対象者:高校生(宮城県多賀城高校) 参加者数:約 15 名 内容:植物の重力応答と水分屈性に関する最近の研究の解説</p> <p>10, 高大連携実習 標題:「大学の実験室で行う理数科生徒のための発展的な生物実習」 実施日:2012 年 9 月 19 日 場所:山形大学小白川キャンパス(山形県山形市) 対象者:高校 1 年生 参加者数:約 30 人 内容:植物細胞の成長過程の解説と観察</p> <p>11, 出前授業 2 件 標題:「植物のからだ作りと環境」 実施日:2013 年 6 月 4 日、6 月 7 日 場所:仙台市立七北田小学校(宮城県仙台市)、仙台市立木町通小学校 対象者:小学 5 年生(七北田小学校)、小学 6 年生(木町通小学校) 参加者数:各約 100 名 内容:植物が周囲の環境情報を感じ、自身の形態を変える仕組みについての授業</p> <p>12, 教員免許状更新講習 標題:「植物生理学に関する最新の研究について」 実施日:2013 年 7 月 30 日</p>
--

	<p>場所:山形大学小白川キャンパス(山形県山形市) 対象者:中学、高校理科教員 参加者数:13名 内容:植物の水分、重力、光屈性発現機構に関する最新のデータとその解釈の講義 13. 体験入学(実習) 実施日:2013年8月3日 場所:山形大学小白川キャンパス(山形県山形市) 対象者:高校生 参加者数:約30人 内容:植物の根の構造と機能に関する解説と構造の観察 14. トワイライト開放講座 標題:「水を感じて伸びる根の仕組み」 実施日:2014年1月24日 場所:山形大学小白川キャンパス(山形県山形市) 対象者:高校生、大学生、一般社会人 参加者数:約80名 内容:根の水分屈性発現機構の解説と応用についての講義 15. FIRST シンポ 標題:「植物根の水分屈性発現機構の解明とその利用による植物成長制御の革新」 実施日:2014年2月28日-3月1日 場所:ベルサール新宿グランド(東京都) 対象者:高校生、大学生、一般社会人 参加者数:多数 内容:根の水分屈性発現機構の解説とその応用による水分限定環境下での植物生産力向上に関する発表</p>
<p>新聞・一般 雑誌等掲 載 計0件</p>	
<p>その他</p>	

7. その他特記事項

2011年、学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ出展に関して、知的好奇心がもたらす心豊かな社会の想像に資すると評価され、仙台市教育委員会より「子ども未来賞」を授与された。