

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	植物におけるミネラル輸送体の蓄積/偏在メカニズムの解明と利用による作物生産性の向上
研究機関・ 部局・職名	北海道大学・大学院農学研究院・助教
氏名	高野 順平

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	116,000,000	116,000,000	0	116,000,000	116,000,000	0	0
間接経費	34,800,000	34,800,000	0	34,800,000	34,800,000	0	0
合計	150,800,000	150,800,000	0	150,800,000	150,800,000	0	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	522,018	25,516,591	24,562,655	18,979,827	69,581,091
旅費	0	1,507,300	3,135,556	2,235,575	6,878,431
謝金・人件費等	207,245	12,541,758	11,558,647	8,352,684	32,660,334
その他	0	2,816,537	2,360,065	1,703,542	6,880,144
直接経費計	729,263	42,382,186	41,616,923	31,271,628	116,000,000
間接経費計	219,000	13,982,700	11,283,000	9,315,300	34,800,000
合計	948,263	56,364,886	52,899,923	40,586,928	150,800,000

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
マルチビーズショッカー	安井器械 MB924MU(S)	1	2,110,500	2,110,500	2011/6/16	北海道大学
人工気象器	日本医化器械 LPH-410SP	1	1,512,000	1,512,000	2012/1/17	北海道大学
スタンダード倒立顕微鏡	カールツァイス Axiovert A1	1	2,698,920	2,698,920	2012/3/19	北海道大学
オートクレーブ	(株)トミー精工 LSX-500	1	511,875	511,875	2012/4/12	北海道大学
プリズム分光型共焦点レーザー顕微鏡	ライカマイクロ システムズ(株) TCS SP8 HW パッケージ	1	15,999,900	15,999,900	2012/10/23	北海道大学
対物レンズ および 微分干渉用対物プリズム	ライカマイクロ システムズ社 PL APO CS2 および	1	1,260,000	1,260,000	2013/7/26	北海道大学
共焦点レーザー顕微鏡 レー ザーアップグレード	ライカマイクロ システムズ社 TCS SP8対応	1	2,467,500	2,467,500	2013/8/29	北海道大学
HyDチャンネル アップグレード	ライカマイクロ システムズ社	1	3,297,000	3,297,000	2013/11/21	北海道大学
微量高速冷却遠心機 他	トミー精工 MX-307, TMA-300 AR015-SC24	1	932,400	932,400	2013/11/29	北海道大学
EMCCDカメラ	ローパーサイエ ンティフィック社 evolve- eXcelon-SD	1	2,835,000	2,835,000	2013/12/25	北海道大学

5. 研究成果の概要

植物は根でミネラルを吸い上げ、体内を循環させて利用する。植物がミネラルを効率的に獲得し利用するためには、様々な細胞の生体膜においてミネラルの膜透過を促進するタンパク質〈輸送体〉が適材適所に配置されることが重要である。本研究では、ミネラル輸送体のモデルとして、ホウ酸輸送体の蓄積量がホウ素濃度に依存して調節されるメカニズムと細胞膜において偏在するメカニズムを解析した。代表的な成果としては、ホウ酸輸送体の一つが根の細胞で土壤に面した側の細胞膜に偏在するために必要なアミノ酸配列を同定し、これを用いて近縁の輸送体に偏在性を付与した。これにより様々な輸送体に偏在性を付与して活用する道を拓いた。

課題番号	GS001
------	-------

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)	植物におけるミネラル輸送体の蓄積/偏在メカニズムの解明と利用による作物生産性の向上
	Regulatory mechanisms of accumulation and polar localization of mineral transporters and their application in plants
研究機関・部局・職名 (下段英語表記)	北海道大学・大学院農学研究院・助教
	Hokkaido University, Research Faculty of Agriculture, Assistant Professor
氏名 (下段英語表記)	高野 順平
	TAKANO Junpei

研究成果の概要

(和文): 植物は根でミネラル(無機栄養素)を吸い上げ、体内を循環させて利用する。植物がミネラルを効率的に獲得し利用するためには、様々な細胞の生体膜においてミネラルの膜透過を促進するタンパク質<ミネラル輸送体>が適材適所に配置されることが重要である。本研究では、根の細胞における輸送体の蓄積量と細胞膜上偏在性の制御メカニズムの解明と応用を目指した。主な成果として、ホウ酸チャネルの土壌側細胞膜への偏在性に必要な領域を発見し、それを利用して偏在性を持たない近縁輸送体を偏在させた。本研究は輸送体の蓄積と偏在性を人為的に制御し、作物のミネラル利用効率を向上させる可能性を示した。

(英文): Plant roots take up minerals and translocate them toward tissues where they are utilized. For efficient transport of minerals, transporters, which facilitate mineral transport across membranes, should be localized in specific membrane domains of specific cells only when they are required. In this project, we investigated mechanisms for polar localization and substrate-dependent degradation of plasma-membrane localized mineral transporters. Our study showed the potential of artificial manipulation of abundance and localization of transporters in plant cells to improve crop productivity.

1. 執行金額 150,800,000 円
(うち、直接経費 116,000,000 円、 間接経費 34,800,000 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

植物は根でミネラル(無機栄養素)を吸い上げ、体内を循環させて利用する。植物がミネラルを効率的に獲得し利用するためには、様々な細胞の生体膜においてミネラルの膜透過を促進するタンパク質<ミネラル輸送体>が適材適所に配置されることが重要である。本研究では、シロイヌナズナをモデルとし植物細胞膜におけるミネラル輸送体の蓄積と偏在の制御機構を理解し、植物のミネラル吸収・移行を適切にコントロールする技術の開発を目指した。具体的には (1) 植物細胞において必須栄養素の一つであるホウ素の濃度が認識され、小胞輸送系を介してホウ素輸送体 BOR1 の蓄積量が適切に調節されるメカニズムと、(2) ホウ素輸送体 BOR1 および NIP5;1 が細胞膜において内より(根の中心方向)および外より(遠心方向)に偏在するメカニズムの二点の解明を中心課題として進めるとともに、(3) ホウ素利用効率の高いシロイヌナズナの作出と、(4) カリウム輸送体の局在機構の解明を目的とした。

4. 研究計画・方法

(1) ホウ素の濃度が認識され、小胞輸送系を介してホウ素輸送体 BOR1 の蓄積量が適切に調節されるメカニズム

ホウ酸トランスポーターBOR1 は高濃度のホウ素に応答して細胞膜から液胞に輸送され、分解される。本現象のメカニズムを理解するため、ホウ酸センサー候補遺伝子の逆遺伝学的な解析を行った。また、BOR1 の分解が起こらない変異株を遺伝学的にスクリーニングし、その原因遺伝子の同定を行った。

(2) ホウ素輸送体 BOR1 および NIP5;1 が細胞膜において内より(根の中心方向)および外より(遠心方向)に偏在するメカニズム

ミネラル輸送体が細胞膜上で偏在するメカニズムを理解するため、ホウ酸トランスポーター BOR1 の偏在性について各種化合物の影響を解析した。また、BOR1 の制御の鍵段階と考えられるエンドサイトーシスについて主要因子の機能阻害を行うとともに、一分子イメージング等の蛍光イメージング技術を用いて解析を進めた。BOR1 と NIP5;1 のそれぞれについて、細胞内局在に異常を持つ変異株をスクリーニングし、複数の変異株とその原因遺伝子の解析を進めた。NIP5;1 と近縁輸送体のアミノ酸配列を解析し、偏在性に重要なアミノ酸配列を特定した。BOR1 および NIP5;1 と相互作用するタンパク質のスクリーニングと解析も進めた。

(3) ホウ素利用効率の高いシロイヌナズナの作出

低ホウ素条件下での根の成長に重要なホウ酸トランスポーターBOR2 および BOR3 の局在様式を解析した。また BOR2 の発現を増強し、低ホウ素条件下での生育が改善したシロイヌナズナ形質転換株を作出した。さらに、ホウ酸過剰耐性能付与のため、ホウ酸輸送体トランスポーターBOR1 の偏在性と分解性を欠失させて利用したシロイヌナズナ形質転換株を作出した。

(4) カリウム輸送体の局在機構

高等植物の主要なカリウム獲得経路であり、放射性セシウムの流入経路ともなりうる高親和性カリウムトランスポーターHAK5 の細胞内局在を解析した。

5. 研究成果・波及効果

(1) 植物細胞において必須栄養素の一つであるホウ素の濃度が認識され、小胞輸送系を介してホウ素輸送体 BOR1 の蓄積量が適切に調節されるメカニズム

BOR1 の分解が起こらない変異株を獲得し、その原因遺伝子をほぼ特定した。また、予期せぬ成果として、BOR1 の分解を制御するBOR1 内部のアミノ酸配列を複数同定した。その他の解析結果を合わせ、BOR1 自体がホウ酸濃度を認識するトランスセプター(トランスポーター兼レセプター)として働く可能性を見いだした。

(2) ホウ素輸送体 BOR1 および NIP5;1 が細胞膜において内より(根の中心方向)および外より(遠心方向)に偏在するメカニズム

合成オーキシンの外部投与が BOR1 のリサイクリング(細胞内から細胞膜への再配置)を阻害し偏在性を失わせることを示した。また、細胞膜からの輸送小胞の形成を担うダイナミン様タンパク質とアダプタータンパク質複合体によるエンドサイトーシスが BOR1 の偏在性維持において重要であることを明らかにした。これらにより、根の遠心側細胞膜から中心側細胞膜に向かうトランスサイトーシスと呼ばれる小胞輸送メカニズムによって BOR1 の偏在性が維持されるモデルが考えられた。

ホウ酸チャネル NIP5;1 の細胞内局在に異常を持つ複数の変異株とその原因遺伝子の解析を進めた。特に NIP5;1 が凝集構造に集積する変異株を解析し原因遺伝子を同定した結果、細胞壁だけでなく細胞内膜系の維持において D-ガラクトースが重要であることを発見した。また、NIP5;1 の小胞体からゴルジ体への輸送と細胞膜上偏在性に必要なアミノ酸配列をそれぞれ同定した。さらに、NIP5;1 の N 末端領域を近縁の偏在性を持たない輸送体の同領域と取り替えることにより、偏在性を付与に成功した。これにより、NIP5;1 の配列を用いることで偏在性を持たない様々な輸送体に偏在性を付与できる可能性が拓けた。

(3) ホウ素利用効率の高いシロイヌナズナの作出

応用面として、低ホウ素条件下での根の成長に重要なホウ酸トランスポーターBOR2 の発現を増強し、低ホウ素条件下での生育が改善したシロイヌナズナ形質転換株を作出した。また、ホウ酸輸送体トランスポーターBOR1 の偏在性と分解性を欠失させて利用し、ホウ酸過剰条件下での根外へのホウ酸排出活性が上昇し生育が改善したシロイヌナズナ形質転換株を作出した。本来は低ホウ素耐性に働くトランスポーターの局在性を変化させ、高ホウ素耐性能をもたらしたことは画期的である。

(4) カリウム輸送体の局在機構

シロイヌナズナの根における主要な高親和性カリウムトランスポーターである AtHAK5 はカリウム条件に応答して細胞内局在/蓄積を変化させることを示唆する結果を得た。HAK5と各種作物における相同タンパク質は放射性セシウムの主要な流入経路と考えられており、その局在/蓄積の制御は放射性セシウム吸収低減のため重要である。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 10 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 8 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Masataka Uehara, Sheliang Wang, Takehiro Kamiya, Shuji Shigenobu, Katsushi Yamaguchi, Toru Fujiwara, Satoshi Naito and <u>Junpei Takano</u>* (2014) Identification and Characterization of an Arabidopsis Mutant with Altered Localization of NIP5;1, a Plasma Membrane Boric Acid Channel, Reveals the Requirement for D-Galactose in Endomembrane Organization. Plant & Cell Physiology, 55(4): 704-714. *責任著者 2. Hideki Hanaoka, Shimpei Uraguchi, <u>Junpei Takano</u>, Mayuki Tanaka, and Toru Fujiwara. (2014) OsNIP3;1, a rice boric acid channel, regulates boron distribution and is essential for growth under boron-deficient conditions. The Plant Journal, 78: 890-902. 3. Kyoko Miwa, Shinji Wakuta, Shigeki Takada, Koji Ide, <u>Junpei Takano</u>, Satoshi Naito, Hiroyuki Omori, Toshiro Matsunaga, and Toru Fujiwara. (2013) Roles of BOR2, a boron exporter, in crosslinking of rhamnogalacturonan II and root elongation under boron limitation in <i>Arabidopsis thaliana</i>. Plant Physiology, 163 (4): 1699-1709. 4. Yoshihiro Ohmori, Yayoi Inui, Masataka Kajikawa, Atsumi Nakata, Naoyuki Sotta, Koji Kasai, Shimpei Uraguchi, Nobuhiro Tanaka, Sho Nishida, Takahiro Hasegawa, Takuya Sakamoto, Yuko Kawara, Kayoko Aizawa, Haruka Fujita, Ke Li, Naoya Sawaki, Koshiro Oda, Ryuichiro Futagoishi, Takahiro Tsusaka, Satomi Takahashi, <u>Junpei Takano</u>, Shinji Wakuta, Akira Yoshinari, Masataka Uehara, Shigeki Takada, Hayato Nagano, Kyoko Miwa, Izumi Aibara, Takuya Ojima, Kaoru Ebana, Satoru Ishikawa, Kuni Sueyoshi, Hiroshi Hasegawa, Tetsuro Mimura, Mari Mimura, Natsuko I. Kobayashi, Jun Furukawa, Daisuke Kobayashi, Toshiyasu Okouchi, Keitaro Tanoi, Toru Fujiwara (2014) Cultivar-difference in cesium accumulation in rice grown in the paddy field in the Fukushima-city in the years of 2011 and 2012. Journal of Plant Research, 127:57-66 5. Sumana Leangthitkanchana, Takahiro Fujibe, Mayuki Tanaka, Sheliang Wang, Naoyuki Sotta, <u>Junpei Takano</u>, and Toru Fujiwara. (2013) Differential expression of three BOR1 genes corresponding to different genomes in response to boron conditions in hexaploid wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.). Plant & Cell Physiology, 54: 1056-1063. 6. Akira Yoshinari, Koji Kasai, Toru Fujiwara, Satoshi Naito, and <u>Junpei Takano</u> * (2012) Polar localization and endocytic degradation of a boron transporter, BOR1, is dependent on specific tyrosine residues. Plant Signaling & Behavior, 7: 46-49. *責任著者 7. Koji Kasai, <u>Junpei Takano</u>, Kyoko Miwa, Atsushi Toyoda, and Toru Fujiwara. (2011) High Boron-induced Ubiquitination Regulates Vacuolar Sorting of the BOR1 Borate Transporter in <i>Arabidopsis thaliana</i>. Journal of Biological Chemistry, 286: 6175-6183. 8. Mayuki Tanaka, <u>Junpei Takano</u>, Yukako Chiba, Fabien Lombardo, Yuki Ogasawara,
------------------------	--

	<p>Hitoshi Onouchi, Satoshi Naito, and Toru Fujiwara. (2011) Boron-Dependent Degradation of NIP5;1 mRNA for Acclimation to Excess Boron Conditions in Arabidopsis. The Plant Cell, 23 : 3547-3559.</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 1 件 高野順平 (2011) 植物のミネラルトランスポーターの細胞膜内偏在, 化学と生物, 49 (7) , 440-442</p> <p>(未掲載) 計 1 件 Shigeki Takada, Kyoko Miwa, Hiroyuki Omori, Toru Fujiwara, Satoshi Naito, and Junpei Takano*. (2014) Improved tolerance to boron deficiency by enhanced expression of the boron transporter BOR2, Soil Science and Plant Nutrition, in press. *責任著者</p>
<p>会議発表 計 47 件</p>	<p>専門家向け 計45 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Shinji Wakuta, Akira Yoshinari, Satoshi Naito, Junpei Takano Mechanisms of the polar distribution of BOR1, a borate/boric acid exporter in Arabidopsis thaliana (ポスター発表) 2. Akira Yoshinari, Martina Beck, Ji Zhou, Silke Robatzek, Satoshi Naito, Junpei Takano High-throughput quantitative imaging revealed new insights into the boron-dependent endocytosis of Arabidopsis boron transporter BOR1.(ポスター発表) 3. Sheliang Wang, Satoshi Naito, Junpei Takano Polar Localization of NIP5;1, a Boric Acid Channel, is Dependent on its N-Terminal Region(ポスター発表) 4. Junpei Takano, Shigeki Takada, Masataka Uehara, Shinji Wakuta, Akira Yoshinari, Sheliang Wang, Taro Amano, Taisei Tanaka, Yuka Ogino, Kyoko Miwa, Satoshi Naito Toward understanding the mechanisms of boron sensing and polar localization of boron transporters (口頭発表) <p>上記 4 件、XVII International Plant Nutrition Colloquium, Boron satellite meeting イスタンブール 2013 年 8 月 17-18 日</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Shinji Wakuta, Katsuhiko Mineta, Koji Ide, Kyoko Miwa, Toru Fujiwara, Satoshi Naito, Junpei Takano Phylogenetic analysis of borate/boric acid exporters in plants (ポスター発表) 6. Akira Yoshinari, Yuka Ogino, Tomoaki Sakamoto, Tetsuya Kurata, Satoshi Naito, Junpei Takano. A forward genetic approach to identify novel factors for boron-dependent endocytosis of a boron transporter, AtBOR1.(ポスター発表) 7. Sheliang Wang, Satoshi Naito, Junpei Takano. Mechanisms of the Plasma Membrane Targeting of the Boric Acid Channel NIP5;1(ポスター発表) 8. Masataka Uehara, Sheliang Wang, Takehiro Kamiya, Shuji Shigenobu, Katsushi Yamaguchi, Toru Fujiwara, Satoshi Naito, <u>Junpei Takano(発表者)</u> Toward understanding the mechanisms of boron sensing and polar localization of boron transporters (口頭発表) <p>上記 4 件、XVII International Plant Nutrition Colloquium イスタンブール 2013 年 8 月 19-22 日</p> <ol style="list-style-type: none"> 9 高野順平 ホウ酸輸送体のエンドサイトーシスと細胞膜上極性局在のメカニズム 日本植物学会第77大会 シンポジウム 北海道大学 2013 年 9 月 14 日(口頭発表) 10. 吉成晃、Martina Beck, Ji Zhou, Silke Robatzek, 内藤哲、高野順平 Identification and characterization of regulators for boron-dependent degradation of AtBOR1. 日本土壌肥料学会名古屋大会 名古屋大学 2013 年 9 月 11-13 日 (口頭発表) 11. 和久田真司、天野太郎、内藤哲、高野順平 植物細胞壁ペクチンを認識する Wall-associated kinase の細胞内局在解析 日本応用糖質科学会平成 25 年度大会 (第 62 回) 鹿児島 2013 年 9 月 24-26 日 (口頭発表) 12. 和久田真司、高野順平 ホウ酸トランスポーター-BOR1 の偏在メカニズムの解明(口頭発表) 13. 吉成晃、天野太郎、高野順平 BOR1 細胞内輸送の分子メカニズムについての研究(口頭発表)

	<p>表)</p> <p>14. 上原匡貴、高野順平 Mechanisms for plasma membrane targeting and polar localization of a boric acid channel NIP5;1 (口頭発表)</p> <p>上記3件, 第二回エンドメンブレンミーティング 京都大学 2013年10月15-16日</p> <p>15. 高田 茂樹、北 翔一、岩元 明敏、三輪 京子、内藤 哲、高野 順平 A borate transporter AtBOR3 is required for repression of root elongation under low B conditions. (ポスター発表)</p> <p>16. 荻野 由香、吉成 晃、内藤 哲、高野 順平 A structure-function analysis of a borate transporter AtBOR1 to reveal regulatory mechanisms for the boron-dependent endocytic degradation. (ポスター発表)</p> <p>17. 和久田 真司、内藤 哲、高野 順平 Pharmacological Analysis of The Polar Localization of an Arabidopsis Borate/boric Acid Transporter, BOR1 (口頭発表)</p> <p>18. 吉成 晃、藤本優、天野太郎、内藤哲、高野順平 Dynamin-mediated endocytosis is required for polar localization and boron-induced degradation of BOR1 in Arabidopsis thaliana. (口頭発表)</p> <p>19. 上原 匡貴、汪 社亮、神谷岳洋、重信秀治、山口勝司、藤原徹、内藤哲、高野順平 Biosynthesis of D-galactose by UDP-glucose 4-epimerase 4 is required for endomembrane organization in root epidermal cells of Arabidopsis thaliana. (ポスター発表)</p> <p>上記5件, 第55回日本植物生理学会年会 富山大学 2014年3月18日-20日</p> <p>20. 高野順平 ホウ素センシングとホウ酸トランスポーターの細胞内輸送 植物細胞生物学若手の会 北海道大学(主催)2012年8月23,24日(口頭発表)</p> <p>21. 和久田真司、内藤哲、高野順平 BOR1 trafficking 解明のためのスクリーニング系の開発(ポスター発表)</p> <p>22. 天野太郎、内藤哲、高野順平 シロイヌナズナ培養細胞を用いたホウ酸輸送体 BOR1 の局在/分解の観察系確立(ポスター発表)</p> <p>23. 上原匡貴、神谷岳洋、重信秀治、藤原徹、内藤哲、高野順平 シロイヌナズナホウ酸チャンネル NIP5;1 の細胞内局在・偏在機構の解明(口頭発表)</p> <p>24. 高田茂樹、三輪京子、藤原徹、内藤哲、高野順平 ホウ酸トランスポーターのアクチベーションによるホウ素欠乏耐性シロイヌナズナの作出 (ポスター発表)</p> <p>上記4件、日本土壌肥料学会 鳥取大学 2012年9月3-6日</p> <p>25. 和久田真司、内藤哲、高野順平 ホウ素センサー候補遺伝子群の逆遺伝学的解析(口頭発表)</p> <p>26. 吉成晃、内藤哲、高野順平 Identification of novel regulators of intracellular trafficking of AtBOR1(口頭発表)</p> <p>27. 天野太郎、内藤哲、高野順平 シロイヌナズナ培養細胞を用いたホウ酸輸送体 BOR1 の局在/分解の観察系確立(口頭発表)</p> <p>28. 上原匡貴、内藤哲、高野順平 シロイヌナズナのホウ酸チャンネル NIP5;1 の細胞内局在に異常を持つ変異株の解析(口頭発表)</p> <p>29. 汪社亮、内藤哲、高野順平 Identification of an amino acid region required for polar localization of a plasma membrane boric acid channel NIP5;1(口頭発表)</p> <p>上記5件, 第一回エンドメンブレンミーティング 東京大学 2012年9月24,25日</p> <p>30. 小笠原希実、坂本直哉、伊藤利章、坂本尚義、内藤哲、高野順平 同位体顕微鏡システムを用いたシロイヌナズナ組織中のホウ素の直接可視化手法の確立 (ポスター発表)植物生理学会 岡山大学 2013年3月21-23日</p> <p>31. Uehara M, Kamiya T, Shigenobu S, Yamaguchi K, Fujiwara T, Naito S, <u>Takano J</u>(発表者) Arabidopsis mutants with altered intracellular localization of a plasma membrane boric acid</p>
--	---

	<p>channel (口頭発表)</p> <p>32, Yoshinari A, Beck M, Zhou J, Robatzek S, Naito S, Takano J, Forward genetics to identify novel factors of boron-sensing and endocytosis of AtBOR1 (ポスター発表)</p> <p>上記2件 16th International Workshop on Plant Membrane Biology, Kurashiki 2013年3月26-31日 (Organizing Committees の一員として開催)</p> <p>33, 上原匡貴、高野順平、田中真幸、藤原 徹、内藤 哲 ホウ酸輸送体の細胞膜内偏在メカニズムの解析 NIP5;1 の局在に異常を持つ変異株のスクリーニング つくば国際会議場、2011年8月8日-10日 日本土壌肥料学会 2011年度つくば大会</p> <p>34, 高野順平 ホウ素トランスポーターのホウ素濃度に応じた分解と細胞膜内偏在のメカニズム解明に向けて 京都大学 2011年8月25-26日 植物細胞生物学若手の会</p> <p>35, 高野順平, 藤本優, 上田貴志, 上原 匡貴, 内藤哲 ホウ酸トランスポーターの細胞膜内偏在とエンドサイトーシス系分解 東京大学 2011年9月17-19日 植物学会 シンポジウム</p> <p>36, 高野順平 植物のホウ酸トランスポーターの機能と細胞内局在制御 北海道大学 2011年11月28日 若手研究者のための有機化学札幌セミナー</p> <p>37, 吉成 晃、高野順平、内藤 哲 ホウ酸輸送体 BOR1 の分解制御因子の順遺伝学的探索 北海道大学 2011年12月1日 土壌肥料学会北海道支部秋季支部大会</p> <p>38, Junpei Takano Polar localization and endocytic degradation of boron transporters in <i>Arabidopsis thaliana</i> 北海道大学 2012年1月19-20日 Japan-Australia Symposium on Plant Sciences for Agriculture</p> <p>39, Akira Yoshinari, Satoshi Naito, Junpei Takano Screening of mutants defective in boron-dependent degradation of a boron transporter, AtBOR1 2012年1月19-20日 北海道大学 Japan-Australia Symposium on Plant Sciences for Agriculture</p> <p>40, Masataka Uehara, Satoshi Naito, Junpei Takano Screening of <i>Arabidopsis</i> mutants defective in polar localization of a boric acid channel NIP5;1 北海道大学 2012年1月19-20日 Japan-Australia Symposium on Plant Sciences for Agriculture</p> <p>41, 高野順平 BOR1/NIP5;1の細胞膜上での挙動 北海道大学 2012年2月22日-24日 ホウ素栄養研究会 (主催)</p> <p>42, 笠井光治、高野順平、藤原 徹 ホウ酸トランスポーターBOR1 の極性欠損変異体の解析 京都産業大学 2012年3月16日-18日 植物生理学会</p> <p>43, 吉成 晃、内藤 哲、高野順平 ホウ酸輸送体 AtBOR1 のホウ素に応答した分解を制御する因子の順遺伝学的探索 京都産業大学 2012年3月16日-18日 植物生理学会</p> <p>44, 高野順平 Polar localization and endocytic degradation of boron transporters in <i>Arabidopsis thaliana</i> 倉敷市芸文館 2011年3月28日 第3回日中植物栄養ワークショップ</p> <p>45, 高野順平 ホウ酸トランスポーターの細胞膜内偏在とホウ素濃度に応じた分解制御 倉敷市芸文館 2011年3月7日 第3回植物ストレス科学研究シンポジウム</p> <p>一般向け 計2件</p> <p>1, 高野順平 植物のホウ素輸送体 ~作物のミネラル吸収の制御を目指した研究~ 第10回北大若手研究者交流会 北海道大学 2013年8月2日 (口頭発表) <u>主催者の一人として開催</u></p> <p>2, 高野順平 植物におけるミネラル輸送体の蓄積/偏在メカニズムの解明と利用による作物生産性の向上 FIRSTシンポジウム「科学技術が拓く2030年」東京都新宿区 ベルサール新宿グランド 2014年3月1日 (ポスター発表)</p>
<p>図書 計1件</p>	<p>Satoshi Naito, Hitoshi Onouchi, Junpei Takano Studies using <i>Arabidopsis</i>, a Toolbox to Know the Unknowns. (2012) <i>in</i> Agricultural Sciences for Human Sustainability, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, KAISEISHA PRESS, 総ページ136, ISBN978-4-86099-283-5 C3061, p48-51,</p>

様式21

産業財産権 出願・取得 状況	(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件 計0件
Webページ (URL)	北海道大学大学院農学研究院 http://www.agr.hokudai.ac.jp/rfoa/abs/abs2-2.html 分子生物学研究室 http://arabi4.agr.hokudai.ac.jp/arabi.html HOKUDAI NEXT http://or.research.hokudai.ac.jp/next/
国民との科学・技術対話の実施状況	<ol style="list-style-type: none"> 1. 北海道札幌市立藻岩高等学校環境教育講座 講義と実習〈植物の栄養素輸送体 ~GFP を使って見てみよう~〉を実施 2013年9月6日 北海道大学農学部 対象:高校生 10名 2. サッポロ農学校 講義と実習〈植物が栄養素を吸収するしくみ〉を実施 2013年8月29日(8月25-30日) 北海道大学農学部 主催:北海道大学農学部 共催:一般社団法人シニアと大学地域ネットワーク 対象:一般の方 12名 3. 北大セミナー in 富山 講義〈植物が栄養素を吸収する巧妙なしくみ〉を実施 2013年8月1日 富山県富山市 高志会館 対象:高校生 20名 4. 北海道札幌市立藻岩高等学校環境教育講座 講義と実習〈タンパク質の居場所を GFP を使って見る〉を実施。2012年9月7日 北海道大学農学部 対象:高校生 8名 5. 北海道大学〈国民との科学・技術対話〉推進事業にてオープンラボ(講義,実習,自由質疑)〈やせた土地でもぐんぐん育つ植物を作るために--ミネラルを運ぶ分子“トランスポーター”を見てみよう〉を実施 2012年11月17日 北海道大学農学部 対象:立命館慶祥高校 高校生 30名 6. 同上 2012年11月29日 対象:札幌北高校 高校生 10名 7. 同上 2012年12月27日 対象:札幌西高校 高校生 12名 8. 北海道大学「サイエンス・リーダーズ・キャンプ」にて講演を実施。2011年8月14日 北海道大学 対象:中学・高校の理科教員参考 URL: http://sites.google.com/site/slc2011hokudai/home 9. 北海道札幌市立藻岩高等学校環境教育講座 講義と実習〈タンパク質の居場所を GFP を使って見る〉を実施。2011年9月6日 北海道大学農学部 対象:高校生 30名
新聞・一般雑誌等掲載 計1件	北海道新聞 「遺伝子研究 農をひらく ホウ素吸収 仕組み解明」(2013年5月27日夕刊6面1頁)
その他	HOKKAIDO UNIVERSITY MAGAZIN, March 2013 p10-11<Finding New Ways to Help Crops Grow on Marginal Land> http://www.oia.hokudai.ac.jp/alumni/hokkaido-university-magazine/

7. その他特記事項