

平成27年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号

1

4

6

0

3

2. 研究機関名

奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名

新学術領域研究（研究領域提案型）

4. 研究期間

平成24年度～平成28年度

5. 課題番号

2

4

1

1

4

0

0

2

6. 研究課題名

オミクス解析による細胞外情報処理空間構築の統合的理解

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
40272009	デムラ タク 出村 拓	バイオサイエンス研究科	教授

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

1. 二次細胞壁形成のオミクス解析：VND7の活性化によるタバコBY-2道管分化誘導系を用いたトランスクリプトームとメタボロームの詳細解析を実施した。LC/MSによるワイドターゲットメタボローム解析の結果、道管分化の初期にglyceraldehyde 3-phosphate (GAP) が速やかに減少すること、分化が進むとPheやArgなどのアミノ酸が蓄積することが見出された。また、これらの変化は関連酵素遺伝子の転写レベルでの制御されていることも示された。これらの結果から、道管分化の過程で一次代謝が積極的に調節されていることが明らかとなった。プロテオーム解析としては、メルボルン大学との共同研究として、タバコBY-2道管分化誘導系におけるエンドメンブレン画分のプロテオーム解析手法の確立を進め、タバコのプロテオームデータの統計解析手法を確立した。

2. 一次細胞壁形成のオミクス解析：一次細胞壁再生過程で高発現するKOR2の逆遺伝学解析として、T-DNA挿入変異体kor2-2では実生の形態形成（葉の形状、トリコームや根毛の形態）には異常はないことなどを明らかにした。また、一次細胞壁再生において形成されるヘクチアンストランドが細胞壁健全性の感知に関わる可能性を見出した。

3. 細胞壁形成転写ネットワークの進化：ヒメツリガネゴケの通水細胞であるハイドロイドの細胞分化におけるポリガラクトツロナーゼ(PG) 遺伝子の機能解析を行い、一部のPG遺伝子の機能破壊によって、通水機能が減弱することを見出した。また、オオミズゴケの透明細胞の分化メカニズムに迫るために1細胞トランスクリプトーム解析を進めた。これまでに統計的に有意な遺伝子発現変動をとらえることに成功した。また、テラマツの公開ゲノムデータから予想される5つのVNS遺伝子のうち、4つはシュート頂領域で強く発現することを見出した。

10. キーワード

(1) 植物発生・分化	(2) 細胞壁	(3) トランスクリプトーム	(4) プロテオーム
(5) メタボローム	(6) 進化	(7)	(8)

11. 現在までの進捗状況

(区分) (2) おおむね順調に進展している。
(理由) 二次細胞壁形成のオミクス解析については、統一した研究材料でのトランスクリプトーム解析、プロテオーム解析、メタボローム解析を遂行することが出来た。一次細胞壁形成に関しては、あらたにヘクチアンストランドが一次細胞壁の健全性の感知に関わる可能性を見出すことが出来た。細胞壁形成転写ネットワークの進化については、ヒメツリガネゴケ、オオミズゴケ、テータマツで新たに情報得られた。以上のことから、おおむね順調に進展していると判断している。

12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策) 1. 二次細胞壁形成のオミクス解析：道管分化のマスター転写因子であるVND7の下流で展開する二次細胞壁形成について、転写ネットワークの調和システムをオミクス解析により明らかにする。今年度は、より詳細なsub-cellularレベルでのプロテオーム解析を行う。とくにエンドメンブレン画分の経時的な解析を進める。また、二次細胞壁形成過程におけるメタボローム解析から明らかになったアミノ酸代謝関連の代謝産物の二次細胞壁形成における役割の解析を継続するとともに、フラックス解析により、二次細胞壁形成過程での細胞壁成分の変化を詳細に追跡する。 2. 一次細胞壁形成のオミクス解析：一次細胞壁形成のメカニズムの解析として原形質分離からの細胞壁再生の実験系で細胞壁再生開始のシグナルを司るメカニズムの解析を行う。とくにヘクチアンストランドの壁結合領域に存在するタンパク質複合体の探索を行う。 3. 細胞壁形成転写ネットワークの進化：これまでに進めてきたオオミズゴケ、ゼニゴケ、裸子植物のテータマツを対象にした研究に加えて、リチャードミズワラビやシャジクソウを解析対象とし、VNS遺伝子群（あるいは先祖型NAC遺伝子）を起点とした細胞壁形成における転写ネットワークを追跡する。また、ゼニゴケVNS遺伝子の機能解析を継続する。裸子植物の解析では、仮道管に加えて石細胞を研究対象とした二次細胞壁形成におけるVNS遺伝子群の機能解析にも取り組む。

13.研究発表(平成27年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(9)件／うち査読付論文 計(9)件／うち国際共著論文 計(2)件／うちオープンアクセス 計(4)件

著 者 名		論 文 標 題				
出村 拓、大谷 美沙都		セミナー室「植物細胞壁」植物細胞壁：細胞壁形成の設計図～転写制御機構～				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
化学と生物		有	53	2 0 1 5	313-318	—
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
なし						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著 者 名		論 文 標 題				
Ohtani M, Takebayashi A, Hiroyama R, Xu B, Kudo T, Sakakibara H, Sugiyama M, Demura T		Cell dedifferentiation and organogenesis in vitro require more snRNA than does seedling development in Arabidopsis thaliana.				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Journal of Plant Research		有	128	2 0 1 5	371-380	—
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1007/s10265-015-0704-0						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著 者 名		論 文 標 題				
Mori T, Tsuboi Y, Ishida N, Nishikubo N, Demura T, Kikuchi J.		Multidimensional High-Resolution Magic Angle Spinning and Solution-State NMR Characterization of (13)C-labeled Plant Metabolites and Lignocellulose.				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Scientific Report		有	5	2 0 1 5	11848	—
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1038/srep11848						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている(また、その予定である)						

著 者 名		論 文 標 題				
Kobayashi K, Suzuki T, Iwata E, Nakamichi N, Suzuki T, Chen P, Ohtani M, Ishida T, Hosoya H, Muller S, Leviczky T, Pettko-Szandtner A, Darula Z, Iwamoto A, Nomoto M, Tada Y, Higashiyama T, Demura T, Doonan JH, Hauser MT, Sugimoto K, Umeda M, Magyar Z, Bogre L, Ito M		Transcriptional repression by MYB3R proteins regulates plant organ growth.				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
EMBO Journal		有	34	2 0 1 5	1992-2007	該当する
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.15252/emboj.201490899						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著 者 名		論 文 標 題				
Song X, Ohtani M, Hori C, Takebayashi A, Hiroyama R, Rejab NA, Suzuki T, Demura T, Yin T, Yu X, Zhuge Q		Physical interaction between SnRK2 and PP2C is conserved in Populus trichocarpa.				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Plant Biotechnology		有	32	2 0 1 5	337-341	該当する
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.5511/plantbiotechnology.15.0813b						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

著 者 名		論 文 標 題				
Rejab NA, Nakano Y, Yoneda A, Ohtani M, Demura T		Possible contribution of TED6 and TED7, secondary cell wall-related membrane proteins, to evolution of tracheary element in angiosperm lineage.				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Plant Biotechnology		有	32	2 0 1 5	343-347	—
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.5511/plantbiotechnology.15.0826a						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

著 者 名		論 文 標 題				
Yamasaki S, Matsuura H, Demura T, Kato K		Changes in polysome association of mRNA throughout growth and development in Arabidopsis thaliana.				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Plant Cell Physiology		有	56	2 0 1 5	2169-2180	—
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1093/pcp/pcv133						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

著 者 名		論 文 標 題				
Y. Watanabe, M. J. Meents, L. M. McDonnell, S. Barkwill, A. Sampathkumar, H. N. Cartwright, T. Demura, D. W. Ehrhardt, A.L. Samuels, S. D. Mansfield		Visualization of cellulose synthases in Arabidopsis secondary cell walls				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Science		有	350	2 0 1 5	198-203	—
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1126/science.aac7446						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著 者 名		論 文 標 題				
Hotta T, Fujita S, Uchimura S, Noguchi M, Demura T, Muto E, Hashimoto T.		Affinity Purification and Characterization of Functional Tubulin from Cell Suspension Cultures of Arabidopsis and Tobacco.				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Plant Physiology		有	170	2 0 1 6	1189-1205	—
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1104/pp.15.01173						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

(学会発表) 計 (24) 件／うち招待講演 計 (5) 件／うち国際学会 計 (6) 件

発 表 者 名	発 表 標 題	
Taku Demura	Transcriptional Regulation of Cellulose Synthase Genes During Plant Development	
学 会 等 名	発 表 年 月 日	発 表 場 所
OIST mini symposium "Unraveling the mysteries of cellulose: From biosynthesis & biological diversity to biomaterials" (招待講演) (国際学会)	2015年04月21日～ 2015年04月22日	沖縄科学技術大学院大学 (沖縄県国頭郡)

発 表 者 名	発 表 標 題	
Taku Demura	Transcriptional switches controlling wood cell fates	
学 会 等 名	発 表 年 月 日	発 表 場 所
35th New Phytologist Symposium (招待講演) (国際学会)	2015年06月16日～ 2015年06月17日	Boston, USA

発 表 者 名	発 表 標 題	
出村 拓	植物細胞壁を構築するための遺伝的プログラム	
学 会 等 名	発 表 年 月 日	発 表 場 所
第67回日本細胞生物学会大会 (招待講演)	2015年06月30日～ 2015年07月02日	タワーホール船堀 (東京都江戸川区)

発 表 者 名	発 表 標 題	
Tan Tian Tian, Hitoshi Endo, Ryosuke Sano, Misato Ohtani, Taku Demura	Analysis of small RNAs involved in tracheary element differentiation of plant	
学 会 等 名	発 表 年 月 日	発 表 場 所
Post-transcriptional Gene Regulation in Plants 2015 (国際学会)	2015年07月10日～ 2015年07月11日	Paris, France

発 表 者 名	発 表 標 題	
Taizo Tamura, Hitoshi Endo, Masatoshi Yamaguchi, Arata Yoneda, Misato Ohtani, Minoru Kubo, Ko Kato, Taku Demura	Detailed analysis on a cis-element sequence of VND7, a master switch of xylem vessel cell differentiation in Arabidopsis	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
The 26th International Conference on Arabidopsis Research (国際学会)	2015年07月05日～ 2015年07月09日	Paris, France

発 表 者 名	発 表 標 題	
Masahiro Noguchi, Yoshimi Nakano, Nobuko Shizawa, Masayuki Fujiwara, Youichiro Fukao, Ryosuke Sano, Arata Yoneda, Ko Kato, Minoru Kubo, Misato Ohtani, Taku Demura	Comprehensive proteomic approach for understanding xylem vessel cell differentiation	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
5th International Conference on Proteomics & Bioinformatics (国際学会)	2015年09月01日～ 2015年09月03日	Varencia, Spain

発 表 者 名	発 表 標 題	
鈴木 崇臣, 竹林 有理佳, 佐野 亮輔, 坂本 智昭, 倉田 哲也, 大谷 美沙都, 出村 拓	VND7過剰発現による致死性を抑圧する因子PLANT U-BOXの解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本植物学会第79回大会	2015年09月06日～ 2015年09月08日	朱鷺メッセ:新潟コンベンションセンター (新潟県新潟市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
寺田 志織, 久保 稔, 佐野 亮輔, 坂本 智昭, 倉田 哲也, 徐 波, 野村 俊尚, 浦崎 直也, 米田 新, 大谷 美沙都, 加藤 晃, 出村 拓	オオミズゴケの貯水機能に関わる細胞分化の分子機構の解明	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本植物学会第79回大会	2015年09月06日～ 2015年09月08日	朱鷺メッセ:新潟コンベンションセンター (新潟県新潟市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
川久保 奈々、中野 仁美、大谷 美沙都、久保 稔、出村 拓	ポプラ幼苗を用いたテンションウッド形成過程の解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本植物学会第79回大会	2015年09月06日～ 2015年09月08日	朱鷺メッセ:新潟コンベンションセンター (新潟県新潟市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
秋吉 信宏、大谷 美沙都、中野 仁美、樺田 雄佑、出村 拓	テードマツVNS 遺伝子の解析ー仮道管形成の分子機構の解明に向けてー	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
新学術領域若手ワークショップ 第9回細胞壁研究者ネットワーク	2015年09月13日～ 2015年09月15日	アイ・アイ・ランド (大阪府四條畷市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
時田 勝広、川久保 奈々、中野 仁美、大谷 美沙都、久保 稔、出村 拓	交雑ポプラT89のポット培養系を用いたテンションウッド形成における分子機構の解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
新学術領域若手ワークショップ 第9回細胞壁研究者ネットワーク	2015年09月13日～ 2015年09月15日	アイ・アイ・ランド (大阪府四條畷市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
笹尾 亮太, Xu Bo, 久保 稔, 出村 拓	ヒメツリガネゴケにおける通水機能を担うポリガラクトンナーゼの機能解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
新学術領域若手ワークショップ 第9回細胞壁研究者ネットワーク	2015年09月13日～ 2015年09月15日	アイ・アイ・ランド (大阪府四條畷市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
平井 理作、竹中 悠人、川邊 陽文、米田 新、大谷 美沙都、出村 拓	VND活性量依存的な道管細胞分化プログラムの活性化の解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
新学術領域若手ワークショップ 第9回細胞壁研究者ネットワーク	2015年09月13日～ 2015年09月15日	アイ・アイ・ランド(大阪府四條畷市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
幸田 奈津穂、米田 新、出村 拓	木部道管におけるキシラン合成酵素複合体の機能解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
新学術領域若手ワークショップ 第9回細胞壁研究者ネットワーク	2015年09月13日～ 2015年09月15日	アイ・アイ・ランド(大阪府四條畷市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
吹田 啓介、片桐 大輔、飯野 敬矩、米田 新、出村 拓、細川 陽一郎	フェムト秒レーザー誘起衝撃力による植物細胞の細胞壁と細胞膜の高速形状変化	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第63回応用物理学会春季学術講演会	2016年03月19日～ 2016年03月22日	東京工業大学大岡山キャンパス(東京都目黒区)

発 表 者 名	発 表 標 題	
米田 新、片桐 大輔、細川 陽一郎、出村 拓	細胞壁健全性感知におけるヘクチアンストランドの役割の解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第57回日本植物生理学会年会	2016年03月18日～ 2016年03月20日	岩手大学上田キャンパス(岩手県盛岡市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
家門 絵理, Edouard Pesquet, 米田 新, 出村 拓	Disturbance of cortical microtubule orientation by sulfamethizole leads to abnormal secondary cell wall patterning during xylem vessel differentiation	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第57回日本植物生理学会年会	2016年03月18日～ 2016年03月20日	岩手大学上田キャンパス (岩手県盛岡市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
Risaku Hirai, Yuto Takenaka, Yuki Sakamoto, Junko Hasegawa, Sachihiro Matsunaga, Misato Ohtani, Taku Demura	Analysis of Dof transcription factors regulating property of secondary cell walls	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第57回日本植物生理学会年会	2016年03月18日～ 2016年03月20日	岩手大学上田キャンパス (岩手県盛岡市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
Vasagi Ramachandran, Misato Ohtani, Taku Demura	Analysis of Dof transcription factors regulating property of secondary cell walls	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第57回日本植物生理学会年会	2016年03月18日～ 2016年03月20日	岩手大学上田キャンパス (岩手県盛岡市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
Nobuhiro Akiyoshi, Yoshimi Nakano, Yusuke Kunikida, Misato Ohtani, Taku Demura	Analysis of VNSS genes in Pinus taeda toward understanding of tracheid differentiation	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第57回日本植物生理学会年会	2016年03月18日～ 2016年03月20日	岩手大学上田キャンパス (岩手県盛岡市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
Takanori Wakatake, Satoko Yoshida, Ryosuke Sano, Tesuya Kurata, Taku Demura, Ken Shirasu	Tissue specific transcriptome analysis at the interface between a parasitic plant and the host plant	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第57回日本植物生理学会年会	2016年03月18日～ 2016年03月20日	岩手大学上田キャンパス (岩手県盛岡市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
Hotta T, Fujita S, Uchimura S, Noguchi M, Demura T, Muto E, Hashimoto T.	Analysis of the dynamic instability of plant microtubules in vitro	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第57回日本植物生理学会年会	2016年03月18日～ 2016年03月20日	岩手大学上田キャンパス (岩手県盛岡市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
出村 拓	陸上植物における水輸送細胞の発達と乾燥ストレス耐性	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第8回植物ストレス科学研究シンポジウム (招待講演)	2016年03月07日～ 2016年03月08日	倉敷市芸文館 (岡山県倉敷市)

発 表 者 名	発 表 標 題	
Misato Ohtani , Hitoshi Endo, Saelim Laddawan , Masatoshi Yamaguchi, Minoru Kubo, and Taku Demura	Transcriptional regulation during primary and secondary cell wall formation	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
IPMB2015(11th International Congress of Plant Molecular Biology) (招待講演) (国際学会)	2015年10月25日～ 2015年10月30日	Foz do Iguacu, Brazil

[図書] 計 (0) 件

著 者 名	出 版 社		
書 名	発行年	総ページ数	

14.研究成果による産業財産権の出願・取得状況

[出願] 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

[取得] 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15.科研費を使用して開催した国際研究集会

[国際研究集会] 計 (0) 件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16.本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究：国際共同研究である

共同研究相手国	相手方研究機関			
オーストラリア	メルボルン大学	—	—	—
スウェーデン	ウメオ植物科学センター	KHT	—	—
カナダ	ブリティッシュコロンビア大学	Canadian Forest Service	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—				

17.備考