

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：14603

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05484

研究課題名（和文）植物の力学的最適化戦略に基づくサステナブル構造システムの基盤創成

研究課題名（英文）Elucidation of the strategies of mechanical optimization in plants toward the establishment of the bases for sustainable structure system

研究代表者

出村 拓（Demura, Taku）

奈良先端科学技術大学院大学・デジタルグリーンイノベーションセンター・教授

研究者番号：40272009

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 239,200,000円

研究成果の概要（和文）：異分野融合と連携の推進として、領域班会議および分科会を開催し、領域運営方針等を議論した。また、サステナブル構造システム教育研究支援センターを奈良先端大に設置し、5つの研究支援部門（力学測定/顕微操作、イメージング、画像解析/数値シミュレーション、構造解析/オミクス、化学分析）の活動を推進した。次世代人材育成としては、若手研究会を開催した。さらに大学院生等若手研究者に対して、メンタリング制度を導入した。国際活動としては、カナダUBCやフィンランドVTTなど5機関を主要海外拠点とし、国際共同研究支援等を企画・推進した。また、国際シンポジウムを開催した。また、一般向けにアウトリーチ活動を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究領域では、植物科学と理工学（とくに建築構造学・空間構造工学）との融合を通して、構造力学的視点から、植物の自律的な力学的最適化戦略を多角的に読み解き、それをモデル化することで、未だ実現されていない、真にサステナブルな構造システムの基盤を創成することを目的としていた。総括班ではこの目的の達成のために、異分野に属する研究者同士の有機的連携体制の構築および国際的研究スキームとしての潮流形成の支援を進めた。これにより、これまでにない新たな学術の流れとして「植物科学と建築構造学・空間構造工学の融合」が進んだ点が本研究の主要な学術的・社会的意義である。

研究成果の概要（英文）：To promote interdisciplinary research and collaboration, the research meetings and subcommittee meetings were held to discuss the research achievements and management policies. In addition, the Center for Education and Research Support of Sustainable Structural Systems was established to promote activities of five research support divisions (mechanical measurement/microscopic manipulation; imaging; image analysis/mathematical simulation; structural analysis/omics; and chemical analysis). As part of the next generation human resource development, the Young Researchers' Workshops were held. A mentoring system was introduced for graduate students and other young researchers. As for international activities, five institutions, including UBC (Canada) and VTT (Finland), were designated as major overseas institutes, international collaboration support was promoted, and international symposiums were held. Outreach activities were also conducted for the general public.

研究分野：植物分子および生理科学

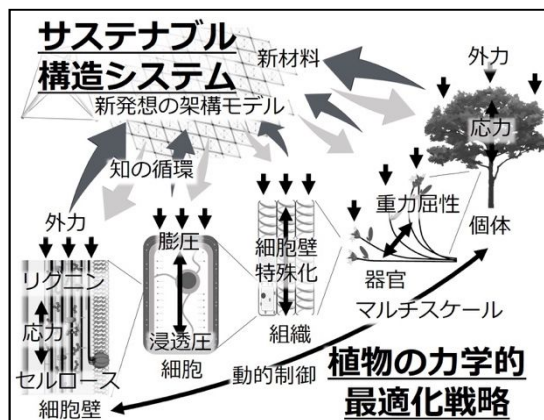
キーワード：サステナブル構造システム 教育研究支援センターSSSC 次世代人材育成 国際人材交流 アウトリーチ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

近年、全地球レベルでの環境問題や人口問題の深刻化から、サステナブル(持続可能)な社会の構築が重要な課題となっている。その中でも、安全性と機能性が保障され、周辺環境と調和したサステナブル生活空間の実現は最重要項目の一つであり、ものづくりや建築設計、まちづくりの現場においても、さまざまな角度からの模索が始まっている。とくに、日本の風土に根ざしたサステナブル生活空間の実現に向けて、省エネ・省資源の次世代材料や建築構造設計の開発が加速している。

植物細胞壁研究においては、近年、世界的に重要なブレイクスルーが相次ぎ、発展著しい生物学研究分野の一つである。その世界的な流れを生み出した原動力の一つが、平成 24～28 年度の新学術領域「植物細胞壁機能」(領域代表・西谷和彦(出村班・分担者))であり、その成果として、「植物細胞壁は様々な情報を受容、処理、発信することで高次生理現象を制御する動的な情報処理系である」という新規の概念を創出することに成功した。さらにその成果から、植物は内的・外的環境因子の変動に応答して、独自の構造ユニットである細胞壁を多様化させることで、細胞・組織・器官の形態をダイナミックに変化させて、個体全体としての「力学的最適化」を図っていることが示唆され、本領域研究の根幹となる概念構築につながっている。



一方で、材料科学や空間構造科学といった理工学分野では、より持続可能なデザインの創造を目指して、自然の形、プロセス、生態系からデザインを学び、模倣する、生物模倣技術の開発研究(いわゆる「バイオミメクリー」「バイオメテイクス」と呼ばれる分野)が活発化している。近年は、とくに生物の技術体系がもつ低環境負荷性かつ環境調和性に注目が集まっており、より幅広いスケールでの生物模倣の試みが広がっている。その一つが空間構造工学への応用であり、例えばシロアリの巣の構造を模して自然換気を高め、空調コストを従来の 10%に下げること成功した例(ジンバブエ、イーストゲートショッピングセンター)も知られている。

以上を背景として、本領域では、「植物は、重力や栄養などの多様な環境因子に応答して植物独自の構造ユニットである細胞壁を動的に制御し、自律的に力学的最適解を得るといった、優れた構造システムである」という発想のもと、植物の力学的最適化の実際を、分子、細胞、組織、個体というマルチスケールで読み解く。これによって浮かび上がってきた植物の力学的最適化戦略をモデル化し、理工学的新規モデルに昇華させることによって、次世代型の真のサステナブル構造システムの基盤を創成することを目指した。

このために、本領域では、空間構造工学、材料科学、木造建築学、木質化学、応用生物学、計測工学、植物生理学、植物発生生物学、植物分子生物学で活躍する第一線の研究者を集結させ、積極的な異分野研究技術や知識の融合を通して、将来のサステナブル生活空間を支える学術基盤を醸成する。

### 2. 研究の目的

持続可能(サステナブル)な社会の構築が世界的に希求されている。その実現のためには、省エネ・省資源の構造システムの開発が必須の課題である。近年の植物科学研究の発展によって、植物は重力や栄養などの多様な環境因子に応答して植物独自の構造ユニットである細胞壁を動的に制御し、細胞・組織・器官スケールの形態を可塑的に変化させることで、自律的に力学的最適解を得る機能を備えた優れた構造システムであることが実証されつつある。そこで本研究領域では、植物科学と理工学(とくに建築構造学・空間構造工学)との融合を通して、構造力学的視点から、植物の自律的な力学的最適化戦略を多角的に読み解き、それをモデル化することで、未だ実現されていない、真にサステナブルな構造システムの基盤を創成することを領域目的とした。上記の領域目的を達成するため、総括班は異分野に属する研究者同士の有機的連携体制の構築および国際的研究スキームとしての潮流形成を支援する。

### 3. 研究の方法

#### (1)初年度(2018年度)

##### 異分野融合と連携研究の推進

領域メンバー全員(各班の研究代表者、研究分担者、連携研究者、研究協力者)の相互理解を深めるため、領域発足直後に領域代表(総括班研究代表者)を中心にできるだけ多くの領域メンバーが全計画班の研究拠点を訪問するサイトビジットを行う。さらに、早急に最初の領域班会議(研究計画発表会)を開催する。領域班会議の開催と同時に、総括班メンバー、研究協力者、外部有識者、SSSC 担当博士研究員、が参加する総括班会議を行い、領域運営方針、および SSSC を

通した解析支援業務内容を決定する。加えて、個々の計画研究の達成目標ごとに国内外の最新の研究動向の分析結果の共有を行い、領域外グループとの共同研究の可能性を議論することで、世界的研究推進体制を構築する。また、年度途中（12月頃）には研究項目（A01～A03）ごとの分科会を開催し、より密な研究連携をはかる。

#### サステナブル構造システム教育研究支援センター（SSSC）の設置

領域内での最先端の研究設備の共用化を推進するために、奈良先端大に領域代表をセンター長とするサステナブル構造システム教育研究支援センター（SSSC）を設ける。さらに5つの研究支援部門（力学測定/顕微操作、イメージング、画像解析/数値シミュレーション、構造解析/オミクス、化学分析：次ページの総括班組織を参照）を設け、研究領域全体で、共通機器の活用や国際共同研究の推進をはかる。また、各研究支援部門の企画として、研究手法やノウハウを周知するためのワークショップを開催することで情報共有を徹底し、より効率的な研究領域の発展を目指す。

#### 次世代人材の育成と支援

各計画班での博士研究員雇用が進んだ後、博士研究員と博士課程大学院生を対象とした若手研究会を開催する。これによって、若手研究参加者に対する領域目標の理解と領域内の連携の意識付けを行う。さらに領域研究に参加する博士研究員と博士課程大学院生に対して、所属研究室PIを主メンター、領域メンバー1名を副メンター、とするメンタリング制度を導入し、研究討論を行うことで、領域内の連携深化を推進し、さらに、研究の進め方やデータ取りまとめに関するアドバイスを与え、若手育成の強化を行う。これにより研究が計画通り進まない際にも速やかに最善の対応が取れる体制の構築が見込まれる。

#### 国際活動

領域の国際化のために、領域代表・出村と領域事務・澤、藤原の3名にSamuels、Hamantら海外拠点のコンタクトパーソンを加えた国際活動支援部門を組織し、国際活動支援の企画・運営を行う。平成30年度は、国際共同研究の実施、卓越研究者の招聘、若手武者修行を含む国際研究人材交流、を通じた領域の国際化を開始する。

#### 領域情報発信（アウトリーチ活動）

領域発足後速やかに、公開シンポジウムを開催することで、領域研究目標、領域の研究支援体制を周知・アピールし、優秀な若手研究者が公募班員や博士研究員として本領域研究に参加することを、強くエンカレッジする。また、一般向けの情報発信のため、サイエンスコミュニケーターの工藤をアウトリーチ戦略担当として積極的なアウトリーチ活動を行う。領域ホームページでの成果の発信、研究成果データベース公開、各地での展示、市民講座、サイエンスカフェ、中学校・高校への出前授業等を企画する。

#### (2)次年度以降

##### 異分野融合と連携研究の推進

新規の公募班が加わる2019年度と2021年度には、年度初めに領域代表と関連する総括班メンバーによる公募班員のサイトビジットを行い、領域代表のリーダーシップのもとで領域目標の理解と異分野融合と連携研究の推進をはかる。また、2年目と4年目の年度初めには研究計画発表の領域班会議を、3年目と5年目の年度初めには研究中間発表の領域班会議を、年度終わりには研究成果発表の領域班会議を行う。領域班会議の開催に合わせて総括班会議を行い、総括班活動について議論する。2年目以降も、年1回以上の研究項目分科会を継続するとともに、公募班を含めた研究分科会を立ち上げ、さらなる領域内研究連携をはかる。

##### サステナブル構造システム教育研究支援センター（SSSC）の運用

初年度に引き続き、共通機器による構造力学的解析支援を行う。さらに、領域班会議と若手ワークショップの際にSSSCによる技術ワークショップを行うことで、領域内の研究支援体制の情報共有を促進する。また、公募班に対する研究技術支援としてSSSCをハブとした研究解析手法のコンサルタントを行い、新たな共同研究を推進する。

##### 次世代人材の育成と支援

博士研究員と博士課程大学院生に対するメンタリング制度を継続し、領域内の連携深化と若手育成の強化を推進する。若手人材育成のため、若手ワークショップを年1回開催し、博士研究員と学生に「力学的最適化とサステナブル構造システム」に関する発表・議論の場を提供する。また、若手研究者（助教～博士研究員～博士課程大学院生）を対象とした領域内共同研究コンペを行う。複数の研究班に所属する数人の若手研究者からなるグループを対象に、新しい共同研究アイデアを募り、若手ワークショップで発表し、優秀なアイデアには共同研究費をサポートする。

##### 国際活動および領域情報発信（アウトリーチ活動）

初年度に引き続き、海外卓越研究者の招聘、若手武者修行を含む国際研究人材交流、を行う。とくに短期～中期の国内研究者の海外滞在を促進する。3年目と最終年には国際シンポジウムを企画し、領域成果の国際的発信を行う。さらに、次年度以降もアウトリーチ活動を推進する。領域メンバー全員が何らかの形でアウトリーチ活動に関わることで、その重要性を共有することで、本領域研究の更なる加速を狙う。

#### 4. 研究成果

(1)異分野融合と連携の推進：領域班会議および分科会を開催し、成果共有の場とした。さらに領域班会議と同時に総括班会議を行い、領域運営方針や総括班活動内容を議論した。

(2)サステナブル構造システム教育研究支援センター（SSSC）：奈良先端大に設置したSSSCを中心に、5つの研究支援部門（力学測定/顕微操作、イメージング、画像解析/数値シミュレーション、構造解析/オミクス、化学分析）の活動を推進した。SSSCでは、共通機器による構造力学的解析支援の他、共同研究コンサルタント、技術ワークショップによる解析技術共有、若手研究者の技術習得支援を行った。

(3)次世代人材育成：博士研究員と博士課程大学院生を対象とした若手研究会を開催し、若手主体の研究討論の場とした。また、若手研究者に対して、所属研究室PIを主メンター、領域メンバー1名を副メンター、とするメンタリング制度を導入し、領域内の連携深化と若手育成の強化を推進した。

(4)国際活動：カナダUBC、フィンランドVTT、米国Georgia大、フランスENS de Lyon、英国ケンブリッジ大の5機関を主要海外拠点とし、これら拠点のコンタクトパーソンを加えた国際活動支援班を中心に、国際共同研究支援、海外卓越研究者の招聘、若手武者修行を含む国際人材交流を推進した。これにより、国際的な「サステナブル構造システム学」の開拓を推進した。また、オンサイト・オンラインハイブリッドの国際シンポジウムを開催した。

(5)情報発信：国内外学会における研究発表、国際学術誌での成果発表を行った。さらに領域ホームページでの成果の発信、各地での展示、市民講座、サイエンスカフェ、中学校・高校への出前授業等を企画し、一般向けにアウトリーチ活動を行った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計32件（うち査読付論文 32件／うち国際共著 9件／うちオープンアクセス 28件）

1. 著者名 Hori Chiaki, Yu Xiang, Mortimer Jenny C., Sano Ryosuke, Matsumoto Tomoko, Kikuchi Jun, Demura Taku, Ohtani Misato	4. 巻 37
2. 論文標題 Impact of abiotic stress on the regulation of cell wall biosynthesis in Populus trichocarpa	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 273 ~ 283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.0326a	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する
1. 著者名 Yoneda Arata, Ohtani Misato, Katagiri Daisuke, Hosokawa Yoichiroh, Demura Taku	4. 巻 9
2. 論文標題 Hechtian Strands Transmit Cell Wall Integrity Signals in Plant Cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 604 ~ 604
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants9050604	査読の有無 有
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)	国際共著 -
1. 著者名 Pawittra Phookaew, Suzuki Takaomi, Kawabe Harunori, Takebayashi Arika, Demura Taku, Ohtani Misato	4. 巻 37
2. 論文標題 Isolation of dominant Arabidopsis seive mutants defective in VND7-induced xylem vessel cell differentiation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 311 ~ 318
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.0427a	査読の有無 有
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)	国際共著 -
1. 著者名 Nakai Ryusuke, Azuma Takashi, Nakaso Yosuke, Sawa Shinichiro, Demura Taku	4. 巻 37
2. 論文標題 Development of a dynamic imaging method for gravitropism in pea sprouts using clinical magnetic resonance imaging system	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 437 ~ 442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.1020a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Roumeli Eleftheria, Ginsberg Leah, McDonald Robin, Spigolon Giada, Hendrickx Rodinde, Ohtani Misato, Demura Taku, Ravichandran Guruswami, Daraio Chiara	4. 巻 9
2. 論文標題 Structure and Biomechanics during Xylem Vessel Transdifferentiation in Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 1715 ~ 1715
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants9121715	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ramachandran Vasagi, Tobimatsu Yuki, Masaomi Yamamura, Sano Ryosuke, Umezawa Toshiaki, Demura Taku, Ohtani Misato	4. 巻 104
2. 論文標題 Plant-specific Dof transcription factors VASCULAR-RELATED DOF1 and VASCULAR-RELATED DOF2 regulate vascular cell differentiation and lignin biosynthesis in Arabidopsis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 263 ~ 281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11103-020-01040-9	査読の有無 有
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	国際共著 -

1. 著者名 Akita Eri, Yalikuln Yaxiaer, Okano Kazunori, Yamasaki Yuki, Ohtani Misato, Tanaka Yo, Demura Taku, Hosokawa Yoichiroh	4. 巻 37
2. 論文標題 In situ measurement of cell stiffness of Arabidopsis roots growing on a glass micropillar support by atomic force microscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 417 ~ 422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.1016a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Tsugawa Satoru, Kanda Norihiro, Nakamura Moritaka, Goh Tatsuaki, Ohtani Misato, Demura Taku	4. 巻 37
2. 論文標題 Spatio-temporal kinematic analysis of shoot gravitropism in Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 443 ~ 450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.0708a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Nakata Miyuki T., Nakao Mao, Denda Asuka, Onoda Yusuke, Ueda Haruko, Demura Taku	4. 巻 37
2. 論文標題 Estimating the flexural rigidity of Arabidopsis inflorescence stems: Free-vibration test vs. three-point bending test	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 471 ~ 474
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.1214a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Kunieda Tadashi, Kishida Keisuke, Kawamura Jumpei, Demura Taku	4. 巻 37
2. 論文標題 Influence of osmotic condition on secondary cell wall formation of xylem vessel cells induced by the master transcription factor VND7	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 465 ~ 469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.1127a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Beier Marcel Pascal, Tsugawa Satoru, Demura Taku, Fujiwara Toru	4. 巻 37
2. 論文標題 Root shape adaptation to mechanical stress derived from unidirectional vibrations in <i>Populus nigra</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 423 ~ 428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.0813a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Chiam Nyet-Cheng, Fujimura Tomoyo, Sano Ryosuke, Akiyoshi Nobuhiro, Hiroshima Ryoko, Watanabe Yuichiro, Motose Hiroyasu, Demura Taku, Ohtani Misato	4. 巻 60
2. 論文標題 Nonsense-Mediated mRNA Decay Deficiency Affects the Auxin Response and Shoot Regeneration in Arabidopsis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 2000 ~ 2014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcz154	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Tamura Taizo, Endo Hitoshi, Suzuki Atsunobu, Sato Yutaka, Kato Ko, Ohtani Misato, Yamaguchi Masatoshi, Demura Taku	4. 巻 100
2. 論文標題 Affinity based high resolution analysis of DNA binding by VASCULAR RELATED NAC DOMAIN7 via fluorescence correlation spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 298 ~ 313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14443	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Shimoki Ayaka, Tsugawa Satoru, Ohashi Keiichiro, Toda Masahito, Maeno Akiteru, Sakamoto Tomoaki, Kimura Seisuke, Nobusawa Takashi, Nagao Mika, Nitasaka Eiji, Demura Taku, Okada Kiyotaka, Takeda Seiji	4. 巻 4
2. 論文標題 Reduction in organ-organ friction is critical for corolla elongation in morning glory	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-021-01814-x	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Terada Shiori, Kubo Minoru, Akiyoshi Nobuhiro, Sano Ryosuke, Nomura Toshihisa, Sawa Shinichiro, Ohtani Misato, Demura Taku	4. 巻 106
2. 論文標題 Expression of peat moss VASCULAR RELATED NAC-DOMAIN homologs in Nicotiana benthamiana leaf cells induces ectopic secondary wall formation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 309 ~ 317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11103-021-01148-6	査読の有無 有
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	国際共著 -

1. 著者名 Liu Ling, Wu Xiaolong, Sun Weibo, Yu Xiang, Demura Taku, Li Dawei, Zhuge Qiang	4. 巻 165
2. 論文標題 Galactinol synthase confers salt-stress tolerance by regulating the synthesis of galactinol and raffinose family oligosaccharides in poplar	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Industrial Crops and Products	6. 最初と最後の頁 113432 ~ 113432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.indcrop.2021.113432	査読の有無 有
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	国際共著 該当する



1. 著者名 Kamon Eri, Noda Chihiro, Higaki Takumi, Demura Taku, Ohtani Misato	4. 巻 38
2. 論文標題 Calcium signaling contributes to xylem vessel cell differentiation via post-transcriptional regulation of VND7 downstream events	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 331 ~ 337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.21.0519a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Ohtani Misato, Kotake Toshihisa, Mortimer Jenny C, Demura Taku	4. 巻 62
2. 論文標題 The Mechanics and Biology of Plant Cell Walls: Resilience and Sustainability for Our Future Society	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1787 ~ 1790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcab168	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ailizati Aili, Nagahage Isura Sumeda Priyadarshana, Miyagi Atsuko, Ishikawa Toshiki, Kawai-Yamada Maki, Demura Taku, Yamaguchi Masatoshi	4. 巻 38
2. 論文標題 An Arabidopsis NAC domain transcriptional activator VND7 negatively regulates VNI2 expression	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 415 ~ 420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.21.1013a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Akiyoshi Nobuhiro, Ihara Ayumi, Matsumoto Tomoko, Takebayashi Arika, Hiroyama Ryoko, Kikuchi Jun, Demura Taku, Ohtani Misato	4. 巻 62
2. 論文標題 Functional Analysis of Poplar Sombbrero-Type NAC Transcription Factors Yields a Strategy to Modify Woody Cell Wall Properties	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1963 ~ 1974
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcab102	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Shikakura Yuhei, Oguchi Taichi, Yu Xiang, Ohtani Misato, Demura Taku, Kikuchi Akira, Watanabe Kazuo N.	4. 巻 31
2. 論文標題 Transgenic poplar trees overexpressing AtGolS2, a stress-responsive galactinol synthase gene derived from Arabidopsis thaliana, improved drought tolerance in a confined field	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transgenic Research	6. 最初と最後の頁 579 ~ 591
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11248-022-00321-x	査読の有無 有
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	国際共著 該当する

1. 著者名 Umeda-Hara Chikage, Iwakawa Hidekazu, Ohtani Misato, Demura Taku, Matsumoto Tomoko, Kikuchi Jun, Murata Koji, Umeda Masaaki	4. 巻 39
2. 論文標題 Tetraploidization promotes radial stem growth in poplars	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 215 ~ 220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.22.0716a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Tsugawa Satoru, Yamasaki Yuki, Horiguchi Shota, Zhang Tianhao, Muto Takara, Nakaso Yosuke, Ito Kenshiro, Takebayashi Ryu, Okano Kazunori, Akita Eri, Yasukuni Ryohei, Demura Taku, Mimura Tetsuro, Kawaguchi Ken'ichi, Hosokawa Yoichiroh	4. 巻 12
2. 論文標題 Elastic shell theory for plant cell wall stiffness reveals contributions of cell wall elasticity and turgor pressure in AFM measurement	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13044
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-16880-2	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Ailizati Aili, Nagahage Isura Sumeda Priyadarshana, Miyagi Atsuko, Ishikawa Toshiki, Kawai-Yamada Maki, Demura Taku, Yamaguchi Masatoshi	4. 巻 39
2. 論文標題 VND-INTERACTING2 effectively inhibits transcriptional activities of VASCULAR-RELATED NAC-DOMAIN7 through a conserved sequence	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 147 ~ 153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.22.0122a	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Priatama Ryza A., Heo Jung, Kim Sung Hoon, Rajendran Sujeevan, Yoon Seoa, Jeong Dong-Hoon, Choo Young-Kug, Bae Jong Hyang, Kim Chul Min, Lee Yeon Hee, Demura Taku, Lee Young Koun, Choi Eun-Young, Han Chang-deok, Park Soon Ju	4. 巻 13
2. 論文標題 Narrow Ipa1 Metaxylems Enhance Drought Tolerance and Optimize Water Use for Grain Filling in Dwarf Rice	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 894545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.894545	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

1. 著者名 Chai Guohua, Lu Mengzhu, Yang Xiaohan, Demura Taku, Li Wei, Li Quanzi	4. 巻 13
2. 論文標題 Editorial: Wood Development and Physiology in a Changing Climate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 906736
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.906736	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nakano Yoshimi, Endo Hitoshi, Gerber Lorenz, Hori Chiaki, Ihara Ayumi, Sekimoto Masayo, Matsumoto Tomoko, Kikuchi Jun, Ohtani Misato, Demura Taku	4. 巻 13
2. 論文標題 Enhancement of Secondary Cell Wall Formation in Poplar Xylem Using a Self-Reinforced System of Secondary Cell Wall-Related Transcription Factors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 819360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.819360	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tsubawa Satoru, Teratsuji Kaname, Okura Fumio, Noshita Koji, Tateno Masaki, Zhang Jingyao, Demura Taku	4. 巻 12
2. 論文標題 Exploring the mechanical and morphological rationality of tree branch structure based on 3D point cloud analysis and the finite element method	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 4054
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-08030-5	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Hirai Risaku, Wang Shumin, Demura Taku, Ohtani Misato	4. 巻 12
2. 論文標題 Histone Deacetylation Controls Xylem Vessel Cell Differentiation via Transcriptional Regulation of a Transcription Repressor Complex OFP1/4-MYB75-KNAT7-BLH6	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 825810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.825810	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Arae Toshihiro, Nakakoji Mai, Noguchi Masahiro, Kamon Eri, Sano Ryosuke, Demura Taku, Ohtani Misato	4. 巻 64
2. 論文標題 Plant secondary cell wall proteome analysis with an inducible system for xylem vessel cell differentiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Development, Growth & Differentiation	6. 最初と最後の頁 5 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/dgd.12767	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Takahara Masahiro, Tsugawa Satoru, Sakamoto Shingo, Demura Taku, Nakata Miyuki T	4. 巻 192
2. 論文標題 Pulvinar slits: Cellulose-deficient and de-methyl-esterified pectin-rich structures in a legume motor cell	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 857 ~ 870
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiad105	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Ta Kim Nhung, Shimizu Sato Sae, Agata Ayumi, Yoshida Yuri, Taoka Ken ichiro, Tsuji Hiroyuki, Akagi Takashi, Tanizawa Yasuhiro, Sano Ryosuke, Nosaka Takahashi Misuzu, Suzuki Toshiya, Demura Taku, Toyoda Atsushi, Nakamura Yasukazu, Sato Yutaka	4. 巻 -
2. 論文標題 A leaf emanated signal orchestrates grain size and number in response to maternal resources	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.16219	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Taku Demura
2. 発表標題 Functional divergence of VNS transcriptional regulators for development of water-conducting and woody cells in land plants, from bryophytes to angiosperms
3. 学会等名 2nd International Symposium on Tree Genomics, Physiology and Molecular Breeding: Tree genetics, genomics and breeding (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadashi Kunieda, Mitsuki Jifuku, George W. Haughn, Ikuko Hara-Nishimura, Taku Demura
2. 発表標題 Functional and Transcriptional analyses of an Ubiquitin E3 Ligase FLY2 in Arabidopsis Seed Coat and Xylem Vessel Cells
3. 学会等名 The 7th International Conference on Plant Cell Wall Biology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyuki Nakata, Taku Demura
2. 発表標題 Mechano-morphological study of lateral branches: Toward a four-dimensional model of tree development
3. 学会等名 Plant Cell Wall Biology 2021 Satellite Symposium "Plant Structure Optimization" (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Julian Chris Galvez, Kunieda Tadashi, Minoru Kubo, Ryuichi Nishihama, Takayuki Kohchi, Taku Demura
2. 発表標題 Diversifying plant-structure optimization strategies: Insights from the VNS homolog of Marchantia polymorpha
3. 学会等名 International Symposium on "Plant-Structure-Optimization" (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eleftheria Roumeli, Tadashi Kunieda, Chiara Daraio, Misato Ohtani, Taku Demura
2. 発表標題 Biomechanics of xylem/woody vessel elements induced ectopically by the VND7 transcriptional switch in Arabidopsis
3. 学会等名 The 20th IUFRO Tree Biotech and the 2nd FTMB (Forest Tree Molecular Biology and Biotechnology) Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taku Demura
2. 発表標題 Plant biomechanics influenced by changes in chemistry of secondary cell walls
3. 学会等名 Kyoto University/ERATO International Symposium: Chemistry and Plant Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taku Demura
2. 発表標題 Evolutionary conservation of VNS-based transcriptional regulatory network for water-conducting and support cells in land plant species
3. 学会等名 52nd International Conference on Arabidopsis Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	澤 進一郎 (Sawa Shinichiro) (00315748)	熊本大学・大学院先端科学研究部(理)・教授  (17401)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	大谷 美沙都  (Ohtani Misato)  (60435633)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授    (12601)	

## 7. 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5件

国際研究集会 第42回日本分子生物学会年会シンポジウム 「動植物の生き様における力の役割と仕組み」(植物構造オプト共催)	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 第5回 熊本大学IROAST Symposium(植物構造オプト共催) "International symposium on strategies of mechanical optimization in plants"	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 France-Japan Plant Cell Wall Workshop "Pectin Lovers Meeting"	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 The 7th International Conference on Plant Cell Wall Biology	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 International Symposium on "Plant-Structure-Optimization"	開催年 2022年～2022年

## 8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
カナダ	ブリティッシュコロンビア大学		
フィンランド	VTT		
米国	ジョージア大学	ペンシルバニア州立大学	
フランス	ENS de Lyon	Universite de Picardie Jules Verne	
英国	ケンブリッジ大学		