

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：13901

研究種目：国際共同研究加速基金（国際活動支援班）

研究期間：2015～2019

課題番号：15K21750

研究課題名（和文）植物の成長可塑性を支える環境認識と記憶の自立分散型統御システム

研究課題名（英文）Integrative system of autonomous environmental signal recognition and memorization for plant plasticity

研究代表者

木下 俊則（Kinoshita, Toshinori）

名古屋大学・理学研究科(WPI)・教授

研究者番号：50271101

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 65,200,000円

研究成果の概要（和文）：移動しない植物は多様な環境変動に迅速に対応するために、柔軟かつ合理的な環境応答システムを備えています。しかし、脳や神経を持たない植物が、いかにして環境からの情報を統御・判断・記憶・出力しているのでしょうか？植物は、細胞群や組織に制御システムを分散させて自律的な環境応答を行ないつつ、それらの情報を全身的な情報伝達系により統御する「自律分散型環境応答統御システム」を進化させました。この局所的かつ自律的な環境応答システムを構成する長距離シグナル伝達システム、およびそれらの情報をキャッシュするための環境記憶システムを理解することを目標とします。

研究成果の学術的意義や社会的意義

最先端の植物研究を進めるJohn Innes Centre・The Sainsbury Laboratory（英国）及びStanford University（米国）に共同研究拠点を置き、緊密な国際研究体制を確立することで、本領域から新たな世界の研究潮流を生み出すことが期待される。さらに、本領域の研究から得られる知見をもとに人為的に植物の環境応答能の制御や機能改善が可能となり、地球環境変動に耐えうる植物の作出等を通じて、低炭素社会の発展や食糧増産にも寄与する基盤技術の確立に貢献することが期待される。

研究成果の概要（英文）：In contrast to mobile animals, which can seek environments suitable for survival, immobile plants must use their flexible and efficient environmental response systems in order to respond rapidly to a variety of environmental changes. However, it remains unclear how plants control, assess, remember, and transmit information from the environment without brains or nerves. This area of study seeks answers to profound and longstanding biological questions. Our objective is to understand the mechanisms of plastic growth in response to the environment that are unique to plants. To this end, we seek to elucidate the long-distance signal transduction system? which is completely different from those of animals? that constitutes the local and autonomous environmental response system. Additionally, elucidation of the environmental memory system, which involves spatiotemporal caching of information via chromatin modifications, will be important for understanding plastic growth.

研究分野：植物生理学

キーワード：植物 環境応答

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

生存に適した環境を求めて移動する動物に対し、移動しない植物は多様な環境変動に迅速に対応するために、柔軟かつ合理的な環境応答システムを備えている。脳や神経を持たない植物が、いかにして環境からの情報を統御・判断・記憶・出力しているのか？本領域は、この生物学の歴史に長く横たわってきた深遠な問題の解決に挑戦する。動物が高度に発達した中枢神経系を用いる「中枢性環境応答統御システム」を発達させたのに対し、植物は細胞群や組織に制御システムを分散させて自律的な環境応答を行ないつつ、それらの情報を全身的な情報伝達系により統御する「自律分散型環境応答統御システム」を進化させた。こうした自律分散型の統御には、刺激受容部位における局所的かつ自律的な応答システムに加えて、局所的な応答を時空間的に統合するシステムが存在するはずであるが、これらの分子実体はほとんど解明されていない。また、植物には乾燥や温度変化などの季節変動を長期的に記憶するシステムが存在することはよく知られているが、その具体的な場やしくみは不明のままである。

### 2. 研究の目的

植物は静的で受動的な環境応答に頼っていると考えられがちであるが、巧妙でかつ能動的な環境応答システムを進化させ、厳しい環境の中でも地球上最大のバイオマスを産出している。本領域では、植物科学の多様な分野の研究者が結集し、これまで個別に行ってきた研究を有機的に統合し、ダイナミックな環境応答統御システムの全体像を明らかにする。このような研究分野横断的に、かつ最先端の異分野融合技術を活用して、植物の自律分散型環境記憶統御システムの解明に取り組む研究は世界レベルでも初めての試みであり、独創性、新規性は非常に高い。特に、教科書には栄養や水分の輸送器官としてしか記載されていない維管束系を長距離情報伝達の場として、改めて捉え直すことで、従来の植物のシグナル伝達概念を覆す。また、脳がない植物も、分散型の記憶システムを備えていることを、DNA やヒストンの修飾、細胞核内のクロマチン動態の変化といったエピジェネティクス制御の解明を通じて証明する。このように植物という生き方を通して生命の多様な情報統御システムの一端を理解することは、生物が外部からの情報をどのように処理するかという、生命原理の根源的な問いにも回答の一端を提示できる。神経や脳が発達した動物の情報処理システムと植物の自律分散型の情報処理システムを比較することで、生命の情報処理における普遍的原理を見出すとともに、進化の過程で生じた情報処理の多様性も明らかにすることが期待される。

本領域では、動物とは全く異なる長距離シグナル伝達システム、およびそれらの情報を時空間的にキャッシュするためのクロマチン修飾による環境記憶システムの解明を通じて、環境に適した植物特有の可塑的成長のしくみを理解することを目指す。

### 3. 研究の方法

これまでに植物の環境応答を長距離シグナル伝達と記憶の情報処理システムの面から研究したグループは世界的に見ても例がない。そこで、本領域の内容に興味を持ち、研究内容が近く、世界第一線で活躍している研究者である Caroline Dean 教授 (John Innes Centre 副所長) Cyril Zipfel 教授 (The Sainsbury Laboratory 所長) Wolf Frommer 教授 (Stanford University・Carnegie Institute・Plant Biology) との話し合いを経て、英国 John Innes Centre、英国 The Sainsbury Laboratory 及び米国 Stanford University, Carnegie Institute を本領域の共同研究拠点とし、本領域を中心として植物環境情報統合という新研究領域を世界的に確立する体制を築くことに合意した。このような緊密な国際研究体制・国際ネットワークを確立することで、本領域から新たな世界の研究潮流を生み出すというモデルケースを提示する。

本領域からの若手研究者 (大学院生、博士研究員、若手助教を想定) が共同研究のために渡航する若手海外渡航支援費として、年間合計約 400 万円 (最大 6 ヶ月まで、年間 5 名程度) を計上する。

### 4. 研究成果

本領域では、中枢神経を持たない植物が、細胞や組織レベルで分散型の応答を行う一方、それらの情報を全身的な情報伝達系により統御する植物特有のダイナミックな環境刺激伝達機構の全体像を解明し、環境記憶がどのように植物の巧みな生存戦略を導いているのかを明らかにすることを目的とし、これまでの発表論文数は 460 報であり、非常に多くの成果を得ている。これらの成果の多くはインパクトの高い国際誌に発表し、発表論文の多くは、プレスリリースを積極的に行い、新聞やテレビ、インターネットニュースとして広く一般社会に紹介された。これまでに新聞に 169 回、テレビに 9 回など、合計 397 回メディアに取り上げられた。

研究内容としては「局所的・自律的応答システム」、「長距離シグナリング」、「環境記憶システム」の各項目に大きく分けることができるが、これらの研究は極めて順調に進展し、項目間をつなぐような革新的な成果も得られた。さらに、戦略的に海外拠点との連携研究を進めることを総括班会議や領域会議で議論し、海外拠点との連携研究を盛んに行っている 3 つの計画班に国際活動支援班より、後半の 2 年間、博士研究員を 1 名ずつ配置することで連携研究の加速を促した。その結果、The Sainsbury laboratory との連携では、主に「局所・自律」と「環境記憶」に関する共同研究を行い、Favero et al. (2020) *Curr. Biol.*, Ikeuchi et al. (2018) *Plant Cell Physiol.*, Ikeuchi and Rhodes J. (2017) *Plant Cell Physiol.* を、主に「局所・自律」と「長

距離」に関する共同研究では、Kadota et al. (2019) *New Phytol.*, Asai et al. (2018) *Nature Commun.*, Spallek et al. (2017) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* を、John Innes Centre との連携では、主に「局所・自律」と「長距離」に関する共同研究を行い、Xu et al. (2017) *New Phytol.* を国際誌に発表した。このように戦略的に国際共同研究を推進することで多くの国際共同研究の成果が生み出された。

## 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 32件/うちオープンアクセス 27件）

1. 著者名 Favero David S., Kawamura Ayako, Shibata Michitaro, Takebayashi Arika, Jung Jae-Hoon, Suzuki Takamasa, Jaeger Katja E., Ishida Takashi, Iwase Akira, Wigge Philip A., Neff Michael M., Sugimoto Keiko	4. 巻 30
2. 論文標題 AT-Hook Transcription Factors Restrict Petiole Growth by Antagonizing PIFs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 1454 ~ 1466.e6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.02.017">https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.02.017</a>	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 Rymen Bart, Kawamura Ayako, Lambomez Alice, Inagaki Soichi, Takebayashi Arika, Iwase Akira, Sakamoto Yuki, Sako Kaori, Favero David S., Ikeuchi Momoko, Suzuki Takamasa, Seki Motoaki, Kakutani Tetsuji, Roudier Francois, Sugimoto Keiko	4. 巻 2
2. 論文標題 Histone acetylation orchestrates wound-induced transcriptional activation and cellular reprogramming in Arabidopsis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 404(15pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-019-0646-5	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 該当する
1. 著者名 Kinoshita Toshinori, McCourt Peter, Asami Tadao, Torii Keiko U	4. 巻 59
2. 論文標題 Plant Chemical Biology	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1483 ~ 1486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy142	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 Nishimura Noriyuki, Tsuchiya Wataru, Moresco James J., Hayashi Yuki, Satoh Kouji, Kaiwa Nahomi, Irisa Tomoko, Kinoshita Toshinori, Schroeder Julian I., Yates John R., Hirayama Takashi, Yamazaki Toshimasa	4. 巻 9
2. 論文標題 Control of seed dormancy and germination by DOG1-AHG1 PP2C phosphatase complex via binding to heme	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2132(14pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-04437-9	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 Ikeuchi Momoko, Shibata Michitaro, Rymen Bart, Iwase Akira, B?gman Anne-Maarit, Watt Lewis, Coleman Duncan, Favero David S, Takahashi Tatsuya, Ahnert Sebastian E, Brady Siobhan M, Sugimoto Keiko	4. 巻 59
2. 論文標題 A Gene Regulatory Network for Cellular Reprogramming in Plant Regeneration	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 770 ~ 782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1093/pcp/pcy013">https://doi.org/10.1093/pcp/pcy013</a>	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 Asai Shuta, Furzer Oliver J., Cevik Volkan, Kim Dae Sung, Ishaque Naveed, Goritschnig Sandra, Staskawicz Brian J., Shirasu Ken, Jones Jonathan D. G.	4. 巻 9
2. 論文標題 A downy mildew effector evades recognition by polymorphism of expression and subcellular localization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5192(11pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-07469-3	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 Peterson, J., Inoue, S., Kelly, S. M., Sullivan, S., Kinoshita, T., Christie, J. M.	4. 巻 292
2. 論文標題 Functional characterization of a constitutively active kinase variant of Arabidopsis phototropin 1.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Biol. Chem.	6. 最初と最後の頁 13843-13852.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.M117.799643.	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 Ikeuchi Momoko, Rhodes Jack	4. 巻 58
2. 論文標題 Latest Advances in Plant Development and Environmental Response: The Inaugural Cold Spring Harbor Asia Plant Biology Meeting in Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1286 ~ 1290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1093/pcp/pcx083">https://doi.org/10.1093/pcp/pcx083</a>	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 Aleman F, Yazaki J, Lee M, Takahashi Y, Kim AY, Kinoshita T, Ecker JR, Schroeder JI.	4. 巻 6
2. 論文標題 An ABA-increased interaction of the PYL6 ABA receptor with MYC2 transcription factor: A putative link of ABA and JA signaling	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 28941(10pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep28941	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 Heyman J, Cools T, Shavialenka S, Canher B, Traas J, Vercauteren I, Van den Daele H, Persiau G, De Jaeger G, Sugimoto K, De Veylder L.	4. 巻 2
2. 論文標題 The heterodimeric transcription factor complex ERF115-PAT1 grants regeneration competence	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature Plants	6. 最初と最後の頁 16165
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nplants.2016.165	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 Ikeuchi M, Iwase A, Rymen B, H Harashima H, Shibata M, Ohnuma M, Breuer C, Morao AK, de Lucas M, De Veylder L, Goodrich J, Brady SM, Roudier F, Sugimoto K.	4. 巻 1
2. 論文標題 PRC2 represses dedifferentiation of mature somatic cells in Arabidopsis.	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Nature Plants	6. 最初と最後の頁 15089
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nplants.2015.89	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 Conn, C. E., Bythell-Douglas, R., Neumann, D., Yoshida, S., Whittington, B., Westwood, J. H., Shirasu, K., Bond, C. S., Dyer, K. A. Nelson, D. C.	4. 巻 349
2. 論文標題 Convergent evolution of strigolactone perception enabled host detection in parasitic plants.	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 540-543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aab1140	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

[学会発表] 計54件(うち招待講演 31件/うち国際学会 32件)

1. 発表者名 Toshinori Kinoshita
2. 発表標題 Regulation of stomatal movements in response to environmental signals
3. 学会等名 Frontiers in plant environmental response research 'local signaling, long-distance communication and memory for developmental plasticity' (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sachihiro Matsunaga
2. 発表標題 Gene priming for shoot regeneration
3. 学会等名 Frontiers in plant environmental response research: local signaling, long-distance communication and memory for developmental plasticity(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mio K. Shibuta, Megumi Matsuoka, Mayu Yoshikawa, Kazuki Kurita, Tamako Yamaoka, Takyuya Sakamoto, Hiroshi Kimura, Sachihiro Matsunaga
2. 発表標題 Live imaging system to track post-translational modification dynamics in Arabidopsis thaliana
3. 学会等名 Frontiers in plant environmental response research: local signaling, long-distance communication and memory for developmental plasticity(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshinori Kinoshita
2. 発表標題 Regulation of stomatal movements by nutrients via long-distance signaling
3. 学会等名 Nitrogen2019(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshinori Kinoshita
2. 発表標題 Regulation of light-induced stomatal opening and plasma membrane H <sup>+</sup> -ATPase
3. 学会等名 The 18th International Workshop on Plant Membrane Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsubayashi Y.
2. 発表標題 Long-distance peptide signaling involved in systemic regulation of nitrogen acquisition
3. 学会等名 23rd International Conference on Plant Growth Substances (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsubayashi Y.
2. 発表標題 Long distance peptide signaling mediating nitrogen homeostasis
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Asia conference on Plant Cell and Development Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keiko Sugimoto
2. 発表標題 Transcriptional control of stress-induced cellular reprogramming in plants
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Asia Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Keiko Sugimoto
2. 発表標題 Epigenetic control of cellular reprogramming in plants
3. 学会等名 International Conference on Arabidopsis Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken Shirasu
2. 発表標題 How do parasitic plants perceive host plants?
3. 学会等名 IS-MPMI XVIII (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshinori Kinoshita
2. 発表標題 Control of stomatal aperture by genetic and chemical approaches
3. 学会等名 The 9th NU Tech Roundtable (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsubayashi Y.
2. 発表標題 Root-to-shoot and shoot-to-root long-distance mobile peptides mediate systemic regulation of nitrogen acquisition
3. 学会等名 Keystone Symposia, Plant Signaling: Molecular Pathways and Network Integration (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken Shirasu
2. 発表標題 Signaling in Parasitic Plant & Host Interactions
3. 学会等名 Keystone Symposium "Plant Signaling: Molecular Pathways and Network Integration" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshinori Kinoshita
2. 発表標題 Blue light-signalling pathway in stomatal guard cells
3. 学会等名 Taiwan-Japan Plant Biology 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keiko Sugimoto
2. 発表標題 Cellular reprogramming in plant regeneration
3. 学会等名 第50回日本発生物学会大会シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshinori Kinoshita
2. 発表標題 Regulation of the plasma membrane H <sup>+</sup> -ATPase in response to physiological signals
3. 学会等名 Agriculture Resources and Environment: Science and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yoshikatsu Matsubayashi
2. 発表標題 Identification of novel peptide ligand-receptor pairs in plants
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Asia Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ken Shirasu
2. 発表標題 Molecular elucidation of parasitic plant-host Interactions
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Asia Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Keiko Sugimoto
2. 発表標題 Epigenetic control of plant cell reprogramming
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Asia Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Matsubayashi Y.
2. 発表標題 Identification of novel peptide hormones in plants
3. 学会等名 The 22nd International Plant Growth Substances Association (IPGSA) conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ken Shirasu
2. 発表標題 Molecular elucidation of plant-plant Interactions
3. 学会等名 The 17th Molecular Plant-Microbe Interactions (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ken Shirasu
2. 発表標題 Vascular hijack by parasitic plants
3. 学会等名 The 22nd International Conference. on Plant Growth Substances (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ken Shirasu
2. 発表標題 Vascular hijack by parasitic plants
3. 学会等名 The Sainsbury Laboratory Symposium. " Induced Plant Development " (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 木下俊則
2. 発表標題 気孔開閉のシグナル伝達と気孔開度制御
3. 学会等名 植物科学シンポジウム2015「ラボとフィールドを結ぶ植物科学」(招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Keiko Sugimoto
2. 発表標題 Plant cell reprogramming at the right time and place
3. 学会等名 IPMB conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 植物気孔開口調節剤	発明者 木下俊則、井上心平、戸田陽介、佐藤綾人、青木沙也、藤	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2017/034287	出願年 2017年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔その他〕

環境記憶統合webページ <a href="https://www.rs.tus.ac.jp/plantmemory/index.html">https://www.rs.tus.ac.jp/plantmemory/index.html</a>
---

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	松林 嘉克  (Matsubayashi Yoshikatsu)  (00313974)	名古屋大学・理学研究科・教授    (13901)	
研究分担者	松永 幸大  (Matsunaga Sachihiro)  (40323448)	東京理科大学・理工学部応用生物科学科・教授    (32660)	

## 6. 研究組織（つづき）

	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	福田 裕穂 (Fukuda Hiroo)  (10165293)	東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・特任教授  (12601)	
研究分担者	篠崎 和子 (Shinozaki Kazuko)  (30221295)	東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・教授  (12601)	
研究分担者	杉本 慶子 (Sugimoto Keiko)  (30455349)	国立研究開発法人理化学研究所・環境資源科学研究センター・チームリーダー  (82401)	
研究分担者	角谷 徹仁 (Kakutani Tetsuji)  (20332174)	東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・教授  (12601)	
研究分担者	白須 賢 (Shirasu Ken)  (20425630)	国立研究開発法人理化学研究所・環境資源科学研究センター・グループディレクター  (82401)	