

# 文部科学省と国立大学附置研究所・センター 個別定例ランチミーティング

第42回 岡山大学 資源植物科学研究所 (2023.5.19)

12:05 – 12:10 (5分) : 資源植物科学研究所の概要  
所長 平山隆志

12:10 – 12:17 (7分) : ゲノム編集技術で高品質オオムギを作る  
准教授 久野 裕

12:18 – 12:25 (7分) : 植物分子を利用した 病原菌の感染機構解明  
WTT助教 深田史美

12:25 – 12:45 (20分) : 質疑応答

# 岡山大学 資源植物科学研究所 概要

植物遺伝資源・ストレス科学の基礎研究から  
SDGsへ貢献する応用展開研究まで

2010より  
「植物遺伝資源・ストレス科学研究拠点」



## 《起点》

民間人の大原孫三郎によって1914年に設立された、当時、日本で唯一の農学研究所「財団法人大原奨農会農業研究所」が前身

“深遠なる学理を研究し、これが実際の応用に依る農事の改善”を設立の目的とし、基礎科学の研究こそが将来大きな貢献を果たすという見解を表明している。



## 《概要》

### ○研究内容

資源植物の保全、機能開発、創生、環境ストレスに適應する資源植物の基盤解明と開発に関する研究

「植物遺伝資源・ストレス科学研究拠点」

### ○組織体制

教授：10名  
准教授：16名  
助教：7名  
クロスアポイント  
特任准教授：2  
特別研究員：5名  
技術職員：9名  
事務職員：8名

### ○主な施設・整備・資源等



- 研究材料提供
- 研究環境の提供
- 研究知識の提供

実験圃場（酸性、アルカリ性、無施肥）、微量生体物質・植物ホルモン解析装置、組換え植物育成装置、植物細胞電位解析システム、ICP-MS分析装置、光合成蒸散測定装置、冷凍切片作成装置、DNAシーケンサー、隔離温室など

## 《教育》

2023年4月 誕生

大学院  
岡山大学  
環境生命自然科学 研究科

環境生命科学研究科 + 自然科学研究科

植物ストレス科学コースとして優れた研究環境を背景に大学院教育を担当、研究者育成に貢献





遺伝資源ユニット  
**ゲノム多様性グループ**  
教授/佐藤 和広  
准教授/最相 大輔  
准教授/久野 裕



<https://www.rib.okayama-u.ac.jp/research/gd-hp/>

オオムギ遺伝資源のゲノム多様性解析とその応用

本グループでは、東アジアの在来品種を中心に世界中から収集されたオオムギ遺伝資源(在来品種・育成品種)を解析し、有用な遺伝子資源を明らかにし、品種改良や育種に活用しています。

**オオムギ遺伝資源**



遺伝資源ユニット  
**野生植物グループ**  
准教授/池田 啓  
助教/山下 純



<https://www.rib.okayama-u.ac.jp/research/wp-hp/>

植物の進化を理解し、役立てる

地球上には約30万種もの陸上植物が生育すると言われています。こうした多様な植物の進化の歴史を紐を明かにし、地球にきた仕組みを理解することを目指しています。また当研究室は研究所の創立以来収集された野生植物の遺伝資源を解析し、有用な遺伝子資源を明らかにし、品種改良や育種に活用しています。

**野生植物**



ゲノム育種ユニット  
**遺伝資源機能解析グループ**  
教授/武田 真



<https://www.rib.okayama-u.ac.jp/research/gr-hp/>

穂の形態・機能の分子遺伝学

オオムギは世界で4番目に生産量が多い重要なイネ科作物です。オオムギ固有の特徴として、種子と殻が接着して分離し、この性質を分離できない品種があります。この性質は光合成と関係しています。

**オオムギ遺伝学**



ゲノム育種ユニット  
**統合ゲノム育種グループ**  
教授/山本 敏央  
准教授/長坂 清孝  
助教/古田 智敬

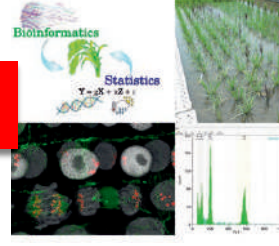


<https://www.rib.okayama-u.ac.jp/research/ng-hp/>

ゲノムと染色体動態を理解し、育種を創造する

地球規模の急激な環境変化は、食料および農業をとりまく環境にも大きな影響を及ぼしています。食料生産と持続可能な環境変化に適切に対応するために、育種に必要不可欠な遺伝子資源を明らかにし、品種改良の原動力である膨大なイネ遺伝資源の特徴をゲノム構成の観点から明らかにし、さまざまな育種目標に対応可能な遺伝子(群)を見出す方法を研究しています。また、染色体工学を新しい育種法開発に繋げることを念頭に、交雑育種における染色体の動態を明らかにする研究を行っています。

**イネ遺伝資源**



**作物デザイン研究チーム**  
特任准教授/金 俊輔

遺伝子から成長・発生まで、作物の環境応答をデジタル化する

植物の環境応答に関する多様なデータを統合的に利用して、作物生産に有用な遺伝子の探索を加速することを目的としています。作物の環境適応性に関わる有用遺伝子を探査するには、野外環境における作物の遺伝子と環境の相互作用の理解が不可欠です。作物が生育期間を通してどのように周囲の環境変化に反応するかを様々な網羅的な計測技術を用いて明らかにします。また、収集した様々なデータに基づいて、作物の農業形質を計算機で予測する方法論の開発にも取り組んでいます。

**フィールドフローラ研究チーム**  
准教授/池田 啓  
准教授/最相 大輔  
准教授/近藤 教 俊/山本 敏央

二毛作での植物生育と環境要因を網羅的に計測で関連づける

(作物)の生育や収量は、それらの遺伝的形質、及びそれに規定される表現型だけでなく、環境要因にも大きく影響を受けます。本研究では、二毛作において、マシンの土壌イオン濃度をモニタリングし、収量を高精度で計測します。

**作物機能イノベーション研究チーム**  
准教授/久野 裕(兼任)  
准教授/池田 啓(兼任)  
准教授/池田 啓(兼任)  
准教授/三谷宗見(兼任)

イノベーション研究拠点の構築

通常の品種改良よりも短時間で可能にします。現在、オオムギの種子成分の改良の研究や圃場でオオムギに潜在感染するウイルスの解明を進めています。これらの研究を進めることにより『作物機能イノベーション研究拠点の構築』を目指します。

**作物・環境デザイン研究チーム**

作物遺伝資源×環境相互作用を理解して育種に繋ぐ

ムギ遺伝資源の複数年、複数環境での農業形質データおよび、イネ・オオムギの二毛作圃場における土壌ミネラル、相関微生物叢、圃場環境データをプラットフォームとして、作物遺伝資源×環境相互作用の解明を深化させ、数理モデルから多系交配集団などのリソースの展開を図る。

## 知見や遺伝資源を活用した研究展開の推進

**NEOTON プログラム**  
特任教授/HIPPLER Michael  
助教/小澤真一郎



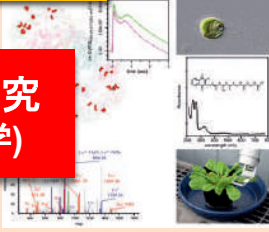
<https://www.rib.okayama-u.ac.jp/RECTOR/>

植物が光を種にする機構を描く

岡山大学長のリーダーシップのもと2019年に海外で国際共同研究拠点の構築を実現しました。

**異分野融合的国際研究 (光合成系の構造生物学)**

目まぐるしく変動するタンパク質複合体の翻訳後修飾や数多くの因子が行う光合成の制御機構を多くの実験手法を駆使して様々な視点から研究しています。



## 高インパクト論文数による研究機関ランキングに貢献

植物・動物学分野 2022年4月 Clarivate Analytics発表

国内順位	機関名	高被引用論文数	高被引用論文の割合
1	理化学研究所	109	6.6%
2	東京大学	98	2.1%
3	京都大学	52	1.2%
4	名古屋大学	44	3.0%
5	岡山大学	38	3.2%
6	農業・食品産業技術総合研究機構	34	2.9%
6	東北大学	34	2.3%
8	北海道大学	30	0.9%
9	筑波大学	26	1.8%
10	奈良先端科学技術大学	25	4.8%

当研究所のTop10%論文は193報(2013-2022)。これらの報告は、業績が特に突出した一部の教員のみによって実施されたわけではなく、在籍する助教以上の常勤教員の80%以上がこれらの論文の発表に著者として貢献。

## 外部資金獲得状況

91%の助教以上の常勤職員が、何らかの科研費を代表として取得して研究を実施している(R4年度時点)。特に、新学術領域、特別推進、基盤S、JST-CREST・さきがけ、ナショナルバイオリソースプロジェクト、などの大型研究予算を代表として獲得している。

## 国内外で認められた研究クオリティー

紫綬褒章、学士院賞、木原記念財団学術賞、米国植物生理学会終身会員賞、日本農学賞、日本植物生理学会賞、Clarivate Analytics社の高被引用論文著者、などの受賞者を輩出。

### 新着ニュース

## 資源植物科学研究所の馬教授が、令和4年秋の紫綬褒章を受章！

2022年11月02日

本学資源植物科学研究所の馬建輝教授が、令和4年秋の紫綬褒章を受章しました。紫綬褒章は、科学技術分野における発明・発見や、学術及びスポーツ・芸術文化分野における優れた業績を挙げた方に贈られる国家褒章です。

馬教授は、植物栄養生理学での研究業績が認められ、授章が決定しました。植物は、生育に欠かせないミネラル栄養素を土壌から植物の各組織に輸送する多種多様な輸送体(トランスポーター)を必要としており、その一方で、土壌中に存在するカドミウムやヒ素のような有害元素も輸送体によって食部に蓄積され、健康に影響を与えるため、ミネラルの輸送機構の解明は作物の生産性や品質だけではなく、我々の健康にも関係する重要な課題として注目されています。馬教授は長年にわたり主に作物(イネ、オオムギ、ソバなど)を対象に、ミネラル輸送機構に関する研究を行い、数々のミネラル輸送体



## 共同研究実績

年間約50件の拠点共同研究(これまでに620件超)、年間約100名が来所、過去5年間で共同研究者が筆頭著者の発表論文は69報。

## 国際性豊かな研究環境

外国人教授1名、外国人クロスアポイントメント教員1名、大学院生の半数が留学生、発表論文の約60%が国際共著論文。

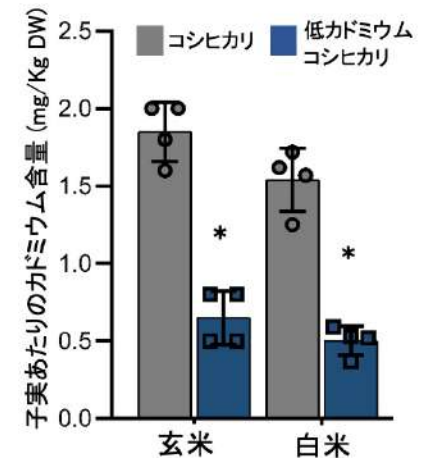
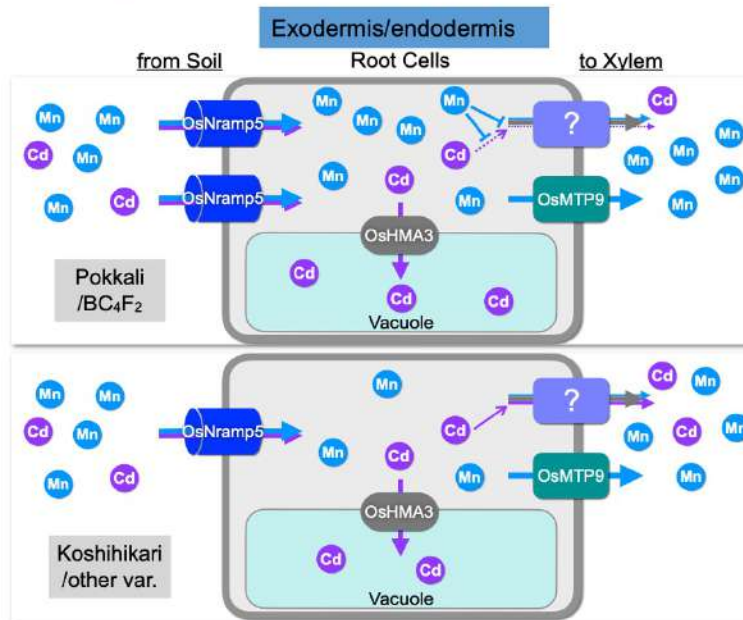
## イネのカドミウム集積に関わる遺伝子の同定により低カドミウム蓄積イネの育成に成功

世界の土壌は工業化や都市化により有毒なカドミウムによる汚染が広がっています。ヒトが摂取するカドミウムの半分程がコメに由来すると言われていいます。馬教授らの研究グループは、イネのカドミウム集積能力の品種間差に着目して研究を進め、カドミウム低集積の品種ではカドミウムとマンガンの輸送体であるNramp5の遺伝子が重複し、その発現量が高いことを見出しました。この遺伝子を交配の繰り返しによりコシヒカりに導入したところ、収量と食味は変わらずカドミウムの蓄積が低いコメを作ることになりました。基礎科学的な研究成果を基盤に有用な作物を作成し、社会に貢献する典型的な研究例と言えます。



### Duplication of a manganese/cadmium transporter gene reduces cadmium accumulation in rice grain

En Yu<sup>1,2</sup>, Wenguang Wang<sup>1,2,7</sup>, Naoki Yamaji<sup>1</sup>, Shuichi Fukuoka<sup>3</sup>, Jing Che<sup>1,4</sup>, Daisei Ueno<sup>5</sup>, Tsuyu Ando<sup>3</sup>, Fenglin Deng<sup>1,6</sup>, Kiyosumi Hori<sup>3</sup>, Masahiro Yano<sup>3</sup>, Ren Fang Shen<sup>4</sup> and Jian Feng Ma<sup>1,6\*</sup>



様々な研究資源を最大限活用し、植物科学DXや新たな研究手法、他の拠点、国際研究機関、民間企業等と連携し植物遺伝資源・ストレス科学の推進と、その社会実装を目指す。

岡山大学ビジョン3.0:  
ありたい未来を共に  
育み、共に創る研究  
大学への貢献

## 基礎植物科学との連携

他の植物関連拠点、植物関連分野  
植物関連拠点連携(PSCAアライアンス)

## 新規研究手法の開発・利用

ゲノム編集、ナノセンサー開発、  
タンパク質立体構造解析、1細胞解析など

## 植物科学DXの推進

岡大工学部、長崎大との連携

## 植物科学の 社会実装

### 先制育種技術

将来予測された気候に適した(頑健な)作物の育種



### 若手主導の開拓的 先端研究組織



### クオアポ制度を活用した データ科学との融合研究



### 最先端圃場植物解析システム 構築(第4期中期目標期間中)



### 国際研究機関との連携

MOU締結先研究機関との連携  
RECTORプロジェクトの推進



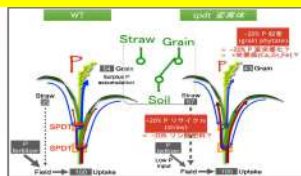
### 人材育成

フェローシップ制度  
若手研究者育成パッケージ  
サイテックコーディネーター制度

### 高い研究能力

紫綬褒章者、高被引用論文著者、日本農学賞者、日本植物生理学会賞者、高外部資金獲得率、など

### 蓄積された植物ストレス科学知見



Top10%論文: 109報(2018-22)  
その割合: 全論文の21%

### 豊富な遺伝資源



1万4千を超える世界有数の  
オオムギ系統や有用性の  
高いイネ遺伝解析集団

### 高利便性・高性能の実験施設・ 研究機器



### 民間企業との連携

岡大研究推進機構の活用  
岡大IMaCの活用  
共創の場の活用







岡山大学資源植物科学研究所 2023年度 一般公開

きてみて発見

## 植物って おもしろい

こどもからおとなまで、  
家族みんな楽しめます！  
ぜひご参加ください

日時  
2023  
5/13  
10:00～15:00 土

観覧 展示 実験  
ミニ講座 見学

場所 岡山大学資源植物科学研究所  
〒710-0046  
倉敷市中央2-20-1 (JR倉敷駅より南へ徒歩約15分、倉敷市立図書館1階)

※新型コロナウイルス感染症の状況によっては、イベントの開催が変更となる場合がございます。ご了承ください。  
一部の実験には事前の申し込みが必要です。イベントの開催については、随時ホームページ  
([https://www.okayama-u.ac.jp/information/open\\_lab/2023/05/13/](https://www.okayama-u.ac.jp/information/open_lab/2023/05/13/)) またはポスターのQRコードよりご確認ください。



年に1度、研究所公開を行い、研究活動について紹介するとともに交流を行っています。

また、高校生を対象にしたサマーサイエンススクール、大学生・高専生を対象にしたサマーインターンシップを開催し、最先端の研究に直接触れる機会を提供しています。

研究所の誇る大変などの遺伝資源や植物科学の世界を紹介します！

参加費 無料 駐車場 無料 案内図 あり 休場日あり (観覧可) できるだけ公共交通機関をご利用ください。

Introduction of Plant Day  
May 2023

**大学入試説明会を開催！**  
植物学で最先端の植物科学を学んでみませんか？

- 植物利用・資源研究拠点  
【植物遺伝資源・ストロベリ科学研究拠点】14年目がスタート！
- チャレンジアワードコンテスト  
クイズに答えて賞品が当たるコンテストも実施中！



倉敷市民向け一般公開講座の講師を派遣し、市民に研究の成果や動向をわかりやすく解説しています。

また、圃場整備の一環でレンゲを栽培しており、近隣の幼稚園、保育園の児童にレンゲ詰めを楽しんでいただいています。



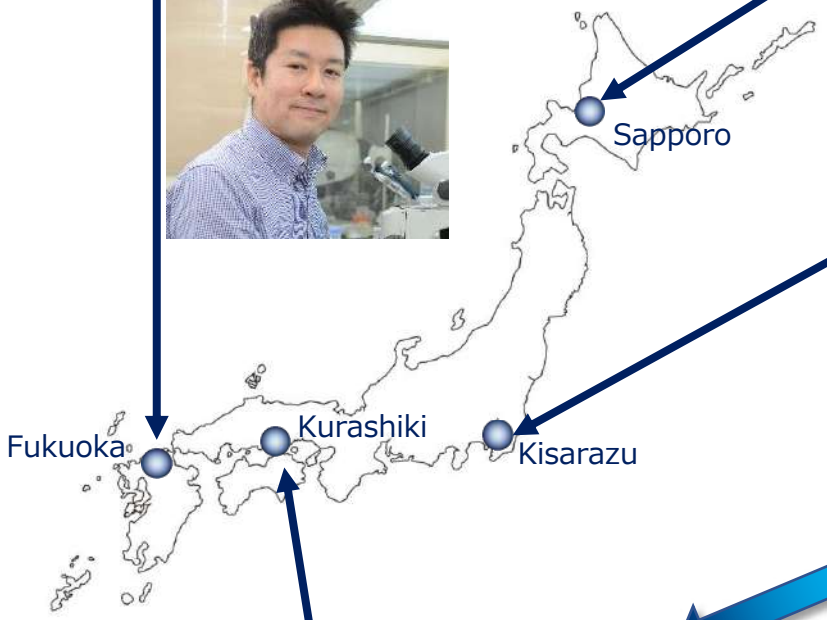
# ゲノム編集技術で高品質オオムギを作る



岡山大学資源植物科学研究所  
准教授・久野 裕

# 自己紹介・経歴 (久野 裕 ひさのひろし)

福岡に生まれ福岡で育つ  
(福岡県立筑紫丘高校卒)



**北海道大学農学部**  
イネ科牧草の乾燥耐性の研究  
**北海道大学大学院農学研究科**  
イネ科牧草の低温耐性の研究

学部	1996.4-2000.3
修士	2000.4-2002.3
博士	2002.4-2005.3

**かずさDNA研究所** 特別研究員 2005.4-2008.3  
マメ科およびイネ科植物のDNAマーカー開発

ザ・サミュエル・ロバーツ・ノーブル・ファンデーション 2008.3-2012.1  
**The Samuel Roberts Noble Foundation, Inc.** 博士研究員  
バイオ燃料作物スイッチグラスのリグニン遺伝子改変

**岡山大学資源植物科学研究所**  
テニュアトラック助教 2012.2-2018.1  
准教授 2018.2-現在  
オオムギ遺伝資源の評価と管理  
オオムギの遺伝子改変技術



**オクラホマ州アードモア**  
Ardmore, Oklahoma



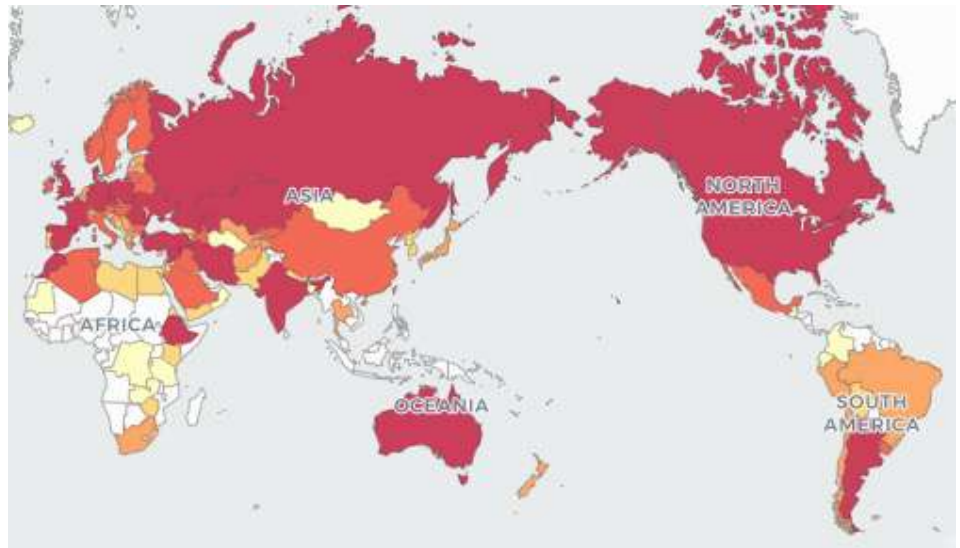
バイオマス作物  
スイッチグラス

**植物の遺伝子  
組換え技術**

# オオムギ

## 世界各地で栽培される主要なイネ科作物

- 乾燥・低温・塩害に強い
- 湿気・高温に弱い



各国のオオムギ生産量  
2016年-2020年の平均  
(FAOSTAT)

キトン/年
> 1,600
1,590 - 449
445 - 130
120 - 20
19 - 0.01

醸造用、食用、飼料用など様々な用途で利用されています。



ビールやウイスキーなどの麦芽利用



麦茶、麦飯（押麦、もち麦）、麦味噌などの  
飲用・食用利用

実は世界の大麦生産の  
半分以上は家畜の飼料  
に使われています



私たちの身近なオオムギ製品

# オオムギの遺伝資源

私が所属する岡山大学資源植物科学研究所 大麦・野生植物資源研究センターでは、世界各地から収集されたオオムギ遺伝資源を保存・評価・配布しています。

- オオムギ系統保存事業
- ナショナルバイオリソースプロジェクト



様々な色や形のオオムギの穂(左)や種子(右)



アルカリ性土壌

中性土壌

酸性土壌

ストレス圃場でのオオムギ遺伝資源の評価

# オオムギの遺伝子改変技術

私たちの研究グループでは、

- 遺伝子機能を効率よく解析すること
- 品種改良の時間を短縮すること

を目的として、**オオムギの遺伝子改変技術**の高効率化を進めています。



## ゲノム改変オオムギ作成を作成する手順

- オオムギの遺伝子組換えはとても難しいです  
→ **岡山大学は、国内で唯一の実施可能機関です。**(今のところ)
- 技術を適用できる品種が限られています  
→ **「品種の壁を超える」ための遺伝学的研究を進めています。**

# ゲノム編集技術による高品質オオムギの開発（休眠と発芽の制御）

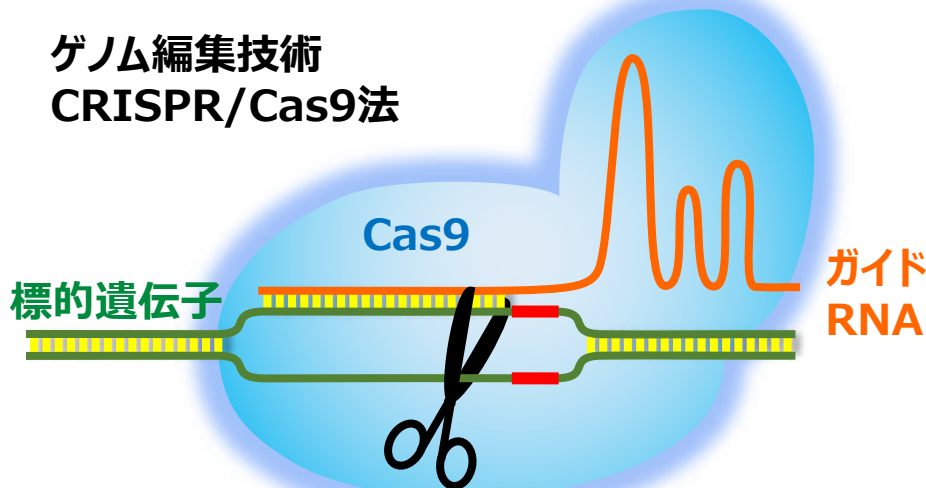
## 種子休眠

- 植物種子は一定期間「休眠」します
- 休眠が短い品種は、収穫前に雨にあたると穂についたまま発芽してしまいます

## 穂発芽

- 穀粒の品質低下を招きます
- 世界の穀物生産において約10億ドル/年の農業被害があります

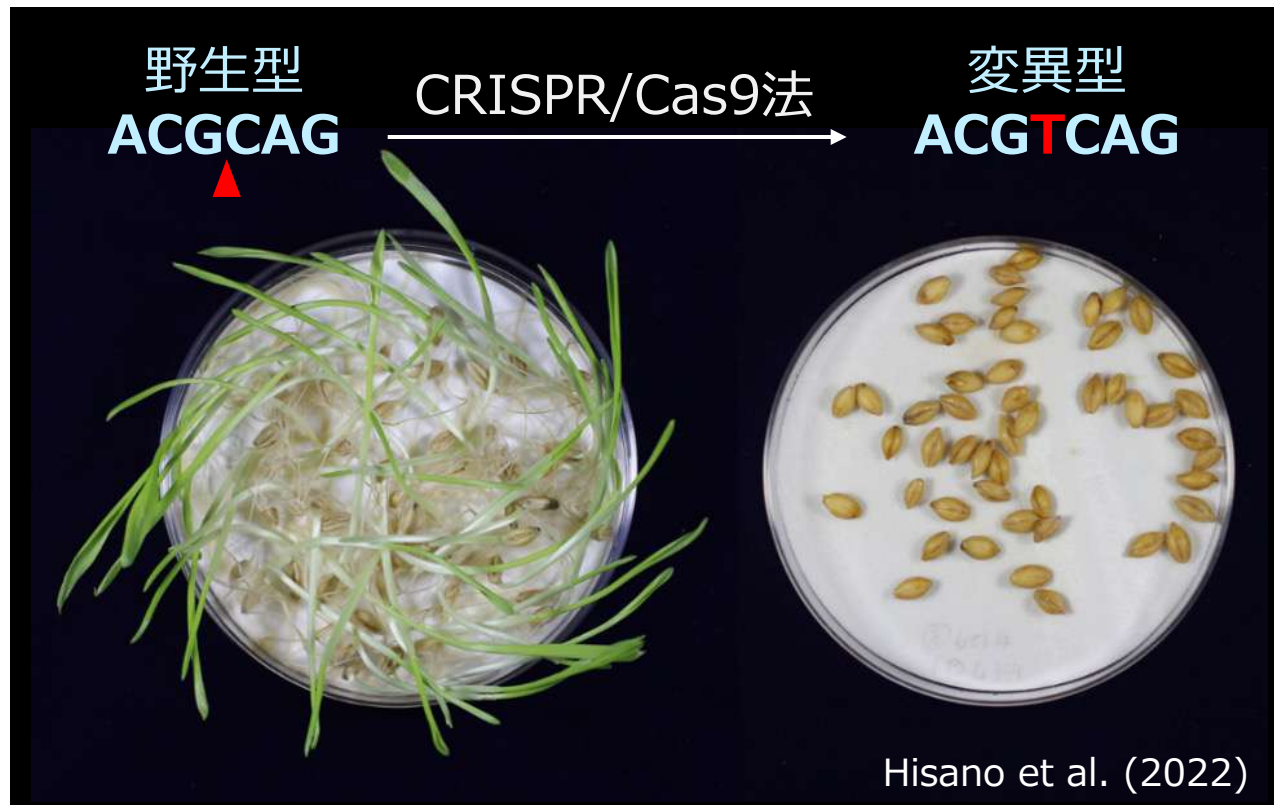
## ゲノム編集技術 CRISPR/Cas9法



- オオムギの2つの種子休眠遺伝子（*Qsd1*および*Qsd2*）を標的としてゲノム編集実験を行いました。

# ゲノム編集技術による高品質オオムギの開発（休眠と発芽の制御）

CRISPR/Cas9法を用いてオオムギの2つの種子休眠遺伝子を改変し、  
発芽を抑制することに成功しました！



農業の重要被害である穂発芽に強い品種の開発に寄与します。



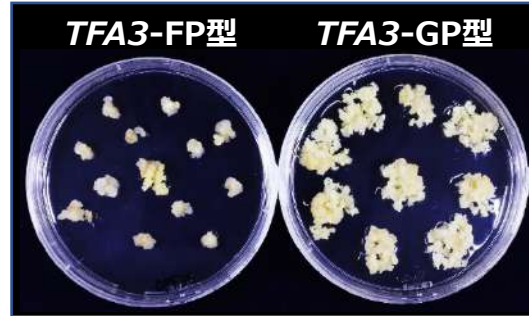
# 現在の取り組み

## ● 科学研究費補助金 基盤研究(B) (2022年-2024年)

「半数体育種を加速する培養適性の遺伝的要因の解明と効率的半数体誘導株の創出」

科研費  
KAKENHI

ゲノム改変技術を使って  
品種改良の時間を短縮  
する半数体育種法を開  
発します。

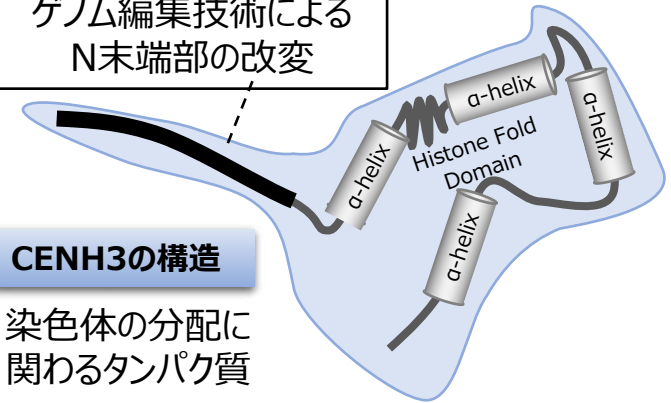


細胞増殖に寄与する  
遺伝子の同定

ゲノム編集技術による  
N末端部の改変

CENH3の構造

染色体の分配に  
関わるタンパク質



## ● 科学研究費補助金 学術変革領域研究(B) 計画班 (2022年-2024年)

「イネ科植物の組織分化転換における色素体の制御機構の解明」

科研費  
KAKENHI

遺伝学と組織培養技術  
によってオムギの色素  
体の分化の仕組みを明  
らかにします。

色素体の原型

Illustration ©2023 chiru.



プロプラスチド



プラスチド  
相転換ダイナミクス

色素体はどのように変化するのか？



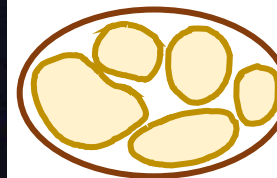
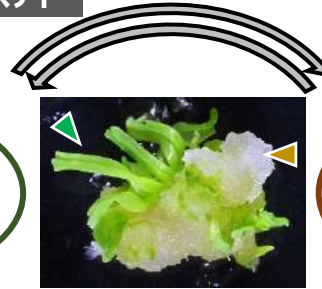
クロロプラスト

Illustration ©2023 chiru.

光合成します



葉緑体



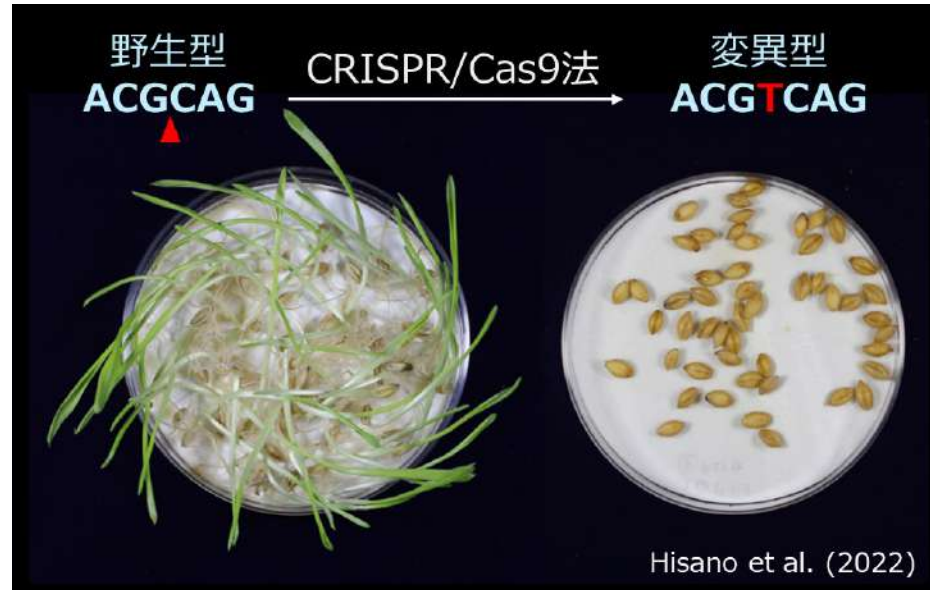
アミロプラスト



アミロプラスト

Illustration ©2023 chiru.

デンプンを貯めます



国内有数のオオムギ遺伝資源  
環境適応性・有用遺伝子研究

×

オオムギ遺伝子改変技術  
(国内で唯一の実施機関)

これらの研究資源を活用して高品質オオムギを作り  
環境問題や食糧問題の解決に貢献します

# 植物分子を利用した 病原菌の感染機構の解明

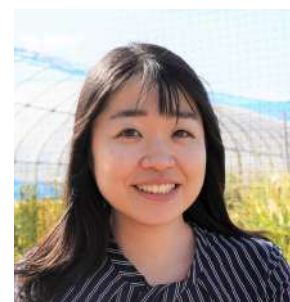
深田 史美

岡山大学 資源植物科学研究所  
植物免疫デザイングループ  
ウーマンテニュアトラック助教

# 発表者略歴：深田 史美



岡山大学  
OKAYAMA UNIVERSITY



2008 - 2012 京都府立大学 生命環境学部

2013 - 2017 京都府立大学大学院 生命環境科学研究科

2017 - 2020 マックスプランク陸上微生物学研究所（ドイツ）  
博士研究員

2020 - 岡山大学 資源植物科学研究所 特任助教

## 植物病原菌の感染機構について研究

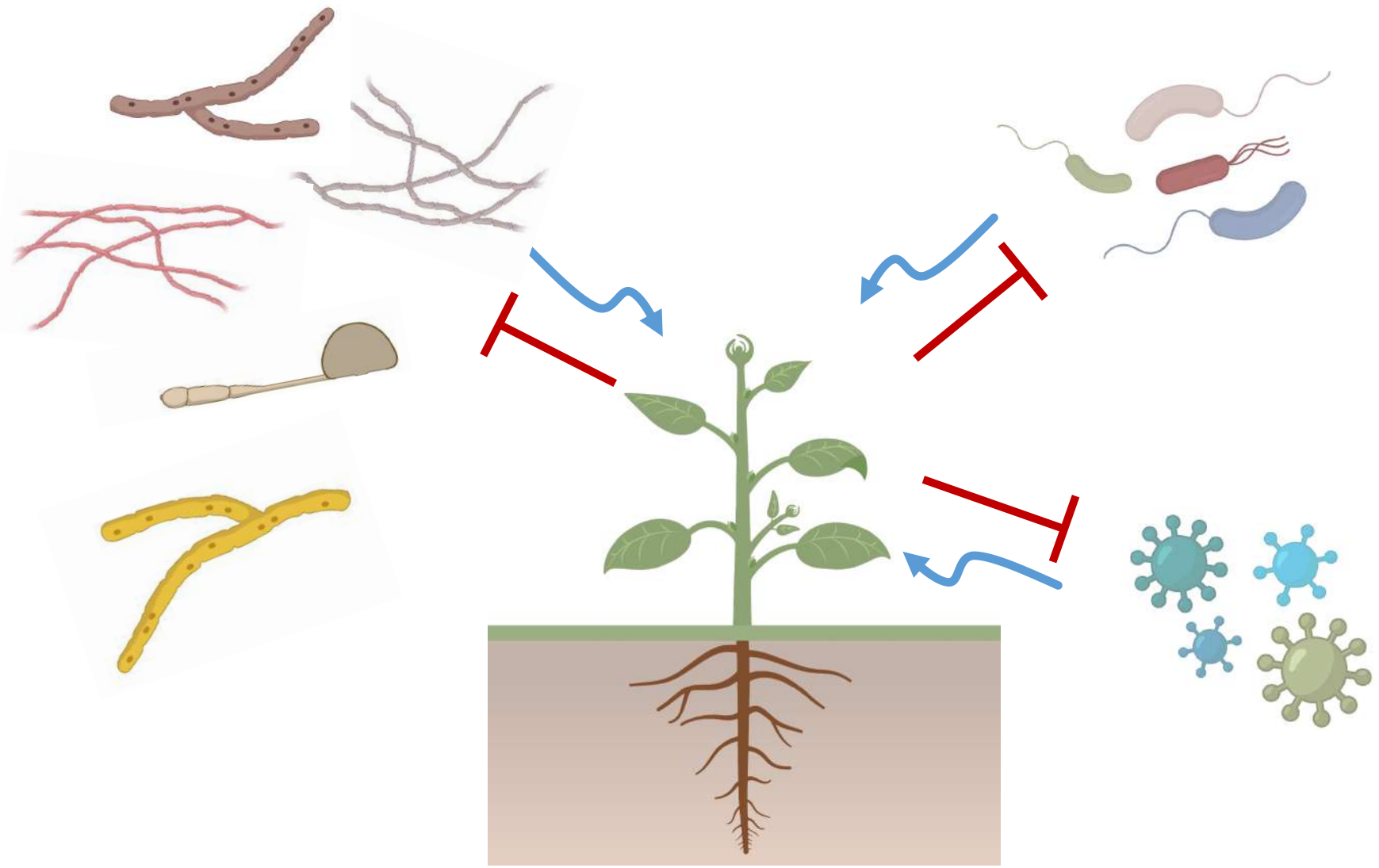
# 研究分野：植物病理学



植物病原菌によって食糧生産の**10-15%**  
(5億人分の食糧に相当) が毎年失われている

**耐病性の改良が、生産性向上や食の安全確保に重要**

# 植物と病原菌のせめぎ合い



# 植物研での目標

**病原菌**      **x**      **植物分子**

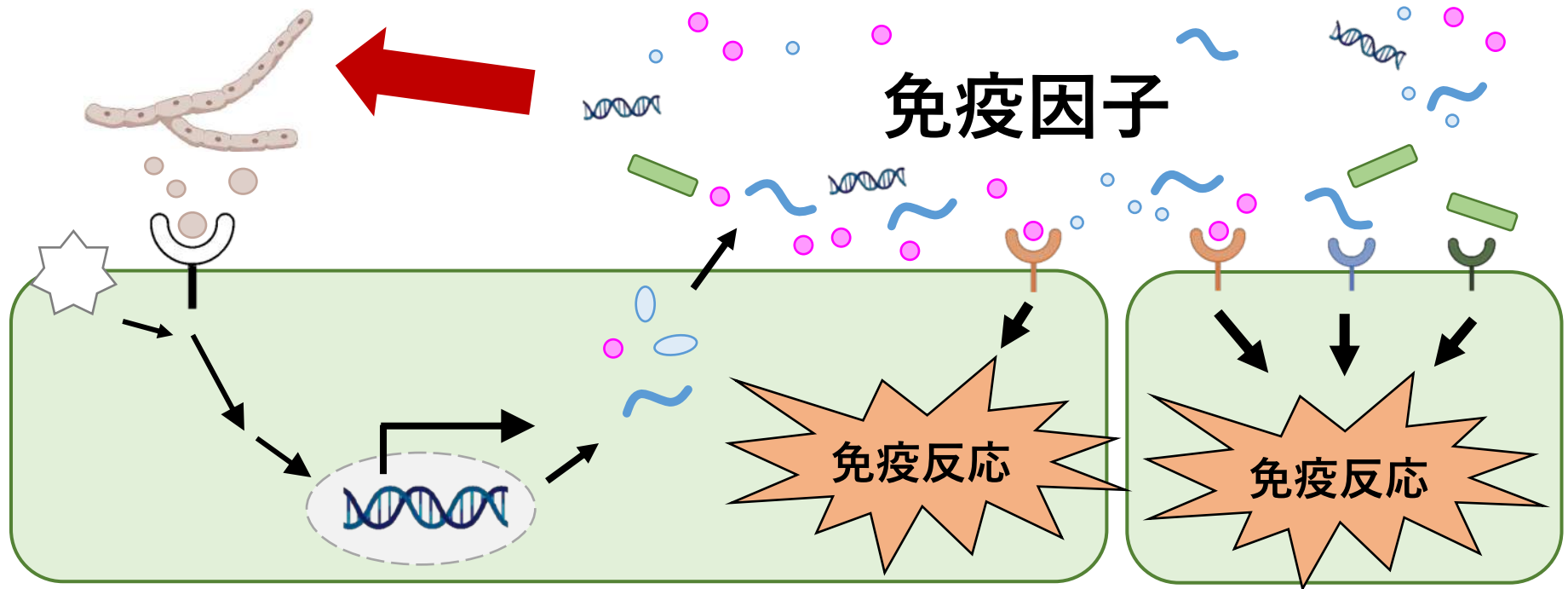
これまで

植物ストレス科学研究

植物の免疫機構を理解し、  
病原菌に強い作物の創出に繋がりたい

# 植物は病原菌が来ると免疫因子を分泌する

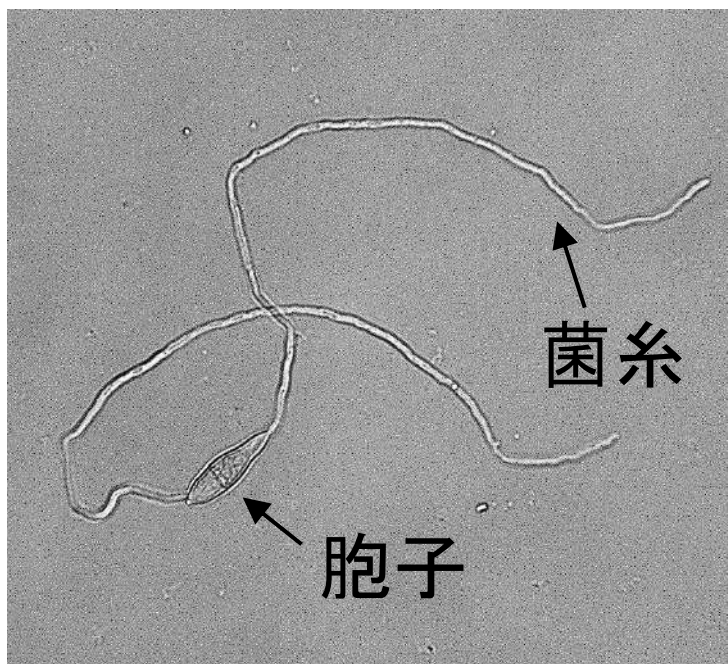
抗菌作用が  
あるのでは？



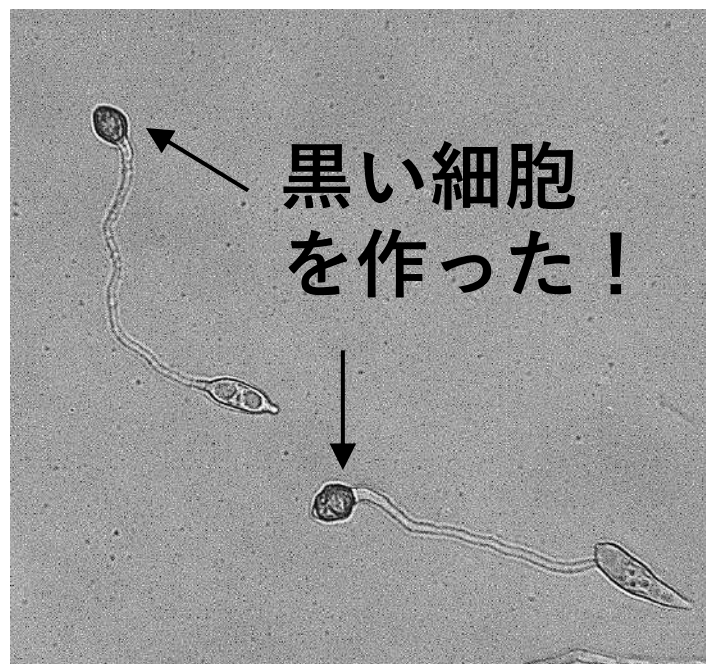


# 植物の免疫因子を病原菌に与えると

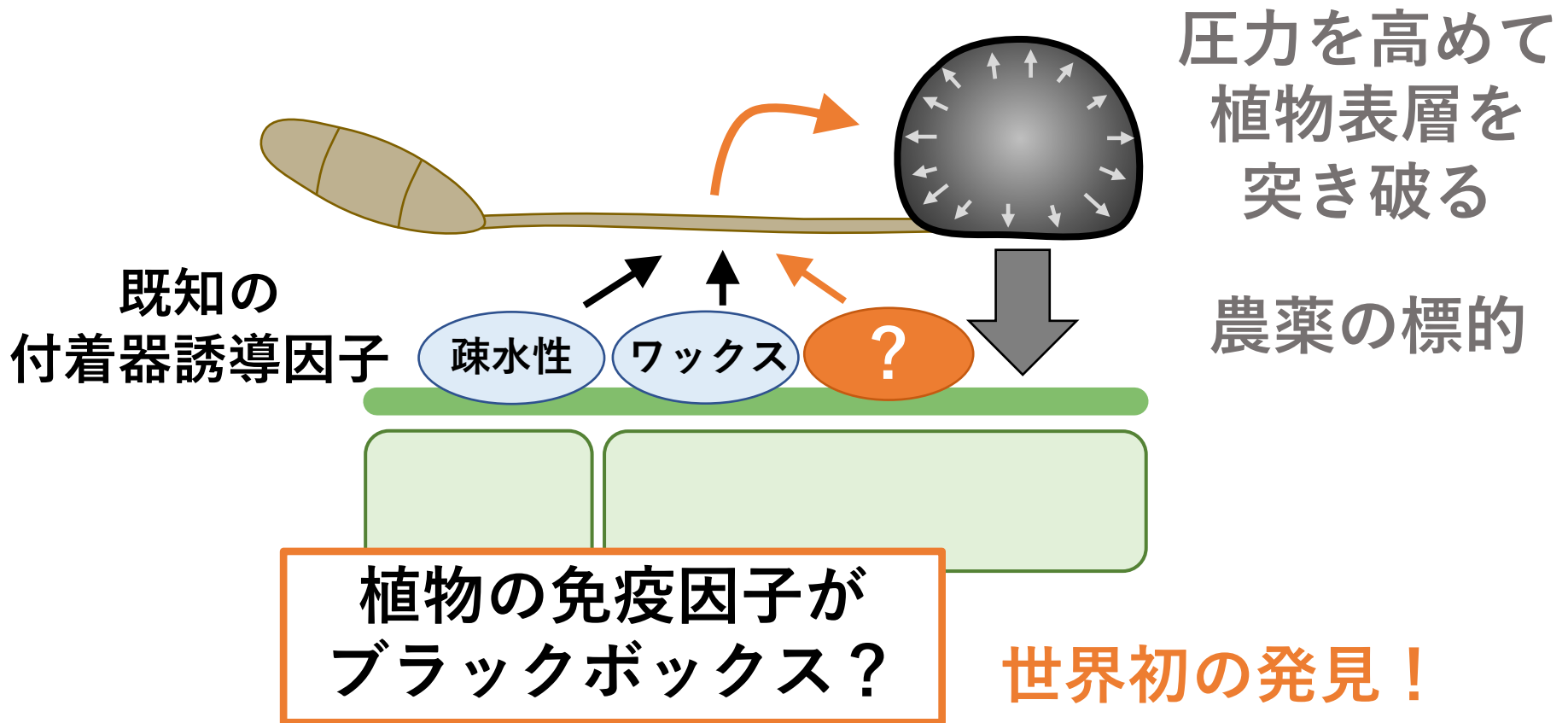
コントロール



植物の免疫因子を処理

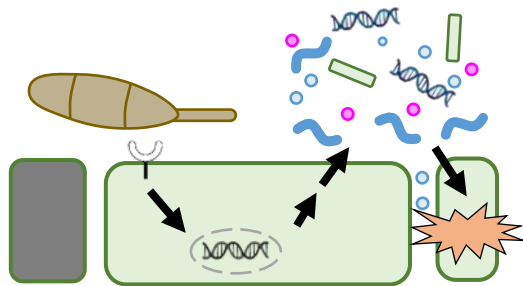


# 黒い細胞の正体は「付着器」 病原菌の感染器官



# 仮説：病原菌は植物の免疫因子を 逆手に取って病原力を増す

植物は  
免疫因子を放出

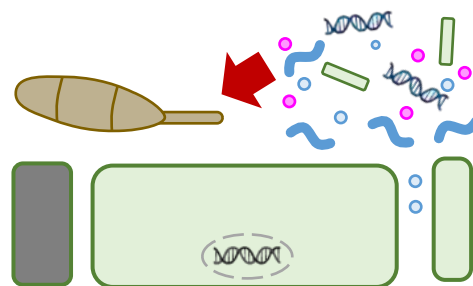


植物は免疫を高める

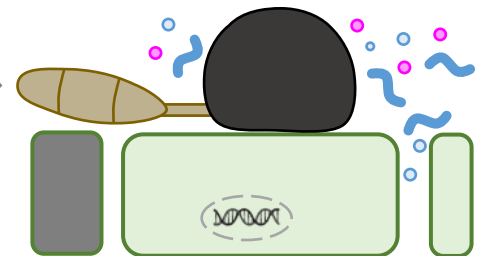
**科研費** 若手研究  
KAKENHI

(2021年 - 2024年)

病原菌は  
免疫因子を認識  
できるようになる



病原菌は  
病原力を増す



**さかひ**  
PRESTO

「植物分子の機能と制御」

(2022年-2026年)