

# 難溶性リン可溶化細菌の 植物種子・根圏定着能の改良

---

広島大学

大学院生物圏科学研究科

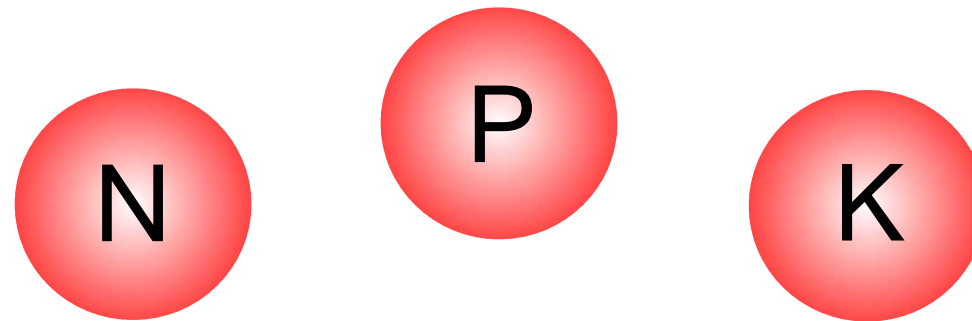
准教授 上田 晃弘

(植物栄養生理学研究室)

# 肥料の三要素

植物の生育に必須な14種類の元素

N（窒素）、P（リン）、K（カリウム）は**肥料の三要素**



Ca

Cu

Zn

Mg

S

Ni

Mo

Fe

Mn

B

Cl



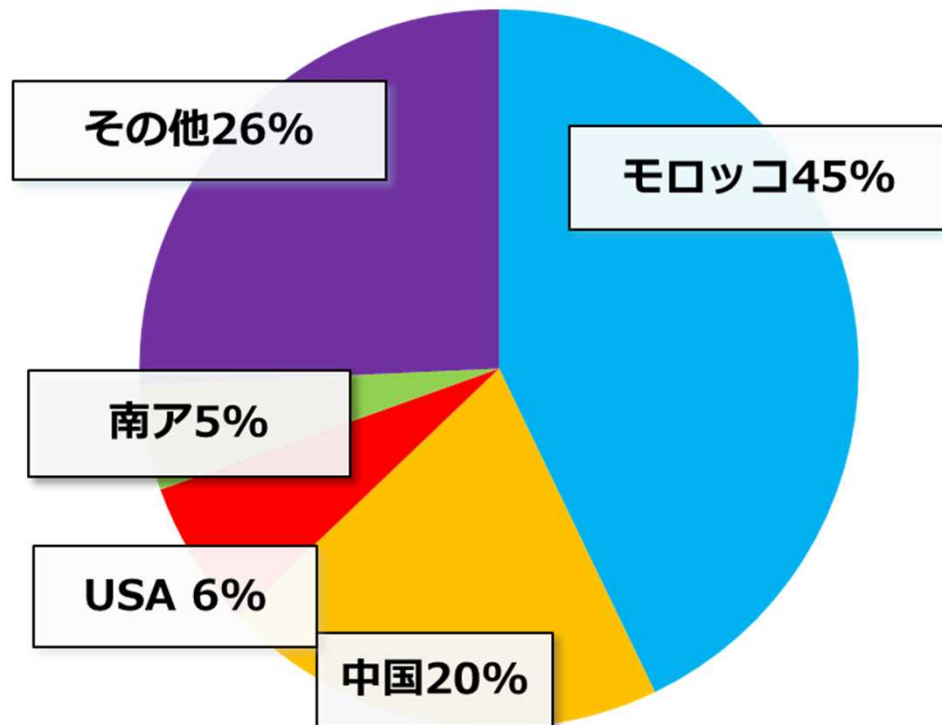
# 農業におけるリン資源問題 1

リン肥料資源は**全量輸入**に依存！

肥料原料は戦略資源

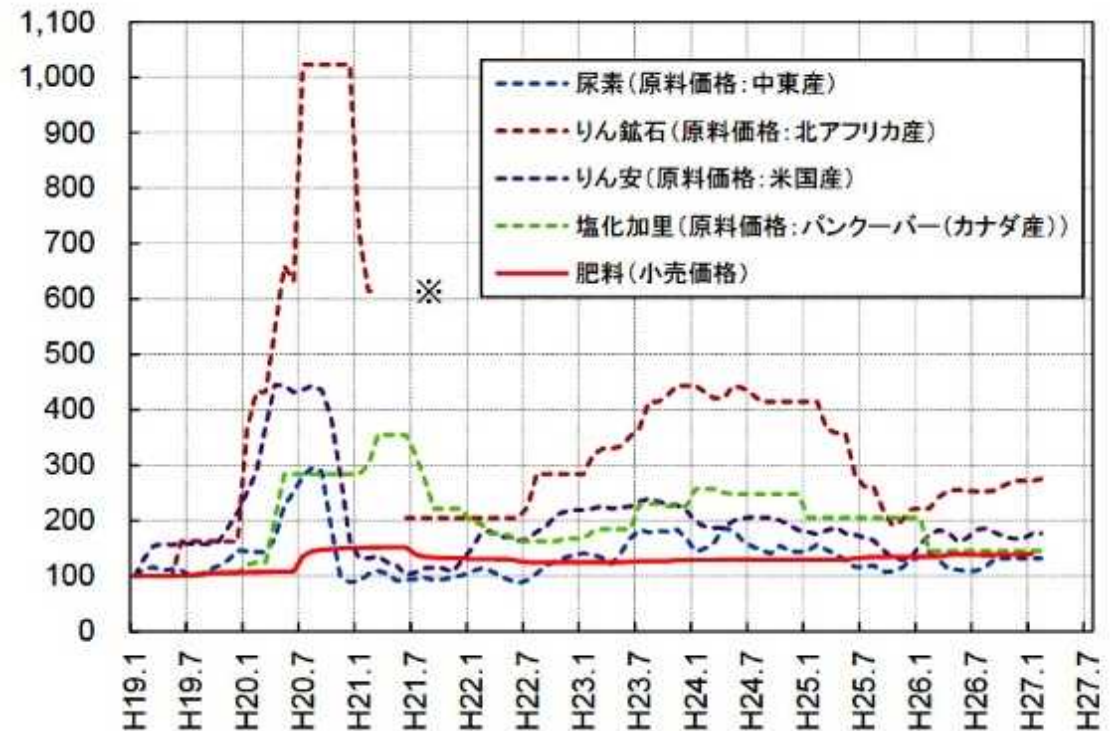
肥料価格の高騰を招く

リン鉱石埋蔵量



(IFA statistics)

肥料価格の変動

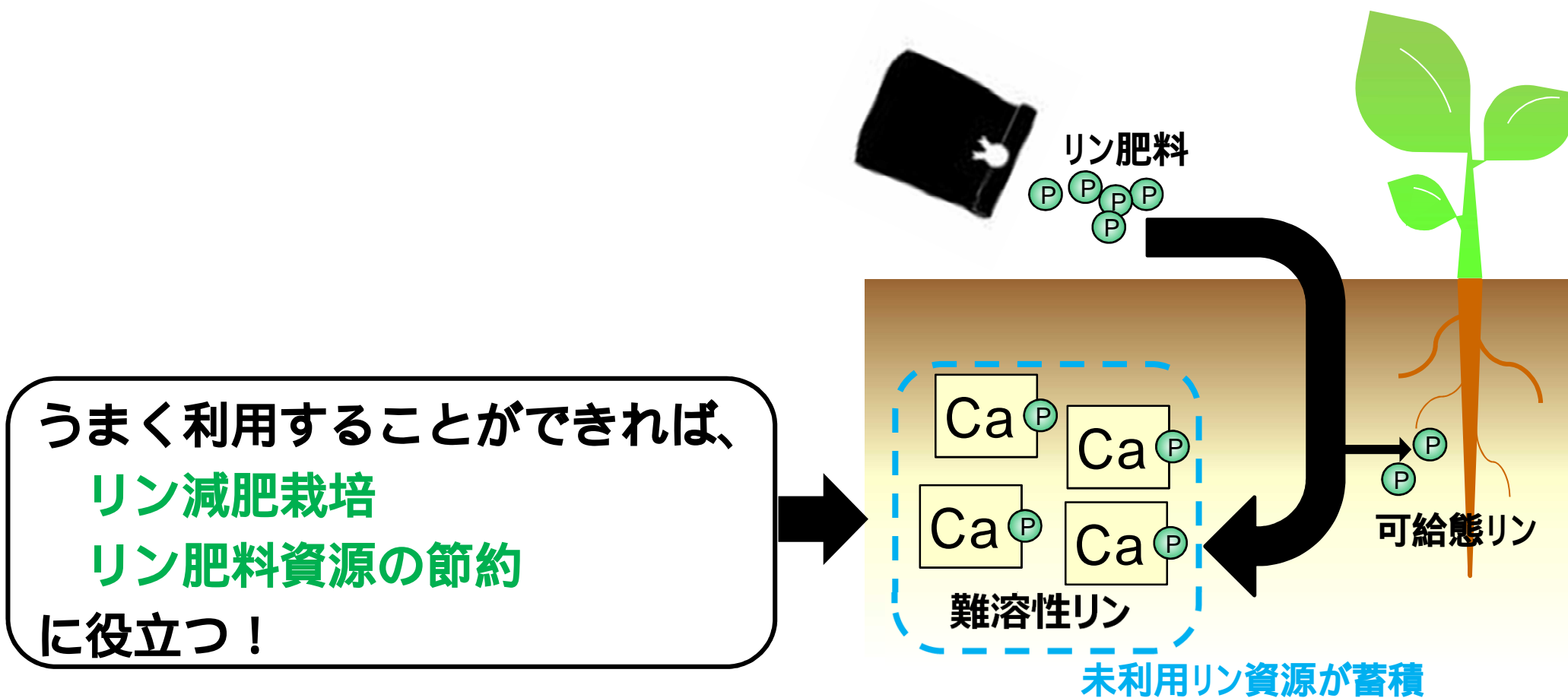


(農林水産省)

# 農業におけるリン資源問題 2

植物によるリン利用効率は**低い**

土壤中で**リン酸カルシウム**のような難溶性リン等になる  
(多くの植物はリン酸カルシウムを上手に利用できない!)



# 難溶性リン可溶化細菌の農業利用の可能性

植物生育促進細菌 = 植物の生育に有益な細菌

- ・ **難溶性リン可溶化細菌**（リン酸カルシウムの可溶化）
- ・ 拮抗細菌（病害防除）

## 共生細菌

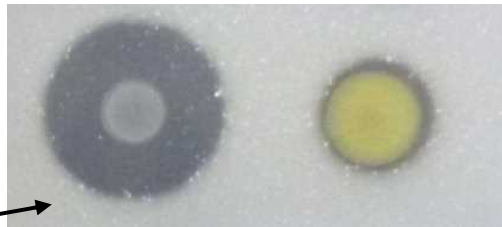
マメ科植物 根粒菌

厳密な宿主特異性  
適用植物種が限定される



寒天培地上でのリン酸カルシウム可溶化能の検定

リン酸  
カルシウム →



もし実用化されれば・・・

土壤中のリンを植物栽培に利用（減肥）  
宿主特異性はない いろいろな植物に適用可能

# 従来技術とその問題点 1

植物とは共生関係を築かない植物生育促進細菌はどうやって植物栽培に使用する？

1 . 土壌全体に大量に細菌を撒く

2 . 植物の株元に細菌を添加

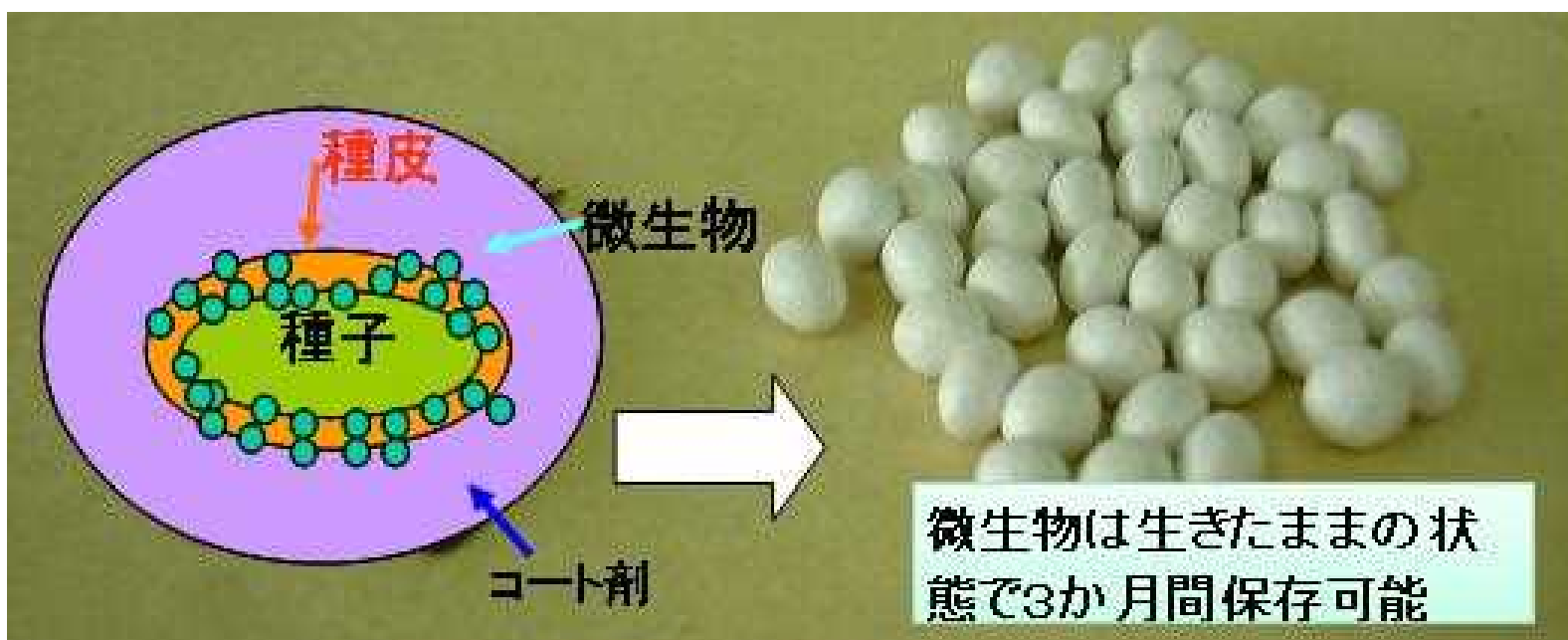
3 . 植物体に細菌を直接塗布

植物生育促進細菌が植物種子・根圏に**定着しない!**

- ・すでに土壌には様々な微生物が生息している
- ・植物生育促進細菌が必ずしも植物根圏にとどまらない

# 従来技術とその問題点 2

## 病害防除用の植物生育促進細菌（拮抗細菌）の開発例

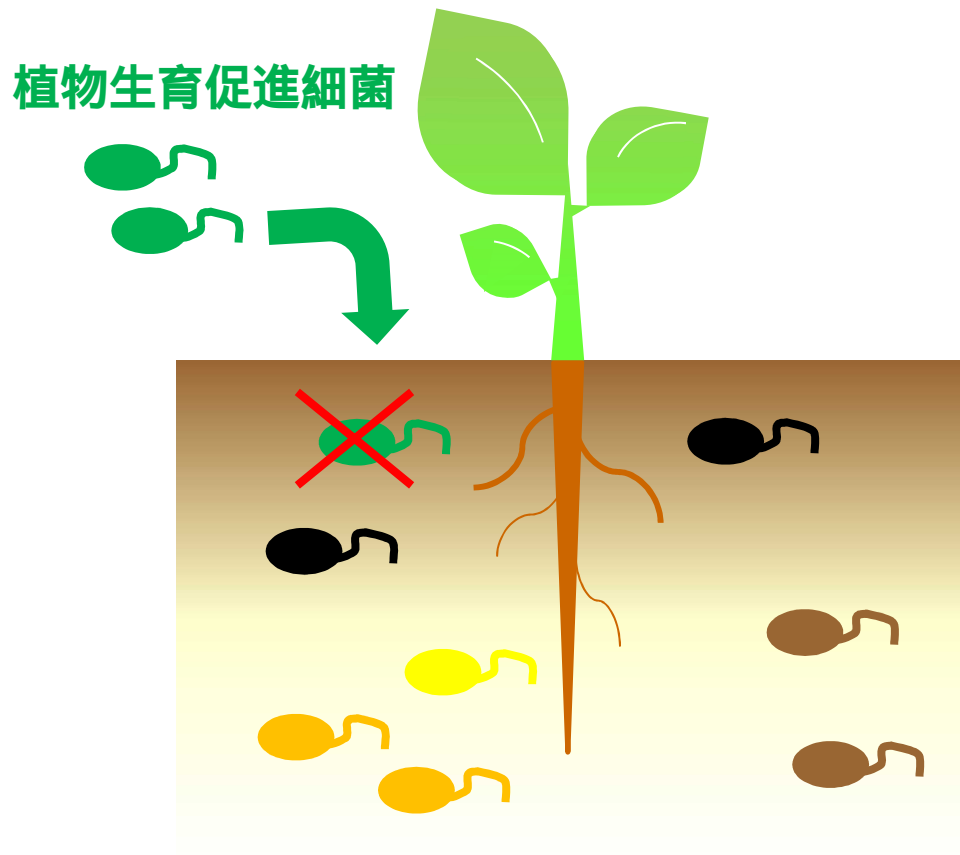


(兵庫県立農林水産技術総合センター)

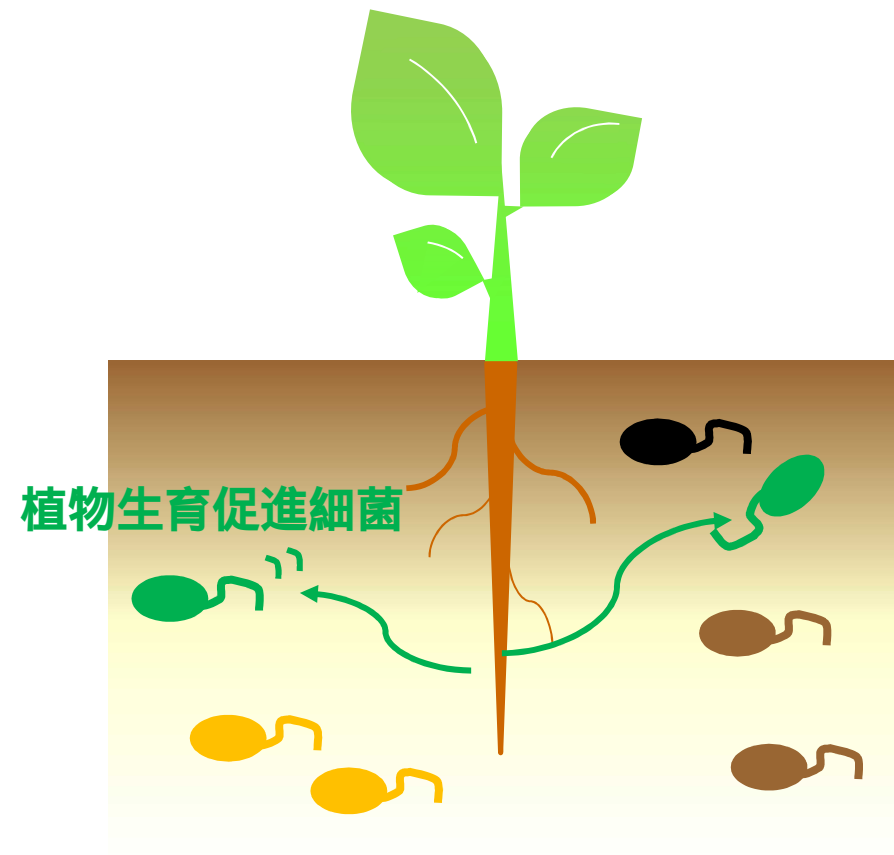
コーティング剤を用いて種子表面に細菌をコーティング  
発芽後初期には効果が高い？

# 従来技術とその問題点 3

細菌が定着しなければ、その効果は発揮されない！



もともと土壌では  
多様な微生物相がみられる



どこかへ行ってしまうことも・・・



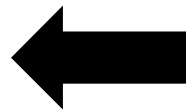
# 新技術開発のコンセプト

## 植物生育促進細菌の実用化のため

- ・ 植物の種子・根圏での細菌の**定着能を向上**させること
- ・ 植物の種子・根圏で**一定の細菌数を維持**すること

### これまでの試み

- 1．土壤全体に大量に細菌を撒く
- 2．植物の株元に細菌を添加
- 3．植物体に細菌を直接塗布
- 4．種子に細菌をコーティング



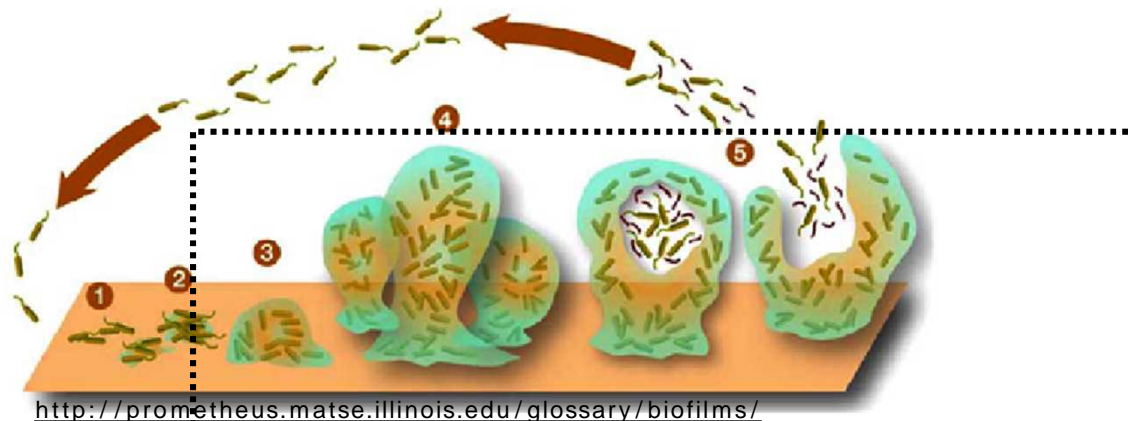
細菌の機能改良に関するものがない  
細菌自身の「**そこにとどまる**」能力を  
改良できないか？

**細菌のバイオフィルム形成に着目する！**

# バイオフィルム = 「細菌の住みか」

バイオフィルムとは細菌が生産・放出する粘性多糖類に細菌自身を取り込まれた膜状構造物（例：台所のヌメリ、川底の石など）。

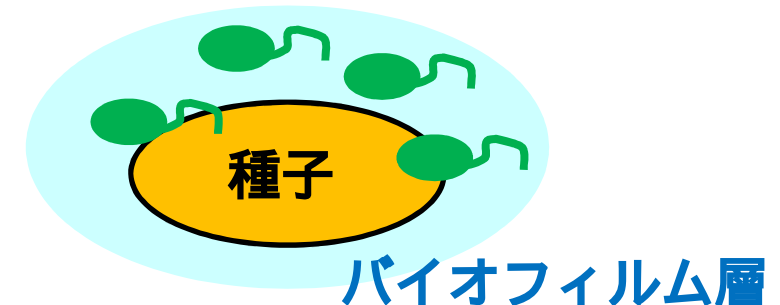
## バイオフィルム形成過程



バイオフィルム形成は

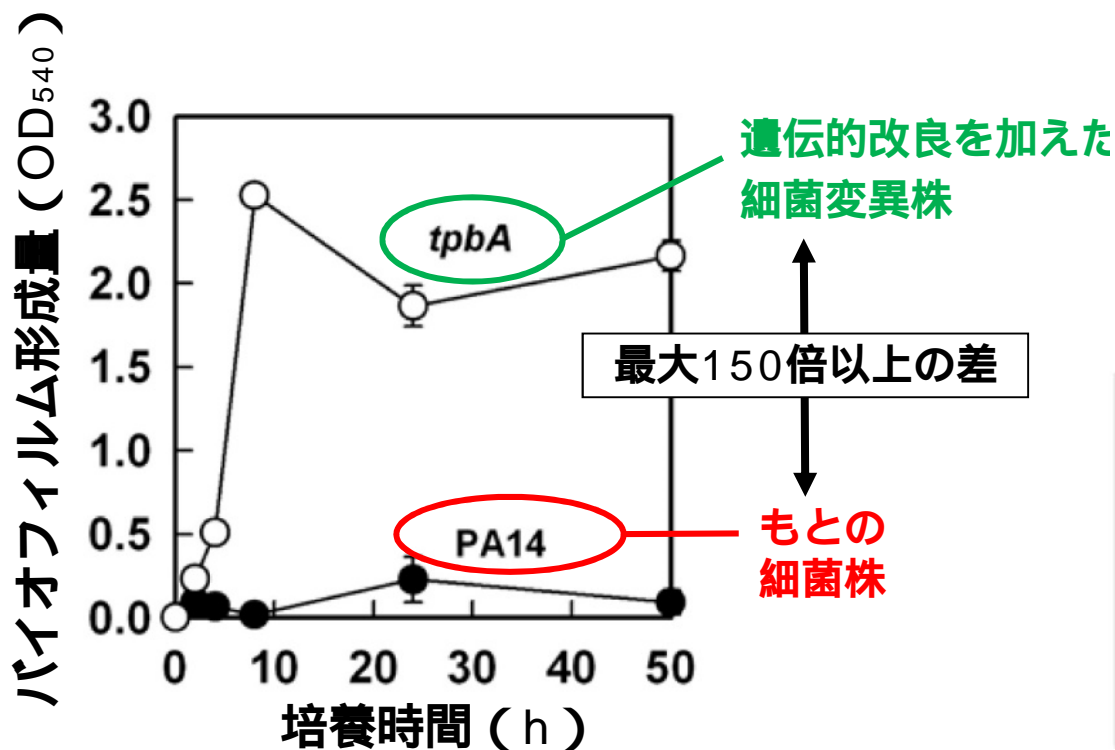
- 細菌の表面への定着性を高める
- 増殖に有利
- 表面を覆うようにして発達

もし、細菌のバイオフィルム形成を常時ONにすることができれば、細菌を種子の表面に固定することができる？



# バイオフィルム形成を持続的にする

- 遺伝的改良を加えることで細菌の**バイオフィルム形成能を向上**させることが可能
- バイオフィルム形成能が改良された細菌は**定着能が向上**

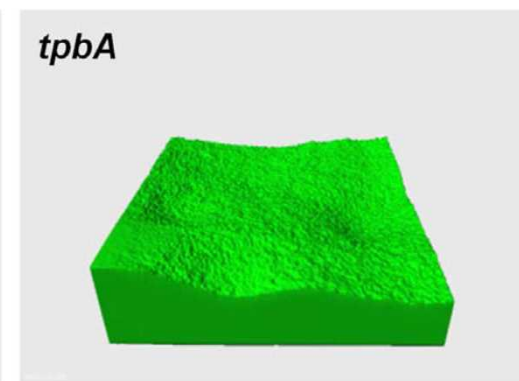
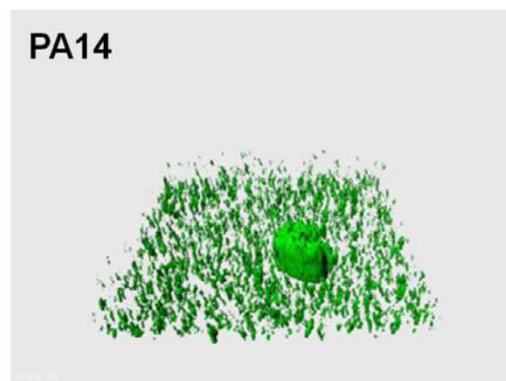


Ueda and Wood (2009) PLoS Pathogens

スライドガラス上に形成された細菌バイオフィルム  
(共焦点レーザー顕微鏡による観察)

もとの野生株

遺伝的改良を加えた細菌変異株

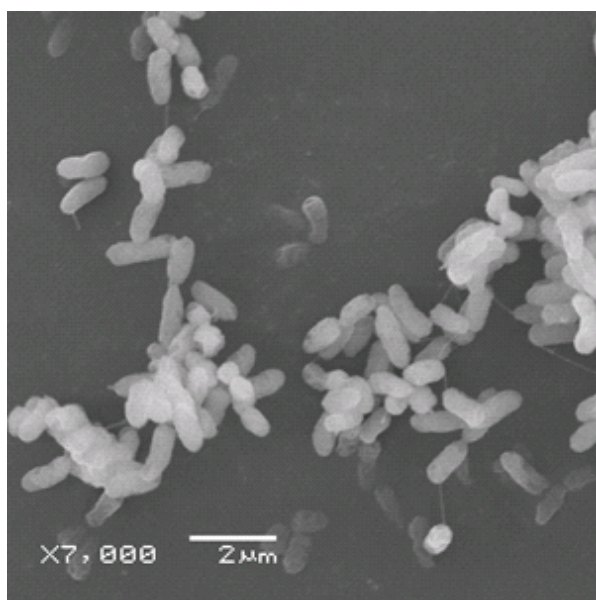


Ueda and Wood (2010) Environmental Microbiology Report

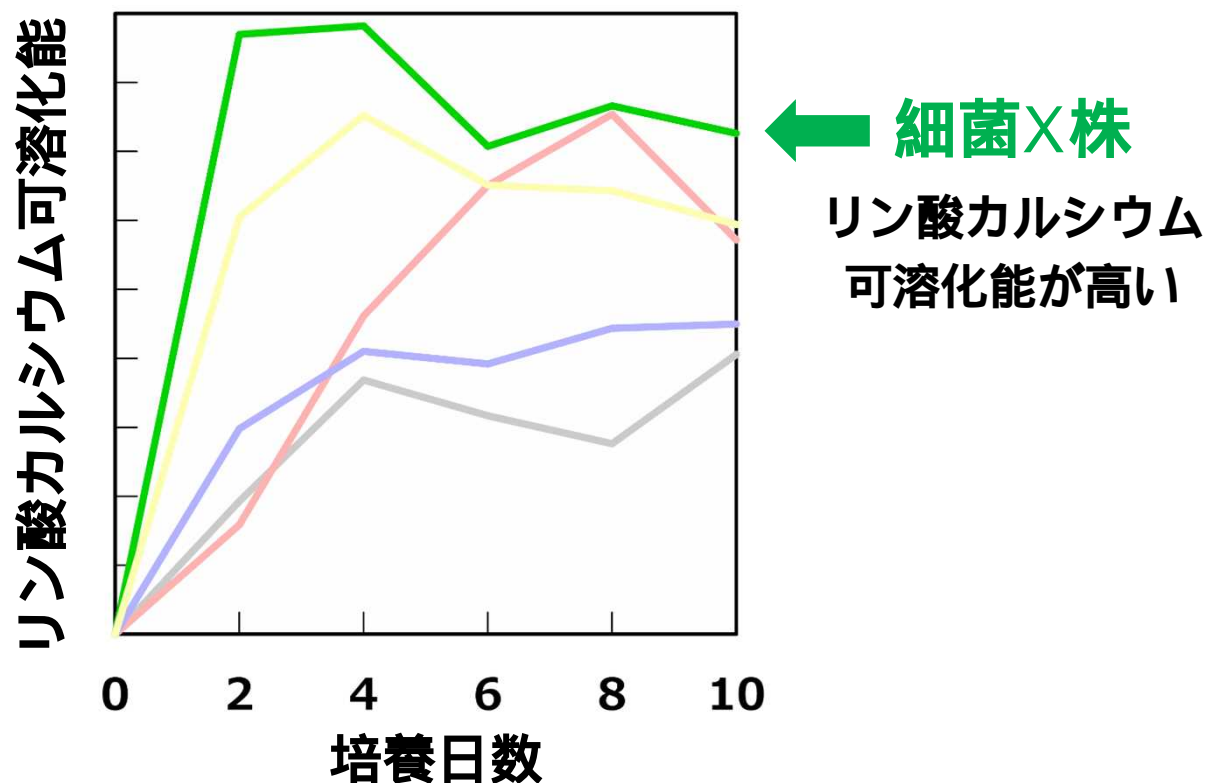
# 難溶性リン可溶化細菌の改良 1

- 難溶性リン（リン酸カルシウム）可溶化細菌の単離

細菌×株



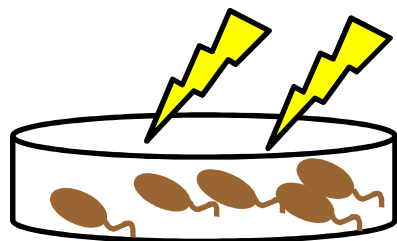
## リン酸カルシウム可溶化能の検定



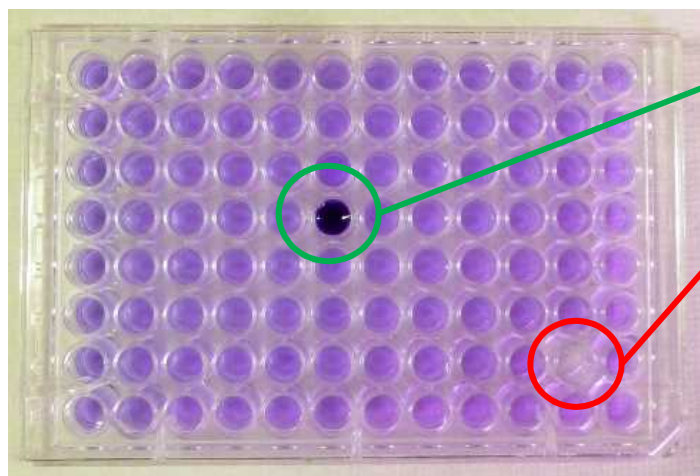
# 難溶性リン可溶化細菌の改良 2

- バイオフィルム形成能を向上させる

遺伝的改良



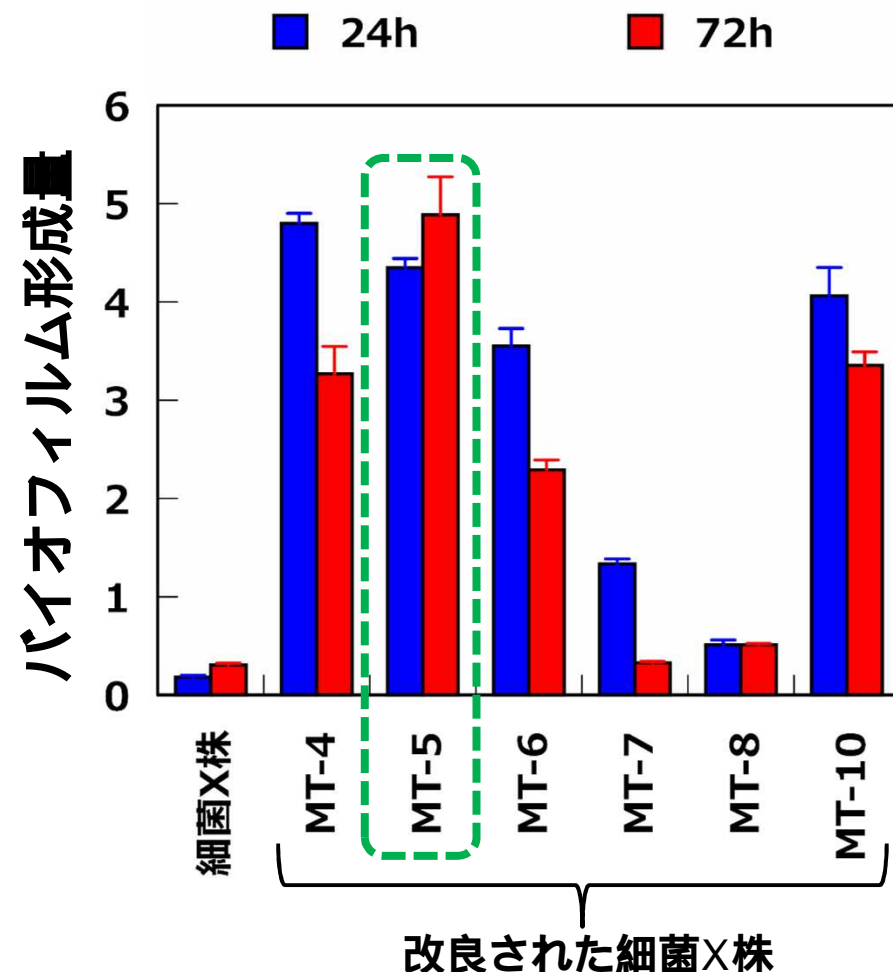
バイオフィルム形成能が高くなった  
細菌株の選抜 (迅速なスクリーニング系)



良く形成する  
細菌株

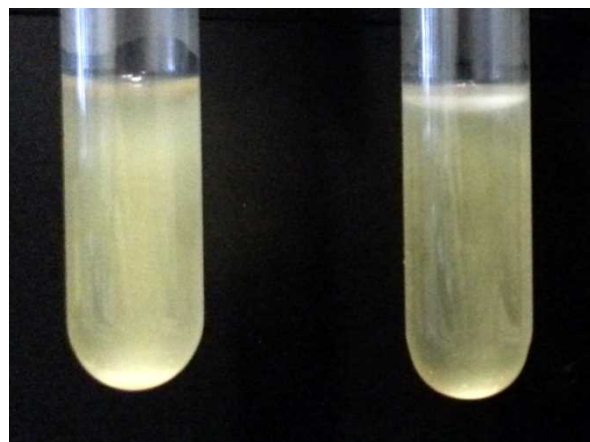
あまり形成しない  
細菌株

バイオフィルム形成能の評価



# 難溶性リン可溶化細菌の改良 3

- バイオフィルム形成能が高くなった改良型細菌株

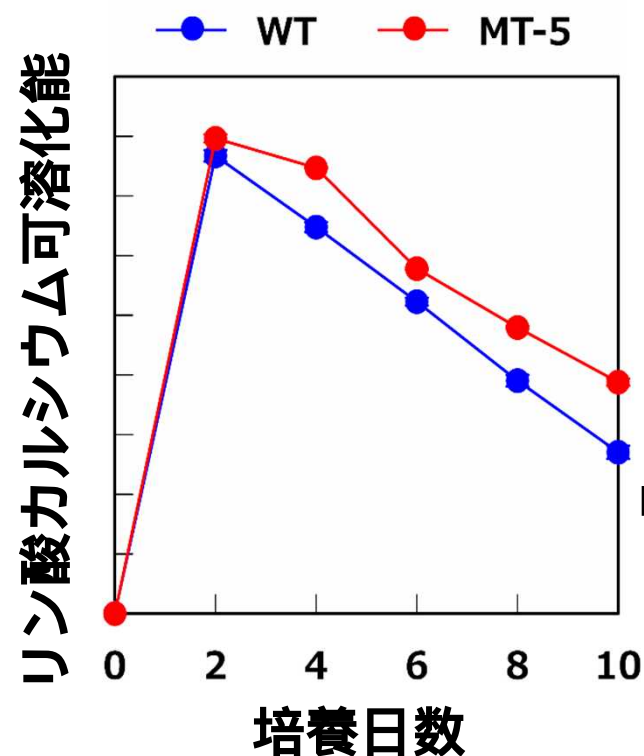
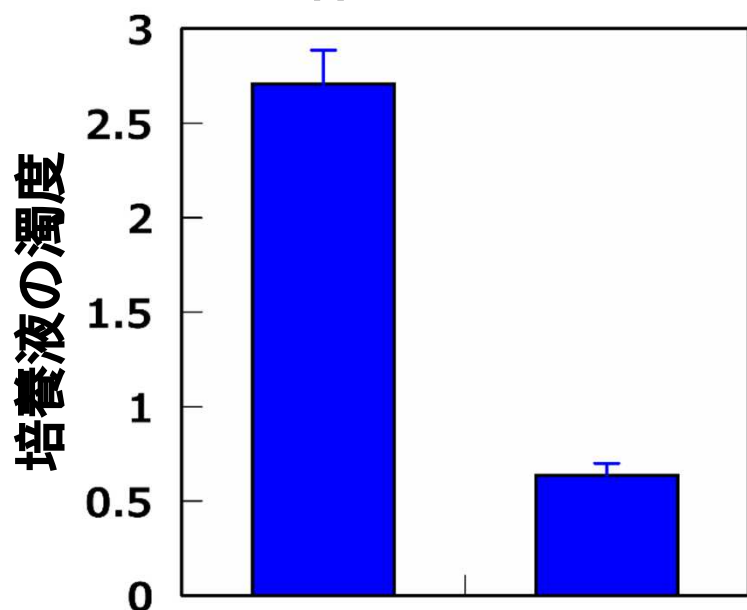


X株

MT-5

培養液のにごり方が異なる

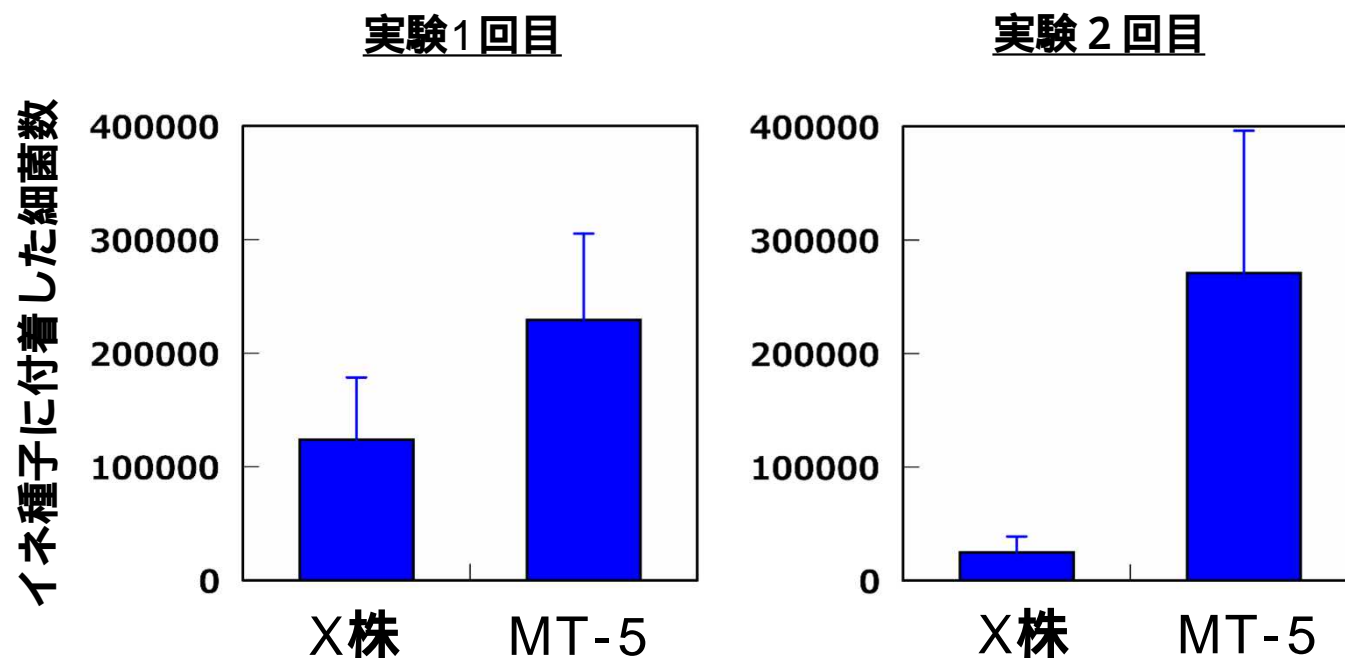
MT-5はバイオフィルムを形成して、  
試験管壁面に付着しているため



リン酸カルシウム可溶化能に大きな差はない

# 難溶性リン可溶化細菌の改良 4

- イネ種子表面での付着細菌数が増加  
24時間、イネ種子と細菌を共培養  
その後、激しく洗浄



MT-5ではイネ種子での定着能が向上

# 新技術の特徴・従来技術との比較

- 非共生細菌の植物種子・根圏での**定着能を改良**することに成功した。
- 本技術の使用により、より**持続的な効果**を持つ植物生育促進細菌の実用化が期待される。
- 非共生細菌を用いているため、**様々な植物種に適用**することが可能である。
- 種子コーティング技術と組み合わせることでさらに効果が高まると予想される。



# 想定される用途

- 土壌に蓄積された難溶性リンの可溶化を促進することが期待されるため、**減肥栽培**に利用（肥料コスト削減）。
- 植物種子・根圏での定着能の改良技術は、**他の非共生型の植物生育促進細菌**（拮抗細菌、植物ホルモン産生細菌、など）にも応用できる。

# 実用化に向けた課題

- 現在、難溶性リン可溶化細菌の植物の種子・根圏での定着能の向上については開発済み。  
定着能のさらなる改良は継続して実施
- どのような植物種、どのような土壌で最も効果的なのか？  
使用条件の最適化が必要
- 種子表面に難溶性リン可溶化細菌をコーティングして普及させたい  
最適なコーティング方法の検討

# 企業への期待

以下の技術や開発方針をお持ちの企業様との共同研究を希望

- 優れた種子コーティング技術
- 減肥に有効な資材の開発
- 非共生型の植物生育促進細菌（拮抗細菌など）の植物種子・根圏定着能の改良

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 新規微生物及びその作成方法
- 出願番号 : 特願2016-052879
- 出願人 : 国立大学法人広島大学
- 発明者 : 上田晃弘

# お問い合わせ先

広島大学

産学・地域連携センター 国際・産学連携部門

産学官連携コーディネーター 石井 貴子

TEL : 082-424-4302

FAX : 082-424-6189

e-mail : [techrd@hiroshima-u.ac.jp](mailto:techrd@hiroshima-u.ac.jp)