

2022年08月31日（火）

ムーンショット型農林水産研究開発事業
成果報告会



土壌微生物叢アトラスに基づいた環境制御による 循環型協生農業プラットフォーム構築

早稲田大学 先進理工学部 生命医科学科

竹山 春子

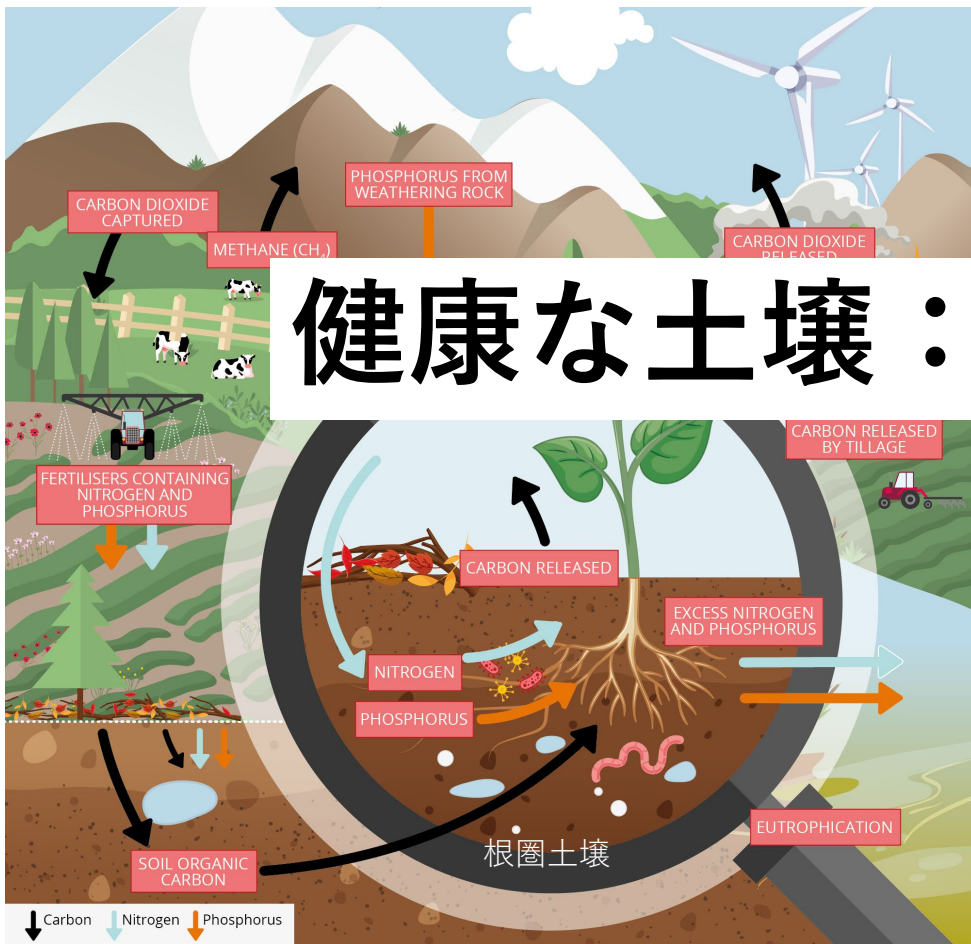
ムーンショット目標5が目指すこと

- ムーンショット型研究開発制度は、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進する制度です。
- 目標5では「2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出」することを目指しています。

私達のプロジェクトが目指すこと

- 世界規模での人口増加や気候変動など、様々な変化に対応できる持続的な生産技術基盤の構築が求められています。
- 私達は、未来型の食料（タンパク質）として「ダイズ」に着目し、持続的な食料供給産業の創出に向け、植物の土壌栽培に適する要件、つまり「健康な土壌とはなにか」の定義づけを目指します。
- また、ビッグデータを用いた解析を活用することにより、農業の活性化や未来型食生活に向けた食料生産体制の促進を目指します。

循環型農業の達成に向けて現在の農業が抱える問題：国内外で共有される課題



European environment agency

→ 炭素 (C) → 窒素 (N) → リン (P)

健康な土壌：Soil Health



未知の微生物の機能を活用し、土壌・環境の制御を試みる → 持続可能・循環型の農業

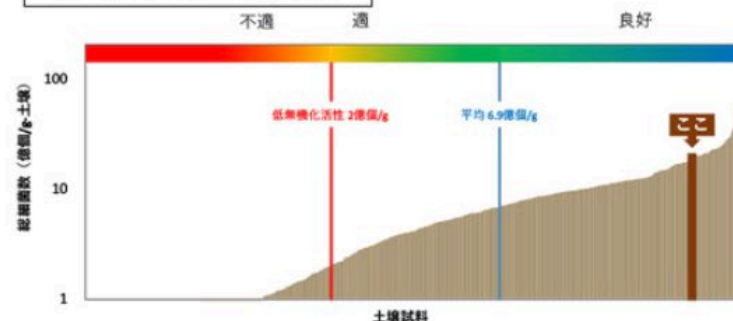
土壌の健康診断

実測値および評価

生物性に関する項目 (物質循環に関する成分の実測値)

測定項目	単位	推奨値(畑)	実測値	評価
◆総細菌数	(億個/g)	≧ 6.0	19.2	○
◆アンモニア酸化活性	(点)	≧ 41	21	↓
◆亜硝酸酸化活性	(点)	≧ 70	30	↓
◆窒素循環活性評価値	(点)	≧ 38	19	↓
◆リン循環活性評価値	(点)	30 ~ 70	2	↓
◆全炭素(TC)	(mg/kg)	≧ 25,000	37,000	○
◆全窒素(TN/NI)	(mg/kg)	≧ 1,500	2,600	○

データベースに基づいた評価



栽培環境 (生物学的・化学的・物理的) を正確に把握・評価する

改善策の提案・実施

健康な土壌を取り戻す→農業の活性化

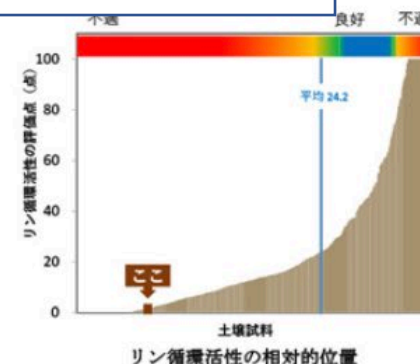
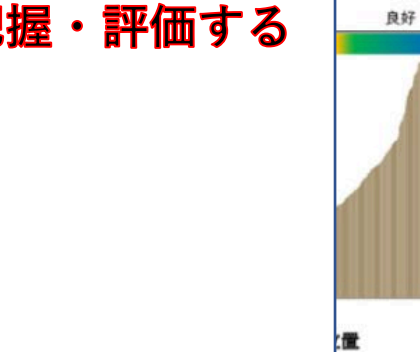
化学性お

測定項目

●硝酸態				
●アンモ				
●可給態				
・P ₂ O ₅ 換算				
・P ₂ O ₅ 換算(現状で水分を含む)	(mg/kg)	≧ 100	224	○
・P(現状で水分を含む)	(mg/kg)		98	
●交換性カリウム				
・K ₂ O換算(乾燥換算)	(mg/kg)		359	
・K ₂ O換算(現状で水分を含む)	(mg/kg)	≧ 100	253	○
・K(現状で水分を含む)	(mg/kg)		210	
●pH		5.5 ~ 6.5	6.1	○
●EC	(dS/m)	0.2 ~ 1.2	0.03	↓
○含水率	(%)	≧ 20	30	○
○最大保水容量	(ml/kg)	≧ 400	1,100	○

●化学性に関する項目、○物理性に関する項目

基準更新：2020年4月



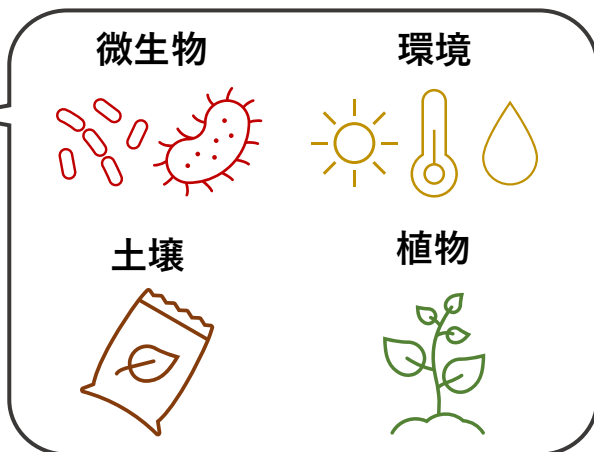
目指すべき農業

豊作

不作



詳細に解析



土壌の健康化
連作障害からの脱却
循環型農業の達成

微生物資材の投入



耕作放棄地の土壌を活性化



栽培作物に応じた
土壌の健康化



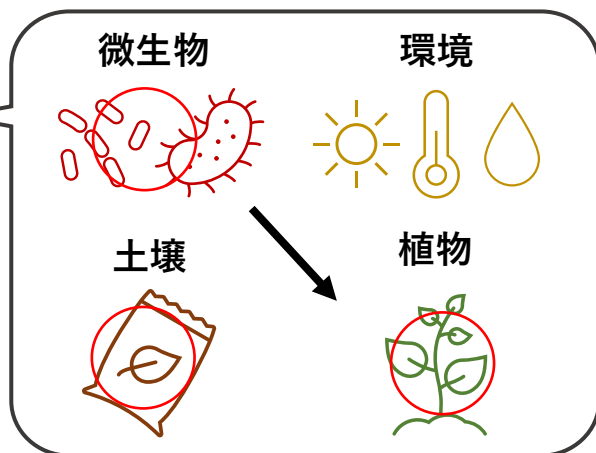
閉鎖・独立環境での
完全制御型農業

目指すべき農業

豊作

不作

コントロールできる因子



土壌の健康化
連作障害からの脱却
循環型農業の達成



耕作放棄地の土壌を活性化

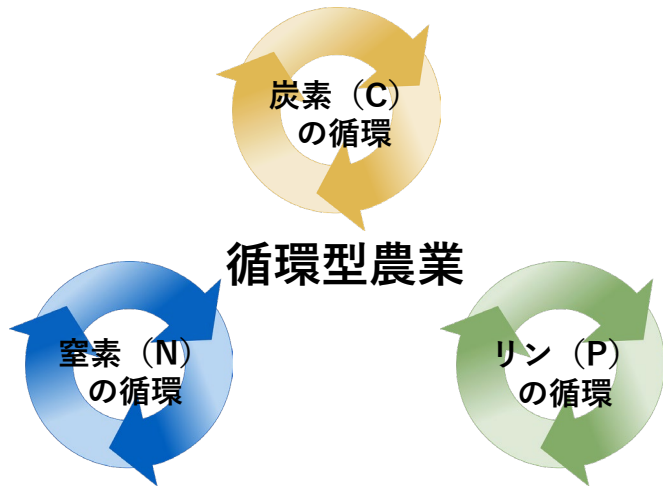


栽培作物に応じた
土壌の健康化

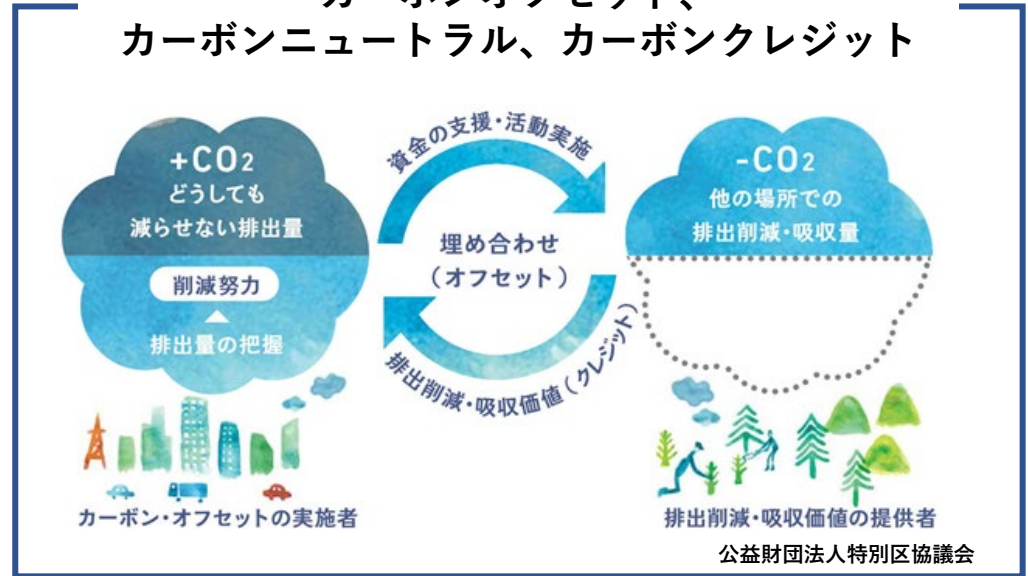


閉鎖・独立環境での
完全制御型農業

ピンチをチャンスとする新たなビジネス展開は？社会の新たな価値創造



カーボンオフセット、 カーボンニュートラル、カーボンクレジット



フードセキュリティー ロシアの軍事侵攻の影響 を受けた肥料価格の高騰



みどりの食料システム戦略



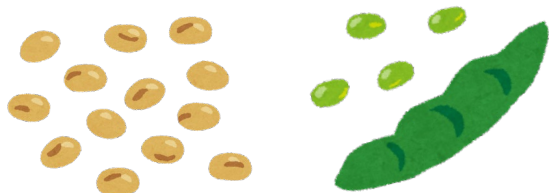
農林水産省

2050年までに

- ・化学農薬の使用量を**50%低減**
- ・化学肥料の使用量を**30%低減**
- ・**有機農業**の取組面積の割合を**25%**に拡大

未来型食料としてのダイズの可能性：新たなフードテックの始まり

ダイズ = 畑の肉



- 高タンパク・低カロリー
- 三大栄養素、ビタミン、ミネラル、食物繊維が豊富
- 納豆、味噌、醤油など様々な食品へと加工



food diversity

多様な代替肉製品がスーパーで販売



「植物肉」で世界へ。

様々なベンチャー
の設立

日本の耕地面積は限られている

→ 付加価値のある機能性作物栽培

• ブランド化（適正に管理された健康な土壌で栽培されている）

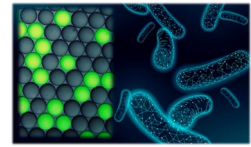
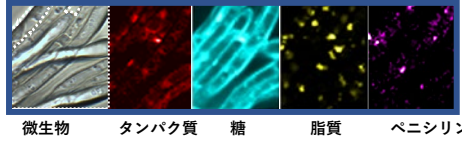
カーボンファームिंग → カーボンニュートラルなバリューチェーンでの製品化

研究体制（循環型協生農業プラットフォームコンソーシアム）



研究体制図

ラマン分光での生体分子のイメージング



微小液滴を用いた
シングルセルゲノム解析

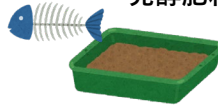
土壌センサ



植物-微生物相互作用



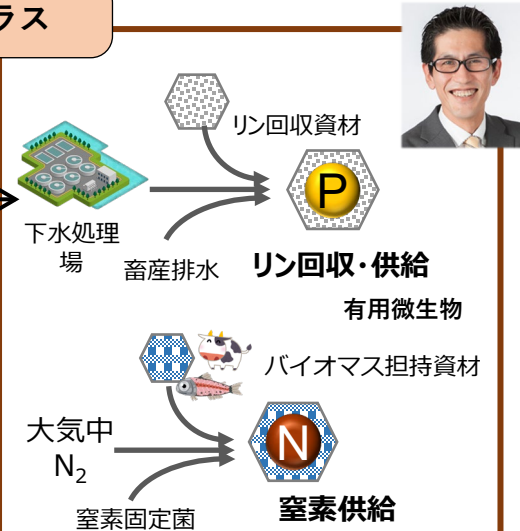
水産廃棄物由来の
発酵肥料



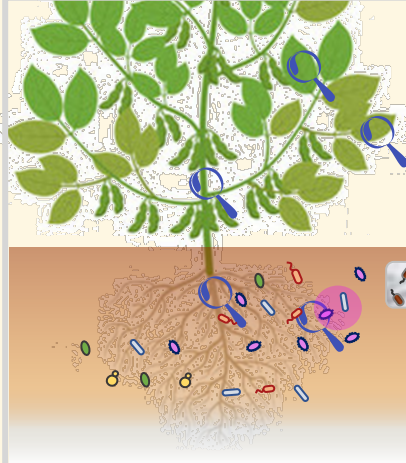
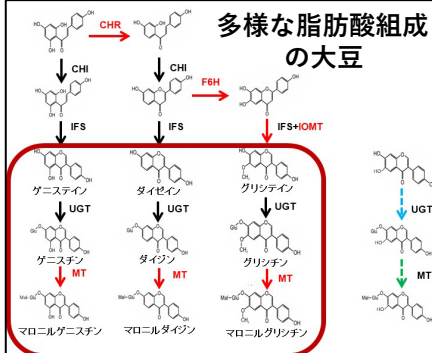
SG1. 土壌微生物叢アトラス

土壌DX

微生物叢アトラス
(ゲノム情報・環境情報)
データベース
有用微生物ライブラリー



SG2. 作物

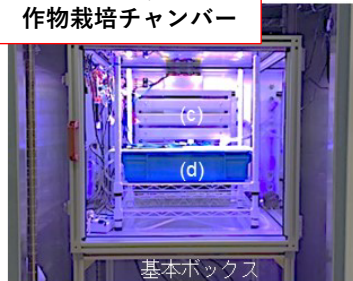


SG 4. 社会科学

2050社会実装ビジョンWG

SG3. 環境制御・測定

高度大型環境制御型
作物栽培チャンバー



環境制御 (大気・光)

温度制御
湿度制御
CO₂濃度制御

RGB LED搭載
3波長・光強度の独立制御

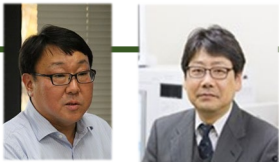
新要素技術
紫外光LED (270-410 nm)
近赤外光LED (755 nm)



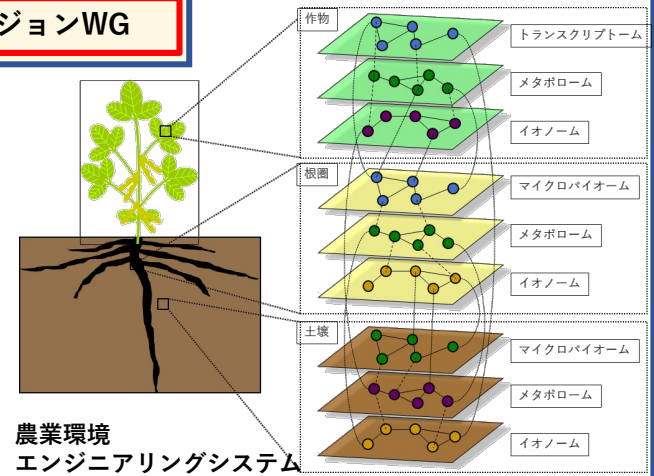
トランスクリプトミクス リポミクス



Ex. ダイズインフラボン類
突然変異体



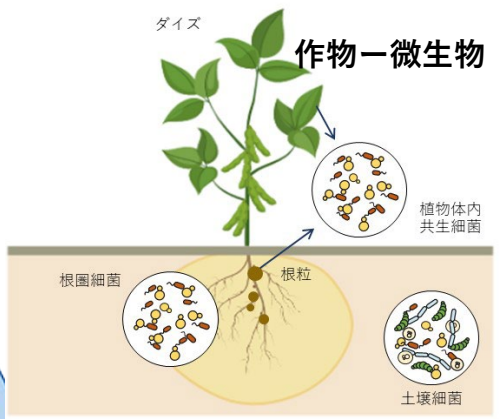
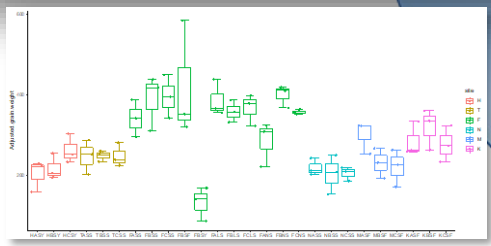
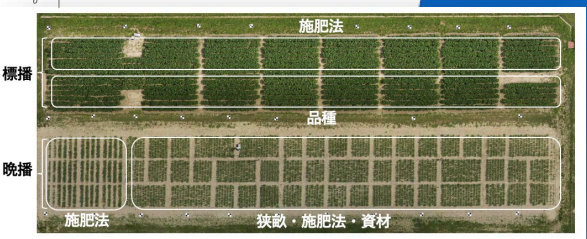
SG5. 栽培マネジメント



農業環境
エンジニアリングシステム

サブグループの位置づけ

全国の圃場を対象とした
大規模解析：シュミレーション



- ・微生物コミュニティ解析
1細胞レベルの高解像度解析
- ゲノム
→ 保有遺伝子
トランスクリプトーム
→ 遺伝子の発現
メタボローム
→ 代謝産物
- ・有用微生物取得
- ・植物-微生物の相互関係解析
ダイズトランスクリプトーム
ダイズメタボローム

5. 栽培マネジメント

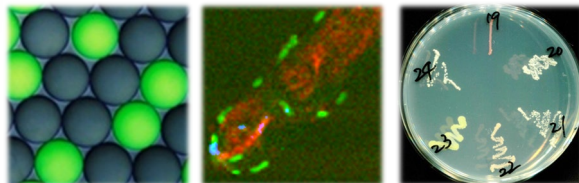
3. 環境制御・測定

1. 土壌微生物叢アトラス 2. 作物

Soil Microbe Atlas

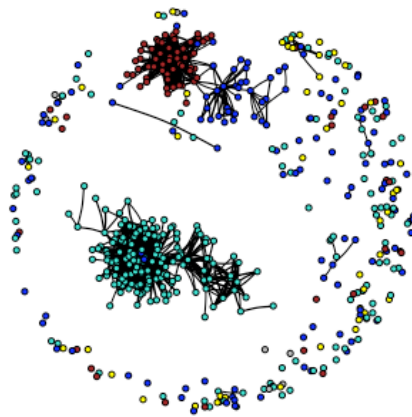
土壌微生物アトラス

生物性データ



物理性・化学性データ

- ・細菌叢 (16S rRNA)
- ・メタゲノム / シングルセルゲノム (ドロップレット)
- ・シングルセルメタボローム (顕微ラマン分光)
- ・希少放線菌、窒素固定菌、リン溶解菌を含む
カルチャーコレクション (SG1-2と連携)
- ・遺伝子発現プロファイル (SG2と連携)



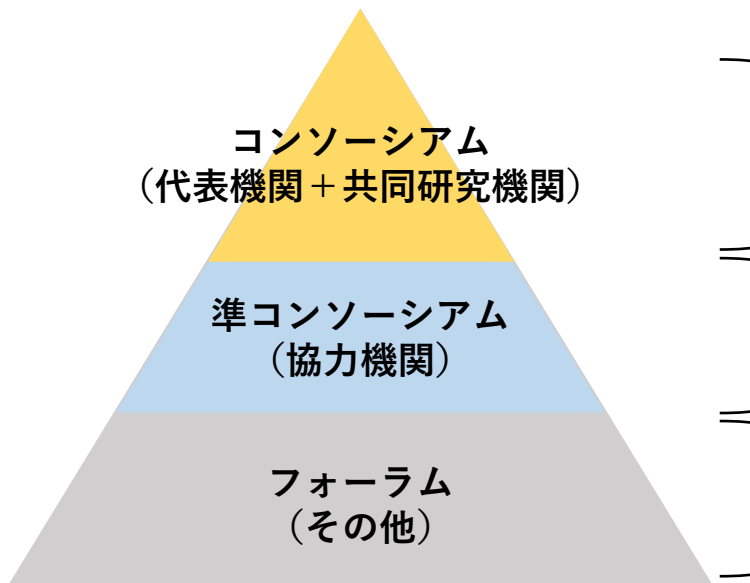
- ・土壌物性
- ・各種イオン濃度・含量
- ・硬度

ネットワーク解析を活用し、
土壌の健康度を評価

堆肥、リン回収物、微生物資材の添加
に伴う、土壌細菌叢の変化を追跡

微生物の特徴(系統・遺伝子)を土壌の性質ごとに体系化し、土壌微生物を中心にした地図帳 (アトラス) を構築

フォーラムメンバーを募集します



コンソーシアム構成員として
共同研究契約書を締結した機関

当該構成員の委託研究に係る試験研究計画書の中で、
共同研究内容等を明確にした第三者機関

上記2つに当てはまらない、秘密保持に関わらない
情報共有を目的とした機関



今までと同じやり方やビジョンを越える
破壊的なイノベーションを行い
未来社会を創造します！



ホームページURL <https://www.microbe-soil.sci.waseda.ac.jp/>