ムーンショットプロジェクト　目標５

土壌微生物の機能をフル活用し、未来型の食料生産体制を実現する

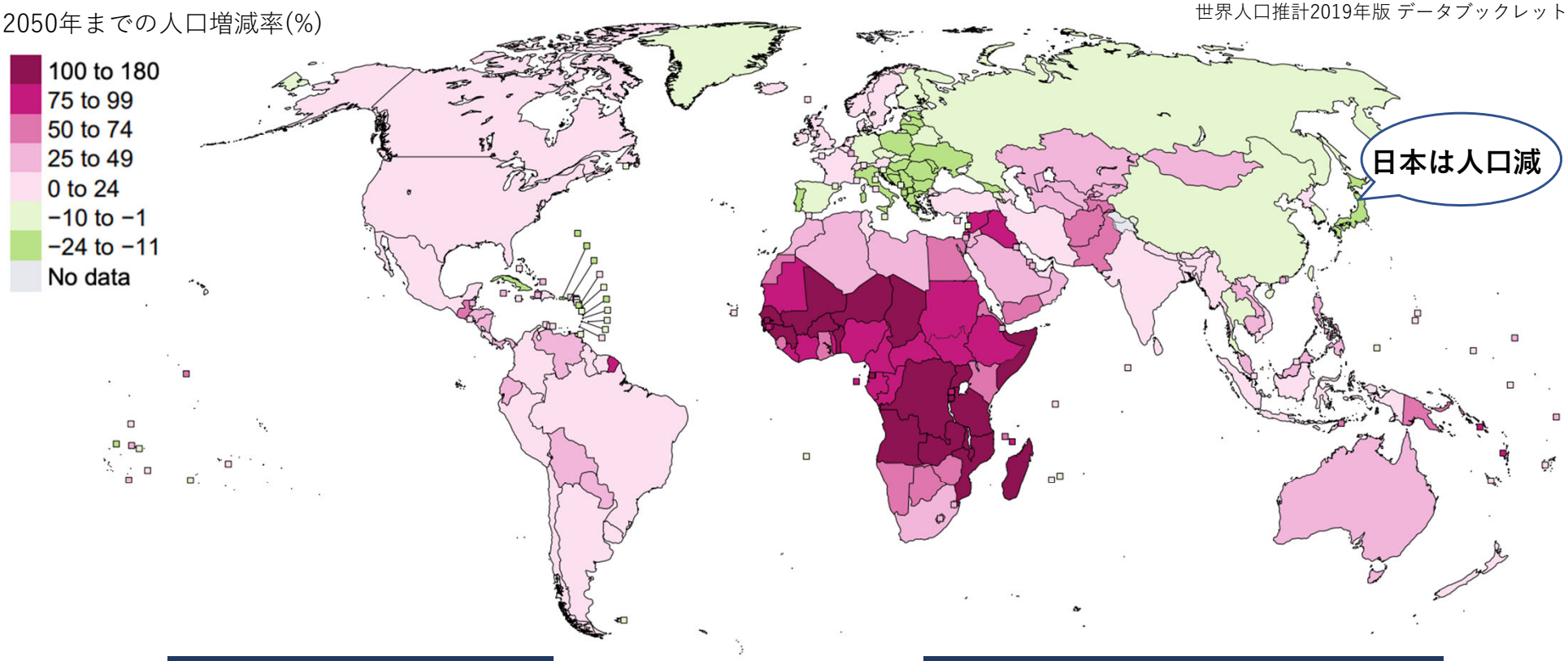
土壌微生物叢アトラスに基づいた環境制御による循環型協生農業プラットフォーム構築

プロジェクトマネージャー（ＰＭ）：竹山　春子
学校法人早稲田大学理工学術院　教授

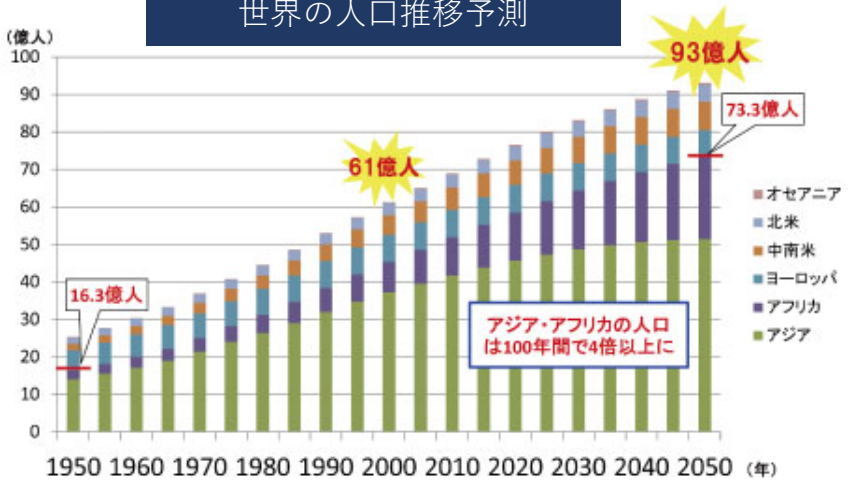
世界の人口の推移と食料生産のバランス

2050年までの人口増減率(%)

世界人口推計2019年版 データブックレット

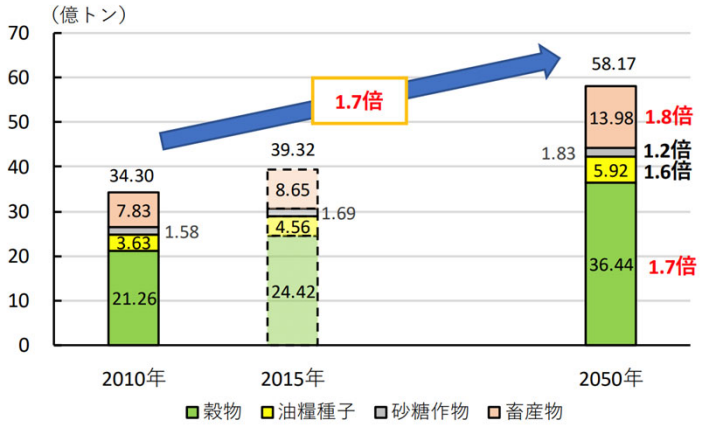


世界の人口推移予測



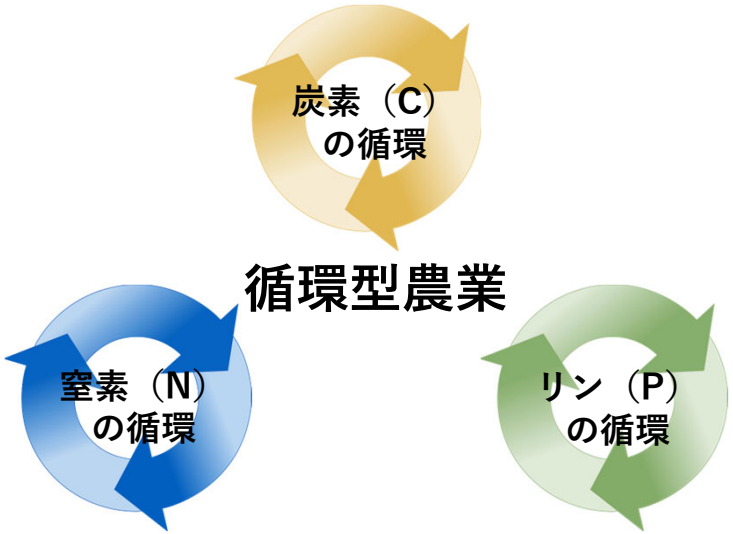
国際連合World Urbanization Prospects:The 2011 Revisionを基に総務省作成

世界の食料需要量の見通し



農林水産省「２０５０年における世界の食料需給見通し」

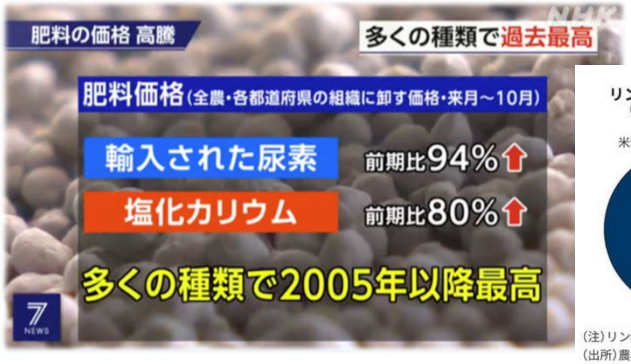
食料生産の現場に起こっていること→社会の新たな価値創造・マインドセット



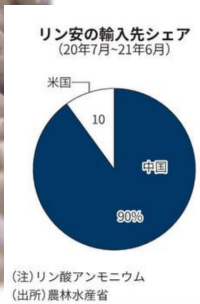
カーボンオフセット、カーボンニュートラル、カーボンクレジット

公益財団法人特別区協議会

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



NHK News



日本経済新聞

みどりの食料システム戦略

2021年5月12日策定

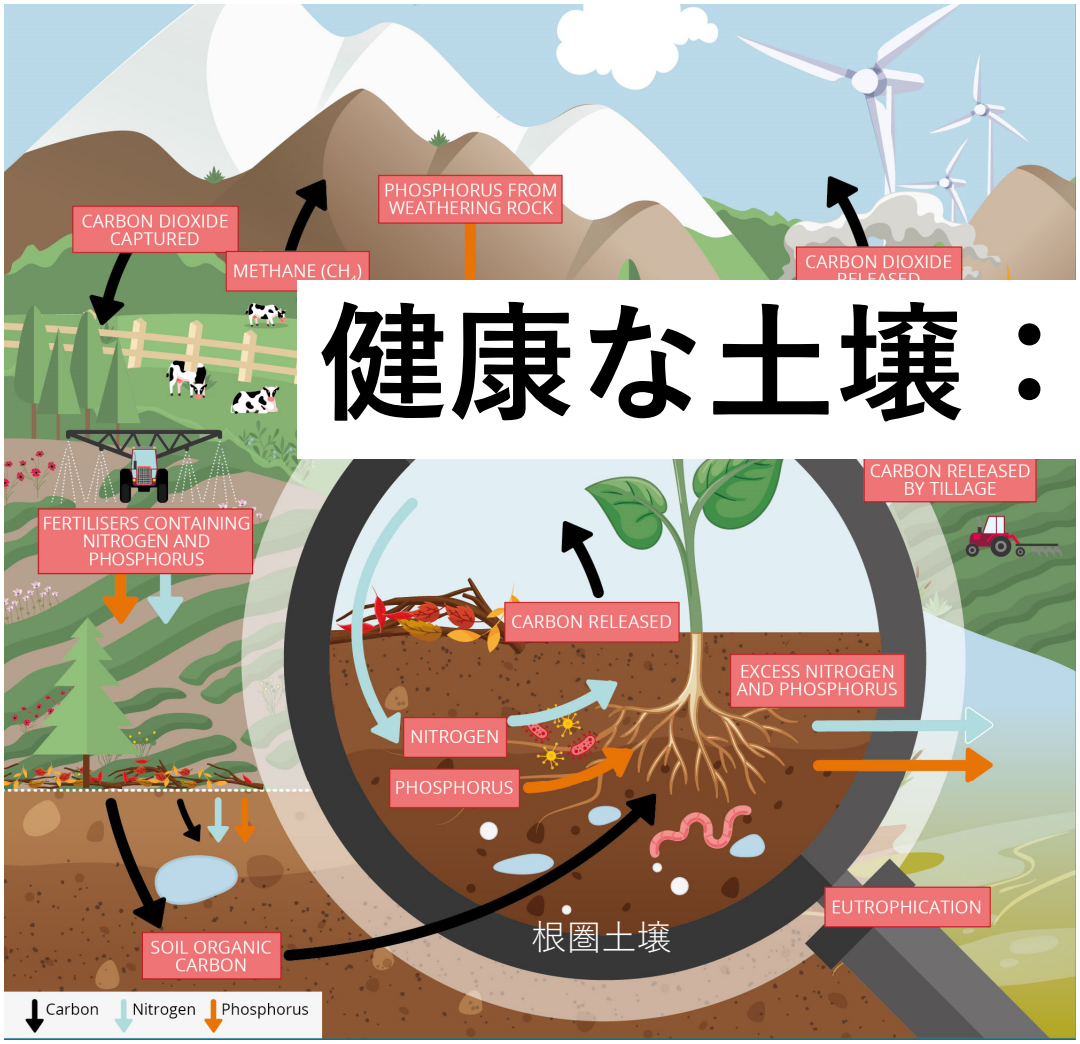
農林水産省

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（100万ha）

「意欲的な計画。生産者、事業者、消費者それぞれの理解と共同で実現するもの」
By　野上浩太郎農相

2018年実績：耕地面積の0.5%（2万3000ha）

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



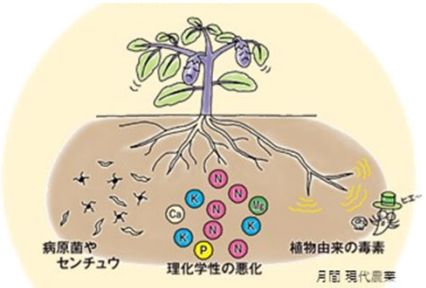
European environment agency

炭素（C）の循環

循環型農業

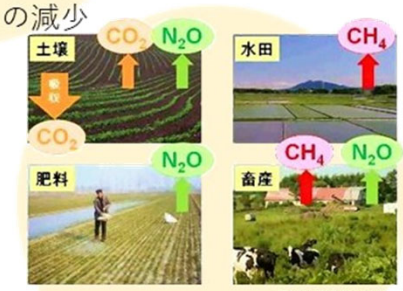
リン（P）の循環

健康な土壌：Soil Health



連続耕作による障害
子実の大きさの減少

化学肥料の過剰投与
259kg/ha（2018年）
農林水産省「肥料をめぐる事情」



温室効果ガスの排出
26.5億t（CO2換算）

炭素（C）　窒素（N）　リン（P）

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

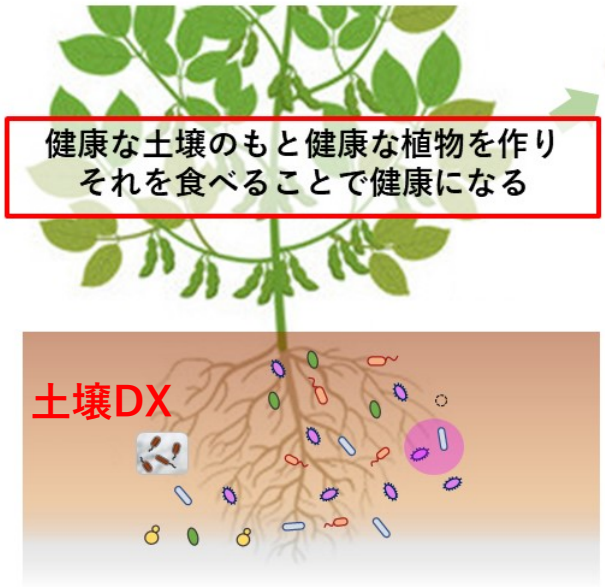
土壌微生物叢アトラスに基づいた環境制御による循環型協生農業プラットフォーム構築

世界規模での人口増加・気候変動や、農業生産や自然環境へ影響を与える食生活の変化など
あらゆる環境・食生活の変化に対応できる持続的な生産技術基盤の構築を目

- **未来型の食料として「ダイズ」に着目し、土壌・植物・環境の3つの要素**
  把握することで「健康な土壌」の理解・制御を目指す。
- **「循環型協生農業プラットフォーム」を基盤として、土壌の健康管理を**
  マネジメントが可能なシステム作りを推進し、農業の活性化や未来型
  向けた持続的な食料供給産業の創出を目指す。

フード・セキュリティ（食料安全保障）問題
1996年にローマで行われたFAO世界食糧サミットは、世界の食糧問題をテーマにした世界初の国際会議。
そこでは「フード・セキュリティ」を
「（食料の）入手可能性（availability）」
「（食料への）アクセス（access）」
「（食料や食資源の）活用（utilization）」
「安定性（stability）」
の4つの要素として定義された。

付加価値の高い農産品の創出による日本の農業の活発化
新しいビジネスの展開：新規農業従事者、関連企業



作物-土壌(微生物、栄養)-環境の
相互作用の理解と制御

新品種

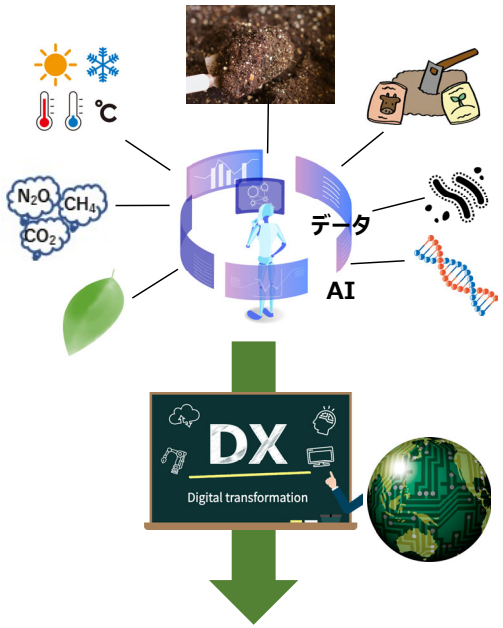
植物肉
- 高オレイン酸大豆HO佐賀（佐賀大学）
- 欧米人が嫌う大豆特有の臭み成分がない
- 現在フレッシュネスバーガーにて
  「ザ・グッドバーガー」（大豆パティ）を展開中

土壌マルチオミックスデータ

「土壌健康度」

栽培マネジメント

微生物/資材による減肥料へ



環境にやさしい農業

Soil HealthからGlobal Healthへ

近年の農業ビジネス事例

持続可能な農業への取り組みは世界的に注目されており、市場規模が拡大している

indigo

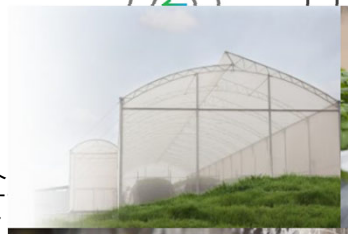
設立：2013年

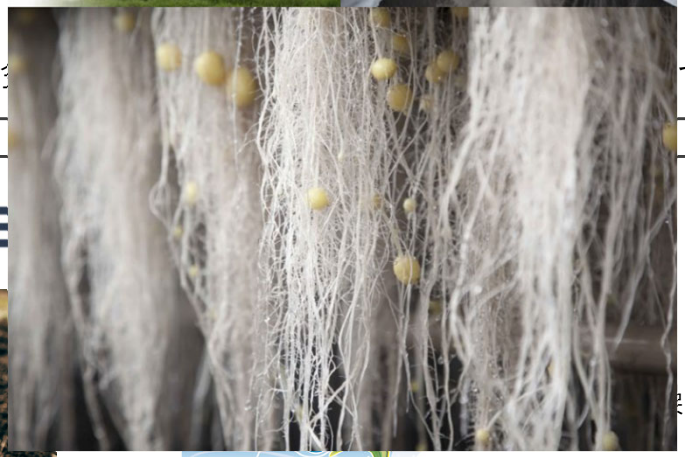
1. FARMERS MAKE PRACTICE CHANGES

2. CARBON CREDIT GENERATION

炭素の貯留量を買い取り、企
持続可能な農業へのシフ

現在までに$1.2Bの資





Plenty

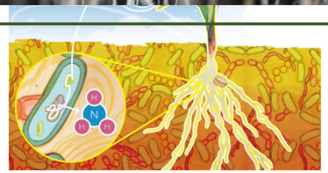
設立：2014年

農業技術に
大350倍に
などを削減

でに$941Mの資金調達

PIVOT

$617Mの資金調達
設立：2011年



SPACで上場
設立：2008年

作して窒素生産能を向上させた
微生物資材を販売
化学肥料の使用削減を促進

フードテックでの急速な新たな展開：
次世代タンパク質への挑戦が始まっている

農業・食品

Elon Musk

火星に
植物工場

PIVOT BIO
窒素固定菌（米）

植物肉
（米）
BEYOND MEAT

ukko
アレルギー免疫
療法（イスラエル）

WILDTYPE
培養サケ（米）

Pre
培養肉（米）

WILD EARTH
ヴィーガン
ドッグフード（米）

JUST
培養肉、
代替マヨネーズ
（旧Hampton creek）
培養肉（米）

IMPOSSIBLE
植物肉（米）

UPSIDE Foods
培養肉（旧
Memphis meats）

Fynd
真菌
タンパク質（米）

NotCo
マヨネーズ、
ミルク（チリ）

Plenty
屋内垂直農法（米）

Bryan Johnson

Peter Thiel

Jerry Yang

Vinod Khosla

Bill Gates

Eric Schmidt

孫正義

Jeff Bezos

モノづくり

Arzeda.
計算化学と合成
生物学で物質生産

SYNTHEGO
Genome Engineering Solutions
CRISPR用
ガイドRNA合成

HelixNano
mRNA技術で抗
癌剤やワクチン

Bolt Threads
微生物でクモ糸

GINKGO BIOWORKS

Atomwise
AIによる創薬支援

LanzaTech
微生物によるガス
発酵で物質生産

BERKELEY LIGHTS
光による細胞選抜

CATALOG
INFINITE DATA ARCHIVES
DNAデータストレージ

amyris
合成生物学による
物質生産

Mammoth Biosciences
ゲノム編集
による診断

TWIST BIOSCIENCE
ナノウェルで
DNA合成

GINKGO BIOWORKS
合成生物学による
物質生産

zymergen
合成生物学Xロボット XAI

ROIVANT SCIENCES
臨床試験をAIで推進

HelixNano

Bolt Threads

nautilus biotechnology
ヒトプロテオーム解析

- どのように作るか？栽培、飼育、培養…
  世界に受け入れられる作り方（環境配慮、安全性等）
- マーケットサイズに似合うだけの量産ができるのか？
- 日本は優位なのか？

AI・IT

サプライチェーン
ロジックス

- 誰が食べるのか？消費者の視点、社会の受容
- 食に対する価値観の変化、変化の促進・熟成
- 消費者にとって重要なことは？
  日本と海外では基準が異なる可能性が高い

カーボンニュートラル

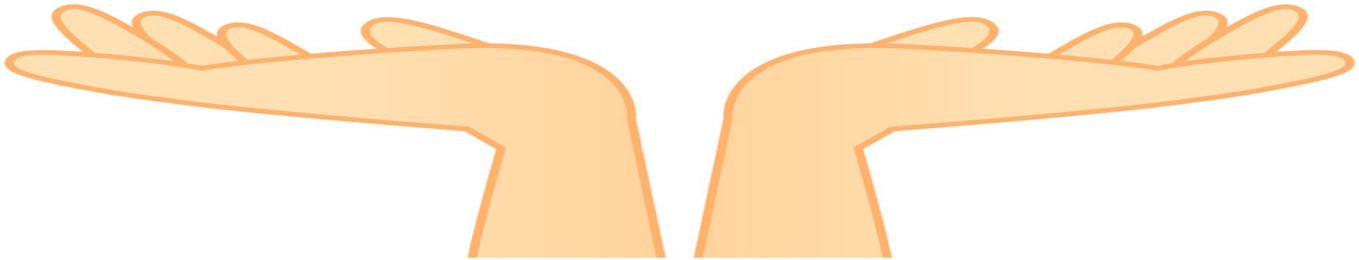
環境

調和

循環

共生
協生

食によるwell-being 幸せの尺度



五感

栄養

健康

安全

サイエンスに基づくエビデンス：多様な計測技術の必要性
基準作り

多様なサイエンス、技術、企業、研究者の参画が必須