

オープンキャンパス  
模擬講義2023



# AI・スマート農業入門

## —環境と養蜂の未来を創るEco & Bee CPS—

東京農業大学 生産環境工学科  
バイオロボティクス研究室  
佐々木 豊



1

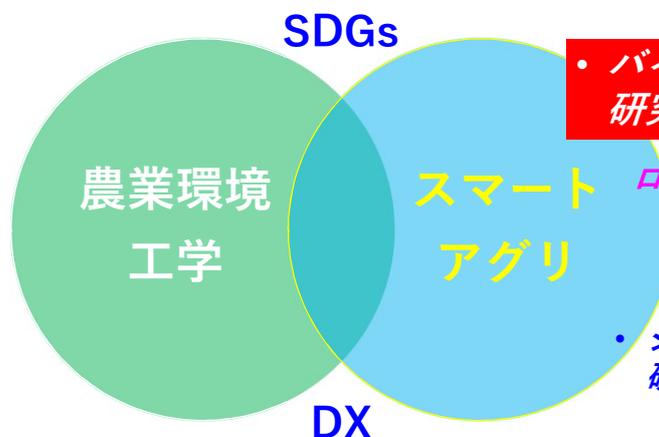
## 新カリキュラム & 研究室体制(2024年～)

• AI×Tech×SDGs×DXで切り拓く未来農業

AI ビッグデータ  
IoT

• 農業土木学研  
究室

• 環境資源学研  
究室



• バイオロボティクス  
研究室

ロボティクス ICT  
フードテック  
アグリテック

• ジオデータサイエンス  
研究室



2

# バイロボティクス研究室 研究紹介 2023

バイロボティクス研究室 佐々木

Webサイト:  
<https://biorobotics.jp/>



## 東京農業大学・佐々木 豊

- 山口県出身
- 九州工業大学情報工学部修士修了
- 東京大学大学院 農学生命科学研究科  
博士課程修了, 博士(農学)
- 新潟大学農学部
  - 文部科学省長期在外研究員,  
ベルギー国 (Katholieke Universiteit Leuven)へ出張
- 東京農業大学・教授 / 農業情報学会フェロー
- 趣味: カタン
- 狩猟免許有: 第一種銃猟免許 / わな猟免許



# バイロボティクス研究室



AI・AR・ドローン・知農ロボット

昆虫・代替タンパク・コンテナファーム

AI・ロボティクス

昆虫日本農業

食と環境・農業問題を解決する

「創造」と「研究・開発」へ

Society5.0で  
生きる力

環境保全／共生

野生鳥獣対策・スマートトラップ

STEM教育・ベンチャー

## 教育・研究ポリシー

- **6C**
  - 「Be **C**reative(独創性)」「Be **C**urious(好奇心)」「Be **C**ourageous(勇気)」「Be **C**ritical(批判的であること)」「**C**omplete(完成させること)」「**C**hallenge」
- **Beyond うつせみテクノ!**
  - **自分で考える** & ベンチャー企業のような雰囲気でお互いにやりたいことを頑張れる環境を構築する
- **オープンイノベーション促進**
  - オープンイノベーション人材育成体制(連携協力研究室):
    - 高崎経済大学/新潟大学/東京大学/電気通信大学/東京農業大学・昆虫学研究室 & 水圏生産科学研究室, 法政大学国際高等学校
  - 様々な企業・地域と**アライアンス**推進
- **社会実装 & 発信**

アライアンス：複数の異業種企業が互いの利益を上げる・業務を拡大させる・新規事業を立ち上げるといった目的で業務提携を交わす経営スタイル

6



# バイロボティクス研究室

<https://biorobotics.jp/>



## 研究／ベンチャー

- ・スマート農業／ロボティクス／フード・アグリテック／昆虫代替タンパク質／環境保全／野生鳥獣対策／スマート養蜂
- ・大学ベンチャー・うつせみテクノ
  - ・ <https://utsusemi-techno.com/>



## 教育・高大連携

- ・学内外で教室開催
  - ・プログラミング・情報教育・AI入門／コンピュータビジョン・スマート農業、昆虫食
- ・高大連携：
  - ・法政大学国際高校とスマート植物工場・昆虫食プロジェクトを2022年に実施(継続中)



# 推奨プログラミング学習体系

学習難易度

難しい

・拡張機能：レゴマインドストームEV3・トイドローン・Micro:bit

困難

アルゴリズム

コーディング

AI/IoT/Robot

- ・ビジュアル型言語
- ・ユーザー数が多い
- ・無料

ビジュアル型言語  
Scratch(スクラッチ)

- ・習得難易度低
- ・ユーザー数が多い
- ・言語別平均年収高

テキスト入力型言語  
Python(パイソン)

- ・安価
- ・コンピュータ学習適
- ・拡張可能

コンピュータボード  
M5Stack

M5Stack・Micro:bitなどをコアとしたプログラミング教育



8



## Scratch & レゴマインドストーム



「LEGO」:デンマーク語  
“LEg GOdt(よく遊べ)”

MIT:ライフロング・キンダーガーデン:  
生涯幼稚園  
「自分の中の子どもの部分を大事にする」

9



## STEM教育, そして“考える力”

- **STEM**(**S**cience, **T**echnology, **E**ngineering, **M**athematics)教育とは、従来の科学技術教育, 理数教育を統合・体系化したもの

<b>S</b> cience	科学
<b>T</b> echnology	技術
<b>E</b> ngineering	工学
<b>M</b> ath	数学

創造力:ブレインストーミングで養う力  
問題解決力:実践力・生きる力  
論理的思考力:プログラミング力  
体験:理解力



出典: <http://www.afrel.co.jp/lineup/mindstorm-ev3>



## 新しいものづくり～3Dプリンター～



## Society 5.0, 今生きている社会について



# Society5.0 -新たな時代の到来-

## Society 1.0

**狩猟社会** (200万年前)  
一定の範囲内で活動し動植物の狩猟や採集を生活の基盤とする社会

## Society 2.0

**農耕社会** (紀元前13000年)  
農耕によって定住しやすく、そこから規範が生まれ共同体が形成される社会

## Society 3.0

**工業社会** (18世紀末)  
文明開化に始まり、「産業革命」による造業が盛んになる社会

**Society 5.0**  
**超スマート社会**  
(21世紀初頭~)

## Society 4.0

**情報社会** (20世紀後半)  
情報が諸資源と同等の価値を有し、それらを中心として機能する社会

出典: 大林新里和不動産株式会社 ( <https://www.osre.co.jp/planeclub/hoshihiro/back53/index.html> ) 閲覧日:2019/04/17

13



# AI入門



# AI(人工知能)

- ・ **定義:**人間が持っている, 認識や推論などの能力をコンピューターでも可能にするための技術の総称. 人工知能とも呼ぶ.



出典:ディープラーニング入門教室 ディープラーニングの位置付け  
総務省 人工知能, 機械学習, ディープラーニングの包含関係と隆盛



# AI(人工知能)

数式モデル・統計モデル⇒生物・進化・脳などの模倣



出典: 文系のためのAIマーケティング教室, ディープニューラルネットワークについて, ディープラーニング(Wikipedia)



## AIを使った創作プロジェクト 「ぱいどん」 人とAIで描いた未来の全軌跡(11分)



<https://youtu.be/Vx-si4F38pY>



## AIを使った創作プロジェクト ネクストレンブラント:レンブラントの絵を再現(4分20秒)



<https://youtu.be/luygOYZ1Ngo>



## AIを使った創作プロジェクト AI美空ひばり(5分)



<https://youtu.be/nOLuI7nPQWU>



## 生成系AI(ChatGPT)

(チャットジーピーティー, Generative Pre-trained Transformer)

- OpenAIが2022年11月に公開した人工知能チャットボット
  - ユーザーが入力した質問に対してまるで人間のように自然な対話形式でAIが答えるチャットサービス
- Generative Pre-trained Transformer  
=「生成可能な事前学習済み変換器」
- GPT
  - 小説の自動生成やゲームでの会話を生成する用途で開発された言語モデルがベース
  - 与えられたテキストの指示に対して自然言語を生成するAI
  - インターネット上にある膨大な情報を学習し、複雑な語彙・表現も理解できるのが特徴

出典: wiki:<https://ja.wikipedia.org/wiki/ChatGPT>  
出典: [https://aismiley.co.jp/ai\\_news/chatgpt-tsukattemita/](https://aismiley.co.jp/ai_news/chatgpt-tsukattemita/)

5



# Society5.0の農業, スマート農業



21

## Society5.0での農業

### 課題

- ・負担が大きい
- ・経験が必要

気象情報 生育情報  
市場情報 食のトレンド

欲しい消費者に  
欲しい時に配送

解析

IoT  
ビッグデータ

ニーズに合わせた  
自動配送

ロス削減

超省力・高生産な  
スマート農業

AI 人工知能

AIサポートによる  
最適な営農計画

ドローン

水管理バルブ

マルチロボット  
トラクタ

ノウハウの共有

天候予測



出典 農林水産省Webサイト:<http://www.maff.go.jp/tokai/kikaku/renkei/attach/pdf/20180521-15.pdf>  
(閲覧日:2019/9/15)

4

## スマート農業

- ICTやロボット技術を活用して、超省力・高品質生産を実現する新たな農業
- 3つの目的
  1. 農作業の省力化・労力削減
  2. 農業技術の継承
  3. 食料自給率の向上



出典：スマート農業の展開（農林水産省），5分30秒：<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/>

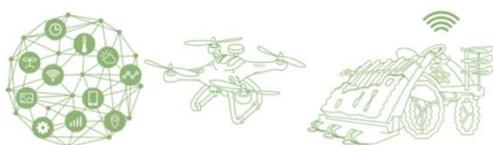
出典 農林水産省『スマート農業の実現に向けた取り組みと今後の展開方向について』  
: [http://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/h\\_event/attach/pdf/smaforum-28.pdf](http://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/h_event/attach/pdf/smaforum-28.pdf) (閲覧日:2019/10/27)



5

## スマート農業動画(農林水産省)

- **スマート農業動画**
  - [https://www.affrc.maff.go.jp/movie\\_list.html](https://www.affrc.maff.go.jp/movie_list.html)
  - **AI画像解析による収量予測 (3分20秒)**
  - **パワーアシストスーツ (3分20秒)**
  - **自律移動ロボットを用いた半自走草刈機 (3分40秒)**
  - **AI灌水施肥システム (4分20秒)**

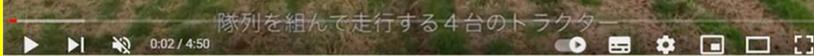


## 現代の農業ロボットの事例

IOWN: 農業ロボット技術とICTによる世界トップレベルのスマート農業(北大・4分50秒)



<https://youtu.be/s8omu2U4EYc>

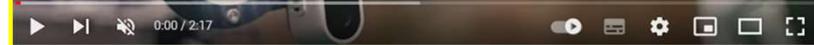


## 現代の農業ロボットの事例

AGRIST株式会社(2分17秒)



<https://youtu.be/K1TwMMex7As>



## 現代の農業ロボットの事例 inaho・収穫ロボット(1分14秒)



## 現代の農業ロボットの事例 オーストラリア・ソーラーエネルギー駆動ロボット(50秒)



<https://www.youtube.com/watch?v=SDhASJx6KMg>



## 現代の農業ロボットの事例 エコロボティクス社有機農場向け除草ロボット(スイス, 1分21秒)



<https://youtu.be/5vvQqgc1zHM>



## フード&アグリテック



出典：PLUGandPLAY JAPAN :  
<http://japan.plugandplaytechcenter.com/events/20201118-2/>

「フード(食品)」と「アグリ(農業)」にITやロボットなどの「テクノロジー」を掛け合わせた造語

### ◆期待される成果：

- ・ **世界的な人口増加に対する食料供給**
- ・ **持続可能な農と食の新しいエコシステムの構築**

- ・ **「食の再定義」**
- ・ **世界700兆円の新産業**

出典：2030年のフード&アグリテック 農と食の未来を変える世界の先進ビジネス70



## フード&アグリテックの5つのセクター

セクター名	サブセクター名	
次世代ファーム	植物工場	
	陸上・先端養殖	
農業ロボット	ドローン	
	収穫ロボット	
	ロボットトラクター	
生産プラットフォーム	同左	代替タンパク
流通プラットフォーム	同左	植物肉
アグリバイオ	代替タンパク	培養肉
	ゲノム編集	植物性ミルク・乳製品
		昆虫タンパク

農業機械⇒農業ロボット⇒スマート農業  
⇒アグリテック・フードテック

出典：野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社：2023年のフード&アグリテック 農と食の未来を変える世界の先進  
ビジネス70

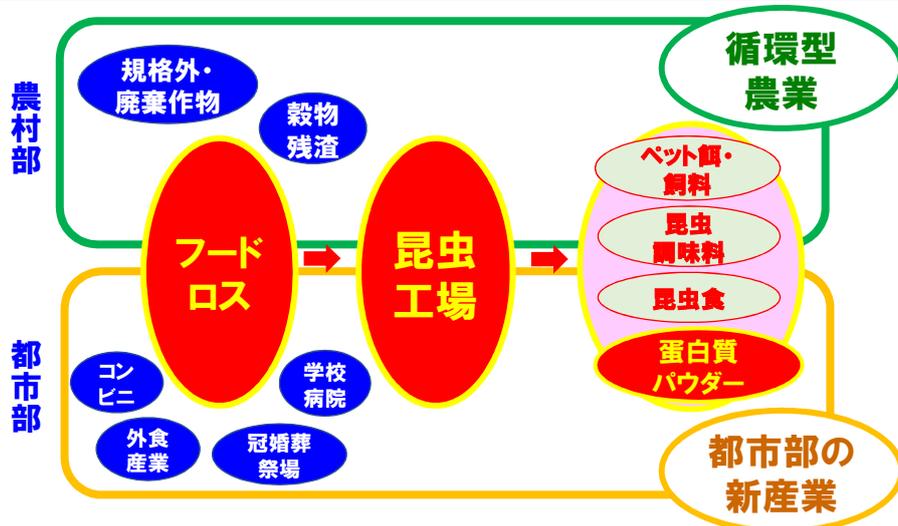


## 代替タンパク質・ 昆虫生産への挑戦



32

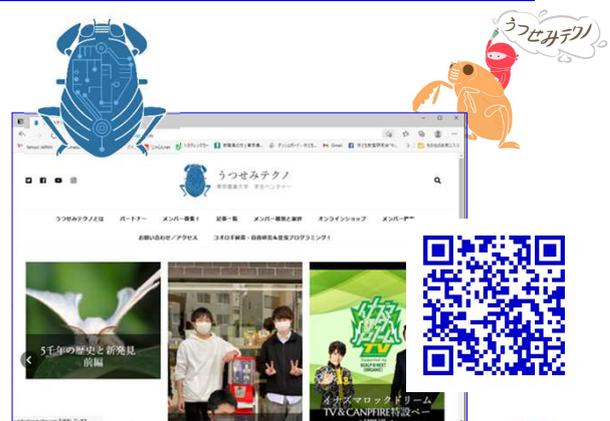
## フードロス利用昆虫生産システム



## 大学ベンチャー・うつせみテクノ

- ・「フードロスを活用した代替タンパク質創出」に関わる研究・開発が中心
- ・昆虫フードチェーン(昆虫生産ー加工・流通ー商品開発・販売ーブランディング)を対象
- ・学生主体のベンチャー企業(2020年4月設立)

**2022年  
株式会社化**



<https://utsusemi-techno.com/>



# 研究開発例

— 食品ロス飼料設計 / 給水器開発 / AI生態認識 —



ハイブリットテナファーム



# 生協・道の駅・マルシェ・ガチャガチャ販売



生協・道の駅・  
マルシェ・ガチャ販売



## 魚町銀天街(北九州市) 昆虫自販機



## うつせみテクノ昆虫食品



エナジースナック! かりんとうP



ココロギネジチョコ



ココロギのすうぷ



フューチャーポップコーン



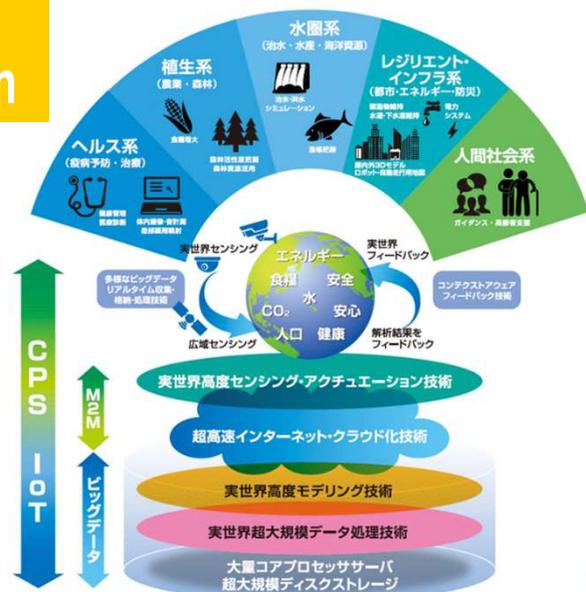
# 環境と養蜂の未来を創る Eco & Bee CPS



## CPS Cyber-Physical System

**CPS (サイバーフィジカルシステム)**

- ・ 実世界 (フィジカル空間) にある多様なデータをセンサーネットワーク等で収集し、サイバー空間で大規模データ処理技術等を駆使して分析/知識化を行い、そこで創出した情報/価値によって産業の活性化や社会問題の解決を図る。



出典：JEITA (電子情報技術産業協会) <https://www.jeita.or.jp/cps/about/>



## 背景 — 畜産としての重要性 —

### • 養蜂の定義

- 蜂蜜あるいは蜜蝋や花粉をとるためにミツバチを飼育すること。



### • 蜂蜜製品など

- 蜂蜜や栄養価の高い食品の生産



## 背景 — 花粉交配を担うポリネーター —

- 果樹やいちご、メロン等の園芸作物生産における花粉交配を担うポリネーターとして非常に重要な役割を持っている。
- 花粉交配用昆虫(農林水産省)
  - 蜜蜂(ニホンミツバチ, 西洋ミツバチ), マルハナバチ



## 研究背景

### — 生物多様性・環境指標としての重要性 —

- 植物の受粉を担うニホンミツバチ⇒生態系・多様性の指標
- World Bee Day: 世界蜂の日(5月20日)
  - 花粉媒介者(ミツバチ, 鳥, コウモリ):世界の農作物生産の35%に影響, 世界の主要な87の食用作物に加え多くの植物由来の医薬品の増産に貢献している, 食べる果実や種子として栽培される作物の75%がミツバチ(bee)の働き之恩恵を受けている.
  - ミツバチなど花粉を媒介する生物:過剰農業, 単作, 激化農薬の使用, 気候変動による温暖化で世界的に減少している.
- 蜜蜂地図作成プロジェクト
  - Global Patterns and Drivers of Bee Distribution  
[https://www.cell.com/current-biology/pdfExtended/S0960-9822\(20\)31596-7](https://www.cell.com/current-biology/pdfExtended/S0960-9822(20)31596-7)
  - NPO法人ビーフォレスト・クラブ  
<https://beeforest.jp/>

出典 : <https://www.fao.org/japan/portal-sites/international-days/0520/jp/>



## CPSスマート養蜂装置



## アゼルバイジャン 養蜂の様子



## 共同研究先：はちみつ工房(千葉県)



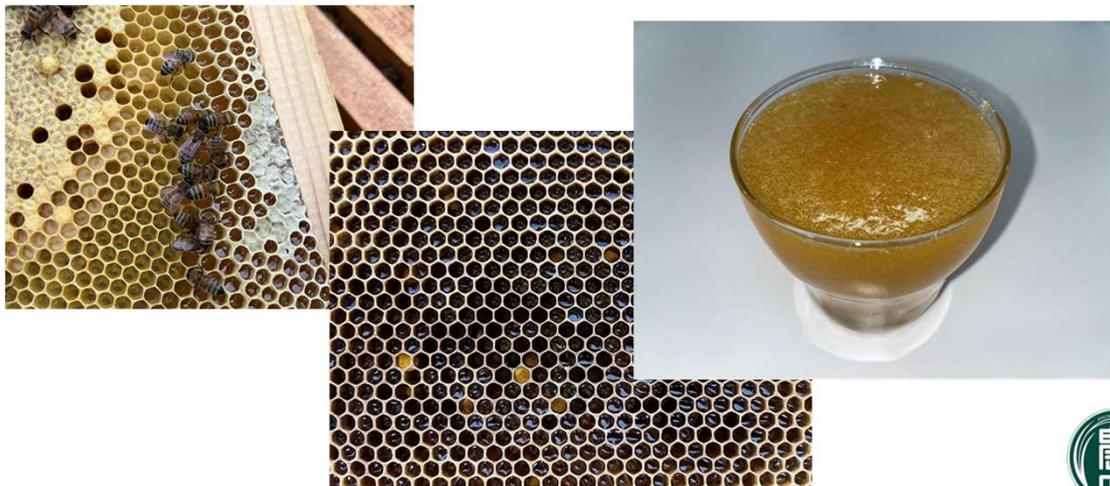
## 共同研究先：はちみつ工房(千葉県)



## 東京農業大学 屋上実験



## 農大で採れた蜂蜜(4月)



## 植生の多様性評価へDNA抽出

- 蜂蜜からDNAを取得して、**植生情報の多様性解析**、そして**地域・まちづくり**へ
- 東京農業大学生物資源ゲノム解析センターと東京情報大学・田中先生に協力して頂き、DNA抽出のための、PCRによるDNA増殖を確認

