

# IoT・AI技術を活用した新たな養蜂の展開

～ミツバチと共生する都市環境について考える～

(スマート都市養蜂システムの研究開発事業)

佐藤 証



国立大学法人

電気通信大学

# もくじ

- 養蜂の現状と課題
- 新しい都市養蜂
- センサーシステム
- 分蜂の検知
- カメラシステム
- 外部発表
- 今後の展開



# 養蜂の現状と課題

食料の9割を占める100の作物種の  
7割の受粉にハチが媒介 (国連環境計画 2011)





世界の経済的利益は最大で年間66兆円  
(政府間科学-政策プラットフォーム 2012)

ハチ目は半数の種が絶滅の危機に  
米国のマルハナバチの1種が20年で87%減少





世界的な気候変動  
侵略種や病原菌などの生物学的要因

肥料や殺虫剤などの化学物質による汚染  
農業や都市化，森林伐採による生息地減少





# 単品種を育てる大規模農業



# 花の咲く時期以外はハチにとっての砂漠





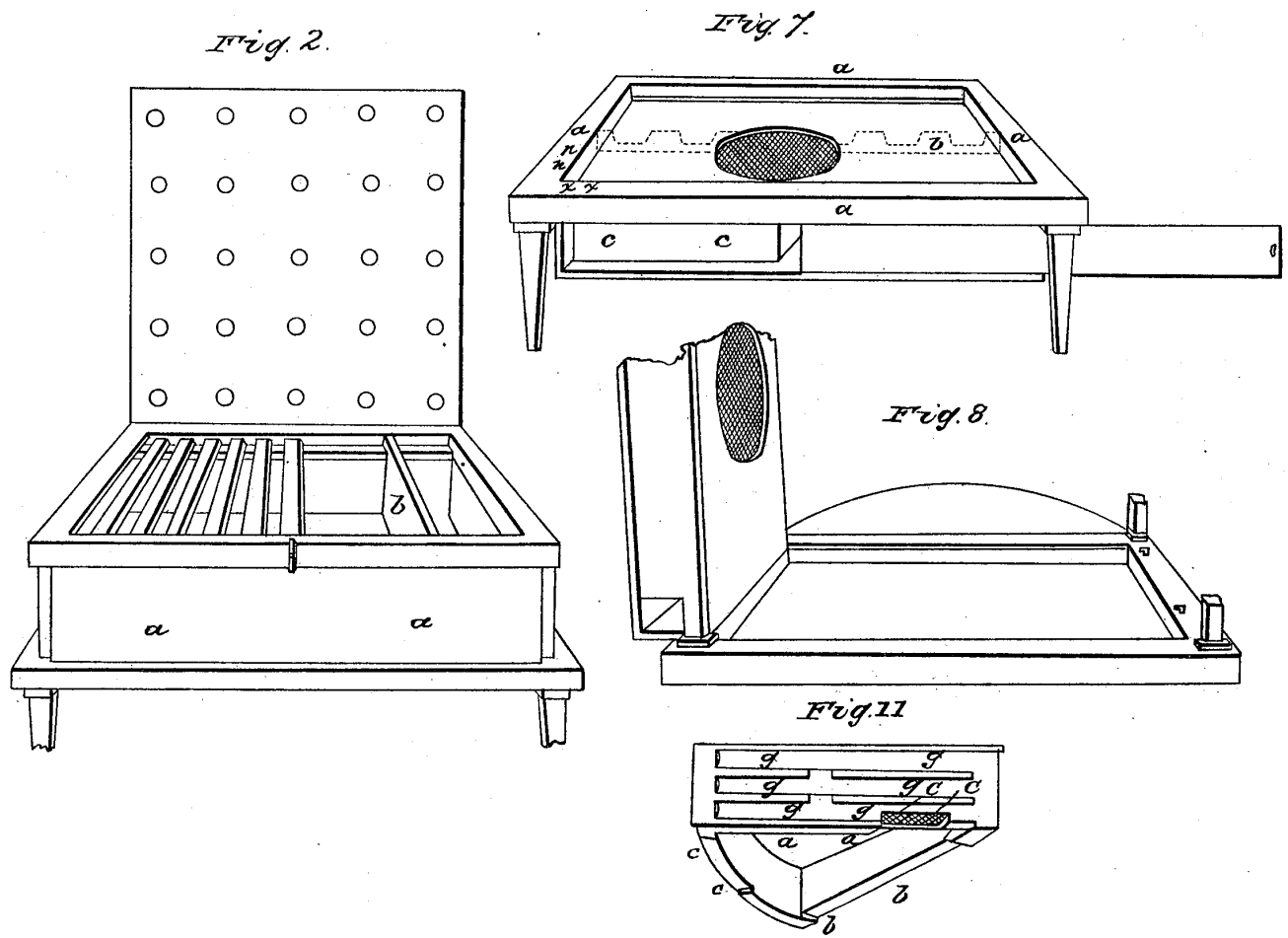
都市には意外と蜜源があり  
農薬の心配もない



屋上での都市養蜂が静かなブームに



ラングストロス養蜂箱が広く用いられる



No. 9,300.

L. L. LANGSTROTH,  
Bee Hive.

2 Sheets—Sheet 2.

Patented Oct. 5, 1852.

# LANGSTROTH'S HIVE AND THE HONEY-BEE

The Classic  
Beekeeper's Manual




1852年のラングストロスの発明以来

294. - L'Apiculture à Epernay. - Visite du Rucher  
(RUCHER CHARLES PIERRE)



170年間 同じ養蜂箱が使われている

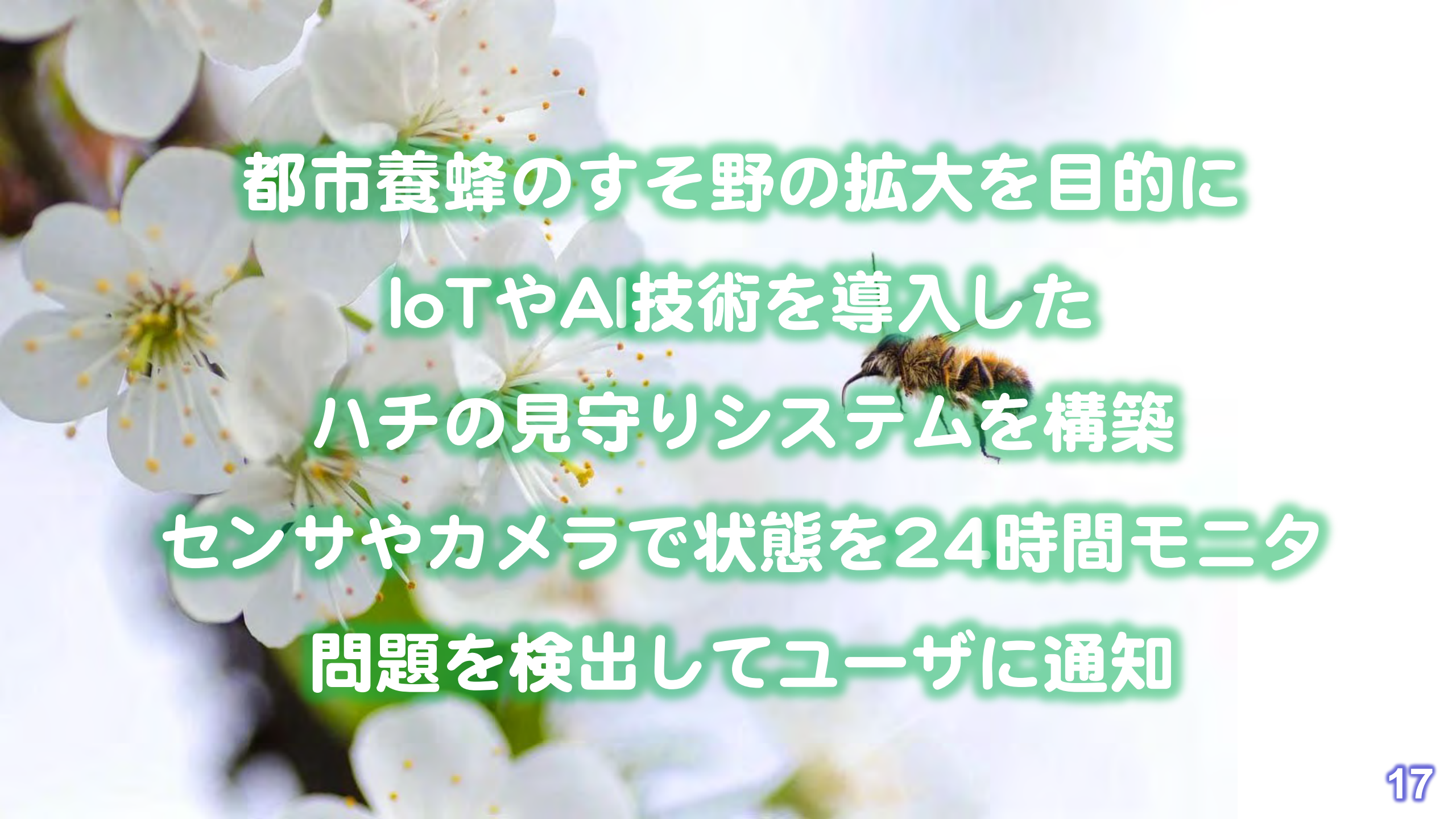


養蜂家のカンや経験に大きく依存  
巣箱の内検が頻繁に必要





個人の趣味としての敷居が高い



都市養蜂のすそ野の拡大を目的に  
IoTやAI技術を導入した  
ハチの見守りシステムを構築  
センサやカメラで状態を24時間モニタ  
問題を検出してユーザに通知



# 新しい都市養蜂

# 養蜂家のカンだけに頼らない スマート都市養蜂を原宿・赤坂で実施





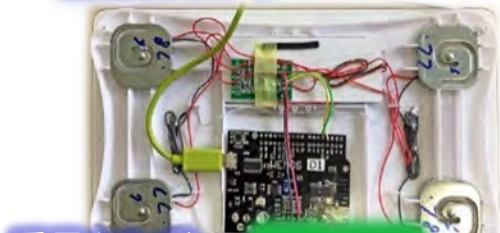
複数のセンサとカメラで24時間モニター

## (1) 低電力無線センサ開発

- 温湿度の24時間監視  
⇒ 内検の煙・温度変化によるストレス軽減
- 重量の変動監視  
⇒ 群勢・採蜜量の判断
- 無線・低電力化  
⇒ 設置・保守が容易  
バッテリー駆動化



温湿度センサ



重量センサ

# スマート都市養蜂

## (3) 管理システム開発

- エッジコンピューティング  
⇒ 通信量削減と高速化
- 遠隔管理システム  
⇒ スマホでどこからでも AIスピーカー
- AIスピーカー連動  
⇒ 音声インターフェースなどの機能拡張



Edge Computing



遠隔管理



## (2) AIカメラ開発

- 遠隔監視カメラシステム  
⇒ 低コスト化
- 小型赤外線暗視カメラ  
⇒ 巣箱内観察
- 機械学習による外敵検知  
⇒ 複数カメラの高精度リアルタイム検知



低コスト化



暗視カメラ



機械学習

AI

## — 持続可能な都市の実現 —

## (4) 実運用化

- 無線ソーラー・コントローラ  
⇒ 発電管理による電力の安定供給
- 都市養蜂と都市農業の融合  
⇒ 養蜂環境の向上と作物の受粉



都市養蜂×都市農業



ビルの屋上で本格的な果菜類の水耕栽培



# ベランダにトマトの緑のカーテン





農地での生産から都市で楽しむ農業へ



自宅のベランダやお庭で、本格水耕栽培

# TOWER FARM<sup>®</sup>

**NEW** スマート水耕栽培システム  
TOWER FARM (タワーファーム)



## 自宅ではじめる本格農園

自宅の限られたスペースを活かして、本格的な野菜栽培を愉しみたい。化学農薬を使わずに、安全・安心な野菜を育てたい。余暇時間で、ムリなく楽しく野菜づくりを継続したい。さまざまな想いに応える水耕栽培システム TOWER FARM (タワーファーム) 最新のIoT技術で、みどり豊かな生活をサポートし、持続可能な社会を支える、新しいファームスタイルをご提案します。

トマト、キュウリ、パプリカ、スロソ、萓など、本格的な野菜類の栽培が楽しめます。



# センサで遠隔管理



# センサーシステム

# 養蜂システム構成

AIスピーカー



遠隔監視



データ解析



Internet

養蜂施設



カメラ

センサ



モバイル  
ルータ

エッジサーバ



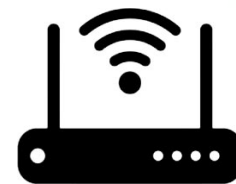
TensorFlow Lite



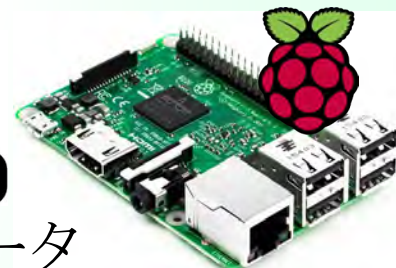
管理サーバ



Home Assistant



Wi-Fiルータ



通信・データベース・可視化ツール



Node-RED



Grafana



mosquitto



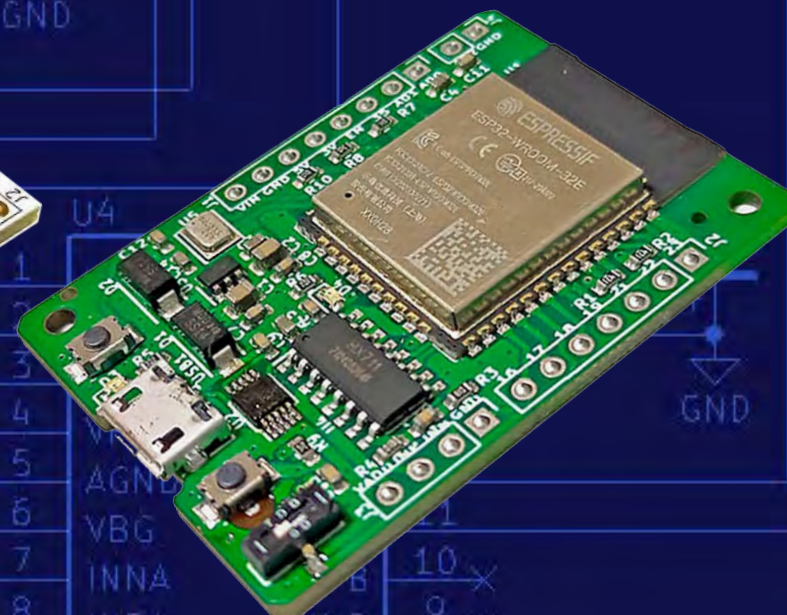
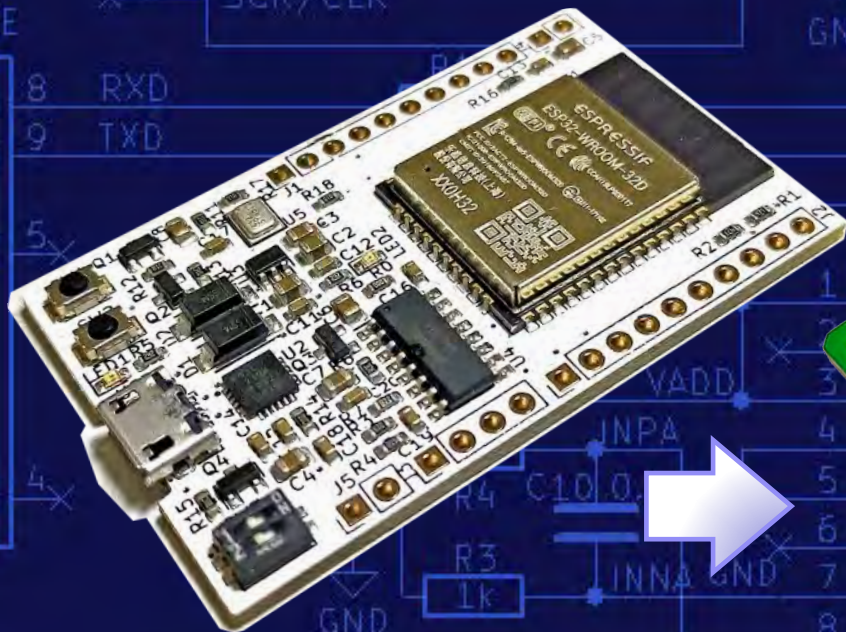
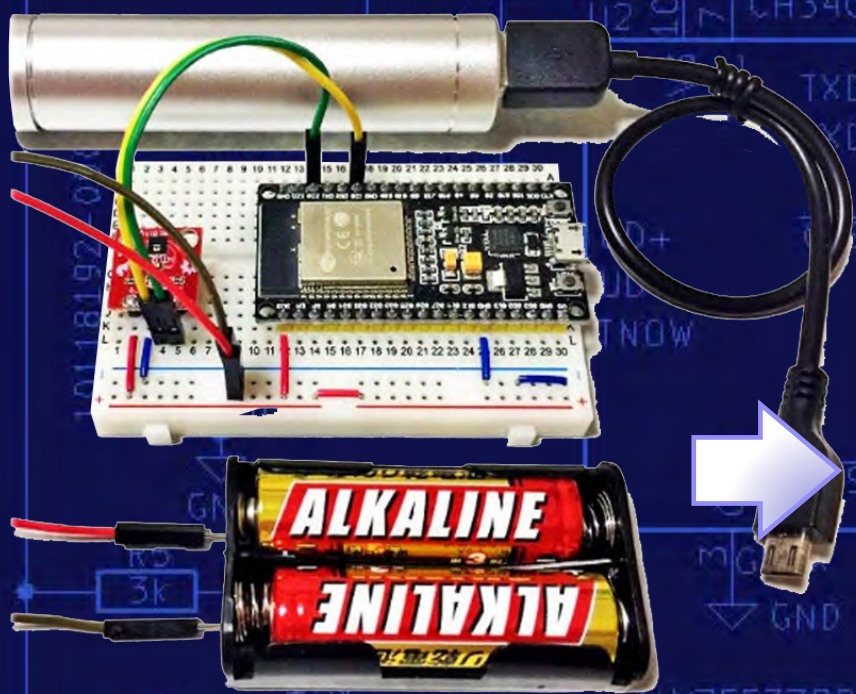
influxdb

# 乾電池で動作する低電力センサを開発

テスト回路

オリジナル基板

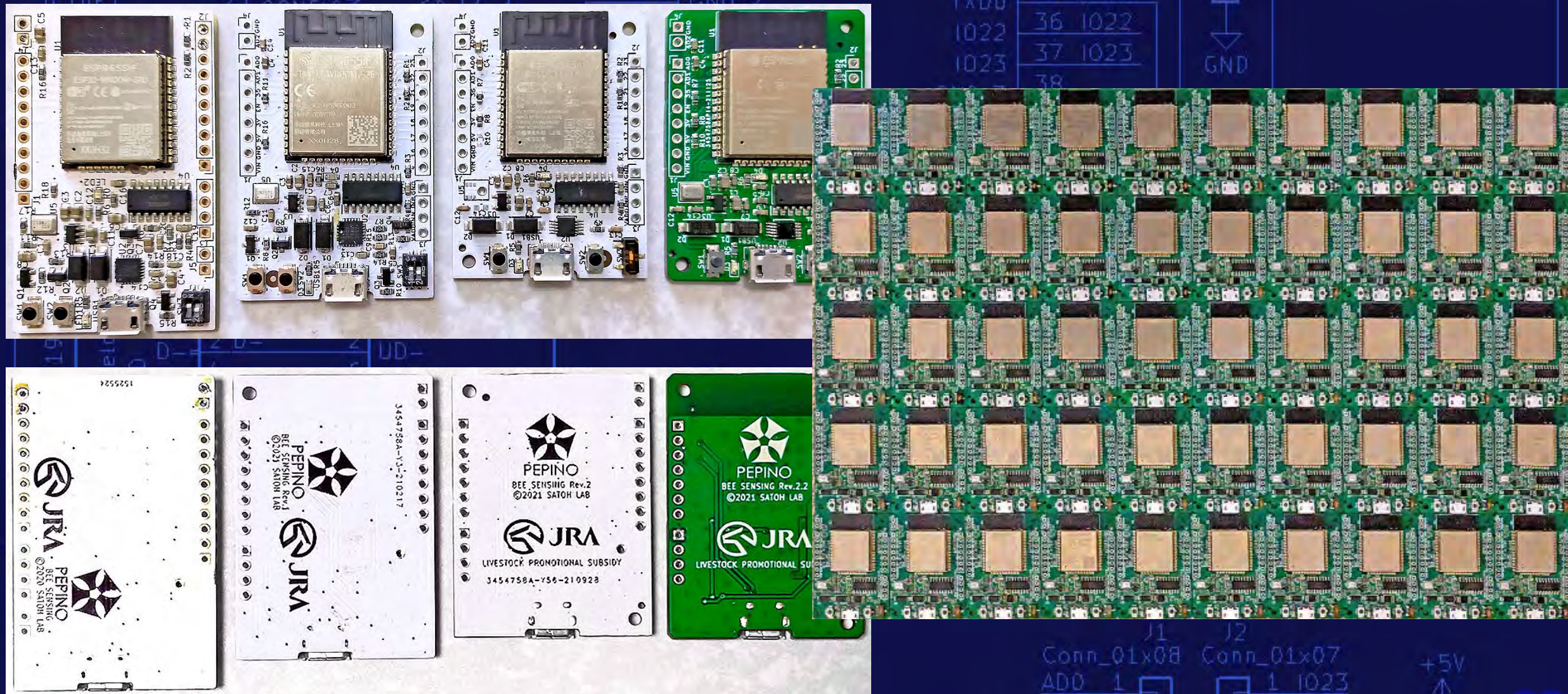
改良基板



2週間動作

5ヶ月動作

# 温湿度と重量センサ用に50枚製造



# 温湿度と重量センサモジュールへの実装



温湿度センサ

重量センサ



# モバイルルータに6000台のセンサを接続可



接続実験

サーバー画面





TBS



# 都内の養蜂施設にセンサを設置



農家とともに80年  
80 農文協

草月



現地で巣箱を持ち上げて貯蜜を調べなくても

BEETOPIA

重量1

3.16

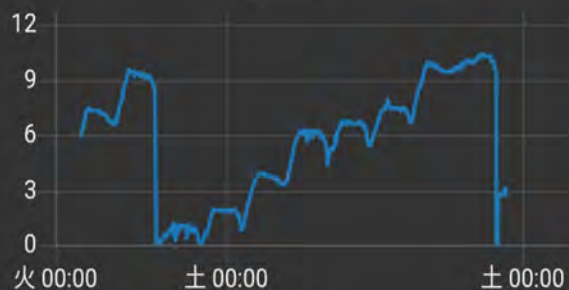
重量2

3.06

重量3

2.6

重量1



重量2



スマホで遠隔モニタ



# 分蜂の検知

新女王が生まれるとき  
半数のハチが旧女王と出て行く



2022年5月2日午前11時40分



急激な重量低下

高体温(37°C)





分蜂には約一時間を要する

# 監視カメラによる動体検知



00

12:00:30 再生

12:00:44 再生

12:01:08 再生

08:00 09:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00

39

The interface shows a video player with a play button, a pause button, and a camera icon. Below the video player is a timeline with a red vertical line indicating the current position. The timeline is labeled with times from 08:00 to 15:00. The number 39 is displayed in the bottom right corner.





アラートを受けて捕獲に成功

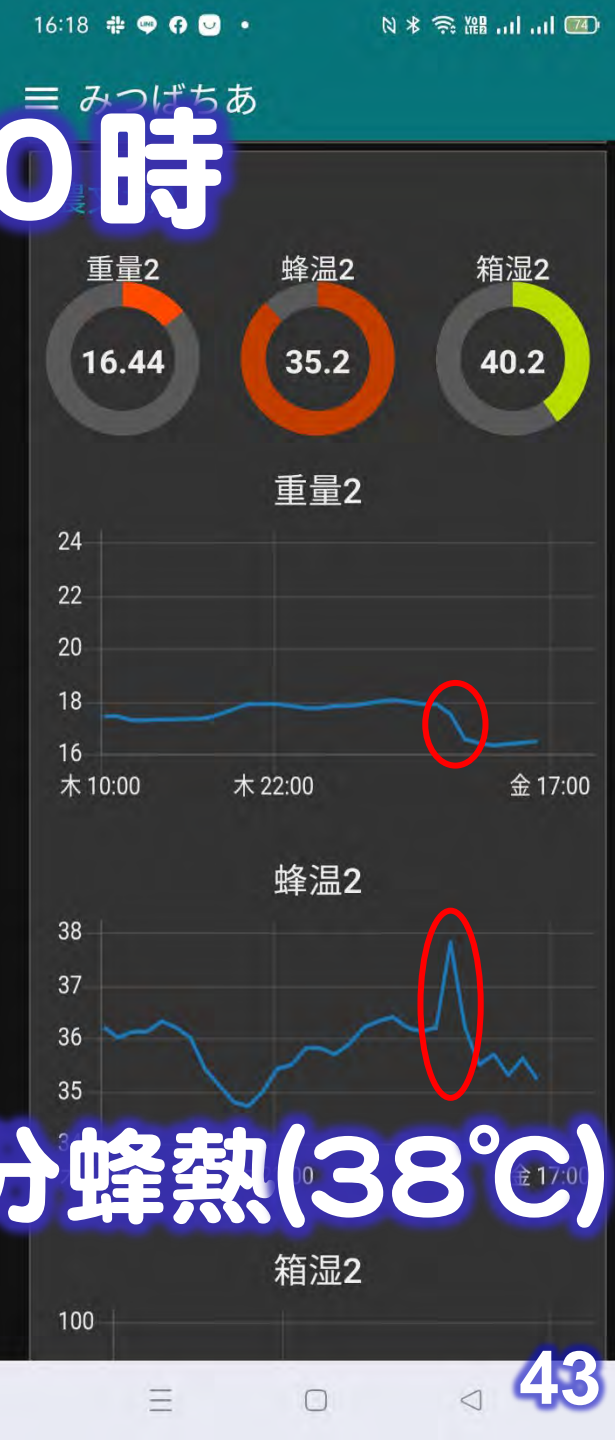
2022年5月3日午前9時40分

0022-05-03 09:40:20



2022-05-03 10:02:39

2022年5月6日午前10時





# カメラシステム

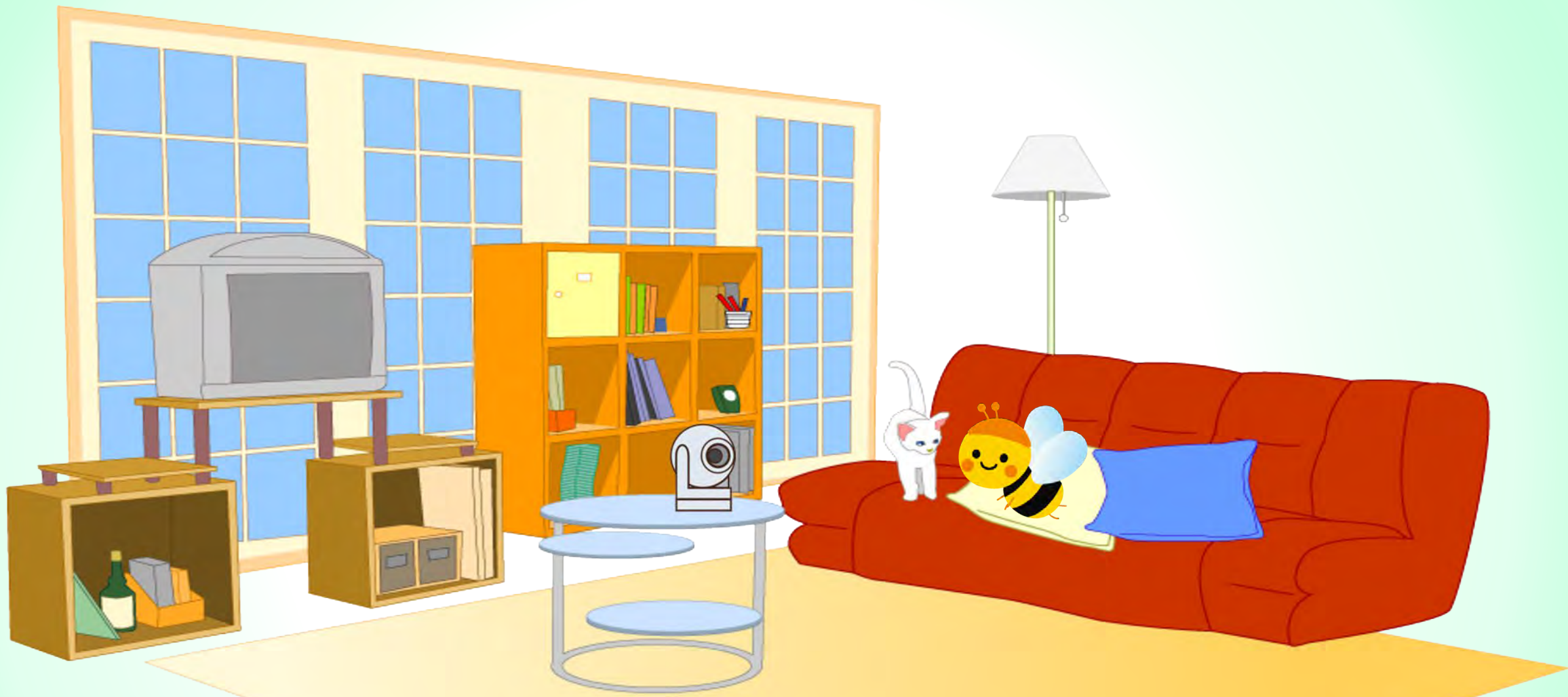


ミツバチの活動を動画で監視したい

個人養蜂家の多くはペットとして飼育



ミツノ群ごとに個性を持つ



ペットの見守りと同じ感覚





徘徊する女王バチ



門番に追い返されるよそ者

# 日本ミツバチのスズメバチ撃退法『熱殺蜂球』

朝日新聞デジタル > 記事

注目の連載記事

もっと見る

## 必殺技は「熱殺蜂球」 ニホンミツバチの生存戦略

会員記事

米山正寛 2020年9月3日 10時00分

シェア

ツイート

ブックマーク

メール

印刷

list

4

秋を迎えると、ニホンミツバチの巣には冬越しに備えた大量の蜜が蓄えられ、幼虫やさなぎもたくさんいる。そこに群れで襲いかかるのが、日本のスズメバチ類の中で最大のオオスズメバチだ。



ニホンミツバチの熱殺蜂球。右下に取り囲まれているオオスズメバチの顔が見える=小野正人さん提供

## 朝日新聞2020年9月3日

広重名所百景はいま

提灯の文字、「雷門」じゃなかった  
焼失前の淺草の景色



PR 注目情報

お題は「ありがとう」川柳募集！

賞金10万円他、豪華家電プレゼント

教育現場の声を生かしたタブレットPC

開発担当者に親子でインタビュー

マウス操作だけでアプリ開発？

スマホアプリDIYで業務効率化のすすめ

野菜、摂れていますか？

今日からできる「あと60g」の心がけ

アクセスランキング

もっと見る

読まれています

昨日のトップ5

橋下徹氏の起用「200%ない」菅氏が  
番組で断言

北海道内便でもマスク拒否 降ろされた  
乗客「持病ある」



みつばち2号 スズメバチを撃退するセイヨウミツバチ



**スズメバチの来襲は初期対応が重要**

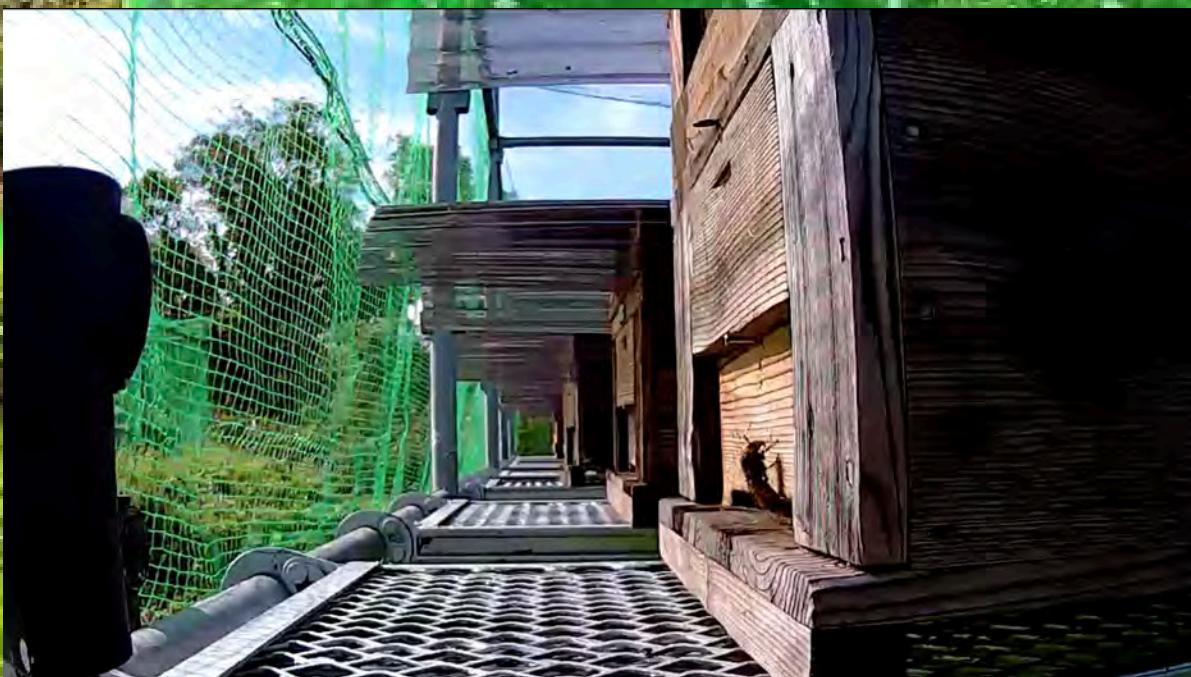
# 一日中監視するのは困難 動画の通信速度と容量の問題



- AIエッジコンピューティングで物敵検知
- SNSでユーザに通知
- 1ボードマイコンで10台のカメラ映像を処理



# 養蜂場で機械学習用のデータを収集







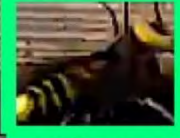
学習モデルの精度を向上させ誤検知を0に

# カマキリの検出

mantis: 83%



hornet: 99%



hornet: 99%

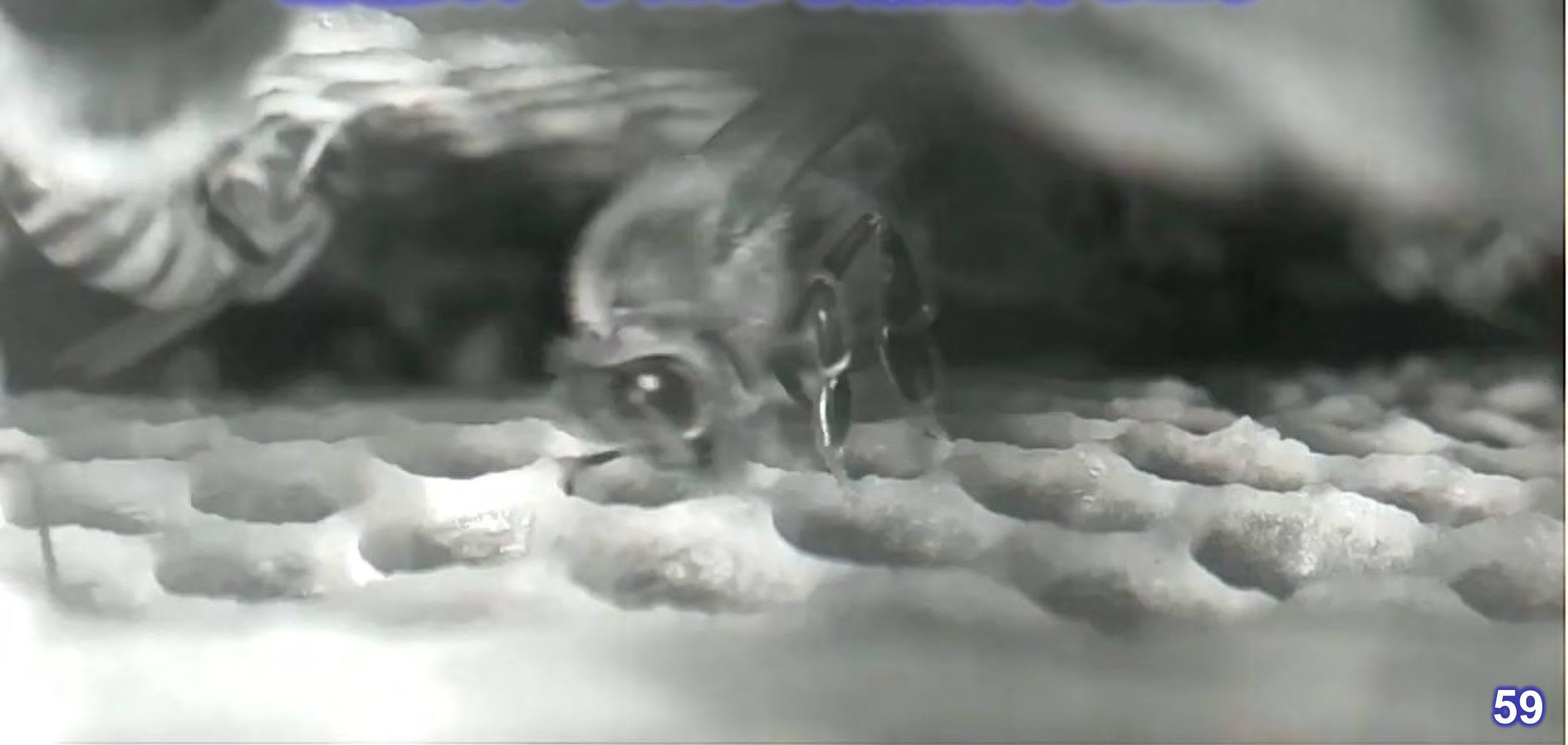


# ミツバチのカウント

『ミツバチ』 LiveCam配信中



# 暗視カメラによる巣箱内モニタ





# 外部発表

第15回

# 国際ガーデン EXPO



## 展示会への出展

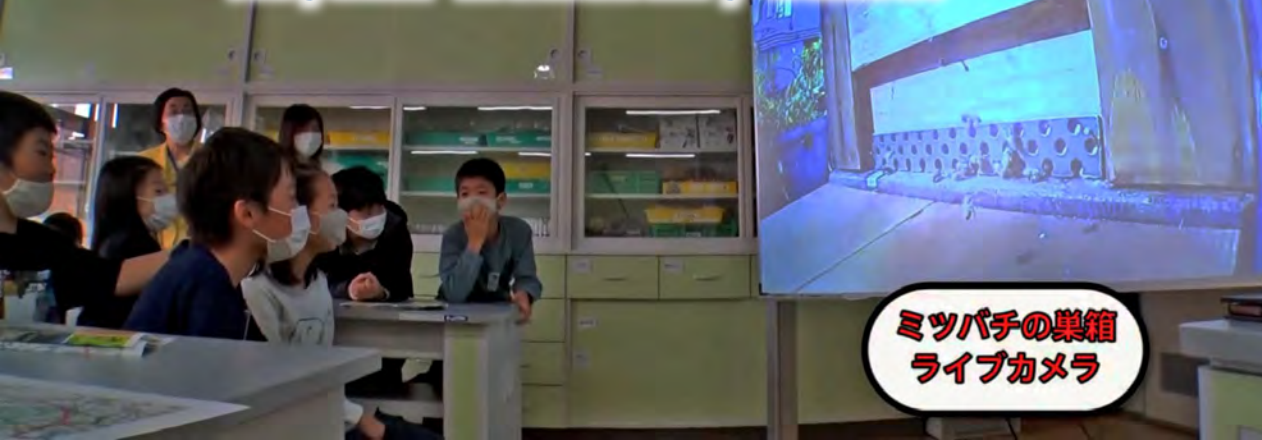
# だいこんちゅうてん 大昆虫展



# 主だったくない広場



# 青 港区立 青山小学校 Aoyama Elementary School



IBS  
みつばち教室

ミツバチの巣箱  
ライブカメラ



電気通信大学 情報・ネットワーク工学専攻 佐藤研究室

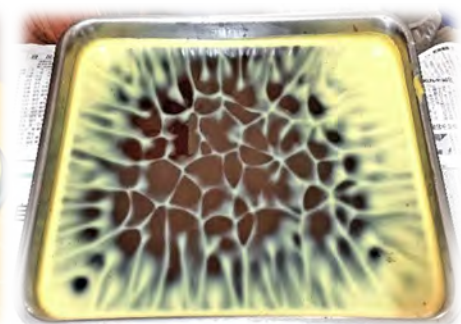
## SATOHI Lab スマート都市養蜂システム

- 楽しみとしての都市養蜂
- 作物の受粉に不可欠でSDGsに貢献する都市養蜂が拡大
  - カンや蜂線に頼っている養蜂に先端のIoT-AIを導入
  - 個人でも楽しめる安価で高性能なセンサを開発

- 省電力センサシステム
- 単箱の温湿度・重量・画像・音声等で群蜂や貯蜜量を24時間いつでもどこでもスマホでモニター
  - 省電力化により乾電池で3ヶ月以上動作可能
  - 数十台のセンサを同時接続しデータベースに保存

- AIカメラシステム
- ネットワークカメラの動画をAIで画像認識
  - スマホやカメラキリ等の外敵を検知・通知
  - 暗視カメラで巣箱内の活動を撮影しYouTubeにアップロード

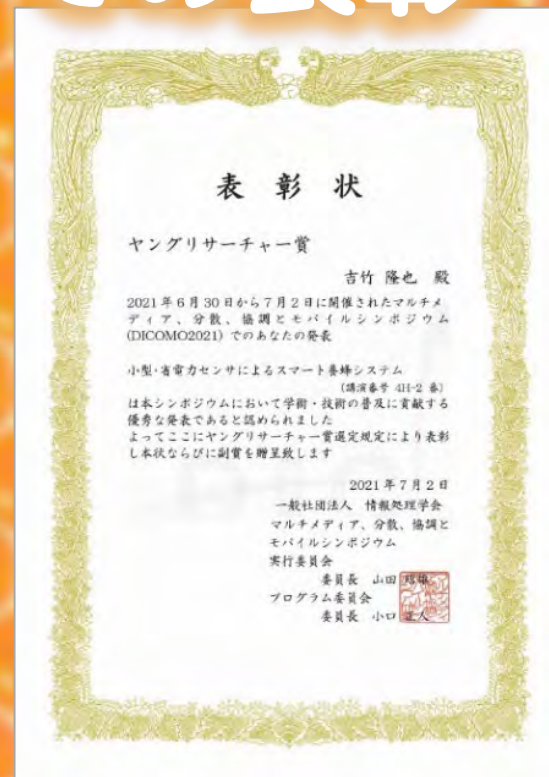
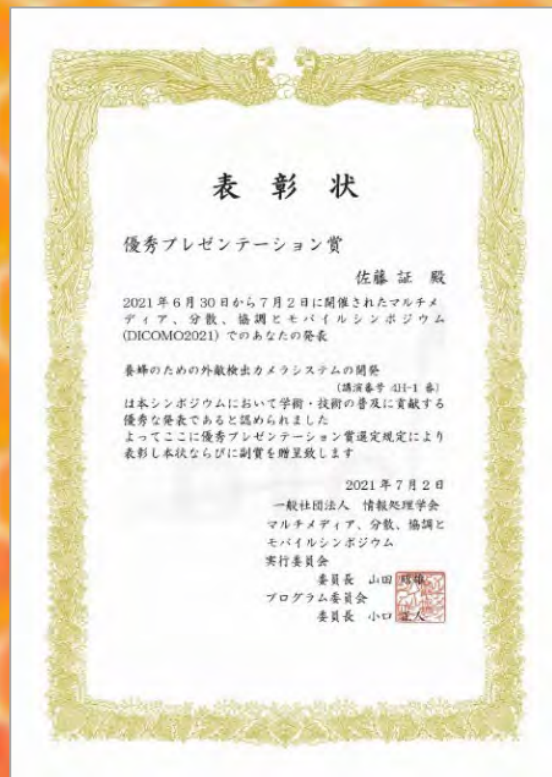
- 都市養蜂×都市農業
- 持続可能な都市環境向け都市養蜂と都市農業を融合
  - IoT技術を用いた小型水耕栽培装置を農上に導入
  - イベントや憩いのスペース 食育・教育への活用
  - 自産自消と6次産業化

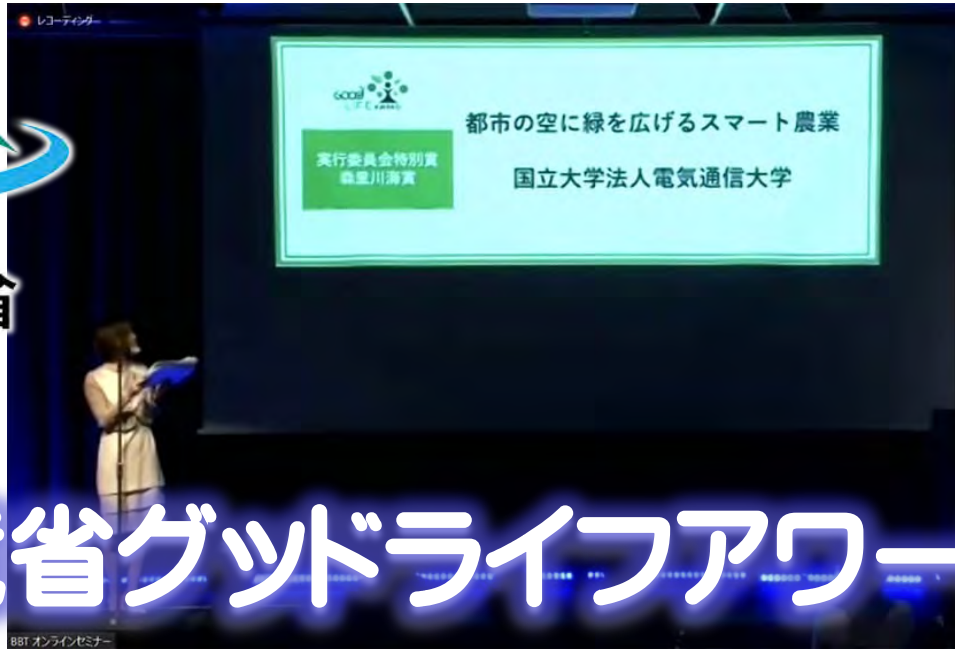


# 都市環境・生物多様性・地域活性化



# 学会・国際コンテストでの表彰





# 環境省グッドライフアワード受賞・SDGsイベント講演



松本 外務省 科学技術顧問による鷲尾外務副大臣表敬

令和3年9月2日  
英語版 (English)

ツイート シェア 46 メール



食料システム 作る 生産 農業

● 科学技術名: スマート都市農業

● 解決できる問題:  
都市のビルの屋上に水耕栽培の農園を展開。太陽光発電を利用し、環境にやさしい無農薬栽培を実現。ヒートアイランド対策、自産自消による6次産業化、食育、地域活性化に貢献。

● 科学技術詳細:  
センサ制御技術を導入した水耕栽培装置により、生育環境をモニターしながら、都内の病院や小学校などこれまでに約20ヶ所で、トマト、いちご、メロンを中心に様々な作物を栽培。利用者のニーズに合わせた少量多品種の同時栽培が可能。  
受粉に不可欠なミツバチのスマート養蜂システムとも融合。レストランや洋菓子店での商品開発による6次産業化、収穫イベント、こども食堂への提供など地域連携も進めている。



適用可能な条件、社会実装例: 日本

# 外務省の国連食糧システムサミット等の資料に掲載



# 今後の展開

全国初!

# ミツバチプロジェクト

坂戸市は自治体としては全国で初めて、ミツバチの飼育を始めました。平成25年から始まったこのプロジェクトは多くのボランティアに支えられ、協働で進めています。

## 坂戸市で採蜜量を増やす研究を実施



埼玉県  
坂戸市  
CITY OF SAKADO



農 東京農業大学  
Tokyo University of Agriculture

校舎屋上に都市養蜂・農業の施設を構築

# スマート養蜂の成果をコオロギ飼育へ応用



農市

# 環境への負荷が小さい代替タンパク フードロスを飼料へ利用できる 昆虫食が注目されている



ご清聴ありがとうございました

