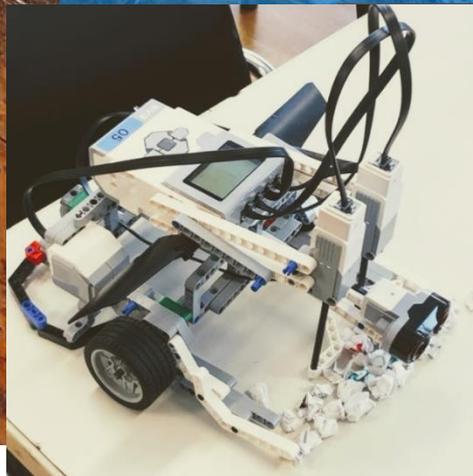

ベジタリア株式会社
「『未来の農業』をテーマにした
STEAM教育プログラム」

「未来の教室」実証事業 報告書

II. 産業界と連携したSTEM/STEAM（教科横断）プログラム 「農業高校で取り組むロボティクスとIoT/IPM体験プログラム」



実証受託事業者：ベジタリア株式会社

背景と事業の狙い

背景

◎日本の農業の課題と国（農林水産省）の取組

- ・労働力不足解決に向けたスマート農業の推進および環境負荷低減と農作物の安定生産に向けたIPMの推進。

◎スマート農業およびIPM普及に取り組む産業界（自社）の課題

- ・高齢化した生産者は、新しいものを導入する意欲が低い傾向
- ・スマート農業やIPMの導入に価値を感じるためには、営農活動において科学的根拠やデータを活用するという考え方を身に着ける必要があるが、現役の生産者にそうした考え方の普及が見られない。

◎農業高等学校の現状

<課題>

- ・偏差値重視の進路指導により、学業成績優秀な中学生は、普通科の高校に流れる傾向。
- ・スマート農業やIPMなど最新の科学的根拠に基づく農業技術を教える教材がなく、教員側にも知見が不足している。
- ・卒業後は在学中に学んだことを生かした就職と進学で80%を達成している学校もあるものの農業と無関係の分野に就職・進学する生徒も多い。

<可能性>

- ・農業高校ではプロジェクト学習が教科の学習や指導内容に位置付けられており、自ら課題を設定して解決策を研究・発表することに慣れている
- ・農作物の苗や生産物を地域の生産者や消費者に販売する活動も重視されており、地域社会との交流に慣れている

事業の狙い

◎対象と実施内容

- ・農業高校生を対象にスマート農業やIPMの要素をもつSTEAMプログラムを実施する。

◎最終目標 1

- ・そのことにより、農業高校から、スマート農業やIPMに関わる科学的知見等（＝STEAM）に関心を持ち、そうした分野への進学や就職、起業をする者（→究極的にはチェンジメーカー）が輩出されるようにしたい。

◎最終目標 2

- ・また、農業高校が地域におけるスマート農業やIPM学習のハブ（拠点）となり、地域の農業の底上げにつながるようにしたい。

◎今回の事業から得ること

- ・今回実施するSTEAMプログラムの有効性および改善点に関する知見。
- ・STEAMプログラムの実施にあたり課題となった環境要因（学校の制度等含む）に関する知見。
- ・上記を踏まえた、今回実施するSTEAMプログラムの一般化、商材化に向けた課題や解決案の整理（提供形態、内容、費用、など）

実施内容：STEAMプログラム開発委員会

回数： 月1回の会議を10月～1月の合計4回実施

出席者： STEAM学習専門家、各プログラム実施者（専門家）、実施校担当者

内容： 各プログラムの実施内容や進捗状況の共有、効果（生徒および教員の反応等）の共有、課題や改善点の議論 など



第2回STEAMプログラム開発委員会（現地+zoom）

実施内容：STEAMプログラムA（農業高校×ロボティクス）

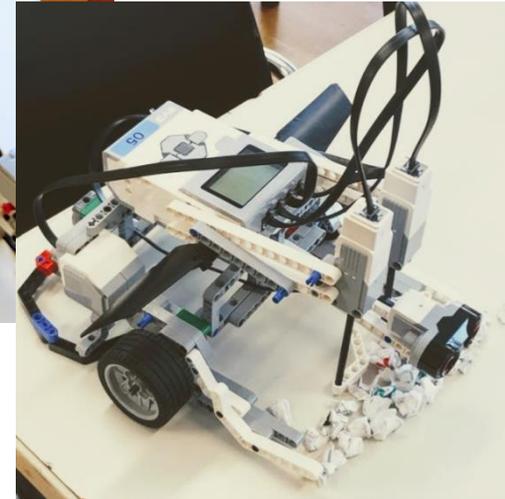
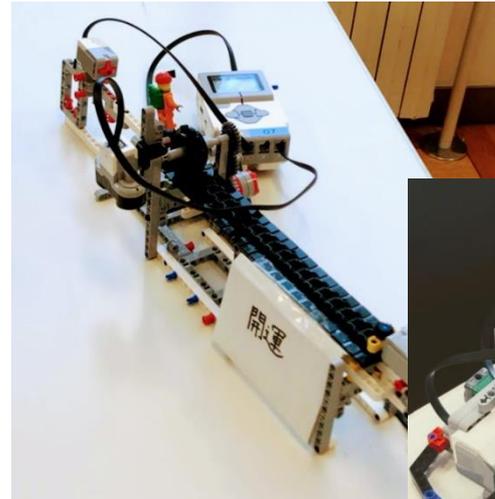
回数： 月1回の訪問授業を10月～1月の合計4回実施

対象者： 旭川農業高等学校農業科学科 15名

内容： レゴMINDSTORM EV3 を使用したロボティクス学習



第2回授業風景



センサー自動ドアと自立式掃除ロボット
第4回授業から

実施内容：STEAMプログラムA（農業高校×ロボティクス）

学習分野	農業×ロボットへの関心喚起	ロボット制御と他科目（数学・物理等）の関連付け	ロボット開発の仕組みを学ぶ	学習の振り返りと発表
題目	農業の課題抽出 レゴMINDSTORM EV3紹介	既存の農業機械を研究 MINDSTORM EV3でプロトタイプ作成	EV3と実社会の関連づけ MINDSTORM EV3でプロトタイプ作成	プロトタイプ発表・議論
所要時間	4時間	4時間	4時間	4時間
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・本格ロボット作りにつながるような実際の課題を洗い出し、課題解決方法を考える ・レゴMINDSTORM EV3を紹介し、簡単な試行を行う ・現在の農業機械の仕組みを簡単に解説し、EV3で一部再現できることを伝える ・抽出した農業の課題に対し、機械を使った解決方法を生徒同士で話し合う 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の農業機械を研究しつつ、MINDSTORM EV3でプロトタイプを作成 ・モータの回転数とロボットアームの動きの関連性など、数学を用いた論理的なロボット制御を学ぶ。（数学科目との関連付け） ・汎用性の高いカラーセンサー、画像認識との関連性についても講義を行う。モータの完成や、摩擦などについて講義（物理科目との関連付け） 	<ul style="list-style-type: none"> ・MINDSTORM EV3でプロトタイプ作成継続 ・実社会で技術者に求められる「仕様書」、プログラム汎用言語、データ解析ツール等を紹介し、EV3で学んだ知識がどのように役立つか講義 	<ul style="list-style-type: none"> ・作成したロボットの特徴や実際に稼働する農業機械との関連性を発表、討論する ・学んだ知識の整理、確認とロボット作成につながるファシリテーションを行う ・ロボットの学習や実践に対するモチベーション向上のためのファシリテーション（自主的に取組を継続したいという生徒への働きかけ）

実施内容：STEAMプログラムB（農業高校×IoT/IPM）

回数：全4種の訪問授業（全8回～9回）を10月～1月に各校で実施

対象者： 栃木農業高等学校 農業科野菜専攻 8名ほか
農産高等学校 園芸デザイン科、食品科 6名ほか
庄原実業高等学校 環境工学科、生物生産学科、生活科学科 14名ほか
日南振徳高等学校 経営情報科、地域農業科、電気科 60名ほか
国分中央高等学校 ビジネス情報科、地域農業科 21名ほか

- 内容：
- ①講演（最新のAgri-techを学ぶ） または デザイン思考講座
 - ②科学的思考とIPMを学ぶ（根こぶ病と菌密度診断について）
 - ③農業用IoT センサーを学ぶ
 - ④IoT 温度センサーを自作する（プログラミング+電子工作）
 - ⑤振り返り



農業用センサー授業@庄原実業高校



根こぶ病検体採取
@都立農産高校

プログラミング実習
@栃木農業高校



ソーラ給電
クラウド
温湿度センサー
(IoT百葉箱)



振り返り@日南振徳高校

実施内容：STEAMプログラムB（農業高校×IoT/IPM）

学習分野	農業×IoT/IPMへの 関心喚起	科学的な農業の具体例 に触れる	IoTの仕組みを学ぶ	プログラミング、 電子工作	振り返り
題目	最新のagritechを学 ぶ または デザ イン思考講座	IPMと根こぶ病菌密度 診断を学ぶ	農業用IoTセンサーを 学ぶ	IoTセンサーを自作 する	学習内容の振り返 り
所要時間	1～2単元時間	1～3単元時間	1～3単元時間	17～21単元時間	2単元時間
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ agritech 分野に取り 組むベンチャー経営者 からの直接講義 ・ 実施時間を2時間とれ た場合は、講義後に生 徒とのディスカッショ ンやワークショップを 実施 ・ デザイン思考講座で は、目的を明確化した うえでの手段の検討の 重要性を講義 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 物事の科学的な捉え方につ いて豊富な事例により紹 介 ・ IPM（総合的病害虫・雑 草管理）の考え方を説明 ・ 根こぶ病について説明 ・ 根こぶ病菌密度診断サー ビスを題材に、科学的根拠 に基づく適正な病虫害管理 （防除）の方法と効果につ いて説明 ・ 実施時間を3時間とれた 場合は、根こぶ病菌密度診 断サービスの体験のための 検体（土）採取方法まで指 導 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商用化されている農業 用IoTセンサーシステムの 紹介 ・ システムの設計思想 （開発の目的）、技術的 特徴などを解説 ・ 説明には実物を用いた ・ 実施時間を3時間とれた 場合は、どのようなセン サーがあったら便利か、 について生徒とのディス カッションやワーク ショップを実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Rapsberry Pie とソー ラーパネル電源を使用 した温湿度センサー装 置を製作 ・ クラウド型プログラ ミング環境ツール Monacaを使用したセン サーデータ閲覧アプリ の制作 ・ プログラミング教育 の教員向け研修会も実 施した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ワークショップ形式 で、これまでの学習内 容の振り返りを実施 ・ 印象に残ったことな どを思い出しつつ整理 するとともに、学習し た内容（IoT / IPM）を 活用してどんなことが できるかについて、生 徒に自由に思考しても らった。

成果のまとめ

◎最終目標 1 : STEAM分野への興味・関心の向上

→達成の可能性が確認された。(生徒アンケートより)

- ・2種のプログラムともに農業高等学校から、スマート農業やIPMに関わる科学的知見等(=STEAM)に関心を持ち、そうした分野への進学や就職、起業をする者(→究極的にはチェンジメーカー)意向が強まる傾向が確認された。

◎最終目標 2 : 農業高校がスマート農業やIPMに関する地域のハブ(拠点)となること

→達成の可能性が確認された。

- ・実施6校において、それぞれ、地域のメディア、自治体、生産者などが実証事業の授業に関心が強く、農業高等学校が地域におけるスマート農業やIPM学習のハブ(拠点)となり、地域の農業の底上げにつながる事が確認できた。

◎今回の事業から得たこと

- ・今回実施したSTEAMプログラムの有効性および改善点

→2種のプログラムともに受講者のSTEAM分野への興味・関心の向上が確認された。ただしいずれのプログラムも専門家講師の訪問を基本としており、一般的に普及させるにはコストや実施体制の構築などの改善が必要である。

- ・STEAMプログラムの実施にあたり課題となった環境要因

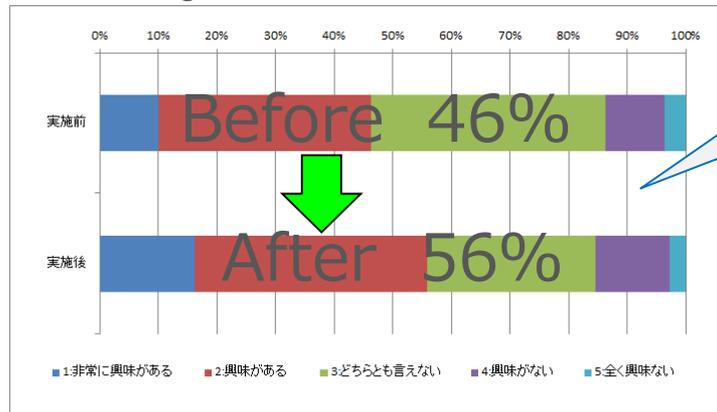
→IoTの授業実施にあたり、教育委員会にインターネット利用の許可を求める必要があった(広島県)。また、学校の判断により授業において生徒のスマートフォンが使用できなかった(広島県、栃木県)。インターネットやスマートフォンの学習利用のルール整備が必要と思われる。

- ・今回実施したSTEAMプログラムの一般化等について案を整理した。(後述)

成果：プログラムA、Bの有効性に関する知見（生徒への影響）

～プログラム実施前後のアンケートより～

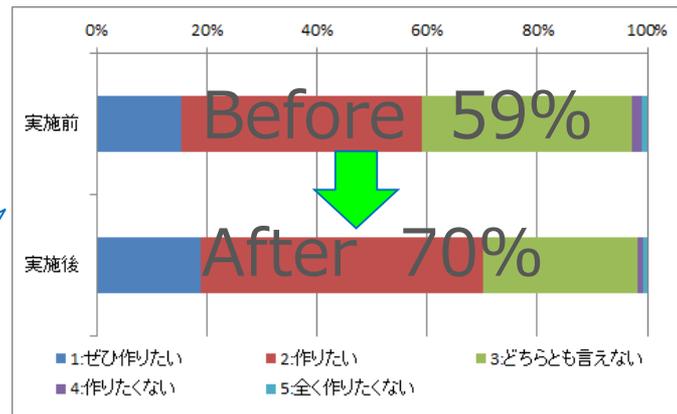
Q6、ロボット、電子工作などを作ることに興味がある



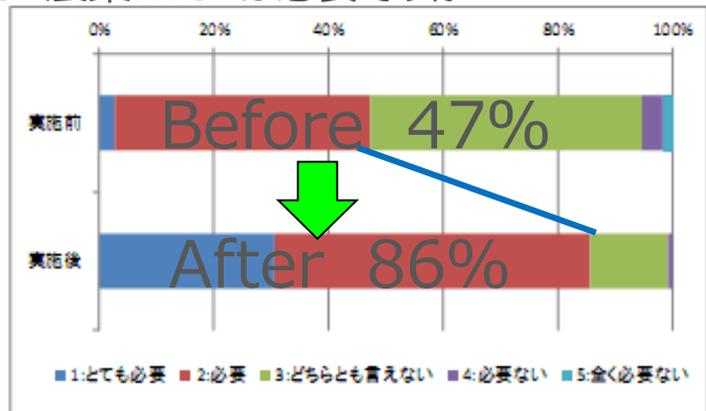
関心領域が広がった。

今までにない
チャレンジを目指す
生徒が増えた。

Q9、今までにないものを作りたいと思う



Q8 農業にICTは必要ですか？



IoT/ロボティクス・ものづくり・農業ICTへ
理解・興味・関心が強くなった

成果：プログラムA、Bの有効性に関する知見（生徒への影響）

～授業後のモニタリングシート記入内容より～

**「自分たちでもできる」「誰かの役に立つ」
「こんな仕事（ロボティクス）に就きたい気持ちが出た」
「世の中に役立つものが作れそうだとということを実感することができた」**

- EV3やMonacaを使って実際にプログラミング、組立てを体験したことにより、「自分たちでもできる」という自信につながった。（旭川）
- 「農業ICTの会社に入るにはどうしたらいいですか？」（庄原）**「こんな仕事（ロボティクス）に就きたい気持ちが出た」**「今後の農業経営に活かせることがあったので活かしていきたい」（旭川）
- **「植物医師という職業に興味を持った」**（日南）
等、様々なかたちで地域、農業への関わり方を考え始めた。
- 外部専門家、経営者と直に接することで学校での学習が世の中でいかに活きているか実感するとともに、「農業、工業、商業の分野がそれぞれ独立しているわけではなく、つながっていることやこれからはもっと強くつながることが大事だと分かった。」（日南）
- 自分たちで作ったもの、学んだことが実社会において**「誰かの役に立つ」**ことに意義を見出し始めている。
- 他学科、他学年との横断的学習によって刺激を受け、「他学科と力を合わせることで、**世の中に役立つものが作れそうだとということを実感することができた。**」（日南）
等、通常の授業では学ばない教科に対する興味関心が高まった。

成果：プログラムA、Bの改善点および実施上の課題に関する知見

プログラム名	実現できたこと	課題	改善／発展の方向性
<p>プログラムA 農業×ロボティクス</p>	<p>授業を通じ、ロボティクスへの関心を高め、プログラミングへのハードルを下げた事がわかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農業を学びエンジニアを目指すなどチェンジメーカー創出の可能性を確認した。 	<p>◎講師の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> ・先端技術と、技術者倫理の両方を理解しているエンジニアは稀有である。 <p>◎今回のプログラムの教材化と講師育成</p> <p>◎プロトタイプ作成後の発展授業の開発</p> <p>◎学校教員のサポート体制</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複数校で実施の場合は、学校教員へのサポート体制も必要。 	<p>◎講師の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベテラン技術者等の確保 <p>◎今回のプログラムの教材化と講師育成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「プロトタイプ作り」の教材化。 <p>◎プロトタイプ作成後の発展授業の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「プロトタイプから本格製作まで」のカリキュラム開発。 <p>◎学校教員のサポート体制</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オンラインサポート（FAQポット等も有効か）の整備。
<p>プログラムB 農業×IoT/IPM</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・授業を通じ、農業をテーマに専門高校生が社会課題と自分の学習がつながる事を理解し、学習意欲の向上につながる事が確認できた。 ・農業異分野の高校生が、Agritechエンジニアを目指すチェンジメーカーとなる可能性を確認した。 ・「最新のAgritech」「ベンチャー企業を学ぶ」「デザイン思考」「根こぶ病の遺伝子診断」「IoTセンサー」「プログラミング」などのテーマが、学科を超え社会課題に対応したPBLに発展する教材となり得ることが確認された。 	<p>◎プログラム実施体制の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Agritechの授業を実施できる企業や人材は限られているが、通常は農業高校との接点がない。 <p>◎プログラム実施の低コスト化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・専門家の訪問を前提とすると、1回ごとの実施に係るコストが高い。 <p>◎必要機材の教材化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・IoT学習に使えるIoT学習キットは汎用品ではなく組立品のため都度の入手が困難。 	<p>◎農業高校とAgritech企業等との接点強化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農業用IoTセンサーの配備など農業高校を地域のAgritech拠点として整備。 <p>→企業側は地域の潜在顧客との接点が増えるため取り組みやすい。</p> <p>→農業高校に地域の事業者や市民が集まるようになり、農業高校の地域社会的価値創出へ。</p> <p>◎プログラム実施の低コスト化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教材動画など専門家の訪問不要に。 <p>◎IoT学習キットの教材化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時入手可能なIoT学習キットを開発。 ・農業高校生に限らず普通科含む他の学科の生徒や、中学生等の学習にも12使用できるものとする。

成果：プログラムA、Bの一般化に向けた整理

実証実施
プログラム
(時間数)

プログラムA
農業×ロボティクス
(16時間程度)



プログラムB
農業×IoT/IPM
(27時間程
度)



一般化した
プログラム名

「産業ロボット」プロトタイプ作成
農業×「ロボティクス」
マインドストームで学ぶ

「クラウドIoTセンサー」を自作
農業×「IoT IFFJ/Monacaキットで学ぶ

- 派生 PBL
- 「農業ベンチャー企業経営」
 - 「デザイン思考」
 - 「IPM/根こぶ病の遺伝子診断」

STEAM
要素

プログラミング
エンジニアリング
数学/物理/工学

プログラミング
エンジニアリング
数学/物理/生物/化学/経

実施対象

農業高校生

高校生（普通^営・専門高校）・中学生

課題

プログラムの教材化
指導エンジニア育成

教材の低コスト化・教材動画（講師不要化）
授業実施体制整備（企業・地域連携体制）

成果：農業高校での農業用IoTセンサー活用案

- ①個別の高校にて、センサーデータ（温湿度、降水量、土壌EC値等）を分析し、栽培記録と合わせて活用する。（成功、失敗の根拠データとする等）
- ②全国の高校のセンサーデータと栽培記録を集計して分析し、各高校へのフィードバックをするほか、公開情報として地域の生産者等も活用する。

実施イメージ



農業用IoTセンサー (フィールドサーバー)



センサーデータ活用例

- ◎病害発生予察
- ◎害虫発生予察
- ◎温度障害発生予測
- ◎収穫時期予測
- ◎収穫品質予測

成果：農業高校でのIPM教育案（植物医師との連携）

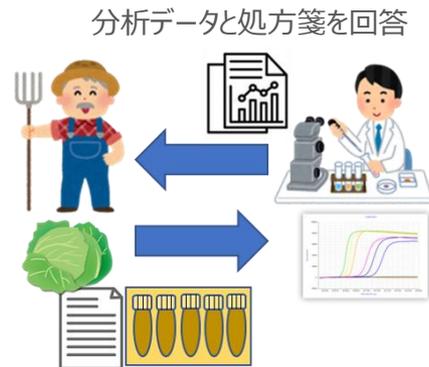
- ◎ 全国に約80名程度存在する「植物医師」を近隣の農業高等学校に派遣し、IPM（総合的病害虫防除）教育を行う。
- ◎ 今回の実証で実施した「根こぶ病菌密度診断サービス」などを用いて、生徒が具体的な取組を学習できるプログラムとする。

実施イメージ



根こぶ病菌密度診断サービスとは

LAMP法で土壌サンプル内の根こぶ病菌遺伝子を増幅して測定した休眠胞子の密度から発病リスクを診断



土壌サンプルと問診票を提出

植物医師とは



植物医師は、植物保護に関わる高度な知識・技術・経験・倫理を有する専門家であり、文部科学省所管の技術士（農業部門・植物保護）第二次試験合格者の中から、一般社団法人日本植物医科学協会が実施する植物医師の適性を備えた方を対象に行う審査に合格した者（日本植物医科学協会HPより）

※有資格者の会員組織として、植物医師会が存在する。

成果：IoT学習キット仕様案

Monaca(プログラム開発環境) とセット



- ①ラズパイ&SDカード
- ②microUSBケーブル
- ③温湿度センサー
- ④ワニ口クリップ
- ⑤ソーラーUSB電源モジュール
- ⑥配線コード
- ⑦圧着端子
- ⑧端子台
- ⑨鉛蓄バッテリー
- ⑩ソーラーパネル

部品 パーツ リスト	Monaca教員研修 12時間と	
部品 検品済 キット	OS設定なし	
部品 検品済 キット	OS設定あり	
部品 検品済 キット	OS設定あり	サポートあり

IoT学習キット商品化検討開始

発生したトラブル

□ラズパイのOSの焼き込み不良が発生した。学校・生徒で実施の場合、リテラシーが必要

□センサーなど部品の相性などばらつきがあることから、事前に動作確認するなど、マイナートラブルで、授業がストップしないように教材を揃える必要がある。(トラブルも学習。教員の力量による)

STEAMプログラム開発委員会幹事 田中香津生氏からの一般化に向けた意見

STEAM教育では教科学習を初めとした多様な学問と身の回りの事柄や課題を密接に結びつけることが狙いとなる。

今回のIoT、ロボティクスをベースにした実証事業を通して、農業高校生の中でも既に課題研究などで農業を身近なこととして一定の問題意識を持っている生徒やグループの場合、馴染みのないプログラミング等の内容でも主体的に取り組み、スムーズに学問的内容を接続できることが明らかになったと考える。

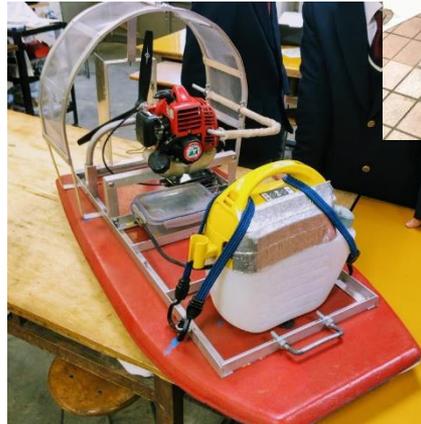
例えば都立農産高等学校ではフラワーメリーゴーランドという立体花壇に、IoTセンサーを活用することでより目的の自動化が達成できるプロジェクトに取り組んでおり、旭川農業高等学校では除草剤散布を行うラジコンボートの製作をこれまで取り組んでおり、どのようにセンサーから動作をフィードバックさせるかという点を課題として持っていた。

それぞれの生徒が能動的に取り組めたのはこのような身近なプロジェクトに必要な学問要素と感じられたからだと考える。

この観点で、どのように潜在的に持っている農業高校生の課題意識を抽出して、STEAMプログラムのどのパーツを繋ぐというファシリテーションの要素がプログラムの一般化において重要と考える。

また、このファシリテーションは単なる外部の専門家だけに求められるものだけではなく、生徒をよく知り普段接している現場の教員との連携が必要条件になっていると考えられ、本実証事業では栃木県立栃木農業高校を始めどの学校ともこの点が満たされていたことが、十分な成果を果たせた要因と思われる。

以上より今回の成果を通して馴染みのないIoTやロボティクスといった要素がどのように農業に関連するかを分かりやすく発信し、現場の教員に広く知ってもらい、意義を感じてもらうことが今後の一般化に重要なステップと思われる。



今後に向けた提案/提言

今回実施したSTEAM プログラムの一般化および普及拡大・教育支援商材化に向けて、以下の通り提案/提言する。

- ◎ 生徒の関心は大きい。全国の農業高校のみならず、専門高校にて「ワクワク・知的好奇心に火をつける」IoT/ロボティクスSTEAMのPBLは可能。
- ◎ 学校の「課題学習テーマ」⇔「産業界・地域社会課題」接続の仕組み構築を。

例：農業×ロボティクス STEAM

- ・クリエイターキャラバンによる農業×ロボティクス講座：講師派遣事業（使用教材マインドストーム）。
- ・本年度と同等のプログラムを3校程度実施して入門的プログラムを確立しつつ、合わせて、実際に農業現場で使用できる機器のプロトタイプ制作といった発展的プログラムの実証研究により、この分野に興味をもった生徒をさらに専門的に育成するコースを確率できる可能性がある。

例：農業×IoT STEAM

- ・フィールドサーバーなど実用化されたIoTセンサーの仕組みや活用方法の学習と、IoTセンサーシステム自作キットを使用したプログラミング学習の複合的なプログラム。これからの教科学習との取り組みとの親和性も高い。専門家の解説動画などを整備すれば、講師派遣が不要で普及に適したプログラムを提供できる可能性がある。

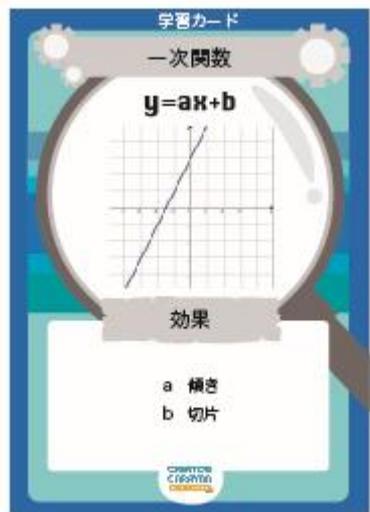
※発展的には、IoT温度センサー学習は中学生でもできるのでは。高校では「解決すべき社会課題」をテーマに商業科・工業科・福祉学科・看護学科、その他産業分野にIoTセンサー自作キットを活用して学ぶことができる可能性がある。

知のガイドカード

STEAM学習を実施する際に使用する授業進行用の支援資料です。

使用目的 …… 知識を **可視化** した状態で教師と生徒、生徒と生徒が会話すること

成果：知のガイドカード ロボティクス学習用



効果

MINDSTORMを用いた授業で学んだ内容が、学校での学習内容と関連していることを明示できる。

※生徒との対話時に机に置きながら会話することが効果的
知のガイドカードはコミュニケーションツールの位置づけ

成果：知のガイドカード ロボティクス学習用

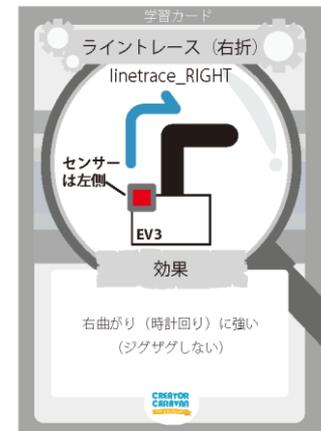
linetrace_RIGHT

裏面に
簡単な情報を記載

しきい値
光の強さの境目の値
ライトレースの
黒と白の値の真ん中の
数字をいれよう！

ゲイン
曲がり具合
数字が大きいほど
強く曲がる
(正確になる)

パワー
モーターの強さ
大きすぎると
コースアウトする



効果

生徒同士での教え合いを促進

(例) このカードのプログラムで動いたよ！と伝えるだけで済むため、生徒間の情報伝達コストが下がり教え合いを促進。教員の負荷軽減。

電力量の計算

学習カード

電力量の計算

$$Wh = Ah \times V$$

- ・Wh(ワットアワー)
: $W \times h$ (時間)、電力量の単位。
- ・Ah(アンペアアワー)
: $A \times h$ (時間)、電荷の単位。

カード名：電力量の計算

メッセージポイント：パネルでの発電、ラズパイの消費、バッテリーでの補完を学ぶ

関連学習テーマ：物理（電気）



活用シーン：

自作キットを作成し電源系での理解。
「ソーラーパネルの発電量とラズベリーパイ消費電力の関係を考えてみよう。」
「日照時間はどれくらあれば良いのだろう？」

成果：知のガイドカード IoT学習用

学習カード
Raspberry Pi



- ・小型コンピューター。
- ・消費電力 およそ2W
- ・3 Model B+はWi-Fiも搭載されている。

学習カード
太陽光パネル



- ・最大出力電力5W
- ・最大出力時電圧1.7V
- ・1日で何Wh作れる？
- ・ラズパイ使用時の収支は？

学習カード
完全密封型鉛蓄電池

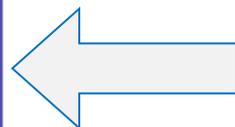


- ・定格容量12V、7.2Ah
- ・Whにすると？

学習カード
電力量の計算

$$Wh = Ah \times V$$

- ・Wh(ワットアワー)
: $W \times h$ (時間)、電力量の単位。
- ・Ah(アンペアアワー)
: $A \times h$ (時間)、電荷の単位。



教科書では理解や興味に繋がらなかった公式を、自分に必要な知識として現実とリンクすることで学ぶことができる。

・Raspberry Piが24時間稼働するのに必要な電力量は？

→ $2W \times 24h = 48Wh$

・5Wのソーラーパネルが24時間で発電できる量は？

→ $5W \times 24h = 120Wh$ …とはならない！

一般的にパネルの稼働率は10%程度 →

$0.5W \times 24h = 12Wh$ 程度

・蓄電池の容量は？

→ $12V \times 7.2Ah = 86.4Wh$

STEAM学習ポイント

・パネルが4枚あれば、ラズパイ1台分の電力が供給できる？

・太陽が出なくても2日程度はバッテリーで動くことができる？

経験と勘の農業から科学とテクノロジーの農業へ

現在の農業

経験

勘

匠の技

これからの農業

科学的根拠

計測

システム

植物科学

Plant Science

植物生育のメカニズム

病虫害発生の原因 解明

IoT/M2M

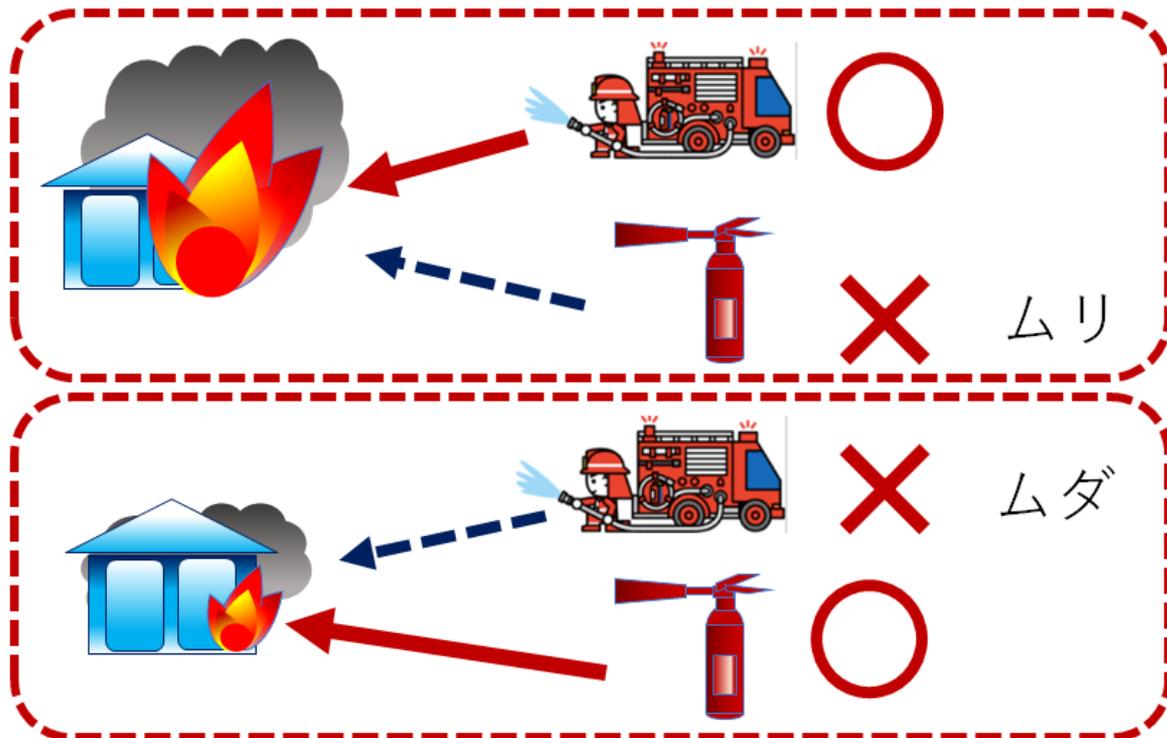
Sensor

BigData

Data Science

AI

適切な防除を行うためには？



ムリ・ムダを無くすためには IPMを活用

アブラナ科野菜根こぶ病 (clubroot)

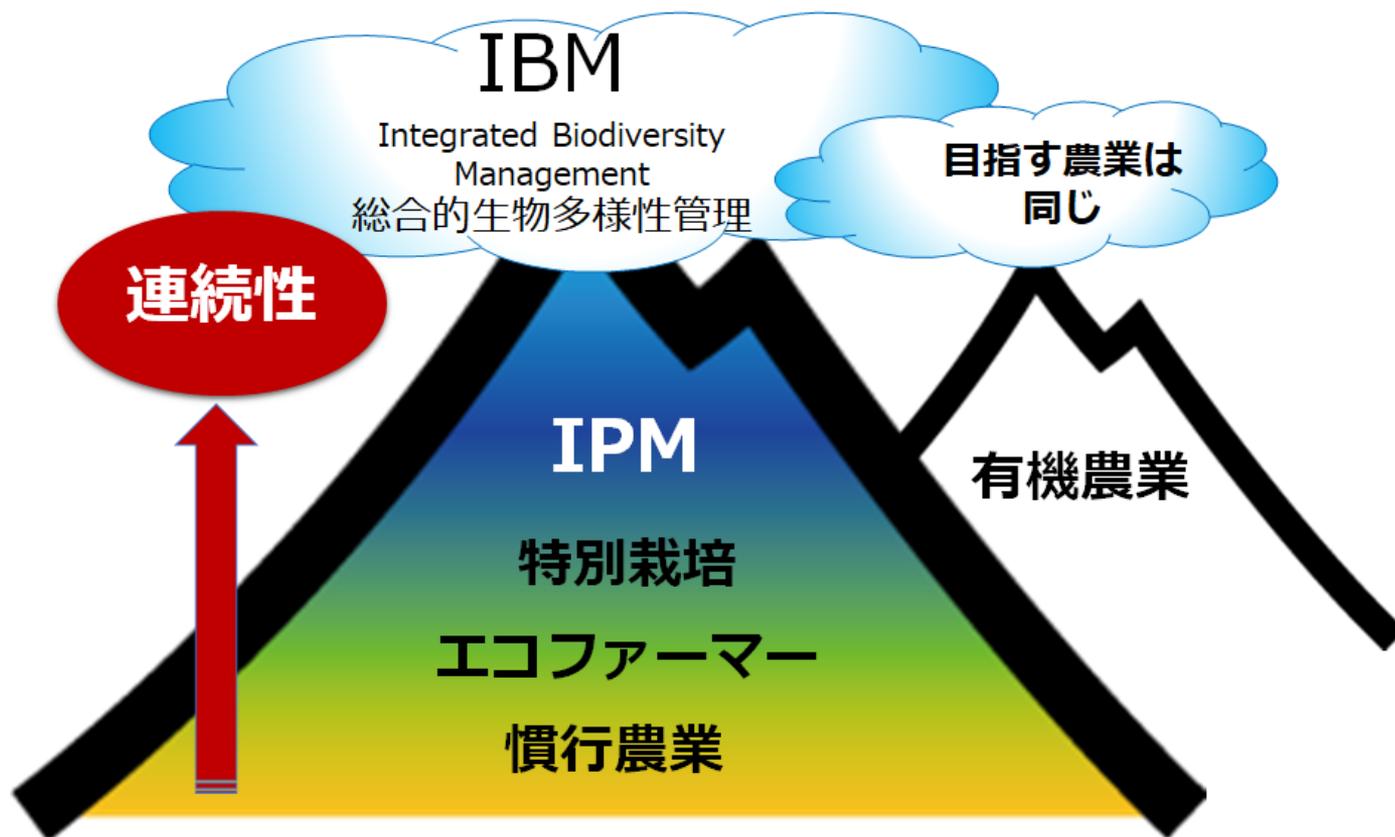
病原菌：*Plasmodiophora brassicae* Woronin



根こぶ病で萎ちよう・枯死したハクサイ

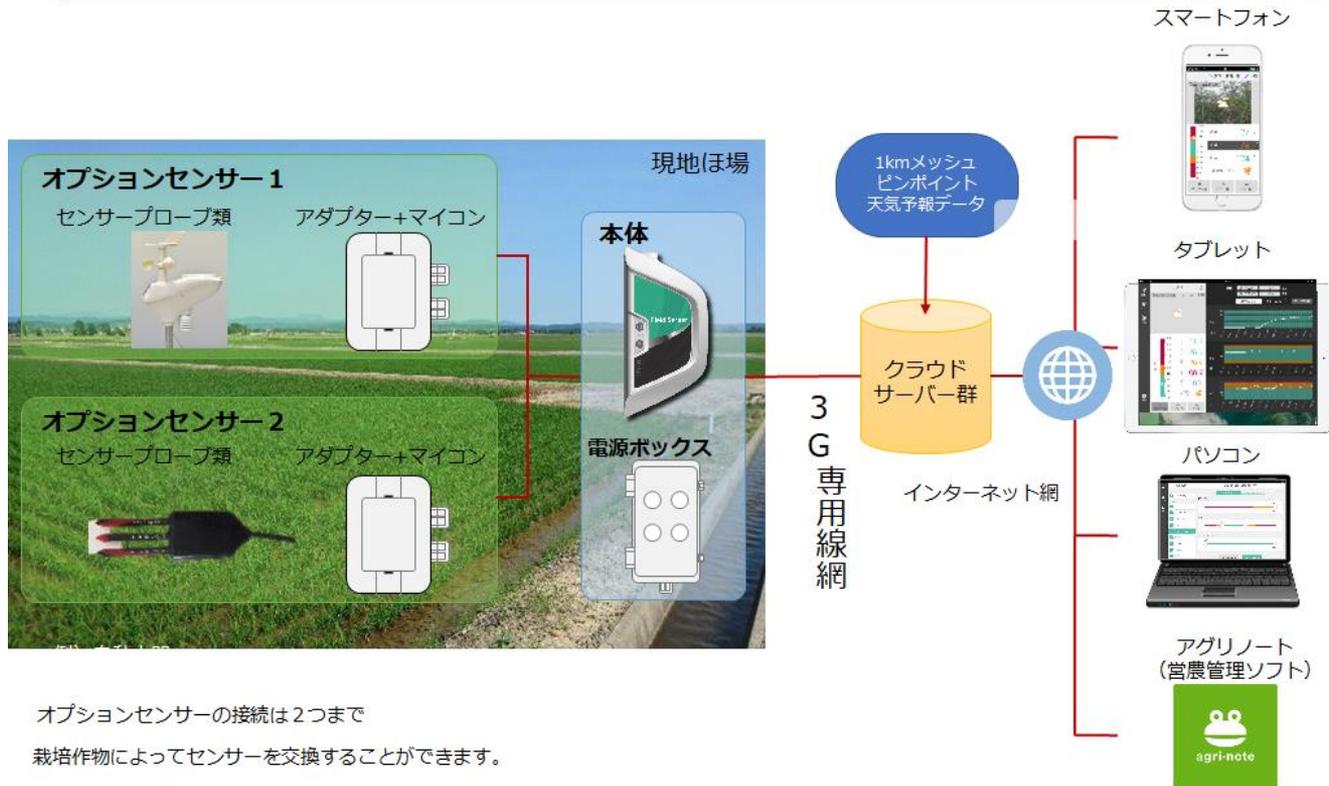
提供：山口大学 田中教授

日本農業の目指すイメージをサポート



成果：知のガイドカード 農業用IoTセンサー（システムイメージ）

FieldServer システム構成



オプションセンサーの接続は2つまで
栽培作物によってセンサーを交換することができます。

ファシリテーターガイド

2つのSTEAM学習プログラムの授業進行用の支援資料です。
50分の授業で実施するイメージとして活用してください。

STEAMプログラムA（農業高校×ロボティクス）実施イメージ

学習分野	農業×ロボットへの関心喚起	ロボット制御と他科目（数学・物理等）の関連付け	ロボット開発の仕組みを学ぶ	学習の振り返りと発表
題目	農業の課題抽出 レゴMINDSTORM EV3紹介	既存の農業機械を研究 MINDSTORM EV3でプロトタイプ作成	EV3と実社会の関連づけ MINDSTORM EV3でプロトタイプ作成	プロトタイプ発表・議論
所要時間	4単元時間	4単元時間	4単元時間	4単元時間
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・本格ロボット作りにつながるような実際の課題を洗い出し、課題解決方法を考える ・レゴMINDSTORM EV3を紹介し、簡単な試行を行う ・現在の農業機械の仕組みを簡単に解説し、EV3で一部再現できることを伝える ・抽出した農業の課題に対し、機械を使った解決方法を生徒同士で話し合う 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の農業機械を研究しつつ、MINDSTORM EV3でプロトタイプを作成 ・モータの回転数とロボットアームの動きの関連性など、数学を用いた論理的なロボット制御を学ぶ。（数学科目との関連付け） ・汎用性の高いカラーセンサー、画像認識との関連性についても講義を行う。モータの完成や、摩擦などについて講義（物理科目との関連付け） 	<ul style="list-style-type: none"> ・MINDSTORM EV3でプロトタイプ作成継続 ・実社会で技術者に求められる「仕様書」、プログラム汎用言語、データ解析ツール等を紹介し、EV3で学んだ知識がどのように役立つか講義 	<ul style="list-style-type: none"> ・作成したロボットの特徴や実際に稼働する農業機械との関連性を発表、討論する ・学んだ知識の整理、確認とロボット作成につながるファシリテーションを行う ・ロボットの学習や実践に対するモチベーション向上のためのファシリテーション（自主的に取組を継続したいという生徒への働きかけ）

STEAMプログラムB（農業×IoT/IPM） 事業イメージ

学習分野	農業×IoT/IPMへの 関心喚起	科学的な農業の具体例 に触れる	IoTの仕組みを学ぶ	プログラミング、 電子工作	振り返り
題目	最新のagritechを学 ぶ または デザ イン思考講座	IPMと根こぶ病菌密度 診断を学ぶ	農業用IoTセンサーを 学ぶ	IoTセンサーを自作 する	学習内容の振り返 り
所要時間	1～3単元時間	3単元時間	3単元時間	17～21単元時間	2単元時間
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ agritech 分野に取り 組むベンチャー経営者 からの直接講義 ・ 実施時間を2時間とれ た場合は、講義後に生 徒とのディスカッショ ンやワークショップを 実施 ・ デザイン思考講座で は、目的を明確化した うえでの手段の検討の 重要性を講義 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 物事の科学的な捉え方につ いて豊富な事例により紹 介 ・ IPM（総合的病害虫・雑 草管理）の考え方を説明 ・ 根こぶ病について説明 ・ 根こぶ病菌密度診断サー ビスを題材に、科学的根拠 に基づく適正な病害虫管理 （防除）の方法と効果につ いて説明 ・ 実施時間を3時間とれた 場合は、根こぶ病菌密度診 断サービスの体験のための 検体（土）採取方法まで指 導 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商用化されている農業 用IoTセンサーシステムの 紹介 ・ システムの設計思想 （開発の目的）、技術的 特徴などを解説 ・ 説明には実物を用いた ・ 実施時間を3時間とれた 場合は、どのようなセン サーがあったら便利か、 について生徒とのディス カッションやワーク ショップを実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Rapsberry Pie とソー ラーパネル電源を使用 した温湿度センサー装 置を製作 ・ クラウド型プログラ ミング環境ツール Monacaを使用したセン サーデータ閲覧アプリ の制作 ・ プログラミング教育 の教員向け研修会も実 施した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ワークショップ形式 で、これまでの学習内 容の振り返りを実施 ・ 印象に残ったことな どを思い出しつつ整理 するとともに、学習し た内容（IoT / IPM）を 活用してどんなことが できるかについて、生 徒に自由に思考しても らった。

STEAMプログラムB (agritech 概要 または デザイン思考講座)

学習分野	農業×IoT/IPMへの 関心喚起	事前準備	先端農業、農業IoT関連新聞記事など配布し関心	講演資料（動画資料）、演習資料
題目	最新のagritechを学 ぶ または デザ イン思考講座	授業時間	内容	授業のポイント
所要時間	1～3単位時間	00～ 10～ 20～ 30～ 40～ (5分)	1) ベジタリア株式会社小池社長インターネットベンチャー企業の経営、プロフィールの紹介。 2) 「なぜ農業に関心を持ったのか」50歳で学校へ再入学 3) 栽培実体験の話 イタリア野菜栽培と直売所、レストラン経営 4) 農業ICTの取り組み 5) 未来の農業（AIロボティクス） NHK報道ニュース記録（5分）	・ 米国での投資家の経験グローバルの競争。就労体験等を通じた望ましい勤労観。農業関連が魅力的な職業である職業観の育成。 ・ 職業人に求められる倫理観に関する指導 ・ 地域や社会の発展を担う職業人を育成するための農業。社会や産業の変化の状況等を踏まえ、持続可能な社会としての取り組み。情報化の一層の進展＝ICT・産業界で求められる人材を育成するため。
内容	<p>・ agritech 分野に取り組むベンチャー経営者からの直接講義を教材として使用。</p> <p>・ デザイン思考講座では、目的を明確化した上で手段検討の重要性を講義。※デザイン思考はフィールドワーク中心で実施すべきもので、2 単元時間では、その概要を学ぶものです。</p>	00～ 10～ 40～	「デザイン思考」の紹介 ・ 未解決課題の抽出、願い事の発見、意識的に分離・リフレーミング、素早いイテレーションを解説。	・ 身の回りの課題解決アイデア発想手法を理解する。ものづくりの基本とも言える思考法に触れたことをきっかけに、生徒が興味を持つことを狙う。
00～	「エンブレスウオーマーの開発」 実習：農業事業者訪問取材ケースに基づき、ワークシートを使って記入してみる。	・ デザイン思考は課題解決のためどのようなアプローチをするかを考えることを学ぶ。		
STEAM学 習	「農業ベンチャー企業」と「デザイン思考」	経営、6次産業化、地域経済、数学、電気（物理）通信工学、統計、エンジニアリング		

STEAMプログラムB（農業用IoTセンサーを学ぶ）

学習分野	IoTの仕組みを学ぶ	事前準備	先端農業、農業IoT関連新聞記事など配布し 関心醸成	講演資料・知のガイドカード
題目	農業用IoTセンサーを 学ぶ	授業時間	内容	授業のポイント
所要時間	1～3単位時間	00～ 20～	1) 農業用のIoTセンサーとは？ 「システム」としての農業用センサー 課題解決のために組み合わせられた機能 2) 開発に使われた技術 センサー・クラウド・電源・通信	・実際の装置を見ながら機能を確認。 ・電池8本で半年動くことを伝える (センサー自作の講座では、消費電力について学ぶ) ・フィールドサーバーを通じてIoTをイメージ
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・商用化されている農業用IoTセンサーシステムの紹介 ・システムの設計思想（開発の目的）、技術的特徴などを解説 ・説明には実物を用いた ・実施時間を3時間とれた場合は、どのようなセンサーがあったら便利か、について生徒とのディスカッションやワークショップを実施 	00～ 30～	<ul style="list-style-type: none"> ・フィールドサーバー使用事例説明 ・ワークショップ「センサーをつかってできること」 →ディスカッション 	<ul style="list-style-type: none"> ・テキストの事例から、農業用IoTセンサーの活用事例を理解。 ・センサーを学校圃場などに設置し、個人のスマートフォンでデータ閲覧 ・センサーを使ってできるアイデアを3つ程度個人で書き出し、生徒間でディスカッションを行う
		00～ 30～	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークショップ「センサーをつかってできること」 →発表 	<ul style="list-style-type: none"> ・学んだセンサーに使われる機能や技術で地域の課題を解決できないかを考える ・学びが社会課題の解決につながることを理解
STEAM学習			「システム」の概念で、身近な事象や課題を分析	数学、電気（物理）通信工学、統計、IoT ₅

STEAMプログラムB (IoTセンサーを自作する)

学習分野	プログラミング、電子工作	事前準備	「IoTの仕組みを学ぶ」授業の振り返り	Monacaテキスト・知のガイドカード IoTセンサー自作キット (3~6人:1セット)
題目	IoTセンサーを自作する	授業時間	内容	授業のポイント
所要時間	17~21単元時間	1コマ 12コマ	1) 農業で使えるセンサーとは？ 「システム」としての農業センサー 自習) 12コマ プログラミング学習 「Monacaで学ぶプログラミング」	・IoT農業センサーのプログラミング部分を12時間でみ学ぶことを説明。目的を明確化。 ・プログラミングは12時間実習形式で実施
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・Raspberry Pie とソーラーパネル電源を使用した温湿度センサー装置を製作。 ・クラウド型プログラミング環境ツール Monaca を使用したセンサーデータ閲覧アプリの制作。 専用テキストを使用し、12単元時間程度でプログラミング学習を実施する。 ※プログラミング教育の教員向け研修は8~12時間程度。	1コマ 1コマ	・IoT農業センサーを作る。温度センサーをキット、ラズベリーパイで組み立て、実際に設置してデータを計測する装置を作りを確認。 ・ソフト開発: センサーで取ったデータをDBに記録する。	・Monaca、ラズベリーパイ、センサー、ソーラーパネルを組合せて作ることを再確認。製造チームとして3人から6人のグループで実施。
		2コマ	電子工作 電源系、センサー系を制作。 設置場所へ移動、設置後ネット接続を確認	・自作したクラウド型センサーから得られたデータを自分のスマホで見れることで学習満足度が増す
STEAM学習			クラウド型IoTセンサー自作	数学、電気(物理) 通信工学、統計、IoT ₃₆ エンジニアリング

STEAMプログラムB (学習内容の振り返り)

学習分野	振り返り
題目	学習内容の振り返り
所要時間	2単元時間
内容	<ul style="list-style-type: none"> ワークショップ形式で、これまでの学習内容の振り返りを実施 印象に残ったことなどを思い出しつつ整理するとともに、学習した内容 (IoT / IPM) を活用してどんなことができるかについて、生徒に自由に思考してもらおう。終了後、社会課題への関心を高めることを期待する。

事前準備	実施授業の内容振り返り	付箋・模造紙・ペン
授業時間	内容	授業のポイント
00～ 30～	1) センサー自作授業を通じて「知ったこと」: 各自3つ以上書き出す タイトル: 「学んだこと・気づいたこと」 2) センサーを使って悩みを解決できること、各自3つ以上書き出す タイトル: 「地域に提供できそうなもの・サービス」	自分の考えをまず頭から出す行為を体験。他の人の意見を確認。 1) これまでの学びを書き出しすこと 話し合いをせずに実施を指示する。 →自分の考えを見える化する 2) 学びを通じて社会につながっていることを確認。
00～ 20～ 40～	3) 絞った1案に対して、実現が難しいと思う理由を3つ以上タイトル: 「難しい理由」 模造紙に貼りグルーピングして整理 4) 難しい理由を(問題が解決された)～な状態を書き出す。 「問題」を「目的」に書換える強制発想法で実施。書き出した付箋を模造紙に貼る 問題分析から目的分析へ発想の転換 5) 目的を実現するための「活動」を考える。 まとめ: 学んだことが社会とつながっている	3) むずかしい理由＝問題を明確化する。 4) 問題を目的に変換する。当てはまらない場合、別方法で目的に追加。 →つまずきについて解決できることを体感することで困難に立ち向かう方法とサポートする。 5) 目的を達成させる行動につながるイメージ作りを実施。 ロジカルシンキングの手法として国際的合意形成手法のPCMを説明し終了。

STEAM 学習	PBL学習の達成度把握	数学、電気(物理)通信工学、統計、IoT、エンジニアリング、ロジカルシンキング
----------	-------------	---