公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

提案者	石川県かほく市、(公財)いしかわ農業総合支援機構、石川県農林総合研究センター、NTTドコモ、キーウェアソリューションズ、慶應義塾大学
対象分野	農林水産業
実施地域	石川県かほく市
事業概要	➢ 石川県産ブランドブドウ「ルビーロマン」は、厳しい出荷基準等から高度な栽培技術が必要であるが、熟練者の技術の承継が進んでおらず、生産者の約6割は商品化率が50%未満(平成29年度)と低い状況。 ➢ 静岡県浜松市(三ケ日・ミカン)で実施されている「匠の技」を活用した産地内共有・技能継承の仕組みをリファレンスモデルとし、これに石川県かほく市における地域課題の解決を加えた発展モデルの創出を行う。 【展開①】静岡県浜松市の取組をリファレンスとした学習支援システムの高度化と、新規就農者の学習環境の展開 【創出①】色再現性の高い高精細画像を活用した的確な遠隔技術指導の実証と収穫判断の最適化 【創出②】IoTを活用した圃場内のビッグデータ収集と、機械学習等による「匠の技」(作業判断等)の自動化の開発

地域課題(問題点)

商品化率の伸び悩み

出荷基準の厳しい「ルビーロマン」は栽培での熟練技術の承継が進んでおらず、商品化率は約5割の状況

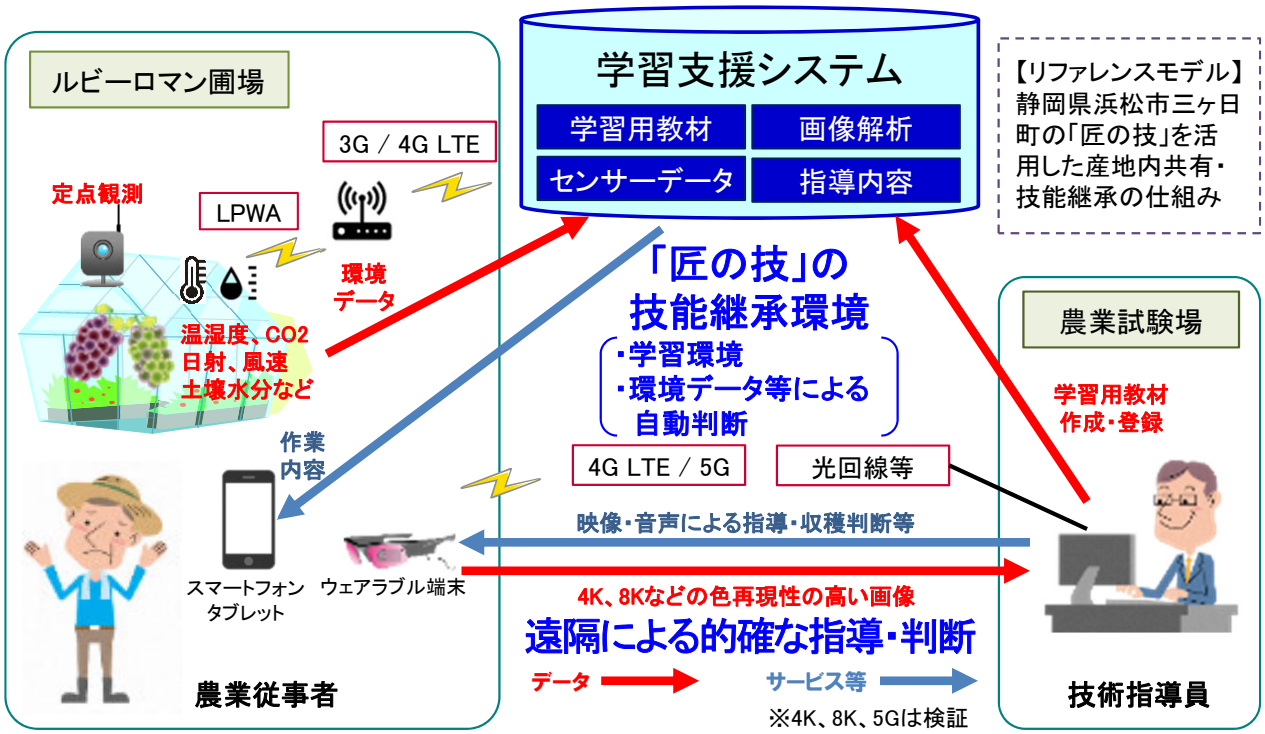
栽培技術の形式知化

高度な技術が求められる「ルビーロマン」栽培技術のほとんどが形式知化されていない(環境:0項目、作業:2作業)

技術指導の増加

生産地が広範囲にわたること等により、圃場での現地指導に限界(技術指導回数10回/生産者、技術指導に伴う平均移動時間45分)

地域課題解決に資するIoTサービス



実証成果(KPI)

商品化率の向上

粒の配置換え技術の形式知化により、「房型不良」が改善することで商品化率の4%向上が期待

栽培技術の形式知化

IoTデバイスにより圃場内のデータを収集・分析し「ルビーロマン」栽培技術の形式知化に成功(環境:3項目、作業:3作業)

技術指導の増加

遠隔指導環境の検証・整備により、技術指導の回数を向上(技術指導回数20回/生産者、技術指導に伴う平均移動時間23分)

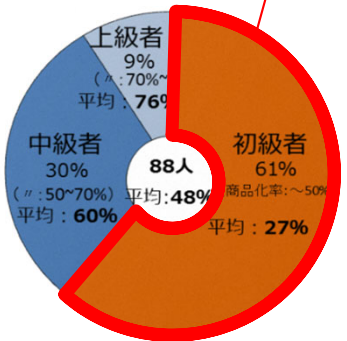
公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 実証地域の基本情報

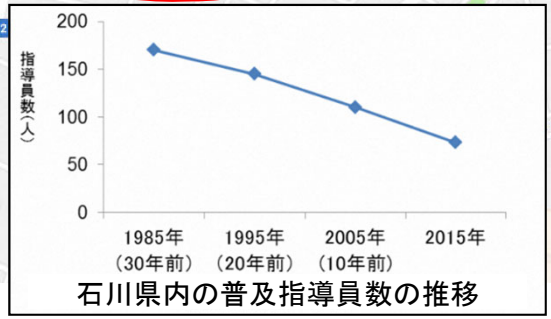
地域名：石川県かほく市
面積：64.44㎢
人口：35,330人（2018年9月末日）
地域特性：石川県のほぼ中央、能登半島の付け根に位置し、古くから水稲や果樹の栽培が盛ん。
石川県産ブランドブドウ「ルビーロマン」は、厳しい出荷基準等から高度な栽培技術が必要であるが、熟練者の技術の承継が進んでおらず、生産者の約6割は商品化率が50%未満（平成29年度）と低い状況。
（主力品種デラウェアの商品化率は80%以上）

実証拠点：石川県砂丘地農業研究センター

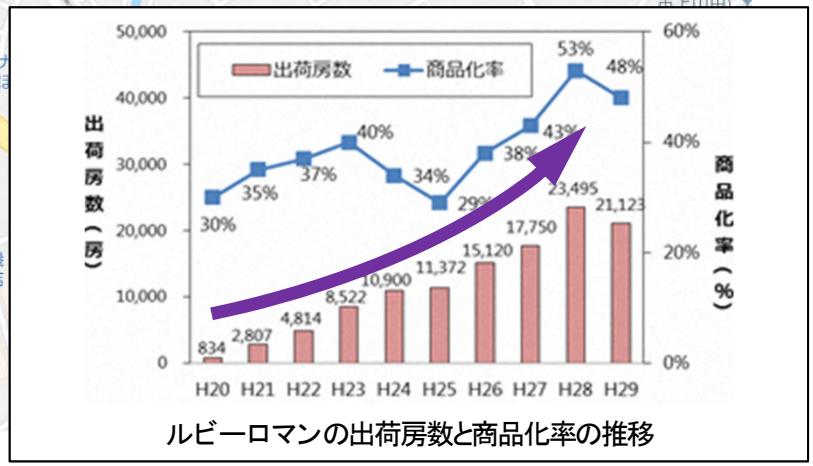
実証地域：石川県かほく市



ルビーロマン生産者の熟練度と商品化率(H29年度)



石川県内の普及指導員数の推移



ルビーロマンの出荷房数と商品化率の推移

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 活用するデータと状況

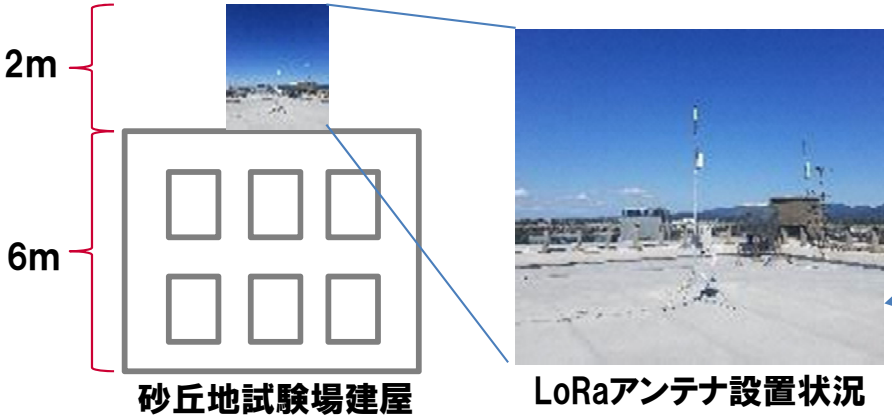
センシング対象	データの種類	データの収集手法	データの量	データの活用方法と留意点
・栽培ほ場環境（合計8ほ場）	温湿度（棚上）、温湿度（棚棚下）、風速・風向、日射、土壌水分、土壌温度	センサー機器による自動収集（1ほ場あたり各センサー1台ずつ設置）	5分毎に記録（7月～現在も記録）	・ほ場環境の把握 ・ほ場の環境と作業の相関を把握 ・熟練技術分析に活用
・熟練農業者	粒配置換えの作業動画（4K）	Go Proカメラを頭につけた手動撮影	40房分の作業記録	・熟練農業者技術の記録 ・デジタル学習教材の素材活用
・ブドウ房	写真	定点カメラによる自動撮影（1ほ場あたり定点カメラ1台ずつ設置、ブドウ房と地面が映るよう配置）	1時間毎（8月～9月末(収穫終了)まで）	・房変化の記録 ・熟練技術分析に活用
・栽培ほ場　地面	写真		1時間毎（8月～現在も記録）	・潅水機周りの土壌濡れ度合の把握 ・地面への光の入り割合の把握 ・熟練技術分析に活用
・ブドウ房	8K動画	8Kカメラによる手動撮影	25房分の房の8K映像	・8K収穫適期判用映像 カラーチャートに基づく4段階を記録 （薄い,良い、濃い、まだら） ・遠隔指導実証に活用
・砂丘地試験場周辺	センサー設置地点の緯度・経度情報	LoRa機器による都度収集	GPS情報 10秒毎に記録	・現状方式では、センサーの設置地点ごとにデータ通信コストが発生。今後、LoRa機器利用によるコスト削減が期待される。 ・本実証事業では、砂丘地農業研究センター周辺のLoRa電波調査を実施（次ページ参照）。

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ LoRa電波調査の状況

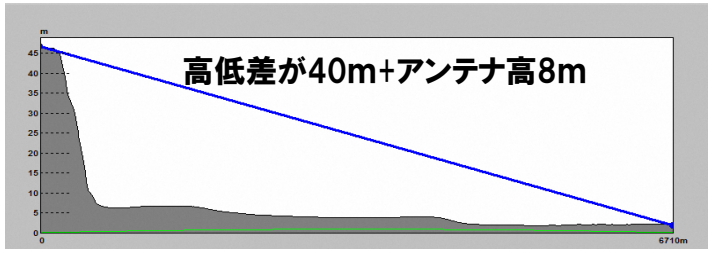
＜前提条件＞

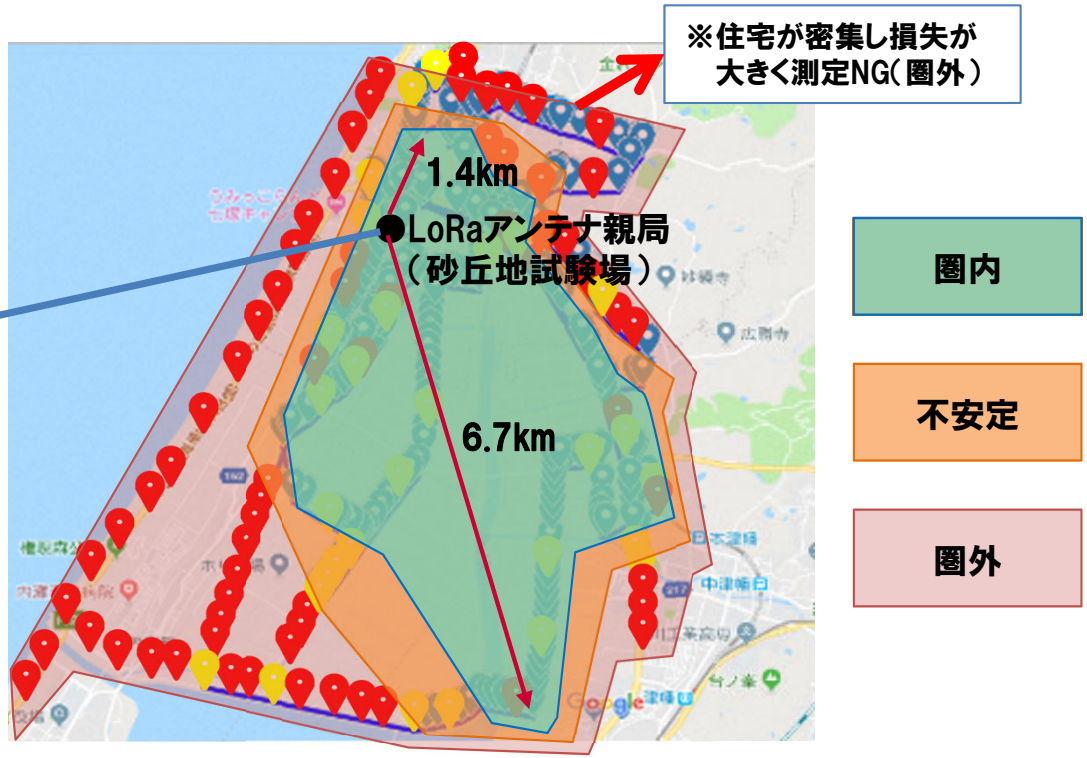
- ✓ 砂丘地試験場建屋の屋上部分に設置したLoRaアンテナにより形成される電界エリア（電波の届くエリア）を測定
- ✓ LoRaアンテナは屋上中心部に設置し、伸縮ポールにより屋上面から約2m、地上高は約8mの高さで調査
- ✓ 測定にはGPSトラッカーを用い、測定用車両の外部に固定した上で車両を走行させてエリア調査を実施



砂丘地試験場建屋

LoRaアンテナ設置状況





LoRaエリア図

＜調査結果＞

- ✓ アンテナ設置場所と周辺との標高差があり、見通しがあるポイントは広範囲でLoRaによるエリアは圏内となった
- ✓ 一方で、住宅密集地や高架下、樹木などに遮蔽され見通しがなくなると、電界レベルが落ちるポイントがある

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 実証事業の様子

ほ場の温湿度など環境データ収集

LoRa機器実用検証

遠隔指導実証（農業者側）

遠隔指導実証（指導拠点側）

熟練農家の技術の動画撮影

熟練技術の
デジタル学習教材

5G実証実験環境における8K映像伝送実証実験

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 実証事業の様子

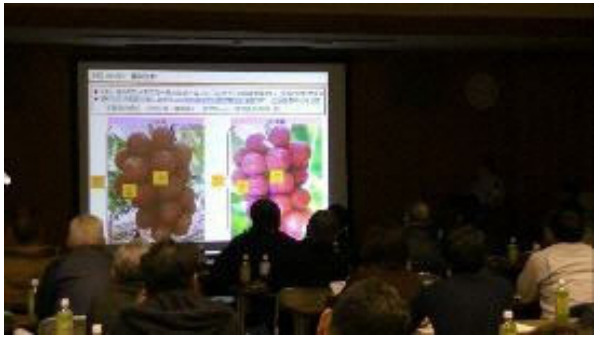
学習コンテンツ（粒の配置換え）
効果検証模様①

学習コンテンツ（粒の配置換え）
効果検証模様②

学習コンテンツ（粒の配置換え）
効果検証模様③

ルビーロマン栽培農家様への
事業取り組み紹介①

ルビーロマン栽培農家様への
事業取り組み紹介②



ルビーロマン栽培農家様への
事業取り組み紹介③

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 実証事業の様子

・全国自治体次世代農業フォーラムでは「スマート農業を核とした地域振興」をテーマに、本事業の取り組みを講演し、以下を紹介
①学習支援システムが熟練農業者と初心者・新規就農者とのコミュニケーションツールとして有効であり、産地の維持・継続に繋がる。
②指導拠点と圃場を結んだ遠隔指導の試み

全国自治体次世代農業フォーラム取組み内容の紹介

・京都スマートシティEXPOでは、自治体が抱える地域課題をICT等で解決する事例を発表する「全国自治体交流シンポジウム」が行われ、本事業の取り組みを講演し以下を紹介
①圃場に環境センサーを設置し、収穫量との相関関係を分析
②指導拠点と圃場を結んだ遠隔指導の試み
③熟練技術を伝える学習支援システムの構築

京都スマートシティEXPO 2018（事務局HP抜粋）

・北國新聞及び北陸中日新聞に本事業に関する遠隔指導の取組が掲載

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 実証事業の成果

項　目	趣　旨	実施前	実施後	補　足
①商品化率の向上 かほく市内の学習支援システムの利用者数	学習システムの高度化を踏まえ、これを利用して生産者の習熟度を把握するとともに、生産者に有効性を理解してもらい、利用普及を図る	0名	３０名 （６割）	商品化率を下げている「房型不良」を救出する技術として、果粒の位置をずらす「配置換え作業」を学習でき、商品化率が向上
②栽培技術の形式知化 環境データの取得項目数（ほ場環境に働きかける作業を把握）	環境要素のうち、商品化率に影響の大きい3項目(全体の約5割)の環境データを収集し、熟練生産者の技術の可視化を図る	0項目	3項目	ほ場環境を適正にするため、棚下温度管理、日射強度、土壌水分含水率の3項目の形式知化及び指標化を実施
形式知化した作業数 （環境要素以外に植物体に働きかける作業）	植物体に働きかける8つの主な栽培工程のうち、分析済の2作業に、匠の技術の影響の大きい 1作業を加え、全体の約4割の作業について熟練技術の把握を図る	2作業	3作業	植物体に働きかける作業のうち、商品化率に影響が大きい「配置換え作業」を形式知化し、学習支援システムに追加
学習支援システムへの取込作業数	形式知化した作業を学習支援システムに取り込むことにより、学習効果の拡大を目指す	0作業	1作業	形式知化した「配置換え作業」に関して学習教材の作成を実施 学習前後で正答率21%向上を確認
③技術指導の増加 生産者あたりの技術指導回数	県内の普及指導員数について、10年で約3割減少していることを受け、本事業により、遠隔での指導等の効率化を推進し、技術指導サービスの向上を目指す	10回	20回	着色管理など遠隔指導ができる項目により指導回数を増加
技術指導に伴う平均移動時間数 （事務所⇔現場/回）		45分	23分	遠隔指導が可能になり移動時間が減少

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 今後の取組

■ 収益モデル

栽培に必要な熟練技術の継承にあたり、コンサルティングサービス提供とデジタル学習教材による学習支援システム、遠隔指導システムは、既にNECソリューションイノベータ㈱およびキーウェアソリューションズ㈱が販売を開始しており、本実証で得た動画を用いた技術継承、4G/5G環境を用いた遠隔指導をサービスの中に取り入れることで、価値向上を行う。

これらのサービスの展開については、①NECソリューションイノベータ㈱及びキーウェアソリューションズ㈱による熟練技術の継承サービスとしての展開と、②石川県による県内他品目への普及展開の2点を検討している。加えて、石川県は新規就農者などの担い手育成にも力を入れており、新規就農者支援等の政策に対しても活用する。

利用料については1団体（30ユーザー以内）約20万円／年を想定している。

- ・運営体制（事業主体）：①NECソリューションイノベータ㈱、キーウェアソリューションズ㈱ ②石川県、（公財）いしかわ農業総合支援機構 等
- ・事業内容：①熟練技術の継承サービスの展開　②本事業での実証成果の石川県内及び他の農産物への横展開
- ・スケジュール：本事業終了後（平成31年度以降）、かほく市以外のルビーロマン産地へ波及、他農産物で実施

■ 展開シナリオ

学習支援システム及び遠隔指導システムについては、暗黙知の可視化及びAI（アグリインフォマティクス）に関して専門的知見を有する慶應義塾大学との共同開発により、NECソリューションイノベータ㈱が自治体・農業関係団体向けに販売し、農家が利用するというビジネスモデルを検討している。熟練技術の分析や学習コンテンツの作成は、全国各地で取組実績を有するキーウェアソリューションズ㈱がコンサルティングサービスとして提供し、農業現場における通信環境は㈱NTTドコモが提供する予定である。サービス導入後は、事業主体が農業現場から課題解決方法のフィードバックを受けることで、各システムの改良を進めていく予定である。

加えて、これらのサービスの導入に伴い蓄積する課題解決の手法を活用し、未導入の地域に対して新たな課題解決の手法として、本サービスの提供を進めることで、横展開に取り組んでいく予定である。

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 実証事業の全体構造（ロジックツリー）

事業の目指す姿	「目指す姿」を実現するための課題	課題ごとの解決策	解決策の評価 評価方法	モニタリングする指標（KPI）	実証前の値（測定年（月日））	現状の値（測定年（月日））	実証終了時の値（測定年（月日））
ルビーロマンの産地商品化率の向上を（5年後に産地平均商品化率を10%向上）	熟練者が持つ生産技術の抽出	生産技術の形式知化	熟練者の生産技術をヒアリング・観察等から抽出	形式知化した作業数	2作業（2018年7月）	2作業（2018年12月）	3作業（2019年2月）
	圃場環境に対応した生産技術自体の改善・最適化	生産技術の形式知化	圃場内IoTデータ収集・分析による抽出	形式知化した作業数	0作業（2018年7月）	0作業（2018年12月）	3作業（2019年2月）
	産地における技術指導、技術継承環境の充実	学習支援システムの構築・運営	形式知化された生産技術の静止画・動画教材化された数を計測	学習支援システムへの取込作業数	2作業（2018年7月）	2作業（2018年12月）	3作業（2019年2月）
			学習支援システムの利用者数	学習支援システムの利用者数	0名/全作業（2018年7月）	30名/全作業（2018年12月）	30名/全作業（2019年2月）
			学習支援システム効果計測	学習支援システムの効果計測者数	0名/全作業（2018年7月）	19名/全作業（2018年12月）	19名/全作業（2019年2月）
		遠隔指導環境の整備・運営	農業試験場の技術指導員の指導回数を計測	生産者あたりの年間技術指導回数	10回（2018年7月）	18回（2018年12月）	20回（2019年2月）
	圃場環境の自動制御（マルチ+灌水同時施肥等）		農業試験場の技術指導員の指導の効果を計測	生産者あたりの指導までに掛かる往復移動時間	45分（2018年7月）	23分（2018年12月）	23分（2019年2月）

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

リファレンスモデル作成の目的		他事業者・地域の関係者が類似ビジネスに参入する際の参考とするため、 ビジネス及びシステムにおけるモデル（リファレンスモデル）を作成
ビジネスモデル		・読み手　：　民間事業者（経営企画）・行政機関 ・定義　：　ステイクホルダーと経営資源の関係性を示した図
システム モデル	システム構成 モデル	・読み手　：　民間事業者　（システム開発者、IoTデバイス開発者） ・定義　：　ステイクホルダーとデータの流れの全体を俯瞰した図
	業務フロー モデル	・読み手　：　民間事業者　（システム開発者） ・ステイクホルダーの動作と、データの流れを時系列に示した図

リファレンスモデル　凡例

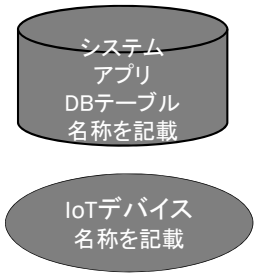
ステイクホルダー　凡例
（事業主体・サービス利用者・産官学金労言）

- 事業主体
  ※ボックスの左肩に付記
- サービス利用者
  （身近なIoT事業における関係者）
  サービス利用者の役割
- 民間事業者
  （身近なIoT事業における関係者）
  事業者の役割
- 金融機関
  （身近なIoT事業における関係者）
  金融機関の役割
- 行政機関
  （身近なIoT事業における関係者）
  行政機関の役割
- 労働団体
  （身近なIoT事業における関係者）
  労働団体の役割
- 教育・研究機関
  （身近なIoT事業における関係者）
  教育・研究機関の役割
- メディア
  （身近なIoT事業における関係者）
  メディアの役割

※ステイクホルダー凡例は、ビジネスモデル・システムモデル共通

ビジネスモデル　凡例

システム構成モデル　凡例

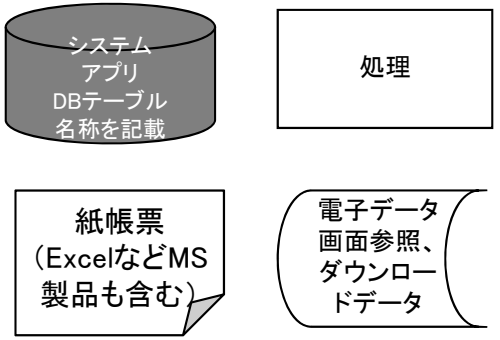


データの流れ

※説明の補足のために、
ビジネスモデルの凡例使用可

※右肩に使用する
通信技術を記載

業務フロー　凡例

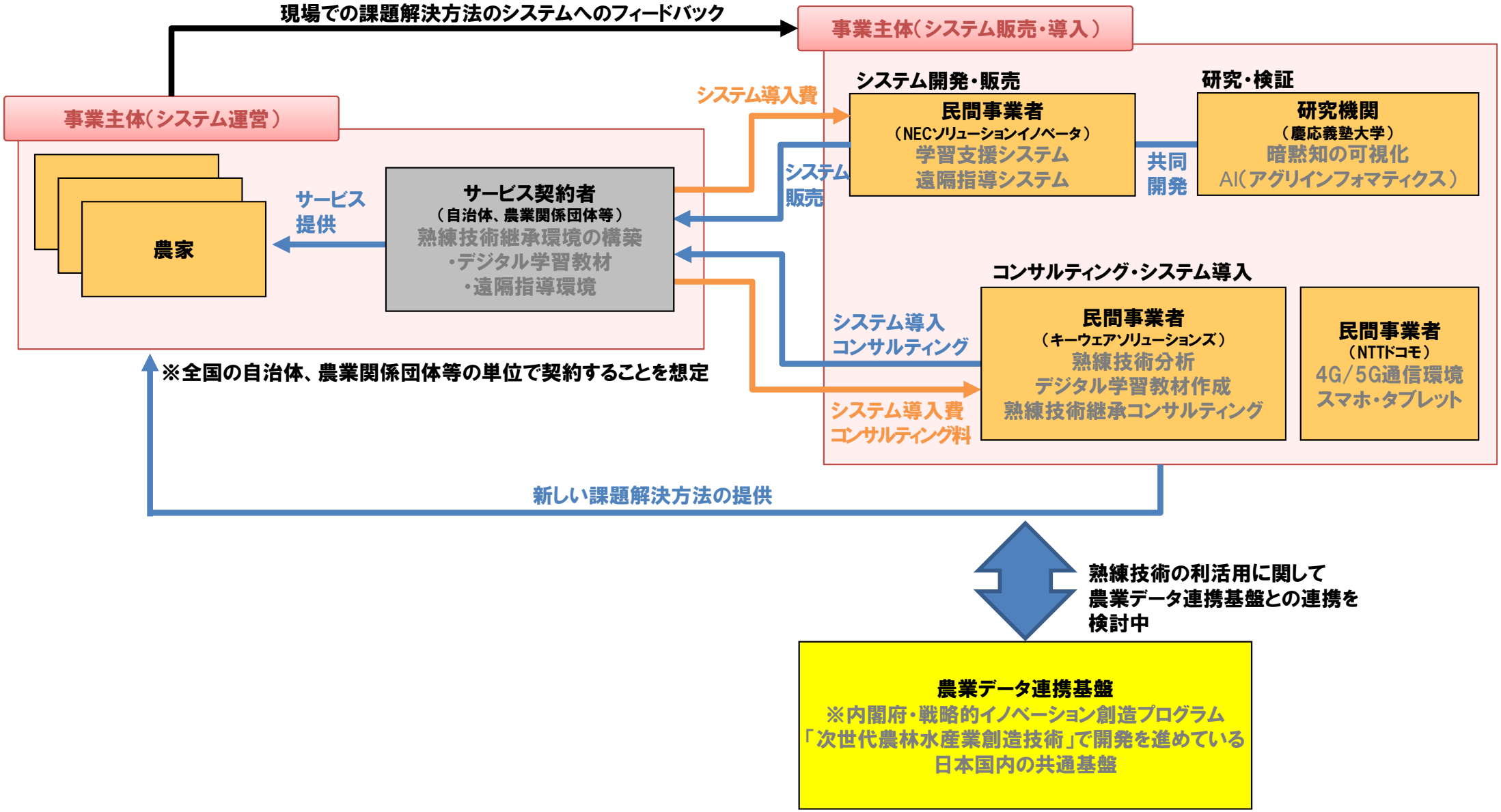


データ・処理の流れ

業務フロー概要（時期 / 期間）

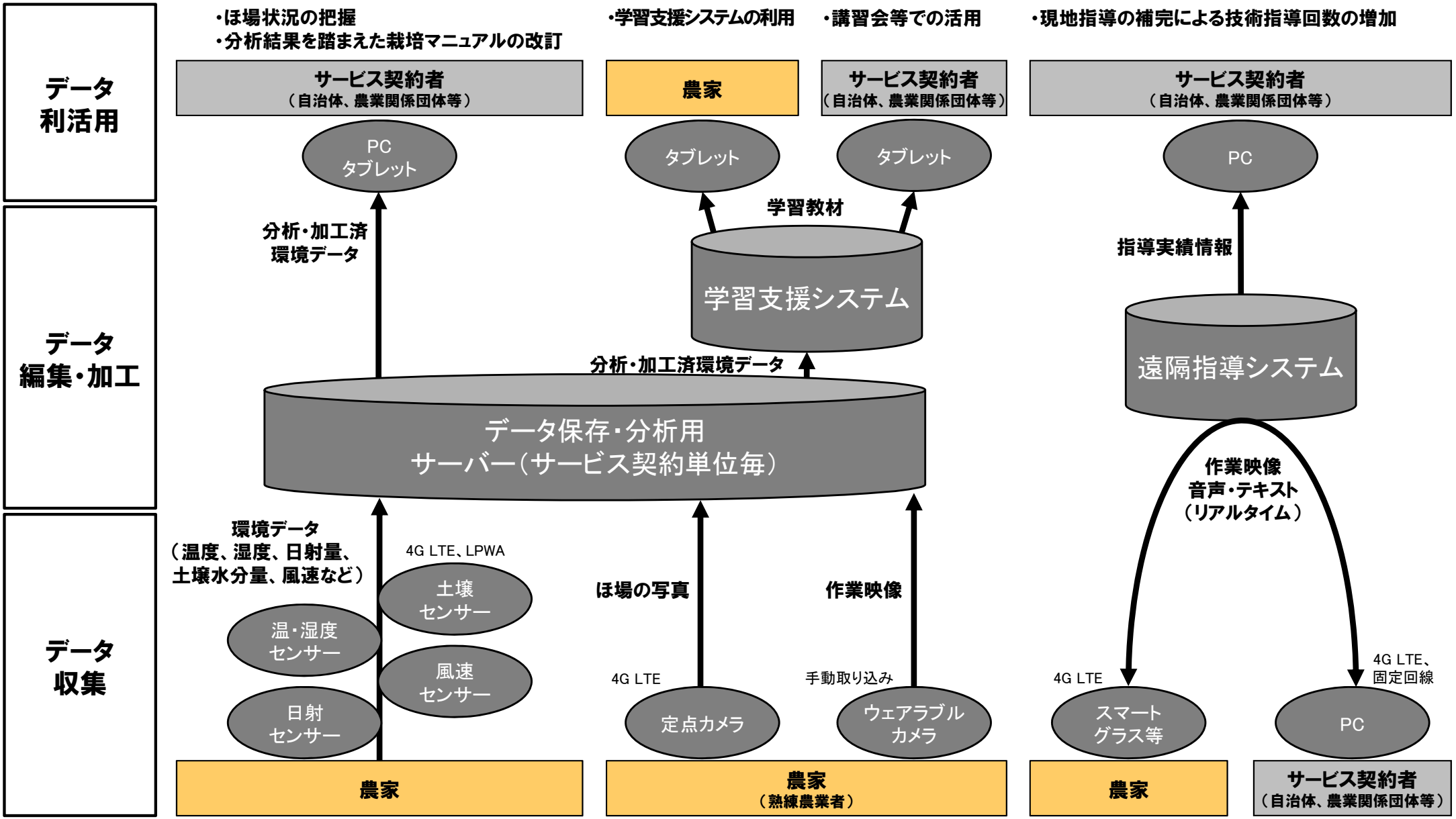
公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

ビジネスモデル



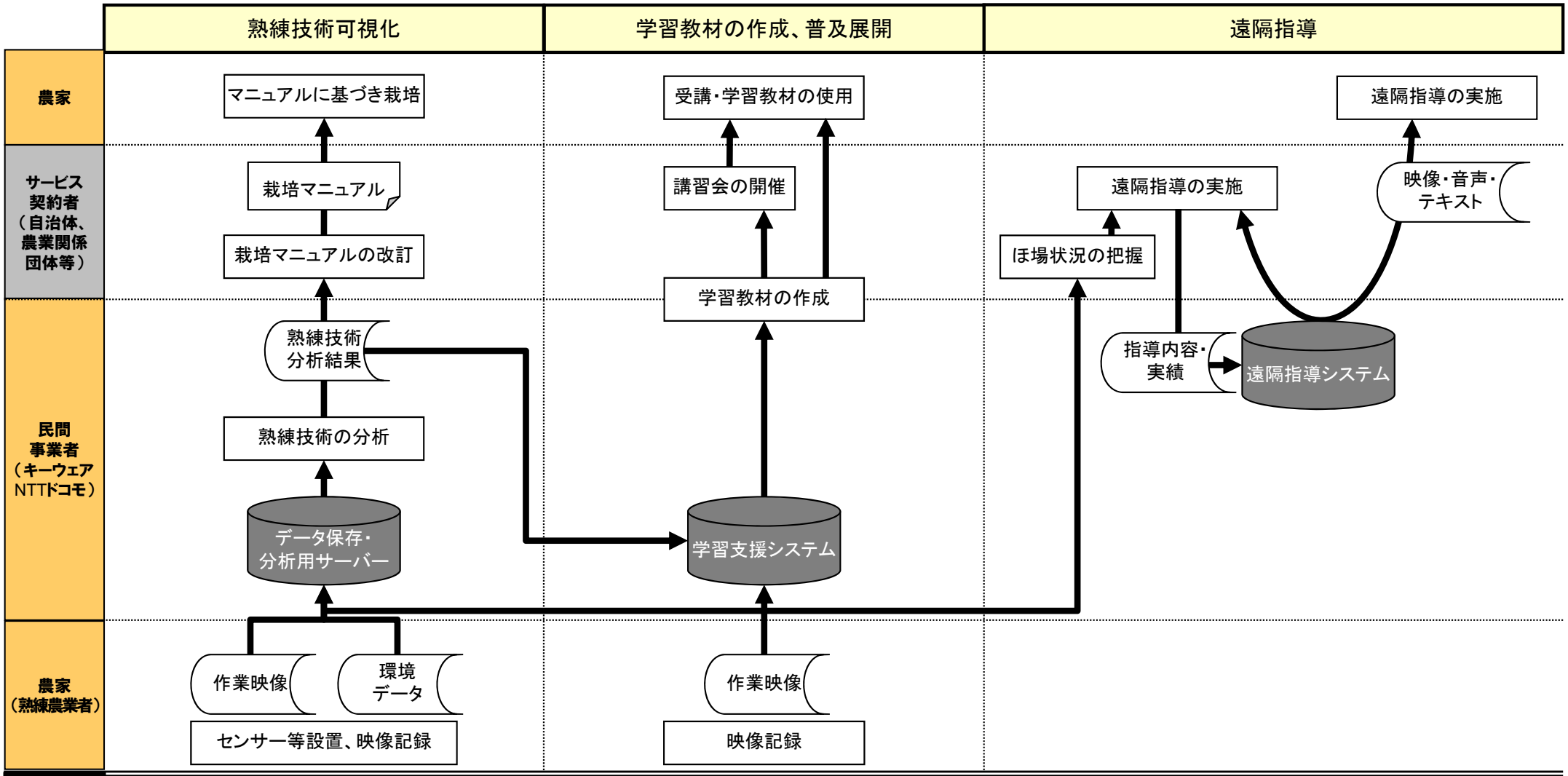
公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

システム構成モデル



公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

業務フローモデル



運用上のポイント

1. 商品性に影響する熟練技術の見極め
2. 熟練農業者の選定と、産地内への作業ノウハウ提供の了解を得ること
3. 学習効果の定量化

1. 県外産地や海外への情報流出を避けるため、学習支援システムはパスワード管理を徹底
2. 技術課題に合わせて学習教材を追加していく。

1. 現地ほ場での対面技術指導を基本とするが、遠隔指導で指導の不足分の補完が可能である。
2. 剪定作業など、ほ場全体を把握しながら実施する作業は、モニタ越しでは視野が狭いことや、枝の太さが把握しにくいため、遠隔指導が困難であることから、現地での指導を徹底する。
3. 指導を受ける側の教育（画像に映す部分、立ち位置等、指導者側への伝達情報の統一化）

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 実証事業に基づき検討されたルール（案）等

■ ルール等① 著作に関するもの　ルール案

- 不正競争防止法改定に伴う、データ不正取得に関する罰則規定を基本として、熟練技術を保護対象とする取り組みを検討した。
  データ不正取得を適用する為には、データがパスワードや閲覧制限等によって保護されていることが必要となるため、閲覧者の限定（※1の範囲）規定、データ閲覧時のパスワード設定等を進めている。
- 本事業（ルビーロマン）での熟練農業者へのノウハウ提供の対価であるが、無償（協力していただいた熟練農業者の意向として、産地全体の魅力・技術力が高まることに繋がれば良いとの考え）であった。産地形成において、品種開発、基礎技術開発、生産者による取組が互いに協調して成り立つものであり、産地内での取り扱い範囲の検討を行った。検討結果は※1となる。
- 学習支援システム、環境情報モニタリング・分析システムのサービスはベンダー所有のサービスであるが、そのサービスを活用して作成された熟練技術情報、学習教材は※1の著作となり、サービス提供ベンダーは使用できない事とした。

※1著作の権利所有者は石川県及び生産者組織（ルビーロマン研究会）にある。著作の活用は、生産者組織会員及び関係機関に限定

■ ルール等②「匠の技」の継承に関するもの　ルールの必要性

- ルール概要：静岡県三ケ日町をはじめとし、福岡県八女市、宮崎県日南市、青森県弘前市など、他産地で広がっている熟練農業者の「暗黙知」を可視化し技能継承させる学習支援システムの取組み手順に、本事業で取り組む遠隔指導を加えた手順の検討を行った。
  遠隔指導においては、以下に示すようなポイントが重要であることが明確となり、今後の普及展開へ情報共有を行う。

  ・指導者へ送信する画像情報の明確化
  →初心者と熟練者では、植物体を観察するポイントが違う事が多く、初心者目線の画像だけでは、指導ができない。
  事前に撮影ポイントを明確化し指導をしておく必要がある。無教育のままで遠隔指導は非効率となる。
  ・写真と動画の選別
  →長時間の指導は、指導者・受講者共に画面酔いがでる事があり、状況に応じて、動画をOFFとし静止画のやり取りで指導を行う事が良い。

公益財団法人いしかわ農業総合支援機構
「匠の技」を活用したIoT技術指導モデルの展開事業

■ 基本情報

農業生産技術の継承に関する問題

- ✓ 日本の農業者の減少と高齢化が進んでいる。平成30年の農業就業人口（15歳以上の農家世帯員のうち、調査期日前1年間に農業のみに従事した者又は農業と兼業の双方に従事したが、農業の従事日数の方が多い者）は、約175万人となり、平成12（2000）年の389万人に比べると55%減となっている。
- ✓ また、農業就業人口における高齢化率は、平成12年時点では52.9%であったが、平成30年は68.5%と進展している。
- ✓ 農業生産技術は、都道府県の普及指導員、JAの営農指導員、公設の農業試験場等による農業者に対する指導や、JAの生産部会単位や集落単位、大規模農業経営体単位等での技術蓄積・継承が行われてきている。
- ✓ しかしながら、優れた生産技術を自ら開発・蓄積してきた篤農家の知識・技術については、属人的であることが多いため、我が国の農業の継続的な発展のためには、これら篤農家の有する知識・技術の形式知化が重要課題である。

農業生産技術の継承に関する問題への取組状況（現状）

- ✓ 農林水産省では、農業者が生み出した技術の見える化及び継承に向けて、以下の様な取組を実施。
  - 地域活性化に資する現場創造型技術を有する農業者を20年度から22年度まで「農業技術の匠」として選定しホームページにて公開
  - 平成21年に設置した「農業分野における情報科学の活用等に係る研究会」（AI農業研究会）において、「人工知能を用いたデータマイニングなどの最新の情報科学等に基づく技術を活用して、短期間での生産技能の継承を支援する新しい農業」として、AI(アグリ・インフォマティクス）農業のコンセプトを提唱。平成24～26年度、熟練農家の生産管理やノウハウ（暗黙知）を継承するシステムの普及を図る補助事業「AIシステム実証事業」を実施
- ✓ 上記国の政策とも連動しながら、ICTベンダーや農機メーカー、その他ベンチャー企業等の取組も盛んとなり、センサーによって取得した作物情報・環境情報や、農業者の判断や各種作業記録情報を総合的に蓄積し、これらの分析等を容易とするICTサービスが社会実装されてきている。

日本の農業就業人口の減少と高齢化の進展

	平成12年	22年	27年	29年	30年（概数値）
農業就業人口（万人）	389.1	260.6	209.7	181.6	175.3
うち65歳以上（万人）	205.8	160.5	133.1	120.7	120
高齢化率	52.9%	61.6%	63.5%	66.5%	68.5%
平均年齢（歳）	–	65.8	66.4	66.7	–

出所）農林業センサス、農業構造動態調査 （農林水産省統計部）

現状の課題

- ✓ AI農業について、「JAみっかびモデル」（熟練農業者の農業生産技術に対するアイカメラ等を使った作業分析手法や、技術等の学習コンテンツ化手法）を他地域及び他作物に展開させることによって、モデル横展開の普及を加速する
- ✓ さらに、AI農業について、IoTを活用した圃場内ビッグデータ収集と、機械学習等による「匠の技」（作業判断等）の自動化の開発も実施
- ✓ 普及指導員、営農指導員、農業試験場等による農業者に対する圃場での指導に対し、5Gの高精細画像を用いた遠隔指導を追加することで、より頻度高く細やかな指導を実現