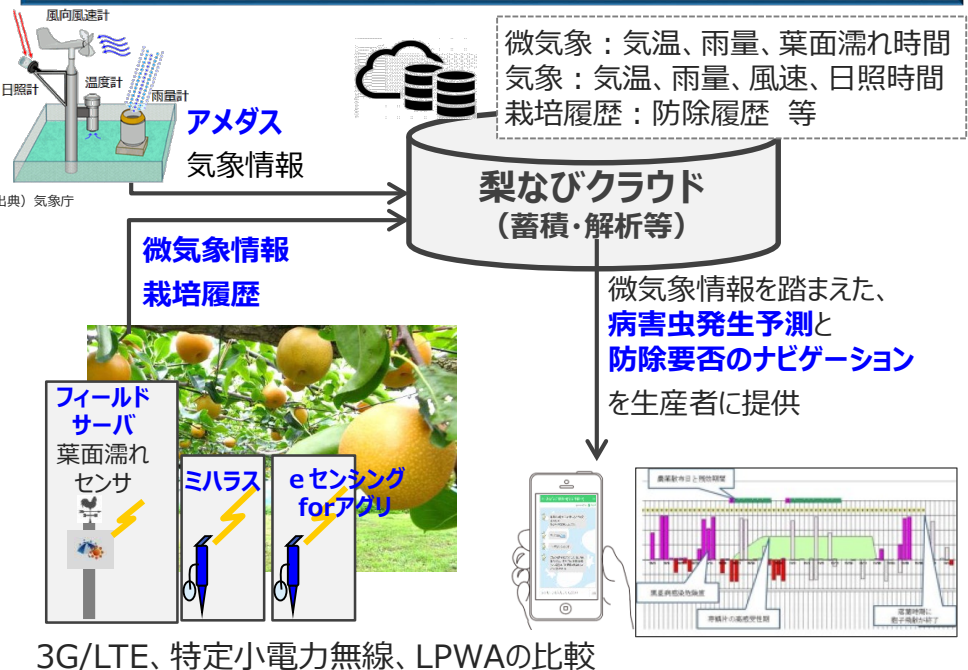


株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

実施団体	NTTデータ経営研究所、千葉県農林総合研究センタ、千葉県果樹園芸組合連合会、船橋市、イーエスケイ、NTT東日本
実施地域	千葉県千葉市、鎌ヶ谷市、市川市、船橋市
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 千葉県の名産品である二ホンナシの黒星病を防除するための農作業ナビゲーションを提供するため、農林総合研究センタが開発した防除予測のアルゴリズムを用いたアプリを開発し、圃場に設置した気象センサのデータから、圃場毎・圃場内の微気象情報を踏まえた、病害虫発生予測と防除要否のナビゲーションを生産者に提供。生産者は、適期・的確な防除が可能となり、稼働削減、収穫ロスの抑制、減農薬栽培の実現が可能。 ▶ パイロットユーザで効果検証をしながら、アプリの改善や、微気象ネットワークの最適な構築方法を検証。 ▶ 圃場内の微気象情報を収集するセンサの通信における電波の比較、検証を行う。

実証内容



実証成果

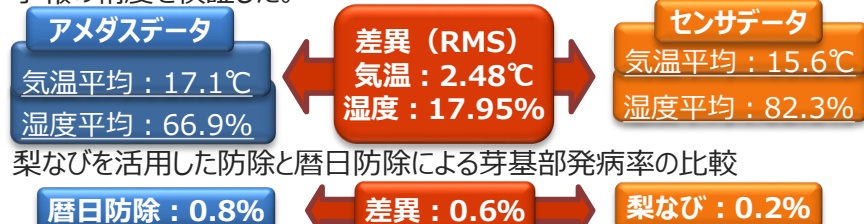
電波伝搬に係る知見等

無線通信規格：3G/LTE、特定小電力無線、LPWA

- ① 圃場内の環境等変化（農機具を使った作業や、防除ネットの撤去等）においても、最低受信強度値を下回することは1度も無く、台風15号による暴風雨に対しても、全て安定した通信ができていた。
- ② 電波強度は葉の被覆率による影響を受けた。
- ③ ビニールハウスのある場所では、電波の減衰が見られた。

IoTサービスの効果 (KPI)

アメダスデータと圃場に設置したセンサデータを比較し、センサデータによる防除予報の精度を検証した。



株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証地域の基本情報

実証地域の概要

実証地の住所	実証地の属性	地域の説明
千葉市緑区大膳野町	千葉県農林総合研究センター 果樹研究室試験圃場	全国一を誇るニホンナシの技術開発 ニホンナシ中心とした落葉果樹につ いて、高品質・安定生産、新品種育成、 早期成園化・省力化に対応した生産 技術開発に取り組んでいる。
鎌ヶ谷市初富	ナシ生産農家	江戸時代末から栽培、歴史のある産地 県内でも上位に位置する生産量と なっている。市場出荷、直売、観光農 園として都市近郊の環境を活かした 販路形成を行っている。
市川市大野町	ナシ生産農家	千葉県における梨栽培発祥の地 市場出荷、直売、観光農園として都 市近郊の環境を活かした販路形成を 行っている。特許庁の地域団体商標 登録「市川の梨」として地域ブランドの 認証を受けている。
船橋市金堀町	船橋市農業センター	県内の市町村では出荷額が第4位 非公認キャラクター「ふなっしー」を 活用した販売PRなどを行っている。市川 市同様「船橋のなし」が地域団体商標 の認証を受けている。



千葉県農林総合研究センター

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

ナシ黒星病

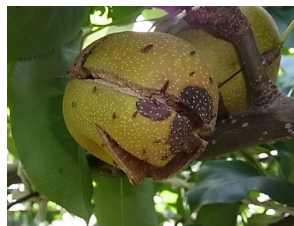
春型病斑



主に降雨により感染が拡大
発病葉率が20%であれば、
減収は29%と予測される

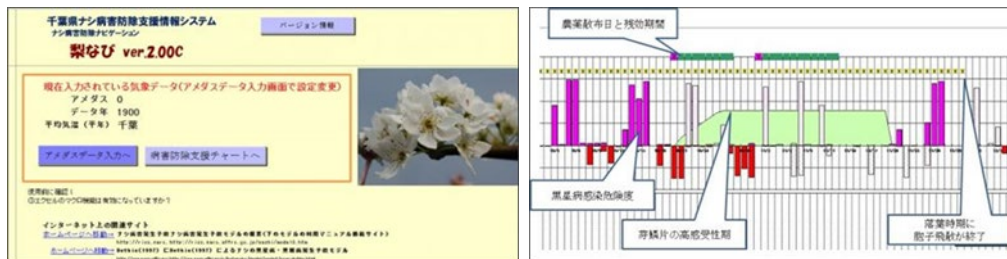
↓ 裂果

胞子(カビの仲間)



↑ 防除支援

- 1 ナシ黒星病の病原菌はカビの仲間で、感染すると葉や果実に黒いスス状の病斑が生じる。
- 2 果実の病斑は裂果の原因となり、被害が多いと直接の減収となる。
- 3 病気の感染と拡大には、降雨・結露により葉がぬれている時間や温度との関係が高い。
- 4 そのため、防除暦通りに薬剤防除してもうまく防除出来ない場合がある。
- 5 効果的な防除を行うには、雨の前、葉が乾いた状態の時に殺菌剤の散布を行い、その保護効果を維持することが重要となる。
- 6 ナシ黒星病防除のための病害防除支援情報システム「梨なび」を開発。
- 7 ただし、エクセルのマクロベースでシステムが作られており、最新のデバイスやクラウドシステムへの対応、データ連携による気象データの取り込みができてない。



現状の梨なびシステム

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証地域の基本情報

1 各圃場の微気象センサとアメダス設置場所の位置関係



船橋市農業センター

千葉農林総研圃場に設置するセンサ及び取得データ

センサ(通信方式)	取得データ
フィールドサーバ (以下Fs: 3G) ●	気象(温度、湿度、照度、雨量、風向、風速) 葉面濡れ(葉表面の濡れ)
ミハラス (特定小電力無線) ●	気象(温度、湿度、照度、雨量、風向、風速)
eセンシングforアグリ(LPWA) ●	気象(温度、湿度、照度)

【凡例】

- アメダス
- センサ (FS)
- センサ (ミハラス)
- センサ (eセンシングforアグリ)

【アメダス観測所】

アメダス観測所	計測データ
我孫子	降水量、気温、風向、風速、日照時間
船橋	降水量、気温、風向、風速、日照時間
佐倉	降水量、気温、風向、風速、日照時間
千葉	降水量、気温、風向、風速、日照時間、相対湿度、積雪の深さ等



農林総合研究センター
(圃場C)

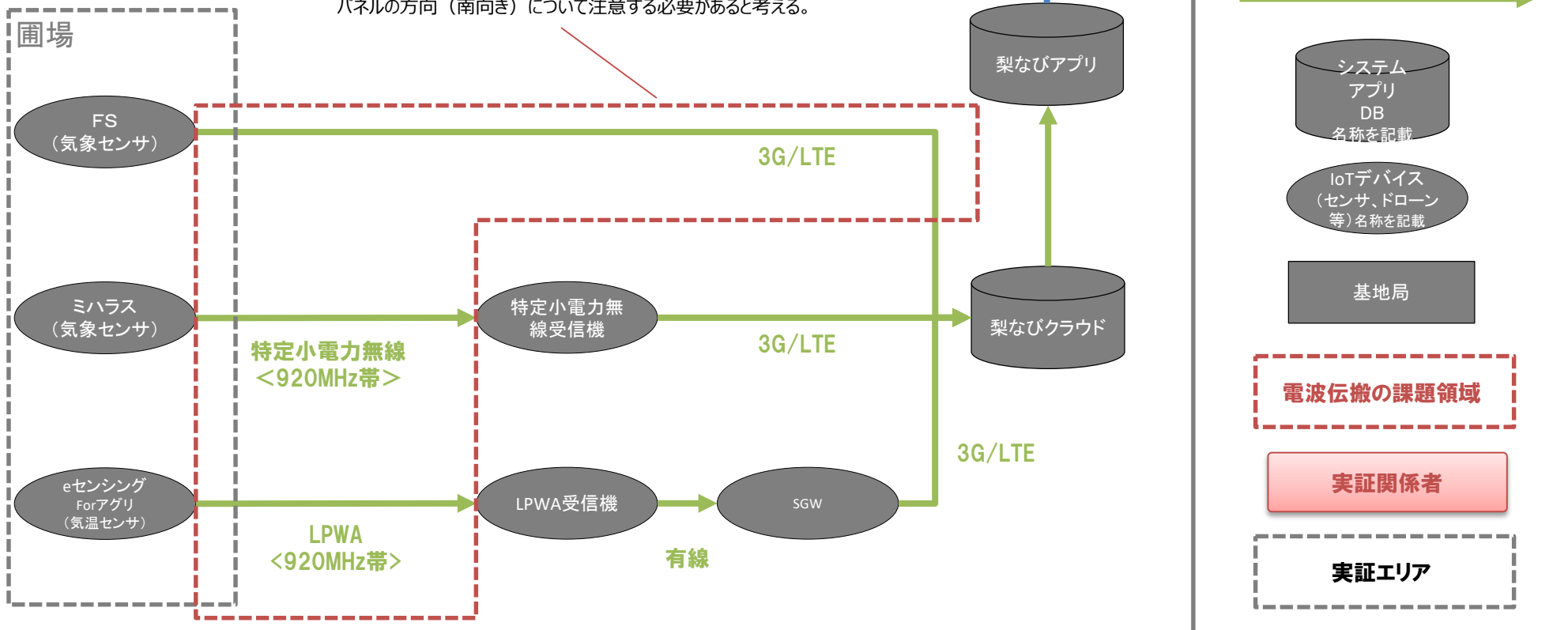
・ アメダス設置場所：気象庁「防災情報」を参考に作成 ※URLは下記のとおり
http://www.jma.go.jp/jp/amedas_h/map31.html

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

天候や周辺環境の影響を受けず 十分な電波強度を保てるか

- 一般的な圃場であれば、3G、LTE及び920MHz帯ともに、基本的にはデータ収集に必要な電波強度を確保できると考えているが、後者については、より安定した電波強度を確保するため、送受信機の高さ（見通し）や樹木等の葉っぱの被さりが無いこと等に注意することが必要と考える。
- 天候については、物理的な障害となりうるような場合を除き、基本的には周辺環境の影響を受けることは無いと考えるが、センサの電源を太陽光から供給する自家発電タイプについては太陽光パネルの方向（南向き）について注意する必要があると考える。



株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 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効果
・気象情報	気象(温度、湿度、照度、雨量、風向、風速)、葉面濡れ(葉表面の濡れ)等	・気象センサ①FS、②ミハラス、③eセンシングforアグリによる取得 ・アメダスによる取得	・気象センサ(10～15分ごとの取得) ・アメダス(1時間ごとの取得)	・データを梨ナビアプリに取り込み、黒星病の防除予測に繋げる。 ・圃場におけるデータの差異を検証する。 ・データの差異による、黒星病の危険度の差異を検証する。
・電波欠損	気象(温度、湿度、照度、雨量、風向、風速)、葉面濡れ(葉表面の濡れ)等	・気象センサ①FS、②ミハラス、③eセンシングforアグリによる取得	・8/28～1月中旬までの連続データ	・連続データの欠損値について確認する。 現在のデータの欠損状況はエラー率として最大0.2%程度*で、要因は機器システムの実装によるものと想定されるが、詳細は調査中である。 *欠損回数÷(測定期間の)全測定回数
・電波強度	920Hz帯電波(特定小電力、LPWA)、3Gの電波強度	電波測定器(スペアナN9342C)による受信電波・送信電波の強度診断	6か所の測定地点について、季節を変えて(8月、10月、11～12月、1月)4回診断	・距離や環境条件が異なる各地点における電波強度の差異を検証する。
・適切な防除を実施できたユーザー割合	ユーザー数	アプリにおける防除実施の登録回数	協力農家約13圃場のデータ	・圃場ごとに必要防除回数を確認し、実際の防除実施回数との差異を検証する (参考)適切な秋防除を実施できたユーザー割合 = 梨ナビによる適正防除を行えた農家数 / 全調査戸数 × 100
・農家の意向	アンケート	・実証参加者アンケート、及び、一般農家向けアンケートの実施	・実証参加者アンケート: 協力農家約10名 ・一般農家: 約20名	・実証協力者アンケート: UIの使いやすさ、梨ナビの効果、利用意向、農場の拡大や人員の拡大や新規就農者の参入に対する梨ナビの有効性に対する考え、支払い意思額等を把握 ・一般農家: アプリ版梨ナビに対する利用意向、支払い意思額等を把握

株式会社NTTデータ経営研究所 微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ)

① 利用機器 (3種類) ... 本番環境機器



千葉県農林総合研究センター



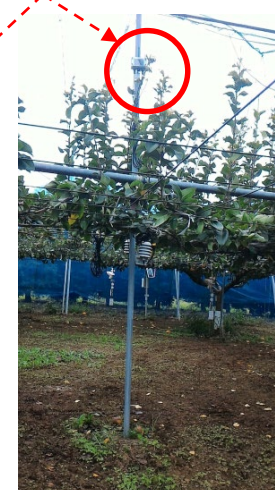
調査室 (親機設置場所)



FS (3G)



ミハラス (特定小電力無線)



eセンシングforアグリ (LPWA)



監視カメラ (防除・防風内からセンサ子機方向を望む)

子機 (無線アンテナ)

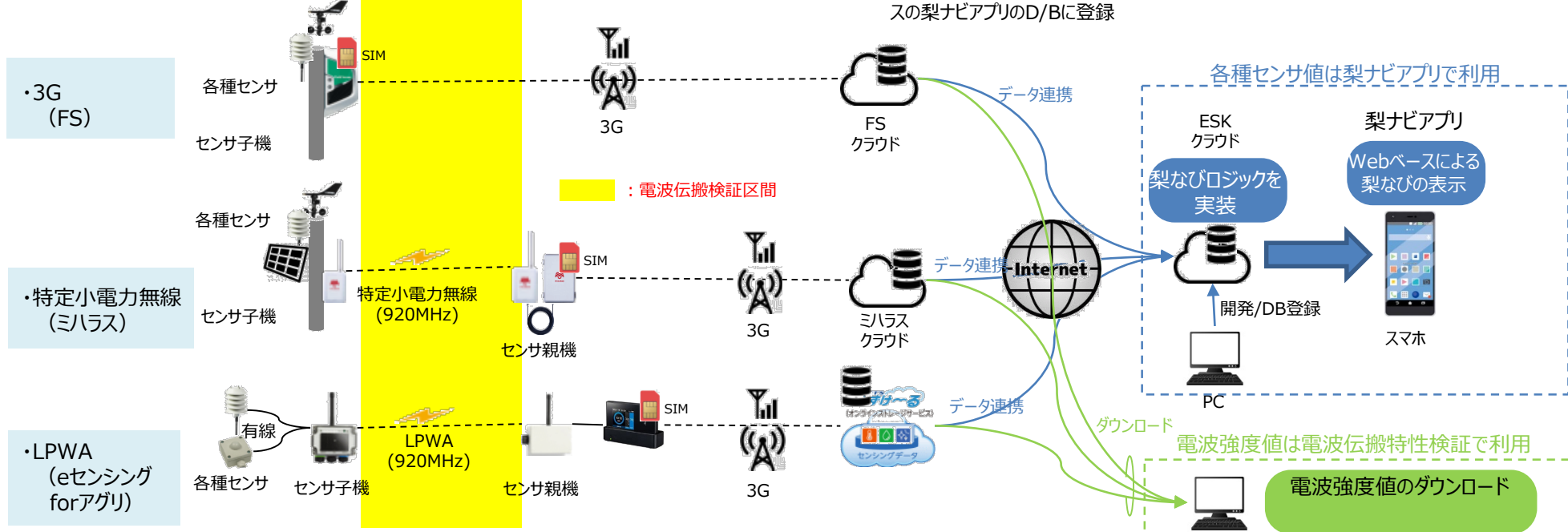
- センサ子機は圃場C内の防除・防風ネット内に、黒星病が発生しやすい場所に3種類の無線電波規格の子機を狭い範囲で設置し(電波伝搬検証も兼ねるため)、各種センサー値を収集する
- このうち、FSの1台は防除・防風ネットの外側に設置(防除・防風ネットの“内外”での各種センサー値の“差異”の把握と、施工性の知見の収集のため)
- あわせて、電波強度値も収集し、周辺環境等の変化による電波伝搬特性を把握する
- 電波伝搬特性に影響(電波強度値の特異現象等)が発生した場合、その原因を特定するために、監視カメラを2台設置(センサ親機側は圃場Cに向けて、子機側は防除・防風ネット内で子機に向けて設置)

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

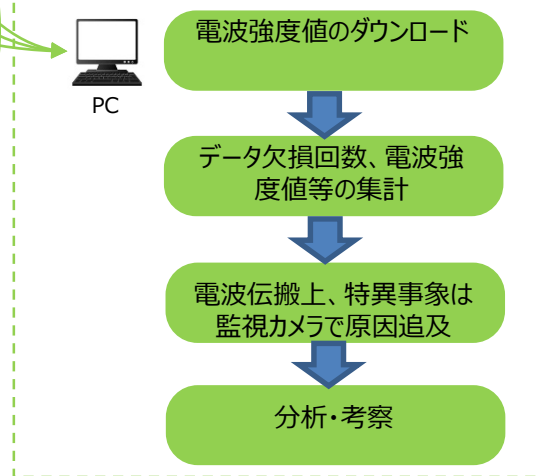
■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ)

② 電波伝搬検証区間とデータ取得方法/解析方法 ※本番環境機器



③ センサ機器種別 ※電波伝搬検証は「電波強度値」を利用

機種名 (略称)	メーカ	センサ機能					送信機 電源供給元	送/受信機間・ 通信方式 (帯域)	受信機/ク ラウド間・ 通信方式	データ保存場所
		気温	雨量	湿度	風向/ 風速	葉面濡れ				
FS	ベジタリア	○	○	○	○	○	乾電池	-	3G	FS・クラウド
ミハラス	ニシム電子	○	○	○	○	×	太陽光	特定小電力 (920MHz)	3G	ミハラス・クラウド
eセンシングforアグリ (eセンシング)	NTT東日本	○	×	○	×	×	太陽光	LPWA (920MHz)	3G	クラウド (フレッツあざけ〜る)



株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ)

※表中の「本番環境機器」とは920MHz電波帯（特定小電力、LPWA）および3Gを利用する機器で実施したことを示す

④ 検証項目一覧

・圃場C（本番環境機器及び簡易試験機（特定小電力無線）にて実施） ※簡易試験で実施したものは「*」で示す

	検証項目 (パラメータ)	検証のポイント (確認事項)	実施/収集/確認方法	実施時期 (回数)	備考
1	降雨・風	特に降雨の強さ（霧雨、豪雨等）によるRSSIの変化を確認する	・RSSI値（本番環境機器） ・監視カメラ	2019/8/29～2020/1/2（随時）	特に台風等の自然環境の変化の影響度合い等を確認する
2	葉っぱの被覆率	送信機の設置位置と梨の葉っぱの茂り具合毎のRSSI値を確認する	・RSSI値（本番環境機器、簡易試験機*） ・監視カメラ	2019/9/20、10/29、12/17、2020/1/24（それぞれ1回）	センサ子機設置時の施工知見を収集する
3	防除・防風ネット	ネットの影響を確認する	・RSSI値（本番環境機器） ・監視カメラ	2019/10/10（1回）	
4	電気柵（動物除け）	鳥獣害対策として設置される場合がある電気柵の影響を確認する	・RSSI値（本番環境機器） ・監視カメラ	2019/9/10（1回）	
5	農作業用機器のノイズ	農薬散布機や草刈り機等、圃場内での農作業機械の利用による影響を確認する	・RSSI値（本番環境機器） ・監視カメラ	2019/10/21、10/31、11/10（それぞれ1回）	農作業機等から発出されるノイズ等の影響を確認する

・圃場Cおよび周辺にて実施（簡易試験機（特定小電力無線）にて実施）

	検証項目 (パラメータ)	検証のポイント (確認事項)	実施時期 (回数)	実施/収集/確認方法
1	車のノイズ等	果樹園に隣接する道路を通行する車のノイズ等の影響を確認する	2019/11/29（1回）	・RSSI値 (簡易試験機)
2	民家内外から発する電波	Wi-Fiやスマートメータ等、主に民家から発する電波による影響を確認する	2019/12/2（1回）	・RSSI値 (簡易試験機)
3	工場からのノイズ	果樹園に隣接する工場内外から発するノイズ等の影響を確認する	2019/10/28（1回）	・RSSI値 (簡易試験機)
4	ビニールハウスの影響	果樹園に隣接するビニールハウスの影響を確認する	2019/12/17（1回）	・RSSI値 (簡易試験機)
5	基準データ	自由空間に近い環境下での電波伝搬特性を確認する	2019/11/29（1回）	・RSSI値 (簡易試験機)

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ) … 目的:圃場Cにおける本番環境機器の電波強度値の測定方法

⑤ 圃場Cでの電波強度値の収集 … 本番環境機器で収集

本番環境機器（圃場C）での電波強度値の収集方法と利用方法

※具体的な検証内容は次ページ参照

【測定方法と確認内容】

本番環境機器において電波強度と電波欠損の有無を確認し、最低受信強度を下回ったり欠損があれば、その原因究明を監視カメラにおいて特定する

- ① 圃場Cに設置した全てのセンサー機器から、10分または15分間隔で電波強度値を収集
- ② 電波強度値が取得できなかった時を確認
- ③ 最低受信強度値を下回ったのか否か、特異的事象（強度値が急激に下がる、等）を確認



- ④ 監視カメラにて、当該事象発生時の事象を確認し、その原因を特定する
- ⑤ あわせて、センサー機器製造メーカーへ問い合わせ

※結果、考察は次ページ以降を参照

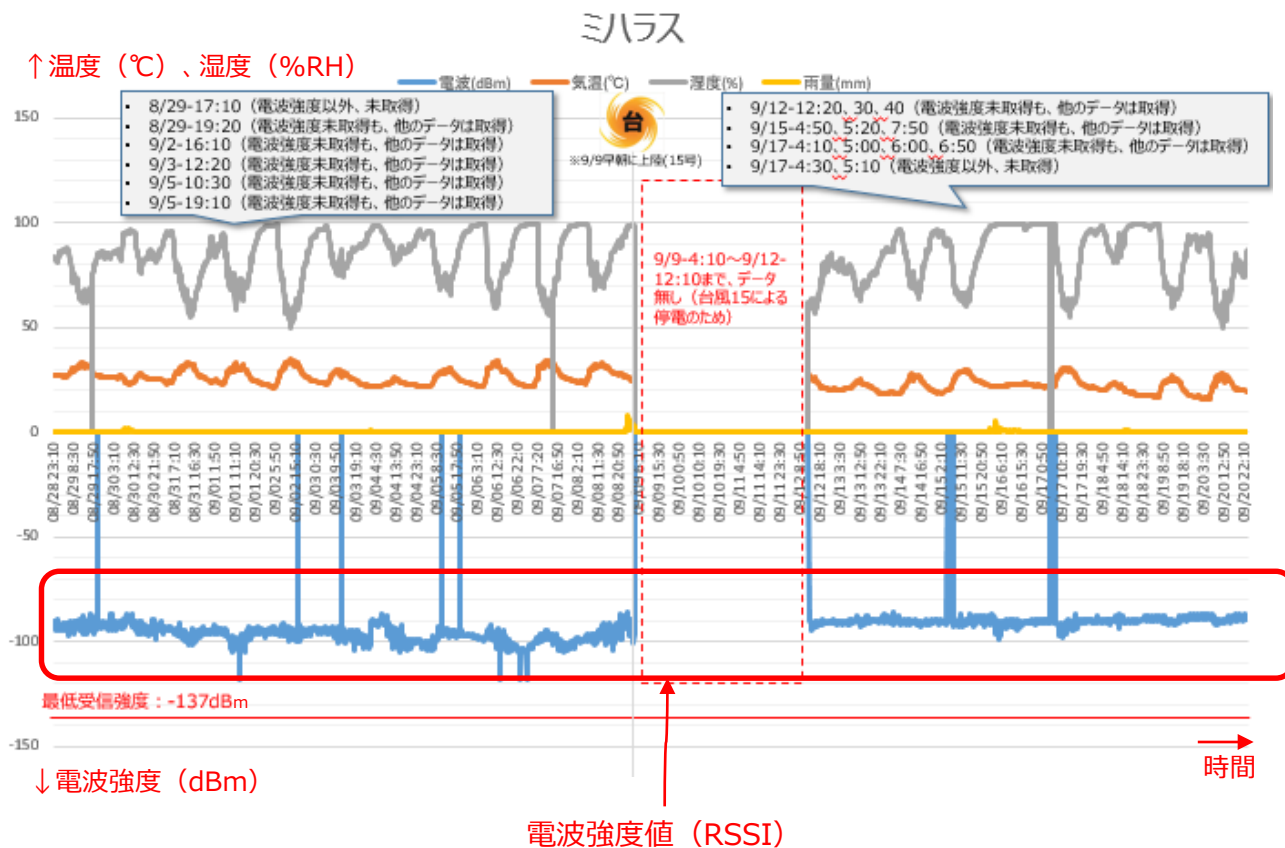
株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ) … 目的: 圃場Cにおける本番環境機器の電波強度値の測定方法

⑤ 圃場Cでの電波強度値の収集 … 本番環境機器で収集

特定小電力無線(ミハス) ※下図は「8月28日 23:10~9月20日 22:10までのもの」



- 10分間隔で収集した電波強度値について、欠損の有無を把握する
- 左図では、電波強度値は未取得であった時の状況を示している
- この電波強度値が未取得、または最低受信強度値を下回っている日時において、周辺環境で何が発生しているのかを、監視カメラにて確認する

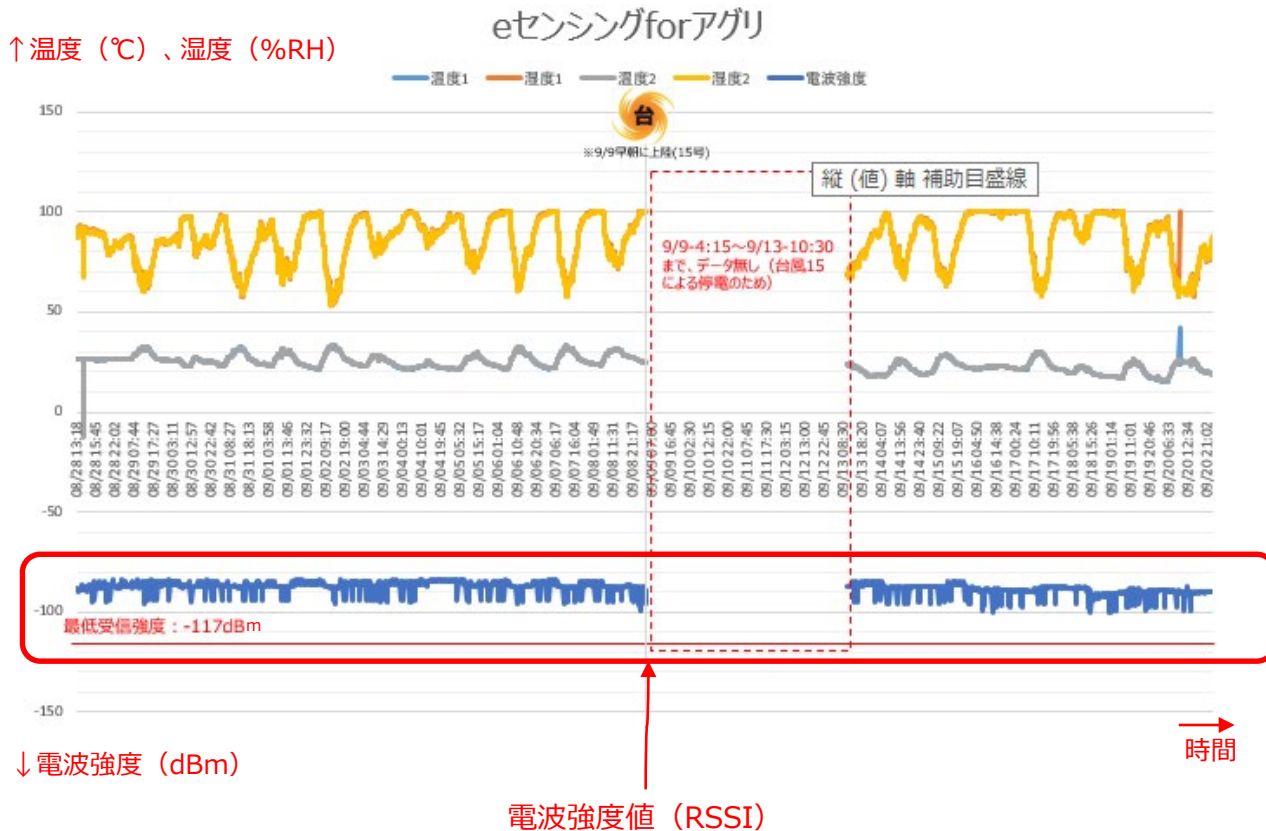
株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ) … 目的: 圃場Cにおける本番環境機器の電波強度値の測定方法

⑤ 圃場Cでの電波強度値の収集 … 本番環境機器で収集

LPWA (eセンシングforアグリ) ※下図は「8月28日 13:18～9月20日 21:00までのもの」



- 15分間隔で収集した電波強度値について、欠損の有無を把握する
- 左図では、電波強度値は未取得であった時の状況を示している
- この電波強度値が未取得、または最低受信強度値を下回っている日時において、周辺環境で何が発生しているのかを、監視カメラにて確認する

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

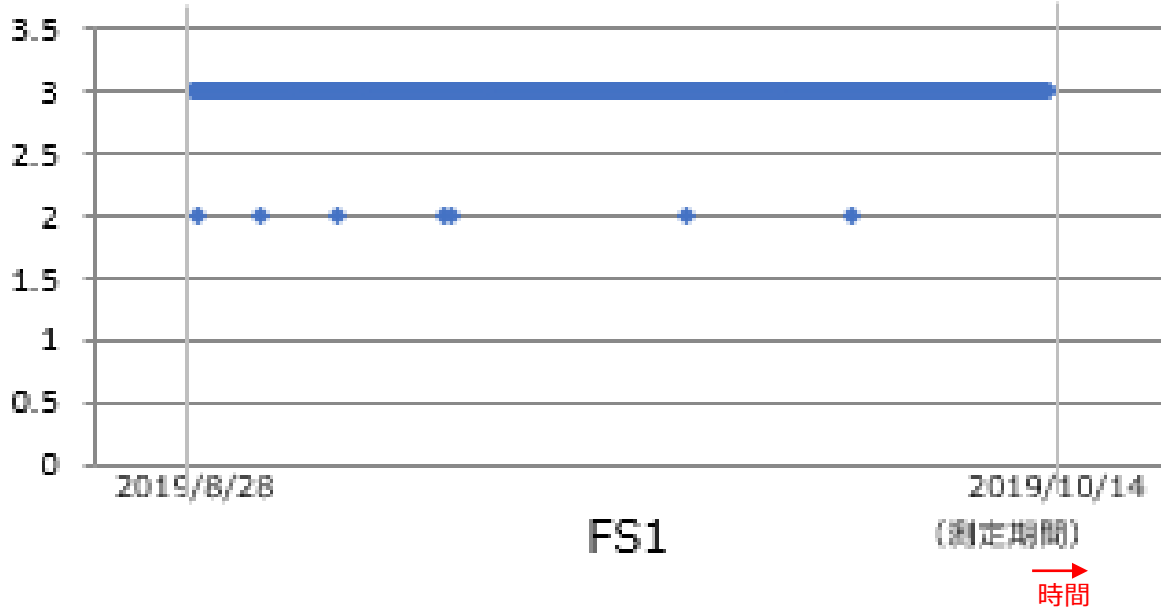
■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ) … 目的:圃場Cにおける本番環境機器の電波強度値の測定方法

⑤ 圃場Cでの電波強度値の収集 … 本番環境機器で収集

3G (FS) ※下図は「8月28日～10月14日までのもの」(圃場C)

↑電波強度 (アンテナ本数)
(アンテナ本数)

電波アンテナ本数 (FS1)



- FSの電波強度は、特定小電力無線、LPWAのような数値 (dBm) で示せないため (キャリア仕様による)、最寄りのキャリア基地局での電波強度レベルを「1～3」の3段階 (アンテナの本数) で表示
※電波強度値が最大：3本
電波強度値が最小：1本
- この本数が未取得 (ゼロ)、または1本以下の場合は、周辺環境で何が発生しているのかを、監視カメラにて確認する

注) 3Gについては、電波強度を具体的な数値での開示が困難なことから (キャリアの社外秘)、唯一の開示可能な情報である「アンテナの本数」で、電波強度値を補完した

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ)

⑥ 圃場C、および周辺での追加検証の実施方法(特定小電力無線の簡易試験機で実施※)

※LPWAは、特定小電力無線と同帯域(920MHz帯)のため、電波強度値は異なる(各センサー機器の仕様による)が、検証結果は同様なものと想定される。

簡易試験機(920MHz帯/特定小電力無線)での電波強度値の収集方法と利用方法(※)(具体的な検証内容は前ページ参照)

- ① 簡易試験機により、3分間の電波試験を実施
- ② 電波強度値が取得できなかった時を確認
- ③ 最低受信強度値を下回ったのか否か、特異的事象(強度値が急激に下がる、等)を確認



- ④ 検証環境(周辺環境も含む)から、当該事象となった原因を分析し、当該環境での920MHz帯の電波伝搬特性を把握
- ⑤ 実フィールドでの機器設置時の注意点として知見をまとめる

測定方法

- 送信機は人が手で持って(地上高約1.5m)立ち止まり、送信機はアンテナを垂直に立てた状態で測定
- 測定時間 : 3分間
- 受信側でカメラ動画で受信強度を測定する

- 送信機は、3秒間隔で電波を発する
- 受信機は、3秒間隔で電波受信強度をディスプレイに表示する
- 3秒周期で送受信するが、5秒以上受信機が受信しない場合、最低受信強度(-137dBm)を超えた場合は「エラー」表示となる



測定風景(送信側)

※上図は「葉っぱの影響」調査時のものだが、追加検証も同じ格好で電波強度を測定



簡易試験機

株式会社NTTデータ経営研究所

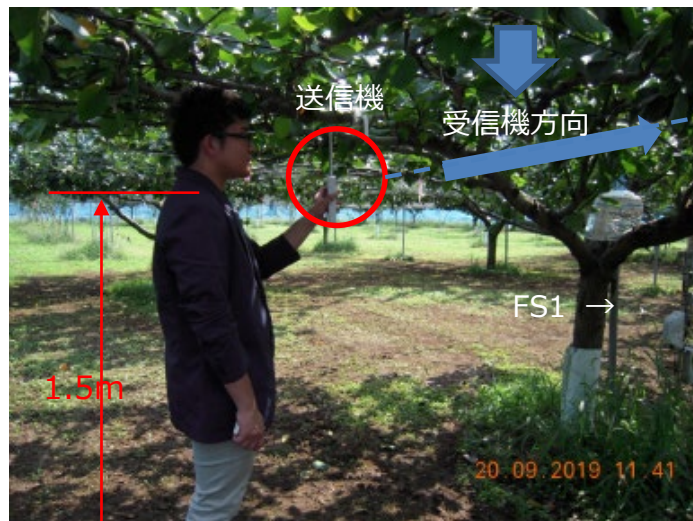
微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ)

⑥ 圃場C、および圃場C以外での追加検証の実施方法(簡易試験機で実施) ※続き

測定風景

※送信機側と受信機側の画像は同日のものではない



【送信機側】

※上図は「葉っぱの影響」調査時のものだが、追加検証も同じ格好で電波強度を測定



【受信機側】

※鉄鋼団地組合ビル・屋上

※受信機および数値記録用ビデオカメラ



受信機のディスプレイ
(受信時)

記録された映像から電波強度値をExcel化

データ欠損回数、電波強度値等の集計

分析・考察

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(微気象ネットワークセンサ)

⑦ スペクトラムアナライザ(周波数測定器)による電波測定(農林総研内にて4回実施)

※信号が持つ成分を周波数毎に分類し当該信号のレベル(強度)を表示し、実証で利用中の信号への影響度を観測する。

(1) 測定箇所と測定風景



測定風景



測定箇所(圃場Cとの位置関係)

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子（微気象ネットワークセンサ）

⑦ スペクトラムアナライザー（周波数測定器）による電波測定（農林総研内にて4回実施）

※信号が持つ成分を周波数毎に分類し当該信号のレベル（強度）を表示し、実証で利用中の信号への影響度を観測する。

（2）測定・分析の考え方

- 本番環境機器（圃場C）から発出された920MHz帯の電波を各測定点にて観測
- 季節、周辺環境等の変化により、本番環境機器が使っている周波数に影響（ノイズ）を与えているものがあるのか否か

（3）測定結果

- 観測された（圃場Cから発出された）本番環境機器からの電波の周辺帯域に、（当該電波に）影響を及ぼすような電波は確認されなかった
- なお、観測点④、⑤については、圃場Cからの電波は観測できなかった。

測定・分析の考え方

アナライザーで測定した波形、電波強度等を収集

当該周波数に影響を与えているのか否かを精査

分析・考察

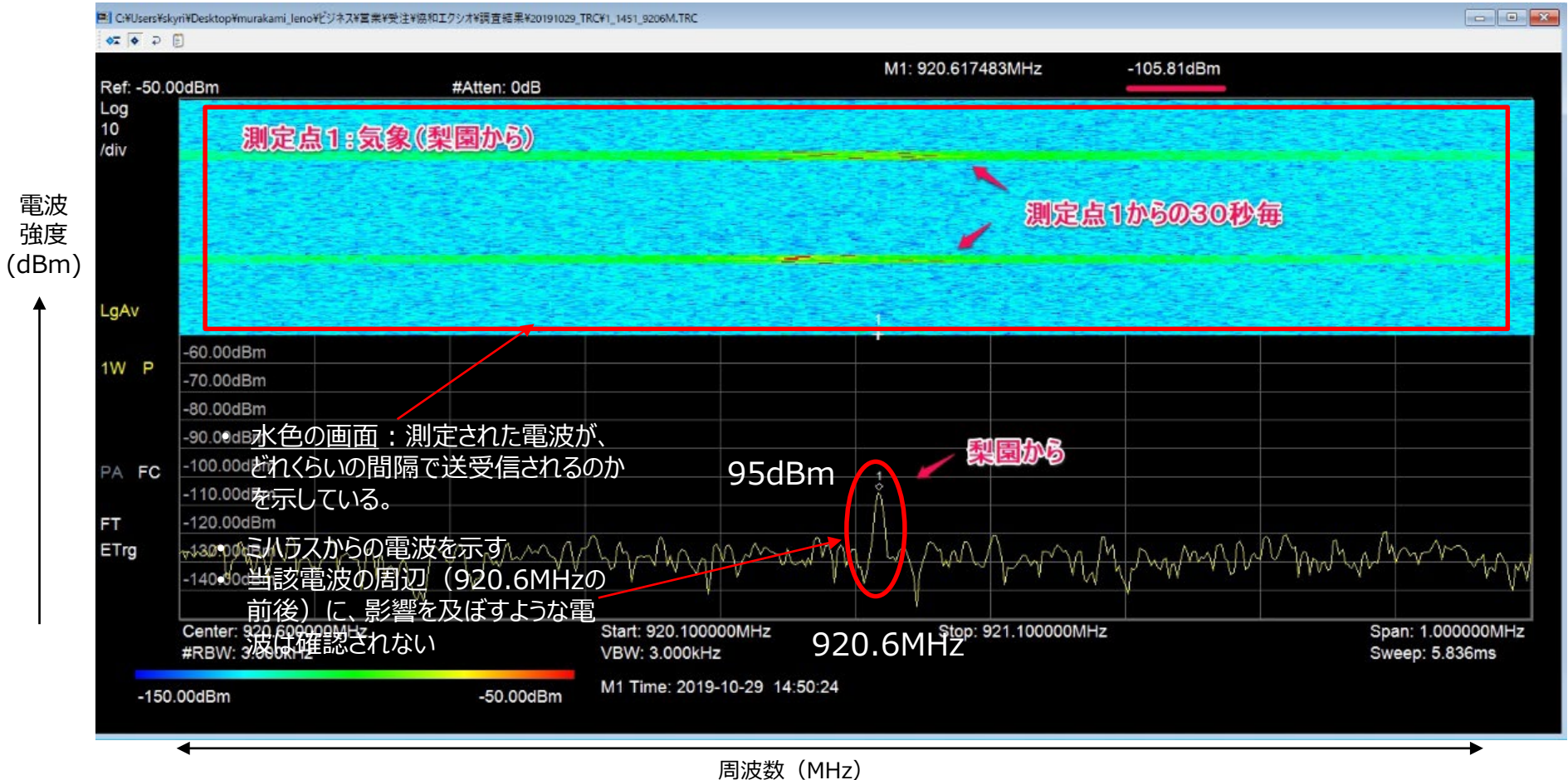
株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子 (微気象ネットワークセンサ)

⑦ スペクトラムアナライザー (周波数測定器) による電波測定 (農林総研内にて4回実施)

※信号が持つ成分を周波数毎に分類し当該信号のレベル (強度) を表示し、実証で利用中の信号への影響度を観測する。



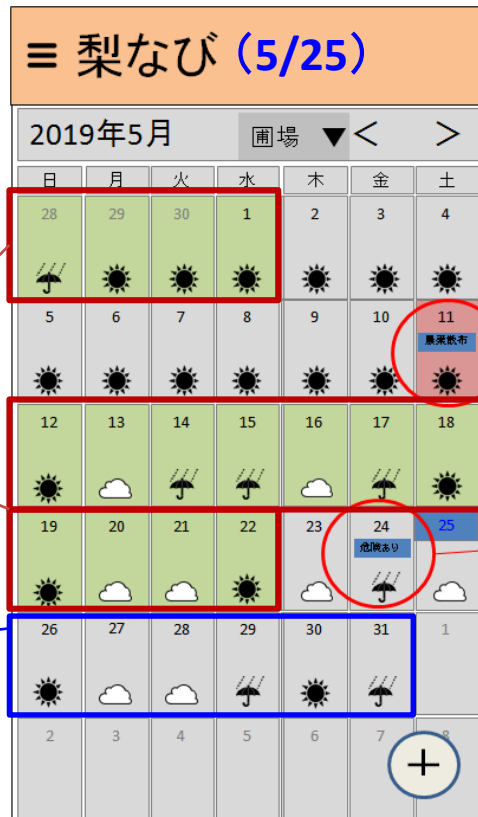
(例) 測定点①での結果 (ミハラス (特定小電力無線))

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(梨ナビプロトタイプ版イメージ)

カレンダー(メイン画面)

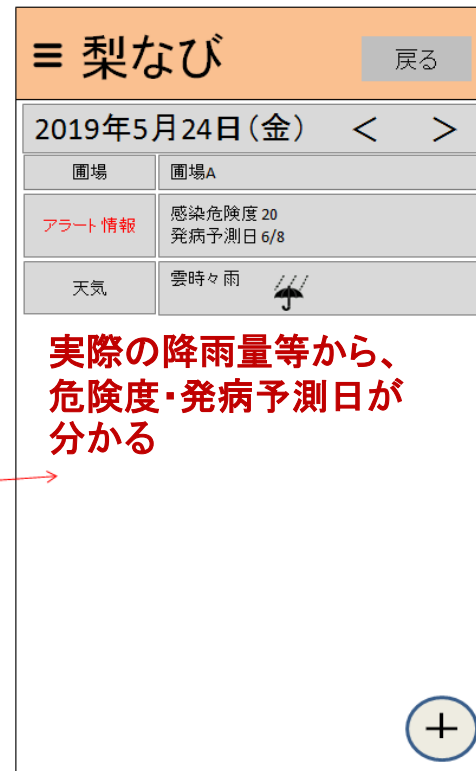
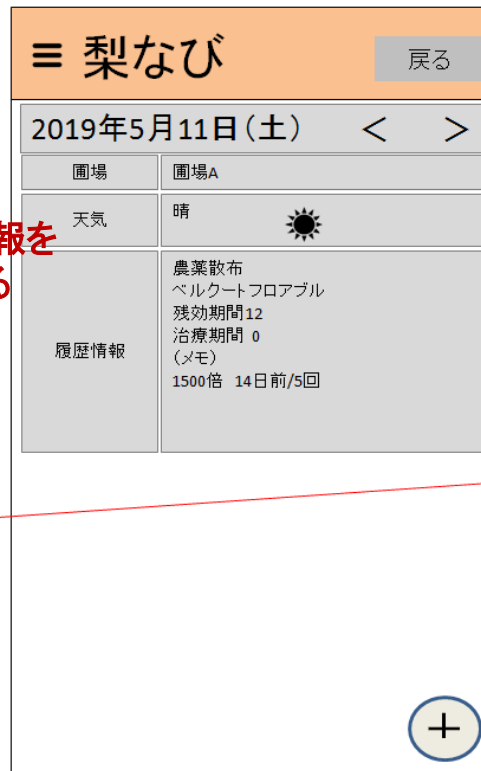


散布した農薬の
残効期間が
一目でわかる

天気予報から
農薬散布すべき
時期がわかる

散布した
農薬の情報を
登録できる

日別詳細



実際の降雨量等から、
危険度・発病予測日が
分かる

5/25に見た画面(当日の日付が青く表示される)

● 赤色の日付は防除実施日

● 緑色の日付は残効期間 or 治療期間

- ・梨ナビロジックで計算した感染危険度が0を超える(濡れ時間が規定値を超える)場合「危険あり」表示
- ・「危険あり」が出て潜伏期間15日後が「発病予測日」

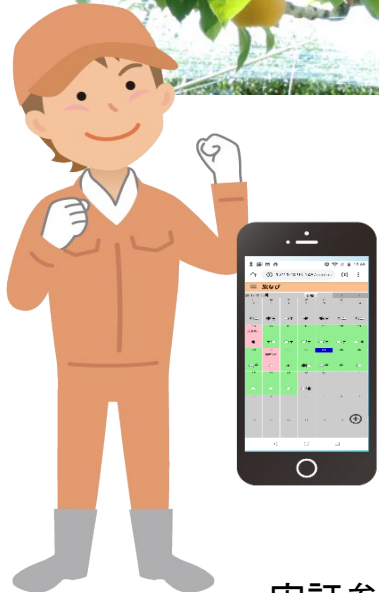
株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証地域の様子(梨なびプロトタイプ版利用イメージ)



黒星病



梨なびアプリを活用し
危険日が出ないように
計画的に散布

- ・実証参加者アンケート: 協力農家約10名
- ・一般農家: 約20名

梨なびを使った農家へのアンケートから
梨なびの使いやすさ等を検証

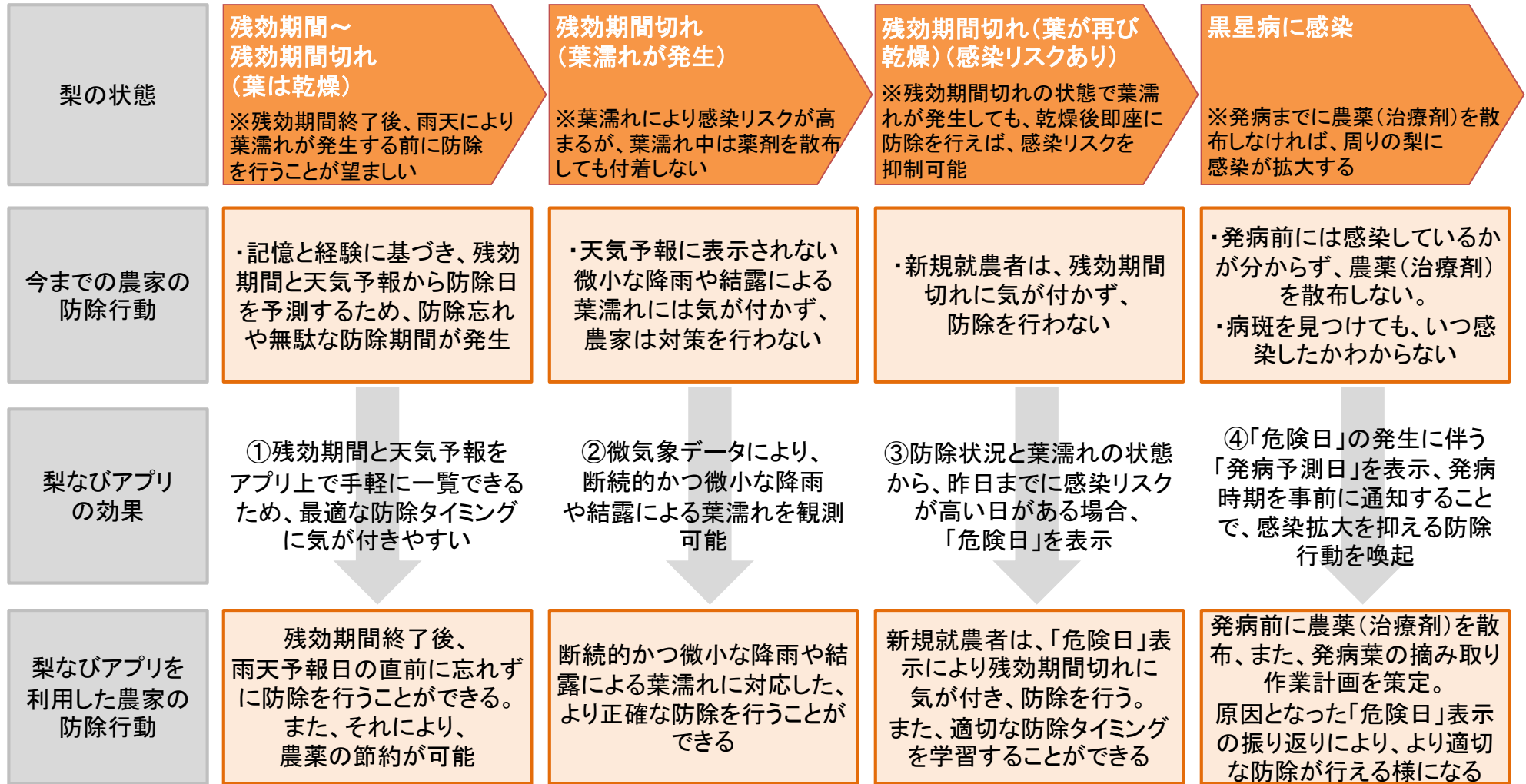
KPI指標

- UIの使いやすさ
- 梨なびアプリの効果
- 梨なびアプリの利用意向
- 農場の拡大や、人員の拡大、新規就農者の参入に対する梨なびの有効性に対する考え
- 梨なびアプリへの支払い意欲・支払い意思額

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の様子(梨ナビアプリの効果と農家の行動変化のイメージ)



株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

- 実証事業の成果 …… 目的: 圃場Cにおける本番環境機器の電波強度値の結果
- 微気象ネットワークセンサ利用環境実証(電波欠損、電波強度)

① 圃場Cの本番環境機器での結果

(1) 特定小電力無線、LPWA

- 両方ともに、全測定期間中(2019/8/29~2020/1/2: 5か月間)は、当該機器が持つ最低受信強度値を下回ることは1度もなかった
- 電波強度を取得できない事象が散見されたが(発生率: 0.5%程度(全測定期間中(2019/8/29~2020/1/2: 5か月間)で、未取得回数÷期間中の全測定回数(10分、または15分間隔))、これらは機器仕様が原因と判明したことから、本実証環境では実証期間を通して電波伝搬特性的な課題点等は確認されなかった(データ欠損率は“ゼロ”)
- また電波未取得の日時においても、監視カメラでの特異事象は確認されなかった

(2) 3G

- 電波強度値の補完とした「アンテナの本数」は、測定期間中(8月28日~10月14日)の期間は電波強度に影響を与えたものは確認されなかった(アンテナ本数が2本以上であったため)

※ 上記測定期間以外については、キャリア側からのデータ開示は行って行われなかった。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

■ 微気象ネットワークセンサ利用環境実証(電波欠損、電波強度)

① 圃場Cの本番環境機器での結果 ※全測定期間(2019/8/29 ~ 2020/1/2)

	検証項目 (パラメータ)	検証のポイント (確認事項)	結果		
			3G (FS)	特定小電力 (ミハラス)	LPWA (eセンシングforアグリ)
1	降雨・風	特に降雨の強さ(霧雨、豪雨等)によるRSSIの変化を確認する	影響無し ・電波強度は検証期間中の98~99%で最大受信強度であった ・降雨・風については台風15号の暴風雨においても電波強度の変化は特に無かった	影響無し ・各機器が電波障害を引き起こす最低受信強度値(下記)を下回ることは1度もなかった ※ミハラス: -137dBm eセンシングforアグリ: -117dBm ・降雨・風については台風15号の暴風雨においても電波強度の変化は特に無かった(ただし、当該台風の接近時の停電により、全てのデータ(台風の接近~離れるまで)は取得できていない)	
2	防除・防風ネット	ネットの影響を確認する			
3	電気柵(動物除け)	鳥獣害対策として設置される場合がある電気柵の影響を確認する			
4	農作業用機器のノイズ	農薬散布機や草刈り機等、圃場内での農作業機械の利用による影響を確認する			
5	葉っぱの被覆	送信機の設置位置と梨の葉っぱの茂り具合毎のRSSI値を確認する		影響あり ※次頁参照	影響無し ※次頁参照

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

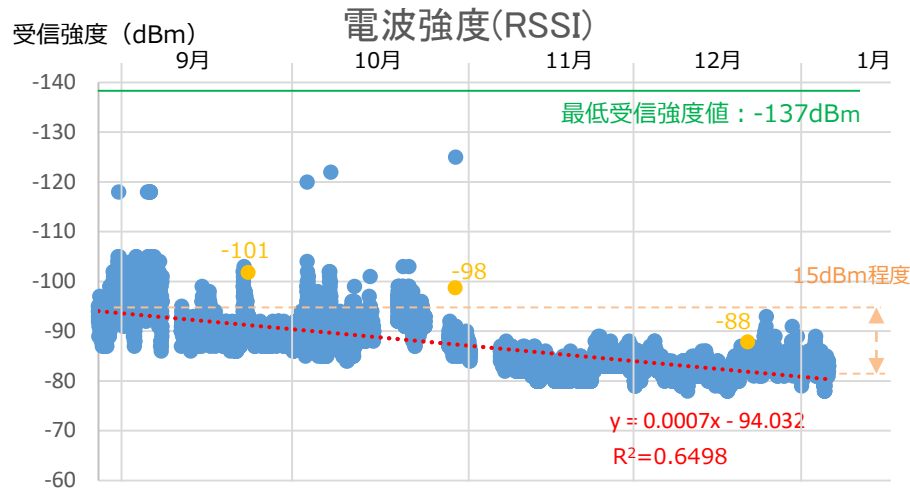
■ 実証事業の成果

■ 微気象ネットワークセンサ利用環境実証(電波欠損、電波強度)

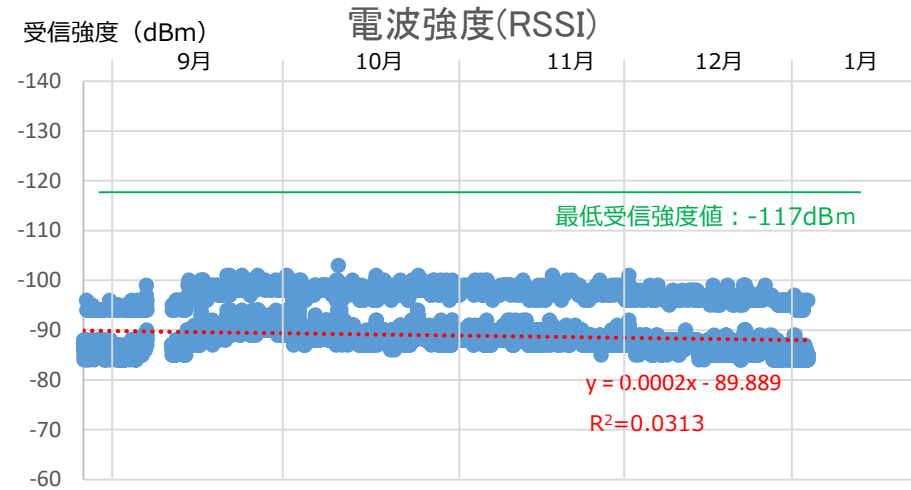
① 圃場Cの本番環境機器での結果 ※全測定期間 ※続き

特定小電力無線 (ミハス) ※2019/08/29~2020/01/02

● : 簡易試験機での「葉っぱの被覆率の検証」の結果



LPWA (eセンシング) ※2019/08/29~2020/01/02



- 測定開始当初と最後を比較すると、近似直線上でRSSI値が「15dBm」程度の改善が確認されており、これは主に梨の葉っぱの落葉による“障害物(葉っぱ)減”が原因と考えられる。
- また、電波強度の“振れ幅”が時間の経過とともに少なくなっていく傾向が確認されるが、これは葉っぱによるマルチパスフェージング事象が(落葉により)少なくなったことが原因と考えられる。
- 本番環境機器以外の簡易試験機でも検証した結果、同事象が確認できた(上図の「●」部分)
- 測定開始当初と最後を比較すると、近似直線上でRSSI値は数dBm程度の改善だけであり、葉っぱの影響は確認されなかった。
- これはセンサ子機の設置高さが梨葉っぱよりも高く、葉っぱの影響を受けなかったことが原因として考えられる。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

■ 微気象ネットワークセンサ利用環境実証(電波欠損、電波強度)

② 簡易試験機(特定小電力無線)による追加検証の結果 ※圃場C、および周辺

	検証項目 (パラメータ)	検証のポイント (確認事項)	実施/収集/確認 方法	結果
				特定小電力無線
1	車のノイズ	果樹園に隣接する道路を通行する車のノイズの影響を確認する	・RSSI値 (簡易試験機)	・影響無し 最低受信強度値を下回ることはなく、基準データと比較しほぼ同じ強度値であった
2	民家内外から発する電波	Wi-Fiやスマートメータ等、主に民家から発する電波による影響を確認する	・RSSI値 (簡易試験機)	・利用に支障は無い 民家内外から発せられる電波の種類等は確認できていないが、最低受信強度値を下回ることはなかったこと、本番環境機器が実装している再送制御機能によりデータ欠損は起こりにくく、利用に支障は無いと判断
3	工場からのノイズ	果樹園に隣接する工場内外から発するノイズの影響を確認する	・RSSI値 (簡易試験機)	・利用に支障は無い 工場内外から発せられる電波の種類等は確認できていないが、最低受信強度値を下回ることはなかったこと、本番環境機器が実装している再送制御機能によりデータ欠損は起こりにくく、利用に支障は無いと判断 また、基準データとの比較で当該電波が回折しやすいことが確認できた
4	ビニールハウスの影響	果樹園に隣接するビニールハウスの影響を確認する	・RSSI値 (簡易試験機)	・利用に支障は無い 最低受信強度値を下回ることはなかったことに加え、鉄パイプ等が原因で発生する電波の散乱によるマルチパスフェージングが発生しているも、本番環境機器が実装している再送制御機能によりデータ欠損は起こりにくいことから、利用に支障は無いと判断
5	基準データ	自由空間に近い環境下での電波伝搬特性を確認する	・RSSI値 (簡易試験機)	追加検証項目(1~4項)の結果を分析・解析するための、基準データとして活用

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

■ 微気象ネットワークセンサ利用環境実証（電波欠損、電波強度）

③ その他

季節や周辺環境の変化により電波特性の変化（差異）が発生するの否かと、特定小電力無線（ミハラス：920.6MHz）及びLPWA（eセンシングforアグリ：925MHz）が使っている周波数に影響を与える又は与える可能性がある電波を取得する目的で、簡易測定器による電波測定を計4回実施（下図）。

この4回の結果は次のとおり。

- 季節による差異は認められなかった。
- 当該検証期間、環境変化による差異も認められなかった（農林総研内は特記すべき環境変化が無かったことが原因の可能性もある）



- ①：センサ親機の横
- ②：防除ネット外
- ③：防除ネット内
- ④：センサ子機から312m地点
- ⑤：センサ子機から646m地点
- ⑥：センサ子機から150m地点

実施回数	実施日	実施個所
1	2019年8月29日	6か所
2	2019年10月29日	6か所
3	2019年12月17日	6か所
4	2020年1月24日	6か所

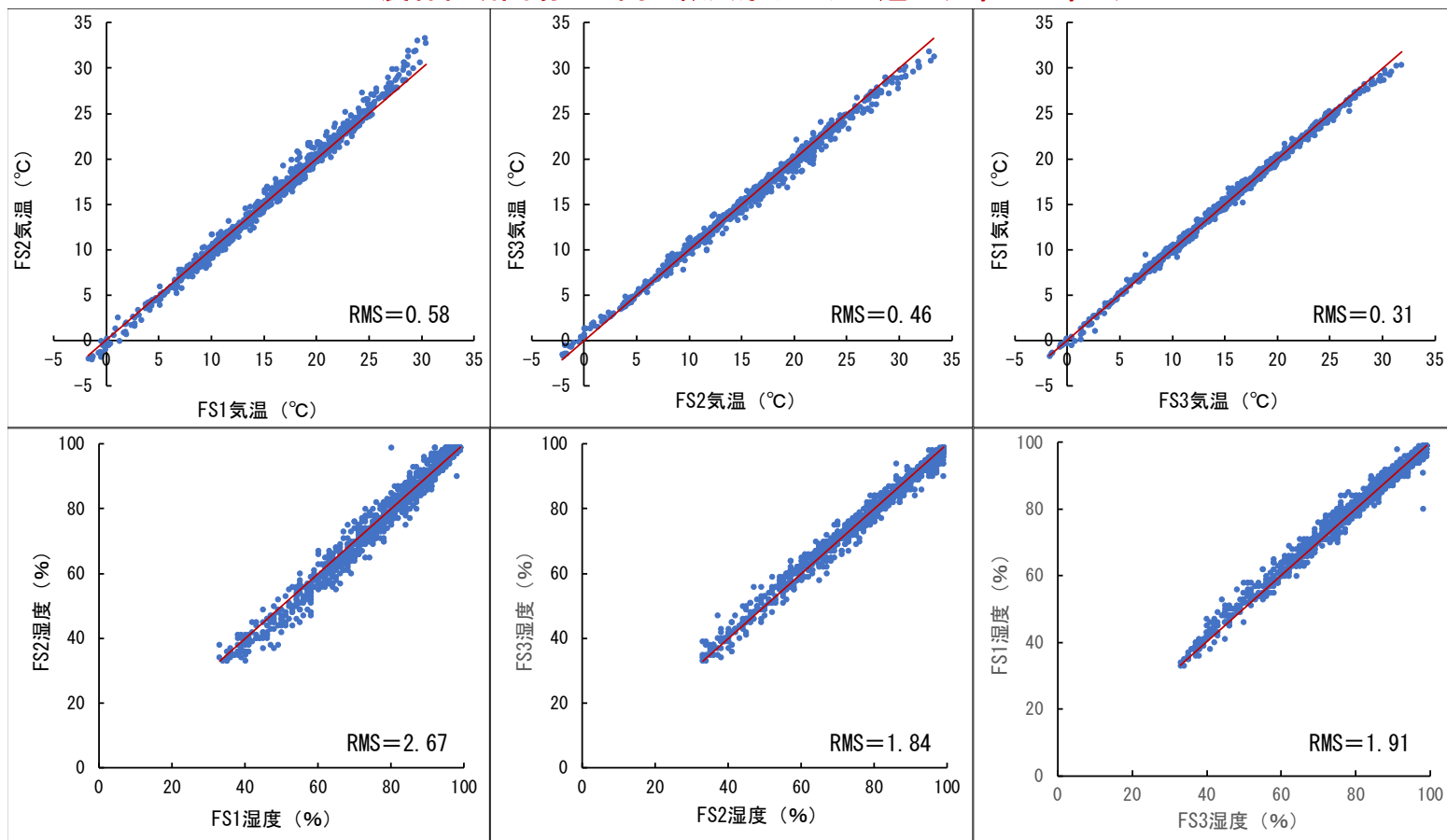
株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

- 梨ナビテストアプリ活用実証 気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

農林総研圃場のFS間の微気象データの違い(10/1~11/30)



FS1～FS3の間の温度及び湿度の差異は小さい

注) RMS(2乗平均平方根):横軸と縦軸の値が等しいと仮定した時の差異の指標で、小さいほど差異が小さい

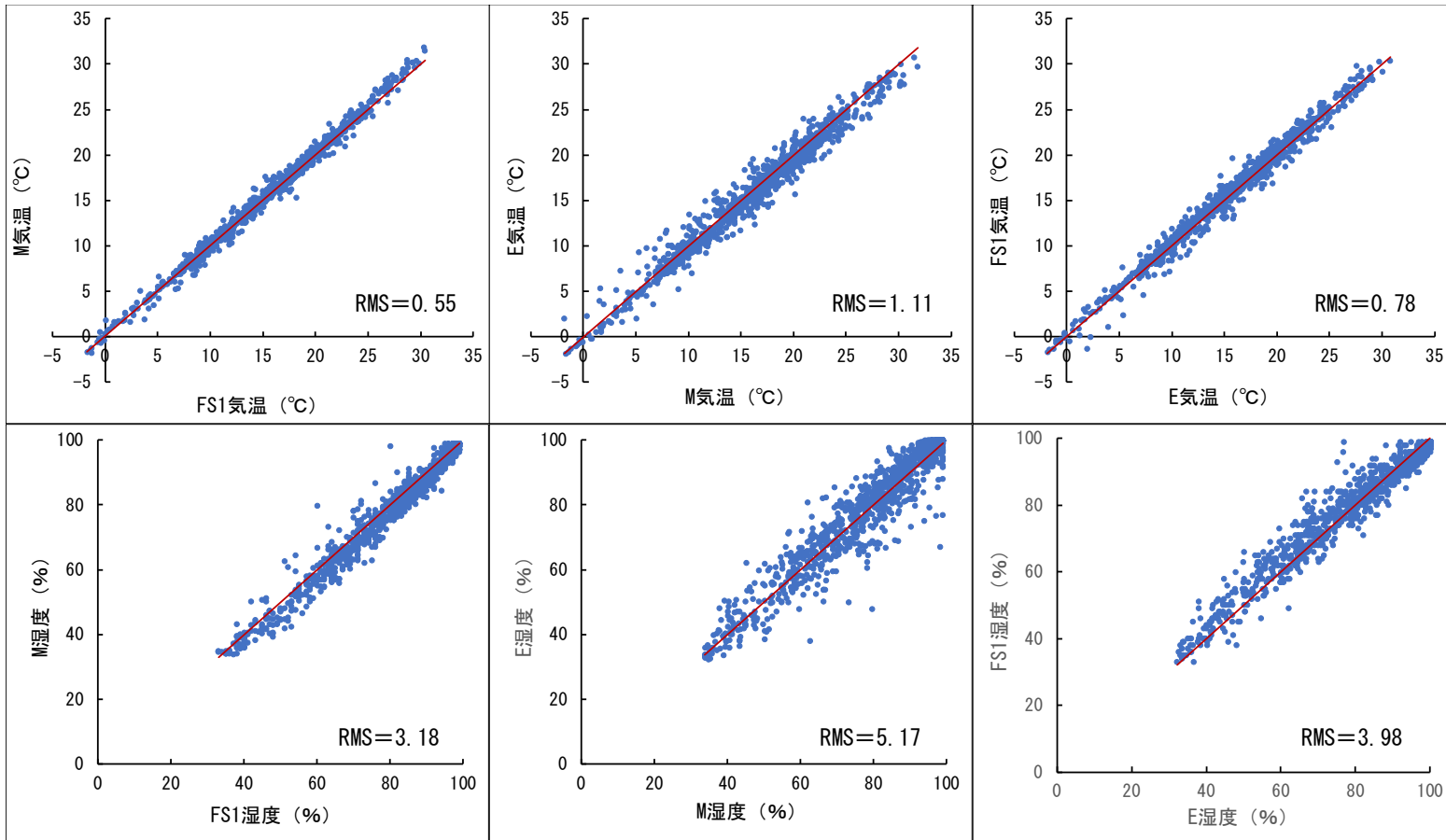
株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

- 梨ナビテストアプリ活用実証 気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

農林総研圃場のセンサ機種間の微気象データの違い(10/1~11/30)



FS1、ミハラス(M)、eセンシングForアグリ(E)間の温度及び湿度の差異は小さい
(FS間に比べるとやや大きく、RMSの平均は温度で1.8倍、湿度で1.9倍)

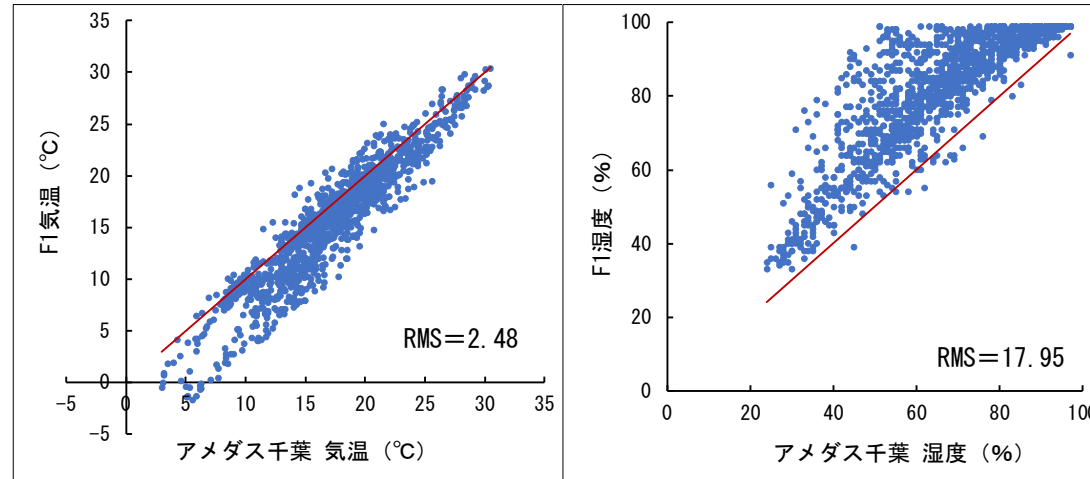
株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

- 梨ナビテストアプリ活用実証 気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

農林総研圃場の微気象データとアメダス千葉の気象データの違い(10/1~11/30)



FS1とアメダス千葉の温度及び湿度の差異は大きい

- ・温度ではFS間の差異(RMS)の平均と比較して5.5倍
- ・湿度では // 8.4倍

○FS間及びセンサ機種間では温度及び湿度の差異が小さく、どのデータもおおよそ信頼できると考えられる

- ・利用するセンサの選択はトータルコストやデータ取得の安定性、設置の考え方(ピンポイントかより広域にセンサー網を構築するか)で検討

○圃場の微気象データとアメダスデータの温度及び湿度の差異は大きい

- ・微気象データの利用により、黒星病発病危険度の予測がより正確に行える

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

- 梨ナビテストアプリ活用実証 気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

圃場の微気象データ(FS1)とアメダス気象データによる黒星病感染危険度の違い

微気象データ(農林総研C圃場FS1)による危険度



アメダスでは降雨が確認されなくても濡れを感知

アメダス千葉データによる危険度



前日夕方の降雨により早朝まで濡れが継続と推定

危険度が片方では10以上、片方は10未満の日

危険度の差が30以上の日

カレンダー上の色分け	危険度
~5	
5~20	
20~50	
50~	

	黒星病感染危険度の回数				合計
	50以上	30以上	10以上	10未満	
微気象(FS1)	5	3	3	4	15
アメダス	5	2	0	8	15

- ・ 微気象は、アメダスよりも危険度10以上の日が多い。
- ・ アメダスでは降雨が確認されなかったが、微気象データでは葉の濡れを感知した。
- ・ 微気象データでは温度と湿度データで、アメダスでは降水量、気温、風速、日照時間データで濡れ判定を行っている。アメダスデータは、主に降雨により濡れを判定するため、夕方に降雨があった場合、早朝まで濡れが継続していると判定し、濡れが過大評価となるケースが見られたと考えられる。

株式会社NTTデータ経営研究所

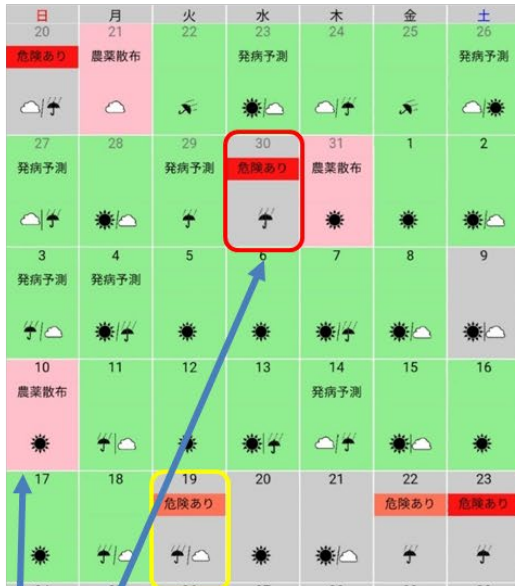
微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

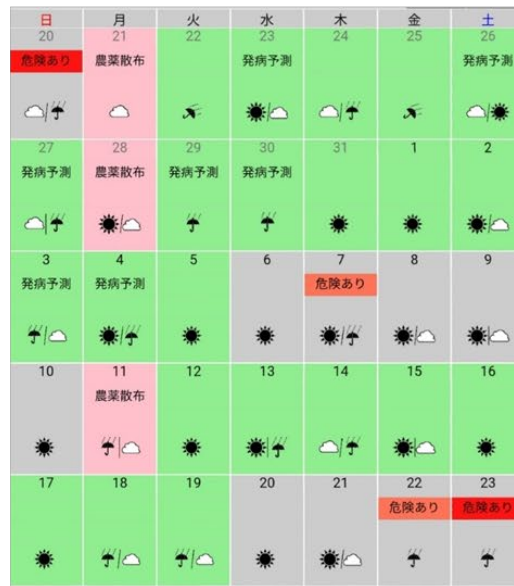
- 梨ナビテストアプリ活用実証 FSを用いた気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

梨ナビテスト4ユーザによる秋防除の検証 初回散布日(10月21日)から31日間(11月20日まで)の防除評価【①農林総研】

実際の防除



理想的な防除



無防除



カレンダー上の色分け	危険度
~5	~5
5~20	5~20
20~50	20~50
50~	50~

28日の時点で、

- ・ 天気予報で29日、30日に降雨の予報が出ていること。
- ・ 薬剤の残効期間が29日までであること。

以上のことから、28日に薬剤を散布していれば、30日の感染危険日を回避することが出来たと考える。

11日が降雨の予報であり、残効が切れているため、薬剤を散布した。
⇒秋防除期間中の11月19日に残効が切れ、感染危険日として表示されたが、ほぼ終期であり、実際の防除上の問題は無いと考えられる。

降雨による防除作業の制約により、感染危険日が生じた。

- 注1) 感染危険度が10以上の日を感染の危険があると判断した
- 注2) 薬剤散布の回数は合計3回とした。
- 注3) 「振り返り」により、危険度判定(10以上)が生じないように、次の農業散布を行うようシミュレーションした結果を「理想的な防除」とし、「実際の防除」との乖離を確認するのに用いた。

株式会社NTTデータ経営研究所

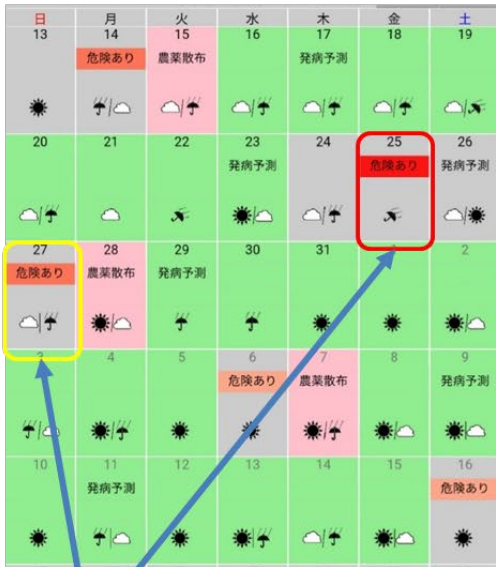
微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

- 梨ナビテストアプリ活用実証 FSを用いた気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

梨ナビテスト4ユーザによる秋防除の検証 初回散布(10月15日)から31日間(11月14日まで)の防除評価【②船橋市農業センター】

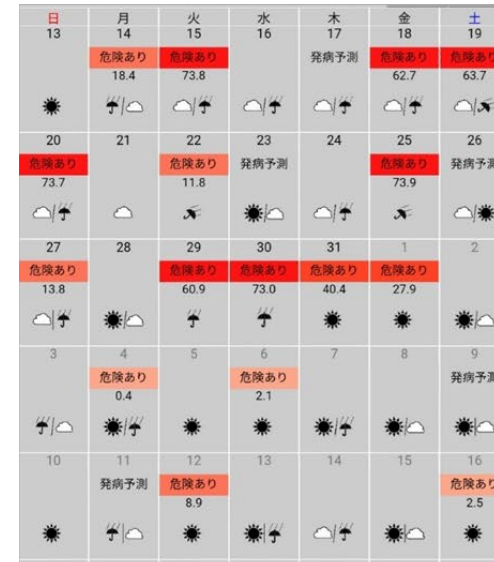
実際の防除



理想的な防除



無防除



カレンダー上の色分け	危険度
~5	~5
5~20	5~20
20~50	20~50
50~	50~

24日の時点で、

- ・天気予報で25、27日に降雨の予報が出ていること。
- ・26日は25日の降雨の影響で葉濡れが予想され、薬剤の散布が出来ないこと。
- ・薬剤の残効期間が23日までであること。

以上のことから、24日に薬剤を散布していれば、25日及び27日の感染危険日を回避することが出来たと考える。

注1) 感染危険度が10以上の日を感染の危険があると判断した。

2) 薬剤散布の回数は合計3回とした。

3) 「振り返り」により、危険度判定(10以上)が生じないように、次の農薬散布を行うようシミュレーションした結果を「理想的な防除」とし、「実際の防除」との乖離を確認するのに用いた。

1回目残効期間切れから2回目散布の間に2日間の感染危険日が生じた。

2回目の薬剤散布については、これまでの経験でカバーできると考え、梨ナビを確認しなかったことが原因である。2回目の薬剤散布を残効切れ後に速やかに行えば感染危険度の発生を防ぐことができた。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

■ 梨ナビテストアプリ活用実証 FSを用いた気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

梨ナビテスト4ユーザーによる秋防除の検証 初回散布(10月20日)から31日間(11月19日まで)の防除評価【③市川】

実際の防除

日	月	火	水	木	金	土
20	21	22	23	24	25	26
危険あり	農業散布	発病予測				発病予測
発病予測			危険あり	危険あり	危険あり	農業散布
発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測
発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測
農業散布				発病予測	発病予測	発病予測
		データ無し			危険あり	危険あり

理想的な防除

日	月	火	水	木	金	土
20	21	22	23	24	25	26
危険あり	農業散布	発病予測				発病予測
発病予測	農業散布	発病予測	発病予測			発病予測
発病予測	発病予測		危険あり	危険あり		
発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測
農業散布				発病予測	発病予測	発病予測
		データ無し		発病予測	危険あり	危険あり

無防除

日	月	火	水	木	金	土
20	21	22	23	24	25	26
危険あり 73.8		危険あり 68.7	発病予測	危険あり 16.4	危険あり 73.9	発病予測
発病予測						発病予測
27	28	29	30	31	1	2
危険あり 52.8		危険あり 58.4	危険あり 73.0	危険あり 48.9	危険あり 25.4	発病予測
発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測	発病予測
発病予測	危険あり 0.4	危険あり 1.5	危険あり 3.5	危険あり 4.3		
10	11	12	13	14	15	16
		危険あり 10.6		発病予測	発病予測	危険あり 3.4
17	18	19	20	21	22	23
危険あり 1.5		データ無し			危険あり 9.9	危険あり 68.8

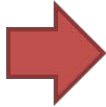
カレンダー上の色分け	危険度
薄いオレンジ	~5
オレンジ	5~20
赤	20~50
濃い赤	50~

28日の時点で、

- ・天気予報で29日、30日に降雨の予報が出ていること。
- ・31日は30日の降雨の影響で葉濡れが予想され、薬剤の散布が出来ないこと。
- ・薬剤の残効期間が29日までであること。

以上のことから、28日に薬剤を散布していれば、30日及び31日の感染危険日を回避することが出来たと考える。

※1日は前日が晴れたものの、夜間の結露による影響で葉が濡れており、薬剤の散布が出来なかった。



残効切れ後の降雨、及び夜間の結露による影響により、感染危険日が生じたが、薬剤散布も作業上不可能であった。天候の回復後直ちに防除が行われた。

注1) 感染危険度が10以上の日を感染の危険がある日と判断した
 2) 薬剤散布の回数は合計3回とした
 3) 「振り返り」により、危険度判定(10以上)が生じないように、次の農業散布を行うようシミュレーションした結果を「理想的な防除」とし、「実際の防除」との乖離を確認するのに用いた。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

- 梨ナビテストアプリ活用実証 FSを用いた気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

梨ナビテスト4ユーザーによる秋防除の検証 初回散布(10月21日)から31日間(11月20日まで)の防除評価【④鎌ヶ谷】

実際の防除

日	月	火	水	木	金	土
20	21	22	23	24	25	26
危険あり	農業散布		発病予測			発病予測
発病予測						
27	28	29	30	31	1	2
発病予測		危険あり	危険あり	農業散布		
3	4	5	6	7	8	9
発病予測	発病予測					
10	11	12	13	14	15	16
		危険あり	農業散布	発病予測	発病予測	
17	18	19	20	21	22	23
					危険あり	危険あり

理想的な防除

日	月	火	水	木	金	土
20	21	22	23	24	25	26
危険あり	農業散布		発病予測			発病予測
発病予測						
27	28	29	30	31	1	2
発病予測	農業散布	発病予測	発病予測			
3	4	5	6	7	8	9
発病予測	発病予測		危険あり			
10	11	12	13	14	15	16
		危険あり	農業散布			
17	18	19	20	21	22	23
				発病予測	危険あり	危険あり

無防除

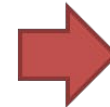
日	月	火	水	木	金	土
20	21	22	23	24	25	26
危険あり			発病予測		危険あり	発病予測
65.3					71.8	
27	28	29	30	31	1	2
危険あり		危険あり	危険あり	危険あり	危険あり	
1.2		35.4	68.8	4.8	6.6	
3	4	5	6	7	8	9
発病予測	発病予測		危険あり			
			0.1			
10	11	12	13	14	15	16
		危険あり		発病予測	発病予測	危険あり
		3.3				0.3
17	18	19	20	21	22	23
		データ無し			危険あり	危険あり
					5.4	68.2

カレンダー上の色分け	危険度
薄いオレンジ	~5
オレンジ	5~20
赤	20~50
濃い赤	50~

28日の時点で、

- ・ 天気予報で29日、30日に降雨の予報が出ていること。
- ・ 31日は30日の降雨の影響で葉濡れが予想され、薬剤の散布が出来ないこと。
- ・ 薬剤の残効期間が29日までであること。

以上のことから、28日に薬剤を散布していれば、30日及び31日の感染危険日を回避することが出来たと考える。



残効切れ後の降雨等により、感染危険日が生じたが、薬剤散布も作業上不可能であった。天候の回復後直ちに防除が行われた。

注1) 感染危険度が10以上の日を感染の危険がある日と判断した

2) 薬剤散布の回数は合計3回とした

3) 「振り返り」により、危険度判定(10以上)が生じないように、次の農業散布を行うようシミュレーションした結果を「理想的な防除」とし、「実際の防除」との乖離を確認するのに用いた。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

■ 梨ナビテストアプリ活用実証 気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

農林総研内圃場における梨ナビを用いた秋季防除の実証 初回散布(10月15日)から31日間(11月14日まで)の防除評価と翌春の芽基部発病率



予報表示では、2~4日が降雨となっていたため、散布を実施
 ⇒暦日区で生じた4日の高い感染危険度を防ぐことができた。
 なお、残効が切れた後、12日に弱い感染危険度が生じた。



梨ナビ防除区は暦防除区に比べ感染危険
 日が抑えられ、理想的な防除が行えた。

翌春に芽基部の発病率を調査し防除が適切に行えたか評価。目標KPI 梨ナビ防除区の芽基部発病率 0.3%以下。

注1) 暦日防除の2回目散布は25日が降雨のため、前日に散布した。

注2) 薬剤散布の回数は合計3回とした。

注3) 「振り返り」により、危険度判定(10以上)が生じないように、次の農薬散布を行うようシミュレーションした結果を「理想的な防除」とし、「実際の防除」との乖離を確認するのに用いた。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

- 梨ナビテストアプリ活用実証 気象データ、黒星病秋防除ナビゲーション結果と実際の状況の差異の検証

農林総研内圃場における梨ナビを用いた秋季防除の実証 翌春(4月6日)調査時の芽基部発病率

試験区	反復	調査芽基部数	発病芽基部数	芽基部発病率 (%)
梨ナビ区	I	300	1	0.3
	II	300	0	0.0
	平均			0.2
暦日防除区	I	300	5	1.7
	II	300	0	0.0
	平均			0.8
無処理区	I	300	6	2.0
	II	300	27	9.0
	平均			5.5

- ・無処理区に比べ、梨ナビ区及び暦日防除区は芽基部発病率が低かった
- ・理想的な防除が行えた梨ナビ区で芽基部発病率が0.2%と最も低い値であった



目標KPI: 梨ナビ区における芽基部発病率0.3%以下を達成した

株式会社NTTデータ経営研究所

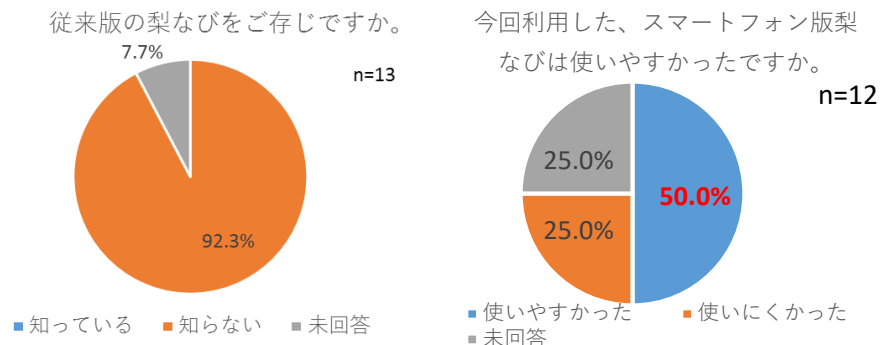
微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 実証事業の成果

■ 梨ナビテストアプリ活用実証 生産者に対するアンケート調査(農家の意向) 1/2

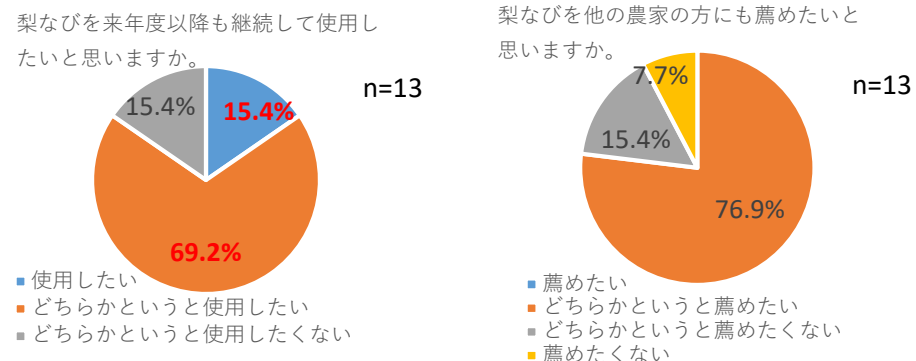
(a) UIの使いやすさ

(KPI:「従来の「梨ナビ」と比較して、使いやすくなった」の回答が7割以上): **未達成**



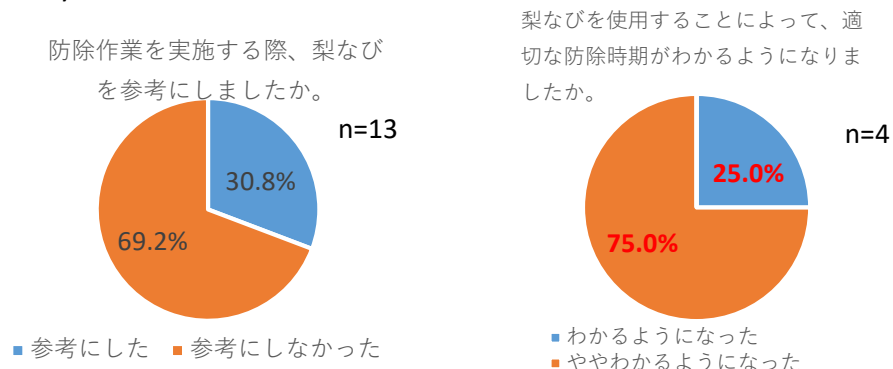
(c) 梨ナビアプリの利用意向

(KPI:「今後も継続的に利用したい」の回答が6割以上): **達成**



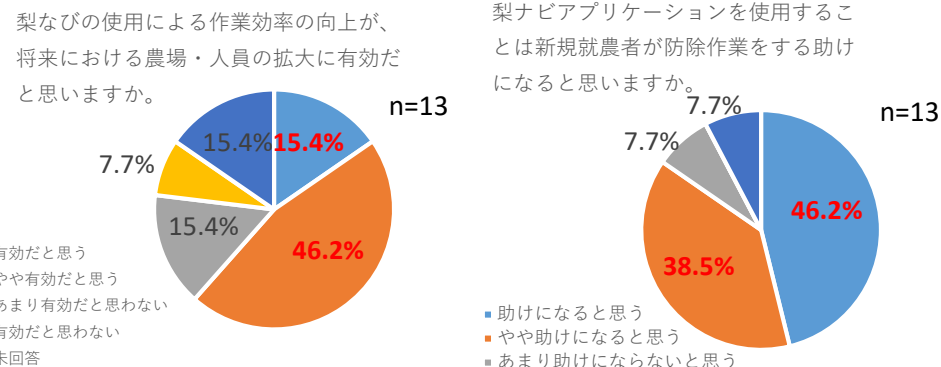
(b) 梨ナビアプリの効果

(KPI:「適切な防除時期がわかるようになった」の回答が7割以上): **達成**



(d) 農場の拡大や、人員の拡大、新規就農者の参入に対する梨ナビの有効性に対する考え

(KPI:「新規就農者等に有効」の回答が7割以上): **一部達成**



株式会社NTTデータ経営研究所

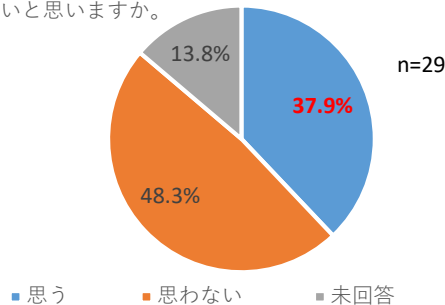
微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

- 利用した生産者に対するアンケート調査（農家の意向） 2/2

(e) 梨ナビアプリへの支払い意欲・支払い意思額

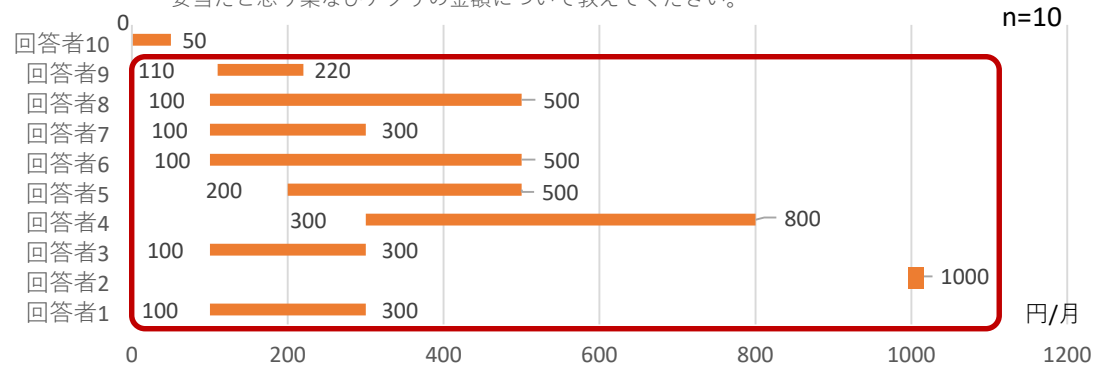
● 支払い意欲

梨ナビが有料のアプリケーションであっても使いたいと思いますか。



● 支払意思額

妥当だと思う梨ナビアプリの金額について教えてください。



<まとめ>

- 梨ナビのテストアプリを秋防除で使う人は少なかった。これは、梨ナビを利用できるようになる前に秋防除期間が過ぎてしまった人や、梨ナビにより防除判断は、これまでの経験による判断と変わらないと考える農業者がいたためであった。
- 一方、継続して使いたい、他の人にも薦めたいという人は、アンケート回答者全体の4分の3を占めている。また、農場・人員の拡大、新規就農者にも有効と思う人も多かった。つまり、梨ナビアプリの防除判断は信頼できるものであり、特に経験による判断のできない、経験年数の浅い農家に有効に活用できる可能性があることがわかった。
- ただし、有料で使いたいと思う人は少なかった。例えば、JAで一括購入し各農業者は無料で利用できるような、農業者に負担のない実装モデルが、梨ナビアプリの普及には有効であると考えられる。また、黒星病以外の病害虫防除にも利用できるようにすれば、有料でもニーズがあり、各農業者からサービス料を徴収する実装モデルが可能であると考えられる。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 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(7月))	現状の値 (測定年(8~10月))	実証終了時の値 (測定年(2月))
効果的かつ効率的な防除による、梨の黒星病発病率の低減	要防除日予測の、高精度かつコスト効率の実施	高精度データの取得による防除予報の高精度化	アメダスデータと圃場ごとのデータにおける気温、降雨量の差異を検証	アメダスデータと圃場ごとのデータにおける気温、降雨量の差異	アメダス 平均気温: 17.1℃ 平均湿度66.9%	—	センサ 平均気温: 15.6℃ 平均湿度: 82.3%
			アメダスデータと圃場ごとのデータにおける気温、降雨量の差異による防除タイミングの差異の検証	アメダスデータと圃場ごとのデータの差異による防除タイミングの差異(要防除日、回数)	アメダス 危険日: 15回	—	センサ 危険日: 15回
		データ取得における最適なセンサ設置密度の検証	異なる密度でセンサを設置し、予測結果への影響を検証	①圃場ごとに取得した微気象データとアメダスデータとの差異(地点ごとの差の大きさ) ②①の差異と、センサによるコストの差異の比較	—	—	差異(RMS) 気温: 2.48℃ 湿度: 17.95%
		低コストなデータ通信の利用	複数の電波種類の試行により、効果的・効率的なデータ通信方法を特定	通信にかかる費用と通信データの欠損率	—	—	電波強度は3種類とも問題なし 5年間コスト(単位:円) FS:2,061,500 ミハラス:1,688,000 eセンシング:1,058,500 データ欠損率:0(ゼロ)
		農家による、防除指導に従った防除の実践	農家の防除実践につながる、使いやすい梨ナビアプリの開発	パイロットユーザへのアンケート調査	①UIの使いやすさ	従来版	—
	②梨ナビの効果				防除暦にする	—	100% (適切な防除時期が分かる)
	③梨ナビの利用意向				—	—	85% (利用したい)
	④農場の拡大や、人員の拡大、新規就農者の参入に対する梨ナビの有効性に対する考え				—	—	85% (新規就農者に有効)
	⑤梨ナビへの支払い意欲・支払い意思額				—	—	23%(利用したい) 100~500円/月
			防除達成率の変化	梨ナビによる防除達成率	—	—	— ※芽基部の発病は4月以降の調査で判明

株式会社NTTデータ経営研究所

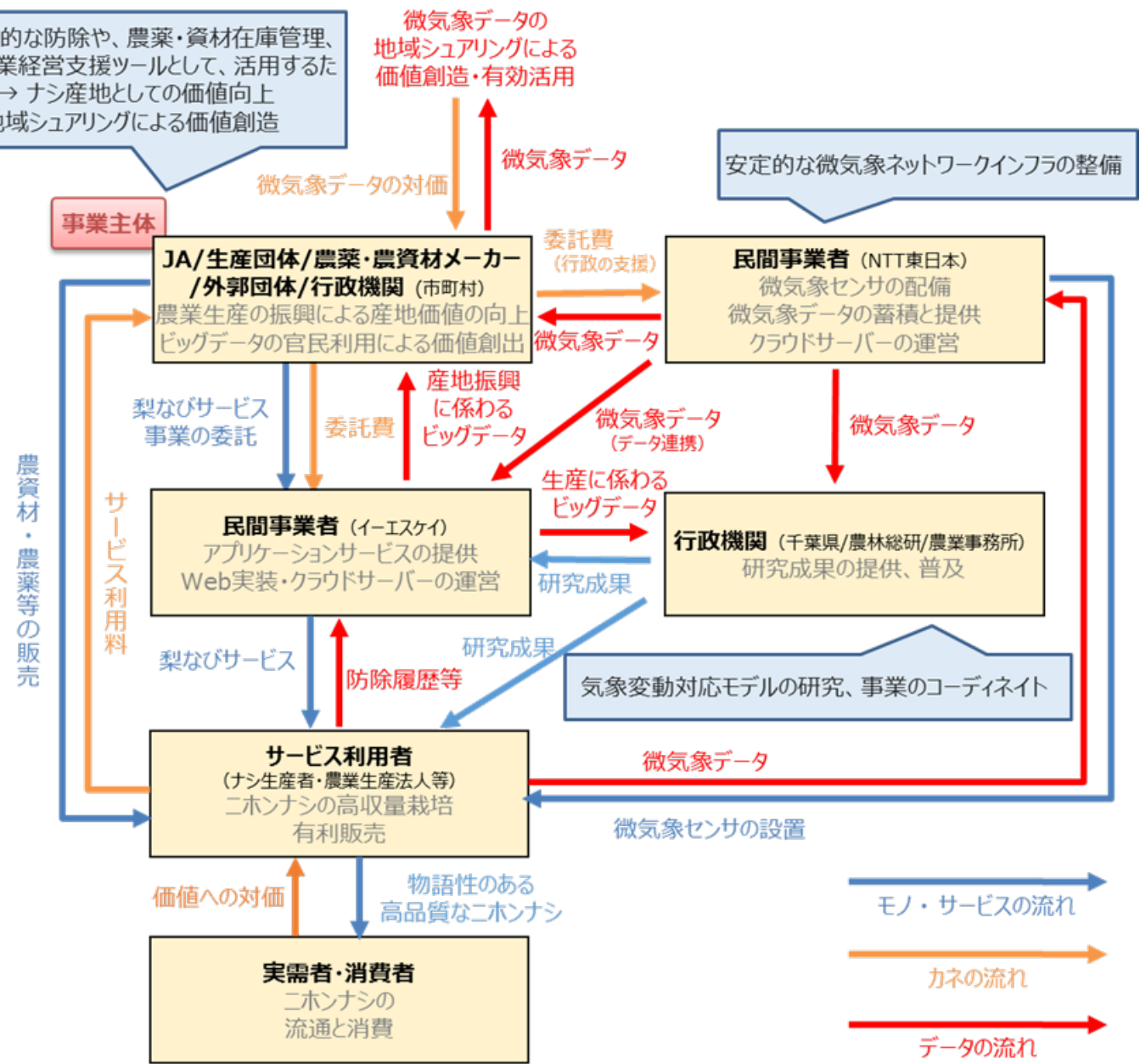
微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

実装モデル

より効率的・効果的な防除や、農薬・資材在庫管理、作業履歴等、農業経営支援ツールとして、活用するための価値を提供 → ナシ産地としての価値向上
微気象データの地域シェアリングによる価値創造

微気象データの地域シェアリングによる価値創造・有効活用

安定的な微気象ネットワークインフラの整備



株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 今後の取組

■ コストモデル

事業実施に必要なIoT機器類のコストのモデルケースとして、産地のJAに親機を設置し、周辺の農家11箇所（※）に子機を設置した場合（FSは親機がないため農家のみを設置）のイニシャルコスト、ランニングコスト、年間コスト、5年間コストは以下の通り算出した。なお、イニシャルコストは機器代金を指し、設置費用を含まない。

※後述する「利用した生産者に対するアンケート調査」で、回答したパイロットユーザ（13人）のうち、来年度以降も継続して使用したいと回答したユーザ数（69.2%：11人）に子機を設置することを前提とした。また、通信をカバーできる範囲として、今回の検証エリアと同様の条件で、対象となる子機設置場所が、親機から概ね半径600m以内に位置する場合を想定した。

コスト比較表（※1）

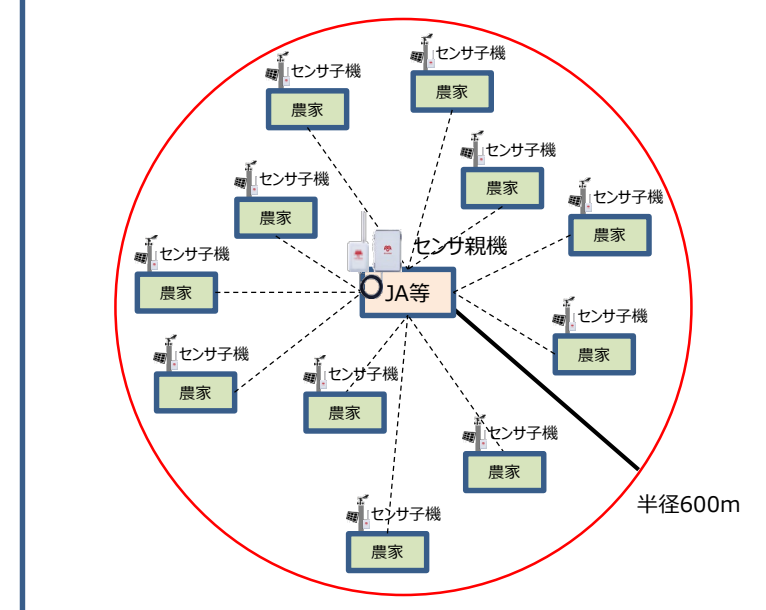
（単位：円）

気象センサ	イニシャルコスト	ランニングコスト （※2）	年間コスト	5年間コスト
FS(3G)	2,568,500	32,780/月	2,961,860	4,535,300
ミハラス （特定小電力）	2,882,000	4,600/月	2,937,200	3,158,000
eセンシング （LPWA）	1,511,500	5,200/月	1,573,900	1,823,500

※1：親機1台、子機11台の合計コストを記載

※2：FS(3G)は通信料×(親機+子機台数)分のコストが発生するが、ミハラス(特定小電力)及びeセンシング(LPWA)では、通信料は親機のみ発生するため、子機の台数によらず一定の金額となる。

設置イメージ図（特定小電力・LPWAの例）



コスト単金表

（税抜）

機種	イニシャルコスト※1		ランニングコスト	
	親機	子機	通信費	クラウド利用料
フィールドサーバ (3G)	233,500円/台(一体型)		一台ごとに2,980円/月	
ミハラス (特定小電力)	187,000円/台	245,000円/台	親機ごとに2,100円/月※2	親機ごとに2,500円/月
eセンシングforアグリ (LPWA)	109,000円/台	127,500円/台	親機ごとに5,200円/月※3	0円/月※4

※1：設置に要する費用を除く
※2：NTTコム「IoTプラン」を想定

※3：NTT東日本「フレッツ光」を想定
※4：NTT東日本「フレッツあすけ〜る」を想定

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 今後の取組

■ 展開シナリオ

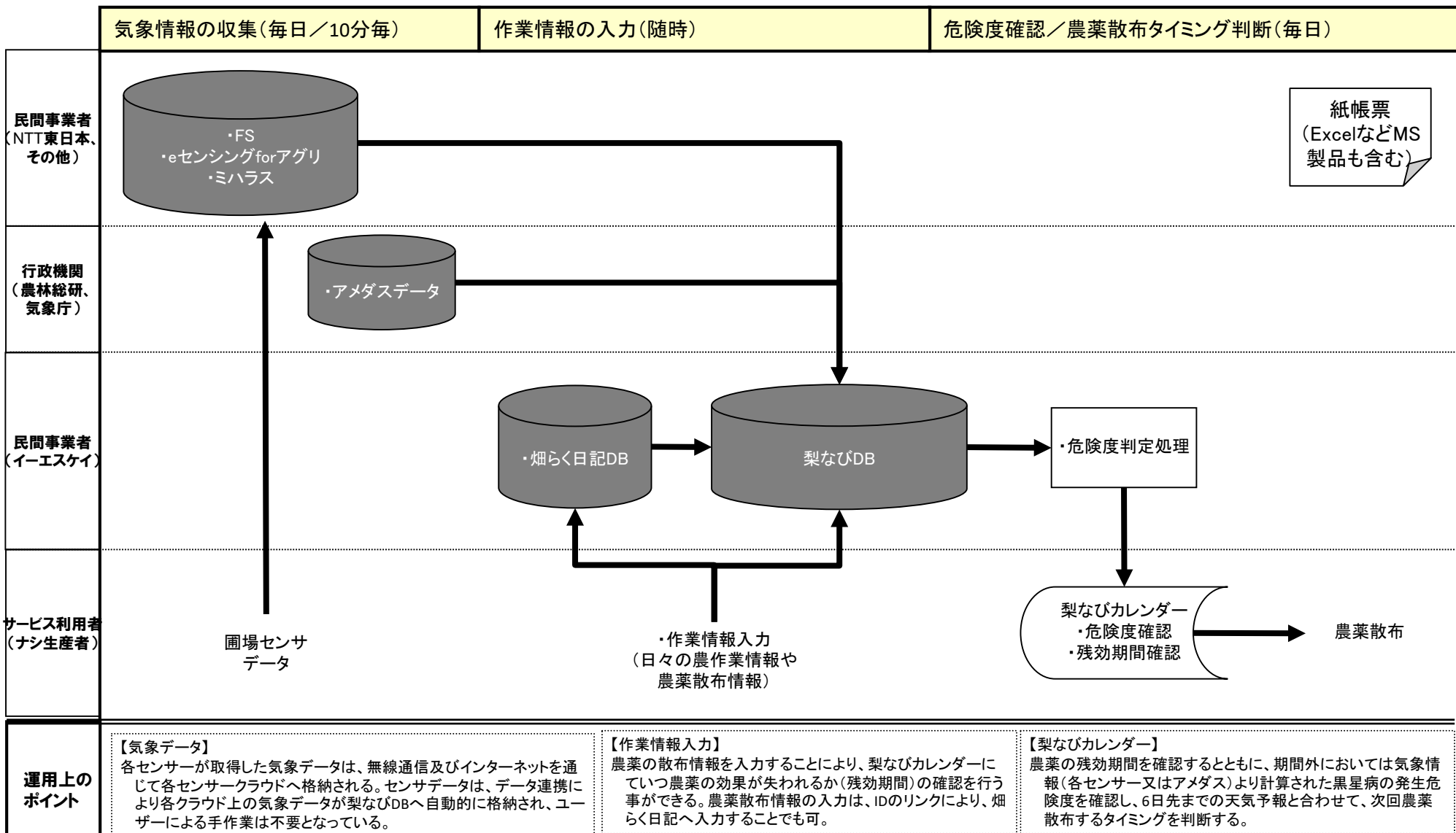
実証項目	令和2年度		令和3年度		令和4年度	
	4-9月	10-3月	4-9月	10-3月	4-9月	10-3月
ア) 梨ナビアプリ(黒星病)の現地実証	→					
イ) 梨ナビアプリの機能追加と実証(栽培総合支援全体)	→					
ウ) 現地における実用規模での微気象測定ネットワークの構築と検証	→					
エ) ナシ生産農家における経営データの取得と経営分析	→					
オ) ビジネスモデルの検討	→					
カ) 推進会議の開催	→	→	→	→	→	
キ) 県内(県外)主要産地への普及と実装、他果樹への波及			→			

機関名	主な役割
千葉県(コーディネイト主体:千葉農林総合研究センター)	システム開発のために黒星病発生予測、ナシ開花期予測、みつ症(豊水)発生予測、チャノキイロアザミウマ発生予測のアルゴリズムを提供し、総合支援システムの開発に関わると共に経営的な評価も行う。
株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所	千葉農林総研とともに、黒星病発生予測システムのアプリ開発を行った。事業の効果的な普及に係り、新サービスのモデル実証等を行う。
株式会社イーエスケイ	千葉農林総研とともに、黒星病発生予測システムのアプリ開発を行った。農林総研が開発した各種アルゴリズムを追加したアプリ開発を行う。
東日本電信電話株式会社	ナシ園における微気象ネットワーク構築の検証を行ってきた。現地における微気象ネットワークの構築と改良を行う。
千葉県果樹園芸連合会ナシ部会	千葉県のナシ生産者の大半が加入している生産組織。開発した技術の実証試験の場を提供し、関係機関とともに成果の検証を行う。
全国農業協同組合連合会千葉県本部	ナシ生産に係る農業防除講習会を全県の生産者対象に毎年実施しており、農業防除の指針を作成している。今回開発するシステムへの助言支援を行うとともに全県的な普及を検討する。
市川市農業協同組合	市川市、船橋市を管内とし農業生産に係る資材を販売し、生産されたナシをとりまとめて市場等へ出荷している。生産者との連絡調整及び本システム開発への助言を行う。
市川市経済部農業振興課	市川市のナシ生産に係るスマート農業推進、補助事業の検討を行う。
船橋市経済部農水産課	船橋市のナシ生産に係るスマート農業推進、補助事業の検討を行う。
千葉県東葛飾農業事務所	千葉県のナシの主産地である東葛飾地域のナシ生産に係るスマート農業推進の役割を担う。生産者の実証試験について助言や支援を行う。
千葉県農林水産部担い手支援課専門普及指導室	千葉県全域のナシ生産に係るスマート農業推進の役割を担う。また、生産者の実証試験について助言を行う。
有限会社ヤマニ果樹農園	ナシ生産に係る高い栽培技術を有する。減農薬栽培に積極的に取り組み、地域と共存した都市農業を展開。後継者も就農し、ナシ生産のスマート農業化に強い関心がある。ナシ生産圃場での実証試験を行う。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

情報フローモデル



株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

ガイドライン作成に向けた整理

①実際の電波伝搬特性と各電波の課題

- 圃場Cにおける電波伝搬検証については、3種類の電波とも様々な外部要因（農機具や台風15号による暴風雨等）を受けても最低受信強度値に達することは1度もなく、検証期間を通し特定小電力無線は「-95~-80dBm」の範囲で、LPWAは「-90dBm前後」の範囲で安定していた。
- また送受信機間に高い建物（工場等）がある全く見通しが利かない環境下のRSSIが、障害物が無い場合のそれと比較し10%程度増であったことから、920MHz帯は回折性が高い特性を持つことが分かった。

②機器の効率的配置、設定、セキュリティ上の知見

- 台風15号の猛烈な風雨においても物理的な損傷は発生しなかったことから、自立型（FS、ミハラス）、分離型（eセンシングforアグリ）ともにマニュアルとおりの施工で問題ないことが分かった。
- センサー値は防除・防風ネット内であれば何処でも概ね同じ値を示すことが分かったため、1) 電波強度、2) 電源（電源供給が太陽光パネルの場合は当該パネルが十分に発電できる方向に向ける）がしっかりと確保できる所に設置する必要がある。

株式会社NTTデータ経営研究所

微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

ガイドライン作成に向けた整理

③コスト(イニシャルコスト、ランニングコスト)

- 微気象ネットワークのコスト構造は、大きくイニシャルコスト（センサ機器代金）とランニングコスト（通信回線部分とクラウド利用料）に分けられる。
- 耐用年数は全ての機器が60か月であるため、ライフサイクルコスト（イニシャルコスト1回分＋ランニングコスト60か月分）をセンサ台数毎に算出した結果、センサ機器が1台の場合はFSが、2台以上となるとeセンシングforアグリにコスト優位性があると分かった。※eセンシングforアグリはセンサ親機に複数台のセンサ子機を“ぶら下げる”ことが可能のため、コストパフォーマンスが他の機器よりも良くなる。

④①～③を踏まえた上で考えられる適切なIoT利用環境整備のあり方及び必要な政策面での支援

- 920MHz帯のセンサ機器は、その通信距離が数百～数Kmをカバーできる能力を有していることから、送受信アンテナを最適な場所（アンテナ間を見通しが利くところ）に設置でき、かつセンサ無線区間でマルチホップ型トポロジー（※）が組める機器を選択した場合に、最もコストパフォーマンスが発揮できる。
- このことから、最適なIoT利用環境を構築するためには、次の観点が重要となる。
 - 送受信アンテナを設置できる最適な場所（親機は極力高所に設置）の有無
 - 当該アンテナ間を見通しが利くこと ※樹木等の水分を含んだものや電波が乱反射するような障害物が介在しないようなアンテナ配置が可能なのか否か
 - 受信アンテナからみて、果樹園が通信距離内に“複数点在”しているのか否か
 - 共同で微気象ネットワークを構築・利用する“座組み”が組めるのか否か

※無線親機と子機との間に「中継装置」を設置し、当該装置を介してホップすることで、より長距離に電波を飛ばす構成。ホップ数を多段に組めば、より遠くまで通信することができる。

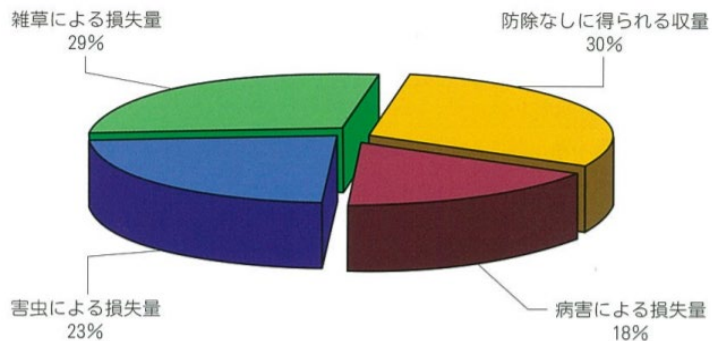
微気象ネットワークを活用した梨ナビゲーションシステム構築・普及事業

■ 基本情報

果樹農業の生産性に関する問題

- ✓ 農業において病害は、生産性を低下させる大きな原因となっている。
- ✓ 黒星病は果樹農業において深刻な病害であり、梨や林檎、桃などが感染し、果実の品質が低下したり、食べられなくなったりする。

世界における病害虫・雑草による経済損失

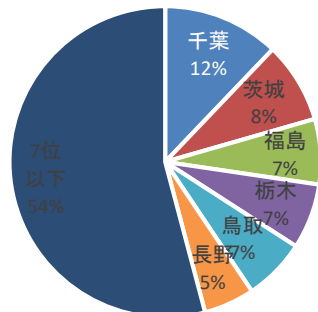


出所) 日本植物防疫協会

特徴：梨の生産量(シェア1位)



黒星病に感染した梨の果実



黒星病の防除に向けた取組状況(現状)

- ✓ JAグループ千葉では、梨の黒星病の防除のガイドラインとして防除暦を指定しており、暦日に従った防除を推奨している。
- ✓ 長野県では、林檎の黒星病対策として、10日以上間隔を開けずに防除を行なうこと、降雨前には防除を実施すること推奨している。

JAグループ千葉が推奨する、梨収穫期～落葉期の暦日防除

時期	対象病害虫名	防除方法(薬剤・希釈倍数)	収穫前日数 総使用回数	散布液量
収穫期	9月中旬～10月中旬	ハダニ類 黒星病		
	10月下旬	黒星病 (翌年の芽基部病斑を防ぐ 重要防除時期)	オキシラン水和剤 2回散布 10月下旬～11月上旬 3回散布 10月中旬～11月上旬 500倍	3日前/9回
落葉期 (8割程度落葉)	11月上旬～下旬	炭そ病	●落葉は黒星病の有力な伝染源であり、炭そ病の伝染源ともなるため、必ず処分する。	

出所) 市川市HP

現状の課題

- ✓ 現状、黒星病発病の危険度については、日々異なる各圃場の気象条件を踏まえた防除予測ができていない。
- ✓ より効率的な防除のためには、各圃場の気象状況を反映し、高い精度で発病危険性の予測を行なう必要がある。