

東京都産業労働局「未来を拓くイノベーションTOKYOプロジェクト」
令和元年度採択案件

「生育調査システムの開発」

第3回評価書 【概要版】

令和3年3月

はじめに

(1) 本事業の背景と課題

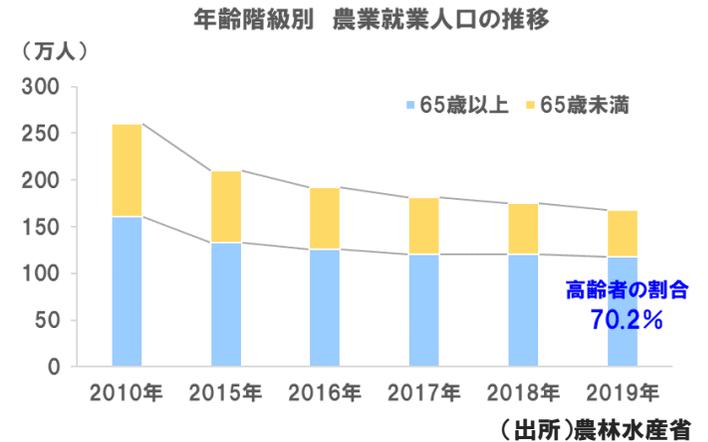
- 少子高齢化が進むわが国では、様々な産業で人手不足が懸念されています。
とりわけ農業は、従事者の高齢化や後継者不足によって生産者が減少しており、今後の産業の維持が危ぶまれています。
- こうした背景から、ドローンやロボット、IoT等によって農作業を自動化・省力化する「スマート農業」の実現が急がれています。

(2) 本事業で開発する技術・サービス

- 本事業では、高度50cmを20km/hで飛行できる完全自動運転のドローンを活用し、「生育調査システム」の開発に取り組みます。
- 本システムは、ドローンがカメラで取得した農産物の画像データを基に、農産物の生育状態を診断し、収量や品質を予測するシステムです。
- 本システムを基に、生産者に対して最適な施肥・防除・水管理を支援するサービスの事業化を目指します。

(3) 本事業により期待される波及効果

- 農産物の管理を自動化することで、生産者は農作業の負担が大幅に軽減されます。
- また、正確なデータに基づく栽培支援により、収量や品質の安定化が期待されます。
農産物の供給量や価格が安定すれば、国内最大の食料消費地である都の消費者にとって、生活の質向上につながります。



本事業の概要

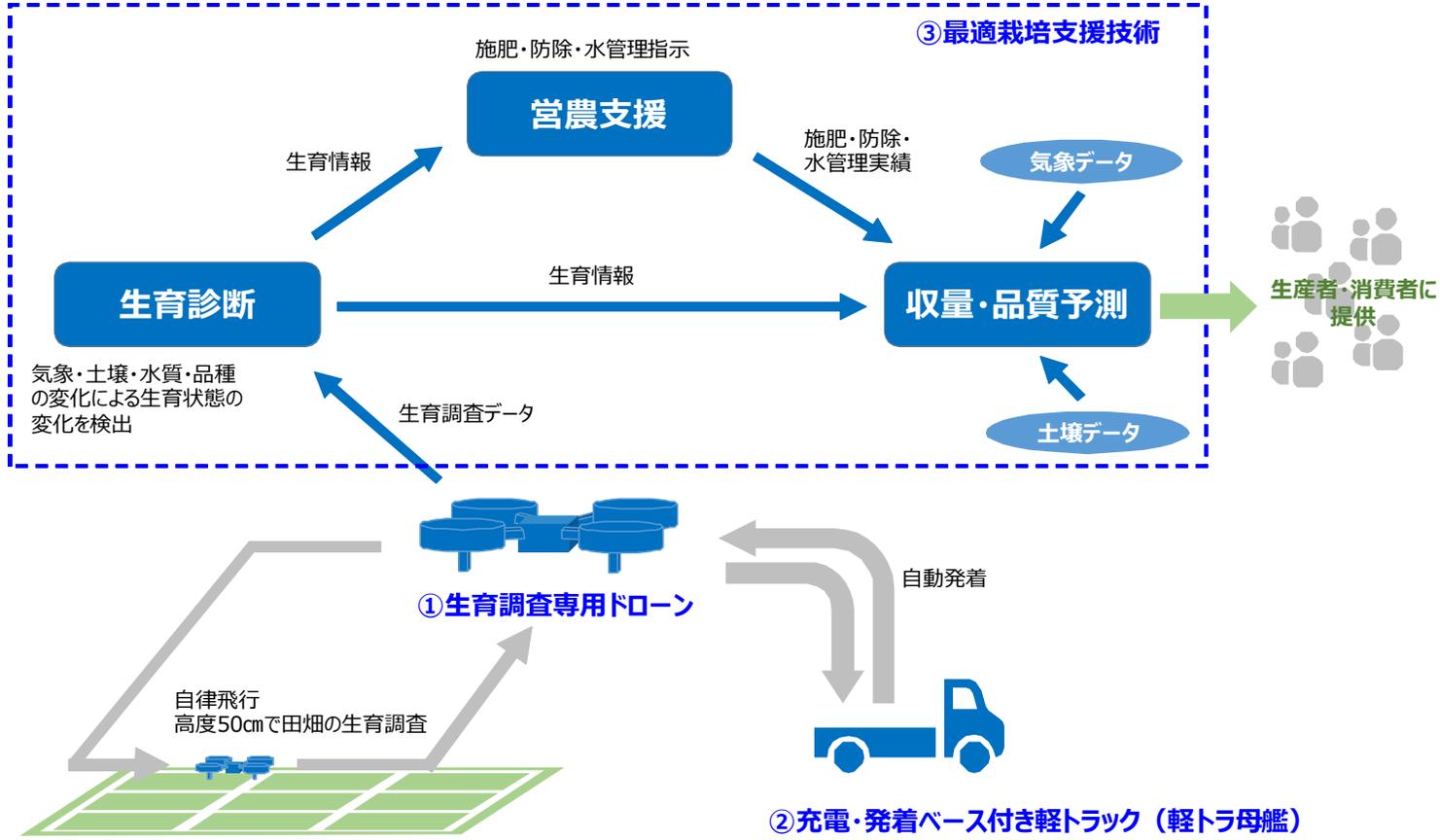
事業者名	株式会社ナイルワークス
都内所在地	東京都千代田区神田錦町1-4-3 神田スクエアフロント2F
代表者名	永田 幸生
本事業の統括責任者	小山 貴嗣
本事業の実施期間	令和2年1月～令和5年3月(3年3カ月)
プロジェクトメンバー	住友化学株式会社、住友商事株式会社、クミアイ化学工業株式会社、 全国農業協同組合連合会、ダイハツ工業株式会社

本事業の実施内容

地球規模の気象変動に対して、農作物の収量品質を最大化させることを目的とした「生育調査システム」を開発する。

本システムは、①自動運転の生育調査専用ドローン、②ドローン自動発着と充電ができる軽トラック（軽トラ母艦）、③生育調査から得られた情報をもとにした最適栽培支援技術、で構成される。

「生育調査システム」のイメージ



本事業終了時点(令和4年度)の達成目標



目標①

光合成速度と
窒素同化速度の
センシング機能の実現

水稲・大豆・小麦の光合成速度(※1)と窒素同化速度(※2)のセンシング機能を実現し、収量予測において「水稲:誤差10%」「小麦・大豆:誤差15%」を達成する



目標②

追肥指示機能の
実現

水稲・大豆・小麦の追肥タイミングと追肥量の指示機能を実現し、品質基準であるタンパク質含有量(※3)予測において「水稲・小麦:誤差1%pt(※4)」「大豆:誤差3%pt」を達成する



目標③

軽トラ発着
生育監視ドローンの
開発

軽トラックにおいて発着位置誤差10cmで制御できる生育監視ドローンの量産機体を完成し、1日あたり30haの生育監視を実現する

※1 光合成速度:植物が二酸化炭素を吸収し炭水化物を合成する速度。

※2 窒素同化速度:植物が無機化合物からタンパク質等の有機窒素化合物を合成する速度。光合成速度とともに収量と関係が深く、収量予測に用いられる。

※3 タンパク質含有量:食物に含まれるタンパク質の量。本事業では、水稲の食味や栄養価を評価する指標として用いられる。

※4 %pt(パーセントポイント):パーセントで表示された数値同士の差を示すために用いられる単位。

令和2年度の実施計画

大項目	小項目	令和2年度計画				令和2年度目標
		1Q	2Q	3Q	4Q	
目標①	光合成速度と窒素同化速度のセンシング機能の実現	→ 水稻収量予測モデル改良				水稻の収量予測性能 誤差10% 小麦の収量予測性能 誤差25%
		→ 小麦収量予測モデル基礎検討		→ 小麦収量予測モデル開発		
目標②	追肥指示機能の実現	→ 水稻収量予測モデル改良				水稻の品質予測性能 タンパク質含有量誤差 1%pt 小麦の品質予測性能 タンパク質含有量誤差 2%pt
		→ 小麦収量予測モデル基礎検討		→ 小麦収量予測モデル開発		
目標③	軽トラ発着 生育監視ドローンの開発	→ サポート除去問題の解決と機体の構造の検討		→ 詳細設計開始構造の検討		人身物損事故に至る 危険事象の発生頻度 の100%算出 生育監視ドローンの構 造部品を3Dプリンタで 100%出力できるモノ コック構造(※)とする
		→ 搭載機器の仕様検討				

※ モノコック構造:機体の外板が全体を支える強度部材を兼ねる構造。

令和2年度下期 取組状況と成果①

(1) 達成目標に関する取組と成果

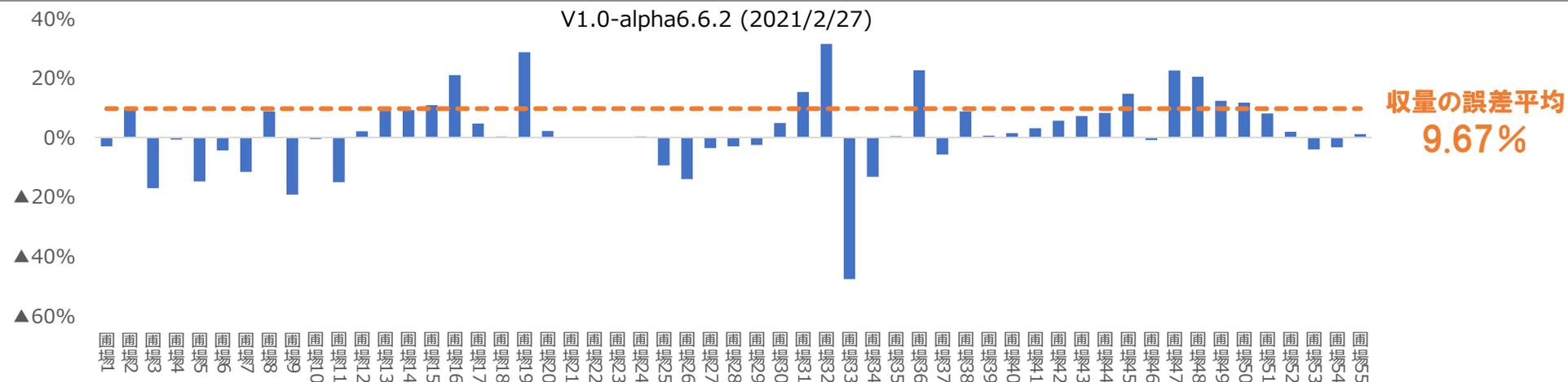
大項目	小項目	令和2年度下期目標(※1)	令和2年度下期の取組と成果	評価
目標①	光合成速度と窒素同化速度のセンシング機能の実現	水稻の光合成速度のセンシング機能により、過去データと令和2年度実証実験圃場(※2)データをあわせ、収量予測性能の誤差10%を実現	<ul style="list-style-type: none"> 収量予測プログラムを改善し、昨年度実証圃場及び本年度実証圃場の生育データを用いて再計算を実施 計算結果と実績を比較し、平均誤差9.67%を達成 	○
目標②	追肥指示機能の実現	水稻の追肥タイミングの指示機能により、過去データと令和2年度実証実験圃場データをあわせ、品質予測性能としてタンパク質含有量の誤差1%ptを実現	<ul style="list-style-type: none"> 品質予測プログラムを改善し、昨年度実証圃場及び本年度実証圃場の生育データを用いて再計算を実施 計算結果と実績を比較し、平均誤差0.77%ptを達成 	○
目標③	軽トラ発着生育監視ドローンの開発	生育監視ドローンの構造部品のうち、ボディ部分が3Dプリンタで出力できるモノコック構造であること	<ul style="list-style-type: none"> CFRP(※3)パーツと3Dプリンタ造形パーツを組み合わせる設計方法とし、ボディ部分を3Dプリンタで出力できるモノコック構造として実現できることを確認した。 	○

※1 実証圃場の栽培スケジュールとの調整やコロナ禍による研究開発業務への影響により、前頁に示した年度当初想定の中間目標が都との合意の上で一部変更された。

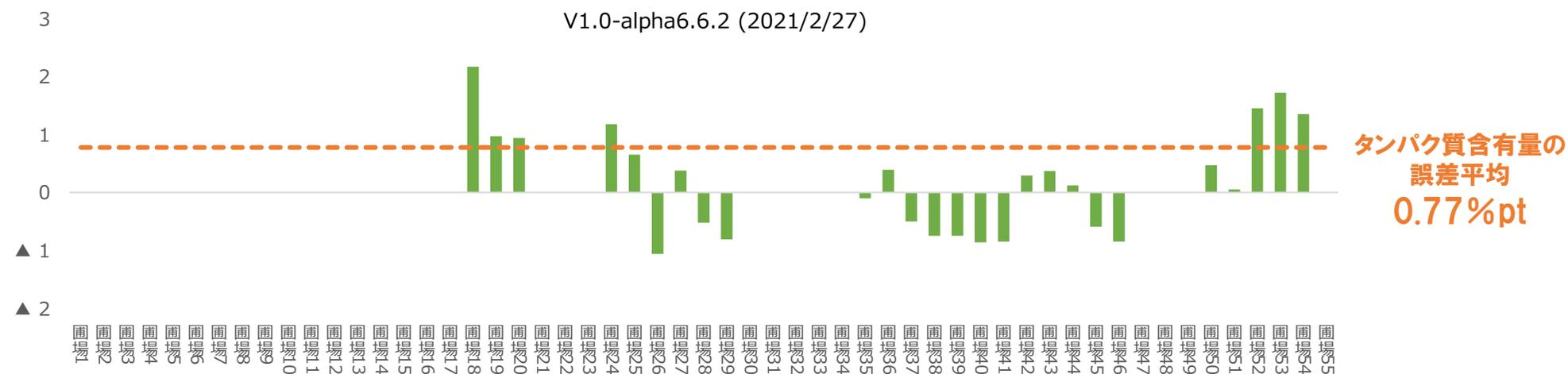
※2 圃場(ほじょう):農産物を育てる場所。田畑、果樹園等。 ※3 CFRP:Carbon Fiber Reinforced Plasticsの略。炭素繊維と樹脂を複合した軽量で高強度の材料。

令和2年度下期 取組状況と成果①

目標①に関する主な成果: 実証圃場における栽培実績と最新の予測モデルによる計算結果との誤差平均が9.67%



目標②に関する主な成果: 実証圃場における栽培実績と最新の予測モデルによる計算結果との誤差平均が0.77%pt



令和2年度下期 取組状況と成果②

(2) その他の主な取組と成果

取組内容	主な成果
知的財産	<ul style="list-style-type: none">ドローンの安全性技術(2件)、飛行性能機能(6件)、圃場測量機能(3件)、生育診断(4件)、操作表示機(1件)の計16件PCT(※)出願を行った。次の段階として、米国および中国へのPCT出願移行処理を16件行っている。日本における特許を23件登録した。
マーケティング・ 販路開拓	<ul style="list-style-type: none">令和2年10月14日～16日「第10回農業Week 次世代農業EXPO」にオンライン出展。訪問者数192名、資料ダウンロード23回を達成(うち数件はオンライン打合せまで到達)。
事業会社との オープンイノベーション	<ul style="list-style-type: none">パートナー企業等に対して共同研究の結果報告会を10～12月の間に複数回実施。生育モデルの精度向上につなげた。

※ PCT:Patent Cooperation Treaty(特許協力条約)の略称。

ひとつの出願願書をPCTに従って提出することで、PCT加盟国であるすべての国(約150カ国)に同時に申請した場合と同じ効果を得ることができる。

なお、PCT出願が完了した後、各国単位で「移行処理」を行う必要がある。

令和3年度に向けた課題と対応策

課題① 生育シミュレータの精度向上

- 今後取り組む小麦の収量／品質予測精度向上のためには、水がない状態での画像センシング精度向上と土壌の窒素濃度変化の精度向上が必要。
- 病害虫発生時の予測乖離に対して修正できるモデルの検討が必要。

課題①に対する対応策

- 土壌面をセンシング対象から除外できるようアルゴリズム改良を検討。
- 地温に着目した推定精度向上技術を検討。
- 病害虫発生については、発生ケースを自動判別した上で、予測データから除外するか、被害度を予測して補正するかのいずれかの方策を検討。

課題② 軽トラ着陸時の位置制御精度の向上

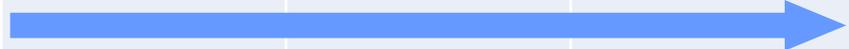
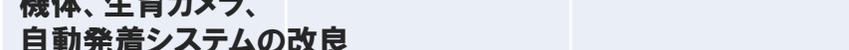
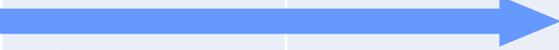
- 軽トラ着陸時に、RTK-GNSS(※)による位置推定機能が失陥した場合に安全性を補完する機能が課題。

課題②に対する対応策

- GNSSで最後に特定された位置から計算した速度ベクトル(どの方向にいかなる速度で進もうとしていたか)によって位置推定を行う技術で補完する。
- カメラを用いた姿勢推測、速度推測、相対位置推測によって絶対位置推定精度を高める方法も検討。

※ RTK-GNSS:Real Time Kinematic Global Navigation Satellite System の略。
人工衛星を用いた測位と地上の基準局からの位置情報データを組み合わせることで高精度の測位を実現する技術。GPSによる測位は一例。

令和3年度の実施計画

大項目	小項目	令和3年度計画				令和3年度目標
		1Q	2Q	3Q	4Q	
目標①	光合成速度と窒素同化速度のセンシング機能の実現	 水稻・小麦・大豆の品種別データの収集	 水稻・小麦・大豆の生育基礎データによる生育モデルの改良			大豆の収量予測性能誤差25%
		 水稻・小麦・大豆の品種別データの収集	 水稻・小麦・大豆の生育基礎データによる生育モデルの改良			
目標②	追肥指示機能の実現	 水稻・小麦・大豆の品種別データの収集	 水稻・小麦・大豆の生育基礎データによる生育モデルの改良			大豆の品質予測性能タンパク質含有量誤差5%pt
		 軽トラ発着生育監視ドローンの開発	機体、生育カメラ、自動発着システムの改良	 試作2号機の試作&テスト		
目標③	軽トラ発着生育監視ドローンの開発	 試作2号機の試作&テスト	 3Dプリンタによる機体量産技術及び量産体制の構築		生育監視ドローンの電子部品がSMTライン(※2)で100%実装できる 軽トラからの発着位置が±10cmの精度で制御できる	

※1 本計画は当初計画の内容どおりとしているが、今後都との協議により変更されることがある。

※2 電子部品をプリント基板に実装する現在の主流工法。

(1) 令和2年度目標の達成状況

- 実証圃場の栽培スケジュールとの調整により、年度当初に想定した中間目標が都との合意の上で一部変更されたものの、変更後の達成目標はいずれも達成済みであることが確認された。

(2) 今後の事業にあたって留意すべき事項

- ドローンの小型・軽量化
 - ・ 現状は実証コストや運航効率を考慮して農薬散布事業で実際に運用されている大型ドローンにセンサーを搭載する形で実証を進めているが、センシングそのものは小型・軽量ドローンでも可能である。
 - ・ ビジネスモデル精緻化の段階に向けた中期的な課題として認識しておくことが望ましい。
- 3Dプリンタ技術の情報収集・検証
 - ・ 本事業では3Dプリンタによるドローン部品製造が可能であるという目標を達成し一区切りをみたが、将来の商用化に向けた量産機生産に際しては、在来工法とあわせ、量産性・保守性・耐久性・コストなど多面的な情報収集・評価を継続することが望ましい。