３　スマート農業技術実証結果

（１）株式会社ファームイング（日南町）

（２）有限会社田中農場（八頭町）

（３）株式会社福成農園（南部町）

（４）琴浦ブロッコリー生産部（琴浦町）

（５）琴浦ミニトマト生産部（琴浦町）

（６）アシストスーツ

（１）株式会社ファームイングでの実証結果

【実 証 期 間】平成３１年４月～令和３年３月
【実 証 農 場】株式会社ファームイング（日野郡日南町印賀）
【経 営 規 模】水稲２８．７ｈａ、トマト０．８４ｈａ、ソバ等２．６３ｈａ
（令和元年度）
【連 携 機 関】鳥取大学、井関農機株式会社、ウォーターセル株式会社
京都大学、株式会社トプコン
有限会社ＴＮＥ、鳥取西部農業協同組合、日南町
鳥取県（日野農業改良普及所、農業試験場
とっとり農業戦略課（現 経営支援課））
【実証技術等】土壌センサー付可変施肥田植機
生育診断センサー付可変施肥乗用管理機
農業用ドローン
リモコン式自走草刈機
※土壌センサー付可変施肥田植機、生育診断センサー付可変施肥乗用管理機の実証は R1 年度のみ

①実証の背景・ねらい

ア　背景

株式会社ファームイングは、平成８年、日野郡日南町の印賀地区の大区画圃場整備の取り組みと併せて設立され、水稲２９ｈａ、トマト８４ａを栽培する日野郡を代表する農業法人です。法人の目標は、「地域の農業を守ること」、「中山間地トップの複合経営」、「次世代を担う地域人材の育成」で、２０～３０代の印賀地区外出身者を６名雇用し、若手人材が活躍していることも特徴です。

イ　ねらい

水稲を中心にスマート農業技術を導入し、若手後継者を確保しながら将来も営農を継続していくための実証を行い、水稲の余剰労働力をトマト栽培に傾注し、経営全体の収益向上を図ることがねらいです。

ａ土壌センサー付可変施肥田植機、生育診断センサー付可変施肥乗用管理機の実証

（ａ）　実証概要

日南町印賀の大区画圃場において、2019 年に土壌センサー付可変施肥田植機（イセキ NP80DZLFV8）と生育診断センサー付可変施肥乗用管理機（イセキ JKB23HP5CYBGV)を用いた水稲栽培を実施した。基肥量は田植え作業時に測定される土壌データに基づき可変施肥し、結果部分的に最大 20%削減した。追肥量は葉色のセンシングデータに基づき、部分的に基準量±25%の範囲で変動させた。可変施肥を行った区画、均一施肥を行った区画それぞれの収量を収量コンバイン（イセキ HJ6130ZCSLWM）により把握した。2020 年は土壌センサー付可変施肥田植機によって得られた圃場特性データを参考に施肥設計を行い、生産性の改善を図った。

（ｂ）　実証成果

ⅰ　可変区の施肥量は均一区に対し、基肥で 95%、追肥で 86%に削減された。均一区と可変区の全刈収量は同等であったが、検査等級の差と肥料費の削減により、可変区で利益が約 2,300 円/10a 向上したと試算された。

ⅱ　2019 年の田植え時に取得したマップにより、圃場内に作土が深いブロック、浅いブロックの存在することが明らかになった。2020 年は作土が深いブロックでは施肥量を減らし、浅いブロックでは施肥量を増やした。作土が深いブロックは前年に比べて稈長や収量が抑制されて玄米外観品質が向上し、浅いブロックは前年に比べて穂数や収量が増加する方向に変化した。

表1　可変施肥体系の経営評価（2019 年）

試験区	全刈収量		1等米比率	生産物収入		肥料費		利益差額
	(kg/10a)	(比率)	(%)	(円/10a)	(比率)	(円/10a)	(比率)	(円/10a)
均一	494	100	33	111,173	100	6,322	100	－
可変	492	100	67	113,078	102	5,910	93	＋2,317

注）全刈収量は収量コンバインで測定した籾収量に坪刈調査の精玄米重/籾重比を乗じて算出
1 等米比率は坪刈サンプルの検査結果
米販売単価（概算金）、肥料価格は令和元年JA西部価格を参照

表2　2019 年と 2020 年の生育・収量・品質の比較

場所	年次	稈長 (cm)	倒伏程度 (0-4)	穂数 (本/㎡)	全重 (kg/10a)	収量 (kg/10a)	整粒割合 (粒数%)	玄米タンパク質含有率 (%)
作土が深いブロック	2019年	83.9	2.1	376	1354	584	81.4	7.5
	2020年	76.1	0.4	383	1250	509	86.2	7.1
作土が浅いブロック	2019年	78.7	1.4	354	1243	520	82.6	7.4
	2020年	78.3	1.8	418	1400	589	82.5	7.6

ｂドローンを活用した水稲直播栽培の実証

（ａ）　実証概要

日南町印賀（標高約 415m）の 10.2～42.4a の不整形圃場において、2019、2020 年にドローン（DJI 社 AGRAS　MG-1）を活用した水稲湛水直播栽培を実施した。品種ひとめぼれを用い、5 月 14～15 日に水稲種子（鉄コーティング種子または無コーティング催芽籾）をドローンで散播した。このほか、除草剤散布、追肥、殺虫殺菌剤散布も極力ドローンで行った。

（ｂ）　実証成果

ⅰ　直播作業（種子 6～8kg/10a）は 1 筆（10.2a）でも 1 回のフライトで終えることはできず、途中のバッテリー交換、種子の積込みが必要であった。圃場作業量は 0.38～0.50ha/ 時であった。

ⅱ　追肥作業（尿素 3.4～4.8kg/10a）は 1 回のフライトで終えることは困難であったが、30a 程度まではバッテリー交換なしで作業できた。圃場作業量は 0.70～0.79ha/ 時であった。

ⅲ　除草剤（1 キロ粒剤：1kg/10a）および殺虫殺菌剤（液剤：水量 800ml/10a）の散布は、一部の剤を除いて 70a 程度までは概ね 1 回のフライト、バッテリー交換なしで作業可能と推定された。圃場作業量は 1 キロ粒剤で 1.65～2.07ha/ 時、液剤で 1.87～2.34ha/ 時であった。

ⅳ　ドローンを活用した湛水直播栽培体系の作業時間は慣行移植栽培の約 87%に削減された。2020 年の直播栽培の坪刈収量は 405～538kg/10a であった。

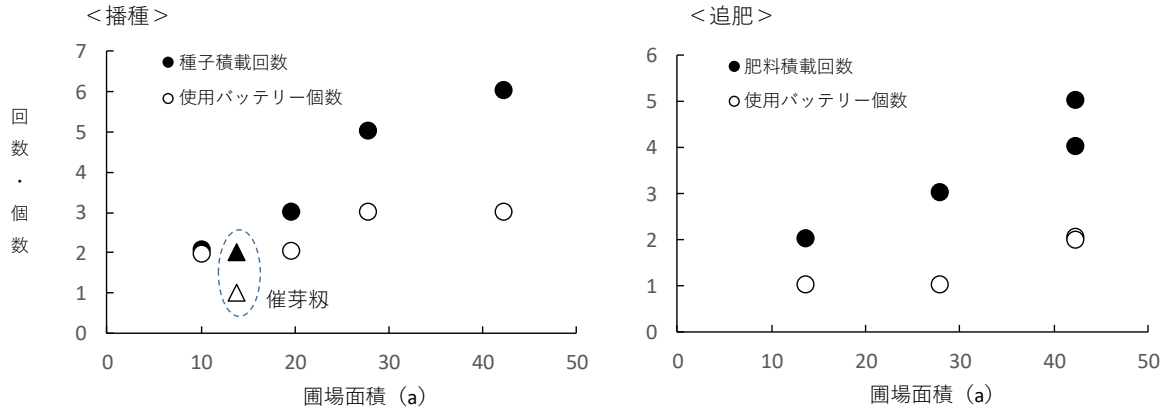

図　圃場面積とドローン散布作業回数（2019 年、2020 年）

ｃリモコン式自走草刈機の実証

（ａ）　実証概要

日南町印賀・宝谷地区の畦畔法面において、2019、2020 年にリモコン式自走草刈機（三陽機器 AJK600）よる草刈り作業の実証を行った。作業時間および作業者の身体活動強度を計測し、慣行の刈り払い作業と比較した。

（ｂ）　実証成果

ｉ　幅 5.25m、傾斜 36～40°の大型法面では、リモコン式自走草刈機操作時の身体活動強度は慣行の刈払機作業に比べて、平均および最大値で 8 割程度に減少した。刈り残し部分の刈払いも含めたリモコン式自走草刈機による草刈りの作業時間は慣行の約8割であった。また、身体活動量（身体活動強度×作業時間）も慣行の約 8 割であった。

ⅱ　幅 2.5m、傾斜 36～46°のあまり大きくない法面では、リモコン式自走草刈機操作時の身体活動強度の平均値は慣行の刈払機作業と同程度であったが、最大値は 8 割程度に減少した。刈り残し部分の刈払いも含めたリモコン式自走草刈機による草刈りの作業時間および身体活動量は慣行よりも多くなった。

ⅲ　今回供試したリモコン式自走草刈機は過大な傾斜を感知するとエンジンが止まるようになっている。実証農家によれば、燃料タンクが下側に来るような運転操作をすることでエンジン停止をある程度回避できるとのことであった。走行不能になるのは湿った土壌、軟らかい土壌で車輪がはまるケースが多かった。

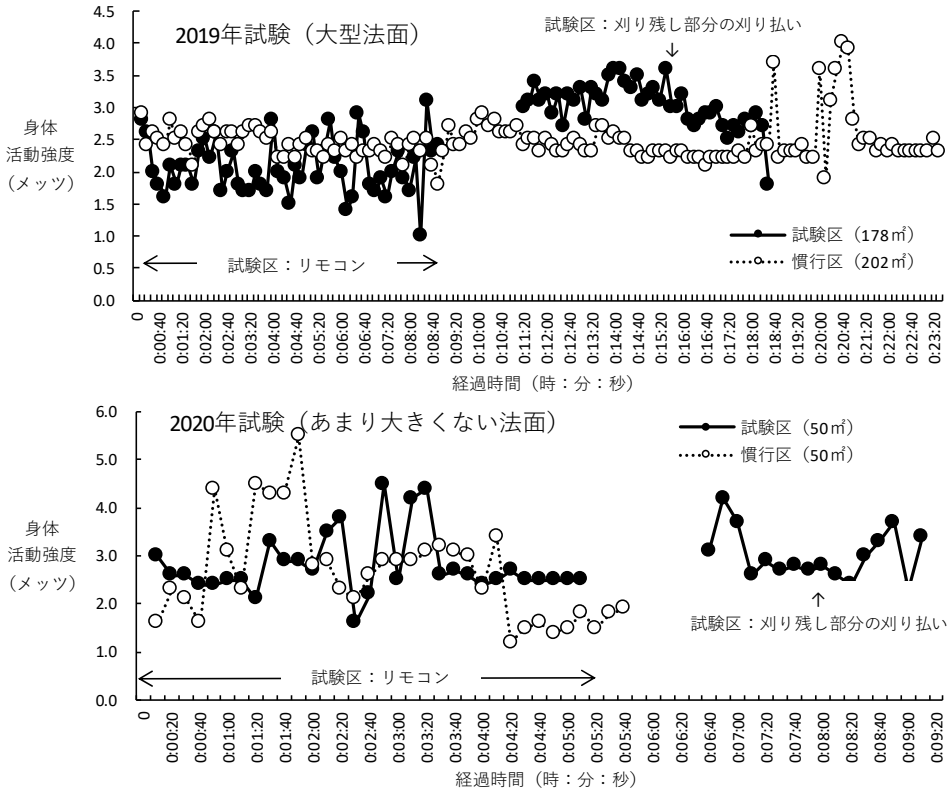

図　リモコン式自走草刈機と慣行刈払いの身体活動強度の比較

注）活動量計を作業者の腰に装着し、身体活動強度を 10 秒ごとに記録した

（２）有限会社田中農場での実証結果

【実証期間】令和元年８月～令和４年３月
【実証農場】有限会社田中農場（八頭郡八頭町下坂）
【経営規模】水稲９７．２ｈａ、大豆２．２ｈａ、白ネギ３ｈａ（令和元年度）
【連携機関】ヤンマーアグリジャパン株式会社、有限会社ＴＮＥ
鳥取県（八頭農業改良普及所、農業試験場
とっとり農業戦略課（現 経営支援課））
【実証技術】ドローンを活用した水稲の生育診断
可変施肥ブロードキャスタ

①実証の背景・ねらい

ア　背景

有限会社田中農場は、平成８年に設立し、水稲の栽培面積は町内の約１割を占める八頭郡を代表する農業法人です。経営面積の拡大に合わせて新規雇用者を採用していることから経験の浅い従業員の割合が増えてきています。

イ　ねらい

水稲を中心にスマート農業技術を導入し、作業効率の向上と未経験者でも農作業に従事できる体制づくりを図ることがねらいです。

ａドローンを活用した水稲の生育診断（リモートセンシング）の実証

（ａ）　実証概要

八頭郡八頭町において、2019～2021 年にドローンによるリモートセンシング技術の実証及び検証を行った。コシヒカリと山田錦の幼穂形成期頃にドローンを用いて特殊カメラ(P4 Multispectral(DJI))で計測した NDVI(正規化植生指数)及び可視カメラ(Mavic2pro(DJI))で撮影した画像解析値(フリーソフト GIMP より RGB 平均値を算出)とそれに対応する地上調査データとを比較検証した。それにより、ドローンによるリモートセンシング技術が地上調査の代替となり、数の多いほ場でも迅速に水稲生育状況の把握が可能かどうか検証した。

※NDVI：植生(植物の集団)の分布状況や活性度を示す指標のこと。

※RGB：Red、Green、Blue を混ぜて色を再現した方法であり、ディスプレイなどに利用されている。

（ｂ）　実証成果

ｉ　特殊カメラを搭載したドローンによる生育診断技術の検証

各ほ場の NDVI 平均値と地上定点調査データとを比較し(表 1)、累年でみると、コシヒカリと山田錦ともに、草丈において最も相関係数(－1～1 の間の数値で、0 に近いほど関係が弱い)が高かった(表 2)。また、品種により差はあるものの、NDVI と草丈×茎数×葉色(生育量)とに関係性がみられ NDVI が大きくなるほど生育量が大きくなる傾向があった(図 1)。

ⅱ　可視カメラを搭載したドローンによる水稲葉色診断技術の検討

幼穂形成期の葉色値(葉緑素計により計測)と空撮画像解析値との間に相関がみられた。累年でみると、コシヒカリでは G、R-B 値と、山田錦では(R-G)/(R-B)、(R-B)/(G-B)、R/(R＋G＋B)、(R-B)/(R＋G＋B)等との間に負の有意な相関があった(図 2)。

表 1　各年の定点地上調査データおよび NDVI の平均値

年	コシヒカリ					山田錦				
	データ数	NDVI	草丈(稈長)	茎数(穂数)	葉色	データ数	NDVI	草丈(稈長)	茎数(穂数)	葉色
2019	10	0.40	82	316	34.7	10	0.56	107	312	36.7
2020	10	0.64	71	358	40.9	11	0.68	91	290	32.3
2021	9	0.35	78	349	40.8	9	0.53	81	322	33.6

注)2019 年は撮影日が異なるため稈長、穂数で示し、解析には用いなかった。

表 2　累年(2020、2021 年)による幼穂形成期の空撮画像(NDVI)と定点地上調査データとの関係

品種	データ数	NDVIとの相関係数		
		草丈	草丈×茎数	草丈×茎数×葉色
コシヒカリ	19	0.535*	0.459*	0.477†
山田錦	20	0.835**	0.559*	0.448*

注)†、＊、＊＊はそれぞれ 10、5、1%水準で有意差(偶然ではなく、意味のある差)があることを示す。

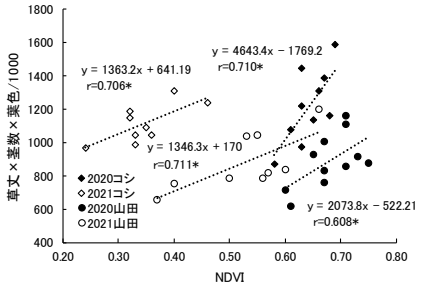

図 1　各年、品種による幼穂形成期の空撮画像(NDVI 値)と草丈×茎数×葉色との関係

注)＊は 5%水準で有意差があることを示す。

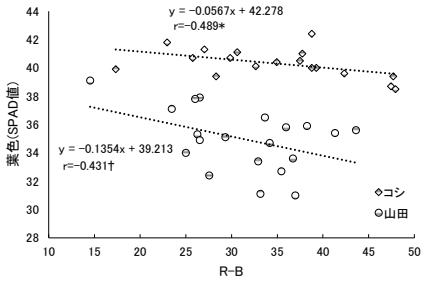

図 2　累年(2020、2021 年)による幼穂形成期の葉色値と画像解析値(ほ場平均 RGB 値)との関係

注)†、＊は 10、5%水準で有意差があることを示す。

ｂ可変施肥ブロードキャスタの実証

（ａ）　実証概要

八頭郡八頭町において、ドローンを利用したリモートセンシングデータによる基肥可変施肥試験を行った。特殊カメラ搭載のドローン(P4　Multispectral(DJI))により、各ほ場のNDVI値(正規化植生指数)を測定した。前年作のリモートセンシングデータを基に可変施肥機能付ブロードキャスタ(ナビキャスタ：MGC401PN(IHIアグリテック)、GPSナビライナー：EGL3110(IHIアグリテック))を用いて基肥散布を行った。ほ場内で部分的に施肥量を変える可変施肥区とほ場ごとに施肥量を変える均一施肥区を設け、可変施肥による生育のばらつき軽減を図り、収量向上を目指す体系について検証した。

（ｂ）　実証成果

2021年作の精玄米重は、2020年作と比べて、コシヒカリの可変、均一区では減少し、山田錦の可変、均一区では増加した。また、2021年作の倒伏程度は、2020年作と比べて、コシヒカリの可変、均一施肥区では軽減し、山田錦の可変、均一区では同程度であった。

幼穂形成期における2020年作のほ場内NDVIばらつき平均値は、2019年作と比べて、コシヒカリの可変、均一区では減少し、山田錦の可変、均一区では同程度であった。2021年作のほ場内NDVIばらつき平均値は、2020年作と比べて、両品種可変、均一区で増加した。

幼穂形成期における2020年作のほ場間NDVIばらつきは、2019年作と比べて、コシヒカリの可変区では増加、均一区では同程度であり、山田錦の可変区では同程度、均一区では増加した。2021年作のほ場間NDVIばらつきは、2020年作と比べて、コシヒカリの可変、均一区では増加し、山田錦の可変区では増加、均一区では減少した。

よって、センシングデータを基にほ場に合わせた施肥を行うことで、水稲生育状況のばらつきが軽減する年や大きくなる年があり、引き続きデータの蓄積を行う必要がある。

表１　コシヒカリの収量及びNDVIのばらつき程度

施肥区分	定点ほ場数			精玄米重(kg/10a)			倒伏程度(0－4)			ほ場内NDVIばらつき平均(%)定点ほ場			ほ場間NDVIばらつき(%)定点ほ場以外も含む		
	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年(全区慣行)	2020年	2021年	2019年(全区慣行)	2020年	2021年
可変施肥		5	3		593	428		2.2	0	11.4	9.8	29.7		13.2	15.2
均一施肥	10	5	3	516	552	502	0.2	2.2	0.1	10.0	6.0	23.7	7.1	7.7	25.3
慣行施肥		2	3		447	515		0	0.4	―	19.3	25.7		7.8	25.7

表２　山田錦の収量及びNDVIのばらつき程度

施肥区分	定点ほ場数			精玄米重(kg/10a)			倒伏程度(0－4)			ほ場内NDVIばらつき平均(%)定点ほ場			ほ場間NDVIばらつき(%)定点ほ場以外も含む		
	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年	2020年	2021年	2019年(全区慣行)	2020年	2021年	2019年(全区慣行)	2020年	2021年
可変施肥		4	3		321	355		0.5	0.5	5.7	6.3	13.1		13.0	15.6
均一施肥	10	4	3	412	387	468	1.4	1.5	1.7	8.5	8.3	22.5	11.6	19.9	13.7
慣行施肥		2	3		328	432		0.4	0.8	―	11.9	12.2		6.4	4.5

注1)ほ場内NDVIばらつき平均までは定点を対象、ほ場間NDVIばらつきは定点以外も対象とする

2)慣行施肥区は生育に関わらず、農家慣行量を施肥した区のことを示す

3)2019年の調査データは、2020年の施肥量の設定に用いた(2019年の撮影時期：出穂期～出穂後)

4)ほ場間NDVIばらつきは、各ほ場NDVIの標準偏差を平均値で割った値

（３）株式会社福成農園での実証結果

【実証期間】令和元年８月～令和４年３月
※令和２年４月～令和４年３月　農林水産省「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施
【実証農場】株式会社福成農園（西伯郡南部町福成）
合同会社清水川（西伯郡南部町清水川）
【経営規模】水稲３５．６ｈａ、大豆４．２ｈａ、小麦３．５ｈａ、
白ネギ４．２ｈａ（令和元年度 福成農園）
【連携機関】株式会社中四国クボタ、株式会社クボタ、国際航業株式会社
ヤマハ発動機株式会社、中国スカイテック株式会社
株式会社ドコモＣＳ中国、一般社団法人全国農業改良普及支援協会
南部町、全国農業協同組合連合会鳥取県本部、鳥取西部農業協同組合
鳥取県（西部農業改良普及所、農業試験場、園芸試験場
とっとり農業戦略課（現 経営支援課））
【実証技術】水位センサー、畑センサー、気象センサーによる環境モニタリング
衛星画像診断による水稲、小麦の生育診断
ドローン及び無人ヘリを活用した可変施肥
自動操舵システム
ＧＰＳガイダンスシステム
直進キープ田植機
食味・収量コンバイン
アシストスーツ

①実証の背景・ねらい

ア　背景

株式会社福成農園は、平成３０年に前身の農事組合法人から株式会社に移行しました。それに伴い、代表者が交代し、若い農業者（当時３０歳）が代表取締役として経営を継承し、若い従業員と一緒に水稲、大豆、小麦、白ネギを中心に栽培しています。ほとんどの従業員は経験が浅く、適切な経営判断に必要なデータの蓄積を望んでいます。

イ　ねらい

スマート農業技術を導入し、「熟練者でなくても均質な作業・栽培管理が可能な仕組みづくり」、「労働改善・軽作業化等による人員確保と体制づくり」、「収量・品質向上に欠かせない適切な管理による栽培体系づくり」を図ることがねらいです。

ａ水稲　（ａ）モニタリングシステムを活用した水管理の実証

ⅰ　実証概要

水稲の水管理時間の短縮を図ることを目的に事務所から遠いほ場を中心に水位センサーを設置し、水位・水温をスマホ等で確認することで、ほ場の見回り回数を削減し、水管理時間短縮効果を検証した。

（使用機器）　水稲向け水管理支援システム　PaddyWatch

ⅱ　実証成果

（ⅰ）スマホで水位が確認できるため、少ない回数で効率的に水管理を行うことができ、システム導入前に比べて遠隔地水田の見回り回数が導入１年目は67%、２年目は78%削減した。

（ⅱ）水位の推移から、低収要因が早期落水であることが解析できる等、水管理の課題が確認できた。

（ⅲ）１年目にセンサーをほ場の低い位置に設置したため、高い部分で水不足による水稲の枯れ上がりが見られた。２年目はセンサー設置位置を水位が低い水尻側に設置したところ、水稲の枯れ上りは見られなかった。

（ⅳ）センサー設置には通信料等のランニングコストが発生するため、ほ場環境が同じようなブロック単位での代表的なほ場に設置し、他のほ場の状況を推定するなど、低コスト化に向けた工夫も必要。

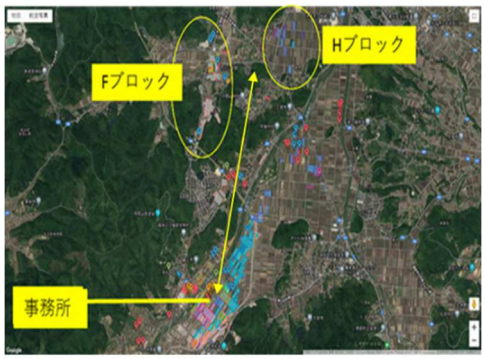

写真　農園管理ほ場全体図

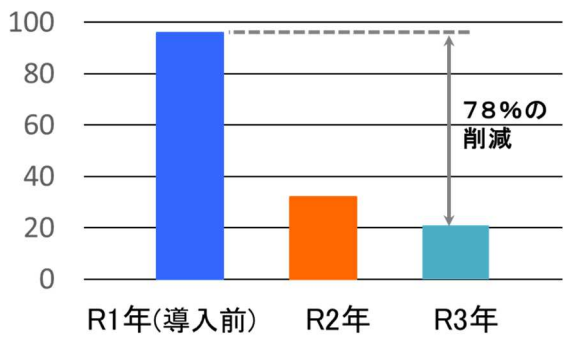

図　遠隔地水田の見回り回数

表　遠隔地水田の水管理回数

場所	水管理回数（5月～9月）		
	導入前	導入1年目（R2年）	導入2年目（R3年）
Ｆブロック	約68 回	24 回	10 回
Ｈブロック	約28 回	8 回	11 回
合計	約96 回（100）	32 回（33）	21 回（22）

注）Ｆブロック：19ほ場3.1ha、センサー15基設置
　　Ｈブロック：11ほ場2.5ha、センサー11基設置
　　合計欄の（　）内は導入前水管理回数に対する比率（%）

ａ水稲　（ｂ）人工衛星画像診断に基づく穂肥診断及びドローンによる可変施肥技術の実証

ⅰ　実証概要

水稲の収量向上を目的に人工衛星画像診断技術を導入し、診断結果に基づいてドローンで肥料を散布して収量・品質向上効果を検証した。

（使用サービス）　国際航業（株）クラウド型営農支援サービス「天晴れ」
ヤマハ発動機（株）　ＭＲ－８

ⅱ　実証成果

（ⅰ）実証ほ場では表に示した施肥基準に基づき追肥を行ったところ、２か年平均収量は主要４品種全てで 13～59kg/10a（2～12%）、平均 27 kg/10a 増加した（図１、図２）。

（ⅱ）ドローンによる施肥はシャッターを全開で散布しでも同一箇所を複数回散布する必要があり、頻繁にバッテリー交換が必要であった。１年目は、高窒素成分の尿素を使用することで散布量及びフライト回数を減らすことができたが、尿素は固まりやすく、詰まりが生じた。尿素の使用にあたっては、肥料を篩にかけて固まりを砕いてから使用する等の対応が必要であった。２年目は、固結しにくい空中散布専用肥料を用いることで、スムーズに散布できた。

（ⅲ）７月は曇雨天が続き、診断に必要な雲が写りこんでいない人工衛星画像が適期に入手できず、追肥日の 10～20 日前の画像での診断結果をもとに追肥を行った。

表　施肥基準と追肥実施状況

品種	1年目 施肥基準* 推定葉色値（SPAD）	1年目 施肥基準* 追肥窒素量（kg/10a）	1年目 追肥実施ほ場数	2年目 施肥基準* 推定葉色値（SPAD）	2年目 施肥基準* 追肥窒素量（kg/10a）	2年目 追肥実施ほ場数
しきゆたか	35未満	3	0	35未満	3	0
	35～40未満	2	4	35～40未満	2	5
	40以上	0	0	40以上	1	6
とよめき	35未満	3	10	35未満	3	4
	35～40未満	2	6	35～40未満	2	7
	40以上	0	0	40以上	1	5
きぬむすめ	32.5未満	3	0			
	32.5～35	2	1	35未満	3	10
	35～37.5未満	1.5	7	35～40未満	2	3
	37.5～40未満	1	2			
	40以上	0	0	40以上	1	1
北陸193号	32.5未満	3.5	0	30未満	4	2
	32.5～35	3	0	32.5～35	3.5	3
	35～37.5未満	2.5	1	35～40未満	3	7
	37.5～40未満	2	9			
	40～45未満	1	0	40以上	2	0
	45以上	0	0			

＊ 基肥一発肥料を施用したうえで、葉色に基づき追肥を1回（穂肥）を行う
衛星画像に基づく穂肥診断で追肥不要と診断されたほ場はなかった

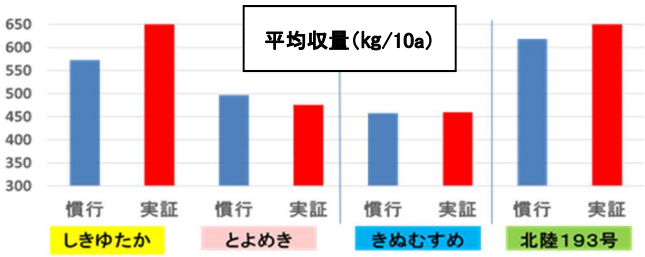

図1　衛星診断追肥による増収効果（1年目：R2年）

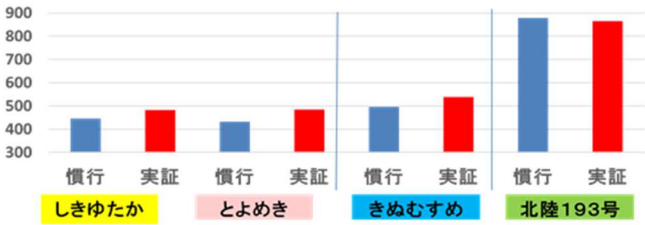

図2　衛星診断追肥による増収効果（2年目：R3年）

注）慣行は基肥一発肥料で追肥なし

（基肥）	１年目	２年目
しきゆたか	N10.5kg/10a（90 日ﾀｲﾌﾟ）	N10.6kg/10a（90 日ﾀｲﾌﾟ）
とよめき	N10.5kg/10a（120 日ﾀｲﾌﾟ）	N10kg/10a（100 日ﾀｲﾌﾟ）
きぬむすめ	N8.75kg/10a（140 日ﾀｲﾌﾟ）	N10kg/10a（120 日ﾀｲﾌﾟ）
北陸 193 号	N12kg/10a（140 日ﾀｲﾌﾟ）	N11.3kg/10a（140 日ﾀｲﾌﾟ）

ａ水稲　（ｃ）人工衛星画像診断に基づく適期刈取技術の実証

ⅰ　実証概要

水稲の収穫時期の適正化を目的に人工衛星画像診断技術を導入し、診断結果に基づいて収穫の順序を最適化し適正な時期に収穫できるか検証した。

（使用サービス）国際航業（株）クラウド型営農支援サービス「天晴れ」

ⅱ　実証成果

（ⅰ）（株）福成農園と（合）清水川で水稲の収穫前及び収穫中に人工衛星画像診断結果に基づき収穫順序を協議し、食味・収量コンバインをシェアリングして収穫を行った。

（ⅱ）主食用米では、R2 年は KSAS に籾水分記録のある 108 ほ場全て、R3 年は 124 ほ場全てで、適期刈り取りの基準として設定した収穫時籾水分 20%以上となり、刈遅れはなかった（表）。

（ⅲ）衛星画像診断による籾水分の診断結果はほ場図上に細かくメッシュ状に色分けして表示される。診断結果の色表示と水分計による実測値の傾向は概ね一致した。

（ⅳ）曇雨天により診断に必要な雲が写り込んでいない人工衛星画像が適期に入手できず、希望日の 1 週間前の画像で診断することもあった。

表　水稲収穫時籾水分（R3年）

シェアリングの状況	品種	籾水分記録有ほ場数	収穫時期		籾水分（%）			籾水分20%以上ほ場数	同左ほ場率（%）
			始期	終期	最大	最小	平均		
福成農園	ひとめぼれ	5	8月25日	8月27日	30.4	24.5	29.9	5	100
清水川	ひとめぼれ	8	9月9日	9月9日	26.7	23.8	25.5	8	100
福成農園	コシヒカリ	6	9月10日	9月12日	29.2	25.9	27.8	6	100
福成農園	しきゆたか	10	9月13日	9月13日	31.5	28.0	29.6	10	100
清水川	コシヒカリ	5	9月15日	9月15日	28.5	27.3	27.9	5	100
福成農園	しきゆたか	13	9月16日	9月24日	28.3	23.7	25.7	13	100
福成農園	とよめき	26	9月21日	9月28日	19.0	23.0	25.1	26	100
福成農園	コシヒカリ	5	9月28日	9月30日	30.6	29.4	30.1	5	100
清水川	きぬむすめ	6	10月1日	10月1日	27.3	25.2	26.4	6	100
福成農園	きぬむすめ	40	10月4日	10月9日	27.4	21.4	23.9	40	100
福成農園	北陸193号	3	10月10日	10月10日	25.2	22.4	23.5	3	100
清水川	みなちから	18	10月16日	10月21日	25.4	20.7	23.4	18	100
福成農園	北陸193号	11	10月23日	11月2日	21.3	17.7	19.4	5	45
福成農園	みなちから	27	11月2日	11月8日	20.4	16.3	17.8	1	4

注）籾水分は、食味収量コンバインによる計測値。ほ場数はKSASに籾水分記録のあるほ場数。

a 水稲　（d）土壌分析による土壌診断の実証

i　実証概要

水稲の収量向上を目的に代表的なほ場の土壌診断結果に基づき施肥設計を見直し、収量向上効果を検証した。

ii　実証成果

（i）令和 3 年 1 月に土壌診断ほ場（主要 4 品種 25 ほ場）を選定し、1 月中に土壌採取して土壌分析を行った。2 月 15 日と 2 月 25 日に土壌診断結果に基づき令和 3 年産水稲の施肥設計を検討し、以下の見直しを行った。

◆リン酸不足ほ場：基肥一発肥料の配合比の見直し、又は発酵鶏糞の散布。

◆加里不足ほ場：穂肥時に加里配合資材を使用、又は基肥で発酵鶏糞を散布。

（ii）施肥を見直した結果、「とよめき」、「きぬむすめ」「北陸 193 号」で 1 年目に比べて 2 年目の収量は増加した。

（iii）「しきゆたか」は 2 年目の収量が減少したが、全籾数は 35 千粒/㎡以上確保されており、作付ほ場を日照条件が悪いブロックに変更したことに加え、登熟期間の日照不足で登熟歩合が約 60%に低下したことが収量低下要因と考えられる。

表 1　実証区の水稲収量

品種名	1年目 収量 (kg/10a)	1年目 目標達成率 (%)	2年目 収量 (kg/10a)	2年目 目標達成率 (%)	目標 (kg/10a)
しきゆたか	655	124	482	91	530
とよめき	476	90	484	91	530
きぬむすめ	460	87	538	102	530
北陸193号	658	84	864	110	782

注）北陸193号（飼料用米）は籾収量

表 2　水稲主要品種の倒伏程度と収量構成要素

品種名	年次	衛星画像に基づく追肥	倒伏程度 (0-4)	収量構成要素 穂数 (本/㎡)	全籾数 (千粒/㎡)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
しきゆたか	2020	追肥なし	2.4	350	40	76.8	23.9
		追肥あり	3.0	327	37	71.8	24.7
	2021	追肥なし	0.1	293	35	61.4	26.3
		追肥あり	0.1	312	37	61.0	26.3
とよめき	2020	追肥なし	2.4	414	43	56.9	21.1
		追肥あり	2.6	439	44	62.3	21.4
	2021	追肥なし	0.0	315	28	65.9	22.7
		追肥あり	0.0	309	31	74.2	23.8
きぬむすめ	2020	追肥なし	0.0	351	31	77.3	21.4
		追肥あり	0.0	376	33	78.2	21.6
	2021	追肥なし	0.0	363	32	80.7	22.6
		追肥あり	0.1	349	33	81.4	23.0
北陸193号	2020	追肥なし	0.0	259	32	90.7	21.0
		追肥あり	0.0	278	30	91.1	20.1
	2021	追肥なし	0.1	263	36	76.6	23.5
		追肥あり	0.3	256	34	77.2	23.4

ａ水稲　（ｅ）ＧＰＳガイダンス技術を利用した耕起、代掻き作業技術の実証

ⅰ　実証概要

オペレーターの作業効率の平準化と作業時間の短縮を目的にＧＰＳガイダンスシステムを導入し、水稲の耕起・代掻き作業の作業精度、作業時間に及ぼす効果を検証した。

（使用機器）　耕起　クボタ SL60、KAG+KSRS、ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ ニプロ SKS2200

代掻き　クボタ SL60、KAG+KSRS、ｱﾀｯﾁﾒﾝﾄ KAG 対応ハロー　コバシＴＸＦ410-UAG

ⅱ　実証成果

（ⅰ）ベテランはガイダンス ON・OFF で耕起・代掻きの作業時間に大きな差は認められなかった（表）。

（ⅱ）初心者では、耕起作業時間は 18%短縮した。初心者はガイダンス ON で直進速度が速くなり時間短縮した。ベテランはガイダンスに合わせるのにストレスを感じ直進速度がやや遅くなる傾向であった（表、図１）。

（ⅲ）初心者では、代掻き作業時間は、1 年目の実証で 7%短縮した。2 年目は 20%増加した。2 年目はガイダンス ON ほ場の入水量が少なくほ場が硬かったため、直進作業速度が低下したが、作業精度は向上した（表、図２）。

（ⅳ）モニター上に代かきの終了した箇所が表示されるほか、ほ場が硬いと速度を落とす指示が出される。作業速度を遅くすることにより、土の細かさが適正となり作業精度は向上した。2 年目の実証では、OFF ほ場に比べて ON ほ場は入水量が少なく作業時間が増加したが、藁・雑草等の露出面積は、OFF ほ場 80%に対し、ON ほ場 20～60%で作業精度は向上した。

表　GPSガイダンス機能OFF/ONによる水稲耕起・代掻き作業時間の比較

作業名	ガイダンス区分	初心者						ベテラン					
		ほ場面積(a)	作業時間(秒/10a)	同左比率	直進作業速度(m/秒)	旋回所要時間(秒/回)	1旋回当り切り返し回数	ほ場面積(a)	作業時間(秒/10a)	同左比率	直進作業速度(m/秒)	旋回所要時間(秒/回)	1旋回当り切り返し回数
耕起(2年目)	OFF	28.9	1,143	(100)	0.68	23	0.0	29.4	752	(100)	0.78	12	0.0
	ON	29.9	940	(82)	0.95	32	0.9	30.1	851	(113)	0.74	12	0.0
代掻き(1年目)	OFF	29.7	1,356	(100)	0.46	31	0.8	—	—		—	—	—
	ON	29.8	1,262	(93)	0.41	37	1.0	22.8	1,070	(−)	0.59	16	0.0
代掻き(2年目)	OFF	28.9	1,460	(100)	0.31	37	0.7	29.4	1,689	(100)	0.24	25	0.2
	ON	29.9	1,755	(120)	0.24	36	0.3	27.2	1,692	(100)	0.21	29	0.0

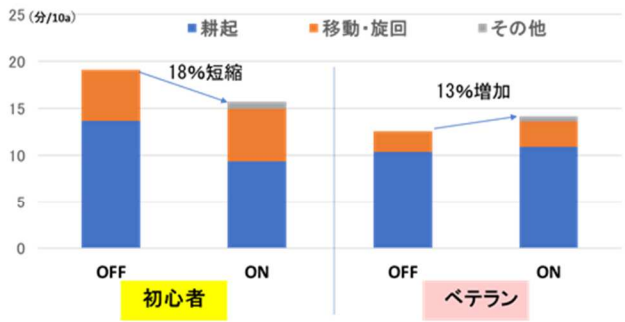

図1　スマート機能OFF/ONによる耕起作業時間の比較(2年目)

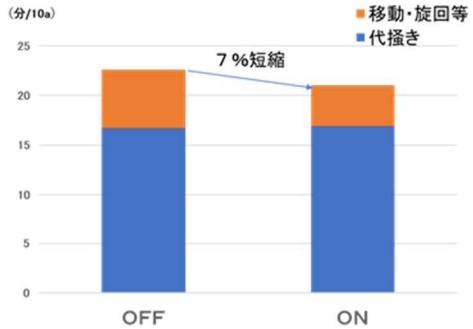

図2　スマート機能(作業経路ガイダンス、作業箇所色塗り表示等)OFF/ONによる代掻き作業時間の比較（1年目）

ａ水稲　（ｆ）直進キープ・条間アシスト・株間キープ・施肥量キープ機能付田植機の実証

ⅰ　実証概要

オペレーターの作業効率の平準化と作業時間の短縮を目的に直進キープ・条間アシスト・株間キープ・施肥量キープ機能付田植機を導入し、水稲の田植え作業の作業時間、作業精度に及ぼす効果を検証した。

(使用機器)　田植機　クボタ NW6S-F-GS

ⅱ　実証成果

（ⅰ）直進キープ田植機を導入したことで、KSAS で集計した田植作業時間は、1 年目の実証機では 0.2h/10a となり従来機の 0.31h/10a と比べ 35%短縮した。2 年目は 0.24h/10a で 23%短縮した（表１）。

（ⅱ）同じ直進キープ田植機でスマート機能を ON にした場合、OFF に比べ１年目は 12%短縮した。2 年目は、初心者・ベテランともに作業時間が 3%程度増加したが、初心者は不慣れから直進作業速度が低下したことが要因と考えられる（表２）。

※田植機別作業時間の短縮率（表１）が、直進キープ田植機でスマート機能を ON にした場合の作業時間短縮率（表２）より大きいのは、直進キープ田植機の馬力が従来機より大きく作業速度や作業能率が高いためと考えられる。

（ⅲ）作業者にとって集中力が必要な直進作業の疲労が軽減され、作業中に後方の植付状態の確認をする余裕ができ　た。初心者でもまっすぐに田植えができ、条間・株間が一定に保たれることで作業精度が向上した。

表１　田植機別作業時間の比較

区分	作業時間計(h)	面積計(a)	10a当り作業時間(h/10a)
慣行(1年目)	8.8	282	0.31 (100)
実証(1年目)	74.5	3,794	0.20 (65)
実証(2年目)	90.9	3,808	0.24 (77)

注）慣行は6条従来機、実証は6条直進キープ田植機

表２　直進キープ機能OFF/ONによる水稲田植作業時間の比較

年次	直進キープ機能	初心者					ベテラン				
		ほ場面積(a)	作業時間(秒/10a)	直進作業速度(m/秒)	旋回所要時間(秒/回)	1旋回当り切り返し回数	ほ場面積(a)	作業時間(秒/10a)	直進作業速度(m/秒)	旋回所要時間(秒/回)	1旋回当り切り返し回数
1年目	OFF	—	—	—	—	—	30.3	830 (100)	1.41	10	0.0
	ON	—	—	—	—	—	35.4	727 (88)	1.49	8	0.0
2年目	OFF	28.9	826 (100)	1.40	6	0.0	29.4	741 (100)	1.37	7	0.0
	ON	29.9	847 (103)	1.23	6	0.0	30.1	767 (104)	1.38	8	0.0

ａ水稲　（ｇ）食味・収量コンバインの実証

ⅰ　実証概要

ほ場毎の食味・収量データを活用し、ほ場毎に施肥設計を見直して収量向上を図ることを目的に食味・収量コンバインを導入し、水稲の食味・収量向上効果を検証した。

(使用機器)　コンバイン　クボタ DR595

ⅱ　実証成果

（ⅰ）食味・収量コンバインから得られたほ場ごとのデータ（収量・タンパク含有率）を活用し２年目の施肥設計等を改善した（表１）。

（ⅱ）「とよめき」「きぬむすめ」「北陸 193 号」の２年目の収量が１年目に比べ増加した（表２）。

（ⅲ）「きぬむすめ」では、１年目のタンパク含有率は高く収量は低かったことから、基肥 140 日タイプから 120 日タイプへ変更し、施肥窒素量 8.75 kg/10a から 10 kg/10a へ見直しを行った結果、２年目のタンパク含有率は低下し、収量は増加する傾向がみられた。

表1　1年目の食味・収量データをもとに改善した品種毎の施肥設計

品種名	改善した施肥設計の主な内容	
	1年目	2年目
しきゆたか	N10.5kg/10a(90日ﾀｲﾌﾟ)	N10.6kg/10a(90日ﾀｲﾌﾟ)
とよめき	N10.5kg/10a(120日ﾀｲﾌﾟ)	N10kg/10a(110日ﾀｲﾌﾟ)
きぬむすめ	N8.75kg/10a(140日ﾀｲﾌﾟ)	N10kg/10a(120日ﾀｲﾌﾟ)
北陸193号	N12kg/10a(140日ﾀｲﾌﾟ)	N11.3kg/10a(140日ﾀｲﾌﾟ)
品種共通	高タンパク・倒伏 低タンパク・低収量	基肥20%減肥 基肥発酵鶏糞100kg/10a追加

表２　実証区の水稲収量

品種名	1年目		2年目		目標 (kg/10a)
	収量 (kg/10a)	目標達成率 (%)	収量 (kg/10a)	目標達成率 (%)	
しきゆたか	655	124	482	91	530
とよめき	476	90	484	91	530
きぬむすめ	460	87	538	102	530
北陸193号	658	84	864	110	782

注）北陸193号（飼料用米）は籾収量

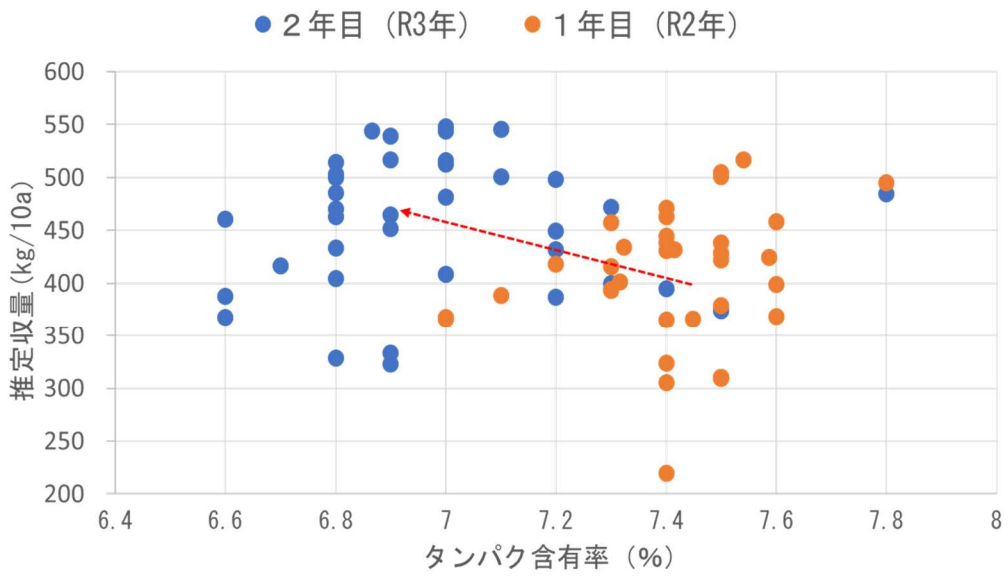

図　食味（タンパク）・収量の分布図（きぬむすめ）