

みやぎスマート農業 (水田作) 活用の手引き



令和3年3月

宮 城 県

みやぎスマート農業（水田作）活用の手引き

I	宮城県におけるスマート農業（水田作）の推進について	
1	「スマート農業先進県みやぎ」をめざして	2
2	スマート農業技術の現地実証	2
3	スマート農業の普及拡大	3
II	スマート農業技術の開発・実証プロジェクトについて	
	実証課題名 輸出に対応できる「超低コスト米」生産体制の実証	
1	背景・ねらい	6
2	実証の取り組みと結果	7
3	実証の評価・検証	13
III	スマート農業（水田作）の現地活用について	
1	ほ場管理システム	16
2	ロボットトラクタ（協調作業）	20
3	GPSアシスト操舵トラクタ・自動操舵装置	22
4	アシスト田植機	24
5	リモートセンシング	26
6	農薬散布用ドローン	30
7	水田センサ	32
8	自動水管理システム（自動給水装置）	34
9	ラジコン草刈機	36
10	収量・食味コンバイン①（収量データ）	38
11	収量・食味コンバイン②（自動走行）	40
12	スマート農業技術の留意点（共通）	42
IV	参考資料	
1	みやぎスマート農業推進ネットワーク	46
2	宮城県無人ヘリコプター及び無人マルチローターによる 農薬の空中散布に係る安全ガイドライン	49

【表紙写真】

ほ場管理システム（上段：左） ロボットトラクタ協調耕起作業（上段：右）
収量・食味コンバイン（下段：左） 自動水管理システム（下段：右）

I 宮城県におけるスマート農業 (水田作)の推進について

- 1 「スマート農業先進県みやぎ」をめざして
- 2 スマート農業技術の現地実証
- 3 スマート農業の普及拡大

1 「スマート農業先進県みやぎ」をめざして

東日本大震災で被災した宮城県沿岸部の地域では 1ha 規模の大区画ほ場が整備され、農業法人を中心とした担い手へ農地の集積・集約化も進み、令和元年（2019 年）には 100ha 規模の土地利用型法人が 38 法人となっている（図 1）。

大規模土地利用型法人の中には、経営面積が急激に拡大したため、経営管理や作業体制、ほ場管理等が十分にできず、春季・秋季の作業ピーク時における労働力不足の発生や作業の遅れ、作業精度の低下により、収量・品質の低下を招いている事例が見られている。

また、県内では、新規就農者の過半数が法人等へ雇用就農しているが（図 2）、農業に関する技術や経験が不足しているため、ベテランと比較して作業効率や作業精度が低く、早期の育成が求められている。

これらの課題に対応するため、A I，I C T，ロボット等のスマート農業技術の導入による省力・低コスト化と経営、生産の効率化を推進しており、現地実証や実証成果の普及拡大に取り組み「スマート農業先進県みやぎ」の実現をめざす。



図 1 農業法人数と 100ha 規模農業法人数
(県農業振興課)

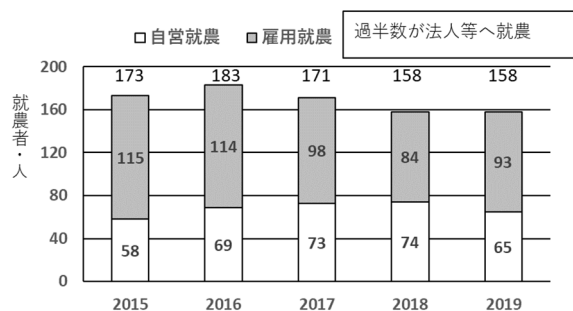


図 2 就農形態別新規就農者数
(県農業振興課)

2 スマート農業技術の現地実証

県では、スマート農業技術を活用できる経営体の育成を目指し、平成 30 年より県内各地にスマート農業を実践するモデル経営体を設置し、ほ場管理システム（図 3）をはじめ水田センサ（図 4）やドローンによるリモートセンシング（図 5）等のスマート農業技術の現地実証に取り組んでいる。

様々なスマート農業技術が開発されているが、現場での運用にあたっては多くの課題があることから、実証を通じて効果的な活用方法の検討を行っている。



図 3 ほ場管理システム



図 4 水田センサ



図 5 リモートセンシング

また、令和元年より開始された国の「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」に参加し、「輸出に対応できる「超低コスト米」生産体制の実証」（東松島市：令和元～2年度）（6ページより掲載）、令和2年からは「中山間地域における精密、省力なスマート水稻種子生産技術の実証」（加美町：令和2～3年度）に取り組むことで、スマート農業技術を実際に生産現場に導入し、経営への効果を明らかにすることとしている。

3 スマート農業の普及拡大

（1） セミナー等の開催

県内のスマート農業の普及拡大を目的に農業者や関係機関を参集した「みやぎスマート農業推進セミナー」（図6）を開催している。

セミナーでは、スマート農業の基本となる「ほ場管理システム」による「農業経営の見える化」や効果的な活用方法についての専門家による講演や農業経営で実際にはほ場管理システムを活用している農業者の事例を紹介している。

また、農機メーカーやICTベンダーによる「スマート農業機器展示会」（図7）を開催し、スマート農業技術導入を検討している農業者が直接メーカ等に相談できる場を提供しているほか、ほ場において実際のスマート農機を稼働させ、その作業効果を実感するスマート農業実演会（図8）を開催している。

今後のスマート農業の普及拡大のためには、スマート農業技術の活用を支援できる人材の育成も必要であることから、普及指導員や農協営農担当職員らを参集した農業ICT研修会も行っている（図9）。



図6 スマート農業セミナー

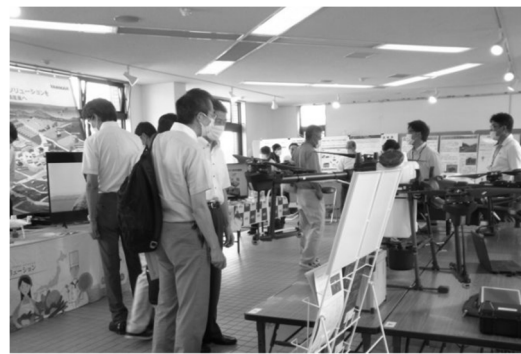


図7 スマート農業機器展示会



図8 スマート農業実演会



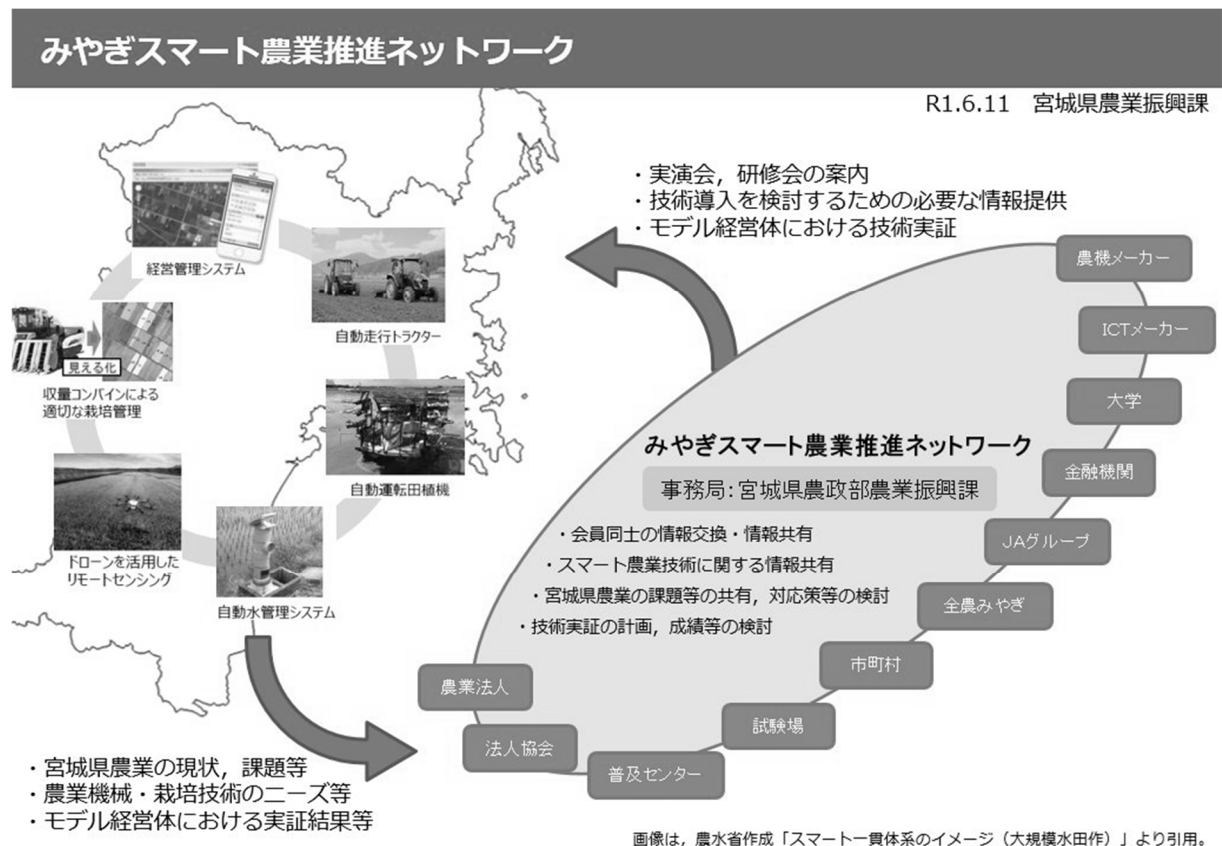
図9 スマート農業研修会

(2) みやぎスマート農業推進ネットワーク

宮城県では、農業者と産学官が連携して、農業分野におけるICT技術等を活用したスマート農業の普及推進を図るため「みやぎスマート農業推進ネットワーク」を令和元年5月1日に設立した。

現在の会員数は104（令和3年2月末現在）となっており、スマート農業に関するセミナーやスマート農業機器の展示会、現地実演会等のイベントを会員と宮城県が連携して開催しているほか、会員向け情報誌「みやぎスマート農業（水田作）通信」の発行を通じ、スマート農業に関する情報の共有化を図っている。

今後も宮城県では、みやぎスマート農業推進ネットワークを推進母体とした県内のスマート農業の普及拡大に取り組んでいく。



ホームページ「みやぎスマート農業推進ネットワーク」
<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/nosin/smart.html>

Ⅱ スマート農業技術の開発・実証 プロジェクトについて

(令和3年2月15日現在)

【実証課題名】

輸出に対応できる「超低コスト米」 生産体制の実証

超低コスト「輸出米」生産実証コンソーシアム

- 代表機関：宮城県農政部農業振興課
- 実証農場：有限会社アグリードなるせ
- 共同機関：株式会社クボタ
クボタアグリサービス株式会社仙台事務所
株式会社南東北クボタ
株式会社ケーエス
東松島市
宮城県農業・園芸総合研究所
宮城県古川農業試験場
宮城県石巻農業改良普及センター
- 管理運営：みやぎ農業振興公社

- 1 背景・ねらい
- 2 実証の取り組みと結果
- 3 実証の評価・検証

輸出に対応できる「超低コスト米」生産体制の実証

実証農場：有限会社アグリードなるせ（宮城県東松島市）

経営規模：154.4ha

（水稲 46.8ha，大豆 29.0ha，麦類 24.8ha，飼料・子実トウモロコシ 21.9ha，
牧草 31.9ha）うち実証面積：121.5ha

1 背景・ねらい

宮城県沿岸部の東松島市鳴瀬地区は東日本大震災により、多くの水田が被害を受け壊滅状況であったが、農地復旧とともに集積が進み、同地域における土地利用型農業の担い手である「有限会社アグリードなるせ」は100ha規模の経営となり、宮城県を代表する大規模土地利用型農業法人として、地域農業の牽引役となっている。

地域雇用の受け皿として新規就農者等の雇用にも積極的で、地域の産業振興、復興の取り組みでも大きな役割を果たしている。

営農するほ場の大部分は1haの大区画に整備されて団地化による集積が図られ、水田の利用効率を上げるため水稲、麦類、大豆等の2年3作、3年4作体系にも取り組んでいるが、地域の農業者の高齢化などにより、現在も農地の委託希望があり、さらなる経営面積拡大による春季・秋季の作業ピーク時の労働力の不足が懸念される。

また、米消費量の減少等、国内の米の需給による米価変動の影響が少ない経営の確立も不可欠である。

そこで、国の「令和元年度スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」によるスマート農業技術の導入により、生産コストを削減し大面積を限られた人員で経営管理して生産できる体制を構築するとともに、新規需要米である「輸出米」においても利益が確保できる安定経営の確立を目指すこととした。

プロジェクトでは、スマート農業機械を経営面積全体で最大限・効率的に活用し、機械費（減価償却費）圧縮と1日当たり（1人当たり）作業面積を拡大し、低コスト・省力化するとともに、センシングによる生育診断や収量コンバインの収量データを活用した肥培管理による収量・品質の向上等に取り組むこととし、以下の3つの達成目標を掲げ、実証をおこなった。

実証プロジェクトの達成目標

- ☞ 生産コストの低減（目標水稲生産コスト 7,000 円/60 kg）
- ☞ 単収の 10% 向上（目標水稲単収 550kg/10a）
- ☞ 10a 当たり労働時間の 20% 削減（目標労働時間 10.4h/10a（経営全体））

2 実証の取組みと結果

(1) スマート農業機械の汎用利用による最大限のコスト低減技術の実証

イ 実証概要

GPSアシスト操舵トラクタ，自動走行トラクタ(ロボットトラクタ)，高速汎用播種機などを水稲，麦類，大豆，子実トウモロコシにおいてフル活用し，1日当たり作業面積の拡大と作業人員の削減の他，単位当たりの機械費（減価償却費）の削減を図る。

ロ 実証成果

- ・GPSアシスト操舵トラクタ（M125GEFQBMSWR5）による耕起・播種等全体の作業効率は0.18h/10aと各トラクタの中で最も高く（表1），特に比較的時間がかかる播種作業でGPSアシスト操舵トラクタ（図1）に高速汎用播種機を併用することで作業能率が大幅に向上した。
- ・ロボットトラクタ（SL60AHCQMANE-A2P）を有人（搭乗）で使用した際の作業能率は0.23h/10aと既存75psトラクター（0.23h/10）と同程度（表1）である。
- ・大豆播種作業において，ロボットトラクタと有人トラクタの協調作業で耕起し（図2），その後を有人播種機で播種する作業体系で行った結果，従来の3機3人から3機2人体制で作業が可能であり，作業人員を1名削減することができた。

表1 各トラクターの作業能率

品 目	単位：(h/10a)			
	GPSアシスト操舵トラクター(125ps)	既存トラクター(95ps)	ロボットトラクター(60ps)	既存トラクター(75ps)
水 稲	0.21	0.22	0.24	0.28
麦	0.13	0.18	0.27	0.18
大 豆	0.14	0.27	0.20	0.23
子実トウモロコシ	0.24	0.23	0.29	0.17
全 体	0.18	0.23	0.23	0.22

注) 耕起，堆肥等散布，砕土，鎮圧，均平化，播種，代かき等の作業データ（KSAS）を集計して算出した。



図2 ロボットトラクタ協調耕起作業

注) 手前：無人ロボットトラクタ，奥：有人トラクタ

図1 GPSアシスト操舵トラクタと高速汎用播種機による播種作業



(2) 走行アシスト田植機省力化技術の実証

イ 実証概要

GPSアシスト操舵機能をもつ走行アシスト田植機（図3）を活用し、経験の浅い農業者等における高精度田植えと作業効率の向上を実現する。

ロ 実証成果

- ・田植え経験2年目のオペレーターが走行アシスト田植機（NW8S-WF-GS）に搭乗し、従来機に搭乗したベテランオペレーターと田植え作業を比較した結果、走行アシスト田植機の作業能率は従来機を上回った。
- ・従来機のは場はやや不整形で、田植えに時間がかかりやすい条件であることを考慮しても、走行アシスト田植機により、経験の浅い農業者でもベテランオペレーターと遜色のない作業効率が実現できると考えられた。



図3 走行アシスト田植機

(3) 自動給排水システムによる遠隔操作実証

イ 実証概要

自動給排水システムを水田に設置し、遠隔操作で給水を行うことで、水管理労力を大幅に削減する。

ロ 実証成果

- ・移植水稻6.4haに自動給排水システム（WATARAS）を20基設置し（図4）、実証開始、モバイル端末により遠隔操作で水田へ給水することができた。
- ・一方、実証期間中にパイプラインの水圧の高低による給水の不具合の発生や、通信障害で遠隔操作できないなどのトラブルが発生し、現地は場での対応に時間を要したため、想定した水管理労力の削減のための運用ができなかった。



図4 自動給排水システム

(4) 除草作業の自動化による省力化の実証

イ 実証概要

離れた場所から遠隔操縦できるラジコン草刈機を活用することで、除草作業を省力化し、作業時間を削減する。

ロ 実証成果

- ・ラジコン草刈機（ARC-500）を急斜面や水路のり面を安全に遠隔操縦で除草するため活用することとし、活用マップを作成した（図5）。
- ・ラジコン草刈機の作業能率は刈払機とほぼ同等であるが、重量が124kgと重く、運搬に時間と労力を要することから、活用場所を選定する必要あると考えられた。

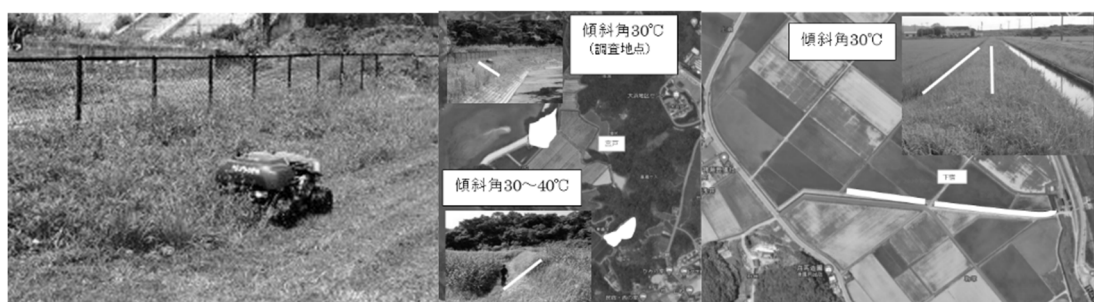


図5 ラジコン除草機と活用マップ

(5) ドローンによる防除・施肥作業の省力化技術の実証

イ 実証概要

GPS操縦アシスト機能をもつ農業用ドローンにより、散布作業の精度向上を図るとともに、作業の効率化により作業時間を削減する。

ロ 実証成果

- ・実証農場では防除・施肥作業用の無人ヘリコプターを所有しており、ドローン（AGRAS MG-1）を無人ヘリコプターの活用が困難な住宅地近くや障害物の多いほ場、不整形ほ場で活用するためのマップ（図6）を作成した。
- ・実証では、3人の組作業でドローンによる大豆病虫害防除を3haで実施（図7）、1ha当たり作業時間は9分22秒（実測）で作業能率は無人ヘリコプターに劣るものの、機体が軽量で取り扱いやすく、機体の積み込み等も1人で行え、2tトラック1台で移動可能であった（図8）。



図6 ドローン活用マップ



図7 ドローンによる大豆病虫害防除



図8 ドローンの運搬

(6) 自動走行コンバインによる収穫作業の省力化実証

イ 実証概要

自動走行コンバインの自動走行機能や収穫物の水分率測定機能を活用した収穫作業により、収穫・調整作業時間を削減する。

ロ 実証成果

- ・自動走行コンバイン（WRH1200A-2,6W）による収穫（図9）は、水稻13ha、麦類14ha、大豆30haで行い、作業時間の効率化割合（従来機との比較）は各27.4%、28.2%、58.9%で経営全体でも従来機の作業能率の平均0.33h/10aに対し、約41%効率化した（図10）。
- ・自動走行コンバインと連動可能な乾燥機は導入できなかったため、収穫物の水分率に応じた乾燥機設定による効率化の実証はできなかった。



図9 自動走行コンバインによる収穫

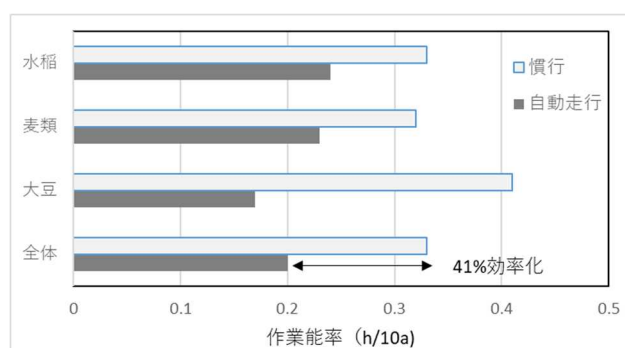


図10 自動走行コンバインによる各品目での作業能率

注1) 自動走行コンバインは普通型（刈幅2.6m）

注2) 慣行コンバインは普通型（刈幅1.5m）及び自脱型（6条刈）

(7) ドローンによる生育量のセンシング及びデータ解析

イ 実証概要

マルチスペクトラルカメラを用いたドローン空撮画像から、生育診断を行い、ほ場マップを作成し、ほ場ごとの肥沃度や生育のムラを把握する

ロ 実証成果

- ・NDVI（正規化植生指数）に基づく生育診断マップを小麦の減数分裂期5.9ha（図11左）、水稻の幼穂形成期18.0ha（図11中）、穂揃期9.5ha（図11右）作成し、生育診断マップを基に小麦は穂揃期、水稻は減数分裂期に無人ヘリコプターによる可変追肥を実施した。
- ・なお、穂揃期の水稻のNDVI（図11右）の変動は慣行追肥と比較して可変追肥で小さくなり、生育ムラの軽減が確認された。

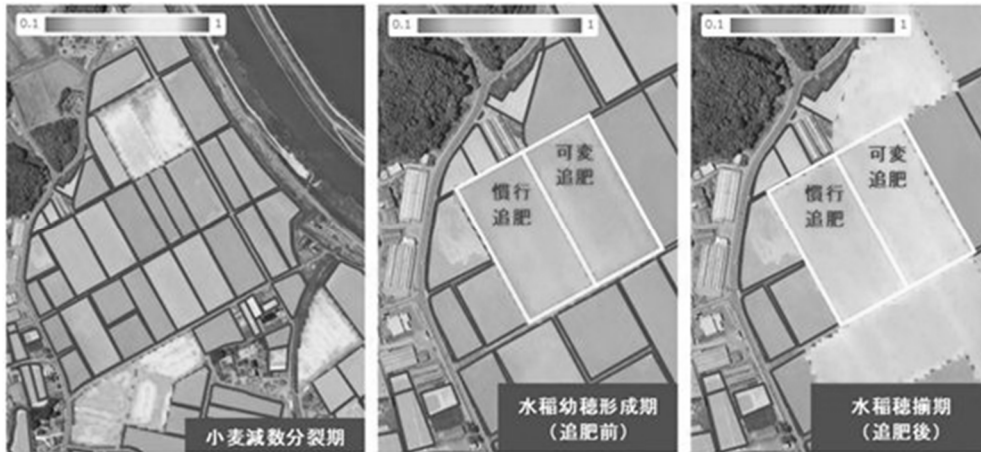


図 11 小麦および水稻のNDVIマップ (FarmEye より抜粋)

注) 植物は赤色光を吸収し、緑色や近赤外線を反射する。葉色が濃いほど赤色光の反射が減少することから、赤色域と近赤外線の光の反射率の差を解析することで、植物の生育量を示す指標が得られる。これを NDVI (正規化植生指数) とする。

(8) 収量コンバインのデータを活用した 2 年 3 作, 3 年 4 作体系の肥培管理の検討

イ 実証概要

ほ場ごとに測定された収量・タンパク含有率・水分等のデータをほ場管理システム (KSAS) で管理し、データに基づく作物別の適正施肥を検討する。

ロ 実証成果

- ・収量コンバイン (WRH1200A-2, 6W) で小麦「銀河のちから」9ほ場を収穫した結果、平均収量は 557.5kg/10a となり、可変追肥を行った 2ほ場は平均収量に到達しなかった (表 2)。
- ・可変追肥を行った水稻 2ほ場を収量コンバインで収穫したところ、平均収量は 488kg/10a となり、慣行施肥を実施した 2ほ場の平均収量 510kg/10a に到達しなかった (表 3)。
- ・小麦、水稻の可変追肥で平均収量が慣行追肥に到達しなかった要因については、基準施肥量の設定や散布量の調整に不慣れで結果的に十分な量の追肥を行えなかったためと考えられた。

表 2 小麦「銀河のちから」の推定収量と施肥概要

ほ場No	10a当たり収量(kg)	施肥概要(10a当たり)
1	519.2	堆肥1t. 基肥N4. 2kg. 追肥合計N24. 1kg
2	516.9	堆肥1t. 基肥N4. 2kg. 追肥合計N24. 1kg
3	431.2	堆肥1t. 基肥N4. 2kg. 追肥合計N24. 1kg
4	857.5	堆肥1t. 基肥N4. 2kg. 追肥合計N24. 1kg
5	602.4	堆肥2t. 基肥N4. 2kg. 追肥合計N24. 1kg
6	589.2	堆肥2t. 基肥N4. 2kg. 追肥合計N24. 1kg
7	516.8	堆肥1t. 基肥N4. 2kg. 追肥合計N18. 4kg (うち可変追肥1. 4kg)
8	544.6	堆肥1t. 基肥N4. 2kg. 追肥合計N18. 4kg (うち可変追肥1. 7kg)
9	439.6	堆肥1t. 基肥N8. 3kg. 追肥合計21. 6kg
平均	557.5	

表3 移植「ひとめぼれ」の推定収量と施肥概要

ほ場No	10a当たり収量(kg)		令和2年施肥概要(10a当たり)
	令和元年	令和2年	
1	503.1	—	
2	—	519.0	基肥N3.9kg, 可変追肥N1.0kg
3	537.8	539.8	堆肥1t, 基肥N3.9kg, 追肥なし
4	—	480.7	基肥N3.9kg, 追肥なし
5	502.7	—	
6	502.2	457.2	基肥N3.9kg, 可変追肥N1.0kg
7	502.0	—	
8	529.5	—	
9	543.3	—	
10	630.5	—	
11	587.7	—	
12	604.7	—	
13	583.8	—	
14	588.1	—	
平均	551.3	499.2	

注1) 網掛けは目標収量540kgを達成したことを示す。

(9) ほ場管理システム(KSAS)データを活用した低コスト生産の評価・検証

イ 実証概要

農業機械と連動した自動記録データや、作業日報等の記録を活用し、(1)～(8)の実証課題の経営上の効果等を経営分析する。また、分析結果に基づき、スマート農業技術を用いた最適な経営計画の策定を行う。

ロ 実証成果

(イ) 生産コストの低減(目標水稻生産コスト7,000円/60kg)

水稻の60kg当たり生産コストは、目標7,000円に対し、令和2年度は移植では9,754円、直播では8,171円、水稻全体で9,278円となり(表4)、目標を達成できなかった。

表4 水稻生産費

	単位; ha, kg, 円								
	水稻			うち移植			うち直播		
	R1	R2	R2/R1	R1	R2	R2/R1	R1	R2	R2/R1
作付面積	45.6	46.5	102	36.1	32.4	90	9.5	14.1	148
収量(平均)	488	548	112	483	552	114	505	538	107
60kg当たり生産費	10,726	9,278	86	11,274	9,754	87	8,731	8,171	94
うち実証機コスト	1,056	837	79	1,088	867	80	936	766	82
実証機コスト除く	9,670	8,441	87	10,186	8,886	87	7,795	7,406	95
(参考) H30全国組織法人	10,693								

注1) R2の60kg当たり生産費のうち変動費は、2月決算のため種苗費以外はR1と同額にした。

注2) 実証機コストは、R2支払い価格に合わせて機械利用面積割として算定した。

実証機価格 トラクタ(125ps):16,877千円、トラクタ(60ps):8,347千円、田植機(8条):3,973千円、汎用コンバイン:16,936千円、ドローン(農業用マルチロータ):4,753千円、ドローン(リモートセンシング):1,484千円、ラジコン草刈機:878千円、高速汎用播種機:4,071千円、水田給排水設備:4,229千円

注3) 作付及び作業面積

R1>120ha(水稻移植36.1ha、水稻直播9.5ha、小麦12.3ha、大麦11.2ha、大豆42ha、飼料(子実)とうもろこし9.2ha)

R2>145ha(水稻移植32.4ha、水稻直播14.1ha、小麦12.6ha、大麦12.7ha、大豆31.8ha、飼料(子実)とうもろこし9.2ha、飼料(飼料用)とうもろこし11.2ha、その他20.8ha)

(ロ) 単収の10%向上（目標水稲単収 550kg/10a）

10a 当たり収量は、移植では 552kg と直播では 538kg で水稲全体 548kg となり、目標の 550kg をほぼ達成した（表 4）。

(ハ) 10a 当たり労働時間の 20%削減（目標労働時間 10.4 時間/10a（経営全体））

令和 2 年度の水稲の 10 a 当たり労働時間は 10.4 時間に削減され、その他品目の 10a 当たり労働時間は麦類 6.7 時間、大豆 6.9 時間、子実トウモロコシ 3.4 時間となり、経営全体の 10a 当たり労働時間はスマート農業技術の導入実証前より約 39%削減され 7.9 時間となり目標を達成した（表 5）。

表 5 各品目目の 10a 当たり労働時間

品目	目標	導入前	導入後	差(①-②)
水稲	12.5時間	15.7時間	10.4時間	△5.3時間
麦類	5.0時間	6.7時間	7.6時間	0.9時間
大豆	6.5時間	6.9時間	7.2時間	0.3時間
子実トウモロコシ	—	—	3.4時間	—
全体	10.4時間	12.9時間	7.9時間	△5.0時間

注 1) 労働時間は導入前は平成 29 年度、導入後は令和 2 年度のデータを使用。

注 2) 子実トウモロコシは実証期間中に新たに栽培に取り組んだもの。

3 実証の評価・検証

実証では、GPS アシスト操舵トラクタや自動走行コンバイン等、計画どおりに経営全体でフル活用できたスマート農業機械がある一方、作動の不具合発生や現地の条件により、活用出来る場面が限定され、計画どおりに活用出来なかった機械・装置があった。

このため、単位面積当たりの機械費の圧縮が十分できず、令和 2 年産の水稲の 60kg 当たり生産コストは目標を達成できなかった。

一方、作業能率の高い主要なスマート農業機械はほぼ計画どおり活用され、ほ場管理システムによる作業計画の進捗管理のもと、適期に精密な栽培管理を実施できたことで、令和 2 年産水稲の 10 a 当たり収量は目標をほぼ達成し、経営全体の労働時間も削減目標を達成した。

