

# 中山間地域の棚田等を支える農業生産・農業基盤の省力管理技術の実証

## 下野西機械利用組合（宮崎県高千穂町）

### 背景及び取組概要

＜経営概要 集落営農型受託組織(水稲 20ha) うち実証面積 水稲 20ha＞

- 当地域では、集落協定による任意の受託組合のうち、法人化を目指す組織に対し、スマート農業技術実証を通じた省力化技術の導入検討を支援した。
- 中山間地域の狭小、不整形な棚田において、ドローンを活用した水稲直播き、水管理システムによる自動・遠隔制御等による省力化、食味センサー付きコンバインによる品質の向上、リモコン式草刈り機による法面管理の省力化に取り組む。
- 肉用牛繁殖経営において、分娩予測・監視システムの導入により、分娩事故防止と複合経営における分娩管理の省力化に取り組む。
- イノシシ、シカ等の獣害対策として、夜間監視システム、くくり罠捕獲通報システムによる被害防止と対策の効率化を図る。

### 導入技術

#### ほ場管理システム

・病害の発生予測、収穫時期の予測を行い作業受託の効率化を図り品質の高位平準化を図る

#### 自動水管理システム

・水田の水管理に要する労働時間や見回り時間の縮減

#### リモコン式草刈機

・急傾斜で長い法面の草刈り作業の省力化と事故防止

#### ドローンは種・防除

・育苗や田植えに要する時間と労力を削減する技術を実証

#### 食味センサー付きコンバイン

・食味・収量データをほ場管理システムに集積し、品質の向上を図る

#### 分娩監視システム

・肉用牛生産における分娩管理の効率化、省力化と事故防止

#### アシストスーツ

・負担の大きい重量物の荷積み・荷下ろし等における作業負担の軽減

#### 捕獲通報システム

・くくり罠の捕獲通報システムによる管理時間の縮減



作業管理

水管理

保全管理

直播、施肥・防除

収穫品質

分娩管理

作業補助

獣害対策

# 目標に対する達成状況等

## 実証課題の達成目標

- ①慣行移植栽培の当該作業時間の3割縮減
- ②1等米比率の1割向上と管理・運営時間の1割縮減
- ③水稻の水管理における見回り、操作時間の1割削減
- ④畦畔法面の草刈りに要する作業時間の1割縮減
- ⑤県目標値（タンパク含有量6.5%以下）の実証ほ場数8割達成
- ⑥分娩予定期の牛管理時間の1割縮減と分娩事故の防止
- ⑦パワーアシストスーツ利用による腰への負担軽減
- ⑧鳥獣害対策に要する時間の1割縮減

## 各研究項目の現在の達成状況

- ① 播種、施肥、防除作業についてドローン導入することで慣行移植栽培に比べ5割以上の作業時間縮減が実証された。特に田植えから直播への切替えによる労働時間削減効果が高い。
- ② 気象観測、ほ場管理システムやドローンの活用し適期防除・適期収穫等を徹底した結果、当地域の1等米比率は町内他地域**67%**と比較して**97%**と3割以上高くなった。
- ③ 開水路の自動給水栓設置圃場では、水管理の見回り、操作時間の6割以上の縮減、パイプラインでは1給水栓3分程度の見回り短縮、揚水ポンプの使用電力量は日稼働時間の縮減もあった。
- ④ ウィンチを活用したりモコン式草刈機の作業により、**45度**以上の法面でも安全に作業ができたが、人力による草刈りより事前準備等の労働時間が増加。
- ⑤ 食味・収量センサ付きコンバインと食味分析計で計測したタンパク含有値はコンバインデータが高めの値となっていた。また、食味分析計で調査した8割において**6.5**以下を達成している。
- ⑥ 牛分娩予測・監視システムにより、分娩期の母牛の見回り及び分娩介助に要する時間を約**3割**縮減できた。また初産牛の分娩時期の予測により事故率が低下した。
- ⑦ 水稻苗運搬、粃摺り・乾燥時の粃運搬、畜産粗飼料わら梱包運搬におけるパワーアシストスーツの作業負担軽減効果を確認。
- ⑧ くくり罠通報システムの活用により、鳥獣害対策に要する時間の1割縮減には至らなかったものの、捕獲を事前確認できることにより、捕獲後の段取り等の面で効率化につながる事が確認できた。

# (成果①) 気象観測・ほ場管理システムを利用した作業の効率化

## 取組概要

### 気象観測システム



・気象観測をピンポイントで行い、取得したデータを基に病害の発生予察や適期収穫時期を予測

### ほ場管理システム



・ほ場作業を圃場管理支援システムに登録、作業に従事するオペレータはスマートフォンで作業内容を確認、作業の開始、作業終了を登録。作業日報の作成を省力化可能

## 実証結果

○気象観測システムを利用したいもち病の発生予察については、気象観測データの一部欠損が生じたことが原因が不明ではあるが警報発令には至らなかった。

○一方、収穫適期については、積算温度を計算することにより収穫適期を予想し、期間内に収穫。(図1)

○1等米比率は、令和3年度実証地域で97%となり、町内他地域の67%と比較して3割以上の高い値となった。(表2)

令和3年度 高千穂下野西 ヒノヒカリ 収穫適期予測 ※ 目標からの積算気温が950～1050℃の範囲が収穫適期

日付	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)	積算気温(℃)
9月30日	15.3	936.4	115.5	951.1	956.1	941.9	915.9	721.5	756.1	749.5	725.7	690.5	653.9							
10月1日	15.1	951.5	956.6	971.2	976.2	962.0	936.0	737.6	772.2	765.6	741.8	706.6	670.0							
10月2日	16.9	966.6	981.3	996.0	1001.0	986.8	960.8	749.2	784.8	778.2	754.4	719.2	682.6							
10月3日	16.7	981.7	996.4	1011.1	1016.1	1001.9	975.9	762.8	798.4	791.8	768.0	732.8	696.2							
10月4日	16.5	996.8	1011.5	1026.2	1031.2	1017.0	991.0	775.8	811.4	804.8	781.0	745.8	709.2							
10月5日	16.3	1011.9	1026.6	1041.3	1046.3	1032.1	1006.1	788.8	824.4	817.8	794.0	758.8	722.2							
10月6日	16.2	1027.0	1041.7	1056.4	1061.4	1047.2	1021.2	801.8	837.4	830.8	807.0	771.8	735.2							
10月7日	17.8	1042.1	1057.2	1072.3	1077.3	1063.1	1037.1	814.8	849.4	842.8	819.0	783.8	747.2							
10月8日	17.7	1057.2	1072.3	1087.4	1092.4	1078.2	1052.2	827.8	862.4	855.8	832.0	796.8	760.2							
10月9日	17.5	1072.3	1087.4	1102.5	1107.5	1093.3	1067.3	840.8	875.4	868.8	845.0	809.8	773.2							
10月10日	17.3	1087.4	1102.5	1117.6	1122.6	1108.4	1082.4	853.8	890.4	883.8	860.0	824.8	788.2							
10月11日	17.2	1102.5	1117.6	1132.7	1137.7	1123.5	1097.5	866.8	903.4	896.8	873.0	837.8	801.2							
10月12日	17.0	1117.6	1132.7	1147.8	1152.8	1138.6	1112.6	879.8	916.4	909.8	886.0	850.8	814.2							
10月13日	16.8	1132.7	1147.8	1162.9	1167.9	1153.7	1127.7	892.8	933.4	926.8	903.0	867.8	831.2							
10月14日	16.6	1147.8	1162.9	1178.0	1183.0	1168.8	1142.8	905.8	946.4	939.8	916.0	880.8	844.2							
10月15日	16.4	1162.9	1178.0	1193.1	1198.1	1183.9	1157.9	918.8	959.4	952.8	929.0	893.8	857.2							
10月16日	16.2	1178.0	1193.1	1208.2	1213.2	1199.0	1173.0	931.8	972.4	965.8	942.0	906.8	870.2							
10月17日	16.0	1193.1	1208.2	1223.3	1228.3	1214.1	1188.1	944.8	985.4	978.8	955.0	919.8	883.2							
10月18日	15.8	1208.2	1223.3	1238.4	1243.4	1229.2	1203.2	957.8	998.4	991.8	968.0	932.8	896.2							
10月19日	15.5	1223.3	1238.4	1253.5	1258.5	1244.3	1218.3	970.8	1009.4	1002.8	979.0	943.8	907.2							
10月20日	15.3	1238.4	1253.5	1268.6	1273.6	1259.4	1233.4	983.8	1022.4	1015.8	992.0	956.8	920.2							
10月21日	15.0	1253.5	1268.6	1283.7	1288.7	1274.5	1248.5	996.8	1035.4	1028.8	1005.0	969.8	933.2							
10月22日	14.8	1268.6	1283.7	1298.8	1303.8	1289.6	1263.6	1009.8	1048.4	1041.8	1018.0	982.8	946.2							
10月23日	14.6	1283.7	1298.8	1313.9	1318.9	1304.7	1278.7	1022.8	1061.4	1054.8	1031.0	995.8	959.2							
10月24日	14.4	1298.8	1313.9	1329.0	1334.0	1319.8	1293.8	1035.8	1074.4	1067.8	1044.0	1008.8	972.2							

注) 最終判断は、ほ場で確認をお願いします(費化初8割～9割)

図1 適期収穫案内(イメージ)

表2 米の等級別割合

年度	地域	検査点数 (袋)	等級別割合(%)			
			1等	2等	3等	規格外
R2	実証地区	1,602	43	53	1	3
	町内他地域	21,323	22	63	12	3
R3	実証地区	1,225	97	2	0	1
	町内他地域	20,668	67	29	4	0



# (成果②) 水管理システムによる給水の自動化・遠隔操作化

## 取組概要

### 自動給水栓の設置



自動給水栓を開水路(青)とパイプライン(赤)のあわせて18台導入し、省力化を検証。



- ・給水口の操作や水張り状態の確認の省力化
- ・条件の悪い水田や農道等における見回り時回避
- ・掛け流しによる用水ロスの縮減

## 実証結果

- 開水路における自動給水栓設置後の水管理見回りの回数は、導入前と比較して1日当たり7回から2.5回と64%縮減でき、見回り1回当たりの時間は68%縮減(表1)。
- 当地域は、取水口からポンプアップして山腹用水路への給水を行い、水田の水供給を行っている。揚水ポンプの稼働時間は、18時以降の使用が減少し、日最大の電力使用量も減少傾向であり、節電・節水効果が見られる(表2)。

表1 棚田の水管理見回りに要する労働の変化

	1回あたりの見回り時間	1日あたりの見回り回数
慣行	36.7分	7回
自動給水栓導入後	11.7分	2.5回
対比 (導入/慣行)	32%	36%

表2 年度別揚水ポンプ稼働状況 (単位:kw/h)

年度	総電力量	日最大量	稼働日数	稼働日平均
R1	192,388	4,740	59/86日	3,206
R2	210,206	4,880	62/86日	3,503
R3	208,912	4,592	60/86日	3,482

- ・自動給水栓は令和2年8月に設置

# (成果③) リモコン式草刈機による草刈作業の省力化

## 取組概要

- ・中山間地特有の広く急な法面での刈払機による作業は負担が大きく、滑落事故の危険性が高い。
- ・一部で導入されているトラクター装着型の草刈機は、作業道沿いや未作付のほ場でしか作業ができない等、利用が限定される。
- ・中山間棚田地域におけるリモコン草刈機の法面活用により作業時間の縮減と作業事故の防止を図る(実証法面面積約2,000㎡)。

## ウインチ付きリモコン草刈機



- ・上方の杭にウインチのロープを結束して下方の水田で栽培中でも作業ができるような作業方法を実証する。

## 実証結果

- 傾斜40度～45度の法面においても、機械が転落することなく作業できた。
- 刈払機による草刈1a当り9分17秒に対し、27分14秒から11分58秒(2.9倍から1.3倍)と、作業時間の縮減には至らなかった。
- ワイヤで吊る場合には、ワイヤーの緩みにより連結部に草が巻き込み、横滑りしなくなり作業中断を生じ効率が上がらなかった。
- トラクターつり下げ方式は、トラクターが走行する圃場の栽培期間中の作業が困難となる。

【イメージ】

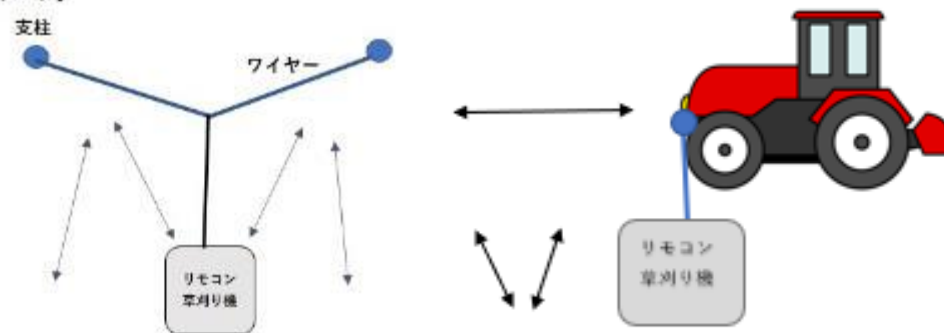


表1 傾斜が40度以上ある法面における草刈作業の労働時間比較

機械名	刈払機		ウインチ付きリモコン草刈機	
方法	人が傾斜面に立ち作業	上段に杭打ちしワイヤーを張りウインチで機械吊下げ草刈り	トラクターにウインチ連結し横方向に草刈り	トラクターにウインチ連結し上下段に区分けした法面を草刈り
実証時期	R3.5.31	R3.5.31	R3.12.7	R3.12.7
長さ(横方向)×幅(縦)	長さ7.3m×幅10m	長さ8.3m×幅10m	長さ23m×幅1m(2回)	長さ8m×幅4.5~4.2m
傾斜角度	43度	43度	45度	45度、40度
作業時間(1a換算)	9分17秒	27分14秒	13分2秒	11分58秒、12分27秒
関連作業時間	5分(集草)	-	5分(トラク-連結)	5分(トラク-連結)

- ・リモコン草刈機は、法面を垂直方向に上下しながら、法面横方向に徐々にずれて草刈を行う方式が基本

# (成果④) ドローンを活用した直播き、肥料・農薬散布

## 取組概要

- ・ドローンによる狭小・不整形で移動時間のかかる棚田における田植、農薬散布、施肥作業の省力化
- ・ドローンによる食用稲、WCS稲での直播を実施、対照区との比較検証を行う(令和2年度12a、令和3年度26a)。



ドローン直播



田植え機による移植



ドローンによる施肥



散粒機による施肥

## 実証結果

- 食用稲及びWCS稲で直播慣行移植を実施。
- 食用稲での全体作業時間は、ドローン実証区で慣行区比の56%縮減となった。特にドローン直播作業は田植え機移植作業と比べ8割以上の作業時間縮減(図1)。
- WCS稲での播種作業時間はドローン実証区で慣行区(ミスト機による直播)比49%縮減となった。
- 防除は従前から無人ヘリによる共同防除を実施しており、作業時間は同じだったが、防除適期対応(特に2回目)が可能となったことで品質向上にもつながった。

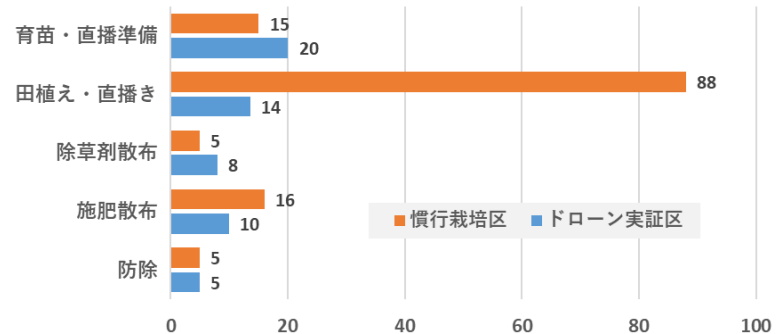


図1 棚田10a当たりの作業時間比較(分)

## 今後の課題 (と対応)

徒長気味の生育となったため、棚田に適した播種量の適正化を継続試験中。

# (成果⑤) 食味付きコンバインを活用した施肥設計

## 取組概要

- ・食味・収量データ(令和2年度3ha、令和3年度4.3ha)のほ場管理システムへの蓄積により、データの見える化を図る。
- ・施肥設計の改善を図り、県目標値のタンパク含有率6.5%以下の実証ほ場数の割合8割を達成する。



写真1 食味・収量センサー付きコンバイン

作業項目【刈取り】	合計	コンバイン ER338NSD 4MWE-C	コンバイン ER320	コンバイン ER220
作業開始	R3.10.2	R3.10.2	R3.10.4	R3.10.2
作業終了	R3.10.24	R3.10.24	R3.10.22	R3.10.19
作業時間(h)	144.53	72.85	33.88	37.80
作業面積(a)	1,042.96	561.26	360.09	121.61
面積効率(h/10a)	1.39	1.30	0.94	3.11
時間効率(a/h)	7.22	7.70	10.63	3.22

表1 地区内刈取り実施状況

## 実証結果

- 食味・収量センサー付きコンバインによる収穫作業を行い、タンパク含有率のデータを圃場管理支援システムに蓄積(表1)。
- 調査した10筆分について、コンバインの食味センサーと食味分析計でタンパク含有率の比較。
- コンバインの食味センサーの数値が6.3%~8.1%の範囲であったのに対し、食味分析計の数値は5.6~7%の範囲であった(図2)。

表1 圃場35筆のタンパク含有率分布

6.5%未満	6.5~7.0%	7.0~7.5%	7.5~8.0%	8.0%以上
1	7	16	9	2

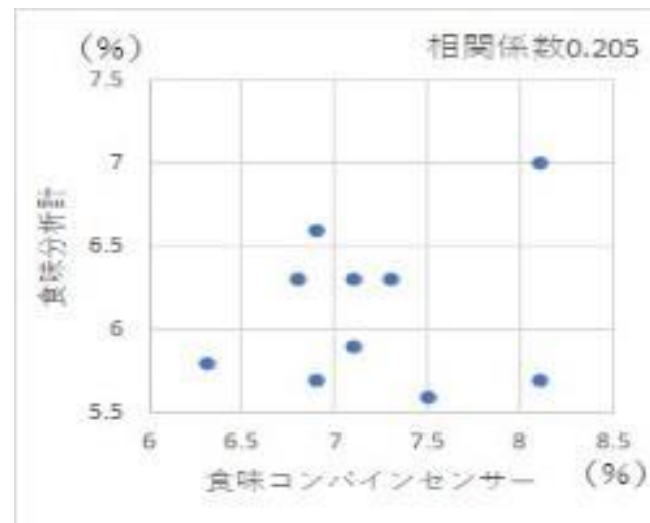


図2 コンバインセンサーと食味分析計のデータの相関



# (成果⑥) 肉用牛生産における分娩予測及び監視システムによる分娩管理作業の省力化及び事故防止効果の実証

## 取組概要

- ・肉用牛繁殖と耕種等の複合経営が多く、作業が競合するため、分娩が近づいても十分に監視できない場合が多い。
- ・地域の分娩時の事故（流死産）率も約3.8%とリスクも高い。
- ・分娩に際し、事前の対応が取れる様に、分娩予測通報システムによるお知らせ。
- ・監視カメラを自宅内などから観察でき、牛舎見廻りの負担軽減を図り、分娩事故を防止。



写真1 駆付け通報による分娩介助  
(午前3時40分頃)



写真2 牛温恵のセンサーと挿入棒



写真3 リビングでの分娩監視



写真4 牛温恵本体 (親子一体型)

## 実証結果

- 分娩予測・監視システムの導入により、母牛の体温変化や動きによる分娩時期の予測が可能となった。平均分娩管理時間は慣行区の327.5分に比べ実証区(2年目)で86.5分となり、3割縮減できた。(表1)
- 分娩事故は、分娩直後の母子に対して早期に状態確認・処置が可能になっただけでなく、分娩介助が必要な難産についても事前の準備含めた対応が可能になったことで、分娩事故防止に寄与したと言える(表2)。

表1 母牛1頭あたりの分娩管理に要する時間

	様子確認(分)	分娩介助(分)	分娩管理(分)
システム導入前	282.5	45.0	327.5
システム導入後2年目	59.2	27.3	86.5
対比 (後/前)	21%	61%	26%

- ・様子確認は分娩予定日以降の見回りのみの労働時間

表2 事故率の比較 (システム導入前後17ヶ月の比較)

	比較期間	出産母牛頭数	流産・死産子牛頭数	事故率 (%)
システム導入前	R1.1~R2.5	12	3	25%
システム導入後	R2.6~R3.10	14	0	0%



# (成果⑦) アシストスーツによる作業負担軽減

## 取組概要

- ・ 水稲育苗箱や粃摺り乾燥作業時の粃袋の移動作業は腰への負担が大きい。
- ・ 飼養頭数が少なく、ロールも小型のため、グラブではなく手作業でトラックに積み込む事例が多く、腰への負担が大きい。
- ・ アシストスーツの活用により高齢化が進む農家の負担軽減を図る。



写真1 実証した4作業  
左から水稲育苗箱運搬、草刈り、粃すり時の粃袋運搬、WCSロールベール運搬

## 実証結果

- 水稲育苗箱運搬、草刈り、粃すり時の粃袋運搬、WCSロールベール運搬の4作業について2種類のアシストスーツの作業軽減効果や適性を聞き取りにより実施。
- コルセット型は、腰への負担軽減効果は見られたものの、粃袋(約30kg)やWCSロール(約25kg)の重量物の運び出しについて軽減効果はやや低かったとの意見。一方、トラックやフォークリフトに着用のまま乗れる等、作業性が高いとの意見が聞かれた。
- 人工筋肉型については、実証した全ての作業において腰への負担軽減効果は見られた。特に粃袋、WCSロール等の重量物を持ち上げる時の負担軽減効果は優れているとの意見が多かった。しかし、「歩くときに違和感がある」、「スーツ自体重くて動きづらい」との意見や、装着方法によって肩への痛みを感じるなどの意見も聞かれた。
- 4作業では双方のアシストスーツの使用効果はあると思われるが、コルセット型は水稲育苗箱運搬、草刈りで、人工筋肉型は粃袋運搬、WCSロール運搬での使用が適していると考えられた。

表1 作業後のアンケート結果

作業内容(作業時間)	コルセット型		人工筋肉型	
	負担軽減効果	作業性	負担軽減効果	作業性
水稲苗運搬(10分)	有り	○	有り	△
草刈り(30分)	有り	○	有り	△
粃袋運搬(20分)	やや有り	○	有り	○
WCSロール運搬(20分)	やや有り	○	有り	○

# (成果⑧) 夜間鳥獣監視くくり罠捕獲通報システムによる作業負担軽減

## 取組概要

- ・夜間のイノシシ、シカ等のほ場への出没を監視。
- ・くくり罠自動通報システムによる捕獲の事前把握と見回りの効率化を図り、鳥獣対策に係る従事時間の1割縮減を図る。



写真1 捕獲されたシカ



写真2 捕獲されたイノシシ

## 実証結果

○くくり罠通報システムについては、イノシシ1頭、シカ1頭が捕獲され、2件の作動通報メールを確認。

○鳥獣監視カメラについては、2箇所に設置したカメラからイノシシの侵入痕跡を確認、8月は明け方のほ場への侵入、移動経路の確認を行うことができた。

○遠方確認ができるように設置したが、天候不良の夜間は露出が足りず撮影映像での確認が困難であった。赤外線補助照明の設置が必要。

○事前に罠の作動を確認できることにより、作動罠を優先的に確認できることや、留め刺し等の処理の準備や他の仕事との調整ができた。

## 1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1 ほ場管理支援	スマートアグリシステム 気象観測システム	通信範囲に制限があり、設置位置を考慮する必要がある。
2 水管理	ほ場水管理システム	棚田では給水栓1台あたりの管理面積が平場よりも小さいため、費用対効果で負担が大きい。複数枚水田への水管理対応が可能となるべき。
3 畦畔法面雑草管理	ウインチ付きリモコン式草刈機	急勾配、凹凸の激しい中山間地の棚田法面には適応しない。ウインチの杭打ちなど準備作業に時間がかかる。
4 直播、農薬散布、施肥	ドローン	徒長気味の生育を改善するための棚田に適した播種量の検討。
5 収穫	食味・収量センサ付きコンバイン	センサーの精度が食味分析計と差異があった。
6 (肉用牛繁殖) 分娩予測・監視	分娩予測・監視システム	牛舎等鉄骨による通信障害が起こるので、設置前確認が重要。
7 運搬作業	パワーアシストスーツ	装着時の機動性に合わせた作業内容を選択することも必要。
8 鳥獣害対策	夜間鳥獣監視システム くくり罠捕獲通報システム	広域の棚田を2台の監視カメラで記録分析し捕獲につなげるのは困難。

## 2. その他

- ・当地域は5G未対応、かつ棚田に囲まれた丘陵地形のため、水位センサー中継機が複数台必要となった。通信インフラによるスマート農業展開の地域間格差を縮減するための支援が必要。



# 問い合わせ先

## ○ 問い合わせ先

宮崎県 高千穂町 農林振興課 (e-mail:[nourin@town-takachiho.jp](mailto:nourin@town-takachiho.jp))  
TEL:0982-73-1208

宮崎県 西臼杵支庁 農政水産課 (e-mail:[nishiusuki-noseisuisan@pref.miyazaki.lg.jp](mailto:nishiusuki-noseisuisan@pref.miyazaki.lg.jp))  
TEL:0982-72-2108

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（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）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ  
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>