

令和3年度 アシストスーツ実証調査と その考察

鳥取県農林水産部農業振興監経営支援課
農業普及推進室 中西由美花

目 的

農業では、**重量物の持ち上げ**や**運搬作業**、**無理な姿勢**等により、**ぎっくり腰**や**慢性的な腰痛**等に悩まされる農業者が多く、身体への負担を減らす農作業の工夫が求められている。

工夫の一例として、**アシストスーツ活用**により、**身体負担軽減**されることが期待されていることから、有効と思われる場面で実証調査し、**身体負担軽減効果を確認**する。

推進体制

実証調査協力企業 株式会社中四国クボタ、ダイヤ工業株式会社

鳥取版スマート農業推進事業アシストスーツ実証調査プロジェクトチーム

◆プロジェクトチームの役割

・実証のための調査設計、調査実施 ・調査で得られたデータの分析、考察

◆プロジェクトチーム構成員

<メンバー>

・鳥取大学工学部 准教授 榎田大輔氏

・鳥取大学医学部整形外科 講師 谷島伸二氏

・鳥取県産業技術センター機械素材研究所 機械・計測制御担当 上席研究員 吉田裕亮氏

・鳥取県

鳥取農業改良普及所 普及主幹 福田典子、鳥取県八頭農業改良普及所 普及主幹 遠藤奈緒子、

鳥取県倉吉農業改良普及所 改良普及員 坂本輝美、鳥取県東伯農業改良普及所 副主幹 森田香利

鳥取県西部農業改良普及所 普及主幹 前田英博、鳥取県西部農業改良普及所大山普及支所 普及主幹 久重祐彦

鳥取県日野農業改良普及所 副主幹 小西耕一、鳥取県経営支援課・農業普及推進室 農業革新技術専門員 中西由美花

<アドバイザー>

・国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農業機械研究部門 システム安全工学研究領域・協調安全システムグループ グループ長 菊池豊氏

今年度の実証調査概要

1 WIN-1((株)クボタ)

腕のアシスト(20kg分の積降ろしアシスト)

- ・米袋運搬作業
- ・白ねぎコモ運搬作業



2 DARWING Hakobelude(ダイヤ工業(株))

腰のアシスト(重量物運搬時、中腰姿勢の維持)

- ・すいか収穫作業
- ・梨収穫作業
- ・ブロッコリー収穫作業



調査対象

1 WIN-1

米袋運搬作業	株式会社福成農園 各作業とも1名
白ねぎコモ運搬作業	

2 DARWING Hakobelude

作業内容	調査対象	被験者数
すいか収穫作業	JA鳥取中央倉吉西瓜生産部	3名
	JA鳥取中央琴浦西瓜生産部	1名 合計4名
梨収穫作業	JA鳥取中央東郷果実部	1名
	JA鳥取中央倉吉梨生産部	1名
	倉吉市果実農業協同組合	1名 合計3名
ブロッコリー収穫作業	JA鳥取中央琴浦ブロッコリー生産部	1名 合計1名

1 WIN-1 実証調査目的・方法

【目的】

作業効率が上がると思われる作業（白ねぎコモ運搬作業、米袋運搬作業）でWIN-1装着あり・なしで負担軽減や作業効率の面から効果があるか実証する。

【方法】

- 活動量計(Vivosmart4): 心拍数(作業開始前～作業終了までを測定)
※安静時の心拍測定: 作業開始前に1分程度安静にしてもらい測定
- 疲労部位しらべ(アンケート)、VAS法(疲労度): 装着有、無 各回で聞き取り
- 作業効率(作業時間): 装着有り、無しの作業時間の比較
- アシストスーツ装着に関する意見(アンケート): 費用対効果、導入意向等聞き取り
 - ・白ねぎコモ運搬作業
 - ・米袋運搬作業

疲労部位しらべ、VAS法(疲労度)

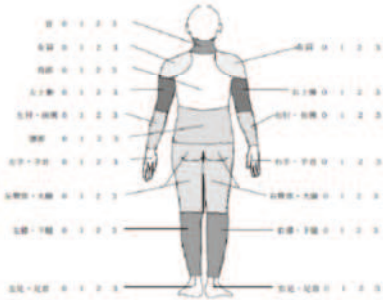
別紙1 疲労部位しらべ 鳥取県スマート農業推進事業アシストスーツ実証プロジェクトチーム

氏名	性別	記入月日	令和 年 月 日 ()	作業内容	天気	種・農・圃
	男・女	記入時間	時 分	作業時間	時 分 ~ 時 分	気温
年齢	歳	アシストスーツ	TYPE(※)・Every・TAG・WIN-1	担当要員		湿度
身長	cm	体重	kg	慢性的な身体の痛みの有無	膝痛・腰痛	肩こり・首こり・その他 ()

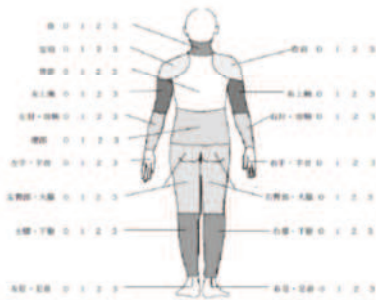
アシストスーツを装着した作業後、あなたの身体各部位で「痛み」や「だるさ」をどの程度感じていますか。各部位の当てはまる番号に○をつけてください。

0:全く感じない 1:わずかに感じる 2:かなり感じる 3:強く感じる

<アシストスーツなしの作業後(普段の状況)>



<アシストスーツを装着した作業後>



(参考) 日本産業衛生学会産業疲労研究会作成「疲労部位しらべ」

アシストスーツ装着の感想	良・普通・悪 → その理由()
後日の身体変化(体調、筋肉痛など)	具体的に:

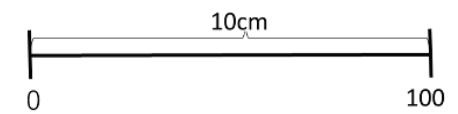
VAS法：疲労度の評価

下記のような100mmスケールで

0は疲労が全くない状態

100はもう動けないほどの疲労とし、指し示してもらい、指し示されたところを疲労度としてよみとり、疲労度を評価する方法。

例) 36mmのところ=疲労度36



1 WIN-1 米袋運搬作業実証

袋詰め後、袋を閉じ
WIN-1ウインチで持ち上げるようす↓



WIN-1で米袋を持ち上げたのちに、パレット
まで運搬するようす↓



紐ずり後の袋詰め→袋を閉じて→袋をパレットへ運搬→フォークリフトでパレット運搬の作業で
装着あり、なしで各7袋/段・パレット分を計測

1 WIN-1 米袋運搬作業実証結果

被験者数 1名	心拍数	疲労部位	VAS法 (疲労度)	作業効率	感想	総合評価
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

◎ 効果あり □ 効果なし ☒ 負担あり

【考察】

WIN-1装着では、装着なしに比べ、作業時間が長くなる(作業効率が悪い)、身体負担もかかり、被験者の感想からも「本来は他の機械(乾燥機)等の様子を見るなど複数の作業をする作業体系であり、複数作業をする際も途中椅子に座って休憩する余裕もある。しかし、WIN-1を装着することで、作業時間が装着なしよりも時間がかかることで複数作業を行うことができないこと、さらに肩が痛くなるなど身体への負担も多くなる。米袋の運搬のみを連続して実施する農家には有効であるだろう。」とのことで、総合評価すると、福成農園の米袋運搬作業における作業体系には合わないことがわかった。

1 WIN-1 白ねぎコモ運搬作業実証



コモの間隔は
2mに配置



コモ運搬車、トラクター運転者2人役体制での作業時間を計測。コモ3個を荷台へ運搬するのを1反復とカウントし、装着あり、装着なしで各3反復(9個)実施し、移動時間は、運搬車両にコモを降ろした後、次のコモまでの移動時間を計測

1 WIN-1 白ねぎコモ運搬作業実証結果

被験者数 1名	心拍数	疲労部位	VAS法 (疲労度)	作業効率	感想	総合評価
	☒	☒	☒	☒	☒	☒

◎ 効果あり □ 効果なし ☒ 負担あり

【考察】

WIN-1装着では、装着なしに比べ、作業時間が長くなる(作業効率が悪い)、身体負担もかかり、被験者の感想でも装着する方が歩行動作で大腿部に負荷がかかり、装着なしと比べて身体負担がかかるとのことから、総合評価すると、福成農園の白ねぎコモ運搬作業における作業体系には合わないことがわかった。

WIN-1の実証は、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)の支援により実施しました。

2 DARWING Hakobelude 実証調査目的・方法

【目的】

昨年度、実証調査をした重量物運搬、中腰姿勢時のアシストスーツ2種類(エクソスケルトン、Every)の主な課題として、長時間装着できるもの、アシストスーツ機能を簡単にオン・オフして様々な作業姿勢をとっても負担にならないもの、2点があった。

アシストスーツ「ハコベルデ」は、昨年度、実証試験をしたアシストスーツ2種の課題をクリアし、さらに価格も先の2種類よりも安価であり、より導入効果が期待できるものと考えられことから、導入効果が期待される以下の作業、すいか収穫作業、梨収穫作業、ブロッコリー収穫作業で実証調査をし、効果を確認する。

【方法】

- 1 活動量計(Vivosmart4): 心拍数(作業開始前～作業終了までを測定)
※安静時の心拍測定: 作業開始前に1分程度安静にしてもらい測定
- 2 疲労部位しらべ(アンケート)、VAS法(疲労度): 装着有、無 各回で聞き取り
- 3 作業効率(作業時間): 装着有り、無しの作業時間の比較 ※すいか収穫のみ
- 4 アシストスーツ装着に関する意見(アンケート): 費用対効果、導入意向等聞き取り
- 5 筋電計(腰): スイカ収穫作業、梨収穫作業で実施

2 DARWING Hakobelude すいか収穫(積込)作業実証



↓ すいか収穫作業 →



↑トラックへの積込作業

2 DARWING Hakobelude すいか収穫作業実証結果 主要内容

◆作業効率

- (1) 1万玉収穫にかかる時間(平均値)は、
4名のうち3名が装着により、2時間程度減少した。
- (2) 100玉収穫にかかる時間について対応のあるt検定
(両側)を行った結果、
4名のうち2名が装着により有意に減少した。
※有意水準は10%レベルで設定

◆心拍数

ハコベルデを装着することで、
心拍数増加率が変わらない被験者がいる一方、低下傾向にある被験者もあり、
心拍数の増加(=身体負担の増加)を抑える可能性があることが考えられた。

2 DARWING Hakobelude すいか収穫作業実証結果

被験者 4名	心拍数	疲労部位	作業効率	筋電計	感想	総合
A	□	□	◎	□	◎	◎
B	◎	◎	□	□	◎	◎
C	□	□	◎	□	□	□
D	□	◎	□	□	◎	◎

◎ 効果あり
□ 効果なし
☒ 負担あり

【考察】

総合評価: 5項目のうち2項目以上で◎かつ☒がなければ◎と評価したところ、4名のうち3名が効果ありとの結果になった。

ハコベルデを装着ありが、装着なしよりも作業時間が短くなったが、疲労度や筋活動に装着あり、装着なしで明確な差がなかったことから、ハコベルデを装着により、パフォーマンスが落ちず効果があったと考えられる。心拍数の増加を抑える可能性も考えられた。

以上より、すいか収穫(積込)作業の導入効果が期待できる。

2 DARWING Hakobelude 梨収穫(積込)作業実証



↓ 梨収穫作業



↓ 運搬車、軽トラックへの積込作業



2 DARWING Hakobelude 梨収穫(積込)調査結果 心拍数

(1) 収穫時の心拍数増加率について調査した結果、装着により減少する(=身体負担の減少する)可能性が考えられた。

(2) 積込時の心拍数増加率について、対応のあるt検定(両側)を行った結果、3名のうち2名は条件間に有意な差はなかった。1名は装着により心拍数増加率が減少する傾向が見られた。

→被験者によってはハコベルデ装着により心拍数増加率が減少する(身体負担が減少する)傾向が見られた

2 DARWING Hakobelude 梨収穫作業実証結果

被験者数 3名	心拍数 (収穫)	心拍数 (積込)	疲労部位	VAS法 (疲労度)	筋電計	感想	総合	
A	◎	□	◎	□	□	□	□	◎ 効果あり
B	□	□	□	□	□	□	□	□ 効果なし
C	□	◎	□	□	□	□	□	☒ 負担あり

【考察】

総合評価: 6項目のうち3項目以上で◎かつ☒がなければ◎と評価

全員が効果なしとの結果になった。

梨収穫作業では、カゴやコンテナを持ち上げる際に一瞬中腰になった際にアシスト機能が働くだけで、積み込み作業はハコベルデの許容範囲を超える高さまで持ち上げる作業である可能性がある。また作業の多くが立位の作業で腰の筋肉をほとんど使用せず、太ももと腕の筋肉の使用がほとんどであることから、ハコベルデのアシスト機能を活かすことができなかつた可能性がある。

以上のことから、梨収穫(積込)作業にはあわない可能性があると考えられる。

2 DARWING Hakobelude ブロッコリー収穫作業実証



装着効果を感じた。
腰が楽で、背筋のび、
荷物を軽く感じた

2 DARWING Hakobelude ブロッコリー収穫作業実証結果

被験者数	心拍数	疲労部位	VAS法	感想	総合
1名	□	◎	◎	◎	◎

◎ 効果あり □ 効果なし ☒ 負担あり

【考察】

総合評価：4項目のうち3項目以上で◎であるため、総合評価も◎と評価。
ブロッコリー収穫作業では、コンテナ(背負子)を後ろに背負うことで、作業中、常に前屈みになるため、ハコベルデのアシスト機能が発揮され、その結果、装着することで軽く感じ、効果を実感されたと考えられる。

ブロッコリー収穫作業に、ハコベルデの導入効果が期待できると考えられるが、要因についてはあくまで仮説であるため、今後要因解明が必要である。

WIN-1 実証結果 考察

今回の実証試験では、WIN-1を装着して荷物(米袋や白ネギコモ)を持ち運ぶ作業であったことから、荷物を持って歩くことでかえって負担がかかってしまった。また、米袋運搬作業では複数作業を行う作業体系であり、WIN-1を着脱する必要があったことから作業効率が悪くなってしまったことから、**荷物を持って歩いたり、他の作業も同時並行するような作業体系にはWIN-1は合わないことが示唆された。**

しかし、WIN-1は、20kgのモノを牽引する力があり、被験者からの聞き取りで「米袋の運搬のみを連続して実施する農家には有効であるだろう。」との感想があったことから、**連続して荷物の運搬をする作業には有効である可能性がある。**

DARWING Hakobelude 実証結果 考察

- **すいか収穫作業は**地面から腰をまげて地面からスイカを持ち上げて運搬する動作であり、**腰の筋肉を使用する作業であったことから、ハコベルデのアシストが有効に機能した可能性があり、導入効果が期待できる。**
- **梨収穫作業は、**立位での作業がほとんどであり、カゴやコンテナを持ち上げる際に一瞬中腰姿勢になったときのみアシストが働くだけであり、梨収穫作業では、**腰の筋肉がほとんど使用されず、太ももや腕の筋肉の使用がほとんどであったことから、ハコベルデのアシスト機能を活かすことができなかつた可能性がある。**
- **ブロッコリー収穫作業は、**コンテナ(背負子)を背負うことで、前屈みになるため、ハコベルデに身体をあずけることで、**ハコベルデのアシスト機能が発揮され、その結果、装着することで軽く感じるなど、効果を実感された可能性があり、導入効果が期待できると考えられる。**