

成果概要

農作業を快適にする省力軽労化生産技術の開発

下肢負担軽減

腰痛軽減

負担の少ない姿勢で、しかも5尺脚立で作業可能



作業補助イス

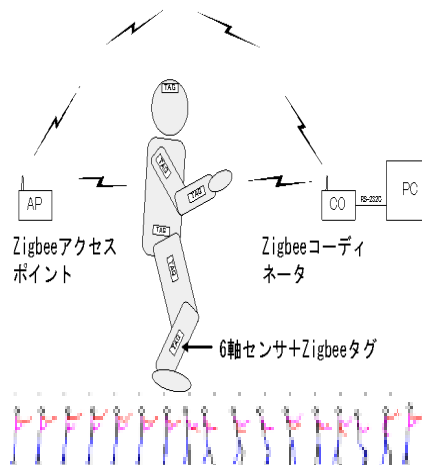
中腰作業補助装置

低樹高开張形樹形

～より楽に、快適に、安全な農作業をサポート～

農作業姿勢の人間工学評価ソフト

ケーブルレス作業姿勢計測システム



タブレットPCで簡単操作, 評価結果も即表示

ケーブルレスセンサで簡単に作業内容を記録

宮城県農業・園芸総合研究所
福島県農業総合センター果樹研究所
農研機構 中央農業総合研究センター
首都大学東京システムデザイン学部

[研究課題名]

農作業を快適にする省力軽労化生産技術の開発

[はじめに]

昨年の国内の基幹的農業従事者は、205万人で、その61%が65歳以上です。平均年齢は66歳で、今後ともこの傾向は続くものと見込まれています。

このような状況の中で、農業従事者が健康で働き続けるには、安全で使いやすい農業機械への改良、省力的な品種・施設の選択、無理な作業姿勢の改善等を進めることが必要です。

宮城県内のイチゴ栽培面積の90%は地床栽培で、収穫時の中腰作業は10アール当たり1,000時間を超え、多くの作業者が腰痛に苦しんでいます。さらに、キクの生産地では摘芽作業時のしゃがみ姿勢への対策が求められています。

また、福島県では全国第2位を誇るモモ生産現場において、全作業時間の60%を不安定な脚立上での高所作業が占め、20%が中腰・上向き作業です。摘果や収穫作業などで、やはり多くの作業者が転落の危険や肩・首などの不調を訴えています。

そこで、本県は福島県農業総合センター果樹研究所、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター及び首都大学東京システムデザイン学部と協力、分担して平成20年度から3年間、園芸作業の負担を軽減するための省力軽労化生産技術開発と、作業負担の改善を支援するための作業姿勢や動作の記録及び総合的な評価システムの開発に取り組みました。

イチゴ栽培については、腰痛を防ぐ「中腰作業補助装置」、キク栽培では下肢の負担を軽減する「作業補助イス」を考案しました。果樹では「低樹高开張形樹形」が、無理な作業姿勢や1.5メートル以上の高所での脚立作業を減らせることを明らかにしました。併せて、OWAS法など従来の負担評価手法の作業姿勢区分ではカバーできなかった指標姿勢の見直しを含めて、新技術を導入した場合の作業者の負担軽減効果をわかりやすく数値で表すシステムを開発しました。これによって負担評価と改善の効果を現場で簡易迅速に示すことが可能となりました。

本研究において開発された技術が、イチゴやキク、モモの生産現場やその他の農作業の改善に活用されて、より安全、快適な作業環境実現の一助となり、生産振興につながることを期待します。

平成23年3月

宮城県農業・園芸総合研究所長 高野 俊昭

目 次

1	研究全体の概要図	P2
2	研究成果① 中腰作業補助装置と作業補助イスの開発	P3～4
3	研究成果② モデル樹形(低樹高开張形樹形)の開発	P5～6
4	研究成果③ ケーブルレス作業姿勢計測システムの開発	P7～8
5	研究成果④ 農作業姿勢の人間工学評価ソフト FWES の開発	P9～10

1. 研究全体の概要図

農作業を快適にする省力軽労化生産技術の開発

【現状・問題点】 長時間にわたる無理な(つらい)作業姿勢による健康被害が発生している

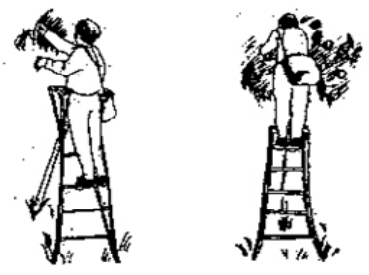
- 中腰での収穫作業: イチゴ地床栽培では作業姿勢の 50%以上・年間 1,000 時間以上(10a 当り)が中腰
- 脚立上での高所作業: モモ栽培では全作業の 60%が, 足場が不安定な脚立上での高所作業
- 既存の手法では評価しにくい作業姿勢がある。補助用具による改善効果の数値化が困難



中腰作業(イチゴ収穫)



脚立での高所作業(モモ収穫)



新たな評価基準が必要な作業姿勢



作業者の負担はどのくらいなんだろう?
どこをどう変えれば楽な作業になるの?
それはどの程度?
作業現場ですぐに改善効果を示したい!

問題となる
作業の抽出、
評価基準作
成、負担評価
の妥当性検証

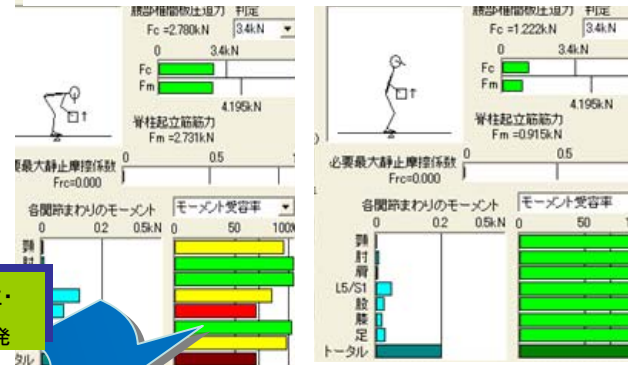
【研究内容】

- 中腰作業補助装置開発
- 樹形改良技術開発
- 迅速・定量的作業負担評価ツール開発

姿勢記録や画像処理と評価技術の開発



作業姿勢の変化と負担の変化がすぐわかるソフト開発



評価基準作成と
精度改善

記録方式確立・
評価ソフト開発

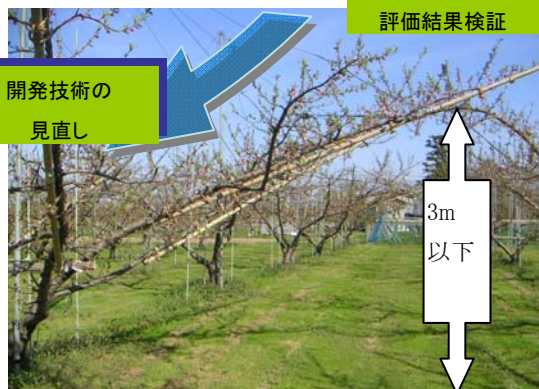


指標姿勢の抽出
と負担調査



中腰作業補助装置等の用具開発

負担軽減効果・
評価結果検証



樹形改良技術開発

【到達目標】

- ◎ 中腰やしゃがみ作業の負担を用具開発により、モモ栽培での脚立上等作業性の悪い作業を樹形改良により、30~50%削減する。
- ◎ 他の園芸作業等の負担評価にも活用できる汎用ソフトを開発する。

2. 研究成果① 中腰作業補助装置と作業補助イスの開発

イチゴ収穫作業などの負担を軽減する中腰作業補助装置と、キク摘芽作業などのしゃがみ作業負担を軽減する作業補助イスを開発しました。

中腰作業補助装置により腰部負担が約 33%、作業補助イスにより腰部で約 44%、脚部で約 19%負担が減少します。

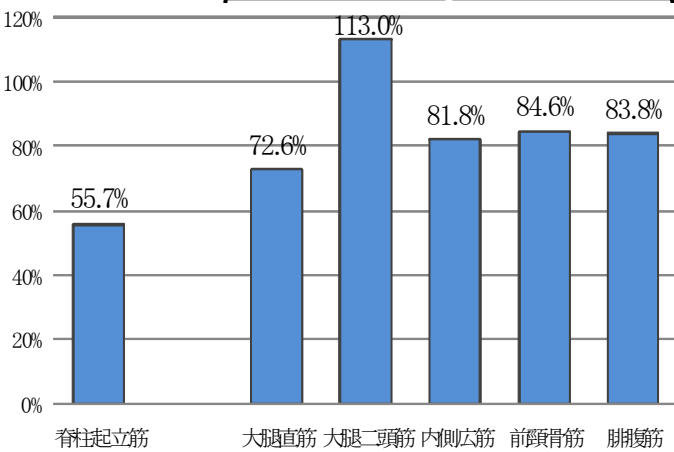


サイズ;高さ 87cm、幅 48cm、奥行 23cm、重量 3.8kg。宮城県亘理町と山元町のイチゴ生産圃場において、およそ 3 ヶ月間中腰作業補助装置を試験使用し、装置の性能や耐久性を確認しました。



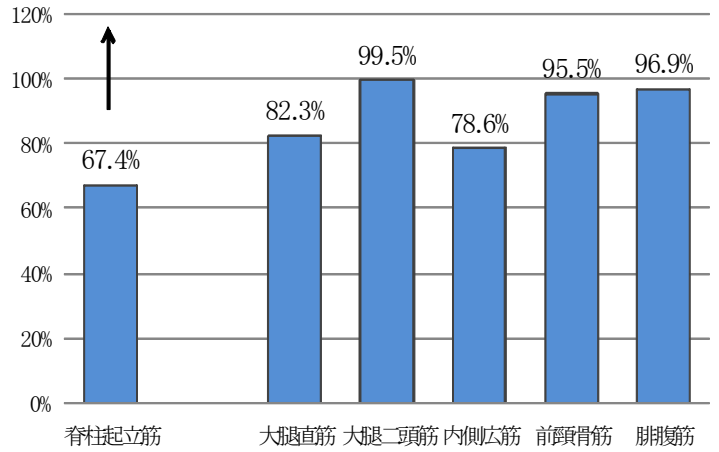
サイズ;高いタイプ高さ 52cm、重量 2.2kg、低いタイプ高さ 35cm、重量 1.7kg。宮城県柴田町、亘理町と南三陸町のキク生産圃場において、作業補助イスを試験使用し、作業性を確認しました。

下肢の負担の目安となる指標 (5ヶ所の平均で81%) → 下肢補助率19%



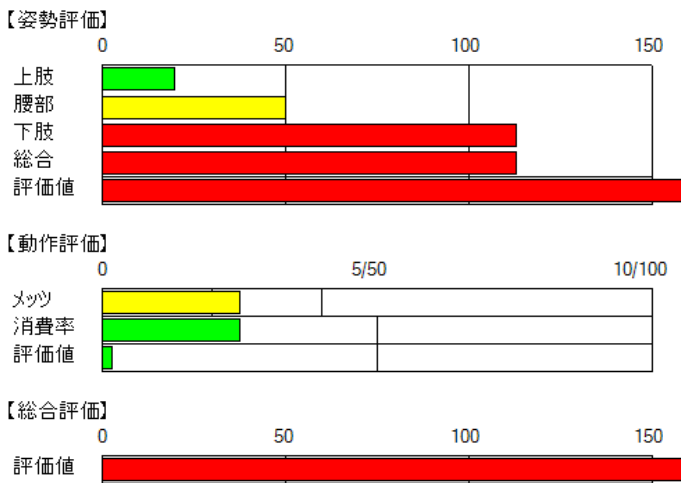
キク摘芽作業時の部位別表面筋電位の比較 (作業補助イス作業%MVC/慣行作業%MVC(%))

腰部負担の目安となる指標 → 腰部補助率約33%

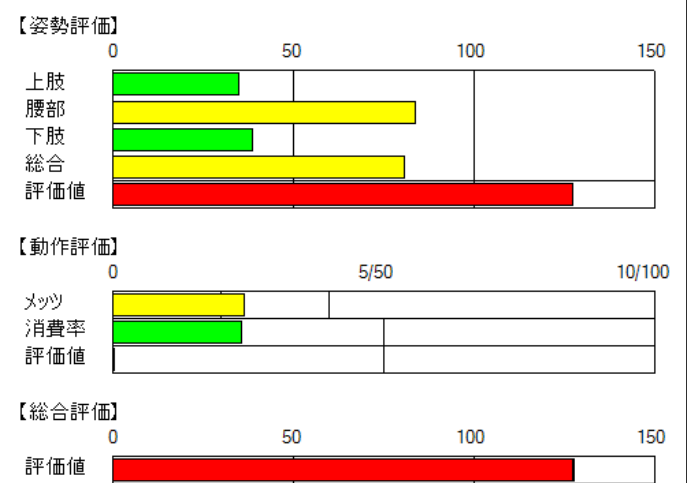


イチゴ収穫作業時の部位別表面筋電位の比較 (中腰作業補助装置作業%MVC/慣行作業%MVC(%))

補助用具による腰部や下肢の負担軽減効果により、イチゴ収穫作業では 128 点から 71 点に、キク摘芽作業では 170 点から 38 点に大きく作業負担が減少します。
(各作業の作業時間を 4 時間として、各用具による腰部と下肢の補助率をもとに、FWESで評価した場合)



キク摘芽作業(上;慣行作業、下;補助具使用作業)



イチゴ収穫作業(上;慣行作業、下;補助具使用作業)

補助具使用による作業軽労化効果の評価

3. 研究成果② モデル樹形(低樹高开張形樹形)の開発

作業性が良く労働負担の軽減や作業時間の削減が図られ、慣行樹形と同等の品質と収量が見込まれるモモの低樹高开張形樹形を明らかにしました。

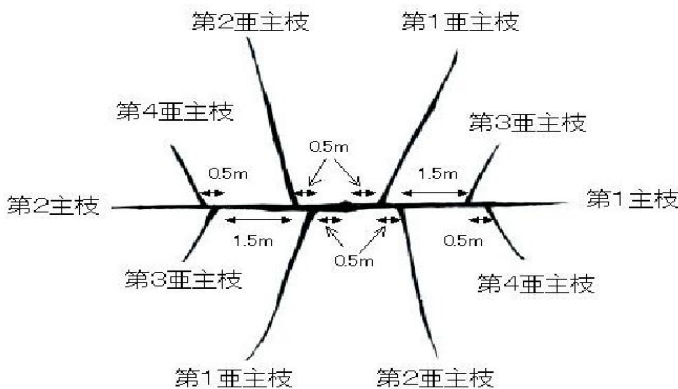
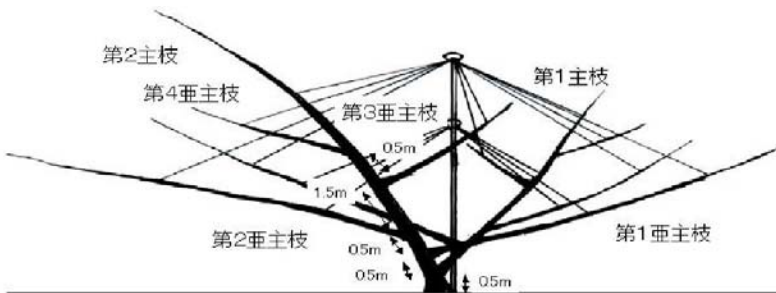
添え竹や吊り支柱の利用により骨格枝を開張することで低樹高に整枝した樹形で、主枝角度を30度前後に開張することにより、樹高3.5m以下の低樹高に維持できます。



モデル樹形(低樹高开張形)の樹姿

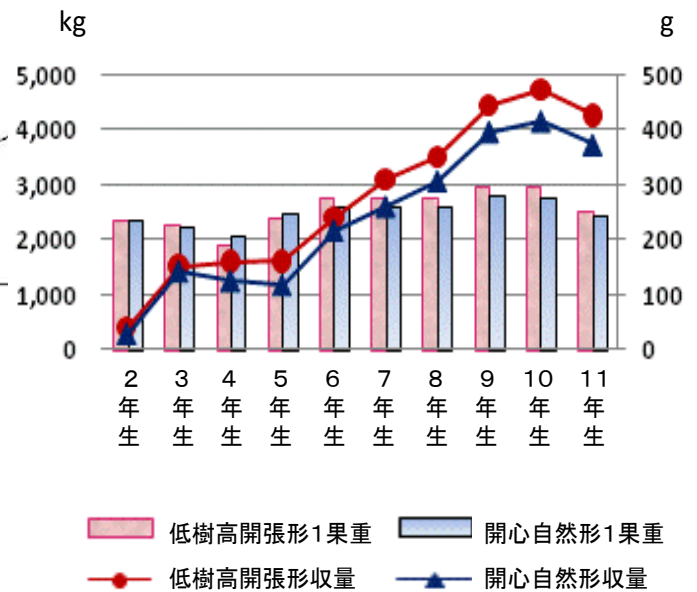


慣行樹形(開心自然形)の樹姿



低樹高开張形樹形モデル

(主枝2本×垂主枝4本、樹高3.5m、結果部3m以下、主枝角度30度、主枝長5m、側枝高さ1.5m~3mに80%を配置)



樹形改良による樹齢別収量(kg/10a)と1果重(g)

- モモの側枝は、高さ 1.5~2mを中心に3m以下で配置することで作業負担を軽減することができます。(図1、図2)
- 作業負担を軽減できる作業姿勢は、目通りをはじめ、上向きか脚立下段で作業する姿勢で、そのきよや中腰、脚立中段以上の作業姿勢は作業者の負担が増加します。(図3、図4)
- 高所での作業には脚立が不可欠ですが、脚立の使用や移動時の作業負担は脚立が大きくなるほど多くの作業時間を要し、自覚疲労も大きく、筋電位、心拍数が増加します。(図5、図6)

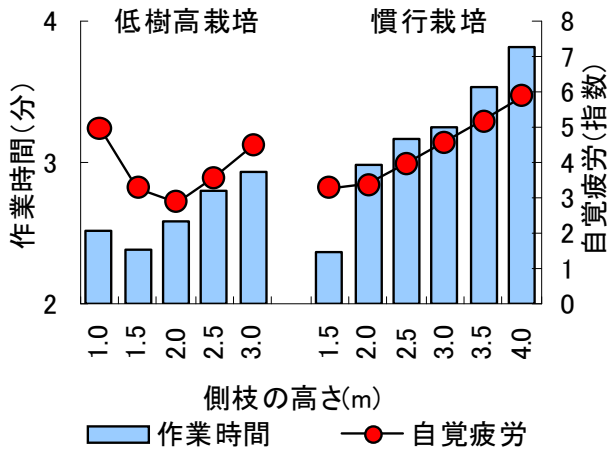


図1 側枝の高さと作業時間および自覚疲労

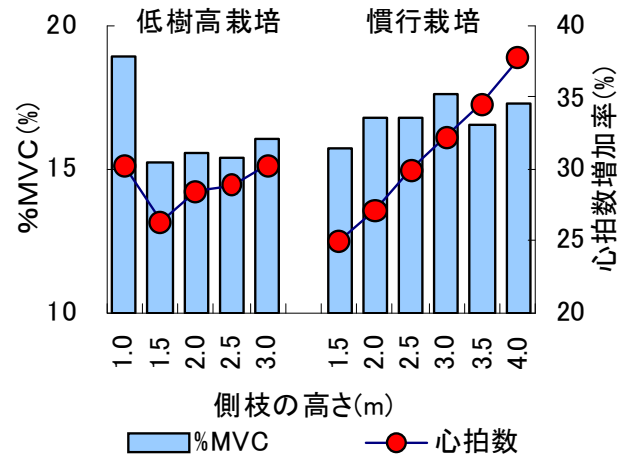


図2 側枝の高さと筋電位および心拍数

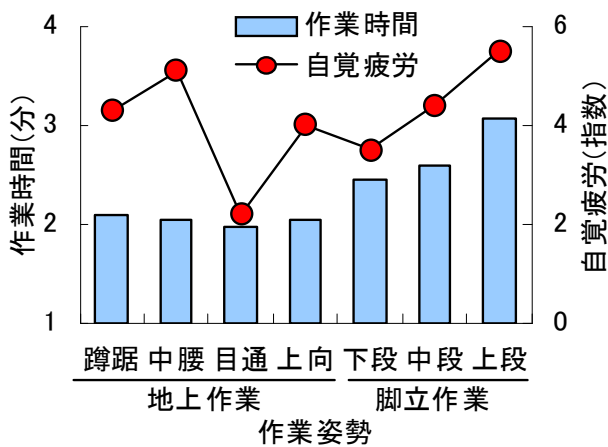


図3 作業姿勢と作業時間および自覚疲労

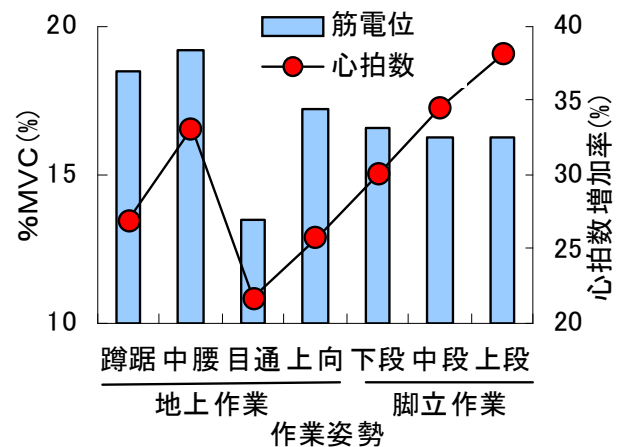


図4 作業姿勢と筋電位および心拍数

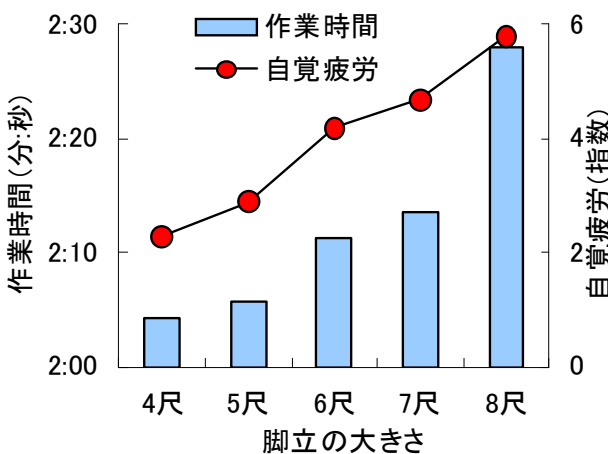


図5 脚立の大きさと作業時間および自覚疲労

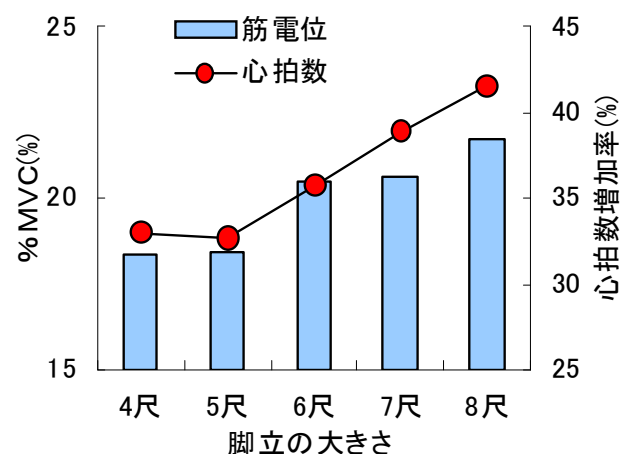
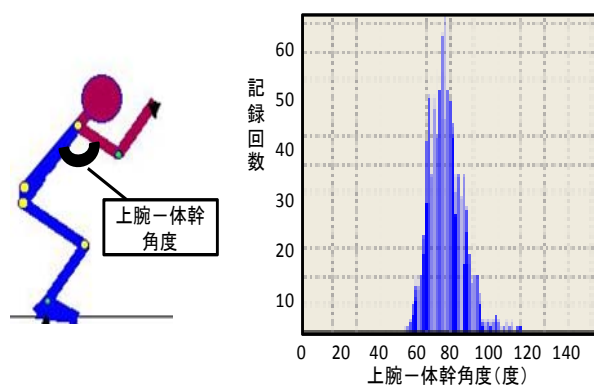
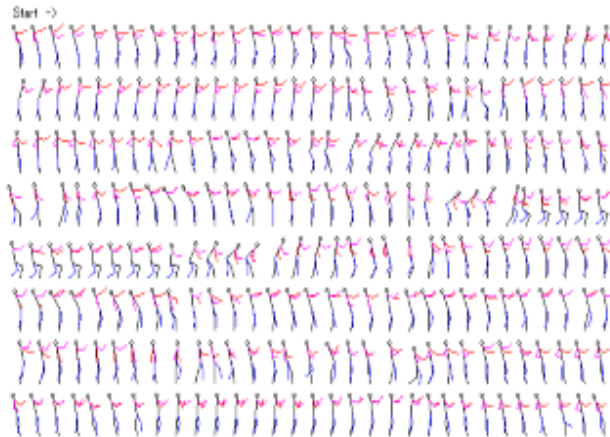


図6 脚立の大きさと筋電位および心拍数

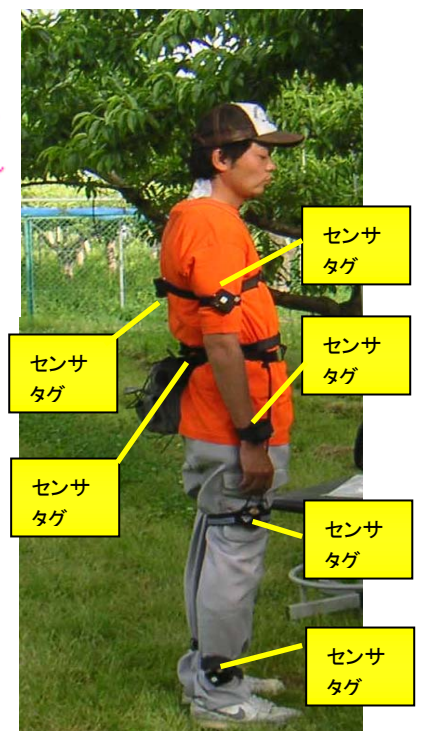
4. 研究成果③ ケーブルレス作業姿勢計測システムの開発

6軸（3軸加速度、3軸地磁気）モーションセンサと ZigBee 無線モジュールとマイコンを組み合わせたセンサタグを身体各部に装着し、ケーブルレスで関節角度や姿勢の測定を行うことができる計測システムを開発しました。

パソコンに記録されたデータは、「作業姿勢モニタ」用ソフトで姿勢のスティックピクチャー表示や解析・評価が可能です。

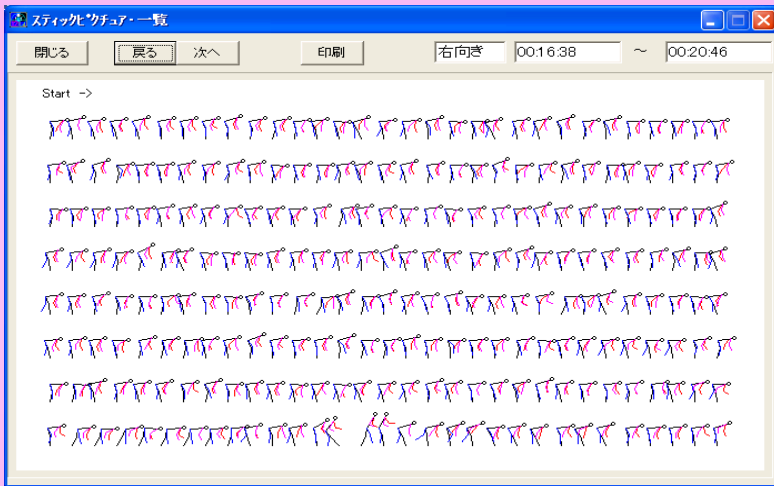


センサタグの取付け
(上腕・前腕・上腿・下腿の
左右 8 箇所、背中 2 箇所)



モモ摘果作業の計測例

(作業姿勢のスティックピクチャー表示と関節角度度数分布表示)

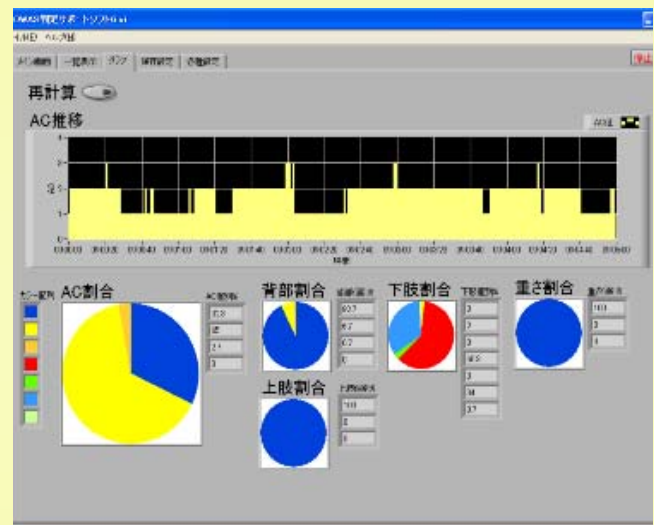


イチゴ収穫作業の計測例(作業姿勢のスティックピクチャー表示)

センサタグによる姿勢計測システムの他に、作業をデジタルビデオカメラ（DV）で撮影し、DVデータを直接ソフトに取り込んで用いることができる、OWAS解析支援システムの改良を行いました。

DVデータから一定間隔で切り出された画像を確認しながら、既存の姿勢評価システム（OWAS法）により姿勢区分を入力し、解析が可能となります。

画像から姿勢分類を手入力しなければなりません。センサタグやFWE S操作用のタブレットPCが使えない環境において、簡易な記録と解析ができます。



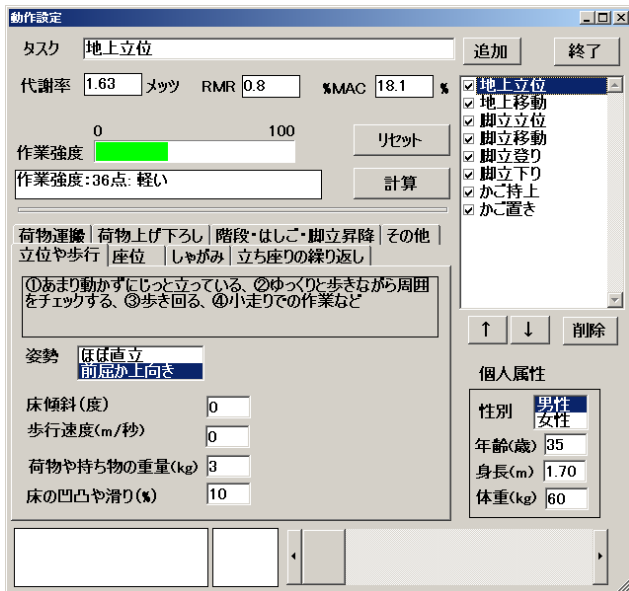
DVデータからの画像処理とOWAS姿勢評価結果分類画面

OWAS 評価結果(全身と部位別評価)画面

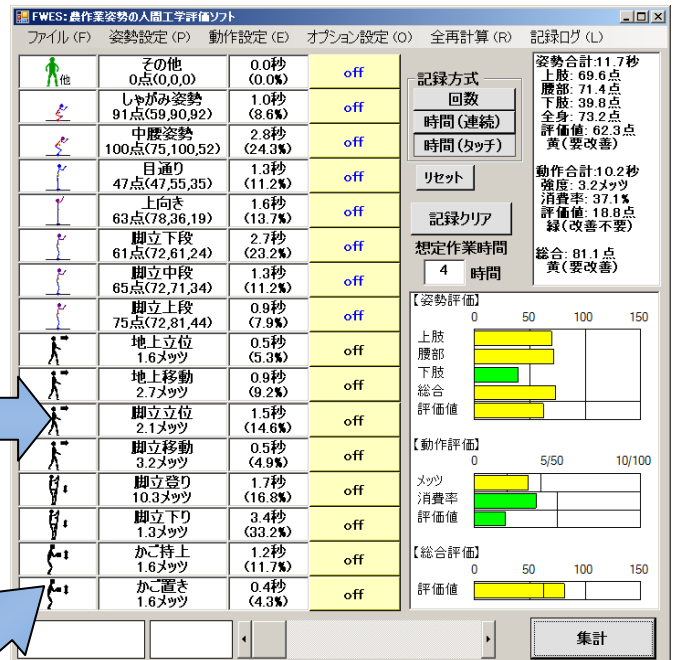
キク摘芽作業の記録と解析例

5. 研究成果④ 農作業姿勢の人間工学評価ソフト FWES の開発

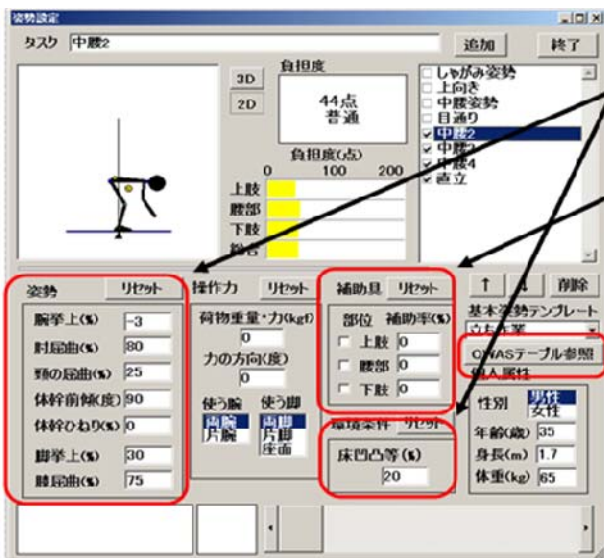
農作業姿勢の人間工学評価ソフト FWES を開発しました。
 ソフトを、イチゴの収穫作業、キクの摘芽作業、モモの収穫作業等で生産現場担当者を含めて実地運用を行い、操作性のよさを確認しました。
 補助具評価や姿勢と動作を統合した総合評価、既存の姿勢評価手法 OWAS との連携と、評価条件テンプレートの作成などの機能拡張を行い、使いやすくなっています。



動作設定画面(動作速度や床面の傾斜、荷物重量などの細かい設定に対応)



評価ソフト FWES のメイン操作画面



多様な姿勢・作業条件への対応
 ・頸や体幹のひねりや屈曲
 ・地面の凹凸や傾斜

補助具に対応した評価



OWASタブレットによる簡易姿勢設定



- タブレットPCの屋外使用を前提に画面インターフェースを開発しました。
- 登録された姿勢や動作が一覧表示されます。
- 作業を観察して出現時間や頻度を画面にタッチして記録し、集計結果を即グラフ表示できます。

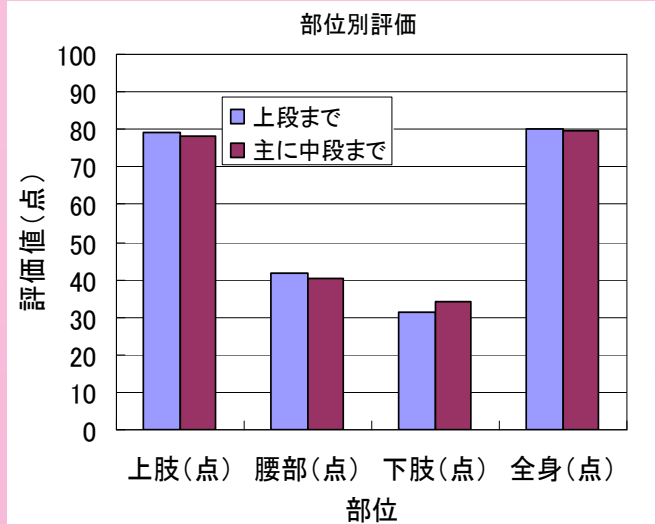
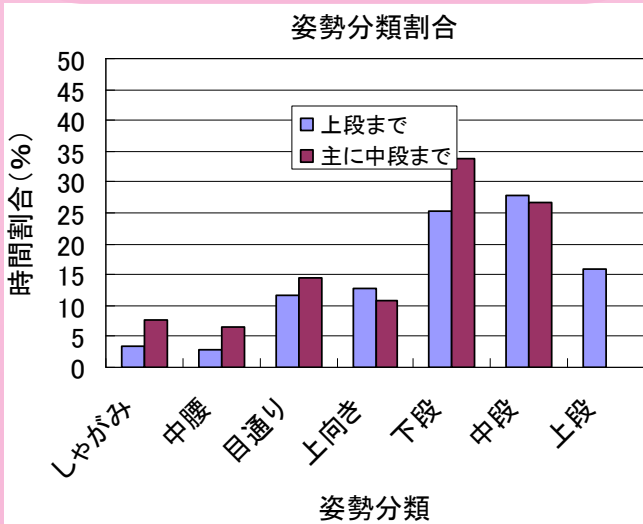
姿勢設定画面(OWASタブレットによる簡易設定と数値入力による細かい設定に対応)

モモ収穫作業調査例

脚立の上段まで使った場合と使わない場合で比較しました。

上段まで使った方が、上肢や腰部の負担がわずかに高くなります。

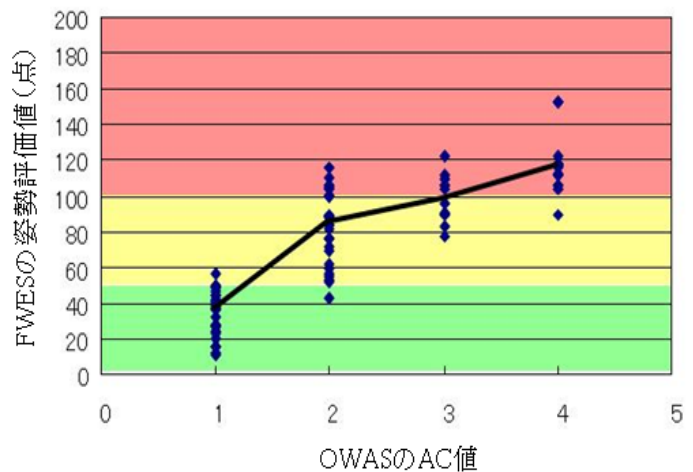
中段までだと中腰が増えるので、下肢負担がやや高くなります。



OWAS 評価との関係

OWAS コードのうち、重さ 10kg 以下とした場合の評価値は、本システムの評価値とよく一致します。(順位相関係数 0.87)

→ 従来の評価法ではカバーできない姿勢まで含め、作業者の負担を従来の評価基準に近似した評価として判定することが可能になりました。



農作業姿勢の人間工学評価ソフト FWES は首都大学東京 瀬尾教授のホームページ (<http://www.ergooh.com/>) からダウンロードして利用できます。

FWESは、一般的なPCの環境 (Window Xp、Vista、7) に対応しています。

関係機関連絡先

●宮城県農業・園芸総合研究所

〒989-1243 宮城県名取市高館川上字東金剛寺1

電話 022-383-8114

ファックス 022-383-9907



●福島県農業総合センター果樹研究所

〒960-0231 福島県福島市飯坂町平野字壇の東1

電話 024-542-4951

ファックス 024-542-4749



●独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター

〒305-8666 茨城県つくば市観音台3-1-1

電話 029-838-8824

ファックス 029-838-8538



●公立大学法人首都大学東京 システムデザイン学部

〒191-0065 東京都日野市旭が丘6-6

電話 042-585-8675

ファックス 042-583-5119



本研究は、平成20～22年度の3年間、農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」により実施しました。農林水産技術会議の方々、専門プログラムオフィサー唐橋需様、外部評価委員の横田清様、石川文武様からは、研究遂行上多くの指導や助言をいただきました。

イチゴ・キウ・モモの生産現場では、多くの生産者の方々に調査協力をいただきました。

共同研究機関の方々には、研究計画に従い3年間努力していただき、当初想定以上の成果を上げることができました。

本研究開発事業の成果概要作成にあたり、この場をお借りして、御協力いただいたみなさまに感謝申し上げます。