

背負型動力散布機の取扱性調査と操作表示の分かりやすさ向上

菊池 豊

中央農業総合研究センター*（現：安全工学研究領域）

* 現：中央農業研究センター

抄 録

背負型動力散布機の取扱性に関し、市販機4台を供試して、「エンジン始動」、「薬剤散布」、「エンジン停止」及び「シャッタ調節」の模擬操作を20～60歳代の被験者男女16名に行ってもらい、各操作に対する改良要望を得た。これらを分析し、ユニバーサルデザイン（UD）視点及び使用者の認知能力に配慮して操作表示の分かりやすさを反映した操作モデルを3台試作した。40～60歳代の被験者男女15名で主観評価を実施した結果、操作系統別に色分けしてレバーパネルラベル等を改良したモデルが好評価であった。

1. 緒 言

1.1 研究の背景

わが国では農業就業者の高齢化や農業の担い手不足が深刻な問題となっており、条件整備の一つとして農作業に不慣れな者にも身体負担が少なく、安全で簡単に作業できる機械化作業体系の構築が必要である。農業機械の中で刈払機、動力散布機などの携帯型や背負型農業機械は、安価で幅広い条件で手軽に使用できることから、日本国内で年間4万台以上生産され、幅広く普及している（新農林社，2013）。しかし、性能やコスト以外の取扱性について課題が残されている（日本農業機械工業会，2000）。特に、背負型動力散布機は、機体と資材の質量合計が25kgを超え、大型では最大40kg程度になるものがある。この対策として材質を金属から樹脂へ転換し、若干の軽量化が行われたものの、背当て、ショルダーベルトといった人と機械の接する部分は、最近の登山用バックパックと比較しても形状や材質、クッション性など貧弱なものが多く見受けられる。また、日本国内では農作業事故が多発しており、大きな社会問題となっている（小林，2010；菊池，2014a）。その原因として操作ミスなどヒューマンエラーが数多く報告され、その対策強化が望まれている（全国農業機械士協議会，2012；全国農業機械士協議会，2013；農林水産省，2013；革新工学センター，2018a）。

一方、日用品やOA機器などでは、従来品よりも小さい体

格や視力の低下した者など幅広い使用者に配慮したユニバーサルデザイン（以下、UDという）商品が普及している（古瀬，1998；日本人間工学会，2003）。さらに、設計時の配慮点に関するISOやJIS規格が作成されたため改良が促進され（JIS Z 8071，2003；JIS S 0101，2000）、2007年時点で国内UD商品市場規模は3兆円になっており（日本人間工学会，2003）、農業機械業界でも高齢者や女性を含む幅広い使用者に配慮した機械開発は重要となっている。乗用トラクタ、田植機、コンバインといった水田作における主要な乗用型機械については、筆者の先行研究文献を基に、運転席の周囲スペース見直し、表示文字の大型化、操作レバーの色分けなどUD視点から改良されつつある（菊池豊ら，2007a）。しかし、それ以外の機械については、このような視点からの改良が遅れており、研究着手の要望が出されている（日本農業機械工業会，2000；菊池豊ら，2007a）。そのため、UD視点から改良を促進する必要がある。

以上の背景から本研究では、普及台数が多く、取扱性向上の改良が遅れている背負型動力散布機を供試して、UD視点から実用的な手法で背負型農業機械の取扱性を向上させる手法を見いだすことを目的とした。具体的には、背負型動力散布機の取扱性を調査し、経験や年齢別に分析した。使用者の認知判断能力にも配慮して「操作の分かりやすさ」を向上させるために、レバーパネル、説明

ラベル等を人間工学面から検討した結果を報告する。

1.2 動力散布機概要

動力散布機は、エンジンやモータによって駆動する送風機（ファン）の風の勢いで、粉状や粒状の農薬や肥料を散布する機械であり、動力散粉機や動力散粒機ともいわれている（武田ら, 1984; 石原ら, 1996）。この機械は、薬剤タンク、送風機、シャッタ、噴管、エンジン（原動機）、肩ベルト、背当てフレーム、クッション、噴頭などから構成される（図1）。

動力散布機を使用するメリットは、面積当たりの散布量は液剤に比べて少ないので労力が少なくてすむこと、水の運搬車やタンクが不要であること、薬剤調整の手間が要らないこと、高圧力が不要であるので軽合金や樹脂などで製作することができること、水利の悪いところでも使用が可能であること、構造が簡単で安価であることなどである。反面、デメリットは、風に影響されやすいこと、ベントナイトなど粘土系の増量剤を必要とするので薬剤の質量当たりの単価がやや高価であること、散布機の吐出し性能と散布噴頭がうまく一致しないと均一散布が難しいこと、粉剤の凝集性、粉体間の摩擦、密度、流動性などのため、薬剤の付着性、拡散性が劣り、散布効果が落ちることなどが挙げられる（平松, 1978; 武田ら, 1984）。日本では本来の農薬や肥料の散布に加えて機械の清掃や広場の落葉清掃としても使用されている。また、水稻栽培において、防除、除草、追肥などの管理作業は、出勤前の早朝や休日などに行うことも多い。これらが背景となって、軽い機械、機械操作の熟練や複雑な点検、整備を必要としない機械が好まれるといわれている。

ここで、背負型動力散布機の開発の歴史は、平松によれば、1951年（昭和26年）に、原動機付き自転車の小型2サイクルエンジンで人力散粉機の送風機軸をベルト駆動して背負型にし、日本からブラジルに輸出したものが最初といわれている（平松, 1978）。その後、それは水田用の背負動力散粉機として使われた（図2）。さらに1953年（昭和28年）には送風機の駆動と同時に送液用ポンプを駆動した液剤散布用の背負ミスト機が出現した。1955年（昭和30年）には散粉機とミスト機を兼用型にした背負型の散粉、ミスト兼用機が誕生した。その後、質量軽減、散布性能向上、材質は金属から樹脂への転換などによって軽量化、耐腐食性、低コスト化などの改良が行われている。

2012年における日本国内での動力散布機の生産台数は

4.5万台で、その内、約3割が海外へ輸出されている。防除機全体の生産台数が17.5万台であることから1/4を占めている。日本国内に60万台程度普及していると推定される。乗用トラクタの生産台数が年間15.2万台で普及台数が約168万台であることから、かなりの普及台数と考えられる（新農林社, 2013）。

2. 実験方法と解析方法

2.1 市販機の取扱性調査

背負型動力散布機の小・中型の市販機4台（図3、表1）を供試し、軽トラックの荷台上で調節、エンジン始動してから機械を背負って散布する場面を想定して、「エンジン始動」、「散布」、「エンジン停止」、「シャッタ調節」の模擬操作を被験者に行ってもらい（図4）、操作手順毎に改良要望などを調査票に回答してもらった。併せて模擬動作中に操作状況を観察したり、感想など聞き取り調査し、結果を供試機や経験、年齢別に分析した。

被験者は、16名（男10名、女6名、年齢平均値49±標準偏差13歳〔20~62歳、60歳未満12名、60歳以上4名〕、身長平均値164±標準偏差6cm、体重平均値65±標準偏差12kg、機械使用経験有9名、無7名）をお願いした。

なお、供試機は、安全性配慮及び質量のみによる意見の片寄りをなくすため、薬剤タンクへの粒剤投入量によって質量を全て20kgに調整し、軽トラックの荷台と同等な高さ65cmの作業台上に載せた。被験者には、防塵マスク、手袋、作業服を着用してもらい、模擬動作前に操作説明を行い、取扱説明書に目を通してから模擬動作してもらった。試行順序による習熟の影響を減らすために、被験者毎に供試機の順序を変えた。本実験の実施に当たっては、農研機構の人を対象とする研究に関する規程に基づき被験者の同意を得た上で実施した。

2.2 操作具分かりやすさ検討とモデル試作

1) 操作具の分かりやすさ検討

取扱性調査で収集・分析した改良要望の中から、「レバーが分からない」、「調節位置が分からない」など使用者の認知能力に関わる内容に着目して、現実的な「操作の分かりやすさ」を向上させる改良手法を検討した。操作ラベルモデルを試作した。

2) 操作モデル試作

前項の検討結果から、供試機Dをベースに操作モデルを3種類（E、F、G機）試作した。E機は、対照機（供試機D）の各操作具近傍へエンジン始動操作ラベル（1）（図7（1））を貼付したものである（図10）。F機は、対照機の薬剤タンク左側面へエンジン始動操作ラベル（2）（図7（2））を貼付したものである（図11）。G機は、対照機の薬剤タンク右側面へエンジン始動操作ラベル（3）（図7（3））、操作系統別に色分けしたレバー、レバーパネルモデル（2）（図8（2））、エアクリーナへエンジン取扱説明ラベル（1）（図9（1））を貼付したものである（図12）。

2. 3 操作モデルの評価

対照機（供試機D）と操作モデル（E機、F機、G機）について、被験者15名に「エンジン始動」等の模擬操作を行ってもらい取扱性を主観評価してもらった。

被験者は、男女15名（男7名、女8名、年齢平均値56±標準偏差7歳[45～64歳、60歳未満9名、60歳以上6名]、身長平均値160±標準偏差8cm、体重平均値59±標準偏差11kg、機械使用経験有6名、無9名）にお願いした。

主観評価の評価項目は、「表示見つけやすさ」、「表示見やすさ」、「操作手順分かりやすさ」など18項目とした。各項目について、非常に悪い[1]—かなり悪い[2]—やや悪い[3]—いずれでもない[4]—やや良い[5]—かなり良い[6]—非常に良い[7]の7段階の評点で評価してもらった。併せて模擬動作中に操作状況を観察したり、感想など聞き取り調査した。主観評価結果を供試機や経験、年齢別に分析した。

3. 結果及び考察

3.1 取扱性調査

1) 被験者全体の傾向

操作手順毎の改良要望を図5、6に示す。改良要望の多いものは、「エンジン始動」では「（リコイルスタータの）引き操作に力がある（30件）」、「オイルの混合比が分からない（12件）」、「字が見にくい（12件）」であった。さらに「レバーが分からない」、「調節位置が分からない」は単独では少ないものの複数回要望があった（計14件）。「散布」では「機械が重い（26件）」、「後ろに倒れそう（12件）」、「肩ベルトに腕を通しにくい（15件）」、「レバーが操作しにくい位置にある（14件）」であった。「エンジン停止」では特段の要望はなかった。「シャッタ調節」では供試機毎に

機構が異なるものの「金具を抜にくい（50件）」、「表示が見づらい（17件）」であった。

これらの内、体格・身体能力に関わる内容は「（リコイルスタータ）引き操作に力がある」、「機械が重い」、「後ろに倒れそう」、「肩ベルトに腕を通しにくい」、「レバーが操作しにくい位置にある」、「金具を抜にくい」の合計147件であった。感覚能力に関わる内容は「字が見にくい」、「表示が見づらい」は合計29件であった。認知能力に関わる内容は「オイルの混合比が分からない」、「レバーが分からない」、「調節位置が分からない」の合計27件であった。

これらを個別に分析すると、「（リコイルスタータの）引き操作に力がある」に対しては、供試機の操作力測定値は56～132Nで、年齢、経験によらず改良要望数と操作力の大きさとほぼ比例していた。JIS A 8919（2007）では手で操作する前後方向レバーの操作力の基準値が最大230N、通常80Nであることから改良が望まれる。また、エンジン始動のためにリコイルスタータを10回以上引くことがあった。これは、燃料ポンプを2～3回しか押さずにエンジン内に燃料が行き渡らない状態でリコイルスタータを引いたり、チョークを閉じたままプラグがかぶってしまうためであった。これらがリコイルスタータを引く回数を多くする、すなわち操作に力があるとの回答の原因ともなっていることから、燃料ポンプやチョークの適切な操作方法を説明する必要もあると考えられた。

「重い」、「後ろに倒れそう」については、年齢、経験によらず肉体的負担が大きいと考えられる。今回供試機質量は20kgとしたが、ISO11228-1（2003）では荷物取扱質量が、成人男性で25kg、成人女性で15kgが上限とされている。背負時によるけたり、水田内で歩行作業もあることから負担軽減が必要と考えられた。

「肩ベルトに腕を通しにくい」については、作業台から背負う場面で「片側の肩ベルトへ片方の腕を通し機械を担いであら、もう片方の腕を反対側のベルトに通す」、「両腕を後ろに回して、両方の肩ベルトへ同時に通しながら機械を背負う」といった2通りの方法で行っており、前者の方法では、反対側の肩ベルトへ腕を通そうとする時に、肩ベルトが下に垂れて背当てフレームと背中との間に隠れてしまい、腕を通すスペースがなくなるためであった。さらに、機械が重く、背負ったままでは、肩ベルトの長さ調整が困難であるため、ベルト長さ調整が不十分となり機械が後傾していることも

あった。これは機械が重いと感じる原因ともなると考えられた。

「レバーが操作しにくい位置にある」については、シャッタ（調節）レバーやスロットルレバーを操作する時に、肘を後ろや横方向に著しく突き出す動作が観察された。これについては、別途詳細な分析の必要性があると考えられた。

「金具を扱いにくい」については、機械毎に機構が大きく異なるが、いずれもシャッタ調節時に幅20mm程度の狭いスペースの奥に手を入れながら金具を入れ替える必要があるためと考えられた。

「字が見にくい」については、文字サイズが6pt（高さ約2mm）のものがあったり、配色が不十分であったりや彫り上げ文字で判別しにくいものがあった。

「表示が見づらい」については、使用者の操作位置から見づらい所にあるものや表示が機体の陰になっているものがあった。

「オイルの混合比が分からない」については、供試機のオイル混合の有無、燃料種類、燃料混合比の表示は、エアクリーナ側面カバーや燃料キャップに図記号や英語などで表示されていた。これらの情報は、2カ所に分かれて表示されたり、黒色の彫り上げ文字のために見にくかったり、図記号が分かりにくいものがあった。また、背負った状態では、薬剤タンクや燃料タンクの中身を直接見るができなかった。

「レバーが分からない」、「調節位置が分からない」については、供試機に全てにシャッタ（調節）レバー、チョークレバー、スロットルレバーに名称の記載がなく、調節目盛りや作業時の調節位置がないものもあった。スロットルレバーとシャッタ（調節）レバーとが隣同士並んで配置され、同じグリップを使用しているものもあった。チョークについては、前述したように、エンジンがかかりにくい原因ともなっていた。

2) 経験の有無による傾向

「エンジン始動」について、「リコイルスタータの引き操作に力がいる（経験有25%、経験無75%）」、「レバーが分からない（経験有3%、経験無25%）」は、経験無の割合が多かった。「シャッタ（調節）レバーが分からない（11%）」、「スロットルレバー操作に力が要る（11%）」、「チョークレバーの調節位置が分からない（7%）」は、経験無の者のみで、「薬剤を入れにくい、こぼれる（11%）」、「レバー操作しにくい位置にある（6%）」、「リコイルスタータを引く時に機

械を押さえる所が分からない（6%）」は、経験有の者のみからであった。

「散布作業」について、「機械が重い（経験有33%、経験無50%）」、「肩ベルトに腕を通しにくい（経験有6%、経験無46%）」、「後ろに倒れそう（経験有6%、経験無36%）」、「レバー操作しにくい位置にある（経験有17%、経験無29%）」は、経験無での割合が多かった。

「シャッタ調節」について、「金具扱いにくい（経験有67%、経験無93%）」、「スペース狭い（経験有3%、経験無29%）」は経験無の方、「説明文、表示が見づらい（経験有31%、経験無21%）」は経験有の方の割合が多かった。

これらから、経験の有無にかかわらず体格・身体能力に関わる内容が多く、経験無は認知能力に関わる内容がやや多かった。

3) 性別、年齢層、体格による傾向

性別については、経験有がほとんど男性で、女性は経験無が多いため、経験有（≒男）、経験無（≒女）と同様な傾向であった。

年齢層については、60歳以上の被験者が4名と少ないことや全て経験有の男性であることから年齢層による傾向を明確にできないが、被験者人数割合以上に60歳未満の方が全ての項目で改良要望が多かった。体格については、比較的小柄な方が全ての項目で改良要望が多かった。

4) 安全対策について

取扱性調査では、安全対策について改良要望の直接的な指摘はなかったが、聞き取りでは「一度、操作を覚えれば、操作できる」という意見の反面、事前に操作手順を説明しても操作を飛ばしたり、レバーを見つけれないことがあった。操作説明時に「スロットル」を「アクセル」のように用語を言い換えないと被験者に通じないこともあった。また、チョークレバーを知っているものの、いつ、「開・閉」どちらにするか迷う、背負った状態ではレバーや表示が見づらいといった意見があった。さらに、リコイルスタータを右手で引く時に、エアクリーナやエンジンカバーを左手で押さえることがあり、熟練者から高温部による火傷やプラグコードによる感電の危険性の指摘も寄せられた。

供試機の警告ラベルは、「取扱説明書熟読」、「保護具着用」、「火気厳禁」、「感電注意」、「排気ガス注意」、「高温注意」、「薬剤噴出注意」であった。危険レベル毎に表示しているものや、図記号とタイトルのみ表示しているものがあった。表

示が見にくかったり、使用者の操作位置から見づらい所にあるものもあった。これらは、日本陸用内燃機関協会の警告表示ガイドライン（日本陸用内燃機関協会，2008；日本陸用内燃機関協会，2009）に適合しないものもあった。

防除機に関わる事故は、農林水産省の事故調査結果では、「転倒」、「中毒」が主であった（全国農業機械士協議会，2012；農林水産省，2013；革新工学センター，2018a）。また、製品評価技術基盤機構（NITE）の事故データベース（製品評価技術基盤機構，2014）には動力散布機は該当がなかった。

噴霧機や発電機など類似機械の事故は、「火災」、「火傷」、「酸欠」、「農薬中毒」、「圧力容器の破裂」などであった。小型の農業機械は、ネットショッピングで誰でも購入可能であることから、類似機械の事故情報も参考に適切にリスクアセスメントして、安全防護するとともに、初心者にも分かりやすい警告表示が必要と考えられた。

3.2 操作具の分かりやすさ検討と操作モデル試作

「レバーが分からない」、「調節位置が分からない」など認知能力に関わる改良要望に対して、機械安全規格、UD商品などを参考に改良案を検討した結果、共通コンセプトは、実用的に改善するために機械全体のデザインを生かしつつ、各操作具を判別しやすく、調節位置を分かりやすく表示することと考えられた。まず、各操作具を判別しやすくするために、操作系統別に色分けしたり、操作具近傍に目印を貼付したり、全体の模式図を記載した。さらに調節位置を分かりやすくするために目盛り、調節位置の表示を大きくしたり、模式図を使用して操作をイメージしたり、定量的かつ簡潔な文章表現で読みやすくした。なお、ラベルの文字は、文字視認性研究結果（菊池，2014a）を基に、視認性や重要度に配慮して、ゴシック体、サイズ13pt（高さ約5mm）以上とした。以下、試作したレバーパネルモデル、エンジン始動操作ラベル及びエンジン取扱ラベルについて述べる。

1) レバーパネルラベル

試作したスロットルレバーとシャッタ（調節）レバーのレバーパネル（1）、（2）を図8に示す。まず、操作系統別に色分けし名称を記載した。レバーパネルは機体の左下側に配置されていることから、左手で操作する時に目盛が手の陰にならないようにレバーの右側へ記載した。表示スペースが小さいため、目盛りの値を奇数のみにした。スロットルのエンジン回転「高速」、「低速」は、JIS B 9126（1997）、JIS

B 9100（2012）に準拠し「H」、「L」とした。エンジン始動操作順序を調節位置近傍へ丸囲み数字で記載した。「STOP（＝エンジン停止）」位置にはJIS B 9703（2000）を参考に、赤色囲み文字を記載した。パネル（1）は、スロットルレバーを左に寄せながら上下させる操作イメージに合わせL字形の矢印とした。パネル（2）は、スロットルのエンジン回転「高速」、「低速」のイメージに合わせJIS B 9126（1997）を参考にボリューム形（三角形）の目盛りとした。

2) エンジン始動操作ラベル

試作したエンジン始動操作ラベルを図7に示す。ラベル（1）は、操作手順と操作方法の模式図を個別に記載し、各操作具近傍に貼付するものである。ラベル（2）は、機械の全体図と操作手順と方法の模式図を記載しており、エンジン始動時の操作場所である薬剤タンク左側に貼付するものである。ラベル（3）は、機械の全体図と操作手順と方法の日本語説明を記載しており、エンジン始動時の操作場所である薬剤タンク左側に貼付するものである。

3) エンジン取扱説明ラベル

試作したエンジン取扱説明ラベルを図9に示す。まず、内容を精査して文字数を減らし文字サイズを拡大した。また、「週1回」、「10回」と定量的な表現にした。オイルの混合比は赤線で囲んで目立つようにした。ラベル（1）は、ラベルの地を機体の背景色（黒）に合わせた。ラベル（2）は、ラベルタイトルを「指示」を意味する青色にした。

3.3 操作モデル評価

1) 被験者全体の傾向

被験者全体の主観評価評点の平均値を図13に示す。被験者全体の主観評価評点の平均値は、E機が4.0から4.7、G機が4.3から4.7と全て4以上でやや良好な評価であった。これに対し、D機が3.5から4.5、F機3.5から4.2と、ほとんどの項目で4を下回りやや不良な評価であった（図13）。変動係数は0.1～0.4で、平均値と変動係数は反比例する傾向が見られた（図14）。これは、評価が良好な項目は個人差に左右されにくいことによるものと考えられた。さらに、操作具の見つけやすさは、機械全体図と操作模式図のみでは不十分であり、操作具を色分けしたり、近傍に操作ラベルを貼付することで向上すると考えられた。すなわち、操作具の名称や目盛り、調節位置を分かりやすく表示することで、調節しやすさやその他の取扱性評価も向上できると考えられた。

主観評価に顕著な差があるD機とG機のCS分析 (Customer Satisfaction 分析、顧客満足度分析) (菅民郎, 2001) 結果について、満足度は、ほぼ全ての項目でG機の方が高かった。また、D機は重要度と満足度がやや反比例していた (図15)。D機はほとんど第3、4象限に分布し、第4象限の「5 表示配色」、「4 表示文字サイズ」、「17 操作手順分かりやすさ」、「15 操作のスムーズさ」、「16 調節位置分かりやすさ」は、重要度が高いものの満足度が低い。そのため優先的に改善する必要がある。G機では、第1、第2象限に分布し改善が図られていると考えられる。満足度が、1.0以上増加しているのは項目「1」、「2」、「4」、「5」で、1.0~0.5増加したのは項目「3」、「6」、「10」、「11」、「12」、「13」、「14」、「15」、「16」、「17」で、0.5以下は「7」、「8」、「9」であった。これらの中で「見つけやすさ」に関係する「1」は1.0以上、「7」は0.5以下、「分かりやすさ」に関係する「6」、「14」、「15」、「16」、「17」は1.0~0.5増加した。これらより対照機D機へ所要の改善を加えたことにより、満足度が向上したと考えられる。

2) 経験の有無

経験有の主観評価の平均値は、G機が4.0から4.8とやや良好な評価であり、それ以外は、3.2から4.5とほぼ同様な評価であった。逆に、経験有の者は、使用経験無の者に比べて評点のばらつき少なく、主に経験や知識を参考に操作しているためと考えられた。これに対し、経験無の者は、レバー、スイッチのサイズ、形、操作方向について4.1から4.7でほぼ同じであったが、それ以外の項目は、E機、G機がやや良好で、D機、F機が低かった。レバー、スイッチの形状、配置は全て同じであるため、表示の見つけやすさによって評価の差が生じたと考えられた。なお、性別については、使用経験無の者はほとんど女性であったため、経験無の者と同様の傾向であった。

3) 年齢層

60歳未満の主観評価の平均値は、E機が4.1から5.0、G機が4.6から5.1とやや良好で、全ての項目で4以上であった。D機が3.3から4.6、F機が3.4から4.4で、ほとんどの項目で4を下回った。一方、60歳以上では、E機が3.3から4.2、G機が3.8から4.5、D機が3.3から4.2、F機が3.2から4.0であり、表示の見つけやすさ、見やすさなどでG機がやや良好な評価であり、それ以外はほぼ同様な評価であった。これは、

60歳以上では視機能が低下するため、表示の見やすさについて敏感になるためと考えられた。

4) 模擬動作の感想など聞き取り結果

「日本語表示は分かりやすい」、「文字が多いと読むのが苦痛である」、「マークは慣れれば、直感的に分かる」などの意見があった。

摘要

本研究では、普及台数が多く、取扱性向上の改良が遅れている背負型動力散布機を供試して、UD視点から取扱性を向上させることを目的とした。背負型動力散布機の手扱性を調査し、経験有無や年齢など幅広い使用者の認知判断能力にも配慮して「操作の分かりやすさ」を向上させるために、レバーパネル、ラベル等を人間工学面から検討した結果、以下の知見を得た。

- 1) 背負型動力散布機の市販機4台を供試して、「エンジン始動」、「薬剤散布」、「エンジン停止」、「シャッタ調節」の模擬操作を、20~60歳代の男女16名の被験者に行ってもらい、操作手順毎に取扱性を調査した結果、「引き操作に力がある」、「オイルの混合比が分からない」、「字が見にくい」、「レバーが分からない」、「調節位置が分からない」など改良要望が多数寄せられた。
- 2) 改良要望を分析し、機械安全規格、UD商品など参考に改良点を検討した。使用者の認知能力に配慮して、操作の分かりやすさを向上できるように、ラベルモデルや操作モデルを試作した。
- 3) 試作した操作モデルを、40~60歳代の男女15名の被験者で主観評価した結果、操作系統別に色分け、機械全体図と操作模式図、操作具の名称や目盛り、調節位置を分かりやすく表示したモデルが好評価であった。

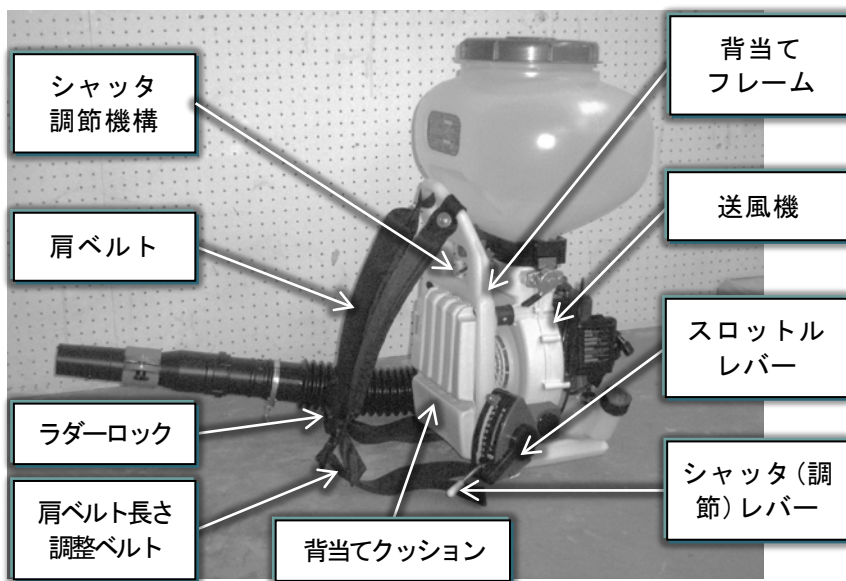
謝辞

本研究は、著者が、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター作業技術研究領域で実施したものです (2009~15年度)。本研究の一部は株式会社丸山製作所、公立大学法人首都大学東京との共同研究 (2013~15年度) で実施しました。また、測定機器の貸与、データ処理、被験者等ご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

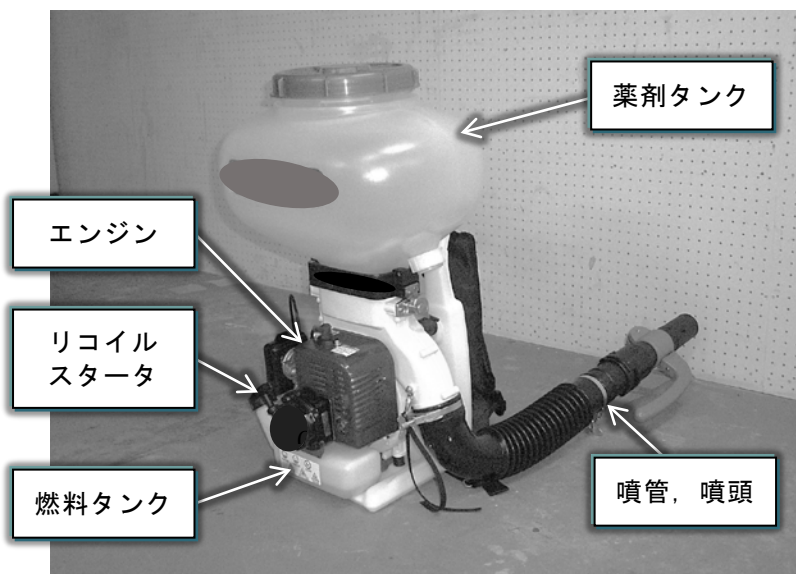
す。本研究の一部はJSPS科研費(22580292)の助成を受けたものです。

引用文献

- 平松献三(1978)：最近の背負型動力散布機について，農業機械学会誌，40(3)，466-468.
- 石原昂・臼井恵治・浦元信・藤木徳美・御手洗正文・毛利建太郎・守田伸六(1996)：防除機，農業機械学会編 生物生産機械ハンドブック，コロナ社，531-568.
- ISO11228-1(2003)：Ergonomics - Manual handling Part 1: Lifting and carrying.
- JIS A 8919(2007)：土工機械—操縦装置.
- JIS B 9100(2012)：農業機械—安全標識及び危険図—一般原則.
- JIS B 9126(1997)：農業機械—操作装置の識別記号.
- JIS B 9703(2000)：機械類の安全性—非常停止—設計原則.
- JIS S 0101(2000)：消費者用警告図記号.
- JIS Z 8071(2003)：高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針。(ISO/IEC Guide 71: 2001. Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities. と一致規格)
- 菅民郎(2001)：Excelで学ぶ多変量解析入門，オーム社，80-96.
- 菊池豊ら(2014a)：農業機械と安全，実教出版，161-172.
- 菊池豊・瀬尾明彦・湯浅一康・宮本武緒・松田一郎・小林恭・武田純一(2014b)：農業機械表示類における文字の実態と視認性，農業食料工学会誌，76(4)，333-340.
- 小林恭(2010)：農作業安全と快適農作業について，日本機械学会誌，113(1100)，523-526.
- 古瀬敏(1998)：ユニバーサルデザインとはなにか，都市文化社，1-226.
- 日本人間工学会著(2003)：ユニバーサルデザイン実践ガイドライン，共立出版，1-139.
- 日本農業機械工業会(2000)：平成11年度農業機械の安全性に関する調査研究事業報告書，1-138.
- 日本陸用内燃機関協会(2008)：小型汎用ガソリンエンジンのための警告表示に関するガイドライン，http://www.lemma.or.jp/news/pdf/guide2_2.pdf (Accessed May. 1st (2014)).
- 日本陸用内燃機関協会(2009)：携帯発電機の安全確保のための警告表示ガイドライン，http://www.lemma.or.jp/news/pdf/guideline_0905.pdf (Accessed May. 1st (2014)).
- 農研機構革新工学センター(2018a)：農作業安全情報センター，<http://www.naro.affrc.go.jp/org/brain/anzenweb/> (Accessed Apr. 1st (2018)).
- 農研機構革新工学センター(2018b)：農業機械の安全性検査，<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/iam/contents/test/index.html> (Accessed Oct. 1st (2018)).
- 農林水産省(2013)：農作業安全対策，http://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_kikaika/anzen/ (Accessed Apr. 1st (2013)).
- 製品評価技術基盤機構(2014)：事故情報の検索，<http://www.jiko.nite.go.jp/php/jiko/search/index.php> (Accessed May. 1st (2014)).
- 新農林社(2013)：農業機械年鑑，38-105.
- 武田太一・西村功・藤木徳美・村田利男・津賀幸之介(1984)：防除機，農業機械学会編 新版農業機械ハンドブック，コロナ社，534-555.
- 全国農業機械士協議会(2012)：こうして起こった農作業事故，69.
- 全国農業機械士協議会(2013)：こうして起こった農作業事故2，116.



背負型動力散布機概要 (1)



背負型動力散布機概要 (2)

図1 背負型動力散布機概要



図2 昭和20～30年代の背負型動力散布機
(とちぎ農機具歴史館所蔵)



図3 供試機外観

表1 供試機諸元

供試機		A	B	C	D
長さ	[mm]	430	390	420	410
幅	[mm]	535	430	540	470
高さ	[mm]	705	600	600	710
薬剤タンク	[L]	15	13	13	23
乾燥質量	[kg]	10.3	8.1	8.3	8.8
装備質量	[kg] *1	26.8	21.6	22.1	32.4
吐出量粒剤	[kg/min] *2	18	10	1*3	18
吐出量粉剤	[kg/min]	5	3	3	5
機関排気量	[cm ³]	48.6	30.8	35.1	35.1

注 *1: 諸元はカタログ値。

*2: 装備質量は、オイル混合燃料の密度 0.75[g/cm³], 肥料かさ密度 1.0[g/cm³]として計算。

*3: 1kg 剤での値



図4 実験風景

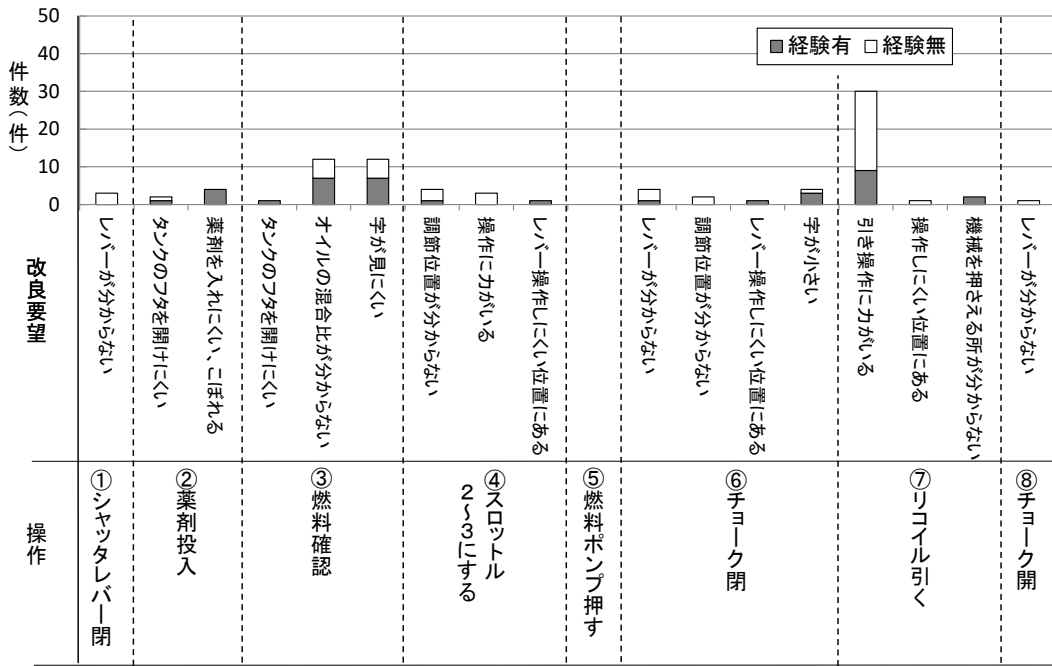


図5 操作手順毎との改良要望（エンジン始動，経験別）

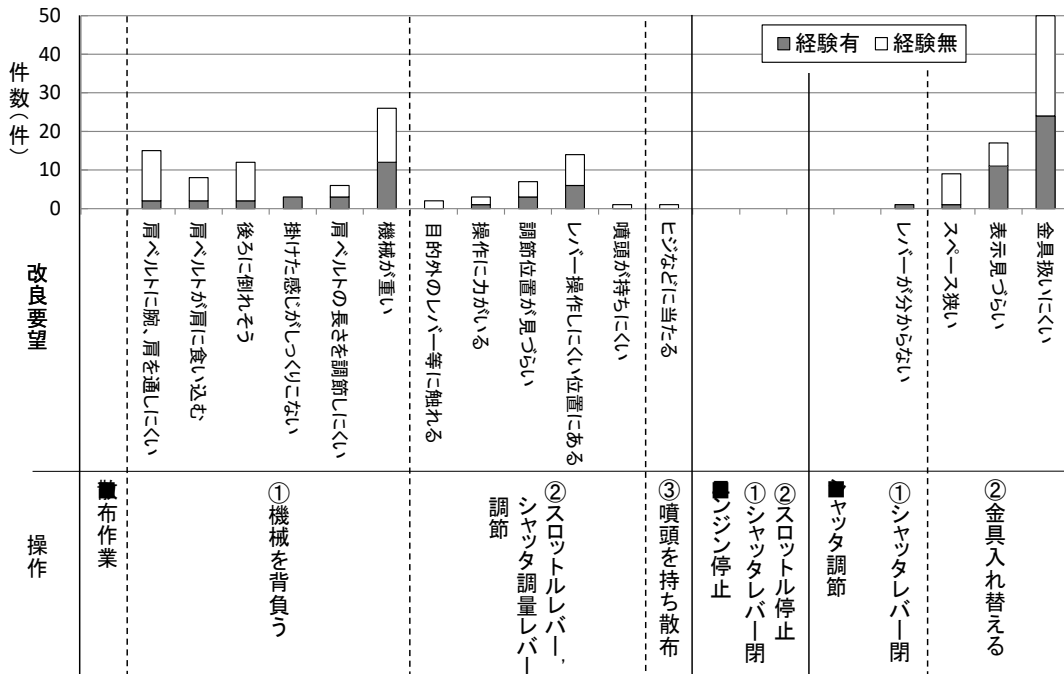
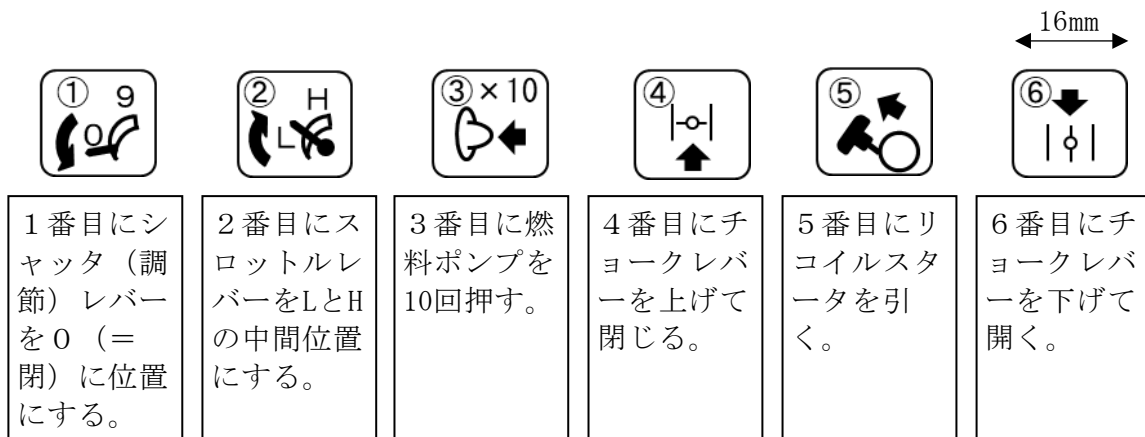
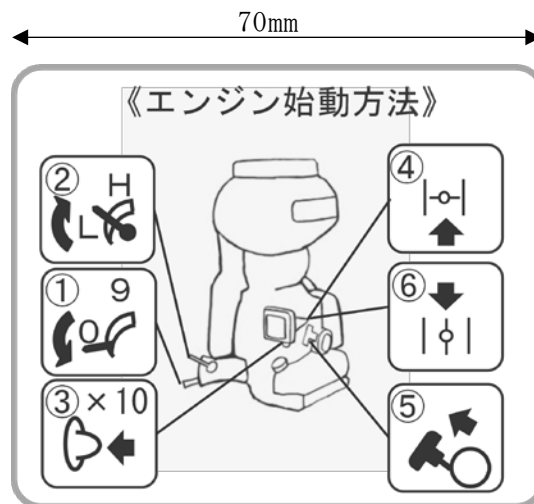


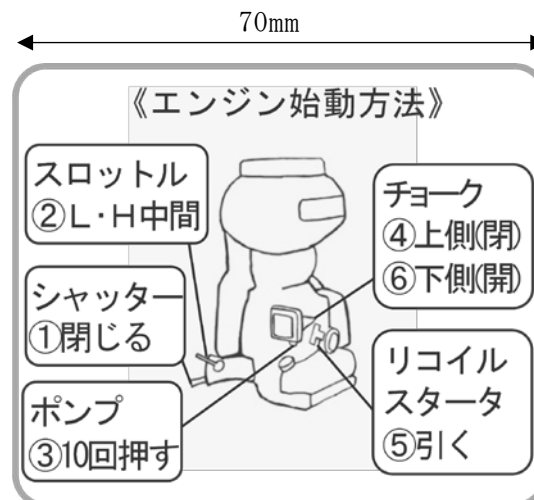
図6 操作手順毎の改良要望
(散布，エンジン停止，シヤッタ調節，経験別)



エンジン始動操作ラベル（1）



エンジン始動操作ラベル（2）



エンジン始動操作ラベル（3）

図7 エンジン始動操作ラベル

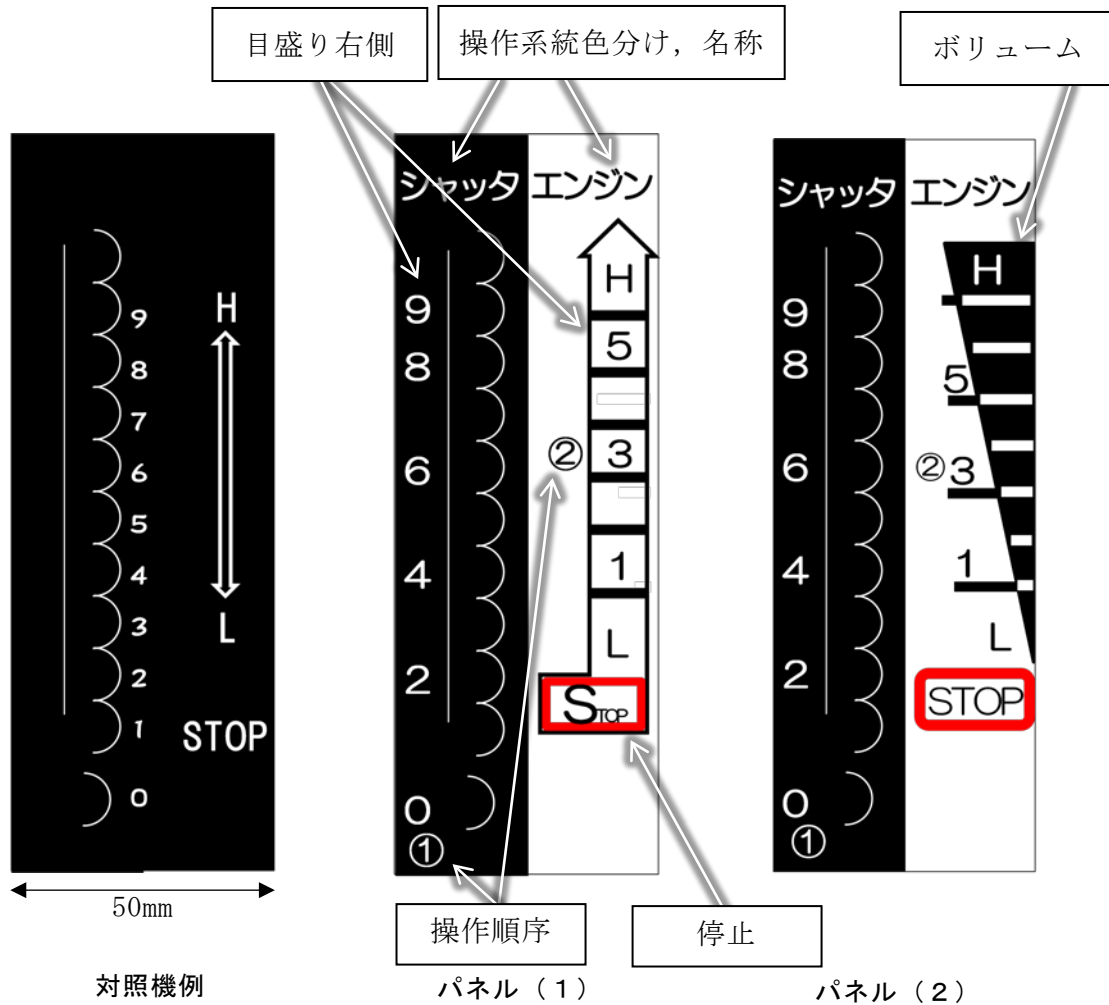


図8 レバーパネルモデル

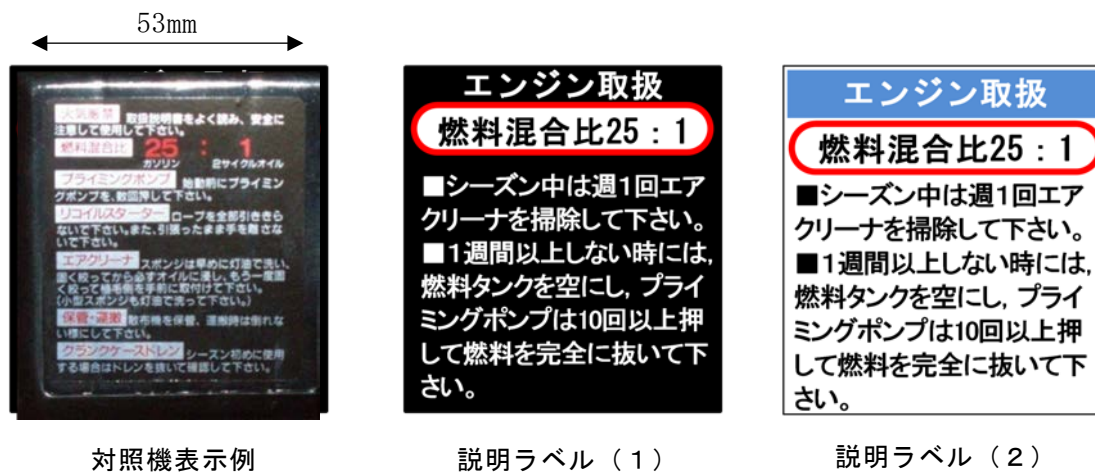


図9 エンジン取扱説明ラベルモデル

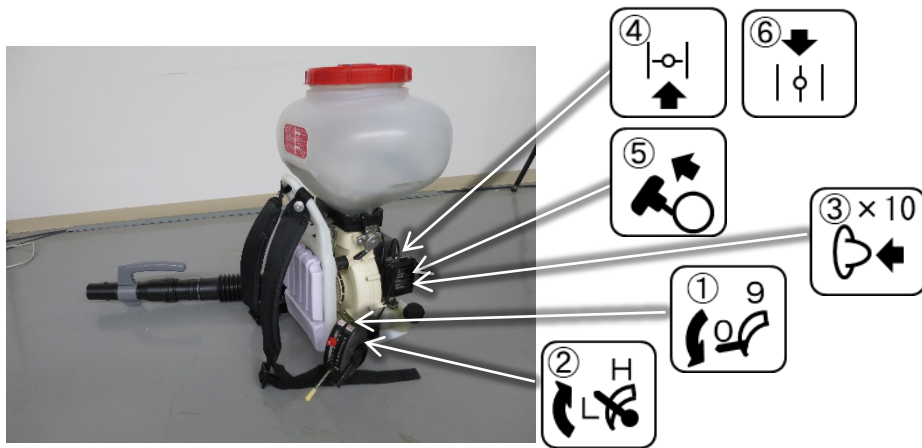


図10 供試機 E

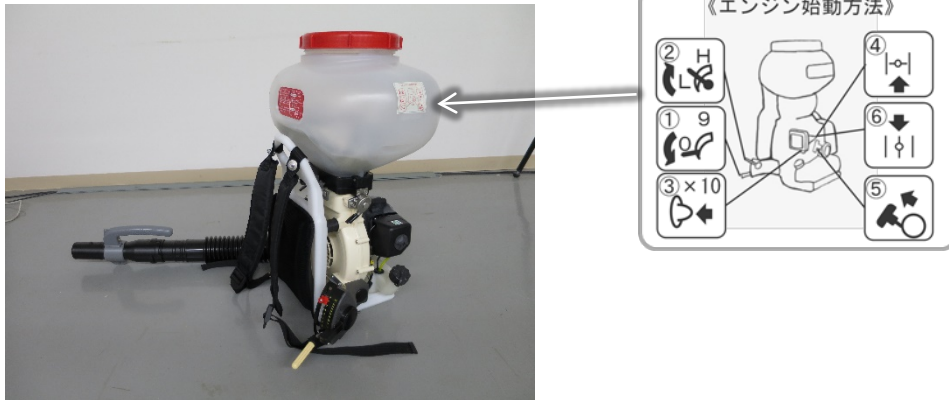


図11 供試機 F

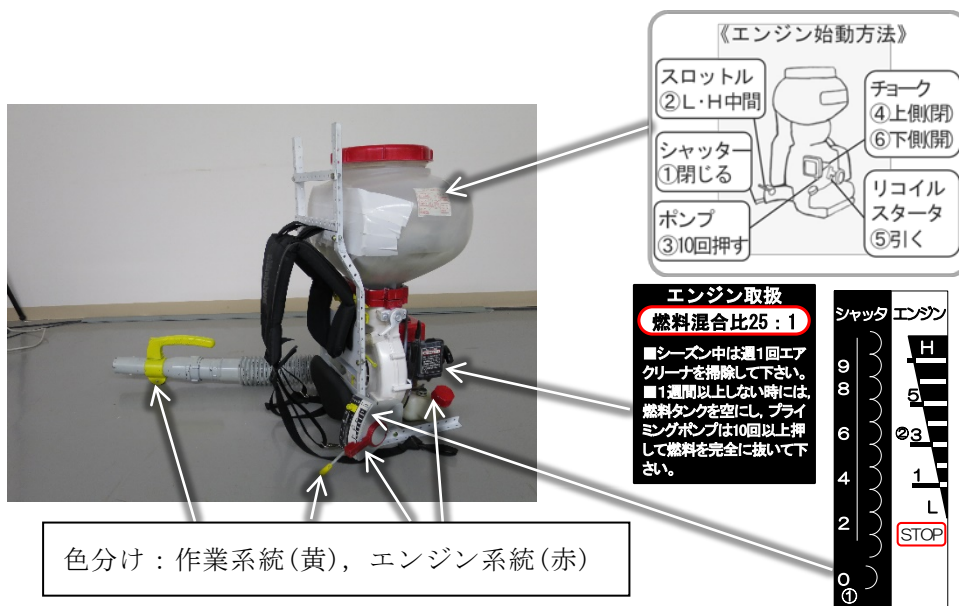


図12 供試機 G

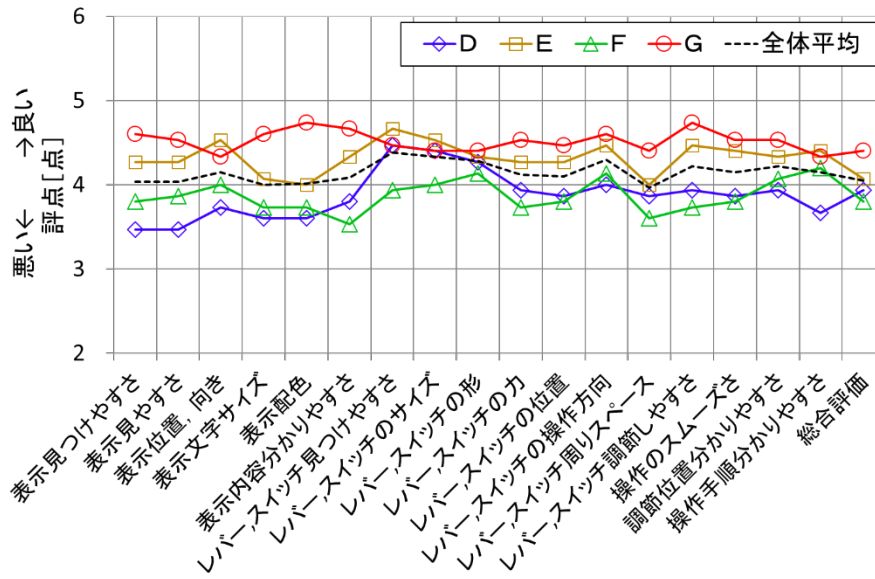


図13 主観評価結果（平均値，被験者全体）

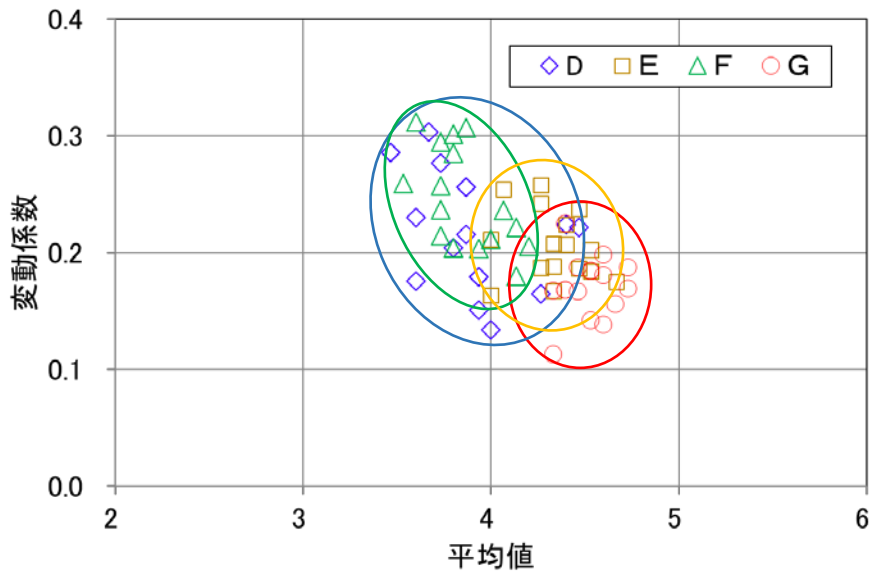


図14 主観評価結果（平均値と変動係数の関係，被験者全体）

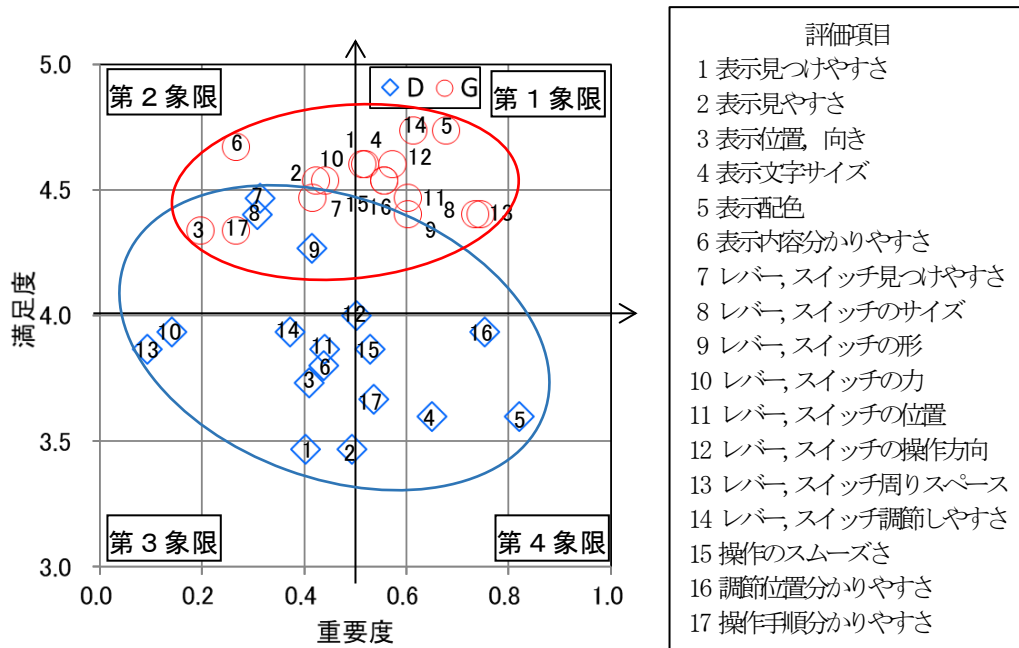


図15 主観評価結果 (CS分析, 被験者全体)

Investigation of Usability and Improvement of Labeling for Backpack Type Power Duster

Yutaka KIKUCHI

Abstract

The objective of this study is to improve usability of backpack type power dusters, taking the concept of a universal design into account. Also, the background of this study and the former studies on backpack type power dusters and universal design are reviewed.

We first evaluated the usability of four units of commercialized backpack type power dusters, employing the testing subjects of 16 people aged in their 20s to 60s. We asked the subjects to operate the machines, following the steps of “engine starting up”, “engine stopping”, “spraying of agricultural chemicals”, and “adjusting a metering shutter”. An interview thereafter was carried out for the subjects regarding usability or requirements to be improved. We obtained many requests for the improvement of machine from them. The requests were reviewed from the standpoints of a universal design concept.

As a result, we put our focuses on an improvement of labeling considering sensory and cognitive abilities of the users, and an improvement of control device, taking the users’ physical constitutions and abilities into account.

An improvement of labeling was carried out, while paying attention to cognitive abilities of the users. The labeling and control device on commercialized machines were investigated from the standpoint of user-friendliness, especially for an improvement in indicating information such as “an-easy-place-to-find”, “an-ease-of-understanding”. Three prototypes were made attached with the improved labeling, and these prototypes, together with the conventional machine, were evaluated in a subjective way. The subjects were 15 people aged in their 40s to 60s. We asked the subjects to operate the machines, following a simulated procedure such as starting up. After that, investigations of usability or requirement for improvement were carried out. The feedback differed depending on the skill of the operator. The best evaluated prototype was the one labeled with a procedure guidance and indicators of each control.