

# 農薬散布車の運転操作行動可視化の試み —操作性と安全性を両立する農機デザインの実現を目指して

小倉 加奈代<sup>1</sup> 湯木 正一<sup>2</sup> プリマ・オキ・ディッキ<sup>1</sup> 松田 浩一<sup>1</sup>

**概要:** 本研究では、農業従事者が農業機械をどのように操作しているかを明らかにするため、農業機械のうち、スピードスプレイヤー（以下SS）と呼ばれる果樹園に農薬を散布する機械車両を対象に、操作者視点のSSの操作行動の可視化を試み、操作行動の特徴を検討した。その結果、操作者の右手はハンドル操作が主であり、SSの移動操作の中心的役割を果たしていることが確認できた。左手については、農薬散布に関わる操作の中心的役割を果たしており、左手が4方向の散布コックスイッチ、パネル、ハンドル間を高頻度で行き来していることが確認できた。視線については、車両がほぼ前方への直進移動だったことを考慮すると、進行方向から視線を逸らしている割合が約4割あり、脇見に近い状況がしばしば発生しており、それが、農薬散布作業に関わる行動であることが明らかとなった。

**キーワード:** 操作行動分析, アノテーション, ホームポジション, 農業機械

## 1. はじめに

農林水産省の発表によると、基幹的農業従事者は減少傾向にあり、65歳以上の従事者は全体の70%を占める状況である[1]。この農業従事者の減少による労働力不足や高齢化の状況において、農作業の最適化・効率化に向けた新しい動きとしてAIやIoT等先端技術を活用したスマート農業の導入は新たな動きとして期待されている。実際に、自動操舵技術により新規就農者でも、熟練者と同等の精度・速度で作業が可能となり、新規参入を容易にし、生産性の向上の有効であることが確認される一方で、手間のかかる野菜・果樹に対する農作業の機械化が不十分であることも課題として指摘されている[1]。

また、令和2年度の農作業中の死亡事故に関する資料[2]において、農作業中事故死亡者のうち、65歳以上の農業従事者の割合は約80%となっており、事故の主な原因としては農業機械の操作に伴うものが約70%を占めることが報告されている。

これらの野菜・果樹の農作業に対する機械化の課題、高齢者の農業機械の操作時の事故防止対策を検討するにあたり、実際に農業従事者が農業機械をどのように操作しているかを示す事例がほぼないため、農業従事者視点の実際の農業機械操作状況をもとにした課題解決を行いにくいのが現状である。

本研究では、農業従事者が農業機械をどのように操作しているかを明らかにするため、農業機械のうち、スピードスプレイヤー（以下SS）と呼ばれる果樹園に農薬を散布する機械車両を対象に、操作者視点のSSの操作行動の可視化を試み、操作行動の特徴を検討する。具体的には、SS車内の前方と後方にビデオカメラを取り付け、操作者を前方

および後方から撮影して取得した映像データと、操作者にアイマーカーコーダを装着し取得した視線データの2種類のデータに対し、ハンドル、散布ボタン等の操作部品を基準とした操作行動のアノテーションを行い、アノテーション後のデータから農薬散布作業中の操作状況を整理し、操作行動の特徴を検討する。

本章以降、2章では、農業機械の操作行動分析に関する研究、農業機械以外の操作行動分析に係る研究について概観する。3章では分析対象となるSS本体および、データ取得時の状況等、取得データのアノテーション作業について説明し、4章では、アノテーション分析結果をまとめ考察する。5章では本論文のまとめと今後の課題について述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1 農業機械の操作行動分析

農業機械の操作行動分析では、農業機械視点での農業機械の作業精度や直進性をもとにした作業精度や作業効率に関する分析[3]や、アクションカメラを活用した作業記録収集と動画解析ソフトにより農業機械の移動動作解析[4]のような農業機械に焦点をあてた取り組みが多い。

作業者に焦点あてた分析として、作業姿勢や作業効率改善のための農業機械操作時の身体部位別作業姿勢の分析[5]、農業機械安全鑑定基準の見直しに必要なデータを得るために農業従事者を対象とした市販の農業機械のステップや手すりの高さへの適合性、座席調整範囲、ブレーキ操作力といった人間工学的な身体機能の実態調査[6]のような作業者の作業姿勢、作業者と農業機械との適合性を対象とした取り組みが存在する。このように、作業者に焦点をあてた分析事例は存在するものの、本研究で明らかにしたい

<sup>1</sup> 岩手県立大学  
Iwate Prefectural University  
<sup>2</sup> 株式会社やまびこ  
YAMABIKO Corporation

「作業者が何をどのように操作しているか」という観点とは異なるものである。

## 2.2 農業機械以外の操作行動分析

農業機械と類似する操作行動として、自動車運転があげられる。自動車実機の運轉行動分析の多くは、ハンドルやアクセル・ブレーキ操作を計測するためのセンサ類、車両の移動を計測するためのセンサ類や GPS を搭載した車両を運轉した際の車両の各操作測定値を利用している（例えば[7][8]）。これらの手法では、各測定値をもとに、「どのタイミングでどの操作が行われたか」を特定することはできるが、操作者が「どのように操作していたのか」についての操作と操作の間の動きを含めた分析が難しいため、本研究では、農業機械側の操作系の測定値を利用した分析手法は利用しない。

運轉者視点の分析としては、運轉姿勢や頭部の動き、視線、心拍や脳波などの生体反応に焦点をあてた分析手法の提案や分析事例が数多く存在する（例えば[9][10][11]）。また、無線加速度センサを利用し、運轉者のハンドル操作について「どのようハンドルを動かすのか」を分析手法も提案されている[12]。本研究では、操縦者の映像データに加えて、視線情報を分析に取り入れる。

## 3. SS の操作行動分析

本研究では、果樹防除作業での SS 操作者の映像データと視線データをもとに、「いつ、どの操作系を操作しているか」、「いつ、どこを見ているか」についてのアノテーションし、SS 操作時の行動を整理・可視化する。

本章では、SS による防除作業概要、収集データの説明、収集データの分析準備作業およびアノテーション作業について説明する。

### 3.1 SS による防除作業概要

本稿の分析対象データは、2020 年 5 月に岩手県花巻市石鳥谷滝田地区のりんご園にて実施された滝田りんご生産組合様による共同防除時の作業データである。防除作業は、傾斜する圃場のりんご樹木（図 1）に対し、株式会社やまびこ社（共立）製の SS（SSV1091FSC[13]）を操作して圃場内を移動しながら農薬を散布する作業である。SS による防除作業風景を図 2 に示す。



図 1：防除作業を実施する圃場風景

実際の防除作業では、圃場の移動操作と農薬散布操作の 2 つの操作が並行して行われる。

圃場の移動は、図 1 にある圃場のりんご樹木の間を垂直方向に進み、突き当たったら折り返して進むことを繰り返すことになるが、圃場は傾斜しており、路面には凹凸があるため、操作者はハンドルに気を配る必要があると推測できる。

農薬散布については、図 2 にある SS 本体のタンク後部に 4 箇所（左、右、左上、右上の 4 方向）の噴霧ノズルがついており、操作者が、送風機スイッチ（図 3 左パネル上段左ボタン）、および薬液ポンプスイッチ（図 3 左パネル上段右ボタン）を ON にし、さらにメインコックスイッチ（図 3 左パネル黄色枠内ボタン）を ON にした上、4 箇所の噴霧ノズルに対応する散布コックスイッチ（図 3 左パネル下段の 4 つの緑色ボタン）を ON にすることで農薬が散布される。なお、樹木の高さや葉枝の状況、風の強さと方向に応じて、4 つの噴霧ノズルそれぞれに対応する散布コックスイッチを ON/OFF し、農薬噴霧位置を調整する必要がある。



図 2：SS による防除作業風景



図 3：SS（SSV1091FSC）の運轉席

### 3.2 収集データ

SS の運転席の前方と後方に映像録画用カメラを搭載し、操作者の顔向きと手元が判別可能できる映像データ（図 4 右上・左上）を取得した。また、操縦者にアイマークレコーダを装着し、操縦者の視線データ（図 4 左下）も合わせて取得した。なお、SS の後続車両より SS の車両状況をビデオカメラにて撮影した車両状況データ（図 4 右下）も収集したが、アノテーション作業には使用していない。



図 4：収集した映像および視線データ  
(左上：前方，右上：後方，左下：視線，右下：車両)

### 3.3 収集データのアノテーション

本稿では、前節で説明した前方および後方からの映像データと視線データに対し、ELAN[14]を用いて防除作業に関する注釈ラベルを付与するアノテーションを行う。

アノテーションでは、表 1 のとおり、右手、左手、視線、車両の 4 つの注釈層を設定した。次項より、注釈層ごとの注釈ラベルについて説明する。

表 1：設定した注釈層と設定意図

注釈層	注釈ラベル設定意図
右手 左手	・ 右手/左手がどの操作系にあるかを特定 ・ 操作系の触れていない場合（例）ハンドルからスイッチに手が移動中、手が膝の上）は空欄
視線	・ どこを見ているかを特定
車両	・ 車両の進行方向を特定

#### 3.3.1 右手/左手に対応する注釈ラベル

右手・左手に対応するラベルは、SS 運転席のハンドルやスイッチ等の全操作系に直結するため、図 4 および図 5 として SS 運転席操作系説明図を示す。なお、これらの図に対応する実際の運転席が前掲の図 3 である。

図 3、図 4、図 5 からわかるようにスイッチ、レバー類が多く複雑であるため、事前に収集した全映像データを視聴し、操作系の利用頻度と、左右どちらで操作するかを把握した上で注釈ラベルを設定した。

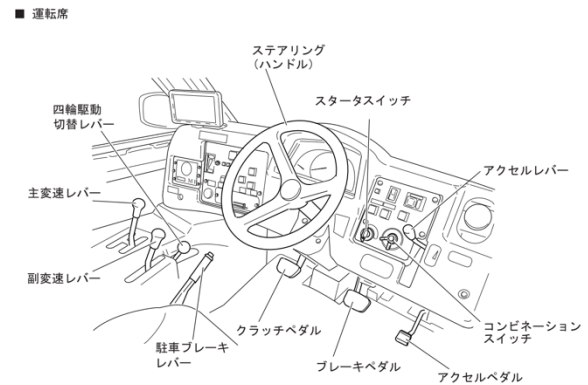


図 5：SS 運転席操作系説明図 ([13]より抜粋)

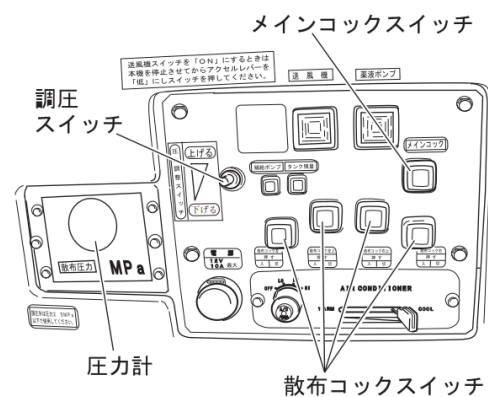


図 6：SS 運転席（左側）操作系説明図 ([13]より抜粋)

設定した注釈ラベルを右手・左手別に表 2 および表 3 に示す。なお、全てのボタン類の操作について、事前にボタンに手を乗せる動作と押下動作の 2 種類を確認したが、今回の注釈ラベル付与時には、手を置くと押下を区別せずに同じ動作して記述することとした。また、同時に複数のボタンに手を乗せるケースも確認でき、その場合は、手を乗せている全てのボタン記述することとした。

表 2：注釈ラベルと設置位置，判断基準（右手）

ラベル	位置	判断基準
ハンドル	ハンドル	ハンドルに手を置く（ハンドルを切る動作と手を添える動作の区別なし）
ワイパー	ハンドル右横パネル-右上（赤）	ワイパーボタンに手を置く/押下（1 段目と 2 段目の区別なし）
アクセルレバー	アクセルレバー	アクセルレバー操作
二輪/四輪ボタン	二輪：ハンドル横（緑） 四輪：ハンドル横（黄）	それぞれのボタンに手を置く/押下

表 3：注釈ラベルと設置位置，判断基準（左手）

ラベル	位置	判断基準
ハンドル	ハンドル	ハンドルに手を置く（ハンドルを切る動作と手を添える動作の区別なし）
主変速レバー	左手前赤い取っ手のレバー	当該箇所操作
副変速レバー	左手前下側レバー	当該箇所操作
四駆切替レバー	左手前レバー	当該箇所操作
メインコックスイッチ	左パネル-黄色枠内ボタン（緑）	当該ボタンに手を置く/押下
送風機スイッチ	左パネル-上段-左ボタン（緑）	当該ボタンに手を置く/押下
薬液スイッチ	左パネル-上段-右ボタン（緑）	当該ボタンに手を置く/押下
散布コックスイッチ(1/2/3/4)	左パネル-下段-左から 1/2/3/4 と識別	当該ボタンに手を置く/押下
調圧スイッチ	左パネル-トグル	当該ボタンに手を置く/操作
パネル	左パネル	左パネルに手を置いている場合.

### 3.3.2 視線に対応する注釈ラベル

視線に対応する注釈ラベルを表 4 に示す.

表 4：注釈ラベルと判断基準（視線）

注釈ラベル	判断基準
正面	正面を見ている
後ろ	後ろを見ている
右	右側を見ている(右窓注視時に限る.正面から後ろへの視線移動は含まない)
左	左側を見ている(左窓注視時に限る.正面から後ろへの視線移動は含まない)
パネル	正面を向いた状態でスイッチ周辺を見ている
下	足元や操作レバーを見ている

### 3.3.3 車両に対応する注釈ラベル

車両の注釈層に対応する注釈ラベルとして，前進/停車/左折/右折/左旋回/右旋回の 6 つのラベルを設定した. なお，これらは車両が直進している場合は，前進というように，それぞれのラベルに対応する車両の動きに合わせて記述する.

### 3.3.4 アノテーション作業

今回，アノテーション作業を行なったデータは 3.2 節で説明した防除作業データであり，分析対象データの総時間は約 23 分間である. このデータに対し，ELAN 上でアノテーション作業を図 7 に示す. 図 7 のように映像データと視線データを再生しながら前述の 4 つの注釈層ごとにラベルを記述した.

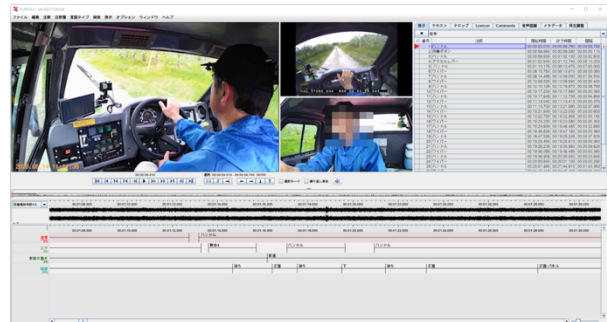


図 7：ELAN 上でのアノテーション作業

## 4. アノテーション作業結果

アノテーション作業後のデータには，右手，左手，視線，車両の動きの 4 つの注釈層ごとに，付与した注釈ラベルとその開始時間，終了時間，開始から終了までの時間（間隔）が記録される. この記録をもとに，分析対象データの総時間に対する注釈ラベルの割合，頻度を求めることができる. 本章では，4 つの注釈層のうち，右手，左手，視線の 3 つの注釈層ごとに整理したデータについて次節より説明する. なお，車両の動きについては，全体の約 9 割が前進で，残りは右への旋回が約 5% (4 回)，左への旋回も約 5% (3 回) で分析データはほぼ前進している状況での作業状況であった.

### 4.1 右手についての分析結果

右手の付与ラベル割合を示した図 8 より，右手はハンドルを操作しているもしくは，ハンドル上に手が置かれている状態がほとんどであることがわかる. なお，注釈ラベルのうち「各ラベル間」は，例えばハンドルからアクセルレバーに手が移動している状況がこのラベルにあたる.

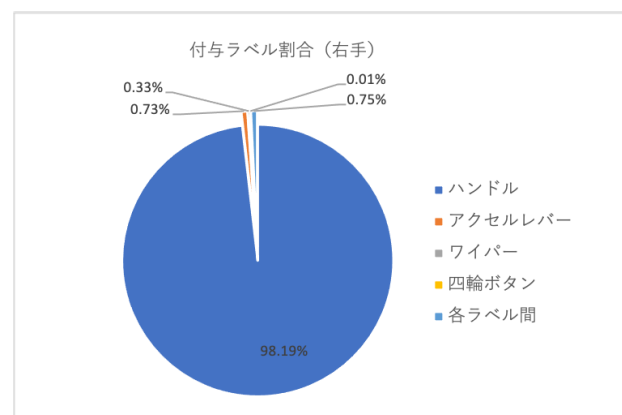


図 8：右手の付与ラベル割合（分析対象時間 23 分 10 秒）

#### 4.2 左手についての分析結果

左手の付与ラベル割合を示した図9より、左手は分析対象時間の約半分について、SS本体のタンク後部の4方向の噴霧ノズルの操作に関わる散布コックスイッチのいずれかに手が置かれているもしくは押下状態にあることがわかる。また、表5の頻度より、左手は、4つの散布コックスイッチ、パネル、ハンドルを高頻度で行き来している状況であることがわかる。

なお、3.1節で説明したように送風機スイッチと薬液スイッチがONの状態、メインコックスイッチをONにし、4つの散布コックスイッチを操作することで農薬が対応する噴霧ノズルより散布されることになるため、実際に、送風機スイッチ、薬液スイッチ、メインコックスイッチそれぞれの操作頻度は農薬散布開始に対応する1回のみであるため、これらのスイッチの操作割合が低くなっている。

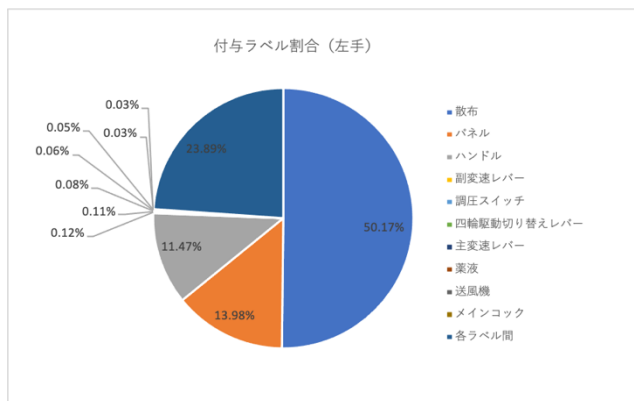


図9：左手の付与ラベル割合

表5：左手の付与ラベル（割合1%未満のラベルは除外）

ラベル	時間 (分:秒:ミリ秒)	頻度	割合(%)
散布 (1/2/3/4)	11:37.6	52	50.17%
パネル	03:14.3	15	13.98%
ハンドル	02:39.5	7	11.47%
各ラベル間	05:32.1	-	23.89%
全体	23:10.3	83	100.00%

#### 4.3 視線についての分析結果

視線の付与ラベル割合を示した図10より、作業中の視線は、作業時間全体の約6割は正面を見ており、後ろ、パネル、右方向へ視線を向けている時間も合わせて4割強と正面以外を見ている割合が比較的高いことがわかる。また表6について、全分析対象時間中に345回(約4秒に1回)と頻りに視線の向きを変えていることがわかる。

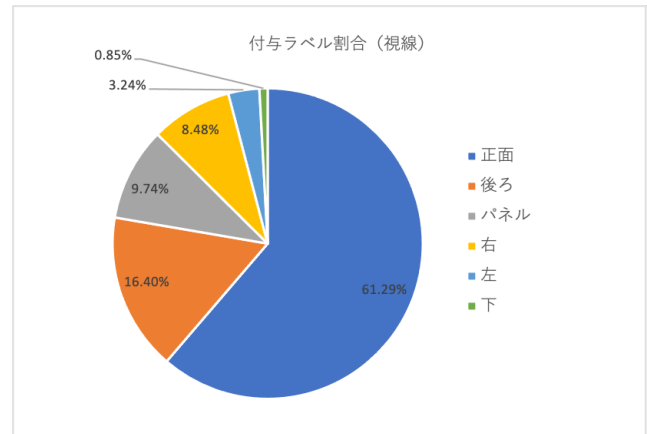


図10：視線の付与ラベル割合

表6：視線の付与ラベル

ラベル	時間 (分:秒:ミリ秒)	頻度	割合(%)
正面	14:12.1	135	61.29%
後ろ	03:48.1	70	16.40%
パネル	02:15.3	75	9.74%
右	01:57.9	37	8.48%
左	00:45.0	24	3.24%
下	00:11.09	4	0.85%
全体	23:10.3	345	100.00%

#### 4.4 分析結果のまとめと考察

前節までの結果をまとめると右手、左手、視線それぞれに対して以下のことがいえる。

- **右手**：ハンドル操作が主であり、SSの移動操作の中心的役割を果たしている。
- **左手**：4方向への農薬の噴霧ノズル操作に直結する散布コックスイッチおよび、農薬散布に関わるボタン類が集中する左側パネルに手が置かれている状態6割強であることから、左手は農薬散布に関わる操作の中心的役割を果たしている。また、左手が4方向の散布コックスイッチ、パネル、ハンドル間を高頻度で行き来していることが予想される。
- **視線**：車両がほぼ前方への直進移動だったことを考慮すると、進行方向から視線を逸らしている割合が約4割あり、脇見に近い状況がしばしば発生している。さらに、視線を向ける方向を4秒に1回と高い頻度で変えている。

上記のうち、左手の散布コックスイッチの付与ラベルが多い点、および左手が異なるスイッチ、パネル、ハンドルを高頻度で行き来している点と視線方向が高頻度で切り替わっている点について別途考察する。

#### 4.4.1 左手の4つの散布コックスイッチの操作状況

左手の4つの散布コックスイッチのみの操作状況について表7に示す。なお、4つのスイッチは左から散布1、散布2、散布3、散布4となっており、SSの噴霧ノズルの位置もスイッチの配置順に対応している。また、操作者が複数のスイッチを同時に操作している場合（散布1と散布4、散布2と散布3の2つの組み合わせのみ）があったため、2つの複数組み合わせ分の加えて割合等を算出した。

表7：散布コックスイッチ（左手）ごとの割合

ラベル	時間	頻度	割合(%) (全体)	割合(%) (散布)
散布1	00:01.7	2	0.12%	0.25%
散布2	00:50.0	4	3.59%	7.16%
散布3	03:32.6	18	15.29%	30.48%
散布4	04:24.9	11	19.05%	37.97%
散布1,4	01:26.8	9	6.24%	12.44%
散布2,3	01:21.6	8	5.87%	11.70%
合計	11:37.6	52	50.17%	100.00%

表7より、4つの散布コックスイッチのうち、左側に位置する散布1,2のスイッチの頻度よりも右側に位置する散布3,4のスイッチの操作頻度が高く、操作時間も長いことがわかる。さらに、散布3,4の頻度と割合が逆転していることから、散布4のスイッチは、散布3に比べて1回の操作時間が長いことがわかる。

なお、視線に関する分析結果のうち、左側よりも右側の視線向きの頻度および割合が高いことを考慮すると、散布状況について視線を向けて確認しながら農薬散布操作を行っているために、右側の散布コックスイッチの操作頻度および割合、右側へ視線を向ける頻度および割合が高くなっていることが考えられる。

#### 4.4.2 左手の高頻度な操作系間の移動状況

左手が4つの散布コックスイッチ、パネル、ハンドルおよび、ラベルからラベルへの移動状態の頻度および割合が高いことについて、該当ラベルが付与されている箇所の映像データを分析した結果、図11のようなスイッチを操作せず単にパネル上に手を置いている状況や、散布コックスイッチを押下せずにスイッチ上に手を置いている状況が頻繁に起こっていることがわかった。



図11：左パネルに手が置かれている状況

散布コックスイッチの操作頻度から左手が約25秒に1回散布コックスイッチに触れるもしくは押下していることが明らかであるため、次の操作に備えてパネルもしくは散布コックスイッチ付近に手を待機させている可能性が考えられる。また、このことは、ジェスチャーにおけるホームポジション[15]と呼ばれる動作起点と関係するとも考えられる。図11の左手の状況を見るとこのままの位置にある程度の時間留めるには、不自然な姿勢であると考えられ、今回対象となったSSの運転席の設計に問題があることも考えられる。

一般的な自動車の運転席には、左側にアームレストがあり、このアームレストの存在がギアや空調ボタン操作時のホームポジション的役割を果たしていると考えられる。SSの運転席についても、例えば図12のようにハンドルに操作頻度が高い散布コックスイッチを配置するハンドル型パネルや、運転席左側にアームレストを設置し、そこに操作パネルを配置するアームレスト型パネルが改善案として考えられる。このような操作パネルデザインを導入することで手や視線の無駄な遷移が減り、操作効率が向上する可能性があると考えられる。

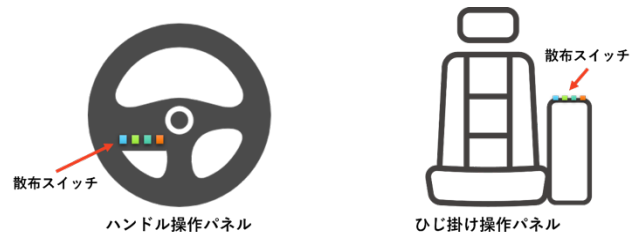


図12：操作パネルの改善案一例

#### 4.4.3 視線方向の高頻度な切り替わり

視線方向が高頻度に切り替わっている原因を考えると、4.4.1項で説明したように、農薬散布操作と連動して、視線方向を切り替えていることが大きな理由と考えられる。前述の通り、SSの操作は、車両移動するための操作、農薬散のための操作の2つが並行して行われるため、車両移動方向である正面と、農薬散布操作に関わる左パネル、農薬散布方向をみる必要があるために視線方向の切り替え頻度が高くなると考えられる。

この点について、自動車運転中の脇見の罰則が厳罰化された事実から、車両移動中に進行方向とは異なる方向に視線を向けることは安全性の面で望ましくないことが考えられる。現状のSS操作について車両移動と農薬散布の2つの作業が並行して行われる点について、いずれかの作業を軽減する方向での改善の検討が必要であると考えられる。

## 5. まとめと今後の課題

本研究では、農業従事者が農業機械をどのように操作しているかを明らかにするため、農業機械のうち、スピードスプレイヤー（以下SS）と呼ばれる果樹園に農薬を散布する機械車両を対象に、操作者視点のSSの操作行動の可視化を試み、操作行動の特徴を検討した。その結果、操作者の右手はハンドル操作が主であり、SSの移動操作の中心的役割を果たしていることが確認できた。左手については、農薬散布に関わる操作の中心的役割を果たしており、左手が4方向の散布コックスイッチ、パネル、ハンドル間を高頻度で行き来していることが確認できた。視線については、車両がほぼ前方への直進移動だったことを考慮すると、進行方向から視線を逸らしている割合が約4割あり、脇見に近い状況がしばしば発生しており、それが、農薬散布作業に関わる行動であることがわかった。また、左手のスイッチやパネル、ハンドル間を高頻度で行き来している理由として、次の操作に備えてパネルもしくは散布コックスイッチ付近に手を待機させている可能性が考えられ、この点の改善のために、ハンドルに操作頻度が高い散布コックスイッチを配置するハンドル型パネルや、運転席左側にアームレストに操作パネルを配置するアームレスト型パネルのようなホームポジション的機能を取り入れたパネルデザインが有効である可能性があることを示した。

今後は、異なる操作者でも同様の結果が得られるのか別データでの分析を進めるとともに、運転席の操作性向上の改善案として提示したハンドル型パネルやひじ掛け型パネルの実装とシミュレータによる評価を進める予定である。

**謝辞** 本研究は株式会社やまびこ様との共同研究として実施されたものである。また、本研究で使用するデータの収集にご協力くださった滝田りんご生産組合様と、本研究のデータ分析作業にご協力くださった佐藤楓氏に感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] 農林水産省 令和3年度 食料・農業・農村白書  
([https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w\\_maff/r3/index.html](https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r3/index.html)) (最終閲覧日:2022.7.26)
- [2] 農林水産省 令和2年に発生した農作業死亡事故の概要  
([https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s\\_kikaika/anzen/attach/pdf/index-32.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_kikaika/anzen/attach/pdf/index-32.pdf)) (最終閲覧日:2022.7.26)
- [3] 白井 康裕, 村上 則幸, 澁谷 幸憲, 吉田 晋一, 吉田 和正, 佐々木 亮, 山田 洋文, 松本 匡祐, 潜在的な性能と経済性から見た直進自動操舵機能付田植機の将来展望, 農作業研究, 56巻, 4号, p. 255-262, 2021
- [4] 菊地麗, アクションカメラを活用した作業記録と動画解析ソフトによる移動体の動作解析, 農作業研究, 56巻, 1号, p. 49-51, 2021.
- [5] 片平 光彦, 花き類の移植と収穫作業での作業能率と作業姿勢について, 農作業研究, 55巻, 4号, p. 257-261, 2020.
- [6] 富田宗樹, 皆川啓子, 土師健, 杉浦泰郎, 塚本茂善, 川瀬芳順, 農業機械における操作装置の実態と高齢者及び女性への適応性, 農作業研究, vol.48(1), pp.21-27, 2013.
- [7] Oliver, N. and Pentland, A.: Graphical Models for Driver Behavior Recognition in a Smartcar, IEEE IV2000, pp.7-12, 2000.
- [8] 景山一郎, 栗谷川幸代: ドライバモニタリングカーの構築, 自動車技術, Vol. 58, No. 12, pp.46-52, 2004.
- [9] 徳光 文広, 鐵本 雄一, 車両を運転する人間の姿勢変化の観察に基づく考察, マツダ技報, 2019, 36巻, p. 229-234, 2019.
- [10] 飯田裕康, 酒井一博, 前原直樹, 五井美博, 長池直文: 自動車運転行動の分析 (第1報), 人間工学, vol.26, pp.78-79, 1990.
- [11] Xing, Yang & Lv, Chen & Cao, Dongpu. Driver Behavior Recognition in Driver Intention Inference Systems. 10.1016/B978-0-12-819113-2.00005-1, 2020.
- [12] 多田昌裕, 納谷太, 大村廉: 無線加速度センサを用いた運転者行動の計測・解析手法, 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム, 91(4), pp.1115-1129, 2008.
- [13] 株式会社やまびこ, 共立スピードスプレイヤー 取扱説明書 SSV1091FSC SSV1091FSC/L, ([https://www.yamabiko-corp.co.jp/files/topics/10832\\_ext\\_01\\_0.pdf](https://www.yamabiko-corp.co.jp/files/topics/10832_ext_01_0.pdf)) (最終閲覧日: 2022.7.26)
- [14] ELAN | The Language Archive, Max Planck Institute for Psycholinguistics, (<https://archive.mpi.nl/tla/elan>) (最終閲覧日: 2022.1.20)
- [15] 細馬 宏通, 非言語コミュニケーション研究のための分析単位: ジェスチャー単位(<連載チュートリアル>多人数インタラクションの分析手法 [第5回]), 人工知能, Vol.23, No.3, pp. 390-396, 2008.