

平成21年度  
試験研究成績

21-1 農業機械の安全性に関する研究（第30報）

平成22年6月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
生物系特定産業技術研究支援センター  
農業機械化研究所

## まえがき

農林水産省の調査によると平成 20 年の農作業死亡事故件数は 374 件であった。前年より 23 件減少したものの、400 件前後という数字は 30 年間ほとんど変化がなく、就農者人口の減少や就農者の高齢化を考えると、一層深刻化していると言わざるを得ない。このままの傾向が続けば、食糧自給率向上に必要な生産基盤の維持・発展に大きな支障を来すことが危惧される。行政、教育、啓発、普及、研究・開発等の関係機関の一層の奮起が期待されるとともに、関係機関の一層緊密な連携により、現状を打開し、安心・安全な農作業環境を実現することが強く求められている。

生物系特定産業技術研究支援センター基礎技術研究部安全人間工学研究ならびに特別研究チーム（安全）では、これまで農業機械の安全性・快適性の向上や健康障害防止に向けたハードウェアおよびソフトウェアの開発研究を行ってきた。今後も積極的に関係機関と連携し、開発研究の成果を広く発信するとともに、寄せられた情報を開発研究にフィードバックして、安心・安全な農作業環境の実現に寄与できる技術・装置等を世に送り出す所存である。

平成 21 年度は、次の 3 つの研究課題に取り組んだ。1 課題目は、「農作業の安全支援技術の開発」で、トラクタの農道走行時に路肩の接近に対して警告を発する危険状況警告システムの開発と、インターネット上で農業機械による作業を安全に行うために必要な知識を効果的に学習できる農作業安全 e ラーニングシステムの開発の 2 つの内容から構成している。本課題は当該年度を持って終了した。

2 課題目は、「圃場間移動の安全性向上技術の開発」である。トラクタが高速で路上走行する際の走行安定性の向上を図るため、トレーラにロータリ等のトラクタ直装式作業機を載せて圃場間移動を行うことを念頭に置き、作業機等の積載が容易で、汎用性があり、なおかつ法令に準拠したトレーラを試作し、実用化に必要な構造要件を明らかにする。本課題は 3 年計画の 2 年目に当たる。

3 課題目は、「自脱型コンバイン緊急停止装置の性能向上技術の開発」である。自脱型コンバインの手こぎ作業時における巻き込まれ事故低減のため、緊急停止ボタン作動後、より短時間でフィードチェーンを停止させる機構を開発する。本課題は当該年度を持って終了した。

当研究単位では、研究途上であっても成果の一端を公開することによって農業機械メーカーや作業技術研究者等に有効利用されるよう速報としてとりまとめている。この取り組みも昭和 51 年度以降、今回で第 30 報になる。この成績書がさらなる農業機械・農作業の安全性・快適性向上の一助となれば幸いである。

なお、研究の実施に当っては、多くの方々の協力をいただいた。ここに記して感謝の意とする。

平成 22 年 6 月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
生物系特定産業技術研究支援センター  
基礎技術研究部安全人間工学研究  
特別研究チーム（安全）

農作業安全情報センターホームページ  
<http://brain.naro.affrc.go.jp/anzenweb/>

# 農業機械の安全性に関する研究（第30報）

## 目 次

まえがき

1．農作業の安全支援技術の開発	1
- 機械作業における安全操作支援システムの開発	
- 危険状況警告システムの開発	
2．農作業の安全支援技術の開発	15
- 機械作業における安全操作支援システムの開発	
- 農作業安全eラーニングシステムの開発	
3．圃場間移動の安全性向上技術の開発	21
- トラクタ作業機運搬用台車の研究	
4．自脱型コンバイン緊急停止装置の性能向上技術の開発	29

# 1. 農作業の安全支援技術の開発

## ー機械作業における安全操作支援システムの開発

### ー危険状況警告システムの開発

特別研究チーム（安全）

志藤博克、積 栄、岡田俊輔  
基礎技術研究部メカトロニクス研究  
牧野英二、濱田安之、埴 圭二  
岩手大学農学部 武田純一  
宇都宮大学農学部 柏崎 勝

【摘要】 距離画像センサの空間的・時間的誤差を把握し、昨年度試作した路肩判別ソフトのアルゴリズムに精度向上をねらいとした改良を加え、乗用トラクタで舗装路や未舗装路などを走行した時の警告の発信状況から改良効果を調査した。その結果、路肩判別精度の向上は確認されたが、路面に凹凸や雑草がある場合は改良効果は認められなかった。さらに、路面の凹凸の影響を受けにくいアルゴリズムを検討し、警告システムの実用上の課題を整理した。

## 1. 目的

農作業事故低減のために、自動車等の他分野で導入されている、事故を未然に防ぐアクティブセーフティ（予防安全）技術を活用した危険状況警告システム（以下、警告システム）を開発する。警告システムは、トラクタが路上走行中に路肩から転落・転倒することを未然に防ぐため、路肩の接近に対して警告を発することを目的としている。警告システムは、トラクタの安全フレーム上に設置した距離画像センサ（二次元スキャンのレーザレンジファインダ）によって前方地表面を測定し、ソフトウェアにより路肩形状を判別し、予め設定した範囲内に路肩が入ったかどうかを判定する仕組みとしている。

今年度は、トラクタに設置した距離画像センサの空間的・時間的誤差を把握し、昨年度試作した路肩判別ソフトの判別精度の向上をねらいとした改良を加えるとともに、舗装路や未舗装路などを走行した時の警告の発信状況を調査し、警告システムの実用上の課題を整理する。

## 2. 方法

### 1) 距離画像センサの誤差測定

路肩判別ソフトの精度向上を図るには、距離画像センサ（日本信号（株）FX6+、表1、以下センサ）をトラクタに設置した状態での測定精度を把握する必要がある。そこで、機関出力15kWのトラクタの2柱式安全フレーム上にセンサを設置し、コンクリート平面上で測定対象物までの距離や地表面の高さを測定した。測定対象物は幅1825mm、高さ920mmの発泡スチロール製直方体で、トラクタ後車軸中心から前方に3m、4m、5m、6mと距離を変えて置いた（トラクタ後車軸からセンサ受光部までの水平距離は407mm）。また、エンジン振動による測定精度への影響を確認するため、エンジン停止状態およびエンジン回転速度を950rpmと1800rpmとした状態で測定した。空間的誤差は、各条件において測定した時の1フレーム分のデータと実際の距離との誤差および標準偏差で評価した。時間的誤差は、測定時間3秒間（12フレーム分）のデータのばらつき（標準偏差）で評価した。測定風景を図1に示す。

表 1 距離画像センサ (FX6+) 主要諸元

型式		日本信号 LA9517D
フレームレート [f/s]		4±0.4
測点数	測点座標	水平 73×垂直 88
	測点数	6424
走査視野角	水平方向[°]	±25°
	垂直方向[°]	±30°
走査角精度[°]		0.5 以内 (走査角±30° のとき)
距離範囲[m]		0.5~5.0 (反射率 25%以上, 拡散体) ※反射率によっては最大 16m まで可能
距離精度[cm]		±8 以下 (反射率 25%以上, 拡散体, 距離 5m)
レーザ安全基準		クラス 1 (IEC60825-1 : 2001) ※近赤外パルスレーザ使用
通信規格		USB2.0
距離分解能[bit]		12 (1digit あたり約 4mm)
測距データ転送周期 [f/s]		4 (250ms±25ms)
寸法 [mm]		全長 110×全幅 64×全高 142 (ケーブル、取付け金具を除く)
質量[kg]		1.0 (ケーブル、取付け金具を除く)
電源		DC12V±0.6V、1.8A 以下



図 1 誤差測定試験風景

(1) 空間的誤差の測定

① 水平距離値の誤差測定

水平距離の誤差は、測定対象物までの水平距離のセンサによる測定値 (以下、水平距離値)

と巻尺による実測値を比較して求めた。図 2 に示すように距離画像（センサの測定画面）の縦方向が X 座標、横方向が Y 座標である。距離画像左右方向の中央（Y=43）で、なおかつ測定対象物の垂直面にあたる部分の距離画像上の X 座標の範囲におけるデータを抽出して、実測値との差の平均値と標準偏差を求めた。X 座標の範囲は、3m の時は 34～58、4m の時は 24～45、5m の時は 20～36、6m の時は 14～25 と距離が遠くなるにつれてデータ点数が少なくなるので、距離によって誤差および標準偏差の精度が異なることが懸念された。そこで、すべての地点のデータ数を、最もデータ点数が少なくなる 6m 地点のデータ数（12 個）に合わせることとし、3～5m の地点でのデータからなるべく均等にデータを抽出して誤差と標準偏差を求めた。

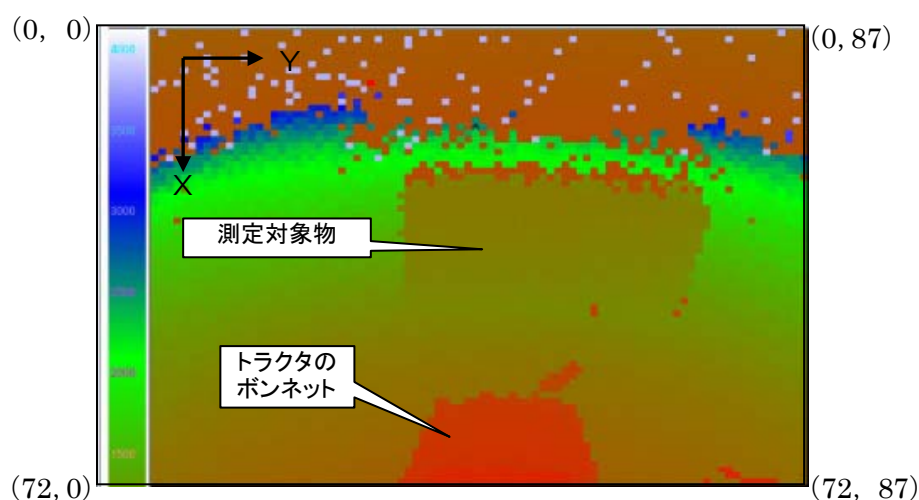


図 2 距離画像および座標方向

## ②地表高さ値の誤差測定

地表面の高さ方向の測定値（以下、地表高さ値）の誤差把握では、コンクリート地表面のセンサ測定値の誤差と標準偏差を求めた。トラクタ後車軸中心からの距離が 3～6m の地表のデータを取得している距離画像の X 座標（3m 地点で 52、4m 地点で 42、5m 地点で 34、6m 地点で 28）において、測定対象物の幅に相当する Y 座標の範囲のデータから地表面との誤差の平均値と標準偏差を求めた。なお、Y 座標の範囲は、3m 地点で 31～74、4m 地点で 34～71、5m 地点で 37～65、6m 地点で 39～64 と距離が遠くなるにつれてデータ点数が少なくなった。誤差および標準偏差の精度をそろえるため、すべての地点のデータ数を、最もデータ点数が少なくなる 6m 地点のデータ数（Y 座標 39～64 の 26 個）に合わせることにした。

## (2) 時間的誤差の測定

### ① 水平距離値の時間的ばらつき

トラクタ後車軸中心から測定対象物までの距離を 3m、4m、5m、6m とした時の、測定対象物の特定の部位までの水平距離値と実際の距離との誤差の 12 フレーム分（1 フレームは 0.25s）の平均値と標準偏差を求めた。特定した部位は、測定対象物の垂直面上の地上高さ 50cm 付近の部分とし、距離画像上でこの部位に相当する X 座標（測定対象物が 3m の時は 36、4m の時は 35、5m の時は 28、6m の時は 23）におけるデータを抽出して誤差を求めた。なお、Y 座標

は 43（距離画像の左右方向の中央）とした。

## ②地表高さ値の時間的ばらつき

トラクタ後車軸中心から測定対象物までの距離を 3m、4m、5m、6m とした時の、地表高さ値の誤差の 12 フレーム分（1 フレームは 0.25s）の平均値と標準偏差を求めた。測定対象物までの距離を変えた時の各 X 座標は 3m の時は 52、4m の時は 42、5m の時は 34、6m の時は 28 であった。なお、Y 座標は 43（距離画像の左右方向の中央）とした。

## 2) 路肩判別ソフトの改良

昨年度の路肩判別ソフトでは、路肩に雑草が茂っている等の条件下では警告を発信し続けることがあった他、路肩を判別しない場合も多かった。距離画像センサの誤差測定試験から得られた結果から、判別時の閾値を設定しても判別精度に変化は見られなかった。そこで、路肩判別のアルゴリズムを再検討することとした。

なお、路肩判別ソフトでは、センサから前方へ予め設定した距離に路肩接近判定ラインを設け、その位置において、トラクタ車体中心から左右へ路肩警戒幅を設定し、この路肩警戒幅よりも内側に路肩と判別された部分が侵入した場合に警報を発するようにしている。路肩接近判定ラインと路肩警戒幅の位置関係を図 3 に示す。

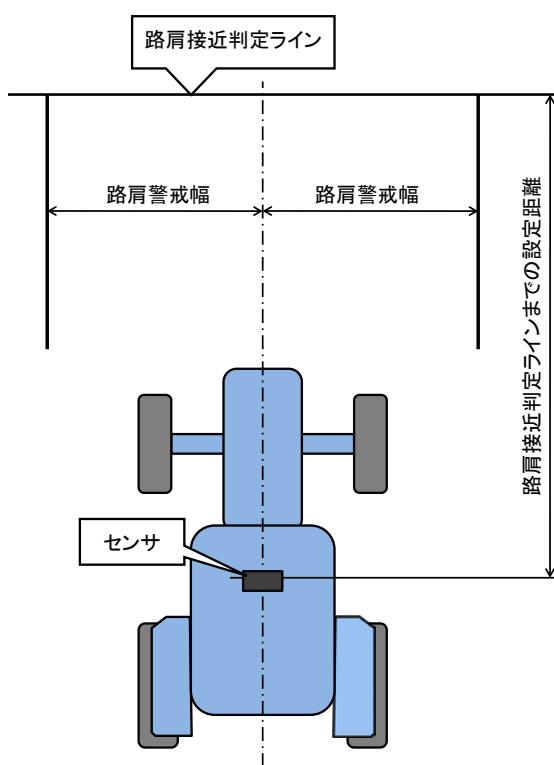


図 3 路肩接近判定ラインと路肩警戒幅の位置関係

## 3) 路肩判別ソフトの新たなアルゴリズムの検討

改良を加えた路肩判別ソフトの動作確認の結果、凹凸の激しい路面で判別精度が低下する原因は、トラクタの姿勢の変化によりトラクタの座標系と水平時の座標系にずれが生じるためと考えられた。そこで、トラクタ姿勢の変化による路肩判別精度への影響を与えにくい、路面高さを相対比較する新たな路肩判別法を検討した。

#### 4) 動作確認試験

##### (1) 改良した路肩判別ソフト

改良を加えた路肩判別ソフトの動作を確認するため、トラクタで舗装路および未舗装路などを走行し、警告の発信状況を確認した。動作確認は、側溝やコンクリート製水路から1m離れた路面にトラクタ車輪の外側がくるように直進し、側溝等から50cmの位置まで接近後、直進し、再び側溝等から1mの位置まで離れて直進する場合と、アスファルト舗装路を直進した場合の2通りで行った。直進、接近、離脱の各区間はそれぞれ同じ距離とし、状況に応じて3~10mに設定した。試験路の一例を図4に示す。試験路は、アスファルト舗装路(図5)、凹凸の少ない未舗装路(図6)、コンクリート製水路脇の未舗装路(図7)、凹凸の多い未舗装路(図8)とした。路肩接近判定ラインをセンサから前方3~5mに、路肩警戒幅を0.5~2mに設定を変えながら警告の発信状況を確認した。

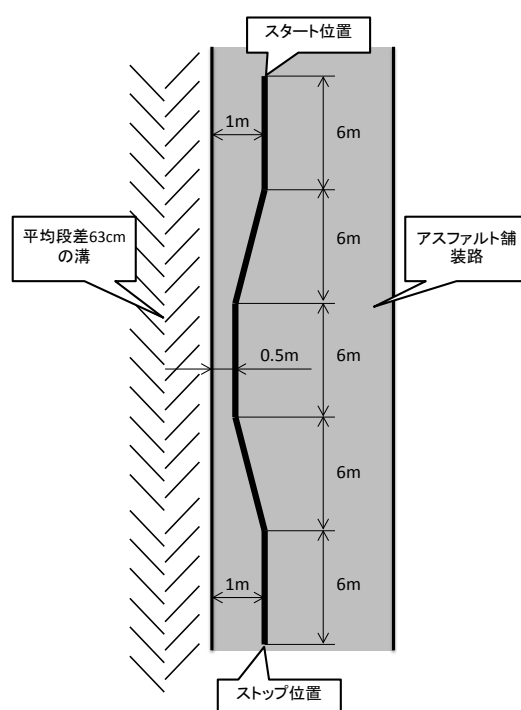


図4 試験路設定の一例



図5 アスファルト舗装路



図6 凹凸の少ない未舗装路





図7 コンクリート製水路脇の未舗装路



図8 凹凸の大きい未舗装路

## (2) 新たなアルゴリズムによる路肩判別ソフト

新たなアルゴリズムの有効性は、アスファルト舗装路を走行した時と、比較的凹凸が多く路面に雑草が生えている未舗装路を走行した時の路面状況を測定し、この時のデータを新たなアルゴリズムに当てはめて演算し、実際の路肩位置と比較することによって確認した。

なお、路面状況を測定するにあたっては、トラクタのボンネットによる死角が生じることを避けるため、センサをトラクタ前端に取り付けることとした。

## 5) 実用上の課題

上記1)～4)の結果を踏まえ、本警告システムの実用性について課題を整理した。

## 3. 結果

### 1) 距離画像センサの誤差測定

#### (1) 空間的誤差の測定

##### ① 水平距離値の誤差

図9に測定対象物をトラクタ後車軸中心から5mに置いた時の、測定対象物までの水平距離値と高さ値の関係の一例を示す。

測定対象物までの水平距離値の誤差は、4m地点では8～10cmと低減したが、それよりも距離が離れるにしたがって誤差も拡大し、5m地点では15～20cmになった(図10)。これはセンサの特性によるもので、メーカーによれば、センサの受光レベルに応じて2段階の測距モードが用意されており、そのモード切替の境界が不連続であることが影響しているとのことであった。標準偏差は、測定対象物までの距離との相関性はあまり見られず、3～9cmの範囲に分布した(図11)。なお、エンジン回転速度の違いによる標準偏差への影響に有意な差はなかった。

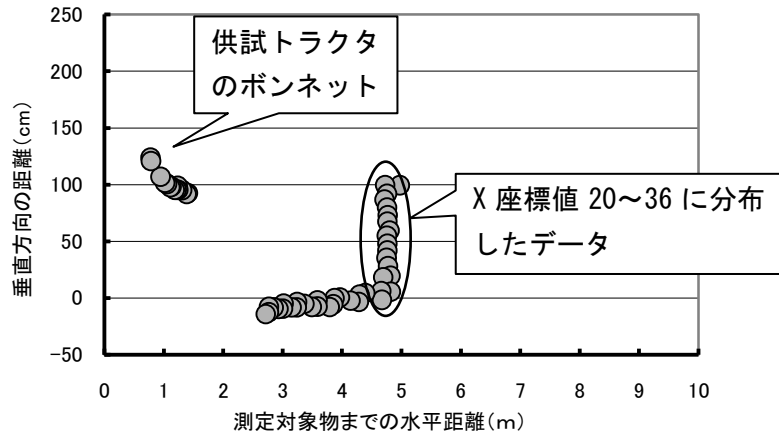


図9 測定データの一例（測定対象物までの距離 5m の時）

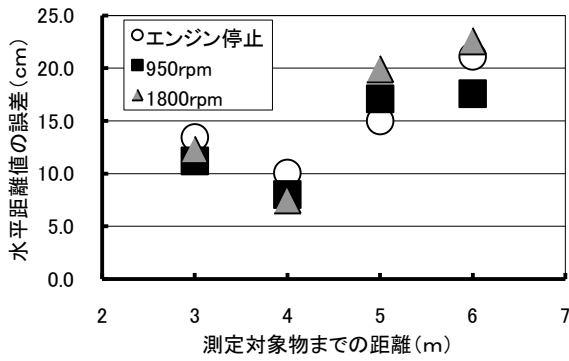


図10 測定対象物まで距離値の平均誤差

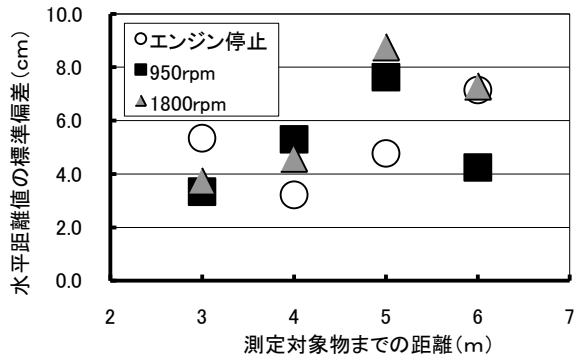


図11 測定対象物まで距離値の標準偏差

②地表高さ値の誤差測定

地表高さ値は、実用的な測定範囲とされる 5m 地点では地表高さ値の誤差はほとんど見られなかったが、それよりも手前では実際よりも低く、それよりも遠くでは実際よりも高くなった（図 12）。地表高さ値の標準偏差（図 13）は、測定対象物までの距離との強い相関性は認められなかった。また、エンジン回転速度の違いによる影響も認められなかった。

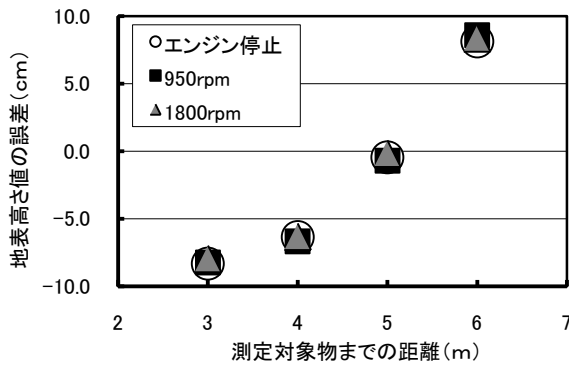


図12 地表高さ値の平均誤差

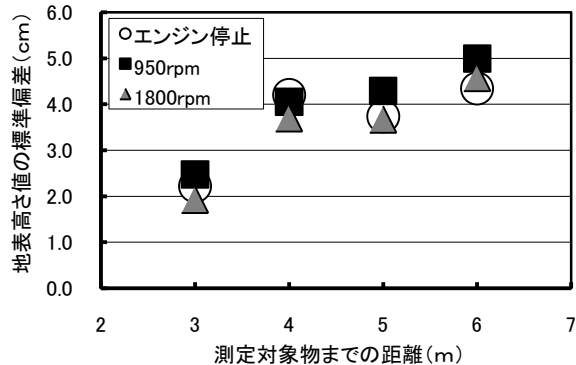


図13 地表高さ値の標準偏差

## (2) 時間的誤差の測定

### ① 水平距離値の時間的ばらつき

測定対象物の垂直面上の地上高さ 50cm 付近の部分における水平距離の測定値の時間的ばらつき（標準偏差）は、測定対象物までの距離が遠くなるに連れて拡大する傾向を示した（図 14）。測定対象物までの距離が 5m および 6m の場合でエンジン回転速度の違いによる影響があるように見えたが、有意差はなかった。

### ② 地表高さ値の時間的ばらつき

地表高さ値の時間的ばらつき（標準偏差）も測定対象物までの距離が遠くなるに連れて大きくなった（図 15）。エンジン回転速度の違いによって標準偏差に有意差はなかった。従って、エンジン振動が測定精度に及ぼす影響はないと判断された。

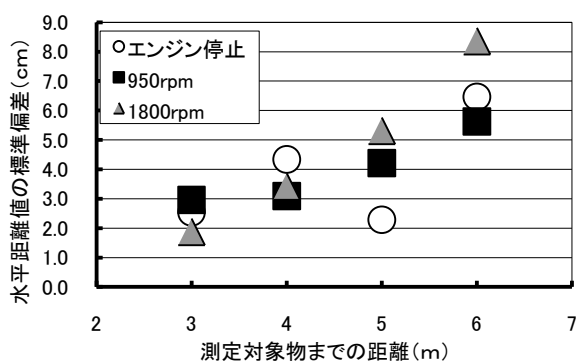


図 14 水平距離値の時間的ばらつき

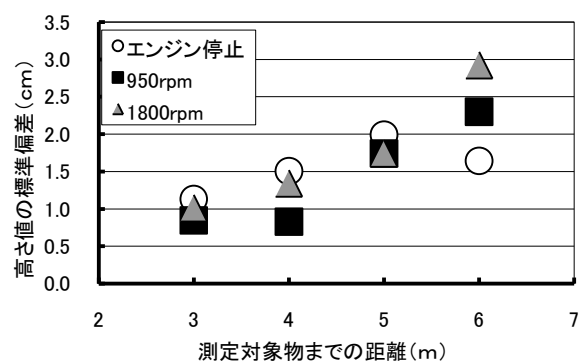


図 15 地表高さ値の時間的ばらつき

## 2) 路肩判別ソフトの改良

路肩判別ソフトのアルゴリズム（図 16）は、高さ方向の測定値からセンサ取付位置の地上高を差し引いた値の絶対値が、予め設定した閾値よりも小さい場合を地表と判断し、高さ方向の測定値が地表基準面より閾値を超えて高いか低いと検出された部分の中から測定画面中央寄りに分布するデータのみを取り上げ（図 17a）、お互いに隣接し合わない孤立したデータと、路肩があるべき方向にそぐわない方向に分布するデータをノイズと見なして削除（図 17b、c）し、残ったデータのうち 2 個以上隣り合っているデータのグループそれぞれにおいて路肩近似直線を算出（図 17d）する方式であった。つまり、2 個以上隣り合ったデータ群が複数箇所あれば、近似直線は複数作られる。これらの近似直線あるいはその延長線のそれぞれが、予め設定した範囲内に侵入した場合に警告を発する仕組みとなっている。この方式の判別精度が低いのは、路肩近似直線を算出する際のデータの最少点数を 2 点（センサから 5m の距離で約 11cm に相当）としたことにより、近似直線の精度が低くなる場合があることが原因と考えられた。そこで、近似直線を算出するデータ点数を増やすことができるようアルゴリズムに改良を加えた（図 18）。また、地表より高い障害物に対しては、警報が頻繁に発せられることによって警報の信頼度が低下する恐れがあるのに加え、運転者が比較的容易に認識できるものと考え、これに対する警告発信を廃止した。

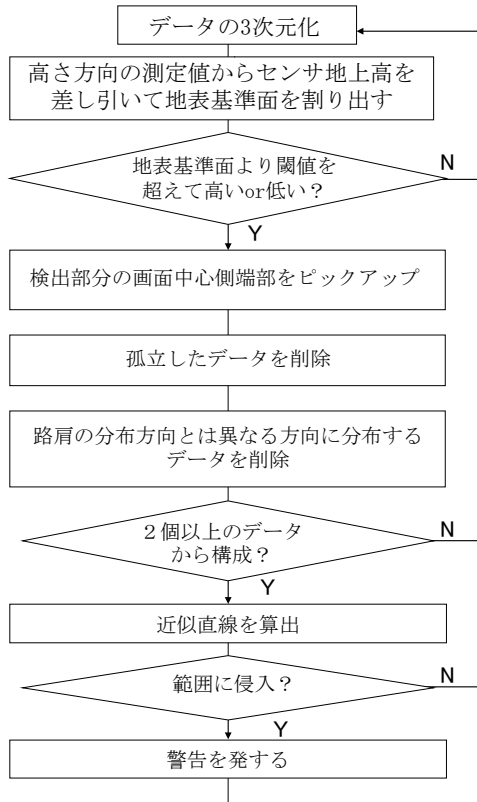


図 16 改良前の路肩判別アルゴリズム

①地表基準面から閾値を超えたデータの内、距離画像中心よりのデータをピックアップ

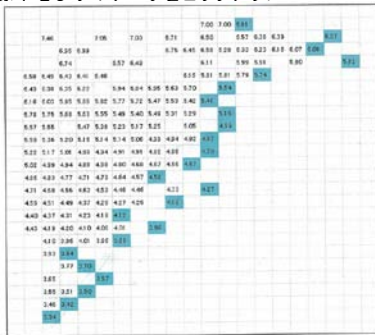


図 17a 改良前の路肩判別法①

②孤立したデータ(1点のみのデータ)を削除

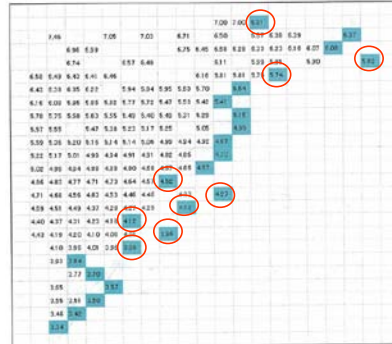


図 17b 改良前の路肩判別法②

③路肩形状にそぐわない方向に延びたデータを削除

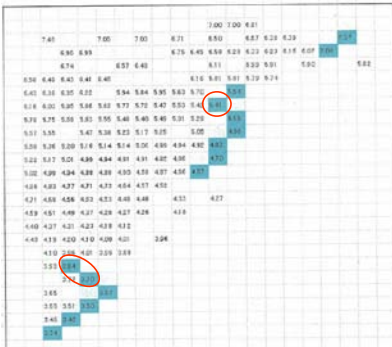


図 17c 改良前の路肩判別法③

④2個以上隣接して連なるデータで近似直線を引く

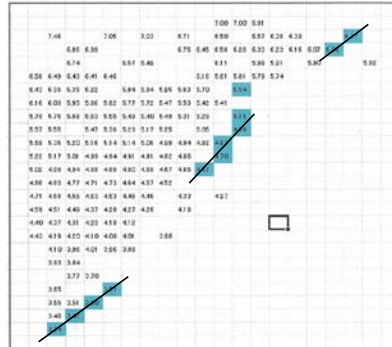


図 17d 改良前の路肩判別法④

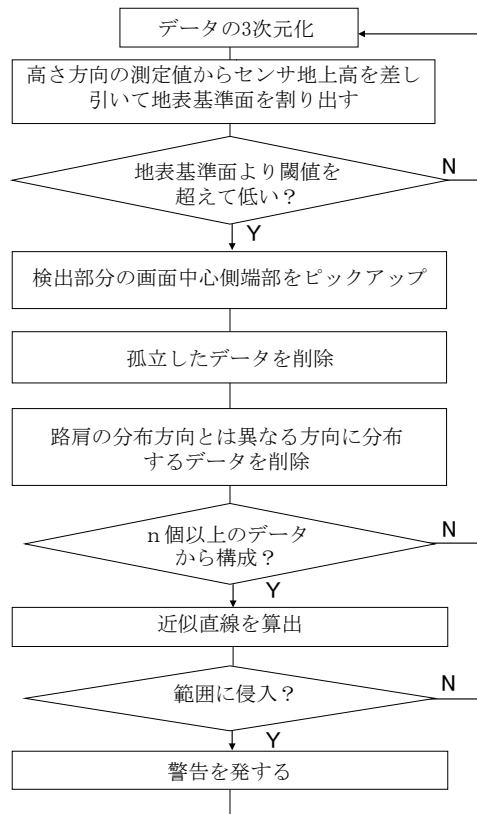


図 18 改良後の路肩判別アルゴリズム

### 3) 路肩判別ソフトの新たなアルゴリズムの検討

路上走行を想定していることを前提とすると、距離画像の左右方向中央 (Y=43) に捉えられているのは路面である。この点における高さ値と隣接する地点の値を相対比較していき、閾値を超えた部分を路肩と判別する方法を検討した。具体的には、距離画像の X 座標 (X=20) における左右方向中央 (Y=43) の高さ値を地表基準面として、同じ X 座標上をまず、距離画像左方向に隣接する Y 座標における高さ値を順次比較し、距離画像の左端まで達したら、中央から今度は右方向に順次比較する。右端まで達したら、X 座標を下方に一つずらし、X=40 まで以下同様に左右方向に高さ方向の値を比較してゆく。この間、閾値を超えて高さ値が異なった点が一定数以上あった所を路肩点としてホールドしておき、各 X 座標における路肩点から最小二乗法で路肩と判別するアルゴリズムとした (図 19)。

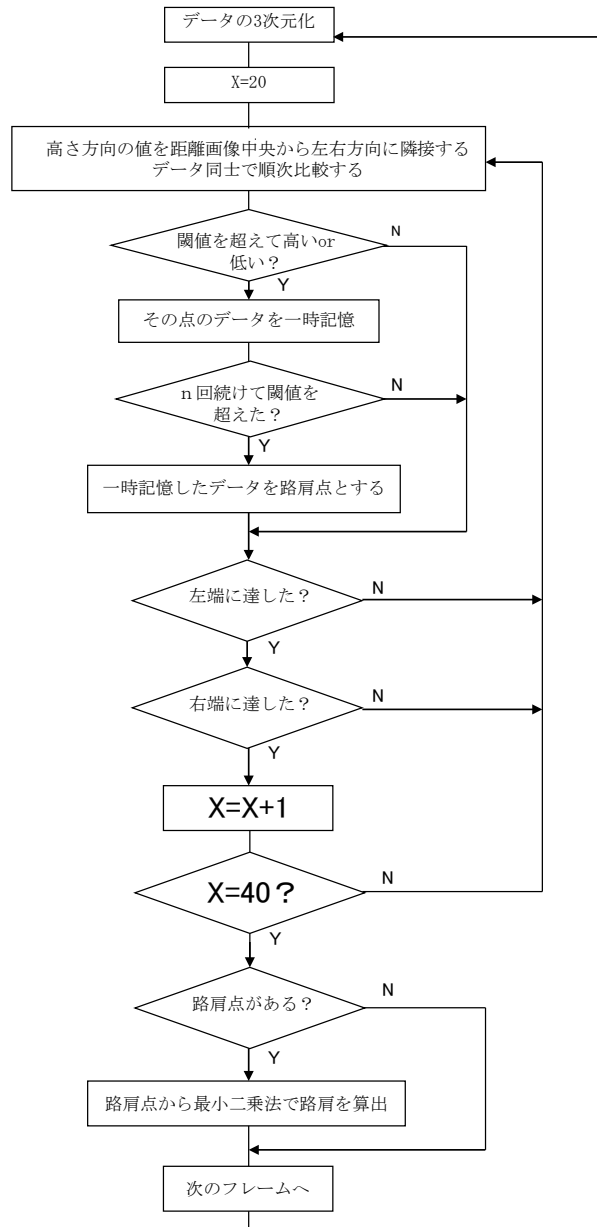


図 19 路面高さの相対比較による路肩判別アルゴリズム

#### 4) 動作確認試験

##### (1) 改良した路肩判別ソフト

測定誤差確認試験の結果を基に、路肩判別の地表高さ値の閾値を 10~20cm に設定して動作確認試験を行った。図 5 のアスファルト舗装路ならびに図 6 の凹凸の少ない未舗装路では、路肩警戒幅を 1m と設定した場合、路肩まで 0.5m に接近した際の警報がほぼ確実に発せられたが、それ以下に設定した場合は、警報が発せられないことが多くなった。

図 7 のコンクリート製水路脇の未舗装路では、上記と同じく路肩警戒幅を 1m に設定した時が最も精度がよいと判断できたが、水路と反対側に対する警報も発するようになった。いずれの場合も路肩接近判定ラインをセンサ前方 3m とした時が最も判別精度が認められた。さら

に図8の凹凸の大きいあぜ道では、路肩の接近を判別する範囲の設定距離に関係なく、妥当な警報と誤報が入り交じる結果であった。これは、路面の凹凸により、トラクタ座標系と絶対座標系のずれが大きくなったためと考えられた。

アスファルト舗装路の右側を直進走行した場合の、路肩に近いトラクタ右側に対する警報（アラーム6）と反対の左側に対する警報（アラーム1）の出現頻度を調査した。ここで、路肩接近判定ラインは、センサ前方3mとし、路肩警戒幅を0.5~2mに変化させた。センサの計測中心から路肩までの水平距離は約1.7mであるため、路肩警戒幅を1.7mに設定した時から右側に対する警報の出現頻度が高くなると思われたが、実際はそれより短い1.3mから徐々に出現頻度が高くなる傾向を示した（図20）。従って、路肩判別誤差が0.4mであると判断された。また、アスファルト路面の幅が約6mあるので、路肩から遠いトラクタ左側に対する警報の出現頻度はほぼ0と考えられたが、こちらも出現頻度は右側への警報に比べて少ないものの、1次関数的に上昇した（図21）。原因については検出データにややノイズが多かったことが挙げられた。

なお、別のアスファルト舗装路で動作確認したところ、路肩判別誤差が0.6~0.7mになることもあったが、なぜ誤差が異なったのかについての原因は不明であった。

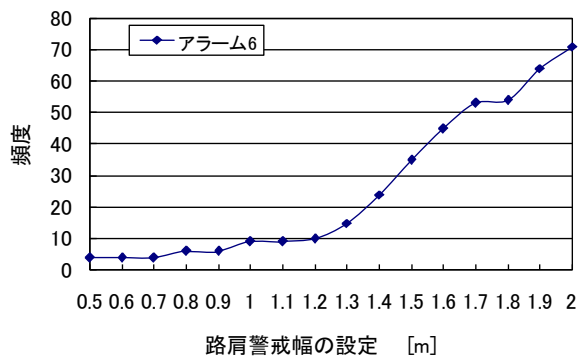


図20 路肩に近い側への警告発信頻度

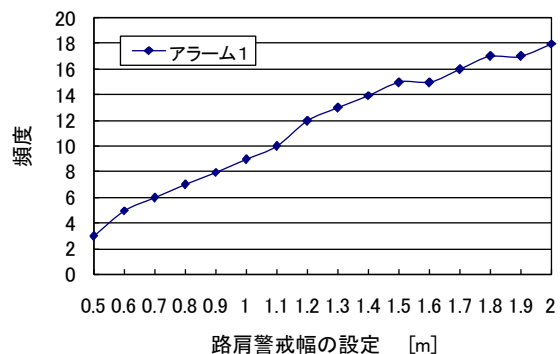


図21 路肩に遠い側への警告発信頻度

## (2) 新たなアルゴリズムによる路肩判別ソフト

アスファルト舗装路を走行した場合では、良好に路肩を判別することができたが、路面上に若干雑草がある未舗装路を走行した場合では、路面高さの測定値のばらつきが大きくなり、路肩の判別精度が低下した。そこで、距離画像中央部での地表高さ値の平均値を基にして左右に走査するようアルゴリズムに改良を加えた。その結果、距離画像中央部での雑草の草丈が0~4cmと短かったため、轍のすぐ外側にある、雑草の高さがやや高くなった部分を路肩と判別してしまい、実際の路肩位置からかなり内側で警報を発することになった。多くの場合、路面上よりも路肩に近づくにつれて草丈は大きくなることから、正確な路肩位置の判別は難しいと考えられた。路肩位置は、実際の位置よりも内側に認識され、安全側に作用していることから、危険を回避するという当初の目的は達していると判断できたが、警告の発信が多くなるという課題が残るため、さらなるアルゴリズムの検討が必要と判断された。

## 5) 実用上の課題

距離画像センサを用いて路肩を判別する危険状況警告システムを乗用トラクタに装備し、舗装路や未舗装路を走行した時の警報の発信の様子を調査した結果、二次元スキャンのレーザーレ

レンジファインダで路面形状を三次元的に測定することにより路肩を判別し、その接近に対して警報を発する方式の可能性が示唆された。しかしながら、路面等の条件によっては、路肩を判別できなかったり、誤報を発する頻度が多くなる等の課題も明らかになった。また、路上走行時に路肩の接近に対して警報を発するためには、路上を走行速度 15km/h で走行している状態を想定した場合、運転者の反応時間も考慮すると、センサの有効測定距離が 10~15m 程度は必要であり、今後のセンサの能力向上が期待される。現状のセンサを用いるならば、圃場から農道へ退出する際の路肩検出など、低速時での利用を前提としたシステムを検討する必要がある。

さらに、降雨による条件下では本システムの運用は極めて難しいことが明らかになった。図 22 のように路面が濡れた状態だと、センサが路面を検出せず、測定値が「0」となって三次元データを算出できないため（図 23）、アルゴリズムでの対応が困難と判断された。さらに、測定物が黒色だと同様にセンサが検出できなかった（図 24、25）。例えば水量の多い水路や黒色のマルチ等が路肩付近にあった場合については、プログラム上で地表と判断している値が完全な「0」ではないことに着目し、測定不能となった時に示す「0」と区別することにより、水路やマルチ等との境界線を算出することは可能と考えられた。しかし、路面に水たまりがある場合とも区別する工夫も必要であり、より多くの場面を想定したアルゴリズムの検討が必要であると考えられた。

以上、距離画像センサを用いた危険状況警告システムは、路肩判別の可能性を示した一方、センサの性能向上とさらに多様な場面を想定したアルゴリズムの検討が必要であった。今後は、センサの開発状況を見据えながら、適用場面も含めて再検討することとした。



図 22 降雨時のコンクリート路面の状態

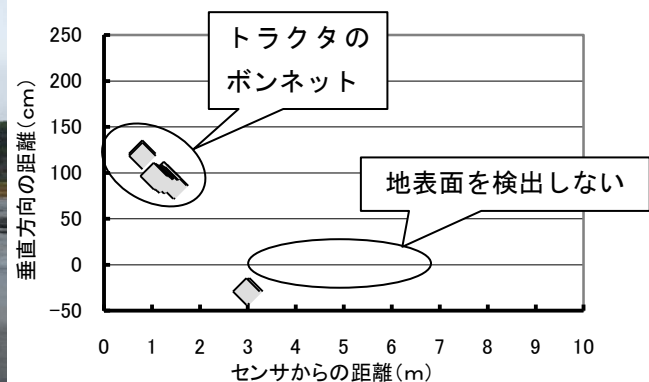


図 23 左図時の測定データ



図 24 測定対象物が黒色の場合の測定風景

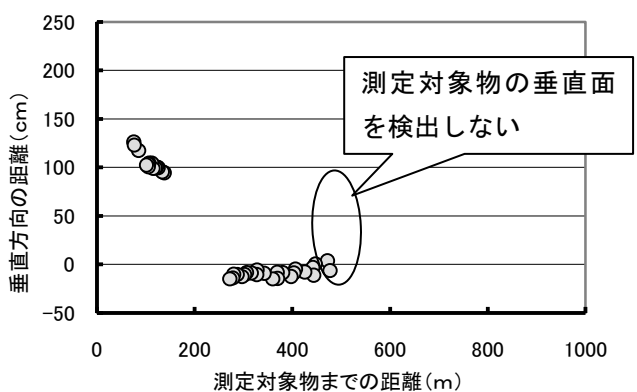


図 25 左図時の測定データ



#### 4. 結果の発表、活用等

農機学会（平 22.9）で発表予定。

#### 5. 引用・参考文献

- 1) 武田純一、金澤幸、菊池豊、岡田俊輔、積栄、田口芳彦：乗用トラクタの危険警告システムの開発—路肩判別法の検討、農業環境工学関連学会 2009 年合同大会講演要旨、CD-ROM、農業機械学会、日本農業気象学会、農業施設学会、生体工学会、2009.9
- 2) 菊池豊、岡田俊輔、積栄、武田純一、柏崎勝：乗用トラクタの危険警告システムの開発—路肩接近警告装置の検討、農業環境工学関連学会 2009 年合同大会講演要旨、CD-ROM、農業機械学会、日本農業気象学会、農業施設学会、生体工学会、2009.9
- 3) 菊池豊、積栄、岡田俊輔：農業機械の安全性に関する研究(第 29 報)、生研センター研究成績 20-2、1-6、生研センター、2009.3
- 4) 中野丹、菊池豊、岡田俊輔：農業機械の安全性に関する研究(第 28 報)、生研センター研究成績 19-2、9-16、生研センター、2008.3
- 5) 中野丹、菊池豊、岡田俊輔：農業機械の安全性に関する研究(第 27 報)、生研センター研究成績 18-3、25-60、生研センター、2007.3
- 6) 中野丹、菊池豊、岡田俊輔：農業機械の安全性に関する研究(第 26 報)、生研センター研究成績 17-3、27-64、生研センター、2006.3

2．農作業の安全支援技術の開発  
- 機械作業における安全操作支援システムの開発  
- 農作業安全 e ラーニングシステムの開発

特別研究チーム（安全）

積 栄、岡田俊輔、志藤博克

東京大学

米川智司

〔摘要〕農作業事故低減のため、農業機械の安全使用について、IT（情報技術）を利用した効果的な学習手段を提供する e ラーニングシステムの開発を行った。前年度に試作したシステムについて、新たに農家、農機販売業者、大学生等を対象にアンケート調査を追加した結果、解り易さ、面白さについては、普通～良いとする回答が 9 割以上を占めたが、解りにくい、面白くないとする回答も見られた。見やすさについては、見にくいとする回答が約 2 割あった。これらを踏まえて、システム全体のデザインの統一や、操作ボタンの追加、取扱説明へのリンクの追加、動画や写真の改良、フォントや配色の改善を行った。また、Windows 及び Mac OS 環境での主要な各種ウェブブラウザで動作するように改良するとともに、残りのコンテンツについても作成した。改良後のシステムについて、農家、農業教育担当者、大学生等を対象にアンケート調査を行った結果、解りにくい、面白くないとする回答が無くなり、見にくいとする回答も約 1 割に減る等、改良の効果が確認された。なお、本システムは 2010 年度中に運用開始予定である。

1．目的

農作業事故低減のために、IT（情報技術）により、解答から適切な対策を提案する等の効果的な学習コンテンツを提供する農作業安全 e ラーニングシステムの開発を行う。

平成 21 年度は、残されたコンテンツの作成を行うとともに、システムの一部を試行版としてウェブ上で公開し、アンケート調査の結果を基に改良を行う。

2．方法

1) 前年度に試作した e ラーニングシステムの使用感について、前報で述べた大学生 21 名に加えて、農家、農機販売業者、大学生等 61 名を対象に、アンケート調査を行った。

2) アンケート結果を踏まえ、システムの改良を行った。

3) 残されたコンテンツ（乗用トラクタ 2 項目、自脱型コンバイン 2 項目）の作成を行った。

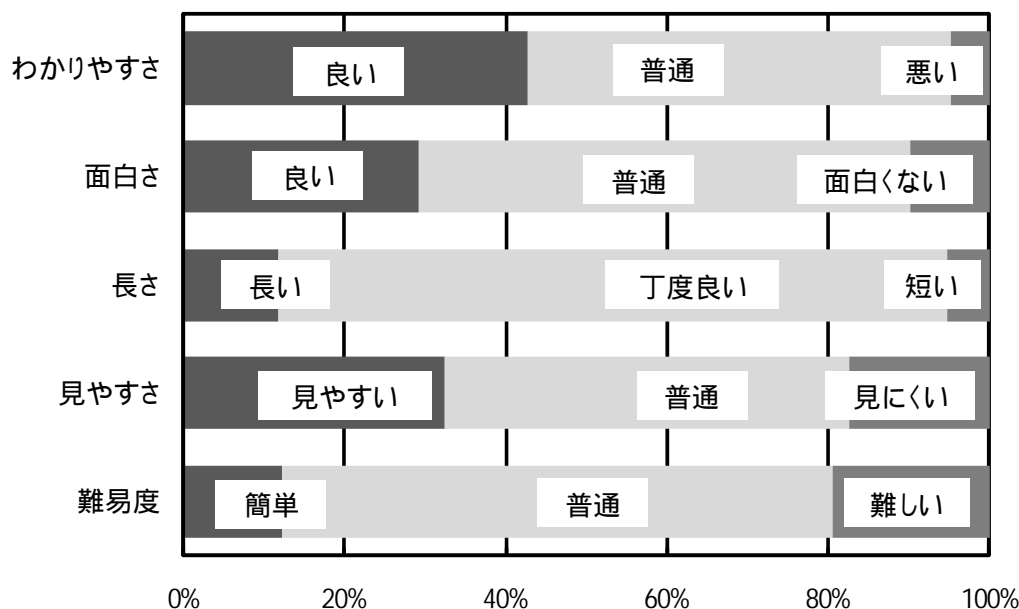
4) 改良後のシステムの使用感について、農家、農業教育担当者、大学生等の計 26 名を対象にアンケート調査を行い、改良の効果を確認した。

3．結果の概要

1) 前年度試作システムに対するアンケート調査

アンケート調査の結果（前年度の調査における 21 名をあわせて 82 名分）を図 1 に示す。前報で試作したシステムに対して、解り易さ、面白さについては、普通～良いとする回答が 9 割以上を占めたが、解りにくい、面白くないとする回答も若干見られた。見やすさについては、見にくいとす

る回答が約2割あった。難易度については、約7割が普通と回答した。各コンテンツの長さについては、丁度良いとする回答が約8割であった。自由記載では、操作性や動画等の解りにくさ、フォント色等の具体的な指摘が得られた。このため、これらを踏まえて試作システムの改良を行うこととした。



・調査対象：大学生、農家、農機販売等（82名）  
 ・年齢：～20歳代57名、30～40歳代18名、50歳代～7名

図1 前年度試作システムに対するアンケート調査結果

## 2) システムの改良

改良したシステムの主な仕様を表1に、構造概要を図2に示す。また、メインメニューページを図3に、学習ストーリー画面の一例を図4に示す。

システム全体のデザインを統一し、前の画面へ戻るためのボタンや、取扱説明ページへの常時リンクを追加して取扱性の向上を図った。また、動画の改良、解像度の向上、フォントや配色の改善等を行った。さらに、Windows 及び Mac OS 環境での主要なウェブブラウザ全てにおいて動作するように改良した。

表1 農作業安全eラーニングシステムの主な仕様

改良後システム仕様
ウェブブラウザ上で動作 (Windows及びMac OSでの主要なウェブブラウザで作動確認済) Adobe Flash Player 8以上が必要(無料) モニタ解像度800×600ピクセル以上(推奨1024×768ピクセル以上) ブロードバンド環境を推奨

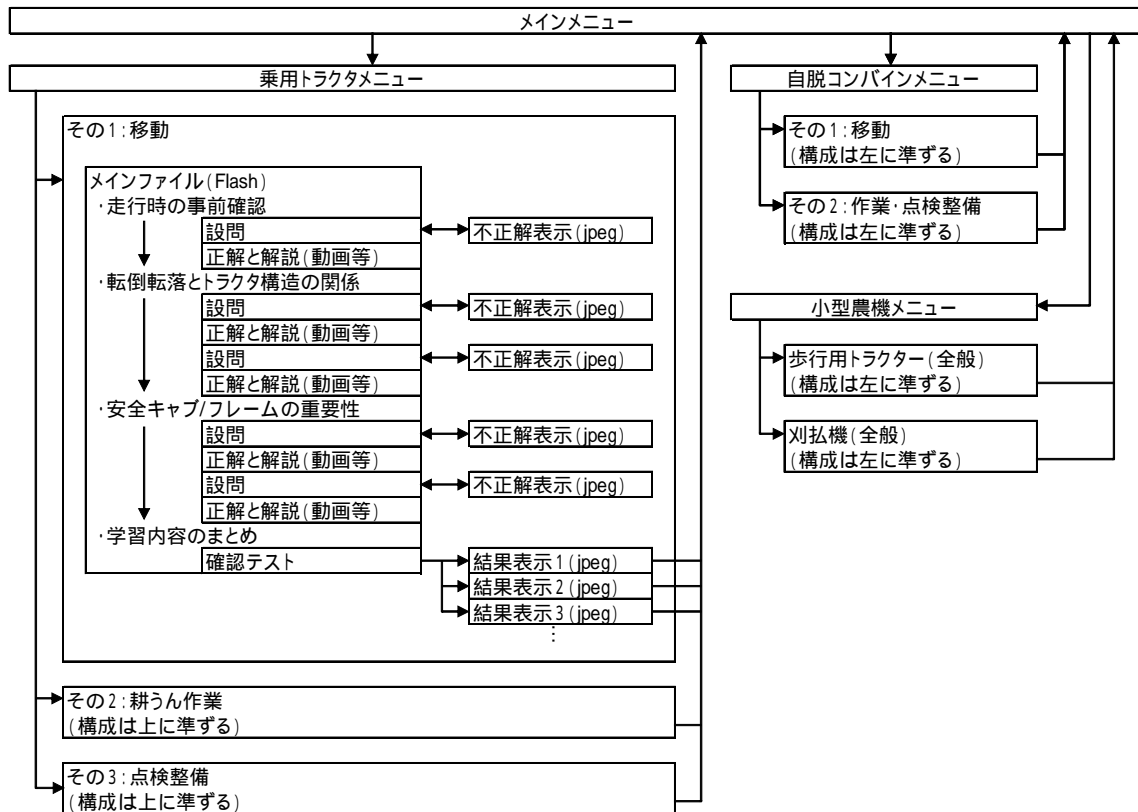


図2 システムの構造概要



図3 メインメニューページ



図4 学習ストーリー画面例(乗用トラクタ:移動)

### 3) 残されたコンテンツの作成

前年度に試作した3項目(乗用トラクタ(移動)、歩行用トラクタ(全般)、刈払機(全般))に加えて、残りの4項目(乗用トラクタ(耕うん作業)、乗用トラクタ(点検整備)、自脱コンバイン(移動)、自脱コンバイン(作業/点検整備))についても作成を行った。図5、図6に自脱コンバインの各コンテンツにおける学習ストーリー画面例を示す。

農作業安全情報センター  
**農機安全 eラーニング**

BRAIN 農研機構

■ メインメニュー ■ サイトの使い方

自脱型コンバイン 移動 ※画面に指示が出る前に「メインメニュー」をクリックしないでください。

次へ

トラックで運搬する場合は、載せる荷台が比較的高いため、特に積み降ろしには細心の注意が必要です。

農作業安全情報センター農機安全eラーニング Copyright © 2008-2009 NARO / the University of Tokyo All Rights Reserved.

図5 学習ストーリー画面例(自脱コンバイン:移動)

農作業安全情報センター  
**農機安全 eラーニング**

BRAIN 農研機構

■ メインメニュー ■ サイトの使い方

自脱型コンバイン 作業/点検整備 ※画面に指示が出る前に「メインメニュー」をクリックしないでください。

左図 中図 右図

では、どの写真が、より安全な手こぎ作業を示していると思いますか？

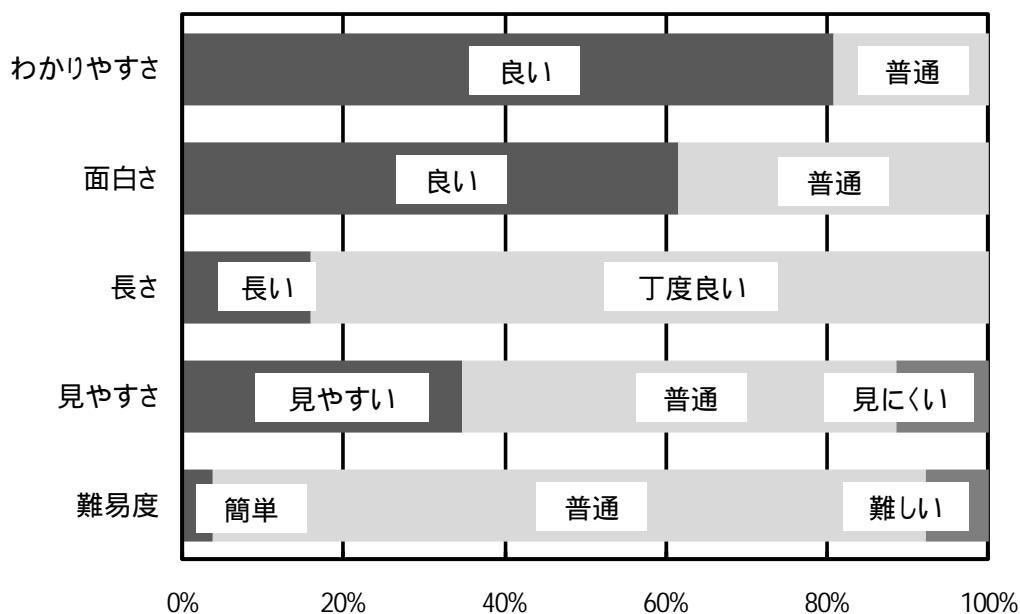
農作業安全情報センター農機安全eラーニング Copyright © 2008-2009 NARO / the University of Tokyo All Rights Reserved.

図6 学習ストーリー画面例(自脱コンバイン:作業・点検整備)

#### 4) 改良後のシステムに対するアンケート調査

アンケート調査の結果を図7に示す。改良後の調査では、解りにくい、面白くないとする回答が無くなったほか、見にくいとする回答も1割程度に低減され、改良の効果が確認された。

また、農業教育担当者を対象としたアンケート調査の結果、約8割から、集団教育での活用も可能との回答が得られた。



- ・調査対象：農家、農業教育担当者、大学生等（26名）
- ・年齢：～20歳代8名、30～40歳代7名、50歳代～11名

図7 改良後のシステムに対するアンケート調査結果

#### 4. 成果の活用面と留意点

- 1) 2010年度より、Webサイト「農作業安全情報センター」の1コーナーとして運用開始予定である。  
(URL: <http://brain.naro.affrc.go.jp/el/>)
- 2) 農家、普及・教育・行政、企業の安全啓発や教育用資材として活用できる。
- 3) 公開後は利用促進を図るとともに、データ等の内容については随時最新のものに更新を行う予定である。

#### 5. 結果の発表、活用等

2009年度の研究成果情報（行政・普及）として提出。研究報告会（2010.3）で報告。農作業学会（2010.5）で発表。

#### 6. 引用・参考文献

- 1) 積ら、農業機械の安全性に関する研究（第29報）、生研センター試験研究成績20-2、7-13、生研センター、2009
- 2) 積ら、農作業安全eラーニングシステムの開発、平成21年度生研センター研究報告会資料、7-7-85、生研センター、2010
- 3) 生研センター、「農機安全eラーニング」（URL: <http://brain.naro.affrc.go.jp/el/>）

### 3. 圃場間移動の安全性向上技術の開発 ートラクタ作業機運搬用台車の研究

基礎技術研究部 安全人間工学研究  
積 栄、志藤博克、岡田俊輔  
ソレックス株式会社  
守分 巧

【摘要】近年、経営規模の拡大に伴い、圃場間を高速で移動するニーズが高まっているが、トラクタで路上を高速走行すると、前輪の跳ね上がり等により、直進性や操舵応答性が低下する問題が指摘されている。そこで、高速走行が可能な型式が多い機関呼称出力 30kW 級以上のトラクタを対象に、ロータリ等の直装式作業機を載せて圃場間移動を行うことのできるけん引台車の利用により、高速走行時のトラクタの走行安定性を改善させる技術の開発を行った。平成 20 年度に試作した試作 1 号機 A 型を用いて高速走行試験や制動試験を行った結果、積荷の安定した運搬に対するサスペンションおよび保安基準適合タイヤの有効性や、連動ブレーキの必要性が確認された。また、取扱上の問題点を整理した。これらの結果と現場で想定されるニーズを踏まえて、機体の構造を更に検討し、試作 2 号機的设计、試作を行った。

#### 1. 目的

近年、経営規模の拡大に伴い、圃場間を高速で移動するニーズが高まっているが、農用トラクタ（以下、トラクタ）で路上を高速走行すると、前輪の跳ね上がり等により、直進性や操舵応答性が低下する問題が指摘されている。そこで、高速走行が可能な型式が多い 30kW 級以上のトラクタを対象に、ロータリ等の直装式作業機を載せて圃場間移動を行うことのできるけん引台車の利用により、高速走行時のトラクタの走行安定性を改善させる技術を開発する。

平成 21 年度は、前年度に試作、報告した試作 1 号機（図 1）について取扱試験、高速走行時安定性試験、制動試験を行うほか、機体の構造等についても更に検討し、これらの結果と現場で想定されるニーズを踏まえて、2 号機的设计、試作を行う。



図 1 試作 1 号機（A 型）



## 2. 方法

1) サスペンションや保安基準適合タイヤによる安定性の向上効果を確認するため、供試ロータリ（作業幅2.4m、質量510kg）を積載した状態（荷締器により固定）の試作1号機A型と、対照機として同様の車軸荷重となるように重錘を積載（荷締器により固定）した一般的な構造の農用トレーラについて、生研センター構内の未舗装路（砂利道）で高速走行試験（約20km/h）を行い、荷台上（左右方向中央位置、前後方向積荷重心相当位置）の上下方向の振動加速度を比較した。

振動加速度の測定には、共和電業AS-5TGおよびEDX-2000Aを用いた。サンプリングレートは200Hzとした。図2に対照機を示す。また、図3に試験を行った未舗装路を示す。

2) 農耕作業用自動車等の機能確認の実施方法として定められた方法を用いて、ロータリ積載状態の試作1号機A型をけん引した場合の制動距離を測定し、トラクタ単体での場合と比較した。

機能確認の実施方法として定められた測定方法は、新型自動車の試験方法（TRIAS）の自動車急制動試験方法（TRIAS 11-1996）に準拠している。具体的には、指定された走行速度（使用したトラクタの場合20km/h）の±10%以内の速度で助走後に急制動を行い、制動操作の開始位置を路面に記す制動試験用スタンプ装置（嵯峨電気工業BSS-1）を用いて、ブレーキペダル操作開始時の車両の位置から停車位置までの停止距離を実測し、この値と、オムロンE3N-30E2（光電センサ）およびK3NP-NB2A（インターバルメータ）で構成された车速計を用いて測定した制動前の走行速度実測値から、式（1）を用いて停止距離補正值を求めた。これを2回行い、その平均値を停止距離とした。

$$L = L's \left( \frac{V}{V'} \right)^2 + \frac{V}{36.0} \quad (1)$$

ただし、L：停止補正距離（m）

L's：停止距離測定値（m）

V'：測定速度（km/h）

V：指定速度（km/h）

トラクタは質量および制動性能の異なる2型式（トラクタⅠ：機関呼称出力60.3kW、質量3895kg／トラクタⅡ：同40.5kW、1935kg）を用いた。また、トラクタとけん引台車との連結部について、通常はガタが存在することから、これによる制動距離への影響の有無を確認するため、鋼材を挿入してガタを無くした場合の制動距離も測定した。

3) 試作1号機A型およびB型について取扱試験を行い、改良すべき点を整理した。

4) トレーラとしての汎用性確保（特にコンバイントレーラとしての活用）の観点から、本課題で対象とする機関呼称出力30kW級以上のトラクタを有する農家層が使用する自脱コンバイン（以下、コンバイン）への適応性を検討した。生研センター（当時：生物系特定産業技術研究推進機構）が平成14年度に行った農業機械の安全装備と使用実態に関するアンケート調査から、経営規模とコンバインおよびトラクタの大きさの関係を把握するとともに、コンバイン製造各社のカタログからコンバインの条数と機体寸法ならびに質量の関係を把握し、トレーラに必要な荷台の大きさや最大積載質量を検討した。

5) 1)～4)の結果を踏まえて、試作2号機を設計、試作した。

6) 公道走行可能でけん引免許が不要な構造として、試作1号機B型の改良点を検討した。



図2 高速走行時安定性試験に用いた対照機



図3 高速走行時安定性試験で使用した未舗装路

### 3. 結果の概要

#### 1) 高速走行時安定性試験

未舗装路面走行時の荷台上下方向の振動は、一般的な構造の対照機に比して、サスペンションと保安基準適合タイヤを装備している試作1号機A型においては大幅な低減が見られた。図4に測定結果の一例を示す。

道路運送車両法の保安基準では、サスペンションの装備は車両総質量2000kg以下の場合は義務付けられていない。しかしながら、本試験結果から、農用トレーラのように、ある程度凹凸のある農道での使用が想定される場合、積荷の安定的な運搬には、本試作機のように車両総質量2000kg未

満であっても、サスペンション等を装備することがより適切であることが確認された。

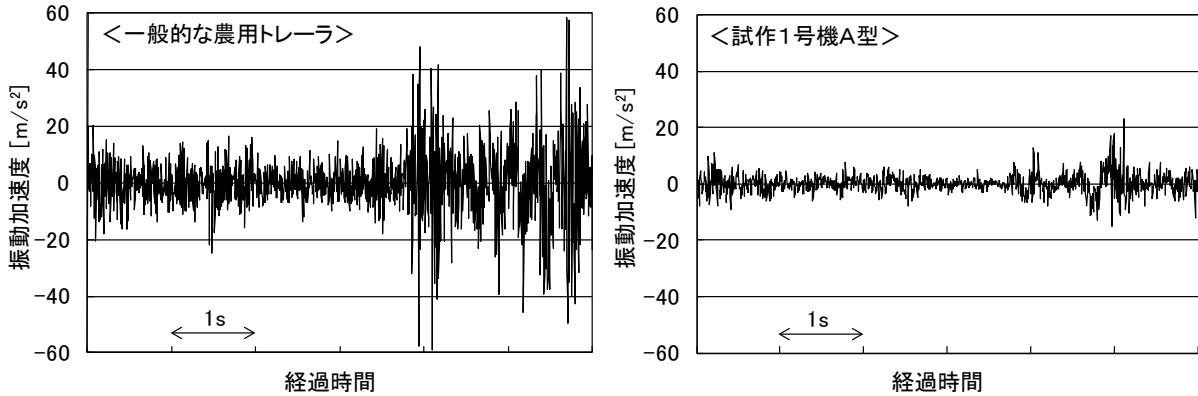


図4 未舗装路走行時のトレーラ荷台中心上下方向振動加速度の一例

## 2) 制動試験

測定結果を表1に示す。トラクタⅠでは単体走行時と試作1号機A型けん引時で制動距離に大きな差は見られなかったが、比較的軽量なトラクタⅡでは、試作機が慣性ブレーキを装備していても制動距離が長くなり、公道走行の要件となる基準5mを超えてしまう場合があった。連結部のガタによる制動距離への影響は認められなかった。

道路運送車両法の保安基準では、最高速度35km/h未満の大型特殊自動車および農耕作業用小型特殊自動車により牽引される被牽引自動車で、車両総質量2000kg未満の場合は、慣性ブレーキでもよいとされている。しかしながら、本試験結果から、トラクタおよび積載質量によっては、車両総質量2000kg未満であっても連動ブレーキの必要性が確認された。

なお、生研センターによる農業機械の圃場間移動に関する現状調査結果（平成20年度）では、トレーラのけん引中に危ない思いをした経験として、回答数の6割が「トレーラに押されブレーキの効きが悪い」と答えており、ここでもブレーキ性能の重要性が示されている。

表1 試作1号機A型けん引時の制動試験結果

		トラクタⅠ (60.3kW、3895kg)	トラクタⅡ (40.5kW、1935kg)
制動距離 [m]	トラクタ単体	4.8	4.0
	試作1号機A型けん引*	4.6	5.4
	試作1号機A型けん引(ヒッチ部ガタ無)*	4.6	5.5

\*試作1号機A型測定時総質量:1210kg(ロータリ、荷締器質量を含む)

## 3) 取扱試験

前年度の試作1号機A型については、ロータリの着脱を傾斜した荷台上で行うという通常の姿勢でない状態での作業となるため、慣れが必要であった。また、汎用性確保の点から載荷台を着脱可能な構造としたが、載荷台の質量が100kgを超える大きさとなるため、クレーン等を用いる必要があった。駐車ブレーキについては、タイヤにフックとチェーンによる回り止めを取り付ける方法であるが、タイヤ近傍で左右それぞれ操作する必要があるため、操作の簡易性については改善を要した。トラクタとの連結についても、特に積載時の非舗装路面上ではトレーラのハンドリングを簡易に行うことは難しく、改善の必要性が認められた。

試作1号機B型については、トラクタをけん引台車に乗り上げずにロータリを直接積載させる構

造のため、最低地上高が低く、路面の少々段差でも荷台後端が地面に当たってしまう問題が確認された。

#### 4) 必要とされる荷台の大きさおよび最大積載質量

アンケート回答者の穀しゆく類（米、麦、大豆）延べ作付面積と、所有するトラクタの機関呼称出力およびコンバインの刈取条数の関係を図5に示す（本アンケートでは、トラクタとコンバインで回答者が異なる。なお、トラクタ機関呼称出力については、アンケートで単位を PS として調査したため、図においても PS を用いた）。本課題の対象である 30kW 以上のトラクタを所有する農家がコンバインの運搬にもトレーラを用いる場合は、4～5条刈以上のものが積載できる能力が必要と推測された。

コンバインの刈取条数と機体寸法および質量の関係を図6に示す。この図から、例えばトレーラの大きさが荷台長 5000mm、荷台幅 2300mm、最大積載質量 4000kg 程度であれば、5条刈までの大きさの全てのコンバインと、過半の6条刈コンバインを積載できることがわかった。一方、一部の6条刈やそれ以上の大きさのコンバインでは、5000kg 程度とより大きな最大積載質量が必要であった。

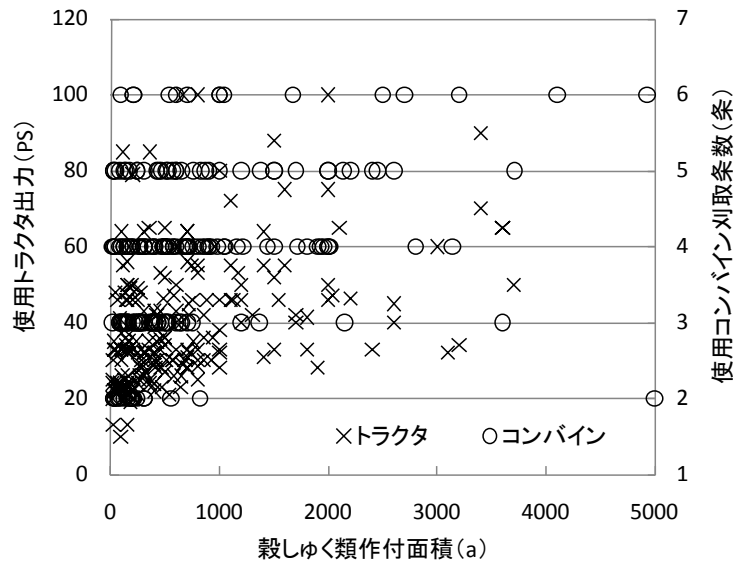


図5 作付面積と所有トラクタおよびコンバインの関係

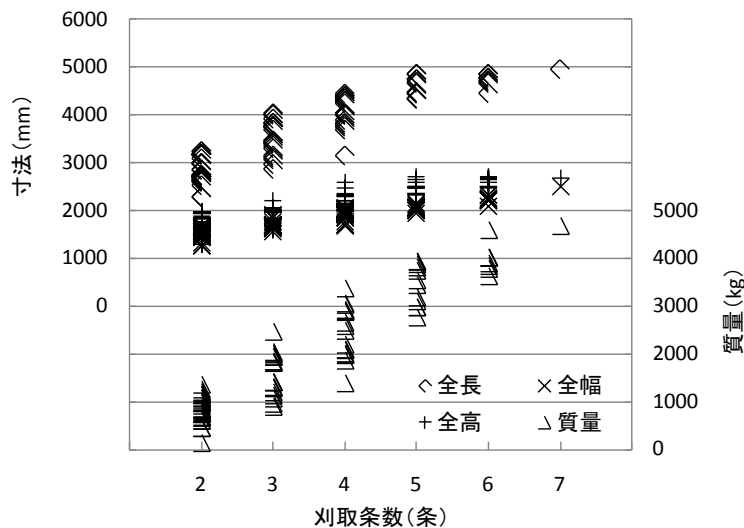


図6 コンバインの刈取条数と機体寸法および質量の関係

5) 試作2号機の試作

1)～4)の結果を踏まえて、作業機積載部となるキャストテーブルと主台車から構成される試作2号機を試作した。試作2号機の構造概要を図7に、外観を図8に示す。

ロータリはキャストテーブル上にトラクタから直接降ろし、主台車側の電動ウィンチで主台車の荷台上にレールに沿って引き上げて固定することとした。キャストテーブルは、農機具収納庫での作業機保管台としてそのまま利用することができる。汎用トレーラとして利用したいときは、キャストテーブルを降ろし、レールを外すことで対応できるようにした。主台車の荷台長は5000mm、荷台幅は2300mmとした。また、トラクタと簡易に連結するための手動ウィンチを備えた。

走行部については、まず耐荷重の大きいタイヤを2軸4輪で配置し、最大積載質量を5000kgとすべく検討を行ったが、一般の農用トレーラに用いられている産業車両用タイヤと比較すると、保安基準適合タイヤでは耐荷重の大きいものは径が大きいため、通常の2軸配置では軸間を小さくできないことから、一般的な1軸のトレーラのようなヒッチ部の上下可動域を確保できず、トラクタ側のヒッチとの高さ方向のマッチングが困難になる可能性があった。また、旋回性の問題も懸念された。そこで、軸間を小さく配置し、かつ荷台高さをできるだけ低く抑えるため、試作段階で入手可能な範囲でできるだけ小径かつ耐荷重性の高いタイヤを用いるとともに、積載質量を確保するためにタイヤを2軸6輪として荷台下に配置した。その結果、最大積載質量は4000kgとなった。また、走行部を荷台下に配置したことから、荷台高さは720mmと、一般的な同規模の農用トレーラ(同570～660mm程度)よりも高くなった。

連動ブレーキについては、トラクタ側ブレーキペダルに連動してワイヤを動かし、トレーラ側のブレーキ倍力装置を介してディスクブレーキを作動させる構造とした。駐車ブレーキとしては、試作1号機と同様にタイヤにフックとチェーンによる回り止めを取り付ける方法を採用したが、平坦地で簡易的に固定する用途に、手動レバーでタイヤにアームを押し当てる機構も装備した。

なお、実際の連動ブレーキの操作力や制動性能については今後検討を行う予定である。

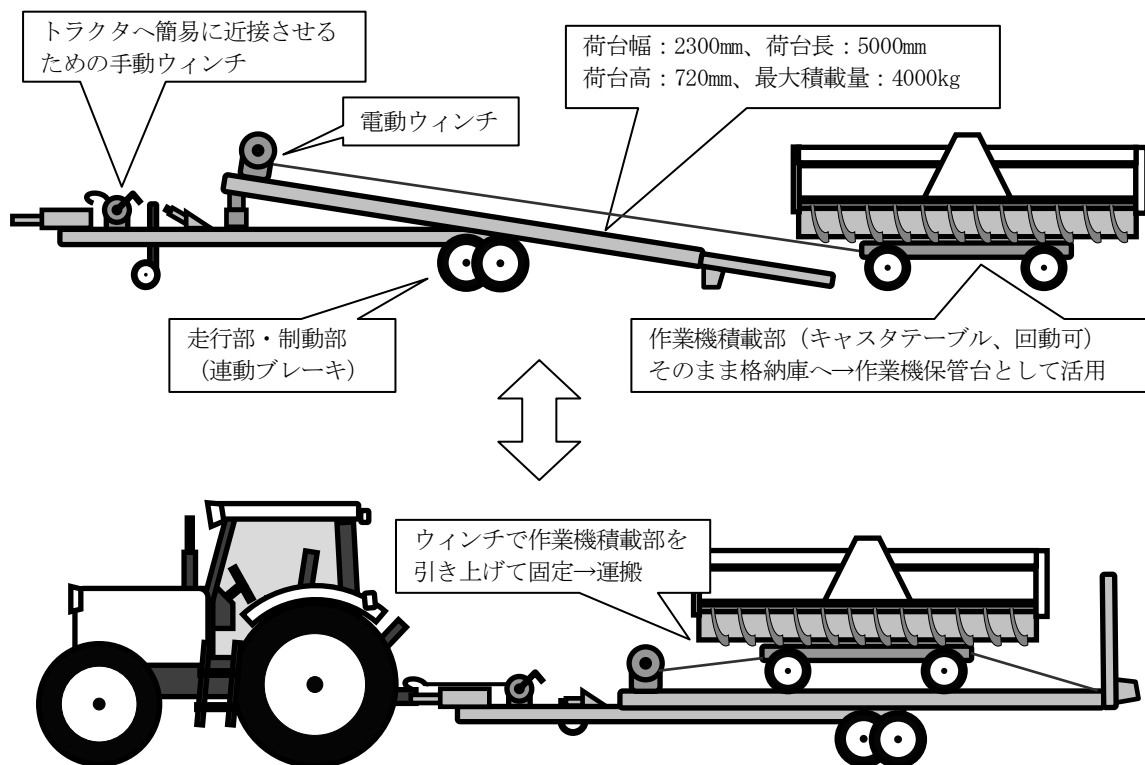


図7 試作2号機の構造概要(上:積載時、下:走行時)



図8 試作2号機の外観

#### 6) 試作1号機B型の改良点の検討

試作1号機B型のねらいである、けん引免許が不要な総質量750kg未滿を満たすには、トレーラ本体質量を極力抑える必要がある。3)で述べた取扱上の問題点に対応し、また保安基準に適合したより径の大きいタイヤを装着するには、ある程度荷台高さを確保する必要があるが、その場合、現状のようにトラクタから荷台上に直接ロータリを積載することは難しい。しかし、別途積載・固定機構を搭載する場合、総質量が現状よりも大きくなってしまうため、問題点に対応しつつ総質量750kg未滿を満たすのは困難と考えられた。

本課題で対象としない30kW未滿のトラクタに用いる狭幅のロータリであれば、ロータリと同程度の荷台幅を有するトレーラとして保安基準に適合した設計は可能と考えられるが、サスペンションや連動ブレーキは試作2号機と同様に安全上重要と推察された。

#### 4. 今後の問題点と次年度以降の計画

- 1) 試作した2号機を供試して各種取扱試験、高速走行試験、制動試験を行う必要があり、これを実施するとともに、抽出された問題点について改良を図る。
- 2) 1)の各結果も踏まえて、これまでの調査結果をもとに、ロータリ運搬用台車として実用機が有すべき構造要件を取りまとめる。

#### 5. 引用・参考文献

- 1) 積ら、農業機械の安全性に関する研究(第29報)、生研センター試験研究成績20-2、15-21、生研センター、2009
- 2) 中野ら、農業機械の圃場間移動に関する現状調査結果、生研センター試験研究成績20-1、生研センター、2009
- 3) 国土交通省、保安基準等関係基準の各条文検索一覧表 ([http://www.mlit.go.jp/jidosha/kiyun/kokujitou\\_index.pdf](http://www.mlit.go.jp/jidosha/kiyun/kokujitou_index.pdf))
- 4) 新型自動車の試験方法 TRIAS11-1996 自動車急制動試験方法
- 5) 生物系特定産業技術研究推進機構、農業機械の安全装備と使用実態調査結果概要、2003



## 4. 自脱型コンバイン緊急停止装置の性能向上技術の開発

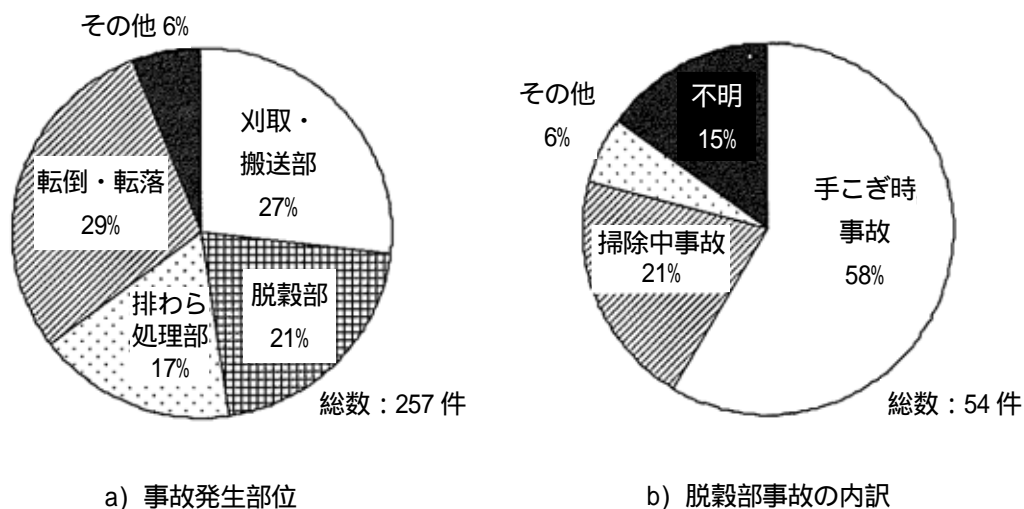
特別研究チーム（安全）

岡田俊輔、積 栄、志藤博克、富田宗樹

[摘要] 自脱型コンバインにおける手こぎ作業時の事故低減のため、より短時間でフィードチェーンを停止させる技術、および緊急停止装置と併用して巻込まれ事故を減らす技術を開発した。2009年度は、2008年度に引き続き、非常停止ボタンを押してからフィードチェーンが止まるまでの時間や距離を測定し、現状調査を行った。また、2008年度に試作した、フィードチェーンを迅速に停止させる装置を改良するとともに、これが適用できない構造の自脱型コンバインを対象とした装置を新たに試作し、作動状況を確認した。また、小柄な女性を対象にボタン操作が容易な範囲の検討を行った。これらの結果を踏まえ、JIS等の規格も参考にしつつ、緊急停止装置が具備すべき要件を取りまとめた。

### 1. 目的

北海道農作業安全運動推進本部の統計<sup>1)</sup>によると道内での自脱型コンバイン(以下、コンバイン)の負傷事故件数は過去5年間(2004~2008年)の平均で約16件となっている。北海道と全国の事故状況を一樣に比較することはできないが、近年の全国の負傷事故を示す統計資料が存在しないため、仮にコンバインの北海道と全国の出荷台数の比<sup>2)</sup>から、全国で発生している負傷事故件数を概算すると、年間1400件程度と予想される。また、生研センターで過去に調査した結果<sup>3)</sup>によると、負傷事故の2割は脱穀部で発生(図1a)しており、そのうち6割が鎌等で手刈りした作物を脱穀部に供給する作業(以下、手こぎ)での事故(図1b)と報告されている。これらの数字から脱穀部の事故は、年間280件程度、手こぎ時の事故は年間170件程度発生している可能性がある。手こぎ作業時の巻き込まれは、割合からすると少ないものの、手指の切断等重傷化する場合があります、無視できる数字ではない。



注) 生研センター、農業機械の事故実態に関する農業者調査結果(第2報)  
自脱コンバインおよび運搬車<sup>3)</sup>から転載

図1 自脱型コンバインの事故発生部位および脱穀部事故の内訳



この事故の多くは、フィードチェーンが露出している部分があり、ここに身体や衣服等が巻き込まれることで発生する。しかし、作業性を確保するためには、フィードチェーンを完全に防護カバー等で覆うことはできない。そのため、生研センターが実施する安全鑑定では、1999年度から手こぎ作業時に手の届く場所に、エンジンの緊急停止装置を装備することを義務付けている<sup>4)</sup>。これにより、ケガの防止および軽減に寄与していることが示唆されている<sup>3)</sup>。しかし、緊急停止装置が装備されていても、入院・通院が必要といった重症と予想される事故が3割程度発生しており、先の数字と照らし合わせると、年間50件程度の重症事故が発生している可能性がある。その原因のひとつとして、非常停止ボタン（以下、ボタン）を押してもフィードチェーンが即座に停止せず、数秒程度駆動され、巻き込まれ部位がこぎ胴に到達してしまうことが推測される。

そこで、巻き込まれ事故の低減および被害の軽減をねらいとして、フィードチェーンを迅速に停止する技術、および緊急停止装置と併用して巻き込まれ事故を減らす技術の開発を行った。2009年度は、2008年度に引き続き、ボタンを押してからフィードチェーンが止まるまでの時間や距離を測定した。また、2008年度試作した、フィードチェーンを迅速に停止させる装置を、低コストで誤作動しにくい構造とする改良を行うとともに、これが適用できないコンバインを対象とした装置を新たに試作し、これらの作動状況を確認した。

また、農業者からボタンに手が届きにくいという意見も聞かれるため、小柄な女性を被験者として、こぎ作業位置からボタンに手が届きやすい範囲を調査するとともに、JIS規格や人体データを基に見やすいボタン位置についても調査した。

これらの結果を踏まえ、最近整備が進んでいる機械安全に関する規格を参考に、コンバインの緊急停止装置が具備すべき要件を取りまとめた。なお、特許や実用新案を調査したところ、既存技術も多数あったため、最後に参考として附す。

## 2. 方法

### 1) 緊急停止装置の現状調査（フィードチェーンの停止時間・距離）

コンバインの緊急停止装置の現状を把握するため、2008年度に行った、無負荷で非常停止ボタンを押してからフィードチェーンが停止するまでの時間と、その間の移動距離を測定した結果（2～6条刈の18台）に、2009年度測定した6台分の調査結果（合計24台、22型式）を加えた。

### 2) フィードチェーンを迅速に停止する装置の試作

#### 中駆動遮断式の改良

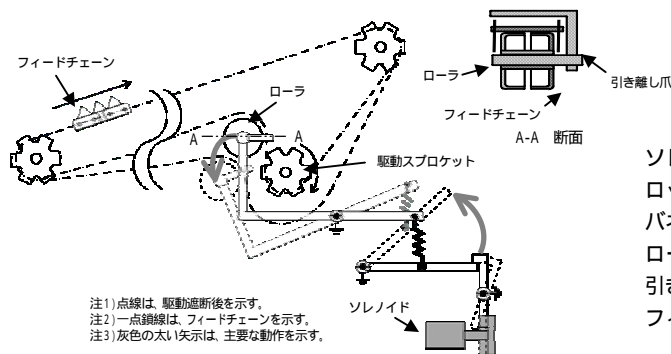
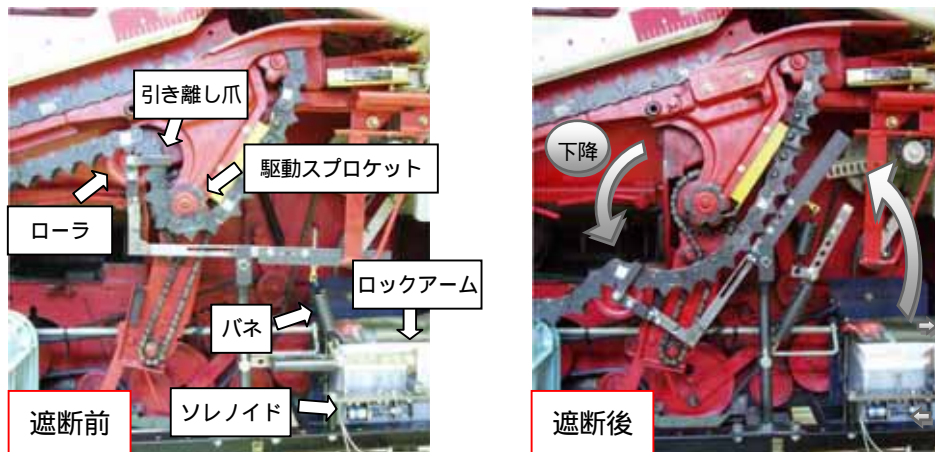
2008年度は、フィードチェーンを迅速に停止する装置として中駆動遮断式（図2）挟やく部を迅速に開放する装置としてカバー開式（図3）の2つの装置を試作した<sup>5)</sup>。カバー開式は、エンジン振動等による誤作動もなく良好な作動であった。反面、中駆動遮断式は、フィードチェーンにテンションを与えるバネの力が、それを固定するアームに大きく加わる構造であったため、小さな駆動力で始動しようとするとうエンジン振動等によって誤作動することが多かった。その対策のひとつとして、駆動力の大きなソレノイドを始動に用いれば対応可能だが、コスト高となる。従って、小さな駆動力でも誤作動しない、より簡素な装置を目指して改良を行った。

#### Vベルト駆動遮断式

中駆動遮断式は、フィードチェーンを中間で駆動する構造のコンバインにしか適用できなかった<sup>5)</sup>。そこで、フィードチェーンの後部終端部で駆動する構造のコンバインにも適用可能な装置を検討し、その結果を踏まえてVベルト駆動遮断式を試作した。

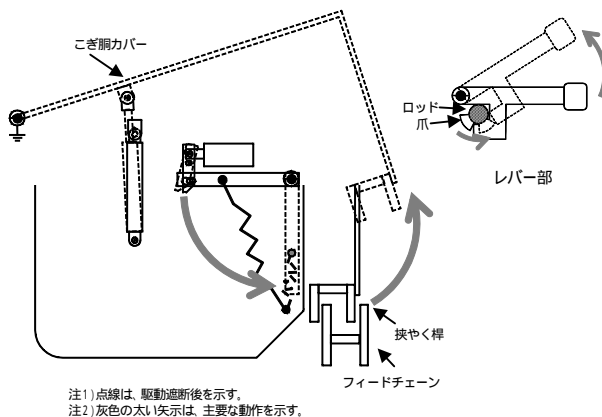
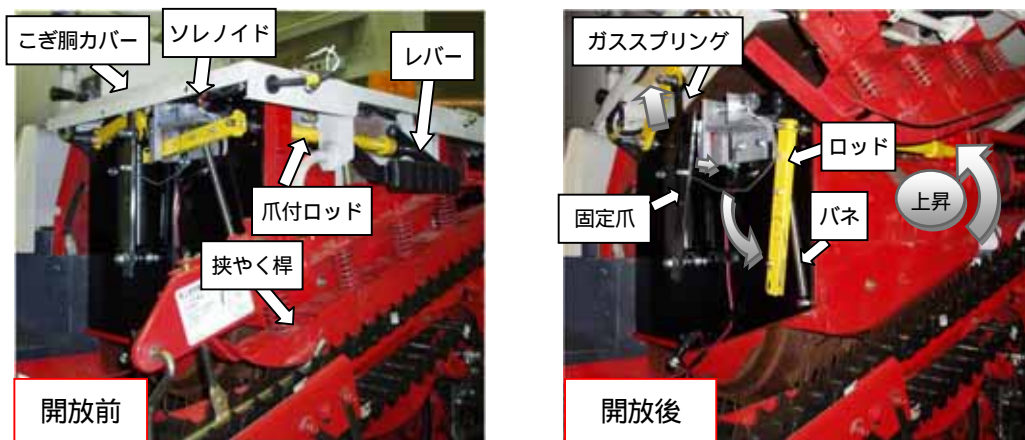
#### 試作機の作動状況

上記、試作機に対して、ボタンを押してからフィードチェーンが停止するまでの時間や距離を測定し、作動状況を確認した。



ソレノイドが作動  
 ロックアームが外れる  
 バネ支持アームが回転  
 ローラ支持アームが回転し、ローラが下降  
 引き離し爪でフィードチェーンが引かれる  
 フィードチェーンと駆動スプロケットが引き離される

図2 中駆動遮断式の写真および概要 (2008年度試作)



ソレノイドが作動  
 ロックアームが外れる  
 バネにより、レバー押し上げ、アームが回転  
 レバー押し上げアームと結合したロッドが回転  
 レバーが回転し、固定が解除  
 ガススプリングが伸長  
 こぎ胴カバーが上昇

図3 カバー開式の写真および概要 (2008年度試作)

### 3) ボタン取付け位置の検討

ボタンについて、手こぎ事故に遭った方を対象に行ったアンケート結果から、手が届きにくい、ボタン自体を忘れていたという事例があった。そこで、操作性と視界域（見やすい位置に取り付けられているか）の観点から市販機のボタン位置を調査した。

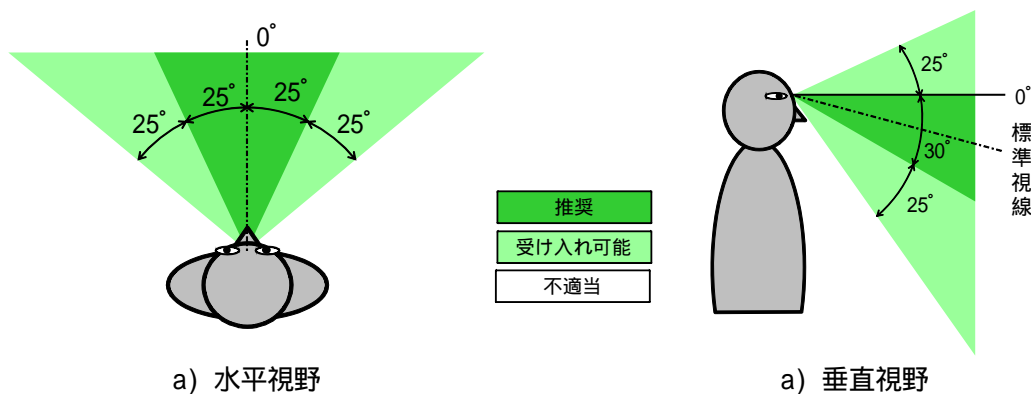
#### 操作性

安全鑑定基準では『手こぎ作業時に作業者の手が容易に届く位置に原動機の緊急停止装置を備えていること』と規定しており<sup>4)</sup>、標準的な体格を持つ作業者であれば、容易に手が届く位置にボタンが装着されている。しかしながら、小柄な女性にとっても容易であるか明確でない。そこで、(社)人間生活工学研究センターの調査結果<sup>6)</sup>を基に、女性高齢者(65~74歳)の身長5%tileである1423.9mmに近い、身長150cm未満の女性を被験者とし(被験者数:4名、平均身長:146cm±3cm、平均年齢:57.0±2.9歳)、操作性について調査を行った。調査方法は、市販機21型式分のボタン位置を実寸で印刷した紙を貼り付けた壁の前に立ち、手こぎ作業位置をフィードチェーンのかみこみ点から左20cm、手前50cmに設定した。また、不利な場合を想定し、ボタンから遠い左手で操作することとした。それぞれのボタン位置を被験者に触ってもらい、その感想を「届きやすい」、「届きにくい」、「届かない」の3段階で評価してもらった。さらに、同じ立ち位置で、壁に貼り付けた方眼紙に手が容易に届く範囲を、ペンで円弧状に描いてもらった。なお、全被験者とも手こぎ作業未経験者だったため、試験前にコンバイン実機の前に立ち、手こぎ作業やボタンを押す模擬動作を行って、どのような作業か確認してもらった。

#### 視界域

JIS B 9706-1:2009<sup>7)</sup>(IEC 62301-1)では、安全に係わるマーキングやアクチュエータ(=ボタン等)表示位置や提示の方法について規定しており(図4)この規格中の視界域に基づいてコンバインのボタンが見やすい位置にあるか21型式分について調査した。なお、この規格では、垂直視野について標準視線に対する角度で範囲を示していないため、視線が上下に動いた場合の範囲が不明確である。そこで、JIS Z 8515:2002<sup>8)</sup>で参考として記載されている『重要なディスプレイの最適位置は、視線の水平垂直±15°以内である』に基づき、視線から±15°を「推奨」範囲、その外側±25°を加えた範囲を「受け入れ可能」、どちらにも当てはまらない部分を「不適当」と判断した。

この規格を手こぎ作業に適用するにあたって、以下の仮定を設定した。手こぎ作業の位置は、操作性の調査と同様にかみこみ点の左20cm、前方50cmに立ち、視線は、かみこみ点付近を見ると仮定した。一方、垂直視野は、身長によって範囲が異なることから、先の参考資料6)を基に大柄な作業者として20~29歳男性の95%tile瞳孔高1693.0mm、小柄な作業者として65~74歳女性の5%tile瞳孔高1329.1mmを用い、どちらも範囲に入っていた場合に、「推奨」または「受け入れ可能」と判断した(図5)。



注) JIS B9706-1:2009<sup>8)</sup>中の図2、3を参考に作成

図4 JIS B9706-1:2009で規定している視野の区域

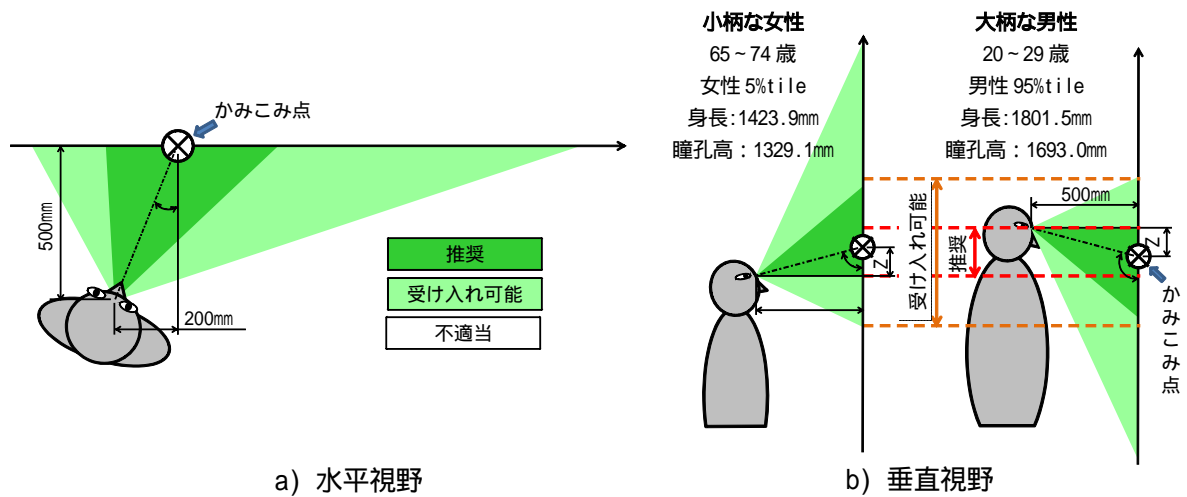


図5 JIS B 9706-1:2009 を自脱型コンバインの非常停止ボタンへ適用した場合

### 3. 結果

#### 1) 緊急停止装置の現状調査 (フィードチェーンの停止時間・距離)

2008、2009年の調査結果から、無負荷時のフィードチェーンの停止時間は、1.5~3.7s、停止距離は、25~144cmであった。また、それら供試機におけるフィードチェーンのかみこみ点からこぎ胴までの到達距離は、8~29cmであった。従って、かみこみ点で緊急停止ボタンを押しても、巻き込まれた手指等がこぎ胴に到達する可能性が示唆された(図6)。

注1) 図中の色の濃い部分は、かみこみ点からこぎ胴先端までの距離を示す。  
 注2) \*印は、1回の測定、それ以外は3回測定した平均値。  
 注3) エラーバーは標準偏差を示す。  
 注4) \*\*印は、緊急停止ボタン未装備のため、エンジンキーを切ったからの停止距離。

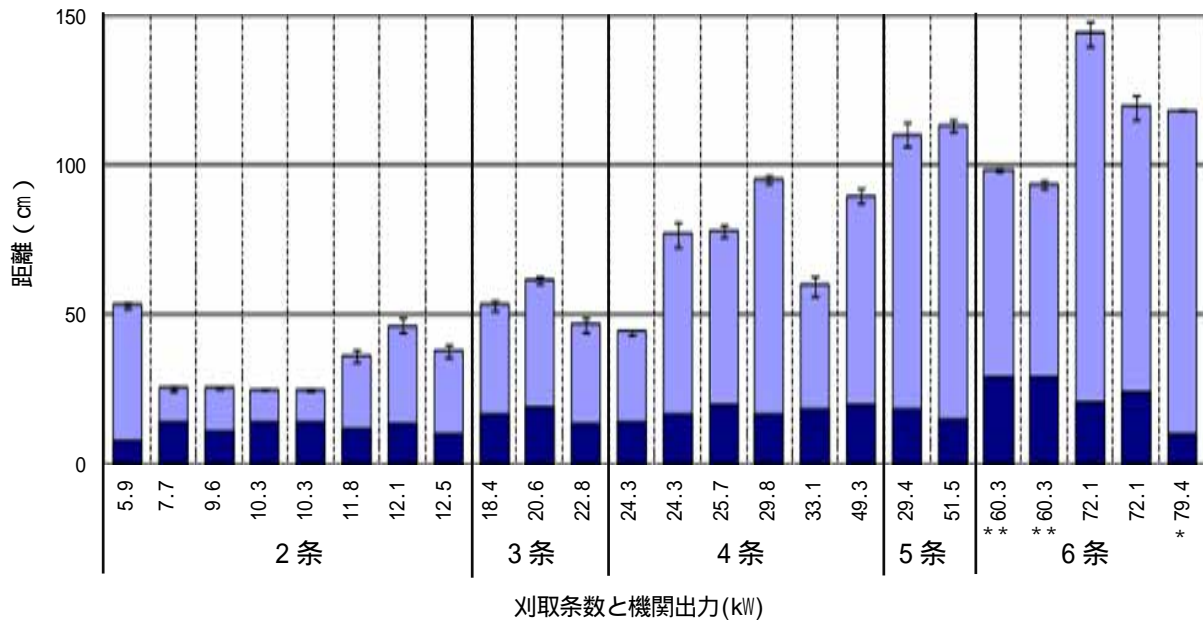


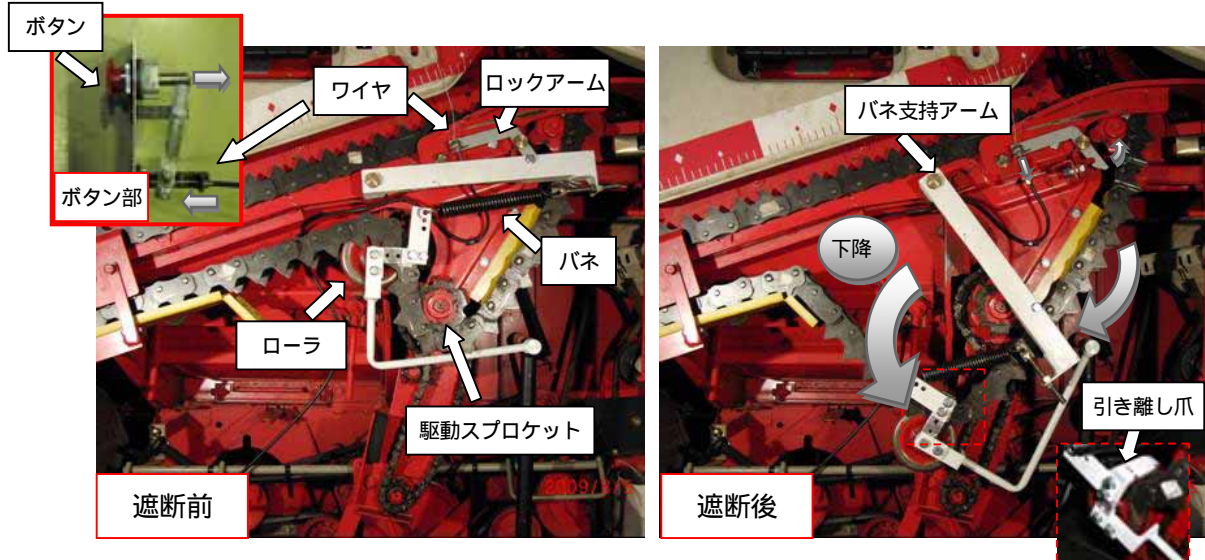
図6 フィードチェーンZの停止距離

#### 2) フィードチェーンを迅速に停止する装置の試作

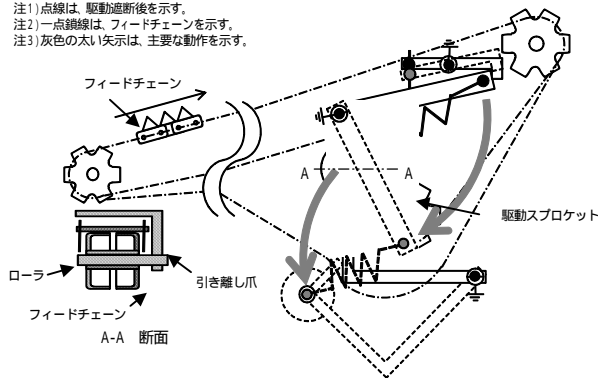
##### 中駆動遮断式の改良

改良した中駆動遮断式(図7)では、装置の始動をソレノイドから、ボタンの押し動作に連動したワイヤに変更し簡素化を図った。また、ロックアームに加わるバネの力を軽減し、ボタンの操作

力を軽減するとともに、省スペース化をねらい、バネとバネ支持アームが、ほぼ平行になるよう配置した。なお、試作装置は昨年度と同じ供試機（2条刈、9.6kW）に組み込んだ。動作は改良前とほぼ同様であり、ボタンを押すとワイヤが引かれ、フィードチェーンのテンションローラが下降して、駆動スプロケットからフィードチェーンを引き離す構造とした。この時、テンションローラに爪を取り付けて引き離しを確実にした。



注1) 点線は、駆動遮断後を示す。  
 注2) 一点鎖線は、フィードチェーンを示す。  
 注3) 灰色の太い矢示は、主要な動作を示す。



ボタンを押す動作により、ワイヤが引かれる  
 バネ支持アームのロックが外れる  
 バネ支持アームが回転  
 ローラ支持アームが回転し、ローラが下降  
 引き離し爪でフィードチェーンが引かれる  
 フィードチェーンと駆動スプロケットが引き離される

図7 改良した中駆動遮断装置

### Vベルト駆動遮断式

2008年度の構造調査から、フィードチェーンが後部終端部で駆動される構造の機種では、スプロケットからフィードチェーンを引き離すことは困難と考えられた。そこで、フィードチェーン駆動スプロケットへの動力伝達部に駆動を遮断する装置を設けることとした。具体的には、フィードチェーン駆動スプロケットを駆動するVベルトのテンションを切ることで、フィードチェーンへの動力伝達を遮断することが可能と考えられた（図8）。

試作を行う前に、2条刈、10.3kWのコンバイン（フィードチェーン停止距離25cm、かみこみ点からこぎ胴までの距離15cm）を供試し、容易にテンションローラ用のバネを外すことができるようにして、予備試験を行った。その結果、停止距離が13cmと、中駆動遮断式より停止距離が長かった。その理由として、Vベルトに連動する排わらカッタの慣性が影響したと考えられた。これをフィードチェーンの搬送速度が速く、排わらカッタの慣性が大きい他のコンバインに適用した場合、こぎ胴に到達する前に停止できない可能性が示唆された。従って、フィードチェーンおよび排わらカッタに動力を伝達するプーリにブレーキを加えることとした。

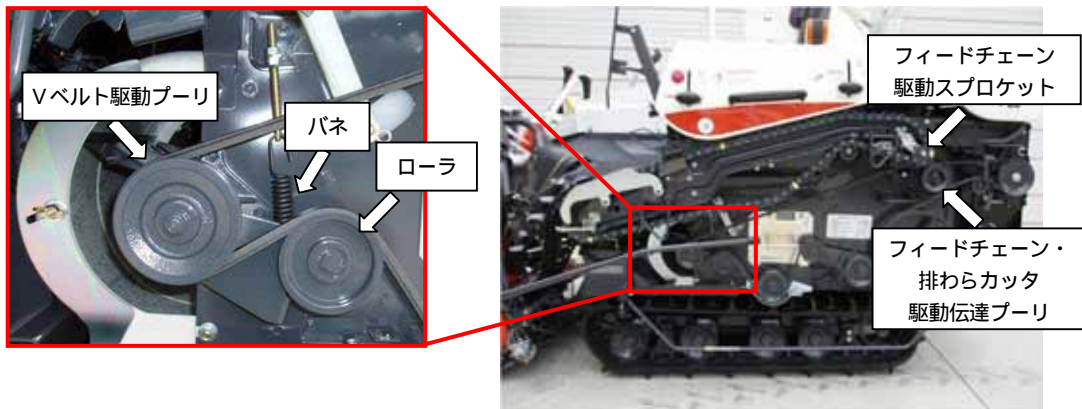
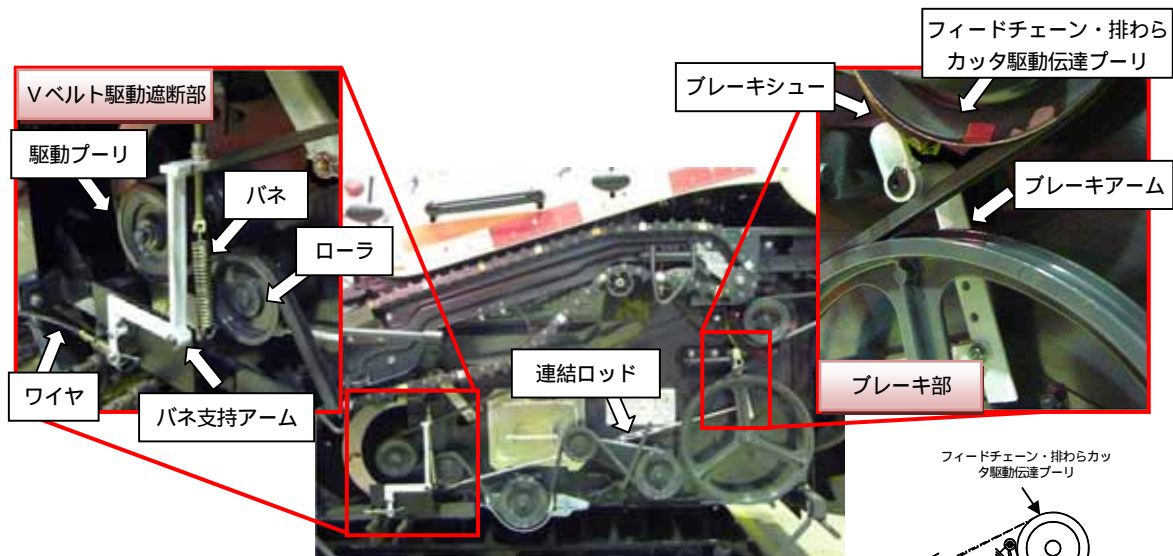


図8 Vベルト駆動遮断式の検討

試作したVベルト駆動遮断式は、Vベルト駆動遮断部とブレーキ部からなる。Vベルト駆動遮断部は、中駆動遮断式と同様にバネとバネ支持アームをほぼ平行になるように配置した。ブレーキ部はVベルト駆動遮断部に連動して、ゴム製のブレーキシューをプーリ外周に押しつける仕組みであり、テコを利用してなるべく制動力が大きくなるように配置した。ボタンを操作すると、これに連動したワイヤによってロックが外れ、バネ支持アームとローラ支持アームが下方へ回動することでローラが下降し、VベルトのテンションがなくなりVベルトと駆動プーリが引き離される。これと同時に連結ロッドが、ブレーキアームを回動して、フィードチェーン・排わらカタ駆動伝達プーリを制動する(図9)。なお、本試作装置は予備試験と同じ供試機に組み込んだ。



ボタンを押す動作により、ワイヤが引かれる  
ばね支持アームのロックが外れる  
ばね支持アームが回動  
ローラ支持アームが回動し、ローラが下降  
Vベルトと駆動プーリが引き離される  
連結ロッドが引かれる  
ブレーキアームが回動  
ブレーキシューにプーリが押しされる

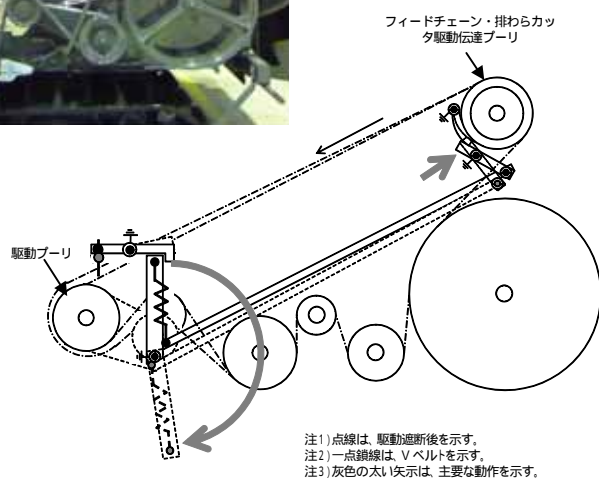


図9 Vベルト駆動遮断式の写真および概要

### 試作機の作動状況

改良した中駆動遮断式、V ベルト遮断式について、作動状況を確認したところ、それぞれ、停止時間は、0.2s、0.3s、停止距離は、6cm、9cm であり、いずれも、かみこみ点でボタンを押すと仮定するとこぎ胴に到達する前に停止可能であった（図 10）。また、いずれも試作もエンジンや移動時の振動によって誤作動することはなかった。このように、所期の目標を満足する装置を開発することができた。しかし、いまだ試作段階のため、今後、実作業時の動作や耐久性等の検証が必要である。

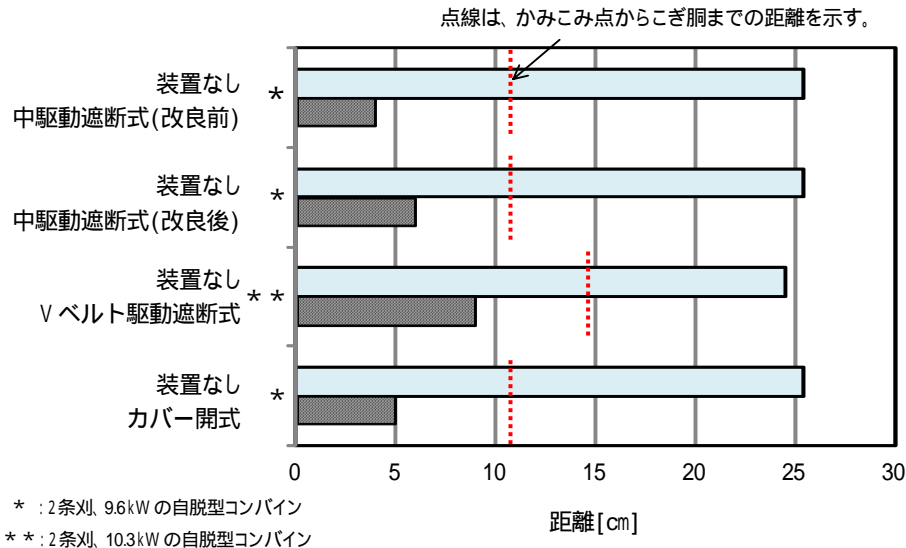


図 10 試作装置の停止距離

### 3) ボタン取付け位置の検討

#### 操作性

大型のコンバイン 2 型式分の非常停止ボタンの位置について、ほとんどの被験者が「届かない」と回答し、6 型式分について「届きにくい」と回答した被験者がいた。また、「届かない」と回答があった型式については、4 名ともに容易に手が届く範囲の外にあった。従って、一部の型式については、小柄な作業者にも届きやすい範囲にボタンを配置するよう改善を行う必要が認められた（図 11）。

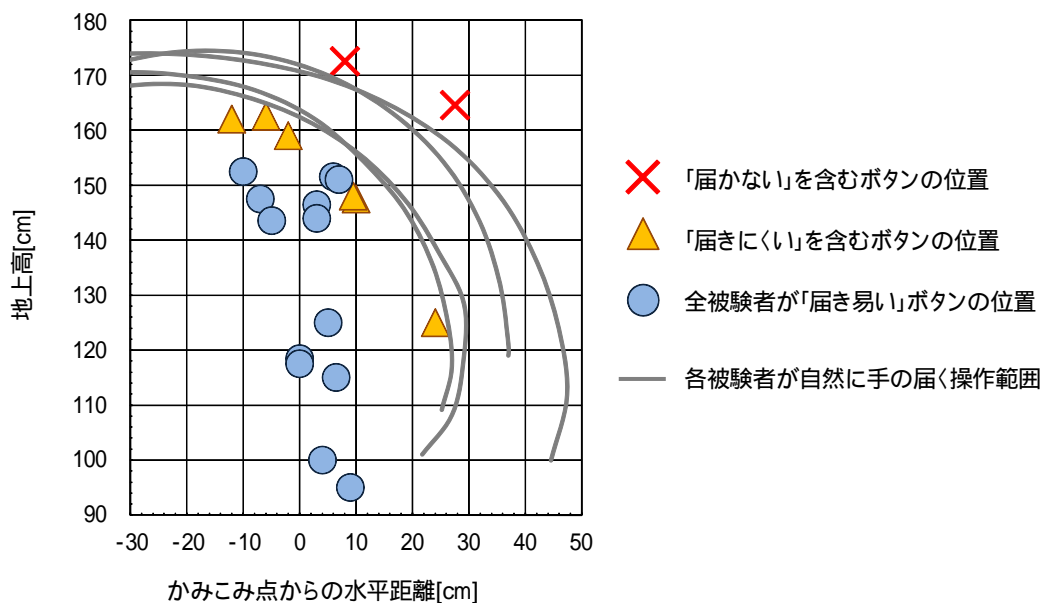


図 11 停止ボタンの操作性、位置の検討

## 視界域

水平視野は、全型式が「推奨」範囲内であった。垂直視野は、全型式が「受け入れ可能」であったものの、「推奨」範囲内の型式は1割程度であり、「推奨」範囲よりも高い位置にある場合が多かった。「推奨」範囲外のボタンはいずれも、推奨範囲内の視界域より高い位置にボタンが取り付けられていた。従って、可能な限り「推奨」範囲内に納まるようボタン位置を低くする改善に努める必要があると考えられる。しかしながら、大型のコンバインで小柄な者が作業する場合のように、瞳孔高よりもかみこみ点が高い時は、低い位置へボタンを取り付けると、供給中のワラが視線を遮ることがあるため、注意が必要である。

## 4. 安全規格と緊急停止装置の要件取りまとめ

### 1) 安全規格から見たコンバインの緊急停止装置

JIS B 9703:2000 (ISO13850)「機械類の安全性 非常停止 設計原則」<sup>9)</sup>は、非常停止のための機能的要求事項および設計原則について規定している。これの引用規格も含め、他にも機械安全に関する規格は多数あるが、ここでは、主にこの規格の中から、コンバインの緊急停止装置の機能を向上していく上で、今後、改善していく必要がある項目について検討を行い、必要に応じて他の規格も引用した。なお、JIS用語の場合は「緊急停止」ではなく「非常停止」なのでここではそれを用いた。

4.1.1 では、『(前略)非常停止機能は捕捉された人を解放するように設計されたいかなる設備をも損なってはならない(後略)』としている。一方、2008年度の構造調査結果から、巻き込まれが発生した場合に、こぎ室を開閉するレバーの構造や位置によっては、片手で解放することが困難なコンバインがあった。これらが規格に沿うには、構造を変更する必要がある。しかし、これらの中にはメンテナンス性向上のため、こぎ胴カバーとともに質量の大きいこぎ胴が上昇する構造の機種があり、その場合は、片手でこぎ胴カバーを開けることは困難である。また、電動でこぎ胴カバーを上昇させる方式の場合はどこでも手の届く位置に上昇ボタンを取り付ける必要がある。従って、これらについての規格への整合は、今後の課題である。

同じく4.1.1で『(前略)非常停止機能がリセットされるまで、いかなる起動信号(中略)も有効となってはならない』、また、4.4.4では『(前略)信号はラッチングによって保持しなければならない』、4.4.5では、『非常停止機器のリセットは、(中略)手動で操作することによってだけ可能でなければならず、さらに、JIS B 9700-2:2008<sup>10)</sup>の5.5.2の備考で『(前略)リセットは、非常停止指令の出された位置でだけ可能でなければならず(後略)』としている。自己保持型のボタン(解除操作を行わない限り押された状態が保持される)等であれば、いずれの項目も達成可能であるが、コンバインの場合は、自己保持型のもはなかった。また、運転席上でエンジンキーを切る、脱穀クラッチを切る操作のいずれか、またはその両方を行うことで、ボタン操作位置以外でのエンジンの再起動が可能であった。従って、ボタンを自己保持型に変更する必要性が認められた。また、JIS C 8201-5-5:2008<sup>11)</sup>の5.2では、『非常停止機器のすべての閉路接点素子は、直接回路動作(強制回路動作)の機能をもたなければならない』としている。これは、ボタン等を作動したときに機械的に電気回路が切れる構造(NC接点)でなければならないことを示している。しかし、一部のコンバインでは、ボタンを押したときに通電する(NO接点)ものがあった。

4.1.4では、『(前略)別の危険を発生させずに機械の動作を適切な方法で停止するようにリスクアセスメントに従って設計しなければならない』としている。コンバインの場合は、急停止することによって、エスカレータのように転倒事故を招くような、逆に損害が大きくなることは考えにくく、可能な限り迅速に停止した方が被害を最小限に抑えられる。また、人の反応に頼らざるを得ないボタン操作のみでは、挟やく部での巻き込まれを防ぐことができないことも多いと考えられ、少なくともも次の危険源であるこぎ胴に到達しないように停止することが目標のひとつであると考えられた。

リスクアセスメントに関しては、全国の負傷事故の情報が入手困難なため検討が難しいが、冒頭の



試算から、毎年無視できない数の負傷事故が発生している可能性があり、急停止によってリスクが上昇することも考えられないことから、今後、対策が必要と考えられた。

4.2.2 で非常停止機器は、『(前略)各オペレータの操作位置ごとに及び非常停止を必要とする位置に配置しなければならない。(中略)オペレータ及び他の人が容易に近づくことができ(後略)』る位置に取り付けなければならないとしている。3.3)では、女性高齢者の5%tileの小柄な女性の体格を基に検討をおこなったが、これらは作業員として十分に想定される。従って、特に大型のコンバインの場合は小柄な作業員にも配慮する必要がある。

また、ボタン操作が遅れた場合、ボタンが手こぎ作業時に手が届きやすい位置だけにしか装着されていないと、手が届かなくなることも想定される。従って、場合によっては、複数個のボタンを装備するか、先ほどの小柄な作業員にも手が届く範囲内に到達するように、ロープ、またはバー状のアクチュエータの検討も必要になる場合があると考えられた。

4.4.6 では、『(前略)アクチュエータは赤色でなければならない。アクチュエータ背後に地があり、実施可能であれば、地は黄でなければならない。(後略)』としている。調査したコンバインに関しては、全て赤系統の色が用いられていたが、オレンジ色が用いられていることもあった。また、地に関しては、黄を用いているコンバインはなく、また、それが不可能と判断できる事例は無かった。

## 2) コンバイン緊急停止装置の要件取りまとめ

1)を踏まえ技術的・コスト的課題はあるが、コンバインの緊急停止装置が具備すべき要件として、以下の5項目が挙げられた。

巻き込まれた後に片手で解放できる、可能であれば、ボタンを操作したら自動的に解放される。

ボタンはNC接点を有する自己保持型とする。

フィードチェーンは、可能な限り迅速に停止することとする。目安として、ボタンを押してからこぎ胴に到達する前に停止する。

ボタンは小柄な作業員にも操作しやすい位置にあり、反応が遅れると届かなくなることが想定される場合には、複数個のボタンを装着するか、ロープ、またはバー状のアクチュエータの検討を行う。

ボタンは赤色、背後の地は黄色とする。

## 5. 今後の課題

現行の緊急停止装置は、人の反応に頼らざるをえないため、完全に事故を回避することが困難である。従って、さらなる安全性向上を目指し、ボタンを押さなくても危険を事前に察知する技術の開発を予定している。

## 6. 成果の発表・活用等

農機学会関東支部年次大会(2010.8)で発表予定。

## 7. 引用・参考文献

- 1) 北海道農作業安全運動推進本部、2008年度農作業事故報告書、2009
- 2) 新農林社、2009 農業機械年鑑、2009
- 3) 生研センター、農業機械の事故実態に関する農業者調査結果(第2報) 自脱コンバインおよび運搬車、2008
- 4) 生研センター、安全装備の確認項目と安全鑑定基準および解説、2010
- 5) 生研センター、試験研究成績 20-3 農業機械の安全性に関する研究(第29報)、2009
- 6) (社)人間生活工学研究センター、『日本人の人体寸法データブック 2004-2006』、2009
- 7) JIS B 9706-1:2009、機械類の安全性 表示、マーキングおよび作動 第1部:視覚、聴覚お

- よび触覚シグナルの要求事項、(財)日本規格協会
- 8) JIS Z 8515:2002、人間工学 視覚表示装置を用いるオフィス作業 ワークステーションのレイアウトおよび姿勢の要求事項、(財)日本規格協会
- 9) JIS B 9703:2000、機械類の安全性 非常停止 設計原則、(財)日本規格協会
- 10) JIS B 9700-2:2008、機械類の安全性 設計のための基本概念, 一般原則 第2部: 技術原則、(財)日本規格協会
- 11) JIS C 8201-5-5:2008、低圧開閉装置及び制御装置 第5部: 制御回路機器及び開閉素子 第5節: 機械的ラッチング機能をもつ電氣的非常停止機器、(財)日本規格協会

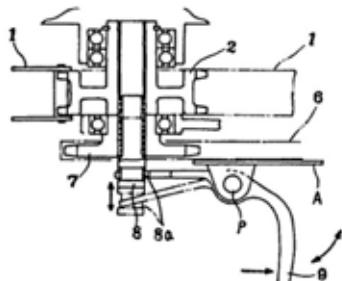
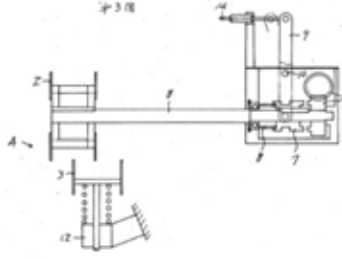
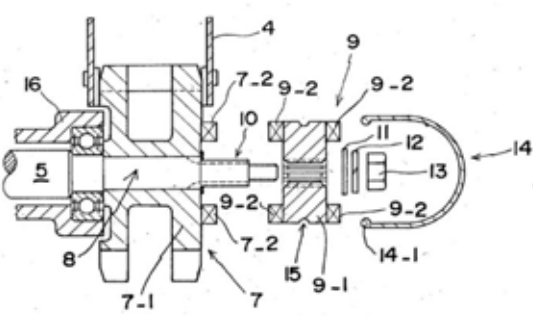
## 参考 自脱型コンバインの手こぎ作業時の安全に関する既存の特許技術

自脱型コンバインの手こぎ作業時の安全に関する既存の特許・実用新案技術を調査したところ、自動脱穀機が主流であった昭和40年代後半から多数の技術が提出されていた。また、安全性をねらいとしたものに関わらず、ワラ詰まり防止や、機体の損傷防止等をねらいとした技術もあったが、同じく安全性向上にもつながることから、こちらも同様に紹介する。

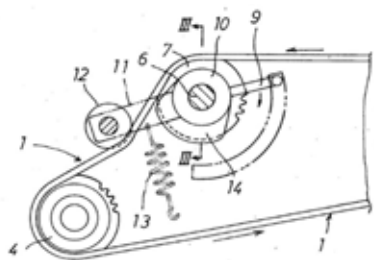
なお、欄中の「主な機能」として記した部分は、特許資料を基にこちらで記したもので、原文をそのまま引用した文章ではない。また、ここで紹介した特許・実用新案は筆者が検索して入手可能であったものであり、手こぎ作業に関する全ての技術を網羅しているとは限らないことを申し添える。

### 1. フィードチェーン等の駆動を遮断

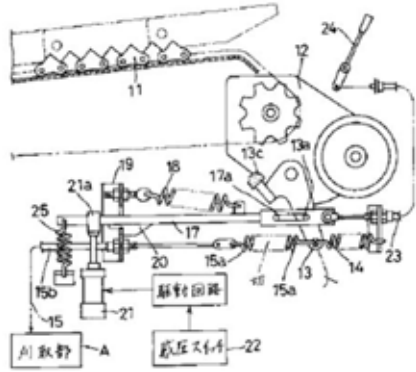
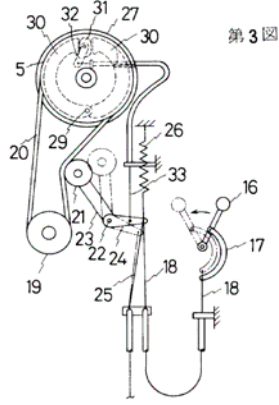
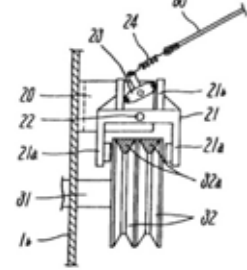
#### 1) フィードチェーンの駆動軸上にクラッチ

<p>特願：昭52 44937（4月18日）  <b>【考案の名称】</b>コンバインのフィードチェーン                      特開：昭53 130158（11月13日）                      特公：昭61 17450（5月7日）  <b>【出願人】</b>ヤンマー農機（株）  <b>【考案者】</b>神崎 典一  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/16  <b>【主な機能】</b>フィードチェーン1の駆動軸8がスプラインで嵌合されており、9のレバーを引くことで嵌合が外れる</p>	
<p>実願：昭51 137942（10月13日）  <b>【考案の名称】</b>脱穀機の安全装置                      実開：昭53 54866（5月11日）  <b>【出願人】</b>井関農機（株）  <b>【考案者】</b>戒能正、蔵本高二、村上光敏、福本彰一  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/10、A 01 F 12/16、A 01 F 12/56  <b>【主な機能】</b>手こぎ作業部のレバーを引くとフィードチェーン2の駆動軸上のクラッチ7が遮断される</p>	
<p>実願：昭58 89550（6月9日）  <b>【考案の名称】</b>スプロケット等の駆動装置における安全クラッチ                      実開：昭59 194634（12月24日）  <b>【出願人】</b>ヤンマー農機（株）  <b>【考案者】</b>西村英毅  <b>【IPC】</b>F 16 D 9/00 11/00  <b>【主な機能】</b>過負荷時、クラッチ爪9-2が折れることで、フィードチェーン4の駆動が遮断される</p>	

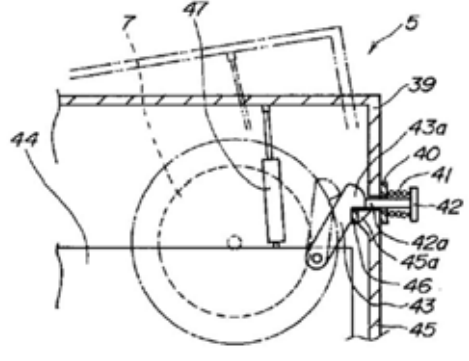
#### 2) フィードチェーンとスプロケットを遮断

<p>実願：昭52 33641（3月18日）  <b>【考案の名称】</b>穀稈搬送における安全装置                      実開：昭53 128264（10月12日）  <b>【出願人】</b>ヤンマー農機（株）  <b>【考案者】</b>山本洋治  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/10、A 01 F 21/00  <b>【主な機能】</b>駆動スプロケット7上のカム14が回転することで、フィードチェーン1とスプロケット7を引き離す</p>	
--	--

### 3) こぎ胴等やスプロケットにブレーキやストッパ

<p>特願：平7 76111 (3月31日)  <b>【発明の名称】</b>脱穀装置                  特開：平8 266141 (10月15日)</p> <p><b>【出願人】</b>(株)クボタ  <b>【発明者】</b>源埜順一、富賀潔、中村芳忠  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/10  <b>【主な機能】</b>感圧スイッチ 22 により過負荷を検知すると、フィードチェーン 11 のクラッチが切れると同時に、スプロケットにストッパ 13c がかかる</p>	
<p>特願：昭52 118645 (10月4日)  <b>【特許の名称】</b>脱穀機の動力伝導装置                  特開：昭54 54858 (5月1日)                  特公：昭57 6883 (2月8日)</p> <p><b>【出願人】</b>井関農機(株)  <b>【発明者】</b>鶴身学、立花俊彦  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/56、A 01 F 12/16  <b>【主な機能】</b>脱穀クラッチを切ると、こぎ胴の駆動プリー 5 がブレーキシュー 30 により制動される</p>	 <p style="text-align: right;">第3図</p>
<p>特願：昭61 158036 (10月14日)  <b>【考案の名称】</b>脱穀機の安全装置                  特開：昭63 63350 (4月26日)                  特公：平4 34676 (8月18日)</p> <p><b>【出願人】</b>ヤンマー農機(株) セイレイ工業(株)  <b>【考案者】</b>河田秀一、山中秀城、今村隆一  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/56 12/00  <b>【主な機能】</b>脱穀クラッチを切る、または、こぎ胴カバーを開くとこぎ胴の駆動プリー 32 にブレーキ 21a がかかる</p>	

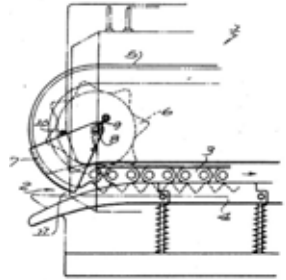
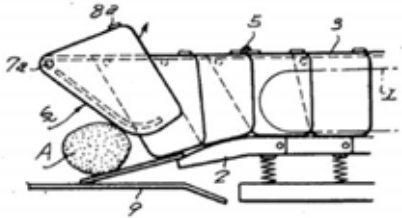
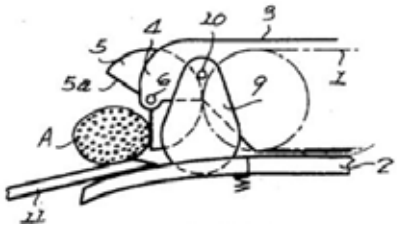
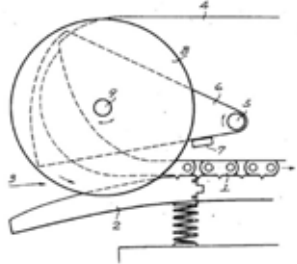
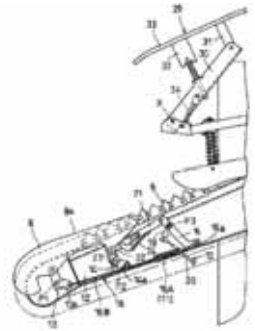
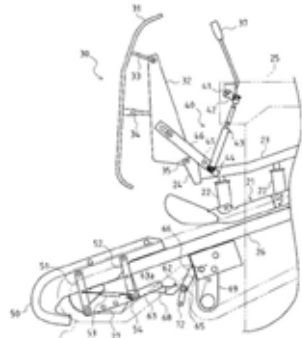
### 2. こぎ胴カバーや狭やく部を開く

<p>特願：平11 278728 (9月30日)  <b>【発明の名称】</b>コンバインの扱室カバー                  特開：2001-95358 (4月10日)</p> <p><b>【出願人】</b>ヤンマー農機(株)  <b>【発明者】</b>石原勇作  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/00、A 01 D 69/00 75/20  <b>【主な機能】</b>非常停止ボタン 42 を押すと、フック 43 が外れてこぎ胴カバー 39 が開く</p>	
---	--

<p>実願：昭 53 14668 (2月8日)  <b>【考案の名称】</b>脱穀機における穀稈搬送機構の安全装置  実開：昭 54-117752 (8月17日)</p> <p><b>【出願人】</b>農業機械化研究所  <b>【考案者】</b>三浦保、鈴木正肚、杉山隆夫  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/00、A 01 F 21/00  <b>【主な機能】</b>フィードチェーン 2 の駆動を切ると、フック 12 が外れて挟やく桿 4 が下降し、解放される</p>	
<p>特願：2000 328858 (10月27日)  <b>【発明の名称】</b>脱穀機の穀稈搬送装置  特開：2002-125442 (5月8日)</p> <p><b>【出願人】</b>三菱農機(株)  <b>【発明者】</b>福岡博和、布野泰彦  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/16 12/10  <b>【主な機能】</b>非常停止ボタン 32 を押すと、フィードチェーンの駆動を遮断するとともに挟やく桿 43 が電導シリンダ 35 によって上昇し、解放される</p>	
<p>特願：昭 51 121478 (10月9日)  <b>【発明の名称】</b>脱穀機の安全装置  特開：昭 53-48849 (5月2日)</p> <p><b>【出願人】</b>井関農機(株)  <b>【発明者】</b>蔵本高二、一色勉、福本彰一、森英二、山本道弘、土屋和勇、升田治  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/10  <b>【主な機能】</b>レバーを引くとフィードチェーン 2 の駆動を遮断するとともに挟やく桿 3 が下降し、解放される</p>	

### 3. フィードチェーンにカバー

<p>実願：昭 52 19379 (2月18日)  <b>【考案の名称】</b>自動脱穀機における安全装置  実開：昭 53 113868 (9月11日)</p> <p><b>【出願人】</b>農業機械化研究所  <b>【考案者】</b>三浦保、鈴木正肚、杉山隆夫  <b>【IPC】</b>A 01 F 12/00、A 01 F 21/00  <b>【主な機能】</b>かみこみ点 9 に円板状のカバー 6 を付け、巻き込まれを防ぐ</p>	
---	--

<p>実願：昭 52 19381 (2月18日)  【考案の名称】自動脱穀機における安全装置  実開：昭 53 113869 (9月11日)</p> <p>【出願人】農業機械化研究所  【考案者】三浦保、鈴木正肚、杉山隆夫  【IPC】A 01 F 12/00、A 01 F 21/00  【主な機能】かみこみ点 11 にカバー-7 を付け、巻き込まれを防ぐ</p>	
<p>実願：昭 52 19381 (2月18日)  【考案の名称】自動脱穀機における安全装置  実開：昭 53 113869 (9月11日)</p> <p>【出願人】農業機械化研究所  【考案者】三浦保、鈴木正肚、杉山隆夫  【IPC】A 01 F 12/00、A 01 F 21/00  【主な機能】かみこみ点にカバー-7a を付け、巻き込まれを防ぐ</p>	
<p>実願：昭 53 24833 (2月28日)  【考案の名称】脱穀機における穀粒供給装置  実開：昭 54 127756 (9月5日)</p> <p>【出願人】農業機械化研究所  【考案者】三浦保、鈴木正肚、杉山隆夫  【IPC】A 01 F 12/00、A 01 F 21/00  【主な機能】かみこみ点にカバー-5 を付け、巻き込まれを防ぐ</p>	
<p>実願：昭 53 24318 (2月27日)  【考案の名称】脱穀機における安全防護装置  実開：昭 54 127758 (9月5日)</p> <p>【出願人】農業機械化研究所  【考案者】三浦保、鈴木正肚、杉山隆夫  【IPC】A 01 F 12/00、A 01 F 21/00  【主な機能】かみこみ点 3 にカバー-8 を付け、巻き込まれを防ぐ</p>	
<p>特願：2000 254139 (8月24日)  【特許の名称】脱穀機における安全防護装置  特開：2002 65034 (3月5日)  特登：3499519 (12月5日)</p> <p>【出願人】(株)クボタ  【発明者】平田晋、濱谷功二、山岸雪貞  【IPC】A 01 F 12/10、A 01 D 61/00 69/00  【主な機能】手こぎ作業時、フィードチェーン 6 をカバー-8 で覆い、露出を少なくする</p>	
<p>特願：2005 200352 (7月8日)  【特許の名称】脱穀機における安全防護装置  特開：2007 14287 (1月25日)</p> <p>【出願人】ヤンマー(株)  【発明者】新福勇一  【IPC】A 01 F 12/10  【主な機能】手こぎ作業時、フィードチェーン 9 をカバー-50 で覆い、露出を少なくする</p>	

#### 4. 巻き込まれ検知

<p>実願：昭 51 82982 (6月23日)  <b>【考案の名称】</b> 脱穀機におけるフィードチェーンの駆動停止装置          実開：昭 53-969 (1月7日)</p> <p><b>【出願人】</b> 井関農機 (株)  <b>【考案者】</b> 鶴身学、一色勉  <b>【IPC】</b> A 01 F 12/10、A 01 F 21/00  <b>【主な機能】</b> レバー12が人体の接触圧によって引かれると、フィードチェーンの駆動を遮断する</p>	
<p>特願：昭 46 24915 (4月20日)  <b>【発明の名称】</b> 自動脱穀機の供給口における安全装置          特開：昭 47-38449 (12月5日)</p> <p><b>【出願人】</b> 井関農機 (株)  <b>【発明者】</b> 井浦忠  <b>【IPC】</b>  <b>【主な機能】</b> 人体が巻き込まれると揺動板 10 が押され、駆動軸 1 上の爪 4a が外れることで、フィードチェーンの駆動を遮断する</p>	
<p>実願：昭 49 2188 (12月22日)  <b>【考案の名称】</b> 脱穀機の安全装置          実開：昭 50-96557 (8月12日)</p> <p><b>【出願人】</b> 久保田鉄工 (株)  <b>【考案者】</b> 谷本利勝  <b>【IPC】</b> A 01 F 12/16、A 01 F 21/00  <b>【主な機能】</b> 人体の接触圧によってレバーが引かれると、フィードチェーン 1 が停止する</p>	

実願：昭 52 15149 (2月9日)

【考案の名称】脱穀機における安全装置

実開：昭 53-109670 (9月2日)

【出願人】井関農機(株)

【考案者】蔵本高二、一色勉、福本彰一、森英二、山本道弘  
上谷弘踐

【IPC】A 01 F 12/16、A 01 F 21/00

【主な機能】かみこみ点に設けたタッチセンサ 8 によって巻き込まれを検出し、脱穀クラッチやエンジンを停止する

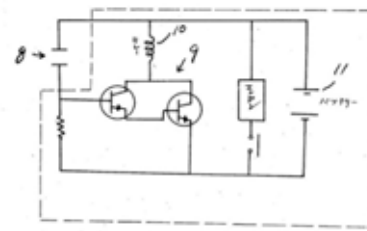
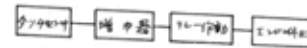


図 3 図



特願：2008 40574 (2月21日)

【考案の名称】コンバイン

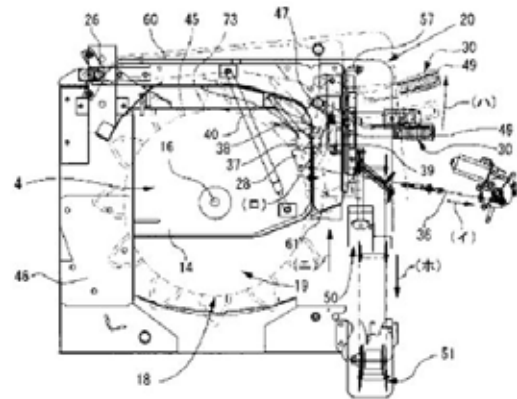
実開：2009-195169 (9月3日)

【出願人】ヤンマー(株)

【考案者】有田英司

【IPC】A 01 F 12/16、A 01 F 12/10

【主な機能】異常な挟やく負荷を検出すると、フィードチェーンの駆動を遮断するとともに、挟やく桿 50 が上昇し、解除される



## 5. その他

特願：2006 75159 (3月17日)

【特許の名称】脱穀機における安全装置

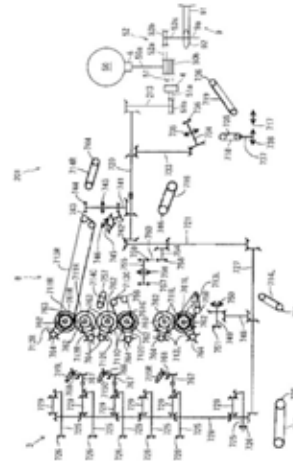
特開：2007-244329 (9月27日)

【出願人】ヤンマー(株)

【発明者】一ノ瀬信彦

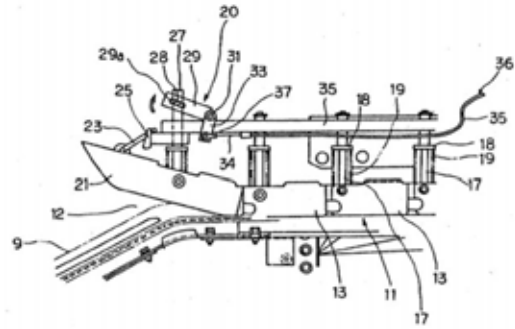
【IPC】A 01 D 69/00、A 01 D 69/02、A 01 F 12/10

【主な機能】手こぎ作業により、フィードチェーン 9 の搬送速度を電動モータ 50 によって調節できる

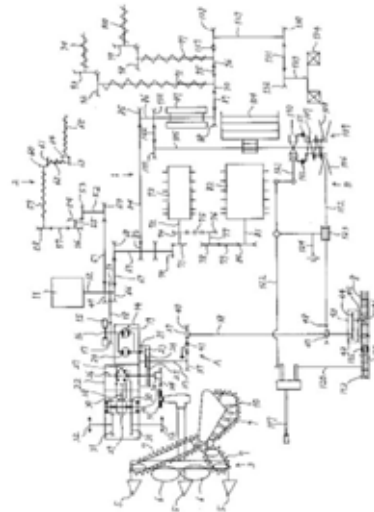




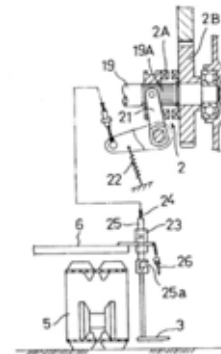
実願：昭 63 170246 (12月30日)  
 【考案の名称】コンバインの手扱ぎ作業切換構造  
 実開：平 2 90973 (7月19日)  
 実公：平 7 42 (1月11日)  
 【出願人】三菱農機(株)  
 【考案者】角力  
 【IPC】A 01 F 12/10 12/56  
 【主な機能】手こぎ作業時、フィードチェーン 9 の搬送速度を変速ギヤによって減速する



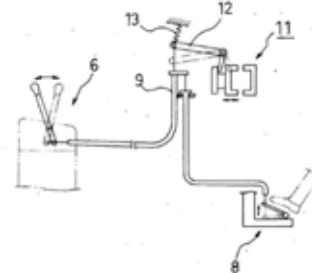
特願：2003 187664 (6月30日)  
 【発明の名称】コンバイン  
 特開：2005 21030 (1月27日)  
 【出願人】井関農機(株)  
 【発明者】里路久幸  
 【IPC】A 01 D 69/00、A 01 F 12/10  
 【主な機能】手こぎ作業により、フィードチェーン 8 の搬送速度を変速プーリー 109 によって調節できる



実願：昭 52 97618 (7月19日)  
 【考案の名称】コンバイン  
 実開：昭 54 23866 (2月16日)  
 実公：昭 58 30444 (7月5日)  
 【出願人】久保田鉄工(株)  
 【考案者】岡村捷利、奥田史郎  
 【IPC】A 01 F 12/56  
 【主な機能】ペダル 3 により、手こぎ作業時のみフィードチェーンが作動し、ペダル 3 を離すとフィードチェーン駆動軸 19 上のクラッチ 2A で駆動を遮断する

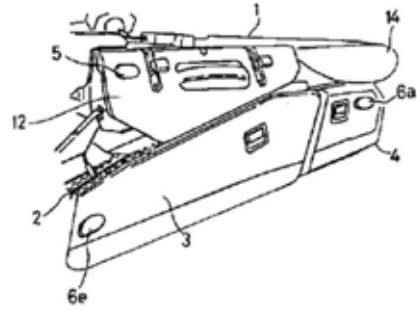


特願：昭 50 16528 (2月7日)  
 【発明の名称】コンバイン  
 特開：昭 51 91155 (8月10日)  
 【出願人】久保田鉄工(株)  
 【発明者】岡村捷利  
 【IPC】A 01 F 7/00、A 01 F 21/00、A 01 D 69/00  
 【主な機能】ペダル 8 により、手こぎ作業時のみフィードチェーンが作動し、ペダル 8 を離すとフィードチェーン駆動軸上のクラッチ 11 で駆動を遮断する



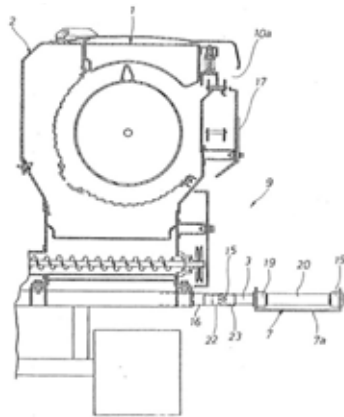
特願：平 10 189411 (7月3日)  
 【発明の名称】コンバインにおける緊急エンジン停止制御装置  
 特開：2000 14231 (1月18日)

【出願人】三菱農機(株)  
 【発明者】門脇隆志、山崎弘章  
 【IPC】A 01 F 12/16 12/10  
 【主な機能】至る所に非常停止スイッチ 5、6a、6e 等を装着し、どこでも停止できる



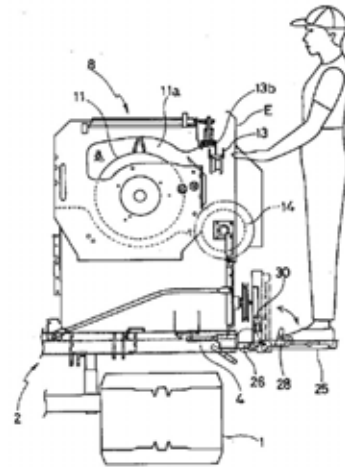
実願：昭 60 202792 (12月28日)  
 【考案の名称】コンバインにおける手扱ぎステップ装置  
 実開：昭 62 111332 (7月15日)  
 実公：平 3-47477

【出願人】三菱農機(株)  
 【考案者】堀内道夫  
 【IPC】A 01 D 67/00 41/02  
 【主な機能】手こぎ用のステップ 20 が配置されており、小柄な人でも安全に作業できる



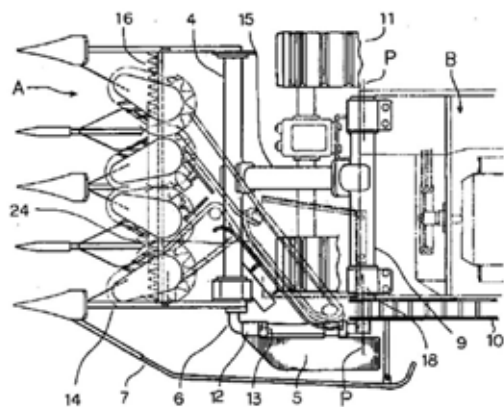
実願：平 3 48855 (5月31日)  
 【考案の名称】コンバインの手扱ぎ用ステップ  
 実開：平 5 82230 (11月9日)

【出願人】三菱農機(株)  
 【考案者】角力  
 【IPC】A 01 D 67/00 41/02  
 【主な機能】手こぎ用のステップ 25 が配置されており、小柄な人でも安全に作業できる



特願：2001 28928 (2月6日)  
 【発明の名称】コンバインの手扱用足載台  
 特開：2000 14231 (1月18日)

【出願人】セイレイ工業(株)  
 【発明者】西村昭人  
 【IPC】A 01 D 67/00 63/04  
 【主な機能】手こぎ用のステップ 5 が配置されており、小柄な人でも安全に作業できる



本報告の取扱いについて

本報告の全部又は一部を無断で転載・複製  
(コピー) することを禁じます。  
転載・複製に当たっては必ず当センターの  
許諾を得て下さい。

(お問合せ先：企画部 機械化情報課)

平成 21 年度 試験研究成績

2 1 - 1 農業機械の安全性に関する研究 (第 3 0 報)

頒価 310 円(本体価格 296 円)

---

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
生物系特定産業技術研究支援センター  
農業機械化研究所  
<http://brain.naro.affrc.go.jp/iam/>

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2  
Tel. 048-654-7000 (代)

---

印刷・発行 平成 22 年 6 月 30 日