

平成23年度  
試験研究成績

23-1 農業機械の安全性に関する研究（第32報）

平成24年5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 22 年の農作業死亡事故件数は 398 件であった。400 件前後という数字は 30 年以上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。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 23 年度は、次の 5 つの研究課題に取り組んだ。1 課題目は、昨年度から開始された「巻き込まれ事故防止のための作業判別技術の開発」である。本課題は、作業者の危険部位への接近を感知する技術の開発を目指している。本課題は平成 24 年度までの 3 年間にわたって取り組む。

2 課題目は、「農業機械のリスク低減のための基礎研究」であり、昨年度から開始され、今年度で終了した。ISO 規格に示されている本質的安全設計の考え方に照らし、農業機械に潜在する課題を洗い出し、安全性向上に向けた方策を明らかにする。

3 課題目は、「乗用トラクタおよび刈払機事故の詳細調査・分析手法の研究」である。本課題は、乗用トラクタと刈払機の事故を対象に、分析手法を確立するとともに、協力先の都道府県等からの事故調査データや既存の調査結果等を基に、事故発生要因や諸条件との因果関係を明らかにする。あわせて、使いやすく必要な情報が得られる調査票を作成し、新たな調査分析手法を構築することを目標としている。

4 課題目は、「乗用型トラクターの片ブレーキ防止装置の開発」である。トラクタの転落転倒事故の原因のひとつとして片ブレーキの誤操作が挙げられており、本課題ではその誤操作を防ぐ装置の開発を緊プロ課題として国内のトラクタ製造業者 5 社と 3 年に亘って実用化を目指して取り組む。

5 課題目は、「自脱コンバインの手こぎ部の緊急即時停止装置の開発」である。一昨年度まで取り組んでいた課題の成果を参考に、緊プロ課題としてコンバイン製造業者 4 社と当該装置の実用化を目指し、3 年に亘る共同研究として取り組む。

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 31 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、研究の実施にあたっては、多くの方々の協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

平成 24 年 5 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）

# 農業機械の安全性に関する研究（第32報）

## 目 次

まえがき

1. 巻き込まれ事故防止のための作業者判別技術の開発	1
2. 農業機械のリスク低減のための基礎研究	11
3. 乗用トラクタおよび刈払機事故の詳細調査・分析手法の研究	31
4. 乗用型トラクターの片ブレーキ防止装置の開発	43
5. 自脱コンバインの手こぎ部の緊急即時停止装置の開発	55

# 1. 巻き込まれ事故防止のための作業判別技術の開発

基礎技術研究部 安全人間工学研究  
岡田俊輔、志藤博克、積 栄

〔適用〕 作物等の供給物と作業者を判別し、巻き込まれ事故を防止する要素技術を開発する。今年度は、昨年度試作した検出手袋の評価を行うとともに、鉄チェーンを貼り付けた安価な市販耐切創手袋の有効性を検討することとした。また、磁気センサの調査結果から、空芯コイル（金属探知機）よりも検出感度の高い磁心コイルを利用することとした。上記鉄チェーンと磁心コイルを用いて、基本的な特性について予備調査を行った後、試作した基礎試験装置によって、動的な条件で、センサ取付位置や周囲金属動作によるノイズの影響を調査した。また、検出距離の拡大が課題として残されたため、磁心コイルの試作を行った。

## 1. 目的

農業機械には作業性を損なうため防護カバーを適用できず、刃やチェーンなどの可動部が露出している部分があり、巻き込まれ等の事故が発生することがある。類似の事故を防止する技術として、工作機械分野等では、工作対象物と人体を判別、あるいは、危険領域への人体の侵入を識別する安全装置が導入されている。農業分野では作物の形状や物性、土や水等の付着等、様々な条件で供給物と人体の違いを判別することが困難であることから、実用化された技術は少ない。そこで、作物等の供給物と巻き込まれの違いを判別する要素技術を開発する。

今年度は、自脱コンバインの手こぎ作業時の事故を想定し、フィードチェーン周りの構造物を模した基礎試験装置を作成し、より実際の作業条件に近い動的な条件で試験を行う。また、試作手袋や検出コイル等の改良について検討を行う。

## 2. 昨年度試作手袋の評価と市販手袋再調査結果

### 1) 試作手袋の評価方法

昨年度試作した検出手袋の評価を行うとともに、利用可能な市販金属入り手袋を再調査した。なお、試作手袋の検出可否は以下の2つの方法により測定した。

(1) 図1のように設置し、昨年度供試した市販金属探知機と手袋が接した状態(0mm)から5mm毎に距離を離れた時の金属探知機の出力を昨年度と同様にオシロスコープを用いて測定した(試験方法の詳細については、昨年度の試験研究成績22-3<sup>1)</sup>を参照のこと)。

(2) 図2のように設置し、手袋端面を0mmとして、10mm毎に手袋を移動した時の金属探知機の出力を測定した。手袋上面と金属探知機下面の距離は約5mmとした。手袋の面積は、スキャナで取り込んだ画像からPhotoshopにより既知の基準面積(25cm<sup>2</sup>)とのピクセル数の比によって、大矩形コイル直下にあった手袋の面積を割り出した。

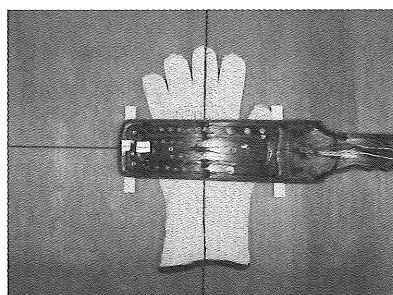


図1 距離と金属探知機出力測定風景(0mm)

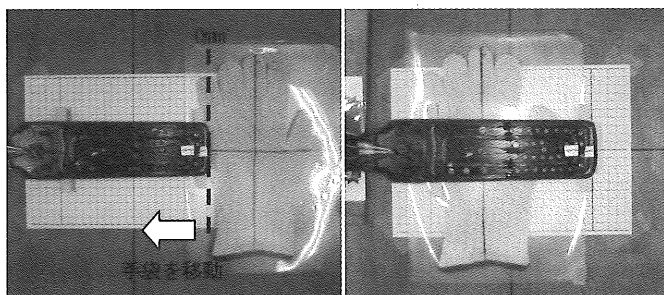


図2 面積と金属探知機出力測定風景(左:0mm、右200mm)

## 2) 結果及び使用手袋の検討

- (1) 金属探知機と試作手袋の距離と変化電圧の関係を図3に示す。現在供試している金属探知機の出力波形は±25mV程度のノイズがあり、平均化によるノイズ除去や閾値の設定等検討すべき事項はあるが、最大でも検出可能な距離は30mm程度と考えられた。
- (2) 各測定点における金属探知機出力の電圧変化を図4、試作手袋面積と金属探知機出力の電圧変化を図5に示す。金属探知機直下にある試作手袋の面積が増えるに従い、金属探知機の電圧変化が大きくなり、面積が最大となる160、170mm付近で変化が最大となった。また、面積にほぼ比例して金属探知機の電圧変化が大きくなる傾向があり、20cm<sup>2</sup>程度の面積がないと検出が困難と推察された。以上から、試作した検出用手袋は市販の金属探知機で検出可能であるが、距離が遠い場合や指だけが巻き込まれた場合は、検出が難しいと判断された。

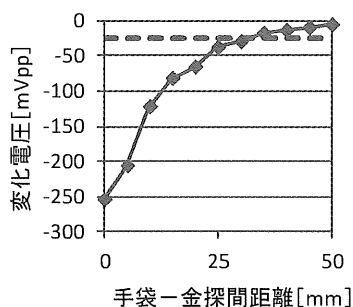


図3 距離と金属探知機  
の出力電圧変化

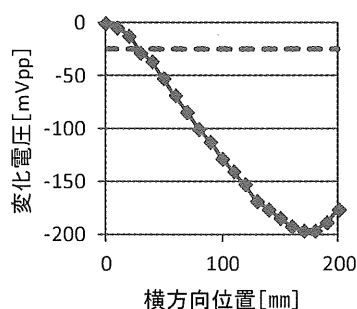


図4 各測定点における  
金属探知機出力

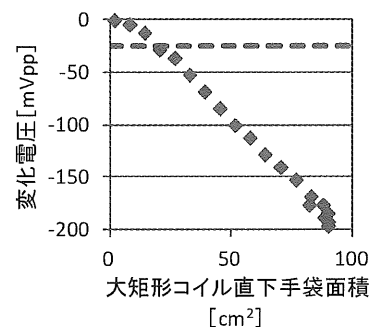


図5 手袋面積と  
金属探知機出力

※図3～5の点線は、ノイズの大きさである25mVを示す。

加えて、想定より使用するアモルファス金属繊維の量が多く、高コストとなった。現状では、検出距離が十分でなく、さらに拡大させる必要があることから、アモルファス金属繊維の量を減らすことで低コスト化を図ることは困難である。そこで、検出対象素材を再度調査した結果、金属探知機で検出可能な、鉄チェーンを貼り付けた安価な市販耐切削手袋を新たに見出したため、これの利用を検討することとした。しかし、手のひら側に塗布されたゴムが硬く、鎌作業にやや不適なため、今後改良の必要性を認めた。

## 3. 磁気センサ調査と磁心コイルの予備試験

### 1) 磁気センサの調査結果と磁心コイルの予備試験方法

各種の金属・磁気検出センサについて調査を行い、一部については動作確認を行った。各種金属・磁気検出センサを表1に示す。磁気インピーダンスセンサは最も検出距離が長かったが、周囲金属や振動の影響を受けやすかった。金属探知機等に利用される空芯コイルは、コイル径が小さいと検出距離が短くなり、スペース的な制約を受ける部位では利用が困難と考えられた。検針器等に利用される磁心コイルは、検出対象が動いていないと検出できないという欠点はあるが、安全装置として組み込み可能な大きさを考えた場合、空芯コイルより検出距離が長い特徴がある。また、構造が簡素、センサ駆動に電気が必要ない等の利点から、これを用いることとし、市販されている検針器内の磁心コイルを用いて、以下の予備試験を行った。

### (1) 磁心コイルに利用されている磁石の磁束密度の測定

磁心コイルに用いられている磁石の距離減衰を確認するため、中心軸上の各距離における磁束密度をテスラメータ(マグナ製、MG-701)を用いて測定した。加えて、磁心コイルを固定する治具として、鋼管を利用することによる影響の有無を、鋼管ありとなしで比較した(図6)。

(2) 磁心コイルに誘起される起電力の測定

2. で用いることとした手袋 (図7) の鉄チェーン1本がベルトコンベア上を通過した時に、磁心コイルに誘起される起電力を各距離で測定した (図8)。(ここでは、検出対象によって誘起される起電力を「起電力」と呼び、後述する周囲金属動作等によって誘起される不必要な起電力を「ノイズ」または「ノイズ起電力」と呼ぶこととする。) なお、先に述べた通り、磁心コイルは静止した磁性体に対しては、電磁誘導が生じず、起電力が発生しない。事前の実測結果から、検出対象の移動速度と起電力が比例することを確認しており、これは、ファラデーの電磁誘導の法則からも明らかである。

表1 金属・磁気検出センサの種類

金属・磁気検出センサ部の名称	構成	原理	特徴	利用場面
空芯コイル	コイル、 発振回路	電磁誘導 渦電流	・静的でも検知可 ・非磁性金属の検出可 ・コイル形状多数 ・構成が簡素	金属探知機 等
磁心コイル	コイル、 磁石	電磁誘導 磁気誘導	・センサ駆動に電気の必要無 ・移動体のみ ・磁性体のみ	検針器 等
磁気インピーダンス (MI) 素子 巨大磁気抵抗素子 (GMR) 素子 磁気抵抗素子 (MR) 素子 ホール素子	アモルファス 半導体 半導体 半導体	磁気インピーダンス効果 巨大磁気抵抗効果 磁気抵抗効果 ホール効果	・検出部小 ・基本的に磁性体のみ	近接スイッチ 等

※数万円以内で入手可能なセンサの検出距離：MI素子>>磁心コイル>空芯コイル>GMR素子>MR素子>ホール素子

参考：ファラデーの電磁誘導の法則

$$V = -\mu_0 \cdot N \cdot A \cdot \frac{dH}{dt}$$

$V$ : 起電力、 $\mu_0$ : 比透磁率、 $N$ : コイル巻数、 $A$ : コイル面積、 $\frac{dH}{dt}$ : 磁場の変化率

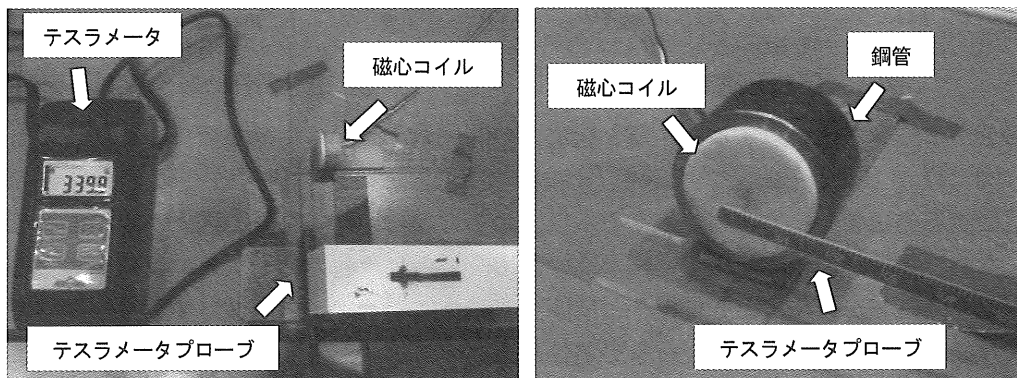


図6 磁束密度測定の様子 (左: 鋼管なし、右: 鋼管あり)

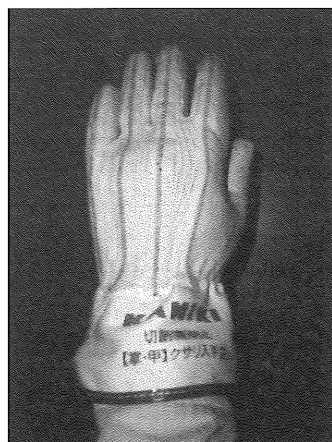


図7 チェーン入り手袋 (筋部分がチェーン)

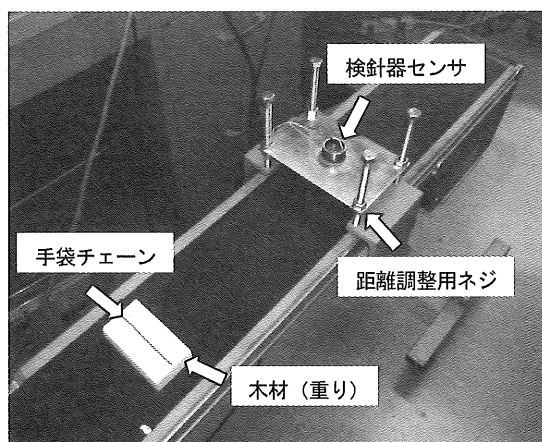


図8 手袋チェーンの通過時の距離と起電力の関係 (試験風景)

従って、自脱コンバインの手こぎ作業を想定した場合、作業者の手がフィードチェーン搬送速度よりも遅い速度で巻き込まれることはないと判断し、フィードチェーン搬送速度が最も遅い2条刈クラスの搬送速度0.3m/sで鉄チェーンを通過させた。計測は、データロガー（EDX-2000A、共和電業製）を用い、サンプリング周期は500Hzとし、周囲金属動作と関係のないノイズを減らすため、30Hzのローパスフィルタを入れた。なお、距離が離れるに従って、鉄チェーン通過による起電力が小さくなるため、相対的にローパスフィルタで除去しきれない商用電源ノイズや、計測器の内部ノイズの影響が大きくなり、起電力よりもピーク値が大きくなるため、測定距離を20mm付近までとした。

## 2) 磁心コイルの予備試験結果

(1) の測定結果をみると、磁束密度は磁石から離れるに従って著しく減少した（図9）。また、鋼管がない時と比べて鋼管があると、磁石から離れるにつれて磁束密度が低くなり、50mm付近で7割ほどとなった（図10）。

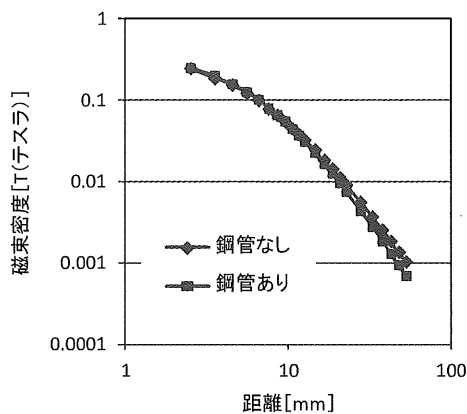


図9 距離と磁束密度

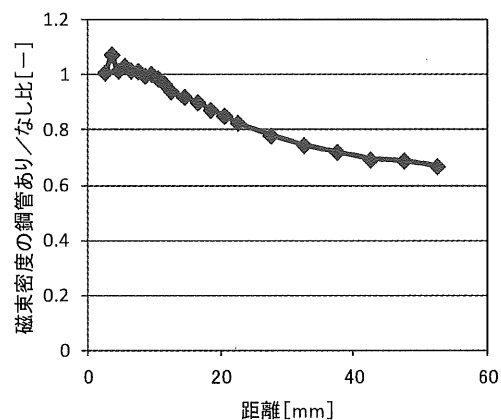
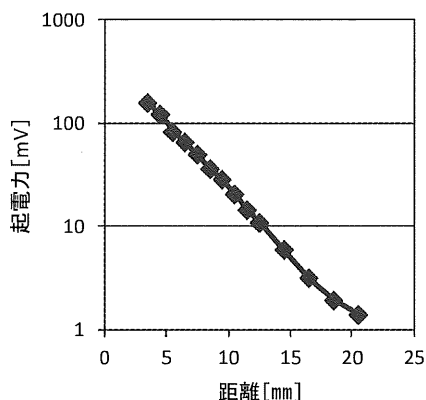


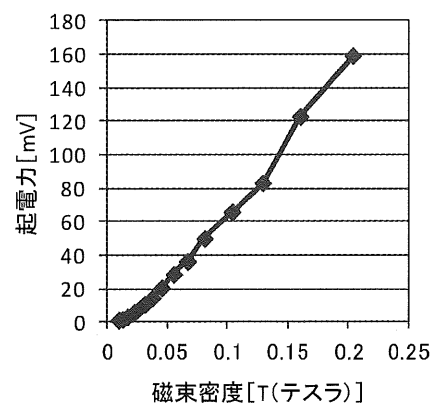
図10 鋼管の有無による比較

(2) の手袋チェーン—磁心コイル間距離と起電力の関係も、同様に距離が離れるに従って著しく減少した（図11）。また、磁束密度と起電力は概ね比例関係にあり（図12）、これは、先のファラデーの電磁誘導の法則からも明らかである。以上のことから、検出距離の拡大が課題となると予想された。なお、鋼管がない方が磁束密度が高いため、得られる起電力も大きいと考えられるが、鋼管で覆うことで磁気シールドとして働き、周囲金属動作によるノイズを減らす効果が期待できることから、今後これらを含めて検討を行う必要がある。



※チェーン通過時の波形は単発正弦波のようなため、最大値または最小値のうち絶対値の大きい方をピーク起電力としてプロットした。

図11 鉄チェーン - 磁心コイル  
間距離と起電力



※磁束密度は、起電力測定時鋼管付きだったため、鋼管ありのデータを用いた。

図12 磁束密度と起電力の関係

#### 4. 基礎試験装置を用いた磁心コイル取付位置の検討

##### 1) 試験方法

昨年度試作した基礎試験装置を用いて、動的な条件で周囲金属動作の影響の少ない磁心コイル取り付け位置について、以下の3通り検討した。

##### (1) フィードチェーン下側に磁心コイル取付けた場合 (図 13)

まず、巻き込まれ時以外最も作業者の手が届きにくい磁心コイル取付位置として、フィードチェーン下側に磁心コイルを取り付けた。ただし、この場合はフィードチェーンローラが通過することによるノイズが発生するため、これを除去するために磁心コイルを2個用意し、チェーンピッチと同じ間隔 (33 mm) で配置することで、同振幅、同位相の振幅が得られ、互いにノイズを打ち消し得るか検討した。

##### (2) フィードチェーン側面に磁心コイル取付けた場合

次に、フィードチェーンの側面に磁心コイル取り付け、ここでは、検出距離が短い欠点を補うため、噛み込み点付近上下に磁心コイルを取り付けることで検出距離の倍増を試み、磁心コイル上の取り付けは、以下の2箇所を検討した。

##### (2-1) 磁心コイル上を挟やく桿に取り付けた場合 (図 14)

この配置は、挟やく桿の上下動とともに磁心コイル同士の相対位置が動くことでノイズが生じるため、これを除去する方法について検討した。

##### (2-2) 磁心コイル上を挟やく桿の最大開き位置に固定し、挟やく桿をステンレスに変更した場合 (図 15)

この配置は、磁心コイルが上下とも固定であり、距離が離れているため、(2-1) のノイズが生じにくい半面、磁心コイル下と磁心コイル上の間で挟やく桿が上下するため、挟やく桿を磁性のないステンレス (SUS304) に変更した。

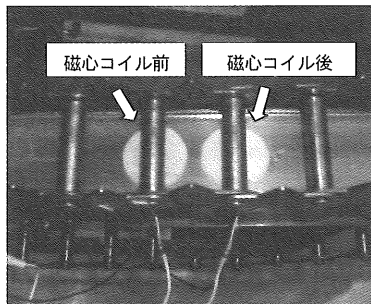


図 13 フィードチェーン下側に磁心コイルを取り付けた様子

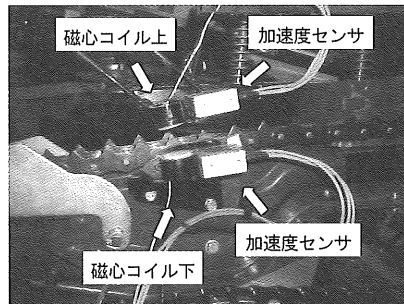


図 14 磁心コイル上を挟やく桿に取り付けた様子

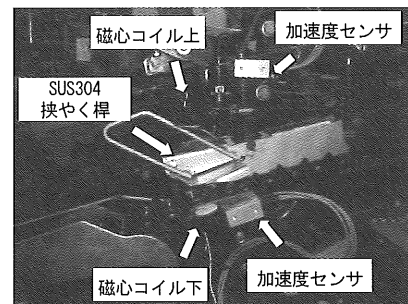


図 15 磁心コイル上を固定し挟やく桿をステンレスにした様子

計測は、予備試験と同様に EDX-2000A (共和電業製) を用い、サンプリング周期は 500Hz とし、周囲金属動作と関係のないノイズを減らすため、30Hz のローパスフィルタを入れた。

周囲金属の動作条件として、(1) では、①フィードチェーン動作 (0.3m/s) のみ、(2) では、②フィードチェーンにワラ供給 (通常動作)、③挟やく桿を上下動 (ワラ流量の変動が激しい場合を想定)、④挟やく桿持ち上げ、バネで弾く (突発的な動作)、⑤挟やく桿を機体左右方向に水平に叩く (突発的な動作) を加えた。③～⑤に関しては、フィードチェーンを動作させていない。なお、②のワラ供給量や、加振条件をどのように設定するかは、実際の作業等を踏まえて検討すべきであるが、ここでは、②については、バイндаで刈り取った稲束3束を5回程度フィードチェーンに搬送した場合とし、③については、挟やく桿が閉じている状態から最大に開くまで手で上下させた。また、④、⑤についてはピーク加速度が  $30\text{m/s}^2$  (約 3G) 程度を目標に加振を行った。



## 2) 各磁心コイルの取り付け位置検討結果

### (1) フィードチェーン下側に磁心コイル取付けた場合

フィードチェーン動作時のノイズ波形を図 16 に示す。磁心コイル前と磁心コイル後は、概ね同振幅、同位相の正弦波が生じており、磁心コイル前と磁心コイル後のノイズを互いに相殺すると、最大で 246 mV 程度となった。相殺できないノイズが発生した理由として、フィードチェーンのローラとピンのガタによって、通常の正弦波から振幅や位相がずれる部分が生じているためと考えられ、これを完全に除去することは困難と判断した。なお、フィードチェーンの通過によるノイズを除去する方法のひとつとして、磁性の無いステンレスを用いたフィードチェーンについても検討したが、鉄に比べて伸びが大きく、フィードチェーンのように負荷が大きい部分での利用は困難である等の理由から利用を断念した。

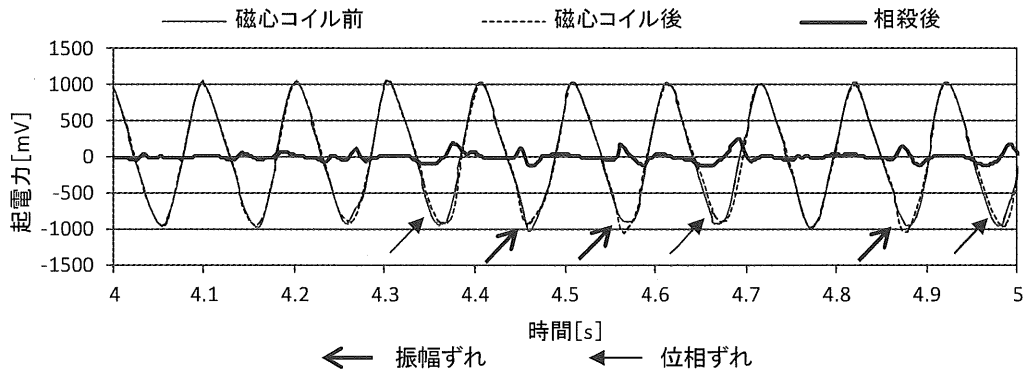


図 16 磁心コイルをフィードチェーン下に取り付けた時のノイズ波形  
(①フィードチェーン動作時)

### (2) フィードチェーン側面に磁心コイル取付けた場合

#### (2-1) 磁心コイル上を挟やく棒に取付

磁心コイル上下それぞれに生じるノイズを観察したところ、共に逆位相の波形がほぼ同振幅で発生しており、それらを互いに打ち消すことで、ノイズを概ね除去可能であった (図 17)。さらに、磁心コイル上下のノイズを比較したところ、線形性が見られ、大きさに若干の差があることが認められた (図 18、表 2)。この理由として、磁心コイル周囲の鉄の配置等による磁場環境の差や各磁心コイルの感度差等が考えられた。そこで、この差によって相殺後のノイズを補正したところ、左右方向に叩いた試験区以外では、8割～5割程度ノイズを低減することができた (図 19)。しかし、挟やく棒を左右方向に叩いた試験区では、補正による効果がほぼ見られず、試験区中最大となる 11mV 程度のノイズが生じていた (図 20)。この試験区の補正後の波形を見ると、左右への加振直後に直線から外れる部分が見られた (図 21)。この理由として、磁心コイル上がフィードチェーンに接近することでノイズが誘起されたためと考えられた (図 22)。このノイズを除去する方法として、挟やく棒の左右方向へのガタを少なくする、または、磁心コイル上の取付位置を変更するといった改善が必要と考えられた。

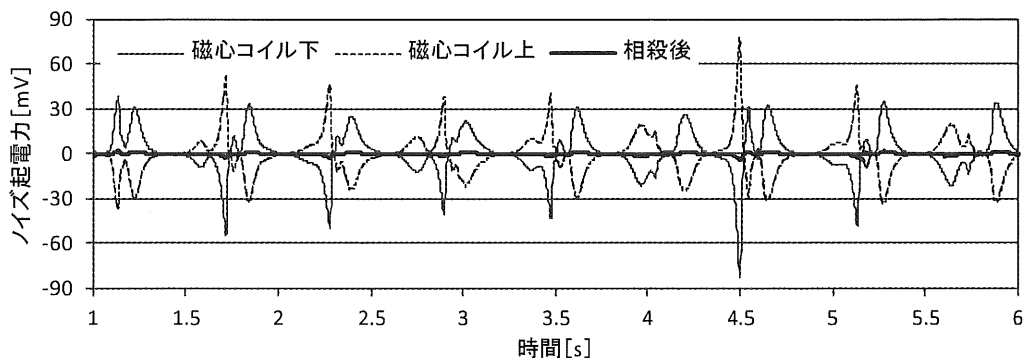


図 17 (2-1) の時のノイズ波形例 (③挟やく棒上下)

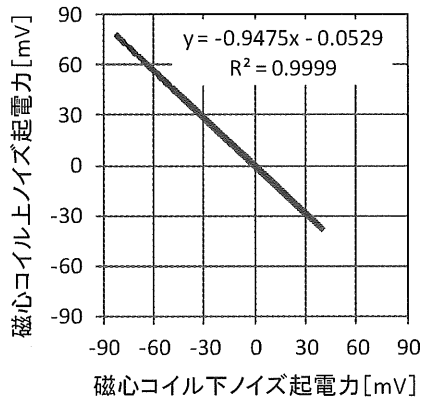


図 18 センサ下とセンサ上のノイズの関係  
(③挟やく桿上下)

表 2 (2-1) 時の各試験区の補正式と相関係数

試験区	補正式		相関係数
	傾き	切片	
①FC 動作	-0.9389	-0.0446	0.99941
②ワラ供給	-0.9262	-0.0437	0.99789
③挟やく桿上下	-0.9475	-0.0529	0.99994
④バネで弾く	-0.9486	-0.2196	0.99973
⑤左右に叩く	-0.9218	-0.2165	0.98110

※①～③と④～⑤で切片の値に差が見られるのは、測定レンジを変更したことによる、計測器の内部ノイズの差とみられる。

※FC: フィードチェーン

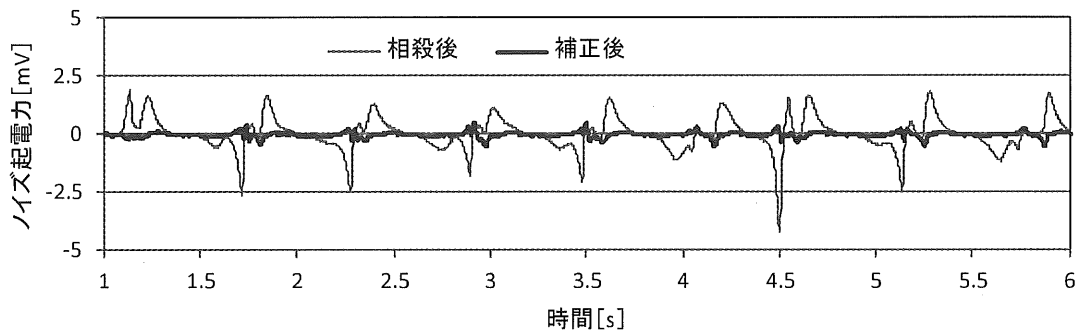
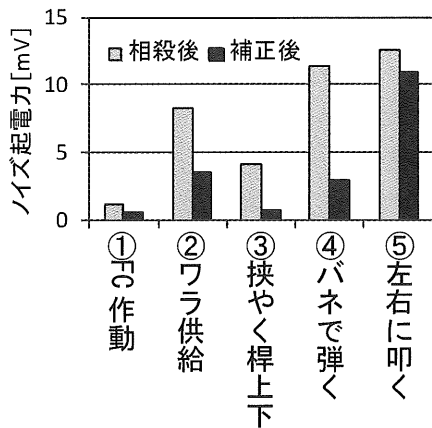


図 19 相殺後と補正後のノイズ波形例 (③挟やく桿上下)



※FC: フィードチェーン

図 20 (2-1) 時の各試験区の相殺後と補正後のノイズ

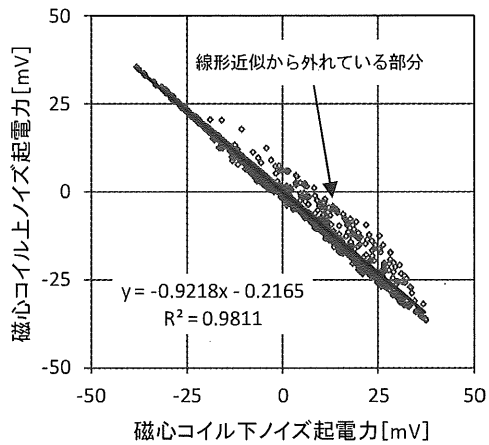


図 21 センサ下とセンサ上のノイズの関係  
(⑤左右に叩く)

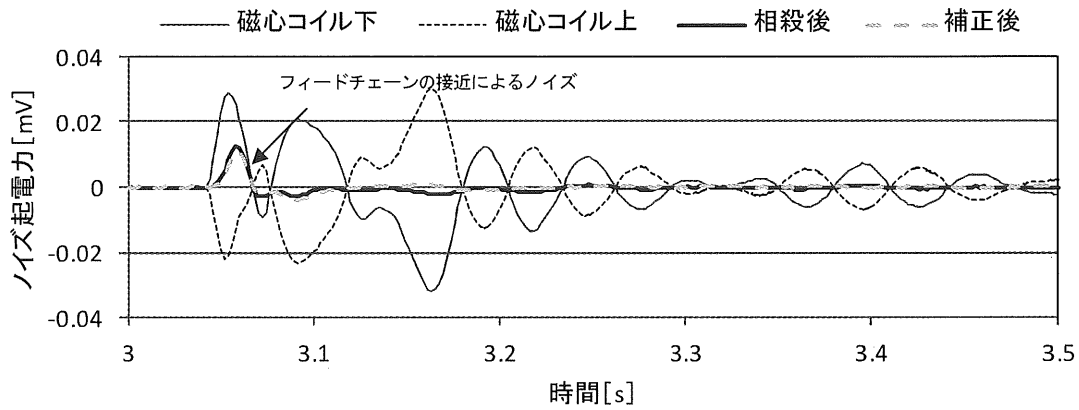
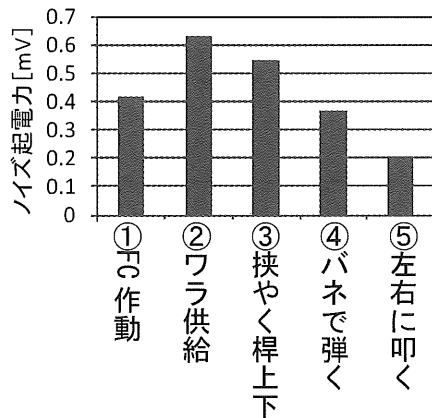


図 22 (2-1) の時のノイズ波形例 (⑤左右に叩く)

(2-2) 磁心コイル上を固定し、挟やく桿をステンレスに変更した場合

各試験区中最も大きいノイズは、②のワラ供給の時で 0.6mV 程度であり、(2-1)と比較すると磁心コイル取り付け位置を検討した中で、最もノイズが小さくなった (図 23)。(2-1)と同様に磁心コイル上下間のノイズ関係を確認したところ、(2-1)とは異なり、ほとんどの試験区で相関関係が見られなかった (表 3)。相関関係が見られない理由として、(2-1)のノイズの主な原因であった上下磁心コイル間の相対位置の変動によるノイズが減少した結果、別のノイズが顕著になったためと考えられる。



※FC: フィードチェーン

図 23 (2-2) の時の各試験区のノイズ

表 3 (2-2) 時の各試験区の補正式と相関係数

試験区	補正式		相関係数
	傾き	切片	
①FC 動作	0.1240	-0.0226	0.16481
②ワラ供給	0.0011	-0.0259	0.00002
③挟やく桿上下	-0.7725	-0.0417	0.47669
④バネで弾く	1.0735	-0.0491	0.90773
⑤左右に叩く	-0.7315	-0.0415	0.52157

※FC: フィードチェーン

図 24 に示す①フィードチェーン動作の試験区等では、磁心コイル上と磁心コイル下でほぼ同位相のノイズが生じている。これは、チェーンピッチと同じ周波数である 9Hz 程度の波形であり、フィードチェーンに近い磁心コイル下のノイズの方が大きいことから、主にフィードチェーン動作によるノイズと考えられる。なお、磁心コイル下では 9Hz の 1/2 周波数である 4.5Hz 程度の波形加わっているが、これは、幅の狭いチェーンプレートと広いチェーンプレートが交互に通過するためと考えられる。

また、③上下加振試験区に関しては(2-1)と同様に逆位相のノイズが生じている (図 25)。この理由として、基礎試験装置の剛性が十分でなかったことから、加振によって磁心コイル同士の相対位置が変動したためと考えられ、また、この試験区でのみ磁心コイル上下間で相関が見られた。そこで、この試験区では、(2-1)と同様に磁心コイル上下のノイズで相殺したところ、挟やく桿上昇に伴ってノイズが生じていた。この理由として、挟やく桿が上下動すること磁場が変動し、渦電流が発生したた

めと考えられた。以上から、これらのノイズを低減する方法として、磁心コイル下については、フィードチェーン動作の影響を受けにくい周辺の磁気シールド形状の検討、磁心コイル上については、磁心コイル位置や挟やく桿の素材見直し、挟やく桿形状の変更、磁心コイル位置について再検討を行う必要性を認めた。

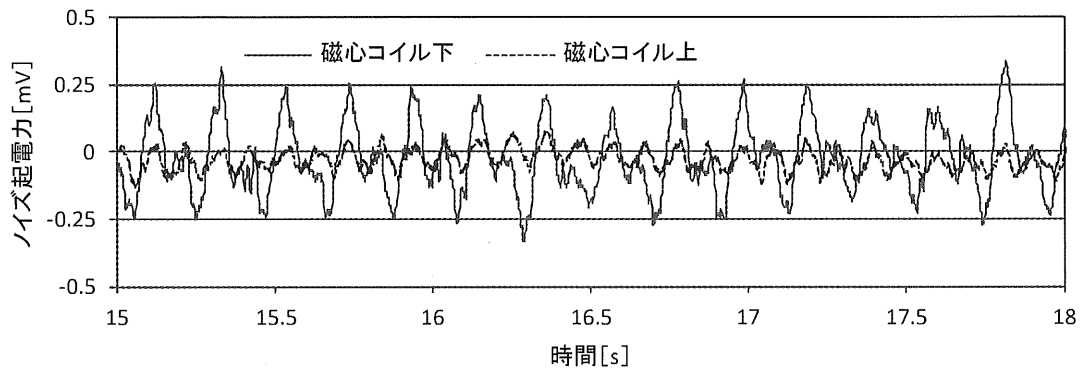


図 24 (2-2) のセンサ配置時のノイズ波形例  
(①フィードチェーン動作)

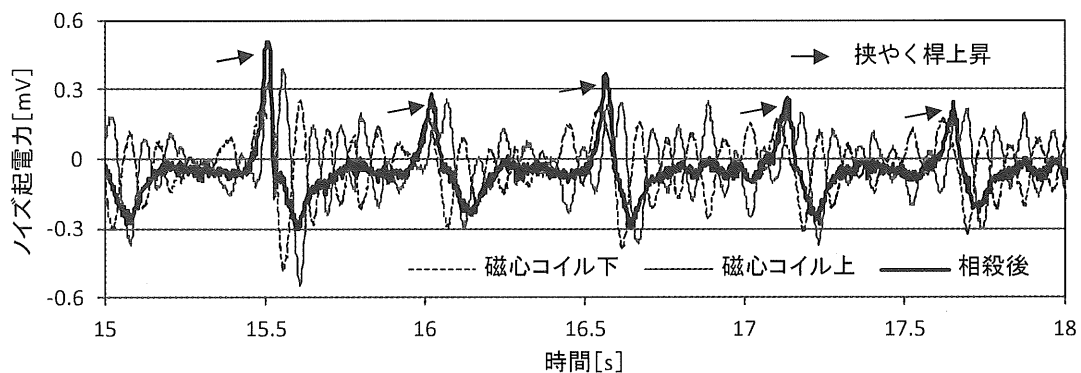


図 25 (2-2) のセンサ配置時のノイズ波形例  
(③挟やく桿上下)

## 5. 磁心コイルの試作

図 11 の結果や 4. の結果から、今後さらにノイズを低減させる必要はあるが、磁心コイル-磁心コイル間の距離が約 100 mmであることを踏まえると、磁心コイル-磁心コイル中間付近を検出用手袋が通過した時は検出が困難であり、検出距離を拡大する必要性が認められた。そこで、磁心コイルの検出距離を拡大し得るか調査するため、その構成要素である、芯径、芯長、コイル巻き数を変えた磁心コイルを各 4 個試作した (表 4、図 26)。なお構成要素のうち芯材については、磁束密度の測定結果から、最も磁力が強いと言われるネオジム磁石を利用していると考えられたため、磁石の種類は検討から除いた。試作した磁心コイルの評価は今後行う予定である。

表4 試作磁心コイルの仕様

No.	磁石		コイル
	径 $\phi$ m	長さ L	外径または巻き数 $\phi$ c、T
1	12	9	8200T となる外径 (概ね $\phi$ 24)
2	12	9	$\phi$ 36 となる巻き数
3	12	18	8200 巻きとなる外径
4	12	18	$\phi$ 24 となる巻き数
5	12	18	$\phi$ 36 となる巻き数
6	12	27	8200 巻きとなる外径
7	12	27	$\phi$ 24 となる巻き数
8	12	27	$\phi$ 36 となる巻き数
9	18	9	8200 巻きとなる外径
10	18	9	$\phi$ 36 となる巻き数
11	18	9	$\phi$ 54 となる巻き数
12	24	9	8200 巻きとなる外径
13	24	9	$\phi$ 48 となる巻き数
14	24	9	$\phi$ 72 となる巻き数

※No.1 が本年度供試した磁心コイルと同等の対照コイル

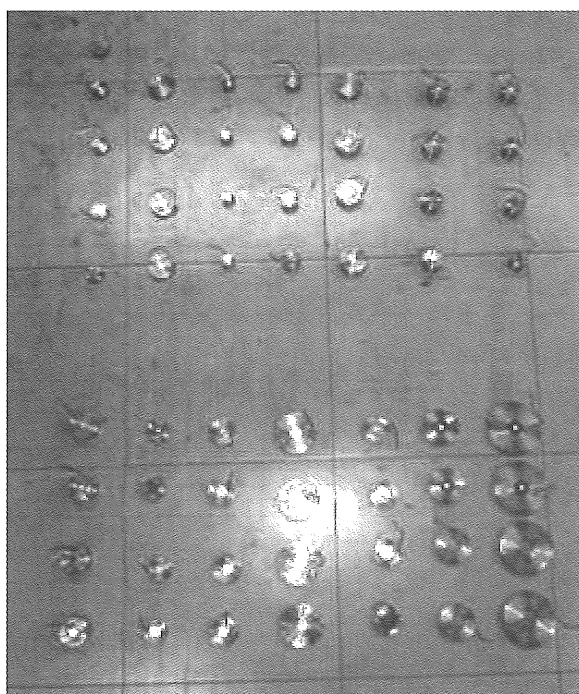


図26 試作した磁心コイル  
(上段左から表4. のNo1、No.2・・・の順)

## 6. 今後の課題

今年度の課題として残された検出距離の拡大について、試作磁心コイルを用いて検討を行い、これが困難な場合は、センサ取付け位置や噛み込み点の周辺形状、または検出用手袋の再検討を行う。この結果に基づいて、実機搭載時の電磁ノイズや車体振動の影響、作業性等を調査し、問題点の抽出を行い、課題をとりまとめる。

## 7. 謝辞

研究を進めるにあたって、ユニチカ(株)からアモルファス金属繊維や磁性材に関してご協力、ご指導を頂いた。また、カナガワ(株)からは耐切削手袋の試作において多大なご協力を頂いた。名古屋産業技術研究所の毛利佳年雄先生からは、MI センサや磁気シールドに関する技術についてご指導を頂いた。ご指導、ご協力頂いた皆様に感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 岡田ら、巻き込まれ事故防止のための作業判別技術の開発、生研センター試験研究成績 22-3 農業機械の安全性に関する研究 (第31報)、7-18、生研センター、2011
- 2) 毛利、磁気センサ理工学、コロナ社、1998
- 3) Harry E. Burke、磁気現象ハンドブック、河本修監訳、共立出版、1995
- 4) 小塚、電気磁気学その物理像と詳論、森北出版、1998
- 5) 後藤・山崎、詳解電磁気学演習、共立出版、1970
- 6) Tumanski、Handbook of Magnetic Measurements、CRC Press、2011

## 2. 農業機械のリスク低減のための基礎研究

特別研究チーム（安全）

積 栄、志藤博克、岡田俊輔、杉浦泰郎、  
富田宗樹、塚本茂善、白垣龍徳

【摘要】農作業事故対策として、農業機械の更なるリスク低減が必要とされる。このため、具体的なリスク低減の実現に向けた機械及び要素技術の開発につながることを目的に、機械安全に関する国際規格を踏まえて、安全性能向上の可能性と必要性を検討する基礎研究を行った。農業法人 1719 件、個人農家 1200 件を対象に、主要な農業機械に対する性能面、安全面、快適面等で最も不満を感じる点とその対策のために支払っても良い金額、危険を感じるが回避できない機械作業の機種及び内容について、アンケート調査を行った。さらに他業種での労働経験のある農業者に対しては、安全性について農業との差を感じるかについても同様に調査を行った。また、農業機械の安全性及び快適性に関する不満や、作業上の危険行動事例について、現地調査を行った。これらの調査と、前年度の各調査から得られた農業者の安全機能に対する要望やコスト意識、他業種での技術動向、危険作業の実態等を踏まえて、農業機械で未対応のものがあると判断された ISO 12100 の各項目から、主要な農業機械における次の段階での安全上の対策項目を抽出、整理した。

### 1. 目的

農作業事故対策として、農業機械の更なるリスク低減が必要とされる。機械安全に関する国際規格では、安全はリスクを許容可能なレベルまで低減させることにより達成されるものとしており（ISO/IEC Guide 51）、またリスク低減方策においては、①本質的安全設計、②安全防護策、③付加保護方策、④使用上の情報の優先順位が定められている（ISO 12100）。このため、より上位での安全対策等による安全性能向上の可能性及び必要性を検討する基礎研究を行い、具体的なリスク低減の実現に向けた機械及び要素技術の開発につながる。

平成 23 年度は、農業機械の安全性能に対する農業者の不満や想定し得る誤使用等について調査、検討を行い、主要機械のリスク低減に向けた改良要件を整理する。

### 2. 方法

1) 農業法人 1719 件、個人農家 1200 件を対象に、以下のアンケート調査を行った。

- (1) 前年度の調査で安全性、快適性に関する不満が多かった乗用トラクタ、田植機、自脱コンバインに、事故が多いとされる歩行用トラクタ、刈払機を加えた 5 機種（以下主要 5 機種）について、安全面、快適面のみならず性能面等も含めて最も不満を感じる点（ただし複数回答の場合は全て集計）とその内容（自由記載）、およびその不満への対策のために支払っても良い金額について調査を行い、比較した。
- (2) 危険を感じるものの実際には行わざるを得ない機械作業について、機種及び作業の内容（自由記載）を調査した。
- (3) 他業種での労働経験のある農業者に対し、農業機械及び農作業について、他業種と比較した場合の安全性の差の有無と、差がある場合はその内容（自由記載）について調査を行った。

2) 農業機械の安全性及び快適性に関する不満や、作業上の危険行動事例について、小規模生産（中山間）地域（広島）及び大規模生産地域（北海道）において現地調査（農業者聞き取り、作業事例

確認、使用機械確認等)を行った。

3) 前年度の調査で、農業機械で未対応のものがあると判断された ISO12100:2010 の各項目から、これまでの調査から得られた農業者の安全機能に対する要望やコスト意識、他業種での技術動向、危険作業の実態等を踏まえて、主要5機種において今後対策が必要と考えられる項目を抽出、整理した。

### 3. 結果の概要

#### 1) 農業者を対象としたアンケート調査結果

アンケートの回収率は19% (548件)であった。平均年齢は56歳、作目は水稻68%、野菜44%、麦・大豆32%、果樹13%等と、前年度のアンケート調査とほぼ同様の傾向であった。回答者の所有資格については認定農業者73%、農業機械士47%、大型特殊免許66%、けん引免許40%等となっており、全体に農業機械に関する知識がある程度高いことが推測された。

なお、アンケート設問を章末(参考1)に示した。

#### (1) 農業機械の安全性及び快適性に関する農業者の不満

主要5機種のいずれにおいても、使用者(機種により325~494人)の多くが何らかの不満があると回答していた(機種により20%~39%)。このうち安全・快適面の不満は、機種により20%~50%を占めた。性能面の不満の割合と比較したところ、乗用トラクタ、歩行用トラクタ、刈払機では同等以上となっており、使用者の意識の面でも安全・快適面の対策は優先順位が高いことが窺われた(表1)。

不満の内容については、乗用トラクタ、自脱コンバイン、田植機では前年度の調査結果とほぼ同傾向であった。歩行用トラクタでは機体安定性や安全装備(後進時やダッシング等)、刈払機では安全装備(飛散物等)、快適性(振動、重量(質量)等)が多く回答された。

対策のために支払っても良い金額の中央値を見ると、乗用トラクタでは性能面の10万円(有効回答24件)に対して安全、快適面はそれぞれ1万円(同13件)、5万円(同29件)と低かった。一方、刈払機では、性能面の5千円(同11件)に対して安全、快適面はそれぞれ5千円(同10件)、1万円(同11件)と若干高い傾向が見られた。それ以外の機種については比較に足る回答数が得られなかった。

なお、具体的な回答内容の一覧を章末(参考2)に示した。

表1 農業機械に対する不満

機種	所有者数	不満回答者数	不満回答件数	うち性能面	うち安全、快適面
乗用トラクタ	494	193 (39%)	249	63 (25%)	92 (37%)
歩行用トラクタ	353	69 (20%)	83	35 (42%)	31 (37%)
田植機	350	100 (29%)	116	57 (49%)	23 (20%)
自脱コンバイン	325	92 (28%)	106	44 (42%)	32 (30%)
刈払機	443	108 (24%)	137	20 (15%)	68 (50%)

#### (2) 作業遂行上行わざるを得ない危険作業事例

有効回答362件のうち、やらざるを得ない危険作業があるとの回答は47%を占めた(表2)。

内容としては、乗用機械、歩行用機械に関わらず、ほ場出入時や傾斜地作業等の機体安定性関連が、全体の42%と多くを占めた。

自脱コンバインにおいては、このほかに手こぎ作業や点検清掃が多く挙げられた。手こぎ作業では可動部の停止やガードによる対策が困難であるため、まずは緊急停止装置の性能向上を図りつつ、将来的には本質的安全設計(巻込まれの前に危険状況を感知して停止する機構や、手こぎ

作業を生じさせない機構等)の導入が適切と考えられた。点検清掃については、これを効率的に行うために該当部位を稼働させて作業する事例が多く、停止状態でも効果的に清掃できる設計が本質的な対策として重要となる。

刈払機では、飛散物やキックバックの発生も多く挙げられており、飛散物防護カバーを無効化されないように草等の詰まりを減らす設計や、キックバックの未然防止(特に刈刃の右側で作業させない)および発生時のリスク低減(衝撃で刈刃を急停止等)の検討が必要と考えられた。

なお、具体的な回答内容の一覧を章末(参考3)に示した。

表2 危険を感じるものの行わざるを得ない機械作業の有無と内容

危険作業の有無	回答件数	回答内容数	回答機種名	機種別内容数	内容例
あり	169 (47%)	240	乗用トラクタ	62 (26%)	傾斜地作業、ほ場出入り、機械安定性
			自脱コンバイン	43 (18%)	ほ場出入り、手こぎ作業、清掃時
			刈払機	41 (17%)	傾斜地作業、飛散物、キックバック
			田植機	24 (10%)	ほ場出入り
			その他、全般	70 (29%)	傾斜地作業、移動時、機体安定性
なし	193 (53%)	-	-	-	-

### (3) 農業機械及び農作業における他業種と比較した場合の安全性の差

農業機械及び農作業の安全性については、それぞれ27%(有効回答177件)、18%(同124件)が、他業種と比して低いと答えた。具体的には、農業機械については、機械の機体安定性、安全装置の不足、防護等が挙げられた。作業については、機械操作に資格がないことや安全管理の不足等が回答された。

なお、具体的な回答内容の一覧を章末(参考4)に示した。

### 2) 農業機械の安全性及び快適性に関する不満及び作業上の危険行動事例の現地調査結果

小規模生産(中山間)地域の事例では、進入路の急勾配に対して農業者が安全上の不満を持っている事例が確認された。また、危険行動事例としては、田植機のほ場退出時に、人が機体前部に乗って機体安定性を確保する事例や、自脱コンバインで、運転席から手を伸ばして、受け継ぎ部の詰まりを除去しながら刈取を行う事例、及びコンバインを刈取作業状態にしたまま降車し、作業者はコンバイン前方の倒伏した稲を起こしながら、無人のコンバインがこれを刈取る事例等が確認された(図1)。前年度に整理した誤使用事例の分類(研究成績24-1を参照)に当てはめると、田植機の実例については、後退でほ場退出を行う手間(退出時の機体スペース分の手植作業も含む)を回避するための省略行動、コンバインの2事例については、刈取を早く終わらせるための作業性向上に、それぞれ該当するものと考えられた。



図1 確認された危険作業事例：詰まりを除去しながら刈取



大規模生産地域（北海道）の事例では、オニオンハーベスタ等の一部の機械で、カバーや端面処理の不備等、安全設計の不十分な農業機械（いずれも安全鑑定未受験）の販売、使用が確認された（図2）。また、半自動式のポテトプランタの作業事例では、直装式の作業機側に補助者が乗って作業する仕組みとなっているため、運転中に振り落とされる危険があったほか、トラクタ運転者の走行速度と作業機側の作業速度がうまくあわない中で、作業機側の補助者のあせり等から事故につながった事例（フィーダボックスからこぼれた種イモを取ろうと慌てて手を伸ばし、搬送コンベヤに巻込まれ）も確認された。後者については、種イモがこぼれないようなフィーダボックスの再設計や、トラクタ運転者との意思疎通手段の追加といった対策が作業の安全化につながるという点で、これも本質的安全設計の必要性が確認できた事例であった。

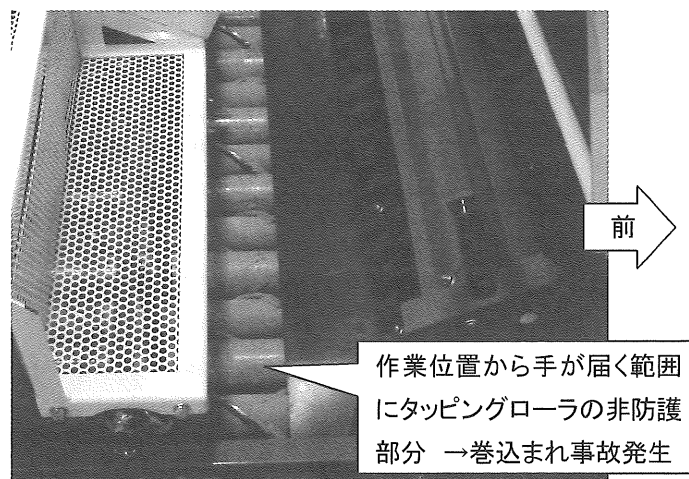


図2 確認された不十分な安全設計事例：タッピングローラの防護不完全（オニオンハーベスタ）

### 3) 主要な農業機械における今後の安全上の対策項目

前年度の調査で農業機械に未対応のものがあると判断された ISO 12100:2010 の各項目（研究成績24-1を参照）から、他の各調査分析で得られた農業者の安全機能に対する要望やコスト意識、他業種の技術動向、危険作業の実態等を踏まえて、主要5機種において今後対策が必要と考えられる項目を抽出、整理した結果を表3に示した。

## 4. 今後の展開

### 1) 新たな安全技術の検討

本研究結果から、新たな安全技術の開発や安全鑑定基準の検討につなげることができた。そのうちの一部については、すでに生研センターにおいて取組みが進められている。

表3に示されたうち、乗用トラクタの片ブレーキ誤操作防止機構、および自脱コンバインの手こぎ作業安全性向上については、本年度から、国内における乗用トラクタおよび自脱コンバインのメーカー全社の参画のもと、共同研究を開始している。また、後者の研究課題においては、本課題の成果を踏まえ、手こぎ部の非常停止ボタンのNC接点化等、安全規格への適合化も要件に掲げている。両課題とも、研究期間終了後、順次全ての市販機に当該安全装置が装備される予定である。（詳細は本研究成績の4.及び5.を参照）

さらに、巻込まれ事故に対しては、本質的安全設計を実現するための要素技術として、巻込まれる前に作物等の供給物と作業者を判別し、事故を未然に防止する技術についても研究を行っている。（詳細は本研究成績の第1章を参照）

表3 主要5機種において安全上求められる対策項目

機種	本質的安全設計関連	安全防護、付加保護関連	使用上の情報、その他
乗用トラクタ	機体安定性向上(ウエイトの着脱簡易化等) 旋回時前輪増速装置の高速時けん制強化※ 駐車ブレーキと走行ブレーキの独立※ 片ブレーキの誤操作防止	ROPSの不適正使用防止(警報等) シートベルト非着用防止(巻取式の適用拡大等)※	作業機装着時バランスや必要ウエイトの記述※ 空調性能の向上 窓の開度の多段化※
歩行用トラクタ	機体安定性対策(過度の傾斜や衝撃でエンジン停止等) 後進時の作業部駆動停止* ダッシング対策(走行部中立時は作業部起動切等)	デッドマンクラッチ、挟圧防止装置の適用拡大※	
田植機	ほ場出入時の安全性向上(降車操作の適用拡大等) ほ場出入時の高速度段けん制 斜面でのブレーキ操作時の安全性確保	転倒時運転者保護構造物の採用 フロアからの滑落防止性能向上	
自脱コンバイン	死角の低減(バックモニタ等)※ 斜面での掻込ペダルやブレーキ操作時の安全性確保※ 手こぎ作業の安全化または回避	転倒・挟圧時運転者保護構造物の採用	空調性能の向上
刈払機	軽量化、またはベルトの改良 キックバック対策(適切な作業を促す間接的対策も)※ 固定スロットルレバーの不採用*	機関停止時の刈刃即時停止※ 腰ベルトの装着※ 草等が詰まりにくい飛散物防護カバー(無効化対策)*	
複数機種に またがるもの	現行規格に則った安全距離(カバー形状等) 騒音対策、振動対策の強化※ ステップや手すり、操作系統の位置、形状 操作力の改善 カバー等へのインターロックの採用と整備性向上 現行規格に則った緊急停止装置(NC接点化等)	反射板、低速車マーク※	安全装置の定期点検の記述※

\* 安全鑑定基準では対応済であるものの、市場では未対応の型式が存在するもの

※メーカー・型式(過去のものも含む)によっては対応済のものがあることが確認されているもの

## 2) 農業機械による事故の詳細調査・分析

リスク低減方策の開発や市場への導入、さらには無効化を防ぐためには、当該リスクにより実際にどのような事故が発生しているかを明らかにし、それを機械の開発者、使用者に提示していくことが不可欠である。しかしながら、現状ではその基となる詳細な事故データが得られないことから、本年度より、新規課題「乗用トラクタおよび刈払機事故の詳細調査・分析手法の研究」で、この問題への対応を開始している。具体的には、まず死亡事故が多い乗用トラクタ、負傷事故が多い刈払機を対象に、効率的かつ効果的に必要な情報収集を行うための調査票の開発と、得られた事故情報の分析手法の検討を行っている。同時に、独自の事故調査の枠組みを持つ道県と連携し、実際の調査データ等を基に、事故発生原因および作業条件や作業環境等との因果関係を明らかにすることとして、調査及び研究を進めている。（詳細は本研究成績の3.を参照）

## 5. 謝 辞

農業法人、個人農家へのアンケート用紙送付にあたっては、(社)日本農業法人協会、(社)日本農業機械化協会、全国農業機械士協議会からそれぞれご協力をいただいた。研究を進めるにあたっては、(独)労働安全衛生総合研究所、IDEC(株)からご指導や資料、情報のご提供をいただいた。現地調査では、広島県の神田則昭氏、北海道農作業安全運動推進本部の館山則義氏、馬淵彰司氏ほか皆様から多大なご協力をいただいた。アンケート調査票の作成にあたっては、龍谷大学日本学術振興会特別研究員(現:京都大学)の長命洋佑氏からご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

## 6. 引用・参考文献

- 1) ISO/IEC Guide 51:1999、Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards
- 2) ISO 12100:2010、Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction
- 3) 堀田ら、Q&Aでわかるリスクベース設計のポイント、日刊工業新聞社、2006
- 4) ISO 13850:1996、Safety of machinery - Emergency stop - Principles for design
- 5) IEC 60947-5-5:2005、Low-voltage switchgear and controlgear - Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function
- 6) IDEC(株)、安全コンセプトブック(2008.11版)、2008
- 7) オムロン(株)、セーフティコンポテクニカルガイド、2008
- 8) JIS A 8919:2007、土工機械—操縦装置
- 9) ISO 13857:2008、Safety of machinery - Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs
- 10) 齋藤剛、ISO13857の概要と日本人への適用の妥当性、安全工学、Vol. 48, No. 6, 385-390、安全工学会、2009
- 11) 生研センター、平成23年度安全装備の確認項目と安全鑑定基準及び解説、2011

参考1 農業者アンケート設問

【1】あなたの経営についてお聞かせください。

問1. 農業経営の作目、部門をお聞かせください。該当するものすべてに○をしてください。

- ① 水稲 ② 麦・大豆 ③ 野菜 ④ 果樹 ⑤ 花卉 ⑥ 養鶏 ⑦ 養豚 ⑧ 肉用牛  
⑨ 酪農 ⑩ 食品加工 ⑪ 林業 ⑫ その他 ( )

問2. 経営面積はどれくらいですか？

合計 \_\_\_\_\_ ha (うち、自営地 \_\_\_\_\_ ha、受託地 \_\_\_\_\_ ha)

問3. 主な田畑の地形について、該当するもの1つに○をしてください。

- ① 平坦地 ② 一部が傾斜地 ③ 傾斜地 ④ 一部が棚田・段々畑 ⑤ 棚田・段々畑

問4. 以下のうち、該当する資格や認定があれば全てに○をしてください。

- ① 認定農業者 ② エコファーマー ③ 農業機械士 ④ 指導農業機械士 ⑤ 大型特殊  
⑥ けん引 ⑦ GAP認定(種類: \_\_\_\_\_) ⑧ その他(\_\_\_\_\_)

問5. 差し支えなければ、あなたの性別、年齢をお聞かせください。 性別: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 歳

【2】ご所有の農機についてお聞かせください。

問6. 現在お使いの農業機械で該当するもの全てに○をつけ、使用経験年数を記入してください。

- ① 乗用トラクター ( 年) ② 耕うん機、管理機 ( 年) ③ 田植機 ( 年)  
④ 自脱コンバイン ( 年) ⑤ 刈払機 ( 年)

(1) 問6で「①乗用トラクター」に○をした方におたずねします。(それ以外の方は(2)へ)

問7. 一番よく使うトラクターについて、「馬力」と「安全キャブ・フレームの有無」をお聞かせください  
(数字をご記入の上、いずれかに○)。また、わかればメーカー・型式名もお聞かせください。

馬力: \_\_\_\_\_ PS 安全キャブ・フレームの有無: ① キャブ有 ② フレーム有 ③ なし  
メーカー・型式: \_\_\_\_\_

問8. そのトラクターに何か不満を感じたことがありますか？最も該当するもの1つに○をしてください。

- ① ある(性能面) ② ある(安全面) ③ ある(快適面) ④ ある(その他) ⑤ ない

問9. 上の問8で①～④のいずれかに○をされた方は、その内容を以下の該当欄にご記入ください。

- ① 性能面の不満 ( \_\_\_\_\_ )  
② 安全面の不満 ( \_\_\_\_\_ )  
③ 快適面の不満 ( \_\_\_\_\_ )  
④ その他の不満 ( \_\_\_\_\_ )

問10. そのご不満を改善するために、ご自分で改造や工夫をしている点があればお聞かせください。

- ① ある(具体例: \_\_\_\_\_) ② ない

問11. そのご不満を解消できるとしたら追加でいくらまで支払えますか？ \_\_\_\_\_ 円まで

(2) 問6で「②耕うん機、管理機」に○をした方におたずねします。(それ以外の方は(3)へ)

問12. 一番よく使う耕うん機、または管理機について、「馬力」と「主な作業の内容」をお聞かせください(数字および内容をご記入ください)。また、わかればメーカー・型式名もお聞かせください。

馬力: \_\_\_\_\_ PS 主な作業用途: \_\_\_\_\_

メーカー・型式: \_\_\_\_\_

問13. その耕うん機、または管理機に何か不満を感じたことがありますか? 最も該当するもの1つに○をしてください。

① ある(性能面)      ② ある(安全面)      ③ ある(快適面)      ④ ある(その他)      ⑤ ない

問14. 上の問13で①～④のいずれかに○をされた方は、その内容を以下の該当欄にご記入ください。

① 性能面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

② 安全面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

③ 快適面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

④ その他の不満 ( \_\_\_\_\_ )

問15. そのご不満を改善するために、ご自分で改造や工夫をしている点があればお聞かせください。

① ある(具体例: \_\_\_\_\_)      ② ない

問16. そのご不満を解消できるとしたら追加でいくらまで支払えますか? \_\_\_\_\_円まで

(3) 問6で「③田植機」に○をした方におたずねします。(それ以外の方は(4)へ)

問17. 一番よく使う田植機について、「馬力」と「植付条数」をお聞かせください(数字をご記入の上、いずれかに○をしてください)。また、メーカー・型式名もお聞かせください。

馬力: \_\_\_\_\_ PS 植付条数: \_\_\_\_\_条

メーカー・型式: \_\_\_\_\_

問18. その田植機に何か不満を感じたことがありますか? 最も該当するもの1つに○をしてください。

① ある(性能面)      ② ある(安全面)      ③ ある(快適面)      ④ ある(その他)      ⑤ ない

問19. 上の問18で①～④のいずれかに○をされた方は、その内容を以下の該当欄にご記入ください。

① 性能面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

② 安全面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

③ 快適面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

④ その他の不満 ( \_\_\_\_\_ )

問20. そのご不満を改善するために、ご自分で改造や工夫をしている点があればお聞かせください。

① ある(具体例: \_\_\_\_\_)      ② ない

問21. そのご不満を解消できるとしたら追加でいくらまで支払えますか? \_\_\_\_\_円まで

(4) 問6で「④自脱コンバイン」に○をした方におたずねします。(それ以外の方は(5)へ)

問 22. 一番よく使うコンバインについて、「馬力」、「刈取条数」、「キャビンの有無」をお聞かせください  
(数字をご記入の上、いずれかに○をしてください)。メーカー・型式名もお聞かせください。

馬力: \_\_\_\_\_ PS 刈取条数: \_\_\_\_\_ 条 キャビン: ①あり ②なし

メーカー・型式: \_\_\_\_\_

問 23. そのコンバインに何か不満を感じたことがありますか?最も該当するもの1つに○をしてください。

① ある(性能面) ② ある(安全面) ③ ある(快適面) ④ ある(その他) ⑤ ない

問 24. 上の問 23 で①～④のいずれかに○をされた方は、その内容を以下の該当欄にご記入ください。

① 性能面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

② 安全面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

③ 快適面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

④ その他の不満 ( \_\_\_\_\_ )

問 25. そのご不満を改善するために、ご自分で改造や工夫をしている点があればお聞かせください。

① ある(具体例: \_\_\_\_\_) ② ない

問 26. そのご不満を解消できるとしたら追加でいくらまで支払えますか? \_\_\_\_\_円まで

(5) 問6で「⑤刈払機」に○をした方におたずねします。(それ以外の方は(6)へ)

問 27. 一番よく使う機械について、「刈刃の種類」と「構造やハンドルの種別」をお聞かせください(い  
ずれかに○をしてください)。また、メーカー・型式名もお聞かせください。

刈刃の種類: ①チップソー ②のこ刃 ③ナイロン刃 ④8枚刃 ⑤4枚刃 ⑥その他( \_\_\_\_\_ )

構造の種別: ①肩掛式U字ハンドル ②肩掛式ループハンドル ③肩掛式ツングリップ ④背負式

メーカー・型式: \_\_\_\_\_

問 28. その刈払機に何らかの不満を感じたことがありますか?最も該当するもの1つに○をしてください。

① ある(性能面) ② ある(安全面) ③ ある(快適面) ④ ある(その他) ⑤ ない

問 29. 上の問 28 で①～④のいずれかに○をされた方は、その内容を以下の該当欄にご記入ください。

① 性能面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

② 安全面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

③ 快適面の不満 ( \_\_\_\_\_ )

④ その他の不満 ( \_\_\_\_\_ )

問 30. そのご不満を改善するために、ご自分で改造や工夫をしている点があればお聞かせください。

① ある(具体例: \_\_\_\_\_) ② ない

問 31. そのご不満を解消できるとしたら追加でいくらまで支払えますか? \_\_\_\_\_円まで

(6) 問6に掲げた5機種以外の農業機械をご使用の方におたずねします。

問 32. 他の機械でも何かご不満を感じるものがありますか？○をつけた上で該当項目を記入してください。

- ① ある (機種：\_\_\_\_\_ メーカー・型式：\_\_\_\_\_ )      ② ない  
不満の内容 (\_\_\_\_\_)

【3】機械作業全般についてお聞かせください。

問 33. 農作業を進める上で、あぶないと感じることはあるものの、実際にはやらざるを得ない作業や機械操作はありますか？○をつけた上で該当項目を記入してください。

- ① ある (以下にその代表的な事例2つまでをご記入ください)      ② ない

- ・使用する機械名 (\_\_\_\_\_ )  
その内容 (\_\_\_\_\_ )
- ・使用する機械名 (\_\_\_\_\_ )  
その内容 (\_\_\_\_\_ )

問 34. 農業以外の業種 (特に製造業、荷役業、土木建設業など) でも働いた経験をお持ちの方にお尋ねします。農業で使用する機械や作業内容は、他業種に比べて安全性が低いと感じたことはありますか？○をつけた上で該当項目を記入してください。

機械の安全性： ① 低いと感じる (以下に該当する農業機械と内容をご記入ください)      ② 感じない

- ・機械名 (\_\_\_\_\_ )  
差の内容 (\_\_\_\_\_ )

作業の安全性： ① 低いと感じる (以下に該当する作業と内容をご記入ください)      ② 感じない

- ・作業名 (\_\_\_\_\_ )  
差の内容 (\_\_\_\_\_ )

問 35. 機械のオペレーターとして従業員 (他の業務と兼務でも可) を雇用していますか？雇用している場合は、人数等をご記入ください。

- ① 雇用している (人数：\_\_\_\_\_人、年齢：\_\_\_\_\_～\_\_\_\_\_歳、そのうち農業経験のある方：\_\_\_\_\_人)  
② 雇用していない

## 参考2 農業機械に関する農業者の不満（自由記述）

参考1のアンケートにおける機種別の不満の内容（自由記述）への主な回答内容を以下に示す。なお、理解を容易にするため、掲載した回答には、回答者の意図を損なわないと判断できる範囲で編集を加えているものがある。

※回答の中には、十分な点検整備や正しい使用方法等により回避できると想定されるものも含まれるが、現場の率直な意見として掲載している。実際の作業では、取扱説明書や法令等に則って機械を使用することが求められる。

### <乗用トラクタ>（問9）

#### 1) 性能面に関する不満

- ・小回りがききにくい（複数）
- ・棚下に入るため車高が不満
- ・旋回時前輪増速装置がない
- ・前輪がもう少し大きい方が良い
- ・装軌式で操舵性が悪い
- ・装軌式のため、代かき時に横滑りする
- ・輪距設定が少ない（前輪）
- ・出力が足りない、作業中に回転数が下がる、作業速度を上げられない（複数）
- ・出力の割には十分なトルクがない（粘りが無い）（複数）
- ・湿田での走破性が悪い（複数）
- ・速度段の記録機能を自分で設定したい
- ・低速側の速度段が不十分
- ・走行時の高速度段が不十分（複数）
- ・自動変速がスムーズでなくショックが大きい（複数）
- ・作業機自動水平制御がない（複数）
- ・傾斜畑で耕深を一定にできない
- ・耕深制御の精度が悪い（複数）
- ・3点リンクの油圧揚力不足（複数）
- ・PTOの逆転機能がない
- ・一年違いで所有機には車速のパルス出力機能がない
- ・ロータリの爪に草が絡まないようにしてほしい
- ・エンジン回転を不必要時に自動で下げる機能がない

#### 2) 安全面に関する不満

- ・ロータリを上げたときに自動で停止しない
- ・安全フレームがない
- ・公道走行時に倍速を切り忘れる
- ・前後のバランスが悪い（作業機適用範囲内でも）、十分なバランスウェイトがない、前方が浮いてしまう、小回りを重視し過ぎて軸距が短い（複数）
- ・重心が高い、傾斜地等で不安定（複数）
- ・前後進を切替えた後、少し間があってから発進する
- ・ブレーキペダルとアクセルペダルの位置が悪い
- ・安全キャブのガラスへの泥はねがひどい、代かき時の泥はねがひどい（複数）
- ・灯火の明るさが足りない



- ・ステップの形状がよくない
- ・けん引式作業機に連動式のエアブレーキを付けて欲しい
- ・作業機をつけると後続車から方向指示器や制動灯が見えない（複数）
- ・低速車マークが付いていない
- ・落雷時に対応できない

### 3) 快適面に関する不満

- ・安全キャブが狭い（複数）
- ・シートが狭く長時間乗っていると疲れる
- ・シートのスuspensionが悪い
- ・シートの調整がうまく合わず疲れる、特に腰に負担がかかる
- ・排気管の位置が悪い
- ・乗り心地が悪い
- ・身長が低いと座席位置を調整したいが調整幅が不十分
- ・空調の性能が悪い、温度の微調整ができない、オートエアコンでない、故障が多い（複数）
- ・安全キャブの窓が全開しない、側面が開かない（複数）
- ・安全キャブの後窓の開閉に段階をつけてほしい（現状は全開か全閉しかない）
- ・安全キャブのガラス内面に曇りが発生する（冬季）
- ・振動が大きい（複数）
- ・埃や排ガスを浴びてしまう（複数）
- ・エンジン音が大きすぎる（複数、安全キャブ仕様でも複数あり）

### 4) その他の不満

- ・作業機の着脱が不満、ヒッチの相性が悪い（複数）
- ・もっと汎用利用性を上げてほしい（複数）
- ・部品の供給期限が機械の使用年限に対して短い
- ・中古で購入したが詳しい説明がなかった
- ・安全キャブの扉が前方開きのため、急いで扉を閉めずに前方に進むと壊れる。自動車と同じにしてはどうか
- ・燃料消費が大きすぎる、満タンでも半日しか作業できない
- ・必要以上の機能が多すぎる（複数）
- ・操作レバーが入れにくい（変速レバー、シャトルレバー、旋回時前輪増速装置操作レバー）（複数）
- ・クラッチの切れが悪くギヤが入りにくい
- ・スイッチの位置が悪い
- ・降車の際に膝がキースイッチに触れてしまいエンジンが停止する
- ・ユニバーサルジョイントのグリスアップが困難
- ・操作レバーを一箇所に集めてほしい
- ・操作性に問題がある（複数）
- ・電子制御部分の故障が多い、対応に時間がかかる、簡単に修理できない（複数）
- ・エンジン始動時に作業機傾斜自動制御が勝手にONになる
- ・操作が電子化され複雑になっている
- ・作業機の操作盤を据え付ける場所がない
- ・クローラが外れる、耐久性が低い（複数）
- ・車軸のオイルシールが弱い

- ・足回りの耐久性が低い
- ・オイル漏れが多い（複数）
- ・ヒューズがよく切れる
- ・故障が多い（複数）
- ・前輪増速の故障が多い（クラッチ板を3回交換）
- ・油圧システムの耐久性が低い
- ・作業機取付部の耐久性が低い
- ・フロントカバーを上へ押し上げた際、空間が狭くオイル交換がしにくい
- ・給油口の位置が高く給油しにくい、下から給油できるようにしてほしい（複数）
- ・整備性が悪い
- ・価格が高い（複数）
- ・修理代や部品が高い（複数）
- ・電子制御化で故障時にセットで部品交換となり高い
- ・クローラの維持費が高い（複数）
- ・利用頻度が少ないのに作業機が高額

#### <歩行用トラクタ>（問14）

##### 1) 性能面に関する不満

- ・大きくて作業しにくい
- ・小型すぎる
- ・車輪幅が狭い
- ・畑作で作物による作業幅の違いに対応できない、作業幅の調整が面倒（複数）
- ・重さが足りず、うまく作業できない場合がある（中耕、培土、荒起こし）（複数）
- ・砕土性能が悪い
- ・培土の仕上がりが悪い
- ・操向時の取り回しがよくない
- ・バランスがとりにくい、重い
- ・ロータリの後ろに培土器をつけるとハンドルが短くなり作業しにくい
- ・耕うん中にハンドルが取られやすい
- ・一輪式なので溝にタイヤが取られてしまう
- ・速度が遅い
- ・速度段は多い方がよい
- ・出力が足りない（複数）

##### 2) 安全面に関する不満

- ・安定性が悪い、転倒防止が必要（複数）
- ・後進で耕うんができてしまう、人が後ろ向きで作業するのは危険（複数）
- ・後進時に壁等に挟まれる危険がある、前後の切換の安全性が低い（複数）
- ・耕うん時に土が固いとダッシングする（複数）

##### 3) 快適面に関する不満

- ・もう少し軽い方がよい（複数）
- ・作業自体がきつい
- ・長時間使用していると手から腕が振動で感覚がおかしくなる

#### 4) その他の不満

- ・購入時に詳しい説明がなかったので使い方が正しいか不安
- ・変速が入りにくい、クラッチ切り替えが悪い（複数）
- ・変速レバーの位置が悪い
- ・燃料タンクをほぼ満タンにすると、旋回時にハンドルを挙げた際に燃料が漏れてしまう
- ・故障が多い、耐久性が低い（複数）

#### <田植機>（問19）

##### 1) 性能面に関する不満

- ・もう少し軽量に作ってほしい（複数）
- ・欠株が多い（複数）
- ・セット時のフロートのセンサーの感度が悪い
- ・密植できる機能がない
- ・植付精度、深さ、姿勢が悪い（複数）
- ・苗つまり等で植付できなかつたのが後ろを見ないとわからない
- ・除草剤散布に不具合がある
- ・風が吹くと植付部が左右に流れる
- ・枕地の整地装置がない
- ・枕地慣らしの高低調整がフロートとは別の方がよい
- ・湿田性能が悪い（複数）
- ・湿田がありダブルタイヤにしているため、回転の際に土が移動する
- ・ブレーキが左右に分かれていないので幅寄せがうまくできない
- ・やわらかいほ場では苗が泥をかぶって速度を上げられない
- ・操舵の際に泥を巻き上げてしまう
- ・マーカがうまく機能しない（複数）
- ・マーカがなくても作業できるようにしてほしい、植付作業時の自動直進（複数）
- ・側条施肥がうまくいかない、施肥量が不安定（複数）
- ・降雨による肥料濡れ、詰まりの対策がほしい（複数）
- ・箱処理剤が雨の日には使用できない
- ・出力が足りない（複数）
- ・登坂力が足りない（複数）
- ・1条のみ植付を簡単にできるようにしてほしい
- ・2往復できるだけの肥料と苗を積めるようにしてほしい

##### 2) 安全面に関する不満

- ・ほ場出入りの際にバランスが悪く危険（複数）
- ・機体から足を滑らせることがある（複数）
- ・苗補給時に足を乗せる台が狭く移動しにくい
- ・アクセルの微調整がしにくく、急発進が気になる
- ・ペダルでの走行操作は疲れる、停止時に焦ると走行ペダルを踏みこんでしまい危険

##### 3) 快適面に関する不満

- ・日除けを固定できる金具が欲しい
- ・降雨時も快適に作業できるように屋根を広げてほしい

#### 4) その他の不満

- ・設定通りの株数で植付されない
- ・燃料タンクが小さく半日で空になってしまう
- ・整備に出してもトラブルが多すぎる
- ・速度段が入りにくい (複数)
- ・植付株数の切り替えがやりにくい
- ・操作性が悪い (複数)
- ・デフの部分が壊れて後2輪が脱落した、欠陥品ではないか
- ・足回りの耐久性が低い (複数)
- ・植付爪のピストン部分が全作業終了までに6～7回は壊れる
- ・シールからのオイル漏れが多い
- ・すぐ故障する、耐久性が低い (複数)
- ・プラスチック部分が劣化して割れてしまった
- ・施肥機能があるが防錆対策が悪い
- ・施肥ノズルが曲がってしまう
- ・オイル交換メンテナンスの際、エレメントやネジが脱着しづらい
- ・箱処理剤の残棄取出し等に手間がかかる
- ・価格が高い (複数)
- ・メンテナンスが高額

#### <自脱コンバイン> (問24)

##### 1) 性能面に関する不満

- ・刈取性能がよくない
- ・引き起こしタインのスピードが早すぎる
- ・刈取刃が最低高さで水平にならない
- ・倒伏稲の刈取性能がよくない (複数)
- ・全長が長い
- ・重量が大きく走行性能が悪い、接地圧が大きい (複数)
- ・湿田性能が悪い
- ・選別性能がよくない (複数)
- ・排塵処理性能がよくない (複数)
- ・作業速度によって選別性能が変わる
- ・朝露や少雨のときの性能が悪化する
- ・刈取部の稲の詰まり (複数)
- ・受継部の稲の詰まり (複数)
- ・カッター/ドロップの切換レバーの操作性がよくない
- ・結束部分の性能が悪い
- ・出力が足りない (複数)
- ・道路走行時の速度が遅い

##### 2) 安全面に関する不満

- ・全体に安全性が低い
- ・前後左右に緊急停止ボタンがほしい
- ・ほ場出入りが危険、急傾斜の進入路から道路に出るときが危険 (複数)

- ・走行時の安定性が悪い
  - ・排出オーガの操作レバーが誤操作してしまいやすく、ぶつける
  - ・前後進レバーを中立にしたのに移動することがある
  - ・後ろが見えない、バックモニタが欲しい（複数）
  - ・左側が見えない、死角が多い（複数）
- 3) 快適面に関する不満
- ・足下がエンジンの熱で暑い（複数）
  - ・空調性能がよくない（複数）
  - ・刈取部の振動が大きい
  - ・埃が多い
  - ・不満がありすぎて書ききれない
- 4) その他の不満
- ・燃費が悪い
  - ・部品が弱い、カバーが弱い（複数）
  - ・耐久性がない、すぐ故障する、修理回数が多い（複数）
  - ・部品供給がよくない
  - ・修理代が高い
  - ・ハンドルが急に効かなくなる
  - ・クローラの耐久性が悪い
  - ・糞排出のベルトがすぐ外れる
  - ・藁切カッタ切替用の操作ワイヤが長いので、1年で錆びて動かなくなる
  - ・一時間に一度自動で給油してくれるとよい
  - ・稲藁が詰まったときに掃除しやすくして欲しい
  - ・刈取後の清掃がしにくい（複数、具体的にはクローラ部、排出オーガの記載あり）
  - ・将来的に刈取・脱穀部を交換したくなったときに簡単に乗せ替えできるようにすべき
  - ・ラジエータカバーに自動清掃機能が欲しい
  - ・価格が高い（複数）

#### <刈払機>（問29）

- 1) 性能面に関する不満
- ・法面がきれいに刈れない、塀際など、ぎりぎりまできれいに仕上げたい（複数）
  - ・飛散物防護カバーに草が詰まる（複数）
  - ・草が巻き付きやすい（複数）
  - ・出力が足りない（複数）
  - ・オーバーヒートしやすい
- 2) 安全面に関する不満
- ・エンジン始動時の固定方法を改善してほしい
  - ・刈刃のブレーキが欲しい
  - ・キックバックが危険（複数）
  - ・異物（チップ、砂利、小石、針金、缶等）の飛散が危険（複数）
  - ・傾斜地作業が多く作業しにくい
  - ・滑ったとき等、刈刃が足元に来ることがある（複数）

- ・服のポケットにスロットルレバーや取っ手が入り危険
- ・糸やテープの巻き付きが危険
- ・ナイロン刃は石を飛ばすため危険、カバーが必要（複数）
- ・ナイロン刃は刈りカスがひどい
- ・作業そのものが危険
- ・燃料キャップが緩む
- ・周囲の音が聞こえない

### 3) 快適面に関する不満

- ・重い、肩が痛くなる、腰が痛くなる（複数）
- ・手への振動が大きい（複数）
- ・エンジン音がうるさい（複数）
- ・快適に使える機械ではない

### 4) その他の不満

- ・刈刃が地面と平行にならない、角度調整ができると良い（複数）
- ・本体が伸縮自在だとよい
- ・エンジンがかかりにくい（複数）
- ・セルスタータ付きだがすぐバッテリーがなくなる（買って一年まではよかった）
- ・固定式アクセルレバーの方がよい
- ・肩掛けベルトが簡単に取り外せない（複数）
- ・作業中にエンジン停止スイッチに触れて止まってしまう
- ・すぐ刈刃が切れなくなる、チップが取れやすい（複数）
- ・ナイロン刃のパーツがすぐ摩耗する（複数）
- ・エンジンの故障が多い（複数）
- ・耐久性がない、すぐ壊れる（複数）

### 参考3 作業遂行上行わざるを得ない危険作業事例（自由記述）

参考1のアンケートにおける作業遂行上行わざるを得ない危険作業事例（自由記述、問33）への主な回答内容を以下に示す。なお、理解を容易にするため、掲載した回答には、回答者の意図を損なわないと判断できる範囲で編集を加えているものがある。

※回答の中には、十分な点検整備や正しい使用方法等により回避できると想定されるものも含まれるが、現場の率直な意見として掲載している。実際の作業では、取扱説明書や法令等に則って機械を使用することが求められる。

#### <乗用トラクタ>

- ・バランスが悪い作業機を用いての作業（モア、ローダ、ブレンダーキャスト）（複数）
- ・ほ場間移動（複数）
- ・傾斜地での作業（耕うん、けん引、旋回時）（複数）
- ・細い道の曲がり角での片ブレーキ操作
- ・樹高の低い園地やハウス出入りで頭上の注意が必要（複数）
- ・清掃時に回転部等を回しながらでないと清掃できないところがある
- ・トラックへの積載作業（複数）
- ・ほ場出入り（複数）
- ・点検のためロータリの下に入る
- ・エンジンを切るとロータリが下がってくることがあるのでエンジンをかけたまま清掃
- ・作業機の着脱
- ・擁壁近くでの作業、ほ場際での作業（複数）

#### <歩行用トラクタ>

- ・後進時にロータリが回っており巻込まれの恐れがある（複数）
- ・後進時にぎりぎりまで下がる（複数）

#### <田植機>

- ・ほ場出入り（複数）
- ・清掃時に回転部等を回しながらでないと清掃できないところがある

#### <自脱コンバイン>

- ・一般道での自動車との衝突の危険
- ・ほ場間移動（複数）
- ・後方を見ながら動かすときの前後進レバーの操作
- ・後方が見にくいまま後進（複数）
- ・カッタ部の清掃
- ・刈取部の清掃、刈刃の交換（複数）
- ・清掃時に回転部等を回しながらでないと清掃できないところがある
- ・2番口の詰まり除去
- ・藁詰まりの除去（複数）
- ・トラックやトレーラへの積載作業（複数）
- ・手こぎ作業（複数）
- ・傾斜の大きいほ場出入り（複数）
- ・擁壁近くでの作業、ほ場際での作業、狭い場所での作業（複数）

#### <刈払機>

- ・刈刃がすぐに止まらない
- ・キックバック（複数）
- ・傾斜地での作業（足を滑らせる危険）（複数）
- ・騒音で人が近づいてきても気付かない
- ・小石等の飛散物の発生（複数）

#### <スピードスプレーヤ>

- ・傾斜地でタンク内の薬品が移動する
- ・樹高の低い園地で頭上の注意が必要（複数）

#### <ホイールローダ、スキッドステアローダ>

- ・傾斜地での作業
- ・荷を高く上げての作業（複数）

#### <トレーラ>

- ・けん引側のスリップ（複数）
- ・上り下りでのけん引
- ・夜間、雨天時のけん引

#### <テッダ、レーキ>

- ・回転部分が露出している
- ・移動のたびにタイヤを差し替える必要がある
- ・タイヤが外れることがある

#### <その他>

- ・樹高の低い園地で頭上の注意が必要（複数）（乗用モア、マニアスプレッタ）
- ・農薬散布作業（動力噴霧機）
- ・手で刈取部に作物を供給する（ケーンハーベスタ、コーンハーベスタ）
- ・マルチ張り時に常に周辺に管理機作業者がいる（マルチャ）
- ・飛散物の発生（モア）
- ・狭い農道での移動（ロールベアラ）
- ・トラックへの積載作業（枝豆ハーベスタ、動力摘採機、茶園管理機、ポテトハーベスタ）

#### <機械全般>

- ・傾斜の大きいほ場出入り（複数）
- ・路上走行時の自動車との追突の危険
- ・傾斜地での不安定な作業



## 参考4 農業機械及び農作業における他業種との安全性の差（自由記述）

参考1のアンケートにおける農業機械及び農作業における他業種と比較した場合の安全性の差（自由記述、問34）への主な回答内容を以下に示す。なお、理解を容易にするため、掲載した回答には、回答者の意図を損なわないと判断できる範囲で編集を加えているものがある。

### 1. 機械の安全性

#### <乗用トラクタ>

- ・クラッチが効かなくなっても走行可能である
- ・緊急停止ボタンが不足している
- ・油圧ロック、エンジン始動の安全装置が不十分
- ・機体の安定性に欠ける（複数）
- ・ショベルなどではメーカーが違っても操作系統は共通
- ・機械の耐久性がない
- ・カバーやガードの不足（複数）

#### <歩行用トラクタ>

- ・ロータリなど剥き出し部分が多く危険性が高い

#### <田植機>

- ・転倒時の対策がない
- ・機体の安定性に欠ける

#### <自脱コンバイン>

- ・緊急停止ボタンが不足している
- ・高低差のある出入りが危険
- ・後方の安全確認ができない、死角が多い（複数）
- ・ショベルなどではメーカーが違っても操作系統は共通
- ・超信地旋回ができない
- ・可動部に詰まりが生じる
- ・カバーやガードの不足、可動部に手足が入る部分が多すぎる（複数）

#### <刈払機>

- ・刈刃の回転がすぐに止まらない
- ・刈刃がむき出し

#### <機械全般>

- ・転倒時の対策がない
- ・機体の安定性に欠ける
- ・機械の耐久性がない

### 2. 作業の安全性

- ・トラクタを無免許で乗っている人が多い、特に高齢者
- ・他業種は全ての機械に作業者資格や安全教育が必要だが、農機具にはない（複数）
- ・天井、柱に当たり易い
- ・機械に人が近づきすぎる、手作業が多い
- ・資金、労賃に余裕がない
- ・代かき作業時等、水に濡れた状態で滑りやすいことが多い

### 3. 乗用トラクタおよび刈払機事故の詳細調査・分析手法の研究

特別研究チーム（安全）

積 栄、志藤博克、岡田俊輔、白垣龍徳

【摘要】乗用トラクタと刈払機の事故を対象として、より詳細な調査・分析手法を確立するとともに、都道府県等からのデータや既存の調査結果等を基に、事故発生原因および作業条件や作業環境等との因果関係を明らかにするべく、研究を行った。都道府県等の農作業事故調査方法等を調査した結果、方法や調査経路が大きく異なっており、より詳細な調査が可能と考えられる協力先を選定し、本課題への協力を依頼した。その上で、既往データ等から、当事者や機械の情報、各種環境等の必要な調査項目を検討し、協力先からの意見も踏まえ調査票を試作、改良した。また、事故発生原因や諸条件との因果関係の分析に関する既存の分析手法を調査し、その結果を基に、乗用トラクタと刈払機の事故詳細調査に適用できる新たな分析手法として、SHEL モデル、Haddon Matrix、FTA の各理論を農作業事故の実態に適合するよう組み合わせた新たな手法を検討した。これを用いて調査データの分析を行い、有効性の確認と、一部事故について事故詳細分析を行った。

#### 1. 目的

農業機械による事故のうち、死亡事故では乗用トラクタが、負傷事故では刈払機がそれぞれ最も多くを占めており、対策が急務である。発生原因を究明するには、可能な限り詳細な調査を行う必要があるが、国でまとめている農作業死亡事故調査は人口動態調査の死亡小票に基づいているため、発生状況の詳細が不明な場合が多く、また負傷事故の体系的な調査体制は確立されていない。独自に事故調査を行っている都道府県もあるが、情報源や調査方法、調査項目やデータの詳細度がそれぞれ異なるため、相互比較が困難であり、分析材料として活用可能なデータが限られる。

そこで、乗用トラクタと刈払機の事故を対象として、分析手法を確立するとともに、詳細調査への協力が得られた都道府県等からのデータや既存の調査結果等を基に、事故発生原因および作業条件や作業環境等との因果関係を明らかにする。また、調査担当者への負担も考慮しつつ分析に必要な項目を整理した調査票を開発し、国の施策として位置づけ可能な調査分析手法を開発する。

平成 23 年度は、詳細調査の協力先を選定するとともに、既往の調査データ等を用いて調査票の試作及び分析手法の検討を行い、協力先からの評価を基に調査票の改良を行う。

#### 2. 方法

- 1) 農作業事故調査を独自に行っている都道府県について、調査方法や事故情報の収集経路を、担当者からの聞き取りにより調査した。また、この中から、より詳細な調査が可能と考えられる協力先を選定し、調査実施と調査票の評価を依頼した。
- 2) 乗用トラクタ及び刈払機の事故について、既往の知見やデータ等から、事故要因の分析に必要と考えられる調査項目を検討し、協力先の評価も踏まえて機種別に調査票を試作、改良した。
- 3) 乗用トラクタ及び刈払機における新たな事故分析手法を検討すべく、他業種における事故発生要因の分析に関する既往の分析手法について調査し、このうち参考となる手法を基に、農業機械事故への適用のための応用、改良を行った。
- 4) 3) で検討した事故分析手法を用いて、既往の調査データ及び先行して協力先から提供された詳細調査データの分析を試行するとともに、本分析手法の有効性を検討した。

### 3. 結果の概要

#### 1) 都道府県における調査方法及び事故情報収集経路

農林水産省への報告状況等から、一定の調査制度の存在が推測された23道県から聞き取り調査を行った結果、安全推進体制や関係機関の連携状況等によって、調査担当者や調査方法、情報収集経路、情報量等が大きく異なっており、今後の詳細事故調査についても、これら地域の実態を踏まえる必要性が認められた(表1)。

調査を行った道県のうち、今年度は9道県、来年度は11道県から、当該2機種(県によっては1機種)について詳細事故調査の協力が得られることとなった。

表1 道県における独自の農作業事故調査方法の事例

都道府県	調査方法	総括担当	調査担当
A	市町村が農協等の協力を得て事故を把握し、振興局から農政部へ報告されるほか、推進本部による把握分で補足する。死亡事故は随時、負傷事故は年2回の報告。	農作業安全運動推進本部	市町村職員、JA職員
B	診療科等900ヶ所から往復ハガキで年2回問い合わせを行うほか、共済データからも抽出を行う。	県農村医学研究会	県農村医学研究会
C	集落代表者(組合長等)に年1回往復ハガキで報告依頼の他、死亡事故については、新聞記事を頼りに県普及員が現場に向いて細密調査を行う。	農政水産部農業経営課	集落代表者、県職員
D	農作業安全推進員(JA職員等)が事故発生時に聞き取り調査を行い、県農林総研に報告する。	農林総合研究所 企画総務部技術普及室	農作業安全推進員
E	JA共済データを県職員が年2回直接閲覧し、統計データを抜粋。	農林水産局農産課	県職員
F	新聞情報を基に県から出先機関経由で市町村に事故毎に報告を依頼し、担当者が自らのネットワークで情報収集を行う。	農林水産部農業技術課 普及企画班	市町村職員
G	新聞情報を基に農林事務所の農政普及課農政官が追跡調査を行う。	農政部経営技術課 技術環境係	県職員
H	県JAの農業機械課が機械共済の申請や営農指導員等から事故情報を把握、調査を行う。	生産振興部園芸課 環境保全型農業担当	JA職員

#### 2) 乗用トラクタ及び刈払機における詳細事故調査票

既往の調査データや当該2機種の事故発生に関する知見、農作業事故の現地調査で得られた知見等を基に、当事者や機械、各種環境等に関する調査項目を抽出、整理し、機種別に調査票を試作した。これを協力先道県に提示し、意見収集を行った結果、調査担当者の記入し易さ、調査内容の見易さの面から記入順に関する指摘があり、これを反映して一部改良を行った。改良後の調査票を章末(参考1、参考2)に示した。

#### 3) 乗用トラクタ及び刈払機における詳細事故分析手法の検討

文献等による調査の結果、医療、交通、化学プラント、製品安全等の他分野では、様々な事故分析手法を業態に応じて改良して用いていた。この中で例えば自動車事故については、全体的な事故要因の傾向を把握する傾向分析(マクロ分析)と、個別の事故事例について要因を詳しく検証する詳細分析(マイクロ分析)を組み合わせる手法が用いられていた。農作業事故の場合は、表1からも推察されるように、現状では調査担当者が事故発生直後の現場状況が保存された状態で検証を行うことはほぼ不可能であり、かつ一人作業が多く、事故の目撃者がいないことが多いため、個別事故については情報が限られる。また、過去の調査データ等から、調査担当者の所属や知識、経験が統一されておらず、調査能力や問題意識に差があるため、同じ事故であっても重要な要因を見逃したり、担当者によって異なる側面を主原因に挙げる可能性が否定できない。一方で、分析結果から事故の発生頻度を低減させるための優先的な対策項目を見出すためには、まず個別事故において調査

の質をある程度揃えながら適切な分析を行い、その積み重ねを基に、全体として事故発生への影響度が大きい要因を抽出するための分析手法が求められる。これらの状況を踏まえると、個別の事故調査において、効果的かつ漏れなく事故の要因となり得たであろう項目を洗い出す個別事故詳細分析と、その結果を集約して、ある形態の事故について全体的な事故要因の傾向を把握し、効果的な対策項目を整理する事故要因傾向分析の組合せが必要であると考えられた。このため、農作業事故分析においては前者をマイクロ分析、後者をマクロ分析と位置付け、それぞれについて有効な分析手法を検討することとした。

マイクロ分析においては、事故調査票に記載された内容（特に事故発生経緯等の自由記載内容）から、事故要因を漏らさず抽出することが重要となる。他業種では、ある事故事象について、当事者とソフトウェア、ハードウェア、環境、他者との関係に分けてそれぞれ事故要因を検討する SHEL モデルの理論が広く活用されており、農作業事故においても有効と考えられた。ただし、過去の事故調査データからは、事故の主な要因について、前提的なもの（疲労、天候、整備不良等）と事故発生時のもの（操作ミス、不注意、危険行動等）が混在しており、調査担当者によってはどちらか一方に分析結果が偏ってしまう可能性も見られた。このため、事故要因を事故発生前、発生時、発生後の各段階に分けて検討する Haddon Matrix の理論も併用することで、この問題を回避することとした。両理論とも事故分析手法としては一般化されたものであり、かつ両理論の組合せによる事故分析についても他業種で前例が確認されたことから、分析手法そのものに対する疑義は基本的には生じないと考えられた。

表 2 に、SHEL モデルと Haddon Matrix を組み合わせた分析マトリクスの検討例を示した。マイクロ分析マトリクス上の各セルには、既往の事故データ等から考えられる要因をあらかじめ記載しておき、これに対応した調査項目を有する調査票と組み合わせることで、様々な資質の調査／分析担当者に対しても、事故要因の抽出漏れの防止を図る仕組みとした。

マクロ分析としては、農作業事故においては詳細事故調査の積み重ねがなく、事故要因についてもこれまでは定性的な検討が中心であったことや、ある危険要因から生じ得る事故事象を検討する帰納的な手法よりも、ある事故事象から、それが発生する根本的要因を特定し、対策項目を見出す演繹的な手法の方が、現状のニーズには沿っていると考えられたことから、他業種における代表的な演繹的分析手法として、ある事故事象が発生する要因を順に枝分けし、事故と根本的な要因の関係を把握する FTA（故障の木解析）を応用することとした。

図に、乗用トラクタの転落転倒死亡事故の FTA による分析例を示した。ここで、前述のマイクロ分析マトリクス上の各セルにあらかじめ記載した各要因を、FTA 上の要因として共通化して用いることで、マイクロ分析とマクロ分析の関連性を確保することとした。また、これにより、例えば分析結果の地域間の比較等も可能となり、地域に合わせた啓発材料になると考えられた。

表2 SHEL モデル及びHaddon Matrix の理論によるマイクロ分析マトリクス案

Haddon Matrix		事故発生前			事故発生時			事故発生後		
SHEL		要因	件数	該当内容(記載例)	要因	件数	該当内容(記載例)	要因	件数	該当内容(記載例)
L 当事者(操作者)	単独作業		-		焦り		作業後の予定、降雨前、日没前	負傷度合の誤判断		治療が遅れて状況悪化
	疲労、体調不良			持病、睡眠不足、連日の作業	過信、無理な作業		慣れによる誤判断、能力以上の作業			
	高齢(70歳以上)		-		防護具の着用不十分		ヘルメットや保護眼鏡が不十分			
	行動の周知不足			家族への行動予定の伝達が不十分	衣服の不適切な着用		袖を止めない、可動部付近で軍手等			
	作業の熟練不足			作業従事経験が少ない	正しい作業や手順の無視、省略		刈刃右側で刈払作業等			
	適切な作業への意識が低い			乱暴な作業をしながら、自信過剰	作業への集中の欠如		よそ見、考え事			
L-S 当事者-ソフト(管理も含む)	機械の安全管理不足			定期点検等の習慣がない				救助連絡手段の確保不足		携帯電話の所持なし
	場所の安全管理不足			場所の整備、改善の習慣がない				救急対応の教育不足		不適切な救急対応
	作業方法の安全管理不足			作業方法の点検、改善の習慣がない						
	不適切な作業日程の策定			無理な作業日程						
	正しい安全管理の教育体制不足			講習会参加、危険個所把握が不十分						
	事故時の連絡/確認体制不足			外出や作業予定の連絡習慣がない						
L-H 当事者-ハード(機械)	機械の整備不良、危険状態			点検せず、誤調整、作業機バランス	とっさの操作ミス		ハンドルやペダル等の誤操作			
	安全機能の無効化			ROPS取り外し、シートスイッチ解除	操作装置の設定ミス		速度段誤選択、左右ブレーキ非連結			
	安全性や操作性の低い機械			古い農機、安全基準不適合	危険部位への接近、接触		刃への接触、必要以上の接近			
	操作に不慣れ			作業経験が少ない、新しい機械	危険部位の非停止		エンジンが稼働したまま点検、清掃			
	操作技量不足(資格等)			免許等未取得、自己流の操作	正しい操作、取扱の無視、省略		斜めに寝越え、駐車ブレーキ忘れ			
					安全機能の不適切使用		シートベルト非着用、ROPS折り畳み			
					手元、足元の不注意		機械や施設から滑って転倒転落			
L-E 当事者-環境	天候の悪条件			雨や風等による環境悪化	適正範囲外への逸脱、接触		ほ場端、支柱等における脱輪、接触			
	気温、湿度の悪条件			夏の高温多湿、冬の低温	条件が悪い場所への進入		軟弱な/滑りやすい/見にくい場所			
	明るさが不十分			日出前、日入後、悪天候	手元、足元の不注意		滑って転倒転落			
	場所の狭さ(縁、物への距離)			幅の狭い農道、法面ぎりぎりでの旋回						
	場所の軟弱さ、滑り易さ			ぬかるみ、河岸、路肩、土手						
	場所の傾斜、段差、凹凸			急な農道や進入路、畦の乗り越え						
L-L 当事者-当事者以外の人	場所の状況がわかりにくい			雑草等で路肩やほ場端が不明瞭						
	障害物(枝、構造物等)の存在			木の枝、納屋やハウスの柱、梁						
	他作業者との連携不徹底			作業手順や連絡方法の共有不足	当事者の他者への不注意		周囲確認、警報等の不足	負傷度合の誤判断		治療が遅れて状況悪化
	他者への注意喚起			反射板、低速車マーク、警笛	他者の当事者への不注意		危険行動の認知不足			
	当事者の行動の把握不足			家族による予定の把握が不十分	勝手な行動		当事者、他者が予想できない行動			

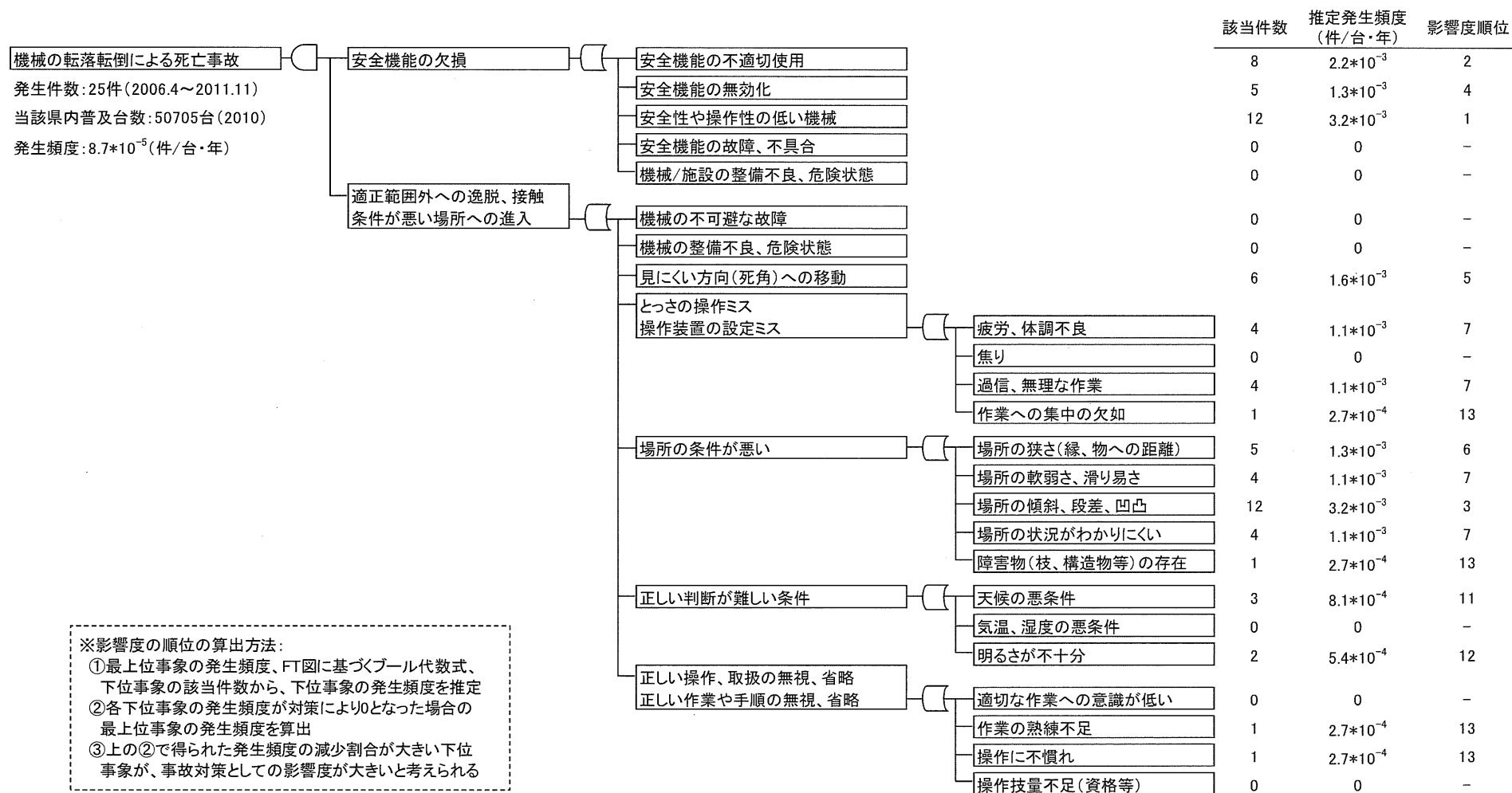


図 FTAによるある県の乗用トラクタの転落転倒死亡事故の分析例と要因別の影響度

#### 4) 検討された詳細事故分析手法の適用性及び有効性

今年度からの調査協力が得られた道県の事故情報と過去の事故調査データから、乗用トラクタの転落転倒死亡事故についてマイクロ分析及びマクロ分析を行った結果、各事故要因の抽出や発生頻度の把握が可能であることが確認された(図)。

また、製品事故分析に関する研究事例を参考に、FTAにおけるブール代数を用いた事故発生確率の算出理論を応用することで、各要因の発生頻度及び事故発生メカニズムの両方に基づいた、要因別の事故防止への影響度の順位が得られる可能性が見出された。影響度の順位の算出方法を以下に示す。

- ①最上位事象の発生頻度、FT図に基づくブール代数式、下位事象の該当件数から、下位事象の発生頻度を推定する
- ②各下位事象の推定発生頻度が、対策により0となった場合の最上位事象の発生頻度をそれぞれ算出し、最上位事象の発生頻度の減少割合を求める
- ③上の②で得られた発生頻度の減少割合が大きい下位事象が、事故対策としての効果(影響度)が大きいと考えられる

影響度の順位が得られることにより、全国レベルもしくは地域レベルで効果的な事故対策の策定(機械のリスク低減方策の開発・導入の促進及び安全機能の無効化の防止、ほ場や農道の改良、啓発項目の重点化)に活用できる可能性があり、本分析手法の有効性が確認できた。

また同時に、各要因を他機種にも適用可能な内容に設定することにより、他機種等の事故についても本分析手法を適用できる可能性も得ることができた。

#### 4. 今後の問題点と次年度以降の計画

分析に用いる事故詳細調査データをさらに蓄積する必要がある、継続して協力先での乗用トラクタ及び刈払機事故の詳細情報を収集し、分析に資する調査項目と調査票の検討を進める。

また、本分析手法の他機種等による農作業事故への適用性については、調査項目や調査手法について新たに検討を行う必要がある。このため、これらを併せて効率的に取り組むべく、新規課題「農業機械等による事故の詳細調査・分析手法の研究」を立上げ、対象を拡大して引き続き研究を進めることとしている。

#### 5. 謝辞

詳細事故調査の実施にあたっては、北海道、青森県、福島県、群馬県、長野県、滋賀県、鳥取県、熊本県、鹿児島県における事故調査や取りまとめ等をご担当の皆様にご多大なるご協力をいただいた。研究を進めるにあたっては、(独)製品評価技術基盤機構、(独)労働安全衛生工学研究所、(財)日本農村医学研究会日本農村医学研究所からご指導や資料、情報のご提供をいただいた。現地調査では、福島県の青田 聡氏、棚橋 紺氏、埼玉県の高橋千春氏、北海道農作業安全運動推進本部の館山則義氏、ホクレン農業協同組合連合会の馬淵彰司氏ほか皆様からご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

#### 6. 引用・参考文献

- 1) 中谷行宏、平成22年度経年劣化製品事故の分析について、生成23年度製品安全センター製品安全業務報告会資料、39-58、製品評価技術基盤機構、2011
- 2) 酒井健一、R-MapとFTAを用いた消費生活用製品のリスクアセスメントについて、生成23年度製品安全センター製品安全業務報告会資料、83-100、製品評価技術基盤機構、2011
- 3) JIS C 5750-4-4:2011、ディペンダビリティ マネジメントー第4-4部：システム信頼性のため

の解析技法－故障の木解析 (FTA)

- 3) 井上紘一ら、FTA安全工学、日刊工業新聞社、1979
- 4) 医療の安全に関する研究会特別研究班、医療機関における医療事故調査委員会のあり方ガイド (第1版)、2007
- 5) 小野盾男ら、農業機械の安全利用に関する研究 (第2報) 県内における農業機械事故の発生要因と対策、静岡県農業試験場研究報告、第30号、103-112、静岡県農業試験場、1985
- 6) 交通事故総合分析センター、交通事故例調査・分析報告書 (平成21年度報告書)、2010
- 7) 交通事故総合分析センター、操作の誤りによる交通事故の発生状況と発生要因の分析、2010
- 8) 和田祐典ら、リレーショナル化学災害データベース (RISCAD) と機械設備事故事例 (Ⅲ)、産業・化学機械と安全部門講演会2010講演論文集、17-18、日本機械学会、2010
- 9) 松岡俊介、プラントの安全性評価 第4回 システムの安全性解析、防災システム、第30巻第3号、15-19、日本防災システム協会、2008
- 10) 柏木とき江、SHELモデルによる事故分析導入の実際、看護展望、Vol. 28, No. 4、462-470、メヂカルフレンド社、2003
- 11) 竹内伸行ら、SHELモデルを用いた事故要因分析－当院理学療法部門における取り組み、理学療法ジャーナル、第42巻第2号、167-171、医学書院、2008
- 12) Williams, A. F.、The Haddon matrix: its contribution to injury prevention and control, 3rd National Conference on Injury Prevention and Control、1995
- 13) 清水洋孝ら、t-m-SHELモデルとそのケーススタディ、日本信頼性学会誌、Vol. 26, No. 7、711-723、日本信頼性学会、2004
- 14) 高橋宗良、ハッドンのマトリックスおよびSHELモデルを用いた水難事故分析、学校教育学研究論集、第19巻、69-81、東京学芸大学、2009



事故調査票<乗用トラクタ>

調査年月日： \_\_\_\_\_年 \_\_\_\_\_月 \_\_\_\_\_日 所属・氏名： \_\_\_\_\_

1. 発生状況について

発生推定年月日、時刻 および天候	_____年 _____月 _____日 午前・午後 _____時____分頃 <input type="checkbox"/> 晴れ <input type="checkbox"/> 曇り <input type="checkbox"/> 雨 (強・中・弱) <input type="checkbox"/> 風 (強・中・弱)
事故の発生原因	<input type="checkbox"/> 機械の転落・転倒 ( <input type="checkbox"/> 下敷き <input type="checkbox"/> 投げ出され) <input type="checkbox"/> ひかれ <input type="checkbox"/> 巻き込まれ <input type="checkbox"/> 衝突 <input type="checkbox"/> 挟まれ <input type="checkbox"/> 機械から転落 <input type="checkbox"/> その他 ( )
受傷者と受傷の程度	<input type="checkbox"/> 運転者 <input type="checkbox"/> 運転者以外 ( ) <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 負傷 <input type="checkbox"/> 無傷

2. 現場の状況について

発生場所 (転落の場合は転落直 前の場所)	所在地 (可能な範囲で) : _____ 種別: <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 圃場 <input type="checkbox"/> 圃場進入路 <input type="checkbox"/> その他 ( )
現場の状況 (道路や圃場進入路で 発生した場合)	路面の状態: <input type="checkbox"/> 舗装路 <input type="checkbox"/> 未舗装路 ( <input type="checkbox"/> 砂利 <input type="checkbox"/> 土 <input type="checkbox"/> 草 ) 道幅: _____m 傾斜: <input type="checkbox"/> 急 <input type="checkbox"/> 緩 <input type="checkbox"/> 無 / <input type="checkbox"/> 上り <input type="checkbox"/> 下り 周囲の段差や溝: <input type="checkbox"/> あり (高さ: _____m) <input type="checkbox"/> なし
現場の状況 (圃場で発生の場合)	圃場の種類: <input type="checkbox"/> 水田 (湛水・乾田) <input type="checkbox"/> 畑 <input type="checkbox"/> 果樹園 <input type="checkbox"/> ハウス内 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> その他 ( ) 圃場の傾斜: <input type="checkbox"/> 急 <input type="checkbox"/> 緩 <input type="checkbox"/> 無 周囲の段差や溝: <input type="checkbox"/> あり (高さ: _____m) <input type="checkbox"/> なし

3. 運転者について

性別・年齢・就農年数	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女 _____歳 就農しておよそ_____年くらい
年間農業従事日数	<input type="checkbox"/> ~29日 <input type="checkbox"/> 30~59日 <input type="checkbox"/> 60~99日 <input type="checkbox"/> 100~149日 <input type="checkbox"/> 150日~
運転免許の種類 (複数可)	<input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 小型特殊 <input type="checkbox"/> 大型特殊 <input type="checkbox"/> けん引 <input type="checkbox"/> なし
事故機の運転経験年数	およそ_____年くらい

4. 事故の状況について

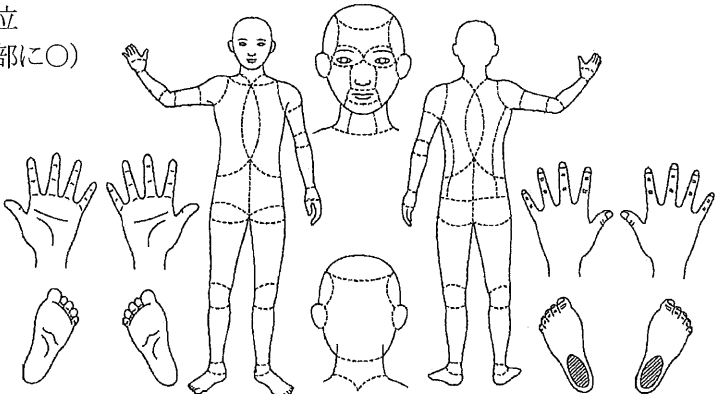
事故発生の経緯 (どのような状況で、 どのようにして発生 したか。当事者の健 康・心理状態等も含 む)	
--	--

現場見取図（調書の図のコピーを別添して頂いても結構です。可能であれば現場写真を添付してください）

5. 事故機について

メーカー・型式名 (写真を別添でも可)	メーカー：_____ 型式名：_____	
馬力（上記がわかれば不要）	_____ PS	
安全キャブ・フレームの種類と状態	<input type="checkbox"/> 安全キャブ <input type="checkbox"/> 2柱式安全フレーム <input type="checkbox"/> 4柱式安全フレーム <input type="checkbox"/> なし 2柱式フレームの場合： <input type="checkbox"/> 立てていた <input type="checkbox"/> たたんでいた	
シートベルトの有無と装着の状態	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし ありの場合： <input type="checkbox"/> 装着していた <input type="checkbox"/> 装着していなかった	
事故時の速度段	<input type="checkbox"/> 前進 <input type="checkbox"/> 後進	速度段：_____
事故時の左右ブレーキ連結の有無	<input type="checkbox"/> 連結していた <input type="checkbox"/> 連結していなかった	
作業機装着の有無	<input type="checkbox"/> 装着していた <input type="checkbox"/> 装着していなかった	
装着作業機の種類・メーカー型式名 (写真を別添でも可)	種類：_____	メーカー・型式名：_____
装着作業機の状態	<input type="checkbox"/> 駆動状態（PTOオン） <input type="checkbox"/> 停止状態（PTOオフ）	

6. 受傷の種類と部位、その他

受傷の種類： _____ 受傷部位 (該当部に○) 	調査協力： <input type="checkbox"/> 当事者 <input type="checkbox"/> 当事者の家族等 <input type="checkbox"/> JA 指導員等 <input type="checkbox"/> JA 共済担当 <input type="checkbox"/> 県警 <input type="checkbox"/> 消防 <input type="checkbox"/> 地元自治体 <input type="checkbox"/> 他農家 <input type="checkbox"/> その他（            ）
	備考（自由記載）

事故調査票<刈払機>

調査年月日： \_\_\_\_\_年 \_\_\_\_\_月 \_\_\_\_\_日 所属・氏名： \_\_\_\_\_

1. 発生状況および現場について

発生推定年月日、時刻 および天候	_____年 _____月 _____日 午前・午後 _____時____分頃 <input type="checkbox"/> 晴れ <input type="checkbox"/> 曇り <input type="checkbox"/> 雨(強・中・弱) <input type="checkbox"/> 風(強・中・弱)
事故の発生原因	<input type="checkbox"/> 刃の接触 <input type="checkbox"/> 作業者の転落 <input type="checkbox"/> 作業者の転倒 <input type="checkbox"/> 巻き込まれ <input type="checkbox"/> 飛散物(ゴミ、小石、破片等) <input type="checkbox"/> 火傷 <input type="checkbox"/> その他( )
受傷者と受傷の程度	<input type="checkbox"/> 機械使用者 <input type="checkbox"/> 機械使用者以外( ) <input type="checkbox"/> 死亡 <input type="checkbox"/> 負傷 <input type="checkbox"/> 無傷

2. 現場の状況について

発生場所	所在地(可能な範囲で)： _____ 種別： <input type="checkbox"/> 圃場畦畔 <input type="checkbox"/> 道路路肩 <input type="checkbox"/> 果樹園 <input type="checkbox"/> 山林 <input type="checkbox"/> 自宅・作業場 <input type="checkbox"/> その他( )
現場の状況 (刈払作業中の事故の 場合。足元の状態につい ては複数回答可)	足元の状態： <input type="checkbox"/> すべりやすい <input type="checkbox"/> 凸凹が大きい <input type="checkbox"/> 小石などが多い <input type="checkbox"/> その他( ) 足元の傾斜： <input type="checkbox"/> 急 <input type="checkbox"/> 緩 <input type="checkbox"/> 無 周囲の段差や溝： <input type="checkbox"/> あり(高さ：_____m) <input type="checkbox"/> なし

3. 作業者について

性別・年齢・就農年数	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女 _____歳 就農しておよそ_____年くらい
年間農業従事日数	<input type="checkbox"/> ～29日 <input type="checkbox"/> 30～59日 <input type="checkbox"/> 60～99日 <input type="checkbox"/> 100～149日 <input type="checkbox"/> 150日～
刈払機の使用経験年数	およそ_____年くらい

4. 現場の状況について

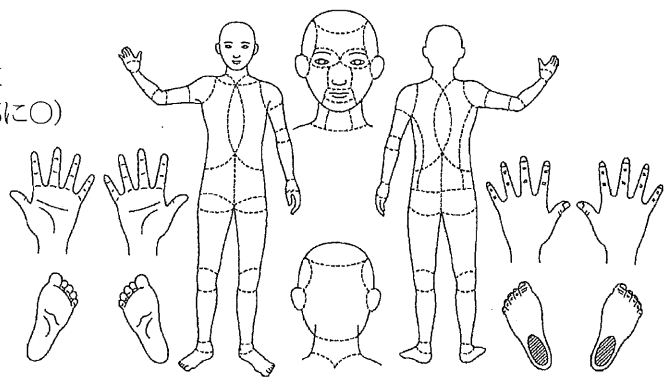
事故発生の経緯 (どのような状況で、ど のようにして発生した か。当事者の健康・心理 状態等も含む)	
--	--

現場見取図（調書の図のコピーを別添して頂いても結構です。可能であれば現場写真を添付して下さい。）

5. 事故機について

メーカー・型式名 (写真を別添でも可)	メーカー：_____ 型式名：_____
種別	<input type="checkbox"/> 肩掛式 <input type="checkbox"/> 背負式
肩掛ベルト種別（肩掛式の場合）	<input type="checkbox"/> 腰ベルト付き <input type="checkbox"/> 腰ベルトなし
ハンドルの種類	<input type="checkbox"/> Uハンドル <input type="checkbox"/> ループハンドル <input type="checkbox"/> ツェーグリップ <input type="checkbox"/> その他（ _____ ）
スロットル構造の種類	<input type="checkbox"/> 固定式 <input type="checkbox"/> トリガー式
飛散物防護カバーの状態	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 位置をずらしていた <input type="checkbox"/> 外していた
刈刃の種類	<input type="checkbox"/> チップソー <input type="checkbox"/> 丸鋸刃・笹刈刃 <input type="checkbox"/> ナイロンカッター <input type="checkbox"/> その他（ _____ 枚刃・ _____ ）
顔面の保護具	<input type="checkbox"/> 保護めがね <input type="checkbox"/> フェイスシールド <input type="checkbox"/> 装着していなかった
体の保護具	<input type="checkbox"/> 保護エプロン <input type="checkbox"/> 装着していなかった
足・足元の保護具	<input type="checkbox"/> すね当てのみ <input type="checkbox"/> 安全靴・安全長靴のみ <input type="checkbox"/> 上2点とも装着 <input type="checkbox"/> 装着していなかった
腕・手の保護具	<input type="checkbox"/> 作業手袋のみ <input type="checkbox"/> 腕カバーのみ <input type="checkbox"/> 上2点とも装着 <input type="checkbox"/> 装着していなかった

6. 受傷の種類と部位、その他

<p>受傷の種類： _____</p> <p>受傷部位 (該当部に○)</p>  <p>The diagram shows a human figure from the front and back, with separate drawings of hands and feet. Circles are provided for marking injury locations on the head, torso, arms, hands, legs, and feet.</p>	<p>調査協力：</p> <p><input type="checkbox"/>当事者      <input type="checkbox"/>当事者の家族等  <input type="checkbox"/>JA 指導員等      <input type="checkbox"/>JA 共済担当  <input type="checkbox"/>県警      <input type="checkbox"/>消防  <input type="checkbox"/>地元自治体      <input type="checkbox"/>他農家  <input type="checkbox"/>その他（ _____ ）</p> <p>備考（自由記載）</p>
---	--



## 4. 乗用型トラクターの片ブレーキ防止装置の開発

特別研究チーム（安全）

志藤博克、積 栄、岡田俊輔

塚本茂善、皆川啓子、原田一郎

杉浦泰郎、土師 健、富田宗樹、山崎裕文、

白垣龍徳、中村利男

株式会社IHIシバウラ

井関農機株式会社

株式会社クボタ

三菱農機株式会社

ヤンマー株式会社

【摘要】乗用トラクタの転落転倒事故の原因のひとつである片ブレーキの誤操作を防止する装置を開発するに当たり、片ブレーキを使った作業の種類やブレーキ連結の励行の実態、片ブレーキ誤操作によるヒヤリ経験の有無等についてアンケート調査を行った。また、片ブレーキの誤操作が要因と疑われる事故事例について調査した。片ブレーキを使った作業はロータリ耕などの低速作業だけでなくプラウ耕などの高速作業でも使われること、事故は移動時、作業時にかかわらず発生することが明らかになったことを踏まえ、片ブレーキ誤操作防止装置の方策を検討し、試作を行った。

### 1. 目的

乗用トラクタの転落転倒死亡事故は農機事故の約3割を占める。その原因の一つとして左右ブレーキペダルの非連結が挙げられる。非連結状態で急ブレーキを踏むと思わぬ急旋回が生じ、転落転倒の重大死傷事故につながる場合がある。そこで、この種の事故を未然に防止するための装置を開発する。今年度は片ブレーキの使用実態と事故実態等を調査するとともに装置の方策を検討し試作する。

### 2. 方法

- 1) 片ブレーキの使用状況や連結励行の実態を明らかにするため、全国1200の農家にアンケート用紙を郵送して調査を実施した。調査は、農業機械士を通じて近所の農家にも協力頂いた。質問内容は、年齢、性別、経営形態、圃場環境、作目といったフェイスデータに加えて、片ブレーキを使う作業の種類、作業後のブレーキ連結励行の有無、片ブレーキ誤操作によるヒヤリ経験の有無、ヒヤリ経験したときに乗っていたトラクタの大きさ、ヒヤリ経験が発生した場所、その時に連結が外れていた理由等とした。
- 2) 「乗用トラクタおよび刈払機事故の詳細調査・分析手法の研究」課題に協力を頂いている県から提供された過去5年の乗用トラクタの転落転倒事故の調査結果および参画企業から寄せられた事故情報から、片ブレーキの誤操作が事故の要因となった可能性が疑われる事例を抽出し、事故発生時の作業状況、事故現場の状況等について調査した。
- 3) 片ブレーキを使った作業の実態および片ブレーキ誤操作が要因と疑われる事故事例から明

らかになった点を踏まえ、片ブレーキ誤操作防止装置の方策を検討し、法令に照らした上で試作装置を製作した。

### 3. 結果

#### 1) 片ブレーキ使用状況等の実態調査

##### (1) 回収率とフェイスデータの集計結果

アンケート回収数は 268 件(回収率 22%)であった。回答者はすべて男性で平均年齢は 56 歳だった。回答者の作目は、水稻が 91%で最も多く、続いて麦・大豆 36%、露地野菜 33% だった。経営形態については、家族経営が 64%で最も多く、有限会社や株式会社は 1~2%前後だった。回答者が所持する資格については、認定農業者が 48%、農業機械士が 43%、両方を所持する回答者は 27%だった。回答者の所有する圃場がある地形については、「ほとんど平坦地」が 68%と大半を占めた。

回答者の年齢分布を図 1、回答者の作目を図 2、回答者の経営形態を図 3、回答者の所有する圃場の地形を図 4 に示す。

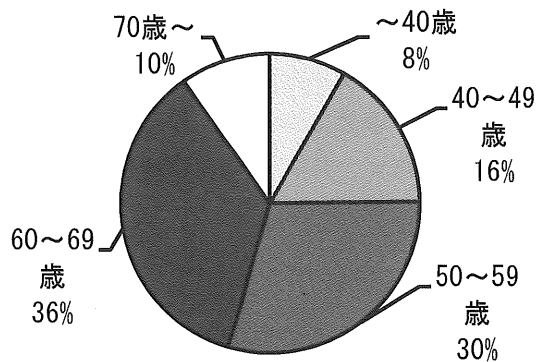


図 1 回答者年齢分布

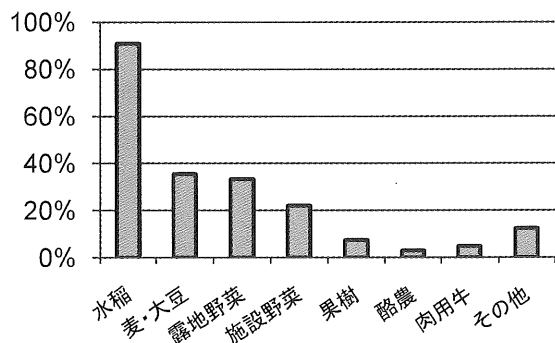


図 2 回答者の作目（複数回答）

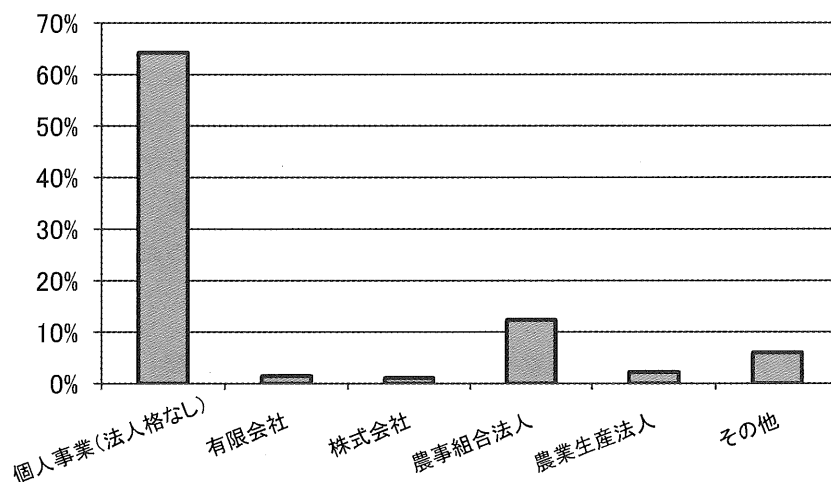


図 3 回答者の経営形態（複数回答）

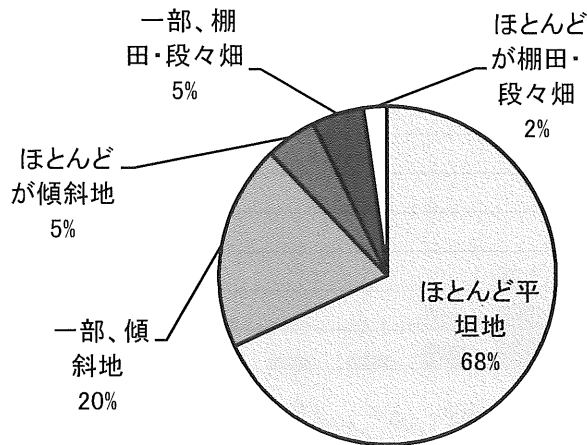


図4 回答者所有の圃場の地形

(2) 片ブレーキの使用状況

図5に片ブレーキの使用の有無についての回答結果を示す。トラクタ作業での片ブレーキ使用の有無について、「連結を外して使う」、「自動ブレーキ機能を使う」、「使わない」の三者択一で伺ったところ、72%が「連結を外して使う」と回答した。また、16%がハンドルを一定角以上操作するとブレーキ操作をしなくても自動的に旋回内側の後輪にブレーキが掛かる自動ブレーキ機能を用いていると回答した。

片ブレーキを使用する作業種類と使用場面について自由記載で伺ったところ(図6)、作業種類ではロータリ耕が38%と最も多くを占めたが、プラウ耕、代かき、畦塗り、ハローによる碎土均平、サブソイラ、ブロードキャスタによる施肥など、多岐に及んだ。作業速度が遅い作業と比較的高速で行う作業に分けると、ロータリ耕、代かき、畦塗りといった低速作業が約半数を占めた。プラウ耕、ハローによる碎土均平、ブロードキャスタによる施肥、ライムソウ散布、反転・集草といった高速作業も15%を占めた(図7)。なお、「耕うん」と回答し、ロータリ耕かプラウ耕か判然としないものについては除外した。いずれの場合も、9割が旋回時に使うと回答したが、ハウス内でロータリ耕を行う際に、縁際に幅寄せするときに使う例や、畦塗りの幅寄せ、スリップしている側の後輪に片ブレーキを掛けてぬかるみから脱出する等の使用例も見られた。この他、作業以外でも狭い農道から狭い進入路に出入りする際に使う例や、圃場外周の耕うんを開始する際のトラクタ向きの修正に使う例が見られた。

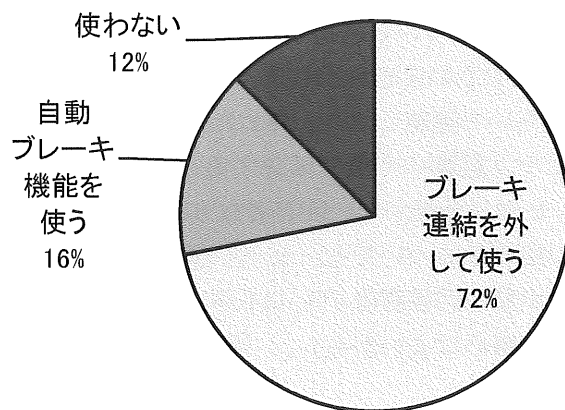


図5 片ブレーキ使用の有無 (有効回答数 263 件)



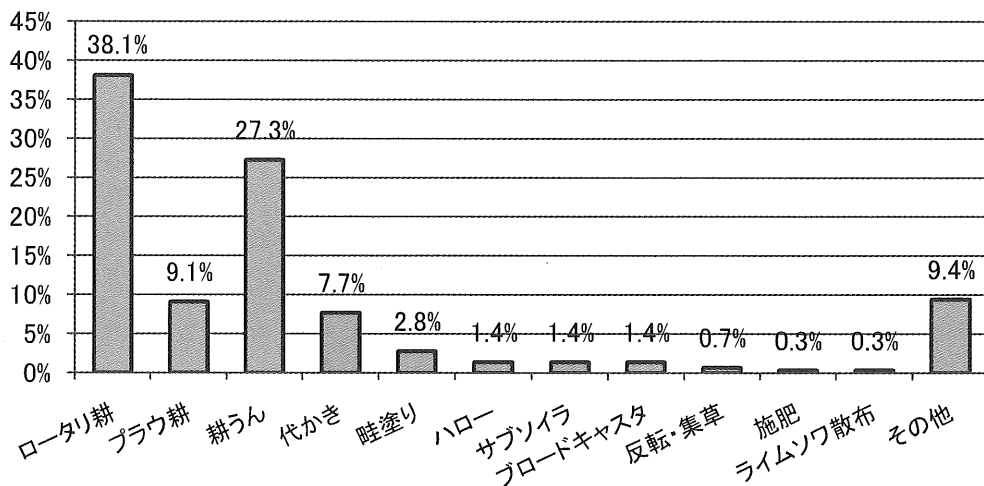


図6 片ブレーキを使用する作業（複数回答、有効回答数 286 件）

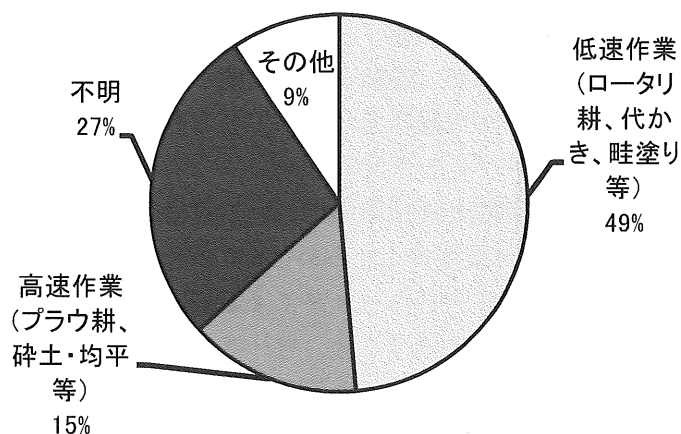


図7 速度別にみた片ブレーキ使用作業（有効回答数 286 件）

ブレーキ連結の励行についての回答結果を図8に示す。「必要な作業のときだけ連結を外す」、「自動ブレーキ機能を使うので常に連結している」、「常に連結を外している」の三者択一で伺った結果、78%が「必要な作業のときだけ連結を外す」と回答した反面、「常に連結を外している」との回答が約1割あった。常に連結を外している理由について「その他」を含む四者択一で伺った結果、「いちいち連結したり、外したりの操作が面倒だから」が75%（15件）で最も多く、「連結するのを忘れてしまうから」は5%、「連結しづらいから」は0%であった（表1）。「いちいち連結したり、外したりの操作が面倒だから」との回答者を片ブレーキ誤操作によるヒヤリ経験の有無で区分すると、ヒヤリ経験がある回答者は17%（3件）であるのに対し、ヒヤリ経験がない回答者は61%（11件）と多かった。また、「常に連結を外している」との回答者についても、ヒヤリ経験がある回答者が2%（5件）であるのに対して、ヒヤリ経験がない回答者は7%（14件）であった（表2）。「その他」の回答内容は、「両方のペダルを踏めばよいから」、「路上走行よりも圃場作業の時間の方が長いから」といったものだった。

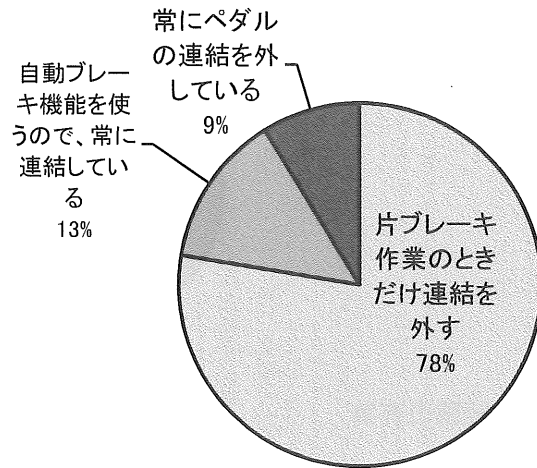


図8 ブレーキ連結励行の実態 (有効回答数 228 件)

表1 常に非連結の理由 (単位：件、有効回答数 20 件)

連結するのを忘れてしまうから	1
いちいち連結するのが面倒だから	15
連結操作がしづらいから	0
その他	4

表2 常に非連結の理由のヒヤリ経験の有無による違い (単位：件、有効回答数 18 件)

	ヒヤリ経験あり	ヒヤリ経験なし
連結するのを忘れてしまうから	1	0
いちいち連結するのが面倒だから	3	11
連結操作がしづらいから	0	0
その他	1	2

### (3) 片ブレーキ誤操作によるヒヤリ経験

片ブレーキの誤操作によるヒヤリ経験の有無について二者択一で伺った結果、「ある」との回答が26%を占めた(図9)。その回数(自由記載)は、2~3回が68%と最も多かった(図10)。その時乗っていたトラクタの大きさ(自由記載)は20~29PSが28%と最も多く(図11)、その使用年数は10~15年(自由記載)が37%と最も多かった(図12)。また、左右ブレーキの連結が外れていることを示す警告ランプの有無について、「ある」、「ない」、「わからない」の三者択一で伺った結果、ないものが65%を占めていた(図13)。安全キャブ・フレームの有無について、「キャブ」、「2柱式」、「4柱式」、「なし」の四者択一で伺った結果、37%が「なし」との回答だった(図14)。さらに、ヒヤリ経験をしたときのシートベルトの装着について、「していた」、「していなかった」、「トラクタに付いていなかった」の三者択一で伺った結果、「していなかった」が約7割を占めた(図15)。当時、装着していた作業機については、ロータリが96%を占めた。

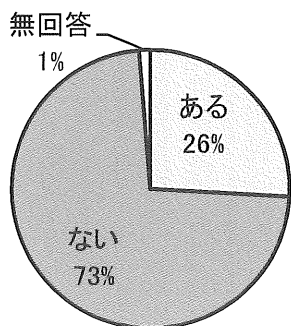


図9 片ブレーキ誤操作によるヒヤリ経験の有無  
(有効回答数 225 件)

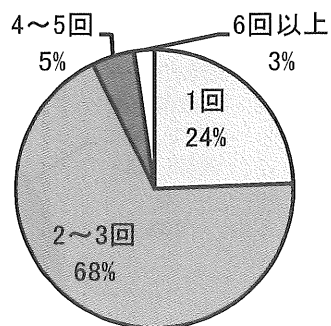


図10 ヒヤリ経験の回数  
(有効回答数 41 件)

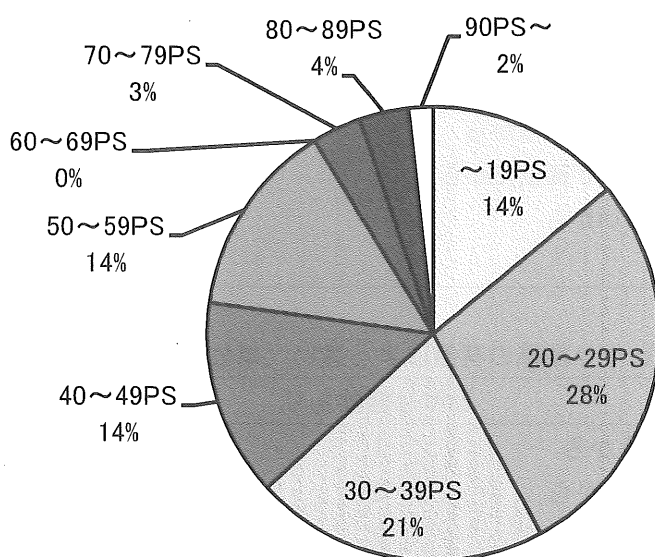


図11 ヒヤリ経験時のトラクタの大きさ (有効回答数 57 件)

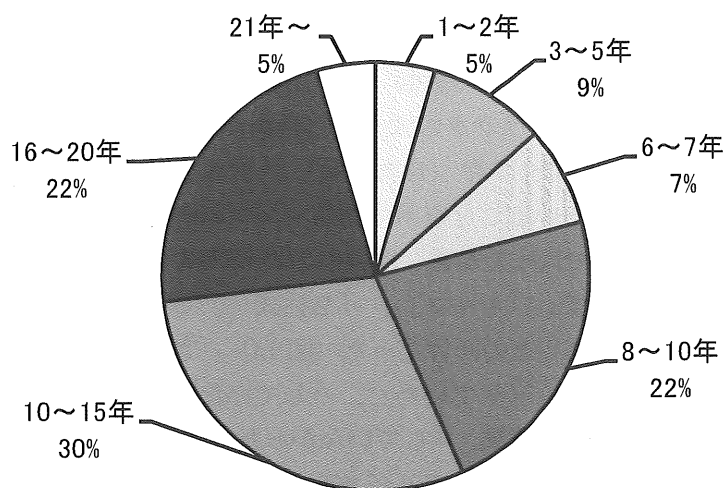


図12 ヒヤリ経験時のトラクタの使用年数 (有効回答数 54 件)

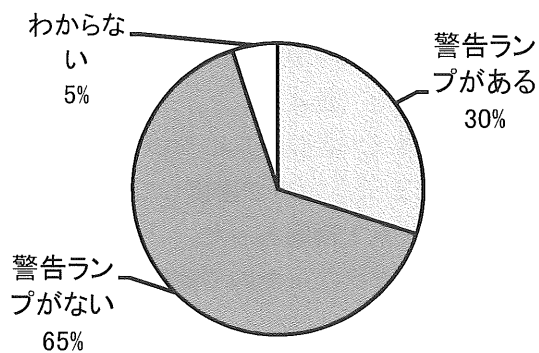


図 13 ブレーキ非連結警告ランプの有無  
(有効回答数 60 件)

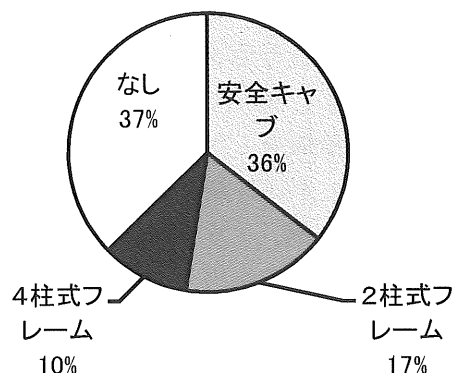


図 14 トラクタの安全キャブ・フレーム  
(有効回答数 59 件)

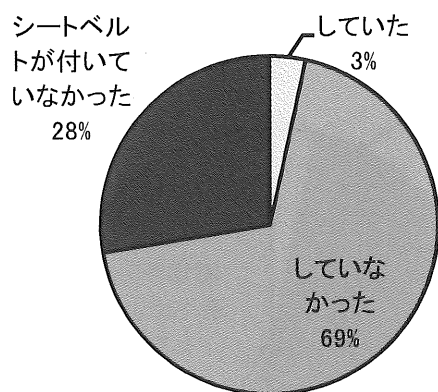


図 15 ヒヤリ経験時のシートベルト装着状況  
(有効回答数 58 件)

ヒヤリ経験をした場面について「その他」を含む五者択一で伺った結果、「圃場から農道へ出ようとしたとき」と「路上走行中」がともに41%で最も多く、「圃場内での作業中」、「農道から圃場へ入ろうとしたとき」がともに7%だった(図16)。「その他」については、トラックへの積み降ろし時にあゆみ板の上で片ブレーキを踏んだ事例等が見られた。ヒヤリ経験をした場所について、「その他」を含む八者択一で伺った結果、「登り傾斜」が34%で最も多く、「下り傾斜」が26%、「水路」、「側溝」、「畦畔等の段差の近く」が24%と続いた(図17)。

ヒヤリ経験をした場面と場所の関係を見ると、圃場から農道へ出ようとしたときは登り傾斜と段差の近くがそれぞれ27%、13%を占め、路上走行時では直線路と下り傾斜がそれぞれ18%、11%であった(表3)。

ヒヤリ経験をしたときにブレーキ操作をした理由(自由記載)については、「圃場から農道へ出ようとしたとき」では「トラクタの前輪が浮いたため、急いで止まろうと思った」が20件中10件を占めた。また、「圃場から農道へ出ようとしたとき」と「農道から圃場へ入ろうとしたとき」の合計24件中、「道幅が狭いため、片ブレーキを使って旋回しようとしたが、速度が速すぎた」という事例も4件あった。片ブレーキの使用を意図した操作であっても、こうした場合では走行速度や機関回転速度を十分に落とすことを注意喚起する必要がある。

と思われた。「路上走行中」では「速度を落とすため」が19件中17件を占め、さらにこの中でとっさの急ブレーキは4件あった。作業中では、「居眠り等により畦畔に気付くのが遅れたため、慌てて止まろうとした」が4件中、2件あった(表4)。

ヒヤリ経験をしたときにブレーキ連結が外れていた理由(六者択一)については、「連結を忘れた」が約6割と最も多く、「連結が面倒」、「連結しづらいので連結していなかった」が合せて2割、「片ブレーキを使った作業中だったため」も1割弱あった。「その他」については、「隣の水田への移動だったため」と「借りたトラクタだったので確認していなかった」が挙げられた(図18)。

ヒヤリ経験の経過(五者択一)については、「トラクタは転倒せず、飛び降りもしなかった」が93%(有効回答数56件)で、そのすべてが無傷だった。「トラクタが転倒し、飛び降りた」が1件あったが、直線路を走行中にとっさにブレーキを掛けたときに発生しており、そのトラクタには安全キャブ・フレームが付いていなかった。

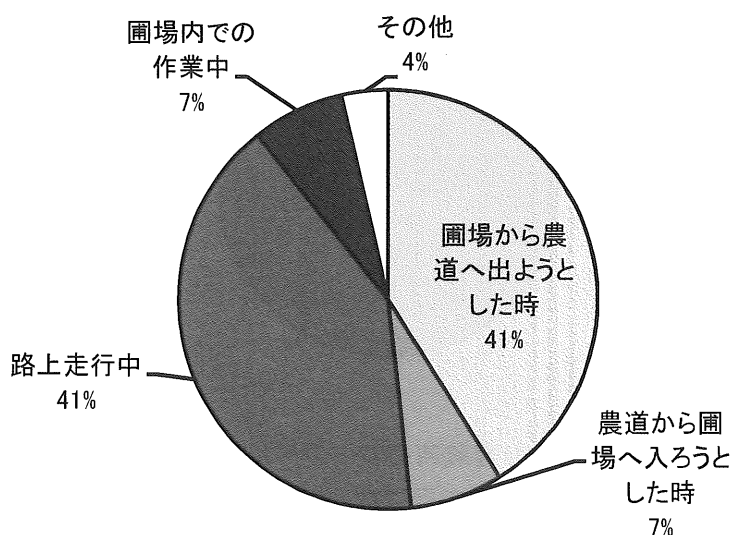


図16 ヒヤリ経験した場面(有効回答数56件)

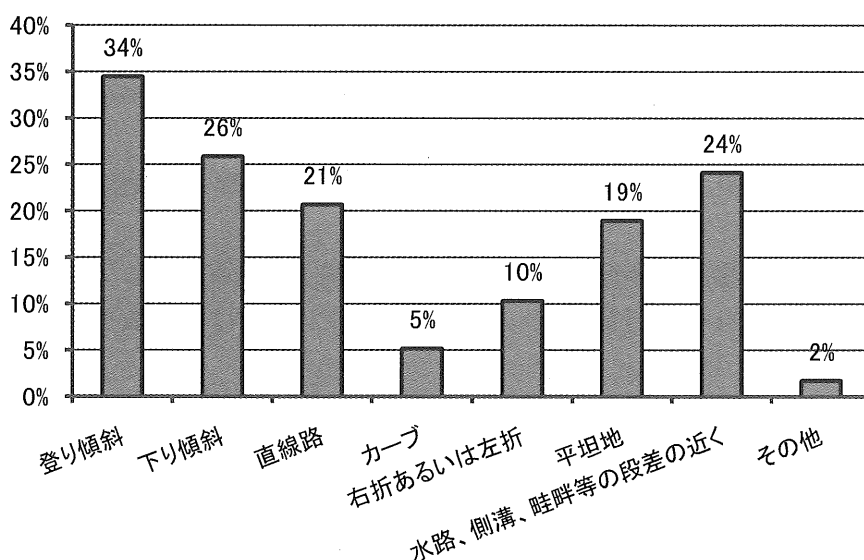


図17 ヒヤリ経験が発生した場所(複数回答、有効回答数58件)

表3 ヒヤリ経験が発生した場面と場所(単位: %)

	圃場から農道へ 出ようとしたとき	農道から圃場へ 入ろうとしたとき	路上走行中	圃場内で作業中	その他
登り傾斜	27	2	5	0	2
下り傾斜	7	7	11	0	2
直線路	4	0	18	0	0
カーブ	0	0	5	0	0
右左折	4	0	7	0	0
平坦地	5	0	7	4	2
段差の近く	13	2	5	4	0
その他	2	0	0	0	0

表4 ヒヤリ経験時のブレーキ操作の理由

ヒヤリ経験が発生した場面	ブレーキ操作の理由
圃場から農道へ出ようとしたとき	トラクタの前輪が浮いたため、急いで止まろうと思った(10件) 停止あるいは速度を緩めようと思った(6件) 道幅が狭いため、片ブレーキで旋回しようとした(3件) 方向を修正しなかった(1件)
農道から圃場へ入ろうとしたとき	停止あるいは速度を緩めようと思った(3件) 道幅が狭いため、片ブレーキで旋回しようとした(1件)
路上走行中	停止あるいは速度を緩めようと思った(17件)
圃場内での作業中	居眠り等により畦畔に気付くのが遅れ、慌てて止まろうとした(2件) フロントローダで作業中だった(1件) トラクタの前輪が浮いたため、急いで止まろうと思った(1件)
その他	トラックに積むときに方向を変えるため(1件) できるだけ小さく旋回するため(1件)

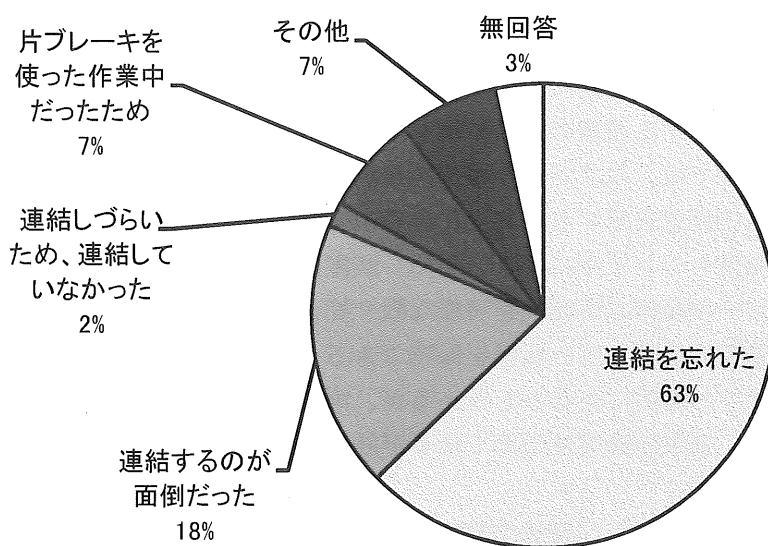


図18 ヒヤリ経験時にブレーキ連結が外れていた理由 (有効回答数 59 件)

## 2) 片ブレーキ誤操作が疑われる転落転倒事故の調査

得られた転落転倒事件事例 28 件のうち、事故当時に左右ブレーキが非連結だったことが確認された事例は 9 件あった。これらの事例は、いずれも単独作業中の死亡事故であったため、片ブレーキの誤操作が直接的な事故要因とは断定できないが、その可能性が十分に考えられた。事故は、圃場への出入り時、移動時、作業時のいずれでも発生しており、これはヒヤリ経験の事例とも一致した。事故現場は、いずれも段差あるいは傾斜のある場所だった。

ブレーキ非連結が確認された事件事例を表 5 に示す。

表 5 ブレーキ非連結が確認された事件事例（単位：件数）

事故発生時の行動	代表的な事例
移動時	農作業に向かう途中、土手下に転落(段差あり) 町道を走行中、何らかの原因で機体が右旋回し道路下に転落(段差・傾斜あり) 下り坂を後進で下りた際、左後輪が段差に乗り上げ、右へ横転した(段差・傾斜あり) マニュアルプレッダをけん引して林道を下る際に土手に乗り上げ横転(傾斜あり)
圃場出入り時	進入路から畑にトラクタごと転落(段差・傾斜あり)
作業時	畑を耕起しようとしたところ、土手に転落(段差あり) フレールモアで作業中、圃場隅でバックして畦から転落(段差あり)
不明	農道脇の雑草を踏み倒す作業中(または移動中?)、路肩から転倒(段差あり)

## 3) 片ブレーキ誤操作防止装置の方策の検討

片ブレーキの誤操作を防ぐ方策として、危険な状態をトラクタ側が判別してブレーキが自動連結される、あるいは連結解除できなくする方策と、作業者が片ブレーキ操作を行う都度、連結解除する方策が考えられた。上記の調査結果では、片ブレーキは低速作業だけでなく、高速作業でも使用すること、ブレーキ連結は忘れられることが多いこと、意図的に常時非連結にしている農家はヒヤリ経験者には少ないことが明らかになった。また、ヒヤリ経験および転落転倒事故は、路上走行時、圃場への出入り時、作業時のいずれでも発生していることが明らかになった。これらのことを踏まえて検討した結果、前者の方策では、片ブレーキの誤操作による危険の有無を明確に判別することは困難と思われた。表 6 に誤操作による危険発生の有無を自動判別する方策の検討結果を示す。

一方、後者の方策では、片ブレーキ操作が目的を持ったものであることを作業者が連結解除操作を行うことで意思表示するため、作業者の操作意志と機械の動作を一致させることができる。また、機構もシンプルにできるため、装置にかかるコストを抑えることも期待される。反面、片ブレーキ操作の煩雑性を可能な限り抑えたとともに、とっさの制動操作時でも左右ブレーキが確実に連結された状態を保持できることの両立を図る必要がある。本来、これらはトレードオフの関係にあるとも言えるが、両者のバランスを高い次元で実現させる難度がある。しかし、効果の確実性の面で後者が勝ると判断し、後者の方策で開発を進めることとした。

なお、大型特殊自動車および農耕作業用小型特殊自動車では「制動装置は、かじ取り性能を損なわないで作用する構造及び性能を有すること」（道路運送車両法細目）と定められていることから、少なくとも道路走行時には左右ブレーキが連結された状態になることが開発装置の要件であることが確認された。

表6 誤操作による危険発生の有無を自動判別する方策の検討結果

機能案	課題
高速段では自動連結する あるいは高速段では連結解除しない	<ul style="list-style-type: none"> <li>路上走行時は有効ながら、高速段での作業に片ブレーキ利用が不可</li> <li>圃場出入時等、低速時の誤操作には無効</li> <li>作業中の誤操作による危険発生の有無が判別困難</li> </ul>
一定の走行速度を超えると自動で連結	<ul style="list-style-type: none"> <li>同上</li> </ul>
一定の機関回転速度を超えると自動で連結	<ul style="list-style-type: none"> <li>機関回転速度だけでは、誤操作による危険発生の有無が判別困難</li> </ul>
車体が一定以上傾斜すると自動で連結	<ul style="list-style-type: none"> <li>傾斜地作業での片ブレーキ利用が不可</li> <li>車体傾斜時以外では無効</li> <li>作業中の誤操作による危険発生の有無が判別困難</li> </ul>
上記方法を複数併用	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業中の誤操作による危険発生の有無が判別困難</li> <li>制御方法が複雑化</li> </ul>

#### 4) 片ブレーキ誤操作防止装置の試作

開発装置は、とっさの制動操作の確実性と、片ブレーキを使った作業での操作性の確保の両立を目標とした。試作装置は、左右ブレーキが常時連結された状態で、作業者が必要なときにその都度、簡単な操作で連結解除しながら片ブレーキ操作を行う方式と、通常のブレーキ操作用ペダルの他に左右の片ブレーキ操作用ペダルを設けた方式を試作した。ブレーキ連結の解除操作の方式については、下の案以外にも複数案を試作した。

生研センターによる試作装置の一例を図19に示す。

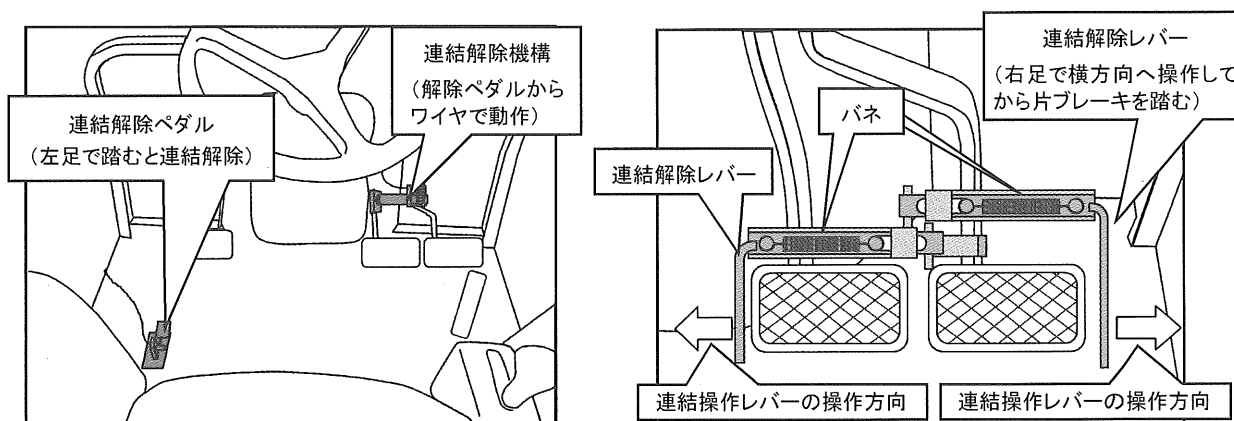


図19 試作装置の操作方式の一例（生研センター案、左：左足解除式、右：右足解除式）

#### 4. 今後の問題点と次年度以降の計画

試作装置の評価方法を検討し、圃場試験に供して装置の方式を絞り込むとともに、改良試作を行う。また、改良した装置をさらに多様な作業場面を想定した圃場試験に供して安全上、取扱上の課題を抽出する。

#### 5. 謝辞

アンケート用紙送付にあたっては、社団法人日本農業機械化協会ならびに全国農業機械士協会のご協力を賜った。記して感謝の意を表する。





## 5. 自脱コンバインの手こぎ部の緊急即時停止装置の開発

### 特別研究チーム（安全）

志藤博克、積 栄、岡田俊輔  
富田宗樹、山崎裕文、杉浦泰郎、土師 健  
塚本茂善、皆川啓子、原田一郎、白垣龍徳、  
中村利男

井関農機株式会社

株式会社クボタ

三菱農機株式会社

ヤンマー株式会社

〔摘要〕自脱コンバインの手こぎ作業時の巻き込まれ事故での重傷化を防止するため、フィードチェーンを即座に停止する装置を開発する。これに当たり、手こぎ作業の実態、巻き込まれのヒヤリ経験の有無等についてアンケート調査を行った。また、手こぎ作業時の巻き込まれ事故事例について調査した。7割の回答者が手こぎ作業を行い、今後も必要と回答した。巻き込まれ事故を経験した回答者のうち、半数以上に後遺症が残った。事故事例では左右どちらの手も巻き込まれることが明らかになった。これらのことを踏まえ、国際規格等も参考にしつつ、緊急即時停止装置の要件を検討し、試作を行った。

### 1. 目的

自脱コンバインでは、原動機の緊急停止装置の装備により、脱穀部での巻き込まれ事故における通院が必要なケガの発生割合が15%と、未装備のものでの発生割合の50%から大幅に低減している。しかし、装置の作動からフィードチェーンが停止するまでの間に巻き込まれた手がこぎ胴に達する危険性が高いことから、入院が必要なケガの発生割合は未装備の18%に対して15%に止まっている。そこで、停止ボタンを操作するとフィードチェーンが即座に停止する装置を開発する。今年度は、手こぎ作業の実態と事故状況、安全規格等を調査し、開発装置の要件をまとめ、試作する。

### 2. 方法

- 1) 手こぎ作業の実態や巻き込まれ事故やヒヤリ体験を明らかにするため、全国1200の農家にアンケート用紙を郵送して調査を実施した。本調査は、「乗用型トラクターの片ブレーキ防止装置の開発」でのアンケート調査と一緒に実施した。質問内容は、年齢、性別、経営形態、圃場環境、作目といったフェイスデータに加えて、手こぎ作業の有無と実施状況、手こぎ作業の今後について、手こぎ作業中の巻き込まれ経験あるいはヒヤリ経験の有無、巻き込まれ経験あるいはヒヤリ経験時の状況等とした。
- 2) 平成11～14年度に農林水産省が行った事故調査結果の中から自脱コンバインの手こぎ作業中の事故事例を抽出し、巻き込まれ事故の概要を調査した。
- 3) 上記調査の結果を踏まえ、安全に関する企画等を参照して開発装置の要件を整理し、試作装置を製作した。

### 3. 結果

#### 1) 手こぎ作業および巻き込まれ事故の実態調査

##### (1) 回収率とフェイスデータの集計結果

アンケート回収数は255件（回収率20%）であった。「片ブレーキ」アンケートの方が回収数が多かったのは、回答者に水稲以外の作目の農家が含まれていたためである。回答者の経営形態は、家族経営が64%、有限会社や株式会社は1~2%、所持する資格は認定農業者が48%、農業機械士が42%と「片ブレーキ」アンケートとほぼ同じ割合であった。回答者が所有する水田の形状について（四者択一）は、「ほとんどが長方形」が47%と最も多かったが、「少なからず変形田がある」が38%を占め、「変形田の方が多い」と「ほとんどが変形田」も合わせて15%あった。水稲作付面積（自由記載）は1~4.9haの層が36%、10ha以上の層が37%と二つのピークを示しており、手こぎ作業を行っているのは必ずしも小規模農家だけではないことが明らかになった。普段使用しているコンバインの条数（自由記載）については、4条刈りが34%が最も多く、使用年数（自由記載）は3~5年が最も多かった。中には16~20年との回答も6%あった。

回答者の所有する水田の形状を図1、水稲作付面積を図2、普段使用しているコンバインの条数を図3、その使用年数を図4に示す。

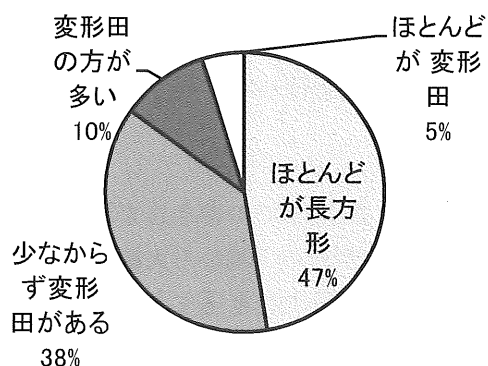


図1 回答者が所有する水田の形状

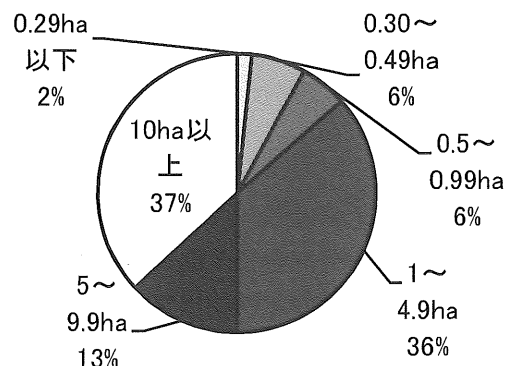


図2 回答者の水稲作付面積

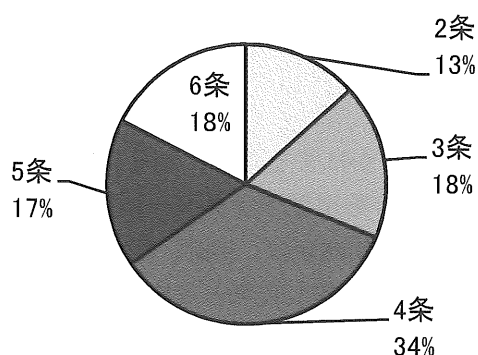


図3 普段使用しているコンバインの条数

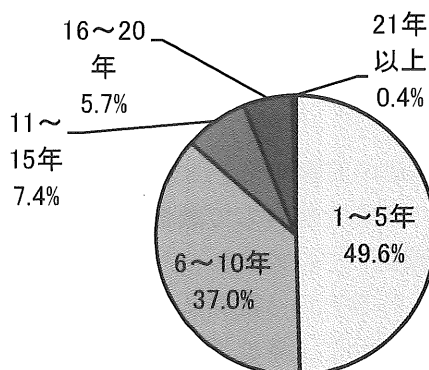


図4 普段使用しているコンバインの使用年数

##### (2) 手こぎ作業の実態

手こぎ作業実施の有無（二者択一）についての回答結果を図5に示す。有効回答数240件のうち、78%が現在手こぎ作業を行っているとは回答した。手こぎ作業の実施状況（三者択一）

については、「すべての田で行っている」が最も多く76%、「狭い田や障害物のある田などだけで行っている」も合すると9割を超した(図6)。「その他」では、「受託作業で枕地処理してある田のみ行う」や「刈り残しや倒伏したところだけ」といった回答が見られた。手こぎを行っている理由(三者択一)については、「高い畦等でコンバインで刈れないところがあるから」が74%と最も多かった(図7)。「その他」では、「作業能率を上げるため」、「稲わらを作るため」、「もち米を天日干しするため」、「田んぼの四隅はコンバインでは刈り取れないから」といった意見が見られた。一方、手こぎ作業を行わない理由(三者択一)については、「枕地は高刈りで処理しているから」が61%、「コンバインで刈りにくいところには植えていないから」が34%であった(図8)。「その他」では、「コンバインの作業方向を変えておおよそ刈り取れるから」、「危険だから」が見られた。

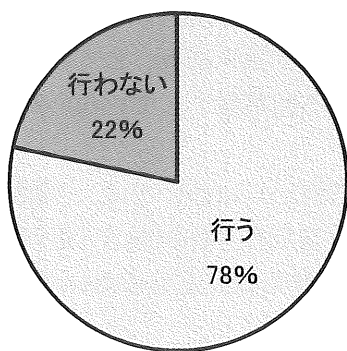


図5 手こぎ作業実施の有無  
(有効回答数 240 件)

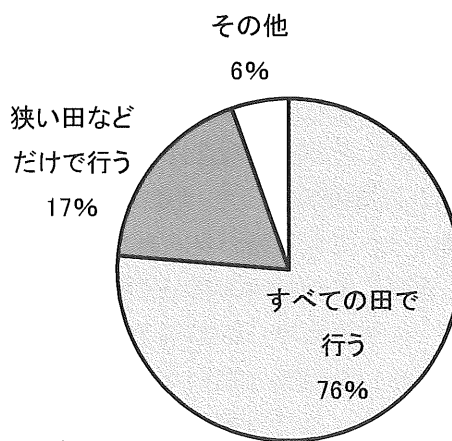


図6 手こぎ作業実施状況  
(有効回答数 186 件)

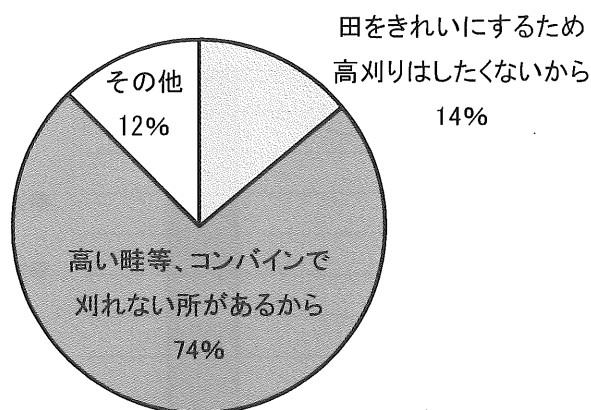


図7 手こぎ作業実施の理由 (有効回答数 193 件)

その他 5%

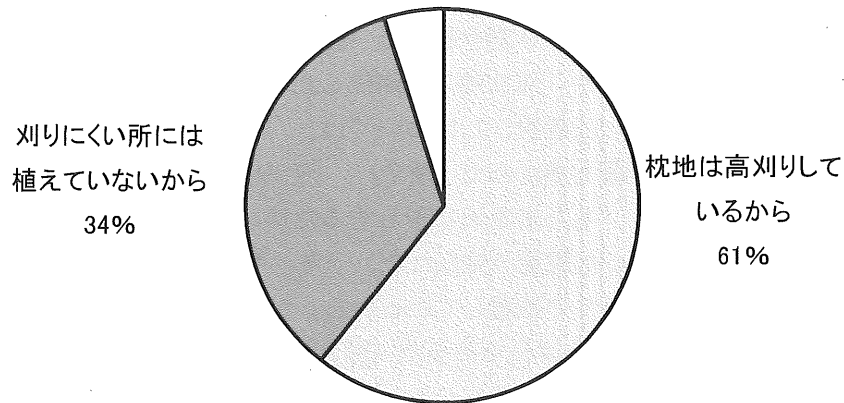


図8 手こぎ作業を行わない理由（有効回答数 61 件）

手こぎ作業の実施の有無を所有する水田の形状別で見ると、手こぎをしている回答者の「変形田の方が多い」、「ほとんどが変形田」との回答割合がそれぞれ 12%、6%であったのに対し、手こぎをしていない回答者の割合がそれぞれ 6%、2%と低かった。しかし、「ほとんどが長方形」との回答割合については、手こぎをしている回答者が 46%、していない回答者が 50%とほぼ同等だった（図9）。また、手こぎをしている回答者としていない回答者の経営面積についても、差が見られなかった。

手こぎをしている回答者が枕地にも移植する理由（四者択一）については、「雑草が生えないようにするため」が 47%と最も多く、「収量を多くするため」が 34%、「近所の目が気になるため」が 12%と続いた（図10）。「その他」では、「作らないともったいない」、「田が小さいため」などの意見が寄せられた。

手こぎ作業を今後続けるかどうかの考え（三者択一）については、「枕刈りは不可欠なので今後とも行う」が 72%と、「今後ではできるだけ手こぎ作業をしないようにしたい」の 25%を大きく引き離れた（図11）。「その他」では、「受託作業のみ手こぎを行う」、「何とも言えない」などの意見が寄せられた。

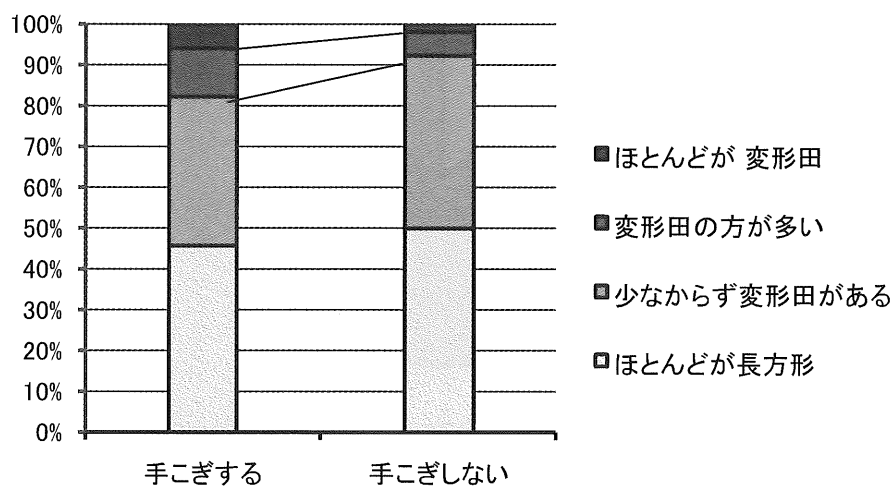


図9 水田形状別に見る手こぎ作業実施の有無（有効回答数 238 件）

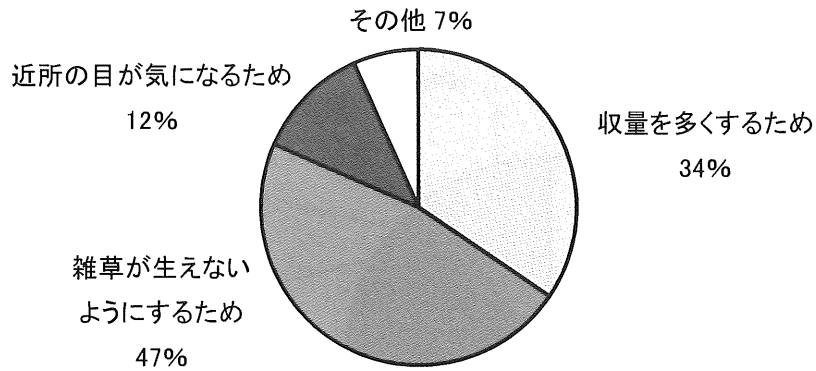


図10 枕地に移植する理由  
(複数回答、有効回答数 256 件)

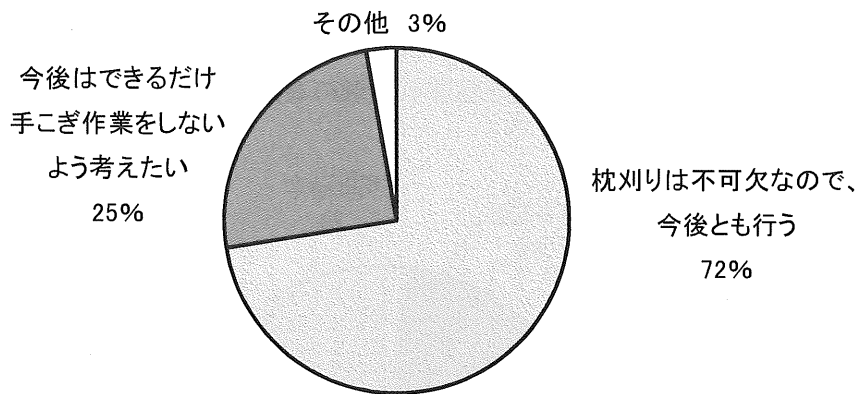


図11 手こぎ作業の今後の意向  
(有効回答数 178 件)

### (3) 手こぎ作業中のヒヤリ経験あるいは巻き込まれ事故

手こぎ作業中の巻き込まれ経験あるいはヒヤリ経験の有無についての回答結果を図12に、その回数について図13に示す。巻き込まれそうになった、あるいは巻き込まれた経験があるとの回答は、共同作業者の場合も含めて有効回答数183件中、17%(31件)であった。その回数(自由記載)については、2~3回が50%と最も多く、6回以上との回答も2%(1件)あった。巻き込まれた、あるいは巻き込まれそうになったとの回答者については、男性が92%を占め、60歳代が37%と最も多く、身長は160cm台が52%と最も多かった(表1)。その時に使っていたコンバインの条数(自由記載)は2条刈りが最も多く(図14)、使用年数(自由記載)は10~15年が33%と最も多かった(図15)。

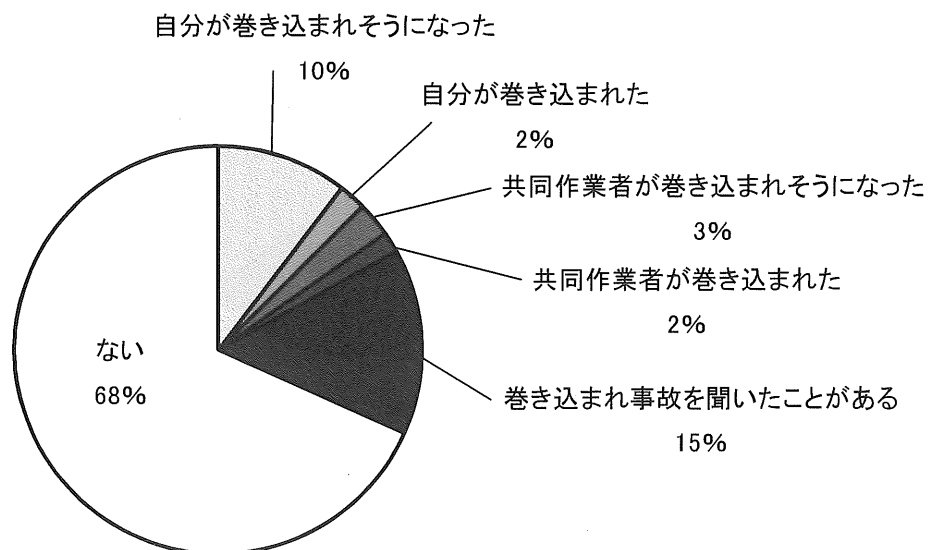


図 12 ヒヤリ経験／巻き込まれ経験の有無 (有効回答数 183 件)

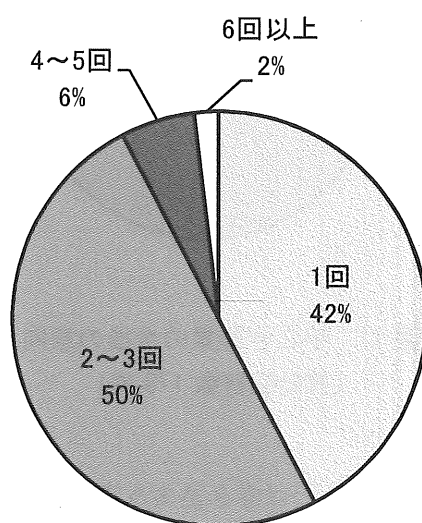


図 13 ヒヤリ経験／巻き込まれ経験の回数 (有効回答数 52 件)

表 1 ヒヤリ経験／巻き込まれ経験者の性別、年齢、身長

性別	年齢	身長
男性	39 歳以下	149cm 以下
女性	40~49 歳	150~159cm
	50~59 歳	160~169cm
	60~69 歳	170cm 以上
	70~79 歳	
	80 歳以上	

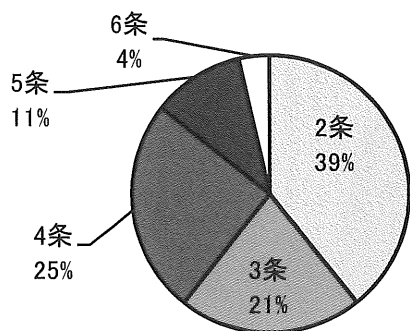


図 14 ヒヤリ経験時のコンバインの条数  
(有効回答数 28 件)

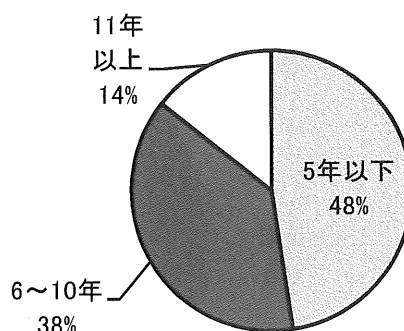


図 15 ヒヤリ経験時のコンバインの使用年数  
(有効回答数 21 件)

巻き込まれそうになった、あるいは巻き込まれた原因（六者択一）については、「手袋がフィードチェーンに引っかかった」が24%で最も多く、「脱穀部入り口付近に残った穂を脱穀部に入れようとした」が20%、「詰まったため、押し込もうとした、あるいは取ろうとした」が18%であった。「その他」の回答内容は、「手こぎ作業中、バランスを崩してフィードチェーンに手をついてしまい、巻き込まれた」、「稲に手が絡まり、寸前で取れた」などであった（図16）。

巻き込まれそうになった、あるいは巻き込まれた手については、右手が83%、左手も17%ながらあった。巻き込まれた場合、どの部位を巻き込まれたかについては（六者択一）は、「指」が最も多く52%を占め、続いて「手のひら」と「手首」が15%であった。「ひじ下」や「二の腕」も9%ずつあった（図17）。巻き込まれた回答者のケガの程度（四者択一）については、「入院が必要なケガ（後遺症あり）」が46%と最も多くを占めた（図18）。

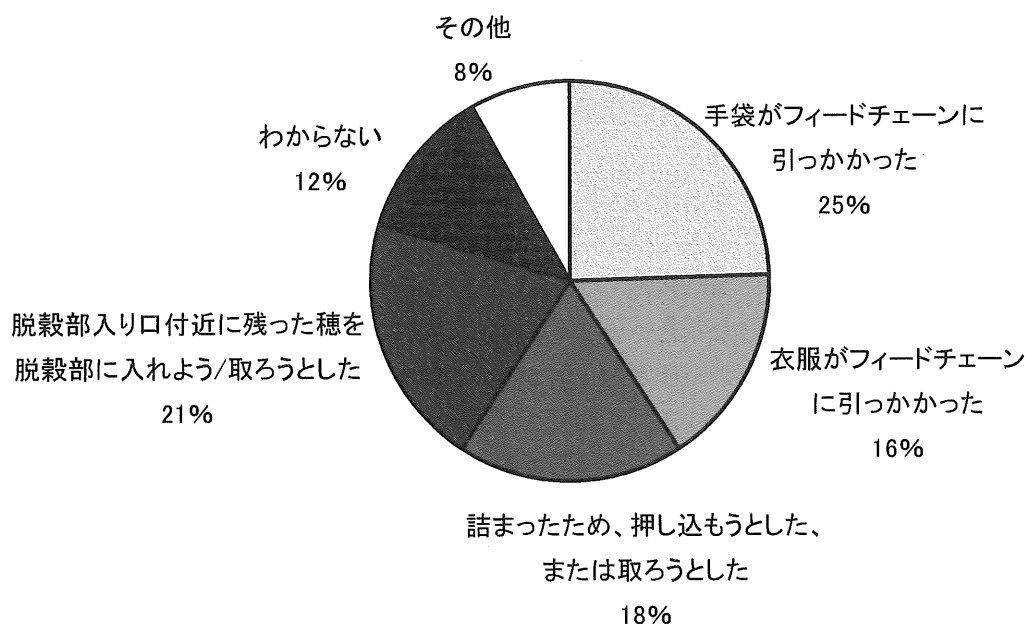


図 16 ヒヤリ経験／巻き込まれ経験の原因（有効回答数 49 件）



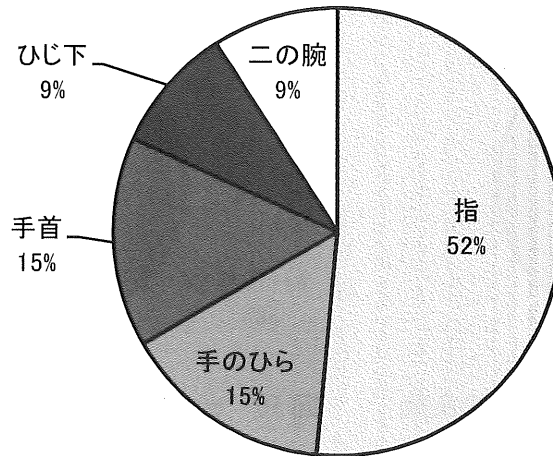


図 17 巻き込まれた部位（有効回答数 33 件）

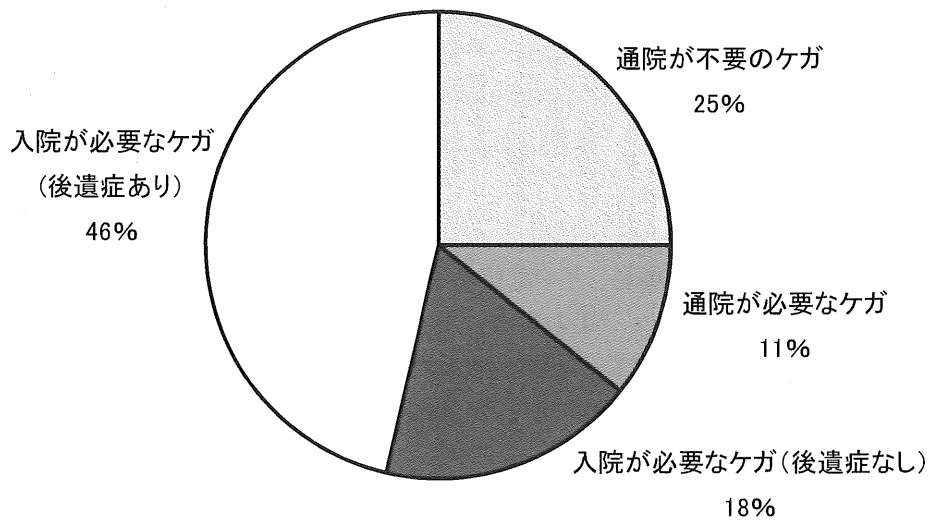


図 18 ケガの程度（有効回答数 28 件）

緊急停止ボタンをすぐに押せたかについて（六者択一）は、「すぐに押せた」と「少し手間取ったが押せた」を合せて18%と少なかった。これは、「緊急停止ボタンがなかった」が55%を占めていることから、当時使用していたコンバインが古かったケースが多いためと考えられた。巻き込まれそうになった、あるいは巻き込まれたとの回答者に対して、緊急停止ボタンが目につき易いかどうか（四者択一）について聞いた結果、48%が「目につき易い」と回答した反面、「若干、目につきにくい」と「目につきにくい」が合せて33%あった。緊急停止ボタンが手に届きやすいかどうか（四者択一）についても同様の回答傾向であり、「容易に手が届く」が48%を占めた一方、「手が届きにくい」、「手が届かない」が合せて35%あった。挟まれた手の解放方法（五者択一）については、「無理矢理引き抜いた」が55%と最も多かった。

緊急停止ボタンの操作の可否を図 19、緊急停止ボタンの見易さを図 20、緊急停止ボタンの届きやすさを図 21、巻き込まれた手の解放方法を図 22 に示す。

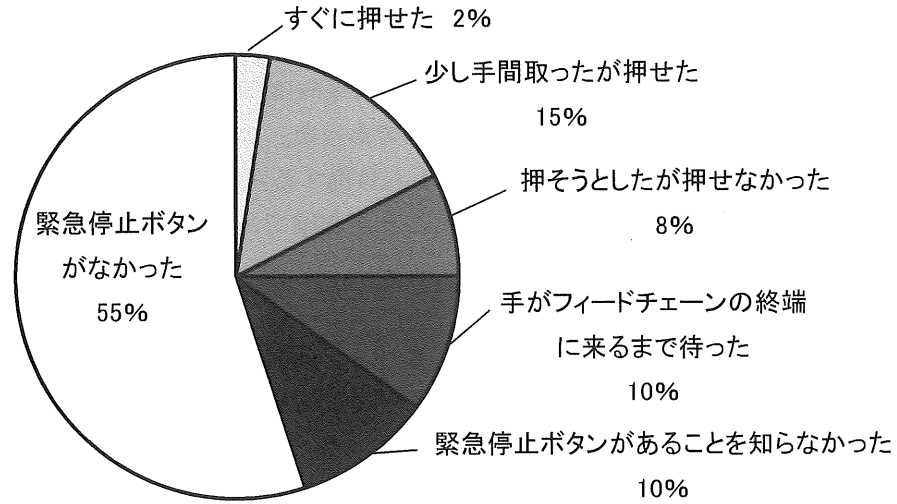


図 19 緊急停止ボタン操作の可否 (有効回答数 40 件)

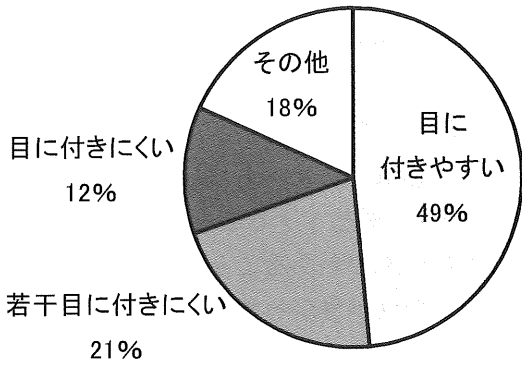


図 20 緊急停止ボタンの見易さ (有効回答数 33 件)

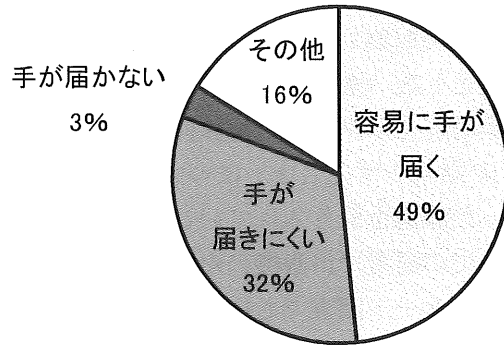


図 21 緊急停止ボタンの届きやすさ (有効回答数 31 件)

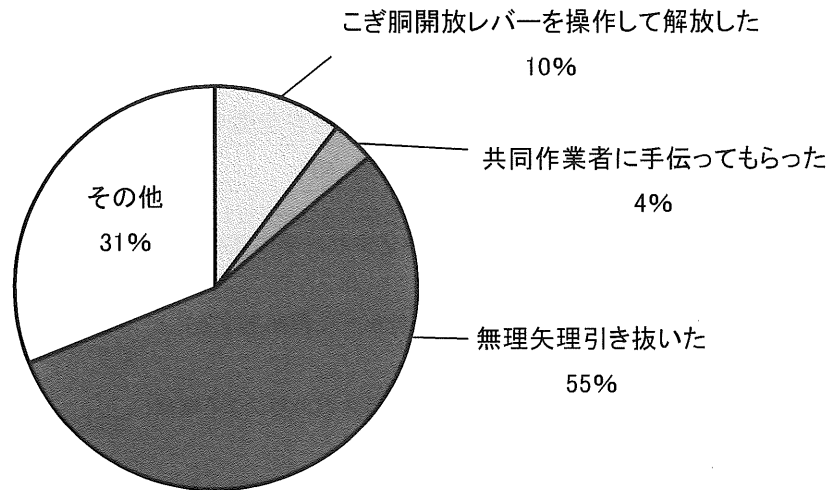


図 22 巻き込まれた手の解放方法 (有効回答数 29 件)

## 2) 手こぎ作業中の巻き込まれ事故の調査

平成 11～14 年に行った農林水産省の調査結果では、自脱コンバインの事故事例は 4 年間で 637 件あり、その内、手こぎ作業中の巻き込まれ事故は 51 件 (8%) で、右手の負傷が 5 件 (10%)、左手が 18 件 (35%)、不明が 28 件 (55%) であった。上記のアンケート結果とは左右の割合が異なるものの、いずれにせよどちらの手も負傷する可能性があることが確認された。また、手袋がフィードチェーンに引っかかったことが明確であった事例は 4 件あった。

## 3) 緊急即時停止装置の要件の検討

上記調査結果と安全に関する規格等に基づき、開発装置の要件を「フィードチェーン停止距離が、噛み込み位置からこぎ胴最前列こぎ歯前端までの距離よりも短いこと」を始めとする 5 項目にまとめた (表 2)。また、噛み込み点については、掌から肩までの部位がフィードチェーンに挟まれた場合に指がこぎ胴で負傷すること、挟まれる部位の寸法が小さいほどこぎ胴に近い位置で挟まれることから、この範囲で最も寸法が小さい掌がフィードチェーンと挟やく桿の間に挟まれることを想定した。そこで、掌の人体寸法データ等を参考にして、フィードチェーンのプレート水平部から挟やく桿下端までの距離が 20mm になるところを噛み込み点と定義した (図 23)。また、チェーンプレートに水平部がない場合は、チェーンプレートの突起部の付け根部分が交錯する谷の部分から挟やく桿下端までの距離が 20mm となる位置とした (図 24)。

「緊急停止ボタンは、解除操作をしないと復帰しない構造であること」と「緊急停止ボタンの NC 接点とすること」については、「農業機械のリスク低減のための基礎研究」で明らかになった課題を取り入れている。「こぎ胴カバーは片方の手で開放できること」については、これまでの研究で市販機の中には片手で開放操作ができないものがあることが確認されており、アンケート調査でも挟まれた手を無理矢理引き抜いた事例が多かったことを反映して要件に取り入れた。

なお、要件 5 項目めの「緊急停止ボタンの操作し易い位置」の具体的な範囲を設定するにあたっては、基準となる作業位置を定める必要があるが、手こぎ作業は立位で行うため、シートに腰掛けて行う作業とは異なり、基準点の設置が難しい。作業位置の特定の可否に加えて、左右どちらの手も巻き込まれる可能性があることを踏まえつつ、さらに検討する必要があると認められた。

表 2 誤操作による危険発生の有無を自動判別する方策の検討結果

要件	理由	参照した規格等
フィードチェーン停止距離が、噛み込み点からこぎ胴最前列こぎ歯前端までの距離よりも短いこと	こぎ胴に達する前にフィードチェーンを停止し、巻き込まれた手の重症化を防ぐため	噛み込み点:ISO 13857:2008、日本人の人体計測データベース 1992-1994
緊急停止ボタンは、解除操作をしないと復帰しない構造であること	運転者が気付かずに再始動することを防ぐため	JIS B 9703:2000 (ISO 13850:2006)、JIS B 9700-2:2004
こぎ胴カバーを片方の手で開放できること	挟まれた手をもう片方の手による操作で解放するため	JIS B 9703:2000 (ISO 13850:2006)
緊急停止ボタンは NC 接点とすること	装置が故障した場合は作業部の駆動をできなくするため	JIS C 8201-5-5 : 2008 (IEC 60947-5-5:2005)
緊急停止ボタンは操作し易く、見易い位置に配置すること	身長によらず操作し易くするため	JIS B 9706-1:2009 (IEC 62301-1:2005)

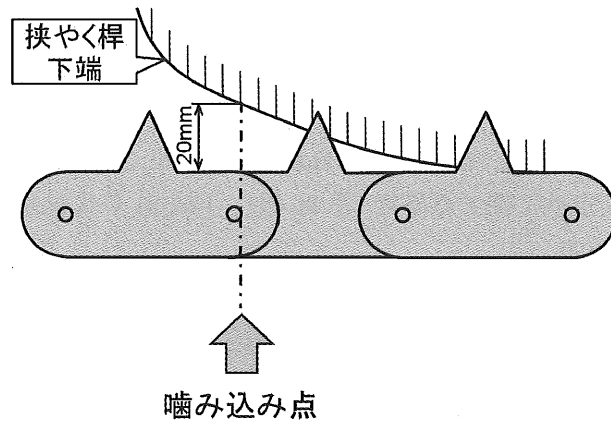


図 23 噛み込み点の定義（チェンプレートに水平部がある場合）

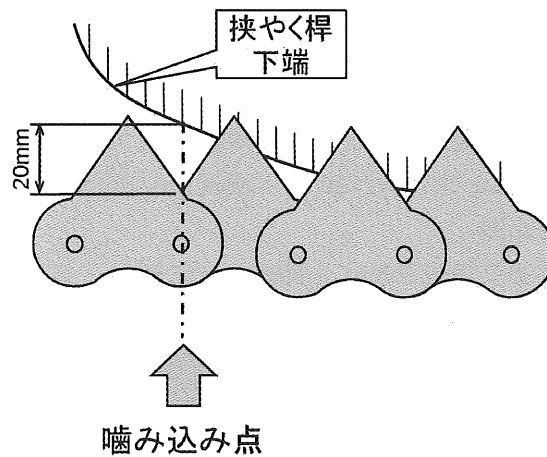


図 24 噛み込み点の定義（チェンプレートに水平部がない場合）

#### 4) 緊急即時停止装置の試作

装置の開発はまず、フィードチェーンの搬送速度が高く、即時停止が難しいと考えられる4条以上の大型コンバインを対象として行うこととし、手こぎ作業時にはフィードチェーン搬送速度を低くした上で、緊急停止ボタン操作時にはフィードチェーンへの動力伝達を遮断するとともに機関を停止する方式等を検討した。フィードチェーンへの動力伝達の遮断方式については、複数案を試作した。

#### 4. 今後の問題点と次年度以降の計画

緊急停止ボタン位置の具体的範囲を検討するとともに、試作装置の試験条件や測定手法等を検討する。また、試作装置の性能試験を行い、課題を抽出するとともに、必要に応じて試作装置の改良を行う。

#### 5. 謝辞

アンケート用紙送付にあたっては、社団法人日本農業機械化協会ならびに全国農業機械士協

議会のご協力を賜った。また、現地調査の実施に際しては、広島県立総合技術研究所畜産技術センターにご協力を賜った。記して感謝の意を表す。

## 6. 参考文献

- 1) 岡田俊輔、積栄、志藤博克、富田宗樹：自脱型コンバイン緊急停止装置の性能向上技術の開発、農業機械の安全性に関する研究(第30報)、平成21年度試験研究成績22-1、29-39、生研センター、2010.6
- 2) 積栄、志藤博克、岡田俊輔、富田宗樹、塚本茂善：農業機械のリスク低減のための基礎研究、農業機械の安全性に関する研究(第31報)、平成22年度試験研究成績23-1、39-46、生研センター、2011.5
- 3) 農林水産省、農業機械傷害事故調査結果(平成11年～14年)、<http://www.naro.affrc.go.jp/org/brain/anzenweb/fusyou/fusyou.htm>
- 4) (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
- 5) ISO 13857:2008 "Safety of machinery - Safety distance to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs"
- 6) JIS C 8201-5-5:2008 (IEC 60947-5-5:2005)「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」
- 7) JIS B 9700-2:2008 (ISO 12100-2:2003)「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」
- 8) JIS B 9703:2000 (ISO 13850:2006)「機械類の安全性 — 非常停止 — 設計原則」
- 9) JIS B 9706-1:2009 (IEC 62301-1:2005)「機械類の安全性—表示、マーキング及び操作—第1部：視覚、聴覚及び触覚シグナルの要求事項」

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23年度 試験研究成績

23-1 農業機械の安全性に関する研究 (第32報)

頒価 388 円(本体価格 370 円+消費税 5%)

---

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://www.naro.affrc.go.jp/brain/iam/index.html>

〒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24年5月31日