

詳解！写真・イラストでわかる

農業機械の自動走行に関する 安全性確保ガイドライン



目次

詳解！写真・イラストでわかる

「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」

- 1 ガイドラインの対象は？
- 2 想定される安全上の問題は？
- 3 リスク低減の方法は？
- 4 リスクを回避するための保護方策例
- 5 実証試験

ロボット農機技術安全性確保策検討コンソーシアム

平成30年3月

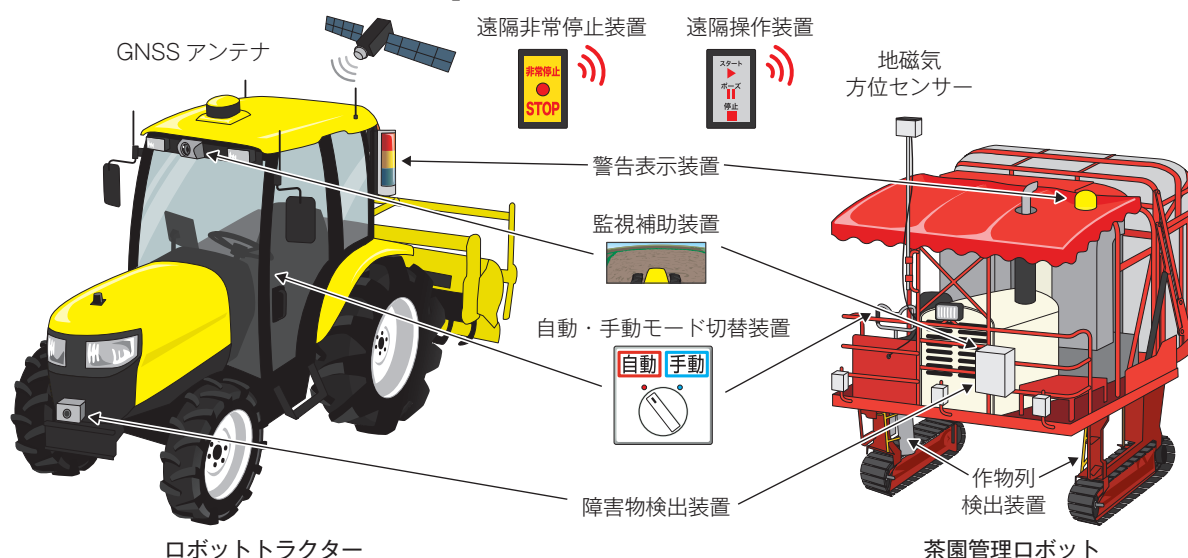
1 ガイドラインの対象は？

対象となる機械：自動走行する農業機械（＝ロボット農機）

このガイドラインでは、「センサー、知能・制御系、駆動系を組み合わせたシステム（ロボット技術）を組み込んで製造され、農作業に用いることを目的に自動走行する車両系の農業機械であって、ほ場等で使用されるもの（研究開発段階のものは除く）」を『ロボット農機』と定義しています。

ガイドラインは、この**自動走行する農業機械**を対象としています。現時点では、近年中の実用化が見込まれる「衛星測位情報を活用した自動走行トラクター（ロボットトラクター）」、「茶園管理用自走式農業機械（茶園管理ロボット）」を念頭にガイドラインが作成されています。**今後、他の種類の農業機械で自動走行が実現されるものは、ガイドラインの対象になるものと考えられます。**

【近年中の実用化が見込まれている技術】



対象となる方法：ほ場内・ほ場周辺からの監視下で無人で自動走行

このガイドラインは、ロボット農機の利用者が、**ほ場内やほ場周辺から監視しながら、ロボット農機を無人で自動走行する方法**が対象となっています。

ほ場周辺からの監視



ほ場内で、別の農業機械に搭乗して監視 （有人－無人協調システム）



また、ロボット農機を使用する環境の条件については、

- ①ほ場内の作業のみに使用し、**道路では自動走行させない**
- ②ロボット農機が自動走行している**ほ場内には、使用者以外は立ち入らない**などが定められています。

2 想定される安全上の問題は？

ガイドラインでは、ロボット農機で想定される様々な場面での危険性について例示し、リスクアセスメントを行うことを求めています。

①ほ場内に侵入した第三者への被害



機器の不具合（障害物センサー、操作パネル、通信機器等）
使用者の監視不足や設定ミス等

②ほ場外への暴走による被害



機器の不具合（GNSS機器、障害物センサー、操作パネル、通信機器等）
使用者の監視不足や設定ミス等

③機械同士の衝突



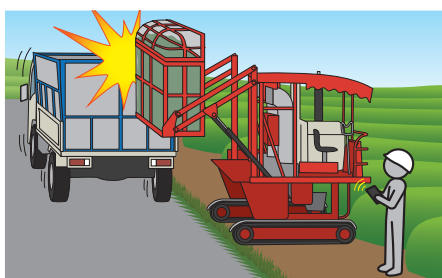
機器の不具合（GNSS機器、障害物センサー、操作パネル、通信機器等）
使用者の監視不足や設定ミス等

④非定常作業時の被害- 1



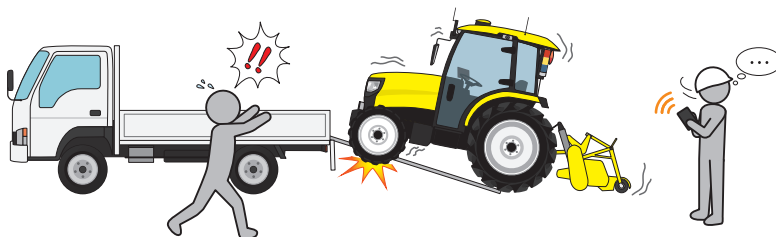
機器の不具合（操作パネル、通信機器、部品、スリップ等）
始動時の確認不足等

④非定常作業時の被害- 2



連係ミス（収穫物の積み替え）

⑤用途外使用による被害



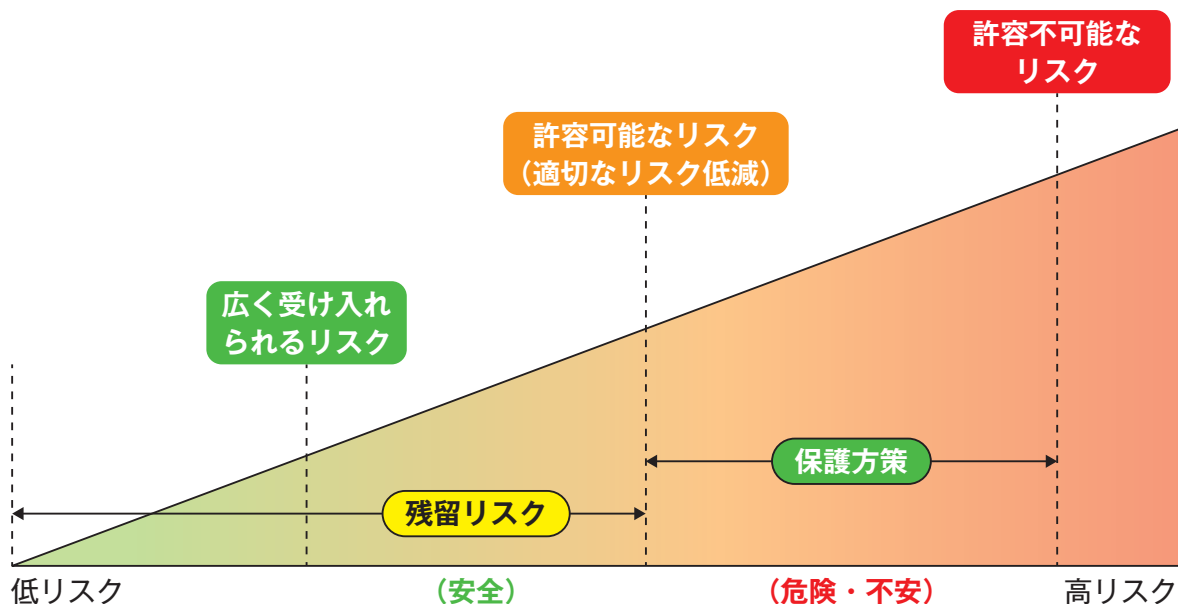
使用者・管理者以外の使用（貸与等）
ほ場外での自動走行（トレーラーへの積み込み等）
改造による安全機能の無効化

3 リスク低減の方法は？

「リスク」と「安全」

「リスク」とは、相対的な概念で、段階（レベル）で示されるものであり、「安全」な状態との間の「中間的な領域」を含めて表現されます。

JIS Z8051では、「許容不可能なリスクのないこと」を「安全」と定義しています。許容可能なリスクとは、技術水準や法律上の問題など、その時点の条件と価値観に基づいて受容できるリスクです。



リスク要素とリスク低減効果の関係

リスク（R）は、危害のひどさ（C）と暴露の頻度及び時間（F）、危険事象の発生確率（Q）、事故回避または制限の可能性（P）の組み合わせ（関数）として表されます。そのため、リスクを低減するということは、C、F、Q、Pを小さくすることになります。

リスク要因	リスク低減方策	関係するJIS
危害のひどさ（C）	本質的安全設計による効果	JIS B9700
暴露の頻度及び時間（F）	ガードによる効果	JIS B9716
危険事象の発生確率（Q）	保護装置による効果	JIS B9705-1
事故回避または制限の可能性（P）	非常停止装置、警告、保護具による効果	JIS B9703など

※JIS規格に関しては、日本工業標準調査会で閲覧が可能です。

(<http://www.jisc.go.jp/app/jis/general/GnrDataBaseSearch.html>)

開発しているロボット農機において許容不可能なリスクをなくすために、次に示す「リスクアセスメント」が重要となります。

リスクアセスメントと保護方策の実施

■ 手順１：機械類の制限の決定

機械が使用される状態・条件を明確にします。

- 空間上の制限：動作範囲、人との距離
- 時間的制限：寿命上の制限（耐久性、メンテナンス）
- 使用上の制限：動作モード、ユーザ、予見可能な誤使用

■ 手順２：危険源の同定

危険源をもれなく、確実に抽出します。

- ユーザにおけるライフサイクルの全局面（搬送、設置、試運転、運転、解体・廃棄）を想定
- 非定常時（非常停止、異常時からの復帰・トラブル処理、清掃、保全など）を含む全タスクを想定

■ 手順３：リスクの見積もり・評価

リスクは、危害のひどさと暴露の頻度及び時間、事故回避または制限の可能性、危険事象の発生確率の組み合わせとして定義されています。リスク見積もりには様々な方法がありますが、その結果（リスクの大きさ）に基づいて対応方法を検討します。

《積算法の例》（様々な見積もり手法の一つ）

リスクの大きさ	＝	災害の重篤度	点数	×	災害発生の可能性	点数
		致命傷	10		大きい	10
		重度災害	7		中くらい	7
		中度災害	5		小さい	5
		軽度災害	3			

リスクの大きさ	レベル	リスク評価	リスクへの対応
70点以上	Ⅳ	危険すぎる	機械や設備の改善・作業方法の変更を直ちに行う
36～69点	Ⅲ	危険	機械や設備の改善を計画的に行う
22～35点	Ⅱ	やや危険	当面は改善の必要はないが、リスクレベルの維持は監視する
21点以下	Ⅰ	許容可能	安全教育のみで、特段の措置は必要ない

■ 手順４：保護方策の実施

リスク評価に基づいて低減方策を検討して実装します。このとき、**本質的安全設計方策、安全防護及び付加的保護方策の順に行い、再度手順１からリスクアセスメントを行うことを繰り返す**、可能な限りリスク低減に努めます。それでも残ったリスク（残留リスク）は、使用上の情報として提供します。

※機械の安全規格に関する詳細情報は、厚労省のパンフレットを参照してください。

(<http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/150722-1.pdf>)

4 リスクを回避するための保護方策例

農林水産業におけるロボット技術安全性確保策検討事業において、ロボット農機を対象にリスクアセスメントに基づいて保護方策を検討し、試作したロボット農機の実証試験を行ってリスクの同定とその回避策を検討しました。

その中で重要と思われる保護方策を紹介します。

製造者に求められる安全性確保策

1. 停止機能

1) 使用者が操作

- 一時停止
- 非常停止

2) ロボットが判断

- 一時停止：GNSS不調時、無線不調時など、短時間で回復可能な場合
- 非常停止：領域・経路逸脱、無線不調時など、安全上看過できない場合

2. 自動-手動モード切替装置

3. 遠隔操作装置

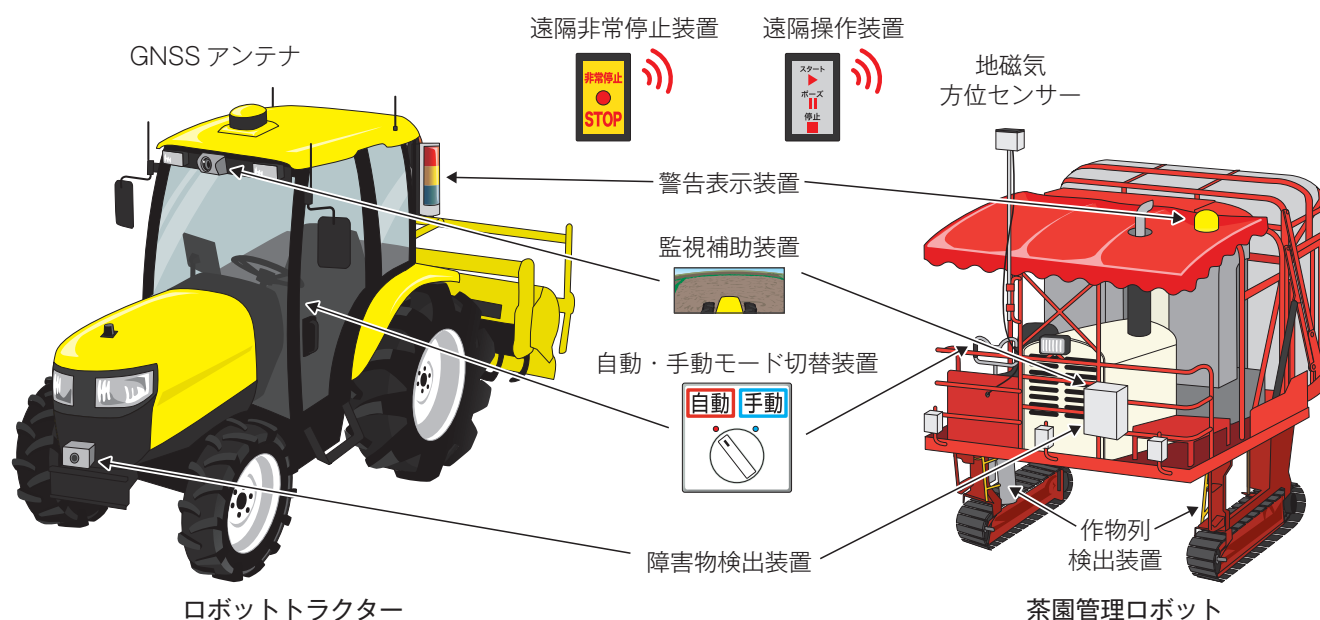
4. 作業領域設定機能

5. 監視補助装置

6. 速度牽制機能

7. 警告・表示装置

8. 障害物検出装置



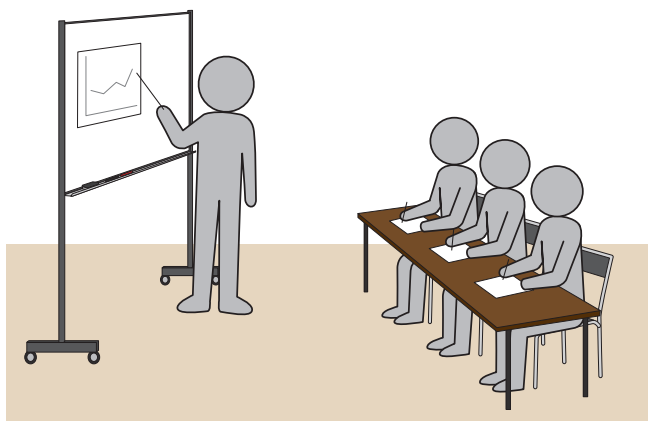
(注) イラストで示されている各種装置の形状、色などは事例を示したものです。

その他の安全性確保策

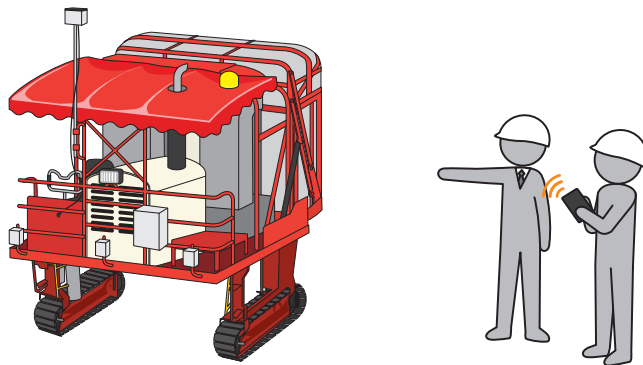
■ 使用者訓練

販売者は製造者と連携して使用者訓練を実施。学科と実技を行い、ロボット農機を安全かつ効率的に操作できるように訓練する。

● 学科



● 実技



■ 看板パネル（警告看板）

製造者・販売者は、看板パネル（警告看板）の作成と設置について、管理者・使用者に指導。

- ①第三者（ほ場環境に応じて子供、外国人を含む）が見て危険が察知できる大きさ・内容
- ②第三者が通行する可能性がある道路端等に設置



■ 事故発生時の対応

- ①必要な救護等の処置
- ②警察など関係機関への連絡
- ③製造者・販売者への連絡
- ④製造者を通して、農林水産省に連絡



5 実証試験

無人状態で作業を行うロボット農機については、製造者、販売者、使用者ともに、初めて取り扱う機械であり、実際の場面を想定した、リスクアセスメントに基づく実証試験による安全性の検証は、実用化の過程で重要です。今後実用化を目指すロボット農機の参考資料として、本事業で検討した実証試験方法を紹介します。

実証試験の目的と安全配慮

- 実証試験は、想定したリスクへの対応策が十分に機能するか、使用者・監視者による監視や操作が適切に行われるか、さらには想定していないリスクがあるかなどを検証するための試験であり、安全に配慮して試験設計を行うことが重要です。

実証試験の内容

- ロボット農機にドライブレコーダー等を設置し、実証試験全期間にわたって動画を記録します。
- 同時にロボットの稼働状態（稼働時間、位置情報、天候など環境条件等）を記録します。
- 使用者には、使用者の属性（経験年数、雇用形態等）、作業内容、作業時間、ヒヤリハットなどについて、作業日誌への記載もしくはボイスレコーダーによる記録、を依頼します。
- それぞれのシステムごとに、最も危険と想定されるイレギュラー挿入試験を実施するとともに、復帰操作が手順通り行われるかについて検証します。

実証試験結果の反映

- 実証試験結果を分析し、必要な改良を施したのち、再度リスクアセスメントを実施して実証試験で検証します。

農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン (平成30年3月27日農林水産省生産局長通知)

農業機械 自動走行 ガイドライン

検索

農林水産業におけるロボット技術安全性確保策検討事業
ロボット農機技術安全性確保策検討コンソーシアム
代表事務局 一般社団法人日本農業機械化協会
〒104-0033 東京都中央区新川2-6-16 馬事畜産会館
☎03-3297-5640 <http://www.nitinoki.or.jp/>