

平成28年度  
試験研究成績

農作業ロボットの安全性確保に関する研究  
(第3報)

平成29年3月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
農業技術革新工学研究センター

## まえがき

日本農業において、高齢化や担い手不足は深刻な問題となっている。土地利用型農業ではロボット化による超省力作業体系構築が対策の一つとして期待されている。

これらの背景を踏まえ、2014 から 2019 年度（平成 26 から 29 年度）に内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（略称 SIP, Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program）の次世代農林水産業創造技術「土地利用型大規模経営に向けた農作業機械の自動化・知能化による省力・高品質生産技術の開発（農作業自動化知能化コンソーシアム）」が実施されている。その中で研究課題「複数ロボット作業による安全性確保の開発」の成果として、本資料を未定稿であるがとりまとめた。

本資料では、乗用トラクタ、コンバインといった農用車両を改良した農作業ロボットの将来の安全技術をも見据えて取り組んだ研究の概要ならびに、車両系農作業ロボット複数台を同時に使用する場合におけるロボット及びロボット作業に対する安全性確保ガイドライン策定に資する技術要件案を提案している。

なお、資料の中には農作業ロボットの改良の参考となるよう、あえて現時点で意見が分かれている内容についても記載した。先に発行した第 1, 2 報も参照いただきたい。研究のために情報提供等ご協力いただいた皆様に謝意を表す。

これまで研究途中の段階からこれら検討内容を農林水産省、農業機械メーカー等へ情報提供してきたが、2013 年に立ち上げられた農林水産省スマート農業研究会から 2016 年 1 月に農作業ロボットの安全性確保のためのガイドライン案が公表された。2014 年度から農林水産省ではロボット技術導入実証事業が開始された。政府のロボット革命実現会議から 2015 年 1 月にロボット新戦略が公表された。2016 年に日本再興戦略 2016 が公表され「2018 年までに有人監視下でのほ場内無人自動走行システムの市販化されることとなるよう、本年度中に安全性確保ガイドラインを策定すること」が提言されている。ロボット実用化の機運が高まる中、いっそうの安全技術開発と安全確保ための体制整備が期待される。

なお、農研機構内の研究体制が変更となり、2016 年度から農業技術革新工学研究センターで本研究を実施した。

平成 29（2017）年 3 月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
農業技術革新工学研究センター

# 目 次

まえがき

I 車両系農作業ロボットの安全性確保に関する研究	1
I-1 背景と目的	1
I-2 方法	2
I-3 結果	2
I-4 まとめ	9
I-5 引用参考文献	10
II 参考資料	
II-1 車両系農作業ロボットの安全性確保のための技術要件	13
II-1-1 基本事項 (案)	13
II-1-2 設計配慮事項 (案)	
—ロボット2台以上を同時に使用する場合 (案)—	19
II-1-3 使用配慮事項 (案)	
—ロボット2台以上を同時に使用する場合 (案)—	21
II-1-4 附属資料	
開発支援ツール 開発コンセプトシート (案)	25
II-1-5 引用参考文献	26

## I 車両系農作業ロボットの安全性確保に関する研究

菊池 豊，手島司，松本将大，積栄，岡田俊輔，皆川啓子，  
藤井幸人，藤盛隆志，玉城勝彦

農研機構農業技術革新工学研究センター

### 要約

農作業ロボットを実用化・普及させる上でロボット作業の安全性確保は重要な課題である。そこで、本研究では複数のロボットが同時に作業する場合の安全性評価とロボットの安全確保ガイドラインに向けた技術要件の作成を目的としている。本年度は、マルチロボット開発や人検出の課題と連携して、現地実証試験で複数ロボットが同時作業した時のリスク分析，ロボット（機械側）の技術要件案の作成，ロボット同士の異常接近を検出する基礎試験装置の評価方法検討を行った。

### I-1 背景と目的

IT等の先端技術による農業のスマート化により高品質・省力化を同時に達成する生産システムを実現して、農作業の姿の変革を目指すものである。このためのキーとなる技術は人になる労働力として期待されるロボット技術である。これまでGPS等の信号により測位して自律走行を行う農作業ロボットが開発されてきているが、実用化に際しては安全性確保が重要であり、現段階では人とロボットが協調しながら作業を行い、人は常にロボットを監視できる状態で作業を行うことを前提に現地実証している段階である。超省力化を実現するためにはこれら農作業ロボットを1台だけでなく、複数同時に、しかも人の監視なしに安全性を確保しながら運用する技術が重要になる。また、位置情報の計測ではGPSに加えてその他のGNSSを加えて、我が国独自の準天頂衛星を用いた補正情報による精密測位により安定した位置情報を得ることができる。さらに、人の監視なしで安定して作業を遂行させるためには、作物中の人を検出できる技術が必須である。高品質な生産システムを実現する農作業を行うためには農作業ロボットの自律走行機能に加えて、作業機自体の高度化・知能化が必要である。ロボット化したトラクタを前提とした耕耘整地作業での高精度化技術，高精度でかつ高速に播種する技術，また圃場情報に基づく可変施肥技術が求められる。情報化された農業機械から得られるビッグデータを活用した適正な施肥技術，生育量や収量計測技術を施肥量可変技術につなげていく。さらに，大規模化した圃場管理に必要な営農管理システムと農作業ロボット-作業機とを結ぶ通信制御技術とこれらの情報を解析する技術により農業生産システムに新たな技術パッケージを導入することができる。IT等の先端技術による農業のスマート化により高品質・省力化を同時に達成する生産システムを実現して，農作業の姿の変革を目指す。土地利用型農業においてキーとなる

技術は人に代わる労働力としてロボット技術が期待されている。農作業ロボットの実用化に際しては安全性確保が重要である。

本研究では、複数のロボットが同時に作業を行った時のリスク分析を行う。さらにロボット同士の異常接近を回避する安全装置の要素技術の検討や、複数ロボットの運用方法などについての安全確保ガイドラインに向けた技術要件を作成する。

本年度は、マルチロボット開発や人検出の課題と連携して、現地実証試験で複数ロボットが同時作業した時のリスク分析、ロボット（機械側）の技術要件案の作成、ロボット同士の異常接近を検出する基礎試験装置の評価方法の検討を行う。

## I-2 方法

- 1) マルチロボット開発課題と連携した現地実証試験で、複数の乗用トラクタロボット、複数の自脱コンバインロボットがそれぞれ同時に作業を行った時のリスク要因となりうる危険事象を調査した。
- 2) 技術要件案のうち、ロボット（機械側）の要件となる設計配慮事項案を作成した。
- 3) 実証試験でも確認された複数ロボット同時作業時にロボット同士の異常接近を検出する基礎試験装置の評価方法を検討した。

## I-3 結果

- 1) 乗用トラクタロボット（以下、乗トラロボ）の実証試験では、乗トラロボ2台（A機、B機）を用いて、隣接した2つの圃場（70a, 1ha）でそれぞれ耕うん作業し、圃場端から使用者が監視する方法で行われた（表1, 図1～6）。具体的には、格納庫から1km程度離れた圃場まで2名の者が手動操作で自走し、隣接した2つの圃場（70a, 1ha）へ各々進入した。次に圃場内で、1名で各乗トラロボを設定し、周囲を確認してからリモコンで自動運転を開始し、往復耕で耕うん作業を実施した。作業中、圃場端から使用者が乗トラロボ2台を同時に監視した。なお、監視者の負担軽減に配慮してB機キャビン内には、前方監視用カメラを設置し、使用者のポータブルモニタ（7インチ, TFT液晶）に映像を無線送信しB機の前方を遠隔監視可能とした。これにより、A機を直接監視しながら、別の方向を向いてB機を監視する動作が少なくなる可能性があった。自動運転開始操作は、誤操作防止を考慮しリモコンのボタンを2個同時に押下する方式とした。

実証試験中、以下の危険事象が認められた。

- ①前輪操舵が不十分となり枕地旋回時に圃場外へ逸脱しそうになった。この原因は、ステアリングの遊びを考慮した制御パラメータの値が不十分なためであった。
- ②太陽光下では監視モニタの視認性が不十分であった。
- ③運転状態表示装置がないか（A機）、自動運転状態を示す青色の回転灯のみ（B機）であるため、外部から乗トラロボの状況が分かりにくかった。
- ④圃場に隣接する農道を時折自動車が行き交ったり、停車して見学したり、逆に迂回することがあった。これらの者は、近隣住民、農業者や農機販売店などで、一部には関係者へ話しかけたりすることもあった。

表 1 乗トラロボと試験条件

	A機	B機
機関出力	47.8 kW [65 PS]	69.8 kW [95 PS]
航法装置	RTK-GPS, VRS 補正	RTK-GPS, VRS 補正
作業機	ロータリ (作業幅 2.2m)	ロータリ (作業幅 2.4m)
作業速度	0.5m/s 程度	0.5m/s 程度
圃場	70a : 100×70m	1ha : 100×100m



図 1 乗トラロボ (A機)



図 2 乗トラロボ (B機)



図 3 リモコン (乗トラロボ用)



図 4 ポータブルモニタ (B機)



図 5 試験風景 (乗トラロボ)

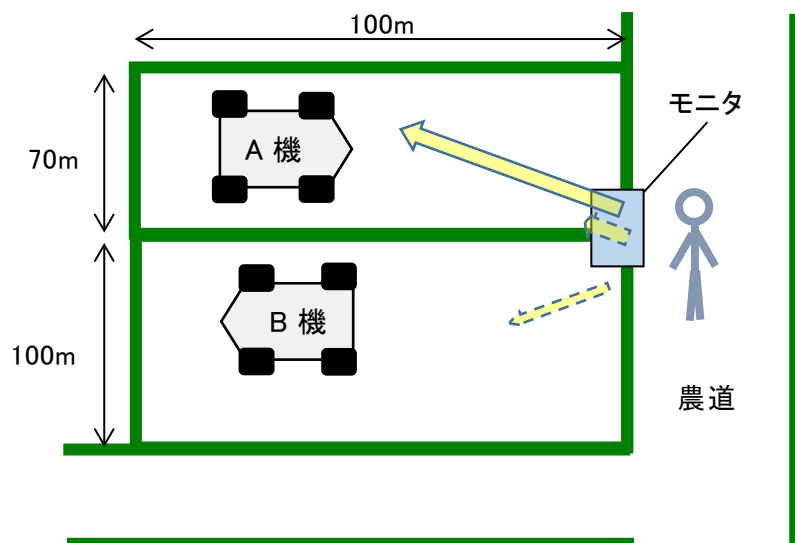


図6 乗トラロボと監視者の位置関係

自脱コンバインロボット（以下、自脱コンロボ）の実証試験では、自脱コンロボ2台（C機、D機）を用いて1つの圃場（50a）で10m程度車間距離をとりつつ並走しながら左回り刈りで収穫作業し、圃場端から使用者が監視する方法で行われた（表2，図7～11）。具体的には、まず格納庫から1km程度離れた圃場まで1台ずつトラック運搬し、1つの圃場（50a）へ進入した。次に圃場内で、1名で各自脱コンロボを設定し、周囲を確認してからリモコンで自動運転を開始し、10m程度車間距離をとりながら並走して左回り刈りで収穫作業を実施した。作業中、圃場端から使用者が自脱コンロボ2台を同時に監視した。万が一のため、臨時の監視者が各自脱コンロボに乗車していた。なお、各々位置情報を通信し、一定距離以上接近した場合には、後続車が自動的に一時停車する衝突防止機能を装備していた。

実証試験中、以下の危険事象が認められた。

- ①後続車が自動運転を先に開始して衝突しそうになった。
- ②GNSS固定局の通信不調により、自動停車した。
- ③2台が接近して衝突しそうになった。
- ④降雨や倒伏により刈取部へ稲が詰まるおそれがあるため時折近づいて除去する必要があるがあった。
- ⑤作業前にけい畔の雑草と稲をかき分けて分離する必要があるがあった。
- ⑥運転状態表示灯が機体右側中央付近に設置してあるため左側から見えなかった。
- ⑦圃場に隣接する農道の通行者があった。

表2 自脱コンロボと試験条件

	C機	D機
機関出力	49.2kW [67 PS]	51.5kW [70 PS]
航法装置	RTK-GPS, 固定局補正	RTK-GPS, 固定局 VRS 補正
作業機	4条刈	4条刈
作業速度	0.6m/s 程度	0.6m/s 程度
圃場	50a: 100 × 50m (同一圃場)	50a: 100 × 50m (同一圃場)



図7 自脱コンロボ (C機)



図8 自脱コンロボ (D機)



図9 試験風景 (自脱コンロボ)



図10 リモコン (自脱コンロボ)

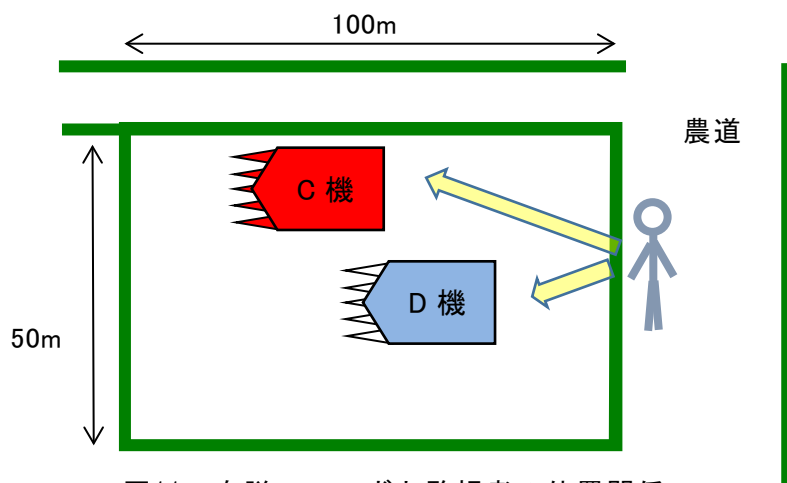


図11 自脱コンロボと監視者の位置関係



これら実証試験の危険事象から想定される事故，対策例を他産業の安全対策なども参考に整理した（表3）。

表3 危険事象に対応する機械側の対策例（抜粋）

危険事象	想定される事故	対策例（抜粋）	具体的内容（抜粋）
プログラムミスにより前輪操舵が不十分となり枕地旋回時に圃場外へ逸脱しそうなった。	枕地旋回時に圃場外へ逸脱し，第3者と衝突する。	[本質的安全] 無	プログラムを事前に点検するシステムを作成する。
		[機械側安全防护] 経路逸脱停止装置	設定した偏差以上逸脱したら，直ちにロボットを自動的に停止させる。
		領域外逸脱停止装置	あらかじめ設定した作業領域の外へ逸脱したら，直ちにロボットを自動的に停止させる。
		異常停止装置	各部の状態を逐次監視し，異常を検出したら，直ちにロボットを自動的に停止させる。
		[機械側付加保護方策] 非常停止装置	使用者，監視者が危険状態を察知したら，直ちにロボットを遠隔・直接手動で停止させる。
		[機械側使用上の情報] 運転状態表示装置	使用者，監視者等が危険状態を察知しやすいようロボットの運転状態を周囲に視覚，聴覚手段によって表示する。
		[使用者の対策] 警告看板	第3者等に注意を喚起するために，危険性や，注意内容などを圃場周囲に表示する。

2) 技術要件案の全体構成を表4に示す。基本事項は、基本概念、リスクアセスメント、保護方策、管理体制について、設計配慮事項は、設計者、製造者を対象とし、実証試験で確認された危険事象も踏まえて設計時のリスクアセスメント、機械保護方策、使用者への情報提供などについて記載した。さらに、非常停止装置、運転状態表示装置などの考え方、技術的内容について解説案も作成した。

これらの検討内容をプロジェクト内及び農林水産省のロボット安全事業において提案し、農業機械メーカーの試作機が改良された。さらに、日本農業機械工業会で規格化に向けた検討が開始された。

表4 技術要件案の全体構成（網掛け部分は次年度以降対応）

技術要件		段階	対象	取り組み	具体的内容
基本事項 (基本概念、リスクアセスメント、保護方策、管理体制)	設計配慮事項	設計、製造	・ 設計者、 製造者	設計時のリスクアセスメント、機械保護方策、情報提供（本質安全設計、安全防护、付加保護方策、使用上の情報等）	誤作動、衝突、暴走、巻き込まれ等対策（領域外逸脱停止装置、非常停止装置、運転状態表示装置等）
	使用配慮事項（運用方法等）	導入～使用	・ 販売者、 機械管理者  ・ 安全管理者、 使用者、 補助者	使用現場でのリスクアセスメント、保護方策、安全管理、安全使用（条件整備、管理運用、作業計画、使用者訓練、作業時留意内容等）	警告看板、使用者訓練、監視、点検整備、留意内容（条件確認、設定、トラブル対応等）

3) ロボット同士の異常接近を検出する基礎試験装置は、降雨や埃の影響を各センサーデータで補完し、ロボット間の相対位置（距離，方向角度）を高精度で計測できるようにレーザーレンジファインダと超音波センサによる方式とした。計測値や相対位置関係のグラフなどをモニタに表示できること。ロボット同士の接近状況をランプ，ブザーなどで周囲に警報を発すること。個別データをモニタに表示できること。閾値を設定でき，それ以内に接近した場合には，警報ランプが点灯すること。さらに，全方位カメラの映像も wifi 通信し，センサ周囲の状況を遠隔で監視者が確認できる方式とした（図 12）。

この装置の評価試験方法については，視覚補助装置（監視カメラ，ミラー等）や危険検知装置（レーダー式，超音波検知式，超音波トランスポンダ式，無線トランスポンダ式等）について，各方式の長所，短所，試験方法などが規定されていることから，JIS A 8338:2011（ISO 16001:2008「土工機械－危険検知装置及び視覚補助装置－性能要求事項及び試験」）が適用可能と考えられた。一部評価試験装置を整備した。

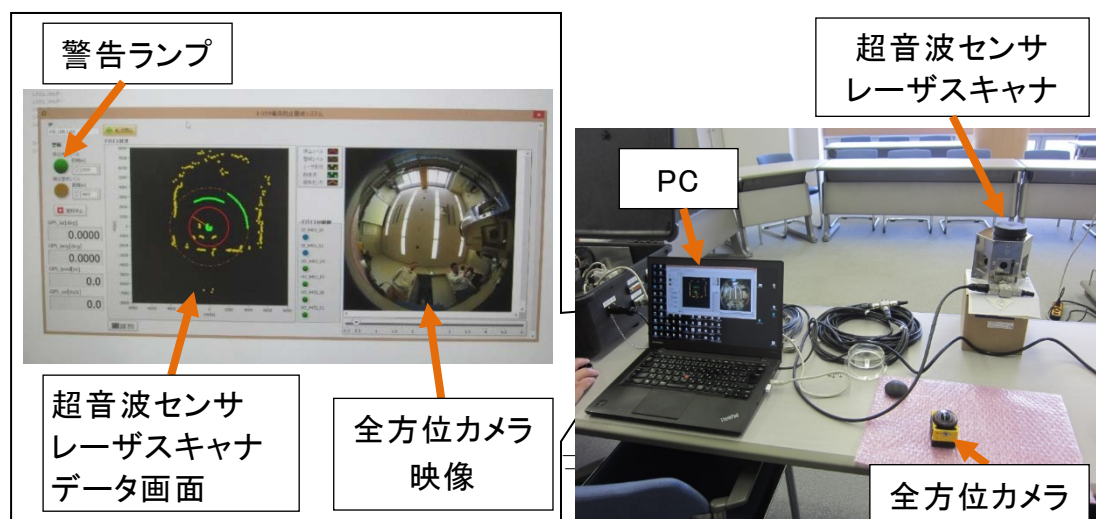


図12 ロボット同士の異常接近を検出する基礎試験装置

#### I-4 まとめ

- 1) マルチロボット開発課題と連携した現地実証試験で、複数ロボット同時作業時の危険事象を踏まえて、ロボットの技術要件案を作成し、農業機械メーカー等に提示した。
- 2) ロボット同士の異常接近を検出する基礎試験装置の評価方法を検討した。
- 3) これら車両系農作業ロボットの安全技術要件を、農水省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で、農業機械メーカー等に提示し装備を交渉したところ、技術要件にある安全装置が試作機に採用された。さらに、その内、1社からロボットがモニタ販売されることになった。また、農水省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で、安全技術要件の内容が成果物として農林水産省スマート農業研究会に提言され、ロボット農機安全性確保ガイドラインに盛り込まれた。今後、日農工ロボット分科会で国内規格へ、ISO/TC23/SC3（農業機械の安全分野技術委員会）で国際規格へ反映される予定である。

#### 謝辞

本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：農研機構 生物系特定産業技術研究支援センター、略称「生研支援センター」）によって実施されました。

I - 5 引用参考文献

- 1-1) JIS B 9703 (2000) 機械類の安全性—非常停止—設計原則.
- 1-2) JIS B 9960-1 (2008) 機械類の安全性-機械類の電機装置- 第1部：一般要求事項.
- 1-3) JIS B 9704-3 (2011) 機械類の安全性-電氣的検知保護設備- 第3部：拡散反射形能動的  
光電保護装置に対する要求事項.
- 1-4) JIS B 9715 (2013) 機械類の安全性-人体部位の接近速度に基づく安全防護物の位置決  
め.
- 1-5) 電子政府の総合窓口  
<http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi>. Accessed Jan. 10<sup>th</sup>, 2015.
- 1-6) JIS B 9220 (1993) 農業機械-安全通則.
- 1-7) 生研センター (2014) 平成26年度安全装備の確認項目と安全鑑定基準及び解説. さ  
いたま市, 1-26.
- 1-8) 経済産業省 (2007) 次世代ロボット安全性確保ガイドライン.  
[http://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/robot/pdf/guideline.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/robot/pdf/guideline.pdf).  
Accessed Jan. 10<sup>th</sup>, 2015.
- 1-9) JIS D 6802 (1997) 無人搬送車システム—安全通則.
- 1-10) JIS B 8433-1 (2007) (ISO10218-1:2006) 産業用ロボット—安全要求事項.
- 1-11) ISO 13482 (2014) Robots and robotic devices - Safety requirements for  
personal care robots. (ロボット及びロボティックデバイス-生活支援ロボットの安  
全要求事項)
- 1-12) ISO 10975 (2009) Tractors and machinery for agriculture -- Auto-guidance  
systems for operator-controlled tractors and self-propelled machines -- Safety  
requirements. (農業用トラクタ及び機械—オペレータ制御式トラクタ及び自動推進式  
機械の自動誘導システム—安全要求事項)
- 1-13) 農林水産省 (2002) 農作業安全のための指針.  
[https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s\\_kikaika/anzen/pdf/link10\\_1.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_kikaika/anzen/pdf/link10_1.pdf).  
Accessed Jan. 10<sup>th</sup>, 2015.
- 1-14) 菊池 豊ら (2015) 車両系農作業ロボット安全性確保ガイドラインの検討. 農作業  
研究. 50 (別1) 87-88.
- 1-15) 中央農業総合研究センター (2015) 農作業ロボットの安全性確保に関する研究 (第  
1報). つくば市, 1-63.
- 1-16) 農林水産省 (2013) スマート農業の実現に向けた研究会.  
[https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g\\_smart\\_nougyo/](https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/). Accessed Feb.  
29<sup>th</sup>, 2016.
- 1-17) 中央農業総合研究センター (2015) 普及成果情報 車両系農作業ロボット1台を使用  
する場合の安全性確保のための技術要件.  
[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2015/15\\_052.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2015/15_052.html).  
Accessed Feb. 28<sup>th</sup>, 2017.
- 1-18) 中央農業総合研究センター (2016) 農作業ロボットの安全性確保に関する研究 (第  
2報). つくば市, 1-32.

- 1-19) ISO/DIS 18497 (2016) Agricultural machinery and tractors - Safety of highly automated machinery. (農業機械及びトラクタ - 高度に自動化された機械類の安全性)

## Ⅱ 参考資料

## Ⅱ－１ 車両系農作業ロボット安全性確保のための技術要件（案）

### Ⅱ－１－１ 基本事項（案）（１台の場合と共通）

NARO ROBO V 001:2017

#### 車両系農作業ロボット安全性確保のための技術要件

##### －基本事項（案）－

#### 0. 序文

本事項は、「次世代ロボット安全性確保ガイドライン」との整合性に配慮しつつ、農業分野の現状に即して定めたものである。農業用ロボットの内、屋外において自律走行して農作業する大型の農用車両のロボット（以下、車両系農作業ロボット）を対象とし、これらの安全性を確保することを目的とする。

車両系農作業ロボットは、土地利用型農業において、耕うん、播種、移植、防除、収穫、運搬等の作業を自動で行うため、形状、使用方法、使用環境など多種多様であるが、これらに共通して、車両系農作業ロボットの設計、製造、輸入、販売、設置、管理、使用、修理の各段階において安全性を確保するための基本的な考え方等をまとめたものである。各機種 of 形態や作業の特質、使用条件によって対応が異なる部分については個別にリスクアセスメントし、必要な保護方策を講じることにより、リスクを低減する必要がある。

なお、本事項については、車両系農作業ロボットの改良や使用実態等を踏まえ、適宜見直しを行う。

本事項に加え、「農作業安全のための指針（平成14年3月29日付け13生産第10312号農林水産省生産局長通知）」や関係法令遵守し安全な作業に努めなければならない。

#### 1. 総則

##### 1. 1 目的

本事項は、屋外において自律走行して農作業する大型の農用車両のロボット（以下「車両系農作業ロボット」という。）の設計、製造、輸入、販売、設置、管理、使用、修理の各段階において安全性を確保することを目的とする。

##### 1. 2 適用範囲

1. 2. 1 本事項は、車両系農作業ロボットについて適用する。

1. 2. 2 本事項は、車両系農作業ロボットの設計、製造、輸入、販売、設置、管理、使用、修理の各段階を対象とする。

##### 1. 3 用語の定義

本事項で用いる用語の定義は、以下のとおりとする。

- 1) 危険源 危害を引き起こす潜在的根源をいう。
- 2) 危険状態 人が少なくとも一つの危険源にさらされる状況をいう。
- 3) リスク 危害のひどさ及び危害の発生確率の組合せをいう。
- 4) リスク見積り 起こり得る危害のひどさ及び危害の発生確率を推定することをいう。



- 5) リスク分析 車両系農作業ロボットが使用等される状況、危険源及び危険状態の同定並びにリスク見積りの組合せをいう。
- 6) リスク評価 リスクの低減の必要性の有無を判断することをいう。
- 7) リスクアセスメント リスク分析及びリスク評価を含むプロセスをいう。
- 8) 保護方策 リスクの低減のための手段をいう。
- 9) 本質的な安全設計 車両系農作業ロボットの設計を工夫することにより、付加的な安全防護物等の設置を行うことなくリスクの低減を行う保護方策をいう。
- 10) 意図する管理等、販売又は使用 管理上、販売上又は使用上の情報により示される製造者等が予定している目的及び方法による車両系農作業ロボットの管理等、販売又は使用をいう。
- 11) 合理的に予見可能な誤使用等 製造者等が意図しない目的又は方法による車両系農作業ロボットの販売、管理、使用であり、容易に予見可能で人間の共通的な行動特性により行われるものをいう。
- 12) 製造者 車両系農作業ロボットの設計、製造、輸入を行う者をいう。
- 13) 販売者 車両系農作業ロボットを販売する者をいう。
- 14) 機械管理者 車両系農作業ロボットの設置、管理又は保守を行う者をいう。
- 15) 安全管理者 車両系農作業ロボット作業全般の安全管理を行う者をいう。
- 16) 使用者 車両系農作業ロボットを使用する者をいう。
- 17) 補助者 車両系農作業ロボットへの資材補給や収穫物運搬など、ロボット作業に付帯する作業を行う者をいう。
- 18) 監視者 事故などが起こらぬように警戒して車両系農作業ロボット及びその周囲を見張る者をいう。
- 19) 第三者 ほ場内及びほ場周辺での作業に直接関わりのない者をいう。

#### 1. 4 安全性確保の原則

##### 1. 4. 1 安全性の目標

車両系農作業ロボットの設計、製造、輸入、販売、設置、管理、使用、保守の各段階において、関係者が連携して車両系農作業ロボットの導入に伴うリスクを限りなく低減し、安全を確保することを目標とする。

##### 1. 4. 2 リスクアセスメントと保護方策の立案、検証の反復

車両系農作業ロボットの安全性の確保に当たっては、車両系農作業ロボットの特性、販売・導入・管理・使用の状況、類似する事故の例等を踏まえた車両系農作業ロボットのリスクアセスメントと、その結果に基づく保護方策の立案、リスク低減効果の検証を反復し、リスクを許容可能な程度に低減しなければならない。

##### 1. 4. 3 多重安全の考え方

車両系農作業ロボットの安全性の確保に当たっては、一つの保護方策が十分機能しなかった場合でも事故防止が図られるように、複数の手法を組み合わせる余裕のある保護方策を施さなければならない。

## 2. 車両系農作業ロボットの製造者等における取組み

## 2. 1 一般

### 2. 1. 1

製造者等は、車両系農作業ロボットの製造等を行うときは、車両系農作業ロボットのリスクアセスメントを行わなければならない。

### 2. 1. 2

製造者等は、車両系農作業ロボットのリスクアセスメントを行った結果、リスクが許容可能な程度に低減されてないと判断された当該車両系農作業ロボットの危険源及び危険状態については、必要な保護方策を行い、当該車両系農作業ロボットのリスクを低減しなければならない。

### 2. 1. 3

製造者等は、車両系農作業ロボットの安全性を確保するため、製造等を行うときは、販売者、機械管理者、安全管理者、使用者等と連携することが望ましい。

## 2. 2 製造者等によるリスクアセスメントの実施

リスクアセスメントは、次に定める順序により行わなければならない。

### 2. 2. 1 リスク分析の実施

リスク分析は、次に定める順序により、想定される使用者等の特性、使用状況や周辺環境などにも留意しなければならない。また、販売者、機械管理者、安全管理者、使用者等と連携して行うことが望ましい。

1) 車両系農作業ロボットが使用等される状況を特定する。

2) 車両系農作業ロボットに付随する合理的に予見可能な危険源及び危険状態を同定する。

3) 同定された車両系農作業ロボットの危険源及び危険状態のリスクを見積もる。

### 2. 2. 2 リスク評価の実施

リスク分析の結果に基づきリスク評価を行わなければならない。

## 2. 3 製造者等による保護方策の実施

### 2. 3. 1

製造者等による車両系農作業ロボットのリスクを低減するための保護方策は、次に定める順序により行わなければならない。

1) 本質的な安全設計を行う。(2. 4. 1項参照)

2) 本質的な安全設計により許容可能な程度に低減できないリスクについては、必要な安全防護及び追加の保護方策を行う。(2. 4. 2, 2. 4. 3項参照)

3) 本質的な安全設計並びに安全防護及び追加の保護方策により許容可能な程度に低減できないリスクについては、管理上、販売上又は使用上の情報の中で、販売者、機械管理者、安全管理者、使用者等に提供する。(2. 4. 4項参照)

### 2. 3. 2

製造者等は、保護方策を行うときは、新たな危険源若しくは危険状態又はリスクの増加を生じないように留意しなければならない。

## 2. 4 製造者等が行う保護方策の具体的方法等

### 2. 4. 1 本質的な安全設計の方法

製造者等は、適切な方法により、本質的な安全設計を行わなければならない。

### 2. 4. 2 危険源に対する安全防護の方法

製造者等は、適切な方法により、安全防護を行わなければならない。

### 2. 4. 3 追加の保護方策の方法

製造者等は、適切な方法により、追加の保護方策を行わなければならない。

### 2. 4. 4 使用上の情報の提供

1) 製造者等は、販売者、機械管理者、安全管理者、使用者等に対し、車両系農作業ロボットを安全に管理等、販売又は使用するために必要な事項を管理上、販売上又は使用上の情報として、適切な方法により提供しなければならない。

2) 製造者等は、本質的な安全設計、安全防護、追加の保護方策により低減が可能なリスクの低減については、管理上、販売上又は使用上の情報の提供で代替してはならない。

## 2. 5 製造者等によるリスク低減のための措置の記録（文書化）

製造者等は、製造等を行う車両系農作業ロボットのリスクアセスメントの結果及び実施した保護方策の内容その他の本配慮事項に基づき車両系農作業ロボットのリスクの低減のために行った措置を記録しなければならない。

## 2. 6 製造者等による車両系農作業ロボットのリスク管理体制の整備

### 2. 6. 1

製造者等は、車両系農作業ロボットに係る事故や安全上の重大な故障等があった場合に、被害拡大防止の観点から、迅速かつ適切に対応できる体制を整えなければならない。

### 2. 6. 2

製造者等は、車両系農作業ロボットに係る事故や安全上の重大な故障等があった場合に、事故・故障等及び対応内容を記録しなければならない。

### 2. 6. 3

製造者等は、車両系農作業ロボットに係る事故や安全上の重大な故障等に関する記録を使用者等から求めがあった場合には開示しなければならない。

## 3. 車両系農作業ロボットの販売者、機械管理者等における取組み

### 3. 1 一般

#### 3. 1. 1

販売者、機械管理者等は、車両系農作業ロボットを使用者等に販売し、使用させるときは、製造者等から提供された管理上又は使用上の情報の内容を十分確認し、必要に応じ、適切な方法により当該車両系農作業ロボットのリスクアセスメントを行わなければならない。

#### 3. 1. 2

販売者、機械管理者等は、管理上若しくは使用上の情報又は自ら行ったリスクアセスメントの結果に基づき、適切な方法により必要な保護方策を行わなければならない。保護方策を行うときは、新たな危険源若しくは危険状態又はリスクの増加を生じないように留意しなければならない。

### 3. 1. 3

販売者、機械管理者等は、製造者等から得た管理上の情報に基づき、管理等を行わなければならない。

### 3. 1. 4 使用上の情報の提供

- 1) 販売者、機械管理者等は、使用者等に対し、車両系農作業ロボットを安全に使用するために必要な事項を使用上の情報として、適切な方法により提供しなければならない。
- 2) 販売者、機械管理者等は、使用者等に対し、車両系農作業ロボットの使用に関する訓練、講習会又は説明等を行わなければならない。

## 3. 2 車両系農作業ロボットのリスク管理体制の整備

### 3. 2. 1

販売者、機械管理者等は、車両系農作業ロボットに係る人身事故や安全上の重大な故障等があった場合に、被害拡大防止の観点から、迅速かつ適切に対応できる体制を整えなければならない。

### 3. 2. 2

販売者、機械管理者等は、車両系農作業ロボットに係る事故や安全上の重大な故障等があった場合に、製造者等に連絡するとともに、事故・故障等及び対応内容を記録しなければならない。

## 4. 車両系農作業ロボットの安全管理者等における取組み

### 4. 1 一般

#### 4. 1. 1

安全管理者は、車両系農作業ロボットを使用者等に使用させるときは、製造者等から提供された管理上又は使用上の情報の内容を十分確認し、適切な方法により当該車両系農作業ロボットのリスクアセスメントを行わなければならない。

#### 4. 1. 2

安全管理者は、管理上若しくは使用上の情報又は自ら行ったリスクアセスメントの結果に基づき、適切な方法により必要な保護方策を行わなければならない。保護方策を行うときは、新たな危険源若しくは危険状態又はリスクの増加を生じないように留意しなければならない。

#### 4. 1. 3

安全管理者は、製造者等から得た管理上の情報に基づき、管理等を行わなければならない。

#### 4. 1. 4 使用上の情報の提供

- 1) 安全管理者は、使用者等に対し、車両系農作業ロボットを安全に使用するために必要な事項を使用上の情報として、適切な方法により提供しなければならない。
- 2) 安全管理者は、使用者等に対し、車両系農作業ロボットの使用に関する訓練、講習会又は説明等を受けさせなければならない。

#### 4. 2 車両系農作業ロボットのリスク管理体制の整備

##### 4. 2. 1

安全管理者は、車両系農作業ロボットに係る事故や安全上の重大な故障等があった場合に、被害拡大防止の観点から、迅速かつ適切に対応できる体制を整えなければならない。

##### 4. 2. 2

安全管理者は、車両系農作業ロボットに係る事故や安全上の重大な故障等があった場合に、製造者、販売者等に連絡するとともに、事故・故障等及び対応内容を記録しなければならない。

#### 5. 車両系農作業ロボットの使用者等における取組み

##### 5. 1 一般

##### 5. 1. 1

使用者等は、製造者、販売者、機械管理者から提供される使用上の情報を確認しなければならない。

##### 5. 1. 2

使用者等は、使用上の情報に基づき、条件整備し車両系農作業ロボットを使用しなければならない。

## II-1-2 設計配慮事項（案）（2台以上）

NARO ROBO V 003:2017

### 車両系農作業ロボット安全性確保のための技術要件

#### —設計配慮事項—

#### —ロボット2台以上を同時に使用する場合（案）—

#### 0. 序文

本配慮事項は、基本事項を受けて、屋外において自律走行して農作業する大型の農用車両のロボット（以下、車両系農作業ロボット）について、2台以上同時に使用することを前提として、設計、製造する段階で、安全性を確保するために共通的に配慮すべき内容を取りまとめた。各機種別の形態や作業の特質、使用条件によって対応が異なる部分については個別にリスクアセスメントし、必要な保護方策を講じることにより、リスクを低減する必要がある。

なお、本配慮事項については、車両系農作業ロボットの改良や使用実態等を踏まえ、適宜見直しを行う。

#### 1. 適用範囲

本配慮事項は、車両系農作業ロボットを対象とし、2台以上同時に使用することを前提として、設計、製造段階に適用する。

#### 2. リスクアセスメントと保護方策

- 1) 車両系農作業ロボットの設計、製造段階で、ロボットの特性、想定される使用状況、類似する事故の例等を踏まえてリスクアセスメントしなければならない。さらに、その結果に基づいて保護方策を施し、リスクを許容可能な程度に低減しなければならない。
- 2) 製造者等は、製造等を行う車両系農作業ロボットのリスクアセスメントの結果及び実施した保護方策の内容、その他の本配慮事項に基づき車両系農作業ロボットのリスクの低減のために行った措置を記録しなければならない。
- 3) 製造者等は、車両系農作業ロボットに係る事故や安全上の重大な故障等があった場合に、被害拡大防止の観点から、迅速かつ適切に対応できる体制を整えなければならない。それら事故・故障等及び対応内容を記録しなければならない。
- 4) 製造者等は、車両系農作業ロボットに係る事故や安全上の重大な故障等に関する記録を使用者等から求めがあった場合には開示しなければならない。

#### 3. 一般事項

- 1) 製造者等は、車両系農作業ロボットによる事故の危険性に対し、事故予防、事故発生時の被害軽減、緊急時対応のために、リスクアセスメント結果から必要に応じて保護方策を施さなければならない。さらに、使用者等が留意すべき残留リスクと使用上

の情報を提供しなければならない。想定される重大事故として以下のものが挙げられる。

- ・車両系農作業ロボットの誤作動や誤操作による事故
- ・車両系農作業ロボットと人との衝突事故
- ・車両系農作業ロボットと障害物との衝突事故
- ・車両系農作業ロボットから人の転落事故
- ・車両系農作業ロボットのほ場外への暴走事故
- ・車両系農作業ロボットの転倒，転落事故
- ・車両系農作業ロボットのトラブル時における巻き込まれ事故等
- ・車両系農作業ロボット同士の衝突事故
- ・車両系農作業ロボット間に人が挟まれる事故
- ・その他の車両系農作業ロボットが関係する事故

- 2) 緊急時のために，適切な部位に非常停止装置を装備しなければならない。
- 3) 有人で運転操作することがある場合は，一般的な農業機械等の安全基準にも適合しなければならない。
- 4) 作業機やアタッチメントを交換した後にリスクの増加を生じないように留意しなければならない。

## II-1-3 使用配慮事項（案）（2台以上）

NARO ROBO V 004:2017

車両系農作業ロボット安全性確保のための技術要件

—使用配慮事項—

—ロボット2台以上を同時に使用する場合（案）—

### 0. 序文

本配慮事項は、基本事項を受けて、屋外において自律走行して農作業する大型の農用車両のロボット（以下、車両系農作業ロボット）について、2台以上を同時に使用することを前提として、導入から使用する段階で、安全性を確保するために共通的に配慮すべき内容を取りまとめた。各機種別の形態や作業の特質、使用条件によって対応が異なる部分については個別にリスクアセスメントし、必要な保護方策を講じることにより、リスクを低減する必要がある。

なお、本配慮事項については、車両系農作業ロボットの改良や使用実態等を踏まえ、適宜見直しを行う。

本事項に加え、「農作業安全のための指針（平成14年3月29日付け13生産第10312号農林水産省生産局長通知）」や関係法令遵守し安全な作業に努めなければならない。

### 1. 適用範囲

本配慮事項は、車両系農作業ロボットを対象とし、2台以上を同時に使用することを前提として、導入から使用する段階に適用する。

### 2. リスクアセスメントと保護方策

車両系農作業ロボットの導入、使用、管理の各段階で、ロボットの特性、使用状況、類似する事故の例等を踏まえてリスクアセスメントしなければならない。さらに、その結果に基づいて保護方策を施し、リスクを許容可能な程度に低減しなければならない。

### 3. 一般事項

- 1) 使用者は、車両系農作業ロボット使用前に取扱説明書や手引きをよく読んで取扱方法を理解しておかなければならない。
- 2) 緊急時に備えて、作業前に使用者や補助者全員が機械停止方法を確認しておかなければならない。
- 3) 無人運転、有人運転、遠隔操作等の切り替えは、決められた手順どおりに行わなければならない。
- 4) 電磁波等による故障や誤作動のおそれがあるので、機械を使用する場所の周辺で、電気溶接機や無線送信機等の使用を禁止しなければならない。また、高圧線の付近や雷発生時を避けて使用しなければならない。



- 5) 安全管理者、使用者は、車両系農作業ロボットに対し、定期的に販売者や機械管理者の点検整備を受けなければならない。
- 6) 使用者は、安全装置、警報装置、電気系統、バッテリー、ブレーキ等は製造者が指定する点検、調整を定期的に行わなければならない。
- 7) 異常を認めるときは、直ちに点検等必要な措置を講じなければならない。修理は、販売者や機械管理者に依頼して行わなければならない。
- 8) 点検、調整、清掃の際は、機械の進行方向に極力立たず、駐車ブレーキ、歯止め等の暴走防止策を施し、可能な限り動力を停止してから行わなければならない。
- 9) 作業機やアタッチメントを交換する場合には、安全装置等を調整し、動作確認しなければならない。
- 10) 事故が発生した時には、ロボットの非常停止、被害拡大防止、被害者の救出など適切な措置を行わなければならない。

#### 4. 導入、条件整備

##### 4. 1 使用環境の確認と整備

- 1) 製造者や販売者等は、安全管理者、使用者等へロボットを使用するために必要な情報を提供しなければならない。
- 2) 安全管理者及び使用者は、製造者や販売者等から提供された情報を基に、ほ場や通路の状況を事前に確認し、必要に応じて障害物除去や防護柵、警告看板設置など環境整備しなければならない。

#### 5. 管理、運用

- 1) 車両系農作業ロボットのシステム全体をよく理解し、農作業ロボットの適切な管理及び使用と異常時の対応を行えるように、製造者、販売者は、安全管理者、使用者等に対し、車両系農作業ロボットの使用、点検等に関する訓練、講習会又は説明等を行わなければならない。
- 2) 車両系農作業ロボットの安全な運転を行うため、車両系農作業ロボットシステムの運用における適切な運用ルールを、製造者、販売者と協力して安全管理者、使用者が設定しなければならない。運用ルールは文書化し関係者が閲覧できるように管理することが望ましい。
- 3) 車両系農作業ロボットについて十分な理解と知識をもつ責任者を指定し、この責任者の管理の下で運用ルールに従い農作業ロボットを使用しなければならない。
- 4) 車両系農作業ロボットの性能や安全性を維持するために、機械管理者、使用者は、製造者から必要な情報提供を受け、それに基づき点検、調整を行わなければならない。安全管理者、ロボットの責任者等は点検の内容を記録し、保存しなければならない。
- 5) 使用者等の一日の作業時間が長時間にならないよう努めるとともに、疲労が蓄積しないよう定期的に休憩を取るよう努めなければならない。さらに、早朝、深夜での作業が連続しないよう努めなければならない。

#### 6. 作業計画

## 6. 1 ほ場の測量，経路の設計

- 1) ほ場の測量は，測位精度を確認しながら適正な精度で位置情報を自動走行のために必要な地点を測量しなければならない。
- 2) ほ場サイズ，傾斜，障害物の位置，ロボットのサイズ，旋回半径，転倒角など必要な情報を使用して作業経路の設計を行わなければならない。
- 3) 機械騒音や粉塵など周辺環境についても配慮して作業を計画しなければならない。
- 4) ロボット同士の衝突やロボット間へ人が挟まれることがないように互いの経路が交差しないか，十分な車間距離を保てるように経路を設計しなければならない。
- 5) ロボットの監視が必要な場合には，同時に稼働するすべてのロボットが視認できるように経路を設計しなければならない。

## 7. 作業前

### 7. 1 作業条件の確認，調整

- 1) ほ場のぬかるみや作物の倒伏，天候の状況，障害物の有無などを作業前に確認し，作業経路，作業速度，作業機の設定などを計画しなければならない。
- 2) 作業計画，合図，緊急時の対応方法等を使用者や補助者など全員で打ち合わせておかなければならない。

### 7. 2 本機，作業機の点検，調整

- 1) 使用前に，本機，作業機，安全装置などを点検調整し，バッテリーは充電しておかなければならない。
- 2) 異常を認めるときは，慎重に点検するとともに，修理が必要な場合には，販売者や機械管理者に依頼して行わなければならない。

### 7. 3 ロボットの設定

- 1) 自動運転の開始位置など基準となる位置は，測位精度を確認しながら適正な位置情報を測量しなければならない。
- 2) 作業速度，作業幅など必要なパラメータの入力では，入力ミスがないか数値を確認しなければならない。
- 3) 無人運転，有人運転，遠隔操作等の切り替えは，決められた手順どおりに行わなければならない。
- 4) 機械の周囲に人がいないか，また，不意に飛び出す恐れがないか確認し，合図を行い，安全を確認してから自動運転を開始しなければならない。
- 5) 自動運転を開始してからは，走行中に飛び乗り，飛び降りをしてはならない。

## 8. 作業中

### 8. 1 無人運転

- 1) ロボットの前後に人が立たないように，前後以外にもロボットと十分な距離を保つように配慮しなければならない。
- 2) 関係者以外がロボットに近づかないように，必要な措置を講じなければならない。通行人等第3者にも注意を払わなければならない。

- 3) 監視が必要な場合、無人作業中はロボットに異常が発生していないか常時監視しなければならない。作業範囲は監視者が緊急停止できる範囲内にしなければならない。
- 4) 衝突事故対策を施していないロボットでは、資材補給等はロボットの駐停車を確実に確認しながら行わなければならない。
- 5) 傾斜地で使用する場合は、転倒等の際に下敷きにならないよう、ロボットより谷側に人が位置しないよう配慮しなければならない。
- 6) 運転中に制御不能が発生した場合には、直ちに非常停止させ、ロボットの走行及び作業機の駆動部が完全に停止したことを確認しなければならない。
- 7) 非常停止後は、正常動作を確認してから運転を再開しなければならない。
- 8) 安全装置が作動して運転停止した場合、停止の要因を確認して解除した後、安全を確認してから再度起動し運転しなければならない。

## 8. 2 有人運転

- 1) 衝突や転落の恐れがあるので、ヘルメットを着用しなければならない。
- 2) 経路周辺の障害物に注意しなければならない。
- 3) ほ場間の道路上の移動は、有人運転で行わなければならない。

## 8. 3 ロボットのトラブル発生時

- 1) 異常を認めた時は、直ちにロボットを停止させ、ロボットの状況を慎重に確認しながら点検等必要な措置を施さなければならない。修理は、専門知識を有する者に依頼して行わなければならない。

## 9. 作業後

- 1) センサ検出面等に付着した泥やほこりなどを清掃しなければならない。
- 2) ロボットを水洗いする時には、コントローラ等電気系統に水が入らないようにしなければならない。
- 3) 保管する時には、施錠する等製造者が推奨する方法で行わなければならない。

II-1-4 附属資料 開発支援ツール 開発コンセプトシート (案)

農業ロボットコンセプトシート案			2015/8/18 産総研 中坊, 9/15 池田中央農研	乗用トラクタ(耕うん作業)記入例	コンバイン(収穫作業)記入例
圃場	内容	執筆者	変更日時		
圃場	広さ(形状)			1区画当たり30a(30×100m)~100a(100×100m)	1区画当たり30a(30×100m)~100a(100×100m)
	作業範囲			圃場内	圃場内
	機器の進入禁止区域			圃場外	圃場外
	分かれているかどうか			圃場間は畦畔で区切られている。	圃場間は畦畔で区切られている。
	土壌の状態			凹凸, 硬度, 表面水。	凹凸, 硬度, 表面水。
	地形			平坦, 現状では, 長方形の圃場	平坦, 現状では, 長方形の圃場
	作物の状態			作物無し	作物の表面に水滴無し, フラ水分70%以下, 穀粒水分30%以下, 著しい霜状なし
環境条件	気象条件			畦畔有無, 防護柵有無, 水路有無, 学校近く有無	畦畔有無, 防護柵有無, 水路有無, 学校近く有無
	開始/中止判断条件			晴天, 雨天, 曇天, 暴風, 濃霧, 夜間, 昼間, 雷, 雪	晴天, 雨天, 曇天, 暴風, 濃霧, 夜間, 昼間, 雷, 雪
	時間的条件			機械が作業できる範囲: 着しいぬかるみなし, 降雨なし	機械作業できる範囲: 着しいぬかるみなし, 降雨なし, 作物が著しく混っていない, 作物に露がついていない
	作業時刻			6~8時, 9~12時, 13~17~19時, ~24時, 日没 状況確認できる, 近所苦情無し, 食事(朝, 昼, 晩), 休憩(10時, 15時, 17時)	9~12時, 13~17時~21時, 状況確認できる, 近所苦情無し, 食事(朝, 昼, 晩), 休憩(10時, 15時, 17時)
	作業時間			10時間(燃料補給, 日長)	10時間(燃料補給, 日長)
	作業環境			温度0~40℃, 湿度10~90%, 照度0~10000lx太陽光直射日光有り, 騒音90dB以下, 塵埃振動3m/s <sup>2</sup> 以下, 動圧<65mm/m <sup>3</sup> 以下, 泥濘敷なし	温度0~40℃, 湿度10~90%, 照度0~10000lx太陽光直射日光有り, 騒音90dB以下, 塵埃振動3m/s <sup>2</sup> 以下, 動圧<65mm/m <sup>3</sup> 以下, 泥濘敷なし
	物理環境			耕うん(外周, 内周, 直進作業, 旋回, 移動, 後進)	収穫(外周, 内周, 直進作業, 旋回, 移動, 後進)
農作業種類	主作業			燃料補給, 移動時・作業時設定変更, 作業機調整, 点検調整	収穫物排出, 収穫物運搬, 枕地処理, 燃料補給, 移動時・作業時設定変更, 作業機調整, 点検調整
	補助的作業			往復作業, 回り作業(図2参照)	往復作業, 回り作業(図2参照)
	作業手順			運転者, 補助者, 機械管理者, 安全管理者, 関係者家族	運転者, 補助者, 機械管理者, 安全管理者, 関係者家族
人	従事者			1名, 2名	1名, 2名
	人数			設定, 圃場間移動, 監視, 外周作業, 補給, 排出	設定, 圃場間移動, 監視, 外周作業, 補給, 排出
	役割			常時作業, 監視・補助作業を兼ねる	常時作業, 監視・補助作業を兼ねる
	常時作業か否か			畦畔, 圃場内, 運転席	畦畔, 圃場内, 運転席
	作業位置, 行動範囲			第3者 通行人, 子供, 家族, 悪意の第三者	第3者 通行人, 子供, 家族, 悪意の第三者
使用機械	台数			1台, 2台	1台, 2台
	種類			本機: 乗用トラクタ[50kW], 作業機: ローター[幅2.4m](供試機写真真図1)	本機: 普通型コンバイン[28kW], 作業機: [刈幅2.0m](供試機写真真図1)
	走行			作業0.5~1.0m/s, 圃場内移動0.5~2m/s, 圃場外移動1.0~10m/s	作業0.5~1.0m/s, 圃場内移動0.5~2m/s, 圃場外移動1.0~10m/s
	速度			往復作業, 回り作業, 枕地作業, 外周作業(経路は図2)	往復作業, 回り作業, 枕地作業, 外周作業(経路は図2)
	経路			走行部, 乗降部, 作業部, 機関部, 全体	走行部, 乗降部, 作業部, 機関部, 全体
	主な危険部位			ほぼ全て自走, 圃場間距離10km以下	ほぼ全て自走, 圃場間距離10km以下
	自走か否か			経路データとRTK-GPS位置情報の照会	経路データとRTK-GPS位置情報の照会
	自動走行方法			経路データとRTK-GPS位置情報の照会	経路データとRTK-GPS位置情報の照会
	直線走行			1名, 2名(圃場間移動, 燃料補給)	1名, 2名(運転, 圃場間移動, 収穫物排出, 収穫物運搬, 燃料補給, 枕地処理)
	旋回			測量, 経路データ作成, 圃場まで移動, 基地局準備, 位置情報取得, 本機準備, 自動・手動切替, 自動運転開始, 監視, 停止, 終了, 圃場間移動	測量, 経路データ作成, 圃場まで移動, 基地局準備, 位置情報取得, 本機準備, 自動・手動切替, 自動運転開始, 監視, 停止, 終了, 圃場間移動
	必要人員, 役割			目視, モニタ, 定位置, 乗車, 機械裏側, 走行方向反対側, 見通し不可能	目視, モニタ, 定位置, 乗車, 機械裏側, 走行方向反対側, 見通し不可能
	設定, 進入, 退出等方法			リモコン操作, 機体非常停止ボタン	リモコン操作, 機体非常停止ボタン
	監視方法			人身事故, 物損事故, 異音, 著しい蛇行, 暴走, 詰まり, 機械不具合, 補給, 排出	人身事故, 物損事故, 異音, 著しい蛇行, 暴走, 詰まり, 機械不具合, 補給, 排出
	見通し可能か			機関始動, 走行開始, 作業部駆動, プログラム再開・不具合解消, 被害者救出, 安全確認	機関始動, 走行開始, 作業部駆動, プログラム再開・不具合解消, 被害者救出, 安全確認
	停止方法			1台のみ, 1圃場内で2台(併走, 伴走, 追走, 有人・無人), 複数圃場を別個に作業	1台のみ, 1圃場内で2台(併走, 伴走, 追走, 有人・無人), 複数圃場を別個に作業
停止条件			設定時, 作業開始時, 不具合時, ロボット暴走, 枕地, 補給・排出, 圃場外暴走	設定時, 作業開始時, 不具合時, ロボット暴走, 枕地, 補給・排出, 圃場外暴走	
復帰方法, 条件					
複数台の同時稼働か否か					
機械及び人の配置, 時間的推移					
想定しうる機器と人との接近(複数パターン)					
図1 ロボット写真					
図2 作業経路					

II-1-5 引用参考文献

- 2-1) 経済産業省 (2007) 次世代ロボット安全性確保ガイドライン.
- 2-2) 厚生労働省 (2013) 産業用ロボットと人との協働作業が可能となる安全基準を明確化しました. .  
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/dl/pamphlet\\_140115.pdf](http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/dl/pamphlet_140115.pdf). Accessed Jan. 10th, 2015.
- 2-3) JIS B 9702:2000 (ISO 14121:1999) 機械類の安全性—リスクアセスメントの原則.
- 2-4) 厚生労働省, 2007. 機械の包括的な安全基準に関する指針.  
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzenisei14/dl/ks04\\_0006.pdf](http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzenisei14/dl/ks04_0006.pdf). Accessed Jan. 10th, 2015.
- 2-5) 経済産業省 (2007) 製品安全自主行動計画策定のためのガイドライン.  
[http://www.meti.go.jp/policy/consumer/seian/contents/jishukoudou\\_r.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/consumer/seian/contents/jishukoudou_r.pdf). Accessed Feb. 10th 2015.
- 2-6) 農林水産省 (2002) 農作業安全のための指針.  
[http://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s\\_kikaika/anzen/pdf/link10\\_1.pdf](http://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_kikaika/anzen/pdf/link10_1.pdf). Accessed Jan. 10<sup>th</sup>, 2015.
- 2-7) JIS B 9700-1 (2004) (ISO 12100-1:2003) 機械類の安全性—リスクアセスメントの原則.
- 2-8) JIS D 6802 (1997) 無人搬送車システム—安全通則.
- 2-9) JIS C 0920 (2003) (IEC 60529:2001) 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード) .
- 2-11) JIS C 1806-1 (2010) 計測, 制御及び試験室用の電気装置—電磁両立性要求事項—第1部: 一般要求事項.
- 2-12) JIS B 9960-1 (2008) 機械類の安全性—機械類の電機装置—第1部: 一般要求事項.
- 2-13) JIS B 9704-3 (2011) 機械類の安全性—電氣的検知保護設備—第3部: 拡散反射形能動的電光保護装置に対する要求事項.
- 2-14) JIS B 9703 (2000) 機械類の安全性—非常停止—設計原則.
- 2-15) 厚生労働省 (2007) 労働安全衛生規則 543 条.  
<http://www.lawdata.org/law/htmldata/S47/S47F04101000032.html>. Accessed Jan. 10<sup>th</sup>, 2015.
- 2-16) 革新工学センター (2016) 平成 28 年度安全装備の確認項目と安全鑑定基準及び解説. さいたま市, 1-26.
- 2-17) 農林水産省 (2015) 特定高性能農業機械の導入に関する計画の策定及びその取扱いについて.  
[http://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s\\_kikaika/hosin/](http://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_kikaika/hosin/). Accessed Jan. 10<sup>th</sup>, 2015.
- 2-18) 電子政府の総合窓口  
<http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi>. Accessed Jan. 10<sup>th</sup>, 2015.
- 2-19) 中央農業総合研究センター (2015) 農作業ロボットの安全性確保に関する研究 (第1報). つくば市, 1-63.

- 2-20) 農林水産省 (2013) スマート農業の実現に向けた研究会.  
[http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g\\_smart\\_nougyo/](http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/). Accessed Feb. 29<sup>th</sup>, 2016.
- 2-21) 中央農業総合研究センター (2015) 普及成果情報 車両系農作業ロボット1台を使用する場合の安全性確保のための技術要件.  
[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2015/15\\_052.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2015/15_052.html). Accessed Feb. 28<sup>th</sup>, 2017.
- 2-22) 中央農業総合研究センター (2016) 農作業ロボットの安全性確保に関する研究 (第2報). つくば市, 1-32.
- 2-23) ISO/DIS 18497 (2016) Agricultural machinery and tractors - Safety of highly automated machinery. (農業機械及びトラクタ - 高度に自動化された機械類の安全性)

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。

（お問い合わせ先：研究推進部広報推進室）

平成28年度 試験研究成績  
農作業ロボットの安全性確保に関する研究（第3報）

---

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
農業技術革新工学研究センター

<https://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/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29年3月31日