

ヒアリング結果について (荷役機械・農業機械・林業機械関係)

【参考】ヒアリング事項等について

第4回専門家検討会では、荷役機械・農業機械・林業機械を対象に、(一社)日本産業車両協会（関連して荷役機械ユーザー）、（国研）農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）、（国研）森林研究・整備機構（森林総研）からヒアリングを行った。

ヒアリング事項は以下のとおり。

●ヒアリング事項

- 無人運転機械の開発・普及状況
- 無人運転機械が使用され、又は想定されている作業
- 無人運転機械の制御方式や技術水準
- 無人運転機械に関する国際規格・国内規格、各国の規制等の状況や動向
- 以下について、労働災害防止の観点から具体的にどのような措置が必要と考えるか。
 - ・他の機械等との衝突、周辺作業員への接触防止
 - ・運転操作性の確保
 - ・停止時・トラブル時の安全確保
 - ・運転者（操作者）に求められる技能の確保
- 無人運転機械の設計上の制限仕様の具体的内容について
- その他、無人運転機械に関する労働安全衛生法令に対するニーズや課題について

ヒアリング結果（無人運転機械の開発・普及状況）

1. 無人運転機械の開発・普及状況

〈荷役機械〉

- 無人運転の荷役機械について、日本では、無人搬送車として約60年前から現場に導入（JISにおいて、無人搬送車には積載型、けん引型、フォークリフト型に分類。）。国内では、近年、無人搬送車として3,000台／年程度納入されている（うち、フォークリフト型は100台程度。）。遠隔操作機械はほぼない。【(一社)日本産業車両協会】

〈農業機械〉

- 2008年からGNSSガイダンス／自動操舵システム（使用者が搭乗した状態で操舵の一部を自動化）による機械が上市・普及（8万台程度）。2018年から目視監視型ロボット農機（ほ場内限定で無人化）が上市。現在、遠隔監視型ロボット農機（遠隔での監視により、ほ場間移動も無人化）が開発・実証段階。（いずれも対象は主にトラクター、田植機、コンバイン）【農研機構】

〈林業機械〉

- 無人運転機械としては、フェラーバンチャ（伐倒作業車）、フォワーダ（集材機械）、下刈機械を中心に開発中。フェラーバンチャは遠隔運転機械（一部自動運転）を開発中、フォワーダは遠隔・自動とも基礎開発が終わり実証フェーズに移る段階、下刈機械は自動運転を実証中。【森林総研】

ポイント

- 荷役機械については、無人搬送車として以前から現場に導入されている。
- 農業機械については、操舵の一部を自動化した機械、ほ場内無人化機械が上市済み。ほ場間移動も含めた無人化について開発・実証段階。
- 林業機械については、フェラーバンチャ、フォワーダ、下刈機械を中心に開発・実証中。

ヒアリング結果（無人運転機械が使用され、又は想定されている作業）

2. 無人運転機械が使用され、又は想定されている作業

〈荷役機械〉

- J I Sにおける産業車両の定義は「一定の作業現場において、各種の荷役作業に使用する車両」。そのうち無人搬送車については、国内では製造業への納入が圧倒的に多く、特に自動車・自動車部品製造業が全体の約35%。このほか、運輸・倉庫業が約5%。【(一社)日本産業車両協会】
- 製品自動倉庫において、出庫された製品を無人フォークがトラックに自動積み込みし、積み込み終了後にトラック運転手が養生を行う。【ユーザー】

〈農業機械〉

- 「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」では、トラクター、茶園管理機械、田植機、草刈機、小型汎用台車、コンバインをロボット農機（自動走行・作業を行う車両系の農業機械）の対象としている。【農研機構】

〈林業機械〉

- フェラーバンチャでは伐木・木寄せ作業を、フォワーダは先山（伐倒する山中）～土場間の木材運搬作業を、下刈機械は植栽済み林地の下刈作業を行う。【森林総研】

ポイント

- 荷役機械（無人搬送車）は、製造業の現場（特に自動車・自動車部品製造業）での使用が多い。
- 農業機械は、トラクター、茶園管理機械、田植機、草刈機、小型汎用台車、コンバインによる作業を想定。
- 林業機械は、機械ごとに用途が大きく異なり、伐木・木寄せ作業（フェラーバンチャ）、木材運搬作業（フォワーダ）、植栽済み林地の下刈作業（下刈り機械）を想定。

ヒアリング結果（無人運転機械の制御方式や技術水準）

3. 無人運転機械の制御方式や技術水準

〈荷役機械〉

- 無人搬送車には、①「経路誘導式」（経路に設置した電磁・磁気等の誘導体によって誘導）、②「自律移動式」（自己位置推定機能、走行制御機能等によって移動）、「追従式」（特定の人・車両に追従）がある。【(一社)日本産業車両協会】

〈農業機械〉

- GNSSガイダンス／自動操舵システムによる機械は、操舵の一部を自動化したもので、使用者が搭乗した状態で使用するもの。目視監視型ロボット農機はほ場内作業に限定した無人状態での自動走行を行うもので使用者が近傍で目視により監視するもの（以上は上市済み）。研究開発段階の遠隔監視型ロボット農機はほ場間移動を含む遠隔監視下での無人状態の自動走行を行うもので一人で複数台の運用を想定。2025年から公道走行実現に向けた実証を実施中。【農研機構】

〈林業機械〉

- 各機種とも油圧モータを電子制御し、専用コントローラで動作指示を行う。フェラーバンチャはVisual-SLAM、フォワードはLiDAR-SLAM、下刈り機械はGNSSをそれぞれメインに使って自動走行する。【森林総研】

ポイント

- 荷役機械（無人搬送車）には「経路誘導式」「自律移動式」「追従式」がある。
- 農業機械は、操舵の一部自動化、ほ場内の無人化は実現。ほ場間移動の無人化、一人で複数台の運用、公道走行について実証中。
- 林業機械は、各機種とも油圧モータを電子制御し、専用コントローラで動作指示を行う

ヒアリング結果

(無人運転機械に関する国際規格・国内規格、各国の規制等の状況や動向)

4. 無人運転機械に関する国際規格・国内規格、各国の規制等の状況や動向

〈荷役機械〉

- 国際規格としては、2020年にISO 3691-4が発行（欧州機械指令への適合の観点で、2023年に改正発行。欧州機械規則への適合の観点で審議中（2027年に改正発行目標）。）。国内規格としては、1990年にJIS D6802「無人搬送車類の安全基準」を発行。2022年にJIS D6802「無人搬送車及び無人搬送車システム—安全要求事項及び検証」改正発行し、ISO 3691-4（2020）に準拠するものとした。遠隔操作式については、「フォークリフトの外からの操作」と位置づけられ、上記ISO、JISの対象外という扱い。【(一社)日本産業車両協会】

〈農業機械〉

- 2018年にISO18497が発行、2024年にISO18497-1～4が発行。国内では2016年に「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」（農水省）を策定（以降随時改正）。2018年から農研機構でロボット農機検査（トラクター、田植機、コンバイン）を実施。【農研機構】

〈林業機械〉

- 林業機械に関する無人運転機械の規格は国際規格、国内規格とも存在しない。主要な各国とも日本と同様に検討中の段階。昨年から、林野庁事業として、「林業機械の自動運転・遠隔操作に関する安全対策検討会」を開催し、ガイドラインを策定。【森林総研】

ポイント

- 荷役機械については、国際規格としてISO 3691-4があり、これに準拠したJIS D6802がある。
- 農業機械については、国際規格としてISO 18497がある。国内においてはガイドラインにて対応。農研機構にてロボット農機検査が実施されている。
- 林業機械については、無人運転機械の規格はない。林野庁事業として検討会を実施し、ガイドラインを策定。

ヒアリング結果（労働災害防止の観点から必要と考える措置①）

5. 労働災害防止の観点から必要と考える措置

（1）他の機械等との衝突、周辺作業員への接触防止

〈荷役機械〉

- JIS D6802（≒ISO 3691-4）では、人検知は必須としており、電氣的検知保護設備（仮想バンパ等）・圧力検知保護装置（バンパ等）の要件、人を検知して停止後の自動再始動の要件、ブレーキシステム、速度制御等について規定されている。
- 旧JIS（ISO準拠前）では、「使用現場側での安全措置」として、運転区域・隔離区域等の区域ごとの標識、色分け、ガード等の安全装置に関する措置や使用環境（建物設備）の整備・維持管理に関する規定を設けていた。【(一社)日本産業車両協会】
- 無人フォークの稼働エリアのラインを引くことにより稼働エリアへの侵入防止喚起、センサの検知範囲の可視化を図るとともに、稼働中の作業員の待機場所を設置している。【ユーザー】

〈農業機械〉

- ロボット農機検査において、ISO18497-4として規定された方法に準拠して人・障害物検出機能の検証が実機を用いて行われている。【農研機構】

〈林業機械〉

- 各機械とも人検知機能を搭載（開発中含む）。フォワーダについては障害物、路面検知についても搭載。下刈り機械については、作業員にビーコンを携帯させることによる対策も検討。【森林総研】

ポイント

- 無人搬送車については、JIS（ISO）において人検知は必須とし要求事項を規定。使用者（ユーザー）において、稼働範囲の明確化、作業員の待機場所を設定する等している。
- 農業機械については、ISOの規定に準拠した検証（農研機構のロボット・自動化農機検査）を実施。
- 林業機械では人検知その他障害物検知機能を搭載。ビーコン携帯等の対策も検討。

ヒアリング結果（労働災害防止の観点から必要と考える措置②）

5. 労働災害防止の観点から必要と考える措置

（2）運転操作性の確保

〈荷役機械〉

- 自律運転のため、運転操作性に関する規定は存在しない。【(一社)日本産業車両協会】
- 作業者の操作性向上の観点から、バース予約システムと連携して遠隔から運転開始発報がされる。
【ユーザー】

〈農業機械〉

- ロボット農機検査において、ISO18497-4に規定された方法に準拠してリモコン操作（開始・停止）、リモコン通信遮断に関する検証が実機を用いて行われている。【農研機構】

〈林業機械〉

- フェラーバンチャでは専用ARゴーグルによる遠隔運転時の視界補助機能あり。フォワーダの遠隔運転においてはラジコン操作、ゲームパッドによる映像を見ながらの操作が可能。下刈り機械では自動運転と遠隔操作のモード切替が可能。センサー異常時、ルート逸脱時には機械停止。【森林総研】

ポイント

- 荷役機械（無人搬送車）については、自律運転機械のため、運転操作性の観点から機械の要求事項はない。作業者の操作性向上の観点からシステムを構築することも可能。
- 農業機械では、ISOに規定された方法に準拠して、リモコン操作、リモコン通信遮断に関する検証が行われている。
- 林業機械については、機械により操作方法が大きく異なる。作業内容に応じた補助機能もある。

ヒアリング結果（労働災害防止の観点から必要と考える措置③）

5. 労働災害防止の観点から必要と考える措置

（3）停止時・トラブル時の安全確保

〈荷役機械〉

- JIS（ISO）では、速度制御又は操だ制御が故障によって行われなかったときにブレーキシステムが自動的に起動することとしている。併せて、自動再始動の防止の要件も規定している。また、JIS B9703による非常停止機器を装備しなければならないこととしている。【（一社）日本産業車両協会】

〈農業機械〉

- 「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」では、自動走行が停止した場合、再開前に停止原因の解消と周囲の安全確認を行うこととなっている。自動運転開始時の安全確認は目視で行っており、ロボット農機検査では、エンジン始動直後やシステム障害時には自動運転不可（手動モード）となること、また、自動運転の状態（自動運転中、可能、不可）を監視者に表示する機能を確認する。【農研機構】

〈林業機械〉

- 各機種とも通信遮断等の異常時の機械停止機能がある。フォワーダには、異常状態の確認機能、遠隔からの再始動の機能、通行不可時の帰還機能がある。フェラーバンチャと下刈り機械には、車体角度センサが装備されている。。【森林総研】

ポイント

- 荷役機械では、JISにおいてブレーキシステムの自動起動、非常停止機器の装備が求められている。
- 農業機械では、自動走行が停止した場合は再開前に停止原因の解消と周囲の安全確認を行うこととなっている。
- 林業機械には、通信遮断時には機械停止機能がある。そのほか、機械により異常確認、再起動の機能がある。

ヒアリング結果（労働災害防止の観点から必要と考える措置④）

5. 労働災害防止の観点から必要と考える措置

（4）運転者（操作者）に求められる技能の確保

〈荷役機械〉

- 自律走行・荷役のため、運転者（操作者）は存在しない。【(一社)日本産業車両協会】
- メーカーから作業者に対し、機械の安全機能や作業上の注意事項について教育を行っている。【ユーザー】

〈農業機械〉

- 「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」では、製造者等が導入主体や使用者に対して、ロボット農機の安全使用の訓練を行うこととしている。
- 関係団体が策定したガイドラインでは、ロボット機能を付与する以前の操作ができることを前提として、ロボット農機の内容に即して製造者等が定める使用者訓練（学科・実技）を行うこととしている。

【農研機構】

〈林業機械〉

- 有人機械の運転において特別教育の対象となっているフェラーバンチャ、フォワーダについては、特別教育を行うとともに、各機種とも導入時に自動走行専用のオペレーター教育を行うこととしている。

【森林総研】

ポイント

- 荷役機械（無人搬送車）については、自律運転機械のため、運転者（操作者）は存在しない。メーカーからユーザー作業者に対し、機械の機能、作業上の注意事項に関する教育が行われている。
- 農業機械については、製造者等が導入主体や使用者等に対して訓練を行うこととしている。
- 林業機械の特別教育に加え、自動走行専用のオペレーター教育を行うこととしている。

ヒアリング結果（無人運転機械の設計上の制限仕様の具体的内容について）

6. 無人運転機械の設計上の制限仕様の具体的内容について

〈荷役機械〉

- JIS (ISO) では、「重要危険源の一覧」として、機械的危険源（ひかれる等）、電氣的危険源（やけど、感電等）、機械が使用される環境に関する危険源（やけど、滑り・落下等）等が示されている。
【(一社)日本産業車両協会】
- 稼働中の無人搬送車に接触することなく停止できるように、ユーザーからメーカーに対し、無人搬送車本体の非常停止ボタンだけでなく、遠隔で停止できる機能を追加するよう求めた。【ユーザー】

〈農業機械〉

- 「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」では、製造者等に定められた目的・場所においてのみ自動走行可としている。（ロボット農機検査では、設定した作業領域を逸脱しないかを確認する。）【農研機構】

〈林業機械〉

- フェラーバンチャに関しては車体角度のセンサーを使用し、一定角度でアラートを表示。フォワーダについては、積載量や走行速度等の制限を検討中。下刈機械については使用の前提として、傾斜角度、走行速度、気候・地形条件あり。【森林総研】

ポイント

- 荷役機械（無人搬送車）について、JIS (ISO) では機械的危険源、電氣的危険源、機械が使用される環境に関する危険源等が示されている。その他、ユーザーからの非常停止機能に関するニーズあり。
- 農業機械では、製造者等に定められた目的・場所においてのみ自動走行可としている。
- 林業機械について、傾斜角度、気候・地形等の条件や走行速度等の制限を付す機械もある。

7. その他、無人運転機械に関する労働安全衛生法令に対するニーズや課題等

〈荷役機械〉

- 無人搬送車（荷役機械）については、世界的に統一された安全規格が確立・運用されており、既存の規格や施策及びそれらの成果に基づいて、安全確保がなされていること等を考慮してほしい。また、その一方で「無人搬送車」はまだ労働安全衛生関係法令の中ではまだ明確に規定されていない製品でもあることから、規格と整合した内容での法的な位置づけを明確化してほしい。【(一社)日本産業車両協会】

〈農業機械〉

- 農業機械による死亡事故の約4割は機械の転倒・転落に起因しており、ロボット化で搭乗が不要となれば事故の大幅な低減が期待できる。
- ロボット農機の使用環境（ほ場や周辺環境）は極めて多様であり、人とロボットの共存を考慮した対策が必要。産業・地域の実態に応じた労働安全衛生法令の検討が必要。【農研機構】

〈林業機械〉

- 無人運転時において基本としては作業地内に監視者が必要と考えるが、林業現場では通信状態が悪いことが想定されるため、その前提で実際の運用も踏まえた議論が必要。機体側のセンサー（監視）機能について、試験方法の規格化・ガイドライン化が必要。無人運転機械での人の運搬や過積載に対して、規制するか、機械の安全システムとして対応する必要がある。【森林総研】