

平成 28 年 1 月 14 日

企画書

農業分野と工業分野の連携による ロボットトラクター 衝突回避システムの開発

北海道河東郡音更町東和東 1-18

三浦農場 代表 三浦尚史

<概要>

日本の農業の合理化のため、ロボットトラクターの開発が、現在急ピッチで進められている。実用化にあたり、最大の課題の一つが安全対策である。

自動車業界ですでに衝突回避技術が実用化されており、これらの技術はロボットトラクター技術に、十分に転用可能と考える。そこで、農業分野と工業分野の連携による、ロボットトラクター衝突回避システムの開発を提案する。



ロボットトラクター開発試験機

<背景>

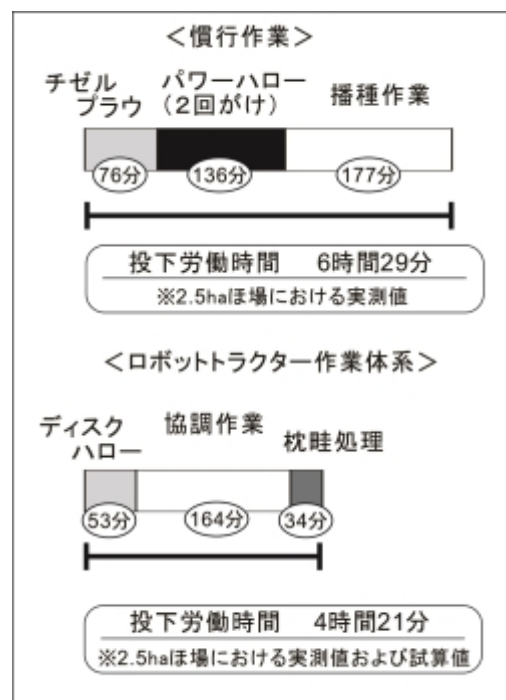
農家が規模拡大を進めるにあたり、欧米の大馬力クラスのトラクターと大型作業機を導入すれば、作業能率が飛躍的に向上するが、そこには高い導入コストが発生する。これらのコストは経営を圧迫するので、農家の経営規模と非釣り合いに過大な大型作業機を導入することは、かえって経営的に非合理的なケースもある。そこで、大馬力のトラクターパワーに頼らずに、従来と異なるアプローチによる農業の合理化手法が求められる。

<ロボットトラクターについて>

野口伸教授チーム（北海道大学農学部）により、ロボットトラクター技術の研究開発が以前から様々なアプローチで進められてきた。2012年より、農業現場からの意見を取り入れた中で、有人トラクターとロボットトラクターの協調作業システムの実験を開始した。協調作業により、安全性と能率性を両立させることが見込まれ、国内のトラクターメーカー数社によるロボットトラクターの開発がスタートした。2015年に、全国の複数箇所で行われたロボットトラクターの導入実証試験が行われた。現在、ロボットトラクターのさらなる開発、安全ガイドラインの策定、追加試験の計画を進めている。

＜ロボットトラクターの導入効果＞

右の図は、2.5ha 区画の大豆について、慣行法とロボットトラクターを用いた作業の作業投入時間を試算したものである。ロボットトラクターの自動運転により、約3割以上の省力化が得られる。これらのロボットトラクターの作業体系は、他の畑作農産物にも適用することが可能で、日本ならびに世界の農業技術に、大きな影響を与える可能性を持つ。



＜ロボットトラクターの課題と求める技術開発＞

ロボットトラクターの現段階の開発方向は、有人トラクターとロボットトラクターが並走することで、安全性と能率性を両方確保することである。しかし、安全確認において死角が発生することや、オペレーターによる監視の徹底度などで、課題がある。そこで、画像処理技術を用いて人や障害物を検知する技術を、ロボットトラクターに導入することが有益であると考ええる。また、将来的にロボットトラクターの完全無人運転の運用も技術開発の可能性としてあり、画像処理による人・障害物検知システムが、ロボットトラクター技術の発展ために極めて重要な技術の一つだと考える。

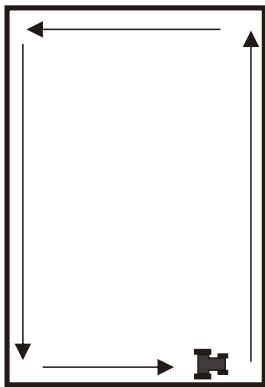
以上の観点により、求める技術の仕様案を次頁以降に記す。

<1> 作業全体の流れ

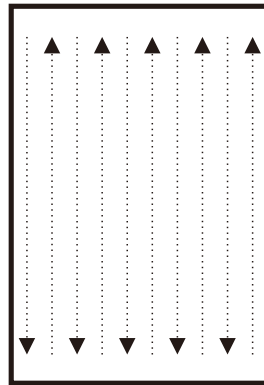
A-1 圃場登録、ロボットラ作業経路生成

※事前作業

※過年度データがある場合は省略可



圃場外形の登録

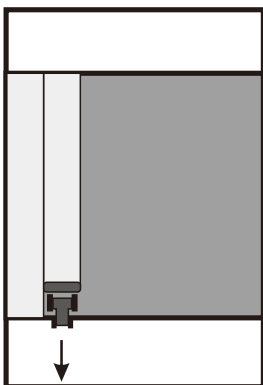


ロボットトラクター
走行経路生成

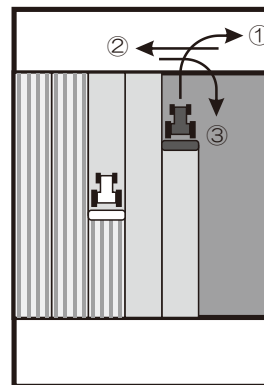
A-2 先行整地

※事前作業

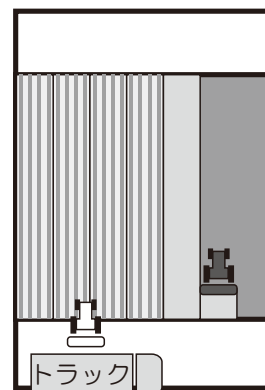
※ロボットラと有人トラクターの
すれ違い回避のために実施



A-4 枕地旋回



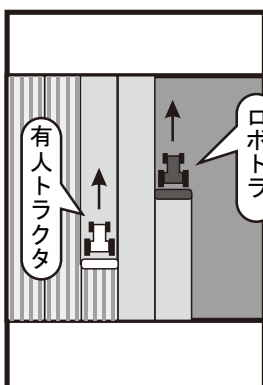
A-5 肥料種子補給作業



・有人トラクターは
肥料や種子がなくなる時、
供給地点に戻り供給作業
を行う。
(2～5往復に1回程度)

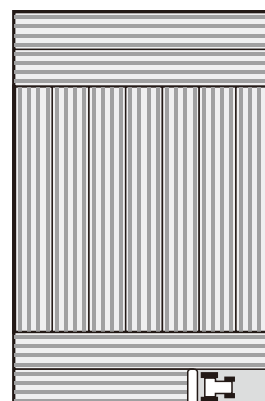
A-3 協調作業 播種&整地

※A-3とA-4の繰り返し
本作業体系の基本



- ・ロボットトラクターは
A-1の設定経路通りに
整地作業を行う。
- ・有人トラクターは播種作業
を行う。
- ・有人トラクターに乗る人は
ロボットトラクターを監視
しながら作業を行う。

A-6 枕地作業

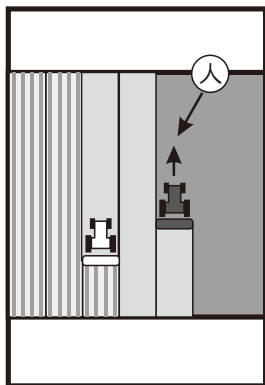


※最終作業

・縦畦が終了したら、横畦につ
いても同様に、播種と整地作
業をマニュアル運転等で行う。

＜2＞システムの検知対象

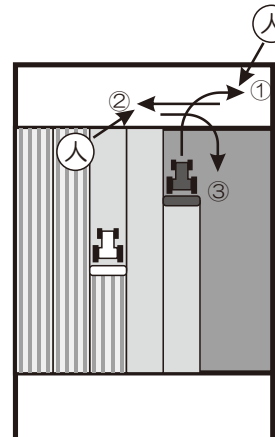
①人の検知



該当状況

A-3：協調作業

- ・ロボトラ前方の監視が主体。
- ・ロボトラの想定作業速度は3～5 km/h。
- ・人は、止まっている、又は歩行、かけ走り、転倒状態などを想定する。



該当状況

A-4：枕地旋回

- ・前方ならびに後方のロボトラの進行方向の監視が主体。
- ・後進時、作業機が後方にせり出ていることを計算して制御しなくてはならないことに注意。

＜画像上の特徴＞

・作業員[男]

服装 オーバーホール、作業着、カッパ、ジャンパー
帽子 キャップ、タオル頭巻き、無帽
靴 長靴、スニーカー、作業靴、地下足袋

・作業員[女]

服装 上下セパレートの作業着、カッパ、
帽子 幅広つば付き帽子
靴 長靴、地下足袋

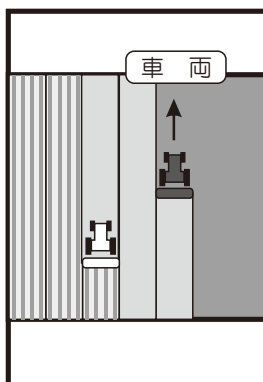
- ・子供 一般的な子供の服装
- ・部外者 あらゆる服装



②車両の検知

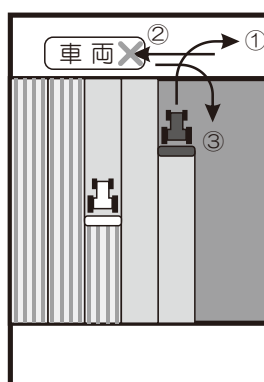
該当状況

A-3：協調作業



該当状況

A-4：枕地旋回



- ・ロボトラの進行方向が監視対象。
- ・対象物は、トラクター、軽トラ、ダンプ、クレーン車など。
- ・衝突原因は、車両の置きわすれ、回避わすれ、ロボトラの走行経路の設定ミスなど、多々のケースがありえる。



＜画像上の特徴＞

- ・トラクター メーカーごとに様々な色がある。
- ・軽トラ 主に白が多い。水色もたまにある。
- ・ファームダンプ 青、白、シルバーが多い。
- ・クレーン車 様々な色がある。2色以上のカラーリングもある。

③トラクターすれ違い衝突の検知

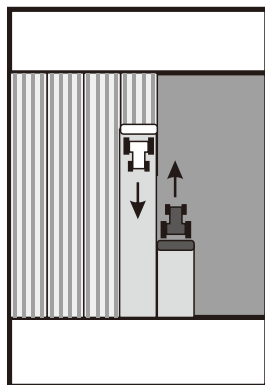
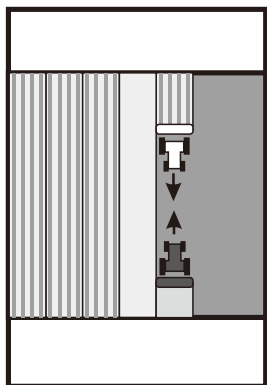
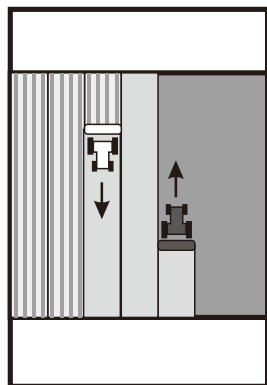
ア) すれ違い可能

イ) 正面衝突

ウ) かすり衝突

該当状況

A-3: 協調作業

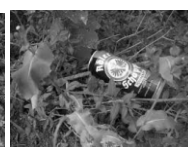


- ・ ロボトラ前方および側方が監視対象。
- ・ ロボトラの想定作業速度は3～5 km/h。
- ・ 有人トラクターの想定作業速度は0～10 km/h。
- ・ 上記ア、イ、ウの3通りのケースを想定して、システムが判断を行う。
- ・ 衝突を考えるにあたり、トラクターのサイズは、装着している作業機幅も考慮しなければならない点に注意する。
- ・ 衝突原因は、人の走行経路選択ミス、ロボトラの経路設定ミスなど、様々なケースが考えられる。

④その他の検知した方がいいもの

下記を対象にする。ただし、検知後でも無視して自動運転を続行することも選択できるようにする。

- ・ 大きな石（30 cm以上）
- ・ 飛来ゴミ（レジ袋に入ったゴミなど）
- ・ 空き缶
- ・ 空きビン、ペットボトル



⑤外部環境について

- ・ 地面色は、黄土色～茶～黒。
- ・ 地面色は、降雨など水分条件により変化する。
- ・ 地面色は、整地すると変わる。
- ・ 地面には石がある畑の場合や、ない場合など、様々。また、石のサイズも10 cm程度の石がごろごろ転がっているケースもしばしばある。
- ・ 光条件は、日中が基本。また、防風林などのため、日向環境と日陰環境が混在することがある。



整地作業の様子

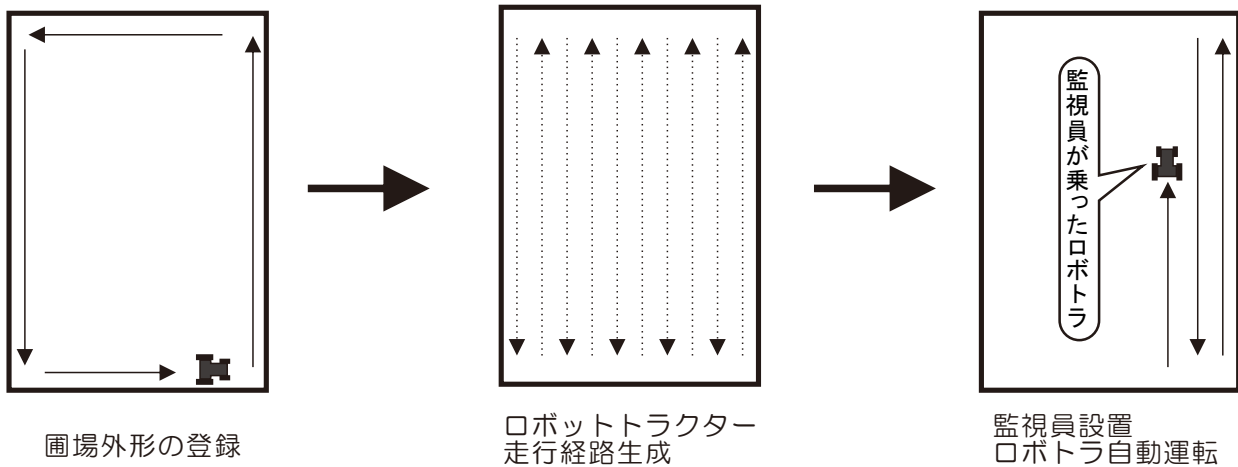


石の多い畑の様子

ロボットトラクター 人・障害物感知システム案 作業体系 B

[監視員設置自動運転]

〈1〉作業全体の流れ

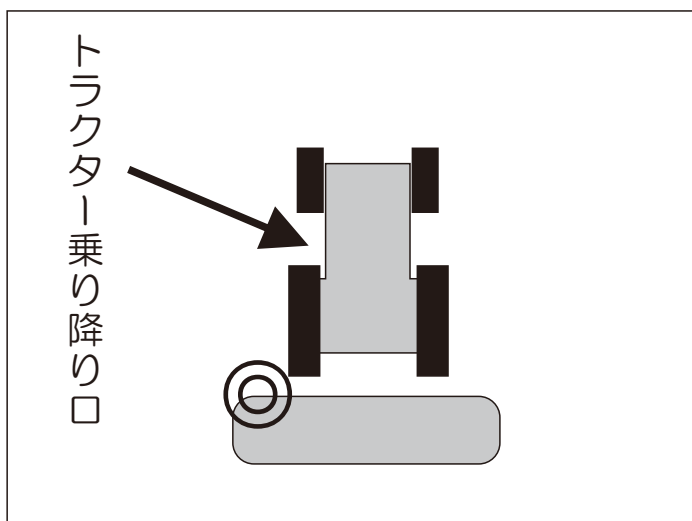


〈2〉システムの検知対象

- ・ 下図の◎の部分に人が衝突する事前を検知。
- ・ 作業員が転倒する場合も想定する。

※検知しなくてはならない理由

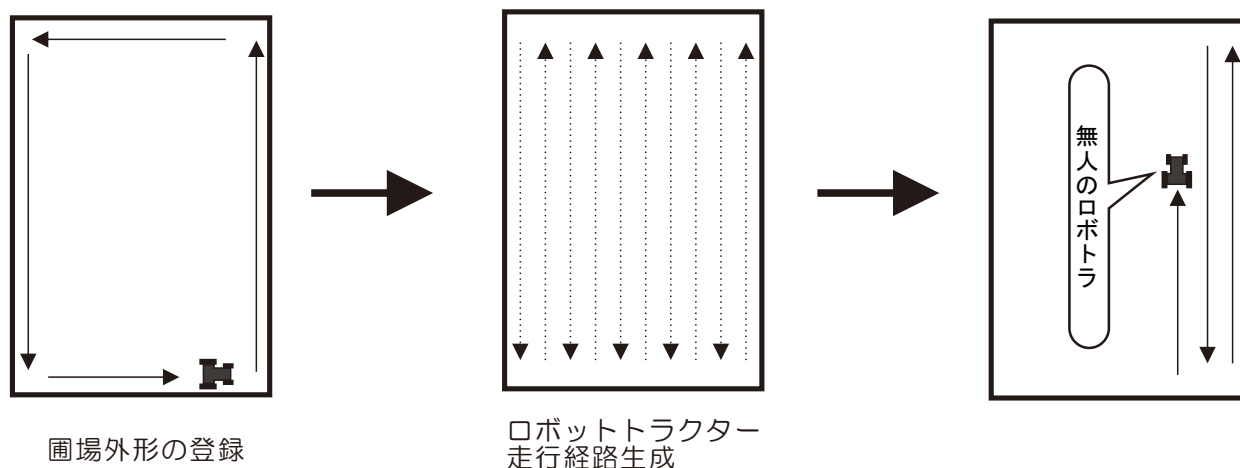
作業員が、走行中のロボットトラクターから乗り降りする時に、転倒するなどして、作業機に巻き込まれる危険がある。また、ロボトラ導入農家が、従業員に操作指導する時も乗り降りが発生し、転倒する危険がある。



ロボットトラクター 人・障害物感知システム案 作業体系 C

[完全無人運転作業]

〈1〉作業全体の流れ



〈2〉障害物感知システムの検知対象

- ①人の検知
- ②車両の検知
 - ・トラクター
 - ・軽トラ
 - ・ファームダンプ
 - ・クレーントラック
- ③すれ違いトラクター
- ④その他障害物

下記を対象にする。ただし、検知後でも無視して自動運転を続行することも選択できるようにする。

- ・大きな石（30 cm以上）
- ・飛来ゴミ（レジ袋に入ったゴミなど）
- ・空き缶
- ・空きビン、ペットボトル

Aのシステムとの相違点

- ・無人のメリットを活かすため、夜間にも対応。
- ・仕様用途を広げていくと、作物の生育中の時などのように背景はより複雑になってくる。将来のことも考えると、収穫時の畑の環境など、あらゆる背景に適応できた方が良い。



作物の生育中の
除草作業



大豆の収穫中の写真



馬鈴薯の収穫中の写真