

車両(空港内)位置検知による自動運転促進

多摩川スカイプレジジョン(株)
営業部 後藤信一

1. はじめに

航空機が空港に到着してから出発するまでの地上業務「グラウンドハンドリング(グラハン)」は、定時運航に欠かせない業務だが、人に頼る仕事が多く少子高齢化を受けて担い手不足や生産性の低さが課題となっています。今後、本格的に経済再開が進めば需要回復の足かせとなりかねません。

また、航空市場では近年 SDGs やカーボンニュートラルが注目され、国際空港に相応しい環境作りが推進されるなか、政府が推奨する航空イノベーションと GSE(空港業務支援車両)自動化推進に向けた取組が喫緊の課題であると考え、このような提案を行いたいと思います。

なお、多摩川スカイプレジジョン(株)(以下、TSP という)は民間航空機のタイヤ・ホイールのメンテナンスを請け負う認定会社であり、航空業界とは深く関わっています。親会社である多摩川精機(株)では慣性装置部品と称するジャイロ・加速度計の他、航空機搭載の角度センサやモータを手掛ける専門メーカーであり、これらの知見を活用し航空機市場のグラウンドハンドリングへの新規事業開拓を目指しています。

2. 市場環境と動向

平成 30 年度国総研講演会資料「航空イノベーションの取組と GSE (空港業務支援車両)自動化推進に向けての研究」によりますと、国土交通省様主体で空港における自動走行実証実験(2018 年度)が始まっており、既にランプパス、トーイングトラクター、牽引ドーリー等について開発実証試験が行われ 2030 年実用化に向けた取り組みが行われています。その中で、実用化に向けての課題もあり、これらについて検討したいと考えます。

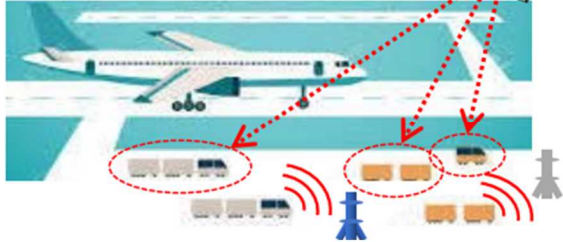
トーイングトラクターの自動運転においては、全日空様が豊田自動織機様と日本航空様はフランス TLD 社様とそれぞれ開発及び実証試験が行われていますが、これらのシステムは、GNSS(衛星測位)と IMU(慣性装置)、Lidar センサ搭載で構築されています。

この自動運転化における課題は、以下の 2 点だと考えます。

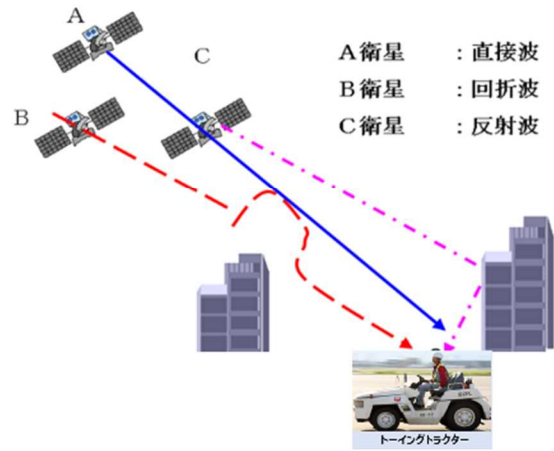
- (1) GSE 軌跡データの収集の際に、GPS 測位エラー・特異値・誤差等が発生して、GSE の車両位置の精度が悪いため、正確な挙動の把握ができないことがあります。この原因としては、建物や飛行機などによるマルチパスが原因と考えられます。(図

1 参照)

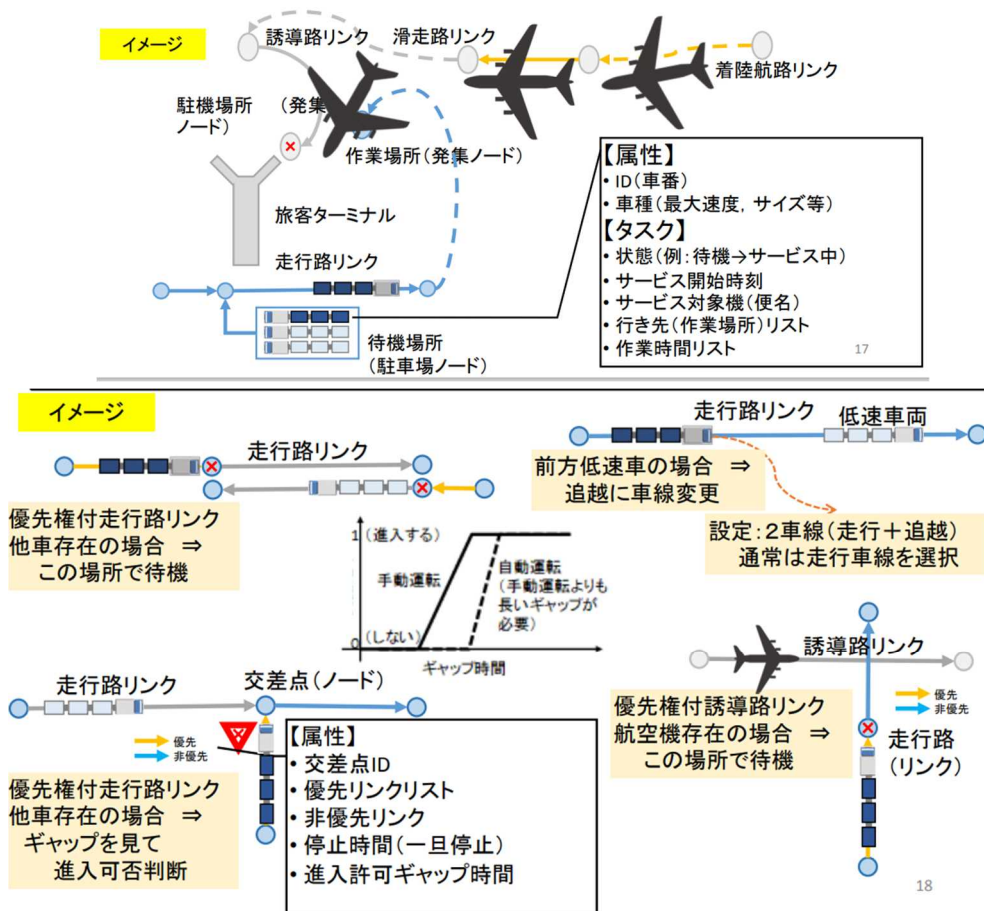
既存GSE車両航跡、実証実験による自動走行データを取得



マルチパスの種類



(2) 自動走行車両導入に向けて、運用ルールの策定や所要の施設整備が必要であり、実用化に向けて、空港制限区域内交通の動態や安全性・運用効率の確認が必要となります。



3. 課題1（GPS測位エラー等）に対する対応策

建物や飛行機によりマルチパスが発生して、GNSSによる位置精度が狂うことがあります。これに対しては、多摩川精機では会社設立当初(昭和13年設立)より防衛製品を主体にジャイロ・速度計を長年にわたって手掛けており、近年においては自動運転に不可欠な慣性装置(IMU)を主にあらゆる分野に導入しています。この慣性装置を使うことにより、GNSSの電波が受信できない範囲においても正確な位置を算出することができ、空港車両の自動運転化に向けて応用が可能となります。

(1) 多摩川精機グループにおける車両位置検知事例他と特長

IMUは6自由度の検出器であり、3軸ジャイロ、3軸加速度計の信号を独自のカルマンフィルター処理を行う事により位置推定を行います。このソフトウェアは長年の実績により構築されたものであり、多摩川精機オリジナルとして評価を受けています。特にGNSS衛星測位信号が途絶える期間において、IMUへの信号切替による位置推定する技術は多摩川精機の専門技術であります。

また、自動運転を目指すお客様において、位置精度が出せない技術課題に対してはIMUの他、高精度方位ジャイロを組み合わせる事により数十センチの位置精度を得られた技術も保有しています。

IMU応用事例としては、最近では自動田植え機械の位置検知及び姿勢維持検知向けやショベルカー自動化工法に向けた姿勢角検出用途、自動運転車向けIMUと導入が多くなっています。特にトンネルなど長時間にわたってGNSS信号が受信できない場合でも正確な位置を把握することができ、GNSS→IMU→GNSSの切り替えはスムーズに行うことができます。

(2) 空港内車両の位置検知システムの概要

多摩川精機IMU(慣性装置)技術を元に空港内車両の位置検知システムを企画しました。

図に示すような、ターミナルをトローリングトラクター、コンテナドリー(他車両にも転用可能)等に設置します。このターミナルには、(GNSSレシーバー・アンテナ、3軸加速度計、無線機、マイコン、太陽電池パネル、蓄電池)が搭載されており、GNSSとIMUにより正確な位置検知を行うとともに、無線機により空港内での伝送は可能であり、クラウド側へ情報を伝達することにより、空港ビルでの監視卓に表示することができます。

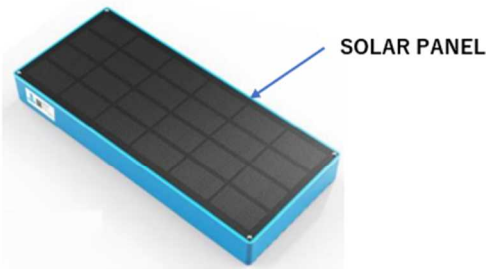
効果としては、以下のことが挙げられます。

- ① 車両への取付は自動・有人運転車を問わず後付け可能。全車両の位置特定が可能。
- ② 運用面の省力化とコスト低減を目指し通信は無線920MHzを使用しています。
- ③ 運行状態が可視化出来る。(稼働中、停止かの判別、状態情報の取得)
- ④ 運営室より運転者への情報伝達は無線の他、タブレット等による可視化が可能。

(トーイングトラクター、コンテナドローリーの予約システム化が可能)

⑤ 車両の運営履歴や保守履歴が見える化される

GNSS・IMU機能付き ハンディターミナル

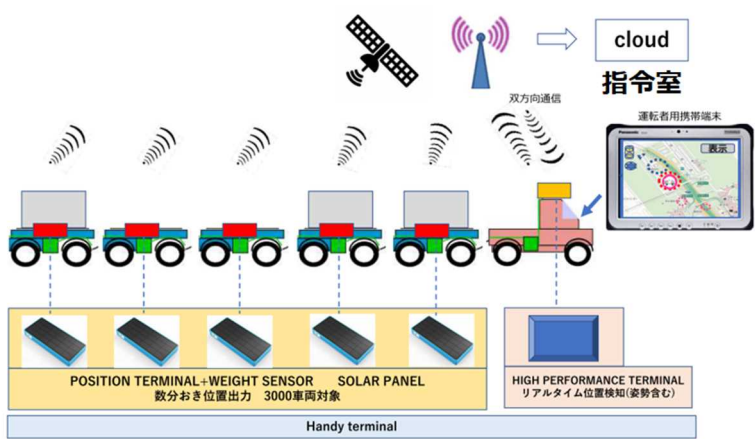
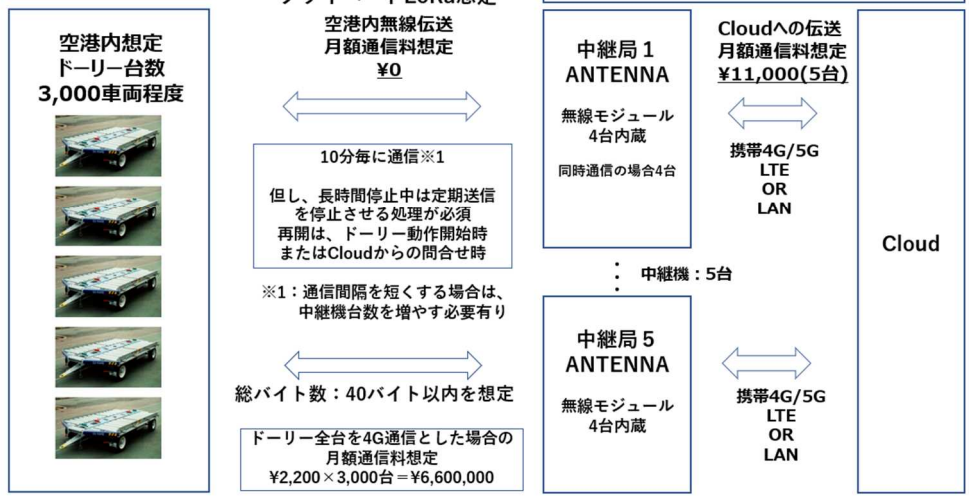


コンテナドローリー搭載を想定
ソーラー内蔵、GPS位置出力

駐車位置検知機能_重視モデル

寸法	209mm×122mm×33mm
重量	640g
保護構造	IP68(屋外環境型)
検出	GNSS
出力	LPWA(Private LoRa) 位置信号、コンテナ有・無信号 フル充電で30日使用可能_数分おき伝送 位置精度 3-5M
電源	Solar battery(上部) 6000mAh@3.7v
車両番号入力	ハンディターミナルにより入力
重量検知	重量検知センサ入力付

Radio method



指令室でのドーリーの所在地表示例



4. 課題2（運用ルールに基づく運行）に対する対応策

自動走行車両導入に向けて、運用ルールの策定や所要の施設整備が必要であり、実用化に向けて、空港制限区域内交通の動態や安全性・運用効率の確認が必要となります。

「航空イノベーションの取組と GSE (空港業務支援車両) 自動化推進に向けての研究」においては、以下の4つの運用ルールが示されています。

- ① 優先権付走行路リンク 他車存在の場合 ⇒ この場所で待機
- ② 前方低速車の場合⇒追越に車線変更定 2車線（走行+追越）通常は走行車線を選択
- ③ 優先権付走行路リンク・他車存在の場合 ⇒ギャップを見て進入可否判断
- ④ 優先権付誘導路リンク 航空機存在の場合 ⇒この場所で待機

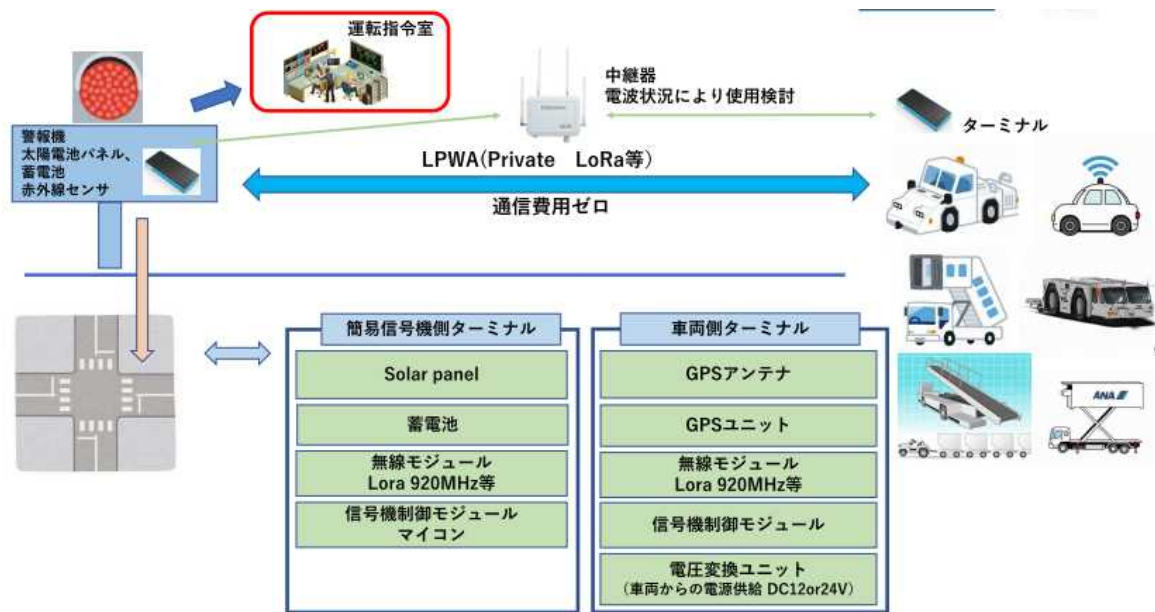
これらを解決するには、システムによる補助を構築する事が望ましいと考えます。多摩川精機が提案する簡易位置検知を導入する事により、自動運転車と有人運転車との交通整理が可能となります。また、以下に示すような信号機設置により効果的なシステム化も検討しています。

自動運転車が導入される過程では、自動運転車と有人運転車が混在することにより、空港内での交通障害が発生することが想定される。自動運転車と有人運転車とのコミュニケーションが取れず、交差点において交通障害が生ずる恐れがあると考えられます。

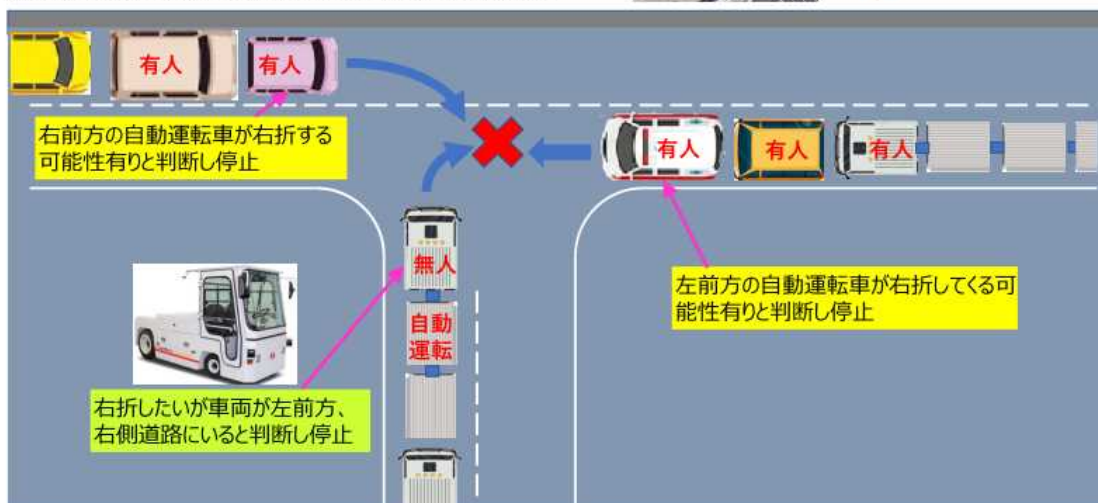
また、車両に搭載するターミナル(位置検知装置)を用いて簡易信号機との位置確認及び信号操作を行う事により、交通障害を予防することが可能です。

車両は複数車両となるがターミナルを全搭載し、簡易信号前 xx メートル手前で自己位置信号を簡易信号機に伝達する。受信した簡易信号機は、あるアルゴリズムにより信号を動作させ、スムーズな運行を行うことができます。

なお、簡易信号機は移動可能な仮説型とし電源もソーラパネルで賄います。



自動運転の無人車は車両があると判断し停止、有人車は無人車の行動が読み取れないために安全を考慮し停止したことで渋滞発生



5. まとめ

提案する簡易位置検知システムの導入により、自動化フェーズIVに向けた取組までの支援及び有人運転車を含めた全体管理に寄与するシステム支援が可能となると考えます。今後の自動化推進におけるプログラムに参画致したく、提案させていただきます。

参照資料

平成 30 年度国総研講演会資料

「航空イノベーションの取組と GSE (空港業務支援車両)自動化推進に向けての研究」

(平成 30 年 12 月 4 日 国土技術政策総合研究所空港研究部 部長大山洋志様)