

NYK自動車物流事業への技術貢献

－ 測位技術の現場適用に関する研究 －

2016年11月18日

株式会社MTI 物流グループ

中村 芳夫

目次

1. はじめに
2. 完成車物流現場の見える化
 - <1> 完成車輸送トラッキング
 - <2> 完成車のインアウト管理
 - <3> 完成車の拠点内位置管理
3. おわりに

目次

1. はじめに

2. 完成車物流現場の見える化

<1> 完成車輸送トラッキング

<2> 完成車のインアウト管理

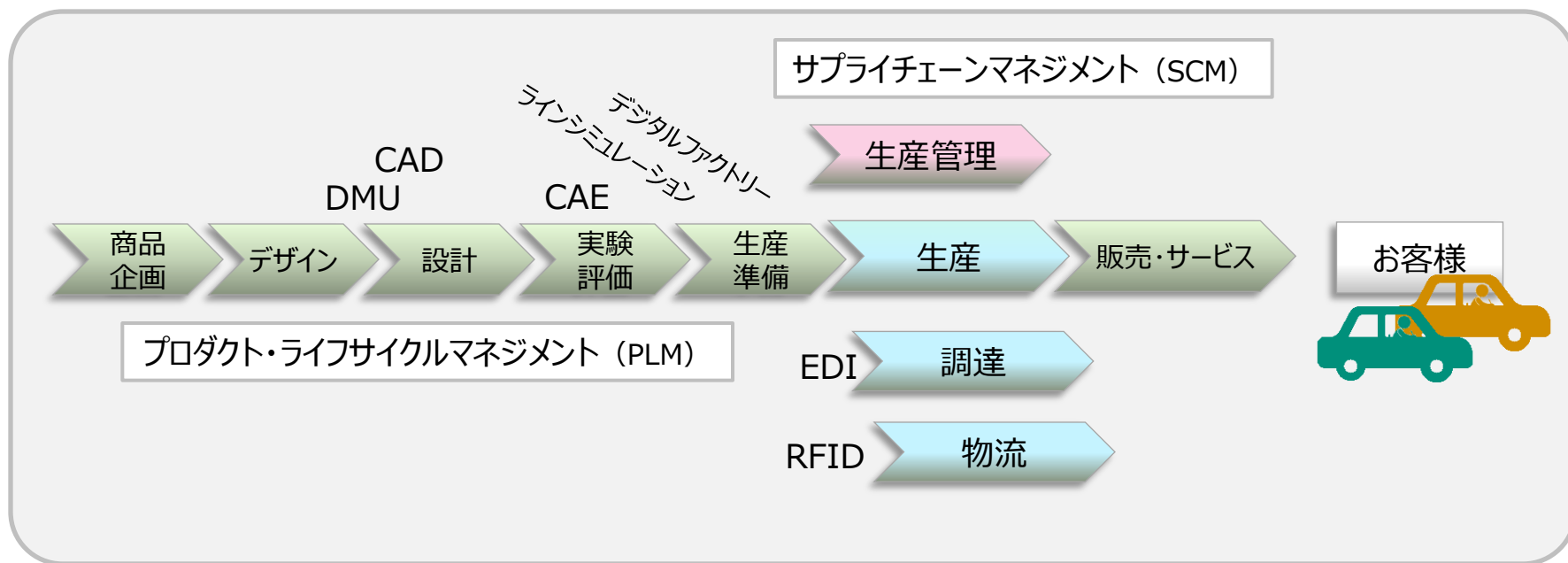
<3> 完成車の拠点内位置管理

3. おわりに

1. はじめに

<1> 自動車工業会の動き

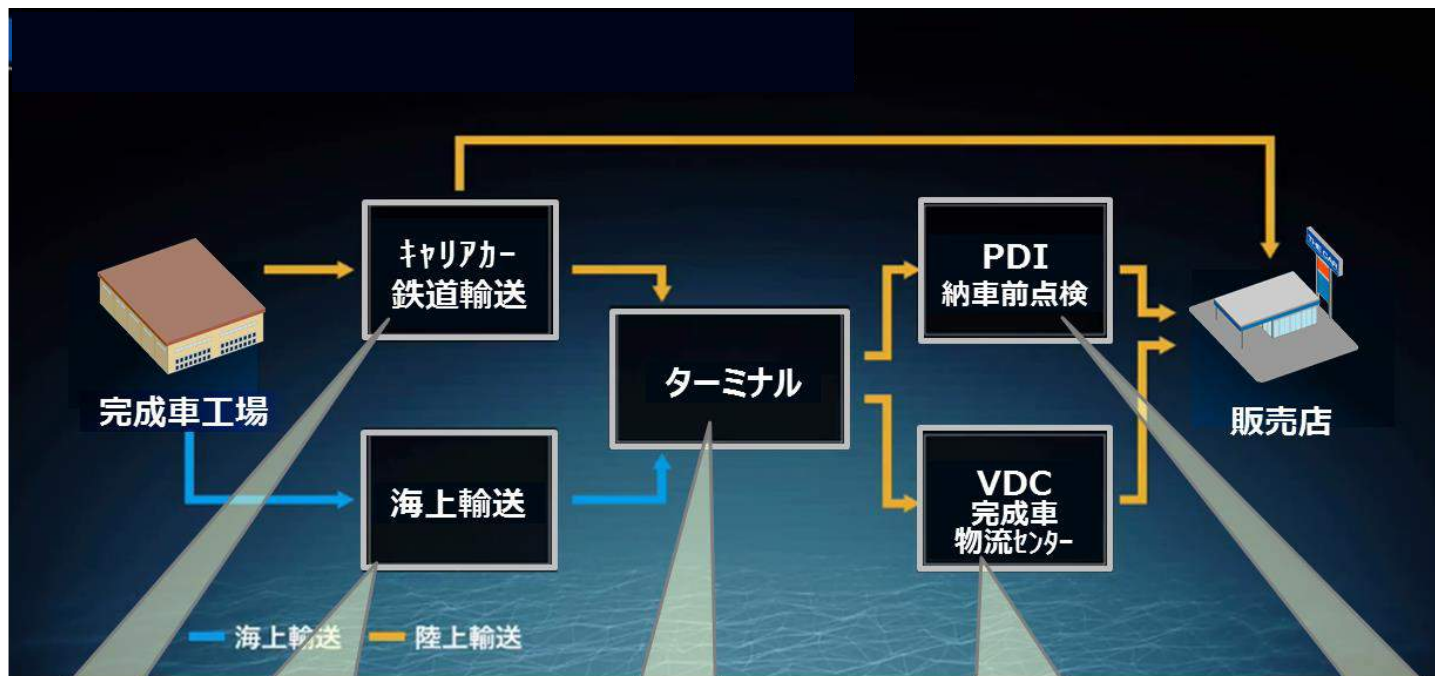
日本自動車工業会電子情報フォーラム2016資料より作成



※DMU : Digital Mock-Up

1. はじめに

<2> 自動車物流事業について



内陸輸送
・キャリアカー
・鉄道



近海自動車輸送



ターミナル
オペレーション



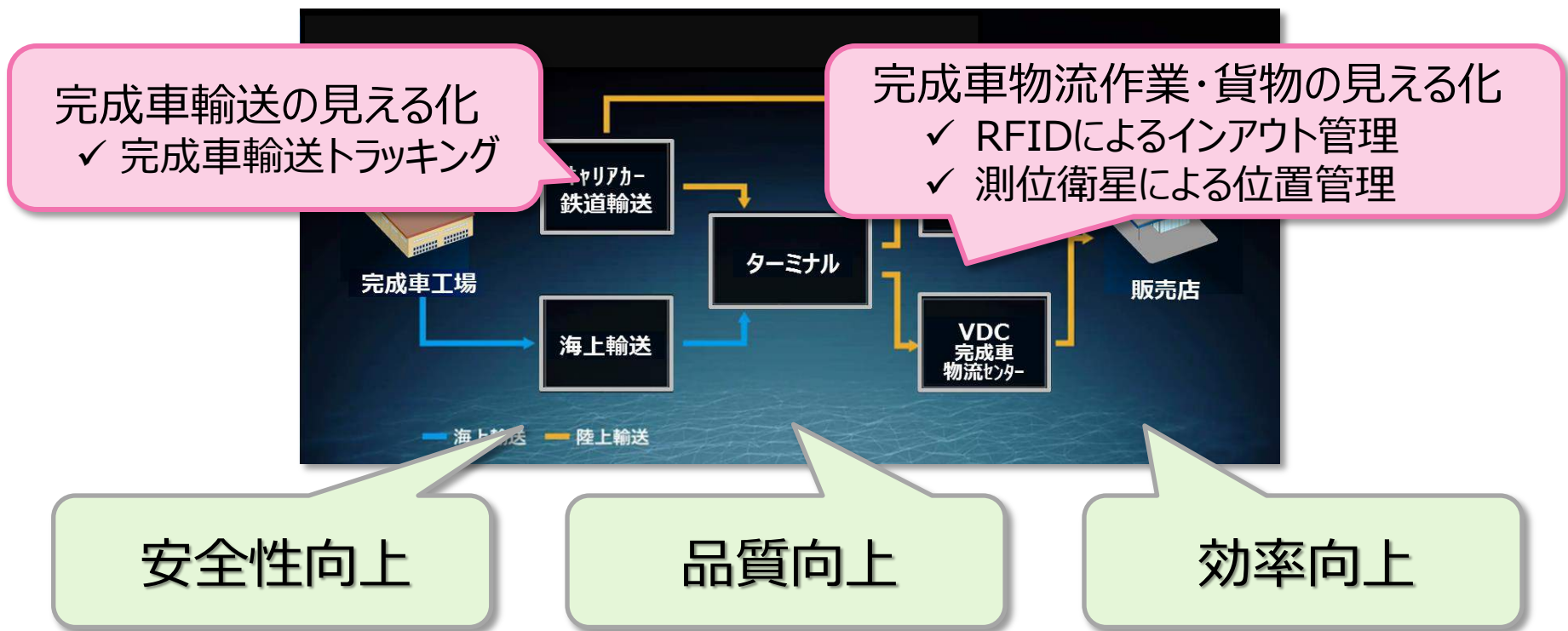
VDC
(Vehicle Distribution
Center)



PDI
(Pre-Delivery
Inspection)

1. はじめに

<3> MTIの自動車物流事業領域における研究・開発テーマ



- ・ヤードレイアウト・オペレーション標準化
- ・疲労検知、居眠り検知・防止、事故防止
- ・貨物（完成車）輸送環境計測・評価、振動試験

- ・各種オペレーション最適化
- ・自動プランニング（ヤード、バース、作業員配置）
- ・作業自動認識（トラッキング、分析・指示）
- ・要素技術（ウェアラブル、音声・画像利用、測位）、etc.

目次

1. はじめに

2. 完成車物流現場の見える化

<1> 完成車輸送トラッキング

<2> 完成車のインアウト管理

<3> 完成車の拠点内位置管理

3. おわりに

2. 完成車物流現場の見える化

✓ 背景1 (陸送ルート)

NYK完成車物流事業領域において
貨物（完成車）陸送サービスは
各地固有の事情により
提供サービスレベルに差があり

(各国固有事情 : e.g. 悪路、渋滞、ドライバー特性など)



国や地域によって様々なキャリアカー運行ルート状況

どの地域・国においても高品質な陸送サービスをご提供するための仕組み作りが必要

⇒ **完成車輸送トラッキング**

2. 完成車物流現場の見える化

✓ 背景2 (拠点内物流作業)

物流作業の見える化への期待



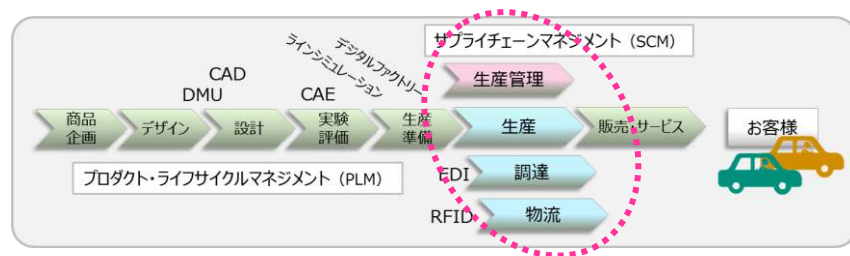
- ・顧客サプライチェーン管理の高度化への寄与
- ・物流作業の効率化
(車両蔵置・探索時間短縮、省人化)
- ・作業プロセス・ルーティング、
ヤード内目的別エリア配置などの最適化
- ・安全管理 (事故防止) ~ 作業品質管理



完成車の

⇒ **インアウト管理**

⇒ **拠点内における位置管理**



※PDI (Pre-Delivery Inspection) : 納車前点検
 ※VDC (Vehicle Distribution Center) : 完成車物流センター

目次

1. はじめに

2. 完成車物流現場の見える化

<1> 完成車輸送トラッキング

<2> 完成車のインアウト管理

<3> 完成車の拠点内位置管理

3. おわりに

2. 完成車物流現場の見える化

<1> 完成車輸送トラッキング

[昨年度フォーラム資料より]

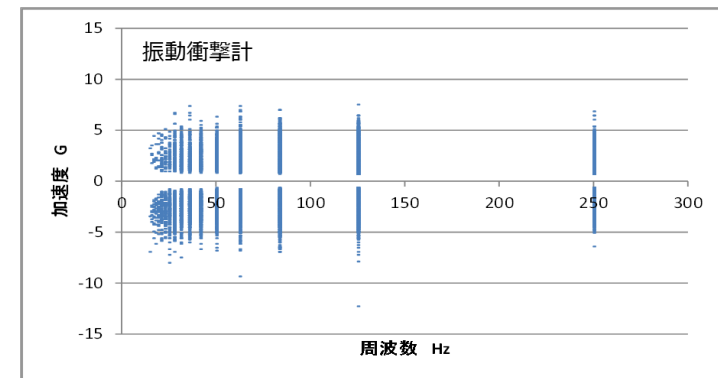
現場状況を正しく把握するため、現場視察と輸送環境の実計測・分析・評価を適時実施



⇒ 実際の陸送に同行し現場状況を把握するとともに
振動衝撃計による衝撃値の計測
ドライブレコーダによるデータ収集



陸送経路を総合的に分析・評価



振動衝撃計計測結果の例



2. 完成車物流現場の見える化 <1> 完成車輸送トラッキング

✓ トラッキングシステム開発

必要要件

i. 運用上

- 走行ルート状況 (e.g. アジア、東南アジア圏固有事情)
- 外資規制

ii. システム上

- 技術適合性
- 通信環境 (データ通信電波強度 & 通信速度)

iii. 設置容易性 & 低運用コスト

iv. 運行管理・貨物追跡システム機能

(TMS : Transport Management System)

[参考] 日本国内における運行記録計設置義務

- 2015/4/1以降、車両総重量7トン以上8トン未満 (最大積載量4トン以上5トン未満) のトラックについても、運行記録計の装着が義務付け (新車のみ)
- 2017/4/1以降は、使用中の車両にも装着義務付け
⇒ デジタコと連動したドライブレコーダなどの製品化が進展

2. 完成車物流現場の見える化 <1> 完成車輸送トラッキング

✓ 技術検証・結果

テストスマートフォンを用いたトラッキングトライアル

- ・実施期間：3週間
- ・設置キャリアカー台数：5台
- ・走行ルート：外地（東南アジア）の規定輸送ルート



テストスマートフォン（+評価ソフト）



a. データ通信の電波状態

今回のトライアル実施エリアでは実用に問題ないレベル

- *ただし、国やエリアによっては回線が脆弱になる場合あり
(e.g. 2G通信レベル (LTE通信の数千分の一程度))

b. 測位精度

予定ルートから外れていないことを判定可能

⇒ 通信状態、測位精度は及第点

✓ 今後

現場蓄積ノウハウをもとにシステム開発
実用化フェーズに移行

テストスマートフォンキャリアのデータ通信の電波強度

| 電波強度 | 比率(%) | 備考 |
|--------|-------|----------------|
| 4 (強) | 96.8 | asu値 \geq 12 |
| 3 | 1.2 | asu値 \geq 8 |
| 2 | 1.4 | asu値 \geq 5 |
| 1 (弱) | 0 | asu値 \geq 3 |
| 0 (圏外) | 0.6 | asu値 \leq 2 |

※asu : Arbitrary Strength Unit

テストスマートフォン内蔵GPSの測位精度

| GPS測位精度 | 比率(%) | 備考 |
|---------|-------|-----------------|
| 高 | 99.9 | 測位精度 \leq 50m |
| 低 | 0.1 | 測位精度 $>$ 50m |

目次

1. はじめに
2. 完成車物流現場の見える化
 - <1> 完成車輸送トラッキング
 - <2> 完成車のインアウト管理
 - <3> 完成車の拠点内位置管理
3. おわりに

2. 完成車物流現場の見える化

<2> 完成車のイン・アウト管理

* VIN (Vehicle Identification Number) : 車両識別番号

** RFID完成車物流適用ガイドライン 1 版 : JAMAEIE156

- ✓ 目的 物流行程の各ポイントでのVIN* による個体管理
(日本自動車工業会標準のRFID完成車物流適用ガイドライン** に基づく)

- ✓ 技術検証結果



- a. RFID (VIN情報) の自動読み取り

RFID貼付場所、リーダアンテナ位置、読み取り場所などを変えてテスト

⇒ 何れの場合も問題なく
必要情報を読み取れることを確認



RFID貼付場所と読み取り率確認テスト風景



本船積込時のRFID読み取りテスト風景

- b. RFIDへの情報書き込み

日本自動車工業会標準 (6/8bitコンパクション) での追加情報書き込みを想定

⇒ 文字コードのビット数による差はほとんど無し
⇒ 一時停止が必須

(書込時間の例 : 6/8フラグチェック+データ生成+書き込み&ベリファイでmax.1.8秒程度)

[使用機材]
・RFIDリーダ : Impinj Revolution
・RFID : Alien SH(Higgs3)

2. 完成車物流現場の見える化 <2> 完成車のイン・アウト管理



RFID読み取り基礎実験風景



キャリアカーでの輸送時のRFID読み取りテスト風景



本船積込時のRFID読み取りテスト風景

- ✓ 今後
 - 得られた技術検証結果をもとに
 - 現場固有課題の洗い出し
 - 現場への実導入検証を継続

目次

1. はじめに
2. 完成車物流現場の見える化
 - <1> 完成車輸送トラッキング
 - <2> 完成車のインアウト管理
 - <3> 完成車の拠点内位置管理
3. おわりに

2. 完成車物流現場の見える化

<3> 完成車の拠点内位置管理



✓ 目的

- ・位置管理システム適用によるKPI管理の実現
- ・荷主の計画変更などへの素早い対応

一般的な完成車ターミナル内配置



※1スロット : e.g. 2.5m×5.5m

A. 個車単位の位置特定が不要

- ・輸出・輸入・積み替え
- ・VDCへの一括搬送
- 車種毎・船毎に蔵置
- 位置登録技術確立済
- 足車/作業動線を効率化

B. 個車単位の位置特定が必要

- ・輸出車引き受け登録
- ・PDI対象車のピックアップ
- ・ディーラーへの個車搬出

↓
駐車マス (スロットNo.) とVIN 情報で
個車単位の位置管理

2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

[屋外蔵置車両の位置管理システム開発事例]

- ⇒ スマートフォンとGPS端末を用いた車両位置管理システムを開発
- ⇒ 各車両の位置情報を簡単に取得し、上位システムで管理できるようにした



車両位置管理システム

2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

[車両情報 + 位置情報取得作業の例]



車両情報読み取り (+自動測位) の作業



スマートフォン画面の例

車両情報と位置情報の収集作業が
容易かつ時間短縮された

2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

[システム導入効果の事例]



本船出航日の**前日**に確定した
船積対象車両の蔵置位置
(右下図)

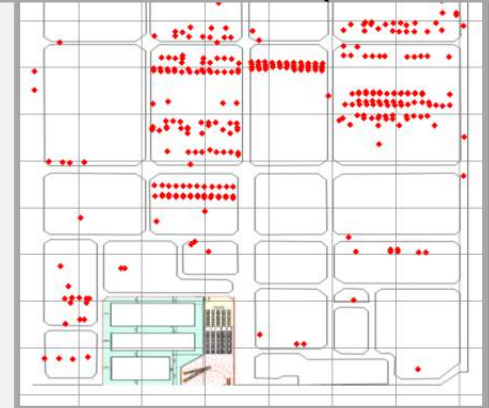
右上図のヤード内蔵置車両
約10,000台の中から、右下図の
ような不規則に蔵置された343台を
0.5営業日中に引抜する必要が
あった。

本システムにより、全台数の抽出を
定時内に終え、予定通り船積み完
了できた。

全蔵置車両 (取得位置情報)

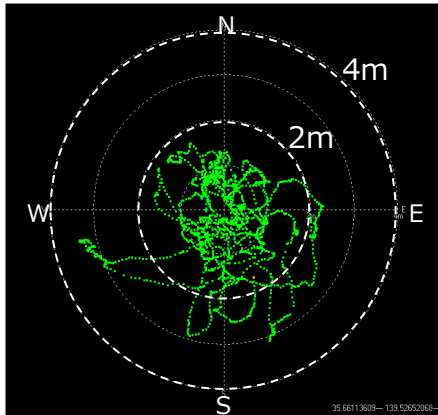


ピックアップ対象車両 (出荷分)

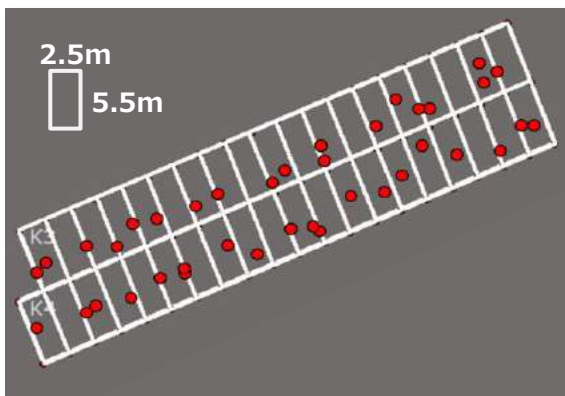


2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

✓ 技術検証・結果（汎用GPSデバイスによる完成車測位）



汎用GPSデバイス測位精度の例







測位結果（左右入れ違い発生レベル）



- ・バルク管理・浜出しエリア ⇒ 測位精度は必要十分
- ・個車特定必要エリア ⇒ 測位精度不十分
→ スロットNo.修正入力作業が発生

2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

[測位方式・デバイスの例]

| 名称 | 測位衛星 (GNSS) 利用 (屋外向け) | | | | | GPS (屋内) | 無線電波技術、その他 (屋外/屋内向け) | | |
|----------------------|---|--------------|---|---|--|-----------------------------------|---|---|----------------------------------|
| | 簡易型 | 汎用品 | 一般高精度用~簡易測量用 | | | 高精度測量用 | エリア判定用 | | |
| スマート フォン 内蔵GPS | 小型デバイス  | 相対測位 (RTK方式) | 単独測位 (PPP方式) | 準天頂衛星 (QZSS) | 大型アンテナ + 2周波受信機  | IMES | センサ+タグ  | RFID (フロアタグ)  MTI開発品 | |
| 測位精度 (CEP) | ±5m ~10m | ±2.5m~ | ±数cm ~ 1m以下 | ±数10cm ~ 1m以下 | ±数cm ~ 1m以下 | ±数cm (2周波測位 + 補正情報) | - ・1台の送信機に一つの位置情報 | ±0.3 ~ 数m | - 作業端末でフロアタグ内情報を非接触読み取り |
| 価格 | - | 約2万円/台 | | | | 数百万円 | | | |
| 備考 | ・内蔵型 ・バルク管理レベルの測位精度 | デバイスの製造中止進行中 | ・安価で高性能なRTK測位ができるモジュール出現 ・基準局が測位対象エリアの比較的近くに必要 | ・地上基準点に よらない精密測位可能 ・測位結果収束に時間を要する ・補正情報を使う方式もあり | ・2018年より実運用 (4機体制) ・QZSSからの補正情報で誤差補正 ・日本中心 | ・リアルタイム測位不可能 ・機材所持してのヤード内作業不可能 | ・屋内専用 ・既存受信機を利用可能 (→屋内外シームレス測位) | ・電波: UWB、WiFi、Bluetoothなど ・UWBは日本では屋内利用のみ | ・屋内設置用 ・屋外設置の場合、耐久性メンテナンス性要検討 |

※GNSS (Global Navigation Satellite Systems) : 全地球航法衛星システム

⇒ GPS、GLONASS、BeiDou (北斗)、QZSS (準天頂衛星)、等

※RTK (Real Time Kinematic) : 干渉測位方式

※PPP (Precise Point Positioning) : 単独搬送波位相測位方式

※QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) : 準天頂衛星システム

※IMES (Indoor Messaging System)

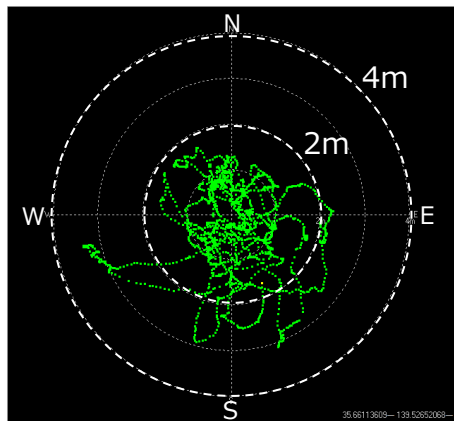
※UWB (Ultra Wide-Band) : 超広帯域無線

※CEP (Circular Error Probable) : 円形確率誤差

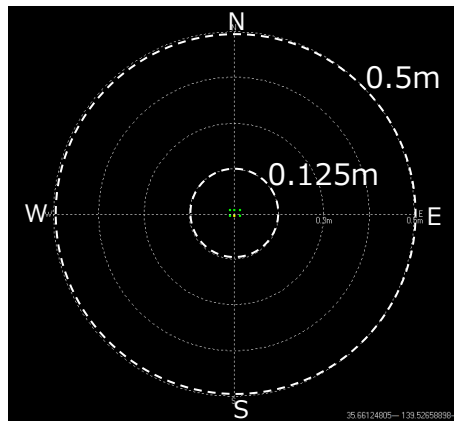
半径CEPの円の内側に全測位点の50%が含まれる (= 2drms)

2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

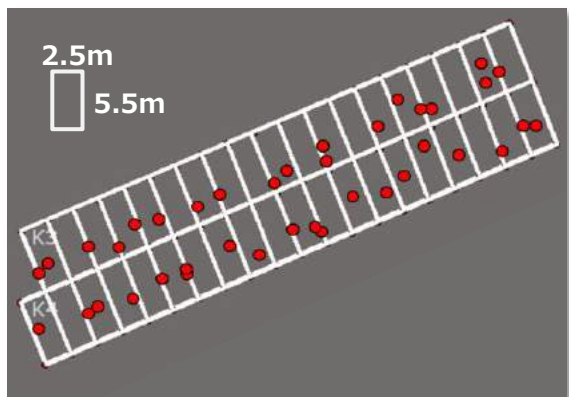
✓ 技術検証・結果（高精度測位(GNSS)デバイスによる完成車測位）



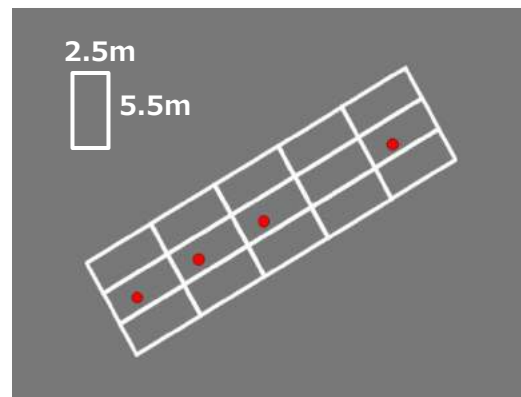
汎用GPSデバイス測位精度の例



民生用GNSSモジュール測位精度の例



測位結果（左右入れ違い発生レベル）



試作GNSSデバイスでの蔵置車両測位結果（個車単位測位可能レベル）

民生用GNSSモジュールを用いたデバイスにて評価実験を実施（MTI試作機）



個車単位（スロットイン）レベルでの測位が可能な測位精度が得られた

（本検討ではRTK方式利用）

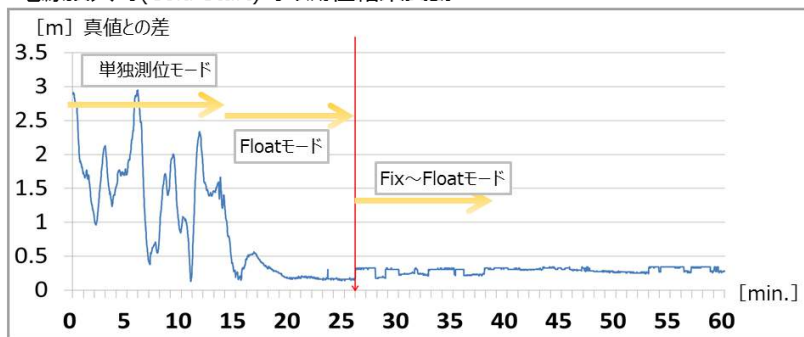
2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

✓ 技術検証・結果（高精度測位(GNSS)デバイスによる完成車測位） その2

実運用上の懸念点についての確認実験

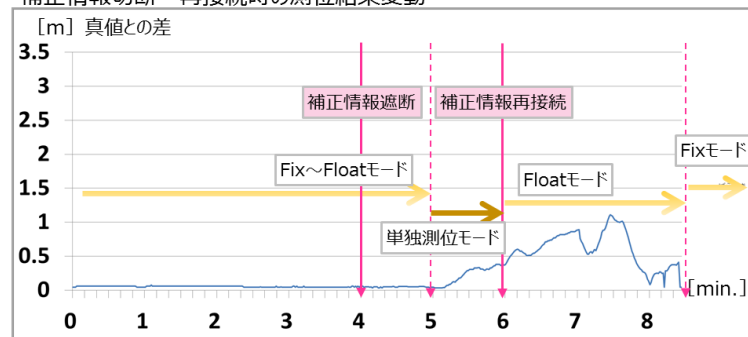
a. 電源投入直後

電源投入時(Cold Start)時の測位結果変動



b. 補正情報が途切れた時

補正情報切断～再接続時の測位結果変動



⇒ 電源投入後、所定の測位精度が得られる状態になったことの判定が必要

⇒ 測位実施中の補正情報切断は1分程度までは精度に影響を及ぼさない

✓ 今後

高精度測位デバイスを用いた完成車位置管理システムの

実現場導入 → 現場要件に沿ったシステム化

→ 完成車ターミナルにてフィージビリティスタディ実施



2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

✓ 今後 その2 現場環境による影響への対応



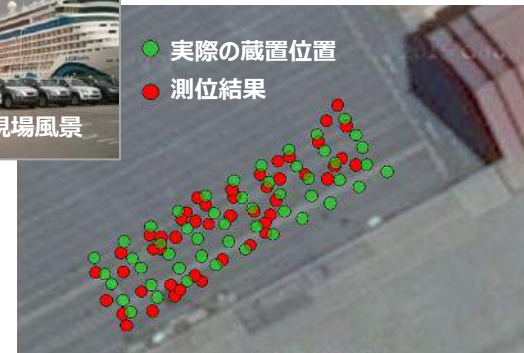
高精度測位デバイスによる実現場での測位結果 ⇒
(建物近くのハイルーフ車両を測位)



実際の車両蔵置位置 (緑点) に対して、大きな測位誤差発生

原因：

- ・貨物が大きな金属の塊 ⇒ 電波反射の影響
- ・様々な大きさの車両 ⇒ 天空が制限 (測位に利用できる衛星数が減少)
- ・建物や巨大船舶付近 ⇒ 衛星電波のマルチパスの影響



測位結果

現場環境によっては、GNSS測位と他の技術を組み合わせるなどの方法が必要

⇒ 現場環境・運用に即した無線測位技術や自律(慣性)航法技術、
ソフトウェアによる補正技術などを検証中

目次

1. はじめに
2. 完成車物流現場の見える化
 - <1> 完成車輸送トラッキング
 - <2> 完成車のインアウト管理
 - <3> 完成車の拠点内位置管理
3. おわりに

3. おわりに

本講演での技術検討紹介内容

- ✓ 完成車のキャリアカー輸送トラッキング
- ✓ RFIDによる完成車のインアウト管理
- ✓ 完成車の屋外拠点内位置管理

今後の展開

- ✓ 基礎技術検証 + 実現場での検証
- ✓ 動線管理や拠点内・拠点間の作業効率化
- ✓ レイアウト・オペレーション最適化

現場環境による技術課題を克服し実現場へ適用
得られた情報の分析・活用



ご清聴ありがとうございました

