

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11日

株式会社MTI 物流グループ

栗本 繁

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

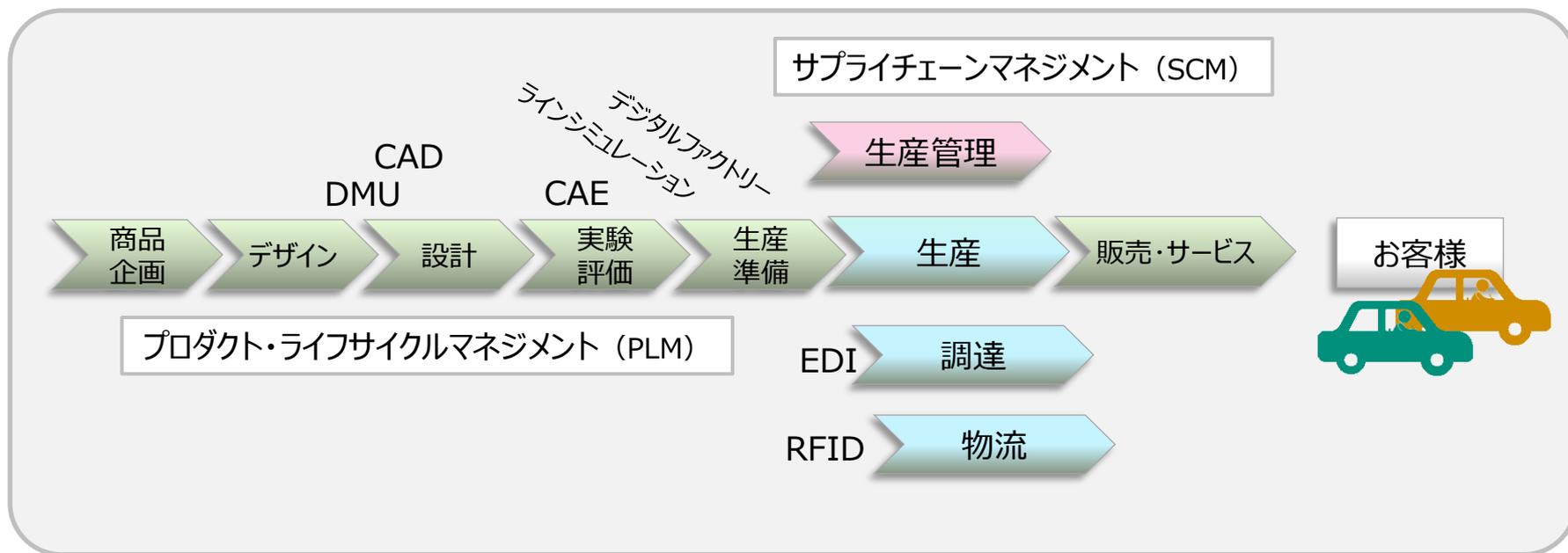
<3> 完成車の拠点内位置管理

3. おわりに

1. はじめに

<1> 自動車工業会の動き

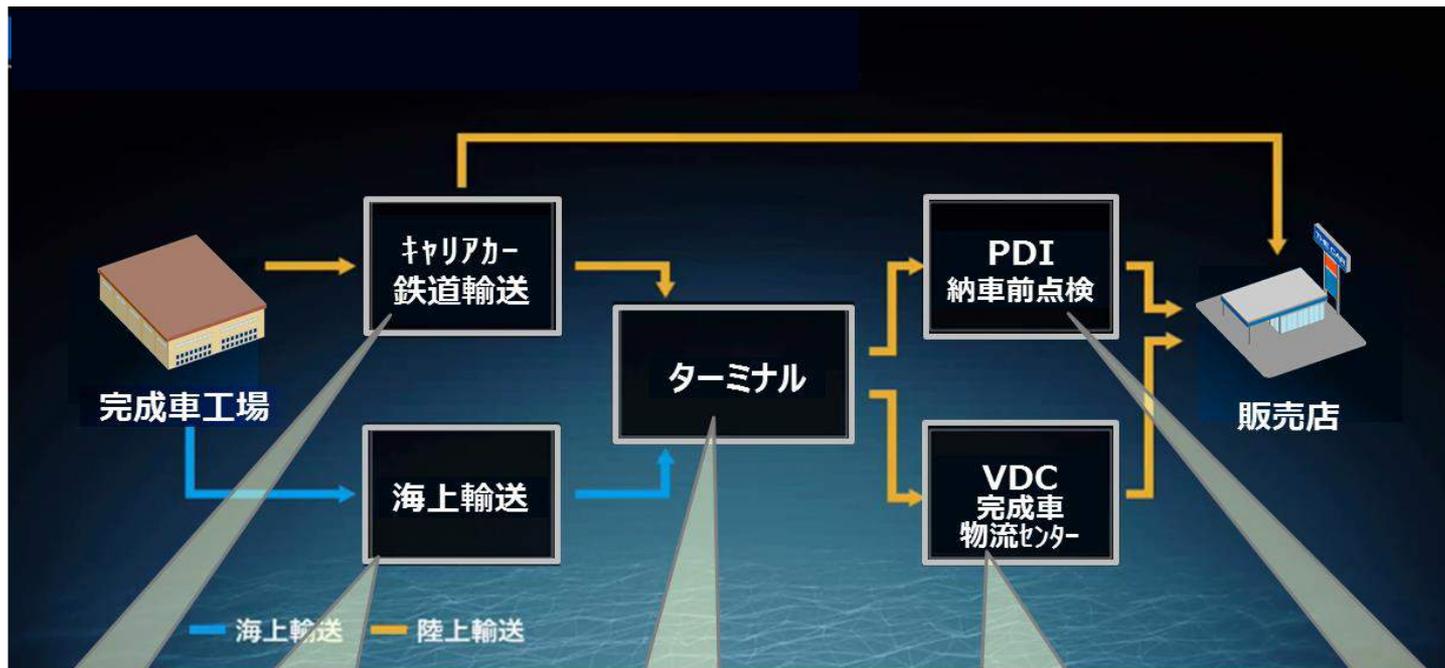
日本自動車工業会電子情報フォーラム2016資料より作成



※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



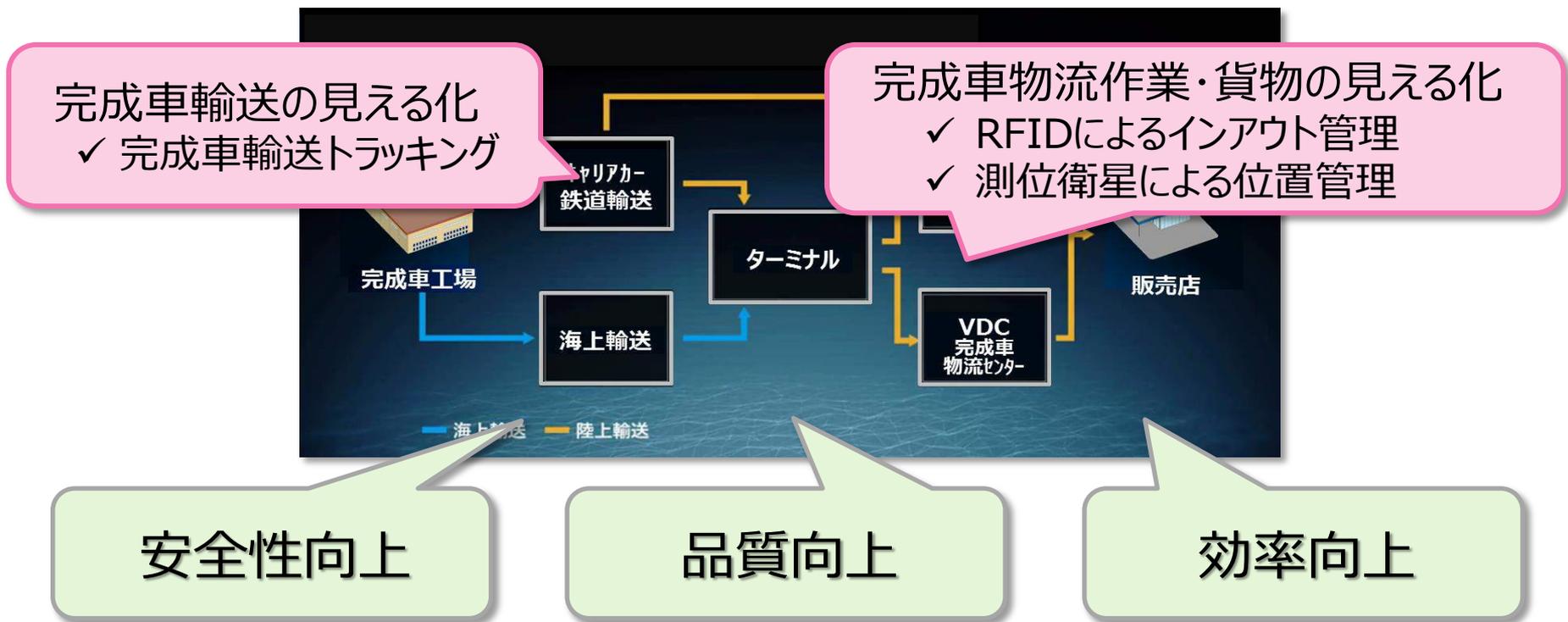
VDC
(Vehicle Distribution
Center)



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



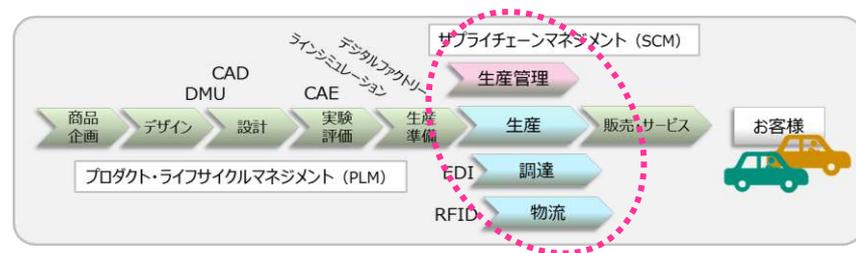
- ・顧客サプライチェーン管理の高度化への寄与
- ・物流作業の効率化
(車両蔵置・探索時間短縮、省人化)
- ・作業プロセス・ルーティング、
ヤード内目的別エリア配置などの最適化
- ・安全管理 (事故防止) ~ 作業品質管理



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



振動衝撃計



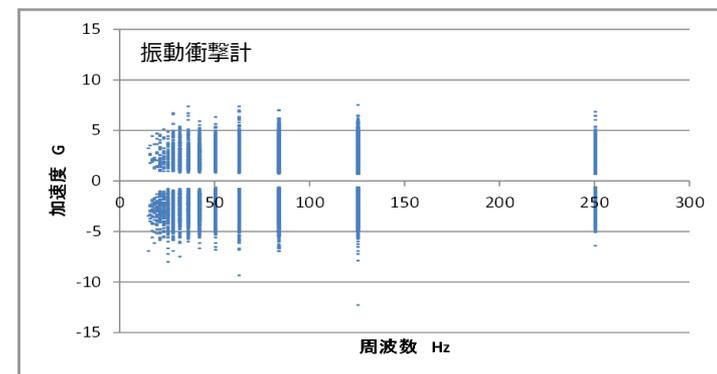
ドライブレコーダ



⇒ 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> 完成車輸送トラックング

✓ 技術検証・結果

テストスマートフォンを用いたトラックングトライアル

- ・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)

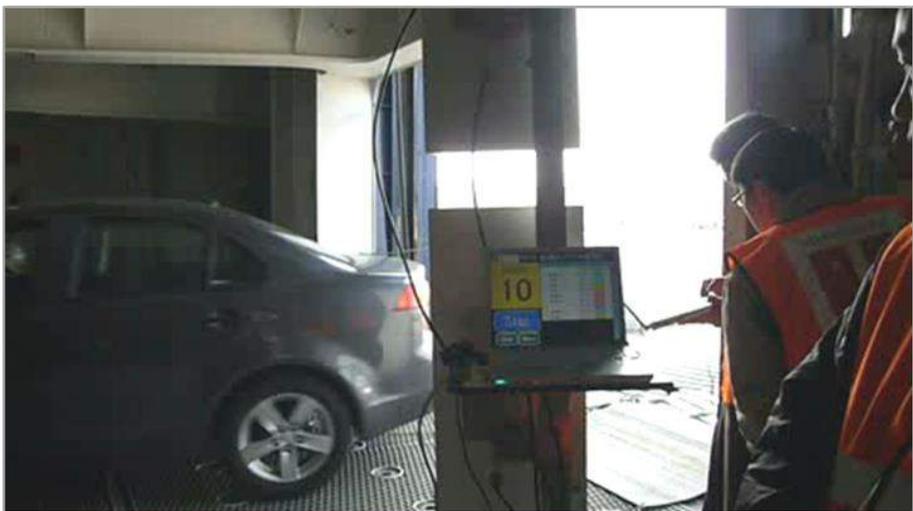
2. 完成車物流現場の見える化 <2> 完成車のイン・アウト管理



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



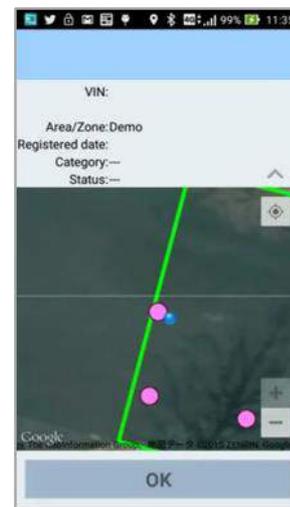
車両位置管理システム

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)

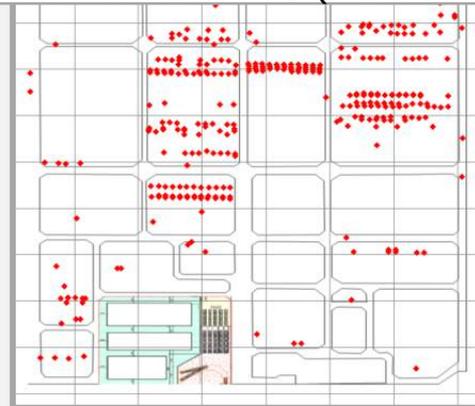
右上図のヤード内蔵置車両
約10,000台の中から、右下図の
ような不規則に蔵置された343台を
0.5営業日中に引抜する必要が
あった。

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)

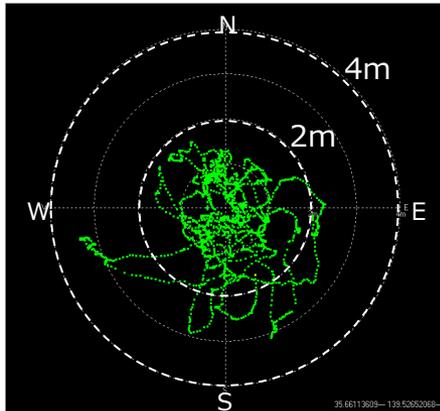


ピックアップ対象車両 (出荷分)

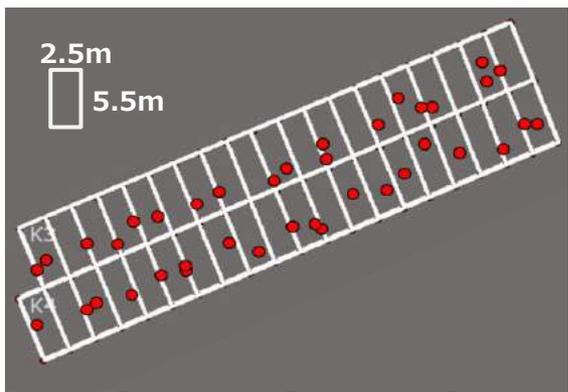


2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

✓ 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)

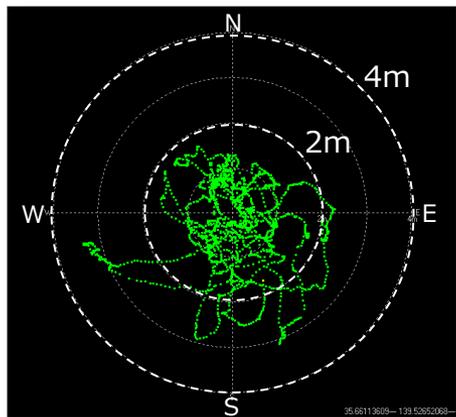
※UWB (Ultra Wide-Band) : 超広帯域無線

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

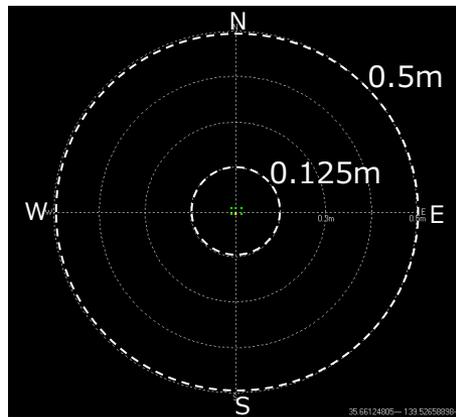
半径CEPの円の内側に全測位点の50%が含まれる (= 2drms)

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

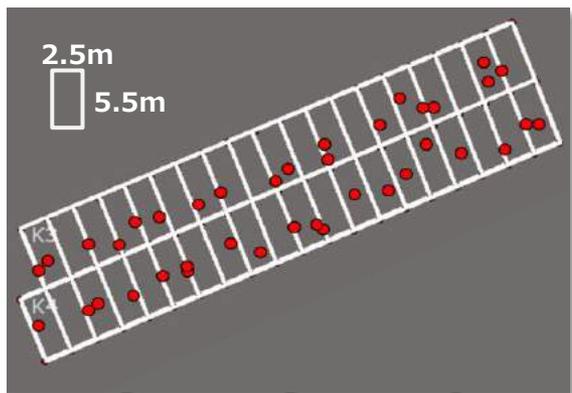
✓ 技術検証・結果（高精度測位(GNSS)デバイスによる完成車測位）



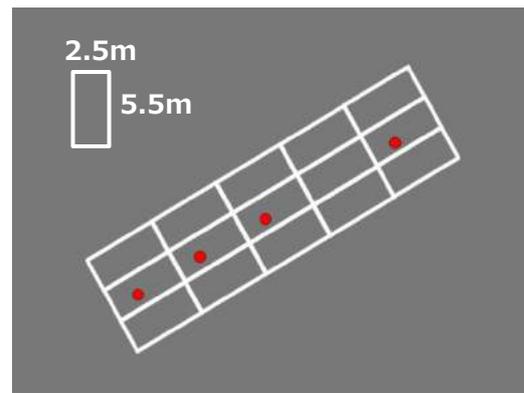
汎用GPSデバイス測位精度の例



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）

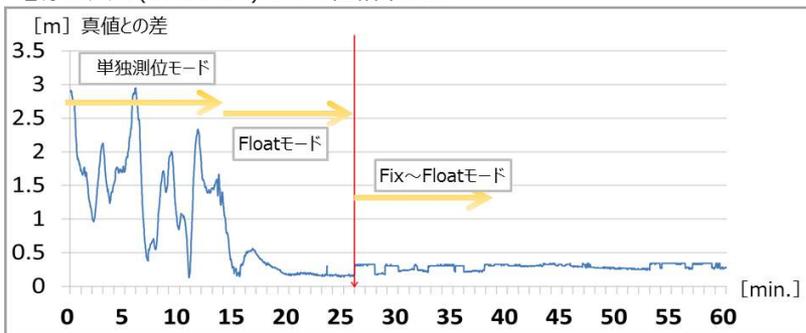
2. 完成車物流現場の見える化 <3> 完成車の拠点内位置管理

✓ 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

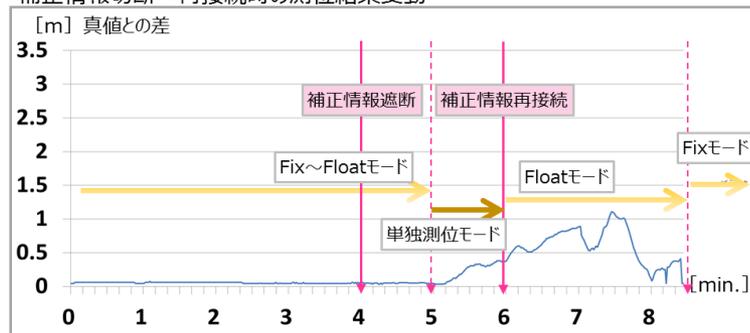
a. 電源投入直後

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



評価システム全景 (実験風景)

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

