

# 慣性センサと速度発電機を併用した 線路特徴点検出による列車長算出手法

信号・情報技術研究部 列車制御研究室

研究員 太田 佑貴



# 発表内容

1. 背景と目的
2. 特徴点検出による列車位置検知・  
列車長算出手法
3. 装置の試作・検証
4. システムの活用場面、まとめ

# 背景

## 近年の列車制御システム

車上の**列車位置検知結果**をもとに速度照査

- 例)
- 無線式列車制御(ATACS、CBTCなど)
  - デジタルATC
  - ATS-P

➡ 列車位置検知を、**地上および車上**で実施

現在の車上位置検知手法

速度発電機 + 地上子

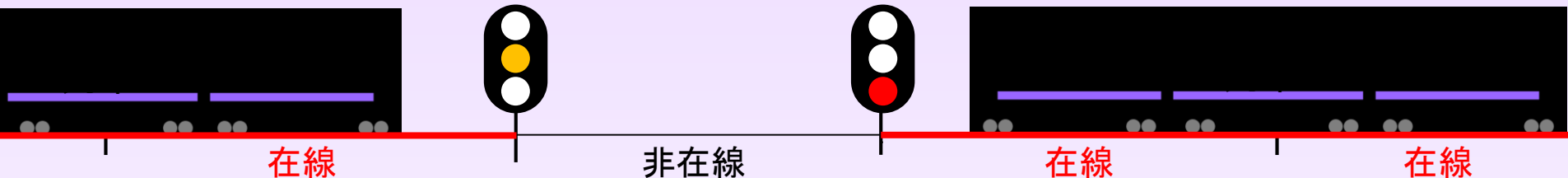
敷設・保守コスト低減のため、数を減らしたい

# 背景

## 無線式列車制御

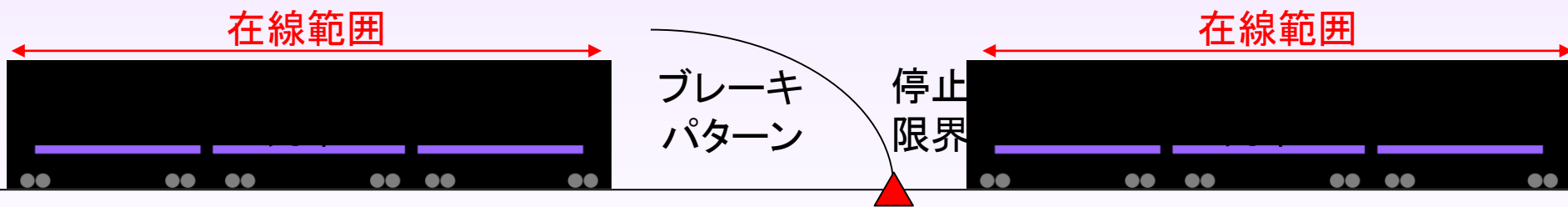
軌道回路を用いない列車間隔制御

軌道回路による閉そく: 短絡状態で在線判定



無線式列車制御: 各列車の在線範囲の特定が必要

進行方向  
→



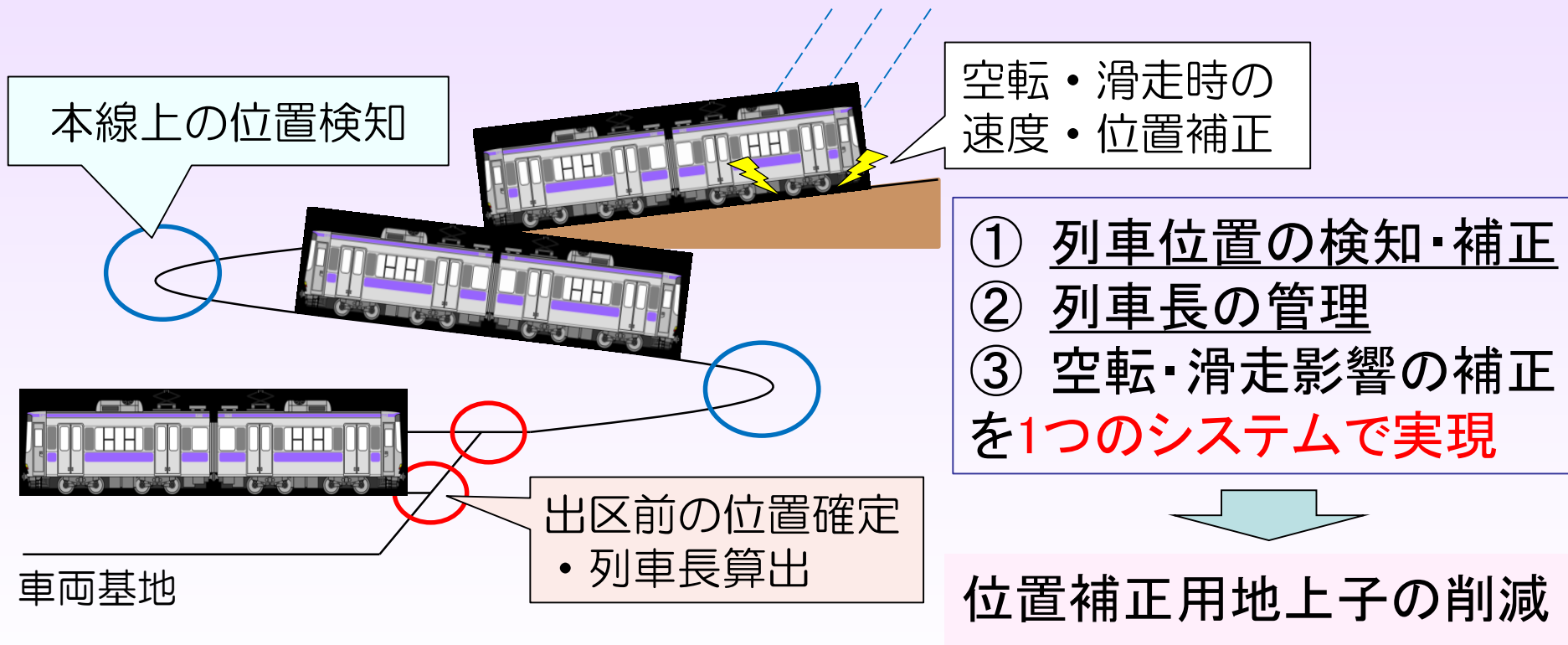
軌道回路を用いない場合は  
在線範囲(先頭位置+列車長)認識が必要

※GPS、TCN等による列車長設定は安全性確保が困難



# 提案手法の目的

列車位置と列車長の認識を車上完結で行う



本講演では、①と②について詳細を説明

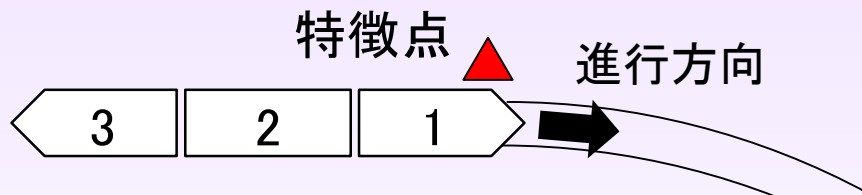


# 特徴点検出による列車位置検知

線路上の**特徴点**を列車が検知し、その点を**仮想的な地上子**とみなして、列車位置を検知・補正する

## 線路上の特徴点

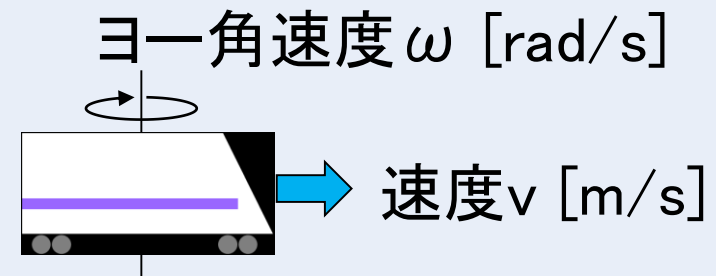
経路上の**曲線・分岐**など



- 曲線半径(曲率)
  - 曲線長
  - 出入口直線長
- を**データベースと照合**

→ 合致した点に位置を補正

## 曲線検知方法



$$\text{曲線半径} : r \text{ [m]} = v / \omega$$

**速度発電機**と**慣性センサ**を使用



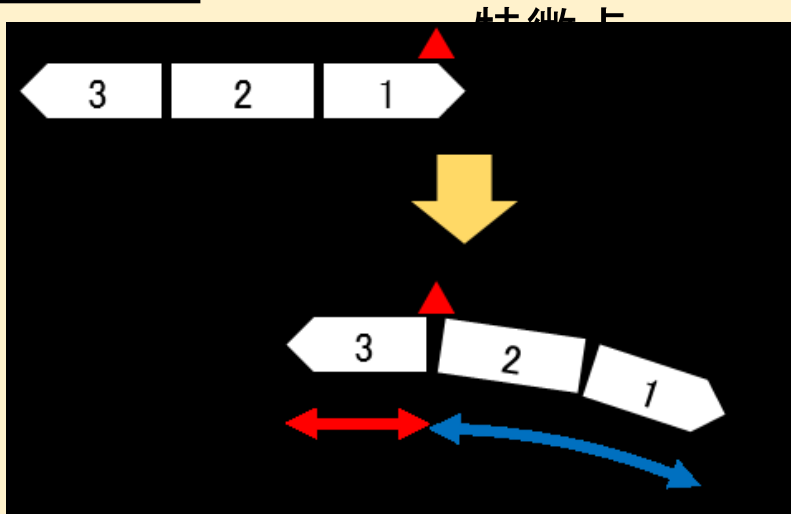
# 特徴点検出による列車長算出

線路上の**特徴点**を列車の前後車両が通過する間の**走行距離**から算出する

## 列車長算出方法

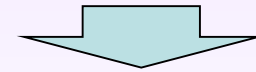
先頭車両の  
特徴点通過

後尾車両の  
特徴点通過



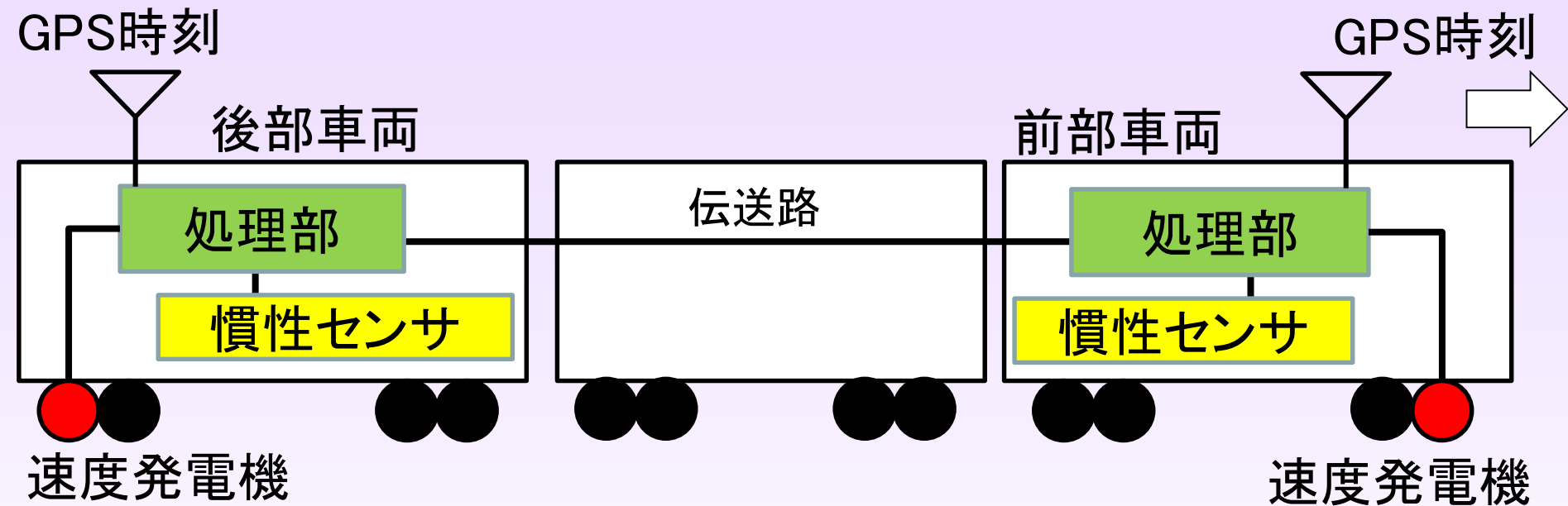
列車長 = 走行距離 + 後尾車両長

位置検知用のシステムを  
応用し、列車長を管理



前後車両に設置した  
・慣性センサ  
・速度発電機  
で、**地上設備を用いない**  
**位置・列車長管理**を実現

# 提案手法の機器構成



編成の両先頭車に処理部とセンサ類を設置  
前後それぞれの特徴点検出結果で列車長を算出

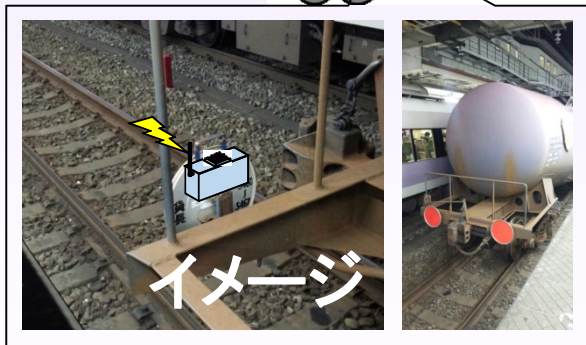
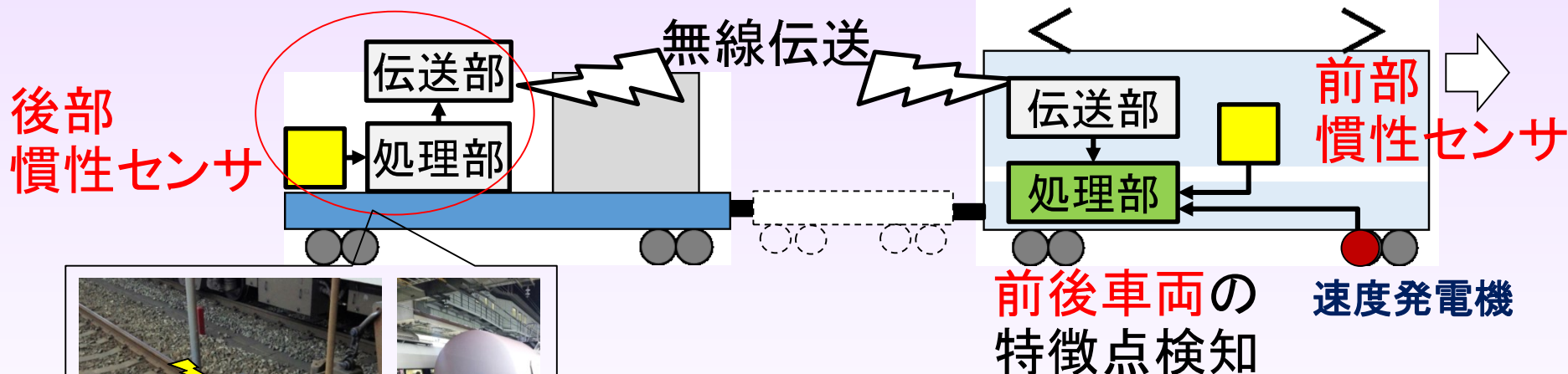


# 客車・貨物列車向けの機器構成

## 客車・貨物列車での後部での速度算出

- 速度発電機 : 車両とのインタフェースが必要
- GPS速度 : 真値の判断が困難
- ドップラー速度計 : 電源・スペース等の確保が困難

前部車両の速度を利用



- ・後部標識にセンサを併設
- ・前後車両間はGPS時刻でデータ同期

## 客車・貨物列車の後部車両の特徴

- ・引き通し線がない → 無線データ伝送
- ・電源がない → バッテリ駆動小型装置



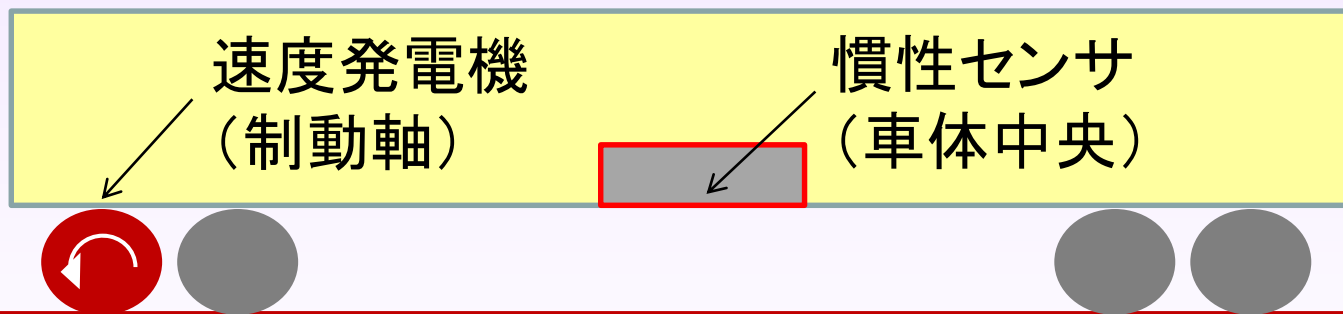
# 装置の試作・検証



フェールセーフ処理部  
(100ms定周期処理)



慣性センサ(丸印)

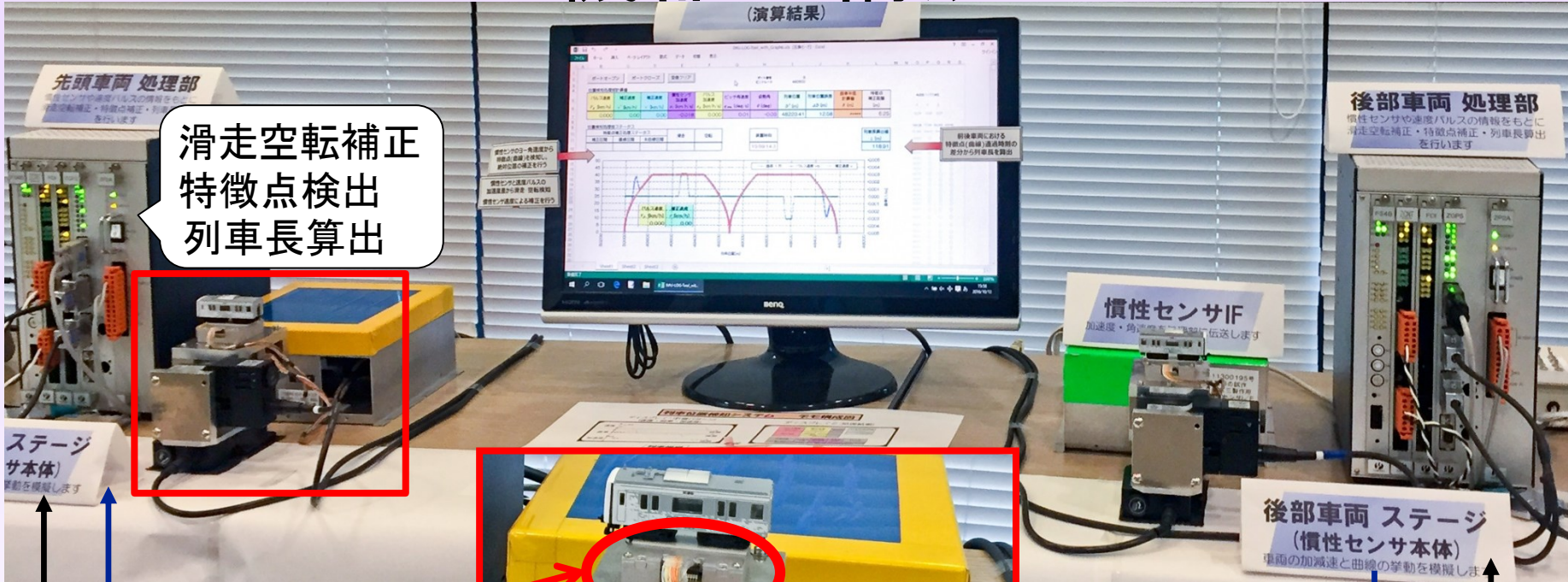


フェールセーフ処理部に位置検知・列車長算出機能  
を実装し、**現車試験にて機能確認を実施**

先頭側

# 機器の構成

後部側



滑走空転補正  
特徴点検出  
列車長算出

滑走・空転による速度低下  
検出・検出後、速度補正  
制御の補正を行う

前後車両における  
特徴点(乗降・通過時刻)  
差分から列車長を算出

ステージ  
サ本体)  
制御を模擬します

慣性センサIF  
加速度・角速度・角回転  
伝送します

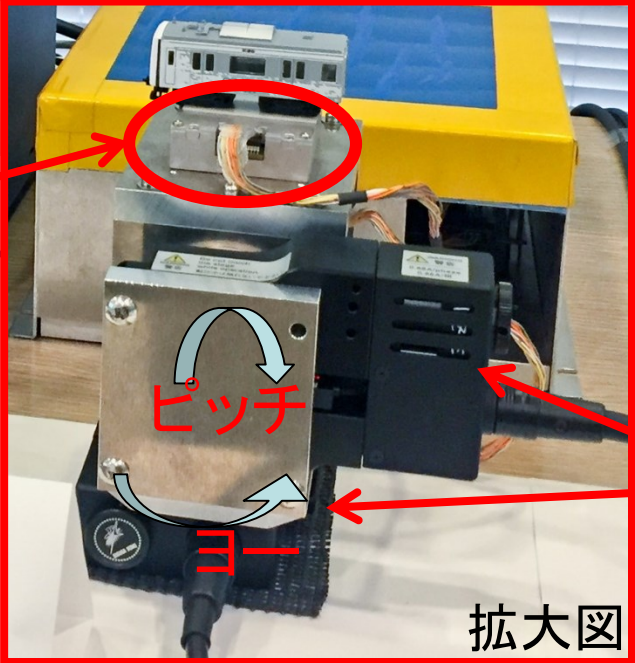
後部車両 処理部  
慣性センサや速度パルスの情報をともに  
滑走空転補正・特徴点補正・列車長算出  
を行います

後部車両 ステージ  
(慣性センサ本体)  
車両の加減速と曲線の挙動を模擬します

速度  
パルス

慣性センサ  
後部車両での  
検知結果

速度パルス



回転ステージ

拡大図



# 現車試験の線区概要

| 走行線区            |    | 特徴点  |
|-----------------|----|--|
| A線区<br>(約130km) | 往路 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・53 か所(半径362～1193m)</li> <li>・分岐部4か所</li> </ul> |
|                 | 復路 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・54 か所(半径275～1149m)</li> <li>・分岐部1か所</li> </ul> |
| B線区<br>(約120km) | 往路 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・29 か所(半径346～1200m)</li> <li>・分岐部8か所</li> </ul> |
|                 | 復路 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・30 か所(半径310～1250m)</li> <li>・分岐部5か所</li> </ul> |
| C線区<br>(約50km)  | 往路 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・17 か所(半径368～1115m)</li> <li>・分岐部5か所</li> </ul> |
|                 | 復路 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・16 か所(半径350～982m)</li> <li>・分岐部2か所</li> </ul>  |

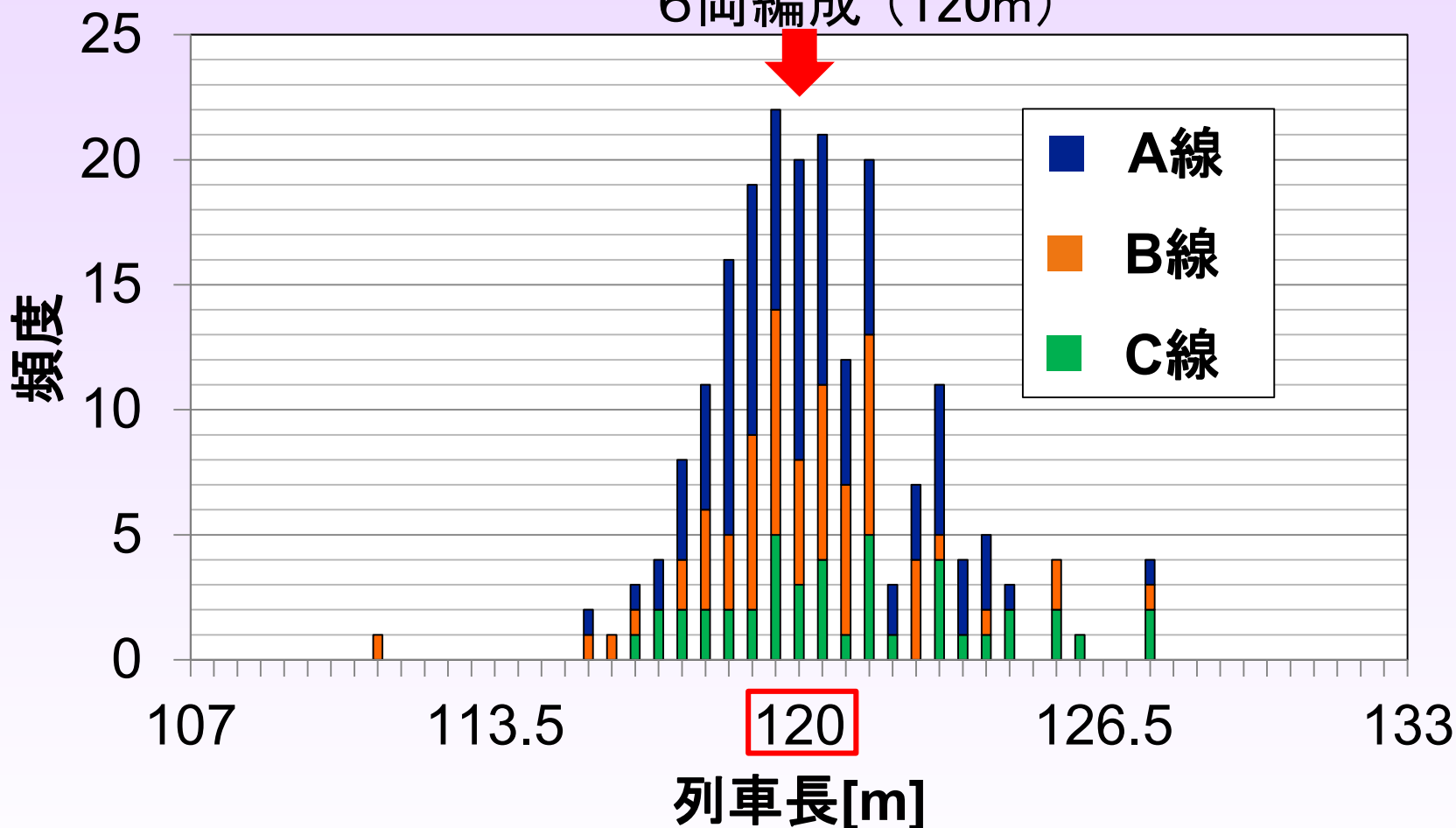
線路特徴点は  
約3～4km間隔

地上子の情報を得ることなく、位置検知と列車長算出を実施し、  
全特徴点で列車位置補正と列車長算出が行えた



# 列車長算出結果

6両編成 (120m)



平均 120.1 m、範囲 110.8 m ~ 127.5 m (総数202地点)

想定誤差 (約 ±13m) 以内



列車在線範囲の管理が可能



# システムの活用場面

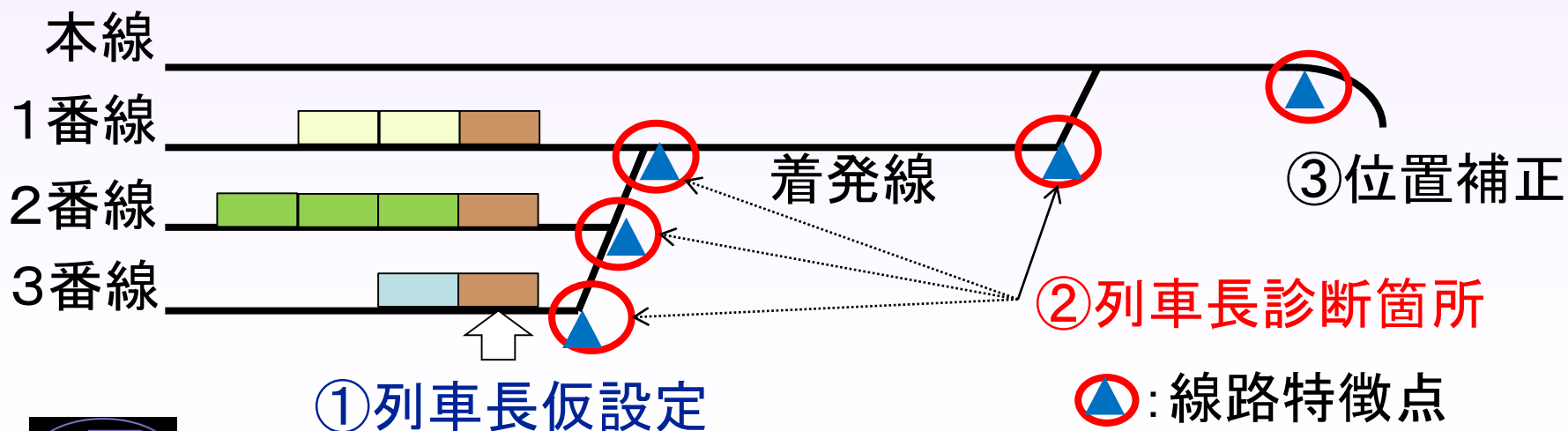
## 列車長管理

本線進出までの線路特徴点(分岐器・曲線)で列車長算出  
仮設定した列車長に対して、診断後に列車長を確定

列車長仮設定手段: 取扱者、GPS、TCN等

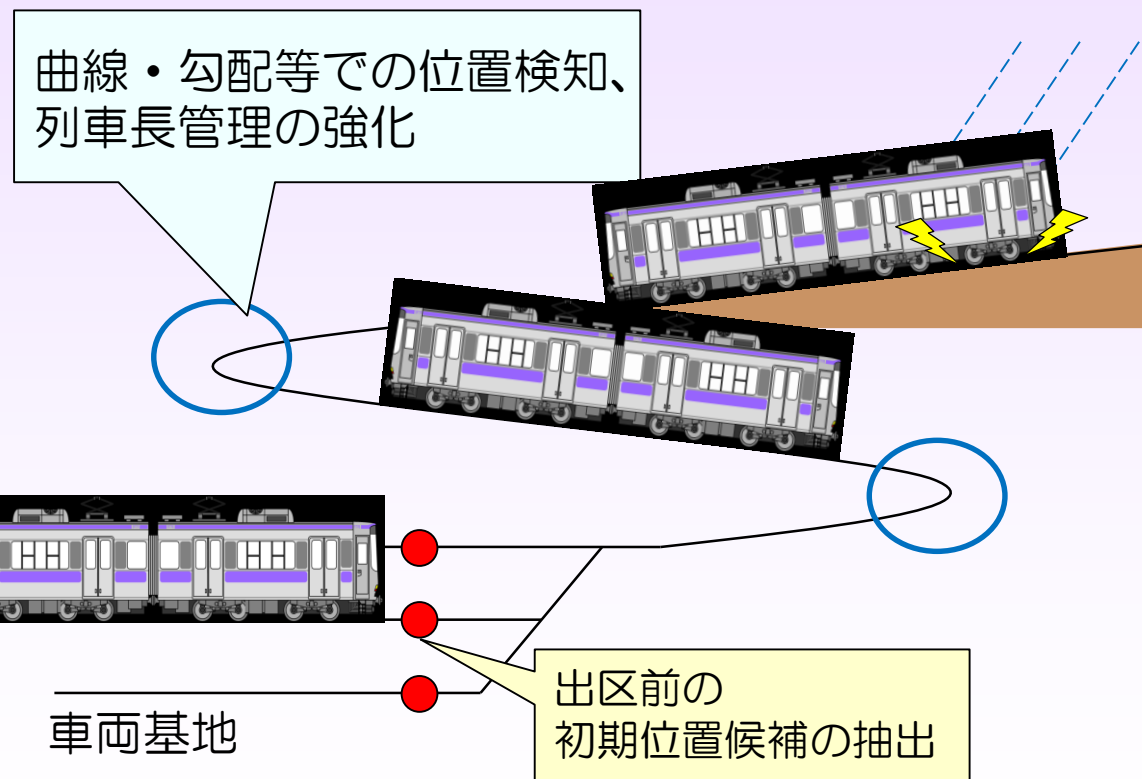
## 列車位置検知

本線進出までに特徴点で位置確定し、本線上でも適宜補正



# 今後の取り組み

現在、地上設備を用いない車上位置検知を実現するため、初期位置検知、故障後の再位置検知、列車分離検知手法を検討中



- ① 列車位置の検知・補正
- ② 列車長の管理
- ③ 空転・滑走影響の補正
- +
- ④ 初期位置候補の抽出
- ⑤ 位置検知、列車長管理の強化



# まとめ

慣性センサと速度発電機を併用した、  
車上での在線範囲(先頭位置+列車長)認識手法を提案

- 地上設備を用いない**車上完結型**
- **特徴点(曲線・分岐等)検出**により、経路上の**列車位置**を検知
- 前後車両の特徴点通過をもとに**列車長**を算出
- 現車試験により、**列車長が想定誤差(約±13m)内**で**算出**できることを確認



無線式列車制御システム等での軌道回路を用いない  
**車上位置検知**に活用し、更なる**地上設備削減**を図る