

GPSを利用した保安システムの実用化 へ向けて



独立行政法人 交通安全環境研究所

工藤 希

研究の背景

鉄道の保安システム

- 地上設備を主体とした列車位置検知、情報伝送、進路制御
- 設置・維持コストが高い

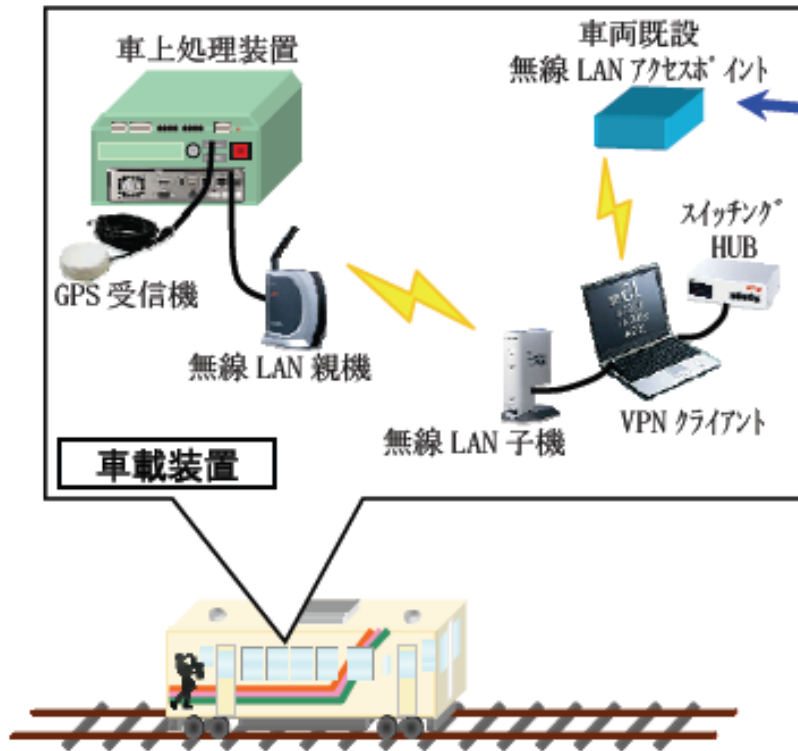


本研究では...

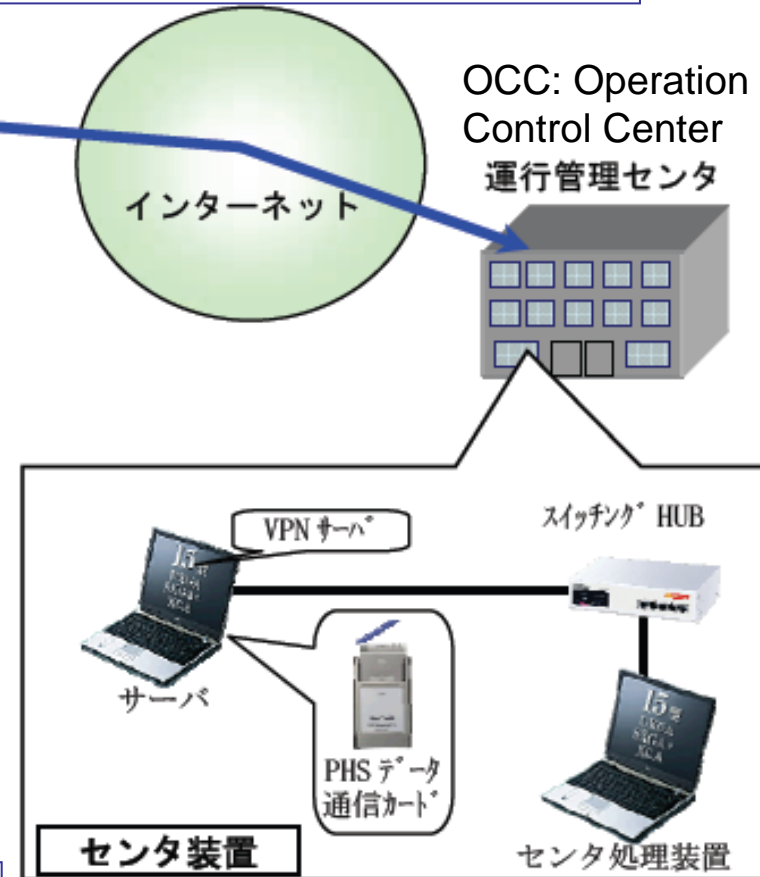
安価なシステムとして、人工衛星等を用いた測位による列車位置検知、汎用無線による情報伝送、進路制御等を行う鉄道用保安システムの開発

システム構成

(a) GPSにより車両位置を検知



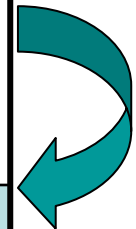
(b) 汎用無線により車両位置を送信



(c) 汎用無線により車両位置を受信、地上装置、車両等の制御

(a) GPSにより車両位置を検知

	手法	検知
従来	軌道回路等	設置位置毎に断続的な位置検知
提案システム	GPS等	連続位置検知

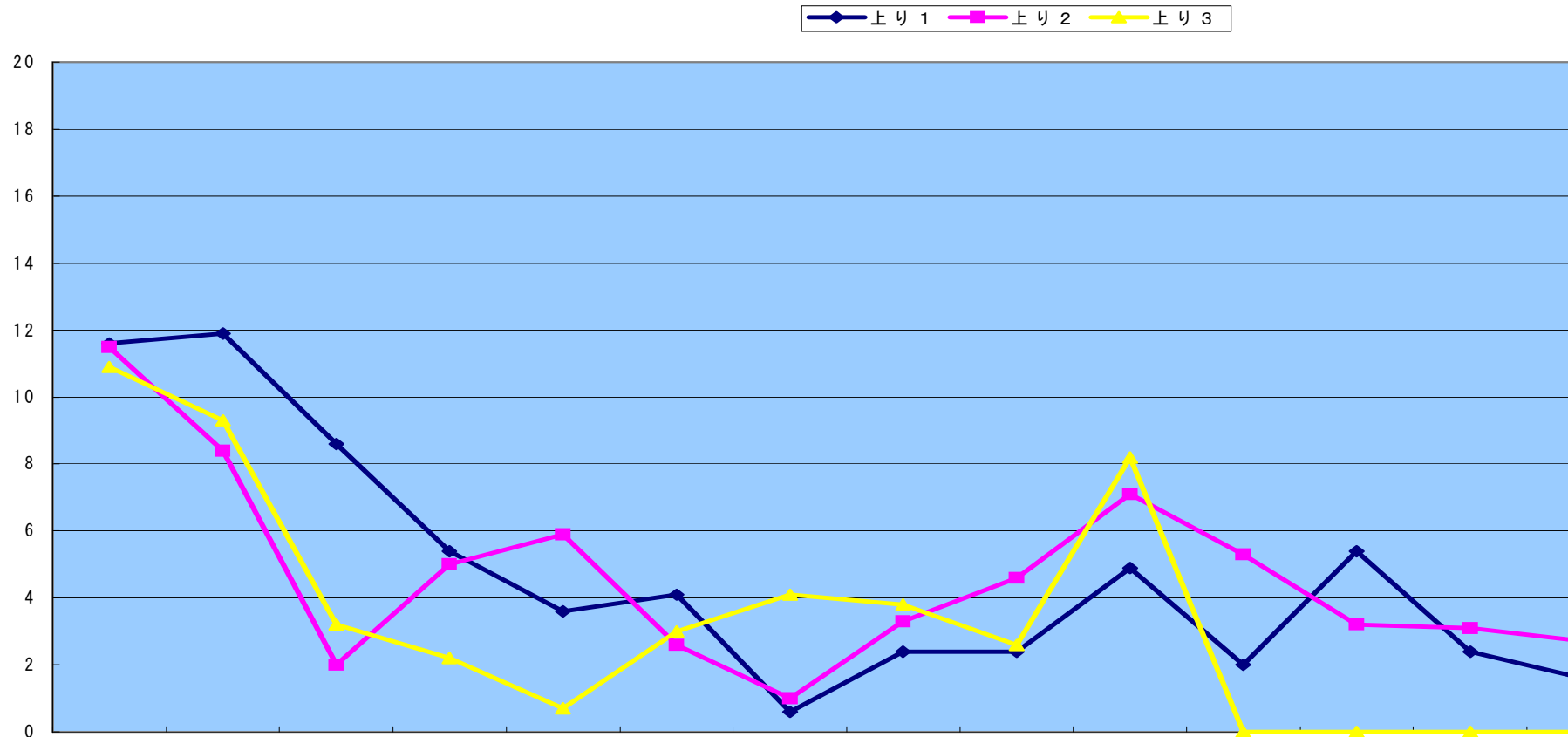


安全性の向上

GPSを用いた列車上での位置検知

- 遮蔽物が無ければ基本的に位置情報を取得可能
- マルチパス(反射波を受け取ってしまうこと)や衛星の配置による位置検知精度のばらつきが存在
- 速度発電機と組み合わせで利用することでばらつきの補正を行う

GPS取得データ例



GPS単独の平均補正距離
(地図上の直近の線路との距離)



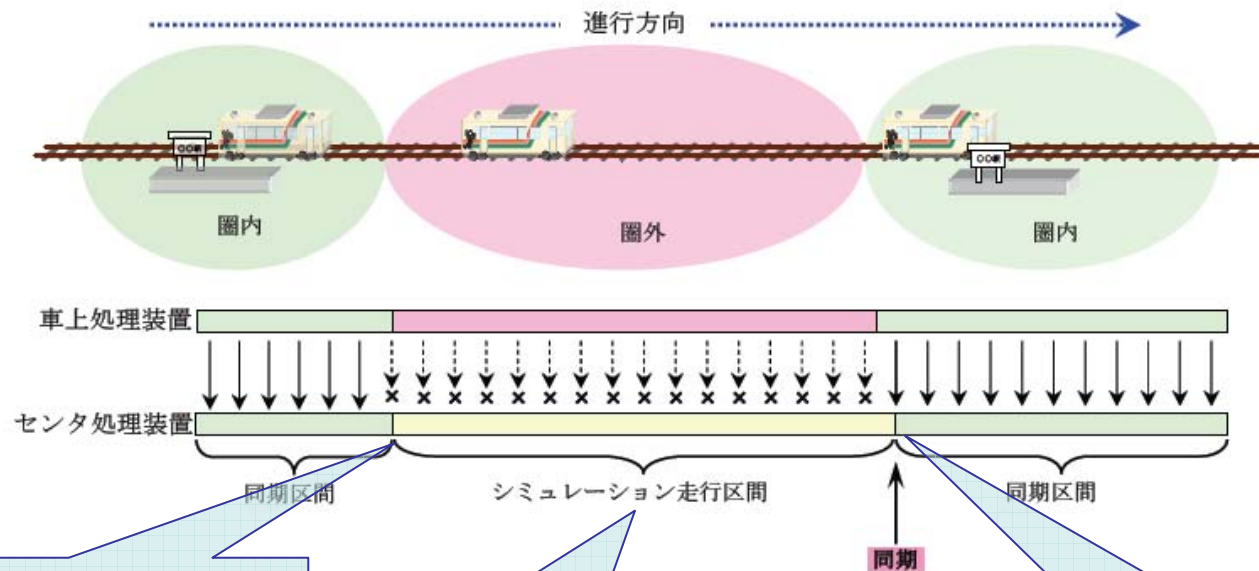
(b) 汎用無線により車両位置を送信

汎用無線を用いた車上—地上間の双方向通信

- PHSと無線LANによる移動車両—OCC間の通信の確立
- 通信事業者の基地局の設置場所により通信不能区間が存在
- ベストエフォートのため、通信に信頼性が無い

(b)-1 GPS位置検知不能時のソフトウェア補完

OCCにおいて、車両からの位置情報が取得できなかった場合に、車両の位置をソフトウェアで補完する



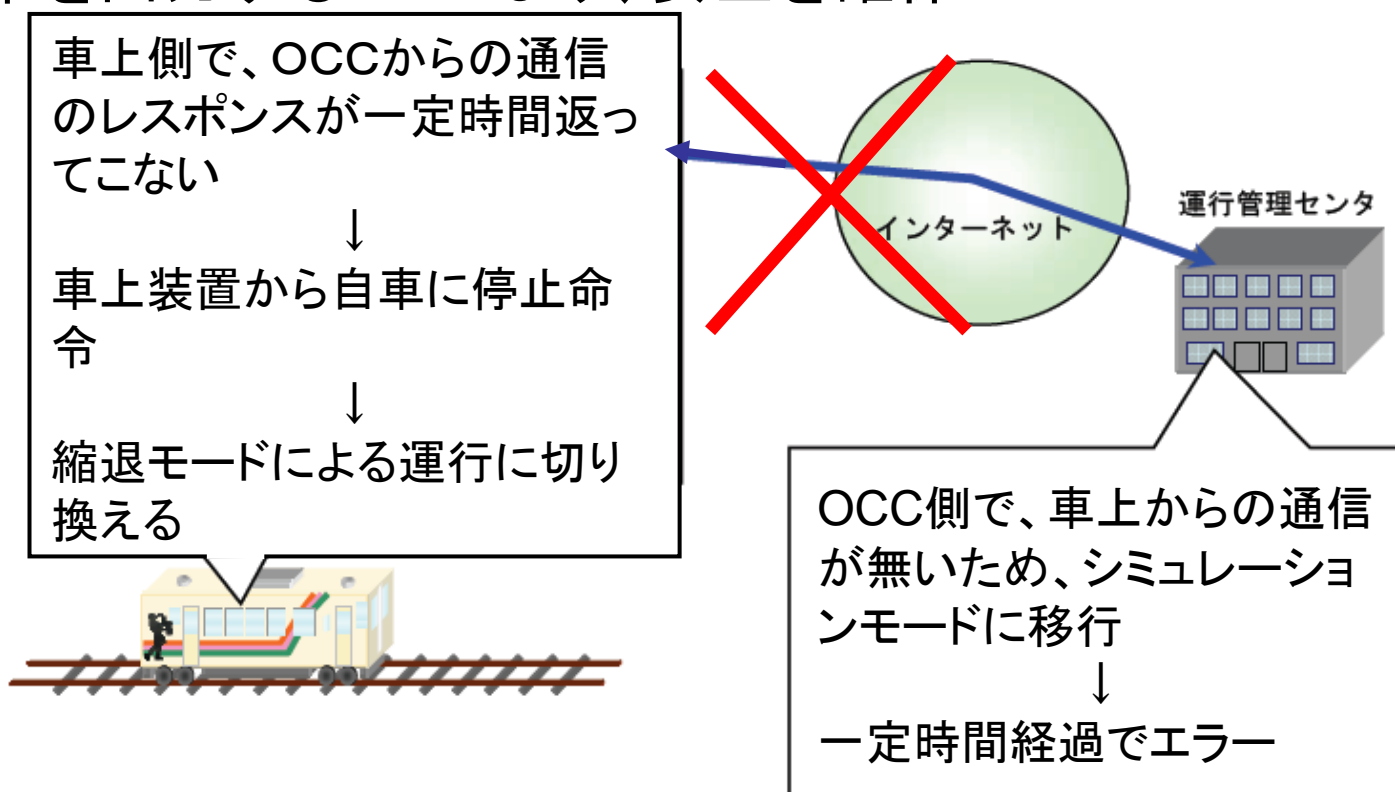
1) 車上処理装置との情報伝送を監視し、車両位置情報を受信できなくなった場合は、シミュレーションモードに移行

2) 経過時間と内部で保持している基準運転曲線から車両位置をシミュレーション表示

3) 車上処理装置から再度受信できた場合、その情報に基づき車両位置を補正

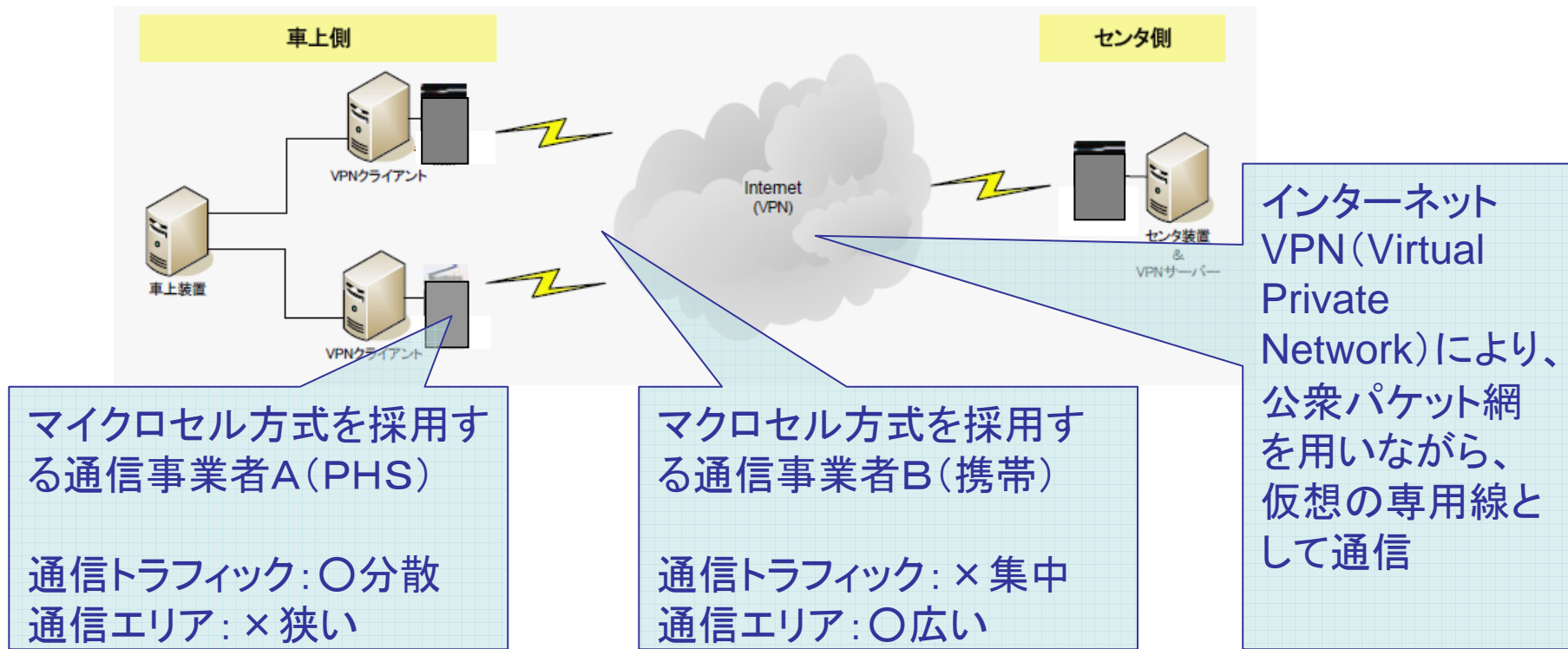
(b)-1 ソフトウェア補完による安全性確保法

シミュレーションモード中(通信途絶中)に障害が起こった場合を考え、ある程度の時間内で再受信できない場合は、車両側で停止指令を出力することにより、安全を確保



(b)-2 汎用無線通信の二重化

回線障害対策として、通信経路を多重化
方式の異なる2つの事業者を切り換えて利用する



(b)-3 汎用無線による車両位置の通信試験



試験車両



GPS受信機

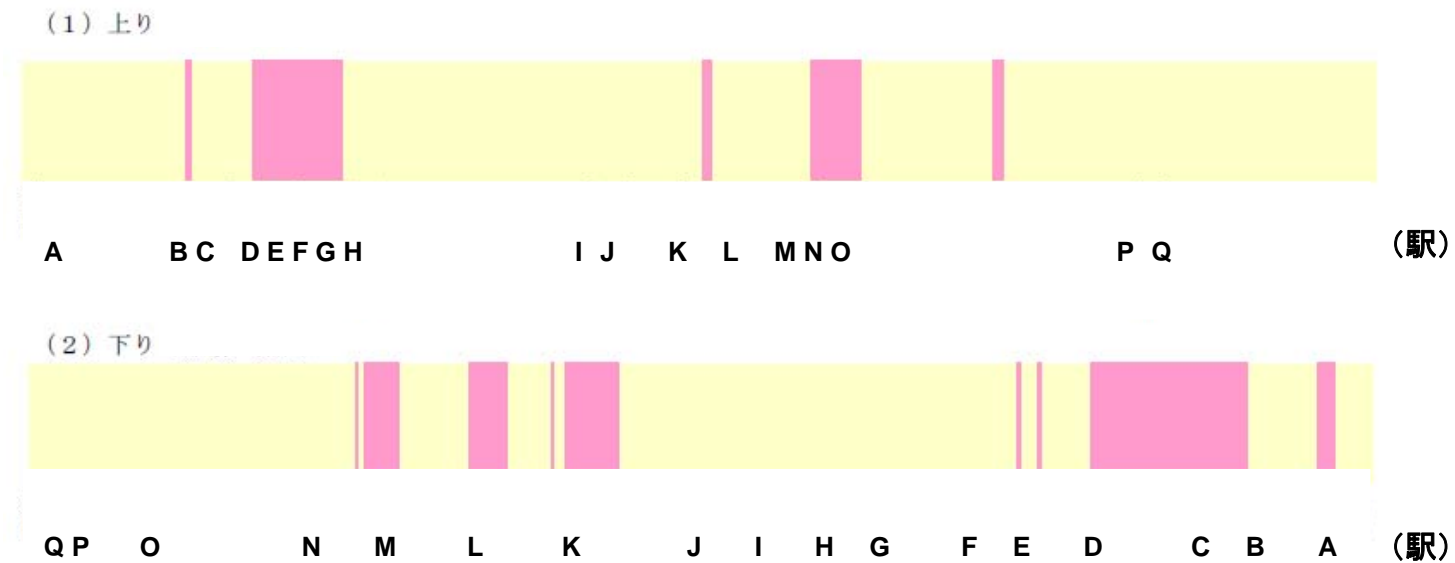


実験用運行管理センタ



実験用車上装置

(b)-3 試験結果(1)



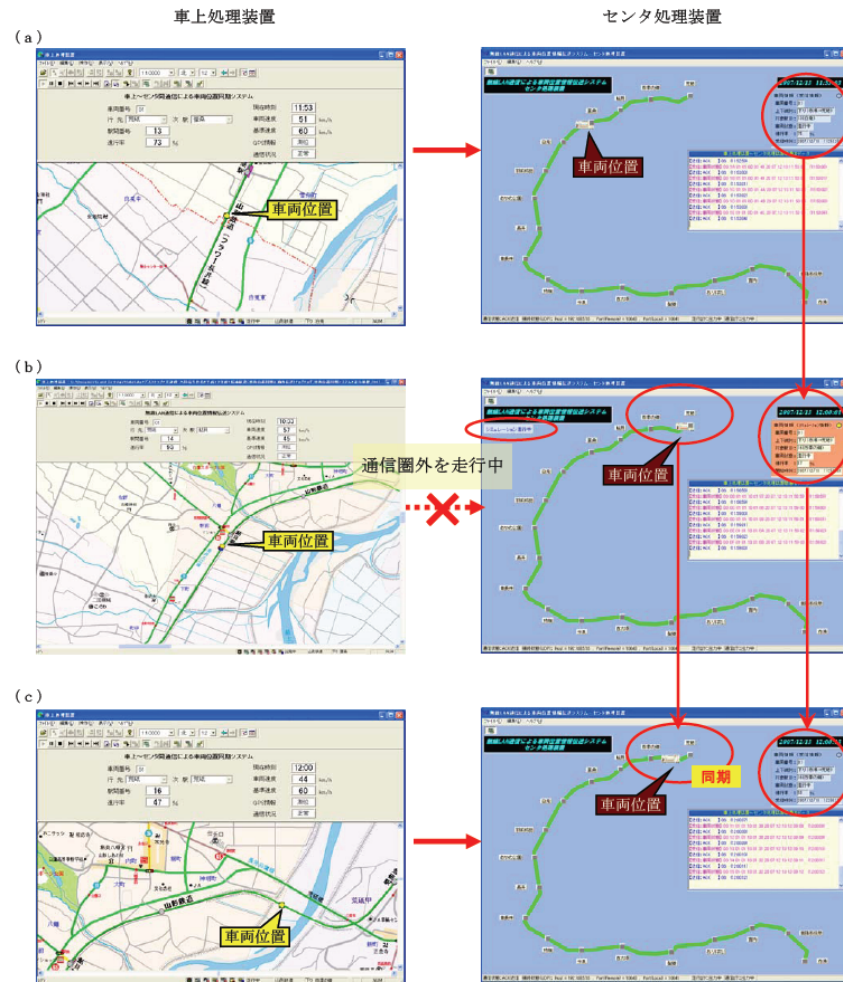
マイクロセル方式の通信 単系による通信結果

通信を単系で実験した場合、通信不可区間が存在する
(図中、桃色箇所)

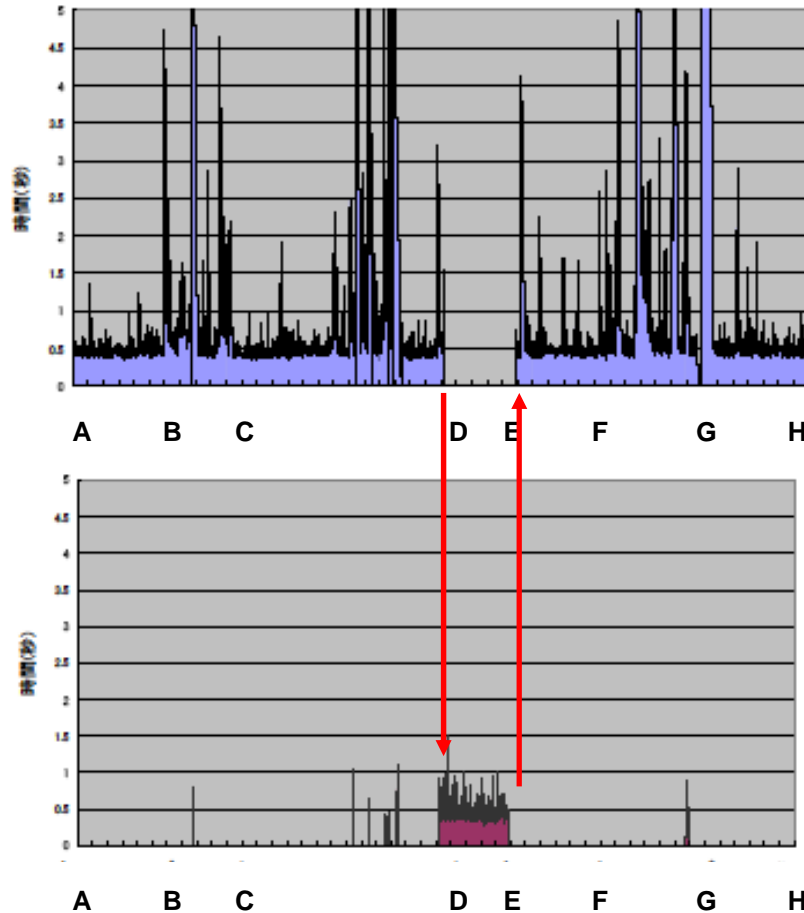
(b)-3 試験結果(2)

(1)GPS位置検知不能時のソフトウェア補完

- 車両からの位置情報が取得できなかった場合に、車両の位置をソフトウェアで補完
- 通信が回復すると、車両位置を更新し、通常モードに復帰



(b)-3 試験結果(3)



通信伝達時間

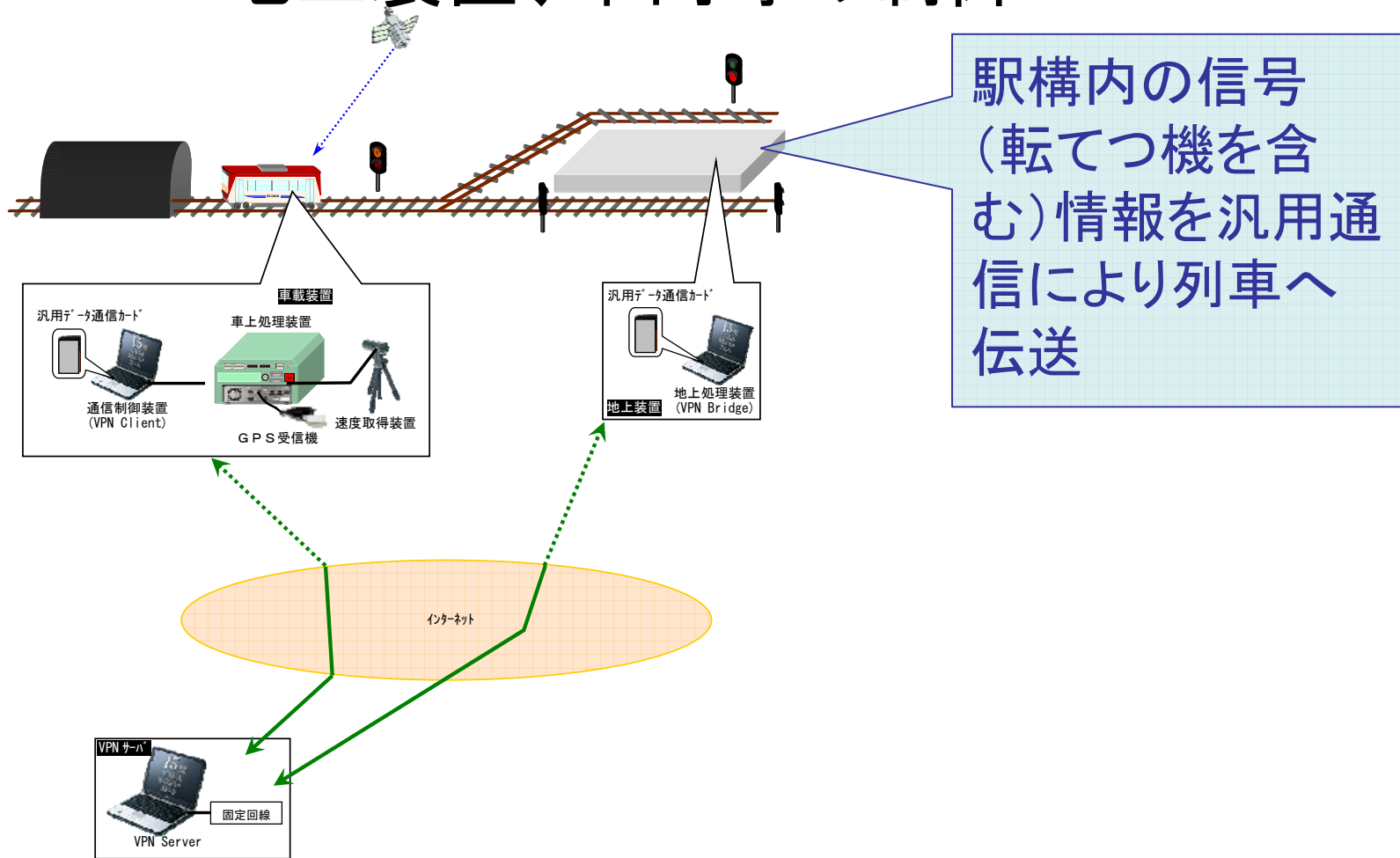
(2) 汎用無線通信の二重化

1系で通信が確立できなかった場合、2系に切り換えて通信を行う

1系が復活した場合、2系から1系に切り換え直すことを確認

地上-車上間の通信途絶することなく行われた

(c) 汎用無線により車両位置を受信、 地上装置、車両等の制御

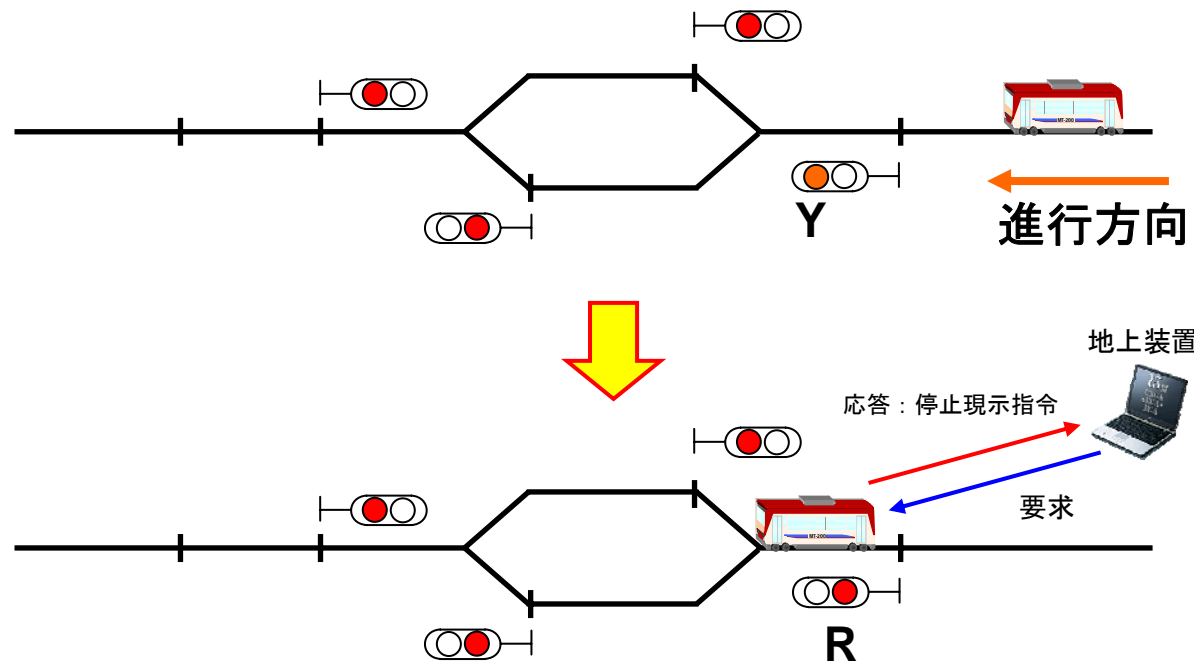


(c) 汎用無線により車両位置を受信、
地上装置、車両等の制御
車両－地上装置間の双方向通信による地上装
置、車両等の制御

- －各地上装置(信号機、転てつ機等)に対し、それぞれ双方向通信を行う
- －フェールセーフ性の確認
 - 通信途絶時
 - 車両での位置検知不能時

(c)-1 信号制御確認試験

- 車上装置において、車両が信号現示に従い走行し、当該信号機を通過したことを確認した後は、当該信号機の現示を停止現示(赤)に変更する指令を地上装置へ伝送する
- この機能を応用することにより、閉そくが確保された後方の信号機に対しては、進行現示へ制御指令を伝送することも可能となる



(c)-1 試験結果

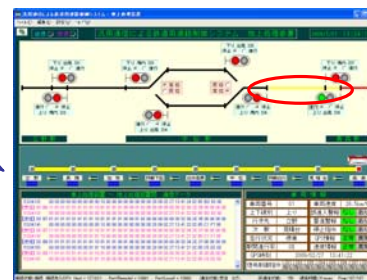
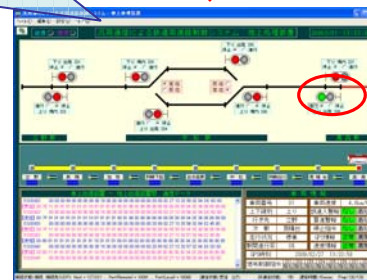
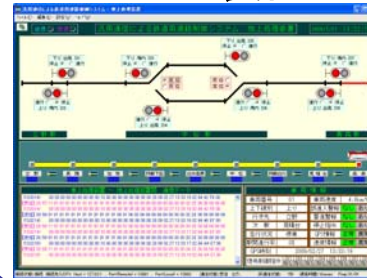
地上装置

車上装置

信号（転てつ機を含む）情報を汎用通信により列車へ伝送

出発信号機の進行現示を取得し進路表示

進路情報を地上装置に伝送



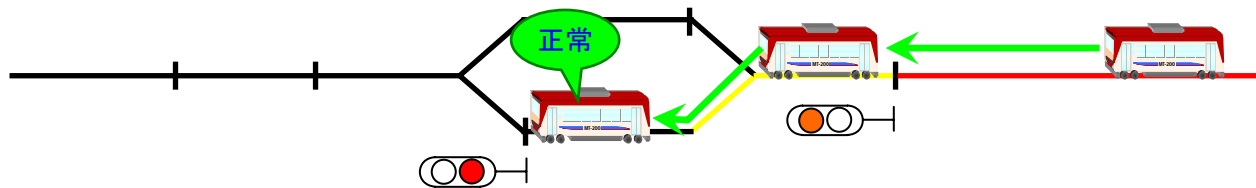
(c)-2 フェールセーフ確認試験(1)

(1) 通信異常による場合

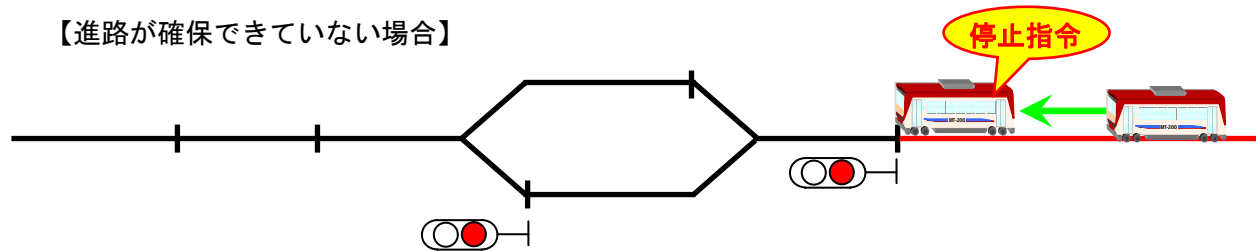
通信異常前に確保されている進路まで進行可

地上装置においては、通信異常となる直前の車両位置や駅間の所要時間等の情報から車両の通過予定時刻を算出し、その時刻の経過後に停止現示を行う。

【進路が確保できている場合】



【進路が確保できていない場合】

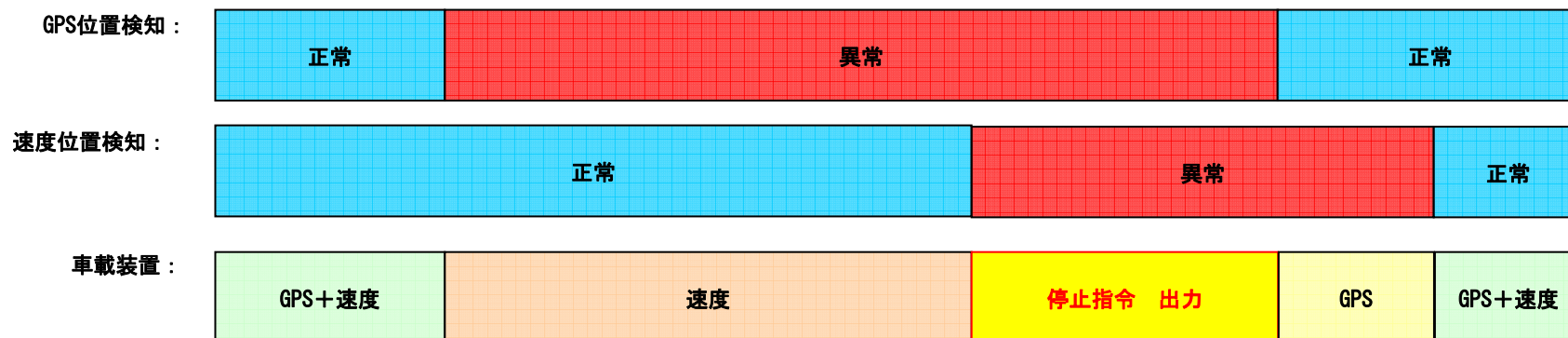


(c)-2 フェールセーフ確認試験(2)

(2)位置検知異常による場合

GPSの位置が特定できず…即座に他系の速度情報からの位置検知に切替え

速度情報からの位置検知も自車両位置が特定できず…車両に対して停止指令を出力するとともに、地上装置に対して通知する。



まとめと今後の展開

(a) GPSにより車両位置を検知

- 遮蔽物が無ければ基本的に位置情報を取得可能
- 精度のばらつきは速度発電機と組み合わせで利用することで対処

(b) 汎用無線により車両位置を送信

- PHSと無線LANによる移動車両—OCC間の通信
- 複数通信事業者による二重系や、通信の途絶時のソフトウェア補完方法の確立

(c) 汎用無線により車両位置を受信、地上装置、車両等の制御

- 地上装置(信号機、転てつ機等)—車両装置間の双方向通信
- 通信の途絶時→確保した進路内走行可能
- 位置検知不能時→二重系とし、二系共検知不能な場合は車両に対し停止命令

(d) 本システムとプローブ車両との組合せによる高度化

- 軌道、信号回路の常時診断を行いながらの信号制御
- 地方鉄道用信号制御・保安併用システムへの展開