

橋本 諭\*  
 阿達竹司\*  
 山口武志\*\*

# GPS応用列車在線表示システム

*Applied GPS for Train Information System*

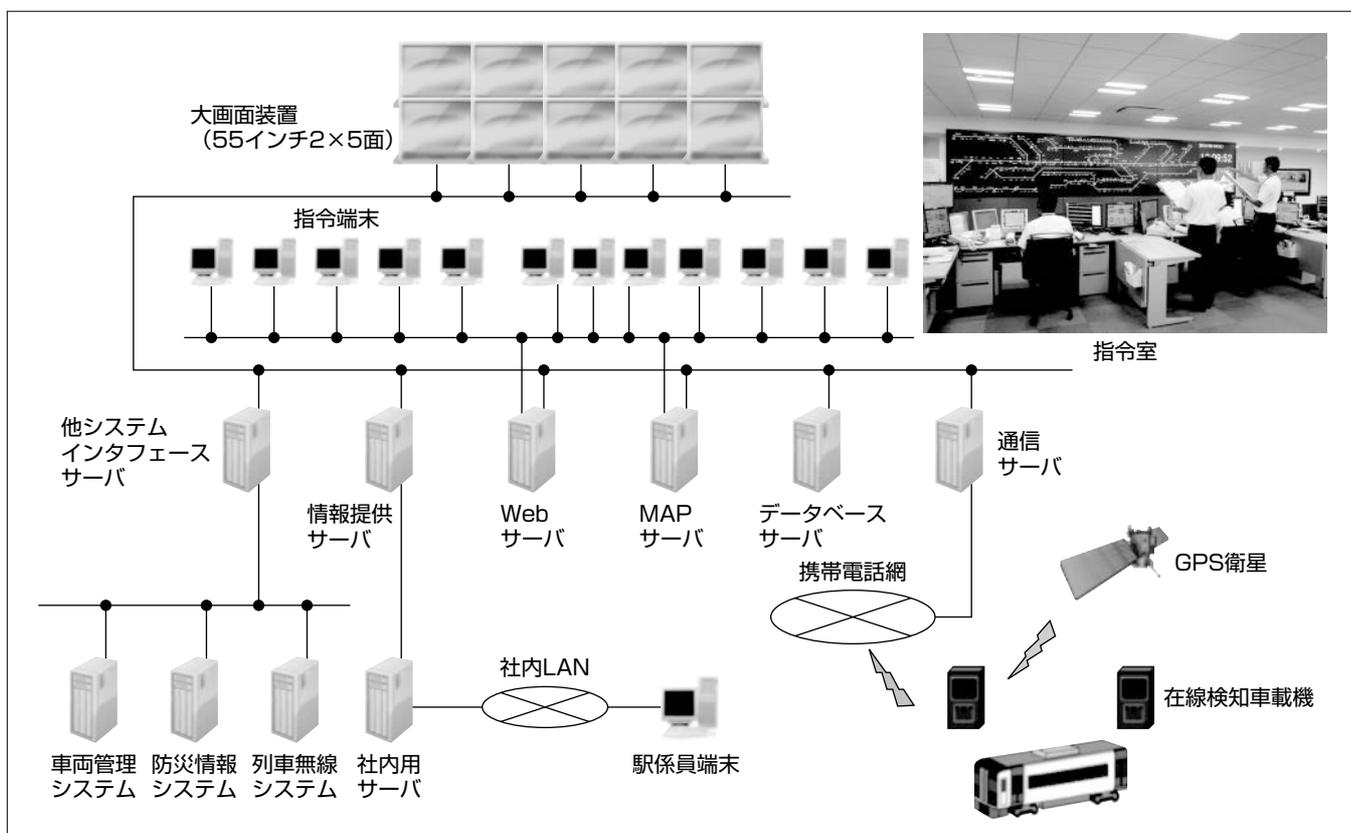
*Satoshi Hashimoto, Takeshi Adachi, Takeshi Yamaguchi*

## 要 旨

列車の位置を把握し管理する列車運行管理システムは、沿線に設置される軌道回路で列車位置を検知し、CTC (Centralized Traffic Control) システムと呼ばれる伝送装置によって指令所に情報を伝達して一括管理する方式がとられている。この方式では、全線に伝送網を敷設する必要がある。また、運行状況の改善等によって軌道回路構成の変更を行った際に改修が必要になるなど、インフラ設備の設置、維持管理に多大なコストが必要となる。そのため、その代替手段として列車無線を使って指令員が運転士と連絡をとり列車位置を把握するといった手段がとられる場合もあるが、両者への負荷が増大するという問題がある。このような鉄道事業者での列車運行状況の把握、管理を効率

化するため、車両に搭載したGPS(Global Positioning System) 測位機能を持つ在線検知車載機からの情報を携帯電話網を使用して指令所に集約し、列車の位置を把握、表示するシステムを開発した。

GPSを使用した場合、トンネルや地下駅などGPS測位が不可能な区間での位置把握という課題が残る。この課題を解決するため、車両に搭載する在線検知車載機に、車両の速度発電機を基にした走行距離算出機能と、GPS測位不能区間に進入する前後の走行距離によって列車位置を補正する機能を具備した。また、通過時間間隔によって複数車両編成の連結又は解放を判定する機能を具備した。



## システム構成

各運転台に取り付けたGPS測位機能を持つ在線検知車載機が取得した測位結果や走行距離を携帯電話網を通じて指令所設備に送信する。指令所設備では、当該車両がどの駅や駅間に存在しているかを判断し、各端末のブラウザ上や大画面装置に表示する。

## 1. ま え が き

従来、列車の位置を把握して管理する列車運行管理システムは、沿線に設置される軌道回路によって列車位置を検知して指令所等に情報伝達、一括管理をする方式がとられている。この方式では、全線にCTCシステムと呼ばれる伝送装置を設置する必要がある。また、運行状況改善等のため軌道回路構成の変更を行った際に改修が必要になるなど、インフラ設備の設置、維持管理に多大なコストが必要となる。そのため、列車無線等を使って運転士等と連絡をとり列車位置を把握するといった手段がとられる場合もあるが、このような鉄道事業者における列車運行状況の把握、管理を効率化するため、車両に搭載したGPS測位機能付の在線検知車載機からの情報を、携帯電話網を使用して指令所に集約し、列車の位置を把握、表示するシステムを開発した。

## 2. システムの概要

GPS測位機能付の在線検知車載機を全車両に搭載し、測位結果を携帯電話網を通じて指令所に送信して全線の在線位置を判断し、指令所設置の指令端末や大画面装置での表示を可能とした。また、測位結果の判断時に連結・解放を判定する機能を設けることで、列車の構成を表示することを可能とした。さらに、このシステムで得た情報を社内LANからアクセス可能とすることによって駅係員への情報提供を可能とし、ダイヤ乱れ時などにおける乗客への情報提供を可能とした。

## 3. 機能概要

### 3.1 在線検知車載機

在線検知車載機(図1、図2)には、GPS測位機能、携帯電話網による通信機能、速度発電機パルスによる走行距離算定機能を具備している。在線検知車載機は、運転台ごとに設置され、あらかじめ車両番号や車輪径などが設定される。運行の際には、運転士が列車番号を設定することで、このシステムに対し当該車両が運行状態に入ったことを通知する。

駅、駅間の位置判定のために、駅及び駅近傍に、図3に示す定点情報という監視エリアを設定する。定点情報は、中心座標と半径を示す情報であり、在線検知車載機と地上設備にあらかじめ同じ内容が登録されている。

在線検知車載機は、1秒周期でGPS測位を行い、測位の結果、定点情報内に位置していると判定された場合に、その定点番号と当該車両の車両番号、列車番号、速度発電機のパルスから算出した積算走行距離、方位などを含む位置情報を携帯電話網を通じて地上装置へ通知する。在線検知車載機からの位置情報の送信は、定周期の他、定点検知時、ドア開閉時、停止・発進時の各タイミングによって行う。

これによって、列車の走行状態変化時には遅滞なく最新の位置を通知することが可能になる。

なお、定周期送信間隔については、過密区間で送信周期を長くすると、駅間で追い越すような表示をする可能性がある。一方、駅間に複数列車が進入しない閑散区間で送信周期を長くしても、駅間追越しのような表示は発生しない。このため、定点ごとに定周期送信間隔を定義することで閑



図1. 在線検知車載機

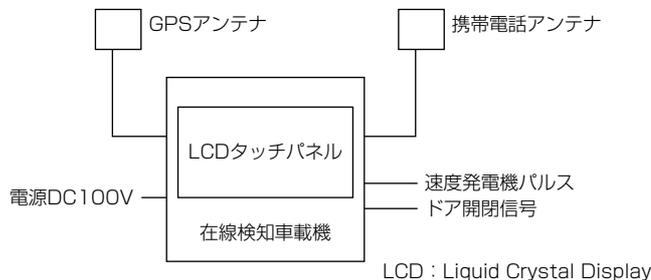


図2. 在線検知車載機の構成

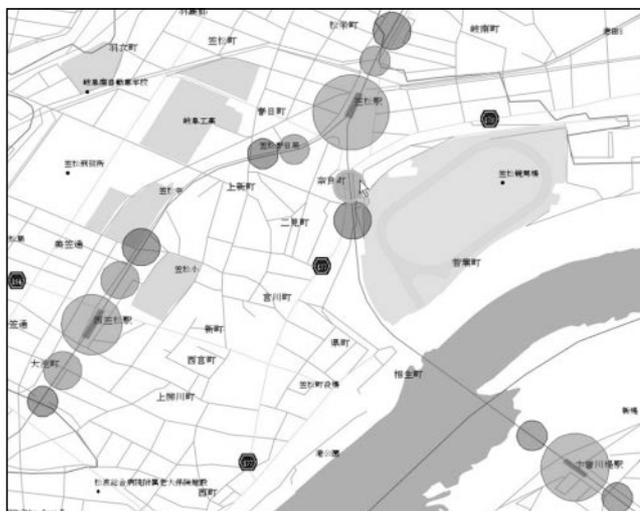


図3. 定点情報

散区間と過密区間で通信頻度を変化させ、通信量の削減と適切なタイミングでの表示位置更新を可能とした。

### 3.2 列車在線位置判定

指令端末や大画面装置に表示する列車在線位置や走行状態は、在線検知車載機から受信する情報を基に、次の方法によって決定する。

#### 3.2.1 定点情報による位置判定

在線検知車載機から送信された位置情報によって、指令所装置は該当する定点情報から在線駅又は駅間を判断し、列車位置を特定する。

定点情報には、該当箇所が駅、駅間のいずれであるかを示す属性や、地下・トンネル区間進入地点、連結・解放判定用などの属性を付加しており、位置判定の他、属性に応じて次に述べる地下・トンネル区間の位置補正や連結・解放の判定処理を行う。

#### 3.2.2 地下・トンネル区間の位置補正

地下区間やトンネル区間では、GPS測位をすることができず、GPS座標から列車位置を特定することはできない。そのため、在線検知車載機の算出する積算走行距離を利用して位置補正を行う機能を具備している。

地下区間やトンネル区間の前後に、地下・トンネル区間進入定点を設定し、当該定点から次駅以降GPS測位可能な駅までの距離を定義しておく。指令所装置では、地下・トンネル区間進入を示す位置情報を受信した際、積算走行距離を記録する。その後送信されてくる情報に付加される積算走行距離と地下・トンネル区間進入定点時の積算走行距離の差を算出し、あらかじめ定義された駅までの距離と比較し駅到着を判断する。

#### 3.2.3 連結・解放の判定

複数の車両が、連結して1本の列車として走行する場合がある。そのため、連結したことを判定し、当該列車がどの編成で構成されているかを表示する機能を具備している。

定点情報として、運動駅に隣接した連結・解放判定定点を2点定義している(図4)。ある列車がこの連結・解放判定定点を通過後、一定時間以内に同一定点を通過した列車がある場合、連結された可能性があるものと判定する。この判定は、2つの連結・解放判定定点を使用することで、同一の連結・解放判定定点に上下方向の2列車がほぼ同時

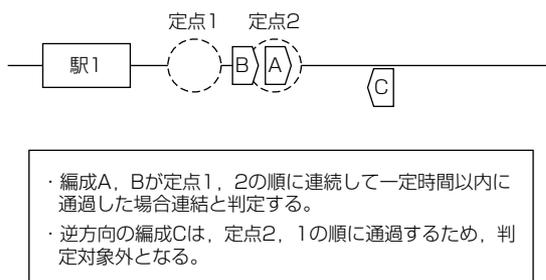


図4. 連結・解放判定

に進入した場合に、これらの列車が連結したと誤って判定することを防いでいる。

同様に連結されていると判定している編成が、一定時間以内に連結・解放判定定点を通過しなかった場合に、解放されたとして判定する。

### 3.3 在線状況表示

表示方式として、MAP表示、配線図表示、閉そく(注1)表示の3方式が可能である。

なお、指令端末における表示は全てWeb形式で行われるが、Ajax(注2)を採用して列車位置等の更新部位だけを再描画している。これによって、画面全体の再表示によるちらつきを防いでいる。

- (注1) 1つの閉そく区間には、2列車以上進入させないことで安全を確保している区間である。
- (注2) Ajax: Webブラウザに実装されているJavaScript(注3)のHTTP(HyperText Transfer Protocol)通信機能を使い、Webページのリロードを伴わずにサーバとXML(eXtensible Markup Language)形式のデータのやり取りをバックグラウンドで行うWebアプリケーションの実装形態である。
- (注3) JavaScriptは、Oracle, Inc.の登録商標である。

#### 3.3.1 MAP表示

MAP表示では、受信した測位座標を地図上にマッピングし、該当位置にマークを表示する(図5)。進行方向については、在線検知車載機でGPS受信機から出力される1秒周期の座標変化を基に判定を行っている。

MAP表示は必要に応じて5段階の縮尺変更が可能で、縮尺が小さい場合には、表示している列車数が多くなることからマークだけの表示とし、全体的な列車位置の把握が可能である。縮尺が大きい場合には、表示している列車数が少なくなるので列車番号や行き先など、より詳細な情報の表示が可能である。

また、信号機や踏切など、通常の地図では描画されていない情報をランドマークとして重ねて表示する機能を具備している。これによって、車両故障等の異常時に停止した際にも実際の位置把握が容易になる。

#### 3.3.2 配線図表示

駅、駅間の単位で位置表示を行う機能である(図6)。定点情報ごとに割り付けられた定点番号と表示上の位置を関



図5. MAP表示

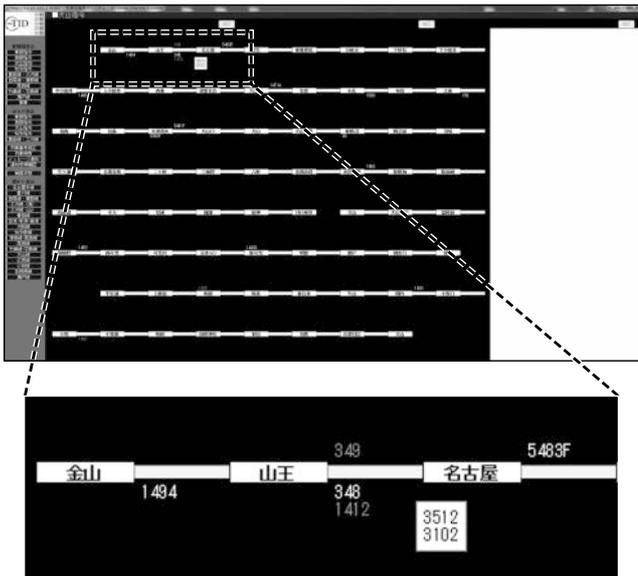


図 6. 配線図表示

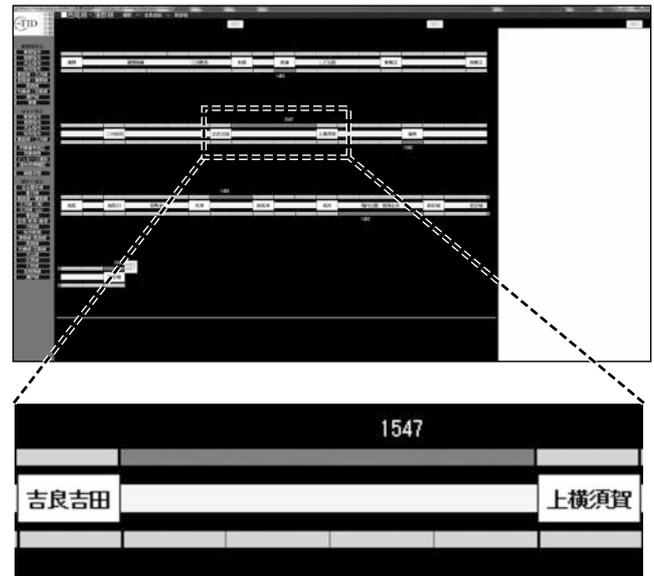


図 7. 閉そく表示

連付けたデータを持ち、最新位置を表示している。

駅間に複数列車が在線している場合には、順序を保持する必要があるのである。そのため、駅間進入時刻を記録することによって、順序を区別した表示を行っている。

### 3.3.3 閉そく表示

MAP表示では特定の列車について、詳細位置を把握することが可能であるが、物理的な距離によって一度に各列車を区別して表示可能な範囲が限定される。

一方、配線図表示では、表示の最小単位が駅又は駅間となっており、駅間のどのあたりに在線しているのかわかることができない。

物理的な距離に左右されずに、広い範囲の列車位置を詳細に把握する手段として閉そく表示機能を具備している(図7)。

閉そく単位に定点情報を定義した場合は、通信頻度が高くなる。そのため、在線検知車載機から送信される周期情報を利用し、測位座標が、あらかじめ設定した閉そくエリアのどのエリアに含まれているかを指令所装置で判定し、在線閉そく位置を決定している。

### 3.4 在線検知車載機へのメッセージ送信

ダイヤ乱れが発生した場合など、乗務員に対しての連絡が必要となる。列車無線を使用することも可能であるが、列車走行中の乗務員に対しては通話ができないなどの制約

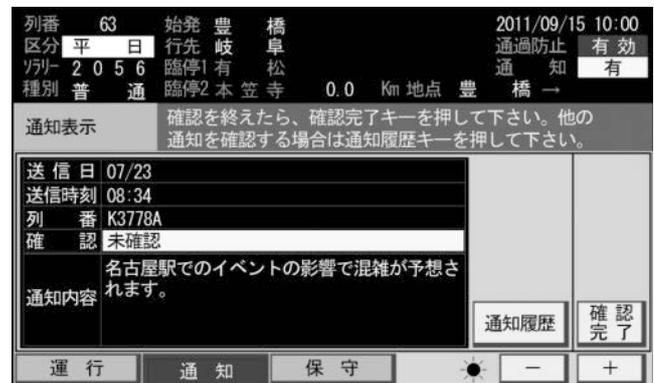


図 8. 在線検知車載機メッセージ通知

がある。これを解決するため、在線検知車載機へのメッセージ送信機能を付加した。なお、メッセージ送信は、全車両への一斉送信のほか、走行している線区単位、列車単位、また必要によって列車の先頭側車載機、最後尾側車載機を選択することが可能である(図8)。

## 4. む す び

GPSを利用することによって、比較的低コストで列車位置の把握を可能とした。CTCシステム等のインフラ設備がない路線や、相互乗り入れ路線における他社路線上の自社車両位置把握等への拡大を図っていく。