

AC Trainにおける 列車内情報サービス提供システムの開発

是此田 真由美* 神孫子 博* 大澤 光行*

21世紀にふさわしい通勤・近郊電車を目指して開発を進めてきた AC Train (Advanced Commuter Train) において、「旅客サービスの向上」の一環として、列車内情報サービス提供システムの開発を行った。本システムは、地上との通信手段をもつ列車LANにより、車内コンテンツ、インターネット、メールサービス等を提供可能とする。

試作したシステムについては列車LANの伝送、地上～車上間通信等について基本的な評価試験を行った。本開発において、列車内で様々な情報サービスに適用可能な情報プラットフォームとなる列車LANを構築できた。

キーワード：AC Train、車内情報サービス、インターネット、イーサネット、TCP/IP

1 はじめに

JR東日本では21世紀にふさわしい通勤・近郊電車を目指してAC Train 試験車 (E993系) の開発を進めてきた。この試験車が完成し、試験走行を行っている。

AC Train は「旅客サービスの向上」「輸送の安定性向上」「コストダウン」「バリアフリー」「エコロジー」を主要なコンセプトとしている。AC Train の開発コンセプトのひとつである「旅客サービスの向上」の一環として、列車内情報サービス提供システム (ATISS: Advanced Train Information Service System) の開発を行った。

情報技術の急速な進展により、列車内での情報に対するお客様の要求は、ますます高度にかつ多様になってくると考えられる。ATISSは、「お客様の欲しい情報を、いつでも、どこでも提供可能とする」ことを最終的な目標としている。AC Train は通勤・近郊電車であるが、情報サービスシステムの開発にあたっては、通勤・近郊電車に限定することなく特急車両の情報提供サービスの仕組みについても検討を行うこととした。試験車のうち、5号車の一部を通勤電車サービスの試験エリア、4号車の特急用座席を配置した箇所を特急列車サービスの試験エリアとし、列車における情報サービスのプラットフォームを構築することをめざした。

2 システム概要

システムの概要を、図1に示す。システムは基幹となる列車内LAN (車両間伝送) 部分と、サービス提供用の各種機器が接続される車両内LAN (車両内伝送) 部分とからなる。本システムは、振動や温度・湿度をはじめとする鉄道車両独自の使用条件に配慮しつつ、TCP/IPやイーサネットなどの技術を応用することで、信頼性と使いやすさを両立させた仕組みとした。システムの特長や主要な機器について以下に述べる。

2.1 列車内LAN

車両間の情報伝送制御装置として、1・4・5号車にWMS (Web & Media Server) 装置、2・3号車にWMS中継装置を搭載している。WMS装置は、映像情報の蓄積・配信、Web情報の蓄積・配信機能のほか、1号車では、地上との通信を行う機能も持っている。

車両間の伝送制御に関しては、信頼性と経済性を兼ね備え、効率の高い仕組みとすることを目指し、次のような特長を持っている。

(1) 高速性

本システムでは、車両用ツイストペアケーブル、車両間ジャンパを使用し、20Mbps (10Mbps × 2系統) の高

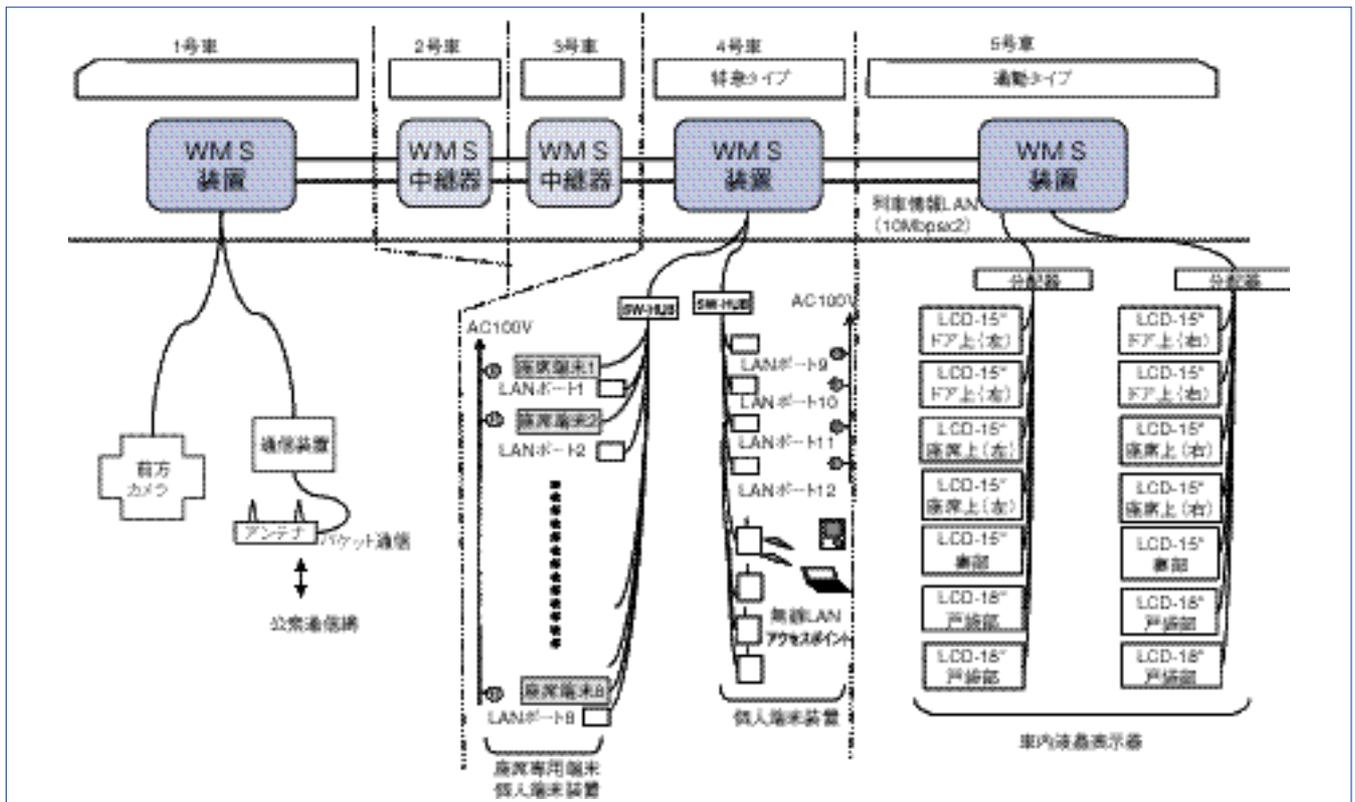


図1：ATISS概要

速の車両間伝送を実現した。また、2系統の伝送経路とすることにより、故障が発生した場合には迂回路を構成し、故障の影響を低く抑えることが可能である。

(2) 分散型サーバ

サーバを各車に搭載する分散型にすることにより、車両間の伝送の負荷を減らすとともに、車両ごとに異なるサービスを提供することが可能となる。また、サーバが故障した場合でも、集中型に比べシステム全体への影響が小さい。

(3) 信頼性と効率性を考慮した制御方式

WMS装置や中継装置は、単純にデータを転送するのではなく、データのチェックを行い、正常なデータのみ転送することで、伝送路に余分な負荷をかけない効率的な制御を行っている。その他、1箇所の故障で全システムがダウンしない、故障装置が特定しやすい、複数のノードが同時にデータを送信できる、等のメリットがある。

2.2 車両内LAN

車両内の各装置間の情報伝送は、イーサネット、TCP/IP互換とすることにより、システムの接続性や拡

張性に配慮している。WMS装置は、イーサネットにより、車両内の他の機器と接続している。また、TCP/IPなどのプロトコルに対応しているOSとしているため、他の機器との接続に特殊な伝送制御を必要としない。従って、本システムにPCなどを接続する場合、列車内LANを特に意識することなく、通常のイーサネット、TCP/IPのLANと同様の対応をすればよい。接続性に優れているといえる。これは、お客様にとっては、通常のPC操作と何ら変わらないことになり、違和感のない仕組みとしている。また、システムに新たな機器を追加する場合などには、拡張が容易である。

車両内LANに接続する主な装置について以下に示す(図2)。また、これらを用いて提供するサービスについて表1にまとめた。

(1) 通信装置

1号車には、地上との通信のための無線装置がある。地上～車上間の通信については、複数の方式を使用し、試験を行っている。

(2) 車内液晶表示器

5号車室内には、扉上部、座席上部、妻部に15インチ、

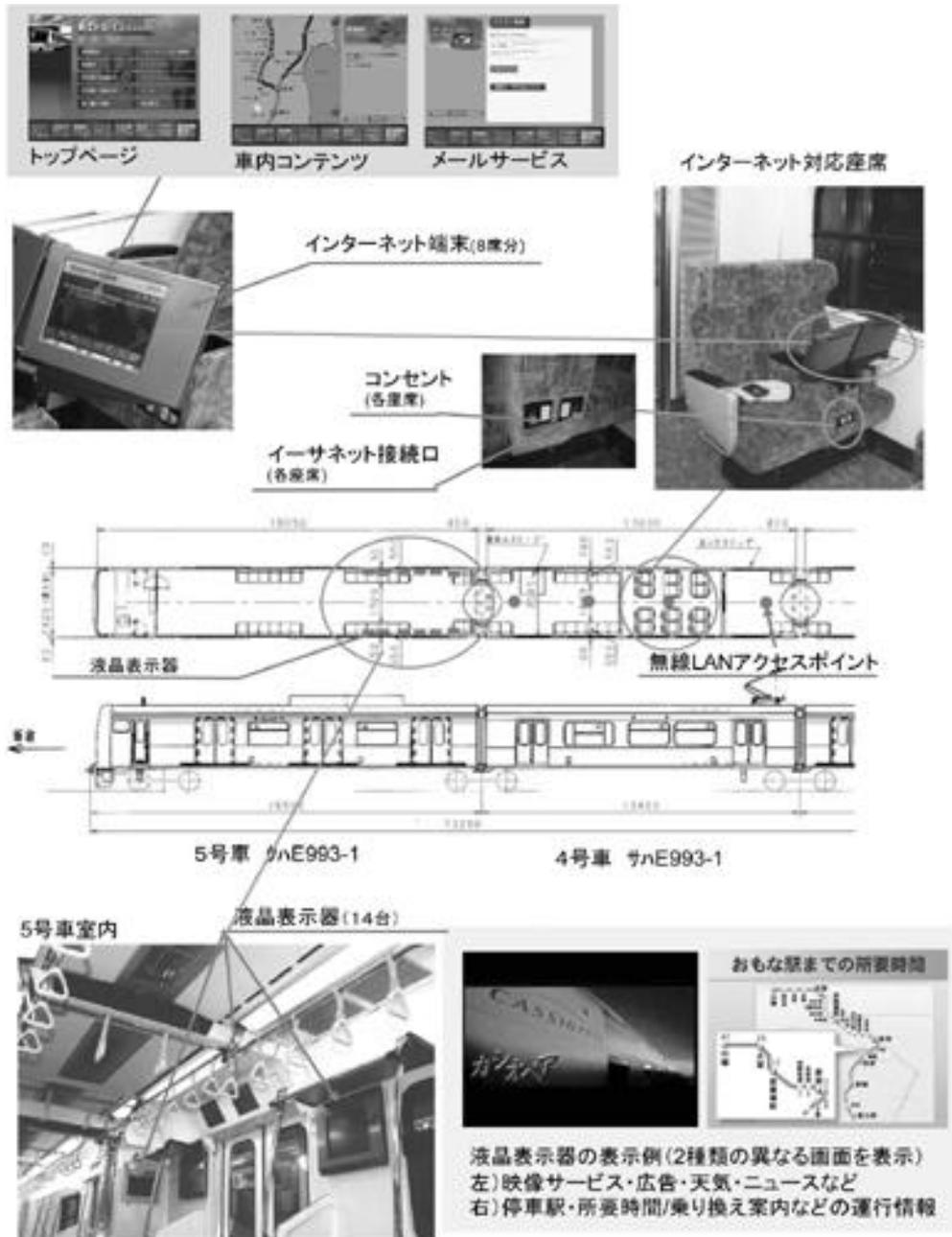


図2：車内設備とサービス例

表1：提供サービス内容

提供サービス	概要	特長	備 用			
			座席専用端末	持ち込みPC (有線)	持ち込みPC (無線LAN)	車内液晶表示器
メールサービス	4号車の液晶装置でアカウントを照会することにより車内メールを受信できる。	・メールソフトをインストールすること無しに使用できるWebメール方式。 ・最新情報から見たときのリアルタイムな車上へのメール配信が可能を 実現。	○	○	○	○
インターネットサービス	車内の8台のコンテンツ、有線インターネットへのアクセスを確保。Wi-Fiメールの送受信。	・有線インターネットへの接続は、プロキシサーバを経由することにより、地上へ地上側の帯域負荷を軽減し、劣化防止の上を考えた。 ・Wi-Fiメールはプロキシサーバにより送受信できない場合がある。	○	○	○	○
映像サービス	動画コンテンツやデジタルカメラで撮影した動画映像を視聴。	・毎年のデジタル化を考慮して、デジタルデータ全体のデータと約10倍の圧縮率での配信を実現 (映像データの圧縮率は、視覚品質を劣化させない範囲で最適化)。 ・リアルタイムな映像配信が可能。	○	○	○	○
地上メッセージ表示	運行情報など地上から送られるメッセージによりリアルタイムで表示。	・リアルタイムな映像配信が可能。	○	○	○	○

戸袋部に18インチの液晶表示器を設置している。これらの表示器には、動画、静止画、文字情報を表示することが可能である。表示内容については、例えば2つ並んだ表示器の右側に案内情報、左側に映像情報など、異なる2種類のものを表示することが可能である。

山手線の新型車両（E231系）に導入されたVIS（Visual Information System）よりもさらに画面を大きくして視認性を高めたほかに、全ての表示データをデジタルデータとし、今後のデジタル化に対応できるものとしている。

(3) 座席専用端末

4号車の特急座席の一部に専用端末を備え付けた。この端末では、メールの送受信、インターネットへの接続、車内コンテンツの閲覧を行うことができる。基本操作はタッチパネルによるが、メールなどの入力のための文字入力装置も備えている。その他、USBポートにマウスやキーボードを接続したり、携帯電話のメモ機能を利用して赤外線ポート経由で文字を入力することもでき、入力方式に多様性をもたせている。

(4) LAN接続ポート・電源コンセント

4号車の全ての特急座席に、LAN接続ポートと電源コンセントを備えている。イーサネットケーブルにより、LAN対応のPCを接続することが可能で、座席専用端末と同様のサービスを提供できる。また、PCへ電源を供給する電源コンセントも設置している。

(5) 無線LANアクセスポイント

4号車の天井に、無線LAN（IEEE802.11b）のアクセスポイントを設置し、無線LANに対応したPCやPDAでも座席専用端末と同様のサービスを提供することが可能である。

3 試験・評価

試作したシステムについて、定置および現車において性能・機能の評価試験を行った。

(1) 列車LAN（車両間通信）の評価試験

ベンチおよび現車において伝送波形、伝送エラーを測定した。

ベンチテストで、実ケーブルを使用し、車両間ジャンパをシールドのない単線で模擬した構成で、波形測定を行った。伝送エラーは観測されず、受信波形のレベルも問題なかった。（図3）

また、同じ構成で、2000V、1 μ sのノイズを印加し、波形を測定した。エラーは観測されず、受信波形のレベルも問題なかった。

現車においては、列車停止中および走行中に伝送波形を測定した。伝送エラーは観測されず、受信波形のレベルも問題なかった。

試験により、列車LANについては、ノイズ、走行中などの条件においても安定的に伝送可能なことを確認した。

また、幹線LANの伝送速度を測定し、WMS装置での処理速度やデータのヘッダ等の影響を考慮して、理論値にほぼ近い伝送速度（約13Mbps）が得られた。

(2) 地上～車上間通信

走行試験区間（川越電車区～赤羽間）において、2種類の通信手段による通信評価試験を行った。

それぞれの無線の接続性、伝送速度をみるために、地上から一定間隔で車上の通信サーバに500byteのメッセージを送信し、車上でメッセージを受信したら同じ大きさの応答メッセージ（500byte）を地上に返信し、記録をとる測定を行った。

送信メッセージ数、応答メッセージ数、応答率は表2のとおりとなった。応答メッセージがまとめて消失しているのは主に地下区間であった。また、通信A¹⁾の伝送速度は、2.2kbps程度となった。

この試験においては、通信Aの接続性については、地下区間を除けば安定的な接続を得られたといえる。

通信B²⁾については、接続されている間のみに限ると、応答時間は平均0.5秒程度であったが、相当時間接続できない状態が続いた。この試験においては、通信Aが安定的な接続を得られるのに比較して、通信Bは安定的な接続を確保できなかったといえる。

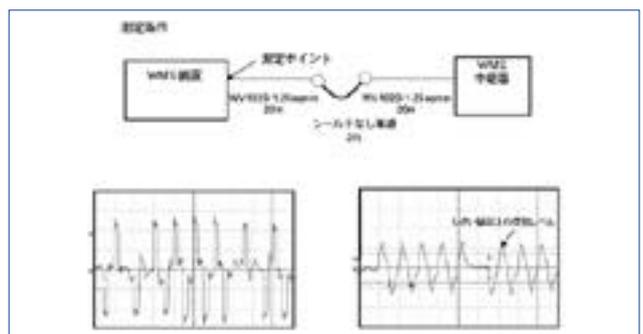


図3：ベンチ試験時の送受信波形

表2：受信状態測定結果

	通信A (室外アンテナ)	通信A (室外アンテナ)	通信B (室外アンテナ)
送信メッセージ数	1795	1795	2335
受信メッセージ数	1758	1024	837
応答率 (%)	97.9%	57.0%	35.8%

(3) サービスシステムの評価試験

メールサービス、インターネット接続の各オペレーションの応答速度等を測定した。地上との通信を必要とする各種操作の応答時間は、数十秒～数分となり、今回の試験では利用者が快適な使用感を得られる速度とはいえなかった。

メールサービスについては、地上との通信パイプの細さを考慮した独自のシステムを構築し、お客様から見た応答性を向上させることができた。

4 まとめと今後の課題

本開発において、列車内で様々な情報サービスに適用できる情報プラットフォームとなる列車内LANを構築できた。本システムについては、現在も、引き続き現車による評価を行っている。

今後の課題としては、主に以下の2点があげられる。

(1) 地上～車上間通信

地上～車上間の通信については、現時点では2種類の通信方式の評価を行った。接続性については、通信Aは地下区間をのぞき、ほぼ安定的な接続が得られたいっぽうで、通信Bは通信インフラの整備状況が通信Aに比べるとまだ充分とはいえず、今回の試験においては安定的な接続が確保できない状況であった。

地上～車上間通信を用いて行うインターネットサービス等の応答性は、現在のところ地上～車上間の通信速度に依存する部分が多い。しかし、現段階ではこれらの通信速度は決して高速とはいえず、利用者が快適な使用感を得られるには至っていない。

地上～車上間通信については、今後の技術動向をふまへながら、多様な通信方式を用いて試験をする計画である。具体的な通信方式のひとつとして、通信衛星を用いた地上～車上間の通信試験を行っている(図4)。

また、現段階の通信速度を考慮し、地上～車上間の通信負荷を極力少なくする方策や、車上での情報の保管方法、閲覧可能なサービスを限定する等の運用方法を工夫

することにより通信によるストレスを感じさせない対策が必要である。



図4：衛星を活用した通信試験(1号車屋根上)

(2) 情報提供手法の多様化

お客様の多様なニーズに対応するには、提供する情報の種類や、使用する場面等に応じて適切な情報提供ができることが必要である。そのため、情報提供を行う媒体として、車両に備え付けの機器、有線で接続して使用する機器、無線を使用する機器など、様々な接続の仕方を想定し、無線LAN等を列車内で使用する場合の要件を検討するための試験なども行っている。

これらの検討を行い、より使いやすい仕組みとなるよう開発を継続してゆく。

参考文献

- 1) 是此田真由美：AC Trainにおける列車内情報サービス提供システムの開発，JRE A，VOL.45，No.7，pp19～21，2002.7