

無線 LAN によるインターネット接続実験  
@成田エクスプレス

実験報告書

2002 年 9 月

IPv6 普及・高度化推進協議会

トレインモバイル SG

はじめに

2002年夏は、6月にはFIFAワールドカップ、7月にはIETF国際会議が開催され、日本が海外から注目された時期であった。これらの国際的イベントとタイミングを合わせて、「無線LANによるインターネット接続実験@成田エクスプレス」(以下、本実験)は実施された。両イベントの会場が横浜であったことから、「成田空港から横浜会場までシームレスに」を合い言葉に、国内外に日本のIT技術の水準をアピールすべく、成田空港や東京駅での実験とも協力しながら進められた。

本実験は、IPv6普及・高度化推進協議会(以下、協議会)が通信・放送機構(TAO)と連携し、WIDEプロジェクト、JR東日本、総務省、国土交通省等の協力を得て実施された。事前の技術検証を経て、4月には協議会内にトレインモバイルSG(Special Group)を設立し、協議会会員の協力のもと、2002年5月27日～7月31日の約2ヶ月間を実験期間とした。

トレインモバイルSGメンバ:

(株)アイ・エム・デイ、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ(株)、

(株)エヌ・ティ・ティ・ドコモ、ノキアジャパン(株)、

(株)三菱総合研究所、三菱電機情報ネットワーク(株)

実験期間中、成田エクスプレスの全てのグリーン車でインターネットの常時・高速接続が可能となった。また、FIFAワールドカップ関連情報やニュースなどが閲覧できるコンテンツサーバも車内に設置した。

本実験に多大なるご協力をいただいた以下の方々に、改めて感謝の意を表す次第である。

[協力]: (以下敬称略)

東日本旅客鉄道(株)、WIDEプロジェクト

[オブザーバー]:

総務省、国土交通省

[コンテンツ提供]:

(株)イーブックイニシアティブジャパン、(株)インプレス、

(株)交通新聞社、国際観光振興会、新東京国際空港公団、

ソニーマーケティング(株)、(株)電通、(財)日本気象協会、

毎日新聞社、読売新聞社

2002年9月

IPv6普及・高度化推進協議会 トレインモバイルSG

## 目次

1.	実験の目的	1
2.	実験実施準備	2
2.1.	システム構築における課題と対策	2
2.2.	車内コンテンツ整備	6
2.3.	広報活動	8
3.	実験システム	14
3.1.	システム全体構成	14
3.2.	ネットワーク構成	15
4.	実験経過及び結果	17
4.1.	利用状況	17
4.2.	システム稼働状況及びトラブル対策	22
4.3.	サポート状況	22
4.4.	車載システム周辺の温度計測	23
5.	考察	25
5.1.	実験全体に関する考察	25
5.2.	システムに関する考察	26
6.	今後の展望	29
6.1.	ビジネスモデルの確立	29
6.2.	安定したアップリンクの確立	29
6.3.	従量制通信費用の負担	29
6.4.	最新の利用者環境へのキャッチアップ	30
6.5.	システム設置スペースの確保	30
6.6.	システム位置把握、稼働状況把握	31
6.7.	ユーザ利用状況の把握	31
6.8.	ユーザ PC への AC 電源提供	32
6.9.	ローカルコンテンツの充実	32

## 1. 実験の目的

本実験は、生活必需品となったインターネット環境を公共交通機関・施設等でも快適に利用可能とするための構築・運用方法に関する研究の一環として、特に 100km/h 以上の高速移動体におけるブロードバンド・インターネットサービス（200Kbps 以上）の技術開発を目的とした。また当年は 6 月に FIFA ワールドカップ、7 月に IETF 国際会議が日本で初めて開催されることもあり、それらを目指して来日する人々を含めて、国内外に日本の IT 技術の水準をアピールすることも目的とした。さらに実施期間を通じて、協議会主催で実施した「無線 LAN によるインターネット接続実験@成田空港」や、JR 東日本により東京駅などで実施中の「無線による、駅でのインターネット接続実験」とも連携し、よりシームレスなインターネット接続環境の実現を目指した。

本実験に先立って、協議会では以下の実証実験を通信・放送機構 (TA0) と連携して実施した。

### (a) モバイル IPv6@train 実験

- 2002 年 2 月 1 日～3 月 31 日
- 小田急電鉄ロマンスカー EXE、京浜急行電鉄 Wing 号
- KDDI CdmaOne
- ビデオ・ストリーミング、コミック、MP3、電子新聞など
- 車内でのモニター募集、特定モニター

### (b) 3G@NEX 実験

- 2002 年 3 月 10 日～3 月 31 日
- JR 東日本成田エクスプレス (NEX)
- NTT ドコモ FOMA
- 100km/h 以上での通信、IPv6overIPv4
- 特定モニター、研究者によるモニター

本実験は、これらの実験の成果を生かし、さらに技術開発を重ねることにより実現した。実施の概要は以下の通りである。

実施期間：2002 年 5 月 27 日から 7 月 31 日

主な実施場所：成田空港駅～大船/大宮駅区間の成田エクスプレス グリーン車内

提供するサービス：無線 LAN (IEEE802.11b) を利用したインターネット接続サービス  
及びコンテンツ提供サービス

外部との接続：第三世代携帯 (FOMA) を利用

利用者：グリーン車に乗車した不特定モニター (事前登録なし)

## 2. 実験実施準備

### 2.1. システム構築における課題と対策

システム構築に当たっては、通信機器を列車に搭載するというその特殊性と、事前に実施した「3G@NEX 実験」(前章参照、以下「事前実験」)の結果等を考慮した上で、以下の構成を採用した。事前実験で確認された技術的課題についても対策を施した。

#### 2.1.1. サーバ機種及びサーバ OS の選定

- (1) OpenBlokSS(OBSS)：筐体のコンパクトさ、ハードウェア安定性を考慮。
- (2) Linux ( Kernel2.4.10 )：性能、カスタマイズ性、保守性を考慮。

#### 2.1.2. インターネットへの Uplink 回線の選定

FOMA、Cdma2000、AirH<sup>+</sup>を利用した事前検証実験の結果、安定性・接続性、高速性を考慮して FOMA ( 上り 64kbps、下り 384kbps ) を採用した。

#### 2.1.3. FOMA の技術的課題とその対策

- (1) サービスドロップアウトポイント出現：基地局増設(NTT ドコモ)により解消 ( 30 基 / 80Km )。
- (2) 通信状況の不安定：基地局捕捉間隔の短縮 ( 位置情報通知：30 秒 5 秒 ) により解消。
- (3) FOMA カードハングアップ：L2 と L3 の通信状態同期制御を実施することにより解消。
- (4) FOMA 端末カードの捕捉と IPv6 トンネル接続実現：  
データ系直収サービス(NTT ドコモ「第一種専用線等接続サービス」)利用により、FOMA 搭載サーバへの固定 IPv4 グローバルアドレスの割当を実現。

#### 2.1.4. 無線 LAN の技術的課題とその対策

- (1) アクセスセキュリティ：利用者の利便性と機器互換性を考慮し、WEP 設定無しとした。
- (2) JR 駅(東京駅)で利用の無線 LAN との混信防止：SSID ( NEX ) と CH ( 1ch ) 設定
- (3) グリーン車内の個室利用ユーザへの対応：無指向性無線アンテナの利用により電波の到達範囲を拡張した。
- (4) 802.11b の採用：802.11a 利用ユーザは現時点では少ないため、802.11b のみのサポートとした。
- (5) AP の出力：人体への影響などに配慮し、一般環境で使用される低出力機器を採用。
- (6) 車両外部への電波漏れ：遮蔽や電波出力の調整などは、コスト等や手法、影響度を勘案し、特別な対策はしなかった。

## 2.1.5. 設置環境への対応

### (1) 機器設置場所

#### (ア) IT 装置取付盤

業務用ハットラック内への収納のため、別途 IT 装置取付盤（図 2-1）を設置。

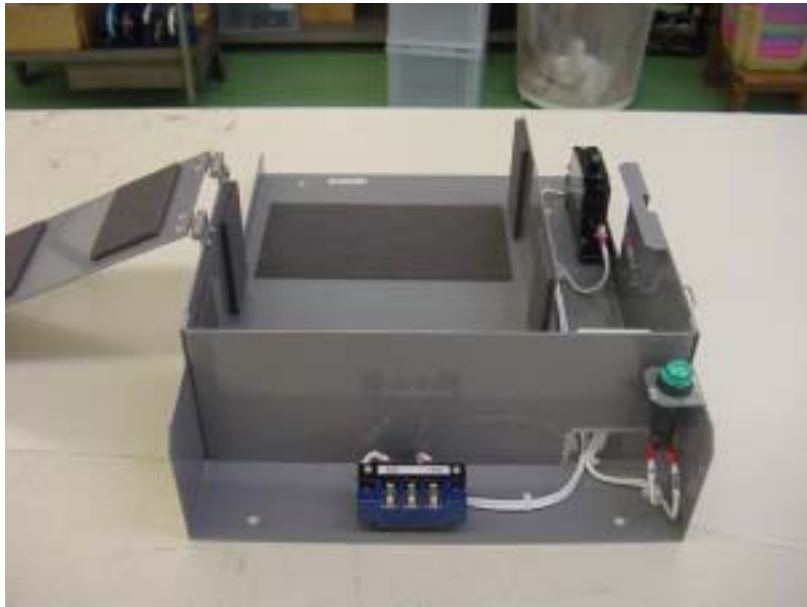


図 2-1 : IT 装置取付盤

#### (イ) 寸法・重量制限

収納スペースの制限を満たす IT 装置を実現（図 2-2）。

IT 装置外形寸法：D100mm × W200mm × H300mm

装置重量：5Kg 以内



図 2-2 : IT 装置

(2) 電源関係

- (ア) 電圧降下対策：安定化電源を利用。
- (イ) 突入電流対策：サージャー付加はせず、安定化電源で代用。

(3) 熱対策

- (ア) 装置全体の放熱性の向上：アルミ製筐体を採用。
- (イ) 装置からの発熱量削減
  - ・個別の SW HUB を廃止し、HUB 付きの無線 LAN アクセスポイントを採用。
  - ・安定化電源に低発熱量モデルを採用。
- (ウ) 排気機能向上：2 個のファンを取り付けるとともに、大口の吸気口を設置
- (エ) 個別機器の放熱性の向上
  - ・FOMA カード：吸気口に設置
  - ・無線 LAN アクセスポイント：無線 LAN カードへのヒートシンク取り付け
  - ・サーバ (OpenBlock SS)：サーバの放熱盤をアルミ製筐体へ直付け

(4) 振動対策

- (ア) 振動によるストレージディスク破損回避：
  - CF カード (1G)、フラッシュディスク (2G) を採用
- (イ) IT 装置取り付け：取り付け盤と IT 装置間に緩衝材(ウレタン材)挿入
- (ウ) 各種ケーブル：接着ケーブルタイで固定
- (エ) ネジ：凝固材塗布による固定 (一部装置のみ)

#### 2.1.6. 事前実験における試験項目

- (1) FOMA、AirH<sup>®</sup>、cdma2000 の電界強度測定：横浜～成田空港で乗車測定
- (2) FOMA での PING 到達率測定：横浜～成田空港で乗車測定
- (3) 無線 LAN 電波強度測定：
  - ・フロア環境（間仕切り空間を挟んで実施）
  - ・NEX 車内（個室、隣接車両、混雑時の場合）
- (4) 電波干渉・ノイズ測定：無線 LAN と FOMA 電波干渉状況測定
- (5) 高温試験：外気・IT 装置内温度変動（15 ～ 70 ）時の、IT 装置稼働状況確認
- (6) AC 供給電圧変動試験（0V～120V）
- (7) 振動試験：約 2 週間の実車両搭載により実施
- (8) 瞬停試験：手動での AC 電源供給断、及び実車両でのパンタグラフ上げ下げ条件下
- (9) 無線 LAN カード試験：4 種類（廉価版、オンボード、高感度、普及版）のカードでの接続試験



## 2.2. 車内コンテンツ整備

成田エクスプレス車内からは、「3.2 ネットワーク構成」で後述する経路でインターネット上のコンテンツを参照できる環境を構築するが、利用者への安定したコンテンツ提供や外部への通信負荷低減を図るため、コンテンツの一部を車内のアプリケーションサーバに蓄積し、これをシステム側で随時更新を行うこととした。

車内コンテンツは、ニュース・天気予報の他に、海外からの旅行者向けに観光案内や主要駅・都市の地図などを用意した。またワールドカップ期間中は、試合スケジュールや試合会場案内なども合わせて公開した。さらに、電子ブックデータ（漫画）や日韓親善大使の紹介など、エンターテインメント性の高いコンテンツも準備した。

特にニュース・天気予報については、以下の手順により、毎日定期的にアプリケーションサーバ内のコンテンツデータを更新するようにした。

- (1) コンテンツ提供各社からデータセンタ設置のサーバに FTP でファイルを随時更新
- (2) データセンタのサーバで該当ファイルを車内コンテンツ用に加工
- (3) アプリケーションサーバが 30 分に 1 度、FOMA 経由でデータセンタ・サーバに FTP アクセスし、サーバ内の該当ファイルを更新

今回整備した車内コンテンツの一覧を表 2-1 に示す。

表 2-1：車内コンテンツ一覧

名称	提供元	内容	言語	更新頻度
車内ポータル www.nex.v6pc.jp	三菱総合 研究所	・実験参加規約 ・実験趣意書 ・実験概要の紹介	日本語 英語 韓国語	更新なし
10 Days Book	イーブック	・日本語20点、韓国語30点の漫画(電子データ) ・リーダソフト(日本語のみ対応)	日本語 韓国語	更新なし
2002 FIFA World Cup for Visitors to Japan	国際観光 振興会	・FIFA World Cupコンテンツ <a href="http://soccerjapan.jnto.go.jp/eng/index.html">http://soccerjapan.jnto.go.jp/eng/index.html</a> <a href="http://soccerjapan.jnto.go.jp/kor/index.html">http://soccerjapan.jnto.go.jp/kor/index.html</a>	英語 韓国語	更新なし
ニュース	読売新聞	・150文字(+30文字の見出し付き)ニュース	日本語	日に数回
ニュース	毎日新聞	・150文字(+30文字の見出し付き)ニュース ・英語版はMainichi Daily News	日本語 英語	日に数回
天気予報	日本気象協会	・試合が行われる各地の天気予報 ・全国、各地、平年値、レーダー図 ・W杯キャンプ地各地の予報と、試合スケジュール	日本語 英語	日に数回
駅構造図	交通新聞社	・東京駅、新宿駅、成田空港駅、空港第2ビル駅の立体構造図	日本語 英語	更新なし
FIFA World Cup from Narita Airport	新東京国際 空港公園 (成田空港)	・FIFA World Cupコンテンツほか <a href="http://www.narita-airport.or.jp/airport/wc/ja/index.html">http://www.narita-airport.or.jp/airport/wc/ja/index.html</a> <a href="http://www.narita-airport.or.jp/airport/wc/ko/index.html">http://www.narita-airport.or.jp/airport/wc/ko/index.html</a> フライト情報、航空ダイヤ検索、リンクのページのリンク先の情報は除く	日本語 英語 韓国語	更新なし
秋葉原マップ	インプレス	・秋葉原の地図 <a href="http://www.watch.impress.co.jp/akiba/map/index.html">http://www.watch.impress.co.jp/akiba/map/index.html</a>	日本語	更新なし
日韓親善大使	電通	・藤原紀香(プロフィール) ・Welcomeメッセージ、Farewellメッセージ ・日韓親善大使公式イベントOFFシーン、OFFタイムシーン ・SPY_Nメイキング(予告編、アクション、その他)	日本語 英語 韓国語	更新なし
日本・都市紹介	フロムハナ (ソニーマーケ ティング)	・日本の概要紹介 ・東京主要都市紹介 (上野、銀座、新宿、恵比寿、神田、原宿、青山、麻布十番)	英語	更新なし
JR東日本 無線LAN実験	JR東日本	・駅での無線LAN実験の紹介、FAQなど <a href="http://www.jreast.co.jp/musenlan/index.html">http://www.jreast.co.jp/musenlan/index.html</a>	日本語	更新なし

## 2.3. 広報活動

実験を開始するに当たり、利用者への周知を図るため、ポスター、パンフレット、Webページによる告知・案内を実施した。

### 2.3.1. ポスターによる告知

ポスターは駅構内掲示用と車内中吊り用の2種類を作成して掲示した。駅構内掲示用ポスターは、通りすがりに一瞥される可能性が高いため、実験を実施することと実験期間のみを告知することとした(図2-3)。



図 2-3 : 駅構内掲示用ポスター

一方、車内吊りポスターは、駅構内掲示用よりも時間をかけて参照される場合が多いため、実験の内容を簡単に紹介する文を掲載した（図 2-4）。



図 2-4：車内中吊りポスター（実際の掲示の様子）

駅構内掲示用ポスターと車内中吊りポスターの掲示・設置箇所と作成枚数は、表 2-2 の通りである。なお、ポスター掲示駅の詳細、及びポスターとパンフレットの原稿を資料 1～4 として添付する。

表 2-2：各印刷物の種類

種類	掲示・設置場所	枚数
駅構内掲示用ポスター	JR 東日本首都圏主要駅（詳細は添付資料参照）	773
車内中吊りポスター	5月24日～26日、及び6月14日～16日 （ただし、中央・総武緩行線は6月18日まで延長） 京浜東北線群（京浜東北線、横浜線、南武線、鶴見線、相模線）、 山手線群（山手線、埼京線、常磐線、横須賀・総武快速線、りんかい線<東京臨海高速鉄道>）、中央線群（中央快速線、青梅線、五日市線、武蔵野線、中央・総武緩行線、京葉線）の各車両内	12740 (6370 x 2)

### 2.3.2. パンフレットによる案内

パンフレット（図 2-5）では、日本語・英語・韓国語により以下の内容を掲載して、利用者への実験案内とした。

- ・ 実験の趣旨
- ・ サービスの仕組み
- ・ 利用できるサービスとコンテンツ
- ・ サービス参加要件
- ・ サービスの利用方法
- ・ 問い合わせ窓口

パンフレットは約 9 万枚を作成し、専用スタンドに収納した上で、JR 東日本管内の主要駅構内に設置した（実験期間中は成田エクスプレスのグリーン車内にも設置）。



図 2-5：パンフレット（専用スタンドと車内への設置の様子）

### 2.3.3. Web ページによる告知・案内

Web ページでは、実験開始前には日本語による実験告知、実験期間中は日本語、英語、韓国語による実験案内を提供した。実際の Web ページのイメージを図 2-6、図 2-7 に示す。

「無線LANによるインターネット接続実験@成田エクスプレス」のご案内

成田エクスプレス車内で無線LANインターネット接続実験開始  
次世代の新しい旅の形を是非体験してください

- 成田エクスプレスの全てのグリーン車内で無線LANによるインターネットをお楽しみいただけます。
- オフィスや自宅と同じようにEメールや世界中のWebコンテンツをお楽しみいただけます。
- その他にオリジナルのコンテンツも用意しております。
- パソコンと無線LANカード、または無線LAN内蔵パソコンをお持ちの方は、どなたでも無料でご利用いただけます。

■ お問い合わせ ■  
本実験に関するご質問等は下記へお願いいたします。  
E-mail: [nex-info@v6pc.jp](mailto:nex-info@v6pc.jp)

主 催： IPv6普及・高度化推進協議会  
協 力： WIDEプロジェクト、東日本旅客鉄道株式会社、総務省、国土交通省

※実験の詳細、ご利用方法等につきましては、順次掲載予定となります。

  
Copyright 2002 IPv6 Promotion Council All Rights Reserved.

図 2-6：実験開始前の告知用 Web ページ



# 無線LANによるインターネット接続実験 @成田エクスプレス

Internet Access Trial through Wireless LAN@Narita Express  
무선 LAN에 의한 인터넷 접속실험 @나리타 익스프레스

2002.5.27~7.31

▶ English

▶ Korean



What

実験内容

How To

ご利用方法

FAQ

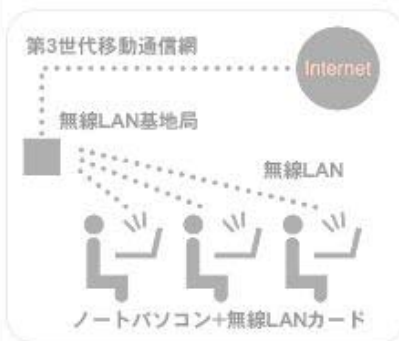
よくあるご質問

Question

お問い合わせ

## 成田エクスプレス車内で無線LANインターネット接続実験開始

次世代の新しい旅の形を是非体験してください



### ■ 実証実験の実施期間

平成14年5月27日～7月31日

### ■ 実験体制

主催：IPv6普及・高度化推進協議会

協力：WIDEプロジェクト、JR東日本、総務省、  
国土交通省、通信・放送機構

- ・ 成田エクスプレスのグリーン車内で、無線LANによるインターネットを楽しむことができます。
- ・ オフィスや自宅にいるように、Eメールや世界中のWebコンテンツをお楽しみいただけます。
- ・ 観光案内、ニュース速報、天気等、海外からのお客様にも役に立つ情報も満載されています。
- ・ パソコンと無線LANカード、または無線LAN内蔵パソコン(IEEE 802.11b対応)をお持ちの方は、どなたでも無料でご利用できます。

### ■ 関連リンク

- ・ IPv6普及・高度化推進協議会
- ・ JR東日本
- ・ 新東京国際空港公団

## Narita Express

成田エクスプレス時刻表 下り (成田空港着)

成田エクスプレス時刻表 上り (成田空港発)

※ただし、英語表記の時刻表となります



図 2-7：実験期間中の案内用 Web トップページ（日本語版）

#### 2.3.4. 記者会見及び試乗会

実験開始前の5月22日、東京ステーションホテルにて本実験の記者会見を開催した。新聞社、雑誌社、テレビ局、通信社などの記者の方々に多数お集まり頂いた上で、IPv6普及・高度化推進協議会の村井純会長から実験の概要説明を行い、その後で質疑応答を行った。記者会見の様子を図2-8に示す。



図 2-8：記者会見の様子

記者会見終了後、3グループに分かれて、東京駅から成田空港駅までの試乗会を実施した。成田エクスプレス車内では、無線LANカードとノートPCを用意し、記者の方々に実際に体験して頂いた。試乗会の様子を図2-9に示す。



図 2-9：試乗会の様子

後日、各 Web サイトに掲載された記事の一部を資料 5 として添付する。



### 3. 実験システム

#### 3.1. システム全体構成

成田エクスプレス車両内には、コミュニケーションサーバ、アプリケーションサーバ、及び無線 LAN ルータを設置し、コミュニケーションサーバに装着した FOMA カードにより、FOMA 網、専用線、データセンタを経由してインターネットと接続する構成とした。システム全体図を図 3-1 に示す。

実験システムの構成および機能については、添付資料 6 を参照のこと。

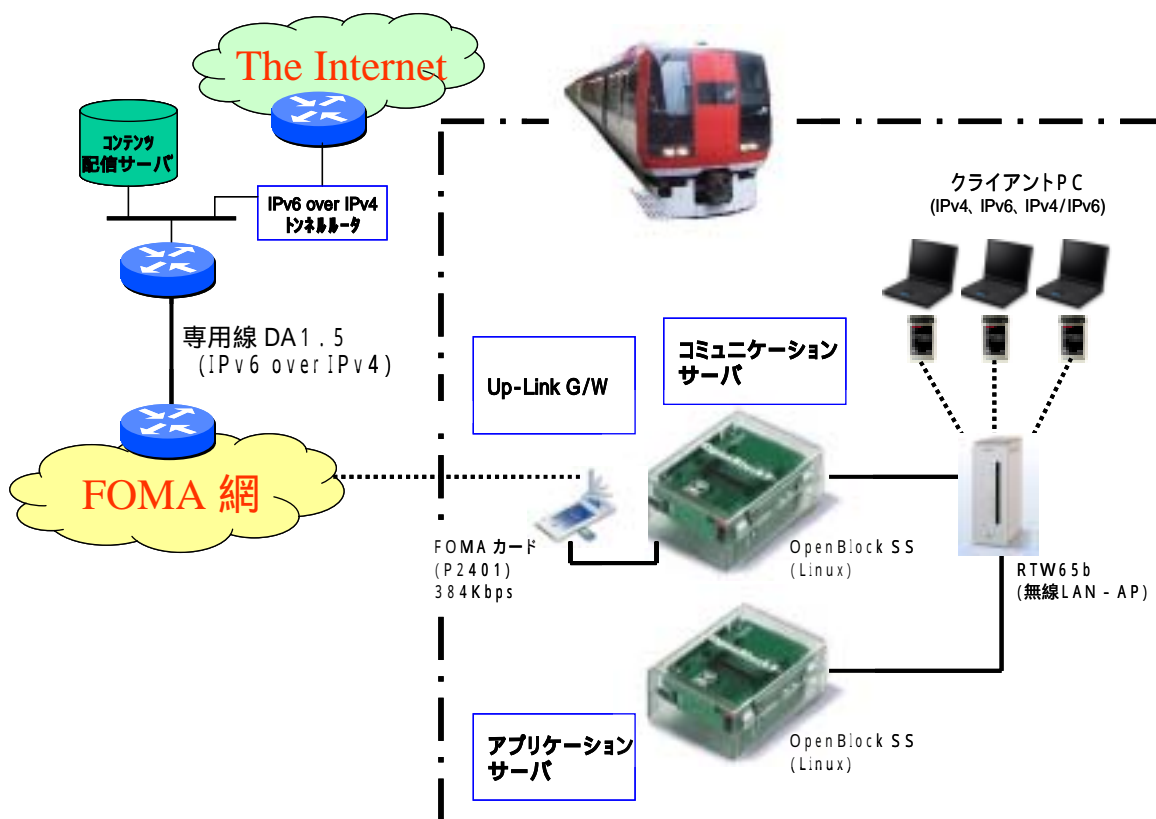


図 3-1 : システム全体図

### 3.2. ネットワーク構成

システム全体のネットワーク構成とアドレス体系について、図 3-2 及び図 3-3 に示す。  
 また車輦内に搭載した各サーバのアドレス割り当て表を資料 7 として添付する。

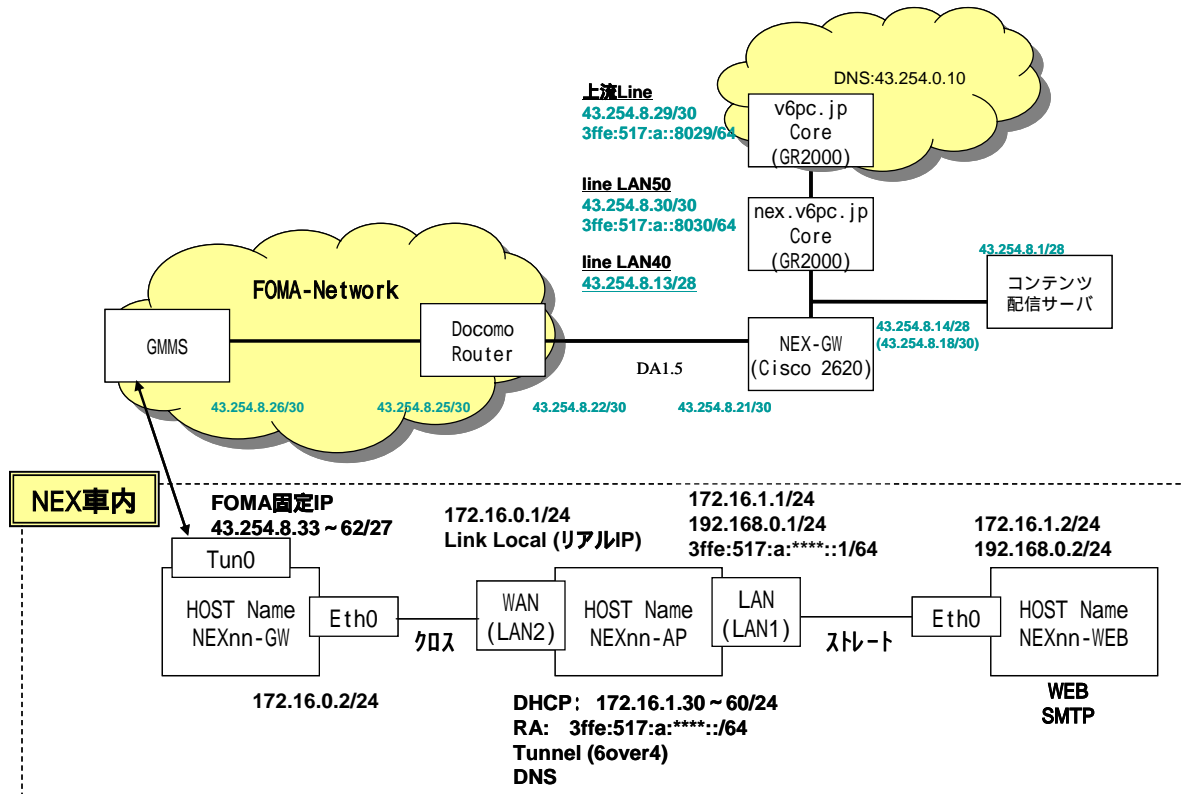


図 3-2 ネットワーク構成図(1)

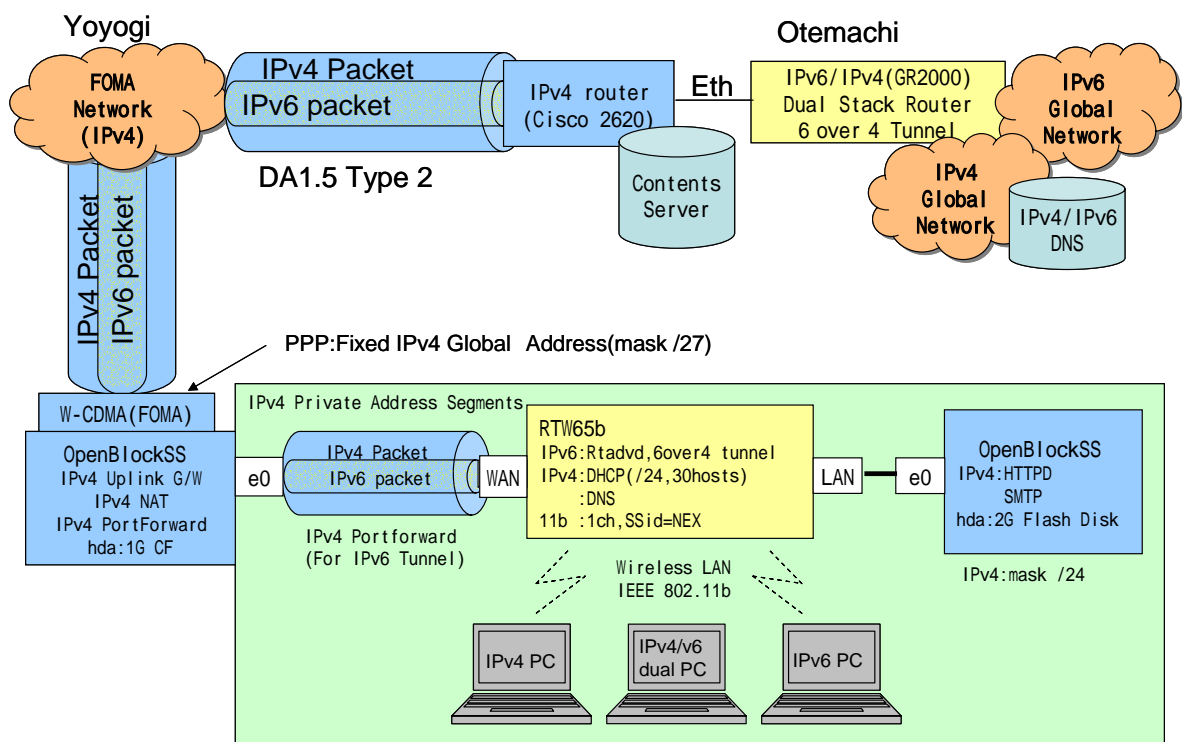


図 3-3 ネットワーク構成図(2)

## 4. 実験経過及び結果

### 4.1. 利用状況

「2. 実験実施準備」、「3. 実験システム」を踏まえて、5月27日(月)から7月31日(水)まで、成田エクスプレスのグリーン車全車(23車両)に前述のIT装置を設置し、実験を実施した。搭乗者の利用風景を図4-1に示す。



図 4-1：搭乗者の利用風景（成田エクスプレス車内）

搭乗者が持ち込むノートPCでは、無線LAN経由で車内のアプリケーションサーバにアクセスすることで、2~3Mbps程度の速度で前述の車内コンテンツを参照できた。またインターネット接続は第3世代携帯(FOMA)により、高速走行中(130km/h)でも200kbps程度のスループットが計測できた。

アプリケーションサーバで記録したApacheのログファイルを分析した結果、実験期間中の利用者は、合計で284名であった。これは、各言語(日本語、英語、韓国語)のトップページ表示前に掲載した実験サービス利用者規約(添付資料8参照)に、メールアドレスを入力して同意した人数である。実験期間中の成田エクスプレスのグリーン車利用者は約65,000人であったため、搭乗者の約0.4%が利用した計算になる。

言語ごとの利用者数、及び利用者の使用OS(リクエストの延べ数)は表4-1、図4-2の通りである。

表 4-1：各言語ページ利用者数

ページ種別	利用者数
日本語ページ	207
英語ページ	72
韓国語ページ	5

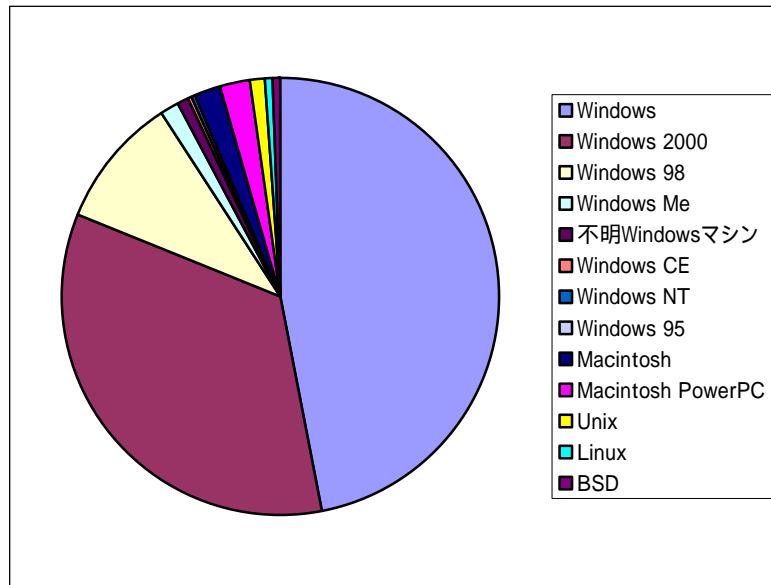


図 4-2 : 利用者使用 OS (リクエストの延べ数)

車内コンテンツ毎のリクエスト数を表 4-2 に、曜日別アクセス数、時刻別アクセス数、日別アクセス数を図 4-3～図 4.5 に示す。なお、コンテンツ毎のリクエスト数におけるトップページには、各コンテンツへのリンクと最新ニュース 5 件が掲載されている(図 4-6)。

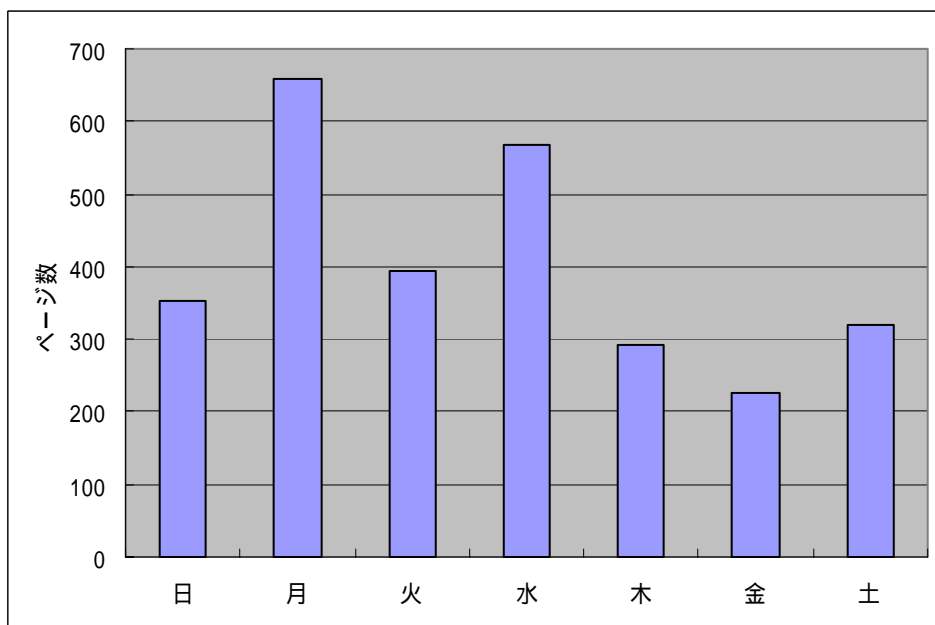


図 4-3 : 曜日別アクセス数

表 4-2 : コンテンツ毎のリクエスト数 ( ページビュー )

リクエスト数	リクエスト数 (%)	バイト数 (MB)	バイト数 (%)	ファイル
683	24.28%	0.175	1.54%	(日本語)トップページ
436	15.50%	3.175	27.90%	(日本語)利用者規約
181	6.43%	0.059	0.52%	(英語)トップページ
133	4.73%	1.181	10.38%	(英語)利用者規約
122	4.34%	1.063	9.34%	(日本語)実験内容
107	3.80%	0.042	0.37%	(日本語)ニュース(スポーツ)
104	3.70%	0.551	4.85%	(日本語)藤原紀香
101	3.59%	1.104	9.70%	(日本語)実験趣旨
94	3.34%	0.035	0.31%	(日本語)10 Days Book
90	3.20%	1.475	12.97%	(日本語)天気予報
89	3.16%	0.238	2.10%	(日本語)成田空港
64	2.28%	0.014	0.13%	(日本語)ニュース(経済)
57	2.03%	0.693	6.09%	(英語)実験趣旨
52	1.85%	0.016	0.14%	(日本語)ニュース(政治)
51	1.81%	0.214	1.89%	(日本語)秋葉原マップ
48	1.71%	0.019	0.18%	(英語)ニュース(一般)
48	1.71%	0.019	0.17%	(日本語)駅地図
41	1.46%	0.427	3.76%	(英語)実験内容
39	1.39%	0.011	0.10%	(日本語)ニュース(一覧)
39	1.39%	0.011	0.10%	(日本語)ニュース(国際)
37	1.32%	0.028	0.25%	(日本語)JR無線LAN実験
35	1.24%	0.015	0.14%	(日本語)ニュース(社会)
27	0.96%	0.123	1.09%	(英語)藤原紀香
16	0.57%	0.006	0.06%	(英語)ニュース(一覧)
16	0.57%	0.046	0.41%	(英語)観光情報
16	0.57%	0.007	0.06%	(英語)駅地図
15	0.53%	0.105	0.92%	(英語)観光振興会
13	0.46%	0.268	2.36%	(英語)天気予報
11	0.39%	0.033	0.29%	(韓国語)藤原紀香
11	0.39%	0.096	0.84%	(韓国語)利用者規約
9	0.32%	0.003	0.03%	(韓国語)トップページ
9	0.32%	0.002	0.02%	(英語)ニュース(社会)
8	0.28%	0.022	0.20%	(英語)成田空港
5	0.18%	0.049	0.44%	(韓国語)実験趣旨
2	0.07%	0.015	0.14%	(韓国語)観光振興会
2	0.07%	0.017	0.15%	(韓国語)実験内容
2	0.07%	0.006	0.06%	(韓国語)成田空港

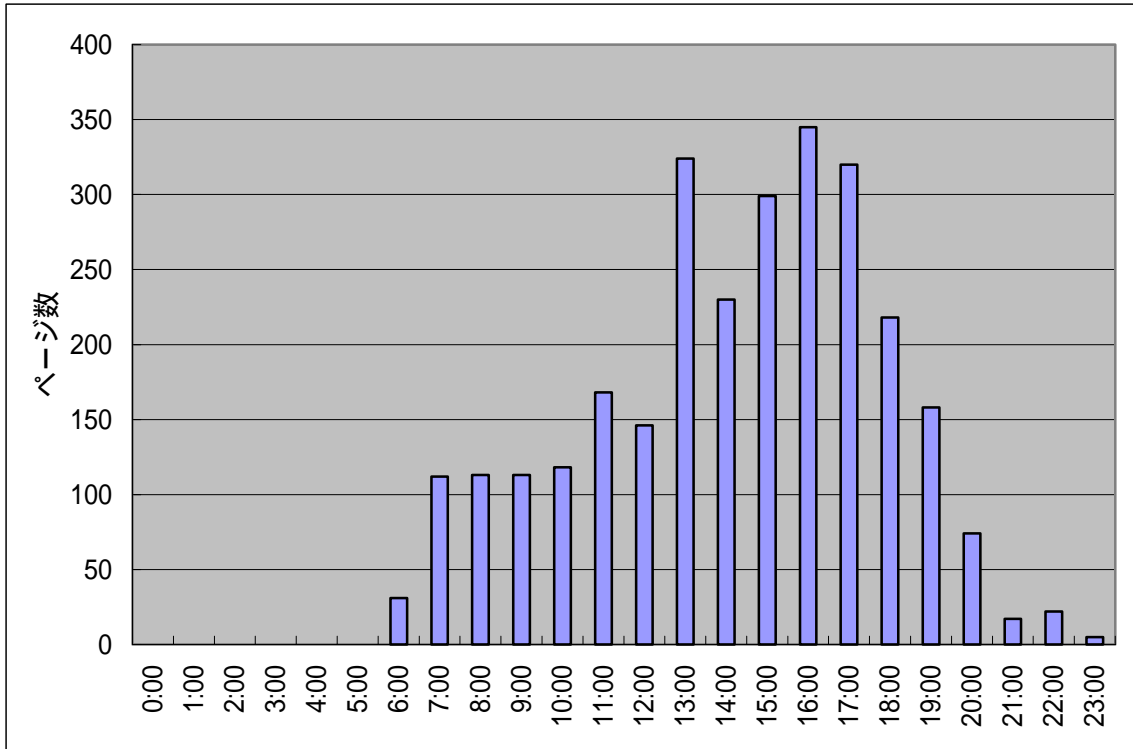


図 4-4 : 時刻別アクセス数

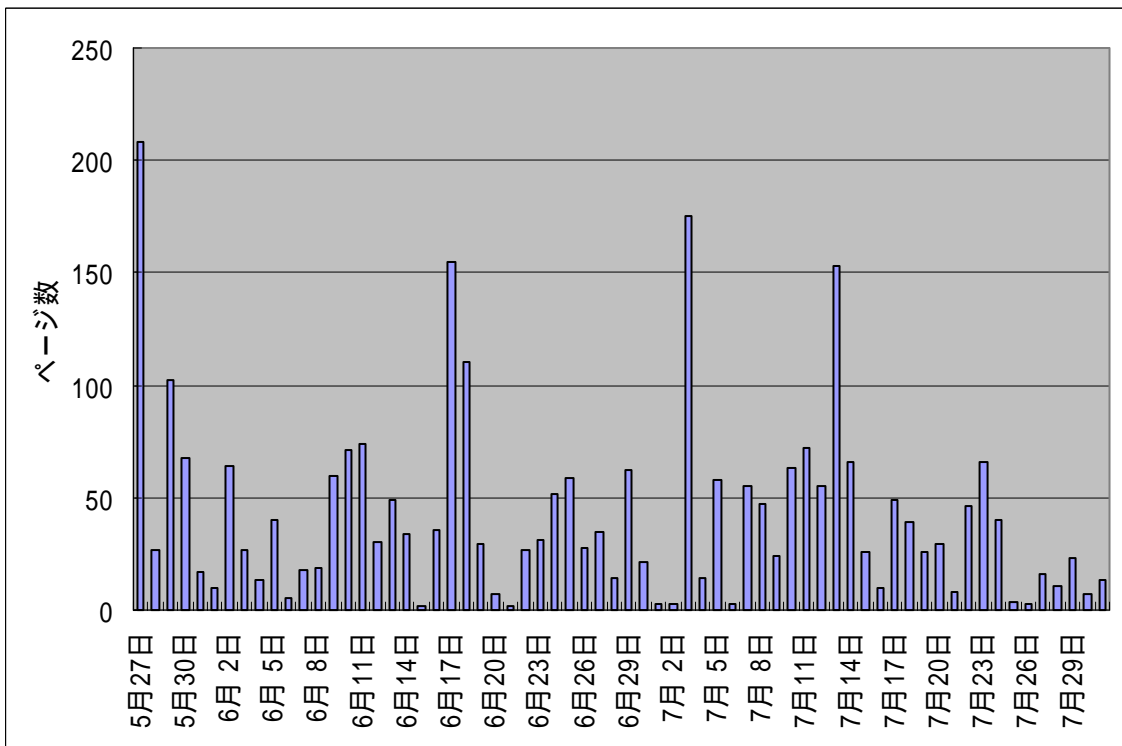


図 4-5 : 日付別アクセス数



図 4-6 : 車内コンテンツ日本語版トップページ



#### 4.2. システム稼動状況及びトラブル対策

実験期間中のシステム稼動状況は概ね順調であったが、供給電源の不安定が原因と見られる IT 装置のハングアップや外部接続トラブルが発生したため、成田空港駅にて装置の交換、あるいは電源の OFF/ON 作業を行い、システムを復旧させた。

特に外部接続に関するトラブルを考慮し、インターネットへの UPLINK 保持状況を外部から監視する方法として、システム動作開始～終了までの間、毎時 00 分、30 分にメールを自動発信する仕組みを採用した。このメールの到着状況を判断し、サービスが安定提供されていることを確認した。

UPLINK 保持のために、IT 装置では UPLINK 監視・復帰プログラム(特定条件でサーバをリブート)を定期的に作動させた。これは、事前実証試験で FOMA 関連のハードウェアおよびソフトウェア(ドライバなど)に関連する障害が多く、リブートによりシステムをリセットするのが最適であると判断したためである。

#### 4.3. サポート状況

実験期間中は専用のサポートセンターを設置し、毎日 9 時から 21 時まで、電話(03 - 5276 - 3897)及びメール(nex-info@v6pc.jp)にて、一般からの問い合わせや意見を受け付けた。また、トラブルシューティングについては、協議会、JR 東日本、MIND(システム関連)、東日本トランスポートエック(E-Tech, システム交換など)、サポートセンターなどが連携して対応にあたった。サポート体制の全体像を添付資料 10 に示す。問い合わせの集計結果を表 4-3 に示す。

表 4-3：サポートセンターへの問い合わせ結果

種別	電話	メール	主な問い合わせ内容
実験全体	19	0	参加条件、実験期間
機器設定や技術的質問	17	8	設定方法、接続不可
取材申し込み	6	11	取材日や取材内容・機材利用の確認
JR東日本に関する問い合わせ	12	0	スケジュール、料金、空席情報
その他、一般	3	0	ペースメーカーなど医療機器への影響
企業からの問い合わせ	1	2	無線LANメーカーなどからの問い合わせ
実験に関する意見・要望	0	2	禁煙、サービス内容
合計	58	23	

#### 4.4. 車載システム周辺の温度計測

実験期間中、7月中旬の約10日間に渡り、車載システム周辺の温度計測を実施した。温度計測にあたっては、ボタン電池型の温度計(サーモクロン)をIT装置の内外に取り付けて実施した。測定結果を図4-7,4-8に示す。

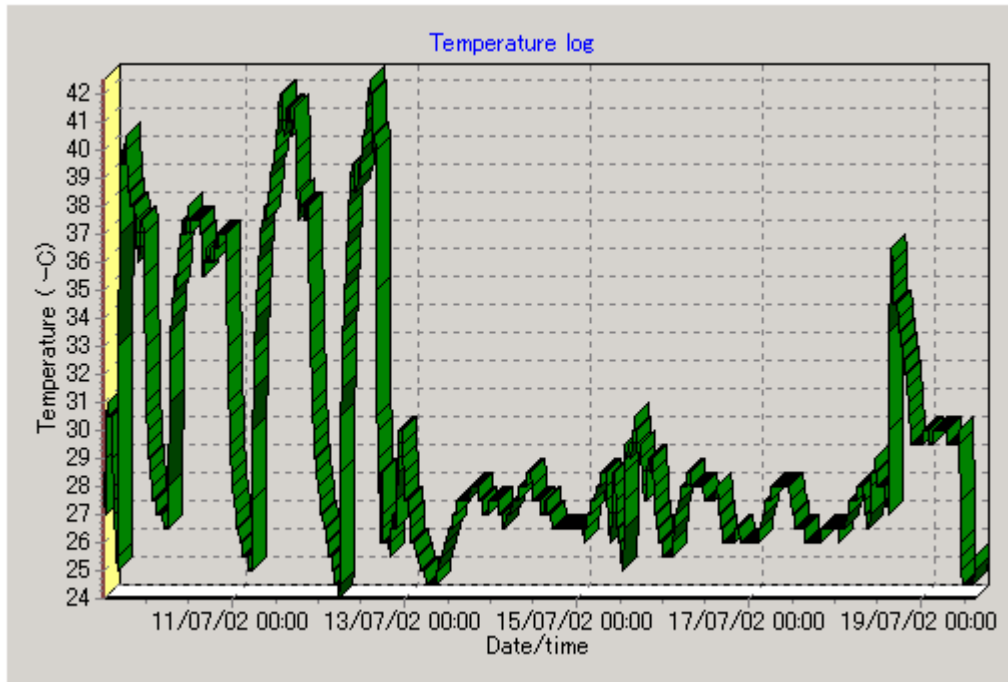


図 4-7 車載システム周辺の温度(IT装置内)

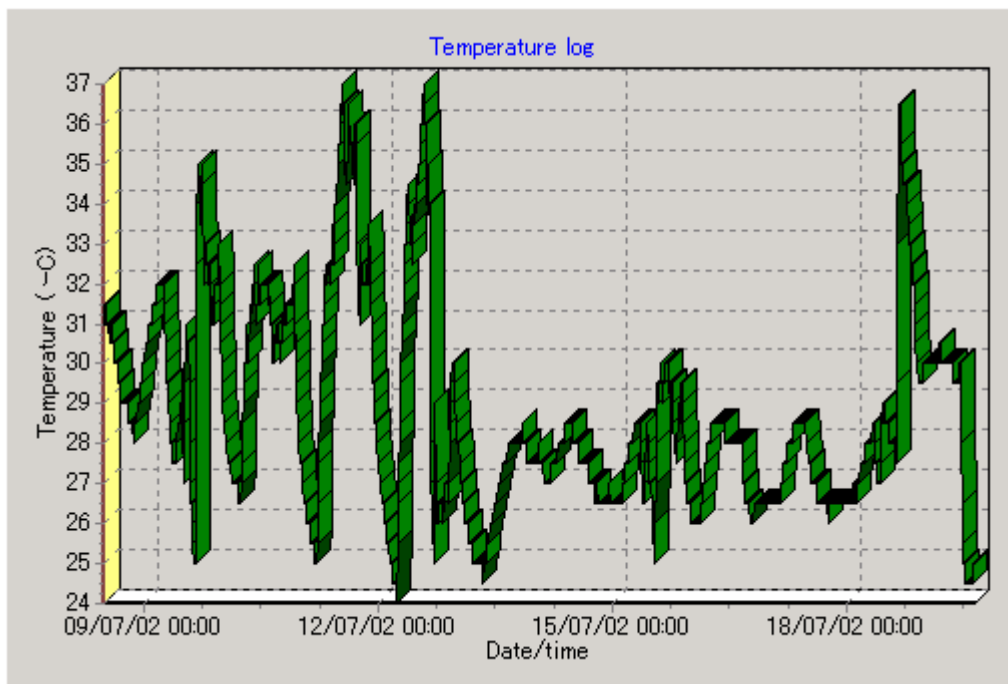


図 4-8 車載システム周辺の温度(IT 装置外)

## 5. 考察

### 5.1. 実験全体に関する考察

#### 5.1.1. 実施スケジュール

実証実験は、FIFA ワールドカップおよび IETF 開催期間を考慮して 5 月末から 7 月末までとした。車載装置の耐久性やサービスレベルを確認する意味から、2 ヶ月強という期間は十分であったと考えられる。利用者についても、比較的一般利用者に近いレベル(FIFA ワールドカップ期間)から、インターネットの専門家(IETF 期間)まで、幅広いユーザが利用できたものと思われる(利用者のプロフィールについては、特にアンケートなどを実施しなかったため収集できていない)。

#### 5.1.2. サポート体制

サポート体制に関しては、実施期間中毎日、9:00～21:00 までサポートセンターを開設し、トラブル対応のバックヤードでもシステム状態を常時監視するとともに、不測の問い合わせなどに対応する体制をとった。その結果、ほとんどの問い合わせおよびシステムトラブルに関して、即日あるいは翌日には解決できた。

実証実験としては、各車両にサポート要員を常駐させることも検討したが、毎日延べ 100 車両程度(NEX1 号～46 号、1 編成に 2～3 両)のグリーン車が成田空港駅を往来するため、費用的な問題から採用しなかった。ただし、実際にサービスを提供する場合、例えばグリーン車だけではなく全車両でサービス提供することを考慮すると、サポート要員を車内に常駐させることは実質上困難であろう。そこで本実験では、「車両にサポート要員が常駐しない」ケースが実証できたと考えることができる。結果としては、サポートセンターへの問い合わせ状況を勘案しても大きな混乱はなく、多くの利用者は実証実験に参加できたものと考えられる。ただし、実証実験ではなく実際のサービスと提供する場合、より初心者に近いユーザが増えることが想定されるため、今回配布したパンフレット以上にわかりやすい利用手引き(たとえば、個別 OS 毎の設定手順書など)を列車内に備えることなども必要であろう。

#### 5.1.3. 利用状況

前章で示したとおり、利用者数(推定)は 300 名弱であった。ただしこの数字は、「利用規約」ページを経て車内サーバにアクセスした人数であり、車内サーバを経ずにインターネットにアクセスしたケース(ブラウザのホームページを表示、メールの送受信など)は含まれていない。

実証実験を約 2 ヶ月間実施したことから、1 日平均 4～5 人が利用した計算になる。サービスの提供という面からみるとやや物足りないが、技術検証などを目的とした実証実験としては及第点と言えるだろう。特に、サポートセンターへの問い合わせ内容で、接続方法などに関する質問が 25 件(全体の 3 割程度)であることを考えると、利用者の大半は特別な

サポート無しに、今回のシステムを利用できたと考えられる。

利用者の中には記者の方々も含まれており、テレビ、新聞、雑誌などで取り上げられた(資料 5, 9)。その多くで「高速でインターネットに繋がった」などと紹介されていることから、実際のユーザが利用した際にも、システムが所定の性能を発揮していた様子がうかがえる。

#### 5.1.4. 宣伝・広告

宣伝・広告の手段としては、「2.3 広報活動」で説明した通り、ポスター(駅貼、中吊)、パンフレット(駅および車内)、Web ページ(協議会ホームページ内)を利用した。また、実験開始前に記者会見および試乗会を行い、マスコミに対する情報提供も行った。実証実験を周知させるという意味では、実施したこれらの方策は十分機能したと考えられる。

さらに多くのユーザの興味を喚起するためには、人気のあるポータルサイトや個人ユーザを対象とする ISP、インターネット関連情報のメールマガジンなどと連携して、継続的に情報を流し続けることも必要であろう。

また、パンフレットにはパソコンの環境設定に関する情報や、実証実験の背景・利用規約なども掲載しており、利用マニュアルとしての機能も兼ねていた。しかし、車内では 1 箇所のみ設置していたため、例えば事前情報無しに着座した人は、実証実験を実施していることに気がつかなかったものと思われる。可能であれば、各座席にもサービス概要が分かる(あるいはパンフレットに誘導する)情報の配置が望まれる。

#### 5.1.5. ローカルコンテンツ

前章で説明したコンテンツ利用状況からは、日本語ページに対するアクセスが多かったこと以外には、それほど有意な特徴は見いだせなかった。

今回はワールドカップというイベント対応ということもあり、その前後でコンテンツの内容を大きく入れ替えたが、実際にサービスを提供する上では次の点に留意すべきだろう。

- 各種イベント対応コンテンツの提供
- 様々な乗客ニーズを満たすためのコンテンツバリエーションの充実

### 5.2. システムに関する考察

#### 5.2.1. インターネット接続の安定性

本実験では、インターネット接続に FOMA を利用したが、その性質上、電波の届かないトンネル区間や、高速走行区間での UPLINK の保持が困難であった。高速走行区間に関しては、FOMA カードの改良および、前章で説明した特定条件におけるサーバリセットによって運用可能なレベルとなった。

### 5.2.2. システム安定稼働

実験期間を通じて、搭載サーバの DISK 故障が数件発生し、サーバ自身が起動不可となったり、内部コンテンツの一部が参照不可になった。これらの障害は、次のような状況下で発生したと推測している。

- 列車の運行終了時の車両電源 OFF や、走行中の電源供給の不安定さにより、システム停止や再起動動作が発生。
- OS の書き込み処理中に上記電源障害が発生して DISK セクター不良が発生。

上記のような電源に起因する障害回避には、UPS を利用したサーバ電源管理が有効である。今回の実験システムでは、DISK にフラッシュディスクを採用したことや、設置スペース上の問題から採用を見合わせた。

また、本実験を実施するにあたり、走行時の振動と高温による障害が懸念された。振動については、ウレタン材を緩衝材に使用し、フラッシュディスクを採用することなどによって、大きな問題は発生しなかった。また、高温対策についても最高で 42 程度(7 月中旬に計測)を記録するに留まり、システムの許容範囲(事前検証による)であった。

ただし、より長期にわたって運用する場合には、本実験では発生しなかった「ネジのゆるみ」「ファンの破損」「長期高温状態による故障」などが考えられる。サーバ設置スペース (W200mm × D100mm × H300mm) の条件を緩和して、サーバ構成を再考することも必要だろう。

### 5.2.3. メンテナンス

本実験期間を通じて、システム装置の不具合その他の理由により、システム一式の交換が合計 18 回発生した。多くの場合がソフトウェア(サーバプロセスやデバイスドライバ)の不具合であったが、前述したような DISK の故障も数回あった。

システム装置の交換にあたっては、故障機材が搭載されている列車を把握するのが困難であった。これは、列車の運行状況が天候・故障などにより随時変更されるため、事前に予定された列車が必ずしも走っていないことに起因する。また、システム装置の交換には 10 分程度要するため、成田空港駅でのみ作業が可能であったことも、困難さの原因となった。

さらに、今回はシステム装置に特別な「位置把握装置」などを備えていなかったため、現在位置の把握は、事前に用意された「運行表」と車載サーバから送信されるメール(+車載サーバに対する ping 到達)の突き合わせにより実施した。つまり、運行表の上で走行時間帯にサーバとの送受信ができれば、当該列車が運行表どおりに運行されているものと判断した。

車載サーバに対するメンテナンスは、上記のシステム交換以外にも、「大量のコンテンツ更新」時にも実施した。これは、FIFA ワールドカップの終了とともに、それに関連するコンテンツの一新を図ったものである。ニュースや天気予報などの最新情報は、FOMA 経由で日々更新していたが、大量のコンテンツ更新となると FOMA 経由では「時間がかかる」「通信費用がかさむ」ため、すべて成田空港駅で無線 LAN 経由で実施した。この際にも、列車運用状況の正確な把握は必要であった。

メンテナンスを確実に実施するためには、車載システムの正確な位置を把握するための仕組み(GPS などを利用)とともに、システム装置(サーバだけではなく構成機器全般)の稼働状況を的確に把握する仕組みも必要である。また、システム一式全てを交換する方式の他に、システム構成部品をモジュール化し、短時間(列車が駅に停車している時間内)に故障部品のみを交換する手法についても検討すべきだろう。

#### 5.2.4. セキュリティ

本実験では、利用者に対するアクセスコントロールは特に実施しなかった。パンフレットやホームページの説明では、車内サーバに搭載した「利用規約」に合意したユーザのみの利用と謳っていたが、技術的にはそれを見ること無しに、内部サーバにも、インターネットにも接続できる。

この場合、悪意をもったユーザによる車内サーバへの破壊行為や、インターネットに対するクラック行為が懸念される。ただし、「乗車時間が1時間程度(インターネットに接続可能な時間はそれ以下)であること」「地上のインターネット接続環境と比べると速度面や接続の安定性で劣っていること」などの利用より、クラック行為を行う環境とはなりにくいと思われる。防御策としては、インターネットへの出口にてトラフィックを監視する(IDS など)とともに、個々の車内サーバへのセキュリティ対策が重要になる。

逆に、利用者を保護するという観点から、「意図しないファイル共有」や「インターネットからの不正アクセス」、「無線 LAN の盗聴」などについては、その防止策の検討が必要である。

## 6. 今後の展望

本実証実験は、2002年7月31日をもって終了したが、利用者や関係者からは、実験の継続を求める声や、新幹線でのサービス提供を望む声などが聞かれた。確かに本実験で実現したような機能・性能を実際の列車サービスとして実現できると、より快適なコピキタ環境となりうるが、そのためにはいくつかの課題がある。以下では、本実証実験を通じた知見に基づき、それらの課題を抽出する。

### 6.1. ビジネスモデルの確立

列車内でインターネット接続環境を提供する場合、必要なコストをどこから回収するかというビジネスモデルがとても重要になる。主に考えられるモデルとしては次のものがある。

(ア)利用者から直接徴収する。

(イ)乗客へのサービスの一環として無償提供する。

(ウ)ISPへのローミングサービスとして利用者から間接的に徴収する。

(エ)広告などとタイアップすることにより利用者以外から徴収する。

いずれの場合にしても、列車にて環境を整備・維持するコストは、地上でホットスポットを整備・維持するコストに比べてかなり大きい。主にサーバ機器の設置環境が過酷なため、メンテナンスには相当のコストが必要だ。また、後述する「安定したアップリンクの確立」が実現できない場合にはリモートメンテナンスが事実上困難となるため、さらなるメンテナンスコストを見込む必要があるだろう。

### 6.2. 安定したアップリンクの確立

今回の実験ではFOMAによってインターネット接続(アップリンク)を確立したが、駅付近のトンネル内や遮蔽体の近くでは通信が切断されてしばらくの間利用できない区間があった。また高速走行中の接続に関しても、今回はFOMAカードの改良により実現できたが、さらに高速に走行する列車への適応については未知数である。

特に、本実験のシステムではFOMAアンテナが車内の遮蔽されたスペースに設置されていたため、とりわけ電波受信環境として適していたとは言いにくい。アンテナを列車外に出すことや、根本的にアップリンク手段を変更(漏洩ケーブル利用など)するといった対策の検討が必要だろう。

### 6.3. 従量制通信費用の負担

本実験でインターネット接続のために使用したFOMAは、使用した通信量(パケット数)に基づく従量課金であり、定額料金のサービスは設定されていない。そのため、実証実験



ではなく実際のサービスの提供を考えた場合、利用者に対しても従量課金を適用するか、あるいはある程度多めの通信量を想定した定額料金に設定せざるを得ない。ホットスポットなどの無線 LAN 環境においては定額制(あるいは無料)が基本であることや、適正なサービス料金の設定を可能とするためにも、列車におけるインターネット接続のための通信費用は定額制であることが求められる。

#### 6.4. 最新の利用者環境へのキャッチアップ

今回の実験で無線 LAN の仕様を 802.11b に定めた理由は、現時点で一番普及している方式であることに他ならない。サービスを継続的に提供していく場合には、その時々利用者環境に対応した方式をサポートする必要がある。特に無線 LAN やインターネット技術の変化・進展は目覚ましく、ハードウェアやそれに付帯する方式は 2 年もすると陳腐化する可能性がある。また、ソフトウェアについてもセキュリティや機能・性能向上のためのアップデートは今後も頻繁に起こるだろう。

列車でのサービスをある程度の規模で実施する場合、その時点でサポートする方式の寿命をあらかじめ短めに想定しておくとともに、最新の方式を適宜追加・変更してゆけるように、ハードウェア・ソフトウェアのモジュール化を徹底するべきである。

無線 LAN の方式については、現在主流の 802.11b 以外に、より高速な方式の採用も視野に入れる必要がある。IPv6 については、これからのサービス提供にとって備えるべき必須の方式であろう。

#### 6.5. システム設置スペースの確保

成田エクスプレスの車輦には今回のような実験装置の設置スペースがほとんどなかったため、業務用ハットラック内への収容となり、また装置に許容される容積も限定されたものとなった。そのため、装置の高密度実装による発熱や実装機能への制約、空調のない密閉空間からくる温度上昇、装置に随時触れることができないことによるメンテナンス性の低下という問題が起こった。

実際のサービスを提供する際には、列車内に特別にシステム設置スペースを確保することが望ましい。その場合、上述の問題点を含めて、次のような機能を付帯することが望まれる。

- (ア)客室と同程度の空調システム
- (イ)UPS などを利用した安定電源
- (ウ)振動を吸収するための緩衝機構
- (エ)1U サーバなど、通常サイズの機器が設置可能なスペース
- (オ)列車運行中も機器状態が目視できること

## 6.6. システム位置把握、稼働状況把握

システムのメンテナンスのためには、メンテナンス対象システムが搭載された車両の現在位置とシステムの稼働状況の把握が必要である。成田エクスプレスの場合、列車ダイヤと運用される車両の対応関係が毎日代わり、点検のため車庫に入っている車両があることや、故障などの原因で運用変更が頻繁に発生することから、事前の情報だけでは正確な現在位置の確認がリモートからは困難である。また、実証実験ではメールおよび ping でシステムの稼働状況を確認していたが、この手法ではサーバ機器が提供する各種サービスの稼働状況など、詳細な状態の把握ができない。

システムの現在位置を把握するための手法としては、「GPS の利用」「車両の位置情報の利用」「FOMA 基地局情報の利用」などが考えられる。それらの具体的な実装方法については、技術的検討とともに実証的にも検証する必要があるだろう。

稼働状況の把握のためには、SNMP などを利用して各サービスの状況を定期的リモートから詳細に監視する仕組みの導入が望まれる。リモートからのアクセス方式としては、FOMA によるアップリンクの他に、停車駅毎に無線 LAN 経由での稼働状況情報の収集も検討すべきだろう。停車中は走行中と比べて安定した通信が可能となるのに加えて、無線 LAN を利用することにより通信の安定性が格段に向上するからである。

## 6.7. ユーザ利用状況の把握

ユーザの利用状況を把握することは、ユーザニーズを提供サービスに随時反映してゆくために必要な機能である。実証実験では、内部コンテンツのアクセス件数を把握する程度に留まったが、ビジネスとしてサービス提供する場合には、システムとして以下のような機能を実現すべきだろう。

- 利用ユーザ数計測機能: DHCP サーバから割り振られる IP アドレスの情報を syslog サーバなどに転送して解析する。
- 利用ユーザのプロファイル収集機能: サービス利用時に利用規約ページなどを強制的に表示するとともに、利用者の職業などをアンケート形式で収集する。
- 車内コンテンツアクセスの解析機能: Web サーバのログから利用頻度の高いコンテンツなどを解析する。(実証実験でも実現)
- インターネットアクセスの解析機能: 利用者のインターネットへのアクセスについて、利用プロトコルの種類や、アクセス頻度の高い Web サイトなどを解析する。データセンタ側のルータで通過プロトコルを解析したり、透過的プロキシ経由の Web アクセスとすることにより実現可能であろう。

ただし、こうしたユーザの利用状況を把握する場合には、プライバシー保護の観点から

十分な配慮をする必要がある。収集した情報の利用目的を利用規約などで説明するとともに、不必要な個人情報(氏名、メールアドレスなど)を収集対象としないなどの対応が求められる。

#### 6.8. ユーザ PC への AC 電源提供

実証実験では、端末を貸し出すのではなく、利用者自身の端末を使用する方式を取った。利用者のほとんどは Windows あるいは Macintosh といったノートパソコンを持ち込んだものと思われるが、その場合にバッテリーが乗車中に切れてしまうという問題が浮かび上がってくる。最近のノートパソコンのバッテリーは連続稼働時間が延びていることもあり、たとえばこれから海外に出発する人が成田エクスプレスに乗車した場合には、1 時間程度の乗車時間ならば十分に保つだろう。しかし、海外から来日あるいは帰国した人を想像すると、飛行機でもパソコンを使用することが十分に考えられ、成田エクスプレスに乗車する頃には、バッテリーの残りが少なくなっていることは十分考えられる。また、新幹線などのより長時間の乗車が想定される列車では、フル充電の状態に乗車しても、降車までバッテリーが保たないというケースも考えられる。

利用者へのサービス形態としては、飛行機などで実施されている「バッテリー貸し出し」がある。しかし、バッテリーの貸し出し・回収業務のコストや手続きの煩雑さを考えると、AC 電源を提供する方が適当であろう。感電などの事故の問題や既存車両へのコンセント設置工事のコストなど課題も多いが、AC 電源の提供は、パソコンのバッテリーの連続稼働時間が飛躍的に長くなるまでは、インターネット接続と一緒に検討すべきサービスだろう。

#### 6.9. ローカルコンテンツの充実

実証実験では列車内のサーバにローカルコンテンツを取りそろえたが、これは次にあげる理由から実現した。

- トンネルなどのインターネットアクセスができない区間があること。
- アップリンクの帯域が、複数人で共有するためには十分ではないこと。
- インターネットアクセスによる従量制の通信料金を抑えるため。

逆に言えば、これらの制約が無ければ車内にローカルコンテンツを設置する必然性はあまりなく、たとえばインターネット上にポータルサイトを設けて、車内からもそちらにアクセスすれば済むことになる。

上にあげた制約は、今後の技術革新などの状況の変化によって、取り払われたり緩和されたりするだろう。その場合にあえてローカルコンテンツとして何を提供するかは、提供サービスの考える上で、重要な要素の一つとなる。飛行機のように映画を VoD として提供することや、車内サービスのポータル機能など、新たなサービス提供の実現が期待される。



## 添付資料

資料 1 : ポスター・パンフレット配布先一覧

資料 2 : 駅構内掲示用ポスター

資料 3 : 車内中吊りポスター

資料 4 : パンフレット

資料 5 : 記者会見・試乗会の掲載記事

資料 6 : 実験システムの構成と機能

資料 7 : IP アドレス割り当て表

資料 8 : 実験サービス利用者規約

資料 9 : 実験掲載記事

資料 10 : サポート体制図