

---

---

観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの  
構築に関する調査検討

---

---

報告書

平成21年3月

観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討会

はじめに

近年、京都などの観光地では、有名観光スポットを巡る従来の観光とは別に、徒歩や自転車で限られた土地をじっくり巡る観光スタイルが隠れたブームとなっており、これらの観光地を訪れる観光客は、通常の観光ガイドブック的な一般情報だけでなく、容易かつリアルタイムに現地からのきめ細かな情報提供を求めている。

観光客が求めるきめ細かな情報を効果的に提供するためには、「街の魅力を自ら発見できる」、「局所性、現地性、同時性の高い情報提供」、「街歩きを妨げない無線を通じた情報提供」といった機能を持ち合わせたナビゲーションシステムを構築することが有効であると考えられる。

一方、近年の移動体通信技術の発展により、多様な移動無線システムを最適に組み合わせることにより、このようなユビキタスなナビゲーションシステムの構築が可能となっている。

こうした背景を踏まえ、本調査検討会では、京都観光をモデルに、利用シーンに応じた無線利用技術について検討を重ねてきた。さらに、検討結果に基づき、京都市三条通界隈に多様な無線システム（WiMAX、無線 LAN、Bluetooth）を組み合わせた試験的なシステムを構築して技術試験を実施し、新しい観光スタイルに適合したナビゲーションシステムのモデルを示すとともに、その有用性と課題について検証を行った。

本報告書に取りまとめられた検討結果が、より良い観光ナビゲーションシステムの構築や地域の観光振興に役立てば、検討会委員にとって望外の幸せである。そして、まずは公開試験を実施した京都の観光モデル都市としての更なる発展にこの成果を活かしたいと思う。

終わりに、本調査検討会に対して多大なるご尽力を頂いた検討会及び作業部会委員各位並びに技術試験の実施にご協力いただいた京の三条まちづくり協議会、京都工芸繊維大学佐々木研究室、NTT 京都支店などの関係各位に対し、深甚の謝意を表する次第である。

平成 21 年 3 月 16 日

観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討会座長

京都大学名誉教授 中村 行宏

## 目次

第1章 調査検討の背景.....	1
第1節 観光客の意識、動向の変化.....	2
第1項 京都市観光客の概要.....	2
第2項 京都市観光客の動向統計.....	3
第2節 移動体通信の動向.....	6
第2章 適用される無線技術.....	7
第1節 WiMAX (IEEE802.16).....	7
第1項 IEEE802 とWiMAX Forum.....	7
第2項 WiMAX 技術の発展.....	8
第3項 モバイルWiMAX の技術的特徴.....	10
第4項 モバイルWiMAXの国内展開と想定される利用シーン.....	12
第5項 海外での導入状況と我が国の状況.....	13
第2節 無線LAN (IEEE802.11).....	14
第1項 無線LANとは.....	14
第2項 無線LAN規格の主要諸元.....	15
第3項 無線LAN(802.11/11b/11g)技術の特徴.....	17
第4項 無線LANの主な利用シーン.....	19
第3節 Bluetooth (IEEE802.15.1).....	20
第1項 Bluetoothとは.....	20
第2項 Bluetoothの主要諸元.....	21
第3項 Bluetoothのプロファイル.....	22
第4項 Bluetoothの今後.....	23
第3章 観光ナビゲーションシステムの構築.....	24
第1節 ナビゲーションシステムに求められる機能.....	24
第2節 ナビゲーションシステムの仕様及び構成.....	25
第1項 無線システムの利用.....	25
第2項 システム全体構成.....	26
第3項 情報スポット構成.....	27
第4項 ユーザ端末構成.....	28
第4章 観光ナビゲーションシステムの技術試験.....	32
第1節 技術試験の実施.....	32
第1項 技術試験の概要.....	32
第2項 実施方法.....	33
第3項 実施結果.....	38
第4項 考察.....	57

第2節 通信試験	70
第1項 通信試験の目的	70
第2項 実施方法	70
第3項 実施結果	72
第4項 考察	74
第3節 WiMAXエリア確認試験	77
第1項 エリア確認の目的	77
第2項 エリア確認の実施方法	77
第3項 通信エリアの測定結果	79
第4項 屋内通信試験の目的	79
第5項 屋内通信試験の測定方法	80
第6項 屋内通信実験の結果	80
第5章 実用化に向けた課題と方策	83
第1節 技術的課題の解決策	83
第1項 電磁環境の影響	83
第2項 効果的なエリアカバー方策	84
第3項 ネットワーク構成	85
第4項 コンテンツ配信機構	86
第5項 アプリケーション	86
第2節 コンテンツ分散型観光ナビゲーションシステムの実用化に向けた方策	87
第1項 試験システムの意義	87
第2項 実用化への課題と方策	87

## 参考資料

- 資料1 開催趣旨
- 資料2 開催要綱
- 資料3 構成員名簿
- 資料4 作業部会構成員名簿
- 資料5 検討会の開催状況
- 資料6 無線LANについての追加技術試験
- 資料7 通信試験調査アンケート
- 資料8 報道
- 資料9 公開技術試験に当たりご協力いただいた方々

## 第1章 調査検討の背景

近年、京都などの観光地では、有名観光スポットを巡るだけでなく、徒歩や自転車を利用して移動ルートを含めた街全体を楽しむ観光が隠れたブームとなっている。

これは、現地を何度も訪れている観光客にとって、定番の神社仏閣や景勝地を巡るだけでは飽きたらず、自分なりの観光スタイルを求めているもので、特に年間約5,000万人の観光客が訪れる京都では、観光客の多くがリピーターであり、1,200年の歴史に支えられた伝統・文化・自然・生活など多種多様で奥深い街の魅力を発見するため、「現地ならではの現地こそ役に立つ」よりきめ細やかな情報の発信が求められている。

一方、近年は移動体通信が急速に発展し、広く普及している携帯電話や無線LANに加えて、WiMAX や次世代 PHS などの広帯域移動無線システム、Bluetooth や ZigBee などの近距離無線システムが提供または提供予定となっている。また、これらの無線システムは相互に補完・連携が進んでおり、無線LANやBluetooth の機能を内蔵した携帯電話端末や複数の通信システムに対応したモバイルパソコンが提供されるなど、ユビキタスネットワーク化が進展している。

このような状況を受けて、近畿総合通信局では「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討会」を設置し、多様な無線システムを活用して、利用シーンに応じたきめ細やかな情報提供を行なう観光ナビゲーションシステムの構築方策を検討することとした。

本調査検討会では、観光ナビゲーションシステムの実用化を前提に、広く普及している、あるいは今後の普及が期待される無線システムを利用して観光ナビゲーションシステムを検討することとし、免許が不要で誰もが容易に設置することができる無線LAN、Bluetooth によりきめ細やかな局所情報を提供することとした。ただし、無線LAN、Bluetooth だけでは観光エリアを面的にカバーすることは困難であるため、これらを補完し広域の観光情報を提供するため平成21年からサービス開始が予定されているモバイル WiMAX を組合せたモデルシステムを構築し、技術試験を実施して、システム構築に当たった技術的課題を明らかにするとともに、実用化に向けた方策を検討することとしたものである。

## 第1節 観光客の意識、動向の変化

観光客の意識、動向の変化については、京都市の平成19年(2007年)京都市観光調査年報(京都市産業観光局)の統計資料を参考にした。

### 第1項 京都市観光客の概要

京都市は平成12年に「観光客5000万人構想」を宣言して以来、観光振興を都市経営上の最重要政策の一つに位置付け、京都ならではの観光資源の創出や発掘、きめ細やかな情報発信、国内外からの観光客の受入環境整備など、多彩な施策を展開してきた。

平成19年の観光調査結果では、入洛観光客数が4,900万人を突破し、7年連続で過去最高記録を更新するなど、5,000万人が目前に迫る結果となっている。

また、公共交通機関でおこしやす・京都市協議会では「京都観光には、電車・バス・タクシーのご利用でおこしやす、歩いて楽しい京都へ」をキャッチフレーズとし、次のとおり、観光客に呼びかけている。

『車で京都観光におでかけですか。

まち全体が歴史の薫りを漂わせ、

四季折々に豊かな表情を見せる「京のまち」ですが、

観光シーズンには、主な観光地はマイカーなどで大変混雑します。

せっかくの一日が交通混雑で終わってしまつてはつまりません。

そこで、車で京都観光におでかけのあなたに私どもからの提案です。

電車・バス・タクシーには、各々の交通機関ならではの特徴があつて、その特徴を生かして利用すれば京都の楽しさはまた違ったものとなるでしょう。

車では見過ごした「あなたの京都」発見のお手伝いをしたいと考えております。

そのため、フリー切符、割引き切符もいろいろ取りそろえております。

上手に使つて、京都をのんびり歩いて散策してみましよう。

きっと「あなたの京都」を満喫していただけるものと思います。』

公共交通機関でおこしやす・京都市協議会

## 第2項 京都市観光客の動向統計

### (1) 観光客数

平成19年中に京都市を訪れた観光客数は、全体で4,944万5千人となっている。これを個人、団体別に見ると、個人客は4,452万2千人、団体客は492万3千人となっている。

個人、団体の比率は概ね9対1の割合であり、圧倒的に個人観光客が多い。

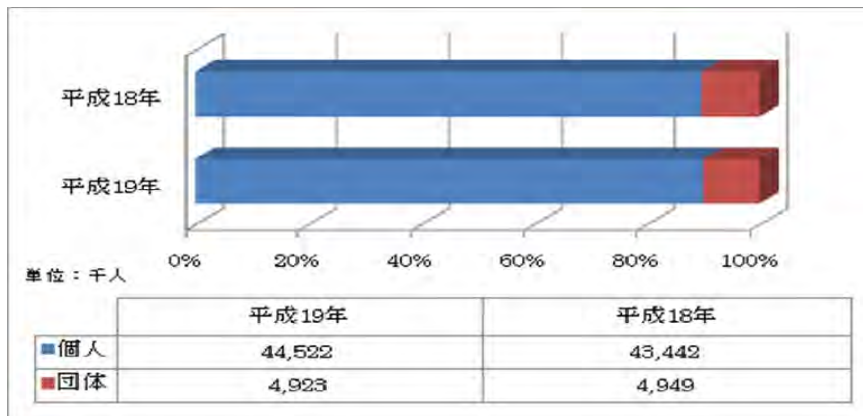


図 1-1 個人・団体別の観光客

また、日帰り・宿泊別に見ると、日帰り客は3,648万8千人、宿泊客は1,295万7千人となっている。

日帰り、宿泊の比率は概ね7対3の割合であり、日帰り観光が多いことがうかがえる。

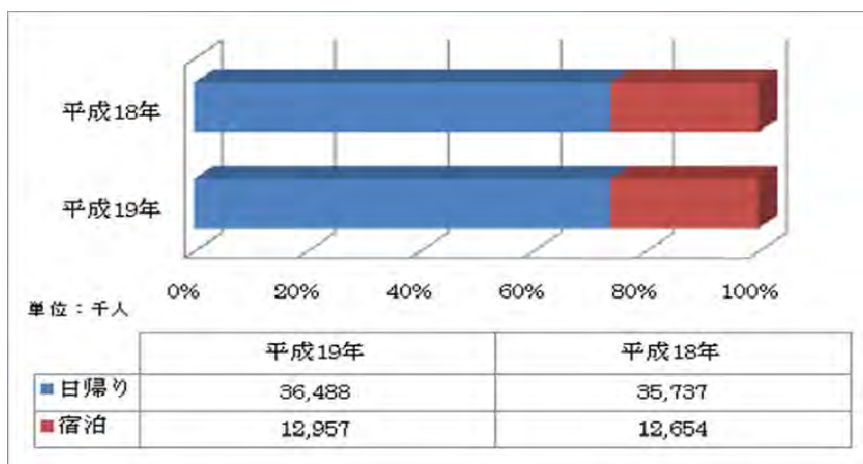


図 1-2 日帰り・宿泊別の観光客

## (2) 利用交通手段

平成19年中の利用交通機関別に見ると JR 利用客が1,736万1千人、乗用車利用客は1,433万5千人、私鉄利用客は1,302万5千人、バス利用客は472万4千人と続いている。

乗用車利用の観光客は全体の30%強となり、公共交通機関でおこしやす・京都市協議会で呼びかけている「京都観光には、電車・バス・タクシーのご利用をおこしやす、歩いて楽しい京都へ」の更なる推進を期待したい。

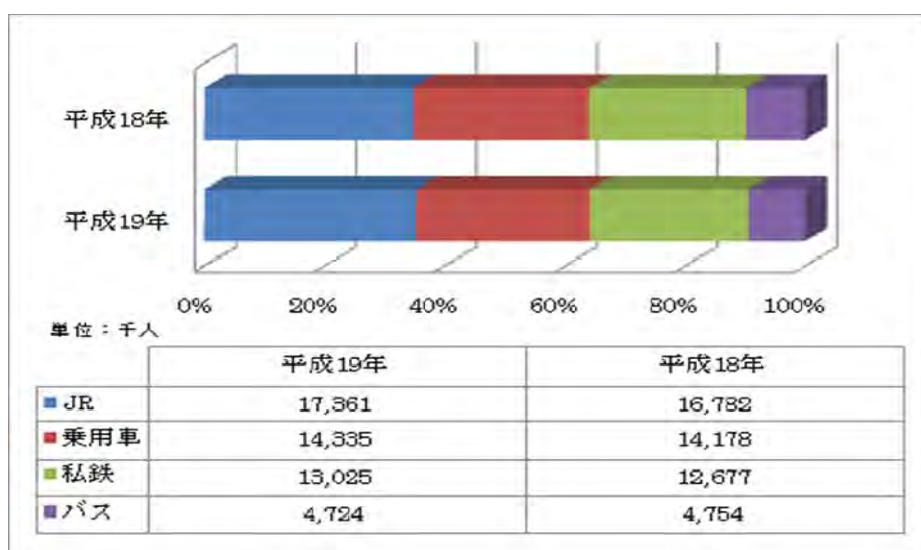


図 1-3 利用交通機関別観光客数

## (3) 観光客の動向

観光客の性別を見ると、女性が64.6%と男性を大きく上回り女性に人気があることがうかがえる。

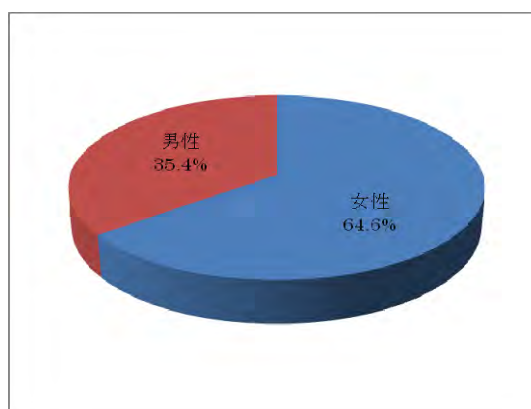


図 1-4 性別



年齢別に見ると50歳以上が5割弱と割合が高く、中高年層に人気がある。

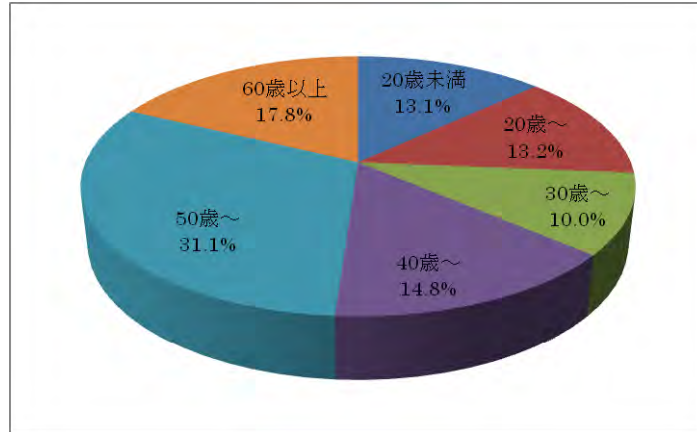


図 1-5 年齢別

過去の入浴回数を見ると、5回以上が8割と、リピーターが多いことを示している。

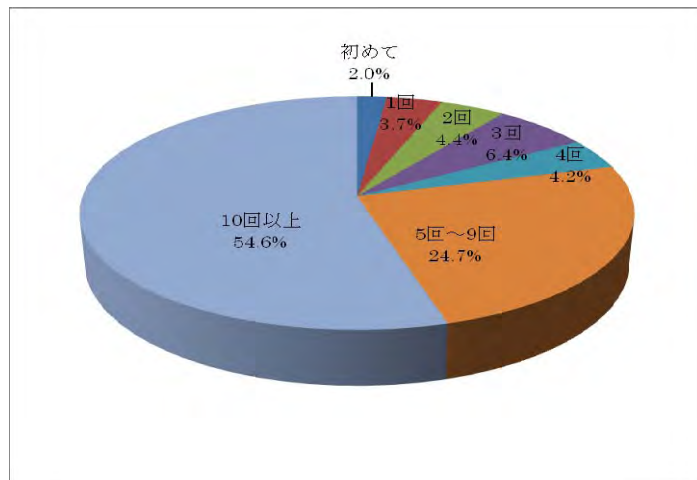


図1-6 過去の入浴回数

## 第2節 移動体通信の動向

移動体通信は、音声通信系の携帯電話が1994年の端末売切り開始を契機として普及が加速し、2002年以降にはデータ通信系の無線LANの利用が定着した。

また、2003年以降には携帯電話と無線LANだけでは埋めきれないニーズに対応して、図 1-7 のとおり様々な無線規格が開発・標準化されている。

携帯電話では、CDMA/WCDMAなどの2.5世代/3世代の技術に続き、携帯電話での大容量データの伝送を可能とするEV-DO、HSDPAなどの3.5世代と呼ばれる技術が実用化されている。

また、データ通信系では無線LANのほか、防犯・セキュリティ、環境モニタリングなどのセンサーネットワークへの応用が期待される ZigBee、携帯情報機器と周辺機器間のデータ通信での利用が進む Bluetooth、携帯電話と無線LANの間を埋める広帯域移動無線アクセスの WiMAX などの規格が開発・標準化されている。

移動体通信は近年、携帯電話における伝送速度の高速化、データ通信系のユビキタス利用が進められ、伝送距離、伝送速度、消費電力などの属性により適用分野の棲み分け・連携が図られている。

また、最近では無線端末の1チップLSI化により情報通信端末の高度化が進み、複数の無線規格に対応した情報通信端末が増えてきており、利用シーンに応じて無線方式を使い分けることが可能になっている。

## 移動体通信の規格と位置づけ

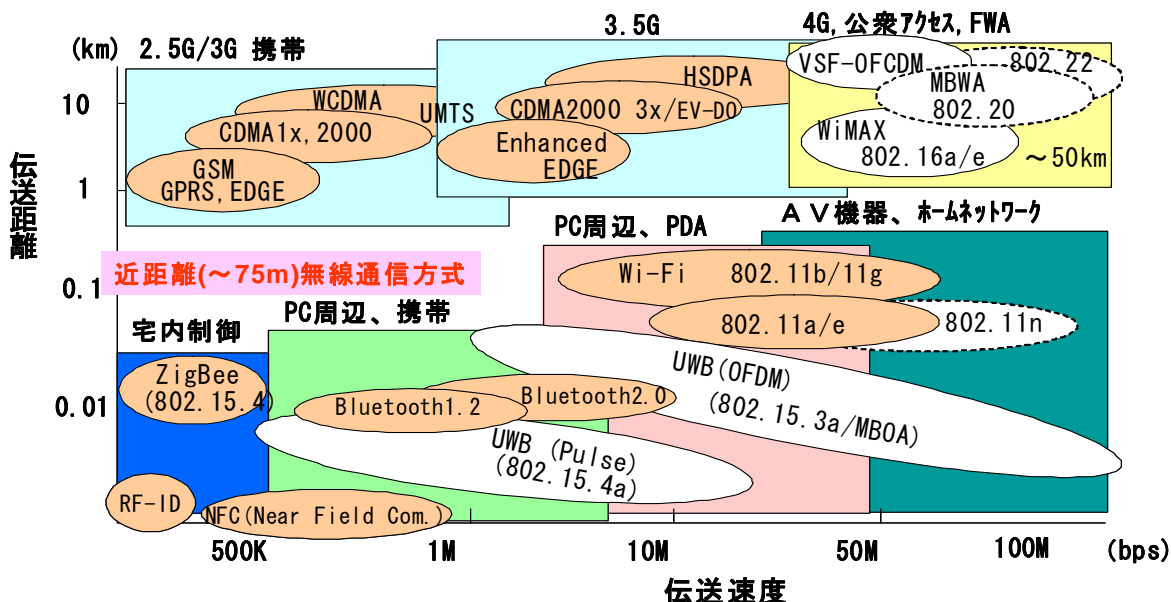


図 1-7 無線システムの用途分類

## 第2章 適用される無線技術

ここでは、本検討会で観光ナビゲーションシステムを構築する無線システムとして、第1章で紹介したWiMAX、無線LAN、Bluetoothについて、その技術や特徴などについて述べる。

### 第1節 WiMAX (IEEE802.16)

近年、携帯電話や無線LANなどパーソナルユーズを中心とした無線技術の発展と普及を背景に、既存技術に加え新たに開発された無線通信やIP通信技術を複合的に組み合わせ、新たな無線規格として我が国でも実用化の段階となったサービスにWiMAXがある。「WiMAX」は、無線技術を直接的に表現するものではなく、通信機器や通信事業者などから構成される業界団体であるWiMAX Forumが、無線技術にIEEE802.16e-2005標準規格を採用し、WiMAX Forumで規定した実装規格を満たすと認定した、通信装置の通称として用いられるものである。

### 第1項 IEEE802 とWiMAX Forum

WiMAX Forumは、IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. / 米国電子電気学会)が802.16として標準化した無線方式に準拠する機器の互換性と相互接続性を保証する事を目的に、2001年6月に通信機器メーカー、半導体、高周波部品やアンテナなどのメーカーを中心に設立された非営利団体で、2009年1月現在で、通信事業者を含め500社以上の企業・団体の会員登録が行われている。

WiMAX Forumでは、IEEE802.16標準に含まれる多くのオプション項目から共通仕様(Profile)を策定するほか、機器の互換性と相互接続性を確保するために認証(Certify)の活動を行っている。2008年6月以降はIEEE802.16e-2005標準に準拠したモバイルWiMAX仕様機器の相互運用性に関する認証業務が開始されている。

通常、IEEE802での標準化対象は、OSI参照モデルのLayer1(PHY: Physical Layer)とLayer2(MAC: Media Access Control Layer)に限定している。しかし、802.16eではモバイル型サービスを前提としたシステムの相互接続性を確保することが重要であり、更に上位レイヤの仕様やネットワークアーキテクチャを決定することが必要となる。これら上位レイヤ標準の策定についても、WiMAX Forumが担い、世界中で製造されたWiMAX標準に準拠した通信機器の相互接続性を維持するため、標準化及び認証活動が進められている。

WiMAX Forum と IEEE802.16 委員会の関係図を図 2-1 に示す。

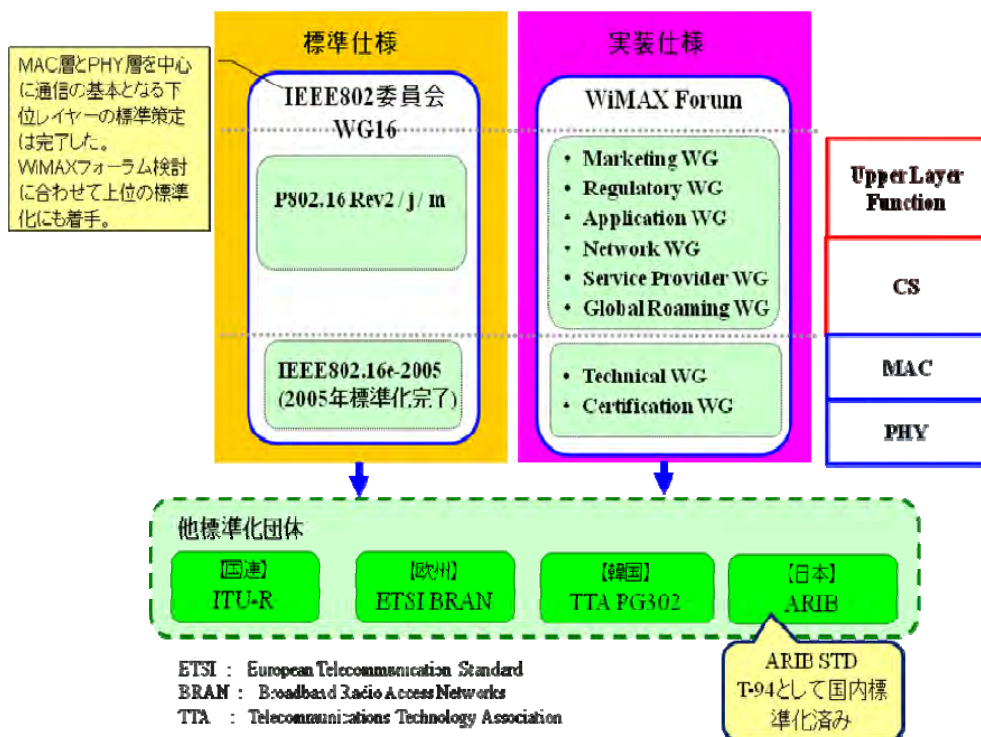


図 2-1 標準化団体関係図

## 第2項 WiMAX 技術の発展

IEEE802.16 標準は、2001年に都市部における固定系無線アクセス(FWA : Fixed Wireless Access)を目的に策定された標準である。当初は、単一搬送波(SC : Single Carrier)を 10GHz~66GHz 帯のスペクトルに適用した。送受信間に遮蔽物が存在しない見通し内(LOS : Line Of Sight)の通信環境を前提として、28MHzの周波数幅を用いて、最大伝送速度は 135Mbps を達成した。

その後、2003年に改版された IEEE802.16a 標準では、PHY に OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)変調技術を採用し、2GHz~11GHz 帯の周波数に適用することで、送受信間に遮蔽物が存在する見通し外(NLOS : Non Line Of Sight)通信を可能とした。2004年には IEEE802.16-2004 として PHY, MAC に更なる改良がなされて、FWA 利用に加えて、基地局が送信する電波が到達する範囲(エリア)内で端末が移動して通信する Nomadic 型の通信を可能とした。NLOS 環境で Nomadic 通信が可能なこの規格は、広範囲なカバーエリアを設定して、屋内に設置した据え置き型端末(CPE: Customer Premise Equipment) に対して広帯域通信を実現する。

更に IEEE802.16-2004 標準を拡張して、モバイル利用を可能とする規格として IEEE802.16e が標準化された。802.16e では、120km/h までの移動環境で安定した通信が

可能となるシステムパラメータを採用し、Layer2/Layer3 によるハンドオーバー機能、無線リソースをユーザーに柔軟かつ効率的に割り当てるためのサブチャネル機能の拡充と、非通信時に端末動作を一部休止させ、電池保持を延長させる Sleep モード/Idle モードの採用、パケットの伝送効率を向上させる Hybrid-ARQ (Automatic Repeat Request)などが標準として盛り込まれ、最大伝送速度は移動環境で 10MHz の周波数幅で最大 50Mbps (上りリンク下りリンクの合計値)程度を達成する。

また、アンテナ技術には AAS(Adaptive Antenna System)や MIMO(Multi Input Multi Output)など次世代の無線通信を支える主要技術も標準化され、データ通信速度の高速化や周波数利用効率の向上に寄与している。国内では2009年2月に UQコミュニケーションズ株式会社から同技術を採用した通信サービスの提供が開始された。

表 2-1 にモバイル WiMAX の主要諸元を示す。

規格諸元	モバイルWiMAX	備考
規格名称	IEEE802.16e-2005	
標準化時期	2005年12月	
スペクトラム	2.5GHz帯 10MHz帯域	30MHzを割り当て
適用環境	移動環境 NLOS (Non Line Of Sight)	
複信方式	TDD	
変調方式・多重方式	OFDMA・TDM QPSK・16QAM・64QAM	10MHz帯に 1024FFTを適用
最大伝送速度 <sup>※1</sup>	下り: 40Mbps 上り: 10Mbps	10MHz当り
セクタスループット <sup>※1</sup>	下り: 10Mbps 上り: 2.7Mbps	
採用技術	MIMO, AAS, QoS制御 HARQ, FFR, Idle, Sleepモード ハンドオーバー, AMC	

※1: 下り上り比率を2:1(28 data symbols:15 data symbol, 5 overhead symbols)とした場合

表 2-1 モバイル WiMAX の主要諸元一覧表

### 第3項 モバイルWiMAX の技術的特徴

モバイルWiMAXには物理層の無線規格にOFDM技術が採用された。OFDM技術は互いに直交(隣接する副搬送波の中心周波数で振幅成分が“ゼロ”となる周波数を組合せて相互干渉が生じない)関係の副搬送波(サブキャリア)を周波数軸上に配列して、高速なデータを副搬送波に並列分配して伝送する方式である(図2-2)。

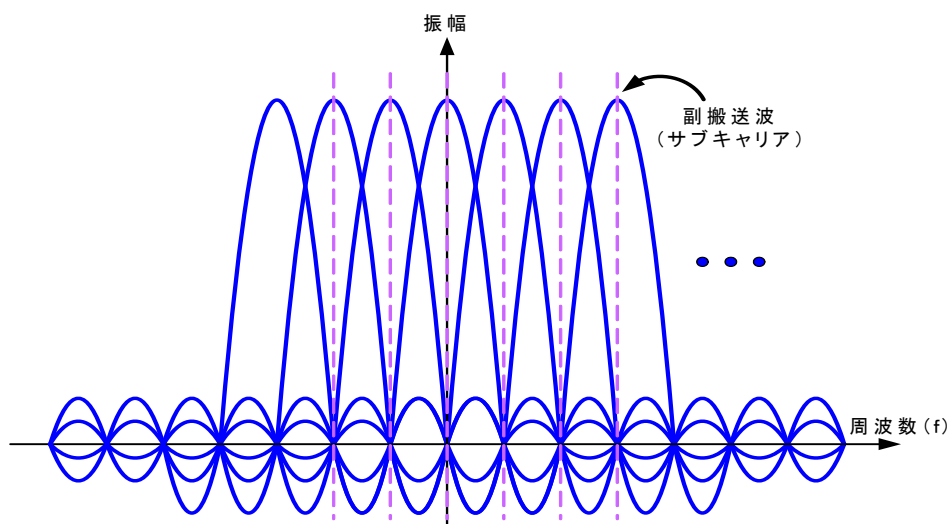


図 2-2 OFDM 技術の概念図

更に、変調方式には適応変調(AMC: Adaptive Modulation and Coding)が採用され、各副搬送波の受信側の CNIR(搬送波レベル対雑音・干渉比)に応じて、電波状態が良い(CNIRが高い)場合には、64QAM 変調や 16QAM 変調などの多値変調を割当て、効率的なデータ送信を行う。一方、電波状態が悪い(CNIRが低い)場合には QPSK 変調方式を適用して、伝送レートは低下するものの確実に受信者にデータを伝送することを可能とする。複信方式は、送受信に同一周波数を用いて送受信の分離は時間分割で行う TDD (Time Division Duplex) 複信方式が採用された。図 2-3 にモバイル WiMAX のフレーム構成を示す。

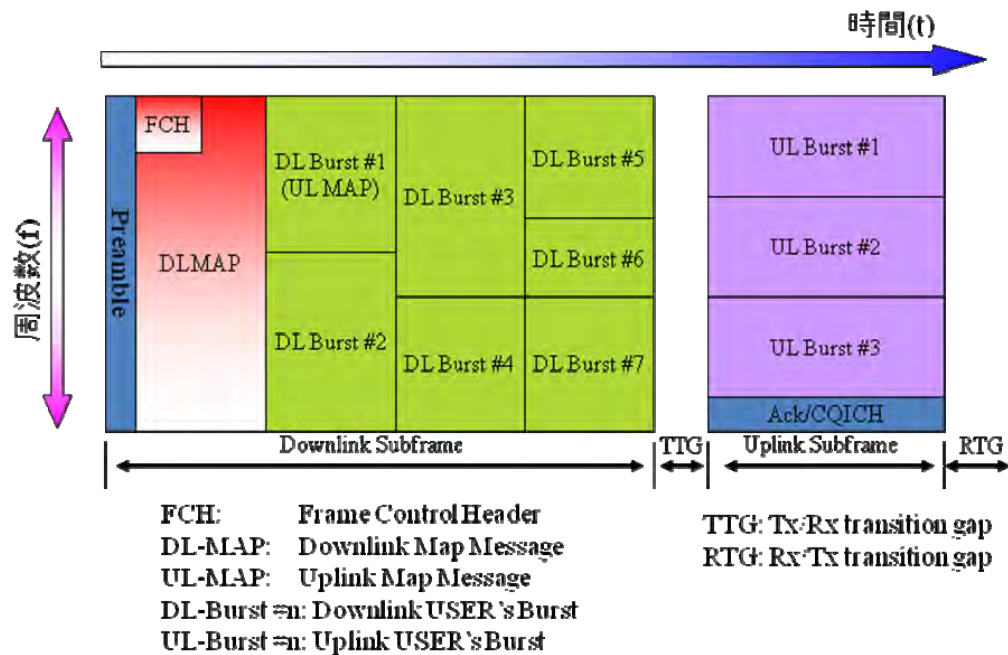


図 2-3 モバイル WiMAX のフレーム構成概念図

TDD 採用により、モバイル WiMAX では下り/上りリンクの時間シンボルの割り当てを 2:1 とする事で、インターネットアクセスで有利な非対称通信システム(下りの帯域を広く確保)を具現化させた。この TDD 複信方式は、我が国の都市部のように周波数が逼迫し、送受信ペアバンドの確保が困難な状況でも、単一バンドの周波数で対応できるため、柔軟に周波数の割り当てが可能となる。また、送受信に同一の周波数を用いるため、受信信号による伝搬路推定が容易となるので、アダプティブアンテナなどの無線通信の高度化技術への親和性が高いこと、特に広帯域での通信に有利であるなどの特長が挙げられる。

また、モバイル WiMAX の技術的な特徴としては、基地局間をまたがって通信を可能とするハンドオーバー機能を持つ点と、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 方式を多重方式に採用した点が挙げられる。OFDMA は、サブキャリアを複数の論理チャネルとして分割して(サブチャネルと言う)、タイムスロットとのマトリックスによって無線リソースをユーザーに割り当てるサブチャネル技術が採用された規格である。OFDMA 方式のサブチャネル技術の概念図を図 2-4 に示す。



周波数軸を複数に分割したサブチャネル(SC)、時間軸上を一定の時間に分割したタイムスロットのマトリクスをリソースとして、ユーザーデータに応じて割り当て、データ伝送を行う。

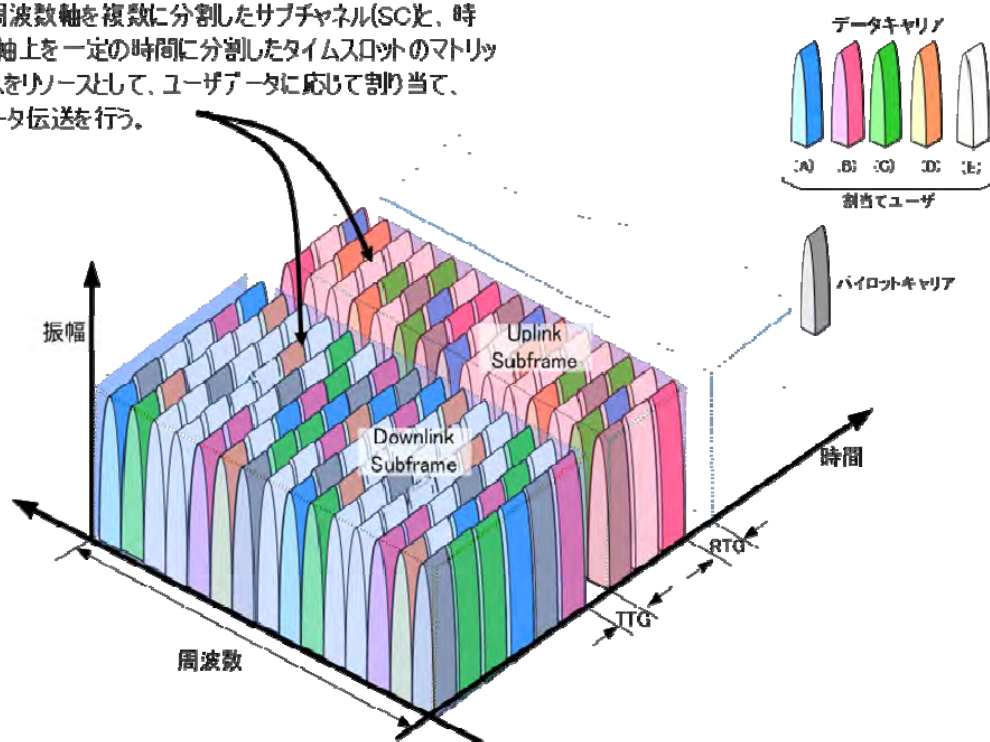


図 2-4 OFDMA/TDD サブチャネル割当ての概念図

一般に移動通信の電波伝搬では、伝搬環境が連続的かつ、複雑に変動する。これに対して、サブチャネル毎の制御を実施することで、各ユーザーにはサブチャネルの電波状態が悪化する場合は、状態の良いサブチャネルを割り当てる、タイムスロットをずらすなどにより、ユーザーには、より安定した電波状態を提供する。

#### 第4項 モバイルWiMAXの国内展開と想定される利用シーン

我が国では、2007年12月に当該モバイル WiMAX を含む次世代の無線通信方式を『広帯域移動無線アクセスシステム』(BWA: Broadband Wireless Access)として、2.5GHz帯 95MHz 幅の周波数割り当てを行った。割り当ては全国バンドとして、モバイル WiMAX を採用する UQ コミュニケーションズに 30MHz、次世代 PHS を採用するウィルコムに 30MHz、地域のデジタルデハイド解消として 10MHz と、25MHz を隣接システムとのガードバンドに配分した。

BWA は従来のハンドセット型の携帯電話とは利用シーンがやや異なり、ノート型 PC などを中心としてインターネットや企業ネットワークに接続し、瞬時に大容量のデータのやり取りを行う利用シーンが想定されている。全国バンドの割当てを受けたUQコミュニケーションズでは、2012年までに全国人口カバー率 90%以上を達成する計画であり、インターネットに簡単にアクセスして情報を引き出し、活用することが一般的になると期待される。



#### 第5項 海外での導入状況と我が国の状況

海外でも、モバイル WiMAX を採用する事業者が広がりを徐々に見せ始め、欧州でも英国など複数で 2.5GHz 帯のオークションが進められる状況にある。韓国では、政府が提唱する IT 産業発展計画 (IT839 戦略) のもと、IEEE802.16e 技術を採用し、Portable 型サービスを提供する WiBRO プロジェクトが進められた。2.3GHz 帯のスペクトラムを KT(Korea Telecom)、SKTelecom2 社が割当てを受け、2006年6月には首都ソウルを中心にサービスが開始された。当時は、モバイル WiMAX の初期規格として Release1.Wave1 としてサービスが開始されたが、WiMAX フォーラムの標準化に準じて、現在は Release1.Wave2 にアップグレードされ、国際標準システムとしての提供が行われている。

北米では 2.5GHz 帯のライセンスを保有していた Sprint Nextel 社が XHOM(ゾーム)のブランドで2007年10月にボルチモア(メリーランド州)からサービスを開始し、同時にサービスを進めていた Clearwire 社と事業統合して、全米にサービスエリアを拡大する計画で事業を進めている状況にある。

また、アジアでは台湾が M-Taiwan 国家プロジェクトの中心技術としてモバイル WiMAX を位置付け、南北各 3 事業者に 2.5GHz の周波数ライセンスを付与して、2010年のサービス開始を計画。マレーシア、インド、ロシアなどにおいても 2.5GHz 帯を用いたサービスの準備が進められている状況にある。

## 第2節 無線LAN (IEEE802.11)

### 第1項 無線LANとは

#### (1) 無線LANの普及・背景

インターネット利用ユーザの増加に伴い、オフィスはもちろんのこと、店舗・倉庫、一般家庭などまで含めたコンピュータネットワークが急速に普及している。この中でLANの構築は欠かせないものであり、かつ「いつでも、どこでも」通信できるユビキタスな環境を実現したワイヤレスアクセス技術の発展をもたらした無線LANは大きな役割を担っている。また、ユーザの利用形態も単なる音声やメールだけではなく、音楽や画像などのマルチメディアコンテンツの利用へと移行してきており、高速データ通信や動画配信のためのインフラとしても無線LANへの期待は高まっている。無線LANはデータ伝送速度が高速なため、比較的大容量のデータ伝送に適していることに加えて、端末の移設・増設の際に設置工事が不要であり、経済的な回線構築が容易に実現できることから、家庭内の普及にも大きく貢献しているといえる。

無線LANを実現する方式としては、IEEE 802.11 規格が最も普及している。2008年7月現在、無線LANのほとんどが以下のいずれか、もしくは複数の規格を採用している。2.4GHz の周波数帯を利用する無線LANとして、IEEE 802.11b と IEEE 802.11g があり、5.2GHz の周波数帯を利用する無線LANとして IEEE.802.11a がある。

2.4GHz の周波数帯は、電子レンジ、Bluetooth、ZigBee、コードレス電話等の無線機器、盗難防止装置や POS システムなどでも使われており、機器間で電波干渉が問題になることがある。

#### (2) 無線LAN(IEEE802.11)規格の発展

IEEE802.11 は、1997年6月に規格が統一されたが、異なるメーカー間では相互接続が出来ない場合があるなど、広く普及するには至らなかった。

IEEE802.11b は、1999年に策定された規格であり、2.4GHz の周波数帯を利用し理論上は最大 11Mbps での通信が可能である。IEEE802.11g が普及するまでは、無線LANの事実上の標準として扱われていた。

IEEE802.11a は IEEE802.11b と同じ 1999年に登場した高速化への要求に対応するために策定された規格である。5GHz 帯の周波数帯を利用し、理論上は最大 54Mbps の通信が可能である。伝送距離が短く障害物の影響を受けやすいが、IEEE 802.11b や IEEE 802.11g に比べてノイズの影響を受けにくいという利点がある。

IEEE802.11g は 2001年に暫定(ドラフト)として承認され、IEEE 802.11b と同様に 2.4GHz 帯で通信を行い、理論上は最大 54Mbps の通信が可能である。同規格は IEEE 802.11b との互換性が高く、混在して使用することも可能である。IEEE 802.11b と IEEE 802.11g の両方に対応している無線LAN機器は多い。

## 第2項 無線LAN規格の主要諸元

ここでは、無線LANの各通信規格の主要諸元を示す。

### (1) IEEE 802.11b

通信規格名	IEEE802.11b
周波数帯	2.4GHz
最大伝送速度	11Mビット/秒
変調方式	CCK(Complementary Code Keying) ※1 直接拡散(DS: direct sequence)
アクセス制御	CSMA/CA (carrier sense multiple access with collision avoidance) ※2
送信電力	10mW/MHz
特徴	2.4GHz 帯を利用するため、干渉に強いスペクトラム 拡散を採用している。

表 2-2 IEEE 802.11b

### (2) IEEE 802.11a

通信規格名	IEEE802.11a
周波数帯	5GHz
最大伝送速度	54Mビット/秒
変調方式	OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)※3 直接拡散(DS: direct sequence) シングルキャリア方式
アクセス制御	CSMA/CA(carrier sense multiple access with collision avoidance)
送信電力	10mW/MHz
特徴	OFDM を採用して伝送路に対する耐性を強化し、かつ 高速化を実現している。フェージングとマルチパス に強い。 5GHz 帯の周波数ということで、比較的干渉が少ない。 屋内での使用に限定されている。

表 2-3 IEEE 802.11a

(3) IEEE 802.11g

通信規格名	IEEE802.11g
周波数帯	2.4GHz
最大伝送速度	54Mビット/秒
変調方式	OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 直接拡散(DS:direct sequence) CCK-OFDM(Complementary Code Keying- orthogonal frequency division multiplexing)※4
アクセス制御	CSMA/CA(carrier sense multiple access with collision avoidance)
送信電力	10mW/MHz
特徴	2.4GHz 帯を利用するため、干渉に強いスペクトラム 拡散を採用している。フェージングとマルチパスに 強い。

表 2-4 IEEE 802.11g

※1 : CCK(Complementary Code keying=相補符号変調)

IEEE802.11b での変調方式で、1つの搬送路での通信効率を上げるための技術である。拡散符号をデータによって逐次変え、符号そのものに情報を持たせていることで、1シンボルに送ることのできるビット数を増やしている。

※2 : CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)

有線イーサネットの通信方式 IEEE802.3 の CSMA/CD によく似た方式で、衝突の検出が出来ないため、まず送信の前に誰か送信していないかを調べ(Carrier Sense)、さらに自分宛のデータが送信されてきていないかを調べる(Sense Multiple Access)。その結果衝突の心配がないと判断したらデータを送信する。他に通信中のノードが有った場合には送信待機(Collision Avoidance)となり、送信待機になって次に再送するにはランダムに割り当てられた時間を待ってからとなる。また全く同時に2つのノードが送信を始めて衝突した場合は、エラー回復が出来ないため上位層レベルで再送が行われる。

※3 : OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing=直交周波数分割多重変調)

限られた資源である電波を有効利用するひとつの手段として、ひとつの電波で複数の信号をやりとりする多重化がある。この多重化の代表例として周波数多重(FDM:Frequency Division Multiplexing)があるが、OFDMはこのFDMのひとつで、周波数の重ね方が違いスペクトルが重なるところまで多重化し周波数間隔を狭くしている。OFDMのメリットはフェージングに強いという点である。

※4 : CCK-OFDM

IEEE802.11gを11bと互換性を持たせるためにOFDMを変形して、パケットのヘッダーにCCK変調を採用し、ペイロードにOFDMを用いる方式。しかしOFDMだけに比べスループットが下がってしまうという欠点がある。

### 第3項 無線LAN(802.11/11b/11g)技術の特徴

無線LANの技術的な主な特徴を以下に記述する。

#### (1) 多元接続方式

無線LANは、複数ユーザ(端末)の接続を可能にすることができるが、これを多元接続と呼び、これを実現しているのが多元接続方式(CSMA/CA)である。

これは、図 2-5 に示すように、各端末が、他の端末の信号(carrier)を検知(sense)することで、衝突(collision)を回避することができるものである。その時に他に誰も信号を出していなければ送信権を獲得することができ、帯域を占有することができる。この方式は、トラフィックの多い一つの端末が送信時間を長く占有することで、多量のデータを転送する特定端末の効率を高めることができる。しかし、接続数が多すぎると送信機会がなくなったり、衝突を繰り返し発生させるため非効率になる。またキャリアセンスを絶えず行うことで、消費電力は高くなる。

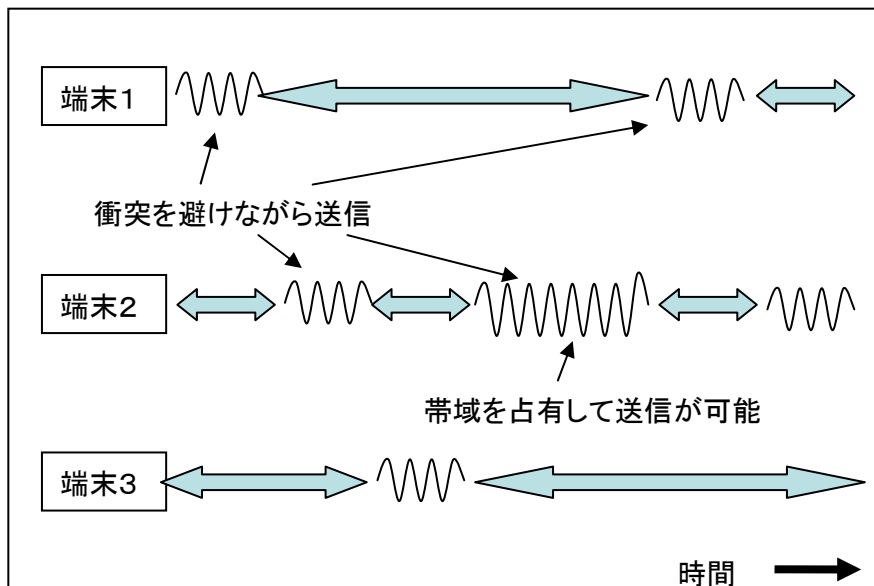


図 2-5 CSMA/CA 方式

#### (2) スペクトラム拡散

2.4GHz 帯は ISM(Industrial Science Medical)帯とも呼ばれ、工業科学医療用に用いられる周波数であり、電子レンジなどの民生機器などもこの周波数帯で使用される。そのため、雑音が多い帯域であったためにスペクトラム拡散が導入された。

スペクトラム拡散には、直接拡散(DS:direct sequence)方式と周波数ホッピング(FH:frequency hopping)方式があり、無線LANは直接拡散方式を利用している。

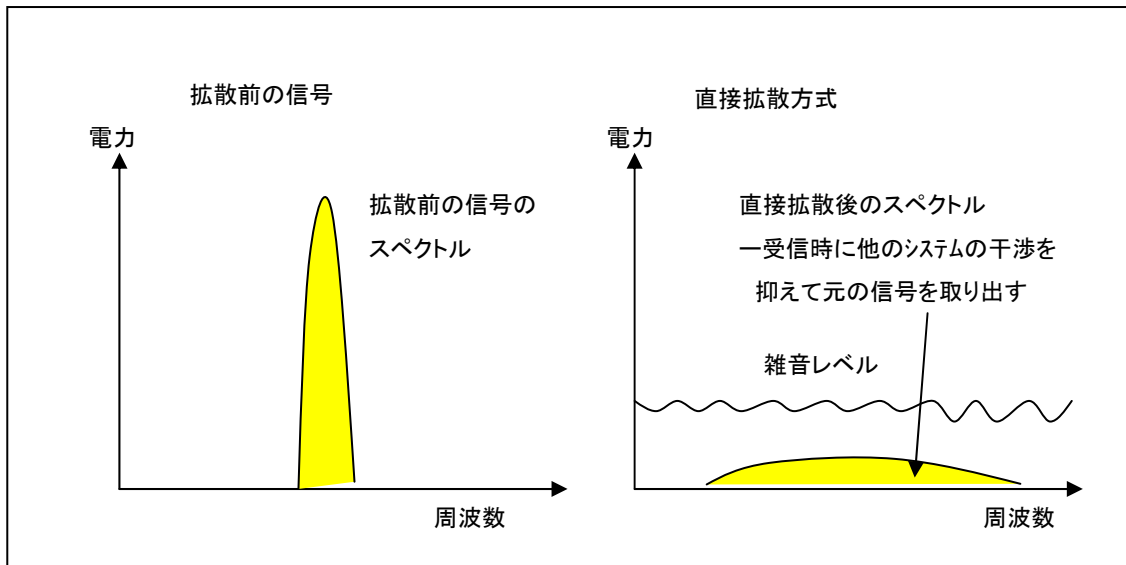


図 2-6 スペクトラム拡散

(3) 広帯域(高速)化技術＝OFDM(直交周波数分割多重)

伝搬路の影響に強く、高速化が可能な技術として OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)が無線LANには採用されている。同じ章の第1節、第3項で詳細説明しているので、ここでは省略する。

#### 第4項 無線LANの主な利用シーン

近年、情報通信の果たす役割は極めて大きく、パソコン、OA 機器等の各種情報処理端末機器の出現に伴い、オフィスや工場等におけるLANの利用形態の多様化が進んでおり、より柔軟性のある情報ネットワークの構築が求められている。最近では、無線LANシステムがインターネット接続のための加入者側のアクセス手段(いわゆるラストワンマイル)として活用される場合もある。

##### <応用例>

###### ア オフィス

- 接客サービス(ファーストフード店での集客サービス)
- ホテル(インターネット接続サービス)
- オフィス(データ通信、電子メール、プリンタ)
- 倉庫/店舗(商品在庫管理、POS)

###### イ 家庭

- ホームネットワーク(電子メール、インターネット)
- AV接続(TV、DVDプレーヤ、デジタルビデオカメラ)

###### ウ 公衆無線LANサービス

- 無線LANスポット(駅、空港、書店、カフェ、レストラン、ガソリンスタンド)

また、最近では、無線LANの位置測位技術を採用した TLS(Time Locating Systems)のサービスも開始されている。応用先としては、物流搬送現場、医療現場などでの物品所在管理、人のエリア検知でのセキュリティへの適用、スーパー店舗などでのショッピングの動線管理、観光などでの情報案内・ナビゲーションなど様々な分野で利用されている。無線LANは、単なる通信手段としての活用だけでなく、更なる付加価値を求めた使い方が要求されており、今後の発展にも大きく期待が高まっている。

### 第3節 Bluetooth (IEEE802.15.1)

#### 第1項 Bluetoothとは

##### (1) Bluetoothとは

ノート PC、PDA、携帯電話などの携帯情報機器と半径 10～100m程度の距離で Bluetooth 搭載周辺機器と最大 3Mbps (EDR 使用時) で無線通信 (音声、データ) が可能な短距離無線通信技術の一つで、免許なしで使うことができる 2.4GHz 帯を利用しておりポイント・ツー・ポイント接続と、ポイント・ツー・マルチポイント接続 (最大 7 台接続) が可能である。

##### (2) 経緯

Bluetooth の仕様は、Ericsson 社、IBM 社、Intel 社、Nokia 社、東芝の 5 社が中心となって発足した業界団体: Bluetooth SIG (Special Interest Group) によって策定され、1998 年に初の仕様 V1.0 がリリースされた。また、電子通信分野の標準規格を策定している国際団体 IEEE は Bluetooth 仕様 V1.1 と完全な互換性を持つ「PAN (Personal Area Network)」の標準規格 IEEE802.15.1 を 2002 年に採択した。現在の最新仕様は ver2.1+EDR (Enhanced Data Rate) である。

Bluetooth SIG には仕様に適合しているかどうかをチェックし、認可する機関があり製品の相互接続性が確保されている。

##### (3) 普及動向

現在、Bluetooth を搭載した PC、PDA、携帯電話と周辺機器としてマウス、プリンタ、ヘッドフォンを接続しての利用、最近ではゲーム機のコントローラの無線接続への利用などの普及が進んでいる。また、機器の搭載されるタイプその他、USB 型で PC などに簡易に接続できるものが普及している。(図 2-7 Bluetooth の利用イメージ参照)



図 2-7 Bluetooth の利用イメージ



#### (4) 特長

電子機器を常時接続して使用する用途に適しており、車の運転時、歩行時などの安全を考慮したハンズフリーでの操作利用も提唱されている。

Bluetooth は、PC や携帯電話など保有ユーザの多い通信機器に使用されており、インターネットなどネットワーク(IP 通信)との親和性が良いのが特長である。

#### 第2項 Bluetoothの主要諸元

以下に主要諸元を示す。

##### (1) 周波数/変調方式

使用周波数帯域	周波数 CH 数	ガードバンド	変調方式
2.400-2.4835 GHz	79CH (1MHz 間隔)	下側: 2MHz 上側: 3.5MHz	GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)

表 2-5 周波数/変調方式

##### (2) 無線出力規定(クラス)

クラス	最大出力(Pmax)	公称出力 (Pnom)	最小出力(Pmin)	到達距離
1	100mW(+20dBm)	—	1mW(+0Bm)	~100m
2	2.5mW(+4Bm)	1mW(+0Bm)	0.25 mW (-6 dBm)	~10m
3	1mW(+0Bm)	—	—	~1m

表 2-6 無線出力規定(クラス)

##### (3) 最大実効速度

仕様バージョン	非対称型通信時 (ポイント・ツー・マルチポイント)	対称型通信時 (ポイント・ツー・ポイント)
V1.x	下り 723.2kbps/ 上り 57.6kbps	432.6kbps
V2.x	下り 723.2kbps/ 上り 57.6kbps	432.6kbps
V2.x+EDR	下り 2178.1kbps/ 上り 177.1kbps	1306.9kbps

表 2-7 最大実効速度

(4) 仕様の改定履歴

バージョン	策定年	内容
V1.0	1999	初期バージョン
V1.1	2002	バージョン1.0 の問題点改善
V1.2	2003	無線LAN との混信防止追加 SCO (Synchronous Connection Oriented) の追加 等
V2.0+EDR (Enhanced Data Rate)	2004	従来より3~4 倍の通信速度である2Mbps、3Mbps の通信仕様を追加
V2.1+EDR (Enhanced Data Rate)	2007	ワイヤレスマウス、ワイヤレスキーボード等 に対する超低消費電力通信仕様を追加

表 2-8 仕様の改定履歴

第3項 Bluetoothのプロファイル

Bluetooth は、様々な機器の通信に使用するために、機器の種類ごとに策定された標準プロトコルがあり、プロファイル (Profile) と呼ばれる。

代表的なものに表 2-9 に挙げるプロファイルがあり、ワイヤレスマウス、ヘッドフォン、イヤホン、プリンタ、携帯電話などで用いられる。

Bluetooth 対応機種同士であっても利用する機器の双方が適切なプロファイルに対応している必要がある。

(1) 代表的なプロファイル

プロファイル名	内容
GAP (Generic Access Profile)	機器の接続/認証/暗号化を行う。
SPP (Serial Port Profile)	Bluetooth 機器を仮想シリアルポート化する。
DUN (Dial-up Networking Profile)	携帯電話・PHSを介してインターネットにダイヤルアップ接続する。
FTP (File Transfer Profile)	パソコン同士でデータ転送を行う。(TCP/IPのFTPとは無関係)
HID (Human Interface Device Profile)	マウスやキーボードなどの入力装置を無線化する。
OPP (Object Push Profile)	名刺交換(データ)などを行う。
HSP (Headset Profile)	Bluetooth搭載ヘッドセットと通信する。モノラル音声の受信だけではなく、マイクで双方向通信する。
A2DP (Advanced Audio Distribution Profile)	音声をレシーバー付きヘッドフォン(またはイヤホン)に伝送する。HSP/HFP と異なり、ステレオ音声・高音質となる。
HFP (Hands-Free Profile)	車内やヘッドセットでハンズフリー通話を実現する。HSPの機能に加え、通信の発信・着信機能を持つ。

表 2-9 代表的なプロファイル

## (2) その他のプロファイル

プロファイル名	内 容
SDAP (Service Discovery Application Profile)	他の Bluetooth 機器が提供する機能を調べる。
HCRP (Hardcopy Cable Replacement Profile)	プリンタへの出力を無線化する。
BPP (Basic Print Profile)	プリンタへ転送・印刷する。
BIP (Basic Imaging Profile)	静止画像を転送する。
SYNC (Synchronization Profile)	携帯電話・PHSやPDAとPCとの間で、スケジュール帳や電話帳のデータ転送を行い、自動的にアップデートする。
LAP (LAN Access Profile)	Bluetoothを利用して無線LANを構築する。
FAX (FAX Profile)	パソコンからFAXを送信する。
PAN (Personal Area Network Profile)	小規模ネットワークを実現する。
AVRCP (Audio/Video Remote Control Profile)	AV機器のリモコン機能を実現する。
PBAP (Phone Book Access Profile)	電話帳のデータを転送する。
OBEX (Object Exchange)	オブジェクト交換(OPP、BIP、FTP、SYNC)で用いる認証方式。データ転送プロファイルの一つで、データ送受信時にOBEX認証パスキーの入力を接続相手に要求する。
ICP (Intercom Profile)	同一ネットワーク内にあるBluetooth搭載携帯電話同士を公衆電話網を介さずに直接、接続させる。

表 2-10 その他のプロファイル

## 第4項 Bluetoothの今後

Bluetoothは、近距離通信方式のうち、高速の無線LAN、低速のZigBeeに比べて中速度に位置しており、利用プロファイルからもわかるように音声やテキスト、コントロール信号などのデータ通信に適しており、消費電力も他の方式の中間に位置する。

発展経緯で問題点としてあげられた2.4GHz帯の無線LANとの混信防止機能付加や無線コントローラへの適用に対する低消費電力化など、市場ニーズに沿った課題の改善が進められてきた。

更にV.3では、UWB(Ultra Wide Band)方式を取り入れることによる高速化を計画しているので、今後の市場普及動向を注視する必要がある。

### 第3章 観光ナビゲーションシステムの構築

この章では、第 1 章で記述したような新しい京都観光のスタイルに適合すると考えられる、観光ナビゲーションシステムについて述べる。

#### 第1節 ナビゲーションシステムに求められる機能

第 1 章で記述したような、徒歩を中心とした観光客のニーズにこたえるナビゲーションシステムとは、以下のようなシステムである。

- 京都のディテールの魅力を観光客が自ら発見できる機能

従来のような、有名スポットをガイドブック的にならべたような観光ナビゲーションシステムではなく、ガイドブックに載らないような様々な歴史的遺産やお店などを観光客が自ら、街歩きをしながら見つけられるようにするシステムでなければならない。

- 局所性(“町家間隔”)、現地性、同時性の高い情報を提供

京都中にある歴史的遺産やお店は、それぞれが魅力をもち、また、それぞれのメッセージがある。そういった魅力やメッセージを観光客に、現地で伝え、発見してもらうことが、京都の旅の魅力となる。このように、現地にいるその時に情報を伝えることができるようなシステムでなければならない。

京都の細い路地まできめ細かくカバーし、利用シーンに応じて適切な情報提供が出来なければならない。

- 街歩きを妨げない無線を通じた情報提供

街の魅力は、家やホテルの端末の前で発見されるものではなく、街を散策している最中に見つけられるものである。そのためには、このシステムを通じて提供されるコンテンツは、有線を通じて提供されるのではなく、無線を通じて、街を歩いている最中に自動的に端末に提供されるものでなければならない。

## 第2節 ナビゲーションシステムの仕様及び構成

第1節に既述したような機能を実現するシステムとして、以下のような仕様および構成をもつシステムを構築した。

### 第1項 無線システムの利用

きめの細かい情報を提供するために、3つの階層にコンテンツの種類を区切り、それぞれを、WiMAX、無線LAN、Bluetoothに割り振ることとした。

それぞれの無線システムがカバーする範囲や、想定されるコンテンツの内容は以下の通り(今回の実験では都合によりすべての階層において同じコンテンツを使用した)。

種類	無線システム	内容	特性
広域	WiMAX	エリア全域をカバーする広域ナビゲーション一般的なスポット情報が中心	インターネット上で提供されている通常のコンテンツ
中域	無線LAN	アクセスポイントから半径 50m 程度のエリアのナビゲーション範囲内にあるスポットや商店・飲食店の紹介コンテンツ	「その場」にいる利用者を商店などに誘導するためのコンテンツ(タイムセールなどを想定する
狭域	Bluetooth (利用地点の周辺環境により Class 1/ Class 2 を使いわけ)	半径 10m 程度を想定し、その場にいる人にスポット内のみどころを知らせたり、商店の存在を「発見」させたりするためのマーカ。また、無線LANやWiMAXが届かない場所で利用される補完的なコンテンツ	テキストベースの簡単なコンテンツ

表 3-1 無線システムの利用

## 第2項 システム全体構成

### (1) 使用した機器およびソフトウェア

使用した機器は以下の通りである。

Bluetooth 情報スポット	本体	FutureNet MA-430/S(センチュリーシステムズ(株))
	Bluetooth モジュール	BT-MicroEDR1X もしくは BT-MicroEDR2X (プラネックスコミュニケーションズ(株))
	OS	Linux 2.6.23
	HTTP サーバ	Lighttpd 1.4.18
	Bluetooth スタック	Bluez 3.18
無線LAN 情報スポット	本体	Armadillo-300(アットマークテクノ(株))
	OS	Linux 2.6.12
	HTTP サーバ	Lighttpd 1.4.19
ユーザ向け端末	本体	EeePC 901 (AsusTek)
	OS	WindowsXP Home Edition SP3 (Microsoft)
	ユーザ アプリケーシ ョン	Adobe AIR 1.5 上で動作する専用アプリケーション
	情報スポット 探索機能	Bluetooth: 本システム専用アプリケーション 無線LAN: OS の機能を使用

表 3-2 使用した機器およびソフトウェア

### (2) ネットワーク構成

上記の機器およびソフトウェアを使用して構築されるネットワーク構成は、下図の通りである。

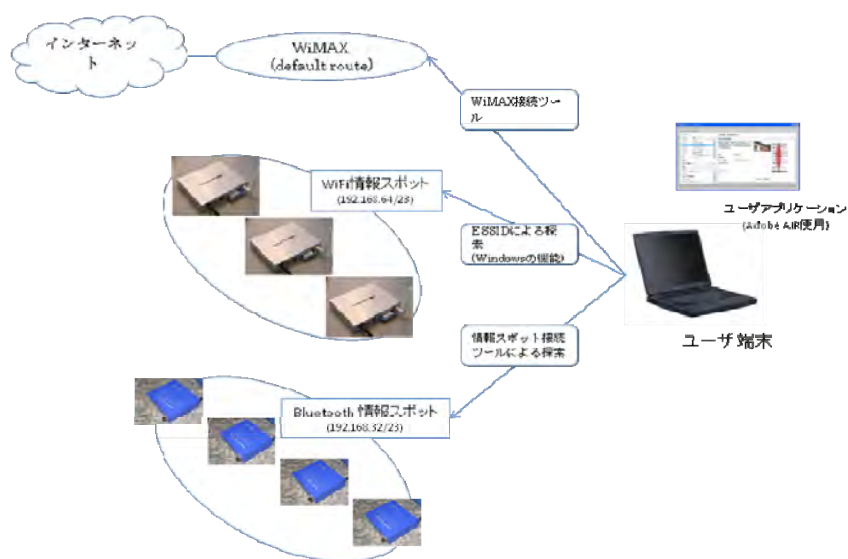


図 3-1 ネットワーク構成

本システムでは、各無線システムすべてでTCP/IP ネットワークを使用した。上図のように、ネットワークは3つあり、それぞれが各無線システムに対応しており、ユーザ端末は、これらのネットワークに同時にアクセスし、それぞれの無線システムから提供されるコンテンツを取得する。

Bluetooth および無線LAN情報スポットは、それぞれの無線ごとに異なるプライベートアドレスセグメントに属している。それぞれのスポットは原則的に固有の IP アドレスを持っており、ユーザ端末は、Bluetooth と無線LANごとに 1 つの情報スポットに接続してコンテンツを取得する。

WIMAX 経由のコンテンツは、インターネット上に設置されたサーバから提供される。

### 第3項 情報スポット構成

Bluetooth および無線LAN情報スポットの構成の詳細を記述する。

#### (1) Bluetooth情報スポット

Bluetooth 情報スポットの構成を下図に示す。

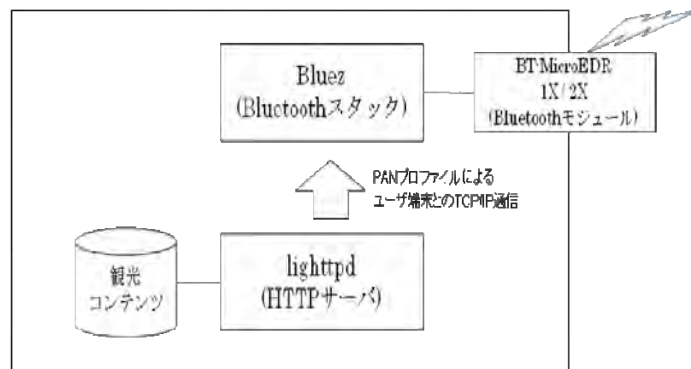


図 3-2 Bluetooth 情報スポットの構成

上図において、Bluetooth のプロトコルスタックである Bluez は、USB 接続された BT-MicroEDR を監視し、ユーザ端末からの接続を待ち受ける。ユーザ端末が接続してくると、Bluez は、PAN プロファイルによりネットワークを確立し、このネットワークへのインターフェースを提供する。提供されたインターフェースにはあらかじめ指定された IP アドレスが割り当てられており、その IP アドレスを使用して、ユーザ端末との TCP/IP 接続が可能となる。

情報スポット内で起動している lighttpd は、この IP アドレスでユーザ端末からの HTTP 接続を待ち受けている。あらかじめ指定された URL への接続があると、ユーザ端末に対し、XML で記述された観光コンテンツを送信する。また、PHP も動作し、データベースに格納されたユーザからのスポットへのコメントも提供できる。

## (2) 無線LAN情報スポット

無線LAN情報スポットの構成を下図に示す。

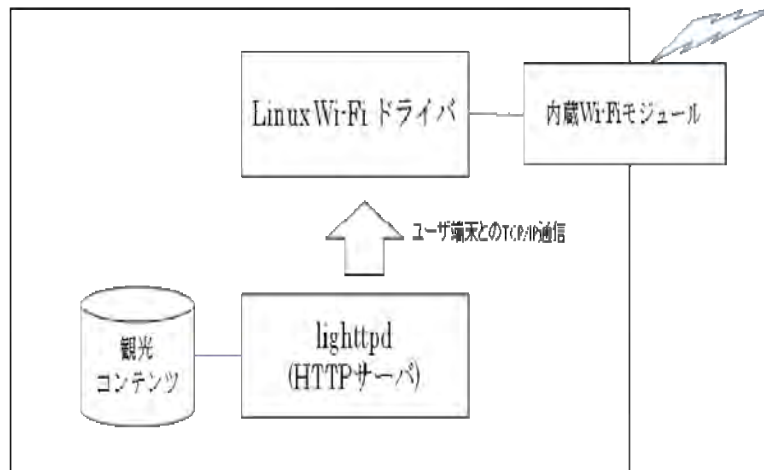


図 3-3 無線LAN情報スポットの構成

情報スポット内の動作は、ほぼ、Bluetooth 情報スポットと同様である。本システムで使用した機器は無線LANモジュールを内蔵しており、Linux にもドライバが組み込まれているので、追加のモジュールは必要ない。

## 第4項 ユーザ端末構成

このシステムでは、第1項に記述したようなコンテンツを、ユーザが自ら操作をして手に入れるのではなく、街歩きをしている最中に自動的に手に入れられるようにすることが求められる。

本システムで使用したユーザ端末の内部構成を下図に示す。

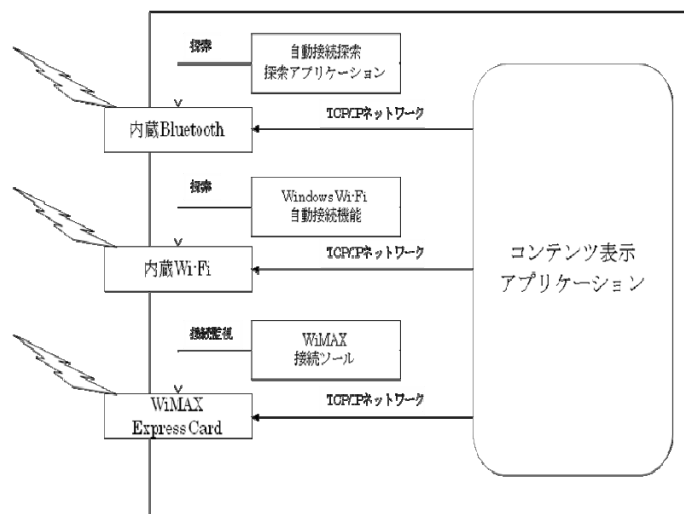


図 3-4 ユーザ端末の内部構成



この構成では、ユーザ端末は、Bluetooth、無線LAN、WiMAX の 3 種類の無線ネットワークを同時に使用する。それぞれのネットワークについて、ユーザの操作なしに自動的に接続可能とするため、Bluetooth については自動接続用探索アプリケーション、無線LAN については Windows が内蔵している無線LAN自動接続機能、WiMAX については専用の接続ツールが使用されている。

この状態の下で、それぞれのネットワークは TCP/IP ネットワークを提供し、そのネットワークの対向にある情報スポットもしくはインターネットサーバにコンテンツ表示アプリケーションが HTTP 接続を行うことにより、コンテンツを入手することになる。

ユーザ端末から見たシステムの動作を、以下詳細に述べる。

#### ● Bluetooth 情報スポットへの接続

Bluetooth 情報スポットへの接続・切断などは、システム使用中に常に起動されている情報スポット自動接続用探索アプリケーションにより行われる。

本システムではすべての Bluetooth スポットに同じ名前が付けられている。情報スポットの探索は、Bluetooth のノード問い合わせ機能を定期的にアプリケーションから呼び出し、この設定された特定の名前で応答したノードを本システム用のノードとみなすことによって行われる。

情報スポットを発見すると、このアプリケーションは情報スポットとの間で自動的に Bluetooth の PAN プロファイルを使用して TCP/IP ネットワークを構築する。接続が確立すると、そのスポットと PC との間の電波強度が取得できるようになるので、この情報を定期的に監視する。

この監視しているデータが特定の閾値より低くなり、ユーザが情報スポットから離れていくことを検知すると、アプリケーションは自動的にネットワークを切断し、別のノードの探索を再開する。

#### ● 無線LAN情報スポットへの接続

無線LAN情報スポットへの接続は、Windows に搭載されている無線LANへの自動接続機能をそのまま使用する。本システムで設置する無線LAN情報スポットには、すべて同じ ESSID が設定されており、ユーザ端末はこの ESSID への自動接続を行うように設定されている。

● コンテンツ表示アプリケーション

コンテンツ表示アプリケーションは、上記のようにして接続した情報スポットからコンテンツを取得し、Adobe AIR上で動作する専用のアプリケーションを通じて、ユーザに提示される。アプリケーションのスクリーンショットを示す。

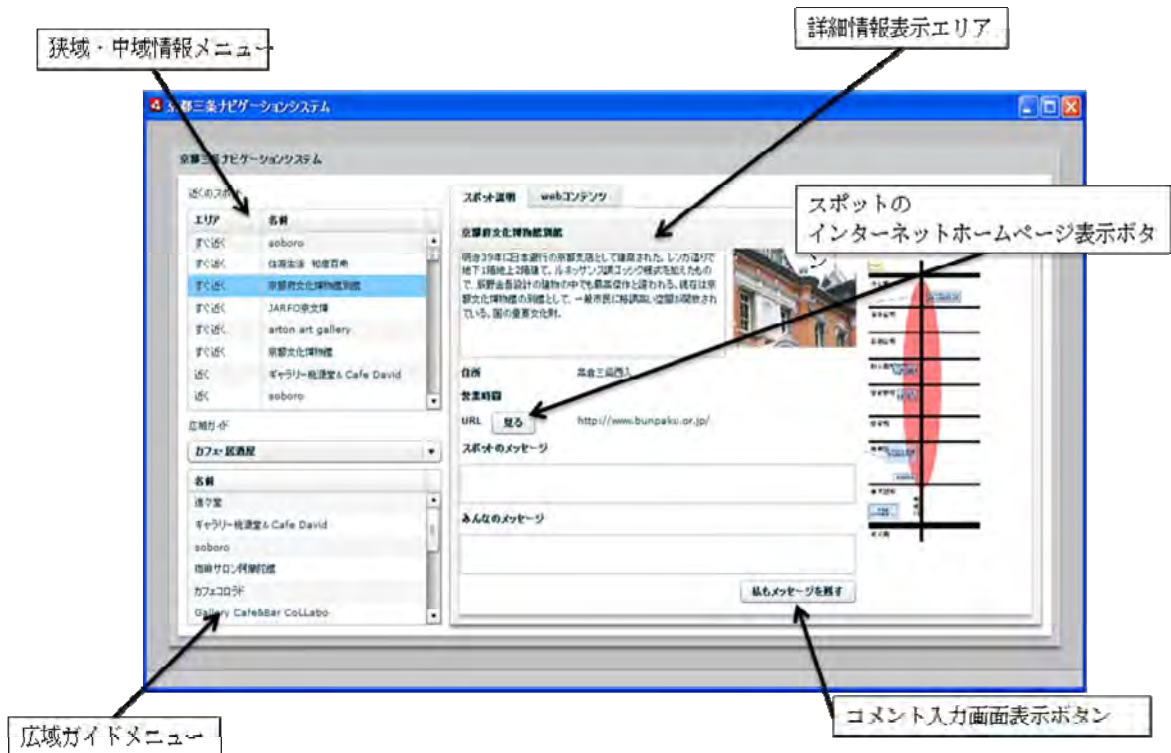


図 3-5 アプリケーションのスクリーンショット

このアプリケーションは、左側に提供されているスポット情報の一覧、右側にその一覧から選択されたスポットの詳細な情報が表示されるようになっている。

Bluetooth および無線LANから取得したスポット情報を画面左側上部に表示する。

Bluetooth 経由で取得したコンテンツは「すぐ近く」、無線LAN経由で取得した情報は「近く」のスポットとして表示され、それぞれのスポットが現在地点からどの程度の場所にあるかが分かるようになっている。同じスポットについてのコンテンツがそれぞれの無線システムから取得可能な場合、よりユーザに近いスポットから得られたコンテンツから優先的に、すなわち、Bluetooth、無線LAN、WiMAX の優先順位でユーザに提示される。

左側下部には、WiMAX 経由で提供されたエリア全体の情報を表示する。エリア全体の情報はたくさんあるため、「カフェ・居酒屋」や「ファッション」など、スポットの種類によって分類されている。

これらのスポット一覧から選択されたスポットの情報が右側に表示される。右側には、上からスポット名、スポットの説明、写真(提供されている場合)、住所・営業時間などが表示される。そのスポットがインターネット上にコンテンツを提供している場合には、その URL も表示され、表示ボタンを押すと、WiMAX 経由でそのコンテンツにアクセスすることもできる。右側下部には、無線LANおよび Bluetooth 情報スポット内に保管されている、お店からのメッセージとお客からのメッセージが表示され、「私もメッセージを残す」ボタンを押すと、入力用ダイアログが現れ、メッセージを情報スポットに残していくことが出来る。

WiMAX コンテンツの取得は、アプリケーション起動時に、あらかじめ指定されたインターネット上の HTTP サーバから取得する。無線LANおよび Bluetooth 情報スポットからの取得は、一定時間間隔とネットワークの接続状態の変化のタイミングに、あらかじめ指定されたアドレスの TCP 80 番ポート(HTTP)への接続試行を行い、成功した場合にそのアドレスのサーバからコンテンツをダウンロードすることにより行う。

## 第4章 観光ナビゲーションシステムの技術試験

ここでは、第3章で検討した観光ナビゲーションシステムを構築するための技術的条件を確認するために実施した技術試験について述べる。

### 第1節 技術試験の実施

#### 第1項 技術試験の概要

##### (1) 技術試験の目的

第3章で検討した観光ナビゲーションシステムは、中域の情報スポットは 2.4GHz 帯の無線LANを、狭域の情報スポットは Bluetooth を利用して情報提供することとしている。

これらの無線システムは無線局免許が不要であり容易に利用することができることから幅広く利用されていること、また 2.4GHz 帯は電子レンジなどにも使用されていることから、雑音や他の利用者の利用状況を把握し、情報スポットの設置場所、設置数を検討する必要がある。

また、京都のような市街地では建造物が密集していることから電波伝搬が複雑であり、マルチパスによる伝送性能の劣化が避けられない。このため、建造物等の電波伝搬環境による伝送性能の劣化の程度を把握し、情報スポットの利用エリアを検討する必要がある。

このため、観光ナビゲーションのモデルシステムを京都三条通に設置し、実環境において 2.4GHz帯の電磁環境及び無線LAN、Bluetooth の受信信号強度、スループットの測定を行なった。

##### (2) 試験項目及び実施日時

試験項目及び試験日程は表 4-1 に示す。

試験項目	12/3	12/4	12/5	12/16	12/22	2/18
1) 2.4GHz帯の電磁環境	→					
2) 受信信号強度						
① 無線LAN		→			→	
② Bluetooth		→				→
3) スループット						
① 無線LAN		→			→	
② Bluetooth		→				→

表 4-1 試験項目及び実施日

### (3)実施場所

図 4-1 に観光ナビゲーションのモデルシステムとして無線LAN5 台、Bluetooth10 台を設置した場所を示す。

これらの設置場所において電磁環境の調査や受信信号強度とスループットの試験を実施するとともに、得られたデータを比較検討するために開放空間のデータを鴨川河川敷などで測定した。

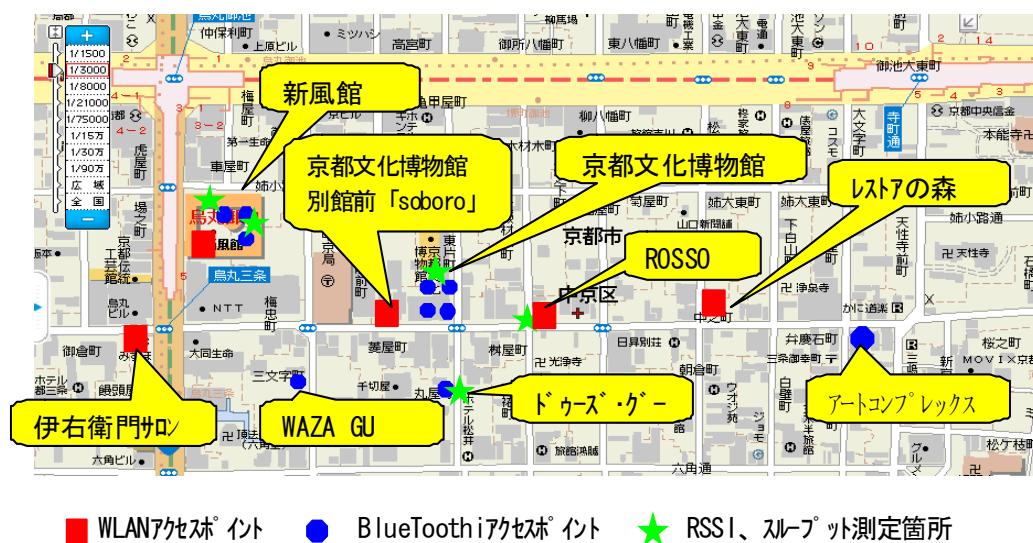


図 4-1

## 第2項 実施方法

### (1)電磁環境の調査

#### ① 調査環境

[日時]平成 20 年 12 月 3 日(水)～12 月 4 日(木)

[場所]京都三条通、鴨川(三条付近)河川敷

[測定方法]測定周波数帯は 2.4 ～ 2.5GHz とし、スペクトルアナライザ(Rohde & Schwarz FSH6)を使用して測定した。スペクトルアナライザの設定値は SPAN 100MHz、RBW、VBW はそれぞれ 1MHz とし、対象エリアにおいておよそ半径 10m 以内の範囲をランダムに移動しながら、60 秒間測定し、各周波数における電力の Max Hold 値(瞬時におけるスペクトルの最大値を保持して表示する機能)をログファイルに保存した。

## ② 測定機器

本測定に使用した機器の主要諸元は次のとおりである。

Frequency range	100kHz to 6GHz
Resolution bandwidth	100Hz to 1MHz
Video bandwidth	10Hz to 1MHz
Displayed average noise level	typ. -135dBm (100Hz)
TOI	typ. 13dBm
SSB phase noise	< -100dBc(Hz) at 100kHz from carrier
Detectors	sample, max/min peak, auto peak, RMS
Level measurement uncertainty	< -1.5dB, typ. 0.5dB
Reference level	-80dBm to +20dBm
Dimensions	170mm x 120mm x 270mm
Weight	2.5kg

表 4-2 スペクトルアナライザ(Rohde & Schwarz FSH6)の主要諸元

形式	無指向性コリニアアンテナ
周波数	2400～2500MH
利得	公称 5dBi
入力インピーダンス	50Ω
VSWR	2.0以下
全長	約0.55m
重量	約0.5kg

表 4-3 測定用アンテナ(アンテナテクノロジー社製 VA2405GS)主要諸元

## ③ 測定風景

測定の模様を以下に図 4-2 に示す。



スペクトルアナライザ



雑音・干渉レベル測定の様子



図 4-2

## (2) 受信信号強度の測定

### ① 無線LAN(IEEE802.11g)

#### ア 試験環境

[日時]平成 20 年 12 月 4 日(木)11:35～13:00、12 月 16 日(火) 11:00～15:10

平成 20 年 12 月 22 日(月)14:00～16:00

[場所]京都三条通/新風館、ROSSO、荒川河川敷

[測定方法]本試験は、観光ナビゲーションのモデルシステム用に用意した無線LANを使用して実施した。また、測定装置は FLORA210W、信号測定ソフトウェアは AiroPeek を使用した。

測定ポイントは情報スポット周辺の約 12 カ所とし、無線LANアクセスポイントからの信号の受信信号強度(RSSI)を毎分 4 回転程度その場で回りながら計 1 分間測定した。その際、前半は高い姿勢で、後半は低い姿勢で測定しログファイルに保存した。

また、結果を対象エリア毎に最大値、最小値を記録し、最大値による等高線マップを作成した。

#### イ 測定に使用した無線LANアクセスポイント

本測定に使用した無線LANアクセスポイントの主要諸元は次のとおりである。

名称	SX-10WAG 802.11a/b/g miniPCI 無線LANモジュール
チップセット	Atheros Communications AR5414A-001
アンテナ端子	U-FL 系コネクタ X2 ダイバシティ対応
無線出力	11a/b/g モード 16dBm
使用可能チャンネル	11a(ch26-165)、11b(ch1-11)、11g(ch1-11)

表 4-4 AtMark Techno Armadillo-300(無線LANモジュールは SX-10WAG)

#### ウ 測定風景

測定の模様を図 4-3 に示す。



図 4-3 無線LAN受信信号強度測定の様子

## ② Bluetooth

### ア 試験環境

[日時]平成 20 年 12 月 3 日(水)～12 月 5 日(金)11:00～17:00

平成 21 年 2 月 18 日(水)10:00～16:00

[場所]京都三条通/新風館 2 階 jasmin、京都文化博物館、ドゥーズ・ゲー、  
鴨川河川敷、日立中央研究所芝生

[測定方法]本試験は、観光ナビゲーションのモデルシステム用に用意した Bluetooth 使用して実施した。また、測定装置は EeePC901-X を使用して専用のソフトウェアで測定した。その他の測定方法は無線 LAN と同様である。

### イ 測定に使用した Bluetooth USB アダプタ

バージョン	Bluetooth ver2.1 +EDR
出力クラス	Class2
通信方式	FHSS(周波数ホッピング方式)
通信距離	最大 10m(屋内見通し距離)
周波数帯域	2.4GHz(2400～2483.5MHz)
送信電力	約 2mW
受信感度	-80dBm @0.1%BER
最大通信速度	2.1Mbps

表 4-5 PLANex BT-Micro EDR2X(クラス 2)

バージョン	Bluetooth ver2.1 +EDR
出力クラス	Class1
通信方式	FHSS(周波数ホッピング方式)
通信距離	30m～100m
周波数帯域	2.4GHz(2400～2483.5MHz)
送信電力	約 100mW
受信感度	-90dBm @0.1%BER
最大通信速度	2.1Mbps

表 4-6 PLANex BT-Micro EDR1X(クラス 1)

### ウ 測定風景

測定の模様を図 4-4 に示す。



図 4-4 Bluetooth 受信信号強度測定の様子



### (3)スループットの測定

#### ① 無線LAN(IEEE802.11g)

##### ア 試験環境

[日時]平成 20 年 12 月 3 日(木)11:35～13:00、12 月 16 日(火)11:00～15:10

平成 20 年 12 月 22 日(月)14:00～16:00

[場所]京都三条通/新風館、ROSSO、荒川河川敷

[測定方法]本試験は、観光ナビゲーションのモデルシステム用に用意した無線LAN、受信装置として EeePC901-X を使用して行った。スループット測定には、1MBytes, 10MBytes の試験データ(今回作成)を用い、HTTP によりダウンロード時間を計測した。

対象エリアにおいて、アクセスポイント周辺の約 12 カ所の測定ポイントにて、該当アクセスポイントからの信号のダウンロード時間を測定した。各測定ポイントでは、「高い姿勢でアクセスポイントに正対向き」と「低い姿勢でアクセスポイントに反対向き」の二つのパターンそれぞれのダウンロード時間を計測し、ダウンロード時間をログファイルに保存した。

本調査の結果は、ダウンロード時間をダウンロード速度に換算し、対象エリア毎に整理した。

#### ② Bluetooth

##### ア 試験環境

[日時]平成 20 年 12 月 3 日(木)11:35～12 月 5 日(金)11:00～17:00

平成 21 年 2 月 18 日(水)10:00～16:00

[場所]京都三条通/新風館 2 階 jasmin、京都文化博物館、ドゥーズ・グー、鴨川河川敷、日立中央研究所芝生

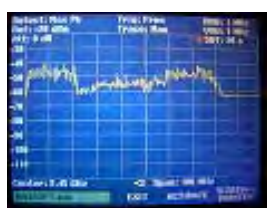
[測定方法]本試験は、観光ナビゲーションのモデルシステム用に用意したBluetooth、受信装置として EeePC901-X を使用して行った。スループット測定には、500KBytes, 1MBytes の試験データ(今回作成)を用い、HTTP によりダウンロード時間を計測した。その他の測定方法は無線LANと同様である。

### 第3項 実施結果

#### (1) 2.4GHz帯の雑音・干渉レベル

各アクセスポイント設置箇所における雑音・干渉レベルの状況(スペアナの測定結果画面)の3箇所を例として図4-5に示す。

測定した15箇所では一部の場所を除き、無線LANのものと思われる信号が複数測定されている。また、複合商業ビルの新風館では、館内の店舗で無線LANが利用されていることもあり、各階により異なる信号が測定されている。



新風館 3F/tawawa



新風館 2F/jasmin



新風館 1F/DESIGNWORKS

図4-5 各アクセスポイントでの2.4GHz帯の雑音・干渉レベル

#### (2) 無線LAN技術試験結果

前項の実施方法に従い、無線LANの受信信号強度及びスループットを測定した結果を以下に示す。

①の荒川河川敷は他の測定結果と比較するための理想的な伝送特性が期待される開放空間のデータを取得するために、②新風館及び③ROSSOは市街地における電波伝搬の代表的な伝送特性のデータを取得するために測定した。

##### ① 荒川河川敷(開放空間)

###### ア アクセスポイントの設置状況

回りに障害になるものがない環境にアクセスポイントを三脚の上に置いて設置した。

アンテナは地面から垂直に立てた状態にして測定した。

測定の模様を図4-6に示す。

【AP設置場所】 荒川 河川敷

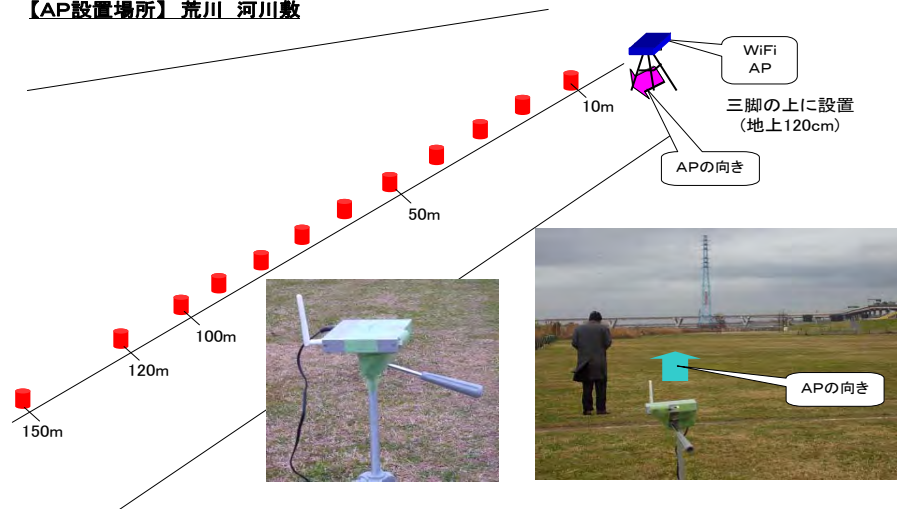


図 4-6 アクセスポイント設置状況(荒川河川敷)

イ 受信信号強度の測定結果

測定結果を図 4-7 に示す。

受信信号強度は、アクセスポイントからの距離 10m 地点で最大値-44dBm であり、10m 離れる毎に約-2dBm~-3dBm 低下し、100m 地点で-60dBm、150m 地点で-69dBm となっている。また、最大値と最小値の差は 10m 地点では 35dB であるが、最大電界が低下するにつれ差が縮小し、150m 地点で 14dB 差となっている。

無線LANには画像を含んだコンテンツを配信する伝送能力が期待されているが、これに必要なスループットである 1~3Mbps を満たす受信信号強度は、ウの「スループットの測定結果」から-57~-59dBm となっている。

【AP設置場所】 荒川 河川敷(正対)

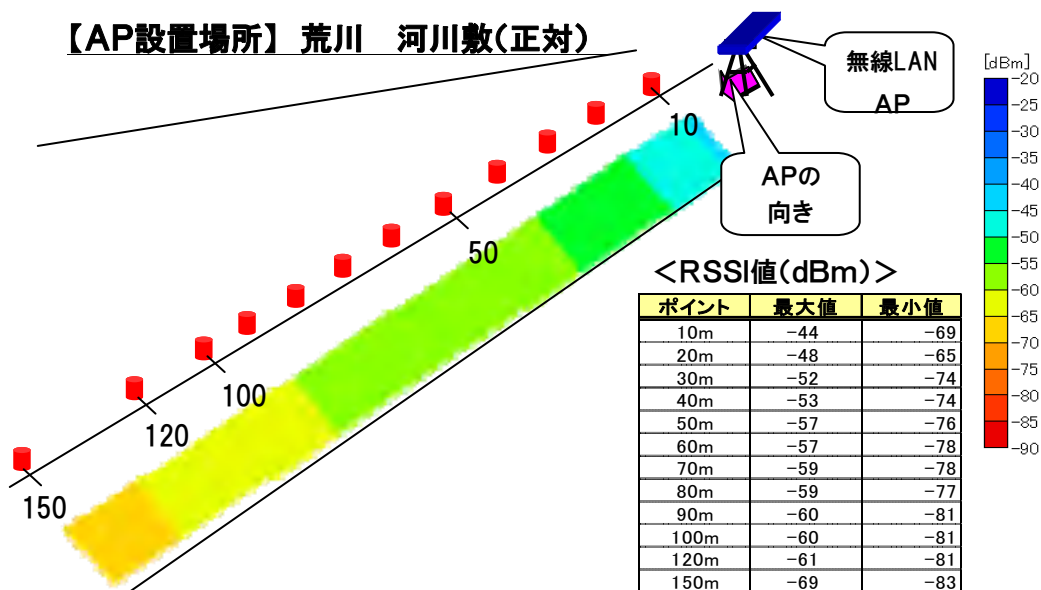


図 4-7 RSSI 測定結果図

ウ スループットの測定結果

測定結果を図 4-8 に示す。

スループットは、アクセスポイントからの距離 30m 付近までは全く低下しないが、30m を超えると急激に低下し、90m 付近では 1Mbps を割り込んでいる。

この結果から、画像を含んだコンテンツを配信するためのスループットを 1~3Mbps とすると、コンテンツ配信が可能なエリアはアクセスポイント正対時で 60m~80m と推定される。

なお、スループットで「-」(または「×」)とあるのは、回線が繋がらない場合やタイムアウトなどで予定のサイズのデータが送信できなかったことを示す。

【AP設置場所】 荒川河川敷

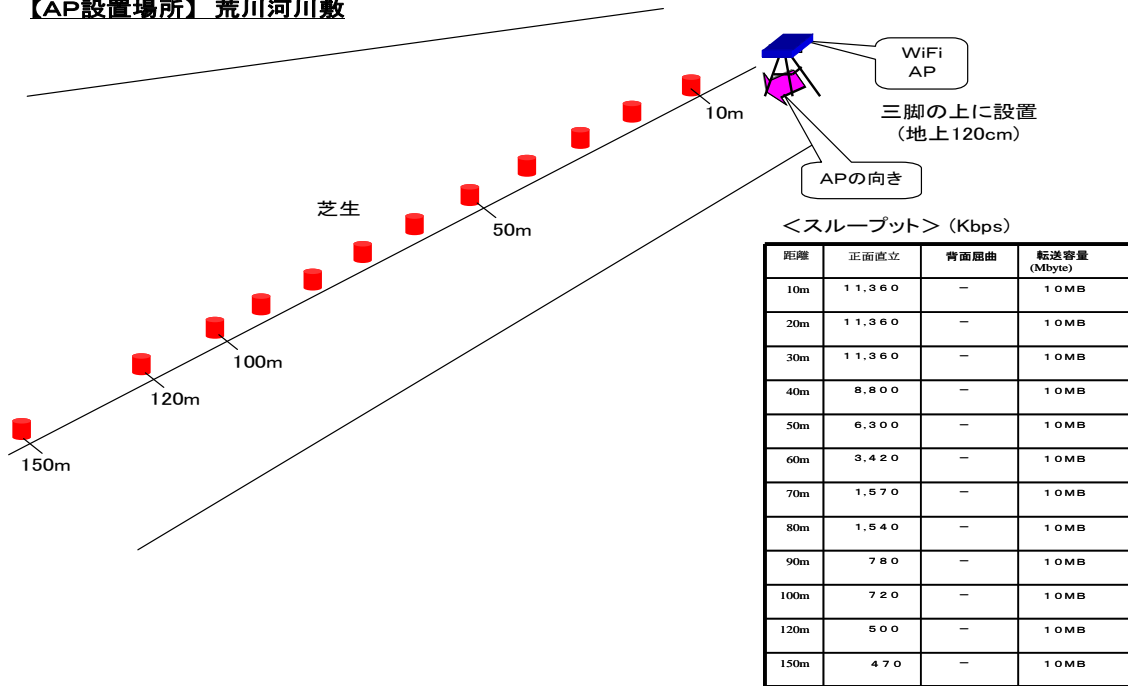


図 4-8 スループット計測値

② 新風館

ア アクセスポイントの設置状況

図 4-9 に示すようにアクセスポイントは2階の入りロガラスドア扉の内側に図のとおり固定して計測を行った。

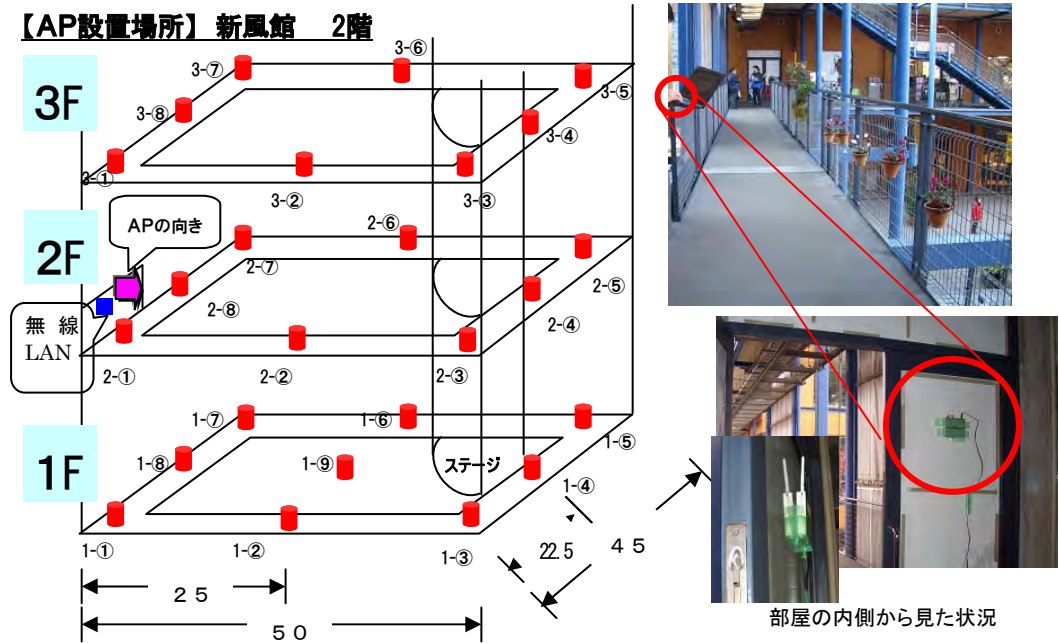


図 4-9 アクセスポイント設置状況(新風館)

イ 受信信号強度(RSSI)の測定結果

測定結果を図 4-10 に示す。

アクセスポイントのアンテナ位置から見通しとなる正面方向では 25m(2-②)地点で最大値-51dBm、50m の地点(2-③)で最大値-55dBm となっている。一方、左側方向ではアンテナから通路が遮蔽されるため 22.5m の地点(2-⑧)で最大値-76dBm となっており、見通し方向のアンテナ正面に対し左側方向は遮蔽による劣化が大きい。

また、アクセスポイントから斜め左方向(2-⑤)も構造物によって遮蔽されており、距離に対し損失が大きくなっている。

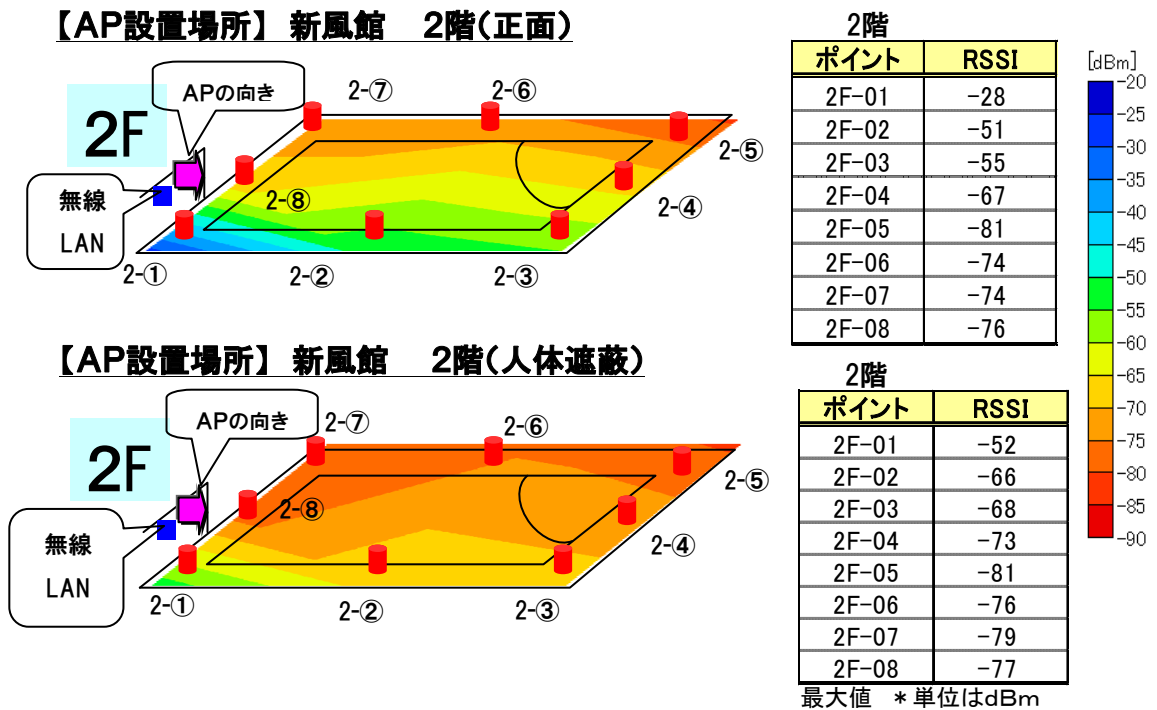


図 4-10 RSSI測定結果(新風館)

ウ スループットの測定結果

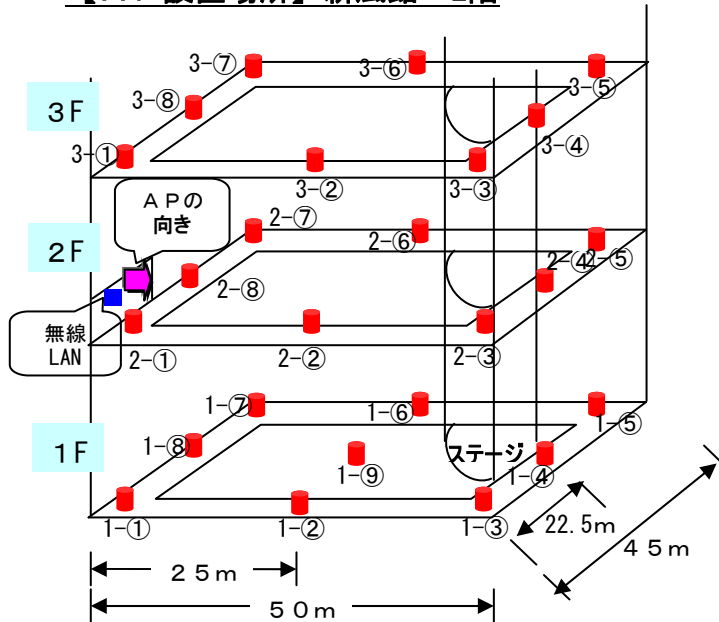
測定結果を図 4-11 に示す。

アクセスポイントのアンテナ位置から見通しとなる正面方向(2-③)では、端末がアンテナに正対していれば 50m の地点でも 3.7Mbps のスループットが得られているほか、左側方向(2-⑦)でも 1.9Mbps が得られており、画像を含むコンテンツの配信が可能であると推測される。

しかし、端末がアンテナに対し人体で遮蔽される(背面状態になる)と正面方向でも 25m の地点(2-②)で 1.6Mbps と大きく低下しており、画像を含むコンテンツが配信可能なエリアはごく一部に限られている。

<スループット>端末 1 台 (kbps)

【AP 設置場所】新風館 2階



3階

ポイント	正面直立	背面屈曲	転送容量 (Mbyte)
3F-01	1,664	744	10MB
3F-02	X	X	1
3F-03	X	X	1
3F-04	X	X	1
3F-05	X	X	1
3F-06	X	X	1
3F-07	X	X	1
3F-08	143	X	1

2階

ポイント	正面直立	背面屈曲	転送容量 (Mbyte)
2F-01	11,360	5,456	10MB
2F-02	2,048	1,600	10
2F-03	3,720	773	10
2F-04	390	630	1
2F-05	X	X	1
2F-06	241	X	1
2F-07	X	X	1
2F-08	1,856	246	10

1階

ポイント	正面直立	背面屈曲	転送容量 (Mbyte)
1F-01	2,072	1,432	10MB
1F-02	327	186	1
1F-03	101	X	1
1F-04	303	X	1
1F-05	X	X	1
1F-06	174	X	1
1F-07	X	X	1
1F-08	79	X	1
1F-09	1,048	69	10

図 4-11 スループット計測結果(新風館)

### ③ ROSSO

#### ア アクセスポイントの設置状況

図 4-12 に示すように、道路に面した店舗の2階ショーケース内に設置されており、ショーケースのガラスはワイヤー入りである。アクセスポイントからはショーケース前方に道路が伸びており見通しが良いが、右側、左側は見通しが悪く、背面は建物が障害となり全く遮蔽されている状況である。

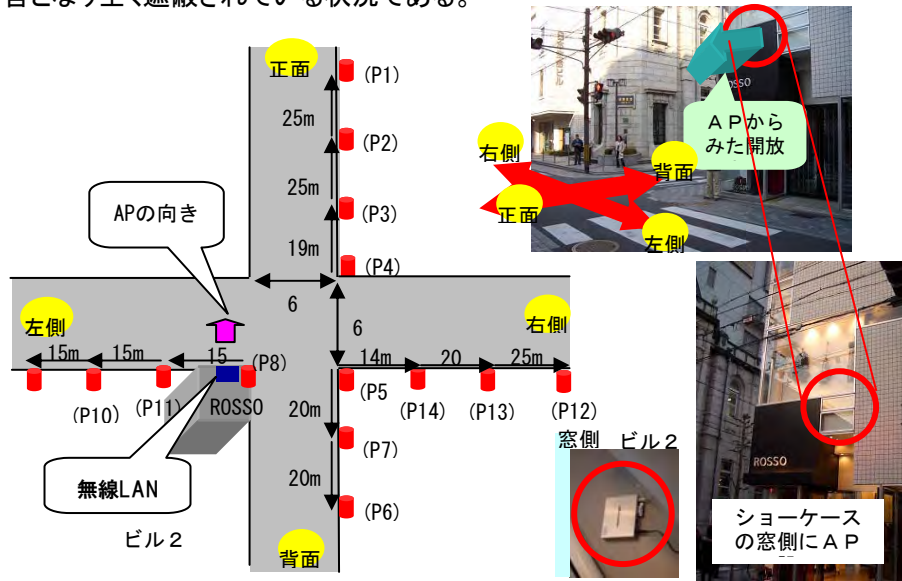


図 4-12 アクセスポイント設置状況(ROSSO)

#### イ 受信信号強度の測定結果

測定結果を図 4-13 に示す。開放空間において画像を含んだコンテンツの伝送が可能な受信信号強度である $-57\sim-59\text{dBm}$  が確保されている地点は正面及び右側の数メートルの地点までであり、受信信号強度で見た場合の画像伝送の可能な範囲は非常に狭い。

#### 【AP設置場所】ROSSO(正面方向)

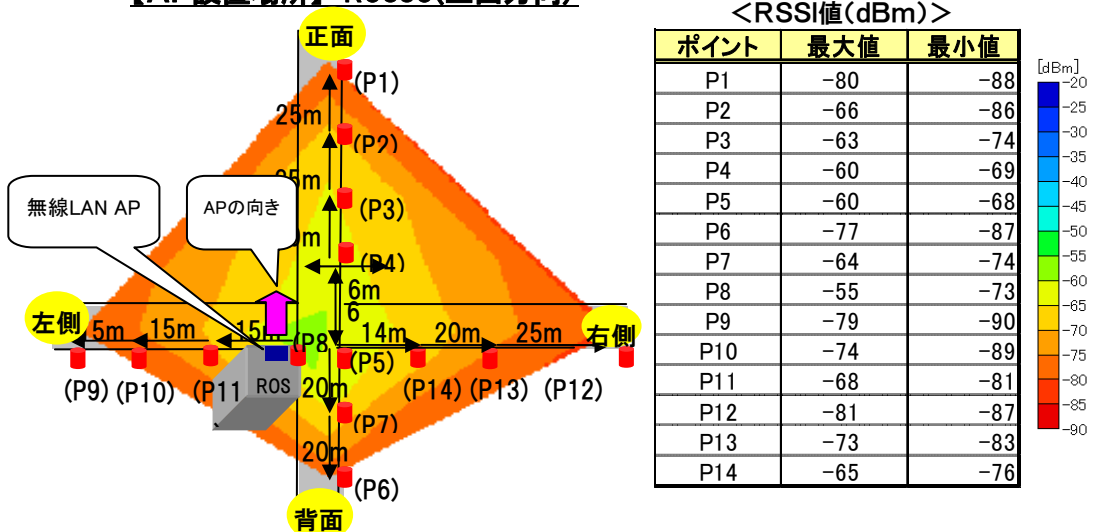


図 4-13 RSSI計測結果(ROSSO)



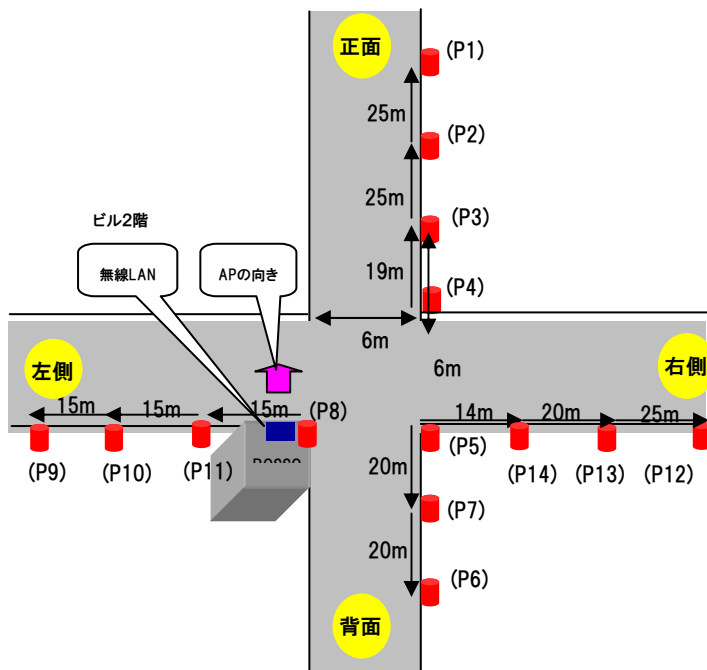
ウ スループットの測定結果

測定結果を図 4-14 に示す。

画像を含む観光コンテンツを配信するために必要となるスループット性能として約 1~3Mbps を満足する距離は正面で 25m 付近、右側と背面で 20m 付近、左側で 15m 付近となっており、受信信号強度で見た場合よりも広がっている。

また、開放空間ではコンテンツ配信の性能要件を満たす距離は 60m 付近との推測であったが、ROSSOなど市街地では、半分以下の距離になると考える必要がある。

**【AP設置場所】 ROSSO**



**<スループット> 端末1台(kbps)**

位置	正面直立	背面屈曲	転送容量 (Mbyte)
P1	X	X	10MB
P2	1,320	160	10MB
P3	3,408	3,720	10MB
P4	3,408	4,096	10MB
P5	4,096	2,480	10MB
P6	X	X	10MB
P7	3,272	2,152	10MB
P8	3,704	3,896	10MB
P9	X	X	10MB
P10	240	X	10MB
P11	1,296	1,024	10MB
P12	X	X	10MB
P13	44	5	10MB
P14	1,816	904	10MB

図 4-14 スループット計測結果(ROSSO)

### (3) Bluetooth技術試験結果

前項の実施方法に従い、受信信号強度(RSSI)及びスループットの測定を実施した。

①の日立中央研究所は、他の測定結果と比較するための理想的な伝送特性が期待される開放空間のデータを取得するために、他の4箇所は市街地及び屋内における電波伝搬の代表的な伝送特性のデータを取得するために測定した。

#### ① 日立中央研究所芝生

##### ア アクセスポイントの設置状況

図 4-15 に示すようにアクセスポイントは芝生上(開放空間)に三脚を置いて、その上にアンテナを設置した。正対方向に 1m 刻みで 10m まで測定した。

#### 【AP設置状況】 研究所芝生

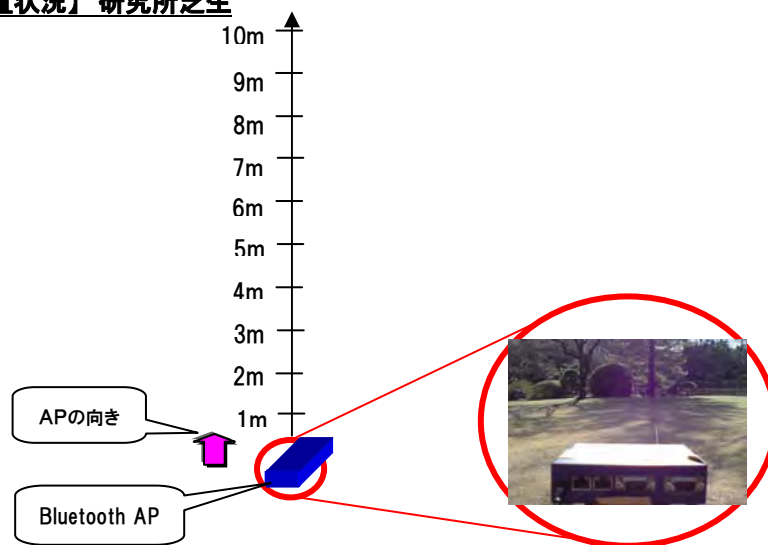


図 4-15 アクセスポイント設置状況(研究所芝生)

#### イ 受信信号強度(RSSI)の測定結果

測定結果を図 4-16 に示す。

アンテナの正対方向 1m 刻みで 5m まで測定できたが、6m 以降は測定ができなくなった。Bluetooth クラス 2 の通信距離は一般に 10m といわれているが、屋外・開放空間での使用では 10m を確保できない結果となった。

今回の技術試験に使用した機器のメーカー仕様書では通信距離は最大 10m(屋内見通し距離)となっており、屋外における通信距離は記載されていない。

**【AP設置場所】 研究所芝生**

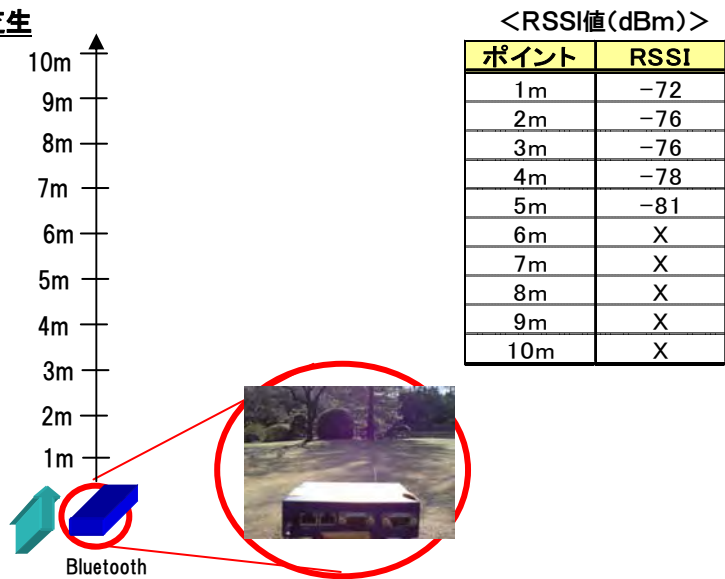


図 4-16 RSSI計測結果

ウ スループットの測定結果

測定結果を図 4-17 に示す。

アンテナ正対方向でのスループットは、3m の距離までは測定できたが、4m 以上では測定できない結果となった。Bluetooth を使用したコンテンツ(テキストベース) 配信のための期待スループットを 100kbps~300kbps とすると、3m までが目安となる。

**【AP設置場所】 研究所芝生**

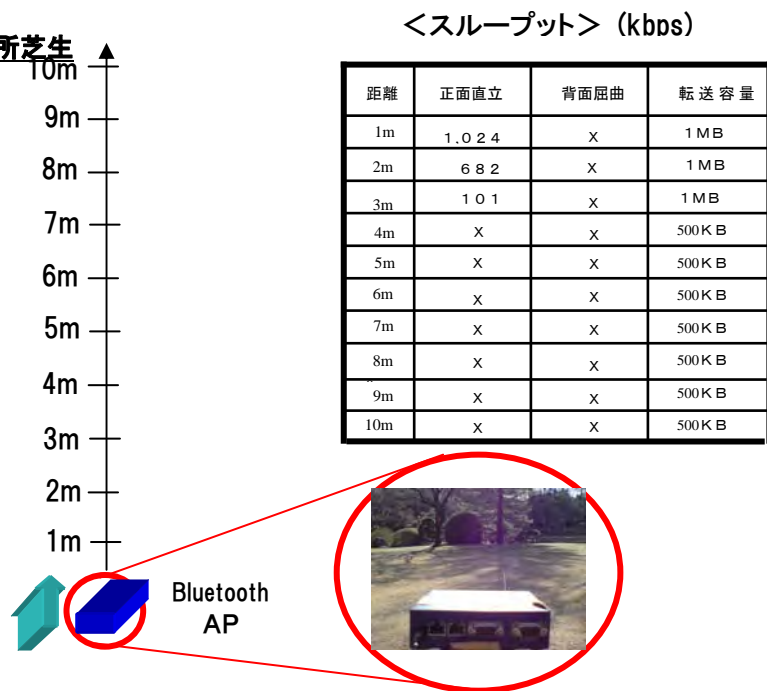


図 4-17 スループット計測結果(研究所芝生)

## ② 新風館 2 階/jasmin

### ア アクセスポイントの設置状況

図 4-18 に示すようにアクセスポイントは新風館2階 jasmin(店舗)前の公衆電話台の中段にある棚の上に設置した。アンテナの正対方向にはプラスチック製のパネルがあり、右側には玩具自動販売機が置いてある環境である。

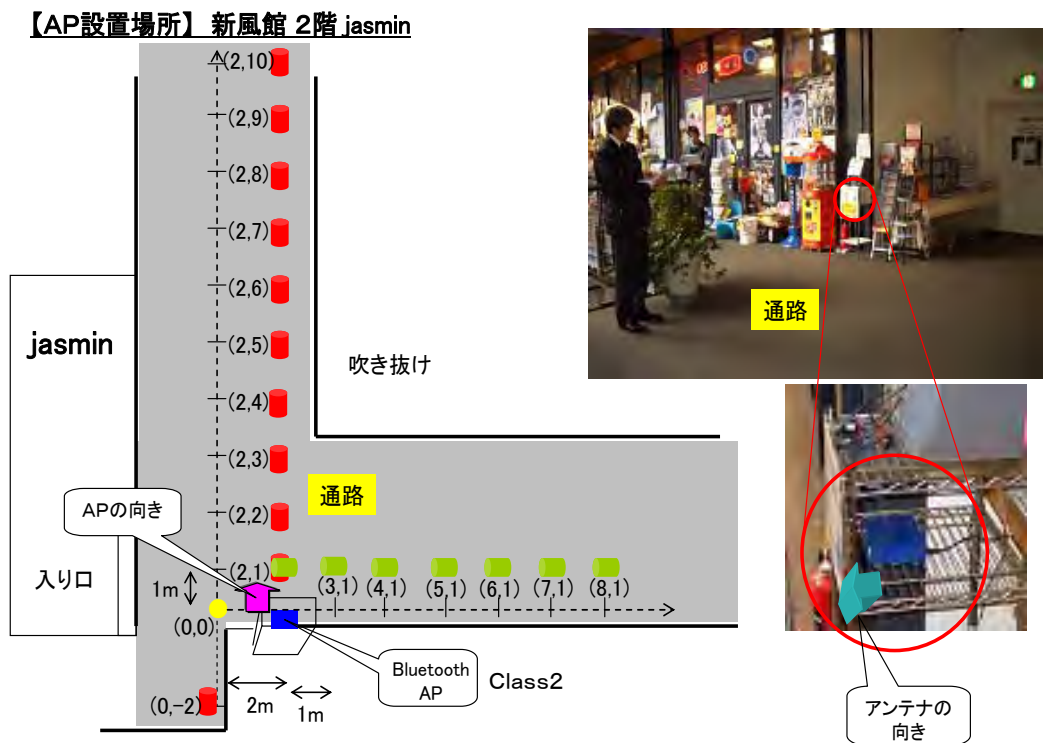


図 4-18 アクセスポイント設置状況(新風館)

### イ 受信信号強度(RSSI)の測定結果

測定結果を図 4-19 に示す。

アンテナ位置の正面方向と右側方向の通路上で 1m 刻みにRSSIを測定した。アクセスポイントから見通しとなる正面方向では 10m の地点まで測定ができたが、玩具自動販売機により遮蔽されている右側方向は 7m の地点までであった。開放空間である研究所芝生の測定結果と比べ、同一距離での受信信号強度が高く、距離の増加に対する受信信号強度の減衰も小さくなっており、建物の天井、壁などによる反射波の影響と推測される。

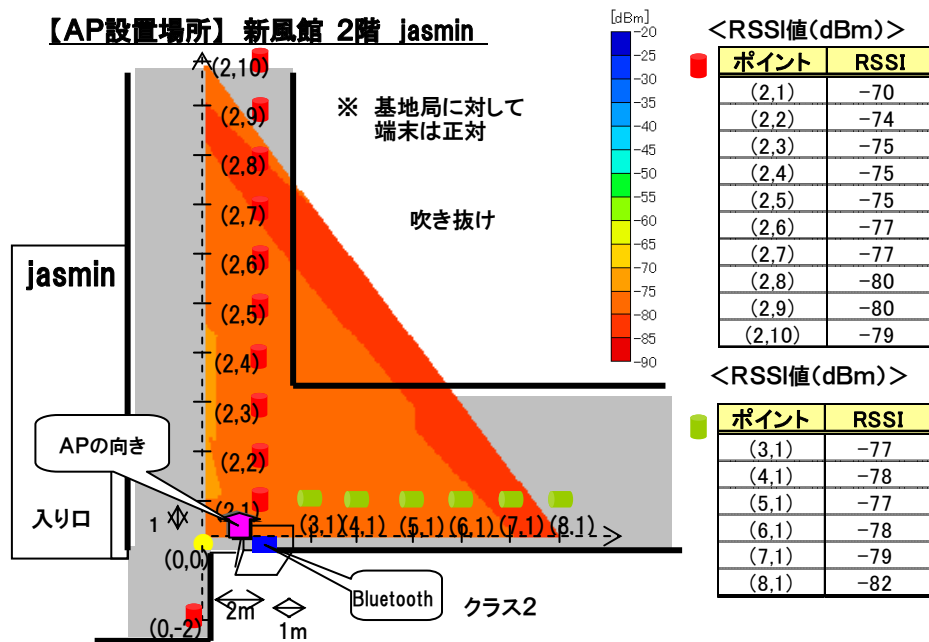


図 4-19 RSSI計測結果(新風館/jasmin)

ウ スループットの測定結果

測定結果を図 4-20 に示す。

正面方向のスループットは、受信信号強度に比べバラツキが見られる。これは、Jasmin 付近では 2.4GHz 帯の雑音・干渉レベル調査において無線LAN等の信号が多数見られたこと、測定中に歩行者の往来があったことが原因と推測される。

なお、Bluetooth のコンテンツ配信要件としたスループット 100kbps～300kbps を満足するエリアは端末のアクセスポイント正対時で 10m 程度と推測される。

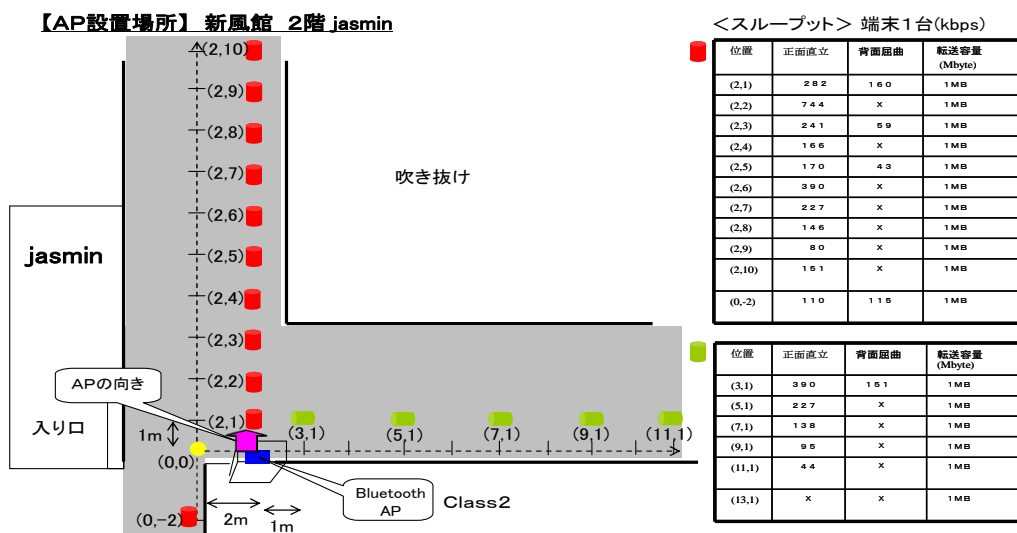


図 4-20 スループット計測結果(新風館/jasmin)

### ③京都文化博物館別館ホール

#### ア アクセスポイントの設置状況

図4-21に示すようにアクセスポイントは京都文化博物館別館入り口受付カウンター後方間仕切り台の上に設置した。アンテナの正対方向には受付員が座っており、かつカウンター台があり電波の見通しを遮っている環境である。

#### 【AP設置場所】 京都文化博物館 別館ホール

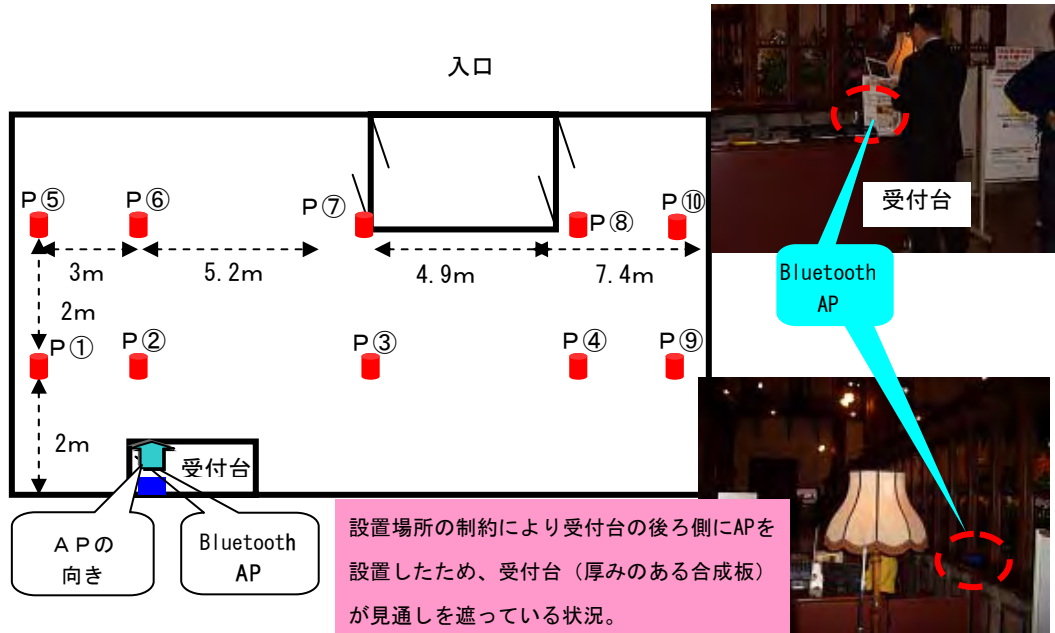


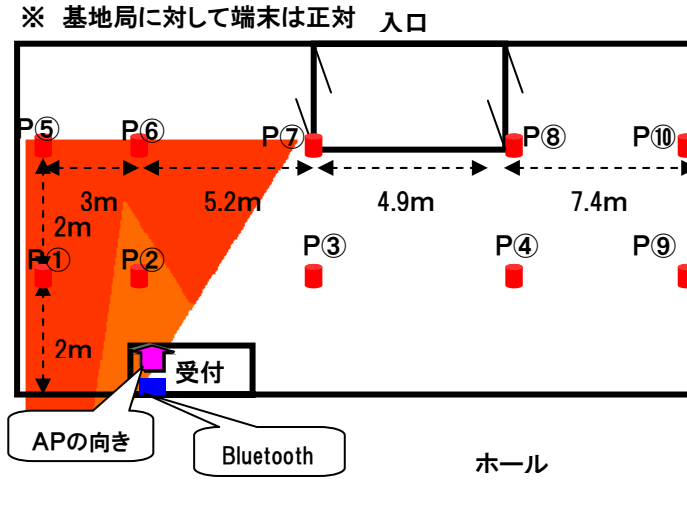
図 4-21 アクセスポイント設置状況(京都文博別館)

#### イ 受信信号強度(RSSI)の測定結果

測定結果を図4-22(Bluetooth クラス2)に示す。アンテナ位置の正対方向は2m刻みに4mまで、右側方向はおおよそ5m刻みで20m付近まで測定した。

Class2は正面方向の数ポイントで測定できたが、右側方向のポイントでは測定ができなかった。このため、ここではBluetooth/クラス1での測定も併せて実施した。

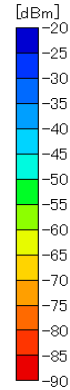
【AP設置場所】 京都文化博物館 別館ホール



<RSSI値(dBm)>

クラス2

ポイント	RSSI
P1	-83
P2	-79
P3	×
P4	×
P5	-84
P6	-80
P7	-82
P8	×
P9	×
P10	×



クラス1

ポイント	RSSI
P1	-65
P2	-64
P3	-68
P4	-73
P5	-69
P6	-67
P7	-67
P8	-76
P9	-75
P10	-77

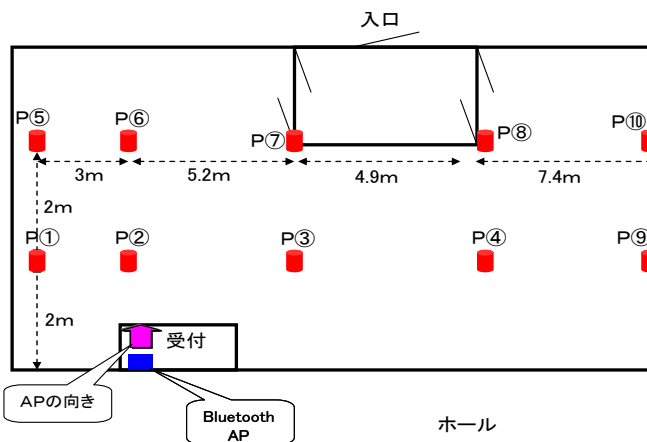
図 4-22 RSSI計測結果(京都文博別館ホール)

ウ スループットの測定結果

測定結果を図 4-23 に示す。

クラス 2 では正面方向 2m の距離でさえも測定できず、全てのポイントで測定不可となった。このため、クラス 1 に変更して測定した結果、右側 20m 付近においても 200kbps 強の値が得られた。

【AP設置場所】 京都文化博物館 別館ホール



<スループット> Class2(10m)

位置	正面直立	背面屈曲	転送容量 (Mbyte)
P①	X	X	1 MB
P②	X	X	1 MB
P③	X	X	1 MB
P④	X	X	1 MB
P⑤	X	X	1 MB
P⑥	X	X	1 MB
P⑦	X	X	1 MB
P⑧	X	X	1 MB
P⑨	X	X	1 MB
P⑩	X	X	1 MB

<スループット> Class1(100m)

位置	正面直立	背面屈曲	転送容量 (Mbyte)
P①	7.44	9.1	1 MB
P②	7.28	5.12	1 MB
P③	3.20	1.52	1 MB
P④	2.64	3.9	1 MB
P⑤	6.16	1.4	1 MB
P⑥	3.28	2.32	1 MB
P⑦	5.68	1.84	1 MB
P⑧	3.4	X	1 MB
P⑨	5.6	X	1 MB
P⑩	2.24	X	1 MB

図 4-23 スループット計測結果(京都文博別館ホール)

③ 京都文化博物館ろうじ店舗西通路

ア アクセスポイントの設置状況

図 4-24 に示すようにアクセスポイントは、ろうじ店舗西通路入り口にある実演台の前下方に設置した。アンテナの正対方向は木枠やのれんに覆われており、電波の見通しは遮られている環境である。

【AP設置状況】 京都文化博物館 ろうじ店舗西通路

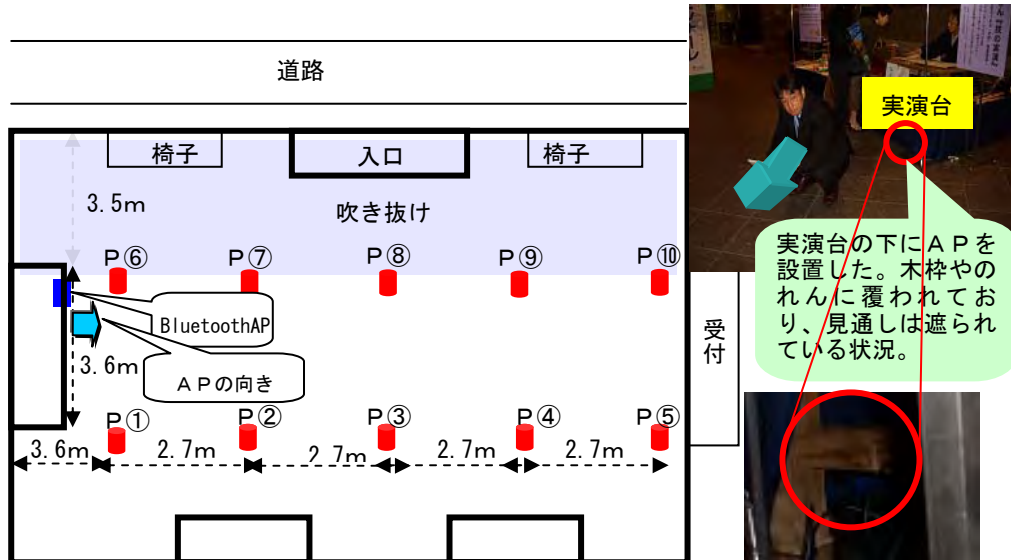


図 4-24 アクセスポイント設置状況(京都文博ろうじ店舗西通路)

イ 受信信号強度(RSSI)の測定結果

測定結果を図 4-25 に示す。アンテナ位置の正面方向 12m 付近までと、右側方向 3m 付近を約 3m 刻みに測定した。正対方向、右側方向ともRSSI(最大値)は距離に応じて下がっている。

【AP設置場所】 京都文化博物館 ろうじ店舗西通路

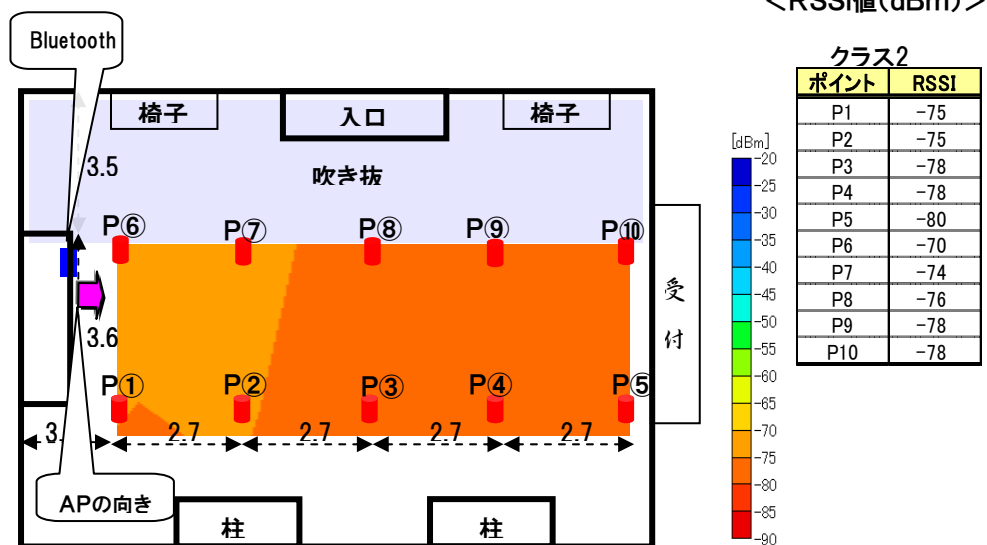


図 4-25 RSSI計測結果(京都文博ろうじ店舗西通路)



ウ スループットの測定結果

測定結果を図 4-26 に示す。正面方向のスループットにはバラツキが見られ 3m 付近で値が小さくなり、6m 付近で値がやや大きくなる結果が得られた。これは測定中に人が通行(遮蔽)したことが影響したと思われる。

【AP設置場所】 京都文化博物館 ろうじ店舗西通路

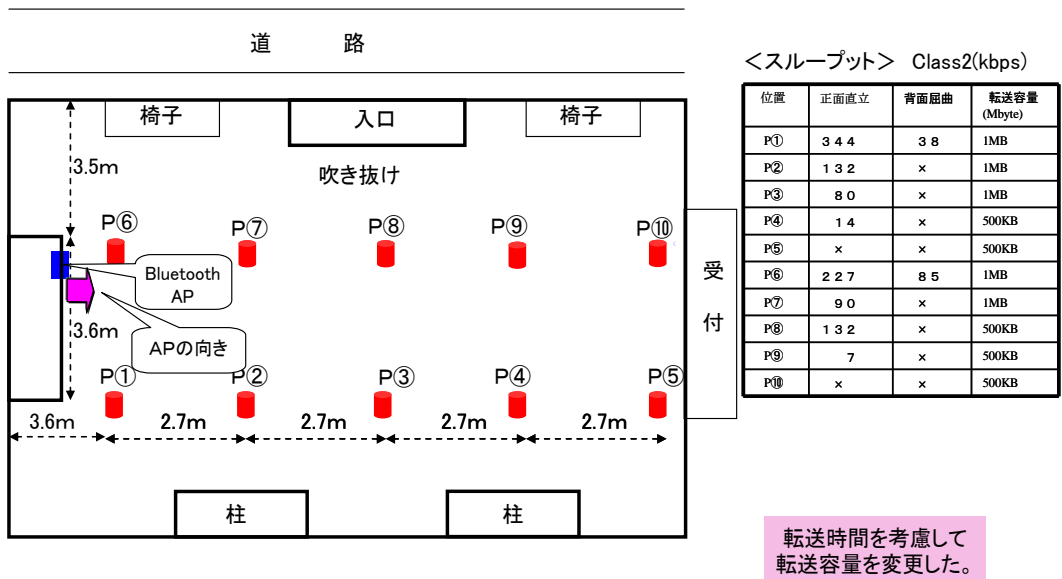


図 4-26 スループット(京都文博ろうじ店舗西通路)

⑤ドゥーズ・ゲー

ア アクセスポイントの設置状況

図 4-27 に示すようにアクセスポイントは店舗入り口軒下の梁部分に設置した。アンテナの正対方向の上部には瓦作りの屋根、左側は工事中の建物があり、工事用養生板で囲まれており見通しが遮られている環境である。

【AP設置状況】ドゥーズ・ゲー

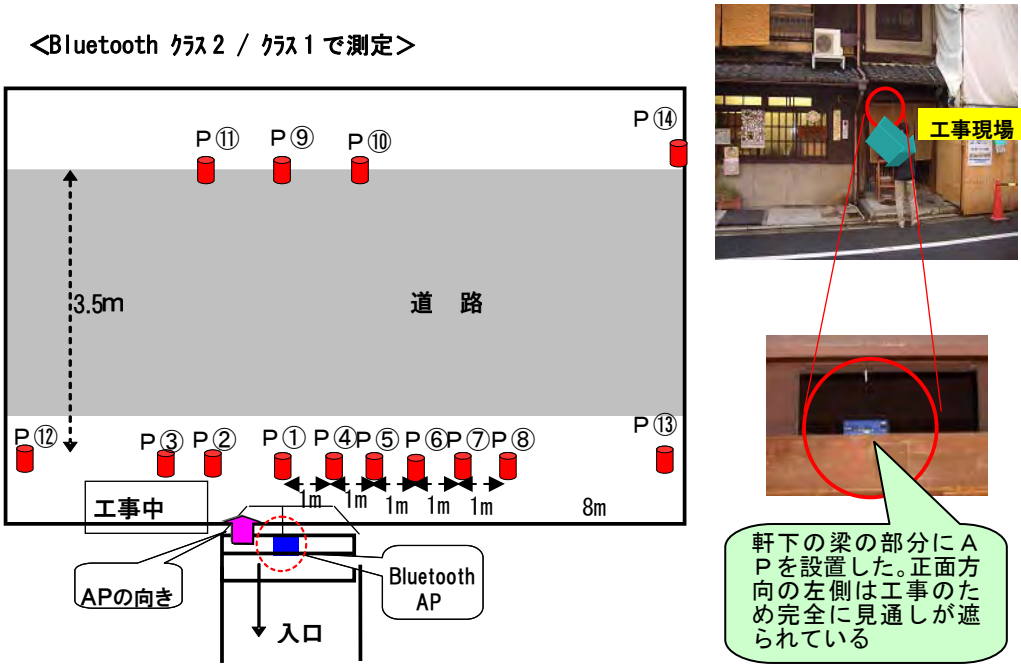


図 4-27 アクセスポイント設置状況(ドゥーズ・ゲー)

イ 受信信号強度 (RSSI) の測定結果

測定結果を図 4-28 に示す。

アンテナ位置の正対方向は道路を挟んだ4mまで、右側方向はおおよそ1m刻みで5m 付近まで測定した。正対方向、右側方向とも、測定結果が思わしくなかったため Bluetooth クラス 1 での測定も実施した。

【AP設置場所】 ドゥーズ・グ

※ 基地局に対して端末は正対 <等高線はクラス 2>

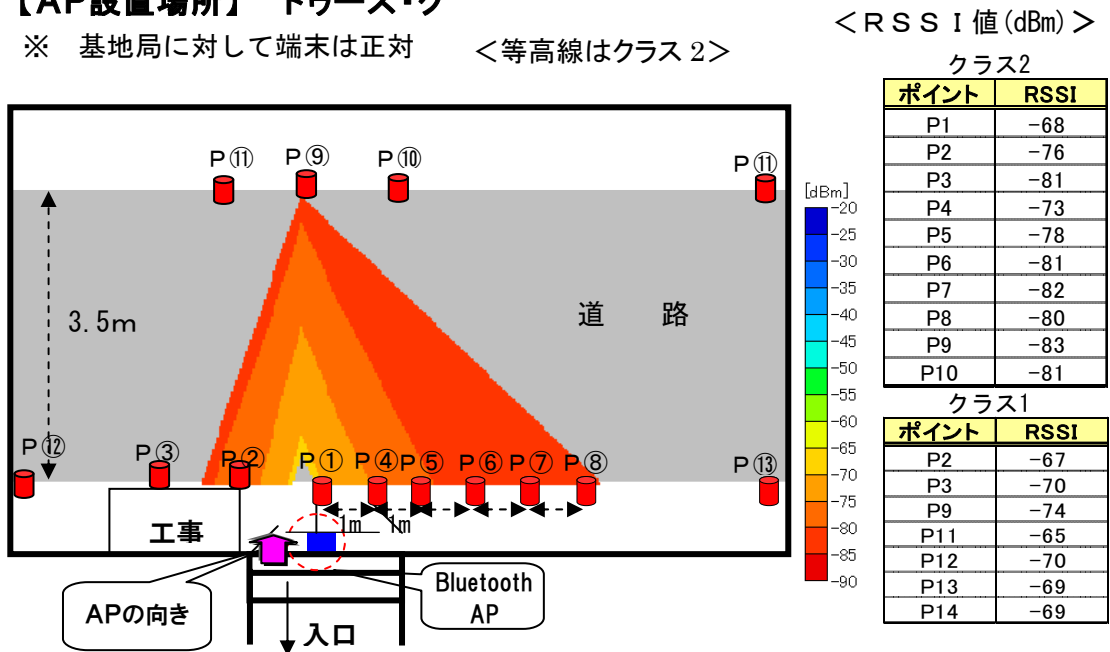


図 4-28 RSSI計測結果(ドゥーズ・グー)

ウ スループットの測定結果

測定結果を図 4-29 に示す。クラス 2 でスループットを測定したが、正対方向 4m の位置でさえも測定できず、11 ポイント中 7 ポイントで測定不可となった。またアクセスポイントの左右の同じ距離の位置でバラツキが見られた。右 1m 距離で 1,000kbps 強計測されたのに対し、左 1m 距離では 100kbps 未満の値しか得られなかった。なお、クラス 1 に変更して測定した結果、右側 15m 付近においても 700kbps 強の値が得られた。

【AP設置状況】 ドゥーズ・ゲー

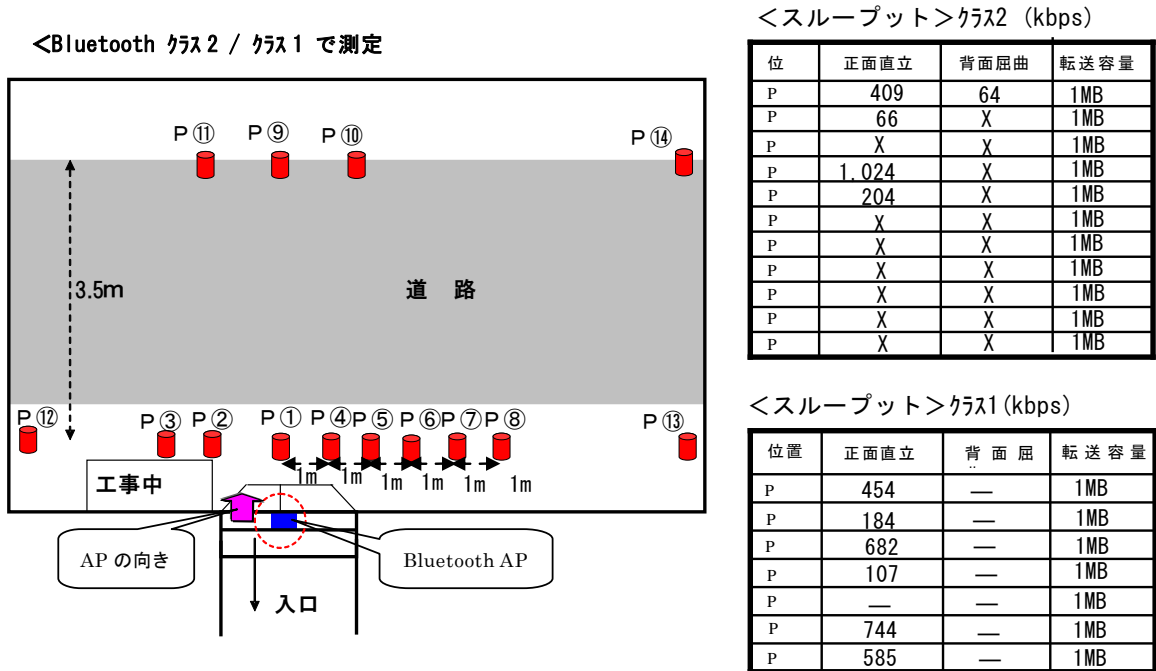


図 4-29 スループット (ドゥーズ・ゲー)

## 第4項 考察

### (1) 電磁環境

雑音・干渉レベルの測定結果のとおり、観光ナビゲーションのモデルシステムを設置することとした京都三条通では無線LAN等が広く利用されており、電磁環境を測定した場所の多くで無線LANと思われる信号が多数確認された。また、複合商業ビルの新風館では、館内の店舗で無線LANが利用されていることもあり、図4-30のとおり、階により異なる電磁環境が測定された。

このため、アクセスポイントの設置に当たっては既存の利用者と干渉しないよう周波数(チャンネル)を選定する必要があるが、無線LANはエリアが数10mと広いことから、エリア内の複数個所で雑音・干渉レベルを十分に調査し使用可能なチャンネルを選定する必要がある。

Bluetoothは79個のチャンネルを1秒間に1600回変更(ホッピング)しながらデータ伝送する仕様になっているためチャンネル選定の必要はない。しかし、キャリアセンス機能がないことから無線利用が混雑している場合には他の無線システムとの干渉回避が困難であるため、他への影響が大きい屋外での利用は控える方が好ましい。特に出力の大きなクラス1は影響が大きいことから、無線利用が混雑している場合には使用を控える必要がある。



図4-30 屋内環境(新風館)における電磁環境の様子

### (2) 無線LANについて

#### ① 設置環境と受信信号強度の比較

本節では無線LANについて設置環境の違いについて比較する。まず図4-31に環境毎のRSSIの距離特性を示す。

同図において、理想値は送信出力16dBm、アンテナ利得2.14dBに自由空間伝搬損失を仮定したものである。開放空間は荒川河川敷、屋外市街地はROSSO正面エリア、屋内は新風館2階正面エリアとし、いずれも端末をアクセスポイントに対して正対したときの特性である。同図によれば、開放空間は理想的な減衰を示している。

屋外市街地は理想値と比べ約10dB減衰している。これは市街地であることによるマルチパスの影響に、アクセスポイントがショーケース内に設置されていることによる遮蔽損失が加わった結果であると考えられる。屋内では50mまでは理想的な減衰を示しているものの、50m以降、大きく減衰している。これは50m以降は実際には正面エリアから斜めにずれたポイントであり、障害物のシャドウイングによる影響が現れている。

これらのことから、無線LANアクセスポイントの設置に当たっては、対象となるエリアが見通しとなるような場所に設置することが望まれる。また、店舗内に設置する場合はアンテナ正面(開放面)の構造を十分考慮する必要がある。

なお、近畿総合通信局が過去に実施した無線LANの技術試験では、概ね、ガラス窓は3~4dB、布製ブラインド付ガラス窓は6dB、スチール製ブラインド付ガラス窓は10dB、コンクリート壁は20dBの遮蔽損失となっている。

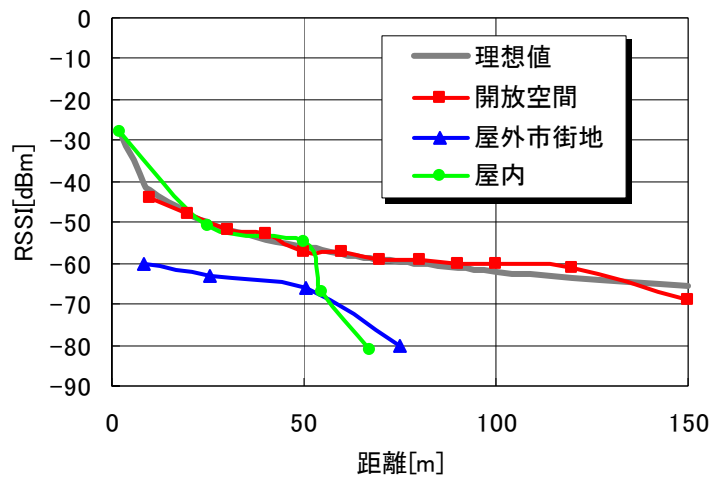


図 4-31 設置環境による無線LAN RSSI の比較

## ② 設置環境とスループットの比較

図 4-32 に環境毎のスループットの距離特性を示す。

同図において、開放空間と屋外市街地では距離に応じた減衰特性を示しているが、屋内では距離に応じた低下とはなっていない。これについては壁等の反射波による影響、他の 2.4GHz 帯無線機器からの干渉の影響などが考えられる。

また、屋外市街地のスループットは開放空間における受信信号強度とスループットの関係より良くなっており、開放空間では 1~3Mbps のスループットに対応する受信信号強度は -57~-59dBm であるのに対し、屋外市街地では受信信号強度が -65~-68dBm の複数の地点でスループットが 1Mbps 以上となっている。

これは、本技術試験に使用した無線LAN方式である IEEE802.11g がマルチパスに強い通信方式を採用しているためであると推測される。

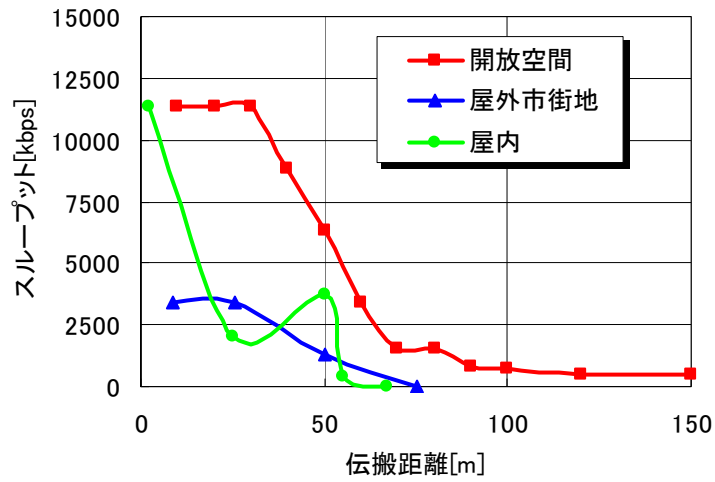


図 4-32 設置環境による無線LANスループットの比較

③ 建物等による遮蔽の影響

建物(壁)による遮蔽の影響を調査するため、屋外市街地(ROSSO)について考察する(図4-33)。

本環境では無線LANアクセスポイントは2F ショーケース内に設置されている。正面方向は両脇に建物が林立する道路となっている。側面方向も同様だが、タイル張りの壁が進行方向を塞いでいる。

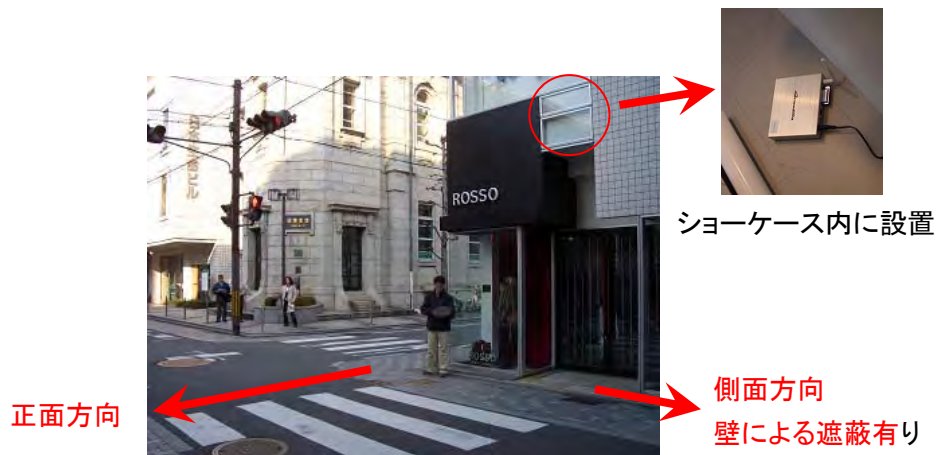


図 4-33 屋外市街地(ROSSO)の環境

正面方向と側面方向の RSSI を図 4-34 に示す。同図によれば正面方向と側面方向の各々正対・反対の両者を比較すると 10dB 近い差が生じており、正面方向がショーウインドウによる損失を含んでいることを考えると壁の遮蔽損失は 20dB 程度と推測される。

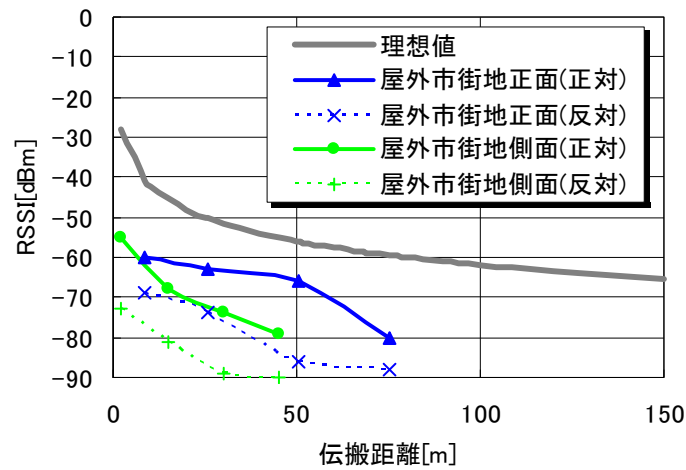


図 4-34 屋外市街地における壁遮蔽の無線LAN の RSSI への影響

正面方向と側面方向のスループットを図 4-35 に示す。側面方向では壁の存在による 50~100%の劣化となっている。また、側面方向では端末の向き(正対/反対)に関係なく伝搬距離 15m まで 1Mbps を超えるスループットとなっている。これは受信信号が主に反射波であることによるものと推測される。

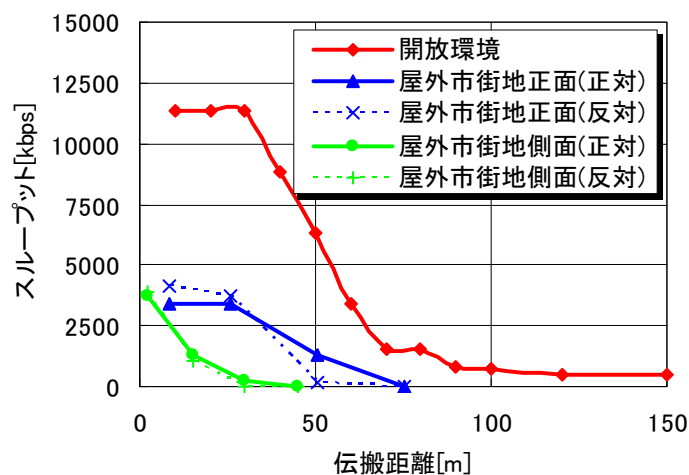


図 4-35 屋外市街地における壁遮蔽の無線LAN スループットへの影響



以上をまとめると、間接波により 1Mbps 以上のスループットが期待できる範囲はアクセスポイントから 15m 程度が目安となる。また、壁により見通しが遮られる場合、スループットは 50%~100%の劣化となり、RSSI 値は 20dB 以上の劣化を想定すべきといえる。

#### ④ 人体による遮蔽の影響

人体による遮蔽の影響を調査するため、まず、開放空間(荒川河川敷)における見通し状態と人体による遮蔽状態のRSSIを図4-36にて比較する。同図によれば 20dB 近くの損失が生じていることが分かる(実際には端末機のアンテナ特性も加味される)。人が密集する様なエリアでは、その密集度に応じた劣化を考慮すべきと言える。

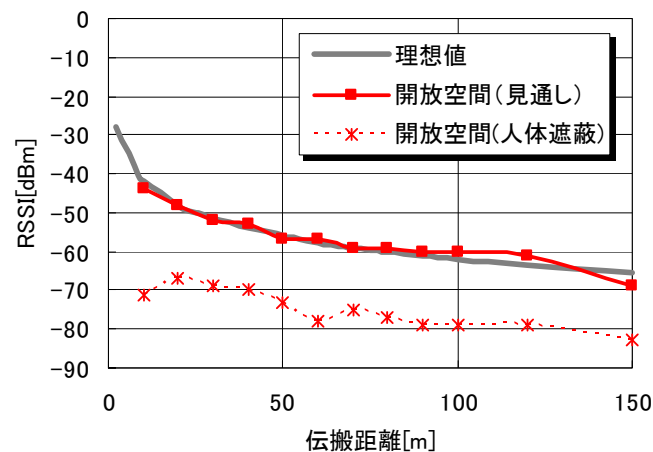


図 4-36 開放空間における人体遮蔽の無線LAN RSSI への影響

続いて、屋外市街位置(ROSSO 正面エリア)と屋内(新風館 2階正面エリア)各々のアクセスポイントについて見通し状態と人体による遮蔽状態の違いについて比較する。その RSSI を図 4-37 に示す。同図の屋内の 25m までの結果では、見通し時に RSSI が理想値に近いほど、遮蔽時の RSSI の損失が大きくなっている。逆に見通し時に RSSI が理想値から低下している場合、遮蔽時の損失との差が小さくなっているケースがみられた。このように遮蔽の有無による劣化の差を縮めている要因としてマルチパスの影響が考えられる。

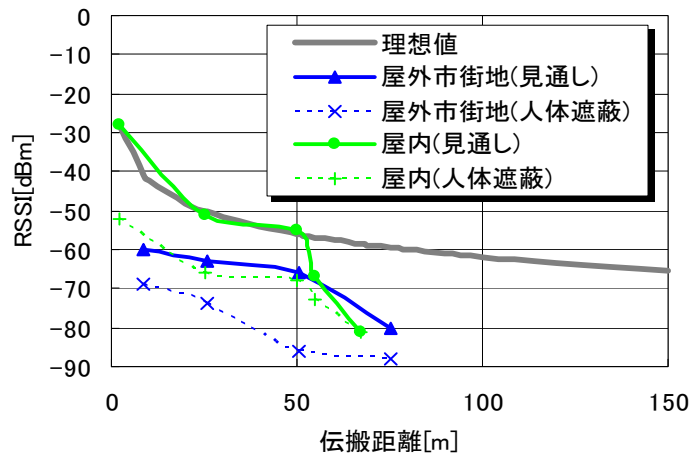


図 4-37 市街地屋内外における人体遮蔽の無線LAN RSSI への影響

⑤ 無線LANの留意事項

以上のことから、市街地・店舗内に無線LANを設置した場合のサービスエリアは、期待スループットを 1-3Mbps とし、端末がアクセスポイントに正対しているとした場合で、見通し内は 50m、見通し外は 15m 程度が目安になると考えられる。

このため、市街地・店舗内において無線LANにより情報提供をする場合には見通し内をサービスエリアとして計画することが適当である。

なお、サービス対象エリアの受信信号強度が建物の遮蔽などにより劣化する場合には、高出力型の機器を使用することも考えられるが、無線利用が混雑しているところでは他への干渉を避けるため高利得型指向性アンテナの使用が好ましい。また、サービス対象エリアが特定方向に偏っている場合にもエリア内の受信信号強度を改善し、エリア外への干渉を最小限にするためには指向性アンテナの使用が好ましい。

また、サービスエリアが不足する場合には、コンテンツを軽量化し、所要スループットを下げることも考えられる。

### (3) Bluetoothについて

#### ① 設置環境の比較

本節ではBluetoothクラス 2 について設置環境の違いについて比較する。まず図 4-38 に環境毎のRSSIの距離特性を示す。

同図において、理想値は、送信出力 2dBm、推定損失 25dB に自由空間伝搬損失を仮定したものである。

開放空間は芝生、屋外市街地はドゥーズ・ゲー正面エリア、屋内(通路)は新風館 jasmin 正面エリア、屋内(ホール)はろうじ店舗西とし、いずれも端末機をアクセスポイントに対して正対させたときの特性である。

同図によれば、開放空間および屋外市街地では理想値もしくはそれよりも大きめの減衰特性を示している。しかし、屋内(通路)、屋内(ホール)では理想値よりも緩やかな減衰特性を示しており、前二者に対して約 2 倍の距離である 10m 程度まで測定がなされている。

前二者と後二者との環境の相違を比べると、アクセスポイント背面側の壁の有無、天井の有無、アクセスポイント正面方向に対する側壁の有無があげられる。前二者はこれらのものが全く無いか無いに等しい。後二者はこれらによる反射の効果によって長距離の RSSI 測定がなされたと考えられる。

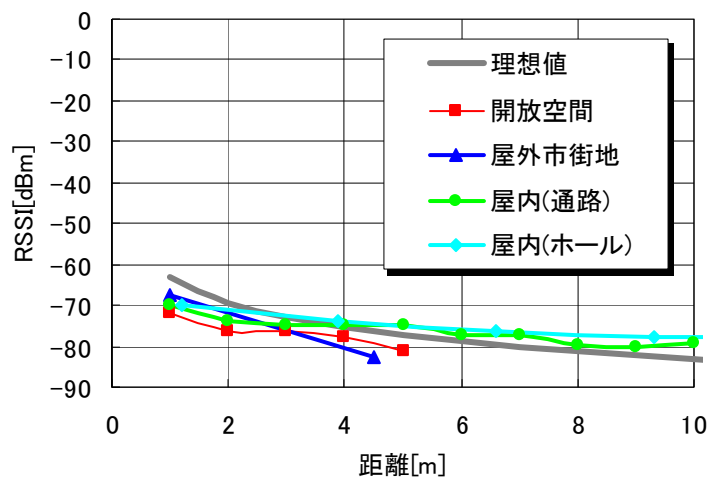


図 4-38 設置環境による Bluetooth クラス 2 RSSI の比較

次に図4-39に環境毎のスループットの距離特性を示す。

同図において、開放空間と屋外市街地ではスループットを得られたのは 3m 以下であったのに対し、屋内(通路)、屋内(ホール)では約 10m までスループット計測が可能であった。各環境における干渉電力の様子は 4-40 に示す通りである。

前二者では干渉の影響が無いか殆ど無いのに対し、干渉電力が大きいながらも後二者の方が長距離のスループットを得られている。前二者が長距離のスループットを得られなかった原因は干渉等の影響ではなく、後二者が長距離のスループットが得られた理由は、RSSI 同様、アクセスポイント背面側の壁、天井およびアクセスポイント正面方向に対する側壁による反射の効果にあると推定される。

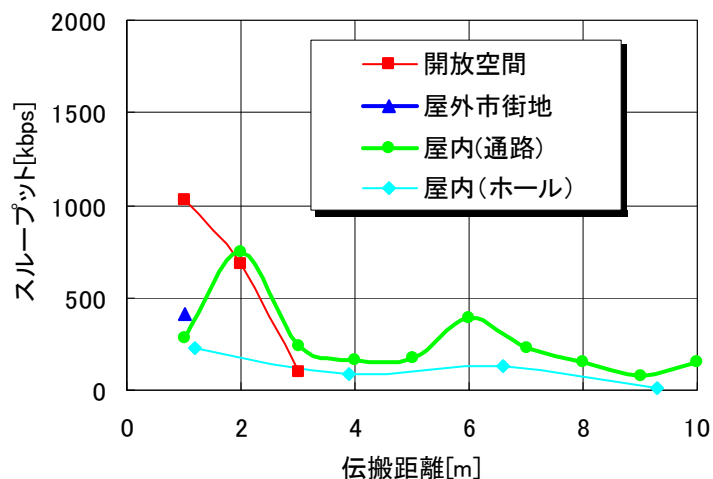


図 4-39 設置環境による Bluetooth クラス 2 スループットの比較

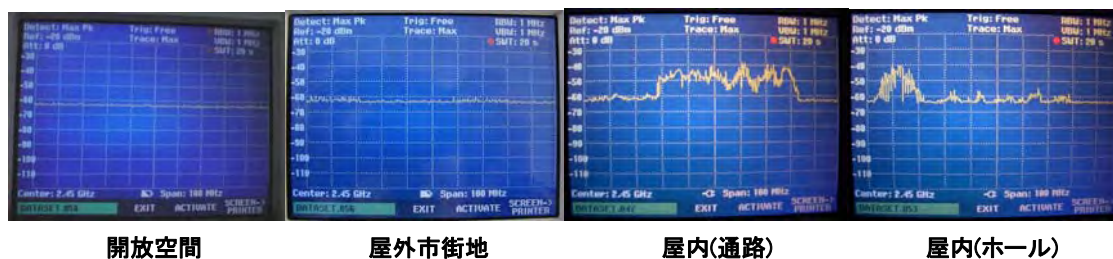


図 4-40 各環境における干渉電力の様子

以上から、市街・店舗への Bluetooth アクセスポイント設置に際しては、開放された環境よりも、天井や側壁および背面の壁による反射が期待される場所を選ぶことが好ましいと言える。そして、この場合はおよそ 10m の範囲に渡って約 100kbps のスループットが得られることが期待される。

## ② 水平方向のアンテナ特性

今回使用した Bluetooth アクセスポイント (Class2) の水平方向のアンテナ特性が不明であったため、開放空間の環境 (図4-41) において、様々な方向からそれぞれ距離を変えて RSSI とスループットの測定を行った。結果を図 4-42、図 4-43 に示す。



図 4-41 Bluetooth アンテナ特性測定環境

同図において  $(X,Y)=(0,0)$  にアクセスポイントを配置し、アクセスポイントを上面からみて +Y 方向に向けている。そして、合計 8 方向 (+Y 軸方向から時計回りに  $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $270^\circ$ 、 $315^\circ$ ) から  $(X,Y)=(0,0)$  へ向かって 1m ずつ距離を離して RSSI およびスループットの測定を行っている。これらの結果によれば、アクセスポイントの水平方向では右斜め前方と左斜め後方に強く送信されていることがわかる。従って、ろうじ店舗西およびドゥーズグーにおいて正面よりもずれた位置で高いスループットが得られた理由は、水平方向のアンテナ特性によるものといえる。

さて、市場に出回っている Bluetooth クラス2デバイスはその用途より小型化が進んだものと考えられる。本デバイスをアクセスポイント用途に使用すると取り付け先機器の筐体の影響が小さくなく、今回のアンテナ特性が得られたものと考えられる。

このため、実際の設置に当たっては、最適なエリアが得られるよう、様々な設置場所、設置方向を試すなど工夫が必要である。

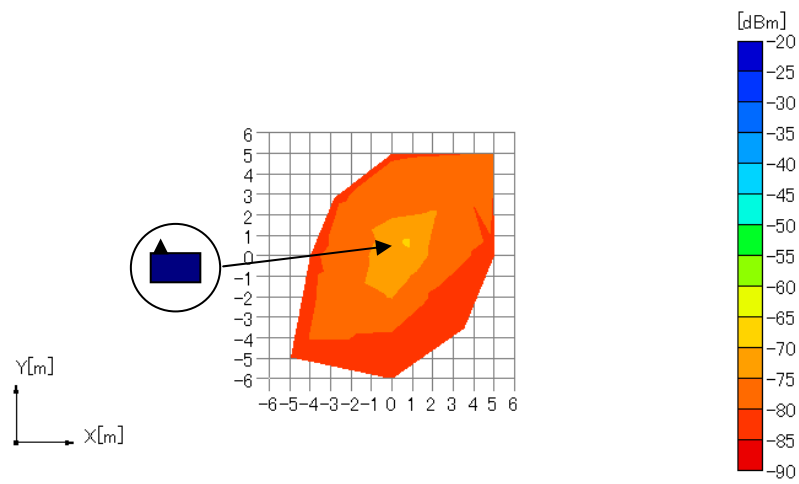


図 4-42 Bluetooth クラス2アクセスポイント水平方向 RSSI 特性

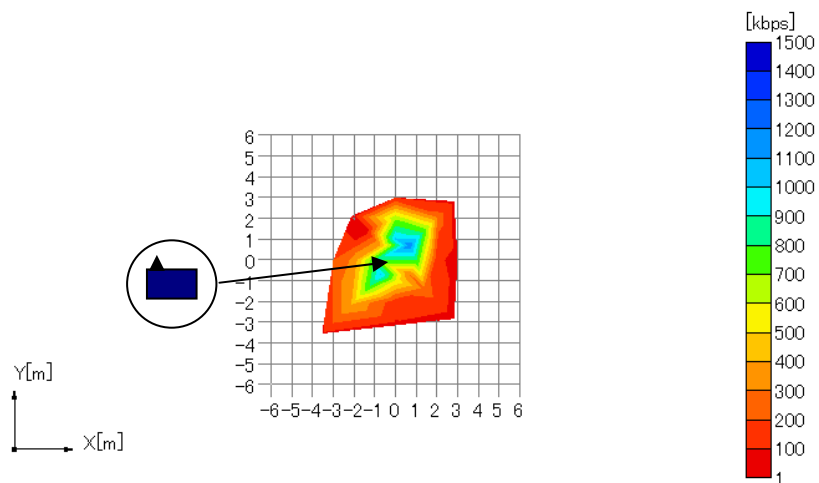


図 4-43 Bluetooth クラス2アクセスポイント水平方向スループット特性

### ③ 垂直方向のアンテナ特性

今回のアクセスポイントの設置位置はコンテンツダウンロードに使う端末機に対し高低差がある。実際、アクセスポイントは、ドゥーズ・ゲーでは高い位置に、jasminとろうじ店舗西では低い位置に位置している。これらがスループットに影響を及ぼす可能性が考えられる。そこで、今回使用したBluetoothアクセスポイント(Class2)の垂直方向のアンテナ特性を調べるため、開放環境(図4-41)において、様々な方向からそれぞれ距離を変えてRSSIとスループットの測定を行った。結果を図4-44、図4-45に示す。

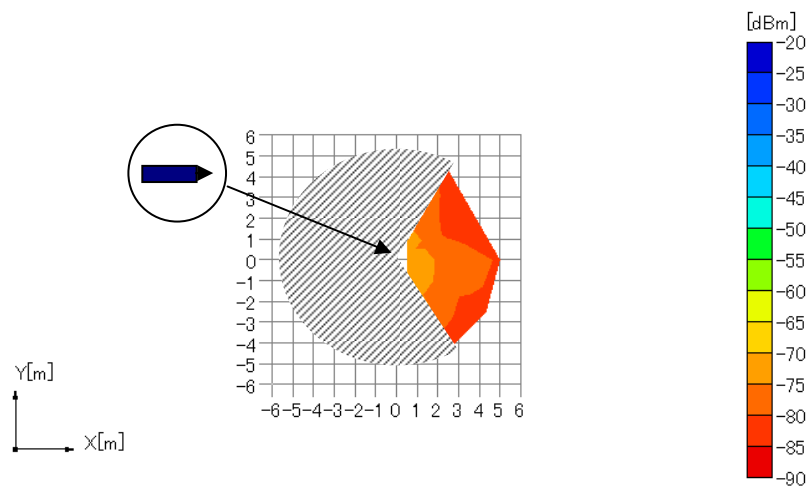


図 4-44 Bluetooth クラス2アクセスポイント垂直方向 RSSI 特性

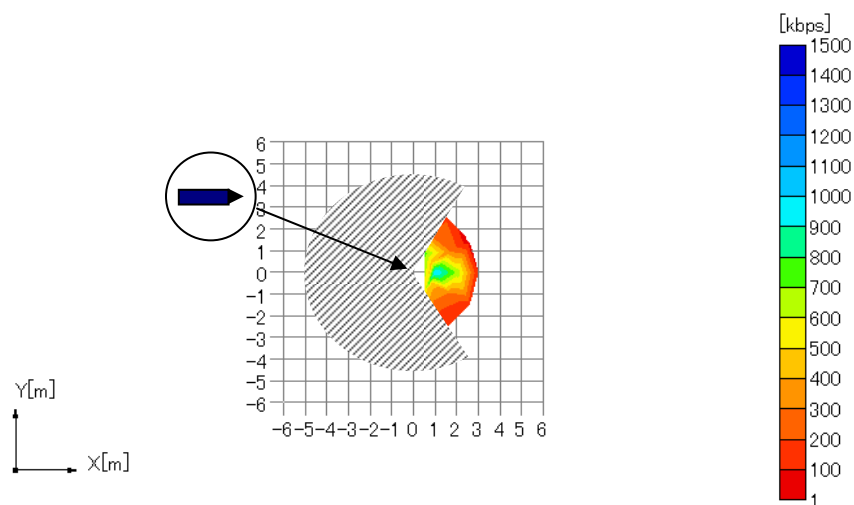


図 4-45 Bluetooth クラス2アクセスポイント垂直方向スループット特性

同図において $(X,Y)=(0,0)$ にアクセスポイントを配置し、アクセスポイントを側面からみて+X方向に向けている。そして、合計5方向(+x軸方向から時計回りに $-60^\circ$ 、 $-30^\circ$ 、 $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ )から $(X,Y)=(0,0)$ へ向かって1mずつ距離を離してRSSIおよびスループットの測定を行っている(網掛け部分は計測データ無し)。

これらの結果によれば、アクセスポイントの垂直方向では $\pm 30$ 度方向にわたり特性に大きな差がないことがわかる。従って、jasmin、ろうじ店舗西、ドゥーズグーにおいては、アクセスポイントと端末機の高低差による特性劣化の懸念は少ないと考えられる。

今回のアンテナ特性の結果は、アクセスポイントの設置方法をより簡単にするものであるが、使用する機種により差が生じうるため、空中線の指向特性等を設置前に把握しておくことが重要である。



#### ④ 人体の遮蔽による影響

人体による遮蔽の影響を調査するため、各環境における見通し状態と人体による遮蔽状態のスループットを図4-46にて比較する。ここでは、実際に端末機のアンテナ特性も加味された結果となっている。同図によると、開放環境においては遮蔽時には全くスループットが得られていない。一方で、屋外市街地、屋内(通路)、屋内(ホール)ではまれにスループットが得られるケースが存在する。これらの環境では天井や側壁等の反射による間接波が受信されているものと考えられる。しかしながらサービスエリアを形成する程の効果はない。このことからBluetoothクラス2アクセスポイントを設置する上ではまず、見通しを確保することが最重要であるといえる。

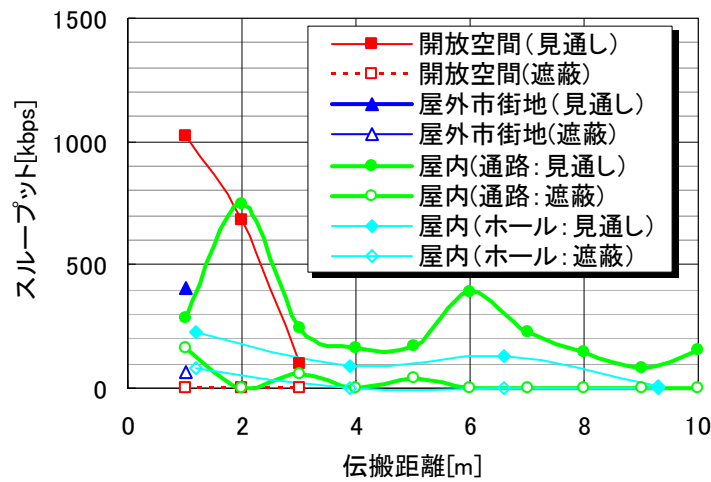


図 4-46 Bluetooth クラス2 人体の遮蔽のスループットへの影響

## 第2節 通信試験

第1章で述べた無線を利用して実際にコンテンツをユーザに対して配信するシステムを構築し、以下の日程で公開での通信試験を実施した。

以下、この通信試験の詳細について記述する。

### 第1項 通信試験の目的

この通信試験は、WiMAX、無線 LAN、Bluetooth の3種類の無線を使用したナビゲーションシステムを構築し、コンテンツが適切なタイミングでユーザ端末に提供されるかどうかの評価を行うことを目的として実施された。

その上で、被験者へのアンケートを通じて、システムの使用感などの評価や、システムを試用した上での今後のナビゲーションシステムのあり方について探ることもあわせておこなった。

### 第2項 実施方法

通信試験は以下の日程で実施された。

- 日時: 2008年12月16日(水)17日(木)
- 場所: 三条通(寺町～烏丸間)付近および新風館、京都文化博物館
- 被験者数: 38名

試験は、上記三条通などの各所に、コンテンツを専用クライアントソフトウェアに対して提供する機能を持つ Bluetooth および無線 LAN の情報スポットをそれぞれ10台と5台設置して行った。設置場所は、次頁のとおり。

なお、設置場所の位置については、図4-1を参照されたい。

設置場所		無線 LAN / Bluetooth	12/16,17 設置箇所	1/30 設置箇所
新風館 2F 空き店舗 (BEAMS BOY)	入り口上部ガラス裏	無線 LAN	○	○
新風館 DESIGNWORKS 前	店舗前携帯電話充電器棚	Bluetooth (Class2)	○	○
新風館 jasmin 前	店舗前携帯電話充電器棚	Bluetooth (Class2)	○	○
新風館 tawawa 前	店舗前携帯電話充電器棚	Bluetooth (Class2)	○	
烏丸三条西 伊右衛門サロン	三条通り側 PC 裏側	無線 LAN	○	
京都文化博物館別館前 soboro	店舗前テーブル	無線 LAN	○	○
三条柳馬場 ROSSO	2F ショーウィンドー内	無線 LAN	○	
三条柳馬場下 ドゥーズ・グー	柳馬場通沿い鴨居上	Bluetooth (Class1)	○	
三条麩屋町 レストアの森	三条通り側窓近くの展示物裏	無線 LAN	○	
アートコンプレックス 1928	建物前ショーウィンドー	Bluetooth (Class 1)	○	
WAZA-GU	1F ショーウィンドー内	Bluetooth (Class 1)	○	
京都文化博物館ろうじ店舗西通路	情報コーナーカウンター	Bluetooth (Class 2)	○	○
京都文化博物館ろうじ店舗東通路	実演コーナー演台下	Bluetooth (Class 2)	○	○
京都文化博物館別館ホール	案内カウンター内	Bluetooth (Class 1)	○	○
京都文化博物館本館～別館通路	文化博物館模型テーブル下	Bluetooth (Class 2)	○	○

表 4-7 設置場所

被験者は、これらの Bluetooth と無線LANの情報スポット探索機能と、WiMAX へのアクセス機能を持つノート型 PC を持ち、アクセスポイントと WiMAX から提供されるコンテンツを見ながら、このエリアを散策することで通信試験を行った。

上記の環境の下で、被験者は以下のような方法で実験を行った。

- 1) システムの目的や端末操作の方法を約 15 分間説明する
- 2) 被験者を3名一組のチームとして、1チームに1台端末を与える
- 3) チームごとに、試験範囲内を自由に散策し、無線スポットからの情報を閲覧する
- 4) 40 分後に事務局に戻り、アンケートに記入してもらう

### 第3項 実施結果

このような環境下で通信試験を実施したが、コンテンツがダウンロードされない、あるいはダウンロードされても表示されるまで非常に時間がかかるという現象が頻発した。そのため、これらの現象について検討・調整を行い、再試験を実施した。ここでは、特に、再試験においても数台設置した Bluetooth アクセスポイントの接続状況についてデータを比較する。

ユーザ端末において、近傍の Bluetooth アクセスポイントを発見してから、コンテンツが画面に表示されるまでの時間は、以下の図 4-47 とおりであった。

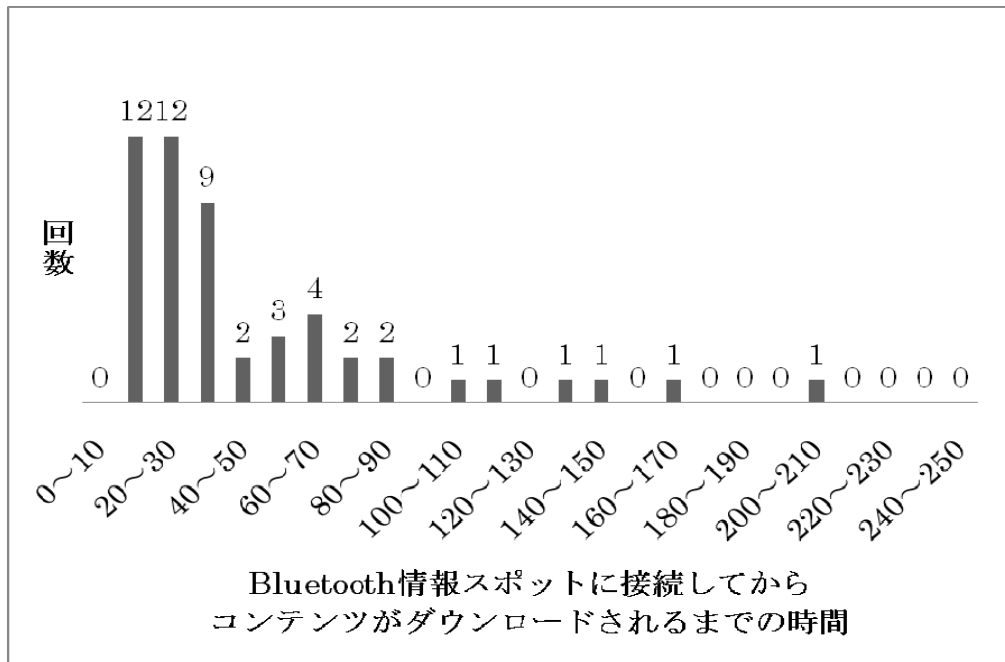


図 4-47 コンテンツが端末に表示されるまでの時間

この図に示されるように、Bluetooth アクセスポイントに接続しネットワークが確立してから、コンテンツがダウンロードされるまで、表示出来た場合でも、10秒~90秒くらいの時間がかかっている。このほかにも、全くダウンロードされない場合がほぼ 2 回に 1 回の割合で発生していた。また、被験者のアンケートでも、多くの被験者が動作不具合を指摘していた。

これらの不具合に対して、次項で述べる考察を加えたうえで改善を施したシステムを用いて再試験を行った結果を以下の図 4-48 に示す。

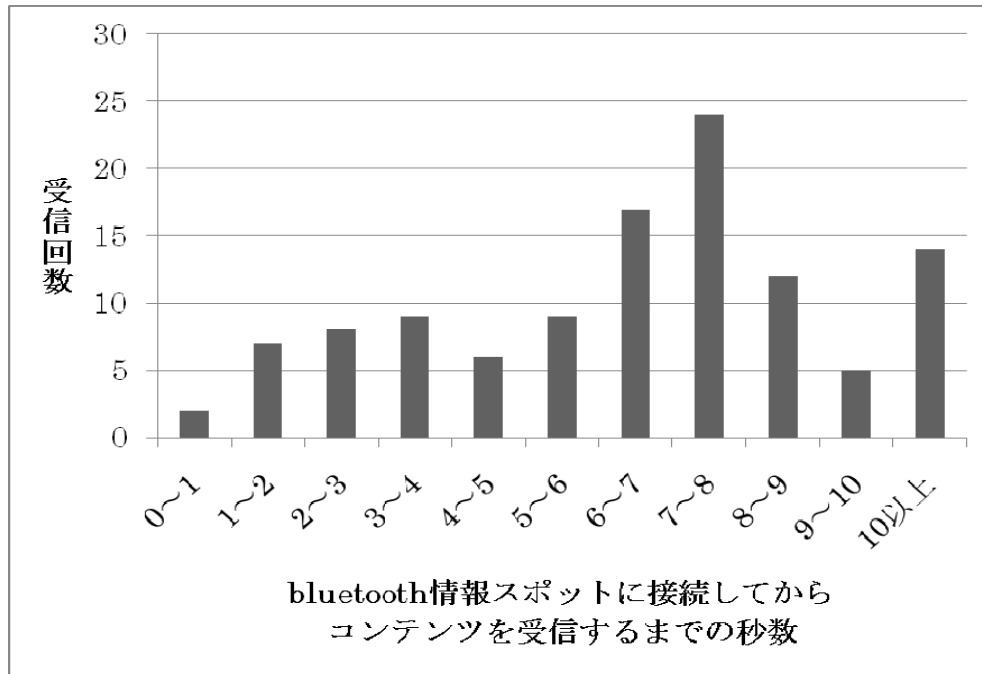


図 4-48 再試験を行った結果

これにより、Bluetooth での TCP/IP ネットワークが確立してからほとんどの場合にほぼ 10 秒以内にはコンテンツがダウンロードされており、大幅に使用感が改善していることがわかる。

#### 第4項 考察

前項で述べたように、コンテンツが全くダウンロードされないという実用上課題となる不具合が通信試験において発生した。この不具合の原因と対処について本項で考察する。

なお、これらの問題には、今回の試験でのシステムやネットワークの構成に起因するものもあるが、これらは将来の実用化においても重要な課題となる事柄であり、次章で検討する。

##### (1) 不具合の原因

前述したように本システムでは、すべてのコンテンツへのアクセスを TCP/IP を使用して行っている。その一方で、無線LANや Bluetooth のネットワークは近くに情報スポットがある時だけユーザ端末から見える状態になっており、家庭やオフィスのネットワークのように安定的に利用可能なネットワークとは想定される挙動が異なっている。そのため、以下の点が原因と考えられる不具合が発生した。

##### ① ユーザ端末の OS の特性に関わる問題

今回の試験で使用したユーザ端末の OS である Windows XP の SP2 以降では、マルウェアによる無差別な外部への接続を防止するため、SYN\_SENT 状態(接続試行状態)にある TCP 接続が同時に存在する数を最大 10 個までに制限している。

この制限は、比較的安定したネットワーク環境下において web ブラウジングを行っている程度ではほとんど問題にならないが、本試験のシステムのように、常に状態が変わるネットワーク下で接続試行を繰り返すシステムにおいては、以下のように、容易に制限に到達してしまう。

##### ア WiMAX 接続時のデフォルト経路の問題

今回利用した WiMAX サービスは、インターネットへの接続サービスであるため、接続が確立すると、Windows の IP 経路テーブルに WiMAX サービスのルータがデフォルト経路として設定されることになる。

よって、情報スポットへのネットワーク接続が確立していない場合、アプリケーションが情報スポットへの探索を行うと、そのパケットはすべて WiMAX 側のネットワークに送信されることになるが、WiMAX 側のルータはこのパケットをすべて破棄してしまう。

ユーザ端末側からはこういったルータ側の挙動は検知出来ないため、HTTP 接続を試行すると、接続試行状態にあるソケットが蓄積することになってしまう。

なお、WiMAX 側ルータのこのような挙動は多くのインターネットサービスプロバイダで一般的に行われていると考えられる。

#### イ 情報スポット接続時の経路の問題

本試験で用いたシステムでは、ユーザ端末・情報スポットともすべて同一ネットワークセグメント内で固定アドレスを割り当てて使用している。

この状態で、情報スポットのうち一つとユーザ端末の間でネットワークが構築されると、その他の情報スポット向けの接続試行は、接続先が見つからないため、すべてアと同様、SYN\_SENT 状態のままタイムアウトするまで蓄積することになる。

このように、本試験で使用したネットワーク環境では容易に Windows XP SP2 以降での制限に到達してしまう。

#### ② 情報スポットの間隔に関わる問題

情報スポットが比較的せまい間隔で設置されており、スポット間での接続が短時間で切り替わった場合にも異なる問題が発生した。

今回使用したユーザ端末では、情報スポット向けのネットワークへの接続が切れた場合にも、しばらくの間 ARP キャッシュテーブルがクリアされずにそのまま残り、直後に再度情報スポットに接続した場合、そのキャッシュテーブルがそのまま使用される場合があった。

本試験のように、ユーザ端末が複数の情報スポット間を渡り歩く場合、ある情報スポットで構成された ARP テーブルは、他の情報スポットで使用しても有効ではない。

それぞれの情報スポットがすべて異なる IP アドレスを使用していれば問題ではないが、重複がある場合は、情報スポット側から強制的に ARP テーブルを更新しない限り、それぞれのエントリが有効時間を経過するまではコンテンツがダウンロードできない状態に陥ってしまう。

### (2) 不具合への対処

#### ① ユーザ端末の OS の特性に関わる問題

Windows XP SP2 以降における「不完全な送信 TCP 接続の同時試行数の制限」に関わる問題については、見えていない情報スポット向けへの TCP 接続試行は直ちに接続を切り、SYN\_SENT 状態のソケットが長時間にわたって残らないようにする対処を行った。

#### ア WiMAX 接続時のデフォルト経路の問題

情報スポット未接続時にパケットがデフォルトの経路(WiMAX 側)に送信されるのを防ぐために、情報スポット向けの TCP 接続リクエストのパケットを受信すると、常に RST パケットを返すようなプログラムがなされている仮想ネットワークインターフェースを導入した。

このネットワークインターフェースに対して、固定的に情報スポットセグメント向けの経路を、無線ネットワークインターフェースよりも優先順位が低く(大きなメトリック値を持つ)設定することにより、無線スポットにアクセス中には無線側にパケットが流れるが、それ以外の時はこの仮想ネットワークに対してパケットを誘導し、WiMAX 側

にパケットが流れて SYN\_SENT 状態のままソケットが長時間残るのを防ぐことが出来る。

#### イ 情報スポット接続時の経路の問題

単純には、利用 IP アドレスを 1 つに制限し、SYN\_SENT 状態のソケットをなくせば良い。今回は同じ無線システムを使った複数の情報スポットへの同時接続を想定していないので、Bluetooth に関しては 1 つだけに制限しても構わない。

しかし、無線LANについては、同じ ESSID を使用した情報スポット間でアプリケーションから検知出来ない状態でハンドオーバーすることが出来るため、同じ IP アドレスを使用すると、TCP 接続試行のような単純な仕組みでは、コンテンツ切り替えを実現できない。

この場合、使用が想定される IP アドレスすべてに対して、情報スポットが A の仮想インターフェースが行うようなレスポンスをクライアントに対して常に返すようにすることで、SYN\_SENT 状態のソケットが滞留するのを防ぐことが出来る。

- 情報スポット側のインターフェースに使用が想定される IP アドレスをすべて割り当てておき、情報提供に使用するアドレス以外への接続を拒否する
- 情報スポット側の firewall 機能により、情報スポットが使用する IP アドレス以外への TCP 接続リクエストに対して常に強制切断の応答を返す

などの方法によることが出来る。

#### ② 情報スポットの間隔に関わる問題

この問題は、ユーザ端末が情報スポットに接続する度に、ARP テーブルを強制的に更新させることにより解決することが出来る。そのために、情報スポット側から Gratuitous ARP を送信するなどの方法が考えられる。



### 第3節 WiMAXエリア確認試験

#### 第1項 エリア確認の目的

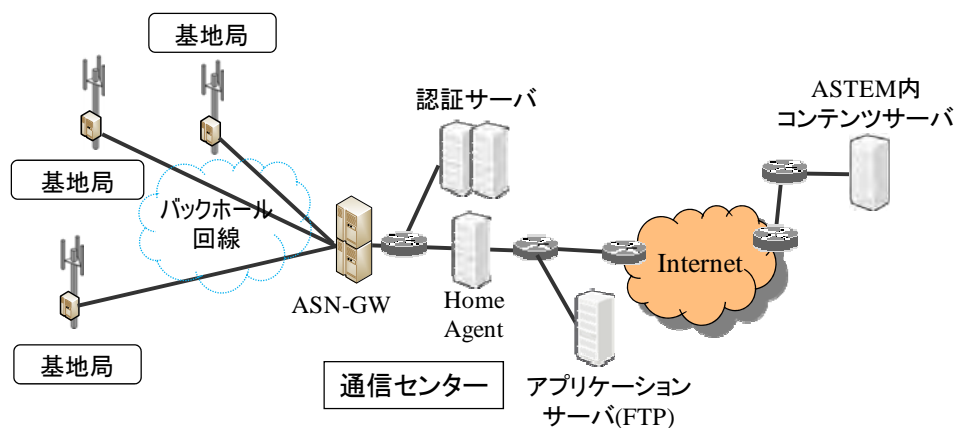
本調査検討会で技術試験(通信試験)に使用したWiMAXネットワークは、UQコミュニケーションズが、商用ネットワークとして構築中の施設をサービスに先立って利用したものである。

WiMAX ネットワークは、一般に都市部を連続稠密にカバーするため、概ね 500m～700m 程度のセル半径で、基地局が配置される。京都市での WiMAX 通信サービスは、2009 年夏に開始される予定で、今試験が行われた 2008 年 12 月時点では技術試験対象エリアの周辺で数局の基地局が建設され始めた状況であった。また、基地局が建設途中であるためエリアの最適化調整も、まだ行われていない状況にあった。

そこで、当調査検討会では技術試験を円滑に進める事を目的に、技術試験に先立ち周辺に位置する WiMAX 基地局の電波状況を調査してエリア確認を行った。

#### 第2項 エリア確認の実施方法

技術試験に使用した WiMAX ネットワークは、京都市内に設置された基地局から大阪に配置されたネットワークセンターまでの間に Ethernet 専用線を用いて接続する構成で、基地局に接続された端末のトラフィックは、最寄りの基地局から大阪の通信センター局を経由してインターネットに接続される環境が準備されている。WiMAX ネットワークの構成概略図を図 4-49 に示す。



ASN-GW: Access Service Network Gate Way

図 4-49 WiMAX ネットワークの構成概略図

技術試験の対象エリア周辺の電波測定は、カード型の通信端末をノート PC に装着して、基地局との間で無線回線を接続して、FTP(File Transport Protocol)通信を行った状態で、PC にインストールされた電波測定ツールを用いた。

WiMAX 通信カードを装着したノート PC は、車両に搭載して GPS レシーバと連動させる

事で、地図上に測定したデータを記録するものである。また、測定範囲は車両の通行が可能な範囲は車両に搭乗して実施したが、一部アーケード内など、車両の進入が制限されている箇所は、徒歩による測定を実施した。

測定に利用した WiMAX 通信カード、ノート PC 及び GPS レシーバの写真を図 4-50 に示す。



図 4-50 測定機材類

また、電波の測定系統図を図 4-51 に示す。

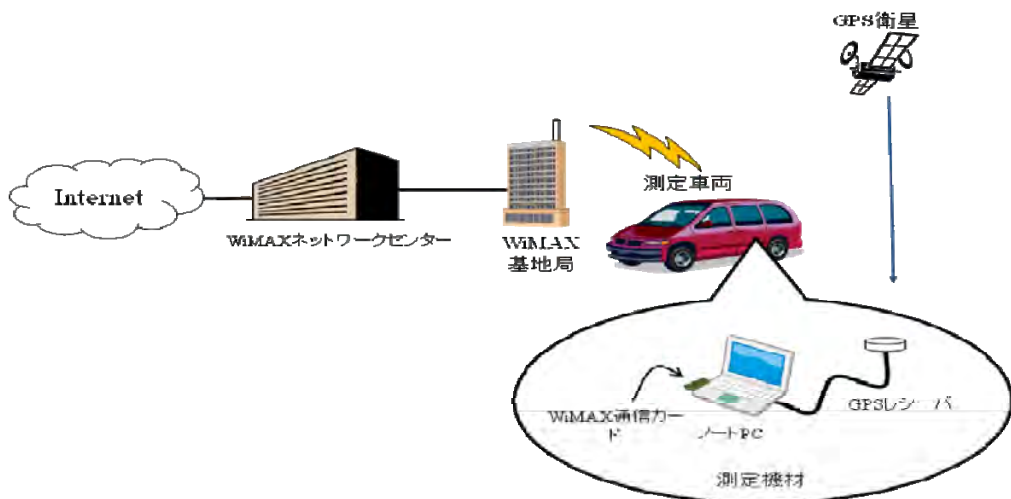


図 4-51 電波の測定系統図

### 第3項 通信エリアの測定結果

測定の結果、本調査検討会の技術試験を計画している地域での電波の状況は、対象エリアである三条通り及び三条通り周辺の屋外では、WiMAX ネットワークを利用するのに十分な電界分布が維持されていることが確認された。

測定結果を、図 4-52 に示す。

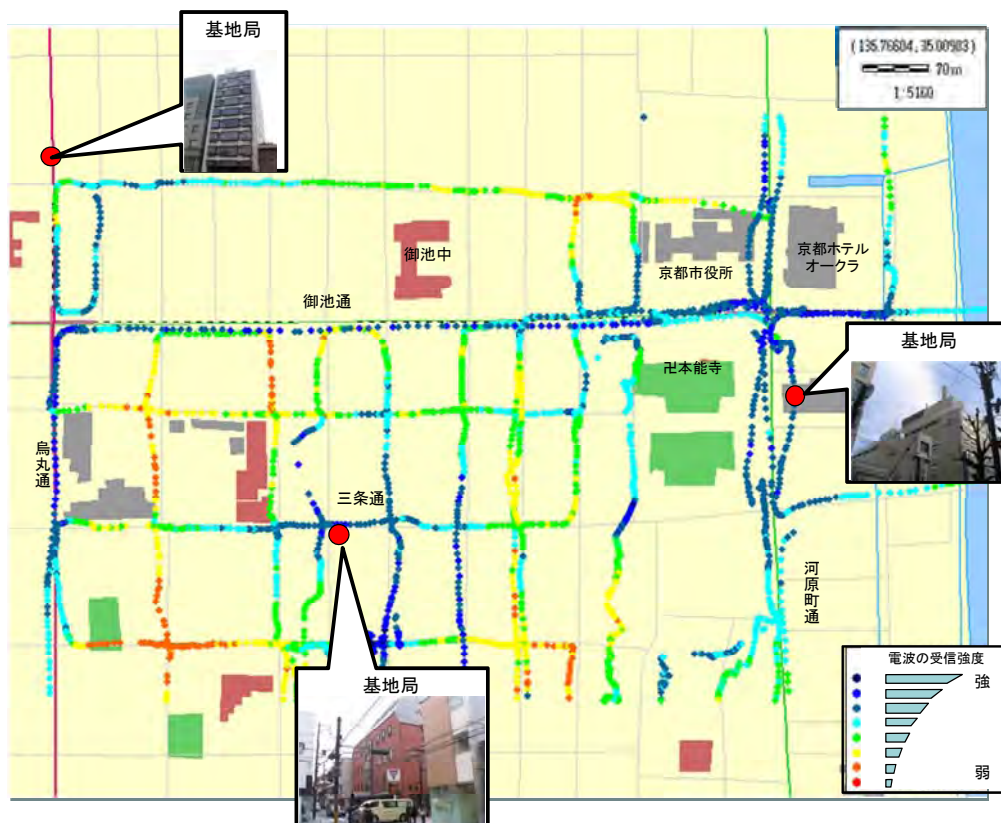


図 4-52 エリア確認試験結果

### 第4項 屋内通信試験の目的

モバイル WiMAX は、2.5GHz 帯のマイクロ波帯を移動通信に適用したシステムであり、一般にマイクロ波の電波特性は直進性が高く建物の裏側への回折など、回り込みが少ない。また、電波伝搬による損失が携帯電話で利用されている VHF/UHF 帯に比較して大きいことから、建物に対しては壁面などを透過する際の損失も大きくなる傾向がある。

このため、都市部に設置された基地局から周辺建物内に存在する通信端末への電波到達状況を、アプリケーションレイヤの視点で測定確認する目的で WiMAX 通信試験を実施した。

観光スポットにおいて、特に京都市では伝統的な町屋造りの木造家屋が多く残され、これら木造家屋の持ち味を生かしたまま店舗として利用されるケースも多い。WiMAX のようにマイクロ波帯を用いる無線システムでは、一般に鉄筋コンクリート造りの建造物に比べ、木造家屋には電波が浸透しやすい傾向が見られることが良く知られている。

したがって、京都の観光スポットにあつては、これらの店舗内においても実用性の高い通信が維持される事が期待され、アプリケーションの視点でこれらを明らかにする事も通信試験の目的とした。

#### 第5項 屋内通信試験の測定方法

通信試験では、前述したエリア確認試験に使用した WiMAX 通信カードとノート PC を利用して、徒歩により本検討会の技術試験エリア内に存在する対象家屋内で WiMAX 通信試験を実施した。

通信は、WiMAX 基地局と通信端末間でネットワーク接続を行った上で、インターネットを経由して ASTEM 内に設置されたコンテンツサーバにアクセスし、当該コンテンツが PC にダウンロードされるまでの所要時間の計測を行うとともに、電波の強さを計測して記録する方法を用いた。

当該 WiMAX 通信試験では、建物の内部と建物軒下での測定を実施した。

WiMAX の屋内通信試験の系統図は、図 4-49 と同様である。

#### 第6項 屋内通信実験の結果

通信試験は 54 箇所を実施し、圏外となった 2 箇所を除き、殆どの家屋、建物で通信が可能であるとともに、コンテンツのダウンロード時間は、何れも数秒で完了する結果を得た。また、当初の想定通り木造建物と比較して、鉄筋コンクリート構造の建物では一様に電波の浸透が弱い傾向が見られたが、建物と WiMAX 基地局の位置関係や、測定点がガラス窓近傍や、屋内がホール状に開けている場合などには、想定以上の電波の強さが維持されている状況も確認することができた。

通信試験の結果を図 4-53 に、各測定点の一覧表を表 4-8 に示す。

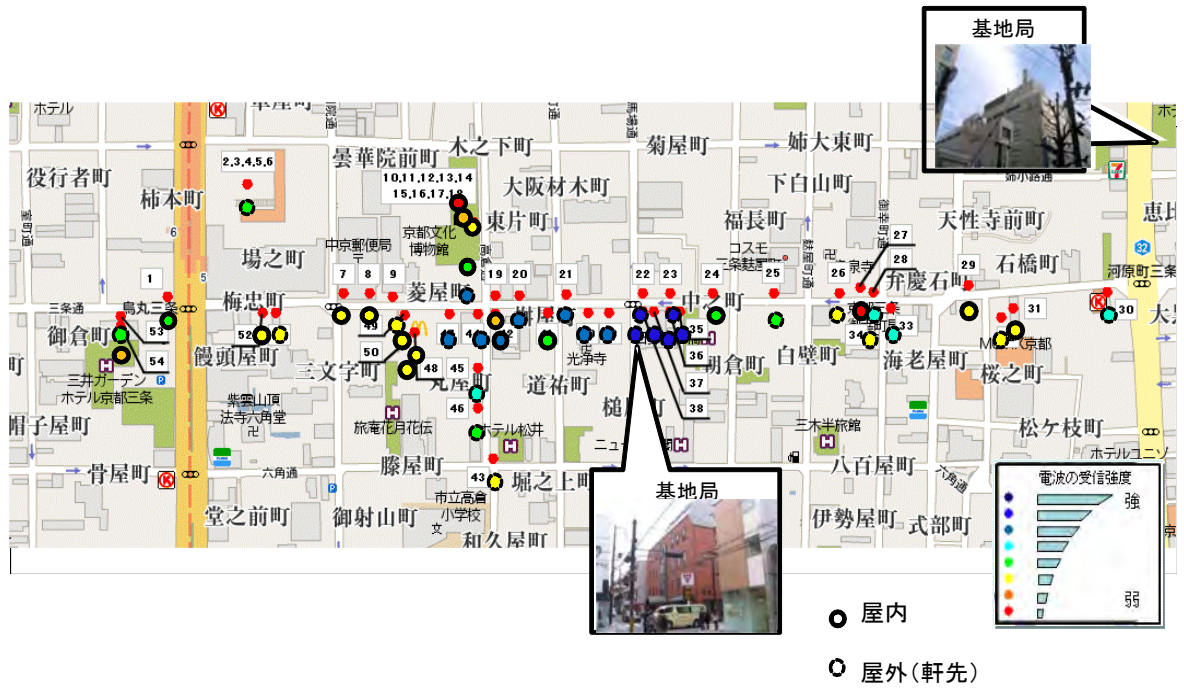


図 4-53 通信試験結果



屋内通信実験結果リスト

番号	実験実施場所	屋内/屋外	電界強度	コンテンツ表示まで
1	スターバックス店内	屋内	4	1秒程度
2	新風館(BEAMSBOY前)	屋外	4	1秒未満
3	新風館(Ain sooh前)	屋外	6	1秒未満
4	新風館(jasmin前)	屋外	5	1秒未満
5	新風館(design works前)	屋外	4	1秒程度
6	新風館(tawawa前)	屋外	3	1秒程度
7	郵便局店内	屋内	5	1秒未満
8	郵便局店内	屋内	5	1秒程度
9	河合塾前	屋外	5	1秒程度
10	京都文化博物館前	屋外	1	1秒未満
11	京都文化博物館1Fホール	屋内	3	1秒未満
12	京都文化博物館入り口右奥	屋内	4	1秒未満
13	京都文化博物館休憩所	屋内	4	1秒未満
14	京都文化博物館本館1F受付	屋内	5	1秒未満
15	京都文化博物館齋福	屋内	5	1秒未満
16	京都文化博物館エレベータ前	屋内	6	1秒未満
17	京都文化博物館ろうじ店舗(内側)	屋内	-	圏外
18	京都文化博物館5Fエレベータ前	屋内	4	1秒未満
19	Gallery Cafe&Bar Collabo 3F店前横非	屋内	6	2秒程度
20	京都三条ビル屋内(入り口付近)	屋外	2	2秒程度
21	分銅屋足袋(前)	屋外	2	2秒程度
22	ROSSO(前)	屋外	1	1秒程度
23	wafufu(前)	屋外	1	1秒程度
24	SACRAビルの2F 建物内	屋内	4	1秒程度
25	sanjo店前	屋外	4	1秒程度
26	三条TCビル2F レストランの森 店前	屋外	5	1秒程度
27	三条ありもとビル内	屋内	-	圏外
28	red rubber ball店前	屋外	3	2秒程度
29	ファーストキッチン店内2F	屋内	5	1秒程度
30	メガネスーパー店前	屋外	3	1秒程度
31	JEUGA(CD屋さん)店内	屋内	5	1秒程度
32	JEUGA横のテラス	屋外	5	3秒程度
33	cafe chocolat前	屋外	3	1秒未満
34	TULLY'S COFFEE 店横のオープンテラ	屋外	5	1秒程度
35	西村吉象堂前	屋外	1	1秒程度
36	Gtarade ASAI2F前	屋外	2	1秒程度
37	YMCA前	屋外	1	1秒未満
38	YMCA前(ギャラリー小西屋)	屋外	1	1秒未満
39	石黒香舗前	屋外	2	2秒程度
40	イノダコーヒー三条店前	屋外	2	1秒程度
41	ぬど弄庵	屋外	4	1秒程度
42	ファミリーマート店内(奥)	屋内	2	1秒程度
43	ホテル松井 横道	屋外	5	1秒程度
44	藤和	屋外	2	2秒程度
45	川原書店前	屋外	3	1秒程度
46	WAZA駐車場	屋外	4	1秒程度
47	ギャラリー桃源堂店前	屋外	1	1秒程度
48	マクドナルド店内	屋内	5	1秒程度
49	ampm店内(入り口付近)	屋内	5	1秒程度
50	ampm店内(奥)	屋内	5	1秒程度
51	烏丸アネックス2F	屋外	5	1秒程度
52	新々堂店前	屋外	5	1秒程度
53	伊右衛門テラス	屋外	4	2秒程度
54	伊右衛門店内	屋内	5	1秒程度

電界強度凡例

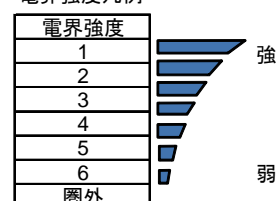


表 4-8 通信試験結果一覧表

## 第5章 実用化に向けた課題と方策

本章では第4章の技術試験の結果を受けて、コンテンツ分散型観光ナビゲーションシステムの実用化に向けて解決すべき課題と方策について述べる。

### 第1節 技術的課題の解決策

技術試験の結果から明らかとなった具体的な課題とその対策について述べる。

#### 第1項 電磁環境の影響

無線LAN(IEEE802.11g)及び Bluetooth が使用している 2.4GHz 帯の周波数は、ISM バンドと呼ばれ、無線設備だけでなく産業(Industry)、科学(Science)及び医療(Medical)機器にも広く利用されている周波数帯である。

このため、今回実施した電磁環境調査では無線LANやその他の機器によるものと思われる電磁雑音が多数確認されている。このような環境で、無線LAN、Bluetooth を多数設置して広範囲にエリアをカバーしようとしても常に良好なスループットを得ることは困難であり、また、他の無線設備への影響も懸念される場所である。ISM バンドは無線LAN等に広く利用されている共用波であり、利用するに当たっては電波の干渉を避けつつ有効に利用することが課題である。

特に無線LANは屋外でも使用し送信電力も比較的大きいことから、有限の周波数を有効利用できるよう、設置環境、設置方法を慎重に検討することが求められる。このため、観光ナビゲーションの構築といった広範なシステム展開においては専門家によるサポート体制が不可欠である。

なお、将来的にこうした周波数の混雑に対応するための技術としてコグニティブ無線技術が研究されている。無線通信では、ある周波数帯は非常に混んでいるが別の周波数帯は空いている場合も多いことから、複数の周波数帯や通信方式を使い分けることにより周波数の混雑緩和が期待されている。

コグニティブ無線技術は「無線機が電波利用環境を認識し、その状況に応じて無線機が適宜学習等を取り入れつつ、ネットワーク側の協力を得ながらシステム内、システム間を問わず複数の周波数帯や通信方式を適宜使い分け、ユーザの所望の通信容量を所望の通信品質で周波数の有効利用を図りつつ伝送を行なう無線通信技術」であり、ITU や IEEE でコグニティブ無線技術を使った新しい通信システムの標準化が検討されている。

国内では、総務省の「移動通信システムにおける高度な電波の共用利用に向けた要素技術の研究開発」において、コグニティブ無線通信技術の研究開発が行なわれている。

## 第2項 効果的なエリアカバー方策

無線LAN、Bluetooth 等、多様な無線システムを組み合わせた効果的なエリアカバー方策について検討する。

### (1) 無線LAN

第4章の考察から、設置環境にもよるが、都市部でも見通し 50m 見通し外 15m 内でスループット 1Mbps 程度のエリアカバーが期待できることから、無線LANはスポット的な情報提供システムとして有効であると言える。

ただし、第1項で述べたとおり、都市部では必ずしも良好な設置環境を確保できるわけではなく、また良好な設置環境があっても機器設置の使用許可が得られるとは限らない。このため、なるべく効果的にエリアカバーを図るには、機器設置が幾分難しくはなるが外部アンテナの使用も有効な方策である。

無線LANは、2002年2月の無線設備規則等の改正により、等価等方輻射電力(EIRP)の上限が緩和(+10dB)され、外部アンテナを使用した柔軟なエリア形成が可能となっている。

ただし、外部アンテナの使用に当たっては、他の無線局等への与干渉を避け周波数共用に支障を来さないことが条件となっている。

詳しくは、ARIBSTD-T66 添付の運用の手引き『セクタアンテナ規制に関する解説書』を参照されたい。

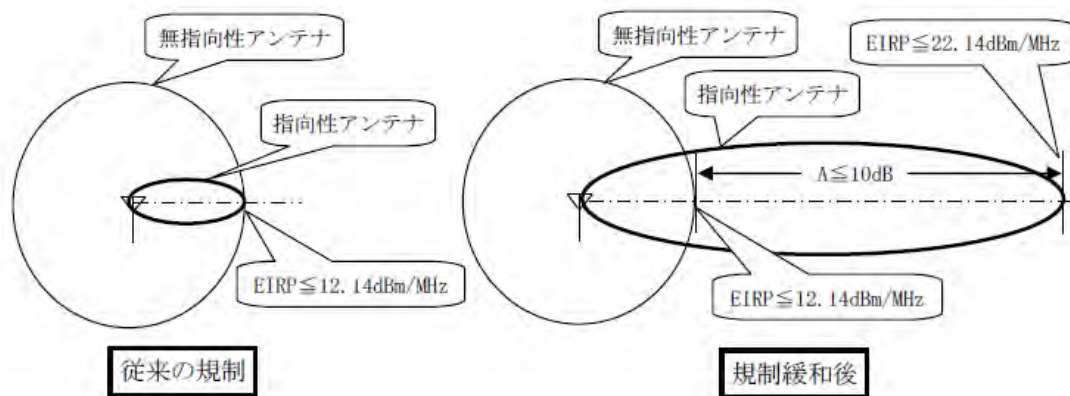


図 5-1 ERP 規制の概念



## (2) Bluetooth

第4章の考察から、天井、壁面の反射効果が期待できる閉空間では Class2 機器でも 10m 内でスループット 100Kbps 程度のエリアカバーを形成することができることが確認された。

一方、屋外等の開空間では反射効果が得にくいことから伝搬距離が短くなり効果的なエリアを形成することが困難であるとともに、キャリアセンス機能が周波数ホッピング方式を用いていることから同一の周波数帯を使用する他の無線局等からの影響を受けやすいという問題がある。

このことから、Bluetooth は、電波干渉の影響が少なく、反射効果が期待できる建物内や路地などにおいて、限定的なエリアをカバーする立て看板的な情報提供に適していると言える。

## (3) WiMAX 等の公衆網の活用

上述のとおり、無線LAN、Bluetooth は限定的な観光スポットや店舗周辺をカバーし、限定された区域内の観光情報提供の手段として有効であるが、建物内、路地から大通りまで、あらゆる利用シーンにおいて最適な情報を提供する観光ナビゲーションシステムを実現するためには、広域情報の提供と併せて無線LAN等の情報スポットの間を埋める情報提供手段として WiMAX 等の公衆網を活用することが望ましい。

## 第3項 ネットワーク構成

街歩きをしながら使用するシステムである以上、コンテンツが端末に表示されるまでの時間は極力短いほうが望ましい。今回使用した Bluetooth は、シリアルポートとしても利用できる。利用する無線の特性に合わせて、このような非 TCP/IP ネットワークを併用することでコンテンツ表示時間の改善を図ることができる。

ただし、このような複数のプロトコルからなるネットワーク構成を採用すると、それぞれのネットワークからコンテンツを取得するために、ユーザ端末で煩雑な設定が必要となり、また、使用するアプリケーションもシリアル通信などそれぞれのネットワークに個別に対応しなければならなくなる。

このように、非 TCP/IP ネットワークも含めた複数の無線システムを活用してシステムを構築する場合、ユーザやアプリケーション開発者に負担をかけない仕組み作りが必要となってくる。例えば、Bluetooth でのシリアル通信のような非 TCP/IP ネットワークまでを含めて自動設定ツールを提供したり、各ネットワークから一元的にコンテンツを取得しユーザアプリケーションに中継したりするミドルウェアの開発・提供が期待される。

#### 第4項 コンテンツ配信機構

本試験システムでは、ユーザ端末側から HTTP サーバに対して接続試行を繰り返し、つながったところからコンテンツをダウンロードしてくるプル型の実装方針をとったことが、使用した OS の制限によりコンテンツのダウンロードが阻害される原因となった。

解決策として、コンテンツの配信機構として、プル型のかわりに、情報スポット側からユーザ端末を探索し、発見した端末に対してコンテンツを送信するプッシュ型の配信方法が考えられるが、現在ユーザ端末で広く使われている OS 標準搭載のセキュリティ機能に加え、様々な個人向けのファイアウォール製品が利用されるようになっている。こういった製品の多くは通常、ネットワークから端末へ向けての packets は厳しく制限する傾向が強く、プッシュ型の実現に当たって十分な検討がなされる必要がある。

#### 第5項 アプリケーション

実用化にあたっては、ユーザの興味に沿ったコンテンツをどのように選択して提供するかといった課題がある。例えば、歩いているだけであらかじめ指定した条件に沿ったコンテンツのみをダウンロードしてくるなどといった自動検索機構などが考えられる。

これを実現するためには、ユーザ端末側のインターフェースの工夫に加えて、情報スポット側にもユーザ端末からのリクエストに回答して適切なコンテンツを検索する機構を組み込むことが必要である。

一方、今回の試験用システムでは、情報スポットとして、無線LAN用、Bluetooth 用それぞれにサーバ機能を付加して設置環境を選ばない小型機器を選定したが、このような小型機器に上記のような機能を組み込むことは、性能上の制約からアプリケーションのレスポンスが悪くなり、複雑な検索機能を実現しにくい面がある。

観光客にとって現地で必要十分なスポット情報の検索とはどういったものか、その実現方法も含めて検討する必要がある。

## 第2節 コンテンツ分散型観光ナビゲーションシステムの実用化に向けた方策

本調査検討会において使用した試験システムについて、第1章において提示した京都観光のスタイルに照らし合わせてその意義を評価し、実用化に向けた課題と方策について検討する。

### 第1項 試験システムの意義

本試験システムは、徒歩などの観光客が自ら現地で街の魅力を発見できる、局所性・現地性・同時性の高い情報を自動的に提供可能なシステムを目指して、WiMAX、無線LAN、Bluetoothの3種類の無線システムを組み合わせることで構築されたものである。

このシステムでは、コンテンツはすべて単一のアプリケーションの上に表示され、各無線システム間の連携を図りつつ、ユーザは何も操作することがなく、「自動的に周辺の情報が表示」されるように設計されており、歩きながら「街の魅力を発見」するように作られている。

また、様々な特性を持った複数の無線システムを活用することで、屋内やビルに挟まれた路地裏のような公衆網の電波が届きにくいような場所でも、屋外で提供されているコンテンツとの連携を図りつつきめ細やかな情報提供が可能であり、また、イベント会場などに臨時的に情報スポットを構築できるなど、「局所性」、「現地性」の高いナビゲーションの提供を可能にするシステムとなっている。

さらに、Linuxをはじめとしたオープンソースソフトウェアを活用して柔軟性が高く構築されており、この上にブログシステムなどを搭載することも可能であり、現地において「同時性」の高い情報提供も可能である。

### 第2項 実用化への課題と方策

観光ナビゲーションの実用化に向けて、本試験システムで明らかになった様々な課題について検討を行う。

#### (1) ユーザビリティ

現在、多様な携帯型端末が提供されており、観光客はそれぞれ思い思いの端末を持って観光地へやってくる。その多くは、無線LANや携帯電話網など、無線ネットワークへの接続機能を持ち、拡張性の高いものも多く、様々なネットワークに接続できる。今後、WiMAX モジュールを搭載する携帯端末も予告されており、こういった端末を活用できるシステムとすることが求められる。

また、これらの端末はタッチパネルや加速度センサなどを備えたものなどもあり、こういったセンサ類を活用した接近通知や方角指示や、音声など視覚以外でのコンテンツの提供・ナビゲーションもユーザビリティの向上に貢献するだろう。

#### (2) コンテンツ

本試験システムでは、都合により Bluetooth、無線 LAN 及び WiMAX 経由で提供されるものはすべて同一内容のスポット情報の解説に写真を加えたものを使用した。

この結果、被験者のアンケート(参考資料7)において、「現地でのスポットの特定という観点からは、端末がスポットへの接近を通知してくれたり、方角を指示してくれたりしないのでスポットがどこにあるのか特定できない。」、「スポットの近くに到達してからの情報に関しても、目の前にいるのに店舗の外観写真などは必要がない、目の前ではそのお店を直接見たほうがはやい。」などの意見が見られた。

これらの意見は、カバーエリアの異なる無線システムを使ったコンテンツ配信におけるコンテンツの内容の使い分け・階層化について、特に中域と狭域において求められる情報の内容の差異などの示唆を与えるものであり、歩きながら街の魅力を発見するナビゲーションに相応しいコンテンツの在り方について検討することが必要である。

### (3) 無線情報スポット

多くの場所に情報スポットを設置し、広範囲に観光ナビゲーションシステムを展開するためには、設置場所の環境などにあわせ、情報スポット設置者が、容易かつ安価に入手可能な機器を組みあわせて設置できることが望ましい。

無線LANや Bluetooth 機器は安価に入手が可能であり、アンテナの形状や取り付け方法などにより多様な製品が販売されている。その設置にあたっては、第1節で述べたように専門家の知識が必要ではあるが、こういった安価な機器を組み合わせることで簡単な設定を施すだけで情報スポットとして機能できるシステム構成・ネットワーク構成とすることが出来ればシステムの普及に貢献するだろう。

上述のとおり、本調査検討会において使用した試験システムについて、その方向性について意義が認められる一方、様々な課題が明らかになった。

無線LANや Bluetooth は多くの携帯端末に一般的に搭載されており、また、WiMAX についても、本サービスの開始がアナウンスされ、WiMAX モジュールを搭載したノート型 PC の発売も今後予定されている。

こういった多様な無線機能を持った端末が広く利用可能となる中で、上記のような課題を解決し、ユーザ端末側・情報スポット側双方の導入を容易にすることにより、本試験システムのような観光ナビゲーションシステムの普及が促進され、実用的な意義が高まっていくと考えられる。

おわりに

近年、ガイドブックや公式の観光情報サイトなどが提供する有名観光スポットだけでなく、移動ルートを含めた街全体を楽しむ新たな観光スタイルがブームとなっている。本検討会は、この新たな観光スタイルのニーズに応えるため、多様な無線システムを組み合わせ、最適な情報伝達手段を選択できる、ユビキタスネットワーク構築の検討を行ってきた。

京都観光をモデルに利用シーンに応じた無線利用技術を検討してきたが、観光立国基本法の制定や観光庁の設置など観光機運が高まるなか、京都はまさにその中心的な存在であり、ここでの検討は重要な意義を持つ。検討結果の詳細は本文に述べられているが、周辺環境や対象エリア、情報量の違いに応じた無線技術、つまりは利用シーンに応じた無線技術を、現存する無線システムで構成し、技術試験を実施することで、その課題や有用性が確認できた。本検討会の成果が、今後、観光ナビゲーションを検討する上で、参考となる資料として役立つものと自負している。

また、都市部には数多くの無線局が混在しており、利用シーンに応じた無線の利用は、必要最小限の周波数や電力を使用する技術につながり、周波数の効率的利用に貢献するものと確信している。今後、本検討会での検討結果が、実用化に向けて引き継がれていくことを期待したい。

最後に、本検討会にご尽力いただいた関係者の方々、また、技術試験の実施にご協力いただいた皆様方に、感謝申し上げます。

## 参考資料 1

### 光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの 構築に関する調査検討会」開催趣旨

京都は、1,200年の歴史に支えられた伝統・文化・自然・生活などの観光資源を有し、国内外から年間約5,000万人の観光客が訪れる有数の観光都市であり、有名な神社仏閣や景勝地だけでなく、町屋が並ぶ裏通りに至るまで多種多様で奥深い魅力を秘めている。また、全国各地には京都と同様に風情を湛えた町並みや歴史的な伝統・文化等を有する観光地が多数存在している。

近年、京都などの観光地では、有名観光スポットだけでなく、徒歩や自転車を利用して移動ルートを含めた街全体を楽しむ観光スタイルが隠れたブームとなっており、ガイドブックや公式の観光情報サイトなどが提供する有名観光スポットの情報だけでなく、街の新たな魅力を発見できる、よりきめ細やかな情報が求められている。

こうしたニーズを実現するには、情報をインターネット上で提供される公式の観光情報と現地でのみ提供される情報に分散化すれば容易に提供できることから、WiMAX、無線 LAN、Bluetooth などの多様な無線システムを利用して、情報量や通信環境など利用シーンに応じて最適の無線システムを選択できるユビキタスネットワークを構築することは有意義である。

一方、最近では携帯電話に無線 LAN を追加して内線電話として利用したり、ゲーム機に無線 LAN を内蔵し通信機能を付加するなど無線利用の多様化が進んでいる。また、WiMAX などのワイヤレスブロードバンドサービスに対応した端末の開発が進められており、複数の無線システムに対応した端末の普及が期待される。

こうしたことから、多様な無線システムを組み合わせた観光ナビゲーションシステムのためのユビキタスネットワークの構築について、技術試験等を通して技術的条件の検討を行い、実用化に向けた課題と方策を明らかにすることにより、電波の利活用による地域の活性化に資することを目的として調査検討会を開催する。

## 参考資料 2

### 「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの 構築に関する調査検討会」開催要綱

#### 1 名称

この検討会は、「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討会」(以下、「検討会」という。)と称する。

#### 2 目的

本検討会は、きめ細やかな観光情報を提供する観光ナビゲーションを実現するため、WiMAX、無線LAN、Bluetooth などの多様な無線システムを最適に利用できるユビキタスネットワークの構築について検討を行い、その技術的条件及び実用化に向けた課題と方策を明らかにすることを目的とする。

#### 3 検討事項

検討会の目的を遂行するため、次の事項について調査検討する。

- (1) 観光ナビゲーションに求められる機能
- (2) 無線システムに要求される性能及び適用される無線技術
- (3) 実用化に向けた課題と方策

#### 4 組織

検討会の組織構成は、次のとおりとする。

- (1) 検討会は、近畿総合通信局長の委嘱を受けた者により構成する。構成員は、別添の構成員名簿のとおりとする。
- (2) 座長 1 名を置く。座長は構成員の互選により選出する。
- (3) 副座長を置く。副座長は座長が指名する。
- (4) 検討会には、必要に応じて作業部会を置くことができる。

#### 5 運営

検討会の運営は、次のとおりとする。

- (1) 検討会は、座長が招集し、主宰する。
- (2) 副座長は、座長を補佐し、座長不在の場合は座長の職務を代行する。
- (3) その他、運営に関して必要な事項は、座長が定める。

#### 6 開催期間

検討会の開催期間は、平成20年8月から平成21年3月までとする。

### 参考資料3

#### 観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの 構築に関する調査検討会 構成員名簿

(五十音順、敬称略)

- うえば まさずみ  
上羽 正純 (株)国際電気通信基礎技術研究所 波動工学研究所長
- おかもと けいじ  
岡本 圭司 京都府 商工労働観光部 ものづくり振興課長
- きのした たいぞう  
木下 泰三 (株)日立製作所 ワイヤレスインフォ ベンチャーカンパニー  
カンパニー長 & CEO
- たかみ たかゆき  
高見 孝幸 京都市 産業観光局 商工部 商業振興課 課長
- たけがき ひろし  
○竹垣 弘 社団法人全国陸上無線協会 事業部 担当部長
- つちだ よしゆき  
槌田 義之 財団法人京都高度技術研究所 情報事業部長
- とびた やすお  
飛田 康夫 三菱電機(株) 通信システムエンジニアリングセンター  
関西通信システムエンジニアリング部 部長
- なかむら ゆきひろ  
◎中村 行宏 京都大学名誉教授
- はせがわ じゅんいち  
長谷川 淳一 富士通(株) モバイルシステム事業本部 ブロードバンド事業部長
- むらおか しんや  
村岡 信也 日本無線(株) 関西支社 技術担当部長
- ようかい としかず  
要海 敏和 UQコミュニケーションズ(株) ネットワーク技術部長

(◎:座長、○:副座長)



## 参考資料 4

### 観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの 構築に関する調査検討会 作業部会構成員名簿

(五十音順、敬称略)

おこじま まさふみ

小故島 正文 (株)日立製作所 ワイヤレスインフォ ベンチャーカンパニー  
センサーネット事業開発部 部長

たかみ たかゆき

高見 孝幸 京都市 産業観光局 商工部 商業振興課 課長

たけがき ひろし

◎竹垣 弘 社団法人全国陸上無線協会 事業部 担当部長

とびた やすお

飛田 康夫 三菱電機(株) 通信システムエンジニアリングセンター  
関西通信システムエンジニアリング部 部長

はせがわ じゅんいち

長谷川 淳一 富士通(株) モバイルシステム事業本部 ブロードバンド事業部長

むらおか しんや

村岡 信也 日本無線(株) 関西支社 技術担当部長

ようかい としかず

要海 敏和 UQコミュニケーションズ(株) ネットワーク技術部長

よしだ のぶあき

吉田 信明 財団法人京都高度技術研究所 研究部副主任研究員

(◎: 部会長)

## 参考資料5

### 検討会の開催状況

日 時	審 議 ・ 作 業 内 容
平成 20 年 8 月 29 日	第1回検討会の開催 ・ 検討会の設置 ・ 検討会の運営等の確認
	第1回作業部会の開催 ・ 作業部会の検討事項等の確認 ・ 技術試験の実施方法について討議
平成 20 年 10 月 31 日	第2回作業部会の開催 ・ 技術試験の実施場所について確認 ・ 技術試験の項目、実施方法等の討議 ・ 公開技術試験について討議
平成 20 年 11 月 14 日	第2回検討会の開催 ・ 技術試験及び公開技術試験の実施方法等について確認
	第3回作業部会の開催 ・ 技術試験の詳細について討議 ・ 公開技術試験の詳細について討議 ・ 公開技術試験アンケートについて討議
平成 20 年 12 月 3 日～ 平成 20 年 12 月 17 日	技術試験の実施(12/3～17) 公開技術試験の実施(12/16,17)
平成 21 年 1 月 23 日	第4回作業部会の開催 ・ 技術試験の結果について論議 ・ 公開技術試験の結果について討議 ・ 報告書骨子(案)について討議
平成 21 年 2 月 13 日	第3回検討会の開催 ・ 技術試験の結果及び報告書骨子について確認
平成 21 年 3 月 16 日	第4回検討会の開催 ・ 報告書案の審議

## 参考資料 6

### 無線LANについての追加技術試験

#### (1) 無線LANの追加技術試験の実施目的

第4章では技術試験について述べたが、使用した無線LAN端末や測定方法を変えて電界強度やスループット等の測定を行うことで、機器等の相違による測定結果の変化を把握することを目的に実施した。

#### (2) 追加技術試験の実施方法

##### ① 使用機器

無線LANは一般に広く普及し、かつ高速伝送が可能な IEEE802.11g とする。

##### ア 電界強度測定機器

各測定地点において、無線LANの周波数帯域(2,400MHz～2,500MHz)の潜在電界を測定する。測定機器は以下の表 1 とおり。

アンリツ MS2711D

周波数範囲	100 kHz ～ 3 GHz
RBW	100 Hz ～ 1 MHz
VBW	3 Hz ～ 1 MHz
表示平均雑音レベル	-135 dBm
掃引時間(フルスパン)	1.1 s 以下
内蔵 ATT	1 ～ 51 dB、1 db ステップ
総合レベル確度	±1 dB (10 MHz ～ 2 GHz) ±1.5 dB(2 GHz ～ 3 GHz)

表 1

使用した空中線は以下の表 2 とおり。

アンテナ型式	マイクロストリップ円型パッチアンテナ
周波数	F0=2,450MHz
利得	6.0dBi
定在波比	1.5 以下(中心周波数)

表 2

なお、空中線は、測定機器に直接取り付け上空向きで使用した。(図 1 参照)



図 1

#### イ 無線LAN測定機

日本無線(株)の無線LANブリッジを使用する。  
無線LANブリッジの仕様は以下の表 3 のとおり。

無線 LAN ブリッジ(型式名:JRL-710AP2)

1.	適用規格	IEEE802.11b/g 準拠
2.	周波数帯	2400~2483.5MHz (ARIB STD-T66)
3.	チャンネル数	13 チャンネル
4.	空中線電力	8mW/MHz 以下
5.	変調方式	DSSS/OFDM
6.	伝送速度	DSSS: 1/2/5.5/11Mbps OFDM: 6/9/12/18/24/36/48/54Mbps
7.	占有周波数帯幅	26MHz 以下
8.	アクセス方式	CSMA/CD
9.	セキュリティ	MAC アドレスフィルタリング SSID ステレス Any アクセス拒否
10.	暗号化	WEP(64bit, 128bit, 152bit) AES/TKIP 等
11.	有線 LAN インタフェース	IEEE802.3u (10/100BASE-TX)
12.	802.11b との互換性	有り

表 3

使用する空中線は以下のとおり。

型式名: NZA-601

周波数: 2,400~2,500MHz 利得: 2.14[dBi]以下 垂直偏波  
水平面指向性: 無指向性 全長: 124[mm]

#### ②測定日時

平成21年2月10日 11:00~15:00

③測定場所

京都市中京区烏丸通姉小路下ル場之町586-2  
新風館

④ 無線 LAN帯域の電界強度の測定方法

新風館2階、南西角の倉庫、入口ガラス扉の内側に送信用の端末を設置する。(図 2～3)



図 2

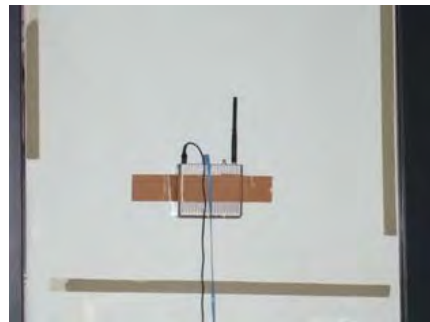


図 3

設置場所の無線LANの状況を確認し、空いている周波数に送信チャンネルを固定して送信し、各測定地点において電界強度を測定する。

なお、測定における周波数等の設定値は、以下の表 4 とおり、技術試験と同様とした。

周波数	2,400MHz～2,500MHz ( CF 2,450MHz SPAN 100MHZ )
リファレンスレベル	- 30dBm 5dB/Div ( -30dBm～-80dBm )
RBW	1MHz
VBW	1MHz
掃引時間	20s (Max Hold ON )

表 4

⑤ 測定地点

新風館での測定地点はは図 4 及び図 5 のとおりとした。

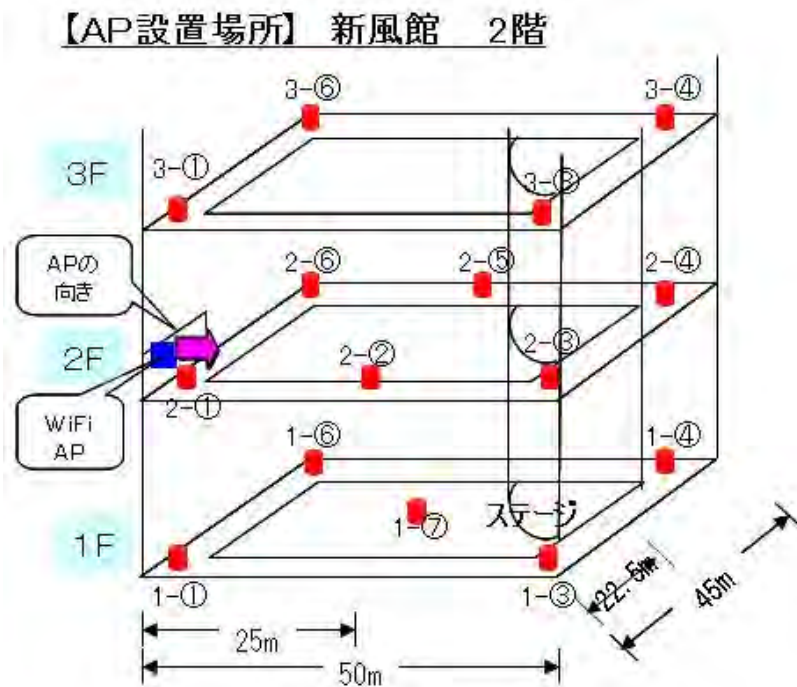
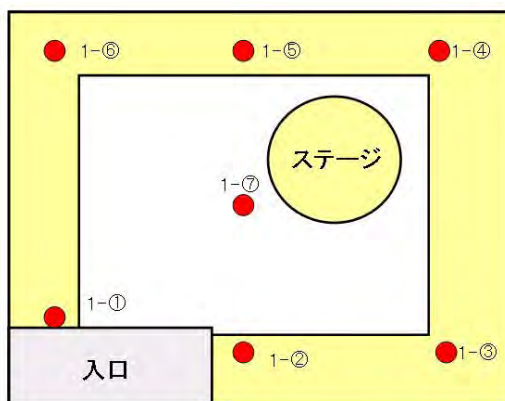


図 4 新風館での測定地点



ポイント番号は、新風館各階の南西角を①、南東角を③、その中間を②、北東角を③、北西角を⑥、その中間を⑤とした。なお、1階及び3階の②、⑤地点の測定はしていない。また、1階については、建物中央の⑦でも測定した。

図 5 新風館の1階平面図と測定地点

⑥ 無線LAN(IEEE802.11g)の電界強度、スループット等の測定

測定日時 平成21年2月10日 11:00~15:00

送信用端末の設置及び、測定地点は、⑥と同様とする。

各測定地点で、100回のパケットデータを送信する。この際、受信地点では、送信端末の設置方向に対して、正面受信(受信端末を人が手持ちして送信端末に対して正面向き)25回、側面受信(受信端末を人が手持ちして送信端末に対して横向き)25回、背面受信(受信端末は人が手持ちして送信端末に対して背面向き)25回、台上に端末を置いて25回、の4パターンについて、それぞれ電界強度、スループットを測定する。なお、参考としてパケットエラー率、送信失敗のパケット数についても記録する。(図6)

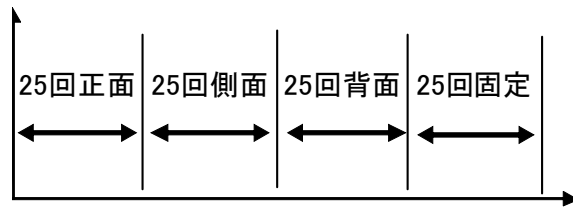


図6 受信電界強度、スループットの測定方法

(3) 測定結果

① 電界強度測定の結果

電界強度の測定結果を、図 7～図 20 に示す。

なお、2400MHz～2420MHz 付近(表の左側)にある波形は、本測定に使用した無線LANの波形である。

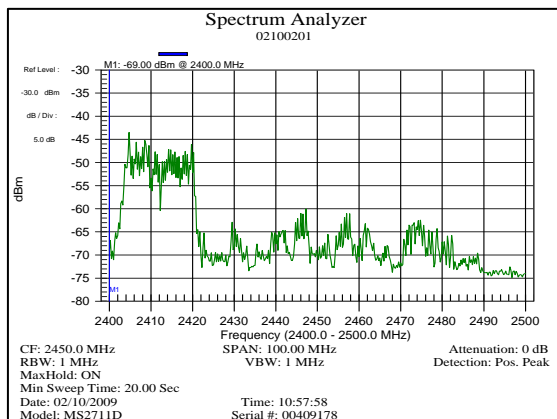


図 7 ポイント 2-①

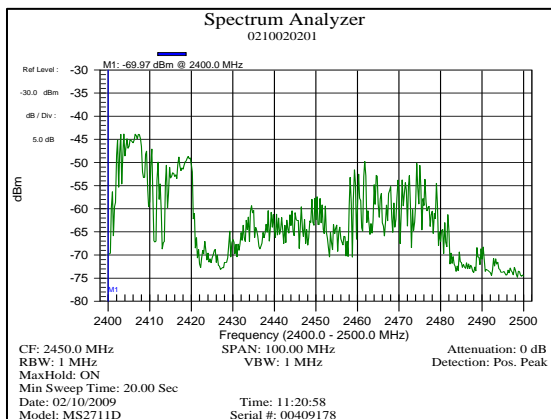


図 8 ポイント 2-②

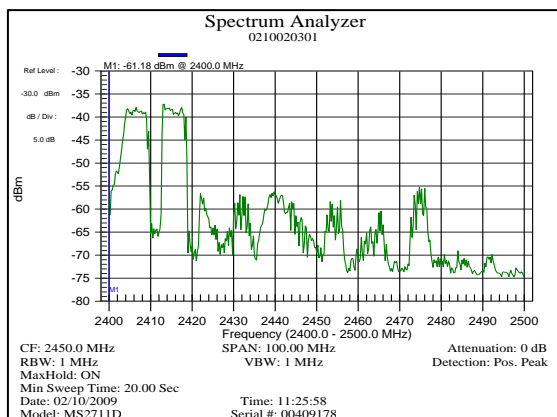


図 9 ポイント 2-③

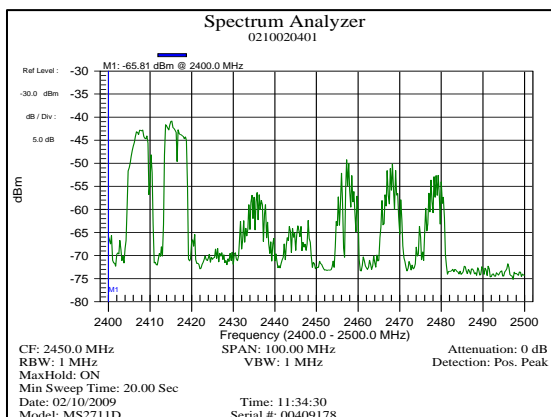


図 10 ポイント 2-④

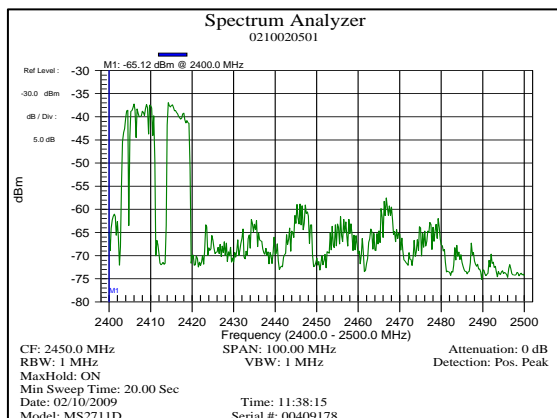


図 11 ポイント 2-⑤

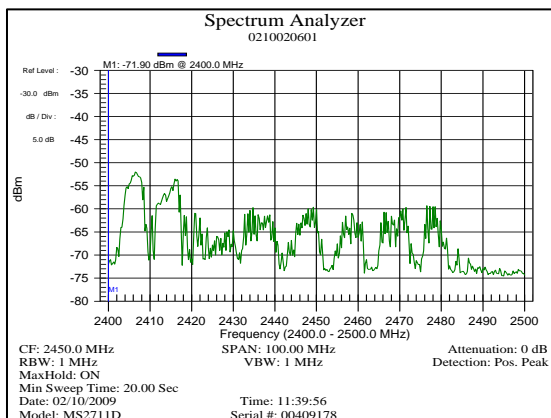


図 12 ポイント 2-⑥



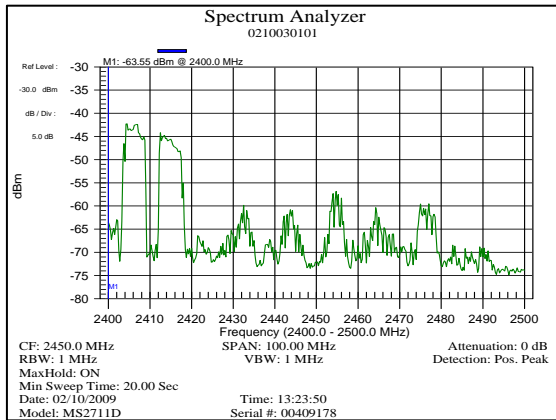


図 13 ポイント 3-①

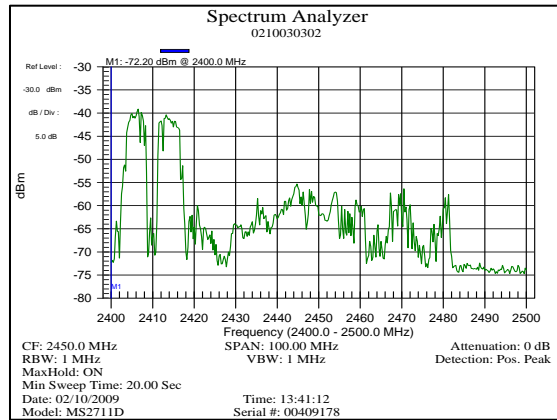


図 14 ポイント 3-③

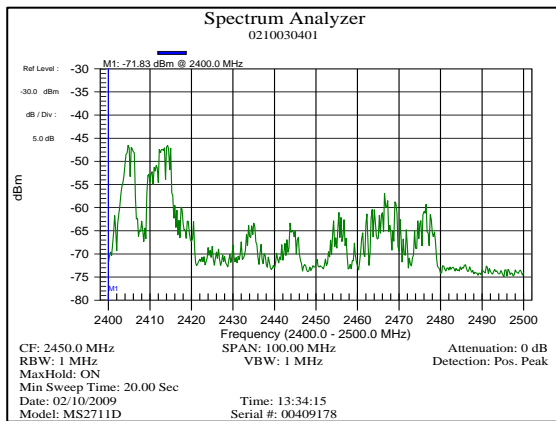


図 15 ポイント 3-④

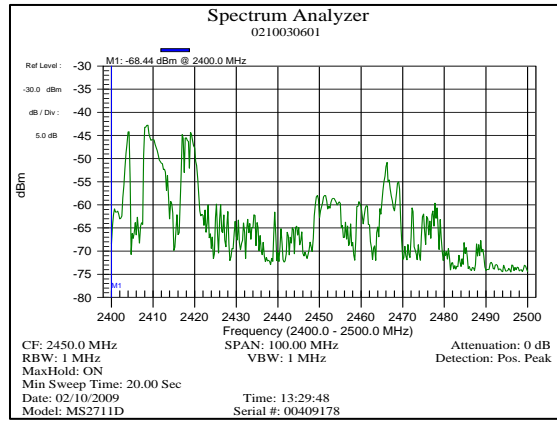


図 16 ポイント 3-⑥

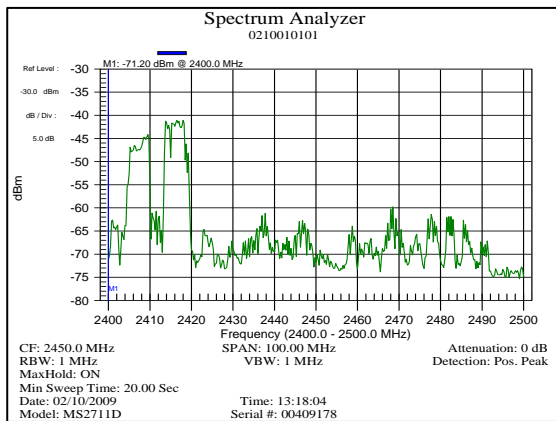


図 15 ポイント 1-①

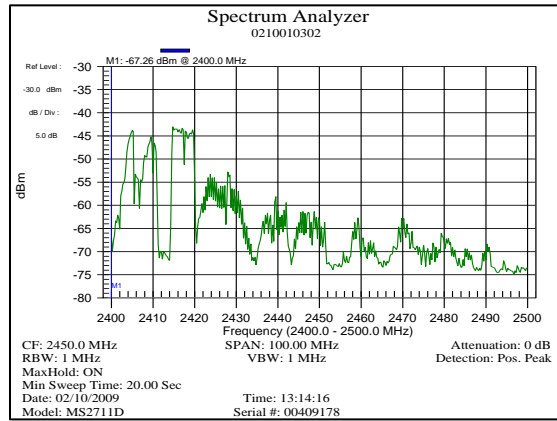


図 17 ポイント 1-③

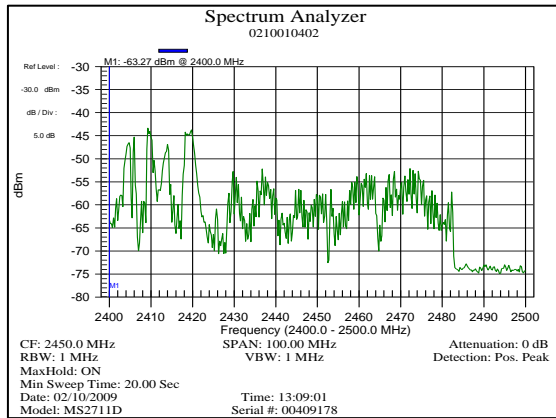


図 18 ホイント 1-④

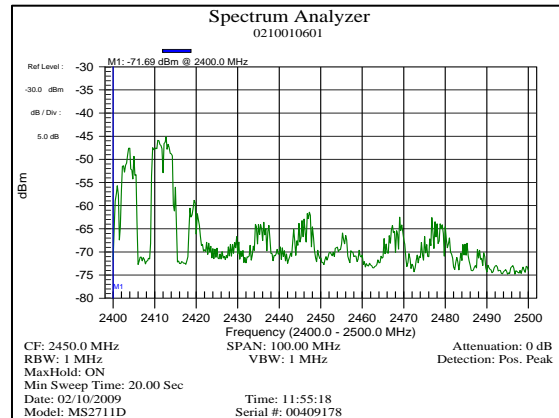


図 19 ホイント 1-⑥

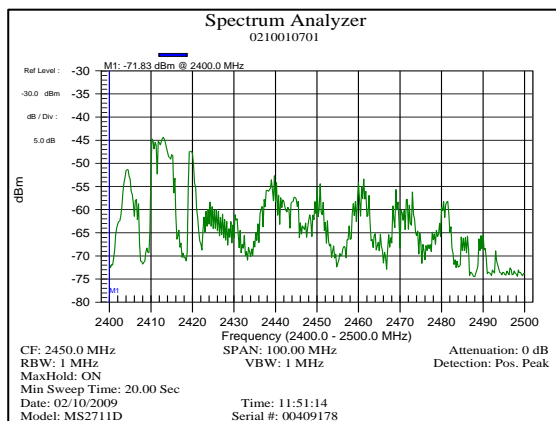


図 20 ホイント 1-⑦

都市部では、無線LANを含む他の無線通信や電磁的雑音と思われる波形など、様々な波形が存在している。新風館での測定地点は、外部からやや閉ざされた場所となるが、それでも多くの波形が観測されている。また、店舗などの電気機器から電磁的なノイズが発生する場合も考えられ、ある場所での電磁的雑音を予測することは難しい。

なお、今回の潜在電界の測定では、掃引時間を 20 秒としたこと、RBW及びVBWを 1MHz としたこと、使用した空中線利得が 6dBi あることなどから、電界強度の最低値が -75dBm 程度を示しているが、測定方法によってこの値は変わってくる。

② 無線LAN(IEEE802.11g)の電界強度、スループットの測定結果  
電界強度、スループットの測定結果を図 21～図 35 に示す。

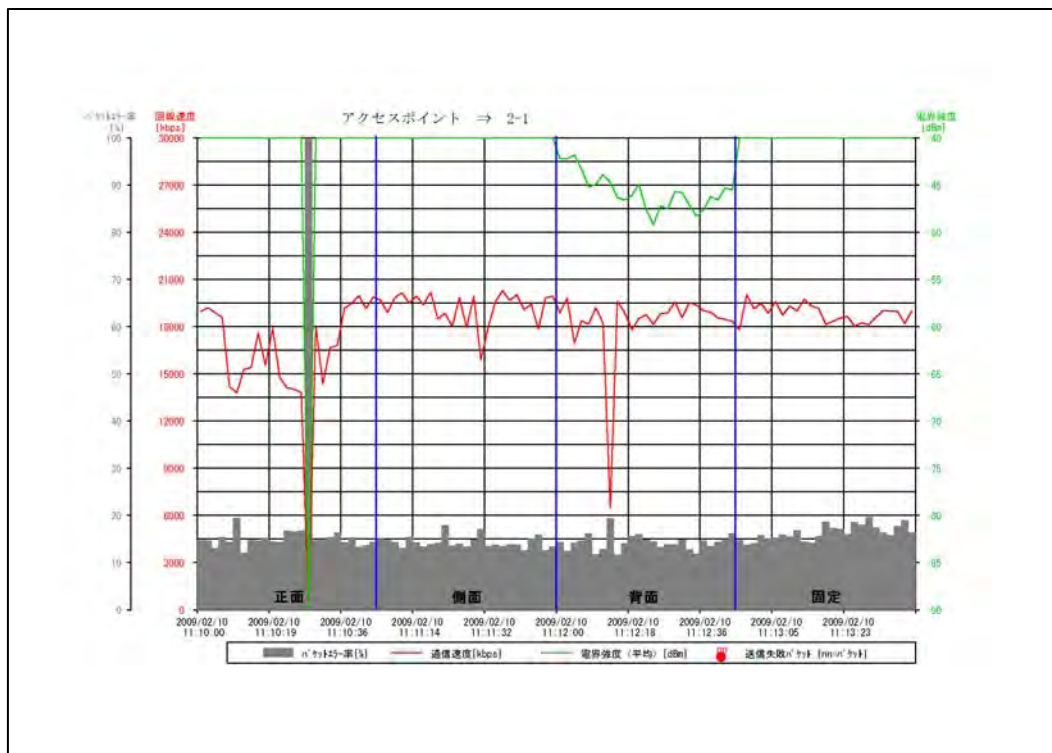


図 21 ポイント 2-①

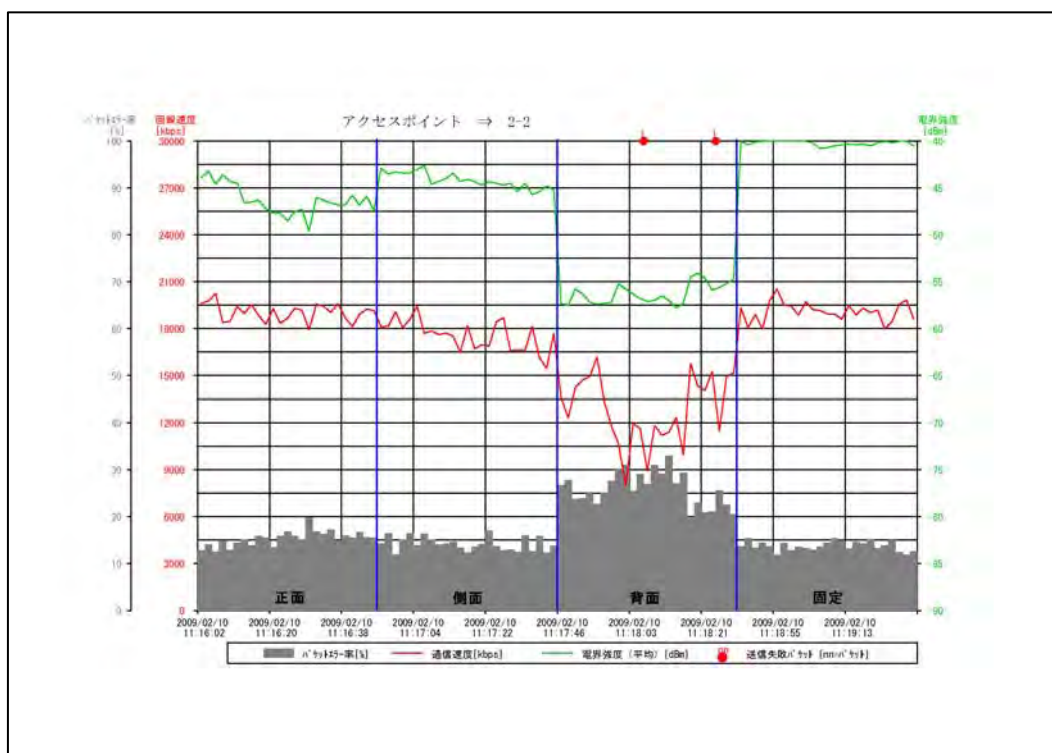


図 22 ポイント 2-②

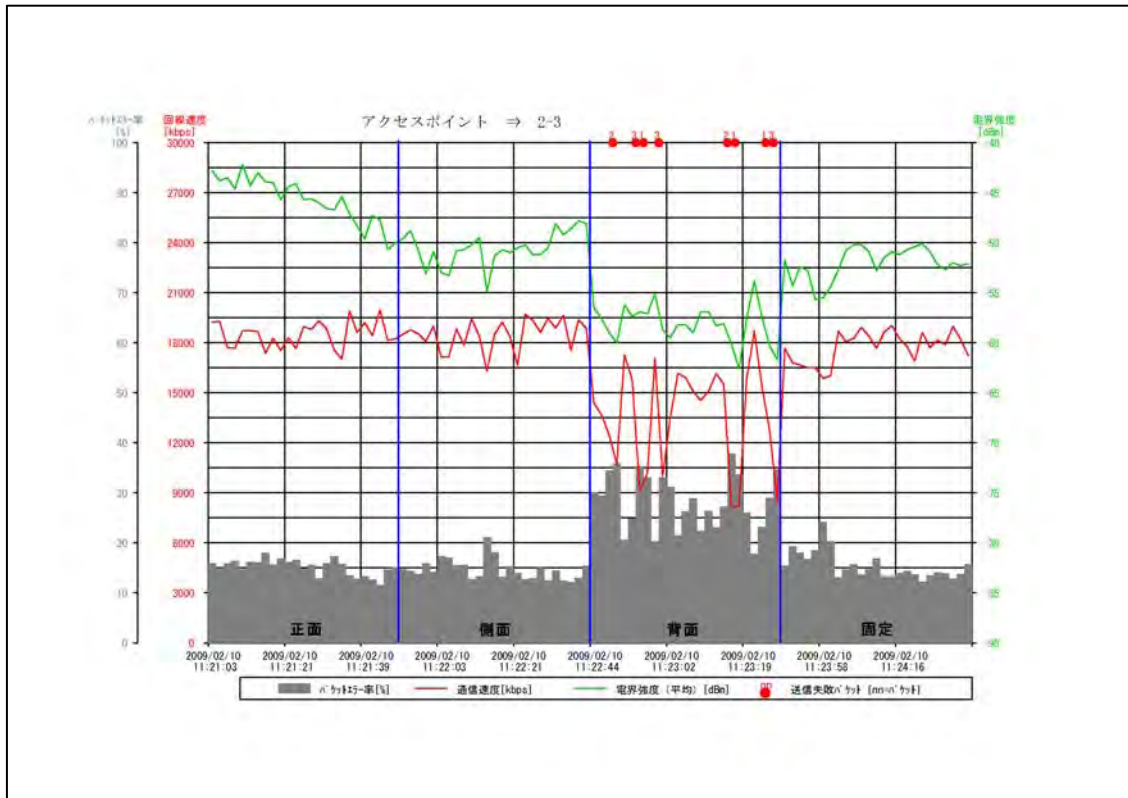


図 23 ポイント 2-③

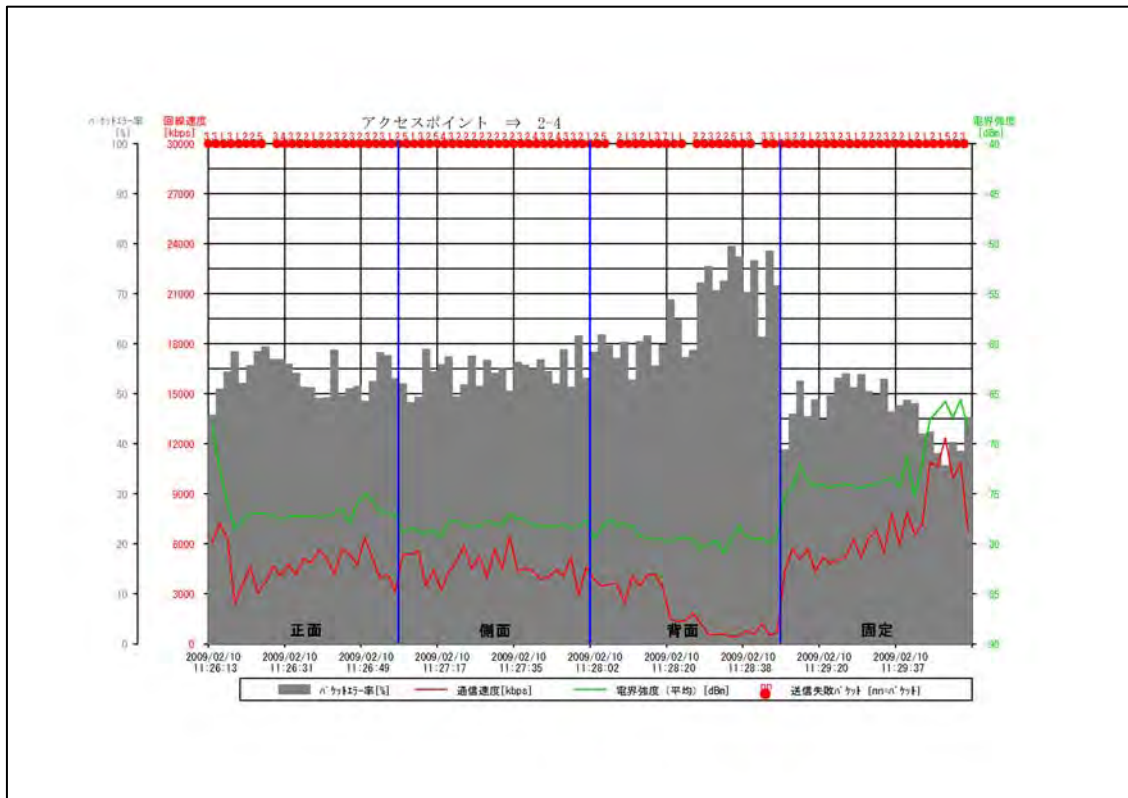


図 24 ポイント 2-④

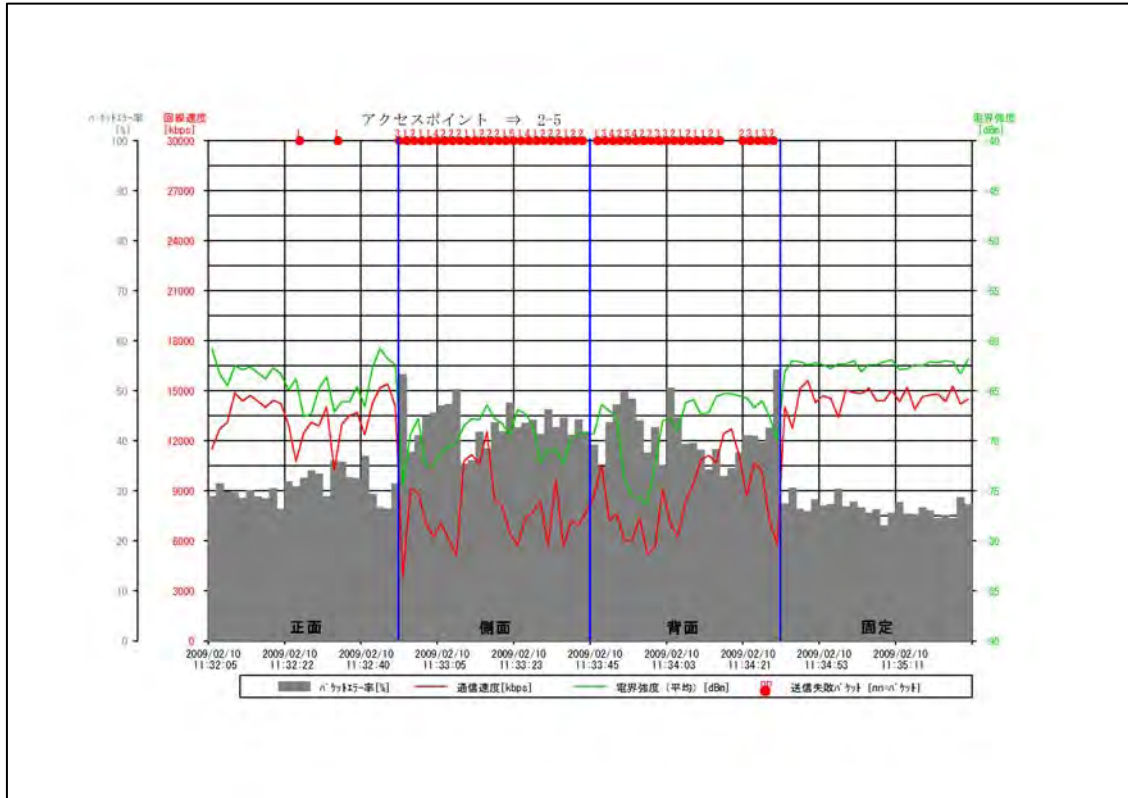


図 25 ポイント 2-⑤

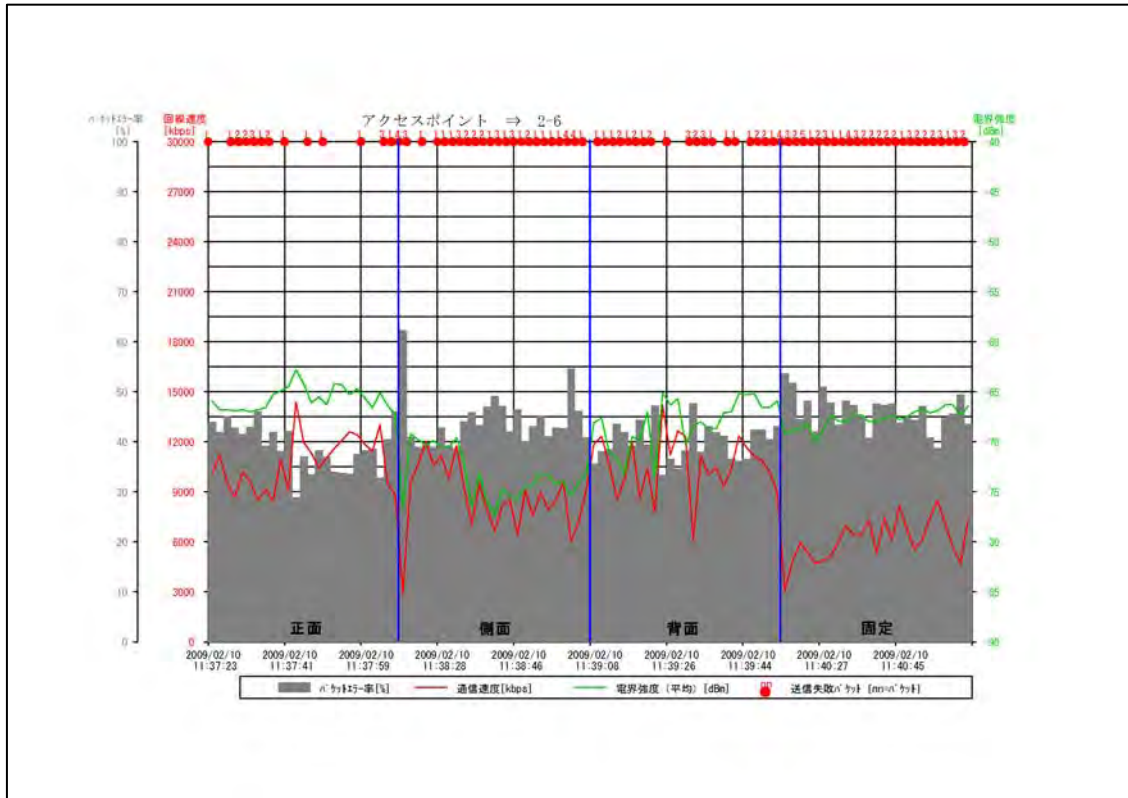


図 26 ポイント 2-⑥



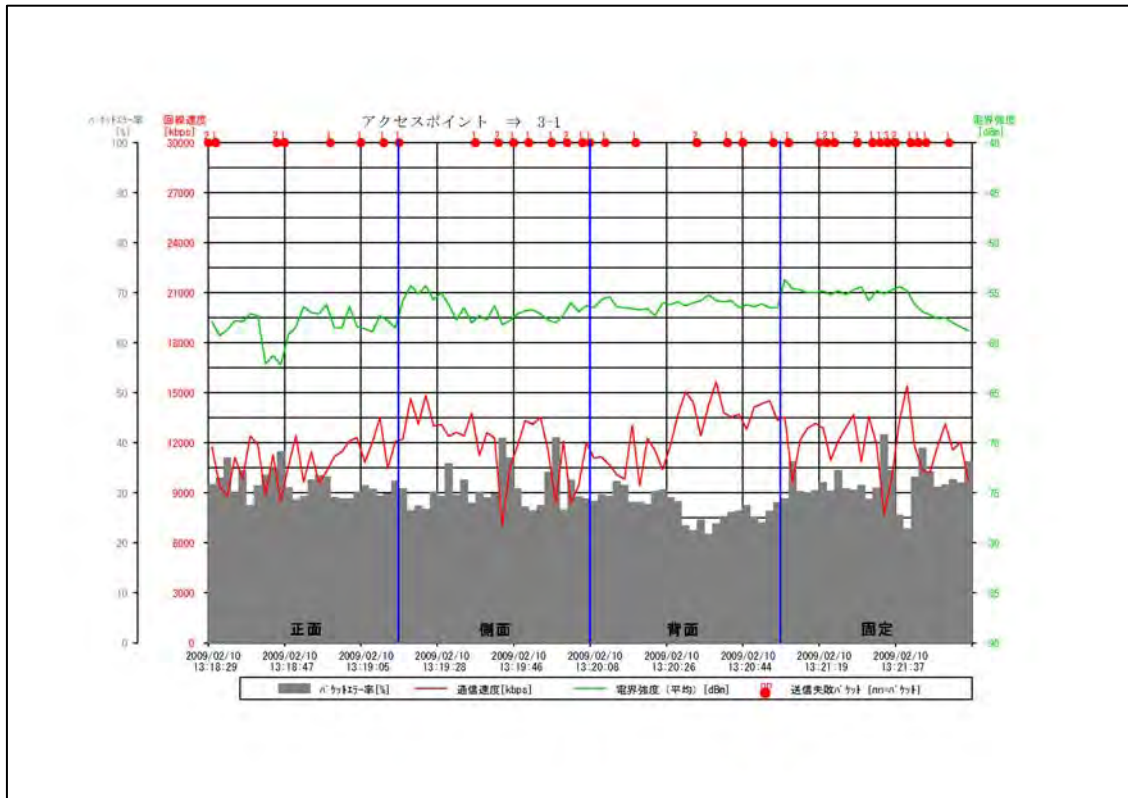


図 27 ポイント 3-①

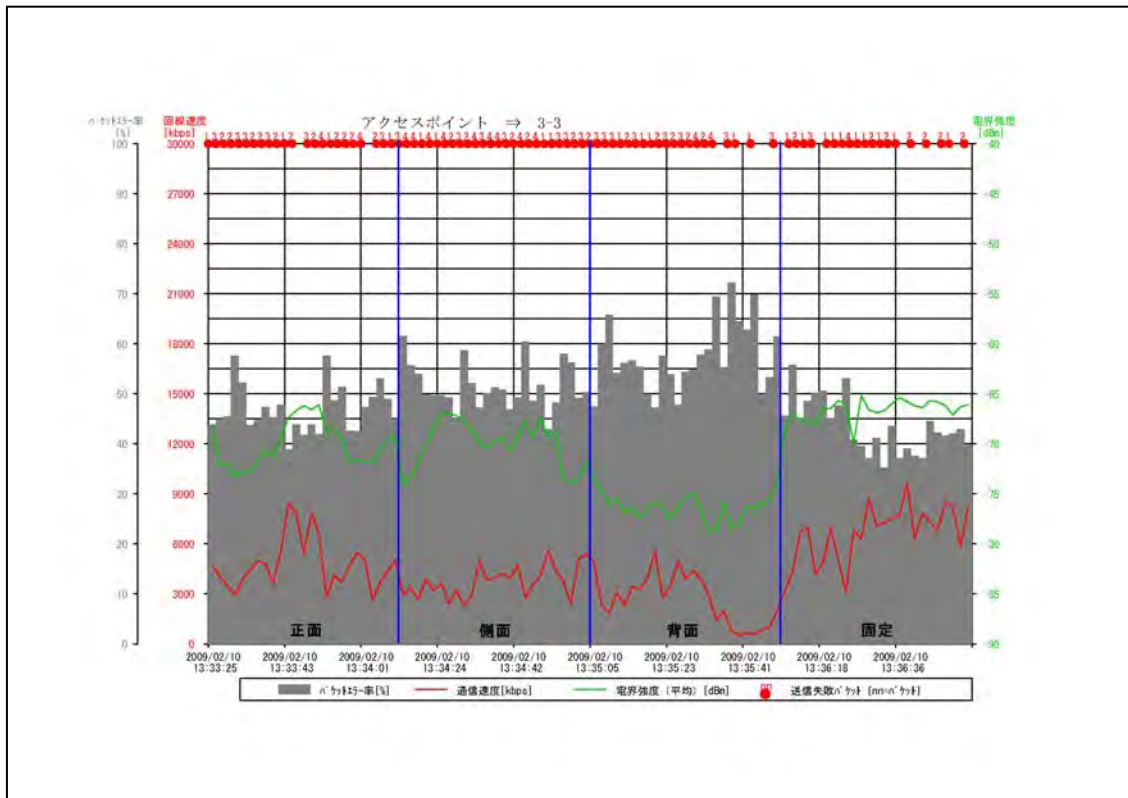


図 28 ポイント 3-③

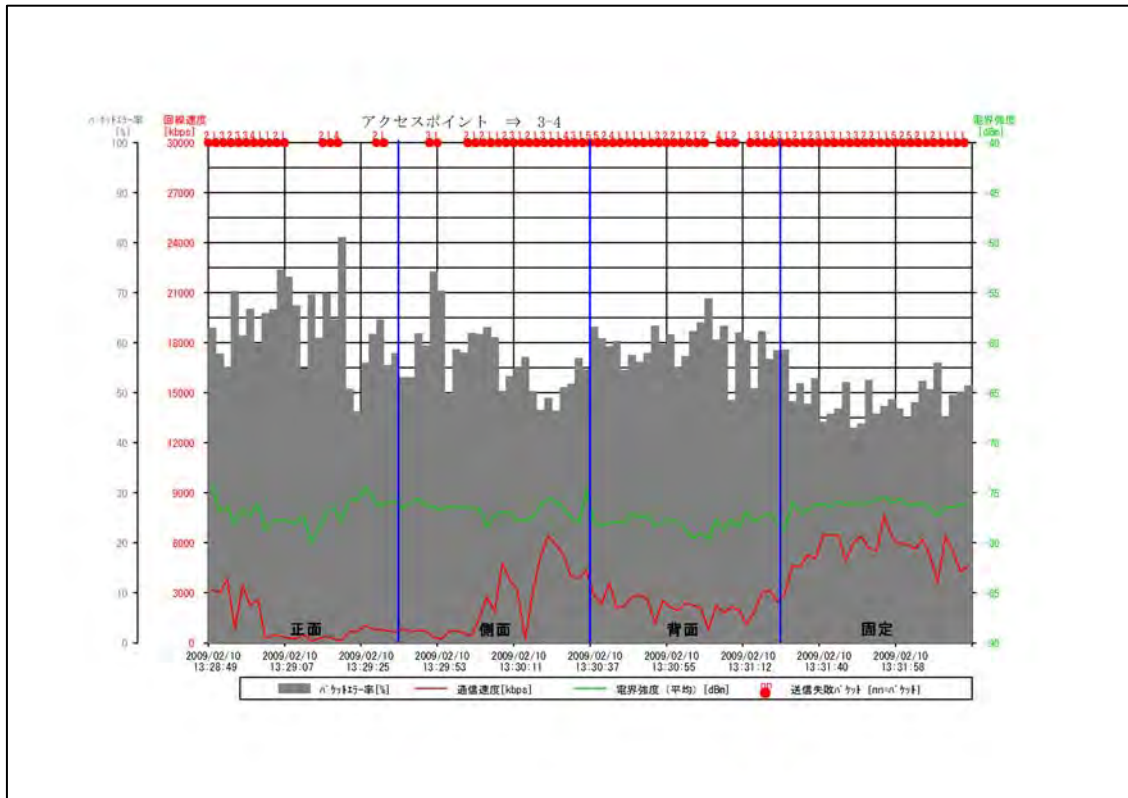


図 29 ポイント 3-④

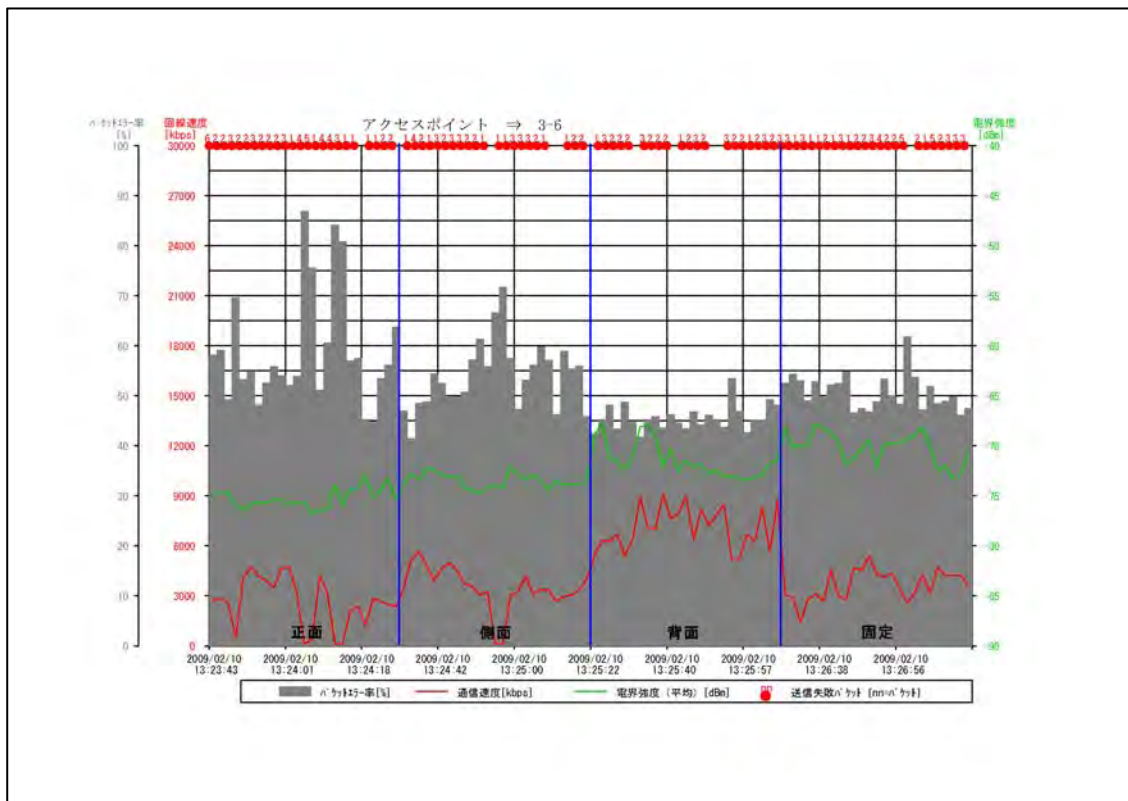


図 30 ポイント 3-⑥

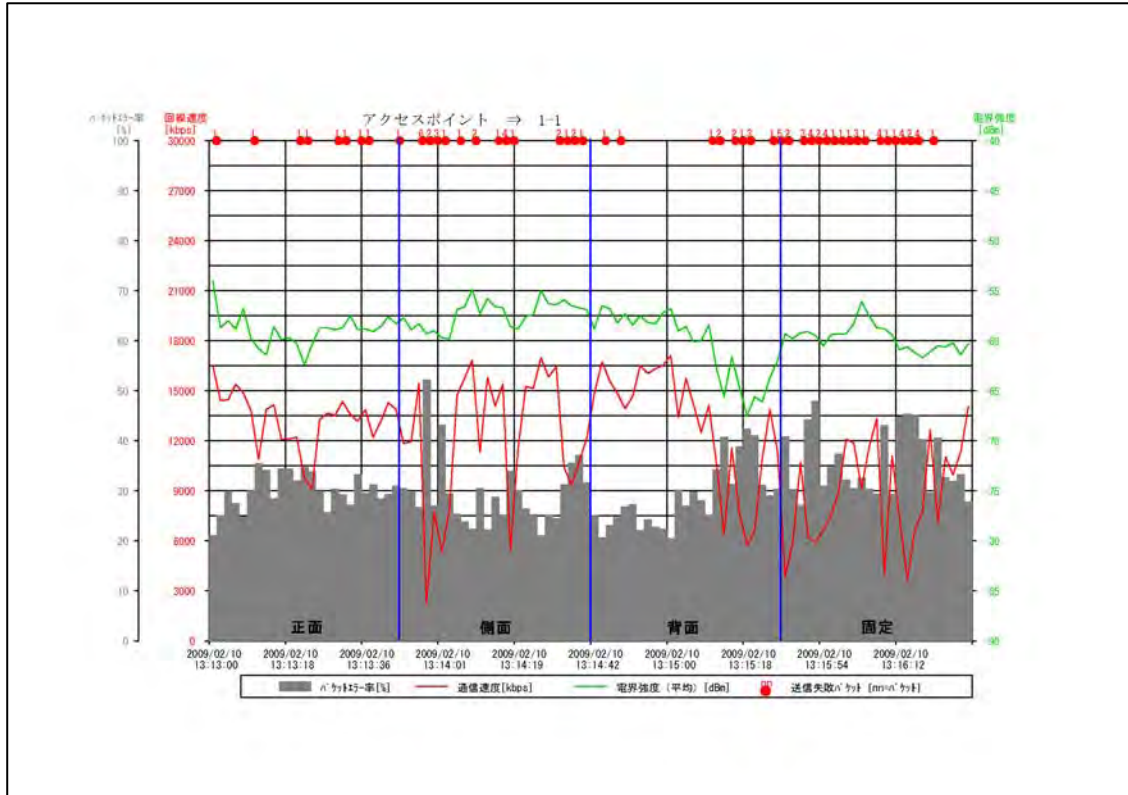


図 31 ポイント 1-①

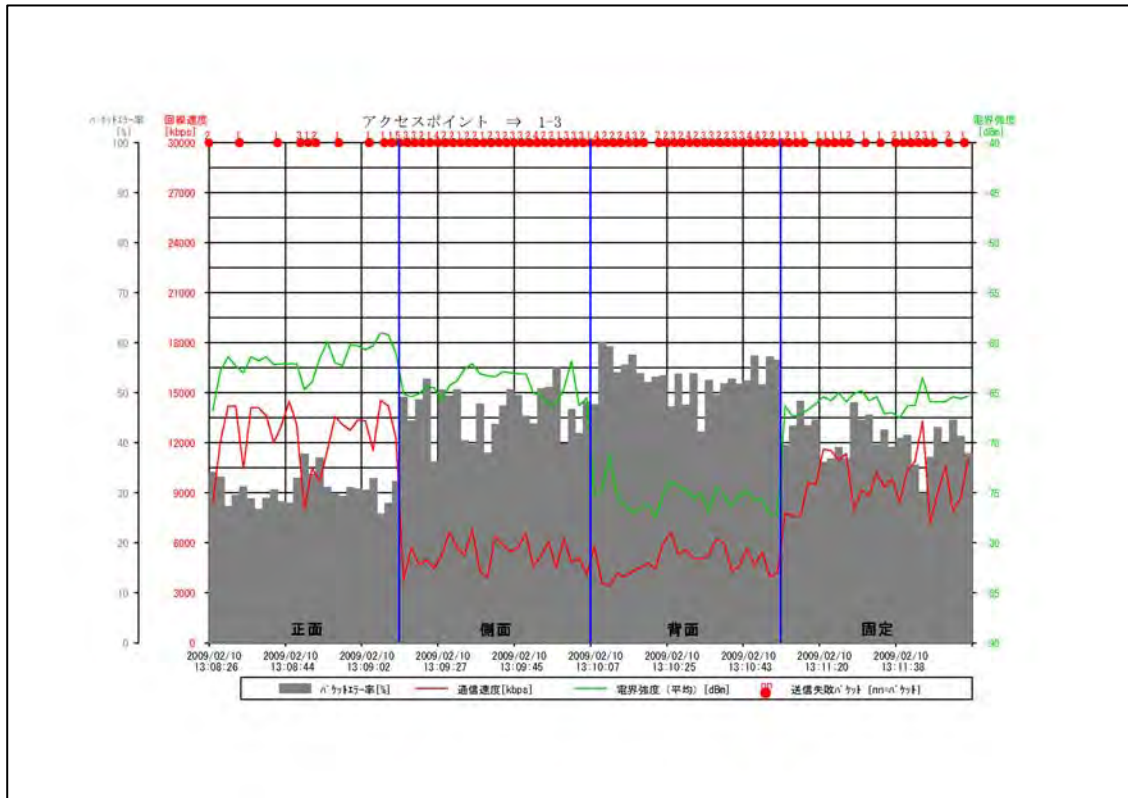


図 32 ポイント 1-③



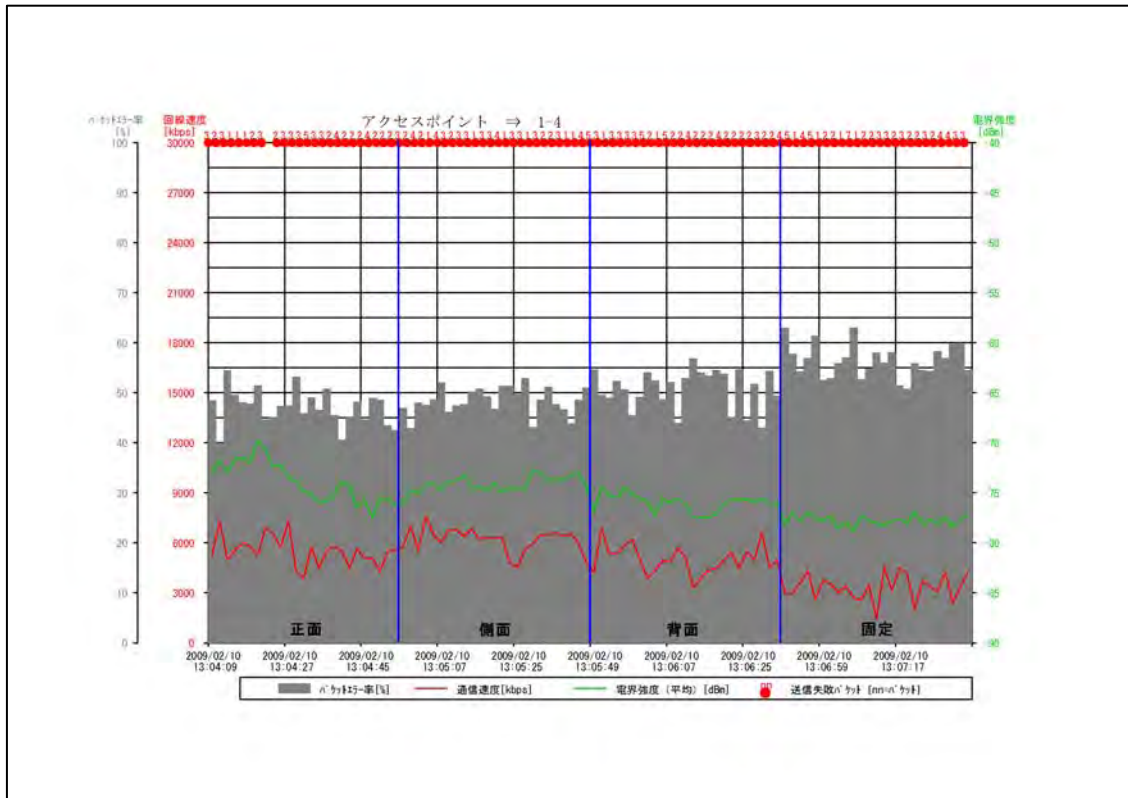


図 33 ポイント 1-④

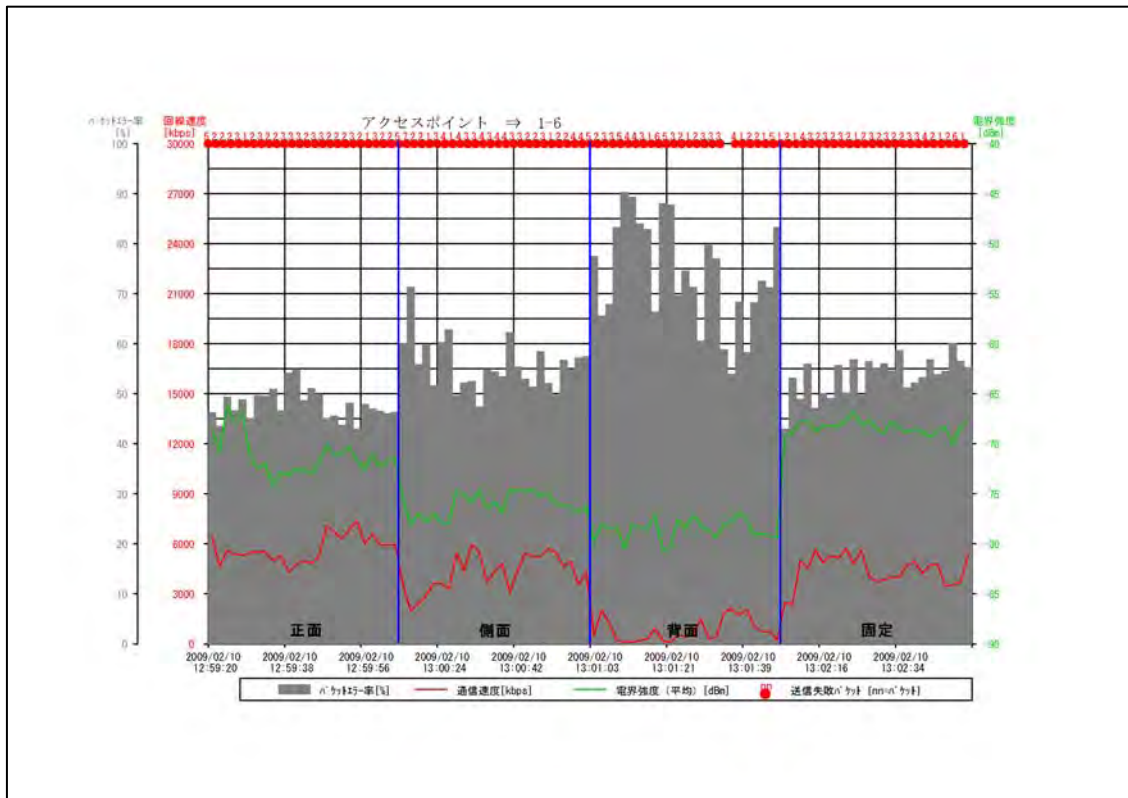


図 34 ポイント 1-⑥

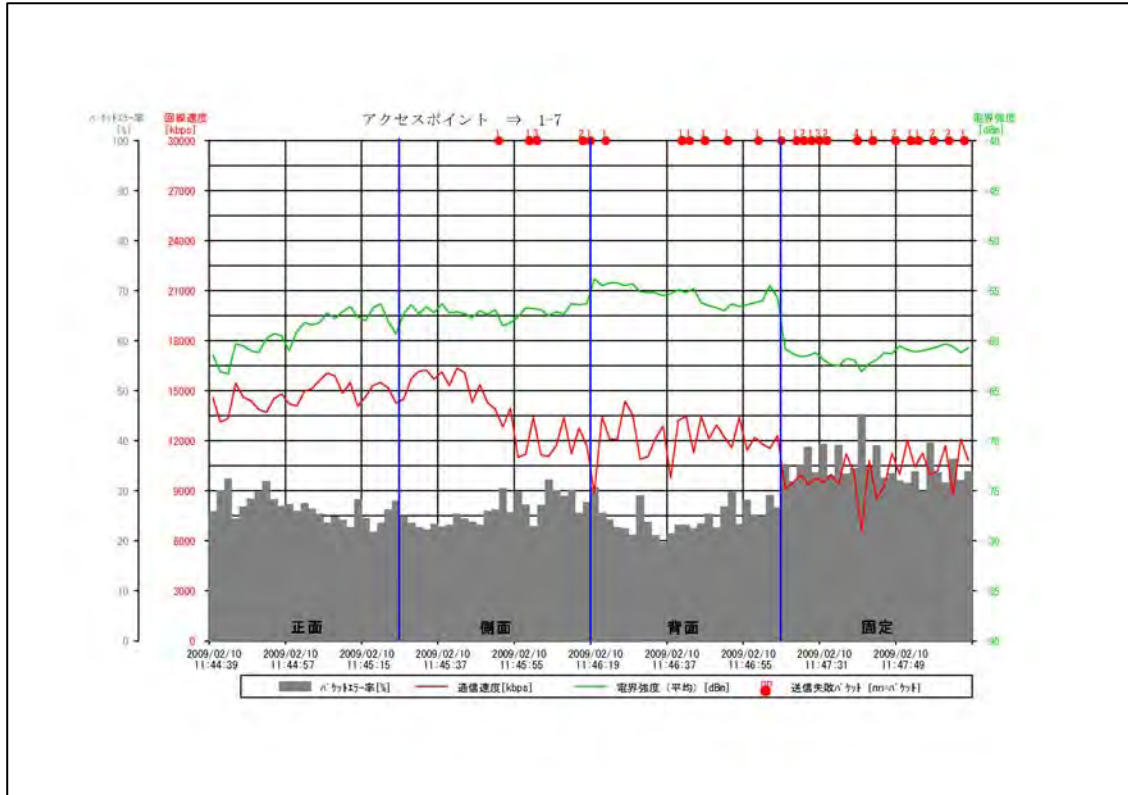


図 35 ポイント 1-⑦

測定結果からは、端末を正対で固定した場合に比較のスループット値が良い値を示しているが、全ての測定で最も良い結果を示したわけではない。また、電界強度(RSSI)とスループットの関係も、単純には比例していない。見通し可能な場所と遮蔽やマルチパスが考えられる環境では、測定結果の傾向がやや異なり、建物が密集し無線利用の多い都市部においては、通信状況の予測が難しいことがうかがえる。

## 参考資料 7

### 「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査アンケート」

総務省近畿総合通信局では、多様な無線システムを利用して情報を提供する観光ナビゲーションシステムに関する調査検討を行っています。

今回、体験いただいた観光ナビゲーションシステムについて、ご意見をお伺いし、調査検討に反映したいと考えておりますので、ご協力をお願いいたします。

#### 調査アンケート用紙

No.	質問項目	内容
1	参加者について、お聞きします。	
1-1	性別	<input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性
1-2	年齢	<input type="checkbox"/> 10代 <input type="checkbox"/> 20代 <input type="checkbox"/> 30代 <input type="checkbox"/> 40代 <input type="checkbox"/> 50代 <input type="checkbox"/> 60代～
1-3	住居地域	<input type="checkbox"/> 京都市内 <input type="checkbox"/> 京都市周辺地域 <input type="checkbox"/> 近畿圏 <input type="checkbox"/> その他
2	システムの操作性についてお伺いします。	
2-1	システムの使い勝手はどうでしたか。	<input type="checkbox"/> 簡単 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 難しい (理由: )
2-2	選択した情報が表示されるまでの時間はいかがでしたか。	<input type="checkbox"/> 早い <input type="checkbox"/> 問題ない <input type="checkbox"/> 遅い
3	無線エリア毎に周辺の情報を提供していますが、システムの情報提供機能についてお伺いします。	
3-1	適切なタイミングで情報は表示されましたか	<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
3-2	表示される店舗、観光スポット数について。	<input type="checkbox"/> 少ない <input type="checkbox"/> ちょうど良い <input type="checkbox"/> 多い
3-3	情報提供先の店舗等を探せましたか。	<input type="checkbox"/> 探せた <input type="checkbox"/> 探せなかった
3-4	情報提供の適切な範囲はどの程度だと考えますか。	<input type="checkbox"/> 見渡せる範囲 <input type="checkbox"/> 歩いて1分以内の範囲 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 歩いて5分以内の範囲 <input type="checkbox"/> その他 ( )



No.	アンケート項目	12月16日		12月17日		計
		1回目	2回目	1回目	2回目	
	参加人数	9	8	8	13	38
1-1	性別					
	<input type="checkbox"/> 男性	6	6	7	7	26
	<input type="checkbox"/> 女性	3	2	1	6	12
1-2	年齢					
	<input type="checkbox"/> 10代	0	0	0	0	0
	<input type="checkbox"/> 20代	1	1	1	3	6
	<input type="checkbox"/> 30代	2	1	2	5	10
	<input type="checkbox"/> 40代	3	2	2	4	11
	<input type="checkbox"/> 50代	1	4	3	0	8
	<input type="checkbox"/> 60代～	2	0	0	1	3
1-3	住居地域					
	<input type="checkbox"/> 京都市内	5	3	2	5	15
	<input type="checkbox"/> 京都市周辺地域	1	2	0	4	7
	<input type="checkbox"/> 近畿圏	2	3	3	4	12
	<input type="checkbox"/> その他	1	0	3	0	4
2-1	システムの使い勝手はどうでしたか。					
	<input type="checkbox"/> 簡単	2	0	1	4	7
	<input type="checkbox"/> 普通	4	7	6	5	22
	<input type="checkbox"/> 難しい	2	1	1	4	8
	<input type="checkbox"/> 難しい(理由 )	歩きながらパソコンを操作する必要がある よく落ちる。無線が繋がらない。				
2-2	選択した情報が表示されるまでの時間はいかがでしたか。					
	<input type="checkbox"/> 早い	1	0	1	0	2
	<input type="checkbox"/> 問題ない	4	1	1	4	10
	<input type="checkbox"/> 遅い	3	7	8	9	27

No.	アンケート項目	12月16日		12月17日		計
		1回目	2回目	1回目	2回目	
	参加人数	9	8	8	13	38
3-1	適切なタイミングで情報は表示されましたか					
	<input type="checkbox"/> はい	0	0	1	2	3
	<input type="checkbox"/> いいえ	8	8	7	11	34
3-2	表示される店舗、観光スポット数について。					
	<input type="checkbox"/> 少ない	5	4	3	7	19
	<input type="checkbox"/> ちょうど良い	0	2	3	3	8
	<input type="checkbox"/> 多い	1	1	1	2	5
3-3	情報提供先の店舗等を探せましたか。					
	<input type="checkbox"/> 探せた	2	4	4	7	17
	<input type="checkbox"/> 探せなかった	4	4	4	6	18
3-4	情報提供の適切な範囲はどの程度だと考えますか					
	<input type="checkbox"/> 見渡せる範囲	2	4	3	2	11
	<input type="checkbox"/> 歩いて1分以内の範囲	2	3	2	5	12
	<input type="checkbox"/> 歩いて5分以内の範囲	3	1	2	3	9
	<input type="checkbox"/> その他	2	0	1	3	6
	<input type="checkbox"/> その他( )	そのスポットの20M付近 目的によってことなる。ショッピング・飲食は遠方からの誘導が必要				
4	観光先で知りたいと思った情報は何ですか。(複数回答可)					
	<input type="checkbox"/> 現在の位置情報	5	2	7	12	26
	<input type="checkbox"/> 目的地までの道案内	4	4	8	9	25
	<input type="checkbox"/> 観光名所の詳細情報	6	3	3	4	16
	<input type="checkbox"/> お店の詳細情報	2	2	3	10	17
	<input type="checkbox"/> 災害時の避難場所	0	0	0	2	2
	<input type="checkbox"/> 公衆トイレの位置	2	2	2	2	8
	<input type="checkbox"/> イベント情報	4	5	2	6	17
	<input type="checkbox"/> その他	0	0	1	2	3
	<input type="checkbox"/> その他( )	バスなどの時刻表 飲食店ランキング。口コミ				

No.	アンケート項目	12月16日		12月17日		計	
		1回目	2回目	1回目	2回目		
	参加人数	9	8	8	13	38	
5	今回のようなシステムで、そのような情報を入手したいと思いますか。理由とともに教えてください。						
	<input type="checkbox"/> 思う	6	8	6	9	29	
	<input type="checkbox"/> 思わない	1	0	2	4	7	
	<input type="checkbox"/> 思う(理由: )	下調べをすることなく、何があるのかが分かると良いと思う。					
		知らない街の魅力に気づくことができる					
		詳細な観光情報が得たいため					
		地図や雑誌を持って歩くより情報が多く得られる					
		目標を見失ったとき、迷ったとき、思いついたときに情報を得たい。					
		雑誌などでは確実な位置が分からないため					
		現地でしか得られない情報					
		ガイドブックを持たずに観光できる					
		人々に聞いたり近くの看板などを探すより有益					
		地理不案内地での案内情報は有効だと思います。					
	<input type="checkbox"/> 思わない(理由: )	ガイドブックとは違う情報が得られる。					
お店までの道順、店の閉店時間とかも知りたい。							
携帯電話があるから							
既にあるシステムで事はたりているから。							
6	今回のシステムで提供された情報で、有効だと思った項目を教えてください。該当するものがなかった場合には、欲しい項目を教えてください。						
	<input type="checkbox"/> 店舗種別	1	2	1	3	7	
	<input type="checkbox"/> 店舗名	1	4	1	3	9	
	<input type="checkbox"/> 建物名	0	1	3	2	6	
	<input type="checkbox"/> 店舗紹介	2	5	4	5	16	
	<input type="checkbox"/> 営業時間	3	1	4	4	12	
	<input type="checkbox"/> お店からのコメント	1	1	2	3	7	
	<input type="checkbox"/> お客さんからのコメント	2	1	1	2	6	
	<input type="checkbox"/> 特になし	1	1	1	2	5	
	<input type="checkbox"/> 特になし(ほしい項目: )	カフェや飲食店ならメニュー、価格帯が見られれば便利かも？					
	おすすめの店情報。飲食店の満席状況がリアルタイムで分かる。						

No.	アンケート項目	12月16日		12月17日		計	
		1回目	2回目	1回目	2回目		
	参加人数	9	8	8	13	38	
7	表示される情報については、主にどのような提供方法が良いと思いますか。						
	□主に文字で表示		5	1	2	5	13
	□主に写真で表示		4	6	6	6	22
	□音声		4	1	3	1	9
	□動画		0	0	0	1	1
	□その他		0	0	2	1	3
	□その他( )		もっと大きな字か写真が出るとインパクトがある				
		文字と写真が一緒に表示					
		情報のポップアップ時に音でお知らせをしては？					
8	普段はどのようにして、その情報を入手していますか。						
	□携帯電話		2	1	4	2	9
	□インターネット		8	5	7	11	31
	□雑誌		4	5	4	4	17
	□テレビ・ラジオ		1	0	2	2	5
	□案内板		2	0	1	3	6
	□その他		0	0	0	0	0
□その他( )		近くの人に聞く					
9-1	端末の持ち運びやすさはいかがでしたか。						
	□持ち運びやすい		0	0	0	0	0
	□普通		1	0	1	0	2
	□かさばる		8	8	7	13	36
9-2	今回は、ノートパソコンを利用しましたが、もっと便利に使えるような端末はどれですか						
	□携帯電話		5	7	5	11	28
	□携帯端末(PDA)		5	1	4	3	13
	□携帯型ゲーム機		2	1	4	1	8
	□その他		0	0	1	0	1
	□その他( )		費用を誰が負担するかの問題				
		携帯電話がベストだと思うが、そうしたら字が小さくなる					



	感想をお聞かせください
	(抜粋)
	イヤホンで音声案内があると通りを歩きながら探せる。
	GPSのカーナビのように「あと何メートルで右側に〇〇があります」とか言われると分かりやすい。
	通信速度が上がれば便利そうだった。
	情報内容が調べれば分かることばかりだったので、ここでしか分からない情報があれば使いたいと思った。
	適切なタイミングで適切な情報が得られるのであれば有効であるが、ずっと持ち歩くので軽くて操作性に優れる端末を使う必要がある。
	目の前にいるのに建物・玄関の写真は不要。
10	おすすめポイントに近づくと、お知らせ音になって、ポイントの詳細説明ができるというようなシステムが楽しいと思います。
	ネットがWiMAXで見れるので、情報は最小限(場所が探せ、店舗紹介程度)として、iPodのようなタッチパネルで直感的に操作したい。
	目の前にあるお店の情報より、少し離れた場所の情報が知りたいと思う。目の前は目で見た方が早い。
	各お店の前でコンテンツが自動的に表示されるともっと使い易いと思います。
	歩いたトレース情報が表示されると良いと思います。
	お店の位置と自分の現在位置が細かく表示されるといいと思いました。
	受信した情報が更新された際に音が鳴るなど合図がないと、ずっと画面を見ている必要があるので歩きづらくもありません。
	欲しい情報だけキャッチできたりしたら、それも便利だと思います。でも、その場所に居て情報を入手できるのは、雑誌とかよりも便利だと思います。(端末が小さければの話ですが)
	機能性がもっとよくなれば、便利なツールになると思う。

## 参考資料 8

報道(TV放送 新聞記事)

TV放送

放送日	放送局	番組名
平成 20 年 12 月 17 日	NHK 京都放送	ニュース 610 京いちにち
平成 20 年 12 月 17 日	京都放送	京プラス

新聞記事

掲載日	新聞社	掲載面
平成 20 年 8 月 30 日	京都新聞	朝刊 11 面
平成 20 年 9 月 1 日	電波タイムズ	日刊 2 面
平成 20 年 12 月 18 日	日刊工業新聞	朝刊 33 面
平成 20 年 12 月 18 日	京都新聞	朝刊 13 面
平成 21 年 1 月 8 日	電波新聞	日刊 7 面

## 観光に無線技術活用 京で模索

近畿総合通信局 大阪で検討会初会合



移動体通信機器を使った京都観光について意見を交わす委員たち  
(大阪市北区・近畿総合通信局)

近畿総合通信局は二十九日、京都で無線技術を利用した観光案内を模索する「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討会」の初会合を大阪市内で開いた。同事業は、徒歩や自転車での観光が増えている京都をモデルに、ワイマックスや無線LANなどの無線技術や携帯端末を利用して観光ガイドを提供す

るネットワーク構築の調査を狙いに立ち上げた。初会合には同通信局、京都府、京都市、京都高度技術研究所、国際電気通信基礎技術研究所や機器メーカーなどから十一人の委員が参加し、座長に中村行宏京都大名誉教授を選んだ。京都高度技術研究所の榎田義之情報事業部長が「京都観光の課題とICTの活用」をテーマに報告し、「提供する情報の内容と無線技術の最適な組み合わせの模索が必要」と解説した。会合は本年度中にあと三回開き、報告書をまとめる。

### 近畿総通局が「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討会」を設置

【大阪】近畿総合通信局(稲田修)局長は8月25日、多様な無線システムの利用により、観光ナビゲーションの高度化を図ることを検討する「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討会」を設置すると発表した。

最近では、観光スタイルの多様化により、よりきめ細かな情報の発信が求められている。同局ではこうしたニーズに応えるため、京都観光をモデルに、情報量や通信環境などの利用状況に応じたWiMAX・無線LAN・ZigBeeなどの最適な無線システムを選択・活用する、観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築について検討を行う調査検討会を設置する必要がある。同調査検討会は11人で構成され、実証試験を通じて技術的条件の検討を行い、実用化に向けた課題と方策を明らかにすることを目的に、年度内に4回程度の会合を予定している。

第1回検討会は8月29日、大阪市中央区の近畿総合通信局で開催。観光ナビゲーションに求められる機能をはじめ、無線システムに要求される性能および適用される無線技術、実用化に向けた課題と方策について検討す

## 観光情報ナビシステム 京都市内で試験

合局  
総信  
近通

【京都】近畿総合通信局は17日、複数の無線通信方式を組み合わせて、きめ細かな観光情報を提供するナビゲーションシステムを開発、京都市内で通信試験を行った。高速無線通信「WiMAX」で観光情報を広域で提供し、無線LAN「WiFi」と近距離無線通信「Bluetooth」で店舗などの局所情報を配信する。情報は携帯情報端末で見られる。実用環境での試験結果を検証し、3～5年後の実用化を目指す。

試験は京都市中京区で商店が並ぶ三条通の東西1キロの範囲にアクセスポイントを複数所設けて行った。3方式の無線通信対応のノートパソコンを持って移動し、試験に協力する店舗からの情報や観光情報の入手を試みた(写真)。今後は携帯電話などに閲覧機能を搭載できるように研究を進めていく。



開発には日立製作所や三菱電機、京都高度技術研究所など十数社の企業・団体が参加している。

## 観光情報配信 京で公開実験

近畿総合通信局

近畿総合通信局は十七日、名所・旧跡や店舗などのスポット情報を現場を通りかかった観光客に随時発信する公開実験を京都市中京区の三条通周辺で行い、新しい情報発信システムの可能性を探った。

いつでもどこでも情報が得られるユビキタスネットワークによる観光情報配信の実



近畿総合通信局が行った観光情報システムの実験。無線LANなどを通じてその場の情報をノート型パソコンなどで自動受信できる(京都市中京区・新風館)

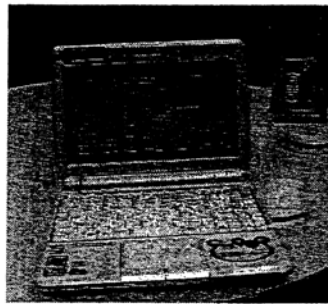
験で、京都高度技術研究所(ASTEM)がシステムを構築した。電波発信の広さが異なるWiMAX(ワイマックス)、無線LAN、ブルートゥースの三種の無線通信方式を利用した実験は初めてで、広域情報から局所情報までカバーする。

実験では、三条通の烏丸一寺町間(約七百メートル)周辺の大型施設や店先などに、計十五の情報発信端末を設置。ASTEMの職員らがノート型パソコンを持ちながら区間内を歩き回って、各地点の受信状況をチェックした。ASTEM研究部は「スポット情報配信の将来性を実感できた。携帯電話などの端末で三～五年内に実用化できれば」と実験の収穫を語った。

# 観光ナビゲーション向け ユビキタスネットワーク構築へ 近畿総合通信局が公開試験



挨拶する福田局長



小型PCで周辺情報を入手した

【京都】近畿総合通信局（福田修一局長）はこのほど、京都市中京区三条通界隈で「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築」のための公開試験を実施した。無線LAN、Bluetooth、Wi-Fi、WiMAX、モバイルWiMAXなどの多様な無線システムを界限に設置し実用環境での通信試験を公開した。

同局では昨年の8月に「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討」の第一回目となる会合を実施した。8月下旬には京都観光をモデルにした利用シーンに応じた無線利用技術の検討を進めてきた。

公開試験の前には、試験概要の説明会をNTT西日本京都支店三条シヨール（京都市中京区局丸三条上ル場之町604）で開催。福田局長、中村座長が出席し、詳細を報告した。福田局長は「観光形態が変化する状況下、街全体を象しむ観光スタイルが広がっている。このスタイルに対応できる情報システムが必要になっている。初の試みとなるが、ニーズの把握、安定性などを検証しやすいものに仕上げたい」とあいさつ。

中村座長は「無線を組み合わせることで細かい観光案内ができる。システムは市販の製品を組み合わせた

「観光ナビゲーションのためのユビキタスネットワークの構築に関する調査検討」の第一回目となる会合を実施した。

8月下旬には京都観光をモデルにした利用シーンに応じた無線利用技術の検討を進めてきた。

公開試験の前には、試験概要の説明会をNTT西日本京都支店三条シヨール（京都市中京区局丸三条上ル場之町604）で開催。福田局長、中村座長が出席し、詳細を報告した。福田局長は「観光形態が変化する状況下、街全体を象しむ観光スタイルが広がっている。このスタイルに対応できる情報システムが必要になっている。初の試みとなるが、ニーズの把握、安定性などを検証しやすいものに仕上げたい」とあいさつ。

中村座長は「無線を組み合わせることで細かい観光案内ができる。システムは市販の製品を組み合わせた

Wi-Fiでカバーし、広域情報をWiMAXでカバーした。利用者はBluetooth、Wi-Fi、WiMAX対応の小型ノートPCで移動中に広域、局所の観光情報を入手した。

## 参考資料 9

公開技術試験実施に当たりご協力いただいた方々  
(敬称略)

- 1 地元店舗紹介、調整
  - ・京の三条まちづくり協議会
  - ・株式会社千總
  
- 2 コンテンツ提供
  - ・京都工芸繊維大学 佐々木まちづくり研究室
  
- 3 機器設置協力
  - ・アートコンプレックス 1928
  - ・IYEMON SALON
  - ・社団法人京都国際工芸センター(WAZA GU)
  - ・京都府京都文化博物館
  - ・新風館
  - ・Soboro
  - ・ドゥーズ・ゲー
  - ・中京郵便局
  - ・レストアの森
  - ・ROSSO 京都店
  
- 4 説明会等会場提供
  - ・西日本電信電話株式会社 京都支店