

**商業区域における
高速無線 LAN の有効利用に関する
調査検討会**

報告書

平成 20 年 3 月

総務省 東北総合通信局

はじめに

近年、ICT の一層の進展により、ADSL 及び FTTH 等によるブロードバンド化をはじめ携帯電話に代表されるモバイル化によりインターネットの利用が急速に増大しています。また、デジタル・デバイド解消のための固定地域系 WiMAX も新たに出現しようとしており、社会・経済・国民生活におけるユビキタスネットワーク化が急速に進展してきています。

無線 LAN の世界においても、1997 年に策定された IEEE 802.11 以降、IEEE 802.11b、IEEE 802.11a、IEEE 802.11g などの様々な規格による無線 LAN が出現しております。無線 LAN 機器の低廉化により、オフィス内、家庭内及び学校内などにおいて、無線 LAN が利用されることが多くなってきています。

現在、IEEE においては、さらに高速な無線 LAN の新規格 IEEE802.11n の国際標準化を目指し、2009 年 7 月の規格策定に向けて検討作業が進められています。高速無線 LAN に対する期待は大きく、既に多数の Draft 規格の製品が登場しており、すでにご覧になられた方もおられるのではないかと思います。

高速無線 LAN が使用する 2.4GHz 帯は、電子レンジ及び産業科学医療用機器からの電磁雑音や既設の無線 LAN 等の影響が考えられ、また、周辺の障害物等による電波の遮へいや反射が避けられないことから、電波伝搬にも配慮する必要があります。

特に大型ショッピングセンターのような商業区域では、電子レンジ、オーダーエントリー装置、商品管理用 POS 端末及び既設無線 LAN 等が混在し、また、ショッピングセンター内の間取りや通路も多種多様なことから、将来、高速無線 LAN を有効に利用するためには、様々な活用例を視野に入れた技術データの取得と分析が重要となってきます。

今回、本調査検討会では、電子機器等による電磁雑音並びに障害物による電波の遮蔽や反射の影響が時々刻々変化する屋内環境における高速無線 LAN (IEEE802.11n) の特性について調査検討し、また、大型ショッピングセンターにおける高速無線 LAN の有効利用のあり方について検討しました。

本調査検討会の報告書が高速無線 LAN (IEEE802.11n) の利用促進の一助となれば幸いです。

最後となりましたが、本調査検討会の開催に当たっては、フィールド試験会場をご提供いただいたイオンモール株式会社様をはじめ、貴重なご意見、ご助言等を頂いた多くの関係者の皆に対して心から感謝申し上げます。

平成 20 年 3 月

商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会

座長 安達 文幸

目 次

はじめに

第1章 検討会の概要（目的と必要性）

第1節	無線 LAN の利活用分野の拡大	1
第2節	高速無線 LAN の開発（標準化動向）	1
第3節	2.4GHz の利用状況と高速無線 LAN の利用可能性	2
第4節	調査検討の目的	5
第5節	検討会の開催	6

第2章 商業区域の現状と課題

第1節	大型ショッピングセンターの現状	7
第2節	商業区域における電子機器及び通信機器システムの利活用の実態	7
第3節	商業区域における無線 LAN を活用したアプリケーションのニーズ	9

第3章 商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する検討事項及び試験

内容	10	
第1節	フィールド調査及び試験に当たってのエリア分類について	10
第2節	SC 内の雑音発生状況調査の実施と検討課題	12
第3節	高速無線 LAN (2.4GHz 帯 IEEE802.11nDraft) の電波伝搬特性及び伝送特性の評価	17
第4節	高速無線 LAN の有効な利活用方策の検証	18
第5節	システム構築イメージ	22

第4章 商業区域における 2.4GHz 帯電磁環境調査と高速無線 LAN の電波伝搬特性及び電送特性等の試験

第1節	試験の概要	23
第2節	試験システムの設備構成及び設備の概要	35
第3節	試験の検証内容及び結果	54
第4節	試験結果のまとめと評価	87

第5章 商業区域における高速無線 LAN (2.4GHz 帯 IEEE802.11n) の有効な利活用方策

第1節	2.4GHz 帯高速無線 LAN 利用に当たっての課題や利活用方策	93
第2節	2.4GHz 帯高速無線 LAN を活用したアプリケーションの利活用方策	94
第3節	期待される高速無線 LAN の活用	95

おわりに

資料集

資料 1	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会 開催要綱	99
資料 2	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会 構成員	101
資料 3	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会 作業部会設置要綱	102
資料 4	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会 作業部会構成員	103
資料 5	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会 審議状況	104
資料 6	試験に使用した機器の諸元	106
資料 7	試験データ	116

第1章 調査検討会の概要（目的と必要性）

第1節 無線LANの利活用分野の拡大

近年、簡易かつ安価に家庭・オフィス内にインターネット接続環境を構築することができる無線LANは、急速に普及しつつある。

無線LANは、パソコンなど高度な情報機器のみならず、PDA（個人用携帯情報端末）や携帯用ゲーム機器にも搭載される等、日用的に使用される情報機器の多くにその機能が搭載されるようになってきている。

また、公衆無線LANスポットや地方自治体によるデジタル・ディバイド対策等新たな利用形態に対しても、無線LANの積極的な活用が図られているところである。

このような様々な場面において普及が進む無線LANについて、昨今のADSLの高速化やFTTHの進展等有線系システムのブロードバンド化を背景に、FTTH等の有線系ブロードバンドに遜色のない伝送速度（100Mbps以上）を実現する高速無線LANの早期実現が期待されるようになっている。

無線LANは、オフィスで使用される多数のパソコンを接続するネットワーク配線の煩雑さや配置換えのコストを低減させるために生まれた技術であるが、インターネットの普及や情報化の進展に伴い、家庭内や商業活動分野においてもネットワーク構築に関わる移動性や機器配置の自由度を求めた結果、幅広い分野において無線LANが利用されるようになってきた。

無線LANの普及が進展するにつれ、これまでのホームページの閲覧やメール交換だけでなく、動画ファイルのダウンロード、映像ストリーミングの視聴など、無線LANの利用形態は日々拡大し続けている。

また、HDストリーム（高精細動画伝送）に無線LANを利用することが検討されており、無線LANの更なる高速化が検討されている。

第2節 高速無線LANの開発（標準化動向）

1 高速無線LANの国際標準化動向

国際標準化機関（IEEE802.11委員会タスクグループn（以下「TGn」という。））においても、スループットで100Mbps以上の伝送速度を実現する無線LANの規格が検討されており、我が国においても、これらの標準の動向に合わせた制度設計が順次行われている。

平成16年（2004年）にIEEE802.11委員会において、100Mbps以上のスループットを達成することを目標とするTask Group n（TGn）が承認され、次世代無線LAN規格となるIEEE802.11nの策定作業が進んでいる。

平成18年（2006年）1月には第1版ドラフトが作成されたが、40MHzチャンネルシステ

ムの導入等に関して多数のコメントがあり、承認のための電子投票では賛成率 46.6%で否決された。その後、2008年10月の標準化を予定しドラフト 2.0 の技術的課題やコメントを解決してドラフト 3.0 を承認し、ドラフト 3.0 をスポンサー投票にかけるための文書投票を実施した(2007年9月)が84%のメンバーが賛同したものの、議長は90%の賛同を望んだため、ドラフト 4.0 を策定する運びとなっている。

最新の標準化スケジュールでは、2009年3月にワーキンググループがドラフト 4.0 の承認を行ない、同7月に正式に制定する見込みとなっている。

2 高速無線LAN(IEEE 802.11n)において導入される主要な機能

高速無線LAN(IEEE 802.11n) (以下11nという)においては多様な高速化のための改善が盛り込まれている。

主要な改善項目について、表1-2-1及び表1-2-2に示す。

表1-2-1 物理層の必須項目とオプション項目

必須項目	オプション項目
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 20MHzの周波数帯域を使用 ◆ レガシーフレーム・フォーマット 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps ◆ ミックスモードのサポート ◆ 畳み込み符号(11a/gと同じ) r=1/2, 2/3, 3/4, 5/6 ◆ ガードインターバルは800ナノ秒 ◆ クライアントの物理レート(1ストリーム) 6.5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65 Mbps ◆ APの物理レート(2ストリーム) ・1ストリームあたり 6.5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65 Mbps ・2ストリームあたり 13, 26, 39, 52, 78, 104, 117, 130 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 40MHzの周波数帯域を使用 ◆ グリーンフィールド ◆ STBC(時空間ブロック符号化、送信SD効果) ◆ LDPC(誤り訂正符号の一種) ◆ ガードインターバルは400ナノ秒 ◆ クライアントは、2, 3, 4ストリームをサポート ◆ APは、3ストリームをサポート ◆ レガシーの2チャンネル配置(6 Mbps) ◆ クローズドループによる送信ビームフォーミング ◆ ストリームごとに独立した変調方式

出展: 情報通信審議会 情報通信技術分科会 5GHz帯無線アクセスシステム委員会報告案(平成18年11月16日)から抜粋

表1-2-2 MAC副層の必須項目とオプション項目

必須項目	オプション項目
<ul style="list-style-type: none"> ◆ MSDUのアグリゲーション ◆ MPDUのアグリゲーション ◆ Block Ack ◆ 迅速なBlock Ack ◆ 圧縮ビットマップによるBlock Ack ◆ Block Ack ◆ オープン・セキュリティ・モード ◆ CCMPセキュリティ・モード(WPA2に含まれる) ◆ Long NAVのプロテクション ◆ 物理層のスプーフィング ◆ 空間多重時のパワーセービング ◆ 20/40MHz周波数帯の共存 ◆ チャネル管理、チャネル選択 ◆ RIFSのプロテクション ◆ グリーンフィールドのプロテクション 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Block Ackの遅延 ◆ パワーセーブ・マルチポール(PSMP) - 複数のTID BA ◆ 時空間ブロック符号化によるフレームのコントロール ◆ L-SI-TXOP プロテクション ◆ 期間切り替えによる20/40MHzの共存運用(PCO) ◆ 送信ビームフォーミング ◆ 高速のリンクアダプテーション ◆ インプットフィードバック ◆ チャネル状態のフィードバック(CSI) ◆ Zero Lengthフレームのサウンディング(ZLF) ◆ キャリブレーション ◆ アンテナ選択

出典: <http://wbb.forum.impressrd.jp/report/20060905/264?page=0%2C2>

物理層の特徴的な改善項目は、変調方式にOFDM¹の各サブキャリアでBPSK²から64QAM³までの多値変調方式を用い、20MHz幅の周波数チャネルで2つのストリームを多重するMIMO⁴を基本構成とし、最大サブキャリア数を従来のIEEE802.11a/gの52から56に拡張し、1ストリームあたり最低でも65Mbpsの伝送を可能とする技術が取り入れられている。

これにより、既存のIEEE802.11a/gの最大伝送レート54Mbpsの約2.5倍に相当する130Mbpsの伝送を可能にする。

一方、更なる伝送レート向上のため、MIMOによるストリームの多重数を最大4とすることや、周波数チャネル幅を40MHzとすることなどのオプションが用意されている。

また、ロバスト性を向上するオプションとして、送受信機間の電波伝搬環境の情報をを用いて送信側が最適なビームを形成する送信ビームフォーミング、複数アンテナ間で送受信スペースダイバシティを実現するため、データに冗長性を持たせたSTBC⁵（時空間符号化）、基本構成の畳み込み符号よりも誤り訂正能力を強化するLDPC符号⁶などが採用されている。

これらすべてのオプションを組み合わせた最大の伝送レートは理論上600Mbpsに達する。

さらにMAC層においては、アグリゲーションと呼ばれるフレーム集約手法が特徴的である。

A-MPDU⁷は、単一物理パケットに集約される複数MACフレームを個別に再送制御可能なため、長いフレームの集約に有効である。

A-MSDU⁸は、個別の再送制御はできないが、オーバーヘッドが小さく短いフレームの集約に有効である。

また、新たに導入される40MHzチャネルの装置と既存の20MHzチャネルの装置間の共存手法など、多数の新規技術を含んでいる。

¹ OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing): 無線などで用いられるデジタル変調方式の一つ。地上波デジタル放送、IEEE 802.11aなどの無線LAN、電力線モデムなどの伝送方式に採用されている。

² BPSK(Binary Phase Shift Keying): デジタル値をアナログ信号に変換する変調方式の一つ。位相のずれた複数の波の組み合わせで情報を表現する位相偏移変調方式の一種。

³ 64QAM(64 Quadrature Amplitude Modulation): 無線LANやケーブルモデムなどで使われるデジタル変調方式の一つ。位相と振幅をそれぞれ8種類ずつ利用し、それらの組み合わせに値を割り当てることにより、一度に64値(6ビット)のデータを送受信する。

⁴ MIMO(Multiple Input Multiple Output): 複数のアンテナを組み合わせるデータ送受信の帯域を広げる無線通信技術。無線LANの高速化などに応用されている。

⁵ STBC(Space-Time Block Code): MIMO送信技術の一つ、ダイバーシチ利得を目的とする時空間ブロック符号

⁶ LDPC(Low Density Parity Check)符号: 誤り訂正符号の1種。誤り訂正能力が非常に高いという特徴を持つ

⁷ A-MPDU: Aggregated MAC Protocol Data Unit

⁸ A-MSDU: Aggregated MAC Service Data Unit

第3節 2.4GHzの利用状況と高速無線LANの利用可能性

1 我が国における2.4GHz帯の状況

(1) 2.4GHz帯を使用する無線システムについて

2.4GHz帯（2.4GHz～2.5GHz）は、産業科学医療用（ISM¹）の帯域とされており、この周波数帯で運用する無線通信業務は、ISM機器からの有害な混信を許容することとなっている。

一方で、当該周波数帯は、特定小電力無線局や小電力データ通信システムの無線局が免許不要で運用することができるため、無線LAN やBluetoothをはじめとする様々な無線システムに使用されているところである。

国内における2.4GHz帯（2.4GHz～2.5GHz）の利用状況を図1-3-1に示す。

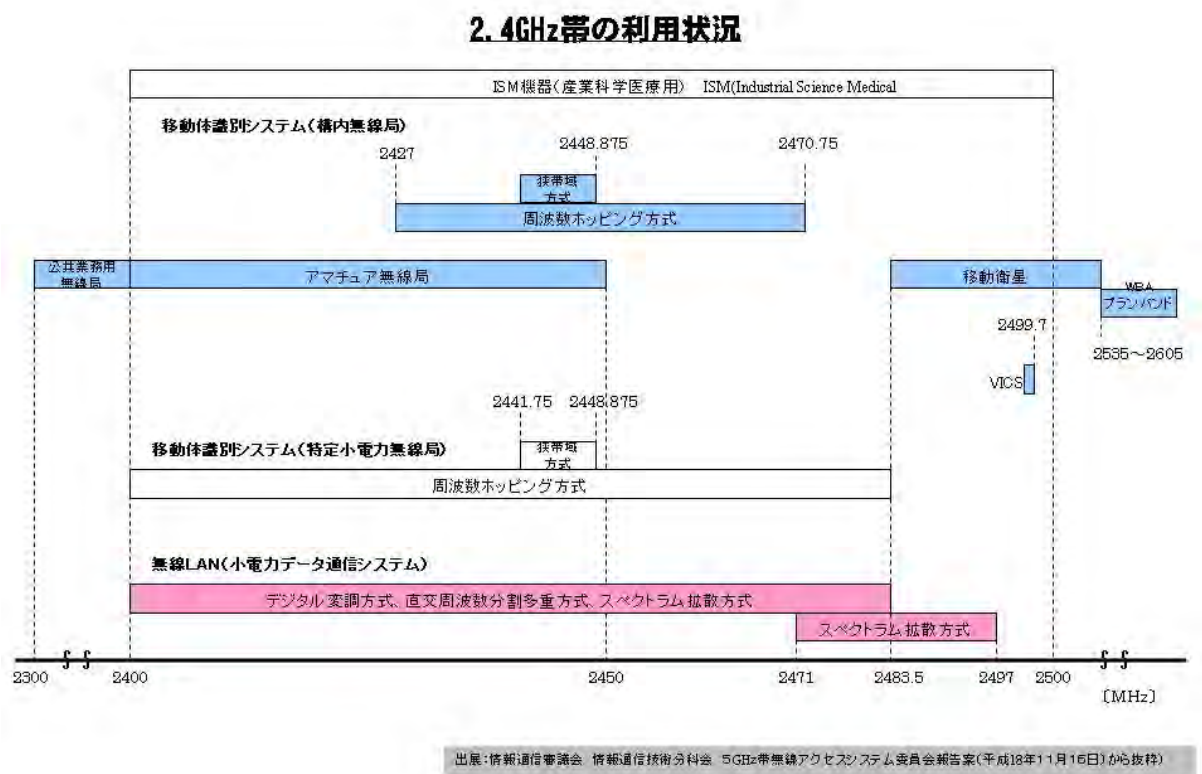


図1-3-1 国内における2.4GHz帯（2.4GHz～2.5GHz）の利用状況

¹ ISM (Industry Science Medical): 2.4GHz 近辺の電波周波数帯で、日本では、10mW 以下の出力であれば免許不要で利用できるよう開放されている領域。産業・科学・医学用の機器に用いられている周波数帯ということで、これらの頭文字をとって「ISM バンド」(Industry Science Medical band)とも呼ばれる。

(2) 2.4GHz帯への高速無線LAN導入に関する制度整備

2.4GHz 帯は、5GHz 帯に比べ伝搬損失が少なく、より通信距離を確保できるといったメリットがあることから、屋外での利用ニーズを踏まえて、2.4GHz 帯無線LANの高速化への要求が高まっている。

また、国外においても、IEEEにおける検討と平行して、2.4GHz 帯の高速化への取り組みが行われているところである。

一方で、2.4GHz帯は既存の無線LANやその他の無線システムが混在しており、限りある周波数帯域を有効に活用するため、可能な限り他のシステムへの影響を低減することが必要である。

特に、高速無線LAN において40MHzという広い帯域を使用する場合には、既存システムへの広い影響が懸念される。

このため、40MHz システムによる高速化を行う場合には、無線LAN のチャンネル配置が特段規定されていないこと、Bluetooth 等無線LAN 以外の無線システムも多数存在すること等も勘案し、物理層における電界強度レベルのキャリアセンスを送信帯域全体で行うことが適当である等々の検討が行われ、既存の無線システムへの影響を最小限とした上で、技術的条件が定められ、2.4GHz帯における高速無線LANの利用が可能となっている。

(3) 高速無線LANの利用可能性

公衆無線LANやラストワンマイルにおける加入者系無線アクセス等屋外において無線LANを活用する事例が増えてきているが、このような利用形態においても、ブロードバンド化の進展に合わせて、より高速な通信が可能となっている。

第 4 節 調査検討の目的

高速無線 LAN (11n) の国際標準化は、2009 年 7 月の規格策定に向けて検討作業が進められている。

高速無線 LAN に対する期待は大きく、既に多数の Draft 規格製品が登場している。

国際標準化動向を踏まえながら、我が国においても、早期に高速無線 LAN を導入するため、関係省令等が改正され平成 19 年 6 月 28 日から施行されている。

しかし、高速無線 LAN が使用する周波数帯 (2.4GHz 帯) は、ISM 帯であることからその利用に当たっては、電子レンジ等 ISM 機器からの電磁雑音や既存の無線 LAN 等の影響を考慮する必要がある。また、電波は、遮へいや反射が避けられないため、周辺の障害物等による電波伝搬にも配慮しなければならない。

特に大型ショッピングセンターのような商業区域は、業務用電子レンジ、オーダーエントリー装置、商品管理用 POS 端末や他の無線 LAN 等が混在し、日々、多様な電波環境

第1章

にあることに加え、間取りや通路も様々であり、高速無線 LAN を利用するためのモデル的な電波環境条件を有している。

将来、導入が本格化する高速無線 LAN を有効に利用するためには、様々な活用例を視野に入れた実際の技術データの取得と分析は特に重要である。

以上のことから、本調査検討会においては、次に掲げる事項についての調査検討を行うことを目的とした。

- 1 2.4GHz 帯の電波環境
- 2 高速無線 LAN (2.4GHz 帯 11n Draft) の電波伝搬特性及び伝送特性
- 3 高速無線 LAN の有効な利活用方策

第5節 検討会の開催

検討会の開催要項、構成員、審議状況などの概要は、資料1から資料5までに示す。

第2章 商業区域の現状と課題

第1節 大型ショッピングセンターの現状

1 大型ショッピングセンターの構成と特色

ショッピングセンター(shopping center)は、ショッピングモール(shopping mall)とも呼ばれ、同一商圏の小売店舗が集まった商業施設である。

これらの商業施設は、単独出店と比べ顧客吸引力を強くでき、駐車場や荷さばき施設などを共用することができる。

構造的には全天候型の屋根付きショッピングセンターで、店舗をつなぐ通路を含めて建物内にすべてが収まる形態のエンクローズドモール（共同店舗型）と駐車場を取り囲むように建物が並び、顧客が目的とする店舗の近くに駐車できる形式のオープンモールに大別されるが、基本はエンクローズドモールながら、屋根を置かないなどオープンモールの要素も取り入れているモールもある。

日本では、モータリゼーションが進行したことによって、幹線道路沿いなど自動車が往来し易い農地や工場跡地などの広い場所に低層建物を建設したショッピングセンターが主流となっている。

特に、総合スーパーを核店舗、カテゴリーキラー等集客力のある大型店舗を準核店舗とし、これらを1本の専門店街でつなぐ2核1モールの形態が主流となっている。

2 高速無線LANの有効活用の検討と大型ショッピングセンター

最近の大型ショッピングセンター（以下、SCという）は、一日中滞在しながらショッピング、食事、映画等を楽しむ複合的なアミューズメントエリアとして形成されており、様々な商業活動が営まれている。

このような運営形態は、相応の電磁雑音が存在するとともに、複雑な間仕切りや障害物により電波の遮へい、反射が生じることから、高速無線LANの特性を把握する場合に電波環境的、構造的にモデル性が高いものと考えられる。

また、SCはその地域の経済・社会・文化的活動の拠点としての性格も有しており、ICT利活用のモデル性も高いものと考えられる。

第2節 商業区域における電子機器及び通信機器システムの利活用の実態

SCは第1節に示したように、そのSCを運営する管理部門とSCにおいて商業活動を行う部門に大別できる。以下に各部門における情報化の状況を記述する。

1 SC運営の情報化状況

SCの運営管理には、テナント管理とSC本棟管理がある。

入居するテナントにおいては、クレジットカードや電子マネー決済、利用ポイント付与のための各種決済用端末(以下、CCT¹端末という)が利用されている。

テナントの情報化に当たって、館内インフラを提供することも管理業務であり、現在は館内有線インフラによるサービスを提供している。

テナントの入退居や店舗の様式替えなどに際して、これら情報機器の配置変更に対応することとなるが、有線インフラでの対応にはケーブルの引き回しが必要であり、その限界と工事への対応などが課題となっている。

テナントの運営に対する影響を最小化しつつ、高可用性を維持し汎用性を確保することが求められ、館内インフラスイッチからの接続方法の検討が求められている。

一方、このような情報端末を無線LANで対応することには、無線LAN通信の不安定さやセキュリティ問題から不安要素が高い状況となっており、現在は推奨されていない。

SC本棟管理としては、来店客数集計、駐車場利用状況管理、SC共通カード会員を利用した顧客情報分析、遺失物管理、従業員の入退館管理において、情報化が行われている。

特に顧客情報分析には、より緻密な情報の集約とこれらの情報の可視化が課題となっている。

とりわけ、SC利用者への情報提供に当たっては可視化することが求められており、館内大型ディスプレイに対する映像配信をはじめ、多様な情報提供の方法を検討している

2 大規模小売店舗の情報化

SCにおいて商業活動を行う事例として、大規模小売店(スーパーマーケット)の状況を記述する。

大規模小売店の情報化の基本的なコンセプトは、大別して次の(1)店舗内システムと(2)利用者への情報提供サービスに分類され、各システムの導入が行われている。

(1) 店舗内システム

- ア 現場の作業改善に役立つシステム
- イ 現場で使えるデータの提供
- ウ 安定したサービスの提供

(2) 利用者への情報提供サービス

- ア お買い物に役立つ情報の提供
- イ 安全安心のわけをお知らせする
- ウ 利用しやすいサービス

¹ CCT (Credit Center Terminal): クレジットカードの信用照会端末の一種

具体的な店舗内システムについては、POSレジ¹や商品管理用POS端末をはじめとした電子機器を配置し、売上在庫発注管理システムなどを利用している。

また、利用者への情報提供サービスとしては、近年食の安全が社会問題となる中、利用者はトレーサビリティへの関心を高めており、その情報発信が必要となっている。

現在は、POP広告²や個別映像端末によるコンテンツ提供やインターネットを活用したWeb上において情報提供を行っているが、今後、利用者自身がリアルタイムで商品情報を収集できるシステムの導入などの検討が課題となっている。

第3節 商業区域における無線LANを活用したアプリケーションのニーズ

以上の現状と課題から、商業区域において無線LANを活用したアプリケーションは以下のとおりとなっている。

1 SC管理部門

- (1) CCT端末(各種決済用端末)など館内インフラスイッチ以降の安定的な通信を提供できる無線システム
- (2) SC利用者への可視化情報提供を行うための高速大容量(高精細度画像)伝送が可能な無線システム

2 SC入居者部門

- (1) 動画像、Web検索などを利用可能とするネットワーク接続が可能であり、かつ店舗内に多数設置が可能な電子棚札システム。
- (2) 店内案内、購入額の表示など、利用者によりリアルタイムな情報を提供する電子カートシステム

¹ POS(Point of sale)レジ:販売時点情報管理用のレジスター

² POP(Point of purchase advertising)広告:主に商店などに用いられる販売促進のための広告媒体であり紙ベースのもの

第3章 商業区域における高速無線LANの有効利用に関する検討事項及び試験内容

第2章における商業区域の現状と課題並びに高速無線LANを利用したアプリケーションのニーズから、商業区域における高速無線LANの利活用の形態について検討するとともに、その有効利用のために必要な検討・検証すべき課題を整理した。

以下では、検討内容及び課題の検証方法について触れるとともに、そのイメージについて示す。

第1節 フィールド調査及び試験に当たってのエリア分類について

本調査検討に当たっては「商業区域」における調査検討であるが、想定される高速無線LANの電波伝搬距離、壁や障害物の影響度、活用する適切な生活空間、利用の有効性確認等の条件を考慮して、多数の人と店舗が集まり適度な商的有機性と相応の空間規模を有する大型ショッピングセンター（以下、SCという）を対象とした。

SCには多様な店舗が集積しているが、業態による分類は一定程度可能であり、そのテナントの入居構成は、その設置コンセプトから業態ごとに区分されたエリアが形成されている。

本調査検討会においては、商業区域における2.4GHz帯の電波環境と当該区域における高速無線LAN(2.4GHz帯IEEE802.11nDraft)の電波伝搬特性及び伝送特性を明らかにするため、SCをその業態によりエリア分類し、各エリアにおける特性の違いを明かにしながら商業区域の総体についての検討を行うこととした。

以下、エリア分類と高速無線LANの利用想定についての考え方を示す。

1 商業区域の業態によるエリア分類

商業区域のエリア分類は、その業態及び設置構成を大別して以下のエリア分類によることとした。

- (1) 総合スーパーマーケットエリア
- (2) 催事・オープンスペースエリア
- (3) 衣料・雑貨・装飾専門店エリア
- (4) 飲食店エリア
- (5) エンターテイメントエリア
- (6) 家電・電子機器販売店エリア
- (7) カルチャーエリア
- (8) 駐車場エリア

2 高速無線LANの利用想定と対象エリア

(1) 公衆無線 LAN サービスの提供を想定したポイント

ファーストフード店や駅・空港などの公共スペースなどにおいて、公衆無線 LAN サービスが展開されている。

SCにおいては、ファーストフード店が集積する飲食店エリアや休憩場所などを提供するオープンスペースエリアが設置されており、当該エリアにおいてアクセスポイント（以下 AP という）～クライアント PC の設置が想定される。

【想定対象エリア：飲食店エリア、催事・オープンスペースエリア】

(2) 各種決済用端末（以下、CCT 端末という）の無線化を想定したポイント

SCにおけるイベントの際、臨時サービスカウンターを設置する場合やテナントの入退居時の機器設置を容易にするため、カード決済端末などの無線LANによるシステム構成が求められている。SCにおける館内インフラスイッチ～サービスカウンター間にAP～クライアントの設置が想定される。

【想定対象エリア：衣料・雑貨・装飾専門店エリア、催事・オープンスペースエリア、総合スーパーマーケットエリア、エンターテイメントエリア】

(3) SC管理や館内情報提供の画像情報伝送のための無線LANの利用ポイント

SC管理には防犯対策・安全対策・館内来客状況の把握など、数多くのリアルタイムの情報の把握が必要となっている。また、来店者への情報提供は視覚に訴えるものが必要とされ情報の把握と提供に当たっては、いずれも映像情報によることが必要とされている。SC内や駐車場にWEBカメラを配置し管理センターへの伝送や館内大型ディスプレイへの映像コンテンツの配信のため、AP～クライアントの設置が想定される。

【想定対象エリア：総合スーパーマーケットエリア、駐車場エリア、催事・オープンスペースエリア】

(4) 電子POP広告を含めた電子棚札の利用ポイント

また、近年食の安全安心を確保する必要性が求められる中、販売する商品のトレーサビリティ情報の提供を行うケースが多くなっている。

現状の情報提供ツールとしては、店舗内では DVD モニターや PC モニターを配置した形式によるものであり、リアルタイムな情報の提供や関連情報の検索が可能なアプリケーションの提供が望まれている。

これらのニーズに応えるため、高速無線 LAN の活用による情報検索が可能な電子 POP 広告を含めた電子棚札などに活用されるケースが想定される。

したがって、館内インフラスイッチ～商品陳列棚間を結ぶ設置形態が想定される。

【試験対象エリア:総合スーパーマーケットエリア】

(5) SC内ナビゲーションシステムの利用ポイント

SCにおいては、総合スーパーマーケットや百貨店がその核となっており、主要なエリアを占めている。総合スーパーマーケットにおいては、広い売場面積と多くの品揃えにより、利用者の利便に応えることになる反面、利用者にとっては、購入したい商品の売場案内やタイムバーゲン情報などの提供システムの導入が求められている。

そこで、SCの入場者に貸与する館内ナビシステムを導入することを想定して、商業区域内のすべてにおいて設置する無線LANのAPとクライアント間を結ぶ設置形態を想定した場合の有効な高速無線LANの活用方策について検討する。

第2節 SC内の雑音発生状況調査の実施と検討課題

1 雑音の想定

(1) 個別電子機器からの電磁雑音

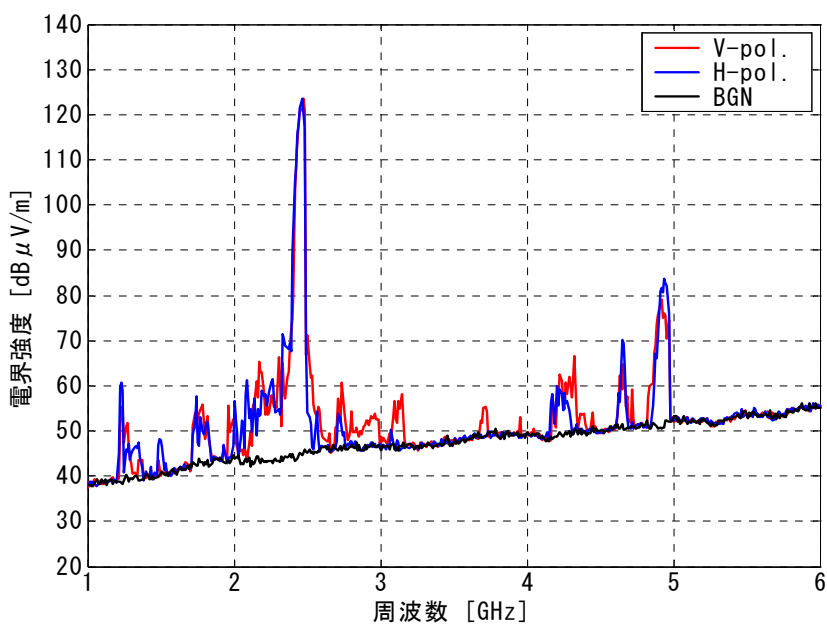
電磁雑音は、電子機器が無線信号として高周波信号等を利用していない場合でも、クロック信号の高調波や電源回路のインバータを発生源等として想定外の周波数帯域まで発生していることがある。¹

したがって、調査の対象となる装置・機器類は、レジ端末装置、エスカレータ、エレベータ、照明器具、冷蔵(冷凍)装置、盗難防止装置、広告用電子表示機器、アミューズメントエリア内のゲーム機器類、電気店等のデモ機器、空調吹き出し口等のファン用モータ等が挙げられる。

また、レストランエリア、フードコートエリアにおける電子レンジ、また、医療モール等がある場合には、そこで治療等に用いられている医療機器が挙げられる。

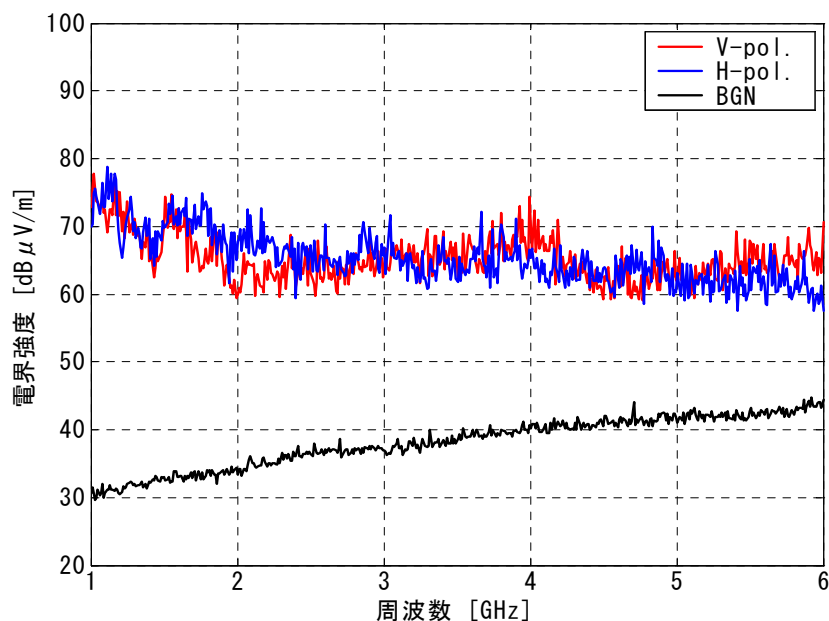
電気・電子機器類等から発生している代表的な電磁雑音の測定結果例を図 3-2-1～3-2-3 に示す。

¹ 【参考文献】 ONO Toshiaki, AOKI Osamu, NAKAGAWA Fumihiko, HISHIYAMA Mitsumasa and IKEDA Tetsuo, "EM Emission from Household Electrical and Electronic Appliances" 2005 International Conference on Electromagnetic Compatibility, 3A-4, Phuket, Thailand, July 27-29, 2005



V-pol:垂直偏波 H-pol:水平偏波 BGN:電波暗室での背景雑音レベル
測定距離 3m RBW=1MHz での測定

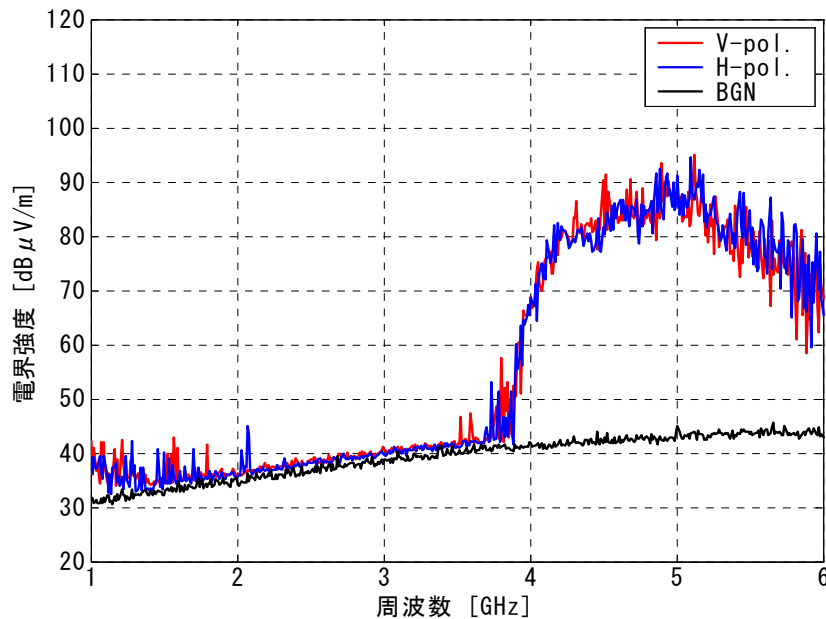
図 3-2-1 電子レンジから発生している電磁雑音の測定結果例¹



V-pol:垂直偏波 H-pol:水平偏波 BGN:電波暗室での背景雑音レベル
測定距離 3m RBW=1MHz 吸引レベル強に設定しての測定

図 3-2-2 家庭用掃除機から発生している電磁雑音の測定結果例¹

¹ 【参考文献】：総務省、“電波産業会マイクロ波帯を利用する無線通信への都市雑音の影響に関する調査検討報告書”、2005年3月



V-pol:垂直偏波 H-pol:水平偏波 BGN:電波暗室での背景雑音レベル
測定距離 3m RBW=1MHz 監視動作状態での測定

図 3-2-3 電子商品監視機器から発生している電磁雑音の測定結果例¹

(2) 歩行者数と電磁環境特性

過去における電磁環境特性の調査において、屋外や SC 内のような一般的な環境下においても歩行者の歩行に伴う人体や着衣等への帯電により、比較的低電圧(3kV 以下)での静電気放電によって、無線 LAN が利用している GHz 帯域の周波数でも電磁雑音が発生していることが報告されている。²

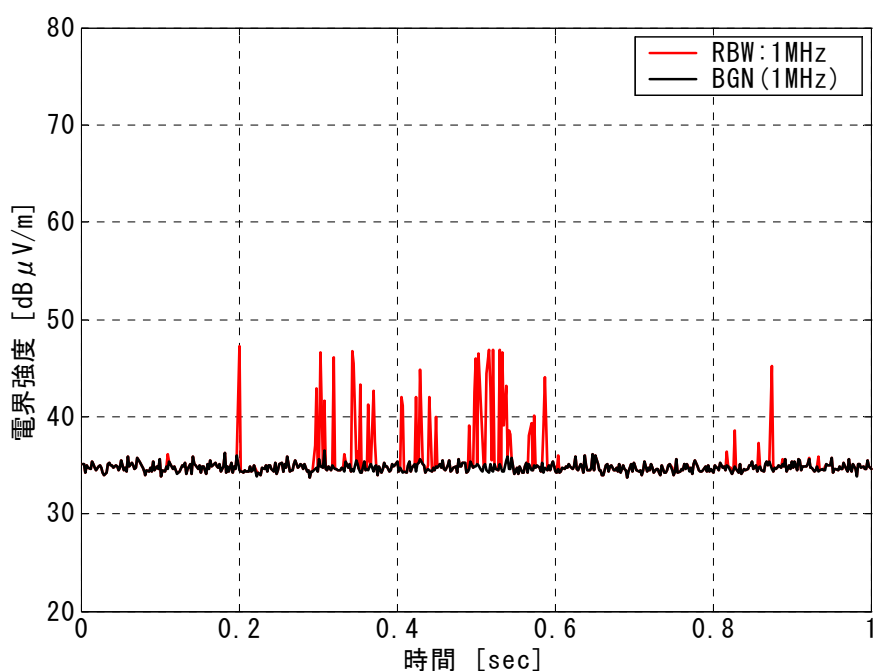
今回の調査フィールドである SC 内の床面には、歩行による摩擦によって人体等への帯電が比較的起こりやすいカーペットなども用いられていることから、SC 内の歩行者やショッピングカートなども静電気放電の発生によって一種の電磁雑音の発生源となりうることも考えられる。

このような電磁雑音の発生時間は極めて短時間であり、また、放電が散発的に発生することから常時連続して観測されることはない。

しかし、歩行者が絶えることがないような状況になると、静電気放電の発生が連続しているように観測されることとなる。歩行によって発生する電磁雑音の時間的特性の測定結果例を図 3-2-4 に示す。

¹ 【参考文献】：総務省、“電波産業会マイクロ波帯を利用する無線通信への都市雑音の影響に関する調査検討報告書”、2006年3月

² 【参考文献】 ONO Toshiaki, AOKI Osamu, NAKAGAWA Fumihiko, HISHIYAMA Mitsumasa and IKEDA Tetsuo, “EM Emission from Household Electrical and Electronic Appliances” 2005 International Conference on Electromagnetic Compatibility, 3A-4, Phuket, Thailand, July 27-29, 2005



測定距離 3m 測定周波数 5.25GHz RBW=1MHz 気温 22℃ 湿度 15%

1歩のみ歩行したときでの測定結果例

図 3-2-4 歩行によって発生する電磁雑音の時間的特性の測定結果例¹

2 2.4GHz帯電波環境についての検討課題

上記1の想定から本調査検討における2.4GHz帯電波環境についての検討課題及び調査の内容並びに評価の手法を以下のとおりとした。

(1) SCをフィールドとして雑音発生状況調査を実施し、その結果を基に以下の点について検討を行う。

ア SC内の雑音の発生状況をSCの動態と合わせて、雑音の振る舞いを明らかにする。

このことにより商業区域において発生する雑音の状況と高速無線LANの利活用にあたっての雑音の影響の可能性などについて検討する。

イ SCにおける高速無線LANの利用想定に基づき、SC内の高速無線LANの設置想定場所ごとに周辺の電子機器からの雑音の発射状況を調査し、高速無線LANへの影響度合い等について検討し高速無線LANの有効活用に当たっての方策等について検討する。

(2) 雑音発生状況調査の実施と評価の手法

ア 調査周波数帯域は、高速無線 LAN の使用する周波数帯域全体 (2.4GHz～2.5GHz)

¹ 【参考文献】：総務省、“電波産業会マイクロ波帯を利用する無線通信への都市雑音の影響に関する調査検討報告書”、2006年3月

とする。

イ 雑音発生状況調査は、雑音環境調査及び電子機器からの雑音の発射状況の測定調査とし、以下の内容で実施する。

(ア) 雑音環境調査

SC 内に発生する雑音トータルを評価対象とし、SC を構成する業態区分・敷地利用目的別に分類して雑音の発生状況を調査する。

なお、測定に際しては雑音の時間的変化を把握するため、SC の営業時間内外において一定時間の連続測定を行う。

合わせて測定時間帯における調査実施場所の周辺状況の変化(通行人数等)の実態を把握し関連性について分析する。

(イ) 周辺の電子機器からの雑音の発射状況調査

高速無線 LAN によるアプリケーションシステムを想定し、当該システムの利用に当たって、高速無線 LAN 端末の設置が想定される場所の周辺に存在する機器を調査対象機器として選出し、当該装置から発射される雑音の測定を行い、電磁雑音の周波数特性を得る。

更に、測定用アンテナとの距離を変化させ、装置から放射されている電磁雑音の距離減衰特性についても評価を行う。

(ウ) 測定方法と測定結果の導出方法

測定は、スペクトラムアナライザの測定周波数帯域を2.4GHz～2.5GHzに設定し、検波モードをsample検波とする。スペクトラムアナライザの周波数分解能帯域幅(RBW)は、無線LANのサブキャリアの帯域幅に近い値である300kHzとする。

なお、ビデオ帯域幅(VBW)はRBWと同じ若しくはそれ以上の帯域幅とする。測定では測定時間内においてスペクトラムアナライザの1掃引ごとのデータをPCに引き込むことを繰り返し、測定後のデータ処理によって必要な周波数での振幅発生確率分布を得る方法とする。

測定系構成の基本要件を表3-2-1に示す。

表3-2-1 測定系構成の基本要件

調査区分 使用機器	雑音発生状況調査	電子機器からの雑音の発射状況調査
スペクトラムアナライザ		
測定周波数帯域	2.4GHz～2.5GHz	
周波数分解能帯域幅	300kHz	
検波モード	Sample モードが選択できること	
ビデオ帯域幅	300kHz	
アンテナ型式（構成等）	オムニアンテナ ・指向特性：水平面内無指向性 ・偏波面：垂直偏波	ダブリッジドガイドホーンアンテナ ・指向特性：水平面内指向性 ・偏波面：垂直偏波
アンテナ設置高	1 m 程度	
バンドパスフィルター	通過帯域幅：2.4GHz～2.5GHz を含む 130MHz 通過損失 ・通過帯域内：0.5dB 以下 ・通過帯域外：70dB 以上	
低雑音増幅回路	受信利得：20dB 程度	
データ取得用パソコン	1 無線 LAN 機能を有しないもの、または当該機能を停止できるもの。 2 測定期間内において、スペクトラムアナライザの 1 掃引ごとのデータを PC に引き込み、当該データの保存が可能なもの。	

第3節 高速無線LAN(2.4GHz帯IEEE802.11nDraft)の電波伝搬特性及び伝送特性の評価

高速無線 LAN(2.4GHz 帯 IEEE802.11nDraft) (以下「11nDraft」という。)において改善された特徴的な技術と多様な通信方式ごとに、実際の利用を想定したフィールドにおける技術データ（実力値）を取得し、その伝搬特性・伝送特性について分析検討する。

11nDraft においては、物理層（PHY）レベルに換算すると 140Mbps 以上（オプションで物理層最大 600Mbps）の伝送速度を実現するため、総合的に多くの新しい高速化技術が考えられている。このため、物理層だけでなく MAC 層も含めて様々な改良点が示されている。

分析検討に当たっては、伝送速度に着目し、その主要な要素となっている「周波数帯域幅」「空間多重 MIMO」「ガード・インターバル」の異なる伝送方法による伝送速度について、

伝搬距離特性とともにデータを取得し、11nDraftの実力値を検証することとする。

なお、2.4GHz帯11nDraft対応機器については、現在の国内における市場動向を踏まえ2空間ストリームでの試験システムの構成により実施することとする。

1 評価手法

(1) SC内の各種エリアにおける高速無線LANの設置想定場所で通信距離ごとのスループットを測定し高速無線LANの実効値について検証する。

(2) 11nDraft機器について、以下の伝送構成の違いによるスループットを測定・比較検討する。

【機器仕様の比較要件】

① 周波数帯域幅

20MHz及び40MHz

② 空間多重MIMO

2空間ストリームでの合成ダイバーシチの有無

③ ガード・インターバル

必須機能である800nsとオプション機能である400ns

(3) 建築構造や遮へい物の有無など、異なる環境下での実効値によりMIMO技術の効果(通信速度、距離、安定性)を検証する

(4) 上記(1)及び(2)で取得したデータを以下のリファレンスデータと比較検証する。

ア 屋内外における見通し・雑音の少ない状況下での通信距離ごとのスループット測定試験結果

イ レガシーシステム(IEEE802.11g)のSC内で取得したスループット測定試験結果

2 スループットの測定方法

ファイル転送プロトコル(FTP)ソフトウェアを使用することとし、通信品質劣化の評価には、同一条件におけるスループット測定値の平均を算出して評価することとする

(1) 測定系の構成

FTPサーバ、無線アクセスポイント、無線クライアント(測定用PCに接続)で構成する。

(2) 測定方法

無線クライアントから無線アクセスポイント経由でFTPサーバに対し、10MByteのファイル(データの中身はランダム)をPUT/GETそれぞれ10回ずつ行う。

PUT/GETそれぞれで、測定したデータの最大と最小値を除く8個のデータの平均値を計算し、無線の上りと下りの速度を求め、この2つの値の平均を総合的な速度とする。

第4節 高速無線LANの有効な利活用方策の検証

- 1 SCにおける高速無線LANの利用を想定した各エリアでの高速無線LANの性能実測値と電磁雑音測定の結果から高速無線LANの性能との関係を検証する。
- 2 高速無線LANの実測評価から利活用に当たっての設置場所及び利用環境についての方策について検討報告する。
- 3 SCにおいて高速無線LANを活用したアプリケーション等の利活用方策について検討する。

なお、以下のアプリケーションシステムについて、試験システムを構築して当該システム構築に必要な機能要件について検証する。

- (1) 公衆無線LANサービス提供システム
- (2) CCT端末の無線化システム
- (3) 画像情報伝送システム
- (4) 電子POP広告を含めた電子棚札システム

試験システム構築に当たっての機能・利用イメージ及び検証内容を表3-4-1に示す。

表3-4-1 試験システム構築に当たっての機能・利用イメージ及び検証内容

システム名	機能・利用イメージ	検証内容
公衆無線LAN提供・CCT端末の無線化システム	<p>①SC内に高速無線LANによるインターネット接続のためのアクセスポイントを設置し、インターネットの閲覧及びメールの送受信が出来る。</p> <p>②カード決済システムを高速無線LANにより構成する。SC内のネットワーク接続口からカード決済端末間を高速無線LANで接続し、フレキシブルなサービスカウンターの設置が可能となる。これらのシステムによりカード決済が安定的に行える。</p>	<p>①AP1台に対する複数無線端末接続状態でのスループット及び無線安定度を測定・検証する。</p> <p>②インターネットの接続</p> <p>③CCT端末を無線端末に接続しAPに仮想のカード決済システムを想定したサーバを接続させ、実利用環境での安定性を確認する。</p>
SC管理や館内情報提供の画像情報伝送システム	<p>①防犯対策・安全対策・館内来客状況の画像による情報把握のため、SC内に設置した監視カメラ等から画像情報を高速無線LANを使用してSC管理センターに伝送する。</p>	<p>①監視カメラ映像の無線LANによるAP～クライアント間の伝送確認及びカメラのパン・チルト・ズームなどの遠隔操作の確認をする</p>

	②来客者への情報提供として、SC内大型ディスプレイ等に高精細度映像コンテンツを高速無線LANにより配信する。	②AP～クライアント間の無線LANによる高精細度映像コンテンツの伝送を確認する。
電子POP広告を含めた電子棚札システム	①商品に関する情報検索が可能な電子POP広告を含めた電子棚札。 ②商品陳列棚に設置した高速無線LANを介してネットワークに接続し、商品情報・イベント情報など利用者が必要とする情報を取得できる。	①タッチパネル付電子POP広告端末を無線LAN端末と接続し、APを仮想の情報配信サーバまたはインターネットに接続し商品情報の提供及び端末装置からの情報検索ができることを確認する。

第5節 試験システム構築イメージ

試験システムの構築イメージを図3-5-1から図3-5-4に示す。

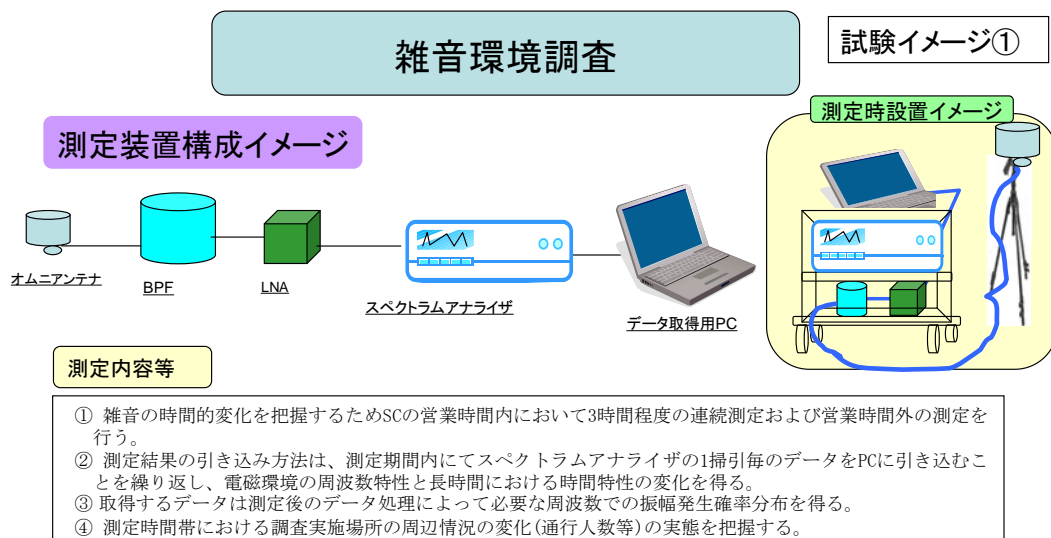


図 3-5-1 雑音環境調査

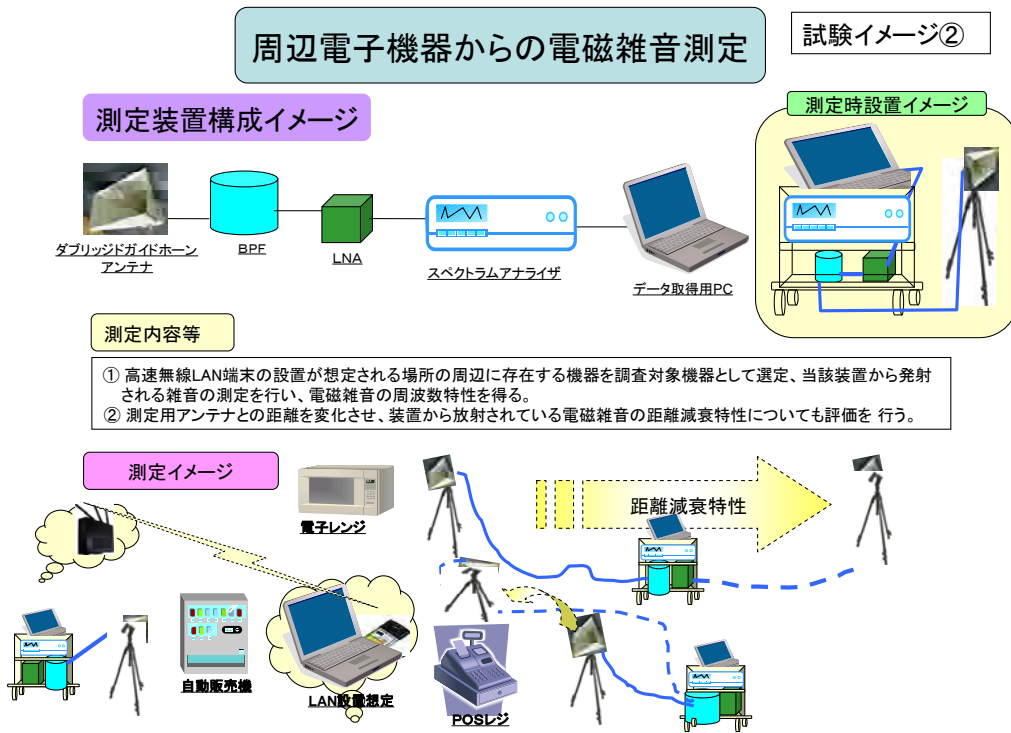


図 3-5-2 周辺の電子機器からの雑音の発射状況調査

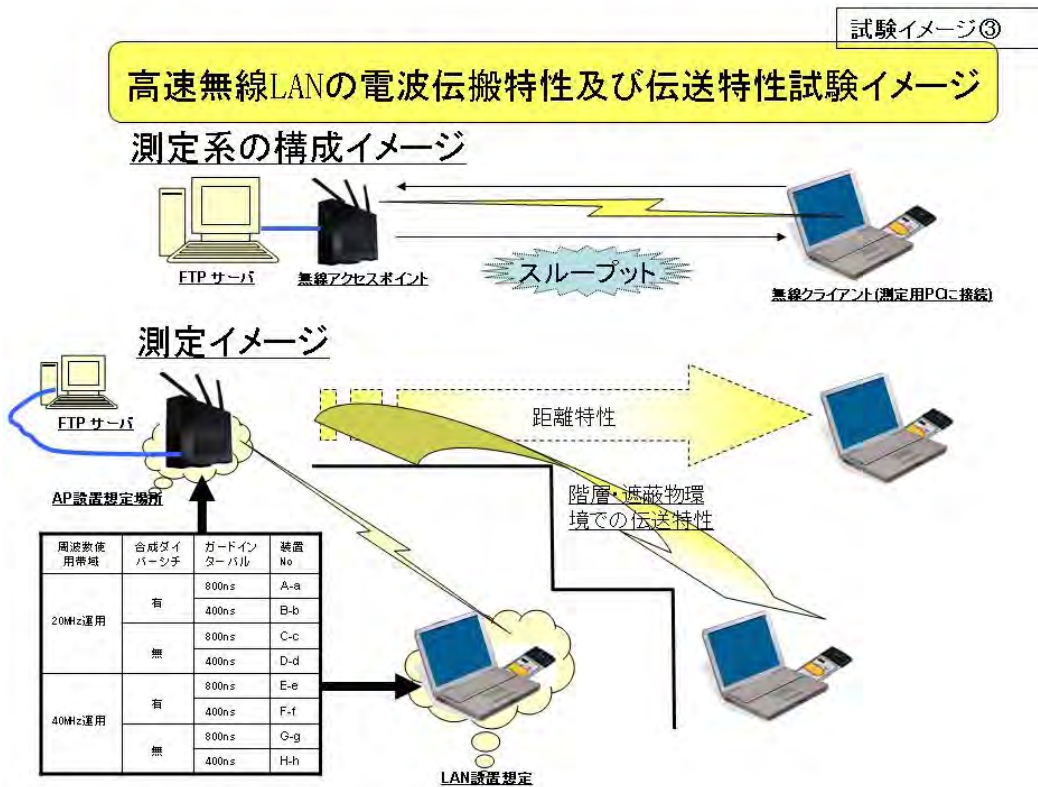
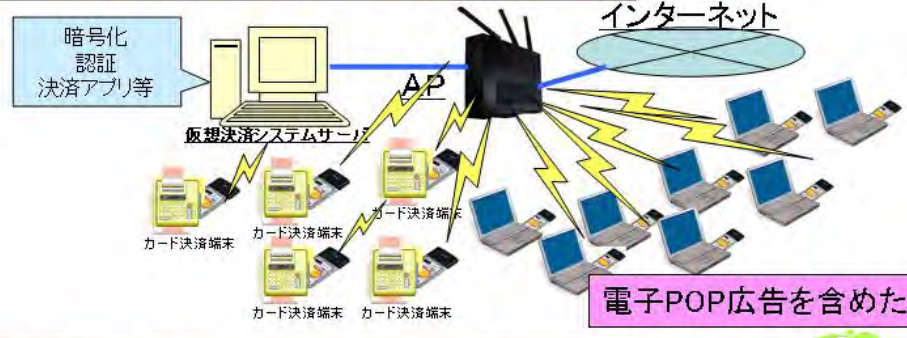


図 3-5-3 高速無線 LAN(2.4GHz 帯 IEEE802.11nDraft) の電波伝搬特性及び伝送特性

アプリケーションを想定した各種機能試験イメージ

公衆無線LAN提供・CGT端末の無線化システム



電子POP広告を含めた電子棚札システム

SC管理や館内情報提供の画像情報伝送システム

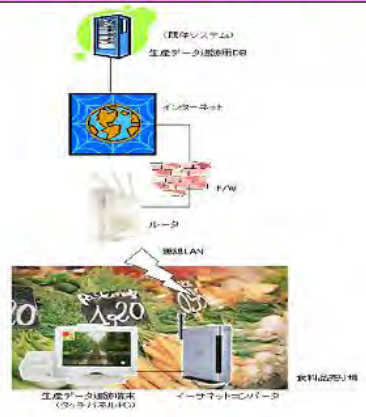
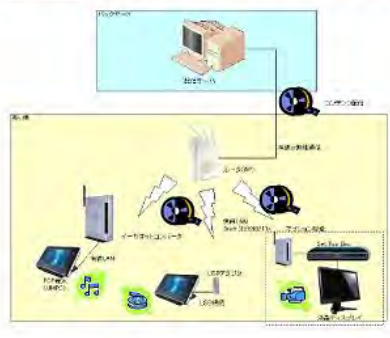


図 3-5-4 アプリケーションを想定した各種機能試験

第4章 商業区域における2.4GHz帯電磁環境調査と高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性等の試験

第1節 試験の概要

第3章で検討した高速無線LANの有効活用に関する各種試験システムを宮城県名取市に構築し、2.4GHz帯電磁環境調査と高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性試験を実施して商業区域における雑音の特性を調査するとともに、高速無線LAN(2.4GHz帯IEEE802.11n Draft以下、11n Draftという)において改善された特徴的な技術について、実際の利用を想定したフィールドにおける技術データを取得し、その有効性を検証した。

特に、①商業区域における高速無線LANの利用を想定したエリアごとに、実際の環境における高速無線LANの性能の実測値と電磁雑音の測定結果から、高速無線LANの性能と電磁環境との関係の検証、②高速無線LANの利活用に当たっての設置場所及び利用環境についての方策、③高速無線LANを活用したアプリケーション等の利活用方策について検討・報告するに必要な基礎データを取得した。

1 調査・試験の種類

(1) 2.4GHz帯電磁環境調査

電磁環境調査は、電子雑音環境調査及び個別電子機器からの雑音の発射状況の測定調査とし、エリア分類及び利用想定ごとに組み合わせて以下の内容で実施した。

ア 電子雑音環境調査

SC内に発生する雑音トータルを評価対象とし、SCを構成する業態区分・敷地利用目的別ごとにエリアを分類して雑音の発生状況を調査する。

イ 電子機器からの雑音の発射状況調査

高速無線LANによるアプリケーションシステムを想定し、当該システムの利用に当たって、高速無線LAN端末の設置が想定される場所周辺に存在する機器を調査対象機器として選定し、当該装置から発射される雑音の測定を行い、電磁雑音の周波数特性を得る。

(2) 高速無線LANの電波伝搬・伝送試験

高速無線LANにおいて改善された特徴的な技術と多様な通信方式ごとに実際の利用を想定したフィールドにおける技術データ(実力値)を収集する。

ア 雑音発生状況調査において分類した大型ショッピングセンター(以下、SCという)内の各エリアにおける高速無線LANの設置想定場所において、通信距離ごとのスル

ーブットを測定する。

イ 11nDraft 機器について、以下の伝送構成の違いによるスループットを測定・比較する。

【機器仕様の比較要件】

① 周波数帯域幅

20MHz 及び 40MHz

② 空間多重 MIMO

2 空間ストリームでの合成ダイバーシチの有無

③ ガード・インターバル

必須機能である 800ns とオプション機能である 400ns

ウ 建築構造や遮へい物の有無など、異なる環境下でのスループットを測定する。

エ リファレンスデータとして以下のデータを取得する。

屋外における見通し・雑音の少ない状況下での通信距離ごとのスループット測定。

屋内における見通し・雑音の少ない状況下での通信距離ごとのスループット測定。

レガシーシステム (IEEE802. 11g) の屋内外及び SC 内におけるスループット測定。

(3) アプリケーションを想定した各種機能試験

ア 公衆無線 LAN 提供システム

インターネット接続のために高速無線 LAN (11n Draft) によるアクセス場所 (以下、AP という) を設置し、インターネットの閲覧を行う。

イ CCT 端末 (各種決済用端末) の無線化システム

CCT 端末と SC 内のカード決済システムへの接続口間を高速無線 LAN で接続し、システムによりカードの決済が安定的に行えることを確認する。

ウ SC 管理や館内情報提供の画像情報伝送システム

①監視カメラ映像を高速無線 LAN により AP~クライアント間で伝送し、画像の確認及びカメラのパン・チルト・ズームなどの遠隔操作の確認を行う。

②AP~クライアント間の無線 LAN による高精細度映像コンテンツの伝送を確認する。

エ 電子 POP 広告を含めた電子棚札システム

タッチパネル付電子 POP 広告端末を無線 LAN 端末と接続し、AP を仮想の情報配信サーバ又はインターネットに接続し、商品情報の提供及び端末装置からの情報検索が出来ることを確認する。

2 試験期間

平成19年10月22日から平成19年11月30日まで

3 試験フィールド

試験フィールドは、IEEE802.11n 規格の無線通信装置の電波伝搬特性、壁や障害物の影響度、無線通信の有効性の確認等の条件を考慮するとともに、多数の人と店舗が集まり適度な商的有機性と相応の空間規模を有する SC を想定し、宮城県名取市増田字関下460番地に展開している「イオンモール名取エアリ」とした。「イオンモール名取エアリ」の所在を図4-1-1に示す。

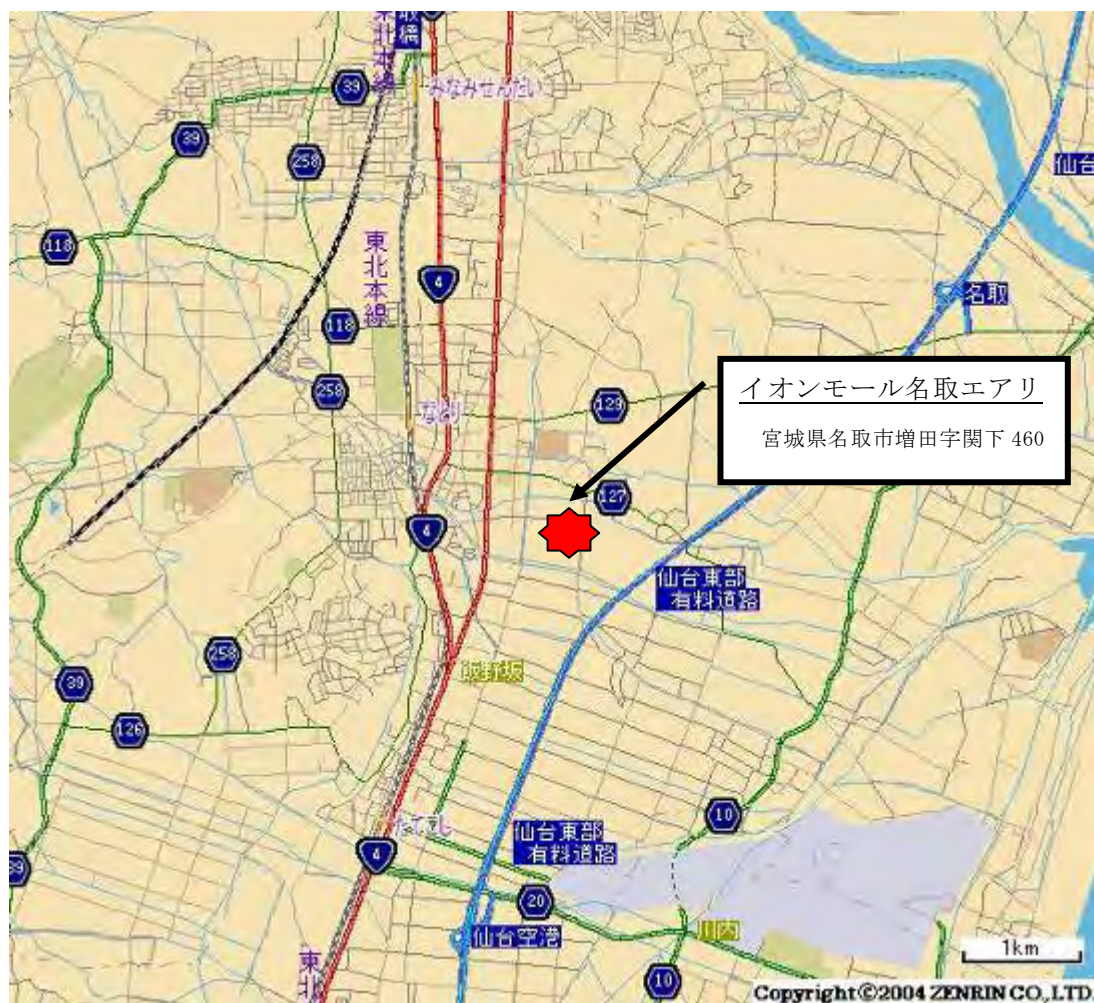


図4-1-1 試験フィールド「イオンモール名取エアリ」

試験フィールドでは、入居店舗の種別及び業態からエリアごとの大別を行い、エリアごとに電磁環境特性の調査および高速無線 LAN の電波伝搬特性及び伝送特性試験を実施した。

試験を行った SC である「イオンモール名取エアリ」におけるエリア区分及び具体的な測定場所を表4-1-1及び図4-1-2～図4-1-5に示す。

表 4-1-1 SC 内でのエリア区分と測定場所

エリア区分	具体的な測定場所	場所記号
1 総合スーパーマーケット	1階売場内商品陳列棚近傍	E-1
	1階代金精算レジ機器近傍	E-2
2 催事・オープンスペース	1階エアリコート内	E-3
	1階イーストウィングエスカレータ下	E-4
3 衣料・雑貨・装飾専門店	2階売場内商品陳列棚近傍	E-5
	2階衣料品専門店が多数ある吹抜け周辺	E-6
4 飲食店	2階フードコート内①	E-7
	2階フードコート内②	E-8
5 エンターテイメント	3階コインゲーム機器類周辺	E-9
6 家電・電子機器販売店	3階電気製品売場周辺	E-10
7 カルチャースクール	3階クッキングスタジオ周辺	E-11
8 駐車場	屋上駐車場	E-12



図 4-1-2 1階のエリア区分と測定場所



図 4-1-3 2階のエリア区分と測定場所



図 4-1-4 3階のエリア区分と測定場所

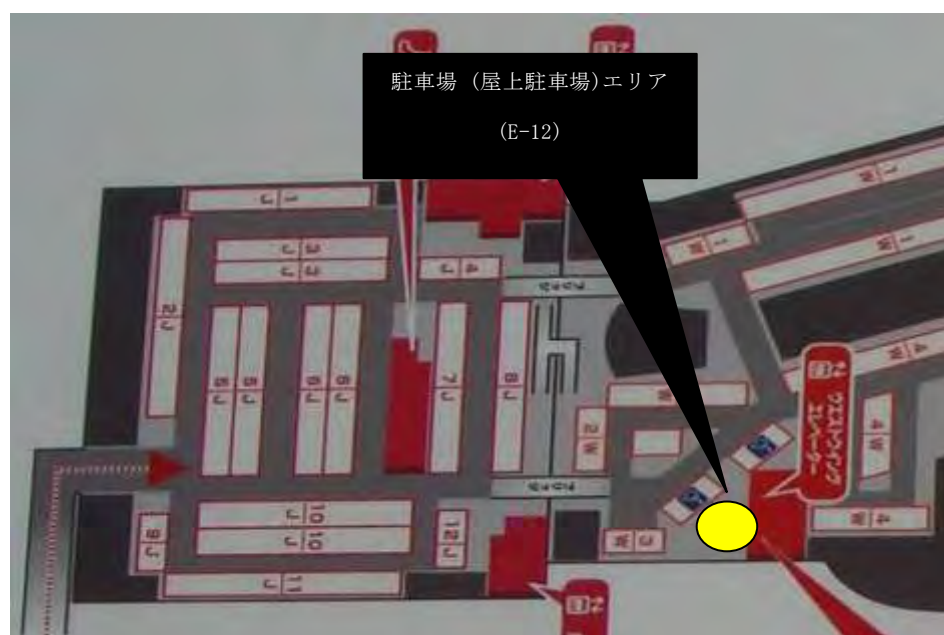


図 4-1-5 屋上(エリア区分は駐車場)での測定場所

(1) 2.4GHz帯電磁環境調査

測定場所については、当該エリアにおいて高速無線 LAN の AP の設置が想定される場所を選定して実施した。

電磁環境調査を行う測定時間は、各場所での時間変化特性も得るために営業時間中の3時間とした。また、利用者がいない状態での電磁環境特性についても比較検討を行うために、営業時間外の電磁環境特性も各場所で同様の測定系にて10分間の測定

を行った。各測定場所での調査実施時刻を表 4-1-2 に示す。

表 4-1-2 調査実施時刻一覧

月日	開始時刻	終了時刻	測定時間帯	場所記号	エリア区分	測定器設置場所	階数
2007/10/22 (月)	8:30	8:40	営業時間外	E-12	駐車場	屋上駐車場	R
	9:00	12:00		E-12			
	12:15	15:15	営業時間中	E-3	催事・ オープンスペース	エアリコート内	1
	15:25	18:25		E-4		イーストウィングエスカレータ下	
	22:00	22:10	E-3	エアリコート内			
	22:30	22:40	E-4	イーストウィングエスカレータ下			
2007/10/23 (火)	0:10	0:20	営業時間外	E-2	総合スーパー マーケット	代金精算レジ機器近傍	
	0:30	0:40		E-1		売場内商品陳列棚近傍	
2007/10/24 (水)	8:21	8:31	営業時間外	E-5	衣料・雑貨・ 装飾専門店	売場内商品陳列棚近傍	2
	8:47	8:57		E-6		衣料品専門店が多数ある吹抜け周辺	
	9:03	9:13		E-7	飲食店	フードコート内	
	9:18	9:28		E-8			
	10:00	13:00	E-8				
	13:07	16:07	E-7				
	16:15	19:15	営業時間中	E-6	衣料・雑貨・ 装飾専門店	衣料品専門店が多数ある吹抜け周辺	
	19:25	22:25		E-5		売場内商品陳列棚近傍	
2007/10/25 (木)	7:45	7:55	営業時間外	E-10	家電・電子機器販売店	電気製品売場周辺	3
	8:05	8:15		E-9	エンターテイメント	コインゲーム機器類周辺	
	8:30	8:40		E-11	カルチャースクール	クッキングスタジオ周辺	
	9:00	12:00	営業時間中	E-9	エンターテイメント	コインゲーム機器類周辺	1
	12:45	15:45		E-11	カルチャースクール	クッキングスタジオ周辺	
	16:00	19:00		E-1	総合スーパー マーケット	売場内商品陳列棚近傍	
	19:07	22:07		E-2	総合スーパー マーケット	代金精算レジ機器近傍	
	2007/10/26 (金)	9:00	12:00	営業時間中	E-10	家電・電子機器販売店	電気製品売場周辺

(2) 個別電子機器からの電磁雑音測定調査

調査対象機器は、本調査の目的が SC 内に無線 LAN のアプリケーションを構築するための基礎資料収集として行われるものであることから、無線 LAN 端末の設置が想定される場所周辺において、無線 LAN 端末が接近することが考えられる機器の中から測定可能な機器を選出することとした。調査対象機器と測定実施エリアを表 4-1-3 に示す。

表 4-1-3 測定対象機器と測定エリア

	測定対象機器	測定エリア
1	レジスター及び POS 端末	総合スーパーマーケットエリア
2	自動販売機	
3	商品冷蔵庫	
4	電子レンジ	
5	電子商品監視装置	衣料・雑貨・装飾専門店エリア

6	コインゲーム機	エンターテイメントエリア
7	電子ピアノ	衣料・雑貨・装飾専門店エリア

(3) 高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性試験

ア 上記(1)の電磁環境調査の測定場所の中から、エリアごとにAPの設置を想定した場所を選定するとともに、利用想定アプリケーションなどから、クライアント装置が設置される場所や距離的特性を測定する場所を選定した。

各エリアの測定場所を図4-1-6～図4-1-13に示す。



図4-1-6 総合スーパーマーケットエリア (E-2)

★ AP 設置場所



図4-1-7 催事・オープンスペースエリア (E-3)

★ AP 設置場所



図4-1-8 衣料・雑貨・装飾専門店エリア (E-5)

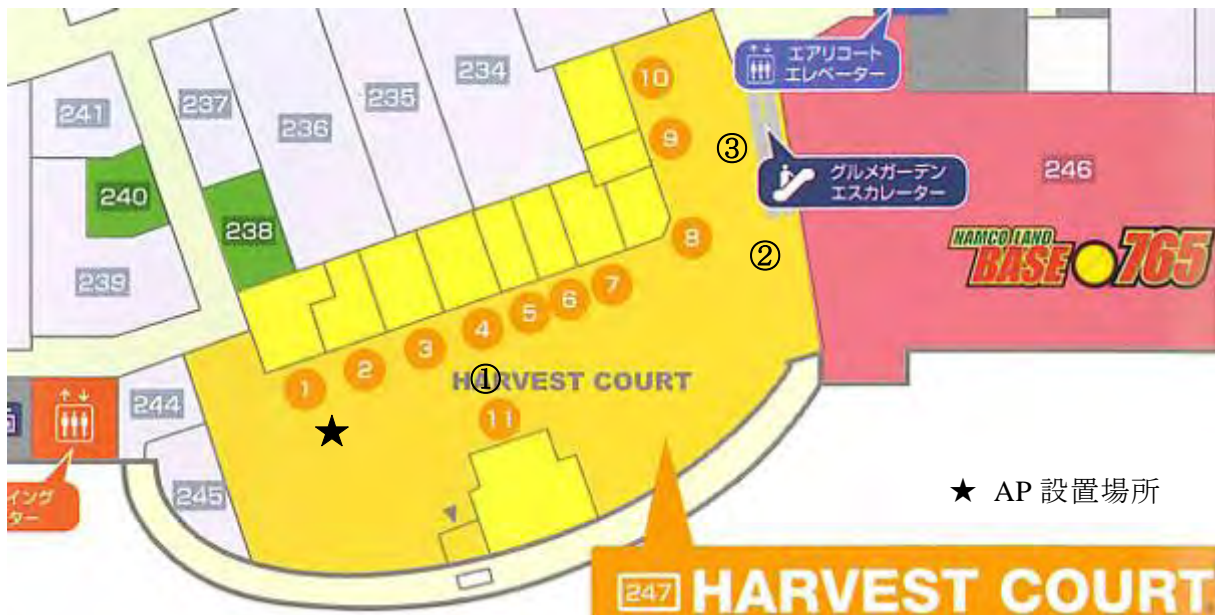


図4-1-9 飲食店エリア (E-7)



図4-1-10 エンターテイメントエリア (E-9)

★ AP 設置場所

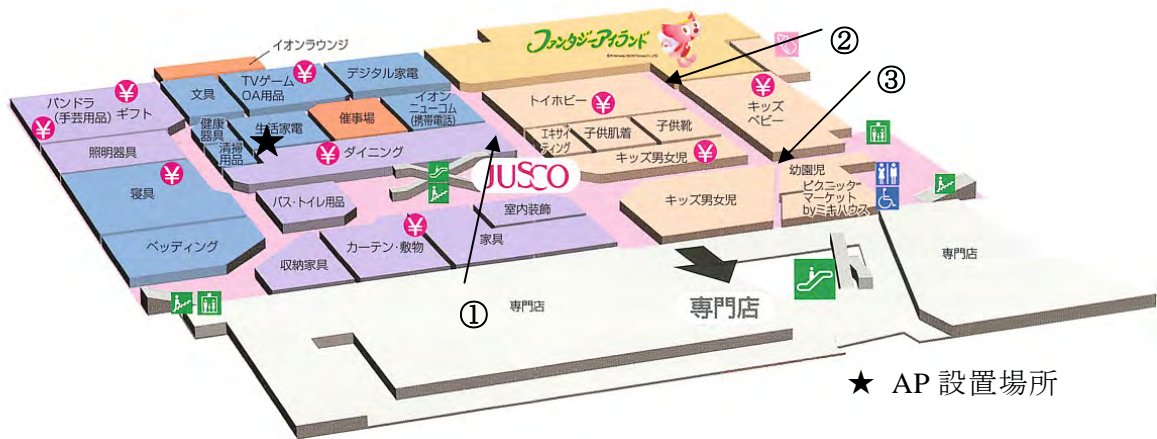


図4-1-11 家電・電子機器販売店エリア (E-10)

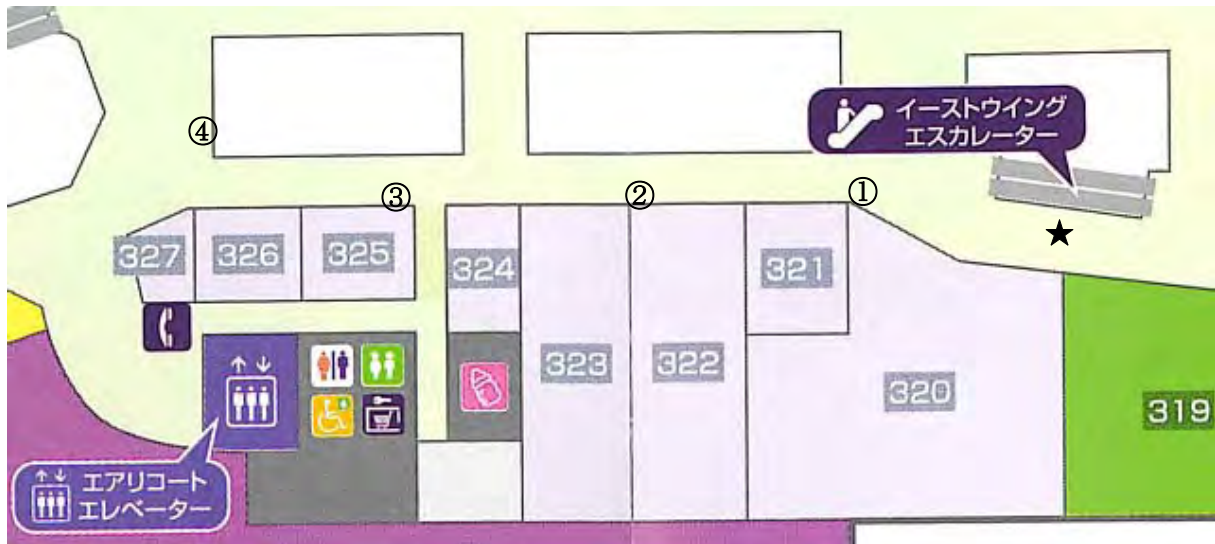


図4-1-12 カルチャースクールエリア (E-11)

★ AP 設置場所

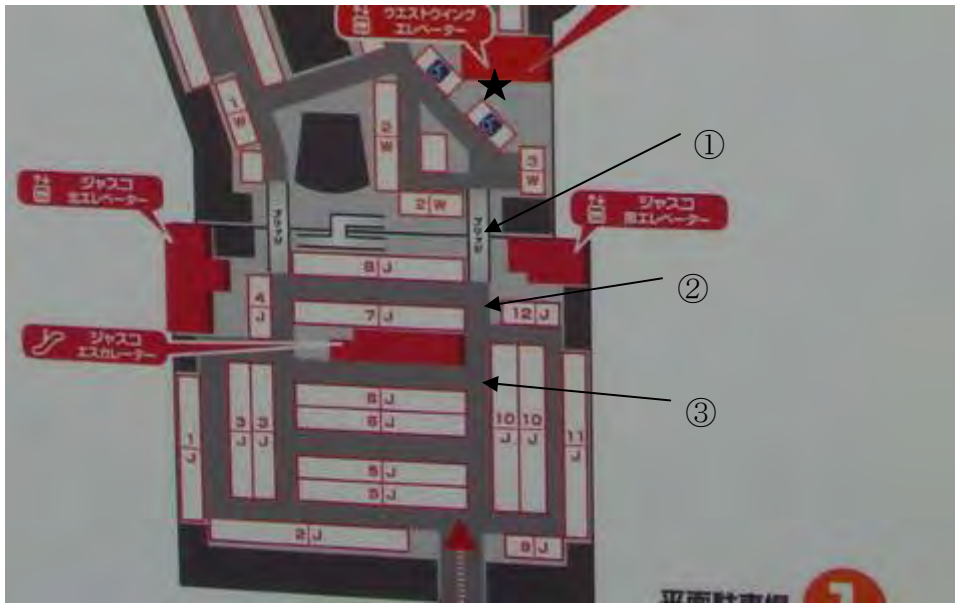


図4-1-13 駐車上エリア (E-12)

★ AP 設置場所

イ リファレンスデータの取得

(ア) 屋外理想環境での測定場所

屋外における見通し、雑音の少ない状況下等を考慮し、臨海地域の公園を選定した。

実施場所：川崎港東扇島緑道公園

住所：神奈川県川崎市川崎区東扇島 6-19

川崎港東扇島緑道公園の所在を図4-1-14に示す。

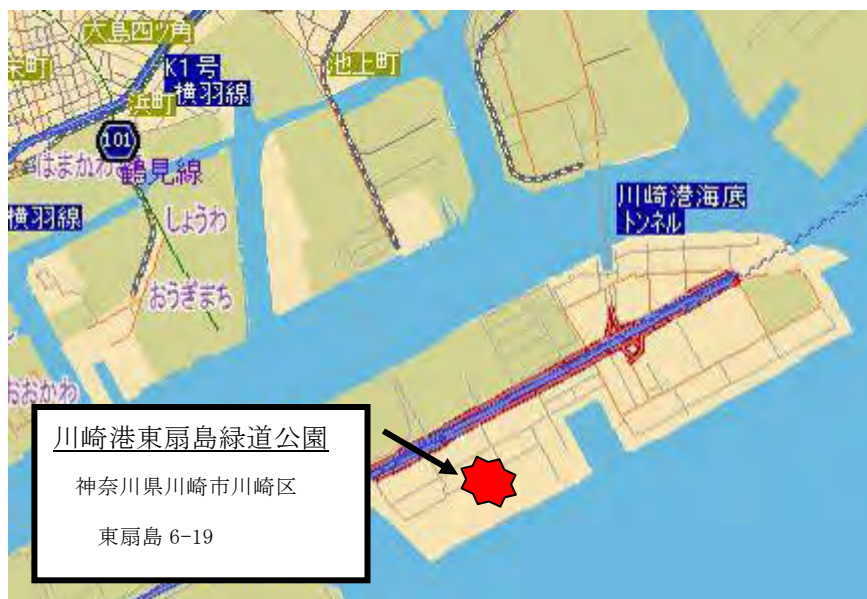


図 4-1-14 川崎港東扇島緑道公園

(イ) 屋内理想環境での測定場所

屋内における見通し、雑音の少ない状況下等を考慮し、工場跡地の物流倉庫を選定した。

実施場所：物流倉庫

住所：神奈川県座間市広野台二丁目

物流倉庫の所在を図4-1-15に示す。また、測定場所の状態を写真4-1-1に示す



図 4-1-15 「物流倉庫」の所在地

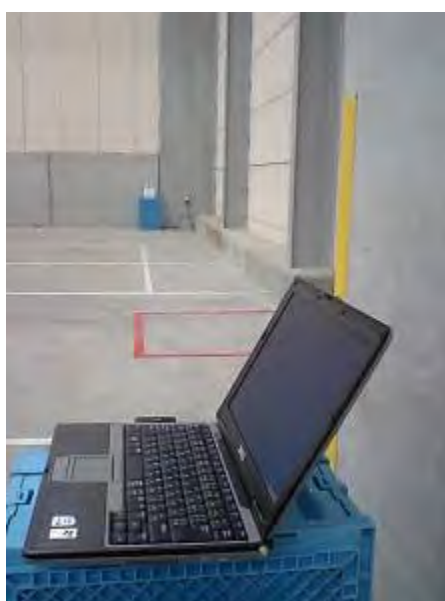


写真 4-1-1 測定場所の状態

第4章

測定に使用した物流倉庫の構造は鉄筋造であり、床面はコンクリートで天井は鉄筋が露出している。壁面はコンクリート及びパーテーション部材であり窓は無い環境である。

天井の高さは、6mであり、左右の幅は10m、見通し100mが確保できる場所である。

(4) アプリケーションを想定した各種機能試験

当該各種機能試験は、APを催事オープンスペースエリアのイーストウイング1Fエスカレータ下（図4-1-2内 E-4）に設置し、各端末を利用想定場所に移動させて実施した。

第2節 試験システムの設備構成及び設備の概要

1 2.4GHz帯電磁環境調査

(1) 各エリアにおける電磁環境の周波数特性及びその時間変化特性測定システム

試験機器の構成は、スペクトラムアナライザと測定周波数帯域に対応したアンテナ及びバンドパスフィルタを使用した。

また、観測される電磁波が微弱な場合には、必要に応じて測定感度向上のためにプリアンプを使用した。

このバンドパスフィルタは、測定周波数帯域外の携帯電話及びPHS等の電波によってスペクトラムアナライザが正しい結果を得られなくなることを防ぐためである。

なお、バンドパスフィルタは、測定周波数帯域を当該無線LANが利用する周波数帯域の前後にまで拡大することとして、通過帯域2GHz～4GHzのフィルタを用いた。

これは、無線LANの電波は、周波数帯域が割当周波数で制限されているのに対して、雑音には割り当て周波数などなく、無線LANの周波数帯域をまたいで、又は、近接した周波数等にも発生していることなどから、無線LANの周波数帯域内での雑音状況を判断するためである。

測定系のブロックを図4-2-1に示す。

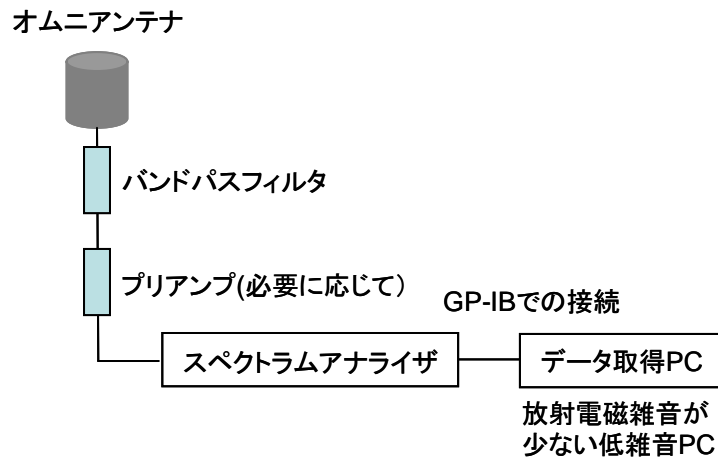


図4-2-1 電磁環境特性の測定系

調査用アンテナには、アンテナ設置場所の周囲全方向(水平面内)の電磁環境を観測するために、水平面内にて無指向特性(垂直偏波)となるオムニアンテナを用いた。

また、アンテナの設置高は、無線LAN端末の利用が想定される高さの範囲内で周囲の電磁波を良く観測できる状況を考えて1.5mとした。

測定時の測定機器類の状況を図4-2-2、測定機器名称等一覧を表4-2-1に示す。また、バンドパスフィルタの周波数特性を図4-2-3に示す。

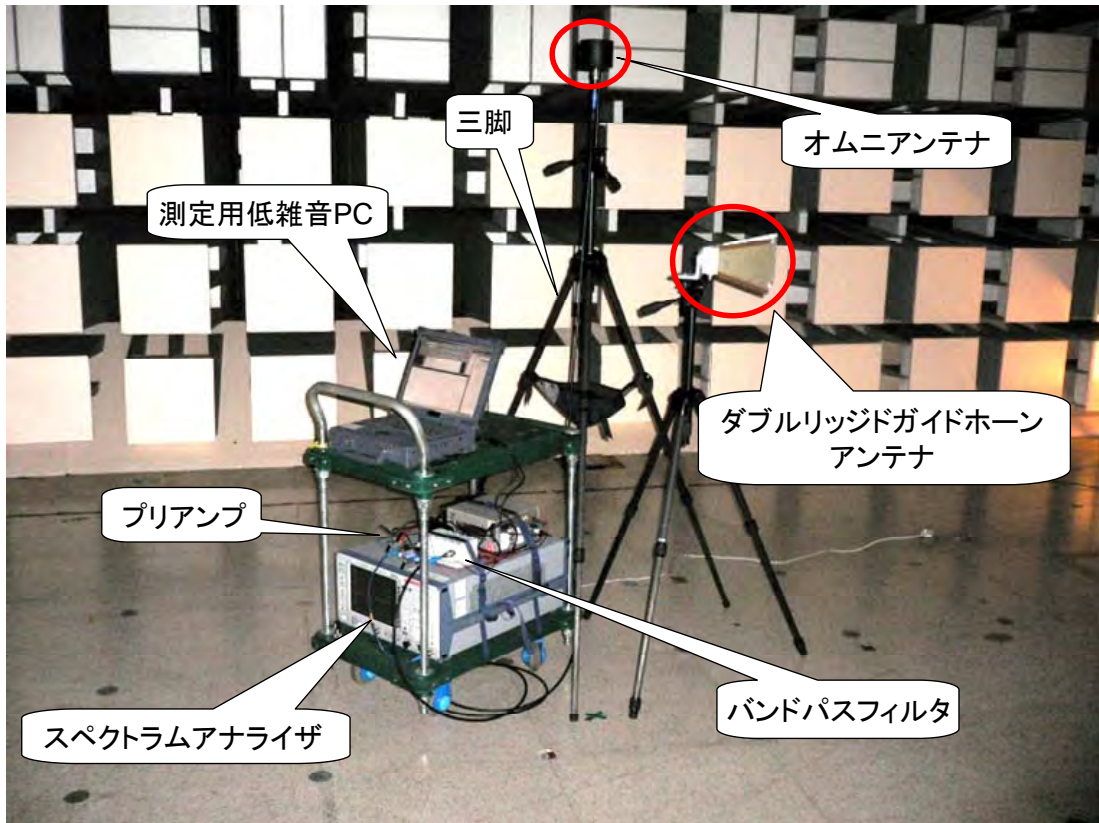


図 4-2-2 電磁環境特性測定機器類
 (ダブルリッジドガイドホーンアンテナは電気・電子機器類が発する電磁雑音特性の測定に使用)

表 4-2-1 電磁環境調査測定に用いた機器の性能等

	測定機器名称	仕様と主な設定
1	オムニアンテナ	周波数範囲:2GHz~18GHz VSWR:2.1 以下
2	バンドパスフィルタ	通過帯域:2GHz~4GHz
3	プリアンプ	周波数範囲:0.5GHz~4GHz 利得:23dB(代表値)
4	スペクトラムアナライザ	周波数範囲:20Hz~7GHz RBW= VBW=300kHz に設定
5	データ取得PC	特別に漏洩電磁波を抑制した製品
6	同軸ケーブル	損失:0.5dBm(2.4GHz)

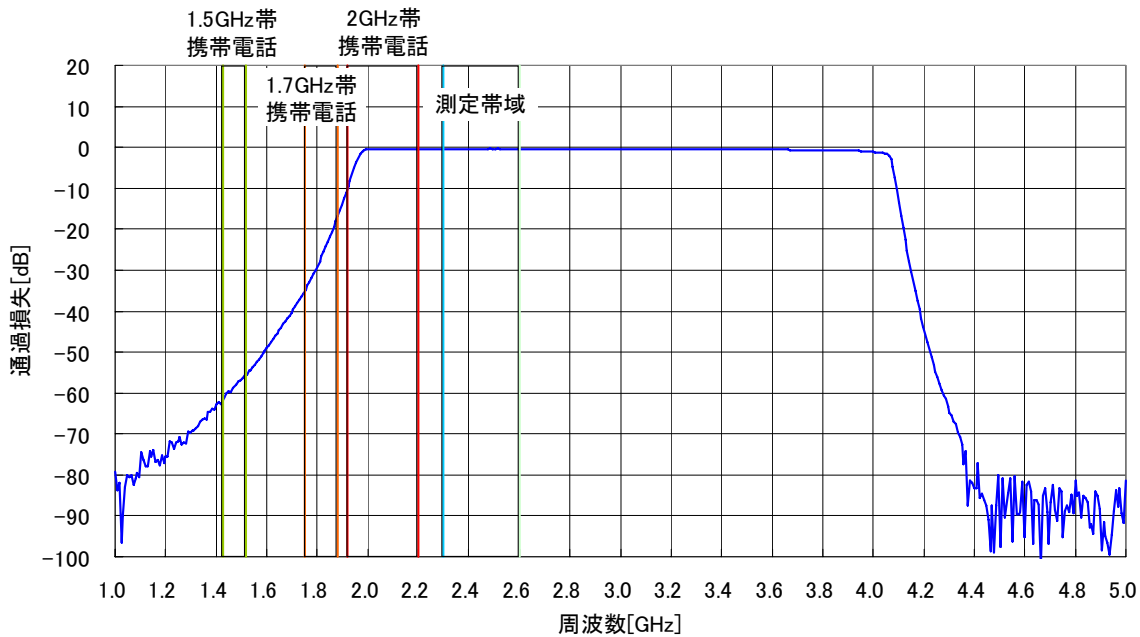


図 4-2-3 バンドパスフィルタの周波数特性

調査測定時のスペクトラムアナライザの測定周波数帯域は、調査測定時に試験フィールドの既設無線 LAN 機器類の運用を停止することが不可能であったことから、無線 LAN の電波によって当該周波数帯域の電磁環境が覆われ、測定環境に存在する電磁雑音を確認できなくなることを防ぐために、無線 LAN の利用周波数帯域を含む 2.3GHz から 2.6GHz に設定することとし、検波モードは sample 検波とした。

スペクトラムアナライザの周波数分解能帯域幅 (RBW) は、無線 LAN のサブキャリアの帯域幅に近い値である 300kHz とした。また、ビデオ帯域幅 (VBW) は RBW と同じ帯域幅とした。

電磁環境の測定データの引込み方法は、測定期間内にてスペクトラムアナライザの 1 掃引ごとのデータを PC に引込むことを繰り返し、電磁環境の周波数特性とともに長時間 (本調査では 3 時間) での時間変化特性を得ることが可能な測定方法を用いた。

この方法は、スペクトラムアナライザのデータを PC に引込むことを繰り返すたびに、若干の時間的データの欠損はあるものの、測定後のデータ処理によって測定帯域内における周波数にて振幅発生確率分布を得ることも可能な方法である。

試験フィールドにおける測定前に電磁雑音を遮断することが可能な電波暗室において、測定用アンテナにより測定機器からの雑音を測定した。

電磁環境特性測定用の測定系における雑音特性 (背景雑音) を図 4-2-4 に示す。

なお、(a) に外部プリアンプを用いない系、(b) に外部プリアンプを用いた系それぞれについて示す。

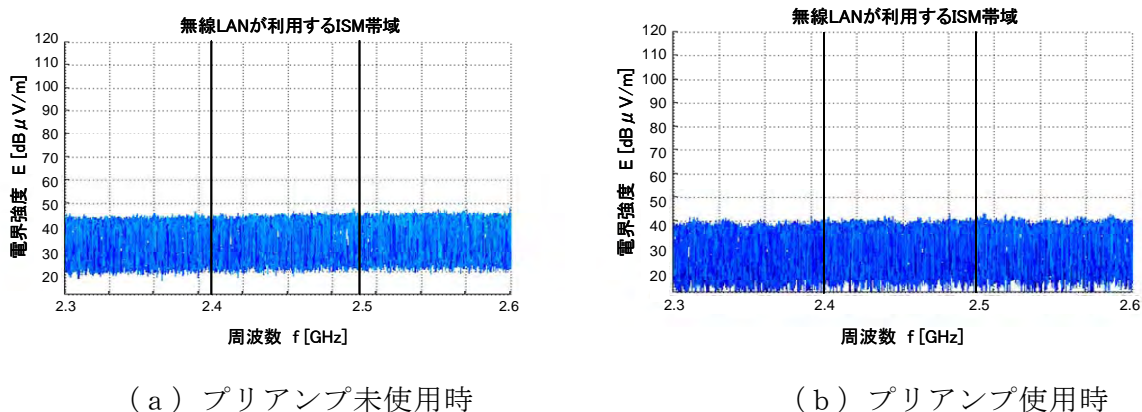


図 4-2-4 電磁環境測定系の背景雑音

上記の図から分かるように、今回の調査で使用する測定機器類からは、無線 LAN に対して影響を与えるような顕著な雑音は発生していない。

また、受信感度は測定周波数帯域内ではおおむね一定であり、プリアンプ未使用では $45\text{dB}\mu\text{V/m}$ 、プリアンプ使用時では $40\text{dB}\mu\text{V/m}$ 程度である。

本調査では SC 内に設置された既設無線 LAN からの電波の強度が低く、測定機器(スペクトラムアナライザ)への入力電圧に十分余裕がある測定時にプリアンプを接続することとした。

(2) 無線 LAN 端末設置想定場所の周辺機器からの電磁雑音の特性測定システム

測定用アンテナ以外の測定機器類は、電磁環境特性測定時と同じ機器で構成した。

測定用アンテナは対象とした機器・装置類以外の無線 LAN 端末等の電波や他の機器等からの電磁雑音等ができるだけ入力されないようするために、指向性を有するダブルリッジガイドホーンアンテナを使用した。

測定系ブロック図を図 4-2-5、測定に用いた機器一覧を表 4-2-2 に示す。

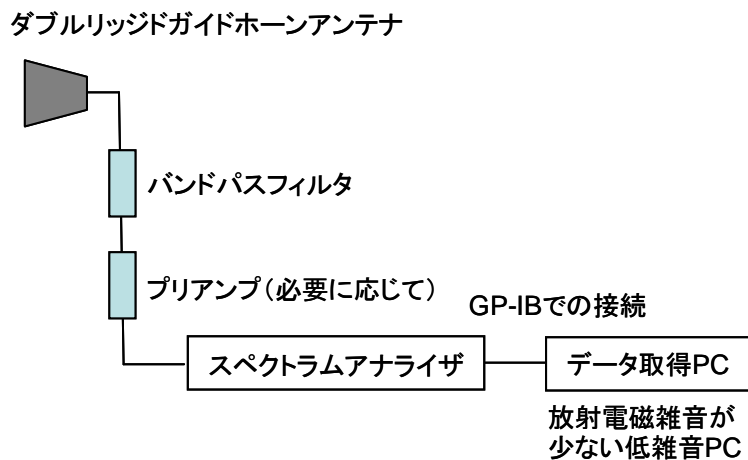


図 4-2-5 電気・電子機器類から発生している電磁雑音の測定系

表 4-2-2 電気・電子機器類からの雑音測定に用いた機器一覧

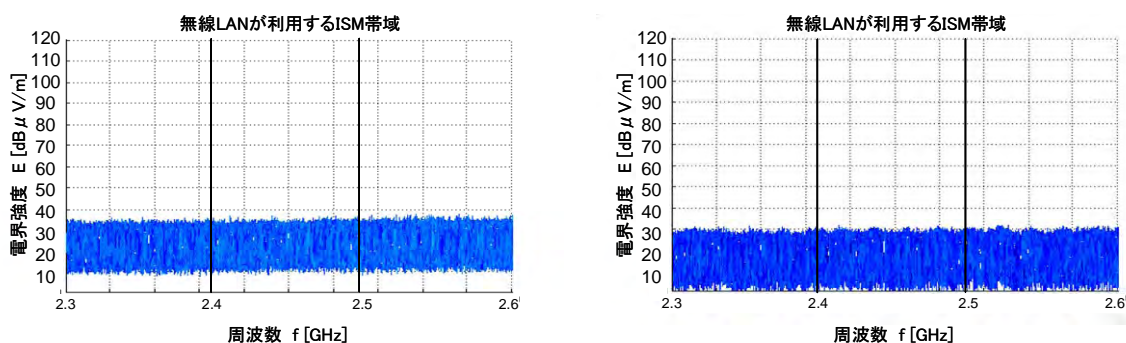
	測定機器名称	仕様と主な設定
1	ダブルリッジドガイド ホーンアンテナ	周波数範囲:1GHz~18GHz VSWR:1.5 以下
2	バンドパスフィルタ	通過帯域:2GHz~4GHz
3	プリアンプ	周波数範囲:0.5GHz~4GHz 利得:23dB(代表値)
4	スペクトラムアナライ ザ	周波数範囲:20Hz~7GHz RBW= VBW=300kHz に設定
5	データ取得P C	特別に漏洩電磁波を抑制した製品
6	同軸ケーブル	損失:0.5dBm(2.4GHz)

電磁雑音測定時の測定用アンテナと対象機器間の距離は、雑音が発射されていた場合に距離減衰特性も得られるよう 1m 及び 3m の 2 種類とした。

測定時間長は、対象とした機器が測定時間内での動作の有無を考えて 10 分間とした。

この測定系により外来からの電磁雑音を遮断することが可能な電波暗室において測定した感度特性を図 4-2-6 に示す。

なお、(a) に外部プリアンプを用いない系、(b) に外部プリアンプを用いた系について示す。



(a) プリアンプ未使用時

(b) プリアンプ使用時

図 4-2-6 無線 LAN 端末設置周辺機器から発生する電磁雑音測定系の感度

受信感度は、測定周波数帯域内でおおむね一定であり、電磁環境調査に用いた系と比較するとオムニアンテナとダブルリッジドガイドホーンアンテナの利得差分相当となる 10dB 程度感度が向上している。

なお、本調査では測定対象機器からの電磁雑音強度が小さく測定機器(スペクトラムアナライザ)への入力電圧に十分余裕がある測定時にプリアンプを接続することとし

た。

2 高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性試験

電波伝搬特性及び伝送特性について、スループットによる測定結果を得るため、以下の測定を行うこととした。

- ① 設置想定場所での通信距離ごとのスループット測定
- ② 伝送構成の違いによるスループット測定・比較
- ③ 異なる環境下での MIMO 技術の効果検証
- ④ リファレンスデータ測定及び比較

(1) 試験システムの設置構成

試験システムの基本構成を図 4-2-7 に示す。



図 4-2-7 試験システムの基本設置構成図

無線アクセスポイント（以下、AP という）には、有線経由で FTP サーバが接続されており、無線クライアント上でスループット測定用のバッチプログラムを起動し、FTP サーバとの通信速度を測定する。

スループット測定用のバッチプログラムは測定用 PC の OS に同梱されている FTP クライアントプログラムを使用し、コマンドプロンプト上で実行する。

測定用のファイルを 10 回ずつ受信及び送信を行い、スループットのログを書き出す。

試験システムの設置状況を写真 1-2-1～1-2-3 に示す。



写真 4-2-1 無線 AP



写真 4-2-2 無線クライアント



写真 4-2-3 FTP サーバ

無線 AP は、より実際の設置環境に近づけるために三脚に取り付け約 3m 程の高さを

確保し設置した。

無線クライアントは、約 1m 程の高さに設置し移動が可能な様に台車に取り付けた。

測定は、無線 AP～無線クライアント間の距離を離していき、距離ごとのスループットの測定を行った。

無線 AP は、各伝送構成に設定したものを複数設置し、測定場所ごとに全ての伝送構成によるスループット測定を行うこととした。

なお、複数の伝送構成に対応している無線 AP については、モード切替によって試験要件に対応する伝送構成に設定して測定を行った。

また、「周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ有, ガードインターバル 800ns」の伝送構成については製品対応が見送られたため、今回の測定では測定を省略することとした。

伝送構成と装置区分の構成を表 4-2-3 に示す

表 4-2-3 測定伝送構成と装置区分

周波数使用帯域	合成ダイバーシチ	ガードインターバル	装置区分
20MHz 運用	有	800 ns	装置①A:20MDonG800
		400 ns	装置⑤B:20MDonG400
	無	800 ns	装置②C:20MDoFFG800
		400 ns	装置③D:20MDoFFG400
40MHz 運用	有	400 ns	装置⑤E:40MDonG400
	無	800 ns	装置④F:40MDoFFG800
		400 ns	装置④G:40MDoFFG400

(2) 設備の概要

試験システムの構成を表 4-2-4 に示す。

表 4-2-4 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線アクセスポイント	5台	性能： 装置① ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 最大スループット 130Mbps (理論値) ・ 装置区分 A:20MDonG800 (周波数帯域 20MHz, 合成ダイバーシチ有, ガードインターバル 800ns)

		<ul style="list-style-type: none"> ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 <p>装置②</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 最大スループット 130Mbps (理論値) ・ 装置区分 C:20MDoFFG800 (周波数帯域 20MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 800ns) ※ 合成ダイバーシチの無効化は、該当のアンテナ端子にターミネータを取り付けることによって行う。 <ul style="list-style-type: none"> ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 <p>装置③</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 最大スループット 300Mbps (理論値) ・ 装置区分 D:20MDoFFG400 (周波数帯域 20MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) <ul style="list-style-type: none"> ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 <p>装置④</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 最大スループット 300Mbps (理論値) ・ 装置区分 F:40MDoFFG800 (周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 800ns) ・ 装置区分 G:40MDoFFG400 (周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) <ul style="list-style-type: none"> ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 <p>装置⑤</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 最大スループット 300Mbps (理論値) ・ 装置区分 B:20MDoNG400 (周波数帯域 20MHz, 合成ダイバーシチ有, ガードインターバル 400ns) ・ 装置区分 E:40MDoNG400 (周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ有, ガードインターバル 400ns) <ul style="list-style-type: none"> ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ FTP によるスループット測定
2	無線クライアント	1 式 性能：

	(送信／受信)		<ul style="list-style-type: none"> ・ノート PC CPU Intel CoreSoloU1400 1.2GHz OS WindowsXP SP2 メモリ 512MB ・11n Draft 対応無線 LAN カード 最大スループット 300Mbps(理論値) ダブルチャネル対応, ガードインターバル 400ns 対応 WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能 : <ul style="list-style-type: none"> ・スループット測定用の FTP バッチプログラムによるスループット測定
3	FTP サーバ	1 式	性能 : <ul style="list-style-type: none"> ・有線接続で 100Mbps のパフォーマンスを持つ FTP サーバ 機能 : <ul style="list-style-type: none"> ・スループット測定用バッチプログラムに対応した
4	無線 LAN モニタ	1 式	性能 : <ul style="list-style-type: none"> ・IEEE802.11a/b/g 無線 LAN 用モニタツール 機能 : <ul style="list-style-type: none"> ・IEEE802.11a/b/g のワイヤレス環境で、スループット測定箇所の無線 LAN の使用状態をモニタリング

(3) 機能

設置想定場所での通信距離ごとのスループット測定のためのツールの機能を示す。

ア スループット測定

スループット測定においては、無線クライアントから無線 AP 経由で FTP サーバに対し、10MByte のファイル(データの中身はランダム)を PUT/GET それぞれ 10 回ずつ行う。

PUT/GET それぞれで測定したデータの最大値と最小値を除き、8 個のデータの平均値を計算し、無線の上りと下りの速度を求め、この 2 つのうち値の大きい方を総合的な速度とする。

スループット測定用バッチファイルの測定画面を図 4-2-8 に示す。

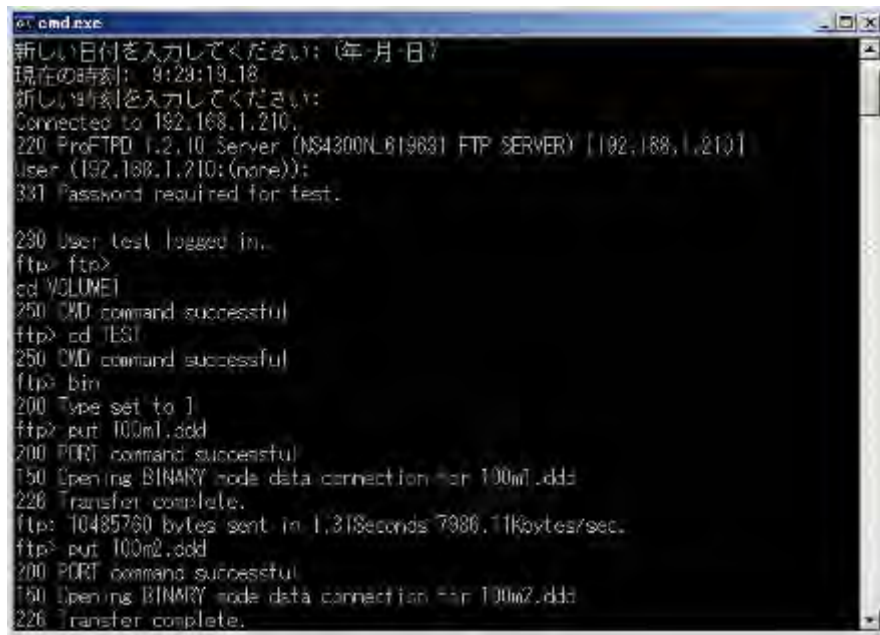


図 4-2-8 スループット測定用バッチファイルの測定画面

イ 無線 LAN モニター

測定ポイントにおける既設無線 AP の設置状況及び電波の受信状況を把握するため無線 LAN モニターによる測定を実施することとした。

ソフトウェアは、「Network Stumbler」を使用する。

起動後、すべての無線 LAN のチャンネルをスキャンし、受信した AP の情報を表示する。

無線 LAN モニターによる測定画面を図 4-2-9 に示す。

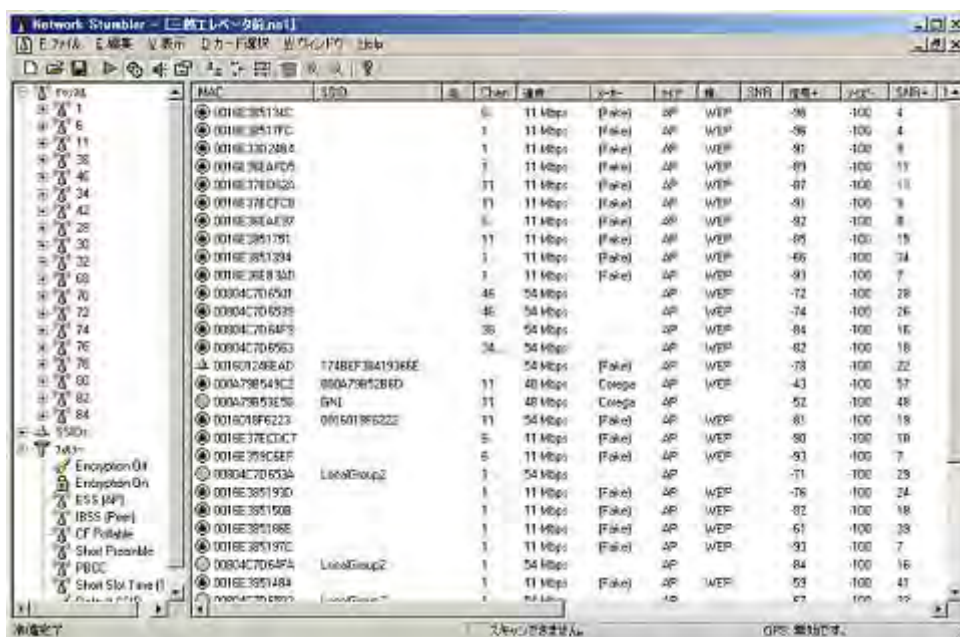


図 4-2-9 無線 LAN モニター動作画面

3 アプリケーションを想定した各種機能試験

(1) 公衆無線 LAN 提供システム

ア システムの設置構成

試験システムの構成を図 4-2-10 に示す。



図 4-2-10 公衆無線 LAN 構成図

インターネット回線(無線)については、PHS 経由での接続(速度最大 128Kbps)を無線 AP に有線接続したパソコン上でを行い、それを WindowsXP のインターネット共用機能により無線側へ提供する。

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-5 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-5 公衆無線 LAN 提供システム試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線アクセスポイント	1 式	性能 : ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能 : ・ 公衆無線 LAN 提供
2	無線クライアント (送信/受信)	1 式	性能 : ・ ノート PC CPU Intel CoreSoloU1400 1.2GHz OS WindowsXP SP2 メモリ 512MB ・ 11n Draft 対応無線 LAN カード 最大スループット 300Mbps(理論値) ダブルチャネル対応, ガードインターバル 400ns 対応 WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能 :

			・パソコン
3	インターネット 接続パソコン	1式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ノートPC CPU Intel CoreSoloU1400 1.2GHz OS WindowsXP SP2 メモリ 512MB 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・インターネット接続回線端末を利用しインターネットへ接続し、WindowsXP のインターネット共有を実行。
4	インターネット 接続回線端末	1式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・回線端末 PHSx2 回線(最大 128Kbps)対応端末 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・USB にてインターネット接続パソコンと接続し、ダイヤルアップモデムとして動作する。

ウ 機能

ADSL、FTTH 等のブロードバンド回線の代替として、WindowsXP のインターネット共有機能を利用し、公衆無線 LAN 回線とした。

WindowsXP のインターネット共有機能については、TA(ターミナルアダプター)やモデム経由で LAN に接続した複数のパソコンからインターネットにアクセスできる機能であり、この機能を有効にしたパソコンを介して、インターネットにアクセスできる。

インターネット接続共有機能を有効化した Windows パソコンがルーターの代わりになる。

(2) CCT 端末(各種決済用端末)の無線化システム

ア システムの設置構成

試験システムの構成を図 4-2-11 に示す。

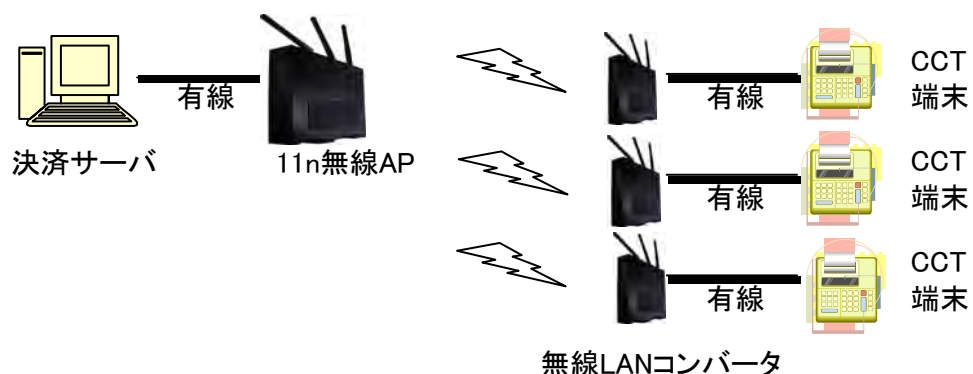


図 4-2-11 CCT 端末無線化システム構成図

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-6 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-6 CCT 端末の無線化システムの概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線アクセスポイント	1 式	性能： ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能： ・ 公衆無線 LAN 提供
2	無線コンバータ	3 式	性能： ・ 11n Draft 対応 無線コンバータ ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns)対応 ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能： ・ CCT 端末と有線接続し、11n Draft 対応無線 AP 接続する。
3	CCT 端末	1 式	性能： ・ マルチターミナル CPU Eden シリーズ OS Windows XP Embedded HDD 40GB

			<p>表示装置 タッチパネル付き 8.4 インチ SVGA</p> <p>プリンタ 発色型感熱記録方式サーマル 58mm 幅</p> <p>磁気カードリーダー ISOトラック 2, JIS 表面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有線 LAN I/F 接続が可能な端末 <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポイントカード及びクレジットカード処理を実施
4	決済システムサーバ	1式	<p>性能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クレジットカード決済及びポイントカードの処理が可能 <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CCT 端末からの決済情報の処理を行う。

ウ 機能

テスト用ポイントカード及びクレジットカードの情報をもとに、CCT 端末において決済情報をランダムに発生させる。

CCT 端末 3 台それぞれに有線接続した無線 LAN コンバータ～高速無線 LAN の AP を介して無線接続を行う。高速無線 LAN の AP は SC 館内の決済システムサーバに接続されている。

CCT 端末において発生した決済情報を実際に SC 内で使用されている決済サーバにより決済処理を行い、当該処理が完了した結果を CCT 端末ごとに確認できる。

ワゴンサービスでの利用を想定して、移動可能な決済端末の無線化構成を行った。試験システムの設置状況を写真 4-2-4 及び 4-2-5 に示す。



写真 4-2-4 CCT 端末と無線 LAN アダプタ



写真 4-2-5 CCT 端末移動構成

(3) SC 管理や館内情報提供の画像情報伝送システム

ア システムの設置構成

(7) 監視カメラの動画転送システム

試験システムの構成を図 4-2-12 に示す。

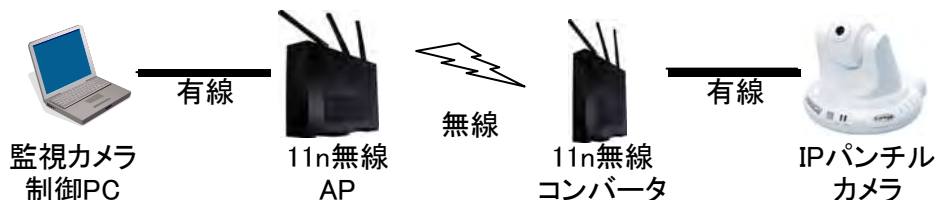


図 4-2-12 監視カメラの動画転送システム

(イ) 高精細度映像コンテンツの配信システム

試験システムの構成を図 4-2-13 に示す。

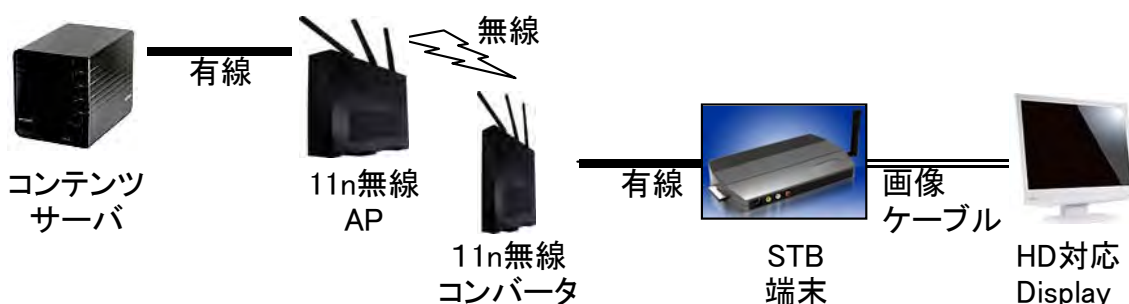


図 4-2-13 高精細度画像コンテンツ配信システム

イ 設備の概要

(7) 監視カメラの動画転送システム

試験は、次の表 4-2-7 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-7 監視カメラの動画転送システムの概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線アクセスポイント	1 式	性能： ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能： ・ 動画を高速転送可能。
2	無線コンバータ	1 式	性能：

			<ul style="list-style-type: none"> ・ 11n Draft 対応 無線コンバータ ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) 対応 ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能 : <ul style="list-style-type: none"> ・ IP カメラと有線接続し、11n Draft 対応無線 AP と接続する。
3	IP カメラ	1 式	性能 : <ul style="list-style-type: none"> ・ 有線 LAN I/F 接続が可能な端末 ・ パン・チルト等のカメラ制御 機能 : <ul style="list-style-type: none"> ・ 640×480 (VGA) 10fps の動画転送
4	監視カメラ制御パソコン	1 式	性能 : <ul style="list-style-type: none"> ・ ノート PC CPU Intel PentiumM 1.4GHz OS WindowsXP SP2 メモリ 512MB 機能 : <ul style="list-style-type: none"> ・ IP カメラの動画再生およびカメラ制御を行う。

(イ) 高精細度映像コンテンツの配信システム

試験は、次の表 4-2-8 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-8 高精細度画像コンテンツ配信システムの概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線アクセスポイント	1 式	性能 : <ul style="list-style-type: none"> ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能 : <ul style="list-style-type: none"> ・ HD 画質のファイルを高速転送可能。
2	無線コンバータ	1 式	性能 : <ul style="list-style-type: none"> ・ 11n Draft 対応 無線コンバータ ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns)

			<ul style="list-style-type: none"> WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能： <ul style="list-style-type: none"> STB 端末と有線接続し、11n Draft 対応無線 AP と接続する。
3	STB 端末	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> 有線 LAN I/F 接続が可能な端末 HD 画質(解像度 1440 x 1080)動画ファイルの再生 機能： <ul style="list-style-type: none"> 設定した時間にコンテンツサーバ内のコンテンツを取得し再生を行う。
4	コンテンツサーバ	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> 有線 LAN I/F 接続 FTP サーバ 7200rpm 高速 SATA HDD 搭載 機能： <ul style="list-style-type: none"> STB 端末へ HD 画質のコンテンツ配信を行う。
5	ディスプレイ	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> HD 画質(解像度 1440 x 1080)表示 機能： <ul style="list-style-type: none"> STB 端末からの HD 画質動画表示を行う。

ウ 機能

(ア) 監視カメラの動画転送システム

有線 I/F を持ったネットワークカメラの動画を 11n 無線コンバータを通して監視カメラ制御 PC で画像の表示及びカメラのパンチルト機能などのコントロールを行う。

(イ) 高精細度映像コンテンツの配信システム

コンテンツサーバには、HD 画質動画ファイルが保存されており、11n の無線を通して、セットトップボックス(以下、STB という)端末が設定された時間に動画ファイルをダウンロードし、本体に装着された CF(コンパクトフラッシュ)に保管する。コンテンツ保管後は STB 端末によって自動的に再生を行う。

HD 画質動画ファイルとして、今回の試験においては解像度 1440×1080、毎秒 24 フレーム(fps)の HD 画質 104MByte(再生時間 30 秒分)のファイルを使用した。

(4) 電子 POP 広告を含めた電子棚札システム

ア システムの設置構成

試験システムの構成を図 4-2-9 に示す。



図 4-2-14 電子 POP 広告電子棚札システム

イ 設備の概要

試験システムは、次の表 4-2-9 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-9 電子 POP 広告を含めた電子棚札システムの概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線アクセスポイント	1 式	性能： ・ 11n Draft 対応 無線 AP ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能： ・ コンテンツファイルを高速転送可能。
2	無線コンバータ	1 式	性能： ・ 11n Draft 対応 無線コンバータ ・ 装置区分 G:40MDoFFG400(周波数帯域 40MHz, 合成ダイバーシチ無, ガードインターバル 400ns) 対応 ・ WPA/WPA2-PSK AES 対応 機能： ・ POP 端末と有線接続し、11n Draft 対応無線 AP と接続する。
3	POP 端末	2 式	性能： 端末①

			<ul style="list-style-type: none"> ・解像度 320x240 のコンテンツ表示 ・無線 LAN I/F 接続が可能(11b で直接接続) 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・設定した時間にコンテンツサーバ内のコンテンツを取得し自動的に再生を行う。 端末② <ul style="list-style-type: none"> ・解像度 480x234 のコンテンツ表示 ・有線 LAN I/F 接続が可能
4	コンテンツサーバ	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・有線 LAN I/F 接続 ・FTP サーバ ・7200rpm 高速 SATA HDD 搭載 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・POP 端末へコンテンツ配信を行う。

ウ 機能

電子 POP 広告や電子棚札に使用されるコンテンツについては、動画及び文字情報によるが、多数の製品については、個別の情報コンテンツを各装置端末ごとに配信する必要がある。

このため、個々の端末装置があらかじめ設定した時刻（コンテンツの更新時刻）にコンテンツサーバ(FTP サーバ)内のコンテンツを自ら取得し、本体に装着された CF(コンパクトフラッシュ)に保管し、コンテンツの保管後に自動的に再生を開始するシステム構成とした。

使用したコンテンツは、解像度 480x234 及び 320x240 で構成する 5 MByte のファイルとした。

第3節 各試験の検証内容および結果

1 理想環境での高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性(リファレンスデータ)

屋外理想環境における伝送構成及び距離ごとの通信速度の測定結果を図4-3-1に、屋内理想環境における伝送構成及び距離ごとの通信速度の測定結果を図4-3-2に示す。

なお、測定結果の図に表示した各装置の周波数使用帯域、合成ダイバーシチ、ガードインターバルの設定は表4-3-1に示すとおりである。

表4-3-1 測定結果の図に表示した各装置毎の設定内容

装置区分	周波数使用帯域	合成ダイバーシチ	ガードインターバル
A : 20MDonG800	20MHz	有	800ns
B : 20MDonG400			400ns
C : 20MDoFFG800		無	800ns
D : 20MDoFFG400			400ns
E : 40MDonG400	40MHz	有	400ns
F : 40MDoFFG800			無
G : 40MDoFFG400		400ns	
H : Legacy11g		20MHz	無

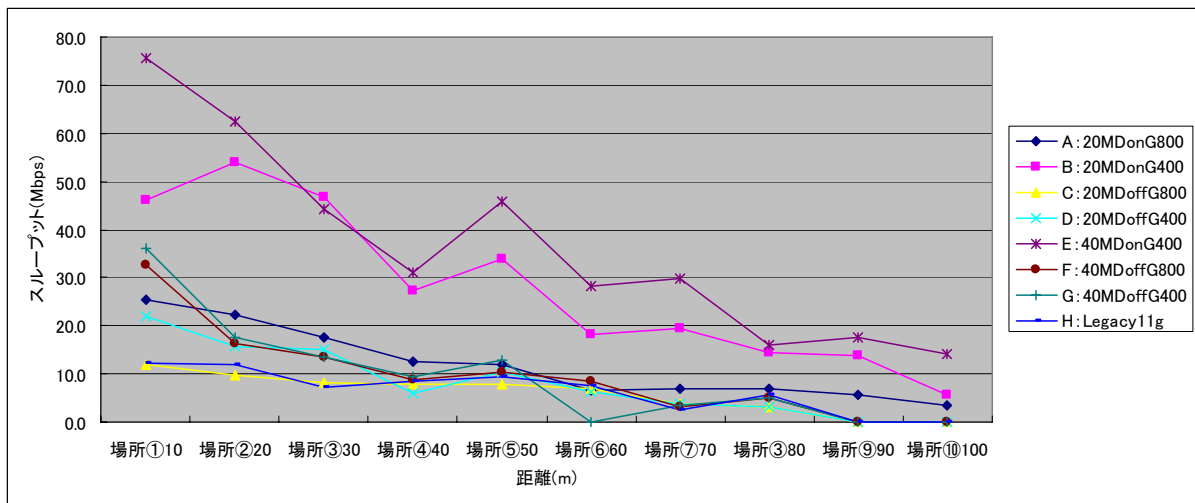


図4-3-1 屋外理想環境での伝送構成及び距離ごとの通信速度の測定結果

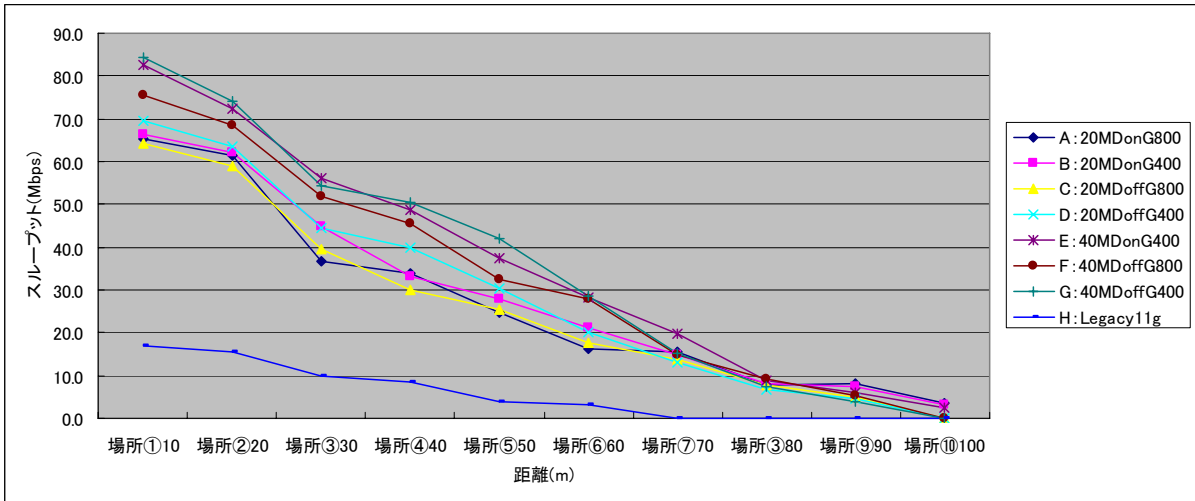


図4-3-2 屋内理想環境での伝送構成及び距離ごとの通信速度の測定結果

(1) 屋外理想環境での測定結果の特徴

ア 20m以内の近距離においては、いずれの伝送構成もほぼ10Mbps(最大65Mbps)を超える通信速度が得られている。

イ 距離的特性については帯域幅40MHzでは、50mまでの通信速度の低下が顕著に現れている。

ウ スループットは、全体的に50mまでに半減する結果となり、それ以遠については、スループットの著しい低下は鈍化していくことが分かった。

エ 合成ダイバーシチの有無については、近距離において通信速度の差が顕著であると同時に、APからの距離が大きく離れた場合のスループットの低下が低い結果となった。

オ 11nとIEEE802.11gとの比較について、IEEE802.11gのスループットは、30mの地点で10Mbps以下となり、70mを超えた地点で通信が不安定になった。

一方、11nで合成ダイバーシチ機能を有している場合は、距離によってスループットが低下していくものの、70mを超えても5Mbps程度のスループットで安定した通信が可能であった。

(2) 屋内理想環境での測定結果の特徴

ア いずれの伝送構成においても20mまでの近距離において、60Mbps以上の高いスループットが得られ、IEEE802.11gの5倍以上のスループットが得られている。

イ 距離的な特性としては、全体的に距離に対応してスループットが低下しており、おおよそ50mごとに半減していく傾向となった。

ウ 伝送構成ごとの特性としては、帯域幅20/40MHzにおいて、60mまで40MHz帯域の伝送構成において高いスループットとなっていることが分かる。

また、ガードインターバルについては、60mまでは400nsの方が800nsより高いスループットが得られているが、70mを超えた以遠は逆転していることが分かる。

合成ダイバーシチについては、90m以上離れた場合にわずかながらであるが、一定のスループットを維持していることから安定性に貢献しているものと思われる。

エ 11nとIEEE802.11gとの比較については、スループットと距離に大きな差が出ている。11gのスループットは、30mの地点で10Mbpsを切っており、60mを超えた地点で通信が不安定になった。しかし、11nでは60mを超えても安定した通信が可能であった。

(3) 理想環境下における屋内外測定結果の特徴

ア いずれの伝送構成においても、屋内理想環境で高いスループットが得られている。

イ 距離ごとのスループットについて、60m地点までは一様に屋内理想環境におけるスループットが高い結果となった。

ウ 屋外環境においては、距離ごとのリンクスピードの違いや若干の反射の影響から、距離に応じた測定結果にばらつきが見られるが、屋内環境においては距離に応じた伝搬特性が顕著に現れている。屋外における特性は、IEEE802.11gの特性と近似している。

エ 一方、70m以上の地点では合成ダイバーシチによる構成のシステムが一定のスループットを維持する結果となり、屋内理想環境下の結果とともにAPからの通信距離が長く、合成ダイバーシチの効果が明らかになっている。

オ 11nとIEEE802.11gの伝搬特性の比較については、いずれの環境においてもスループットは上回っている。特にAPから距離が離れても低速ではあるが、通信を確立し続ける結果となった。

2 SC館内直線距離での伝搬特性

SC館内における距離ごとの通信速度の測定結果を図4-3-3に示す。

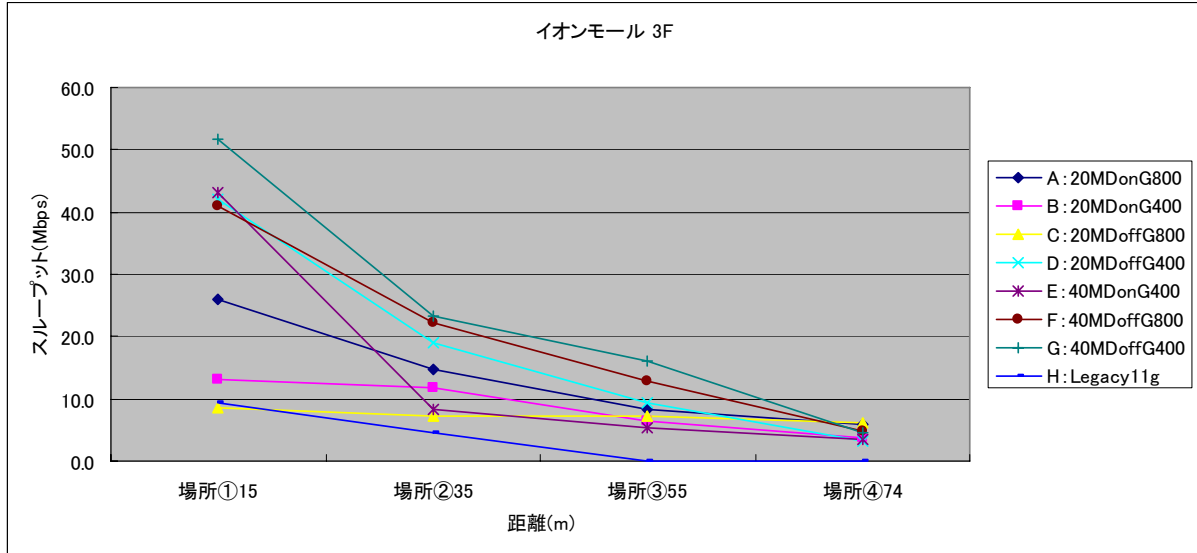


図4-3-3 SC館内における距離ごとの通信速度の測定結果

(1) SC館内における伝搬特性は、近距離（35mまで）で屋外理想環境に近い特性であり、それ以上の距離では、屋内理想環境に近い特性となった。屋内であるにもかかわらず、全体的にスループットが低くなっている。当該場所は、一方向が遮へいされていない空間であり、十分な反射の効果を得られなかったこと。さらに既設無線LANによる干渉が生じているものと推測される。

測定時の既設APの検出数を表4-3-2に示す。

表4-3-2 測定時の既設APの検出数

場所	チャンネル	既設 AP 検出数	既設 AP SNR _{avg} 範囲	11b-AP	11g-AP
AP 設置点	1	18	3~20	16	2
	6	9	5~19	8	1
測定点①	1	11	6~20	11	-
	6	6	8~15	6	-
測定点②	1	9	6~15	9	-
	6	6	5~10	6	-
測定点③	1	5	7~19	5	-
	6	1	7	-	1

	7	1	13	-	1
測定点④	1	7	5~19	7	-
	6	6	4~10	6	-
	7	1	11	-	1

*1. SNR 値は、SignalStrings(dBm)/noise level(dBm)の値を示す。単位は dB となる。

SNR 範囲については、大きな数値の方が他の AP からの電波の影響を受ける可能性が高いことを示す。

- (2) 40MHz帯域の低下率が35mまで著しい（ほぼ半減）。特にガードインターバルが400nsのものは顕著に現れている。これは距離が長く遅延時間が大きくなることにより、逆にスループットを遅くする結果として現れていると言える。
- (3) IEEE802.11gのスループットは、50m地点で測定不能となっているにもかかわらず、11n各装置のスループットは低下するものの、70m以上においても5Mbps程度のスループットが得られている。
- (4) SC館内における屋内データについては、伝送構成EとG、BとDとの比較から、合成ダイバーシチ機能ではなく、空間ダイバーシチを採用している機器構成が近距離において高いスループットが得られている。

3 高速無線LANの利用を想定したエリアごとの電磁環境と高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性

以下に、エリアごとの電磁環境調査と高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性試験の結果及びその考察を記述する。

なお、本測定結果は以下の状況下におけるものである。

- ①各APの設置位置に数cmの離隔がある。
- ②既設無線LANの稼働状態での測定である。
- ③伝送構成Cの試験システム(周波数帯域 20MHz、合成ダイバーシチ無、ガードインターバル 800ns)の構成については、合成ダイバーシチ機能の無効化が機器の仕様によりファームウェアにて行えず、補間ストリームを送信するアンテナ部分を無効化とするため、アンテナ端子にターミネータを装着した構成とした。

- (1) 総合スーパーマーケットエリア
 - ア 電磁雑音の状況

総合スーパーマーケットエリアにおける電磁環境特性の状況について以下に示す。
 当該エリアに存在した電磁雑音の周波数特性について、総測定時間から得た電界強度の周波数特性として示し、さらに電磁雑音等の時間変化特性について、電界強度値を色別として周波数に対する時間変化特性を示す。(以下各エリアにおいて同様)

確認結果を図 4-3-4 及び図 4-3-5 に示す。

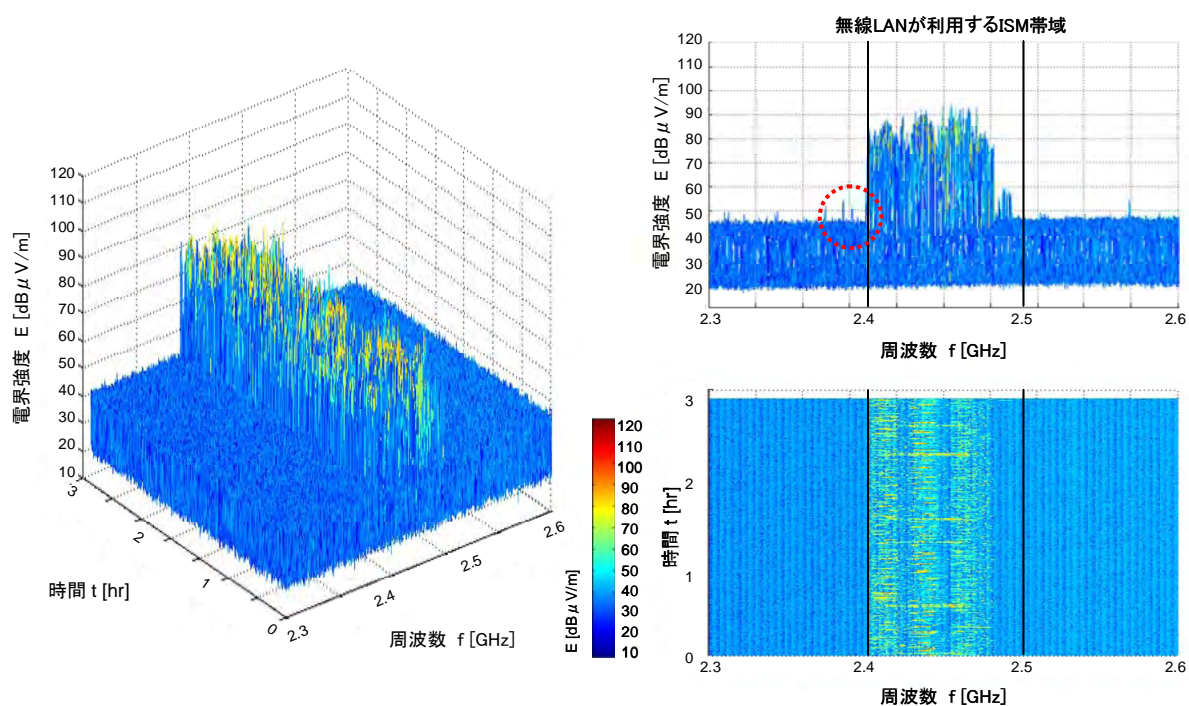


図 4-3-4 測定箇所：売場内商品陳列棚近傍(E-1) 営業時間中の電磁雑音の周波数特性
 (散発的な電磁雑音の例は○で示す。以下同様)

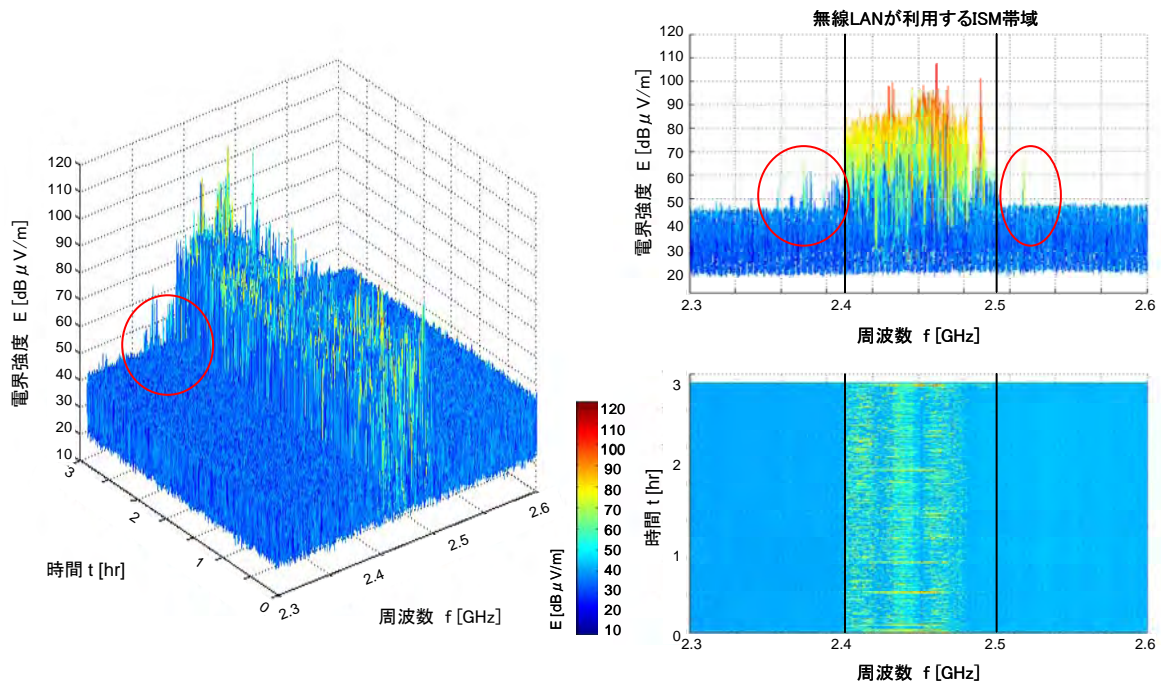


図 4-3-5 測定箇所：代金精算レジ機器近傍 (E-2) 営業時間中

当該エリアの営業時間外において、既設無線 LAN の電波以外の電磁雑音は確認されなかった。

営業時間中においては、既設無線 LAN の電界強度と比較して 10～40dB 程度低いものの、極めて時間的に散発的な電磁雑音を確認された。

発生源については、歩行等に伴う静電気放電と考えられる。

確認された電磁雑音の電界強度は、最高値で 69dB μ V/m 程度であった。

売場内商品陳列棚近傍では、電界強度が 50dB μ V/m を超える電磁雑音は、4 周波数となっているが、代金精算レジ機器近傍では多数の周波数において電磁雑音の電界強度レベルが 50dB μ V/m を超える結果となった。

この結果より各種精算用機器等や人が集中する代金精算レジ機器近傍の方が、電磁雑音の発生する周波数の数や強度が大きくなる傾向が分かる。

代金精算レジ機器近傍にて雑音を確認された周波数 2.5188GHz での振幅発生確率を以下の図 4-3-6 に示す。

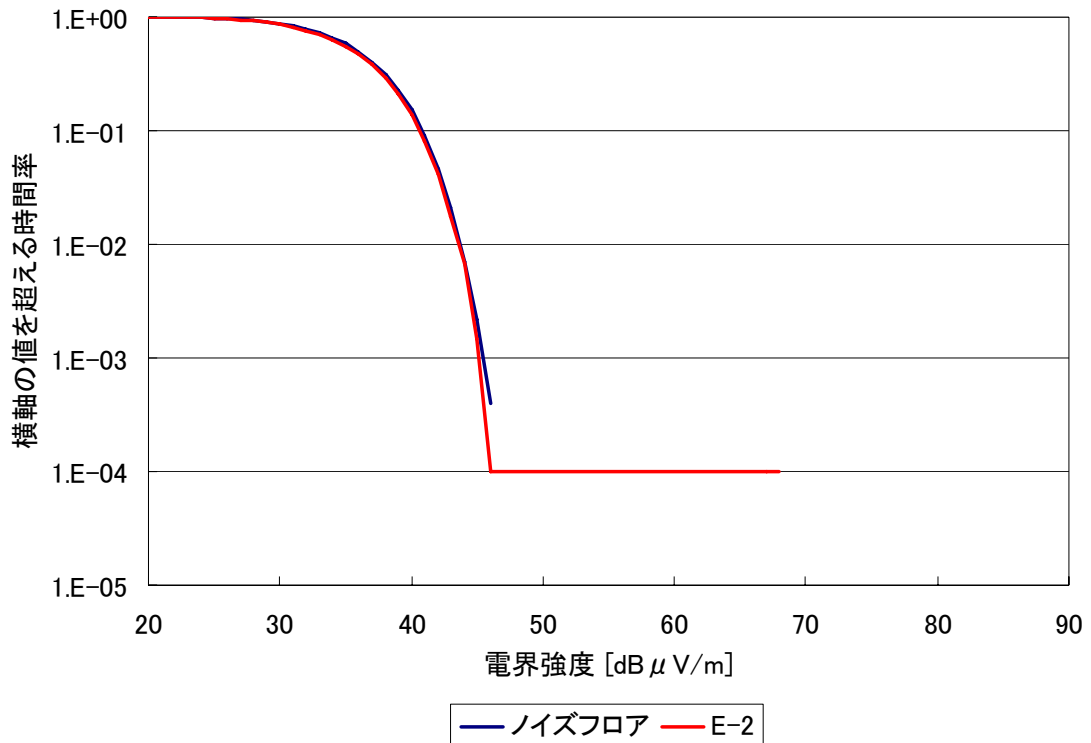


図 4-3-6 総合スーパーマーケットエリアの雑音の振幅発生確率

確認された雑音の発生確率は 1×10^{-4} 以下であることが分かる。

イ 個別電子機器からの雑音発生状況と高速無線 LAN への影響

当該エリアにおいて設置されている測定対象機器の測定結果を以下に示す。

(ア) レジスター及び POS 端末

距離が 1m の場合において、2.3GHz から 2.4GHz の周波数帯域の間で測定時間中連続して電界強度が $35 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ 程度となっている周波数があり、わずかながら電磁雑音を発生していると考えられる。

また、この電磁雑音は、距離 3m において今回の測定感度以下の強度となっている。測定結果は資料図 9-14-1 に示す。

(イ) 自動販売機

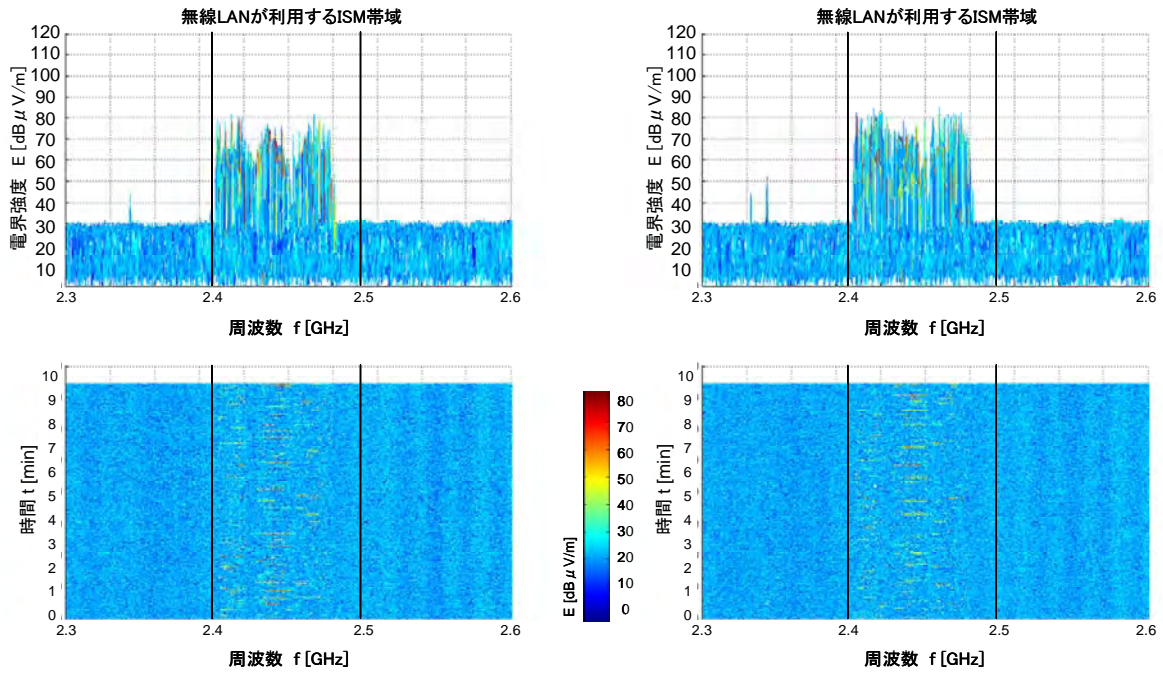
測定距離 3m と 1m における測定結果を比較しても、自動販売機から発生する明確な電磁雑音は確認されなかった。測定結果は資料図 9-14-2 に示す。

(ウ) 商品冷蔵庫（業務用製氷機）

測定結果を図 4-3-7 に示す。

測定距離 3m、1m とともに周波数 2.35GHz 付近に狭帯域の単発的な電磁雑音は確

認められており、電界強度は3mの距離において50dB μ V/m程度となっている。



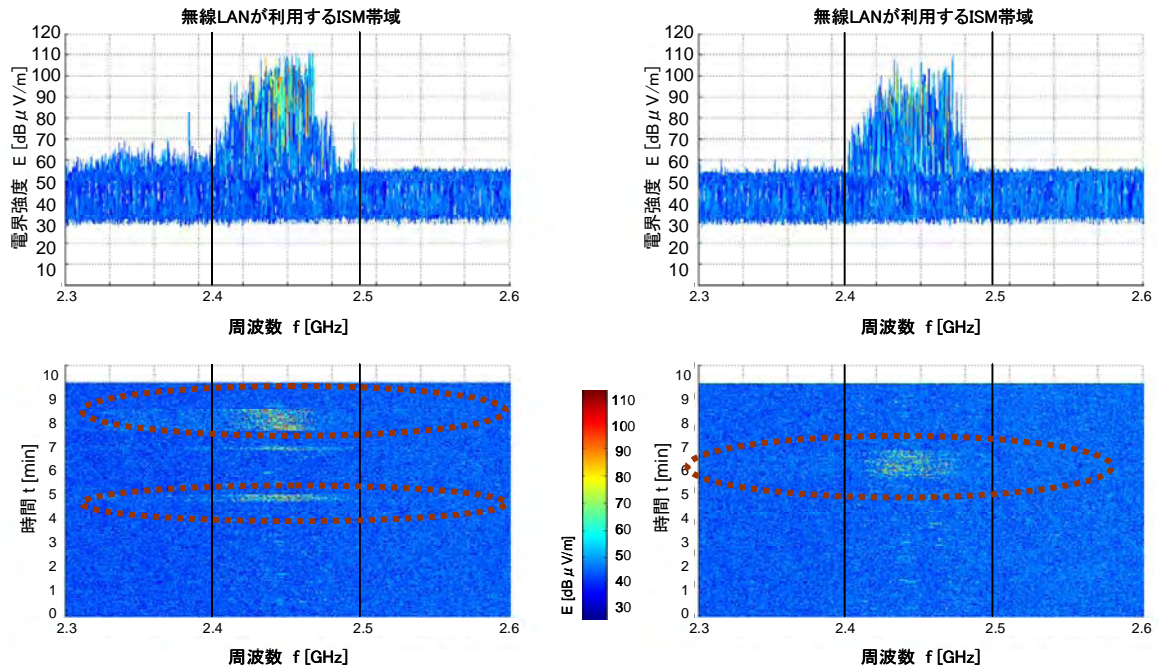
(a) 距離 1m

(b) 距離 3m

図 4-3-7 商品冷蔵庫（業務用製氷機）からの電磁雑音測定結果

(エ) 電子レンジ

電子レンジ利用時の測定結果を図 4-3-8 に示す。



(a) 距離 1m

(b) 距離 3m

図 4-3-8 電子レンジからの電磁雑音測定結果(電子レンジ利用時)

電子レンジが利用されている状態では、明かに電子レンジが発生源となる電磁雑音を確認された。

測定距離 1m では、無線 LAN の帯域内において電磁雑音の強度が最大で 110dB μ V/m 程度となっている。

また、電磁雑音は周波数が 2.3GHz から 2.5GHz 程度までの広帯域に及んでいる。

なお、測定距離 3m の場合における電磁雑音強度の最大値も 110dB μ V/m 程度と 1m の場合と比較して同等であるが、その強度となる周波数は少なくなっている。

(オ) 電子レンジ利用時の高速無線 LAN への影響

上記(エ)の結果に基づき近距離（測定）におけるの影響を確認するため、電子レンジ正面から 2.3m の地点にクライアント側 PC を設置し測定を行った。

測定結果を図 4-3-9 に示す。

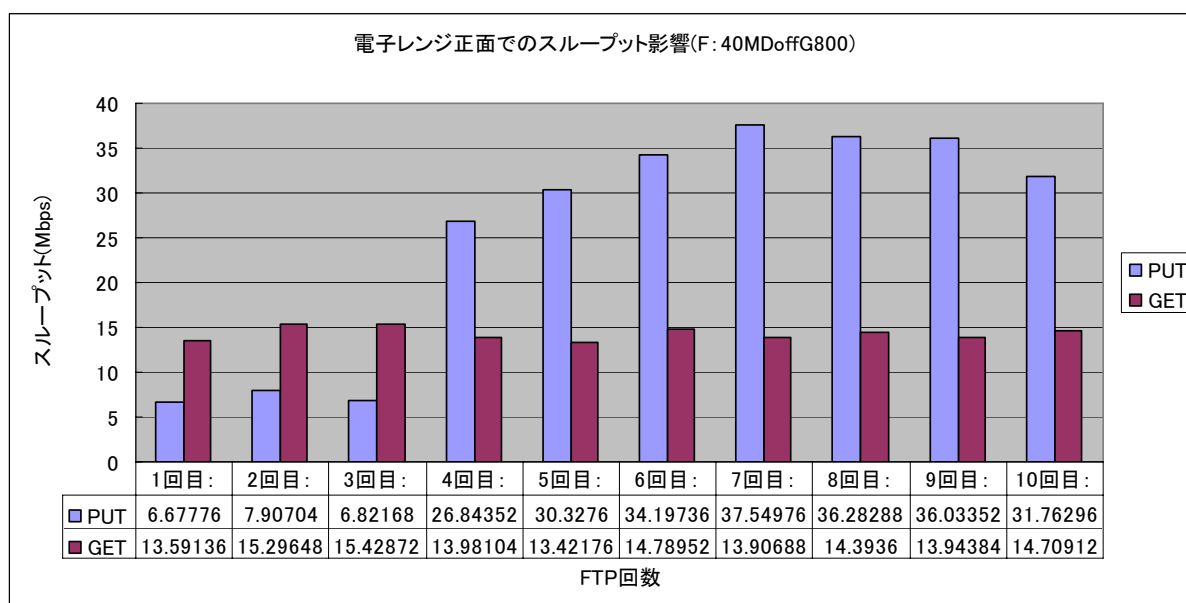


図 4-3-9 電子レンジ正面 2.3m 地点でのスループット測定結果

測定結果から、明らかに電子レンジ正面の近距離では影響を受けることが分かる。

電子レンジの利用時には、利用していない状態と比べ、PUT で 1/5 倍程度にスループットが低下している。

PUT のみに影響しているのは、AP 側は電子レンジによる連続した電波を受信する状態ではないため随時送信が可能であるが、パソコン側は電子レンジの連続した電波を受信し続けるので送信が抑圧されるためと思われる。

このことから、仮に電子レンジの正面近傍に AP が設置された場合には、AP 側

第4章

が電子レンジの連続した電波を受信し続けるので GET に影響が出るものと推測される。

このような場合、AP に接続されるすべてのクライアントが影響を受けることになり、電子レンジの正面近傍への AP 設置は不適當であると言える。

ウ 既設無線 LAN の利用状況

当該エリアの伝搬試験測定点における既設 AP の検出数を表 4-3-3 に示す。

表 4-3-3 総合スーパーマーケットエリアの伝搬試験測定点における既設 AP 検出数

場所	チャンネル	既設 AP 検出数	既設 AP SNR 範囲	11b-AP	11g-AP
AP 設置点	1	9	7~27	8	1
	6	4	7~20	3	1
測定点①	1	7	10~31	7	-
	6	4	7~32	3	1
測定点②	1	7	8~37	7	-
	6	2	12, 56	2	-
測定店③	1	6	8~37	6	-
	6	2	12, 51	2	-

当該エリアでは、POS 端末用の IEEE802.11b 無線 AP が各ブロックごとに配置されている状況であるため、各測定場所において同一チャンネルで 2~9 箇所の既設 AP からの強いレベルの入感があった。

エ 高速無線 LAN の電波伝搬特性及び伝送特性

代金精算レジ機器近傍に AP を設置し、利用想定の商品売場地点における各測定ポイントにおける測定結果を図 4-3-10 に示す。

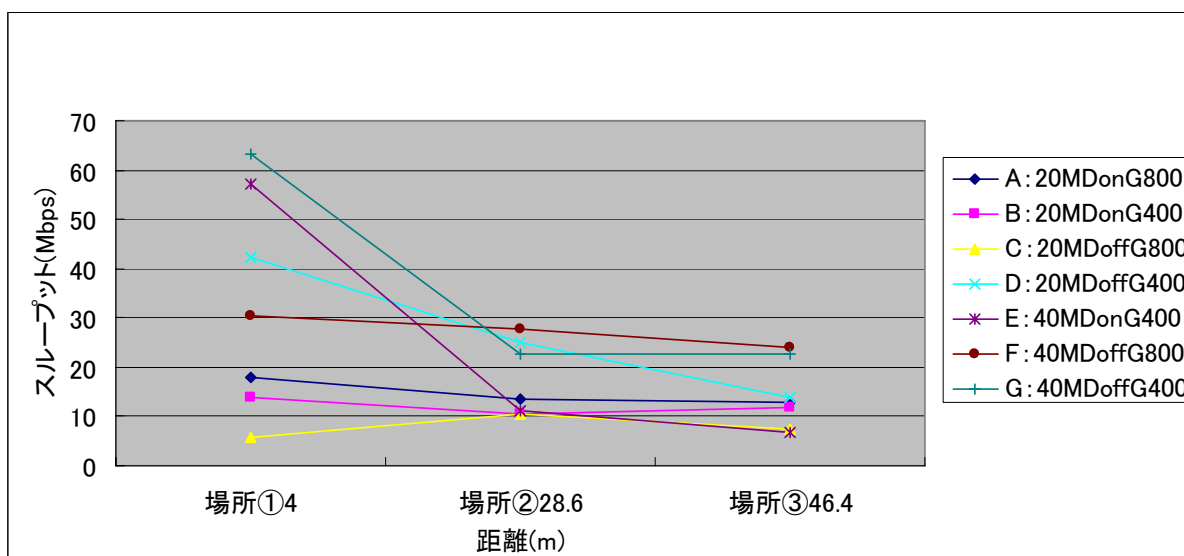


図 4-3-10 総合スーパーマーケットエリア各ポイントでの特徴的な測定結果

当該エリアにおいては、利用想定からいずれも見通しが良くない場所での測定結果となっている。

スループットは、リファレンスデータよりもいずれの伝送構成においても低い値となっている。これは既設無線 LAN から受ける影響と商品陳列棚や大型冷蔵庫などによる遮へい物の影響が考えられる。

距離的特性については、伝送構成 A・B と F・G の結果から 4 m の測定値では帯域幅 40MHz と 20MHz におけるスループットの違いが顕著に現れているが、AP からの距離が離れるごとに 40MHz の通信速度が急激に下がっていることが分かる。

また、合成ダイバーシチについては、距離が遠くなった場合の速度低下の幅が大きい結果となった。

このことは、見通しが良くない場所において合成ダイバーシチの効果が低くなることを示している。

(2) 衣料・雑貨・装飾専門店エリア

ア 電磁雑音の状況

営業時間外において、既設無線 LAN の電波以外の電磁雑音は確認されなかった。

また、営業時間中においても電磁雑音が発生することは極めてまれであり、他のエリアと比較しても雑音が発生することは少ない状況である。測定結果は資料図 9-5-1 から図 9-6-2 に示す。

イ 個別電子機器からの雑音発生状況

当該エリアにおいて設置されている測定対象機器としては、電子商品監視機器を

第4章

対象として測定を行った。測定結果は資料 9-14-5 に示す。

電子商品監視機器から発生する電磁雑音は、時間的に正確な周期性を有していることが多い。

測定距離 3m と 1m の測定結果を比較して、3m の場合において多数の散発的な電磁雑音を確認されている。これは測定対象装置から測定用アンテナまでの距離が長くなると、測定対象外機器からの電磁雑音も確認されるようになることから、歩行者等からの電磁雑音が発生源と考えられる。

本調査において、測定対象とした電子商品監視機器から発生する明確な電磁雑音は確認されなかった。

ウ 既設無線 LAN の利用状況

当該エリアの伝搬試験測定点における既設 AP の検出数を表 4-3-4 に示す。

表 4-3-4 衣料・雑貨・装飾専門店エリアにおける既設 AP の検出数

場所	チャンネル	既設 AP 検出数	既設 AP SNR 範囲	11b-AP	11g-AP
AP 設置点	1	4	21~47	4	-
	6	2	12, 38	2	-
測定点①	1	6	9~41	6	-
	6	2	13, 18	2	-
測定点②	1	4	22~47	4	-
	6	2	12, 40	2	-
測定点③	1	9	10~52	9	-
	4	1	11	1	-
	6	3	15~32	3	-

当該エリアでは、POS 端末用の IEEE802.11b 無線 AP が各ブロックごとに配置されている状況であるため、各測定場所において同一チャンネルで 2~9 箇所の既設 AP からの強いレベルの入感があった。

エ 高速無線 LAN の電波伝搬特性及び伝送特性

雑音環境調査測定ポイントに AP を設置し、利用想定による商品売場地点での各測定ポイントにおける測定結果を図 4-3-11 に示す。

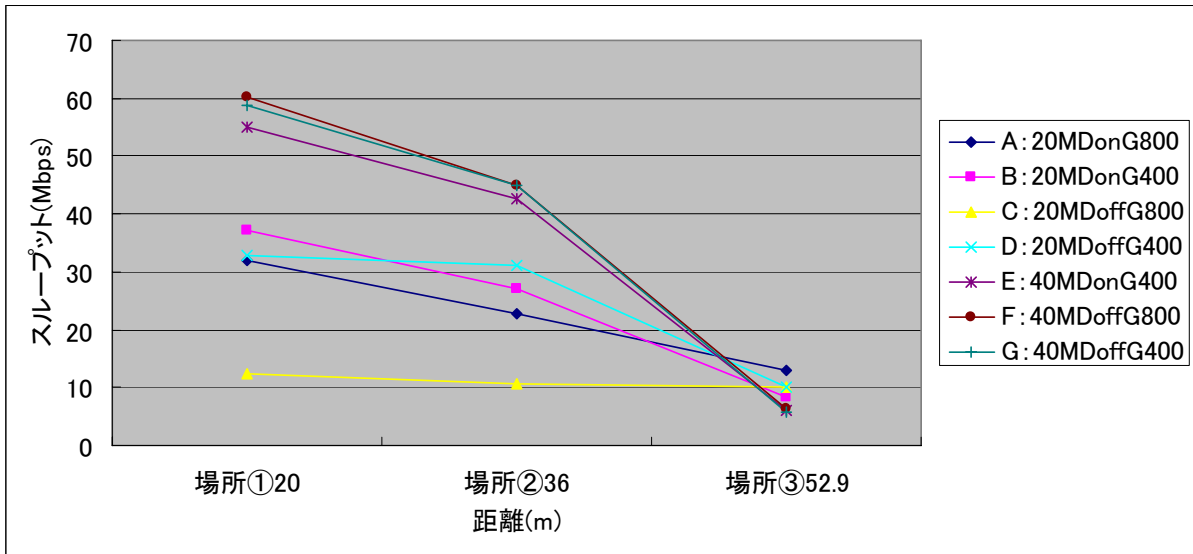


図 4-3-11 衣料・雑貨・装飾専門店エリア各測定ポイントでの測定結果

当該エリアは製品陳列棚がスーパーマーケットエリアに比べ低い位置にあるため、測定点①及び②においては AP まで見通しが良い状況であった。

このため、伝送構成 A・B・E・F・G の測定結果から周波数帯域 20MHz と 40MHz とも比較的高いスループットが得られている。

また、周波数帯域幅の違いにより、スループットの低下が見られる距離は 36m を過ぎる地点からとなった。

また、伝送構成 E と G の測定結果より、いずれも AP への見通しが良い場所における測定であることから、ダイバーシチによる補完ストリームの効果が出にくいことが分かる。

(3) 飲食店エリア

ア 電磁雑音の状況

営業時間外において、既設無線 LAN の電波以外の電磁雑音は確認されなかった。

営業時間中においても時間的に連続する雑音は確認されなかったが、測定場所 2 階フードコート内② (E-8) においては、無線 LAN の周波数帯域の下で広帯域の周波数特性を有する雑音が幾つか確認された。

この測定場所は、携帯電話の販売店から 10m 程度離れた場所であり、販売店内で利用されている電子機器類が発生源となっているのではないかと推測される。測定結果を資料図 9-7-1 から図 9-8-2 に示す。

飲食店エリアにおいて、雑音を確認された周波数 2.3818GHz の雑音発生確率はほぼ 1×10^{-4} 以下であった。

イ 既設無線 LAN の利用状況

当該エリアの伝搬試験測定点における既設 AP の検出数を表 4-3-5 に示す。

表 4-3-5 飲食店エリアの搬試験測定点における既設 AP の検出数

場所	チャンネル	既設 AP 検出数	既設 AP SNR 範囲	11b-AP	11g-AP
AP 設置点	1	2	8, 43	2	-
	6	1	4	-	1
測定点①	1	2	9, 44	1	1
	5	2	8, 10	-	2
	6	1	13	-	1
測定点②	1	2	9, 18	2	-
	2	2	10, 25	1	1
	5	2	17, 19	-	2
	6	2	19, 27	-	2
測定点③	1	2	9, 18	2	-
	2	2	10, 25	1	1
	5	2	17, 19	-	2
	6	2	19, 27	-	2

各測定場所において同一チャンネルで 1~2 箇所の既設 AP から強いレベルの入感があった。

ウ 高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性

雑音環境調査測定ポイントにAPを設置し、利用想定による地点における各測定ポイントでの測定結果を図4-3-12に示す。

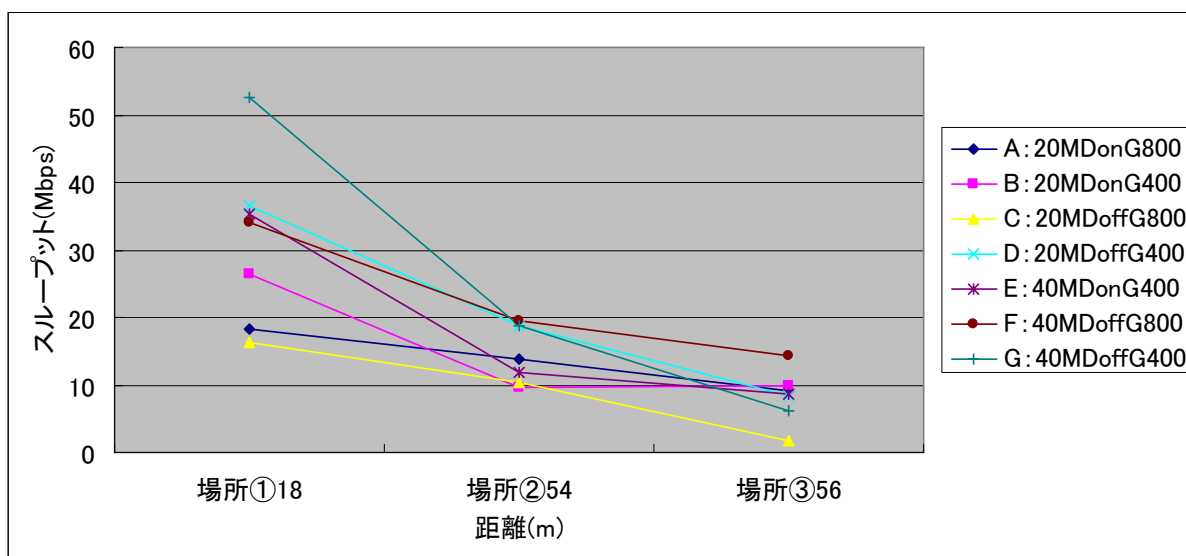


図 4-3-12 飲食店エリア各測定ポイントでの測定結果

このエリアでは、一部に業務用冷蔵庫, 業務用電子レンジが設置されていたが、販売カウンターとの間で距離が保たれていると同時に、雑音測定結果からも通信に影響のあるような雑音は見受けられず、また測定時に通信が一時的に確立できない状況も生じなかった。

当該エリアについても衣料・雑貨・装飾専門店エリアと同様、場所①及び場所②については見通しの良い場所における通信であり、伝送構成 B と D 及び E と G の測定結果を比較すると補間ストリームの効果が出にくい状況が分かる。

また、距離によっては、ガードインターバル 400ns による装置の低下が大きく現れていることが分かる。

(4) エンターテイメントエリア

ア 電磁雑音の状況

営業時間外において、既設無線 LAN の電波以外の電磁雑音は確認されなかった。

営業時間中において、無線 LAN の帯域を含む広帯域において、時間及び周波数にて散発的な電磁雑音が常時多数確認された。雑音の電界強度レベルは、最高値で 70dB μ V/m 程度であった。営業時間中の測定結果を図 4-3-13 に示す。

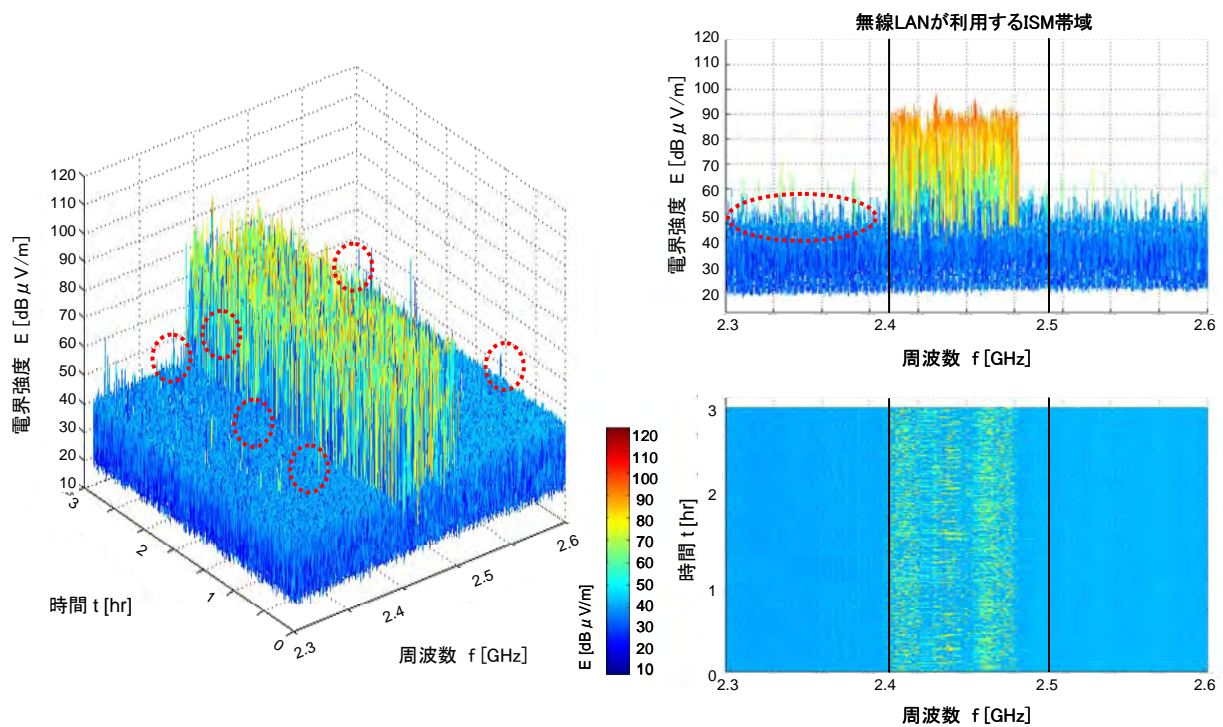


図 4-3-13 測定箇所：エンターテイメントエリア (E-9) 営業時間中の電磁環境特性

測定された雑音は、エンターテイメントエリア内に設置された各種エンターテイメント機器(コインゲーム機等)や多数のコイン、金属球の衝突及び接触が発生の要因と考えられる。

これらの電磁雑音は、帯電した金属と金属の接触・衝突による放電現象(衝突静電気放電¹⁾)と、摩擦などで帯電した絶縁体が金属のそばを移動した時に電界が変動し、金属間のギャップ等で発生する放電現象(誘導静電気放電¹⁾)ではないかと推測される。

散発的な雑音が多数確認されているが、それらの雑音の発生確率は 1×10^{-4} 以下と低い。

イ 個別電子機器からの雑音発生状況

測定結果よりコインゲーム機からは、コイン等の衝突や接触を発生源とする静電気放電による電磁雑音が発生していることが確認された。

測定結果を図 4-3-14 に示す。

¹【参考文献】総務省、“電波産業会マイクロ波帯を利用する無線通信への都市雑音の影響に関する調査検討報告書”、2005年3月

AP 設置点	4	1	24	1	-
	6	1	44	1	-
測定点①	1	3	16~42	3	-
	4	1	27	1	-
	6	1	35	1	-
測定点②	1	2	14, 26	2	-
	4	1	24	1	-
	6	1	37	1	-

各ブロックに配置されている状況であるため、各測定場所において同一チャンネルで1~2箇所の既設APからの強いレベルの入感があった。

ウ 高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性

雑音環境調査測定ポイントにAPを設置し、利用想定による地点における各測定ポイントでの測定結果を図4-3-15に示す。

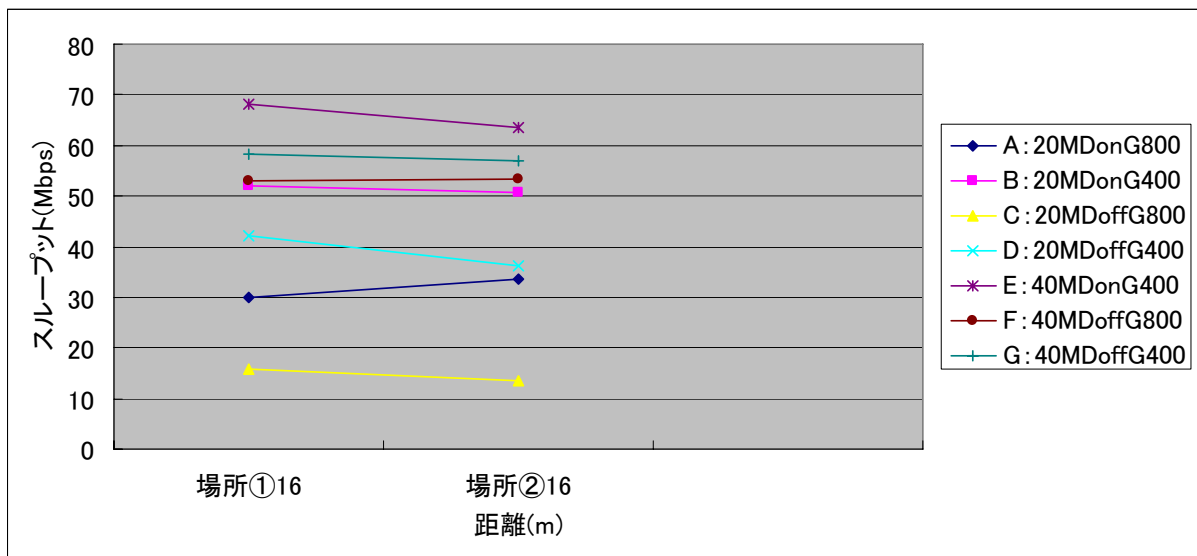


図 4-3-15 エンターテイメントエリア各測定ポイントでの特徴的な測定結果

当該エリアでは、ゲーム機器から発射される雑音が無線LANの通信に影響を及ぼすことを予想したが、測定結果及び測定時の通信の確立状況から影響はなかったものと思われる。

いずれの伝送構成も高いスループットを得ている。しかし、2つの場所については、同じ距離で行っているが、場所②はAPまでの間にゲーム機(コインゲーム機以外)があり見通しがとれず若干低い結果となった。

特にガードインターバル 400ns において、低下が見られるのは遮へいによる遅延の発生によりその効果が得られなかったものと推測される。

(5) 駐車場エリア

ア 電磁雑音の状況

営業時間外及び営業時間中とも電磁雑音が確認されることはなかった。

また、営業時間外及び営業時間中ともに無線 LAN の周波数帯域外である 2.5GHz に何らかの通信による電波が 50dB μ V/m 程度の強度で常時確認された。

この電波は常時発生しているが、無線 LAN の周波数帯域外にあることから無線 LAN 通信に対して影響はないと言える。当該周波数は道路交通情報通信システム (VICS: Vehicle Information and Communication System) による電波ビーコンが利用していることから、周辺道路に設置されたこれらの機器からの電波が確認されたものと考えられる。

測定結果を資料図 9-12-1 及び図 9-12-2 に示す。

イ 既設無線 LAN の利用状況

既設無線 LAN の影響としては、AP 設置ポイントにおいて屋内の既設無線 LAN が若干見える程度の測定点では、全てクリアーな環境であった。

ウ 高速無線 LAN の電波伝搬特性及び伝送特性

雑音環境調査測定ポイントに AP を設置し、利用想定による地点における各測定ポイントでの測定結果を図 4-3-16 に示す。

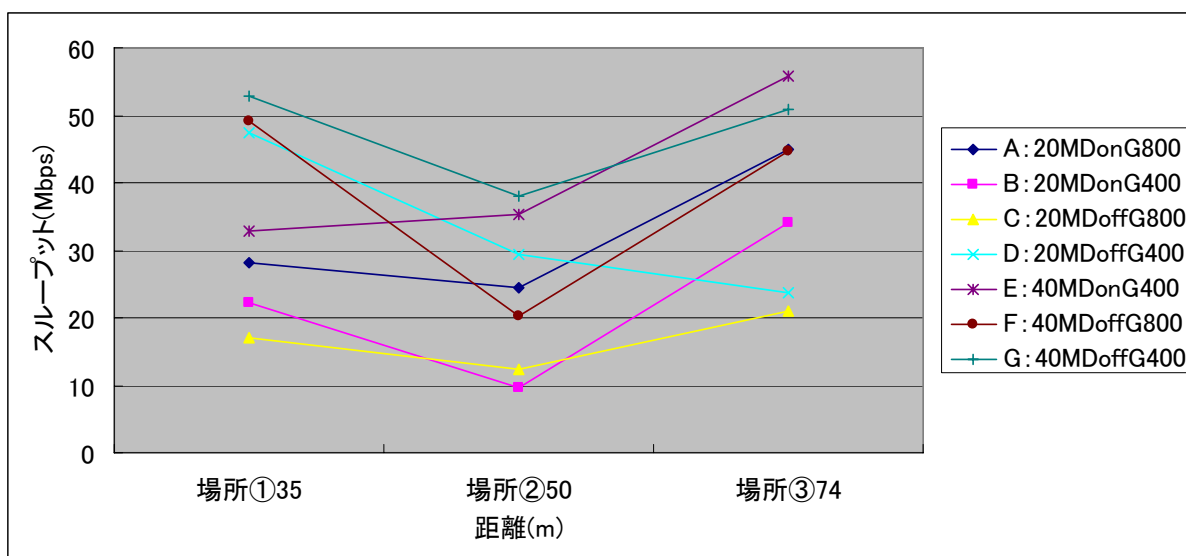


図 4-3-16 駐車場エリア各測定ポイントでの特徴的な測定結果

第4章

当該エリアでは、屋内と違い 11n 特有の反射を使用した通信が余りできないため、周波数帯域幅とガードインターバルによるスループットの違いが伝送構成 A・B・C と F・G の測定結果に現れている。

また、当該測定ポイントでは場所③(74m)においてスループットが上がっている。測定場所の状況と測定ポイントを図 4-3-17 及び写真 4-3-1 に示す。

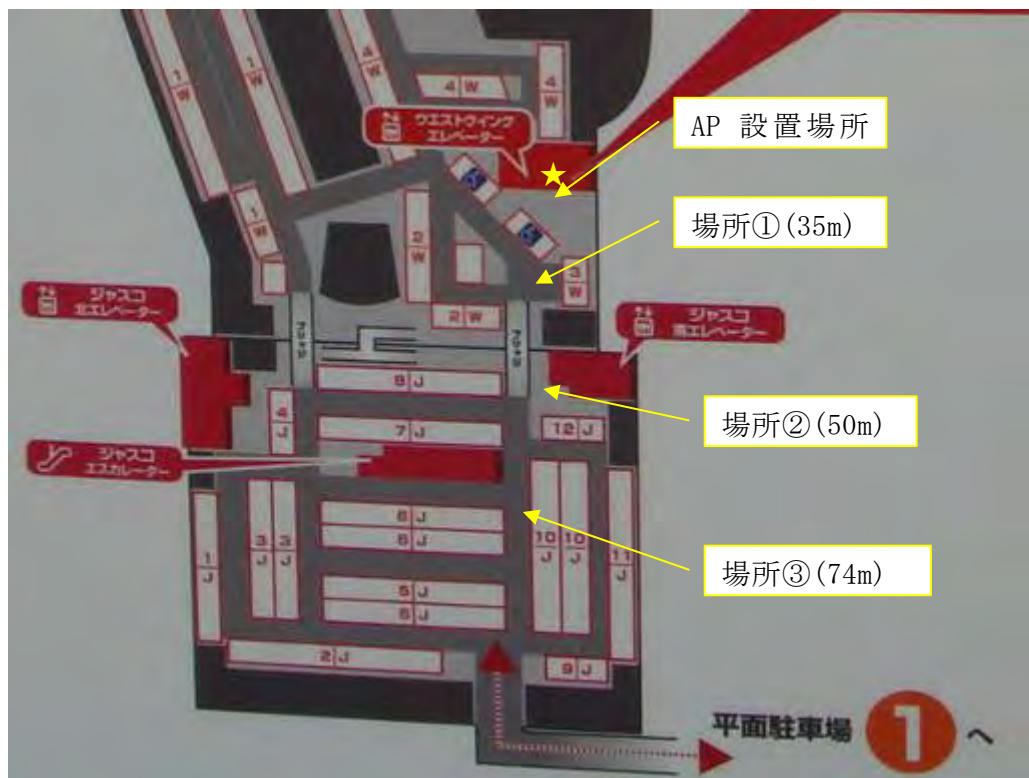


図 4-3-17 測定場所の状況と測定ポイント



写真 4-3-1 測定場所及び測定ポイント

場所③においては、左右にある建物の壁などからの反射を最良な状態で受信することができる状況にあったためのもと思われる。

実際に74mを超える地点では急に通信が不安定になり、FTP/Ping どちらも動作中に切れてしまう状態となった。

(6) 催事・オープンスペースエリア

ア 電磁雑音の状況

営業時間外において、既設無線 LAN の電波以外の電磁雑音は確認されなかった。営業時間中には、極めて時間的に散発的な電磁雑音を確認された。

この電磁雑音は時間的に散発的であることから、催事・オープンスペースエリア内を歩行する人の人体や着衣等への帯電が低電圧で放電する静電気放電が発生源となっていると推測される。

確認された電磁雑音の電界強度は、最高値で $65\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 程度であった。

また、2 箇所の催事・オープンスペースエリアでは、両箇所ともに時間的に連続する雑音や、強度が無線 LAN からの電波以上に大きくなるような雑音は確認されることはなかった。

測定結果を資料図 9-3-1 から図 9-4-2 に示す。

測定結果から当該エリアにて雑音が確認された周波数 2.3890GHz の雑音の発生確率は 1×10^{-4} 以下となった。

イ 既設無線 LAN の利用状況

当該エリアの伝搬試験測定点における既設 AP の検出数を表 4-3-7 に示す。

表 4-3-7 催事・オープンスペースエリア伝搬試験測定点における既設 AP 検出数

場所	チャンネル	既設 AP 検出数	既設 AP SNR 範囲	11b-AP	11g-AP
AP 設置点	1	11	5~19	7	4
	2	1	21	1	-
	6	3	8~25	1	2
	7	1	29	-	1
測定点①	1	13	6~26	9	4
	2	1	27	1	-
	6	3	8~18	2	1
	7	1	29	-	1
測定点②	1	13	5~16	9	4

測定点②	6	1	12	-	1
	7	1	29	-	1
測定点③	1	4	9~21	4	-
	2	1	6	1	-
	6	3	6~12	-	3
	7	1	9	-	1
測定点④	1	14	5~20	3	5
	7	1	22	-	1

入居店舗が業務用に多数の AP を立ち上げている状態のため、各測定場所において同一チャンネルで 1~13 箇所の既設 AP からの強いレベルの入感があった。

ウ 高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性

雑音環境調査測定ポイントにAPを設置し、利用想定による地点での各測定ポイントにおける測定結果を図4-3-18に示す。

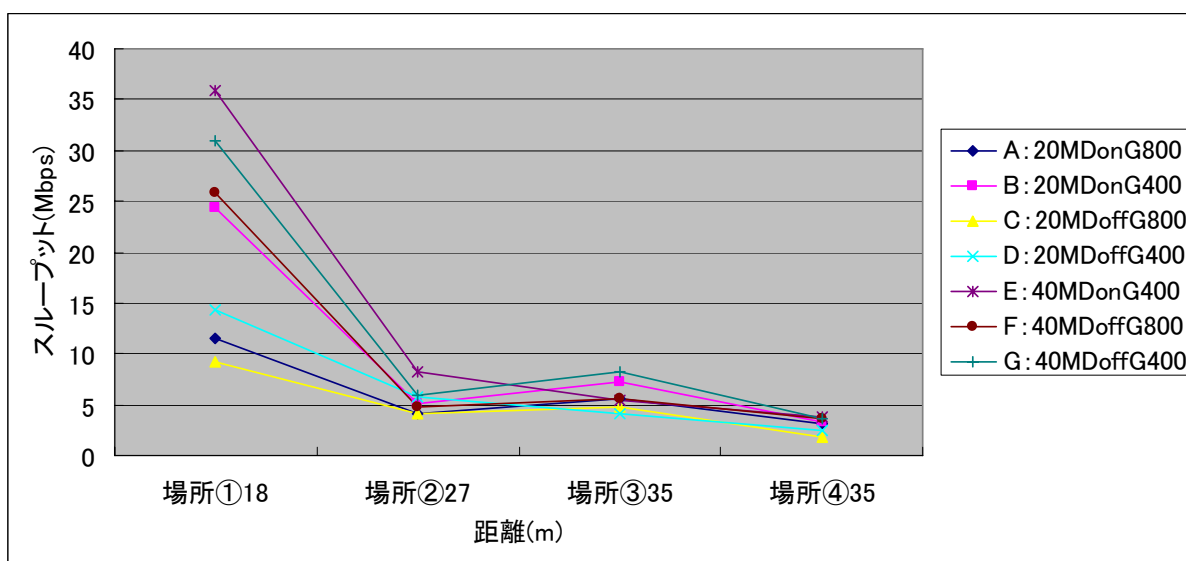


図 4-3-18 催事・オープンスペースエリア各測定ポイントでの特徴的な測定結果

近距離において、60~70Mbps までスループットが上がらないのは、上記イの既設 AP から発射される電波による干渉が生じているものと推測される。

また、当該エリアは天井が 3 階まで吹き抜け状態となっており 11n の特徴である反射波が拡散してしまい、十分な MIMO 効果を発揮できていないことが全体のスループットを下げているものと考えられる。

さらに、場所①以外は AP を見通すことができない場所であるため、他の測定点に

おけるスループットは、距離が30m以内でも著しく低速度になっている。

このことから、見通しが良くなく反射も取れない場所では、MIMO・多重化のメリットが活かせないものと言える。

(7) 家電・電子機器販売店エリア

ア 電磁雑音の状況

営業時間外において、既設無線 LAN の電波以外の電磁雑音は確認されなかった。

営業時間中では、極めて時間的に散発的な電磁雑音が幾つかの周波数で確認された。測定結果を資料図 9-10-1 から図 9-10-2 に示す。

確認された雑音の電界強度レベルは、最高値で 60dB μ V/m 程度であった。

イ 個別電子機器からの雑音発生状況

当該エリアにおいては、電子ピアノ（販売デモ商品）を対象にして測定を実施したが、電子ピアノ（販売デモ商品）から発生する明確な電磁雑音は確認されなかった。

測定結果を資料図 9-14-7 に示す。

ウ 既設無線 LAN の利用状況

当該エリアの伝搬試験測定点における既設 AP の検出数を表 4-3-8 に示す。

表 4-3-8 家電・電子機器販売店エリアにおける既設 AP 検出数

場所	チャンネル	既設 AP 検出数	既設 AP SNR 範囲	11b-AP	11g-AP
AP 設置点	1	3	20~26	3	-
	4	1	53	1	-
	6	1	15	1	-
測定点①	1	3	16~42	3	-
	4	1	27	1	-
	6	2	8, 18	2	-
測定点②	1	2	12, 21	2	-
	4	1	28	1	-
	6	1	25	1	-
測定点③	1	3	13~36	3	-
	4	1	16	1	-
	6	1	13	3	-

第4章

当該エリアでは、POS 端末用の IEEE802.11b 無線 AP が各ブロックに配置されている状況であるため、各測定場所において同一チャンネルで2～3箇所の既設 AP からの強いレベルの入感があった。

エ 高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性

雑音環境調査測定ポイントにAPを設置し、利用想定による地点における各測定ポイントでの測定結果を図4-3-19に示す。

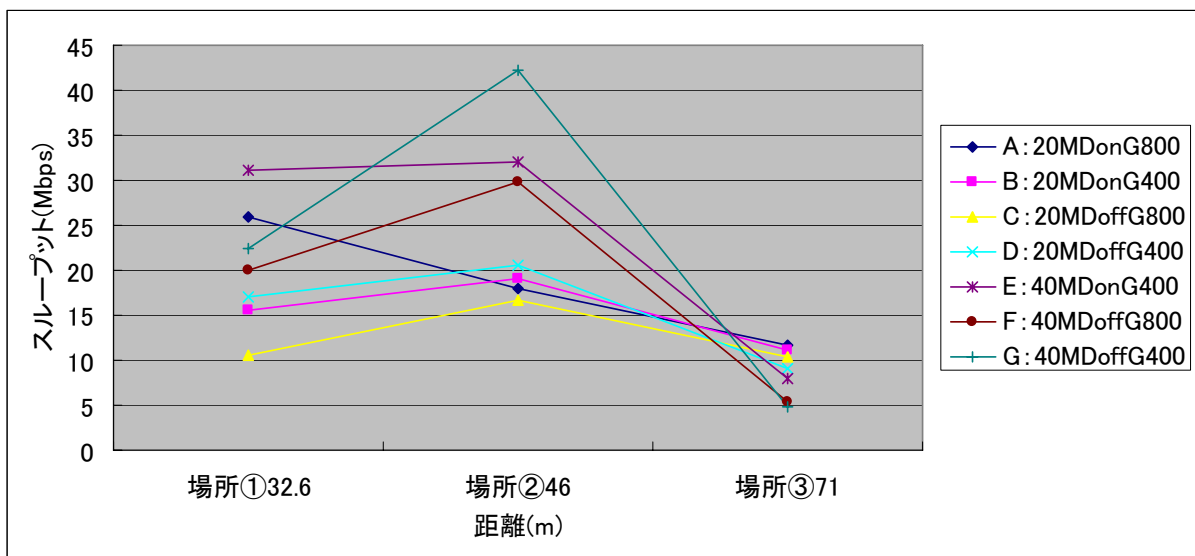


図 4-3-19 家電・電子機器販売店エリア各測定ポイントでの特徴的な測定結果

当該エリアにおいては、家電品・電子機器から発射される雑音の影響が想定されたが、雑音測定結果、スループット測定結果並びに測定時の通信の確立状況から影響はなかったものと思われる。

場所①は見通しが良くなく、場所②は見通しが良い場所である。

伝送構成A以外は一様にスループットが高いことから、見通し距離が取れ、さらに適当な反射波を受信できれば、距離が離れてもスループットが改善されることが分かった。

また、場所①においては、既設 AP の検出数・SNR ともに高いことから、干渉の影響を受けているものと想定される。

なお、場所③におけるスループットの低下は、屋内リファレンスデータの 50m と 70m 地点での低下傾向とほぼ同等の傾向を示している。

(8) カルチャーエリア

ア 電磁雑音の状況

営業時間外において、無線 LAN が使用する電波の帯域幅を超えるような広帯域の電磁雑音を確認された。

確認された雑音の電界強度は、最高値で 65dB μ V/m 程度であった。

この雑音は、測定実施時に SC 内床面を掃除する機器が測定機器から 5m 程度の距離を通過時に確認されたため、その機器が電磁雑音の発生源と考えられる。

また、今回確認された電磁雑音は、広帯域の特性を有しており、図 3-2-2(第3章)に示す家庭用掃除機から発生する電磁雑音の測定結果例と同種の特性を有しているように伺えることから、床面掃除機器が発生源と考えられる。

営業時間中では、カルチャースクール内に設置されている電子レンジの利用に伴う電磁雑音が複数回確認された。

測定結果を図 4-3-20 に示す。

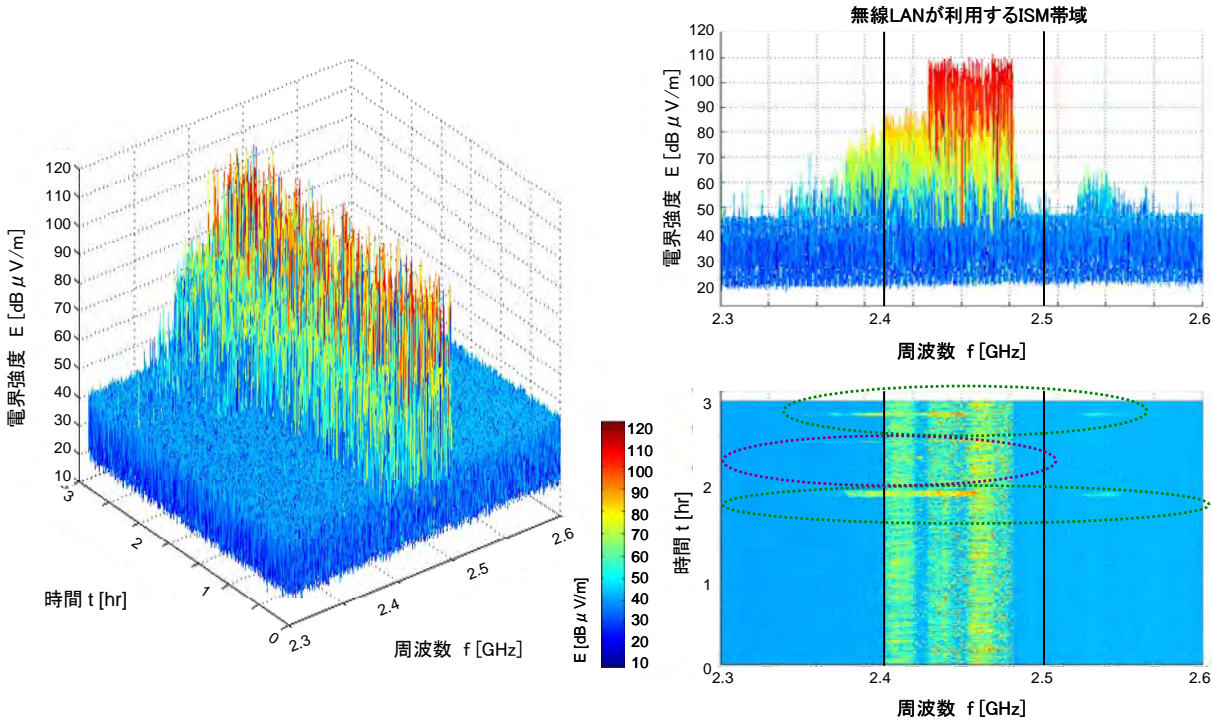


図 4-3-20 測定箇所：カルチャーエリア(E-11)の営業時間中の電磁環境特性

- 広帯域な電磁雑音：カルチャースクール内の電子レンジが発生源
- 広帯域な電磁雑音：カルチャースクール内の電子機器類が発生源と思われる

測定位置における電子レンジからの電磁雑音の電界強度レベルは、最高値で 80dB μ V/m 程度となった。

この場所においては、無線LANのAPから無線LAN端末に到達する電波の強度にもよるが、電子レンジからの電磁雑音が無線LANの通信品質劣化を発生させることが考

えられる¹。

雑音が確認された周波数 2.3944GHz の振幅発生確率を図 4-3-21 示す。

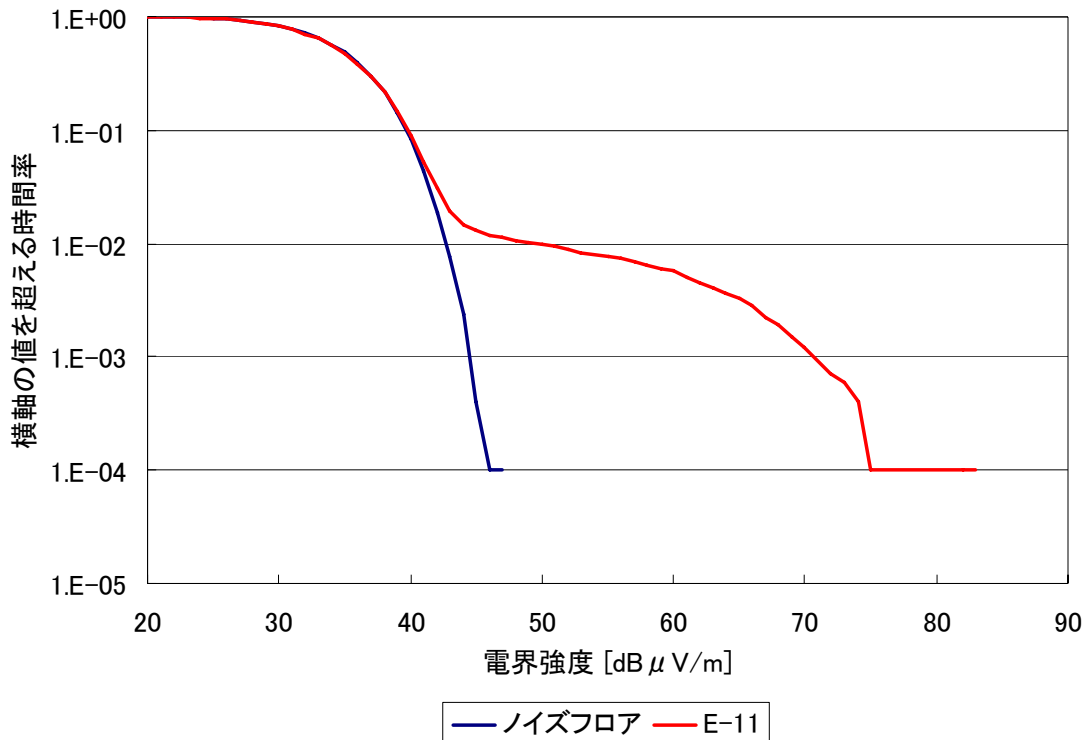


図 4-3-21 カルチャースクールエリアの雑音の振幅発生確率

この雑音の発生源は、電子レンジであることが明らかであるが、その時間率は他のエリアと比較すると非常に大きい特性であることが分かる。

イ 既設無線 LAN の利用状況

当該エリアの伝搬試験測定点における既設 AP の検出数を表 4-3-9 に示す。

表 4-3-9 カルチャースクールエリア伝搬試験測定点における既設 AP 検出数

場所	チャンネル	既設 AP 検出数	既設 AP SNR 範囲	11b-AP	11g-AP
AP 設置点	1	18	3~20	16	2
	6	9	5~19	8	1

¹ S. Miyamoto, S. Harada, N. Morinaga, "Performance of 2.4GHz-band wireless LAN system using orthogonal frequency division multiplexing scheme under microwave oven noise environment," 2005 IEEE International Symposium on EMC, pp. 157-162, Aug. 2005

測定点①	1	11	6~20	11	-
	6	6	8~15	6	-
測定点②	1	9	6~15	9	-
	6	6	5~10	6	-

当該エリアは、既設無線 LAN の AP が多数設置されており、各測定場所において同一チャンネルで 9~18 箇所の既設 AP からの強いレベルの入感があった。

ウ 高速無線LANの電波伝搬特性及び伝送特性

雑音環境調査測定ポイントにAPを設置し、利用想定による地点における各測定ポイントでの測定結果を図4-3-22に示す。

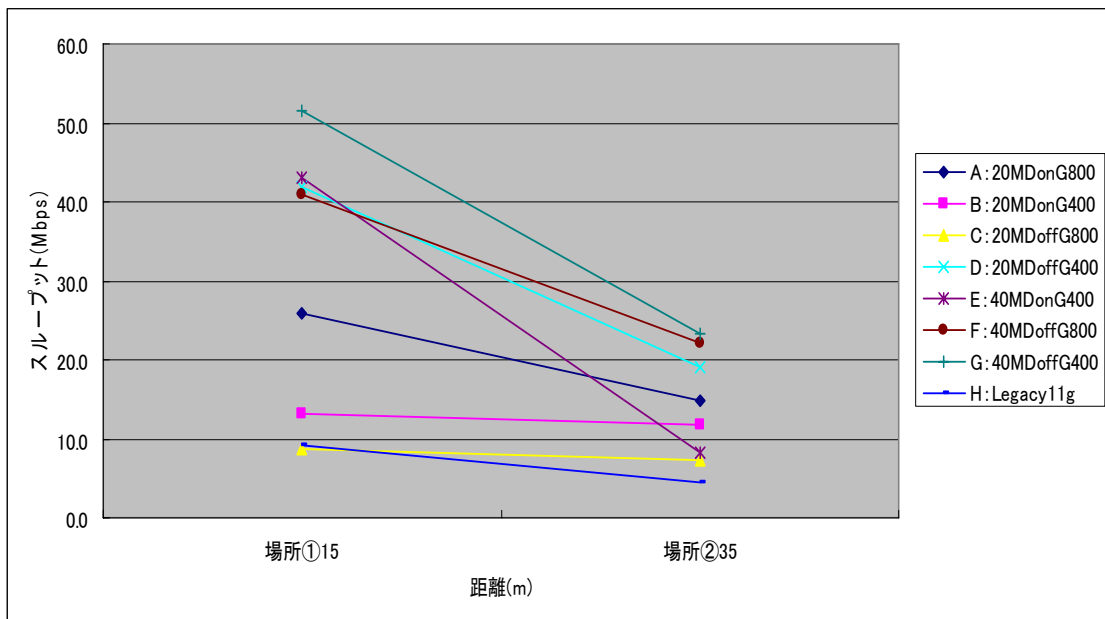


図 4-3-22 カルチャーエリア各測定ポイントでの特徴的な測定結果

雑音調査から電子レンジによる雑音を確認しているが、スループットの測定時は、電子レンジは稼動していない状況であった。

近距離において 60~70Mbps までスループットが上がらないのは、上記イの多数の既設 AP から発射される電波による干渉が生じているものと推測される。

当該エリアにおいては、エリアの最大距離でも全体として 10Mbps 以上の速度が得られている。

他のエリア同様、距離の違いにより、ガードインターバル 400ns の伝送構成においてスループットの低下が顕著に現れていることが分かる。

第4章

2 歩行者の数と電磁環境特性

測定を実施した場所と床面素材、3時間の測定時間内の5分間ごとの歩行者数の最大値、最小値及び平均値を以下の表4-3-10に示す。

表4-3-10 測定場所の歩行者数

床面材料	測定実施場所	場所記号	5分毎の歩行者数 (人)		
			最大値	最小値	平均値
カーペット	1階エアリコート内	E-3	137	55	82.4
	2階衣料品専門店が多数ある吹抜け周辺	E-6	16	2	7.5
ビニールタイル	1階売場内商品陳列棚近傍	E-1	25	1	8.9
	2階売場内商品陳列棚近傍	E-5	6	0	1.4

各測定場所における歩行者数及びその変動幅は小さく、確認された電磁雑音の発生頻度は低く、静電気放電が連続的に発生しているような環境ではないと言える。

この結果から、本調査測定の範囲では歩行者数の変化と電磁環境特性の明確な相関関係はなく、SC内の歩行者を発生源とする電磁雑音が無線LAN通信へ影響を与えることはないと考えられる。

4 異なる環境下でのMIMO技術の効果

SC館内において建物の構造から階層構造になるポイントにAPを設置し、各階ごとの測定ポイントでの測定結果を図4-3-23に示す。

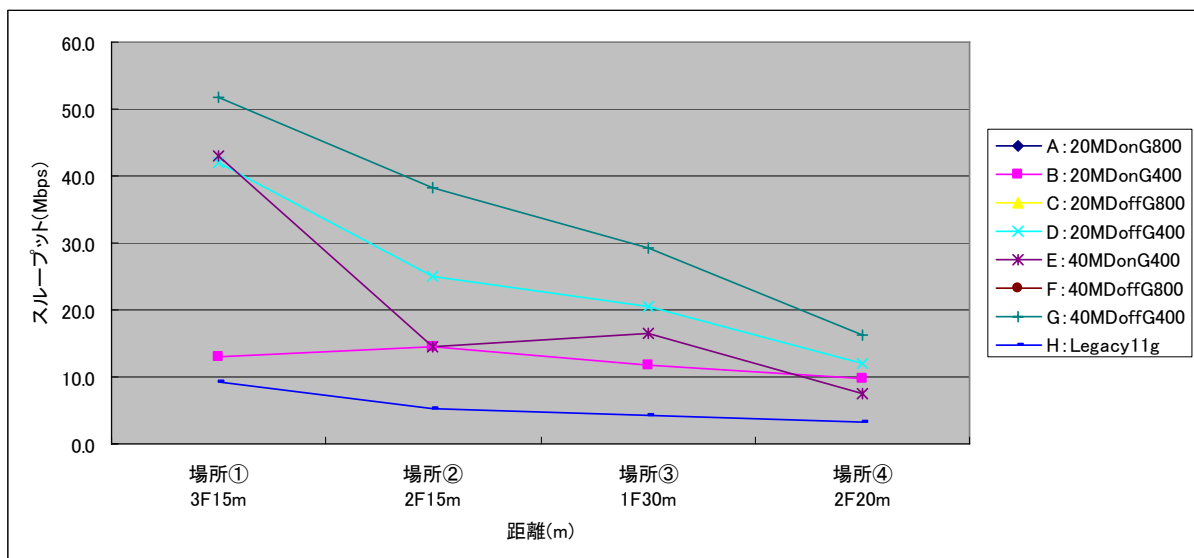


図4-3-23 階層構造になる各階ごとの測定ポイントでの測定結果

階層が変わっても反射を十分に得られる地点では、通信速度の低下が少なくなる結果となっている。

なお、IEEE802.11gの測定結果については、測定を行うことが出来た時点での数値の平均であり、実際は階層数が多くなるにつれ通信を確立できない状態が頻繁に生じており、通信は不安定であった。

当該測定場所は、各階の見通しが良くないものの、階ごとに遮へいされていない空間（SC内中央は吹抜け）であり、各階の左右壁面からの反射など冗長的な電波の到達が想定される空間である。

各エリアの測定結果にも現れているが、このような空間においてはMIMO技術による高速かつ安定性が発揮されているものと推測される。

5 アプリケーションを想定した各種機能試験

(1) 公衆無線 LAN 提供システム

インターネットへの接続回線は、PHS 回線による公衆無線 LAN 環境であったが、インターネット共有パソコンと、11n による AP を通じて接続を行う無線クライアント上でのインターネット速度測定は、ほぼスピードのロス(約 3%)がなく、Web ページの閲覧も可能であることを確認した。インターネット共有時点と無線クライアントによる接続段階でのインターネット接続の速度測定結果を表 4-3-11、写真 4-3-2 及び写真 4-3-3 に示す。

表 4-3-11 インターネット共有時点と無線クライアントによる接続段階でのインターネット接続の速度測定結果

	インターネット共有段階	無線クライアントによる 接続段階
インターネット速度測定	46.315 Kbps	44.959 Kbps

*1. PHS 回線:回線スピードは、最大 102Kbps の接続。

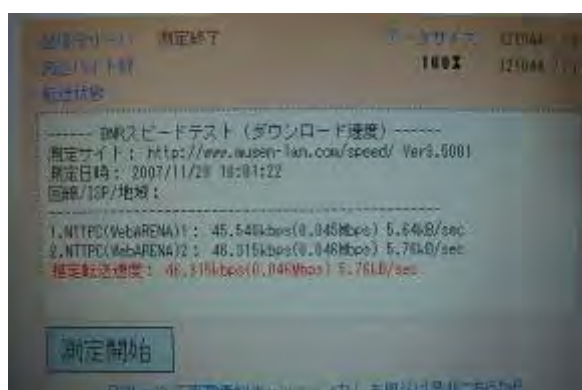


写真 4-3-2. PHS インターネット共有段階の回線速度

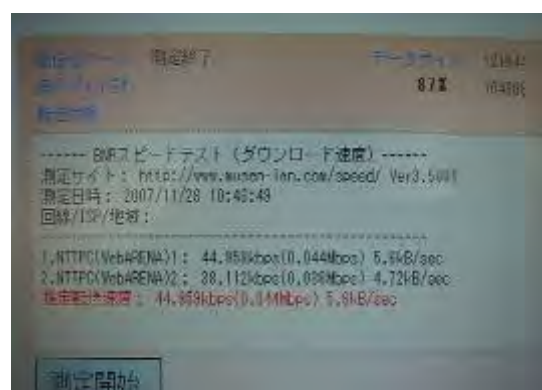


写真 4-3-3. 無線クライアント段階の回線速度

有線ブロードバンドとの接続が可能であれば、高速な公衆無線 LAN サービスの提供が可能であると言える。

(2) CCT 端末（各種決済用端末）の無線化の検証

CCT 端末を 11n 無線 LAN コンバータに接続し、高速無線 LAN ネットワークを介して SC で実際に使用している決済サーバへ接続して、決済情報を発生させ正常に決済処理が完了する状況を検証した。

3 台の CCT 端末からランダムに決済処理を行い、各端末からポイントカード 100 回以上、クレジットカード 10 回の動作を行った結果、すべて正常に決済処理が完了した。

また、11n 無線コンバータに接続した CCT 端末を台車に設置し、ワゴンサービスなどを想定した実際の運用に近い形で移動を行い、AP から離れた地点で決済処理を行ったが、低速でも通信が確立できる範囲においてはすべて決済処理が完了した。

3 台同時による試験及び館内移動時の状況を写真 4-3-4 及び写真 4-3-5 に示す。



写真 4-3-4 CCT 端末 3 台同時使用の様子



写真 4-3-5 CCT 端末移動端末使用の様子

従前の無線 LAN においては、当該アプリケーションに対して無線 LAN の不安定要素からその利用を敬遠されがちであったが、11n の改善技術により通信の安定性が確認され、CCT 端末の無線化に当たって、高速無線 LAN の利用が有効であることが確認できた。

(1) SC 管理や館内情報提供の画像情報伝送システム

ア 監視カメラの動画転送

実際の設置イメージを想定し、近距離及び遠距離、また遮へい物のある場所や階層構造となる場所において、ネットワークカメラの高速無線 LAN を通した監視を行った。いずれの地点においてもビデオ解像度 640×480 (VGA) フレームレート 10fps の

動画の転送が安定し、ネットワークカメラの制御動作（パンチルト動作など）も正常にできることを確認した。

動作確認画面を写真 4-3-6 に示す。

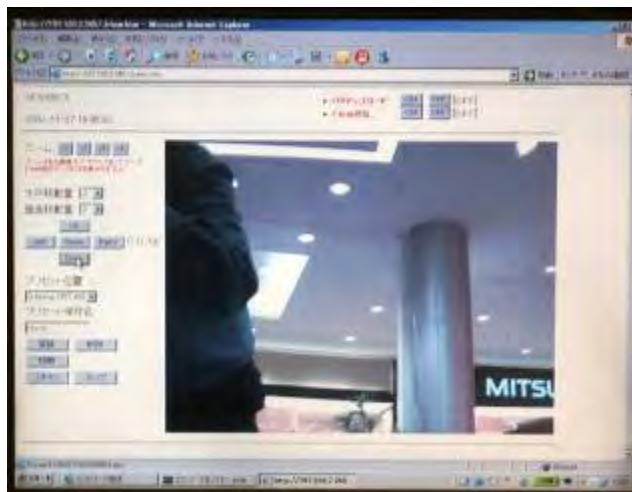


写真 4-3-6 ネットワークカメラでの表示状況

伝搬試験の結果と合わせても、無線 LAN による監視カメラ活用は高速無線 LAN の導入により、一層その利用環境に対応した設置と安定的な動作が確保できることが明らかになった。

イ 高精細度画像コンテンツの配信

ネットワークコンピュータ上のコンテンツサーバにある HD 画質（動画解像度 1440x1080、毎秒 24 フレーム（fps））のファイル 104MByte（再生時間 15 秒）が 11n 無線ネットワークを通して、再生を行うセットトップボックス（STB）端末にダウンロードされ、再生が問題なく行われることを確認した。

高スループット（40Mbps 以上）が得られる地点では、当該ファイルのダウンロードに要する時間は 7 秒前後であり、SC 館内に配置される大型ディスプレイへの高精細度品質のコンテンツを配信する上では高速無線 LAN 活用の有効性が確認できた。

STB 端末での HD 動画再生の様子を写真 4-3-7 に示す。

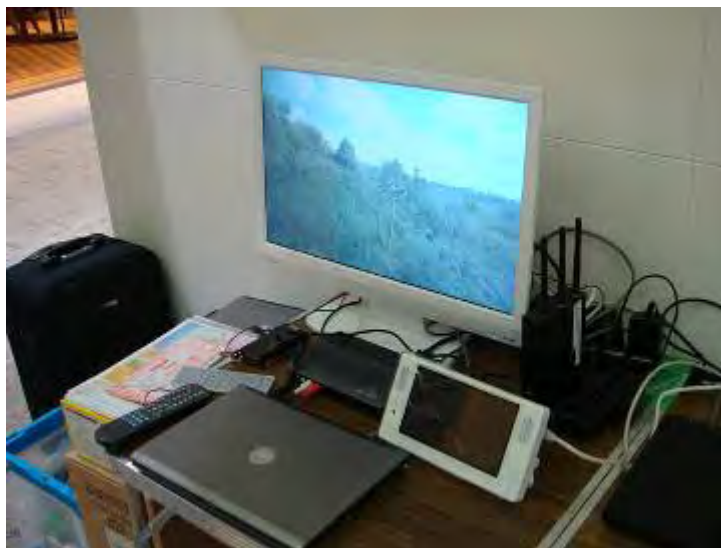


写真 4-3-7 STB 端末での HD 動画再生

(4) 電子 POP 広告を含めた電子棚札システムへの導入効果の検証

コンテンツサーバにある解像度 480x234 及び 320x240 で構成する 5Mbyte の POP 広告動画ファイル(再生時間 60 秒)が 11n 無線ネットワークを通して、再生を行う電子 POP 端末にダウンロードされ、再生が問題なく行われることを確認した。

高スループット(40Mbps 以上)が得られる地点では、当該ファイルのダウンロードに要する時間は 1 秒前後であり、SC 館内に多数配置される電子 POP 端末へコンテンツを配信する上では高速無線 LAN 活用の有効性が確認できた。

また、既に製品化されている IEEE802.11b を搭載している POP 端末を直接 11n の無線 AP に接続し、同様にコンテンツが問題なく再生されることも確認した。

第4節 試験結果のまとめと評価

1 2.4GHz帯の電磁環境特性調査

本調査では、商業区域における高速無線 LAN の有効利用の検討を行う上で必要となる商業区域の電磁環境特性について、大型ショッピングセンター(SC)を調査対象フィールドとして、SC内をテナント入居構成や業態等からエリア区分を行い、各エリア内において無線 LAN が利用する周波数帯域(2.4GHz~2.497GHz)を含む 2.3GHz~2.6GHz 帯域の電界強度特性の時間変化特性の調査測定を行うとともに、無線 LAN 端末との接近が考えられる SC 内の主な電気・電子機器類から発生している電磁雑音の特性についても調査を行い以下の結果を得た。

(1) 各エリアにおける電磁環境の周波数特性及びその時間変化特性

調査の結果、SC内の無線 LAN 帯域における電磁環境特性は、営業時間中には各エリアでインパルス性の電磁雑音が観測され、その電界強度は最大で $70\text{dB}\mu\text{V/m}$ 程度である。

電子レンジが利用されているエリアでは、その利用時に無線 LAN の周波数帯域を覆う電磁雑音が発生している。

また、コインゲーム機器類が多数あるエリアでは、営業時間中に無線 LAN の帯域を含む広い周波数帯域で電磁雑音が常時多数観測され、その電界強度は最高値で $70\text{dB}\mu\text{V/m}$ 程度となっている。

この結果から SC 内の無線 LAN 帯域の電磁環境は、電子レンジを発生源とする電磁雑音と、コインゲーム機器類等からの静電気放電による電磁雑音が主な原因であり、それらが設置されていないエリアでは、幾つかの電子・電気装置類からの電磁雑音と歩行者等による静電気放電の電磁雑音のみであり、電磁環境は極めて良好な状況であると言える。

この結果は、一般的なオフィスなどに比べても非常に電磁雑音が少ない結果と言える。

SCにおいては、オフィスなどで電磁雑音を発生するコンピュータやコピー機などの利用が極めて少ないことによるものと言える。

ただし、コインゲーム機器类等電子機器の周辺において無線LAN端末等を当該機器に接触するほど接近させる場合は、電磁雑音が通信へ影響を与えることがある。¹

さらに、電子レンジの場合は試験結果にも見られるとおり、距離 2.3mでスループットは 1/5 に低下するなど影響は明らかである。

電子レンジが設置されているエリアにおいて無線LANを使用する場合には、電子レ

¹ 【参考文献】Y. Matsumoto, T. Shimizu, T. Murakami, K. Fujii, and A. Sugiura, "Impact of frequency-modulated harmonic noises on OFDM-based WLAN systems," EMC Europe Symposium 2006, pp. 817-822, Sept. 2006

レンジ雑音の受信レベル、所望波信号レベル、キャリアセンスの閾値等に強く依存することとなる。¹

(2) 歩行者の数と電磁環境特性

SC内の電磁環境特性と歩行者数の関係について、SC内の既設無線LAN等が利用している周波数帯域である2.4GHz～2.497GHzまでの帯域を除いた全ての測定データ(2.3GHzから2.4GHzまでと2.497GHzから2.6GHz)を用いて、歩行者数と電磁雑音強度の関係について調査検討を行ったが、本調査測定ではSC内各測定場所での歩行者総数及びその変動幅が小さかったこととともに、観測された電磁雑音の頻度が極めて低かったことから、歩行者数の変化と電磁環境特性の相関関係は得られなかった。

(3) 無線LAN端末設置想定場所の周辺機器からの電磁雑音特性

SC内における無線LAN端末との接近が考えられる主な電気・電子機器類から発生している電磁雑音の調査測定を行い、以下の結果を得た。

ア レジスター及びPOS端末

距離1mにおいて、2.3GHzから2.4GHzの周波数帯域の間で測定時間中連続して電界強度が $35\text{dB}\mu\text{V/m}$ 程度となっている周波数があることから、わずかながら電磁雑音を発生していると考えられる。

イ 自動販売機

無線LANの帯域を含む2.3GHzから2.6GHzにおいて、自動販売機から発生する明確な電磁雑音は確認されなかった。

ウ 商品冷蔵庫(業務用製氷機)

無線LANの帯域を含む2.3GHzから2.6GHzにおいて、商品冷蔵庫から発生する明確な電磁雑音は観測されなかった。

エ 電子レンジ

電子レンジはISM機器の1つであり、当然無線LANの使用周波数帯域において電磁雑音を発生している。距離1mでは、無線LANの帯域内において電磁雑音の電界強度が最大で $110\text{dB}\mu\text{V/m}$ 程度となっている。また、電磁雑音は周波数がおおよそ2.3GHzから2.5GHz程度までの広帯域に及んでいる。

¹ 【参考文献】 S. Miyamoto, S. Harada, N. Morinaga, "Performance of 2.4GHz-band wireless LAN system using orthogonal frequency division multiplexing scheme under microwave oven noise environment," 2005 IEEE International Symposium on EMC, pp. 157-162, Aug. 2005

オ 電子商品監視機器

無線 LAN の帯域を含む 2.3GHz から 2.6GHz において、電子商品監視機器から発生する明確な電磁雑音は観測されなかった。

カ コインゲーム機

無線 LAN の周波数帯域を含む 2.3GHz から 2.6GHz の測定帯域内において、電磁雑音の発生が確認された。雑音の電界強度は 1m の距離で $40\text{dB}\mu\text{V/m}$ 程度と低いものの、周波数間隔が約 30MHz と周期的で帯域幅を有している。また、2.38GHz 付近と 2.5GHz では狭帯域で $45\text{dB}\mu\text{V/m}$ 程度の電磁雑音が発生していることが観測された。

更に、コインゲーム機の動作による多数のコイン等の接触や衝突が要因と考えられる散発的な電磁雑音が多数発生している。

キ 電子ピアノ（販売デモ商品）

無線 LAN の帯域を含む 2.3GHz から 2.6GHz において、電子ピアノから発生する明確な電磁雑音は確認されなかった。

2 高速無線 LAN の電波伝搬・伝送試験

本試験では、商業区域を構成する業種・業態に区分したエリアごとに高速無線 LAN（2.4GHz 帯 IEEE802.11n draft）の電波伝搬特性及び伝送特性を測定し、当該機器の実利用環境化における実力値について検討を行うための基礎的データを得た。

試験結果の概要を以下に示す。

(1) 高速無線 LAN の伝搬特性及び伝送特性について

ア いずれの伝送構成においても、各伝送方式の理論値に沿った順に近い値が測定され、高いスループットが得られている。

全体的には距離 50m までにスループットは半減する結果となった。

それ以遠について、速度の著しい低下は鈍化していく傾向となった。

すべての構成で 30Mbps 以上の高スループットが得られる範囲は理想環境においては 40m 程度であるが、実際の SC 内では 20m 未満となった。

また、AP からの距離が離れても低速 (10Mbps 程度) ではあるが、70m 付近までは通信を確立し続ける結果となった。

イ 屋外や反射の得られない空間において、IEEE802.11g の特性と近似する結果となったが、伝搬距離はより長くかつ安定した通信が行える結果となった。

ウ 一方、遮へい物などがあり、見通しの良くない場所における通信では、距離に関係なくスループットの低下が生じる結果となった。

また、反射の効果が十分に得られる地点では、ピンポイント的にスループットが高くなることが判明した。

エ 11nにおいては、さまざまなスループットの向上に活かす技術の導入が行われており、特に受信した反射波で届いた信号も復号化することができ、通信に利用できる技術が特徴的であるが、これらの改善効果は当該設備を設置する場所や空中線の角度によってスループットに大きな違いが生じる結果となった。

とりわけ、APからの距離が短く高スループットが期待できる範囲内においては顕著であることが判明した。

(2) 伝送構成の違いによるスループット測定

実際に供給が可能な 802.11n Draft 機器の各種伝送構成すべてについての試験を行った。当初、実施するエリアによって最適な伝送条件が変わってくる可能性を予想していたが、APと無線クライアントが見通せる環境であれば、各伝送方式の理論値に沿った順に近い値が測定された。

しかし、APからの距離が大きくなりリンクスピードが低速になると、伝送構成にかかわらずすべての伝送構成においても同じスループット値に収束していく結果となった。

これは、11nで採用している高速化実現のための技術は、近距離（今回の測定であれば10～20m）で効果的に動作するが、リンクスピードが低下した状態では顕著な効果は現れないものと推察できる。

一方、合成ダイバーシチの有無については、近距離においてスループットの差が顕著であると同時に、APからの距離が大きく離れた場合のスループットの低下が低い結果となった。

また、ガードインターバルは400nsの場合、遅延が生ずる場所において、逆にスループットを低下させる結果となった。

(3) 異なる環境下での MIMO 技術の効果検証

建物の階をまたいで、APが直接見えない上下方向に離れた環境下における試験を行った結果、11nで採用されている MIMO 技術による反射波を利用する特徴がよく数値に現れており、3階に設置した AP との通信が2階で最大30Mbps、1階で最大16Mbpsとなっている。（11gでは、2階4.2Mbps、1階3.2Mbpsであった。）

冗長的な電波の到達が見られる空間においては、MIMO技術による高速かつ安定性が発揮できる結果となった。

(4) 電磁雑音等による高速無線 LAN への影響

ア 電磁雑音の影響

電磁環境特性調査では、いくつかの電磁雑音を確認しているが、各エリアにおけるスループット測定試験からは、今回の調査対象機器を発生源とした無線通信性能

への大きな影響（通信中のリンク切れや、測定単位通信ごとの大きなスループットのゆれ）は見られておらず、明確な電磁雑音の影響について検証することはできなかった。

ただし、電子レンジなど大きな出力の機器については、本体前面かつ近距離(3メートル以内)の場合には、その使用により影響が出ることが判明した。

イ 既設無線 LAN(レガシーシステム IEEE802.11b/g)システムからの影響

今回、試験を行う前に既設 AP の数が多い環境であることが判明し、パフォーマンスに大きな影響を与えるのではないかと懸念されていた点については、屋内理想環境における測定結果に比して、近距離での最大スループット値が総じて 60~70Mbps 程度となったことから、影響があることが判明した。

同時に今回測定を行った各エリアでは、平均して 9 以上の既設 AP が受信できることを考えると、これらの AP が定期的(200ms)に発信するビーコン信号の影響による送信待ち、隠れ端末の影響などによる送信リトライの発生により、10~20%のスループットの低下が発生しているものと推測される。

3 アプリケーションを想定した各種機能試験

商業区域において高速無線LANを活用したアプリケーションの提供を想定して、Webの閲覧機能、画像の伝送機能、大容量のファイル転送機能、頻繁に発生するショートパケットの安定した処理機能などについて、その有効性を確認することができた。

とりわけ、従来館内有線インフラのみにより行われてきたアプリケーションシステムの無線利用による構築を可能とするためには、高速無線LANシステムが有効であることが確認できた。

【参考文献】

- [1] O. Aoki, T. Ono, K. Kakuda, M. Honda, "Radiated ESD Noise of 5GHz-band from Walkers" 2006 EOS/ESD symposium, pp152-159, Tucson, Arizona, USA, Sep 10-14, 2006
- [2] ONO Toshiaki, AOKI Osamu, NAKAGAWA Fumihiko, HISHIYAMA Mitsumasa and IKEDA Tetsuo, "EM Emission from Household Electrical and Electronic Appliances" 2005 International Conference on Electromagnetic Compatibility, 3A-4, Phuket, Thailand, July 27-29, 2005
- [3] 総務省, "電波産業会マイクロ波帯を利用する無線通信への都市雑音の影響に関する調査検討報告書", 2005年3月
- [4] 総務省, "電波産業会マイクロ波帯を利用する無線通信への都市雑音の影響に関する調査検討報告書", 2006年3月
- [5] 総務省東北総合通信局, "地方都市における 2.4GHz 帯の電波環境と利用に関する調査研究会報告書", 2002年3月
- [6] Y. Matsumoto, T. Shimizu, T. Murakami, K. Fujii, and A. Sugiura, "Impact of frequency-modulated harmonic noises on OFDM-based WLAN systems, "EMC Europe Symposium 2006, pp. 817-822, Sept. 2006
- [7] S. Miyamoto, S. Harada, N. Morinaga, "Performance of 2.4GHz-band wireless LAN system using orthogonal

第4章

frequency division multiplexing scheme under microwave oven noise environment,"2005 IEEE International Symposium on EMC, pp. 157-162, Aug. 2005

第5章 商業区域における高速無線LAN（2.4GHz帯IEEE802.11n）の有効な利活用方策

本調査検討会において実施した「電磁環境調査、電波伝搬・伝送試験及びアプリケーションを想定した各種機能試験」により、商業区域における高速無線LAN（2.4GHz帯IEEE802.11n、以下、「11n」という。）の有効性が確認された。

本章では、この有効性が確認された11nについて、「その利用に当たっての課題や利活用方策」及び「アプリケーションに活用した場合の利活用方策」について述べる。

第1節 2.4GHz帯高速無線LAN利用に当たっての課題や利活用方策

商業区域における電磁環境調査及び11nの電波伝搬・伝送試験の結果から、11nを利用するに当たっての課題や有効な利活用方策についての検討結果は、次のとおりである。

1 電磁雑音対策

今回の試験から、電子レンジの使用時にその本体前面かつ数メートル以内において11nを使用すると、そのスループットに影響が出ることが分かった。また、電磁環境調査からコインゲーム機器類が多数あるエリアにおいても、その営業時間中に11nに影響を及ぼすと思われる多数の電磁雑音の存在が常時確認された。

したがって、商業区域において11nを導入するに当たっては、電子レンジ等のISM機器に接近させないように、またコインゲーム機器類に接触するほど接近させないように、その設置に注意が必要である。

2 既設無線LAN対策

今回、試験を行った各エリアにおいては、平均して9以上と想定外の既設アクセスポイント（以下、「AP」という。）からの信号が受信された。

したがって、商業区域において11nを導入するに当たっては、既に導入されている無線LANの影響を調査し、できるだけ使用されているチャンネルを避けるとともに、他の既設無線LANができるだけ受信されない適切な場所を選定することが望ましい。

3 APを設置する場合の注意

APを設置する場合は、同じ距離でも見通し内エリアと見通し外エリアではそのスループットが異なることから、活用するアプリケーションの必要とする伝送速度を考慮し、適切な場所を選定することが望ましい。

4 各種伝送構成とそれらの最適な設置条件

今回の試験から、商業区域において導入する11n機器の伝送構成の設定については、15～20m 以内を高スループットでカバーするのであれば、使用周波数帯域を40MHz、ガードインターバルを400nsに設定し、また、20mを超える幅広いエリアをカバーするのであれば、合成ダイバーシチ機能があるものを使用し、ガードインターバルを800nsに設定することが望ましい。

5 11nに接続する有線系インフラの高速化

今回の各エリアにおける試験から、最大で60Mbps台までのスループットが出ており、11nの高速性が確認された。

したがって、商業区域において11nを導入するに当たっては、これと接続する有線系インフラについても光ファイバ等の高速回線であることが望ましい。

第2節 2. 4GHz帯高速無線LANを活用したアプリケーションの利活用方策

商業区域において11nの活用が想定されるアプリケーションの試験から、その利活用方策についての検討結果は、次のとおりである。

1 公衆無線 LAN サービス提供システム

公衆無線 LAN サービス提供のための要件としては、多数の端末を接続可能とし、より広いエリアで提供することが求められる。

端末の接続数については、各エリアにおける試験から1台の11nのAPで最大60Mbps台のスループットが出ていることから、端末1台当たりの提供帯域を3Mbpsとして考えると20台以上、端末1台当たり1Mbpsとして考えると60台以上の接続が可能である。

(いずれもオーバーヘッド等を加味しない場合)

提供エリアについては、見通し内エリアであれば、高スループット(60Mbps)の提供は15～20m、低スループット(10Mbps)の提供は50m程度である。(今回試験を実施したカルチャースクールエリアを例にすると、54Mbpsのスループットを得るためのAPからの距離は、約15m以内である。(57頁の図4-3-3を参照のこと。))

見通し外エリアもカバーする場合には、そのエリアにもAPを増設することが望ましい。

2 CCT端末(クレジットカード決済端末)などの無線化システム

CCT端末などの無線化のための要件としては、安定性が高いことが求められる。

安定性については、今回の幾つかの試験において11nとIEEE802.11g(以下、「11g」という。)を同時に試験したが、11gが低いリンクスピードの場合、通信リンクのオンオフが激しいのに対し、11nでは同様な動きは見られなかった。

この結果から、11n では従来の無線LANを利用する際の不安材料であった安定性について改善されており、CCT端末を無線化しても十分に活用できるものと考えられる。

設置に当たっては、柱や障害物の陰にならず、APが見通せるようにすることが望ましい。

3 SC 管理や館内情報提供の画像情報伝送システム

SC 管理や館内情報提供の画像情報システムの要件としては、高スループットとリアルタイム性が求められる。

今回の試験から、高スループットについては、11n は見通し内であれば 60Mbps を 15～20m の範囲において提供が可能であることから、HD 動画の伝送に活用できるものと考えられる。(今回試験を実施したカルチャースクールエリアを例にすると、HD 動画の伝送 (20Mbps 程度以上) が可能であるスループットが得られる AP からの距離は、約 45m 以内である。(57 頁の図 4-3-3 を参照)

また、今回の試験から、リアルタイム性については、11n を使用して IP パンチルカメラのストリーミング動画をコマ落ちなく表示できることが確認された。

設置に当たっては、通常これらの機器は壁や柱などの近辺に取り付けられることが多いことから、これらの障害物の陰にならず AP が見通せるようにすることが望ましい。

4 電子 POP 広告を含めた電子棚札システム

電子 POP 広告を含めた電子棚札システムの要件としては、電磁雑音の影響による設置制限がないことや提供エリアが広いことが求められる。

今回の試験から、電磁雑音の影響については、大型冷蔵庫、電子レンジ(近接は除く)、自動販売機、レジ等が存在する環境においても、11n は問題なく安定して通信が行えることが確認された。

また、提供エリアについても、通常の総合スーパーマーケットであれば数台でカバーできることが確認された。

設置に当たっては、電子レンジの正面から数メートル以内やコインゲーム機器類に接触するような近接では、その通信への影響が十分に考えられるため注意が必要である。

第3節 期待される高速無線 LAN の活用

今回、試験を実施した大型ショッピングセンターにおいては、入居店舗ごとに個別の既設無線 LAN が導入されていることが確認された。

このような状況下にあっても 11n は IEEE802.11g と比較してスループットや通信エリア等において優れ、安定した通信確保が改めて確認された。

したがって、既存システムが設置されている状況下においても 11n の活用効果は大きい

ことから、今後は商業区域における 11n の導入が期待される。

この場合、11n の特徴の一つである QoS 機能が大きく利用され、内線電話の無線 IP 電話化や、ストリーミングを使用した HD 動画の転送、決済端末等、その制御が有線通信並みに行われる可能性も期待できる。

今後、市場における 11n 機器は、空間ストリーム数の増加、送信ビーム・フォーミングへの対応、5GHz 帯への対応等により、更なる通信の高速化・安定化が進むと考えられ、アプリケーションや設置エリアごとのセッティングの幅が広がり、より最適な通信を行うことが可能になると考えられる。

また、これらの通信技術の導入により、一層高度な情報サービスの提供と情報収集が可能となるものと期待される。

具体的には店舗側においては電子 POP 広告によりリアルタイムに顧客を誘導し、更に WiFi 無線タグ等の導入により細かく顧客動向を把握（マーケティングデータの取得）し、それに最適な対応をするなど、より効果的な売り上げ戦略を策定することが可能になると考えられる。

さらに、顧客側においても購入希望商品の有無、同商品の売場へのルート、関連商品などの情報検索などを WiFi 端末で行うことが可能となるなど、より利便性に富み効率的な買物が可能になると考えられる。（参考として、11n を有効活用した商業区域でのアプリケーションの提供イメージを、図 5-3-1 に示す。）

このように、11n の特徴を生かしたアプリケーションの開発や活用が進展することにより、今後商業区域においてその導入が進み、高速無線 LAN による有効なサービス展開が実現するものと期待される。

高速無線LANの有効活用による商業区域でのアプリケーション提供イメージ

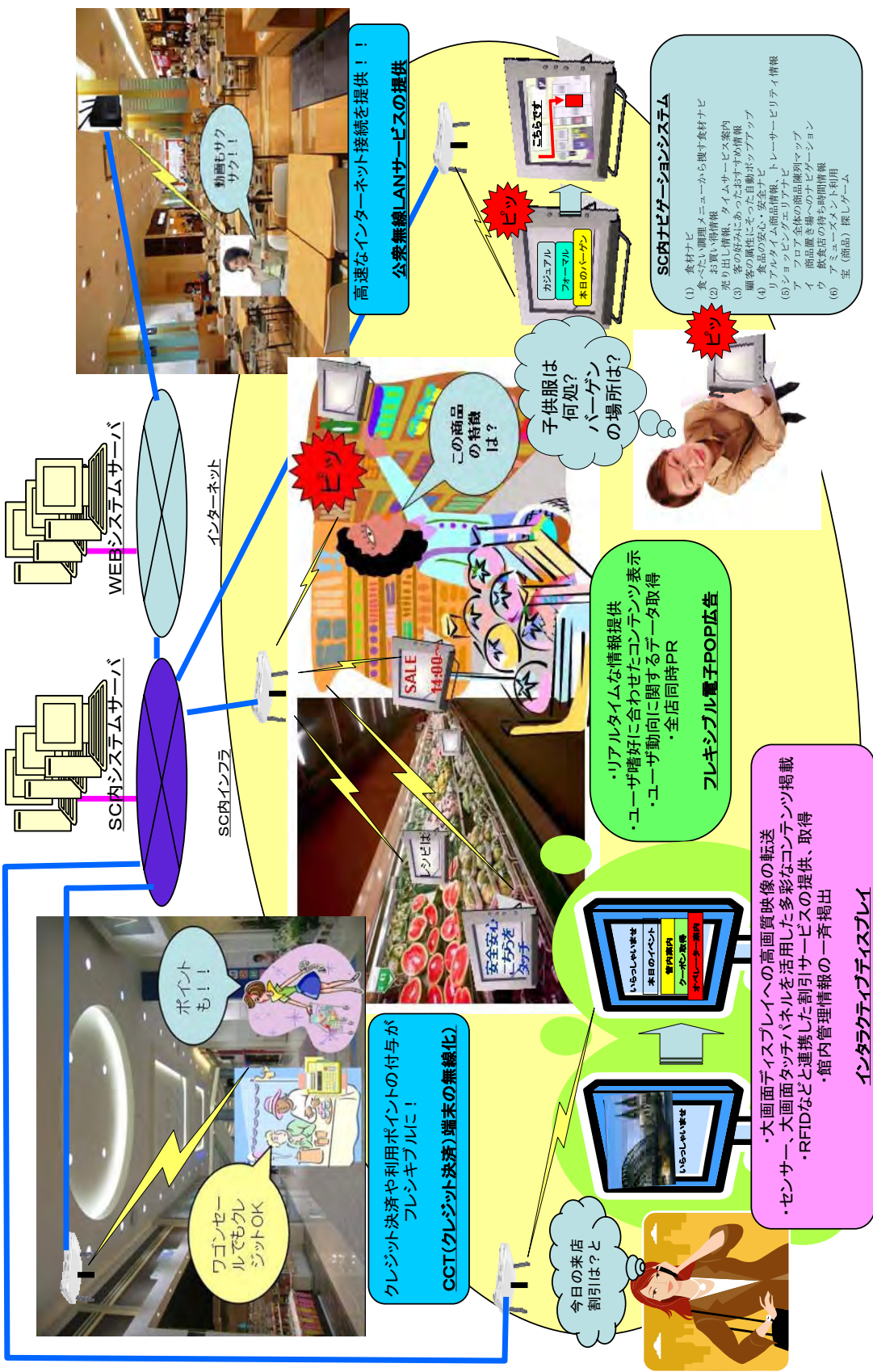


図 5-3-1 高速無線 LAN の有効活用による商業区域でのアプリケーション提供イメージ

おわりに

東北総合通信局は、今回、基準策定中の IEEE802.11n 規格の高速無線 LAN について、①商業区域における 2.4GHz 帯 (ISM バンド) の電磁雑音測定と分析、②高速無線 LAN に影響を与える電磁雑音による影響度の検討、③高速無線 LAN が実利用環境における通信速度等の技術データの取得、④高速通信のメリットを生かした有効なアプリケーションの検討などを目的とした「商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会」の事務局を担当させていただきました。

試験フィールドとしてご提供いただいた「イオンモール名取エアリ」(旧ダイヤモンドシティ・エアリ)は、平成19年2月にオープンした大型ショッピングセンターで、仙台市中心部からの交通アクセスに優れ、また、「なとりりんくうタウン」内という立地条件にも優れた商業施設です。

また、同ショッピングセンターは、スーパーマーケット、百貨店、専門店及び映画館などを配置した複合的な大型商業施設となっています。同タウン内では建設中の住宅も多く、ますます発展する「街」にふさわしいショッピングセンターではないかと思えます。

同ショッピングセンター内には、既設無線 LAN、キャッシュレジスター、電子レンジ、冷凍庫、自動販売機及びゲーム機器など、電磁雑音を発していると思われる機器が見られました。

高速無線 LAN のスループットが電磁雑音の影響をどの程度受けるのか、また、同ショッピングセンター内を通行する歩行者の影響でスループットがどうなのか?興味があるところでした。

10月から11月にかけて電磁雑音調査及び電波伝搬特性調査が実施され、朝から深夜までの調査が行われ、調査関係者の方々の疲労も相当ではなかったと思えます。お疲れ様でした。

測定中には、「電波の状況調査中」という表示をし、ショッピングセンターへのお客から不審がられないか心配をしておりましたが、イオンモール(株)の関係者のご配慮によりトラブルもなく調査を終了することができました。

すでに IEEE802.11n Draft 版の製品は、市場に出ておりますが、早く IEEE802.11n が標準化されることを望むところです。

最後となりましたが、本調査検討会の座長としてご助言をいただきました安達教授、作業部会主査の工藤准教授をはじめ、委員の皆様、試験フィールドをご提供いただいたイオンモール(株)様、その他関係者の皆様に対して深く感謝申し上げます。

平成20年3月

商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会
事務局

商業区域における 高速無線 LAN の有効利用に関する 調査検討会

資 料 集

資料集 目次

資料 1	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会	開催要綱	99
資料 2	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会	構成員	101
資料 3	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会	作業部会設置要綱	102
資料 4	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会	作業部会構成員	103
資料 5	商業区域における高速無線LANの有効利用に関する調査検討会	審議状況	104
資料 6	試験に使用した機器の諸元		106
資料 7	試験データ		116

商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会 開催要綱

1 名称

本検討会は、「商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会」（以下、「検討会」という。）と称する。

2 目的

高速無線 LAN (IEEE802.11n) の国際標準化は、2008 年 3 月の基準策定に向けて検討作業が進められている。高速無線 LAN に対する期待は大きく、既に多数の Draft 規格が登場している。国際標準化動向を踏まえながら、我が国においては、早期に高速無線 LAN を導入するため、関係省令等が改正され本年 6 月 28 日から施行されている。

しかし、高速無線 LAN が使用する周波数 (2.4GHz 帯) は、ISM 帯であることからその利用にあたっては、電子レンジ等 ISM 機器からの電磁雑音や既存の無線 LAN 等の影響を考慮する必要がある。また、電波は、遮蔽や反射が避けられないため、周辺の障害物等による電波伝搬にも配慮しなければならない。

特に大型ショッピングセンターのような商業区域は、業務用電子レンジ、オーダーエントリー装置、商品管理用 POS 端末や他の無線 LAN 等が混在し、日々、多様な電波環境にあることに加え、ショッピングセンター内の間取りや通路も様々であり、高速無線 LAN を利用するためのモデル的な電波環境条件を有している。将来、導入が本格化する高速無線 LAN を有効に利用するためには、様々な活用例を視野に入れた実際の技術データの取得と分析は特に重要である。

このため本調査検討会は、3 に掲げる事項について調査検討を行う。

3 検討事項等

大型ショッピングセンターを試験フィールドに次の事項を調査検討する。

- (1) 2.4GHz 帯の電波環境
- (2) 高速無線 LAN (2.4GHz 帯 IEEE802.11nDraft) の電波伝搬特性及び伝送特性
- (3) 高速無線 LAN の有効な利活用方策
- (4) その他関連する事項

4 構成

- (1) 検討会は、東北総合通信局長の委嘱を受けた委員により構成する。
- (2) 検討会には、構成員の互選により座長を置く。
- (3) 検討会には、作業部会を置く。作業部会の構成員は検討会で定める。
- (4) 作業部会には主査を置き、座長が指名する。

5 運営

- (1) 検討会は座長が開催し主宰する。
- (2) 座長は必要に応じて、構成員以外の委員を招聘することができる。
- (3) その他、運営に関する事項は検討会において定める。

資料 1

6 開催期間

平成19年7月4日から平成20年3月31日までとする。

7 事務局

検討会の事務局は、東北総合通信局無線通信部企画調整課に置く。

商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会
構 成 員

(敬称略・五十音順)

- あだち ふみゆき 安達 文 幸 東北大学大学院 工学研究科 教授
- あめみや ふじお 雨宮 不二雄 NTTアドバンステクノロジー株式会社EMCセンタ 理事 主幹担当部長
- うちの まさひろ 内野 政治 アンリツ株式会社コアテクノロジーR&Dセンターワイヤレス計測技術開発部長
- おおなか ひろふみ 大中 博文 イオンモール株式会社イオンモール名取エアリ オペレーションマネージャー
(平成 20 年 2 月 20 日付け解任)
- くどう えいすけ 工藤 栄 亮 東北大学大学院工学研究科准教授
- しらね たかお 白根 孝 夫 コープ東北サンネット事業連合システム部長
- たかまつ こういち 高松 幸 一 株式会社東芝東北支社総合営業部課長代理
- どい まさゆき 土井 正 幸 日本無線株式会社東北支社長
- のむら しゅうじ 野村 修 二 財団法人テレコムエンジニアリングセンター仙台支所長
- やまき きんいち 山崎 健 一 株式会社コレガ企画本部法人課担当部長
- まつ もと やすし 松 本 泰 独立行政法人情報通信研究機構電波計測研究センターEMCグループ
通信システムEMCプロジェクト 研究マネージャー
- みやしげ ともみみ 宮 重 朋 史 ナルテック株式会社事業統括本部営業企画部
- むらおか たか のぶ 村岡 崇 信 三菱電機株式会社東北支社事業推進部長
- わたせ えいいち 渡瀬 栄 一 イオンモール株式会社イオンモール名取エアリ オペレーションマネージャー
(平成 20 年 2 月 20 日付け選任)

商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会

作業部会設置要綱

1 目的

本作業部会は、「商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会」（以下「検討会」という。）における審議を円滑・効率的に進めるため、検討会の指示等に基づき必要な作業を行う。

2 主な任務

- (1) 2.4GHz 帯の電波環境調査の試験の内容・システム・試験方法の検討、試験結果の分析・整理
- (2) 高速無線 LAN (2.4GHz 帯 IEEE802.11nDraft) の電波伝搬特性試験の内容・システム・試験方法の検討、試験結果の分析・整理
- (3) 高速無線 LAN を利用した伝送特性試験の実施・分析・評価内容・システム・試験方法の検討、試験結果の分析・整理
- (4) 高速無線 LAN の有効な利活用方策についての検討
- (5) その他検討会から指示された作業、その他必要な事項

3 構成員

構成員（作業部会委員）は別紙のとおりとする。

4 運営等

- (1) 主査は作業部会を主宰する。
- (2) 作業部会は、会合開催によるほか、効率的運営を図るため電子メール等の通信手段を利用した意見交換等でも実施できることとする。
- (3) 作業部会の事務局は、東北総合通信局無線通信部企画調整課に置く。

商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会
作業部会構成員

(敬称略・五十音順)

- うちの まさはる アンリツ株式会社コアテクノロジーR&Dセンターワイヤレス計測技術開発部長
内野 政治
- おの としあき NTTアドバンステクノロジー株式会社EMCセンタ 担当課長
小野 聡明
- おおなか ひろふみ イオンモール株式会社イオンモール名取エアリ オペレーションマネージャー
大中 博文
(平成 20 年 2 月 20 日付解任)
- くどう えいすけ 東北大学大学院工学研究科准教授
工藤 栄亮
- たかまつ こういち 株式会社東芝東北支社総合営業部課長代理
高松 幸一
- のむら しゅうじ 財団法人テレコムエンジニアリングセンター仙台支所長
野村 修二
- まつもと やすし 独立行政法人情報通信研究機構電波計測研究センターEMCグループ
松本 泰
通信システムEMCプロジェクト 研究マネージャー
- みやしげ ともみみ ナルテック株式会社事業統括本部営業企画部
宮重 朋史
- みやうち かおる コープ東北サンネット事業連合システム部
宮内 馨
- むらおか たかのぶ 三菱電機株式会社東北支社事業推進部長
村岡 崇信
- むらた てつお 日本無線株式会社東北支社担当部長
村田 哲夫
- もりしま まさと 株式会社コレガ企画本部法人課長
森島 雅人
- わたせ えいいち イオンモール株式会社イオンモール名取エアリ オペレーションマネージャー
渡瀬 栄一

(平成 20 年 2 月 20 日付選任)

商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する調査検討会審議状況

時 期	項 目
平成 19 年 7 月 4 日	第 1 回検討会 1 検討事項及びスケジュールについて 2 作業部会の設置について 3 関連技術の紹介 4 商業区域における電子機器の利活用の現状と課題について
7 月 13 日	メールによる意見照会（：検討会） 1 第 1 回検討会の議事録（案）
8 月 10 日	第 1 回作業部会 1 検討事項の詳細について
8 月 15 日	メールによる意見照会（作業部会） 1 第 1 回作業部会の議事録（案）
8 月 16 日	メールによる意見照会（検討会、作業部会） 1 高速無線 LAN を活用した SC における有効利用方法に関する提案について
8 月 29 日	メールによる意見照会（検討会、作業部会） 1 検討事項の詳細（一次案） 2 試験方法の企画書（一次案）
9 月 4 日	第 2 回作業部会の開催 1 検討事項の詳細について 2 試験方法の企画書について
同上	第 2 回検討会の開催 1 検討事項の詳細について 2 試験方法の企画書について
10 月 3 日	メールによる意見照会（検討会、作業部会各々） 1 第 2 回検討会の議事録（案） 2 第 2 回作業部会の議事録（案）
10 月 4 日～11 月 30 日	請負業者の決定 1 電磁環境調査（NTT アドバンステクノロジー(株)） 2 電波伝搬・伝送試験（(株)コレガ） フィールド試験実施（宮城県名取市他）

平成20年2月20日	第3回検討会・第3回作業部会（合同会合） 1 フィールド試験結果について 2 報告書の骨子について
3月13日	第4回作業部会の開催（最終会合） 1 検討会報告書（案）について
3月18日～3月24日	メールによる意見照会（検討会、作業部会） 1 検討会報告書（案）について
3月26日	第4回検討会の開催（最終会合） 1 検討会報告書（最終案）について

試験に使用した機器の諸元

ここでは試験に使用した機器の諸元を示す。

1 2.4GHz 帯電磁環境特性調査

(1) スペクトラムアナライザ

項目	仕様	
名称	ESIB7	
製造社	ROHDE & SCHWARTZ (独)	
周波数範囲	20 Hz～7 GHz	
RBW ^{※1}	6 dB Band Width	10 Hz～10 MHz (ステップ: 10 倍)
	3 dB Band Width	1 Hz～10 MHz (ステップ: 1, 2, 3, 5, 10 倍)
最低受信感度 ^{※2}	9 kHz～150 kHz (RBW: 200 Hz)	-10 ~ -24 dB μ V
	0.15～30 MHz (RBW: 9 kHz)	-7 ~ -17 dB μ V
	30 MHz～1 GHz (RBW: 300 kHz)	-6 dB μ V 以下
	1～7 GHz (RBW: 1 MHz)	6 ~ 9 dB μ V

※1 RBW はスペクトラムアナライザモードでの値

※2 最低受信感度はレシーバモード、内蔵アッテネータ 0dB、内蔵プリアンプ(20dB)ON での値

(2) オムニアンテナ

項目	仕様
名称	EM-6865
製造社	ELECTRO METRICS
周波数範囲	2～18 GHz
平均 VSWR	2.1 以下
アンテナファクタ(@2400MHz)	約 38.7 dB/m

(3) バンドパスフィルタ

項目	仕様
名称	CS3000-2000-13SS1
製造社	DADEN
通過周波数帯域	2~3GHz

(4) プリアンプ

項目	仕様
名称	JCA04-301
製造社	JCA テクノロジー
増幅周波数帯域	0.5~4 GHz
利得	23 dB (Typical 値)
雑音指数	3 dB 以下
VSWR	2.0 以下

(5) データ取得用低雑音ノート型 PC

項目	仕様
名称	LEP-770T
製造社	株式会社コトヴェール
CPU	Pentium M 1.4GHz
メモリ	DDR SDRAM(PC2100) 512 MB
HDD	40 GB
備考	特別に漏洩電磁波を抑制した PC

(6) データ取得用インタフェース

項目	仕様
名称	GPIB-USB-B
製造社	National Instruments
測定器側インタフェース	GP-IB (IEEE488.2 互換)
PC 側インタフェース	USB1.1 (Full Speed)
データ転送レート	880kbps 以上

(7) 高周波用同軸ケーブル

項目	仕様	
種類 ^{※1}	I	II
名称	Sucoflex 104EM	Sucoflex 100
製造社	HUBER & SUHNER	
長さ	5m	1m
損失(@2400 MHz)	約 0.5 dB/m	約 0.68 dB/m

※1 I はバンドパスフィルタとプリアンプ間の接続に使用

II はプリアンプとスペクトラムアナライザ間の接続に使用

(8) ダブルリッジドガイドホーンアンテナ

項目	仕様
名称	EMCO
製造社	3115
周波数範囲	1~18 GHz
平均 VSWR	1.5 以下
アンテナファクタ(@2400MHz)	約 29.4 dB/m

2 高速無線 LAN 電波伝搬・伝送試験

名 称	メーカー・型式	仕 様
無線 LAN カード	COREGA CG-WLCB144GNL	インターフェース：PC Card Standard TypeII 準拠 規格：IEEE802.11b/g/Draft 11n 準拠 周波数：2,412MHz～2,484MHz (1～13ch) 寸法：54×5×120mm 電源：DC 5 V (パソコンより給電) 消費電力：最大 2.15W
ノート PC①	Dell Latitude D420	CPU：Intel CoreSoloU1400 1.2GHz OS：WindowsXP SP2 メモリ：512MB 寸法：295x25.4x209.8mm 重量：1.3kg 電源：AC100V
ノート PC②	IBM ThinkPad X31	CPU：Intel PentiumM 1.4GHz OS：WindowsXP SP2 メモリ：512MB 寸法：273x223x30.2mm 重量：1.67kg 電源：AC100V 消費電力：56W
コンテナ	積水化学(株) OC-50LB	寸法：530×366×320mm
FTP サーバ	COREGA CG-NSC4500GT	外部インターフェース：[有線]1000BASE-Tx1 内部インターフェース：SATAx4 寸法：153x229x178mm 重量：2.4kg (本体のみ) 電源：AC100V 消費電力：200W
無線アクセスポイント①	COREGA CG-WLBARGN	インターフェース： [有線]WAN：1000BASE-Tx1 LAN：1000BASE-Tx4 [無線]802.11b/g, Draft802.11n 搭載無線部数：送信 3x 受信 3 寸法：165x150x33mm

		<p>重量：0.38kg(本体のみ)</p> <p>電源：AC100V</p> <p>消費電力：14W</p>
無線アクセスポイント②	COREGA CG-WLBARGNL	<p>インタフェース：</p> <p>[有線]WAN：100BASE-TXx1</p> <p>LAN：100BASE-TXx4</p> <p>[無線]802.11b/g, Draft802.11n</p> <p>搭載無線部数:送信 2x 受信 3</p> <p>寸法：165x150x33mm</p> <p>重量：0.35kg(本体のみ)</p> <p>電源：AC100V</p> <p>消費電力：約9.5W</p>
無線アクセスポイント③	NEC AtermWR8400N	<p>インタフェース：</p> <p>[有線]WAN：10BASE-T/100BASE-TXx1</p> <p>LAN：10BASE-T/100BASE-TXx4</p> <p>[無線]802.11a/b/g, Draft802.11n</p> <p>搭載無線部数:送信 3x 受信 3</p> <p>寸法：41x197x174mm</p> <p>重量：0.42kg(本体のみ)</p> <p>電源：AC100V</p> <p>消費電力：約8W</p>
有線ハブ	COREGA CG-SW05GTPLW	<p>インタフェース：</p> <p>[有線]1000BASE-Tx5</p> <p>寸法：112x103x30mm</p> <p>重量：0.23kg</p> <p>電源：AC100V</p> <p>消費電力：4W</p>

3 アプリケーションを想定した各種機能試験

(1) ホットスポット提供・CCT 端末の無線化システム

名 称	メーカー・型式	仕 様
無線 LAN カード	COREGA CG-WLCB144GNL	インタフェース : PC Card Standard TypeII 準拠 規格 : IEEE802. 11b/g/Draft 11n 準拠 周波数 : 2, 412MHz~2, 484MHz (1 ~13ch) 寸法 : 54×5×120mm 電源 : DC 5 V (パソコンより給電) 消費電力 : 最大 2. 15W
ノート PC①	Dell Latitude D420	CPU : Intel CoreSoloU1400 1. 2GHz OS : WindowsXP SP2 メモリ : 512MB 寸法 : 295x25. 4x209. 8mm 重量 : 1. 3kg 電源 : AC100 V
ノート PC②	IBM ThinkPad X31	CPU : Intel PentiumM 1. 4GHz OS : WindowsXP SP2 メモリ : 512MB 寸法 : 273x223x30. 2mm 重量 : 1. 67kg 電源 : AC100 V 消費電力 : 56W
コンテナ	積水化学(株) OC-50LB	寸法 : 530×366×320mm
無線アクセスポイント	COREGA CG-WLBARGNL	インタフェース : [有線]WAN : 100BASE-TXx1 LAN : 100BASE-TXx4 [無線]802. 11b/g, Draft802. 11n 搭載無線部数:送信 2x 受信 3 寸法 : 165x150x33mm 重量 : 0. 35kg(本体のみ) 電源 : AC100 V 消費電力 : 約 9. 5W

無線コンバータ	COREGA CG-LBPRO5PU+11n モジュール	インタフェース： [有線]WAN：100BASE-TXx1 LAN：100BASE-TXx4 [無線]802.11b/g, Draft802.11n 搭載無線部数：送信 2x 受信 3 電源：AC100V
回線端末 (ホットスポット用)	Willcom WS011SH	寸法：50x135x17.9mm 重量：157g

(2) SC 管理や管内情報提供の画像情報システム

名 称	メーカー・型式	仕 様
ノート PC①	Dell Latitude D420	CPU：Intel CoreSoloU1400 1.2GHz OS：WindowsXP SP2 メモリ：512MB 寸法：295x25.4x209.8mm 重量：1.3kg 電源：AC100V
ノート PC②	IBM ThinkPad X31	CPU：Intel PentiumM 1.4GHz OS：WindowsXP SP2 メモリ：512MB 寸法：273x223x30.2mm 重量：1.67kg 電源：AC100V 消費電力：56W
コンテナ	積水化学(株) OC-50LB	寸法：530×366×320mm
FTP サーバ	COREGA CG-NSC4500GT	外部インタフェース： [有線]1000BASE-Tx1 内部インタフェース：SATAx4 寸法：153x229x178mm 重量：2.4kg(本体のみ) 電源：AC100V 消費電力：200W
無線アクセスポイント	COREGA	インタフェース：

	CG-WLBARGNL	[有線]WAN : 100BASE-TXx1 LAN : 100BASE-TXx4 [無線]802.11b/g, Draft802.11n 搭載無線部数:送信 2x 受信 3 寸法 : 165x150x33mm 重量 : 0.35kg(本体のみ) 電源 : AC100V 消費電力 : 約9.5W
無線コンバータ	COREGA CG-LBPRO5PU+11n モジュー ール	インタフェース : [有線]WAN : 100BASE-TXx1 LAN : 100BASE-TXx4 [無線]802.11b/g, Draft802.11n 搭載無線部数:送信 2x 受信 3 電源 : AC100V
ネットワークカメラ	COREGA CG-NCPT	インタフェース : [有線]100BASE-TXx1 寸法 : 165x150x33mm 重量 : 0.35kg(本体のみ) 電源 : AC100V 消費電力 : 約9.5W
セットトップボックス	FJ Display B1080PW	インタフェース : [有線]100BASE-TXx1 対応フォーマット : MPEG 1/2/4, HD WMV9, JPEG, MP3 対応メディア : CF TypeI/II 電源 : AC100V
液晶ディスプレイ	COREGA CG-L22WDGW	22型ワイド液晶モニタ 寸法 : 520x145x437mm 重量 : 5.3kg(本体のみ) 電源 : AC100V 消費電力 : 48W(最大)

(3) 電子POP 広告を含めた電子システム

名 称	メーカー・型式	仕 様
ノートPC①	Dell Latitude D420	CPU : Intel CoreSoloU1400 1.2GHz OS : WindowsXP SP2 メモリ : 512MB 寸法 : 295x25.4x209.8mm 重量 : 1.3kg 電源 : AC100V
ノートPC②	IBM ThinkPad X31	CPU : Intel PentiumM 1.4GHz OS : WindowsXP SP2 メモリ : 512MB 寸法 : 273x223x30.2mm 重量 : 1.67kg 電源 : AC100V 消費電力 : 56W
コンテナ	積水化学(株) OC-50LB	寸法 : 530×366×320mm
FTP サーバ	COREGA CG-NSC4500GT	外部インターフェース : [有線]1000BASE-Tx1 内部インターフェース : SATAx4 寸法 : 153x229x178mm 重量 : 2.4kg(本体のみ) 電源 : AC100V 消費電力 : 200W
無線アクセスポイント	COREGA CG-WLBARGNL	インターフェース : [有線]WAN : 100BASE-TXx1 LAN : 100BASE-TXx4 [無線]802.11b/g, Draft802.11n 搭載無線部数:送信 2x 受信 3 寸法 : 165x150x33mm 重量 : 0.35kg(本体のみ) 電源 : AC100V 消費電力 : 約9.5W
無線コンバータ	COREGA CG-LBPRO5PU+11n モジユ	インターフェース : [有線]WAN : 100BASE-TXx1

	ール	LAN : 100BASE-TXx4 [無線]802.11b/g, Draft802.11n 搭載無線部数:送信 2x 受信 3 電源 : AC100V
電子POP 端末①	FJ Display P070-9	インタフェース : [有線]100BASE-TXx1 ディスプレイ : 7 inch TFT LCD (480*234) 対応フォーマット : JPEG/MJPEG /MPEG 1/2/4 対応メディア : CF TypeI/II 寸法 : 165x150x33mm 重量 : 約 490g(本体のみ) 電源 : AC100V 消費電力 : 24W
電子POP 端末①	ナルテック	インタフェース : [無線]802.11b 電源 : AC100V

試験データ

ここでは、電磁環境調査において測定した結果を示す。

1 総合スーパーマーケットエリア 測定箇所：売場内商品陳列棚近傍(場所記号 E-1)

(1) 営業時間外(平成 19 年 10 月 23 日午前 0 時 30 分～0 時 40 分)

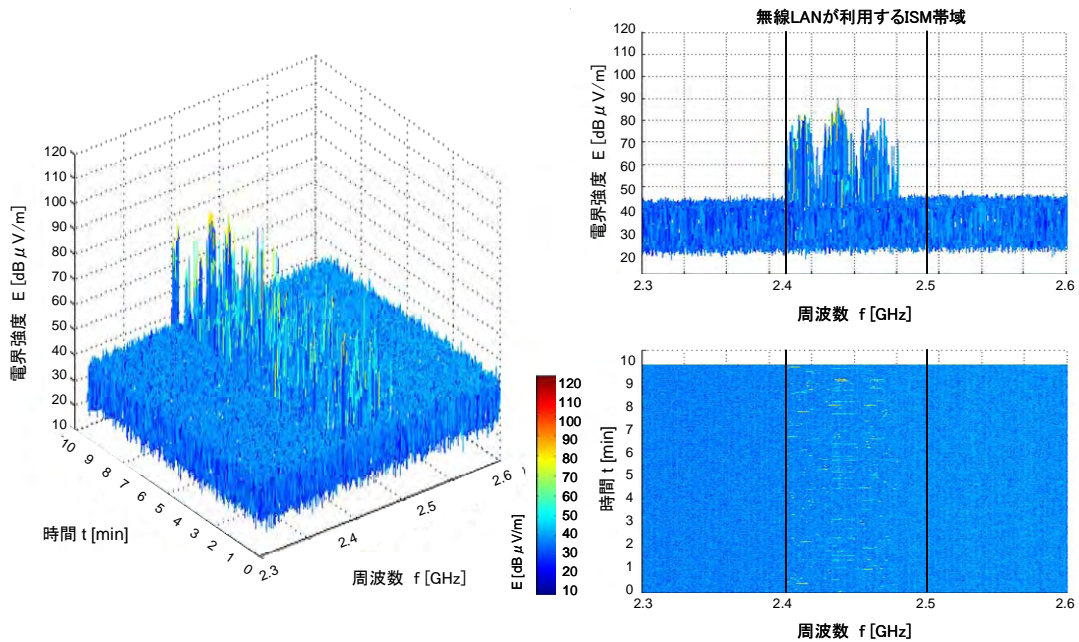


図 9-1-1 総合スーパーマーケットエリア (営業時間外) 測定箇所：E-1

(2) 営業時間外(平成 19 年 10 月 25 日午後 4 時～午後 7 時)

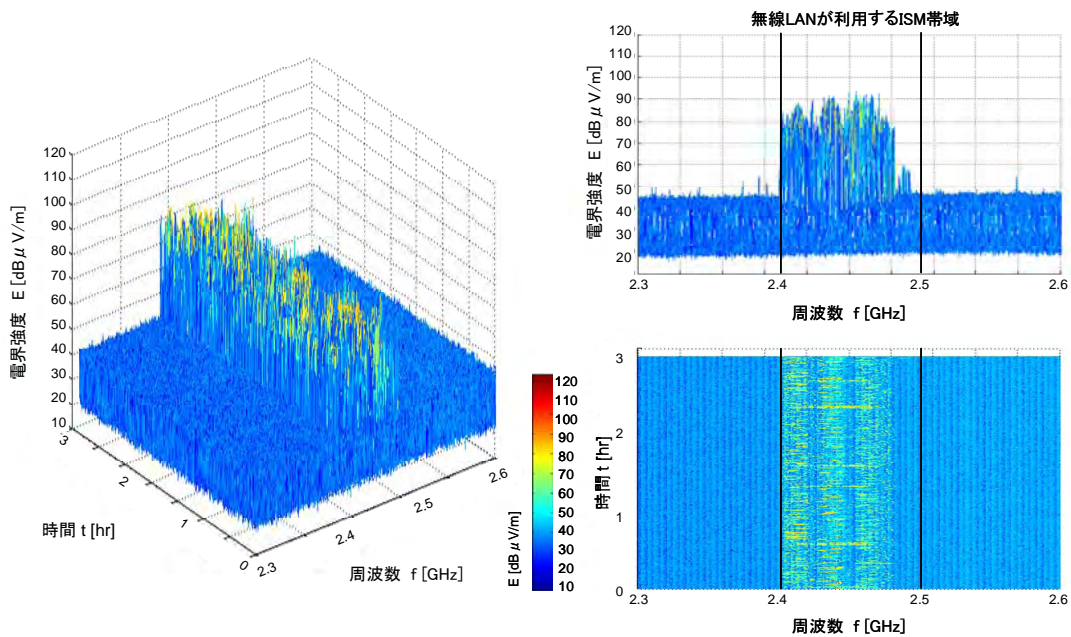


図 9-1-2 総合スーパーマーケットエリア (営業時間内) 測定箇所：E-1

2 総合スーパーマーケットエリア 測定箇所：代金精算レジ機器近傍(場所記号E-2)

(1) 営業時間外(平成19年10月23日午前0時10分～0時20分)

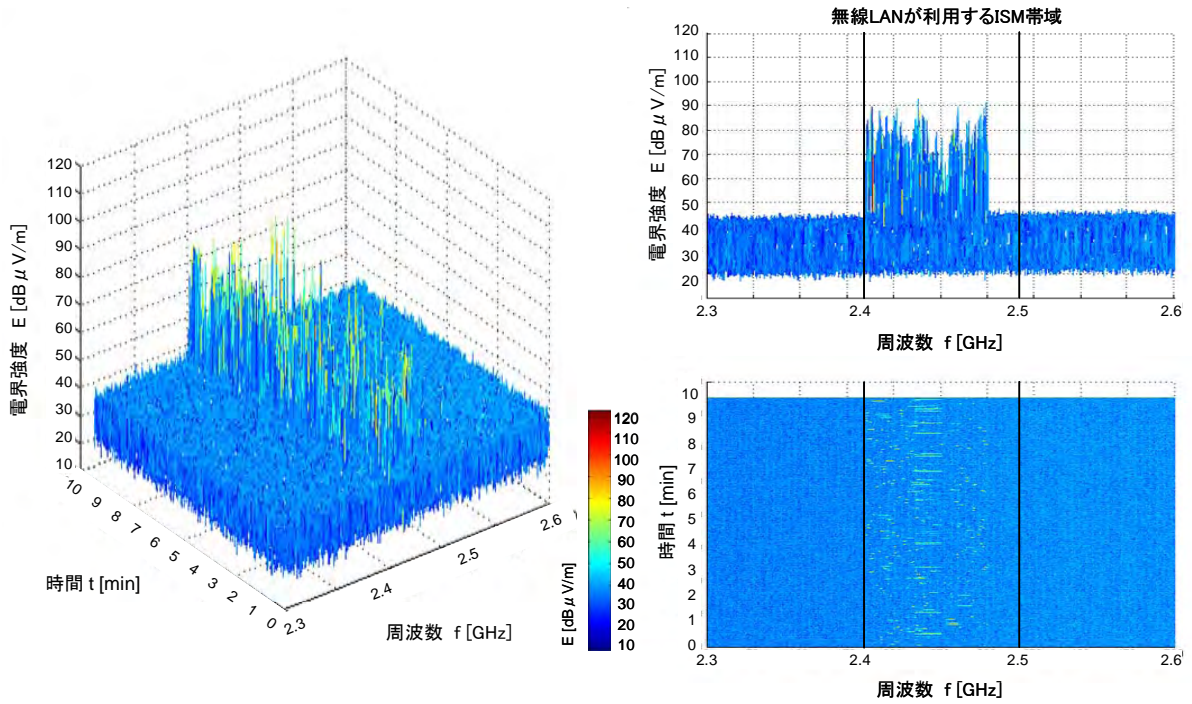


図9-2-1 総合スーパーマーケットエリア (営業時間外) 測定箇所：E-2

(2) 営業時間内(平成19年10月25日午後7時7分～10時7分)

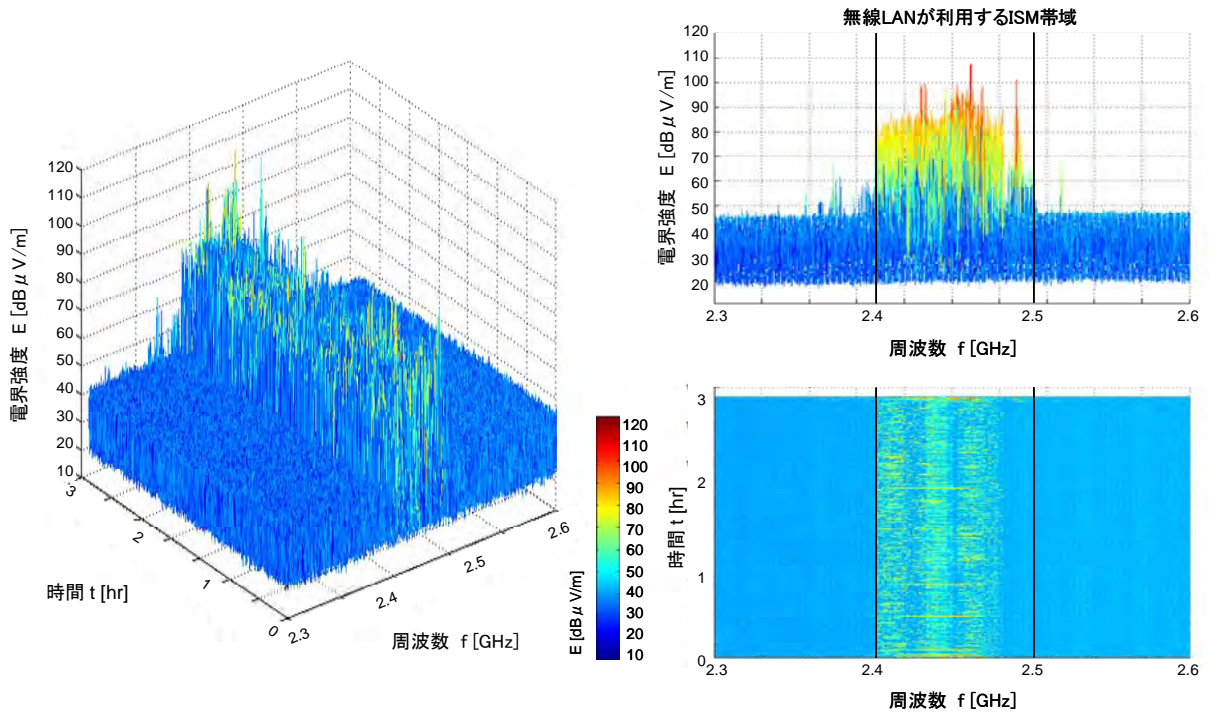


図9-2-2 総合スーパーマーケットエリア (営業時間内) 測定箇所：E-2

3 催事オープンスペースエリア 測定箇所:エアリコート内(場所記号E-3)

(1) 営業時間外(平成19年10月22日午後10時~10時10分)

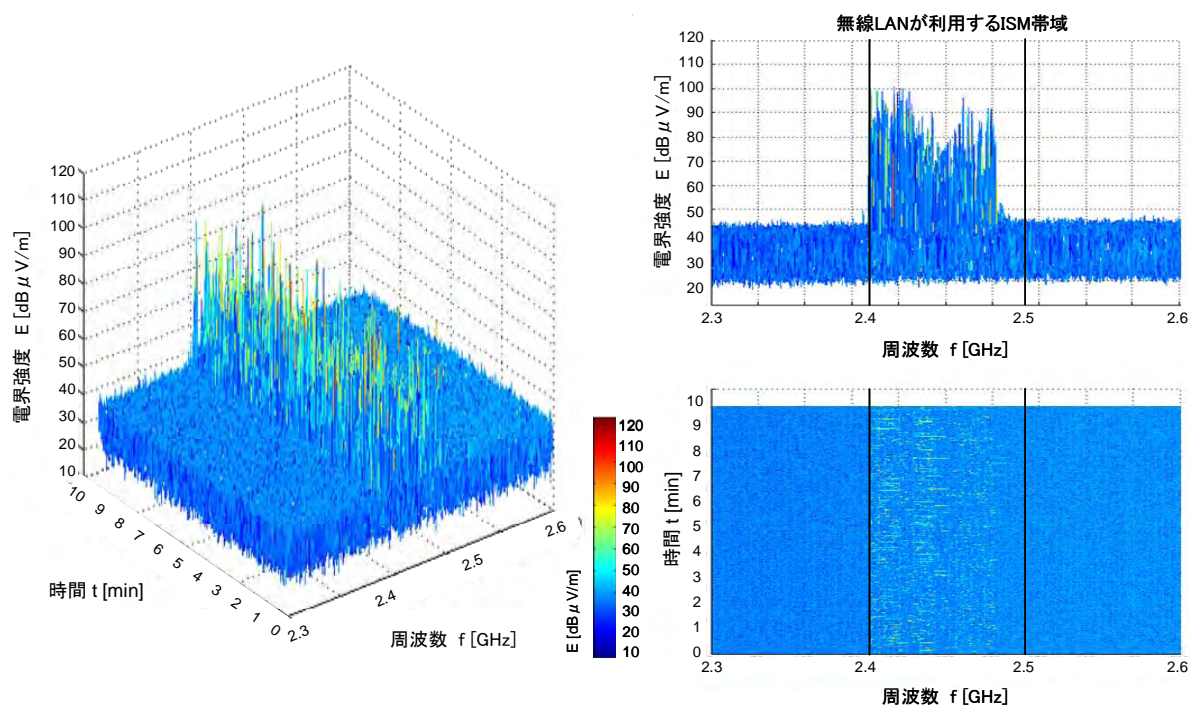


図9-3-1 催事オープンスペースエリア (営業時間外) 測定箇所: E-3

(2) 営業時間内(平成19年10月22日午後12時15分~3時15分)

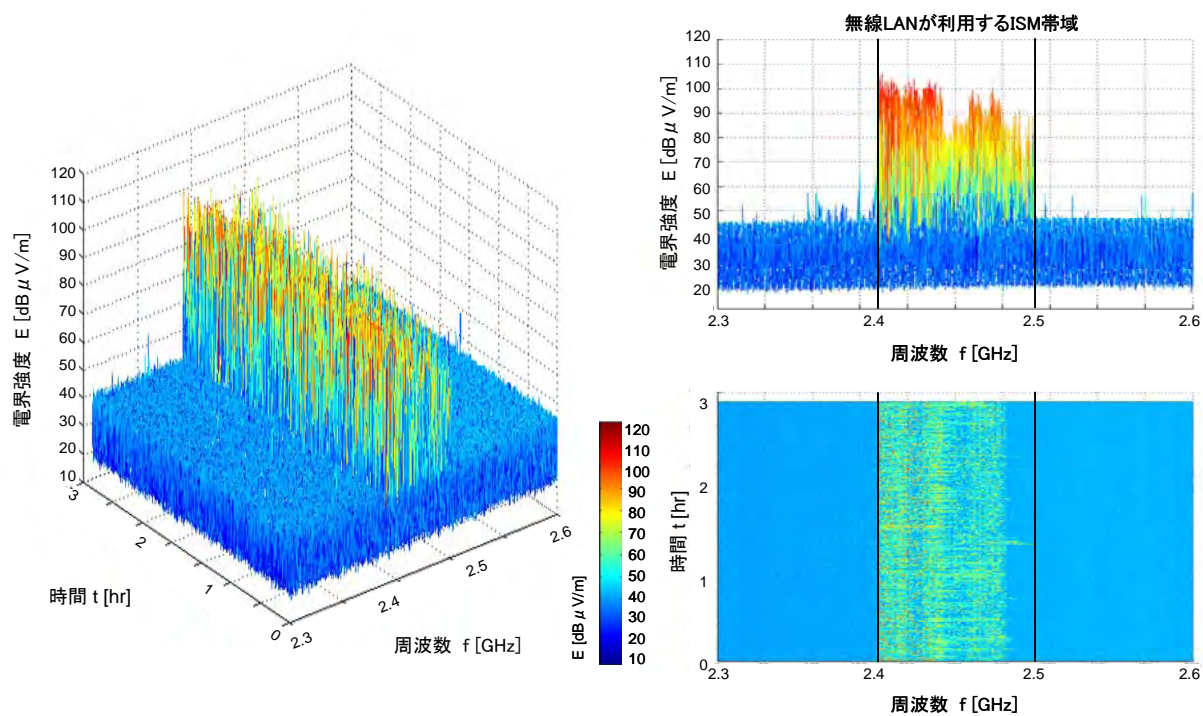


図9-3-2 催事オープンスペースエリア (営業時間内) 測定箇所: E-3

4 催事オープンスペースエリア 測定箇所: イーストウイングエスカレータ下 (場所記号 E-4)

(1) 営業時間外(平成 19 年 10 月 22 日午後 10 時 30 分~10 時 40 分)

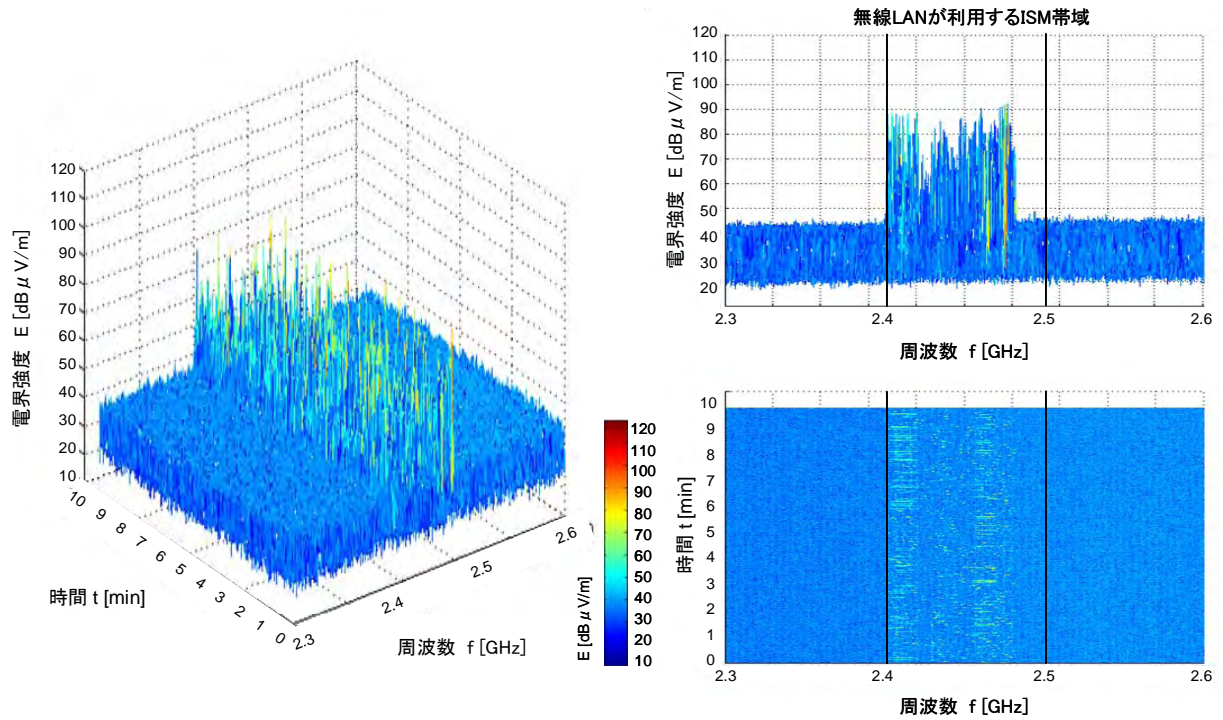


図9-4-1 催事オープンスペースエリア (営業時間外) 測定箇所: E-4

(2) 営業時間内(平成 19 年 10 月 22 日午後 3 時 25 分~6 時 25 分)

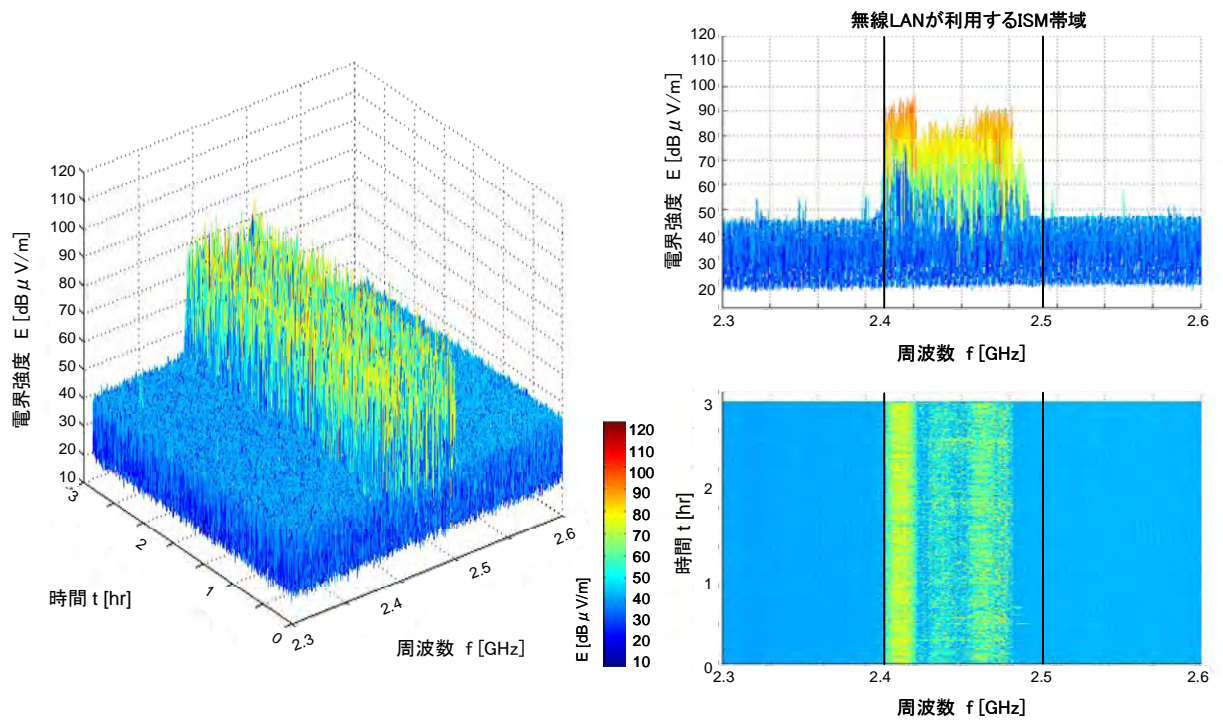


図9-4-2 催事オープンスペースエリア (営業時間内) 測定箇所: E-4

5 衣料・雑貨・装飾専門店エリア 測定箇所:売場内商品陳列棚近傍 (場所記号E-5)

(1) 営業時間外(平成19年10月24日午前8時21分~8時31分)

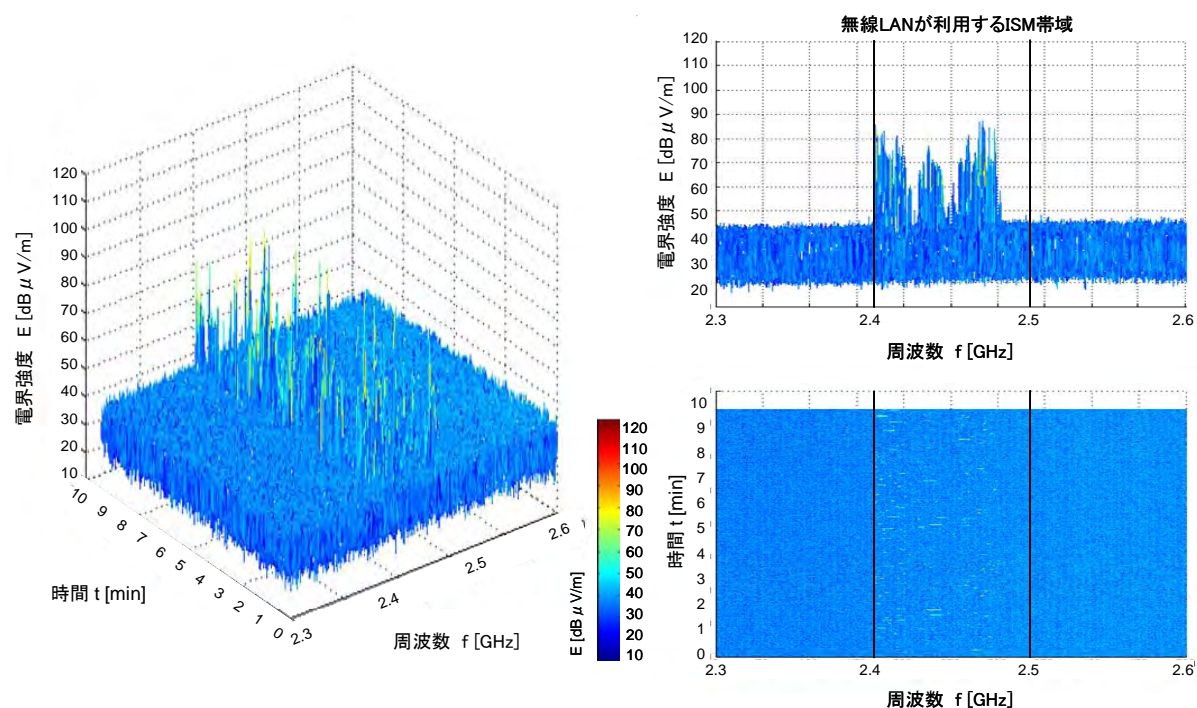


図9-5-1 衣料・雑貨・装飾専門店エリア (営業時間外) 測定箇所: E-5

(2) 営業時間内(平成19年10月24日午後7時25分~10時25分)

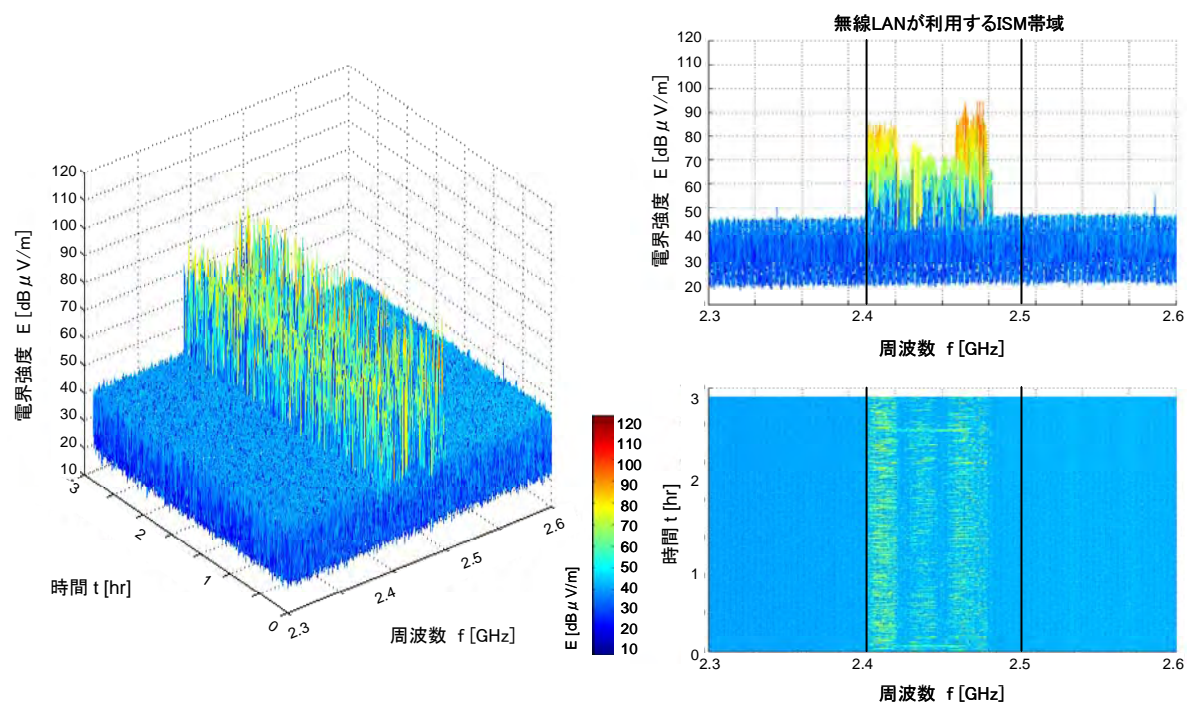


図9-5-2 衣料・雑貨・装飾専門店エリア (営業時間内) 測定箇所: E-5

6 衣料・雑貨・装飾専門店エリア 測定箇所:衣料品専門店街の吹抜け周辺(場所記号E-6)
 (1) 営業時間外(平成19年10月24日午前8時47分~8時57分)

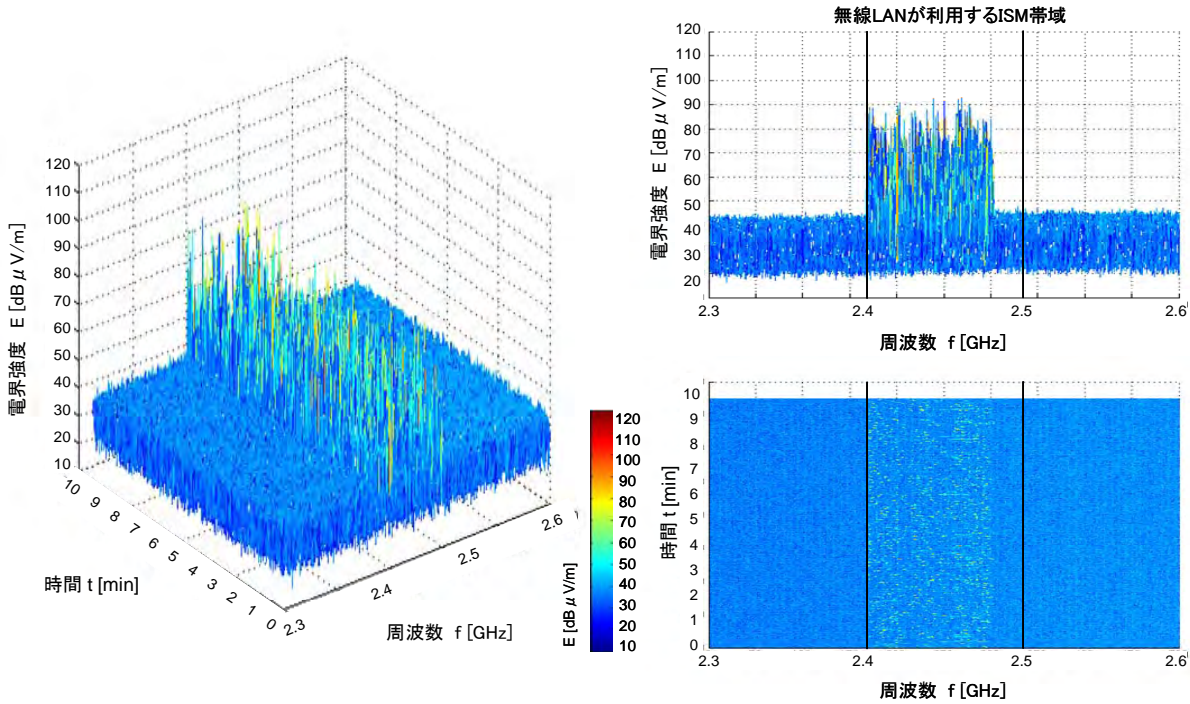


図9-6-1 衣料・雑貨・装飾専門店エリア (営業時間外) 測定箇所: E-6

(2) 営業時間内(平成19年10月24日午後4時15分~7時15分)

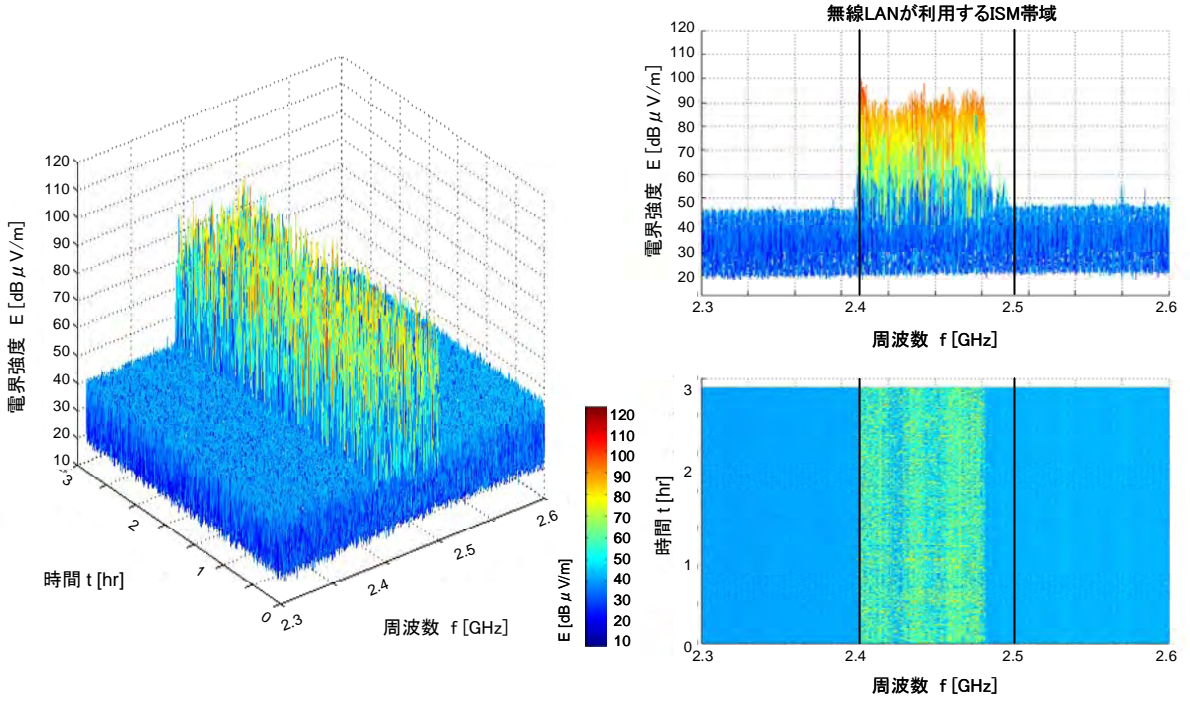


図9-6-2 衣料・雑貨・装飾専門店エリア (営業時間内) 測定箇所: E-6

7 飲食店エリア 測定箇所: フードコート内①(場所記号E-7)

(1) 営業時間外(平成19年10月24日午前9時3分~9時13分)

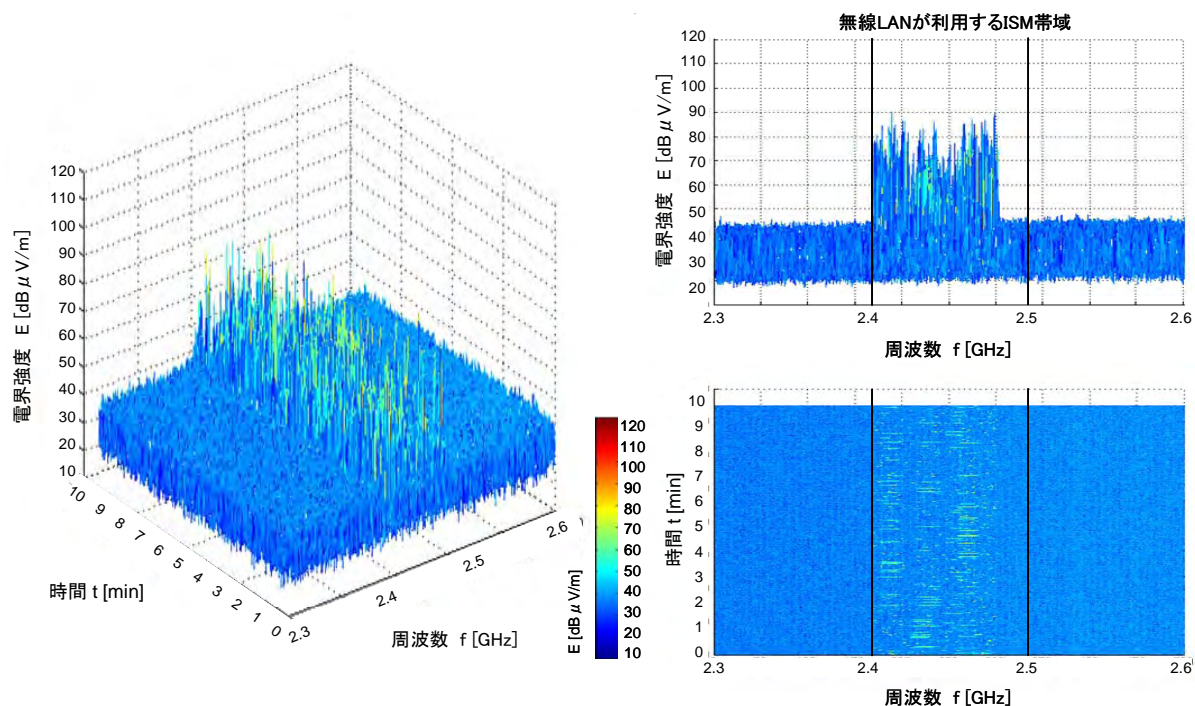


図9-7-1 飲食店エリア (営業時間外) 測定箇所: E-7

(2) 営業時間内(平成19年10月24日午後1時7分~4時7分)

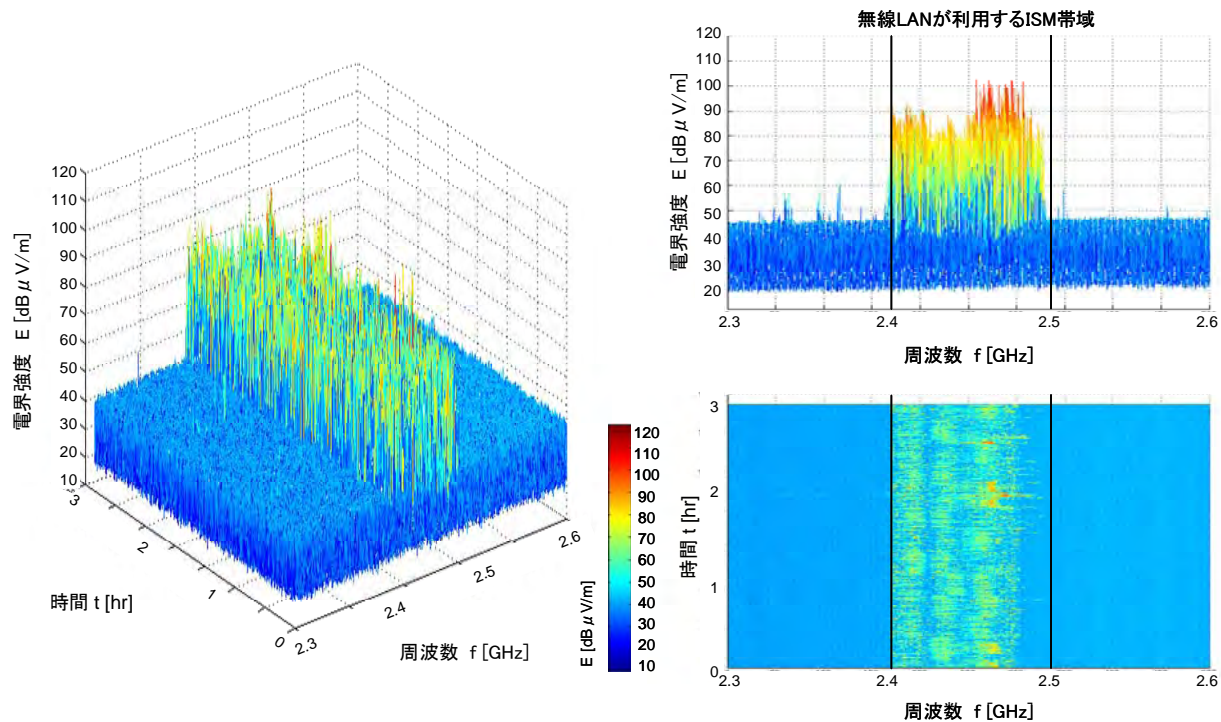


図9-7-2 飲食店エリア (営業時間内) 測定箇所: E-7

8 飲食店エリア 測定箇所: フードコート内②(場所記号 E-8)

(1) 営業時間外(平成 19 年 10 月 24 日午前 9 時 18 分~9 時 28 分)

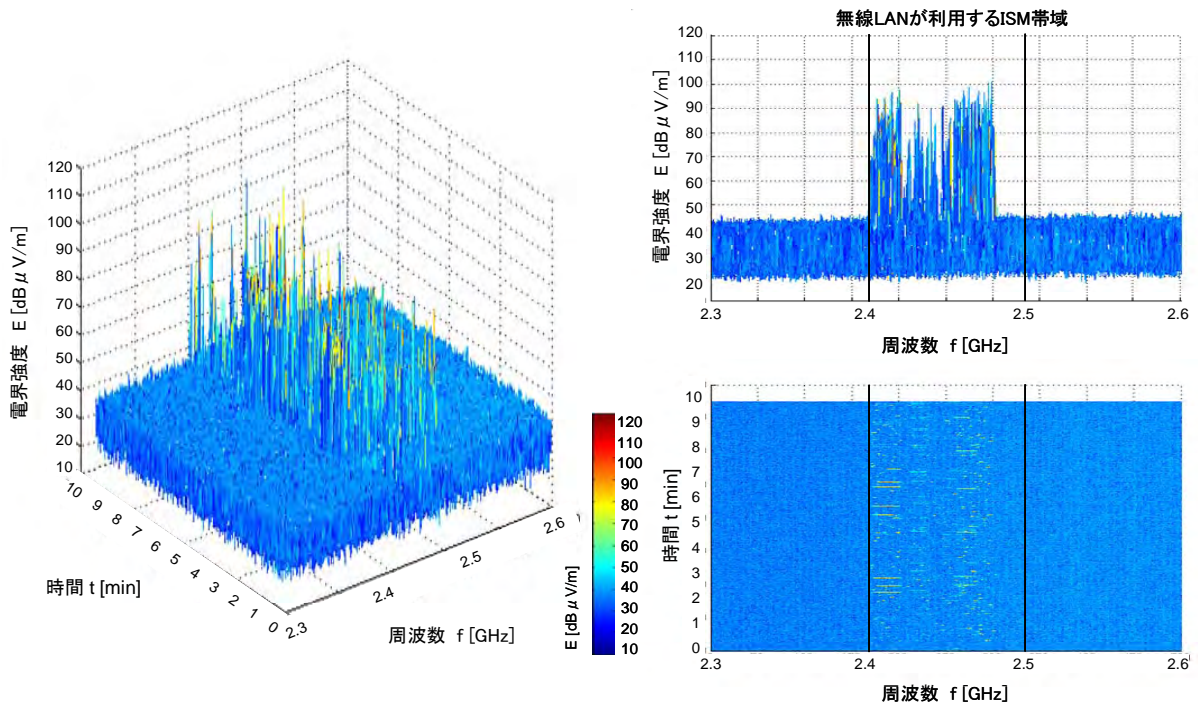


図 9-8-1 飲食店エリア (営業時間外) 測定箇所: E-8

(2) 営業時間内(平成 19 年 10 月 24 日午前 10 時~午後 1 時)

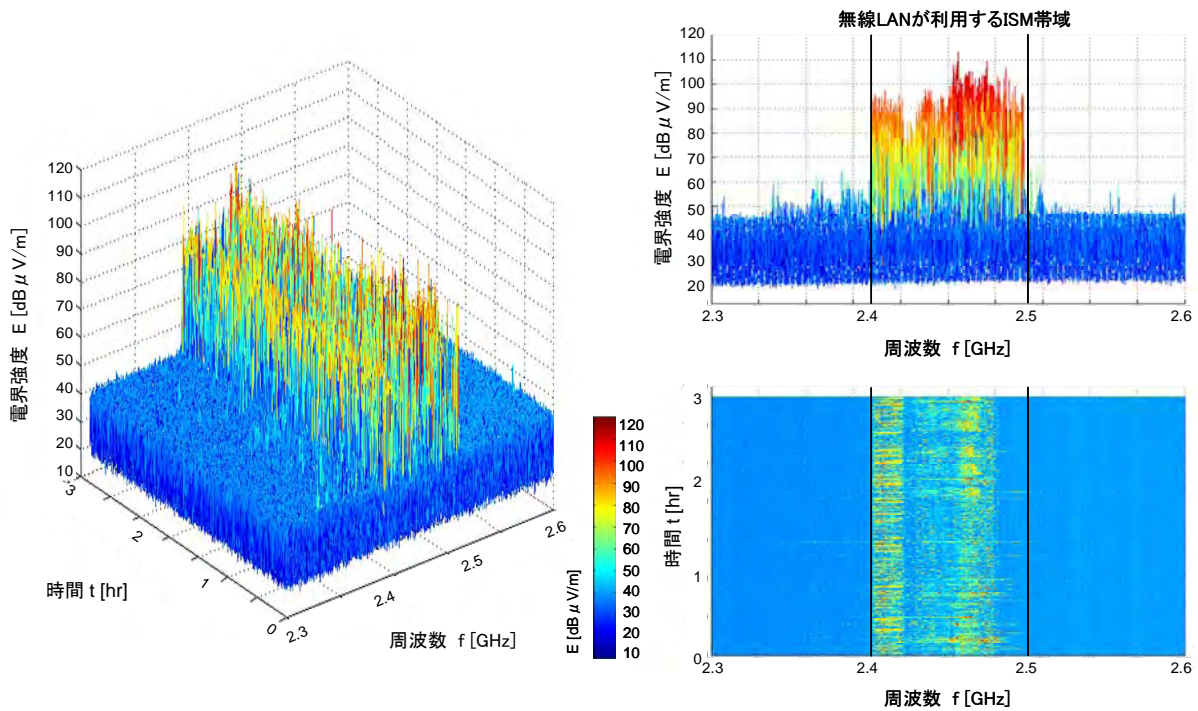


図 9-8-2 飲食店エリア (営業時間内) 測定箇所: E-8

9 エンターテイメントエリア 測定箇所: ゲームコーナー内(場所記号E-9)

(1) 営業時間外(平成19年10月25日午前8時5分~8時15分)

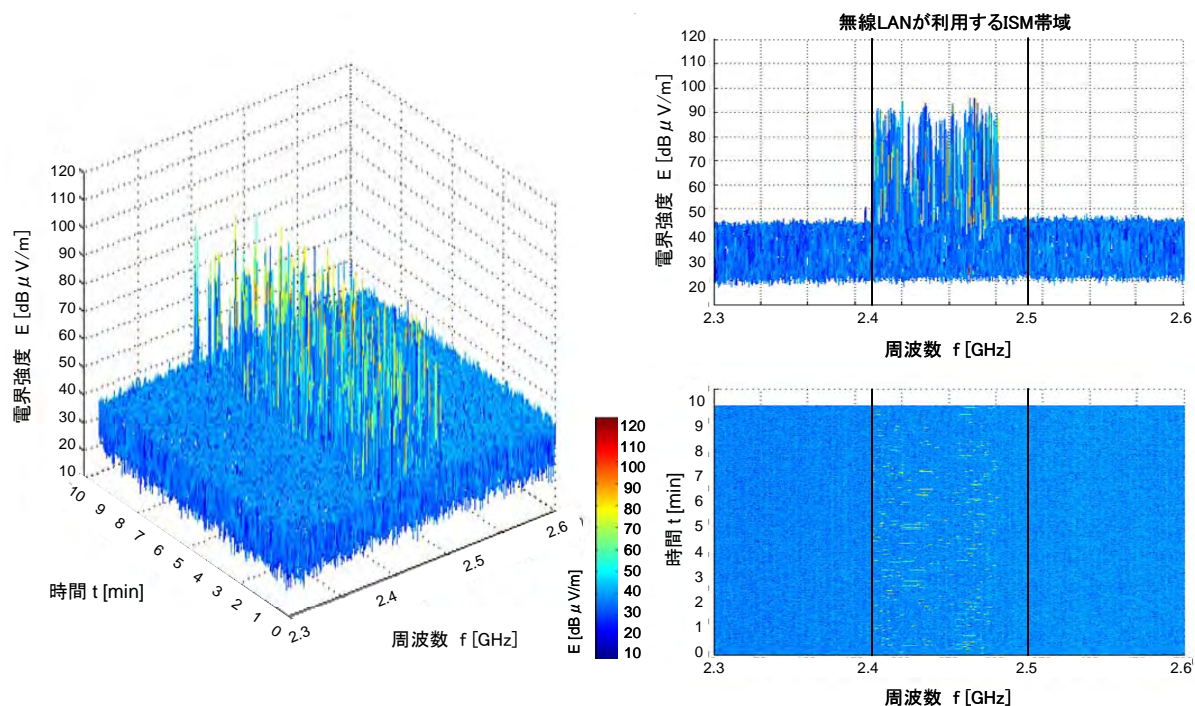


図9-9-1 エンターテイメントエリア (営業時間外) 測定箇所: E-9

(2) 営業時間内(平成19年10月25日午前9時~午後12時)

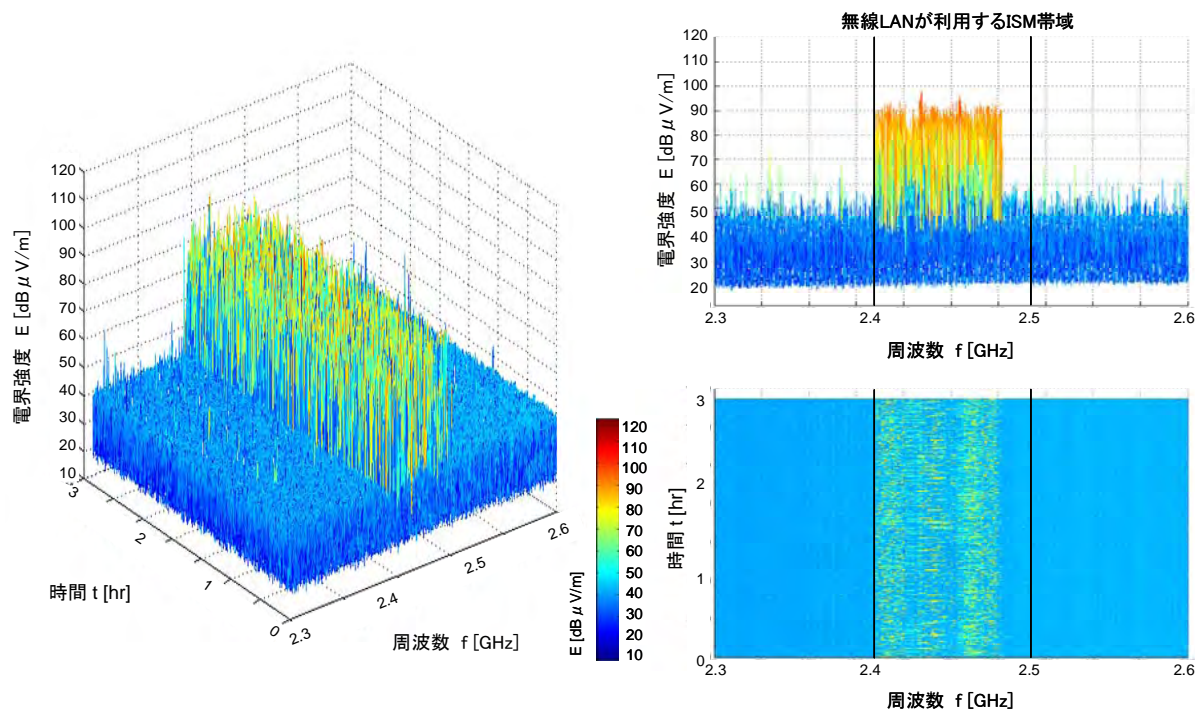


図9-9-2 エンターテイメントエリア (営業時間内) 測定箇所: E-9

10 家電・電子機器販売エリア 測定箇所:家電品販売エリア内(場所記号 E-10)

(1) 営業時間外(平成 19 年 10 月 25 日午前 7 時 45 分～7 時 55 分)

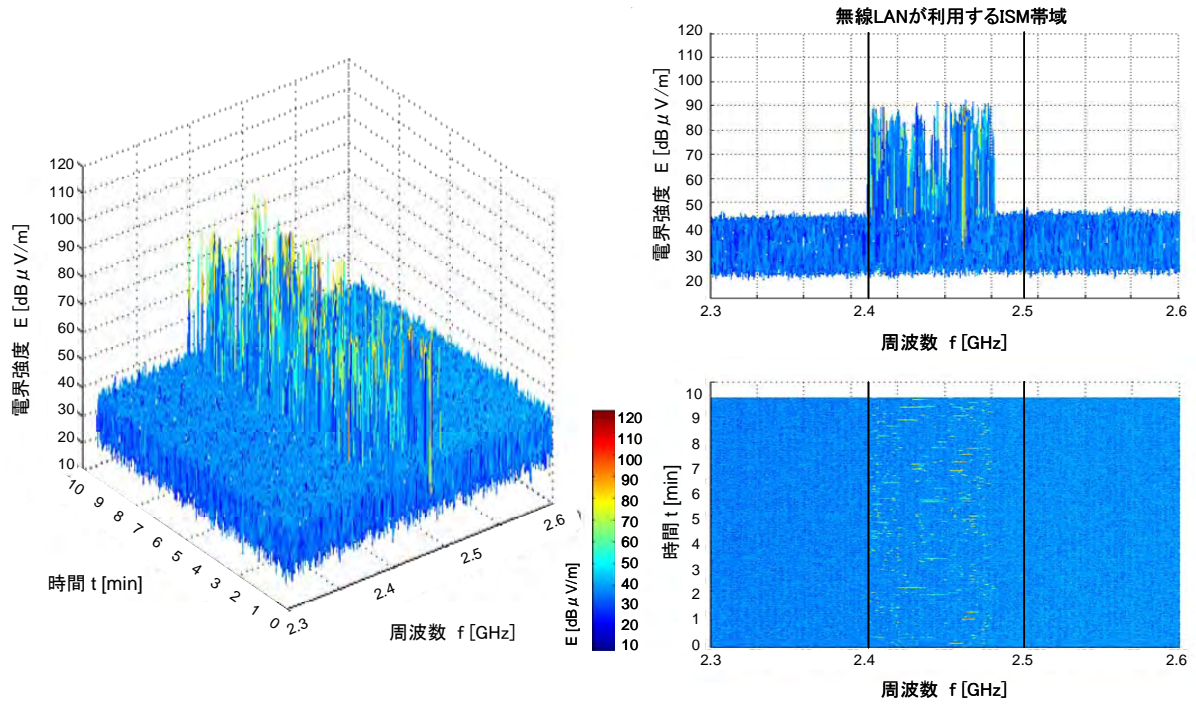


図9-10-1 家電・電子機器販売エリア (営業時間外) 測定箇所: E-10

(2) 営業時間内(平成 19 年 10 月 25 日午前 9 時～午後 12 時)

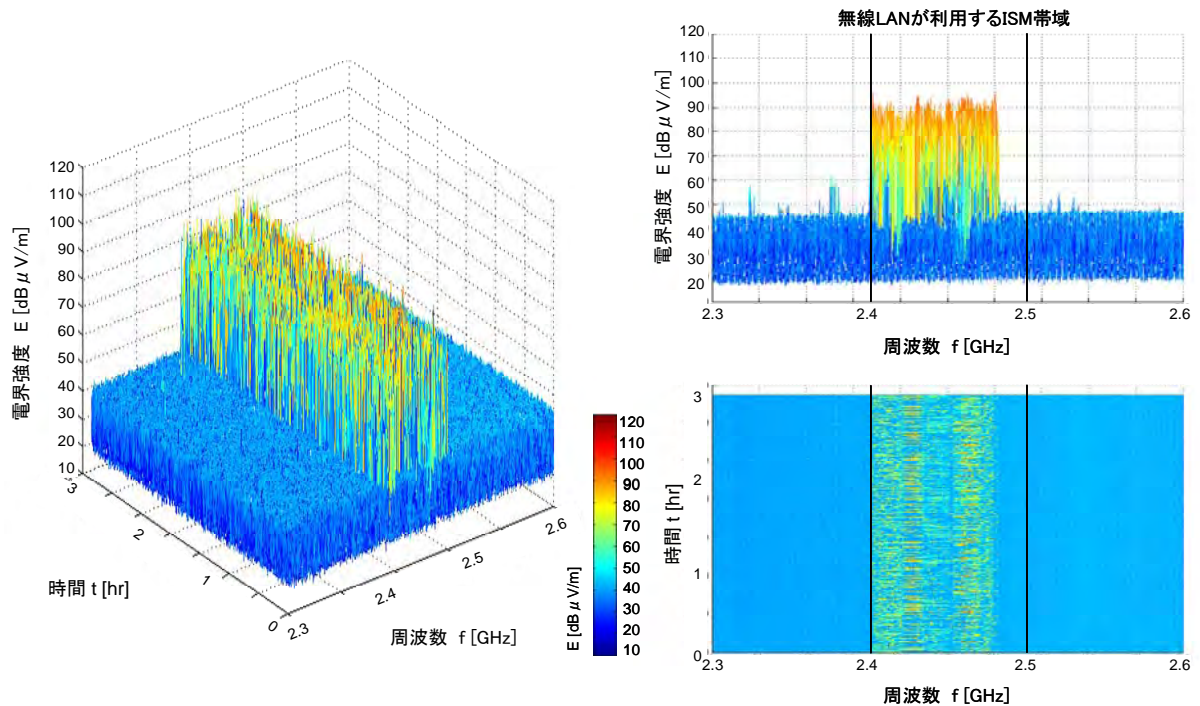


図9-10-2 家電・電子機器販売エリア (営業時間内) 測定箇所: E-10

11 カルチャーエリア 測定箇所:カルチャー教室近傍(場所記号E-11)

(1) 営業時間外(平成19年10月25日午前8時30分~8時40分)

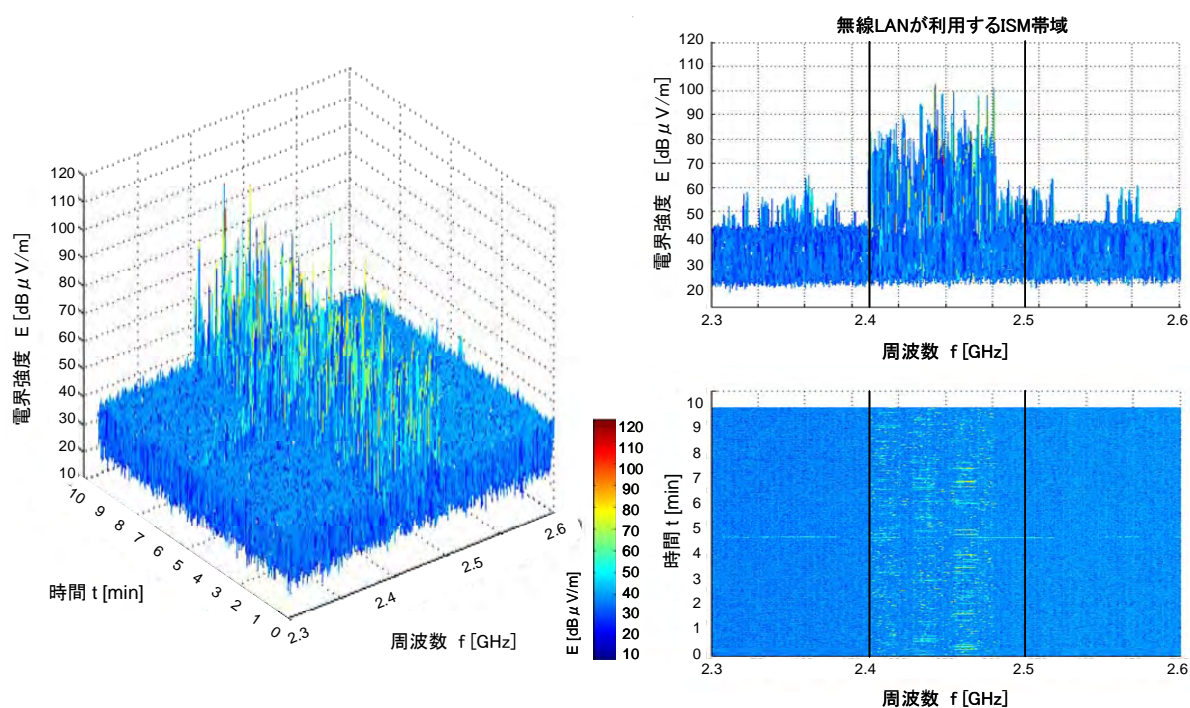


図9-11-1 カルチャーエリア (営業時間外) 測定箇所: E-11

(2) 営業時間内(平成19年10月25日午後12時45分~午後3時45分)

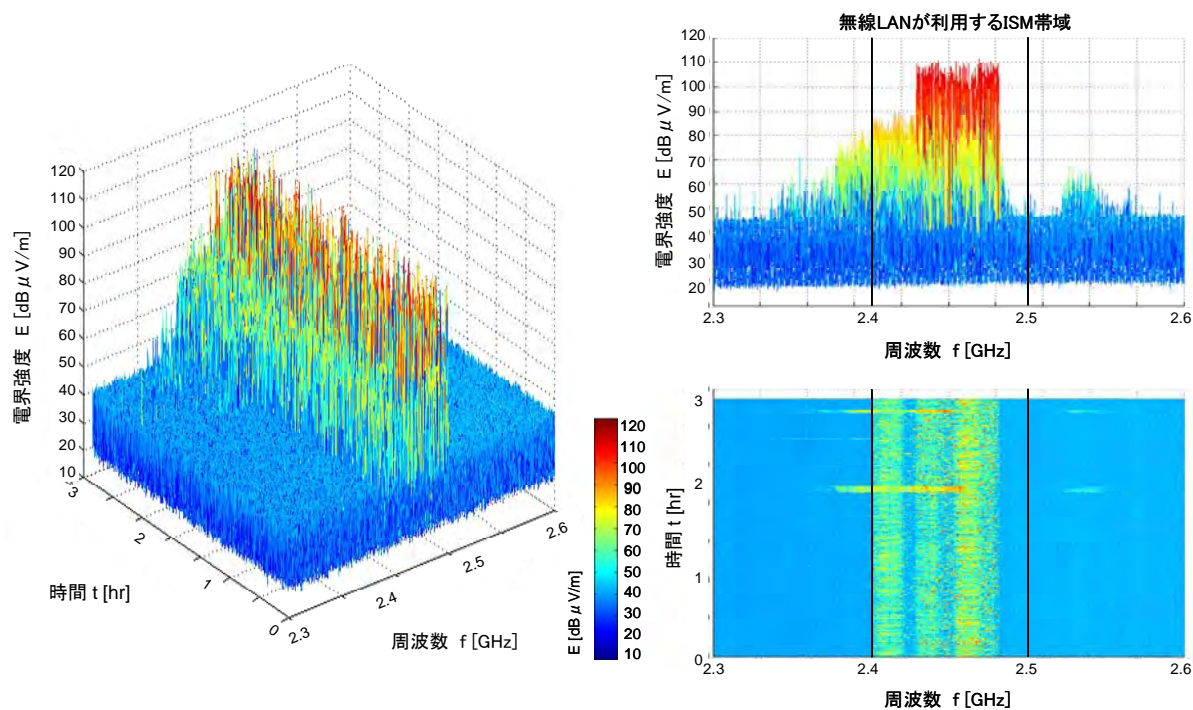


図9-11-2 カルチャーエリア (営業時間内) 測定箇所: E-11

12 駐車場エリア 測定箇所:屋上駐車場 (場所記号E-12)

(1) 営業時間外(平成19年10月22日午前8時30分~8時40分)

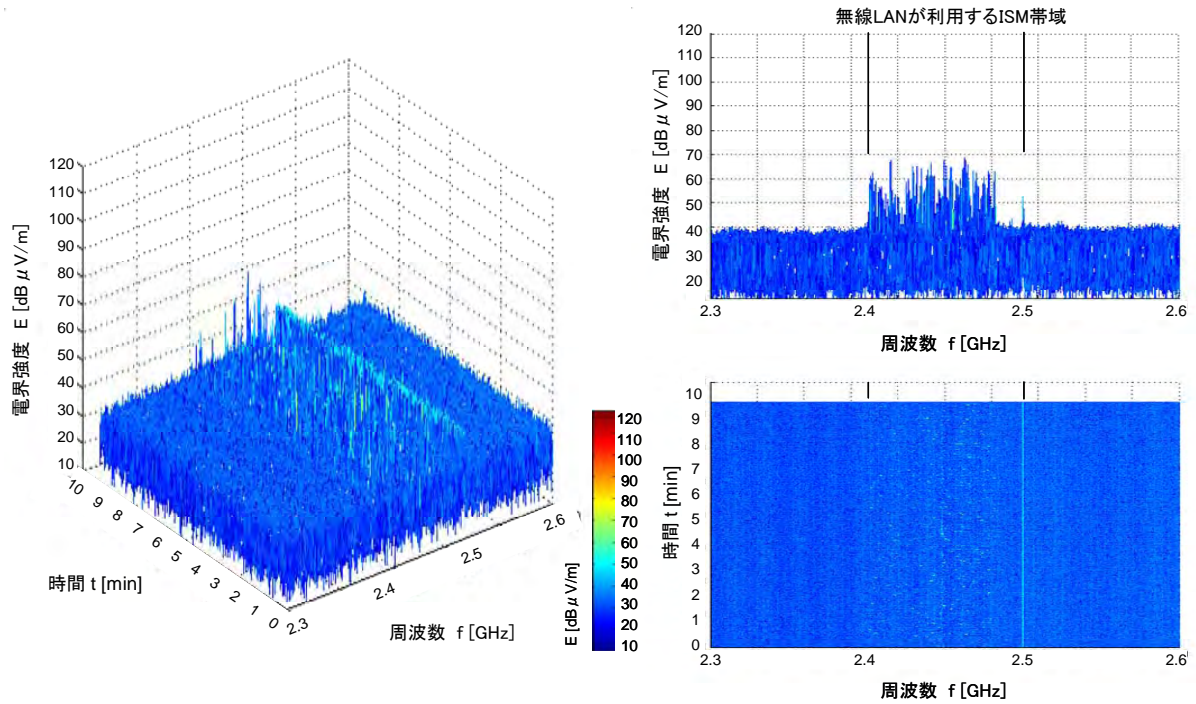


図9-12-1 駐車場エリア (営業時間外) 測定箇所: E-12

(2) 営業時間内(平成19年10月22日午前9時~午後12時)

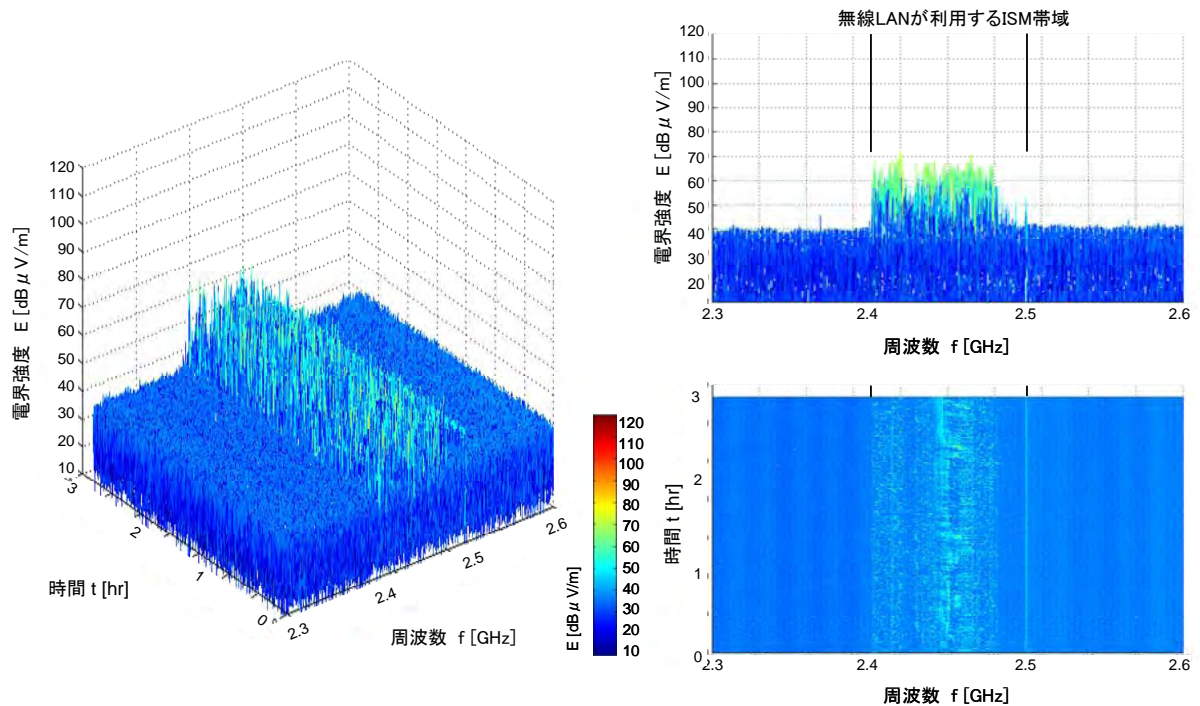


図9-12-2 駐車場エリア (営業時間内) 測定箇所: E-12

13 歩行者の数と電磁環境特性

(1) 床面材料:カーペット 測定箇所:E-3

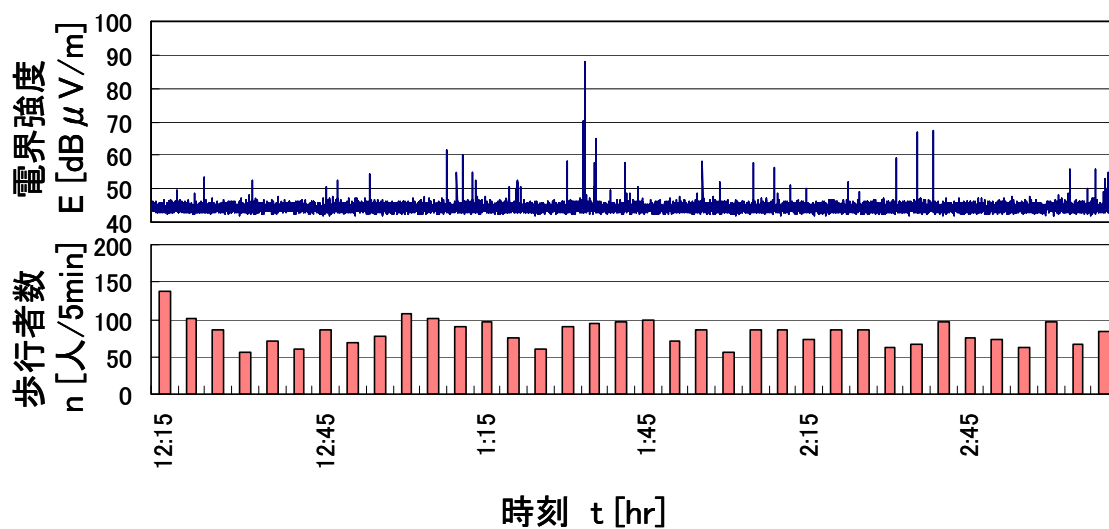


図9-13-1 カーペット上の歩行者数と電磁環境特性 測定箇所 : E-3

(2) 床面材料:カーペット 測定箇所:E-6

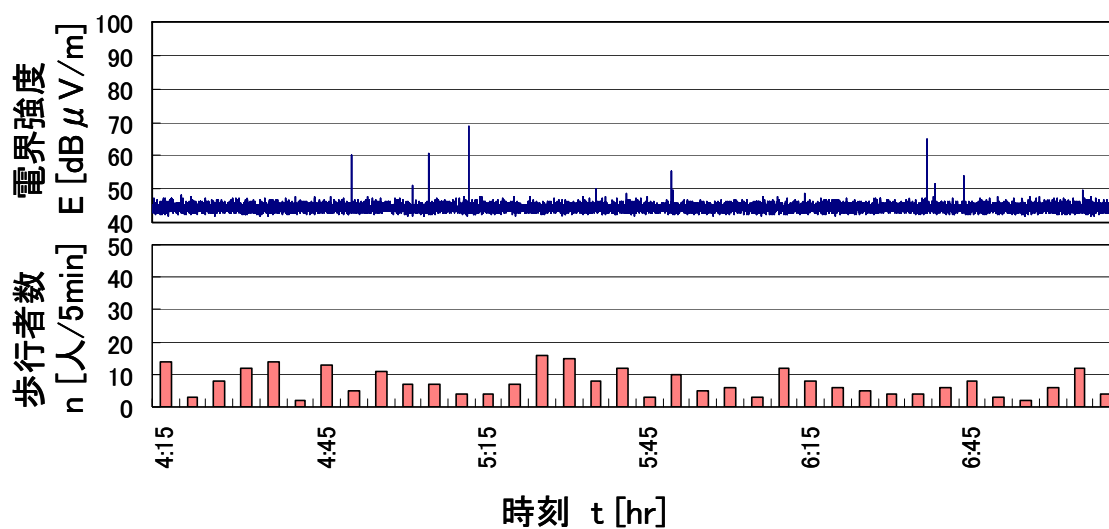


図9-13-2 カーペット上の歩行者数と電磁環境特性 測定箇所 : E-6

(3) 床面材料:ビニールタイル 測定箇所:E-1

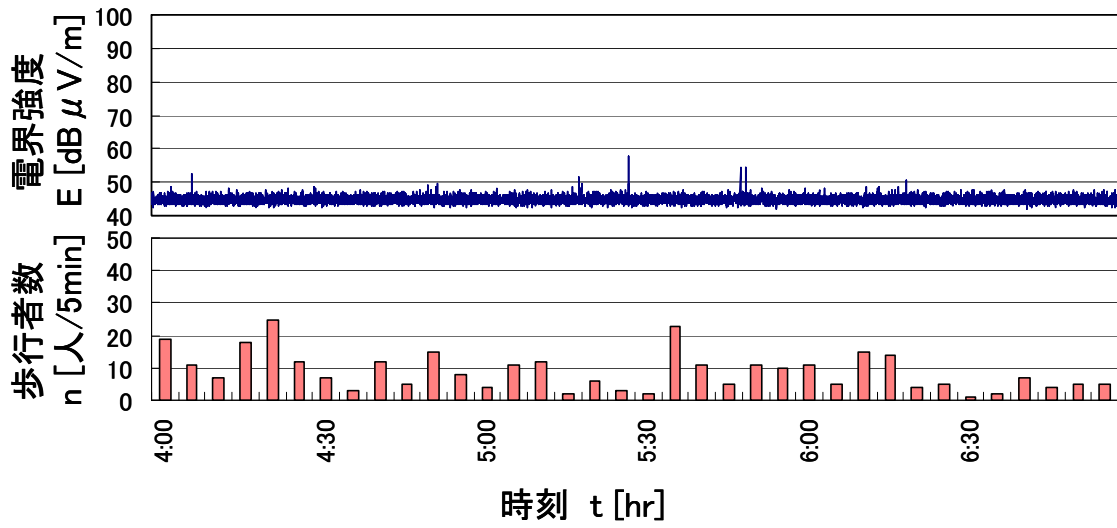


図 9-13-3 ビニールタイル上の歩行者数と電磁環境特性 測定箇所 : E-1

(4) 床面材料:ビニールタイル 測定箇所:E-5

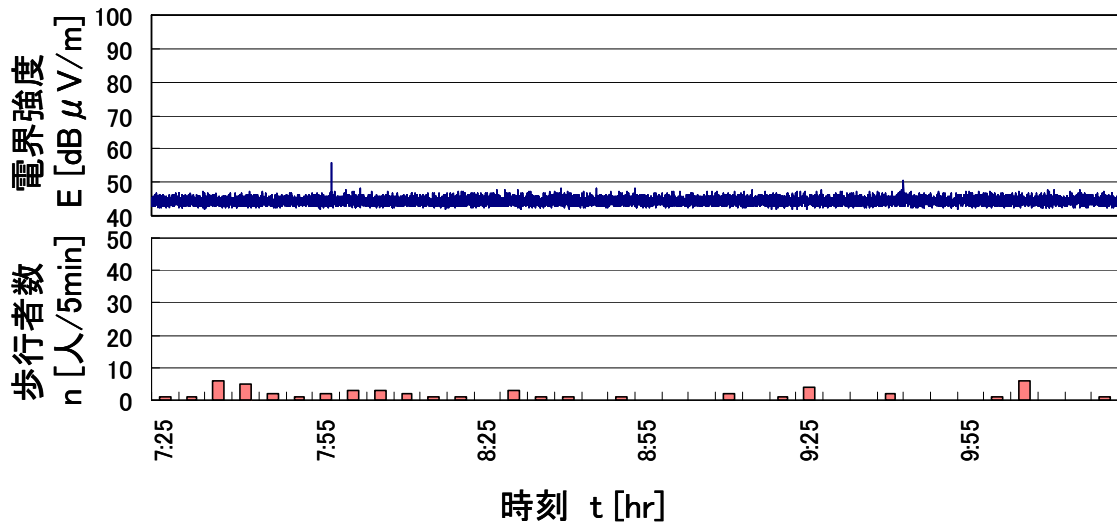
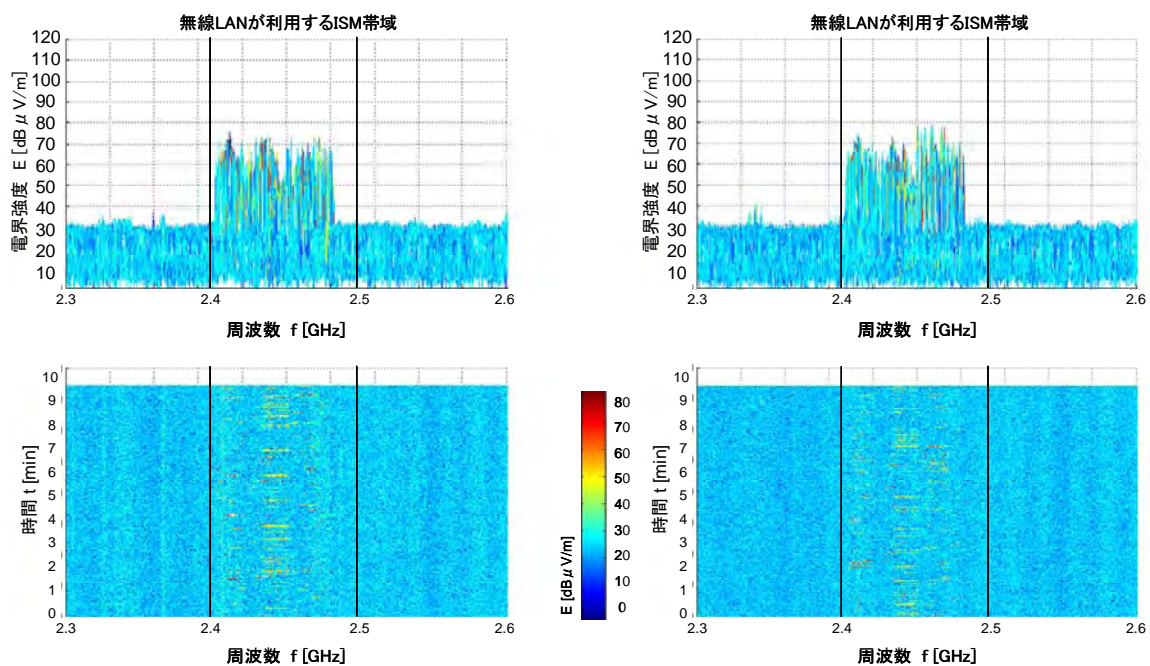


図 9-13-4 ビニールタイル上の歩行者数と電磁環境特性 測定箇所 : E-5

14 個別電子機器からの電磁雑音測定結果

(1) レジスター及びPOS 端末

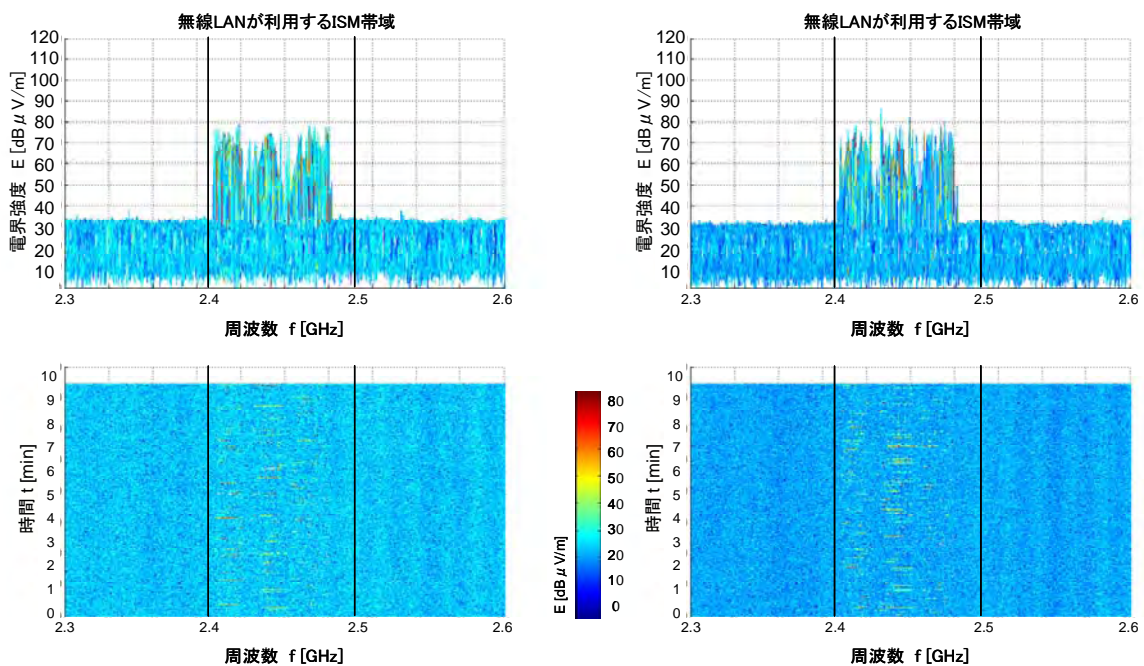


(a) 距離 1m

(b) 距離 3m

図 9-14-1 レジスター及びPOS 端末からの電磁雑音測定結果

(2) 自動販売機

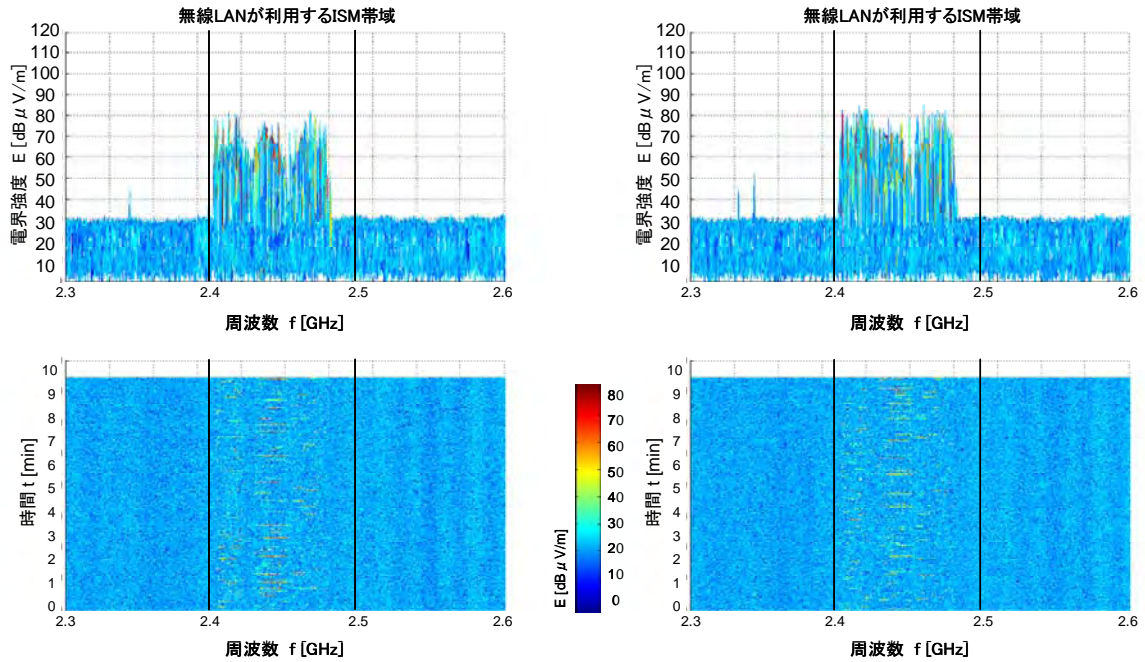


(a) 距離 1m

(b) 距離 3m

図 9-14-2 自動販売機からの電磁雑音測定結果

(3) 商品冷蔵庫(業務用製氷機)

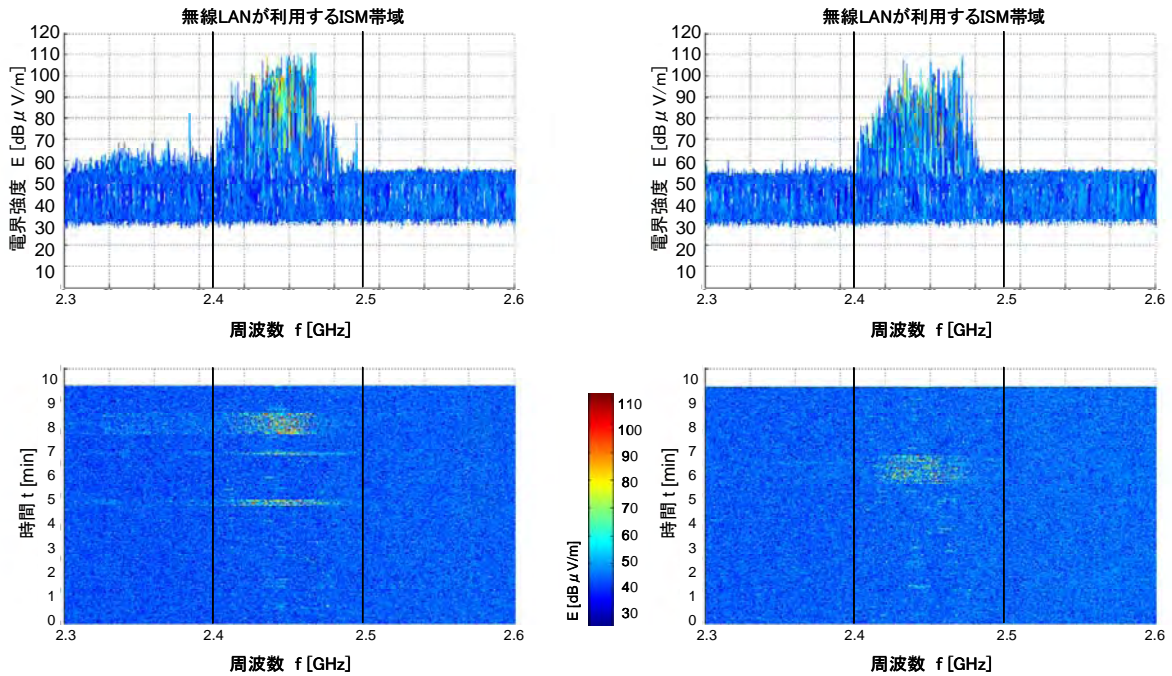


(a) 距離 1m

(b) 距離 3m

図 9-14-3 商品冷蔵庫(業務用製氷機)からの電磁雑音測定結果

(4) 電子レンジ



(a) 距離 1m

(b) 距離 3m

図 9-14-4 電子レンジからの電磁雑音測定結果

(5) 電子商品監視システム

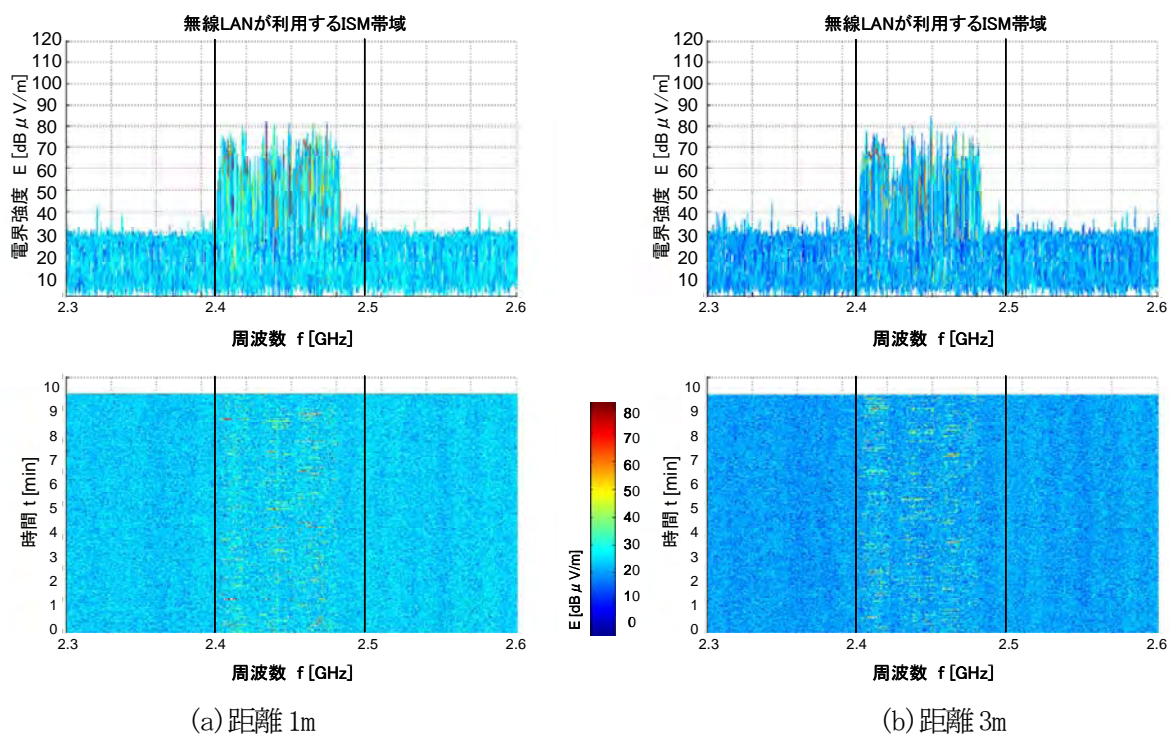


図 9-14-5 電子商品監視システムからの電磁雑音測定結果

(6) コインゲーム機

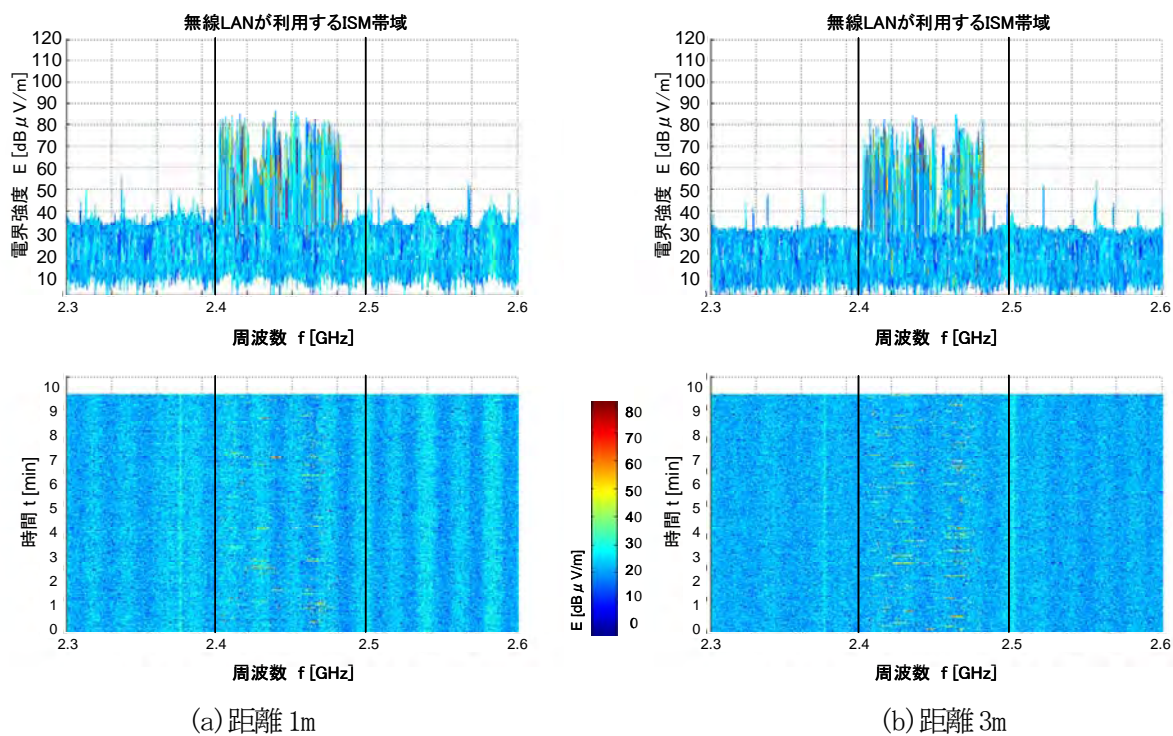


図 9-14-6 コインゲーム機からの電磁雑音測定結果

(7) 電子ピアノ

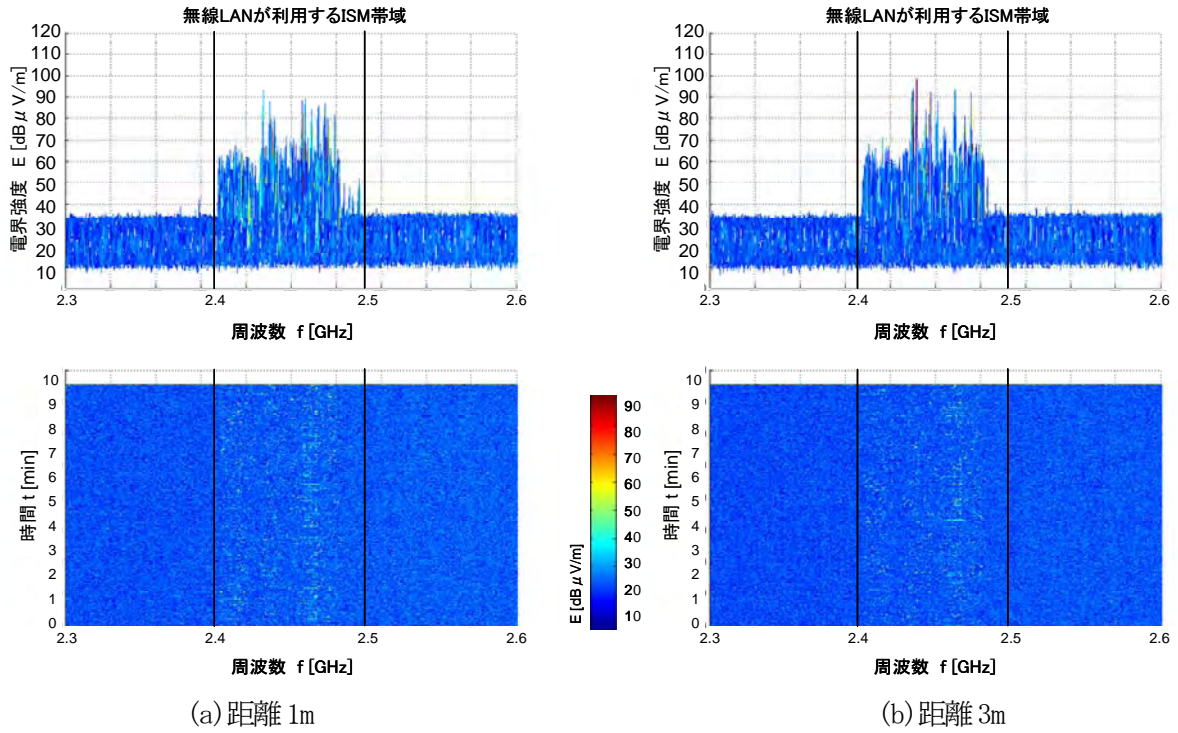


図 9-14-7 電子ピアノからの電磁雑音測定結果

商業区域における高速無線 LAN の有効利用に関する
調査検討会

事務局 総務省 東北総合通信局無線通信部企画調整課

〒980-8795 仙台市青葉区本町 3 丁目 2-23

Tel (022) 221-0702/Fax (022) 221-0607

URL <http://www.ttb.go.jp/>