

## 2. 無線 LAN アクセス技術

### 3

# 無線 LAN の実利用環境における性能 — 各種規格の利用環境での比較 —

The Performance of WIRELESS LAN in Practical Use  
—A Comparison between Each WIRELESS LAN Standard in Practical Use—

若林 則章

モバイルブロードバンド協会ハードウェア分科会会長  
wakabayashi.n@jp.panasonic.com

### 各種規格の実利用環境での性能比較

最近、無線 LAN は IEEE802.11b だけでなく、11a、11g も急速に普及し、低価格化が進んでいる。また AP (アクセスポイント)、LAN カードも複数方式のハイブリッド化が進みつつある。11b に比べ、11a や 11g の公称速度は高いと言われているが、実利用環境での性能はどうか、あまり報告されていないようである。

そこで、モバイルブロードバンド協会 (MBA) ハードウェア分科会では、前回の、実際の閉環境における 11b の性能評価実験 (<http://www.mbassoc.org/j-services/mbahw02pr1.pdf>) に引き続いて、2003 年度の実験プロジェクトとして、IEEE802.11a、b、g の 3 規格について、実利用環境で性能比較を行った。

実験は、代表的な住環境を数カ所選び、3 規格のスループットを実測し、結果を相互比較することとした。まず最初はレファレンスとして、日本アンテナ (株) 川里工場 (埼玉県) の電波暗室を借用し、3 規格のスループットを比較した。次いで、都内のパナホーム (株) の一般戸建住宅、および、都心部のマンション居室、さらに川崎市日本民家園の日本の典型的な古民家を借用し、各方式の比較測定を行った。現実の住宅というのは、建築材料面から、電波伝播上、反射の多い建材が使用されていたり、吸収の多い建材が多用されていたり、それらの差は意外と大きい。建築構造面からは、大きな吹き抜けがあったり、電波が通りにくい浴室、ガレージ等の部屋があったりして、いろいろ違いがある。

以下に、これら実験の内容を具体的に述べる。

### 実験の概要

#### ■ 場所

#### 電波暗室

埼玉県北埼玉郡川里町日本アンテナ (株) 川里工場を

借用し、実際の利用環境でのテストを行う際に、無線装置自体の基礎データを収集するため、妨害や反射などのない電波暗室での測定を行った (図-1)。

#### 戸建住宅

東京都世田谷区にあるパナホーム住宅を一般戸建実利用環境と想定し、性能比較実験を行った。この建物は、4LDK の軽量鉄骨造 2 階建ての家屋であり、床面積は 136 平方メートル。入居前の建売り住宅で、家具などはない状態である (図-2)。

#### 集合住宅

実利用環境として、マンションや小規模オフィスを想定し、東京都新宿区の鉄筋コンクリートのビルを選んだ。この建物は築約 40 年のやや古い鉄筋コンクリートマンションで、2LDK (面積約 74 平方メートル) の間取り。現在オフィス兼住宅として利用されている (図-3)。

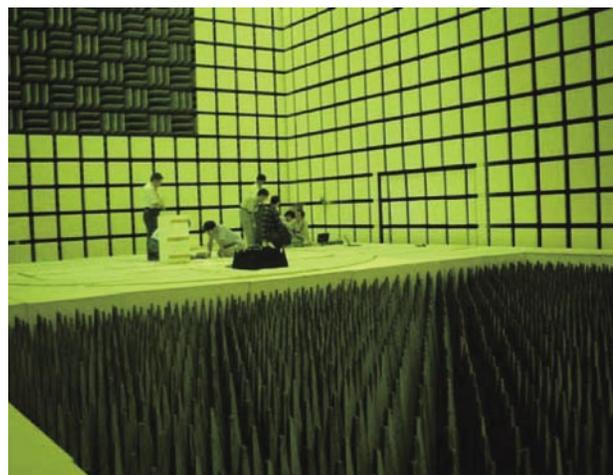


図-1 電波暗室 内部



図-2 戸建住宅外観

中央奥の屋根の片方だけが見えている住宅で実験を行った。左手前は隣戸。プライバシーと防犯を考慮して画像を加工。



図-3 集合住宅 外観



図-4 古民家 外観

### 古民家

神奈川県川崎市立日本民家園の伝統的建築方法による古民家は、無線工学的見地から興味深い対象である。実験に使った建物は、出羽三山の麓から移築した妻入り農家。屋根の途中にハッポウと呼ぶ曲線の美しい高窓を有している。豪雪地帯の建物らしく内部へ直接に入れないように入り口にアマヤを設けている。18世紀後期の建築である(同園Webページより引用)(図-4)。

### ■ 実験方法

#### 実験機器構成

AP側PC1とクライアント側PC2、および無線LAN-APからなる(図-5)。

### 測定ツールと機器の設定

#### (1) ttcp

測定ではttcpのWindows版を使用。PC1側(AP側)を送信とし、PC2側(クライアント)を受信とする。DOSプロンプトより、送信側は“ttcpw-t[IPアドレス]”と入力し、受信側は“ttcpw-r”と入力する。ttcpの設定はデフォルトとし、1回の測定でTCPにより16,777,216バイトのデータ転送を行う。

ttcpについては下記を参照。

<http://www.ccci.com/tools/ttcp/>

<ftp://ftp.sgi.com/sgi/src/ttcp/>

<http://jerry.cat.pdx.edu/netlab/products/ttcp/>

#### (2)無線LANアクセスポイント

モードはインフラストラクチャモード、ネットワークはブリッジモードとする(表-1)。

#### (3)クライアント

各方式における設定は下記の通り。

IEEE802.11a：変調レート可変

IEEE802.11g：変調レート可変

IEEE802.11g：54Mbps固定

IEEE802.11b：変調レート可変

### 測定法

#### (1)電波暗室

端部にAPを設置し、クライアントPCを移動させてスループットを測定した。結果は、両者間の距離とスループットの関係をもとめた。

#### (2)住宅

図面のAPの位置に、APを固定し、クライアントPC

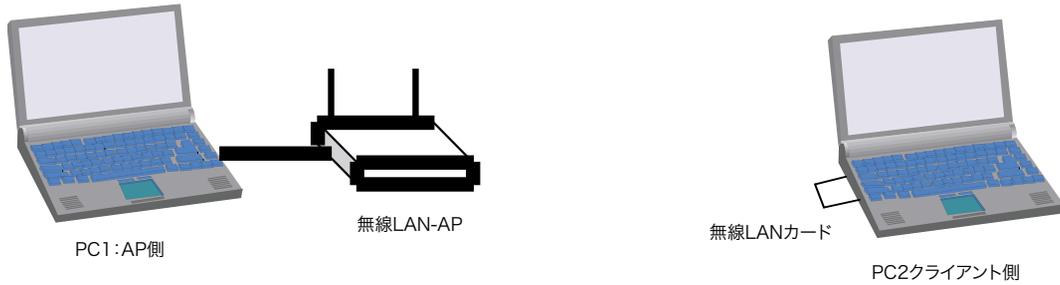


図-5 実験機器構成図

測定規格	アクセスポイント	無線モード設定	チャンネル (中心周波数)
802.11b	WBR-G54	802.11b	1 (2412MHz)
802.11g	WBR-G54	802.11g専用	1 (2412MHz)
802.11a	RDA5000	802.11a	34 (5170MHz)

※ WBR-G54の送信電力は22mWに設定。

表-1 各モードでの設定

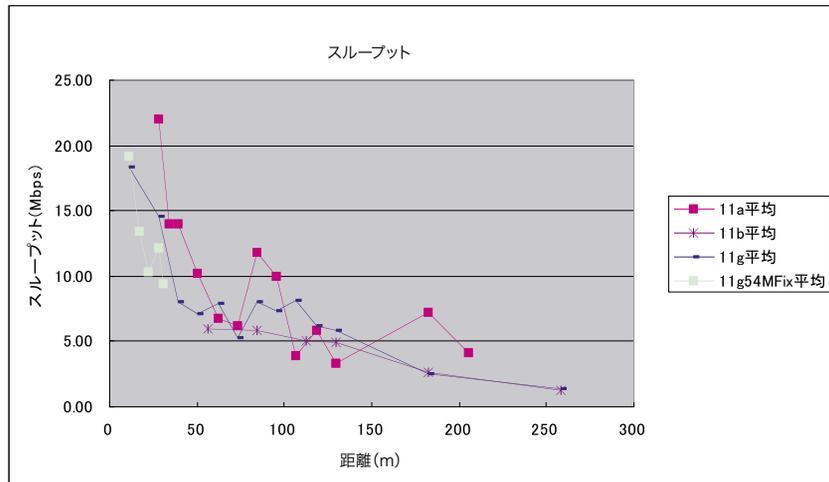


図-6 電波暗室 平均値

は図面の番号の位置に置き、(距離は無関係に)スループットを測定した。

機材一覧と機器仕様

IEEE802.11b, 11g に関しては, APとしてWBR-G54 (バッファロー製, 外付アンテナWLE-NDR装着), 無線LANカードにWLI-CB-G54 (バッファロー製), 11aに関しては, APとしてRDA5000 (ルート製), 無線LANカードにSL-5000 (アイコム製)を, それぞれ使用した。AP側PCはIBMThinkpad T30, クライアント側はIBM Thinkpad X21であった。詳細は, <http://www>.

[mbassoc.org/j-services/mbahw\\_exp03main.pdf](http://mbassoc.org/j-services/mbahw_exp03main.pdf)を参照。

結果

電波暗室での実験結果

電波暗室ではアッテネータにより見かけ上の距離を延長した。距離は挿入したアッテネータの値から算出した。スループットの結果を図-6に示す。

戸建住宅での実験結果

戸建住宅におけるスループット実験結果を(図-7, 8, 9)に示す。

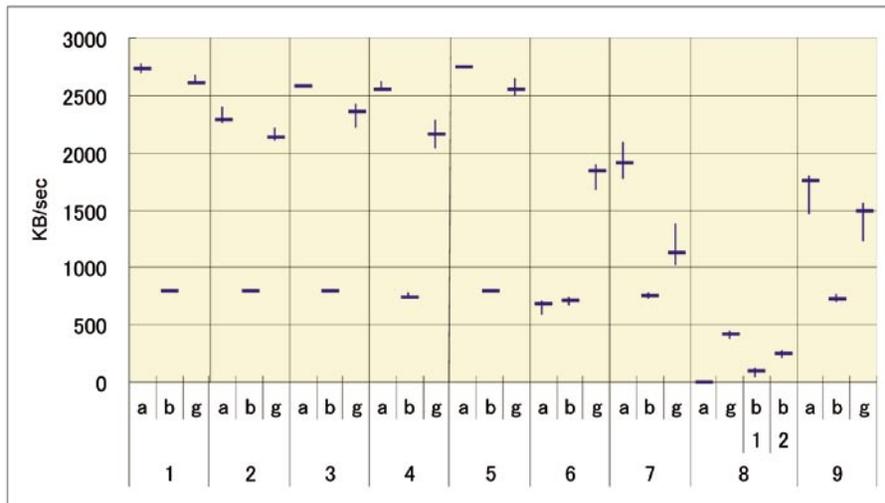


図-7 戸建住宅 (AP基地局：リビング・ダイニングに設置)

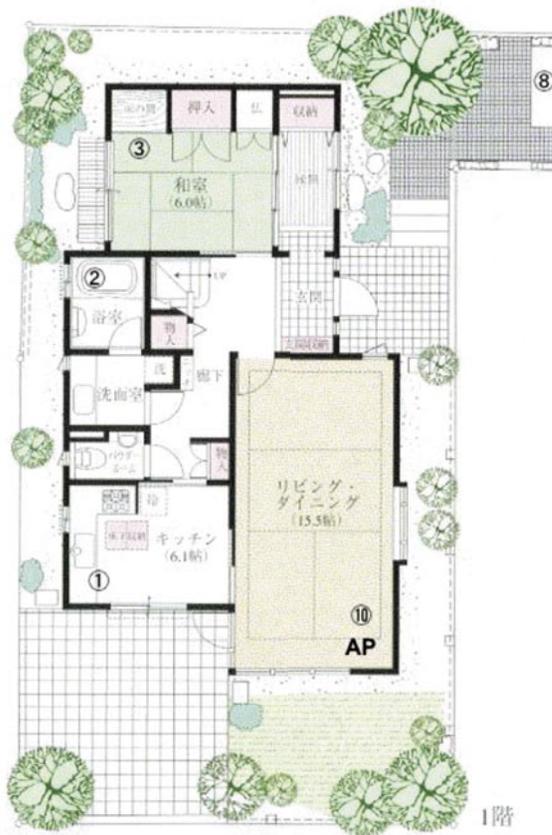


図-8 戸建住宅 1階機材配置図



図-9 戸建住宅 2階機材配置図

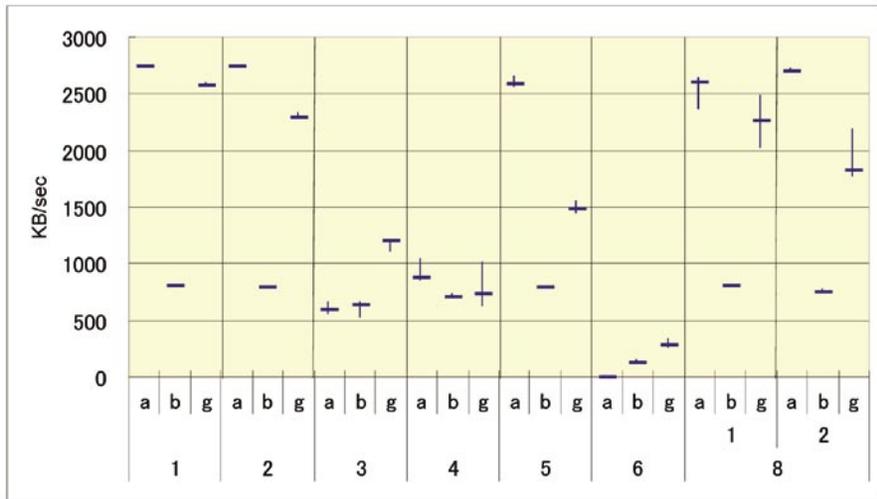


図-10 集合住宅 (AP基地局：洋間26畳)

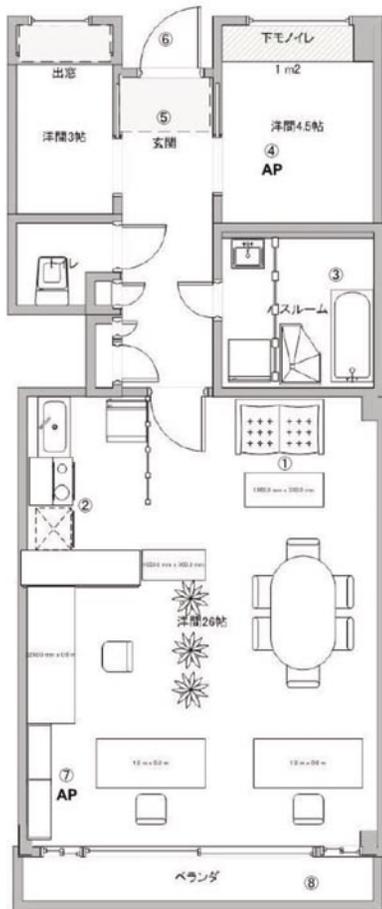


図-11 集合住宅 機材配置図

### 集合住宅での実験結果

集合住宅におけるスループット実験結果を(図-10, 11)に示す。

### ■ 古民家での実験結果

古民家におけるスループット実験結果を(図-12, 13, 14)に示す。

### まとめ

#### ■ 電波暗室での実験

- 伝送距離が短い場合は、IEEE802.11a, 11gの伝送速度が11bより速い。ある程度長いと速度差は縮まる。この結果より、実利用環境においても、基地局と端末の物理的な距離が短い場合、11bを11a, 11gに置き換えることでより高速な伝送性能が期待できる。
- 伝送速度の安定度の傾向は、11aおよび11gは11bより低い。特に、測定時に伝送距離が短いにもかかわらず、伝送速度が低下することがある。これは、変調レート切替境界における伝送速度の逆転現象と考えられる。実利用環境において、端末を固定して利用する場合には問題にならないが、移動しながら利用する時は、伝送速度が不安定になる可能性があるので注意を要する。
- 今回の実験では11aが11gより全般に伝送速度が高いが、APおよび無線LANカードの機種が異なるため、厳密な比較にはなっていない。

#### ■ 戸建住宅、集合住宅での実験

- 屋外での測定ポイントを除き、伝送速度に関しては11aおよび11gが11bより高いといえる。したがって、一般的な間取り、床面積の戸建住宅および集合住宅において無線LANを利用する場合、(1) 11bを今現在利用しているユーザは、11aあるいは11gへの交換により、多くの場面で伝送速度の高速化が望める。(2) 新規に無線LANを導入する場合、11aあるいは11gを推奨する。

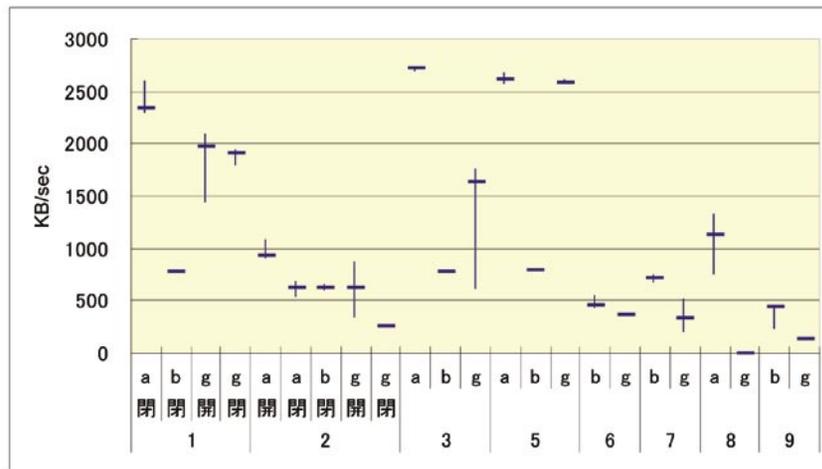


図-12 古民家住宅 (AP基地局：2階)

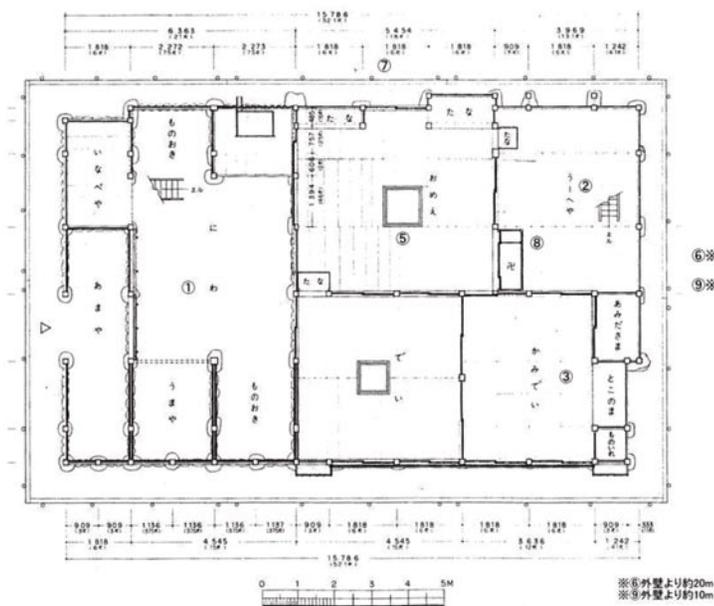


図-13 古民家住宅 1階機材配置図

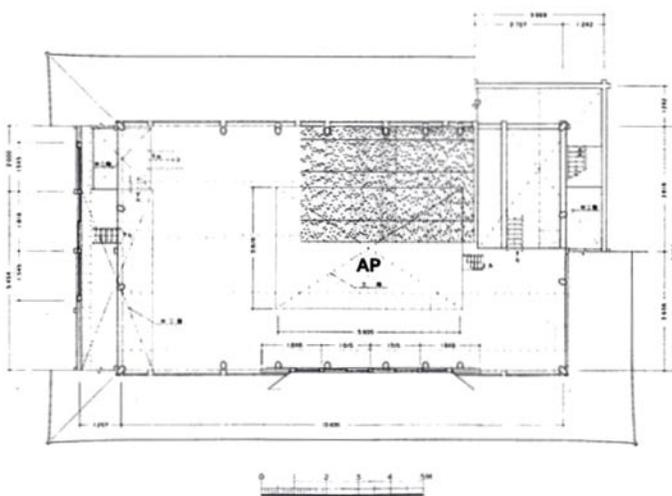


図-14 古民家住宅 2階機材配置図

### ■ 古民家住宅での実験

- 古民家での実験伝送速度のグラフから、11bが比較的安定して通信可能であるのに対して、11a、11gは通信できない場所もあった。伝統的な日本民家は、その構造物が電波をほとんど反射せず吸収し、電波的に暗いように思える。

### ■ 結言

上述のように、伝送速度に関していうと、一般的な戸建住宅や集合住宅では、IEEE802.11aあるいは11gのほうが、従来の11bよりも多くの場合高速化できると考えられる。したがって、11bを使用しているユーザは、安心して他の方式に変更してよいと思われる。ただし、少し離れた所、屋外などではどちらもいえない面があるので気を付ける必要がある。

今回の実験で、日本の古民家を含め、さまざまな住宅環境で、各方式の実力を実地で検証できたことは大きな成果だったと自負している。

関係業界の製品およびアプリケーション開発、そしてユーザの商品選択などにおいて参考となれば真に幸いである。

**謝辞** 今回の実証実験において、実験場所を提供していただいた、日本アンテナ(株)、パナホーム(株)、(有)テックトリオン、川崎市立日本民家園に感謝いたします。また、AP測定ツールなどをご提供いただいた、ルート(株)の皆様に謝意を表します。

MBAハードウェア分科会は今後ともより良いモバイルブロードバンドサービスの実現に向けて活動を続けていく所存です。皆様の心からのご支援を引き続きお願い申し上げます。

(平成16年7月1日受付)