

### 3.2.6. IPv6 マルチキャストを使った動画配信基盤適用検証と評価

#### 3.2.6.1. 検証にあたって

ネットワーク負荷の高い映像等のコンテンツを複数のクライアントで利用しても、ネットワークに与える影響の少ないIPv6マルチキャストが無線LAN区間でも通信が可能であるかどうかを検証する。本来ならば無線LANはIPv6マルチキャストとは違うレイヤーの技術であるので理論上は影響しないはずであるが、一部の通信種別ではその影響があることを確認されているので、高速無線LAN機器においても動作に影響がないかを検証、評価する。将来、高画質の映像系コンテンツの配信等のネットワーク負荷の高いコンテンツもIPv6マルチキャストによる通信によって、無線という有線に比べて自由度の非常に大きなネットワークで利用できるようになるかどうかを検討する上で非常に重要な検証である。

#### 3.2.6.2. 検証方法

- (1) IPv6 マルチキャストによる通信を高速無線 LAN 機器上で通信した場合の到達可能なネットワーク範囲を確認
- (2) 高速無線 LAN 機器に多くのトラフィックを発生させた状態で、IPv6 マルチキャストによる通信を発生させた場合の通信状態の確認
- (3) 様々のアプリケーションによる通信状態の確認

#### 3.2.6.3. 評価基準

- (1) IPv6 マルチキャストによる配信が到達可能なネットワーク範囲を規定し、もし、問題が発生した場合は、機器ベンダーと協力して、原因の究明を問題点の解決を図る。
- (2) 高速無線 LAN ネットワークが、輻輳状態でも、IPv6 マルチキャストパケットが疎通するか。また、輻輳程度の影響は、通信に、どれだけの影響を与えるのか。
- (3) 他のユニキャスト通信への影響がないか。
- (4) 様々なアプリケーションにおいても正常に通信可能であるか。

### 3.2.6.4. 検証内容

#### 3.2.6.4.1. 検証 2.9 各拠点 IPv6 マルチキャスト到達検証

(1) 検証日時

平成 15 年 3 月 26 日

(2) 検証場所

第四中学校、産業プラザ、学区内のご家庭

(3) 検証目的

無線 LAN 区間においても、IPv6 マルチキャストによる配信可能であるか、またその通信状態はどのようなものであるかを確認、検証する

(4) 検証構成

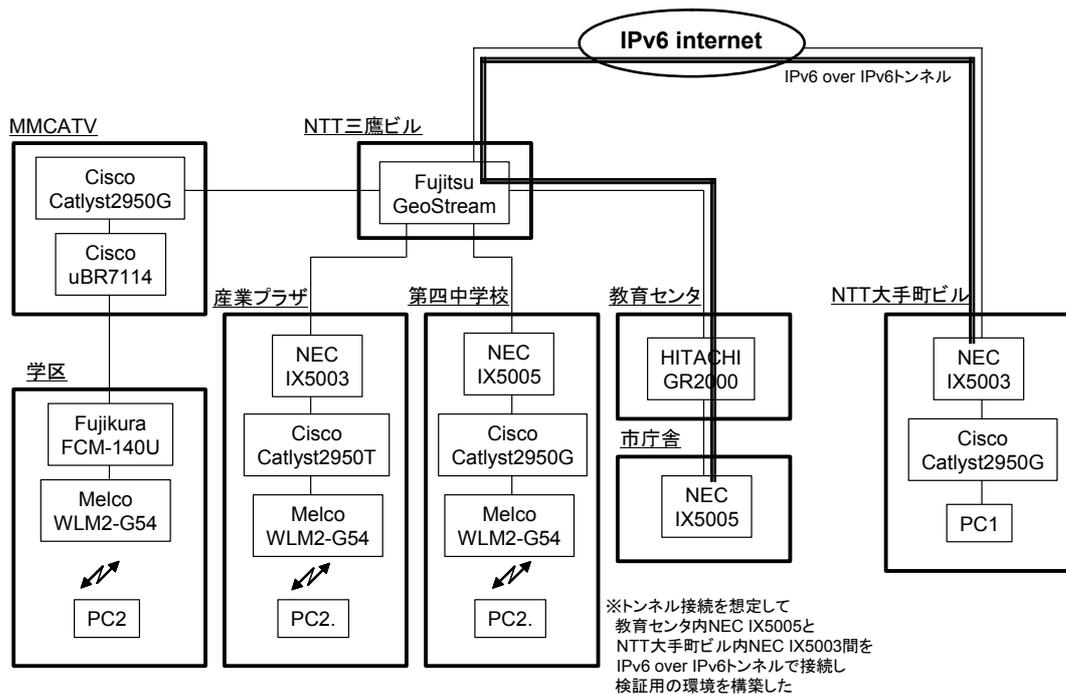


図 3.2. 57 DVTS マルチキャスト構成図

(5) 検証使用機器

- Fujitsu : GeoStream980
- NEC : IX5003、IX5005
- HITACHI : GR-2000
- Cisco : Catalyst2950G  
Catalyst2950T  
uBR7114
- AP : メルコ製 WLM2-G54  
13ch, 128bit wep-key を使用
- PC : IBM 製 ThinkPad X24  
OS : Windows XP professional  
CPU : Pentium3 1.06GHz  
RAM : 256MB

(6) 検証使用アプリケーション

- 「DVTS」 (WIDE プロジェクト) (使用帯域 32Mbps)
- 「Windows Media Player Version9」  
(「三鷹ポータル」より IPv6 マルチキャストおよび IPSec による映像配信を試聴)

(7) 検証評価方法

- ① NTT 大手町ビルに設置してある NEC : IX5003 から IPv6 インターネットおよび NTT 三鷹ビルを経由して市庁舎内の NEC : IX5005 に IPv6 over IPv6 によってトンネル構築。NTT 大手町ビルから DVTS を使用して IPv6 マルチキャストを送信する。第四中学校、産業プラザ、MMCATV の各地点で DVTS の IPv6 マルチキャストの映像データを受信することが可能かどうか確認する。
- ② NTT 大手町ビルから前述の IPv6 over IPv6 のトンネルを通して「三鷹ポータル」から第三小学校の映像リアルタイム映像を受信し、マルチキャストによる受信かどうか確認する。比較のため有線による通信も確認した。

(8) 検証結果

- ① 第四中学校、産業プラザ、MMCATV のどちらの場所でも無線 LAN でマルチキャストを受信できた。しかし、無線 LAN の帯域は約 17Mbps ほどであるが、ユニキャストで DVTS を受信すると約 17Mbps ギリギリ (DVTS は 32Mbps ほどの帯域を使用するため無線の帯域を占有してしまう) まで帯域を使用し、Packet Loss は 70%ほどであるのだが、マルチキャストによる受信をおこなうと映像は劣化していて Packet Loss が 98%ほどを示していた。

以下に、検証時のキャプチャ画面を示す

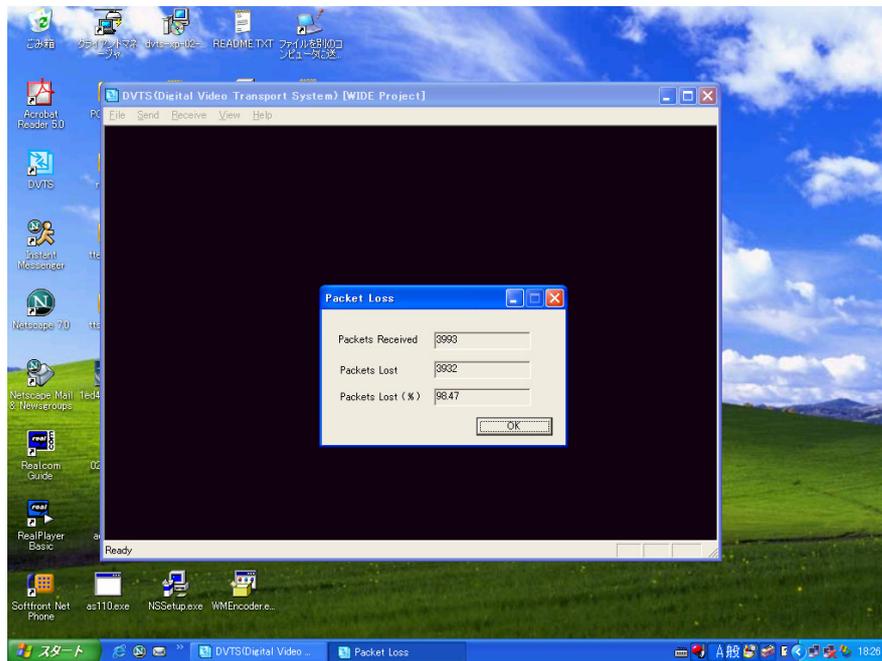


図 3.2. 58 第四中学校 DVTS マルチキャスト受信（無線）

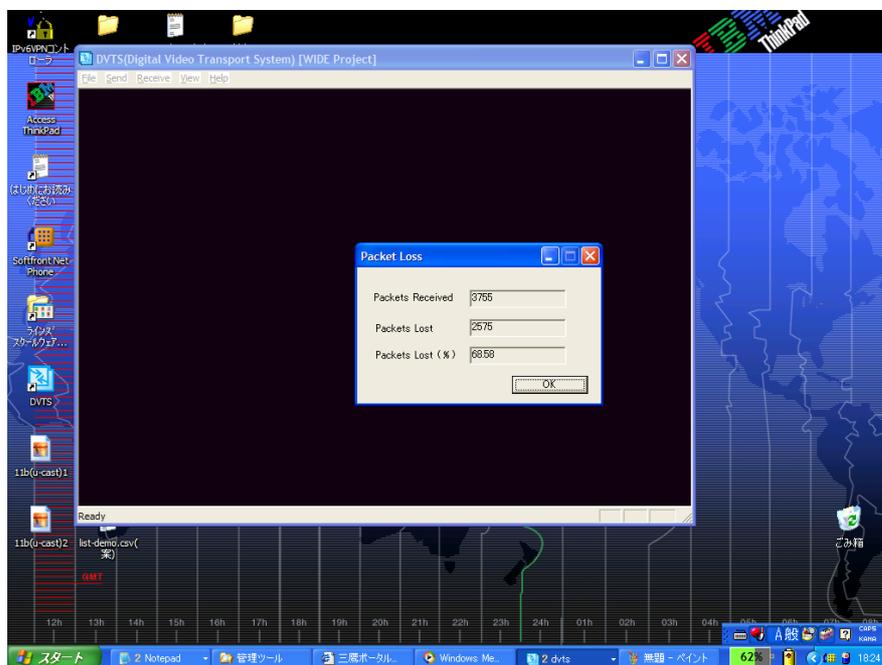


図 3.2. 59 第四中学校 DVTS マルチキャスト受信（有線）

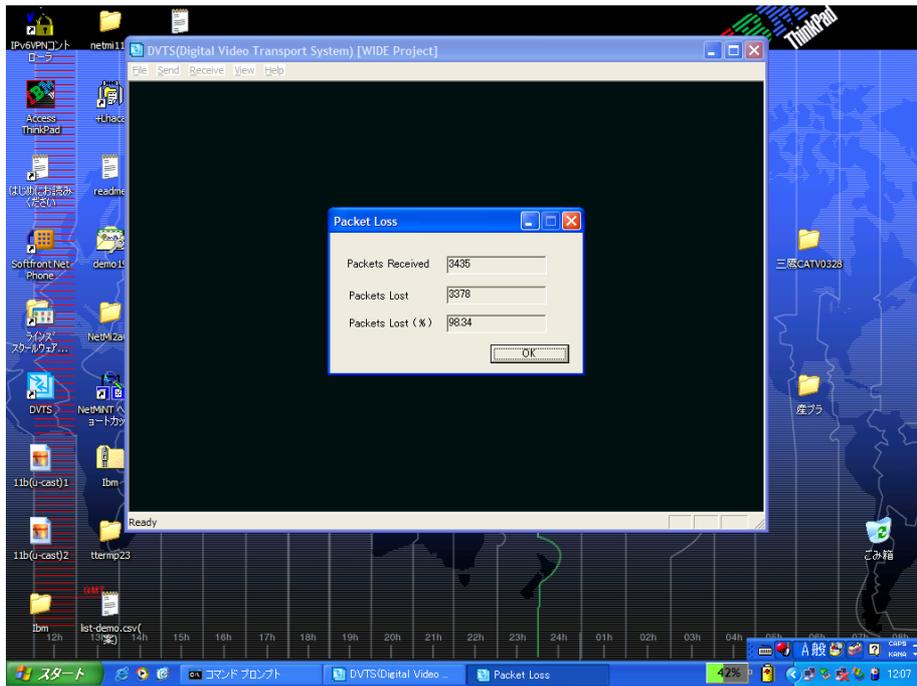


図 3.2. 60 産業プラザ DVTS マルチキャスト受信（無線）

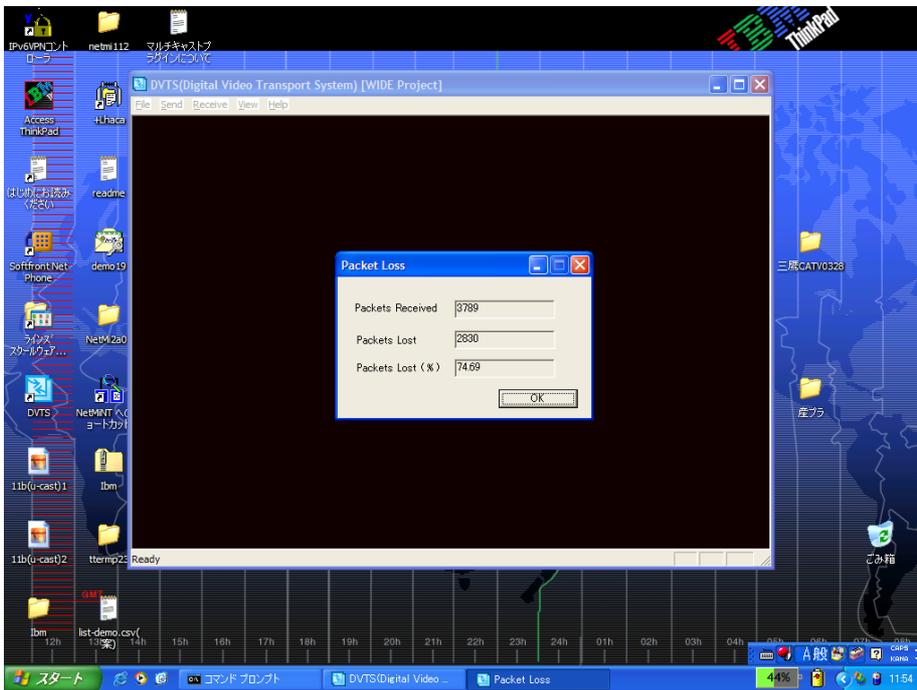


図 3.2. 61 産業プラザ DVTS マルチキャスト受信（有線）

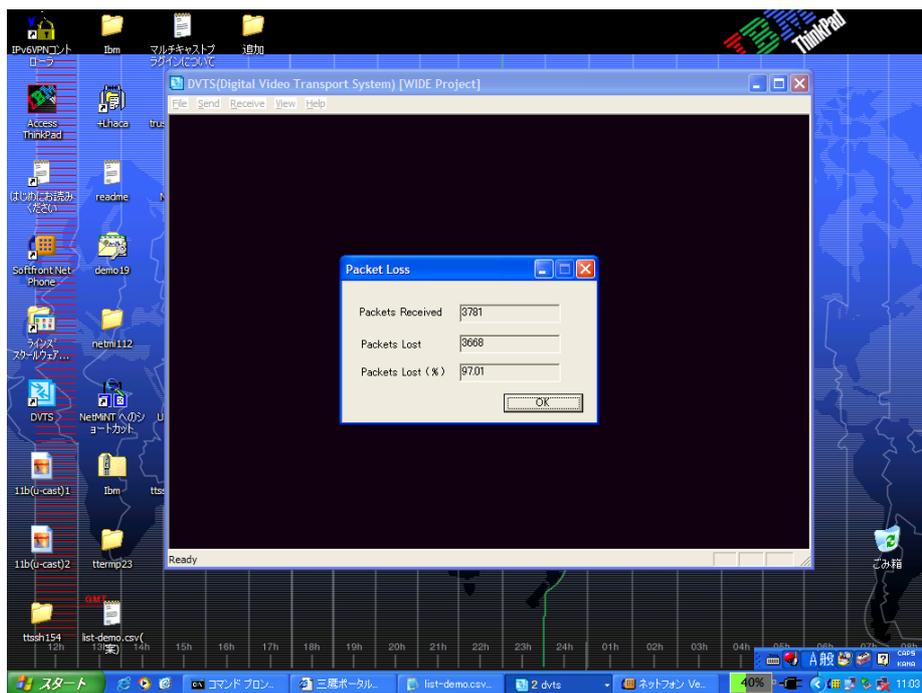


図 3.2. 62 MMCATV DVTS マルチキャスト (無線)

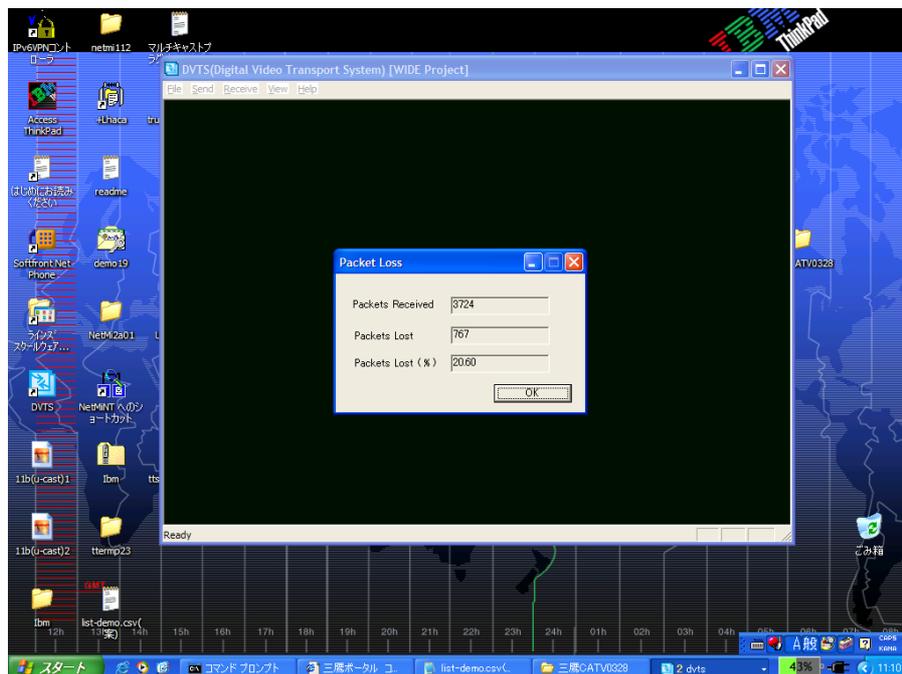


図 3.2. 63 MMCATV DVTS マルチキャスト受信 (有線)

- ②「三鷹ポータル」の IPv6 マルチキャスト通信によって送られる映像を NTT 大手町ビルの IPv6 over IPv6 のトンネルを通じて有線では IPv6 マルチキャストで受信し、正常に視聴することができたが無線ではパケットロスが多く正常には視聴することができなかった。

#### 3.2.6.4.2. 検証 2. 10 IPv6 マルチキャスト実験

(1) 検証日時

平成 15 年 3 月 27 日

(2) 検証場所

NTT 大手町ビル 4 階

(3) 検証目的

検証 2. 10 IPv6 マルチキャスト実験において、有線での IPv6 マルチキャストの受信状態と無線での受信状態に差異がみられた。本来ならば無線 LAN は IPv6 マルチキャストとは全く違うレイヤーであるので互いに影響は及ぼさないはずだが、影響があるのかどうかを以下で検証する。

(4) 検証構成

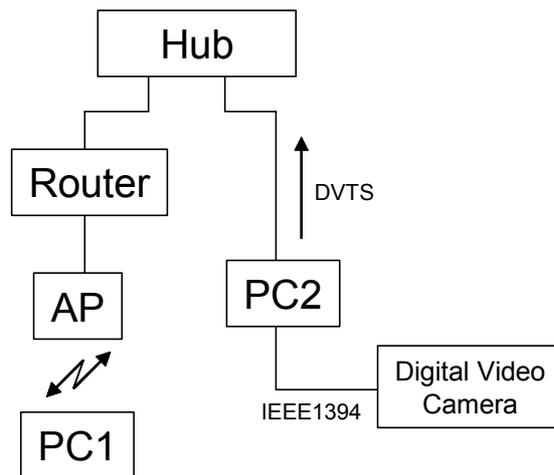


図 3.2. 64 IPv6 マルチキャスト実験 機器構成図

(5) 検証使用機器

- Router : NEC 製 IX5003
- Hub : メルコ製 LSW 10/100-8NW
- PC1 : IBM 製 ThinkPad x24  
CPU : PentiumIII 1.06GHz  
Memory : 256MB
- PC2 : IBM 製 ThinkPad x24  
CPU : PentiumIII 1.06GHz  
Memory : 256MB
- 無線 LAN アクセスポイント : メルコ製 WLM2-G54  
IEEE802.11g および IEEE802.11b を使用  
5ch, 128bit wep-key を使用
- 無線 LAN カード : メルコ製 WLI-CB-G54

(6) 検証使用アプリケーション

- 「DVTS」(WIDE プロジェクト) (使用帯域 32Mbps)

(7) 検証評価方法

図 3.2. 64 IPv6 マルチキャスト実験 機器構成図のように機器を設置し、DVTS で PC2 から PC1 へ映像を 32Mbps で送信する。その映像品質、Packet Loss を計測して IPv6 マルチキャストが IEEE802.11g (ドラフト) の無線 LAN を正常に通過するかを確認する。さらに IEEE802.11b による無線 LAN に変更した場合も同様に測定する。

(8) 測定結果

以下に、検証結果のキャプチャ画面を示す。

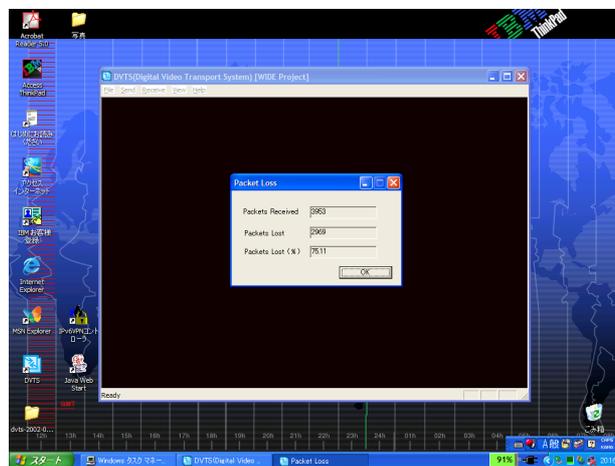


図 3.2. 65 802.11g ユニキャスト

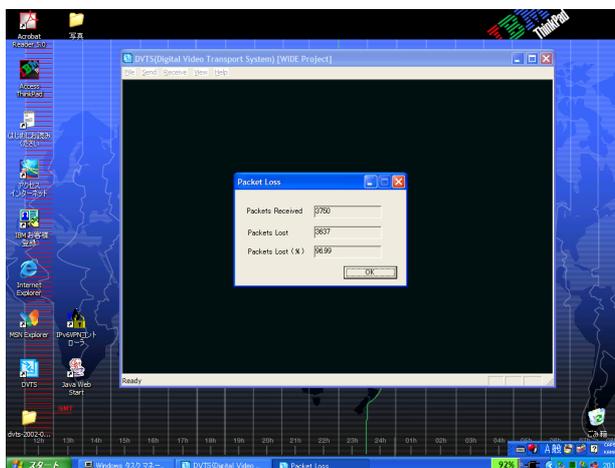


図 3.2. 66 802.11g マルチキャスト

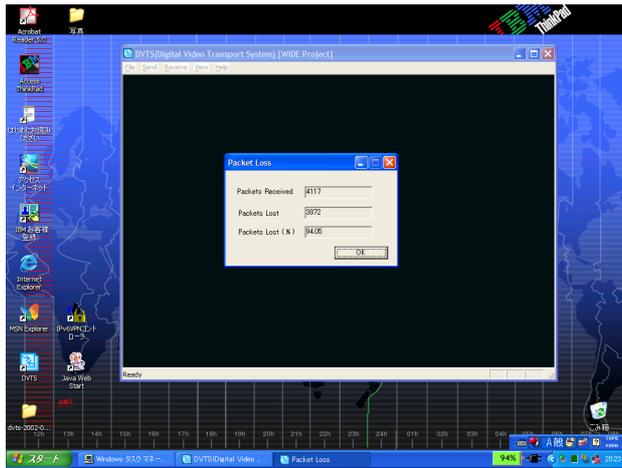


図 3.2. 67 802.11b マルチキャスト

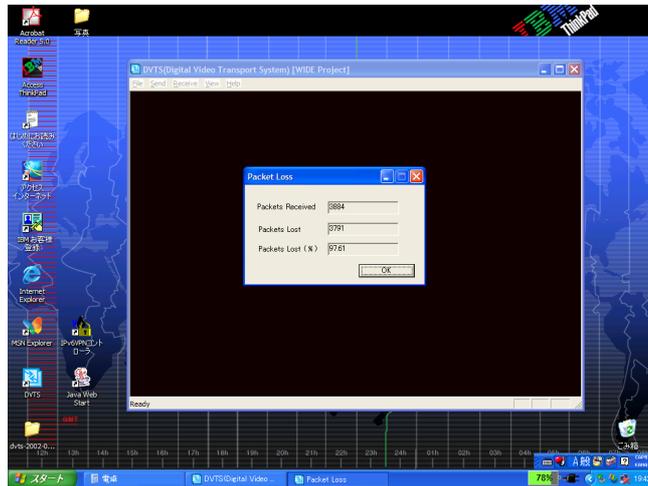


図 3.2. 68 802.11b マルチキャスト

(9) 検証結果

IPv6 マルチキャスト対応のルータとクライアント2台という極めて単純な構成で検証をおこなってみたが、検証 2. 9 の場合と同様にユニキャストでは IEEE802. 11g (ドラフト) 規格の無線 LAN の最大スループットである約 17Mbps 前後で通信しているが、マルチキャストでは 1Mbps 前後となり IEEE802. 11g (ドラフト) 規格の無線 LAN の持つスペックどおりのスループットとなっていない。IEEE802. 11b 規格の無線 LAN アクセスポイントを用いても同様で、無線 LAN アクセスポイントに内臓されているチップセットや、無線というメディア自体に問題があると考えられる。

3. 2. 6. 4. 3. 検証 2. 11 IPv6 マルチキャスト輻輳状態検証

(1) 検証日時

平成 15 年 3 月 27 日

(2) 検証場所

NTT 大手町ビル 4 階

(3) 検証目的

無線 LAN 上でトラフィックが輻輳状態の時でも IPv6 マルチキャストが到達するかを確認するために検証をおこなう。

(4) 検証構成

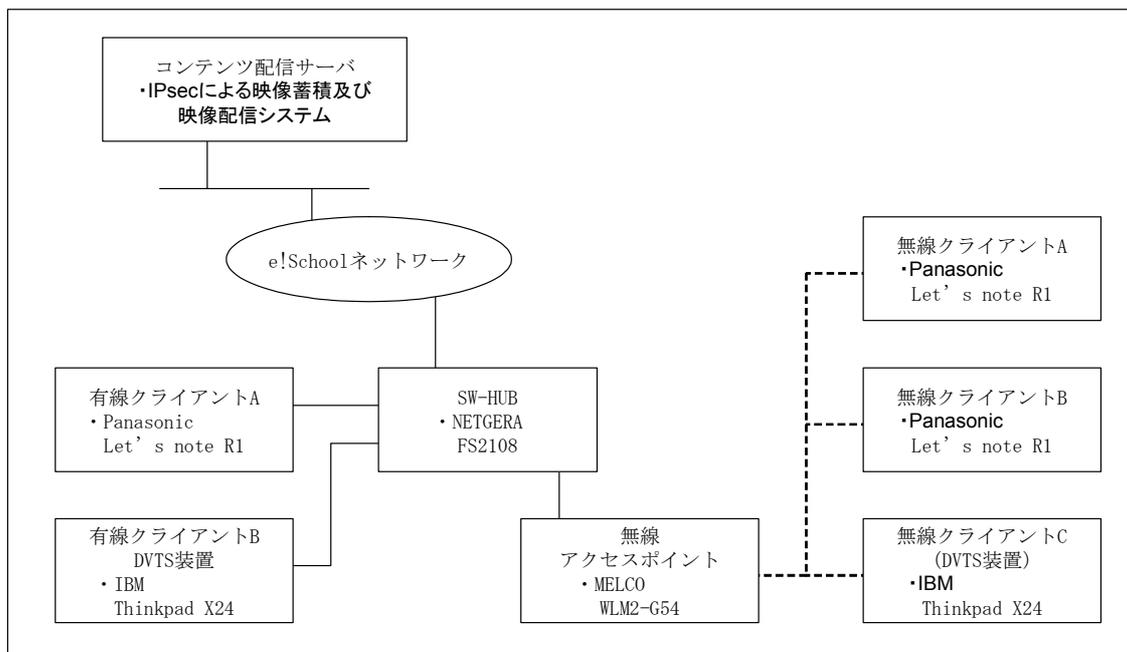


図 3. 2. 69 検証 2. 11 検証機器構成図

(5) 検証使用アプリケーション

- 「Windows Media Player Version9」  
(「三鷹ポータル」より IPv6 マルチキャストおよび IPSec による映像配信を試聴)
- 「DVTS」(WIDE プロジェクト)(使用帯域 32Mbps)  
(ネットワークの輻輳状態を発生するために使用)

(6) 検証評価方法

有線クライアント A、無線クライアント A/B にて IPsec による映像蓄積及び映像配信装置から配信される同一アドレスによるマルチキャスト映像配信の受信を行なう。マルチキャスト通信の条件は以下の通りである。

通信品質は Windows Media Player 9 の統計情報の品質にて確認をおこなう。輻輳発生前(図 3.2. 70 マルチキャスト通信確認時の構成図)では全ての端末で品質が 100%(図 3.2. 71 クライアント受信状態)であることを確認した。

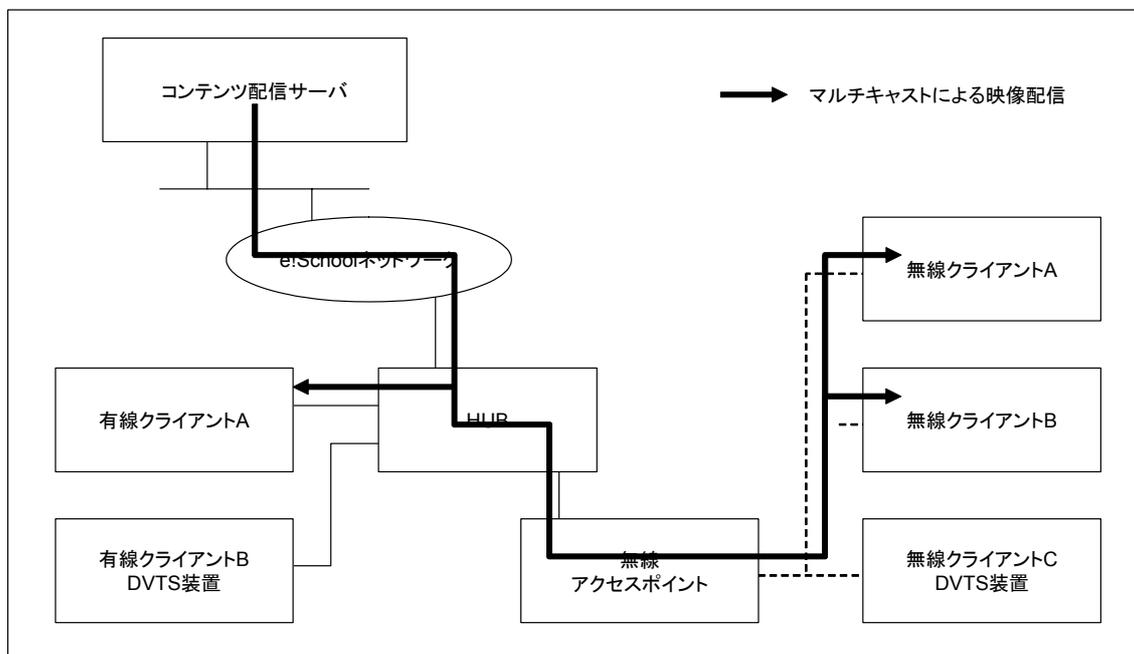




図 3.2. 71 クライアント受信状態

以上のような確認をおこなった後に、

- ①無線 LAN アクセスポイントからのユニキャストトラフィックによる輻輳
- ②無線 LAN クライアントからのユニキャストトラフィックによる輻輳
- ③無線 LAN アクセスポイントからのマルチキャストトラフィックによる輻輳
- ④無線 LAN クライアントからのマルチキャストトラフィックによる輻輳

のような状態にして IPv6 マルチキャストが無線 LAN を通じて到達するかを検証した。

(7) 測定結果

1) から 4) の測定結果について以下に示す。

- ①無線 LAN アクセスポイントからのユニキャストトラフィックによる輻輳  
有線 LAN クライアント B から無線クライアント C への DVTS の IPv6 ユニキャスト送信により輻輳を発生させる (図 3.2. 72 検証構成図)。

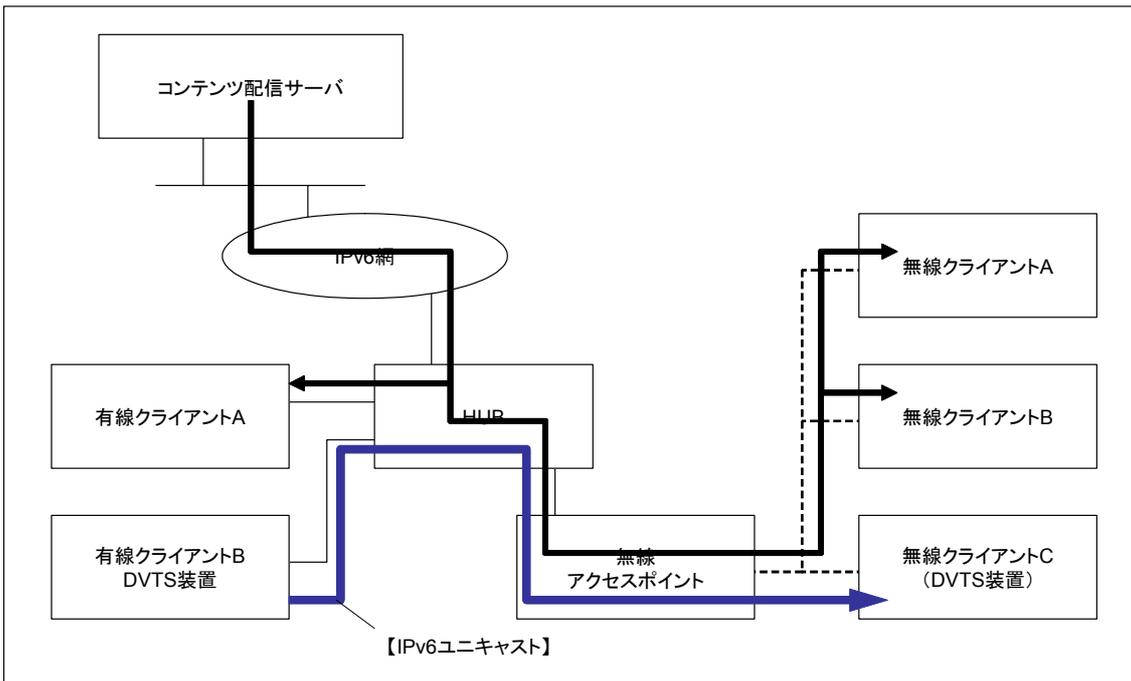


図 3.2. 72 検証構成図-1

● 試験結果

無線クライアント A および B の映像品質

図 3.2. 73 無線クライアント受信状態のように 45~50%を示した。

有線クライアント A の映像品質

映像品質は 100%を示した。

DVTS パケット到達率

図 3.2. 74 DVTS 受信状態のように約 45~50%を示した。



図 3.2. 73 無線クライアント受信状態-1



図 3.2. 74 DVTS 受信状態-1

2 つの通信（ユニキャストおよびマルチキャスト）がほぼ同じ比率で疎通している。

②無線 LAN クライアントからのユニキャストトラフィックによる輻輳

無線クライアント C から有線 LAN クライアント B への DVTS の IPv6 ユニキャスト送信により輻輳を発生させる (図 3.2. 75 検証構成図 3.2)。

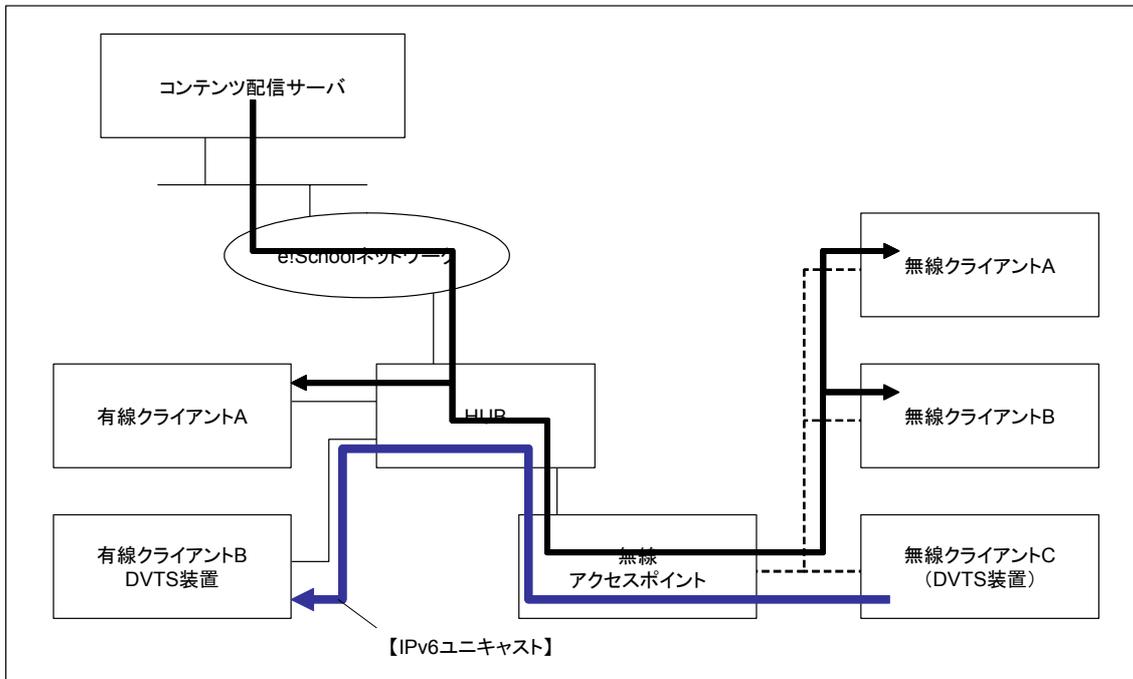


図 3.2. 75 検証構成図 3.2

● 試験結果

無線クライアント A および B の映像品質

図 3.2. 76 無線クライアント受信状態-2 のようにほぼ 100%を示した。

有線クライアント A の映像品質

映像品質は 100%を示した。

DVTS パケット到達率

図 3.2. 77 DVTS 受信状態-2 のように約 20~35% (変動) を示した。



図 3.2. 76 無線クライアント受信状態-2



図 3.2. 77 DVTS 受信状態-2

コンテンツ配信サーバからの通信は無線クライアントからの DVTS による通信の影響をほとんど受けていない。

- ③無線 LAN アクセスポイントからのマルチキャストトラフィックによる輻輳  
有線クライアント B からの DVTS の IPv6 マルチキャスト送信により輻輳を発生させる (図 3.2. 78 検証構成図-3)。

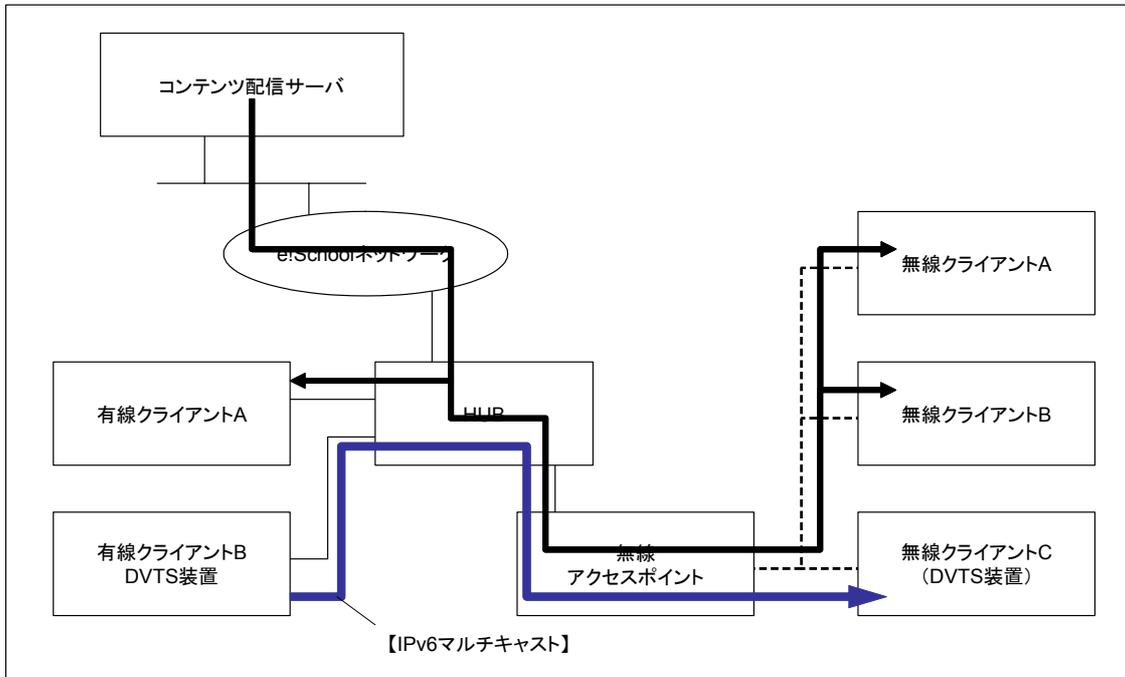


図 3.2. 78 検証構成図-3

● 試験結果

無線クライアント A および B の映像品質

図 3.2. 79 無線 LAN クライアント受信状態-3 のように 1~2%を示した。

有線クライアント A の映像品質

映像品質は 100%を示した。

無線クライアント C から有線クライアント B への DVTS パケット到達率

図 3.2. 80 DVTS 受信状態-3 のように約 3%を示した。

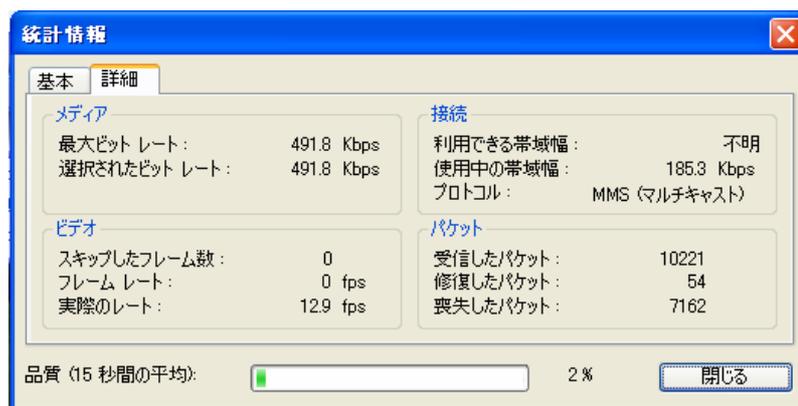


図 3.2. 79 無線 LAN クライアント受信状態-3



図 3.2. 80 DVTS 受信状態-3

コンテンツ配信サーバからのマルチキャスト映像は停止し映像受信が不可能な状況になった。DVTS によるマルチキャスト通信も 400kbps~1.3Mbps 程度しか疎通していない。

- ④無線 LAN クライアントからのマルチキャストトラフィックによる輻輳  
無線 LAN クライアント C からの DVTS の IPv6 マルチキャスト送信により輻輳状態を発生させる (図 3.2. 81 検証構成図-4)。

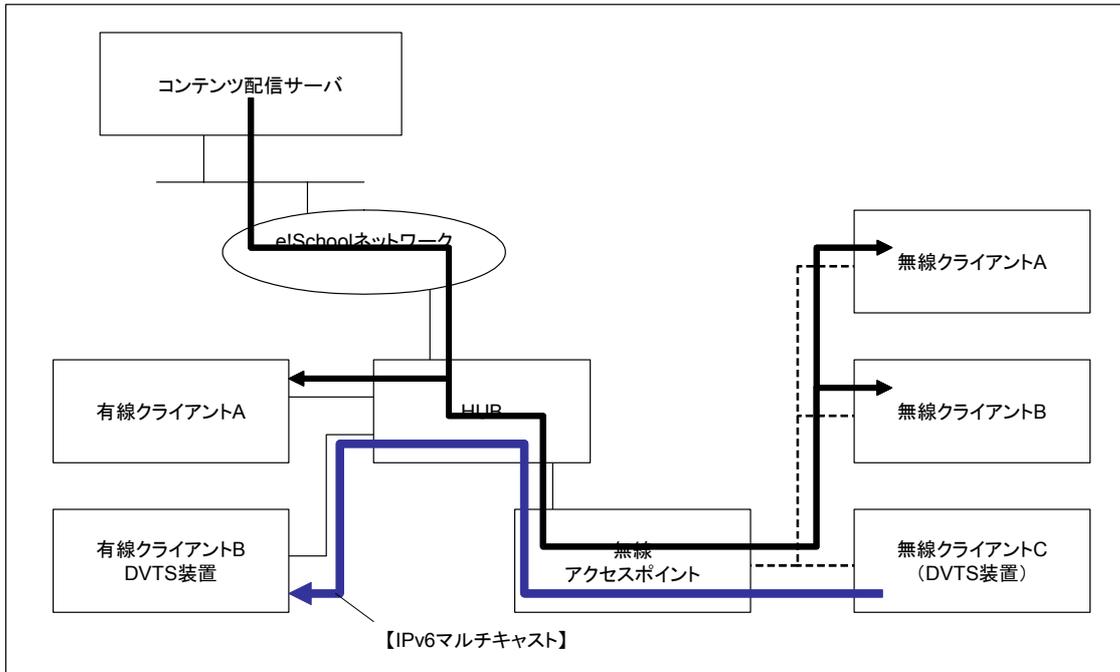


図 3.2. 81 検証構成図-4

● 試験結果

無線クライアント A および B の映像品質

図 3.2. 82 無線クライアント受信状態-4 のように 92~100% (変動) を示した。

有線クライアント A の映像品質

映像品質は 100%を示した。

無線クライアント C から有線クライアント B への DVTS パケット到達

図 3.2. 83 DVTS 受信状態-4 のように約 1.3%~4% (変動) を示した。

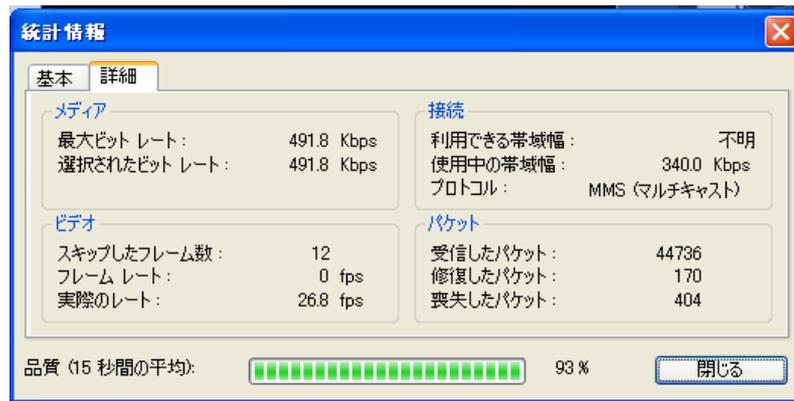


図 3.2. 82 無線クライアント受信状態-4

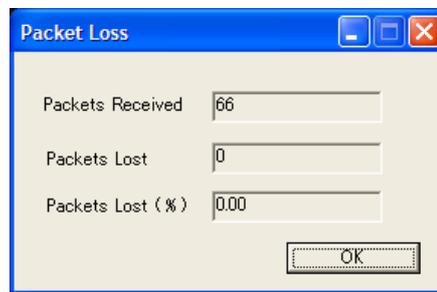


図 3.2. 83 DVTS 受信状態-4

コンテンツ配信サーバからの映像配信は多少品質が落ちた程度にとどまった。一方、DVTS の IPv6 マルチキャストトラフィックは 3%程度しか疎通していない。

### 3.2.6.5. 検証結果

- (1) IPv6 マルチキャストによる通信を高速無線 LAN 機器上で通信した場合の到達可能なネットワーク範囲を確認

検証 2. 9 により、IPv6 マルチキャストによる通信の DVTS による映像が第四中学校、産業プラザ、学区内から確認できたことから、産業プラザと同様の NW 構成である図書館、駅前市政窓口、コミュニティプラザ、タウンプラザ、ICU、第四中学校と同様の NW 構成である第三小学校、他の学区内宅でも IPv6 マルチキャストが受信できると考えられる。

- (2) 高速無線 LAN 機器に多くのトラフィックを発生させた状態で、IPv6 マルチキャストによる通信を発生させた場合の通信状態の確認

検証 2. 11 により、高速無線 LAN 機器に多くのトラフィックを発生させると、IPv6 マルチキャストの通信にパケット到達率の低下等の影響が生じることが確認された。

- (3) 様々のアプリケーションによる通信状態の確認

検証①・②・③より、無線での DVTS および Windows Media Player Version9 (「三鷹ポータル」を視聴) による IPv6 マルチキャスト受信は、有線による IPv6 通信と比べてパケット到達率が極端に悪いことが確認された。

### 3.2.6.6. 考察

#### 3.2.6.6.1. IPv6 マルチキャストの到達性について

今回、高速無線 LAN においても三鷹市の各拠点に IPv6 マルチキャストの通信が到達することが確認されたが、その Packet Loss 等の品質は有線による通信に比べてかなり劣っていた。ラボ内において図 3.2. 64 IPv6 マルチキャスト実験 機器構成図のように、他の影響を極力なくした場合でも同様の結果を得た。高速無線 LAN と IPv6 マルチキャストについて、さらに検証を進めるためには無線データ自体をアナライズするような機器が必須であるが、現状のところ今回の高速無線 LAN はドラフト規格ということもあり、そのような機器が存在しない。そのような機器を用いて、来年度以降は検証を続けていく必要がある。

#### 3.2.6.6.2. 輻輳状態における IPv6 マルチキャスト

無線 LAN クライアント側からの通信より無線 LAN アクセスポイント側からの通信の方が優先される。そのため通常のネットワーク上位に配置されているサーバ等から IPv6 マルチキャストによる配信を行なう場合で、クライアントが大量の上り方向のトラフィックを発生させた場合 (例えば映像情報のサーバへのアップロード) では影響

を受けにくい。一方、アクセスポイントの上位から下位側へトラフィックを発生させた場合（例えば映像情報のサーバへのダウンロード）には影響を強く受けるのでルータなどで優先制御を行なう必要がある。

尚、マルチキャストによる輻輳を発生させた場合に無線区間の全体のスループットがユニキャストと比較して非常に低い値(ユニキャストの 16Mbps 程度に対してマルチキャストは 700kbps～1.6Mbps 程度) となった。現在は 802.11g 対応の無線 LAN アナライザが無いため無線 LAN 区間の通信状態が確認できずボトルネックの解析ができていない。来年度以降に無線 LAN アナライザを使用した検証を行なう必要がある。また、Apple 社製 AirMac Extreme および LINKSYS 社製 WAP54G/WPC54G を使用した検証でも同様の結果となっている。今回検証に使用した 3 社の機器は調査の結果全て同一の Broadcom 社製の無線 LAN チップセットを使用しているので、来年度以降に他社製（Intersil など）の無線 LAN チップセットを使用した無線 LAN 機器の検証を行なう必要もある。

### 3.2.7. マルチベンダ環境下における相互接続検証と評価

#### 3.2.7.1. マルチベンダ無線 LAN、相互接続における現状

##### 3.2.7.1.1. 概要

マルチベンダ環境下においても、同一規格もしくは上位互換な規格についての相互接続検証と評価を行う。

無線 LAN では、IEEE801.11/801.11b という標準規格に沿った製品作りが進んでいる。有線 LAN (たとえば、10BASE-T) で、ハブやケーブル、ルータなどでは、どのメーカーの製品であろうとも、一定の条件を満たせば相互に接続できるという特徴がある。同じように規格化された無線 LAN では現在主流となりつつある、2.4GHz 帯を利用、伝送速度 11Mbps の無線 LAN 製品に相互互換性は残念ながら現状では 100% の互換性は困難である。理由は、無線 LAN に採用されているコントローラチップ (電気信号を電波信号に変換するチップセット) に、大きく 2 つの種類があるからである。本来、同じ規格に則っているはずの無線 LAN でも、信号の流れやデータ暗号化処理などが若干異なるために、コントローラチップが異なると、相互接続は難しくなるのである。

今回 3 社のベンダーを選択し検証を行った。

- BUFFALO (株式会社メルコ)
- LINKSYS (株式会社リンクシス・ジャパン)
- Apple (アップルコンピュータ株式会社)

##### 3.2.7.1.2. 検証方法

- (1) 様々なベンダー機器の相互接続性を確認
- (2) 様々なベンダー機器のパフォーマンスを確認
- (3) 様々な設置環境において、上記の内容の確認

##### 3.2.7.1.3. 評価基準

- (1) 様々なベンダーの機器でも相互に通信できること
- (2) 様々なベンダーにおいて、ある一定のパフォーマンスが出ること
- (3) 様々な設置環境においても、上記の基準を満たすこと

#### 3.2.7.2. 無線 LAN のマルチベンダによる各種設定検証

##### 3.2.7.2.1. 各ベンダー機器の機能概要



(全ての機器は Wi-Fi (ワイファイ) とは、WECA による無線 LAN 規格である。以下 3.2.7.6 参考で説明)

(1) 株式会社メルコ (ブランド名: BUFFALO)

①アクセスポイント: AirStationPro Plus WLM2-G54

製品特徴

●1台で高速 2.4GHz/54Mbps (IEEE802.11g) と 2.4GHz/11Mbps (IEEE802.11b) の同時通信が可能な無線 LAN アクセスポイント。既存の 11Mbps 無線 LAN を生かしつつ、54Mbps 無線 LAN へ拡張。

※IEEE802.11g は現在ドラフトであり、2003年5月頃に正式承認予定。承認後、ファームウェアのバージョンアップにより正式対応。

●管理/セキュリティに優れたインテリジェントモデル、SNMP、RADIUS 対応、ファームウェアのバージョンアップにより IEEE802.1x/EAP も対応予定。

オプションボードの追加により、IEEE802.11a/11g との併用可能。

●通信電波到達範囲・距離の延長、死角エリアへの中継を可能にするアクセスポイント間通信 (WDS)、リピータ機能搭載。

●PS (Privacy Separator) 機能搭載。

アクセスポイントに接続された無線クライアント PC 間の通信を禁止する PS (Privacy Separator) 機能を搭載。

隣の PC のデータを見えなくすることで、接続 PC のプライバシーを保護。

●受信状態をさらに向上させるオプションアンテナ「WLE-DA」「WLE-NDR」対応。

●モトローラ社製 CPU「MPC8241 200MHz」を搭載、抜群の高速性能。

●動作温度 0~60°C の高い耐環境性能。

●LAN ケーブルからの電源供給を可能にする PoE (Power over Ethernet) 対応。

●接続 PC 移動時、アクセスポイント間を自動切替するローミング機能搭載。

表 3.2. 10 AirStationPro Plus WLM2-G54 の製品仕様

[無線 LAN インターフェース部]	
規格	IEEE802.11g(draft)/IEEE802.11b(無線 LAN 標準互換プロトコル)準拠 ARIB STD-T66(2.4GHz 帯小電力データ通信システム規格)
対応プロトコル	NetBEUI、TCP/IP、IPX/SPX 互換プロトコル(Windows 標準)
伝送方式	直接拡散型スペクトラム拡散(DS-SS 方式)、直交周波数分割多重変調(OFDM 方式)、単信(半二重)
周波数範囲	2,412~2,472MHz(13ch)
データ転送速度	6 / 9 / 12 / 18 / 24 / 36 / 48 / 54Mbps(IEEE802.11g) 1 / 2 / 5.5 / 11Mbps(IEEE802.11b)

アクセス方式	インフラストラクチャモード、WDS モード
アンテナ	ダイバシティ方式(内蔵)
セキュリティ	128(104)/64(40)bit WEP、RADIUS、IEEE802.1x/EAP*、パスワード、MAC アドレス登録機能 ※IEEE802.1x/EAP 対応ファームウェアは、2003年5月上旬提供予定。

②LAN カード: AirStation WLI-CB-G54

製品特徴

- 高速 2.4GHz/54Mbps (IEEE802.11g) も 2.4GHz/11Mbps (IEEE802.11b) も通信可能、既存の 11Mbps 無線 LAN を生かしつつ、54Mbps 無線 LAN へ拡張。
- ※IEEE802.11g は現在ドラフトであり、2003年5月頃に正式承認予定です。承認後、ファームウェアのバージョンアップにより正式対応。
- 幅広い OS、WindowsXP / Me / 2000 / 98SE に対応。
- 802.1x/EAP 認証サブライアントソフト「AirSupplicant」標準添付。
- ※802.1x/EAP にはドライバのアップデートにて対応予定。
- 受信状態をさらに向上させるオプションアンテナ「WLE-DA」「WLE-NDR」対応。
- 高速なネットワークを必要とする動画再生や大容量データ送受信時などに最適。
- 2.4GHz 帯小電力データ通信システムで免許不要、屋外でも使用可能。
- アクセスポイントを使用しない Peer to Peer 通信(無線 LAN パソコン間通信)にも対応。
- 内蔵ダイバシティアンテナの採用で、優れた通信品質を確保。
- 無線の接続状態をタスクバーに常に表示、一目で通信状態の確認が可能。

表 3.2. 11 AirStation WLI-CB-G54 の製品仕様

インターフェース	CardBus
規格	IEEE802.11g(draft)/IEEE802.11b(無線 LAN 標準互換プロトコル)準拠 ARIB STD-T66(2.4GHz 帯小電力データ通信システム規格)
対応プロトコル	NetBEUI、TCP/IP、IPX/SPX 互換プロトコル(Windows 標準)
伝送方式	直接拡散型スペクトラム拡散(DS-SS 方式)、直交周波数分割多重変調(OFDM 方式)、単信(半二重)
周波数範囲	2,412~2,472MHz(13ch)
データ転送速度	6 / 9 / 12 / 18 / 24 / 36 / 48 / 54Mbps(IEEE802.11g) 1 / 2 / 5.5 / 11Mbps(IEEE802.11b)
アクセス方式	インフラストラクチャモード、無線 LAN パソコン間通信(Wi-Fi)

アンテナ	ダイバシティ方式(内蔵)
セキュリティ	128(104)/64(40)bit WEP、802.1x/EAP* ※802.1x/EAPにはドライバのアップデートにて対応予定。
電源電圧	3.3V(パソコンより給電)
消費電力	最大 2,000mW
消費電流	最大 600mA
外形寸法	W54×H6.5×D111mm(突起部含む) W54×H5×D111mm(突起部含まず)
重量	36g
動作環境	温度 0～55℃、湿度 20～80%(結露なきこと)

(2) 株式会社リンクシス・ジャパン (ブランド名: LINKSYS)

①アクセスポイント: Wireless-G WRT54G

製品特徴

- 最大 54Mbps の高速無線通信  
802.11g の最新技術をいち早く採用。ADSL や FTTH など従来の 11M 無線 LAN 方式では生かしきれなかった高速インターネットの通信速度を十分サポート。
- 11M(802.11b)無線との接続も可能  
高速だけでなく既存の無線 LAN 機器との接続もサポートし、高い互換性を維持。従来の 11M のネットワークから、新しい 54M への移行を無理なく行う。
- 2本のアンテナで効率よく無線通信  
標準装備で2本の外部アンテナを搭載しているため、広い範囲をカバーする。さらに、屋内など電波環境の悪い状況においてもダイバシティ効果で通信を確保。
- ブロードバンドルータ機能も充実  
ルータとしての機能も高いパフォーマンスを持つ。ルータスループットは実測約 25Mbps。PPPoE 接続、MTU 変更、ポートフォワーディング、DMZ ホスト、VPN パススルーといった、十分な機能を備える。また、ファームウェアのアップグレードにより、さらなる新機能追加やパフォーマンスの改善を予定。

表 3.2. 12 Wireless-G WRT54G の製品仕様

[無線 LAN インターフェース部]	
準拠規格	Draft IEEE802.11g, IEEE802.11b
転送速度	802.11g: 54Mbps (最大), 802.11b: 11Mbps (最大)

チャンネル	1ch ~ 13ch (802.11g, 802.11b 共通)
使用周波数	2,400MHz ~ 2484MHz
伝送方式	802.11b: DSSS 802.11g: OFDM
暗号化(WEP) セキュリティ	64/128bit WEP MAC アドレスフィルタリング可能
アンテナ方式	ダイポール&スペースダイバシティーアンテナ
対応接続方式	IP 手動指定, DHCP, PPPoE
実効速度	NAT 利用時、約 25Mbps (実際の環境を想定した実測値)
主な機能	DHCP サーバ機能、スタティック IP フィルタリング機能、PPTP パススルー、IPSec パススルー、マルチキャストパススルー、DMZ ホスト、MTU 変更、アクセスログ取得、ポートフォワーディング、DDNS 登録

## ②LAN カード: Wireless-G WPC54G

### 製品特徴

- 最大 54Mbps の高速無線通信  
ADSL や FTTH など従来の無線 LAN 方式では生かしきれなかった高速インターネット環境を十分サポート。
- Wi-Fi (802.11b) 認定取得  
高速だけでなく既存の無線 LAN 機器もサポートし、高い互換性を維持。従来の 11M のネットワークから、新しい 54M への移行を無理なく行える。
- 64/128bitWEP セキュリティ対応  
64bit, 128bit の WEP (暗号化) に対応しセキュリティ面もカバー。また、従来の無線 LAN カードでは WEP 利用時にパフォーマンスの低下が見られましたが、ハードウェア処理により WEP による速度低下を低減している。

表 3.2. 13 Wireless-G WPC54G の製品仕様

準拠規格	Draft IEEE802.11g, IEEE802.11b, Wi-Fi (802.11b)
転送速度	802.11g: 54Mbps (最大), 802.11b: 11Mbps (最大)
チャンネル	1ch ~ 13ch (802.11g, 802.11b 共通)
使用周波数	2,400MHz ~ 2484MHz
伝送方式	802.11b: DSSS 802.11g: OFDM
無線モード	インフラストラクチャモード, アドホックモード
暗号化(WEP)	64/128bit WEP (ハードウェア処理により暗号化利用時も速度低下を低減)
アンテナ方式	ダイバシティーアンテナ

(3) アップルコンピュータ株式会社 (Apple)

①アクセスポイント: AirMac Extreme M8799J/A

製品特徴

- 従来の規格をサポート

AirMac Extreme カードと AirMac Extreme ベースステーションを導入しているユーザは、AirMac Extreme が提供する高速通信を体験できる。もし、AirMac Extreme ベースステーションを 802.11b 対応の AirMac カードと使いたい場合でも、可能である。AirMac Extreme ベースステーションは、AirMac Extreme カードだけでなく、従来の AirMac カードを自動的にサポートする互換モードを備えている。また互換モードは、802.11b に準拠している製品なら Mac 用でも Windows 用でもサポートしている。

互換モードでは、既存の AirMac と同様の接続速度を提供する。

10/100Mbps WAN 用ポートを使って、DSL やケーブルモデムに接続が可能。外部アンテナ用コネクタでアクセス範囲を拡張し、基本範囲である半径約 45m より遠くからでもワイヤレス接続することが可能になる。また、USB コネクタにより、Mac OS X v10.2 のプリンタ共有機能を活用できる。

10/100BASE-T Ethernet 用ポート

AirMac Extreme ベースステーションは Ethernet ポートを備えているため、ケーブル接続したコンピュータも含めて、複数のコンピュータで 1 つのインターネット接続を共有できる。1 台のコンピュータを Ethernet ポートに直接つなぐか、ハブを用いて複数の Mac や Windows マシンを接続すれば、ネットワーク上のすべてのコンピュータを、AirMac Extreme が提供する 128 ビット対応のファイヤウォールで保護することができる。

表 3.2. 14 AirMac Extreme M8799J/A の製品仕様

準拠規格	FCC Part 15 Class B、Canada RSS-210、EN 300-328、EN 301-489、ARIB STD-T66、RCR STD-33、AS/NZS 4771:2000、UL 60950、CSA-C22.2 No. 60950
転送速度	AirMac Extreme モードの場合、最大 54Mbps (環境により異なります) 802.11b 互換モードの場合、最大 11Mbps (環境により異なります)
チャンネル	日本ではチャンネル 1-14 の使用が認可されています。 日本国内の法規に従い、チャンネル 1-13 では最大 54Mbps までのすべてのデータ通信速度に、チャンネル 14 では 1~11Mbps のデータ通信速度に対応していません。
使用周波数	2,400MHz
セキュリティ	40 ビットあるいは 128 ビット暗号のワイヤレスセキュリティ (WEP) MAC アドレスフィルタリング NAT ファイウォール RADIUS 認証 (RADIUS クライアント機能) のサポート
互換性	IEEE 802.11g ドラフト仕様に準拠 Wi-Fi 認定の IEEE 802.11b 対応製品 ■ Mac コンピュータおよび Windows 搭載マシン IEEE 802.3、TCP/IP、NAT、DHCP、UDP、FTP、PPPoE、L2TP、DNS、IPSec/VPN パススルー、SNMP、Telnet Cisco LEAP

②LAN カード : AirMac Extreme M8881J/A

MAC の製品のものにしか対応していないため本件検証設備では使用不可である。

### 3.2.7.2.2. マルチベンダー無線 LAN 検証

#### (1) 目的

様々なベンダー機器の相互接続性確認するため、スループットの計測、パフォーマンスを調べる。

#### (2) 検証構成

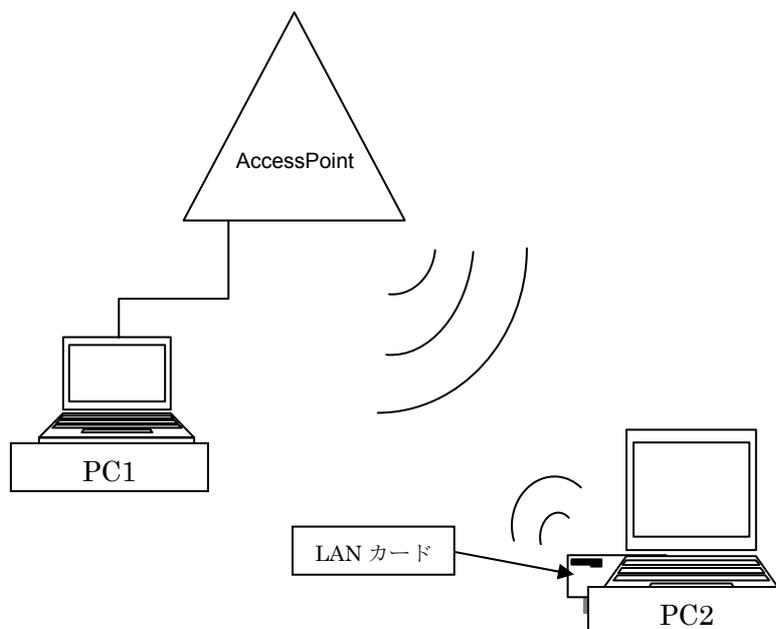


図 3.2. 84 無線 LAN 検証構成図

\*PC1 と PC2 のスループットを計測

表 3.2. 15 使用機器一覧

配置記号	機器名	備考
PC1	IBM ThinkPad X22	AP 側設置 PC
PC2	IBM ThinkPad X24	LAN カード装着 PC
アクセスポイント	BUFFALO AirStationPro Plus (型番：WLM2-G54)	—
	LINKSYS Wireless-G (型番：WRT54G)	—
	Apple AirMac Extreme (型番：M8799J/A)	—
LAN カード	BUFFALO AirStation (型番：WLI-CB-G54)	—
	LINKSYS Wireless-G (型番：WPC54G)	—

上記の図 3.2. 84 無線 LAN 検証構成図は今回検証を行った構成図である。上記図 3.2. 84 無線 LAN 検証構成図の構成で図 3.2. 85 検証方法パターンのように各ベンダーの機器を混同しいろいろに組み合わせ、何通りものスループットを計測し無線 LAN 導通帯域を調べる。

よってマルチベンダ環境下における相互接続検証となる。

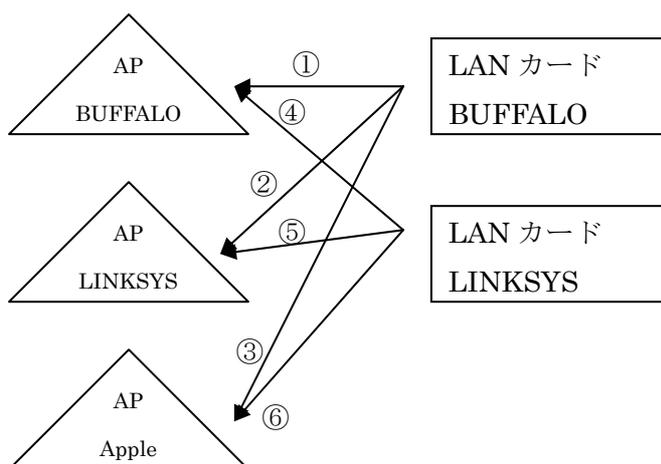


図 3.2. 85 検証方法パターン

(3) 検証結果

図 3.2. 85 検証方法パターンを元に検証を行う。

①パターン1

- アクセスポイント(以下 AP) : BUFFALO
- LAN カード : BUFFALO



写真 2. 3 パターン①検証写真

表 3.2. 16 AP(BUFFALO)、LAN カード(BUFFALO)スループット検査表

データ送信回数 (回)	64byte		1460byte	
	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受 信) (Mbps)	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受 信) (Mbps)
1	1.338	1.336	17.714	17.715
2	1.495	1.493	16.657	16.658
3	1.490	1.488	18.257	18.259
4	1.539	1.537	18.578	18.578
5	1.532	1.530	18.972	18.973

表 3.2. 17 平均帯域 (送信回数 5 回平均)

機器	64byte	1460byte
	帯域 (Mbps)	帯域 (Mbps)
AP	1.478	18.036
LAN カード	1.477	18.037

② : パターン 2

- AP : LINKSYS
- LAN カード : BUFFALO



写真 2. 4 パターン②検証写真

表 3. 2. 18 AP(LINKSYS)、LAN カード(BUFFALO)スループット検査表

データ送信回数 (回)	*1 512byte		1460byte	
	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受 信) (Mbps)	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受 信) (Mbps)
1	7.951	7.950	15.151	15.150
2	7.709	7.709	15.433	15.431
3	7.852	7.852	15.332	15.331
4	7.761	7.761	15.746	15.744
5	7.808	7.808	16.037	16.036

\*1 64byte では LAN カードと A P の相性か、P C のスペック的な問題が生じ計測不能、  
よって 512byte に変更

表 3. 2. 19 平均帯域 (送信回数 5 回平均)

機器	64byte	1460byte
	帯域 (Mbps)	帯域 (Mbps)
AP	7.816	15.540
LAN カード	7.816	15.538

③パターン 3

- AP : Apple
- LAN カード : BUFFALO



写真 2. 5 パターン③検証写真

表 3. 2. 20 AP(Apple)、LAN カード(BUFFALO)スループット検査表

データ送信回数 (回)	64byte		1460byte	
	AP 側 (送信) (kbps)	LAN カード(受信) (kbps)	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受 信) (Mbps)
1	71.234	71.227	16.815	16.818
2	71.961	71.953	17.442	17.443
3	69.758	67.305	16.892	16.890
4	76.453	76.461	17.330	17.332
5	69.594	67.359	17.010	17.010

表 3. 2. 21 平均帯域 (送信回数 5 回平均)

機器	64byte	1460byte
	帯域(kbps)	帯域(Mbps)
AP	71.800	17.098
LAN カード	70.861	17.099

④パターン 4

- AP : BUFFALO
- LAN カード : LINKSYS



写真 2. 6 パターン④検証写真

表 3. 2. 22 AP (BUFFALO)、LAN カード (LINKSYS) スループット検査表

データ送信回数 (回)	64byte		1460byte	
	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受信) (Mbps)	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受 信) (Mbps)
1	1.465	1.464	17.640	17.641
2	1.480	1.479	18.114	18.113
3	1.512	1.510	15.185	15.188
4	1.355	1.354	17.730	17.732
5	1.498	1.496	18.325	18.325

表 3. 2. 23 平均帯域 (送信回数 5 回平均)

機器	64byte	1460byte
	帯域 (Mbps)	帯域 (Mbps)
AP	1.462	17.399
LAN カード	1.461	17.400

⑤パターン 5

- AP : LINKSYS
- LAN カード : LINKSYS



写真 2. 7 パターン⑤検証写真

表 3. 2. 24 AP(LINKSYS)、LAN カード(LINKSYS)スループット検査表

データ送信回数 (回)	64byte		1460byte	
	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード(受信) (Mbps)	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受 信) (Mbps)
1	1. 682	1. 684	8. 234	8. 235
2	1. 954	1. 957	7. 755	7. 756
3	1. 995	1. 997	8. 719	8. 719
4	1. 930	1. 932	7. 786	7. 788
5	1. 970	1. 971	7. 266	7. 267

表 3. 2. 25 平均帯域 (送信回数 5 回平均)

機器	64byte	1460byte
	帯域(Mbps)	帯域(Mbps)
AP	1. 906	7. 952
LAN カード	1. 908	7. 953

⑥パターン 6

- AP : Apple
- LAN カード : LINKSYS



写真 2. 8 パターン⑥検証写真

表 3. 2. 26 AP(Apple)、LAN カード(LINKSYS)スループット検査表

データ送信回数 (回)	64byte		1460byte	
	AP 側 (送信) (kbps)	LAN カード(受信) (kbps)	AP 側 (送信) (Mbps)	LAN カード (受 信) (Mbps)
1	82.117	82.094	9.056	9.055
2	88.781	88.742	7.802	7.800
3	100.938	100.945	11.877	11.877
4	81.641	81.648	11.597	11.597
5	91.500	91.484	7.808	7.808

表 3. 2. 27 平均帯域 (送信回数 5 回平均)

機器	64byte	1460byte
	帯域(kbps)	帯域(Mbps)
AP	88.995	9.628
LAN カード	88.983	9.627