

3.3 章

「IPv6 を用いた広域 F.F.-VoIP システムモデルの実現と検証設備の検証結果」

【目次】

3.3	IPv6 を用いた広域 F.F.-VoIP システムモデルの実現と検証設備の検証結果	1
3.3.1	はじめに	1
3.3.2	動画系アプリケーションとの相互接続及び帯域制御の検証と評価	4
3.3.2.1	概要	4
3.3.2.2	検証方法	4
3.3.2.3	評価基準	27
3.3.2.4	考察	28
3.3.3	VoIP 管理サーバの性能検証と評価	31
3.3.3.1	概要	31
3.3.3.2	検証方法	32
3.3.3.3	評価基準	42
3.3.3.4	考察	43
3.3.4	Peer to Peer からマルチチャネル VoIP 機能の実現性の検討	44
3.3.4.1	概要	44
3.3.4.2	検討ステップ	47
3.3.5	広域 VoIP システムモデルの適用領域の検証と既存電話網の方針検討	49
3.3.5.1	概要	49
3.3.5.2	検討ステップ	50
3.3.6	パソコン端末の適用領域と将来型端末の技術的課題の検討	63
3.3.6.1	概要	63
3.3.6.2	検討ステップ	63
3.3.7	無線 LAN 機器との融合と将来型 VoIP 端末のあり方の検討	80
3.3.7.1	概要	80
3.3.7.2	検討ステップ	81

3.3 IPv6 を用いた広域 F.F.-VoIP システムモデルの実現と検証設備の検証結果

3.3.1 はじめに

平成14年度「総務省 e!スクール三鷹モデル」において、学区内の家庭同士で VoIP システムを利用して、コミュニケーションの充実を図ったり、生涯学習市民モニタ相互の教育相談や市役所の教育相談窓口との情報交換用に利用する。また、行政機関に設置された端末から、一般の市民を対象にその有効性を検証する。目に見えるアプリケーションとしては、VoIP による通信と合わせた映像配信技術や IPsec による認証 / 暗号技術を使ってよりセキュアな環境で、広域な VoIP システムモデルの検証を実施する。左記の検証をするにあたり以下の場所に検証環境を構築した。

(1) 市役所

三鷹市役所に設置した機器は以下の通りである。

- VoIP 電話帳管理サーバ Dell PowerEdge1650 1 式
- LDAP サーバ Dell PowerEdge1650 1 式
- F.F.-VoIP クライアント 富士通 FMV 3 式

(2) 市立図書館、国際基督教大学、コミュニティプラザ、タウンプラザ、産業プラザ、三鷹駅市政窓口、社会教育会館等

- F.F. -VoIP クライアント 富士通 FMV 7 式
- VoIP クライアント Panasonic CF-R1 20 式

(3) 生涯学習市民 e モニター

- 生涯学習市民 e モニター用評価端末 100 式

全体の構成図は図 3.3.1 のとおりである。

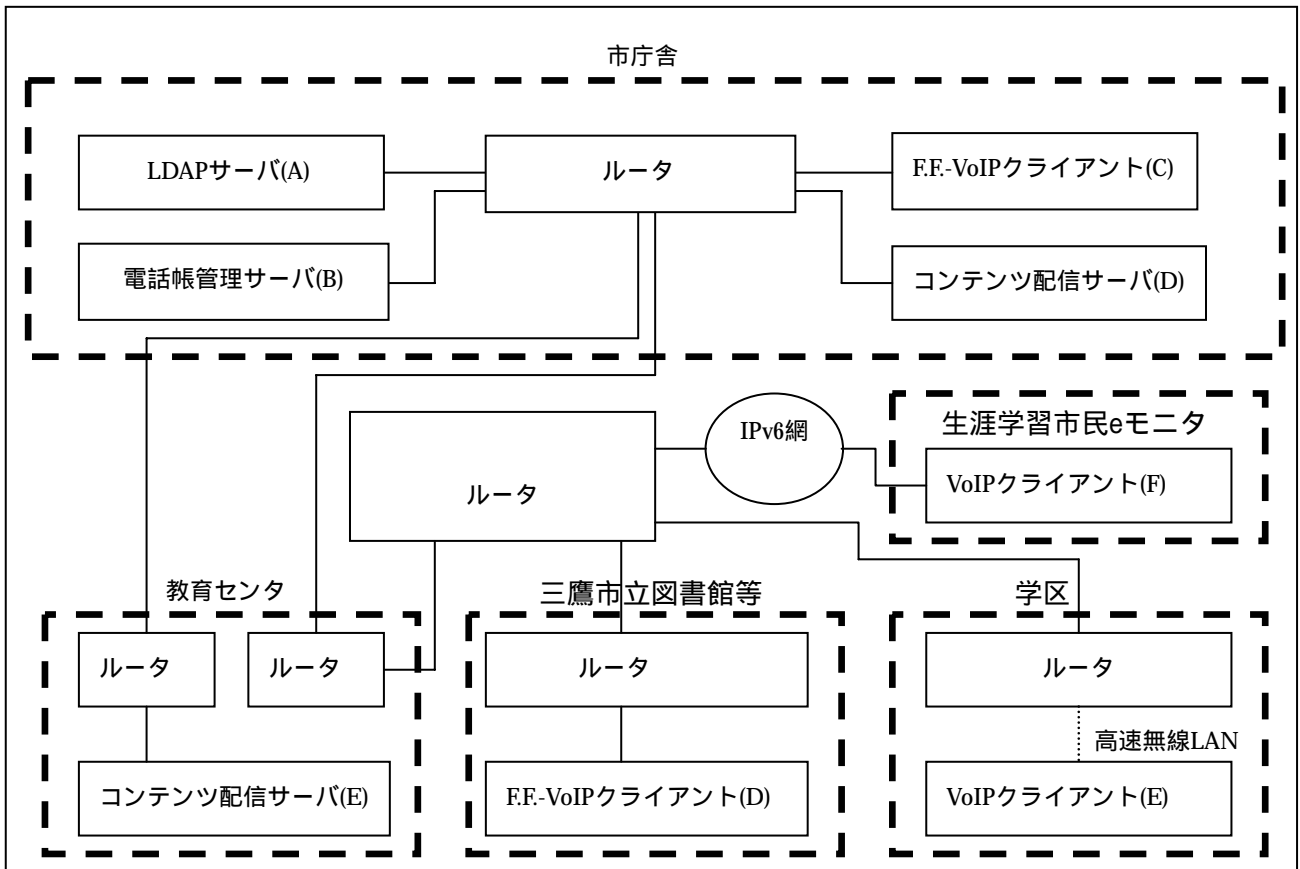


図 3.3. 1 全体ネットワーク構成図

三鷹市役所の構成図は図 3.3.2 のとおりである。

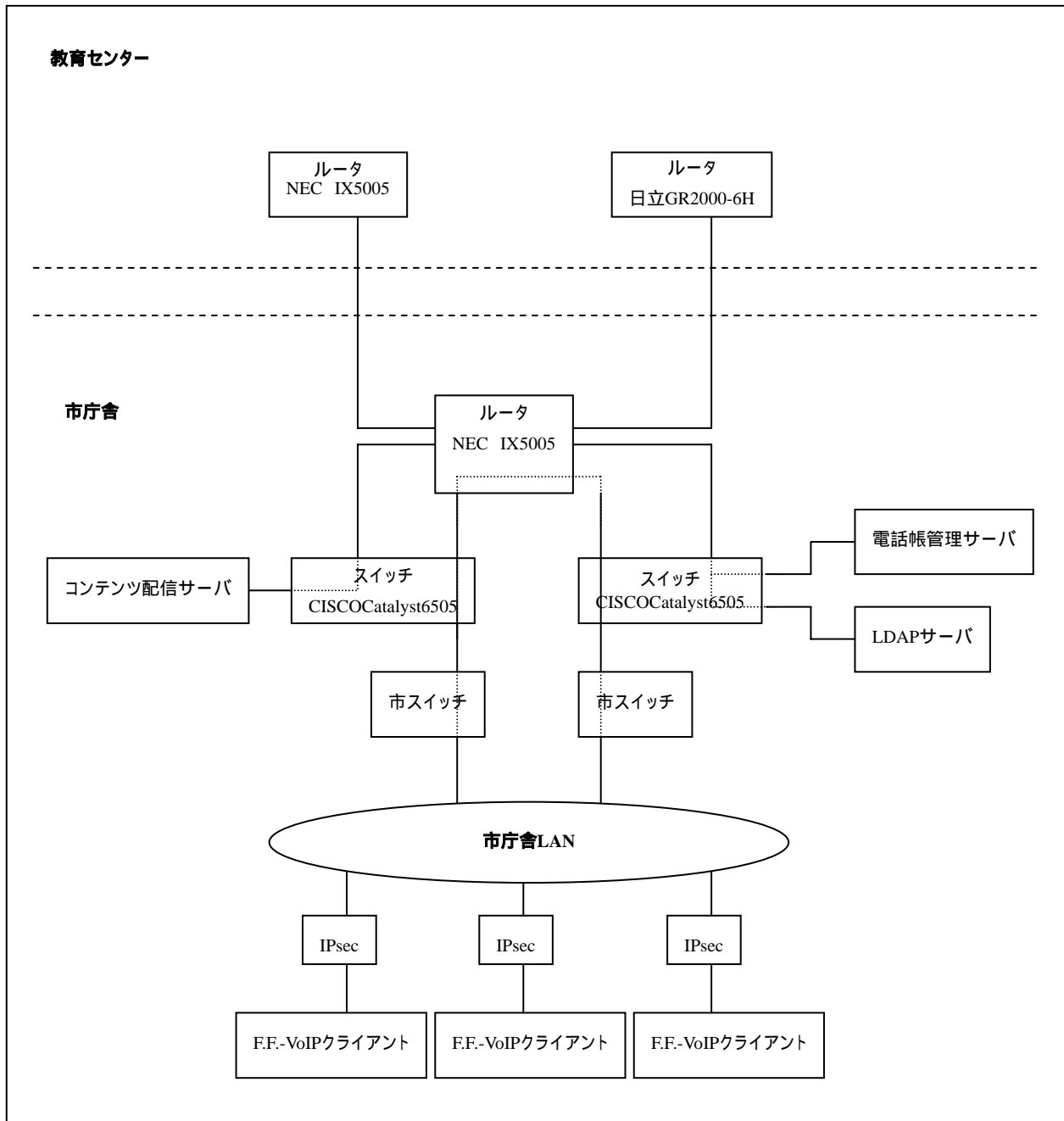


図 3.3. 2 市役所ネットワーク構成図

3.3.2 動画系アプリケーションとの相互接続及び帯域制御の検証と評価

3.3.2.1 概要

VoIP 機能と動画系アプリケーションを組み合わせることにより、利用者相互の情報交換手段として、有効なコミュニケーションツールとして機能するかを検証したり、VoIP のパケット、動画系アプリケーションのパケットが同時にネットワーク上に流れた場合の端末機器やネットワーク機器の影響を検証し、評価する。

F.F. -VoIP は音声、動画の双方を利用するためさまざまなリソースを消費すると考えられる。VoIP をコミュニケーションツールとして利用するためには、機器やネットワークに影響を与えるかを検証することはより有効な利用形態を考える上で必要である。

3.3.2.2 検証方法

本検証を行うにあたり、使用した構成は図 3.3.3 に示す。

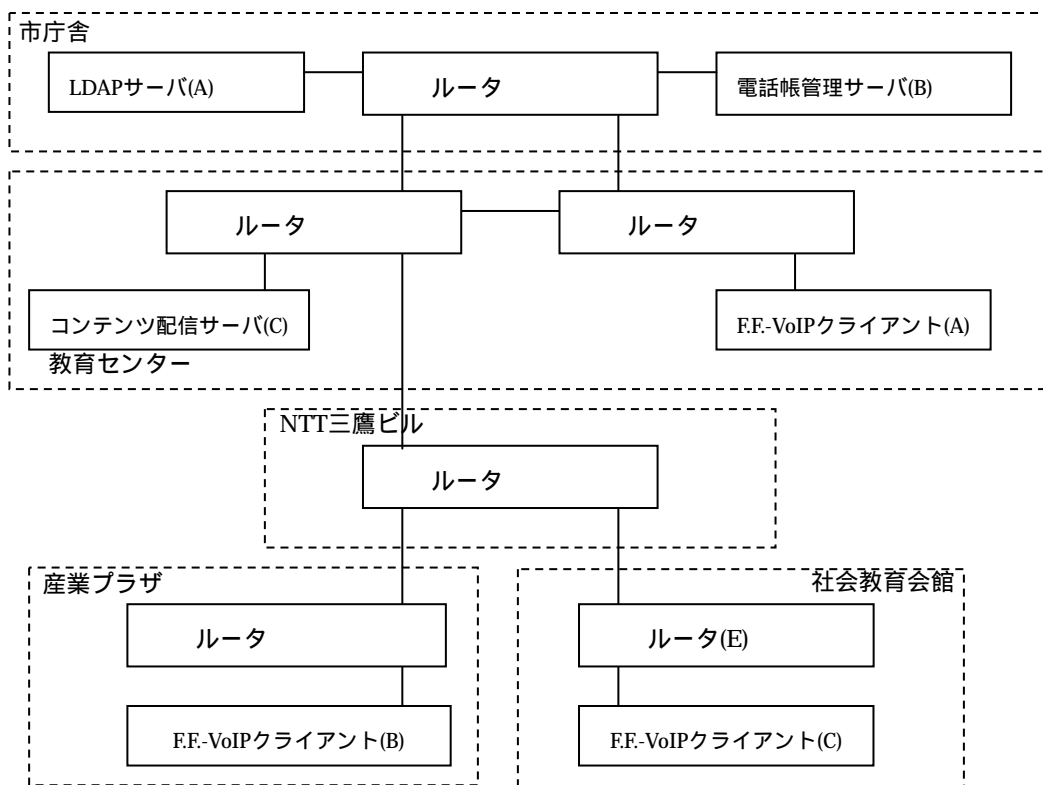


図 3.3. 3 検証用ネットワーク構成図 1

図 3.3.1 の F.F. -VoIP クライアント (C) と (D) や、実証ネットワーク上のコンテンツサーバ (D) や (E) から、様々なアプリケーションを使ったトラフィックを発生させ、VoIP 機

能や動画系アプリケーションに影響が無いかを以下の項目にて確認する。また、コミュニケーションツールとしての有効性を確認する。

3.3.2.2.1 クライアントの CPU 能力の確認

上記項目の検証を行いうにあたり、図 3.3.4 の構成で検証を行った。また、IP-VPN クライアントは起動させている。

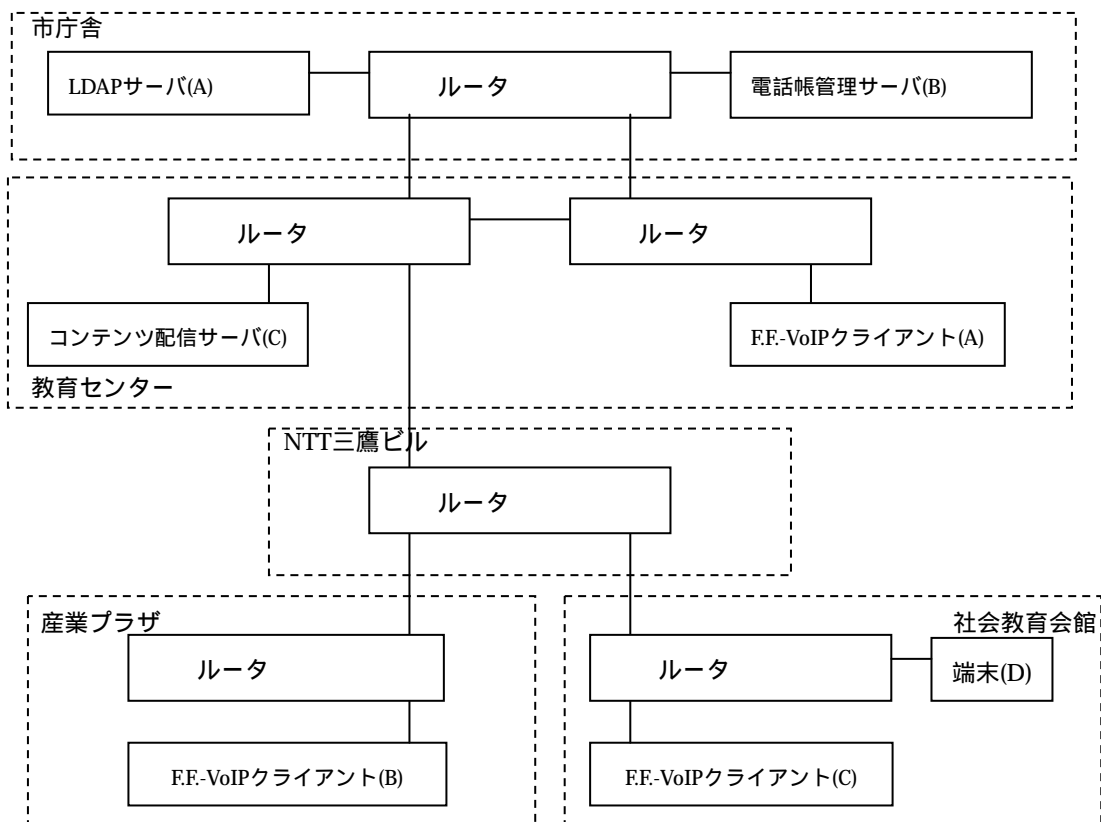


図 3.3. 4 検証用ネットワーク構成図 2

- (1) クライアント(A)とクライアント(C)の間で VoIP で通話をおこない、その間クライアント(A)から端末(D)に FTP で 1M バイトのファイル転送を行う。タスクマネージャを用い、CPU の負荷を確認した。結果を図 3.3.5 で示す。

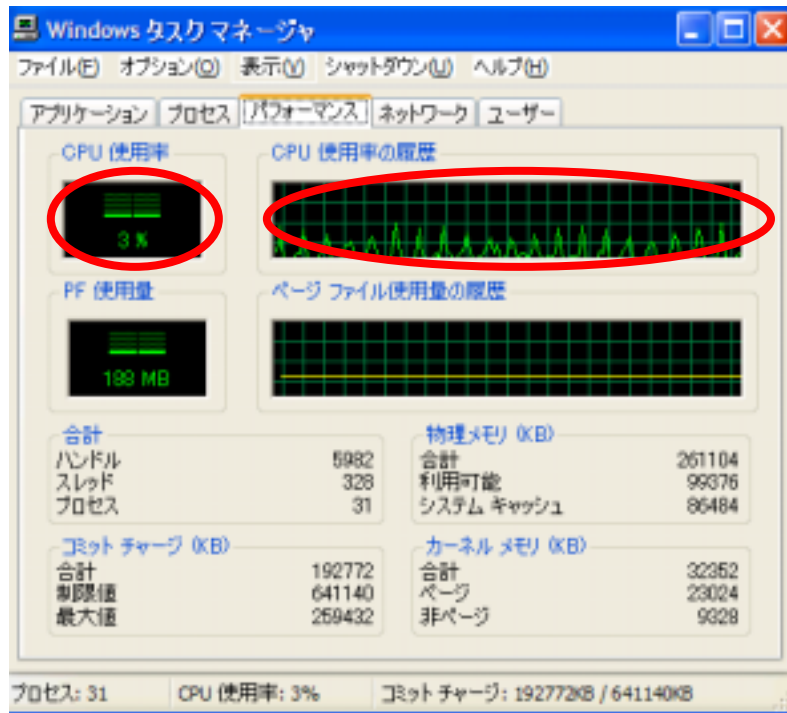


図 3.3. 5 クライアント CPU 負荷 1

- (2) クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F.-VoIP で通話をおこない、その間クライアント(A)から端末(D)に FTP で 1 M バイトのファイル転送を行う。タスクマネージャを用い、CPU の負荷を確認した。結果を図 3.3.6 で示す。

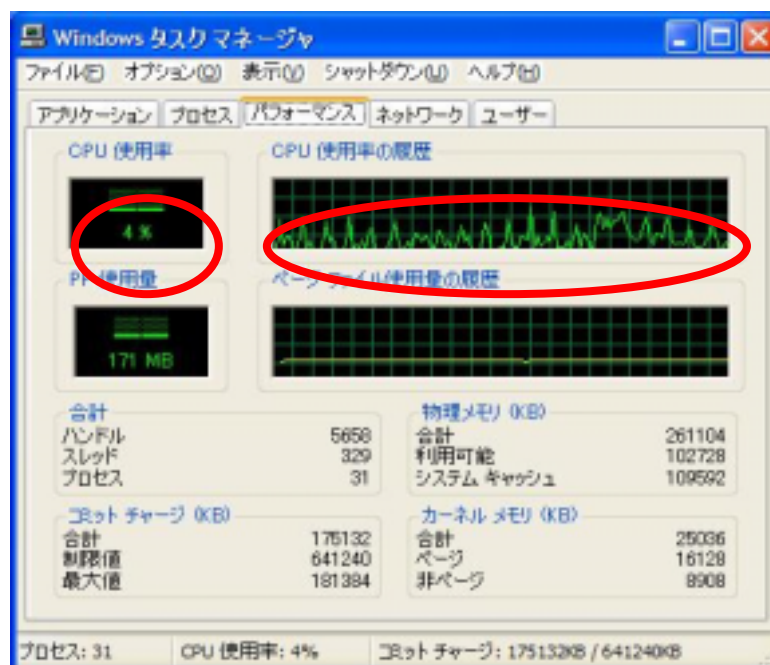


図 3.3. 6 クライアント CPU 負荷 2

上記の結果を表 3.3.1 にまとめる。

表 3.3.1 ファイル転送によるトラフィック発生時の CPU 使用率

	CPU 使用率(単位：%)
VoIP	3
F.F.VoIP	4

- (3) 上記図サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。クライアント(A)とクライアント(C)の間で VoIP で通話をおこない、タスクマネージャを用い、CPU の負荷を確認した。結果を図 3.3.7 で示す。

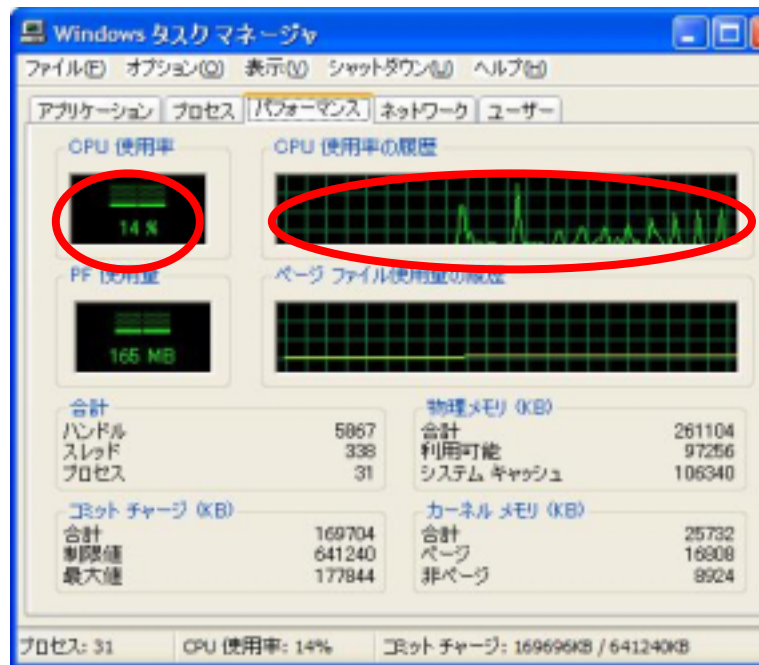


図 3.3.7 クライアント CPU 負荷 3

- (4) サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F.-VoIP で通話をおこない、タスクマネージャを用い、CPU の負荷を確認した。結果を図 3.3.8 で示す。

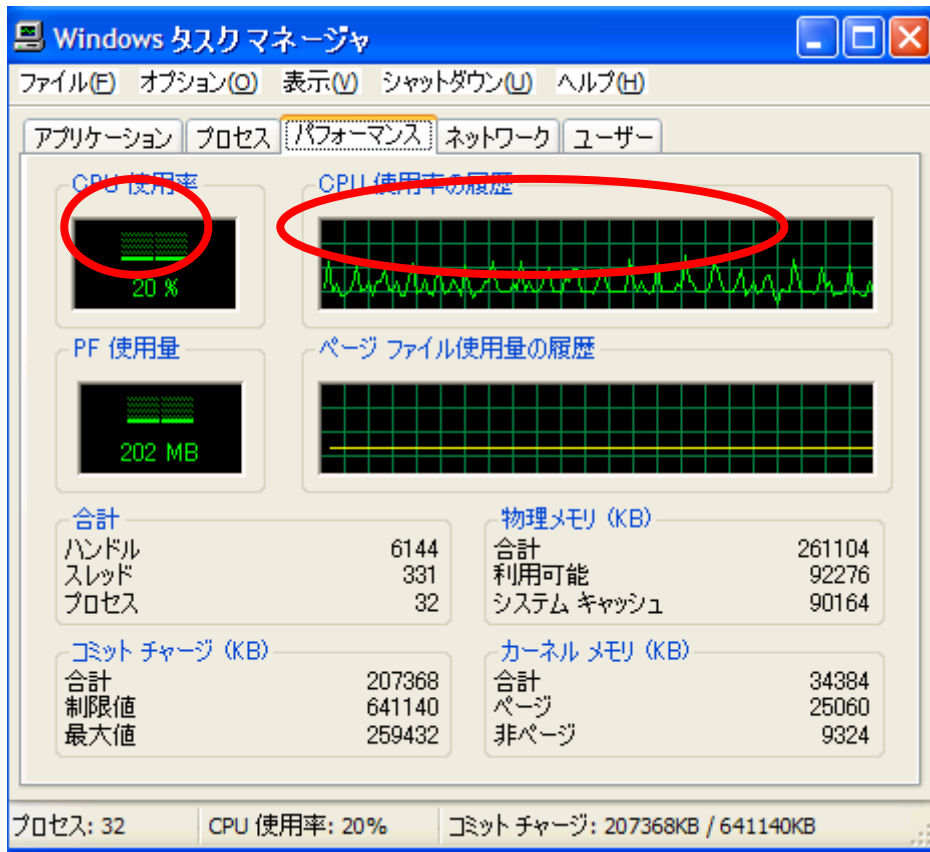


図 3.3. 8 クライアント CPU 負荷 4

- (5) サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。クライアント(A)とクライアント(C)のあいだで F.F.-VoIP で通話をおこなった。ただし、映像に関しては3画面を起動させた。端末でタスクマネージャを用い、CPUの負荷を確認した。結果を図 3.3.9 で示す。

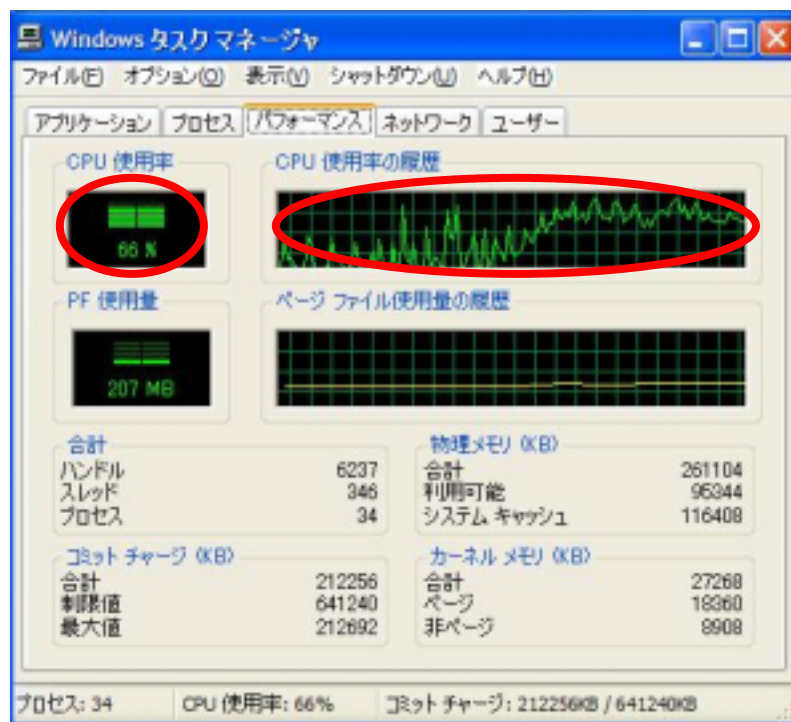


図 3.3. 9 クライアント CPU 負荷 5

上記の結果を表 3.3.2 にまとめる。

表 3.3. 2WMT 使用によるトラヒック発生時の CPU 使用率

	CPU 使用率(単位：%)
VoIP	14
F.F.VoIP	20
F.F.VoIP(3 画面)	66

(6) 参考

VoIP のみで使用される帯域を図 3.3.10 で示す。



図 3.3. 10 VoIP 使用時の帯域

(7) F.F. -VoIP にて使用される帯域を図 3.3.11 で示す。



図 3.3. 11 F.F. - VoIP 使用時の帯域

3.3.2.2.2 LDAP サーバや電話帳管理サーバの動作状態を確認

(1) top コマンドによる VoIP 管理サーバの負荷確認

電話帳管理サーバ FTP VoIP

クライアント(A)とクライアント(C)の間で VoIP で通話をおこない、その間クライアント(A)から端末(D)に FTP で 1 M バイトのファイル転送を行う。VoIP 電話帳管理サーバの負荷を確認する。

```
last pid: 77322; load averages: 0.02, 0.01, 0.00 up 47+21:49:30 18:04:29
31 processes: 1 running, 30 sleeping
CPU states: 0.0% user, 0.0% nice, 0.0% system, 0.0% interrupt, 100% idle
Mem: 221M Active, 50M Inact, 38M Wired, 68K Cache, 60M Buf, 190M Free
Swap: 1028M Total, 1028M Free
```

電話帳管理サーバ FTP F.F.-VoIP

クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F.-VoIP で通話をおこない、その間クライアント(A)から端末(D)に FTP で 1 M バイトのファイル転送を行う。VoIP 電話帳管理サーバの負荷を確認する

```
last pid: 77322; load averages: 0.01, 0.01, 0.00 up 47+21:54:44 18:09:43
31 processes: 1 running, 30 sleeping
CPU states: 0.0% user, 0.0% nice, 0.0% system, 0.0% interrupt, 100% idle
Mem: 221M Active, 50M Inact, 38M Wired, 68K Cache, 60M Buf, 190M Free
Swap: 1028M Total, 1028M Free
```

電話帳管理サーバ WMT VoIP

サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。
クライアント(A)からクライアント(C)でVoIPにて通話を行った状態でVoIP 電話帳管理サーバのCPU、メモリーの負荷を確認した。

```
last pid: 77325; load averages: 0.01, 0.00, 0.00 up 47+22:50:02 19:05:01
31 processes: 1 running, 30 sleeping
CPU states: 0.0% user, 0.0% nice, 0.4% system, 0.0% interrupt, 99.6% idle
Mem: 221M Active, 50M Inact, 30M Wired, 68K Cache, 60M Buf, 190M Free
Swap: 1028M Total, 1028M Free
```

電話帳管理サーバ WMT F.F.-VoIP

サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。
クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F.-VoIP で通話を行った状態で、
VoIP 電話帳管理サーバのCPU、メモリーの負荷を確認した。

```
last pid: 77325; load averages: 0.00, 0.00, 0.00 up 47+22:55:29 19:10:28
31 processes: 1 running, 30 sleeping
CPU states: 0.0% user, 0.0% nice, 0.0% system, 0.0% interrupt, 100% idle
Mem: 221M Active, 50M Inact, 30M Wired, 68K Cache, 60M Buf, 190M Free
Swap: 1028M Total, 1028M Free
```

上記の結果を表 3.3.3 にまとめる。

表 3.3. 3 電話帳管理サーバの負荷

	アプリケーション	CPU 使用率(単位 : %)	メモリー空き容量(Mbyte)
FTP	VoIP	0	190
	F.F.VoIP	0	190
WMT	VoIP	0.4	190
	F.F.VoIP	0	190

LDAP サーバ FTP VoIP

サーバ(C)からクライアント(C)に対して FTP を利用してトラフィックを流す。
クライアント(A)とクライアント(C)の間で VoIP で通話をおこない、その間クライアント(A)から端末(D)に FTP で 1M バイトのファイル転送を行う。VoIP LDAP サーバの負荷を確認する。

```
last pid: 77507; load averages: 0.00, 0.00, 0.00 up 48+00:10:48 18:57:55
21 processes: 1 running, 20 sleeping
CPU states: 0.0% user, 0.0% nice, 0.0% system, 0.0% interrupt, 100% idle
Mem: 11M Active, 30M Inact, 41M Wired, 28K Cache, 60M Buf, 411M Free
Swap: 1028M Total, 1028M Free
```

LDAP サーバ FTP F.F.-VoIP

サーバ(C)からクライアント(C)に対して FTP を利用してトラフィックを流す。
クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F.-VoIP で通話を行った状態で、VoIP LDAP サーバの CPU、メモリーの負荷を確認した。

```
last pid: 77507; load averages: 0.00, 0.00, 0.00 up up 48+00:10 18:59:30
21 processes: 1 running, 20 sleeping
CPU states: 0.4% user, 0.0% nice, 0.0% system, 0.0% interrupt, 99.6% idle
Mem: 11M Active, 30M Inact, 41M Wired, 28K Cache, 60M Buf, 411M Free
Swap: 1028M Total, 1028M Free
```

LDAP サーバ WMT VoIP

サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。
クライアント(A)とクライアント(C)の間で VoIP にて通話を行った状態で VoIP LDAP サーバの CPU、メモリーの負荷を確認した。

```
last pid: 77507; load averages: 0.00, 0.00, 0.00 up 48+00:11 20:01:44
21 processes: 1 running, 20 sleeping
CPU states: 0.4% user, 0.0% nice, 0.0% system, 0.0% interrupt, 99.6% idle
Mem: 11M Active, 30M Inact, 41M Wired, 28K Cache, 60M Buf, 411M Free
Swap: 1028M Total, 1028M Free
```

LDAP サーバ WMT F.F.-VoIP

サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。
クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F.-VoIP にて通話をを行った状態で
VoIP LDAP サーバの CPU、メモリーの負荷を確認した。

```
last pid: 77513; load averages: 0.00, 0.00, 0.00 up 48+00:20:27 20:08:34
21 processes: 1 running, 20 sleeping
CPU states: 0.0% user, 0.0% nice, 0.0% system, 0.0% interrupt, 100% idle
Mem: 11M Active, 30M Inact, 41M Wired, 20k Cache, 60M Buf, 411M Free
Swap: 1028M Total, 1028M Free
```

上記の結果を表 3.3.4 にまとめる。

表 3.3. 4 LDAP サーバの負荷

	アプリケーション	CPU 使用率(単位：%)	メモリー空き容量(Mbyte)
FTP	VoIP	0	411
	F.F.VoIP	0.4	411
WMT	VoIP	0	411
	F.F.VoIP	0	411

(2) tail コマンドによる messages ログ確認

クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F.-VoIP で通話をおこない、その間クライアント(A)から端末(D)に FTP で 1 M バイトのファイル転送を行う。この状態で VoIP LDAP サーバの /var/log/messages ファイルを確認する。

- 投入したコマンド : tail -f messages
- 結果 : 何も出力されず

クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F.-VoIP で通話をおこない、その間クラ

クライアント(A)から端末(D)に FTP で 1 M バイトのファイル転送を行う。この状態で VoIP 電話帳管理サーバの/var/log/messages ファイルを確認する。

- 投入したコマンド : tail -f messages
- 結果 : 何も出力されず

サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。VoIP LDAP サーバにて以下のコマンドを投入後、クライアント(A)とクライアント(C)で VoIP にて通話を開始し、ログが出力されるかを確認。

- 投入したコマンド : tail -f messages
- 結果 : 何も出力されず

サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。VoIP 電話帳管理サーバにて以下のコマンドを投入後、クライアント(A)とクライアント(C)で VoIP にて通話を開始し、ログが出力されるかを確認。

- 投入したコマンド : tail -f messages
- 結果 : 何も出力されず

表 3.3. 5tail -f messages の出力結果

	LDAP サーバ	電話帳管理サーバ
FTP	出力されず	出力されず
WMT	出力されず	出力されず

この結果から VoIP 管理サーバに異常がないことが判る。

3.3.2.2.3 VoIP 機能と動画系アプリケーションの動作状態の確認

上記項目の検証を行うにあたり、図 3.3.12 の構成で検証を行った。

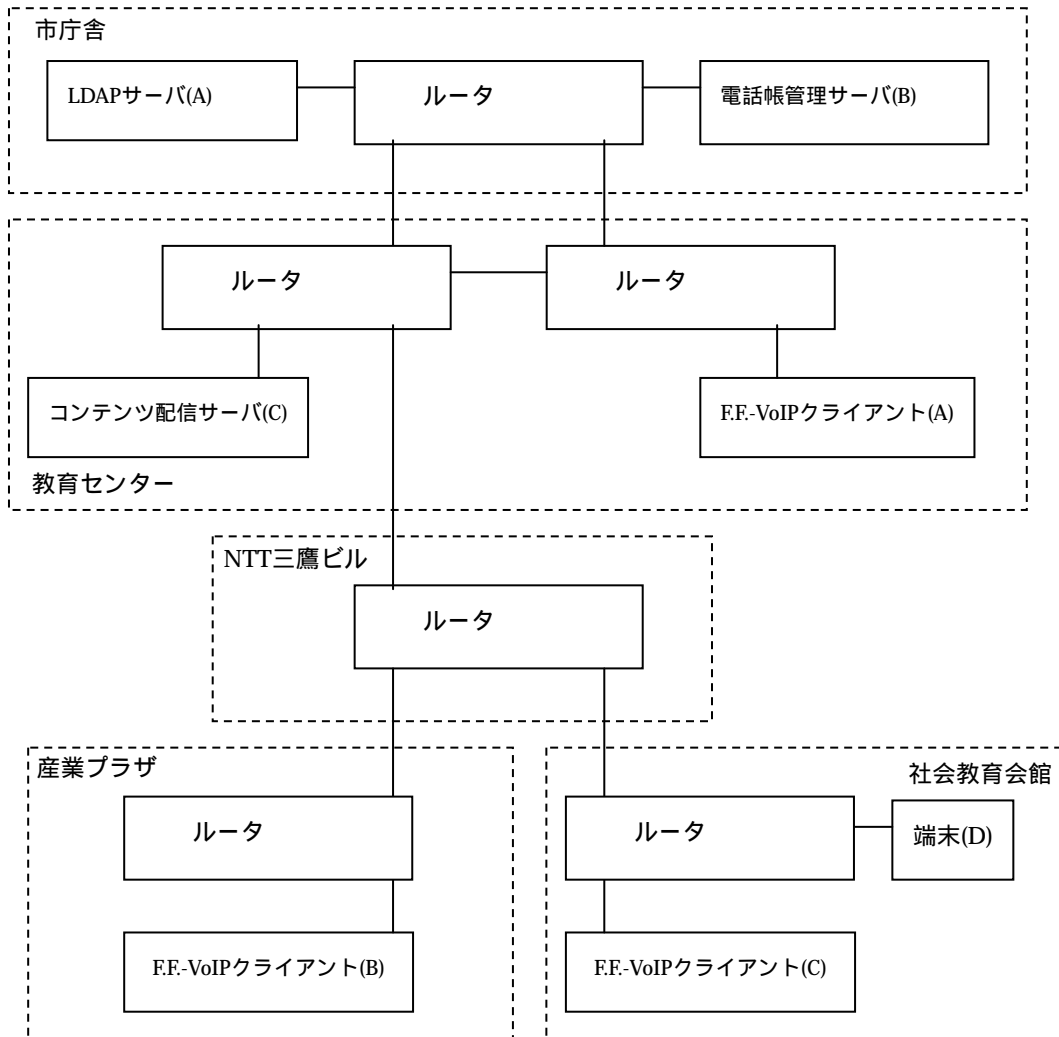


図 3.3. 12 検証用ネットワーク構成 4

(1) クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F-VoIP で通話をおこない、その間クライアント(A)から端末(D)に FTP で 1M バイトのファイル転送を行い、音声、画像への影響を確認する。

- 音声 切れたり、遅延の発生が無く会話できることを確認
結果：異常が発生しなかった
- 映像 15 フレーム/秒に設定し、画像に乱れが出るか確認
結果：ブロックノイズもなく正常に動作した

- 映像 30 フレーム/秒に設定し、画像に乱れが出るか確認。
結果：ブロックノイズもなく正常に動作した。
- データ ファイル転送を行い正常に転送できることを確認。
結果：ファイル転送のタイミングが合わず確認できず。

(2) サーバ(C)からクライアント(C)に対して WMT を利用してトラフィックを流す。クライアント(A)とクライアント(C)の間で F.F-VoIP で通話をおこない音声、画像への影響を確認する。

- 音声 切れたり、遅延の発生が無く会話できることを確認
結果：異常が発生しなかった
- 映像 15 フレーム/秒に設定し、画像に乱れが出るか確認。
結果：ブロックノイズもなく正常に動作した
- 映像 30 フレーム/秒に設定し、画像に乱れが出るか確認。
結果：ブロックノイズもなく正常に動作した。
- データ ファイル転送を行い正常に転送できることを確認。
結果：ファイル転送が出来、受信先でファイルが閲覧できた

3.3.2.2.4 ルータやスイッチ等、ネットワーク機器の負荷状態の確認

VoIP 使用時のルータやスイッチ等、ネットワーク機器にかかる負荷を確認するためにネットワーク機器において CPU 使用率、メモリー空き容量を計測する。

(3) F.F.-VoIP を不使用時のネットワーク機器の CPU 負荷、メモリー負荷は以下のとおりである。

- ルータ(E)(NEC IX5003)

```
CPU
CPU Activity (COM-ACT)
Data Type      Current      Peak (Last Read -> Current)
5sec avg.      3 %          6 % (2003/03/24 21:34:28)
1min avg.      3 %          3 % (2003/03/24 21:34:25)
5min avg.      3 %          3 % (2003/03/24 21:34:25)
Last Read Time: 2003/03/24 21:34:25
Current Time   : 2003/03/24 21:34:42

メモリー
status  bytes   blocks  max block
-----
current
free 88141120    549 87860480
alloc 23854080   84576 -
cumulative
alloc 856317552 -137993 0 -
```

- スイッチ(CISCO Catalyst2950)

```
CPU
CPU utilization for five seconds: 3%/0%; one minute: 2%; five minutes: 0%
メモリー
Total: 8522720, Used: 3258384, Free: 5264336
```

(4) F.F.-VoIP を使用時のネットワーク機器の CPU 負荷、メモリー負荷は以下のとおりである。

- ルータ(NEC IX5003)

```
CPU
CPU Activity (COM-ACT)
Data Type      Current      Peak (Last Read -> Current)
5sec avg.      4 %          6 % (2003/03/24 21:34:43)
1min avg.      4 %          4 % (2003/03/24 21:34:58)
5min avg.      3 %          3 % (2003/03/24 21:34:58)
Last Read Time: 2003/03/24 21:34:42
Current Time   : 2003/03/24 21:35:07

メモリー
status  bytes  blocks  max block
-----
current
free 88140640 547 87860480
alloc 20054560 84580 -
cumulative
alloc 856845616 -137991 0 -
```

- スイッチ(CISCO Catalyst2950)

```
CPU
CPU utilization for five seconds: 3%/0%; one minute: 2%; five minutes: 1%
メモリー
total: 8522720, Used: 3258384, Free: 5264336
```

ネットワーク機器別にまとめたものを表 3.3.6 及び表 3.3.7 に提示する。

表 3.3. 6 ルータ (NEC IX5003)の負荷

	F.F.-VoIP 使用	F.F.-VoIP 不使用
CPU 使用率(%)	4	3
メモリー空き容量(bytes)	88140640	88141120

表 3.3. 7 スイッチ (CISCO2950)の負荷

	F.F.-VoIP 使用	F.F.-VoIP 不使用
CPU 使用率(%)	3	3
メモリー空き容量(bytes)	5264336	5264336

3.3.2.2.5 ネットワーク機器にて帯域制御機能を動作した場合の VoIP 機能

遅延の影響の大きい音声パケットを利用するにあたり、帯域が逼迫した場合でも優先的にルーティングがされ、VoIP での会話に影響が出ないように帯域制御をし、帯域制御機能の有効性を検証する。

(1) 試験構成

上記項目の検証を行うにあたり、図 3.3.13 の構成で検証を行った。

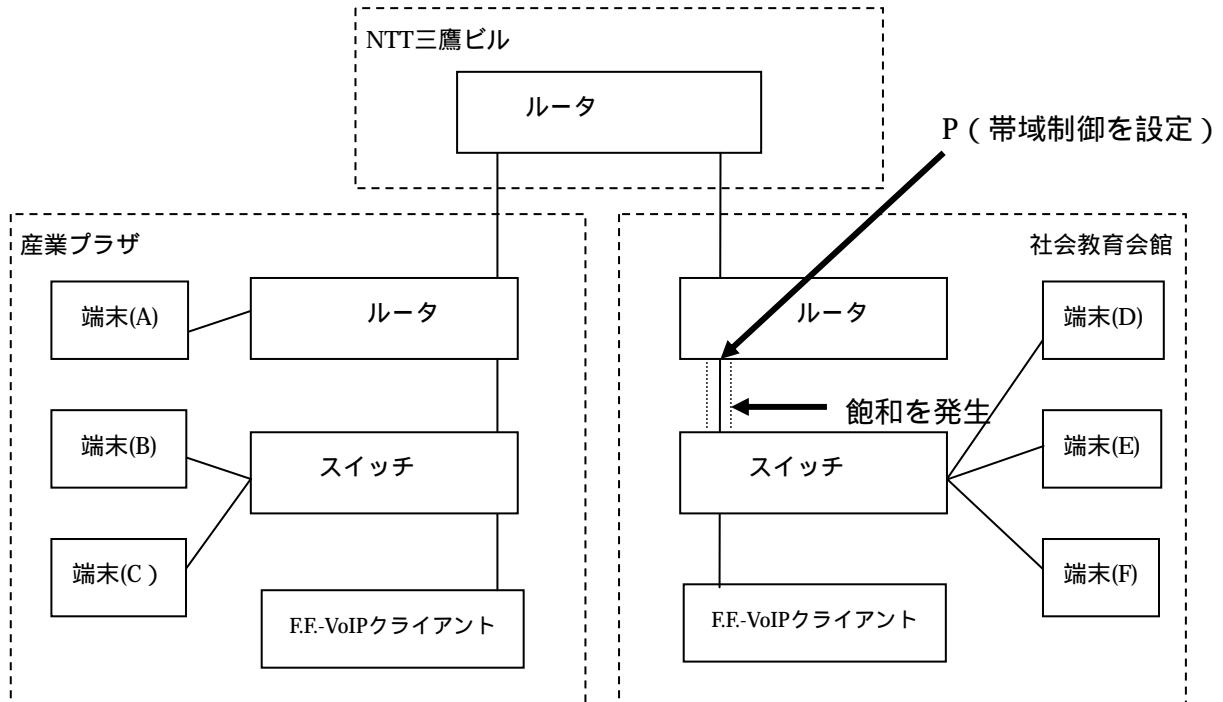


図 3.3. 13 検証用ネットワーク構成図 3.3

産業プラザの端末(A)～(C)の三台で社会教育会館の端末(D)～(F)の三台に DVTS を送信する。これにより、社会教育会館のルータインターフェイス図中 P の配下の回線が飽和しパケットロスが発生。30%前後のパケットロスが発生していることを確認。この状態で F.F.-VoIP を使用してみる。

(2) 帯域制御をしていない場合の発生した現象

- WebView の映像においてブロックノイズが大量に発生する
- カメラの制御が数秒程度遅れる
- VoIP の音声ははっきりしなくなり、聞き取りづらくなる

ただし、会話が途切れたり、コミュニケーションが取れなくなるようなノイズは発生しない

(3) 帯域制御の設定

上記のような現象が発生していることを確認した後、ルータインターフェイスに帯域制御をし、再度 F.F. -VoIP を使用してみることで帯域制御の有効性を検証する。

ルータインターフェイス図中 P において、F.F. -VoIP トラフィックの帯域制御を設定をする。下記のポートに対してプライオリティキューイングを設定する

インターフェイスの帯域 100Mbps

VoIP にて使用するポート及び目的

- SFVoice 接続待ちポート：1823
通話相手からのコネクションを待ち受けするポート
 - SFChat 接続待ちポート：1824
通話相手からのコネクションを待ち受けするポート
 - e-chute 接続待ちポート：1825
通話相手からのコネクションを待ち受けするポート
 - 音声 RTP パケット受信ポート：1826
RTP の UDP パケットを受信するポート
 - 音声 RTCP パケット受信ポート：1827
RTCP の UDP パケットを受信するポート
 - ディレクトリサーバ用：389
ディレクトリサーバ側のコネクション待ちポート
- WebView にて使用するポート
- 映像送受信ポート：65310、65311

尚、実際に投入したコンフィグは下記の通りである。

```
qos mode enable
qos bandwidth register vlan 2 afbe 95000
qos bandwidth register vlan2 ef2 10000
qos tos-trust type vlan 2 ipprec 1
qos tos-trust maptbl ipprec 1 7 ef2
classsfy-list register 1 1 ipv6
classify-list l4-dp 1 2 1823 1827
classify-list l4-dp 1 3 389
classify-list l4-dp 1 4 65310 65311
classify-list qos-class 1 1 ef2
qos profile register 1 ef2
qos profile qos-class 1 ef2
qos profile peak-rate 1 10000
```


policy-list register 1 1 1 1

(4) 帯域制御設定後のパケットロス

帯域制御を設定後、パケットロスを確認。約 30%前後であり、帯域制御未設定時と同程度である。

表 3.3. 8 パケットロス

受信パケット	パケットロス	パケットロス(%)
3798	1045	27.51

この状態で F.F. -VoIP を使用し、帯域制御の有無による影響を比較する。

(5) 帯域制御を設定する前の現象と設定した場合の比較

WebView の映像においてブロックノイズが大量に発生する

ブロックノイズが解消することを確認。WebView の最大値である 30 フレームで確認するが滑らかな映像が得られた。

カメラの制御が数秒程度遅れる

通常通り、制御出来ることを確認

VoIP の音声ははっきりしなくなり、会話が聞き取りづらなる。ただし、会話が途切れたり、コミュニケーションが取れなくなるようなノイズは発生しない。遅延等は感じられない。

こもった感じの音声は改善され、より快適な会話が可能になることを確認

3.3.2.2.6 モニターに対して、コミュニケーションツールとして有効かをアンケート調査により実施する。

先にも記述した第三小学校で VoIP を用いた授業を行った際、児童を対象にアンケートを実施した。以下が結果である。

アンケート実施時のデータ

- 日時：2003 年 3 月 20 日(木) 9:30 ~ 10:30
- 場所：第三小学校 4 年 1 組、4 年 2 組
- 人数：4 年 1 組・・・36 人 4 年 2 組・・・36 人

アンケート結果

表 3.3. 9 アンケート結果

		1組	2組	合計
Q1.普通の電話と比べて、声はよく聞こえましたか？	a. 雑音がなく非常に聞きやすかった	0	0	0
	b. 普通だった	0	33	33
	c. 普通の電話のほうがよい	36	3	39
Q2.自分の声と相手の声の間で声が送れて聞こえることができましたか？	a. とくになかった	16	18	34
	b. 時々あった	20	8	28
	c. 声が遅れることがありすぎて使い物にならなかった	0	0	0
Q3.電話をかけて、相手の呼び出しが始まるまで時間がかかることがありましたか？	a. とくになかった	24	34	58
	b. 時々あった	12	2	14
	c. 時間がかかることがありすぎて使い物にならなかった	0	0	0
Q4.電話が鳴った時、すぐに電話が来ていると分かりましたか？	a. すぐに分かった	36	33	69
	b. 画面の変化が少ないため分からなかった	0	3	3
Q5.VoIP をこれから使いたいと思いますか？	a. 便利なので使いたい	10	16	26
	b. たまには使うと思う	18	17	35
	c. 不便なので使いたくない	8	3	11

Q6.普通の電話・携帯電話と比べて、ネットフォンの便利なところ、使いにくいところがあったら書いてください

- 文字で話せるところが便利でたのしい
- 学校でお金がかからず電話が出来るところが便利
- ヘッドフォンを使うところが使いにくい
- 普通の電話の方が簡単で使いやすい

Q7.「こんなことができたら良いな」と思う機能があったら書いてください。

- 話した音声が入力で入力され、相手側に表示される機能
(言葉で電話をかけたり、切ったりできる)
- 耳の不自由な人たちでも文字で会話ができるといい(声が文字になる)
- 話した言葉が通訳され、他国の人と会話することができる(翻訳機能付き電話)
- 腕時計式の電話(ポータブルで軽い電話)
- 携帯電話や一般回線の電話と通話ができたらいい

- インターネット回線を通じて、海外に電話ができたらい
- 相手の顔を見ながら、会話したい (TV 電話)
- 何人かで同時通話
- CDとかで音楽を流しながら通話
- ヘッドセットを使わないで電話をしたい (付属機器をつけるのが面倒)
- 着メロ、FAXつき、留守電
- 携帯みたいなメールの機能

Q8. ネットフォンを使ってみて意見、感想があったら自由に書いてください。

- ニックネームで電話がかけられるので、番号を覚えなくてもよいところがすばらしい
- 音声がかもっているようなので、もっと聞こえやすいとよい
- ヘッドフォンを使った事が楽しかった

上記の結果をグラフに表すと以下のようなになる。

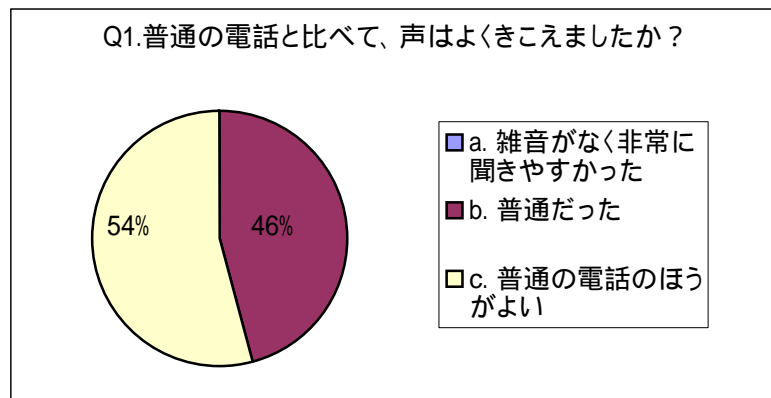


図 3.3. 14 アンケート結果(1)

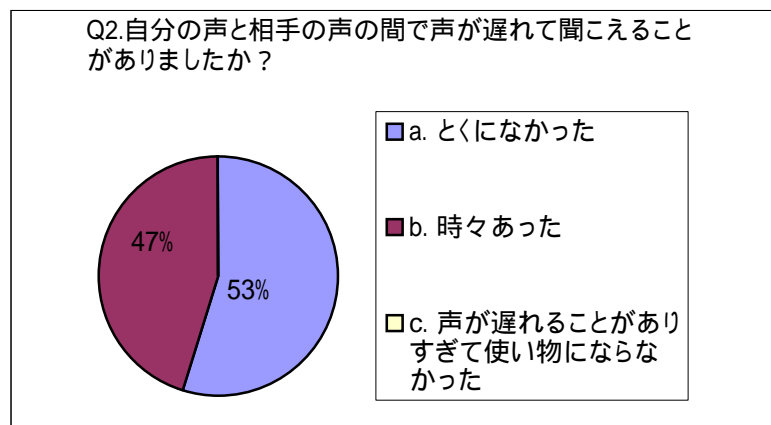


図 3.3. 15 アンケート結果(2)

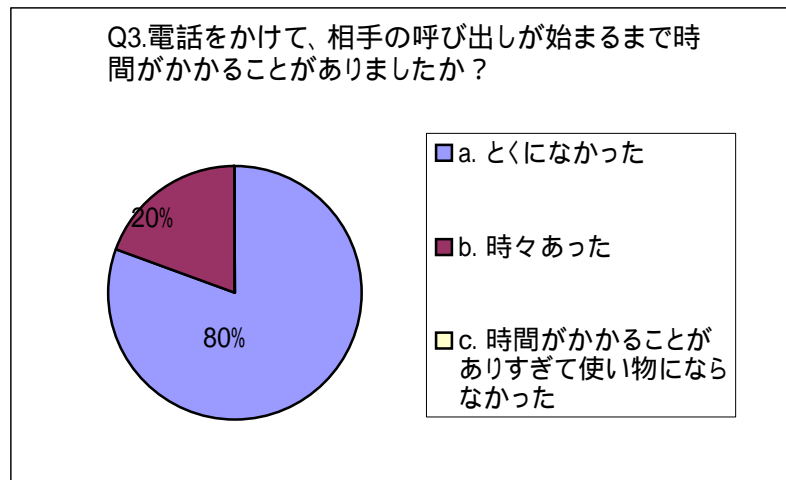


図 3.3. 16 アンケート結果(3)

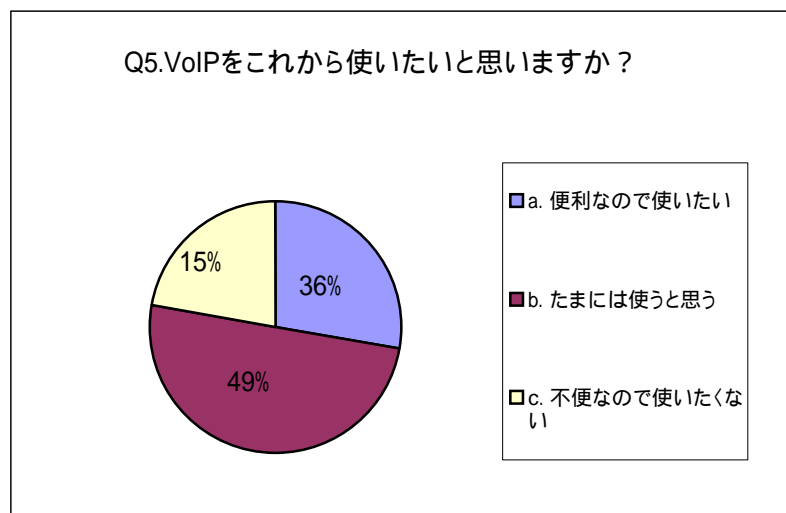


図 3.3. 17 アンケート結果(4)

このアンケートは授業内に行った VoIP の基本的な操作に対して行ったものである。したがって、F.F.-VoIP の機能、ファイル転送といった付加機能的な部分に関してはアンケートをとっていない。

3.3.2.3 評価基準

3.3.2.3.1 クライアントの CPU 能力の確認が異常でないこと。また、他のアプリケーションに影響がないこと。

検証の結果を見ると、VoIP のみの通信の場合クライアントの CPU にかかる負荷は 1%～5%程度である。F.F.-VoIP にて通信した場合、CPU の負荷は 5%～20%程度であり、他のアプリケーションへの影響は少ないといえる。ただし、映像画面を複数立ち上げた場合、CPU の負荷は 60%を超えた。同時にマイクロソフト社 Word を動かすと、1 対 1 の F.F.-VoIP 通信時の同アプリケーション使用時と比較して体感的に若干動作の遅れが感じられたが、アプリケーションを使う上で、大きなストレスにはならないと思われる。帯域的には 1 対 1 で F.F.-VoIP を使用した場合、300kbps となる。ADSL 等のブロードバンドを使用している場合は問題はないが、ダイヤルアップ、ISDN では、映像のフレームレートを下げるなどの必要がある。

3.3.2.3.2 LDAP サーバや電話帳管理サーバの正常動作ログが残っていること。

VoIP 通信開始時に出力されるログを VoIP 管理サーバにてリアルタイムで確認し、VoIP に通信をした際、異常なログは出力されないことが検証結果として得られた。VoIP 管理サーバの CPU 負荷は、電話帳管理サーバ、LDAP サーバともに VoIP1 アクセスでは 1%未満であり、サーバ動作に影響は与えない。多数のアクセスがかかった場合の動作に関しては、本年度はモニタ数が少ないことも有り、来年度への課題といえる。

3.3.2.3.3 VoIP 機能、動画系アプリケーションの品質に劣化等が生じていないこと。生じている場合は、その発生状況と原因の調査を行う。

F.F.-VoIP 使用中に FTP、WMT のトラフィックを流した。これらのアプリケーションを使用したとき、F.F.-VoIP は音声の雑音、遅延等は見られず、影響は無いといえる。映像はコマ落ち、ブロックノイズ等は見られず、影響は無いといえる。

3.3.2.3.4 ルータ等のネットワーク機器において、負荷状態やトラヒックに異常が無いこと。

VoIP 不使用時のルータの CPU 負荷は 5%前後である。ログ採取時は 5 秒間の平均は 5%である。VoIP 使用中のログ採取時の 5 秒間平均は 4%となっている。メモリーに関して VoIP 不使用時空きメモリ容量 88141120Byte、VoIP 使用時空きメモリ容量 88140640 Byte である。このことから VoIP 使用による、ルータへの過度の負荷がかかるといった異常は認められない。同様にスイッチの VoIP 不使用時、不使用時の空き CPU 負荷はともに 3%である。VoIP 不使用時、不使用時のメモリーの空き容量はともに 5264336Byte であり、スイッチに関しても負荷の異常は認められない。

3.3.2.3.5 ネットワーク機器の帯域制御機能が正しく機能し、通信品質が改善されること。

パケットロスが多く発生している状態では、F.F.-VoIPの音質は非常に悪くなる。検証では会話が途切れたりする現象は見られなかったが、こもった感じの音声になり、聞き取りにくい。また、映像にもブロックノイズの発生、カメラ制御の不具合が発生することを確認した。ネットフォン、WebViewにて使用するポートに対してプライオリティキューイングをかけ、影響を確認。帯域制御設定後は音質の改善、ブロックノイズの解消、カメラ制御が正常に可能であることを確認した。

3.3.2.3.6 アンケート調査結果より、有効であると、7割以上の方が答えていること。

このアンケート結果は、第三小学校の4年生2クラスを対象にしたVoIPを用いた授業を行った際にとったものである。

- (1) Q1の音質に関して、一般の電話と比較した場合、50%以上の生徒が一般の電話の方が良いと回答している。改善するためにはネットワークの構成によっては上記項目でも検証されているように、帯域制御を設定することも一つの策だと言える。
- (2) Q2、Q3は、若干の遅延が発生するとの約20%、40%いるが、使用に耐えられないとの回答はともに無い。
- (3) Q5の回答では半数の児童がたまに使いたい、1/3の児童が便利なので使いたいと回答している。今回のアンケートが映像を使用していない点を考えると、F.F.-VoIPとして使用した場合更に利用したいとの回答が増えると思われる。Q6の回答で文字チャットが便利だとあるように一般電話では不可能な点、無料での通話が可能であるといった一般電話との差に対する意見が見られる。今後の課題としては音質の改善、ユーザインターフェイスを利用しやすくする、といった点が挙げられる。

3.3.2.4 考察

3.3.2.4.1 VoIPの活用方法の提案

- (1) 学校にF.F.-VoIP端末を設置し、学校を休んだ、あるいは行けない児童・生徒と先生とのコミュニケーションのツールとして利用する。
- (2) 飼育小屋などにカメラを設置し、周囲に人間がいない時の動物の生態を観察する。
- (3) 無線LANと組み合わせ、児童・生徒は屋外の観察等で生じた疑問をVoIPですぐに先生に質問できる。先生は映像や、ファイル転送機能などを利用して効果的に回答できる。
- (4) 児童・生徒が離れた場所においても、マルチキャスト映像配信を利用することによって共通の映像を見ることが出来、VoIPと組み合わせることによって1対1ではなく多対1の授業が可能になる。
- (5) 先に本実証実験のキックオフセレモニーの際にもICUとのF.F.-VoIPを使っ

展示物説明を行ったが、同様に学校の授業で利用することにより、教室にいながら専門家の講義を受けることが可能になる。

- (6) 市施設等では 1 対 1 の話し合いであれば F.F.-VoIP を利用して行うことが出来る。ファイル転送や、高画質の映像を使った資料の指示も可能である。

3.3.2.4.2 本実証実験内での VoIP の実際の使用例

教育センターと国際基督教大学間での使用

詳細:2月24日に三鷹市教育センター3階に手本実証実験のキックオフセレモニーを行った。その際、国際基督教大学・湯浅八郎記念館に設置した端末の F.F.-VoIP とキックオフセレモニー用に教育センターに設置した端末の F.F.-VoIP との間で通話をする。

国際基督教大学・湯浅八郎記念館のスタッフに F.F.-VoIP を体験してもらうとともに教育センター来場者への展示物の説明をしていただく。その模様を教育センターの端末をプロジェクターで公開し、来場者に画像の様子や説明をみていただいた。使用したネットワークの構成を図 3.3.18 に示す。

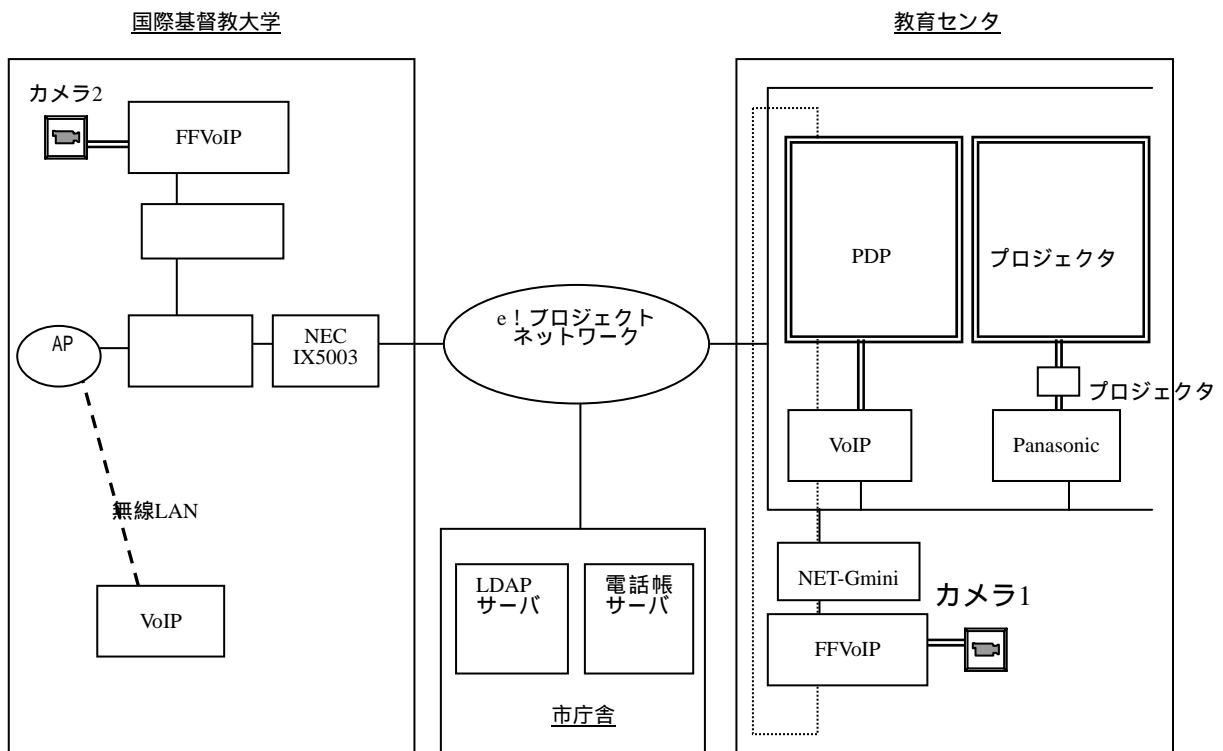


図 3.3. 18 キックオフセレモニーネットワーク図

F.F.-VoIP とプロジェクターを組み合わせることで、遠隔からの博物館の説明の映像、音声ではなく多人数で視聴することが可能であり、1対1の通信だけでないVoIPの利用方法の1例である。

3.3.2.4.3 以下に挙げる例は多くの人にVoIPを利用してもらい、VoIP機能の使い方を体験してもらおうとともにユーザからの視点の意見、アンケートとなった。

(1) イベント「ネットライフリウム」でのF.F.-VoIP紹介

• 概要

3月14日・15日・16日に横浜のパシフィコ横浜にてイベント「ネットライフリウム」開催された。その際に本実証実験も参加をし、無線LANと組み合わせたF.F.-VoIPも展示、体験をしていただく。来場者は会場のF.F.-VoIP端末を利用し、三鷹市の各拠点等に設置してあるカメラを操作し、各拠点等に予め用意しておいた文字を探す。見つかった文字を組み合わせ、一つの単語にするゲームを実施した。文字が見つからないようであればVoIP機能を用いて各拠点に待機しているスタッフと会話をすることでF.F.-VoIPを体験していただいた。使用した配置を図3.3.19に示す。

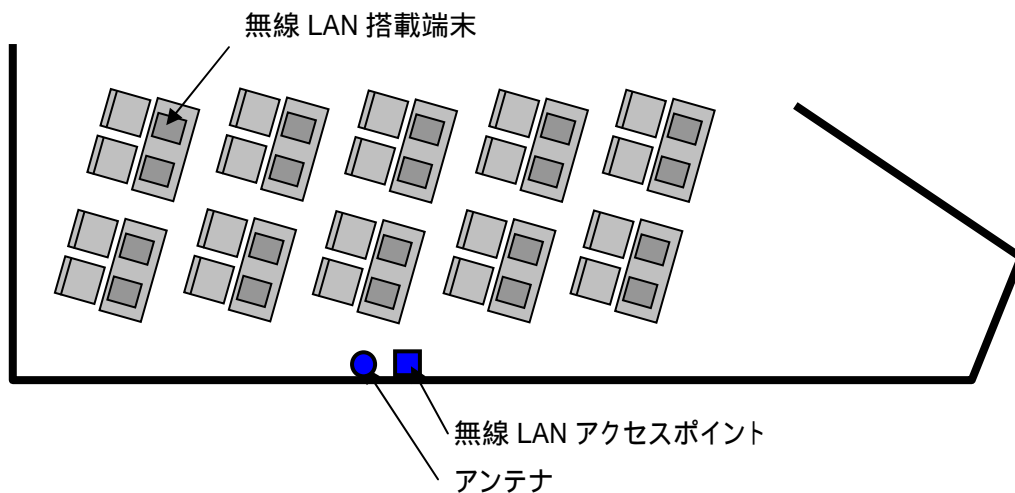


図 3.3. 19 ネットライフリウム配置図

• 使用機器

無線 LAN アクセスポイント...メルコ製 WGA-G54

無線 LAN 無指向性アンテナ...メルコ製 WLE-NPR

端末...Panasonic 製 CF-R1NCAXS-M
無線 LAN カード...メルコ製 WLI-CB-G54

(2) 第三小学校での VoIP を使った授業

3月17日第三小学校にて、授業の中で VoIP の使った授業を行った。児童に配布されたノート端末を利用してどのようなことが可能なのかを体験。VoIP ソフトを使って友達との会話を試みた。児童数は72人。

(3) 三鷹市施設職員への職員の一環で使用

三鷹市社会教育会館において、本実証実験に協力していただく施設の職員を対象に説明会を実施。三鷹市社会教育会館と三鷹市産業プラザのヘルプデスク間で使用。

(4) ヘルプデスクと e-モニター間での利用

本実験に協力していただく e-モニターの問い合わせの窓口となるヘルプデスクが三鷹市産業プラザに設置されている。ヘルプデスクスタッフに対する問い合わせについて F.F.-VoIP を使用(F.F.機能は希望者のみ)。e-モニターはヘルプデスク側の映像を見ることが可能であるが、ヘルプデスクスタッフは e-モニターの映像を見ることは出来ない。

F.F.-VoIP は、クリアな映像が送信可能なこと点、PC との親和性の高さに拠る、文字チャットのほか、ファイル転送機能等のマルチメディア機能を利用し、一般の電話との差別化をすることで有効なコミュニケーションツールとして利用が出来る。

またクライアント、ネットワーク機器に負荷をかけずに利用できる点は、安定運用の点からも好ましいといえる。

3.3.3 VoIP 管理サーバの性能検証と評価

3.3.3.1 概要

1500クライアント以上の実証実験をとおして VoIP 管理システムを構成するサーバ類の性能と長期的な安定動作方法を検証し、評価する。

VoIP システムは電話という性格上、安定した運用を求められる。災害時などを想定すると大量の呼が短時間に発生することもありうる。多量のアクセスがあった場合に VoIP 管理サーバが対応可能であるか、どの程度の負荷が発生するのかを把握し、長期的な安定動作方法を策定するため、本検証を行う。

3.3.3.2 検証方法

本検証を行うにあたり、図 3.3.20 の構成でおこなう。

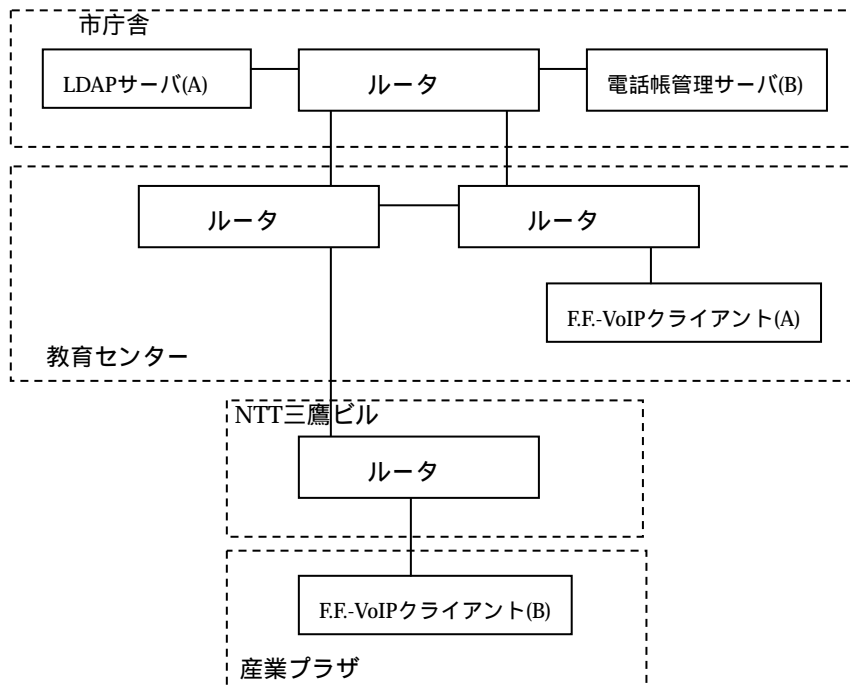


図 3.3. 20 検証用ネットワーク構成図 4

図 3.3.20 のとおり、VoIP 管理サーバ (A) や (B) の性能限界を検証する。具体的には以下の項目を確認する。また、長期的な安定動作を検証するため、エンドユーザ利用状況を確認する。

3.3.3.2.1 サーバ類の通信履歴ログの確認

クライアント(A)から発信を行い、クライアント(B)にて着信をする。通話状態にした後、クライアント(B)から切断をする。以下はこの一連の動作をした際に VoIP LDAP サーバにて検出されたログである。

```

Mar 27 08:18:32 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12159 fd=9 connection from
P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:954a 1181 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12160 fd=9 connection from
P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:954a 1182 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: conn=12160 op=0 BIND dn="DC=9,DC=0,DC=5,DC=6,DC=7,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: conn=12160 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=

Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: conn=12160 op=1 MOD dn="dc=9,dc=0,dc=5,dc=6,dc=7,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: conn=12160 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=

Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: conn=12160 op=2 UNBIND
Mar 27 08:18:33 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12161 fd=9 connection from
P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:954a 1183 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12162 fd=9 connection from
P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:954a 1184 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12162 op=0 BIND dn="CN=SEARCHERS,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12162 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=

Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12162 op=1 SRCH base="dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa" scope=2 filter="(sfNickName=ohashi)"
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12162 op=1 SEARCH RESULT tag=101 err=0 text=

Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12162 op=2 UNBIND
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12163 fd=9 connection from
P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:954a 1185 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12164 fd=9 connection from
P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:954a 1186 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12164 op=0 BIND dn="CN=SEARCHERS,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12164 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=

Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12164 op=1 SRCH base="dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa" scope=2 filter="(uid=03099270190)"
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12164 op=1 SEARCH RESULT tag=101 err=0 text=

Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12164 op=2 UNBIND
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12165 fd=9 connection from
P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:954a 1187 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12166 fd=9 connection from
P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:954a 1188 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12166 op=0 BIND dn="DC=9,DC=0,DC=5,DC=6,DC=7,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12166 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=

Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12166 op=1 MOD dn="dc=9,dc=0,dc=5,dc=6,dc=7,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12166 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=

Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=12166 op=2 UNBIND
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12167 fd=9 connection from
P=2001:c30:101:4200:e0e8:41ad:1998:676f 2305 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12168 fd=9 connection from
P=2001:c30:101:4200:e0e8:41ad:1998:676f 2306 (IP=: 34049) accepted.
Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: conn=12168 op=0 BIND dn="DC=0,DC=9,DC=1,DC=0,DC=0,DC=7,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: conn=12168 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=

Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: conn=12168 op=1 MOD dn="dc=0,dc=9,dc=1,dc=0,dc=7,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: conn=12168 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=

Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: conn=12168 op=2 UNBIND
Mar 27 08:21:32 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed

```

VoIPソフトを
起動

クライアント(A)
から
クライアント(B)
に対して発信

```

Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12169 fd=9 connection from P=2001:c30:101:4200:e0e8:41ad:1998:676f 2307 (IP::: 34049) accepted.
Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12170 fd=9 connection from P=2001:c30:101:4200:e0e8:41ad:1998:676f 2308 (IP::: 34049) accepted.
Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: conn=12170 op=0 BIND dn="DC=0,DC=9,DC=1,DC=0,DC=7,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: conn=12170 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=
通信を開始
Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: conn=12170 op=1 MOD dn="dc=0,dc=9,dc=1,dc=0,dc=7,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: conn=12170 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=
Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: conn=12170 op=2 UNBIND
Mar 27 08:23:53 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12171 fd=9 connection from P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:95a 1190 (IP::: 34049) accepted.
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12172 fd=9 connection from P=3ffe:517:0:41:2d0:59ff:feca:95a 1191 (IP::: 34049) accepted.
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12172 op=0 BIND dn="DC=9,DC=0,DC=5,DC=6,DC=7,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12172 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12172 op=1 MOD dn="dc=9,dc=0,dc=5,dc=6,dc=7,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12172 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12172 op=2 UNBIND
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12173 fd=9 connection from P=2001:c30:101:4200:e0e8:41ad:1998:676f 2309 (IP::: 34049) accepted.
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12174 fd=9 connection from P=2001:c30:101:4200:e0e8:41ad:1998:676f 2310 (IP::: 34049) accepted.
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12174 op=0 BIND dn="DC=0,DC=9,DC=1,DC=0,DC=7,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12174 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=
通信を終了
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12174 op=1 MOD dn="dc=0,dc=9,dc=1,dc=0,dc=7,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12174 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=12174 op=2 UNBIND
Mar 27 08:25:18 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed

```

3.3.3.2.2 クライアントの通信履歴ログの確認

クライアント(A)、クライアント(B)との間で通信を行い、クライアントのVoIPソフトの通信履歴機能で通信履歴を確認する。

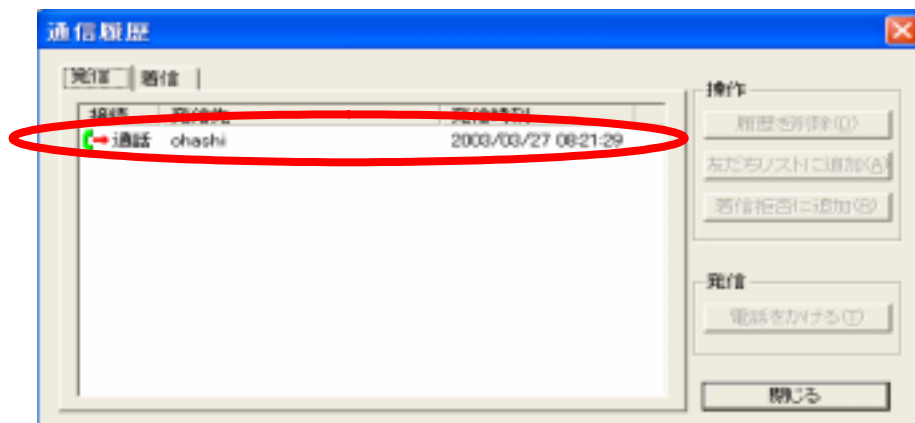


図 3.3. 21 クライアント(A)の通信履歴

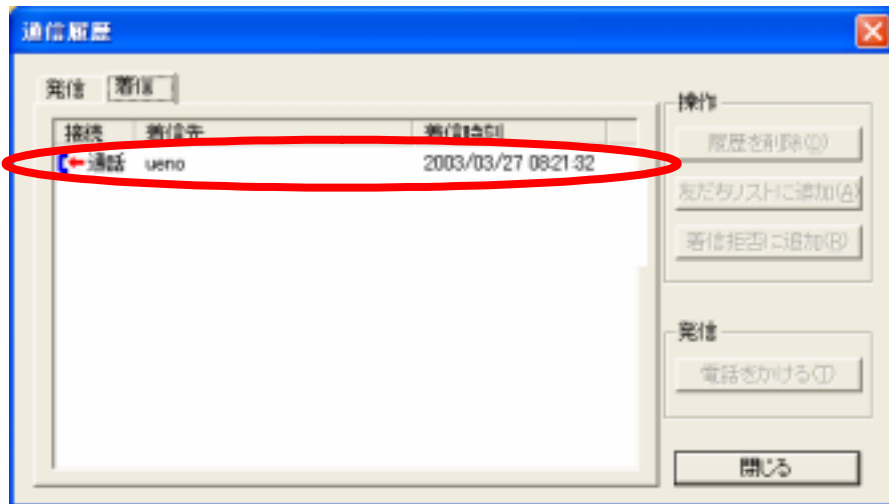


図 3.3. 22 クライアント(B)の通信履歴

3.3.3.2.3 問題発生時のサーバ動作の確認

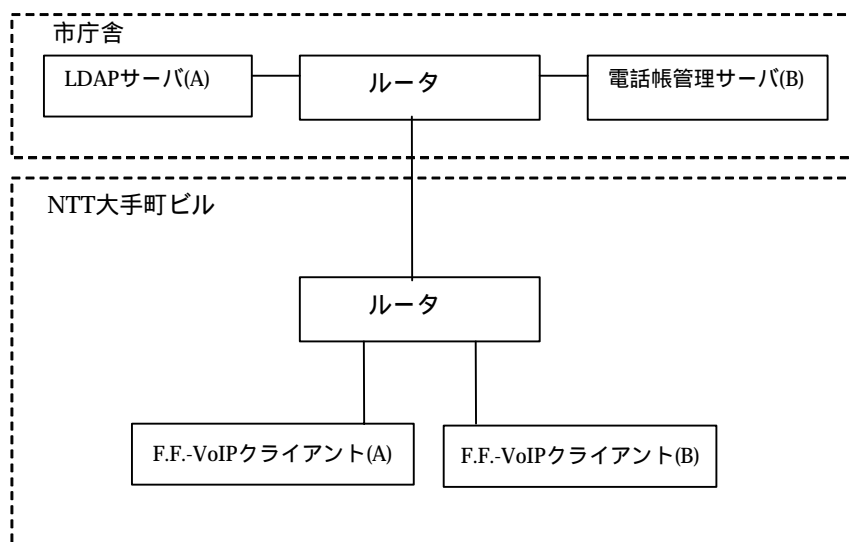


図 3.3. 23 検証用ネットワーク図

(1) 問題経緯

図中クライアント(A)からクライアント(B)に対して発信をする
 クライアント(A)では発信音があり、VoIP ユーザインターフェイスも発信
 していることを示している

クライアント(B)では着信しない

- (2) 下記は上記現象が発生した際に VoIP LDAP サーバの/var/log/syslog.log 出力されたログである。なお、本実証実験で使用している VoIP システムは IPv6 対応であり、通常、IPv6 を使用して通信を行っている。以下のログからこの現象が発生したときは IPv4 にて通信が行われていたことが判る。

```
Mar 25 12:23:06 voip-ldp slapd[66025]: conn=8941 op=1 SRCH base="dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa" scope=2 filter="(uid=03099214450)"
Mar 25 12:23:06 voip-ldp slapd[66025]: conn=8941 op=1 SEARCH RESULT tag=101 err=0 text=
Mar 25 12:23:06 voip-ldp slapd[66025]: conn=8941 op=2 UNBIND
Mar 25 12:23:06 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 25 12:23:08 voip-ldp slapd[66025]: conn=8943 op=0 BIND dn="DC=2,DC=1,DC=0,DC=3,DC=3,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 25 12:23:08 voip-ldp slapd[66025]: conn=8943 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=
Mar 25 12:23:08 voip-ldp slapd[66025]: conn=8943 op=1 MOD dn="dc=2,dc=1,dc=0,dc=3,dc=3,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 25 12:23:08 voip-ldp slapd[66025]: conn=8943 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=
Mar 25 12:23:08 voip-ldp slapd[66025]: conn=8943 op=2 UNBIND
Mar 25 12:23:08 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=21 closed
Mar 25 12:23:36 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8946 fd=9 connection from IP=10.7.20.111:1179 (IP=: 34049) accepted.
Mar 25 12:23:36 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 25 12:23:36 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8947 fd=9 connection from IP=10.7.20.111:1182 (IP=: 34049) accepted.
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: conn=8947 op=0 BIND dn="CN=SEARCHERS,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: conn=8947 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: conn=8947 op=1 SRCH base="dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa" scope=2 filter="(sfNickName=ueno)"
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: conn=8947 op=1 SEARCH RESULT tag=101 err=0 text=
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: conn=8947 op=2 UNBIND
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8948 fd=9 connection from IP=10.7.20.111:1185 (IP=: 34049) accepted.
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 25 12:23:41 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8949 fd=9 connection from IP=10.7.20.111:1188 (IP=: 34049) accepted.
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: conn=8949 op=0 BIND dn="CN=SEARCHERS,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: conn=8949 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: conn=8949 op=1 SRCH base="dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa" scope=2 filter="(uid=03099276509)"
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: conn=8949 op=1 SEARCH RESULT tag=101 err=0 text=
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: conn=8949 op=2 UNBIND
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8950 fd=9 connection from IP=10.7.20.111:1191 (IP=: 34049) accepted.
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 25 12:23:46 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8951 fd=9 connection from IP=10.7.20.111:1194 (IP=: 34049) accepted.
Mar 25 12:23:51 voip-ldp slapd[66025]: conn=8951 op=0 BIND dn="DC=2,DC=1,DC=0,DC=3,DC=3,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 25 12:23:51 voip-ldp slapd[66025]: conn=8951 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=
Mar 25 12:23:51 voip-ldp slapd[66025]: conn=8951 op=1 MOD dn="dc=2,dc=1,dc=0,dc=3,dc=3,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
```

```

3,dc=3,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 25 12:23:51 voip-ldp slapd[66025]: conn=8951 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=
Mar 25 12:23:51 voip-ldp slapd[66025]: conn=8951 op=2 UNBIND
Mar 25 12:23:51 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 25 12:25:24 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8952 fd=9 connection from IP
=10.7.20.111:1197 (IP=: 34049) accepted.
Mar 25 12:25:24 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed
Mar 25 12:25:24 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8953 fd=9 connection from IP
=10.7.20.111:1200 (IP=: 34049) accepted.
Mar 25 12:25:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=8953 op=0 BIND dn="DC=2,DC=1,DC=0,DC
=3,DC=3,DC=2,DC=9,DC=9,DC=0,DC=3,DC=0,DC=1,DC=8,DC=E164,DC=ARPA" method=128
Mar 25 12:25:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=8953 op=0 RESULT tag=97 err=0 text=
Mar 25 12:25:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=8953 op=1 MOD dn="dc=2,dc=1,dc=0,dc=
3,dc=3,dc=2,dc=9,dc=9,dc=0,dc=3,dc=0,dc=1,dc=8,dc=e164,dc=arpa"
Mar 25 12:25:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=8953 op=1 RESULT tag=103 err=0 text=
Mar 25 12:25:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=8953 op=2 UNBIND
Mar 25 12:25:29 voip-ldp slapd[66025]: conn=-1 fd=9 closed

```

3.3.3.2.4 問題発生時のクライアント動作の確認の確認

上記項目、ウ, 題発生時のサーバ動作の確認で示した問題発生時に各クライアントにて通信履歴を確認する。以下が結果である。

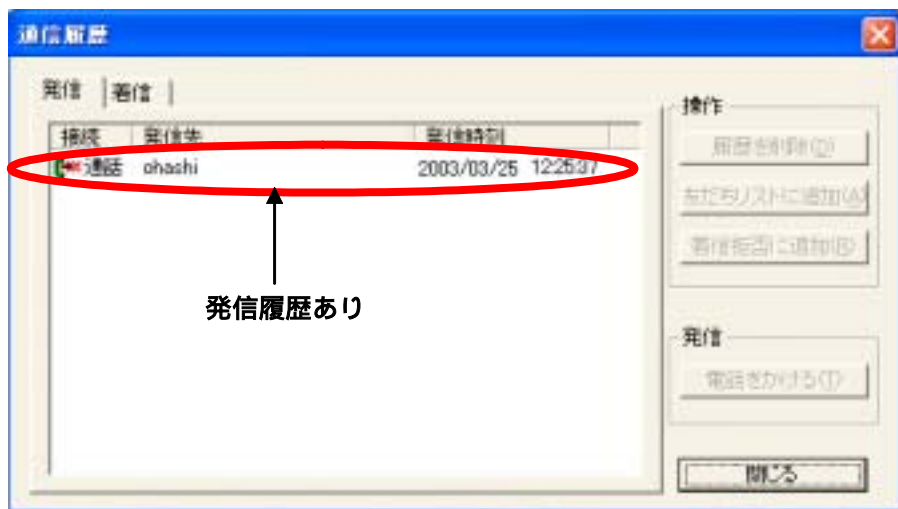


図 3.3. 24 問題発生時のクライアント(A)の通信履歴

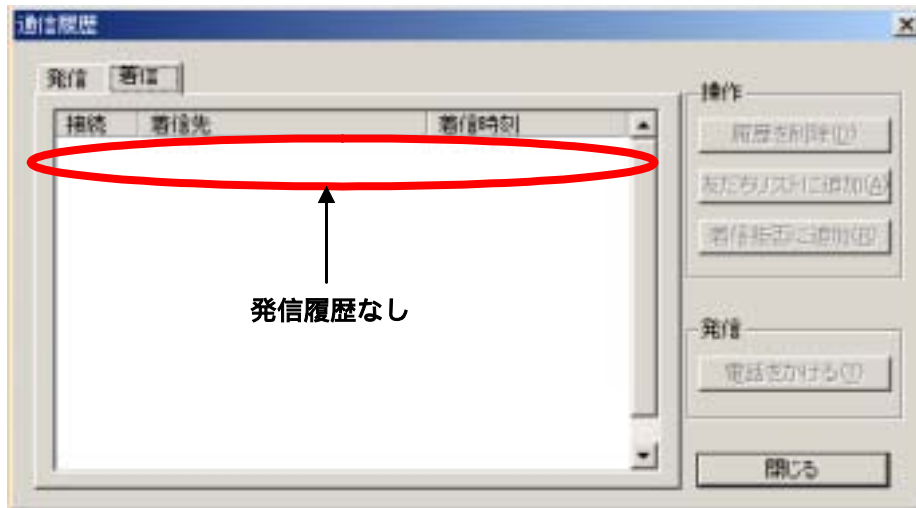


図 3.3. 25 問題発生時のクライアント(B)の通信履歴

3.3.3.2.5 問題発生時のネットワーク稼動状態の確認

上記項目、ウ, 題発生時のサーバ動作の確認で示した問題発生時に VoIP LDAP サーバ及び電話帳管理サーバへのネットワーク到達性を確認した。

以下が結果である。

VoIP LDAP サーバへの到達性

```
C:¥Documents and Settings¥test>ping voip-ldp.ipv6.m-schoolnet.jp
Pinging voip-ldp.ipv6.m-schoolnet.jp [2001:c30:101:4002::20] with 32 bytes of data:
Reply from 2001:c30:101:4002::20: time=2ms
Reply from 2001:c30:101:4002::20: time=2ms
Reply from 2001:c30:101:4002::20: time=2ms
Reply from 2001:c30:101:4002::20: time=2ms
Ping statistics for 2001:c30:101:4002::20:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 2ms, Maximum = 2ms, Average = 2ms
```

VoIP 電話帳サーバへの到達性

```
C:¥Documents and Settings¥test>ping voip-web.ipv6.m-schoolnet.jp
Pinging voip-web.ipv6.m-schoolnet.jp [2001:c30:101:4002::21] with 32 bytes of data:
Reply from 2001:c30:101:4002::21: time=2ms
Reply from 2001:c30:101:4002::21: time=2ms
Reply from 2001:c30:101:4002::21: time=2ms
Reply from 2001:c30:101:4002::21: time=2ms
Ping statistics for 2001:c30:101:4002::21:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 2ms, Maximum = 2ms, Average = 2ms
```


3.3.3.2.6 モニター数を徐々に増やした場合のサーバ側の負荷状態の確認。

- (3) VoIP サーバにアクセスしてくるユーザ数は、時間帯、曜日等さまざまな用件で変化をする。その際、サーバが安定して動作をするか否かを検証するため、以下の検証を行った。

本検証を行うために使用した構成を図 3.3.26 に示す。

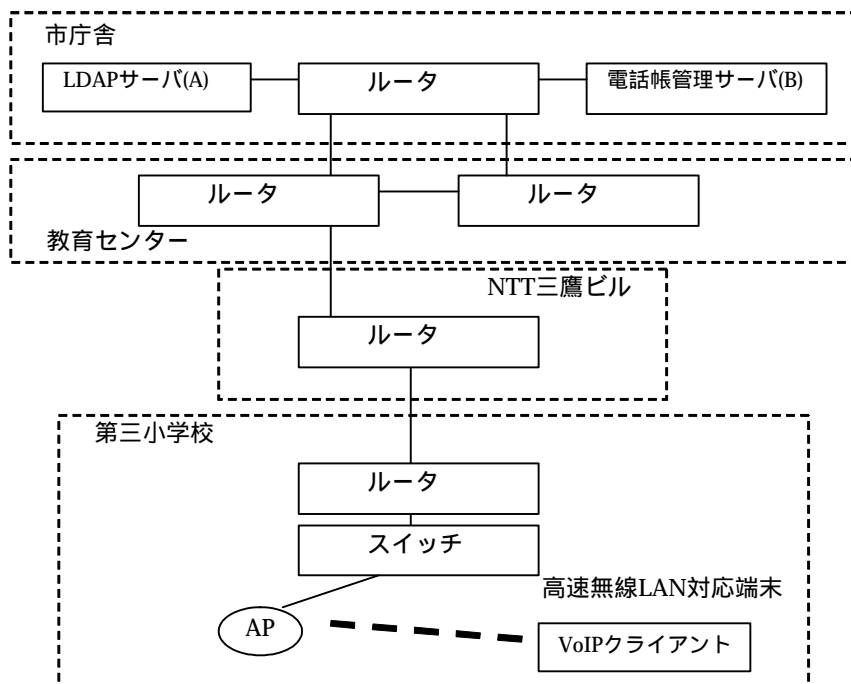


図 3.3. 26 検証用ネットワーク構成図 5

本 VoIP サーバの設計上の想定最大同時アクセス可能数は 2,000 であるが、300 クライアント規模での VoIP システムにおける同時通信によるサーバへの負荷を検証するため、第三小学校にて一般運用時に想定される同時使用率を 24%と想定し、相当数である 72 クライアントでの負荷実験を実施した。

経緯は以下のとおりである。

- 9:55 72 台ログイン画面アクセス
- 9:57 36 台発呼 36 台着呼で通話開始
- 10:01 上記通話をいっせいに切る
- 10:03 再度 36 台発呼 36 台着呼で通話開始

- 10:10 上記通話をいっせいに切る

以下はそのとぎに取得した VoIP LDAPサーバ、電話帳サーバの CPU 負荷、空きメモリを示したものである。

LDAPサーバ

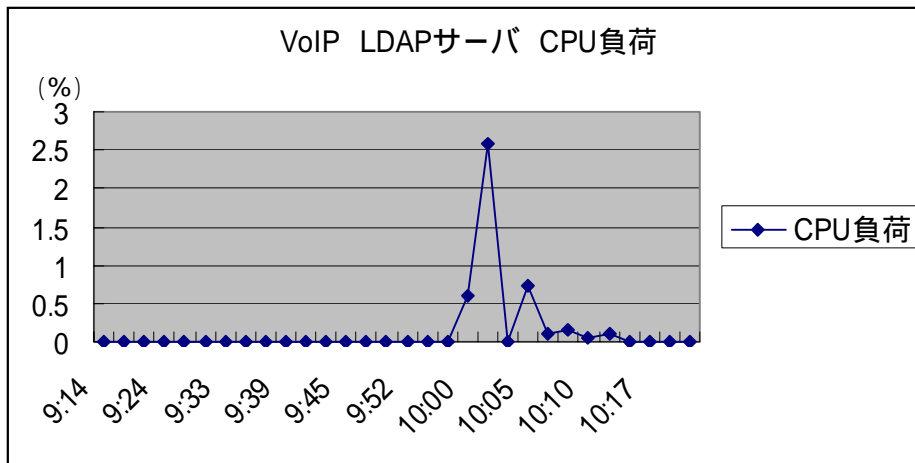


図 3.3. 27 LDAPサーバCPU負荷

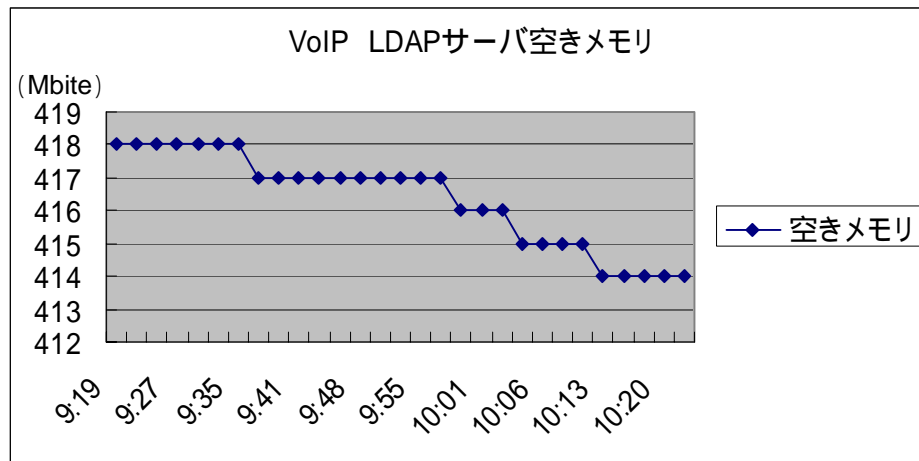


図 3.3. 28 LDAPサーバメモリ空き容量

電話帳管理サーバ

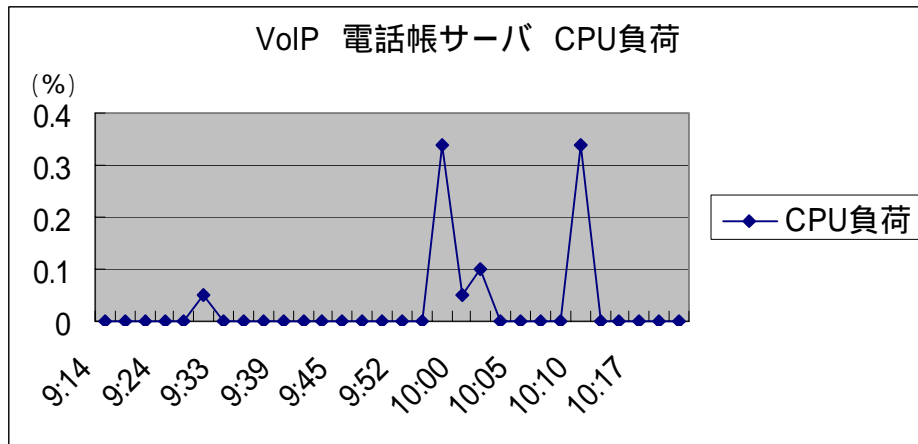


図 3.3. 29 電話帳管理サーバ CPU 負荷

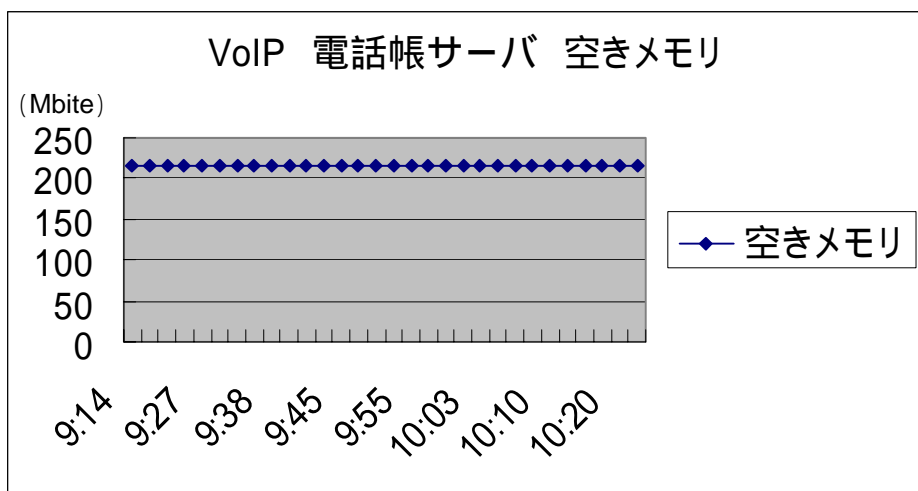


図 3.3. 30 電話帳管理サーバメモリ空き容量

3.3.3.2.7 長期的な安定動作をエンドユーザの立場で確認するため、モニターに対して、不具合時の状態や、通話品質等のアンケート調査を実施する。

本年度は検証期間が十分ではなく、また特にモニターから強いクレームを言われてはいないが、今後、不具合が発生した時の対応を考えるとアンケート等で不具合が発生した事象を統計的にある集めておくことは、速やかな障害対応の観点からも情報は有益である。来年度以降も問題が発生した場合には、クライアント、サーバ、ネットワーク等の何処にその原因があるか継続して分析していく予定である。

3.3.3.3 評価基準

3.3.3.3.1 サーバの通信履歴ログとクライアントの通信履歴ログが一致しているか。

項目ア.サーバ類の通信履歴ログの確認で出力された VoIP LDAP サーバの /var/log/syslog.log に出力されたログと、項目イ.クライアントの通信履歴ログの確認で VoIP ソフトの通信履歴に出力されたログを比較した。

クライアント (A) が発信をしたのは、クライアント (A) の発信履歴を見ると 2003/03/27 08:21:29 であることが判る。サーバへの着信は LDAP サーバの /var/log/syslog.log から 2003/03/27 08:21:29 であることが判る。クライアント (B) の着信履歴を見ると 2003/03/27 08:21:32 である。ほぼ一致している。

3.3.3.3.2 問題発生時の通信履歴ログが、サーバとクライアントで一致しているか。一致していない場合の原因は何であるか、また、対応はどうすればよいかを検討する。

検証方法ウ,エ,のログ、通信履歴を確認すると、サーバ、クライアントの双方でほぼ一致した通信機録が残っており、矛盾はないと言える。

3.3.3.3.3 モニター数を増やしてもサーバの CPU 能率等に問題が発生していないか。

3月17日第三小学校にて VoIP を使用した授業で発生した同時アクセス数は 72 であるが三鷹市全域での利用数は 300 人規模である。第三小学校の検証の際に、VoIP 管理サーバの CPU 負荷を測定した。

この人数での CPU 負荷は LDAP サーバ 2.59%、電話帳サーバ 0.34% である。本検証時間内における空きメモリ容量の変化は LDAP サーバ 3Mbyte 減、電話帳サーバ増減 0Mbyte。また、サーバに最も負荷がかかるのは発呼が行われたとき、通信が切断されるときであるといえる。

3.3.3.3.4 モニターアンケートから不具合があった場合のログが、サーバやクライアントログに記録されているか。

項目ウ,題発生時のサーバ動作の確認に記載した検証環境にて発生した問題に関してログを確認すると以下のように IPv4 のアドレスを使用していることがわかった。

```
Mar 25 12:23:45 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=8950 fd=9 connection from IP  
=10.7.20.111:1191 (IP=: 34049) accepted
```

項目ア.サーバ類の通信履歴ログの確認にて正常に通信が出来る場合は以下の様に IPv6 を使用している。

```
Mar 27 08:21:29 voip-ldp slapd[66025]: daemon: conn=12163 fd=9 connection from IP
```

本検証で使用している VoIP ソフトは正常動作として IPv6 を使用するため、IPv6 アドレスを使用しないと通信が完了しないため、この現象が発生した。この VoIP ソフトは本検証では IPv6 ソフトとして動作しているが、プロトタイプとして IPv6/IPv4 対応であった。開発メーカーに確認した所、プロトタイプの動作として、まず IPv6 での通信を試み、何らかの原因で通信が不可能だった場合、それをトリガとして IPv4 に切り替わる何らかの原因で一時的に IPv6 のネットワークがダウンをしていた場合、プロトタイプの動作が現れた可能性がある、とのことである。オ.問題発生時のネットワーク稼動状態の確認の際にはネットワーク的な問題は見られなかったが、再度同様の現象が発生した場合は早急なネットワーク確認を行うことで切り分けの判断材料になる。

3.3.3.3.5 モニターアンケートの結果、通常の電話と通話品質を比較して、問題無いと回答できたのが7割以上か。

今年度は、小学校児童に対するアンケートのみ取ることが出来た。先にも示したが、音質については一般電話と比較した場合、54%が一般電話の方が音質が良いと回答している。残りの46%が普通であったと回答している。

3.3.3.4 考察

3.3.3.4.1 本年度の実績と課題

検証を開始した 2003 年 3 月 1 日の段階で VoIP クライアントとして接続可能な端末は小中学校端末（500 台）及び、市民モニタ端末（約 100 台）の計 600 端末であった。そのアクセスログなどを調査した結果では、サーバへの多大な負荷となるトラヒックは発生せず、VoIP 電話帳サーバ、VoIP LDAP サーバともに安定的に稼動していることを確認した。

しかしながら、本システムの設計上の想定最大同時アクセス可能数は 2,000 であるため、本検証にてその想定アクセス数を超える状況は、環境的条件から不可能であり、十分な負荷検証を実施できたとは言い難い。また、ユーザ視点からみた期間的にも、長期的な安定稼動のために十分な期間とデータ取得・検証できたとは言い難い。

3.3.3.4.2 来年度以降の課題

来年度以降、市民モニタ数の増加及び、本システムの授業カリキュラムでの活用や、生徒が教育の実フィールドにおいて学習時のコミュニケーションツールとして使用が期待され、更なるトラヒックの増加が見込まれており。より高い負荷環境での検証を実施することが可能な環境となると考えられるため、長期的な安定動作確認とともに

に継続した検証を実施する必要があると考えられる。

3.3.4 Peer to Peer からマルチチャネル VoIP 機能の実現性の検討

3.3.4.1 概要

一般網では常識となっている、三者通話や多人数電話会議の機能を VoIP 機能で提供可能かの検討を行う。

先にも述べたとおり、VoIP の利用者は既に 100 万人以上になっており、一般に浸透しているといえる。一般電話、VoIP の双方を使用するユーザが増えるにつれ、一般電話で可能である機能の、VoIP での実現が求められると思われる。

本項目では、一般電話で提供されている三者通話機能を中心に VoIP にて実現可能かを検討する。

3.3.4.1.1 今回の実証実験にて使用した VoIP ソフトと一般に使われている VoIP ソフトの機能的な点を比較してたものを表 3.3.10 に示す。

表 3.3. 10 VoIP ソフトの比較表

	ネットフォン	ソフト A(無料)	ソフト B(無料)	ソフト C(有料)
音声通話				
文字チャット		×	×	
ファイルの送受信		×	×	
発着信履歴				
着信拒否			×	
保留		×		
転送	×	×	×	
キャッチホン	×	×	×	
ニックネームの利用		×		
留守番電話	×	×	×	×
三者通話	×	×	×	×

表 3.3.10 からわかる通り、一般電話と比較し場合いくつかの機能はまだ VoIP で

は出来ていないものもあるが、基本的な部分を見る限り、十分機能している。文字チャットやファイルの送受信機能と言った機能もあり一般電話よりも優れている点も多いといえる。また、大手 ISP ではビデオ機能付のものもある。機能面だけでなく、ニックネームの利用が出来る、相手の通信状況が判るといった点では、ユーザの使い勝手も考慮されている。パソコンを普段利用しない低年齢層、あるいは高齢者にはこれらのユーザフレンドリーな使い勝手が必要である。

3.3.4.1.2

現在、一般電話網においては三者通話等のマルチチャネル機能は一般になっている。どのキャリアも一月あたり 100~200 円程度でサービスを提供しており、契約者は気軽に利用することが出来る。映像ソフトとの組み合わせ、ファイル転送などの機能との組み合わせを考慮すると三者通話機能の実現は、IP 電話ソフトにとって非常に有用であるといえる。一般電話で提供されている三者通話のイメージを図 3.3.31 に示す。

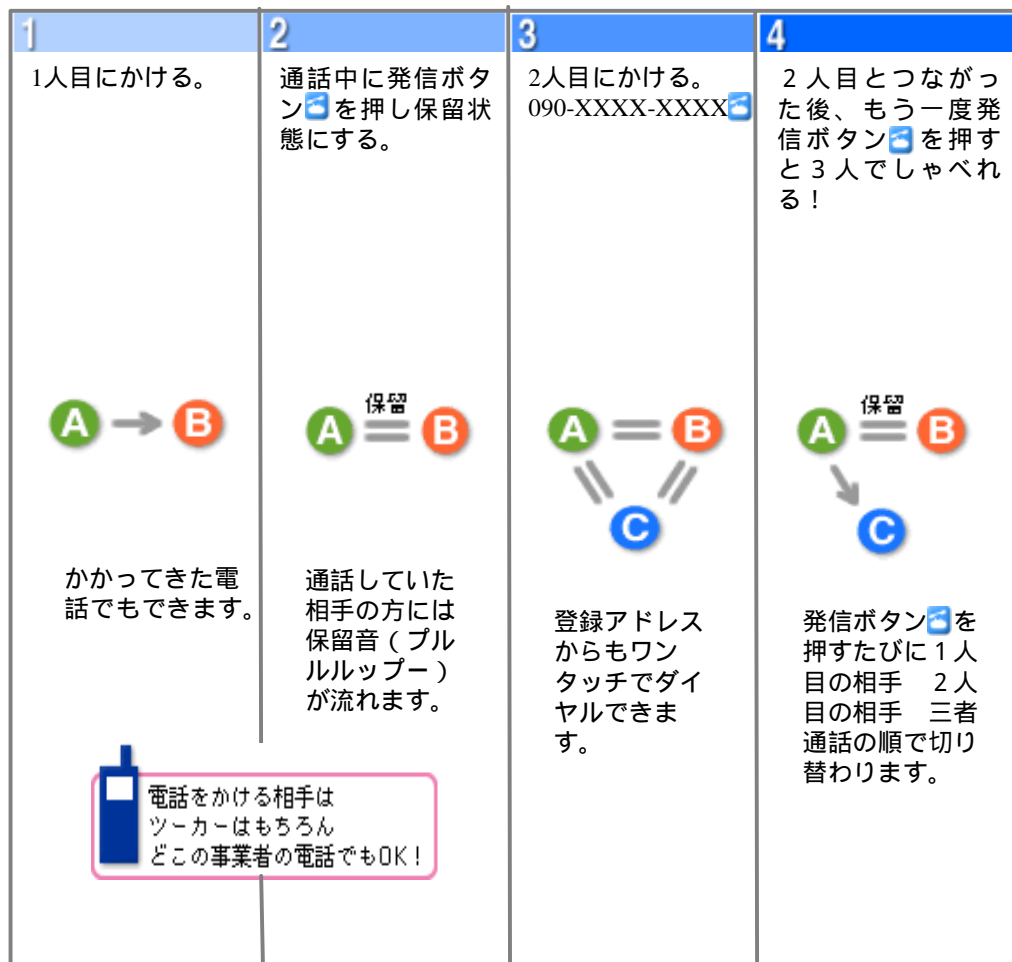


図 3.3. 31 三者通話のイメージ

本実証実験において、音声+映像のコミュニケーションツールとして F.F.-VoIP のほかにテレビ会議システムがある。

F.F.-VoIP とテレビ会議システムのメリット・デメリットをまとめたものを表 3.3.11 に示す。

表 3.3. 11 F.F.-Voip とテレビ会議システムの比較

	メリット	デメリット
F.F.VoIP	<ul style="list-style-type: none"> ・アプリケーションが軽い ・高画質の映像 ・カメラ制御が可能 ・ファイル転送機能がある ・カメラ操作が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・一対一での会話のみ ・音声と映像でアプリケーションが分かれている
テレビ会議システム	<ul style="list-style-type: none"> ・多人数での会話が可能 ・発話者に対してカメラが自動的に切り替わる ・発話者に対してカメラが自動的に切り替わる 	<ul style="list-style-type: none"> ・会議参加者が IP アドレスベースでの表記であるため、誰が参加しているのか判りづらい ・相手を呼び出す機能がない

表 3.3.11 を比較してみて判るとおり、最も大きな機能の差は多人数会議機能の有無である。F.F.-VoIP にてカメラ操作が可能であることを考慮すると、F.F.-VoIP に三者通話機能を持たせることが可能であるならば F.F-VoIP でテレビ会議をすることが可能になる。

3.3.4.1.3

現在、VoIP で使われているシグナリングプロトコルは、従来の電話のシグナリングの考え方をもとにした H.323 とインターネット本来のプロトコルの考え方を元にした SIP の 2 つが存在する。それぞれのプロトコルの特徴を比較したものを表 3.3.12 に示す。

表 3.3. 12H.323 と SIP の比較

H.323	SIP
TCP を使用	UDP を使用
パケット内メッセージはバイナリ	パケット内メッセージはテキスト
プロトコル処理が重い	H.323 に比べ呼制御の手順が簡略化

SIP はインターネット上でのマルチメディア会議を可能にするために開発されたプロトコルであるため、これを用いることによって多人数電話会議が可能となる。SIP に対応している端末では、相手の URI がわかっているだけで直接通話を行うことが可能である。三人目、四人目の参加者が特定の機器にアクセスすれば多人数電話会議として機能する。また、マイクロソフト社の Windows の NetMessenger が今まで使用していた H.323 から XP 版では SIP を使用し始めている点も注目される。

3.3.4.2 検討ステップ

具体的な検討ステップは以下のとおりである。

3.3.4.2.1 (1)及び(2)の技術的な検証を十分行う。

(1) の検証結果から以下のことが判った。

- F.F-VoIP によってクライアントに CPU 負荷がかかり過ぎることはない
- 他のアプリケーションが回線を流れていても VoIP の映像・音声には影響がない
- F.F.-VoIP によってネットワーク機器に大きな負荷を与えることはない
- マルチメディア機能を有している VoIP はコミュニケーションツールとして
- 有効である

(2) の検証結果から以下のことが判った。

- サーバ、クライアント間で VoIP の通信はログとして記録され
- それは信頼できる
- VoIP で問題が生じた場合、ログを追跡することで原因解析になりうる
- 2002 年 12 月 27 日より、VoIP 管理サーバは安定動作しており、本年度発生した
- アクセスによって生じた負荷ではサーバのリソースを消費していない

3.3.4.2.2 十分、実用に耐えうる成果が出たか。

上記の検証結果によると、VoIP 使用によって生じる問題は少なく、コミュニケーションツールとしての有用性を考えると、実用に耐えうる。

ただし、F.F.-VoIP の映像画面を複数立ち上げると、CPU 負荷が上がる。

3.3.4.2.3 モニターへのアンケート調査等により、機能要望が7割以上いる。

第三小学校を対象としたアンケートからも三者通話の実現を求める意見がでている。他の年齢層、職業等のパラメータでのアンケートは実施できていない。

3.3.4.2.4 実現すべき機能の絞り込みと、実現時期、費用等の算出

(1) 実現すべき機能

三者通話

三者通話、多人数電話会議機能の実現の要望は高い。ビジネスシーンでちょっとした打ち合わせを行うとき、リアルタイムで複数地点で同期を取る必要が求められるときなど、三者通話が求められる機会は多い。また、一般網で通常、コミュニケーションの手段として、三者通話機能を使用しているユーザからも当然実現を求められる。

PCとの親和性が高いVoIPを考えた場合、音声だけを使用している一般電話と比較して、三者通話が求められる機会は増えると思われる。

F.F.機能

携帯電話の「I-shot」「写メール」の急速に普及し、動画送信に対応するようになっている点を考えると映像に対する要求は高いといえる。ただし、使用目的によって求められる映像の解像度は異なってくる。家庭等での通信で通話相手の表情を見たいという場合、画質、フレーム数ともに高い必要は無い。

仕事で使用し、資料の提示、動作の確認等が発生する場合は高画質、高フレームレートが求められる。使用目的、利用している回線の帯域などに応じて調節できる機能が必要である。

本検証ではVoIP機能とF.F.機能とで別々のソフトウェアを使用している。F.F.-VoIPとして利用する場合、2つのソフトウェアを起動する必要がある、ユーザの使い勝手は良いとはいえない。F.F.機能とVoIP機能が一体になっている必要がある。

留守番電話機能

PCにてVoIPを使用する場合、着信を受ける為には常にPCを起動し、VoIPソフトにログインしている必要がある。ノート型端末にVoIPソフトをインストールしている場合、常にPCを起動させておくのは困難である。これらの場合に着信があったことを示す、あるいは他の電話に転送する機能が求められる。

文字チャット機能、ファイル送信機能

一般の電話と比較した場合、VoIP を使用する最大のメリットはこれらのマルチメディア機能である。これらは既に本検証で使用している VoIP ソフトでも利用可能な機能である。ただし、上記で示した三者通話が可能になると、全ての通話相手に一括で文字チャット、ファイル転送が可能になるオプションが求められる。

(2) 実現時期・費用

2003 年 4 月には大手家電メーカーが SIP に対応した IP 電話機を発売する。これは三者通話に対応しているほか、上記で求められる機能として考察した留守番電話機能のほか、QoS (Quality of Service) 対応スイッチングハブ・ポートも備えられている。価格は 48000 円である。

また、IP テレビ電話機を複数地点で利用できようにする多地点接続装置でも現在 H.323 規格に準拠している IP テレビ電話機のみが利用できるものを、今春以降の早い時期に SIP 対応することが発表されている。上記に記載している企業の動向をみても判るとおり、2003 年後半には SIP を利用したマルチチャネル対応の VoIP が普及すると思われる。

3.3.4.2.5 具体的な実現に向けての問題点の整理

実際に三者通話、多人数会議を実現するためには以下のような点が問題として挙げられる。

- SIP でのマルチチャネルが普及するにはユーザビリティを考慮する必要がある。SIP を使って通信をする場合、ユーザは sip アドレスを入力する必要があるため、簡便な操作が出来なくなる。
- H.323 等の IP 電話プロトコルは IP 電話事業者間で、アドレスを交換する方法がまだ定められていない。

これらのクリアすることで VoIP のより有効な利用が可能になる。

3.3.5 広域 VoIP システムモデルの適用領域の検証と既存電話網の方針検討

3.3.5.1 概要

様々な設置環境や異なる年齢層の人による広域 VoIP システムを検証することにより、その適用分野や既存の電話網との関係を整理し、今後の広域 VoIP システムのあり方を検討する。

様々な設置環境や異なる年齢層の人が VoIP を利用する上で、どのような機能が必要なのか、どうすれば VoIP を利用しやすくなるかを調査し、本当に VoIP の機能の恩恵に預

かれる人がどのような人なのかを調べるために、第三小学校と第四中学校の生徒、また三鷹市民からモニタとして参加者を募集し、VoIP を使用した感想をアンケートとして提出してもらった。その中から、利用者の VoIP に対する意識、今後の VoIP のあり方に対する意見、将来実現して欲しい機能などの情報収集を行い、今後の広域 VoIP システムがどうあるべきかを探った。その結果として VoIP は非常に有効なツールではあるものの、今現在では既存電話網での通話に音声品質や通話までのプロセス、留守番電話など付加機能の不足等で及ばないと考えている利用者が多いことが分かった。時代の流れは VoIP が既存固定電話網を淘汰し、いずれは VoIP が主流となると見られている。それを実現させるためには課題が山積しているため、まだまだ時間を置く必要がある。例えば VoIP が主流となった際、ネットワーク的にどこがボトルネックになるのか、それを回避するためには何をしたら良いのか、を検討する必要がある、また既存固定電話網で利用している電話番号と、総務省が VoIP 用に割り当てた 050 の番号を利用する上で調整しなければならない料金面等の課題をどうするか検討する必要もある。VoIP はまだ発展途上であり、VoIP と既存電話網との関係は、利用用途に応じて併用するシーンがしばらくは続くと思われるため、VoIP をメインの通話手段として利用するにはまだまだ時間がかかる。

3.3.5.2 検討ステップ

具体的な検討ステップは以下のとおりである。

3.3.5.2.1 (1)及び(2)の技術的な検証を十分行う。

上記の検証により、VoIP がコミュニケーションツールとして有効であり、さまざまな利用方法があるとわかった。VoIP、映像とトラフィックの増加が発生した場合も、クライアント、サーバ、ネットワーク機器に対して与える負荷は少なく、異常が発生した場合の解析もログ等を使用して分析可能であるといえる。

3.3.5.2.2 アンケートやモニタ集会等を通して、色々な意見をまとめる。

(1) 今回の実験に際して行ったモニタ集会や、実際に利用した感想、アンケートなどから寄せられた質問、意見には様々なものがある。使用しているモニタごとに違った意見があり、今後の広域 VoIP システムモデルの適用領域の検証と既存電話網の方針検討をする上で、非常に貴重な意見および感想である。全体的に三鷹市というクローズされた範囲での実験である点と、モニタ同士の交流が少なかったために、実際に VoIP を利用して話し相手を探すのに苦労したモニタが多く、有効な回答を得られるケースの方が少なかった。定期的なモニタ集会などを実施し、モニタ間の交流の場を設け、普段話したことのないモニタ同士でも、気軽に VoIP を利用して会話ができる環境をつくることができれば、モニタが感じた「話したくても話す相手がいない」という事態の打開策になる。また、モニタの枠を広げる

ためにも、三鷹市の枠を超えて、広い地域、幅広い年齢層からモニタを募る必要もある。モニタの数が増えれば、ネットワークに対するトラフィック、サーバおよびルータ等、ネットワーク機器に対する負荷、クライアント PC の CPU 処理能力の違いによるネットワークへの影響等々、多岐に渡る実証実験を行う前提が整い、IPv6 を利用した VoIP が、今後確実に来るユビキタス通信時代の中で、いかに有効なツールとして利用することが出来るのかどうかを検証する土台ともなる。VoIP は非常に優れたツールであり、実験を重ね、利用者にとってどの機能が必要でどの機能が不要なのか、正確かつ信用に値するデータ収集が定期的に取りれる環境が構築されれば、既存電話回線を利用した通話を淘汰し、遠隔地同士の通話という意思伝達手段の主役に躍り出るステップの橋渡しの存在となる。

- (2) ユーザから応答のあったアンケート結果や、モニタ集会、ヘルプデスクとの対応を通して指摘された項目は以下の通りである。尚、実施したアンケートは有効モニタ数:38 名に対して行っており、回答数は 7 件である。以下にモニタに対して依頼したアンケート項目を記載する。既述したとおり、モニタ同士の通話機会が少なかったことが回答数にそのまま表れた形となった。

(3) ネットフォンに関するアンケート

性別 (男 : 女) 年齢 (歳) ご職業 ()

ご自宅のネットワークに関してご質問いたします
Q1 ご自分のワットワークは何を使っていますか？

- a ADSL
- b B フレッツ
- c CATV
- d その他(詳細 :)

Q2 通常、何 M くらいの帯域を使っていますか？

- a (約 M / 契約 M)
- b 判らない

ネットフォンに関してご質問いたします

Q3 ネットフォンを利用しましたか？

- a はい
- b いいえ

Q4 Q3 で「いいえ」と答えた方に質問です。なぜ利用しなかったのでしょうか？

以下の中から選択して下さい。

- a 話す相手がいなかった
- b 使い方が分からなかった
- c 外出などが多く利用する機会がなかった
- d 一般電話からかけた
- e その他 (詳細 :)

Q5 Q3 で「はい」と答えた方に質問です。どれくらいの頻度で利用しましたか？

以下の中で近いものから選択して下さい。

- a 1日に5回以上の頻度で利用した
- b 1日に3回位の頻度で利用した
- c 1日に1回位の頻度で利用した
- d 2・3日に1回位の割合で利用した
- e 数えるほどしか利用していない

Q6 「電話帳」の一覧に、自分が通話可能な状態が表示されますが、この機能はどう感じましたか？

- a 知人が自分のことを探すのに役立つ、自分が相手にかける際も役立つので良い
- b 概ね良いが、全ての人に自分が通話できる状態と表示されるのは抵抗を感じる
- c 自分の状態を公開されるので良くない
- d どちらとも言えない
- e 起動時に「他の人に知らせずにログイン」を選択していたので気にならない

Q7 Q6で「C 自分の状態を公開されるので良くない」と答えられた方に質問です。自分の情報をオンラインからオフラインに変更することが出来ますが、その機能を利用しましたか？

- a 利用した
- b 利用したかったが、全ての人にオフライン状態であると通知されるので利用しなかった
- c 利用しなかった
- d そのような機能の存在を知らない

Q8 当人を識別するために「電話番号」と「ニックネーム」と2つありますが、どちらを見て相手先を探しましたか？

- a 電話番号
- b ニックネーム
- c 特に意識していなかった

Q9 通話はオンラインの人を対象としているため、留守番電話という概念は今のところありません。

一般の固定電話と同じように、オフラインの人へメッセージを残す手段として留守番電話機能が良かった方が良いでしょうか？

- a 絶対にあった方が良いと思う
- b ずっとPCを起動している必要があるが、便利なのであった方が良いと思う
- c 留守電の代わりにメールを送信できるので特にいらぬ

Q10 「通信履歴」機能を利用しましたか？

- a 便利なのでよく利用した
- b そのような機能があるのは知っていたが、利用しなかった
- c そのような機能の存在を知らない

実際の通話に関して質問します

Q11 一般の固定電話と比べて、音声品質はどうでしたか？

- a 非常にクリアで聞きやすかった
- b 普通だった
- c 固定電話のほうが良い
- d その他(詳細 :)

Q12 VoIPを利用できる方(市民モニタ)に電話をかける際、一般の固定電話とどちらを多く利用しましたか？

- a VoIP
- b 固定電話
- c 状況によって使い分けた
- d その他(詳細 :)

Q13 ご自身の声と相手の声の間でタイムラグなどありましたか？

- a とくになかった
- b 時々あった
- c タイムラグがありすぎて使い物にならなかった
- d その他(詳細 :)

Q14 電話をかけて、相手の呼び出しが始まるまでの時間にタイムラグなどありましたか？

- a とくになかった
- b 時々あった
- c タイムラグがありすぎて使い物にならなかった
- d その他(詳細 :)

Q15 着信があった時、すぐに電話が来ていると分かりましたか？

- a すぐに分かった
- b 画面の変化が少ないため分からなかった
- c その他(詳細 :)

Q16 ファイル交換を行いましたか？

- a よく利用した
b 時々利用した
c 利用しなかった
d その他(詳細 :)
- Q17 文字チャットを利用しましたか？
- a よく利用した
b 時々利用した
c 利用しなかった
d その他
- Q18 ファイル交換や文字チャットを利用した方に質問します。ファイル交換時や文字チャット時に、通話音質に雑音が入るなどの影響がありましたか？
- a 影響があった
b 影響はなかった
c その他(詳細 :)
- Q19 Q18 で「a 影響があった」と答えた方に質問します。具体的にどのような状況になりましたか？
- (詳細 :)
- Q20 ネットフォンを使って3人で通話(3者通話)が出来れば便利だと思いませんか？
- a 思う
b 思わない
c どちらとも言えない
d その他(詳細 :)
- Q21 一般の固定電話も無料になったと仮定して、ネットフォンからどの電話にもかけられるようになったらネットフォンと固定電話のどちらを利用しますか？
- a ネットフォンを利用する
b 固定電話を利用する
c 状況に応じて使い分ける
d その他(詳細 :)
- Q22 Q21 で b,c,d を選んだ方にお聞きします。音声品質ネットフォンを使われない理由を教えてください
- (詳細 :)
- Q23 通話中にインターネットなど他の操作をした時、音声品質に雑音が入るなどの影響はありましたか？
- a とくになかった
b 時々あった
c まともに通話できる状況ではなくなった
d その他(詳細 :)
- Q24 IPsec-VPN クライアントを起動したとき、VoIP の通信は影響を受けましたか？
- a 何の影響もなかった
b 音声品質は落ちたが、会話は可能だった
c 発信、着信が出来なかった
d その他(詳細 :)
- Q25 Q24 で b,c,d を選んだ方にお聞きします。会話のお相手は IPsec-VPN クライアントを起動していましたか？
- a 起動していた
b 起動していなかった
c 判らない
- Q26 通信に IPsec をかけて暗号化するのを感じますか？
- a 必要だと思う
b 必要とは思わない
- Q27 一般電話・携帯電話と比較して、ネットフォンの便利な点、不便な点がありましたらお書きください
- (詳細 :)
- Q28 あれば便利だ、こういう機能が欲しいと感じる機能がありましたらお書き下さい
- (詳細 :)
- Q29 ネットフォンを使ってみてご意見、ご感想がありましたらご自由にお書きください

(詳細 :

)

以下は上記アンケート結果をまとめたものである。尚、モニタによっては「回答したくても通話の機会を得られず確認がとれなかった」などの回答や、アンケートの質問内容自体が実際に利用したことを前提としている内容が多いため、利用できなかったモニタは無回答にしているケースが目立つ。

- ネットフォンを起動するまでに時間がかかる(40代女性)
- 三鷹市内の限られたユーザにしか電話が出来ないことが不便である。(全年齢層)
- 一般電話にかけられないのであまり利用しない(50代男性)
- 電話帳が使いづらい(60代男性)
- 家庭内で内線電話を利用したいがソフトの配布が1つしかされないため実現できなかった。実験に申し込んだユーザについては自分で内線電話の番号を割り振れるような機能が欲しい(30代男性)
- 他の事業者が推進しているVoIPとの互換性をとって欲しかった(30代男性)
- どうしてもPCを通して会話をするため、会話をする時はずっとPCの前に座っていなければならない。コードレスでの電話に慣れているので非常に不便さを感じた(40代女性/30代女性/30代男性)
- 相手が通話可能の状態であるにもかかわらず、通信しようとする「通話中」のようなメッセージが表示されてしまい、通信できないことがあった。後で通話できたが、その相手に確認したところ、通話中と表示された時間帯に通話はしていなかったとの回答を得た。そういう不安定なところを解消して欲しい(20代男性)
- 既存電話の代わりに利用するとなると、ずっとPCの電源を入れておかねばならないのがネックだと思う(30代男性)
- 多様化した固定電話や携帯電話の機能に対する優れた面がよく分からない(40代女性)
- テレカンファレンス機能をつけて欲しい(40代女性)
- ヘッドセットの装着やPCの起動などに時間がかかり、即時性がないのであまり使用しなかった(50代男性)
- PCを通して会話することに慣れていないため、流れてくる音声に違和感を覚えた(50代男性)
- 固定電話と同じように、留守番電話機能、転送機能、FAX機能、音声メモ機能などの機能をつけて欲しい(30代女性)
- PCではなく、PDAなどの専用機の方が利便性は高いと思う(30代男性)
- ヘッドセットではなく、受話器型のものや、携帯電話型のものがあればもっと使

しやすいと思う(30代男性)

- PCに有線ではなく無線で接続できるヘッドセットなどがあれば更に良いと感じる(40代女性)
- ファイルの受信は出来たが送信が出来なかった。必要な時に動かないのであればあまり意味がない(40代女性)
- 話しながら両手を使え、ファイルの送受信をしながら話が出来ると良い(40代女性)
- タイムラグもなく、音声も携帯電話よりもクリアで聞きやすかった(30代男性)
- ニックネームで電話がかけられる点は非常に便利だと感じたが、利用者が爆発的に増えた時、似たようなニックネームをつけられると判別できなくなるのではないかと感じる(30代男性)
- 留守番電話機能は必要だと思うが、PCを常時起動しなければならないのであれば、ハードウェアの出す音を極力少なくする必要があると思う。また「声」として認識できる程度で音声の圧縮を行いつつ上でサーバに蓄積し、ユーザはPC起動時に何らかの手段で(必要であれば独自プロトコルを開発するなど)聞くのが良いと思う(30代男性)
- ファイル交換など、その時々でこのファイルはDLして、このファイルは拒否するというような設定が出来れば良いと思う(40代女性)
- ファイル交換中は会話が進まない。交換の過程を見入ってしまう。人間の心理なのかもしれないが、何か工夫があると良いと思う(30代男性)
- 通話料金がかからない点は非常に素晴らしい。すべての電話に無条件でかけられるようになれば良いと思う(全年齢層)

以上列挙した通りであるが、VoIPを肯定的に見ている意見よりも、どちらかと言うと否定的に見ている意見や改善要望、機能の追加要望の方が多い。また、年齢層の違いによって求める機能は、統計資料が少ないために確認するところまではできていない。現時点でVoIPの評価は低いですが、モニタ数が増えてアンケートの回収率が上がれば、各年齢層が求める機能の分析が出来るようになり、ユーザが求めているものが何かを探ることが可能になる。

(4) エンドユーザの立場にたって、本当に必要とする機能は何かを考察

検討ステップ「イ. アンケートやモニタ集会等を通して、色々な意見をまとめる」の項目で見てきた通り、今時点でVoIPが既存固定電話よりも優れていると回答したモニタは少ない。全ユーザが口を揃えて「良い」と回答したのは「通話料金がかからない」という点だけである。モニタ(エンドユーザ)がVoIPと比較検討した対象は、既存固定電話や携帯電話である。固定電話や携帯電話の利便性を吸収することがで

できれば、利用者に受け入れられることにつながる。

エンドユーザが求めるものはアンケート結果に出ており、その結果から導き出す「本当に必要とする機能」をハード面とソフト面の観点からまとめると以下のようになる。

ハード面

- 通話中、PCの前から離れることが出来ない。

この問題を解決するためにユーザが求めているものは、PCに固定されたヘッドセットでの通話ではなく、コードレス環境での通話である。ヘッドセットを無線化するか、または無線でデータ通信が出来る受話器のような専用のハードが必要である。または、ハードを別途用意するのではなく、携帯電話やPHSをIEEE11gに対応にさせた上でIPv6アドレスを割り当て、IEEE11gの受信装置をPCに接続し、携帯電話やPHSを子機として利用できればユーザの要望に応えられる。通話中に両手が使えることに対して肯定的な見方もあることから、無線で接続できるヘッドセットを利用する事が一番良い。

- PC性能のアップ

ユーザより、固定電話と同じように利用するためにはPCを常時起動しておかねばならず、今のPC性能では騒音が気になってしまうという指摘があった。この指摘を解決するためには、PCそのものの性能をアップさせる必要がある。常時起動となるため、消費電力をどこまで抑えられるかが課題となり、静動性能をさらに高める必要もある。この部分がユーザの求めているレベルまで実現できないのであれば、VoIP専用機を要望するユーザが増えてくる。PCで利用するかVoIP専用端末を用意するかは、検証ステップ5で詳しく検討することにする

PCの処理能力が上がれば、ネットワークのトラフィックを軽減させることにもなるため、ユーザの要望を満たすことが出来る高性能なPCを利用した方が望ましい。具体的にはアナログである音声パケットをデジタル化し、更に効率良く運ぶ為の圧縮をかけるには、MPUのパワーを必要とする。そのためMPUは拘束であればあるほど良い。また高速に処理できることによって機器遅延も最小限で済むし、遅延による音声のゆらぎを吸収するためのバッファとしてメモリも多く積むのが望ましい。

ソフト面

- 留守番電話機能

固定電話や携帯電話の留守番電話機能はすでに標準機能の一つとして認識されているから、VoIPにも同様の機能を求めるユーザが多い。留守番電話の代わりにメールを残すという機能があるが、文字での伝達は本人の意思と違う意図ととして捉

えられるケースがあるため、留守番電話の代替にはならず、「声として認識できる程度に圧縮した音声」を他のサーバに保存し、それを確認する手段を構築する方が良い」と考えるユーザもいた。留守番電話は「電話であればついていて当たり前で、ついていないのは物足りない」という消費者心理も働いている。留守番電話機能があれば便利であるという認識は、全ユーザが持っていると言っても過言ではなく、逆についていないことが、VoIP を利用する機会を減らす要素の 1 つになる。しかし、現在企業ユーザで使われている IPPhone システムでは、サーバ等で留守番電話を音声としてデータ化し、保存しておくことが実際に行われており、今の技術を応用することが出来ればユーザのこうした要望の実現はそれほど困難ではない。また専用機器を置いて管理するだけでなく、パーソナルコンピュータには HDD が内蔵されており、音声を保存する事も難しくない。データ化された音声はメールに添付することも出来るため、技術開発が進めば、音紋による個人証明書の変わりにもなりえる。この点は既存の電話より有利であり、強みといえる。

- VoIP ソフト(以下ネットフォン)の起動時間

固定電話はあくまでも「電話」としての機能を提供するものであるから、通話したいときにダイヤルすればすぐに通話開始可能となる。しかし VoIP では通話したい時にネットフォンを起動しなくてはならず、固定電話と比較された場合、通話開始までのプロセスの優位性では到底適わない。少しでもプロセスを少なくするために考えられる点として、常にバックグラウンドで動作し、ユーザに対して「ネットフォンの起動」という動作を極力意識させない必要がある。ユーザが利用するためにダイヤルする動作は避けて通れないが、少なくともネットフォンを起動する為にマウス操作を求めるのであれば、この要望の改善案にはならない。キーボードに「ネットフォン起動」用のボタンを割り当てるか、音声認識による起動という方法もある。ユーザは当然通話するためには声を発する必要があるため、通話するまでの準備が「声」で出来るのであれば、手で操作するよりも親和性が増す。その他に物理的なネットフォンの起動スピードの改善、PC 起動時に自動認証しておく事などが考えられるが、前者はファイルのロード時間を短くすることにより、(今はまだ実装されていないが)留守番電話機能をはじめとしたユーザが求めている付加機能を制限することに繋がる恐れがあり、後者は PC 起動時の自動認証に対するセキュリティ上の不安を考えるユーザに対して、その不安を払拭させることが難しいという欠点もある。付加機能もさることながら、土台となるネットフォンの改善が必要である。

- お友達リストの改版

自分で作成した電話帳は「作成した」という具体的行動が伴うため、目当ての人を探し出すことが容易だが、インターネット電話帳は、ユーザが電話番号を公開

すると設定した場合、そのユーザ分だけ情報が表示されてしまうため、自分の使い易い電話帳に編集することが出来ない。また、全ての電話番号が 030 で登録されているため、固定電話にある市外局番の相違による見易さがない。ニックネームの表示は目的の人を探すのに役立つにはいるものの、似たようなニックネームを利用するユーザが複数いた場合、見極めるのに時間がかかってしまうという欠点がある。ヘルプ上でユーザに対して最初に説明しているのはインターネット電話帳の方で、お友達リストの説明はずっと後の方になっている。ユーザインターフェース的にはインターネット電話帳よりもお友達リストの方が親和性に優れているため、お友達リストを有効活用するようヘルプの改版をする必要がある。

今まで見てきたように、現時点でユーザが求めている機能は、固定電話に付いている機能である。逆に言うとこれらの機能を取り入れなければ、固定電話よりも利便性を認められず、VoIP を積極的に利用しようというユーザは増えない。固定電話と同等機能を有することで同じスタートラインに並ぶことが出来、そこまで到達しなければ VoIP の利点を認めてもらうことは難しい。VoIP の最大の利点は、VoIP 利用者同士の間での通話は無料という点である。今の段階ではその利点を十分生かし切れていない。何よりもユーザが求めているものは、列挙してきた機能はもちろんの事、まず何よりも「話し相手」だからである。せっかくの実験も被験者が少なければ良い結果を導き出せず終ってしまい、利点を体感してもらう機会も少ない。実験は三鷹市という地域限定で行われたものであるから、その枠を取り除き、より多くのユーザとコミュニケーションを図れるような環境作りをすることが来年度の極めて重要な課題であると認識している。

3.3.5.2.3 より大規模な VoIP システムを運用していく上での問題点整理

三鷹市の枠を超え、より大規模な VoIP システムを運用していくために、どういう点を克服しなければならないか、予想されるボトルネックは何か、また、それを回避するためにはどうすれば良いかを検討する必要がある。今よりも大規模になり、VoIP の利点がユーザに受け入れられ、VoIP を使用することが標準となった場合、膨大なユーザ数を管理するサーバの強化などを実施しなければならない。具体的には電話帳サーバと LDAP サーバの連携にトラブルが発生しないかどうかである。ある時間帯にトラフィックが集中した結果、ユーザ認証や電話帳の表示にどのような影響が出るのか調査し、遅延なく利用する環境を提供できるのかどうか問題点の一つとなる。また、トラフィックをどのように監視し、軽減させるかという対策を検討しておく事も重要なポイントである。ネットワークに参加する人数が増えれば増えるほどセキュリティを考慮しなくてはならず、IPsec を利用したセキュアな通信を実現した場合、各 IPsec サーバへの負荷によるトラフィックが発生し、レスポンスの低下が予想される。ネット

ワークの基幹部分は GigabitEthernet を導入するのはもちろんのことだが、クライアントまでの間も高性能なネットワーク機器を導入する必要がある。また、整えたネットワークを保守・管理・運用する体制を整えておかなければならない。例を挙げると、固定電話網や携帯電話網が飽和することはほとんどない。あるとすれば災害時や年越しの時くらいである。この前提が広く認知されている固定電話網から、VoIP に移行するためにクリアしなければならない課題は、いかに通話の安定性を提供し続けることができるかどうか、にかかっている。電話は必要な時にかけるものであり、ネットワークトラフィックが原因でそれが実現できないとなると、大きな混乱を招く結果となるからだ。そういう事態にならないよう、十分すぎる程の運用体制を確立して置く必要がある。一番重要な部分は、外部との接続である。IPv4 網で提供されている VoIP(以下 VoIP(v4))と IPv6 で提供する VoIP との相互接続を実現できるかどうかや、VoIP から固定電話、着信可能になった固定電話から VoIP への通話による問題。VoIP から携帯電話への通話実現のために何が必要なのか、電話番号の形態は今のままで良いのか等ユーザの利便性を考えて対策を練らないといけなない。

3.3.5.2.4 ビジネス化に向けての課題の検討

VoIP のビジネス化に向けての今後の課題として、色々と考えられる点がある。現行の VoIP(v4)が抱える問題をベースに v6 の VoIP にも言える課題を探った。

(1) 乱立するキャリア同士の顧客争奪戦に見られる課題

今現在は複数のキャリア業者が顧客獲得を狙い、ISP などと連合を組んでいる。ブロードバンド回線は 3 月末で 750 万回線を突破されているが、ユーザサイドから見ると自分の選択した ISP がどこのキャリアと手を組むかによって、無料通話できる相手が変わってしまうため、選択権がない。この問題は既参入業者同士で競争はできるものの、キャリアを持たない ISP 業者などは新規参入することが出来ないことを意味する。ユーザにとって非常に有効なサービスを開発し、提供できる準備を整えても、キャリア同士のこうした争いによって、ユーザはせっかく優れたサービスを利用するチャンスがあるにも関わらず、その恩恵に預かれない。たとえばキャリア同士が競争することによって、良いサービスが開発されるかもしれないが、グローバルな視点から見た場合、ユーザのメリットを少なくさせている事から、VoIP 全体の発展の可能性を極めて狭めている。理想はいかなるキャリアを利用していても、シームレスに会話できる環境を整えることであるが、その場合は異なるキャリアをまたぐため、清算方法について新たな問題が発生してしまう。これらの問題をクリアするにはまだ時間がかかる。ただ、問題がクリアされれば、PC 上で動作するネットフォンを初めとする VoIP ソフトや、それらのソフトが備える機能の違いなどによるソフトベンダの競争が発生し、話した内容をヘッドセット等の通話デバ

イスを通して音声認識ソフトでドキュメント化することも可能となるかもしれない。複数発売されている音声認識ソフトが「VoIP ソフト対応」というようなことになれば、新たなニーズが発生してくるはずである。

(2) 携帯電話からの着信に関する課題

総務省が 050 の番号を付与したことによって、固定電話から VoIP に着信することが出来るようになった。ただし、NTT 側交換機の対応が今年の夏頃までかかると言われており、まだ実際に着信は出来ていないため本格的にサービスが始まるのは夏以降になると言われている。固定電話からの着信が出来るようになるので、一つの節目を迎えることになるが、当然ながら次は携帯電話からの着信という要望が出てくることは想像に難くない。現在徐々に普及し始めている第三代携帯電話では、将来的に IP 電話化する方向で国際的に合意が出来ている(参考文献:「IP 電話でわかる最新ネットワーク技術」P66 参照 翔泳社出版)が、携帯電話から VoIP への発信は固定電話から発信できるようになるまでにかかった時間よりも長くかかる可能性が高い。その理由は携帯電話から電波の基地局までも IP 化すると、電話会社が建設した基地局が不要になり、採算が取れないかもしれないと見られているからだ。また、携帯電話でインターネットが出来ることが、それは各電話会社が独自仕様のプロトコルを使用しており、携帯電話網とインターネット網を接続するゲートウェイも不要になってしまう。以上の側面もあることから、実際に携帯電話が完全に IP 化するのは第四世代の携帯電話(2010 年頃)からではないかと言われており、すぐに実現できる機能ではない。しかし携帯電話から着信が出来れば、そのまま使用している携帯電話へ商談に必要なファイルなどをオンデマンドでやり取りできるなど、利用者には非常に有効なサービスとなり得る。N 社の i アプリに見られるように、IP を利用したオンラインゲームが隆盛することも考えられる。いずれにしても超えなければならない課題は多いが、携帯電話から着信が出来れば新たなビジネスシーンを生み出すことは間違いない。

3.3.5.2.5 既存の電話網との接続方式検討

固定電話も VoIP も、ユーザから見るとどちらも同じ機能を持った「電話」である。今まで利用してきた既存の電話網で通話する方法と、VoIP で通話するための手順が劇的に変わるような接続方式を取ってはならない。現在の ADSL や CATV、FTTH 等の IP ネットワークから既存の電話網へ接続するためには、デジタル音声モジュールを搭載した Router 等のゲートウェイ機器を利用している。IP 網で T1、T3 等で受け、PSTN 網に PRI もしくは BRI で流す方法である。ユーザ側で既存電話網への接続番号をダイヤルした際、ゲートウェイ機器サーバを経由して、既存の電話網と繋がる。ユーザに対して電話網に接続する為の普段と変わらないオペレーションを必要とするが、最近では通

信事業者が中継網として IP ネットワークを利用する形式を採用しており、共通線信号網への接続機能を設けることで、一般加入電話ユーザが特別な接続手続きを必要とせずに IP 電話サービスを利用することができるようになりつつある。ユーザ側で電話網と IP 網を意識せずに通話ができるようになるには、現在ではまだアダプター等を使用している。しかし、将来的には網全体が H323 や SIP に対応することが出来れば可能である。

3.3.5.2.6 電話番号付与体系の方針調査

総務省が定めた IP 電話の電話番号は全部で 11 桁からなり、先頭 3 桁の 050 によって IP 電話であることを識別することになる。そして、その下位の四桁が事業者番号を表し、最後の四桁がユーザに割り当てることができる番号となる。国内の電話番号は事業者識別番号を持つ 0X0 系と、通常の固定電話で使われている 0ABJ 系に分けられる。0ABJ 系のメリットは通常の電話と同じようにエリアが同じなら、電話会社が変わっても電話番号を継続できる点であり、0x0 系のメリットは事業者が変わると電話番号も変わるが、エリアを移動しても同じ番号をそのまま使える点が挙げられる。今回 VoIP に割り当てられる 050 は、0X0 系であるが、0ABJ 系を割り当てなかった理由は、モバイルユーザが多いという事実があるからである。例えばホットスポットを利用するユーザがいたとして、0ABJ 系の番号であれば、利用ポイントの場所を変更するたびに電話番号を変える必要に迫られる。そのような事態になるのであれば、モバイルの利便性が全くなってしまふからだ。これらの側面もあ 0X0 系の番号形態となっている。

3.3.5.2.7 030,040 の電話番号管理ルール of 調査

2001 年 12 月、総務省は IP 電話について従来の体系と同じ電話番号を割り当てる方針を示した。当初、030 や 040 も候補に上がっていたが、2002 年 2 月に IP 電話の番号が 050 になることが発表された。適用ルールは以下のような審査基準になっており、その審査をクリアして割り当てられることになる。

表 3.3. 13 050 割り当て審査基準

評価尺度	クラス A	クラス B	クラス C
総合音声伝送品質 (R 値)	>80	>70	>50
エンドトゥエンド遅延	<100msec.	<150msec.	<400msec.
呼損率	0.15 以下	0.15 以下	0.15 以下

R 値、遅延に関する数値は、95%以上の確率で満足することが条件

上記の基準をクリアして専用番号を取得したのは、BB テクノロジー、KDDI、NTT-ME、フュージョン・コミュニケーションズ、CATV 事業者の ZTV の 5 社である。フュージョン・コミュニケーションズ以外の 4 社は、既に IP 電話サービスをしている。IP 電話サービ

スの専用電話番号は、「050-XXXX-XXXX」という全 11 けたの体系となる。050 が IP 電話であることを識別するコードで、次の 4 けたが事業者識別コードになる。今回総務省が割り当てたのはこの識別コードで、事業者は 1 コード当たり 1 万個の電話番号をユーザに割り当てられるが、1 万人以上ユーザのいる事業者は、事業者番号を複数申請しなければならなくなる。今回の割り当てで「1000～1577」まで 578 個の識別番号が使われることになったが、事業者番号を取得した事業者全体で、最大 578 万ユーザに番号を配布できることになる。

現行の割り当てルールでは、1 億個の番号をユーザに割り当てることが出来るが、単純に 1 億全部使われるかということとそうでもない。正確には計 1 万の事業社が、「自社を利用するユーザに番号を割り当てられる」性格の方が強い。しかし、今現在ブロードバンド回線数は 1000 万以下であるため、IPv4 アドレスと同じように枯渇する可能性もあるが、現段階ではそれほど問題はない。

(3) 考察

以上、今まで検討してきた結果から、現在の VoIP では既述したハード面、ソフト面に見られるような要望を実現しなければ利用者の定着には繋がらず、現在世間一般で言われている「固定電話から VoIP へ」というビッグウェーブに乗ることは出来ない。VoIP が注目され始めたのは最近であり、今も発展途上である。050 番号を割り当てられて実現する固定電話からの着信に関する料金設定の課題や、電話業者の採算性が取れないと言われている実情から、携帯電話からの着信の目処が立っていない点なども今後改善しなければならない課題である。また 110 番などの緊急電話への発信不可の課題もある。視点を VoIP からの発信、あるいは VoIP への着信から、三鷹市の枠を超える大規模ネットワーク構築について考えられる課題に移してみても、IPSec などを利用した際に発生することが予想されるトラフィックをいかに抑えることが出来るかどうか、というような課題が残っている。これらの点が山ほどあり、まだまだこれから煮詰めていかななくてはならない。しかし裏を返せば、それらの課題をクリアすることが出来れば、固定電話よりも通信費が安いというメリットを最大限生かし、VoIP を利用した新しいビジネスが生まれる可能性が高い。現在はまだまだ未完成であるため、VoIP だけを利用した通話は実現できない。その時々用途によって VoIP を利用するか、固定電話を利用するかはユーザ判断となり、しばらくはこのような状況が続くはずであるが、VoIP が持つその可能性は現在の所予測することはできない。三鷹市の枠組みを外すなど、更にモニタを募って調査することが出来れば、年齢層の違いによる機能の要求の差についても分析することが出来、その結果から新たな VoIP の可能性を見出す可能性を広げる。その点は来年度の課題として取り組まなければならない。

3.3.6 パソコン端末の適用領域と将来型端末の技術的課題の検討

3.3.6.1 概要

パソコンベースで F.F.-VoIP 機能を実現するか、F.F.-VoIP 機能限定の専用端末にして実現すべきかを、エンドユーザの観点から検討し、将来型の端末は何が機能として必要か、また、その場合の技術的な課題は何であるかを総合的に検討する。

本実験では WindowsXP のパソコン上で Canon 社製「Web View」とソフトフロント社「ネットフォン」を起動し、2つのソフトを同時に使用し F.F.-VoIP 機能を実現している。それぞれ専用のソフトであるため機能が充実しているという利点がある。「Web View」では、Web カメラサーバからの映像を表示する機能に加えて、カメラの上下左右、ズームの操作が可能である。「ネットフォン」では文字チャット機能やファイル転送機能があり、パソコンで電話を使用する事に特化した機能を有している。

しかし、VoIP 機能を使用するためにパソコン端末を利用する事が最善であるかを検討する必要がある。実際にパソコンで VoIP ソフトの操作を行ったユーザへのアンケートを行いその結果を分析し検討する。

3.3.6.2 検討ステップ

以下ア～キまでの7つの検討ステップに沿い、ユーザの求める VoIP 端末の形を検討する。

3.3.6.2.1 (1) 及び (2) の技術的な検証を十分行う。

アンケートやモニタ集会等を通して、色々な意見をまとめる。

VoIP や F.F.-VoIP の端末をユーザが使いやすい形にするにはどうしたらよいかを検討する目的で、VoIP や F.F.-VoIP を実際に使用した方々からの感想や意見を集めた。現代におけるパソコン普及率は高く、本実験でもパソコンを使用して VoIP や F.F.-VoIP を実現しているが、年齢層によってはパソコンを使用する事が最良かどうか、検討する必要がある。そのため、ユーザの年齢層を固定せず複数の年齢層から意見を聞いた。

(1) 第三小学校 4 年生を対象としたアンケート

小学生 4 年生を対象に初めてネットフォンを使用した後の感想や意見を集めた。そのアンケート項目の中から、一般の電話機と VoIP 端末の比較やさらに便利にする為の提案に関して尋ねた項目と結果を以下に示す。

質問 1

• 内容

普通の電話・携帯電話と比べて、ネットフォンの便利なところ、使いにくいところがあったら書いてください。

- 回答
学校でお金がかからず電話が出来るところが便利
ヘッドフォンを使うところが使いにくい

質問 2

- 内容
「こんなことができれば良いな」と思う機能があったら書いてください。
- 回答
話した音声が入力で入力され、相手側に表示される機能
言葉で電話をかけたり、切ったりできる機能
耳の不自由な人たちでも文字で会話ができるといい（声が文字になる）
話した言葉が通訳され、他国の人と会話することができる（翻訳機能付き電話）
腕時計式の電話（ポータブルで軽い電話）
携帯電話や一般回線の電話と通話ができたらいい
インターネット回線を通じて、海外に電話ができたらよい
相手の顔を見ながら、会話したい（TV 電話）
何人かで同時通話
CDとかで音楽を流しながら通話
ヘッドセットを使わないで電話をしたい（付属機器をつけるのが面倒）
着メロ、FAXつき、留守電
携帯みたいなメールの機能

結果

一般電話や携帯電話との操作性の比較については、パソコンに接続したヘッドセットを使用して話す事に関して否定意見が複数存在した。

の機能要望に上げられている翻訳機能や、音声認識など、VoIP の技術と組み合わせたの使用は前例がないが、各々の機能としてはパソコンにアプリケーションを組み込む事によって実現されているものが多い。さらに、携帯性に優れた端末形態を要望する意見が出ていた。

(2) 市民 e-モニタを対象としたアンケート

市民 e-モニタにネットフォンを使用した感想や改善案に関するアンケートを実施した。そのアンケート項目の中から、一般の電話機と VoIP 端末の比較やさらに便利にする為の提案に関して尋ねた項目と結果を以下に示す。

質問 1

- 内容

一般電話・携帯電話と比較して、ネットフォンの便利な点、不便な点がありましたらお書きください。

- 回答

つなげるまでの手続きの簡素化が必要。 (44才 主婦)

便利な点：話しながら、両手を使える。ファイルの送受信をしながら話ができる。

不便な点：デスクトップ PC で利用するため、PC の前から離れられない。

(41才 主婦)

ヘッドセットの装着、PC の起動などに時間がかかり、即時性がないので不便。

(38才 会社員 男性)

「電話をかける」と操作までたどり着くのに多くの手順をとらなくてはならない。PC の電源が入っていない場合は特に手順が多くなる。アプリケーションの操作感・・という辺りでは、その部分は勘定に入れなくてもよいと思うのですが、実際に運用になった場合には PC ではない専用の電話機もしくは、一般用電話を接続可能にするハードウェアが必要ではないでしょうか。

(33歳 Web プログラマ・エンジニア 男性)

質問 2

- 内容

あれば便利だ、こういう機能が欲しいと感じる機能がありましたからお書き下さい。

- 回答

テレカンファレンス機能 (44才 主婦)

留守番機能、転送機能、FAX機能、音声メモ機能 (38才 会社員 男性)

無線のヘッドセットを使えたら、もっと便利 (41才 主婦)

「音声の状態」サーバ側に蓄積できるのがよいです。サーバの蓄積容量などの制限とかもあるとは思いますが、「留守番電話」の代用としては「Eメール」というのは不適切だと思います。メール自体は単純な文字コードの羅列のみで、同じ意味合いを持つ語句などが受け手と書き手で解釈が変わる場合があり、それによっていらぬトラブルが生じる可能性があるかと思います。また PC を常時起動しているというのは、ハードウェアの出す騒音が今以上に少なくなる限り導入に踏み切るのには難しいと思います。ですので、「声」として認識できるレベルで音声の圧縮を行い、サーバに蓄積し、ユーザは PC 起動時にメール等（独自のプロトコルでもよいと思いますが・・）でそれを聞くというのがよいと思います。これはクライアントだけでは完結しないので大変かもしれませんが、あれば非常にうれしいです。

(33 才 WEBプログラマ・エンジニア 男性)

質問 3

- 内容

ネットフォンを使ってみてご意見、ご感想がありましたらご自由にお書きください。

- 回答

多様化した固定、携帯電話の機能に対する優れた面が良くわからない。

(44 才 主婦)

期間が短くて、あまり使えなかったのであまり言えませんが、PCのような起動に時間がかかるようなものより、起動が早いPDAやミニノートなら良いのにと感じました。話がしたいのにイライラします。また、ヘッドセットはどうしても使いにくいので受話器型のものや、携帯電話型のものがあればもっと使いやすいと思います。それから、PCへの接続コードも2本つなぐのではなく、1本で簡単に接続できるものや、無線で接続できるものがあればベターです。

(38 才 会社員 男性)

タイムラグがもっとあるかと思っていましたが、全く無く、携帯での会話より快適でした。v4のsametime(IBM社のTV会議システム)では発言者の切り替えの間に双方向の発言がとぎれてしまうことがありましたが、ネットフォンではそのようなことはありませんでした。ニックネームで電話をかけられるのは便利ですが、利用者が増えた時に同じニックネームを持つ人が出てくることはあるのでしょうか？

(41 才 主婦)

基本的な機能は満たされているように思いますが、機能面だけを追った場合、IM(インスタントメッセンジャー)と呼ばれる、Windows Messengerなどのアプリケーションの持つ機能よりやや下回っている印象を受けました。ただ、「電話番号」が前面に来ていたりするため、ターゲットとするところにやや差があるとは思いますが、一概に下回っているからダメということではなく、インターフェースの易しさなど、直感的に操作できるところはよいと思いました。会話を始めてしまうと、PCであることは意識しないのですが、たとえば、PCであることで、ハードウェアのトラブル(ハングアップ)の率が一般の電話よりもかなり高くなってしまいうため、アプリケーションではなく、ハードウェアの必要性も感じます。

(33 歳 Webプログラマ・エンジニア 男性)

結果

質問1では、パソコンをVoIP端末として使用する事については「電話を使うまでの手順と時間がかかりすぎる」という否定意見が多かった。ヘッドセットを使用する利点が評価されている。

質問2では、現在の一般電話や携帯電話の機能に近づける要望が目立つ。

質問3の回答でも「即時性」「ワイヤレス」を求めている様子が伺える。また、ニックネームで電話をかける事が出来便利であると評価している。

全体的に、パソコンで実現できる拡張機能を求めるよりも、電話を使用する際の「即時性」やコードレス電話や携帯電話等に見られる「ワイヤレス」を求める回答が多い結果となった。「電話」という即時性を求められる用途には、パソコンの起動やヘッドセット装着など、電話を使用できる状態にするまでの準備に時間がかかる装置は適していないとの意見が多く、改善案として起動の速い PDA を使用する意見があがっている。ヘッドセットを使う代わりに「受話器型」や「携帯電話型」を提案した意見もあった。

(3) 横浜ネットライフリウムでの F.F.-VoIP 体験者の感想

3/13、3/14、3/15 に横浜で行われた「ネットライフリウム 2003」において、e! School 三鷹モデルのブースにおいて、「ネット de オリエンテーリング」という F.F.-VoIP を使用したイベントを行った。このイベントは5つの拠点にある Web カメラを「Web View」から操作して（F.F.機能）各所に貼り付けた文字を探し出し言葉にする、という内容である。さらに VoIP 機能を利用して東京大手町や三鷹市にいるスタッフに話しかけるとヒントを得ることが出来るシステムとした。対象者は子供から大人までとした。このイベントに参加された方々の F.F.-VoIP を使用した感想を以下に示す。

子供からの感想

カメラを遠隔操作出来るのは面白い

画面が全然動かなくなってしまった時、どうしていいか分からなかった

大人からの感想

こちらにカメラがあったらいつも覗かれているようで不安

誰がカメラを見ているか、分かるようにしてほしい

ヘッドセットを使うのが煩わしい

ファイルの転送機能がとても便利だと思った

相手の様子を見ながら電話をすることが出来、安心して話せる

声が小さくて聞こえない時に、チャット機能を使って相手に音量を上げてもらうようお願い出来て、とても便利だと思った

電話をかける為にパソコンを起動しなくてはならないことが面倒

一般電話や携帯電話にも電話をかける事が出来るようにしてほしい

通話料がかからないのがよい

声が遅れて聞こえる

結果

子供からは全体的に「楽しかった」という声が多く聞かれたが、パソコンのトラブルに遭遇した子供は自分でトラブルを回避する事が出来ず、スタッフの補助が必要であったことも事実であった。大人からの感想はカメラ機能に対する不安が見られた。「声が遅れて聞こえる」という感想は、隣に並んだ端末同士で VoIP 機能を試したことから出現した感想である。

(4) 三鷹市市職員への説明会

F.F.-VoIP 端末を設置する三鷹市の施設 7 拠点に勤務する職員へ説明会を行った。数名の職員の方々に実際に操作をしてもらった。その際の感想を以下に示す。

感想

映像の画面がとても綺麗

インターフェースが分かりやすいので、初心者でも使えそう

誰がカメラの映像を見ているか分からなくて不安である

資料等をカメラの前に映した時に文字まで良く見えるので資料の説明に使えそう

自分がどのように映っているのか画面に表示されて欲しい

電話がかかってきても気づかないかもしれない

パソコンはあまり詳しくないので、使えるか心配

結果

カメラで姿を見られる時の事を懸念している回答がいくつかみられた。また、パソコンを使用する事に対する不安も何人かから上がっていた。

考察

ユーザからの声を集めると大きく分けて、子供、大人といった年齢層によって要求する機能が異なっている事が分かった。子供はいろいろな機能を持った VoIP 機能を求めており、大人は一般の電話機の性能を求めている。

また、VoIP 機能や F.F.-VoIP 機能の利用用途によっても、機能の要求が異なっている事が分かった。

3.3.6.2.2 エンドユーザの年齢層ごとに本当に必要とする機能は何かを考える。またエンドユーザの年齢以外の原因で機能要望が異なる場合は、その項目ごとに分析を行う。

これまでのアンケート結果から、本当に必要な機能が年齢問わず一致する部分と年齢層ごとに異なる部分がある事が分かった。

年齢問わず改善要求があるのが「ヘッドセットの煩わしさからの開放」である。理由は2つ考えられる。1つ目はヘッドセットを普段使い慣れていない事、2つ目はパソコンと身体の頭部分がケーブルで繋がった状態では身動きしにくい事である。

年齢層ごとに必要となる機能について以下に述べる。

子供

- 簡単な操作方法を持つこと
- 親しみやすいインターフェースを持つこと

大人

- 一般電話に取って代わる電話の機能を求めている
- 即時性
- 携帯性
- 安価であること

家庭で使用を試みた e-モニタからの意見が「電話」機能に集中している原因としては、*章*項でも書いているが、ネットフォンをゆっくり使用する時間がなかったこと、ネットフォンを使用する相手がないことが理由で Web カメラ機能、チャット機能や、ファイル転送機能、インターネット電話帳などパソコンで使用する事で真価を発揮する付加機能まで使用することが出来ていない現状がある。

高齢者

- 機能を限定した専用機
- 簡単な操作方法

次に、VoIP 機能や F.F.-VoIP 機能の利用用途によって異なる機能の要求の点について述べる。

- 一般電話の代わりとして主に使用する「電話」機能を求めるのであれば、即時性に対応出来る端末形態が要求される。
- 電話では実現出来ていない機能を組み込んだ使用方法であるチャットや、ファイル転送を利用するためには、パソコン上で VoIP または F.F.-VoIP を利用すること

が要求される。

3.3.6.2.3 年齢層ごとに、本来あるべき端末の姿を検討

(1) 子供

- ニックネームで電話がかけられる
- 電話だけではなく、付加機能をつけることが出来るある程度融通のきく端末
- 携帯性に優れた小さな端末

(2) 大人

- 携帯性に優れた小さな端末
- 無線のヘッドセットを使用
- 通話料が殆どかからない
- 端末の価格が安い

(3) 高齢者

- 一般回線用の電話機と殆ど同じ操作性で、VoIP を実現する。
- カメラ部分も本体に組み込み、ケーブルの配線はほとんどない状態。

3.3.6.2.4 具体的な実現に向けての技術的な問題点の整理

一般回線の代わりに VoIP 端末を使用するとなると、いくつか問題が挙げられる。

(1) 緊急時の対応範囲

一般回線には DC48V の電気が流されており電話機はその給電を利用することで通話が可能である。よって、停電時でも通話可能で、災害を含めた緊急時の連絡にも使う事が出来る。しかし、VoIP 端末はネットワークに接続している。ネットワークでは、各ネットワーク機器の構造が一樣でないことから、一般に給電を行っていない。よって、端末とその周辺が停電になると、通話が出来なくなってしまう。この対策として、端末に対する給電機能を備えた緊急対応用機能を配備することが必要となる。

また、110 番や 119 番へ純粋な VoIP の環境であると電話をかけることが出来ない問題もある。

(2) 端末が高価であること

テレビ電話専用機の価格が、5 万円から 8 万円しているが、この価格では消費者の購入意欲はわからない。

F.F.-VoIP の機能に限定して 1~2 万円程度、ランニングコストが現在の一般電話よりかからない状態にすることが出来れば 3 万円程度でユーザ数が少々増える可能性が出てくると思う。

(3) ワイヤレス機能の限界

ワイヤレスを実現する技術が複数存在している為、電波の干渉を受けないような設計が必要である。

3.3.6.2.5 通信機器メーカーとの連携

YAMAHA ブロードバンドルータ RT-56v を使用して、現システムに組み込むと想定し、試験用 VoIP ソフトを用いてアナログ電話及び PDA で 1 対 1 の接続試験を試みた。

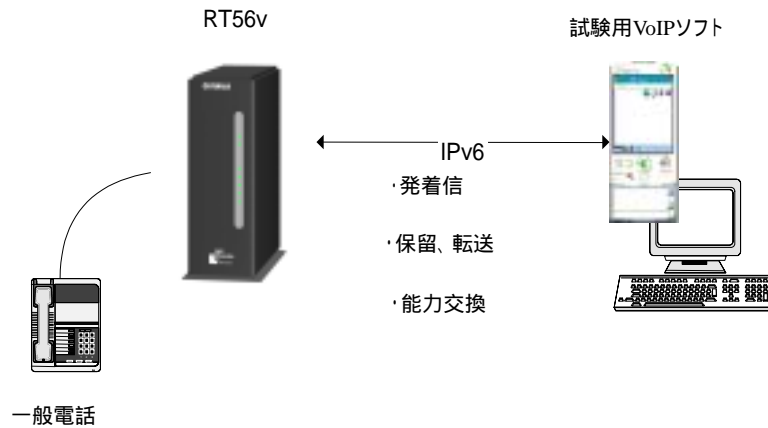


図 3.3. 32 YAMAHA RT-56v と試験用 VoIP ソフトの通信イメージ

(1) RT56v から試験用 VoIP ソフトへの発信の結果

- UA1 = RT56 v
- UA2=試験用 VoIP ソフト
-

表 3.3. 14 RT56 v から VoIP ソフトへの発信結果

接続図式	実験確認項目	結果	備考
UA1>>発信>>UA2 UA2>> 着 信 応 答 >>UA1 UA1>>切断>>UA2	UA1 から発信し、UA2 に着信し正常に呼接続が行なえること。発呼側から正常に切断処理が行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>> 着 信 応 答 >>UA1 UA2>>切断>>UA1	UA1 から発信し、UA2 に着信し正常に呼接続が行なえること。発呼側から正常に切断処理が行なえること。	OK	

UA1>>発信>>UA2 UA1>>発信取り消し >>UA2	UA1 から発信し、UA2 の 着信前（オフフック前） に UA1 から発信取り消し を行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>> 着 信 拒 否 >>UA1	UA1 から発信し、UA2 か ら着信拒否が行なえる こと。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>>ビジー>>UA1	通話中の UA2 に対して、 UA1 から発信を行ない正 常にビジー処理が行な われること。	OK	
UA1>>保留>>UA2 UA1>> 保 留 解 除 >>UA2	通話状態で、UA1 から保 留(a=sendonly 方式)を 行なえること。 また保留解除も正常に 行なえること。	(N/A)	RT56v に保留機能なし
UA1>>保留>>UA2 UA1>> 保 留 解 除 >>UA2	通話状態で、UA1 から保 留(c=0.0.0.0 方式)を行 なえること。 また保留解除も正常に 行なえること。	(N/A)	RT56v に保留機能なし
UA1>>発信>>UA2 UA2>> 着 信 応 答 >>UA1 UA1>>切断>>UA2	接続後、3 分以上通話が 持続できること。	OK	
同上	お互いの音声を聞き取 れること。	OK	
同上	人感覚で遅延時間が長 すぎないこと。	OK	
同上	音声以外のメディア機 能をもつ UA と接続する 場合、正常な能力交換を 行なえること。	(N/A)	RT56v に音声以外のメ ディア機能なし
同上	SessionTimer 機能が正 常に機能すること。	OK	

	Timer を 30 秒に設定し、対向 UA マシンの LAN ケーブルを外す。30 秒後に自動的に呼が切れること。		
同上	UA1 と UA2 が同時に発信した場合。	OK	

(2) 試験用 VoIP ソフトから RT56 v への発信の結果

- UA1 = 試験用 VoIP ソフト
- UA2=RT56 v

表 3.3. 15 試験用 VoIP ソフトから RT56 v への発信の結果

接続図式	実験確認項目	結果	備考
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信応答>>UA1 UA1>>切断>>UA2	UA1 から発信し、UA2 に着信し正常に呼接続が行なえること。発呼側から正常に切断処理が行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信応答>>UA1 UA2>>切断>>UA1	UA1 から発信し、UA2 に着信し正常に呼接続が行なえること。発呼側から正常に切断処理が行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA1>>発信取り消し>>UA2	UA1 から発信し、UA2 の着信前（オフフック前）に UA1 から発信取り消しを行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信拒否>>UA1	UA1 から発信し、UA2 から着信拒否が行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>>ビジー>>UA1	通話中の UA2 に対して、UA1 から発信を行ない正	OK	RT56v はビジーを返さず、UA1 が INVITE

	常にビジー処理が行なわれること。		タイムアウトでCANCELを発行する。
UA1>>保留>>UA2 UA1>>保留解除>>UA2	通話状態で、UA1 から保留(a=sendonly 方式)を行なえること。 また保留解除も正常に行なえること。	NG	RT56 v は re-INVITE の正しい応答を返さない。ボディなしの応答を返す。
UA1>>保留>>UA2 UA1>>保留解除>>UA2	通話状態で、UA1 から保留(c=0.0.0.0 方式)を行なえること。 また保留解除も正常に行なえること。	NG	c=IN IP4 0.0.0.0 形式のIPv6表現の定義がないため、基本的にIPv6上で旧形式の保留はできない。
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信応答>>UA1 UA1>>切断>>UA2	接続後、3 分以上通話が持続できること。		RT56v-Soft の実験結果を参照のこと。
同上	お互いの音声を聞き取れること。		RT56v-Soft の実験結果を参照のこと。
同上	人感覚で遅延時間が長すぎないこと。		RT56v-Soft の実験結果を参照のこと。
同上	音声以外のメディア機能をもつ UA と接続する場合、正常な能力交換を行なえること。	NG	RT56 v は正しい SDP アンサーを返さない。音声以外のメディア記述を記述しない。
同上	SessionTimer 機能が正常に機能すること。Timer を 30 秒に設定し、対向 UA マシンの LAN ケーブルを外す。30 秒後に自動的に呼が切れること。	OK	Session-Expire が必要
同上	UA1 と UA2 が同時に発信した場合。		RT56v-Soft の実験結果を参照のこと。

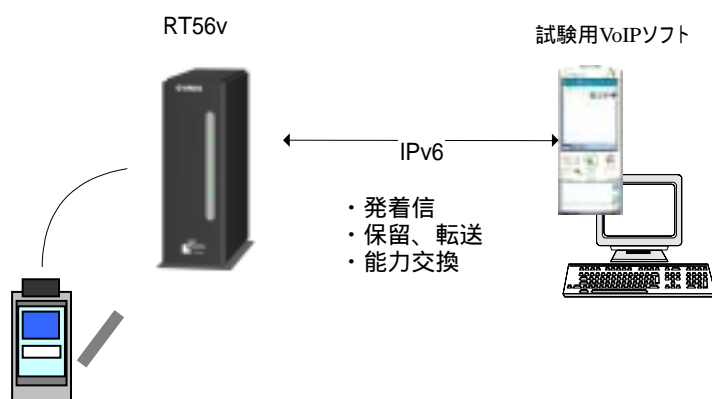


図 3.3. 33 YAMAHA RT-56v と試験用 VoIP ソフトの通信イメージ

(3) PDA から試験用 VoIP ソフトへの発信の結果

- UA1 = PDA(Sharp Zaurus SL-C700)
- UA2=試験用 VoIP ソフト

表 3.3. 16 PDA から試験用 VoIP ソフトへの発信の結果

接続図式	実験確認項目	結果	備考
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信応答>>UA1 UA1>>切断>>UA2	UA1 から発信し、UA2 に着信し正常に呼接続が行なえること。発呼側から正常に切断処理が行なえること。	受信側にて 3 秒程度の遅延が発生	送信端末側の送信間隔を変更して PDA 側の受信遅延は解消
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信応答>>UA1 UA2>>切断>>UA1	UA1 から発信し、UA2 に着信し正常に呼接続が行なえること。発呼側から正常に切断処理が行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA1>>発信取り消し>>UA2	UA1 から発信し、UA2 の着信前（オフフック前）に UA1 から発信取り消しを行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信拒否>>UA1	UA1 から発信し、UA2 から着信拒否が行なえる	OK	

	こと。		
UA1>>発信>>UA2 UA2>>ビジー>>UA1	通話中の UA2 に対して、 UA1 から発信を行ない正 常にビジー処理が行な われること。	OK	

(4) 試験用 VoIP ソフトから PDA への発信の結果

- UA1 =試験用 VoIP ソフト
- UA2= PDA(Sharp Zaurus SL-C700)

表 3.3. 17 試験用 VoIP ソフトから PDA への発信の結果

接続図式	実験確認項目	結果	備考
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信応答>>UA1 UA1>>切断>>UA2	UA1 から発信し、UA2 に着信し正常に呼接 続が行なえること。発 呼側から正常に切断 処理が行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信応答>>UA1 UA2>>切断>>UA1	UA1 から発信し、UA2 に着信し正常に呼接 続が行なえること。発 呼側から正常に切断 処理が行なえること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA1>>発信取り消し >>UA2	UA1 から発信し、UA2 の着信前(オフフック 前)に UA1 から発信取 り消しを行なえるこ と。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>>着信拒否>>UA1	UA1 から発信し、UA2 から着信拒否が行な えること。	OK	
UA1>>発信>>UA2 UA2>>ビジー>>UA1	通話中の UA2 に対し て、UA1 から発信を行 ない正常にビジー処 理が行なわれること。	OK	

3.3.6.2.6 将来的に現 VoIP システムが他 SIP ドメインと接続をし、相互に VoIP にて通信が出来るようになると想定すると、VoIP システム/サービス間の接続には、共通のアドレス解決方法(電話番号やニックネームから IPv6 アドレスへの変換方法)が必要となる。

現行の VoIP や IP 電話機は、SIP シグナリングで通話を行なうが、アドレス解決は LDAP ディレクトリサーバで行う。RT56v は SIP によるアドレス解決を行なうため、直ちに現行システムには組み込むことはできない。

この問題を解決するには、共通のシグナリング/アドレス解決方式をシステムに実装することで、VoIP 端末同士、他システム間の接続を実現することができる。

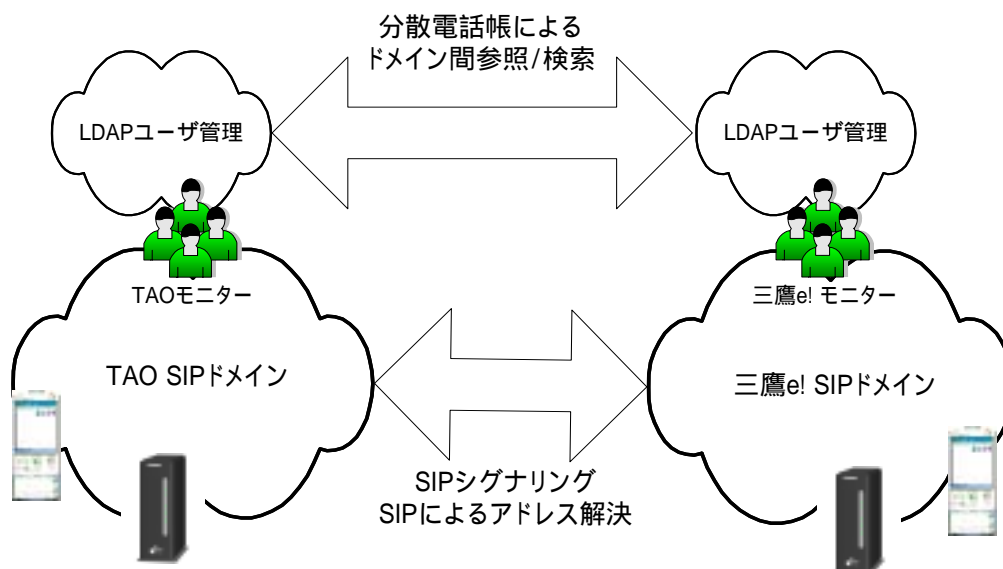


図 3.3. 34 SIP ドメイン間の通信イメージ

3.3.6.2.7 効果的な検証を繰り返す

(1)

これまでのアンケート結果や検討項目から、各年齢層に合った端末形態が見えてきた。本来であれば、さらにアンケート等を繰り返し行い理想端末を追求するべきであったが、F.F.-VoIP 端末にセキュリティ機能を追加する IPsec 装置の調整がなかなか進まず、エンドユーザに使用してもらった時間があまりとれなかった。そこで、一般論として、F.F.-VoIP よりも以前に開発されていたテレビ電話と比較しユーザに適した端末形態を探る。

(2)

まず、パソコン端末で F.F. -VoIP 機能を実現した際の問題点を考える。第一に、F.F. -VoIP 機能を使用するまでの準備の時間がある程度かかることである。一般家庭で、常にパソコンの電源を入れておく家庭は殆どないと思われるため、パソコンの電源を入れ、WindowsXP が起動するまでに、平均約 1 分の時間がかかる。その後、アイコンを 2 つクリックし、F.F. -VoIP 機能が使える状態になる。

この実験で使用した F.F. -VoIP を実現するシステムでは WindowsXP のパソコン上で Canon 社製「Web View」とソフトフロント社「ネットフォン」を起動し、2 つのソフトを同時に使用している。別の機能を持つ 2 つのソフトを同時に動作させる事が出来る点では、パソコンが様々な機能を実現可能であるという多様性を活かした活用方法の一つであるが、ユーザが F.F. -VoIP という一つの機能を使用するに当たって 2 つのアイコンをクリックすることがユーザビリティに優れているとは言い難い。

第二に Web カメラと VoIP 機能が連動していないため、VoIP 機能で話している相手とは違う場所のカメラ映像を映し出してしまいう事も考えられる。

一般的な固定テレビ電話の機能としては、電話で相手と通話が出来た直後、または、ボタンを押す程度の簡単な作業をするだけで相手の顔が画面上に表示される。

• A 社の卓上テレビ電話



音声電話のかけ方

通常の電話と同じ。

テレビ電話のかけ方

テレビ電話機の電源スイッチを入れる

受話器を取ると自分の映像が液晶に表示される

テレビ電話通話が可能な相手に電話をかける

通話完了後、自分、もしくは相手が電話機のカーソルパネルの下のスタートボタンを押す事によって映像の送信が開始される

20~30 秒内にテレビ電話の接続が確立する。

図 3.3. 35 A 社の卓上テレビ電話

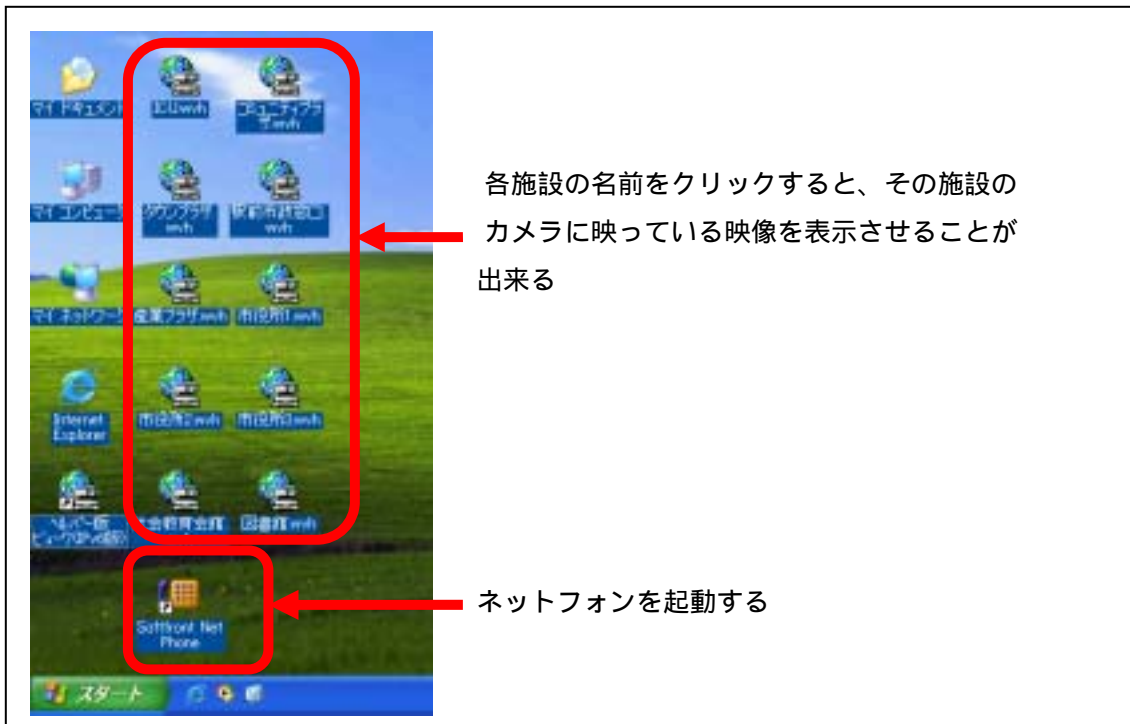


図 3.3. 36 F.F.-VoIP の起動方法



図 3.3. 37 F.F.-VoIP 利用時のデスクトップ

第三に、携帯性、移動性の問題である。今回の実験で使用した F.F.-VoIP 用のパソコン端末はデスクトップパソコンであり、持ち歩いたり、家の中で好きな場所に移動することは困難である。また、VoIP 用端末として使用している B5 サイズノート型パソコンはパソコンの中ではサイズが小さく、軽い、といった比較的携帯性にすぐれている機種ではあるが、やはり PDA や携帯電話と比較すると携帯性において優れているとは言い難い。

最近では、テレビ電話の機能付きの携帯電話も登場し、市場においてある程度の需要はあるようだ。また、PDA 等の携帯端末での IP 電話もサービスが開始されているところが多い。

パソコン端末で F.F.-VoIP 機能を使用することの不利な点を述べてきたが、利点はどこにあるのだろうか。

専用端末型のテレビ電話があまり普及していないがその理由を考えると回答が導き出される。その理由は2つ考えられる。

- 端末価格が高い

1 台の端末価格が 5 万円から 8 万円である。

(ISDN 専用端末

http://www.ntt-east.co.jp/ced/goods/shop_tvphone.html 参照)

- 端末を所有しているユーザが少なく、テレビ電話でお互いに通話できる相手がいない。

それに比べると、パソコンをすでに所有しているユーザは数多く存在する。そこにカメラとソフトで約 1 万円程度の経費はかかるが、パソコン上での F.F.-VoIP 環境が整う。

(3) 考察

F.F.-VoIP をパソコン端末で使用するほうが良いか、専用端末で使用するほうが良いかはそれぞれに利点があるため、一概には言えない。どちらか片方に統一することも現状では難しい。パソコン端末と専用端末と、共用する方向が望ましい。

3.3.7 無線 LAN 機器との融合と将来型 VoIP 端末のあり方の検討

3.3.7.1 概要

高速無線 LAN の検証において、一部、対象の学校や学区内で、無線 LAN 端末と VoIP 機能を組み合わせた検証を行うが、その中から、現在の一般電話網におけるコードレス電話機や構内 PHS 端末に代わるべき端末はどのような端末であるのかを検討する。

3.3.7.2 検討ステップ

3.3.7.2.1 (1)及び(2)の技術的な検証を十分行う。

3.3.7.2.2 アンケートやモニター集会等を通して、色々な意見をまとめる。

無線 LAN カードを搭載したパソコンで VoIP 機能を利用する場合と、コードレス電話や PHS で電話をかける場合を比較し、便利な点、不便な点をまとめる。

第三小学校にて無線 LAN 環境で「ネットフォン」を使用した感想や意見を聞いた。その中からコードレス電話や PHS と VoIP 端末との関係のある項目と回答を以下に示す。

普通の電話と比べて、声はよく聞こえましたか？

- 「普通だった」・・・50%
 - 「普通の電話の方がよい」・・・50%
- 「こんなことができたら良いな」と思う機能があったら書いてください。
- 腕時計式の電話が欲しい。もっと軽いもの

結果

コードレス電話とノートパソコンを比較するとやはり大きさの違いは明らかであり、携帯性に優れた端末が良い、という回答には頷ける。今回のアンケートは対象が子供であったため、あまり料金等への感心がなかった。

多くのアンケートのデータを収集し、さらに様々な意見を取り入れて検討する必要があったが、今年度は時間がなかったため実現できなかった。

3.3.7.2.3 無線 LAN 機器の動作と VoIP 機能、F.F.機能の関係を整理する。

ここでは、無線 LAN 機器の通信速度を変化させ、VoIP 機能、F.F.機能の状況がどのように変化するか実証実験を行い、無線 LAN 機器の動作と VoIP 機能、F.F.機能の関係を整理する。

(1) 実証実験は、NTT コミュニケーションズ大手町ビル 4F フロアにておこなった。実験を実施した環境を図 3.3.38 に示す。

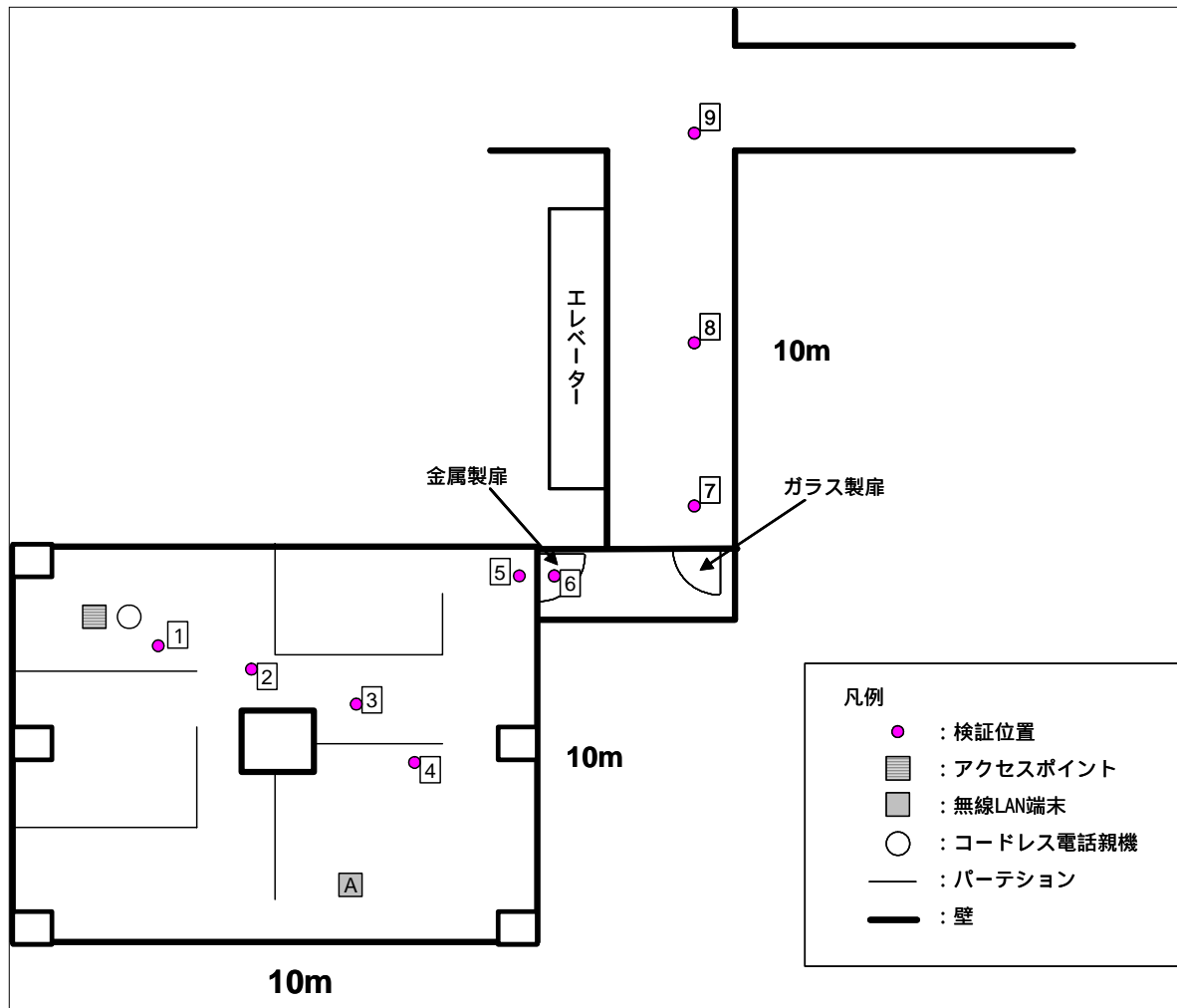


図 3.3. 38 フロア図面 1

4F フロアにある一角にアクセスポイント、無線 LAN 端末(A)を設置し、無線 LAN 端末 (B) を移動させ、上記図にある検証位置にて通信速度、VoIP 機能の音質、F.F. 機能の画像品質を検証した。4F フロアの壁以外のパーティションは天井から約 1m ほど開いている。

なお、通信速度の測定には NetMi NT Ver.1.12 を使用した。左記アプリケーション画面を図 3.3.39 に示す。

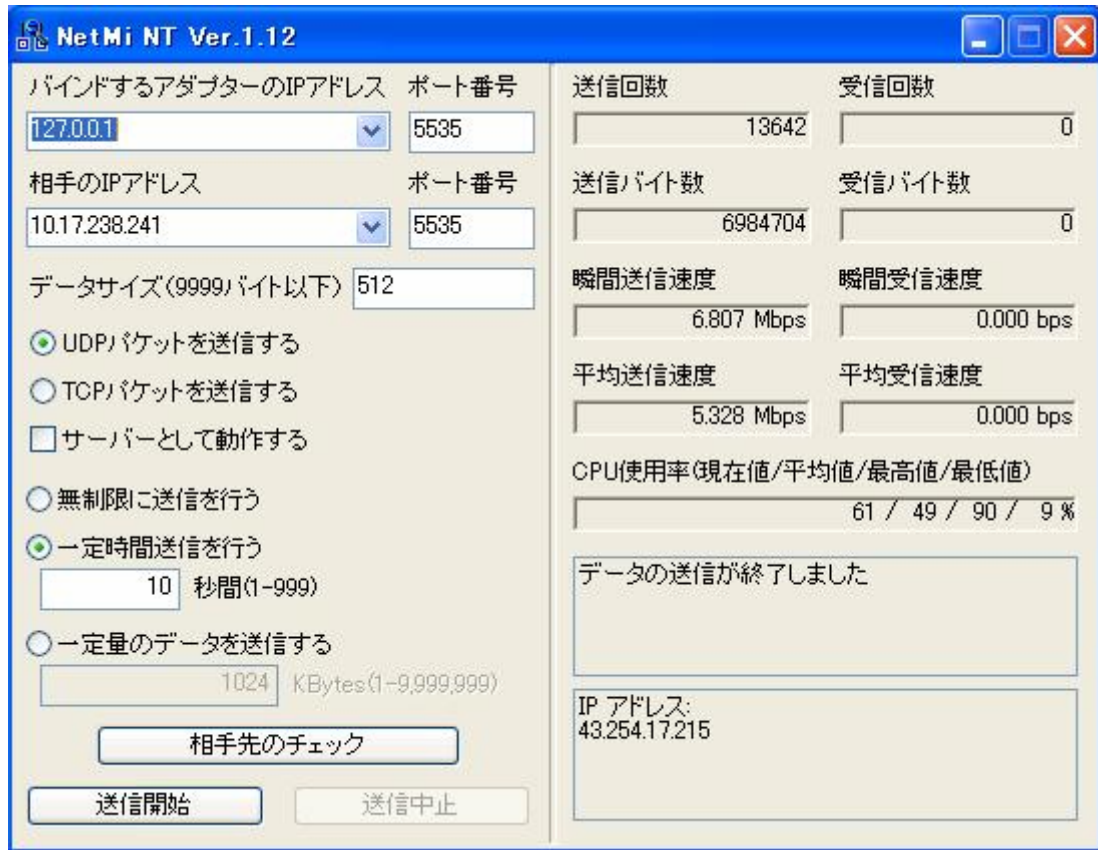


図 3.3.39 NetMi NT Ver.1.12 画面

実証実験で得られた結果を表 3.3.18 に示す。

表 3.3. 18 スループットと F.F.-VoIP の関係

検証位置	速度 (Mbps)	音声品質	画像品質
1 (1m)	5.328		
2 (3m)	4.038		
3 (5m)	3.661		
4 (7m)	3.308		
5 (10m・部屋内)	2.813		
6 (10m・部屋外)	2.04		
7 (13m)	2.04		
8 (17m)	0.695		
9 (20m)	0.222	×	×
: 音質クリア / 画像正常			
: 音質低下(声がこもる) / 画像多少コマ落ち			
× : 通話不通 / 画像ひどくコマ落ち			

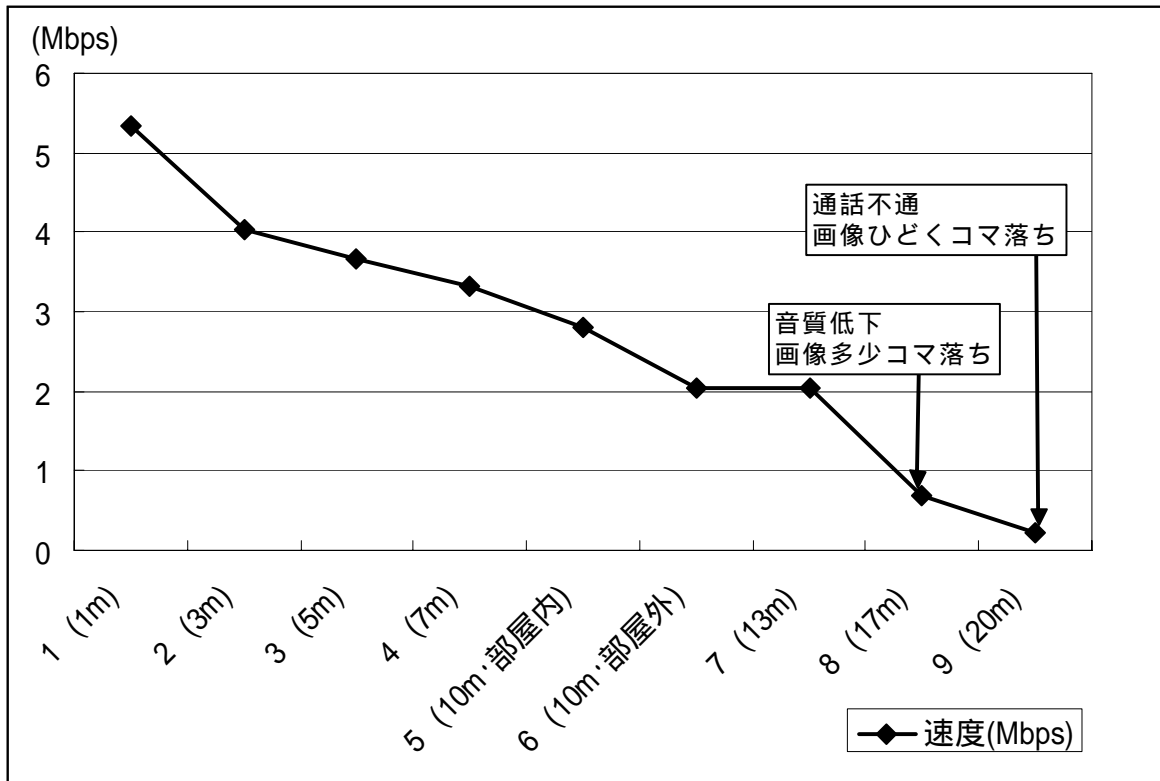


図 3.3.40 無線と F.F.-VoIP の関係

実験結果を示したデータから、アクセスポイントから距離が離れるにつれ、徐々に通信速度が低下していることがわかる。各検証位置での音声・画像品質については、検証位置 7 (13m) までは正常に動作しているが、検証位置 8 (17m) で品質が低下、検証位置 9 (20m) にて VoIP 機能も F.F. 機能も使用出来ない程度まで品質が落ちた。

今回の実証実験の結果から、2Mbps 程度の通信速度があれば、VoIP 機能、F.F. 機能を正常に使用でき、また、それ以上の通信速度を保っていれば、通信速度の低下によって、音声・画像品質が影響を受けることはないことがわかった。

3.3.7.2.4 性能面、経済性、可搬性、強度、耐久性、適用範囲等、色々な観点から検討。

上記ウの検証結果を踏まえ、主に一般家庭で使用されているコードレス電話機と無線 LAN 端末での VoIP の比較検討を行う。

(1) 性能面

まずは、電話の機能として会話をする性能を比較する。

アンケートの結果を参照すると、パソコンにヘッドセットを接続して VoIP を使用した時、音声の品質としては一般電話の方が良いという回答と、普通だったという回答が半分ずつであった。携帯電話よりも品質が良いという声もあり、この実験の

VoIP 端末では一般回線よりも少々劣るかもしれないが、通話には問題がない品質であるという事になる。

次に、電波の届く距離を比較した。

前検討ステップの図 3.3.38 のアクセスポイントのある地点に、コードレス電話の親機を置き、検証位置 1 ~ 9 で実際に会話をを行い、音質がどのように変化をするかを確認した。

結果は、無線 LAN 端末は検証位置 9 で全く会話が出来なくなったのに対し、コードレス電話は検証位置 8 で会話が成立しなくなった。

無線 LAN パソコン端末の VoIP はアクセスポイントから距離が離れて行くに従って、音声がかもるようになり音質が悪くなる様子が分かった。最後は無音状態になり、全く音声が聞こえなくなった。

コードレス電話はアクセスポイントから離れていくに従ってだんだん耳障りな雑音が入り、最後には雑音のみで全く会話が成り立たなくなった。

今回の実験では、電波の届く距離の性能としては、IEEE802.11g の無線 LAN カードの方が優位である結果が出た。しかし、無線 LAN のパソコンの端末の方が遠くまで届いたといっても、誤差の範囲である可能性が高いため、大きな違いは見られなかったといった程度ではないかと思われる。

(2) 経済性

コードレス電話の価格と IEEE802.11g の無線 LAN カードを接続したパソコン端末の価格を比較する。

本体の価格を比較すると、明らかに無線 LAN カードを増設したパソコン端末のほうが料金がかかる。しかし、パソコンは電話専用機器ではないことを考えると単純な比較対象にはならない。

次に、通話にかかるコストだが、VoIP はブロードバンド環境が必要である為 ADSL や光ファイバーの環境を整える費用が必要となる。そのかわり、同じ IP 電話のシステムを使用している端末同士は通話料が無料である。一般回線の電話番号に電話をかけることが出来る IP 電話サービスでも、一般回線から電話をかけるよりも安い通話料で通話することが出来る場合が多い。それに比べて、一般電話は常に通話料が必要となる。

最近では、IP 電話サービスを行っている通信業者が相互で通話実験を開始したというニュースもあり、VoIP で通話が無料になるユーザ範囲がこれからも広がっていく可能性がある。

(<http://ascii24.com/news/i/serv/article/2003/02/13/641794-000.html> 参照)

(3) 可搬性

家の中で電話を使用する限りで考えると、可搬性に優れているのはコードレス電話である。しかし、家の外に出ると親機とセットのコードレス子機は全く使用出来なくなる。

無線 LAN パソコンは、無線のアクセスポイントがある HotSpot 等を利用すれば、家から離れても電話を使用することが出来る。

一般回線の電話機がコードレス電話になってから約 15 年が経過しているが、コードレス電話、携帯電話に慣れた現代で電話機能を使用する為だけにパソコンを持ち運ぶ事は考えにくい。

(4) 強度

パソコンは精密機械である。ショックに弱く、液晶ディスプレイ等は割れやすい。それに比べ、コードレス電話は家電製品である為、ある程度の耐性を備えている。

(5) 適用範囲

無線 LAN パソコン端末での VoIP では文字チャット、ファイル転送機能等のパソコンの多様性を活かした付加機能を持つことで、「電話」という機能だけに限らず多くの便利な機能を追加できる事が特徴となる。通常的一般電話では、電話帳を利用しようとした時、0 から電話番号を登録しなくてはならない。パソコン上でソフトウェア的に VoIP を動作させた場合は、電話番号を覚えていなくてもインターネット電話帳に登録してあるニックネームだけで電話が出来たり、自分だけの電話帳を作ったりすることも出来る。

このような、複数の機能を搭載するためには、電話専用機ではボタンを数多くつける事になったり、一つのボタンにいくつもの機能を割り当てる仕様になってしまう。便利な機能を追加したのに、エンドユーザの立場から考えるとかえって複雑な印象を与えてしまう事になる。

(6) バッテリ駆動時間

バッテリ駆動時間を以下の表 3.3.19 に表した。参考に携帯電話の時間も比較をした。

表 3.3. 19 バッテリ駆動時間比較

状態	ワイヤレス電話 (S 社製品)	無線 LAN パソコン端 末 (ThinkPad X24)	携帯電話 (S 社製品)
待受時	約 200 時間	最大 4.1 時間	約 300 時間
通話時	約 6 時間		約 110 分

明らかにパソコン端末のバッテリー駆動時間が短い。最大 4.1 時間と表示しているが、PC カードタイプの無線 LAN カードを使用する為、使用可能な時間はさらに短くなる。実機で検証したところ、無線 LAN 機能を使用し続けると 3 時間でバッテリーが切れてしまった。

以上 6 点の観点から検討した結果、電話を使用するのであれば、コスト以外の面では電話専用機を使用したほうが合理的であることが分かる。そして、文字チャットやファイル転送、インターネットでホームページを見ながら VoIP で電話をする、という複合的な使用をする場合は、無線 LAN パソコン端末で VoIP を使用するほうが便利である。

学校教育の場面では、海外の人々との国際交流に VoIP を活用する等、新しい学習の手段になりうる。通話費用が殆どかからないことが利点であり、無線 LAN パソコン端末であれば共通のホームページを見ながら会話をする事が出来るので、情報の共有も簡単に図る事ができる点で優れている。

3.3.7.2.5 具体的な実現に向けての技術的な問題点の整理。

今回実験に使用した IEEE802.11g で、家庭内や学校内においては高速無線 LAN ネットワークを実現することが出来た。家庭内で高速無線 LAN を使用して家庭学習を行ったり、学校内で高速無線 LAN 環境でインターネットに接続し、調べ学習をするなど IT を使用した学習に有効な環境をもたらすことが出来た。

IT 技術を使用してさらに有効な学習の場を広げるためには、屋外での無線 LAN 利用を可能にするユビキタスネットワークの実現であると考える。

しかし、ユビキタスネットワークを実現するためには、現存する無線 LAN の規格では、電波の届く範囲が比較的狭いため、携帯電話や PHS のように電波が届く範囲が広く、複数の地域で電話やインターネットが使えるようにするためには、アクセスポイントを無

数に配置しなくてはならず、かなり困難な状況である。

3.3.7.2.6 具体的な将来型 VoIP 端末のあるべき姿を創造。

(1) 理想の VoIP 端末を追求すると以下の項目をあげることが出来る。

- どこでも無線の電波が届く
- 通信速度が速い
- 使用料金が安い
- 携帯性に優れている
- バッテリーの持ちがよい
- 通話の音質が良い

上記にあげた、「どこでも電波が届く」「通信速度が速い」は無線 LAN の機能に関する項目である。そこで、第 4 世代移動通信システム「4G」の実現に大きな期待がかかる。

「4G」の特徴と言われている項目を以下にあげる。

- 新たな周波数帯による 100Mbps 級の高速伝送サービス
- IPv6 に対応し、「ALL IP」の実現
- 複数の通信インフラが融合したネットワーク

通信速度の高速性や、グローバルネットワークアドレスを各端末が保有可能な IPv6 に対応する事等、VoIP 端末に必要なネットワーク環境を提供するのに適した規格になる可能性が高い。先頃、NTT ドコモが下り 100Mbps の 4G 無線アクセス実験に成功したというニュースがあった

(<http://www.hotwired.co.jp/news/news/technology/story/20021010301.html>

参照)。このニュースからも分かるように日本は積極的に「4G」の推進に取り組んでいる。しかし、欧州では ITU が 2010 年から 2015 年を目処に目指してきた「4G」の導入を 5 年ほど遅らせようという動きもある。

(2) VoIP 端末としては PDA を使用すると携帯性にも優れ、端末の多様性を持った環境で IP 電話を使用できる可能性がある。

PDA でメールを送受信し、その内容を見ながらメールに書かれていた VoIP の番号に電話をかける事が出来るとよい。わざわざ携帯電話に番号を入力する必要もなく、アドレス帳の完全一括管理が出来る。電話で話しながらメモを取る事も可能であろう。

また、PDA に GPS 機能を組み込み、VoIP と組み合わせて電話の相手の場所を即座

に知ることが出来れば、親子の連絡にも、待ち合わせ等にも便利である。

将来は、以上のような VoIP 端末となるべきである。これらを実現するのが、2005 年に世界最先端な IT 国家を目指す日本として取り組むべき姿である。

以上を検証することにより、トータル的な QoS 制御の方式の確立や、パソコン端末の適用領域と将来型端末のあり方が検証でき、今後、VoIP 分野でビジネス化を予定している通信業者の企業活動を活性化させ、さらに既存の通信業者との競争をよい意味で促進して、将来の電話の姿を創造するシステムモデルの検討が可能となる。