

学内 LAN を利用した構内 IP 電話網の構築

学術情報部共同教育研究課 須藤 勝弘

stowe@cc.hirosaki-u.ac.jp

総合情報処理センター 佐藤 友暁

tsato@cc.hirosaki-u.ac.jp

学術情報部共同教育研究課 小倉 広実

ogura@cc.hirosaki-u.ac.jp

1. はじめに

近年、内線電話網のTCP/IP化について、企業や自治体での導入例を見聞きすることが多くなってきた。そこで、研究室、事務室など本学におけるTCP/IP接続の電話機の利用について検討を行うため、Linuxサーバを用いて電話交換装置を構築し、IP電話の接続を行ったので本稿にて報告を行う。

2. Asteriskを用いたIP-PBXシステムの構築

TCP/IPによって通話等を行う電話機や電話機能を実現するソフトウェア、ハードウェアをIP電話、IP接続の回線交換装置およびソフトウェアをIP-PBX (Internet Protocol Private Branch eXchange) と呼ぶ。本研究開発テーマでは、主にLinux上で動作するオープンソースソフトウェアであるAsteriskを使用してIP-PBXシステムを構築した。また、学内の内線電話網との接続をアナログ回線経由で行うためのソフトウェアとして、Asteriskの関連ソフトウェアであるDAHDI (Digium Asterisk Hardware Device Interface)、ハードウェアとして、FXO (Foreign eXchange Office) インターフェースカードを使用した。FXOはFXS (Foreign eXchange Subscriber) と対をなすもので、アナログ電話機の電話回線接続口をFXO、アナログ電話交換機側の接続口をFXSと呼ぶ。図1は今回使用したFXOインターフェースカードである。このカードは、1回線のアナログ回線を収容できるものであり、このカードをLinux PCのPCIバスに接続した。

Asteriskを用いたサーバを構築するあたり、Linuxディストリビューションの選定を行ったが、選定の基準として、Asteriskおよび関連ソフトウェアがバイナリのパッケージとして導入可能であり、OSのセキュリティアップデートによってAsterisk等のアップデートも行われることを考慮した。表1に今回構築したLinux PCを示す。

PC-1 で使用したUbuntu Linuxでは、AsteriskおよびDAHDI関連のソフトウェアが標準で設定されるパッケージ管理のリポジトリに含まれており、apt-get install コマンドを実行することで必要なソフトウェアを導入することができた。ただし、使用したUbuntu Linuxでは、kernelのアップデートを行うとDAHDIが起動しなくなる不具合が発生するようなので注意が必要である。不具合は、root権限で以下のコマンドを実行し、パッケージの再構築を行うことで解消された。

aptitude reinstall dahdi-dkms

PC-2 で使用した CentOS では、標準で設定されるパッケージ管理のリポジトリには Asterisk、DAHDI は含まれていないが、両ソフトウェアの提供元から CentOS 5 用のリポジトリが提供されており、以下の設定ファイルを配置することにより、yum コマンドを用いて Asterisk、DAHDI の導入および更新が可能となった（参考文献等（1））。

/etc/yum.repos.d/centos-asterisk.repo に以下の内容を記述する。

[asterisk-tested]

name=CentOS-\$releasever - Asterisk - Tested

baseurl=http://packages.asterisk.org/centos/\$releasever/tested/\$basearch/

enabled=0

gpgcheck=0

#gpgkey=http://packages.asterisk.org/RPM-GPG-KEY-Digium

[asterisk-current]

name=CentOS-\$releasever - Asterisk - Current

baseurl=http://packages.asterisk.org/centos/\$releasever/current/\$basearch/

enabled=1

gpgcheck=0

#gpgkey=http://packages.asterisk.org/RPM-GPG-KEY-Digium

/etc/yum.repos.d/centos-digium.repo" に以下の内容を記述する。

[digium-tested]

name=CentOS-\$releasever - Digium - Tested

baseurl=http://packages.digium.com/centos/\$releasever/tested/\$basearch/

enabled=0

gpgcheck=0

#gpgkey=http://packages.digium.com/RPM-GPG-KEY-Digium

[digium-current]

name=CentOS-\$releasever - Digium - Current

baseurl=http://packages.digium.com/centos/\$releasever/current/\$basearch/

enabled=1

gpgcheck=0

#gpgkey=http://packages.digium.com/RPM-GPG-KEY-Digium

PC-1 と PC-2 では、Linux ディストリビューション、導入された Asterisk のバージョンが異なるが、今回検証を行った範囲では、IP-PBX の構築に関連する設定、動作に違いはなかった。

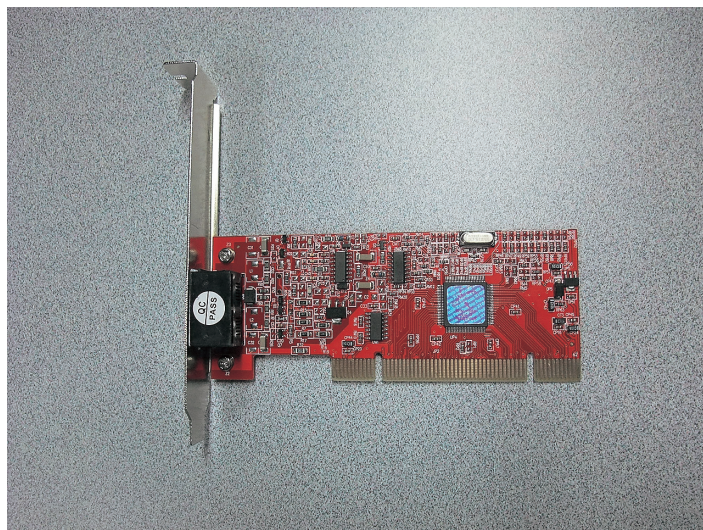


図 1 PCI接続FXO カード

表 1 Asterisk を導入したサーバ

	CPU	RAM	OS	Asterisk バージョン
PC-1	Celeron 1.2GHz	512MB	Ubuntu 10.04.3 LTS	1.6.2.5
PC-2	Athlon XP 2100+	1GB	CentOS release 5.7	1.8.8.2

3. SIP とコーデック

電話での受話器を上げてから通話を行い、切断するまでの一連の手続きは、呼制御プロトコルやシグナリングプロトコルと呼ばれている。Asterisk は、IP 電話で使用する呼制御プロトコルとして、SIP (Session Initiation Protocol)、H.323、MGCP など複数のプロトコルに対応しているが、今回は、調査した範囲で最も多くの IP 電話が対応していた SIP を利用した。また、IP 電話の通話において、音声の符号化および複合化を行う方式である音声コーデックとして、G.711 μ -law、G.711 A-law、GSM を使用可能とした。さらに、Asterisk は、音声による通話だけでなく、ビデオにも対応しており、ビデオコーデックとして、H.261 および H.263 を使用可能とした。

4. IP 電話

TCP/IP 接続によって電話の機能を提供するいわゆる IP 電話には、ソフトウェア製品、IP 電話専用ハードウェアなど様々な形態がある。

ソフトフォン

ソフトフォンは、パソコン等にインストールしたソフトウェアによって IP 電話機能を実現する。Windows や MacOS といったパソコン用 OS で動作するものや、スマートフォンやタブレッ

トで動作するものがある（図2、図3、図4）。

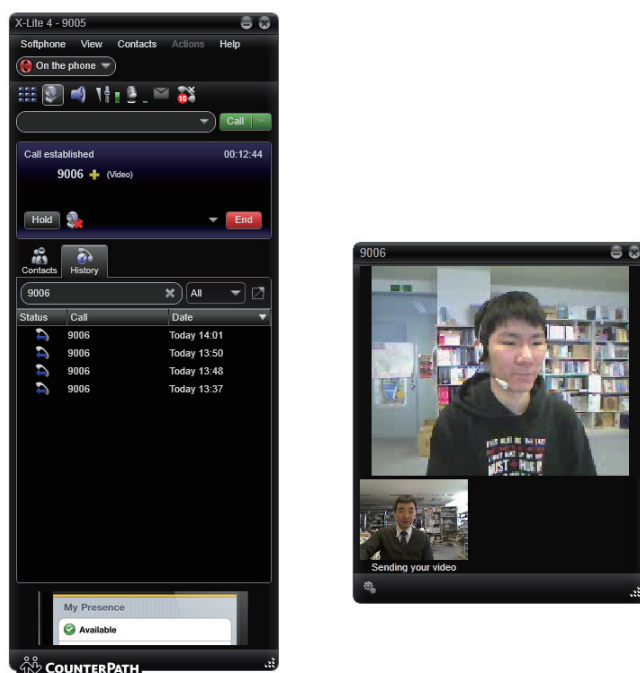


図2 X-Lite 4 (Windows)

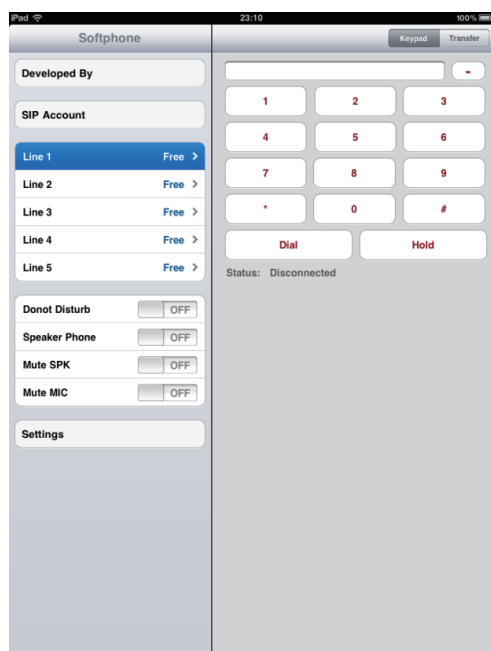


図3 VaxVoIP SIP Softphone (iOS)



図4 3CXPhone (Android)

ハードフォン

直接LANに接続するインターフェースを有するIP電話機で、Ethernetインターフェースを有

するもの（図5）と無線LAN接続を行うものがある。無線LAN接続のハードフォンには、いわゆるスマートフォンではないレガシーな携帯電話に無線LAN接続およびIP電話機能を搭載した製品も存在する。



図5 ハードフォン（パナソニック KX-UT123）

VoIPゲートウェイ機器

SIPサーバとアナログ電話回線の相互変換等を行う機器。テストを行った機器は、ヤマハ株式会社のブロードバンドルータRT57iである（図6、7）。RT57iはSIPサーバへの接続機能を有し、ISDNとアナログ電話回線に対応している。RT57iが有するアナログ電話ポート（FXS）にアナログ電話機を接続することにより、IP電話として機能させることができる。



図6 ヤマハRT57i

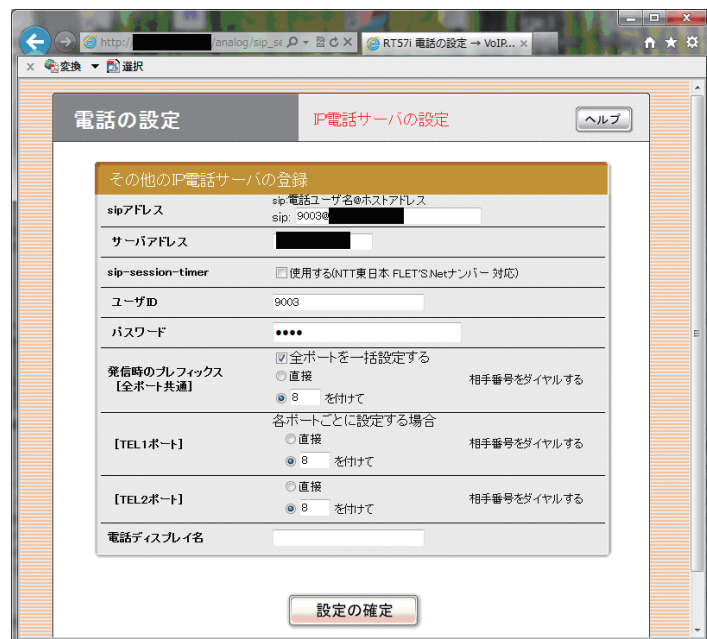


図7 RT57i Web設定画面

5. IP 電話および学内既存内線電話網との接続

Asteriskを用いて構築したIP-PBXシステムを図8に示す。また、接続確認を行うことができたIP電話を表2に示す。本IP-PBXシステムにより、以下の機能が利用可能となった。

なお、通話の品質については、定性的な測定は行わなかったが、音声聞き取りにくいなどの不具合は感じなかった。

IP 電話同士の通話（ビデオ会議を含む）

Asteriskに接続を行うIP電話毎に設定した内線電話番号を指定し、任意のIP電話同士の通話が可能となった。また、X-Lite 4（図2）同士では、音声のみの通話に加えて、ビデオ通話が可能であった。

IP 電話から学内内線電話および学外への通話

学内で使用している内線への通話については、アナログ回線を経由して指定した番号と通話が可能となった。また、電話番号の前に「0」を付けることで、既存PBX経由で外線への通話も可能である。

学内内線および学外からIP 電話への通話

学内の内線電話から、Asteriskサーバと接続を行っているアナログ回線に割り当てられた番号に電話をかけることにより、Asteriskサーバに接続されたIP電話への通話が可能となった。また、既存PBXが提供しているダイヤルイン機能によって、学外からIP電話をコールすることも可能である。ただし、現時点では、学内内線から特定のIP電話を指定して呼び出すことはできない。

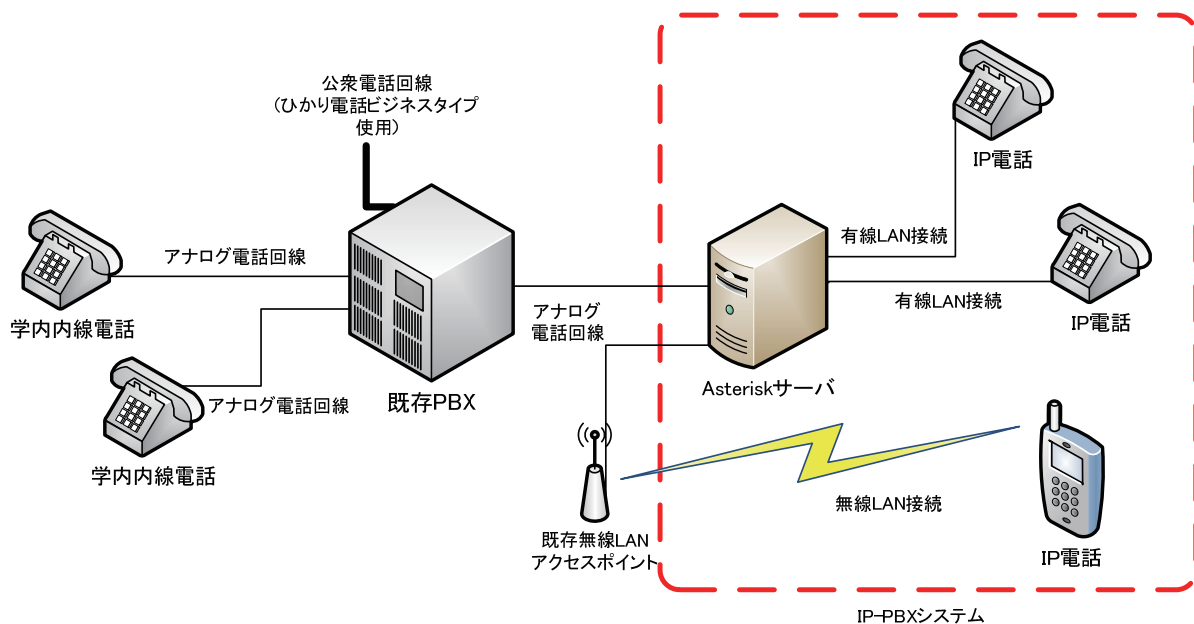


図8 構築したIP-PBXシステム

表 2 Asteriskとの接続確認を行ったIP電話

製品名	IP電話種別、動作確認OS（機器）等	ネットワーク	備考
X-Lite 4	ソフトフォン、Windows、MacOS	有線、無線	無料、ビデオ接続
VaxVoIP SIP Softphone	ソフトフォン、iOS（iPad）	無線	無料
3CXPhone	ソフトフォン、Android（ドコモGalaxyTab）	無線	無料
ドコモN-06A	ハードフォン（IP電話機能付き携帯電話）	無線	
パナソニック KX-UT123	ハードフォン	有線	
パナソニック KX-UT136	ハードフォン	有線	
パナソニック KX-UT670	ハードフォン	有線	
CISCO IP PHONE 303	ハードフォン	有線	
GRANDSTREAM GXP280	ハードフォン	有線	
SNOM 300	ハードフォン	有線	
ヤマハRT57i	VoIPゲートウェイ（ブロードバンドルータ）	有線	

6. まとめ

Asteriskを用いたIP-PBXサーバシステムにより、各種のIP電話を使用して音声およびビデオによる通話環境を構築した。システムの構築を通じ、SIPやコーデック、電話番号による挙動について等へのある程度の理解が得られた。今後は、ひかり電話等と利用した外線との直接接続、他のPBXとのTCP/IPによる相互接続を行う予定である。

謝辞

Asteriskとの接続評価を行うにあたり、GalaxyTabについてはNTTドコモ青森支店、Panasonic KX-UT123、KX-UT136、KX-UT670についてはパナソニックシステムソリューションズジャパン東北社の協力を得ましたので御礼いたします。

参考文献等

- (1) Installing Asterisk With Yum、<http://www.asterisk.org/downloads/yum>、2012/1/15 現在
- (2) 「AsteriskNOWではじめるIP電話」秀和システム、2007
- (3) 「Asterisk運用・開発ガイド」オーム社 開発局、2006
- (4) 「次世代SIP教科書」インプレスR&D、2010
- (5) 「NTTdocomo N-06A取扱説明書」NTTドコモ、2009