Mac OS X
── Mac OS Xのネットワーク ──

内 藤 久 資

これまでの解説では，ネットワークに接続されたMac OS Xのホストをスタンドアロン（単独）で利用する形態を前提としてきたが，今回の解説では，複数台のMac OS Xのホストや，他のプラットフォームを含めた，Mac OS Xのネットワーク設定を解説しよう[1]。特に，複数台のMac OS Xのホスト間でユーザ情報の共有やディスクの共有を行う方法に焦点を絞って解説する。また，Pantherになって新たに追加された，セキュアなネットワーク接続機能である「802.1x接続」と「VPN接続」に関しても解説を行う。

11　Mac OS Xのネットワーク

Mac OS XのベースシステムはUNIX（BSD）システムであるので，基本的なネットワーク設定の考え方はUNIXのそれと同様であると考えてもよい。しかし，Mac OS Xのデフォールトのネットワーク設定は，旧来のBSDシステムとは大きく異なる部分を持つ。そのため，旧来のBSDシステムと同じと考え設定を行おうとすると，いろいろと戸惑うことが多いだろう。ここでは，旧来のBSDシステムとの違いを中心に，Mac OS Xのネットワーク設定の基本を解説し，Mac OS X同士や他のプラットフォームのホストを加えたネットワークをどのように構築するのかを調べていこう。

以下では，どのような状況をネットワークを利用して実現するのかと，そのために必要な「ネーミングサービス」について概略を解説し，詳細な設定方法は次章で解説を行う。

11.1　ネットワーク設定の目的

UNIXシステムのネットワーク設定では以下にあるような項目を設定することが基本的な内容となる。

- ユーザ情報の設定と共有
- ネットワークファイルシステムの設定

この他にも，電子メールやウェブサーバの設定など各種のネットワークサービスの設定が考えられるが，複数台のホスト間でデータを共有したり，複数台のMac OS Xホストを同一の設定にして，どのホストを利用しても同一の環境でユーザが利用できる状況を構築するには，上記の設定を行

1　この原稿を執筆している2004年３月現在，Mac OS Xの最新リリースは10.3.2である。この解説は，特に断らない限り，Mac OS X 10.3.2に沿うものとご理解いただきたい。

うことが必要最小限の内容となる。上記の設定項目のうち最初のものは「ネーミングサービス」または「ディレクトリサービス」と呼ばれるネットワークサービスによって実現される[2]。

例えば，ある部屋に複数台のMac OS Xの機器が並んでいる状況で，ユーザがどのホストを利用しても全く同じ環境で利用できるためには，最低限でも以下の状況が実現できなくてはならない。

- 同一のユーザ名とパスワードの組（認証情報）によってログインできること。また，あるホスト上でパスワードを変更した場合には，変更したパスワードで他のホストにログインできること。
- あるホスト上で個人のファイルを作成・変更した場合には，他のホストにもその変更が及ぶこと。

この状況のうち前者は「ユーザ情報の設定と共有」に関わり，後者は「ネットワークファイルシステムの設定」に関わっている。さらに，後者は個人のファイルの所有権情報を含めてファイルの作成・変更が行われなければならないので，このような状況の実現のためにはネーミングサービスが欠かすことができないサービスであることを理解していただけるだろう。

しかしながら，Mac OS Xのネットワーク設定で，旧来のBSDシステムと大きく異なるものがこのネーミングサービスである。例えば，ユーザ情報（ユーザ名とパスワードの組）を格納するデータベースとしては，旧来のBSDシステムでは「BSDフラットファイル」と呼ばれる`/etc/passwd`ファイルが基本となり，NIS（Network Information Service）を利用して，複数台のホスト間でユーザ情報を共有していた。しかし，Mac OS Xのデフォールト設定では，BSDフラットファイルを用いることはなく，「NetInfo」と呼ばれるネーミングサービスを用いる。また，他のプラットフォーム（例えば，Linux，BSD，Solarisなどを含む他のUNIXやWindows NT/2000/XPなど，ユーザ認証を利用するWindowsシステム）とのユーザ情報の共有のためにはLDAPと呼ばれるディレクトリサービスを用いることが推奨されている。

つぎの章では，複数台のMac OS Xをつぎのような環境に設定することを考えてみる。

- 複数台のMac OS Xのどのホストから利用しても，同一のユーザ認証情報を利用してログインすることができ，ログイン後は同一のホームフォルダやアプリケーションを利用できる。

このような環境を実現するためには，ユーザ認証情報の共有とネットワークを利用したディスクの共有が必要となる。そのため，ネーミングサービスを利用した，これらの共有設定の方法を考察する。

11.2　ネーミングサービスの概要

ネーミングサービスは各種のプロトコルが存在するが，ここではMac OS Xで用いられるもののうちNetInfoとLDAPに焦点を絞って，その概要をみていくことにしよう。

2　より正確には，「ネーミングサービス」とは，複数台のホスト間でシステム設定に必要なユーザ名やホスト名の解決をサポートするサービスのことであり，「ディレクトリサービス」はシステム設定には直接は関わらないような情報も含めたデータの提供を行うサービスを指す。

11.2.1 NIS

はじめに，旧来のUNIXシステムで用いられてきたネーミングサービスであるNISの概要についてまとめておこう。UNIXシステムの設定に直接関わるものとして

- ユーザ情報/etc/passwd（グループ情報/etc/groups）
- ホスト情報/etc/hosts

などのファイル存在している。NISはこれらのファイルを１台のサーバ（NISマスタサーバ）に集約し[3]，その他のホスト（NISクライアント）はマスタサーバへデータの問い合わせを行うことによりファイルの共有を行うシステムである。同一のNISシステムを利用するホスト群は「NISドメイン」と呼ばれ，システム起動時にサーバを明示的に指定するか，ブロードキャストを用いてサーバの検索を行う。

NISは古くから利用され，設定が容易であるという利点があるが，階層的なデータベースの構築ができなかったり，セキュリティ上いくつかの欠点を持つことが知られている[4]。

11.2.2 NetInfo

「NetInfo」とは，NeXTSTEPで採用された，階層的データベースを構築できるネーミングサービスである。Mac OS XはNeXTSTEPを基本として構築されたBSDシステムであるため，最も基本的なネーミングサービスとしてNetInfoが採用されている。そればかりか，スタンドアロンシステムのユーザ情報の設定にさえもBSDフラットファイル（/etc/passwd）を用いるのではなく，NetInfoのローカル・データベースを構築し，そこへの問い合わせを実現する形でユーザ情報を取得している。

NetInfoでは単にユーザ情報やホスト情報だけでなく，ネットワークファイル共有の情報など，Mac OS Xのシステム設定に関わるほとんどすべての情報をサーバから提供することができる。また，階層的なネーミングサービスを実現できるため，より細かいネーミングサービスを実現可能である。

しかしながら，NetInfoを実装するプラットフォームはMac OS XとNeXTSTEP以外には存在しないため，Linux，BSD，Solarisなど他のUNIXシステムとのデータの共有ができないことが最も大きな問題である。そのため，Mac OS Xのみのシステムであれば，設定も容易なNetInfoを用いることが一つの方法であるが，ユーザ情報などを他のプラットフォームとの共有を行いたい場合にはつぎにあげるLDAPを利用する必要がある。

11.2.3 LDAP

「LDAP」は，単なるシステム設定のためのネーミングサービスではなく，多くの情報を提供できるディレクトリサービスである。近年広く用いられるようになってきた。LDAPでは単一の問

3　必要に応じてマスタサーバのコピーを持つ「スレーブサーバ」をおくこともできる。なお，後述のNetInfoやLDAPでもマスタサーバのコピーを持つサーバをおくことができ，NetInfoでは「クローンサーバ」，LDAPでは「レプリカサーバ」と呼ばれる。

4　NISの通信の安全性を保てないことだけでなく，不特定のポートを開けておく必要があり，ポートスキャンの対象となってしまう欠点を持つ。

い合わせに対して，そのサーバ内だけで問い合わせを解決できない場合には，他のLDAPサーバへの問い合わせを行うことができるなど，単なる階層的データベース以上の複雑な構成が可能であり，SSLによる暗号化通信を仕様に含む安全で高機能なディレクトリサービスである。

Mac OS Xでは，ネットワークを跨ったネーミングサービスとして「将来の拡張に備えて」LDAPの利用が推奨されているだけでなく，「アドレスブック」などの検索サービスにもLDAPの利用する機能がデフォールトで備わるなど，LDAPの利用が最大限に考えられている。また，Mac OS Xのインストール時にはLDAPサーバもインストール[5]され，Mac OS Xで利用する場合には，サーバも含めてソフトウェアを追加することなく利用することが可能であるが，サーバの設定が少しばかり面倒なのが欠点である。

12　ネットワーク設定

ここからは具体的なネットワーク設定の方法をみていこう。ここでの設定の目標は「複数台のMac OS Xのホストでユーザ情報とディスクを共有」することである。すなわち，それらのホスト間では同一のユーザ情報でログインでき，どのホストでログインしても同一のホームディレクトリを共有しているという状況をつくることである。

最初にスタンドアロンシステムのNetInfoの状況を確認した後，NetInfoを用いて複数のMac OS Xホスト間でのユーザデータベースの共有を行おう。さらに，既存のLDAPサーバを利用して，ユーザデータベースの共有を行うことを考える[6]。最後に，NetInfo，LDAPを利用してディスクの共有を行う方法を考察する。

12.1　スタンドアロンシステム

スタンドアロンのシステム，すなわち，他のホストとユーザ情報などの共有を行っていないシステムの状況を確認しておこう。

スタンドアロンのシステムで「ターミナル」アプリケーションを開き，`/etc/passwd`ファイルをみてみると

```
nobody:*:-2:-2:Unprivileged User:/nohome:/noshell
root:*:0:0:System Administrator:/var/root:/bin/tcsh
daemon:*:1:1:System Services:/var/root:/noshell
smmsp:*:25:25:Sendmail User:/private/etc/mail:/noshell
www:*:70:70:World Wide Web Server:/Library/WebServer:/noshell
mysql:*:74:74:MySQL Server:/nohome:/noshell
sshd:*:75:75:sshd Privilege separation:/var/empty:/noshell
unknown:*:99:99:Unknown User:/nohome:/noshell
```

という内容であり，インストール時に指定した「ユーザ」に関する情報が含まれていないことが

5　Mac OS Xにインストールされ ているLDAPは“ OpenLDAP ”である。

6　実際に利用できるのはNetInfo，LDAPのいずれか一方である。

わかる[7]。

12.1.1 NetInfoデータベースをみる

ここで,「ユーティリティ」フォルダ内にある「NetInfo Manager」を開いてみよう。

ここで表示されているものはNetInfoの「Localドメイン」と呼ばれるもので，システムインストール時に設定された内容である。左のウィンドウ中央の列には，このデータベースに含まれる「ディレクトリ」と呼ばれる各種データベースがリストされている。その中で「usersディレクトリ」がユーザ情報を含むデータベースであり，その中をみると，右ウィンドウの左列のように多くの（システムに関する）ユーザ情報だけでなく，ユーザ「naito」に対する情報が含まれていることがわかる。

またgroupsをみると，adminグループにrootユーザとnaitoが含まれていることがわかるが，前回に解説した「管理者権限」を持つユーザとは，adminグループに属しているユーザのことであ

7 `/etc/passwd`ファイルの読み方は以下のとおりである。１行に一人のユーザの情報があり，各フィールドは“:”で区切られている。第一フィールドが「ユーザ名」，第二フィールドが「暗号化されたパスワード」である。

り，その設定がNetInfoデータベースによって制御されていることがわかる。また，右はrootユーザの情報を示しているが，デフォールトではrootユーザにはパスワードが設定されていないことに注意しよう。NetInfo Managerのメニューでは「ルートユーザを有効」という項目があり，ルートユーザのパスワードを設定することが可能である。

しかしながら，管理者権限を持つユーザの権限だけでシステム管理は十分なはずであるので，よほどの理由がない限りルートユーザを有効にする必要はない。

12.1.2　NetInfoデータベースにデータを追加する

ここで，Localドメインに対してデータを追加する方法を考えてみよう。管理者権限を持つユーザであれば，「  」マークをクリックし，NetInfoデータベースを書き換える権限を入手すれば，以下の図のように直接ウィンドウ内で値などを書き換えるか，メニューを開いて値やプロパティを挿入・変更すればよい。

しかし，この方法はシステムに必要不可欠なデータを間違って削除することになりかねないので，よほどの理由がない限り，スタンドアロンシステムではNetInfoデータベースを直接いじる必要はない。

12.2　NetInfoの利用

ここでは「local」ではないNetInfoデータベースにユーザ情報を登録して，その情報を参照できるように設定してみよう。

12.2.1 NetInfoデータベースの構築

NetInfoでは他のホストの「local」のデータベースを参照することはできないため，新しく「local」ではないNetInfoドメイン（データベース）を構築する必要がある。そのデータベースは自身のホストに設定して自身からも他のホストからも参照できるように設定することが可能であるので，ここでは自身のホストに「local」ではないNetInfoドメインを設定しよう。そのためには以下の手順を実行する必要がある。

1．そのホスト上で`nibindd`と呼ばれるNetInfoのサーバプログラムが起動するように設定する。
2．新規にNetInfoドメインを作成する。
3．作成したNetInfoドメインにデータベースを構築する。
4．作成したNetInfoドメインを参照できるように設定する。

以下で実際の手順を解説していこう。この手順の中では，いくつかは「ターミナル」アプリケーションからコマンドを入力する必要がある。

12.2.1.1 NetInfoサーバの起動 Mac OS Xの各種サーバプログラムの起動は`/etc/hostconfig`という設定ファイルで制御されている。通常（デフォールトインストール）の状態では，`/etc/hostconfig`の中には

```
NETINFOSERVER=-AUTOMATIC-
```

と書かれた行が存在する。ここを`emacs`または`vi`などのエディタを用いて

```
NETINFOSERVER=-YES-
```

と修正する。ここで`/etc/hostconfig`の修正のためには管理者権限が必要となるため，最初に`sudo -s`というコマンド[8]を入力し，パスワードとして管理者ユーザ自身のパスワードを入力して，管理者モードに移行する必要がある。この時，`/etc/hostconfig`の他の行を決していじってはいけない[9]。

実際の入力するコマンド列は以下のようになる。

```
% sudo -s
Password:  *****
# cp /etc/hostconfig /etc/hostconfig.dist
# emacs /etc/hostconfig
# exit
```

この設定が終わったらホストを再起動する。

8 `sudo`コマンドは，管理者が一時的にroot特権を取得するためのコマンドであり，`-s`オプションを用いると，root特権を持つシェルを起動することができる。

9 `/etc/hostconfig`のいくつかの行は「システム環境設定」などから変更が加えられているため，変に書き換えてしまうとシステム環境設定が正常に動作しなくなる可能性がある。

12.2.1.2　NetInfoドメインの作成　再起動後にnidomain -lというコマンド[10]を入力してみる。するとつぎのような出力を得る。

```
% nidomain -l
tag=local udp=1033 tcp=1033
```

これは，「local」という名前のNetInfoドメインがこのホスト上に存在することを示している[11]。

新規に作成するNetInfoドメインの名前を「test」と設定する場合には

```
% nidomain -m test
```

と入力する[12]。その後nidomain -lコマンドで確認し，

```
% nidomain -l
tag=local udp=1033 tcp=1033
tag=test udp=1001 tcp=859
```

という出力を得ることができれば，「test」ドメインを作成できたことが確認できる。

この時点で「test」ドメインに格納されているデータベースをみるためには，niutilコマンドを用いる。

```
% niutil -list -t localhost/test /
1 machines
% niutil -list -t localhost/test /machines
2 myhost
% niutil niutil -read -t localhost/test /machines/myhost
name:  myhost
ip_address:  172.16.30.221
serves:  ./test
```

niutilコマンドはNetInfoドメインを指定して，そのデータベースの閲覧・変更などを行うコマンドであり，ここで利用したオプションは以下のようなものである。

- -listオプションをつけてデータベースを指定すると，そのデータベースのデータのリストをみることができる。最初のコマンドでは，ドメインのルートデータベースを出力している。そこにはmachinesというデータベースのみが存在していることがわかる。つぎに/machinesのリストを取ると，このNetInfoドメインが存在するホストが記述されていることがわかる。
- -readオプションを指定すると，各データベースのデータを得ることができる。この例では

10　nidomainはNetInfoドメインの作成・削除などを行うコマンドである。

11　1033という数値は異なっている可能性がある。この数値は「local」ドメインが利用しているTCPとUDPのポート番号を示している。

12　この操作にも管理者権限が必要なため，実際には“sudo nidomain -m test”と入力する必要がある。

/machinesデータベースのmyhostのデータを表示している。

12.2.1.3　NetInfoドメインにデータベースを構築する　今回構築したいデータベースはユーザ情報のデータベースである。ユーザ情報データベースを構築するためには，niloadコマンドを用いるのが簡単である。

はじめに，nidumpコマンドを用いて，既存のユーザ情報データベースを出力しよう。

```
% nidump passwd -t localhost/local | grep ”^naito:”
naito:XXXXXXXXXXXXX:501:20::0:0:Hisashi NAITO:/Users/naito:/bin/tcsh
```

このようにnidumpコマンドは，NetInfoドメインに含まれるデータベースのうち，従来のUNIXシステムで用いられている基本的なデータベース（この場合はpasswdデータベース）を，既存の形式で出力するものである。

上記の出力をファイルに保存し，ユーザ名，ユーザIDなどを変更して，「test」のユーザ情報データベースに入力してみよう。そのためには，上記の出力結果を

```
testuser:XXXXXXXXXXXXX:502:20::0:0:test user:/Users/testuser:/bin/tcsh
```

と変更し，ファイルに保存しておく。（そのファイル名は/tmp/passwdとしておこう）その後，以下のようにniloadコマンドでNetInfoデータベースにデータを登録し，登録内容を確認する。

```
% niload -m passwd -t localhost/test < /tmp/passwd
% nidump passwd -t localhost/test
testuser:XXXXXXXXXXXXX:502:20::0:0:testuser:/Users/testuser:/bin/tcsh
```

また，niutilで「test」を表示すれば，

```
% niutil -list -t localhost/test /
1 machines
3 users
% niutil -list -t localhost/test /users
4 testuser
% niutil -read -t localhost/test /users/testuser
home:  /Users/testuser
name:  testuser
passwd:  XXXXXXXXXX
realname:  testuser
shell:  /bin/tcsh
uid:  502
```

となり，usersデータベースにtestuserのデータが登録されたことがわかる。

12.2.1.4　NetInfoドメインの関連付け　この時点では「local」ドメインと「test」ドメインとの間には何の関連もなく，「test」に追加したユーザ情報データベースを参照することができない。既存の「local」ドメインに「test」を関連づけるためには，「local」ドメインの「上位層」として「test」を設定する必要がある。各NetInfoドメインの上位層を確認するためには`niutil`コマンドを`-rparent`オプションをつけて利用する。

```
% niutil -rparent -t localhost/local
root domain: no parent
```

この段階では「local」ドメインの上位層は存在しないことがわかる。ここで，「ディレクトリアクセス」ユーティリティを開き，NetInfoの設定を行う。（下の左図）ディレクトリアクセスのNetInfoを開く[13]と，右図のようにNetInfoサーバの上位層を指定することができるので，ここに上位層のNetInfoドメインがあるホストのIPアドレスとそのドメイン名を指定する。

すると，

```
% niutil -rparent -t localhost/local
localhost/test
```

となり，上位層に“ localhost/test ”が指定されたことがわかる。この時点でNetInfoマネージャを開き，「local」データベースをみてみると，次頁左図のように「上位層を開く」が有効になり，そこをクリックすると，右図のように「test」ドメインを参照することができる。

13　“ NetInfo ”を選択して「設定」をクリックする。

なお，この状態では「test」ドメインに対してGUIから変更を加えることができない。なぜなら，各ドメインに対する変更を行うには，各ドメインの管理者権限が必要となるからである。もし，「test」ドメインに対してGUIを用いた変更を加えたいときにはつぎの２つの設定を行う必要がある。

- 「test」ドメインのusersにroot（UIDの値が０のユーザ）を加える。（パスワード欄の値は“＊”でかまわない）
- 「test」ドメインにadminグループを含む“groups”データベースを追加し，そのメンバーにrootと管理者権限を与えるユーザを追加する。そのユーザは「test」ドメイン内部または，「test」ドメインの上位層に存在するユーザでなくてはならない。

この設定を行っておくと，指定した管理者ユーザの権限でGUIからデータベースの変更を行うことができる。なお，ここで設定した「local」ドメインの上位層の情報は`/Library/SystemConfiguration/preferences.plist`に格納されている。

12.2.1.5　設定の確認　このようにして設定したユーザ情報を利用してログインができるかどうかを確認しておこう。それ以前に実行しておかなくてはいけないことは，新たに作成したtestuserの「ホームディレクトリ」を作成しておくことであるが，これは指定したホームディレクトリのディレクトリを作成して，その所有者をtestuserにしておけばよい。（各種のフォルダなどは，最初のログイン時に自動的に作成される）

ここで一旦ログアウトして，ログインウィンドウをみると，これまでにはなかった「その他のネットワークユーザ」というアイコンがあらわれている。

これをクリックして，ユーザ名とパスワードを入力すれば，「test」ドメインに設定したユーザ名を利用してログインすることができる。

なお，「local」ドメインに属さないユーザのパスワード設定などは「アカウント」設定からは設定できないので，上位層のドメインのユーザのパスワードは何らかの形で別に設定しておく必要がある。実際には`passwd`コマンドを利用して新規パスワードを設定するのが最も簡単である[14]。

12.2.1.6　セキュリティ　以上の設定では，新たに作成した「test」ドメインに対するアクセス制御は設定されていない。実際，他のMac OS Xのホストから`niutil`を使って「test」ドメインにアクセスを行うと，

```
% niutil -list -t 172.16.xx.xxx/test /
1 machines
3 users
5 groups
```

のように，すべてのデータを閲覧可能となっている[15]。これを信頼できる他のホストからのみアクセスできるように設定するには，「test」ドメインに新たな設定を行う必要があり，「test」ドメインに対して`trusted_networks`というプロパティを追加する。

```
% niutil -t -createprop localhost/test / trusted_networks 172.16.254.0/24
% niutil -t -read localhost/test /
master:  myhost
trusted_networks:  172.16.254.0/24
```

このようにNetInfoドメインに対して`trusted_networks`プロパティを指定すると，そこで指定されたネットワークに属しないホストからのNetInfoの情報の読み取りが拒否される[16]。

12.2.2　NetInfoの階層化

ここまでで解説したNetInfoの利用法は，ただ一つの上位層を持つNetInfoの構造であった。以下ではより複雑な構造を持つNetInfoの設定を考えてみよう。ここで試してみるのはつぎのような設定である。

- あるホストに「test」，「top」という２つのNetInfoドメインを設定する。
- 「test」の上位ドメインとして「top」を設定する。

14　別の方法としては，何らかの方法で初期パスワードの暗号化文字列を生成して，`niload`でデータベースを入力する際に，その文字列を最初からデータベースに入れてしまう方法がある。

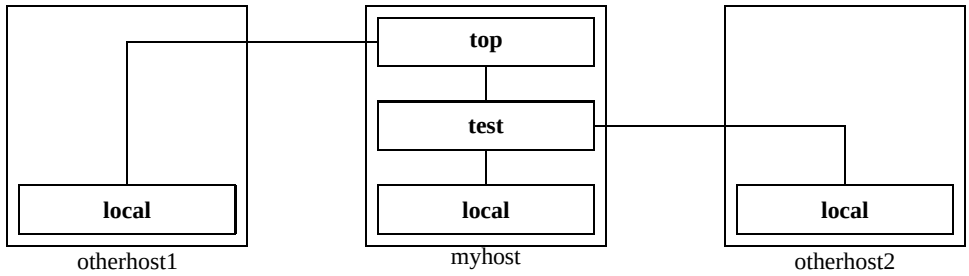
15　実際にはファイヤーウォール設定が有効になっているとアクセスできない。

16　筆者の経験では，ここに“`172.16.254.1`”または“`172.16.254.1/32`”のような「ホストアドレス」を書いた場合にはアクセス制限を実現することができなかった。マスクの深さは31以下にしなければアクセス制限を実現できないようである。

●他のホストotherhost1の「local」の上位ドメインとして「top」を設定する。

●他のホストotherhost2の「local」の上位ドメインとして「test」を設定する。

この関係を図であらわせば以下のようになる。

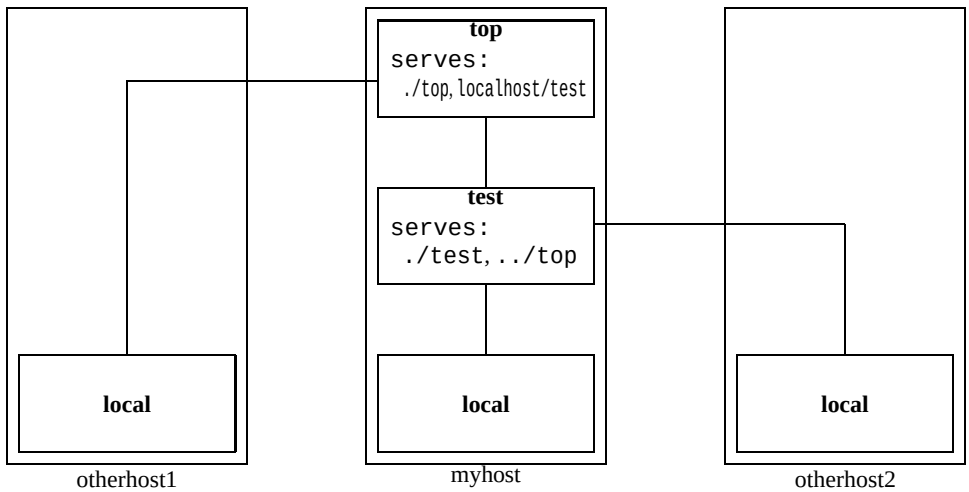


この時「local」ドメインの上位層を指定するためには，前に利用したディレクトリアクセスのNetInfoの「設定」で行うので，otherhost1，otherhost2のNetInfoの「設定」で，「local」ドメインの上位層として，それぞれ，「top」と「test」を指定する。

したがって，本質的に必要な設定は「test」の上位層に「top」を指定することである。そのためには以下の設定を行います。

「top」ドメインの設定　「top」ドメインの“ /machines/myhost ”にservesというプロパティを作成して，値を“ ./top ”,“ localhost/test ”に設定する。

「test」ドメインの設定　「test」ドメインの“ /machines/myhost ”に“ serves ”というプロパティを作成して，値を“ ./test ”,“ ../top ”に設定する。



実際にこの設定を行うにはつぎのコマンドを入力すればよい。

```
% niutil -t -appendprop localhost/top /machines/myhost serves ./top
% niutil -t -appendprop localhost/top /machines/myhost serves localhost/test
% niutil -t -appendprop localhost/test /machines/myhost serves ./test
% niutil -t -appendprop localhost/test /machines/myhost serves ../top
```

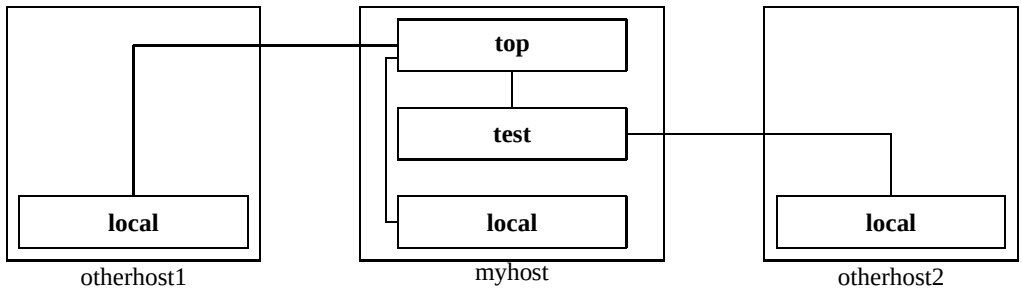
さらに，「test」の上位層が「top」になっていることを確かめるには

```
% niutil -t -rparent localhost/test /machines/myhost
localhost/top
```

という出力が得られればよい。もし“ root domain:no parent ”という結果がでてきた場合には，nibinddプロセスに対してHUPシグナルを送る。

この階層的なNetInfoの設定の利用例を挙げておこう。いま，「top」ドメインには研究室の教員のユーザ情報を入れ，「test」ドメインには研究室の学生のユーザ情報を入れておく。すると，myhostとotherhost2は「test」ドメインを参照可能であるので，研究室の教員と学生の両方が利用できるが，otherhost1は「test」ドメインを参照していないので，学生は利用ができず，教員だけが利用可能になる。

しかし，この設定ではサーバであるmyhostに学生がアクセス可能となり，少しばかりセキュリティに問題があると考えられる。その場合にはmyhostの「local」ドメインの上位層に「top」を指定しておけば，myhostは教員だけがアクセスできる状態を実現できる。



12.2.3 NetInfoのセキュリティ上の問題点

ここまでで解説してきたNetInfoはrpcを基本としたサービスであることに起因するセキュリティ上の問題がある。各NetInfoドメインに割り当てられるポートはportmapperを用いて動的に決定される。portmapper自身は111番ポートを利用しているが，各NetInfoドメインが利用するポート番号は，起動ごとに異なる値となり，portmapperに問い合わせを発行しなければポート番号を知ることができない。したがって，portmapperが使う111番ポートをファイヤーウォールで防御することは可能であるが，各NetInfoドメインが使うポートをファイヤーウォールで防御しようとすると，利用する可能性のある1024番未満のすべてのポートを開けておく必要がでてくる。つまり，NetInfoはファイヤーウォール設定と親和性の悪いサービスであることがわかる[17]。また，後述のLDAPはSSLによる通信路の暗号化が容易に実現できるが，NetInfoでは通信の暗号化を行うことは（NetInfo自身の機能では）実現できない。

このようにNetInfoはMac OS X上で余分なソフトウェアの設定なしに利用でき，階層構成も可

17 この事情はNISでも同じである。もちろん，NetInfoのクライアントになるホストに対してのみ通過を許可する設定を書けばよい。

能という，それなりに優れたネーミングサービスの方法であるが，その設計思想がNeXTSTEPの時代から大きく進んでいるわけではなく，現状のネットワークセキュリティという観点からは問題があることがわかる[18]。したがって，可能であればつぎに述べるLDAPサービスを利用する方が，セキュリティ上の観点からも，機能的にも望ましい結果を得ることができると考えられる。

12.3　LDAPの利用

NetInfoの設定では，ファイヤーウォール設定との相性が悪く，その利用がMac OS Xに限られるなどの不都合な点が多々ある。それに代って利用できるのがLDAPを利用したディレクトリアクセスの方法である。前にも述べたとおりLDAPは種々のUNIXシステムからも共通に利用できるディレクトリサービスであり，LDAPサーバの設定さえきちんとできていれば，Mac OS Xでの利用が非常に容易であり，セキュリティも十分に考慮されているため，非常に安全なシステムであると考えられる。また，ユーザ認証などの手段だけでなく，「アドレスブック」を利用したユーザ検索にも利用できるため，極めて有用なディレクトリサービスと考えられる。

ここではMac OS X上でユーザ認証などにLDAPを利用する方法，「アドレスブック」を利用したユーザ検索の方法を解説しよう。また，Mac OS X上でのLDAPサーバの構築方法についても概略を解説しよう。

12.3.1　LDAPクライアントの設定

ここでは，LDAPサーバが他の（または同一の）ホスト上で動作している場合に，LDAPサーバのデータベースを利用してユーザ設定を行う方法を考えてみよう。ユーザ認証のためにLDAPクライアントを設定するには「 ディレクトリアクセス」で設定を行うのであるが，そのための手順は以下のとおりである。

1．LDAPv3クライアントの設定を行う。
　（a）LDAPv3を有効にする。
　（b）LDAPサーバを指定する。
　（c）検索ベースDNと認証データを設定する[19]。
2．Mac OS Xのユーザ認証及びネームサービスがLDAPv3を向くように設定する。

以下ではこの手順の詳細をみていこう。

はじめにLDAPv3クライアントの設定を行う。この設定手順で事前に調べておかなければいけない情報は

- LDAPサーバのFQDNまたはIPアドレス
- LDAPサーバの検索ベースDN
- LDAPサーバへの接続時に用いる認証データ

18　もちろん，信頼できる（ファイヤーウォールで分離された）ローカルネットワークの内部で利用する限りでは，非常に優れたサービスと考えることができる。

19　DN（Distinguished Name）の意味については，p.122を参照していただきたい。

である。

そのためには「ディレクトリアクセス」を開いて“ LDAPv3 ”を選択し「設定」をクリックする。すると下図の右のようにLDAPサーバの設定ウィンドウが開く。

ここで「サーバ名」にLDAPサーバのFQDNまたはIPアドレスを入力し，「LDAPマッピング」として“ RFC 2307（UNIX）”を選択すると，以下のようなウィンドウが開く[20]。

ここにはLDAPサーバに格納されている（ユーザ情報などの）データベースのDN（Distinguish Name）に共通するDN（ベースDN）を入力する。

つぎに前の右図の「編集」ボタンをクリックして下図のウィンドウを開き，LDAPサーバへのアクセス時の認証情報を入力する。

ここで入力する情報は「識別名」と「パスワード」のみで十分で，「検索とマッピング」タブを開く必要はない。ここまででLDAPv3クライアントの設定が終了した。

20　LDAPサーバがSSLに対応しているのであれば“ SSL ”にチェックを入れておくのが望ましい。

つぎにMac OS Xのユーザ認証情報（ログイン時に入力するユーザ名とパスワードの組）をLDAPサーバから取得するための設定を行う。そのためには「ディレクトリアクセス」の「認証」タブを選択し，下左図のウィンドウを開く。

ここで「検索」メニューから「カスタムパス」を選択すると，上右図のウィンドウが開くので，

```
/LDAPv3/ldap.math.nagoya-u.ac.jp
```

を選択し「追加」をクリックする[21]。すると，つぎの図のように「ディレクトリノード」のLDAPv3のサーバが指定される。

これを「コンタクト」タブを開いて同じ操作を繰り返す。

以上でLDAPを利用したユーザ認証とネームサービスの設定が終了したのだが，はじめてこの設定を行うと，何をやっているのか理解できないことが多いと思われるので，この設定の意味とLDAPの設定にあらわれるDNなどの用語について説明しておこう。

ディレクトリアクセスの設定の意味　「ディレクトリアクセス」で設定する内容は以下の２項目である。

1．ユーザ認証のための情報をどのディレクトリサービス（ネームサービス）から取得するか。

2．ユーザ認証情報以外の情報（ホスト名の解決や起動時のディスクのマウントなど）をどのディレクトリサービスから取得するか。

21　もちろん`ldap.math.nagoya-u.ac.jp`の部分は，LDAPサーバの名称であるので，一般には異なった表示となる。

前者を設定するのが「認証」タブで指定したサービスであり，後者を設定するのが「コンタクト」タブで指定したものである。これらには複数のサービスを（優先順位をつけて）指定することができ，多様なネームサービスから情報を得ることができる。しかしながら，常に最優先となるのが“NetInfo「local」ドメイン”であり[22]，これを削除することはできない。また，ホスト名の解決のためには“NetInfo「local」ドメイン”で解決できない場合には，通常のDNSを用いた解決が行われる。そのため，ネームサービス内に明示的にDNSを指定する必要はない。

LDAPのDNとは　つぎに，LDAPの設定で用いられる“DN”というものの意味をみていこう。LDAPサーバに格納されたデータベースの各項目を区別するための識別子のことをDN（Distinguished Name）と呼ぶ。LDAPデータベースはそれ自身が階層的な構造を持ち，さらに他のLDAPサーバに格納されたデータベースを参照する機能を持つため，原則としては，データベースの各項目は「世界中で一意な識別子」を持つ必要がある。そのため，（例えば）`math.nagoya-u.ac.jp`ドメインで利用されるLDAPデータベースには

`dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp`

または

`o=Graduate_School_of_Mathematics_Nagoya_University_JAPAN`

などの`math.nagoya-u.ac.jp`ドメインを明示する識別子の下にデータベースの各項目に識別子を与えていく必要がある。この`dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp`以下には，ユーザ情報をあらわす

`ou=people,dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp`

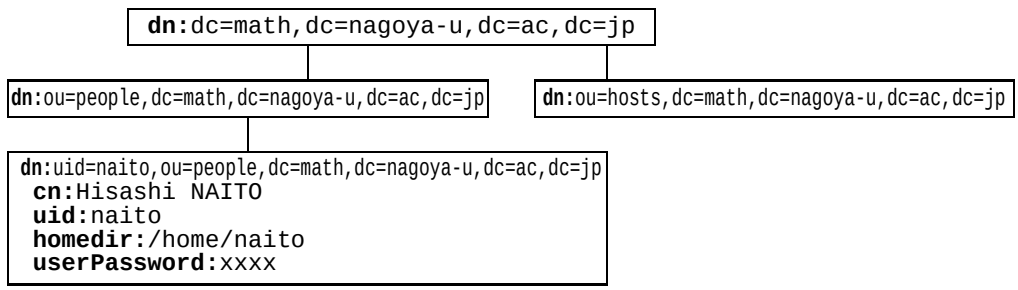
というDNを持つデータベース，ホスト情報をあらわす

`ou=hosts,dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp`

というDNを持つデータベースなどがあり，一人のユーザのユーザ情報は

`uid=naito,ou=people,dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp`

というDNを持つデータベース（データベース項目）として格納されている。



22　ディレクトリマネージャでは“NetInfo/root”と表現されている。これは，「local」ドメインとその上位層を含めたNetInfoドメインをあらわす。

するとLDAPサーバに接続する場合の「検索ベースDN」は検索対象のデータベースをそれ以下に制限する意味を持つことがわかる。

さて，LDAPサーバに接続する場合の「認証」とはどういう意味があるのかを調べておこう。以下に「アドレスブック」の利用で述べるように，LDAPサーバは単なる認証サーバではなく，一般のユーザに対して開放されたディレクトリサーバである。そのため，一般のユーザからのアクセスに対して，各ユーザの「パスワード情報」を丸見えにするわけにはいかない。したがって，クライアントの要求に対して「パスワード情報」を渡すためには，LDAPサーバへの接続に対して，何かしらの認証を行う必要がある。そのために用いる方法が「バインド」と呼ばれる手続きである。LDAPサーバにバインドするためには，認証に必要な全データベースの検索を許可されたDNと，そのDNの「パスワード」を用いてアクセスを行う[23]。すなわち，LDAP認証を利用する場合の「LDAPサーバに対する認証」とは，ユーザ認証に必要な全情報を得るためのDNとそのパスワードの組を用いてバインドの要求をすることである。

12.3.2　LDAPを利用した検索の設定

LDAPサーバがある場合には「アドレスブック」や「メール」などでLDAPサーバを用いたユーザやメールアドレスなどの検索が可能になる。ここでは「アドレスブック」を例にとり，LDAPを利用した検索の方法について調べてみよう。

アドレスブックの通常の設定では各ユーザが実際にアドレスを打ち込んだ“vCard”を用意する必要がある。しかしLDAPサーバが適切に設定されていれば[24] LDAPサーバに問い合わせを行うことによりメールアドレスなどの検索が可能となる。そのためにはアドレスブックにLDAPサーバを指定する必要がある。アドレスブックのメニューの「環境設定」を開くと左図のようなウィンドウが開く。ここで左下の“＋”マークをクリックすると，下右図のようなウィンドウが開き，LDAPサーバとその検索設定を設定することができる。

23　LDAPでは，バインドに用いたDNによって，どのデータベース領域のどの属性にアクセス可能かを細かに制御できる。

24　検索対象となるLDAPの属性は`cn`，`sn`，`givenName`，`mail`であり，`mail`属性の内容が「メールアドレス」として表示されるため，LDAPサーバ側でこれらの属性の設定を行っておかなければならない。

ここで，「サーバ」には問い合わせを行う権限のあるLDAPサーバのFQDNを，「検索ベース」にはユーザ情報を検索するために必要なDNを入力[25,26]して「保存」をクリックすると，つぎのように，検索のためのLDAPサーバが設定される。

ここで，アドレスブックのウィンドウで「グループ」に「ディレクトリ」を指定し，右上の検索窓に検索したい文字列を入力すると，LDAPサーバへの問い合わせが発生し，文字列にマッチしたデータが表示される[27]。

ここで目的のデータをクリックすれば，その情報をみることができる。

25　ユーザ認証にLDAPを利用しようとした前節の状況では，各ユーザのパスワードデータ（多くのLDAPサーバで`userPassword`属性として指定されている）を読み取る必要があった。セキュリティ上の理由により，`userPassword`属性の読み取りのためにはユーザ認証が必要なようにLDAPサーバを設定する。一方，今回の「メールアドレス」などの検索のためには`userPassword`属性まで読み取る必要はない。そのため，LDAPサーバの設定として，**IPアドレスなどによるフィルタリングのみ**を行い，認証なしでLDAPサーバにアクセスできるようにするのがよいだろう。よりセキュリティを強化するのであれば，LDAPへのすべてのアクセスは「パスワード」が必要なように設定する方法もある。その場合には「アドレスブック」の環境設定で，オプションとなっている「認証」の部分にユーザ名とパスワードを記入すればよい。この場合のユーザ名とは，そのユーザを示すDNであることに注意が必要である。

26　ユーザ情報は，通常LDAPサーバに“`ou=people,dc=....`”というDNをもつデータとして格納されている。そのため，前節の認証のための検索ベースDNの前に`ou=people`をつけたものをアドレスブックの検索ベースDNとして用いる。

27　下の図では“`naito`”に４件のデータがマッチしている。LDAPサーバに漢字の情報を入れておけば，漢字でもマッチさせることができる。

LDAPサーバを利用した検索はアドレスブックだけでなく，「メール」アプリケーションのユーザ検索でも利用可能である。

12.3.3　LDAPのセキュリティ

NetInfoの項では，そのセキュリティ上の問題点を列挙したのだが，LDAPにはそのような問題がないことを確認しておこう。NetInfoはrpcを基本としたサービスで，各NetInfoドメインのポートが動的に決まってしまうことが大きな問題点であった。しかし，LDAPは389番ポートのみを利用[28]するサービスであり，ファイヤーウォール設定との親和性が高い。また，LDAPの機構自身にSSLによる暗号化通信機能があり，それを利用することにより，ネットワーク上を流れるユーザのパスワードデータを盗聴などから保護することが可能である[29]。

12.4　NISとローカルデータベースの利用

とりあえずNISとBSDローカルデータベースを参照する方法をメモしておこう。Mac OS Xでは NISやBSDローカルデータベースの利用はあまり推奨されていないようだが，NISは一時的にLDAPなどへの移行の中途段階として必要になる場合があるだろう。

NISまたはBSDローカルデータベースを参照するためには，「ディレクトリアクセス」の設定で「BSDフラットファイル及びNIS」を選択し「設定」を行う。

28　SSLを使う場合には443番も利用する。

29　SSLを利用したLDAPの設定については次回以降のLDAPサーバの設定の時に解説する。

「設定」をクリックすると，前頁右図のように「NISドメイン名」と「NISサーバ」名の入力が求められる。もし「BSDフラットファイル」のみを利用する場合にはこれらの入力は必要ない。

この後，「ディレクトリアクセス」の「認証」及び「コンタクト」タブを開くと，`/BSD/local`と`/BSD/xxx`というエントリがみつかる。`/BSD/local`は「BSDフラットファイル」の参照をあらわし，`/BSD/xxx`は「NISドメイン」`xxx`への参照をあらわすので，必要なネーミングサービスを「認証」や「コンタクト」に設定すればよい。

「認証」や「コンタクト」での参照の優先順位は，上右図でのならび順で指定されているので，必要であれば優先順位を変更する[30]。

12.5 AppleTalk

ディレクトリアクセスの項目に「AppleTalk」という項目があり，これが何を意味しているかを最後にメモしておこう。

ファインダの項目の中に「ネットワーク」なる項目がある。これは，ネットワーク上にあるサーバの一覧を示す項目なのだが，ディレクトリアクセスの「AppleTalk」が「ON」になっていて，「ネットワーク環境設定」でAppleTalkが利用できる状態となっていると，上記の「ネットワーク」にはAppleTalkゾーンがフォルダとして表示され，フォルダを開くと各ゾーン内のAppleTalkファイルサーバが表示される。

30 “ /NetInfo/root ”は常に最優先のネーミングサービスであり，これを変更することはできない。

AppleTalk ON　　AppleTalk OFF

逆に「ネットワーク」を開いてもAppleTalkファイルサーバが表示されないときには，ディレクトリアクセスの「AppleTalk」の項目が「ON」になっているかどうかを調べる必要がある。

12.6　ネットワークを使ったディスクの共有

ここまででみてきたように，NetInfoやLDAPを利用すると複数のMac OS Xのホストでユーザ情報などを共有することが可能となり，研究室などで複数台のMac OS Xのホストを同一の環境で利用できる。しかし，実際にこのことを実現するには，すなわち，複数台あるMac OS Xのホストのどれを使っても同一の環境でユーザが利用できるためには，各ユーザのホームフォルダがネットワークを利用して共有されていなければならない。また，いろいろなフリーソフトウェアなどをすべてのホストにインストールするのではなく，１台のホストにインストールしておき，そのファイルを共有することによって，ソフトウェアのインストールの手間を省くことができる[31]。

ここでは，ユーザのホームフォルダが格納されたディスクとフリーソフトウェアが格納されたディスクをある１台のMac OS Xのホストにおき，そのディスクをネットワークを利用して他のMac OS Xのホストと共有するための設定を考えてみよう。

12.6.1　設定すべき状況

はじめに，どのような状況を実現すべきかをきちんと確認しておこう。

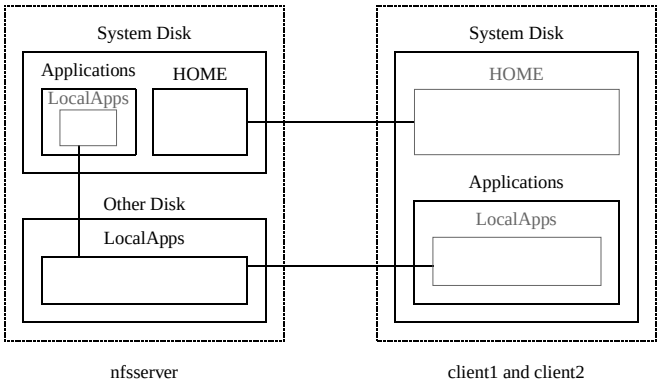
ディスクサーバ　ホスト名はnfsserverとする。

31　フリーではないソフトウェア，すなわち，ライセンスが必要なソフトウェアに関しては，１台のホストのみにインストールしてそれを共有することはライセンス違反になる可能性が高い。したがって，ソフトウェアを共有するときにはフリーソフトウェアに限ることが望ましい。

1．Mac OS Xのホストで，ユーザのホームフォルダを格納するディスクとフリーソフトウェアを格納したディスクを持つ。
2．NetInfoまたはLDAPによるネームサービスが利用できる。
3．上記のディスクはHFS+フォーマットである。
4．ホームフォルダはディレクトリ“/home”以下にあり，ユーザ“foo”のホームフォルダは/home/fooである。
5．フリーソフトウェアを格納したディスクは起動ディスクではなく，「ディスク名」softwareである。さらに，「アプリケーション」フォルダ内の「LocalApps」フォルダとしてその中身が見えているようにする。

クライアント　ホストはclient1，client2の２台とする。

1．Mac OS Xのホストで，ディスクサーバと同一のIPネットワークに属している。
2．NetInfoまたはLDAPによるネームサービスが利用できる。
3．サーバ上のホームフォルダを共有し，ホームフォルダはディレクトリ“/home”以下にあり，ユーザ“foo”のホームフォルダは/home/fooである。
4．サーバ上のフリーソフトウェアを格納したディスクを共有し，「アプリケーション」フォルダ内の「LocalApps」フォルダとしてその中身が見えているようにする。



ここでいくつかの用語の整理とMac OS Xのディスクシステムについて整理をしておこう。UNIXシステムでは複数台からなるディスクを一つの論理的なファイルシステム（ディレクトリツリー）として構成している。通常，起動ディスクは「ルートディレクトリ」“/”に設定されるが，起動ディスク以外のディスク（正確にはディスクパーティション）またはネットワーク上にある共有ディスクをルート以下のディレクトリのどこか（例えば/usr/localなど）に設定しなければならない。このことを「ディスクをマウント（mount）する」と呼び，マウントするディレクトリの場所を「マウントポイント（mount point）」と呼ぶ。各ディスクのマウントポイントの情報は，旧来のUNIXシステムでは，/etc/fstabというファイル[32]に記述され，起動時にマウントされる[33]。

32　Solaris 2.xでは/etc/vfstabになるなど，システムによってファイルの名称は異なることがある。
33　ディスクがローカルにあるかネットワーク上にあるかに関わらず/etc/fstabに記述する。

一方，Mac OS Xでは起動時にすべてのディスクを走査し，起動ディスクをルートディレクトリに設定した後に，他のディスクの自動的なマウントを行う[34]。その際のマウントポイントは，ディスク名FOOを持つディスクの場合には/Volumes/FOOとなる。したがって，上記の「ディスクサーバ」の５の設定を行うには明示的にマウントポイントを指定する必要がある。

また，このようにネットワークを介してディスクの共有を行うことを「ネットワークファイル共有」と呼ぶ。特に，今回は「NFS」と呼ばれる[35]方法を用いて共有を行う[36]。その際，ディスクサーバ側では「どのディスク（またはディレクトリ）をどのような条件で，どのホストに共有を許可するか」という設定を行う必要があり，それを「エクスポート」（export）設定と呼ぶ。

12.6.2　設定項目

この様な状況を設定するための項目は以下のとおりである。

ディスクサーバの設定

１．ディスクのエクスポートの設定を行う。

２．「ディスクサーバ」の５の設定を行う。

ネームサービスの設定

クライアント及びディスクサーバのマウント情報をネームサービスに登録する。

「ディスクサーバの５の設定」は，ディスクサーバ上で単独で行うことも可能であるが，ネームサービスを利用して，クライアントと同時に設定することが可能である。

12.6.3　設定方法

以下では上記の設定項目を順を追って調べていこう。

12.6.3.1　ディスクサーバの設定　はじめに，ディスクサーバ上でエクスポート設定を行うことが必要となる。この部分の設定は，標準的なBSD UNIXと同様の設定を行えばよい。実際の設定は以下のように行う。

ディレクトリ/homeをクライアントclient1とclient2にエクスポートするには，/etc/exportsに以下の行を追加する。

```
/home client1 client2
```

また，ディスクFOOもエクスポートする必要があるため，/etc/exportsに以下の行を追加する。

```
/Volumes/FOO client1 client2
```

34　起動後にIEEE 1394のディスクを接続したときにも同じ処理が行われる。

35　「NFS」はNetwork File ServiceまたはNetwork File Systemの略。

36　Mac OS Xの場合，AFS（Apple File Sharing）を用いてマウントする方法もないわけではないが，AFSはユーザ認証を必要とするため，システム全体にわたるネットワークファイル共有には適さない。

このエクスポート設定を有効にするには`mountd`プロセスに対してHUPシグナルを送る[37]。もちろん，再起動を行ってもよいのだが，すでにディスクをマウントしているクライアントホストがある場合にはクライアントホストのディスクのマウントを解除してからでなければ再起動してはいけない。

`/etc/exports`ファイルにはより詳細なエクスポート設定を記述することができる。

- “`-ro`”オプションを指定すると，そのディスクは「読み取り専用」でエクスポートされる。すなわち，クライアント側ではディスクの内容に対する変更を加えることができない。
- エクスポート対象のホストは，明示的なホスト名ではなく，ある範囲のIPアドレスをもつすべてのホストを指定することができる。例えば“`-network 172.16. -mask 255.255.0.0`”を指定すると，IPアドレスが`172.16.0.0/16`に属するホストからのアクセスを許可することとなる。
- Mac OS Xを含むBSDシステムに特有なオプションが“`-maproot`”及び“`-mapall`”である。通常NFSの書き込み及び読み出し権限は，「ユーザID」（UID）（ユーザ名ではなく，ユーザをあらわす数値）を使って判断される。例えば，UID=501を持つユーザがサーバ側ではユーザ名foo，クライアント側ではbarであったとしても，クライアント側でユーザbarがファイルを作成した場合，サーバ側では同一のUIDを持つfooが書き込みを行ったと判断する。したがってNFSを利用する際には，サーバ側とクライアント側とでUIDをそろえておく必要がある。BSDのオプション`-maproot`と`-mapall`は，この対応づけの一部分を変更するオプションであり，“`-maproot=bar`”と指定すると，クライアント側からのルートユーザのアクセスはサーバ側ではbarのアクセスとみなされる。“`-mapall=foo`”と指定すると，クライアント側からのすべてのアクセスはサーバ側ではユーザfooのアクセスとみなされる[38]。
- 通常はエクスポート対象のディレクトリはクライアント側からマウントするときには，そのサブディレクトリをマウントすることはできない。すなわち`/etc/exports`に`/home`と書いてあると，クライアントは`/home/foo`をマウントすることはできない。しかし“`-alldirs`”オプションを指定するとすべてのサブディレクトリをマウント対象とすることを許可する。

これらのオプションを利用したアクセス制御の例には以下のようなものがある。（すべて`/etc/exports`に書き込むエクスポート設定の例である）

- ディレクトリ`/home`へのアクセスを，client1からは読み書き可能，その他のIPアドレス`172.16.xxx.yyy`を持つホストからは読み出し専用でアクセスさせる。

```
/home client1
/home -ro -network 172.16 -mask 255.255.0.0
```

37　多くのBSDシステムではディスクエクスポートデータを更新するには“`exportfs -a`”コマンドを実行する。Mac OS Xには`exportfs`コマンドが存在しないので，直接NFSデーモンにシグナルを送ることになる。

38　ただし，これらのオプションを指定した場合の実際の書き込み動作は，クライアント側からのUIDで書き込みを行った後に所有権の変更をするようなので，ディレクトリのアクセス権の設定には注意が必要である。

- ディレクトリ/sharedへのクライアントclientからのアクセスをユーザfooとしてアクセスさせる。

```
/shared -mapall=foo client
```

この設定は，複数のユーザがあるフォルダ内のデータを共有しているときに有効にはたらく。通常の「共有フォルダ」の設定では，共有フォルダ内のファイルは作成者のみが書き換え可能となり，他のユーザが作成したファイルを変更することはできない。しかし，適当なフォルダ（上の例では/sharedフォルダ）の所有者をfooにしておき，共有したいファイルはそのフォルダ内に置く約束をしておけば，クライアントclientからのアクセスであれば，クライアント側のユーザが誰であっても，サーバ側ではユーザfooのアクセスと見なされるため，そのファイルはclientのすべてのユーザから読み書き可能となる。

以上をまとめると，/etc/exportsに

```
/home client1 client2
/Volumes/FOO -ro client1 client2
```

と記述すれば，/homeとFOOディスクを共有し，FOOディスクはクライアントからは読み出し専用となる。

なお，このエクスポート設定は，本来ならNetInfo localドメインのデータベースを用いて設定すべきものである。しかし，NetInfoデータベースにエクスポート設定を記述するのは非常に面倒で，間違えやすい操作をしなければならないため，今回は/etc/exportsに記述する方法を利用した。Mac OS X 10.3では，ネーミングサービスに/BSD/localを指定しない状態でも，エクスポートデータベースだけは/etc/exportsを読み出してくれる。

12.6.3.2　ネームサービスの設定　共有ディスクを実現するにはディスクサーバ上でエクスポートされたディスクをクライアント側でマウントする必要があるが，クライアントホストで共有すべきディスクの情報を得るために，Mac OS Xではネームサービスを利用してその情報を得る。ここではNetInfoまたはLDAPを利用して共有ディスクのマウント情報を得るためのNetInfo及びLDAPの設定方法を調べよう。現実にはクライアントで利用できるNetInfoまたはLDAPのいずれか一方の設定を行えばよい。

また，ネームサービスで流すべきディスクの情報は以下のとおりである。

ディスクサーバ名　どのホストからディスクがエクスポートされているか。

エクスポートディレクトリ　マウントしたいサーバ上のディレクトリ名称。

マウントポイント　クライアント上のどのディレクトリにマウントするか。

マウント方法　どのような方法（プロトコル）でマウントするか。（今回はNFS）

マウントオプション　読み出し専用または読み書き専用，ディスククオータの設定などのオプションを指定。

前頁のディスクの情報は以下のようなものである。

/home

ディスクサーバ名 nfserver

エクスポートディレクトリ /home

マウントポイント /home

マウント方法 nfs

マウントオプション rw

/Volumes/FOO

ディスクサーバ名 nfserver

エクスポートディレクトリ /Volumes/FOO

マウントポイント /Applications/LocalApps

マウント方法 nfs

マウントオプション ro

12.6.3.2.1 NetInfoでの設定 ここで利用するNetInfoドメインは，各クライアントの「Localドメイン」ではなく，すべてのクライアント（及びディスクサーバ）で検索可能な「Localドメイン」の上位層で設定することが望ましい。なぜなら「Localドメイン」の設定をしてしまうと，すべてのクライアントの「Localドメイン」に同じ設定を行わなければならず，非常に面倒である。また，ディスク共有を行う前提としてユーザ情報の共有が行われているので，ユーザ情報が格納されたNetInfoドメインが存在するはずであり，そのドメインにディスク共有の設定を記述すればよい。

実際にNetInfoドメイン「top」に入れる情報は以下のようにして作成する。（ここで，NetInfoドメイン「top」はディスクサーバ上にあると仮定している）

fstabデータを作成する ディスクサーバ上で，/tmp/fstabとして，以下の内容のファイルを作成する。

```
nfsserver:/home        - /home                          nfs - yes rw
nfsserver:/Volumes/FOO - /Applications/LocalSoftwares nfs - yes ro
```

NetInfoにデータを入れる /tmp/fstabに記述した情報をNetInfoドメイン「localhost/top」に格納する。そのためには以下のコマンドを入力すればよい。

```
% niload -m fstab -t localhost/top < /tmp/fstab
```

NetInfoのデータの確認　その結果をniutilコマンドで調べてみると，

```
% niutil -list -t localhost/top /mounts
5 nfsserver:/home
6 nfsserver:/Volumes/FOO
% niutil -read -t localhost/top 5
dir: /home
dump_freq: 0
name: nfsserver:/home
opts: rw
passno: 0
vfstype: nfs
% niutil -read -t localhost/top 6fg
dir: /Applications/LocalApps
dump_freq: 0
name: nfsserver:/Volumes/FOO
opts: ro
passno: 0
vfstype: nfs
```

と出力される。

クライアント側で検索可能なNetInfoドメインに上記の情報が格納されていれば，起動時に自動的にマウントされる。

12.6.3.2.2　LDAPでの設定　LDAPデータベースでのディスクのマウント情報はRFC 2307に規定され，

`ou=mounts,dc=....`

というDNを持つエントリを作成すればよい。

実際には以下のようなLDIFデータをLDAPデータベースに設定すればよい。（ここでは「ベースDN」は`dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp`となっているが，この部分は各LDAPサーバで適切に設定しなければならない）

```
dn: ou=mounts,dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp
ou: mounts
objectClass: top
objectClass: organizationalUnit

dn: cn=nfsserver:/home,ou=mounts,dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp
mountOption: rw
mountType: nfs
cn:rabbit:/home
objectClass: mount
objectClass: top
mountDumpFrequency: 0
mountDirectory:/home
mountHost: nfsserver

dn: cn=nfsserver:/Volumes/FOO,ou=mounts,dc=math,dc=nagoya-u,dc=ac,dc=jp
mountOption: rw
mountType: nfs
cn:rabbit:/home
objectClass: mount
objectClass: top
mountDumpFrequency: 0
mountDirectory: /Applications/LocalSoftwares
mountHost: nfsserver
```

LDAPサーバに上記の情報が格納されていれば，クライアント側では「コンタクト」にそのLDAPサーバが指定されているだけで，起動時に自動的にマウントされる。

12.6.3.3　ディスクサーバ上でのディスクのマウント　ディスクサーバ自身が上記のNetInfoまたはLDAPデータベースにアクセス可能であれば，`/Volumes/FOO`に（実体の）あるデータが`/Applications/LocalApps`にマウントされ，「ディスクサーバの５の設定」の設定が実現できる。この場合，設定上はローカルなディスクとしてではなくNFSを経由しているが，実際にはローカルなアクセスが行われる。

12.6.3.4　NFSの注意事項　Mac OS XでNFSを利用するにあたっては，以下のような注意点がある。

- NFSを経由してMicrosoft Officeの文書かExcelのファイルを差し込みデータとして読み込もうとするときに，「データファイルが見つからない」というエラーが発生することがある。
- Mac OS Xでの標準的なディスクシステムのフォーマットはHFS+である。前回にも解説したとおり，HFS+の特徴は「カタログBツリー」内に「リソースデータ」を持つことである。しかし，NFSを経由してしまうと「カタログBツリー」にはアクセスすることができない。そのため，Mac OS Xではつぎのような方法で「分離リソース」を実現している。

ファイルfooのリソースデータは，通常はUNIXのlsコマンドではみることができない。しかし，NFS（UFSを用いても同じだが）を利用する場合には ._fooというファイルがつくられる。この ._fooがfooのリソースデータである。したがって，._fooなどというファイルが見つかったときrmコマンド等でこれを消去してはいけない。

なお，「開発環境」に含まれる/Developer/Tools/SplitForksコマンドを利用することにより，カタログBツリーに含まれるリソースデータを上記のように単独のファイルとして取り出すことができ，/System/Library/CoreServices/FixupResourceForksコマンドを利用すれば，単独のファイルとして取り出されたリソースフォークを元のようにカタログBツリー内のデータに戻すことができる[39]。

13　インターネット接続

ここでは，「 インターネット接続」アプリケーションで提供されている，「802.1x」と「VPN」について解説してみよう。これらは，ここまでの解説とは異なり，Mac OS Xのホスト（特にノート型のもの）を「安全に」ネットワークに接続する手段を提供する。

13.1　ネットワークのセキュリティ

はじめに，この章での設定の目的である，ネットワークのセキュリティとは何かを考えてみよう。通常，「ネットワークのセキュリティを保つ」という表現をした場合には，以下の項目がその目的となる。

- ネットワーク上を流れるデータを「盗聴」から守る。
- 許可されないユーザが勝手にネットワークを利用することを禁止する。

現在「ローカルエリアネットワーク」（LAN）で用いられているネットワーク（Ethernet）を使った通信では，ホスト間の通信は必ずしもそのホストの間でやり取りされるわけではなく，LAN内のすべてのホストにデータ（パケット）が到達し，その宛先が自分自身でないパケットは破棄する仕組みを使っている[40]。したがって，LAN上を流れるパケットは容易に盗聴[41]することが可能であり，LAN内に悪意のあるホストが存在した場合には，各人のパスワードなどが含まれたパケットが盗聴され，パスワードが流出することが容易に想像できる。

近年のネットワークの利用形態では，インターネット[42]を利用して，学外から学内へログインしたり，各種のサイトでクレジットカード番号などを入力する機会が増えている。このような場合

39　ただし，FixupResourceForksはファイルに対するコマンドではなく，ディレクトリに対するコマンドであることに注意が必要である。

40　名古屋大学のネットワーク（NICE）では，各建物ごとにLANが構成されている。また，ネットワーク機器には「レイヤ２スイッチ」と呼ばれる機器を利用しているため，必ずしもLAN内のすべてのホストにパケットが到達するわけではない。

41　必ずしも自分宛ではないパケットを保存し，その中身を解析することを指す。

42　ここで「インターネット」と言った場合には，学内と学外を結ぶ「公衆網」のことである。

にもインターネット上でパケットの盗聴が行われていない保証はなく，何らかの形でパケットを盗聴から防ぐ方策が必要となり，現在，盗聴を防ぐ最も有効な方法は「パケットの暗号化」と考えられている。パケットを暗号化して通信する手段として，UNIXホストへログインするためのssh，ウェブサーバにアクセスする際に，アプリケーションレイヤで暗号化を提供するSSLを利用したhttpsなどが広く用いられている。これらのプロトコルは，特定の通信手段の暗号化通信であるのに対して，この後に解説するVPNは通信手段を選ばず[43]，すべてのパケットを暗号化する方法である。

一方，後者の「許可されないユーザがネットワークを利用する」とは何が問題となるのだろうか。通常ネットワークを利用するためには各ホストにIPアドレスを割り当てる必要がある。よく知られたとおり，IPアドレスは世界中で一意なアドレス[44]を割り当てる必要があり，その設定も初心者にとっては必ずしも容易なことではない。そのため，近年ではDHCPと呼ばれる方法[45]を用いて，ネットワークに接続されたホストに対して自動的にIPアドレスを割り当てる仕組みが確立している。

逆に言えば，DHCPを用いたネットワークではノートPCをネットワークにつないでしまえば，自動的にIPアドレスが割り当てられ，誰もが自由にネットワークを利用することが可能である。仮に,そのようなユーザの中に悪意を持ったユーザがいて，前述のパケットの盗聴を行ったり，ネットワーク上のホストにクラッキングを行ったりする可能性も多い。そのため，DHCPではあらかじめ登録されたMACアドレス[46]を持つ機器にのみIPアドレスを割り当てる機能が用意されている。しかしながら，MACアドレスも容易に詐称が可能であるばかりか，パケットの盗聴を行うだけであれば，IPアドレスを割り当てる必要さえない。このような状況で，ネットワークの不正な利用を防ぐ手段の必要性が重要視されている。

13.2　802.1x認証を用いた無線LAN

13.2.1　無線LANの脆弱性

数年前からノート型コンピュータをネットワークに接続する手段として，無線LANを利用できるようになった[47]。従来のネットワークでは（前述の）パケット盗聴や不正な利用を行おうとした場合には，何らかの形で「ケーブルを接続する」ことが必要となり，具体的にはネットワークの

43　より低いレイヤで暗号化を実現する手段という意味。

44　近年，IPアドレスの枯渇が問題となり，「プライベートIPアドレス」を用いたLANも多くなっている。

45　本来DHCPは，ユーザに対する負担の軽減ではなく，ノートPCを中心とするモバイル機器をネットワークに接続するための方法として開発されたものである。

46　各機器に（より正確にはネットワークインタフェースに）割り当てられたハードウェアのアドレス。

47　もちろん，無線LANはデスクトップPCでも利用できるが，「モバイル」という視点からはノートPCでの利用が本命だろう。

建物に入り込まれない限りはネットワークのセキュリティは保たれていた。しかし，無線LANは電波の届く限りネットワークが広がっていると考えられるため，建物外からもネットワークに接続できたり，セキュリティを脅かす行為を行うことができる。そこで近年は「無線LANのセキュリティ」問題が新聞紙上を賑わすことも多くなった。

そのため，これまでは無線LANの通信のセキュリティを保持するために以下のような方策をとることが多かった[48]。

- 無線LANネットワーク（SSID）を「非公開」にする。
- 無線LANアクセスポイントに対するアクセスをMACアドレスを用いてフィルタリングする。
- 無線LAN通信をWEP（Wired Equivalent Privacy）による暗号化を行う。

しかし，これらの方策もつぎのように問題点があることが知られている。

非公開ネットワーク　アクセスポイントの機器によっては，「ビーコン」と呼ばれるアクセスポイントから発信される探索用のパケットに（非公開ネットワークであっても）ネットワーク名が含まれるものがある。

MACフィルタリング　ネットワークインタフェースカード（NIC）のMACアドレスは，ソフトウェア的に改竄（変更）が可能である。

WEP暗号化　これが最も問題がある内容で，現在利用されている40ビットまたは106ビットWEP暗号化は，そのアクセスポイントを利用するユーザ全員で共通のものを利用し，暗号化手法が易しいものを利用しているため，大量の通信パケットを傍受すれば暗号化鍵を推測可能となる。また，40ビット暗号化では，すべての鍵パターンを生成して「総当たり」的に暗号化鍵を発見することも容易である[49]。

このように，標準的な無線LAN通信ではセキュリティ上多くの問題点があることがわかる。

13.2.2　無線LANの新しいセキュリティ規格と802.1x

上に述べたような無線LANの脆弱性を克服するため策定されたものが「802.11i」と呼ばれる無線LANのセキュリティ規格[50]である。ここでは，802.11iの規格の一つであり，最近多くの無線LANアクセスポイントで採用されているWPA（Wireless Protected Access）の仕組みについて簡単に解説しよう。

WPAの柱は「認証」と「暗号化」の２点であり，何らかの認証をパスしたユーザにのみ，アクセスポイント経由のアクセスを許可し，暗号化通信を行うというものである。この場合の暗号化はTKIP（Temporal Key Integrity Protocol）と呼ばれるもので，アクセスする機器ごとに異なる暗号化鍵を用い，さらに一定時間ごとに異なった鍵に交換するもので，前述のWEPと比較して，

48　以下の設定を行っていない無線LANネットワークは，「誰でも自由に使っていいよ」と言っているようなものである。

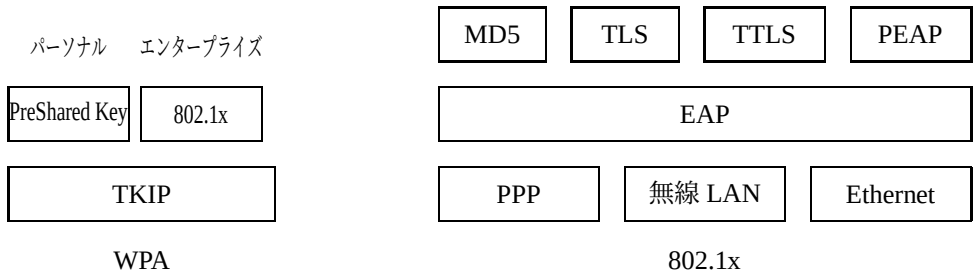
49　これ以上に，ユーザ全員で同じ鍵を利用するため，鍵が流失することも多い。また，106ビット暗号化であっても，鍵を推測することができると言われている。

50　無線LANの規格は，802.11b，802.11gのように802.11ではじまる。これはIEEEの802.11委員会によって規定された規格であることを示している。

セキュリティの強度は格段に上がっている。

WPAは認証方法によって２種類に分類され，一つは，アクセスポイントと無線LANクライアントの間で「共通鍵」を用いる「WPAパーソナルモード」と[51]，802.1x認証を用いる「WPAエンタープライズモード」がある。

802.1x認証とは，ネットワークに接続する際にユーザ認証を行い，認証をパスしたユーザにのみネットワークの利用を許可する手順を与えた規格である[52]。802.1xは，この章の冒頭で述べた「許可されていないユーザの不正なネットワークの利用」を防ぐためのものであり，「有線LAN」に対しても意味のあるものである[53]。802.1xの認証の方法はEAP（Extensible Authentication Protocol）と呼ばれる以下の手順にしたがう。802.1xクライアントから認証要求が発生した場合，802.1x認証を用いるアクセスポイント[54]は「認証サーバ」[55]に認証を求め，それにパスした場合にのみアクセスポイントの利用を許可する。EAPを用いる際にはMD5 Digest認証，TLS認証，TTLS認証，PEAP認証などのいくつかの認証手順を用いることができる。



なお，これらの認証手順には以下のような長所と欠点がある。

MD5 digest認証　MD5という「ダイジェスト文字列」生成アルゴリズムによって，「チャレンジ＆レスポンス」による認証を行う。

長所　通常の認証のように「パスワード」以外の設定が必要ない。

欠点　認証サーバ上では「パスワード」を「平文」で格納する必要がある。また，認証パケットを大量に盗聴されるとパスワードが推測される可能性がある。

TLS認証　電子証明書を用いた認証方法。クライアントは，認証サーバの電子証明書によって署名されたクライアント証明書をサーバに提示することにより認証する。

51　「事前共有鍵」（Preshared Key）方式とも呼ばれる。要するに共通の「パスワード」を用いるもので，多数のユーザがいる環境では適切な方法とは言い難い。

52　このような状況を理解するには，自宅でADSLなどを利用している状況を思い出せばよい。ADSLを利用する際には，ADSLのユーザ名とパスワードを入力しなければネットワークへの接続はできない。

53　実際「有線LAN」の場合には，ネットワーク認証で認証を得る前の段階では，ネットワークスイッチのポートが“ disable ”の状態となり，パケットの盗聴さえも不可能となる。

54　無線LANの場合には「無線LANアクセスポイント」であり，「有線LAN」の場合には「ネットワークスイッチ」となる。

55　通常“ radius ”と呼ばれるソフトウェアを用いる。

長所　公開鍵暗号を利用しているため，安全性が高い。

欠点　クライアントごとに電子証明書を発行する必要がある。

TTLS認証及びPEAP認証　電子証明書とパスワードを用いた認証方法。クライアントは認証サーバの電子証明書を持ち，認証サーバはクライアントがもつ電子証明書と各ユーザのパスワードで認証を行う。

長所　公開鍵暗号を利用しているため，安全性が高い。クライアントごとに電子証明書を発行する必要がない。

欠点　対応するradiusサーバが非常に少ない。

なお，ここで出てきた「電子証明書」に関しては詳しくは解説しないが，ウェブサーバへのセキュアなアクセスであるhttpsで利用されている方法とほぼ同じものである[56]。

13.2.3　802.1xによるネットワークへの接続方法

ここからMac OS Xを用いて802.1xネットワーク認証が必要なネットワークへの接続方法を解説していこう。はじめに，（あまり実用的ではないかもしれないが）「有線LAN」に802.1xが必要な場合の設定を解説して，802.1xの本質的な部分をみていく。その後に，無線LAN（特に，アクセスポイントがApple社のAirMac Extream BaseStationの場合）の802.1xによる接続方法を解説する。なお，この解説では802.1xの認証手段として，「有線LAN」の場合はMD5 Digest認証，無線LANの場合はTLS認証を使うこととしよう。

13.2.3.1　有線LANの場合　最初に「インターネット接続」を開く。無線LANが使えるときにはメニュー上の無線LANのアイコンから「インターネット接続を開く」でも開くことができる。

56　ウェブブラウザには「ルート証明書」と呼ばれる電子証明書があらかじめ格納されており，ウェブサーバから提示された「サーバ証明書」の正当性が，格納されているルート証明書により確認できた場合にのみ暗号化通信が確立する。

インターネット接続を開いた後，上部のリストから802.1Xを選択する。さらに「設定」のプルダウンメニューを開き「その他」を選択する（下左図）と，下右図のようなウィンドウが開く。

ここでつぎのような設定を行う。

ネットワークポート　「内蔵Ethernet」を選択。

ユーザ名　ネットワーク認証のユーザ名。

パスワード　MD5　認証のパスワード。

認証　MD5　のみ「入」。

これらを設定して「OK」をクリックすると，つぎのように設定される。

ここで「接続」をクリックすると認証が始まり，正常に接続できれば

のようにウィンドウ下部に「MD5経由で接続しました」とのメッセージが表示される。もし，エラーが発生した場合には「ユーザ名」または「パスワード」が間違っている可能性があるので，それを修正すればよい。

このように「有線LAN」でMD5 digest認証を利用する場合には，radiusサーバの設定さえ間違っていなければ，極めて容易にネットワーク認証を行って接続することができる。

なお「有線LAN」でも，以下の「無線LAN」と同様にTLS認証を行うこともできる。

13.2.3.2　無線LANの場合　無線LANで802.1x認証を用いて接続する場合は，MD5 digest認証が使えないため，「有線LAN」のようには簡単にはいかない[57]。今回Apple AirPort Extream BaseStationではTLS認証が利用できるので，TLS認証を使って接続することを考える[58]。

13.2.3.2.1　TLS認証に必要なもの　TLS認証を行うためには，事前に以下のものを入手しておく必要がある。

サーバ証明書　認証サーバ（この場合はradiusサーバ）が正当なものであることを示す電子証明書。以下のルート証明書によって署名されている必要がある。（最初は必要ない）

ルート証明書　サーバ証明書の署名の根拠を証明する電子証明書。

クライアント証明書　アクセスするユーザが正当であることを示す電子証明書。サーバ証明書により署名されていることが必要であり，内部に「ユーザ名」と「パスワード（秘密鍵）」を含む。

TLS認証の基本的な仕組みはhttpsと同一であるが，802.1x認証クライアント（今回の場合は「インターネット接続」）があらかじめルート証明書を持っていないことと，認証を行うためにクライアント証明書が必要となることの２点が異なっている。そのため，無線LANアクセスポイントの管理者からルート証明書とクライアント証明書を入手する必要がある。

13.2.3.2.2　電子証明書のインストール　入手したルート証明書とクライアント証明書をMac OS Xの「キーチェーン」に登録する。そのためには，「ユーティリティ」フォルダにある「 キーチェーンアクセス」を開く。最初キーチェーンは以下のようになっている。

57　MD5 digest認証ではパスワードから生成されたダイジェスト文字列が平文のまま流れるため，無線LANではパスワードが流出する可能性がある。そのため，無線LANアクセスポイントへのアクセスにMD5 digest認証を用いることはできない。実際Apple AirMac Extream BaseStationの場合にMD5 digest認証を用いると，認証そのものはパスできるのだが，TKIP暗号化の段階で鍵交換ができず，実際の通信を確立することができない。

58　TTLS，PEAP認証はradiusサーバとしてfreeradiusを使う限りはうまくいかなかった。

ここで「ファイル」メニューから「読み込み」を選択し，ルート証明書とクライアント証明書をキーチェーンに登録する。ルート証明書は拡張子“ pem ”となっているものを利用する[59]。また，クライアント証明書は拡張子“ p12 ”となっているものを選択する。

ここでクライアント証明書を読むときに，上右図のように「パスワード」の入力が求められる。ここで入力するパスワードはクライアント証明書の秘密鍵であり，クライアント証明書を作成するときに入力を求められるパスワードのことである。

これらの読み込みがおわると，以下のようにキーチェーンにルート証明書とクライアント証明書がインストールされたことがわかる。

13.2.3.2.3　インターネット接続の設定　ここまで終わるとあとは「有線LAN」の場合とほぼ同様な手順で設定すればよい。「有線LAN」の時との違いは以下のものである。

59　Windows XPの場合は“ der ”を利用するらしい。

ネットワークポート　（当然）“ AirMac ”を選択する。

ワイヤレスネットワーク　ここには接続すべき無線LANネットワークのネットワーク名を記入する。

認証　TLSのみを「入」にする。

この設定が終了したら「OK」をクリックし，実際に接続を行ってみる。すると，１回目の接続に限り以下のようなウィンドウが開く。

これはサーバ証明書を信頼するかどうかを聞かれているのであり，「すべてに同意する」をクリックすると，

のようにTLSを利用した無線LAN通信が確立する。

13.2.4　802.1xに必要な機材

802.1xネットワーク認証は，（無線LANの場合）無線LANアクセスポイント自身が認証を行うのではなく，radiusという認証サーバが動作しているホストに問い合わせを行う。そのため，少なくともEAPに対応しているradiusサーバが動作していなくてはならない[60]。

また，アクセスポイントが802.1xに対応している必要がある。すなわち，アクセスポイントがネットワーククライアントからのアクセスを受けたとき，radiusサーバに対してEAPにしたがう認証を要求する必要がある[61]。Apple社のAirMac Extream BaseStationは，最新版[62]のファームウ

60　筆者の属する研究科では，Solaris 9（SPARC）上のfreeradiusを利用している。

61　筆者はCISCO社のレイヤ３スイッチCatalyst 3550を利用して実験した。

62　Version 3.2以降。

ェアを利用すれば802.1xに対応する。また，国内各社からも802.1xに対応した無線LANアクセスポイントが販売されている。

最後に，クライアントソフトウェアであるが，Mac OS X 10.3でAirMac Extream Cardを使う場合はAirMacソフトウェアが3.2以降，AirMac Cardを使う場合はAirMacソフトウェアが3.3以降ならばTLSを利用した認証が可能となる。また，Windows XPでは標準的にTLS認証が可能である。

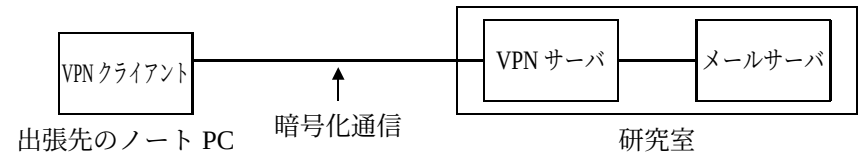
13.3 VPNの利用

13.3.1 VPNとは

VPN（Virtual Private Network）とは，インターネット（公衆回線）上に**暗号化された仮想的な専用回線**を構築し，インターネットを利用して安全な通信を行う手段のことである。VPNを用いることにより，この章の冒頭で述べた，「インターネット上を流れるパケットを盗聴から保護する」ことが可能となり，安全にLANへ接続が可能となる。具体的にはVPNを有効に利用できる状況として，つぎのようなことを考えればよい。

離れた２ヶ所（以上）に拠点を持つ事業所の間でネットワーク通信をしようとした場合，その通信の安全性を保持しようとすると，以前であれば高価な専用回線を利用する必要があった。しかし，現在はインターネット（公衆回線）を利用して安価に拠点間を接続することができるが，そのままでは通信の安全性を保つことができない。そのため，拠点間の通信を暗号化して仮想的には内部ネットワークと同じように安全性を保つ手段が必要となり，それはVPNを利用して実現可能である。

VPNは２つのネットワークを接続するだけでなく，１台のPCとLANの間の暗号化通信も提供している。我々はこれを利用して，LANの外部から安全な通信を行うことができる。より具体的には，出張先の大学やホテルから研究室のネットワークに接続したと考えた場合，研究室のネットワークが外部からのアクセスを拒否するような設定になっている状況を考えよう。この場合，出張先の大学やホテルで接続されたPCは，あきらかに外部のネットワーク機器であるため，研究室のネットワークに入ることはできない。しかし，研究室にVPNサーバがあり，**ユーザ認証を経た上で**VPNサーバ経由でアクセスするのであれば，インターネット上の通信は暗号化され，ユーザ認証も通過しているので，そのようなホストからのアクセスは研究室内部のホストからのアクセスと同じにみなしてよい。



このように研究室などのネットワークが「閉鎖的」な状況になっている場合においても，VPNサーバを適切に運営できれば，研究室のメンバーは外部から安全にアクセスが可能となる。以下

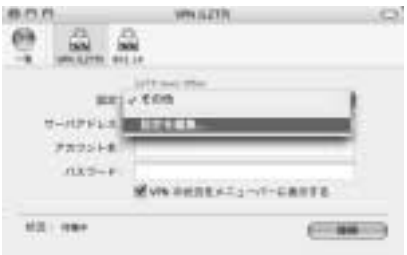
でMac OS XでのVPNクライアントの利用方法を解説するが，ここではすでに研究室などにVPNサーバが設置されていることを前提とする[63]。

13.3.2　Mac OS XでのVPNの利用法

以下ではMac OS Xに標準的に含まれている「インターネット接続」のVPN機能を使って，VPNサーバにアクセスする方法を解説しよう。その際，VPNサーバの管理者から入手しておかなければならない情報は，「サーバ名」と「共有シークレット」の２つである[64]。

802.1xの時と同様に「 インターネット接続」を開き，「VPN接続」を選択する。すると，下図のように“ L2TP over IPSec ”または“ PPTP ”の選択ウィンドウが開く[65]。

ここでは“ L2TP over IPSec ”を選択し，「設定」メニューから「設定を編集」を選択する。



そこで開いたウィンドウ（下左図）で「サーバアドレス」，「アカウント名」，「認証形式」，「共有シークレット」を入力し「OK」をクリックする。すると下右図のように設定が完了するので，「接続」をクリックすればVPN（L2TP over IPSec）でサーバに接続し，研究室などの内部ネットワークに接続が完了する。

63　VPNアクセスに必要となるVPNサーバの設定に関しては次回以降に解説することにする。

64　通常「アカウント名」は各ユーザのユーザIDなのだが，「パスワード」は通常と異なったものを利用する可能性もある。

65　これらの意味は後述する。

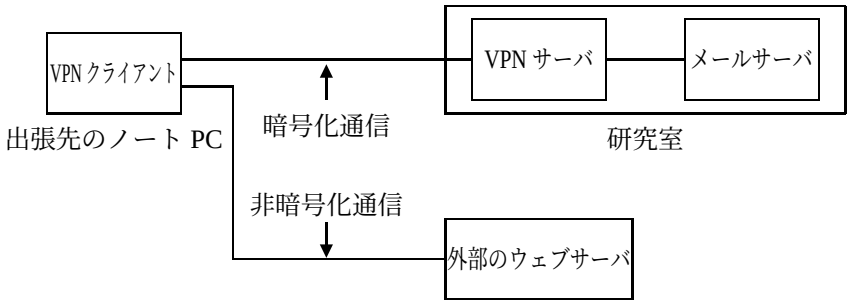
この時，VPNサーバが通常の設定ならば，VPNは以下のような通信形態[66]をとる。

DNS設定　VPN接続を行っている状態では，DNSはVPNサーバから渡されるサーバを利用する。つまり，研究室などの内部ネットワークのDNSサーバが利用される。

研究室などの内部ネットワークへのアクセス　インターネット上を暗号化された通信で，研究室の内部ネットワークへアクセス可能。

それ以外のホストへのアクセス　VPNサーバから“Private”と指定されたネットワーク[67]以外へのアクセスは，内部ネットワークを経由せず，**暗号化されない**状態で直接通信を行う。

したがって，「本当の意味」で内部ネットワークのホストとは異なるのだが，内部ネットワークへのアクセスは公衆回線上（VPNクライアントとVPNサーバ間）は暗号化され，内部ネットワークのホストにとっては，VPNサーバ上で割り当てられた内部アドレスを持つホストからのアクセスと見なされる。そのためVPNを経由したアクセスは，内部ネットワークからは内部のホストからのアクセスとみなされ，POPサービスや内部に限定されたウェブサーバなどへアクセス可能となる。



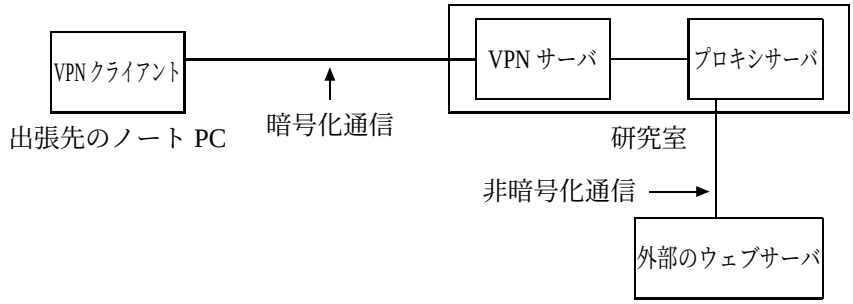
しかし，よく誤解を招くのはつぎのような状況である。電子ジャーナルなどアクセス元のアドレスによってアクセスが制限される外部ホストへのアクセスは，内部ホストからのアクセスとは異なる。つまり，外部ネットワークへのアクセスはVPNを経由せず直接行われる。この問題は研究室内部にプロキシサーバをおき，ウェブのアクセスを内部のプロキシサーバ経由で行えば，外部ウェブサーバへのアクセスもプロキシ経由（内部ネットワーク経由）とすることができる[68,69]。

66　「スプリットトンネリング」と呼ばれる。

67　上記の「内部ネットワーク」のこと。

68　電子ジャーナルなどの一部には，プロキシサーバ経由のアクセスを禁止（利用条件違反）としている場合がある。したがって，電子ジャーナルなどへのアクセスの場合，プロキシサーバ経由でのアクセスが許可されているかどうかを事前に調べておく必要がある。
　しかし，VPN経由以外のアクセスを禁止したプロキシサーバを利用するのであれば，公開プロキシサーバを利用しているのではないため，上記の問題はクリアできる可能性がある。

69　お気づきの方も多いと思うが，この項には「成功例」が書いていない。現在までのところMac OS Xのインターネット接続を利用したVPN接続には成功していない。筆者の属する研究科の環境では，CISCO VPN Concentratorとその専用VPNクライアントソフトウェアを利用してVPN接続を実現している。次回までにインターネット接続によるVPN接続に成功したら，より詳細なレポートをすることにしよう。



13.3.3 PPTP・L2TPとは

前節でVPNの接続方法としてPPTPとL2TP over IPSecという用語がでてきたので，ここでそれらを簡単に解説しておこう。VPNの実現方法としてはPPTP（Point to Point Tunneling Protocol），L2TP（Layer 2 Tunneling Protocol），IPSecなどがある[70]。ここではそれらの詳細について触れることはしないが，プロトコルの違いや長所・欠点について簡単に解説しておこう。

PPTP PPTPとは，その名のとおり，ネットワーク上の２点間を暗号化パケットを使って通信するためのプロトコルである。基本的な考え方はPPP（Point to Point Protocol）を基本とするものであり，実際の認証方法（ユーザ名とパスワードを送信して認証を得る方法）はPPPと同様にPAP，CHAP，MSCHAP，MSCHAPv2などを用いることができる。PPTPの長所は，認証のためにユーザIDとパスワードの組のみを利用し，余分な情報を必要としないことであるが，逆にこれが欠点ともなり，特にPAP認証では，認証情報（ユーザIDとパスワード）を送信するフェーズで，その通信を暗号化することができない[71]。したがって，PAP認証を用いたPPTPは本当の意味で安全な通信ではない。この問題を改善するためにCHAP，MSCHAP，MSCHAPv2などの「ダイジェスト認証」を用いることができるが，（802.1xのMD5 digest認証と同様に）これらのダイジェスト認証ではサーバ側には「平文によるパスワード」を保存しておく必要がある。

IPSec IPSecはIPパケットのレベルで暗号化を行う方法であり，認証フェーズ自身がIPSecの規格に取り込まれている。IPSecでは認証フェーズも暗号化され，安全に認証を行うことが可能であるが，そのかわりに，認証フェーズにおいて，サーバとクライアントで共通の鍵（「共有シークレット」）を持たなければならない。

L2TP ここまでの２つのプロトコルは「レイヤ３暗号化」と呼ばれるもので，IPパケットを暗号化するプロトコルである。しかし，（Macの利用者にとっては）AppleTalk[72]に代表されるIPとは異なるプロトコルのパケットもVPNを通したいという要求に対して答えるものがL2TPである。L2TP自身には認証フェースが定義されているわけではないが，L2TPによるアクセス時にもPPTPと同様な認証が行われる。

---

70 さらに，各プロトコルで暗号化の形式や認証方法などに多くの種類がある。

71 暗号化のためには，少なくとも一つの「鍵」を交換する必要がある。

72 AppleTalkが定義されているレイヤはIP等と同じく「レイヤ２」である。

Mac OS Xで利用できるL2TP over IPSecはIPSecの共有シークレットによるIP層の暗号化パケットの中にL2TPパケットをカプセル化したものである[73]。

とりあえず今回の「最後に」

今回の解説ではネーミングサービスの利用法と，それを利用したネットワークファイル共有や，セキュアな無線LAN通信，VPNなど，Mac OS Xのネットワークの利用法を解説した。しかし，今回の解説の中では，LDAP，802.1x，VPNなどを実際に構成する各サーバ[74]の設定方法や，これらのサービスとファイヤーウォール設定との関係を全く述べてこなかった。

次回にはこれらの内容を解説したいと考えているが，Mac OS Xだけを利用しているのでは，これらの設定を容易に実現することは難しいものも含まれている。そこで，Apple社が「サーバ用Mac OS X」としてリリースしている“Mac OS X Server”を利用してこれらの設定を行うことを考えてみたい。Mac OS X ServerはMac OS Xを基本として，ネットワークサーバとしての機能を充実させたアプリケーションを搭載した，優れたサーバ用OSである。これを用いることにより，上記のサーバ設定だけでなく，Mac OS Xを用いるクライアントの「ネットワークブート」設定や「ネットワークインストール」なども可能となり，ある程度の台数のMac OS Xホストの管理が非常に容易になる。

Mac OS Xを利用している研究室などで，いろいろなネットワークサービスを実現したいのだけど，「UNIXを使うのはちょっと…」と思っているユーザの方々も，Mac OS X Serverなら扱えるのではないだろうか。

参考文献

NetInfoの詳細な設定方法はNeXTSTEPのシステム管理マニュアル［1］に詳細な解説がある。Mac OS XのNetInfoはNeXTSTEPのものとは微妙に異なっている部分（「local」ドメインの上位層の指定方法やコマンドの詳細な利用方法）があるが，ほとんどはNeXTSTEPのそれと同一と思ってかまわない。

1　NeXT Computer, Inc., NEXTSTEP Network and System Administration, アジソン・ウェスレイ, 1993。

無線LANの通信規格である802.11とそのセキュリティについては［2，3，4］が参考になる。

2　B. Potter, B. Fleck著, 802.11セキュリティ，オライリー・ジャパン, 2003。

73　Mac OS XのVPN接続ではPPTP，L2TPともに認証はMSCHAPv2を用いているため，サーバ側ではMSCHAPv2に対応した認証が可能となっていなければならない。

74　筆者の属する研究科ではこれらのネットワークサービスの利用が可能なのだが，実際にはMac OS X Serverを用いているのではなく，各サービスは以下に挙げる機器またはソフトウェアを利用している。

LDAP: iPlanet Directory Server 5.1, Solaris 9.

radius: FreeRadius 0.9.3, Solaris 9,

VPN: CISCO 3005 VPN Concentrator.

３　M.S. Gast著，802.11無線ネットワーク管理，オライリー・ジャパン，2003。
４　R. Flickenger著，ワイヤレスコミュニティネットワーク，オライリー・ジャパン，2002。

802.1xやリモートアクセスに利用されるradiusサーバについて解説された文献は非常に数が少ないが，最近つぎの［５］が出版された。

５　J. Hassell著，RADIUS，オライリー・ジャパン，2003。

VPNやIPSecの利用形態や規格について解説された文献としては［６，７］が参考になる。

６　C. Scott，P. Wolfe，M. Erwin著，VPNオライリー・ジャパン，2000。
７　馬場達也著，マスタリングIPsec，オライリー・ジャパン，2001。

（ないとう　ひさし：名古屋大学大学院多元数理科学研究科）
（naito@math.nagoya-u.ac.jp）