

# Mac OS X による Netboot を用いた端末室環境の運用

## An Educational Computer System using NetBoot for Mac OS X

瀬川大勝, 櫻田武嗣, 萩原洋一, 川島幸之助

Hirokatsu SEGAWA, Takeshi SAKURADA, Yoichi HAGIWARA, Konosuke KAWASHIMA

hiroka@cc.tuat.ac.jp, take-s@cc.tuat.ac.jp, hagi@cc.tuat.ac.jp, k-kawa@cc.tuat.ac.jp

東京農工大学 総合情報メディアセンター  
Information Media Center, Tokyo University of Agriculture and Technology

### 概要

教育用端末は、常に正常・安定稼働していることが要求される。また、不特定多数のユーザからの多種多様な要求に答えることも求められる。しかし、これらの要求（堅牢性、安全性、利便性など）に対応するための運用コストの増大が問題となっている。それに対する一つの解として、近年、ネットワークブートを利用したシステムが注目を集めている。本稿では、本学において 2006 年 2 月に導入した Mac OS X の Netboot システムを利用した端末室環境について、導入から現在までの運用実績について報告する。

### キーワード

端末室の運用, NetBoot, Mac OS X

## 1 はじめに

大学における教育用端末室環境は、講義・演習における基盤設備として、常に正常稼働していることが要求される。また、学内の不特定多数のユーザに利用される設備であるため、堅牢で安全性の高いシステムであると同時に、多種多様なニーズに答えられるよう、柔軟性も合わせ持たせなくてはならない。しかし、それに対応するための人的コスト（スタッフの数）は一定であり、運用コストの削減が大きな課題となる。

運用コストを押えつつ、安定したシステムを提供するための一つの解として、ネットワークブートを利用した端末室環境の運用が近年注目を集めている。通常のシステムでは、端末個々のハードディスクに OS やアプリケーションなどのシステムがインストールされているが、ネットワークブートを用いる場合には、ブートサーバにそれらを保持しておく。端末の起動は、端末個々のハードディスクからではなく、ネットワーク上のブートサーバからシステムなどを読み込んで行なう。

端末は、一度起動が完了すれば、システムがローカル

のハードディスクにインストールされているかのように振舞う。この時、端末側のシステム領域は、端末に読み込まれて動作しており、ブートサーバ上のシステムが破壊されることはない。もし、何らかの原因（故意または偶発的な事故など）で起動後の端末のシステムに不具合が起きたとしても、再起動すれば、常に再度ブートサーバ上の正常なシステムを読み込み、起動が可能である。

端末室環境を運用して行く上で、システムの更新は避けることはできない。たとえば、セキュリティ対策のパッチの適用やアプリケーションのバージョンアップなどである。ネットワークブートを利用したシステムでは、OS やアプリケーションをサーバ上で一元管理できるため、端末個別にアップデート作業を行なう必要がない。このため、低い運用コストで、安全な環境を提供することが可能となる。また、新しいサービスの追加やカスタマイズなどに対しても、ブートサーバ上のシステムの変更だけで済むので、比較的柔軟に対応できる。

一般に、ハードウェアの故障は、機械的に駆動する部分に起こる可能性が大きい。端末においては、ハード

ディスクが代表例である。ネットワークブートを用いたシステムでは、端末側のハードディスクを使用しない運用が可能である。そのため、ハードウェアの故障により端末が使用できない可能性が低くなると期待できる。この結果、修理や交換の手配といった運用コストが削減できる。

## 2 システム構成

本学では、2006年2月にMac OS XによるNet-Boot<sup>1</sup>を用いた端末室環境を構築・導入した。本節では、具体的なシステム構成について述べる。

### 2.1 端末とブートサーバ

本学は、主に工学部がある小金井地区<sup>2</sup>と農学部がある府中地区<sup>3</sup>の二つのキャンパスで構成されている<sup>4</sup>。なお、総合情報メディアセンターの主要設備および人員は小金井キャンパスに集中している。

両キャンパスの端末室および図書館には、合計386台の端末が配置されている。これらはすべてNetBootにより起動する。ブートサーバと端末の配置台数を表1に示す。また、端末のスペックを表2に示す。

これらの端末は、約一万人（内、教職員が約三千人）が利用している。二つの図書館とF2D室は自習用であり、それ以外の場所は講義や演習に利用されている（空き時間は自習用に開放している）。

設置場所	端末台数	ブートサーバ台数
K2A 室	六十一台	三台
K3A 室	六十一台	三台
K4A 室	六十一台	三台
小金井図書館	三十台	二台
F2A	六十九台	四台
F2B 室	三十三台	二台
F2C 室	二十九台	二台
F2D 室	十二台	F2A 室用に含まれる
府中図書館	三十台	二台

表- 1: 端末とブートサーバの配置台数

ブートサーバは、合計二十一台を端末の設置場所ごとに台数を割り当てて配置している（表1）。Mac OS X Serverは、登録したMACアドレスを持つ端末のみ起動するフィルタリング機能を標準で備えている。この機

<sup>1</sup>Mac OS X Serverの機能を利用したネットワークブートの仕組みをNetBootと呼称する。

<sup>2</sup>東京都小金井市中町

<sup>3</sup>東京都府中市幸町

<sup>4</sup>二つのキャンパス間の距離は、およそ5Kmである。

17 インチ iMac G5 (M9844J/A)	
プロセッサ	2GHz PowerPC G5
メモリ	1GB PC3200 DDR (400MHz)
ハードディスク	160GB (未使用)
ネットワーク接続	1000 BASE-T
ディスプレイ	17 インチ (対角) ワイドスクリーン TFT 液晶, 1440 × 900 ピクセル, 約 1670 万色表示
OS	Mac OS X 10.4 (Tiger)

表- 2: 端末のスペック

能を利用して、特定のブートサーバに起動リクエストが集中しないよう、負荷分散を行なっている。また、一台の端末のMACアドレスを複数台（本学の環境では二台）のブートサーバに登録することで、故障などで利用可能なブートサーバが一台減っても、各設置場所の端末がすべて起動可能となるように冗長性を持たせている。

ブートサーバのスペックを表3に示す。

Xserv G5 (M9743J/A)	
プロセッサ	2GHz PowerPC G5
メモリ	4GB PC3200 DDR (400MHz)
ハードディスク	500GB (RAID1)
ネットワーク接続	1000 BASE-T
OS	Mac OS X Server 10.4 (Tiger)

表- 3: ブートサーバのスペック

### 2.2 ネットワーク構成

図1, 2に小金井キャンパスと府中キャンパスのネットワーク構成を示す。小金井・府中キャンパスに配置された二台のL3スイッチを核として、支線を束ねるL2スイッチを配置し、構成されている。二つのキャンパス間は、WDMによる帯域4Gbpsの光ファイバで結ばれている。また、端末室と基幹L3スイッチの間は、リンクアグリゲーションにより2Gbpsで結ばれている（図書館は通常の1Gbps接続）。

ブートサーバは、小金井キャンパスに集約されており、小金井キャンパスの端末室では、端末室のL2スイッチに直接接続される。それ以外の場所では、L3スイッチを介して接続されている。

ホームディレクトリや共有領域を提供するファイルサーバは、リンクアグリゲーションにより4Gbpsで小金井キャンパスのL3スイッチに接続されている。

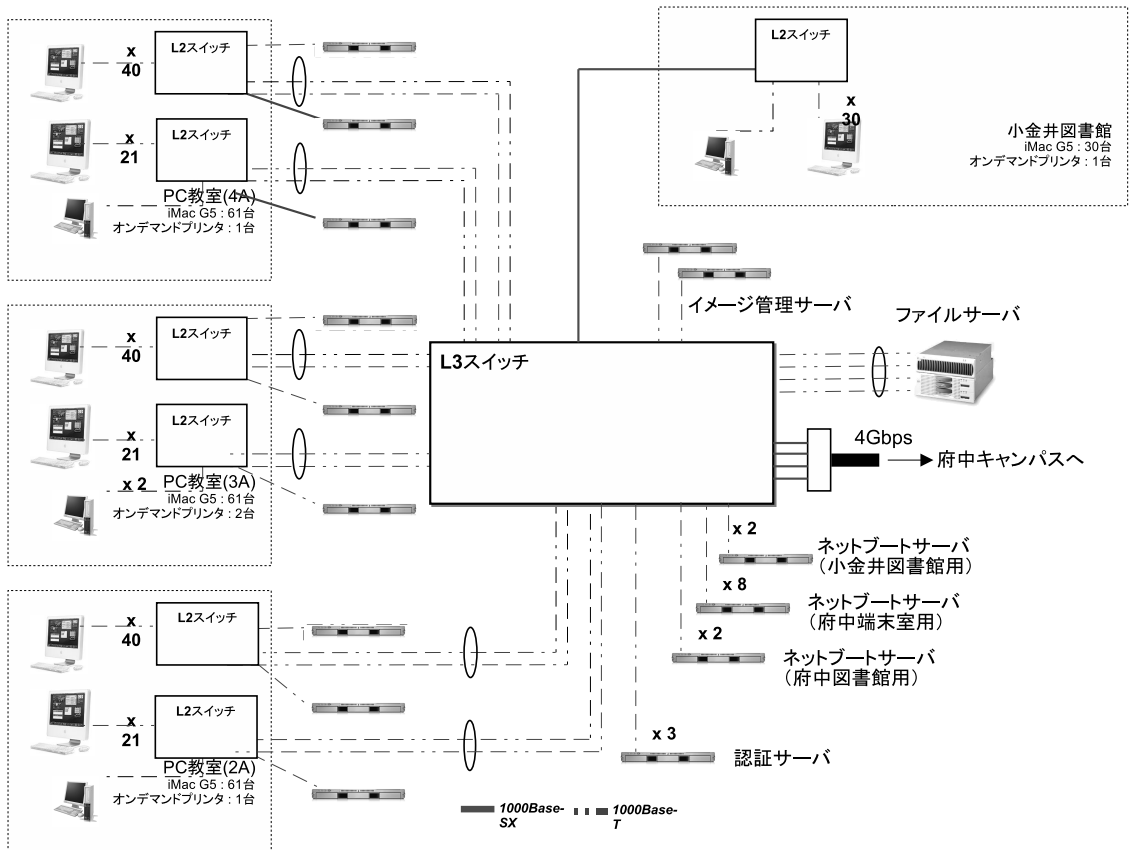


図- 1: 小金井キャンパスのネットワーク構成

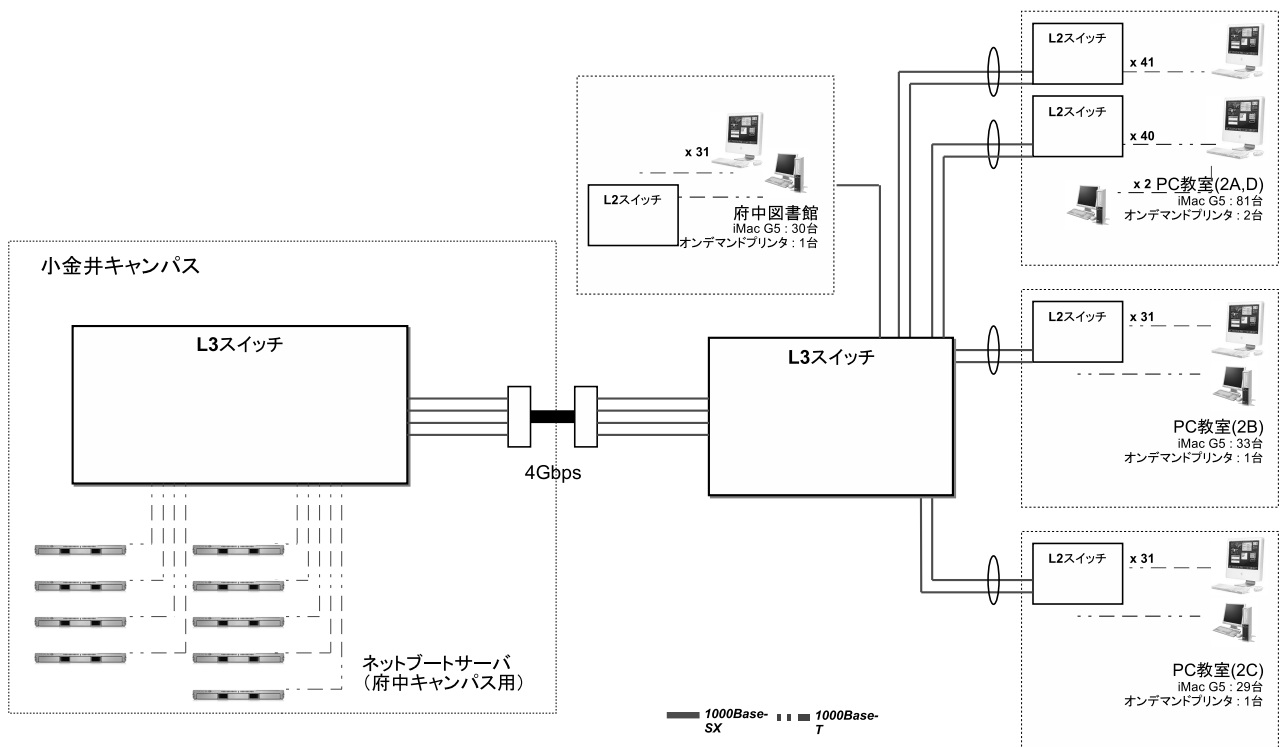


図- 2: 府中キャンパスのネットワーク構成

## 3 運用

### 3.1 NetBoot の基本構成

Mac OS X では、NetBoot を実現するための基本的な仕組みは、すべて標準で提供されている。

NetBoot において、端末を起動するための OS やアプリケーションなどのシステムは、ブートサーバ上の一つのファイルとして保持され（以下、本稿ではこのファイルをブートイメージと呼ぶ）、ブートサーバ上で動作する NetBoot サービスにより管理される。ブートイメージは、それ自身で完結している通常のファイルであり、ブートサーバが複数台で構成される場合は、単独にファイルをコピーすれば良い。もちろん、内容が異なる複数のブートイメージをブートサーバごとに保持し、たとえば、端末室ごとに仕様異なるブートイメージで端末を起動させることも可能である。

端末側は、システム ROM (Open Firmware) で起動時にブートサーバを検索するように設定する。これは、起動デバイスを通常のハードディスクからブートサーバ上のブートイメージに変更することを意味する。

NetBoot を利用するには、基本的に次の三点 —

- ブートイメージの作成およびブートサーバへのコピー
  - ブートサーバ上での NetBoot サービスの起動・設定
  - 端末側での起動デバイスの変更
- を行なえばよい。

### 3.2 ブートイメージの作成

Mac OS X では、ハードディスク上に存在する特定のパーティションをそのままブートイメージに変換して使用できる仕組みが備わっている。つまり、ハードディスク上に通常通り OS をインストール・設定した後でアプリケーションを追加し、起動可能なシステムを作れば、それがそのままブートイメージとなり、ハードディスク上にインストールされたシステムとまったく同じように利用できる。ハードディスク上のシステムをブートイメージに変換するには、標準で提供されているシステムイメージユーティリティと呼ばれるアプリケーションを用いればよい。

現在、次のような手順でブートイメージを作成・更新している。

端末室で使用されているものと同一のハードウェアに FireWire で外部ハードディスクを接続し、そこにシステムを構築する。初回のみ、通常のインストールおよび設定作業が必要となるが、二回目以降は、前回用い

たブートイメージを使って作業ができる。標準で提供されているディスクユーティリティと呼ばれるアプリケーションを用いることで、ブートイメージをハードディスク上に起動可能なシステムとして展開できる。この展開されたシステムで起動し、アプリケーションや設定の追加、変更を行なう。ハードディスク上のシステムで基本的な動作確認が取れたら、ブートイメージに変換し、テスト用の環境でネットワークブートにより使用してみる。もし、問題が発見されれば、ハードディスク上のシステムに修正を加え、再びブートイメージを作成する。

なお、Mac OS X では、hdiutil と呼ばれるコマンドを使って、ブートイメージをファイルシステムとしてマウントすることが可能である。ごくわずかな修正を施す場合は、ハードディスクからブートイメージ再度作成するよりも、hdiutil を用いた方が便利である。

テストにより問題が発見されなかった場合は、実際にサービスを提供している各ブートサーバへブートイメージをコピーする。ブートイメージは、NetBoot サービスが管理する指定の場所へコピーすれば自動的に認識される。最後に、NetBoot サービスの設定で、使用する（実際の端末に提供する）ブートイメージをコピーしたものに変更すれば完了となる。

本学の現状では、単一のブートイメージを使用しているため、スクリプトを用いて、各ブートサーバへのコピーおよび NetBoot サービスの設定変更までを一括して行なっている。

現在のブートイメージに含まれている主要アプリケーションは、表 4 の通りである（ただし、OS 標準添付のものは除いてある）。このブートイメージのサイズは、約 27.61 GB であり、端末の起動時間は、小金井キャンパスの端末室で 98.8 秒、府中キャンパスの端末室で 112.2 秒となっている。

### 3.3 NetBoot 以外のサービス

実際の運用では、NetBoot 以外にも端末の IP address の設定、ユーザ認証の仕組み、ユーザ個々のストレージ領域の提供などが必要となってくる。本学では、次のような構成で運用している。

- 端末の IP address: DHCP により提供（ブートサーバが DHCP サーバを兼用）
- ユーザ認証: LDAP による認証サーバを三台設置
- ユーザ領域: 端末がファイルサーバ上の領域を NFS マウントすることで、ホームディレクトリを提供

なお、講義・演習資料の配布などの想定して、一般ユーザが読み書き可能な共有領域も提供している。この共有領域は、一時的なストレージという位置付けとして

種別	アプリケーション名
Office ツール	Microsoft Office 2004 (Word, Excel, PowerPoint), NeoOffice
TeX 環境	TeXShop, pTeX3
Unix 系コマンド	Fink ( のパッケージ群 )
Virus 対策	Sophos Anti-Virus
Web ブラウザ	Safari, Firefox, Opera
Web, PHP 開発環境	MAMP
圧縮・解凍	StuffIT Delux (10J), DropLha, DropUnLha
画像処理	Gimp
数式処理, 数値計算	Mathematica, Matlab
タイピング練習	Typist
地理情報システム	GRASS
テキストエディタ	Carbon Emacs, CotEditor, mi
統計解析	SPSS, R
日本語入力	ATOK 2005
ファイル転送	CyberDuck, Fugu
プログラミング	Xcode2, gcc など
量子化学計算	Gaussian03

表- 4: 主要アプリケーション

運用しており、ここに置かれたファイルは、スクリプトにより夜間に自動的に消去する設定としている。

### 3.4 運用コスト削減の評価

以前の環境では、端末室ごとに異なるアプリケーション構成を取っていたこともあり、システム更新のたびに数種類のマスターイメージを作成し、端末個々のハードディスクにコピーする必要があった。また、イメージ作成と反映のコストが大きかったため、パッチ適用などは、毎回専用の起動スクリプトを作成し、夜間などを利用して、すべての端末を起動して適用作業を行っていた。このため、およそ一カ月に一度、二つのキャンパスにまたがるすべての端末室での作業が発生していたが、現在のシステムでは、そのような必要はなくなった。

NetBoot を採用したことにより、パッチの適用やアプリケーションのバージョンアップなどに伴うシステム更新作業のコストは確かに軽減されたと言える。

## 4 ハードウェアの故障

OS やアプリケーションの運用コストは軽減されたが、予想に反して、ハードウェアの故障が多く、この点では

期待を裏切る結果となっている。導入当初は、一番故障率が高いと予想していたハードディスクを使用しない構成を取ったことで、端末個々の故障は極めて低いと見積もっていた。しかし、実際には、主にロジックボードと液晶ディスプレイの故障が多発し、本稿執筆時点で全体(384台)の30%を越える台数を修理している。特に、最近では、液晶ディスプレイの故障が急激な増加傾向にある。

また、最近では、マウスのスクロールボールが動作不良を起こすようになり、こちらの修理個数も増加している<sup>5</sup>。

## 5 おわりに

低い運用コストで安定した教育用端末システムを提供するために Mac OS X の Netboot システムを利用した端末室環境を導入した。この結果、OS やアプリケーションをブートサーバ上で一括管理することが可能となり、パッチの適用やアプリケーションのバージョンアップなどに伴うシステム更新作業のコストが軽減された。しかし、予想に反して、ハードウェアの故障が多く、その対応に苦慮している。

## 参考文献

- [1] 竹林賢: NetBoot for Mac OS X, 情報処理, Vol. 45, No. 3, pp. 278 – 281 (2004).
- [2] アップルジャパン株式会社: 東京大学情報基盤センター — 3万人が利用する情報教育システム, [http://images.apple.com/jp/education/profiles/tkuv/pdfs/tkuv\\_story.pdf](http://images.apple.com/jp/education/profiles/tkuv/pdfs/tkuv_story.pdf) (2004).

<sup>5</sup>マウスの清掃は以前のシステムと同様の頻度で行なっているが、明らかに動作不良を起こす個体が多くなっている。