



教育用 KNOPPIX 環境の管理運用における問題点とその対応

井上 純一¹
富重 秀樹²
戸田 哲也³
中山 仁⁴
甲斐 郷子⁵

1 はじめに

九州工業大学情報科学センターでは 2007 年 4 月に、教育用計算機システムの利用者環境を KNOPPIX 日本語版ベースに更新しました。この更新にあわせて、学科や研究室又は個人が管理する PC において、本センターと同じ利用者環境を利用するための DVD を作成し、配布を行っています。

本稿では、講義室内端末と個人 PC の両方を教育用環境基盤として利用するための KNOPPIX 環境の構築、導入、配布などに関する問題点とその対応について紹介します。

2 教育用 KNOPPIX 環境の構築

2.1 背景

本センターの教育用計算機システム (以降、教育用システム) は、情報教育を行なう講義室に必要な台数の端末と利用者環境を整備し提供する形式です。しかし、端末が設置された講義室を使用する講義が近年増えており、学生が自由に教育用システムを使える時間枠が減少しています。

そこで、今回の利用者環境更新では、講義室内の端末用環境と、環境をパッケージ化し、他の各種 PC でも動作するように再構成した配布用環境の 2 つを作成しました。配布用環境を用意することにより、利用者は学科や研究室、または個人が管理する PC 上で使用することで、教育用システムとほぼ同一の利用者環境を利用することができます。

今回、本センターでは KNOPPIX 日本語版を利用し、利用者環境の更新を行いました。KNOPPIX はドイツの Klaus Knopper 氏が開発している Debian GNU/Linux ベースの 1CD Linux ディストリビューションです。日本では産業技術総合研究所が、日本語化をはじめとする各種のカスタマイズを行なった

¹九州工業大学情報科学センター 技術職員 inoue@isc.kyutech.ac.jp

²九州工業大学情報科学センター 技術職員 tomisige@isc.kyutech.ac.jp

³九州工業大学情報科学センター 技術専門職員 toda@isc.kyutech.ac.jp

⁴九州工業大学情報科学センター 助教 jin@isc.kyutech.ac.jp

⁵九州工業大学情報科学センター 准教授 kay@isc.kyutech.ac.jp

日本語版を配布しています [1]。実際の利用者環境の構築，導入，配布にあたっては，産業技術総合研究所が配布している KNOPPIX 5.0.1 日本語版 DVD(以降，産総研 KNOPPIX) をベースとしました。

産総研 KNOPPIX には，Linux としての動作に必要なコンポーネント，X-Window ベースのデスクトップ環境，各種のソフトウェアが多数収録されています。また，HDD へのインストールが不要であり，DVD から直接起動し利用することができます。しかし，大学の情報教育環境として利用するには，

- 教育環境としては必要ないと思われるソフトウェア (ゲーム等) が収録されている
- 特殊な端末で動作させるためのドライバが不足している
- 講義に使用するソフトウェア等は未収録である

といった問題があり，これらをカスタマイズする必要があります。通常，こうしたカスタマイズには大きな負担を伴います。今回の更新では利用者環境と配布用環境の 2 つのを作成する必要があるため，大きな問題となることが予想されました。そこで，ソフトウェアの追加や各種設定などの工程を整理することで，負担の軽減が可能であるか検討を行いました。

なお，カスタマイズにあたっては，産総研 KNOPPIX のソフトウェア構成やデスクトップの設定などはできるだけ変更しない方針としました。これは，利用者が市販の書籍や雑誌，ウェブなどを通じて KNOPPIX の学習を行なう際，産総研 KNOPPIX と近い設定であることが望ましいためです。

2.2 構築作業の流れ

産総研 KNOPPIX を教育用システムの利用者環境として提供するには，講義や演習で用いるソフトウェアやメニューの追加および削除を行うカスタマイズと，特定のハードウェア上で動作させるためのカスタマイズが必要となります。実際の利用者環境の構築にあたっては，以下の 3 つのステップにわたってカスタマイズを行いました (図 1)。

1. 雛型の作成
2. 配布用 KNOPPIX の作成
3. 講義室用 KNOPPIX の作成

産総研 KNOPPIX は大きく，Linux のディレクトリ構造 (以降，ファイルシステムと呼ぶ) が圧縮されたイメージファイルと，起動時に用いるブートファイルの 2 つで構成されています。

1 は，産総研 KNOPPIX のイメージファイルに対して，配布用環境と講義室内の端末用環境の両方に共通する項目をカスタマイズし，教育用システムの雛型となる KNOPPIX(以降，雛型 KNOPPIX と呼ぶ) を作成するステップです。

2 は，産総研 KNOPPIX のブートファイルと雛型 KNOPPIX のイメージファイルを組合せ，配布用環境の KNOPPIX を作成するステップです (以降，配布用 KNOPPIX と呼ぶ)。利用者は配布用 KNOPPIX を書き込んだ DVD を起動することで，各種 PC 上で教育用システムと同様の環境を利用できます。

3 は，産総研 KNOPPIX のブートファイルと雛型 KNOPPIX のイメージファイルそれぞれに対してカスタマイズを行ない，講義室内の端末上で動作する KNOPPIX を作成するステップです (以降，講義

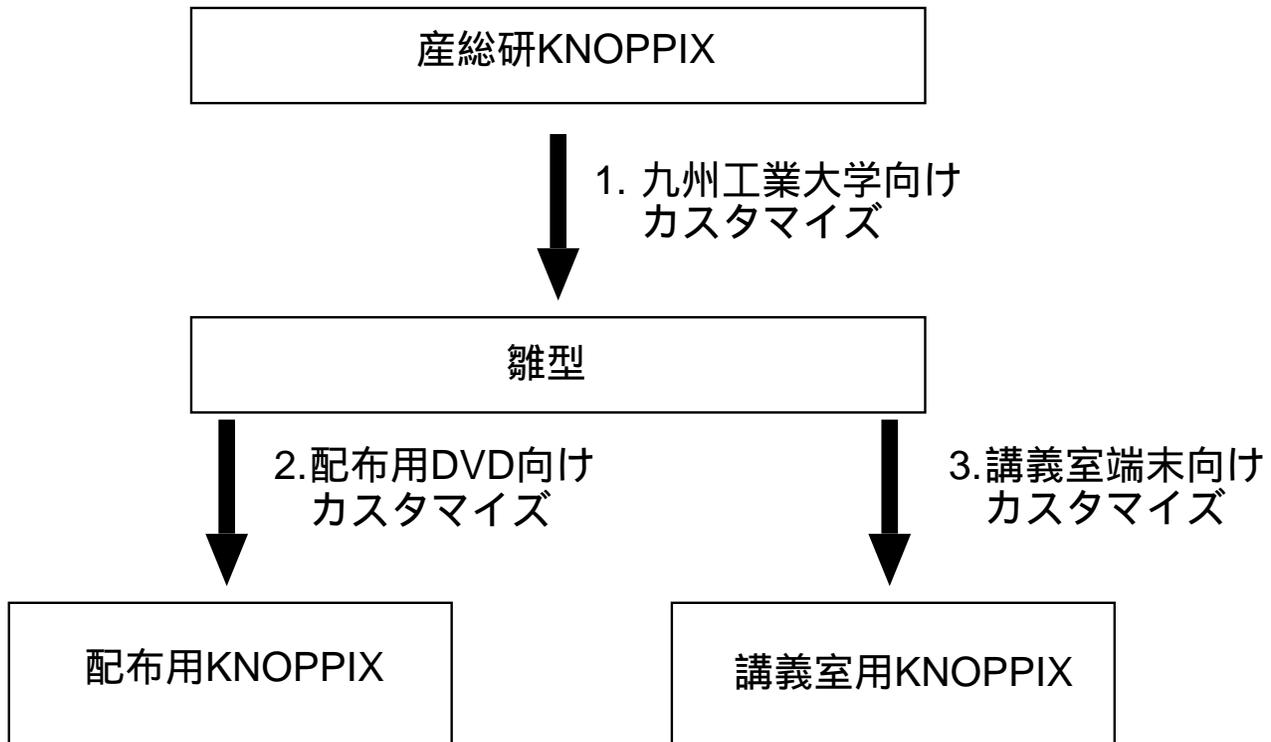


図 1: 教育用 KNOPPIX 環境作成作業の流れ

室用 KNOPPIX と呼ぶ)。具体的には、講義室専用ソフトウェアの追加や、本センターが教育用システム端末として提供しているシンクライアント [2] への対応などを行ないます。

3 雛型の作成

産総研 KNOPPIX のイメージファイルに対して、従来の教育用システムに導入していたソフトウェアや授業担当者より新たに要望のあったソフトウェアなどを追加、更新する一方、教育環境に必要なと思われるゲームなどのソフトウェアを削除し、雛型 KNOPPIX を作成しました。

こうした KNOPPIX のファイルシステムの内容を修正あるいはカスタマイズし、作成者オリジナルの KNOPPIX を作成する作業はリマスタリングと呼ばれており、書籍やウェブ上に標準的な手順が公開されています。今回、雛型 KNOPPIX を作成するにあたって、この標準的なリマスタリング手順をそのまま利用しました。

実際のカスタマイズ作業は、作業用 PC 上で産総研 KNOPPIX の圧縮イメージファイルを展開し、通常の Linux ファイルシステムとして修正できる状態にして行いました。

ほとんどのソフトウェアの追加や削除は、Debian 系 Linux が採用しているパッケージ管理ツール apt を用いることができました。しかし、対応していないソフトウェアに関しては、個別にパッケージのダウンロード、解凍、インストールまたはアンインストールを手作業で行なっています (表 1)。

apt 非対応ソフトウェアが KNOPPIX 上で正しく動作するか、不要と思われるライブラリを削除した結果、他のプログラムに影響を与えないかなどを最終的に確認するためには、ファイルシステムを圧縮してイメージファイル化し、DVD 上で動作テストを行なう必要があります。

表 1: ソフトウェアの追加, 削除状況

作業内容		数	ソフトウェアの例
ソフトウェアの追加	apt 対応	9	mew, tgif
	apt 非対応	5	Eclipse, jdk
ソフトウェアの削除	apt 対応	13	vegastrike
	apt 非対応	2	crystalspace

イメージファイル化ではファイル圧縮にかなり長い時間を要するため、少しずつ設定を変えて結果を確認する方法では、作業効率がきわめて低くなります。したがって、イメージファイル化の頻度をできるだけ下げることや、イメージファイル化の手順をスクリプト化し自動化する対策を行いました。

4 配布用 KNOPPIX の作成

雛型 KNOPPIX のファイルシステムを分割圧縮して作成したイメージファイルと産総研 KNOPPIX のブートファイルを組合せ、これらを DVD メディアに書き込むことにより配布用 KNOPPIX の作成を行います。

DVD の配布にあたり本センターが想定した個人用 PC は、x86 アーキテクチャの CPU を搭載したタイプであるため、ブートファイルは産総研 KNOPPIX のものをそのまま利用しました。

イメージファイルの作成に関しては、以下の 2 点の対応を行なった。

1 点目は、イメージファイルの分割方法に関する対応です。DVD は ISO 9660 規格 [3] によって、格納される 1 つのファイルサイズの上限は 2GByte 以内と決められています。産総研 KNOPPIX はファイルシステムを KNOPPIX と KNOPPIX2 という 2 つのイメージファイルに分割圧縮し、それぞれが制限内になるよう工夫されています。しかし、雛型 KNOPPIX 作成時に多くのソフトウェアを追加したため、同じ構成では制限内に収まらないことがわかりました。そこで、ファイルシステムの分割手順を再検討し、分割数を 2 分割から 3 分割に変更し、新たに KNOPPIX3 というイメージファイルを作成しました。KNOPPIX は番号の若い順番にイメージファイルを読み込むため、起動に必要なファイルを KNOPPIX に、それ以外を KNOPPIX2 と KNOPPIX3 に振り分けました。再分割を行った結果、イメージファイルのサイズをそれぞれ 1.7GByte, 1.7GByte, 0.8GByte と、制限内に抑えることができました。

2 点目は、起動速度を高速化するための対応です。今回は、イメージファイルに対して LCAT⁶[4] と呼ばれるソフトウェアを適用し、起動速度を高速化しました。LCAT はイメージファイル内のブロック配置を最適化し、OS やアプリケーションの起動速度を向上させることが可能なツールです。今回使用した動作検証用 PC (CPU: Pentium4 3.0GHz, Memory: 1GByte, 16 倍速 DVD ドライブ) における DVD の起動時間は、適用しなかった場合は 2 分 44 秒、適用した場合は 1 分 8 秒という結果であり、高速化を図ることができました。

⁶Live CD Acceleration Tool Kit

5 講義室用 KNOPPIX の作成

5.1 イメージファイルのカスタマイズ

グラフィックライブラリや CAD, 数値演算用ソフトウェアなど, ライセンス上, 本センターの講義室端末でのみ利用が許可されているソフトウェアがあります. これらのソフトウェアを離型 KNOPPIX のファイルシステムに追加し, 分割圧縮して講義室用のイメージファイルを作成しました. なお, ファイルシステムを分割する際には, 配布用 KNOPPIX と同様の再分割方法を採用しました.

作成したイメージファイルは, シンクライアントとネットワーク経由で接続された NFS サーバ上に保存されます. このように, イメージファイルの格納場所にネットワークストレージを利用する場合, DVD のようにサイズ制限はないため, 圧縮を行なう必要はありません. また圧縮を行った場合, 起動時に圧縮イメージを解凍する手順が必要になるため, 起動速度は低下すると当初は考えていました. しかし, あらかじめイメージファイルを展開しておき本来のファイルシステムとして NFS マウントした場合と, KNOPPIX の `loop7` を用いた圧縮イメージファイルシステムの読み出し速度を比較したところ, 圧縮ファイルによる読み出しは同等かやや高速という結果でした. これは圧縮イメージの解凍処理によるオーバーヘッドがほとんど無視できるか, またはネットワーク転送時間の差で相殺される程度であるためと考えられます.

上記の結果に加え, 配布用 KNOPPIX の環境との差異を減らすという意味からも, 講義室用 KNOPPIX のシステムファイルは圧縮イメージのままストレージ上に格納しました.

5.2 ブートファイルのカスタマイズ

KNOPPIX のブート手順は現在の多くの Linux と同様に, カーネルの起動後 `miniroot` と呼ばれる小さな起動ファイルをメモリ上に展開し, それを用いて起動に必要な初期設定を行なった後, 本来のイメージファイルをマウントする方法を採用しています.

しかし, シンクライアント上で講義室用 KNOPPIX をネットワークブートさせるには, 本来のイメージファイルだけでなく, 起動に必要な初期設定ファイルに関してもネットワーク経由で取得する必要があります. このため, `miniroot` の展開直後にネットワーク関連のモジュールをロードし, IP アドレスや DNS, NFS サーバの環境変数などのネットワークに関する初期設定を行なうようにカスタマイズを行いました. また, `miniroot` 内のファイルシステムのマウントに関する記述をローカルマウントから NFS マウントに変更しました.

上記に加え, 端末の環境設定に関しても `miniroot` で行なうよう修正を行いました. 具体的には, `kdm` ログイン画面を表示するため, ログインマネージャのシングルモードからマルチモードへの変更, かな漢字変換システムの PRIME から Anthy への変更などが含まれます (表 2).

⁷compressed loopback device

表 2: miniroot で行なった代表的な環境設定

ハードウェア	ネットワークプリンタやオーディオミキサー, USB デバイスの有効化, キーボードの設定
ソフトウェア	emacs や xemacs, gs の日本語化, ログ情報取得用のプロセス設定, LDAP を用いたユーザ認証設定

6 運用における問題点とその対応

6.1 講義室端末での利用

新しい利用環境の公開に先立って、一講義室分の端末 (約 100 台) での一斉起動、同時動作テストを行ないました。2 台の NFS サーバに講義室用 KNOPPIX のイメージファイルを格納し、端末に振り当てられている IP アドレスの末尾 (奇数, 偶数) で NFS サーバを振り分けた結果、一斉起動でも正常に利用することができました。この他にも目立った問題は発生しておらず、従来の Linux システムと同様に安定した運用が可能であるといえます。

6.2 DVD の配布方法

配布用 KNOPPIX は、以下の方法で利用者に提供しています。

1. 受付窓口にて受渡し

空の DVD メディアを持参することにより、配布用パッケージが書き込まれた DVD を受け取ることができます。

2. 学内の他組織に依頼して配布

本学の大学生協が新生向けに販売したパーソナルコンピュータセットの一部として、DVD をバンドルした実績があります。

3. ウェブページよりダウンロード

本センターの教育用ウェブページ内に作成した専用ページからダウンロードを行うことができます。

利用状況を把握するため、(1) と (3) に関しては配布時には学生または職員証を提示の上、受け付け用紙または項目に名前、学生または教職員番号の記入が必要です。現時点では、公開は学内に留めています。

配布開始後、ダウンロードによる提供に関して、DVD 用のイメージファイルサイズが巨大なため (現バージョンで約 4.2GByte 程度です)、通信速度が遅い、または不安定な状況でダウンロード途中で接続が切れてしまうという苦情が寄せられました。対応策として、イメージファイルの分割や P2P ソフトを用いた配布を検討しましたが、ライセンスまたセキュリティ上の観点から見送り、機能を限定して軽量化した CD-ROM 版を作成し、公開を行っています。



図 2: 動作報告リストページ

6.3 KNOPPIX 非対応ハードウェアへの対策

KNOPPIX は比較的多様なハードウェアを自動検出し、対応を行う能力を持っています。しかし、新しい製品や、やや特殊なハードウェアについては対応できない場合があります。今回の作業においても、動作検証用に準備した最新型の PC で起動しないという事例を経験しました。

そこで、本センターの所有する各種 PC で動作確認を行い、結果をウェブページ上に公開 (図 2) すると共に、非対応のハードウェアでは仮想マシン環境ソフトを用いる方法を検証しました。結果、VMWARE や VirtualPC といったソフトウェアを用いることで、検証時に非対応であった全てのハードウェアで KNOPPIX を利用できました。これら仮想マシン環境ソフトウェアを用いた KNOPPIX の使用手順を作成し、ウェブページで公開しています。

7 おわりに

本稿では、KNOPPIX システムの再構成作業を中心に、教育用 KNOPPIX 環境の構築、導入、配布などに関する問題点とその対応について紹介しました。

今回、雛型を作成したことで、以降の作成はそれぞれ独立して作業することができたため、システムの開発速度を短縮することができました。また、配布方法に若干の課題はありますが、教育システムの利用者環境を個人の PC 上でも利用できる環境を提供することができました。

今後数年間も、KNOPPIX を用いた利用者環境を継続して提供する予定です。運用を開始して気づいた留意すべき点や、ノウハウ等については、改めて紹介したいと思います。

参考文献

- [1] 独立行政法人産業技術総合研究所, KNOPPIX 日本語版, <http://unit.aist.go.jp/itri/knoppix/>
- [2] 中山 仁, ディスクレスサーバおよび端末によるストレージ集中型教育用計算機システムの構築, 平成 17 年度情報処理教育研究集会講演論文集, pp.323-326, 2005
- [3] 日本工業標準調査会, ISO/IEC, <http://www.jisc.go.jp/international/isoiec.html/>
- [4] SourceForge.jp, Project LCAT, <http://sourceforge.jp/projects/lcat/>
- [5] 中山 仁, 井上 純一, 富重 秀樹, 戸田 哲也, 甲斐 郷子, KNOPPIX による教育用計算機利用環境の拡張, 平成 19 年度情報教育研究集会, 2007