

障害者支援 one CD システム 「Assistive Tools Using Linux on Demand (仮称)」の試作

宇 野 伸一郎
藤 田 智 巨
水 野 暁 子
平 澤 義 規
伊 藤 庸一郎

要 旨

障害者の情報環境改善の一試案として「障害者支援ソフトウェア導入 one CD linux」の自動生成システム (Assistive Tools Using Linux On Demand System) を提案する。

本研究では、まずネットワーク上にある障害者支援ソフトウェアを one CD linux 上に実装を行った。実装には、視覚障害者用音声読み上げエディター emacspeak を試用した。その上で、ソフトウェアの選択/実装/iso イメージ生成を半自動で行えるインストーラを製作し、そのインストーラを含む one CD linux の試作を行った。

本システムの試作により、障害者に必要とされる機能を取捨選択し個別の障害に対応できる OS 製作の可能性を検討した。

1 導 入

Linux には障害者支援ソフトウェアが多数存在する。しかしながら、対応しているディストリビューション (後述) が少ないなどの理由から、あまり知られていないものも多く、手軽に利用できる環境であるとはいいいがたい。

一方、最近では CD 1 枚でブート可能で、様々なソフトウェアが収録されている「one CD Linux」が見受けられるようになってきた。そのような「one CD Linux」をカスタマイズして、個人で one CD OS を作ることも可能となってきた。

本研究では、障害者本人もしくはその支援者が、障害者支援ソフトウェアを導入した one CD Linux を製作/応用できるような one CD OS システムの試作を試みる。

本論文の構成は以下のとおりである。2.1 章で、障害者の情報環境の問題点を概観し、2.2 章

で、Linux を中心としたオープンソース OS の動向をまとめる。3.1 で本研究の目指すシステムの概要を記し、そのうえで、3.2 章、3.3 章で one CD Linux システムの実装と、インストーラと全体システムの開発の現状について報告する。最後に 4 章で開発計画と今後の展望を記す。

2 研究の背景

2.1 障害者支援ソフトウェアの問題点

2.1.1 ソフトウェアの問題

障害者のパーソナルコンピュータ（以下 PC）利用には、多くの場合、障害の状況に対応したアプリケーションソフトウェアの導入が必要となる。それらのソフトウェアには、例えば、盲にはスクリーンリーダと呼ばれる画面音読ソフト、弱視者用には画面拡大ソフトウェア、肢体不自由などの場合にはキーボード操作を簡略化/代用するソフトウェアなどがある。

障害者支援ソフトウェアの抱える大きな問題点のひとつに「障害の種類・程度の多様さ」が挙げられる。障害の状況は非常に多岐にわたっているため、個人々々の障害状況によって、様々な機能が必要とされる。また、複数の障害が重なっている場合もあり、複数のソフトウェアを同時に必要とすることもある。たとえばスクリーンリーダと画面拡大ソフトウェア双方（通常は別個に販売される）を同時に必要とする人もいる。

様々な状態に対応するために多くの機能をひとつの「障害者支援ソフトウェア」に組み込むと、ソフトウェアパッケージ自体が膨大になりすぎるという問題が発生する。それらは障害者にとって「不要な機能がたくさんありすぎて使いづらい」と思わせてしまう場合がある。これらの機能が多くのリソースを必要とする場合もあり、「自分は使わない機能のために多くのリソースが必要」となるなど問題になることもある。さらに複数の障害者支援ソフトウェアを一台の PC に組み込むには多くのリソースが必要となる。

同様の点がソフトウェア製作者側にも問題となっている。現状では障害者支援ソフトウェアは個別使用のために生産コストが高くなる。

2.1.2 利用環境の限定

障害者のソフトウェアの利用形態にも問題が発生している。現在は、ユビキタス・ネットワーク社会などといわれるように、あらゆる場所から情報ネットワークにアクセスする環境が整いつつある。同時に、職場、自宅に限らず、様々な施設やインターネットカフェなどで、コンピュータを使う必要性が発生している。

しかしながら、一般の PC には各種障害者支援ソフトウェアがインストールされていないため、障害者が利用できるコンピュータはごく一部のものに限定されている。ソフトウェアのインストールには管理者権限が必要であるために、ソフトウェアを持ち歩いたとしてもこの問題は解決されない。また、MS-Windows 用のこれらの支援ソフトウェアは、高価な上に PC 毎にライセンスが必要とされることが多い。

これらの問題には障害者がノート PC を常に持ち歩くことで対処できる場合もあるが、それは障害者に物理的・金銭的な負担を強いることとなり、必ずしも理想ではない。これら諸条件の中での障害者の情報技術 (IT) に関する環境改善が望まれている。

2.1.3 必要な OS

このような中で、障害者が色々な場所で情報環境を利用して活動するためには、以下のような条件を満たした OS/ソフトウェアパッケージが必要となってくる。

- ・ 障害者一人一人にとって必要なソフトウェアが稼働する
- ・ 借用する環境 (PC) にソフトウェアをインストールしないで済む
- ・ 手軽に持ち歩くことができる
- ・ 広く使われている PC (2004 年現在の日本では IBM PC/AT 互換機) で利用できる

これらの問題を解決する方法として、「one CD OS」が考えられる。これは、CD-ROM 一枚で起動することができるオペレーティングシステム (OS) で、様々なアプリケーションソフトウェアを利用できるものである。

2.2 Linux*

Linux は Linus Torvalds 氏を中心とする世界中のプログラマー達によって開発が行われているフリーな Unix 系オペレーティングシステム (OS) である。Linux はその安定した稼働に定評があり、サーバなどで強い人気がある。また、個人ベースのデスクトップ環境においても近年大きなひろがりを見せている。さらに、オープンな開発体制に対する信頼性から、自治体や公共機関での導入も進みつつある。Linux はフリーなライセンスのもとにおかれているため、自由に改編/再配布することができる。これにより、世界中の誰もが利用出来ると同時に、開発に参加することができる。

Linux という呼称は、OS の中心部分であるカーネルのみを指すものであるが、カーネルを含むさまざまなコマンド/アプリケーションソフトウェアをまとめたシステム全体を示す場合もある。これ以後本稿では後者の意味で Linux という言葉を用いる。(なお、ここでいうアプリケーションとは、メールやファイル操作コマンドだけではなく、表計算ソフトウェアや画像編集ソフトウェアなど、他の有料 OS の場合は追加で購入するものも含まれている。)

Linux には「ディストリビューション」と呼ばれる配布形態がある。ディストリビューションとは、Linux カーネルの他に様々なコマンドやアプリケーションを目的に応じてまとめたもので、主なものとしては、RedHat, Debian, Slackware, SuSE などがある。また、この他にもさまざまな目的、機能、言語、などから多くのディストリビューションが存在する。

2.2.1 Debian/GNU Linux*

debian (<http://www.debian.org>) はフリーな linux の世界でも、フリーソフトウェアへの貢献、非営利的な体制、オープンな開発モデルなどが高く評価されているディストリビューションである。

debian ではソフトウェアはパッケージという形で配布されている。パッケージの数は 8710 以上におよび、様々なソフトウェアが提供されている。アクセシビリティについても多くのソフトウェアが用意されている。

debian は dpkg や apt というコマンドによるパッケージ管理システムなど、先進的で使いやすい機能を開発し提供してきた。これらの機能により、ユーザはインターネット上にある FTP サイトから最新のソフトウェアやセキュリティパッチを簡単にダウンロード/インストールすることができる。これらのパッケージ管理システムでは、ライブラリの依存関係や、バージョンの違い等は、ソフトウェアが自動判断を行うため、OS を安定稼働をさせたまま、インストール/アップデートなどを行うことができるという特徴がある。

2.2.2 one CD Linux*

「one CD Linux」は一枚の CD-ROM で起動可能な Linux システムを指す。700M byte 以下という限られた容量に様々なソフトウェアが収録されている。

one CD Linux には、フランスの INRIA のメンバーらで作る demolinux (<http://www.demolinux.org>) や、ドイツの knopper 氏の作った knoppix (<http://www.knopper.net/knoppix/>) などがある。また、メディアラボ株式会社 (<http://www.mlb.co.jp/>) から livelinux が販売されている。また、インターネット上では、この他にも様々な one CD Linux が製作されている。またこれら one CD Linux の広がりを受け、一般雑誌で製作方法の解説が行われている (e.g.[1])。

one CD Linux の大きな利点は、ハードウェア (ハードディスク内容) の改変を必要としない点にある。このため、どこのコンピュータでも one CD Linux を利用することができる。この特徴は、借用した PC で作業をする場合や、初心者が linux を試用する場合などに有効である。one CD Linux システムは、本体 PC のハードディスクに改変を加えることなく動作可能であるが、必要な時にはディスクの書き込みも行うことができる。この他にも、ディスクトラブルの修正や、初期状態に戻す機会の多いシステムなどで one CD Linux は活用されている。

one CD Linux の欠点は、CD-ROM ブートであるために組み込めるソフトウェアの容量が限定されている、ハードディスクにインストールした場合に比べ各種ソフトウェアの起動が遅い、などが挙げられる。

2.2.3 KNOPPIX*

KNOPPIX は debian をベースにした one CD Linux で、ドイツの Knopper 氏が開発しているディストリビューションである (<http://www.knopper.net/knoppix/>)。KNOPPIX は独立行政法人産業技術総合研究所情報処理研究部門により日本語化されており、(<http://unit.aist.go.jp/it/knoppix/>) FTP サイトや雑誌などにより入手することができる。また、産業技術総合研究所の knoppix をベースに独自の実装実験を行っている YAK (Yet Another Knoppix-jp) (<http://sourceforge.jp/projects/ya-knoppix-jp/>) というプロジェクトもある。KNOPPIX の 2004 年 3 月現在のバージョンは 3.3 で、Linux カーネルのバージョンは 2.4.21 である。

表 1 KNOPPIX 3.3 に含まれるソフトウェアの例

ウインドマネージャ	KDE	http://www.kde.org/
オフィス環境	OpenOffice	http://www.openoffice.org/
画像作製ツール	GIMP	http://www.gimp.org/
Web ブラウザ	mozilla	http://www.mozilla.org/
outlook 互換のメーラ	sylpheed	http://sylpheed.good-day.net/
Windows Emulator	Wine	http://www.winehq.com/

KNOPPIX は、一般のデスクトップで利用されることを想定して作られており、メール、ウェブブラウザ、表計算、画像編集、図表表示、ゲームなど様々なソフトウェアが組み込まれている。表 1 に KNOPPIX ver 3.3 に含まれているソフトウェアの例を挙げる。これらのソフトウェアの総容量は 2G byte を越えるが、KNOPPIX では圧縮ループバックデバイスという技術を利用しており、それらが 700M byte の CD-ROM 一枚に収録されている。

KNOPPIX の特徴のひとつにデバイスの認識/自動設定が優れている点が挙げられる。KNOPPIX はその起動プロセスでビデオカード、サウンドカードなどを、高い確率で自動認識する。また、KNOPPIX はネットワークデバイスを検出すると、自動的に DHCP の設定まで行う（固定 IP による利用も可能である）。このため、ユーザは、ハードウェアの設定をほとんど意識することなく、インターネットや様々なデバイスの利用が可能である。

また、KNOPPIX をベースに、あらたな one CD Linux を製作するようなプロジェクト KNOPPIX-RW なども活躍している。（<http://www.mahorex.com/lb-project/pukiwiki.php?KNOPPIX-RW#>）

2.3 Linux 上の障害者支援ソフトウェア*

Linux にはさまざまな障害者支援ソフトウェアがある。表 2 に Linux を用いた障害者支援ソフトの例を掲載する。

これらのソフトウェアの多くは、他のソフトウェア同様、フリーなライセンスのもとに配布されており、世界中のプログラマたちによって、開発/メンテナンスが行われている。（一部に有料ライブラリを導入する必要のあるものがある）

3 製作

3.1 コンセプト

本研究の製作コンセプトは以下のとおりである。まず、障害者支援のソフトウェアを組み込んだ one CD Linux の試作を行う。その上で、一枚の CD に複数の障害者支援ソフトウェアを導入するのではなく、必要とされるソフトウェアのみを選択して one CD Linux を製作できるような「障害者支援ソフトウェア one CD Linux 製作システム (assistive tools using linux on

表 2 Linux で稼働する障害者支援ソフトウェアの例

名	前 version	機 能
gnopernicus	0.7.1	スクリーンリーダー http://developer.gnome.org/projects/gap/AT/Gnopernicus/
gok	0.9.4	スクリーンキーボード
Emacspeak	19.0	音声読み上げエディター http://www.cs.cornell.edu/Info/People/raman/emacspeak/emacspeak.html
bep[2]	-	音声読み上げエディター http://www.argv.org/bep/
Julius	3.4	音声認識 http://julius.sourceforge.jp/
brlTTY	3.3.1	点字デバイスモジュール (ドライバ) 集
speakup	1.5	スクリーンリーダー http://www.braille.uwo.ca/speakup/index.html
UnWindows	1.1	画面拡大など X 用アクセスユーティリティ ftp://ftp.cs.rpi.edu/pub/unwindows
puff	-	画面拡大
AccessX	-	肢体不自由サポート http://www.rehab.uiuc.edu/accessx/
WAB	-	HTML 文書形式変換 http://www.inf.ethz.ch/departement/IS/ea/blinds/

demand system : ATLOD system)」の開発を目指す。これにより、障害者個人々々に最適化された one CD Linux を製作するシステムを試作する。

また、「assistive tools using linux on demand system」それ自体を一枚の「one CD Linux」とし、使いやすいユーザインターフェースを開発することで、支援者が個々の障害に対応した one CD Linux を容易に製作することを目指す。

障害者支援のソフトウェアは 2.3 章に挙げたものを、単数もしくは複数、選ぶことができるようにする。これらの選択は、障害者と支援者の間で決定できる。多くの障害者支援ソフトウェアがフリーでネットワーク上に存在するという Linux そしてオープンソース開発システムの利点が有効に活用されることになる。

これらの試作を通じて、個々の障害者に対応した OS 製作の可能性を模索する。

3.1.1 ベースシステム

システムを構築するにあたって、我々はゼロから新システムを作るのではなく、既存の one CD Linux を改良し、本研究の目的に合致するような形に再編することを試みた。Linux の進化に追随することは元となる one CD Linux に任せることができ、assistive tools using linux on demand system の部分だけを開発、保守すれば良いとなるためである。また本システムが有用なものとなることができれば、元となる one CD Linux へのフィードバックも可能となると期待される。

ベースとなる one CD Linux として、本研究では KNOPPIX を選択した。複数ある one CD

Linux の中で KNOPPIX を選んだ理由は、

- ・日本語化された one CD Linux として完成度が高く、様々なアプリケーションソフトウェアが組み込まれている
- ・debian ベースで各種ソフトウェアの自動インストールが容易
- ・KNOPPIX を改編した one CD Linux の製作が容易で、関連する文書が入手可能

などである。

3.1.2 改編 CD の製作手順

改編 KNOPPIX CD の製作は以下の手順で行われる。

1. CD に含まれる KNOPPIX システムを、全てハードディスクに展開する
2. ハードディスク上でパッケージの取捨選択、コンフィギュレーション、インストールを行う
3. 圧縮ファイルシステムの iso イメージを製作、CD に焼き付ける

なお、Linux 上の障害者支援ソフトには、安定稼働するもの、開発中で不安定なもの、機能追加の待たれるものなど、開発状況により様々なものが存在する。これらのソフトウェアの改良や安定性をあげることは本稿の目的ではないので、ここでは追求せず、インストールの可否だけを考えることとする。

試作では、障害者支援ソフトウェアとして emacspeak を選択した。emacspeak は音声読み上げエディターであるが、テキスト文書の読み書きのみならず、メール、ニュース、ウェブなどのブラウジングやシェルコマンドの実行など、emacs の機能が全て音声化することができる。また、emacspeak が組み込まれた one CD Linux としては Oralux (<http://oralux.org/>) などが存在する。

3.1.3 製作環境

以下に製作環境を述べる。

one CD Linux を改編するには、元となる one CD Linux の内容を全て一度ハードディスクに展開する必要がある。また、データ圧縮のために、CD に製作する前の iso イメージ (約 700M byte) を複数 (最低 2 枚) 保存することも必要である。このため、製作環境には、多くのハードディスク容量が必要とされた。

KNOPPIX は展開すると約 2G byte の容量を必要とする。これに、iso イメージを製作する領域 (約 1.5G byte) と、インストールするソフトウェアを (0.5G byte) 考えると、最低でも 1 枚の one CD Linux システムを製作するのに 4G byte のディスク容量が必要となる。複数の環境を並行して構築する場合や、バックアップのことを考えるとディスクスペースは 10G byte 程度必要となる。また、快適な作業のために、メモリーも多く積んでいることが望まれる。

上記のような条件から、本研究は以下の環境で試作をおこなった。

表 3 CD-ROM 製作用 PC 諸元

IBM	
PC	Think Center S50
CPU	pentium 4/2.6 GHz
memory	512M byte
hard disk	40G byte

3.1.4 パッケージの選択

KNOPPIX は一般的な OS として必要十分な機能を備えているだけでなく、数多くのアプリケーションソフトウェアがインストールされている。例えば、画像編集ソフト「gimp」、X 上での音楽再生ソフト「xmms」、オフィススイート「OpenOffice」、各種ゲームなどである。これらのソフトウェアは障害者の利用を想定した場合、必ずしも必要というわけではない。

一方、KNOPPIX (ver 3.3) は全体で約 2G byte の容量がある。KNOPPIX はループバックデバイスを用いてこれらを一枚の CD-ROM に圧縮収録しているが、ソフトウェアを追加する余裕はない。このため、障害者支援ソフトウェアを追加インストールするには、まず使用頻度の低いソフトウェアをアンインストールする必要がある。

アンインストールするソフトウェアは、対象とする障害とインストールするソフトウェアの容量によって変化する。アンインストール対象はゲーム、gimp、xmms、OpenOffice などを選択できるようにする予定である。OpenOffice は統合オフィススイートとして優れたソフトウェアであるが、emacspeak を中心とする CUI 環境を使用する場合は不要となることがあり、また、他のライブラリとの依存関係の解消が複雑ではなかったため、ソフトウェア取捨選択の候補にいられてある。

本試作でインストールする emacspeak は、80M byte 程度の容量を必要とする。このため本試作では、容量が大きく、GUI 上で起動する OpenOffice を削除した。これにより、圧縮前の状態で 200M byte の空き容量を確保した。

なお、KNOPPIX-RW のように、デフォルトでは基本的なアプリケーション (170M byte) のみを収録し、ユーザが自由にソフトウェアを追加できる、というシステムも選択肢に存在した。

3.2 製作 1 : one CD Linux の試作

3.2.1 製作の流れ

以下、改変 KNOPPIX 製作方法に従い、emacspeak のインストールされた one CD Linux の作成を行った。行った作業の流れを以下に記す。

1. KNOPPIX の起動 (3.2.2 章)
2. CD-ROM のハードディスクへの展開 (3.2.3 章)
3. パッケージの整理/削除/インストール (3.2.4 章)
4. イメージの圧縮/iso イメージへの変換と CD-R 作成 (3.2.5 章)

3.2.2 KNOPPIX の起動と基本状態

CD-ROM から KNOPPIX を起動すると、サウンドボードやネットワークカードなどの設定が自動で行われ、X window system 上でデスクトップ環境 KDE が立ち上がった状態となる(図 1)。

システムを構成するファイル群は、CD-ROM に記されており、そのディレクトリ構成は標準的な Linux とほぼ同一である(図 2)。これらのうち、起動時もしくは利用中に必要なファイルは RAM ディスク上に展開される。

アカウントには root の他に knoppix という一般ユーザのものが準備される。ホームディレクトリは /home/knoppix である。ただし、本試作においてはユーザアカウント knoppix とそのホームディレクトリを使用しない。

3.2.3 CD-ROM の展開

このプロセスでは、まずハードディスクを読み書き可能な状態でマウントする。本研究では開発用パーティションとして 20G バイトの領域を用意した。ファイルシステムは Linux 標準の ext3 を用いた。マウントポイントは限定されてはいないが、/mnt/hda5/develop/work1/master/KNOPPIX とした。

次に、CD-ROM の内容を全てハードディスクにコピーする。その際、ファイルの所有者、属性などもコピーする必要がある。このプロセスにおけるユーザ指定項目は、デバイスとマウントポイントの 2 点である。

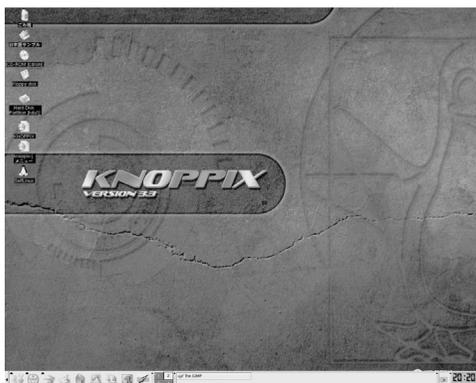


図 1 KNOPPIX ver 3.3 の初期画面

```
/  --+-- bin/
    +-- usr/    --+-- local/
    |           +-- lib/
    |
    +-- home/  --+-- knoppix/
    +-- mnt/
    +-- opt/
    +
```

図 2 KNOPPIX ver 3.3 のディレクトリ構成 (部分)

3.2.4 ソフトウェアの整理/削除/インストール

このプロセスでは、ハードディスクにコピーした CD-ROM ディレクトリ内でソフトウェアの取捨選択を行う。

unix では chroot コマンドを利用すると、CD を展開したディレクトリを、PC 起動時のルートディレクトリであるかのように見せかけることができる。この状態で作業を行うことにより、通常の PC (one CD Linux で起動したものではない) で行う場合と全く同じ操作で、ソフトウェアの追加/削除/アップグレードなどを行うことができる。このように、chroot した状態で、ソフトウェアの追加、削除などを行った。

KNOPPIX は、ベースとなる debian から apt とよばれるパッケージマネジメントシステムを受け継ぎ、採用している。apt コマンドは、ソフトウェアとそれの必要とするライブラリや他のソフトウェアとの依存関係などを、ほぼ自動的に配慮・選択してインストール/アンインストールできるシステムである。各ソフトウェアはいくつかの質問で簡単にインストール/アンインストールできる。また、ソフトウェア取得元としてはローカルファイル、ネットワーク、CD-ROM など複数のデバイスを指定することができる。特に、取得元をインターネット上にある FTP サイトに指定 (デフォルト) していれば、ユーザ (特に今回は、本システムを利用して one CD を製作する支援者を想定) が特段の意識を払わなくとも、システムに適合する最新のソフトウェアをインストールできる。同様に、元となる one CD システムに含まれる各種パッケージをアップグレードすることもできるので、製作時の最新バージョンのソフトウェアを one CD のなかに組み込むことができるようになる。

apt によらず、個別にインストールするソフトウェアなども存在する。これはそれぞれのソフトウェア配布側の方法に依存する。今回削除対象とした OpenOffice は apt ではない手法でインストールされていたため、直接インストールされたディレクトリを削除した。

また、apt コマンドにより emacspeak と、それに必要なパッケージをインストールした。今回は、5 つのパッケージ emacspeak, emacspeak-ss, flite, flite-dev, そして eflite を利用した。ただし emacspeak のインストール時には、どの音声合成エンジンを選ぶかなどいくつかの質問がされるので (図 3)、手でソフトウェア (自分の PC の音源デバイスに合ったもの)、などを答える必要があった。

これらの作業により、単数もしくは複数の障害者支援ソフトウェアをインストールすることができる。ただし、ソフトウェアによってはこの段階でインストールに必要なパラメタを答える必要がある。また、個別のデバイスに対応したソフトウェアのインストールが必要な場合もある。

3.2.5 イメージの圧縮/iso イメージへの変換と CD-R 作成

ソフトウェアの取捨選択の後、ハードディスク上の KNOPPIX/ を iso イメージに変換/圧縮し、iso イメージを CD-ROM に焼き付ける。このプロセスは、入力するコマンドが長いだけで、ユーザが選択肢に回答する必要などはない。ただし、データ圧縮などの操作を行うため、実行に時間がかかる。マシンスペックにもよるが試作用 PC では約 40 分程度の時間が必要だった。



図 3 emacspeak インストール中の画面

iso ファイルシステムを製作するコマンドは mkisofs で、これに複数のオプションをつけて二度起動する。これにより、ファイルの圧縮、そして起動可能な CD とする処理を行う。本試作では、展開された状態で約 1.9G byte のファイル群が 612M byte にまで圧縮された。

最後に、標準的な cdrecord コマンドにより、iso イメージを CD-R に焼き付け、製作が終了となる。ただし、この方法ではもともととなる KNOPPIX が CD-ROM で起動されているために、iso イメージを焼き付けけるには、CD-R ドライブが別途必要となった。

3.2.6 動作確認

本研究では動作確認を、IBM 社の試作 PC (表 3) 及び、表 4 に示すように sony, dell 社, NEC のデスクトップ・ノート PC 合計 4 機種で行った。またこの他に、dell Optiplex 上にインストールした VMware 上での動作実験も行った。その際の各種デバイスは、VMware が提供するパーチャルマシンのものとなる。

どの機種においても、CD-ROM からの起動は通常の KNOPPIX と同じように問題なく行えた。X-window system の他、KNOPPIX に標準インストールされているソフトウェアも無事動作した。

インストールを行った emacspeak は、機種によって稼働の可否、安定性に差がでた。それらは、起動はするが音声を発しないもの、読み上げを行うもののすぐに止まってしまうものなどがあつた。最も安定して emacspeak が稼働し長時間読み上げを行うことができたのは sony の Vaio で、次いで NEC, IBM, dell という順であつた。Vaio では問題無く音声を話し続けるよう

表 4 動作確認機種

	sony	dell	NEC
PC	Vaio PCV-LX71/BP	Optiplex GX260	VA60J
CPU	Pentium , 933 MHz	Pentium 4, 2.8 GHz	Pentium , 600 MHz
memory	128M byte	256M byte	64M byte
	desktop	desktop	note

にできたが、音は鳴らすものの音声合成を実行途中（数秒から数分）で中止してしまうもの、(Dell Optiplex)、固まると再起動が必要になるもの (IBM Think Center)、などがあつた。これらは、各種デバイス、特に音源ボードの自動認識とその設定によるものが多く、一般的な設定ではなく各機種に対応したデバイスの設定をすることにより回避できるものもあつた。それらは、KNOPPIX による自動認識の後、改めて、音源ボードのコンフィギュレーションを行うコマンド `sndconfig` を実行しなおして稼働させた。ただし、それでも不安定な状態が続くものも存在した。

3.3 製作 2 : ATLOD system

3.3.1 ATLOD-base の製作

これまでの結果から、CD ブートのオリジナル Linux の製作をすることができた。一部動作に不安定なものがあるものの、障害者支援ソフトウェアのインストールされた one CD Linux を一般ユーザが製作する方法が検証できた。本試作では、「ユーザが自分に適した one CD Linux を作れる」ということを目的としている。そこで、これまでの試作を踏まえ、これらのプロセスを自動化し、ユーザが CD 製作を実行しやすいようにすることを考える。

このために、3.2 章に記した CD の作成を自動で行うようなインストーラ（自動 iso イメージ製作プログラム）を作成することを考えた。このプログラムは

1. One CD Linux (LOD-base) がブートされたら自動的に起動
2. さまざまな障害者支援ソフトウェアの選択肢を提示
3. 必要なソフトウェアのインストール
4. iso イメージの作成

といった機能を備えている必要がある。

これら個々の機能はシェルスクリプトにより実行可能である。ただし、視覚的にわかりやすく、多くの選択肢に惑わされないようにするには、C 言語などによる見やすいインストーラが望まれる。このため、現段階では、機能を限定したシェルスクリプトを試作し、その上で、C 言語によるプログラム作成を考えることとした。

スクリプトは大きく分けて、1. 前処理部、2. chroot によるソフトウェア選択、3. 後処理部、の三段階の構成となっている。

3.4 初期設定

この段階では、システムの起動 (3.2.2 章) と CD-ROM のハードディスクへの展開 (3.2.3 章) を行う。またこの段階では、CD-ROM を展開するためのハードディスクや、ネットワークの設定などを行い、それを chroot 後の環境に引き継ぐ役割も必要とされる。試作環境ではプロキシの設定なども必要とされたので、ここで指定した。

このような作業をする上で、ユーザには作業用ハードディスクや、ネットワーク設定などに関

する質問をすることになる。試作時点でこれらのパラメータをスクリプトに書き込だ。将来は自動的に各種デバイスを検知し、選択肢を提示できるシステムを構築する予定である。

3.5 chroot 中でのソフトウェア選択

この段階では、3.2.4 章に記されるような apt コマンドによるソフトウェアインストールをシェルスクリプトで行わせた。コマンド自体、複雑なものではなく、通常のソフトウェアインストールを自動化するスクリプトで動作する。

ただし、インストーラが必要とする質問項目に「無条件に yes と答える」など、強引な部分が残っている。また、現段階では emacspeak のみを実験的にインストールするようになっているが、このプログラムで複数の障害者支援ソフトウェアを選択してインストールできるようにする必要がある。また、試作では容量、削除の容易さ、GUI、という点から OpenOffice を削除したが、それ以外のソフトウェアの削除も考慮する。

3.6 chroot 後 CD 用 iso イメージの製作

最後に、iso イメージを作成するシェルスクリプトを作成した。この段階では、ハードディスク上の KNOPPIX/ を iso イメージに変換/圧縮し、iso イメージを CD-ROM に焼き付けを行う。現段階では、isoimage の作成で処理をとめている。これは、ATLOD システム自体が CD-ROM からブートするため、ハードディスク上にできた iso イメージを CD-R などに焼き付けけるためには、新たに CD-R ドライブが必要となるためである。

3.7 スクリプト

上記のような条件を満たすスクリプト 3 つを試作し、CD の作成を行った。試作に用いた PC は、製作 1 と同じである (表 3)。

この結果、三段階ともスクリプトを稼働させることができた。ただし、第二段階で、「ソフトウェアインストール時の選択」は一部手動で応答する必要がある部分があった。

4 考 察

一連の試作から、コンセプト、必要とされるスペック、製作プロセスの自動化、などについて考察をおこなった。

4.1 製作の現状とコンセプト

現在、本製作は試作段階の域を出ておらず、実用的なものとはなっていない。CD 自動製作スクリプトも実験段階でしかない。また、one CD Linux としての機能や、個人用 one CD 製作システムとしては、KNOPPIX、KNOPPIX-RW、ya-knoppix、などの方が、完成度、安定性、製

作の容易さなど様々な点で格段に優れている。

ただし、「障害者個人にとって使いやすい」「one CD OS」を、「支援者が簡単に作成できる」という本研究のコンセプト自体は、今後も堅持してゆく予定である。

障害者個人にとって使いやすいソフトウェアが収録された一枚の CD-ROM があれば、公共施設、ネットカフェ、などだけでなく、友人宅で PC を借りるといったことも気軽にできるようになるだろう。

また、こういった CD-ROM が簡単に作れるということも重要な点である。PC を趣味とする人や OS のエキスパートでなくとも one CD OS 製作ができるということは、これら障害者支援 one CD システムが、PC があるところならどこでも製作可能となることを意味している。障害者自身が様々な one CD システムを試作することもできるだろう。

これらは、障害者の情報環境改善の自由度を増すことになると期待される。

4.2 マシンスペック

4.2.1 CD 製作機

CD 製作機には、比較的新しい PC のスペックが必要と思われる。また、ハードディスクの空き容量も 10G byte 以上必要とされる。本研究では、2003 年に製造された PC (クロック周波数 2.6G Hz の Pentium 4) によって試作を行っている。これらは、10-15 万円程度で販売されているもので、2003 年現在のメーカー最高級機種ではない。今後 PC の低価格化、高性能化はまだ進むと予測されるため、要求不可能なスペックとは言えない。ただし、できるだけ安価に、多くの PC で CD を製作できることを考えるためには、実行可能な最低スペックを求めておく必要もあるだろう。

また、今回試作した ATLOD システムで CD-R の焼き付けまでを自動化するためには、CD 製作機に CD-R を含む CD ドライブが 2 台必要となってしまう。現在標準的に販売されている PC では、CD ドライブは一台だけのものがほとんどである。試作機では、外部の CD-R ドライブを利用している。現在、CD-R 焼付のプロセスをどう自動化するか検討している。なお、KNOPPIX-RW プロジェクトではこの点は「toram オプション」により解決している。

4.2.2 one CD 動作環境

製作された CD-ROM の動作環境は、製作する PC よりも低いスペックで十分である。基本的な動作環境はオリジナルの KNOPPIX に依る。

4.3 製作プロセスの問題点

製作プロセスにおいては、デバイス認識、インストールの自動化などいくつかの問題点が明らかになった。

4.3.1 デバイスの自動認識

PC に装備されているデバイスは、メーカー、機種により様々である。KNOPPIX はこれらの

自動認識に優れてはいるが、まだ完全でないところもある。また、最新のデバイスについては、オープンソースのドライバが書かれるまで待つ必要のあるものも存在する。

本研究のような多くの機種で稼働させる必要のある one CD OS を作成する場合は、CD 作成を行う機種のデバイスだけに対応すればいいということにはならない。現状では試作用 PC もしくは標準デバイス以外の利用が制限される可能性がある。規格の統一やドライバ情報の一層の開示などが望まれる。なお、本稿で試作した emacspeak については、前述した oralux では安定稼働している。

4.3.2 CD 作成の自動化

CD 作成を容易にするには、ユーザが指定する項目、もしくは知っておかなければならない項目をできるだけ減らす必要がある。もともと apt コマンドはユーザが行う指定は最小すむようになってはいるが、それでもデバイスなどは初心者には難しい場合もある。今回試作した現状においても、デバイスの指定やソフトウェアのインストール/コンフィギュレーションに質問項目が必要な部分がある。

本研究では、複数の障害者支援ソフトを選択して簡単に CD を作るのが目的であるため、とりあえず、各種ソフトウェアの選択肢を、(多少いい加減でもいいので) 自動に返答可能なシステム構築を考えている。

4.4 今後の課題

これまでの試作により、現段階では one CD Linux の iso イメージ自動生成まではほぼできるようになっている。現時点では、iso イメージの製作には成功したが、音源デバイスの設定などの問題で稼働が不安定な状態である。また、インストーラは初期段階であり、対応するソフトウェアが限られている。今後の課題を以下にまとめる。

1. 複数の障害者支援ソフトウェアを選択的にインストールできるようにすること
2. インストール時の質問項目を (多少強引に) クリアすること
3. 上記 2 点の問題点を解決したインストーラを製作すること
4. CD-R 焼付プロセス自動化の検討

2004 年 2 月現在、インストーラの製作を進めている。

5 結 論

障害者支援ソフトウェアを選択して one CD Linux を自動生成するシステムの試作を行った。現状はまだ試作段階であるが、障害者個々の状態に対応した one CD OS およびそのインストーラの製作は、有益なものであると考えられる。このシステムは障害者の情報環境支援のひとつの可能性となりうると期待している。

6 おわりに

本研究は、日本福祉大学情報社会システム研究所共同研究の支援を受けて行われている。

この研究は当初、障害者を支援する OS が作れないか、との考えから始まったものである。one CD Linux の製作が容易となってきたことから、この「障害者を支援する OS」というものの実現の可能性のひとつとして、本研究が行われている。

本研究のように、様々な障害者支援ソフトウェアを入手/改編出来ることも、one CD OS の製作を行うことが出来ることも、フリーな OS やソフトウェアが開発されているおかげである。Linus Torvalds 氏をはじめとする世界中のプログラマー、KNOPPIX を開発/発展させている方々、そのほかオープンソース運動にかかわる多くの人々に、敬意と感謝と意を表する。

<参考文献>

- (1) 嘉市洋二, オリジナル 1CD Linux 講座, 「unix user」, ソフトバンクパブリッシング株式会社, 2003/10
- (2) T. Watanabe, K. Inoue, M. Sakamoto, and M. Kiriake: BEP: a practical bilingual speech synthesis system for Japanese, Proceedings of Pacific Association for Computational Linguistics 2001, pp. 307-314.