

プロジェクト NO ; 10 - 51

平成 10 年度課題対応新技術研究調査事業

委 託 業 務 研 究 調 査 成 果 報 告 書

プロジェクト名 ; FA-Linux の実現可能性の検討

平成 11 年 9 月

受託企業名 株式会社 ダイナックス

平成 10 年度課題対応新技術研究調査事業
研究調査成果報告概要

作成年月	平成 11 年 9 月 1 日
プロジェクト番号(通番)	番号 ; 10 - 51
受託企業名	株式会社 ダイナックス
代表者役職	代表取締役
代表者氏名	渡辺 福德
プロジェクト名	FA—Linux の実現可能性の検討
研究調査期間	平成 11 年 5 月 21 日 ~ 平成 11 年 8 月 31 日
研究調査の目的	FA-Linux の実現可能性を目指し、いくつかのシステム構成・ファイルシステム・Paging 機能等の動作確認や実行可能性を調査する。また、インターネットを通じ、IBM PC コンパチブルマシン・Linux における GUI ツールの動向・Linux における Smalltalk の動向を調査する。
成果の要旨 〔今後への課題を含めて まとめること〕	カーネルの再構築という一般的な手段により、組み込みたい機能とドライバを選択してカーネルを再コンパイルする、又必要なコマンド以外のものを削除する、又は登録しないことにより、Linux オペレーティングシステムを小さくできることが実証された。これは、ROM 化には非常に向いているということである。また今回、FA-Linux の調査の過程で、WACOM Engineering 殿の ROM-LinuxChip が出現し、急激に FA-Linux が現実のものとなろうとしている。 今回の当社のテーマ及び WACOM Engineering 殿の ROM-LinuxChip、Squeak 等の例でもわかるように、世界中で Linux 環境でのシステム開発がどんどん行われている。インターネットの申し子のような Linux オペレーティングシステムであるが、今後ますます、インターネットを通じ、世界中の開発成果の共有化が急速に進んで行くものと思われる。 WACOM Engineering 殿の ROM-LinuxChip 使用による研究結果から、Linux は完全に ROM 化可能であることがハードウェア及びソフトウェアの両面から証明された。つまり、FA-Linux の実現可能性は十分にあり得るという成果を得ることが出来た。 今後の課題としては、FA-Linux の実用化へ向けて、実際のアプリケーションソフトウェアの開発を進めてゆくことである。

1. 調査

(1) 調査テーマ

各種ドライバの削除
ファイルシステムの最小化
Paging 機能の削除
ROM 動作可能な IBM PC コンパチブルマシンの調査
Linux における GUI ツールの動向
Linux における Smalltalk の動向

(2) 調査期間：平成 11 年 5 月 21 日～ 8 月 6 日

(3) 実施主体企業名：株式会社 ダイナックス

(4) 参加企業又は機関名：なし

(5) 調査目的：FA-Linux の実現可能性を目指し、いくつかのシステム構成・ファイルシステム・Paging 機能等の動作確認や実行可能性を調査する。また、インターネットを通じ、IBM PC コンパチブルマシン・Linux における GUI ツールの動向・Linux における Smalltalk の動向を調査する。

(6) 調査方法

Linux は、フリーに入手できる UNIX ライクなオペレーティングシステムであり、その中心をなすカーネルと、各種コマンド群、及び Xfree86 と呼ばれる X Window System (X サーバー) から構成される。各種のディストリビューション(配布パッケージ)があり、インターネット、本、雑誌等から入手可能である。

各種のパッケージをインストールしてみた結果、日本及び日本語環境での使い勝手を重視して、Slackware を改良した配布パッケージである Plamo Linux Ver 1.4 により各種調査を行った。

* 場所：ダイナックス本社・大阪事業所

(7) 調査結果

(7-1) 小さい Linux オペレーティングシステムの構築

各種ドライバの削除、ファイルシステムの最小化、Paging 機能の削除等は、基本的に小さな Linux オペレーティングシステムを構築するための検討事項である。これらは、カーネルの再構築が可能であることにより、きわめて簡単に実現できる。

《カーネルの圧縮サイズ - 1 : 基本構成》 338,249 バイト

このカーネルは、基本的に下記の要素を含んでおり、実際には更にハードディスク、CDROMドライブの制御も含まれている。通常のFA用途としては十分な機能を持っているものである。このサイズは、フロッピーディスクの約 1 / 3 以下であり、実用上何ら問題にならない。

[システム構成]

CPU はペンティアム 100mHz 以上 (演算チップ有り)

メモリ (32 メガバイト)

入力装置 (キーボード、マウス)

カラー表示器 (800 × 600)

フロッピーディスク (FD)

[ファイルシステム]

ext2 : Linux の基本的なファイルシステム

proc : Linux の基本的なファイルシステム

msdos : パソコン (マイクロソフト) の基本的なファイルシステム

《カーネルの圧縮サイズ - 2 : ネットワーク構成》 394,674 バイト

このカーネルは、上記のカーネルにイーサネットのネットワーク機能を組み込んだものである。このサイズでも、フロッピーディスクの約 1 / 3 以下であり、実用上何ら問題にならない。今後のFAシステムにおいてはパソコン同様のイーサネットによるネットワーク機能でパソコンとの通信を行う等の要求が増えることは十分に予想され、そういったケースでの対応も比較的簡単に行えることになる。

ターゲットマシンのオペレーティングシステムは、開発時と、実稼動時とで同じものが望ましい。開発時にはイーサネットネットワークで接続してパソコンとの連携をとることになるので、この程度のサイズの差であるならば、開発終了後の実稼動時でもネットワーク構成のカーネルを採用できると言える。

実稼動が始まってデバッグの可能性があるのが、FAシステムの常であり、何時でも開発環境と同じ環境に出来るという強みがある。

《Paging 機能》

Pagingは、メモリがいっぱいになったとき 4 k バイト単位で「ページング デバイス」又は「ページング ファイル」に書き出し、そこにセーブされた 4 k バイトを空き領域とする。この「ページング デバイス」又は「ページング ファイル」はスワップ領域と呼ばれる。スワップ領域が無いならば、メモリがいっぱいになったときそれ以後のプログラムのローディングができないだけである。開発用のLinuxマシンや、サーバー用のLinuxマシンの様に、いろいろなプログラムが実行されるようなケースでは、Paging機能により、メモリのサイズを超

えても、安心して動作できる必要があるが、FAシステムにおいては、決められたプログラムが動作するだけなので、Paging機能は不要ことが多い。Linuxにおいては、Paging機能用のハードディスクが無ければ、メモリがいっぱいになったとき、Paging機能によりメモリ内の情報を掃き出すことが出来ないだけであり、FAシステムにおいて問題はない。

(7 - 2) ROM 動作可能な IBM PC コンパチブルマシンの調査

各種調査の過程で WACOM Engineering 殿の ROM-Linux が見つかり、入手可能となった。これは FLASH ROM 搭載の ROM-LinuxChip を使用して、Linux システムのブート、アプリケーションの起動を行い、ROM起動によるディスクレス Linux システムを構築するというものである。ハードウェアとしては Embedded システムには標準的な FLASH DISK (M-Systems DiskOnChip™Flash Chip) を使用しており、IBM PC コンパチブルマシン (主にシングルボードコンピュータ) の選択肢は多い。

1999年7月16日からインターネットで開発キットのベータ版のダウンロードが可能となった。ROM-LinuxChip の試作機を貸与してもらうこととなった。その結果、Linux は、ハードウェア面だけでなくソフトウェア面においても ROM 化可能であることが証明された。

(7 - 3) Linux における GUI ツールの動向及び Smalltalk の動向

Linux で動作する Smalltalk には、下記の3つが世の中にある様である。

Visual Works

Smalltalk / x

Squeak

これらは、どれもフリー (無償) ソフトウェアがあるが、完全にオープンソースな Smalltalk は Squeak だけである。そしてインターネットで簡単に入手できる。これらは全て外部コードを統合した形での GUI 開発のツールとして、非常に強力な開発環境であるといえる、というのがインターネットのニュースで言われていることである。

当社の FA 用パソコン アプリケーション用ソフトは Smalltalk で書かれており、今後 Smalltalk での GUI を充実させていくつもりであり、調査対象として完全なオープンソースであるということで Squeak を調査対象とする事とした。

これまで使用していた Visual Smalltalk for Windows は Windows の A P I の利用に重点を置いたシステムであったが、Squeak はオペレーティングシステムに縛られないように、GUI に関しても Windows の A P I を使用せずに書かれているので、Windows での動作する事がそのまま Linux で動作するという特徴を有することを確認した。

(7 - 4) Smalltalk の動向

インターネットの普及と共にソフトウェアの世界はネットワークコンピューティングの時代へと進んでいるようであり、Squeak も Web サーバーとしての機能も充実しているようである。FA-Linux とは直接的な関係があるわけではないが十分に実用になるものと思われる。

Linux が普及しつつあるとはいえ、まだまだデスクトップマシンとしては Windows が使われている状況である。FA-Linux のターゲットマシンとしては Linux オペレーティングシステムでの稼働が望ましいが、開発にはまだまだ Windows 環境が利用されるものと思われる。

そこで着目されるのが Squeak である。Squeak は Linux 環境と Windows 環境で全く同じように動作することに特徴があることは確認された。すなわち、Windows で開発を進め、できあがったところで Linux で動作させる、といった感じで作業を進めることが出来る。従って、Linux に不慣れな人でも開発に携わることが出来るというメリットがある。

2. 研究

(1) 研究テーマ

各種ドライバの削除
ファイルシステムの最小化
Paging 機能の削除

(2) 研究期間：平成 11 年 6 月 25 日～8 月 25 日

(3) 実施主体企業名：株式会社 ダイナックス

(4) 参加企業又は機関名：なし

(5) 研究目的：FA-Linux の実現可能性を目指し、調査結果を踏まえた上、FA 用途に何処まで最小化できるかを研究する。

(6) 研究方法

＊場所：ダイナックス本社・大阪事業所

(7) 研究結果

(7-1) メモリ容量

カーネルの再設定において 16 メガバイト以下の設定が出来るので実際にやってみることが出来る。下記は、メモリ 16 メガバイト以下、Swap ファイル無し、の場合のメモリ使用状況を出力したものである。メモリは半分以下の使用状態である。もちろんこの状態では、Linux オペレーティングシステムのみであるから空きがあるのは当然であるが、16 メガバイトのメモリでも十分に仕事出来ることを示している。

	total	used	free	shared	buffers	cached
Mem:	14820	7192	7628	3976	292	4996
-/+ buffers/cache:		1904	12916			
Swap:	0	0	0			

(7 - 2) ディスクサイズ

ディスクには下記のようなディレクトリが一般的に必要とされる。

drwxr-xr-x	7	root	root	1024	Sep	1	18:21	var/
drwxr-xr-x	2	root	root	1024	Aug	21	12:45	usr/
drwxrwxrwt	3	root	root	1024	Sep	1	20:58	tmp/
drwxr-xr-x	2	root	root	1024	Sep	1	14:35	sbin/
drwxr-xr-x	2	root	root	1024	Sep	1	11:40	root/
drwxr-xr-x	2	root	root	1024	Aug	16	21:12	proc/
drwxr-xr-x	2	root	root	1024	Sep	1	20:46	lib/
drwxr-xr-x	3	root	root	1024	Sep	1	21:02	etc/
drwxr-xr-x	2	root	root	12288	Sep	1	20:53	dev/
drwxr-xr-x	2	root	root	1024	Sep	1	14:07	bin/

実験を行ったROMシステム構成では下記に示すように5.6M程度のFlash ROM領域を使用している。

Filesystem	1024-blocks	Used	Available	Capacity	Mounted on
/dev/rpa1	6179	5625	235	96%	/rom1

上記各ディレクトリの中でLinuxオペレーティングシステムの起動に必要なコマンド群が入っているのは主に sbin、bin、lib、etc等である。これらの内容を下記に示すが、Linuxオペレーティングのためのディスクに必要とされるディレクトリは削減される。

sbin:					
-rwxr-xr-x	1	root	bin	8456	Sep 1 1998 update*
lrwxrwxrwx	1	root	root	11	Sep 1 11:40 umount -> /bin/umount*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	12928	Oct 27 1998 shutdown*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	23948	Oct 25 1998 route*
lrwxrwxrwx	1	root	root	4	Sep 1 11:40 reboot -> halt*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	10632	Sep 1 1998 rdev*
lrwxrwxrwx	1	root	root	10	Sep 1 11:40 mount -> /bin/mount*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	22988	Oct 12 1998 modprobe*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	15592	Oct 12 1998 modinfo*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	23804	Oct 12 1998 lsmod*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	109628	May 31 1998 ldconfig*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	8084	Oct 27 1998 killall5*
-rwxr-xr-x	1	root	root	10168	Sep 1 14:24 installpkgj*
-rwxr-xr-x	1	root	root	10046	Sep 1 14:24 installpkge*
-rwxr-xr-x	1	root	root	122	Sep 1 14:24 installpkg*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	23808	Sep 1 14:24 insmod*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	193296	Oct 27 1998 init*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	26092	Oct 25 1998 ifconfig*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	6516	Oct 27 1998 halt*
lrwxrwxrwx	1	root	root	6	Sep 1 11:40 fsck.ext2 -> e2fsck*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	9320	Oct 16 1998 fsck*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	68020	Oct 16 1998 e2fsck*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	12848	Sep 1 1998 clock*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	16144	Sep 1 1998agetty*

bin:

-rwxr-xr-x	1	root	bin	18568	Aug	16	1997	uname*
-rwsr-xr-x	1	root	bin	22488	Sep	2	1998	umount*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	38532	Apr	2	1998	touch*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	73456	Oct	25	1998	telnet*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	126400	Oct	2	1998	tar*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	23888	Apr	2	1998	sync*
-rws--x--x	1	root	root	26952	Oct	20	1998	su*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	37216	Jun	16	1997	stty*
lrwxrwxrwx	1	root	root	4	Sep	1	11:40	sh -> bash*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	23488	Sep	2	1998	setterm*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	24320	Apr	2	1998	rmdir*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	54704	Apr	2	1998	rm*
-rwxr-xr-x	1	root	root	205	Sep	1	14:07	reset*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	18440	Jun	16	1997	pwd*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	28004	Oct	25	1998	ps*
-r-sr-xr-x	1	root	bin	14064	Oct	25	1998	ping*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	57848	Apr	2	1998	mv*
-rwsr-xr-x	1	root	bin	40696	Sep	1	1998	mount*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	29296	Sep	1	1998	more*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	27740	Apr	2	1998	mknod*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	27312	Apr	2	1998	mkdir*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	54936	Apr	2	1998	ls*
-rwxr-xr-x	1	root	root	38424	Oct	20	1998	login*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	56544	Apr	2	1998	ln*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	10880	Sep	1	1998	kill*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	8028	Oct	25	1998	hostname*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	20032	Feb	2	1997	head*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	49060	Apr	11	1998	gzip*
lrwxrwxrwx	1	root	root	4	Sep	1	11:40	gunzip -> gzip*
-r-xr-xr-x	1	root	bin	57568	Oct	25	1998	ftp*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	8636	Oct	25	1998	free*
-rwxr-xr-x	1	root	root	18700	Sep	1	14:07	env*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	18336	Aug	16	1997	echo*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	31500	Apr	2	1998	du*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	12556	Apr	2	1998	dircolors*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	32588	Apr	2	1998	df*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	32228	Apr	2	1998	dd*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	40740	Jun	16	1997	date*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	22828	Feb	2	1997	cut*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	67368	Apr	2	1998	cp*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	29464	Apr	2	1998	chown*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	29372	Apr	2	1998	chmod*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	29016	Apr	2	1998	chgrp*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	20916	Feb	2	1997	cat*
-rwxr-xr-x	1	root	bin	279352	Apr	1	1997	bash*
-rwxr-xr-x	1	root	root	18184	Sep	1	14:07	basename*

```

lib:
-rwxr-xr-x    1 root    root          5716 Oct 16 1998 libuuid.so.1.1*
lrwxrwxrwx    1 root    root              14 Sep  2 11:40 libuuid.so.1 ->
libuuid.so.1.1*
-rwxr-xr-x    1 root    root        11493 Apr 30 1996 libtermcap.so.2.0.8*
lrwxrwxrwx    1 root    root              19 Sep  2 11:40 libtermcap.so.2 ->
libtermcap.so.2.0.8*
lrwxrwxrwx    1 root    root              20 Sep  2 11:40 libncurses.so.3.4 ->
libncurses.so.1.9.9g*
-rwxr-xr-x    1 root    root    269804 Feb 15 1998 libncurses.so.1.9.9g*
-rwxr-xr-x    1 root    root    32168 Feb 24 1998 libm.so.5.0.9*
lrwxrwxrwx    1 root    root              13 Sep  2 11:40 libm.so.5 ->
libm.so.5.0.9*
-rwxr-xr-x    1 root    wheel    110592 Apr 30 1996 libm.so.4.6.27*
lrwxrwxrwx    1 root    root              14 Sep  2 11:40 libm.so.4 ->
libm.so.4.6.27*
-rwxr-xr-x    1 root    root    71016 Oct 16 1998 libext2fs.so.2.4*
lrwxrwxrwx    1 root    root              16 Sep  2 11:40 libext2fs.so.2 ->
libext2fs.so.2.4*
-rwxr-xr-x    1 root    root    5412 Aug  9 1997 libdl.so.1.9.5*
lrwxrwxrwx    1 root    root              14 Sep  2 11:40 libdl.so.1 ->
libdl.so.1.9.5*
lrwxrwxrwx    1 root    root              10 Sep  2 11:40 libdl.so -> libdl.so.1*
-rwxr-xr-x    1 root    root    4344 Oct 16 1998 libcom_err.so.2.0*
lrwxrwxrwx    1 root    root              17 Sep  2 11:40 libcom_err.so.2 ->
libcom_err.so.2.0*
-rwxr-xr-x    1 root    root    614840 Oct  6 1998 libc.so.5.4.46*
lrwxrwxrwx    1 root    root              14 Sep  2 11:40 libc.so.5 ->
libc.so.5.4.46*
-rwxr-xr-x    1 root    root    79508 May 31 1998 ld-linux.so.1.9.9*
lrwxrwxrwx    1 root    root              17 Sep  2 11:40 ld-linux.so.1 ->
ld-linux.so.1.9.9*

```

etc:

-rw-r-----	1	root	root	0	Sep	1	18:46	wtmplock
-rw-r--r--	1	root	root	7869	Jul	11	1997	termcap
-rw-r-----	1	root	root	619	May	26	1998	syslog.conf
-rw-----	1	root	root	427	Sep	2	00:40	shadow-
-rw-----	1	root	root	439	Sep	2	00:41	shadow
-rw-r--r--	1	root	root	5924	Oct	15	1997	services
drwxr-xr-x	2	root	root	1024	Apr	19	1998	rc.d/
-rw-r--r--	1	root	root	595	Aug	21	1994	protocols
-rw-r--r--	1	root	root	1939	Jul	1	22:26	profile
-rw-----	1	root	root	715	Sep	2	00:40	passwd-
-rw-r--r--	1	root	root	726	Sep	2	00:40	passwd
-rw-r--r--	1	root	root	235	Sep	2	00:36	networks
-rw-r--r--	1	root	root	24	Sep	2	21:02	mtab
-rw-r--r--	1	root	root	14	Sep	2	20:53	motd
-rw-r--r--	1	root	root	144405	Oct	27	1998	magic
-rw-r--r--	1	root	root	8546	Nov	1	1997	login.defs
-rw-r--r--	1	root	root	92	Sep	1	20:30	ld.so.conf
-rw-r--r--	1	root	root	893	Sep	2	20:53	ld.so.cache
-rwxr-xr-x	1	root	root	3736	Sep	1	12:16	kon.cfg*
-rw-r--r--	1	root	root	27	Sep	2	20:53	issue
-rw-----	1	root	root	36	Sep	2	20:53	ioctl.save
-rw-r--r--	1	root	root	2374	Jan	8	1998	inittab
-rw-r--r--	1	root	root	4998	Oct	16	1997	inetd.conf
-rw-r--r--	1	root	root	633	Sep	2	00:38	hosts
-rw-r--r--	1	root	root	27	Jul	8	1994	host.conf
-rw-r--r--	1	root	root	271	Dec	8	1995	group
-rw-r--r--	1	root	root	161	Sep	2	11:41	fstab-
-rw-r--r--	1	root	root	166	Sep	2	11:47	fstab
-r--r--r--	1	root	root	19749	Sep	1	19:56	XF86Config
lrwxrwxrwx	1	root	root	14	Sep	2	11:40	X11 -> /var/X11R6/lib/
-rw-r--r--	1	root	root	20	Sep	1	19:03	HOSTNAME
-rw-r--r--	1	root	root	2366	Apr	2	1998	DIR_COLORS
-rw-r--r--	1	root	root	2	Sep	1	20:28	#ld.so.conf#

etc/rc.d:

-rwxr-xr-x	1	root	root	202	Apr	19	1998	rc.samba*
-rwxr-xr-x	1	root	root	197	Jul	10	08:05	rc.local*
-rwxr-xr-x	1	root	root	3139	May	21	1998	rc.inet2*
-rwxr-xr-x	1	root	root	1145	Sep	1	19:02	rc.inet1*
-rwxr-xr-x	1	root	root	5606	Jul	16	21:27	rc.S*
-rwxr-xr-x	1	root	root	3771	Jul	16	21:29	rc.M*
-rwxr-xr-x	1	root	root	2378	Jul	16	21:57	rc.6*
lrwxrwxrwx	1	root	root	4	Sep	2	11:40	rc.0 -> rc.6*

Devには接続されるデバイス情報が入り、その主なものは下記の通りである。Linuxオペレーティングに必要とされる情報は削減される。

dev:									
lrwxrwxrwx	1	root	root		4	Sep	2	11:40	stdout -> fd/1
lrwxrwxrwx	1	root	root		4	Sep	2	11:40	stdin -> fd/0
lrwxrwxrwx	1	root	root		4	Sep	2	11:40	stderr -> fd/2
brw-r-----	1	root	disk	1,	1	Jul	16	21:41	ram1
brw-r--r--	1	root	disk	1,	0	Jul	16	21:44	ram0
lrwxrwxrwx	1	root	root		4	Sep	2	11:40	ram -> ram1
crw-r--r--	1	root	sys	10,	1	Jul	16	21:42	psmouse
crw-r--r--	1	root	root	10,	1	Jul	18	1994	psaux
crw-r--r--	1	root	sys	10,	2	Jul	16	21:42	msmouse
lrwxrwxrwx	1	root	root		5	Sep	2	11:40	mouse -> psaux
crw-r-----	1	root	daemon	6,	0	Jul	16	21:42	lp0
crw-r--r--	1	root	sys	10,	0	Jul	16	21:42	logimouse
srw-rw-rw-	1	root	root		0	Sep	2	20:53	log=
crw-r-----	1	root	kmem	1,	2	Jul	16	21:41	kmem
brw-r-----	1	root	disk	22,	1	May	8	1995	hdc1
brw-r-----	1	root	disk	22,	0	May	8	1995	hdc
brw-r-----	1	root	floppy	2,	0	Jul	16	21:41	fd0
lrwxrwxrwx	1	root	root		13	Sep	2	11:40	fd -> /proc/self/fd/
lrwxrwxrwx	1	root	root		11	Sep	2	11:40	core -> /proc/kcore
lrwxrwxrwx	1	root	root		4	Sep	2	11:40	console -> tty0
lrwxrwxrwx	1	root	root		8	Sep	2	11:40	cdrom -> /dev/hdc

2. 考察

Linux オペレーティングシステムを使用して、極めてカスタム化しやすいことがわかった。カーネルの再構築という一般的な手段により、組み込みたい機能とドライバを選択してカーネルを再コンパイルすれば、使用するハードウェア構成に最も適したカーネルの作成を簡単に行うことが出来るようになっている。又必要なコマンド以外のものを削除する、又は登録しないことにより、Linux オペレーティングシステムを小さくできるので ROM 化には非常に向いているといえる。今回、FA-Linux の調査の過程で、WACOM Engineering 殿の ROM-LinuxChip が出現し、急激に FA-Linux が現実のものとなろうとしている。

パソコンの急激な低価格化と普及により、メモリの価格はどんどん下がってきている、というより、大容量化している。このことはハードディスクレスのシステムの構築を目指す立場から言えば極めて追い風である。

又、デジタルカメラ、携帯電話の普及等により FLASH メモリの使用が急激に増大するとともに価格もどんどん下がってきて、一層 FLASH ROM の低価格・大容量化が進むものと思われ、これ又、ハードディスクレスのシステムの構築を目指す立場から言えば極めて追い風である。

WACOM Engineering 殿の ROM-LinuxChip の価格は明確になっており、極めてリーズナブルなものになっている。フリーソフトウェアの Linux 採用により Windows に対するライセンス料が無くなることを考えれば、パソコンシステム価格は現状のまま、又はコストダウンによりハードディスクレスシステムの構築が可能になるものと思われる。

今回の当社のテーマ及び WACOM Engineering 殿の ROM-LinuxChip、Squeak 等の例でもわかるように、世界中で Linux 環境でのシステム開発がどんどん行われていることが窺われる。インターネットの申し子のような Linux オペレーティングシステムであるが、今後ますます、インターネットを通じ、世界中の開発成果の共有化が急速に進んで行くものと思われる。

3. 結論

WACOM Engineering 殿の ROM-LinuxChip での研究結果から、Linux は完全に ROM 化可能であることがハードウェア及びソフトウェアの両面から証明された。今後は、FA-Linux の実用化へ向けて、実際のアプリケーションソフトウェアの開発を進めてゆく必要がある。

4. 今後の進め方（開発段階への移行の有無、開発の進め方、事業化の進め方等）

当社では、WACOM Engineering 殿の ROM-LinuxChip を全面的に採用し、開発を進めてゆくこととする。現状では FA-Linux 実現が可能であるということが判明した訳であるが、当社の FA パソコンアプリケーションソフトの移植を行ってゆくことになる。

（１）今後の開発

（１－１）画像処理アライメントシステムの構築

当社の FA パソコンシステムの代表格である画像処理アライメントシステムの FA-Linux 使用システムへの移行は、以下のような項目が開発要素としてあげられる。

- ・ 2 枚のビデオキャプチャの対応
- ・ タッチパネルシステム対応
- ・ FA-Linux システムにおける画像処理システム及び位置決めコントローラとの DPRAM（デュアルポート RAM）通信の確立
- ・ 既存の Smalltalk ソフトウェアの Visual Smalltalk for Windows から Squeak への移植

（１－２）FA-Linux パソコンシステムの構築

FA パソコンシステムを必要としていながら Windows 及びハードディスクのトラブルを恐れて採用に至らなかった位置決めシステムの開発を行う。これには以下のような開発項目がある。

- ・ タッチパネルシステム対応
- ・ FA-Linux システムにおける位置決めコントローラとの DPRAM（デュアルポート RAM）通信の確立
- ・ FA-Linux におけるマンマシンインタフェースソフトウェアの開発

（２）事業化

上記の開発は、現状問題点をはらみながらも何とか実用に供しているシステムのより安定した FA システムへの移行であり、これまでのシステムのバージョンアップと位置づけられるものである。

FA システムの構築過程において、開発と事業化とを明確に分けることは困難である。その過程は、「開発完了で事業化する」といった図式に納まるものではない。今後、当社としては、開発過程においても既存ユーザとの密接な関係を保ちつつ、FA-Linux の実用化にむけて努力していくつもりである。

5 . 参考資料

- 1 .M.Beck 他: LINUX KERNEL INTERNALS Second edition. Addison Wesley Longman, 1998.
- 2 . Remy Card 他: the LINUX KERNEL book. JOHN WILEY & SONS、1998 .
- 3 .M.Beck 他、(株)クイック訳: Linux カーネルインターナル (株)ピアソン、1999 .
- 4 . 小島三弘他: Linux インストールキット第 2 版、(株)トッパン、1999 .
- 5 . 小山祐司他: Linux ネットワーク、(株)トッパン、1999 .
- 6 . Daniel Gilly 著、山田洋子訳: UNIX クイックレファレンス、(株)オライリージャパン、1998 .
- 7 . スターククラスター: Linux ハンドブック、(株)ナツメ社、1999 .
- 8 .WACOM Engineering:ROM-Linux Install Guide ROM-Linux Ver.0.91、1999 .
- 9 . WACOM Engineering: ROM-Linux Manual ROM-Linux Ver.0.91、1999 .