

# Pentium 搭載 VME CPU ボードの データ収集基本性能の評価

仲吉一男<sup>a</sup>

kazuo.nakayoshi@kek.jp

安 芳次<sup>b</sup>

Yoshiji.YASU@kek.jp

<sup>a</sup> 高エネルギー加速器研究機構田無分室

<sup>b</sup> 高エネルギー加速器研究機構  
素粒子原子核研究所オンライングループ

## Abstract

Intel Pentium II プロセッサ搭載の VME CPU ボードに OS として Linux をインストールし、データ収集に関する基本性能の評価を行なった。その結果 Programmed I/O によるデータ転送スピードは、A32D32 モードでリードが 4.2 MB/s、ライトが 6.7 MB/s であった。DMA によるデータ転送スピードは、A32D32 BLT モードでリードが 18 MB/s、ライトが 24 MB/s、A32D64 MBLT モードでリードが 34 MB/s、ライトが 31 MB/s であった。VMEbus からの割り込みに対する応答時間は 16  $\mu$ s であった。これにより、1997 年にデスクトップ PC と PCI-VMEbus Adaptor で構築した Linux を用いた VMEbus ベースのデータ収集システムと同様なシステムを Pentium プロセッサ搭載の VME CPU ボードでも実現することができた。

# 目次

<b>1</b>	<b>背景と目的</b>	<b>1</b>
1.1	背景	1
1.2	目的	2
<b>2</b>	<b>VMIC7696 の概要</b>	<b>3</b>
2.1	PC/AT Features	3
2.2	VMEbus Features	3
<b>3</b>	<b>性能評価に使用したハードおよびソフトウェア</b>	<b>4</b>
3.1	性能評価に使用したハードウェア	4
3.2	性能評価に使用したソフトウェア	4
3.2.1	universe ドライバーの概要	4
<b>4</b>	<b>CPU 基本性能テスト</b>	<b>5</b>
4.1	nbyte ベンチマークプログラムによる性能評価	5
4.2	DAQBENCH ベンチマークプログラムによる性能評価	6
<b>5</b>	<b>DAQ 基本性能テスト</b>	<b>6</b>
5.1	PIO によるデータ転送テスト	7
5.2	DMA によるデータ転送テスト	7
5.3	VMEbus からの割り込み応答テスト	7
<b>6</b>	<b>他の VME CPU ボードとの DAQ 性能の比較</b>	<b>9</b>
6.1	データ転送能力の比較	10
6.2	VMEbus 割り込み応答時間の比較	10
<b>7</b>	<b>まとめ</b>	<b>11</b>
	謝辞	11
	参考文献	11
<b>A</b>	<b>ソフトウェアのインストール</b>	<b>13</b>
A.1	Linux のインストール	13
A.2	universe ドライバーのインストール	13
A.3	universe ドライバのロード	15

# 1 背景と目的

## 1.1 背景

我々は 1997 年に PCI-VMEbus Adaptor SBS Bit3 社の 616/617<sup>1)</sup> を用いた VMEbus ベースの PC/Linux データ収集 (DAQ) システムを構築した<sup>2,3)</sup>。このシステムの特徴は、(1) コストパフォーマンスの優れていること、(2) PC の OS として Linux を採用していることである。現在そのシステムは、長基線ニュートリノ振動実験<sup>4)</sup> や VME のテストベンチで使用されている。そのハードウェアの構成は、デスクトップ PC の PCI bus と VMEbus に各々アダプタを挿入し、それらを接続したケーブルを介して PC から VMEbus へアクセスを行うというものであった。このスタイルは、Sun Microsystems の SPARCstation を Sbus-VMEbus Adaptor を介して VMEbus へアクセスする DAQ システム<sup>5)</sup> と対比することができる。しかし、前者の方がコストパフォーマンスにおいて優れている。このように PC/Linux を用いたコストパフォーマンスに優れた DAQ システムは、今後の DAQ システムの主流になる可能性を秘めている。

一方、VMEbus システムでは VMEbus 上に CPU ボードを配置するスタイルは、組み込み機器分野や高エネルギー物理実験ではいわゆる業界標準のスタイルであり、種々の VME CPU ボードがこれまで使用されてきた。例えば、Motorola 68K、Intel x86、Sun SPARC を搭載した VME CPU ボードがそうである。近年 PC/AT 機の CPU としてよく知られている Intel Pentium プロセッサを搭載した VME および CompactPCI ボードが各社からリリースされている。つまり、デスクトップ PC と同じ使用・開発環境を VMEbus や CompactPCI 上に構築できるのである。また、Pentium プロセッサ搭載のボードはサポートする OS が多いことも特徴のひとつである。例えば、我々が DAQ 性能の評価に使用した VME CPU ボードはサポートされている OS が Windows9x、WindowsNT、Windows CE、RTX、Solaris、QNX、Linux と多彩である。我々は上述の PC/Linux による VMEbus DAQ システムと同様の使用・開発環境を実現するため OS として Linux をインストールすることにした。

Linux は POSIX 仕様でフリーの UNIX 互換 OS で、現在は多くの商用ディストリビューションが存在する。また Linux は、Intel 系 CPU 以外にも SPARC や PowerPC、Alpha など数多くのプラットフォームに対応している。一般に Intel 系プロセッサを搭載した PC のコストパフォーマンスはワークステーション (WS) に比べて高いため、OS として Linux をインストールすると高性能な PC UNIX マシンとなる。これまで WS で行っていた実験データの解析やシミュレーションを PC/Linux に移行する動きは国内外ですでに起こっている<sup>6)</sup>。

そこで我々は、Pentium プロセッサ搭載の VME CPU ボード (Pentium CPU ボード) を用いて従来と同程度の性能を持つ DAQ システムの構築が可能であるかどうかを調べることにした。

## 1.2 目的

前節で述べたように，Pentium CPU ボードと Linux により，コストパフォーマンスに優れ柔軟性のある DAQ システムが構築できる可能性がある．そこで Pentium CPU ボードに Linux をインストールし，その DAQ の基本性能を測定・評価して VMEbus ベースの DAQ システムの構築が可能かどうかを調べた．

我々は，以下の項目を満たす VME CPU ボードを評価対象機種とし，機種の選定を行った．

最新の Pentium プロセッサを搭載していること．機種選定の時点 (1998 年 11 月) では最新の Pentium プロセッサは Pentium II 400MHz ．

PCI-VMEbus のインターフェイスとして TUNDRA 社の UNIVERSE<sup>7)</sup> チップを使用していること．

100BaseTx もしくは 10BaseT のインターフェイスを標準で装備していること．

サポートしている OS の種類が多いこと．

上記の項目を満たす CPU ボードとしては，VMIC 社<sup>8)</sup>の VMIVME7696 と SBS or 社<sup>9)</sup>の VP6 であった．両者は性能や装備では，ほぼ同等であったが CERN で VMIC 社の VMIVME7586(Pentium 100MHz) に Linux をインストールしてテストした実績があるので VMIVME7696(以下，VMIC7696) を評価機種に選んだ．

参考のために我々が調査した Pentium 搭載の VME CPU ボードの一覧を表 1 に示す．(これは 1998 年 11 月時点のデータなので最新の情報は各社のホームページやカタログを参照)

会社名	型番	CPU(clock)	Ethernet	Universe
VMIC	VMIVME7696	Pentium II(333)	<i>yes</i>	<i>yes</i>
VMIC	VMIVME7695	Pentium II(266)	<i>yes</i>	<i>yes</i>
VMIC	VMIVME7686	Pentium Pro(200)	<i>yes</i>	<i>yes</i>
SBS or	VP6	Pentium II(333)	<i>yes</i>	<i>yes</i>
SBS or	VP5	Pentium MMX(233) AMD K6(300)	<i>yes</i>	<i>yes</i>
Xycom	XVME-656	Pentium MMX(233)	<i>yes</i>	<i>yes</i>

表 1: 我々が調査した Intel-based VME CPU ボードの一覧．他にも国内外で種々の製品がある．

## 2 VMIC7696 の概要

VMIC7696 の PC/AT 機としての特徴と VME モジュールとしての特徴について各々述べる。

### 2.1 PC/AT Features

VMIC7696 は、PC/AT 機として以下の特徴をもつ<sup>10)</sup>。以下のことから PC/AT 機の機能・装備としては、一般のデスクトップ PC と変わらないことがわかる。

- Includes a high-performance Intel Pentium II 333MHz processor.
- Up to 256Mbyte of synchronous DRAM.
- 64-bit AGP SVGA video graphics accelerator.
- Battery-backed clock/calendar.
- Front panel reset switch and miniature speaker.
- On-board ports for keyboard and mouse, Ultra-IDE hard drive, floppy drive, SCSI, Ethernet, video, dual serial, and parallel I/O.

### 2.2 VMEbus Features

VMIC7696 は、VME CPU ボードとして以下の特徴をもつ<sup>10)</sup>。VME64 をサポートしているので MBLT による高速なデータ転送が可能である。

- Dual-slot, 6U height VMEbus board.
- Complete six-line Address Modifier(AM-Code) programmability.
- VME data interface with separate hardware byte/word swapping for master and slave accesses.
- Support for VME64 multiplexed MBLT 64-bit VMEbus block transfers.
- User-configured interrupter.
- User-configured interrupt handler.

## 3 性能評価に使用したハードおよびソフトウェア

VMIC7696 の性能評価テストで使用したハードウェアおよびソフトウェアについて述べる。

### 3.1 性能評価に使用したハードウェア

性能評価に使用したハードウェアは VMIC7696 と VMIVME7452 である。VMIC7696 については、前節でその概要を述べた。VMIVME7452 は、VME シングルスロットの フロッピー / IDE ハードディスク・モジュールである。VMIVME7452 は、VMIC7696 と P2 コネクター間をケーブルで接続している。また、オプションで最大 48 MB のフラッシュ・メモリを搭載することができる。

### 3.2 性能評価に使用したソフトウェア

性能評価に使用したソフトウェアの構成について述べる。ここでは VMEbus へアクセスするために必要な universe ドライバー<sup>11)</sup>の概要について述べ、Linux と universe ドライバーのインストールの概要については Appendix で述べる。

#### 3.2.1 universe ドライバーの概要

universe ドライバー universe-0.6 には、以下のような関数が用意されている。

- universe\_lseek, universe\_read, universe\_write
- universe\_select
- universe\_ioctl
- universe\_mmap
- universe\_open, universe\_release
- universe\_interrupt

universe\_read と universe\_write について概略を説明する。リード / ライトは PIO/DMA モードの切り替えが可能である。その具体的な方法は、universe\_ioctl で VMEIMG\_SETDMATRESHOLD の値を設定する。転送するデータサイズがその値より大きければ DMA でそうでなければ PIO でリード / ライトが行われる。

我々は、SBS Bit3 616/617 用のデバイスドライバ vmehb<sup>12)</sup>を簡単に使用するためのライブラリを作成した<sup>3)</sup>。universe についてもユーザ・インターフェイスとして同様のライブラリを作ることにより vmehb で使用したソフトウェアをそのまま universe でも使用できる。universe 用のライブラリは現在作成中である。

## 4 CPU 基本性能テスト

VMIC7696 の CPU 基本性能を評価するため「nbyte」と「DAQBENCH」という 2 種類のベンチマークプログラムを実行した。その評価の方法は VMIC7696(Pentium II 333MHz) と同じ CPU をもつデスクトップ PC が手元にないので、Pentium II 300MHz, Pentium II 350MHz の 2 台のデスクトップ PC とベンチマークの結果を比較することにした。つまり CPU ボードが他の 2 台のデスクトップ PC と比べてその性能が明らかに劣るのでなければ、それら 3 台のベンチマークの結果は CPU のクロック数の順になるはずである。

### 4.1 nbyte ベンチマークプログラムによる性能評価

米 BYTE 誌の BYTEmark プログラムを Linux に移植した nbench<sup>13)</sup> プログラムを使用して CPU 基本性能のテストを行った。表 2 からわかるように CPU を Pentium に限定して眺めると、Integer index は CPU のクロック数の順になっており、妥当な結果であると思われる。

	L2 Cache(KB)	Integer index
Digital 21164, 600MHz	2048 (L3)	8.331
Digital 21164, 500MHz	1024 (L3)	7.537
Intel Pentium II 450MHz	512	6.859
Dual Intel Pentium II 400MHz	512	6.106
Intel Pentium II 400MHz	512	6.088
Intel Pentium II 350MHz	512	5.373
AMD K6-2 300 MHz	512	5.219
<i>VMIC7696(Pentium II 333MHz)</i>	<i>512</i>	<i>5.168</i>
Intel Pentium II 300MHz	512	4.609
Digital 21164, 300MHz	2048 (L3)	4.561
Motorola PowerPC 604e 225MHz	1024	4.269

表 2: nbyte ベンチマークプログラムによる性能評価結果。BYTE 誌の BYTEmark プログラムを Linux に移植した nbench を VMIC7696 で実行し、その結果を既知の結果のテーブルに挿入した。

## 4.2 DAQBENCH ベンチマークプログラムによる性能評価

CAMAC および VMEbus アクセスや DAQ に必要なシステムコール, プロセス間通信の性能を評価するために開発された DAQBENCH<sup>14)</sup> を使用して memcpy, strcpy, for loop でのデータ転送速度また semaphore(Context Switch あり/なし), signal の実行速度を評価した. 表 3 から分かるように VMIC7696 の性能が特に劣るという傾向はない.

以上, 2つのベンチマークプログラムの結果より, 一般のデスクトップ PC と Pentium CPU ボードの CPU 性能に差はみられないことがわかった.

	Pentium II 350MHz	VMIC7696(Pen II 333)	Pentium II 300MHz
memcpy(MB/s)	96.1	83.8	110.9
strcpy(MB/s)	69.4	57.8	56.9
for loop(MB/s)	97.1	58.9	60.5
semaphore1( $\mu$ s)	5.4	5.7	6.3
semaphore2( $\mu$ s)	7.5	7.9	9.8
signal( $\mu$ s)	28.2	27.8	39.5

表 3: DAQBENCH を使用した memcpy, strcpy, for loop による転送能力と semaphore と signal の実行速度の結果. 表中の semaphore1 は, Context Switch なしの場合, semaphore2 は, Context Switch ありの場合.

## 5 DAQ 基本性能テスト

DAQ の基本性能を評価するための重要なパラメータとなるデータ転送スピードと VMEbus からの割り込み応答時間の測定を行った.

データ転送スピードについては, Programmed I/O(PIO) と Direct Memory Access(DMA) の2つのモードで測定を行った. すなわち高速の VME メモリボード (Chrislin Industries 社 CI VME64) に対してデータをリード/ライトしてその実行時間を測定した. 各々のモードについて転送するデータ量を変化させながら, リード/ライトにかかった時間を測定し, グラフへプロットした. そのグラフを直線で近似し, データ転送スピードとオーバヘッドを求めた.

割り込み応答時間については, VME Interrupt Register と VME Visual Scaler, NIM クロック・ジェネレータ等を使用して回路を作り測定を行った.



## 5.1 PIO によるデータ転送テスト

mmap を使った PIO によるデータ転送テストの結果を表 4 に示す．アドレス幅は 32bit ．データ幅を 16, 32bit で各々データサイズを変化させながら転送時間を 10000 回測定し，その平均値をグラフにプロットした．そのグラフの傾きから転送スピードを求めた．

	READ(MB/s)	WRITE(MB/s)
A32D16	2.9	4.3
A32D32	4.2	6.7

表 4: mmap を使った PIO によるデータ転送テスト結果．Data width を 16, 32bit にして各々で測定を行った．

## 5.2 DMA によるデータ転送テスト

DMA によるデータ転送テストの結果を表 5 に示す．アドレス幅は 32bit で転送モードを BLT, MBLT にして，各々転送するデータサイズを変化させながら，転送時間を 10000 回測定し，その平均値をグラフにプロットした．そのグラフの傾きから転送スピードを切片から求めたオーバーヘッドを求めた．

	READ(MB/s)	WRITE(MB/s)	DMA Overhead ( $\mu$ s)
A32D32 BLT	18.0	24.0	20
A32D64 MBLT	34.0	31.0	20

表 5: DMA によるデータ転送テスト結果．DMA のモードを BLT, MBLT にして各々で測定を行った．

## 5.3 VMEbus からの割り込み応答テスト

VMEbus 割り込み応答時間の測定を VME Interrupt and I/O Register(VME I/O Register) と VME 100MHz Visual Scaler(VME Scaler) および NIM Clock Generator, CAMAC Programmable Gate and Delay Generator 等を使用して図 1 のようなセットアップで行った．また測定は 10000 回行い，その結果をヒストグラムにプロットして VMEbus 割り込み応答時間を求めた．

測定の手順は以下の通りである .

- (1) VME Scaler をクリアする .
- (2) VME I/O Register の 「Data Input1」 にデータを書く .
- (3) (2) の 100ms 後に VME I/O Register の 「Interrupt1 IN」 に信号が入り , VMEbus に割り込みがかかる . また , この信号は VME Scaler のゲートのオープンに使用される .
- (4) VMEbus 割り込みを CPU ボードでハンドリングしたら , VME I/O Register の 「Data Input2」 にデータを書く . これにより VME Scaler のゲートがクローズする .
- (5) VME Scaler のデータを読む . このデータの値が VMEbus 割り込みの応答に要した時間である .

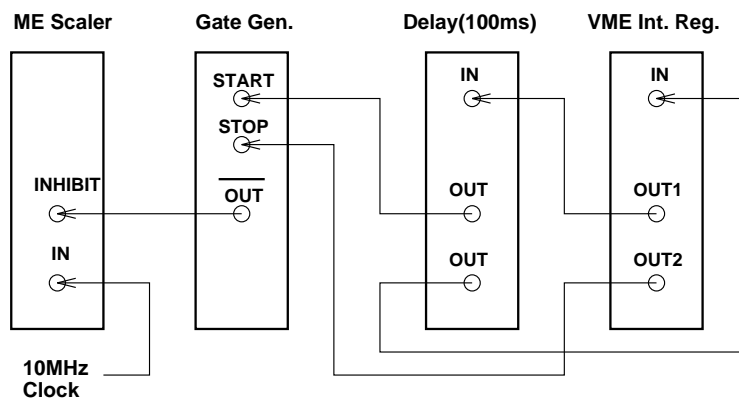


図 1: VMEbus 割り込み応答時間の測定に使用したセットアップ . 測定の手順は次の通りである . (1) VME Scaler をクリアする . (2) VME I/O Register の 「Data Input1」 にデータを書く . (3) (2) の 100ms 後に VME I/O Register の 「Interrupt1 IN」 に信号が入り , VMEbus に割り込みがかかる . またこの信号は VME Scaler のゲートをオープンする . (4) VMEbus 割り込みを CPU ボードでハンドリングしたら VME I/O Register の 「Data Input2」 にデータを書く . これにより VME Scaler のゲートがクローズする . (5) VME Scaler のデータを読む . このデータの値が割り込みに要した時間である .

図 2 に上述の方法で測定したデータをヒストグラムにしたものを示す．グラフより割り込み応答時間はおよそ  $16 \mu\text{sec}$  であることがわかる．

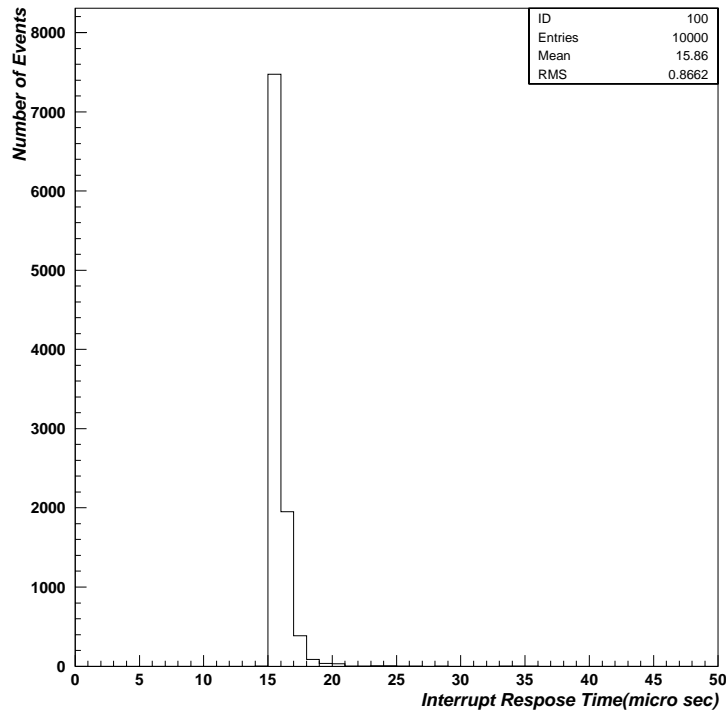


図 2: VMEbus 割り込み応答時間のヒストグラム．横軸は，割り込み応答時間 ( $\mu\text{sec}$ )．縦軸は，イベント数．このヒストグラムから割り込み応答時間は，およそ  $16 \mu\text{s}$  であることがわかる．

## 6 他の VME CPU ボードとの DAQ 性能の比較

これまでの測定で得られた VMIC7696 の DAQ 基本性能を他の VME CPU ボードと比較してみる．性能比較を行なったボードは HEWLETT-PACKARD(HP) 社の HP743rt(PA7100 64 MHz)/HP-RT v2.02<sup>15-17</sup>) で，比較を行なったのはデータ転送能力と VMEbus 割り込み応答時間である．また VME CPU ボードではないが，前述の SBS Bit3 社の 616/617 のデータも参考のため表に載せることにした．

## 6.1 データ転送能力の比較

表 6 に PIO および DMA によるデータ転送スピードの比較を示す．表 6 からわかるように HP743rt と本ボードの性能は拮抗している．

		<i>VMIC7696</i>	HP743rt	Bit3 616/617
		<i>Pen II 333</i>	PA7100 64	with Pen II 350
PIO (MB/s)	D32 READ	4.2	4.8	1.8(616,617)
	D32 WRITE	6.7	5.6	1.9(616,617)
DMA (MB/s)	D32 BLT R	17.8	19.2	24.9(617)
	D32 BLT W	23.9	19.5	19.4(617)
	D64 MBLT R	34.3	38.0	Not Supported
	D64 MBLT W	31.2	38.0	Not Supported

表 6: VMIC7696 , HP743rt , Bit3 616/617 の PIO と DMA データ転送性能 . VMIC7696 と HP743rt は , ほぼ同等の性能であることがわかる . 転送スピード測定に使用した メモリボードの DTACK 信号が OPEN COLLECTOR か TRI-STATE かで転送スピードが違う<sup>15)</sup> . HP743rt の BLT および MBLT のデータは TRI-STATE を , それ以外のデータは全て OPEN COLLECTOR である .

## 6.2 VMEbus 割り込み応答時間の比較

表 7 に VMEbus 割り込み応答時間の比較を示す . 表 7 から割り込みに対する応答は , HP743rt より VMIC7696 が優れていることがわかる . しかし , その測定は , バックグラウンドに他の重いプロセスがない状態で行った . したがって , 例えばバックグラウンドにディスク I/O 等を頻繁に行うようなプロセスがある状態では , 図 2 のようなシャープなピークをもつヒストグラムは得られない . これは , VMIC7696 がリアルタイム OS ではない Linux で動いていることに起因する .

	<i>VMIC7696</i>	HP743rt	Bit3 616/617
	<i>Pentium II 333</i>	PA7100 64	with Pen II 350
Interrupt Latency ( $\mu$ s)	16	48	Not measured

表 7: VMIC7696 , HP743rt の VMEbus 割り込み応答時間の比較 . VMEbus 割り込み応答時間は , VMIC7696 の方が速いことがわかる .

## 7 まとめ

Pentium CPU ボード VMIC7696 に Linux をインストールし, DAQ の基本性能の評価を行なった. mmap を使用した PIO によるデータ転送スピードは, A32D32 モードでリードが 4.2 MB/s, ライトが 6.7 MB/s であった. DMA によるデータ転送スピードは A32D32 BLT モードでリードが 18 MB/s, ライトが 24 MB/s であった. A32D64 MBLT モードでは, リードが 34 MB/s, ライトが 31 MB/s であった. VMEbus 割り込みに対する応答時間は  $16 \mu\text{s}$  であった. 1997 年にデスクトップ PC と PCI-VMEbus Adaptor で構築した PC/Linux DAQ システムと同様なシステムを VME CPU ボードでも実現することができた.

## 謝辞

Pentium CPU ボードの DAQ 性能評価テストのため VMIC7696 の購入を認めて頂いた奥野英城氏をはじめとする KEK 田無分室の ES グループの皆様には感謝致します. VMIC7696 の DAQ 性能評価テスト中に VMIC 社との連絡および VMEbus Analyzer で VMEbus の測定をして頂いたセントラル・コンピュータ・サービス株式会社の若月 薫氏に感謝致します. また今回の性能評価テストをご支援していただいた藤井啓文氏をはじめとする KEK オンライングループの皆様には感謝致します.

## 参考文献

- [1] SBS Bit3 社のホームページを参照. URL は, <http://www.bit3.com/>. 国内では, SBS Bit3 社 PCI-VME Adaptor 616/617 はソリトンシステムズが販売している. URL は, <http://www.soliton.co.jp/>.
- [2] 仲吉一男, 安 芳次, PC/Linux による VMEbus ベースのデータ収集システムの構築, KEK Internal 98-6, September 1998.
- [3] SBS Bit3 616/617 の VME ライブラリの配付キットについては, 次の URL を参照. <http://onlax2.kek.jp/~nakayosi/>.
- [4] 長基線ニュートリノ振動実験では, VME Flash ADC と GSP のデータの読みだしに SBS Bit3 616 を使用している.
- [5] Y. Takeuchi, T. Tanimori and Y. Yasu, Development of Data Acquisition System using RISC/UNIX Workstation, Nucl. Inst. Meth. A328(1993)526.
- [6] 例えば, 「HEP Projects using Linux」というホームページを参照. URL は, <http://hepwww.ph.qmw.ac.uk/HEPpc/>.

- [7] TUNDRA 社の PCI-VMEbus ブリッジ・チップ . 詳細は ,  
<http://www.tundra.com/> を参照 .
- [8] <http://www.vmic.com/> . 日本の総代理店は , セントラル・コンピュータ・サー  
ビス株式会社 . URL は , <http://www.ccs.co.jp/> .
- [9] SBS or 社のホームページを参照 . <http://www.or-computers.com/> .
- [10] VMIVME-7696 Product Manual, VMIC, 22-Jan-1999.
- [11] Universe ドライバの開発者 Hannappel 氏のホームページを参照 . URL は ,  
<http://lisa2.physik.uni-bonn.de/~hannappe/> .
- [12] PCI-VME Adaptor 616/617 用のドライバ vmehb の開発者 Kruszynska 氏の  
ホームページを参照 . URL は ,  
<http://www.nikhef.nl/user/natalia/projects/vmehb.html> .
- [13] BYTE 誌の BYTEmark プログラムを Linux に移植した Mayer 氏のホームペー  
ジを参照 . URL は , <http://math.vanderbilt.edu/~mayer/linux/bmark.html> .
- [14] Y. Yasu and Y. Tajima, Performance Evaluation Tool of DAQ Computer  
DAQBENCH, Proceedings of the International Data Acquisition Conference on  
Event Building and Event Data Readout in Medium and High-Energy Physics  
Experiments, Fermilab, Batavia, Illinois, U.S.A., October 26-28, 1994.
- [15] Y. Yasu, Y. Tajima, LYNX - HP AND DAQ SYSTEM. (In Japanese) KEK-  
PREPRINT-94-191, Feb 1995. 7pp. Submitted to the 3rd Meeting on Computer  
Aided Astronomical Instruments, National Astronomical Observatory, Mitaka,  
Tokyo, Japan, 7-8 Dec, 1994.
- [16] Y. Yasu, Data Acquisition System using VMEbus, KEK Proceedings 95-14, The  
Proceedings of the Meeting on the Technical Study at KEK, KEK, Tsukuba,  
Japan, November 28-29, 1995.
- [17] HP 社のボードコンピュータ関連のホームページを参照 . URL は ,  
<http://www.hp.com/es/> .

## A ソフトウェアのインストール

### A.1 Linux のインストール

VMIC7696 には、CD-ROM ドライブがないため SLACKWARE3.6(Linux 2.0.35) をネットワーク経由でインストールした。(Linux のインストールの詳細については、市販の書籍を参照して下さい。)

1. 起動用のフロッピーとして Boot Disk と Root Disk を作成する。
2. SLACKWARE3.6 の CD-ROM を別の PC(以下、PC) の CD-ROM ドライブに入れ、マウントする。
3. PC と VMIC7696 で各々 NFS の設定を行ない、VMIC7696 から PC の CD-ROM を NFS マウントする。
4. VMIC7696 でインストーラを起動する。
5. 「SOURCE MEDIA SELECTION」で「Install via NFS」を選択する。
6. ネットワーク・インストールを行う。
7. インストール終了後、Kernel を Linux 2.0.36 へバージョンアップした。

### A.2 universe ドライバーのインストール

VMEbus とのブリッジ・チップである UNIVERSE のデバイスドライバー universe-0.6 を以下の手順でインストールした。

1. Netscape 等のブラウザで  
<http://lisa2.physik.uni-bonn.de/%7Ehannappe/software/> へアクセスする。
2. universe\_vme-0.6.tar.gz をダウンロードする。
3. 取得したファイルを展開する
4. スーパーユーザになり make する

VMIC7696 は「System COMM Register」の「VMEbus enable Bit」を *High* にしなければ VMEbus にアクセスできない。universe ドライバーには、その Bit を *High* にするためのモジュールとして vmic\_enable が用意されている。しかし、これは古い機種 of VMIVME7686 用に使われており、VMIC696 では使用できなかった。そのため新たに VMIC7696 に対応したモジュールを書いて「VMEbus enable Bit」を *High* にすることができた。以下にそのプログラムを示す。

```

#include <linux/module.h>
#include <linux/kernel.h>
#include <linux/types.h>
#include <linux/errno.h>
#include <linux/miscdevice.h>
#include <linux/malloc.h>
#include <linux/ioport.h>
#include <linux/fcntl.h>
#include <linux/bios32.h>
#include <linux/pci.h>
#include <asm/io.h>
#include <asm/system.h>

#if LINUX_VERSION_CODE < 0x020100
#define ioremap vmap
#define iounmap vfree
#endif
#define COMM 0xd800e

int init_module( void )
{
    volatile unsigned short *ptr;
    unsigned short oldval, newval;
    unsigned long flags;

    ptr = (unsigned short *)COMM;
    save_flags(flags);
    cli();
    oldval = *ptr;
    *ptr = 0x800; /* COMM Reg. の VMEbus enable Bit を High にする */
    newval = *ptr;
    restore_flags(flags);

    if(newval == 0xc00)
        printk("Bits 11 in the COMM was set to high.\n");

    return (0);
}

```



```
void cleanup_module( void ){
    printk(KERN_INFO "VMIC initializer goes away...\n");
}
```

### A.3 universe ドライバのロード

universe ドライバは、loadable なモジュールなのでカーネルへの組み込み / 取り外しを自由に行うことができる。以下、PC 起動後に universe ドライバをロードする方法を示す。本文中で % typewriter とあった場合、typewriter とタイプしてリターンキーを押すことを意味する。% は一般ユーザ、# はスーパーユーザの Shell のプロンプトを表す。

1. % su (スーパーユーザになる)
2. universe ドライバをインストールしたディレクトリへ移動する。
3. # insmod universe.o (universe ドライバをロードする)
4. # dmesg (正常にロードされたかどうか調べる)

```
universe: $Id: universe.c,v 1.66 1998/12/13 15:27:01 hannappe Exp $
universe: found at bus 0 device 40 index 0
universe: the device uses memory address: ee026000
universe: The device id is 000010e3, the interrupt is 11
universe: Misc_Ctl is 31060000
universe: is VME system controller
universe: disabling all images
universe: VCSR is 00000000
universe: will enable PCI Bus master
universe: PCI Bus master enabled
universe driver $Id: universe.c,v 1.66 1998/12/13 15:27:01 hannappe
Exp $ installed, major 61
universe driver compiled Sep 19 1999 16:08:17
```

5. 上記のような表示ができれば、universe ドライバは正常にロードされている。
6. # insmod vmivme7696\_enable.o (上述の VMEbus enable Bit を High にするモジュールをロードする)
7. /dev/vme\_stat にドライバの種々の情報が書かれているので問題があった場合には参照する。