

クラスタLinux axLinux/雷神

2010/02/01

(株)アックス

アックス入ってる



■ シャープ ザウルス



■ 携帯電話(DSPブリッジ)



■ オリンパス デジカメ



■ パナソニック
プロジェクタ



■ シャープ
ガリレオ
ホームサーバ



■ ネットワーク
監視カメラ

アックス入ります

- (独)産業技術総合研究所
知能システム研究部門
ヒューマノイド研究グループとの
実時間Linux共同開発



- 実時間Linux
航空防衛で使用



※イメージ画像です

アクセス入ってる

- 富士通バイオ・サーバ 創薬, バイオ研究用

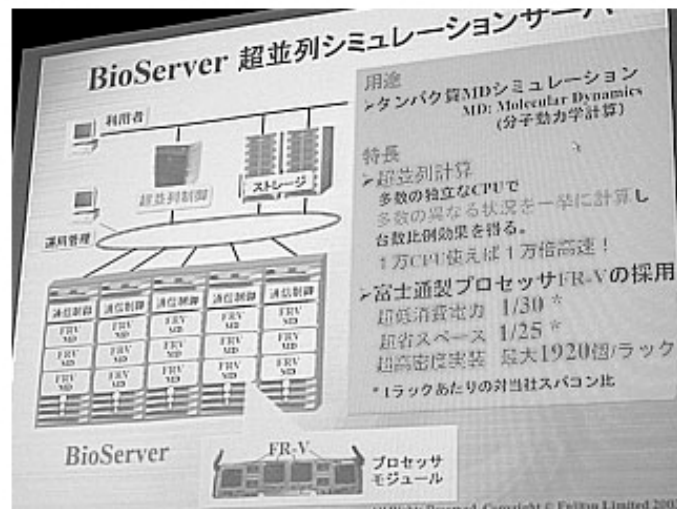


アックス入ってる

■ バイオサーバ

富士通と富士通研究所がたん白質解析の専用サーバを開発
確率分割法で高並列処理を実現、実証実験を開始

2003.11.06-富士通は5日、富士通研究所と共同でたん白質の立体構造シミュレーションを超高速度で実施する専用サーバ「バイオサーバ」（開発コード名）を開発、実証実験に入ると発表した。バイオインフォマティクス分野での共同研究相手であるゾイジーン、さらには新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）プロジェクトを通してシステムの実用性を評価し、来年以降に製品化の検討に入っていく。プロセッサ（CPU）の数に比例した並列高速処理を実行できるのが特徴で、計算で60年以上かかっていた処理、あるいは実験で1ヵ月程度かかる解析を12日間で行うことができるという。



今回開発した「バイオサーバ」は、CPUに富士通の組み込みプロセッサである「FR-V」を採用しており、1ラックに最大1,920個搭載することが可能。これは、最大8命令を同時に実行できるVLIW（ベリーロングインストラクションワード）型プロセッサで、浮動小数点演算でも4命令の同時実行が可能であり、1ワットという低消費電力で1.33ギガFLOPSのピーク性能を発揮する。CPU当たり256メガバイトのメモリーを積んでおり、OS（基本ソフト）としてはアックス（本社・京都市、竹岡尚三社長）が製品化した組み込み系Linuxである「axLinux」を採用している。

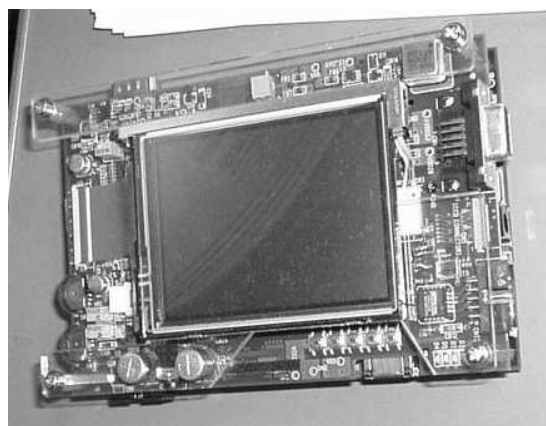
三菱化学の100%子会社であるゾイジーンとの共同研究で使用する1号機は1,920個のFR-V
http://homepage2.nifty.com/ccsnews2/2003/4q/2003_4Qfujitsubioservertype.htm

アックスのLinux技術

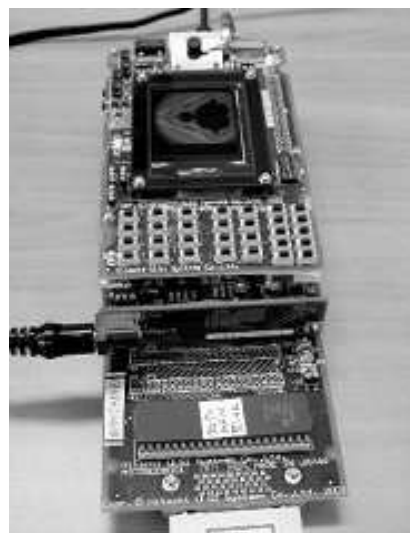
- 国産CPUへのLinuxポーティング実績 No.1
 - ルネサステクノロジ SH-Mobile, SH2
 - 富士通 FRV
 - 東芝 MeP
 - セイコーエプソン C33, C33ADV
 - IPFlex DAP-DNA2
 - シャープ, サンヨー, セイコーエプソン ARM core
- M32RへのART Linux移植

国産CPUメーカーとの協業

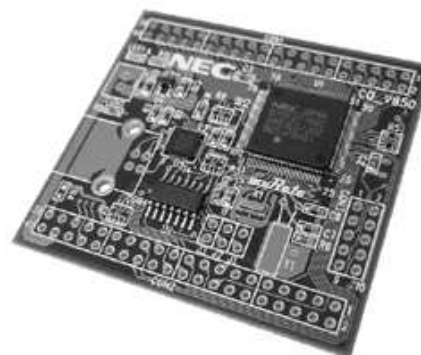
■ 国産CPUへのLinuxポータリング実績 No.1



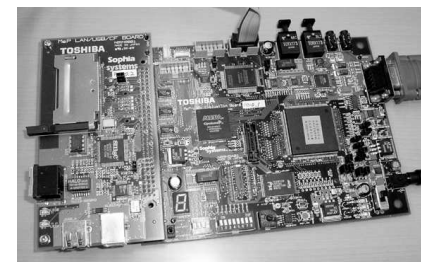
富士通 **FR/V**



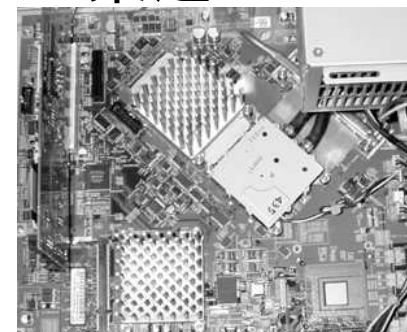
ルネサス
SH-Mobile/SH-2A



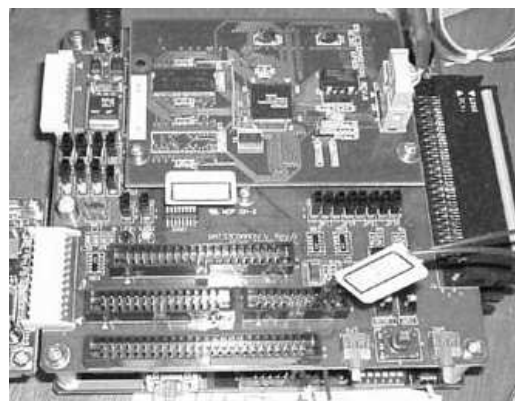
NECエレ
V850



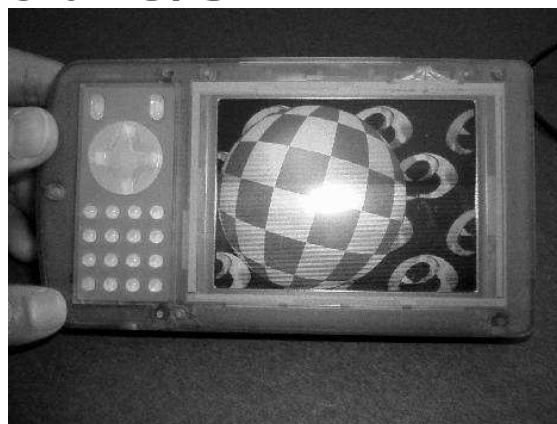
東芝 **MeP**



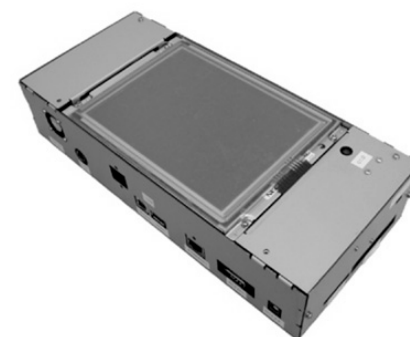
東芝 **CELL**



セイコーエプソン **C33**



シャープ **LH795xx**



サンヨー **LC690132**

アックスのSCoreへの取り組み

- PCCCへコードを寄付
 - 2.6 kernel対応(PM通信含む)
 - Opteron, EM64対応の作業を行い、コードをPCCCへ寄付
- PCCCメンバー他社とともに、SCore強化のグループを作り、IPAオープンソース基盤整備事業から資金を得てScore強化開発
- アックスはPCクラスタ・コンソーシアム理事です

アックスのクラスタLinux

- Linuxカーネルを変更
- スパコン向けスケジューリング
- 不公平スケジューリングを可能にした
- 指定した特定のプロセスがCPUを長期間得られる
- 計算を行うプロセスを圧倒的に有利にできる
 - キャッシュのヒットミス
 - ページ・フォールト発生
 - TLBミス

の軽減

※組み込みLinuxで開発したQoSなどと同じ技術を
スパコンに適用

アックスのスパコン向け スケジューリング

- Linuxカーネルを変更
 - 特殊ファイル `/proc/axesched/sched` に
pid チック数
を書き込む。
 - 指定したプロセスのカンタムが、そのチック数となり、権利を得てから、その期間走行する。
 - その他は通常のLinuxのスケジューラのまま
優先度の高いプロセスが走行可能になると、CPUを取られる
- 上の進化形として QoS がある
 - CPUの計算時間を、プロセスごとに割合(パーセンテージ)で指定
 - 家電で非常に効果あり
一般にCPUは非力だが、マルチタスクで仕事を進める

アックスの QoSスケジューラ

- QoSスケジューリング設定
- / proc/ axqos/ sched デバイスに、
プロセスID CPU使用割合%
の組を書き込む
 - # echo "100 30" > / proc/ axqos/ sched
 - # echo "123 10" > / proc/ axqos/ sched
- 存在しないプロセスIDが指定された場合は、何も設定されない。
- CPU使用割合が0または負の数の場合は、QoS設定が解除される。
- また、CPU使用割合が省略された場合も、QoS設定が解除される。
- CPU使用割合の合計が100以上の場合は、合計に対する設定値の割合で、スケジューリングされる。

アックスのQoS制御機能の実装

- 新機構はプロセスごとに、
品質重み値(p)
その集積した値(m)
を管理する
- 全プロセスのカンタムが0になった時に、
走行可能な全プロセスごとの 各 m に 各 p を加算
m が100以上のプロセスの、カンタムを1にする
そのプロセスの m から100を減ずる
Linuxスケジューラへ制御を渡す

```
t->m += t->p;
```

```
if(t->m >= 100){ t->カンタム ++; t->m -=100; }
```

```
goto リスケジュール
```

axLinux雷神の特徴

- FedoraCoreベース
 - 近日、CentOSベースに移行
- SCore, Beowulf同時対応
- 64bit対応
 - 64bitアドレス空間で、大きなデータを扱える
 - CPUの高速化に伴う大量データ時代に対応
 - x86 (80bit Floatマシン)での64bit計算ノウハウ
 - x86は80bit floatなので、精度の制御が難しい
- F77, g77, gcc が64bitコードを生成

コンパイラ

- F77 64bit対応済み
 - PGI Fortran(オプション)
 - g77
-
- F90 64bit対応済み
 - PGI Fortran(オプション)
 - Gnu Fortran
-
- gcc 64bit対応済み

趣味or 近未来の ベクトル計算 on PC

「ベクトル計算が新しい」と2008年末に 言いました

- Intelに入ってる! (近未来?)
- Intel AVX (Advanced Vector Extension)
 - SIMD命令を進めて、ベクトル機構をつける

[http:// softwareprojects.intel.com/ avx/](http://softwareprojects.intel.com/avx/)

ベクトル計算が新しい=GPU計算

- GPU計算

- GPUは、まさにベクトル計算機

ベクトル計算機とは

■ 昔のスーパーコンピュータ

■ ベクトルは今でも速い

- 日本メーカーが強くなりすぎて、政治的にアメリカはベクトル・スパコンを買わなくなった
- 技術的に古くなったのではない
 - 過去に一度も古くなっていない(重要)
- 地球シミュレータは、ベクトル・マシンを4000台並べた、スパコン・クラスタ

■ ベクトル命令を1つフェッチして、

データ列(ベクトル)に、同じ演算を繰り返す

- 演算器-ベクトル・レジスタ-外部I/ F のバランスを正しく設計する
- キャッシュ・メモリは必ずしも必要ない

Key Intel® Advanced Vector Extensions (Intel® AVX) Features

KEY FEATURES

- Wider Vectors
 - Increased from 128 bit to 256 bit
- Enhanced Data Rearrangement
 - Use the new 256 bit primitives to broadcast, mask loads and permute data
- Three and four Operands, Non Destructive Syntax
 - Designed for efficiency and future extensibility
- Flexible unaligned memory access support
- Extensible new opcode (VEX)

BENEFITS

- Up to 2x peak FLOPs (floating point operations per second) output with good power efficiency
- Organize, access and pull only necessary data more quickly and efficiently
- Fewer register copies, better register use for both vector and scalar code
- More opportunities to fuse load and compute operations
- Code size reduction

Intel® AVX is a general purpose architecture,
expected to supplant SSE in all applications used today

Intel AVXの特徴

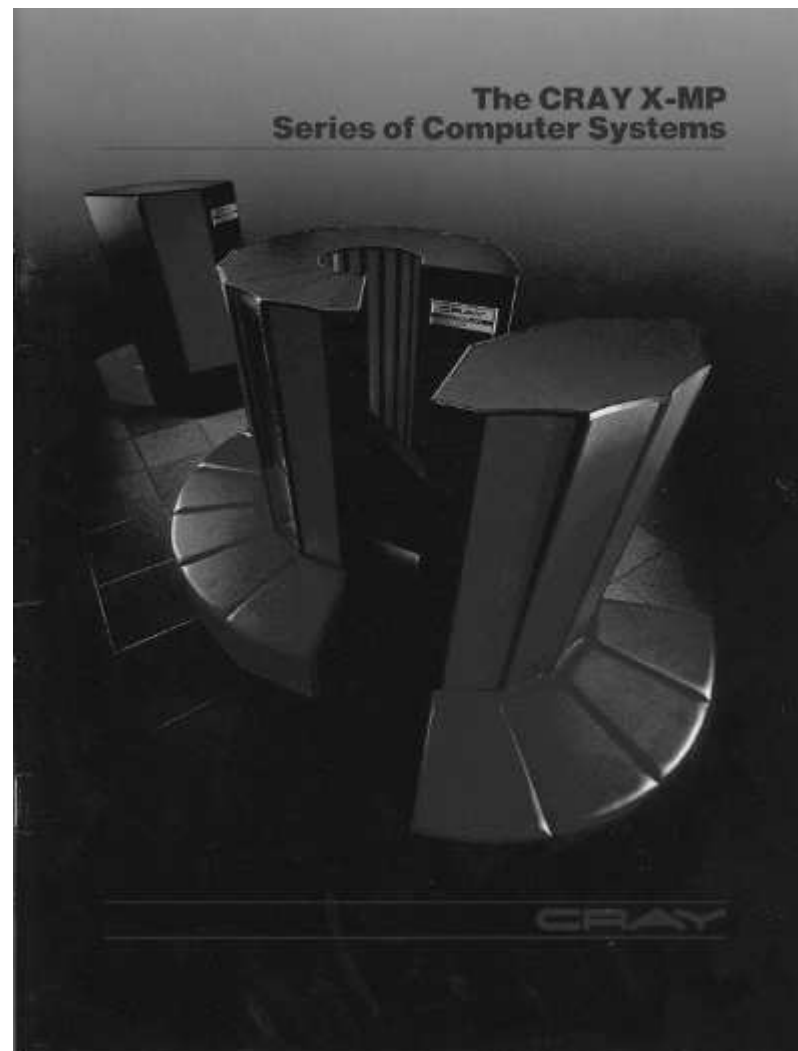
Intel AVXの特徴	
キー	恩恵
ワイド・ベクトル 128から256bitへ増加	最大2倍のFLOPs
強化されたデータの配置- ブロードキャスト、マスキロード、データの転置のための新しい256bitプリミティブ	必要なデータだけを、高速で効果的にアクセスし引っ張ってきて、構成
3つか4つのオペランド出鱈目でない文法- 効果的で将来の拡張性があるように設計	より少ないレジスタのコピー、ベクトルでもスカラでもよりよいレジスタの使用
柔軟な整列していない メモリのアクセスのサポート	ロードと計算操作の融合をもっと図る
拡張性ある新しいオペコード(VEX)	コードサイズの縮小
Intel AVXは汎用アーキテクチャである、今日のすべてのアプリケーション中のSSEに取って代わる事が期待される	

Intel AVX対応コンパイラ模索中

- Gccは対応作業中
- Intel Compiler
- AVXの動作する実機も模索中

ベクトル計算機の オープンなドキュメント

- CRAY X-MPなどのマニュアルがフリーに
- CRAY X-MPとは
 - CRAY-1を2台接続
 - メインメモリ共有



ベクトル計算機の オープンなドキュメント

- CRAY X-MPなどのマニュアルがフリーに

<http://www.bitsavers.org/pdf/cray/>

HR-0032_CRAY_X-MP_Series_Model_22_24_Mainframe_Ref_Man_Jul84.pdf

- CRAY X-MPについて詳しく述べてある

- 非常に勉強になる
- ベクトル計算機の使用方法が分かる
- ベクトル計算機の作り方もわかる

- 日本語翻訳 一人プロジェクト

- CRAY X-MPについて

<http://www.takeoka.org/~take/supercom/cray-xmp.html>

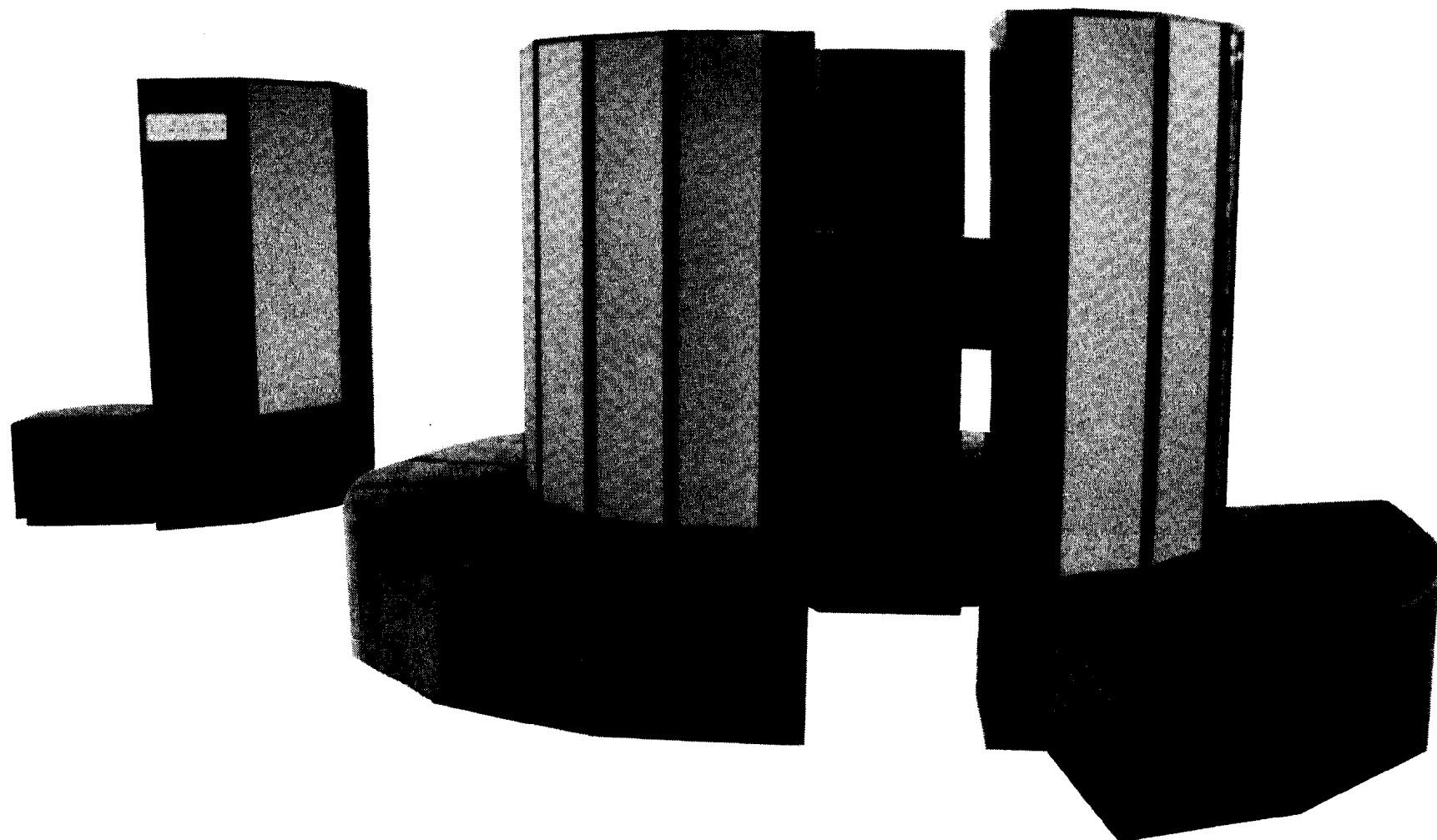


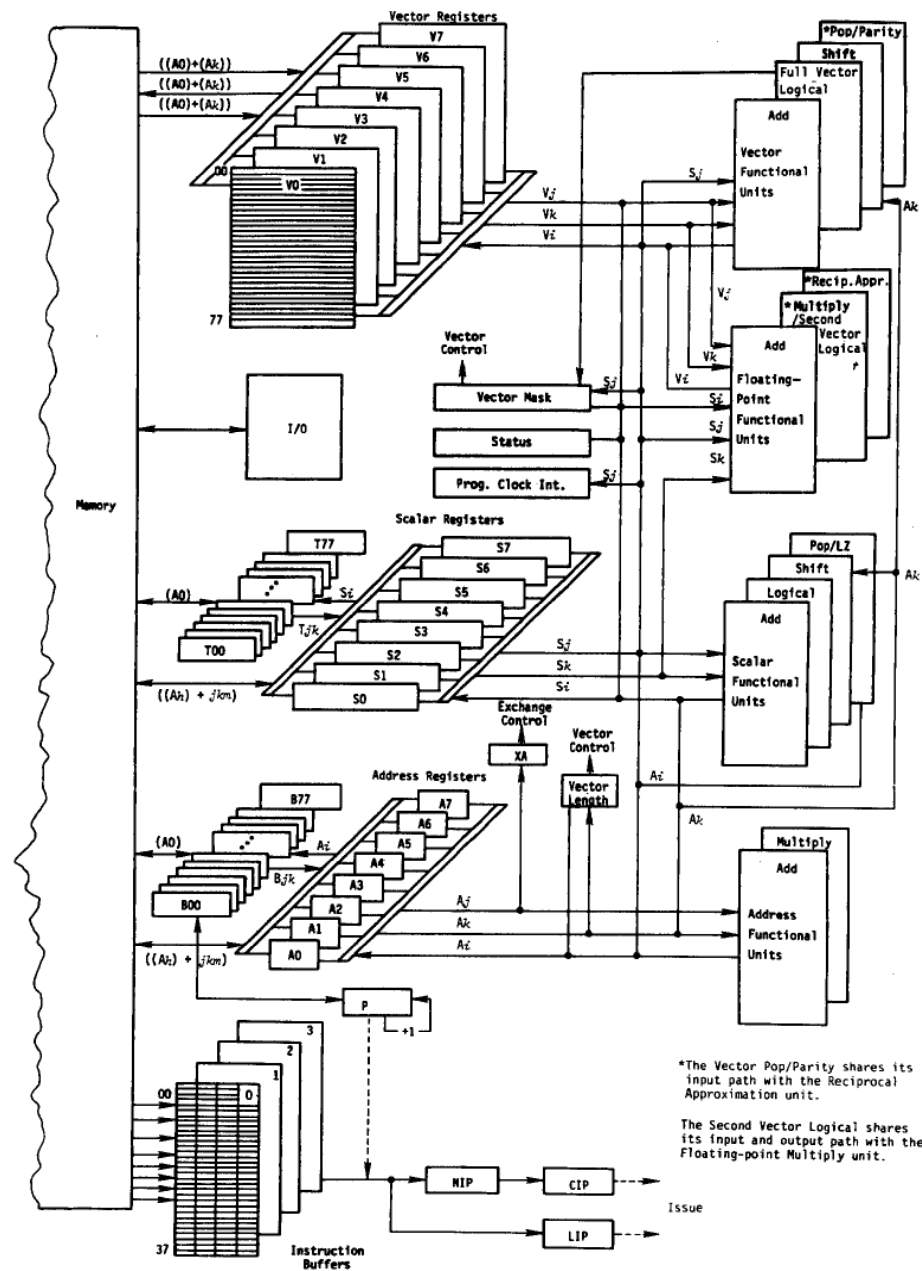
Any shipment to a country outside of the United States requires a U.S. Government export license.

CRAY COMPUTER SYSTEMS

**CRAY X-MP SERIES
MODELS 22 & 24
MAINFRAME REFERENCE MANUAL
HR-0032**

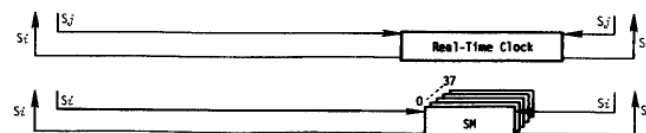
Copyright© 1982, 1984 by CRAY RESEARCH, INC. This manual or parts thereof may not be reproduced in any form without permission of CRAY RESEARCH, INC.





*The Vector Pop/Parity shares its input path with the Reciprocal Approximation unit.

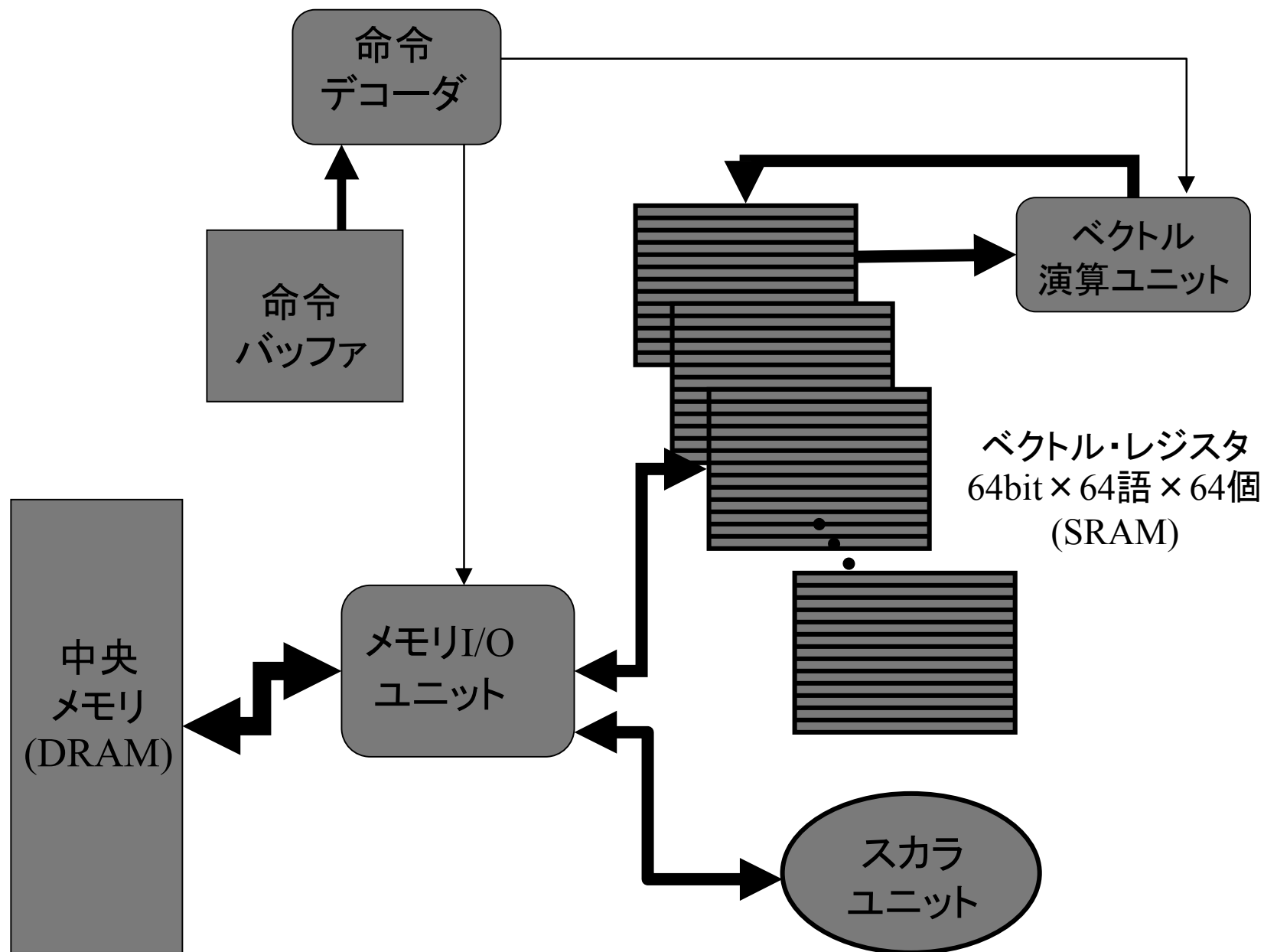
The Second Vector Logical shares its input and output path with the Floating-point Multiply unit.



ベクトル計算機とは

- ベクトル命令を1つフェッチして、
データ列(ベクトル)に、同じ演算を繰り返す
 - 演算器-ベクトル・レジスタ-外部I/ F のバランスを
正しく設計する
 - キャッシュ・メモリは必ずしも必要ない

ベクトル計算機とは



X-MPシミュレータもある

■ XMPSIM

- CRAY X-MPのパイプラインをシミュレートするソフトウェアがあり。
- 命令セットと各命令のパイプラインをシミュレート
- バイナリ供給で、PC/ATのDOS用
- 日本語WindowsのDOS窓でも、支障なく使用可能
 - 枠の線などに文字化けが発生するが、使用には、まったく問題なし

<http://www.utdallas.edu/~cantrell/ee2310/xmpsim.html>

```

Cygwin Bash Shell
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
PC= 36      U   U* Port A    SU:0     SD:2  U   U VAdd          U
PC = 1495 (565d)  U   UV1 ,A0,1        U   U              U
VL = 64       U   UIndex:15    Left:51   U   U              U
VM = 00000000000000000000  U   UDT:           IT:20   U   U              U
Line 22      U   UAddr:101         U   XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Buffer 0     U   UBANK:5          Line:1   U   U*FAdd    SU:0     SD:2  U
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
NIP = V5 V3+FW4  U   UHolds:0     Use:16   U   UIndex:0     Left:63   U
CIP = V4 ,A0,1  U   UActive        U   UDT:           IT:24   U
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Events:      U   Upcocode: 176400        U   UBreakpoints:  U
UV1(00):38   V1(05):43  U   UV4 ,A0,1        U   U None          U
UV1(01):39   V2(03):44  U   U2 Holds:      U   U              U
UV1(02):40   V1(06):44  U   UPrtA            U   U              U
UV2(00):41   V2(04):45  U   UPrtB            U   U              U
UV1(03):41   V1(07):45  U   U              U   U              U
UV2(01):42   V2(05):46  U   U              U   U              U
UV1(04):42   V1(10):46  U   U              U   U              U
UV2(02):43   V2(06):47  U   U              U   U              U
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Waiting for a key (M, S, W, N, B, Q, D, H, ? (for help), other)
```

無料ではない教科書

- The Cray X-Mp/ Model 24: A Case Study in Pipelined Architecture and Vector Processing

- 出版社: Springer (1989/ 09)

- ISBN-10: 0387970894

- 発売日: 1989/ 09

- 非常にいい教科書

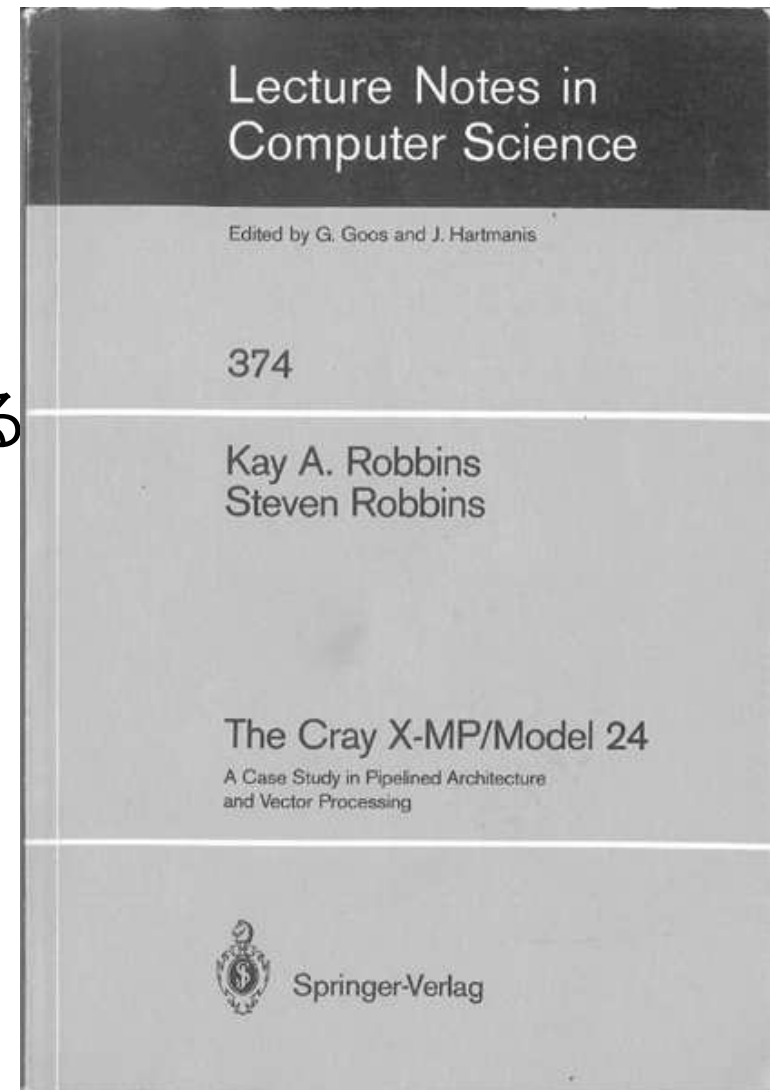
- Cray X-MPがどうして

- そのように作られているか,がわかる

- シュプリンガーの
レクチャーノートなのに、
英語が非常に口語的で
泣きそうに。

- この全和訳もした

- 5人程度の有志で



ベクトル計算バンザイ＼(^ ^)／

- 来るべき新時代に向け勉強しよう
 - マニュアルを読むだけで非常に勉強になる
 - 浮動小数点演算についても詳しく書いてある
- 4章までアーキテクチャの説明
- 5章は命令の個別の説明で、これも興味深い

URL

- `www.axe-inc.co.jp`
- `www.axlinux.com`
- `www.sikigami.com`
- `www.takeoka.org/~take/`