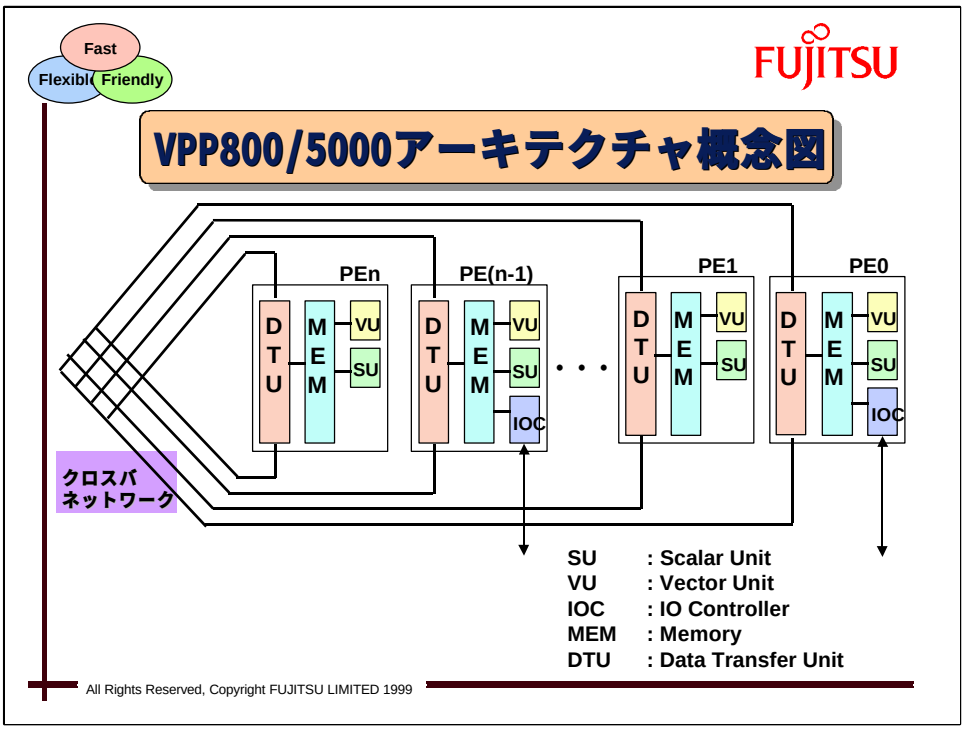
VPP 800およびVPP 5000シリーズのハードウェアについて、ベクトル・スカラ・メモリの実行性能向上を狙った強化ポイントを中心に報告します。

尚、本報告は、従来のVPPシリーズの概要についてご理解いただいていることを前提とした報告とさせていただきます。

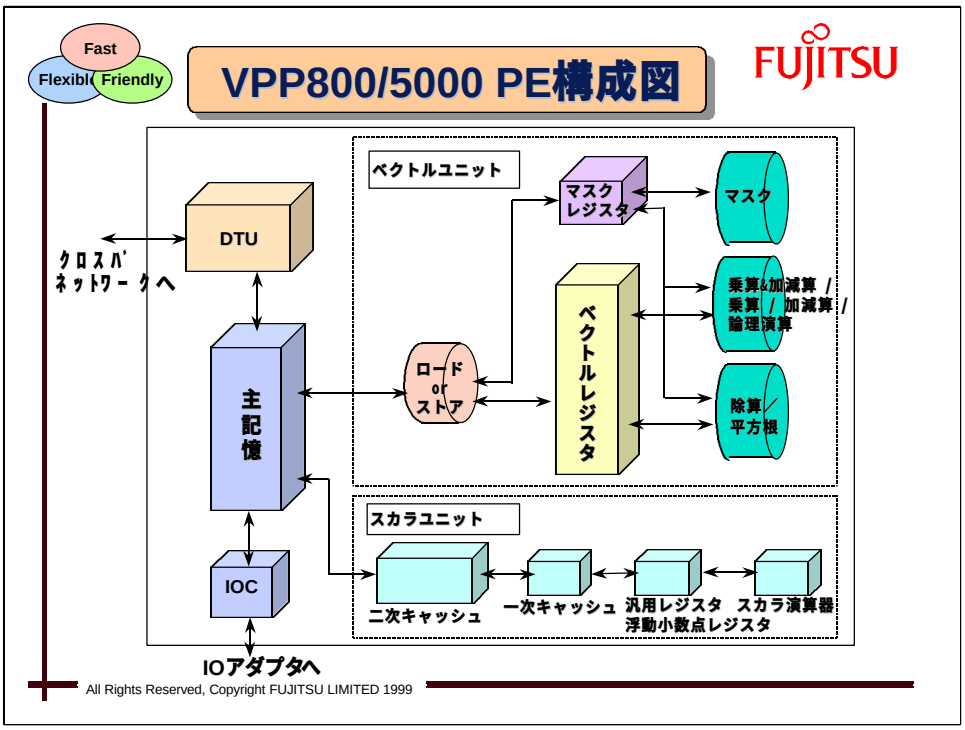
写真は、VPP 800/VPP 5000シリーズの筐体を示します。筐体デザインと、カラーを新規に設計しました。

VPP 5000シリーズには、512PEまで拡張可能な VPP5000（写真左）と、単一プロセサ構成の VPP5000U（写真右）の二つのモデルがあります。



VPP 800/VPP 5000シリーズは、従来のベクトル並列アーキテクチャと上位互換を取りながら、実行性能向上のためのアーキテクチャ拡張を行い、
ベクトル並列アーキテクチャを継続・発展させています。

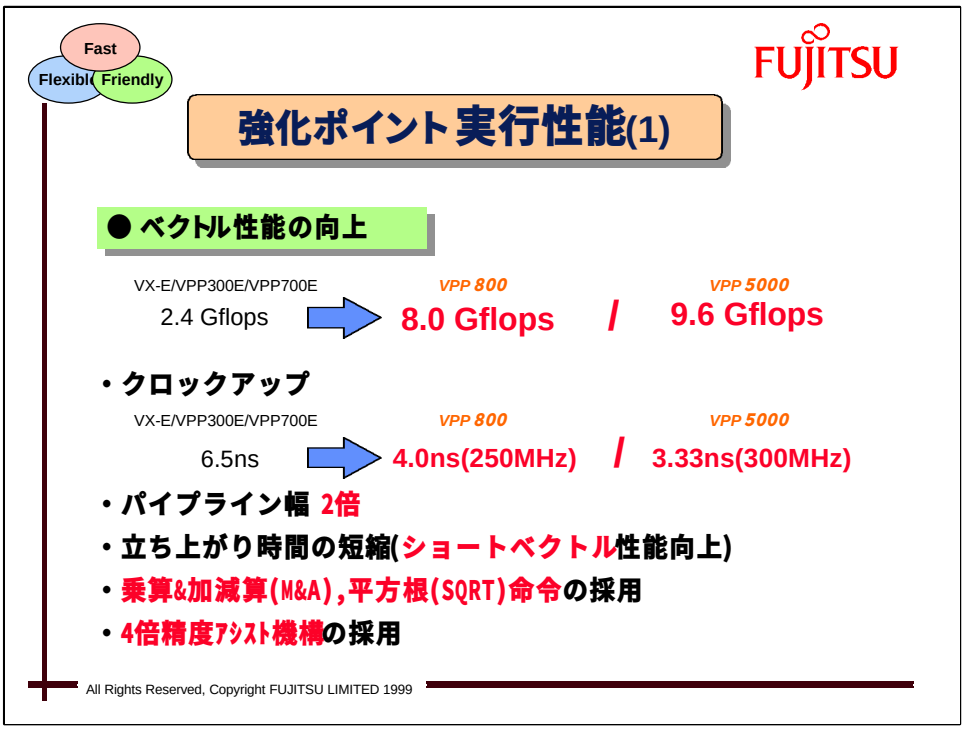
VPP 800/VPP 5000システムは、メモリ(MEM)を中心に、スカラユニット
(SU)、ベクトルユニット(VU)、プロセサ間通信ユニット(DTU)、IOコントローラ
(IOC)からなるプロセサエレメント(PE)を1次元の完全クロスバネットワークで
接続する構成となります。



プロセサエレメント(PE)は、主記憶装置を中心に、

- 128KBのベクトルレジスタと、4本の演算・ロード/ストアパイプラインで構成されるベクトルユニット、
- 汎用・浮動小数点レジスタ、キャッシュ(1次)に加えて、新規に2次キャッシュをサポートしたスカラユニット、
- クロスバネットワークの制御を行う、プロセサ間通信ユニット(DTU)、
- IO制御を行う、IOコントローラ(IOC)

で構成されます。



ベクトルユニットの性能強化ポイントについて説明します。

単一PEのベクトル性能は、VPP800が 8.0 Gflops(250Mhz)、VPP5000
が 9.6 Gflops(300Mhz)です。

ベクトルパイプラインは、演算器・ロードストアともに、1本のパイプライン幅を太くし、パイプライン本数を絞ることでシンプルな構成を実現し、最大の
パイプライン性能を引き出します。

ベクトルユニットでは、ベクトル長が短い（ショートベクトル）JOBにおいて
問題となる“命令の立ち上がり時間”を短縮するため、命令の起動から実行までのトータルな時間を最小とする回路構成を採用しました。

また、ベクトルユニットでは、乗算&加減算(M&A)命令と、平方根演算(SQRT)命令をハードウェアサポートし、更に高精度演算を可能にする4倍精度浮動小数点演算をハードウェアでアシストすることで性能強化を図って
います。

Fast
Flexibl Friendly

FUJITSU

ベクトルユニット

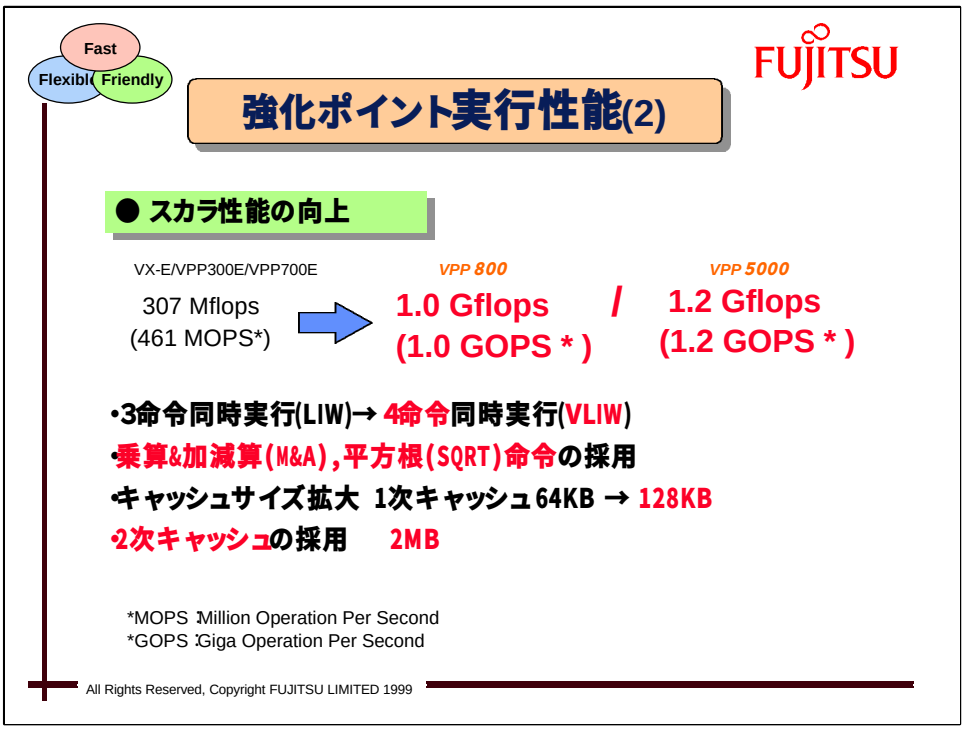
VX-E/VPP300E/VPP700E			VPP800/VPP5000		
パイプライン	スループット (Operations/cycle)	同時実行	パイプライン	スループット (Operations/cycle)	同時実行
8 乗算	8	2	16 乗算&加減算 or 乗算 or 加減算 or 論理演算	16 (乗算&加減算:32)	2
8 加減算	8				
8 除算	8/7		16 除算 or 平方根	除算 :16/4 (平方根:48/20)	
(平方根 by ソフト 0.43)					
8 ロード	8	2	16 ロード or ストア	16	1
8 ストア	8				

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 1999

ベクトルユニットのパイプライン構造の詳細について説明します。

ベクトル演算器は、“乗算 ”または “加減算 ”または “乗算結果を加減算 ” する演算を1クロック毎に 16個並列に演算できる演算器と、“除算 ”または “平方根演算 ”を、“除算 ”では、4クロック毎に 16個、”平方根演算 “では 20クロック毎に 48個、並列に演算できる演算器で構成され、この二つの演算器は同時に動かすことができます。

ロード･ストアパイプラインは、16個のデータを同時に転送することができます。



スカラユニットの性能強化ポイントについて説明します。

単一PEのスカラ性能は、VPP 800が 1.0 Gflops、VPP5000が 1.2 Gflopsです。

VPP800/VPP5000の命令は、同時実行可能操作数を従来の“3”から“4”に強化したVLIW方式を採用しました。この4操作同時実行可能な新命令では、スカラロード操作を最大2つ同時実行可能で、1サイクル（キャッシュヒット時）に最大32Byteのデータをレジスタにロードすることができます。また、ベクトルユニットと同様に、乗算&加減算(M&A)命令と、平方根演算(SQRT)命令をハードウェアで新規にサポートしました。

VPP800/VPP5000のキャッシュは、容量を64KBから128KBに倍増させるとともに、大規模データを扱うジョブの高性能化を図るため、2MBの容量を持つ2次キャッシュを新規にサポートしました。

尚、従来のオブジェクトをそのまま実行させる“互換モード”もハードウェアで直接サポートしています。

Fast
Flexibl Friendly

FUJITSU

スカラユニット

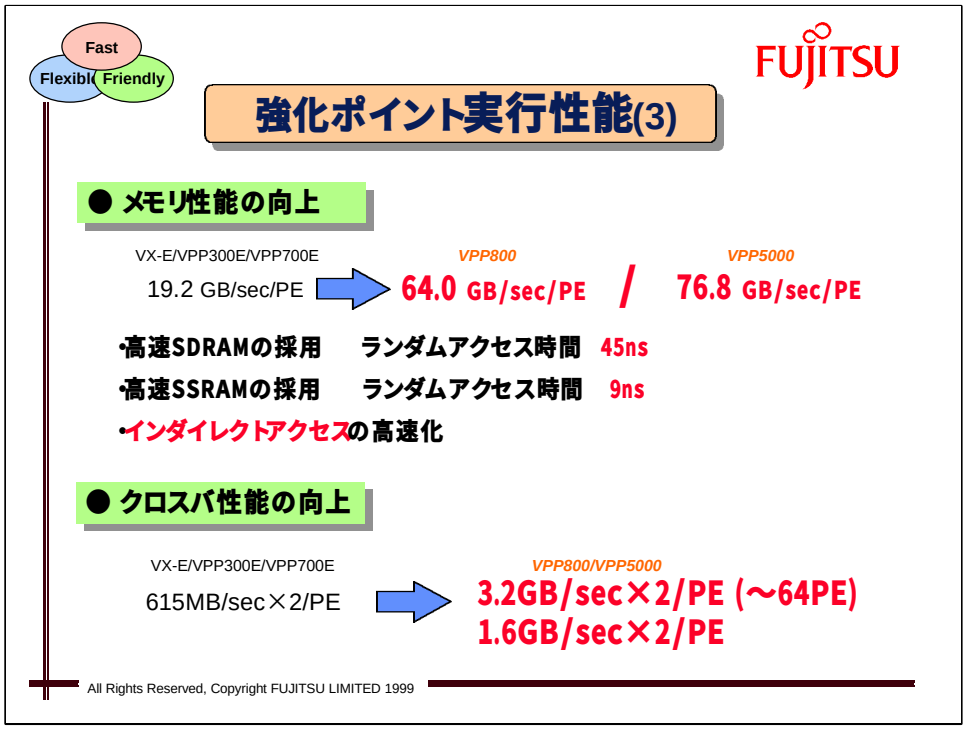
	VX-E/VPP300E/VPP700E	VPP800/VPP5000
浮動小数点 レジスター	汎用　　：32ビット× 32本 浮動小数点：64ビット× 32本	汎用　　：64ビット× 32本 浮動小数点：64ビット× 64本
浮動小数点 パイプライン	乗算　× 1 加減算　× 1 除算　× 1 (平方根 by ソフト)	乗算&加減算 or 乗算 or 加減算 or 論理演算　× 2 除算 or 平方根　× 2
キャッシュ	1次　：32 Kbyte + 32 Kbyte direct mapping 2次　：-	1次　：64 Kbyte + 64 Kbyte 2-way set-associative pre-fetch to Cache 2次　：2 Mbyte 4-way set-associative

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 1999

スカラユニットの詳細について説明します。

VPP5000のスカラユニットでは、整数データレジスタを64ビット化し、64ビットアドレッシングに完全対応しました。また、浮動小数点データレジスタを従来の32本から64本に倍増し、レジスタアサインの自由度を大幅に改善しています。また、演算器は、“乗算”または“加減算”または“乗算結果を加減算”する演算器を2組、“除算”または“平方根演算”する演算器を2組持ち、これら4組の演算器の任意の2組の演算を、1クロックに同時実行させることができます。

1次/2次キャッシュは、連想方式にセットアソシアティブ方式を採用することで、キャッシュのヒット率を大幅に改善しています。また、ハードウェアによる命令キャッシュへの自動取り込み、およびプリフェッチ命令発行によるデータキャッシュへの先行取り込みにより、キャッシュのヒット率を更に改善しています。



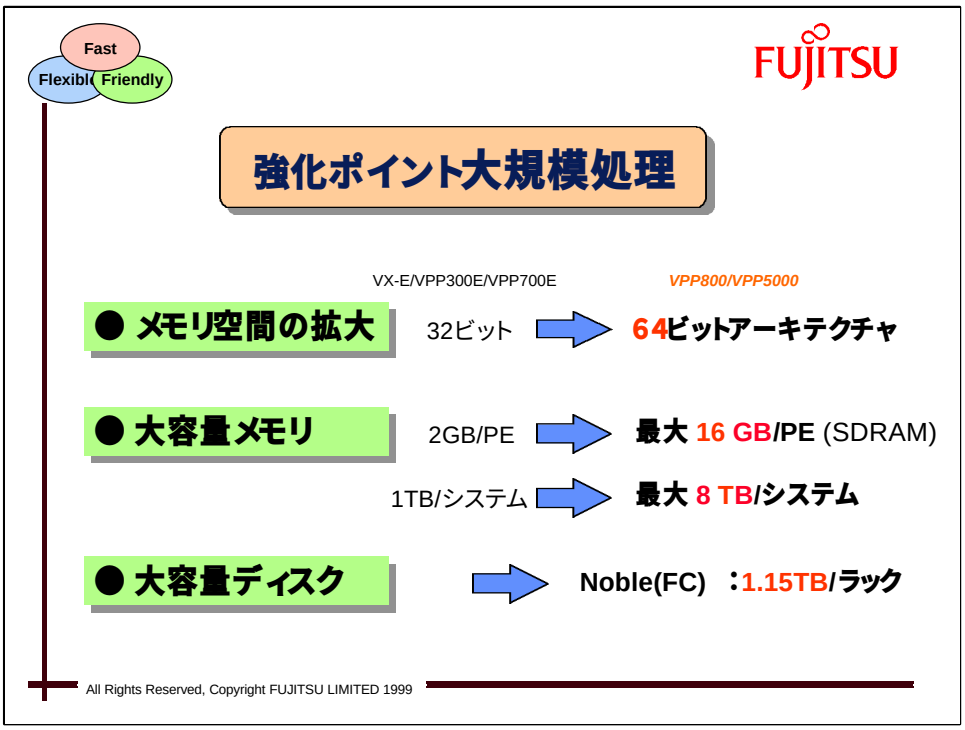
メモリとクロスバ性能の強化ポイントについて説明します。

メモリは、最大128Mビットチップ、アクセス時間45nsのSDRAM (Synchronous Dynamic RAM)と、16Mビットチップ、アクセス時間9nsのSSRAM(Synchronous Static RAM)の2種を採用しました。

単体PEのメモリスループット性能は、VPP 800が 64.0 GB/s、VPP5000
が 76.8 GB/s と従来モデルに比べて、3.3から4倍に強化されています。

また、ランダムなメモリアクセスとなるインダイレクトアクセス系の高速化を実現するため、SDRAMのページモード制御を採用しています。

クロスバ性能は、最大 3.2 GB/s× 2 (送受信)と従来モデルに比べて、5.2倍に強化されています。

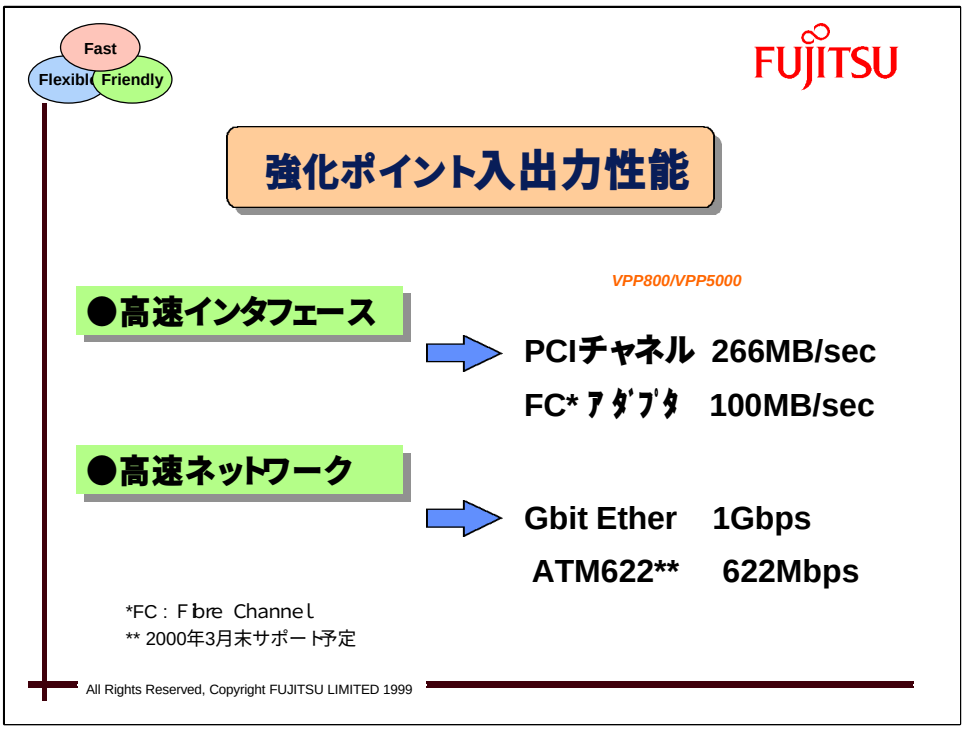


大規模処理への対応について説明します。

VPP800/VPP5000では、64ビットのアドレスをサポートします。従来32ビットで、2GBが最大のアドレス空間でしたが、はるかに大きなアドレス空間をアクセスすることができます。

VPP800/VPP5000に実際に搭載されるメモリも大幅に大容量化されSDRAMタイプで、PE当たり最大16GBのメモリをサポートします。

また、ディスク装置もラック当たり1.15TBの容量をもつ高速ディスクアレイ装置 “Nobleシリーズ” を新しくサポートします。



入出力性能の強化ポイントについて説明します。

入出力性能を強化する高速インタフェースは、高速アダプタの標準となっている266MB/s(33MHz) PCI をサポートし、高速ディスクアレイ装置を接続する100MB/s ファイバチャネルアダプタをサポートします。

高速ネットワークでは、1Gbpsの1G イーサネットを接続できます。また、2000年の早期に622MbpsのATM をサポートします。

Fast
Flexibl Friendly

PE主要諸元

FUJITSU

			VPP800	VPP5000
PE	ピーク性能／PE		8.0 Gflops	9.6 Gflops
	ベクトルパイプライン数		4本	
	レジスタ	ベクトルレジスタ	128 KB	
		汎用レジスタ	32本 (64 bit)	
		浮動小数点レジスタ	64本 (64 bit)	
	キャッシュ		一次 : 128 KB 二次 : 2 MB	
	ネットワークスループット		1.6GB/s × 2 (入力/出力) 3.2GB/s × 2 (入力/出力)	
主記憶	メモリ容量	SSRAM	--	2 GB
		SDRAM	4, 8, 16 GB	
	主記憶スループット		64.0 GB/sec	76.8 GB/sec

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 1999

VPP800/VPP5000シリーズのPE主要諸元を、表に示します。

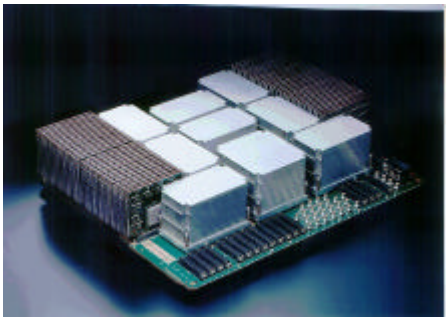
VPP800とVPP5000の性能差は、PEの動作クロックの違いによるもので機能は同一です。

Fast
Flexibl Friendly

FUJITSU

PEボード

－１ボードPE(CPU,主記憶搭載）－

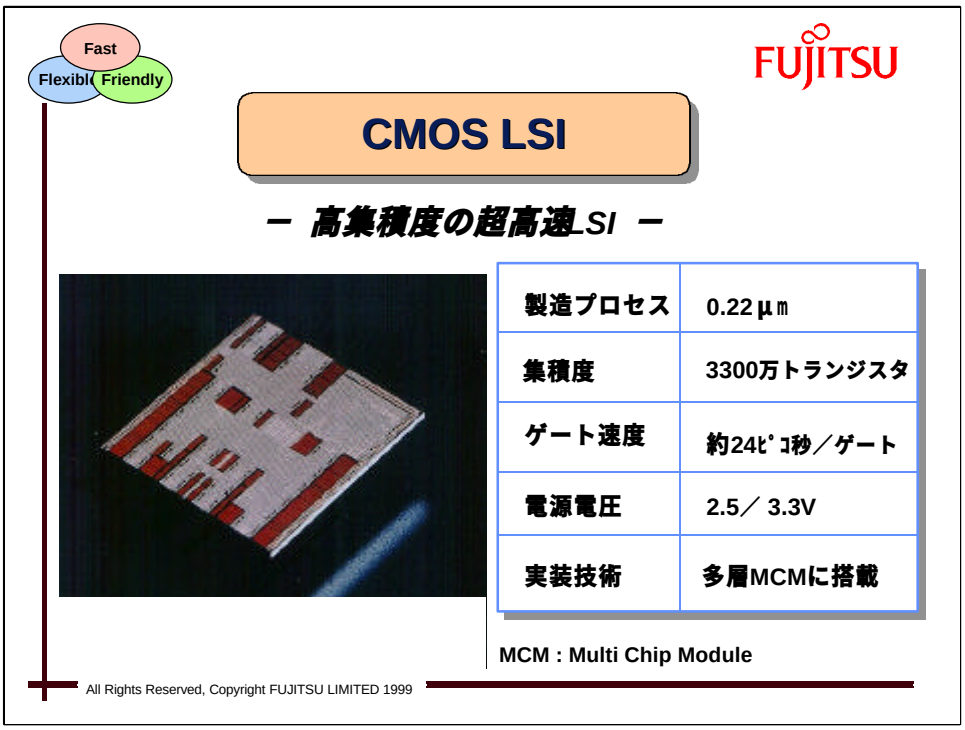


CMOS LSI		34個
RAMモジュール		64枚
	メモリ容量	2GB～16GB

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 1999

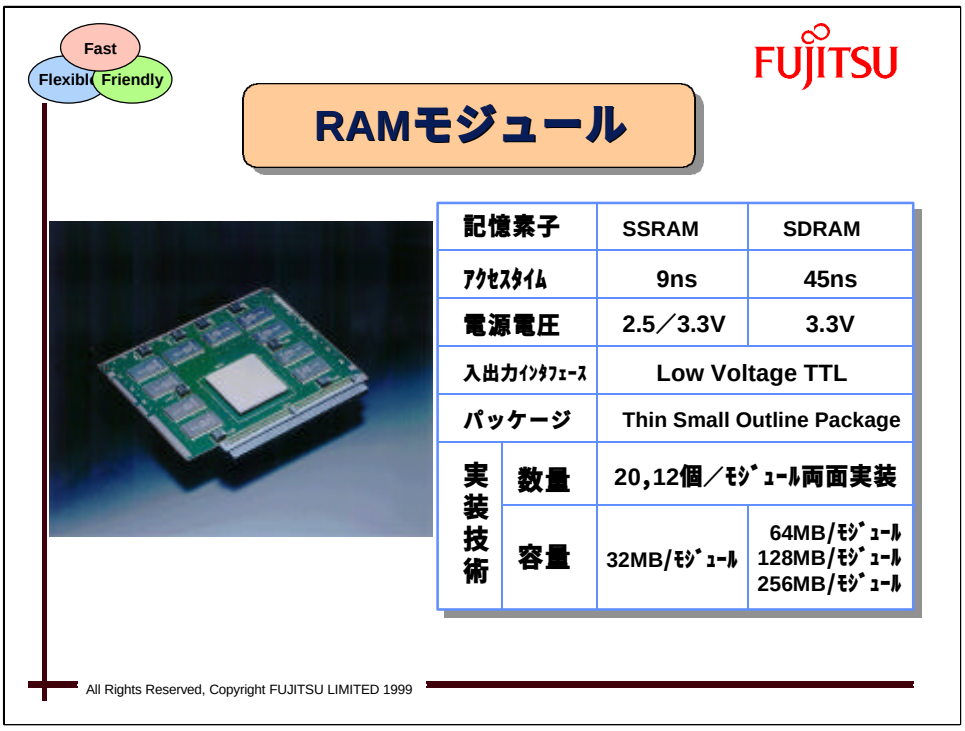
写真は、VPP800/VPP5000シリーズのPEボードを示します。

中央の白い部分（冷却モジュール）最下面に、CMOS LSI 34個が搭載されています。また、両側の黒い部分に64枚のRAMモジュールが搭載されています。



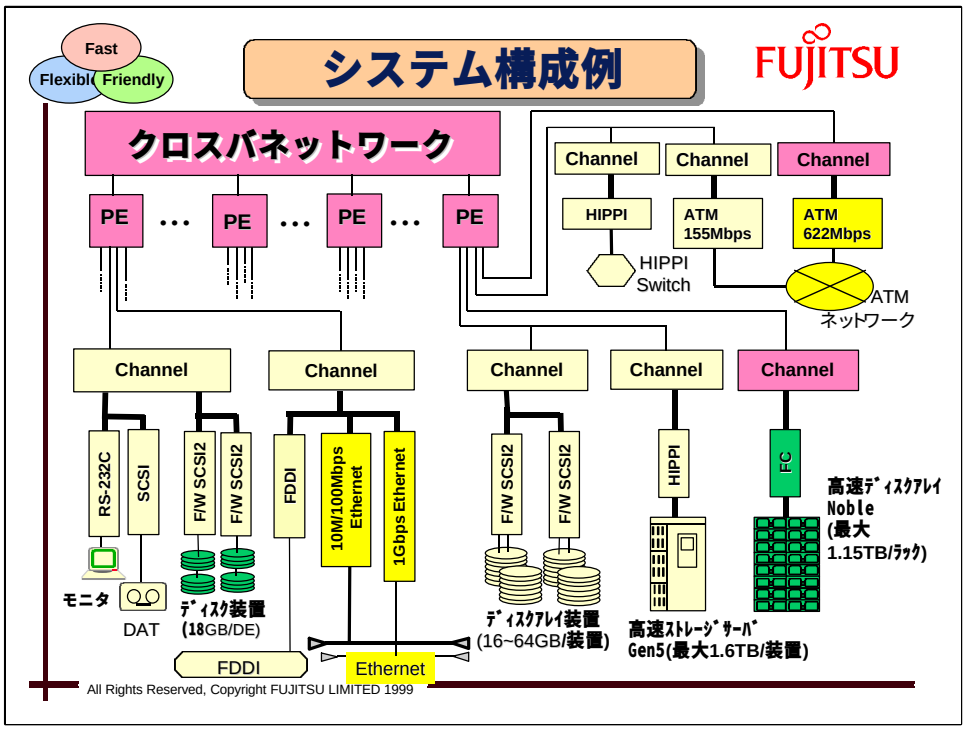
写真は、CMOS LSI を示します。

LSIは、製造プロセス0.22μm、集積度3300万 トランジスタ、ゲート速度24ピコ秒 で、多層MCM(Multi Chip Module)基板に実装し、PEボードに搭載します。



写真は、RAMモジュール を示します。

RAMモジュールは、最大128MビットのRAMチップ 20個をRAMモジュール両面に搭載し、RAMモジュール 1枚で最大256MBの容量を実現しています。



VPP800/VPP5000シリーズのシステム構成例について説明します。

ストレージ系およびネットワーク系ともに、従来のVPPシリーズでサポートしていた装置に加えて、ストレージ系では、本体内蔵ディスク装置の容量アップと、ファイバチャネル接続の高速ディスクアレイ装置 “Nobleシリーズ” を新しくサポートします。

ネットワーク系では、100Mイーサネット、1Gイーサネットを接続できます。また、2000年の早期に622MbpsのATMをサポートします。

Fast
Flexibl Friendly

FUJITSU

周辺装置とネットワークインタフェース

装置	ｲﾝﾀﾌｪｰｽ	ﾊｰﾄﾞ性能
内蔵ﾃﾞｨｽｸ装置(18GB)	F/W SCSI2	20MB/s
ﾃﾞｨｽｸｱﾚｲ装置	F/W SCSI2	20MB/s
高速ｽﾄﾚｰｼﾞｻｰﾊﾞ (Gen5)	HIPPI	100MB/s
高速ﾃﾞｨｽｸｱﾚｲ装置 (Noble)	Fibre Channel	100MB/s
DAT装置(本体内蔵)	SCSI	4MB/s

ネットワークインタフェース	
Ethernet	10Mbps
100M-Ethernet	100Mbps
1G-Ethernet	1Gbps
FDDI	100Mbps
ATM155	155Mbps
ATM622*	622Mbps
HIPPI	800Mbps

*: 2000年3月末提供予定

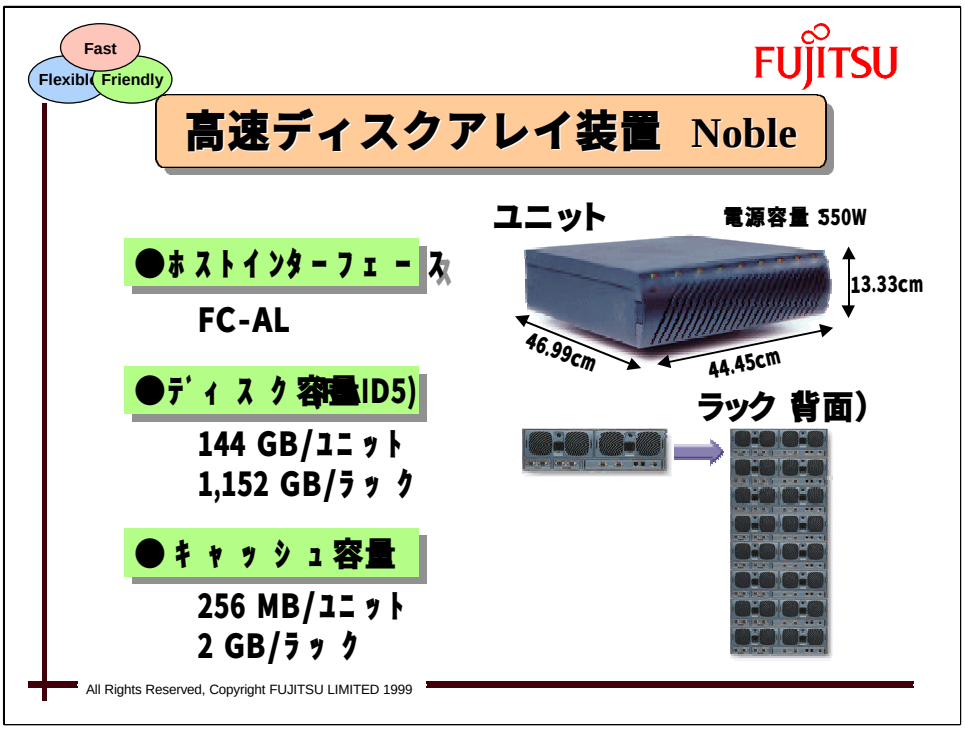
All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 1999

VPP800/VPP5000シリーズの周辺機器について説明します。

内臓ディスク装置は、容量が1デバイス当たり18GBになります。

高速ディスクアレイ装置は、100MB/sのファイバチャネルインタフェースで接続する“Nobleシリーズ” を新しくサポートします。実効的に80MB/s以上の転送性能を達成できます。

ネットワーク系は、100Mbpsと1Gbpsのイーサネット、155Mbpsと622MbpsのATM、100MbpsのFDDI、800MbpsのHIPPIを接続できます。



高速ディスクアレイ装置 “Nobleシリーズ” について説明します。

“Nobleシリーズ” は、ホストインタフェースとして、100MB/sのファイバチャネルで接続される高性能で大容量な高速ディスクアレイ装置です。

Nobleユニット（上側の写真）は、18GBのディスクが9台搭載されユニット当たり144GB（RAID5構成時）の容量となります。

Nobleラック（下側の写真）は、最大8台のNobleユニットを搭載でき、ラック当たり最大1.15TB（RAID5構成時）の容量となります。

以上でハードウェアの報告を終わります。