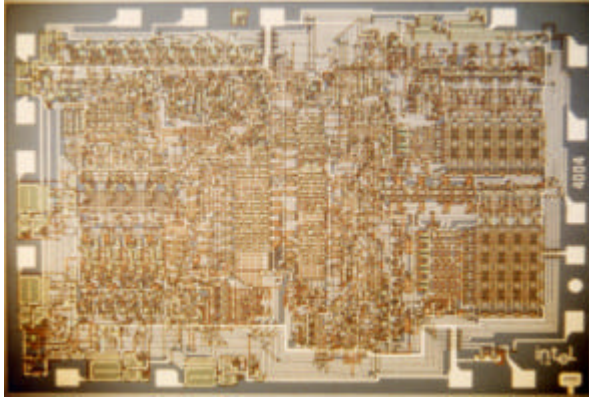


マイクロプロセッサの歴史と今後の動向



目次

- 応用分野の要求は発明の母であった
- システムの構成
- 電卓のシステム図
- マイクロプロセッサへの道
- マイクロプロセッサの誕生
- マイクロプロセッサの発展
- 高性能マイクロプロセッサへの道
- 時代を切り拓く技術と産業の変化
- 創造的開発とは イノベーション
- マイクロプロセッサがもたらした社会と経済の変化

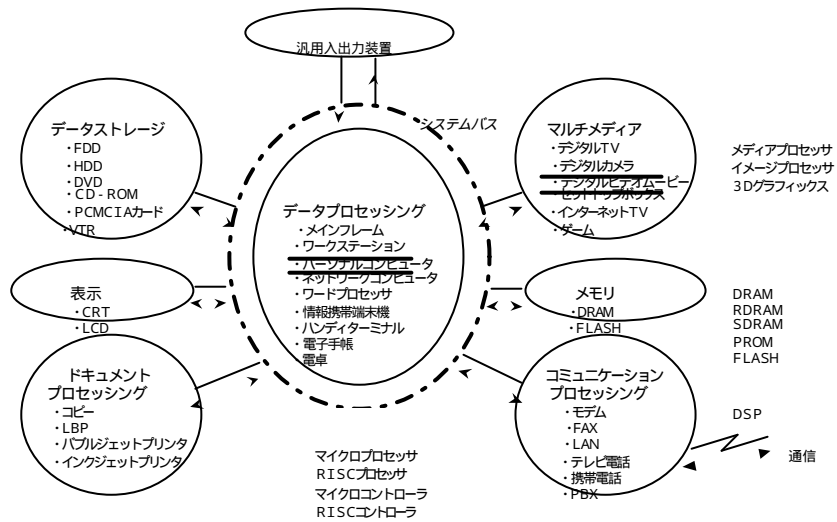
2003年10月31日

嶋 正 利

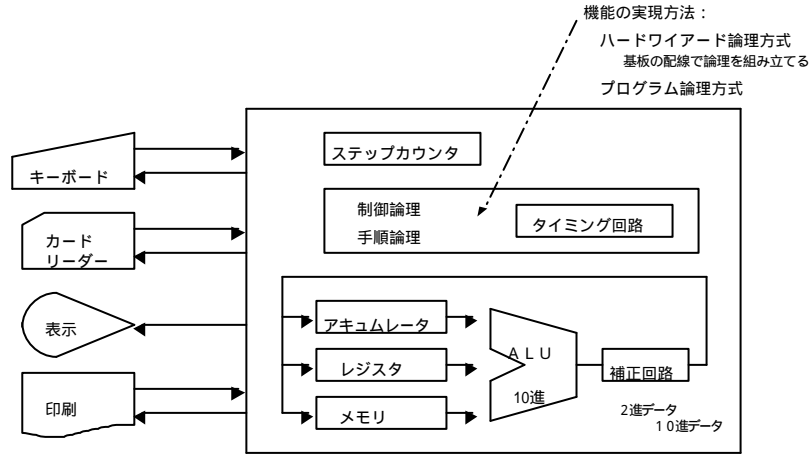
応用分野の要求は発明の母であった

『初めに应用ありき、应用が全てである』

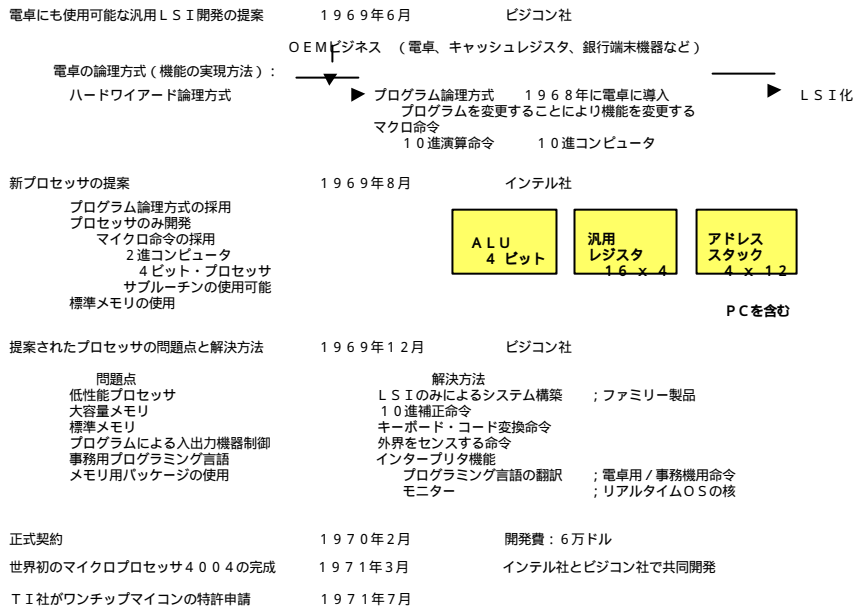
システムの構成



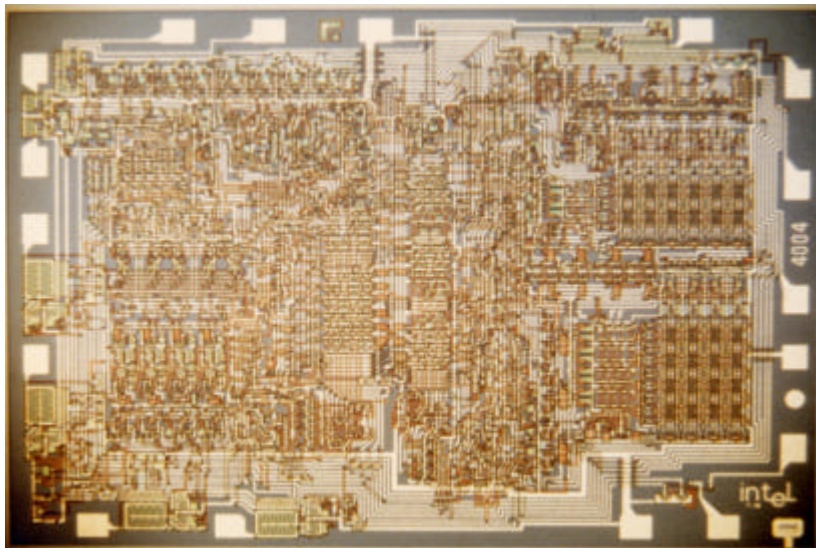
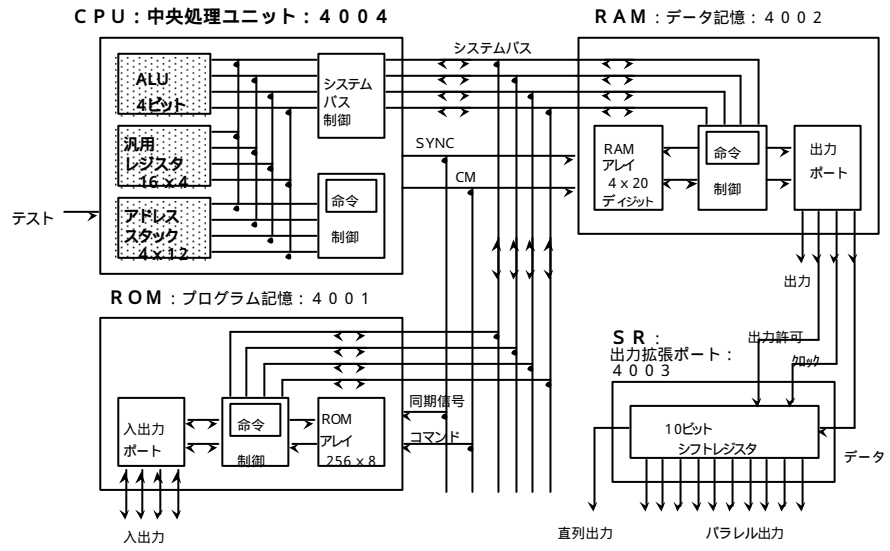
電卓のシステム図



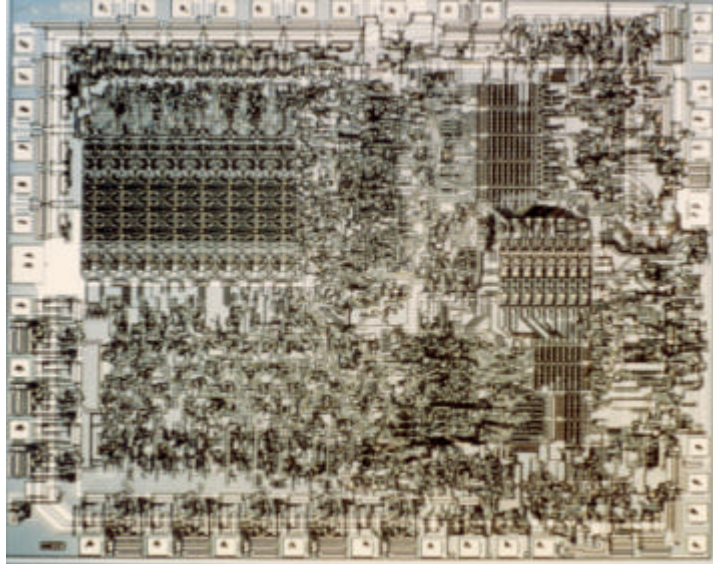
マイクロプロセッサへの道



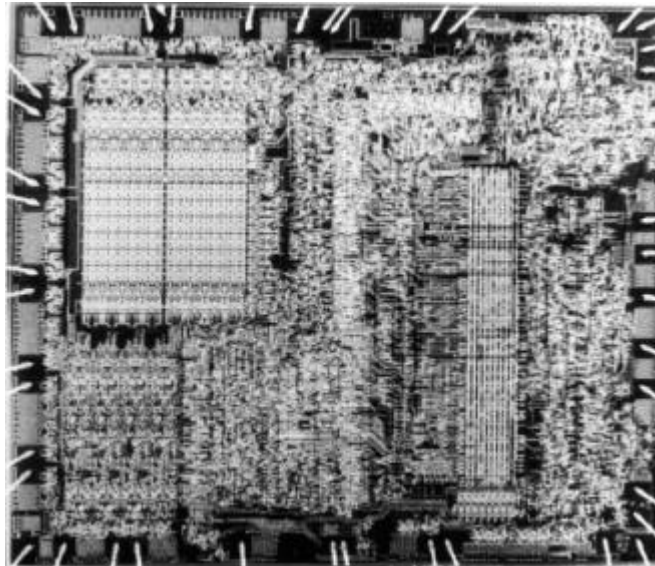
世界初のマイクロプロセッサ4004誕生



世界初のマイクロプロセッサ4004

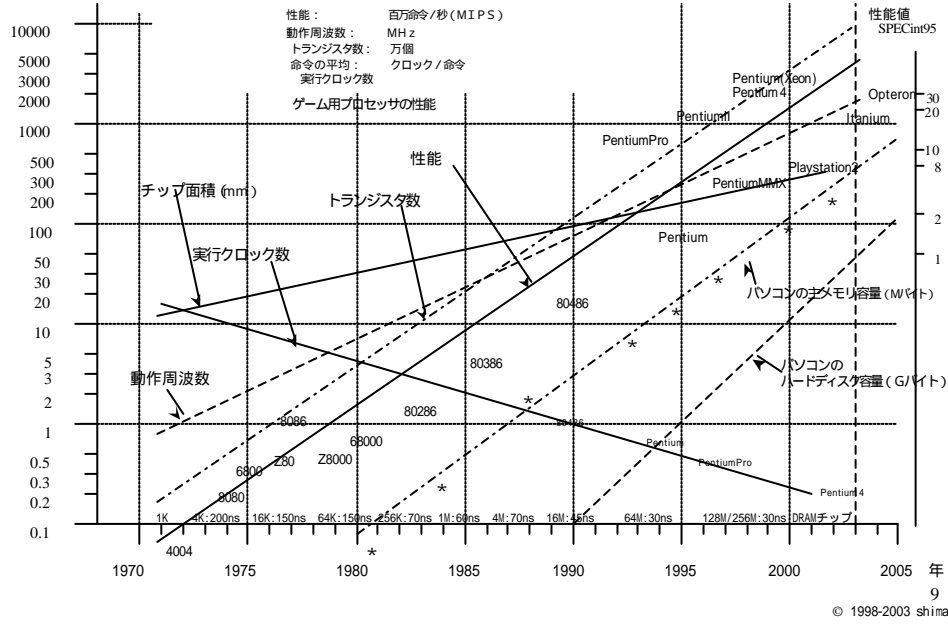


8 0 8 0



Z 8 0

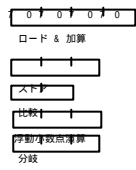
マイクロプロセッサの発展



高性能マイクロプロセッサへの道

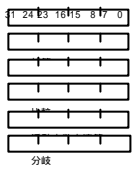
CISCプロセッサ

バイト可変長命令、
複合化命令



RISCプロセッサ

固定長命令、
ロードストア・アーキテクチャ
パイプライン・プロセッサ

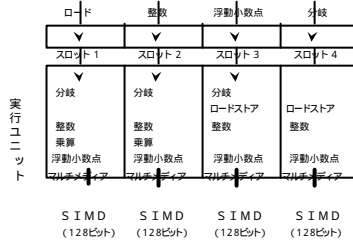


VLIWプロセッサ (超長命令)

高級言語 (C言語など) で書かれたプログラム

コンパイル 命令の解釈とスケジューリング
高動作周波数に対応

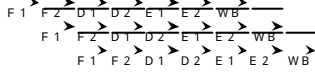
超長命令 (VLIW) にコンパイルされたプログラム



スーパーパイプライン技術

高動作周波数化による
高性能化達成方法

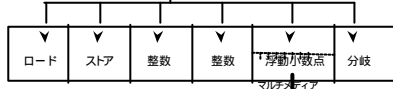
F: Fetch
D: Decode
E: Execution
WB: Write Back



スーパースカラ技術

命令の並列実行化による
高性能化達成方法

命令の解釈: Pentium II (最大3命令)
命令のスケジュールと発行: Pentium II (最大5マイクロ命令)

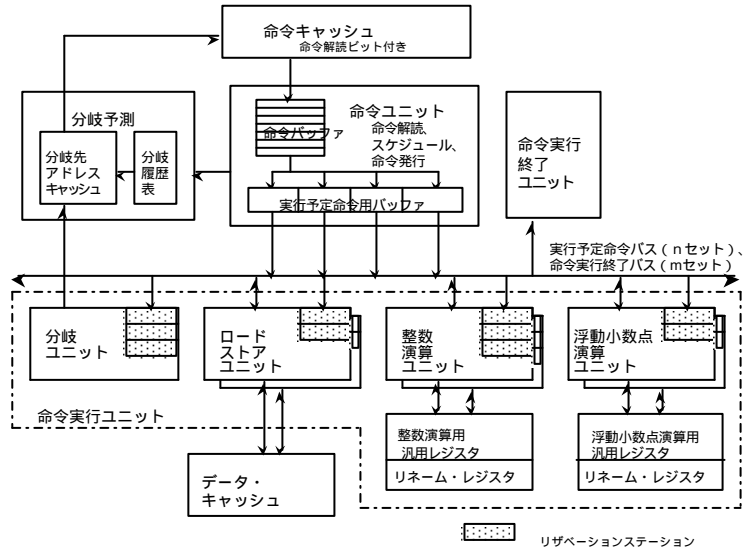


命令の実行 SIMD (128ビット)

SIMD命令 (レジスタを分割して使用)



スーパースカラ技術を使ったマイクロプロセッサの例



高性能化技術の導入によるマイクロプロセッサの性能の進展

1999年7月作成

性能向上技術	プロセッサ	開発年度	動作周波数	システムバスデータ幅	2次キャッシュ		性能		内蔵キャッシュ	パイプライン段数	命令解読/発行数	実行ユニット	Predecoded Cache Dynamic Branch Pre Out of Order Register Rename Multimedia Inst. Ext Cache Cont	トランジスタ数	面積 mm ²	プロセス
					制御	データ幅	SPECint	SPECfp								
パイプライン	80486	1989	25MHz	32	-	-	13.3	6.6	8K/16K	4-6	1/1	1 1		1.18M	165	1μ 2M
	R3000	1987	25MHz	32	-	-	17.6	15.1		5	1/1	1 1				
	SPARC	1988	25MHz	32	-	-	12.3	11.6			1/1	1 1				
スーパーパイプライン	PA-RISC	1991	66MHz	32/64	-	Ext Cache	51.5	101.6	none		1/1	1 Integer 1 Float		0.58M 0.64M	196/ 164	1.0μ 3M 0.8μ 2M
	R4000PC	1992	100MHz	64	-	-	39.7	46.8	8K/8K	8	1/1	1 1		1.35M	184	0.8μ 2M
	R4000SC	1992	100MHz	64	y	128	54.5	68.5	8K/8K	8	1/1	1 1		1.35M	184	0.8μ 2M
第1世代スーパー	88110	1991	50MHz	64	-	-	51.0	73.9	8K/8K	6-8	2/2	3 3/2 1		1.3M	225	1.0μ 3M
	Alpha 21064	1992	150MHz	64/128	y	-	74.3	120	8K/8K	7	2/2	1 1 1		1.68M	234	0.75μ 3M
	Pentium	1993	60MHz	64	-	-	60	55	8K/8K	5/8	2/2	2 1		3.1M	284	0.8μ 3M
第2世代スーパー	SuperSPARC	1993	40MHz	64	y	-	52.6	64.7	20K/16K	8	3/3	3 1 1 1		3.1M	256	0.8μ 3M
	PowerPC601	1993	60MHz	64	-	-	50	80	32K	2-6	3/3	1 1 1		2.8M	112	0.7μ 3M
	PA-7100LC	1994	100MHz	64	Ext Cache	-	2.89	3.47	8K/8K	5	2/2	2 2		0.85M	196	0.8μ 3M
	PPC604	1994	133MHz	64	-	-	4.45	3.31	16K/16K	6	4/4	3 1 1 1		3.6M	196	0.65μ 4M
	21164	1995	300MHz	128	y	-	7.3	11.6	8K/8K/96K	7	4/4	2 2		9.3M	314	0.5μ 4M
	PentiumPro	1995	150MHz	64	y	64	6.08	4.76	16K/16K	12	3/5	2 1 2 1		5.9M	306	0.5μ 4M
UltraSPARC	UltraSPARC	1995	167MHz	128	y	-	5.6	9.8	16K/16K	9	4/4	2 3/2 1 1		3.8M	315	0.5μ 4M
	PA-8000	1996	200MHz	128	Ext Cache	-	10.8	18.3	none	5-7	4/4	4 3		2.5M	345	0.5μ 4M

80486, R3000, SPARC, PA-RISC, R4000, 88110, 21064, Pentium, SuperSPARC, PowerPCの性能は SPECint89/SPECfp89を、

他のプロセッサの性能は SPECint92/SPECfp92 を使っている。

I: Integer unit, F/G: Float/Graphics unit, LS: Load Store unit, B: Branch unit

時代を切り拓く技術がもたらした産業の変化

「システム構築技術は時代を切り拓いた技術によって進化し続けている」

開発年	技術	時代	キーワードと新産業
1951年	トランジスタ	回路の時代	電子、 コンピュータ産業
1961年	集積回路	論理の時代	デジタル、 半導体産業、 ベンチャービジネス
1971年	マイクロプロセッサ	プログラムの時代	マイクロプロセッサ、 ソフトウェア、 システム産業、 ゲーム産業
1981年	パーソナルコンピュータ	OSとGUIの時代	オープンアーキテクチャ、オープンシステムズ、 ダウンサイジング、 デファクトスタンダード、 パソコン産業、 ソフトウェア産業、 知的財産権、 企業買収
1991年	WWW	インターネットと言語の時代 マルチメディア (Who, What)	インターネット、 情報技術産業 IT革命: 時間の価値 Value of Time 開発 + 製造 + 物流 + 販売 + 支払い SIMD, MIMD, DSP (CPU) 自由であるべき
2001年	携帯電話	モバイルの時代	コンテンツ

創造的開発とは

創造的開発とは芸術であり宗教である	
アイデアとは個性のほとばしりである	
創造的開発に挑戦する体制	; 全面的な支持者
市場に未だ無い製品を開発	
創造的開発とは人跡未踏の荒野を進むようなもの	
希望 (成功) と不安 (失敗) の抱き合わせ	
新規性のあるものを生む開発者	
過去と現在を分析・解析し、昇華させ、捨てる	; 現状に執着しない
インクリメンタルな改良や改善は創造的開発ではない	
過去と現在を捨てることは容易なことではない	
新規概念 (開発コンセプト) の創造	; 開発こそ我が道
人の歩んだ道は行かない	
新規概念 (開発コンセプト) のストーリー作成	; 自分の世界を創る
開発者の頭の中は誰も知らない	
新規概念 (開発コンセプト) の討論	; Speak - Out Criticize
最初の理解者はほんの少数	
無視されるか、低い評価	討論には
自分が正しければ主張	柔軟で強く回転の速い
不退転の意志	頭脳
相手が正しければ速やかに受け入れる	
会議中に結論を出す	
根回しは駄目 (特に会議後の個人へ囁きの話し合い)	
設計は素早く行う	; スピード感のある
製品はなまものと同じで、時間が立つと、	仕事の進め方
陳腐化したり、活きが悪くなって、誰も買わない	
真のチームプレイ	; For the team
コミュニケーション	
他人の間違いや欠点を指摘することは難しい	
性善説と性悪説	
開発タイプの仕事の過程では性善説	
検証時や他の人とのインタフェース時や仕事の最後のまとめ時には性悪説	

マイクロプロセッサがもたらした社会と経済の変化

マイクロプロセッサは、その誕生と同時に、2つの顔を持つようになった。知的能力とコンピューティング・パワーであった。およそ人間の発明したもので、マイクロプロセッサほど短期間のうちに大きな影響を与えたものはほかに見当たらない。

マイクロプロセッサが提供する知的能力は、家庭電化製品、オフィス機器、自動車、通信など、あらゆる分野に広範囲に大量に活用されている。18世紀中葉にイギリスで始まった動力による第1次産業革命は、人類の機械力学的能力の限界を事実上なくした。次に、19世紀中葉にアメリカで始まった電気による第2次産業革命は、通信や放送や電化製品によって速度と快適さのある近代文明を人類にもたらし、大規模なエレクトロニクス産業を築き上げた。そして、シリコン小片に乗った知的能力を持ったマイクロプロセッサによる第3次産業革命は、新たな文化を創造するための『知への道具』を人類にもたらした。マイクロプロセッサの誕生により、いかに品質を高くかつ安く物を作るかといった生産という文明を重視した時代から、何を作るかといった創造という文化を重視する時代が登場させた。

マイクロプロセッサはコンピュータ会社が独占していたコンピューティング・パワーを創造に挑戦する若き開発者に解放し、パソコン、ワークステーション、ゲーム機を登場させ、ソフトウェア産業を大きく花開かせた。第2次大戦後に日本が強力に押し進め高度成長をもたらした高度技術・大量生産という文明の創造と発展にかげりかたである。一方、米国はパソコンという文明の上に、マイクロプロセッサ、オペレーティング・システム、アプリケーション・ソフトウェア、マルチメディアなどの文化を創造し発展させてきた。日本が今のまま生産という文明を重視しすぎると、日本が莫大な資金を投入して苦勞して築き上げた文明の上に、米国の文化を構築するような体制になってしまい、大きな付加価値を日本が享受できなくなる。また、米国で開発された技術を重視しすぎると、翻訳された米国の文化が日本に浸透し、米国の表現方法、思考方法、仕事の進め方、価値観が主流となり、会社や社会のあり方が変化し、日本本来の文化が消滅してしまう恐れがある。

開発技術者が養成すべき能力は、問題を見つけ、本質を見抜き、創造するための、考え出す能力である。
(知恵)