OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	超大型汎用コンピュータACOSシステム3900
Author(s)	石井, 英志; 大野, 正志郎
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1993, 90, p. 11-14
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/66029
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

3．超大型汎用コンピュータACOSシステム3900

石井　英志 *1　　大野　正志郎 *1

1．はじめに

ＡＣＯＳシステム３９００シリーズ（以下、Ｓ３９００と略す）は、ＡＣＯＳシステム２０００シリーズ（以下、Ｓ２０００と略す）の後継機として、２倍以上の性能を目標として開発されました。本性能を実現するために、Ｓ３９００ではスーパーコンピュータＳＸ－３で採用された最新のＬＳＩ、実装技術を用い、さらにパイプライン制御等の論理構造に改良を加えました。またＳ３９００では超大型機の大きな特長のひとつであるＲＡＳ機能を重視し、Ｓ２０００以上の高信頼性を実現しました。

本稿では、Ｓ３９００のテクノロジ、アーキテクチュア、ハードウェア構造、ＲＡＳ機能の概要について紹介します。

2．テクノロジー

表１にＳ３９００とＳ２０００で採用されたＬＳＩテクノロジを比較した表を示します。

表１　ＬＳＩ諸元の比較

	Ｓ３９００				Ｓ２０００			
論理ゲート数	12K	20K	7K	5K	1K	4K	1K	－
ＲＡＭ容量	－	－	40Kb	64Kb	－	－	－	16Kb
ゲート遅延	70ps	70ps	70ps	70ps	170ps	170ps	100ps	－
RAMｱｸｾｽﾀｲﾑ	－	－	1.6ns	1.6ns	－	－	－	3ns

高速化、高集積化を実現するため、Ｓ３９００のＬＳＩはＳ２０００のＬＳＩに比べ以下の様な特徴があります。

- ＲＡＭ付きゲートアレイＬＳＩ，レジスタファイル付きゲートアレイＬＳＩの採用
- 高集積なローパワーと駆動能力の高いハイパワーの２種類のゲートの採用

また、高速化、高集積化のために以下の実装技術を採用しました。

- 上記ＬＳＩを最大１００個搭載可能なＭＣＰ（超高密度パッケージ）の採用
- 上記ＭＣＰを２枚搭載可能な両面実装ボードの採用

このような実装技術の採用により、ＥＰＵ（演算処理装置）、ＳＣＵ（システム制御装置）はそれぞれ１ボードで構成されています。

３．アーキテクチュアの拡張

Ｓ３９００では、高速処理、大規模化に対応するためにＳ２０００に対してアーキテクチュアの拡張を行いました。下記に主な拡張の内容を紹介します。

１）アドレス空間の拡張
- １６ＧＢプロセス空間と世界最大４ＰＢ（４ペタバイト）の拡張データ空間の提供
- 最大５１２ＧＢの実アドレス空間の提供
- 主記憶との間で高速ブロック転送を行う大容量記憶機構（拡張記憶）の追加

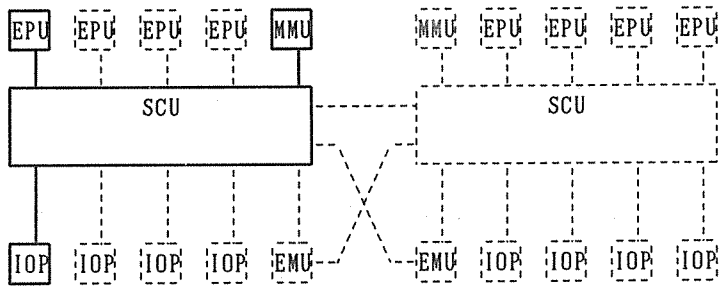
２）新規機能の追加
- ＶＭ上での高速Ｉ／Ｏ実行機能
  ＶＭのゲストＯＳ上でのＩ／Ｏ実行に伴うオーバヘッドを大幅に削減するための機能を追加しました。
- 新規命令の追加
  高速化及びソフトウェア作成の容易化のため新たに命令を追加しました。

４．ハードウェア構造

Ｓ３９００のシステム構成を図１に示します。Ｓ３９００はモデル１０から最大構成であるモデル８０まで用意されており、設置場所において上位システムへの移行が可能です。また、今回新たにＥＭＵ（拡張記憶装置）を接続することが可能となっています。

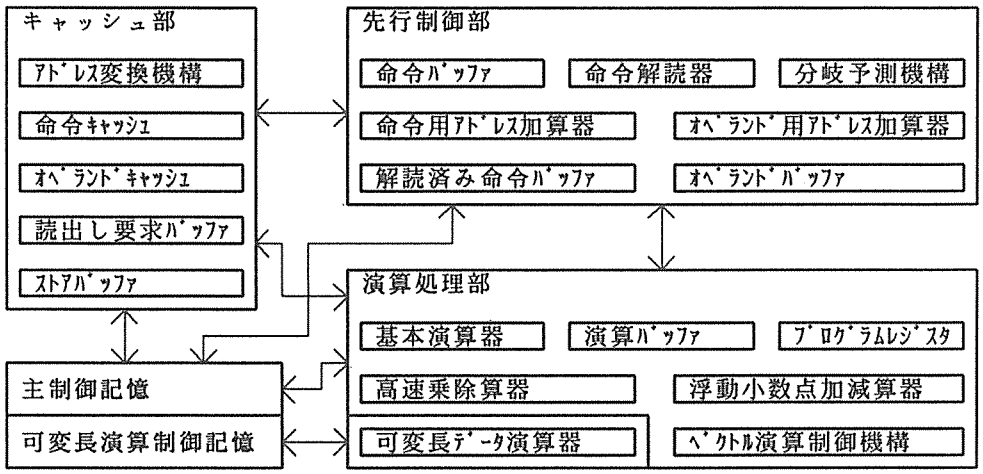
ＥＰＵは、ＭＭＵ（主記憶装置）からＳＣＵ（システム制御装置）を介して命令、オペランドを読み出し、種々の演算を行い、ＭＭＵまたはＥＰＵ内部のプログラムレジスタに書き込みます。ＥＰＵの性能はシステムとしての性能を決定する重要な要素となるため、各種の高速化技術を採用しています。図２に、Ｓ３９００のＥＰＵの論理構造を示します。

図１　Ｓ３９００のシステム構成　　―― ﾓﾃﾞﾙ10　　---- 最大構成



EPU:演算処理装置　　SCU:システム制御装置　　MMU:主記憶装置
IOP:入出力装置　　EMU:拡張記憶装置

図２　ＥＰＵ（演算処理装置）の論理構造



Ｓ３９００ではＳ２０００の論理構造をベースに、さらに高速化のために以下の技術を採用しました。

１）クロック高速化手段

クロックを高速化すると、１マシンサイクル内での論理信号の伝達範囲がせまくなります。このため、Ｓ３９００では以下の様な工夫を行ない、各ブロックの独立性を高めてクロックの高速化を図っています。

・８段パイプライン制御

ＤＲＡＰＣＴＥＷの８段のパイプライン制御により処理されます。

Ｄ：命令の解読　　Ｒ：レジスタの読み出し　Ａ：アドレス計算
Ｐ：アドレス変換　Ｃ：キャッシュ読み出し　Ｔ：データアライン
Ｅ：演算実行　　Ｗ：結果の書き込み

本制御によりパイプラインの定常状態では１マシンサイクルあたり８命令の処理が並列に実行されていることになります。

・制御記憶の分割

制御記憶を分割し、可変長データ演算回路に対する専用の制御記憶を設けることにより処理の高速化を図りました。

・高速アドレス変換機構

アドレス変換機構を２段構成とし、１段目のアドレス変換機構バッファをレジスタファイルで構成することにより、高速にアドレス変換を行うことができます。

２）パイプラインの乱れを少なくするための制御手段

Ｓ３９００では１マシンサイクル当たり最大８命令が同時に処理されますが、命令の先取り、オペランドの先取り等の遅れにより８命令の同時実行ができなくなる場合があります。Ｓ３９００では、パイプラインの乱れを最少限に抑え、できるだけ同時

に８命令を実行できるように以下のような工夫を行っています。

- 分岐予測バッファの強化
- 命令バッファの強化
- ストアバッファの強化

３）その他の高速化手段

ＭＬＲ命令等の使用頻度が高く実行に複数クロックを必要とする命令を、専用の回路を追加することにより高速化しました。

５．ＲＡＳ機能

Ｓ３９００のＲＡＳ機能について以下に紹介します。

１）故障頻度の低減

Ｓ３９００ではＳ２０００に比べて高集積ＬＳＩ、高密度パッケージの採用により部品点数、配線数を大幅に削減し、システムの故障頻度を大幅に低減しています。

２）自動訂正、自動回復

Ｓ３９００では障害が発生した場合でも自動訂正、自動回復を行い、システムへの影響を最小限に抑えるように考慮されています。Ｓ３９００ではＳ２０００で採用された技術に加えて以下の技術を新たに採用しました。

- α線等によりソフトエラーが発生した制御ＲＡＭに対して、再書き込みを行なった後に命令リトライを行ないます。
- ＥＰＵ内の先行制御部に関する障害は、１００％に近い率でリトライ可能となるように制御しています。
- 電源モジュールを冗長構成とすることにより電源モジュールの障害時にも継続運転を可能としています。

３）保守診断技術

Ｓ３９００ではＳ２０００と同様にビルトイン診断、リモート保守を採用し、さらに以下のような強化を行っています。

- ＬＳＩレベルの被疑故障箇所指摘
- 電源故障時の自動故障指摘

＊１　ＮＥＣ　第一コンピュータ事業本部　コンピュータ事業部　第一技術部