

情報処理技術遺産登録 「OKITAC-4300Cシステム」の開発

篠塚 勝正 松前 晃庸

社団法人情報処理学会は、2009年度に「情報処理技術遺産」認定制度を開始し、それと共に情報処理技術遺産あるいは、それに準ずる歴史的文物を多数収集・保管している組織を「分散コンピュータ博物館」として認定する制度も発足させた。この目的は、「コンピュータ全体を総合的・体系的に保存をしていくことにより、次世代に伝え、多くの方々に公開していくことで教育的な効果もあげていこう」という主旨であると伺っている。その第一号として、京都コンピュータ学院殿の「KCG資料館」が認定され、そこに保存・展示されている当社開発の「OKITAC-4300Cシステム」は情報処理技術遺産として認定された¹⁾。京都コンピュータ学院殿では、1979年に中央処理装置、磁気テープ装置、磁気ディスク装置、紙テープリーダ、高速紙テープリーダ、ラインプリンタ等で構成されるOKITAC-4300Cのフルシステムを導入、活用され、その後そのまま保存して現在は一般公開されている（写真1）。

“日本製ミニコンピュータの走りとして、ずば抜けた性

能を持つと共にコストパフォーマンスの高い名機”との評価を得て、「OKITAC-4300Cシステム」が認定機器の一つに選ばれたことは、大変光栄である。

1968年（昭和43年）に開発が始められた「OKITAC-4300シリーズ」は、当社内においても大きな事業資産を遺した。その一つは、当時日本でのベストセラーミニコンピュータ（ミニコンと省する）として1万台以上の販売実績をあげ、「ミニコンの沖」という事業基盤を築いたこと、二つ目は、「OKITAC-4300シリーズ」は学校・研究所を皮切りに、金融、流通、通信など多くの分野に展開され、“端末システムの沖”という重要な事業基盤の一つをつくり、現在も懇意にさせていただいている多くのお客様を得たこと、3つ目は、当時としては先端技術となるコンピュータ制御技術、実装技術、ソフトウェア技術、CAD（Computer Aided Design）技術などコンピュータ事業の基礎となる技術を確認したことである。

本稿では、情報処理技術遺産に登録されたことを機に、その開発経緯、技術、システムについて紹介する。



写真1 京都コンピュータ学院殿「OKITAC-4300Cシステム」

開発当時の時代背景

1960年代は、コンピュータが大躍進を遂げた時代である。これは、コンピュータを構成する素子にIC（集積回路）が使用され、従来のトランジスタに比べコストパフォーマンスが100～1000倍に向上したことによって成し遂げられた。

1964年にはオールIC化された第3世代のコンピュータとして、IBMシステム360が華々しく登場した。この技術をキャッチアップすべく、国内大手電気メーカー各社は開発にしのぎを削ることになった。当社においても、大型コンピュータの商用機については、1963年11月に、当時IBMについて2位の市場占有率を持っていたメーカーと合併で沖ユニパック株式会社を設立する一方、最先端技術の開発を目的とし、1968年に「OKITAC-8000」の試作開発を行った²⁾。

こうしたコンピュータの飛躍的な発展と相呼応し、通信分野においても電話網からデータ通信網の構築が進み、いわゆる“MIS (Management Information System) の時代”が到来する。MISとは、“エレクトロニクス（コンピュータ）+利用技術（ソフトウェア）+データ通信”というシステムによって、地域の統合（本社、支店間など）、ビジネスプロセスの統合（販売から生産まで）を実現するものである。一例としては、1965年頃から始まる金融機関第一次オンラインシステムが挙げられる。当社においても、1964年、当時の富士銀行（現在は、みずほ銀行）殿と共同で開発した預金オンライン端末「オキセーバ」が完成し、1969年には、ホストの大型コンピュータと専用回線で接続し、全預金科目と為替業務をオンラインで行えるようになった。その後、全国200余支店に展開され、当時としては世界最大規模の総合オンラインシステムを完成するに至っている²⁾。

こうした時代背景の下でミニコンが出現し、小規模な事務処理分野においてMISを実現するのにも利用された。ミニコンの最初は、米国のPDP社が科学技術計算用として発表したPDP8で、1967年頃には、日本で1万ドル、360万円（当時の為替レート：1ドル＝360円）で販売されるようになる。当時大型コンピュータの自社開発から撤退していた当社は、「この機を逃してはならない、何としても1万ドルコンピュータを作ろう！」と、1968年（昭和43年）開発に着手した。翌年には、最初のモデルである「OKITAC-4300」を完成させ、科学技術・事務処理用に“1万ドルミニコン”として販売を開始した。

OKITAC-4300
(シリーズ最初のモデル) の開発³⁾

(1) 開発コンセプト

以下のコンセプトのもとに開発が進められた。

- ① 小型機から中型機の性能を持つ、コストパフォーマンスの高い、1万ドルミニコンを実現する。
- ② 科学技術計算用、プロセス制御、計測制御、通信制御をはじめ広範囲の分野に適用できるように、汎用性とリアルタイム性を実現する。
- ③ 特殊な空調設備のない一般事務所でも使用可能とする。
- ④ ステレオアンプなみの小型化を実現し、簡単に持ち運びできるものとする。

(2) 特徴

こうして開発された同機は以下のような特徴を有する。

- ① 独自のCPU（Central Processor Unit）アーキテクチャ（1命令16ビット）とオールIC化により、加減算速度 毎秒26万回という中型コンピュータ並みの高速性を実現。
- ② 割り込み機能（4レベル）や2種類のバス方式（CPUを介してデータ転送する低速なプログラムバスと直接記憶装置に読み書きを行うデータ転送方式で高速なバーストバス）などにより、リアルタイム性を実現。
- ③ 豊富なオプション機能や入出力装置が用意され、目的にあったシステム構成が可能。
- ④ 一般事務所の温湿度とAC100V環境で使用でき、しかも十分な信頼性を確保。
- ⑤ CPUと磁気コアメモリ8K語（1語16ビット）を、高さ29cm、前幅29cm、奥行50cmのコンパクトな筐体に収容。

(3) 仕様

OKITAC-4300の仕様を表1（次ページ）に示す。

このシリーズは1980年まで改良が続けられ、6機種のファミリーが開発されている。また豊富な入出力装置が用意されており、その概要を表2（次ページ）に示す。

情報処理技術遺産登録
「OKITAC-4300C」の開発⁴⁾

OKITAC-4300シリーズの開発は、後のコンピュータ、端末の基盤となる多くの新技術を遺した。ここでは技術的にほぼ完成を見た、そしてベストセラー機となった

表1 OKITAC-4300 モデル諸元

	OKITAC-4300	OKITAC-4300E	OKITAC-4300S	OKITAC-4300C	OKITAC-4300b	OKITAC-4300a
発表時期	1969年7月	1971年	1971年	1972年	1974年	1980年
CPU	独自CPU			独自CPU、カスタムLSI*		
記憶素子	磁気コア			磁気コア/IC		
主記憶容量	4K~32K語 (1語=16ビット)					
サイクルタイム	1.5μ秒		600n秒		磁気コア600n秒/IC700n秒	
命令	1語1命令					
アドレス方式	1½方式、ページ方式 (256語/ページ)					
命令数	基本命令39	基本命令44 (入出力命令を除く)				
演算速度	加減算 3.84μ秒		加減算 1.48μ秒 乗算 10.7μ秒 除算 17.3μ秒		加減算 1.48μ秒 (磁気コア) 2.22μ秒 (IC)	
割り込みレベル	4レベル					
乗除算機構	なし	オプション		標準装備		
その他	-	-	-	高密度実装 (MSI、大型基板)	CPU基板1枚	CPU+メモリが基板1枚

*LSI:大規模集積回路

表2 標準入出力装置

入出力装置	型名	概略仕様
磁気ドラム記憶装置	474A~D	記憶容量: 32~262K語、アクセスタイム: 10ms
オキタイパ	424A	活字数: 128、1行印字数: 132字/行 印字・読取・さん孔速度: 100字/分、単位数: 8単位
高速紙テープリーダー	713A	読取速度: 30,000字/分、単位数: 8単位
高速紙テープパンチ	455A	さん孔速度: 9,000字/分、単位数: 8単位
カード読取装置	465A	80欄カード、読取速度: 100枚/分
カードさん孔装置	466A	80欄カード、さん孔速度: 15枚/分
ラインプリンタ	437A	印字速度: 250行/分 (活字64種)、220行/分 (活字128種) 1行印字数: 132字/行

OKITAC-4300C (Cはコンパクトを意味する。写真2) について、新技術を中心に紹介する。

(1) 開発目標

OKITAC-4300Cは従来機に対し、飛躍的なコストパフォーマンス改善を目標とした。主なポイントは以下の通りである。

- ① 爆発的な需要を喚起するため、目標売価180万、原価1/3に挑戦する。(従来の売価は360万円)
- ② 従来の2~3倍の性能(処理速度)を目指す。
- ③ 磁気コアメモリ16K語と電源を内蔵し、更にスリムな筐体にする。
- ④ 人に優しい、使い勝手の良い操作性を実現する。



写真2 OKITAC-4300C

(2) 特徴

OKITAC-4300Cは以下のような優れた特徴を有している。

- ① メインメモリとして、アクセスタイム280ns、サイクルタイム600nsの高速記憶素子を採用した。(従来機はアクセスタイム400ns、サイクルタイム1,500ns)
- ② 論理素子として、MSI(中規模集積回路)を大幅に採用することにより、信頼性の向上ならびに小型化を実現した。(従来機はSSL(小規模集積回路)でICの数は4倍以上あった)
- ③ 内部演算処理は16ビット並列処理とし、加減算解読命令実行が $1.48\mu\text{s}$ (加減算演算速度68万回/秒)と大幅に向上した。(従来機は、 $3.84\mu\text{s}=26$ 万回/秒)
- ④ ソフトウェアは、従来のシステムと完全に互換性がある。
- ⑤ 従来オプションであった乗除算機構を、標準機構として実装した。(従来機種はオプションで価格50万円)
- ⑥ パーストバスに高速インタフェースを採用することにより、転送速度最高541K語/秒を実現した。(従来機は285~380K語/秒)
- ⑦ ソフトウェアのデバックが容易にできるよう、任意のアドレスでプログラムを停止させるSSC STOP機能を新しく設けた。
- ⑧ メモリ16K語と電源を内蔵し、高さ25cm、前幅48cm、奥行53cmを実現した。(従来機は、メモリ8K語、電源は外付けで、高さ29cm、前幅43cm、奥行50cm)
- ⑨ 表面パネルスイッチは、ピアノ・タッチで極めて軽快に、確実に操作できるものとした。
- ⑩ 装置内の相互の結線を、マザーボードで行うことにより、保守性、信頼性の大幅な向上とコスト低減を実現した。(従来機は配線で接続)

(3) 技術遺産：後のコンピュータ、端末の基盤となった新技術

“従来機に対し性能を2~3倍、更に小型化を図った上で、原価を1/3にする”という大きなチャレンジの中で、多くの新しい技術が生まれた。以下にその過程を述べ、後々への技術遺産となった新技術①~⑦を紹介する。

中央処理装置は、CPU、メモリ、パネル操作部、オプション部(周辺装置制御、通信制御、自動機器制御部等)、電源部、筐体部等で構成される。これらの構成部分の原価を1/3にするため、従来機の原価分析を行った結果、結線作業が30%を占めることが判明した。したがって、大きな目標の一つは「配線のゼロ化」であった。配線が多いのは、ICを搭載するプリント基板の枚数が多いためである。枚数を減らすには、ICの数を減らすことと、プリント基板を極力大きくすることである。まず、ICの数を減らすために、従来機の完全ハードウェア制御方式を①マイクロプログラム制御に変えた。マイクロプログラム

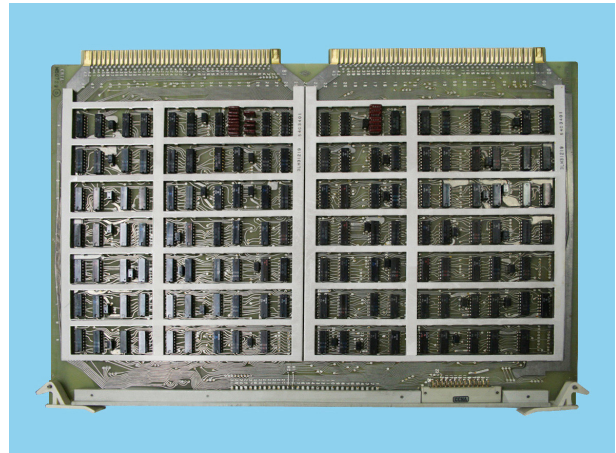


写真3 CPU基板

制御方式により、ハードウェアはかなり簡素な構成になる。また、マイクロプログラム制御に適した、当時最新の②標準MSI(中規模集積回路)を採用し、(採用したのはTI: テキサスインスツルメント社製)ICの数を減らし、かつ低価格化を実現した。

次に、プリント基板の枚数を減らすため、プリント基板を極力大きくした、③多層大型基板を開発した。今では当たり前の技術であるが、当時多層化大型化は、物理的なそり防止、銅メッキの細線エッチングなど、高度な製造技術が要求され、プリント基板の製造メーカーと苦労を重ね、実現できたものである。また、多層大型基板に多くのMSIを搭載した結果、基板内の結線が膨大となり、とても人手によるパターン設計は不可能となった。このため、④配線用CADを社内で開発した。こうしてCPUは、415cm×350cmの大型プリント基板(写真3)3枚で構成することができた。「配線ゼロ化」を実現するためのもう一つの重要なことは、コアメモリをCPUと同じ大きさの基板に実装することであった。コアメモリそのものは購入品であり、当時は温度変化に極めて弱く、取り扱いの難しいものであった。このコアメモリを、発熱の大きいCPU基板と同居させ、かつ基板に実装できるよう薄型にするためには、動作温度範囲の広い新しいコアメモリを開発する必要があった。メーカーの技術者と何度も打ち合わせを行い、議論を繰り返し、血の滲むような努力によって、⑤基板搭載型磁気コアメモリを完成させた。

上記の結果を得て、3枚のCPU基板と、コアメモリ基板、周辺回路基板を配線レスで接続する⑥マザーボードを開発した。

もう一つこだわって開発したものに、パネル操作部のスイッチがある。ソフトウェアのデバック作業は四六時

中、パネル操作部と向かい合い戦うことであり、「使いたくなる、使いやすい、疲れない優しさ」がスイッチに求められる。従来のデータスイッチはかなり重く、2本の指で扱う必要があり、長時間使用するとかなり疲れるものであった。そこで⑦ピアノ・タッチで一本の指で操作できるスイッチを自社開発した。また、スイッチ類、ランプ類、鍵等多くの部品を基板上に搭載し、配線ゼロ化を実現した。

その他、電源部の自社開発、フレキシブルケーブルの開発など多くの技術が開発され、その後の標準、基盤技術として、あるいは標準ユニットとして利用され、更に発展していくことになる。

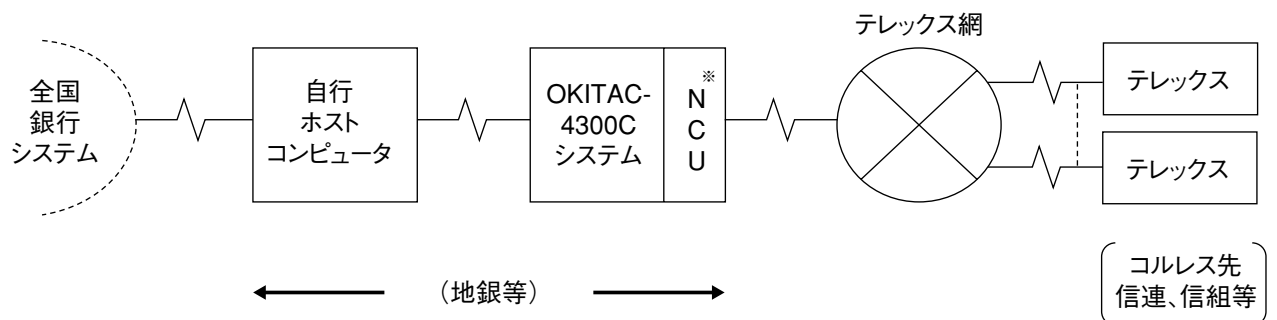
システムとしての展開

OKITAC-4300システムは、当初は科学技術計算用ミニコンとして、多くの学校・研究所に導入されたが、MIS時代の到来と相まって、多くのシステムに展開された⁵⁾。特に、金融機関の第一次オンラインシステムの中の為替処理システム分野では、お客様の高い評価を得て、大きなシェアを獲得した⁶⁾。以下、主なシステムについて述べる。

(1) 金融機関システム

●為替交換・中継・処理システム

全国銀行システムと自行網（専用回線、テレックス回線）を接続し、為替の処理を行うシステムで、50数システムの実績がある。一例として、オープンコルレス・システム（全銀に加盟していない金融機関と為替取り扱い契約〈コルレス契約〉を結び、相互に為替業務を行うシステム）を図1に示す。



※NCU (Network Control Unit) テレックスセンター用網制御装置

図1 オープンコルレス・システム

- 振込通知システム
銀行と個人間で振込みの連絡・照会を行うシステムである。
- 店外CDサービス管理システム
CD（支払専用機）の運用管理・監視を行うシステムで、後のNCS（日本キャッシュサービス）の原型となったシステムである。

(2) データ通信システム

- データ通信システム
一般企業の本社・事業所・営業所間のデータ/メッセージの収集・集計・蓄積・処理を行うシステムである。
- メッセージ交換・集配信・編集システム
特に諸外国の支店を含めた国際事業において、海外とのメッセージの集配信等を行うシステムである。
- 有線放送課金システム
有線放送電話加入者の度数料金をコンピュータで処理（料金計算、請求書、領収書の発行など）するシステムである。

(3) プロセス制御システム

公害テレメータシステム、計測・分析の自動化システム、生産工程・生産設備の自動制御システム、海上交通情報システムなどがある。

(4) 事務処理システム

ビルング（伝票発行）システムなど企業内の事務処理の効率化、伝票発行の自動化、ホストコンピュータへのデータインプットを目的とした各種システムがある。

おわりに

OKITAC-4300シリーズは、その後OKITAC-System50、OKITAC DDP80と発展していく。こうした当社のコンピュータ・システム事業の原点の一つとなった「OKITAC-4300Cシステム」のフルシステムが、完全な形で保存され、このたび日本初の情報処理技術遺産として認定されたことは、当社にとってもこの上ない喜びである。改めまして、京都コンピュータ学院殿の長谷川学院長様、長谷川統括理事様、関連各位様に深く感謝申し上げます。



■参考文献

- 1) 社団法人 情報処理学会：「Computer Museum」
- 2) 進取の精神-沖電気のあゆみ，pp.143-192，2001年11月
- 3) 広神三木雄：OKITAC-4300電子計算機システム，沖電気時報第83号，Vol.37 No.1，pp.82-83，1970年5月
- 4) 広神三木雄、篠塚勝正、森亨、小比木隆：新型オキタック-4300C 電子計算機システム，沖電気時報第95号，Vol.39，pp.133-134，1973年3月
- 5) 特集OKITAC-4300システムの応用，沖電気時報，第91号，Vol.38，pp.45-83，1971年12月
- 6) 岩田孝章：金融システム入門，1980年6月

●筆者紹介

篠塚勝正：Katsumasa Shinozuka. 沖電気工業株式会社 取締役会長

松前晃庸：Kouyou Matsumae. 長野沖電気株式会社 代表取締役社長