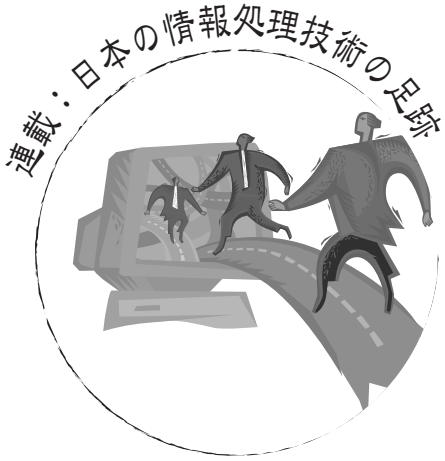


プラグコンパティブル・メインフレームの盛衰 (3)

高橋　茂
（学）片柳学園
sigtak@cc.teu.ac.jp

1980年代のPCM

PCMビジネスは「産業スパイ事件」ではほとんど打撃を受けなかった．ここではその影響と，1980年代のPCMビジネスの経過について述べる．1980年代になるとPCMの互換性と信頼性に対する評価が定まり，IBM以外のメインフレームの選択肢として，PCMはユーザに大いに歓迎されるようになった．対応するIBM機の価格の低下，互換性上の一部の問題にもかかわらず，日立と富士通のPCMビジネスは繁栄した．後述するように，世界のPCMは元を辿れば日立か富士通という状況になり，PCMは両社のコンピュータ事業の発展に大きく寄与することになった．

IBMの発表からPCM出荷までの遅れ

図-2 の上段に示すように，アムダールが世界最初のPCMとして470/V6を完成したのは1974年10月，IBMシステム/370モデル168発表の2年余りあとだったが，470/V6はビジネスとして大きな成功だった．6年後に現れたアイテルAS-6（日立からのOEM）でさえ成功だった．

一方図-2の下段に対比するように，IBMは拡張アーキテクチャの3081Kを1981年10月に発表，1982年8月に1号機を出荷，これを支持するOS MVS/XAを1983年4月に出荷した．これに対抗するPCMをアムダールは富士通からハードウェア主要部の供給を受けて1984年4月に，NASは日立からのOEMで同年10月に出荷した．上段と下段のタイミングを比べてみるとほぼ同様であり，IBMのマイクロコードの採用で，アーキテクチャの把握が多少難しくはなったが，PCMは商機を逸したとはいえず，市場で大いに歓迎された．「産業スパイ事件」に巻き込まれるほど情報の入手に焦る必要はなかったといえよう．

ESA/370

1980年代中ごろ，IBMは製品革新のピッチを上げ，1985年2月ハードウェア面での機能を大幅に向上したプロセッサES/3090-200および3090-400を発表，さらに1987年1月には最上位のプロセッサES/3090-600Eを含むES/3090シリーズの強化を発表した．また1988年2月にはそのアーキテクチャをESA/370に拡張，OS MVS/ESAを発表して，データ用仮想空間を含むES/3090の新機能を使えるようにした．コスト・パフォーマンスの競合はさらに激しくなった．

米国での状況

米国では1976～78年にアムダールとアイテルの成功を見て続出したPCMメーカが，1980年にはほとんど消失し，富士通から大半のハードウェアの供給を受けているアムダールと，日立からOEMでPCMの供給を受けているNASだけが生き残った．NASはOEM以外にAS-3000を自製していたが，1983年2月これも日立からのOEMに転換した．

国内でのPCM

1980年代，日立と富士通のメインフレームの販売は国内でも順調だった．1987年に国内で設置された価格100万ドル以上の大型システムは，総額84億ドル（12,150億円）で，その内訳は富士通：32%，日本IBM：23%，日立：20%，その他：25%だった．しかし富士通も日立も国内ではメインフレームをPCMとしてではなく，原則としてそれぞれのOSの下で動作するシステムの一部として販売していた[27]．ただし顧客が併設しているIBMシステムとの関係などから，PCMの方を望めば，富士通はMシリーズをそのまま，日立はMシリーズのハードウェアに多少変更を加え，型名も変えた輸出用のメインフレームを提供していた[28]．なお富士通は1988年3月アムダール機の国内販売を始めたが，PCMとしてのMシリーズの互換

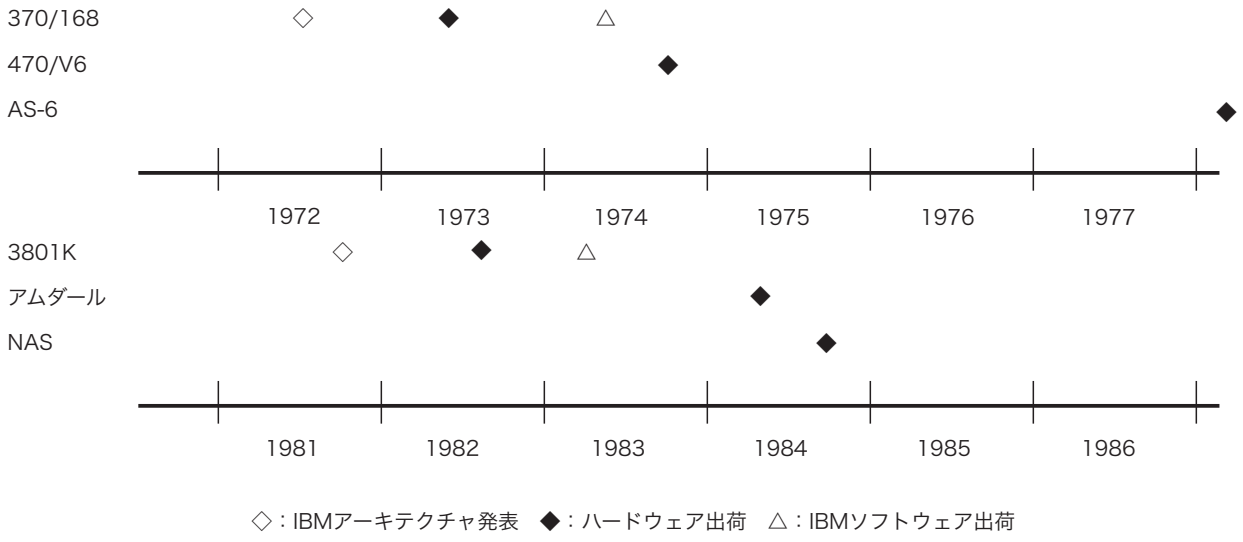


図-2　IBMのアーキテクチャ発表からPCM出荷までの遅れ

性が悪くなってきたからだとされている[27].

欧州での状況

1978年4月，西独のシーメンス（Siemens）は富士通とメインフレームについて提携，1980年に入ってイタリーのオリベティ（Olivetti）と西独のBASFがいずれも日立とOEM契約をしてPCMの販売を始めていた．1986年5月シーメンスは富士通・IBM間のソフトウェアに関する紛争に巻き込まれることを恐れ，ソフトウェアに関する富士通との契約を解消[29]，単にPCMをOEMすることになった．さらに1987年1月，BASFとシーメンスは両社のPCM事業を統合，折半出資してコンパレクス（Comparex Information Systems）を設立したが，1988年初めにBASFとシーメンスの出資比率を2：1に変更，PCMの調達先を日立に絞った[27].

欧州での状況は米国より3, 4年遅れていたが，1980年代後半には日立からのOEMによるオリベティとコンパレクスが，米国から進出したアムダールおよびNASとの競合の下にPCMを販売していた．世界的に見てPCMは元を辿ればすべて日立あるいは富士通の製品という状況になった.

ダウンサイジングと分散化

IBMの相次ぐ新機種の発表，コスト・パフォーマンスの向上，価格政策など一連の動きとは別に，PCMどころかメインフレーム全体のビジネスを揺るがす技術的な流れが，すでに1970年代から渦巻いていた．ダウンサイジング（downsizing）と分散化（decentralization）である.

集中から分散へ

1950年代以来メインフレームは大型化の一途を辿ってきた．「コンピュータのパフォーマンスは価格の自乗に比例する」というグローシュの法則（Grosch's Law）が成り立ち，大型機ほどスケールメリット（economy of scale）があって割安だったから，仕事はできるだけ集中して大型機1台で済まそうとした．しかし1970年代後半から，半導体技術が進歩して，コンピュータの半導体部品への依存度が高まり，簡単にいえば，小型機も大型機も同じ部品で構成され，違うのはその数だけということになった．つまりスケールメリットがなくなり，パフォーマンスは価格に比例することになった[30]．たとえば，大型機1台の代わりに価格1/10の小型機10台で同量の仕事が処理できるわけで，これをダウンサイジング（downsizing）という．結果として，従来集中の一途を辿

ってきたコンピュータ処理が，一躍分散に向かうことになった．この動向を先取りしたのがミニコンピュータであり，これを加速し分散化の時代を実現したのがマイクロプロセッサだった．

パーソナル・コンピュータの出現

マイクロプロセッサをベースにして，1975 年ごろ最初のパーソナル・コンピュータ（パソコン）が出現した．この年発足したアップル・コンピュータ（Apple Computer）が 1977 年 7 月に出荷したアップルIIは，メモリ 4kB で 1,298 ドル，4 年後にIBMが参入するまではパソコンの代表だった．

インテル（Intel Corporation）などの半導体メーカが，コンピュータの中核であるCPUをマイクロプロセッサとして量産するようになって，パソコンは誰にでも造れるようになり，ベンチャ企業との激しい競合が予想される一方，この市場の将来性は見逃せないとして 1981 年 8 月ついにIBMが参入した．インテルのマイクロプロセッサ 8088 をベースとするパソコンをIBM PCという名称で発表，価格はメモリ 16kB とキーボードの基本構成で 1,565 ドル，メモリ 64kB，ミニフロッピー，カラー CRT，マトリクス・プリンタという構成で約 4,500 ドルであった．IBMにしては珍しく，マイクロプロセッサはもとより，キーボード以外の構成機器は，すべて外注で，OSにはマイクロソフトのMS-DOSを採用した．これがいわゆる「オープン化」の始まりだったといえる．

「オープン化」とは曖昧な用語だが，マイクロソフトのBill Gatesは「オープン（open）とはユーザがハードウェアと応用ソフトウェアを選択できるようにすることだ」[31] という．IBMはPCのOSとして，当初MS-DOSのほかに 2 つのオプションを発表したが，マイクロソフトがMS-DOSを政策的にわずか 80,000 ドルの一時払いでIBMにライセンスして，IBMはオプションを放棄，PCの普及とともに，MS-DOSが事実上の標準になった．マイクロソフトはMS-DOSを他の多くのメーカにも安くライセンスしたので，PCと互換性のあるパソコンが方々に出現した．1982 年にはMS-DOS上で動く応用プログラムを開発する独立ソフトウェア会社が出現，ユーザはハードウェアも応用ソフトウェアも自由に選択できるようになって，Gatesがいう「オープン」状態が出現した．これはマイクロソフトにはもちろん好都合だったが，ユーザにも悪くない状況だった．つまりハードウェアにも応用ソフトウェアにも競合が生まれ，価格が低下し，ますますユーザが増える良循環（positive spiral）に入った．

1984 年 8 月IBMはインテルの改良されたマイクロプロセッサ 80286 によるPCの後継機PC/ATを発表した．最初のPCより 3 倍速く，これがパソコンの標準になって，1985 年には 10 社を超えるメーカがPC/A T互換機（PC/AT クローン）を売り出した．IBMはパソコンのメインフレームへの影響を心配し始め，自社のパソコンの売り上げを伸ばすことに消極的で，これがクローン・メーカへの追い風となった．PC/ATが成功したのは，もちろん当時としてハードウェアが良かったからでもあるが，「オープン」状態を出現させ，良循環に持ち込んだGatesの戦略が当たったともいえる．

IBMは 1987 年 3 月小型から大型にわたる同社のシステムを，今後はユーザから見た 1 つのプラットフォームでカバーしようとして，SAA（Systems Application Architecture）という構想を発表した．パソコンもこのSAAの一環とすることによって，クローン・メーカを振り切る意図で，1987 年 4 月新しくPS/2（Personal System 2）を発表した．OSには新しくマイクロソフトと共同で開発したOS/2 を使ったので，最も広く普及しているPC/ATおよびそのクローンと，本家のIBMのパソコンとの互換性がなくなった．その上PS/2 ではPC/ATの入出力接続バスではなく，技術的には進んでいるが，互換性のないマイクロチャネルを採用したから，PC/ATで普及した多様な入出力機器は接続できなくなった．一方クローン・メーカは協力して，PC/AT入出力バスと互換性があり，しかもマイクロチャネルの特長をとり入れた新しいバスを開発，PC/ATクローンを作り続けた．IBMはPCおよびPC/ATでオープン化の先鞭を切って成功したが，PS/2 でこの流れに逆行したことは失敗だった．

なおミニコンピュータの 1 つの発展として，高解像度のCRTディスプレイを付け，ハードウェア,ソフトウェアの両面からユーザとのインタフェースを改善，対話的に非定型の仕事をこなせるようにしたものが，ワークステーション（workstation）と呼ばれ 1980 年ごろから普及した．当初はパソコンに比べて高機能，高価格だったが，1980 年代末にはその差はほとんどなくなった．

分散化とメインフレーム

パソコンの市場の急速な拡大とともに，伝統的なメインフレームの市場は横ばいから縮小に向かった．**表**-1

（単位：10億ドル）

年	1988	1990	1992	1994
大型	28	30	28	22
中型	24	25	21	19
小型	23	23	24	22
汎用計	75	78	73	63
パソコン	55	76	74	97
総計	130	143	138	160

表-1　汎用コンピュータとパソコンの全世界出荷高
コンピュータ白書のデータを整理し直したもの．
パソコンにはワークステーションを含む．

に1988年から1994年にわたる，全世界での汎用コンピュータ（メインフレーム）とパソコンの出荷額を比較した．メインフレームの市場は徐々に縮小してはいるが，それほど急に消失するものではない．以前からの膨大な応用プログラムが残っており，また会社などの組織ではどこかで汎用コンピュータによる集中バッチ処理が必要だからである．一方処理の分散化が進んで，従来の汎用機による集中処理は，クライアント／サーバ型の処理に移行してきた．従来のメインフレームは主として大型あるいは中型のサーバとして使用されるようになった．

PCMビジネスの衰退と終焉

NASの撤退

1980年代にはIBM機の価格の低下や互換性上の一部の問題があっても，PCMビジネスの繁栄が続いたが，1980年代の終わりごろになって，NAS，オリベティ，コンパレクスなどOEM機販売業者のビジネスは，独禁法から解放されたIBMの価格政策の前に利益の確保が苦しくなり，「システム・インテグレーション」など，サービスの面での付加価値を求める方向に動き出した．そのころNASの親会社NSは本業が不振でNASの売却を決めた．コンパティブル入出力装置メーカのメモレクス・テレックス（Memorex-Telex）が買収する話もあったが，1989年2月28日，日立とエレクトロニック・データ・システムズ（Electronic Data Systems, EDS）とが共同して，3億9,800万ドル（日立：80%，EDS：20%）で買い取り[32]，PCM販売のための日立データシステムズ（Hitachi Data Systems, HDS）を設立した．

ESA/390

一方IBMは1990年9月，さらに拡張したアーキテクチャESA/390を発表，同時にこのアーキテクチャでのプロセッサ群ES/9000（間もなくS/390と呼ばれるようになった）を発表した．これらのコスト・パフォーマンスの向上で，PCMの利益幅はますます圧迫されることになった．

オープン・ソース

「オープン化」の意味が曖昧であることはすでに述べた．Gatesがいうパソコンのオープン状態ではユーザはハードウェアと応用プログラムは自由に選べるが，OSについてはほとんど選択の余地がない．マイクロソフトやIBMのOSはメーカが所有権を持つプロプライエタリ（proprietary）・プログラムで，ユーザがこれを勝手に使用，変更，あるいは配布することはできない．また一般にソースコードが配布されないから，ユーザが変更することは難しい．

これに対して，「オープン・ソース（open source）」と呼ばれ，「ユーザや開発者が自由に使用・変更・配布できるように，ソースコードが提供されるプログラム」がある．1969年にベル電話研究所（Bell Telephone Laboratories）でDennis RitchieとKen ThompsonがOS UNIXは1973年にそのカーネル部分をC言語に書き直して大学や研究所などに配布され，以来多くの機関や人々がその改良に参加してきた．その間に多様なバージョンが生まれ，応用プログラムの可搬性（portability）が妨げられる問題もあったが，標準化の努力も行われ，1990年ごろからIBMなどのメインフレーム・メーカがOSの選択肢として採用するようになった．また1991年フィンランドのヘルシンキ大学の大学院生Linus TovaldsがパソコンUNIXとして，そのカーネルを開発したLinuxは，インターネットを介する多数のボランティアの協力と，Free Software Foundation（FSF）GNUプロジェクトのソフトウェア部品を利用することによって，かなり完備したOSになった．LinuxはFSFの創設者Richard Stallmanが唱える「copyleft」の考え方に従うオープン・ソースであり，またPOSIX（Portable Operating System Interface）の標準に従っているので，インテルのマイクロプロセッサはもとより，IBMのPowerPC, ESA/390, サンマイクロ（SunMicro）のSPARC, DECのAlphaなど多くのプラットフォームに移植されている．

IBMのOSはIBMのメインフレームかPCMでしか使えな

メーカ	グループ	モデル名	出荷時期	価格k$	MIPS	CPU数	電力kVA	重量kg
日立	トリニアム	8008	3Q99	6100	1848	8	119	6000
IBM	S/390 G6	zz7	2Q99	4842	1644	12	1-5.5	612-938
アムダール	2000C	GS2165C	4Q99	4234	1764	16	8.1-13.4	1000-1914

表-2　1999年後半に出荷された日立，IBM，アムダール各社大型機の主要データの比較
データはTechnology News Public Libraryによる．パフォーマンスはMIPS（Million Instructions Per Second）で表す．

いのに対して，UNIX系OSはこれらを含む多くのハードウェア・プラットフォームで使えるため，PCMの競合相手はIBMだけではなくなった．ユーザには選択の自由が増え，PCMの価格はますます低下することになった．元々PCMはIBMが設定した余裕のある価格の下で，高い利益率を享受していた．UNIX系との競合が始まって，その旨味はまったく失われた．

ハードウェア技術

このようにPCMの価格が下がってきたため，1990年代に入ると，日立や富士通のPCMビジネスにも陰りが出てきた．1980年代には毎年伸びていた売り上げが1991年には頭打ちになり，利益は急激に落ち込んだ．

ダウンサイジングの影響は大型コンピュータを多数の小型コンピュータに置き換えるだけではなく，1つの筐体内でプロセッサを2台，4台，6台，8台と並列に接続して上位のモデルを構成する方式を出現させた．問題はこのベースにするプロセッサのコスト・パフォーマンスを向上する方法だった．基本素子にCMOS，バイポーラのいずれを採用するかということが重要な岐路で，IBMはES/9000シリーズまではバイポーラを使っていたが，1993年CMOSに切り替えた[28]．素子としてはバイポーラの方が高速だが，集積度を高め，しかもさらに高速化すると，消費電力と発熱・温度上昇がネックになり，水冷にしてもなお限界があった．日立も富士通も当面見通しのよいバイポーラでがんばり，1994年ごろまではそれでよかったが，ついに限界がきた．富士通はCMOSに切り替えたが，その成果が現れ始めたのは1997年になってからであった．

日立はバイポーラにこだわり，1996年4月バイポーラとCMOSを併用する回路によるMP5800（Skyline）を発表した．その間にIBMは1つのLSIチップに470万トランジスタを収容し，プロセッサ単体で13MIPSの性能を出すCMOS技術を完成，CMOSプロセッサ数個をクラスタにしたサーバを1995年から出荷した[33]．その後CMOSのコスト・パフォーマンスの向上は，銅配線技術の採用などにより，年間30%を超えた．スカイラインはCMOSベースの機械に比べて，パフォーマンス，特にプロセッサ単体のパフォーマンスは優れていたが，価格，消費電力，重量などの点で見劣りがした．それでも日立は1999年2月，この技術をさらに進めたスカイライン・トリニアム（Skyline Trinium）を同年第3四半期に出荷と発表した．表-2に日立トリニアムと，出荷時期およびパフォーマンスが近い，IBMおよびアムダールそれぞれの対応モデルとの主要なデータを比較した．

日立と富士通のPCMビジネスからの撤退

1990年代初期にはMIPS当たり約100,000ドルだったメインフレームの価格は，1997年後半には6,000ドルに急落した．アムダールは欧州のオリベティやコンパレクスと同様，すでにビジネスのかなりの部分をPCMからサービス分野に移していたが，独立会社としては運営が困難になった．1997年7月30日富士通はアムダールを100%の子会社にすることに同意，第三者の所有株式を8億5,000万ドルで買い取った．1996年のアムダールの売り上げは16億3,000万ドルで，PCMの売り上げはその1/3だった．また1999年4月，日立は1989年にEDSと協同で設立したHDSを100%の子会社にし，EDSの株式持分を5,000万ドルで引き取った．1998年のHDSの売り上げは20億ドル，日立メインフレームの売り上げの60%を占めていたが，利益率は急速に低下していた．

サーバのMIPS当たりの価格はさらに下がって，2000年初めには2,500ドルになった．2000年3月10日，HDSは前月に発表したばかりのトリミアムを含めて，PCMの新規顧客への販売は行わないと発表した．日立のPCMからの撤退は大型サーバのユーザに衝撃を与えたが，IBMのCMOS技術に比べて，水冷式で，重量が10倍，電力が20倍ではやっていけないだろうと予測されていた[34]．

さらに同年 10 月 19 日，アムダールはIBMシステム/390互換機の上位アーキテクチャの機械は開発せず，現在の機械も 2002 年 3 月には生産をやめると発表した[35]．これらの発表で，PCMは事実上消滅することになった．世界最初のPCMメーカとしてアムダールが誕生してからちょうど 30 年後，最後はIBMのハードウェア技術によってとどめを刺されたかたちになった．

このときアムダールが上位アーキテクチャに言及したのは，IBMが同月 3 日に 64 ビットアドレッシングのz/アーキテクチャとメインフレーム・サーバz/900 シリーズを予告したからだった．

おわりに

最後にPCMの 30 年とそれに先立った 15 年を振り返ってみると，

- 1956 年の同意審決はリース会社を可能にし，PCMやプラグコンパティブルI/Oメーカ出現の下地を提供した．また後年のソフトウェア・アンバンドリングの引き金となった．
- IBM が 1964 年 4 月に発表したシステム/360 はPCMやプラグコンパティブルI/Oを技術的に可能にし，またビジネスとして魅力あるものにした．
- 1964 年 12 月RCAはSpectra/70 をシステム/360 と互換性のあるコンピュータ·シリーズとして発表した．RCAは完全に互換性のあるシリーズとすることもできたと思われるが，実際には別の方向に進んだ．もしRCAがこのとき完全互換の路を選び，PCMビジネスを始めていたとすれば，今日のコンピュータ業界はかなり違ったものになっていたのではなかろうか．
- 富士通・アムダールの連合は 1974 年 10 月世界最初のPCMを完成した．日立はその 3 年余り後にアイテルへのOEMとしてこの市場に参入した．初期にはIBMが設定した余裕のある価格の下で，大型のPCMは十分な利益を享受した．
- 1977 ～ 78 年，多数の群小メーカがこの市場に参入したが，手っ取り早く小型の分野を狙ったため，半導体技術の急速な進歩を素早く価格に反映させたIBM 4300の発表で撤退を余儀なくされた．結局米国のPCMベンダはアムダールとNASだけになった．
- IBMは 1981 年 10 月そのメインフレームのアーキテクチャを拡張した．1982 年 6 月，いわゆる「産業スパイ事件」が発覚した．拡張アーキテクチャの仕様を早く知りたいという焦りから，日立社員が不法な誘惑に抵抗できず，米国で捕えられ処罰された．我が国コンピュータ史に残る事件ではあったが，技術にもビジネスにも関係のないわき道での異常な出来事だった．
- PCMはIBMが独占していたメインフレームのユーザに別の選択肢を提供し，健全な競合を生み出した．欧州にもPCMベンダが出現したが，日立からのOEMであり，世界的に見てPCMは元を辿ればすべて日本製（日立あるいは富士通製）ということになった．1980 年代，PCMはこれら両社のコンピュータ事業の発展に大きく貢献した．
- 半導体技術の進歩によるダウンサイジングと分散化は，メインフレームの役割をスタンドアロンの集中処理装置から，中・大型サーバへと変化させた．またオープン・ソースによるUNIX系OSの普及によって，多様なハードウェア・プラットフォームが出現し，PCMやIBMメインフレームはこれらのプラットフォームの 1 つに過ぎなくなった．
- このように狭くなったプラットフォーム上での競合で，日立と富士通のPCMはいずれもIBMのCMOS技術に敗退し，消滅した．

謝辞　本稿を終わるにあたり，本稿執筆のきっかけを与えられた波多野泰吉氏（元・日立製作所取締役・コンピュータ事業本部長），技術面での貴重なご意見を賜った東京工科大学メディア学部・浦城恒雄教授，ならびに当時の新聞や雑誌のおびただしい切り抜きを貸与していただいた酒井寿紀氏（元・日立製作所神奈川工場プロセッサ第 2 設計部長）に深く感謝する次第である．

参考文献

27）IBM 互換の世界で改めて脚光を浴びる PCM, 日経コンピュータ, pp.92-104, 1988 年 11 月 21 日.
28）初めて明らかになった IBM 機と IBM 互換機の OS の違い，日経コンピュータ，pp.100-112, 1984 年 8 月 20 日.
29）Seeman, R.: Computer Software, Copyright, Rental—IBM vs. Hitachi, Japan Lawletter（May 1986）.
30）高橋　茂 : 計算機の性能指数と価格，情報処理学会論文誌 , Vol.29, No.5, pp.529-538（May 1988）.
31）Gates, B.: The Road Ahead, 332p. Penguin Books（1995）.
32）日経産業新聞 1989 年 2 月 28 日.
33）いよいよ発進する次世代メインフレーム．CMOS プロセッサのクラスタ結合で性能向上と低価格化を両立，日経コンピュータ，pp.66-82, 1994 年 2 月 21 日.
34）Hitachi Shrinks Mainframe Line, Computerworld（Mar. 13, 2000）.
35）Amdahl Planning to Exit Mainframe Business, Computerworld（Oct. 23, 2000）.

（平成 14 年 10 月 9 日受付）