

異機種パソコン上でのグラフィックス表示手法

福山職業能力開発短期大学校 山下 明 博・松本 恵 吉・白川 浩
日浦 悦 正・平島 隆 洋

Programming Technique for Graphics on Multiplatform

Akihiro YAMASHITA, Keikiti MATSUMOTO, Hiroshi SHIRAKAWA,
Etsumasa HIURA, Takahiro HIRASHIMA

要約

日本国内外を問わず、市販されているパソコンの大部分は、インテル社のCPUを搭載し、マイクロソフト社のオペレーティングシステムで動作可能な機種である。しかし、同じCPUを使用し、同じオペレーティングシステムで動作しているパソコンでも、機種により入出力部分の仕様が異なることがある。このため、ある機種向けに開発したグラフィックス表示をともなうソフトウェアを、他の機種上でそのまま動作させることは困難な場合が多い。

当稿では、異なるパソコン上でグラフィック表示まで含めて全く同一の表示ができるソフトウェアを、ただ一つのソースプログラムから作成する手法について述べる。そして、日本国内市場で合計約80%のシェアを握るNEC社のPC98シリーズと各社のIBM・PC/AT互換機、及び、世界市場で約90%のシェアを握る各社のIBM・PC/AT互換機といった、異機種パソコン上で動作可能なソフトウェアを開発することにより、本手法の有効性を実証するものである。

1 パソコンソフトウェアの開発対象

現在、日本国内向けにパソコンのソフトウェア開発を行う場合、NEC社のPC98シリーズ(以下、PC98と略す)、及び、各社のIBM・PC/AT互換機(以下、PC/ATと略す)という、2種類の機種を対象にするのが一般的である。その理由は、これらの機種が、パソコンの国内市場で大きなシェアを持つからである。

ここで、図1に、矢野経済研究所が調査した、日本国内におけるパソコンアーキテクチャ別出荷台数の推移と予想を示す⁽¹⁾。この図から、1995年現在、PC98は、日本国内市場シェアの約50%を占めていることがわかる。一方、PC/ATは、PC98に迫る勢いで急速にシェアを拡大しており、日本国内市場シェアの約30%を占めている。従って、日本国内向けにパソコンのソフトウェア開発を行う場合、PC98及びPC/ATを対象にすることにより、約80%のパソコン上で、そのソフトウェアが動作することになる。

ここで、PC98とPC/ATの仕様を比較しておく。

両機種は、インテル社の8086系と呼ばれるCPUを搭載し、マイクロソフト社のオペレーティングシステム(以下、OSと略す)であるMS-DOSが動作可能な機種である。この点においては、両機種は共通性を持っている。

しかし、日本語の表示方法には、根本的な違いがあった。

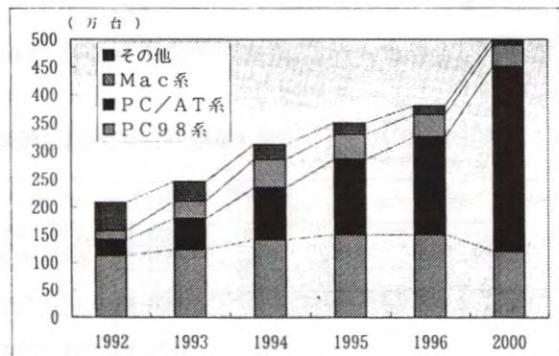


図1 アーキテクチャ別出荷台数の推移と予想
(国内市場、矢野経済研究所調べ)

PC98は、発売当初からハードウェアで日本語を表示する機能を持っていた。また、サードパーティーに積極的にPC98専用日本語ソフトを開発させ、豊富なソフトウェア資産を持つことができた。

一方、PC/ATは、もともと日本語を表示する機能を持っていなかった。そのため、日本国内でPC/ATはほとんど販売されていなかった。その後1991年、IBM社は、日本語をソフトウェアだけで表示するためのオペレーティングシステムであるDOS/Vを開発した。これによって、PC/ATも日本語ソフトが動作するようになった。

また、PC98とPC/ATの価格を比較してみると、PC/ATの方が低価格であった。そして、両機種とも日本語表示ができることには変わりがないため、PC/ATは日本国内市場で急速に普及していった。最近では、非8086系のCPUを搭載したアップル社を除いて、ほとんどすべてのパソコンメーカーが、PC/ATを販売するようになった。NEC社も、日本国内でサーバ用のPC/ATを販売しており、また、海外では「パワーメイト」というPC/ATを販売している。

さて、次にパソコンの世界市場に目を向けてみると、世界で販売されているパソコンのほとんどが、PC/ATであることがわかる。表1に、米国IDC社がまとめた、1994年度の世界パソコン市場企業別ランキング（速報値）を示す⁽²⁾。この表からわかるように、世界のパソコン市場で販売されるパソコンのうち、アップル社のマッキントッシュのシェアは8.5%、NEC社のPC98のシェアは、3.5%であり、シェアの約90%は、PC/ATが占めている。すなわち、1994年度のPC/ATの販売台数は、PC98の販売台数の20倍以上となっていることがわかる。

このように、現在の世界のパソコン市場は、PC/ATの寡占状態にあり、海外向けにパソコンのソフトウェア開発を行う場合、PC/ATを対象にするのが一般的

表1 1994年世界パソコン市場企業別ランキング(速報値)

順位	企業名	出荷台数 (単位千台)	主要機種
1	コンパック	4,830	IBM・PC/AT 互換機
2	IBM	4,227	IBM・PC/AT 互換機
3	アップル	4,125	マッキントッシュ
4	バカードベル	2,285	IBM・PC/AT 互換機
5	NEC	1,706	PC98シリーズ
6	AST	1,285	IBM・PC/AT 互換機
7	デルコンピュータ	1,233	IBM・PC/AT 互換機
8	東芝	1,231	IBM・PC/AT 互換機
9	HP	1,221	IBM・PC/AT 互換機
10	エイサー	1,190	IBM・PC/AT 互換機
	その他	25,167	—
	合計	48,500	—

である。

以上のことから、パソコン上で動作するソフトウェア教材を日本国内外を問わず活用するためには、PC98とPC/ATの両機種上で動作するソフトウェアにしておくことが有効であることがわかる。

II PC98とPC/AT上で動作するソフトウェア作成上の問題点

ここで、PC98とPC/ATの両機種上で動作するソフトウェアを作成する際に発生する、4つの問題点について考察する。

第一の問題点は、ソフトウェアが、どのMS-DOS上で動作しているかを正しく判定しないと、誤動作を起こすという点である。

前章で述べたように、両機種は、マイクロソフト社のMS-DOSという共通のOSを採用している。従って、MS-DOSの機能だけを利用して作成されたソフトウェアであれば、機種に依存することなく動作させることができる。初期に開発されたエディタなどは、テキスト表示をMS-DOSの基本機能を使用して行っていた。MS-DOSは、テキストの表示機能については各メーカー間で共通であったため、これらのソフトウェアは、機種に依存せず動作可能であった⁽³⁾。

しかし、グラフィックス表示のようなMS-DOSの範囲を逸脱する機能については、両機種でハードウェアの構成が異なるため互換性がない。そのため、グラフィックス表示を行うソフトウェアの場合、機種に依存しないソフトウェアを作成することは非常に困難であった。

表2に、両機種に使用されているMS-DOSの種類をまとめてみた。この表から、MS-DOSには、多くの種類が存在すること、そして、一つのMS-DOSの中でも、環境とモードという2つの要素によって、日本語が表示できるか否かが決まることがわかる。

そして、もしソフトウェアが、MS-DOSの種類を正しく判定しない場合、誤動作を起こしてしまうことになる。

第二の問題点は、既に一般に使用されている、PC98かPC/ATをソフトウェアで判定する方法は、欠陥を抱えているという点である。

まず、最も実装が容易な、ユーザ自身に現在使用している機種を指定させる方法を考えてみる。この方法は、ユーザの指定に誤りがない限りは、正しい機種を判定できる点が長所である。しかし、ソフトウェアを起動するたびに毎回ユーザに使用機種を指定させるた

表2 機種とMS-DOSの名称、環境モード、日本語表示の関係

機種	MS-DOSの名称	環境	モード	日本語表示
PC98シリーズ	日本電気 MS-DOS	日本語	日本語	○
PC98シリーズ	マイクロソフト MS-DOS	日本語	日本語	○
IBM・PC/AT 互換機	マイクロソフト MS-DOS/V	日本語	日本語	○
IBM・PC/AT 互換機	マイクロソフト MS-DOS/V	日本語	英語	×
IBM・PC/AT 互換機	マイクロソフト MS-DOS/V	英語	英語	×
IBM・PC/AT 互換機	マイクロソフト MS-DOS 英語版	英語	英語	×
IBM・PC/AT 互換機	IBM「PC DOS/V」	日本語	日本語	○
IBM・PC/AT 互換機	IBM「PC DOS/V」	日本語	英語	×
IBM・PC/AT 互換機	IBM「PC DOS/V」	英語	英語	×
IBM・PC/AT 互換機	IBM「PC DOS」	英語	英語	×

め、ユーザに余計な負担を強いるという問題がある。

次に、ソフトウェアの中で使用機種を自動判定する方法を考えてみる。自動判定の方法については、従来、PC98のプリンタ BIOS である INT1AH、ファンクション12Hの機能が使用されていた。これは、PC98であれば、プリンタの状態に応じてあらかじめ設定した値が変更されるのに対し、PC/AT であれば、あらかじめ設定した値が変更されない性質を利用して、PC98かPC/ATかを自動判定するものであった。この方法は、ユーザに負担がかからないという特長があり、長い間、採用されてきた。ところが、この自動判定法には、致命的な欠陥がある。それは、コンパック社のPC/ATの中で、CONTURA・AEROという機種では、あらかじめ設定した値が0に変更されてしまうのである。そのため、もしこの機種上で自動判定するソフトウェアを実行すると、PC98と誤って判定され、ソフトウェアが誤動作を起こしてしまうことになる。

第三の問題点は、機種がPC/AT上であり、かつMS-DOSが日本語環境のときに、MS-DOSの種類によって、英語モード/日本語モードの判定方法が統一されていない点である。

実は、この判定が誤っていると、日本語ソフト JISコードが日本語として正しく表示されない。そのため、この判定は重要な意味を持つ。

ところが、その判定方法をマイクロソフト社のMS-DOS/V、IBM社の「PC DOS/V」で比較してみると、両者とも、元は同じMS-DOSであるのに、ソフトウェア割込みの番号が異なっている部分があることがわかる⁽⁴⁾。

例えば、MS-DOS/Vのバイリンガルサポート機能と呼ばれるINT2FH、ファンクション4F01H割込みは、コードページという国別情報を報告する機能であり、932なら日本、437ならアメリカ、などといった情報が得られる。

しかし、この機能は、「PC DOS/V」ではサポートされていない。そこで、この機能を使って、日本語モー

ドか英語モードかを判断した場合、MS-DOS/Vでは日本語モードと応答があるのに対して、「PC DOS/V」では英語モードと応答があり、誤動作を引き起こしてしまう。

さらに問題なのは、マイクロソフト社は、英語モード/日本語モードの判定の際には、バイリンガルサポート機能を使用することを推奨していることである⁽⁵⁾。

第四の問題点は、条件コンパイル機能を使用して、ソースを作成しなければならない点である。

条件コンパイルは、機種に依存するような部分を`#ifdef~#else~#endif`という命令の中に挟み込み、あらかじめ`#define`命令で定義しておいた機種名によって、コンパイラに機種名を指示し、機種毎の実行モジュールを作成する手法である。

この方法を利用すると、機種毎に全く別のソフトウェアを開発するのに比べ、高い生産性が得られるという利点がある。

しかし、この方法には、ある機種用に実用モジュールを作成しているときに、`#ifdef~#else~#endif`で指定されなかった方の機種の部分はコンパイルされないため、例え文法的に誤りがあっても、コンパイラが誤りを検出できないという問題がある。また、ソフトウェアの試験が行いにくい、ソフトウェアの不具合が潜入する可能性が高いという問題点も抱えている。

III 機種に依存しないソフトウェア作成のための手法

前章で述べた問題点を踏まえ、本章では、PC98とPC/ATという機種の違いに依存しないソフトウェアを作成するための手法を、モジュール作成法とモジュール構成法に分けて提案することにする。

1 モジュール作成法

まず、機種に依存しないソフトウェアを作成するために、モジュール作成時、どのような考慮が必要である

かについて、次の5つの観点から述べる。

1.1 機種種の判定

前章で述べた、機種種の判定に関する問題点を解決するものとして、以下の方法を提案する。

それは、プログラムによる機種種の自動判定で求めた機種名と、前回プログラムが動作したときの機種を保管したファイルで求めた機種名とを比較し、異なっている場合は、ユーザに現在使用している機種を指定させる方法である。

もし、機種名が一致している場合は、ユーザに現在使用している機種を指定させることはしない。また、最初にプログラムを動作させたときは、前回プログラムが動作したときの機種を保管したファイルが存在しないため、この場合に限り、プログラムによる機種種の自動判定で求めた機種名をユーザに示し、その自動判定結果が、実際の機種と一致しているかをユーザに入力させる。

この方法の長所は、プログラムの起動時に常にユーザが機種を指定しなければならないといった、ユーザの負担が避けられると同時に、CONTURA・AEROのような、自動判定法が誤って判定するような機種でも、ユーザの機種指定によって、プログラムが誤動作しない点である。

1.2 環境の判定 (PC/AT の場合)

日本語環境であるか、英語環境であるかの判定は、INT21H、ファンクション38Hの機種を使うのが最も簡単である。これは、カントリーコード(国別コード)が報告される機能であり、51Hが返ってくれば日本語環境、それ以外であれば、他の言語環境(例えば英語環境)であることがわかる機能である。そこで、この方法を提案する。

1.3 モードの判定 (PC/AT の場合)

MS-DOSが日本語環境のとき、日本語モードであるか、英語モードであるかの判定には、「PC DOS/V」ではサポートされていない、パイリンガルサポート機能ではなく、MS-DOS/Vであっても「PC DOS/V」であっても動作する、INT15H、ファンクション49Hの機能を使うことを提案する。これは、DBCSベクター情報取得機能と呼ばれる機能である。DBCSとは、ビデオBIOSの動作モードの一種であり、DBCSベクターテーブルの先頭アドレスが0でなければ日本語モード、0であれば英語モードであることがわかる。

1.4 コンパイラを選択

PC98、及びPC/ATの両方の機種上で動作するソフトウェアをC言語で作成するとき、条件コンパイルを一切使用しないでソフトウェアを作成する方法を提案する。その方法は、両機種に共通して存在するコンパイラを使用し、しかも、機種依存のライブラリを使用しないという方法である。

この様な要求を満たすことができるコンパイラは、その数が限られている。我々は、表2に示した2つの機種種の全てのMS-DOSのヴァリエーション上で動作するコンパイラとして、Borland社のBorland C++ Ver. 3.1が最適であると考えます。

表3に、Borland C++の関数分類と、両機種でのライブラリの互換性を示す⁽⁶⁾。

表3 Borland C++の関数分類とライブラリ

関数の分類	ライブラリの互換性
ファイル入出力関数	○
ディレクトリ操作関数	○
標準関数	○
文字の分類関数	○
文字の変換関数	○
メモリ/文字列操作関数	○
メモリ操作関数	○
数値計算関数	○
時刻・日付管理関数	○
プロセス制御関数	○
DOS, 8086関数	○
BIOS関数	×
テキスト入出力関数	○
グラフィックス関数	○
インライン関数	○
エラー診断関数	○
可変個の引数リスト解析関数	○
その他の関数	△

BIOS関数とその他の関数の部分は、両機種用のBorland C++において異なった仕様になっている点が多い。そのため、機種依存のライブラリを使用しないという方針からは、これらの部分の関数を使用しないことに注意を払えばよいことになる。

具体的には、PC98用のBorland C++で「PC98.H」というヘッダを使用する関数、及び、PC/AT用のBorland C++で「DOSV.H」というヘッダを使用する関数を使用しないようにすることが必要である。

1.5 グラフィックス表示の解像度の選択

グラフィックス表示の解像度については、両機種とも、様々な解像度をサポートしている。そのうち、最も標準的な解像度は、PC98の場合、640ドット×400

ドット、PC/AT の場合、640ドット×480ドットである。

ところで、PC98の新機種では、様々な解像度が表示できるが、旧機種は640ドット×400ドットしか表示できない。また、PC/AT の場合も、640ドット×480ドット以外の解像度については、メーカ各社が別々に開発し、標準化されていない。

従って、我々は、グラフィックス表示を伴うソフトウェアの作成に際して、解像度は640ドット×400ドットを選択することを提案する。

PC/AT の標準的解像度は、PC98の標準的解像度より表示能力が高い。そのため、条件コンパイルを行って、PC/AT の場合だけ、より高い解像度で表示するソフトウェアを作成することは可能である。しかし、条件コンパイルを使用せずに、両機種に依存しないソフトウェアを作成するためには、より表示能力が低い機種に揃える必要がある。

これにより、PC98と PC/AT の区別を意識することなくソフトウェアを開発することができる。

2 機種に依存しないソフトウェアのモジュール構成法

次に、機種に依存しないソフトウェアのモジュール構成法について提案する。

もし、同一のフロッピーディスクで、機種の区別を意識することなくソフトウェアを配布することができれば、ソフトウェアの流通性は飛躍的に増大する。その好例が、マイクロソフト社の MS-Windows 対応のソフトウェアである。

それと同じく、同一のフロッピーディスクで、機種の区別を意識することなくソフトウェアを配布するために、以下のような7種類のモジュールから、ソフトウェアを構成する。

- (1)両機種判定専用モジュール
- (2)PC98用グラフィックス表示モジュール
- (3)PC/AT 用グラフィックス表示モジュール
- (4)PC98用グラフィックスドライバ「PC98. BGI」
- (5)PC/AT 用グラフィックスドライバ（日本語環境＋日本語モード用）「DOSVGA. BGI」
- (6)PC/AT 用グラフィックスドライバ（英語環境、または日本語環境＋英語モード用）「EGAVGA. BGI」
- (7)両機種判定情報保存モジュール

このうち、(1)両機種判定専用モジュールからは、PC98用及び PC/AT 用にそれぞれコンパイルしたグラフィックス表示モジュール(2)、(3)が呼び出される。

そして、これら二つのモジュールは、全く同じソースから別のコンパイラで作成するものとする。

また、グラフィックスドライバも、「PC98. BGI」、「DOSVGA. BGI」、「EGAVGA. BGI」を、一枚のフロッピーディスクに格納する。それによって、そのフロッピーディスクのソフトウェアを、両機種のどの環境においても実行できるようになる。

それでは、以下に7種類のモジュールの内容を詳述する。

2.1 両機種判定専用モジュール

このモジュールは、両機種を判定するための専用モジュールである。先に示した機種、環境、モードの判定をまとめて行い、その結果に基づいて、PC98用、PC/AT 用のグラフィックス表示モジュールを呼び出す機能を持たせる。

さらに、機種の判定において提案した方法に基づいて、プログラムが動作したときの機種を保管するファイルである両機種判定専用モジュールの更新を行う機能を持たせる。

このモジュールで、機種、環境、モードの判定を全て吸収することによって、グラフィックスを表示するソースには、一切機種依存のソースを含める必要がなくなる。

このモジュールは、DOS/V に特有の、環境、モードの判定を行う必要があるので、PC/AT 上の Borland C++コンパイラ上でコンパイルする。

2.2 PC98用グラフィックス表示モジュール

このモジュールは、グラフィックスを表示するソースを、PC98上の Borland C++コンパイラ上でコンパイルしたものである。両機種判定専用モジュールが、機種を PC98と判断したときに呼び出され、動作する。

2.3 PC/AT 用グラフィックス表示モジュール

このモジュールは、グラフィックスを表示するソースを、PC/AT 上の Borland C++コンパイラ上でコンパイルしたものである。両機種判定専用モジュールが、機種を PC/AT と判断したときに呼び出され、動作する。

2.4 PC98用グラフィックスドライバ「PC98. BGI」

このモジュールは、PC98上の Borland C++コンパイラに添付されているグラフィックスドライバであ

る。PC98用グラフィックス表示モジュールが動作するときに必要なモジュールである。

2.5 PC/AT用グラフィックスドライバ(日本語環境+日本語モード用)「DOSVGA. BGI」

このモジュールは、PC/AT上のBorland C++コンパイラに添付されているグラフィックスドライバである。PC/AT用グラフィックス表示モジュールが、日本語環境でかつ日本語モードで動作するときに必要なモジュールである。

2.6 PC/AT用グラフィックスドライバ(英語環境、または日本語環境+英語モード用)「EGAVGA. BGI」

このモジュールは、PC/AT上のBorland C++コンパイラに添付されているグラフィックスドライバである。PC/AT用グラフィックス表示モジュールが、英語環境、または日本語環境でかつ英語モードで動作するときに必要なモジュールである。

2.7 両機種判定情報保存モジュール

両機種判定専用モジュールが、プログラムが動作したときの機種を保管するためのファイルである。PC98のときは「PC98」、PC/ATのときは「PCAT」という文字を格納する。

IV 実際のソフトウェア作成例

本手法の有効性を実証するために、実際にプログラムGDSAMPLEを作成した。

このプログラムは、本手法に従って作成した、グラフィックス表示を行うプログラムである。そして、表2に示した2つの機種の全てのMS-DOSのヴァリエーション上で動作確認を行った結果、GDSAMPLE

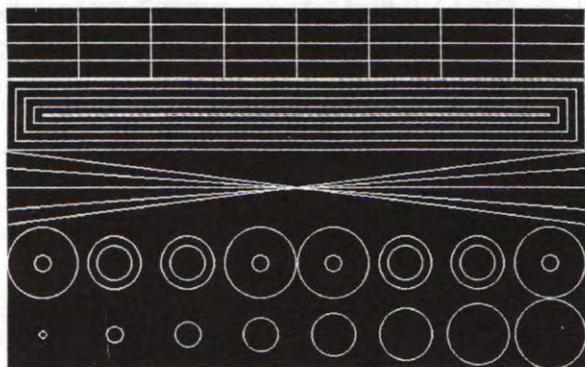


図2 GDSAMPLEの実行画面

は、どのヴァリエーション上でも同一のフロッピーディスクから起動することができ、しかも正しくグラフィックス表示することが確認できた。

図2は、GDSAMPLEをPC98上で実行したときの画面である。GDSAMPLEは、PC/AT上で実行しても、全く同じ画面を表示することができる。

V まとめと課題

今回は、日本国内外で大きなシェアを握る、PC98及びPC/ATに関して、あらゆる環境の上で動作可能なグラフィックス表示ソフトウェアを、同一のソースから作成する手法を提案した。また、そのあらゆる動作環境をソフトウェアで自動判定し、万一自動判定に誤りがあった場合でも、人間が訂正できるような手法も提案した。さらに、その様なソフトウェアが、同一のフロッピーディスクで配布できることを、GDSAMPLEによって実証した。

これによって、同一のソースから、複数の機種の複数の環境に対応するグラフィックス表示プログラムを作成する手法を確立することができた。

この様な、PC98及びPC/ATという両機種上で同一のソフトウェアを表示する手法としては、マイクロソフト社のMS-Windows上でソフトウェアを動作させる手法がある。現在、MS-Windowsは急速に普及しており、将来はMS-Windows上でグラフィックス表示を行うソフトウェアがますます増加するであろう。

しかし、現在、ユーザが所有しているパソコンの機種では、MS-Windowsが動作するには性能面で不十分であるという問題がある。また、MS-Windows上で動作するソフトウェアを作成するためには、MS-Windows自体に対して、相当の知識が必要とされる。さらに、最も問題なのは、MS-Windows自体にも英語版と日本語版が存在し、日本国内で日本語版MS-Windowsを想定して作成したソフトウェアは、英語版MS-Windows上で動作しないことがあることである。

今回、我々が提案した手法は、MS-Windowsが抱えるこれらの問題を、英語環境の下で日本語を表示するという機能を除いて、すべて解決している。そこで英語環境の下で日本語を表示できる手法を確立することが、今後の課題である。

【参考文献】

- (1) 矢野経済研究所：アーキテクチャ別出荷台数の推移と予想，11月21日，日刊工業新聞（1994）。
- (2) IDC社：1994年世界パソコン市場企業別ランキ

- ング(速報値), 12月23日, 日本経済新聞(1994).
- (3) 相沢一石: PC98とDOS/Vマシンのプラットフォームは何が違うか, トラ技コンピュータ, PP. 18-35, No. 36, CQ出版, (1993).
 - (4) マイクロソフト編: 日本語BIOSシステムMS-DOS 5.0/V&AX比較ガイド, PP. 1-154, マイクロソフト, (1993).
 - (5) マイクロソフト編: MS-DOS 5.0/Vプログラミング入門, PP. 3-157, マイクロソフト, (1993).
 - (6) Borland編: Borland C++3.1 Library Reference, PP. 9-640, Borland, (1991).
 - (7) マイクロソフト編: Microsoft MS-DOS 5.0/Vテクニカルリファレンスガイド, PP. 1-127, マイクロソフト, (1993).
 - (8) 大脇秀雄, 三富恵美子: PC98からDOS/Vへの移植プログラミング, PP. 31-119, 工業調査会, (1993).
 - (9) Thom Hogan: The Programmer's PC Sourcebook, 翔泳社, (1990).
 - (10) アスキー出版局テクライト編: PC-9800シリーズテクニカルデータブック BIOS編, アスキー出版, (1992).
 - (11) IBM編: Personal System/2 Technical Reference, IBM, (1988).