

AVR4920 : ASF – USB装置階層 – 適合と性能係数

要点

- USB 2.0適合
 - ・ 第8及び9章
 - ・ クラス : HID, MSC, CDC, PHDC
- 相互運用性 : OS、クラス、自己及びバス給電
- 性能係数
 - ・ 割り込み遅れ測定
 - ・ コードとRAMの専有空間
 - ・ 低速(Low Speed)、全速(Full Speed)、高速(High Speed)
 - ・ USB消費電力

1. 序説

ATMEL®はUSBハードウェア インターフェースを持つAVR®製品を支援するUSB装置階層を常に提供しています。ATMEL AVR UC3 AとB系列マイクロ コントローラはATMEL AVRソフトウェア枠組み(ASF: Atmel AVR Software Framework)に於いて特定のUSB装置階層で支援されます。ASF第2版から、全てのAVR製品を支援するように新しいUSB装置階層が配給されています。この資料はこの新しいUSB装置階層に対するUSB 2.0適法性の検査に使用される適合試験と階層能力についての情報を提供するのに使用される性能試験を記述します。



2. 略語

- ・ ASF : AVRソフトウェア枠組み(AVR Software Framework)
- ・ CDC : 通信装置クラス(Communication Device Class)
- ・ FS : USB全速(Full Speed)
- ・ HID : 対人インターフェース装置(Human interface device)
- ・ HS : USB高速(High Speed)
- ・ LS : USB低速(Low Speed)
- ・ MSC : 大容量記憶クラス(Mass Storage Class)
- ・ OS : オペレーティング システム(Operationg system)
- ・ PHDC : 周辺健康装置クラス(Peripheral Health Device Class)
- ・ UDC : USB装置制御部(USB Device Controller)
- ・ UDD : USB装置記述子(USB Device Descriptor)
- ・ UDI : USB装置インターフェース(USB Device Interface)
- ・ USB : 万能直列バス(Universal Serial Bus)

3. 概要

この応用記述は「AVR4900:ASF-USB装置階層」応用記述に対応し、USB装置階層実装の情報を得るため、最初にそれが読まれるべきです。

この資料は以下のように適合と性能に関する結果を含みます。

- ・ USB 2.0適法性を調べるのに使用される適合試験
- ・ USB装置階層能力についての情報を与えるのに使用される性能試験



ATMEL

マイクロコントローラ

応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、ATMEL社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 8410A-08/11, 8410AJ2-03/14

4. USB適法性

4.1. USB適法性検査

第8章検査はUSB装置階層のUDD単位部を確認します。

第9章検査はUSB装置階層のUDDとUCDの単位部を確認します。

第9章クラス検査はUSB装置階層のUDI単位部を確認します。

4.1.1. 第8章検査

USB第8章USB装置ドライバ(UDD)の適法性はTestronic LaboratoriesからのCh8ck v2.00ツールを使用して実行されます。

4.1.2. 第9章検査

4.1.2.1. 第9章適法性

USB第9章適法性はUSB実装者評議会(Implementers Forum、usb.org)からのUSB 2.0命令検証器(Command Verifier)ツールを使用して実行されます。

LS/FS/HSの全ての動作形態は基準として与えられる"USB golden tree"に於いて実行されます。

4.1.2.2. 第9章クラス

クラス適法検査の狙いはクラス実装(UDI単位部)を検証することです。

FS動作形態でのHIDとPHDCと、FS/HS動作形態でのMSCのUSBクラス適法性はUSB実装者評議会(Implementers Forum、usb.org)からのUSB 2.0命令検証器(Command Verifier)ツールを使用して実行されます。

4.1.3. 高速(High Speed)検査機能

高速検査機能実装(J検査、K検査、SE0_NAK検査、PACKET検査)はUSB実装者評議会(Implementers Forum、usb.org)からの高速電気的試験(High Speed Electrical Test)ツールを使用して実行されます。

5. USB相互運用性

相互運用性検査はバスと自己の両方の給電形態で、様々な形式のUSBホストオペレーティングシステムに対してUSB装置階層の適法性と頑健性を確認します。これらの検査は最も一般的なUSB装置クラスを用いて実行されます。

5.1. オペレーティングシステム

- Microsoft® Windows® XP SP3, Windows Vista®, Windows 7(32ビット)
- Apple® Mac OS® X 10.5.8
- Ubuntu® 8.04とUbuntu 9
- OpenSUSE® 11.1
- Fedora® 9とFedora 10

5.2. 給電形態と起き上がり

- USB自己給電形態での接続/切断頑健性検査
- USBバス給電形態での接続/切断頑健性検査
- 高速(High)、全速(Full)、低速(Low)動作形態での遠隔起動機能

5.3. USBクラス

- HIDマウス
- HIDキーボード
- MSC
- CDC

6. 性能係数

USB装置階層性能は以下のような様々なパラメータで評価されます。

- 専有空間、即ち、USB装置階層を動かすのに使用されるコードとRAMの総メモリ容量
- タイミング性能
- 様々なUSB装置クラスでの転送速度
- 消費電力

6.1. 専有空間

USB装置階層の専有空間は以下に依存します。

- AVR核(XMEGA[®],megaAVR[®],UC3)
- USBハードウェア版
- USBクラス
- コンパイラと最適化段階

これらのパラメータは専有空間に関する多くの値に帰着しますが、高い段階のコンパイラ最適化を用いた時に平均ではUSB装置階層が10Kバイトのフラッシュメモリと1KバイトのRAMを超えません。

表6-1.で示される全ての例は以下を用いて実行されています。

- IAR Embedded Workbench[®]、32ビットAVR用3.30と8ビットAVR用6.10、高段階最適化
- 以下の単位部を持つASF：休止管理サービス、割り込み管理、始動、外部フラッシュメモリ管理、その他

表6-1. USB装置例のコードとRAMの量

例	デバイス	USB装置階層		完全な例	
		コード量(Kバイト)	RAM量(Kバイト)	コード量(Kバイト)	RAM量(Kバイト)
HID装置マウス 全速(Full Speed)	ATxmega256A3BU	5.5	0.6	6	0.6
	AT32UC3A0	5	0.3	8	0.4
	AT32UC3C0	5	0.4	8	0.6
CDC装置 全速(Full Speed)	ATxmega256A3BU	6	1	8	1.5
	AT32UC3C0	6	1	9.5	1.5
MSC装置 高速(High Speed)	ATxmega256A3BU	6.5	0.9	9.5	1.5
	AT32UC3A0	6.5	0.4	11.5	1
	AT32UC3C0	6.5	0.7	11.5	1.5
	AT32UC3A3	7	0.4	15.5	2

6.2. 割り込みタイミング

全てのUSB事象は1つまたは2つの割り込みベクタによって管理されます。各USB事象は割り込みを実行し、割り込み処理によって1つの事象だけが復号されます。従って、USB割り込みルーチンでの待機繰り返しはありません。

割り込みを処理するための時間はコンパイル段階とUSB割り込み元(USBリセット、休止(suspend)、転送終了など)に依存します。けれども、このタイミングは高最適化段階と12MHzのCPU周波数とで100 μ sを超えません。

USB割り込みの動きと形態設定についてのより多くの情報に関しては、「AVR4900:ASF-USB装置階層」応用記述で“動き”と表題にされた項をご覧ください。

6.3. 転送速度

ATMELのAVRデバイスのUSBインターフェースは全てのUSB転送形式を支援します。このインターフェースはUSBのDMAを使用して許される最大速度を支援します。各転送形式に対する速度制限は表6-2.でUSB仕様によって与えられます。

表6-2. USB転送形式と制限

転送形式	最大帯域 (Mバイト/s)		
	LS	FS	HS
制御	0.02	0.79	15.14
割り込み (注)	0.01	0.06	0.49
大量(バルク)	-	1.16	50.78
等時(アイソクロノス)	-	1.22	54.69

注: フレーム開始に対して1つの転送単位処理

けれども、クラスの最終的な速度性能は以下に依存します。

- クラス規約の付随処理
- 転送元/転送先の速度
- USBホストの性能

MSCとCDCのクラスはUSB装置ハードウェアと容易に測定される、提携するUSBファームウェア階層の高性能を許すUSB大量(バルク)転送形式を使用します。全ての試験はUSB装置の完全な性能限界を測定するために、遅れなしのUSBホストで行われます。

6.3.1. MSC

大容量記憶クラス(MSC)はUSB大量(バルク)転送を使用します。

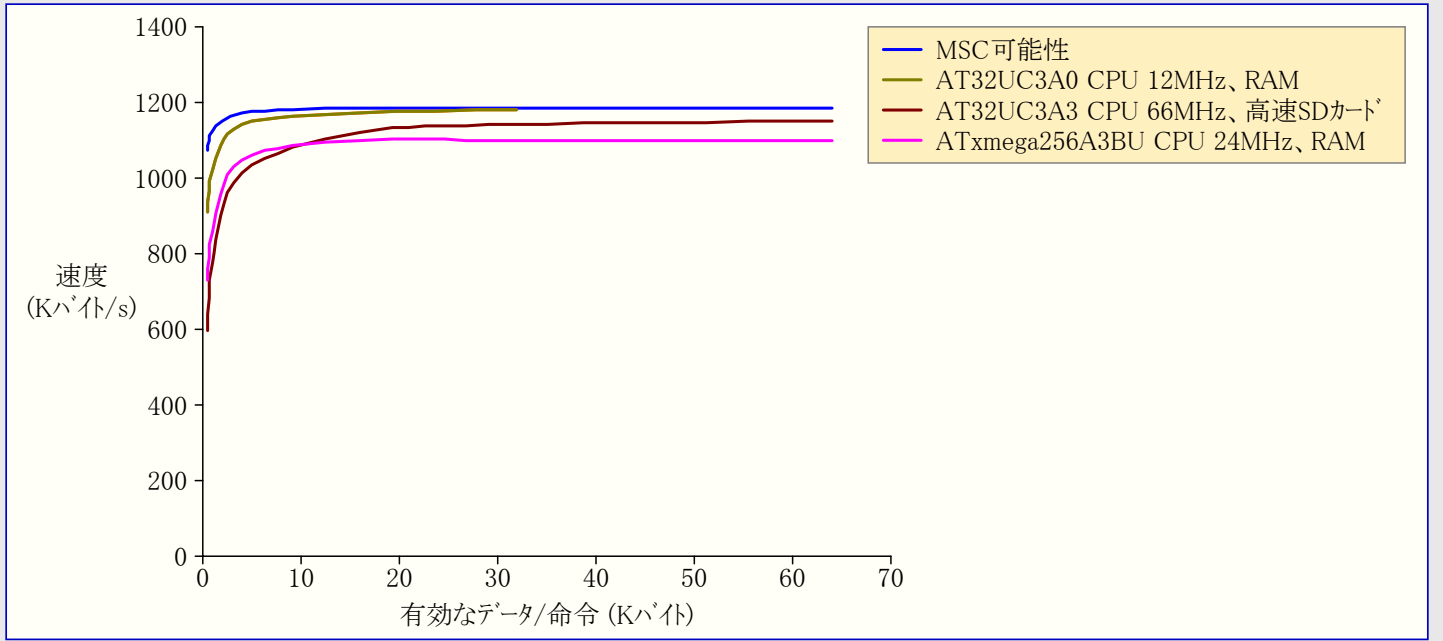
MSC仕様は規約付随処理を含み、これは有効なデータ転送速度を減らします。この減少はMSC読み書き命令によって要求される有効なデータ量に完全依存です。有効データ転送速度限度は図6-1.と図6-2.で“MSC可能性”様式によって示されます。

MSC規約はAVR製品上のソフトウェアによって管理され、従って速度性能はCPU周波数に依存します。これは図6-1.と図6-2.に於いて異なるCPU周波数で測定された速度に対する様式によって示されます。内部RAMに基づくメモリは、大容量記憶装置固有のプログラミング遅延を取り去ることによってMSC USB装置の実際の限度を与えます。

けれども、速度は主にメモリ インターフェース制限とメモリ性能によって減らされます。メモリカード インターフェース(MCI:Memory Card Interface)を使用する高速SDカードとMMC+カードはこのインターフェースとメモリの依存性を示します(図6-1.と図6-2.)。

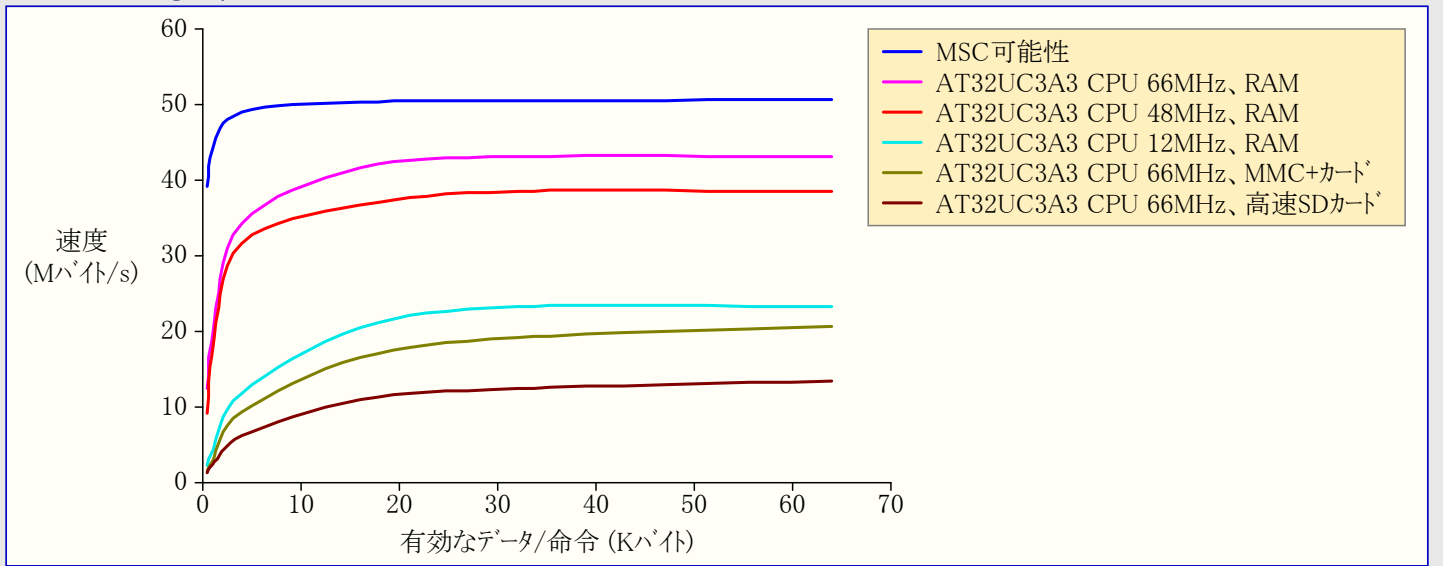
注: 以下の測定に使用されるファームウェアは高最適化段階でGCCまたはIAR®のコンパイラを用いてコンパイルされます。

図6-1. 全速(Full Speed)に対するMSC速度限界



注: 読みと書きの速度限界は同じです。

図6-2. 高速(High Speed)に対するMSC速度限界



注: 読みと書きの速度限界は同じです。

6.3.2. CDC

通信装置クラスはUSB大量(バルク)転送を使用し、転送データに対する規約を含みません。従って、CDCの制限は図6-3.での“CDC可能性”によって示される大量(バルク)限界です。

けれども、USB装置階層でのCDC実装は2つの異なる流れの動き(例えば、USBとUART)間のデータの流れの制御が必要で、これが実際の速度を制限し得ます。

ASFのCDC実装はUSB線上でのデータの送信と受信のための2つのインターフェースを提供します。1つ目はputcとgetcの関数でのバイトアクセスで、2つ目は全速での最大を目標にするReadBufとWriteBufの関数でのデータ配列アクセスです。これらのアクセスの最大速度性能は図6-3.、図6-4.、図6-5.で示されます。

CDCクラスはUARTとUSB接続間のブリッジとして使用することができます。この場合、速度限界はUARTのボーレートです。

注: 以下の測定に使用されるファームウェアは高最適化段階でGCCまたはIARのコンパイラを用いてコンパイルされます。

図6-3. AT32UC3A0での全速(FS)に対するCDC速度限界

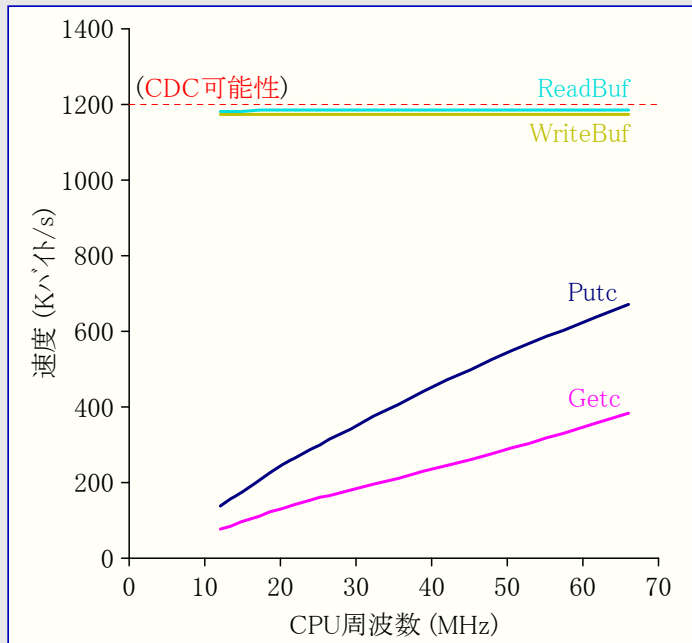


図6-4. ATxmega256A3BUでの全速(FS)に対するCDC速度限界

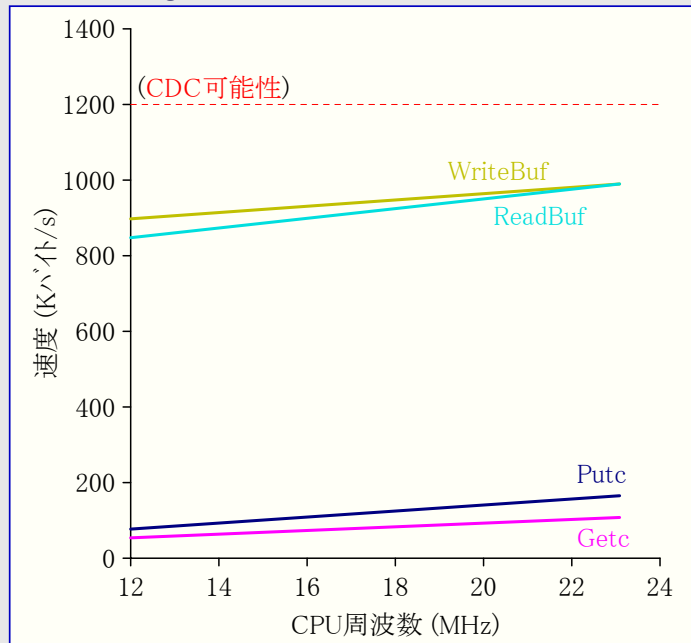
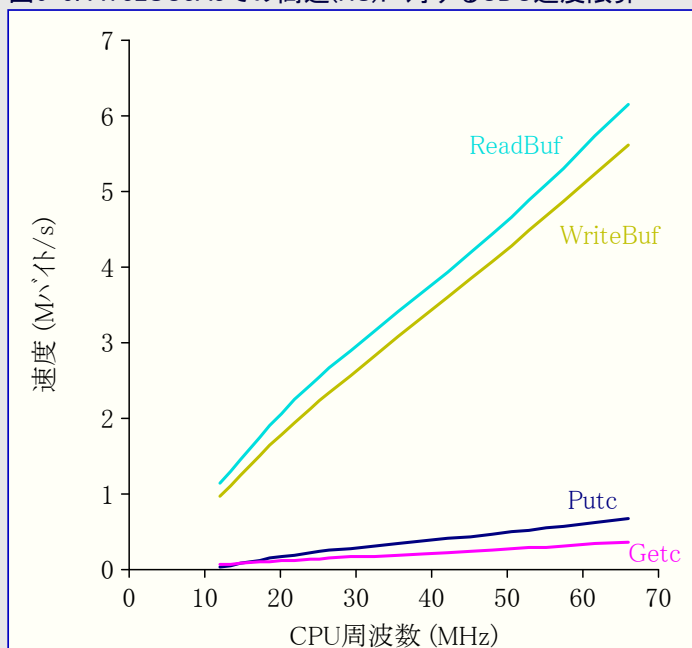


図6-5. AT32UC3A3での高速(HS)に対するCDC速度限界



6.4. 消費電力

ATMEL AVR製品はバス給電形態でUSB装置応用を支援するように設計されています。休止(suspend)動作形態に於いて、バス給電される応用はその消費電力を5Vで2.5mA未満に減らす必要があります。

ATMELの全てのUC3製品は3.3Vで1mA未満の消費電流を持つ、USB休止動作形態での静止休止動作形態を支援します。

ATMELの全てのXMEGA製品は3.3Vで0.5mA未満の消費電流を持つ、USB休止動作形態でのパワーダウン休止動作形態を支援します。

7. 目次

要点	1
1. 序説	1
2. 略語	1
3. 概要	1
4. USB適法性	2
4.1. USB適法性検査	2
4.1.1. 第8章検査	2
4.1.2. 第9章検査	2
4.1.3. 高速(High Speed)検査機能	2
5. USB相互運用性	2
5.1. オペレーティングシステム	2
5.2. 給電形態と起き上がり	2
5.3. USBクラス	2
6. 性能係数	2
6.1. 専有空間	3
6.2. 割り込みタイミング	3
6.3. 転送速度	3
6.3.1. MSC	4
6.3.2. CDC	5
6.4. 消費電力	6
7. 目次	6



Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
USA
TEL (+1)(408) 441-0311
FAX (+1)(408) 487-2600
www.atmel.com

Atmel Asia Limited

Unit 01-5 & 16, 19F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
HONG KONG
TEL (+852) 2245-6100
FAX (+852) 2722-1369

Atmel Munich GmbH

Business Campus
Parking 4
D-85748 Garching b. Munich
GERMANY
TEL (+49) 89-31970-0
FAX (+49) 89-3194621

Atmel Japan

141-0032 東京都品川区
大崎1-6-4
新大崎勸業ビル 16F
アトメル ジャパン合同会社
TEL (+81)(3)-6417-0300
FAX (+81)(3)-6417-0370

© 2011 Atmel Corporation. 全権利予約済

ATMEL[®]、ATMELロゴとそれらの組み合わせ、AVR[®]、megaAVR[®]、XMEGA[®]、それとその他はATMEL Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。Windows[®]とその他は米国とその他の国に於いてMicrosoft Corporationの登録商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

お断り: 本資料内の情報はATMEL製品と関連して提供されています。本資料またはATMEL製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。ATMELのウェブサイトに位置する販売の条件とATMELの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、ATMELはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえATMELがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益と損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してATMELに責任がないでしょう。ATMELは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。ATMELはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、ATMEL製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。ATMEL製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© HERO 2014.

本応用記述はATMELのAVR4920応用記述(doc8410.pdf Rev.8410A-08/11)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。