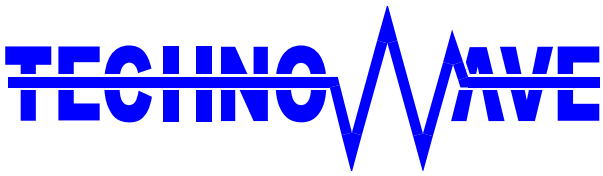
LANM3069 ユーザーズマニュアル



テクノウェーブ株式会社

目次

図表目次

1. はじめに

このたびはマイコンボード『LANM3069』をご購入頂き、まことにありがとうございます。以下をよくお読みになり、安全にご使用いただけますようお願い申し上げます。

□ 安全にご使用いただくために

製品を安全にご利用いただくために、以下の事項をお守りください。

危険　これらの注意事項を無視して誤った取り扱いをすると人が死亡または重傷を負う危険が差し迫って生じる可能性があります。

- 引火性のガスがある場所では使用しないでください。爆発、火災、故障の原因となります。

警告　これらの注意事項を無視して誤った取り扱いをすると人が死亡または重傷を負う可能性があります。

- 水や薬品のかかる可能性がある場所では使用しないでください。火災、感電の原因となります。
- 結露の発生する環境では使用しないでください。火災、感電の原因となります。
- 定格の範囲内でご使用ください。火災の原因となります。

注意　これらの注意事項を無視して誤った取り扱いをすると人が傷害を負う可能性があります。また物的損害の発生が想定されます。

- 製品のコネクタには尖った部分がありますので、取り扱いの際には十分ご注意ください。
- 本製品は製品の性質上、電源も含めて信号線が露出している部分があります。信号線同士がショートしないように注意してください。製品、接続したパソコンやその他の機器などが故障する恐れがあります。
- 濡れた手で製品を扱わないでください。故障の原因となります。
- 異臭、過熱、発煙に気がついた場合は、ただちに電源を切断してください。
- 製品を改造しないでください。

□ その他の注意事項

- 本製品は一般民製品です。特別に高い品質・信頼性が要求され、その故障や誤動作が直接人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある機器に使用することを前提としていません。本製品をこれらの用途に使用される場合は、お客様の責任においてなされることになります。
- お客様の不注意、誤操作により発生した製品、パソコン、その他の故障、及び事故につきましては弊社は一切の責任を負いませんのでご了承ください。
- 本製品または、付属のソフトウェアの使用による要因で生じた損害、逸失利益または第三者からのいかなる請求についても、当社は一切その責任を負えませんのでご了承ください。

□ マニュアル内の表記について

本マニュアル内では対応製品『LANM3069』を、単に「製品」または「デバイス」と表記する場合があります。

本マニュアル内でハードウェアの電気的状態について記述する必要がある場合には、下記のように表記します。

表 1　電気的状態の表記方法

表記	状態
“ON”	電流が流れている状態、スイッチが閉じている状態、オープンコレクタ(オープンドレイン)出力がシンク出力している状態。
“OFF”	電流が流れていない状態、スイッチが開いている状態、オープンコレクタ(オープンドレイン)出力がハイインピーダンスの状態。
“Hi”	電圧がロジックレベルのハイレベルに相当する状態。
“Lo”	電圧がロジックレベルのローレベルに相当する状態。
“Z”	端子がハイインピーダンスの状態。

数値について「0x」、「&H」 、「H’」はいずれもそれに続く数値が 16 進数であることを表します。“0x10”、“&H1F”、“H’20”などはいずれも 16 進数です。同様に「B’」に続く数値は 2 進数であることを表します。例えば“B’01000001”のように表記されます。数値の最初に特別な表記が無い場合は 10 進数です。

2. 製品概要

□ 特徴

- 『LANM3069』はマイコンチップ「H8/3069RF」(㈱ルネサス テクノロジ)とハードウェア TCP/IP チップ「W3150A+」(Wiznet 社)[1]を搭載したマイコンボードです。
- 「W3150A+」がネットワークプロトコル処理のほとんどをハードウェアで処理するため、マイコンへのオーバーヘッドは最小限となり、高速なネットワークデバイスを作成することができます。
- 搭載されたマイコンには、あらかじめ内蔵の周辺機能を簡単に利用するためのファームウェアが書き込まれ、すぐにネットワーク I/O ボードとして使用できます。そのため高価なエミュレータや開発環境、マイコンの知識などは必ずしも必要ではありません。
- ネットワーク I/O ボードとして簡単に使用できるように専用ライブラリが付属します。パソコン上のアプリケーションソフトからライブラリ関数を呼び出すことで、簡単に『LANM3069』の I/O 機能を利用できます。ネットワークに関わる操作は専用ライブラリ内部で処理されるので、Winsock などのネットワーク API の呼び出しは必要ありません。専用 API は DLL モジュールで提供され、Viusal C++® や Visual Basic® で作成したプログラムから呼び出すことができます。
- ユーザー独自のマイコンプログラムを作成し、デフォルトのファームウェアに追加することができます。I/O 機能はそのまま利用できますので、タイムクリティカルな処理や、オリジナルの機能だけをプログラミングして追加可能です。
- 『LANM3069』ボードの物理的なレイアウトや I/O 機能のほとんどは、弊社製品『USBM3069F』と互換性を持っています。専用ライブラリも共通となっていますので、多くのアプリケーションプログラムは変更なくネットワークインタフェースにも USB インタフェースにも対応することができます。
- DHCP 対応です。DHCP サーバーがある環境では IP アドレスを自動で取得できます。
- GUI で操作できる各種設定ツールが付属しています。
- ボードには正式な MAC アドレスが付与されていますので、OUI を取得する必要はありません。
- Visual Basic 6.0 及び Visual Basic for Applications 対応。LabVIEW™ 対応。

□ 『LANM3069』の I/O 機能

- デジタル I/O
- 8 ビットバス(1M バイト×4 のアドレス空間)
- AD コンバータ(10 ビット)
- DA コンバータ(8 ビット)
- 16 ビットタイマ(PWM)
- 16 ビットタイマ(チャネル 2)を利用した 2 相エンコーダのパルス計数
- 32 ビットパルスカウンタ
- SCI(調歩同期シリアル通信、300～38400bps)
- ユーザーに開放された RAM 領域
- 8 ビットタイマのコンペアマッチによる自動データ転送[2]
- Windows® メッセージを利用したハードウェアイベントの通知機能

---

1 「W3150A+」はインダイレクトモードでの制御となります。ダイレクトモードには対応していません。

2 タイマ内蔵のカウンタとコンペアレジスタの内容が一致する度に 1 バイトずつポートへデータを転送します。一定の周期でポートの出力値を更新することがでる機能です。

□ 製品の使用法について

ホストパソコンから制御する

製品には、あらかじめ専用のマイコンプログラムが用意されています。このプログラムのことを**システムファーム** と呼びます（パソコン上で動作するプログラムやソフトウェアと区別するために、マイコン用のプログラムのことをファームウェア、または単にファームと呼びます）。

システムファームの役割は、LAN インタフェースを通じてホストパソコンから送られてくる命令（制御コマンド）を解釈し、I/O やタイマなどのマイコン機能を制御することです。

製品の最も基本的な使用方法は、このシステムファームを利用してハードウェアを制御することです。下の図はこの場合の階層図を示しています。システムファームに命令を送るには、ホストパソコン上で動作するアプリケーションプログラムを作成し、用意された専用ライブラリの API 関数を呼び出します。この専用ライブラリのことを *USBM ライブラリ* と呼びます。

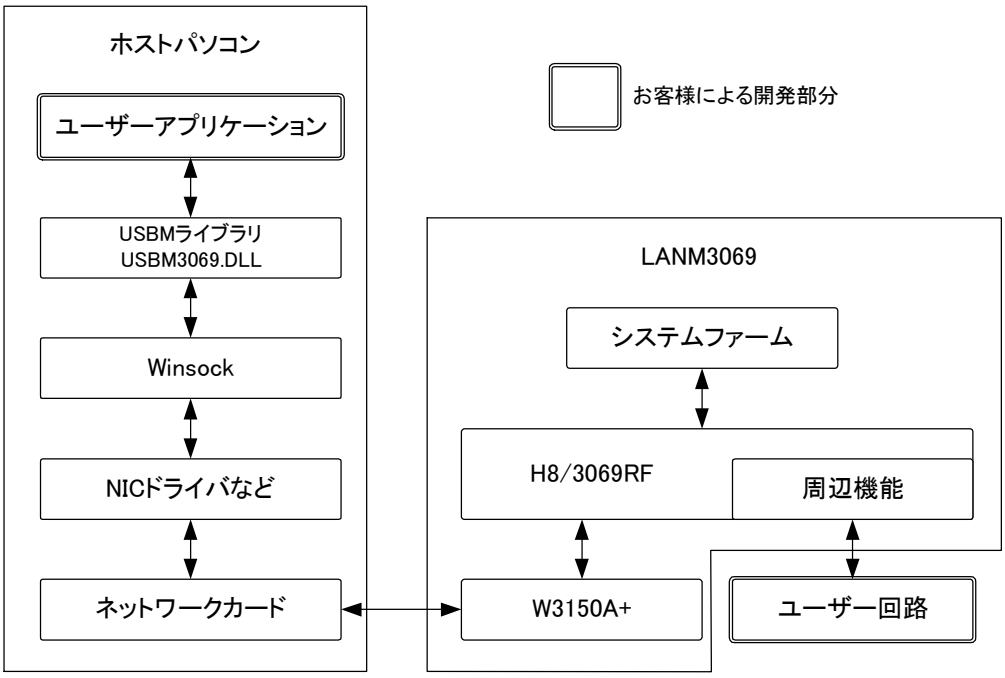


図 1　システムファームと USBM ライブラリによる制御

機能を追加する／単体で動作させる

ホストパソコンから制御する方法の他に、ボード上のマイコン用プログラムを効率よく開発できる仕組みも用意されています。そのため、マイコン上のプログラムでなければ実現が困難な複雑な制御や、リアルタイム性が要求される処理にも対応可能です。この、マイコン上で動作する追加プログラムのことを**ユーザーファーム** と呼びます。

ユーザーファームを利用することで、システムファームではサポートされない新しいコマンドを追加したり（図 2）、ホストパソコンと無関係に自律的に動作させたりが可能になります。

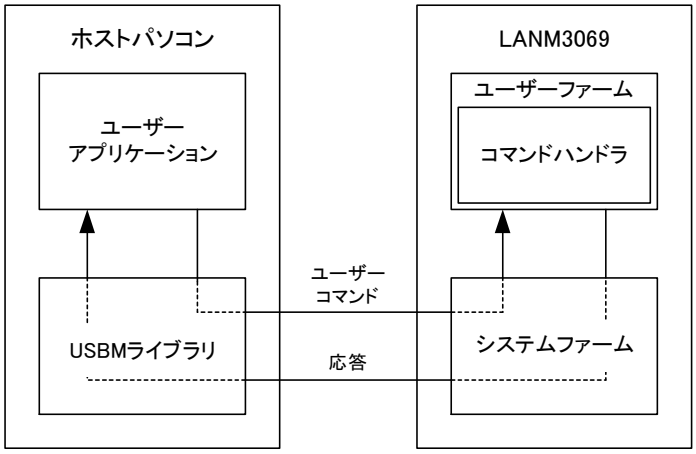


図 2　新しいコマンドの追加

ユーザーファームの開発言語は C 言語、開発環境は『YellowIDE(YCH8)』、『イエロースコープ(YSH8)』[3]をサポートしています。

ハードウェアのみ利用する

一般のマイコンボードと同様に市販の開発ツールを利用して、マイコンのプログラムを開発し、内蔵フラッシュを書き換えて使用することも可能です。この方法では、マイコンの内蔵機能[4]や、割り込みなどを自由に利用できます。しかし、USBM ライブラリによる制御することはできなくなります。

内蔵フラッシュメモリにプログラムをダウンロードするには、専用のフラッシュライティングツールを使用します。ツールの詳細は 21 ページを参照してください。

- 製品では H8/3069RF をモード 5 で利用しています。その他のモードには設定できません。
- 市販のフラッシュライティングツールを使用し、SCI 経由でフラッシュメモリを書き換えると、LAN 経由でのプログラムのダウンロード及びファームウェアの更新ができなくなります。必ず付属ツールを使用するようにしてください。

□　関連マニュアル

製品の使用方法に関して、以下のドキュメントを用意しております。合わせてご参照ください。

表 2　製品関連マニュアル

マニュアル名	内容
「LANM3069 ユーザーズマニュアル」（本マニュアル）	基本事項、ハードウェア、USBM ライブラリによるホストパソコンからの制御方法など
「USBM ライブラリ 関数リファレンス」	USBM ライブラリの各関数の説明
「M3069 マイコンボード ユーザーファーム開発マニュアル」	ユーザーファーム（マイコン用プログラム）の開発方法
「VI ライブラリヘルプファイル」	LabVIEW 用ライブラリの使用方法

[3] 『YellowIDE(YCH8)』及び『イエロースコープ(YSH8)』は有限会社イエローソフトの製品です。

[4] ボードの仕様上、外部に接続されない信号がありますので利用できない機能があります。回路図で確認してください。

3. 製品仕様

□ 仕様概略

表 3　仕様概略

項目		仕様	備考
基板寸法		95×72 [mm]	コネクタ等の突起部含まず
電源電圧		4.5～5.25[V]	
消費電流(ボード単体、無負荷時)		200 [mA]	
動作温度範囲		0～70[℃]	
フラッシュメモリのプログラム保持年数		10 年	
インタフェース		10BASE-T、100BASE-TX	AUTO-MDIX 対応
I/O ポート数	入力専用ポート	最大 20 ピン	
	出力専用ポート	8 ピン	オープンコレクタ出力
	入出力兼用ポート	最大 16 ピン	
AD コンバータチャンネル数		4	初期入力範囲 0V～5V
DA コンバータチャンネル数		2	初期出力範囲 0V～5V
パルスカウンタ入力数		4	立下りのみカウント可能
シリアルチャンネル数		2	RS-232C 準拠の信号レベル
PWM 出力数		3	16 ビットタイマ機能を利用
2 相ロータリーエンコーダ接続用タイマチャンネル数		1	16 ビットタイマ機能を利用
通信速度(参考値)	ライト(PC→ボード)	2.0 [MByte/sec][5]	DMA 使用時
	リード(PC←ボード)	2.0 [MByte/sec][5]	DMA 使用時
付属ライブラリ対応 OS		Windows XP, Vista, 7	

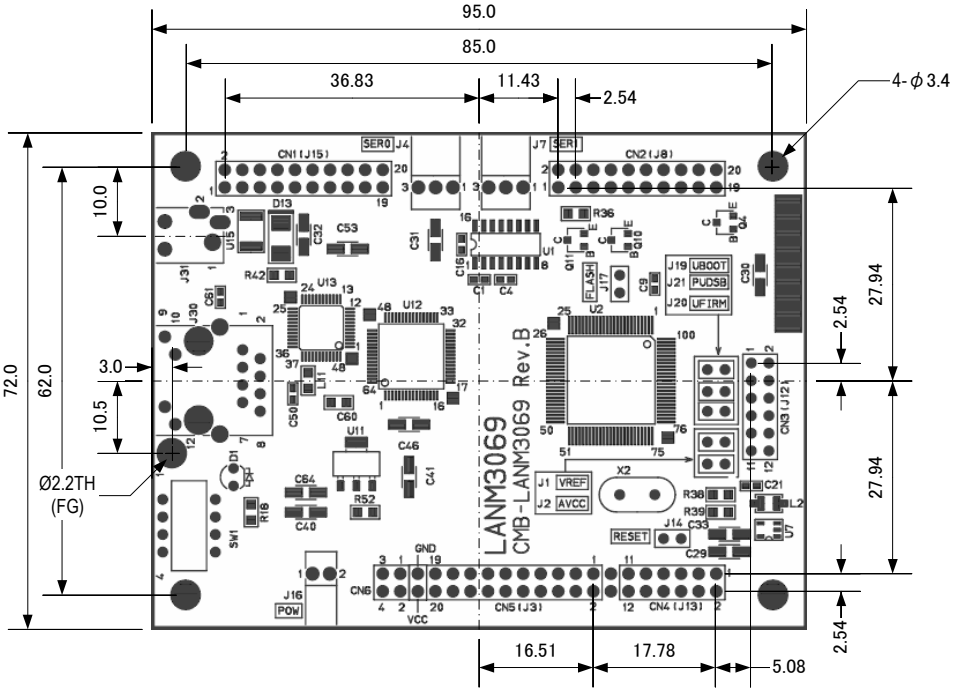


図 3　基板図

[5] 4KByte のデータを内蔵ファームの DMA 転送機能を使用して入出力することで測定した参考値です。パソコン、搭載マイコン、ネットワークなどの使用状況により変化します。

表 4　定格

項目		記号	Min	Max	単位	測定条件
電源電圧		VCC	−0.3	5.25	V	
アナログ電源電圧		AVCC	−0.3	5.25	V	
入力電圧	AD0～AD3, RSV0,PUENB,VREF	Vin	−0.3	AVCC+0.3	V	
	LAN_RES#	Vin	−0.5	15	V	25℃
	上記以外	Vin	−0.3	VCC+0.3	V	
出力電圧	POUT#	Vout	0	50	V	DC 出力時,25℃
出力 Lo レベル許容電流	P1,P2,P5,	I_{OL}		10	mA	
	PA0,PA1			0.2		
	POUT#			30		DC 出力時,25℃
	上記以外			2		
出力 Hi レベル許容電流	POUT#以外	$\lvert I_{OH} \rvert$		2	mA	
総和出力 Lo レベル許容電流	P1,P2,P5 の総和	$\lvert \Sigma I_{OL} \rvert$		80	mA	
	POUT#以外で P1,P2,P5 を含む総和			120		
総和出力 Hi レベル電流	POUT#以外の総和	$\lvert \Sigma I_{OH} \rvert$		40	mA	
電源コネクタ(J16)許容電流		Ivcc		3	A	25℃
動作温度		Topr	0	70	℃	

ネットワーク端子、シリアル入出力端子は含まれません。

測定条件、本書に記載されない特性については「H8/3069R F-ZTAT™ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。

表 5　DC 特性

項目		記号	Min	Max	単位	測定条件
シュミットトリガ入力電圧	PA0～PA7,PC2#,PC3#	Vt^-	1.0		V	
		Vt^+		Vcc × 0.7		
		$Vt^+ - Vt^-$	0.4			
入力 Hi レベル電圧	RES#,PA0～PA7, PC2#,PC3#以外	V_{IH}	2.0		V	
	RES#		Vcc−0.7			
入力 Lo レベル電圧	RES#,PA0～PA7, PC2#,PC3#以外	V_{IL}		0.8	V	
	RES#			0.5		
出力 Hi レベル電圧	PA0,PA1,POUT#以外	V_{OH}	3.5		V	I_{OH} = −1mA
	PA0,PA1		3.5			I_{OH} = −200 μA
出力 Lo レベル電圧	PA0,PA1,POUT#以外	V_{OL}		0.4	V	I_{OL} = 1.6mA
	PA0,PA1			1.0		I_{OL} = −200 μA
	POUT#			1.0		I_{OL} = 30mA

ネットワーク端子、シリアル入出力端子は含まれません。

ADC、DAC、その他の機能別の特性はそれぞれのページをご参照ください。

測定条件、本書に記載されない特性については「H8/3069R F-ZTAT™ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。

F-ZTAT は(株)ルネサステクノロジの商標です。

□ 端子説明

以下は『LANM3069』のピン説明です。右の列には参考として H8/3069RF の対応するピン番号と信号名を示します。POUT0～POUT7 についてはトランジスタを介してオープンコレクタ出力となっていますので、H8/3069RF の端子とは直結されていません。詳しくは回路図をご参照ください。

表中の OC はオープンコレクタ、#は負論理の信号、SH は入力ピンとして機能するときにシュミットトリガ入力となることを示します。

表 6　CN1 端子

LANM3069 での番号/名称/機能/方向				H8/3069RF の番号/名称	
コネクタ-ピン番	信号名	説明	方向	番号	信号名
CN1-1	D15	データバス	I/O	34	D15/P37
CN1-2	D14	データバス	I/O	33	D14/P36
CN1-3	D13	データバス	I/O	32	D13/P35
CN1-4	D12	データバス	I/O	31	D12/P34
CN1-5	D11	データバス	I/O	30	D11/P33
CN1-6	D10	データバス	I/O	29	D10/P32
CN1-7	D9	データバス	I/O	28	D9/P31
CN1-8	D8	データバス	I/O	27	D8/P30
CN1-9	P47	デジタル入出力	I/O	26	D7/P47
CN1-10	P46	デジタル入出力	I/O	25	D6/P46
CN1-11	P45	デジタル入出力	I/O	24	D5/P45
CN1-12	P44	デジタル入出力	I/O	23	D4/P44
CN1-13	P43	デジタル入出力	I/O	21	D3/P43
CN1-14	P42	デジタル入出力	I/O	20	D2/P42
CN1-15	P41	デジタル入出力	I/O	19	D1/P41
CN1-16	P40	デジタル入出力	I/O	18	D0/P40
CN1-17	PC1#	パルスカウンタ 1 入力	I	17	IRQ5#/P95/SCK1
CN1-18	PC0#	パルスカウンタ 0 入力	I	16	IRQ4#/P94/SCK0
CN1-19	GND	電源			
CN1-20	VCC	電源			

表 7　CN2 端子

LANM3069 での番号/名称/機能/方向				H8/3069RF の番号/名称	
コネクタ-ピン番	信号名	説明	方向	番号	信号名
CN2-1	POUT4#	デジタル出力、LED 駆動可(OC)	O	9	RxD2/PB7/TP15
CN2-2	POUT3#	デジタル出力、LED 駆動可(OC)	O	8	TxD2/PB6/TP14
CN2-3	POUT2#	デジタル出力、LED 駆動可(OC)	O	7	LCAS#/PB5/TP13/SCK2
CN2-4	POUT1#	デジタル出力、LED 駆動可(OC)	O	6	UCAS#/PB4/TP12
CN2-5	CS5#	CS5#出力	O	4	CS5#PB2/TMO2/TP10
CN2-6	PA7/TIOCB2	デジタル入出力、TIOCB2 入出力(SH)	I/O	100	PA7/A20/TP7/TIOCB2
CN2-7	PA6/TIOCA2	デジタル入出力、TIOCA2 入出力(SH)	I/O	99	PA6/A21/TP6/TIOCA2
CN2-8	PA5/TIOCB1	デジタル入出力、TIOCB1 入出力(SH)	I/O	98	PA5/A22/TP5/TIOCB1
CN2-9	PA4/TIOCA1	デジタル入出力、TIOCA1 入出力(SH)	I/O	97	PA4/A23/TP4/TIOCA1
CN2-10	PA3/TIOCB0	デジタル入出力、TIOCB0 入出力(SH)	I/O	96	PA3/TCLKD/TIOCB0/TP3
CN2-11	PA2/TIOCA0	デジタル入出力、TIOCA0 入出力(SH)	I/O	95	PA2/TCLKC/TIOCA0/TP2
CN2-12	PA1/TCLKB	デジタル入出力、TCLKB 入力(SH)	I/O	94	PA1/TP1/TCLKB/TEND1#
CN2-13	PA0/TCLKA	デジタル入出力、TCLKA 入力(SH)	I/O	93	PA0/TP0/TCLKA/TEND0#
CN2-14	CS0#	CS0#出力	O	91	P84/CS0#
CN2-15	ADTRG#	AD トリガ入力	I	90	P83/CS1#/IRQ3#/ADTRG#
CN2-16	PC3#/CS2#	パルスカウンタ 3 入力(SH)、CS2#出力	I/O	89	P82/CS2#/IRQ2#
CN2-17	PC2#/CS3#	パルスカウンタ 2 入力(SH)、CS3#出力	I/O	88	P81/CS3#/IRQ1#
CN2-18	POUT0#	デジタル出力、LED 駆動可(OC)	O	87	P80
CN2-19	GND	電源			
CN2-20	VCC	電源			

表 8　CN3 端子

LANM3069 での番号/名称/機能/方向				H8/3069RF の番号/名称	
コネクタ-ピン番	信号名	説明	方向	番号	信号名
CN3-1	GND	電源			
CN3-2	DA1	アナログ出力	O	85	P77/AN7/DA1
CN3-3	DA0	アナログ出力	O	84	P76/AN6/DA0
CN3-4	PUENB	P4 のプルアップをコントロール	I	83	P75/AN5
CN3-5	UFIRM#	J20 と同機能。"Lo"でユーザーファーム	I	82	P74/AN4
CN3-6	AD3	アナログ入力	I	81	P73/AN3
CN3-7	AD2	アナログ入力	I	80	P72/AN2
CN3-8	AD1	アナログ入力	I	79	P71/AN1
CN3-9	AD0	アナログ入力	I	78	P70/AN0
CN3-10	VREF	リファレンス(4.5V～AVCC)		77	VREF
CN3-11	AVCC	アナログ電源(5V±10%)		76	AVCC
CN3-12	VCC	電源			

表 9　CN4 端子

LANM3069 での番号/名称/機能/方向				H8/3069RF の番号/名称	
コネクタ-ピン番	信号名	説明	方向	番号	信号名
CN4-1	GND	電源			
CN4-2		未使用	O	72	P66/LWR#
CN4-3	WR#	ライトストローブ	O	71	P65/HWR#
CN4-4	RD#	リードストローブ	O	70	P64/RD#
CN4-5	AS#	アドレスストローブ	O	69	P63/AS#
CN4-6		未使用	I	64	NMI#
CN4-7	RES#	リセット	I	63	RES#
CN4-8		未使用	I	62	STBY#
CN4-9	CLK	25MHz クロック出力	O	61	CLK
CN4-10	POUT7#	デジタル出力､LED 駆動可(OC)	O	60	P62#
CN4-11	POUT6#	デジタル出力､LED 駆動可(OC)	O	59	P61#
CN4-12	POUT5#	デジタル出力､LED 駆動可(OC)	O	58	P60#

表 10　CN5 端子

LANM3069 での番号/名称/機能/方向				H8/3069RF の番号/名称	
コネクタ-ピン番	信号名	説明	方向	番号	信号名
CN5-1	P53/A19	デジタル入力/アドレスバス	I/O	56	A19/P53
CN5-2	P52/A18	デジタル入力/アドレスバス	I/O	55	A18/P52
CN5-3	P51/A17	デジタル入力/アドレスバス	I/O	54	A17/P51
CN5-4	P50/A16	デジタル入力/アドレスバス	I/O	53	A16/P50
CN5-5	P27/A15	デジタル入力/アドレスバス	I/O	52	A15/P27
CN5-6	P26/A14	デジタル入力/アドレスバス	I/O	51	A14/P26
CN5-7	P25/A13	デジタル入力/アドレスバス	I/O	50	A13/P25
CN5-8	P24/A12	デジタル入力/アドレスバス	I/O	49	A12/P24
CN5-9	P23/A11	デジタル入力/アドレスバス	I/O	48	A11/P23
CN5-10	P22/A10	デジタル入力/アドレスバス	I/O	47	A10/P22
CN5-11	P21/A9	デジタル入力/アドレスバス	I/O	46	A9/P21
CN5-12	P20/A8	デジタル入力/アドレスバス	I/O	45	A8/P20
CN5-13	P17/A7	デジタル入力/アドレスバス	I/O	43	A7/P17
CN5-14	P16/A6	デジタル入力/アドレスバス	I/O	42	A6/P16
CN5-15	P15/A5	デジタル入力/アドレスバス	I/O	41	A5/P15
CN5-16	P14/A4	デジタル入力/アドレスバス	I/O	40	A4/P14
CN5-17	P13/A3	デジタル入力/アドレスバス	I/O	39	A3/P13
CN5-18	P12/A2	デジタル入力/アドレスバス	I/O	38	A2/P12
CN5-19	P11/A1	デジタル入力/アドレスバス	I/O	37	A1/P11
CN5-20	P10/A0	デジタル入力/アドレスバス	I/O	36	A0/P10

表 11　CN6 端子

LANM3069 での番号/名称/機能/方向				H8/3069RF の番号/名称	
コネクタ-ピン番	信号名	説明	方向	番号	信号名
CN6-1	FLASH	J17 と同機能。"Hi"でフラッシュ書換え	I		
CN6-2	LAN_RES#	W3150A+、PHY チップのリセット入力。	I		
CN6-3		未使用			
CN6-4	GND	電源			

以下はシリアル通信(調歩同期)のための端子です。ユーザーファームのデバッグを行う場合、シリアル 1 をデバッガで使用します。信号レベルは RS-232C 準拠となっています。

ブートモードでフラッシュを書き換える場合はシリアル 1 を使用します。

表 12　シリアル通信用端子

コネクタ-ピン番	信号名	説明
J4-1	TxD0	シリアル 0 出力
J4-2	RxD0	シリアル 0 入力
J4-3	GND	
J7-1	TxD1	シリアル 1 出力
J7-2	RxD1	シリアル 1 入力
J7-3	GND	

適合コネクタ：5051-03、51191-0300(日本モレックス株式会社)

表 13　電源端子

コネクタ-ピン番	信号名	説明
J16-1	VCC	セルフパワー時は電源入力端子、
J16-2	GND	バスパワー時は+5V を取り出せます

適合コネクタ：5051-02、51191-0200(日本モレックス株式会社)

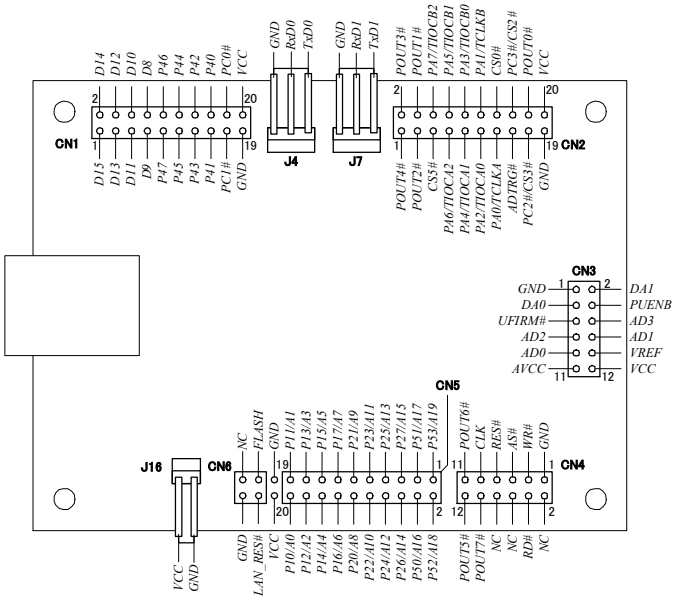


図 4　信号配置図

- システムファームを使用する場合、予約、未使用端子は接続しないでください。

□ ジャンパースイッチ

ジャンパースイッチの機能を示します。「J14」(リセット)以外のジャンパー設定は電源オフの状態で行ってください。

表 14　ジャンパースイッチ

番号	説明
J1	VREF を外部から与える場合は“OFF”にします。**VREF を入力しない場合は必ずショートしてください。**
J2	AVCC を外部から与える場合に“OFF”にします。**AVCC を入力しない場合は必ずショートしてください。**
J14	マイコンをリセットする場合“ON”にします。リセット後は“OFF”にしてください。
J17	フラッシュメモリを書き換える場合は“ON”にします。通常使用では“OFF”にします。
J19	ブートモードでフラッシュメモリを書き換える場合は“OFF”にします。通常使用では“ON”にします。
J20	“ON”で起動すると、フラッシュ上のユーザーファームを実行します。“OFF”の場合、システムファームのデフォルト動作を行います。
J21	P4 ポートのプルアップを禁止する場合“ON”にします。プルアップする場合は“OFF”にします。 後述の設定ツール「M3069Option」で設定を行った場合はツールでの設定が優先されます。

J17 と J19 は H8/3069RF の内蔵フラッシュメモリへの書き込みを行うためのモード変更を行います。設定を変更して電源をオンにすると下表のようにモードが変更されます。

表 15　モード設定

J17	J19	説明
OFF	OFF	通常使用。
OFF	ON	通常使用。
ON	OFF	ブートモード[6]で起動。市販のツールでフラッシュメモリを書き換える場合に設定します。
ON	ON	フラッシュ書換えモード(ユーザーブートモード[7])で起動。付属のフラッシュライティングツールを使用する場合に設定します。

- ブートモードを使用する市販のライティングツールではユーザーマットの書き換え時に、ユーザーブートマットを消去してしまいます。その場合、付属ツールでのファームアップデート及びフラッシュメモリへのプログラムのダウンロード機能は使用できなくなりますのでご注意ください。

6 市販ツールのほとんどはこのモードでフラッシュの書き換えを行います。シリアル 1 とパソコンのシリアルポートを接続してフラッシュの書き換えが行えますが、本製品ではこのモードのご使用はお薦めしません(注意書きを参照)。詳しくは H8/3069RF のマニュアル及びお手持ちのツールのマニュアルを参照してください。

7 ユーザーブートマットと呼ばれる特殊なフラッシュメモリ領域を使用してマイコンを起動します。『LANM3069』ではネットワーク経由でフラッシュを書き換えるためのプログラムが起動します。ユーザーブートモードの詳細は H8/3069RF のマニュアルを参照してください。

□ メモリマップ

メモリマップを以下に示します。白い四角の中はユーザーが利用できる空間です。H8/3069RF ではアドレスバスは 24 ビットですが、『LANM3069』では通常、上位 4 ビットを出力しませんので下位 20 ビット(1M バイト分)だけがアドレスバスに出力されます[8]。そのため、各エリアの上位 1M バイトは下位 1M バイトと同じアドレスとみなされます。つまり、H'400000 番地と H'500000 番地は同じアドレスと扱われます。エリア 2、3、5 については上位 1M バイト、下位 1M バイトどちらでアクセスしても構いませんが、エリア 0 については下位 1M バイトに外部アドレスとして扱われないフラッシュメモリのエリアが存在するため、H'100000～H'1FFFFF のアドレス範囲でアクセスするようにしてください。エリアの区別は出力される CS 信号によって行います。

ユーザーメモリは H8/3069RF の内部メモリのうちユーザーに開放されているエリアで、一時的にデータを格納するのに利用できます。容量は小さいですが、ホストパソコンのメモリにデータを転送する場合と比較して、マイコンのローカルバス同士でのデータ転送は高速に行えます。

「W3150A+」はエリア 7 にマップされています。お客様のカスタムファームウェアをフラッシュメモリにダウンロードしてご使用になる場合には H'E00000 をアクセスすることでご使用になれます。詳しくは「W3150A+」とのインタフェース(78 ページ)を参照してください。

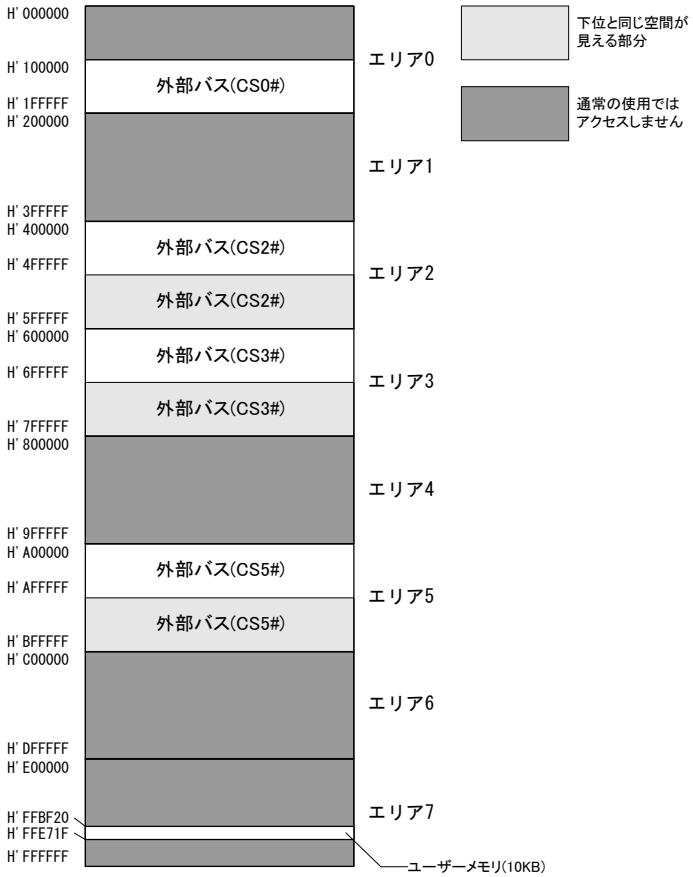


図 5　メモリマップ

8 アドレスを出力するためには P1,P2,P5 ポートを出力に切替える必要があります。

□ フラッシュメモリ

メモリ空間の H'000000～H'07FFFF の領域はマイコン内蔵のフラッシュメモリに割り当てられています。図 6 はフラッシュメモリ領域を詳しく示した図です。フラッシュメモリは全体で 512K バイト搭載されており、EB0～EB15 の 16 ブロックに分けて管理されます。図のように EB0、EB4～EB11 はシステムファームで利用される領域です。EB12～EB15 はユーザーファームを書き込むための領域として予約されています。EB1～EB3 の 12K バイトの領域はユーザーに開放されており、ボード固有の設定情報やキャリブレーションデータの保存などに利用できます。

フラッシュメモリは各ブロック単位に消去可能で、128 バイト単位での書き込みを行います。書き込みを行う際は、その領域を必ず消去する(全てのビットが"1"となる)必要があります。

フラッシュメモリの書換え可能回数の目安は 100 回、データ保持年数は 10 年です。

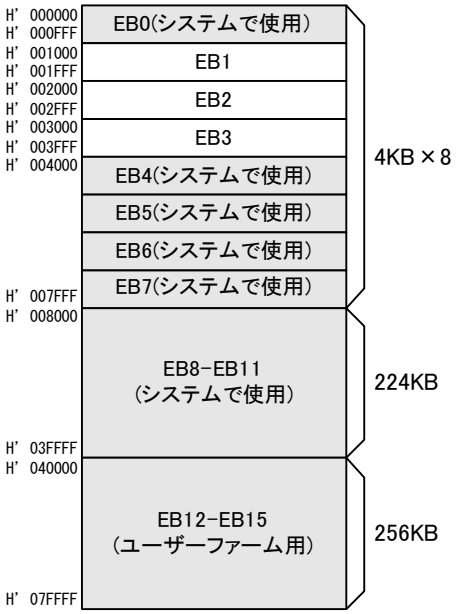


図 6　フラッシュメモリマップ

SW1 のパターンの使用方法

「SW1」の位置にディップスイッチ(製品には付属しません)を搭載すると、一部のジャンパースイッチによる操作をディップスイッチで行うことができます(下表参照)。

番号	説明
1	接続されていません。
2	"ON"にすると P4 ポートのプルアップを禁止します。J21 と同様の機能です。
3	"ON"にするとユーザーファームを起動します。「J20」と同様の機能です。
4	"ON"にするとフラッシュの書換えモードとなります。J17 と同様の機能です。

4. 使用準備

□ ライブラリ、設定ツールのインストール

付属 CD の「¥TOOL¥LANMTools」フォルダから「setup.exe」を実行し、画面の指示に従ってインストールを行ってください。

表 16　製品の制御に必要なファイル

32bit/64bit	ファイル名	CD 内の格納フォルダ	コピー先
32bit プログラムから制御する場合	USBM3069.DLL (32bit 版)	CD の「¥DLL」フォルダ	お客様で作成された「.EXE」ファイルと同一フォルダかシステムフォルダ(「C:¥Windows¥System32」など)。
	M3069FlashWriter.atf		
64bit プログラムから制御する場合	USBM3069.DLL (64bit 版)	CD の「¥DLL¥x64」フォルダ	お客様で作成された「.EXE」ファイルと同一フォルダかシステムフォルダ(「C:¥Windows¥System32」など)。
	M3069FlashWriter.atf		

表 16 は製品の制御に必要なライブラリファイルです。これらのファイルはツールをインストールした場合は、自動的にシステムフォルダ(「C:¥Windows¥System32」など)にコピーされます。設定ツールをインストールしていないパソコンで製品を利用する際には表の「コピー先」フォルダにファイルをコピーしてください。

- 64bit 版 OS のシステムフォルダに 32bit 版の「USBM3069.DLL」をコピーする場合は、「System32」ではなく、「SysWOW64」フォルダにコピーしてください。
- Visual Basic for Application および LabVIEW は 32 ビット版の DLL を使用します。64bit 版 OS で使用する場合は 32bit 版の「USBM3069.DLL」を「SysWOW64」フォルダにコピーしてください。

□ 設定ツールについて

標準のインストールでは、[スタート]メニュー→[すべてのプログラム]([プログラム])→[テクノウェーブ]→[LANMTools]を選択すると、製品の設定ツール「LANMTools」(図 7)を起動することができます(画面イメージはバージョンや OS によって異なる場合があります)。

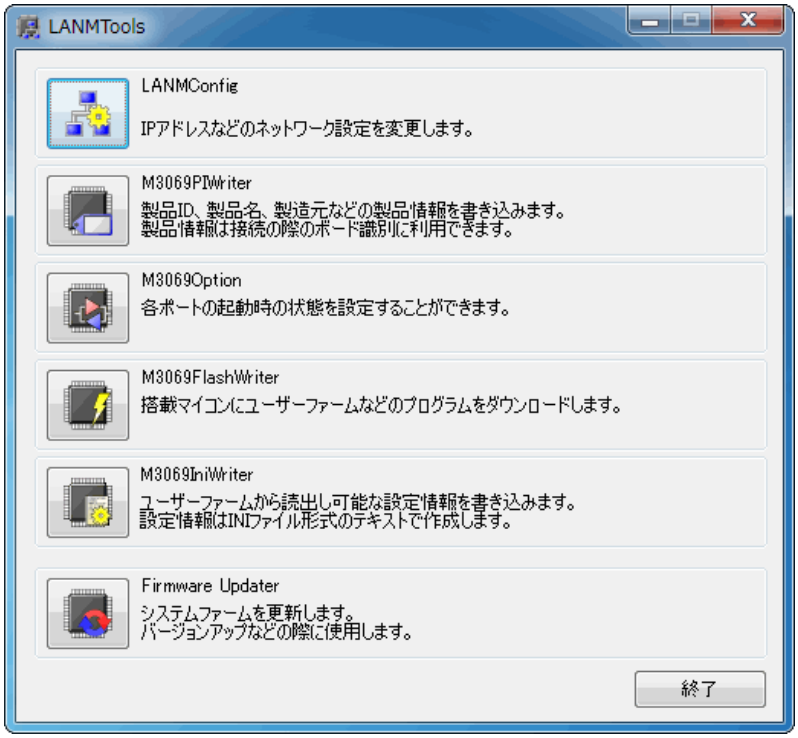


図 7　設定ツールのメニュー画面

表 17　設定ツールの機能説明

プログラム名	機能説明
LANMConfig	IP アドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイなど製品が使用するネットワーク設定を変更します。
M3069PIWriter	製品情報を書き込みます。製品情報については後述の説明を参照してください。
M3069Option	起動時の入出力ポート方向、出力データ、プルアップ機能の許可／禁止を指定します。
M3069FlashWriter	主に製品のフラッシュメモリにユーザーファームウェアをダウンロードする場合に使用します。
M3069IniWriter	ユーザーファームに動作パラメータを与えたい場合に使用します。
Firmware Updater	製品のシステムファームを更新します。

各設定ツールの使用方法については、オンラインヘルプを参照してください。

□ VI ライブラリのインストール

LabVIEW でご利用の場合は、付属 CD の「¥VI¥USBM3069VI¥setup.exe」を実行して、VI ライブラリをインストールします。使用方法はライブラリに付属するオンラインヘルプを参照してください。

□ 『LANM3069』のネットワーク設定

ご使用を開始される前に『LANM3069』のネットワーク設定を行う必要があります。ネットワーク設定には「LANMTools」の「LANMConfig」を使用します。表 18 は各設定項目の説明です。

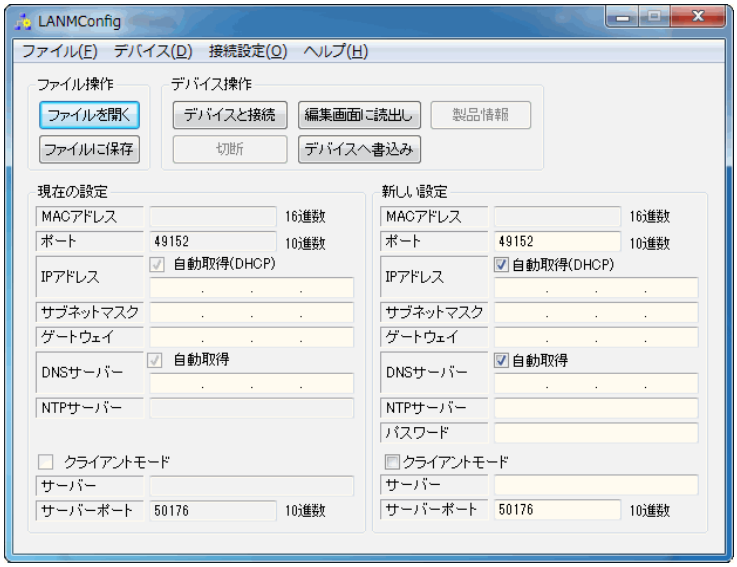


図 8 「LANMConfig」の画面

表 18 「LANMConfig」の設定項目

項目	初期値	説明
MAC アドレス	ボード固有値	通常は変更しないでください。変更方法は「LANMConfig」のオンラインヘルプを参照してください。
ポート	49152	製品をサーバーモードで使用する場合にライブラリから製品に接続するためのポート番号を指定します。通常変更する必要はありませんが、他に 49152 番ポートを使用しているアプリケーションがある場合などには 49152～65535 の範囲で番号を設定してください。 TCP と UDP で同じ番号を使用します。
IP アドレス	DHCP による自動取得	製品が使用する IP アドレス。初期状態では DHCP サーバーから割り当てを受けるように設定されています。
サブネットマスク	DHCP による自動取得	初期状態では DHCP サーバーから割り当てを受けるように設定されています。
ゲートウェイ	DHCP による自動取得	ルーターなどを通じて外部と通信する場合のゲートウェイアドレスを指定します。初期状態では DHCP サーバーから割り当てを受けるように設定されています。ローカルネットだけで使用する場合は空欄でも構いません。
DNS サーバー	DHCP による自動取得	クライアントモードやユーザーファームでドメイン名を解決する必要がある場合に指定します。
NTP サーバー	設定なし	ユーザーファームで日時が必要な場合に、時刻合わせをするためのサーバーを指定します。
パスワード	初期パスワード	パソコンからデバイスにアクセスする場合の認証に使用されるパスワード。
クライアントモード	チェックなし	製品をクライアントモードで動作させる場合にチェックします。クライアントモードにすると一定間隔でサーバーアドレスに指定したホストに接続を試みます。
サーバーアドレス	設定なし	クライアントモード時の接続先サーバーを指定します。IP アドレスまたはドメイン名で指定してください。
サーバーポート	50176	クライアントモード時の接続先サーバーのポート番号を指定します。

□ 製品情報の設定

『LANM3069』では搭載マイコンのフラッシュメモリを利用して製品に関する情報を記憶することができます。このフラッシュメモリ領域を PI エリアと呼びます。付属ライブラリでは PI エリアに予め書き込まれた製品情報を指定して、特定のデバイスを操作することができるようになっていますので、『LANM3069』を組み込んだお客様製品の種類を特定したり、複数の製品を操作したりが簡単に行えます。

また、PI エリアを利用した製品識別は USB インタフェース製品『USBM3069F』と共通に利用できますので、ネットワークと USB の両方のインタフェースに対応したプログラムを作成する場合にも有効です。

製品情報は「LANMTools」の「M3069PIWriter」で設定します。表 19 は各設定項目の説明です。

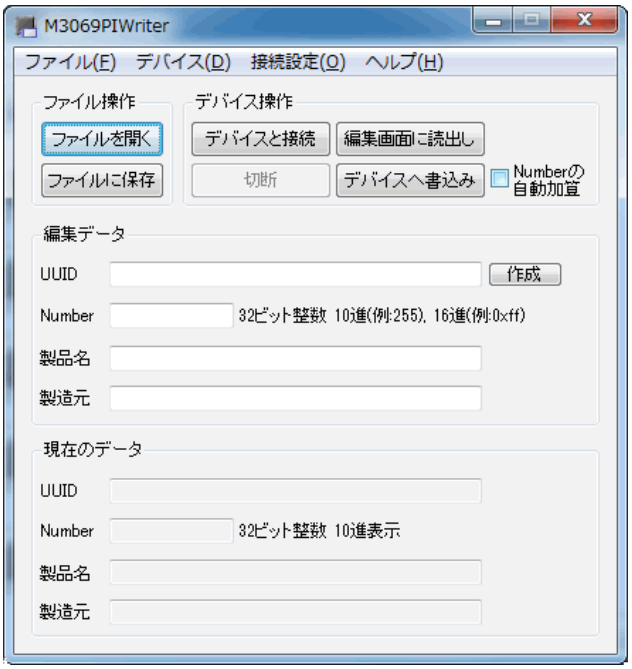


図 9 「M3069PIWriter」の画面

表 19 「M3069PIWriter」の設定項目

項目	説明
UUID	世界中で重複することのない番号です。これを製品の ID として使用することで誤った製品の操作を防ぐことができます。
Number	32 ビットの整数を記録することができます。この値はデバイスに接続するときの識別用に使用することができます。ボード毎に違う番号を書き込んでおくと複数のデバイスを同時に操作する際に便利です。
製品名	お客様の製品名を格納することを想定しています。32 バイトまでの文字列を格納できます。
製造元	お客様の会社名を格納することを想定しています。32 バイトまでの文字列を格納できます。

□ プログラミングの準備

Visual C++ の場合

●CD-ROM から必要なファイルをコピーします。コピーするファイルとコピー先を以下に示します。

表 20　C 言語用ファイルのインストール

作成するプログラム	ファイル名	コピー元	コピー先
32bit プログラム	USBM3069.H	CD の「¥DLL」フォルダ	お客様のプロジェクトフォルダ
	USBM3069.LIB		
64bit プログラム	USBM3069.H	CD の「¥DLL」フォルダ	お客様のプロジェクトフォルダ
	USBM3069.LIB	CD の「¥DLL¥x64」フォルダ	

●「USBM3069.LIB」をお客様のプロジェクトに追加します。

●API 関数を呼び出す必要がある場合、適宜「USBM3069.H」をインクルードしてください。

Visual Basic 6.0 の場合

●CD-ROM から必要なファイルをコピーします。コピーするファイルとコピー先を以下に示します。

表 21　Visual Basic 6.0 用ファイルのインストール

ファイル名	コピー元	コピー先
USBM3069.BAS	CD の「¥DLL」フォルダ	お客様のプロジェクトフォルダ

●「USBM3069.BAS」をお客様のプロジェクトに追加します。

Visual Basic .NET の場合

●CD-ROM から必要なファイルをコピーします。コピーするファイルとコピー先を以下に示します。

表 22　Visual Basic .NET 用ファイルのインストール

ファイル名	コピー元	コピー先
USBM3069.VB	CD の「¥DLL」フォルダ	お客様のプロジェクトフォルダ

●「USBM3069.VB」をお客様のプロジェクトに追加します。

- 上記の開発用ファイルは「LANMTools」をインストールすることで、インストール先のドライブにコピーが作成されます。コピー先のフォルダは通常、[スタート]メニュー→[全てのプログラム]([プログラム])→[テクノウェーブ]→[ライブラリ]で開くことができます。

□ Visual Basic 6.0 と Visual Basic .NET の相違点

本マニュアルには Visual Basic 6.0 を対象としたサンプルを記載しています。Visual Basic の.NET 以降のバージョンでは、以下の点が変更になっていますのでご注意の上、ご参照ください。

変数のサイズは以下のように変更になっています。

表 23　Visual Basic 6.0 と Visual Bsic .NET の変数

ビット数	Visual Basic 6.0	Visual Basic .NET
16 ビット	Integer	Short
32 ビット	Long	Integer
64 ビット	なし	Long

また、関数を呼び出す場合、戻り値を必要としない場合も引数を“()”で囲む必要があります。以下に例を示します。

Visual Basic 6.0 の場合

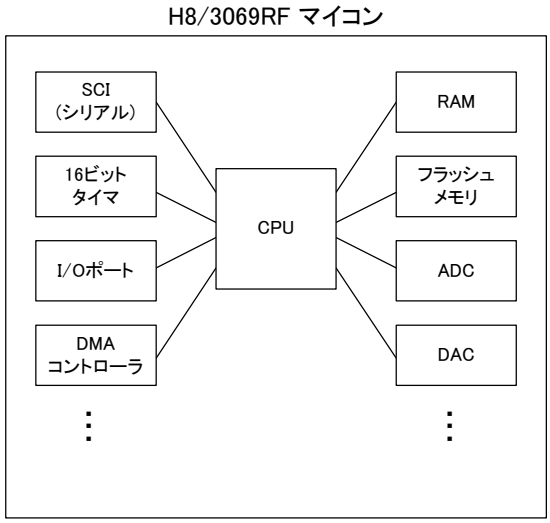
```
Dim ADData(3) As Integer

USBM_ADRead hDev, ADData, 3, 1
```

Visual Basic .NET の場合

```
Dim ADData(3) As Short

USBM_ADRead(hDev, ADData, 3, 1)
```

搭載マイコンについて

『LANM3069』には「H8/3069RF」(株式会社ルネサステクノロジ)というマイクロコントローラが搭載されています。このマイコンチップ内部には、CPU コアの他に、非常に豊富な周辺回路が内蔵されています。そのため、わずかな外付け回路と組み合わせることで、様々な製品に応用可能となっています。



『LANM3069』に付属の USBM ライブラリとシステムファームは、マイコンが持つ多くの機能を、ホストパソコン上のプログラムから呼び出すことを可能とし、できる限り簡単にハードウェア制御を行っていただく目的で作成されています。単純な I/O 製品と比較してライブラリ関数が多いため、最初は戸惑われるかもしれませんが、必要な機能を絞り込んで動作をご理解いただければ、プログラミングは決して難しいものではありません。是非、お客様のハードウェア開発にお役立てください。

付属の CD-ROM には「H8/3069R F-ZTAT™ ハードウェアマニュアル」も収録しております。本マニュアルと合わせてご参照ください。

5. 使用方法

以下の章では、USBM ライブラリを使用してハードウェアを制御する方法を説明していきます。本文中で使用方法を解説している *USBM_* で始まるライブラリ関数については別紙「USBM ライブラリ 関数リファレンス」に詳しい説明がありますので合わせてご参照ください。

□ デバイスのオープン

『LANM3069』の各機能を使用する前にデバイスをオープンする必要があります。オープンに成功すると関数はデバイスへのハンドルを返しますので、以後そのハンドルを使用してデバイスにアクセスすることになります。表 24 にデバイスのオープン及びクローズ時に使用する関数をあげます。

表 24　デバイスのオープン/クローズで使用する関数

関数名	説明
USBM_ListDevicesA()	オープンできるデバイスの数と IP アドレスを調べます。
USBM_OpenA()	ホストインタフェースや IP アドレスを指定してデバイスをオープンします。
USBM_OpenByPI()	PI エリア内の製品情報を指定してデバイスをオープンします。
USBM_Open()	指定した IP アドレスのデバイスをオープンします。
USBM_Close()	ハンドルで指定したデバイスへのアクセスを終了します。
USBM_CloseAll()	現在のプロセスが接続しているデバイス全ての操作を終了します。
USBM_Initialize()	デバイスを初期化します。
USBM_InitializeA()	機能を指定してデバイスを初期化できます。
USBM_Listen()	クライアントモードのデバイスの接続待ちを行います。
USBM_Accept()	クライアントモードのデバイスから接続要求があれば接続しハンドルを返します。
USBM_CloseListenSocket()	接続待ちを終了します。

デバイスを探す

USBM_ListDevicesA() 関数を使用すると、現在オープン可能なデバイスの数とIPアドレスのリストを取得できます。

- 検索できるのは同一ネットワーク内のデバイスだけです。

デバイスの検索方法について

USBM_OpenA() や *USBM_ListDevicesA()* などの関数内では、ネットワーク上に接続された『LANM3069』の情報を得るためにライブラリの内部テーブルを検索します。そのため、予めデバイスに関する情報を集め、内部テーブルに記録しておく必要があります。そのための関数呼び出しオプションが *Opt* 引数に設定する *USBM_LIST_UPDATE* です。

USBM_LIST_UPDATE が指定されると呼び出された関数は UDP のブロードキャスト送信を利用してネットワーク内のデバイスの情報を集めます。デバイスからの応答待ち時間があるためこの処理には時間がかかります。また、ブロードキャストを用いるためネットワーク内のトラフィックも増加します。そのため、内部テーブルを更新した直後などで、特に必要のない場合には、このオプションは指定しません。逆にアプリケーションの起動直後などは内部テーブルが作成されていませんので、必ず指定するようにします（IP アドレスを指定してデバイスをオープンする場合には、内部テーブルは使用されないので更新は必要ありません）。

IP アドレスを指定してデバイスをオープンする

USBM_OpenA() 関数を使用します。この関数は指定された IP アドレスのデバイスへの接続を試みます。IP アドレスを省略した場合は、最初に見つかったデバイスをオープンします。

ルーターなどを介して異なるネットワークにあるデバイスと接続する場合には、必ず IP アドレスを指定する必要があります。

デバイスを閉じる場合は *USBM_Close()* 関数を使用します。

C 言語の例

```
TW_HANDLE hDev;

/*IP アドレスを指定してオープン*/
USBM_OpenA(&hDev, "192.168.0.2", USBM_IF_LAN | USBM_LIST_UPDATE);

if(hDev){
  USBM_Initialize(hDev);  /*デバイスの初期化*/

  /*...*/

  USBM_Close(hDev);  /*デバイスを閉じる*/
}
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim hDev As Long

'IP アドレスを指定してオープン
USBM_OpenA hDev, "192.168.0.2", USBM_IF_LAN Or USBM_LIST_UPDATE

If hDev <> 0 Then
  USBM_Initialize hDev 'デバイスの初期化

  '...

  USBM_Close hDev 'デバイスを閉じる
End If
```

- DDNS などのサービスにより、デバイスにドメイン名が割り当てられている場合は、IP アドレスの代わりにドメイン名を指定することもできます。
- 指定した IP アドレスやドメイン名の後に":"(コロン)とポート番号を続けることで、ポート番号を指定することができます(例:"lanx01.mydomain.co.jp:49153")。

製品情報を指定してデバイスをオープンする

固定 IP により複数のデバイスを識別して同時に操作することは可能ですが、DHCP を利用する場合などは、IP アドレスを事前に知ることは困難です。このような場合、PI エリアに製品情報を書き込んでおくと複数のデバイスを簡単に識別できます。

以下は製品情報の「Number」にそれぞれ“1”と“2”を設定した 2 つのデバイスを同時にオープンする例です。

C 言語の例

```
TW_HANDLE hDev1, hDev2;
char id[] = "13018f09-790c-439a-ba36-4e64e06b2472";

/*製品情報を指定してオープン*/
USBM_OpenByPI(&hDev1, id, 1, USBM_IF_LAN | USBM_LIST_UPDATE);
USBM_OpenByPI(&hDev2, id, 2, USBM_IF_LAN);
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim hDev1 As Long
Dim hDev2 As Long
Dim id As String

id = "13018f09-790c-439a-ba36-4e64e06b2472"

'製品情報を指定してオープン
USBM_OpenByPI hDev1, id, 1, USBM_IF_LAN | USBM_LIST_UPDATE
USBM_OpenByPI hDev2, id, 2, USBM_IF_LAN
```

クライアントモードに設定したデバイスと接続する

デバイスをクライアントモードに設定すると、デバイス側からサーバーとなるパソコンに対してネットワーク接続を行います。クライアントモードを利用すると、インターネットなどを通じて複数のデバイスを制御したい場合に、パソコン側のポートだけを外部から接続可能な状態にすれば良いのでネットワーク設定が容易になります。

クライアントモードのデバイスと接続するためには、まず *USBM_Listen()* 関数を呼び出して、ネットワーク接続を受け入れるポートを準備します。処理が成功すると *USBM_Listen()* 関数はソケットと呼ばれる一種の識別子を返します。

次に、取得したソケットを引数として *USBM_Accept()* 関数を呼び出します。*USBM_Accept()* 関数は接続要求を行っているデバイスがあれば、そのデバイスと接続して制御用のハンドルを返します。接続が完了しても、最初に *USBM_Listen()* 関数で準備したポートとソケットは引き続き有効ですので、再度 *USBM_Accept()* 関数に渡して他のデバイスの接続要求を受け入れることができます。

USBM_Accept() 関数は接続要求が無ければ、すぐに終了し *TW_DEVICE_NOT_FOUND* を返しますので、定期的に呼び出してデバイスからの接続をチェックするようにします。

□ デジタル I/O（入出力ポート）

『LANM3069』では以下の入出力ポートが利用できます。ポートの中には他の周辺機能と端子を共用しているものがあります。共用端子を周辺機能で利用した場合にはポートとしての使用はできなくなりますのでご注意ください。表 25、表 26 に入出力ポートの種類と使用する関数をあげます。

表 25　入出力ポート

ポート名	ビット数	入出力	説明
P1	8	入力専用	アドレスバス(A0～A7)と共用、抵抗(10kΩ)によるプルアップ
P2	8	入力専用	アドレスバス(A8～A15)と共用、プルアップ MOS によるプルアップ
P4	8	入出力	プルアップ MOS によるプルアップ(CN3-4 によってディセーブル可)
P5	4	入力専用	アドレスバス(A16～A19)と共用、プルアップ MOS によるプルアップ
PA	8	入出力	16 ビットタイマと共用、抵抗(10kΩ)によるプルアップ
POUT	8	出力専用	反転出力、UN2214(松下電器産業㈱)トランジスタによるオープンコレクタ出力、LED 駆動可能

表 26　デジタル I/O で使用する関数

関数名	説明
USBM_PortSetDir()	ポートの入力、出力の方向を切替えます。
USBM_PortWrite8A()	出力ポートの値を変更します。
USBM_PortRead8()	入力ポートの値を読み取ります。また出力ポートの出力値を読むこともできます。
USBM_PortCopy8()	任意のポート間でデータをコピーします。

各ポートは最大 8 本の端子で構成されています。例えば P1 の場合、P10～P17 までの 8 本の端子で構成され、表 10 の端子名と対応しています。

入力専用ポートは出力に設定した場合、自動的に外部バス用のアドレス出力になりますので、出力ポートとしては使用できません。入出力ポートは *USBM_PortSetDir()* 関数を使用して、ビット毎に入力、または、出力に設定することができます。

デフォルトの設定では POUT 以外の全てのポートは外付けの抵抗、またはプルアップ MOS[9]によって VCC にプルアップされます。「J21」のジャンパースイッチを“ON”にすると、P4 のプルアップ MOS を無効にできます。起動時にプルダウンされた端子が必要な場合には、「J21」を“ON”にし、P4 の端子にプルダウン抵抗を取り付けてください。

出力専用ポート(POUTx#)は唯一、直接 LED を駆動できる端子で、トランジスタによるオープンコレクタ出力です(図 10 参照)。データとして“1”を書き込んだビットに対応する端子は、トランジスタがオンになり、“Lo”レベル出力となります。

9 H8/3069RF の内部で抵抗と同じ働きをする機能で 16kΩ～100kΩ程度となります。レジスタが初期化されるまで有効になりませんので、起動時はプルアップされていない状態です。

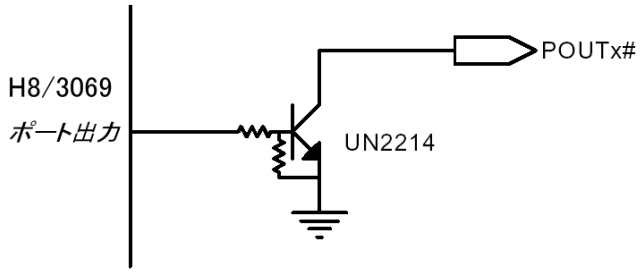


図 10　POUTx#端子の出力回路

ポートから入力する

USBM_PortRead8() 関数を使用することでポートからデータを読むことができます。読み出しは 8 ビット単位で行います。例えばP4を読み出した場合、読み取ったデータの各ビットは下の表のように各端子の入力値と対応しています。

表 27　データビットと端子の関係

ビット	7(MSB)	6	5	4	3	2	1	0(LSB)
対応端子	P47	P46	P45	P44	P43	P42	P41	P40

出力に設定されているビットを読み出すと、現在の出力値を読むことができます。また、P5 ポートの上位 4 ビットは常に“1”となります。

ポートに出力する

USBM_PortWrite8A() 関数を使用することでポートから出力されるデータを変更できます。入力と同様に 8 ビット単位でデータを書き込むことができます。書き込んだデータビットと端子との関係も入力の場合と同様です。

入力に設定されている端子へ書き込みを行った場合、出力用のデータとしてレジスタに保持されますが、その端子を出力に設定するまでは端子には反映されません。

USBM_PortWriteA() 関数の *Mask* 引数に H’FF 以外を指定した場合は、*Mask* バイトのうち“0”となっているビットと対応する端子は影響を受けません。図 11 は H’55 というデータを、*Mask* を H’0F として出力した例です。

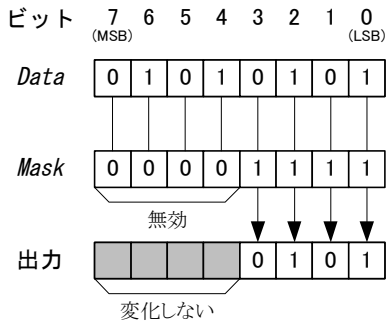


図 11　出力のマスク

入出力ポートの方向を変更する

起動時には全ての入出力ポートは入力方向に初期化されています。入出力の方向を切替えるには *USBM_PortSetDir()* 関数を使用します。設定用データの各ビットと端子の関係は表 27 の場合と同様です。

C 言語の例

```
BYTE Data;

USBM_PortRead8(hDev, USBM_P2, &Data); /*ポート 2 からリード*/
USBM_PortSetDir(hDev, USBM_P4, 0x0f); /*ポート 40～43 を出力に設定*/
USBM_PortWrite8A(hDev, USBM_P4, Data, 0xff); /*ポート 40～43 に出力*/
```

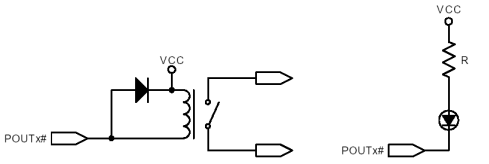
VisualBasic6.0 の例

```
Dim Data As Byte

USBM_PortRead8 hDev, USBM_P2, Data  'ポート 2 からリード
USBM_PortSetDir hDev, USBM_P4, &HF 'ポート 40～43 を出力に設定
USBM_PortWrite8A hDev, USBM_P4, Data, &HFF 'ポート 40～43 に出力
```

- 出力専用ポート以外の出力ピンは LED を駆動できません。出力専用ポート以外の 1 ピンあたりのドライブ能力は 2mA です。マイコンチップ全体でも 40mA に制限されます。
- PA0、PA1 端子には 2.2kΩの抵抗が直列に挿入されています。出力ピンとして利用した場合に入力側のインピーダンスが低いと十分な電圧が得られない可能性がありますので、入力インピーダンスは十分高くなるようにご注意ください。
- POUT は H8/3069RF の複数ポート(P6、P8、PB)を 1 種類のポートと見たててソフトウェアで制御しています。そのため POUT に書き込みを行った場合、ビット毎にデータが反映されるまでの時間に数μsec から 10 数μsec の差が生じますのでご注意ください。

POUTx# 端子の接続例

下の図は POUTx#端子にリレーや LED を接続する場合の例です。



リレーの接続例　　LEDの接続例

LED を接続する場合の直列抵抗(R) 値と抵抗の消費電力(P)は次の式で求めます。

$R = (Vcc - Vf) / If\ [\Omega]$

$P = R \times If^2\ [W]$

Vf ： LED の順方向電圧　If ： LED の順方向電流

リレーをご使用の場合には、リレーメーカーの注意事項をお守りください。

□ 8 ビットバス

『LANM3069』は最大で 4 種類のチップセレクト信号(CSx#)を出力できます。それぞれについて 1M バイトのメモリ空間が利用できますので、最大で 4M バイトの外部アドレス空間を使用できます(図 5 参照)。チップセレクト信号を接続するデバイス毎に使い分けることで外部デコード回路を簡略化できます。表 28、表 29 ににバスアクセスに使用する端子と関数をあげます。

表 28　バスのアクセスに使用する端子

ピン番	信号名	説明
CN5-1～CN5-20	A0～A19	アドレスバス
CN1-1～CN1-8	D8～D15[10]	データバス
CN2-14	CS0#	エリア 0 へのアクセスを示すチップセレクト信号
CN2-16	CS2#	エリア 2 へのアクセスを示すチップセレクト信号
CN2-17	CS3#	エリア 3 へのアクセスを示すチップセレクト信号
CN2-5	CS5#	エリア 5 へのアクセスを示すチップセレクト信号
CN4-3	WR#	ライトストローブ
CN4-4	RD#	リードストローブ
CN4-5	AS#	アドレスバス上のアドレス出力が有効であることを示すストローブ

表 29　バスアクセスで使用する関数

関数名	説明
USBM_AddressEnable()	アドレス出力を有効にします。
USBM_CSEnable()	CS2#、CS3# を有効にします。
USBM_BusSetWait()	外部バスにウェイトを設定します。
USBM_PortWrite8()	任意のアドレスに 1 バイトのデータを書き込みます。
USBM_PortRead8()	任意のアドレスから 1 バイトのデータを読み出します。
USBM_PortCopy8()	任意のアドレス間で 1 バイトのデータをコピーします。
USBM_PortBWrite()	複数バイトのデータをまとめて書き込みます。
USBM_PortBRead()	複数バイトのデータをまとめて読み出します。
USBM_PortBCopy()	複数バイトデータをまとめてコピーします。

USBM_PortBWrite() 、*USBM_PortBRead()* 関数による読み書き、また、*USBM_PortBCopy()* 関数によるメモリ間のデータコピー時には DMA を使用可能です。DMA によるデータ転送は、マイコンの CPU によるデータ転送よりも高速です。マイコンには DMA チャンネルが 2 チャンネル内蔵されていますが、関数により使用されるチャンネルが違います。表 30 に各関数に使用される DMA チャンネルを示します。

表 30　ポート、バスのアクセス時に使用される DMA チャンネル

関数	DMA チャンネル
USBM_PortBWrite()	0
USBM_PortBRead()	1
USBM_PortBCopy()	0

[10] H8 シリーズのマイコンでは 8 ビットアクセスに D8～D15 を使用します。

外部バスにアクセスする際、ライト時にはアドレスに対応する CSx#と WR#がアサートされ、リード時には CSx#と RD#信号がアサートされます。信号タイミングを図 12、図 13、及び表 31 に示します。測定条件などの詳細は H8/3069RF のマニュアルを参照してください(初期状態ではバスへのアクセスは 3 ステートアクセス、ソフトウェアウェイトは 1 ステートになっています)。

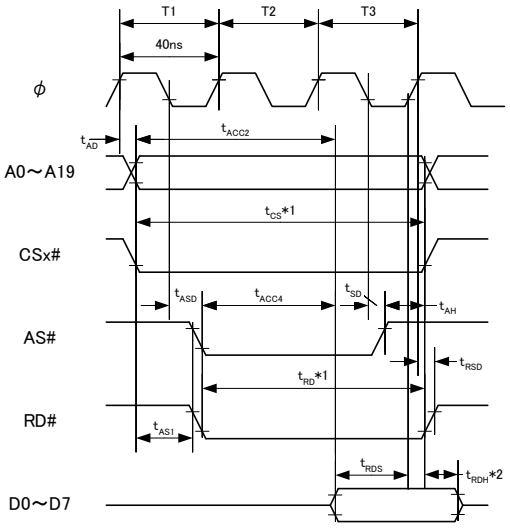


図 12　外部バスのリードタイミング

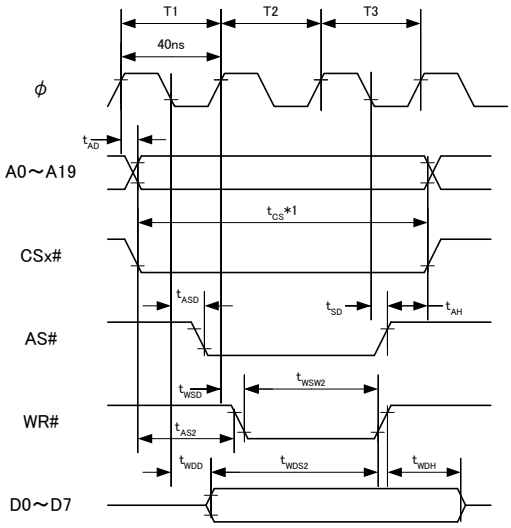


図 13　外部バスのライトタイミング

表 31　バスタイミング

項目	記号	min [nsec]	max [nsec]
アドレス遅延時間	t_{AD}	−	25
アドレスホールド時間	t_{AH}	−	0
リードストローブ遅延時間	t_{RSD}	−	25
アドレスストローブ遅延時間	t_{ASD}	−	25
ライトストローブ遅延時間	t_{WSD}	−	25
ストローブ遅延時間	t_{SD}	−	25
ライトパルス幅 2	t_{WSW2}	35	−
アドレスセットアップ時間 1	t_{AS1}	0	−
アドレスセットアップ時間 2	t_{AS2}	20	−
リードデータセットアップ時間	t_{RDS}	25	−
リードデータホールド時間	t_{RDH} *2	0	−
ライトデータ遅延時間	t_{WDD}	−	35
ライトデータセットアップ時間 2	t_{WDS2}	50	−
ライトデータホールド時間	t_{WDH}	5	−
リードデータアクセス時間 2	t_{ACC2}	−	75
リードデータアクセス時間 4	t_{ACC4}	−	55
チップセレクトパルス幅	t_{cs} *1	75	−
リードパルス幅	t_{rd} *1	75	−

*1 弊社で算出した参考値

*2 A23～A0、CSx#、RD#の最も早いネゲートタイミングから規定

バスからリードする

① 必要なアドレスがまだ出力になっていない場合は *USBM_AddressEnable()* 関数を使用し、アドレスバスを出力にします。

② エリア 2 またはエリア 3 にアクセスする場合で、対応する CSx#信号が出力になっていない場合には *USBM_CSEnable()* 関数を使用し、CSx#信号を出力にします。

③ *USBM_PortRead8()* 関数または *USBM_PortBRead()* 関数を使用してデータを読み出します。

バスへライトする

① 必要なアドレスがまだ出力になっていない場合は *USBM_AddressEnable()* 関数を使用し、アドレスバスを出力にします。

② エリア 2 またはエリア 3 にアクセスする場合で、対応する CSx#信号が出力になっていない場合には *USBM_CSEnable()* 関数を使用し、CSx#信号を出力にします。

③ *USBM_PortWrite8()* 関数または *USBM_PortBWrite()* 関数を使用してデータを書込みます。

データをコピーする

① 必要なアドレスがまだ出力になっていない場合は *USBM_AddressEnable()* 関数を使用し、アドレスバスを出力にします。

② エリア 2 またはエリア 3 にアクセスする場合で、対応する CSx#信号が出力になっていない場合には *USBM_CSEnable()* 関数を使用し、CSx#信号を出力にします。

③ *USBM_PortCopy8()* 関数または *USBM_PortBCopy()* 関数を使用してデータをコピーします。コピー先、コピー元いずれも外部バスである必要はありません。ユーザーメモリから外部バス、外部バスからユーザーメモリなどの操作も可能です。

- H8/3069 のアドレス空間のうち H'000000～H'07FFFF(エリア 0)の領域はマイコン内蔵のフラッシュメモリ領域となりますのでアクセスしないでください。エリア 0 の外部アドレスにアクセスするためには H'100000～H'1FFFFF のアドレスを使用するようにしてください。

C 言語の例

```
char Data[6] = “Hello”;

USBM_AddressEnable(hDev,8); /*アドレスバスを下位 8 ビットだけ出力*/
USBM_CSEnable(hDev,USBM_AREA2 | USBM_AREA3); /*CS2#と CS3#を出力*/

USBM_PortBWrite(hDev,USBM_AREA2_TOP,Data,6,1,TRUE); /*エリア 2 の先頭から 6 バイトライト*/
USBM_PortBCopy(hDev,USBM_AREA2_TOP,USBM_AREA3_TOP,6,1,1); /*エリア 2 からエリア 3 へコピー*/
USBM_PortBRead(hDev,USBM_AREA3_TOP,Data,6,1,TRUE);  /*エリア 3 の先頭から 6 バイトリード*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim Data(5) As Byte

Data(0) = Asc("H")
Data(1) = Asc("e")
Data(2) = Asc("l")
Data(3) = Asc("l")
Data(4) = Asc("o")
Data(5) = Asc(vbNullChar)

USBM_AddressEnable hDev, 8  'アドレスバスを下位 8 ビットだけ出力
USBM_CSEnable hDev, (USBM_AREA2 Or USBM_AREA3)  'CS2#と CS3#を出力

USBM_PortBWrite hDev, USBM_AREA2_TOP, Data, 6, 1,1, 'エリア 2 の先頭から 6 バイトライト
USBM_PortBCopy hDev, USBM_AREA2_TOP, USBM_AREA3_TOP, 6, 1, 1 'エリア 2 からエリア 3 へコピー
USBM_PortBRead hDev, USBM_AREA3_TOP, Data, 6, 1, 1 'エリア 3 の先頭から 6 バイトリード
```

□ AD コンバータ

『LANM3069』では 10 ビットの AD コンバータを最大で 4 チャンネル利用できます。API 関数の呼び出しにより、AD 端子に入力されたアナログ電圧を 10 ビットのデジタルデータに変換して読み出すことができます。表 32、表 33 に AD コンバータで使用する端子、関数をあげます。

表 32　AD コンバータで使用する端子

ピン番	信号名	説明
CN3-9	AD0	チャンネル 0 アナログ入力
CN3-8	AD1	チャンネル 1 アナログ入力
CN3-7	AD2	チャンネル 2 アナログ入力
CN3-6	AD3	チャンネル 3 アナログ入力
CN3-11	AVCC	アナログ電源入力
CN3-10	VREF	リファレンス電圧入力
CN2-15	ADTRG#	外部トリガを使用する場合のトリガ入力

表 33　AD コンバータで使用する関数

関数名	説明
USBM_ADRead()	AD 変換を 1 回行い、結果を返します。
USBM_ADSetCycle()	連続して AD 変換を行う場合の変換周期を設定します。
USBM_ADBRead()	指定回数の AD 変換を連続して行い、結果を返します。
USBM_ADStart()	指定回数の AD 変換を連続して行います。この関数では変換と読み出しを非同期に行えます。
USBM_GetQueueStatus()	*USBM_ADStart()* で変換した結果が USB のリードバッファに何バイトあるか調べます。
USBM_Read()	*USBM_ADStart()* で変換した結果を USB のリードバッファから読み出します。
USBM_Abort()	*USBM_ADStart()* での変換を中止する場合や、*USBM_ADBRead()* がタイムアウトした場合に使用します。
USBM_Purge()	USB のリードバッファをクリアするのに使用します。
USBM_ReadStatus()	*USBM_ADBRead()*、または *USBM_ADStart()* による AD 変換中に、変換データが正しく転送されたかどうかを知るのに使用します。
USBM_ADCopy()	指定回数の AD 変換を連続して行い、デバイス上のメモリに結果を保存します。変換速度が他の関数よりも高速です。
USBM_ADReadCopyStatus()	*USBM_ADCopy()* の進行状況を読み出します。
USBM_ADReadBuffer()	*USBM_ADCopy()* で変換した結果を、デバイス上のメモリから読み出します。
USBM_ADStopCopy()	*USBM_ADCopy()* による変換を終了します。

AD/DA 共用のアナログ電源用端子 AVCC 端子とリファレンス入力用の VREF 端子がありますが、出荷時にはどちらも内蔵の 5V リファレンス電源に接続されています。AVCC 端子は特別な理由が無い限り外部から電源を与える必要はありません。VREF 端子はより精度の高いリファレンスを与えたい場合や、リファレンスの微調整を行いたい場合に外部から電圧をあたえます。

AVCC 端子にアナログ電源を入力する場合は「J2」を、VREF 端子にリファレンス電圧を入力する場合には「J1」のジャンパースイッチを“OFF”にします。AVCC 端子電圧は 5V±10%、VREF 端子電圧は 4.5V～AVCC としてください。

- AD コンバータ、DA コンバータを使用しない場合でも、AVCC および VREF 端子がオープンとならないようにしてください。

アナログ入力電圧と出力コードの関係を図 14 に示します。また、変換結果は図 15 のように 16 ビット変数の上位 10 ビットに納められ、下位 6 ビットは常に 0 となります。

変換結果は、符号無し整数として返されますので、Visual Basic で開発される場合は、ヘルパー関数を使用して *Long* 型変数に変換してください。

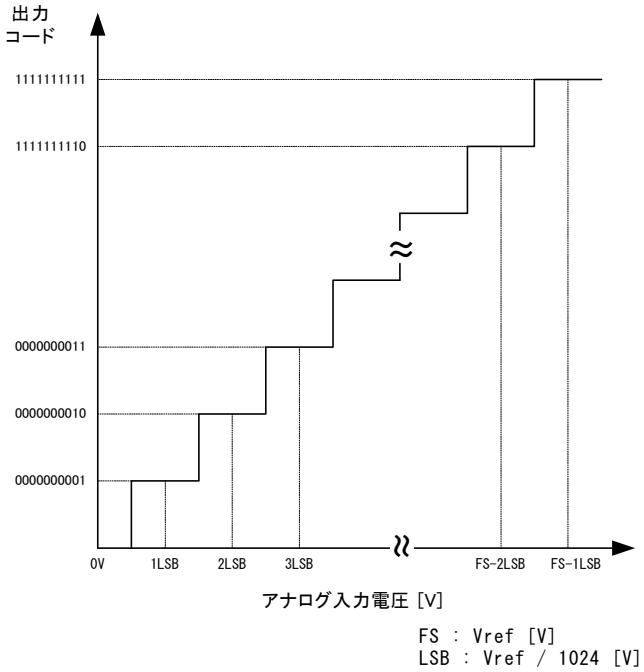


図 14　アナログ入力電圧と出力コードの関係

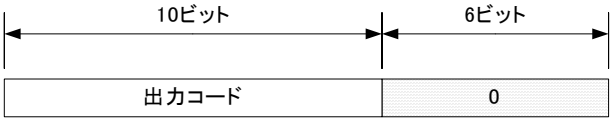


図 15　変換結果の格納方法

内蔵リファレンスの精度と AD コンバータの特性を表 34、表 35 に示します。AD コンバータ特性の測定条件、特性項目の意味、その他仕様などは H8/3069RF のハードウェアマニュアルを参照してください。十分な変換特性を得るために、同マニュアルの 15.6 節「使用上の注意」のご一読をお勧めいたします。

表 34　内蔵リファレンスの精度

項目	値	条件
電圧	5V±0.3%	全温度範囲
温度偏差	25ppm/℃	

表 35　AD 変換特性

項目		min	max	単位
変換時間: 134 ステート(CKS=0)	アナログ入力範囲	0	VREF	V
	分解能	10	10	bit
	変換時間(単一モード)		5.36	μsec
	変換時間(連続変換中)	5.12	5.12	μsec
	アナログ入力容量		20	pF
	許容信号源インピーダンス		5	kΩ
	非直線性誤差		±3.5	LSB
	オフセット誤差		±3.5	LSB
	フルスケール誤差		±3.5	LSB
	量子化誤差		±0.5	LSB
	絶対精度		±4.0	LSB
変換時間: 70 ステート(CKS=1)	アナログ入力範囲	0	VREF	V
	分解能	10	10	bit
	変換時間(単一モード)		2.8	μsec
	変換時間(連続変換中)	2.64	2.64	μsec
	アナログ入力容量		20	pF
	許容信号源インピーダンス		3	kΩ
	非直線性誤差		±7.5	LSB
	オフセット誤差		±7.5	LSB
	フルスケール誤差		±7.5	LSB
	量子化誤差		±0.5	LSB
	絶対精度		±8.0	LSB

AD 変換結果を得る方法は大きく分けて 4 つの方法があります。

- 単純に命令発行時のアナログ電圧値を読み出す、*USBM_ADRead()* 関数を使用する方法。
- タイマまたは外部トリガに同期して連続で変換結果を得る *USBM_ADBRead()* 関数を用いる方法。
- タイマまたは外部トリガに同期して連続で変換した結果を、ホストパソコンでバッファリングし、逐次データを取り出せる *USBM_ADStart()* 関数を使用する方法。
- マイコンの最高速度で連続変換した結果を、DMA を用いてデバイス内のメモリにバッファリングする *USBM_ADCopy()* 関数を使用する方法。

表 36 は、それぞれの変換方法の特徴をまとめたものです。

表 36　AD 変換の方法と特徴

代表関数名	変換レート	プログラム	複数チャンネル*1	逐次読出し	特徴
USBM_ADRead()	低(数 msec)	容易	可	–	使い方が簡単ですが、変換レートが使用環境に依存します。直流向き。
USBM_ADBRead()	中(60μsec)	容易	不可	不可	使い方が簡単ですが、複数のチャンネルのスキャンができません。
USBM_ADStart()	中(60μsec)	やや複雑	可	可	複数チャンネルのスキャンもでき、変換結果を逐次取り出せます。
USBM_ADCopy()	高(2.8μsec/ch)*2	やや複雑	可	不可	変換レートが最高で、変換中のデバイスアクセス可能です。

*1 複数チャンネルを全く同時に変換できるわけではありません。スキャンモードを使用した順次スキャンになります。

*2 変換レートの設定はできません。常に最大のレートで変換します。

USBM_ADRead() を使用する(命令毎に変換)

USBM_ADRead() 関数を使用します。複数のチャンネルを同時に読み出すこともできます。関数を呼び出すと、ホストパソコンからデバイスに変換コマンドが送信され、デバイスは指定チャンネルのAD 変換を行い、ホストパソコンに変換結果を返します。

命令を呼び出して実際にサンプリングが行われるまでの時間は不定です(一般に数 msec のオーダーとなります)。繰り返し呼び出した場合の変換間隔も一定とはなりませんので、交流信号の変換には向きません。使い方が単純ですので直流信号を読み取るには適しています。

全ての変換方法に共通してマイコンの AD 変換回路は、完全に同時に複数のアナログ信号をサンプリングすることはできません。同時にサンプリングおよび変換が可能になるのは常に 1 チャンネルのみです。図 16 は 3 チャンネルの変換を行ったときの様子を示します。図中の変換時間 t_c は最初の 1 チャンネルが最大 5.36 μ sec、残りのチャンネルは 5.12 μ sec となります。

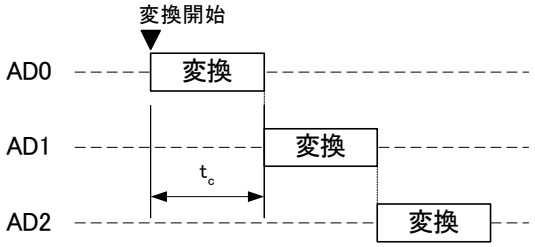


図 16　複数チャンネルの AD 変換の様子

C 言語の例

```
WORD ADData[4];

USBM_ADRead(hDev,ADData,3,TRUE);          /*0-3 チャンネル全て読み出し*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim ADData(3) As Integer
Dim i As Integer

USBM_ADRead hDev, ADData, 3, 1  '0-3 チャンネル全て読み出し

Dim ADData32(0 To 3) As Long

For i = 0 To 3
  ADData32(i) = USBM_ToINT32(ADData(i)) '符号無し整数を正しく読むために変換
Next i
```

USBM_ADBRead() を使用する(連続で変換)

USBM_ADBRead() 関数を使用すると、予め設定した変換レートで連続サンプリングを行うことができます。変換タイミングはマイコンの 8 ビットタイマを利用して作られます(外部から入力することも可能)。変換周期の最小値は 60 μ sec です。

タイマコピー、パルスカウンタなどの割込みを利用する機能と同時に使用すると、変換が正しいタイミングで行われない可能性がありますのでご注意ください。

変換周期の設定値が短すぎる場合や、割り込みなどの処理により変換データに抜けが生じた可能性がある場合には、デバイスのステータスに *USBM_STS_TIMEOUT* のビットが立ちます。ステータスは *USBM_ReadStatus()* 関数で取得することができます。

USBM_ADBRead() 関数では複数チャンネルをサンプリングすることはできません。

① H8/3069RF の 8 ビットタイマを使用して AD 変換のタイミングを作るには、*USBM_ADSetCycle()* 関数を使用します。変換周期は以下のようになります。

$$Tc = (Cmp+1) / f_{clk}\ [\mathrm{sec}]\quad (f_{clk}: \mathrm{CLK\ で選択した周波数})$$

初期状態では外部トリガ信号(ADTRG#)によって変換を開始する設定となっています。

② *USBM_ADBRead()* 関数を呼び出すと 8 ビットタイマのコンペアマッチまたは ADTRG#の立下りの度に 1 回の変換を行い、指定回数終了した時点で関数からリターンします。連続変換で読み出すことのできるのは 0～3 チャンネルの中から指定した 1 チャンネルのみです。

C 言語の例

```
WORD Data[100];

USBM_ADSetCycle(hDev,99,USBM_TCLK390); /*約 3.9kHz で変換*/
USBM_ADBRead(hDev,Data,100,0,NULL);    /*チャンネル 0 を 100 回サンプリング*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim Data(99) As Integer
Dim i As Integer

USBM_ADSetCycle hDev, 99, USBM_TCLK390 '約 3.9kHz で変換
USBM_ADBRead hDev, Data, 100, 0, 0     'チャンネル 0 を 100 回サンプリング

Dim Data32(99) As Long

For i = 0 To 99
  Data32(i) = USBM_ToINT32(Data(i))  '符号無し整数を正しく読むために変換
Next i
```

USBM_ADStart() を使用する(変換しながらデータを取り出す)

USBM_ADStart() 関数も *USBM_ADBRead()* 関数の場合と同様に、予め設定した変換レートで連続してサンプリングを行うことができます。最小変換時間は 60 μ sec です(複数チャンネル使用時も同

じ)。*USBM_ADStart()* を呼び出す場合に *lByte* 引数を *TRUE* とすると変換結果の上位 8 ビットのみをホストパソコンに送信します。この場合データ量は半分になりますが変換時間には影響しません。

USBM_ADStart() を呼び出すとデバイスは、AD 変換を開始しますが、関数自体はすぐにリターンします。変換結果はデバイスからホストパソコンへ送られ、パソコン上のメモリにバッファリング[11]されます。変換中ホストパソコンのプログラムはブロックされませんので、他の非同期関数を呼び出した場合と同様に、メッセージ処理や画面描画などを行うことができます。ただし、デバイス自身は *USBM_Abort()* による中断コマンド以外を受け付けませんのでご注意ください。

バッファに溜まったデータのバイト数を知るには *USBM_GetQueueStatus()* 関数を、データを取り出すには *USBM_Read()* 関数を呼び出してください(これらの関数はデバイスにコマンドを送らないので呼び出し可能です)。

8 ビットタイマで変換周期を作る場合で、*USBM_ADStart()* 呼び出し時に *Trig* 引数に *TRUE* を指定すると、ADTRG#入力により、タイマが起動される設定となります(図 17 参照)。この場合、ADTRIG# 信号は 1 回だけで良く、AD コンバータ自体はタイマから起動されます。図中の t_d は ADTRG#が入力されてからタイマが起動されるまでの遅延時間で 1.8 μ sec～3 μ sec の間で変化します。T_C は *USBM_ADSetCycle()* で設定した変換周期です。

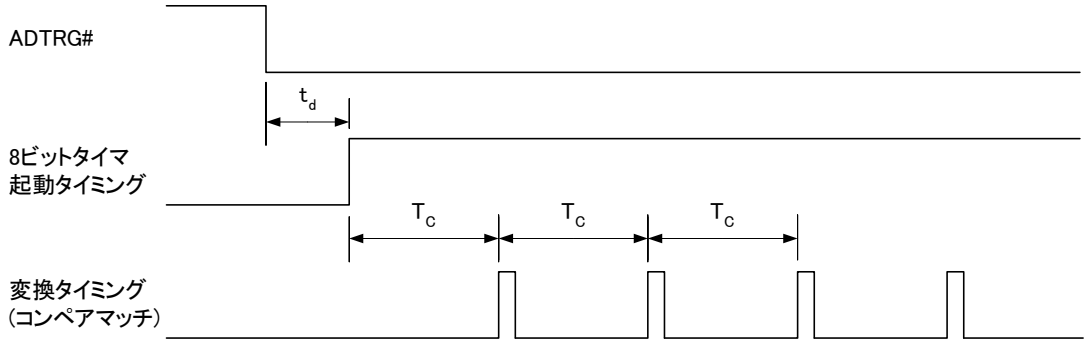


図 17　*USBM_ADStart()* の *Trig* 指定時の変換タイミング

USBM_ADBRead() の場合と同様、タイマコピー、パルスカウンタなどの割り込みの影響を受けます。また、ステータスも同じように *USBM_ReadStatus()* 関数で取得することができます。

① H8/3069RF の 8 ビットタイマを使用して AD 変換のタイミングを作るには、*USBM_ADSetCycle()* 関数を使用します。変換周期は以下のようになります。

$$Tc = (Cmp+1) / f_{clk}\ [\text{sec}]\quad (f_{clk}: CLK\text{で選択した周波数})$$

初期状態では外部トリガ信号(ADTRG#)によって変換を開始する設定となっています。

② *USBM_ADStart()* 関数を呼び出すと、デバイスは 8 ビットタイマのコンペアマッチまたは ADTRG#の立下りの度に 1 回の変換を行い、結果をホストパソコンに送信します。*Trig* を *TRUE* とした場合は、ADTRG#が入力されるまでタイマの起動を待機します。

③ *USBM_GetQueueStatus()* 関数を使用して受信バッファに蓄えられたデータのバイト数を取得します。

④ 必要な量のデータがバッファリングされたら、*USBM_Read()* 関数を使用して読み出します。複数チャ

[11] 8K バイトまでバッファできます。

ンネルの変換の場合には、データは AD0、AD1、AD2、AD3、AD0、・・・のように順番に読み出されます。各データのサイズは *USBM_ADStart()* の *lByte* 引数の値により、1 バイト、または 2 バイトとなります。

⑤ 中断する場合には *USBM_Abort()* 関数を呼び出してください。受信バッファにデータが残っている場合は、*USBM_Read()* 関数で全て読み出すか、*USBM_Purge()* 関数で受信バッファをクリアしてください。

- 受信バッファ内に AD 変換データが残っていると、以降のデバイス制御が不能になりますので、必ずクリアするようにしてください。

C 言語の例

```
WORD wBuff[1024];
DWORD n;

USBM_ADSetCycle(hDev,38,USBM_TCLK390);     /* 約 10kHz で変換 */
USBM_ADStart(hDev,-1,3,TRUE,FALSE,FALSE); /* 停止するまで全チャンネル変換 */
while(1){
  USBM_GetQueueStatus(hDev,&n);  /* 変換されたデータ数を読み出す */
  if(n >= 2048) break;           /* 2048 バイト(1024 ワード)変換されたら抜ける*/
}
USBM_Read(hDev,wBuff,2048,&n); /* 変換結果の読み出し */
USBM_Abort(hDev);              /* 変換の終了 */
USBM_Purge(hDev,USBM_PURGE_RX);  /* 受信バッファをクリア */
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim wBuff(1023) As Integer
Dim n As Integer
Dim i As Integer

USBM_ADSetCycle hDev, 38, USBM_TCLK390    '約 10kHz で変換
USBM_ADStart hDev, -1 , 3, 1, 0, 0 '停止するまで全チャンネル変換

Do
  USBM_GetQueueStatus hDev, n  '変換されたデータ数を読み出す */
  If n >= 2048 Then Exit Do    '2048 バイト(1024 ワード)変換されたら抜ける
Loop

USBM_Read hDev, wBuff, 2048, n '変換結果の読み出し

USBM_Abort hDev               '変換の終了
USBM_Purge hDev, USBM_PURGE_RX  '受信バッファをクリア

Dim lBuff(1023) As Long

For i = 0 To 1023
  lBuff(i) = USBM_ToINT32(wBuff(i)) '符号無し整数を正しく読むための変換
Next i
```

USBM_ADCopy() を使用する(最大レートで変換する)

USBM_ADCopy() 関数は AD コンバータの最大の変換レートでサンプリングを行うことができます。サンプリングデータは主にマイコンの内蔵 RAM に蓄えられますが、外部バスにより大きなメモリを搭載すれば、それだけ多くのデータを一度にサンプリング可能になります。

常に最大レートで変換を行うため、*USBM_ADSetCycle()* の設定値は無視されます。変換開始のトリガ信号は ADTRG#端子より入力します。図 18 に *USBM_ADCopy()* を使用した場合の、変換の様子を示します。実際にはADTRG#信号はマイコン内部でサンプリングされ、マイコンの内部クロックに同期して変換が開始されます。

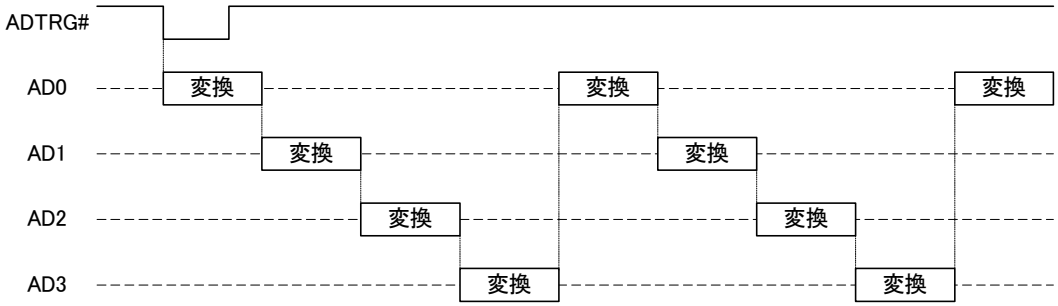


図 18 *USBM_ADCopy()* の変換の様子

また、変換は常に AD0 から開始され、指定の終了チャンネルまで行われます。1 チャンネルのみの変換を行う場合には、常に AD0 を使用する必要がありますのでご注意ください。

USBM_ADCopy() 関数を呼び出す際に *CKS* に *TRUE* を指定すると、変換ステート数を減らして、高速に変換ができるようになります。変換精度は低下しますが(表 35 参照)、精度よりも速度を優先する場合には有効になります。

変換データのメモリへの転送は DMA が使用されます。その為、変換動作中であっても、他の関数を呼び出して操作を行うことができます。ただし、他の用途で同一の DMA チャンネルが使用されないように注意が必要です。

指定された回数の変換が終了したかどうかを調べるためには *USBM_ADReadCopyStatus()* 関数を使用します。また、変換終了時、もしくは変換を中断する場合には *USBM_ADStopCopy()* 関数を呼び出してください。

① *USBM_ADCopy()* 関数を呼び出します。

② ADTRG#端子に信号が入力されると("Lo"になると)、変換が開始されます。変換が終了したかどうかを調べるためには、*USBM_ADReadCopyStatus()* 関数を呼び出してください。

③ 指定回数の変換が終了したら *USBM_ADReadBuffer()* 関数を使用して結果を呼び出します。

④ *USBM_ADStopCopy()* 関数で終了処理をします。中断する場合にも、*USBM_ADStopCopy()* 関数を使用します。

C 言語の例

```
WORD wBuff[1024];
long n;

USBM_ADCopy(hDev,USBM_USER_AREA,256,3,FALSE,0,TRUE); /* 0-3 チャンネルを 256 回変換 */
while(1){ /* 変換が終わるまでループ(ADTRG#が入力されるまで変換開始されません) */
  USBM_ADReadCopyStatus(hDev,&n,0); /* 残りの変換数を調べる */
  if(n == 0) break; /* 変換が終わっていたら抜ける */
}
USBM_ADReadCopyBuffer(hDev,USBM_USER_AREA,wBuff,1024,TRUE,FALSE);
USBM_ADStopCopy(hDev,0);
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim wBuff(1023) As Integer
Dim n As Long
Dim i As Integer

USBM_ADCopy hDev, USBM_USER_AREA, 256, 3, 0, 0, 1 '0-3 チャンネルを 256 回変換
Do '変換が終わるまでループ(ADTRG#が入力されるまで変換開始されません)
  USBM_ADReadCopyStatus hDev, n, 0 '残りの変換数を調べる
  If n = 0 Then Exit Do '変換が終わっていたら抜ける
Loop
USBM_ADReadCopyBuffer hDev, USBM_USER_AREA, wBuff, 1024, 1, 0
USBM_ADStopCopy hDev, 0

Dim lBuff(1023) As Long

For i = 0 To 1023
  lBuff(i) = USBM_ToINT32(wBuff(i)) '符号無し整数を正しく読むために変換
Next i
```

アナログ入力端子の保護

アナログ入力端子に誤って GND～VREF の範囲外の電圧が加わる恐れがある場合には、ダイオードなどで保護回路を設けてください。図 19 に保護回路の例を示します。図の例で瞬間的に AVCC より大きな電圧が印加された場合は保護可能ですが、過電圧状態が長くなると AVCC が規定値以上になり破壊に至る可能性がありますので、入力信号は VREF を超えないようにしてください。

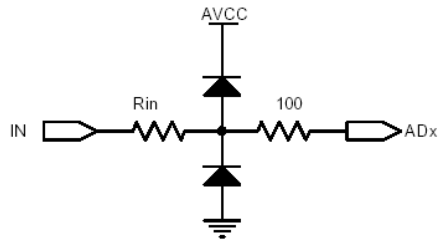


図 19　アナログ入力端子の保護回路例

□ DA コンバータ

『LANM3069』では 2 チャンネルの 8 ビット DA コンバータを利用できます。DAC レジスタを書き換えることにより、DA 出力端子の電圧を設定できます。また、16 ビットタイマと DMA を利用して、ハードウェアのみで高速に DAC レジスタを書き換えることができます。この方法は、予め設定した波形パターンを再生するような用途に向いています。データは DMA で自動的に転送されるため、デバイスは変換中であっても、他の命令を処理することが可能です。この機能を利用した場合、DA コンバータ 1 チャンネルにつき、16 ビットタイマと DMA を 1 チャンネルずつ使用します。16 ビットタイマと DMA は使用する DA と同一のチャンネルが使用されます。例えば、DA0 を利用する際は、タイマと DMA も 0 チャンネルが使用できなくなります。

表 37　DA コンバータで使用する端子

ピン番	信号名	説明
CN3-3	DA0	チャンネル 0 アナログ出力
CN3-2	DA1	チャンネル 1 アナログ出力
CN3-11	AVCC	アナログ電源入力
CN3-10	VREF	リファレンス電圧入力

表 38　DA コンバータで使用する関数

関数名	説明
USBM_PortWrite8()	DA コンバータに値を設定します。
USBM_PortBWrite()	連続して DA 変換する場合の変換データをデバイス上のメモリに転送します。
USBM_DASetCycle()	DA コンバータの変換周期を設定します。
USBM_DASetParm()	連続して DA 変換する場合のパラメータを設定します。
USBM_DAReadStatus()	連続して DA 変換する場合の未変換のデータ数を調べます。
USBM_DAStart()	連続 DA 変換を開始します。
USBM_DAStop()	連続 DA 変換を終了します。

DA コンバータのアナログ出力電圧は以下の式で計算できます。

$$Vout = DAC\ レジスタ設定値\ /\ 256\ \times\ VREF\ [V]$$

ボード上にはアナログ回路用の電源端子(AVCC)、リファレンス入力端子(VREF)があります。これらの端子の設定方法は AD コンバータの項を参照してください。また、内蔵リファレンス電源の精度については表 34 を参照してください。表 39 に DA 変換の特性をあげます。測定条件などの詳細は H8/3069RF のハードウェアマニュアルを参照してください。

表 39　DA 変換特性

項目	Min.	Typ.	Max.	単位	測定条件
分解能	8	8	8	bit	
変換時間	−	−	10	μ sec	負荷容量 20pF
絶対精度	−	±1.5	±2.0	LSB	負荷抵抗 2MΩ
	−	−	±1.5		負荷抵抗 4MΩ

アナログ出力電圧を変更する

USBM_PortWrite8() 関数を使用し、レジスタ値を書き換えます。レジスタのアドレスは API のヘッダーファイル中で *USBM_DA0,USBM_DA1* で定義されています。命令を呼び出して実際にアナログ出力に反映されるまでの時間は不定です(一般に数 msec のオーダーとなります)。繰り返し呼び出した場合の変換間隔も一定とはなりませんので、決まった波形パターンを再生するような用途には向きません。使い方が単純ですので、直流値を出力するような場合に有効です。

DMA を使用して高速に変換する

① DA 変換するデータをユーザーメモリの任意の位置に *USBM_PortBWrite()* 関数で書き込んでおきます。

② *USBM_DASetCycle()* 関数を使用して DA コンバータの変換サイクルを決定します。

③ *USBM_DASetParm()* 関数を使用してパラメータを設定します。ソースアドレスには①でデータを書き込んだアドレスを指定してください。また、*lLoop* を *TRUE* とすることで中断を指示するまで、繰り返し変換を行うことが可能ですが、その場合、*nData* に指定できるデータ数が 255 に制限されますのでご注意ください。

④ *USBM_DAStart()* 関数を呼び出して変換を開始します。*USBM_DAReadStatus()* で残りのデータ数を読み出すことができます。

⑤ 終了処理のために *USBM_DAStop()* 関数を呼び出してください。また、中断する場合にもこの関数を用います。

C 言語の例

```
int i;
BYTE buff[255];

/* のこぎり波を出力します */
for(i=0;i<255;i++) buff[i] = (BYTE)i; /* 変数を初期化 */

USBM_PortBWrite(hDev,USBM_USER_AREA,buff,255,TRUE,FALSE);

USBM_DASetCycle(hDev,0,249,USBM_TCLK25000); /* 変換周期を 10us に設定 */
USBM_DASetParm(hDev,0,USBM_USER_AREA,255,TRUE); /* 255 バイトのデータを繰り返し変換 */
USBM_DAStart(hDev,0x01); /* 開始 */

/* ... */

USBM_DAStop(hDev,0x01); /* 終了 */
```

VisualBasic6.0 の例

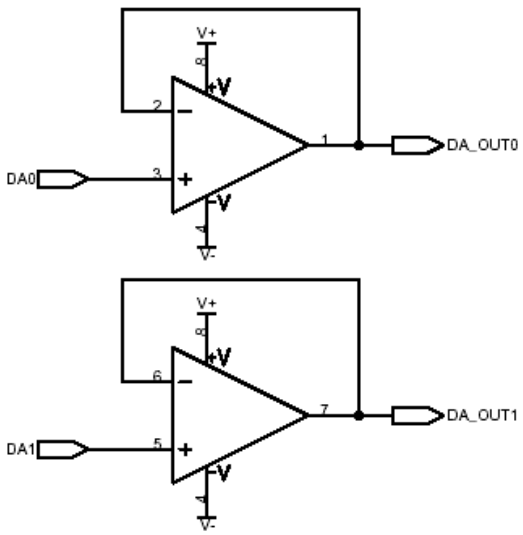
```
Dim i As Integer
Dim buff(254) As Byte

'のこぎり波を出力します
For i = 0 To 254
  buff(i) = i '変数を初期化
Next i

USBM_PortBWrite hDev, USBM_USER_AREA, buff, 255, 1, 0

USBM_DASetCycle hDev, 0, 249, USBM_TCLK25000 '変換周期を 10us に設定
USBM_DASetParm hDev, 0, USBM_USER_AREA, 255, 1 '255 バイトのデータを繰り返し変換
USBM_DAStart hDev, &H1 '開始

'...

USBM_DAStop hDev, &H1 '終了
```

DA 出力のバッファリング

DA コンバータは出力インピーダンスが高いため、負荷抵抗の値が小さくなると精度が悪化します。出力電流を増やすためにはバッファを追加してください。図はオペアンプのボルテージ・フォロアによるバッファ回路です。

図中の V+、V- はそれぞれオペアンプの正負の電源ですが、V+ = AVCC、V- = GND とすれば電源回路を省略できます。その場合オペアンプにはレール・トゥ・レール入出力のタイプ(AD8030、TS922 など)のものを選択してください。

0～AVCC 電圧まで完全に出力する場合には V+ > AVCC 、V- < GND となるように電源を別途用意する必要があります。



□ 16 ビットタイマ（PWM）

『LANM3069』では 3 チャンネルの 16 ビットタイマチャンネルを利用できます。16 ビットタイマは多くの機能を持っており、様々なアプリケーションで利用可能です。下に 16 ビットタイマを利用した機能をあげます。

- 最大 3 相の PWM 出力
- 位相計数モードを使用した 2 相ロータリーエンコーダ出力のカウント
- インプットキャプチャ機能を利用した、時間測定
- 任意のパルス幅、セットアップ時間を指定できるシングルパルス出力
- DA コンバータの変換タイミングの生成(「DA コンバータ」参照)

また、パルスカウンタ(マイコンの割り込み)への信号入力によって、任意のタイマチャンネルのスタート、及び、ストップが可能です。この機能を利用することで、ホストパソコンを介することなく、16 ビットタイマをコントロール可能となり、リアルタイム性を要求される用途にも応用可能となります(「パルスカウンタ」参照)。表 40、表 41 に 16 ビットタイマで使用する端子と関数をあげます。

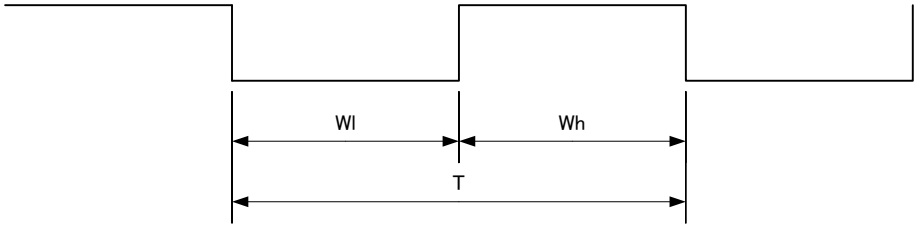
表 40　16 ビットタイマで使用する端子

ピン番	信号名	説明
CN2-11	TIOCA0	0 チャンネルのパルス出力、インプットキャプチャ入力、シングルパルス出力
CN2-10	TIOCB0	0 チャンネルのインプットキャプチャ入力
CN2-9	TIOCA1	1 チャンネルのパルス出力、インプットキャプチャ入力、シングルパルス出力
CN2-8	TIOCB1	1 チャンネルのインプットキャプチャ入力
CN2-7	TIOCA2	2 チャンネルのパルス出力、インプットキャプチャ入力
CN2-6	TIOCB2	2 チャンネルのインプットキャプチャ入力
CN2-13	TCLKA	外部クロック入力または位相計数モードでのパルス入力
CN2-12	TCLKB	外部クロック入力または位相計数モードでのパルス入力

表 41　16 ビットタイマで使用する関数

関数名	説明
USBM_TimerEnable()	指定チャンネルを PWM 出力モードに設定します。
USBM_TimerSetLevel()	タイマ出力端子を Lo または Hi に設定します。
USBM_TimerSetPulse()	PWM 出力の周期とデューティを設定します。
USBM_TimerSetClk()	タイマで使用する基準クロックを選択します。
USBM_TimerSetCnt()	タイマカウンタの初期値を設定します。
USBM_TimerReadCnt()	タイマカウンタの値を読み出します。
USBM_TimerSetCmp()	コンペアレジスタの値を設定します。
USBM_TimerSetCmpOut()	チャンネル 2 のコンペアマッチ時のポート操作を設定します。
USBM_TimerSetCmpClr()	チャンネル 2 のコンペアマッチ時にカウンタをクリアするように設定します。
USBM_TimerStartA()	指定チャンネルのタイマをスタートします。
USBM_TimerStop()	指定チャンネルのタイマをストップします。
USBM_TimerSetCapture()	インプットキャプチャの設定を行います。
USBM_TimerSetCaptureCnt()	インプットキャプチャの実行前にキャプチャ値を保存する GRA、GRB レジスタをクリアするのに使用します。
USBM_TimerReadCaptureCnt()	インプットキャプチャの結果を読み出します。
USBM_TimerSetSinglePulse()	シングルパルス出力の設定を行います。
USBM_TimerStart()	タイマをスタート、またはストップします。

PWM は最大 3 相の出力が可能です。*USBM_TimerEnable()* 関数で PWM 出力に設定されたチャンネルの TIOCAx 端子は自動的に出力端子になります。各チャンネルは 16 ビットカウンタとコンペアレジスタ A、コンペアレジスタ B という 16 ビットレジスタを持っており、選択されたクロックの入力によりカウンタの値がインクリメントされます。カウンタの値とコンペアレジスタ A の値が一致すると出力端子は 1 となります。また、さらにカウントアップされコンペアレジスタ B の値と一致すると出力端子は 0 となり、カウンタの値はリセットされて 0 に戻ります。つまり、クロックとコンペアレジスタ A、B の値を適当な値に設定することで PWM 出力を得ることができます。



$$T = (CmpB + 1) \times \frac{1}{CLK} \quad (S) \qquad Wl : Wh = CmpA + 1 : CmpB - CmpA$$

CmpA : USBM_TimerSetPulse()のLtoHの値
CmpB : USBM_TimerSetPulse()のHtoLの値
CLK : USBM_TimerSetClk()で設定したクロック値

図 20 PWM パルス

タイマチャンネル 2 は位相計数モードで使用可能です。位相計数モードとは 2 相エンコーダのパルスカウントを自動的に行うモードで、このモードに設定すると CN2-13 ピン、CN2-12 ピンがそれぞれ TCLKA、TCLKB 入力端子となり、この 2 つの端子に入力されるパルスの位相関係により、下の表のようにカウンタ値が自動的にアップ、またはダウンします。

表 42 位相計数モードのカウント方法

カウント方向	カウントダウン				カウントアップ			
TCLKA 端子	↑	Hi	↓	Lo	Lo	↑	Hi	↓
TCLKB 端子	Lo	↑	Hi	↓	↑	Hi	↓	Lo

↑:立上り ↓:立下り

さらにチャンネル 2 は *USBM_TimerSetCmpOut()* 関数で設定を行うと、コンペアレジスタ A、コンペアレジスタ B の 2 つのレジスタとカウンタとのコンペアマッチによりそれぞれ 1 つの 8 ビットポートに書き込み操作を行うことができます(コンペアアウト)。

インプットキャプチャは 0～2 全てのチャンネルで使用できます。インプットキャプチャの設定を行ったチャンネルは TIOCAx と TIOCBx 端子が自動的に入力端子となります。タイマをスタートするとタイマカウンタは、選択されたクロック入力に伴いインクリメントされます。このとき TIOCAx、または、TIOCBx 端子にパルスが入力されると、そのときのカウンタ値が入力端子に対応したレジスタに書き

込まれます(図 21 参照)。インプットキャプチャを利用すると、パルス幅を測定したり、二つの信号の間隔を測定したりが可能です。TIOCAx、TIOCBx 端子は立上り、立下り、または、両エッジを検出するようにプログラム可能です。

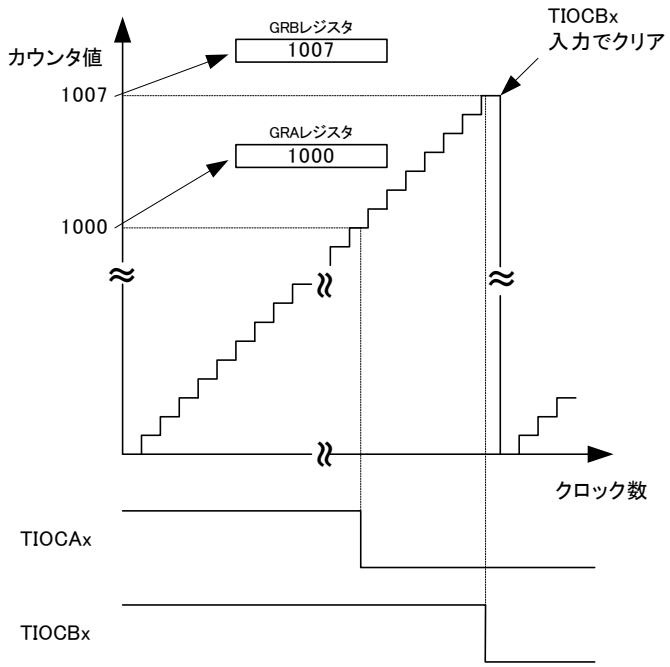


図 21　インプットキャプチャ

DMA コントローラ

「H8/3069RF」は DMA(Direct Memory Access)コントローラを 2 チャンネル搭載しています。DMA コントローラを利用すると、メモリ、I/O ポート、内部レジスタなどの間で高速にデータ転送ができます。DMA を利用すると以下のメリットがあります。

- CPU よりも高速にデータ転送が行えます。
- データ転送による CPU への負荷を減らすことができます。

『LANM3069』ではホストパソコンとの通信、ポート間のデータコピー、AD コンバータ、DA コンバータなどで DMA を利用しています。これらの機能を同時に使用する場合には、チャンネルが制限されたり、使用不可能になったりする場合がありますのでご注意ください。詳しくは「複数機能の同時使用」をご覧ください。

シングルパルス出力はチャンネル 0 とチャンネル 1 で利用可能です。*USBM_SetSinglePulse()* 関数でパルス出力に設定されると、該当チャンネルの TIOCAx 端子は自動的に出力端子になります。*USBM_TimerStartA()* 関数を呼び出すと、設定したセットアップ時間とパルス幅で 1 回だけパルスが出力されます。パルス幅は 40nsec～20mssec まで設定可能ですので、決まった時間のパルスが必要な場合にご使用ください。また、2 チャンネルを同時に使用すると、図 22 のように少しだけタイミングをずらした 2 つのパルスを得ることも可能です。

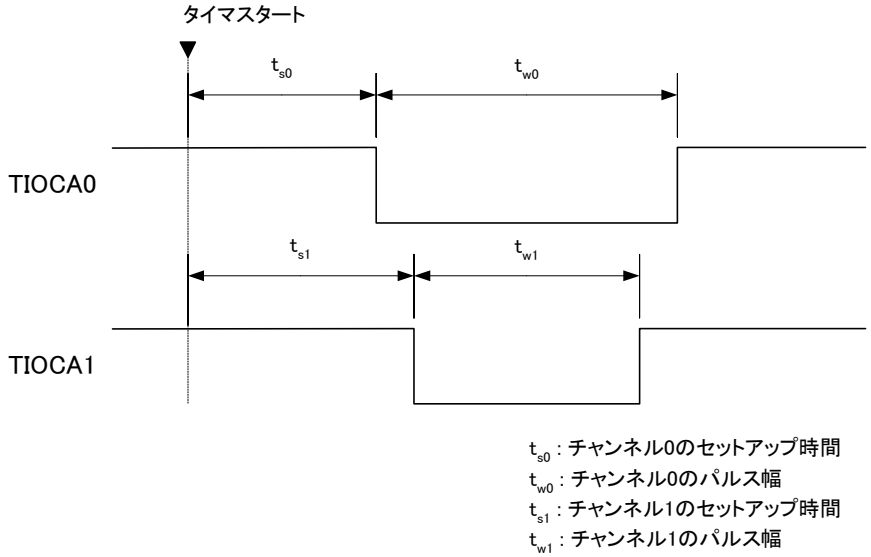


図 22　シングルパルス出力

PWM パルスを出力する

① *USBM_TimerSetClk()* 関数を使用してカウントに使用するクロックを選択します。

② *USBM_TimerSetPulse()* 関数を使用し、パルスの周期とデューティを決定します。

③ 必要な場合は *USBM_TimerSetLevel()* 関数でタイマ出力ピンの初期値を指定し、*USBM_TimerSetCnt()* 関数で開始時点での位相を設定します。

④ *USBM_TimerEnable()* 関数で使用するタイマチャンネルを指定します。この時点で指定されたチャンネルの TIOCA ピンは出力になります。

⑤ *USBM_TimerStartA()* 関数で使用するチャンネルをスタートさせるとパルスが出力されます。*USBM_TimerStartA()* 呼び出し時に *TrigPC* にパルスカウンタのチャンネルを指定すると、該当する PCx#信号の立下りを検出した時点でタイマがスタートされます。

⑥ 停止する場合は *USBM_TimerStop()* 関数を呼び出します。*USBM_TimerStop()* 呼び出し時に *TrigPC* にパルスカウンタのチャンネルを指定すると、対応する PCx#信号の立下りを検出した時点でタイマが停止されます。

⑦ タイマ出力を止めるには *USBM_TimerEnable()* 関数を、該当チャンネルのビットを 0 にして呼び出します。

⑧ パルスカウンタをトリガとして使用した場合は、使用したチャンネルを *USBM_PCStop()* 関数を用いて停止してください（パルスカウンタのスタートは自動的に行われます）。

C 言語の例

```
/*PWM 出力*/
USBM_TimerSetClk(hDev,0,USBM_TCLK12500); /*12.5MHz のクロックを選択*/
USBM_TimerSetClk(hDev,1,USBM_TCLK12500);
USBM_TimerSetPulse(hDev,0,4999,9999);  /*デューティ 50%,周波数 1.25kHz*/
USBM_TimerSetPulse(hDev,1,7499,9999);  /*デューティ 25%,周波数 1.25kHz*/
USBM_TimerSetCnt(hDev,0,0);
USBM_TimerSetCnt(hDev,1,8749);      /*位相を進める*/
USBM_TimerSetLevel(hDev,0x04);      /*チャンネル 1 の初期値を 1 にする*/
USBM_TimerEnable(hDev,0x03,FALSE); /*チャンネル 0,1 を出力*/
USBM_TimerStartA(hDev,0x03,-1,FALSE); /*チャンネル 0,1 をスタート*/

/*...*/

USBM_TimerStop(hDev,0x03);          /*タイマをストップ*/
USBM_TimerEnable(hDev,0x00,FALSE); /*タイマ出力を終了*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
'PWM 出力
USBM_TimerSetClk hDev, 0, USBM_TCLK12500'12.5MHz のクロックを選択
USBM_TimerSetClk hDev, 1, USBM_TCLK12500
USBM_TimerSetPulse hDev, 0, 4999, 9999  'デューティ 50%,周波数 1.25kHz
USBM_TimerSetPulse hDev, 1, 7499, 9999  'デューティ 25%,周波数 1.25kHz
USBM_TimerSetCnt hDev, 0, 0
USBM_TimerSetCnt hDev, 1, 8749  '位相を進める
USBM_TimerSetLevel hDev, &H4'チャンネル 1 の初期値を 1 にする
USBM_TimerEnable hDev, &H3, 0   'チャンネル 0,1 を出力
USBM_TimerStartA hDev, &H3, -1, 0 'チャンネル 0,1 をスタート

'...

USBM_TimerStop hDev, &H3,  'タイマをストップ
USBM_TimerEnable hDev, &H0, 0   'タイマ出力を終了
```

位相計数カウンタを使用する

① *USBM_TimerEnable()* 関数を呼び出します。*MDF* 引数は TRUE とします。通常はチャンネル 2 をイネーブルにする必要はありません。

② コンペアマッチでカウンタをクリアする場合には *USBM_TimerSetClr()* 関数を使用します。

③ コンペアアウトを使用する場合には *USBM_TimerSetCmpOut()* 関数を使用します。

④ コンペアマッチによるクリア、もしくはコンペアアウト機能を使用する場合は *USBM_TimerSetCmp()* 関数でコンペアレジスタ A、B を設定します。

⑤ *USBM_TimerStartA()* 関数でタイマチャンネル 2 をスタートさせます。

⑥ TCLKA、TCLKB 端子へのパルス入力でカウンタの値が変化します。*USBM_TimerReadCnt()* 関数で現在のカウンタ値を読み出します。

⑦ 計数を停止する場合は *USBM_TimerStop()* 関数でチャンネル 2 を停止します。

- タイマのコンペアマッチはクロック同期で発生します。そのため、コンペアアウト、コンペアマッチによるクリアは、タイマのカウンタとコンペアレジスタが一致した次のクロック入力(パルス入力)により行われます。例えばコンペアレジスタの値が 100 の場合、カウンタの値が 100 になった瞬間ではなく、次の 101 をカウントしたときにコンペアマッチが発生します。また、位相計数カウンタの場合ではカウンタ値が 100 になった時点でコンペアマッチが確定し、次のパルスでカウンタが 101 になる場合でも、99 になる場合でもコンペアマッチは発生します。

C 言語の例

```
short Count;

/*位相計数*/
USBM_TimerEnable(hDev,0,TRUE);    /*チャンネル 2 を位相計数モードに設定*/
USBM_TimerSetCmp(hDev,100,-100); /*100 と-100 でコンペアマッチ*/
USBM_TimerSetCmpOut(hDev,0,USBM_POUT,0xff); /*コンペアマッチ A で出力ポートに 0xff を出力*/
USBM_TimerSetCmpOut(hDev,1,USBM_POUT,0x00); /*コンペアマッチ B で出力ポートに 0x00 を出力*/
USBM_TimerSetCmpClr(hDev,0x03);  /*コンペアマッチが発生した場合にカウンタをクリア*/
USBM_TimerStartA(hDev,0x04,-1,FALSE);  /*カウントスタート*/

/*...*/

USBM_TimerReadCnt(hDev,2,&Count); /*カウンタの読み出し*/

/*...*/

USBM_TimerStop(hDev,0x04); /*カウント終了*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim Count As Integer

'位相計数
USBM_TimerEnable hDev, 0, 1 'チャンネル 2 を位相計数モードに設定
USBM_TimerSetCmp hDev, 100, -100'100 と-100 でコンペアマッチ
USBM_TimerSetCmpOut hDev, 0, USBM_POUT, &HFF 'コンペアマッチ A で出力ポートに FFh を出力
USBM_TimerSetCmpOut hDev, 1, USBM_POUT, &H0  'コンペアマッチ B で出力ポートに 00h を出力
USBM_TimerSetCmpClr hDev, &H3   'コンペアマッチが発生した場合にカウンタをクリア
USBM_TimerStartA hDev, &H4, -1, 0  'カウントスタート

'...

USBM_TimerReadCnt hDev, 2, Count'カウンタの読み出し

'...

USBM_TimerStop hDev, &H4   'カウント終了
```

インプットキャプチャを使用する

① *USBM_TimerSetClk()* 関数で使用するチャンネルのクロックを選択します。

② *USBM_TimerSetCapture()* 関数で使用するチャンネルをインプットキャプチャモードに設定します。

③ *USBM_TimerSetCaptureCnt()* 関数で現在の GRA、GRB レジスタ(キャプチャ値を保存するレジスタ)をクリアします。

④ *USBM_TimerStartA()* 関数でタイマをスタートします。

⑤ *USBM_TimerReadCaptureCnt()* 関数で GRA、GRB レジスタの値を読み出します。

⑥ *USBM_TimerStop()* 関数で、使用したチャンネルを停止します。

- 実際にインプットキャプチャを使用する際には、タイマ動作と同期していない信号のキャプチャは上手く行えない場合があります。使用しないチャンネルをシングルパルス出力などに設定し、トリガ信号として使用されることをお勧めします。

シングルパルス出力を使用する

① *USBM_TimerSetLevel()* 関数を用い、使用する TIOCAx 端子の出力レベルを設定します。正極性のパルス出力の場合は 0 に、負極正の場合は 1 に設定してください。

② *USBM_TimerSetSinglePulse()* 関数を呼び出し、パルスの設定を行います。

③ *USBM_TimerStartA()* 関数を呼び出して、使用するチャンネルをスタートするとパルスが出力されます。タイマの停止は自動的に行われます。

- パルス幅を 64000 カウント以上にすると、正しく動作しない場合があります。
- 起動時には TIOCAx 端子はプルアップ抵抗により、“Hi”に固定されていますので、正極性のパルス出力を使用される場合には、起動時のコンディションが接続先に影響を与えないか、ご考慮ください。

C 言語の例

```
/* シングルパルスをトリガとして応答のパルス幅を測定する例 */
long CntA, CntB;

/* タイマ 0 をインプットキャプチャのトリガ出力として使用する */
USBM_TimerSetClk(hDev, 0, USBM_TCLK25000); /* カウントクロックを設定(25MHz); */
/* タイマ 0 が出力になったとき TIOCA0 端子が「Hi」となるように初期値を設定 */
USBM_TimerSetLevel(hDev, 0x01);
/* トリガパルスの設定(セットアップ時間 400nsec, パルス幅 200nsec) */
USBM_TimerSetSinglePulse(hDev, 0, 10, 5, FALSE);

/* タイマ 1 をインプットキャプチャモードに設定 */
USBM_TimerSetClk(hDev, 1, USBM_TCLK25000); /* カウントクロックを設定(25MHz) */
USBM_TimerSetCaptureCnt(hDev, 1, 0, 0); /* GRA,GRB レジスタのクリア */
/* GRA に TIOCA1 の立下りエッジを、GRB に TIOCB1 の立上りエッジをキャプチャ */
USBM_TimerSetCapture(hDev, 1, USBM_CAPT_FALL, USBM_CAPT_RISE);
USBM_TimerStartA(hDev, 0x03, -1, FALSE, 1); /* タイマをスタート */

/* 必要な場合 Sleep()などで時間を確保する */

USBM_TimerStop(hDev, 0x03, -1, FALSE, 1); /* タイマを停止 */
USBM_TimerReadCaptureCnt(hDev, 1, &CntA, &CntB); /* キャプチャ結果の読み出し */
```

VisualBasic6.0 の例

```
'シングルパルスをトリガとして応答のパルス幅を測定する例
Dim CntA As Long, CntB As Long

'タイマ 0 をインプットキャプチャのトリガ出力として使用する
USBM_TimerSetClk hDev, 0, USBM_TCLK25000 'カウントクロックを設定(25MHz)
'タイマ 0 が出力になったとき TIOCA0 端子が「Hi」となるように初期値を設定
USBM_TimerSetLevel hDev, &H1
'トリガパルスの設定(セットアップ時間 400nsec, パルス幅 200nsec)
USBM_TimerSetSinglePulse hDev, 0, 10, 5, 0

'タイマ 1 をインプットキャプチャモードに設定
USBM_TimerSetClk hDev, 1, USBM_TCLK25000 'カウントクロックを設定(25MHz)
USBM_TimerSetCaptureCnt hDev, 1, 0, 0 'GRA,GRB レジスタのクリア
'GRA に TIOCA1 の立下りエッジを、GRB に TIOCB1 の立上りエッジをキャプチャ
USBM_TimerSetCapture hDev, 1, USBM_CAPT_FALL, USBM_CAPT_RISE
USBM_TimerStartA hDev, &H3, -1, 0, 1 'タイマをスタート

'必要な場合、時間を確保する

USBM_TimerStop hDev, &H3, -1, 0, 1 'タイマを停止
USBM_TimerReadCaptureCnt hDev, 1, CntA, CntB 'キャプチャ結果の読み出し
```

□ パルスカウンタ

『LANM3069』はマイコンの割り込み端子を利用した 32 ビットパルスカウンタを最大 4 チャンネル利用できます(PC0～PC3)。また、単にパルス数をカウントするという使い方の他に、カウンタ値がある値に到達したときに、マイコン内の任意のアドレスに対して、予め設定した値を書き込むコンペアアウトという機能があります。書き込むアドレスには出力ポートは勿論、マイコンの内部レジスタを設定することもできます。この機能は、『LANM3069』でリアルタイム処理を行う上で重要な機能です。表 43、表 44 にパルスカウンタで使用する端子と関数をあげます。また、表 45 はパルスカウンタに入力可能なパルス周波数です。

表 43　パルスカウンタで使用する端子

ピン番	信号名	説明
CN1-18	PC0#	パルスカウンタ 0 入力
CN1-17	PC1#	パルスカウンタ 1 入力
CN2-17	PC2#	パルスカウンタ 2 入力
CN2-16	PC3#	パルスカウンタ 3 入力

- PC0#、PC1#はシュミットトリガ入力ではありません。入力信号の立上り、立下りが緩やかな場合、実際よりも多くカウントされる恐れがあります。必要に応じてシュミットトリガ入力のバッファなどを追加してください。

表 44　パルスカウンタで使用する関数

関数名	説明
USBM_PCSetCmp()	コンペアレジスタの値を設定します。
USBM_PCSetCnt()	カウンタの値を設定します。
USBM_PCReadCnt()	カウンタの値を読み出します。
USBM_PCSetControl()	パルスカウンタのカウントアップ/ダウンの方法、クリア条件を設定します。
USBM_PCSetCondBit()	パルスカウンタのアップ/ダウンを決定する条件ビットを指定します。
USBM_PCSetCmpOut()	コンペアマッチ時に出力を行うポートとデータを設定します。
USBM_PCStartA()	指定チャンネルのカウントをスタートします。
USBM_PCStop()	指定チャンネルのカウントをストップします。
USBM_PCStart()	パルスカウンタのカウントをスタートまたは停止します。

表 45　パルスカウンタに入力可能なパルス周波数

チャンネル	周波数(周期)
0	33.3KHz(30μsec)
1～3	40KHz(25μsec)

- 表 43 は 1 チャンネルだけ使用した場合の仕様です。パルスカウンタは割り込みを利用しソフトウェアで実装されていますので、複数のチャンネルを同時に使用するとその分、処理時間が必要になり入力可能なパルス周波数は低下します。また、タイマコピーなどの他の割り込み処理と併用すると、直ちにカウントが行われない場合がありますのでご注意ください。

パルスカウンタをスタートすると、チャンネルに対応する端子から入力される信号の立下りで、カウンタが 1 ずつ増加、または減少します。カウンタが増加するか減少するかは、*USBM_PCSetControl()*

関数で設定しますが、その際、*USBM_PCSetCondBit()* で指定されたコンディションビットが参照されます。コンディションビットには、マイコン内の任意アドレスの任意ビットが選択可能で、このビットの状態によって、カウンタが入力パルスにより、増加するのか、減少するのか、パルスを無視するのかを決定することができます。例えば、ポート 1 の P10 端子をコンディションビットとして指定した場合、この端子が“Lo”の場合はパルス入力でカウントアップ、“Hi”の場合は逆にカウントダウン、というような設定が可能になります。図 23 に *USBM_PCSetControl()* 関数の *Bits* 引数の意味を、表 46 に *Bits* 引数の設定値とカウンタの増減の関係を示します。

図 23　*USBM_PCSetControl()* の *Bits* 引数

表 46　*USBM_PCSetControl()* によるカウント方法の設定

USBM_PCSetControl() の引数(Bits)		コンディションビットによる増減	
ビット 5	ビット 4	コンディションビット = 0 のとき	コンディションビット = 1 のとき
0	0	カウントアップ	
0	1	カウントアップ	カウントダウン
1	0	カウントダウン	カウントアップ
1	1	カウントしない	カウントアップ

コンディションビットには、一般のポート入力以外に、別のパルスカウンタチャンネルの入力端子を選択することが可能です。これを、利用すると 16 ビットタイマのチャンネル 2 による位相計数カウントの様に 2 相ロータリーエンコーダ出力のカウントに使用できます(立上りはカウントできませんので、カウント数は 16 ビットタイマの場合の半分、角度精度は 1/3 になります)。図 24 にチャンネル 0 とチャンネル 1 を使用した 2 相ロータリーエンコーダ出力のカウントの様子を示します。

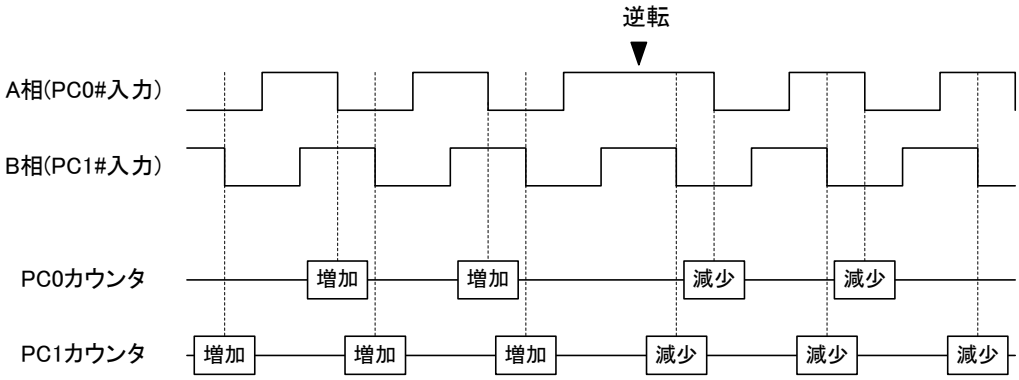


図 24　2 相ロータリーエンコーダ出力のカウント

- 上記の方法は信号の立下りのみカウントしますので、パルス発生位置でエンコーダが正転、逆転を繰り返すと誤ったカウントを行う場合があります。パルスカウンタにインクリメンタル式ロータリーエンコーダの 2 相パルス出力を接続する場合の回路例とサンプルプログラムが、添付 CD の「¥SAMPLE¥M3069_Samples¥EncoderSample」にございますのでご参照ください。
- パルスカウンタの機能は割込みを利用してソフトで実装されていますので、1 回のカウント処理に 1 チャンネルあたり最大 30μsec の時間を要します。周波数の高い信号のカウントには不向きです。16 ビットタイマの位相計数機能を優先してご利用ください。

全てのチャンネルには32ビットのコンペアレジスタが用意されており、カウンタ値とのコンペアマッチによりそれぞれ 1 つの 8 ビットポートに書き込み操作を行うことができます。この機能をコンペアアウトと呼びます。この機能を利用すると、外部からデバイスへの信号入力に対するフィードバックを素早く行うことが可能になります。図 25 にチャンネル 0 へのパルス入力に応答して、ある出力ポートの値を変化させる例を示します。図中の t_d はパルス入力から実際にポート操作が行われるまでの遅延時間で、8μsec～20μsec となります。同じ処理を、ホストパソコンを介して行った場合、カウンタ値の読み出しに数百μsec、ポート出力に数百μsec の合わせて1msec 以上の時間を要します。また、ネットワーク環境などの影響により時間は変化します。

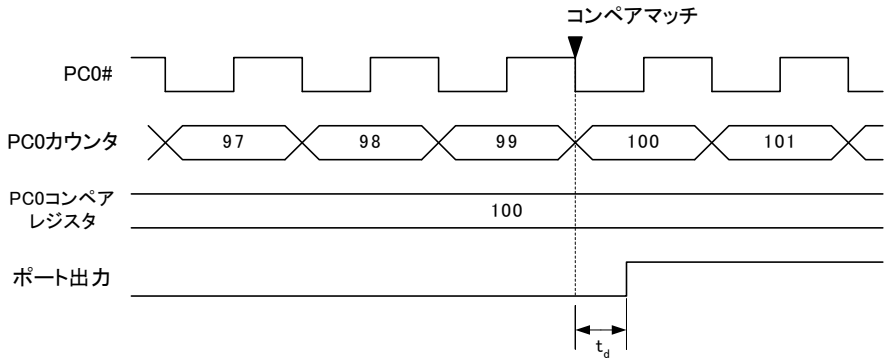


図 25　パルスカウンタのコンペアアウト

この機能を利用してパルスカウンタへの入力をトリガとして、16 ビットタイマの起動と終了、タイマコピー機能の起動と終了が簡単に行えるようになっています。

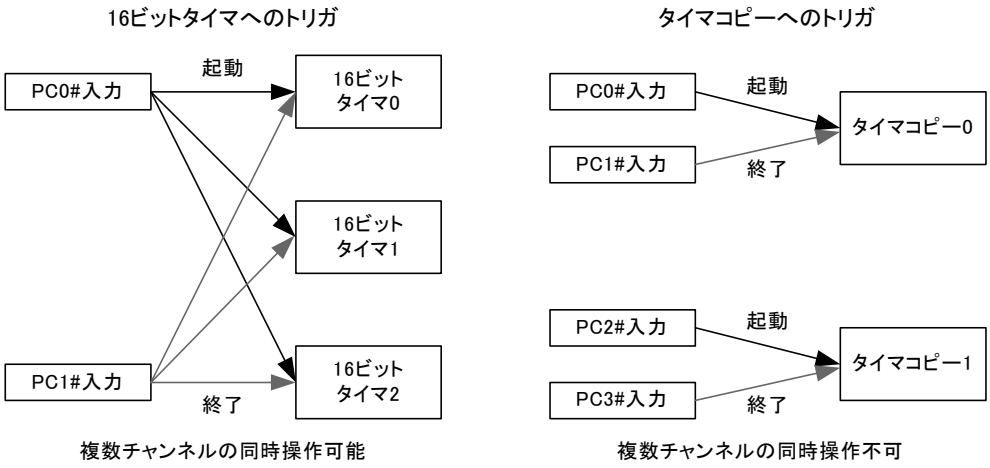


図 26　パルスカウンタ入力による 16 ビットタイマとタイマコピーの操作

単相パルスをカウントする

① カウンタに初期値を設定する場合には *USBM_PCSetCnt()* 関数を使用します。

② コンペアマッチによるリセットやコンペアアウト機能を使用する場合は *USBM_PCSetCmp()* 関数でコンペアレジスタを設定します。

③ パルス入力により、カウントアップするか、カウントダウンするか、パルスを無視するかを任意のポートの、任意のビット(コンディションビット)で指定することができます。この機能を使用するためには *USBM_PCSetCondBit()* 関数でポートとコンディションビットを抜き出すためのビットマスクを指定します。

④ 必要な場合には *USBM_PCSetControl()* 関数でクリアの条件とコンディションビットの状態でどのようにカウントするかを決定します。初期状態ではパルスを無条件でカウントし、クリアは自動的に行われない設定になっています。

⑤ *USBM_PCStartA()* 関数でカウントを開始します。

⑥ *USBM_PCReadCnt()* 関数で現在のカウント値を読み出します。

⑦ カウントを終了するには *USBM_PCStop()* 関数を呼び出します。

2 相パルスをカウントする

2 相のパルスをカウントするにはパルスカウンタを 2 チャンネル使用します。各チャンネルの設定の仕方は上の単相の場合と同様です。ただし、③と④で呼び出す *USBM_PCSetCondBit()* 関数と *USBM_PCSetControl()* 関数に特定の値を指定します。ここでは、PC0#、PC1#を使用する場合を例に説明します。

① *USBM_PCSetCondBit()* 関数を 0 チャンネルを対象に呼び出します。その際、ポートアドレスに定数 *USBM_PC1_ADDR*、をマスクに定数 *USBM_PC1_BIT* を指定します。C 言語での呼び出しは以下のようになります。

```
USBM_PCSetCondBit(hDev,0,USBM_PC1_ADDR,USBM_PC1_BIT);
```

同様に 1 チャンネルを対象に *USBM_PCSetCondBit()* 関数を呼び出します。ポートアドレスに定数 *USBM_PC0_ADDR*、マスクに定数 *USBM_PC0_BIT* を指定します。これでお互いのパルス入力をコンディションビットに指定したことになります。

② 次に *USBM_PCSetControl()* 関数を 0 チャンネルを対象に呼び出します。その際、コントロールビットに H'10 を指定します。C 言語での呼び出しは以下のようになります。

```
USBM_PCSetControl(hDev,0,0x10);
```

同様に1チャンネルの設定ではコントロールビットに H'20 を指定します。これで 2 相用の設定は終わりです。カウント数を読む場合はチャンネル 0、1 両方の値を読み出し、足し合わせます。他の手順は単相の場合と同様です。

C 言語の例

```
long Count[4];
long Sum;

/*チャンネル 0 と 1 を使用した位相計数*/
USBM_PCSetCnt(hDev,0,0);  /*カウンタのクリア*/
USBM_PCSetCnt(hDev,1,0);
USBM_PCSetCondBit(hDev,0,USBM_PC1_ADDR,USBM_PC1_BIT); /*カウントの条件をそれぞれ設定*/
USBM_PCSetCondBit(hDev,1,USBM_PC0_ADDR,USBM_PC0_BIT);
USBM_PCSetControl(hDev,0,0x10); /*コンディションビットによる加算､減算の設定*/
USBM_PCSetControl(hDev,1,0x20);
USBM_PCStartA(hDev,USBM_PC0 | USBM_PC1); /*計数をスタート*/

/*...*/

USBM_PCReadCnt(hDev,USBM_PC_ALL,Count);  /*まとめて読み出すと高速*/
Sum = Count[0] + Count[1]; /*チャンネル 0 と 1 の値を足すとカウント数が得られる*/

/*...*/

USBM_PCStop(hDev,USBM_PC_0 | USBM_PC1); /*計数終了*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim Count(3) As Long
Dim Sum As Long

'チャンネル 0 と 1 を使用した位相計数
USBM_PCSetCnt hDev, 0, 0
USBM_PCSetCnt hDev, 1, 0
USBM_PCSetCondBit hDev, 0, USBM_PC1_ADDR, USBM_PC1_BIT 'カウントの条件をそれぞれ設定
USBM_PCSetCondBit hDev, 1, USBM_PC0_ADDR, USBM_PC0_BIT
USBM_PCSetControl hDev, 0, &H10 'コンディションビットによる加算、減算の設定
USBM_PCSetControl hDev, 1, &H20
USBM_PCStartA hDev, (USBM_PC0 Or USBM_PC1) '計数をスタート

'...

USBM_PCReadCnt hDev, USBM_PC_ALL, Count 'まとめて読み出すと高速
Sum = Count(0) + Count(1) 'チャンネル 0 と 1 の値を足すとカウント数が得られる

'...

USBM_PCStop hDev, (USBM_PC0 Or USBM_PC1) '計数終了
```

□ SCI(シリアル通信)

『LANM3069』は RS-232C 準拠のシリアル通信チャンネルを 2 つ利用可能です。通信方式は調歩同期のみです。通信速度は 300bps～38400bps でフロー制御はありません。受信バッファは 127 バイトでオーバーフローすると SCI 用のステータスレジスタにエラーをセットし、オーバーフローしたデータは捨てられます。表 47、表 48 に SCI で使用する端子、関数をあげます。また、表 49 に SCI の仕様を示します。

表 47 SCI で使用する端子

ピン番	信号名	説明
J4-1	TxD0	SCI0 送信
J4-2	RxD0	SCI0 受信
J4-3	GND	シグナルグランド
J7-1	TxD1	SCI1 送信
J7-2	RxD1	SCI1 受信
J7-3	GND	シグナルグランド

表 48 SCI で使用する関数

関数名	説明
USBM_SCISetMode()	通信条件の設定を行います。
USBM_SCIReadStatus()	SCI のエラー、受信バイト数を読み出します。
USBM_SCIRead()	SCI から指定バイト数のデータを読み出します。
USBM_SCIWrite()	SCI からデータを送信します。
USBM_SCISetDelimiter()	デリミタ文字を指定します。

表 49 SCI の仕様

項目	仕様
チャンネル数	2
方式	調歩同期式(フロー制御なし)
ビットレート	300～38400bps
信号レベル	RS-232C 準拠

- SCI1 はユーザーファーム開発時に、デバッグ用通信チャンネル、または、標準入出力として利用しますが、USBM ライブラリを用いて SCI1 を操作すると、これらの機能が動作しなくなります。

デリミタ文字を指定しておくと、*USBM_SCIRead()* 呼び出したときにデバイス側でデリミタ文字をチェックし、発見した場合は受信データが指定バイト数に達していなくても、残りのデータを 0 で埋めて処理を戻します。

データを送信する

① *USBM_SCISetMode()* 関数でボーレート、データビット数、パリティ、ストップビットなどを設定します。

② *USBM_SCIWrite()* 関数で送信したいデータを送ります。

データを受信する

① *USBM_SCISetMode()* 関数でボーレート、データビット数、パリティ、ストップビットなどを設定します。

② 受信データ長が不定で、デリミタ文字によってパケットの区切りを識別する場合には、*USBM_SCISetDelimiter()* 関数を使用します。

③ *USBM_SCIRead()* 関数でデータを受信します。

- *USBM_SCIRead()* 関数を呼び出すと、デバイスは指定バイト数を受信するまで他の命令を受け付けなくなります。中止方法、タイムアウトの設定方法については「タイムアウト設定」の節を参照してください。
- *USBM_SCIRead()* 関数を呼び出したときに、関数やデバイスが受信データ待ちの状態になるのを防ぐためには、*USBM_SCIReadStatus()* 関数を使用して予め受信バッファ中のデータ数を確認してください。

C 言語の例

```
char Data[6] = “Hello”;

USBM_SCISetMode(hDev,0,USBM_SCI_DATA8 | USBM_SCI_NOPARITY | USBM_SCI_STOP1,
                USBM_SCI_BAUD38400);  /*モードを設定*/

USBM_SCIWrite(hDev,0,Data,6); /*シリアルポートから出力*/
USBM_SCIRead(hDev,0,Data,6,NULL);  /*シリアルポートから読み出し*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim Data(5) As Byte

Data(0) = Asc("H")
Data(1) = Asc("e")
Data(2) = Asc("l")
Data(3) = Asc("l")
Data(4) = Asc("o")
Data(5) = Asc(vbNullChar)

USBM_SCISetMode hDev, 0, (USBM_SCI_DATA8 Or USBM_SCI_NOPARITY Or USBM_SCI_STOP1), _
USBM_SCI_BAUD38400  'モードを設定

USBM_SCIWrite hDev, 0, Data, 6  'シリアルポートから出力
USBM_SCIRead hDev, 0, Data, 6, 0   'シリアルポートから読み出し
```

□ タイマコピー

『LANM3069』はH8/3069RF内蔵の8ビットタイマを利用したタイマコピーという機能を実装しています。8ビットタイマも16ビットタイマと同様、各チャンネルにカウンタとコンペアレジスタを持っていますが、そのコンペアマッチにより発生する割り込みを利用してポート間で(あるアドレスからあるアドレスへ)1 バイトずつデータをコピーすることができます。マイコンの内蔵メモリに予めデータを転送しておき、タイマコピーを起動することで、出力ポートの値を一定の周期で更新したり、DA コンバータの出力電圧を自動的に更新したりが可能です。図 27 にパルスモーター用のパターンをポート 4 に出力する様子を示します。また、表 50、表 51 にタイマコピーで使用する端子、関数をあげます。

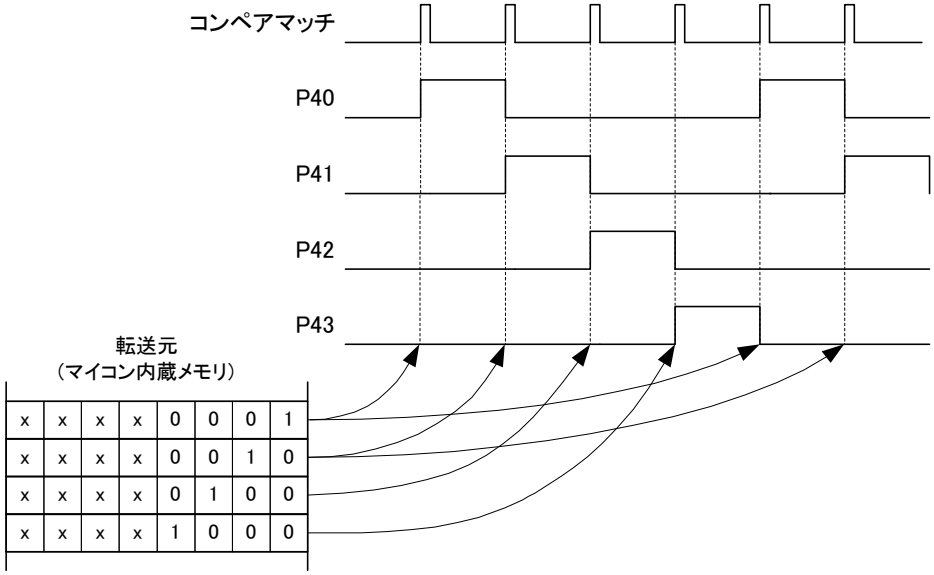


図 27　タイマコピーの動作の様子

表 50　タイマコピーで使用する端子

ピン番	信号名	説明
CN2-13	TCLKA	チャンネル 0 に外部クロックを入力する場合に使用
CN2-12	TCLKB	チャンネル 1 に外部クロックを入力する場合に使用

表 51　タイマコピーで使用する関数

関数名	説明
USBM_TCPYSetParm()	転送の設定を行います。
USBM_TCPYSetPatternCtrl()	出力ポートにパルスパターンを順次出力するよう設定します。
USBM_TCPYSetCycle()	転送周期を設定します。
USBM_TCPYSetTrig()	タイマコピーのトリガ信号を選択します。
USBM_TCPYReadStatus()	転送状況を読み出します。
USBM_TCPYStart()	タイマコピーを開始、終了します。

USBM_TCPYSetPatternCtrl() 関数を使用すると、用意した転送パターンの途中から転送を開始したり、停止させたりということが可能となっています。*USBM_TCPYSetPatternCtrl()* 関数の *SrcPort* には転送パターンの先頭アドレス、*nSrc* は用意された転送パターンのバイト数です。*nCopy* は何回

転送を行うかを設定します。*nCopy* 回の転送途中に転送元アドレスが転送パターンの数を超えると、自動的に転送元をパターンの先頭に戻して転送を続けます。逆に転送パターンの下限を超えた場合も同様に最後尾から転送を続けます。表 52 に *USBM_TCPYSetPatternCtrl()* 関数の引数の設定例、図 28 に、その場合の動作の様子を示します。転送先であるポート 4 の出力値はコンペアマッチが発生とともに、図 28 の右のように変化します。

表 52　*USBM_TCPYSetPatternCtrl()* の設定例

hDev	*CH*	*SrcPort*	*DstPort*	*nCopy*	*nSrc*	*SrcInc*	*Start*	*Mask*
xxx	xxx	0xffbf20	USBM_P4	5	4	1	2	0xff

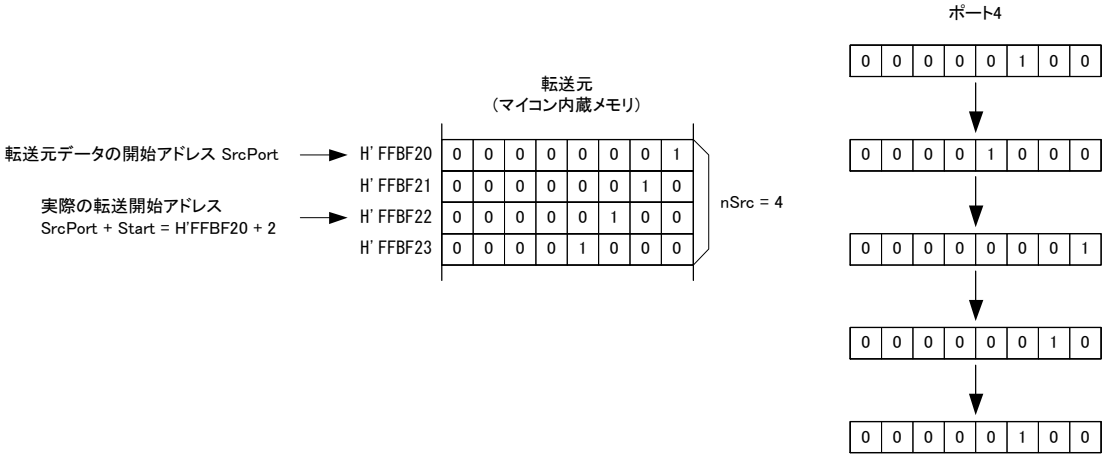


図 28　*USBM_TCPYSetPatternCtrl()* の設定例

また、*USBM_TCPYSetTrig()* 関数を使用すれば、パルスカウンタ(マイコンの割り込み)への信号入力によって、任意のタイマコピーチャンネルのスタート、及び、ストップが可能になります。この機能を利用することで、ホストパソコンを介することなく、タイマコピー機能をコントロール可能となり、リアルタイム性を要求される用途にも応用可能となります(「パルスカウンタ」参照)。

タイマコピー機能を使用する

① *USBM_TCPYSetCycle()* 関数でコピーの周期を指定します。

② *USBM_TCPYSetParm()* 関数、または *USBM_TCPYSetPatternCtrl()* 関数で転送に関するパラメータを設定します。

③ パルスカウンタを起動トリガ、終了トリガとして利用する場合は、*USBM_TCPYSetTrig()* 関数を使用します。直ぐに転送を開始する場合には *USBM_TCPYStart()* 関数で該当チャンネルをスタートさせます。

④ コピーを終了するには *USBM_TCPYStart()* 関数を、該当するビットを 0 にして呼び出します。

⑤ パルスカウンタをトリガとして使用した場合には、*USBM_PCStop()* 関数で使用したチャンネルを停止します。

- タイマコピーで1回の転送に要する時間は最大 25μsec です。ただし、タイマコピーは割り込みを利用しソフトウェアで実装されていますので、他の割り込みなどで直ちにコピーできない場合があります。そのため、複数のチャンネルを使用する場合、また他に割り込みを利用する機能を使用している場合にはコピーのタイミングがタイマの設定値どおりに行われないことがあります。また、最悪の場合には割り込みが無視され出力が更新されないことも考えられますのでご注意ください。

C 言語の例

```
BYTE Data[512];
int i;

/*DA0 に三角波を出力*/
for(i=0;i<256;i++){
  Data[i] = Data[511-i] = i & 0xff;
}
USBM_PortBWrite(hDev,USBM_USER_AREA,Data,512); /*ユーザーメモリにコピー*/
USBM_TCPYSetCycle(hDev,0,99,USBM_TCLK390); /*転送サイクルを約 3.9kHz に設定*/
USBM_TCPYSetParm(hDev,0,USBM_USER_AREA,USBM_DA0,512,1,0,TRUE); /*DA0 に繰り返し転送*/
USBM_TCPYStart(hDev,1); /*チャンネル 0 をスタート*/

/*...*/

USBM_TCPYStart(hDev,0); /*コピー終了*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim Data(511) As Byte
Dim i As Integer

'DA0 に三角波を出力
For i = 0 To 255
  Data(i) = i And &HFF
  Data(511 - i) = i And &HFF
Next i
USBM_PortBWrite hDev, USBM_USER_AREA, Data, 512 'ユーザーメモリにコピー
USBM_TCPYSetCycle hDev, 0, 99, USBM_TCLK390 '転送サイクルを約 3.9kHz に設定
USBM_TCPYSetParm hDev, 0, USBM_USER_AREA, USBM_DA0, 512, 1, 0, 1 'DA0 に繰り返し転送
USBM_TCPYStart hDev, 1 'チャンネル 0 をスタート

'...

USBM_TCPYStart hDev, 0 'コピー終了
```

□ タイムアウト設定

専用 API 関数は、そのほとんどが同期動作です。そのため、用途によってはタイムアウト時間の設定が必要になる場合があります。その場合、*USBM_SetTimeouts()* 関数を使用してください。初期状態ではデバイスへの書き込み、デバイスからの読み出し、共に約 5 秒間でタイムアウトするように設定されています。

また、*USBM_ADBRead()* 関数、*USBM_SCIRead()* 関数を呼び出すと、マイコンは指定数のデータが読み込まれるまで待ち状態となります。そのため、何らかの理由で、前記関数がタイムアウトして戻った場合に、デバイス側は後の命令を受け付けなくなります。その場合、*USBM_Abort()* 関数を呼び出し、通常のコマンドループに戻るよう指示する必要があります。

関数がタイムアウトした場合の復帰処理

① 関数の戻り値をチェックし、タイムアウトが発生したかどうかを調べます。

② タイムアウトした場合、*USBM_Abort()* 関数を呼び出し、マイコン内の読み出しループを中止します。

③ *USBM_Purge()* 関数を呼び出し、リードバッファに溜まったデータ(ループを中止させる前にデバイスから送られたデータ)を破棄します。

C 言語の例

```
long nRead;
char Data[100];
TW_STATUS ret;

USBM_SetTimeouts(hDev, 2000, 1000); //リードタイムアウト 2 秒,ライトタイムアウト 1 秒

ret = USBM_SCIRead(hDev, 0, Data, 100, &nRead);
if(ret == TW_TIMEIOUT)){  //タイムアウトした場合
  USBM_Abort(hDev);
  USBM_Purge(hDev, USBM_PURGE_RX);  //リードバッファをクリア
  return;
}

/*...*/
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim nRead As Long
Dim Data(99) As Byte
Dim ret As Long

USBM_SetTimeouts hDev, 2000, 1000 '//リードタイムアウト 2 秒,ライトタイムアウト 1 秒

ret = USBM_SCIRead(hDev, 0, Data, 100, nRead)
If ret = TW_TIMEOUT Then 'タイムアウトした場合
  USBM_Abort hDev
  USBM_Purge hDev, USBM_PURGE_RX 'リードバッファをクリア
  Exit Sub
End If

'...
```

□ フラッシュメモリ

内蔵のフラッシュメモリの一部は、ライブラリ関数によって消去／書き込みを行うことができます。この領域を利用して、各デバイス固有の設定情報やキャリブレーション情報を保持することができます。

搭載マイコンは 512K バイトのフラッシュメモリを内蔵していますが、このうち EB1～EB3 の 12K バイトの領域をライブラリ関数で書き換えることができます(図 6 参照)。

表 53　書換え可能なフラッシュメモリ

ブロック	開始番地	終了番地
EB1	H'001000	H'001FFF
EB2	H'002000	H'002FFF
EB3	H'003000	H'003FFF

フラッシュメモリを書き換える

① フラッシュメモリを書き換えるためには、まず、デバイスを「フラッシュ書換えモード」で起動します。設定方法については、17 ページの「ジャンパースイッチ」を参照してください。

② *USBM_OpenA()* 関数を呼び出し、デバイスと接続します。このとき *Option* 引数に *USBM_MODE_FLASH* を指定します。

③ フラッシュメモリを消去する場合には、*USBM_FlashEraseBlk()* 関数を呼び出します。消去はブロック単位で行われますので、*Blk* 引数には消去したいブロック番号(1～3)を指定します。消去が完了したブロックは全てのビットが"1"になります。

④ 書き込みを行う場合には、*USBM_FlashWrite()* 関数を使用します。書き込みは 128 バイト単位で行いますので、書き込みアドレスは必ず 128 バイト境界とし、書き込みバイト数は 128 の倍数を指定してください。書き込みを行うアドレスは消去済みの領域でなくてはいけません。

⑤ データを読み出す必要がある場合は、*USBM_FlashRead()* 関数を使用します。読み出すバイト数は 128 の倍数とします。

C 言語の例

```
BYTE WriteData[128]; //書き込み用バッファ。書き込む内容で初期化してください。
BYTE ReadData[128];
TW_HANDLE hDev;

//フラッシュ書換えモードのデバイスに接続
USBM_OpenA(&hDev, NULL, USBM_IF_LAN | USBM_MODE_FLASH);
if(hDev == NULL){
  //接続に失敗したときの処理
}
USBM_FlashEraseBlk(hDev, 1); //EB1 を消去
USBM_FlashWrite(hDev, USBM_EB1_TOP, WriteData, 128); //EB1 の先頭へ書き込み
USBM_FlashRead(hDev, USBM_EB1_TOP, ReadData, 128); //読み出し

USBM_Close(hDev);
```

VisualBasic6.0 の例

```
Dim WriteData(127) As Byte '書き込み用バッファ。書き込む内容で初期化してください。
Dim ReadData(127) As Byte
Dim hDev As Long

USBM_OpenA hDev, "", USBM_IF_LAN Or USBM_MODE_FLASH
If hDev = 0 Then
  '接続に失敗したときの処理
End If

USBM_FlashEraseBlk hDev, 1 'EB1 を消去
USBM_FlashWrite hDev, USBM_EB1_TOP, WriteData, 128 'EB1 の先頭へ書き込み
USBM_FlashRead hDev, USBM_EB1_TOP, ReadData, 128 '読み出し

USBM_Close hDev
```

- フラッシュ書換えモードのデバイスと接続した場合は *USBM_Flash* で始まる関数以外は使用できません。

「フラッシュ書換えモード」での IP アドレス設定

「フラッシュ書換えモード」のデバイスは、常に IP アドレスを持っていない状態で起動し、ホストパソコンから使用可能な IP アドレスの割り当てを待ちます。設定ツールで固定 IP をボードに割り当てている場合でも、その IP アドレスは「フラッシュ書換えモード」では使用されません。このような仕様となっている理由は、もし「フラッシュ書換えモード」のデバイスが「通常モード」と同様の IP アドレスを使用してしまうと、異なるネットワーク上にデバイスを移動した場合や、設定した IP アドレスが分からなくなった場合に、デバイスへの接続が困難になり、IP アドレスの変更自体が容易に行えなくなるためです。

「フラッシュ書換えモード」のデバイスに接続する場合に、*USBM_OpenA()* 関数の第2引数にIPアドレスを引数として与えると、その IP アドレスを一時的にデバイスに割り当てることができます。上の例のように第 2 引数を NULL や空の文字列とすると、ライブラリはネットワーク内の DHCP サーバーに対してデバイスに割り当て可能な IP アドレスを要求し、それを利用してデバイスとの通信を行います。

□ ハードウェアイベントの監視

『LANM3069』では、パルスカウンタのカウント値や AD 変換結果を閾値と比較し、指定の値になったときに、Windows のメッセージ機構を通じてアプリケーションに通知することができます。

- ハードウェアイベントの監視機能は LabVIEW では使用できません。
- システムファーム Ver.4.0.1 以降が必要です。

表 54 ハードウェアイベントの監視に使用する端子

ピン番	信号名	説明
CN1-24	PC0#	パルス(負極性)の入力時、または、カウント数が指定条件になったときに通知します。
CN1-23	PC1#	パルス(負極性)の入力時、または、カウント数が指定条件になったときに通知します。
CN1-47	PC2#	パルス(負極性)の入力時、または、カウント数が指定条件になったときに通知します。
CN1-46	PC3#	パルス(負極性)の入力時、または、カウント数が指定条件になったときに通知します。
CN2-8	AD0	入力電圧が指定条件になったときに通知します。
CN2-7	AD1	入力電圧が指定条件になったときに通知します。
CN2-6	AD2	入力電圧が指定条件になったときに通知します。
CN3-5	AD3	入力電圧が指定条件になったときに通知します。

表 55 ハードウェアイベントの監視に使用する関数

関数名	説明
USBM_SetHwEvent()	ハードウェアイベントの監視を開始/終了します。
USBM_PCSetCnt()	カウンタの値を設定します。
USBM_PCSetControl()	パルスカウンタのカウントアップ/ダウンの方法、クリア条件を設定します。
USBM_PCSetCondBit()	パルスカウンタのアップ/ダウンを決定する条件ビットを指定します。
USBM_PCSetCmp()	カウンタを自動的にクリアする場合などの設定を行います。
USBM_PCStartA()	指定チャンネルのカウントをスタートします。
USBM_PCStop()	指定チャンネルのカウントをストップします。

ハードウェアイベントの監視を開始するには、*USBM_SetHwEvent()* 関数を呼び出します。この関数には引数として *USBM_HW_EVENT* 構造体を渡します。*USBM_HW_EVENT* 構造体の C 言語でのプロトタイプと使用する定数を図 29 に示します。

ハードウェアイベントの通知先がウィンドウの場合、*hRecvWindow* にウィンドウのハンドルを指定します。通知先がスレッドの場合には *idRecvThread* にスレッド ID を指定します。これらは必要の無い場合 0 としてください。

EventBits には監視するハードウェアイベントをビットで指定します。例えば、AD0 のアナログ入力を監視する場合、*EventBits* には *USBM_EVENT_AD0* を指定します。複数の監視を行う場合、ビットを OR で結合します。

Message にはメッセージの番号を指定します。パルスカウンタやアナログ入力について条件が成立すると、ここで設定した番号のメッセージが、ウィンドウ、または、スレッドにポストされます。その際、メッセージのパラメータとして渡される *wParam* は *EventBits* に指定したビットのうち 1 つが"1"となり、メッセージの原因となったハードウェアイベントを示します。また、*lParam* にはパルスカウンタに関するイベントの場合はそのカウント値が、アナログ入力に関するイベントの場合は AD 変換の結果がセットされます。

- アプリケーションで自由に使用できるメッセージ番号は 0x8000(*WM_APP*)～0xbfff の範囲です。

監視を終了するには *USBM_HW_EVENT* 構造体のポインタとして *NULL* を渡すか、*EventBits* の値を 0 として *USBM_SetHwEvent()* 関数を呼び出します。

```
typedef struct tagHwEvent{
  HWND hRecvWindow;   //メッセージを受け取るウィンドウのハンドル
  DWORD idRecvThread; //メッセージを受け取るスレッドの ID
  LPVOID lpRsv;       //予約
  UINT Message;       //受け取るメッセージの番号(0x8000-0xbfff)
  DWORD EventBits;    //監視するイベントをビットで指定
  long PCCnt[4];      //PC0-PC3 のカウント値と比較する閾値
  long PCCmp[4];      //PC0-PC3 の比較方法/PCCnt の自動インクリメント
  long ADVal[4];      //AD0-AD3 の入力値と比較する閾値
  short ADCmp[4];     //AD0-AD3 の比較方法/ヒステリシス
} USBM_HW_EVENT;

#define USBM_EVENT_PC0  0x00000001  //パルスカウンタ 0(PC0)を監視
#define USBM_EVENT_PC1  0x00000002  //パルスカウンタ 1(PC1)を監視
#define USBM_EVENT_PC2  0x00000004  //パルスカウンタ 2(PC2)を監視
#define USBM_EVENT_PC3  0x00000008  //パルスカウンタ 3(PC3)を監視
#define USBM_EVENT_AD0  0x00000010  //アナログ入力 0(AD0)を監視
#define USBM_EVENT_AD1  0x00000020  //アナログ入力 1(AD1)を監視
#define USBM_EVENT_AD2  0x00000040  //アナログ入力 2(AD2)を監視
#define USBM_EVENT_AD3  0x00000080  //アナログ入力 3(AD3)を監視
#define USBM_EVENT_USER 0x80000000  //ユーザー定義
#define USBM_EVENT_PC   0x0000000f  //パルスカウンタ全て
#define USBM_EVENT_AD   0x000000f0  //アナログ入力全て

#define USBM_CMP_GE     0x7fffffff  //カウンタ値が≧PCCnt[]で通知
#define USBM_CMP_LE     0x80000000  //カウンタ値が≦PCCnt[]で通知
```

図 29　USBM_HW_EVENT 構造体と使用する定数

パルスカウンタ入力を監視する

パルスカウンタの入力を監視する場合、*USBM_HW_EVENT* 構造体の *PCCnt[]* と *PCCmp[]* に値を設定します。*PCCnt[0]* ～ *PCCnt[3]* には、それぞれ 0～3 チャンネルのカウンタ値と比較する閾値を設定します。*PCCmp[0]* ～ *PCCmp[3]* には閾値との比較方法、閾値の自動インクリメントを設定します。*PCCmp[]* の設定値と具体的動作を表 56 に示します。

表 56　PCCmp[]の設定値と動作の関係

PCCmp[x]の設定	ハードウェアイベントの検出条件	イベント検出後の PCCnt[x]の値
USBM_CMP_GE (0x7fffffff)	指定チャンネル(x)のカウンタ値が PCCnt[x]以上になった場合	変化なし
USBM_CMP_GE 以外の正の値	指定チャンネル(x)のカウンタ値が PCCnt[x]以上になった場合	PCCnt[x] = PCCnt[x] + PCCmp[x]
0	指定チャンネル(x)のカウンタ値が変化した場合	変化なし
USBM_CMP_LE 以外の負の値	指定チャンネル(x)のカウンタ値が PCCnt[x]以下となった場合	PCCnt[x] = PCCnt[x] + PCCmp[x]
USBM_CMP_LE (0x80000000)	指定チャンネル(x)のカウンタ値が PCCnt[x]以下となった場合	変化なし

PCCmp[] が 0 の場合、カウンタ値が変化する毎にアプリケーションに通知されます。*PCCnt[]* の値は無視されます。

PCCmp[] を正の値とすると、指定チャンネルのカウンタ値が *PCCnt[]* 以上となった場合にハードウェアイベントとして検出しアプリケーションに通知されます。負の値とすると、逆にカウンタ値が *PCCnt[]* 以下になった場合に通知されます。

また、*USBM_CMP_GE* (0x7fffffff)、*USBM_CMP_LE* (0x80000000)以外の値を指定した場合には、ハードウェアイベントとして検出された後に、*PCCmp[]* の値が *PCCnt[]* に自動的に加算されます。これによって、一定カウント毎にハードウェアイベントとしてアプリケーションに通知を行うことができます。例えば、*PCCnt[0]* の初期値が 100、*PCCmp[0]* の値が 100 の場合、0 チャンネルのカウンタが 100 になったとき、最初のメッセージが送信されます。このとき *PCCnt[0]* は *PCCmp[0]* の値が加算され 200 となります。その後、カウンタ値が 200 になると、2 番目のメッセージが送信されます。以下、同様に 100 カウント毎にメッセージが送信されます。

PCCmp[] が *USBM_CMP_GE* または *USBM_CMP_LE* の場合、一度ハードウェアイベントが発生し、メッセージが送信されると、その条件が解除されるまで再度通知されることはありません。例えば、*PCCnt[0]* が 100 で、*PCCmp[0]* が *USBM_CMP_GE* の場合、0 チャンネルのカウンタ値が 100 以上になった場合、メッセージが送られますが、以降カウンタ値が変化してもメッセージは送信されません。この場合、*USBM_PCSetCnt()* 関数の呼び出しなどで、カウンタ値が 100 未満になると、再びメッセージ送信可能な状態になります。

USBM_SetHwEvent() を呼び出しただけでは、パルスカウンタのカウント動作は開始されませんので、別途制御関数を呼び出す必要があります。

① *USBM_SetHwEvent()* 関数を使用し、ハードウェアイベントの監視を開始します。

② 必要であれば、*USBM_PCSetControl()* 関数などを使用し、パルスカウンタのカウント条件を設定します。カウント条件等の詳細は「パルスカウンタ」(56 ページ)を参照してください。

③ *USBM_PCStartA()* 関数を使用し、パルスカウンタの計数を開始します。

- 自動インクリメントでは *PCCnt[]* 値のオーバーフローは考慮されません。例えば *PCCnt[]* の値が正の最大値を超えた場合、負の値となってしまいますのでご注意ください。

アナログ入力を監視する

アナログ入力を監視する場合、前記の *USBM_HW_EVENT* 構造体の *ADVal[]* と *ADCmp[]* に値を設定します。*ADVal[0]* ～ *ADVal[3]* には、それぞれ 0～3 チャンネルのアナログ入力値と比較する閾値を設定します。*ADCmp[0]* ～ *ADCmp[3]* には閾値との比較方法とヒステリシスを設定します。

ADVal[] は 32 ビットの変数ですが、格納する値は図 15 (37 ページ)と同様の 16 ビット値です(上位 16 ビットは常に 0 としてください)。設定したい閾値電圧を V_{TH} とすると、*ADVal[]* への設定値 C_{th} は、

以下の式で求めることができます。

$$C_{TH} \fallingdotseq (V_{TH} / VREF) \times 65536$$

ADCmp[] は0以上の場合、指定チャンネルのAD変換結果が *ADVal[]* 以上となる場合に、ハードウェアイベントとして検出しアプリケーションに通知されます。*ADCmp[]* が負の場合は、AD 変換結果が *ADVal[]* 以下となる場合に通知されます。

また、*ADCmp[]* の大きさはヒステリシスの大きさを表します。*ADCmp[]* が正の場合、対応するアナログ入力電圧が V_{TH}[V] 以上になることでハードウェアイベントが検出されますが、同じイベントが何度も通知されるのを避けるために、この時点で該当チャンネルの次のイベント検出は一旦禁止されます。この禁止状態は入力電圧が(V_{TH} 以下ではなく) V_{TH} - V_{HYST} [V] 以下となったときに解除されます(図 30)。このときの V_{HYST} をヒステリシス電圧と呼びます。ヒステリシス電圧が適切な大きさに設定されていないと、入力電圧が V_{TH} 付近のとき、ノイズなどによる微小な電圧変化でもハードウェアイベントが検出されてしまい、不要なメッセージが何度も送信される場合があります。

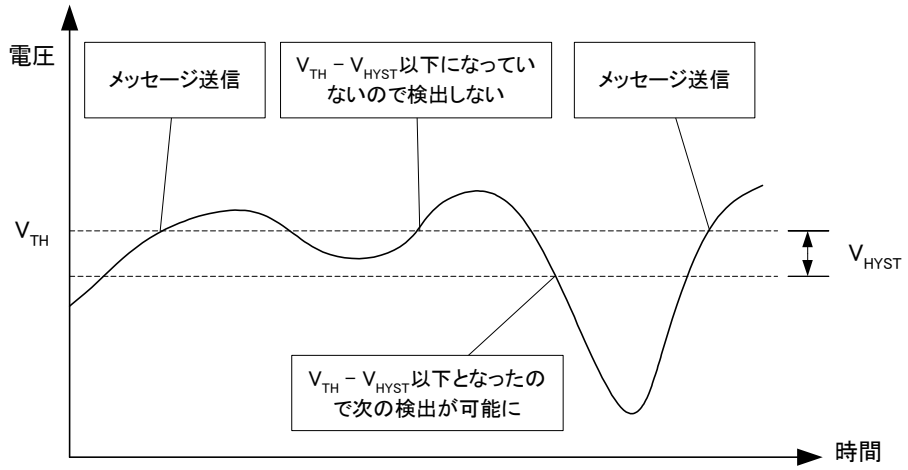


図 30　ヒステリシスが設定されている場合の動作

ADCmp[] の設定値 C_{CMP} も V_{HYST} 電圧から以下の式で求めることができます。

$$C_{CMP} \fallingdotseq (V_{HYST} / VREF) \times 65536$$

例えば、AD0 の V_{TH} を VREF/2 [V]、V_{HYST} を約 VREF/100 [V] とし、入力電圧 ≧ V_{TH} のときにメッセージを受け取るには、以下の計算から、*ADVal[0]* = 32768、*ADCmp[0]* = 655 とします。

$$C_{TH} = (VREF / 2) / VREF \times 65536 = 32768$$
$$C_{CMP} = (VREF / 100) / VREF \times 65536 = 655.36 \fallingdotseq 655$$

逆に入力電圧 ≦ V_{TH} のときにメッセージを受け取るには、*ADCmp[0]* = −655 とします。

- 0 < *ADVal[]* − *ADCmp[]* < 65535 となるようにしてください。

□ 複数機能の同時使用

『LANM3069』の機能には同時に動作可能なものがあります。これらの機能はマイコンの処理時間をシェアしながら動作するため、同時に使用することで、機能が制限されたり、性能が低下したりする場合があります。そのため、これらの機能の実装方法や処理にかかる時間などを把握しておくことが重要です。。

表 57 に『LANM3069』の機能別の処理形態を示します。同期/非同期の欄が「同期」となっている機能は、呼び出すと命令が完了するまでデバイスが他の命令を受け付けなくなります。「非同期」となっている機能は、命令を実行すると動作は開始しますが、他の命令も受け入れられるものです。非同期の機能を複数使用することや、非同期の機能が動作中に同期の機能を呼び出すことは可能ですが、同期の機能が動作中は、他の同期機能の実行や、非同期の機能の開始ができません。

表 57　各機能の処理形態

機能	処理の種類 (優先順位)	同期/ 非同期	注意事項、処理時間など
ポート、バスに対するアクセス (DMA を使用しない場合) *USBM_PortWrite8()* など	通常処理(1)	同期	−
ポート、バスに対するアクセス (DMA を使用する場合) *USBM_PortBWrite()* など	DMA 処理(3)	同期	バースト転送しますので、転送終了まで他の命令は実行されません。他の機能との併用はお薦めしません。1 バイトの転送に数 100nsec(アクセス対象による)を要します。
AD 変換 (*USBM_ADCopy()* 以外) *USBM_ADBRead()*など	通常処理(1)	同期	割込み処理と同時実行されると、指定したサイクル通りに変換が行われない可能性があります。
USBM_ADCopy() による AD 変換	DMA 処理(3)	非同期	DMA チャンネルを 1 つ使用します。1 回の変換結果を転送するのに 400nsec～1.6 μ sec(チャンネル数による)の時間を要します。
DA 変換 (DMA を使用する場合) *USBM_DAStart()*	DMA 処理(3)	非同期	16 ビットタイマと DMA チャンネルを 1 つ、または、2 つずつ使用します。1 回のデータ転送に 280nsec の時間を要します。
16 ビットタイマ (PWM 出力、インプットキャプチャ)	ハードウェア処理(−)	非同期	−
16 ビットタイマ(シングルパルス出力)	割込み処理(2)	非同期	シングルパルスではパルス出力終了時に割込み処理が行われます。処理時間は 10 μ sec です。
16 ビットタイマ(位相計数)	割込み処理(2)	非同期	位相計数のカウント自体はハードウェア処理ですが、コンペアマッチ時の処理は割込みです。処理時間は 25 μ sec です。
パルスカウンタ	割込み処理(2)	非同期	パルス入力時に割込み処理が行われます。処理時間は 30 μ sec、または 25 μ sec です(チャンネルにより変わります)。
タイマコピー	割込み処理(2)	非同期	コンペアマッチ時に割込み処理が行われます。処理時間は 25 μ sec です。
シリアル通信 *USBM_SCIWrite()* など	通常処理(1)/ 割込み処理(2)	同期/ 非同期	ポートからデータ受信時は割込み処理でバッファに格納されます。処理時間は 30 μ sec です。

割込みの処理時間は将来のバージョンで変更される場合があります。

DMA の転送所要時間は内部メモリアクセスを想定したものです。外部メモリを使用する場合は長くなります。

シリアル通信は *USBM_SCIWrite()*、*USBM_SCIRead()* などは通常処理ですが、シリアルポートで受信したデータをバッファリングする動作が割込み処理になります。

表 57 の処理の種類とは、その機能をデバイス上のマイコンで処理する際に、どのような形態で処理されるのかを表しています。表 58 にそれぞれの説明と優先順位を示します。優先順位の数字が大きいものほど優先的に処理が行われます。優先順位が高い処理と、低い処理が同時実行される場合、優先順位の高い処理が、CPU やメモリアクセスサイクルを開放しない限り、優先順位の低い処理は実行を待たされます。ハードウェア処理はマイコン内蔵の周辺回路だけで動作が完結するため、他の処理との優先順位はありません。

表 58　命令の実行方法

処理の種類	説明	優先順位
通常処理	通常の命令実行サイクルの中で処理されます。マイコンの CPU により処理されますが、優先順位が最低なので他の処理を邪魔することはありません。	1
割込み処理	割込みルーチンで処理されます。処理が終わるまで通常処理は実行できません。また、重複して割込みが発生すると、前の処理が終了するまで次の処理は行われません。割込み信号が発生してから、実際に割込みルーチンが開始されるまでは、数 μ sec の時間を要し、この時間は信号発生時の実行命令により変化します。	2
DMA 処理	メモリ間のデータコピーの際、DMA コントローラにより自動的に処理されます。DMA コントローラがメモリにアクセスしている間、マイコンの CPU は命令を実行できませんが、CPU にかかる負担は最小限です。	3
ハードウェア処理	マイコン内蔵の周辺回路だけで処理が完結するものです。マイコンの CPU は全く介在しません。メモリなどのリソースにもアクセスしませんので、他の処理と並列させても負荷になりません。	-

表 59　複数機能を同時に実行した場合の影響

	ポート、バスに対するアクセス（DMAを使用しない場合）	ポート、バスに対するアクセス（DMAを使用する場合）	AD変換(USBM_ADCopy() 以外)	USBM_ADCopy() によるAD変換	DA変換(DMAを使用する場合)	16ビットタイマ(PWM出力)	16ビットタイマ（インプットキャプチャ）	16ビットタイマ（シングルパルス出力）	16ビットタイマ(位相計数)	パルスカウンタ	タイマコピー	シリアル通信（ホストパソコンからのアクセス）	シリアル通信（受信データのバッファリング）
ポート、バスに対するアクセス（DMAを使用しない場合）	×	×	×	○	○	◎	◎	○	○	○	○	×	○
ポート、バスに対するアクセス（DMAを使用する場合）	×	×	×	◎ch	◎ch	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎
AD変換(USBM_ADCopy() 以外)	×	×	×	×	○	◎	◎	△	△	△	△	×	△
USBM_ADCopy() によるAD変換	◎	▲ch	×	×	○ch	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
DA変換(DMAを使用する場合)	◎	▲ch	◎	○ch	○ch	◎ch	◎ch	◎ch	◎	◎	◎	◎	◎
16ビットタイマ(PWM出力)	◎	◎	◎	◎	◎	◎ch	◎ch	◎ch	◎ch	◎	◎	◎	◎
16ビットタイマ（インプットキャプチャ）	◎	◎	◎	◎	◎	◎ch	◎ch	◎ch	◎ch	◎	◎	◎	◎
16ビットタイマ（シングルパルス出力）	◎	▲	◎	○	○	◎ch	◎ch	○ch	○	○	○	◎	○
16ビットタイマ(位相計数)	◎	▲	◎	○	○	◎ch	◎ch	△	×	△	△	◎	△
パルスカウンタ	◎	▲	◎	○	○	◎	◎	△	△	△ch	△	◎	△
タイマコピー	◎	▲	◎	○	○	◎	◎	△	△	△	△ch	◎	△
シリアル通信（ホストパソコンからのアクセス）	×	×	×	○	○	◎	◎	○	○	○	○	×	○
シリアル通信（受信データのバッファリング）	◎	△	◎	○	○	◎	◎	○	○	△	△	◎	×

◎　同時に使用しても影響を受けない
○　同時に使用することによる影響はゼロではないが、ほとんどの場合、問題なく使用可能
△　性能は損なわれるが、用途によっては同時使用可能
▲　呼び出しは可能だが、著しく性能が損なわれる可能性がある
×　同時に呼び出せない
ch　使用チャンネルに制限を受ける

表 59 は複数の機能を同時に実行した場合の影響を示しています。ここでの実行とは機能が動作している状態を指し、動作開始までのパラメータ等のセッティングは含まれません。例えば、PWM 出力では *USBM_TimerStartA()* 関数を呼び出した後、自動的にパルスが出力されている状態が実行状態で、それ以前の *USBM_TimerSetPulse()* の呼び出しなどは、「ポート、バスに対するアクセス(DMA を使用しない場合)」にあたります。

この表の行は影響を受ける機能、列が影響を与える機能を表しています。例えば、「ポート、バスに対するアクセス(DMA を使用する場合)」(以下、「DMA アクセス」)と「パルスカウンタ」の影響を調べる場合、「DMA アクセス」の行と「パルスカウンタ」の列の交点は「◎」となっているので、「DMA アクセス」は「パルスカウンタ」には影響を受けないことがわかります。逆に「パルスカウンタ」の行と「DMA アクセス」の交点は「▲」となっているので、「パルスカウンタ」は「DMA アクセス」により、機能を著しく損なわれる可能性があることを示しています。この評価(特に「△」や「▲」)、はあくまで目安であり、絶対的な評価ではありません。例えば、先の例で言えば、5msec 間隔のパルスをカウント中に 100 バイト程度を「DMA アクセス」で転送しても、実用上ほとんど影響はありませんが、100 μ sec 間隔のパルスをカウント中に、数 10K バイトのデータを転送してしまうと、カウントに抜けが生じてしまいます。

6. トラブルシューティング

製品と通信ができない場合、下記の事項をお確かめください。

- ご利用のパソコンで、インターネット通信などを監視するセキュリティソフトを使用されている場合は、セキュリティソフトを一時的に停止し、再度接続してみてください。セキュリティソフトの設定によっては、製品との通信がブロックされる場合があります。
- 「Windows ファイアウォール」が有効になっている場合、一時的に無効に設定し、再度接続してみてください。「Windows ファイアウォール」によって通信がブロックされてしまう場合は、「コントロールパネル→セキュリティセンター→Windows ファイアウォール」を開き、「例外」にアプリケーションを登録することで通信可能になります。
- 製品の IP アドレスを自動取得（DHCP）に設定されている場合は、固定の IP アドレスを設定してみてください。IP アドレスのリース数の制限や、DHCP サーバーとの通信が上手くいかないことにより、ネットワーク設定ができない場合があります。
- ネットワーク内に、製品、および、ホストパソコンと同一の IP アドレスを使用しているノードが無いこと確認してください。また、制御に使用するポート番号（TCP、および、UDP の 49152 番）を利用しているアプリケーションが無いことを確認してください。

Appendix

□ 命令実行までのレイテンシ

ネットワークを使用したデジタル/アナログ入出力製品で、しばしば問題となるのは命令実行までのレイテンシ(遅延時間)です。図 31 は *USBM_PortRead8()* 関数を 1000 回呼び出したときの実行時間の分布です。

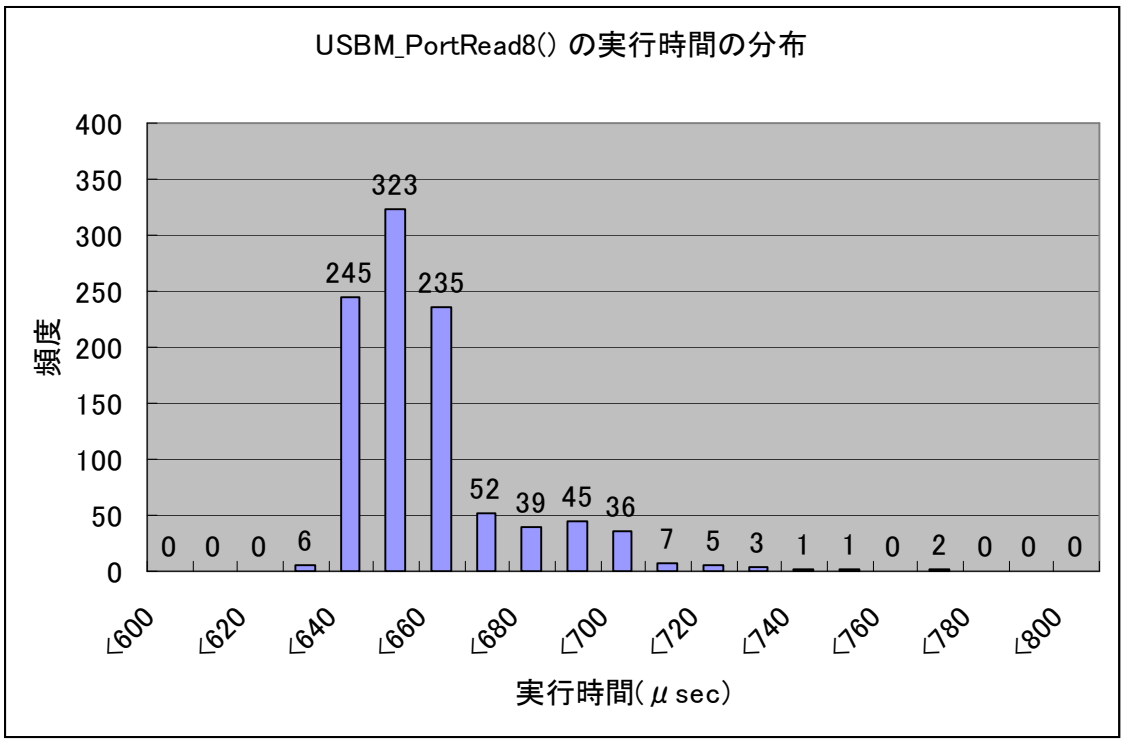


図 31　*USBM_PortRead8()* 1000 回の実行時間の分布

図 31 はホストパソコンとデバイスを直接接続して測定した参考データです。実際には通過するネットワークハブやルーターの数、経路、ホストパソコンの処理能力など様々な要因の影響を受けるため、命令を発行してから実際に実行されるまでの時間を一定に保つのは困難です。

『LANM3069』ではハードウェアからの入力に対する簡単なフィードバックを、ホストパソコンを介さず、デバイス上で処理できるようにパルスカウンタや、16 ビットタイマにコンペアアウトという機能を設けています(詳しくはそれぞれの節を参照してください)。また、DA コンバータやタイマコピーなどのように搭載マイコンに用意したデータテーブルを利用して出力を一定周期で変化させる機能も用意されています。このような機能を上手く利用することで、リアルタイム性を確保し応用分野を広げることが可能です。

□ 「W3150A+」とのインタフェース

ここでは、搭載マイコンと「W3150A+」とのインタフェースについての説明しています。搭載マイコンを直接プログラミングしてご使用になる場合にお読みください。

『LANM3069』では、「W3150A+」へのアクセスはインダイレクトモードで行います。出荷時のボードの状態では、インダイレクトモードで使用する「A0」、「A1」の 2 つのアドレス信号はマイコンの「PB1」と「PB3」の 2 つのポート信号で制御するようになっています。この状態では、「W3150A+」のアクセスレジスタを変更するために PB ポートを操作する必要があります。

ポート操作を省略するには、ボード上の搭載部品を変更し、「W3150A+」のアドレス入力とマイコンのアドレス出力を接続します。具体的な変更箇所を表 60 に示します。「R59」は割り込みを使用する場合に必要です。搭載することで「W3150A+」の「/INT」端子とマイコンの「IRQ4」端子が接続されます。

表 60　変更部品

部品	出荷時	変更後
R54	0Ω	1.5kΩ
R55	0Ω	1.5kΩ
R56	なし	0Ω
R57	なし	0Ω
R59	なし	0Ω

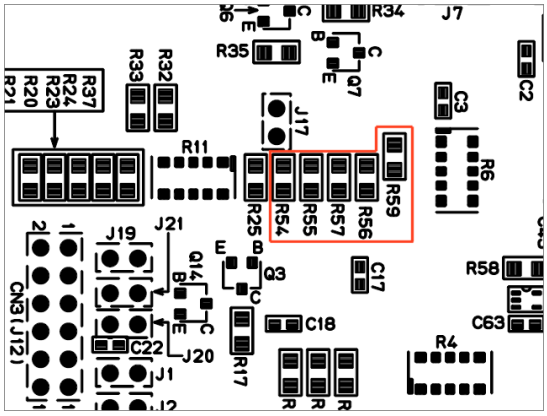


図 32　変更部品位置（半田面）

部品変更後のアドレスマップを表 61 に示します。

表 61　部品変更後のアドレスマップ

アドレス	出荷時	変更後
H' E00000	MR	モードレジスタ
H' E00001	IDM_AR0	インダイレクトモードアドレスレジスタ
H' E00002	IDM_AR1	
H' E00003	IDM_DR	インダイレクトモードデータレジスタ

□ ネットワーク用語集

AUTO-MDIX（Automatic medium-dependent interface crossover）

通常、ネットワーク機器同士を接続する場合は、接続する機器の種類に応じてストレートケーブルとクロスケーブルを使いわける必要があります。AUTO-MDIX に対応した機器では、相手機器との接続状態を自動判別して通信を行いますので、ケーブル種別を意識すること無く接続することができます。

DHCP（Dynamic Host Configuration Protocol）

一時的にネットワークに接続する機器に対して、使用可能な IP アドレスを割り当て、通信に必要な情報を提供するためのプロトコルです。割り当てを行う側の機器やプログラムを DHCP サーバー、割り当てを受ける側の機器やプログラムを DHCP クライアントと呼びます。一般的なブロードバンドルーターには DHCP サーバーとしての機能が備わっています。

DNS（Domain Name System）

ドメイン名と IP アドレスの対応を調べるための仕組みです。一般に DDNS(Dynamic DNS)と呼ばれるサービスを利用することで、DNS データベースを適宜更新することが可能になり、プロバイダから一時的に割り当てられた IP アドレスでもサーバーを公開することができます。

PHY チップ（Physical layer Chip）

回路上のデータ信号を実際にネットワークケーブルを通して送受される信号形式に変換する LSI です。イーサネットなどで機器同士の通信に使われる信号は、一般にデジタル信号として扱われている(TTL 信号などの)ものとは電圧や振幅が違うために必要となります。

MAC アドレス（Media Access Control address）

ネットワーク機器を識別するために、1 つ1つの機器に割り当てられた個別の番号です。

NTP（Network Time Protocol）

ネットワーク機器同士がお互いの時計を同期させるためのプロトコルです。『LANM3069』はリアルタイムクロックを搭載していませんが、NTP サーバーに時刻同期させることで、ユーザーファームで日時の参照が可能になります。

OUI（Organizationally Unique Identifier）

MAC アドレスの一部で製造者を示す番号です。IEEE（The Institute of Electrical and Electronic Engineers）で管理されています。

Winsock

Windows のネットワークインタフェース用 API です。

ゲートウェイアドレス

異なるネットワーク上の機器と通信する場合に、窓口の役割を果たす機器のアドレスです。

サブネットマスク

IP アドレスとのアンド（論理積）をとることでネットワークアドレスを計算できるマスク値です。
ネットワークアドレスは管理上の理由などで分割されたネットワークそれぞれを識別するための番号で、ネットワークアドレスが違う機器同士は直接通信することができません。そのため、異なるネットワークへのデータを届ける場合には予め設定されたゲートウェイアドレスに対してデータを送信します。

ドメイン名

インターネット上でホストやネットワークを識別するための名前です。

ブロードキャスト

送信相手を特定せずにパケットを送信することです。同一ネットワークの全ての機器が受信可能です。

ポート番号

ネットワーク上のサービスやアプリケーションを識別するのに使用される番号です。TCPプロトコルとUDPプロトコルそれぞれで番号が管理されています。1～65535 までの番号が使用可能ですが、1～49151 までは FTP や HTTP といった特定のプロトコルやアプリケーションに使用されることになっています。『LANM3069』では TCP、UDP 両方のプロトコルを使用しますが、どちらも同じポート番号（デフォルトでは 49152）を使用します。

□ 基板リビジョンの変更点

基板リビジョン	B
変更年月	2011 年 4 月
主な変更点	・ 搭載 IC のバグに対応しました。バグの内容については下記をご参照ください。 http://www.techw.co.jp/Download/TW-GE-MB10.pdf ・ 基板を 4 層化し、ノイズ特性が向上しました。 ・ アルミ電解コンデンサをセラミックコンデンサに変更しました。 ・ FG 用のスルーホールを追加しました。

保証期間

本製品の保証期間は、お買い上げ日より 1 年間です。保証期間中の故障につきましては、無償修理または代品との交換で対応させていただきます。ただし、以下の場合は保証期間内であっても有償での対応とさせていただきますのでご了承ください。

1. 本マニュアルに記載外の誤った使用方法による故障。
2. 火災、震災、風水害、落雷などの天災地変および公害、塩害、ガス害などによる故障。
3. お買い上げ後の輸送、落下などによる故障。

サポート情報

『LANM3069』に関する情報、最新のファームウェア、ユーティリティなどは弊社ホームページにてご案内しております。また、お問い合わせ、ご質問などは下記までご連絡ください。

テクノウェーブ(株)
URL : http://www.techw.co.jp
E-mail : support@techw.co.jp

(1) 本書、および本製品のホームページに掲載されている応用回路、プログラム、使用方法などは、製品の代表的動作・応用例を説明するための参考資料です。これらに起因する第三者の権利(工業所有権を含む)侵害、損害に対し、弊社はいかなる責任も負いません。

(2) 本書の内容の一部または全部を無断転載することをお断りします。

(3) 本書の内容については、将来予告なしに変更することがあります。

(4) 本書の内容については、万全を期して作成いたしましたが、万一ご不審な点や誤り、記載もれなど、お気づきの点がございましたらご連絡ください。

改訂記録

年月	版	改訂内容
2007 年 3 月	初	
2007 年 6 月	2	・誤記を修正 ・「製品の制御に必要なファイル」の表を追加
2007 年 6 月	3	・「製品の制御に必要なファイル」の表を追加
2007 年 9 月	4	・システムファーム Ver.3.0.1 に対応した記述を追加 ・トラブルシューティングを追加 ・誤記の修正
2008 年 6 月	5	・フラッシュメモリに関する記述を追加 ・表目次の誤りを修正 ・CN3、CN6 に関する表の誤りを修正
2009 年 4 月	6	・ハードウェアイベントの監視に関する説明を追加 ・誤記を修正
2009 年 11 月	7	・Windows 7 に対応した内容に変更 ・64bit 版に対応した内容に変更 ・誤記を修正
2010 年 6 月	8	・システムファーム Ver.4.2.1 以降に対応した記述に変更 ・USBM ライブラリ 3.6.0.1 以降に対応した記述に変更
2011 年 4 月	9	・基板リビジョン B に対応した記述に変更
2012 年 2 月	10	・対応 OS 仕様を変更 ・クライアントモードに関する記述を追加 ・「LANMTools」に関する記述を変更 ・PC2#,PC3#信号の入力仕様の誤りを修正 ・その他