□ SCH, IRQ ENABLE：$29

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$29	SCH	／	／	EN ZERO	EN BRDY	EN EOS	EN TB	EN TA

・SCH　：ＯＰＮＡの発音チャンネル数を設定するｂｉｔです。
“0”の時、３音（ＣＨ１～ＣＨ３）発音です。《ＯＰＮモード》
“1”の時、６音同時発音です。《ＯＰＮＡモード》

イニシャルクリア後の初期設定値は“0”です。６音同時発音で使用するためには、最初にこのｂｉｔを“1”にして下さい。

・IRQ ENABLE：割り込み信号を制御します。
D4～D0の各ｂｉｔが“1”の時、対応するステータスフラグの発生に同期して、$\overline{\text{ＩＲＱ}}$端子をＬｏｗレベルにします。
D4～D0の初期設定値は“1”です。

□ プリスケーラー機能：$２Ｄ～$２Ｆ

ＦＭ及びＳＳＧ音源部の内部動作クロックを決める分周値を設定します。これらのレジスタはアドレスデータを書き込むだけでプリスケーラーがセットされます。
初期設定値は、ＦＭ音源　１／６，ＳＳＧ音源　１／４です。

表２－１　プリスケーラーによる内部クロックの設定

アドレス指定	分周値 n		マスタークロックの最大値 ：φM max
	ＦＭ音源	ＳＳＧ音源	
$２Ｄ	１／６	１／４	８MHz
$２Ｄ，$２Ｅ	１／３	１／２	４MHz
$２Ｆ	１／２	１／１	２．６７MHz

内部クロック：φINT=φM／n

プリスケーラー機能は、ＦＭ、及びＳＳＧ音源部だけに有効な機能です。したがって、ＯＰＮＡの全ての音源部をアクセスするような場合には、初期設定値で使用して下さい。
リズム、及びＡＤＰＣＭ音源部は、サンプリングレート等の仕様をφM が８MHz の時の値で規定しています。

第４章　ＲＨＹＴＨＭ音源部

リズム音源部は、ＡＤＰＣＭ音声合成を用いたデジタルリズム音色です。ＡＤＰＣＭリズム音色は、ＦＭ音源では音作りが難しいリズム楽器の音色を、簡単なソフトウエアで発音させることができます。また、リズム音色は減衰音のため、少ないメモリーで比較的サンプリングしやすく、音の発生から消滅までのエンベロープを自然な状態で確保できます。

音色は、ドラムスの基本音色６種類から構成されており、６音同時発音が可能です。各々の音色は、個別にレベル設定が可能ですから、各楽器のバランス調整はもちろん、アクセント処理が自由に行えます。

リズム音源部の制御レジスタは、＄１０～＄１Ｄで構成されています。また、このレジスタへのデータアクセスは、バスコントロール信号Ａ１が“０”の時に可能です。
（　７　ページ　バスコントロール参照）

以下に、各レジスタの機能について説明します。

□　ＤＭ／ＲＫＯＮ（Ｄｕｍｐ／Ｒｈｙｔｈｍ　Ｋｅｙ　ｏｎ）：＄１０

リズムのｏｎ／ｏｆｆをイベント方式で制御します。ＤＭが“０”の時、D5～D0で指定したリズム音が発音して、各リズムのエンベロープで自然減衰します。ＤＭが“１”の時、指定したリズム音は強制的にダンプ（消音）されます。減衰途中の再発音，または強制ダンプ（ミュート）は、新しいイベントのタイミングによって行われます。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$10	DM	／	RIM	TOM	HH	TOP	SD	BD

D7　：“１”の時、ｄｕｍｐ。“０”の時、Ｋｅｙ　ｏｎ。
D5～D0　：各リズム音指定。

□　ＲＴＬ（Ｒｈｙｔｈｍ　Ｔｏｔａｌ　Ｌｅｖｅｌ）：＄１１

リズム音源部の総合ボリュウムです。レベルを -４７．２５～０ｄＢまで６４ステップで制御します。分解能は０．７５ｄＢです。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$11	／	／	RTL					

	D5	D4	D3	D2	D1	D0
減衰量(dB)	24	12	6	3	1.5	0.75

D5～D0　：all “０”の時、－４７．５ｄＢ。
　　all “１”の時、　０ｄＢ。

□　ＴＥＳＴ：＄１２

ＯＰＮＡのテスト用レジスタです。初期値はall “０”。

□ ＬＲ／ＩＬ（出力セレクト／Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔ　Ｌｅｖｅｌ）：＄１８～＄１Ｄ

各リズム音色毎のレベルの制御と、出力チャンネルを指定します。
レベルは -２３．２５～０ｄＢまで、３２ステップで制御します。
分解能は０．７５ｄＢです。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$18～$1D	L	R	／	IL				

	D4	D3	D2	D1	D0
減衰量(dB)	12	6	3	1.5	0.75

D7　：“1”の時、ＬCHに出力します。
D6　：“1”の時、ＲCHに出力します。
D4～D0　：all“0”の時、－２３．２５ｄＢ。
all“1”の時、　０ｄＢ。

音色に対応するレジスタは、以下のとおりです。

＄１８：ＢＤ　（バスドラム）
＄１９：ＳＤ　（スネアドラム）
＄１Ａ：ＴＯＰ（トップシンバル）
＄１Ｂ：ＨＨ　（ハイハット(×)）
＄１Ｃ：ＴＯＭ（タムタム）
＄１Ｄ：ＲＹＭ（リムショット）

第５章　ＡＤＰＣＭ音源部

ＡＤＰＣＭ音源部は、ＡＤＰＣＭ方式によるデータ圧縮技術を用いて、音声分析・合成を行います。ＡＤＰＣＭ（Ａｄａｐｔｉｖｅ　Ｄｉｆｆｅｒｒｅｎｔｉａｌ　ＰＣＭ）方式は、音声データと予測データとの差分を、波形の変位に柔軟に変化する量子化幅（適応量子化幅）によりコード化することで、音質をあまり損なうことなく再生に必要な情報量（ビットレート）の削減が図れます。

ＡＤＰＣＭ音源を内蔵することで、ヒューマンボイス，自然界の生音等をサンプリングして、ＦＭ，ＳＳＧ，リズム音源部と同時に発音させることが可能です。

５－１　主要機能

１）　ＡＤＰＣＭ音声分析・合成

４ｂｉｔのＡＤＰＣＭ音声分析／合成を行います。
サンプリングレートは、分析時：２ｋＨｚ～１６ｋＨｚ、
合成時：２ｋＨｚ～５５．５ｋＨｚで設定可能です。

音声分析／合成は、ＯＰＮＡの外部メモリー、またはＣＰＵ（が管理するメモリー）との間で実行可能です。さらにＯＰＮＡを介して、外部メモリーからＣＰＵに、ＣＰＵから外部メモリーにデータ転送が行えます。

２）　外部メモリーコントロール

ＯＰＮＡが管理する外部メモリーに対して、音声分析／合成時のデータアクセスをコントロールします。外付け可能なメモリー容量はＲＡＭ／ＲＯＭ共に２５６ｋｂｙｔｓで、ＤＲＡＭのアクセスを×１ｂｉｔ、または×８ｂｉｔ、及びＲＯＭを選択できます。

３）　ＡＤ／ＤＡ変換

専用ＤＡＣ・ＹＭ３０１６を利用して、ＡＤまたはＤＡ変換器として使用できます。
いずれの場合も、サンプリングレートは、２ｋＨｚ～１６ｋＨｚの間で行います。

【参　考】　ＡＤＰＣＭのアルゴリズム

Ａ．ＡＤＰＣＭ音声分析の手順

① ＡＤ変換・・・・・音声をサンプリングレートごとに、８ｂｉｔのＰＣＭデータに変換します。

② ８→１６変換・・・得られたＰＣＭデータを２５６倍して、１６ｂｉｔのデータ；Ｘｎに変換します。

③ ｄｎの算出・・・・このＸｎを予測値$\hat{x}$ｎと比較して、その差分；ｄｎを求めます。

④ ＡＤＰＣＭデータの決定

・・・・ｄｎが正の時はＡＤＰＣＭデータのＭＳＢ（Ｌ４）を“０”、負の時は“１”にします。
差分の絶対値；ｌｄｎｌと量子化幅；△ｎの関係から、ＡＤＰＣＭデータの残り３ｂｉｔ（Ｌ３，Ｌ２，Ｌ１）を決定します。
ＡＤＰＣＭデータの符号化は表 5-1 に示すとおりです

表 5-1　ＡＤＰＣＭデータと量子化幅変化率（ｆ）

L4		L3	L2	L1	f	条　件 (In= |dn| ／△n)
dn≧0	dn<0					
0	1	0	0	0	57/64	In <1/4
		0	0	1	57/64	1/4≦ In <1/2
		0	1	0	57/64	1/2≦ In <3/4
		0	1	1	57/64	3/4≦ In < 1
		1	0	0	77/64	1 ≦ In <5/4
		1	0	1	102/64	5/4≦ In <3/2
		1	1	0	128/64	3/2≦ In <7/4
		1	1	1	153/64	7/4≦ In

以上の操作で、音声データからＡＤＰＣＭデータへの変換は終わりです。

⑤ 予測値と量子化幅の更新

・・・・ＡＤＰＣＭデータが得られると、次ステップの予測値；$\hat{x}$ｎ+1と量子化幅；△ｎ+1の更新を行います。

$\hat{x}$ｎ+1＝（１－２＊Ｌ4）＊（Ｌ3＋Ｌ2／2＋Ｌ1／4＋1/8）＊△ｎ＋$\hat{x}$ｎ

△ｎ+1＝ｆ（Ｌ3，Ｌ2，Ｌ1）＊△ｎ　：△ｎmin＝１２７、△ｎmax＝２４５７６

※初期設定：　予測値　$\hat{x}$1＝０
量子化幅　△1＝１２７

以下、①～⑤の操作を各サンプリングタイム毎に繰り返して音声分析が行われます。

B．ＡＤＰＣＭ音声合成の手順

分析の⑤項に示す予測値、量子化幅の更新の式が合成データを計算する式になります。
つまり、予測値が合成音となって得られることになります。

５－２　レジスタ機能

ＡＤＰＣＭ音源部の制御は、＄００～＄１０の１７個のレジスタで行います。
（レジスタのアクセスは、バスコントロール信号Ａ１が“１”の時に行われます。）

以下に、各レジスタの機能について説明します。尚、文中の［外部メモリー］はＯＰＮＡが管理するＲＡＭ、またはＲＯＭを指しています。

□　コントロールレジスタ１：＄００

ＡＤＰＣＭ音声分析／合成の起動、外部メモリアクセスの制御のためのレジスタです。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$00	START	REC	MEM DATA	REPEAT	SP OFF	／	／	RESET

D0　：ＡＤＰＣＭ音声合成時のリセット機能です。実行中“１”にすると、音声合成を停止して初期状態に戻ります。リセットする時は、必ずREPEAT(D4)を“０”にして下さい。

D3　：“１”の時、SPOFF 端子が“１”となり、ＡＤＰＣＭ分析及びＡＤ変換時のスピーカーOFF 用コントロール信号として使用します。

D4　：リピート設定を行います。“１”の時、リピートｏｎとなり、外部メモリーの同一アドレス区間を繰り返しアクセスして、ＡＤＰＣＭ音声合成を行います。

D5　：ＡＤＰＣＭ分析／合成データをアクセスするメモリーを選択します。外部メモリーをアクセスする時は“１”、ＣＰＵ管理のメモリーの時は“０”にします。

D6　：ＡＤＰＣＭ音声分析、及びＣＰＵから外部メモリーに分析データを書き込む時、“１”にします。

D7　：ＡＤＰＣＭ音声分析／合成のスタート設定ｂｉｔです。外部メモリーをアクセスする時は、このｂｉｔに“１”が立った時から分析・合成がスタートします。したがって、スタートする前に分析／合成に必要な全ての条件を設定する事が必要です。ＣＰＵ管理のメモリーをアクセスする場合は、＄０８のADPCM-DATAレジスタをＲＥＡＤ／ＷＲＩＴＥした時からスタートします。

＊ RESET ，REPEATは、外部メモリーをアクセス時のみ働く機能です。
＊ START ｂｉｔを“０”にする時は、先にSTART ｂｉｔを“０”にして、次に残りのデータをリセットします。

□ コントロールレジスタ２：＄０１

外部メモリーの指定、ＤＡ／ＡＤ変換の制御、及びＡＤＰＣＭ出力の指定を行います。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$01	L	R	／	／	SAMPLE	DA/AD	RAM TYPE	ROM

D0 ：外部メモリーの指定。“１”の時、ＲＯＭ，“０”の時、ＤＲＡＭ。
D1 ：ＤＲＡＭのｂｉｔ指定。
“１”の時、×８ｂｉｔ，“０”の時、×１ｂｉｔでアクセス。
D2 ：ＤＡ／ＡＤ変換の指定。
“１”の時、ＤＡ変換を指定して、＄０ＥのDAC DATAレジスタに書き込まれたデータを出力します。
“０”の時、ＡＤ変換を指定して、８ｂｉｔＰＣＭ（２'Sコンプリメント）データにＡＤ変換します。
D3 ：“１”にした時からＤＡ／ＡＤ変換がスタートします。
D6 ：“１”の時、Ｌｃｈに出力します。
D7 ：“１”の時、Ｒｃｈに出力します。

《ＤＡ／ＡＤ変換のスタート》

ＤＡ変換・・・コントロールレジスタ２（＄０１）で、ＤＡ出力の設定とSAMPLE（D3）DA/AD（D2）を“１”にした時からスタートします。
ＡＤ変換・・・コントロールレジスタ１（＄００）で、SPOFF（D3）を“１”とした後SAMPLE（D3）に“１” DA/AD（D2）を“０”にした時からスタートします。

□ スタート アドレス L／H：＄０２／＄０３
□ ストップ アドレス L／H：＄０４／＄０５

ＤＲＡＭ，ＲＯＭのスタートアドレス、ストップアドレスを設定します。

	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
$03,$02	START ADDRESS(H)	START ADDRESS(L)
$05,$04	STOP ADDRESS(H)	STOP ADDRESS(L)

《スタート／ストップのアドレス設定》

BANK	CAS ADDRESS	RAS ADDRESS
2^2 2^1 2^0	A8 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	A8 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0
START ADDRESS(H)	START ADDRESS(L)	0 0 0 0 0
STOP ADDRESS(H)	STOP ADDRESS(L)	1 1 1 1 1

※ＤＲＡＭ（２５６ｋ×１ｂｉｔ）の場合
・BANKとは、８個のＤＲＡＭのチップセレクトを意味しています。
・データアクセスはｂｉｔ単位で行われ、アドレス指定の最小分解能は３２ｂｉｔ（４ｂｙｔｅ）単位になります。

※ＲＯＭ，ＤＲＡＭ×８ｂｉｔアクセスの場合
・BANKデータ（D7～D5）はスタートアドレス、ストップアドレスとも同じ値に設定します。
・データアクセスはｂｙｔｅ単位で行われ、アドレス指定の最小分解能は３２ｂｙｔｅになります。

□ プリスケール L／H：＄０６、＄０７

ＡＤＰＣＭ分析を含むＡＤ変換時、及びＤＡ変換時のサンプリング周波数を指定します。指定範囲は２ｋＨｚ～１６ｋＨｚです。

	D7 D6 D5 D4 D3	D2 D1 D0	D7 D6 D5 D4 D3	D2 D1 D0
$07,$06	PRESCALE(H)		PRESCALE(L)	
	／ ／ ／ ／ ／	N10 N9 N8	N7 N6 N5 N4 N3	N2 N1 N0

f sample＝φM ／２NPRE ；NPRE ＝２５０～２０４７（φM ＝８ＭＨｚの時）

（例）f sample＝８ｋＨｚの時、NPRE ＝５００

□ ＡＤＰＣＭ データ：＄０８

ＡＤＰＣＭ分析／合成を、ＣＰＵが管理するメモリーに対して行う時、又はＣＰＵより外部メモリーをアクセスする時に、ＡＤＰＣＭデータを格納するリード・ライトが可能なバッファレジスタです。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$08	ADPCM DATA							

《ＡＤＰＣＭデータの構成》

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	データ n				データ n+1			
	L4	L3	L2	L1	L4	L3	L2	L1

ＡＤＰＣＭデータは４ｂｉｔのデータですから、１ｂｙｔｅ当り２データとなります。上位４ｂｉｔがｎ番目のデータだとすると、下位４ｂｉｔはそれに続くｎ+1番目のデータとなります。

□ ＤＥＬＴＡ－Ｎ Ｌ／Ｈ：＄０９，＄０Ａ

ＡＤＰＣＭ音声合成時のサンプリング周波数を設定します。同時に、各サンプリング間を５５．５ｋＨｚで線形補間するための補間係数を与えます。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$0A,$09	DELTA-N(H)								DELTA-N(L)							
	d15	d14	d13	d12	d11	d10	d9	d8	d7	d6	d5	d4	d3	d2	d1	d0

DELTA-N ＝（ｆsample／５５．５ｋＨｚ）×2^{16} ；DELTA-N ＝２３６２～2^{16}

（例）ｆsample＝８ｋＨｚの時、DELTA-N ＝９４４７

□ レベルコントロール：＄０Ｂ

ＡＤＰＣＭ音声合成の出力レベルを、無音（００）から最大音量（ＦＦ）まで、２５６ステップにコントロールします。このデータは、ＡＤＰＣＭ音声合成出力のみに有効です。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$0B	LEVEL CONTROL							