

## 1. 概要

「びるる」は、スタンドアロンですぐ使える、お手軽PLLシンセサイザ・モジュールです。  
 定格・仕様についてはカタログを参照して下さい。

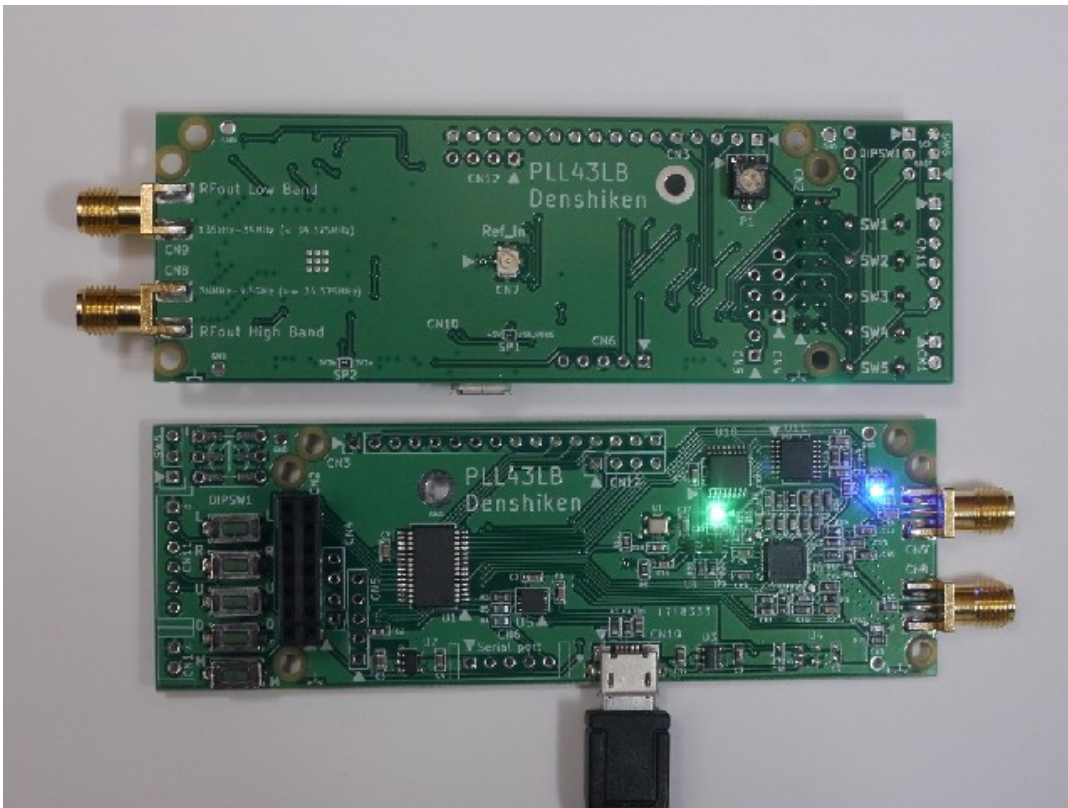


Fig.1 「びるる」PLL43LB 外観

(ショートパッド:SP1, SP2 は初期状態ではハンダ短絡、SP1にてUSBパワーを分離可能)

## 2. ブロック図

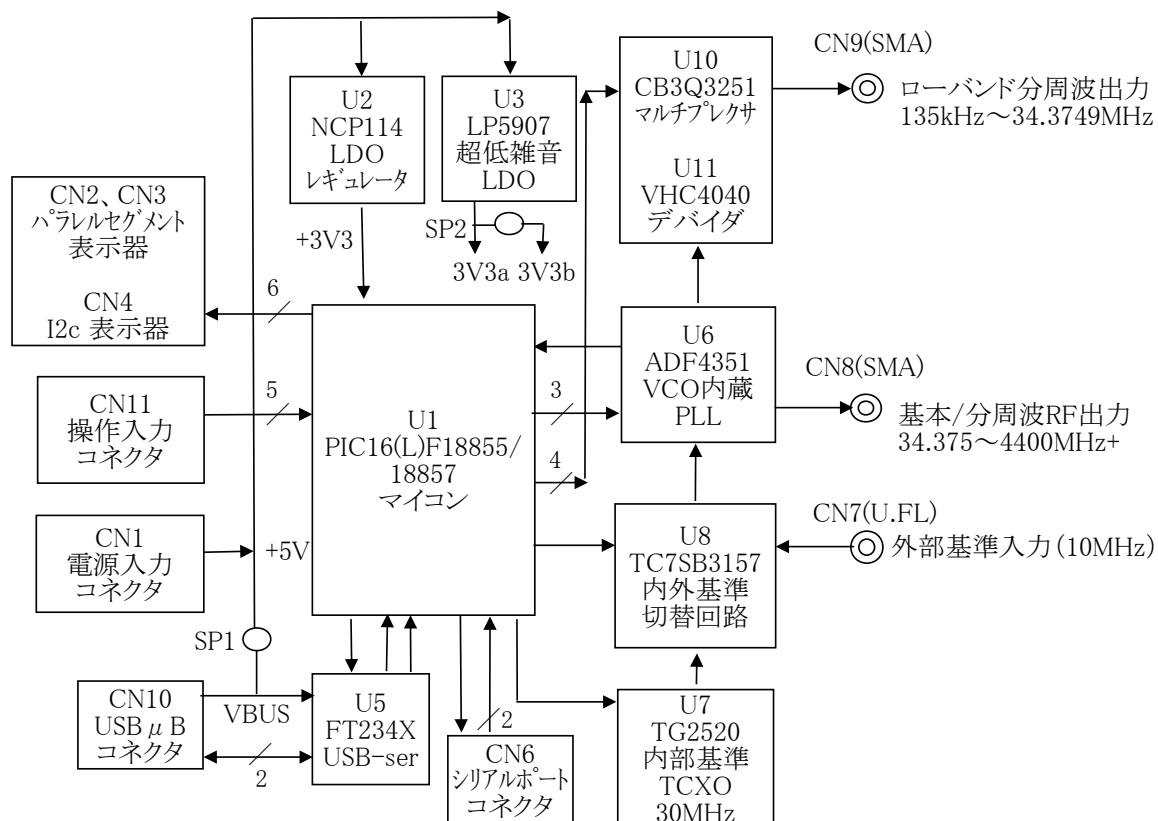


Fig.2 PLL43LB ブロック図

### 3. 電源入力 (CN1, CN10)

電源はCN1またはCN10 (USB) から供給されます。

USB電源をCN1から切り離したい場合は、ショートパッド【SP1】のハンダを除去します。

電源の雑音は位相雑音となってRF出力に現れますので、クリーンな電源を用いたいところです。

端子番号	信号名	機能
1	GND	(パワー) グランド端子
2	+5V	電源入力端子4.5~5.5V 約0.2A

Table.1 CN1: S2B-XH-A(基板側ヘッダ)、ハウジング: XHP-2(日圧)

### 4. 操作入力 (CN11)

RA0~RA5はマイコンの入力端子となっていて、マイコン内部で各100kΩ程のプルアップに設定されています。従って、通常はHighレベルであり、押しボタンスイッチSW1~SW5の押し下げによってGNDに短絡されると、Lowレベル(不論理で真)となります。これらSW1~SW5の状態により、Table.3のようなブートコードが形成され、起動(電源投入)時のコードに従ってそれぞれの動作に入ります。起動後は、各動作モードに従って、異なる操作機能となります。通常モードの場合の各SWの機能を下記に示します。

端子番号	信号名	通常モード(ブートコード=0)での各ボタンの機能
1	GND	(信号) グランド端子
2	RA0	SW1=Left (周波数項においてカーソルを左に移動)
3	RA1	SW2=Right (周波数項においてカーソルを右に移動)
4	RA2	SW3=Up (項目値を上げる)
5	RA4	SW4=Down (項目値を下げる)
6	RA5	SW5=Mode (次の項目へ移動)

Table.2 CN11: S6B-XH-A(基板側ヘッダ)、ハウジング: XHP-6(日圧)

### 5. ブートコードと各動作モード (CN11)

SW1~SW5のボタンを適宜押した状態で電源投入することで、各ブートコードの動作モードに入ります。ロータリーDIPSW1を用いればより簡単です。

スライドスイッチSW6は、BCDモード動作の場合のみONとし、他の動作にはOFF(Else)として下さい。

ブートコード	動作モード	RA5	RA4	RA2	RA1	RA0
0	通常モード	-	-	-	-	-
1	Ver+Sweepモード	-	-	-	-	on
2	USBモード	-	-	-	on	-
3	Updaterモード	-	-	-	on	on
4	Serialモード	-	-	on	-	-
5	i2cLCDで表示切替	-	-	on	-	on
6	パラレルで表示切替	-	-	on	on	-
7	i2c_OLEDで切替	-	-	on	on	on
0x8..0xB	可変4chモード	on	-	-	x	x
0x10..0x19	BCDモード	x	on	x	x	x
		SW5	SW6/4	SW3	SW2	SW1
		Mode	Down	Up	Right	Left
		2 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>			

(“on” は Low レベル、“-” は off でプルアップ抵抗によりHighレベル、“x” は任意)

Table.3 Boot Table

#### ■ 通常モード(ブートコード= 0)

SW1~SW6が全てOFFの状態(RA0~RA5がHigh)で起動(電源投入)すれば、通常モードに入ります。操作については、【7. 「通常モード」での操作方法】で説明します。

- Sweepモード(ブートコード= 1)  
SW1(L)のみを押した状態で起動すれば、Sweepモード動作に入り、最初にバージョンが表示されます。次にSW1の長押しでスタート周波数となります。短押しだとスイープ動作が開始されます。スイープ中にSW1を長押しするとスイープを停止し、さらに長押しするとスタート周波数となり、短押しだと再びスイープ動作が開始されます。
- USBモード(ブートコード= 2)  
SW2(R)のみを押した状態で起動すれば、USBモードに入り、USBからの制御を受け付ける状態となります。USBポートとWindowsパソコンをUSBケーブル(マイクロB)で繋がります。(パソコン側にデバイスドライバがインストールされていないなら、あらかじめインストールが必要です)アプリ「PLxVCP001.exe」を<https://denshiken.jp.org/download.html>からダウンロードして起動します。COMポートのリストに当該番号を確認して「接続する」をクリックして、「PLL?????接続中」が表示されれば接続完了。操作終了後は「切断する」をクリックしてからアプリを閉じます。本機の電源とUSBを切って終了します。「PLxVCP001.exe」のほか、Pythonターミナル: [https://denshiken.jp.org/zip/py\\_term\\_dk.zip](https://denshiken.jp.org/zip/py_term_dk.zip) や、TeraTermなどのターミナルエミュレータでも可能ですが、大文字HEX(16進数)での操作です。
- Updater(ブートローダ)モード(ブートコード= 3)  
Updaterモードは本機のファームウェアをUSBポートを通じてWindowsパソコンから更新するためのものです。パソコン側アプリとしてはMicroChip社のAN1310ブートローダを利用します。アプリのインストールは不要です。ブートコード3で(SW1と2を押したままで)起動しますが、その前にUSBチップ用のドライバ(FTDI社)は要インストール。HEXファイルをご希望の方はEメールにて。手順説明などのzipファイルはダウンロードして下さい。
- Serialモード(ブートコード= 4)  
SW3(U)のみを押した状態で起動すれば、Serialモードに入り、Serialポートからの制御受け付けとなります。シリアルポートをCN6にクロス接続して使います。ブートコードの違いと、CN6へのロジックレベル(3.3V)接続であること以外は、USBモードと同様です。
- 可変4chモード(ブートコード= 0x8..0xB)  
可変4chモードで起動するには、ロータリーDIPSW1を8または9に合わせるか、押しボタンSW5(M)を押しながら起動します。起動後は随時指定出来るチャンネルが0~3に限定されるものの、外付けのエンコーダやSW3(Up)やSW4(Down)ボタンを用いて一時的に周波数を増減することが出来ます。ただし、カーソルはあらかじめ設定された位置に限定されます。周波数を増減してもメモリ内容は更新されず、チャンネル変更や再起動で設定値に戻ります。
- BCDモード(ブートコード= 0x10..0x19)  
BCDモードで起動するには、SW6をonにするか、押しボタンSW4(D)を押した状態で電源投入します。起動後はロータリーDIPSW1によりチャンネルのみの切替が出来ます。BCDモード以外の他のブートモードではSW6はoffにします。

## 6. 表示器コードと対応表示器

i2c表示器(CN4)とパラレル表示器(CN2, CN3)を同時に使用することは出来ません。(信号接続は回路図を参照)設定記憶された表示器コードと表示器のタイプが一致してないと正常に表示出来ません。表示器コードの初期値は4であり、パラレル表示器でのみ表示可能です。i2c表示器を使用するにはブートコード7などで起動し、表示器コードを所定の値に設定する必要があります。パラレル表示器を接続して表示器コードを確認/変更するにはブートコード6で(SW2と3を押したままで)起動します。また、i2c\_OLEDを接続して表示器コードを確認/変更するにはブートコード7で(SW1と2と3を押したままで)起動します。またi2c\_LCD(AQM)を接続して表示器コードを確認/変更するにはブートコード5で(SW1と3を押したままで)起動します。起動すると、1行目行頭には一桁の数字(0~4の何れか)が、2行目には「Mode6」または「Mode7」と表示されます。この状態でSW5(Mボタン)を押すと、1行目行頭の数字は「0, 1, 2, 3, 4, 0 …」と循環歩進されます。所望の値(表示器コード)が表示された状態にして再起動することで、その表示器での表示動作に入ります。表示器コードと対応する表示器の組み合わせは以下の通りです。

表示器コード	対応表示器
0	i2c、秋月 AQM0802(8桁2行液晶)など
1	i2c、秋月 AQM1602(16桁2行液晶)など
2	i2c、0.91”、OLED_SSD1306_128*32(16桁2行のキャラクタ表示となる)
3	i2c、0.96”、OLED_SSD1306_128*64(16桁2行のキャラクタ表示となる)
4	パラレル、秋月 P-02919(SC1602BBWB-XA-GB-G)、P-10185(ACM1602K-NLW-BBW)など

Table.4

■ 8桁2行表示器を使用した場合の表示様式

メモリ・チャンネル番号			低スプリアス(S)/低ノイズ(N)切替(LS/LN)				
公称出力レベル(3桁)[dBm]			ロック表示		周波数(1桁)[GHz]		
0		+	5	S	I		3
0	0	0	.	0	0	0	0
周波数(3桁)[MHz]			小数点	周波数(3桁)[kHz]		周波数(1桁)@100Hz	

Table.5

7. 「通常モード」での操作方法

【カーソル表示】

「通常モード」で起動すると、初回は“ch0”(チャンネル・ゼロ)の表示画面になります。このとき、「周波数」の特定の桁位置にカーソル(アンダーライン)があるはずですが、カーソルの位置は変更操作可能な表示項目の選択を表しています。

【Mボタン】

SW5(Mode) ボタンを押すと、その都度カーソルが他の表示項目の位置に循環移動し、選択項目の変更が出来ます。即ち、「周波数」→「低スプリアス/低ノイズ切替」→「出力レベル」→「チャンネル」と反時計回りに移動し、再び「周波数」に戻ります。

【エンコーダ】

それぞれの項目において、エンコーダによる Up/Down(時計/反時計回り)の操作により、各項目値の変更が出来ます。エンコーダがクリック位置以外で停止すると、その後の操作に支障が出ますので、ご注意下さい。

【周波数】

「周波数」位置においては、SW1(Left), SW2(Right) により周波数増減の桁位置を左右に移動出来ます。またSW1(Left) を押したままエンコーダを操作すると、桁位置(カーソル)を左右に素早く移動出来ます。その場合SW1(Left) を押した直後は1桁左に移動してしまいましたが、エンコーダなら直ぐに取り戻せます。SW1(Left) を離れた状態でエンコーダを操作すれば、その桁位置での周波数増減が行なえます。エンコーダの操作速度により、周波数の増減速度も加速します。周波数の設定値が過大あるいは過小になり、PLLロック周波数範囲を逸脱すると、やがて「アンロック」状態となり、その旨の表示「U」が出ます。さらに過大あるいは過小になり、設定制限値に達すると、その値に制限されます。設定制限値は下限が135kHz、上限が5000MHzとしてあります。

【ロック表示】

表示画面の右上に表示される1文字「E/I/U (または Ext/Int/ULK)」の何れかは、それぞれ「外部基準ロック/内部基準ロック/アンロック」を表します。外部基準が検出されてPLLロック状態の時は「E」、外部基準が検出されず、内部基準でPLLロック状態の時は「I」、外部基準/内部基準に拘らず、PLLのロック周波数範囲を逸脱した時は「U」の表示となります。ただし、LSIの動作により、動作上限を越えてロックが外れてもロック検出が落ちない場合があります。なお、外部基準の検出は起動時にしか行われません。

【低スプリアス/低ノイズ切替】

エンコーダまたは Up/Down(SW3/SW4) ボタンにより、低スプリアス/低ノイズ(S/N または LS/LN)を切り替えることが出来ます。これらはトレードオフです。

【出力レベル】

「出力レベル」位置においては、[+5dBm]~ [-4dBm]の4段階(3dB刻み)と、[---dBm](Mute)、[---dBm](VCOオフ) に切替えることが出来ます。[---dBm] は完全なオフではなく、基本波では-40dBm程度の残留レベルがありますが、[---dBm](VCOオフ)ではVCOが停止して消費電流も激減します。またこの時は、PLLもロックしませんので、「U」表示(アンロック)となります。出力レベルの表示値は差動出力での公称値であり、シングルでのレベルは半分以下で、周波数特性もあります。ダブル出力のあるモデルの場合、ダブル出力にはアッテネータが無いのでダブル出力のレベルは固定です。出力レベルの表示値には +7dB~-8dBの範囲のオフセットを加えることが出来ます。SW1(L)ボタンを押したままロータリーエンコーダを操作することで変更が加えられ、そのまま記憶されます。ただし、この変更は全チャンネル共通であり、チャンネル毎に異なる値を設定することは出来ません。

## 【チャンネル】

「チャンネル」位置においては、記憶チャンネルが 0～9 の範囲で切り替わります。各チャンネルの周波数と桁位置、出力レベルは、チャンネルごとに記憶され、電源を切断しても、再投入後には、保持された状態が回復されます。また、電源切断時のチャンネル番号とカーソル位置も、再投入時に回復されます。(レジューム機能)

### ■ 「Encoder?」の表示が出たら

通常モードで起動するには、電源投入時にSW1～SW5(Table.3を参照)が全てOFFでなければなりません。ロータリエンコーダがクリック点以外で停止していた場合にはその条件が満たされません。もし、クリック点以外で停止していた場合は、ほかのブートモードで起動してしまうことになります。そのような場合はロータリ・エンコーダがクリック点以外で停止していないか、点検して下さい。正常なクリック点に戻して再起動すれば通常動作に戻るはずですが、「Encoder?」の表示は、そうした可能性を指摘して点検をうながすものであり、異常とは限りません。

### ■ C/N、位相雑音特性への設定周波数の影響

設定周波数に10kHz未満の端数があると、C/N、位相雑音特性が悪化しますので、必要がなければ、設定周波数に10kHz未満の端数が含まれないようにするのがベターです。(34.375MHz以上では)ローバンド(34.375MHz未満)では気にする必要はありません。

### ■ 出力波形について

出力には高調波が含まれます。特に分周波では原理的に矩形波となるので、高調波が多くなります。しかし、分周波には、ある程度まで位相雑音特性が改善されるというメリットもあります。正弦波が欲しい場合は、BPFやLPFなどのフィルタを通すことで得られます。目的周波数に合わせたフィルタが必要となるので、場合によってはチューナブル・フィルタが求められます。

## 8. 内部/外部基準での動作

外部基準への切替は、CN6(U.FL)への入力があれば、起動時に自動で行われます。CN6(U.FL)への入力無しに起動すると、内蔵のTCXO(±0.5ppm以内)を周波数基準として動作します。TCXOと言えど、高次の逡倍により変動も逡倍次数に応じたものとなりますので、規定範囲での揺らぎがあります。さらなる安定を必要とする場合は、外部の高安定基準を接続することで、外部基準に応じた安定度が得られます。外部基準源の候補としては、GPSなどで校正されたOCXOやルビジウムなどの原子発振器があります。また、基準源内蔵の他の測定器から10MHz基準信号を供給することで、その測定器との同期が可能です。

## 9. 保証

納入後6ヶ月間は、使用者側の責による場合を除き、原則、無料で修理いたします。ただし、弊社への片道分の送料はご負担願います。なお、納入後2週間以内の初期不良の場合は、よくご確認のうえ、レターパックライト便にてご返品下さい。

## 10. ファームウェアのアップデート

ファームウェアのアップデートは、ユーザー様においてパソコンから行なって頂くことも可能です。[https://denshiken.jpn.org/zip/pilulu\\_update2204.zip](https://denshiken.jpn.org/zip/pilulu_update2204.zip) をダウンロードして下さい。(HEXファイルは別です) HEXファイルはEメール添付にてご提供いたしますので、お申し付け下さい。

また、本体を郵送頂いて、弊社にてアップデートのうえ、ご返送する方法もあります。なお、輸送の際には帯電防止加工済みのポリ袋やアルミホイルを用いて静電気対策を行なって下さい。