

Digital Synth PRA32-U

by ISGK Instruments <https://risgk.github.io/>



Raspberry Pi Pico を使ったシンセサイザー（USB MIDI 音源）です。抵抗、コンデンサ、オーディオジャックがあれば作れます。オーディオ用 DAC 基板（Pico Audio Pack など）を使えば高音質になります。同時発音数 4 でコーラスとディレイ・エフェクトを搭載、Arduino IDE と Arduino-Pico で自由に改造できます。UART や MIDI で制御することも可能です。

主な仕様

- 制御方法：USB MIDI（または UART、MIDI）
※PC アプリ「PRA32-U CTRL」で 46 個のパラメーターを調整可能
- オーディオ出力：PWM オーディオ、または I2S（48 kHz/16 bit）
- ソフトウェアライセンス：CC0（フリー）

製作例



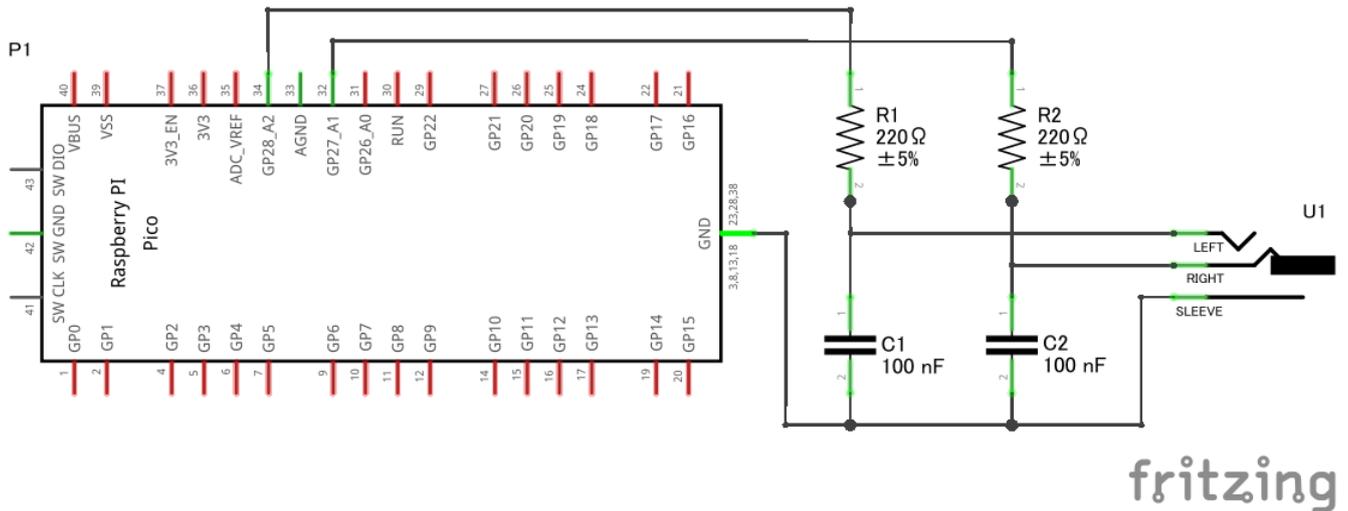
PWM オーディオ出力版



Pico Audio Pack 使用版

（高音質、フラッシュに音色を保存可能）

回路図 (PWM オーディオ出力版)



設計ノート

●**デュアルコアの使用**：v2 では、ポリフォニックモードとパラフォニックモードで信号処理にコア 0 と 1 を使用。ラズパイ Pico の仕組み上、同じコードを並列処理する場合はメモリ共有による性能低下は小さいと判断。安定動作のため、発音遅延時間（レイテンシ）は 5.3 ms に増加した。コア 1 には余力があるので、コントロールパネルの追加に挑戦中。

●**関数属性 `__attribute__((always_inline))`**：高速化のため、ほとんどの関数を強制的にインライン展開。

●**マクロ `__not_in_flash_func()`**：信号処理コードをフラッシュメモリでなく、高速アクセス可能な SRAM に配置。エントリ関数だけにこのマクロを付ければ、インライン展開との合わせ技で、ほとんどの関数が SRAM に載る。TinyUSB や MIDI Library のコードはフラッシュに置かれてしまうが、XIP キャッシュに載ることを期待。

参考文献 PRA32-U の音の合成には、以下の記事で解説した技術を使用しています。

<https://interface.cqpub.co.jp/magazine/2023pico/>

(1) 石垣 良；リアルタイム処理のために軽量化！シンセサイザの製作，ラズベリー・パイ Pico/Pico W 攻略本，pp.162-173，2023 年，CQ 出版社。

(2) 石垣 良；音の時間変化に対応したシンセサイザ作り，ラズベリー・パイ Pico/Pico W 攻略本，pp.174-183，2023 年，CQ 出版社。