

オープンソースカンファレンス2023 TOPPERSプロジェクト基礎1, 2, 3 通信教材と新教材について

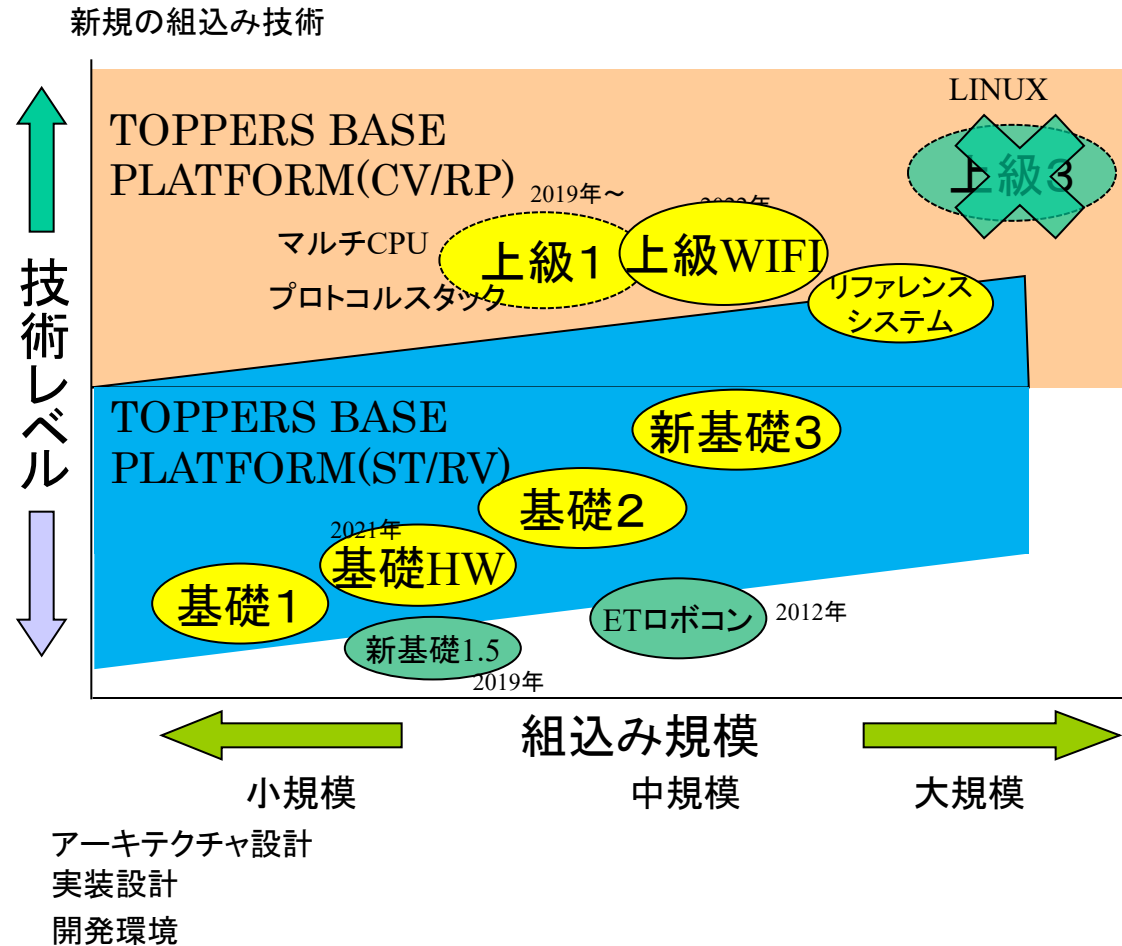
TOPPERSプロジェクト教育WG 主査
竹内良輔

- 1.教育WGの活動について
- 2.基礎1, 2, 3通信講座開講
- 3.RASPBERRY PI PICO(W)を使った新教材
- 4.TOPPERS BASE PLATFORM V1.4.4
- 5.まとめ

教育WG活動報告

教育WGの活動について

TOPPERSプロジェクト教育教材MAP



- 5つの TOPPERS BASE PLATFORMを基にした新基礎、上級コースの策定
- 基礎HWを再作成、上級WIFIを新規作成
- 教材を通信教材化する
- RASPBERRY PI PICO(W)をコアとした上級教材の開発

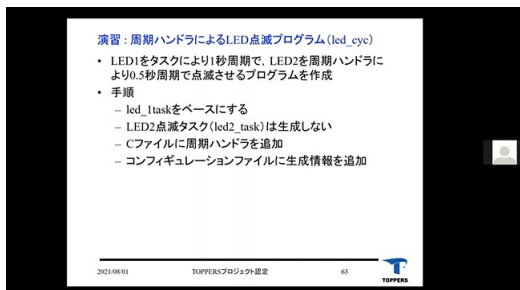
- 1.教育WGの活動について
- 2.基礎1, 2, 3通信講座開講
- 3.RASPBERRY PI PICO(W)を使った新教材
- 4.TOPPERS BASE PLATFORM V1.4.4
- 5.まとめ

教育WG活動報告

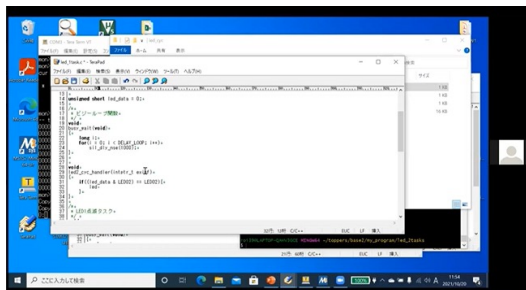
基礎実装セミナー通信講座

- 2021年、コロナ禍のセミナー開発不可能に対応として、通信講座の開講(2022年4月)
- 自分のWindowsパソコンを開発環境化するコンテンツ
 - TOPPERS BASE PLATFORM開発環境構築
 - 3つのテストプログラム
- 基礎1, 2, 3セミナーの動画を撮影と公開
 - コンテンツID
 - セミナー動画、メール対応、認証制度
- ボードセット
 - STM32F401 nucleo-64/TEB001/TEB002/部品セット

座学



演習講座



動作ビデオ



TOPPERSセミナー講座

- セミナー型教材として開発を行った
 - － 実習中心で、ソフトウェアの開発作業を通して、組込みソフトウェア教育を行う
 - － オープン・ソースの開発環境を用いて、実習環境を構築する
- 基礎から上級まで、シームレスな教育教材をめざした
 - － 上級コースは教材レベルが高い、開発環境の説明になる
- C言語開発スキルが必要

講座	概要
基礎1	ハードウェア、開発環境とベアメタル開発
基礎2	リアルタイムカーネルの解説、使い方実習
新基礎3	組込みプラットフォームの説明とミドルウェア実習
基礎HW	ブレッド・ボードを使ったハードウェア実装
上級1	マルチコアCPU、プロトコルスタック、USBミドルウェア
基礎1.5	ベアメタルのBLEデバイス開発

基礎1、2、3実装講座とは

- 基礎 1 実装セミナー
 - ベアメタル開発のためのセミナー
 - ハードウェア、ソフトウェア開発環境の解説
 - GPIO,TIMER,UARTドライバの作成実習
- 基礎 2 実装セミナー
 - μ ITRON仕様リアルタイムカーネルの解説
 - タスク、周期ハンドラ、割込み、セマフォ、イベントフラグ、データキュー実装実習
- 新基礎 3 実装セミナー
 - 組込みプラットフォーム解説(このコンテンツ用にTOPPERS BASE PLATFORMを作った)
 - ADC,SPIドライバの実装
 - SPIを使った、グラフィックLCD、SDカードとファイルシステムの実習

募集要項

- C言語でプログラミングができる方
- ワンチップ・ボードを使って、実習で組み込みプログラムを行います
- Windows10以降のパソコンをお持ちの方で、以下の開発環境をパソコン上にインストールして、組み込みプログラミングを行います。構築した環境は、他のボードでも使用可能です。
 - MSYS2 : POSIX互換ターミナル
 - GCC-ARM : ARMクロスコンパイラ
 - ST-LINK Utility : フラッシュROM書込みツール
 - Tera Term : COMポートターミナル
- 基礎1,2用のプロトタイピング・シールド（TEB001）の実装は受講者が行います（半田付け不要）

申し込み方法

- 受講の申し込み（ボードセットの購入） TOPPERS事務局に連絡をお願いします
 - 受付開始日時：2022年4月12日
 - 連絡先：03-6275-2981
 - 申し込みメール：secretariat@toppers.jp
 - TOPPERS事務局住所：
 - 〒104-0042 中央区入船1丁目5-11 弘報ビル 5F JASA内
- 2022年4月12日に開講
 - すでに20件の申し込みあり(2023年5月11日時点)
 - 3名の方が全講座修了、2名が基礎1終了
 - 2022年6月に、受講者からの問い合わせ、回答2件

通信教材:ボードセット

- 受講するためにボードセットの購入が必要
 - － 2万円（管理費、教育費こみ）
- ボードセットの購入により、専用Webサイトのアクセスが可能になります

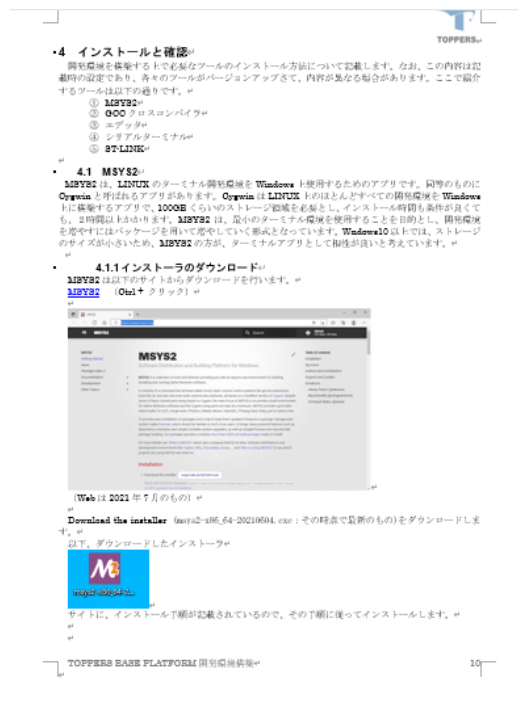
ボード、部品	メーカー	内容
STM32F401 Nucleo-64	STMicroelectronics社	メインボード
TEB001ボード	フラットーク株式会社	プロトタイピング・シールド
TEB002ボード	飯島委員	LCD/SDカード/ジョイスティック シールド
TEBセットアップパーツ	竹内主査	ケーブル、SDカード、TEB001実 装用部品等

受講前の作業

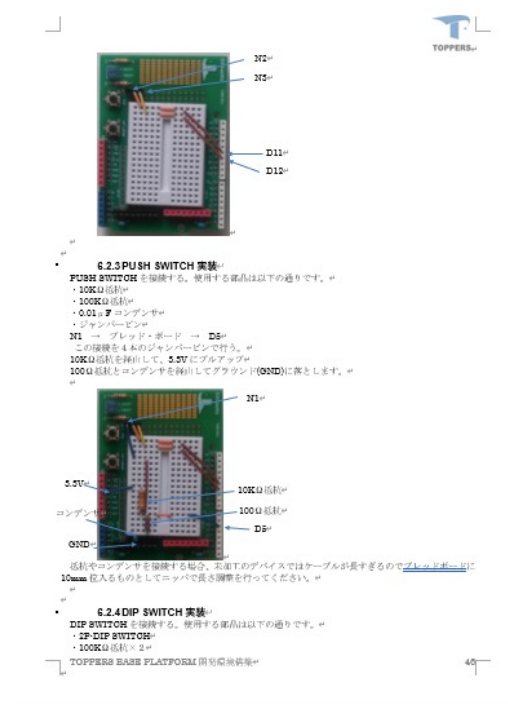
- 専用Webサイトから、「base123-mmnnny-S.zip」をダウンロード
 - インストールを含め、すべて受講に必要なデータやプログラムが、この中にあります。（ボードセット中のSDカード中にも同じデータがあります）
- base123-mmnnny-S.zip 中のドキュメント「TOPPERS BASE PLATFORM開発環境構築」を参考に、パソコンへの開発環境構築とプロトタイピング・シールドへの部品実装を行う
- 開発環境構築
 - 4つのツールのインストール、エディターの準備
- ボード実装
 - ボードセット中の「TEBセットアップパーツ」の部品をブレッド・ボードに組み込む
 - テストプログラムにて、正しく実装できたかの確認が可能

TOPPERS BASE PLATFORM開発環境構築

- ツールのインストール手順、TEB001への実装方法を詳しく解説



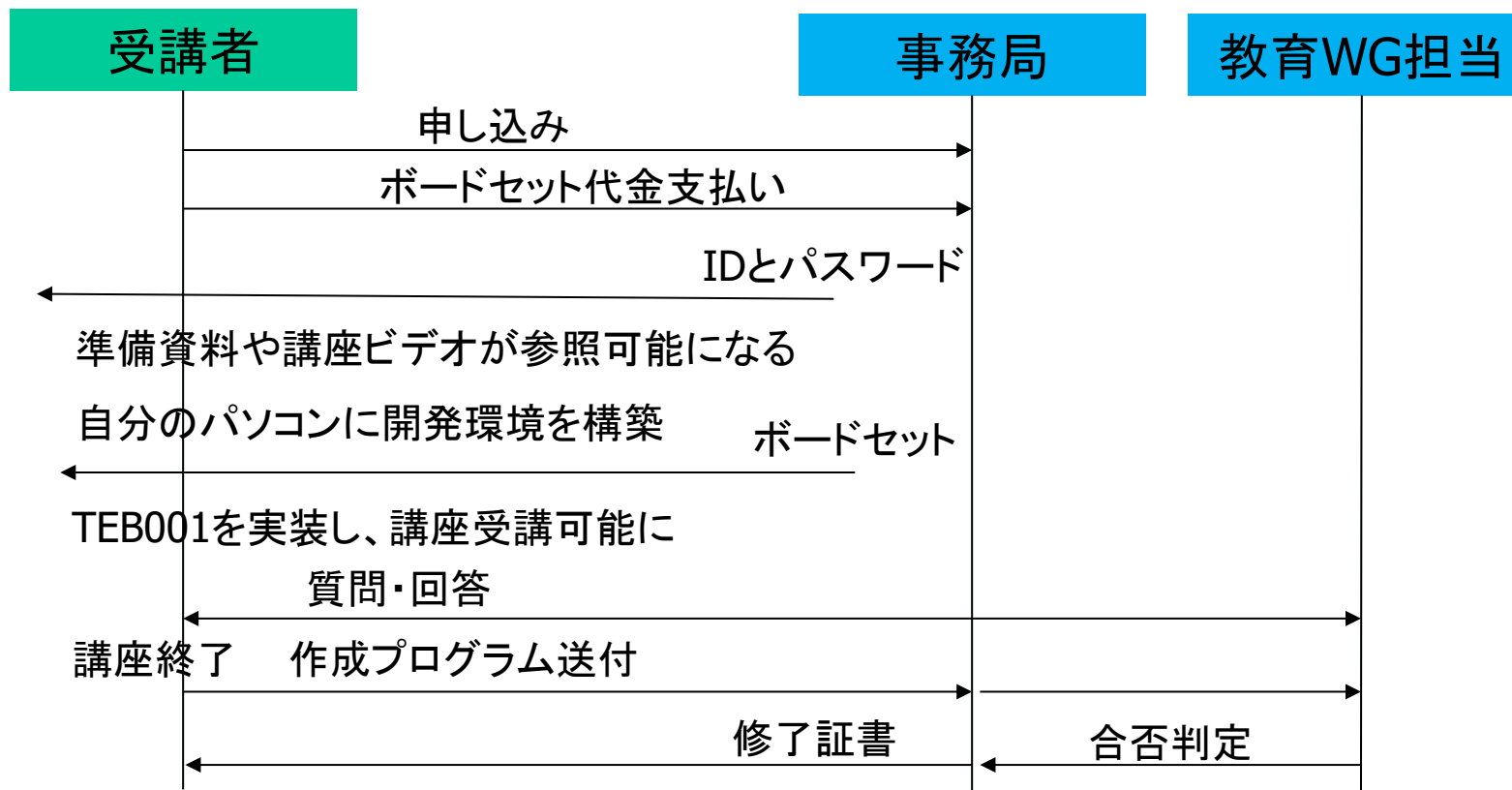
ツールのインストール方法の解説ページ



シールドへの実装方法解説ページ

受講の流れ

- 受講者が、受講申し込みを行った後、以下の流れで受講が進みます
- 受講を行うと、受講者が作ったプログラムがmy_programディレクトリに蓄積され、各講座終了時に、これを送付し修了判定を行います



ボードセット

- 在庫数を少なくするため、発注より2週間位発送が遅れることがあります
- 大量の発注に対しては、納期調整が必要です
- 保証期間は発送後、半年とします
 - 但し、状況説明をして頂き、ユーザー側で破損した場合は、部品ごとの有償交換となります
 - TEB001セットアップパーツは、SDカードを除き、秋月電子通商から、直接購入が可能なものです

受講者パソコン環境

- Windows 10(11)を想定
- 開発環境は、オープンソースとメーカー供給のツールを想定
- ソフトウェア環境開発手順書として「TOPPERS BASEPLATFORM 開発環境構築」を用意する

ツール	内容	供給元
MSYS2	POSIX互換ターミナルソフト	msys2.org
GNU-ARM	ARM用GNUクロスコンパイラ	GNU
ST-LINK Utility	ICE, 仮想COMツール	STMicroelectronx
Tera Term	COM用ターミナル	Tera Term Project
エディタ	エディタ	規定せず

ユーザーズ・フォーラムでの問い合わせ

- GitHub上のTOPPERSユーザーズフォーラムでの受講内容の問い合わせ
 - － 受講中に疑問が発生したら、上記フォーラムで問い合わせが可能（機器購入後、3ヶ月間）



- 1.教育WGの活動について
- 2.基礎1, 2, 3通信講座開講
- 3.RASPBERRY PI PICO(W)を使った新教材
- 4.TOPPERS BASE PLATFORM V1.4.4
- 5.まとめ

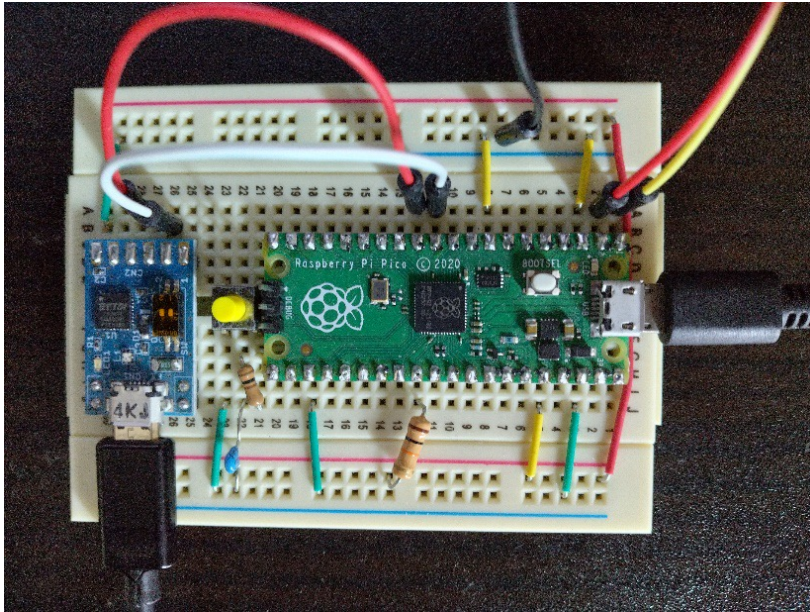
教育WG活動報告

新規通信講座：新上級、上級WIFI講座の開発

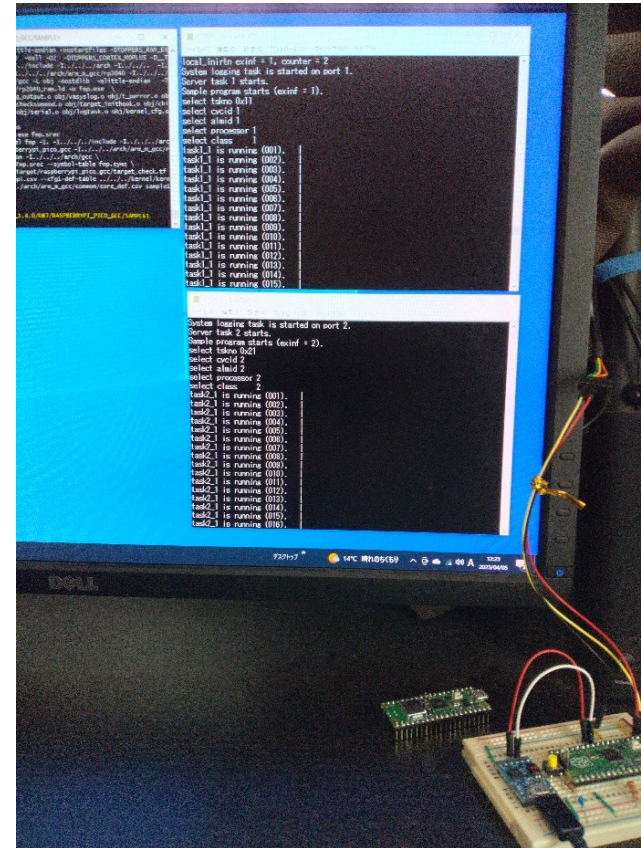
- ハードウェアプラットフォームの変更
 - STM32F401 Nucleo-64からRASPBerry PI PICO(W)を使ったボードに移行
- PICOのArduinoコネクタの対応により、上級コースを含む教育WGのすべてのコンテンツに対応が可能
 - 新ボードの開発(TEB003)
- PICOにより、USBホスト、デバイスの学習環境が作れる
 - USBホストを実行するために、既存のUSB給電ではなく、外部からの給電が必要→TEB003で対応
- PICOWの対応により、低価格でWIFIプロトコルスタックの学習環境が作れる

FMPカーネルに対応

- FMPカーネル版では、2つのCOREがタスクモードで実行
 - － 通常アプリをCORE0にlwIPをCORE1に割付て実行
 - PICO Wのcyw43通信はCPU負荷が大きい、これをCORE1に割り付けて実行するため、スムーズが実行が可能、加えて2コアでのカーネル通信が可能



2つのUARTを使ってSAMPLE1の実行表示

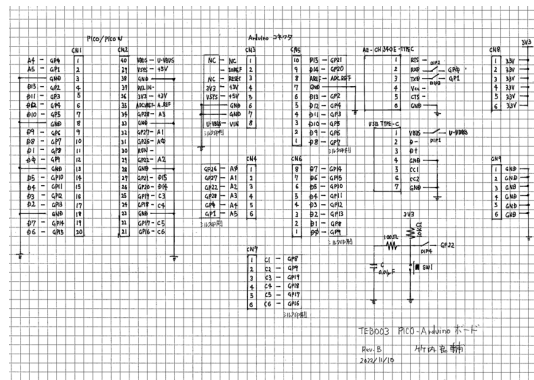


PICO-SDKとTOPPERS BASE PLATFORMの比較

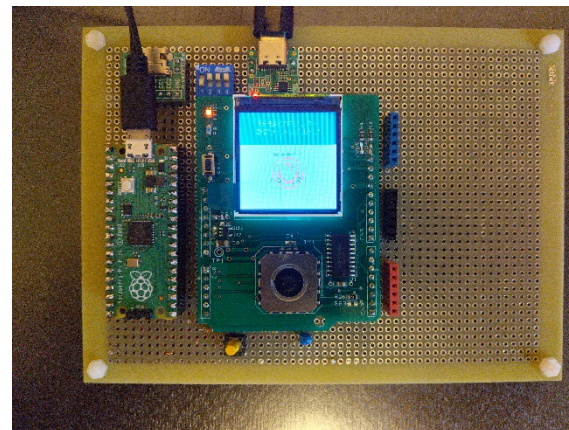
- PICO-SDKでは、USBやWIFIはtiny-USB/lwIPをベアメタル環境に取り込んで開発を行う
 - lwIPでは、基本実装がLinux環境なので、SDK側で大幅な変更が発生してる
 - BASE PLATFORMがportsがLinux型なので、そのままの形で実装が可能
 - PICO W以外のボードでも、MAC/WIFIドライバ以外が共通で動作する
 - tinyUSBホストでは、複数のクラス実行がベアメタル型実装対応なので複雑
 - BASE PLATFORMのUSBモジュールはスレッド対応型なので、ここに機能分割してがわかりやすい
 - PICO以外のボードでも、URBドライバ以外はすべて共通
- BASE PLATFORMのlwIP/USBは他のボードでも共通に使用できる
 - STM系の各ボード、Longan-nano、CycloneV等で共通で動作し、差異はpdicのみ
- SPI、I2C等のモジュールでも、GDIC部は共通なのでボードに関係なく、アプリ等も共通化可能

PICO(W)用Arduinoコネクタボード(TEB003)の開発

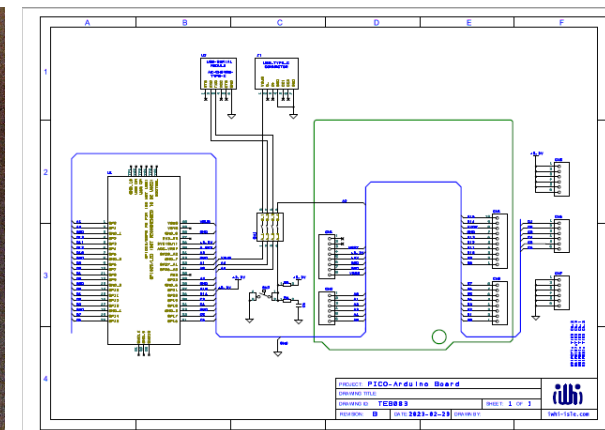
- 教育WGのシールドをRASPBerry PI PICO(W)に使用するために、Arduinoコネクタ対応ボードを開発します
- これにより、上級コンテンツを含め教育WGのコンテンツを、TEB003で対応することが可能になります
- ユニバーサル基板で作成し、正式ボード作成中
- 部品(2,400円位)をDIP半田付けして完成予定



試作回路図を作成



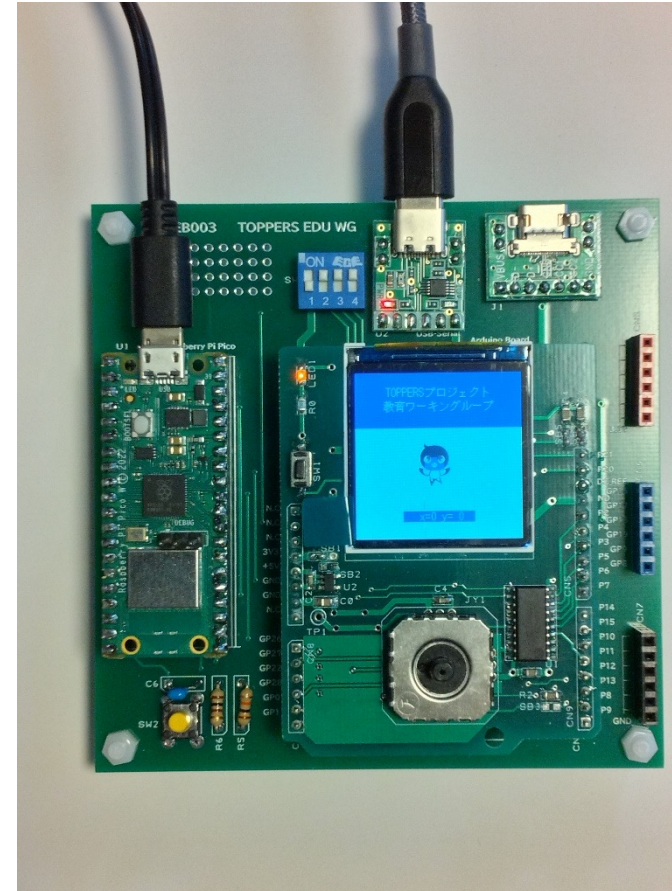
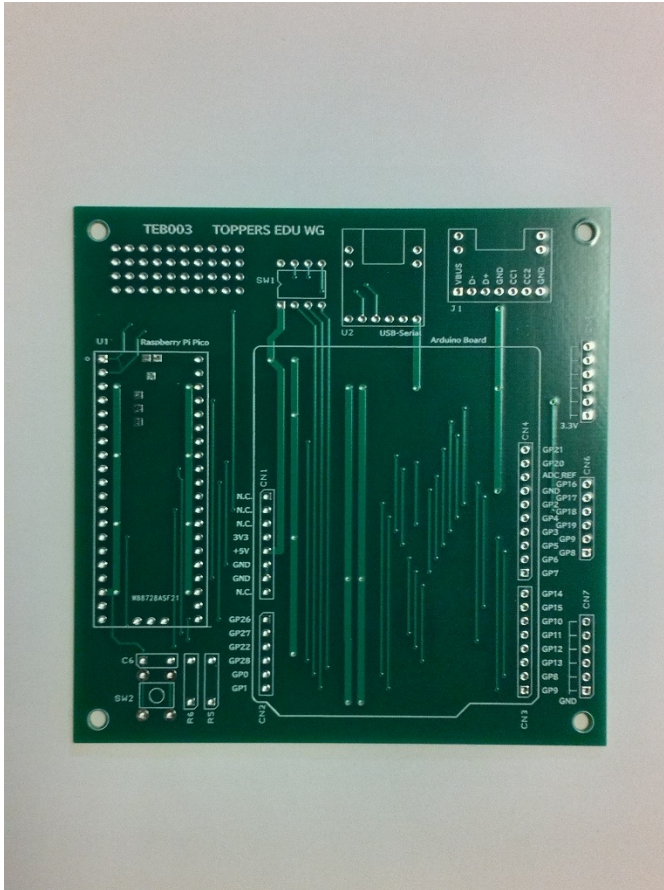
ユニバーサル基板で試作



基盤回路図を作成

TEB003ボードの開発

- ボード制作



TEB003ボードの開発

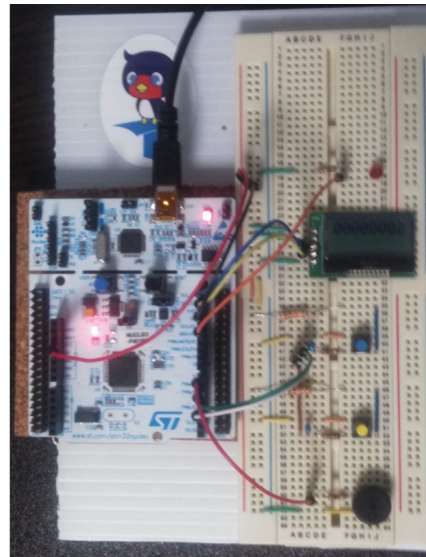
- 部品表

名称	型番	単価	個数	部品代
Raspberry Pi PICO	M-16132	730	1	730
細ピンヘッダ 1x20 (20P)	C-04398	20	2	40
細ピンヘッダ 1x3 (3P) (10個入)	C-04391	5	1	5
CH340E USBシリアル変換モジュール Type-C	K-14745	550	1	550
USBtype-CコネクタDIP化キット	K-13080	350	1	350
ARDUINO用ピンソケット 10P+8P FH-10+8-S	C-17504	80	1	80
ARDUINO用ピンソケット 8P+6P FH-8+6-S	C-17503	70	1	70
ピンソケット(メス) 1x20 (20P)	C-03077	50	2	100
ピンソケット(メス) 1x6 (6P)	C-03784	20	2	20
ピンソケット(メス) 1x6 (6P)赤	C-10284	20	1	40
ピンソケット(メス) 1x6(6P)青	C-10286	20	1	20
DISP-SW 4	P-00586	60	1	20
プラスチックナット+連結スペーサー10mmセット	P-01864	100	1	60
タクトスイッチ(黄色)	P-03650	10	1	10
セラミックコンデンサ 0.01μF	P-02281	100	1	100
抵抗10KΩ 1/6W	R-16103	100	1	100
抵抗100Ω 1/4W	R-25101	100	1	100
				2395

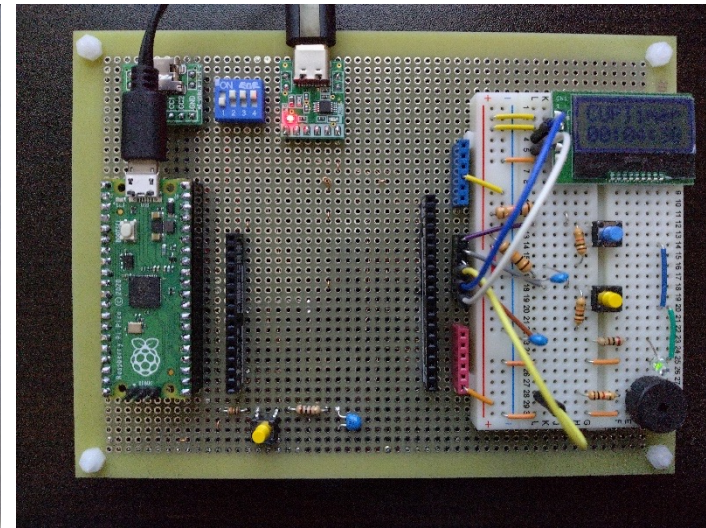
新規セミナー: 基礎HW

- 通信講座化により、新しいコンテンツが通信講座としてセミナー化しやすくなる
- ハードウェアプラットフォームの変更
 - GR-SAKURA→STM32F401 nucleo-64→PICO Arduino
ボード

ブレッドボード上に
回路を作成し、プ
ログラムを作成し、
個々のデバイスを
制御していく講座



STM32F401 nucleo-64
コンテンツ



PICO Arduinoユニバーサ
ル・ボード コンテンツ

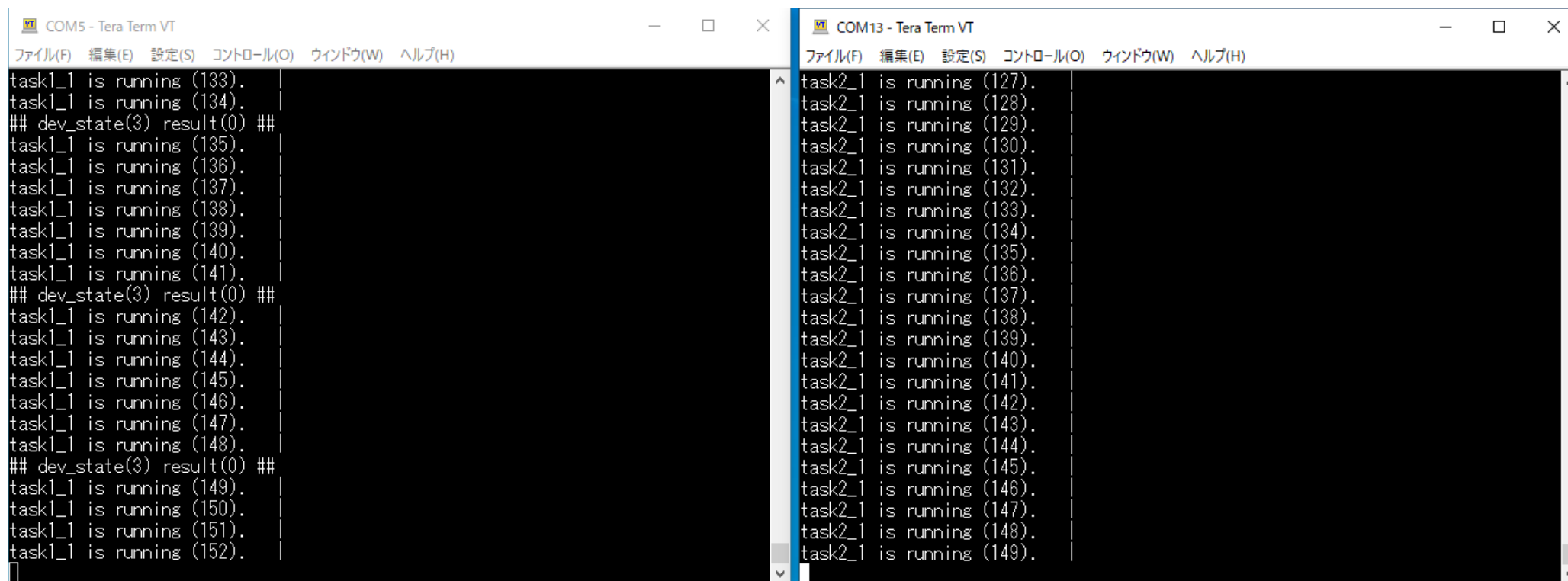
新規セミナー: 新上級1

- 上級 1（2日）をPICO+TEB003で作り直す
- FMPカーネルとUSBデバイス、ホストに特化した実習
 - USBの解説と組み込みUSBのソフトウェア開発体験ができます

1日目		2日目	
ハードウェア設定とプラットフォーム		USB デバイスアプリの作成	
開発環境とハードウェアの検証		USBデバイスHIDジョイスティック対応	1.0時間
TOPPERS/FMPカーネルの導入		USBデバイスCRCの作成	0.5時間
タスクモニタの対応		SAMPLE1の改造	1.5時間
USBデバイスの実行		USBホストの解説	0.5時間
まとめ		USB MSCアプリの作成(予定)	2.0時間
		まとめ	

新規セミナー: 新上級1

- 上級 1 2 日目、SAMPLE1演習では、TEB003上のUSBシリアルとUSBデバイスCDCを用いて、2 コアのシリアル表示を自作できます



The image displays two side-by-side terminal windows, both titled 'COM5 - Tera Term VT' and 'COM13 - Tera Term VT'. Each window shows a continuous stream of text output from a device. The left window (COM5) shows output from 'task1_1' with line numbers ranging from 133 to 152. The right window (COM13) shows output from 'task2_1' with line numbers ranging from 127 to 149. Both windows have a menu bar with options: ファイル(F), 編集(E), 設定(S), コントロール(O), ウィンドウ(W), ヘルプ(H). The text in the terminals is as follows:

```
COM5 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
task1_1 is running (133).
task1_1 is running (134).
## dev_state(3) result(0) ##
task1_1 is running (135).
task1_1 is running (136).
task1_1 is running (137).
task1_1 is running (138).
task1_1 is running (139).
task1_1 is running (140).
task1_1 is running (141).
## dev_state(3) result(0) ##
task1_1 is running (142).
task1_1 is running (143).
task1_1 is running (144).
task1_1 is running (145).
task1_1 is running (146).
task1_1 is running (147).
task1_1 is running (148).
## dev_state(3) result(0) ##
task1_1 is running (149).
task1_1 is running (150).
task1_1 is running (151).
task1_1 is running (152).

COM13 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
task2_1 is running (127).
task2_1 is running (128).
task2_1 is running (129).
task2_1 is running (130).
task2_1 is running (131).
task2_1 is running (132).
task2_1 is running (133).
task2_1 is running (134).
task2_1 is running (135).
task2_1 is running (136).
task2_1 is running (137).
task2_1 is running (138).
task2_1 is running (139).
task2_1 is running (140).
task2_1 is running (141).
task2_1 is running (142).
task2_1 is running (143).
task2_1 is running (144).
task2_1 is running (145).
task2_1 is running (146).
task2_1 is running (147).
task2_1 is running (148).
task2_1 is running (149).
```

- 1.教育WGの活動について
- 2.基礎1, 2, 3通信講座開講
- 3.RASPBERRY PI PICO(W)を使った新教材
- 4.TOPPERS BASE PLATFORM V1.4.4
- 5.まとめ

教育WG活動報告

TOPPERS BASE PLATFORM

- TOPPERS BASE PLATFORMは組み込みソフトウェア・プラットフォーム教材として、教育WGが開発したソフトウェア・プラットフォームです
- 2018年から開発成果物として、公開を始めた
- 2つのTOPPERSカーネルに対応
 - Cortex-M: ASPカーネル
 - STMicroelectronix系ボード: 23と、PICO(W)とOM13058に対応
 - RISC/V系ボード: 4つに対応
 - EFINIXのsapphire-socを追加
 - Cortex-A: FMPカーネル
 - Intel Cyclone/Vボードに対応
 - RASPBERRY PI PICO(W)に対応
- 2023年のリリースでは、上級教材用にRASPBERRY PI PICO(W)に対応、ST/RV/RP V1.4.4、CV/RP V1.1.4にて、ASPとFMPの2つのカーネル上での実行を可能にした
⇒2023年6月に公開予定

実行環境

- Windowsで開発するための必要ツール
 - ターミナルソフト
 - Cygwin
 - MSYS2
 - コンパイラ
 - GCC-ARM(asp3:v3.81、FreeRTOS:v10.2.1でも動作)
 - シリアルターミナル
 - Tera Term
 - ボードメーカーのツール
 - STM32F401 Nucleo-64の場合: STM32 ST-LINK UtilityまたはSTM32CubeProgrammer
- Linux環境での評価は、継続して行う予定

RASPBERRY PI PICO(W)をPDICドライバ

- PDICドライバはasp/fmpの両方に対応。但し、サンプルプログラムは基本として、どちらか一方に用意(サンプルがなくても、対応したサンプルプログラムを見れば簡単に作れる)

種類	ソース	内容	サンプル
device	device.cfg device.h device.c	GPIO/DMA/RTC/WDOGのドライバ	MON(asp/fmp)
adc	adc.h adc.c	ADコンバータドライバ	ADC(asp)
i2c	i2c.h i2c.c	I2Cドライバ	I2C_SLAVE,i2cshield(asp)
pinmode	pinmode.h pinmode.c	ArduinoコネクタからPICOのGPIOへの変換関数	(asp/fmp)
pio_spi	pio_spi.h pio_spi.c	cyw43通信用のSPIドライバ	WIFI(fmp/PICO Wのみ)
pwm	pwm.h pwm.c	PWMドライバ	PWM(asp)
spi	spi.h spi.c	SPIドライバ、DMAと割込みの両対応	iwhishield,ulcdshield/SPI

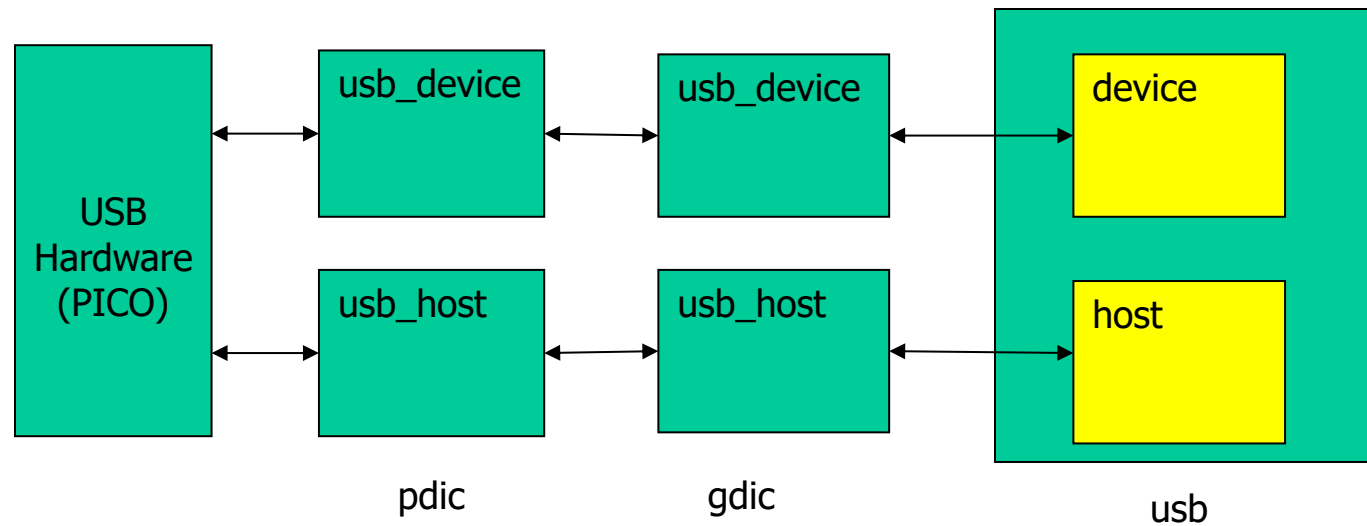
RASPBERRY PI PICO(W)をPDICドライバ

- PICOのUSBは、デバイスとホストを選択して実行が可能
- 基本動作はURB手順
- どちらのカーネルでも、実行可能だが、サンプルプログラムはfmpのみ

種類	ソース	内容	サンプル
usb_device	usb_device.h usb_device.c	USBデバイスドライバ	USBD(fmp)
usb_host	usb_host.h usb_host.c	USBホストドライバ	USBH(fmp)

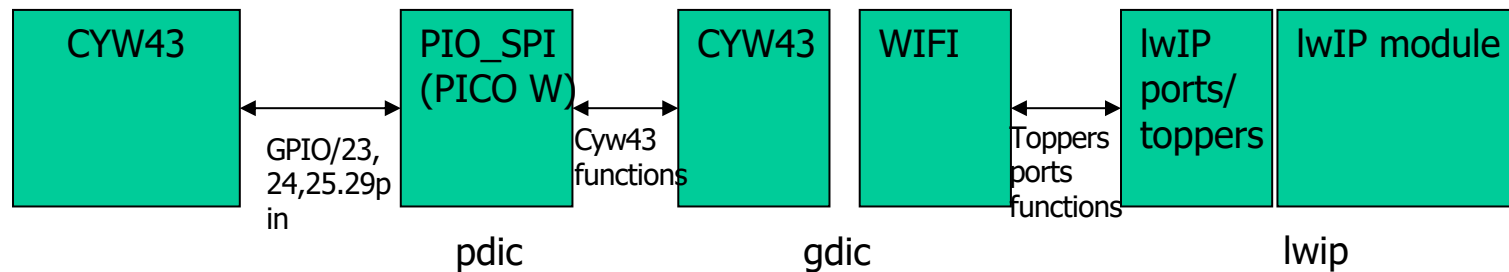
TOPPERS USBモジュール

- USBはBASE PLATFORM中のUSBモジュールを使用して実装
 - URBデータをGDICの各ドライバを用いて変換
 - USBモジュールは、ボードに依存しない
 - gdic/usb_deviceはSTMやRISC-V/longan-nanoと共通



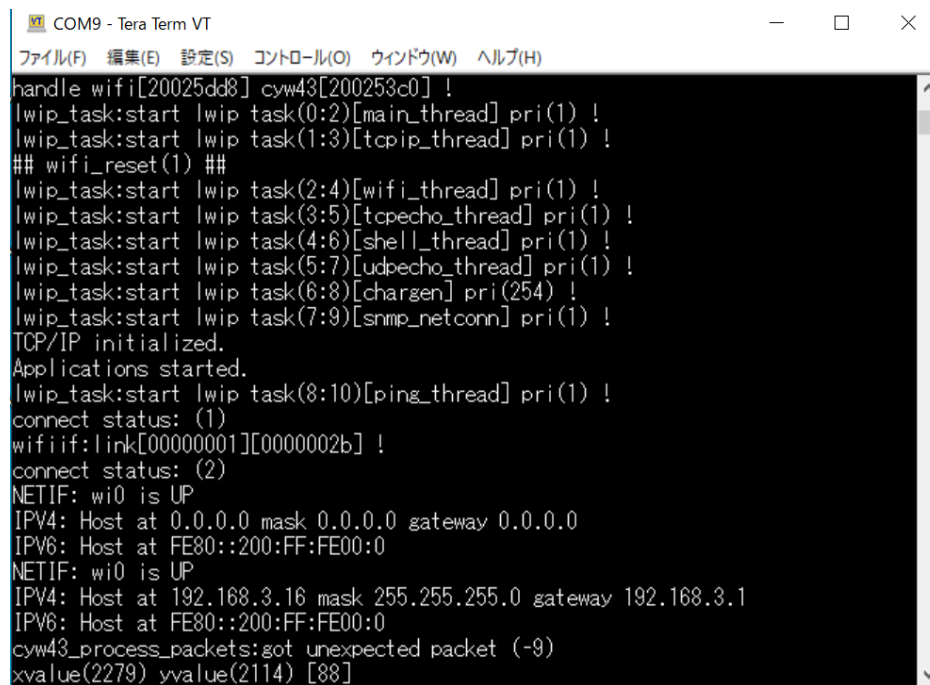
PICO WのWIFI通信

- PICO Wはcyw43439との通信にてWIFI機能に対応している
- cyw43439はInfineon Technologies社のWIFI/Bluetoothコアである
 - 通信はSPIまたはSDIOであるが、初期設定でファームウェアをダウンロードすることにより、通信手順も変更が可能である
 - PICO Wでは、SCLK/CS/WL_REG/INOUTのデータピンで通信を行う
 - SPIの場合、INとOUTのデータピンは別であるが、双方向通信を行わないため1ピンで対応している
- cyw43用のGDICをgdic/cyw43に用意する
- GDICを介することにより、既存(V1.X.2)のlwIPモジュールを見変更で対応している



その他の対応

- lwIPがV2.1.2からV2.1.3にバージョンアップ
 - asp/fmp環境とも、バージョンアップに対応
- STMボード以外でも、USBデバイスのサンプルプログラムを用意



```
COM9 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
handle wifi[20025dd8] cyw43[200253c0] !
lwip_task:start lwip task(0:2)[main_thread] pri(1) !
lwip_task:start lwip task(1:3)[tcpip_thread] pri(1) !
## wifi_reset(1) ##
lwip_task:start lwip task(2:4)[wifi_thread] pri(1) !
lwip_task:start lwip task(3:5)[tcpecho_thread] pri(1) !
lwip_task:start lwip task(4:6)[shell_thread] pri(1) !
lwip_task:start lwip task(5:7)[udpecho_thread] pri(1) !
lwip_task:start lwip task(6:8)[chargin] pri(254) !
lwip_task:start lwip task(7:9)[snmp_netconn] pri(1) !
TCP/IP initialized.
Applications started.
lwip_task:start lwip task(8:10)[ping_thread] pri(1) !
connect status: (1)
wifiif:link[00000001][0000002b] !
connect status: (2)
NETIF: wi0 is UP
IPV4: Host at 0.0.0.0 mask 0.0.0.0 gateway 0.0.0.0
IPV6: Host at FE80::200:FF:FE00:0
NETIF: wi0 is UP
IPV4: Host at 192.168.3.16 mask 255.255.255.0 gateway 192.168.3.1
IPV6: Host at FE80::200:FF:FE00:0
cyw43_process_packets:got unexpected packet (-9)
xvalue(2279) yvalue(2114) [88]
```

TEB003ボード上で、
lwIP2.1.3を実行
複数のネットアプリが並列
実行している

- 1.教育WGの活動について
- 2.基礎1, 2, 3通信講座開講
- 3.今期開発の通信講座
- 4.TOPPERS BASE PLATFORM
- 5.まとめ

教育WG活動報告

TOPPERS教育セミナーのまとめ

- セミナーコンテンツの内容
 - HowTo系の教育内容
 - 開発ボード上でリアルタイムOSの使用方法
 - デバイスドライバの開発、デバッグ手段の教育
 - 組み込みのアーキテクチャ設計、実装教育、開発環境の説明と体験に主眼をおいたセミナー内容
- 開発スケジュール(過去の開発)
 - 初級・中級実装セミナーコンテンツ開発(2005年)
 - 基礎1, 2セミナーコンテンツ開発(2009年)
 - 基礎HWセミナーコンテンツ開発(2016年)
 - 新基礎2, 3セミナーコンテンツ開発(2018年)
 - 上級セミナーコンテンツ開発(2019年)
- 通信講座開設
 - 基礎1, 2, 3通信講座を2022年4月に開講
 - 新規の通信講座の開発

TOPPERS BASE PLATFORMのまとめ

- 組み込みソフトウェア・プラットフォーム教材として作成
 - 2018年に開発成果物として一般公開
- 開発スケジュール(過去の開発)
 - V1.3.0:USBミドルウェアの対応(2018年)
 - V1.X.0:GDIC,グラフィックUIモジュールの対応
RISC/Vの対応(2019年)
 - V1.X.1:漢字フォント、WIFI対応(2020年)
 - V1.X.2:リファレンスアプリ:BLEリモートに対応(2021年)
 - V1.X.3:RTOS隠蔽化技術の対応
 - ASP3/FreeRTOSの対応
- TOPPERS BASE PLATFORM(ST/RV/RP)1.4.4(CV/RP)1.1.4
 - RASPBERRY PI PICO(W)に対応したRPを追加
 - OM13058/SAPPHIRE-SOCの対応
 - PICO(W)に対応したTEB003の開発
 - TEB003を使って、基礎から上級まで対応可能なPICO(W)ドライバを用意