


TOPPERS プロジェクト

組み込みソフトウェアの
基礎から上級までを学べる
ビデオ講座と教材の紹介

TOPPERSプロジェクト教育WG
飯島 純一

2024-10-18 OSC2024 Online/Fall 1




2

本日の話題

- TOPPERS プロジェクト 紹介
- ビデオ講座の概要
- 基礎講座の内容
- 上級講座の内容
- まとめ

2024-10-18 OSC2024 Online/Fall 3



3

TOPPERS プロジェクト (1)


TOPPERS =
Toyohashi Open Platform for Embedded and Real-Time Systems

TOPPERSプロジェクトの活動内容

- ▶ ITRON仕様(μITRON 4.0)の技術開発成果を出発点として、組み込みシステム構築の基盤となる各種の高品質なオープンソースソフトウェアを開発するとともに、その利用技術を提供

組み込みシステム分野において、Linuxのように広く使われるオープンソースOSの構築を目指す！

2024-10-18 OSC2024 Online/Fall 4



4

TOPPERS プロジェクト (2)


プロジェクトの推進主体

- 産学官の団体と個人が参加する産学官民連携プロジェクト
- 2003年9月にNPO法人として組織化

それ以前は、名古屋大学(2002年度までは豊橋技術科学大学)高田研究室を中心とする任意団体として活動

URL: <https://toppers.jp/>

2024-10-18 OSC2024 Online/Fall 5



5

TOPPERS プロジェクト (3)

プロジェクトの狙い

- 決定版のITRON仕様OSの開発(すでに完了) [ITRONは仕様だけ]
- 次世代のリアルタイムOS技術の開発
 - 良質なオープンソースソフトウェアとして公開する
 - 組み込みシステム技術と産業の振興を図る
- 組み込みシステム開発技術と開発支援ツールの開発
- 組み込みシステム技術者の育成への貢献
 - オープンソースソフトウェアを用いた教育コースや教材を開発
 - 教育の場を提供

2024-10-18 OSC2024 Online/Fall 6




6

TOPPERS プロジェクト (4)

プロジェクトの成果物

- 次世代のリアルタイムOS技術の開発
 - TOPPERS/JSPカーネル 原点 (μITRON 4.0 Just Standard Profile)
 - TOPPERS/ASPカーネル TOPPERS/ASP3カーネル 最近の技術開発の成果
 - TOPPERS/FMP3カーネル TOPPERS/HRP3カーネル 複数プロセッサ対応や高信頼性
 - TOPPERS/ATK2カーネル 自動車用の国際規格(AUTOSAR OS)対応
 - TECS (TOPPER組み込みコンポーネントシステム) 大規模開発：ソフトウェアモジュールの部品化
- 教育コースや教材
 - 基礎1実装セミナー、基礎2実装セミナー、新基礎3実装セミナー、上級1、上級2
 - 基礎ハードウェア設計セミナー
 - TOPPERS BASE PLATFORM (ST, CV, RV)

2024-10-18 OSC2024 Online/Fall 7



7

通信講座の概要

- 基礎セミナーと上級セミナーがある
- 基礎セミナーは、基礎 1, 2, 3 で構成
- 上級セミナーは、上級 1, 2 で構成
- 座学の部分と実習の部分がある
- 従来、対面のセミナーとして行われていたものを改変

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

8



8

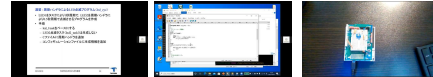
基礎セミナー通信講座の概要 (1)

- 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
- 基礎 1, 2, 3 セミナーの動画
 - セミナー動画、メール対応、認証制度
- 教材セット
 - STM32F401 nucleo-64/TEB001/TEB002/部品セット
- 2021年、コロナ禍で通常のセミナーが開催できなくなってしまったので、通信講座を開講 (2022年4月開講)

座学

演習講座

動作ビデオ



2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

9



9

基礎セミナー通信講座の概要 (1)

- 基礎 1, 2, 3 で構成されている
- 各セミナーとも、オンサイトでは2日間コースの内容
- 各自、ビデオ視聴で座学
- 各自の環境で実習
- 修了後、課題を提出することにより、修了証を発行
- 対象 (言語でプログラミングができる方
新入社員教育などに利用されている)

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

10



10

基礎セミナー通信講座の概要 (2)

- 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
- 基礎 1, 2, 3 セミナーの動画
 - コンテンツID
 - セミナー動画、メール対応、認証制度
- ボードセット実習教材セットとして、以下のボードセットを提供
 - STM32F401 nucleo-64/TEB001/TEB002/部品セット

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

11



11

基礎 1, 2, 3 セミナーの概要

- 基礎 1 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 セミナー
 - μITRON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
- 基礎 3 セミナー
 - 組み込みプラットフォーム(TOPPERS BASE PLATFORM)解説
 - 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

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

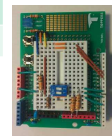
12



12

基礎セミナーの教材の概要

ボード・部品	内容	メーカー
NUCLEO-F401RE (STM32F401RE)	メインボード	STMicroelectronics社
TEB001ボード	プロトタイピング・シールド	フラットック株式会社 (部品実装は受講者)
TEB001セット アップパーツ	ケーブル、SDカード、TEB001 実装用部品等	竹内委員
TEB002ボード	LCD/メモリーカード/ ジョイスティック・シールド	飯島委員



2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

13

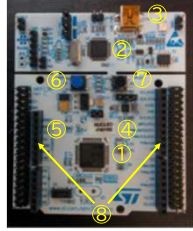


13

基礎セミナーの教材(1)

- STMicroelectronics社の NUCLEO-F401RE 基板

- ① STM32F401
- ② STM32F103
- ③ ST-LINK USB
- ④ USER LED
- ⑤ POWER LED
- ⑥ USERスイッチ
- ⑦ リセットスイッチ
- ⑧ Arduinoコネクタ



2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

14



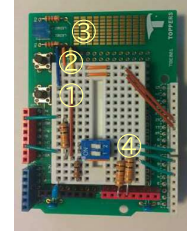
14

基礎セミナーの教材(2)

- 基板(TEB001)

ブレッドボード + 部品

- ① リセットスイッチ
- ② USERスイッチ
- ③ LED1, 2
- ④ DIPSW 1, 2



2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

15

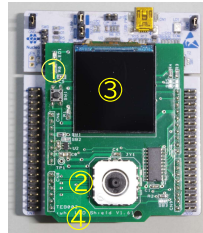


15

基礎セミナーの教材(3)

- 基板(TEB002)

- ① リセットスイッチ
- ② ジョイスティック (アナログ)
- ③ LCD (240 x 240 pixels)
- ④ メモリーカード (裏面)



2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

16



16

受講者PC環境

- Windows 11(10)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	提供元
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	STMicroelectronics
Tera Term	COM用ターミナル	Tera Term Project
エディタ	(TeraPad, VS code など)	規定せず

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

17



17

基礎1-1

セクション	章名	内容	時間
1-1-1	はじめに	座学	4分
1-1-2	組み込みハードウェアの基礎知識	座学	71分
1-1-3	組み込みプログラム開発の基礎知識	座学	76分
1-1-4	マイコンボードの確認	座学	10分
1-1-5	開発環境の確認	座学・演習	27分
1-1-6	ROMモニタを使った実習	座学・演習	11分
1-1-7	まとめ	座学	

ビデオは、15分程度に分割されている。

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

18



18

基礎1-2

セクション	章名	内容	時間
1-2-1	メモリマップドレジスタの操作方法の確認	座学・演習	23分
1-2-2	ポーリングプログラム	座学・演習	170分
1-2-3	組み込みプログラム	座学・演習	122分
1-2-4	マイコンボードの確認	座学	5分

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

19



19

基礎2-1

セクション	章名	内容	時間
2-1-1	リアルタイムOSの基礎	座学	21分
2-1-2	ITRON基礎知識	座学	104分
2-1-3	開発環境の構築	座学	32分
2-1-4	TOPPERS/ASPの導入	座学・演習	59分
2-1-5	システム検証モジュールの検証	座学・演習	4分
2-1-6	まとめ	座学	

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

20



20

基礎2-2

セクション	章名	内容	時間
2-2-1	実習開発環境の構築	座学・演習	14分
2-2-2	RTOSの基礎プログラミング実習1と2	座学	142分
2-2-3	同期プログラミング実習	座学・演習	61分
2-2-4	まとめ	座学	4分

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

21



21

基礎3-1

セクション	章名	内容	時間
3-1-1	TOPPERS BASE PLATFORM(ST)	座学	36分
3-1-2	開発環境とハードウェアの検証	座学	20分
3-1-3	JOYSTICKを使って ADC入力	座学・演習	39分
3-1-4	SPI仕様、SPIデバイスドライバ	座学・演習	16分
3-1-5	LCDの初期化とピクセル固定	座学・演習	30分
3-1-6	LCD描画プログラム実習	座学・演習	42分
3-1-7	まとめ	座学	3分

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

22



22

基礎3-2

セクション	章名	内容	時間
3-2-1	SDカードSPIインターフェイス	座学・演習	84分
3-2-2	SPI-SDカードFATドライバ対応	座学・演習	32分
3-2-3	SDカードファイルシステムの構築	座学・演習	49分
3-2-4	ファイルテストプログラム	座学	18分
3-2-5	DICアーキテクチャ	座学	10分
3-2-6	LCDシールドを使ったアプリ紹介	座学・演習	20分
3-2-7	まとめ	座学	2分

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

23



23

基礎セミナー プログラム例



2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

24



24

上級セミナーの概要

USBとWIFIプロトコル・スタックに対応した実習コンテンツ

- RASPBERRY PI PICO(W)と専用基板(TEB003)を使用
- RASPBERRY PI PICO(W)の2コアCPUに対応して、TOPPERS/FMPカーネルを使用したTOPPERS BASE PLATFORM(RP)を利用

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

25



25

上級セミナーの教材

専用基板(TEB003)は、雑誌インターフェース 2024年9月号(CQ出版)等にプリント基板交換券がついている。(後述)

また、ブレッドボードが載った基板(TEB001)は、基礎セミナーの受講で入手できる。その基板に以下の部品を載せて上級セミナーに対応する。

部品	入手先
Adafruit 1.54" TFT breakout	1528-2580-ND(DigiKey)
ジョイスティック(5ポジション) DIPキット	115233(秋月電子通商)
半固定ボリューム10KΩ[103]	108012(秋月電子通商)

RASPBERRY PI PICO(W)と専用基板(TEB003)



2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

26



26

上級1セミナー(1日目)の内容

内容	時間
ハードウェア設定とプラットフォーム	30分
開発環境とハードウェアの検証	1時間
TOPPERS/FMPカーネルの導入	40分
タスクモニタの対応	50分
組み込みUSBの解説	1時間
USBデバイスの実行	2時間
まとめ	

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

27



27

上級1セミナー(2日目)の内容

USBデバイスアプリの作成

内容	時間
USBデバイスHIDジョイスティック対応	1時間
USBデバイスCRCの作成	30分
SAMPLE1の改造	2時間
USBホストの解説	1時間
USBホストMSCアプリの作成	1時間30分
まとめ	

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

28



28

上級2セミナー(1日目)の内容

RASPBERRY PI PICO W を使って、WIFIを使ったネットワークアプリの実装や確認を行う
プロトコル・スタックとしてlwIPを使用する

内容	時間
TCP/IPの基礎	2時間
通信モジュールを用いた実習	2時間
lwIP (lightweight IP)を使ったWIFIの実習1	2時間30分
まとめ	

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

29



29

上級2セミナー(2日目)の内容

内容	時間
lwIPを使ったWIFIの実習2	2時間
telnetモニター対応	1時間30分
telnetモニター最適化	3時間
lwIPを使ったWIFIの実習3	30分
まとめ	

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

30



30

上級セミナーに関連する記事

- CQ出版 インターフェース 竹内良輔氏(教育WG主査)
Picoとマルチコア対応RTOSでArduinoシールドを使おう
- 第1回 2024年5月号
マルチプロセッサ対応カーネルの環境構築からサンプルの起動まで
- 第2回 2024年6月号
ArduinoUno用多機能I/Oシールドを動かす
- 第3回 2024年7月号
温度をSDカードに保存するデータ・ロガーの製作
- 第4回 2024年8月号
ロギング・シールド上のSDカードをUSBメモリ化する
- 第5回 2024年10月号
Arduinoシールドを自作する

2024-10-18

OSC2024 Online/Fall

31



31

まとめ

- TOPPERS プロジェクトを紹介
- 基礎セミナー（ビデオ講座）紹介
 - 基礎1（ペアマタル）
 - 基礎2（RTOSの基礎）
 - 基礎3（ADC, LCD, 通信）
- 上級セミナー（ビデオ講座）紹介
 - 上級1（USB）
 - 上級2（ネットワークアプリ）
- 教材などは OSC2024 Tokyo/Fall [10月26日(土)]
TOPPERS プロジェクトのブースで展示予定