



# TOPPERS Project Newsletter

## ■ TOPPERS プロジェクト ■

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


### TOPPERS で農機をスマートに

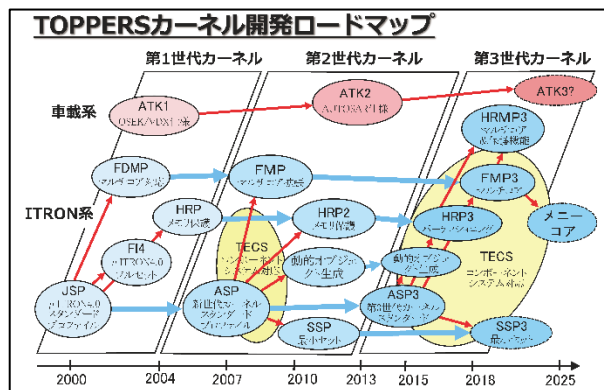
#### ## なぜ近所の田畑の農機はそんなにスマートではないのか

圃場内の経路を計画し、経路をたどって耕耘を行う、自動運転のトラクタは珍しいものではなくなりつつあります。しかしながら市販されている自動運転トラクタは、60~70 馬力以上の大型のものばかりです。トラクタは 10 馬力あたりおおよそ 100 万円ですので、車両単体で最低でも 600~700 万円以上、それに自動運転オプションをつけると 1,000 万円近い値段になり、大きな農家でなければ買えません。20 馬力あたりの小型トラクタに自動運転オプションをつけることは当面は考えにくいでしょう。

農地で最もつぶしの利く農機は、必要な場所に動力とサービスを提供するトラクタですが、そのほかにもトラクタに装着する各種作業機、さらには運搬車や草刈機などスマート化する余地の残った農機は多くあります。こうした作業機や農機の多くはコントロールワイヤやレバーによるリンク機構、あるいは油圧によって、人手でメカニカルに制御されるものがほとんどです。動力を積むことはあっても、原理は自転車とさほど変わらないことが珍しくありません。我々組込み屋に任せてもらえれば、もっと小さくして、ソフトウェアで付加価値をつけていくのにと思いますが、そうしたスマート化が進まないのは、非技術的な事情に依る部分も大です。収穫などの大切な時期に故障で動かないというのは、農機としては最低最悪の事態です。全くの機械製品なら農家でも村々の整備場でも故障の原因をつきとめてある程度の修理をすることも可能です。また農業はコスト圧の高い産業であり、よほどのメリットを出せない限り、スマート化にかけられるお金も限定的です。人手不足の昨今では、組込みシステム人材を農機製造分野に呼び込むことも簡単ではないでしょう。

#### ## 大学で農機をスマート化する意味

このように簡単にはビジネス化できそうもないスマート農機ですが、組込みシステムを扱う大学の研究室からすれば、面白くチャレンジングで、頑張れば色々派手なことができる題材です。一般のたいの農機は上述の通り全くの機械製品であり、見て少し動かせば原理を理解できます。クルマのように数が出ない製品であるため、ことごとく汎用部品が使われており、それらは容易に自前の部品に換装できます。電装系はバッテリー、セルモータ、発電機、灯火類、計装系程度のもの。センサ、アクチュエータ、マイコンボード、PC を載せれば、とりあえずは農業ロボットのできあがりです。メカは元々の製品の設計をそのまま再利用することになり、ノウハウのない状態でゼロから作る必要などありません。価格も新品で数十万から 150 万円の範囲、中古ならもっと安く購入可能です。これまで大学で組込みシステム開発のケーススタディをしようと思えば、レゴをはじめとする教材的なロボットになりがちでしたが、産業界で扱う実システムのように大きなエネルギーを扱う訳でなく、メカ/エレキ/ソフトの相互作用の影響も限定的で、少々物足りなさを感じていました。農機の場合、大きなエネルギー、不整地での使用(路面が変形するのでクルマより起きる現象は複雑です)など実システムの泥臭い問題を十分に再現可能です。こうしたことは、実は工学部よりも農学部がよほどやってきていたようです。



### 目次

|                                                |   |
|------------------------------------------------|---|
| TOPPERS で農機をスマートに .....                        | 1 |
| RISC-V WG の紹介 .....                            | 2 |
| 教育 WG の活動紹介 .....                              | 2 |
| 第 15 回 TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発コンテスト .....    | 3 |
| ホームネットワーク WG の活動紹介 .....                       | 3 |
| 箱庭 WG の活動紹介 .....                              | 3 |
| TECS WG の活動紹介 .....                            | 3 |
| TOPPERS カンファレンス 2025 と総会のご案内 .....             | 4 |
| EdgeTech+West 2025 と ROSConJP2025 に出展します ..... | 4 |
| SWEST27 のご案内 .....                             | 4 |
| 参加のお誘い .....                                   | 4 |
| お問い合わせ先 .....                                  | 4 |

#### ## いくつかの事例

本稿筆者の所属する福岡大学工学部電子情報工学科では、市販の農機を買ってきてはそれをスマート化するというをやってきました。その事例をいくつか紹介します。

「ななくまつばめごう」は、市販されているものでもっとも小さなクラスの、13 馬力のトラクタ (井関農機製 TQ-13) を改造してロボット化したものです。農機や建機では多いのですが、クルマのようにステアリングコラムではなく、オービットロールというハンドルを回せばその角度に応じた量の加圧された作動油が送られ、油圧シリンダによって操舵輪が曲がる機構が使用されています。このオービットロールを外して、電磁弁によって作動油の流れを制御することでコンピュータによる操舵を実現しています。舵角は操舵輪に後付けした角度センサで計測し、比例制御で目標舵角にあわせるよう制御しています。クラッチと左右のブレーキについては、電動シリンダを使い、ペダルをコントロールワイヤで後ろから引っ張ることによって制御しています。その他、もともとジカ線でインパネに送られていたエンジン回転数、燃料残量、水温、各種警報信号をマイコンボードで計測しています。ななくまつばめごうには、後付けのフロントローダ=油圧ショベル (三陽機器製 SCLD-TQ163) があり、これも手動レバーによる油圧弁を電磁弁に変え、マイコン制御しています。フロントローダ操作支援機能を開発しているのですが、その検討は VR を使って行っています。

「みのりった II ごう」は市販の農業用運搬クローラ（筑水キャニコム製 BK64-LD）を改造してロボット化したものです。レバーを引けばコントロールワイヤが引っ張られ、動力伝達機構についてクラッチにより左右いずれかのクローラへの動力伝達を切ることによって操舵を実現しています。荷台の昇降やダンプには油圧が使われ、その油圧弁は手動レバーで制御されています。車両の進行／停止も動力伝達ベルトにレバーでテンションをかけるベルトクラッチで制御されます。これは農機では多用されている機構です。荷台昇降用の油圧ポンプから油圧をもらって、操舵用クラッチとベルトクラッチを油圧シリンダで作動するように改造し、コンピュータで電磁油圧弁を制御しています。油圧よりもモータのほうが馴染みはあるのですが、経験上、すでに油圧源があり、かつ大きな力を必要とする場合は、モータよりも油圧を使った方がコンパクトに作れることが少なくありません。

「ななくまうざらごう」は市販の二輪の歩行型トラクタ（井関農機製 KLC653RV12）をスマート化したものです。軽トラで運搬でき、二輪で小廻りが利くため、中山間部にあるような不整形の小さな圃場での運用に適しています。こうした農地は手間の割に生産性が低く耕作放棄地になりがちですが、小型スマート農機の活用で耕作地が放棄されることを少しでも減らすというコンセプトで開発しているものです。みのりった II ごうと同じく、左右輪の動力伝達をクラッチで切断し操舵を実現するのですが、油圧ではなく電動シリンダを使っています。実は、クローラとちがって車輪の場合は、単純に動力伝達を切るだけではちゃんと操舵できないことがあります。動力を切っただけでは、車輪は依然自由に回転できるからです。そのため、ななくまうざらごうはクラッチによる動力切断とあわせて車輪をロックする「内輪ロック機構」を設け、確実な操舵を実現しています。

### ### スマート農機に TOPPERS を

これまでメカの話ばかりをしてきました。エレキ、ソフトについては、本稿の読者の皆様からすれば、至って当然のことを重ねているだけだからです。上に述べたスマート農機は、画像認識など高度な処理を行う部分は PC と Linux を使うのですが、下周り部分は、最近はずべて Arduino Uno R4 と TOPPERS (TA2LIB) で開発して（開発し直して）います。価格、入手のしやすさ、CAN が使えること、そして学生が使い慣れていて教える側が楽なのが理由です。農機のスマート化、さらにはそのビジネス化に関心を持つ組込み技術者、あるいはマイコン制御と TOPPERS に取り組む農機技術者が増えることを願ってやみません。（福岡大学 中西恒夫）



写真： 左から「ななくまづらごう」、「みのりった II ごう」、「ななくまうざらごう」

## RISC-V WG の紹介

RISC-V はオープンで拡張可能な ISA で、ライセンス料を支払わずに自由に CPU を実装することができます。既存の ISA の欠点を見極めた上で仕様を策定しているので、実装しやすく低消費電力化や高性能化を図りやすいとされています。その特性から、自動車産業でも採用が広がりつつあり、RISC-V CPU メーカーの大手である SiFive 社も自動車産業向けのソリューションを強化すると表明しています。日本でもルネサスエレクトロニクス株式会社が RISC-V

32 ビット/64 ビットの MCU・MPU を販売しています。

RISC-V WG は、TOPPERS 第 3 世代カーネルを中心に、RISC-V 向けの標準化を図り、RISC-V 向けツールチェーンの開発と TOPPERS カーネルの移植を進めていくワーキンググループとして発足しました。発足のきっかけは第 13 回 TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発コンテスト活用アイデア部門で、TOPPERS 開発者会議 2023 で TOPPERS 第 3 世代カーネルを主な対象とするという方向性を議論しました。次のような方々が RISC-V WG に集うことを期待しています。

- ・ RISC-V プロセッサメーカーの有識者
  - ・ RISC-V プロセッサに興味を持ち、調査に協力してくれる人
  - ・ TOPPERS 第 3 世代カーネルと統合仕様書に興味・関心の深い人
  - ・ QEMU に詳しい人
  - ・ 32 ビット RISC-V ボードに詳しい人、RISC-V ボードのコレクタ
  - ・ TOPPERS カーネルを含むリアルタイム・カーネルの研究者
- 初年度となる 2025 年度については、RISC-V への TOPPERS カーネル移植に関するオンライン講演を実施することと、TOPPERS カーネルを実際に RISC-V CPU をもつ評価ボードへの移植を試行することを行う計画です。議論は GitHub 上で行う予定で、<https://github.com/toppers/riscv> に場所を用意しています。どうぞよろしくお願いします。

## 教育 WG の活動紹介

教育 WG では、ASP/FMP カーネル及び TOPPERS BASE PLATFORM に対して Raspberry Pi Pico 2(W) の対応を行いました。これにより、以下の教材コンテンツにおいて、Pico(Cortex-M0+)、Pico2(Cortex-M33 と RISC-V) の 3 つの CPU への対応が可能となりました。

今年の 8 月には Pico/Pico2 に対応した以下のコンテンツを公開する予定です。

1. 基礎 1、2、3 実装セミナー教材
2. 基礎ハードウェア教材
3. 新上級 1、2 実装セミナー教材

これらの教材を使ったセミナーの受講には、以下のボードが必要となります。

- ・ Raspberry Pi Pico(W) または Raspberry Pi Pico2(W)
- ・ TEB003 : Ardino コネクタ対応ボード
- ・ 基礎 1、2 : TEB001 ボードを使用した教材化シールド
- ・ 基礎 3、新上級 1、2 : TEB001 ボードを使用した LCDJOY シールド

実習環境の作り方や上記のボード、シールドの作り方はセミナー教材に添付した「TOPPERS BASE PLATFORM 開発環境構築編」に記載しています。Pico/Pico2 を使った組込み教材に、ご期待ください。

Pico2 の ASP/FMP カーネルの対応に関しては、移植作業をインターフェース誌 2025 年 7 月号に記載しています。写真は Pico2 を使った LCDJOY シールド実行中のものです。



### TOPPERS BASE PLATFORM V1.5.0

は Pico2 の対応に加え、BTstack を対応して BLE の開発学習も行えます。TOPPERS BASE PLATFORM V1.5.0 は 6 月に公開予定です。

また、教育 WG では、2022 年 4 月 8 日に基礎 1、2、3 セミナーの通信教育講座を開設しました。「自宅で組込みソフトウェア開発を学べる」をコンセプトの講座です。開講以来、29 名の方から受

講申し込みがあり、そのうち、14名の受講者は新基礎3セミナーまで修了されました。通信教育講座FAQでは、受講者の種々の質問に対応しております。通信講座の詳細は以下をご参照ください。  
<https://www.toppers.jp/edu-base.html>

## 第15回 TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発コンテスト

TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発コンテストは、TOPPERS プロジェクトの開発成果物を活用するアイデアや開発成果物を用いたアプリケーションを募集して、優秀な作品を表彰するコンテストです。昨年度実施した第14回コンテストでは、アプリケーション開発部門金賞「TOPPERS/ASP と Wio Terminal を用いた HackSPi 向け無線コントローラ」(田中康介様、四国職業能力開発大学校)を始め合計5件の作品が入賞しました。今年度も第15回コンテストを開催いたします。部門及び賞は次の通りです。

### <アプリケーション開発部門>

TOPPERS プロジェクトの開発成果物を利用した、または、TOPPERS のカーネルを利用される方にとって楽しく有益なアプリケーションを募集します。使用する組込みボードや開発成果物の指定はありません。(金賞5万円、銀賞3万円、銅賞1万円)

### <活用アイデア部門>

TOPPERS プロジェクトを楽しく、便利に活用するアイデア、さらに広く普及させるためのアイデアを募集します。アイデアのみでもご応募頂けます。(金賞1万円、銀賞1万円、銅賞1万円) 応募期間は2025年6月1日(日)から、2025年8月31日(日)までです。応募方法の詳細、及び過去の入賞作品の紹介につきましては、以下のURLのコンテストwebサイトを参照下さい。皆様の力作のご応募をお待ちしております。

<https://www.toppers.jp/contest.html>

## ホームネットワーク WG の活動紹介

ホームネットワーク WG では、継続して TINET のメンテナンスを行っています。

今回はルーティングテーブルを定義する静的 API の追加と、CMake によるビルドサポートを追加しました。

この機能追加に合わせて、新しいデバイスへのポーティングとサンプルアプリを検討しました。ポーティング対象は TOPPERS/FMP3 が対応する Raspberry Pi Pico W としました。Pico-SDK とともに使えるので、TINET も Pico-SDK を使ったポーティングとしようと考えています。また、サンプルアプリは MCP サーバーにすることにしました。MCP は、AI エージェントが外部サービスを使うためのプロトコルであり、昨今注目を集めています。今後スマートホームに AI が組み込まれて行くことは必然と考えていますので、サンプルアプリとして最適と考えました。

今回は、ポーティングより優先してアプリの試作を行いました。試作した MCP サーバーはスマートホームを想定したもので、Pico W の LED を ON/OFF するスイッチサーバーです。

家電に MCP サーバーが搭載されることで、AI エージェントの操作対象になり、実用性が高くなると考えています。

## 箱庭 WG の活動紹介

一広がる、繋がる、らくらく、箱庭！

箱庭 WG は、ロボットやドローンなどを対象に分散シミュレーション基盤「箱庭」の開発・活用を進めています。Unity を用いた E2E 可視化や物理モデル構築など、箱庭アセットの充実にも取り組んできました。最近では、利用事例として愛媛大学の学生チームが箱庭ドローンシミュレータを活用して「第12回学生クラウドプログラ

ミングワールドカップ (CPWC)」で「審査員特別賞 Best Optimization Award」を受賞されるなど広がりを見せています。大きなイベントとしては合同会社箱庭ラボが中心となって、大阪・関西万博 (大阪ヘルスケアパビリオン) において箱庭ドローンシミュレータを用いた催事を行いました。

**ドローンが創る物流、医療、災害時の革新とデジタルツイン技術の活用** ということ、箱庭ドローン技術を全面に出した説明とともに、物流・医療・災害時を想定した実演イベントが行われました。会場横では箱庭ドローンシミュレータ体験会が行われ、多くの来場者にご体験いただき注目を集めました。当日の様子については箱庭ラボさんの [blog](#) にありますのでぜひご覧ください。今回の催事にあたって協力いただきました各社団体の皆さまに深く感謝いたします。



学会発表では第25回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2024)、第30回ロボティクスシンポジウムにて箱庭のマルチシステム連携や時刻同期機能などの技術内容の投稿・発表を行いました。

技術イベントとしては、5月に福井で「箱庭まつり#3」を開催。箱庭技術の最新アップデートをトピックに、分散シミュレーションとして箱庭に望まれることや箱庭ドローンシミュレータの物理エンジンの理論についての苦労話、ドローンシミュレータを支えたリアル側のドローンの経験や知見の話など、多岐にわたる発表となりました。[YouTube](#) にて公開していますのでぜひご覧ください。



## TECS WG の活動紹介

TECS WG では、毎年春と秋に合宿を行っています。今年の春は、浜松市の any という会議室と、ネットによるハイブリッドで開催しました。オフライン7名、オンライン1名と、今年も多くの方に参加いただきました。

さて、今回は、以下のような内容について、議論を行いました。

(1) TECS の Rust 対応

(2) TOPPERS/ASP3 Zig 版のコンパイラバージョンアップ

(3) 非同期メッセージ通信のプログラミングモデル

(1) について、TECS のセルを Rust の static な構造体として定義することで Mutex が過剰に必要な点について、昨年議論を行いました。対策として、フロー解析を行い、複数のタスクから操作される可能性のあるものに限定して Mutex を用意すること、Mutex の要否によりユーザーコードの変更が不要となるように TECS ジェネレータがグルコードを生成することとなりました。今年は、これを実現したもののレビューを行いました。レビューによりロックガードの有効期間に対し、セルの変数をアクセス可能な期間が長いことが指摘されるとともに、これに対する適切な改良方法が提案されて、より Rust らしい実装にできることとなり、大変有意義なレビューとなりました。

(2) について、TOPPERS/ASP3 を Zig 言語で実装したものが github で公開されていますが、この Zig のバージョンは 0.8.0 と、最新の 0.14.1 に比べ古いものとなっています。多くの場合、言語シ

システムは上位互換となるように仕様の変更、追加が行われますが、Zig は、まだ開発途上の位置づけで、バージョンが 0.1 上がるごとに、以前のバージョンのコードをビルドできないという問題が頻繁に起こります。このため ASP3 の Zig のバージョンアップは一筋縄ではいかず、一つ一つのバージョンに順次対応させていますが、ビルド環境のバージョン変更を容易化するために Docker コンテナ化しました。現在は 0.11 までのバージョンアップが完了していますが、引き続き最新までのバージョンアップを継続します。

(3) は、改めて TECS におけるデータ授受の方法から考察しなおし、よりよい実装を実現すべく検討を進めています。より現実的なシステムの実装を考えたとき、特定のデータ授受方式に限定するのではなく、どのような方法でも対応できるのが望ましいとの結論に達しました。引き続き、どのようなデータ授受にも対応できるような構成を引き続き検討します。

今後とも、いろいろなアイデアで TECS を進化させていきます。ご興味をお持ちの皆様、ぜひ TECS WG の活動にご参加ください。お待ちしております。

## TOPPERS カンファレンス 2025 と総会のご案内

TOPPERS カンファレンス 2025 は、6 月 24 日（火）に大田区産業プラザ（PiO）とオンラインとのハイブリッドで開催します。今回は、組込みマルチコアサミットとの共同開催となっています。特別講演として、JAXA の石濱直樹氏による「ハードウェアからソフトウェアへ：ソフトウェア定義衛星（SDS）の技術的可能性について」及び株式会社アイシンの間瀬順一氏による「車載制御系 ECU ソフトウェア開発の過去・現在・未来」の 2 講演を企画しております。皆様と会場でお会いできるのを楽しみにしております。

<https://www.toppers.jp/conference.html>

また、カンファレンスと同日、同会場にて、TOPPERS プロジェクト第 23 回総会が開催されます。正会員の皆様には、事前にご質問・ご意見をいただいた上で議決権行使書または委任状をご提出いただくことになっています。正会員の皆様のご協力をお願いします。

## EdgeTech+West 2025 と ROSConJP2025 に出展します

TOPPERS プロジェクトは、7 月 24 日（木）25 日（金）にグランフロント大阪コングレーションセンタで開催される EdgeTech+West 2025 に出展します。

関西以西の皆様にお会いできる重要な機会として位置付けておりますので、TOPPERS ブースにぜひお立ち寄りください。皆様のご来場をお待ちいたしております。

<https://www.jasa.or.jp/etwest/>

また、9 月 9 日（火）に名古屋のポートメッセなごやコンベンションセンターで開催される ROSCon JP 2025 に、ブロンズスポンサーとして協賛するとともに出展します。ROSCon JP は、ロボット開発プラットフォームである ROS（Robot Operating System）に関する開発者会議の日本版です。

ROSCon JP 2025 のプログラムや参加申込み方法などの詳細は、Web ページをご参照ください。<https://roscon.jp/>

## SWEST27 のご案内

SWEST（Summer Workshop on Embedded System Technologies）は、8 月 28 日（木）～29 日（金）の 2 日間、下呂温泉水明館（岐阜県下呂市）にて開催します。

SWEST は、主に若手の大学の研究者や学生、企業の技術者が全国から集まり、組込みシステムについて徹底的に議論することを目標に掲げたワークショップです。TOPPERS プロジェクトは共催し、運営面での支援をしています。

温泉宿での一泊二日という議論の場を活かし、いかに議論を盛り上げていくか、実行委員一同で企画を進めています。

詳細は、以下のウェブサイトにて順次情報公開してまいりますので、ぜひチェックいただき、ご参加ください。

<https://swest.toppers.jp>

## 参加のお誘い

TOPPERS プロジェクトでは、プロジェクトの趣旨に賛同してくださる方のご参加をお待ちしています。

NPO 法人の会員には、主に団体を対象とした正会員と、個人を対象とした準会員に加えて、プロジェクトに貢献していただける教育機関・公的機関・非営利団体・個人で会費を支払うことが難しい方を対象とした特別会員の制度を用意しています。

TOPPERS プロジェクトに何らかの形で貢献されたい方、プロジェクトで開発したソフトウェアをお使いの方、プロジェクトに興味をお持ちの方は、是非入会をご検討ください。

| 会員の種別 |                                      |          |          |
|-------|--------------------------------------|----------|----------|
| 会員の種別 | 資 格                                  | 入会金      | 年会費      |
| 正会員   | 団体                                   | 110,000円 | 110,000円 |
|       | 個人                                   | 22,000円  | 22,000円  |
| 準会員   | 個人                                   | 5,500円   | 5,500円   |
| 特別会員  | プロジェクトに貢献があると認められる教育機関・公的機関・非営利団体・個人 | なし       | なし       |

## お問い合わせ先

TOPPERS プロジェクトに関するご質問や入会の申込みは、下記事務局宛にお願いします。また、プロジェクトのウェブサイト（<https://www.toppers.jp/>）には、活動の詳細を紹介する資料を置いていますので、ぜひご参照ください。

## 編集後記

ニューズレターに最後までお付き合いいただき、ありがとうございました。これから TOPPERS カンファレンス 2025 や EdgeTech+West2025 など、多くのイベントが続きます。皆様にお目にかかれるよい機会となりますことを期待しております。

Copyright (C) 2000 - 2025 by TOPPERS Project, Inc. All Rights Reserved.

## NPO 法人 TOPPERS プロジェクト

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

〒104-0042 東京都中央区入船 1-5-11 弘報ビル 5F

一般社団法人組込みシステム技術協会内

TEL (03)6275-2981 Email: [secretariat@toppers.jp](mailto:secretariat@toppers.jp)

※ “TOPPERS” および TOPPERS プロジェクトのロゴは、TOPPERS プロジェクトの登録商標です

※ ITRON は “The Real-time Operating system Nucleus” の略称、ITRON は “Industrial TRON” の略称、μITRON は “Micro Industrial TRON” の略称です。

※ 本文中の商品名およびサービス名は、各社の商標または登録商標です。