

TOPPERS Project Newsletter

■ TOPPERS プロジェクト ■

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


宇宙開発も“アップデート”の時代へ

6 月に開催された TOPPERS カンファレンス 2025 において JAXA 石濱直樹様に講演いただいた内容をご紹介します。

■ JAXA が挑む「ソフトウェアで進化する衛星」とは？

スマホや車のように、宇宙の衛星も“ソフトウェアで進化する”時代がやってきています。JAXA (宇宙航空研究開発機構) の石濱氏が講演で紹介したのは、そんな次世代の衛星「Software Defined Satellite (ソフトウェア定義衛星)」の最新動向。「ハードウェアで作って終わり」だった宇宙開発を、“ソフトウェアで進化させる”世界へ変えていこうという挑戦です。

■ 宇宙用コンピューターの信頼性を支えた「TOPPERS」

JAXA がこの分野で培ってきた基盤技術のひとつが、リアルタイム OS「TOPPERS/HRP カーネル」。これは、宇宙機器がミスなく動作するための“頭脳の土台”のようなものです。

2005 年に高田研究室と共同開発を始め、2012 年に H-IIB ロケットに初搭載。以後、なんと 150 以上の宇宙機器で使われ、不具合ゼロという驚異の実績を誇っています。

JAXA はこの信頼性を支えるために、『機能を強化』し、『検証方法を体系化』し、『利用者サポート体制を整える』という“三種の神器”を整備。「技術を作るだけでなく、使う人の不安を取り除くことが大切」と、石濱氏は語ります。

■ 宇宙機の操作は“人から AI へ”

講演では、宇宙開発とコンピューターの進化の関係も紹介されました。1960 年代のアポロ計画では、世界初のデジタル制御コンピューターが人類を月へ導きました。当時のコンピューターは「人が操作するための道具」でしたが、今は違います。スペースシャトルではボタンだらけのコックピットがモニター中心に変わり、そして今の SpaceX「クルードラゴン」では、ほとんどタッチパネルだけ。宇宙飛行士は操縦するより“見守る”役割に近くなっているのです。つまり宇宙機は、「人に操作されるもの」から「自律して判断するもの」へと進化しています。

■ 「Software Defined」——ソフトで決まる世界

この流れは宇宙だけではなく、自動車の世界ですすでに「ソフトウェア定義車両 (SDV)」という言葉が生まれています。

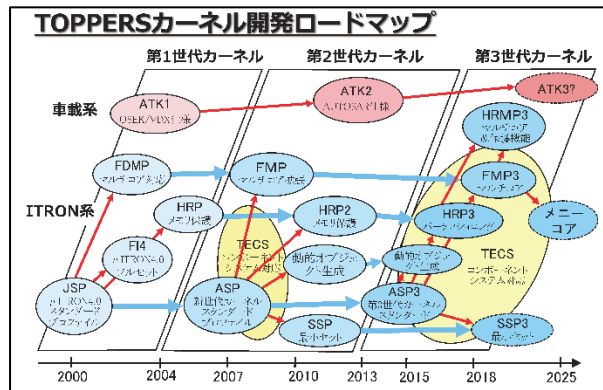
たとえばテスラの車は、買ったあともソフトウェアのアップデート (OTA) で新機能が増えたり、運転支援が進化したりします。トヨタは「交通事故ゼロ」という社会目標に向け、技術を“手段”として位置づける独自の道を歩んでいます。

こうした“ソフトで機能を定義する”発想は、通信 (SDN)、データセンター (SDDC)、製造業 (Software Defined Manufacturing) など、あらゆる産業に広がっています。要するにハードウェアを柔軟に操り、ソフトウェアでどんどん進化させる時代が来ているのです。

■ 宇宙にもその波が！「ソフトウェア定義衛星 (SDS)」とは？

そして、この「Software Defined」の考え方を宇宙に持ち込もうとしているのが、JAXA の新プロジェクト「Software Defined Satellite (SDS)」です。

これまでの衛星は、観測データを地上に送って処理する“受け身”の存在でした。しかし SDS は違います。衛星そのものが AI を使ってデータを解析し、結果だけを地上に送るのです。これにより通信量を減らし、災害時などに素早く対応できるようになります。その



目次

宇宙開発も“アップデート”の時代へ	1
EdgeTech+2025 特集	2
教育 WG の活動紹介	2
箱庭 WG の活動紹介	3
TECS WG の活動紹介	3
RISC-V WG の活動紹介	3
ホームネットワーク WG の活動紹介	4
開発者会議開催報告	4
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	4
第 23 回通常総会と TOPPERS カンファレンス 2025 開催報告	4
その他の出展・行事など	4
参加のお誘い	4
お問い合わせ先	4

カギを握るのが、JAXA が開発中の小型高性能オンボード計算機。10cm 四方・重さ 1kg ほどの小さな装置ながら、Linux 上で AI アプリを動かし、宇宙空間でプログラムを入れ替えることができます。つまり、衛星が“宇宙でソフトウェアアップデート”できるのです。2025 年度には、実際に軌道上で AI モデルを更新する実証実験も予定されています。

ソフトウェア定義衛星 (SDS) は、衛星開発の価値を「ハードウェア」から「ソフトウェア」へとシフトさせるもの。機能を後から追加できることで、衛星が提供するサービスを発展させることが出来ます。そして地上のクラウドや AI ともつながり、宇宙のデータをより効率的に活用できるようになります。

■ 宇宙での“アップデート”をどう安全に行うか？

もちろん、課題もあります。たとえば、書き換えに失敗したら衛星が動かなくなる恐れがあるため、安全な更新仕組みや自動復旧機能が不可欠です。また、セキュリティや電波法の制約にも配慮しなければなりません。

JAXA では、こうしたリスクを最小限に抑える高信頼アーキテクチャの研究を進めています。石濱氏は「信頼性と柔軟性を両立させることが、次の宇宙開発の鍵」と語りました。

石濱氏はこう締めくくりました。「ソフトウェアで進化できる衛星が、これからの宇宙開発を変えていく。」

宇宙のデジタル化が加速する今、JAXA の挑戦は、“作って終わり”だった衛星を“育てて進化させる存在”へと変えていく第一歩になりそうです。

EdgeTech+2025 特集

■EdgeTech+2025 出展のご案内（ブース No.は BX-21）

11 月 19 日～21 日 パシフィコ横浜で開催される EdgeTech+2025 に TOPPERS パビリオンとして会員の皆様と共同で出展します。パビリオン内プレゼンコーナーでは、高田会長や出展各社のプレゼンのほか、



2 日目 11 月 20 日（木）14:00～15:30 には TOPPERS の各 WG の活動紹介を行います。恒例のフェスタにも参加します。

■パビリオン共同出展企業紹介（各社より原稿をいただきました）

（株）ヴィッツ

ヴィッツは、シミュレーション、機能安全、サイバーセキュリティ、AI セーフティなどの先進技術をいち早く取り入れ、ワンストップでの開発体制を構築することで、効率的な課題解決に貢献しています。ブースでは、協働ロボットによるヒューマンインタラクションデモ、3D 仮想化シミュレータの自社開発製品「WARXSS」を展示し、「半歩先の未来」に必要なとされる取り組みをご紹介します。是非お立ち寄りください。

京都マイクロコンピュータ（株）

TOPPERS ベースの RTOS プラットフォーム SOLID の最新版 Ver.5.0 を出展します。

■IDE に VS Code 互換の IDE Theia を採用することで AI エージェント機能などを含む VS Code 拡張機能が利用可能。

■RTOS のセキュリティ機能強化。MMU を活用した「制限空間」によるメモリ保護方式を導入することでカーネルや他タスクから完全に隔離されたタスク実行が可能。

（株）サニー技研

次世代車載ソフトウェアプラットフォームを支える最新技術を展示します。

・10BASE-T1S デモ：ゾーンアーキテクチャ対応の Edge ECU 向け Ethernet 通信を実演

・HSM 搭載マイコン向け鍵管理ツール：セキュリティ鍵の安全書込みと鍵管理を GUI で実現

・新製品 MicroPeckerX LIN Analyzer Plus：DIO/AD 対応・長時間評価可能な新 LIN アナライザ

名古屋大学大学院情報学研究科 附属組込みシステム研究センター

自動運転や先進モビリティサービスを支えるダイナミックマップ 2.0 プラットフォーム（DM2.0PF）をご紹介します。

DM2.0PF は、クラウド・エッジ・車両にまたがる三層分散型データベースにより、車載センサーの死角を補完し、交差点通過支援や駐車支援など、さまざまなサービスの提供を可能にします。

本展示では実証実験の成果をご紹介します、DM2.0PF が実装された車載器や情報を可視化するビューワーをご覧ください。

Open SDV Initiative 名古屋大学大学院情報学研究科附属組込みシステム研究センター

産学共創プロジェクト「Open SDV Initiative（以下 OSDVI）」では SDV サービスサンプルの検討とその実装に必要な API（アプリケーションソフトとビークル OS 間のインターフェース）の仕様策定を行っています。展示会では OSDVI の活動と、策定した API を用いた実車デモ及びサービス体験型シミュレーション環境 MESH（Mobility Experience Simulation Hub）を紹介いたします。

（株）ユビキタス AI

ユビキタス AI は近年では「IoT 機器のセキュリティ強化」にフォーカスしており、EdgeTech+2025 では、TOPPERS ブースにおいて、最新の TPM2.0 に対応した「Ubiquitous TPM Security」によるセキュアブートのデモ展示を行います。

サイバーセキュリティ要件に準拠した機器設計が強く求められる中で「設計にどうセキュリティを組み込めばいいか...」、そんな不安をお持ちの方は、ぜひこの機会にご来場いただき、セキュリティと開発効率を両立する組込み TPM ソリューションを実際にご体感ください！

教育 WG の活動紹介

○教育 WG では、新しい組込み教育コンテンツを公開しました

今回の教材は、Raspberry Pi Pico および Pico2 に対応しており、3 種類の CPU（Pico の Cortex-M0+、Pico2 の Cortex-M33 と RISC-V）で実習が可能です。公開されたコンテンツは全 7 種類です。

ー基礎 1,2,3 実装セミナー

ー基礎ハードウェア教材、基礎 1.5 実装セミナー

ー新上級 1.2 実装セミナー

○新教材の紹介

■基礎ハードウェア教材

LED、スイッチ、ブザー、I2C キャラクタ LCD などをブレッドボード上で組立て、最終的にキッチンタイマーを完成させる実習教材です。

■基礎 1.5 実装セミナー

基礎 1 の補完教材として、ベアメタル開発を学ぶ内容です。

通常、Arduino-IDE や VSCode などのフリーの開発環境では、複雑なリソースを隠して簡単に開発できるようになっていますが、実際にベアメタルで開発するには、Makefile を使ってすべてのリソースを自分で管理する力が必要です。この教材では、Makefile ベースの開発環境を構築し、組込みプラットフォームを使わずに「基礎 3」の LCDJOY シールドを動作させます。

「基礎 3」と合わせて学ぶことで、組込みプラットフォーム環境での開発との違いを実体験できる内容になっています。

■受講には、以下のボードが必要です。

ーRaspberry Pi Pico(W) または Pico2(W)

ーTEB003 ボード（Arduino コネクタ対応）

ー基礎 1,2：TEB001 ボードを使用した教材化シールド

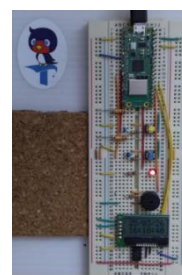
ー基礎 3,基礎 1.5,新上級 1,2：TEB001 ボードを使用した LCDJOY シールドまたは LCDJOY シールド 2

・実習環境の構築方法やボードの作り方は、教材付属の「TOPPERS BASE PLATFORM 開発環境構築編」に記載されています。

・TEB003 ボードは、CQ 出版の協力により TOPPERS 事務局から購入可能です。

・Pico2 対応 ASP/FMP カーネルの移植作業については、『インターフェース』誌 2025 年 7 月号に掲載されています。

・写真は、「基礎ハードウェア実習」で最終的に完成したブレッドボードの例です。



○基礎 1 実装セミナーを、CQ エレクトロニクス・セミナにて実施セミナーは「実習・ラズベリーパイ Pico を使ったベアメタルソフトウェア開発の勘所」という名称で、2026 年 2 月 17,18 日に東京・巣鴨の CQ 出版社セミナ・ルームにて開催予定です。

基礎 1,2 の受講に必要なボード付きのセミナーとなっています。

○通信講座開設中

教育 WG では、「自宅で組込みソフトウェア開発を学べる」をコンセプトに、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。これまでに 31 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。また、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の URL をご参照ください

<https://www.toppers.jp/edu-base.html>

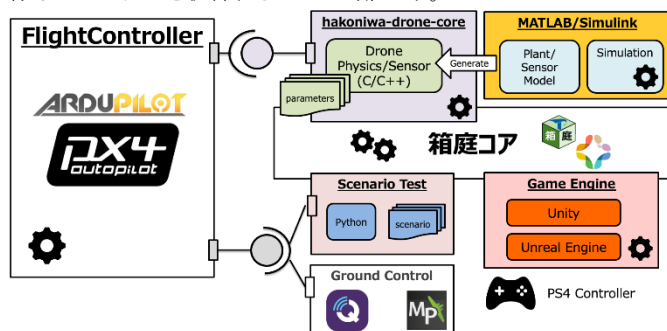
箱庭 WG の活動紹介

箱庭 WG では、多様なシミュレーションを統合するプラットフォーム「箱庭技術」の研究開発を進めています。従来のシステム開発・検証では、各システムが孤立し、システム間のデータ共有や時刻同期が困難であるという「コミュニケーションの壁」や、バーチャルとリアルとの相互運用が難しいという「相互運用性の壁」が存在しました。「箱庭」は、単一のシミュレータだけではなく、異なる機能やプログラム、シミュレータなどを統合する分散シミュレーションハブとして、これらの課題を解決し、システム全体の統合を目指しています。

○箱庭ドローンシミュレータの進化！

箱庭ドローンシミュレータは、この箱庭技術で実現されたドローンシミュレータです。その特徴は、バーチャル空間とリアル空間、そしてその間にあるシミュレータ群をシームレスに融合するアーキテクチャにあります。

箱庭コア機能は、3D シミュレータ (Unity など) や 3D モデル、コントローラ、環境モデルといった多様な要素を構成要素として管理・制御します。加えて、スケジューリング・時間管理、アセット間通信 (箱庭 PDU データ/通信)、そしてシミュレーション制御を担う中核でもあります。制御アプリケーションとの連携においては、C/C++ベースのドローン物理/センサーモデル (hakoniwa-drone-core) をはじめ、FlightController や Ground Control、さらには MATLAB/Simulink で生成したプラント/センサーモデルなど、多様なプログラムを統合することが可能です。



箱庭ドローンシミュレータのこのアーキテクチャは、箱庭技術がさまざまな制御ソフトウェアやシミュレータを繋げるハブであることをよく示しています。将来的には、ドローンだけでなく、ロボットや AI との連携も目指しています。

○産業・研究用途への対応を強化した「箱庭ドローン PRO」

箱庭 WG の主要な活動を担っている合同会社箱庭ラボでは、2025 年 8 月より「箱庭ドローン PRO」のサービス展開を開始しました！オープンソースで公開されている無償版だけでは対応が難しい本格的な開発・連携・商用化を支援するライセンスパッケージであり、高度な要件や現場での実運用に対応するための機能・サポートを提供しています。箱庭ドローンを商用利用される場合や、自社用途に合わせた拡張・カスタマイズをご希望の方は、ぜひ「箱庭ドローン PRO」の導入をご検討ください。<https://hakoniwa-lab.net/products/>

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。今年も TOPPERS 開発者会議に併催する形で、秋の合宿を開催しました。今回は、以下の内容について、議論を行いました。

- (1)TECS/Rust における排他制御の最適化と新しい RTOS への統合
- (2)Zig 独自のビルドシステムを活用した ASP3 カーネルの実現
- (3)TECS の非同期データ授受機構 DataPumpHolderPlugin

(1)について、従来の TECS/Rust に対して、余分な排他制御を削減する最適化と、Rust で実装された RTOS との統合の提案です。TECS/Rust は、TECS CDL で記述されたシステムを Rust 言語で開発するためのフレームワークです。しかし、このフレームワークが生成するコードのうち、Rust コンパイラにエラーと見なされないように挿入される排他制御コードが、実際には単一のタスクだけが使用するため不要となる場合があります。また、アプリケーションを Rust で開発できる一方で、これまで OS は C 言語で実装されていたため、システム全体としてのメモリ安全性は保証されていません。今回はコールフロー解析に基づく排他制御の最適化と、Rust で記述された RTOS である Awkernel との統合により、これらの課題を解決しました。

(2)について、昨年に引き続き、プログラミング言語 Zig を用いて作成された ASP3 カーネル(asp3_in_zig)を、より最新に近いバージョンの Zig コンパイラでビルド可能に変更作業を行なっています。Zig は、C 言語と同様の静的型付き言語であり、モダンな言語が持つ仕様を組み合わせたプログラミング言語です。言語仕様の破壊的変更が続く中、Makefile でのビルドが困難となりました。そこで、Zig 独自のビルドシステムによる asp3_in_zig のビルドを提案します。Zig に組み込まれた API に従ったビルド手順の記述により、C 言語との連携や各ビルドステップについて、可読性や保守性の向上が期待できます。

(3)は、昨年、TECS のデータ授受に関して、TECS の結合の延長として非同期メッセージ通信セルを挿入する方式を提案しました。本年は、これを具体的に実装しました。TECS では、コンポーネントを組合わせて使用できる仕組みがあるため、新たに製作したセルタイプは 2 つだけですが、全体では 10 ほどの異なる複合セルタイプが作られました。TECS の柔軟性が活きる応用例になりました。今回は、ECS の静的生成、静的結合の向かう方向性についても議論しました。Rust のような言語が動的な生成、結合を指向しているのに対し、TECS は反対に静的な生成、結合を指向しています。それぞれどのような効果を期待し、どのような問題があるのか、考え方の相違を検討しました。

今後とも、いろんなアイデアで 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。

RISC-V WG の活動紹介

RISC-V WG では、TOPPERS 第 3 世代カーネルを RISC-V アーキテクチャ上で動作させる移植作業を進める一環として、教育 WG が既に移植した Raspberry Pi Pico2 (以下 Pico2) 向けの RISC-V 環境の確立を図りました。

ご存知の方も多いと思いますが、Pico2 は RP2350 を搭載したデュアルコア構成で、ARM と RISC-V の両コアを備える特徴を持ち、軽量かつ低コストの環境を提供しています。

現在の ASP ソースは、ビルドツールや依存関係が現行の RISC-V ツールチェーンと整合しない箇所が多く見られたため、これらを順次修正し、カーネルとサンプルアプリケーションのビルドを実現しました。また、Pico2 では実行形式として UF2 形式が必要なため、picotool (旧称 elf2uf2)を用いた変換と転送手順の検証を行いました。さらに、参考にした記事が USB-UART を用いない手順だったため、USB-UART を用いずに GPIO に出力先を変えて、GPIO に接続した UART 変換器を通して出力する方式に変更する予定です。現在は、Gemini を用いたアプリケーションコードの修正を進めつつ、安定動作の確認を継続しています。なお、2025 年 10 月時点では、Gemini は Pico 1 (ARM / RP2040) でのワークフローを認識しているが、Pico 2 でのワークフローを認識していませんでした。また、

elf2uf2 が 2021 年に picotool に統合された事実を認識していませんでした。

本活動により、RISC-V 版 TOPPERS ASP の動作環境構築に向けた基礎的知見が得られました。RISC-V WG では本活動の成果を教育 WG にフィードバックすべく、準備を進めています。

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、家電 MCP サーバーの試作を行い、ホームネットワークシステムの試作を進めています。

MCP サーバーは ChatGPT などの LLM からツールとして使えるようにする通信プロトコルです。MCP サーバーは、HTTP や JSON の処理ができればよく、API の使い方を自然言語で記述します。LLM はその使い方を読んで API を操作するので、ユーザーは LLM との対話で家電が使える、スマートスピーカーのようなシステムが作れると考えられます。

TOPPERS カンファレンスでは、家電 MCP サーバーの試作として、スイッチを ON/OFF する MCP サーバーを Raspberry Pi Pico で作成し、Visual Studio Code の Github Copilot の Agent 機能から、Chat でスイッチを ON/OFF 制御するデモを行いました。今後は、手元で動かせるローカル LLM と連携させたシステムを構築していきたいと思います。

開発者会議開催報告

TOPPERS 開発者会議は、TOPPERS プロジェクトの開発成果物の開発、利用に携わる方が集まり、集中的に議論、開発する会議です。2025 年は、10 月 26 日(日) 13:00 ~ 17:00 という短い時間ではありましたが、オンラインにて開催しました。

「Open SDV API 技術解説」「TECS の最新研究」「RTOS の非依存部の比較」といった議論に加え、「VSCode+Pico2 で FreeRTOS を動かす」「VSCode+Pico2 で TOPPERS/FMP3 を動かす」などのハンズオンも行われ、活発な意見が交わされました。

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、優秀な作品を表彰しています。第 15 回となる今年は、次の 3 件が受賞されました。おめでとうございます。

「アプリケーション開発部門」

銀賞：豊田順治様（高度訓練センター）「TOPPERS/ASP を用いた『リアルタイム OS による組込み システム開発技術』セミナーのサンプルアプリケーション」

銀賞：石岡之也様「ラズパイ Pico2 用 TOPPERS/ASP のマルチタスクデモ」

「活用アイデア部門」

銀賞：石岡之也様「ラズパイ Pico2 用 TOPPERS/ASP のビルド手順」

入賞作品の詳細やソースコード等は、TOPPERS ウェブサイト内 <https://www.toppers.jp/contest.html> で公開しています。

また、表彰式、受賞者プレゼンテーション、及び作品展示を EdgeTech+2025 TOPPERS ブースにて行います。

第 23 回通常総会と TOPPERS カンファレンス 2025 開催報告

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した。特別講演として JAXA 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」、組込みマルチコアコンソーシアムとの共同企画としてアイシン間瀬順一氏による「車載制御系 ECU ソフトウェア開発の過去・現在・未来」の 2 件の講演をいただきました。（1 面参照）午後の部では、TOPPERS に関連した技術・事例を多く取り上げました。

また過去一年間で最も TOPPERS プロジェクトに貢献した活動、成果物に与えられる賞である TOPPERS of the YEAR 2025 は「箱庭 WG の活動」が受賞されました。おめでとうございます！

カンファレンスに引き続き、第 23 回総会が開催され、すべての議案がいずれも滞りなく承認されました。

その他の出展・行事など

TOPPERS プロジェクトは、今年も 7 月 24 日（木）25 日（金）にグランフロント大阪コングレコンベンションセンターで開催された EdgeTech+West 2025、9 月 9 日（火）にポートメッセなごやで開催された ROSCon JP 2025 に出展しました。

また、8 月 28 日（木）29 日（金）に下呂温泉水明館で開催された SWEST27（Summer Workshop on Embedded System Technologies）に共催し、運営協力を行いました。

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したい方、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 ニュース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。EdgeTech+2025 の会場では、多くの皆様にお目にかかる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

※ “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

※ TRON 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。