

# カーネル・開発環境ワーキンググループとその活動

## T-Kernelと開発環境

### カーネル・開発環境ワーキンググループ

カーネル・開発環境ワーキンググループ（以下KD-WG）は、T-Kernelを中心としたT-Engineのシステムソフトウェアとソフトウェアの開発環境についての技術ワーキンググループです。

T-Engineのシステムソフトウェアは、その中心となるリアルタイムOSであるT-Kernelと、その機能を拡張するT-Kernel Extensionや、デバイスドライバなどのソフトウェア群より構成されます（図1）。このシステムソフトウェアの仕様策定や標準化を行うのがKD-WGの役割です。

開発環境の標準化は行わず、各ベンダーがビジネススペースで競争的に開発する部分としています。ただし、流通させるソフトウェアの動作条件としてのコンパイラ等の基本ツールや、デバッグインタフェースなど、最低限の標準化が必要な点については、

KD-WGで検討します。

### T-Kernel

KD-WGにおける最大の作業は、T-Kernelの仕様策定とソースコードの一般公開です。T-Kernelは、近年の高度で大規模な組込みシステムソフトウェアに適した、新しいリアルタイムOSです。特に、MMUを用いたメモリ管理やメモリ保護の機構は、近年の大規模化された組込みソフトウェアの実行環境として重要な部分です。T-Kernelは、TRONプロジェクトの20年の成果を踏襲しており、APIの設計などは $\mu$ ITRONをベースとしているため（表1）、ITRON上の大量のソフトウェア資産をほぼそのままT-Kernel上で動作させることが可能です。さらに、ITRONに熟練した技術者もT-Kernel上のソフトウェア開発に着手することができます。

T-Kernelのソースコードは2003年5月よ

り、KD-WGの希望会員に対し、評価・実験用に公開されました。そして、このフィールドバックを基に最終仕様が決まり、同年10月にT-EngineフォーラムのA、B両会員にベータ評価版を公開しました。その後、ソースコードのライセンス（T-License）の確定を待って、2004年1月に一般公開されました。現在、T-Engineフォーラムのホームページから誰でもT-Kernelのソースコード利用を申し込むことができます。

### T-Kernel/SE

T-Kernelに続き、T-Kernel Extensionの仕様策定が現在進行中です。T-Kernel Extensionは、T-Kernelの機能を拡張するソフトウェア群です。T-Kernel Extensionは複数の種類が存在しますが、現在KD-WGでは標準のExtensionであるT-Kernel/Standard Extension（以下T-Kernel/SE）に取り組んでいます。

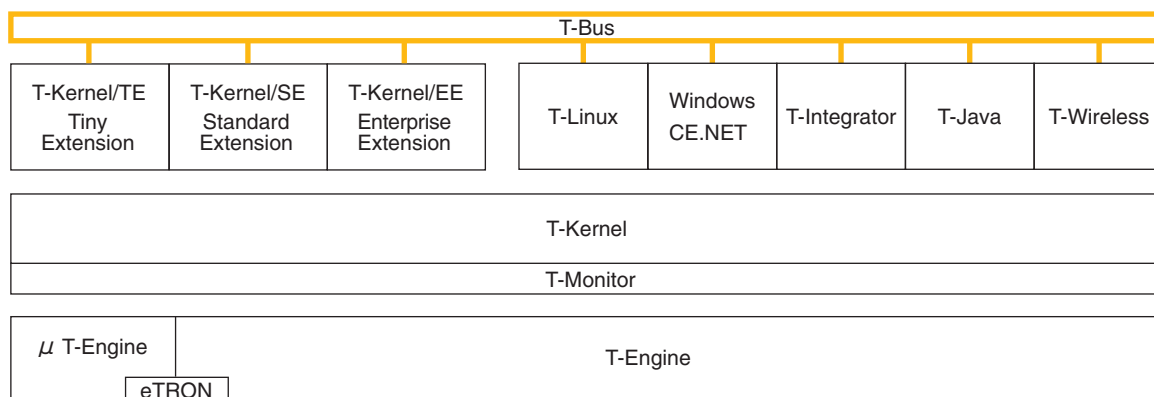


図1 T-Engineソフトウェアアーキテクチャ

表1 T-Kernelの機能

モジュール名	機能
T-Kernel/OS	タスク管理機能 同期・通信機能 メモリ管理機能 例外／割込み制御機能 時間管理機能 サブシステム管理機能
T-Kernel/SM	システムメモリ管理機能 アドレス空間管理機能 デバイス管理機能 割込み管理機能 I/Oポートアクセスサポート機能 省電力機能 システム構成情報管理機能
T-Kernel/DS	カーネル内部状態参照機能 実行トレース機能

T-Kernel/SEは、ファイルシステムやプロセス管理などの機能を提供します（表2）。T-Kernel/SE上では、ユーザーのアプリケーションは、LinuxなどのPC/WSのOSと同様に、メモリ保護された空間でプロセスベースで動作します。T-Kernel/SEのソースコードは2004年4月より、KD-WG内にて評価・実験用のバージョンが希望会員に向けて公開されています。

## T-Kernel、T-Kernel Extensionの今後

T-Kernelの一般公開に続いて、T-Kernel/SEも同様の手順で公開されます。KD-WG内での検討が終わり次第、T-Engineフォーラムの会員に向けてベータ版

を公開します。その後、一定の評価期間において一般公開する予定です。

続いて、他のExtensionの検討が予定されています。まずは、Standard Extensionよりも小規模なシステムをターゲットとした、Tiny Extensionへの取り組みが予定されています。

また、ハードウェアワーキンググループで検討が進められているnT-EngineのためのOS、nT-Kernel（ナノ・ティ・カーネル）の検討も計画されています。nT-Kernelは、T-Engineよりも小規模なシステムにおいて使用される小型のリアルタイムOSです。T-Kernelが、原則として32ビットCPUを対象にしているのに対し、nT-Kernelは16ビットCPUなどでも軽快に動作するものが考えられています。

表2 T-Kernel/SEの機能

機能名称	機能
メモリ管理	仮想記憶に対応したメモリ管理機能
プロセス／タスク管理	プログラムの実行管理機能
メッセージ管理	プロセス間のメッセージ通信機能
タスク間同期通信管理	タスク（プロセス）間の同期通信機能
グローバル名管理	プロセス間の共有データ機能
ファイル管理	ネットワーク構造のファイルシステム
標準入出力管理	ファイルシステム上の標準入出力機能
デバイス管理	デバイスの管理・制御機能
イベント管理	デバイスからのイベントの管理機能
時間管理	システム時間の管理機能
システム管理	システムプログラム、情報の管理機能

すでに公開されているT-Kernelについては、対応CPUの追加などのバージョンアップが予定されています。2004年夏には、新たに2機種CPUに対応したバージョン（1.01.00版）が公開される予定です（表3）。また、今後も増え続けられる新たなCPUへの移植に際し、どのように品質保証を行うか、テストスイートの作成も含め、検討が行われています。

公開されたT-Kernelをどのように使っていくか、教育関連を充実も重要な課題です。T-Kernelのアプリケーションやミドルウェアなどのソフトウェア開発方法、従来のμITRONからの移植の方法の教育、および各種ドキュメントの充実を図っていく予定です。⑦

表3 T-Kernel（1.01.00版）対応T-EngineおよびCPU

T-Engine 種別	CPU
標準 T-Engine/SH7727	日立製作所／ルネサステクノロジ SH7727 (SH3-DSP)
標準 T-Engine/SH7751R	日立製作所／ルネサステクノロジ SH7751R (SH-4)
標準 T-Engine/SH7760	日立製作所／ルネサステクノロジ SH7760 (SH-4)
標準 T-Engine/VR5500	NEC エレクトロニクス VR5500 (MIPS IV)
標準 T-Engine/ARM920-MX1	MOTOROLA MC9328MX1 (DragonBall i.MX1、ARM920T コア)
標準 T-Engine/ARM926-MB8	富士通 MB87Q1 100 (ARM926EJ-S コア+ ARM946E-S コア)
標準 T-Engine/ARM720-S1C	EPSON S1C38000 (ARM720T コア)
μ T-Engine/M32104	三菱電機／ルネサステクノロジ M32104
μ T-Engine/VR4131	NEC エレクトロニクス VR4131 (MIPS II)