

STM32MP1 マイクロプロセッサの紹介

OSAKA NDS Embedded Linux Cross Forum
2020年2月5日(水)

植田 真司

STマイクロエレクトロニクス株式会社
マイクロコントローラ & デジタル製品グループ



STマイクロエレクトロニクスについて

2

- グローバルな半導体企業
- 世界**10万社**以上の顧客をサポート
- 2019年売上: **95.6億ドル**
- ニューヨーク / パリ / ミラノ証券取引所に上場
- 国連グローバル・コンパクトの署名企業
レスポンシブル・ビジネス・アライアンスのメンバー企業

- グループ従業員数: 約**46,000**名
- 研究開発スタッフ: 約**7,800**名
- 主要工場: **11**工場
- 世界各国に**80**のセールス・オフィス

研究開発への確固たる取組み

3

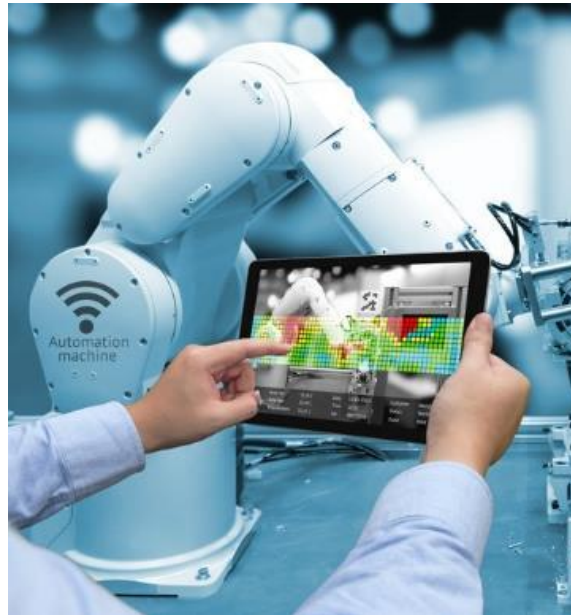


- 世界各地に主要技術研究開発センター
- 取得特許 約18,500件
特許ファミリー 約9,600件
新規出願特許 約590件(2019年)
- 研究開発スタッフ (R&Dおよび製品設計)
約7,800 名

あらゆるシーンで活躍するST製品



よりスマートで、安全性
が高く、効率的な工場
や作業現場に向けた
革新的な産業機器

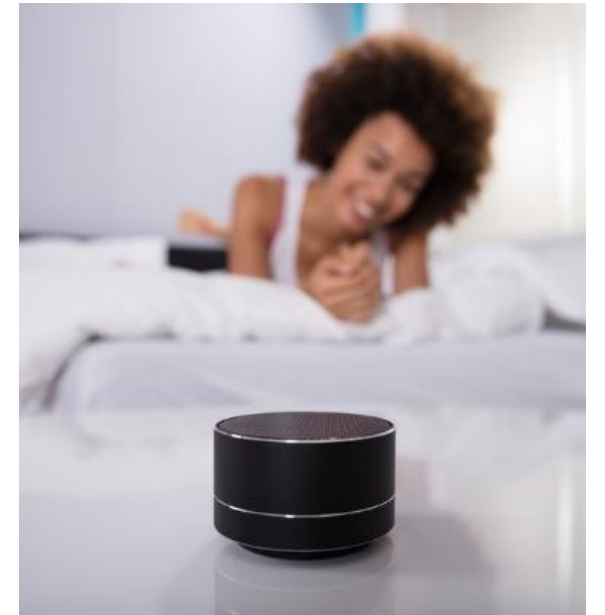


より安全で、
環境に優しく、
コネクテッドな運転



より高性能で接続性が
高く、環境認識が可能な
スマート・デバイス

生活の向上、セキュリ
ティの強化、および利
用可能なリソースをより
活用できるスマートな
住宅 & 都市





工場・職場をより安全・効率的・スマートに



Smart Industry

- より効率的な生産工場
- サプライ・チェーンにおける柔軟性とカスタム性の向上
- 無駄の削減とエネルギー使用量の低減による持続可能な生産
- より安全な職場環境
- 人間と機械のより優れた連携
- 機械とツールの最適な使用



住宅と都市をよりスマートに



Smart City

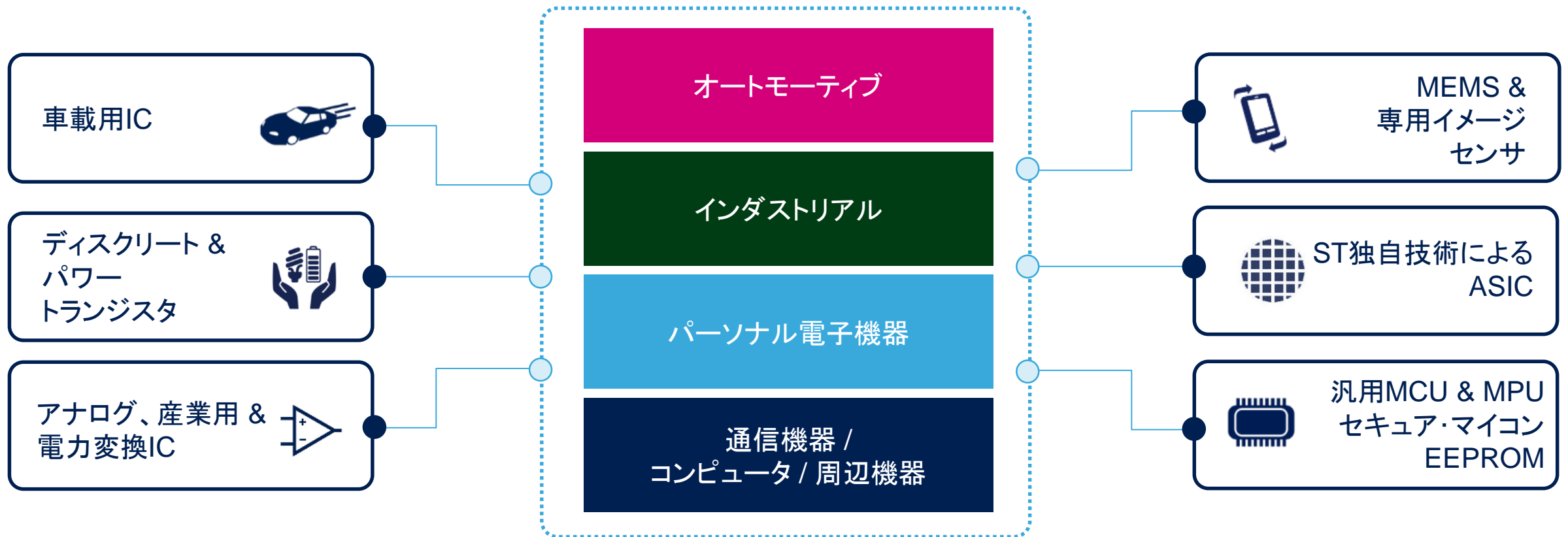
- 交通・地方自治体のサービスを向上させるスマートな都市インフラ
- スマート・グリッド
- 地域に合わせたインテリジェントな公共照明
- スマート・ビルディング



Smart Home

- エアコン、生活家電、施錠システム、アラームなどのスマート制御
- 住宅とスマート・グリッドをつなぐスマート・メータ
- より高いエネルギー効率、利便性、快適性とセキュリティ

研究開発と製造の相乗効果を生かし、
対象とする市場で高い相互補完性を発揮するSTの製品ポートフォリオ



Arm® Cortex®ベースファミリSTM32

幅広い選択肢 / シリーズを超えた互換性 / 豊富なエコシステム

マイクロプロセッサ

デュアルCortex-A7
+ Cortex-M4



ハイパフォーマンス



メインストリーム



超低消費電力



ワイヤレス



Cortex-M4/M0+
デュアルコア



長期供給保証

CPU

Cortex-M0/M0+

Cortex-M3

Cortex-M4

Cortex-M33

Cortex-M7

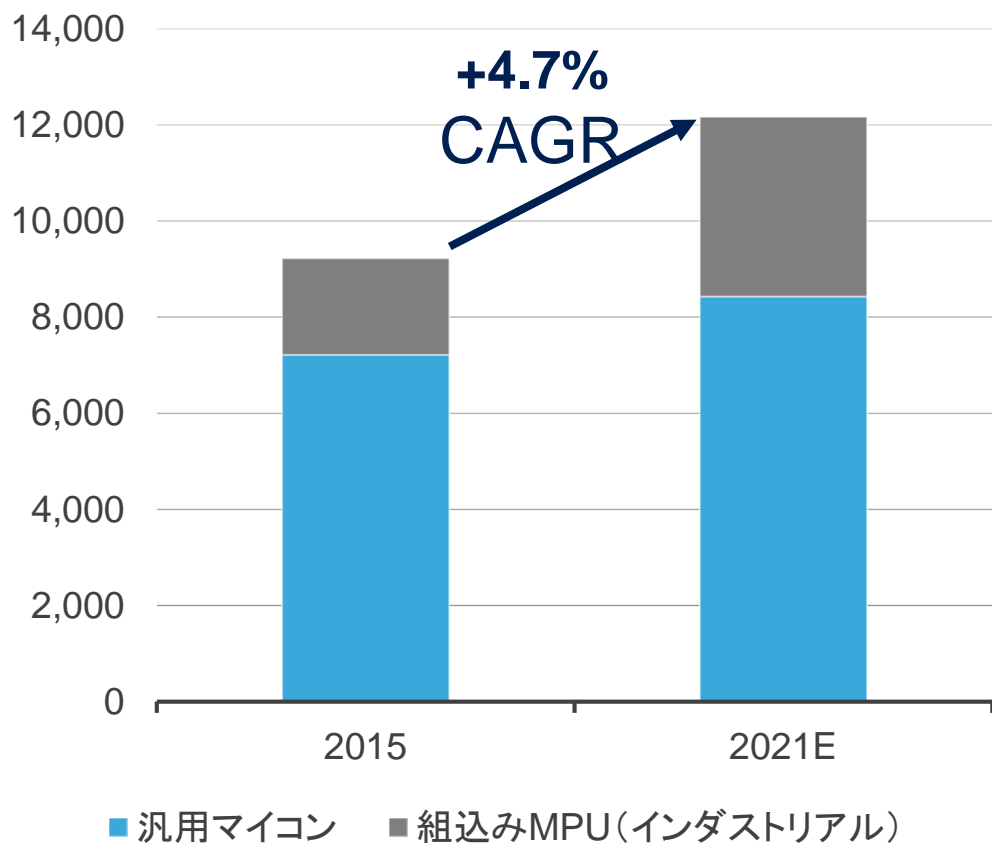
Cortex-A7

STM32の注力エンド・マーケット



組み込みプロセッシング 市場トレンド

組み込みプロセッシング* TAM



+4.7%
CAGR

インダストリアルな成長ドライバ

- 多様なアプリケーションにおけるプロセッシング
- 5Gネットワーク導入に伴うIoTの浸透
- エッジAIの普及
- セキュアIoT端末を起点とする新たな応用分野

- 産業用ロボット / 工場自動化
- 健康・医療 & イメージング
- ドローン
- POS (Point of Sales) システム

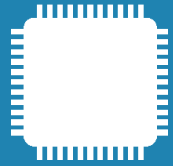


- 生活家電
- 健康・フィットネス
- 3Dプリンタ
- ポータブルPOS (Point of Sales)
- 産業機器、電動工具
- スマート・メータ
- パーソナル・ヘルスケア
- スマート農業



* 車載用マイコンを除く
出典: WSTSおよびST

インダストリアル・アプリケーションのニーズ トレンドをリードするSTM32



演算性能の強化

- Cortex MCU & MPUの高性能化
- ユーザ・インタフェースの強化
- 産業機器ニーズに最適化された機能



より高度なAI

- エッジ端末へのAI実装に対応
- リアルタイム応答性、プライバシー保護
- 予知保全などへの応用



コネクティビティ の多様化

- 産業用イーサネット
- NFC、Bluetooth® LE、WiFi
- LPWAN、CAT-M/NB-IOT 4G to 5G



セキュリティの強化

- 完全性(インテグリティ)の担保
- セキュアな通信
- 機器認証によるプライバシー保護

デュアルコア・プロセッシングの活用

12

産業機器



- 通信用プロトコル処理 / ゲートウェイ
- リアルタイム処理(モータ制御など)とAIを活用したセンサ・データ処理の並列化

ホーム・オートメーション&セキュリティ



- GUIとAIの並列処理(例: 音声コマンドやノイズパターン検出によるアラーム)
- 通信/ゲートウェイとリアルタイム応答インタフェース

マルチコア・アーキテクチャのメリット

システム性能の向上

- マルチコアによる**並列演算処理**(リアルタイム処理と複雑な演算処理の並列実行)
- **演算処理時間の短縮化**による平均消費電力の削減

開発期間の短縮

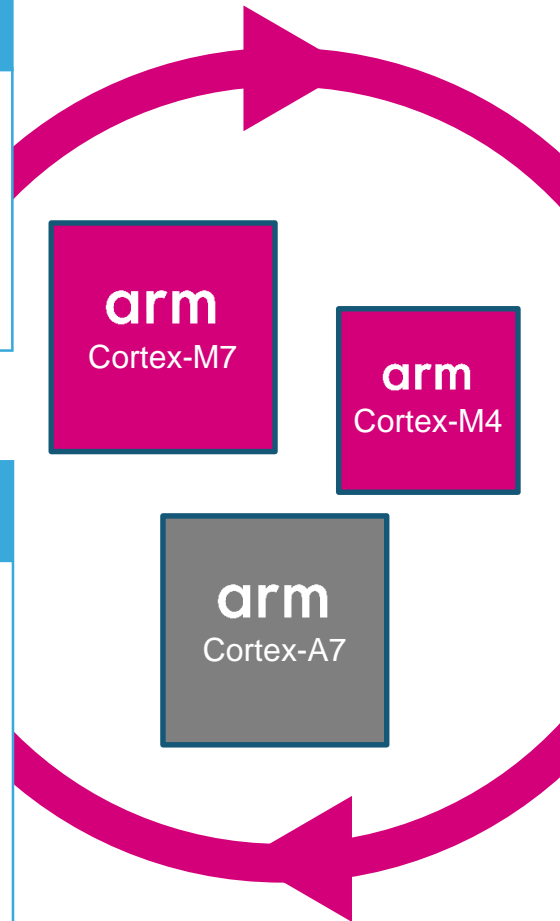
- 並行したシステム開発
(コア毎に独立した開発チーム)
- **使用部品点数の削減**で
基板設計と検証が容易かつ短期間に

システム効率の向上

- 各コア間での**処理負荷の最適な分散**
- **Cortex-M7 / A7**(高性能演算処理):
GUI、DSP、セキュリティ
 - **Cortex-M4**(リアルタイム処理):
通信処理、RTOS、モータ制御、
プロセス・コントロール

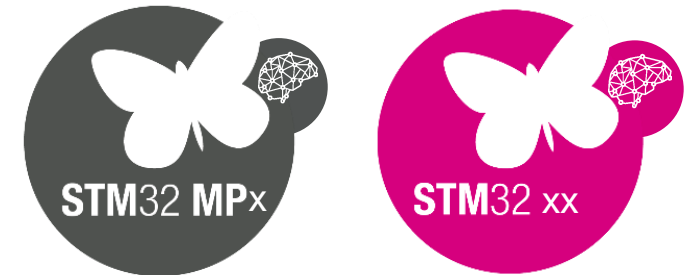
システム・コストの低減

- STM32H7 / MP1マルチコア製品へより多くの
タスク処理を割り当て、**BOMコストを削減**
- **外付け部品の削減**
(マルチコアへの機能実装)
 - 複数のMCU / MPUの**1チップ化**
 - **通信機能の拡張**と**ユーザ・インタフェースの高機能化**



エッジAIを可能にするSTM32 イノベーションをシンプルに

- ビジネスの拡大に貢献: 既存アプリケーションへの追加実装による付加価値の提供
- 新たな機会創出: AIで生まれる新アプリケーション
- コストおよび消費電力の最適化: 高性能MPUが必要だったAIをシンプルなマイコン上で実現
- AI対応による高性能化: 演算処理機能の追加で応用範囲を拡大



STM32のロードマップは、自律機能や機械学習機能を備え、高い電力効率を持ち、アプリケーションにより最適化された次世代端末の実現に貢献


STM32が可能にするAIアプリケーション

Low



- センサ・データの分析
- 活動量の認識(モーション・センサ)
- ストレス/注意力の分析

Medium



- 音声認識
- スピーチ認識
- シンプルな(低解像度)物体検出

High



- 物体検出/分類/トラッキング
- 自然言語の認識/スピーチ合成

10 MOPS

GOPS

0.5-1 TOPS

1-2 TOPS

MCU

専用IP搭載のMCU/MPUから専用SoC

産業機器
予知保全用
モジュール

STM32 L4



STM32 L4+

スマート・シューズ
活動量トラッキング



物体・ジェスチャ
認識用デバイス

STM32 F4



画像分類

STM32 H7



STM32xx

STM32 MP1



STM32MP1 Discoveryボード

STM32 MPx



AIアクセラレータ搭載の次世代STM32

STM32セキュリティ・エコシステム = STM32Trust



STM32MP1 : 汎用マイクロプロセッサ

マイクロプロセッサをSTM32ファミリに追加

マイクロプロセッサ



Dual Cortex-A7 @650MHz (2x 1235DMIPS)
Cortex-M4 @200MHz (250DMIPS)

マイクロコントローラ



Cortex-M7 @400MHz (856DMIPS)
Cortex-M4 @200MHz (250DMIPS)



Cortex-M7 @216MHz (462DMIPS)



Cortex-M4 @180MHz (225DMIPS)



Cortex-M3 @120MHz (150DMIPS)

STM32 ハイパフォーマンスシリーズ

STM32MP1 : 応用分野

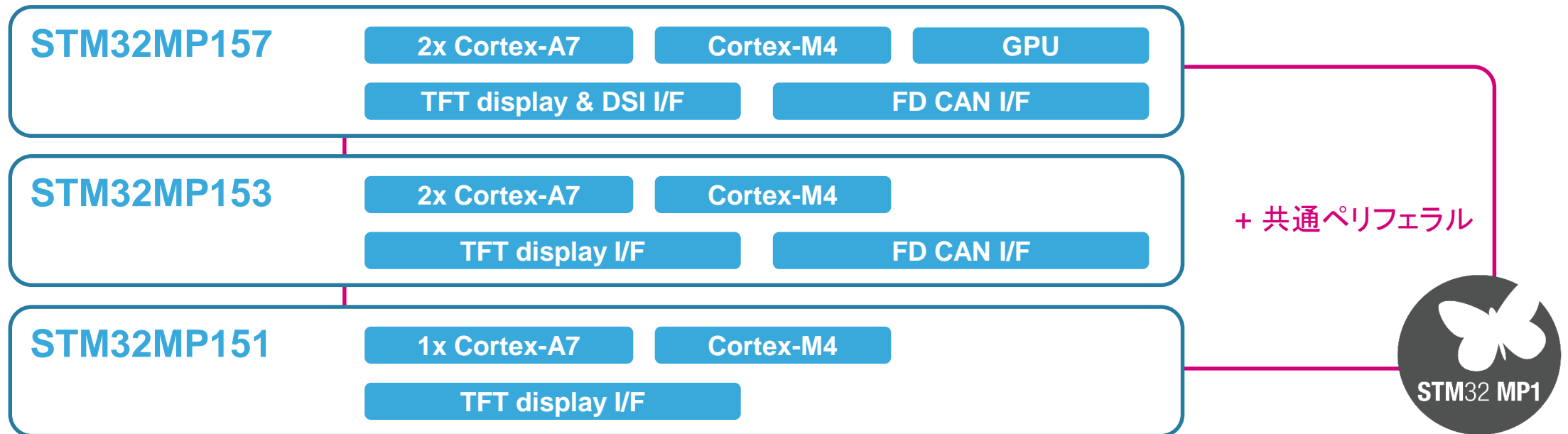
18

- 産業機器
 - HMI(操作部等)
 - PLC
 - バーコードリーダー
- 民生機器
 - IoT ゲートウェイ
 - ウェアラブル機器
 - スマート・スピーカ
 - フィットネス機器
- ヘルスケア
 - 民生用ヘルスケア機器
- ビルオートメーション
 - 入退室管理・制御システム
 - エレベータ操作部



STM32MP1 : 製品ライン

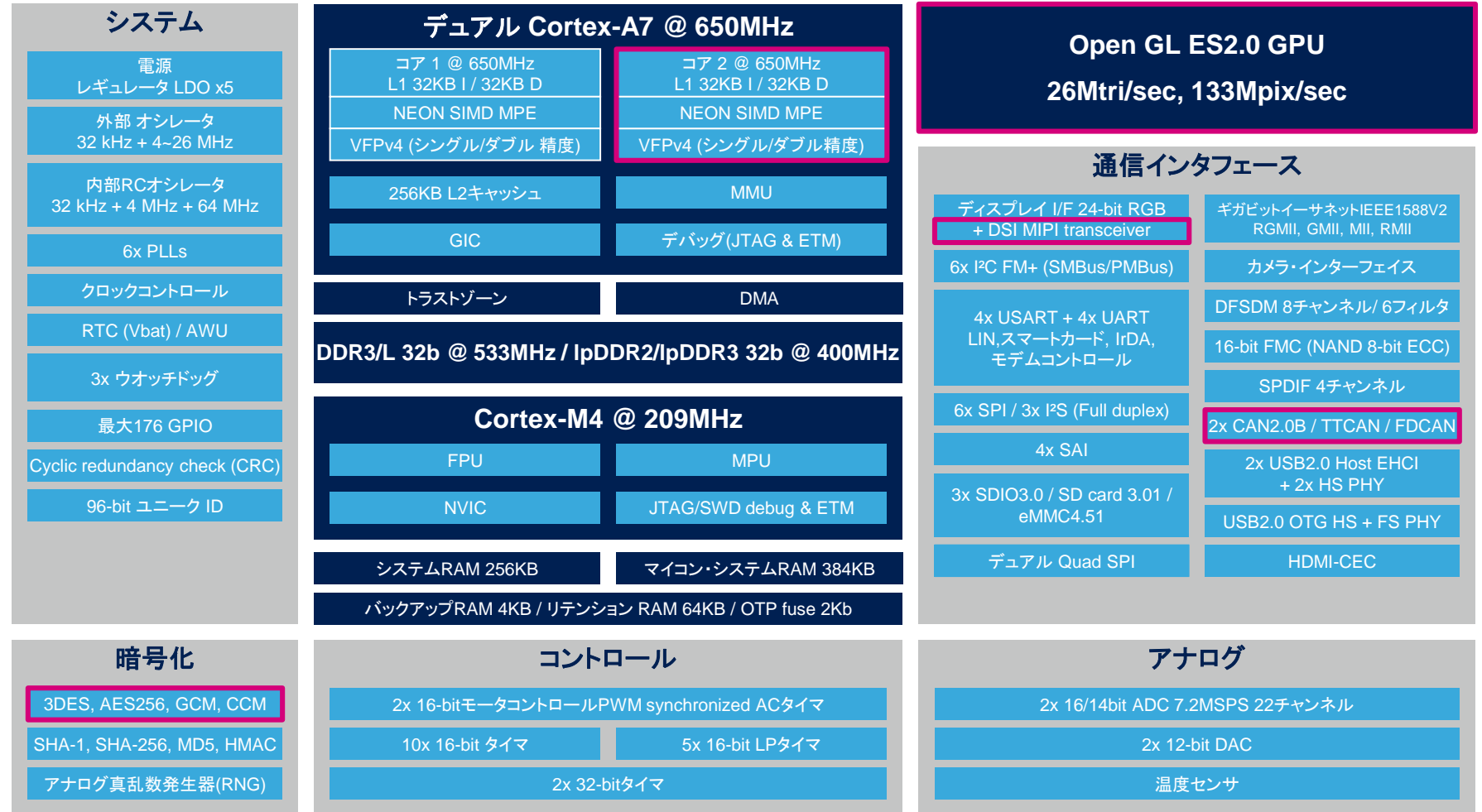
- 3種類の主要製品ライン
- オプションでセキュリティ機能を準備(暗号回路およびセキュアブート機能の有無)



STM32MP157 ブロック図

パッケージ

- LFBGA448 (18 x 18 ピッチ0.8)
- LFBGA354 (15 x 15 ピッチ0.8)
- TFBGA361 (12 x 12 ピッチ0.5)
- TFBGA257 (10 x 10 ピッチ0.5)

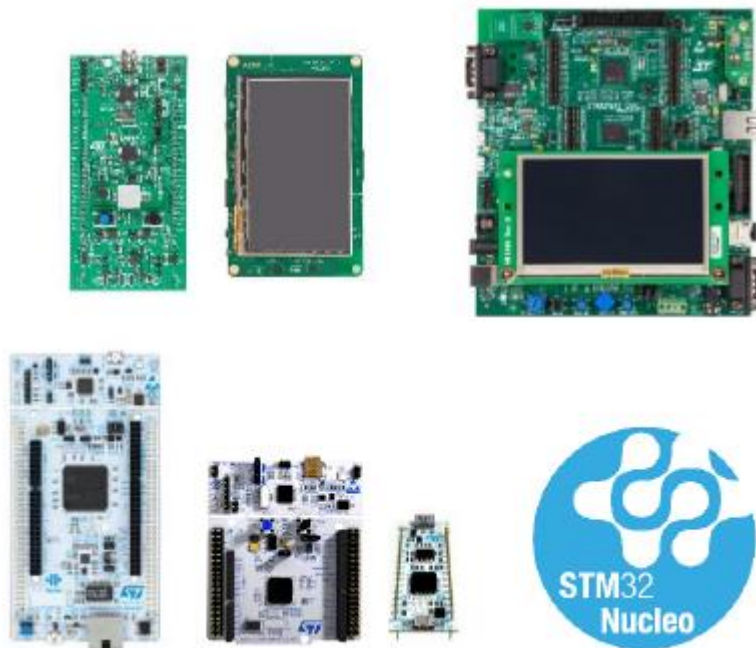


STM32MP1: エコシステム マイクロプロセッサ開発に最適な環境を準備

ソフトウェア



ハードウェア



各種評価ボード

ユーザ・サポート



FAEサポート



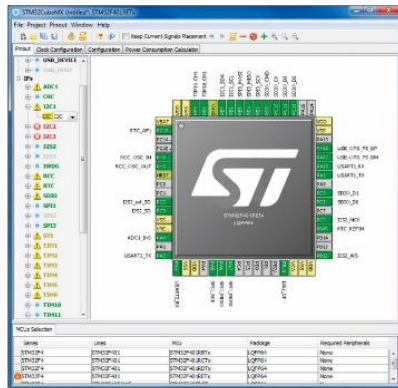
開発コミュニティ
community.st.com





開発環境・サポートツール

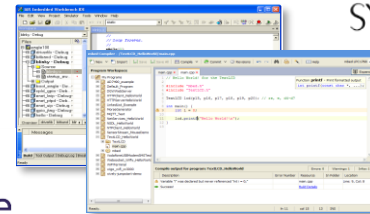
Arm Cortex-A + Cortex-Mアーキテクチャをサポート



ac6

eclipse

arm KEIL



IAR SYSTEMS

All-in-one STM32 programming tool
Multi-mode, user-friendly



STM32CubeMX

MPU用 拡張版STM32CubeMX

- 初期化プログラムの生成
- DRAMインタフェース・チューニング
- デバイス・ツリーの生成

IDE (統合開発環境)

マルチコア・ソリューション

- パートナー企業製IDE
- Eclipseベース無償IDE
- マルチコア・デバッグをサポート

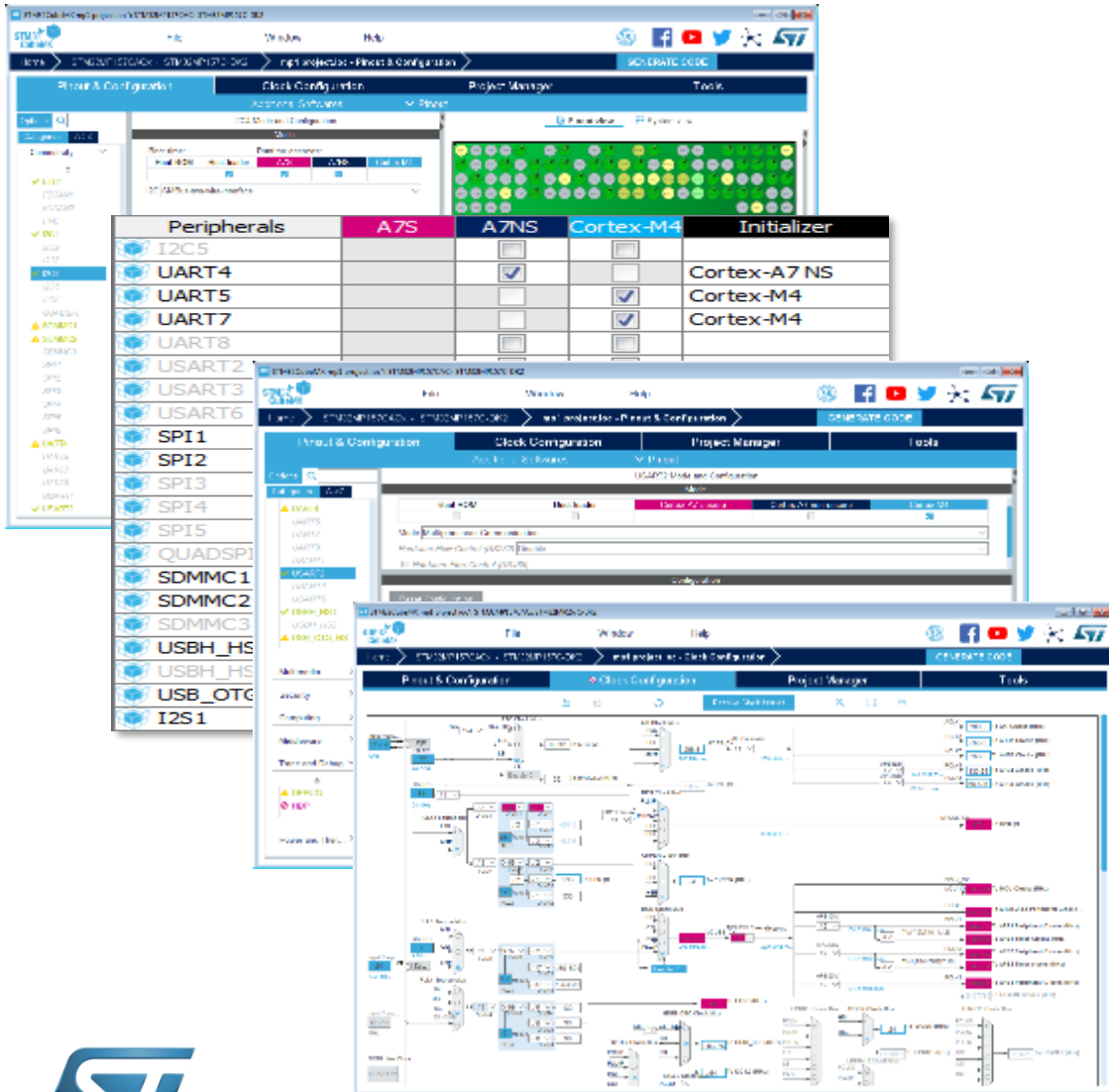
STM32プログラミング・ツール

STM32CubeProgrammer

- Flash / DRAM / 内蔵システム・メモリへの書き込み
- OTP書き込み
- 電子署名および暗号カギの生成

STM32CubeMX機能

ピン・アサイン & 機能設定



Cortex-A7 & M4の各種機能を簡単設定

- ピンアサイン
- ペリフェラル機能設定
- 割り込み設定
- DMA設定
- GPIO設定
- ミドルウェア設定
- クロック設定

STM32CubeMX機能

デバイス・ツリー自動生成

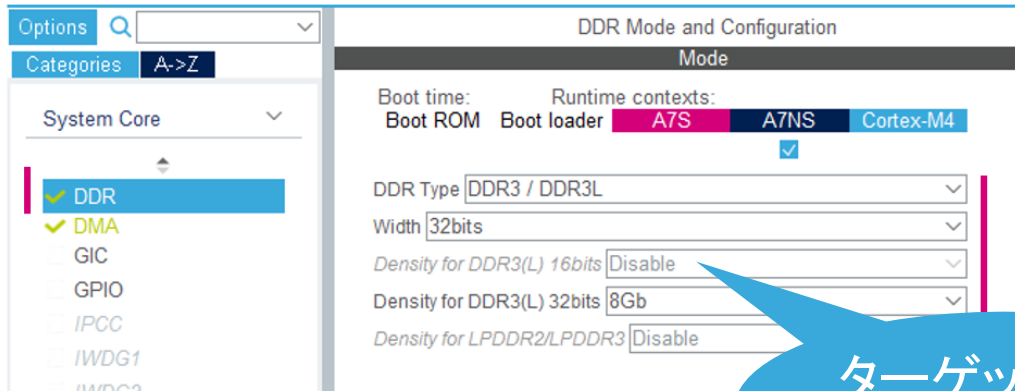
```
main.c
22  .....
23  */
24  /* Includes -----
25  #include "stm32f4xx_hal.h"
26  #include "cmsis_os.h"
27  #include "lwip.h"
28  #include "usb_device.h"
29
30  /* Define structures */
31  ADC_HandleTypeDef hadc1;
32
33
34  /* USER CODE BEGIN 0 */
35
36  /* USER CODE END 0 */
37  /* Private function prototypes -----
38  static void SystemClock_Config(void);
39  static void StartThread(void const * argument);
40  static void MX_GPIO_Init(void);
41  static void MX_ADC1_Init(void);
42  static void MX_NVIC_Init(void);
43
44  int main(void)
45  {
46  /* USER CODE BEGIN 1 */
47
48  /* USER CODE END 1 */
49  /* MCU Configuration-----
50  /* Reset of all peripherals, Initializes the Flash interfa
51  HAL_Init();
52  /* Configure the system clock */
```

Cortex-A7 & M4の設定をもとに
デバイス・ツリーの自動生成

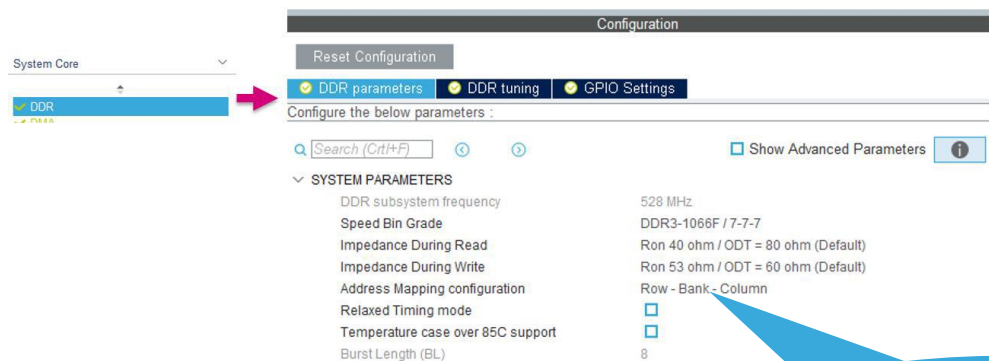
- Cortex-M4はSTM32HALベースのコードを自動生成
- Cortex-A7はブートシーケンス、Linuxカーネルを設定する際に必要となるLinuxデバイス・ツリーを自動生成

DDR設定

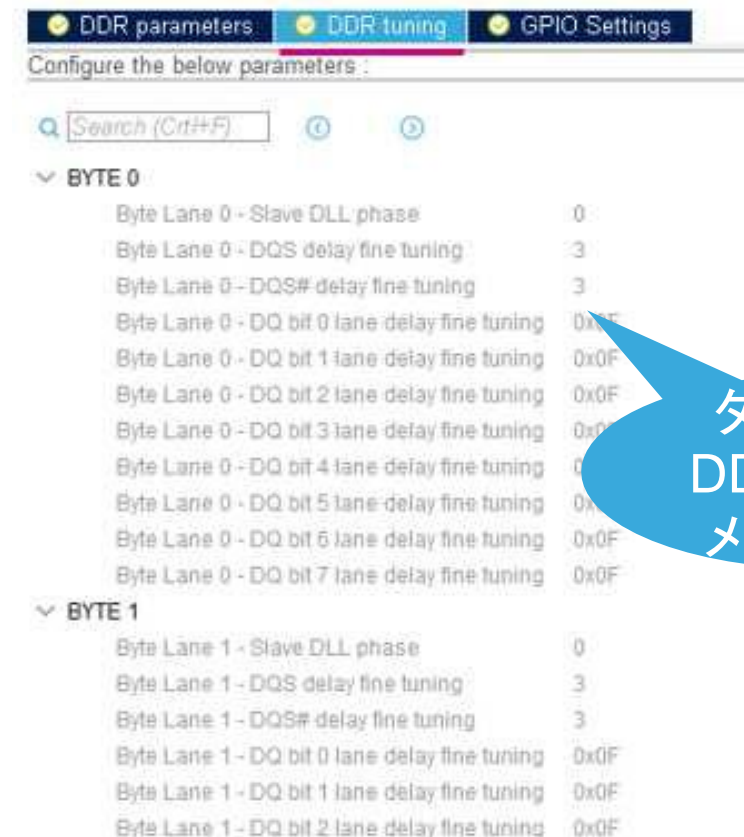
ターゲットDDRのH/W、パラメータ設定



ターゲットDDR
のH/W設定



ターゲットDDRの
パラメータ設定



ターゲット
DDRのパラ
メータ修正

設定をもとにターゲットDDRのテスト実行

Target	Id	Test type	Test name
DDR Tuning	0	All	All
DDR Tests	1	Basic	Single DataBus
	2	Basic	DataBusWalking0
	3	Basic	DataBusWalking1
	4	Basic	AddressBus
	5	Intensive	MemDevice
	6	Intensive	SimultaneousSwitchingOutput
	7	Intensive	Noise
	8	Intensive	NoiseBurst
	9	Intensive	Random
	10	Intensive with Stress Conditions	FrequencySelectivePattern
	11	Intensive	BlockSequential
	12	Intensive	Checkerboard
	13	Intensive	BitStream
	14	Intensive	BitFlip
	15	Intensive	WalkingOnes
	16	Intensive	WalkingZeros

Details

Name: DataBusWalking0
Purpose: Verifies each data bus signal can be driven low.
Test Sequence: Writes patterns with 'moving' 0 on a 32 data bus with. Example: write '111111111111111111111111111111110' at given address, read back given address and check the pattern is OK. Write then '111111111111111111111111111111101' at given address, read back given address and check the pattern is OK, and so on.
Param1: (Address) The memory address where the test is executed. All writes and reads are performed on this address. The given address should be located in the DDR memory region. [DDR base address + DDR size]

Execution

Parameter(s)	Value(s)
Address	0xC0000000
Loop	1

Run test

DDRテスト
項目

```
MCUs Selection | Output | DDR Interactive logs
DDR Test Suite connected to target board
Target board configuration name: DDR3-1066/888 bin G 2x4Gb 533MHz v1.40
Target board DDR size: 8 GBits
Target board DDR frequency: 533000 kHz
Target board configuration name: DDR3-1066/888 bin G 2x4Gb 533MHz v1.40
Target board DDR size: 8 GBits
Target board DDR frequency: 528.0 MHz
Current configuration DDR registers loaded to the target board
DDR test #2 (DataBusWalking0) triggered with parameters: [loop] 1 [addr] 0xC0000000
DDR test result: Pass
```

テスト結果

STM32CubeMX機能

DDRチューニング

28

設定、テストをもとにターゲットDDRのチューニング



The screenshot shows the STM32CubeMX DDR Test Suite interface. The top navigation bar includes 'Pinout & Configuration', 'Clock Configuration', 'Project Manager', 'Tools', and 'DDR Test Suite'. The 'DDR Test Suite' section is active, showing 'DDR Interactive' with a 'COM1' dropdown and a 'Disconnect' button. Below it, a green dot indicates 'Connected'. The 'SYSRAM Loading' section has a checkbox for 'Load U-Boot SPL on SYSRAM first', 'Part selection' with 'USB' and 'UART' radio buttons, and 'U-Boot SPL file' input. The 'Target Information' section displays 'Config name: DDR3-1066/888 bin G 2x4Gb 533MHz v1.40', 'DDR Size: 8 GBits', and 'DDR Freq: 533000 khz'. The 'Target' sidebar has 'DDR Tuning' selected. The main area contains a 'Start Tuning' button and a 'Save Tuning to configuration' button. Below this, three items are listed with green checkmarks: 'DQS Gating', 'Bit Deskew', and 'Eye Centering', each with a right-pointing arrow.

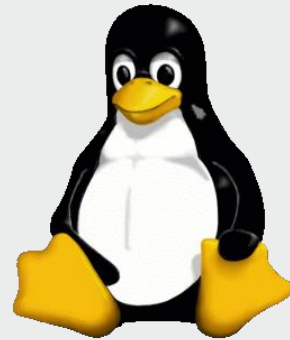
アイパターン、DQS、
DQのチューニング

OpenSTLinux

STM32CubeMP1

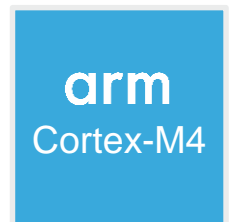
Cortex-A7用
ソフトウェアパッケージ

Cortex-M4用
ソフトウェアパッケージ



Linux kernel
U-Boot
OP-TEE
TF-A
USB
TCP/IP

FreeRTOS



Starter Package

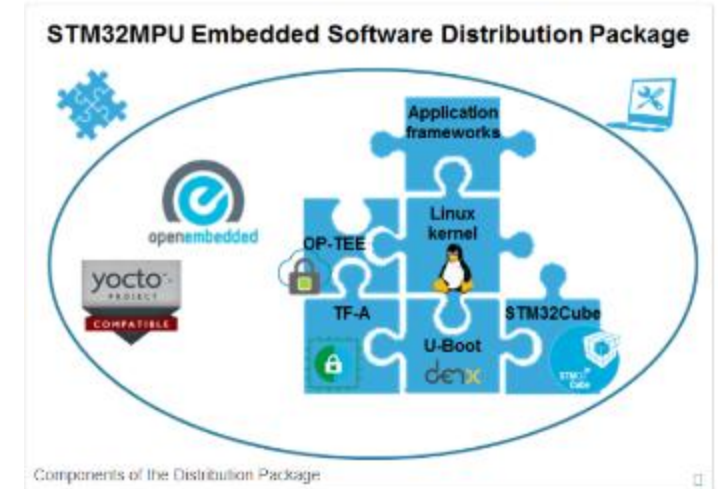
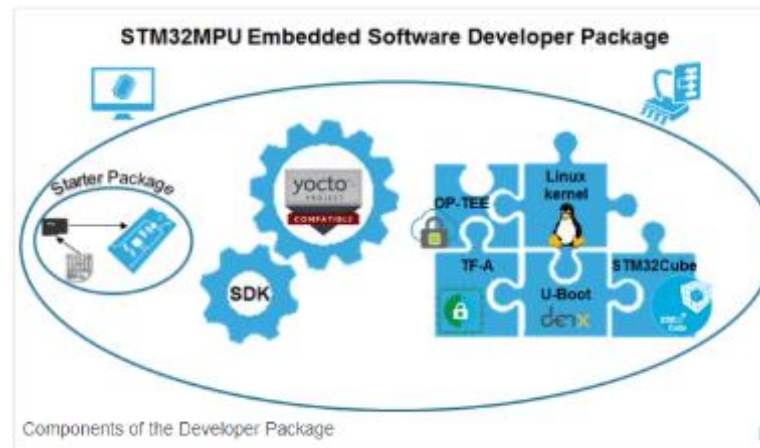
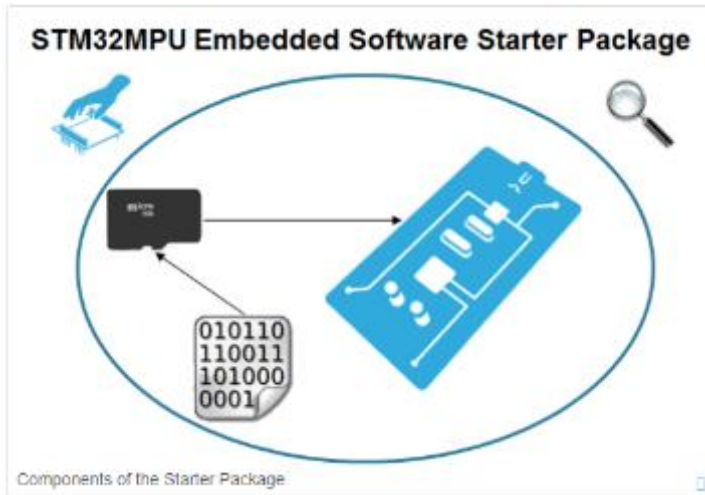
- EVALボードおよび
Discoveryボード用バイナリ
- デモソフトを動作
 - Developer Packageで作成

Developer Package

- 開発用ソースコード群
通常のアプリケーションおよびデバ
イスドライバの作成にはこれを使用

Distribution Package




- Yoctoベースの開発環境
他社プロセッサに慣れている方は
こちらのほうが便利



OpenSTLinuxはA7用のソフトウェアパッケージ
Linuxのソフトウェアが使用可能

STM32MP1 開発ツール

32

ベンダ	統合開発環境		デバッガ
	Cortex-A7	Cortex-M4	
IARシステムズ	EWARM	EWARM	I-jet 
Arm	ArmDS	ArmDS	U-LINK 
ST	GCCベースで開発	System Workbench (フリーソフト)	STLINK-V3 (Web価格 \$35) 

EVALボード



STM32MP157C-EV1 (セキュアブート & 暗号対応)

STM32MP157A-EV1 (セキュアブート & 暗号非対応)

<搭載デバイス・機能>

- STM32MP157, 18x18mm
- ST PMIC, QFN 6x5mm
- 2x DDR3L 4Gb, 533MHz
- eMMC 4GB
- SLC NAND 8Gb
- 2x Quad-SPI NOR 512Mb
- μ SD card slot
- Gigabit Ethernet
- 4x USB Host HS Type-A
- 1x USB OTG HS Type-C
- 720p DSI display 5.7 inches
- Audio Codec 24b
- CMOS camera sensor
- Motor Control connector

STM32MP157C-DK2



セキュアブート & 暗号対応
400x800ピクセル MIPI DSI 対応LCD付き
静電気タッチパネル対応
WiFi 802.11b/g/n / BT 4.1対応

STM32MP157A-DK1



セキュアブート & 暗号非対応
LCD無し

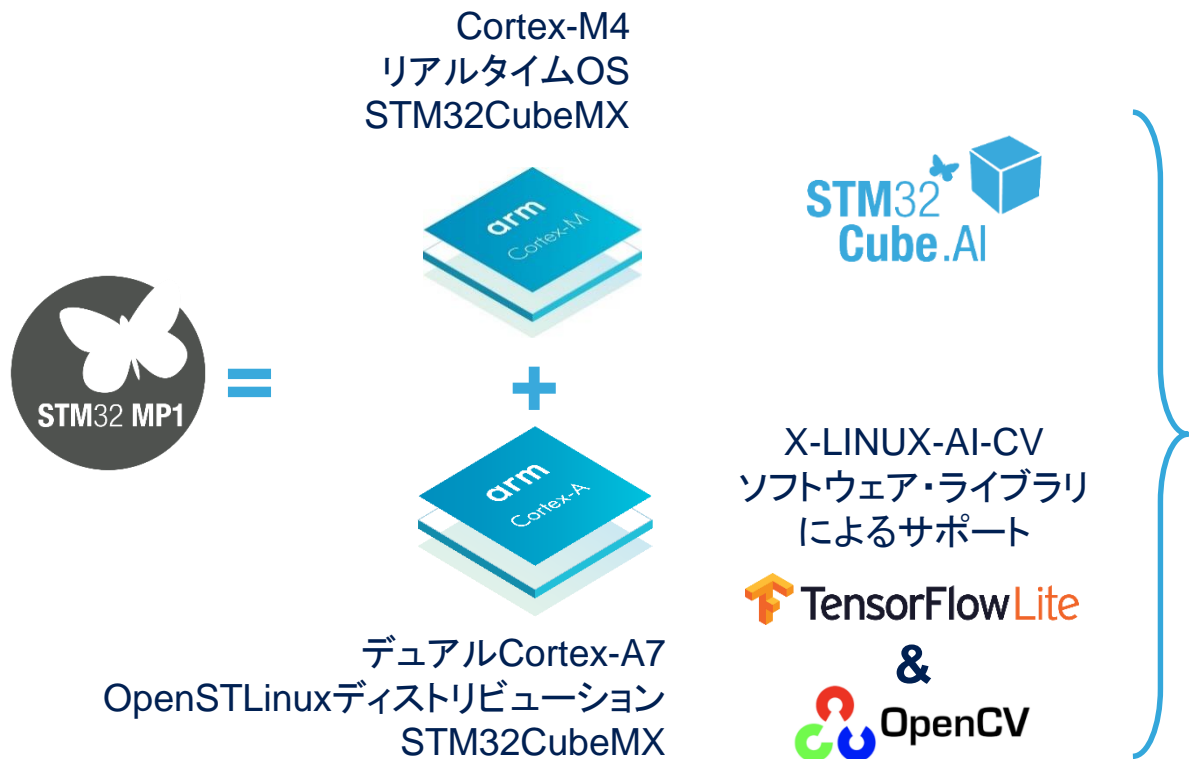
<搭載デバイス・共通機能>

- STM32MP157, 12x12mm
- ST PMIC, QFN 6x5mm
- DDR3L 4Gb, 533MHz
- μ SD card slot
- Gigabit Ethernet
- USB High Speed Type-C
- Shields capability: 40-pin 2.54mm Rpi and Arduino
- Arduino™ Uno V3 connector
- STLink V2.1 (JTAG, USART console) with OpenOCD support
- 5V USB type-C power supply
- Audio CODEC 24-bit/192K with
- Audio IN/OUT analog



STM32MP1マイクロプロセッサ

さらなるインテリジェンスを実現



- STM32Cube.AIによりCortex-M4で動作するコードへ学習済みニューラル・ネットワークを変換
- TensorFlow LiteによりデュアルCortex-A7で動作するネイティブ・ニューラル・ネットワークの推論をサポート

Wiki URL

STM32 MPU wiki トップページ

https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/Main_Page

2種類のボードを選び、ボードを動かすための手順から各種ソフトの起動方法

https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/Getting_started

開発を始めるに当たって必要なツール、ソフトウェア

https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/Development_zone

YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=hwH2ApYjh3M>

汎用マイコン・サイト(日本語)



• STM32/STM8マイコンのお役立ち情報サイト

- 最適なSTM32/STM8をパラメータで簡単検索
- 豊富な日本語ドキュメント
- 評価ボードやソフトウェア情報を随時更新
- トレーニング資料などの会員限定コンテンツ
- 国内パートナー企業のソリューションを公開
- セミナー / イベントの参加申込みが可能

www.stm32.jp

こちらをClick!

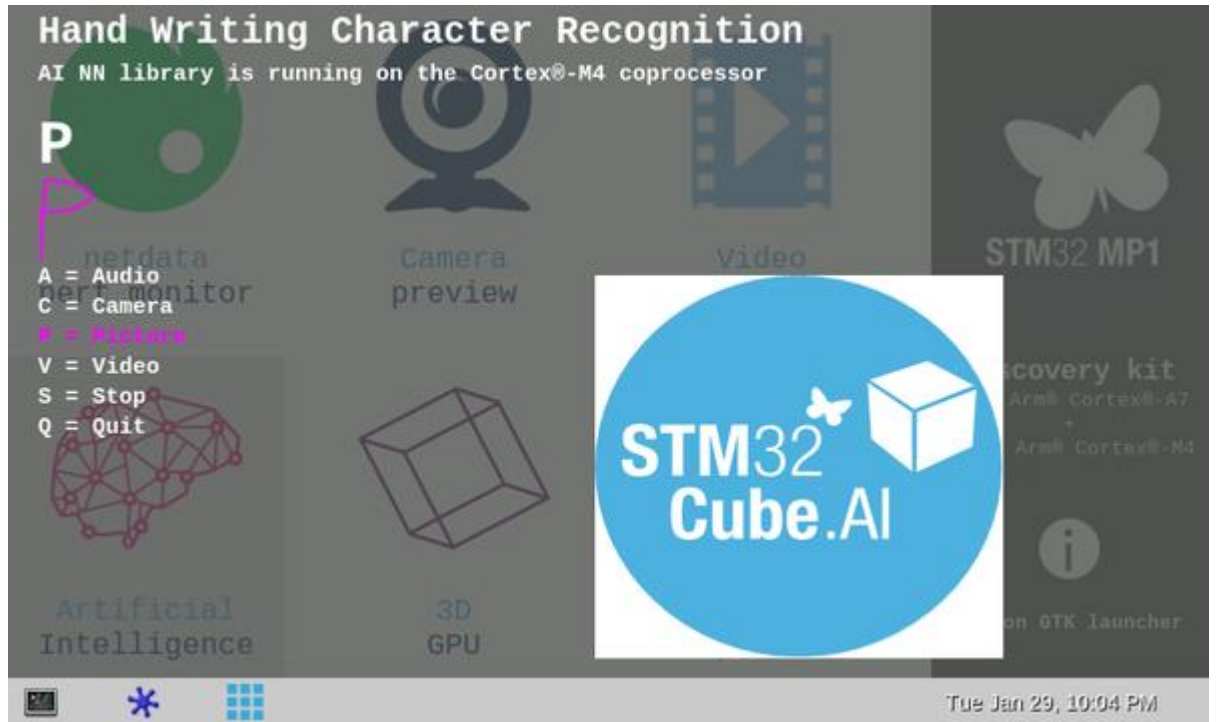
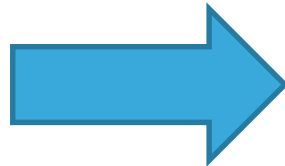
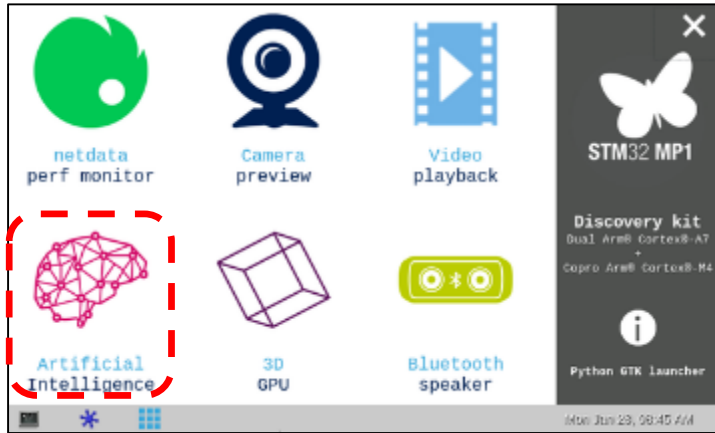
- リッチ / リアルタイム / セキュア・アプリケーションすべてに対応する STM32MP1
- STM32MP1 の強みを生かしたソフトウェア提案
 - Cortex-A7 と Cortex-M4 を柔軟に協調させる OpenAMP 対応
 - Cortex-A7 から Cortex-M4 を最大限活用する ELFファイルの動的実行による RPC (Remote Procedure Call) 対応



1人の満足から、社会の満足へ

株式会社大阪エヌデーエス

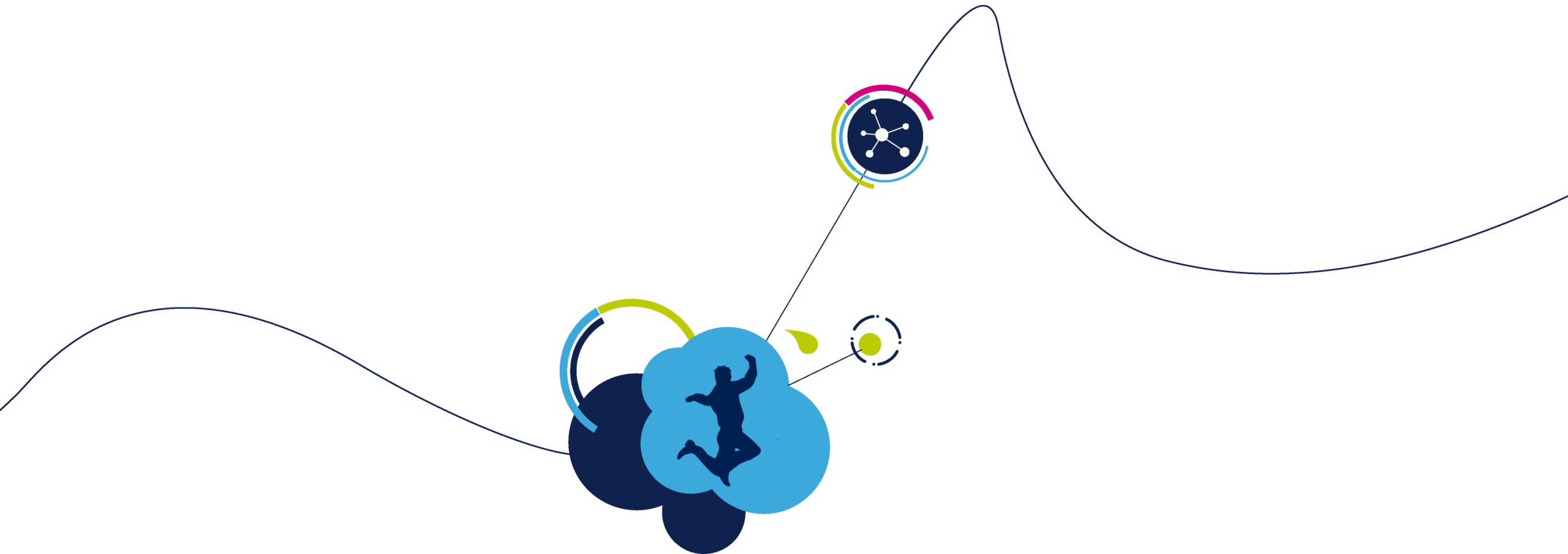
- エンドユーザ・カスタムボードに対応する BSP (Board Support Package) 作成などのサービス抜粋
 - お客様の製品要件を満足させるブートローダー・カスタマイズ
 - 電源断耐性や障害耐性を向上させるファイル・システム設計 (MTD/JournalingFS/OverlayFS)
 - 高可用性を実現するシステム監視と復旧 (systemd/swatch)
 - セキュアな製品を支えるセキュリティ機能実装 (Secureboot/OPTEE/Trustzone/SAMC/iptables/fail2ban/aide)
 - 各種機器との接続を可能にするネットワーク設定 (CAN/Ether/WiFi/Bluetooth/RS485/LTE/3G)
 - フィールドバスからクラウドまで接続するプロトコル対応 (IP/modbus/ws/mqtt/AWS IoT/AWS greenglass/Azure IoT Hub)
 - ソフトウェア開発を効率化する統合開発環境対応 (Yocto/STM32CubeMX)
 - CI/CDを支える開発環境 (Jenkins/Fuego)
 - ライセンス運用の開発支援 (FOSSology)



手書きの文字認識アプリケーション

- ① M4側で実行されているファームウェアにより分析
- ② 文字が認識されると左側に表示
- ③ 認識された文字がアプリケーションに関連付けられている場合、アプリケーションが起動

- A: オーディオ再生を開始
- C: カメラ・プレビューを起動
- P: 写真を表示
- V: ビデオ再生を開始
- S: 起動したアプリケーションを停止
- Q: 人工知能のデモを終了



ご清聴ありがとうございました