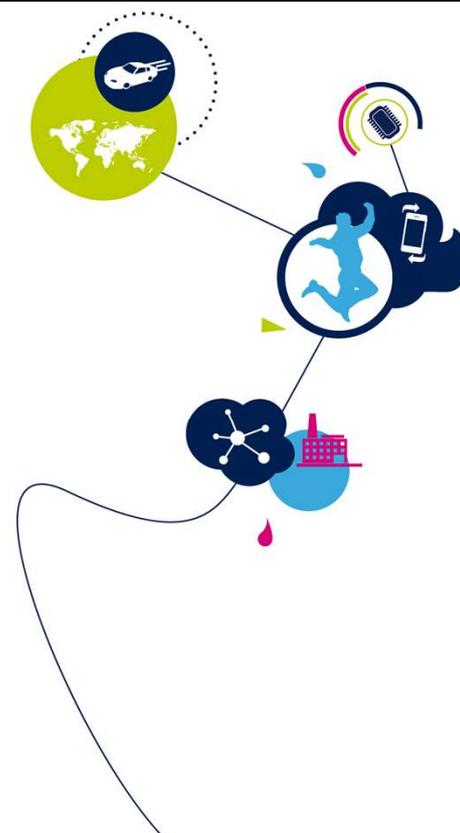


# STM32MP1 – IMX

ペリフェラル相互接続マトリックス  
1.0 版



こんにちは、STM32 相互接続マトリックスのプレゼンテーションへようこそ。ここでは、さまざまな内部ペリフェラルを相互に接続するために広く使用されている、このマトリックスの主な機能を説明します。



- ペリフェラル間の直接かつ自律的な接続
  - ソフトウェアイベント処理と比較して遅延時間を削減
  - CPU リソースの節約
  - 専用 GPIO を介して信号をループ送信する必要なし
  - さまざまなプロセスおよび調整ループを自動化
  - MCU 制御のアプリケーションのセキュリティを向上
- 低電力モード中に動作可能(ペリフェラル次第)



相互接続マトリックスには、2 つの主な機能があります。まず、ペリフェラル間の直接かつ自律的な接続を確保し、ソフトウェア処理に関する遅延をなくすことができるため、GPIO と CPU リソースを節約できます。

2 番目に、特定のペリフェラル間の相互接続は低電力モード中に動作することができます。

# 転送元と転送先を相互接続

## 利用できる多くの相互接続の可能性

- 転送元ペリフェラル
  - TIM: TIMx および RTC
  - アナログ IP: ADCx、DACx、VrefInt、VBAT、および温度センサ
  - クロック: HSE、LSE、LSI、および HSI
  - EXTI、DFSDM、USB、および ETH
  - システムエラー (CSS、パリティ、ECC、および ロックアップ)
- 転送先ペリフェラル
  - TIM: TIMx および LPTIM
  - アナログ IP: ADCx、および DACx
  - DFSDM、DMA、など

Domain		Destination																										
		MCU																		AXI0		MPU						
		Bus		APB1						APB2						APB3						AXI0	MPU					
Domain	Peripheral	AD1	AD2	DAC1	DAC2	LPTIM1	TIM1/2	TIM2	TIM3	TIM4	TIM5	DFSDM	DFSDM	TIM1	TIM15	TIM16	TIM17	TIM8	SAI1	SAI2	SAI3	SAI4	LPTIM2	LPTIM3	LPTIM4	LPTIM5	TEMP	ETH
		MCU	Bus																									
MCU	Peripheral																											
MCU	APB1																											
MCU	APB2																											
MCU	APB3																											
MCU	AXI0																											
MCU	MPU																											

リファレンスマニュアルを参照



直接かつ自律的相互接続を備えた主なペリフェラルは次のとおりです。

- 接続元: タイマ、アナログ IP、クロック、拡張割込み / イベントコントローラ、シグマデルタモジュレータのデジタルフィルタ、USB インタフェース、システムエラー。
- 接続先: タイマ、アナログ IP、シグマデルタモジュレータのデジタルフィルタ、ダイレクトメモリアクセスコントローラ。

## いくつかの相互接続は低電力モードで動作可能

- すべての相互接続は次の電力モードで動作します。
  - RUN
  - SLEEP
- 以下の相互接続は STOP モードで動作します。
  - Ethernet MAC、USB、LPTIM、MDIOS、RTC、および PVD の EXTI への接続
  - RTC、GPIO から低電力タイマ(LPTIM1)への接続

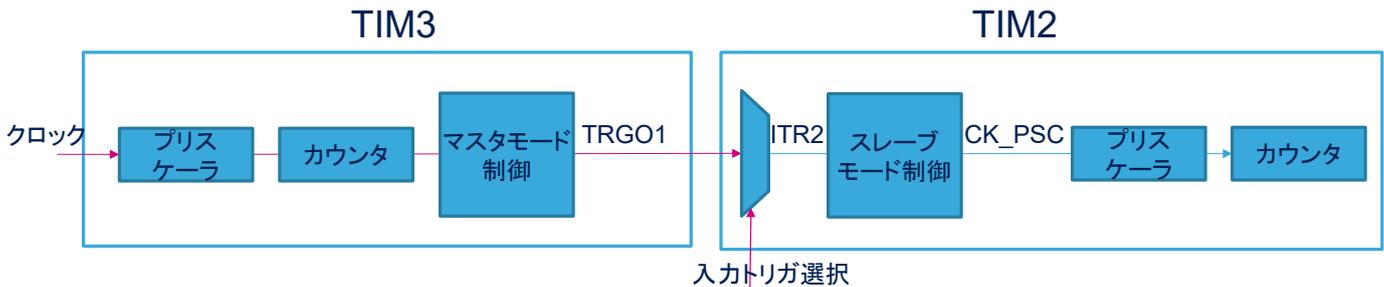


回路が低電力モードの場合でも、相互接続マトリックスを使用してペリフェラルを相互接続できます。

完全にサポートされている電力モードは RUN と SLEEP です。リアルタイム・クロックまたは GPIO から低電力タイマへの接続は、STOP モードでも使用できます。また、Ethernet MAC、USB、低電力タイマ、マネージメントデータインプット／アウトプット (MDIO) スレーブ、リアルタイム・クロック、およびプログラム可能な電圧検出器 (PVD) の外部割込み／イベントコントローラへの接続も同様です。

• タイマの同期または連鎖:

- TIM2 は TIM3 によって遅延なく開始できます(正確な同期)
- TIM3 は TIM2 のプリスケアラとして機能します(クロックモード)
- TIM3 からの要求に応じて TIM2 をリセットできます(スレーブリセットモード)



相互接続マトリックスは、タイマの同期または連鎖に使用でき、たとえば、マスタタイマが 2 番目のスレーブタイマをリセットまたはトリガできるようになります。

このスライドではタイマの同期の簡単な例を示します。

タイマ 3 はマスタタイマとして使用され、スレーブモードに構成されたタイマ 2 をリセット、開始、停止、またはクロック供給できます。

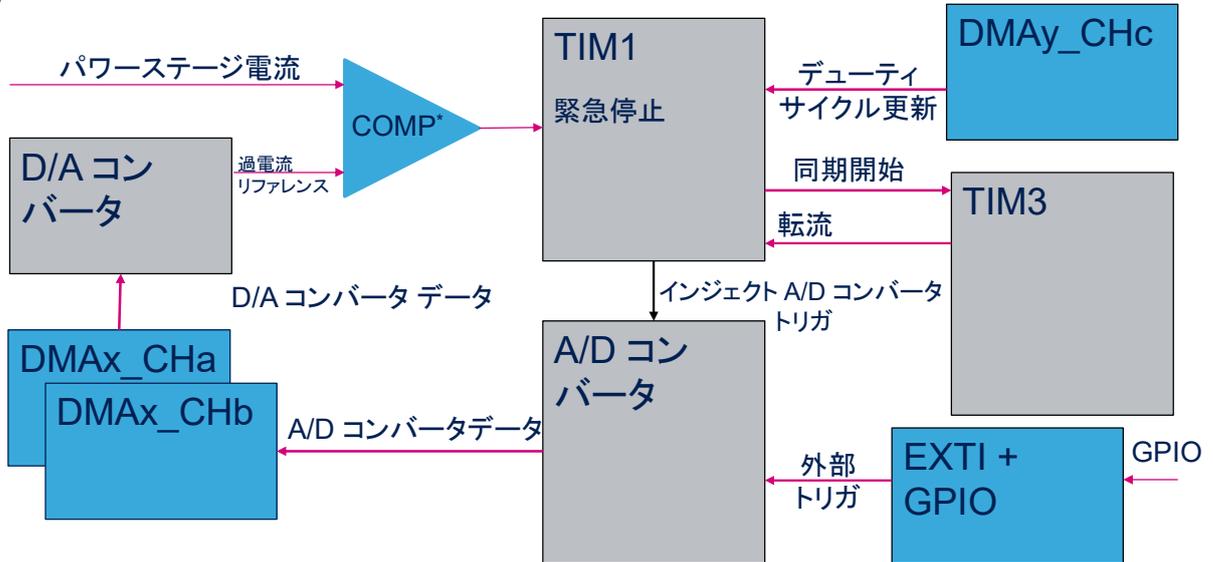
タイマ 3 はタイマ 2 にクロック供給しているため、タイマ 2 のプリスケアラとして機能します。

シグマデルタモジュレータのデジタルフィルタでの短絡検出によって、または USB のフレーム開始が検出されたとき、あるいは特定の時間または定期的な間隔でのリアルタイム・クロック割込みによって、タイマをトリガすることもできます。これらの使用例はすべて、相互接続マトリックスを介したこれらのトリガ信号の伝播によって有効になります。

## アプリケーション例(2)

7

- A/D コンバータ、DMA、および緊急停止を備えたタイマ(電圧インバータやモータ制御)



\* COMP: 他の STM32 ファミリアにあるオペアンプは、ここでは外部で実装されています。

この例では、タイマ 1 で 3 相 PWM 信号を生成しています。転流とデューティサイクルの更新は、それぞれ タイマ 3 と DMA エンジンを通じて生成されます。

過電流はコンパレータ(STM32MP1 シリーズの外部)によって保護され、コンパレータのリファレンスはデジタルアナログコンバータ(DAC)によって駆動され、DMA エンジンを通じて変更されます。相電圧と電流は、アナログデジタルコンバータ(A/D コンバータ)によって測定されます。A/D コンバータは、タイマ 1 によって生成されたイベントと同期してチャンネル 4 をサンプリングします。他の電圧ソースは外部イベントで測定され、GPIO によって検出され、EXTI ユニットの介して A/D コンバータのレギュラトリガにルーティングされます。

メカニズム全体は、適切なセットアップの直後に自律的に実行されるため、CPU では低レベルの制御を必要とせずに速度や電圧の調整アルゴリズムを安全に実行できます。

- A/D コンバータ、D/A コンバータ、または DFSDM のトリガ(タイマまたは EXTI による)
- タイマのトリガ(DFSDM、RTC、または USB による)
- メモリから D/A コンバータ への DMA データ転送のトリガ(タイマによる)
- タイマによる HSI/LSI クロックの較正
- デュアル A/D コンバータモード(同期と負荷分散)
- 温度と電源+バッテリー電圧の監視
- アナログ IP 相互接続(D/A コンバータ、オペアンプから A/D コンバータ、COMP へ)
- タイマ駆動の電源スイッチの保護(システムエラーからタイマへ)



相互接続マトリックスは主に以下の用途で使用されます。

- タイマイベントまたは外部割込みによって、A/D コンバータ、D/A コンバータ、シグマデルタモジュレータのデジタルフィルタをトリガする。
- アナログ入力値が事前定義された閾値をまたいだときに、A/D コンバータまたは DFSDM ウォッチドッグ信号を介してタイマをトリガする。
- 周波数制御変換を可能にするために、タイマによってメモリから D/A コンバータ への DMA データ転送をトリガする。
- HSI と LSI のクロックを較正する。たとえば、較正される内部オシレータからクロック供給されるタイマによって外部オシレータの LSE 周波数を測定する。
- A/D コンバータ 1 をマスタとして使用して A/D コンバータ 2 スレーブの変換の開始をトリガするデュアル A/D コンバータモード。
- 接続された内部温度センサの温度または VBAT から A/D コンバータへの電圧の監視。
- アナログ IP の相互接続(たとえば D/A コンバータ から A/D コンバータへ)。
- システムエラー信号をタイマブレイク入力に直接接続して、タイマ駆動の電源スイッチを保護する。

- 両方のペリフェラルはアクティブになっていて、設定されている必要があります。
- それらの入力と出力はアクティブになっていて、入力マルチプレクサが設定されている必要があります(たとえば、TIM1 TRGO が有効、TIM3 スレーブモードが有効で、その TRGI が入力 ITR0 として設定されているなど)。
  - ✓ 設定すべき特定の相互接続ペリフェラルはありません。各ペリフェラルの詳細は、リファレンスマニュアルに個別に記載されています。
- 一部のペリフェラルの入力は、他のペリフェラルおよび関連する GPIO ピンと接続を共有します(例:コンパレータとタイマ CHx の入力)。そのような場合、妨害を避けるために、GPIO オルタネート機能を無効にする必要があります。
- ADCx 入力は共有できますが、2 つの A/D コンバータが同じ入力を同時にサンプリングしてはなりません。
- アナログ出力を備えたペリフェラルでは、アクティブな場合、関連する GPIO 機能が置き換えられます(D/A コンバータなど)。



ペリフェラル間の適切な相互接続を確保し、予期しない動作を回避するために、これらの推奨事項に従う必要があります。

- 両方のペリフェラルはアクティブになっていて、それらの入力と出力が設定されている必要があります。
- ペリフェラルの入力が他のペリフェラルと接続を共有する場合、妨害を避けるために、関連する GPIO オルタネート機能を無効にする必要があります。
- アクティブなアナログ出力を備えたペリフェラルでは、関連する GPIO 機能が置き換えられます。

- 詳細については、下記を参照してください。
  - STM32MP1 シリーズリファレンスマニュアル(RM0441、RM0442、RM0436)
  - STM32MP1 シリーズデータシート(DS12500、DS12501、DS12502、DS12503、DS12504、および DS12505)



具体的な詳細は、リファレンスマニュアルの各ペリフェラルの特定のセクションとデータシートに記載されています。