

# STM32G4 –相互接続マトリックス (IMX)

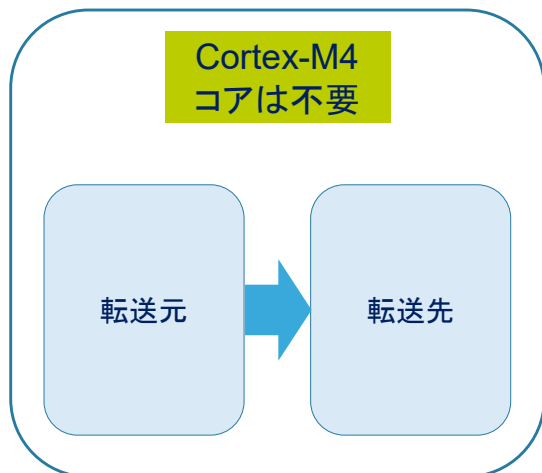
相互接続マトリックス

1.0版



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。  
各種の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  
ているマトリックスの主な機能の説明を行います。

- ペリフェラル間の直接接続を提供



### アプリケーション側の利点

- 時間予測可能なオペレーション
- 消費電力の削減
- GPIO 使用ピンの削減
- 最適化された計算時間



STM32製品の内部に統合された相互接続マトリックスによって、ペリフェラル間の直接接続が可能となります。アプリケーションは、これらの相互接続によって、時間予測可能な動作を確保し、CPU 命令を用いたレジスタのリード/ライトを用いたペリフェラル通信の複雑な管理を回避し、場合によっては専用の GPIO を通じて転送元から転送先に信号をループする必要性を減らすという利点があります。

- ペリフェラル間の自動化された直接接続
  - ソフトウェア処理に関する待機時間の除去
  - CPU リソースの削除
  - 専用のGPIOを通じての信号ループの必要性の解消
- 低電力モード中にも動作可能(ペリフェラルに依存)



life.augmented

相互接続マトリックスは、2つの主要な機能を備えています。第1ペリフェラル間の自動化された直接接続が保証され、ソフトウェア処理に関する遅延の除去が可能となり、GPIOとCPUリソースを節約できます。第2に、ある特定のペリフェラル間の相互接続は、低電力モード中であっても動作可能です。

## 相互接続の機会は十分に利用可能

転送元ペリフェラル	
割り込み	EXTI
タイマ	TIM1-8, TIM15-17, TIM20, LPTIM, HRTIM
アナログIP	A/Dコンバータ1-5, Temperature Sensor, VBAT, VREFINT, OPAMP1-6, D/Aコンバータ1-4, COMP1-7
クロック	HSE, LSE, HSI16, LSI, MCO
RTC	リアルタイム・クロック、タンパ
SoCイベント	システム・エラー
転送先ペリフェラル	
タイマ	TIM1-5, TIM8, TIM15-17, TIM20, LPTIM, HRTIM
通信 IP	IRTIM
アナログIP	A/Dコンバータ1-5, D/Aコンバータ, OPAMP1-6, D/Aコンバータ1-4, COMP1-7

Source	Destination													
	TIM1	TIM8	TIM2	TIM3	TIM4	TIM5	TIM6	TIM7	TIM15	TIM16	TIM17	LPTIM1	LPTIM2	ADC1
TIM1	-	1	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2
TIM8	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
TIM2	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
TIM3	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
TIM4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
TIM5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
TIM6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
TIM7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
TIM15	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
TIM16	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2
TIM17	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2

詳細はリファレンスマニュアルに



転送元および転送先のペリフェラルのリストを示しています。  
 転送元ペリフェラルは、EXTI、タイマ、アナログIP、クロック、RTC、システムエラーです。  
 転送先ペリフェラルは、タイマ、赤外線インタフェイス、およびアナログ IP  
 相互接続マトリックスについては、STM32G4 リファレンスマニュアルで詳しく説明します。

From	To	目的
TIM1-8, TIM15-17, TIM20, LPTIM1, HRTIM	TIM1-5, TIM8, TIM15-17, TIM20	タイマの一部は、タイマの同期またはチェーンのために内部的にリンクされる。1つのタイマがマスターモードで設定されている場合、スリープモードで設定された別のタイマのカウンタをリセット、開始、停止、またはクロック可能
TIM7, TIM16, TIM17	HRTIM	HRTIMバースト操作と更新は、汎用タイマから発生する on chip イベントによってトリガされる
TIM1-4, TIM6-8, TIM15-16, TIM20, HRTIM, LPTIM, EXTI	A/Dコンバータ	タイマと EXTI を使用し、A/Dコンバータトリガ・イベントを生成可能
A/Dコンバータ	TIM1, TIM3, TIM20, HRTIM	A/Dコンバータ・アナログ・ウォッチドッグは、デジタル電源アプリケーション用のタイマに接続(A/Dコンバータによるサイクルバイサイクル電流制御)
TIM1-4, TIM6-8,1 TIM5, HRTIM, EXTI	D/Aコンバータ	タイマと EXTI は D/Aコンバータ 変換をトリガ可能
HSE, LSE, LSI, HSI16, MCO, RTC	TIM2, TIM14, TIM16, and TIM17	外付けクロック(HSE, LSE)、内蔵クロック(LSI, HSI16)、マイクロコントローラ出力クロック(MCO)、GPIOおよびRTCウェイクアップ割り込みは、タイマへの入力として使用可能。これにより、HSI16を較正し、LSI発振周波数を正確に測定することが出来る



このスライドと次の2つのスライドでは、相互接続マトリックスのさまざまな使用について説明します。

- タイマの同期またはチェーン(例えばマスタータイマが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する)
- 汎用タイマを介した、バースト・モードへの移行と HRTIM の構成更新のトリガ
- タイマまたは EXTI イベントによる A/Dコンバータ のトリガ
- 事前にプログラムされたしきい値がアナログ入力によって超えられる場合に、A/Dコンバータウォッチドッグ信号を介してタイマをトリガする
- タイマまたは EXTI イベントを使用した D/Aコンバータ のトリガ
- HSI16およびLSIクロックの校正、例えば校正された内蔵クロックで動作しているタイマによって外付けのクロックLSE 周波数を測定する。

From	To	目的
RTC, COMP1-7	LPTIM	RTCアラームA/B、RTC_TAMP1/2/3入力検出、コンパレータ出力は、LPTIMカウンタを開始するためのトリガとして使用可能
TIM1-4, TIM8, TIM15, TIM20	COMP1-7	タイマは、コンパレータへのウィンドウ入力をブランクとして使用可能
内蔵アナログソース (温度センサ, VREFINT, VBAT), A/Dコンバータ入力チャネル, OPAMP1-5 出力, D/Aコンバータ 出力	A/Dコンバータ1-5, COMP1-7, OPAMP1-6	アナログ相互接続: <ul style="list-style-type: none"> <li>内蔵の温度センサからの出力電圧、内部リファレンス電圧VREFINT、VBAT モニタリングチャンネル、A/Dコンバータ入力チャネル、OPAMPとD/Aコンバータの出力は、A/Dコンバータ、COMP、およびOPAMP入力チャネルに接続されている</li> </ul>
COMP1-7	TIM1-5, TIM8, TIM20, HRTIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンパレータの出力値は、TIMx入力キャプチャ、トリガ、OCxREFクリア信号に接続可能</li> <li>コンパレータの出力値は、タイマのブレーク入力信号を生成することも可能</li> <li>コンパレータの出力値は HRTIM 外部イベントおよび障害入力に接続可能</li> </ul>



## その他のユースケース:

- RTC アラーム、改ざんイベント、またはコンパレータ イベントから低電力タイマを開始する
- COMP モジュールでのブランク ウィンドウの実装
- 内部アナログチャンネルをA/Dコンバータ、COMP、OPAMPユニットに接続
- COMP 出力をタイマ外部トリガまたはブレーク入力として使用する。

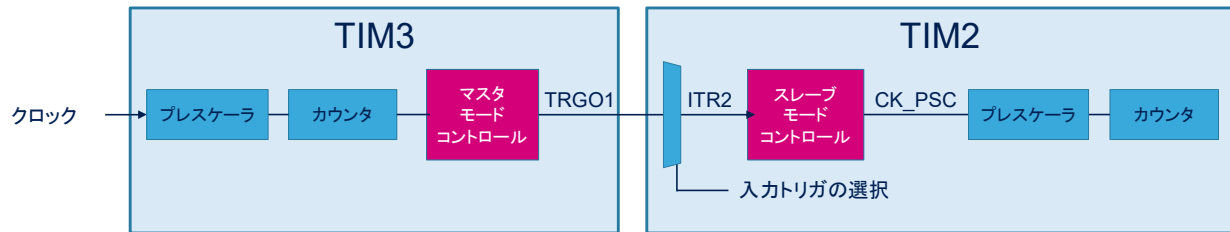
From	To	目的
システム・エラー	TIM1, TIM8, TIM15-17, TIM20, HRTIM	<p>TIM1/TIM8/TIM15-17/TIM20 ブレーク入力と HRTIM システム障害入力により、MCU 内部障害イベントが収集される:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• クロック・セキュリティ・システム (CSS) によって生成されたクロック・エラー・イベント</li> <li>• PVD 出力</li> <li>• SRAMパリティエラー信号</li> <li>• Cortex-M4ロックアップ(ハードフォールト)出力</li> <li>• フラッシュECCダブルエラー検出</li> </ul> <p>ブレーク機能の目的は、タイマによって生成されたPWM信号によって駆動されるパワー・アプリケーションの保護</p>
TIM16, TIM17	IRTIM	<p>赤外線信号出力の波形を生成するために汎用タイマ(TIM16/TIM17)出力チャンネルTIMx_OC1を使用</p>



## その他のユースケース:

- システム・エラー信号のタイマ・ブレーク入力への直接接続によるタイマ駆動(PWM)からのパワーアプリケーションの保護
- 2つのタイマを使用した赤外線パルス変調信号波形生成

- タイマ3は、タイマ2のプリスケアラとして機能することが可能



このスライドでは、タイマ同期の簡単な例を示しています。タイマ3はマスタータイマとして使用され、スレーブモードで設定されたタイマ2をリセット、開始、停止、またはクロックすることができます。この例では、タイマ3はタイマ2のプリスケアラとして機能するようにタイマ2をクロッキングしています。



From	To	Run	Sleep	Low-power run	Low-power sleep	Stop0	Stop1
TIM1-8, TIM15-17, TIM20, LPTIM1, HRTIM	TIM1-5, TIM8, TIM15-17, TIM20	✓	✓	✓	✓		
TIM7, TIM16, TIM17	HRTIM	✓	✓	✓	✓		
TIM1-4, TIM6-8, TIM15-16, TIM20, HRTIM, LPTIM, EXTI	A/Dコンバータ	✓	✓	✓	✓		
A/Dコンバータ	TIM1, TIM3, TIM20, HRTIM	✓	✓	✓	✓		
TIM1-4, TIM6-8,1 TIM5, HRTIM, EXTI	D/Aコンバータ	✓	✓	✓	✓		
HSE, LSE, LSI, HSI16, MCO, RTC	TIM2, TIM14, TIM16, TIM17	✓	✓	✓	✓		
TIM1, TIM2, TIM3, TIM15	TIM2, TIM14, TIM16, TIM17	✓	✓	✓	✓		
RTC, COMP1-7	LPTIM	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TIM1-4, TIM8, TIM15, TIM20	COMP1-7	✓	✓	✓	✓		
内蔵アナログソース(温度センサ、VREFINT, VBAT)、 A/Dコンバータ入力チャンネル、OPAMP1-5 出力、D/Aコンバータ 出力	A/Dコンバータ1-5, COMP1-7, OPAMP1-6	✓	✓	✓	✓		
COMP1-7	TIM1-5, TIM8, TIM20, HRTIM	✓	✓	✓	✓		
システム エラー	TIM1, TIM8, TIM15-17, TIM20, HRTIM	✓	✓	✓	✓		
TIM16, TIM17	IRTIM						



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。  
この表は、どの低電力モードで、ペリフェラル間の相互接続がアクティブかを示しています。

## ほとんど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、次の電源モードで動作可能:
  - RUN、SLEEP、低電力RUN、低電力SLEEPモード
- RTC、COMP1-7 から低電力タイマ(LPTIM)への接続は、STOP0 モードおよびSTOP1 モードでも動作可能



life.augmented

使用できる低電力モードは、すべての相互接続のRUN、スリープ、低電力SLEEPモードです。  
リアルタイムクロックまたはコンパレータから低電力タイマへの接続は、STOP0 モードと STOP1 モードでも使用できます。

- 詳細は、以下を参照してください。
  - STM32G4マイクロコントローラ・リファレンス・マニュアル
  - このペリフェラルに関連するペリフェラル・トレーニング
    - タイマ(TIM)
    - 低電力タイマ(LPTIM)
    - アナログ・デジタル・コンバータ(A/Dコンバータ)
    - デジタル・アナログ・コンバータ(D/Aコンバータ)
    - コンパレータ(COMP)
    - オペレーショナル・アンプ(OPAMP)
    - 拡張割り込みおよびイベント・コントローラー(EXTI)
    - 赤外線インタフェイス(IRTIM)
    - リセットとクロック・コントロール(RCC)
    - リアルタイム・クロック(RTC)



相互接続マトリックスの詳細については、STM32G4マイクロコントローラのリファレンスマニュアルを参照してください。必要に応じて、次のトレーニングも参照してください。

- タイマ
- 低電力タイマ
- アナログ・デジタル・コンバータ
- デジタル・アナログ・コンバータ
- コンパレータ
- オペアンプ
- 拡張割り込みおよびイベント・コントローラー
- 赤外線インタフェイス
- リセットとクロックコントロール
- リアルタイムクロック