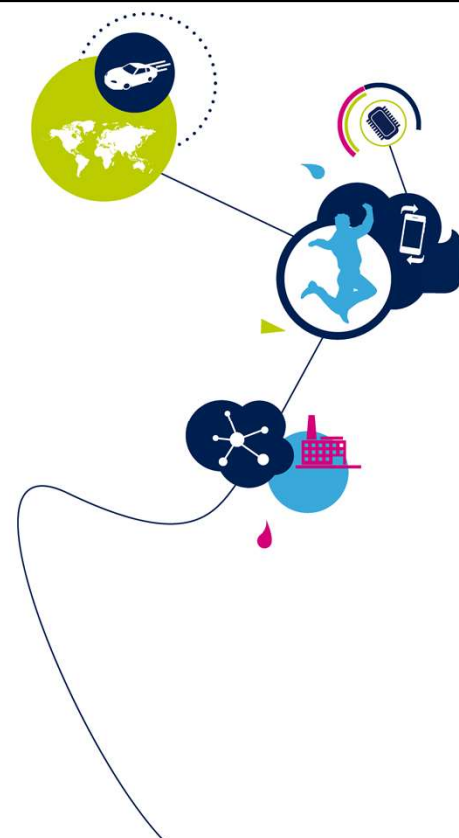


# STM32G4- EXTI

拡張割込み／イベント・コントローラ

1.0 版



STM32G4 拡張割込み／イベントコントローラ (EXTI) のプレゼンテーションによろこそ。EXTIコントローラの機能を紹介します。

- 42イベント/割込みライン
  - 28 の設定可能なイベント
  - 14 のダイレクト・イベント
- 独立マスクと設定
- ソフトウェアは、専用のレジスタに書込み、イベントや割込みをエミュレート可能

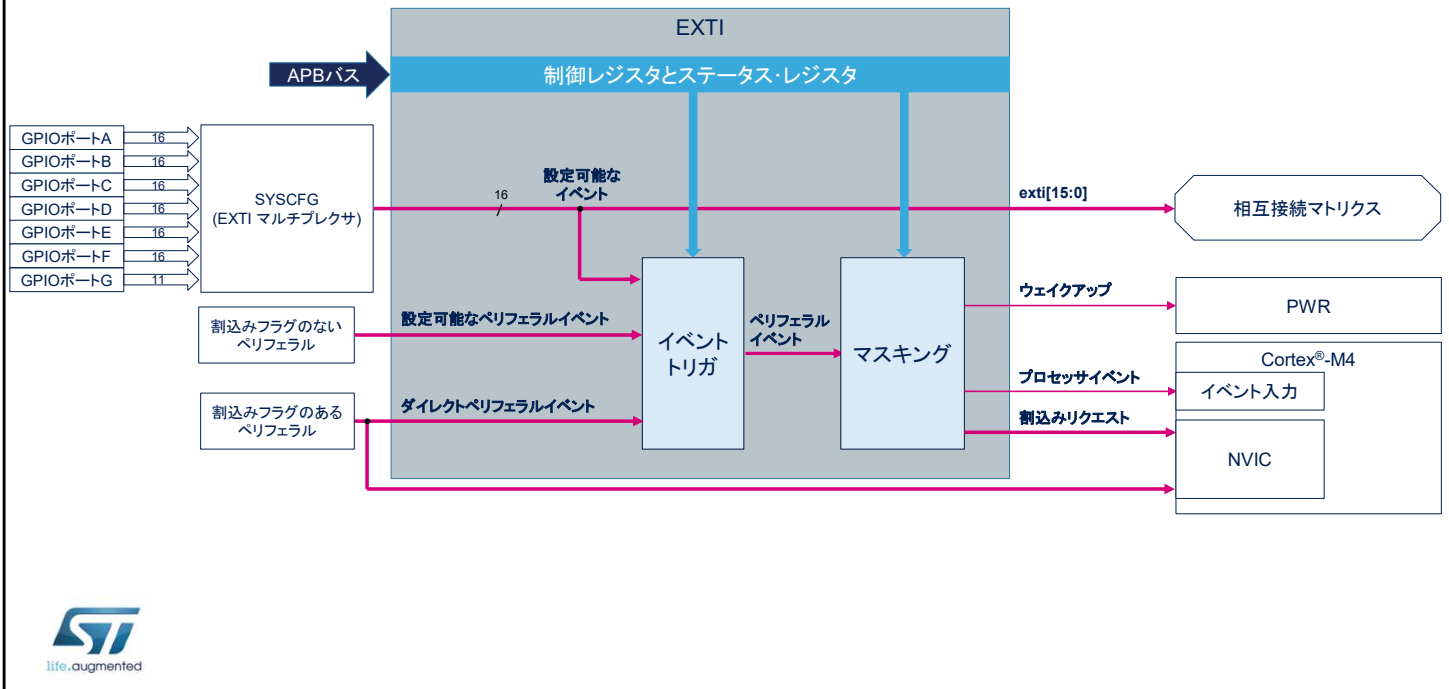
### アプリケーション側の利点

- 外部および内部のウェイクアップ・イベントと割込みの管理
- 設定可能なイベントにペンディング・フラグを提供



拡張割込み/イベントコントローラ (EXTI) は、設定可能なイベントとダイレクトのイベントの 2 つのカテゴリに分割される、42本の独立したイベントが提供されます。

アプリケーションは、外部通信またはリクエストを通じてウェイクアップするSTM32G4の機能を活用することで、低電力モードをより賢く使用することができます。



これは、拡張割り込み/イベントコントローラのブロック図です。割り込み機能は備えていないもののパルスの生成が可能であるペリフェラルによって、設定可能なイベントが生成されます。EXTIコントローラは割り込みの検出、マスクングとソフトウェアトリガを行います。

ダイレクトペリフェラルイベントは、割り込みリクエストに対応しているペリフェラルによって生成されます。この場合、EXTIコントローラは、CPUに対するイベントの生成とシステムウェイクアップのリクエストに用いられます。

ペリフェラルイベントとプロセッサイベントを混同しないでください。ペリフェラルイベントは、プロセッサの注意が必要であることを示すために、ペリフェラルによって使用されます。

プロセッサイベントは、Arm CPUがイベントの待機中の低電力状態を終了するために使用するパルス信号です。

- STOP モードからのウェイクアップ、割込み、イベントの生成
  - 独立した割込みとイベントのマスク
  
- 設定可能なイベント
  - アクティブ・エッジ選択
  - 専用のペンディング・フラグ
  - ソフトウェアでトリガ可能
  - リンク先:
    - GPIO, PVD, RTC, タイムスタンプまたはCSS LSE, COMPx, PWM
  
- ダイレクト・イベント
  - 関係ペリフェラルから提供されるステータスフラグ
  - リンク先:
    - USB, I2Cx, UARTx, USARTx, LPUART1, LPTIM1, UCPDx



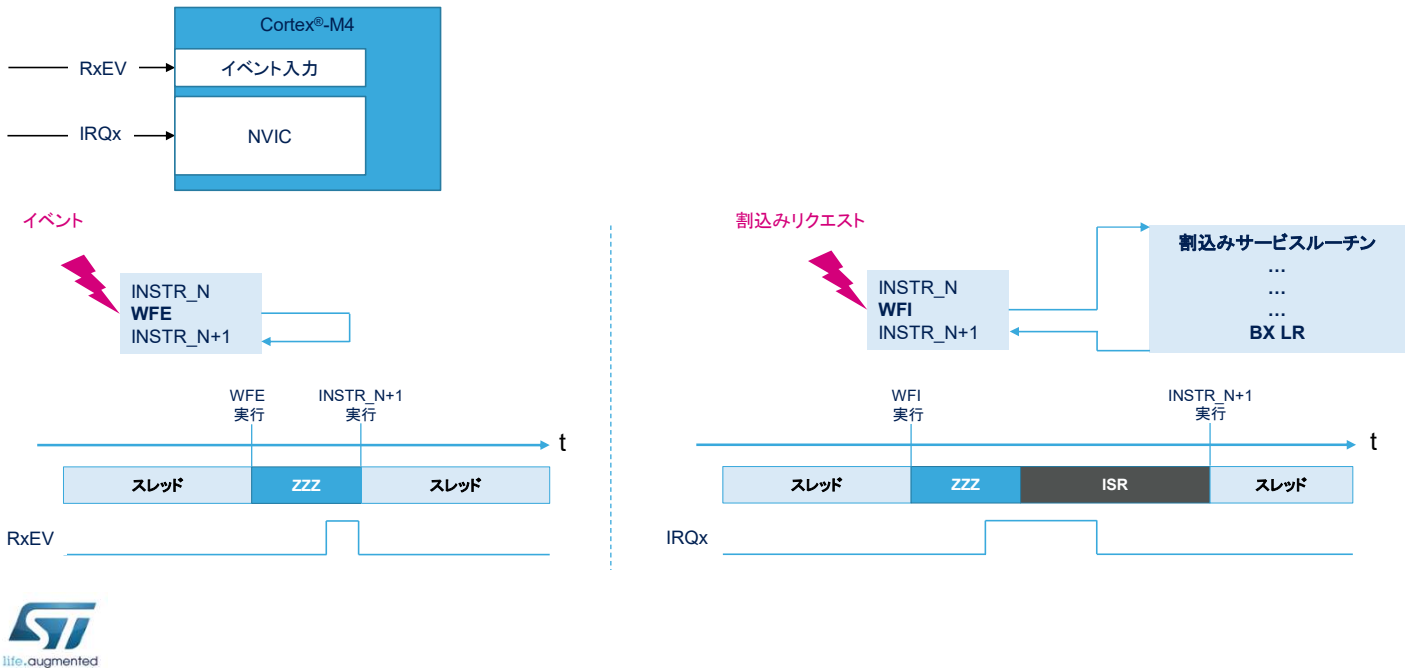
拡張割込み/イベントコントローラは、割込みとイベントの生成に加えて、STOP モードからのプロセッサのウェイクアップも可能です。

設定可能なイベントは、GPIO、PVD、RTC、タイムスタンプまたはCSS LSE、コンパレータ、PWMモジュールからの外部割込みとリンクされます。

ダイレクトイベントは、USB、I2C、UART、USART、LPUART1、LPTIM1、UCPD1 とリンクされています。

# Cortex<sup>®</sup>-M4 イベントと割込みの比較

5



Cortex<sup>®</sup>-M4は、低電力状態に移行する 2 種類の方法に対応しています。

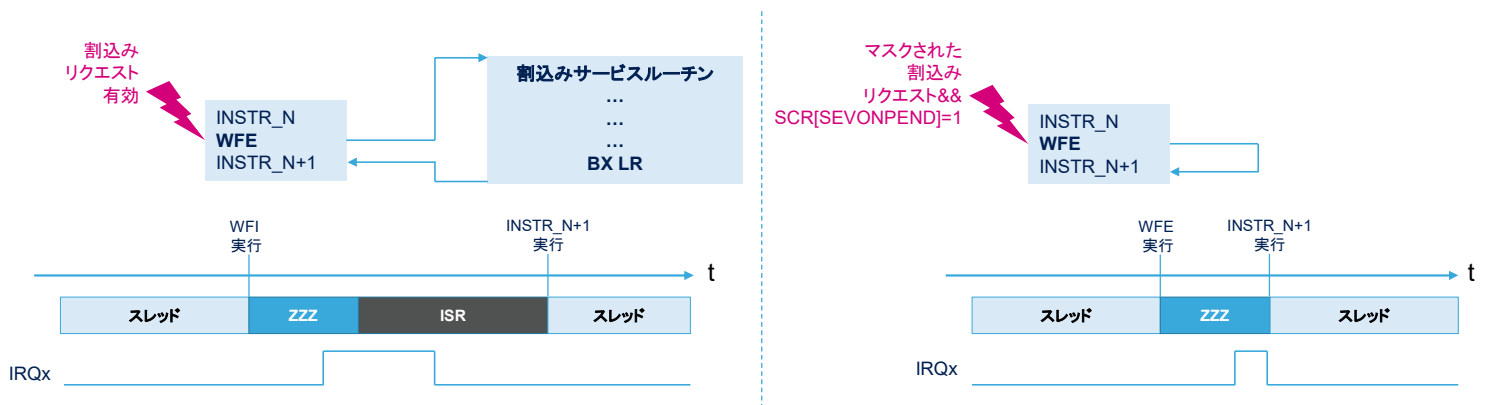
1. Wait For Event (WFE) 命令の実行
2. Wait For Interrupt (WFI) 命令の実行

左図のシーケンスにあるように、WFE の場合、ウェイクアップイベント後に実行される最初の命令は、次に続く命令である INSTR\_N+1 です。

WFI を実装することにより、プロセッサは、有効な割り込みリクエストの受信時に割り込みサービスルーチンにジャンプします。

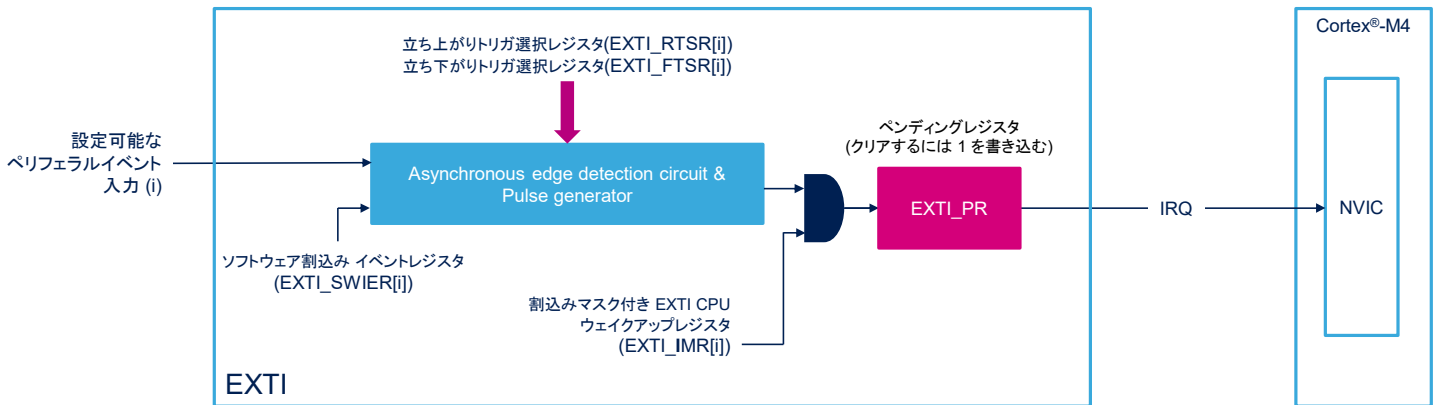
割り込みリクエストは WFE 終了条件ですが、RXEV で受信したイベントは WFI 終了条件ではないことに注意してください。

# Cortex<sup>®</sup>-M4 イベントと割り込みの比較



プロセッサが WFE 状態のときに有効な割り込み要求を受信すると、プロセッサのウェイクアップと割り込みサービスルーチンの実行が発生します。SEVONPEND と呼ばれる Cortex-M4 コントロールビットが 1 に設定されている場合、マスクされた割り込みに関連する割り込み要求を受信すると、ウェイクアップ イベントが発生します。この場合、プロセッサは次の順次命令を実行します。ソフトウェアは、次の割り込みを処理できるように決定する場合があります。

- 割り込みリクエストとして、設定可能なイベントを使用:



この図は、設定可能なラインのイベントのアクティブエッジを割り込みリクエストに変換することを可能とするさまざまなステージを説明するためのものです。

最初のステージは、EXTI\_RTSCR と EXTI\_FTSCR の 2 つ のレジスタによって設定される非同期エッジ検出回路となります。

どちらのエッジも、場合によっては両方でも選択可能です。

EXTI\_SWIER レジスタの対応するビットをセットすることにより、ソフトウェアが設定可能なラインのイベントのエミュレーションを行えます。

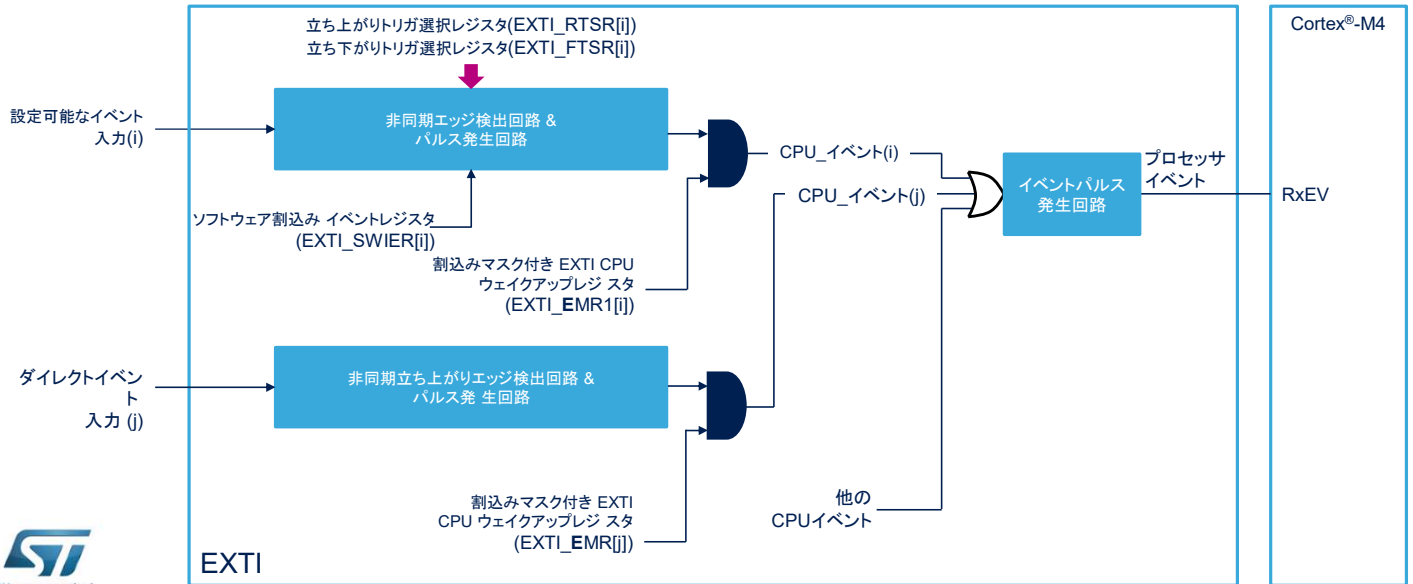
このビットは、ハードウェアによって自動的にクリアされます。

AND ゲートを用いて、CPU NVIC に対する割り込みの生成をマスクしたり有効にしたりします。

最終的に、NVIC に割り込みが生成されると、EXTI\_PR レジスタにフラグがセットされます。ソフトウェアは、このフラグから割り込みの原因の判定を行えます。

このフラグは、割り込みサービスルーチンによってクリアされることが期待されています。

- CPU イベント・リクエストとして、設定可能なラインのイベントと直接・ラインのイベントを使用:



この図は、設定可能なラインのイベントのアクティブエッジをプロセッサイベントに変換することを可能とするさまざまなステージを説明するためのものです。

設定可能なイベントと直接イベントのどちらも、CPU へのイベントをその RxEV 入力に向けて発行するように設定可能です。

設定可能なイベントのアクティブ エッジは、EXTI\_RTISRおよび EXTI\_FTISR レジスタでプログラム可能ですが、直接イベントは常に立ち上がりエッジになります。

ソフトウェアは、EXTI\_SWIER レジスタに書き込み、構成可能なイベントをエミュレートできます。

割り込みリクエストとは異なり、CPU には独自のイベント入力があるため、すべてのイベントリクエストは、イベントパルス発生回路に入る前にまとめて論理和が取られます。

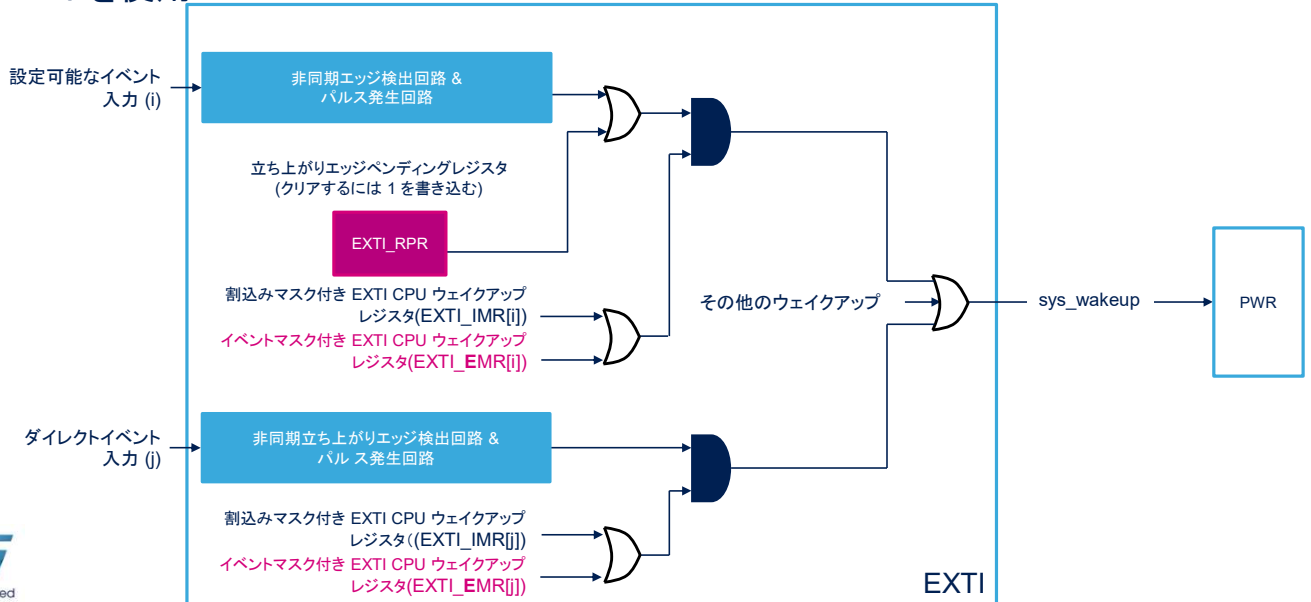
イベント生成のマスクに用いられるレジスタは、割り込み生成のマスクに用いられるものとは異なります。すなわち、EXTI\_IMR ではなく EXTI\_EMR が用いられます。

割り込み要求とは異なり、ペリフェラルイベントラインに対応するペンディングビットは設定されません。



# ウェイクアップ・イベントの生成

- コアおよびシステム・ウェイクアップ・リクエストとして、設定可能なイベントとダイレクト・イベントを使用:



EXTI ブロックによって生成される CPU ウェイクアップ信号は PWR ブロックに接続され、システムクロックおよび CPU のサブシステムバスのクロックをウェイクアップするために使用されます。

設定可能なイベントとダイレクトイベントのどちらも、ウェイクアップをリクエスト可能です。

非同期エッジ検出回路がアクティブエッジを検出した場合、または EXTI\_RPR レジスタ内のフラグが 1 に設定されたときにウェイクアップが発生します。

その結果として、ソフトウェアは EXTI\_RPR レジスタのフラグをクリアして、ウェイクアップのソースが設定可能なイベントである場合に、ウェイクアップリクエストを無効とすることが期待されます。ダイレクトのイベントでは、このフラグはペリフェラルユニットの中にあります。

ソフトウェアは、これらのフラグによってウェイクアップの原因を探ることができます。

割り込みかイベントの生成が有効になると、ウェイクアップ指示がアサートされます。EXTI\_IMR レジスタと EXTI\_EMR レジスタを結合する OR ゲートを参照してください。

# ダイレクト・イベントのトリガ・ロジック、 CPU ウェイクアップ

- ダイレクト・イベントには関連する EXTI 割り込みは無い
  - EXTI はシステム・クロックと CPU サブシステム・クロックをウェイクアップするだけで、CPU ウェイクアップ・イベントを生成することが可能
  - ダイレクト・ウェイクアップ・イベントに関連するペリフェラル同期割り込みは、CPU をウェイクアップする
- EXTI のダイレクト・イベントは CPU イベントを生成できる



ダイレクトイベントは、EXTI コントローラを通じて CPU イベントを生成し、システムウェイクアップをトリガすることができます。ダイレクトイベントのアクティブエッジは、立ち上がりエッジです。ダイレクトイベントは、NVIC に対する専用ラインがあるため、割り込みリクエストのアサートに EXTI コントローラに依存しません。そうではない場合には、前のスライドに記載されているものと同じ回路が実装されます。イベント生成と割り込み生成のために、ダイレクトイベントを個別にマスクすることができます。EXTI コントローラの割り込みマスクは、ウェイクアップマスクとしてのみ使用されます。

# EXTI ライン マッピング

EXTI ライン	ラインソース	ラインタイプ	EXTI ライン	ラインソース	ラインタイプ
0-15	GPIO	設定可能	34	UART4ウェイクアップ	ダイレクト
16	PVD出力	設定可能	35	UART5ウェイクアップ	ダイレクト
17	RTCアラームイベント	設定可能	36	LPUART1ウェイクアップ	ダイレクト
18	USBデバイスFS ウェイクアップイベント	ダイレクト	37	LPTIM1ウェイクアップ	ダイレクト
19	タイムスタンプまたは CSS_LSE	設定可能	38	PWM1ウェイクアップ	設定可能
20	RTCウェイクアップタイマ	設定可能	39	PWM2ウェイクアップ	設定可能
21	COMP1出力	設定可能	40	PWM3ウェイクアップ	設定可能
22	COMP2出力	設定可能	41	PWM4ウェイクアップ	設定可能
23	I2C1ウェイクアップ	ダイレクト	42	I2C4ウェイクアップ	ダイレクト
24	I2C2ウェイクアップ	ダイレクト	43	UCPD1ウェイクアップ	ダイレクト
25	USART1ウェイクアップ	ダイレクト			
26	USART2ウェイクアップ	ダイレクト			
27	I2C3ウェイクアップ	ダイレクト			
28	USART3ウェイクアップ	ダイレクト			
29	COMP3出力	設定可能			
30	COMP4出力	設定可能			
31	COMP5出力	設定可能			
32	COMP6出力	設定可能			
33	COMP7出力	設定可能			



この表は、STM32G4マイクロコントローラに存在するEXTIブロックのすべての入力を示し、それぞれが設定可能なイベント入力であるかダイレクトイベント入力であることを示します。

- 詳細については、以下の資料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のトレーニング
    - Arm Cortex®-M4コア
    - パワーコントロール(PWR)
    - システム・コンフィグレーション(SYSCFG)
    - 相互接続マトリックス(IMX)



life.augmented

システムコンフィグレーションモジュールの詳細については、STM32G4マイクロコントローラ 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、次のトレーニングを参照してください。:

- Arm Cortex-M4コア
- パワーコントロール(PWR)
- システムコンフィグレーション(SYSCFG)
- 相互接続マトリックス(IMX).