

STM32L4 - PWR

パワーコントロール

Revision 1



Wake-up 時間	RUN (Range1) (80 MHz)	120 μ A / MHz**
	RUN (Range2) (26 MHz)	100 μ A / MHz**
	LPRUN (2 MHz)	112 μ A / MHz**
	SLEEP (26 MHz)	35 μ A / MHz
	LPSLEEP (2 MHz)	48 μ A / MHz
	STOP 1 (full に保持)	6.6 μ A / 6.9 μ A*
	STOP 2 (full に保持)	1.1 μ A / 1.4 μ A*
	STANDBY + 32 KB RAM	350 nA / 650 nA*
	STANDBY	115 nA / 415 nA*
	SHUTDOWN	30 nA / 330 nA*
	VBAT	4 nA / 300 nA*

Typ @ VDD = 1.8 V @ 25 °C

* : with RTC

** : from SRAM1

FlexPowerControl

- 効率的な実行
- 7つのlow-power モード、いくつかのサブモード
- 高い柔軟性

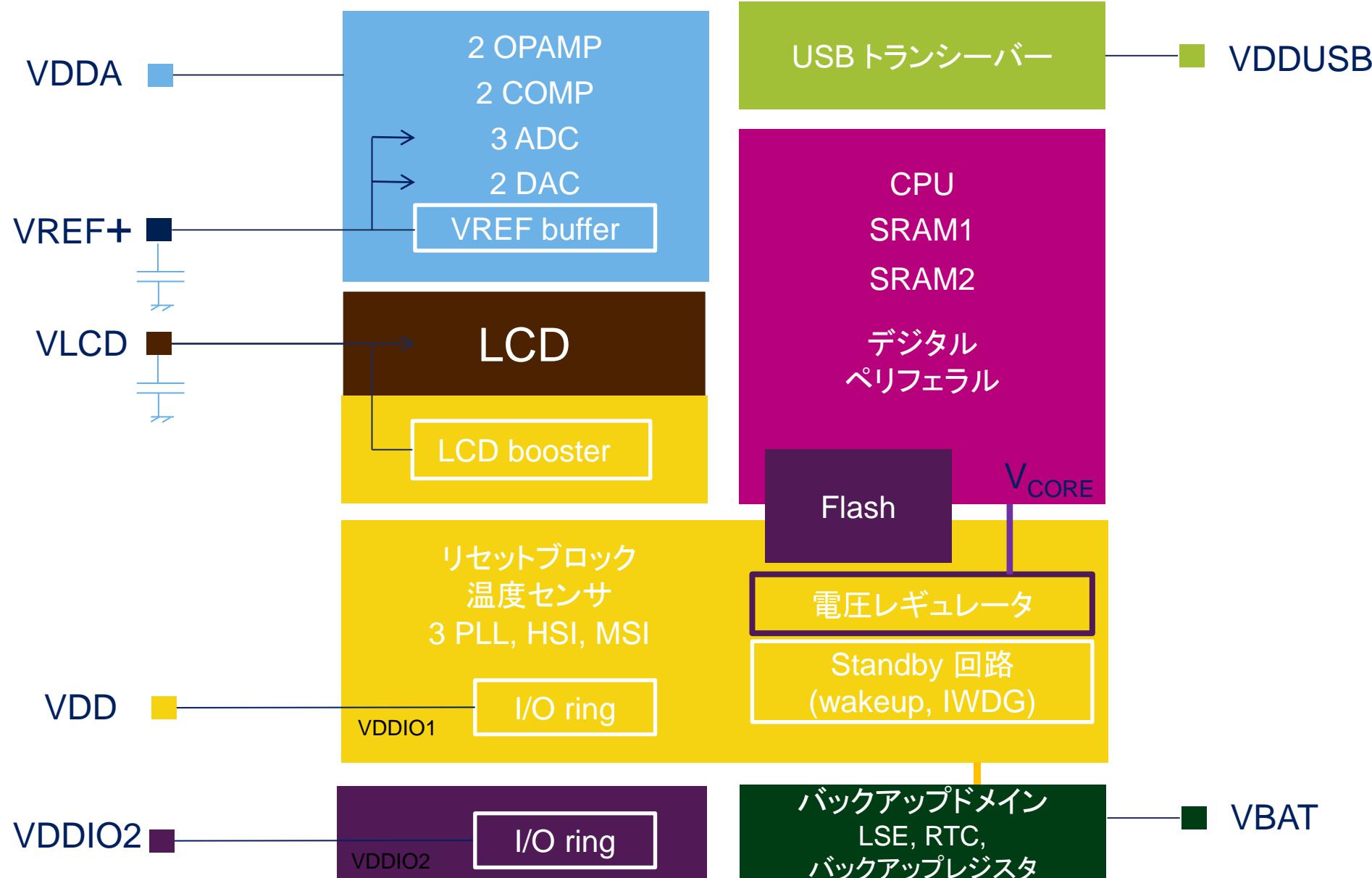
Application の利点

- ハイパフォーマンス
→ CoreMark スコア = 273
- 高い電力効率
→ ULPBbench スコア = 150

- 高速ウェイクアップをサポートした7つの low-power モード
 - I/Oからのウェイクアップ時 30 nA 以下
 - 32 KB RAM 保持時 350 nA 以下
 - 多数のペリフェラルからウェイクアップ
- Runモードで 100 μ A/ MHz 以下
- バッテリーバックアップモード(RTC含む) およびバックアップレジスタサポート
- 独立した電源

Application の利点

- アクティブなペリフェラル、必要なパフォーマンスと必要なウェイクアップソースに応じて、低消費電力化への高い柔軟性
- バッテリー寿命の増加
- 外部シフターを除去することによって、BOMコストの節約



独立した電源による最適化された消費電力とパフォーマンス

- V_{DD} は 1.71 から 3.6 V (パワーダウン時は 1.6 V まで下げられる)
- V_{DDA} は 1.62 から 3.6 V
 - ADC と COMP 使用時、最小 1.62 V
 - DAC と OPAMP 使用時、最小 1.8 V
 - VREFBUF を使用時、最小 2.4 V
- USB トランシーバーのための V_{DDUSB} は 3 から 3.6 V
- 以下の機能用の PG[15:2] のための V_{DDIO2} は 1.08 から 3.6 V:
 - 2 I2C – 2 SPI – 1 SAI – 2 UARTs – 2 Timers
 - LQFP144 と BGA132のみ。CSP72 と CSP81 では 6 つの I/O のみ
- V_{BAT} は 1.55 から 3.6 V。これは RTC と 128 バイトのバックアップレジスタを含む

LCDコントラストとアナログのパフォーマンスのため 独立したリファレンス電源

- LCDのためのリファレンス電源 V_{LCD} は2.5から3.6V:
 - これは、独立したVDDの電圧を、外部電源電圧によって、または内蔵された昇圧コンバータのいずれかによって提供することができる。
 - VLCDは、LCDを使用しない場合GPIOとして使用することができるPC3と多重化されています。
- ADCとDACのためのリファレンス電源 V_{REF+} :
 - これは、外部リファレンス電圧、または内部リファレンス電圧バッファのいずれかを提供することができる。
 - V_{REF+} ピン、および内部電圧リファレンスは、64ピンパッケージでは使用できない。このパッケージでは、このピンはVDDAが外部リファレンスと接続している。64ピンでは内部電圧リファレンスバッファが使用できないため、無効にしなければならない。

ペリフェラル電圧モニター

7

- VDDA, VDDUSB, VDDIO2 のためのペリフェラル電圧モニターは選択された電源がスレッショルドを下回ったときにStopモードからウェイクアップさせる機能をもつ

PVM	Power supply	PVM threshold
PVM1	V_{DDUSB}	VPVM1: 1.22 V
PVM2	V_{DDIO2}	VPVM2: 0.96 V
PVM3	V_{DDA}	VPVM3: 1.65 V
PVM4	V_{DDA}	VPVM4: 1.82 V

- リセット時は、それぞれの独立した電源は、電気的にopenになっていて、ペリフェラルとI/Oは電源が供給されていない。PVMにより電源が供給されているのを確認してから、ソフトウェアによってopenを解除し、ペリフェラルに電源を供給する。

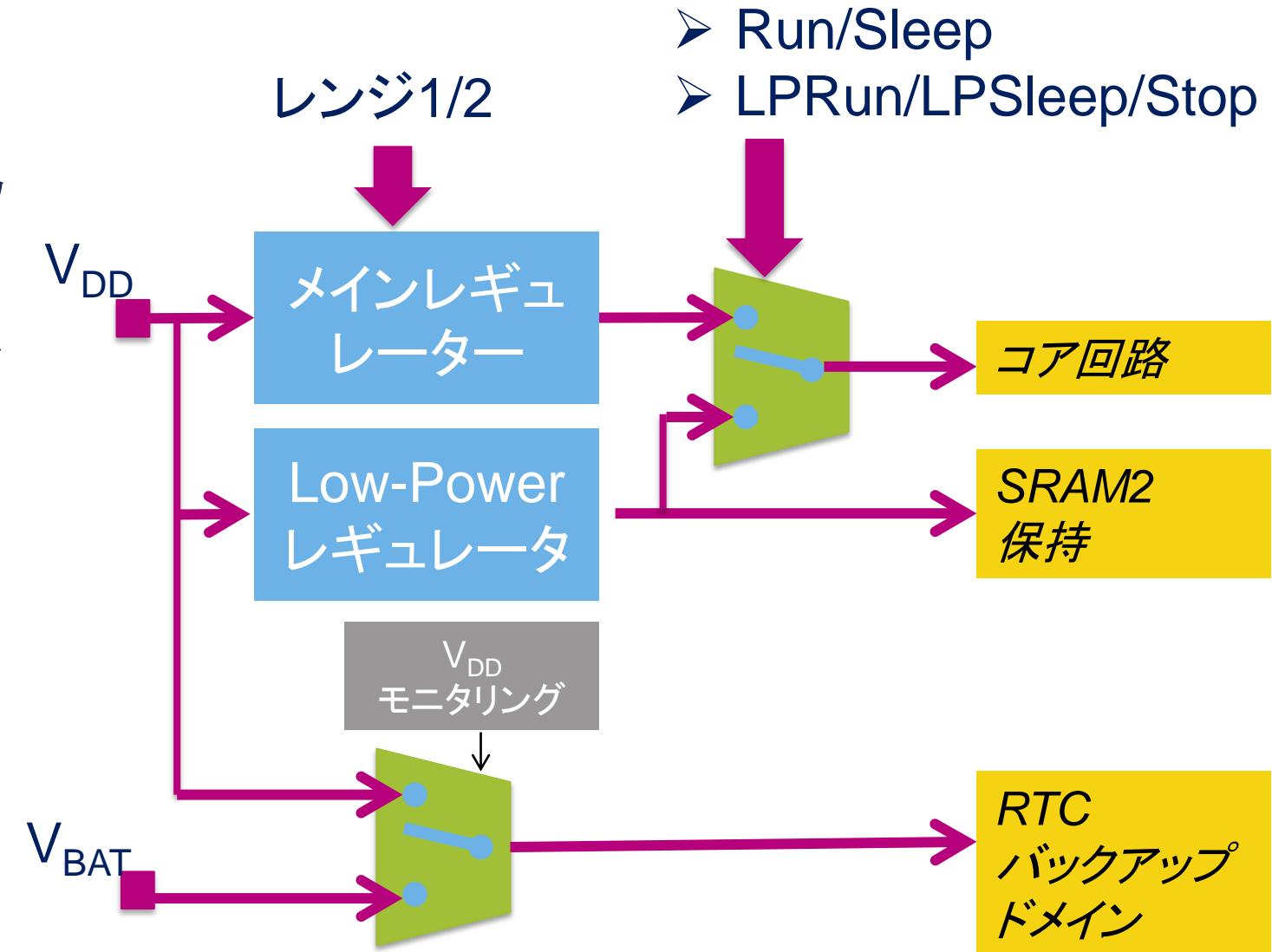
安全で超低消費電力なリセット管理

- Brown-out reset は Shutdown モードを除き、常に有効
 - MCU は VDD スロープにかかわらず、選択されたしきい値を下回るとすぐにリセットする。
 - 5 つのスレッショルドがオプションバイトで選択できる。 **BOR_LEV[2:0]**, $V_{BOR0} = 1.7 \text{ V}$ から $V_{BOR4} = 2.95 \text{ V}$ まで。
- 電源電圧検出器は Standby と Shutdown モードを除き、有効
 - 7 つのスレッショルド + 外部ピン。これはソフトウェアで選択可能
- BOR0 の消費電力はデータシートに記載

電圧レギュレーター

9

- 2つの電圧レギュレーター
- メインレギュレーターはダイナミック電圧スケーリングするための2つの電圧レンジを持つ; それらは RunとSleepモードで使用される
- Low-power レギュレーターは Low-power run, Low-power sleep, Stop 1, Stop 2 モード用で、Standby時のRAMの保持にも使われる



GPIO
DMA
FSMC
QUADSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPPI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

Run モード: レンジ 1

Ex: Flashメモリからの実行

Cortex M4

Flash
メモリ
(1 Mbyte)

SRAM 1
(96 Kbytes)

SRAM 2
(32 Kbytes)

メインレギュレーター (MR)

レンジ 1 (最大 80 MHZ)

レンジ 2 (最大 26 MHZ)

Low-power
レギュレーター (LPR)
最大 2 MHz

レンジ 1
131 μ A/MHz @ 80 MHz
(10.5 mA)

レンジ 2
112 μ A/MHz @ 26 MHz
(2.9 mA)

有効な
クロック

HSI
HSE
LSI
LSE
MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なクロック
とペリフェラル

GPIO
DMA
FSMC
QUADSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPPI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

Run モード: レンジ 2

Ex: SRAMからの実行

Cortex M4

Flash
メモリ
(1 Mbyte)SRAM 1
(96 Kbytes)SRAM 2
(32 Kbytes)

メインレギュレータ (MR)

レンジ 1 (最大 80 MHz)

レンジ 2 (最大 26 MHz)

Low-power
レギュレータ (LPR)
最大 2 MHz有効な
クロック

HSI

HSE

LSI

LSE

MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なクロック
ペリフェラルレンジ 1 SRAM1 実行
120 μ A/MHz @ 80 MHz
(9.6 mA)レンジ 2 SRAM1 実行
110 μ A/MHz @ 26 MHz
(2.6 mA)

GPIO
DMA
FSMC
QUADSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPPI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

Low-power run モード

Ex: Flashメモリからの実行

Cortex M4

Flash
メモリ
(1 Mbyte)SRAM 1
(96 Kbytes)SRAM 2
(32 Kbytes)

メインレギュレータ (MR)

レンジ 1 (最大 80 MHZ)

レンジ 2 (最大 26 MHZ)

Low-power
レギュレータ (LPR)
最大 2 MHzFlash実行
135 μ A/MHz @ 2 MHz
(269 μ A)SRAM1実行
112 μ A/MHz @ 2 MHz
(225 μ A)有効な
クロック

HSI

HSE

LSI

LSE

MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なクロック
とペリフェラル

Run と Low-power run モード

13

要求されるパフォーマンスと消費電力の間での柔軟性

電圧レンジ	SYSCLK	MSI	HSI	HSE	PLL
レンジ 1	最大80 MHz	48 MHz レンジ	16 MHz	48 MHz	80 MHz 最大VCO = 344 MHz
レンジ 2	最大26 MHz	24 MHz レンジ	16 MHz	26 MHz	26 MHz 最大VCO = 128 MHz
Low-power run	最大2 MHz	2 MHz レンジ	許される	分周つきで 許される	禁止

Run と Low-power run モード

14

- それぞれのペリフェラルクロックはON/OFFの設定可能
 - リセット後、FLASHクロックを除き、全てのペリフェラルのクロックはOFF
 - Runモードのとき、SRAM1とSRAM2のクロックは常にON
- SRAM1、SRAM2から実行している時 (Run または Low-power run):
 - Flash はパワーダウンモードにできる
 - Flash クロックはOFFにできる
 - 割り込みベクタテーブルは必ずSRAMにリマップする！

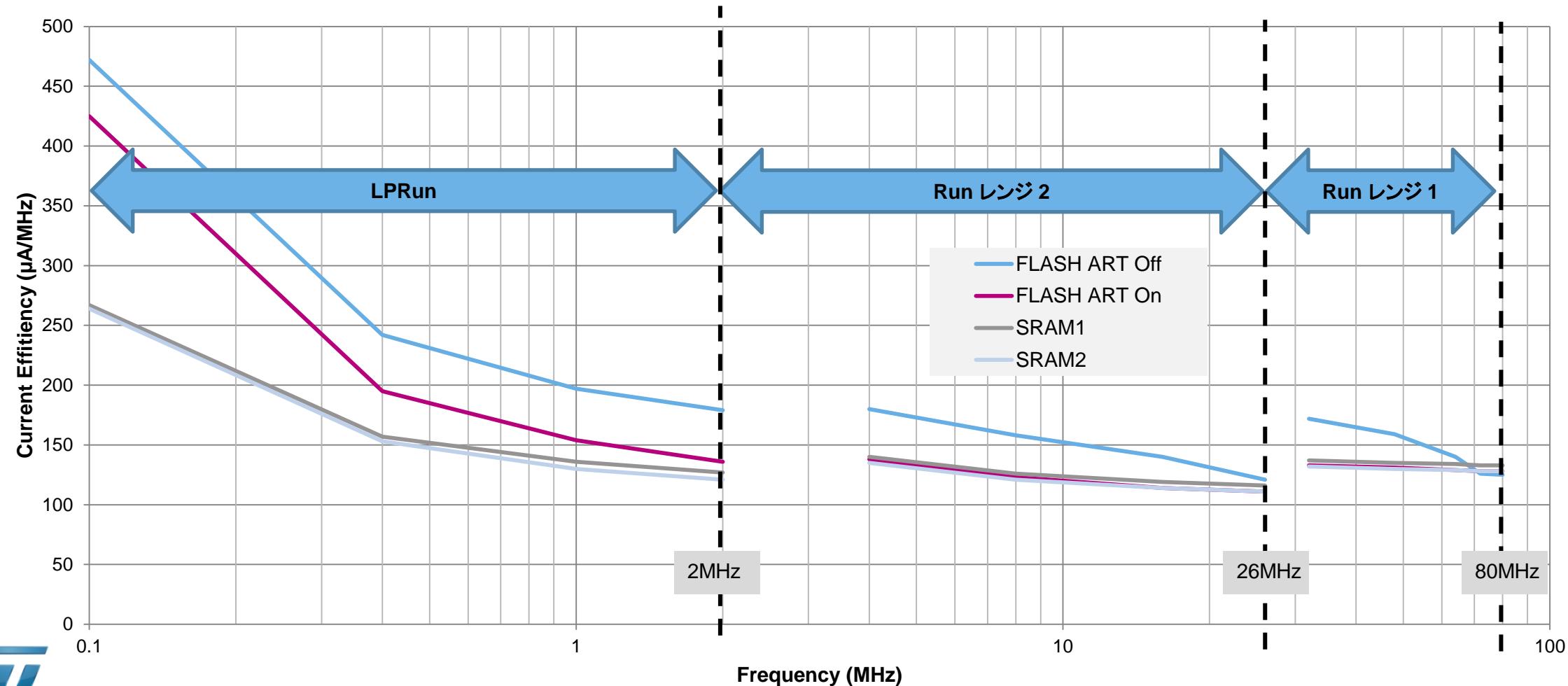
RunとLow-power runモード

15

- Run モードでの消費電力はいくつかのパラメータに依存する:
 - 実行バイナリコード(プログラム自体+コンパイラの影響)
 - メモリ内のプログラムの位置(実行コードのアドレスに依存)
 - デバイスのソフトウェア設定(アプリケーション依存)
 - I/Oピン負荷およびスイッチング頻度
 - 温度
 - FlashからかSRAMからの実行
 - Flashからの実行時: ART アクセラレータの設定(キャッシュ, プリフェッチ)
=> エネルギー効率は ART ONがいい
 - SRAMからの実行時: SRAM1 または SRAM2
=> エネルギー効率はSRAM2がいい

Run の消費電力は低い周波数におとすと最適化できる

Small Flash の動的消費電力: FWが限られたキャッシングを使用する場合に利点



Sleep と Low-power sleep モード

17

全てのペリフェラルは利用可能そしてwakeup時間は最速

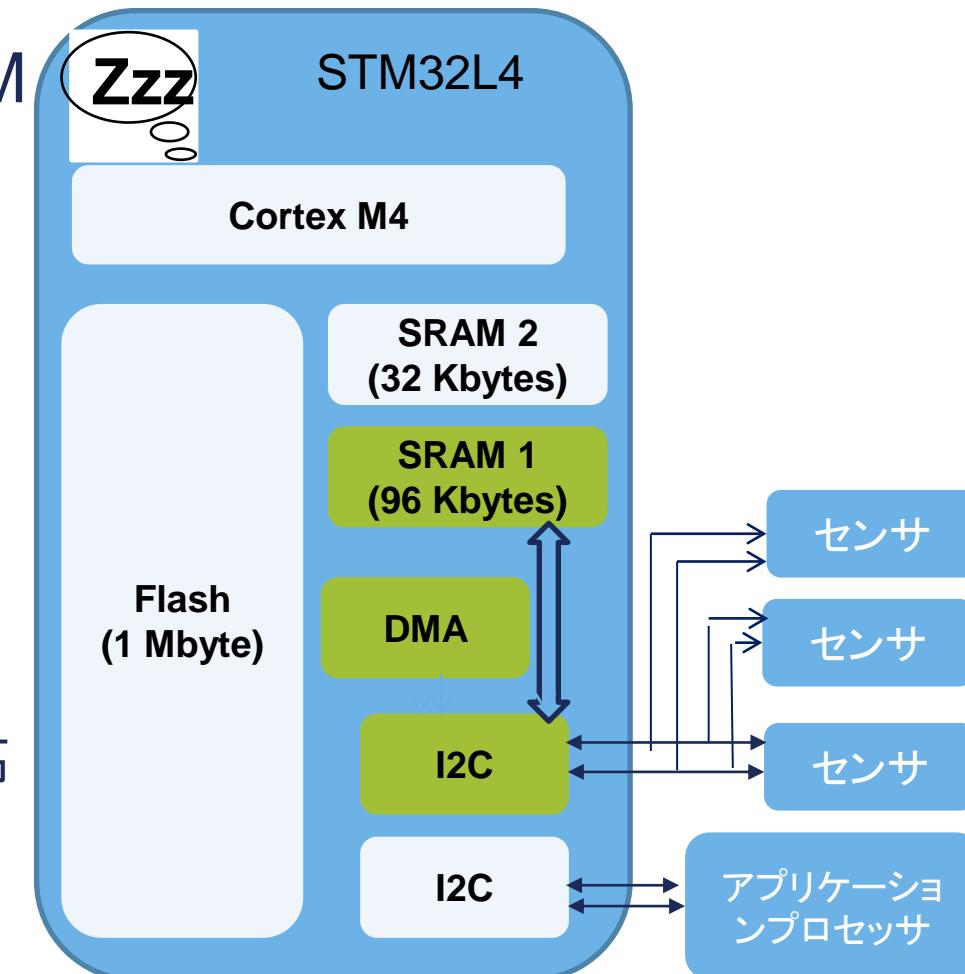
- コアは停止。各ペリフェラルクロックはON/OFFできる。
- **WFI** (Wait For Interrupt) または **WFE** (Wait For Event)の実行によりこのモードになる
- このモードになるのに2つのメカニズムがある:
 - **Sleep Now**: MCUは、WFI/WFE命令が実行されると、すぐにSleepモードに入る
 - **Sleep on Exit**: 最も低い優先度のISRを出るときに、MCUはすぐにSleepモードに入る
 - スタックは、スリープモードに入る前に、ポップされない。それは次の割り込みが発生したときに、実行時間を節約するためにプッシュしないことでつじつまを合わせる。
 - 制御はCortex-M4の **System Control Register [SLEEPONEXIT]**で行う

バッチ アクイジション(取得)モード (BAM)

18

通信するペリフェラルとの間でデータを転送するモードを最適化し、
その間、デバイスをLow-powerモードにする

- 必要なものは、通信ペリフェラル、DMA、SRAMのみ。これらはSleepモードでクロックが有効
- Flashメモリは、パワーダウンモードにされ、Flashクロックは、Sleepモード時にOFF
- Sleep または Low-power sleep モードのどちらかになる
 - 注意: I2Cクロックは、Low-power sleepモードで1MHzの高速モードプラスのサポートするため、16MHzを使える。
 - U(S)ART/ LPUARTクロックもHSIが使える。



GPIO
DMA
FSMC
QUADSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPPI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

Sleep モード: レンジ 1

Ex: Flash メモリ ON

Zzz

Cortex M4

Flash
メモリ
(1 Mbyte)

SRAM 1
(96 Kbytes)

SRAM 2
(32 Kbytes)

メインレギュレータ (MR)

レンジ 1 (最大 80 MHz)

レンジ 2 (最大 26 MHz)

Low Power
レギュレータ (LPR)
最大 2 MHz

レンジ 1
37 μ A/MHz @ 80 MHz
(2.96 mA)

レンジ 2
35 μ A/MHz @ 26 MHz
(0.92 mA)

有効な
クロック

HSI

HSE

LSI

LSE

MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なクロック
ペリフェラル

GPIO
DMA
FSMC
QUADSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPPI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

Low-power sleep モード

Ex: Flash メモリ OFF

Zzz

Cortex M4

Flash
メモリ
(1 Mbyte)

SRAM 1
(96 Kbytes)

SRAM 2
(32 Kbytes)

メインレギュレータ (MR)

レンジ 1 (最大 80 MHz)

レンジ 2 (最大 26 MHz)

Low Power
レギュレータ (LPR)
最大 2 MHz

Flash ON, SRAM OFF
48 μ A/MHz @ 2 MHz
(96 μ A)

Flash OFF, SRAM OFF
40.5 μ A/MHz @ 2 MHz
(81 μ A)

有効な
クロック

HSI
HSE
LSI
LSE
MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なクロック
ペリフェラル

Stop 1 と Stop 2 モード

21

全体を保持するモードで最も低消費電力なモード。4 μ s wakeup @ 48 MHz

- SRAM1, SRAM2 および全てのペリフェラルレジスタは保持される
- 全ての高速クロックは停止する
- LSE (32.768 kHz 外部発信子) and LSI (32 kHz 内部発信子) は有効にできる。
- いくつかのペリフェラルはアクティブにできて、またStopモードからのWakeupも可能
- Wakeup時のシステムクロックは **HSI** または **MSI** で最大48 MHz (4 μ s wakeup 時間)

 Stop 2 の消費電力のほうが低い、Stop 1 は少しサポートしてるペリフェラルが多い

life.augmented

21

有効なペリフェラル

GPIO
DMA
FSMC
QSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPMI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

I/Oはそのまま。かつ設定可能

Stop 1 モード

22

w/o RTC: 6.6 μ A @ 3.0 V
w/ RTC: 7.1 μ A @ 3.0 V

Wakeup 時間 @48 MHz:
SRAM起動: 4 μ s
Flash起動: 6 μ s

ZZZ

Cortex M4

メインレギュレータ (MR)

Flash
メモリ
(1 Mbyte)

SRAM 1
(96 Kbytes)

SRAM 2
(32 Kbytes)

Low Power
レギュレータ (LPR)

有効な
クロック

HSI

HSE

LSI

LSE

MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なセル

NRST

BOR

PVD

PVM

RTC + Tamper

LCD

USB OTG

USART

LP UART

I2C 1 / I2C 2

I2C 3

SWPMI

COMP

LPTIM 1

LPTIM 2

IWDG

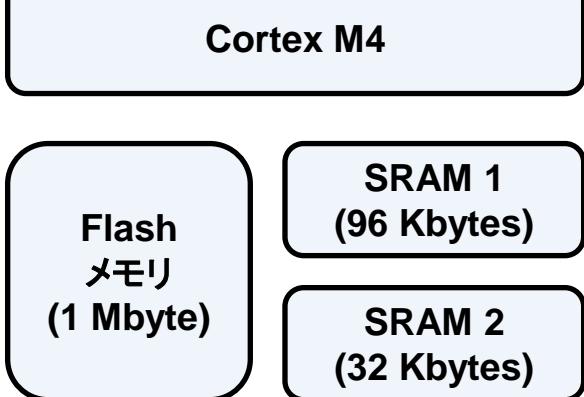
GPIOs

GPIO
DMA
FSMC
QSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPPI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

I/Oはそのまま。かつ設定可能

w/o RTC: 1.2 μ A @ 3.0 V
 w/ RTC: 1.7 μ A @ 3.0 V

ZZZ



有効なクロック

HSI
HSE
LSI
LSE
MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なセル

Stop 2 モード

Wakeup 時間 @ 48 MHz:
 SRAM起動: 5 μ s
 Flash 起動: 8 μ s

メインレギュレータ (MR)

Low Power
レギュレータ (LPR)

バックアップドメイン
バックアップレジスタ
(32x32-bits)

RTC

Wake-up
イベント

NRST
BOR
PVD
PVM
RTC + Tamper
LCD

LP UART

I2C 3

COMP
LPTIM 1

IWDG
GPIOs

Stop 1 と Stop 2 の比較

24

	Stop 1 モード	Stop 2 モード
消費電力	25 °C, 3 V 6.6 µA w/o RTC	25 °C, 3 V 1.2 µA w/o RTC
Wakeup 時間 @ 48 MHz	Flash起動: 6 µs SRAM起動: 4 µs	Flash起動: 8 µs SRAM起動: 5 µs
Wakeup クロック	MSI 最大 48 MHz または HSI @ 16 MHz	
レギュレータ	メインレギュレータ (+100 µA, 1 µs wakeup time) または Low power レギュレータ	Low power レギュレータ
Peripherals	LCD, RTC, I/O, BOR, PVD, PVM, COMP, IWDG USB (suspend, 握入検出) 2 LP TIMER 1 LP UART (スタート、アドレスマッチ、バイト受信) 5 UARTx (スタート、アドレスマッチ、バイト受信) 3 I2C (アドレスマッチ) SWPMI (suspendからのresume)	1 LP TIMER (LPTIM1) 1 LP UART (スタート、アドレスマッチ、バイト受信) 1 I2C (I2C3) (アドレスマッチ)

最小の電力モード。SRAM2の保持とVBATへのスイッチとI/O制御

- デフォルト: SRAMやレジスタの保持は無し(パワーダウンでの電圧レギュレータ)。128バイトのバッカアップレジスタは常に保持。
- 32 KのSRAM2は保持可能
- 超低消費電力 BOR は常に ON: VDDスロープにかかわらず安全なリセット
- pull-up または pull-down または無しをそれぞれの I/O に設定可能
PWR_CR3レジスタにAPCがセットされているとき、PWR_PUCRx / PWR_PDCRx registers (x = A,B,...H)が適応
=>外部コンポーネント入力状態を制御することができる
- 5つのwakeupピン: それぞれの5つのwakeupピンについて極性を設定可能
- Wakeup クロックは MSI で1 から 8 MHzで設定可能

GPIO
DMA
FSMC
QSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPMI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

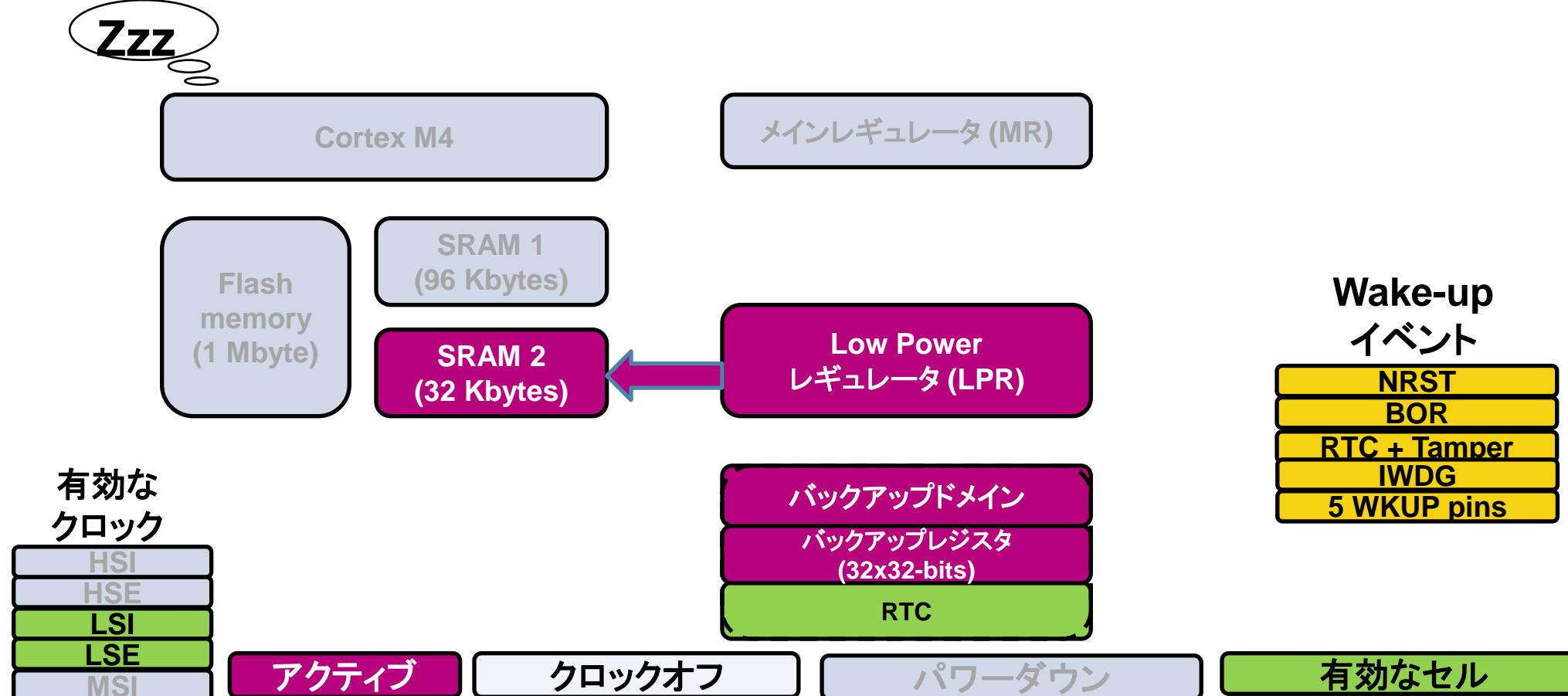
I/Oは設定可能
pull-upありなし
pull-downありなし

Standby モード SRAM2保持

RTCなし: 390 nA @ 3.0 V
RTCあり: 890 nA @ 3.0 V

Wakeup 時間 @ 8 MHz:
Flash 起動: 14 μ s

ZZZ



GPIO
DMA
FSMC
QSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPPI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

I/Oは設定可能
pull-upありなし
pull-downありなし

Standby モード

27

RTCなし: 150 nA @ 3.0 V
RTCあり: 650 nA @ 3.0 V

Wakeup 時間 @ 8 MHz:
Flash 起動: 14 μ s

Zzz

Cortex M4

メインレギュレータ (MR)

Flash
メモリ
(1 Mbyte)

SRAM 1
(96 Kbytes)

SRAM 2
(32 Kbytes)

Low Power
レギュレータ (LPR)

有効な
クロック

HSI

HSE

LSI

LSE

MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なセル

Wake-up
イベント

NRST
BOR
RTC + Tamper
IWDG
5 WKUP pins

バックアップドメイン
バックアップレジスタ
(32x32-bits)

RTC

最小のパワーモード: 30 nA !!

- Standby に似ているが
 - NO パワーモニタリング: BOR無し, VBATへのスイッチ無し
 - NO LSI, IWDG無し
 - BOR reset がShutdownモードから抜けるときに発生
 - ⇒ バックアップドメインを除く全てのレジスタがリセット
 - ⇒ PADにリセット信号生成
- 128バイトの バックアップレジスタ
- Wakeup ソース: 5つの **wakeup** ピン, RTC
- Wakeup クロックは MSI 4 MHz.

Shutdown モード

29

有効な ペリフェラル

GPIO	I/Oは設定可能
DMA	pull-upありなし
FSMC	pull-downありなし
QSPI	しかしShutdownから抜けたときはFloating
BOR	
PVD, PVM	
LCD	
USB OTG	
USART	
LP UART	
I2C 1 / I2C 2	
I2C 3	
SPI	
CAN	
SDMMC	
SWPPI	
SAI	
DFSDM	
ADC	
DAC	
OPAMP	
COMP	
Temp Sensor	
Timers	
LPTIM 1	
LPTIM 2	
IWDG	
WWDG	
Systick Timer	
Touch Sens	
RNG	
AES	
CRC	

ZZZ

RTC無し: 60 nA @ 3.0 V
RTCあり: 550 nA @ 3.0 V

Wakeup 時間 @ 4 MHz:
Flash 起動: 250 μs

Cortex M4

メインレギュレータ (MR)

Flash
メモリ
(1 Mbyte)

SRAM 1
(96 Kbytes)

SRAM 2
(32 Kbytes)

Low Power
レギュレータ (LPR)

Wake-up
イベント

NRST

RTC + Tamper

5 WKUP pins

有効な
クロック

HSI

HSE

LSI

LSE

MSI

アクティブ

クロックオフ

パワーダウン

有効なセル

バックアップドメイン
バックアップレジスタ
(32x32-bits)

RTC

低消費電力モード一覧

30

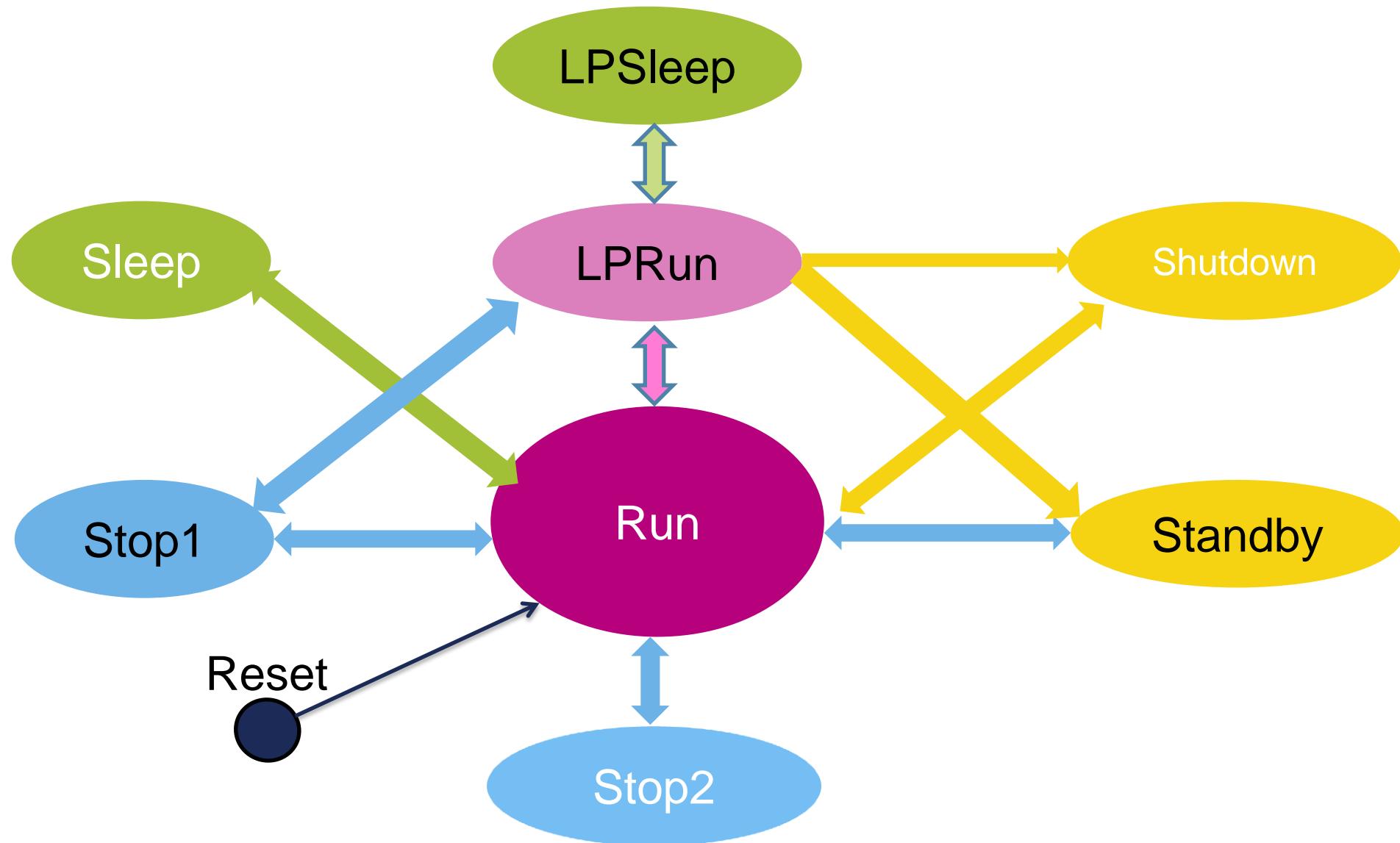
モード	レギュレータ	CPU	Flash	SRAM	クロック	ペリフェラル	消費電力 @ 1.8V	Wakeup 時間
Run	R1	Yes	ON ⁽¹⁾	ON	何でも	すべて	127 μ A/MHz	N/A
	R2					OTG, RNG以外	111 μ A/MHz	
LPRun	LPR	Yes	ON ⁽¹⁾	ON	PLL以外 何でも	OTG, RNG以外	136 μ A/MHz	
Sleep	R1	No	ON ⁽¹⁾	ON ⁽²⁾	何でも	すべて 全てのIT または event	37 μ A/MHz	6 サイクル
	R2						35 μ A/MHz	
LPSleep	LPR	No	ON ⁽¹⁾	ON ⁽²⁾	PLL以外 何でも	OTG, RNG以外 全てのIT または event	40 μ A/MHz	6 サイクル
Stop 1	LPR (or MR)	No	OFF	ON	LSE/LSI	Reset ピン, 全てのI/O BOR,PVD,PVM,RTC,LCD,IWDG, COMPx,DACx,OPAMPx,USARTx, LPUART,I2Cx,LPTIMx,OTG_FS,SWPMI	6.6 μ A RTCなし 6.9 μ A RTCあり	4 μ A RAM 6 μ A Flash メモリ
Stop 2	LPR	No	OFF	ON	LSE/LSI	Reset ピン, 全てのI/O BOR,PVD,PVM,RTC,LCD,IWDG, COMPx,LPUART,I2C3,LPTIM1	1.1 μ A RTCなし 1.4 μ A RTCあり	5 μ A RAM 7 μ A Flash メモリ
Standby	LPR	DOWN	OFF	SRAM2 ON	LSE/LSI	Reset ピン, 5つのWKUPx ピン BOR, RTC, IWDG	+ 235 nA	14 μ s
	OFF			DOWN			115 nA RTCなし 415 nA RTCあり	
Shutdown	OFF	DOWN	OFF	DOWN	LSE	Reset ピン, 5つのWKUPx ピン RTC	30 nA RTCなし 330 nA RTCあり	250 μ s



- パワーダウン、クロックOFF可能
- SRAM1 と SRAM2 それぞれクロックOFF可能

Low-power モード遷移図

31



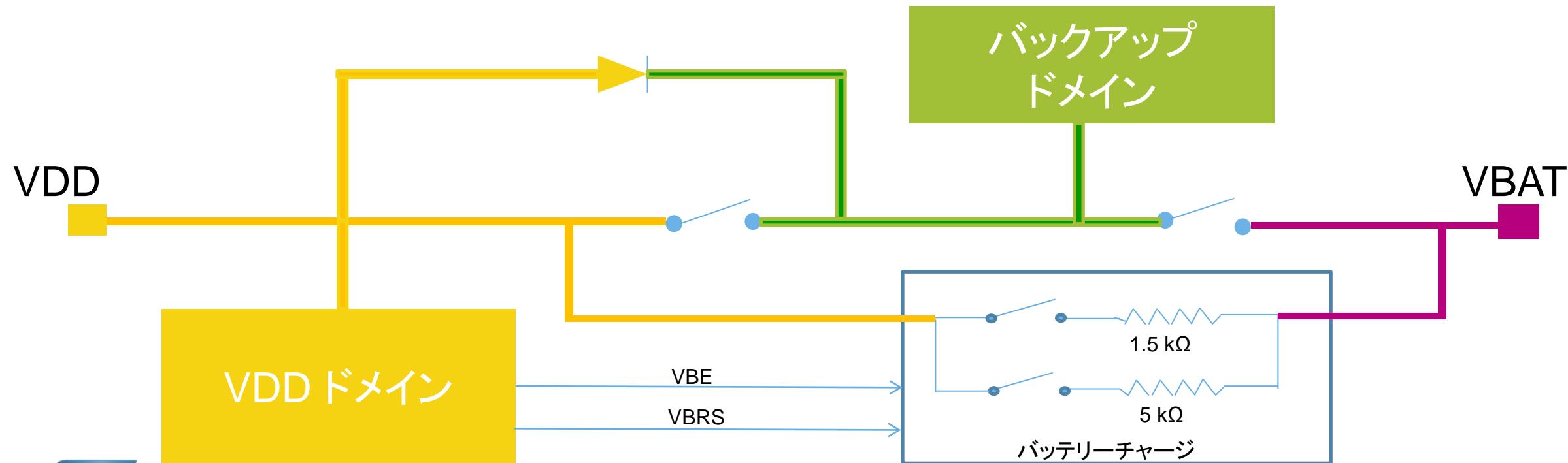
VDDの損失の場合に、RTCは継続して実行しバックアップレジスタは保存

- バックアップドメインは以下を含む:
 - LSE 32.768 kHz でクロックされるRTC、3つの **tamper** ピンを含む
 - 128 バイトのバックアップレジスタ
 - RCC_BDCR レジスタ
- VDDがパワーダウンまたはパワーオンしたときに、自動的にVBATとVDDを内部でスイッチする
- 電圧モニタリング(VBAT/3)のための、ADCへの内部接続
- VBAT 充電機能

VBAT バックアップドメイン

33

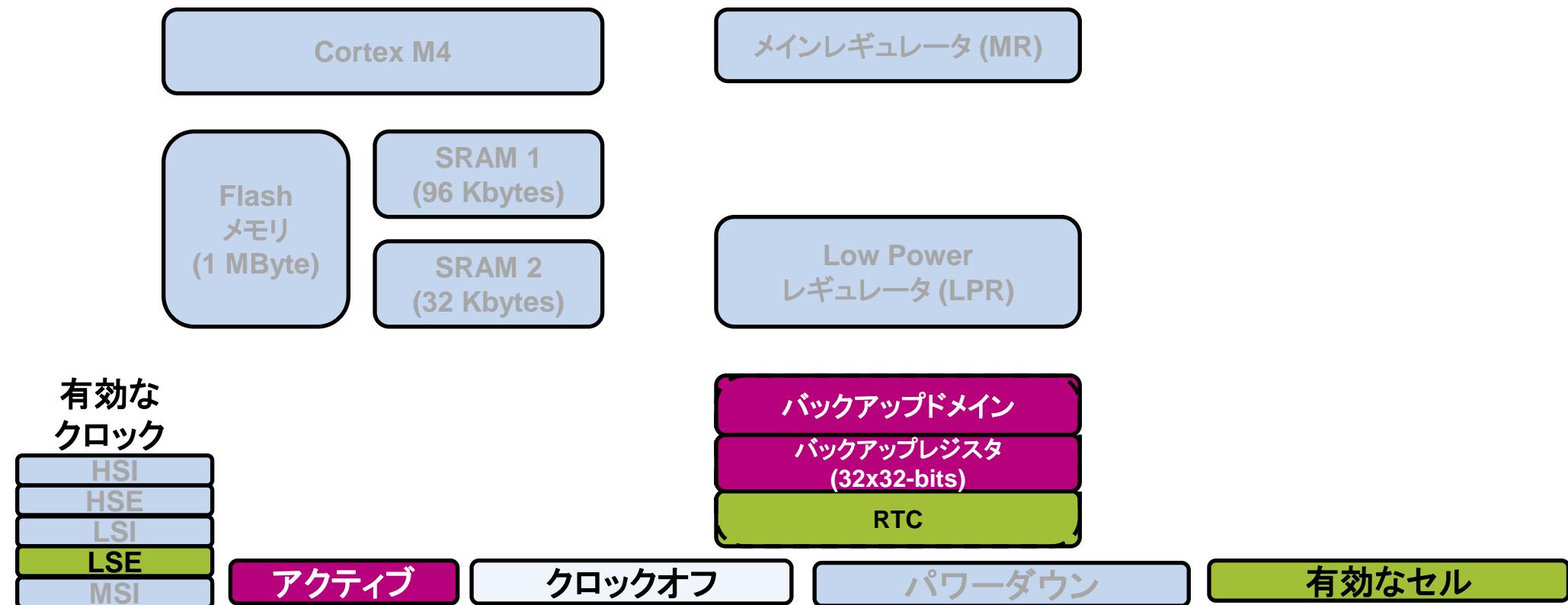
- VBAT 充電機能: VDDが存在する場合に、内部抵抗を介してVBATのスーパー キャパシタンスを充電することができる



GPIO
DMA
FSMC
QSPI
BOR
PVD, PVM
LCD
USB OTG
USART
LP UART
I2C 1 / I2C 2
I2C 3
SPI
CAN
SDMMC
SWPPI
SAI
DFSDM
ADC
DAC
OPAMP
COMP
Temp Sensor
Timers
LPTIM 1
LPTIM 2
IWDG
WWDG
Systick Timer
Touch Sens
RNG
AES
CRC

VBAT モード

RTC無し: 6.2 nA @ 3.0 V
RTCあり: 494 nA @ 3.0 V



- フラッシュオプションバイトの3つのオプションビットでは、low powerモードの禁止を設定することができる:
 - nRST_SHDWN: クリアのとき、シャットダウンモードに入ると、リセットが生成される
 - nRST_STDBY: クリアのとき、スタンバイモードに入ると、リセットが生成される
 - nRST_STOP: クリアのとき、ストップ1またはストップ2モードに入ると、リセットが生成される

- DBGMCU_CR レジスタの3ビットの設定で Sleep, Stop, Standby, Shutdown モード中のデバッグが可能になる:
 - DBG_STANDBY:セットのとき、デジタル部は、スタンバイおよびシャットダウンモードでは電源 OFFにならず、HCLKとFCLKは内部RCが提供してオンのまま。また、スタンバイ/シャットダウン時にMCUはシステムリセットされている。
 - DBG_STOP:セットのとき、Stop 1とStop 2のモードでHCLKとFCLKは内部RCが提供してオンのまま。
 - DBG_SLEEP:セットのとき、SleepとLow power sleepモードでHCLKとFCLKはオンのまま。
- これらのビットが設定されると、デバッガとの接続は、低電力モード中でも維持される。ウェイクアップ後、デバッグは可能。

- 電力モードとその依存関係の詳細については、ペリフェラルのトレーニングの次のリストを参照のこと：

- Reset and clock control (RCC)
- Interrupts (NVIC-EXTI)
- Digital-to-analog converter (DAC)
- Comparator (COMP)
- Liquid crystal display controller (LCD)
- Low-power timer (LPTIM)
- Independent watchdog (IWDG)
- Real-time clock (RTC)
- Inter-integrated circuit (I2C) interface
- Universal synchronous asynchronous receiver transmitter (USART)
- Low-power universal asynchronous receiver transmitter (LPUART)
- Single Wire Protocol Master Interface (SWPPI)
- USB On-The-Go Full-Speed (OTG_FS)

- 詳細については、以下を参照のこと。
 - AN4621: STM32L4xx ultra-low-power features overview