

ホワイトペーパー

ローエンドマイコンに求められるもの

～IoT時代の要求に応える RL78/G23 マイコン～

大津 智彦、IoT プロダクトマーケティング第三部、IoT プラットフォーム事業部、IoT・インフラ事業本部、ルネサス エレクトロニクス株式会社

漆間 耕治、汎用 MCU プロダクトマーケティング部、汎用 MCU 事業部、IoT・インフラ事業本部、ルネサス エレクトロニクス株式会社

2021 年 4 月

概要

2021 年 4 月に市場デビューした RL78/G23 マイコンは、時代のニーズを反映し、従来の RL78 マイコンから更なる進化を果たしました。それは言い換えれば、IoT 時代のローエンドマイコンに求められる低消費電力、インテリジェントな機能、開発の容易性など、幅広い要求への対応です。このホワイトペーパーでは、RL78/G23 マイコンが如何にしてそれらの要求を満たしたかについて説明します。

はじめに

所謂ローエンドマイコンと呼ばれる 8/16 ビットマイコンは、家電や IoT 機器のエンドポイント向けなど、今後も安定して一定の市場規模が見込まれています。ルネサスのローエンドマイコン、RL78 ファミリはその低消費電力性能や豊富なラインナップなどで好評をいただき、これまで多くの機器に採用されてきていますが、本格的な IoT 時代を見据え、それに対応したニーズを取り込んださらなる進化を遂げました。RL78/G23 は低消費電力性能のさらなる追求と、高性能化・インテリジェント化の両立を実現した新世代の RL78 ファミリマイコンです。

IoT 時代の要求に応える RL78/G23 マイコンの特長

あらゆる機器がネットワークでつながる IoT 時代においては、エンドポイント機器に搭載される部品に対し、小型・軽量電池での長時間使用のための低消費電力性能や、ファームウェアの無線によるアップデートを安心して行えるセキュリティの強化などが、これまで以上に求められています。また CPU 負荷を減らすためのソ

ソフトウェアの効率化や、コロナ禍の状況にある現在では非接触制御のヒューマンマシンインタフェースなどの要求もあります。さらに早期市場投入のための開発期間の短縮も重要な課題です。RL78/G23 マイコンは、これらのニーズを反映し、従来の RL78 から更なる進化を果たしています。低消費電力性能、インテリジェントな機能、開発容易性を強化し、ユーザが抱える問題を解決しました。以下に示した特長のそれぞれについて、順に説明します。

- **IoT 機器のバッテリーによる長時間使用に貢献する低消費電力性能**
 - 新規開発プロセスの採用による低消費電力化
 - 高速起動による CPU 動作の無駄の排除
 - SNOOZE モード・シーケンサによる CPU 動作時間の削減

- **データ保護や効率的な動作を実現するインテリジェントな機能**
 - セキュリティ機能の強化
 - CPU を介さず、演算、判定、周辺機能の制御が可能な SNOOZE モード・シーケンサの搭載
 - ソフトウェア／ハードウェアのフィールドでのアップデートをサポート
 - イベントとロジック(AND、OR、EX-OR、D フリップフロップなど)をリンクすることが可能なロジック&イベント・リンク・コントローラ

- **開発期間を短縮する進化した開発環境**
 - スマート・コンフィギュレータによる簡単開発、ソフトウェアの初期設定だけでなく、ドライバやミドルウェア、ライブラリなども GUI で設定可能
 - マニュアルフリーを目指したツールインタフェース
 - Arduino ライブラリを使用可能

- **スムーズな移行を実現する互換性、周辺機器内蔵によるシステム BOM コスト削減**
 - 従来の RL78 との互換性の確保(ピン配置、パッケージ、CPU コア、周辺機能)
 - システム BOM コスト削減(周辺機能の内蔵)
 - ・出力電流制御ポート
 - ・40mA 出力ポート
 - ・静電容量式タッチセンサ

IoT 機器のバッテリーによる長時間使用に貢献する低消費電力性能

新規開発プロセスの採用による低消費電力化

RL78/G23 マイコンは、従来の RL78 マイコンから半導体プロセスの変更を行いました。これにより、RL78/G13 マイコンと比較して、動作(Run)モード時で約 30%の消費電流削減を実現しています。

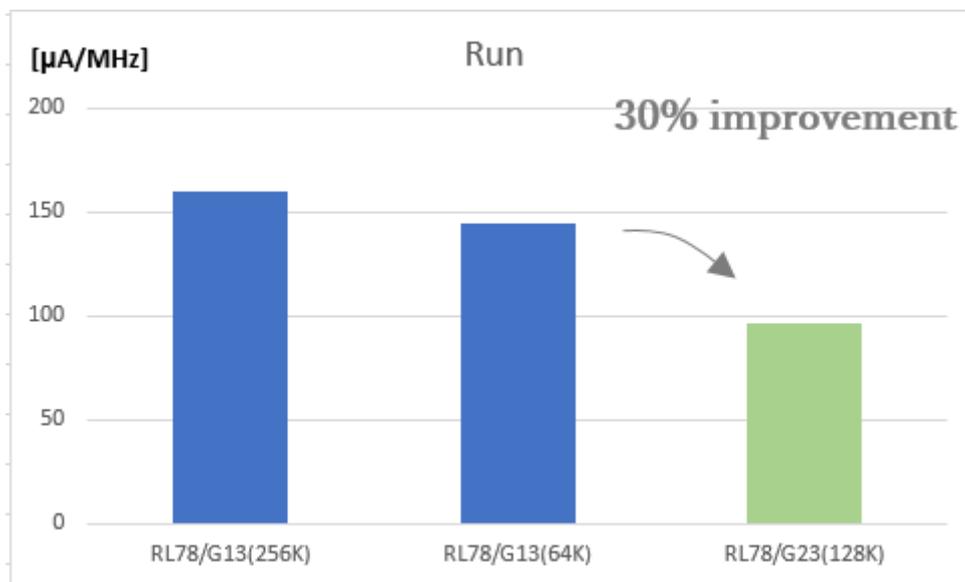


図 1: 半導体プロセス変更による低消費電力化

高速起動による CPU 動作の無駄の排除

RL78/G23 マイコンは、オンチップ・クロック動作時のスタンバイ状態からのウェイクアップ動作を RL78/G13 から改良しました。これにより、高速・オンチップ・オシレータを使用の場合、スタンバイ(STOP モード)からのウェイクアップ時間は、RL78/G13 マイコンの 18~65 μs に対し、1 μs に短縮されました。この時間短縮により動作遅延が少なくなるだけでなく、スタンバイ状態と動作(Run)モードを繰り返す間欠動作のアプリケーションでは、スタンバイ状態で待機できる時間が多くなり、トータルでの消費電力を減らすことができます。

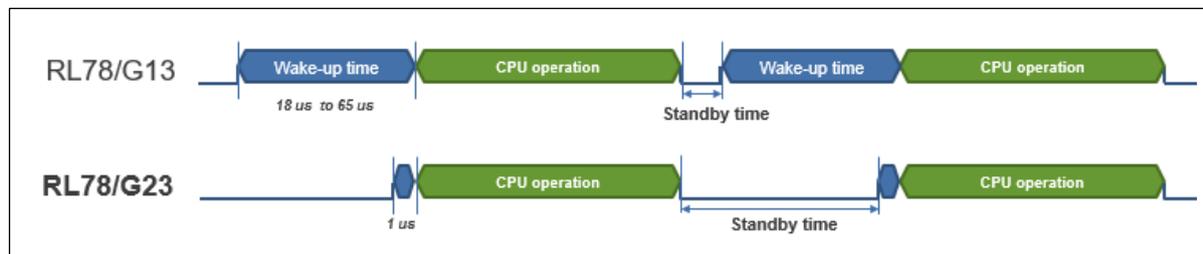


図 2: ウェイクアップ時間短縮による低消費電力化

また、新たに追加したインテリジェント機能の一つである SNOOZE モード・シーケンサは、さらなる低消費電力動作を実現します。これについては次のインテリジェントな機能の項で紹介します。

データ保護や効率的な動作を実現するインテリジェントな機能

セキュリティ機能の強化

RL78/G23 マイコンのユースケースとして、他の IC を介してのネットワークへの接続、メインコントローラとの接続、またセンサコントロールデバイスとの接続などが想定されます。これらの接続を安全に行うためには、不正アクセスによるデータ漏洩などを防ぐセキュリティが必要です。

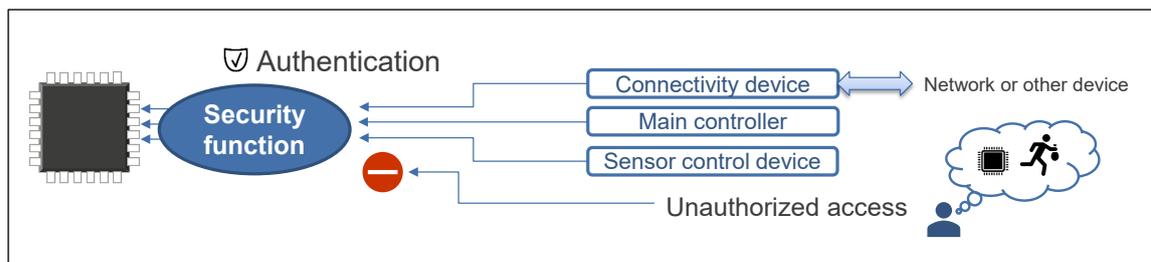


図 3: セキュリティが必要な使用例

RL78/G23 マイコンには、セキュアなシステムを実現する真性乱数発生器 (True Random Number Generator)、デバイス毎に異なる、書き換え不可能なユニーク ID、そして、お客様が独自に設定できるカスタマ ID 機能 (任意の値を書き換え不可領域に保持) があります。ユニーク ID は、乱数のシード、販売後の製品トレース等に使用できます。カスタマ ID は、暗号の鍵、製品の真正性の判断等に利用できます。これらはセキュリティ認証に役立ちます。

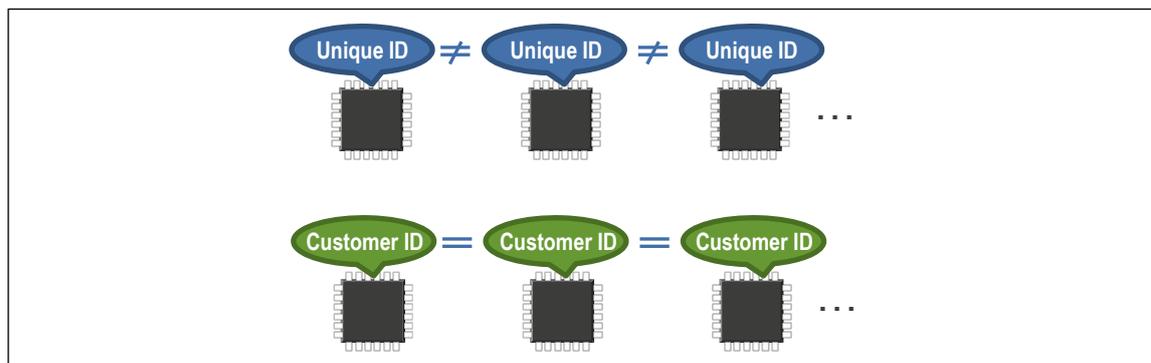


図 4: ユニーク ID とカスタマ ID

また、RL78/G23 マイコンには、通信データの暗号化のための AES ソフトウェアライブラリを用意しています。AES ソフトウェアライブラリは、RL78 ファミリの MCU のアセンブラコードに適合するように最適化されており、AES に準拠した効率的な暗号化と復号化を実現します。これは、スマートメーターの分野で使用されている AES-GCM 標準もサポートしています。暗号化のソフトウェアライブラリを利用することで、セキュアブート、セキュアアップデートにも対応できます。

SNOOZE モード・シーケンサの搭載

従来の RL78 マイコンの SNOOZE モードは、AD 変換やシリアル受信の機能に限定されていました。

RL78/G23 では、新たに搭載された SNOOZE モード・シーケンサによって、シーケンサ動作中は、CPU を使用せずに、処理の実行やあらゆるペリフェラルにアクセスすることが可能になりました。結果として CPU を使用しない時間が増える分、消費電力の削減が可能になっています。SNOOZE モード・シーケンサが CPU 停止中に実行することのできる演算、判定、周辺機能の制御を以下に示します。

- 21 種類の処理から合計で 32 個の処理を選択して順次に実行可能
- CPU がスタンバイ状態でも実行可能
- スタンバイ状態にある CPU のウェイクアップが可能
- データ・トランスファ・コントローラ(DTC)を直接起動可能
- RAM、各周辺機能の SFR にアクセス可能
- 16 ビットの加算処理、減算処理が可能
- 分岐処理が可能
- ウェイト処理中のクロックを低速オンチップ・オシレータに自動的に切り替えることで長期間のウェイトが可能

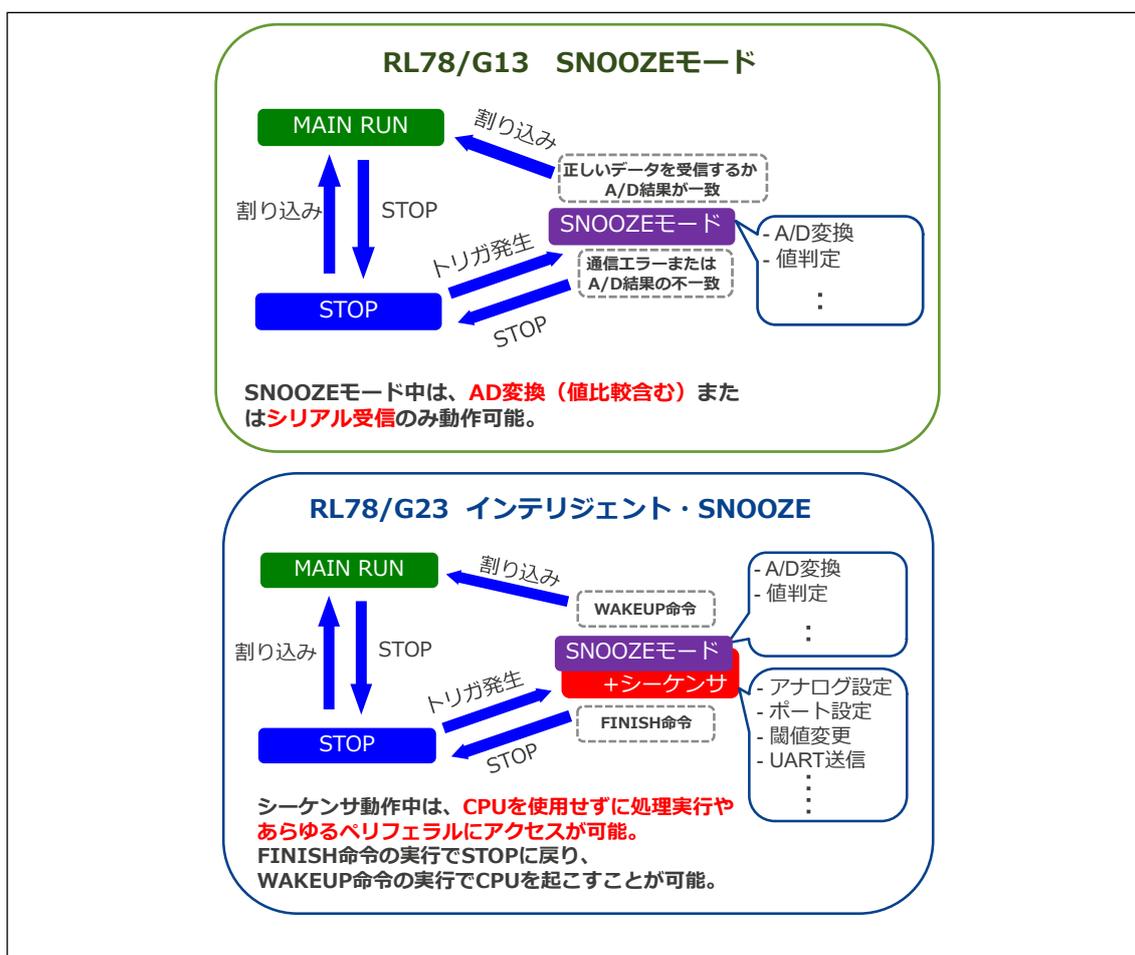


図 5: RL78/G13 マイコンと RL78/G23 マイコンの違い

前述の通り、演算、判定、周辺機能の制御を CPU を使用しないで実行できることにより、実アプリケーションでの低消費電力動作を実現できます。低消費電力動作の例を以下に示します。

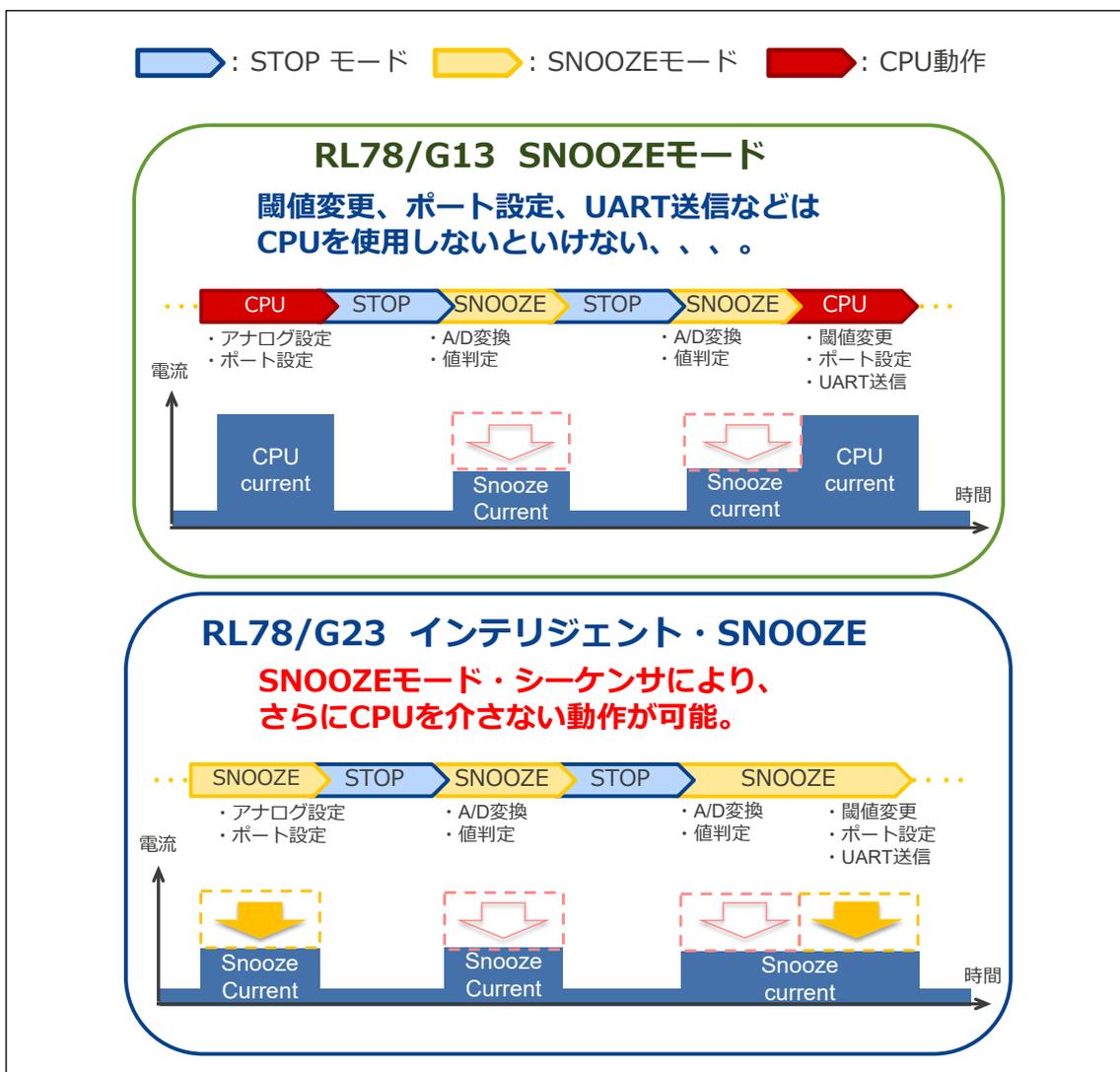


図 6: SNOOZE モード・シーケンサにより CPU を介さず低消費電力化

SNOOZE モード・シーケンサの応用例として、電源監視、ボタン長押し／短押し検出、複数 LED 点灯／消灯の制御、火災検知動作、移動平均計算に使用できるアプリケーションノートなどを用意しています。

ソフトウェア/ハードウェアのフィールドでのアップデートをサポート

RL78 マイコンのコード・フラッシュ・メモリのブート領域は、ブートクラスタ 0 領域とブートクラスタ 1 領域を持ち、スワップして使用できる機能があります。この機能を利用することで、セルフ・プログラミングにてブート領域の書き換え中に、電源の瞬断などにより書き換えが失敗しても、リブートができ、正常書き換え後にブートプログラムをスワップすることが可能です。RL78/G23 マイコンでは、RL78/G13 マイコンのブートクラスタのサイズを 4K バイトから 16K バイトに増やしました。サイズを大きくしたことにより、より多くの機能を持つプログラムをブートクラスタ領域に実装することができ、フィールドでのソフトウェアのアップデートがさらに容易にできるようになっています。

ロジック&イベント・リンク・コントローラ

また、RL78/G23 マイコンには、RL78/G14 に搭載されたイベント・リンク・コントローラの機能(CPU を介せずにイベントを周辺機能へダイレクトにリンクできる機能)に、さらにロジック機能を加えた、**ロジック&イベント・リンク・コントローラ**が実装されています。これにより、イベントとロジック(AND、OR、EX-OR、D フリップフロップなど)をリンクすることが可能になり、ロジックの組み込みに外部ロジックが不要となるため、CPU に負荷をかけずに各種機能への応用ができます。

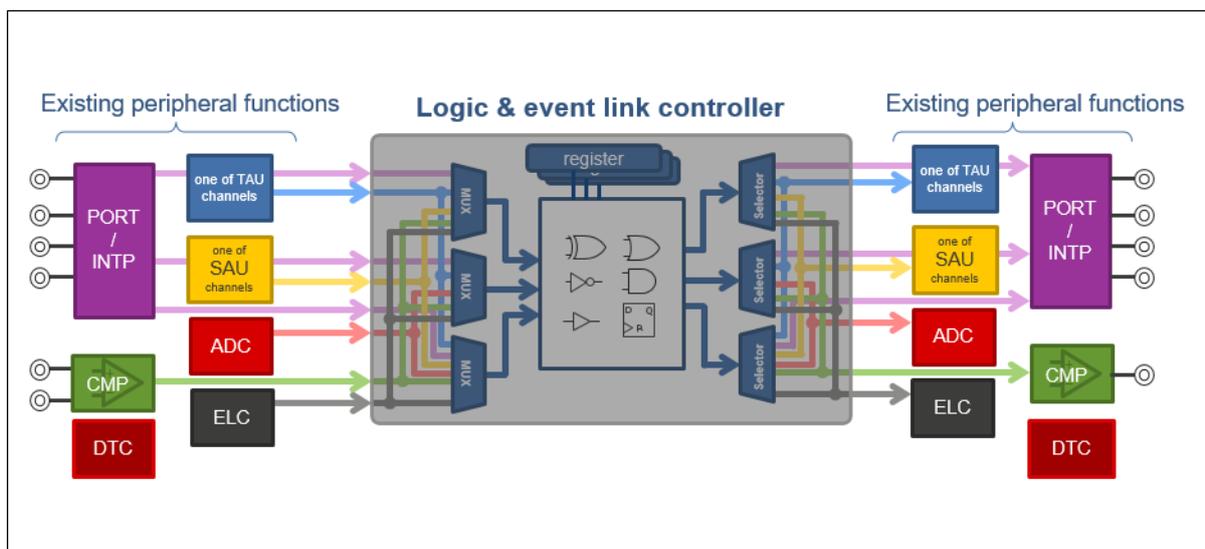


図 7: ロジック&イベント・リンク・コントローラの概要

ロジック&イベント・リンク・コントローラの簡単な使用例として、単純な信号のロジック切り替え、NRZ 信号から RZ 信号へエンコードする回路の増設、を下图に示します。タイマのタイミング調整、割り込みタイミングでのポートへの出力等の要望にも対応できます。

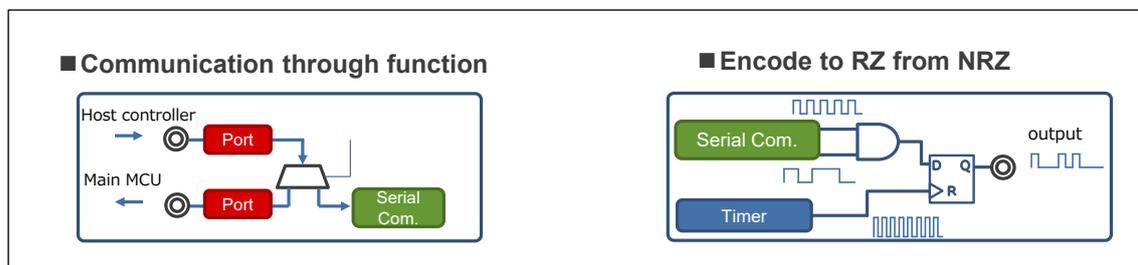


図 8: ロジック&イベント・リンク・コントローラの使用例

その他、ロジック&イベント・リンク・コントローラの応用例として、複数パラメータの監視、スレーブ選択端子(4線式SPI)の実現、チャタリング防止回路、エッジ検出の間引きに使用できるアプリケーションノートを用意しています。

開発期間を短縮する進化した開発環境

スマート・コンフィギュレータによる簡単開発

RL78/G23 マイコンでは、コード・コンフィギュレータを強化しました。スマート・コンフィギュレータは、マニュアルフリーを目指したツールインタフェースで、「ソフトウェアを自由に組み合わせられる」をコンセプトにしたユーティリティです。

ソフトウェアの初期設定だけでなく、周辺機能ドライバやタッチキーソフトウェア、セキュリティソフトウェアなどのミドルウェア、ライブラリを GUI で設定可能です。そして、マイコンの端子、クロック、割り込み、タイマがどのように使われるかを管理して、競合を調停する資源管理まで行います。これにより、スタートアップルーチンの構築を行い、ミドルウェア等のインポートを容易にすることができます。また、リファレンスボードを基にカスタマイズしたボード情報の出力も可能です。

SNOOZE モード・シーケンサ機能に関する設定では、起動トリガの選択や使用動作ブロックの組み合わせを GUI で行うことが可能です。動作をシーケンサ・コマンド(32 個)等のリソースを設定しながら確認、その後、アセンブリ言語を出力しプログラムに実装します。

ロジック&イベント・リンク・コントローラ機能に関しては、ルネサスが機能拡張ファイルをウェブ上で提供します。このファイルをダウンロードし、インポートすることにより、新しい周辺機能をマイコンに追加するためのソフトウェア設計を簡単化できます。

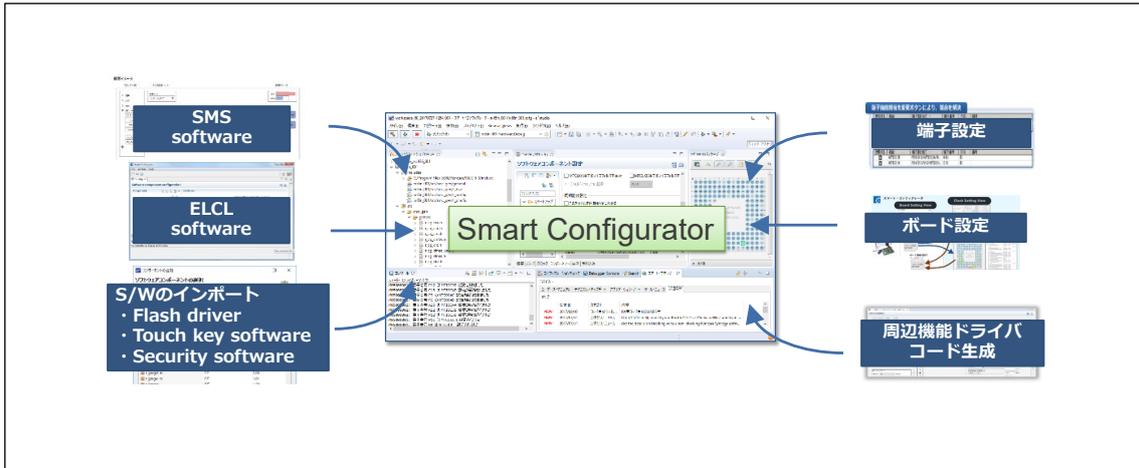


図 9: スマート・コンフィギュレータの概要

Arduino ライブラリを使用可能

この他、評価ボード RL78/G23 Fast Prototyping Board を使った開発を、より簡単に行っていただくことをコンセプトに Arduino ライブラリを用意しています。パソコン上で動作する IDE にて、Arduino 言語によってプログラムを作成、コンパイル、デバックし、そのプログラムを RL78/G23 Fast Prototyping Board に転送してプログラム動作を試すことができます。

スムーズな移行を実現する互換性、周辺機器内蔵によるシステム BOM

コスト削減

従来の RL78 との互換性の確保

現在 RL78 を使用いただいているユーザが容易に移行できるよう、RL78/G23 は従来の RL78 との互換性もできるだけ確保しています。CPU コアは RL78/G14 と同じものを搭載、ピン配置・パッケージなどについては RL78/G13 との互換性があります。また周辺機能 IP も新たに追加・改良された機能以外は、基本的に従来の RL78 を踏襲しています。

システム BOM コスト削減(周辺機能の内蔵)

RL78/G23 マイコンでは、システム BOM コスト削減に係りユーザから要望の多かった機能を新たに内蔵しました。

- 出力電流制御ポート

LED 点灯制御に必要な電流制限抵抗を減らしたいという要望に対しては、出力電流制御ポートを用意しました。出力電流制御ポートでは、ロウ・レベル出力電流を 2, 5, 10 および 15mA から選択することができます。これにより電流制限抵抗を削減できます。

- 40mA 出力ポート

また、これまで外部トランジスタが必要であった大電流を流す外部回路制御のために、40mA までドライブ可能な、40mA 出力ポートを追加しました。これにより外部トランジスタの削減ができます。

- 静電容量式タッチセンサ

さらにヒューマンマシンインタフェースとしてのタッチセンサ内蔵の要望に応え、静電容量式タッチセンサも内蔵しました。高感度でノイズに強いルネサス第 3 世代タッチキーIP を搭載、自己容量方式と相互容量方式に対応することで、水滴対策、マトリクス、近接センシングに対応可能です。

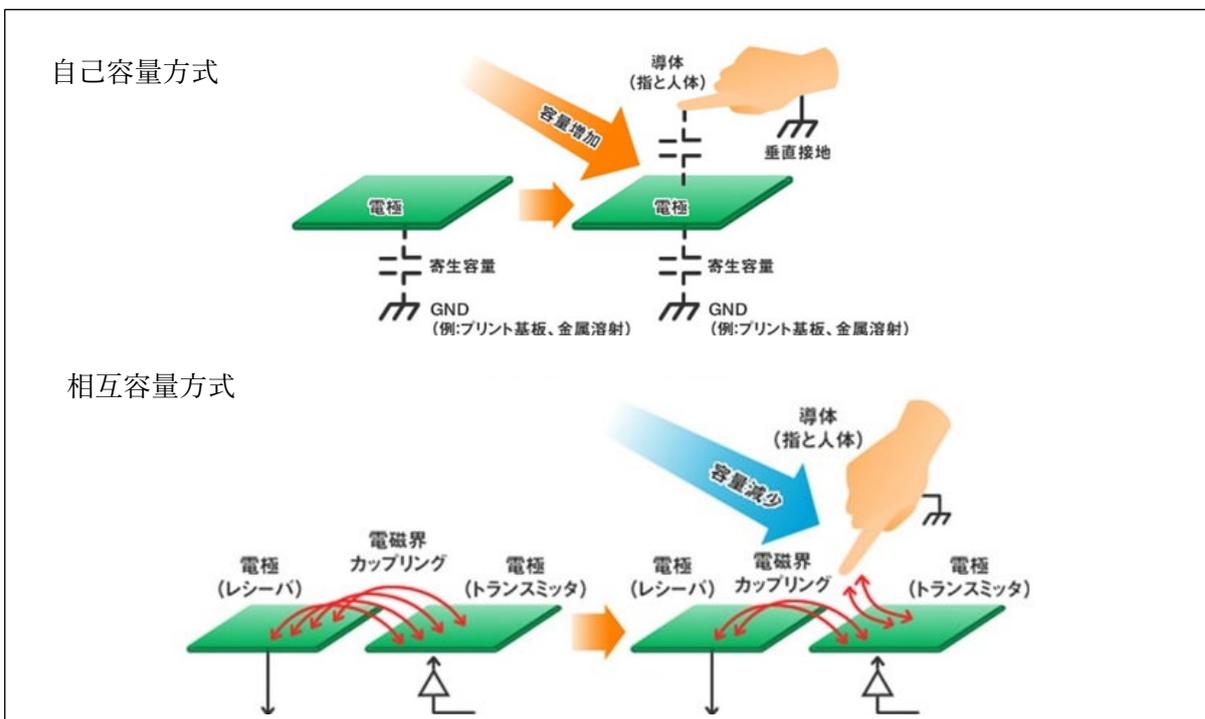


図 10: 自己容量方式と相互容量方式

静電容量式タッチの自己容量方式と相互容量方式にはそれぞれ特徴があります。用途にあわせて方式の選択ができます。

	自己容量方式	相互容量方式
レイアウト	容易	制限あり
水滴対策	強くない	強い
マトリクス	制限あり	可能
近接センシング	容易	自己容量方式より難

静電容量式タッチセンサを内蔵することのメリットを以下に示します。

- コスト削減: 電極(PCB のパターン)を用意するのみで対応可能
- 耐久性向上: 物理的な摩耗、疲労がないため耐久性が向上
- 粉塵・水滴の対策不要: 筐体内に電極があるため粉塵・水滴対策が容易
- 製品価値向上: 筐体表面を平らにすれば製品のメンテナンスが簡単
- デザイン性向上: LED と組み合わせることでタッチキーを隠すことが可能

静電容量式タッチセンサは、高級家電から始まり、普及レベルの家電やヘルスケア機器、そして、産業機器、住宅設備機器などにも利用が進んでいます。今後、更に様々な機器に搭載される見込みです。

タッチ機能の開発・調整などを容易にするため、静電容量式タッチセンサ対応開発支援ツール QE for Capacitive Touch を用意しています。このツールは、GUI で初心者でもタッチインタフェースの初期設定や感度のチューニングを簡単に自動で行え、静電容量式タッチセンサを使用した組み込みシステム開発の期間短縮が実現できます。

結論

RL78/G23 マイコンは、時代のニーズに基づく幅広い要求に対応し、かつ従来製品からの互換性も維持してスムーズに移行可能な RL78 ファミリの新ラインアップです。同一の CPU コア、周辺機能を採用しピン配置も互換性を保ちながら、メモリ、機能を拡張しました。

SNOOZE モード・シーケンサ、ロジック&イベント・リンク・コントローラなどの新機能を初め、大電流ポートや静電容量式タッチセンサなども追加、セキュリティ機能も強化しています。低消費電力と高性能化・インテリジェント化を両立した IoT 時代のマイコンです。

G23 RENESAS RL78/G23 MCU

30-pin to 128-pin, 96KB to 768KB

RL78/G13との比較

新機能 改善/拡張機能



図 11: RL78/G23 ブロック図

すぐに試すことができる評価ボードの RL78/G23 Fast Prototyping Board を用意しています。また、各機能を容易に使用するため、アプリケーションノートとミドルウェアを豊富に提供します。

詳細情報

1. [RL78/G23](#) グループ 16 ビットマイクロコントローラ
2. [RL78/G23-64p Fast Prototyping Board](#) 追加のハードウェアツールなしで試作開発をすぐに開始できる評価ボード
3. [スマート・コンフィグレータ](#) ルネサス製ドライバの組み込みを容易にするユーティリティ

© 2021 ルネサスエレクトロニクスまたはその関連会社 (Renesas) 無断複写・転載を禁じます。全著作権所有。すべての商標および商品名は、それぞれの所有者のもので、ルネサスは、本書に記載されている情報は提供された時点では正確であると考えていますが、その品質や使用に関してリスクを負いません。すべての情報は、商品性、特定の目的への適合性、または非侵害を含むがこれらに限定されないことを含め、明示、黙示、法定、または取引、使用、または取引慣行の過程から生じるかどうかを問わず、いかなる種類の保証もなく現状のまま提供されます。ルネサスは、直接的、間接的、特別、結果的、偶発的、またはその他のいかなる損害についても、そのような損害の可能性について通知された場合でも、本書の情報の使用または信頼から生じる責任を負いません。ルネサスは、予告なしに製品の製造を中止するか、製品の設計や仕様、または本書の他の情報を変更する権利を留保します。すべてのコンテンツは、米国および国際著作権法によって保護されています。ここで特に許可されている場合を除き、本資料のいかなる部分も、ルネサスからの事前の書面による許可なしに、いかなる形式または手段によっても複製することはできません。訪問者またはユーザは、公共または商業目的で、この資料の派生物を修正、配布、公開、送信、または作成することを許可されていません。