

# 産業 HMI 向けソフトウェア開発キット

2018 年 10 月

## 概要

スマートフォンの普及により、HMI (Human-Machine-Interfaces) は、コンシューマ機器をはじめとして、産業、医療、アクセス制御、ホーム/ビルディング・オートメーションといった様々な機器の制御用インタフェースとして利用されています。このような市場要求に必要な技術も増加し、革新的な機器設計に対応できる新しいソリューションも、複雑でコストがかかるものとなっています。これまで活用してきた MCU に、スマートフォンのような UI を実装する場合、特に性能面が課題となります。一方、ハイエンドの産業用 MPU に同様の UI を実装する場合、そのハードウェアとソフトウェアはそれぞれ複雑性を伴い、特にソフトウェアには大きなコストがかかります。新しくリリースした RZ/A ソフトウェア開発キットと組み込み MPU である RZ/A の組合せは、MPU の高い処理能力と MCU のコストパフォーマンスをお客様に提供します。本開発キットは、リアルタイムオペレーティングシステム、デバイスドライバ、ミドルウェア、およびサンプルアプリケーションなどを含むキットであり、カメラ+GUI+ディスプレイを必要とするシステムをターゲットとしています。またカメラ/ディスプレイ調整をグラフィカルに設定できるツール連携にも対応しており、最新の HMI デザインを短期間で実現することができます。

## はじめに

ルネサスは長年にわたり、産業用および車載用 MCU の世界的リーディングカンパニーです。これは、RL78 や RX のような独自アーキテクチャの MCU が担って来ましたが、最近では Renesas Synergy™ (ルネサス・シナジー) というブランドの Arm® コア・ベースのアーキテクチャ製品もその一翼を担っています。Synergy には、Arm Cortex® M ベースの S1、S3、S5 MCU グループと、上位機種として HMI デザインに使用できる S7 MCU があります。この市場における重要なポイントの 1 つは、MCU は市場投入にかかる時間が短く、使い勝手が良いという点です。そして、Synergy MCU もこの特徴を継承し、MCU 市場全体で優位にあります。

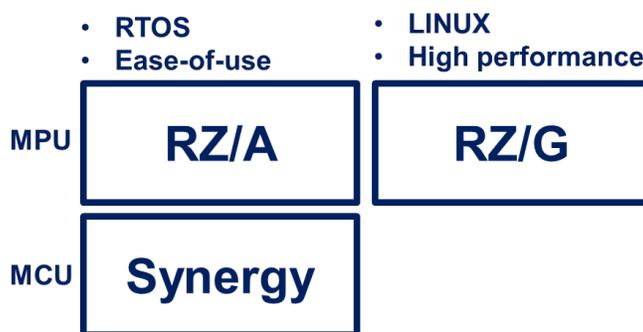


図 1 RZ/A は MPU パフォーマンスと MCU の使いやすさを提供

また、ルネサスは、最高の演算性能、高度な 3D レンダリング、および最速ビデオエンコード/デコードを実現するハイエンド HMI を CIP™ Linux™プラットフォームで使用する Arm Cortex A ベースの RZ/G MPU を提供しています。CIP は Civil Infrastructure Platform™の略で、高度な社会ニーズに必要なあらゆる種類の産業機器向けに適したプラットフォームになります。

MCU からハイエンドの MPU の世界にアップグレードすると、アーキテクチャやソフトウェア環境に固有の複雑さがあるため、MCU に比べ開発の容易性は一般的に失われてしまいます。そして MCU で性能の限界に直面した開発者が、高性能化のために MPU へアップグレードすると、必然的にこの複雑性の問題に直面します。しかし、ルネサスの RZ/A はその例外です。強力な Cortex A9 コアをベースに、大規模なオンチップ SRAM、メモリ管理ユニットなどを内蔵する高度に差別化された RZ/A MPU を使うことで、開発ユーザーはそのハード設計をシンプルにすることが可能です。さらにルネサスは、この MPU に対応する RZ/A ソフトウェア開発キットを追加しました。このソフトウェア開発キットを使用することにより、ユーザーは高度なアプリケーションに対応する HMI 開発をすぐにスタートできます。通常こういった HMI は、開発の最初段階で各種ソフトウェアのインテグレーション作業が必要ですが、RZ/A ソフトウェア開発キットはその必要はありません。このドキュメントでは、ルネサスの RZ/A ソフトウェア開発キットを含む RZ/A の設計環境について説明し、そして革新的な産業用 HMI への移行を、より迅速かつ簡単、低コストで実現する方法について説明します。

## HMI 機器の概要

現代の HMI は、外部環境のデータを取り込み、処理・分析し、処理結果とインタオペラビリティ性を付加し、直観的なものとして、その組み合わせを提供するものです。HMI としてはグラフィックスではなくオーディオデータの場合もありますが、「ユーザーが見るもの」がグラフィカル・ユーザー・インタフェース (GUI) です。つまり GUI は HMI ですが、HMI は必ずしも GUI である必要はありません。そういった意味で、HMI に text-to-speech 機能や speech-to-text 機能を付加しているものをたくさん見かけます。このホワイトペーパーでは、RZ/A がターゲットとする産業市場で最も広く使用されている HMI、「カメラ+GUI+ディスプレイ」の組み合わせに焦点を当てて説明します。そして、対象となる部品は性能向上をしていくため、ドライバ、ミドルウェア、および API レベルで統合されたソフトウェアは、それに対応できるようにサポートされる必要があります。



図 2 産業用 HMI : カメラ+GUI+ディスプレイ

### 産業用 HMI 実装に必要な一般的なハードウェア要件

#### 高速演算対応のアーキテクチャ

産業用 HMI で使用される MPU は、高機能な CPU コアと用途特化型のアーキテクチャによって提供される高い演算性能を備えている必要があります。そしてこの要件には、高速計算、GPU による高速イメージレンダリング、および可能であればハードウェアでのビデオ符号化機能などが含まれます。

---

## カメラ入力

カメラインタフェース・ブロックは、様々なイメージセンサと接続でき、後続の画像処理に使用できる標準出力を提供するハードウェアブロックが必要です。標準のカメラインタフェースは、少なくとも、パラレルインタフェースをサポートする必要があります。現在、多くのカメラインタフェースが MIPI CSI インタフェースをサポートしています。設計ユーザーは、より高解像度のイメージセンサや低電力インタフェースに徐々に移行しています。少し前までは、1メガピクセルで十分な解像度でしたが、セキュリティカメラや人工知能アプリケーションのニーズから、より高解像度の数メガピクセルのカメラを検討するようになってきました。

## バッファ用 RAM

バッファ用の RAM は、画像情報が保存されているメモリ領域ですが、イメージセンサからの画像情報を格納する領域や、ディスプレイコントローラに画像データを送り出す領域として使用されます。よって、一般的なグラフィック HMI では、フロントバッファおよびバックバッファという 2つのバッファイメージが格納されます。

## ビデオディスプレイコントローラ

ビデオディスプレイコントローラは、ビデオ信号発生器ロジックの主要コンポーネントであり、水平・垂直同期信号およびブランキングインターバル信号などのビデオ信号タイミングを生成します。

## **HMI 実装に必要なソフトウェア要件**

### ソフトウェア開発キット

ソフトウェア開発キットは、RTOS などのオペレーティングシステム (OS) を備えたソフトウェアの統合スイートであり、最終製品の仕様に合わせた拡張や、システムレベルのサービスを容易に実現することができます。HMI 機器を実現するためには、アプリケーションフレームワークや、通信、セキュリティ、USB、GUI、およびファイルシステムといったミドルウェアも組み込まれている必要があります。

### ソフトウェアツール

ソフトウェアツールは、製品の市場投入までの期間を短縮できるようデザインされている必要があります。このツールにより、ファイル管理、MPU の設定、コード生成、コンパイル、デバッグ、直感的なグラフィックインタフェース設計を容易にします。

### 統合開発環境

統合開発環境 (IDE) は、ソフトウェア開発のために必要となるあらゆる機能を提供するアプリケーションです。IDE は通常、ソースコードエディタ、ビルドツール、およびデバッガで構成されています。最新の IDE にはコード補完機能があります

### HMI のための GUI フレームワーク

GUI (グラフィカルユーザーインタフェース) フレームワークは、組み込みアプリケーションの GUI 開発を加速し、最適化することが可能です。フレームワーク上、ドラッグ・アンド・ドロップで設計できる WYSIWYG (見たままを得られる) 環境により、GUI ライブラリと互換性のある C ソースコードを自動的に生成し、コンパイルおよび CPU 上で実行できる環境を提供します。GUI アプリケーションは、デスクトップ PC 上で実行することができ、UI コンポーネントの生成とテストが可能です。一旦 UI 開発

が完了すれば、UI デザインデータをターゲット CPU に対応した形式でエクスポートでき、コンパイルおよびリンクの準備が整います。

## ルネサス RZ/A HMI ソリューション

RZ/A ソフトウェア開発キットを利用することで、HMI 機器への「カメラ + GUI + ディスプレイ」機能の実装を簡素化し、開発期間を短縮することができます。キットには、主要コンポーネント（カメラ、GUI、ディスプレイ）ごとに、ステップをふみ、迅速かつ簡単に設計するためのソフトウェアコンポーネントが含まれています。カメラ入力を簡単に調整するためのサンプルアプリケーション、直観的な GUI を生成するためのパートナー製 GUI ツール評価版を利用できます。また、画像の入出力を設定するためのツール「QE for Display --- Quick and Efficient Tool for Display」および「QE for Camera - Quick and Efficient for Camera」を準備しています。RZ/A ソフトウェア開発キットは、これらのツールがすべて統合化されており、開発の複雑さを大幅に軽減します。

### RZ/A ソフトウェアの主要コンポーネントと対応デバイス



図 3 RZ/A ソフトウェア開発キットで開発の複雑さを解消

RZ/A ソフトウェア開発キットには次の 4 つのコンポーネントをサポートしています：

- RTOS、デバイスドライバ、ミドルウェア（ファイルシステム、TCP/IP スタック、USB スタックなど）を含む 基盤ソフトウェア
- 各種アプリケーション開発のサンプルとなる「Sample applications」
- リアルタイム・フィードバックが可能な GUI コンフィギュレータ・ツール「QE for Display」および「QE for Camera」
- パートナー製 GUI フレームワーク統合環境 評価版：アルファプロジェクト社「GEAL2」、ILC 社「GENWARE3」、CRI 社「Aeropoint GUI」

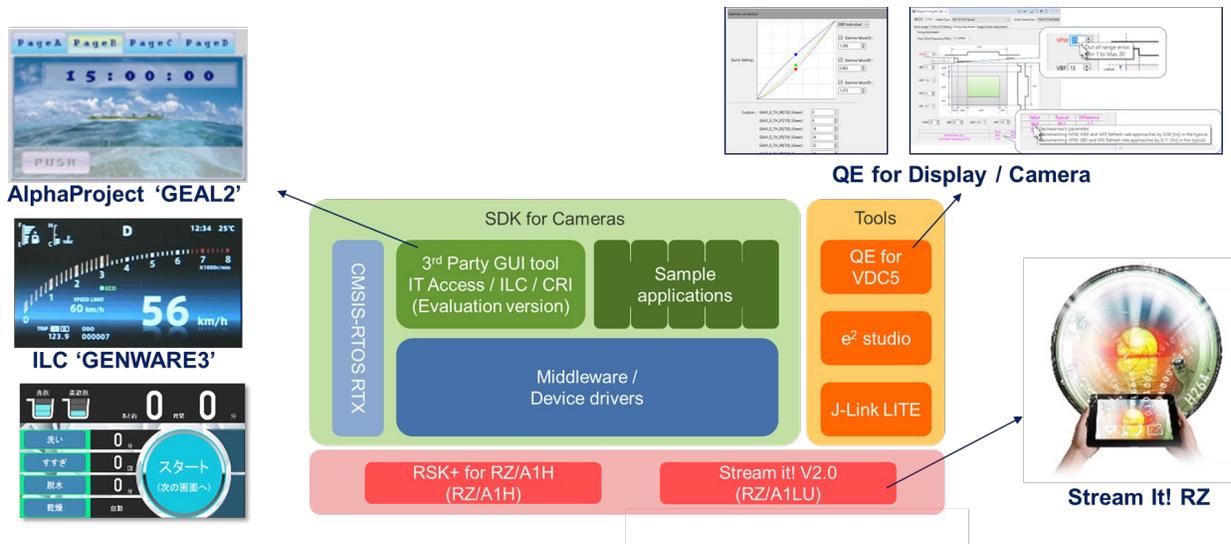


図 4 RZ/A ソフトウェア開発キットに含まれる各コンポーネントとツール類

RZ/A ソフトウェア開発キットは、現在「RSK+ for RZ/A1H」「STREAM IT! RZ」で利用可能であり、ルネサス製無償ツール e2studio 上で開発することができます。

## RZ/A ソフトウェア開発キットが対応するハードウェア

### STREAM IT! RZ ソリューションキット

「STREAM IT! RZ ソリューションキット (YSTREAM-IT-RZ-V2)」は、ビデオ/オーディオストリームなどのストリーミングアプリケーションのためのハードウェアプラットフォームで、開封後すぐに評価と開発ができます。そして、ビデオ監視、ビデオ・指紋ベースのアクセス制御などのセキュリティアプリケーションにも適したプラットフォームになります。「STREAM IT! RZ」は、ホーム、エネルギー、および産業オートメーション分野のあらゆる種類の Web サーバーベースのアプリケーションにも最適です。ルネサスでは、ユーザーの迅速な開発を可能にするため、関連アプリケーション向けの個別クイックスタートガイドを複数提供し、サンプルソフトウェアや簡単な設定手順書が含まれています。

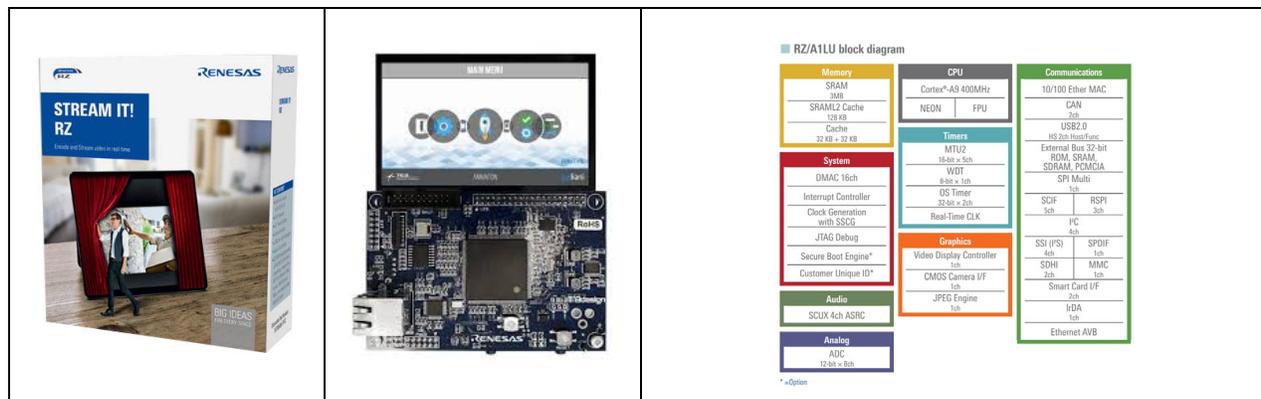


図 5 「STREAM IT! RZ」には、400MHz 動作の ARM Cortex-A9 ベースの RZ/A1LU チップを搭載

「STREAM IT ! RZ」ソリューションキットの第2世代は、次の4点が大幅に改善されました。まず、「STREAM IT ! RZ」には、従来の RZ/A1L からより機能豊富な RZ/A1LU が搭載されています。第2に、カメラモジュールに加えて、このソリューションキットには、タッチ式 4.3 インチ TFT-LCD（薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ）が搭載されています。第3に、ダウンロード可能な関連ソフトウェアが大幅に拡張されています。最後に、ハードウェア面での機能が拡充されました。

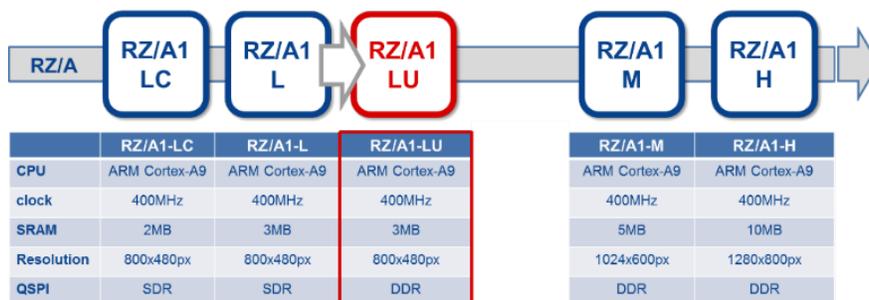


図 6 RZ/A1LU はスケーラブル RZ/A シリーズの製品です

RZ/A シリーズとしては、高性能で上位互換の RZ/A1M および RZ/A1H があります。10MB SRAM を内蔵する RZ/A1H は、「Display it ! - HMI RZ (YDISPLAY-IT-RZ)」キット上で評価することができます。

### RZ/A1 は業界最大の内蔵 SRAM を搭載

GUIに必要なRAM容量は、色深度とアルファを考慮した1ピクセルあたりのビット数とフレーム数・解像度で求められます。

Number of Images in Frame Buffer	RZ/A1L		RZ/A1M		RZ/A1H			
	0.6 MB	1.0 MB	4.7 MB	5.9 MB	7.3 MB	9.4 MB		
4								
3	0.4 MB	0.7 MB	3.5 MB	4.4 MB	5.5 MB	7.0 MB	9.0 MB	
2	0.3 MB	0.5 MB	2.3 MB	2.9 MB	3.7 MB	4.7 MB	6.0 MB	
1	0.1 MB	0.2 MB	1.2 MB	1.5 MB	1.8 MB	2.3 MB	3.0 MB	
	QVGA 320x240 16bpp	WQVGA 480x272 16bpp	VGA 640x480 32bpp	WVGA 800x480 32bpp	SVGA 800x600 32bpp	WSVGA 1024x600 32bpp	XGA 1024x768 32bpp	WXGA 1280x800 32bpp

図 7 フレーム数、解像度および色深度別の内蔵 SRAM 容量

WXGA 解像度と 32 ビットの色深度を持つダブルバッファ HMI を実現する場合を想定しましょう。この場合、メモリ容量は 7.8MB になります。これを内蔵 SRAM で対応する場合、自動的に RZ/A1H の選択になります。内蔵 SRAM 版でこのニーズに対応する場合、他の選択肢はありません。

### イメージキャプチャのための RZ/A1 MPU 上のキャプチャエンジンユニット (CEU)

RZ/A ソフトウェア開発キットは、VDC5 またはキャプチャエンジンユニット (CEU) によるビデオ入力をサポートしています。

CEU は、画像データをカメラから取り込み、メモリに転送するキャプチャモジュールです。CEU はバスブリッジモジュールを介してシステムバスに接続され、次の機能を有します。

- 画像データフェッチ (カメラモジュールからの画像出力をキャプチャし、YCbCr データをメモリに書き込む)

- フィルタ処理（スケールダウンと高周波成分の除去を行います）
- フォーマット変換（YCbCr422 フォーマットで入力された画像データを YCbCr420 フォーマットに変換）

5本の AXI バスと 5つの SRAM ページを備えた RZ/A アーキテクチャにより、HMI アプリケーションで起こりうるバス帯域の問題を回避します。

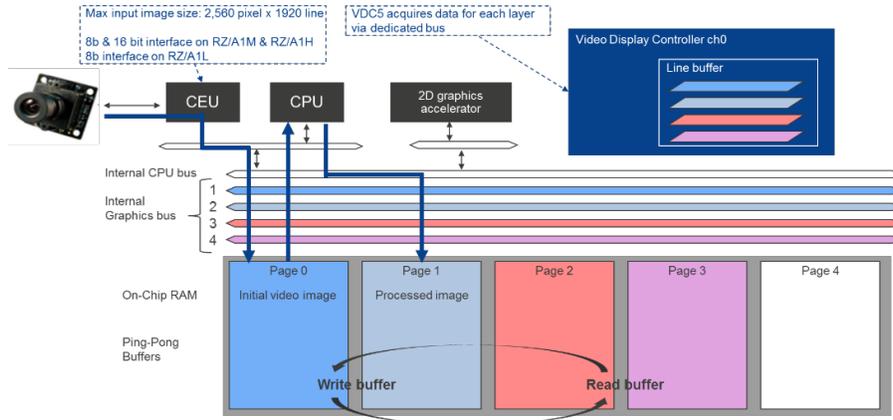


図 8 CEU による画像データのキャプチャと SRAM と VDC へのデータ転送

## RZ/A1 MPU 上のビデオディスプレイコントローラ 5 (VDC5)

RZ/A シリーズには、非常に強力な VDC5 ビデオディスプレイコントローラが組み込まれています。「STREAM IT ! RZ」キットに搭載されている RZ/A1LU には、VDC5 を 1 チャンネル内蔵し、RZ/A1M と RZ/A1H は 2 チャンネル内蔵しています。

VDC5 は、次の 6 つのブロックで構成されています：

1. 入力制御部：入力映像の選択、同期調整、水平ノイズリダクション、カラーマトリクス機能によるブライト調整、ゲイン調整、YCbCr⇄GBR 変換
2. スケーリング部：フレームバッファを使用した入力映像の拡大・縮小、回転、および、フレームバッファに設定フィールド数分をリピート録画する機能
3. 画質改善部：黒伸張、LTI/シャープネス、カラーマトリクス機能による YCbCr⇄GBR 変換
4. 画面合成部：映像 1 面+グラフィックス 2 面、もしくはグラフィックス 3 面を重ね合わせる機能
5. 出力制御部：割込み制御、パネルクロック制御、CLUT テーブル選択信号ステータスフラグ出力機能
6. システム制御部：割込み制御、パネルクロック制御、CLUT テーブル選択信号ステータスフラグ出力機能

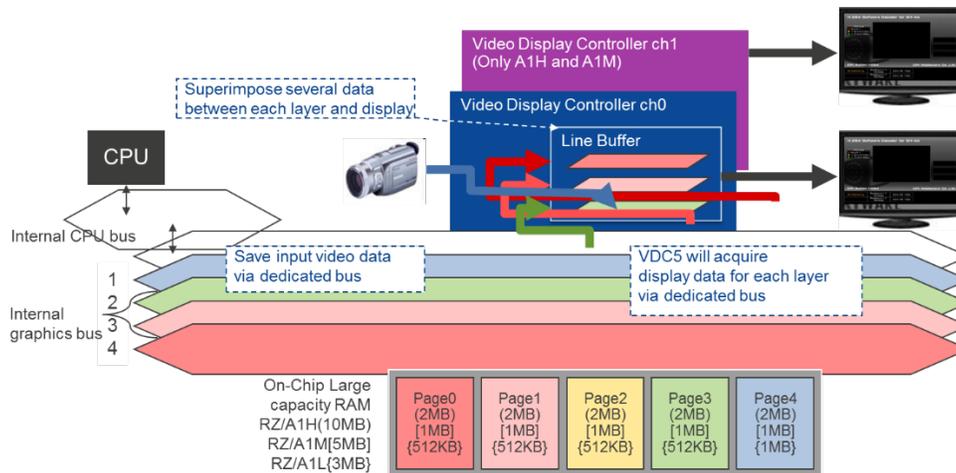


図 9 RZ/A1 MPU のビデオおよび画像サブシステム

上記のように RZ/A1 のディスプレイコントローラである VDC5 は、ビデオ表示機能だけでなく、画像調整、画像スケーリングや回転などのビデオ入力機能も有しています。

### RZ/A ソフトウェア開発キット：「Sample Applications」と「QE for Display/QE for Camera」

「Sample Applications」、「QE for Display/QE for Camera」、RZ/A1 内蔵「VDC5」を組み合わせて使用することで、カメラとディスプレイの最適化を容易に実現することができます。「Sample Applications」には、カメラから画像を取り込み、画像を調整し、調整された画像を表示する機能をサポートするカメラ用のサンプルアプリケーションプログラムが含まれます。画像データを調整した後、画像処理が可能なデータ（認識処理や JPEG 圧縮など）を取得することができます。

### QE for Display/QE for Camera

"QE for Display/QE for Camera"は e2 studio の IDE 上で動作します。また上記の画像調整オプションは、QE ツール上で設定できます。下図は、RZ/A1 内蔵 VDC5 のブロック図と、カメラ入力とディスプレイ出力の間の画像データフローを表示した QE の画面イメージになります。これにより画像補正手順の順序・位置関係が分かります。

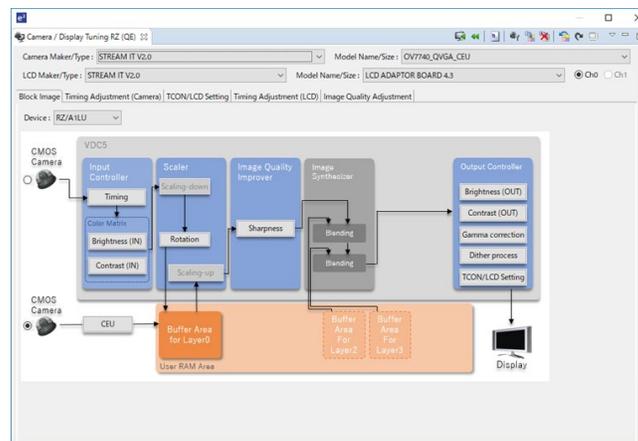


図 10 QE ツールによる VDC5 の画像調整

「QE for Display」を使用すると、輝度、コントラスト、回転、ガンマ補正、ディザ等の画像調整を、GUI上の簡単な操作で、再コンパイルせずにリアルタイムで表示できます。

「QE for Camera」はカメラモジュールのレジスタ設定機能をサポートします。ターゲットボードに接続後、GUI上からレジスタ設定内容を変更し、簡単にカメラモジュールの設定を試行できます。

また「QE for Display」、「QE for Camera」では、ディスプレイおよびカメラの入出力タイミングを簡単に調整し、ヘッダファイルとして出力/保存することができます。

### サンプルアプリケーション

RZ/A ソフトウェア開発キットには、RZ/A ユーザーに、各種機能をシンプルに動作させるアプリケーション群「Sample Applications」が同梱されています。これらのサンプルアプリケーションを使用すると、ターゲットシステムに最も近いサンプルプロジェクトを選択し、最小限の修正で開発できます。

「Sample applications」には、GUI デモ、カメラ入力、画像出力、タッチパネル、USB ホスト/ファンクション、ADC、およびサウンドサンプル等が含まれます。

### 3種のパートナー製 GUI ツール (評価版)

#### アルファプロジェクト社「GEAL2」



GEAL2 (ジール 2) は、Windows 上のデザインツールと、GUI コンポーネントで構成した組込み GUI 統合開発環境です。各種コンポーネントをデザインツールで視覚的にレイアウト、機能定義し、ユーザーアプリケーションと結合する事で、自由度の高い GUI アプリケーションを実現します。C 言語ベースによる「組み込み開発を意識した」構造になっており、既存のプログラム開発環境への導入が極めてスムーズに行えます。また、組込み製品向けに必須の「高速、コンパクト」を実現した上で、ユーザーのオリジナリティを引き出すカスタマイズ機能、またアプリケーションの再利用性を考慮したプログラマフレンドリーなツールとして、開発効率の向上に大きく寄与します。

## ILC 社「GENWARE3」



図 12 ILC 社「GENWARE3」の GUI フレームワーク（RZ/A ユーザーは評価版を利用可能）

GENWARE3は、組込み機器の GUI 開発工数を驚異的に削減する、国内 TOP シェアの GUI 開発環境になります。グラフィックエディタと GUI ライブラリを提供することで、GUI 開発ツール未導入の環境に比べて約 1/10 の工数削減効果を実現しています。お客様のシステム開発期間の短縮に貢献する RZ/A ソフトウェア開発キット上ですぐに評価可能です。

## CRI 社「Aeropoint GUI」



図 13 CRI 社「Aeropoint GUI」の GUI フレームワーク（RZ/A ユーザーは評価版を利用可能）

Aeropoint ツールキットを Microsoft® PowerPoint®に追加インストールしたら準備は完了です。PowerPoint の操作性はそのままに、Aeropoint 専用に拡張された機能で、誰にでも UI やサウンドを備えたアプリが制作できます。専門的なグラフィックスツールの操作知識は不要です。お客様のシステム開発期間の短縮に貢献する RZ/A ソフトウェア開発キット上ですぐに評価可能です。

## 統合開発環境

e2studio は Eclipse ベースの開発環境で、直感的な設定、エラーとフォーマットのチェック、コード生成などの包括的なツールセットとプラグイン機能により、ユーザー開発を加速します。

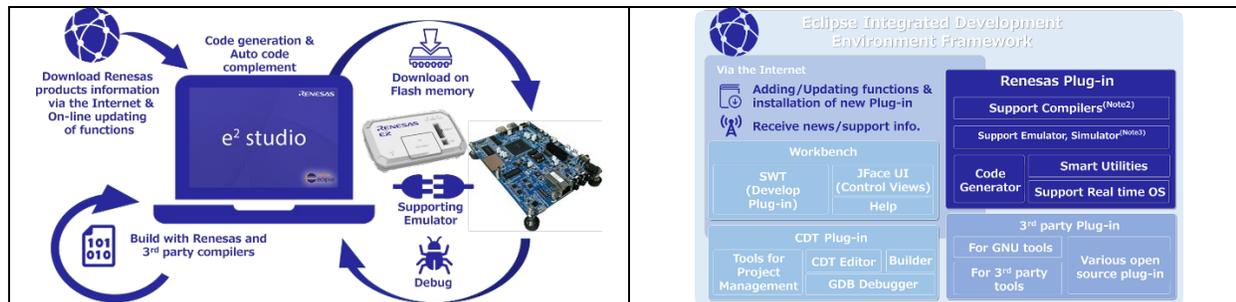


図 14 ルネサス製 e2studio 統合開発環境

## 結論

### ルネサス RZ/A HMI デザインツールでユーザー開発をスピードアップ

RZ/A ソフトウェア開発キットを使用することで、産業用 HMI の開発にすぐに着手することができます。3MB の SRAM を内蔵した強力な MPU、4.3 インチタッチ TFT ディスプレイ、同梱のカメラモジュールなど、ハードウェアの観点から HMI に必要となるすべての機能を備えた「STREAM IT ! RZ」ソリューションキットで開発することで、ユーザーの開発時間を大幅に削減できます。RZ/A ソフトウェア開発キットは完全統合されており、すべて無料(パートナー製 GUI ツールは評価版)です。お客様の HMI 開発にイノベーションを起し、その迅速な立ち上げを可能とするサンプルアプリケーションも複数同梱し、パートナー製 GUI ツールと統合されています。

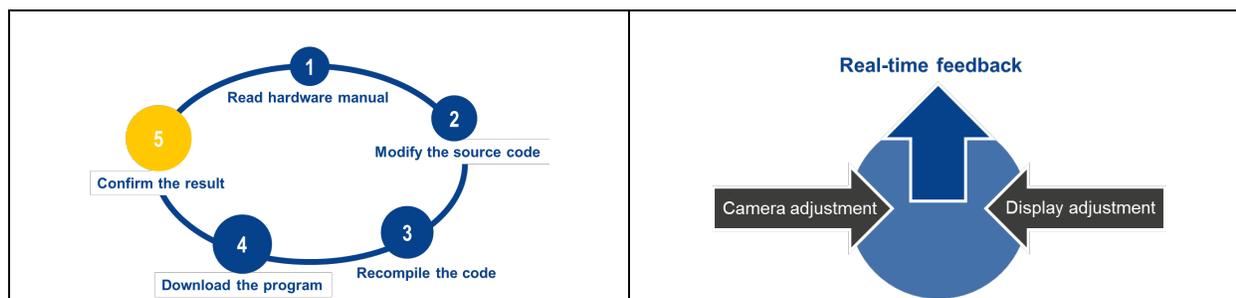


図 15/16 RZ/A ソフトウェア開発キットはお客様の HMI 開発をスピードアップ

(左：従来型、右：RZ/A SW パッケージ)

従来の開発サイクルでは、開発者は数千ページのハードウェアマニュアルを読み込むことから始めなければなりません。HMI 実装用のハードウェアはかなりの複雑さを持つ傾向があります。一例として、VDC5 ビデオディスプレイコントローラは 2,000 を超えるレジスタがあります。そして、開発者はソースコードを修正し、コードを再コンパイルし、プログラムをダウンロードし、結果を確認する必要があります。そして、この全サイクルを、目標の結果に達するまで何度も行う必要がありました。「Sample Applications」と「QE for Display/QE for Camera」を使うことで、カメラとディスプレイの調整をグラフィカルに設定でき、設定結果はソースコードの変更や再コンパイルなしでリアルタイムにチェックできます。

---

©2018 ルネサス エレクトロニクス (REL) が全著作権を所有。すべての商標および商号は、それぞれの所有者のもので。REL は、ここに記載されている情報は、与えられたときに正確であったと考えていますが、その品質や使用に関してはリスクはないと考えています。すべての情報は、商品性、特定の目的への適合性、非侵害性などを問わず、明示的、黙示的、法的、または取引、使用方法、または貿易実務から生じるいかなる保証もなく、現状のまま提供されます。REL は、たとえそのような損害の可能性について知らされていたとしても、ここに記載された情報の使用または信頼に起因する直接的、間接的、特別、派生的、付随的、またはその他の損害について一切の責任を負うものではありません。REL は、予告なしに製品を中止したり、製品の設計または仕様またはそ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。ルネサスエレクトロニクス社の事前の書面による許可なく、本資料のいかなる部分も複製、転載することはできません。お客様またはユーザーは、この資料のいずれかの公的または商業目的での修正、配布、公開、送信、または派生物の作成を許可されていません。