

## RZ/A2Mグループ

### Camera and Display sample

---

#### 要旨

本書は RZ/A2M グループ MCU を使用し映像入力と表示を行うサンプルプログラムについて説明します。

#### 動作確認デバイス

RZ/A2M

## 目次

|  |    |
|--|----|
| 1. 概要 .....                              | 4  |
| 2. 動作確認条件 .....                          | 5  |
| 3. 関連アプリケーションノート .....                   | 6  |
| 4. ソフトウェア説明 .....                        | 6  |
| 5. ディスプレイ表示 .....                        | 7  |
| 5.1 パネルクロックの設定 .....                     | 7  |
| 5.2 表示機器のタイミング制御 .....                   | 9  |
| 5.3 制御信号の出力設定 .....                      | 11 |
| 5.4 データ信号の出力タイミング設定 .....                | 12 |
| 5.5 データ信号の出力フォーマット設定 .....               | 12 |
| 5.6 GPIOの設定 .....                        | 13 |
| 6. カメラ入力 .....                           | 15 |
| 6.1 MIPI仕様の確認 .....                      | 15 |
| 6.2 タイミング設定 .....                        | 16 |
| 6.3 キャプチャエリアの設定 .....                    | 16 |
| 6.4 カメラ側の設定 .....                        | 17 |
| 7. 画像調整 .....                            | 18 |
| 7.1 CUI (Character User Interface) ..... | 19 |
| 7.1.1 メニュー .....                         | 19 |
| 7.1.2 コマンド一覧 .....                       | 20 |
| 7.2 調整結果の適用 .....                        | 20 |
| 7.3 補正画像の取得 .....                        | 21 |
| 7.3.1 画像調整値の取得 .....                     | 21 |
| 8. 画像補正の効果と調整方法 .....                    | 22 |
| 8.1 全体構成 .....                           | 22 |
| 8.2 ブライツネス .....                         | 23 |
| 8.2.1 プリセット .....                        | 23 |
| 8.2.2 カスタム .....                         | 24 |
| 8.3 コントラスト .....                         | 25 |
| 8.3.1 プリセット .....                        | 25 |
| 8.3.2 カスタム .....                         | 26 |
| 8.4 シャープネス .....                         | 27 |
| 8.4.1 プリセット .....                        | 27 |
| 8.4.2 カスタム .....                         | 28 |
| 8.5 ガンマ補正 .....                          | 31 |
| 8.5.1 プリセット .....                        | 31 |
| 8.5.2 カスタム .....                         | 31 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 8.6   | ディザ処理.....                              | 32 |
| 8.6.1 | プリセット.....                              | 32 |
| 8.6.2 | カスタム .....                              | 32 |
| 8.7   | 回転・水平鏡像 .....                           | 33 |
| 8.7.1 | プリセット.....                              | 33 |
| 8.7.2 | カスタム .....                              | 33 |
| 9.    | サンプルプログラムと"カメラ／ディスプレイ調整QE RZ(QE)" ..... | 34 |
| 9.1   | カメラ／ディスプレイ調整QE RZ(QE)の起動.....           | 34 |
| 9.2   | LCDパネルの出力タイミング調整 .....                  | 35 |
| 9.2.1 | 登録名称の記入 .....                           | 36 |
| 9.2.2 | 制御タイミングの入力 .....                        | 36 |
| 9.2.3 | 制御信号の出力設定 .....                         | 37 |
| 9.2.4 | LCD表示位置の調整 .....                        | 38 |
| 9.3   | 画質調整 .....                              | 39 |
| 9.4   | ユーザ設定を反映したヘッダファイルの生成 .....              | 40 |
| 9.5   | MIPIカメラのタイミング調整 .....                   | 41 |
| 9.6   | I2Cによるカメラ制御 .....                       | 42 |
| 10.   | 参考ドキュメント .....                          | 43 |
|       | 改訂記録 .....                              | 44 |

## 1. 概要

Camera and Display sample(以下サンプルプログラム)は、MIPI カメラの映像をディスプレイ表示するプログラムになります。また、ビデオディスプレイコントローラ(以下 VDC)に搭載される画像調整機能を CUI で制御する機能を含んでいます。

表1.1 使用する周辺機能と用途

| 周辺機能         | 用途                              |
|--------------|---------------------------------|
| MIPI and VIN | MIPI インターフェスを使用した CMOS カメラの映像入力 |
| VDC          | ディスプレイ表示                        |
| RIIC         | MIPI カメラの設定                     |
| SCIF         | ターミナルソフトを使用した CUI による画質調整       |

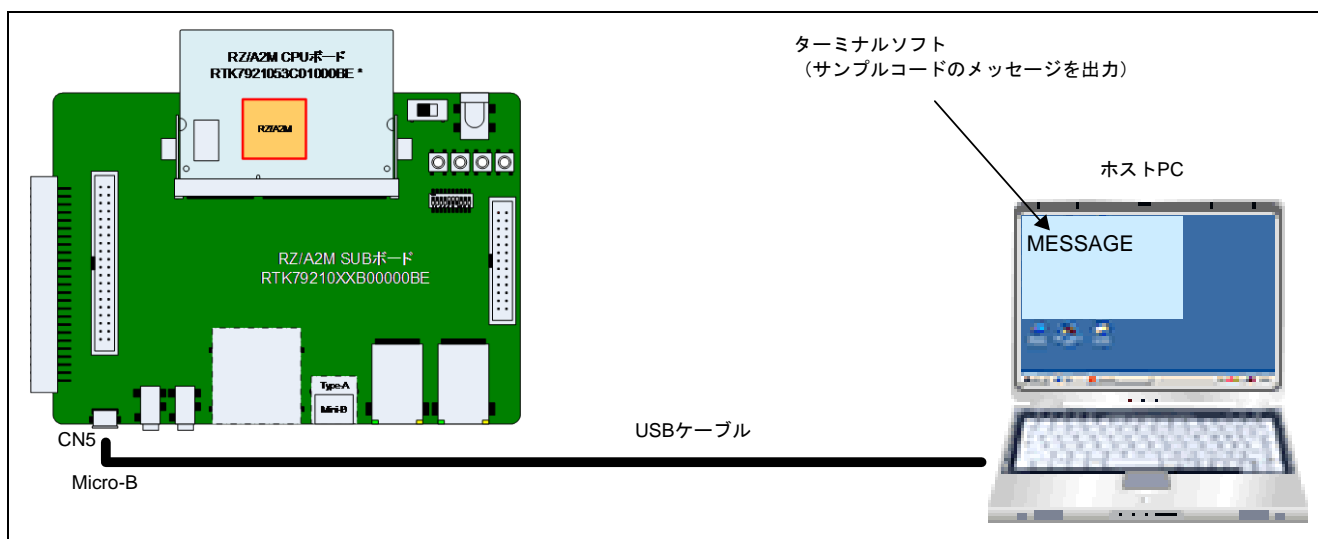


図1-1 動作環境

## 2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、下記の条件で動作を確認しています。

表2.1 動作確認条件

| 項目                      | 内容   |
|-------------------------|--|
| 使用 MCU                  | RZ/A2M   |
| 動作周波数（注）                | CPU クロック（I $\phi$ ）：528MHz<br>画像処理クロック（G $\phi$ ）：264MHz<br>内部バスクロック（B $\phi$ ）：132MHz<br>周辺クロック 1（P1 $\phi$ ）：66MHz<br>周辺クロック 0（P0 $\phi$ ）：33MHz<br>QSPI0_SPCLK：66MHz<br>CKIO：132MHz   |
| 動作電圧                    | 電源電圧（I/O）：3.3V<br>電源電圧（1.8/3.3V 切替 I/O（PVcc_SPI））：3.3V<br>電源電圧（内部）：1.2V  |
| 統合開発環境                  | e2 studio V7.4.0   |
| C コンパイラ                 | GNU Arm Embedded Toolchain 6-2017-q2-update<br>コンパイラオプション（ディレクトリパスの追加は除く）<br>Release:<br>-mcpu=cortex-a9 -march=armv7-a -marm -mlittle-endian<br>-mfloat-abi=hard -mfpu=neon -mno-unaligned-access<br>-Os -ffunction-sections -fdata-sections -Wunused -Wuninitialized<br>-Wall -Wextra -Wmissing-declarations -Wconversion -Wpointer-arith<br>-Wpadded -Wshadow -Wlogical-op -Waggregate-return -Wfloat-equal<br>-Wnull-dereference -Wmaybe-uninitialized -Wstack-usage=100<br>-fabi-version=0<br><br>Hardware Debug:<br>-mcpu=cortex-a9 -march=armv7-a -marm -mlittle-endian<br>-mfloat-abi=hard -mfpu=neon -mno-unaligned-access<br>-Og -ffunction-sections -fdata-sections -Wunused -Wuninitialized<br>-Wall -Wextra -Wmissing-declarations -Wconversion -Wpointer-arith<br>-Wpadded -Wshadow -Wlogical-op -Waggregate-return -Wfloat-equal<br>-Wnull-dereference -Wmaybe-uninitialized -g3 -Wstack-usage=100<br>-fabi-version=0 |
| 動作モード                   | ブートモード 3（シリアルフラッシュブート 3.3V 品）  |
| ターミナルソフトの通信設定           | <ul style="list-style-type: none"> <li>通信速度：115200bps</li> <li>データ長：8 ビット</li> <li>パリティ：なし</li> <li>ストップビット長：1 ビット</li> <li>フロー制御：なし</li> </ul>  |
| 使用ボード                   | RZ/A2M CPUボード RTK7921053C00000BE<br>RZ/A2M SUBボード RTK79210XXB00000BE   |
| 使用デバイス<br>（ボード上で使用する機能） | <ul style="list-style-type: none"> <li>シリアルフラッシュメモリ（SPI マルチ I/O バス空間に接続）<br/>メーカー名：Macronix 社、型名：MX25L51245GXD</li> <li>RL78/G1C（USB 通信とシリアル通信を変換し、ホスト PC との通信に使用）</li> </ul>  |

【注】 クロックモード 1（EXTAL 端子からの 24MHz のクロック入力）で使用時の動作周波数です。

### 3. 関連アプリケーションノート

本サンプルプログラムに関連するアプリケーションノートを以下に示します。併せて参照してください。

- RZ/A2M グループ Video ユーティリティ(R01AN4476)  
ディスプレイ及びビデオ入力の制御を行う API 機能仕様を記載しています。

### 4. ソフトウェア説明

本サンプルプログラムのシステムブロックを図 4-1に記載します。本サンプルプログラムは、カメラ入力と表示出力を制御するタスクと、画像調整を行う CUI(Character User Interface)タスクが存在します。CUIの詳細は"7章 画像調整"を参照してください。

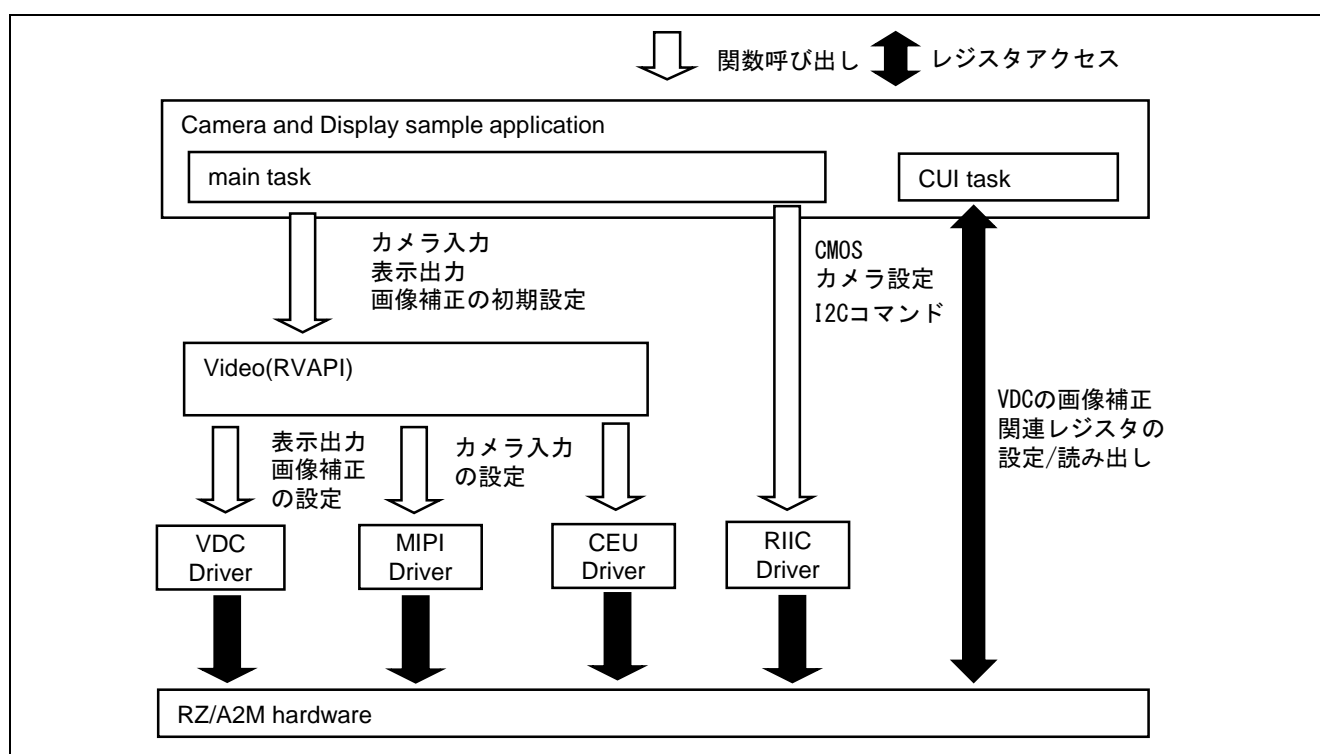


図 4-1 サンプルプログラムのシステムブロック

## 5. ディスプレイ表示

ユーザの表示機器に変更する場合、サンプルプログラムをユーザ環境にあわせて修正する必要があります。その修正内容について記載します。

### 5.1 パネルクロックの設定

サンプルプログラムでは、以下の表示機器に対応しており『lcd\_panel.h』で選択可能です。パネルクロックの設定については、表示機器毎に設定ファイルを設けており、それを参考にユーザ環境に合わせて作成して頂く必要があります。

(設定例)

- LVDS 液晶 (LT070T81A0-FDR) : lcd\_lvds\_clk.h
- RSK TFT App board (YR0K77210C000BE) : lcd\_rsk\_clk.h
- Display output board (評価ボード同梱)(制御 IC : TFP410 TI Panel Bus™ Digital Transmitter) : lcd\_dvi\_clk.h

サンプルプログラムでは、デフォルトの表示機器として Display output board が選択されています。接続する表示機器としては、PC モニタを想定しています。対応する解像度は、FWXGA(1360x768) と SVGA(800x600)になります。VESA 仕様から接続に必要なパネルクロックを表5-1に記載します。

表5-1 Summary of Display Monitor Timings – Standards and Guidelines

| Pixel size      | Refresh Rate | Panel clock   | Standard Type   |
|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
| FWXGA(1360x768) | 60 Hz        | 85.500 MHz    | VESA Standard   |
| SVGA(800x 600)  | 60 Hz        | 40.000 MHz(注) | VESA Guidelines |

【注】LCD0\_EXTCLK に 40MHz を接続しパネルクロックとしています。

このパネルクロックの生成に必要な設定例を表 5-2、表 5-3に記載します。設定の詳細については、"10章 参考ドキュメント"に記載あるハードウェアマニュアルを参照してください。

表 5-2 パネルクロック設定例

| 定義                    | 33.0[MHz]               | 22.0[MHz]                |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| LCD_CH0_PANEL_CLK     | VDC_LVDS_INCLK_SEL_PERI | 周辺クロック 1 (P1φ) 66.0[MHz] |
| LCD_CH0_PANEL_CLK_DIV | VDC_PANEL_CLKDIV_1_2    | VDC_PANEL_CLKDIV_1_3     |
| LVDS_PLL_INPUT_CLK    | Not use                 | Not use                  |
| LVDS_PLL_NIDV         | Not use                 | Not use                  |
| LVDS_PLL_NODIV        | Not use                 | Not use                  |
| LVDS_PLL_NFD          | Not use                 | Not use                  |
| LVDS_PLL_NRD          | Not use                 | Not use                  |
| LVDS_PLL_NOD          | Not use                 | Not use                  |

【注】周辺クロック 1 (P1φ)は、66.0[MHz]を想定しています

表 5-3 LVDS PLL を使用したパネルクロック設定例

| 定義                    | 74.25[MHz]              | 85.25[MHz]              |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| LCD_CH0_PANEL_CLK     | VDC_PANEL_ICKSEL_LVDS   | VDC_PANEL_ICKSEL_LVDS   |
| LCD_CH0_PANEL_CLK_DIV | VDC_PANEL_CLKDIV_1_1    | VDC_PANEL_CLKDIV_1_1    |
| LVDS_PLL_INPUT_CLK    | VDC_LVDS_INCLK_SEL_PERI | VDC_LVDS_INCLK_SEL_PERI |
| LVDS_PLL_NIDV         | Not use                 | Not use                 |
| LVDS_PLL_NODIV        | VDC_LVDS_NDIV_4         | VDC_LVDS_NDIV_4         |
| LVDS_PLL_NFD          | (27u-1u)                | (31u-1u)                |
| LVDS_PLL_NRD          | (6u-1u)                 | (6u-1u)                 |
| LVDS_PLL_NOD          | Not use                 | Not use                 |

【注】周辺クロック 1 (P1φ)は、66.0[MHz]を想定しています



## 5.2 表示機器のタイミング制御

パネルクロックの設定と同様に、表示機器のタイミングについても表示機器毎に設定ファイルを設定しており、それを参考にユーザ環境に合わせて作成して頂く必要があります。

- LVDS 液晶 (LT070T81A0-FDR) : lcd\_lvds\_ch0.h
- RSK TFT App board (YR0K77210C000BE) : lcd\_rsk\_ch0.h
- Display output board (評価ボード同梱)(制御 IC : TFP410 TI Panel Bus™ Digital Transmitter) : lcd\_dvi\_ch0.h

RSK TFT APP Board(YR0K77210C000BE)の水平/垂直方向のタイミングチャートを示した図 5-1、図 5-2、および水平/垂直同期信号のタイミングを示した表 5-4、表 5-5に記載します。この情報から制御タイミングを設定します。

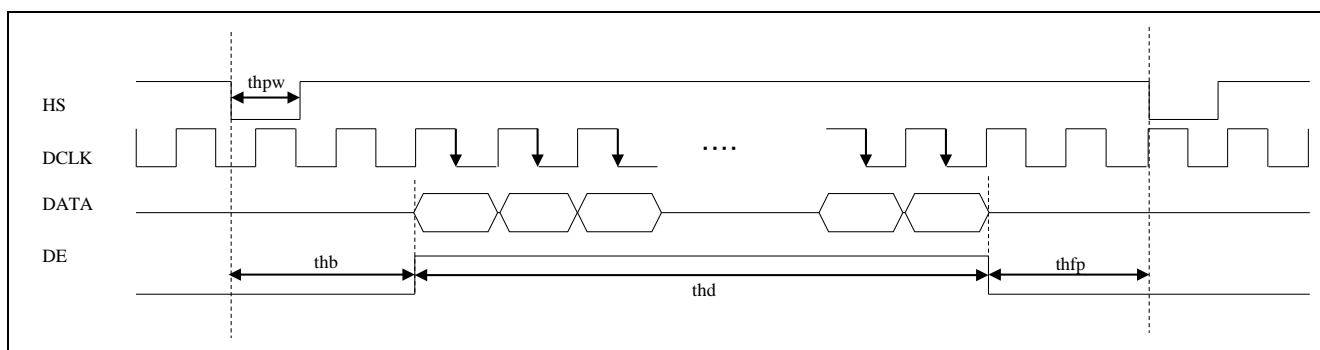


図 5-1 Horizontal input timing diagram

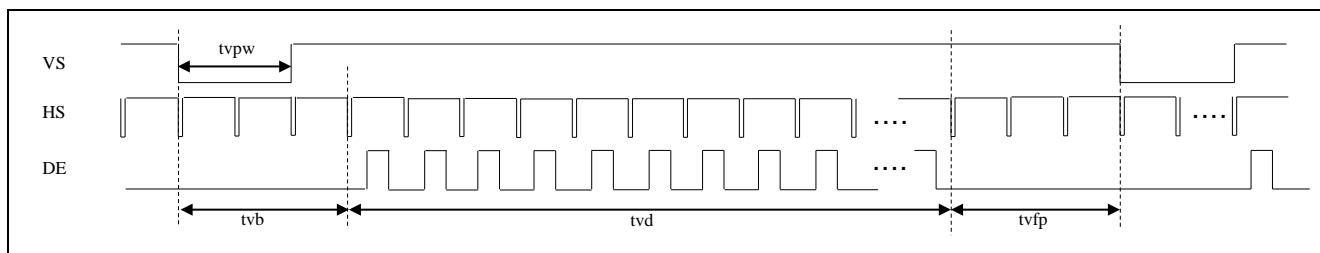


図 5-2 Vertical input timing diagram

表 5-4 Horizontal input timing

| Item                    | Symbol | Value |      |      | Unit |
|-------------------------|--------|-------|------|------|------|
|                         |        | Min.  | Typ. | Max. |      |
| Horizontal display area | thd    | -     | 800  | -    | DCLK |
| DCLK Frequency          | fclk   | 26.4  | 33.3 | 46.8 | MHz  |
| One Horizontal Line     | th     | 852   | 1056 | 1200 | DCLK |
| HS pulse width          | thpw   | 1     | 20   | 40   | DCLK |
| HS Blanking             | thb    | 46    | 46   | 46   | DCLK |
| HS Front Porch          | thpf   | 16    | 210  | 354  | DCLK |

表 5-5 Vertical input timing

| Item                  | Symbol | Value |      |      | Unit |
|-----------------------|--------|-------|------|------|------|
|                       |        | Min.  | Typ. | Max. |      |
| Vertical display area | tvd    | -     | 480  | -    | TH   |
| VS period time        | tv     | 510   | 525  | 650  | TH   |
| VS pulse width        | tvpw   | 1     | 10   | 20   | TH   |
| VS Blanking           | tvb    | 23    | 23   | 23   | TH   |
| VS Front Porch        | tvfp   | 7     | 22   | 147  | TH   |

図 5-3のタイミングと定義の関係より制御タイミングの設定例を表 5-6 に記載します。

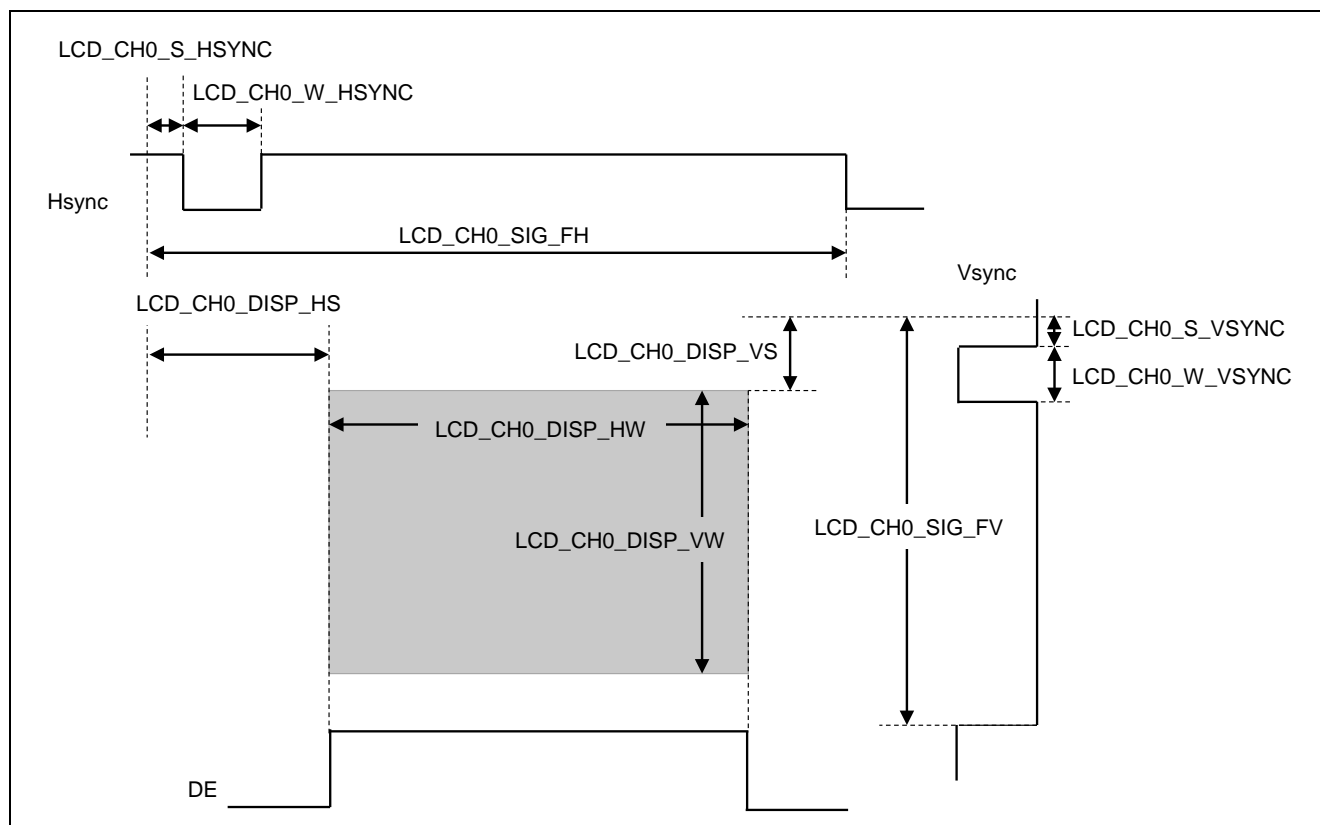


図 5-3 タイミング設定と定義

表 5-6 制御タイミング設定例

| 定義              | 設定値        | 備考                                |
|-----------------|------------|-----------------------------------|
| LCD_CH0_S_VSYNC | 0u         | -                                 |
| LCD_CH0_W_VSYNC | 10u        | VS pulse width(表 5-5)を参照          |
| LCD_CH0_DISP_VS | 10u+13u    | VS Blanking(表 5-5)を参照             |
| LCD_CH0_DISP_VW | 480u       | Vertical display area(表 5-5)を参照   |
| LCD_CH0_S_HSYNC | 0u         | -                                 |
| LCD_CH0_W_HSYNC | 20u        | HS pulse width(表 5-4)を参照          |
| LCD_CH0_DISP_HS | 20u + 26u  | HS Blanking(表 5-4)を参照             |
| LCD_CH0_DISP_HW | 800u       | Horizontal display area(表 5-4)を参照 |
| LCD_CH0_SIG_FV  | 525u - 1u  | VS period time(表 5-5)を参照          |
| LCD_CH0_SIG_FH  | 1056u - 1u | One Horizontal Line(表 5-4)を参照     |

【注】 RZ/A2M 評価ボードで RSK TFT App board を接続した場合の設定

### 5.3 制御信号の出力設定

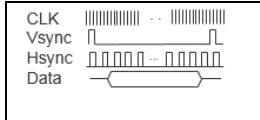
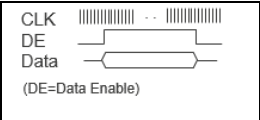
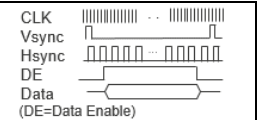
表示機器を接続する為に必要な主な制御信号を表 5-7に示します。

表 5-7 主な制御信号

| 名称            | 機能概略                   |
|---------------|------------------------|
| 水平同期信号(Hsync) | 表示する 1 ラインのタイミングを作る信号  |
| 垂直同期信号(Vsync) | 表示する 1 画面のタイミングを作る信号   |
| パネルクロック(CLK)  | 表示される画素のサンプリングに使用される信号 |
| 表示イネーブル(DE)   | 有効なデータが出力されていることを示す信号  |
| データ(Data)     | 表示するデータ                |

本サンプルでは、これらの制御信号を組み合わせた 3 つの方式の表示機器(表 5-8)をサポートしています。

表 5-8 使用する制御信号

| 名称            | 表示方式 1  | 表示方式 2   | 表示方式 3  |
|---------------|---|--|---|
|               |  |  |  |
| 水平同期信号(Hsync) | 使用  | 未使用  | 使用  |
| 垂直同期信号(Vsync) | 使用  | 未使用  | 使用  |
| パネルクロック(CLK)  | 使用  | 使用   | 使用  |
| 表示イネーブル(DE)   | 未使用   | 使用   | 使用  |
| データ(Data)     | 使用  | 使用   | 使用  |

RSK TFT APP Board(YROK77210C000BE)の水平/垂直方向のタイミングチャートを図 5-1、図 5-2より、水平同期信号(Hsync)、垂直同期信号(Vsync)、表示イネーブル(DE)信号が必要な液晶であることがわかります。

次にそれぞれの制御信号がどの TCON 端子で出力するか設定します。本設定については、使用するボード仕様書に合わせて設定してください。表 5-9 に設定例を記載します。また、図 5-1、図 5-2から制御端子の極性も設定してください。

表 5-9 制御信号と TCON の組合せ設定例

| 定義                     | 設定値                      | 備考                 |
|------------------------|--------------------------|--------------------|
| LCD_CH0_TCON_PIN_VSYNC | VDC_LCD_TCON_PIN_0       |                    |
| LCD_CH0_TCON_PIN_HSYNC | VDC_LCD_TCON_PIN_3       |                    |
| LCD_CH0_TCON_PIN_DE    | VDC_LCD_TCON_PIN_4       |                    |
| LCD_CH0_TCON_POL_VSYNC | VDC_SIG_POL_INVERTED     | 負極性(図 5-1、図 5-2)参照 |
| LCD_CH0_TCON_POL_HSYNC | VDC_SIG_POL_INVERTED     | 負極性(図 5-1、図 5-2)参照 |
| LCD_CH0_TCON_POL_DE    | VDC_SIG_POL_NOT_INVERTED | 正極性(図 5-1、図 5-2)参照 |

【注】 RZ/A2M 評価ボードで RSK TFT APP Board 接続した場合の設定

## 5.4 データ信号の出力タイミング設定

表示機器側でデータをラッチするタイミングに合わせて、VDC 側からデータを出力する必要があります。表示機器側が立下りでラッチする場合、VDC 側は、その逆の立ち上がりエッジでデータを出力する必要があります。図 5-1より、表示機器側が立下りでラッチしている為、VDC 側は立ち上がりで設定します(表 5-10)。

表 5-10 データ出力タイミング設定例

| 定義               | 設定値             | 備考 |
|------------------|-----------------|----|
| LCD_CH0_OUT_EDGE | VDC_EDGE_RISING |    |

【注】 RZ/A2M 評価ボードで RSK TFT APP Board 接続した場合の設定

## 5.5 データ信号の出力フォーマット設定

表示機器との接続仕様に合わせて設定を行ってください(表 5-11)。

表 5-11 データ出力フォーマット設定例

| 定義                 | 設定値                      | 備考 |
|--------------------|--------------------------|----|
| LCD_CH0_OUT_FORMAT | VDC_LCD_OUTFORMAT_RGB888 |    |

【注】 RZ/A2M 評価ボードで RSK TFT APP Board 接続した場合の設定

## 5.6 GPIO の設定

サンプルプログラムでは、表示機器関連のポート設定をスマートコンフィグレータで行っています(図 5-4)。

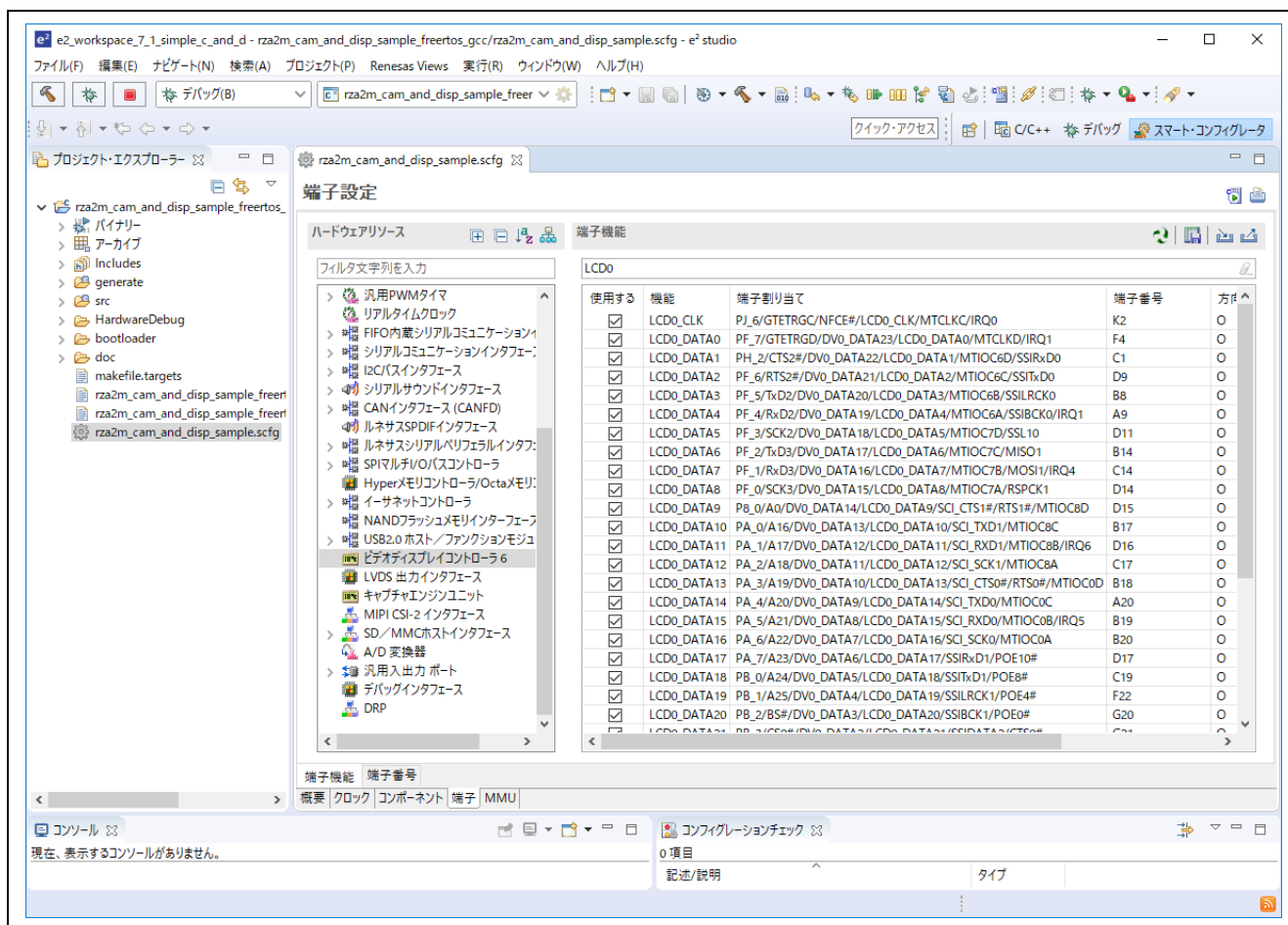


図 5-4 スマートコンフィグレータのポート設定画面

また、初期化方法を"手動"に設定し(図 5-5)、以下ファイル内でポート設定を行っています。GPIO の設定については、ユーザの表示機器に合わせて変更する必要があります。

- vdc\_portsetting.c

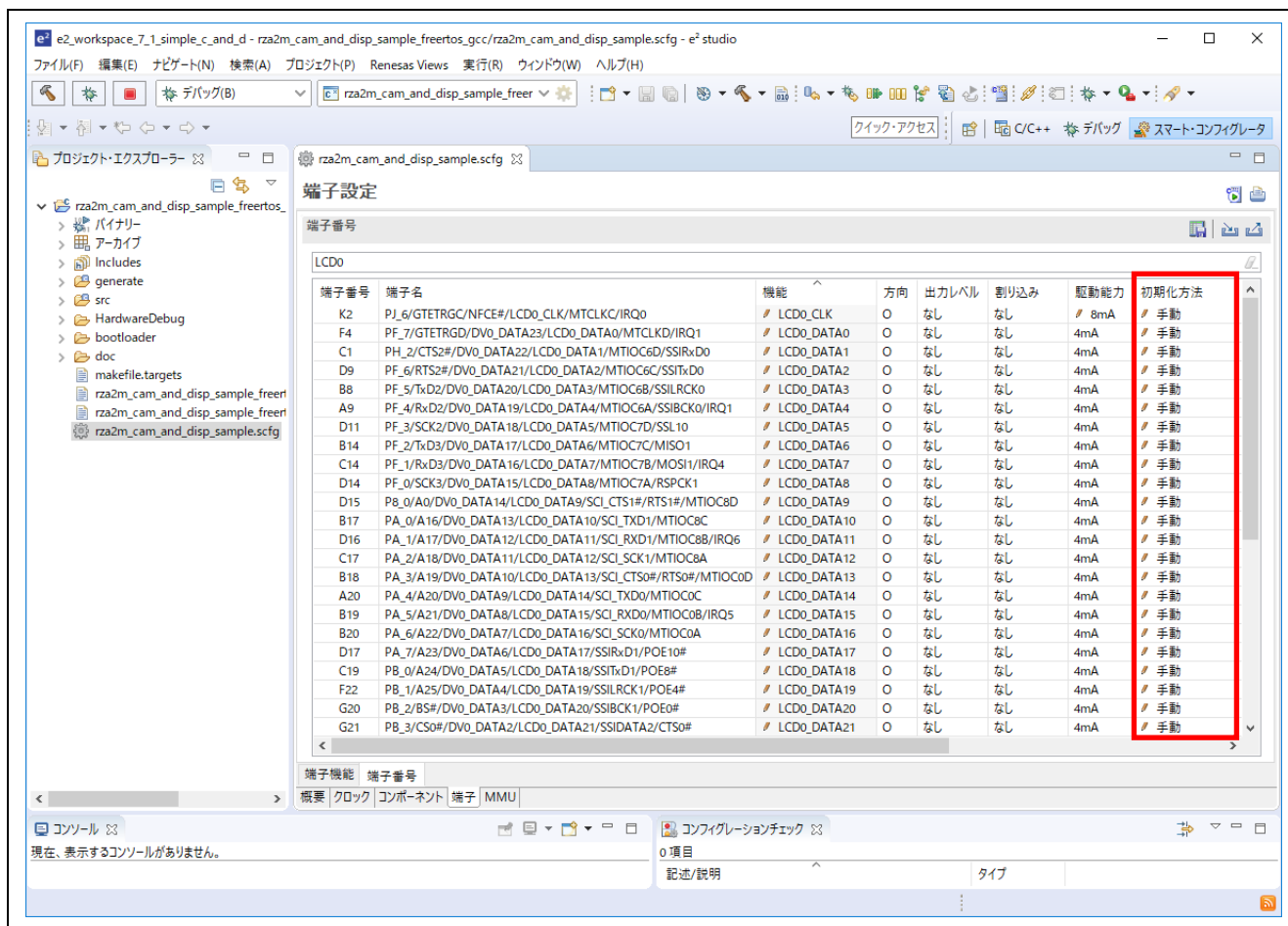


図 5-5 スマートコンフィグレータ初期化方法設定画面

以上で表示機器の設定が完了します。

## 6. カメラ入力

カメラ入力をサポートする RZ/A2M の周辺機能は、MIPI,VDC, CEU の 3 つになります(図 6-1)。本サンプルプログラムでは、MIPI を使用したカメラ入力をサンプル・アプリケーションとして提供します。各周辺機能の詳細は、"10章 参考ドキュメント"に記載あるハードウェアマニュアルを参照してください。以降に MIPI カメラを接続する場合に必要な設定について記載致します。

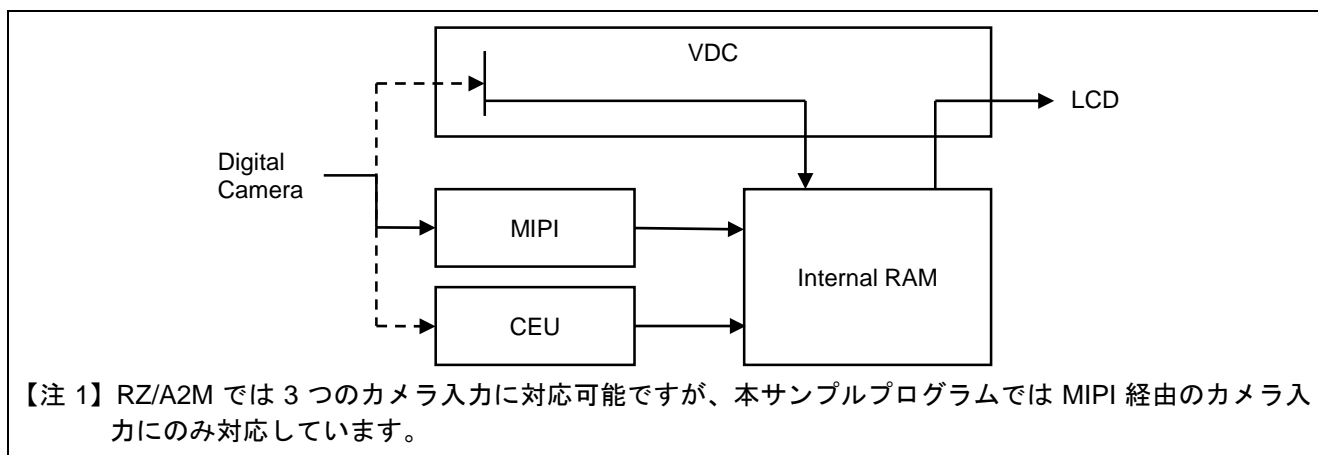


図 6-1 RZ/A2M カメラ入力に対応する周辺機能

### 6.1 MIPI 仕様の確認

RZ/A2M に搭載される MIPI は、MIPI CSI-2 (カメラシリアルインタフェース 2) レシーバモジュールになります。MIPI CSI-2 V1.1 と MIPI D-PHY V2.0 に対応しています。その為、その仕様にあったカメラを選定してください。また、あわせて以下に項目についても確認して下さい。

- 1 レーン最大 1.0 Gbps の転送速度
- 最大 2048 × 2048 ピクセル
- 2 レーン並列動作、または 1 レーン動作
- データタイプ
  - YCbCr-422 8 ビット データ
  - YCbCr-422 10 ビット データ
  - RGB-888 データ
  - 8 ビット ユーザ定義データ(RAW8)

## 6.2 タイミング設定

本サンプルプログラムでは、以下の MIPI カメラに対応しており『mipi\_camera.h』で切り替えを行います。MIPI カメラの設定については、MIPI カメラ毎に設定ファイルを設けており、それを参考にユーザ環境に合わせて作成して頂く必要があります。

- Raspberry Pi Camera V2 : camera\_imx219\_b.h

CSI2 の転送レートに応じて、PHY タイミングレジスタに値を設定します。"10章 参考ドキュメント"に記載あるハードウェアマニュアルの『表 47.8 内部バスクロック(Bφ)周波数、データ転送レートによる PHY タイミングレジスタ設定例』の内容に従って表 6-1の定義に設定してください。

表 6-1 データ転送レートによる PHY タイミングレジスタ設定例

| 定義                    | 設定値         | 備考 |
|-----------------------|-------------|----|
| CAM_MIPI_THS_PREPARE  | 0x00000012u |    |
| CAM_MIPI_THS_SETTLE   | 0x00000019u |    |
| CAM_MIPI_TCLK_PREPARE | 0x0000000Fu |    |
| CAM_MIPI_TCLK_SETTLE  | 0x0000001Eu |    |
| CAM_MIPI_TCLK_MISS    | 0x00000008u |    |
| CAM_MIPI_T_INIT_SLAVE | 0x0000338Fu |    |

【注】RZ/A2M 評価ボードで Raspberry Pi Camera V2 を接続した場合の設定

## 6.3 キャプチャエリアの設定

カメラ側の設定に合わせて映像の取り込み位置を設定します(表 6-2)。設定パラメータとの関係は、図 6-2 のようになります。

表 6-2プリクリッピング設定例

| 定義                      | 設定値  | 備考                 |
|-------------------------|------|--------------------|
| CAM_VIN_PRECLIP_START_X | 100u | vin_preclip_startx |
| CAM_VIN_PRECLIP_WIDTH_X | 640u | vin_preclip_endx   |
| CAM_VIN_PRECLIP_START_Y | 24u  | vin_preclip_starty |
| CAM_VIN_PRECLIP_WIDTH_Y | 480u | vin_preclip_endy   |

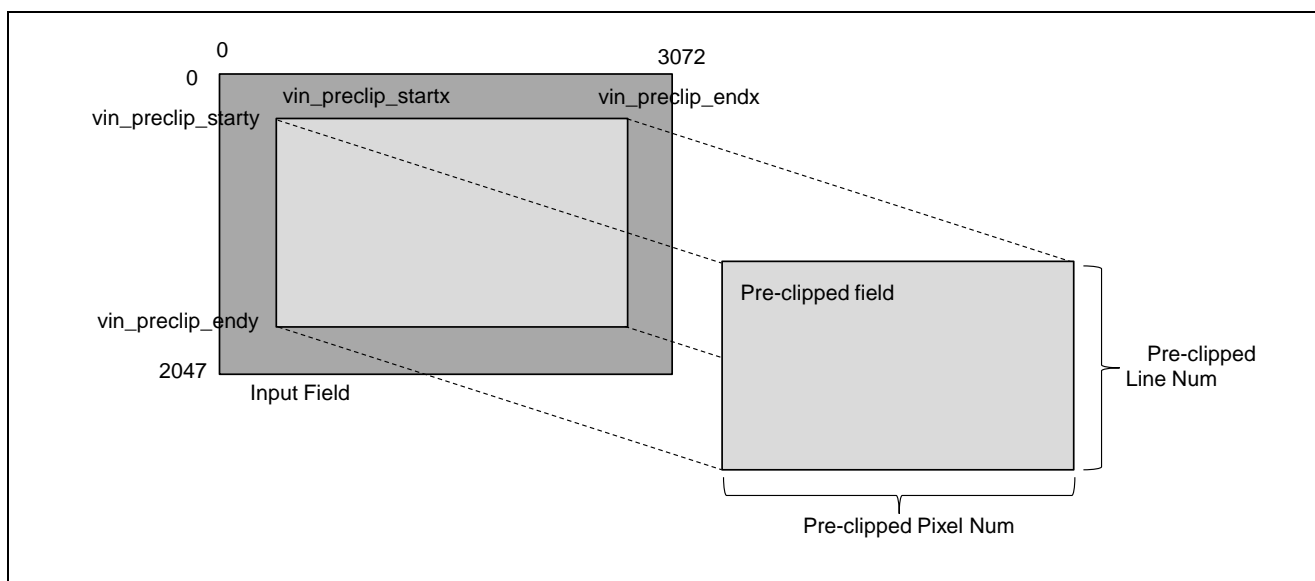


図 6-2 プリクリッピングエリアのイメージ



## 6.4 カメラ側の設定

MIPI カメラ側の設定が必要になります。ご使用になる MIPI カメラの仕様に合わせて設定してください。

## 7. 画像調整

本サンプルプログラムはカメラ入力画像に対し、RZ/A2M が持つ周辺機能である VDC を用いて、表 7-1 に示す画像調整を行います。調整結果は LCD 表示に反映され、補正効果をリアルタイムで確認できます。また、各調整に関連するレジスタ値を、ユーザが直接変更することができ、ユーザの環境にあった調整値を検討・試行することが可能です。画像調整の実施方法に関しては、8章 画像補正の効果と調整方法を参照ください。

表 7-1 サンプルプログラムがサポートする画像調整

| 周辺機能 | 補正           | 内容   |
|------|--------------|--|
| VDC  | ブライトネス(注 1)  | 輝度成分の変更により、明るさを調整する                        |
|      | コントラスト(注 1)  | 各色成分の変更により、コントラストを調整する                     |
|      | シャープネス       | エッジ部分に対し、オーバーシュート、アンダーシュートを調整することで、輪郭強調を行う |
|      | ガンマ補正        | プリセットされているガンマ補正をかける(プリセットは 4 種類)           |
|      | ディザ処理        | ランダムパターンによる、ディザ処理を行う                       |
|      | 回転・水平鏡像(注 2) | 画像を 180 度回転、または左右反転させる                     |

【注 1】 MIPI や CEU を用いたカメラ入力の場合は補正タイミングに制限あり(7.3章参照)。

【注 2】 MIPI や CEU を用いたカメラ入力の場合は使用不可。

## 7.1 CUI (Character User Interface)

本サンプルプログラムは、PC 上の Terminal Application から、リアルタイムに画像調整を行うことができる CUI タスクを実装しています。CUI タスクは PC の Terminal Application からのコマンド入力により、VDC のレジスタ値を操作し、画像調整を実現します。

本章では Terminal Application からの画面操作方法とコマンドについて記載します。各種調整内容、プリセットの詳細は、8章 画像補正の効果と調整方法を参照ください。

### 7.1.1 メニュー

Terminal Application 上の表示メニューと操作概要を図 7-1に示します。図中のコマンド詳細については 7.1.2章を参照ください。

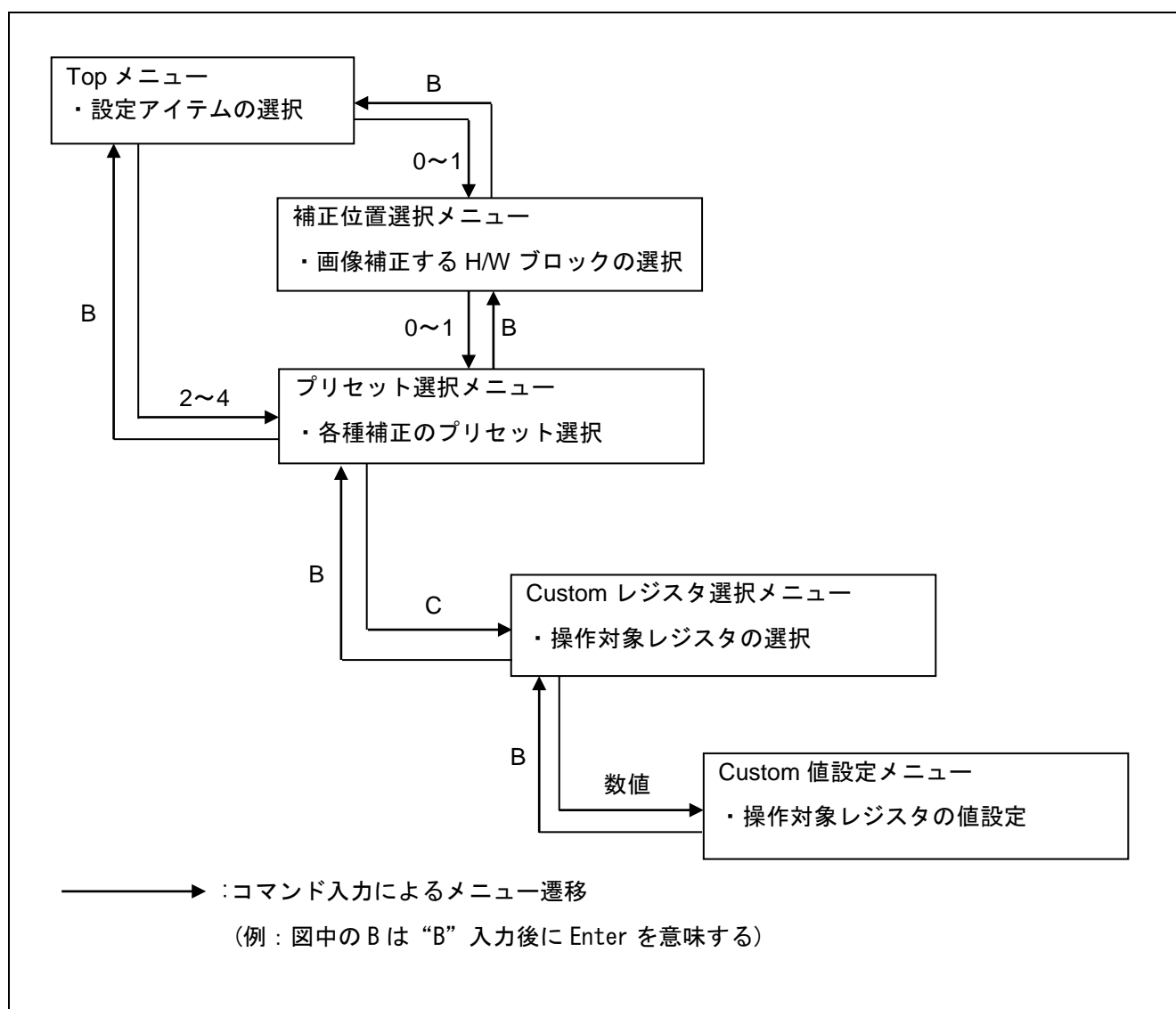


図 7-1 表示メニューと操作概要

### 7.1.2 コマンド一覧

表7-2に Terminal Application 上での CUI 操作コマンド一覧を示します。

表7-2 Terminal Application 上での CUI 操作コマンド

| コマンド                   | 動作   |
|------------------------|--|
| 数字                     | 各メニューにおける操作 <ul style="list-style-type: none"> <li>・調整内容の選択</li> <li>・補正位置の選択(画像調整する H/W ブロックの選択)</li> <li>・プリセット選択</li> <li>・カスタム値入力</li> </ul> |
| C, c                   | カスタム設定選択<br>(各種調整アイテムでプリセット以外を設定したい場合に選択)  |
| D, d                   | 画像調整をデフォルトに設定<br>(H/W マニュアルに記載された各レジスタのデフォルト値)   |
| B, b                   | 一つ前のメニューへ戻る  |
| R, r                   | 現在の画像調整値を出力  |
| T, t                   | Top メニューへ遷移  |
| Enter                  | 入力内容を確定  |
| Delete /<br>Back space | 入力した文字を 1 文字削除   |

## 7.2 調整結果の適用

本サンプルプログラムでは、画像を調整した後、調整後のパラメータをプログラムの初期設定に簡単に反映できます。調整後のパラメータ値を、C 言語のソースコードにそのまま適用できる形式(ヘッダ形式)で Terminal Application 上に出力します。詳細は7.3.1章を参照ください。

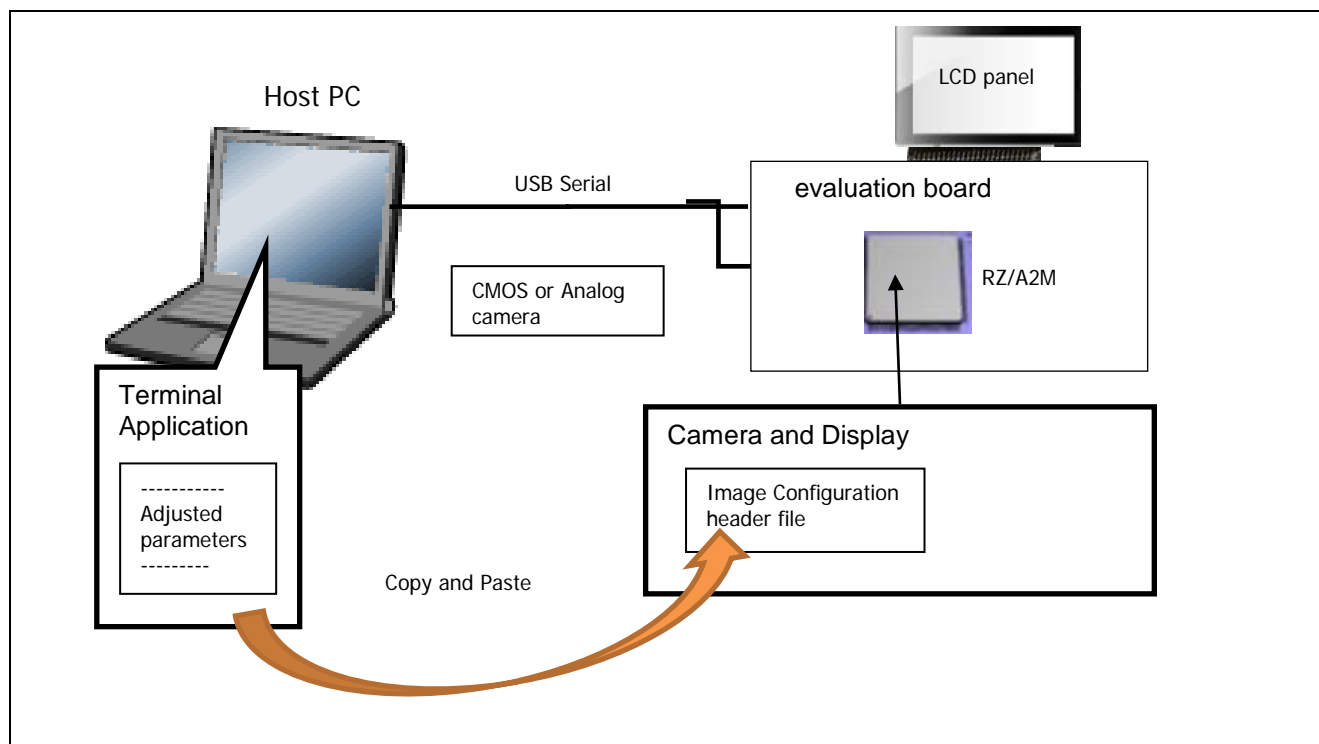


図 7-2 画像調整結果の取得とサンプルプログラムへの適用

### 7.3 補正画像の取得

各画像補正のタイミングを図 7-3に示します。

各画像補正は、すべてハードウェアで行われます。本サンプルプログラムでは、ソフトウェアは図 7-3の赤で示したタイミングで、補正後の画像を取得することができます。

ソフトウェアによる画像処理(認識処理や、JPEG 圧縮して保存、等)を行う場合は、ブライトネス 1、コントラスト 1、回転・水平鏡像の補正画像に対して画像処理を実施することができます。ソフトウェアによる画像処理の結果は、画質改善部、出力制御部へ反映されます。

ただし、MIPI や CEU を用いたカメラ入力の場合、コントラスト 1、ブライトネス 1、回転・水平鏡像は使用できません。また、図 7-3の赤で示したタイミング以降で実施される画像補正については、ソフトウェアが補正後の画像を取得することはできません。

VDC を構成する各ハードウェアブロック(入力制御部、スケーリング部など)については、8.1章を参照ください。

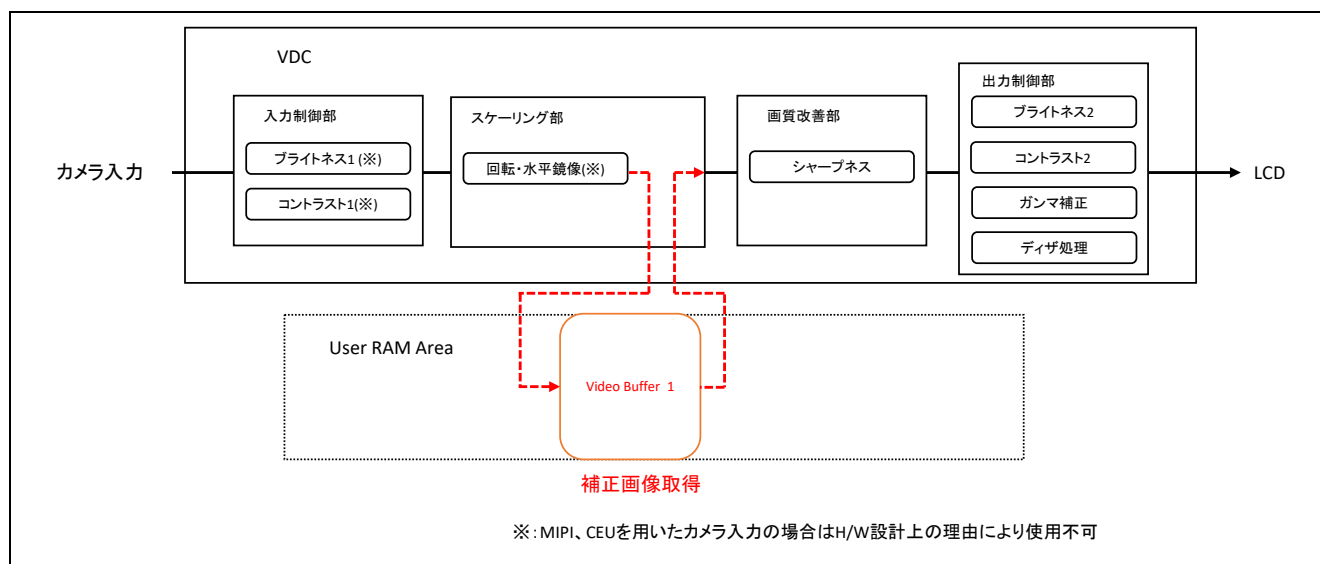


図 7-3 補正画像の取得

#### 7.3.1 画像調整値の取得

ユーザはプリセット選択、またはカスタムによって設定した各種画像調整値を、R コマンドを実行することで取得することができます。R コマンドを実行すると、各種調整パラメータの現在値を、C 言語のソースコードにそのまま適用できる形式(ヘッダ形式)で Terminal Application 上に出力します。出力された設定値を本サンプルの初期化時に適用する場合は、以下のファイルに Terminal Application 上に出力された内容を上書きしてください。

(Top)¥src¥renesas¥application¥inc¥r\_image\_config.h

8. 画像補正の効果と調整方法

本サンプルプログラムでは、操作可能な各画像補正に対してプリセットを準備しています。本章では各補正の効果とプリセット内容について記載します。また、各補正が RZ/A2M の画像入出力に関する H/W 構成のどのブロックで実施されるかを示します。

8.1 全体構成

RZ/A2M の画像入出力に関わる H/W 構成を図 8-1に、VDC の各ブロックの機能を表 8-1にそれぞれ示します。

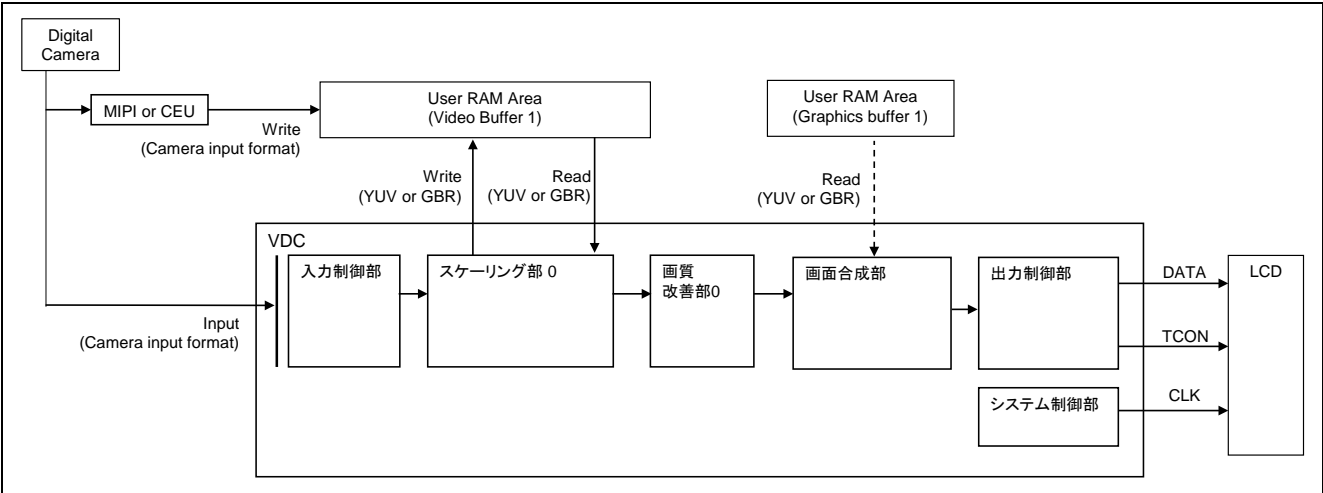


図 8-1 RZ/A2M 画像入出力に関する H/W ブロック図

表 8-1 VDC 各ブロックの機能

| ブロック      | 機能  |
|-----------|---|
| 入力制御部     | デジタルカメラからの画像入力取り込み<br>カラーマトリクスによるフォーマット変換およびブライトネス/コントラストの調整                        |
| スケーリング部 0 | フォーマット変換後の画像データ RAM 書き出し/読み出し(YCbCr または RGB)<br>拡大/縮小<br>回転/水平鏡像<br>IMR-LS2 による歪み補正 |
| 画質改善部 0   | シャープネス  |
| 画面合成部     | カメラ映像と RAM 上に格納されたグラフィックスデータの合成   |
| 出力制御部     | LCD への DATA 信号、TCON 信号出力<br>ブライトネス、コントラスト、ガンマ補正、ディザ処理                               |
| システム制御部   | パネルクロック信号出力   |

## 8.2 ブライツネス

ブライツネスは画面全体の明るさを調整します。画面内の暗い箇所はより明るく、明るい箇所もより明るくする効果があります。

本サンプルプログラムでは、入力制御部と出力制御部にてブライツネスの調整が可能です。入力制御部にてブライツネス調整を行った場合、ブライツネス調整後の画像データがRAM上に格納され、ユーザは格納された補正後の画像を使用することができます。出力制御部にてブライツネス調整を行った場合、調整後のデータはRAMには格納されず、表示パネル上にのみ反映されます。

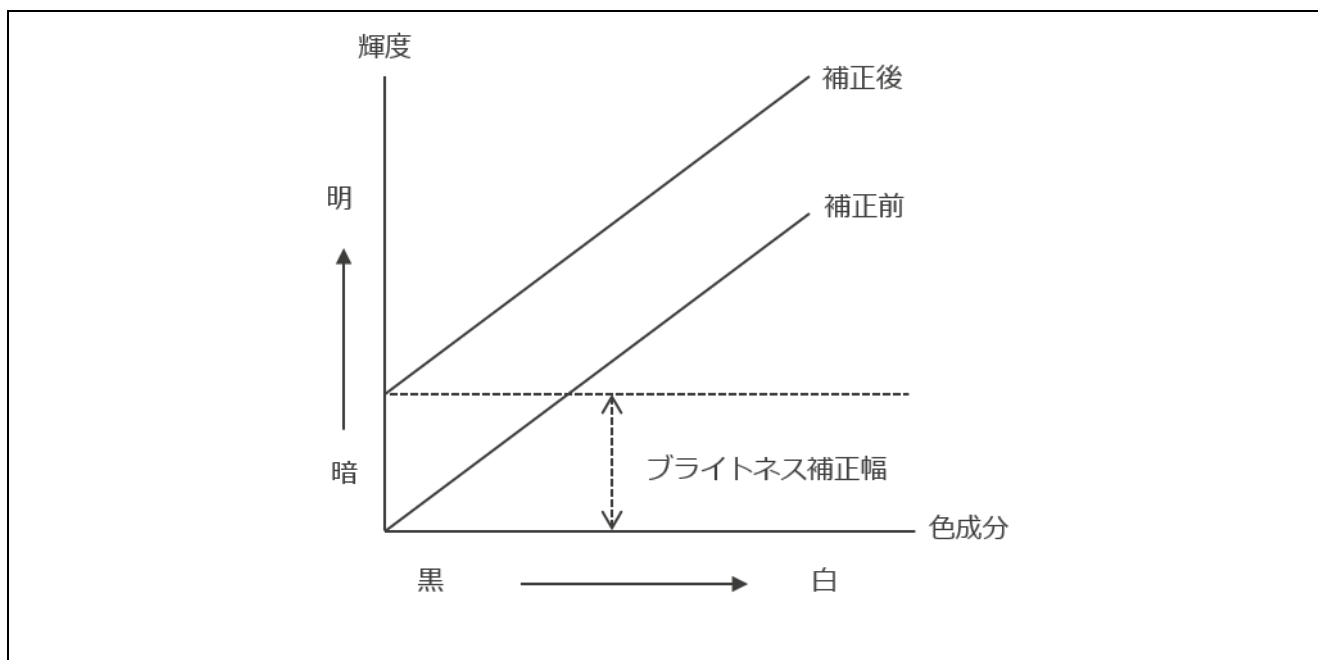


図 8-2 ライトネスの効果

### 8.2.1 プリセット

本サンプルプログラムでは表 8-2に示す内容をブライツネスのプリセットとして準備しています。プリセットの選択は調整箇所ごとに設定可能です。また、ブライツネス調整は、入力制御部と出力制御部で併用可能です。

表 8-2 ブライツネスのプリセット

| 調整箇所  | プリセット  | 内容           |
|-------|--------|--------------|
| 入力制御部 | High   | 画面全体を明るくする   |
|       | Middle | 画面全体をやや明るくする |
|       | Low    | 画面全体を暗くする    |
| 出力制御部 | High   | 画面全体を明るくする   |
|       | Middle | 画面全体をやや明るくする |
|       | Low    | 画面全体を暗くする    |

## 8.2.2 カスタム

本サンプルプログラムでは、ブライトネス調整をカスタム設定することができます。表 8-3に対象レジスタ情報を示します。

表 8-3 ブライトネスのカスタム

| 調整箇所  | 対象レジスタ             | 対象ビット               | 初期値 | 設定可能値  | 備考  |
|-------|--------------------|---------------------|-----|--------|---|
| 入力制御部 | IMGCNT_MTX_YG_ADJ0 | IMGCNT_MTX_YG [7:0] | 128 | 0~255  | 値が大きいほど画面が明るくなる                               |
| 出力制御部 | OUT_BRIGHT1        | PBRT_G[9:0]         | 512 | 0~1023 | 値が大きいほど画面が明るくなる<br>ブライトネス調整では3つの値が等しくなるよう設定する |
|       | OUT_BRIGHT2        | PBRT_B[9:0]         | 512 | 0~1023 |   |
|       | OUT_BRIGHT2        | PBRT_R[9:0]         | 512 | 0~1023 |   |



### 8.3 コントラスト

コントラストは、補正率を上げることで画面内の暗い箇所はそのままに、明るい箇所をより明るくすることで、明暗を強調する効果があります。

本サンプルプログラムでは、入力制御部と出力制御部にてコントラストの調整が可能です。入力制御部にてコントラスト調整を行った場合、コントラスト調整後の画像データがRAM上に格納され、ユーザは格納された補正後の画像を使用することができます。出力制御部にてコントラスト調整を行った場合、調整後のデータはRAMには格納されず、表示パネル上にもみ反映されます。

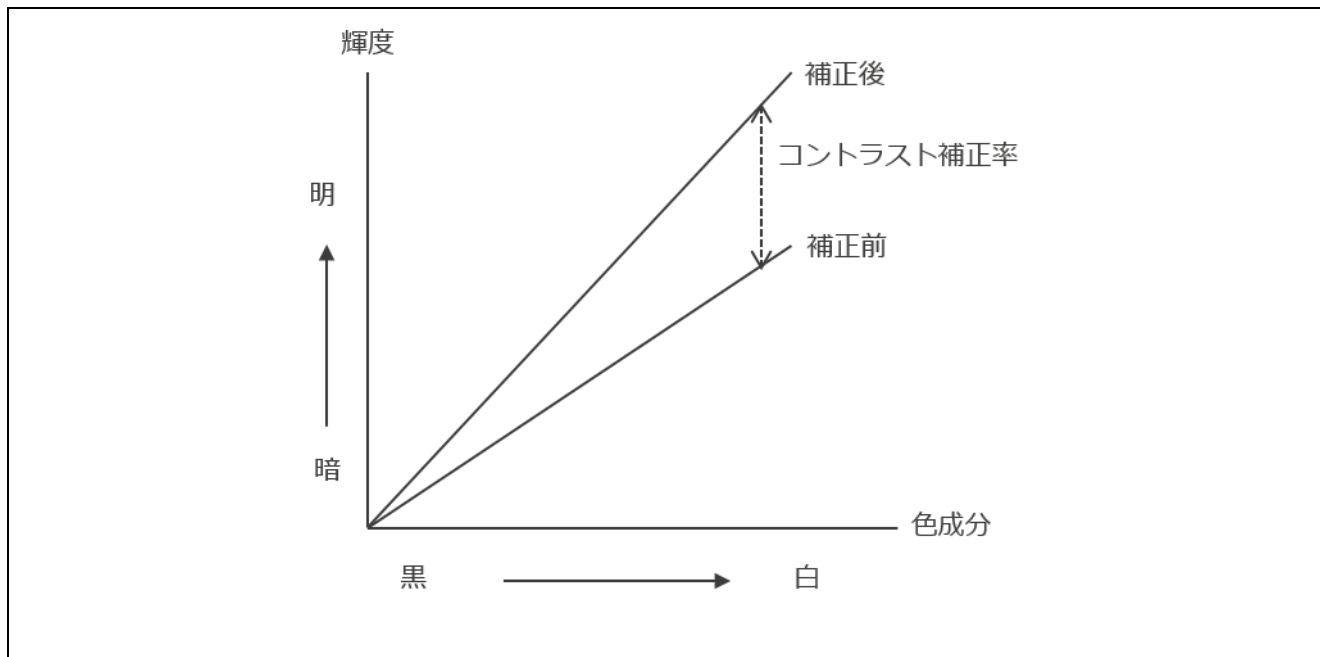


図 8-3 コントラストの効果

#### 8.3.1 プリセット

本サンプルプログラムでは表 8-4に示す内容をコントラストのプリセットとして準備しています。プリセットの選択は調整箇所ごとに設定可能です。また、コントラスト調整は、入力制御部と出力制御部で併用可能です。

表 8-4 コントラストのプリセット

| 調整箇所  | プリセット  | 内容             |
|-------|--------|----------------|
| 入力制御部 | High   | 画面全体の明暗を強調する   |
|       | Middle | 画面全体の明暗をやや強調する |
|       | Low    | 画面全体の明暗を弱める    |
| 出力制御部 | High   | 画面全体の明暗を強調する   |
|       | Middle | 画面全体の明暗をやや強調する |
|       | Low    | 画面全体の明暗を弱める    |

## 8.3.2 カスタム

本サンプルプログラムでは、コントラスト調整をカスタム設定することができます。表 8-5に対象レジスタ情報を示します。

表 8-5 コントラストのカスタム

| 調整箇所  | 対象レジスタ             | 対象ビット               | 初期値 | 設定可能値      | 備考  |
|-------|--------------------|---------------------|-----|------------|---|
| 入力制御部 | IMGCNT_MTX_YG_ADJ0 | IMGCNT_MTX_GG[10:0] | 256 | -1024～1023 | 値が大きいほど明暗が強調される                               |
| 出力制御部 | OUT_CONTRAST-      | CONT_G[7:0]         | 128 | 0～255      | 値が大きいほど明暗が強調される<br>コントラスト調整では3つの値が等しくなるよう設定する |
|       | OUT_CONTRAST-      | CONT_B[7:0]         | 128 | 0～255      |   |
|       | OUT_CONTRAST-      | CONT_R[7:0]         | 128 | 0～255      |   |

## 8.4 シャープネス

シャープネスは、隣接する画素の輝度差を大きくすること(LTI補正)と、輝度成分のオーバーシュート、アンダーシュートを強めること(シャープネス)で輪郭強調を行います。

本サンプルプログラムでは、画質改善部にてシャープネスの調整が可能です。調整後のデータはRAMには格納されず、表示パネル上にのみ反映されます。

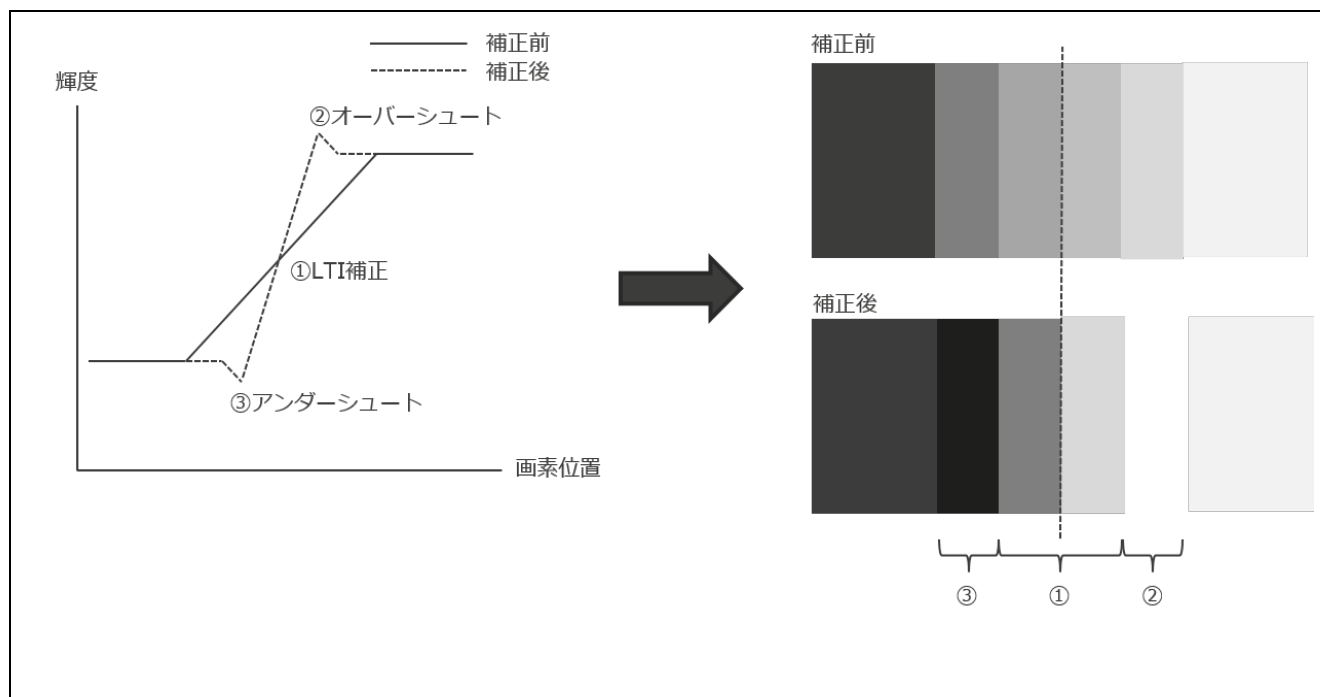


図 8-4 シャープネスの効果

### 8.4.1 プリセット

本サンプルプログラムでは表 8-6に示す内容をシャープネスのプリセットとして準備しています。

表 8-6 シャープネスのプリセット

| 調整箇所  | プリセット       | 内容        |
|-------|-------------|-----------|
| 画質改善部 | Strong      | 輪郭を強く強調する |
|       | Semi-strong | 輪郭を強調する   |
|       | Weak        | 輪郭をやや強調する |

## 8.4.2 カスタム

本サンプルプログラムでは、シャープネス調整をカスタム設定することができます。表 8-7、表 8-8、表 8-9 に対象レジスタ情報を示します。

表 8-7 シャープネスのカスタム(1/3)

| 調整箇所  | 対象レジスタ        | 対象ビット               | 初期値 | 設定可能値 | 備考  |
|-------|---------------|---------------------|-----|-------|---|
| 画質改善部 | ADJ0_ENH_SHP1 | SHP_H_ON            | 0   | 0~1   | 0:シャープネス ON<br>1:シャープネス OFF   |
|       | ADJ0_ENH_SHP1 | SHP_H1_CORE [6:0]   | 0   | 0~127 | 水平シャープネス帯域(H1)に対するシャープネスの能動範囲指定<br>エッジ振幅値が本設定以上の範囲で輪郭強調をかける             |
|       | ADJ0_ENH_SHP2 | SHP_H1_CLIP_O [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H1)に対するオーバーシュート側のクリップ値補正                                     |
|       | ADJ0_ENH_SHP2 | SHP_H1_CLIP_U [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H1)に対するアンダーシュート側のクリップ値補正                                     |
|       | ADJ0_ENH_SHP2 | SHP_H1_GAIN_O [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H1)に対するオーバーシュート側のエッジ振幅値に対するゲイン値<br>0(0 倍)~64(+1 倍)~255(+4 倍) |
|       | ADJ0_ENH_SHP2 | SHP_H1_GAIN_U [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H1)に対するアンダーシュート側のエッジ振幅値に対するゲイン値<br>0(0 倍)~64(+1 倍)~255(+4 倍) |
|       | ADJ0_ENH_SHP3 | SHP_H2_LPF_SEL      | 0   | 0~1   | 水平シャープネス帯域(H2)に対する LPF の設定<br>0:LPF なし<br>1:LPF あり                      |
|       | ADJ0_ENH_SHP3 | SHP_H2_CORE [6:0]   | 0   | 0~127 | 水平シャープネス帯域(H2)に対するシャープネスの能動範囲指定<br>エッジ振幅値が本設定以上の範囲で輪郭強調をかける             |
|       | ADJ0_ENH_SHP4 | SHP_H2_CLIP_O [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H2)に対するオーバーシュート側のクリップ値補正                                     |
|       | ADJ0_ENH_SHP4 | SHP_H2_CLIP_U [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H2)に対するアンダーシュート側のクリップ値補正                                     |

表 8-8 シャープネスのカスタム(2/3)

| 調整箇所  | 対象レジスタ        | 対象ビット               | 初期値 | 設定可能値 | 備考   |
|-------|---------------|---------------------|-----|-------|--|
| 画質改善部 | ADJ0_ENH_SHP4 | SHP_H2_GAIN_O [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H2)に対するオーバーシュート側のエッジ振幅値に対するゲイン値<br>0(0倍)~64(+1倍)~255(+4倍) |
|       | ADJ0_ENH_SHP4 | SHP_H2_GAIN_U [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H2)に対するアンダーシュート側のエッジ振幅値に対するゲイン値<br>0(0倍)~64(+1倍)~255(+4倍) |
|       | ADJ0_ENH_SHP5 | SHP_H3_CORE [6:0]   | 0   | 0~127 | 水平シャープネス帯域(H3)に対するシャープネスの能動範囲指定<br>エッジ振幅値が本設定以上の範囲で輪郭強調をかける          |
|       | ADJ0_ENH_SHP6 | SHP_H3_CLIP_O [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H3)に対するオーバーシュート側のクリップ値補正                                  |
|       | ADJ0_ENH_SHP6 | SHP_H3_CLIP_U [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H3)に対するアンダーシュート側のクリップ値補正                                  |
|       | ADJ0_ENH_SHP6 | SHP_H3_GAIN_O [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H3)に対するオーバーシュート側のエッジ振幅値に対するゲイン値<br>0(0倍)~64(+1倍)~255(+4倍) |
|       | ADJ0_ENH_SHP6 | SHP_H3_GAIN_U [7:0] | 0   | 0~255 | 水平シャープネス帯域(H3)に対するアンダーシュート側のエッジ振幅値に対するゲイン値<br>0(0倍)~64(+1倍)~255(+4倍) |
|       | ADJ0_ENH_LTI1 | LTI_H_ON            | 0   | 0~1   | 0:LTI ON<br>1: LTI OFF   |
|       | ADJ0_ENH_LTI1 | LTI_H2_LPF_SEL      | 0   | 0~1   | 水平 LTI(H2)帯域に対するLPF 設定<br>0:LPF あり<br>1:LPF なし                       |

表 8-9 シャープネスのカスタム(3/3)

| 調整箇所  | 対象レジスタ        | 対象ビット                    | 初期値 | 設定可能値 | 備考   |
|-------|---------------|--------------------------|-----|-------|--|
| 画質改善部 | ADJ0_ENH_LTI1 | LTI_H2_INC_ZERO<br>[7:0] | 10  | 0~255 | メディアンフィルタ(ノイズ除去)の LTI 補正スレッシュ値<br>隣接画素との周波数差分が本設定以下の場合は LTI 補正しない    |
|       | ADJ0_ENH_LTI1 | LTI_H2_GAIN<br>[7:0]     | 0   | 0~255 | 水平 LTI(H2)帯域の LTI のエッジ振幅値に対するゲイン値<br>0(0 倍)~64(+1 倍)~255(+4 倍)       |
|       | ADJ0_ENH_LTI1 | LTI_H2_CORE<br>[7:0]     | 0   | 0~255 | 水平 LTI(H2)帯域の LTI のコアリング<br>本設定値以下の振幅に対してコアリング                       |
|       | ADJ0_ENH_LTI2 | LTI_H4_MEDIAN_TAP_SEL    | 0   | 0~1   | 水平 LTI(H4)帯域のメディアンフィルタ(ノイズ除去)の参照画素選択<br>0:隣接 2 画素目参照<br>1:隣接 1 画素目参照 |
|       | ADJ0_ENH_LTI2 | LTI_H4_INC_ZERO<br>[7:0] | 10  | 0~255 | 水平 LTI(H4)帯域のメディアンフィルタ(ノイズ除去)の補正スレッシュ設定                              |
|       | ADJ0_ENH_LTI2 | LTI_H4_GAIN<br>[7:0]     | 0   | 0~255 | 水平 LTI(H4)帯域の LTI のエッジ振幅値に対するゲイン値<br>0(0 倍)~64(+1 倍)~255(+4 倍)       |
|       | ADJ0_ENH_LTI2 | LTI_H4_CORE<br>[7:0]     | 0   | 0~255 | 水平 LTI(H4)帯域の LTI のコアリング<br>本設定値以下の振幅に対してコアリング                       |

## 8.5 ガンマ補正

本サンプルプログラムでは 256 階調の入力信号に対し、図 8-5に示すガンマ補正をかけることができます。ガンマ補正は出力制御部に補正を行い、表示パネル上にのみ反映されます。

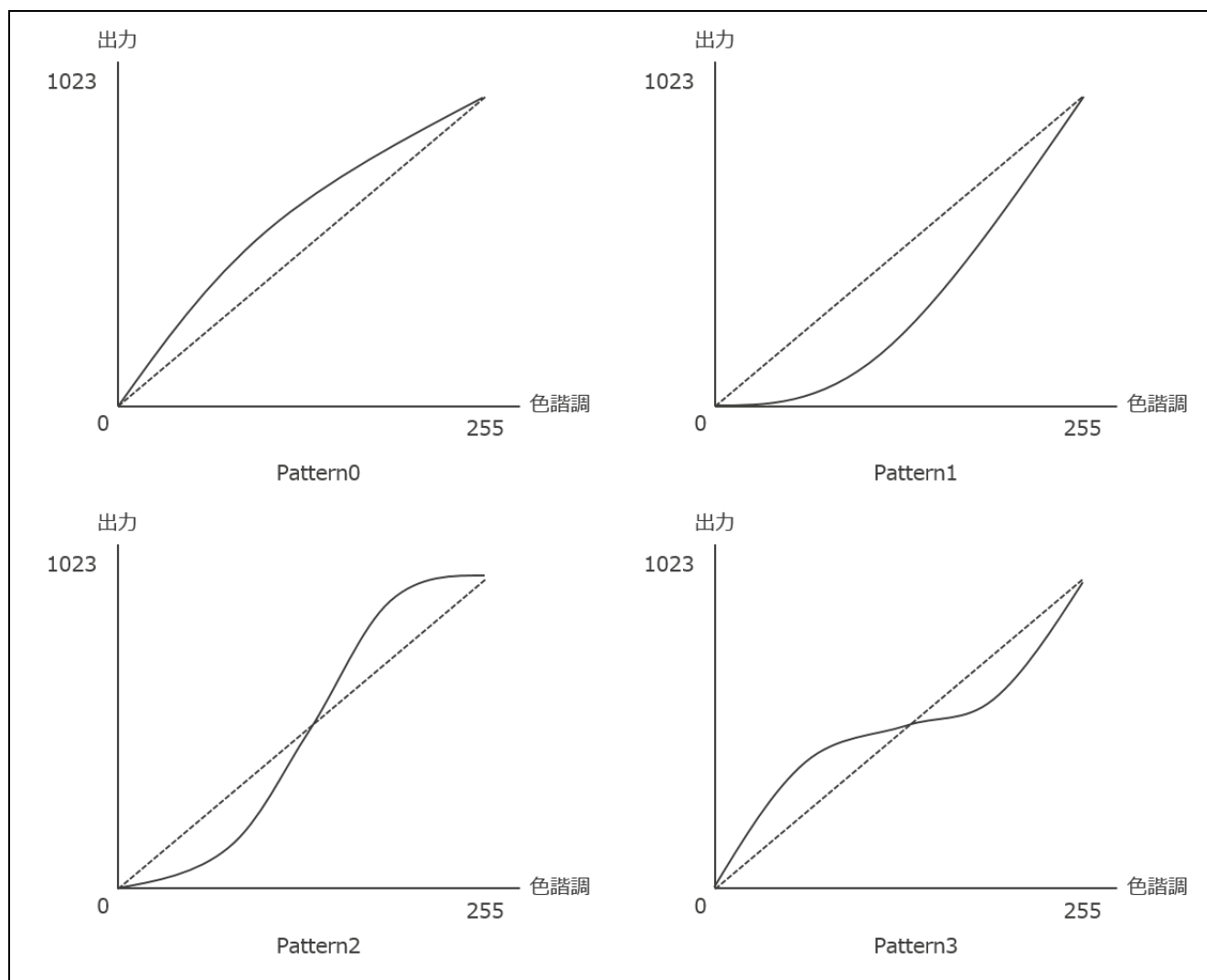


図 8-5 サンプルプログラムで設定可能なガンマ補正

### 8.5.1 プリセット

本サンプルプログラムでは表 8-10に示す内容をガンマ補正のプリセットとして準備しています。

表 8-10 ガンマ補正のプリセット

| 調整箇所  | プリセット    | 内容                                    |
|-------|----------|---------------------------------------|
| 出力制御部 | Pattern0 | $\gamma=0.81$ 時のガンマ補正 画面全体がやや明るくなる(注) |
|       | Pattern1 | $\gamma=1.98$ 時のガンマ補正 画面全体がやや暗くなる(注)  |
|       | Pattern2 | S 字カーブのガンマ補正 コントラストがやや強くなる            |
|       | Pattern3 | 逆 S 字カーブのガンマ補正 コントラストがやや弱くなる          |

【注】 RZ/A2M で設定可能な最大、最小値

### 8.5.2 カスタム

本サンプルプログラムでは、ガンマ補正に関するカスタム機能はサポートしておりません。

## 8.6 ディザ処理

ディザ処理は、カラーバンディングを抑制する効果があります。カラーバンディングが発生するケースは、RZ/A2Mにて画像処理する bit 数が、表示パネルへ出力する bit 数を上回るケースです。

例えば、RGB888(24bit)にて処理した画像データを、RGB565(16bit)で出力した場合、表現できる諧調が減ることになり、なめらかなグラデーションが縞模様に見えることがあります。これをカラーバンディングといい、ディザ処理をかけることによって改善することができます。

ただし、RZ/A2Mにて画像処理する bit 数が、表示パネルへ出力する bit 数と等しい、または小さい場合は、ディザ処理による効果はありません。

### 8.6.1 プリセット

本サンプルプログラムでは表 8-11に示すモードをディザ処理のプリセットとして準備しています。

表 8-11 ディザ処理のプリセット

| 調整箇所  | プリセット                 | 内容   |
|-------|-----------------------|--|
| 出力制御部 | Cutoff                | 切捨てモード<br>ビット縮退の計算結果に対し、小数点以下を切り捨て                             |
|       | Round off             | 四捨五入モード<br>ビット縮退の計算結果に対し、小数点以下を四捨五入                            |
|       | 2x2 Pattern Dither    | 2x2 パターンディザ<br>ビット縮退の計算結果に対し、小数点第一位にパターン値を加算し、小数点第一位で切り捨て      |
|       | Random Pattern Dither | ランダムパターンディザ<br>ビット縮退の計算結果に対し、小数点第一位にランダムなパターン値を加算し、小数点第一位で切り捨て |

### 8.6.2 カスタム

本サンプルプログラムでは、ディザ処理に関するカスタム機能はサポートしておりません。



## 8.7 回転・水平鏡像

回転・水平鏡像処理は、VDC のスケーリング部によって処理され、カメラ画像取り込み用のバッファ(図 8-1 の "User RAM Area(Video Buffer 1)" 参照)へ結果が出力されます。

VDC では回転・水平鏡像処理を同時に設定することはできません。表 8-13に設定可能な値を示します。90 度回転、270 度回転を設定する場合は、画像の縦・横サイズが変わるため、カメラ画像取り込み用のバッファのサイズを変更する必要があります。また本機能は、MIPI や CEU を用いたカメラ入力を適用する場合は使用することができません。

### 8.7.1 プリセット

本サンプルプログラムでは表 8-12に示すモードを回転・水平鏡像処理のプリセットとして準備しています。

表 8-12 回転・水平鏡像処理のプリセット

| 調整箇所      | プリセット                   | 内容      |
|-----------|-------------------------|---------|
| スケーリング部 0 | Horizontal Mirroring ON | 水平鏡像    |
|           | Rotation (180 Degrees)  | 180 度回転 |

### 8.7.2 カスタム

本サンプルプログラムでは、回転・水平鏡像の調整をカスタム設定することができます。表 8-13に対象レジスタ情報を示します。

表 8-13 回転・水平鏡像のカスタム

| 調整箇所      | 対象レジスタ       | 対象ビット                 | 初期値 | 設定可能値 | 備考   |
|-----------|--------------|-----------------------|-----|-------|--|
| スケーリング部 0 | SC0_SCL1_WR1 | SC0_RES_DS_WR_MD[2:0] | 0   | 0~4   | 0 : 通常<br>1 : 水平鏡像<br>2 : 90 度回転(注)<br>3 : 180 度回転<br>4 : 270 度回転(注) |

【注】90 度回転、270 度回転を設定する場合は、カメラ画像取り込み用のバッファサイズを変更する必要があります

## 9. サンプルプログラムと"カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"

本サンプルプログラムは、RZ/A 対応開発支援ツール"カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"との連携が可能です。"カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"は、統合開発環境 e2 studio のプラグインであり、GUI による LCD パネルの出カタイミング調整、画像調整、カメラ入力のタイミング調整、I2C を介したカメラモジュールのレジスタ設定が可能です。"カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"で調整した各種設定値は、ヘッダファイルとして出力でき、サンプルプログラムで使用することが可能です。

尚、"カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"のインストールについては、e2 studio のメニュー『ヘルプ』→『新規ソフトウェアのインストール』で行います。詳細については、下記を参照してください。

- ・製品ページ

<https://www.renesas.com/qe-display>

### 9.1 カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)の起動

e2 studio のメニューから『Renesas Views』→『Renesas QE』→『カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)』を選択すると"カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"が起動します(図 9-1)。

図 9-1に示すブロック図は、VDC の H/W ブロック図を表しており、カメラから入力した画像データが出力されるまでの経路と、各種画像補正が実施される位置関係を知ることができます。また、ブライトネス、コントラスト、シャープネスなどの画像調整内容をクリックすることで、画像調整タブに遷移し、各種画像調整が可能です。

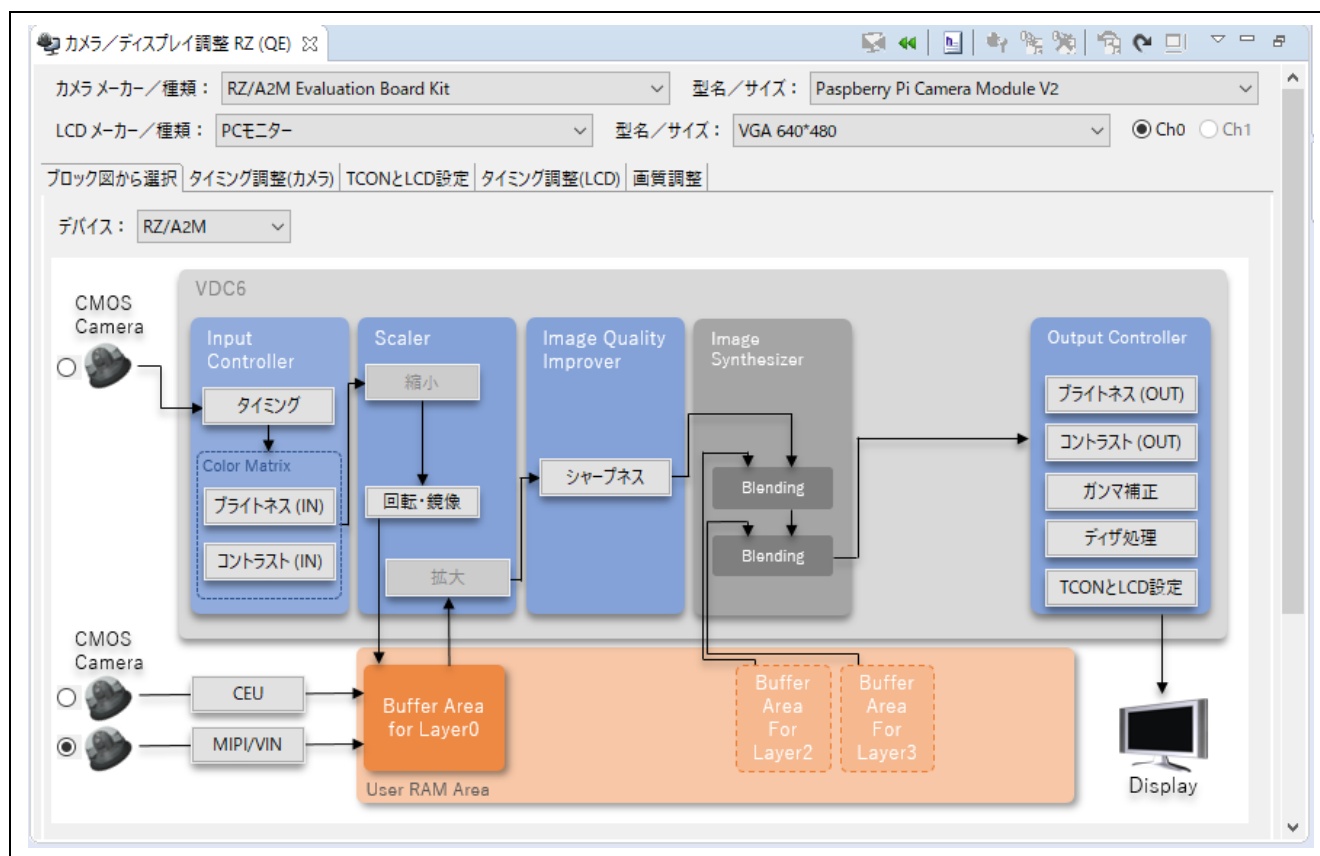


図 9-1 カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)の起動画面

## 9.2 LCD パネルの出力タイミング調整

図 9-2のダイアログ上部にある『LCD メーカー/種類』のプルダウンリストからカスタムを選択するとカスタムディスプレイ・データの編集ダイアログ(図 9-3)が表示されます。

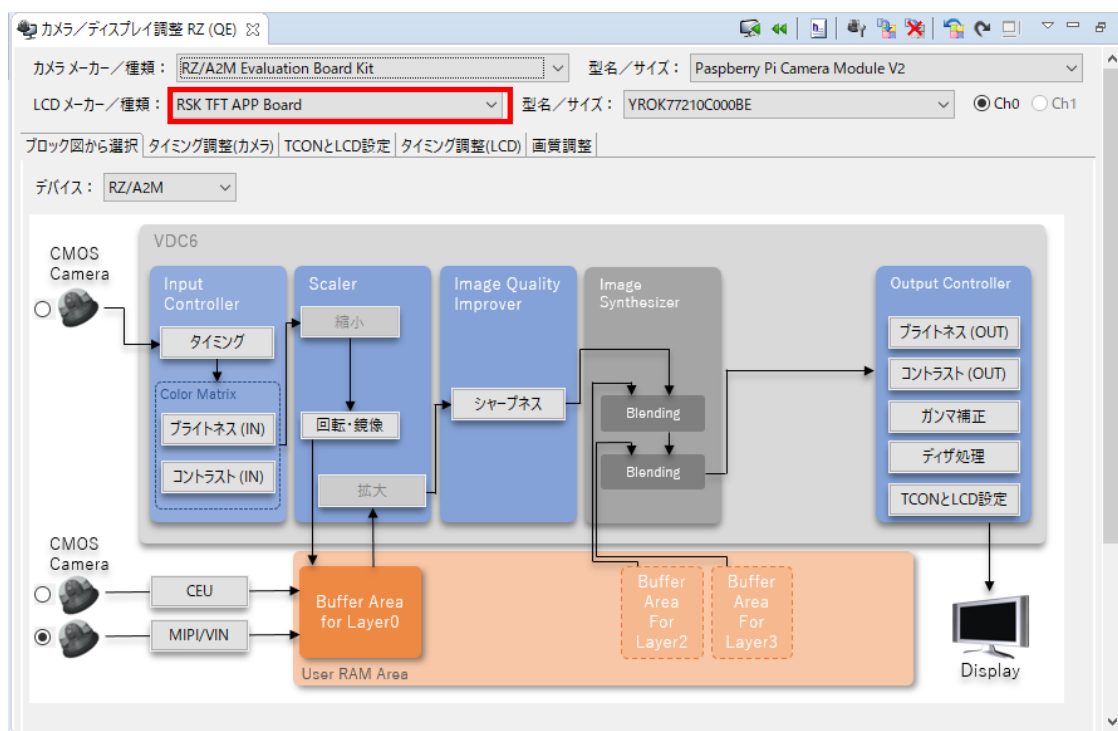


図 9-2 カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)の画面

| Parameter                             | Min. | Typ. | Max. |
|---------------------------------------|------|------|------|
| Panel Clock Frequency (PCF) [MHz]     | -    | -    | -    |
| Panel Clock Period (PCP) [ns]         | -    | -    | -    |
| Horizontal Frequency (HF) [KHz]       | -    | -    | -    |
| Horizontal Period (HP) [us]           | -    | -    | -    |
| Horizontal Total Period (HTP) [Clo... | -    | -    | -    |
| Horizontal Pulse Width (HPW) [Cl...   | -    | -    | -    |
| Horizontal Display Period (HDP) [...  | -    | -    | -    |
| Horizontal Front Porch (HFP) [Clo...  | -    | -    | -    |
| Horizontal Back Porch (HBP) [Cloc...  | -    | -    | -    |
| Vertical Frequency (VF) [Hz]          | -    | -    | -    |
| Vertical Period (VP) [ms]             | -    | -    | -    |
| Vertical Total Period (VTP) [Line]    | -    | -    | -    |
| Vertical Pulse Width (VPW) [Line]     | -    | -    | -    |
| Vertical Display Period (VDP) [Line]  | -    | -    | -    |
| Vertical Front Porch (VFP) [Line]     | -    | -    | -    |
| Vertical Back Porch (VBP) [Line]      | -    | -    | -    |

図 9-3 カスタムディスプレイ・データの編集ダイアログ

### 9.2.1 登録名称の記入

カスタムディスプレイ・データの編集ダイアログ(図 9-4)の『メーカー/種類』、『型名/サイズ』項目に、任意の名称を入力してください。この名称がドロップダウンリストに登録され、以後選択する事が可能になります。

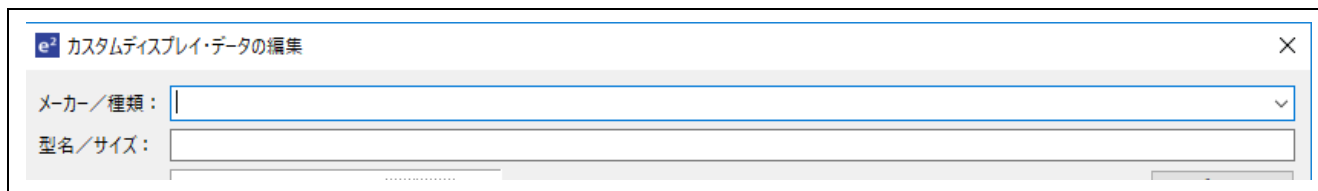


図 9-4 名称の登録

### 9.2.2 制御タイミングの入力

『5.2 表示機器のタイミング制御』に記載されるような表示機器の仕様に合わせて値をダイアログ(図 9 5)に設定します。Typ.に入力された値がタイミング制御に使用され、Min、Maxについては、"カメラ/ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"のタイミング調整を GUI で行った時、範囲内で収まるかの確認に使用されます。

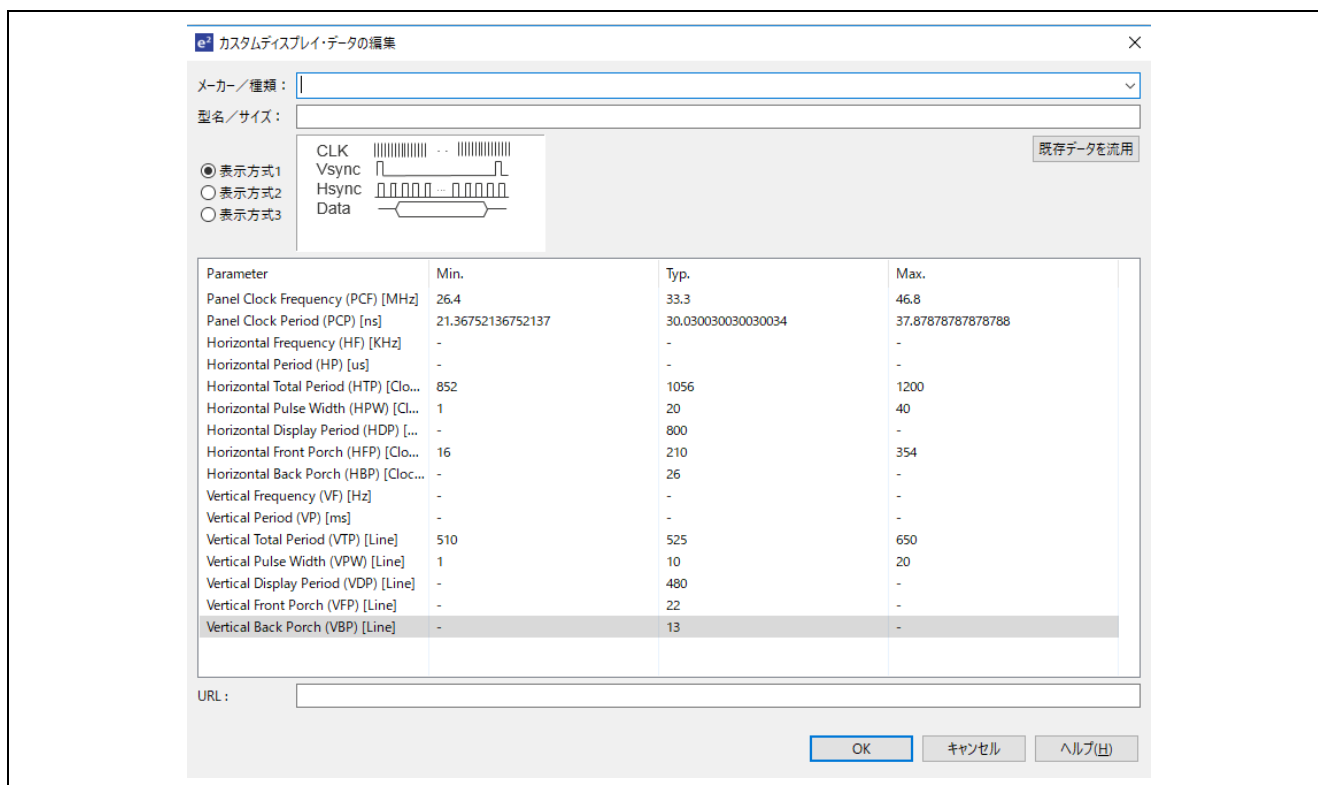


図 9-5 制御タイミング入力

### 9.2.3 制御信号の出力設定

"カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"の"TCON と LCD 設定"タブを選択することで制御信号の設定が可能です(エラー! 参照元が見つかりません。 )。

このダイアログでは、以下に記載する制御信号の出力設定を行います。

[パネルドライバ信号(TCON)の出力選択]

出力端子の選択 :

LCD\_TCON0~LCD\_TCON6 端子へ出力(TCON0~TCON6)

制御信号の極性 :

正極性(High Active)

負極性(Low Active)

[LCD の設定]

LCD 出力フォーマット :

24bit RGB888 出力 (24bit(VDC\_LCD\_OUTFORMAT\_RGB888))

18bit RGB666 出力 (18bit(VDC\_LCD\_OUTFORMAT\_RGB666))

16bit RGB565 出力 (16bit(VDC\_LCD\_OUTFORMAT\_RGB565))

データ出力のタイミング :

パネルクロックの立ち上がりで出力 (Rising(VDC\_EDGE\_RISING))

パネルクロックの立ち下がりで出力 (Falling(VDC\_EFGE\_FALLING))

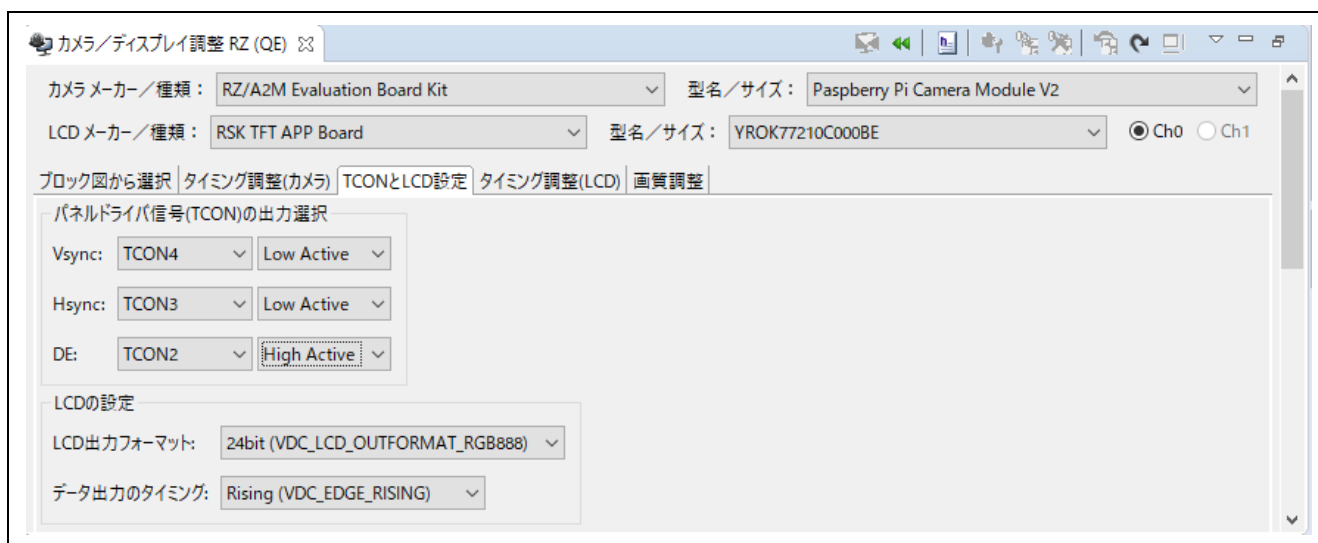


図 9-6 TCON と LCD 設定

### 9.2.4 LCD 表示位置の調整

デバッグを接続し本サンプルプログラムを起動後、**エラー! 参照元が見つかりません**。に示す設定値を変更することで制御信号タイミングの変更が可能です。接続した表示機器の画面を見ながら調整しヘッダファイルを再度出力してください。ヘッダファイルの出力方法は、9.4章を参照してください。

調整値が赤く表示された場合は、VDC の仕様外の値を意味します。この場合、VDC の仕様内の値となるよう調整を行ってください。VDC の仕様が許容する値の範囲は、赤く表示された調整値へマウスをポイントすることで確認することができます。

|               | 値    | 規定値  | 差分  |
|---------------|------|------|-----|
| リフレッシュレート[Hz] | 60.1 | 60.1 | 0.0 |
| 水平周波数[kHz]    | 31.5 | 31.5 | 0.0 |

(左: 設定値をレジスタに設定 右: 変更をリアルタイムでレジスタへ設定)

図 9-7 制御信号タイミングのデバッグ

### 9.3 画質調整

デバッグを接続し本サンプルプログラムを起動後、「ブロック図から選択」タブの図 9-12に赤枠で示す画像調整内容をクリックすることで、画像調整タブに遷移し、各種画像調整が可能です。

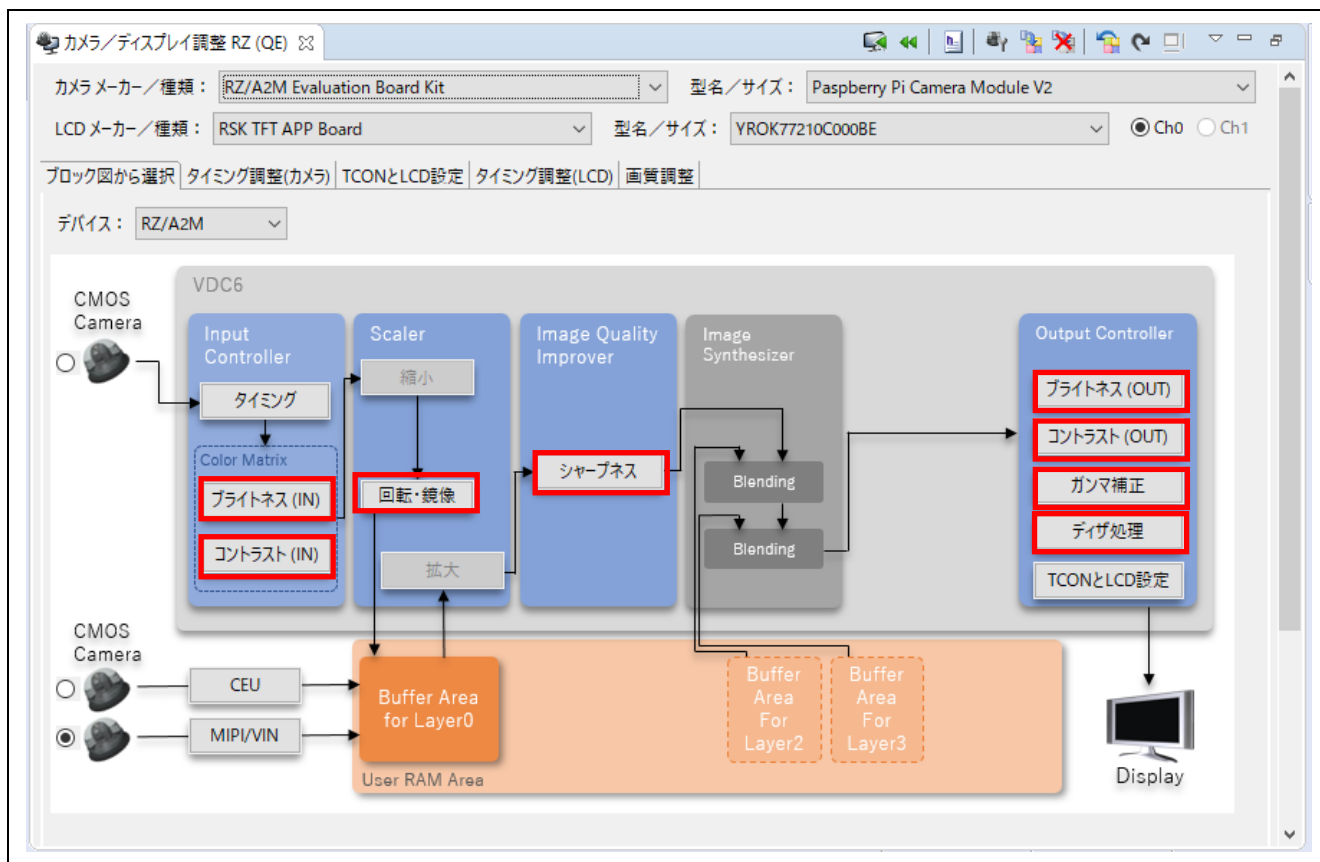


図 9-8 各種画像調整ボタンの選択

画質調整タブでは各種画像調整が可能です。画像調整は簡易設定、またはカスタムにて行います。カスタムで画質調整を行う場合は、各ハードウェアマニュアルを参照し、各レジスタで設定する内容と、設定可能な値を確認の上、調整を行ってください。

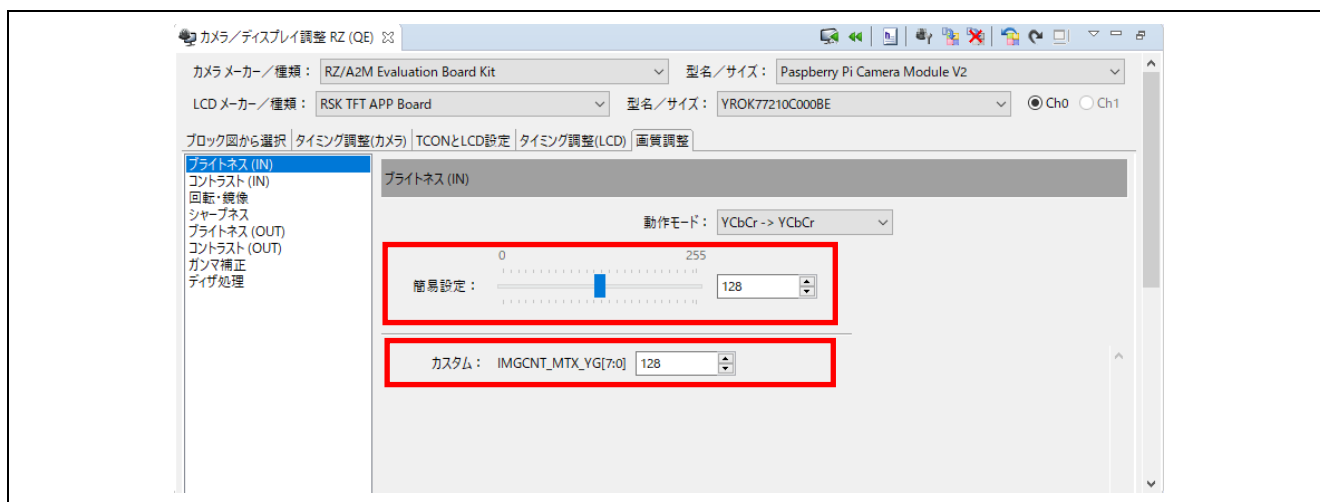


図 9-9 画質調整画面

## 9.4 ユーザ設定を反映したヘッダファイルの生成

"カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)"のヘッダファイルの生成アイコン(図 9-10)を押下することで、ユーザが設定した値を反映したヘッダファイルを生成する事が可能です。

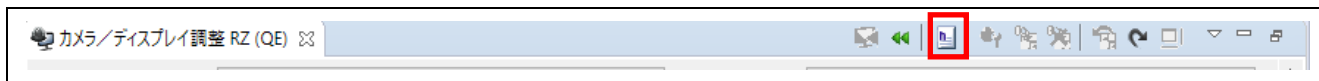


図 9-10 ヘッダファイルの生成アイコン

図 9-11 で示すように

9.2.4 章の設定を反映した「カメラタイミング設定用ヘッダファイル」

9.2.3 章の設定を反映した「LCD タイミングおよび TCON 設定用ヘッダファイル」

9.3 章の設定を反映した「画質調整用ヘッダファイル」

の 3 種類が生成可能です。任意のチェックボックスにチェックをつけ、「生成する」を選択すると、指定した出力先に、選択されたヘッダファイルが生成されます。

ヘッダファイル名と出力先は、任意で設定可能です。

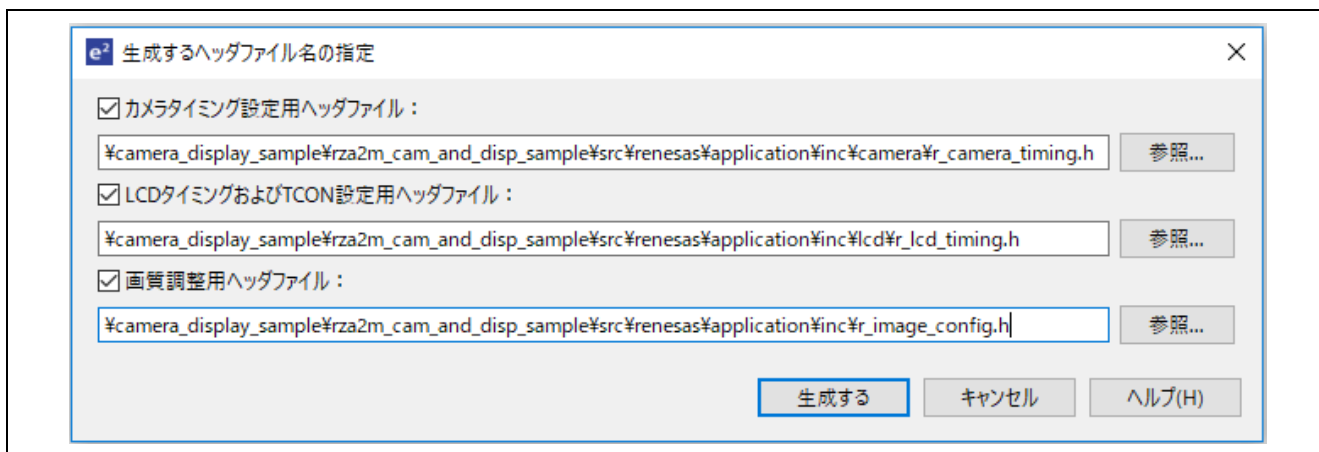


図 9-11 ユーザが設定した値を反映したヘッダファイルの生成



## 9.5 MIPI カメラのタイミング調整

デバッガを接続し本サンプルプログラムを起動後、図 9-12に示す設定値を変更することで MIPI の制御信号タイミングの変更が可能です。

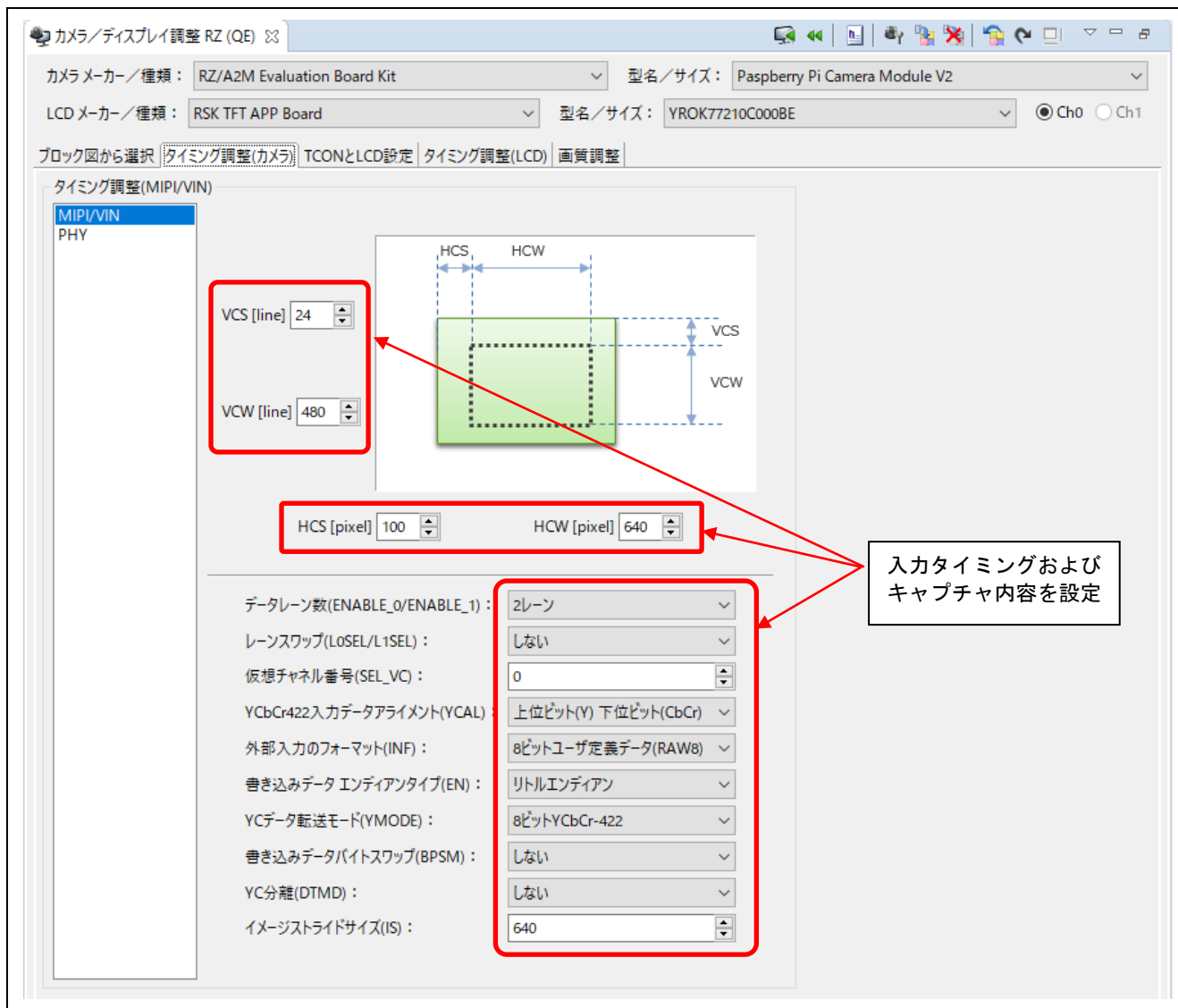


図 9-12 カメラのタイミング調整

## 9.6 I2C によるカメラ制御

デバッグを接続し本サンプルプログラムを起動後、図 9-13に示すアイコンにて、図 9-14のダイアログを開きます。

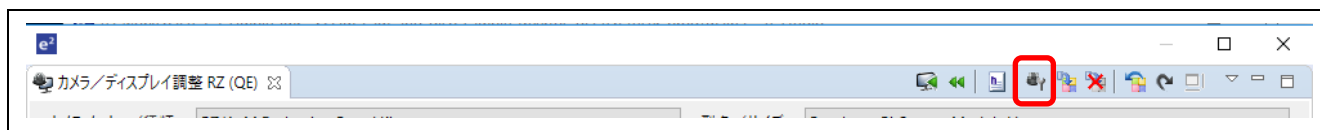


図 9-13 I2C 制御ダイアログの起動

このダイアログ(図 9-14)にて接続されたカメラモジュールの制御を I2C で行いながら調整が可能です。

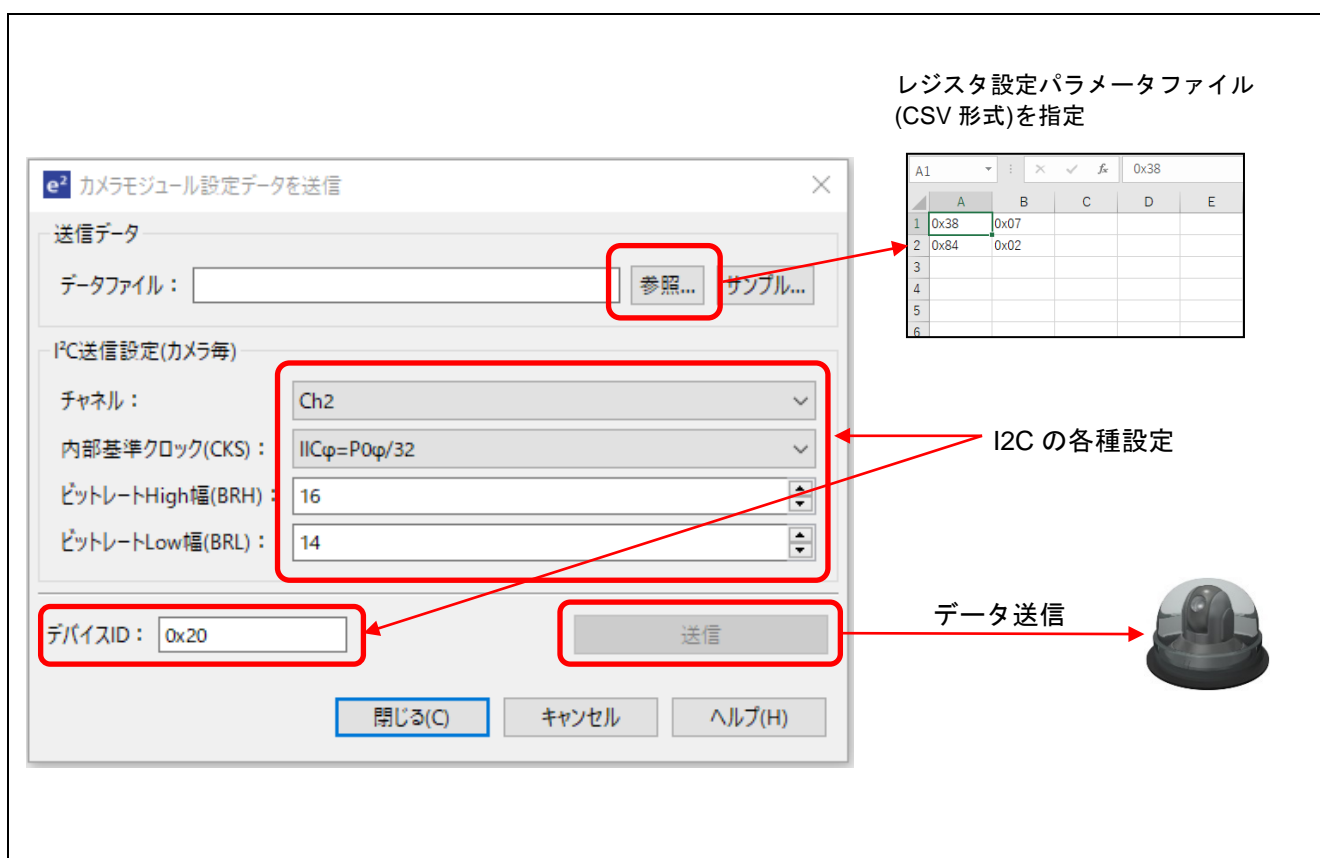


図 9-14 I2C を介したカメラモジュールのレジスタ設定

## 10. 参考ドキュメント

### ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RZ/A2Mグループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編

（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

RTK7921053C00000BE（RZ/A2M CPUボード）ユーザーズマニュアル

（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

RTK79210XXB00000BE（RZ/A2M SUBボード）ユーザーズマニュアル

（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

Arm Architecture Reference Manual ARMv7-A and ARMv7-R edition Issue C

（最新版を Arm ホームページから入手してください。）

Arm Cortex™-A9 Technical Reference Manual Revision: r4p1

（最新版を Arm ホームページから入手してください。）

Arm Generic Interrupt Controller Architecture Specification - Architecture version2.0

（最新版を Arm ホームページから入手してください。）

Arm CoreLink™ Level 2 Cache Controller L2C-310 Technical Reference Manual Revision: r3p3

（最新版を Arm ホームページから入手してください。）

### テクニカルアップデート／テクニカルニュース

（最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

### ユーザーズマニュアル：統合開発

統合開発環境 e2 studio のユーザーズマニュアルは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

## 改訂記録

| Rev. | 発行日       | 改訂内容  |   |
|------|-----------|-------|---|
|      |           | ページ   | ポイント  |
| 1.00 | Sep.14.18 | —     | 新規発行  |
| 1.01 | Dec.28.18 | 34~42 | 9.サンプルプログラムと”カメラ／ディスプレイ調整 QE RZ(QE)”を追加   |
| 1.02 | Apr.15.19 | 7     | <ul style="list-style-type: none"><li>・画像表示用ボードの名称を”Display output board”に変更</li><li>・画像表示用ボードのヘッダファイルを”lcd_dvi_clk.h”に変更</li><li>・サンプルプログラムのデフォルトの画像表示用ボードを”Display output board”に変更</li></ul> |
|      |           | 9     | <ul style="list-style-type: none"><li>・画像表示用ボードの名称を”Display output board”に変更</li><li>・画像表示用ボードのヘッダファイルを”lcd_dvi_clk.h”に変更</li></ul>   |
| 1.10 | May.17.19 | 5     | 表 2.1 動作確認条件<br>コンパイラオプション”-mthumb-interwork”を削除  |

## 製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

### 1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレイやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

### 2. 電源投入時の処置

電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

### 3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力ブルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力ブルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

### 4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。

### 5. クロックについて

リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

### 6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 $V_{IL}$  (Max.) から  $V_{IH}$  (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 $V_{IL}$  (Max.) から  $V_{IH}$  (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

### 7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

### 8. 製品間の相違について

型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違っていると、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

## ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含まれます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
  2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
  3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
  4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
  5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。  
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等  
当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
  6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
  7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
  8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
  9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
  10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
  11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
  12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。
- 注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。
- 注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.4.0-1 2017.11)

## 本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

[www.renesas.com](http://www.renesas.com)

## お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

[www.renesas.com/contact/](http://www.renesas.com/contact/)

## 商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。