

# RL78 モータ制御サンプルソフトウェア用

## Configuration File Generator

### 取扱説明書

#### 要旨

本資料は RL78 モータ制御サンプルソフトウェア用 Configuration File Generator の使用方法について説明しています。正しくお使い頂くために、本資料をよくお読みください。本ツールはサンプルソフトの各種パラメータの再設計を支援する目的で作られています。動作を完全に保証するものではありません。十分に注意してご使用ください。また、本ツールを使用して生じるいかなる結果に対しても責任を負いません。

#### 目次

1. RL78 モータ制御サンプルソフトウェア用 Configuration File Generator の概要.....	2
1.1 機能 .....	3
1.2 システム要件 .....	3
1.3 CFG 使用手順.....	4
1.4 CFG のバージョンと対象ソフトについて .....	5
1.5 参考資料 .....	5
2. CFG の各機能説明.....	6
2.1 「RL78_CFG」シートの説明 .....	6
2.1.1 ファイル保存先の設定 .....	6
2.1.2 ファイル出力ボタン .....	7
2.1.3 対象ソフトの選択.....	7
2.1.4 制御モードの選択.....	8
2.1.5 インバータ特性パラメータの設定 .....	9
2.1.6 モータ特性パラメータの設定.....	12
2.1.7 制御パラメータの設定 .....	14
2.1.8 スケーリングパラメータの設定 .....	16
2.2 「Checker」シートの説明 .....	18
3. CFG の操作手順 .....	19
3.1 事前準備 .....	19
3.2 インバータ及びモータの変更.....	19
3.3 FOC バージョンでの動作.....	20
3.3.1 CFG の起動 .....	20
3.3.2 インバータの登録.....	21
3.3.3 モータの登録.....	22
3.3.4 コンフィグレーションファイルの生成.....	23
3.3.5 サンプルソフトへの反映.....	24
3.3.6 パラメータ設定可能範囲の調整.....	24

1. RL78 モータ制御サンプルソフトウェア用 Configuration File Generator の概要

RL78 モータ制御サンプルソフトウェア用 Configuration File Generator (以下、CFG)は、RL78 ファミリのモータ制御マイコン(RL78/G14,G1F)サンプルソフトの評価環境であるインバータやモータ向けに固定小数点や各種パラメータが設定されています。CFG は、インバータやモータの変更に伴うパラメータの設定を支援するツールです。

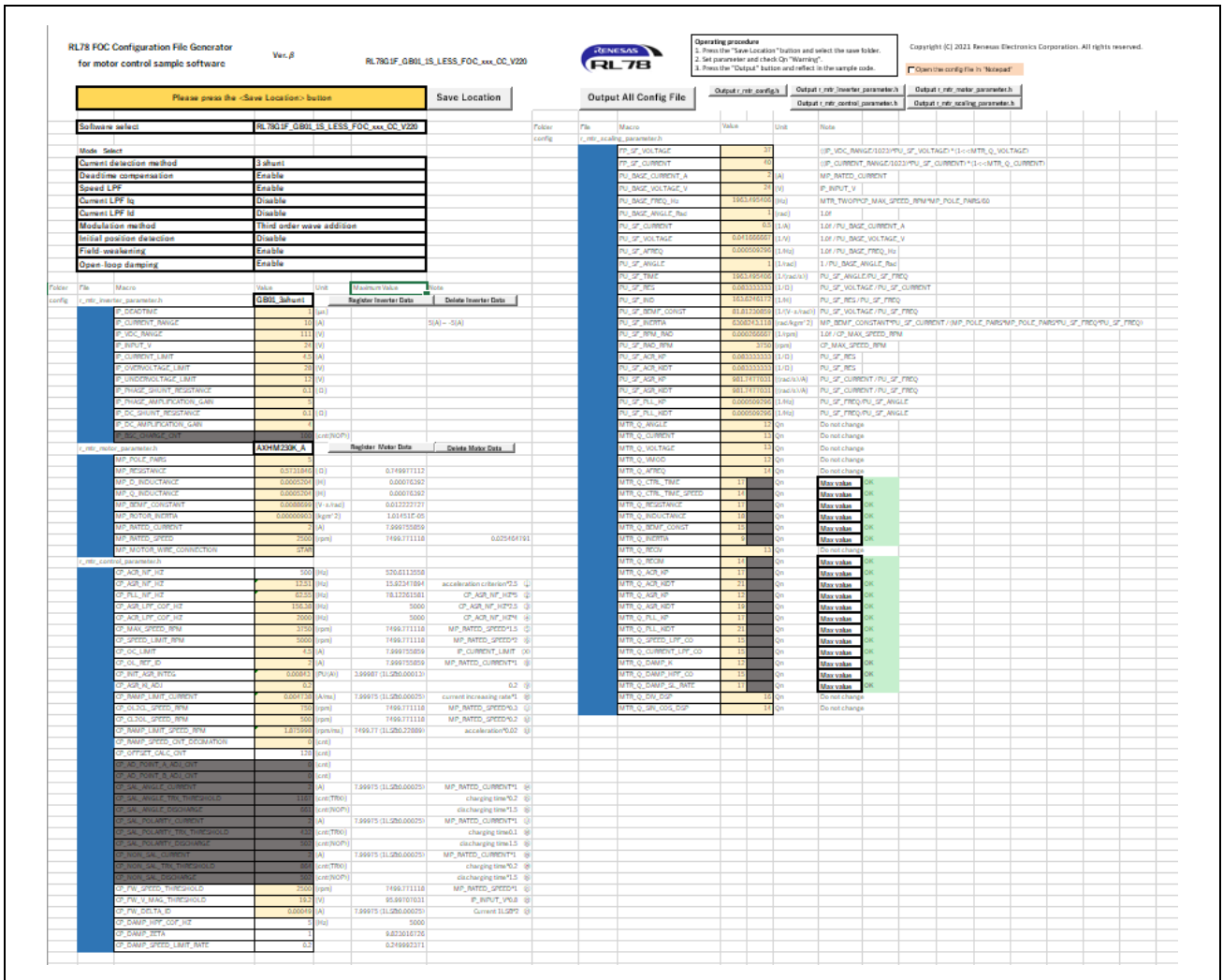


図 1-1 RL78 FOC Configuration File Generator 表示画面

## 1.1 機能

CFG は、以下のような機能を持ちます。

- モータ・インバータの特性パラメータの登録
- 対象サンプルソフトの制御パラメータの設定・スケーリングパラメータ(固定小数点)の算出
- 対象サンプルソフトのコンフィグレーションファイルの生成

CFG は WEB 公開のモータ制御サンプルソフト向けツールになります。RL78 モータ制御ソリューションページよりサンプルソフトをダウンロードしてご使用下さい。

[\(RL78 モータ制御ソリューション | Renesas\)](#)

サンプルソフトは特定のモータ・インバータ向けに各種パラメータが以下のファイルに設定されています。モータ・インバータの変更時には、これらのファイルの各種パラメータを再設定する必要があります。

- r\_mtr\_config.h : コンフィグレーション定義ファイル
- r\_mtr\_control\_parameter.h : 制御パラメータ定義ファイル
- r\_mtr\_inverter\_parameter.h : インバータパラメータ定義ファイル
- r\_mtr\_motor\_parameter.h : モータパラメータ定義ファイル
- r\_mtr\_scaling\_parameter.h : スケーリングパラメータ定義ファイル

CFG はこれらのファイル生成を支援するツールです。

マイコンのレジスタ及びピン配置の設定については本ツールでは生成できませんので、適宜設定する必要があります。

## 1.2 システム要件

CFG を動作させるために必要なシステム要件は以下のようになります。

表 1.1 システム要件

項目	内容
OS	Windows 10
ソフトウェア	Microsoft Excel 2007 以降

### 1.3 CFG 使用手順

異なるモータ・インバータ向けにコンフィグレーションファイルを生成し、サンプルソフトを動作させる手順を以下に説明します。

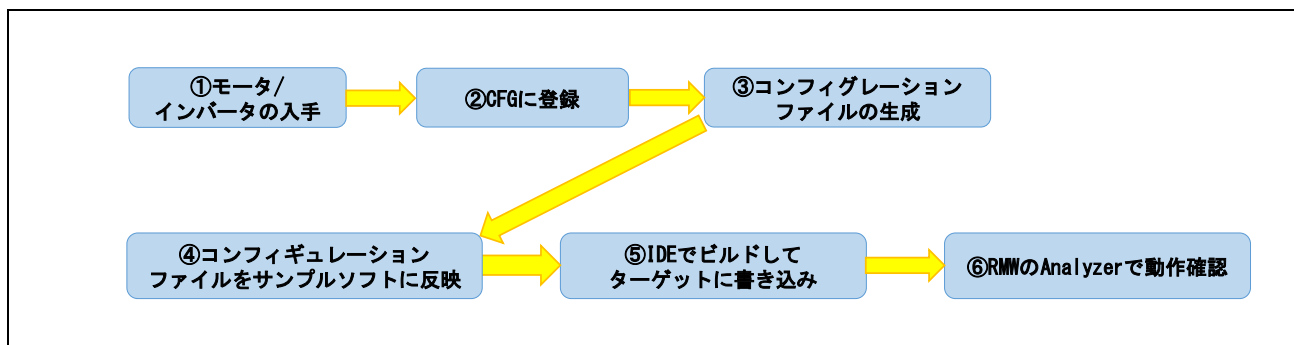


図 1-2 サンプルソフトのモータ・インバータ変更手順

- ① 永久磁石同期モータとインバータを入手します。  
インバータはサンプルソフトに対応する評価用ボードと同じピン配置・レジスタ設定で無い場合は別途レジスタの再設定をする必要があります。
- ② CFG にモータ・インバータの特性パラメータを登録します。  
モータの特性パラメータについては、データシートを参照、又は Renesas Motor Workbench(RMW) の Tuner 機能を使って取得する等してください。
- ③ コンフィグレーションファイルを生成します。  
CFG に対応するサンプルソフトは 1.4 節に記載しています。
- ④ 対象のサンプルソフトに反映します。  
サンプルソフトの"config"フォルダ内のファイルに上書きします。
- ⑤ IDE でプロジェクトをビルドしターゲットに書き込みます。  
サンプルソフトの対応する IDE(CS+, e<sup>2</sup> studio)でプロジェクトをリビルドしてターゲット MCU に書き込みます。
- ⑥ RMW の Analyzer で動作確認します。  
モータ制御サンプルソフトはデバッグツール Renesas Motor Workbench(RMW)に対応しています。RMW の Analyzer 機能で動作確認を行うことが可能です。RMW の操作方法についてはマニュアルを参照してください。

CFG の具体的な使い方については、3 章に記載しています。

## 1.4 CFG のバージョンと対象ソフトについて

CFG はサンプルソフト(制御方式)ごとに用意されています。サンプルソフトに対応する CFG をご使用ください。

- センサレスベクトル制御向け :

RL78 FOC Configuration File Generator for motor control sample software Ver.  $\beta$

対象ソフト : RL78/G1F 永久磁石同期モータのセンサレスベクトル制御 - 1 シャント電流検出方式  
(R01AN3992JJ0220) RL78G1F\_GB01\_1S\_LESS\_FOC\_xxx\_CC\_V220

## 1.5 参考資料

- Renesas Motor Workbench 2.0 ユーザーズマニュアル (R21UZ0004JJ0201 : Renesas-Motor-Workbench-V2-0f)
- RL78/G1F CPU カード 取扱説明書 (R12UZ0014JJ0100)
- RL78/G1F Motor Driver Board GB01 取扱説明書 (R12UT0012JJ0100)
- RL78/G1F 永久磁石同期モータのセンサレスベクトル制御 - 1 シャント電流検出方式 (R01AN3992JJ0220)

## 2. CFG の各機能説明

CFG はエクセルファイルで作成されており、エクセルマクロを使用しています。「RL78\_CFG」シートの各機能を説明します。

### 2.1 「RL78\_CFG」シートの説明

「RL78\_CFG」シートでは、モータ及びインバータの特性パラメータの登録を行い、制御パラメータ、スケーリングパラメータの算出を行い、コンフィグレーションファイルを生成します。

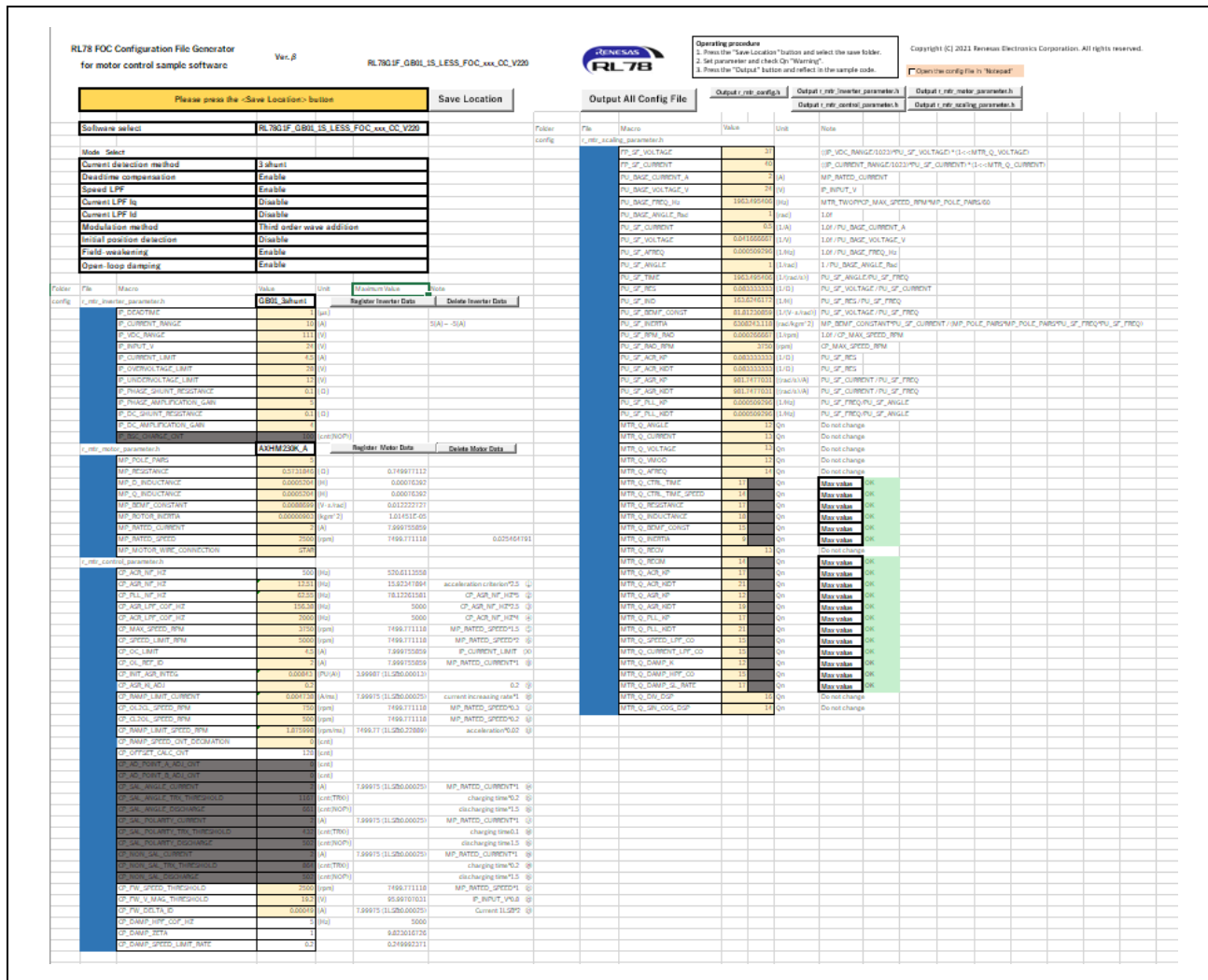


図 2-1 「RL78\_CFG」シート表示画面

#### 2.1.1 ファイル保存先の設定

「Save Location」ボタンを押すと、ファイル保存先の画面が開き、保存先を設定できます。

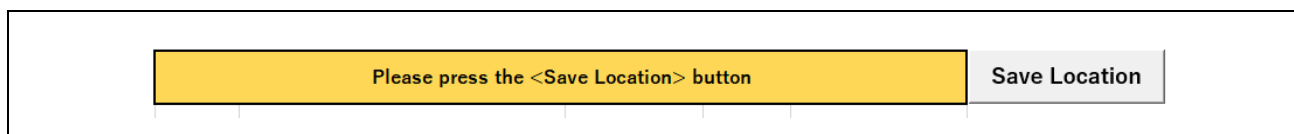


図 2-2 ファイルの保存先画面：保存先指定前

保存先を指定した後は、黄色い枠のセルに保存先のアドレスが表示されます。

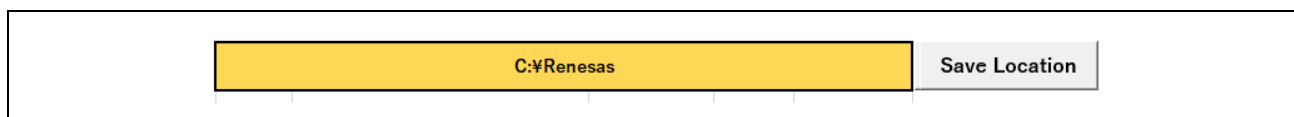


図 2-3 ファイルの保存先画面：保存先指定後

### 2.1.2 ファイル出力ボタン

全てのコンフィグレーションファイルを生成するボタンと、各ファイル個別に生成するボタンが用意されています。

- "Output All Config File" : 5つのコンフィグレーションファイル全てを生成
- "Output r\_mtr\_config.h" : コンフィグレーション定義ファイルの生成
- "Output r\_mtr\_inverter\_parameter.h" : インバータパラメータ定義ファイルの生成
- "Output r\_mtr\_motor\_parameter.h" : モータパラメータ定義ファイルの生成
- "Output r\_mtr\_control\_parameter.h" : 制御パラメータ定義ファイルの生成
- "Output r\_mtr\_scaling\_parameter.h" : スケーリングパラメータ定義ファイルの生成

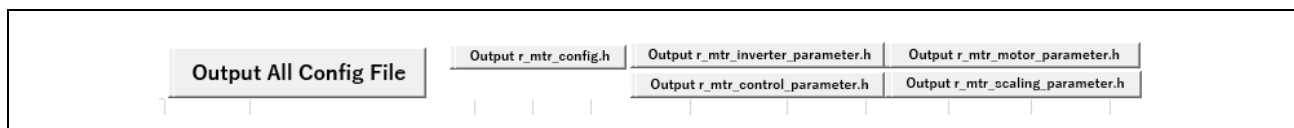


図 2-4 ファイル出力ボタン

これらのボタンは、ファイルの保存先が設定されてから有効になります。指定前にボタンを押した場合は、エラー画面が出力されます。

また「Open the config file in "Notepad"」のチェックを付けると、ファイル出力時にメモ帳で出力したファイルが開かれます。

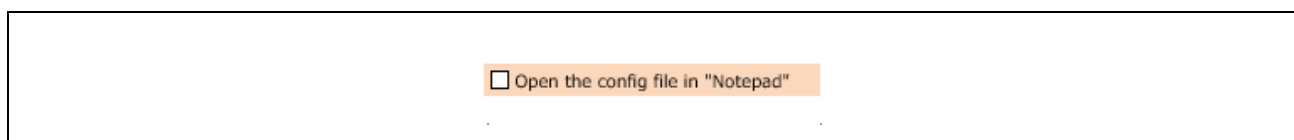


図 2-5 「Open the config file in "Notepad"」チェックボックス

### 2.1.3 対象ソフトの選択

サンプルソフトによって出力するパラメータの種類が異なるため、「Software select」で対象とするサンプルソフトを選択します。

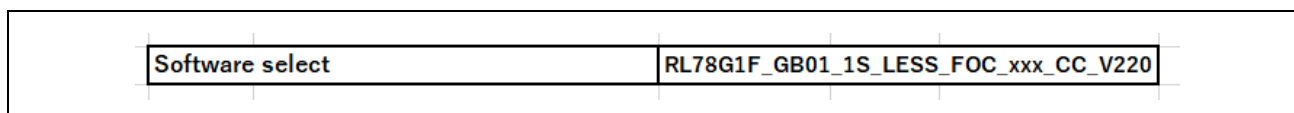


図 2-6 「Software select」セル

## 2.1.4 制御モードの選択

各種制御モードを選択します。この設定は"r\_mtr\_config.h"に反映されます。制御モードの詳細については対象サンプルソフトの"r\_mtr\_config.h"を参照してください。「Mode Select」の内容について、表 2-1 に示します。

Mode Select	
Current detection method	1 shunt
Deadtime compensation	Enable
Speed LPF	Enable
Current LPF Iq	Disable
Current LPF Id	Disable
Modulation method	Third order wave addition
Initial position detection	Disable
Field-weakening	Enable
Open-loop damping	Enable

図 2-7 「Mode Select」セル

表 2-1 Mode Select 定義一覧

モード名	内容	備考
Current detection method	電流検出方式(3 シャント/1 シャント)	デフォルト設定:1 シャント
Deadtime compensation	デッドタイム補償使用の選択	デフォルト設定:Enable
Speed LPF	速度 LPF 使用の選択	デフォルト設定:Enable
Current LPF Iq	q 軸電流 LPF 使用の選択	デフォルト設定:Disable
Current LPF Id	d 軸電流 LPF 使用の選択	デフォルト設定:Disable
Modulation method	変調方式(正弦波変調 3 次高調波重畳)	デフォルト設定:3 次高調波重畳
Initial position detection	初期位置検出使用の選択	デフォルト設定:Disable
Field-weakening	弱め磁束制御使用の選択	デフォルト設定:Enable
Open-loop damping	オープンループダンピング制御使用の選択	デフォルト設定:Enable



## 2.1.5 インバータ特性パラメータの設定

インバータに関する特性パラメータを”r\_mtr\_inverter\_parameter.h”に設定します。

Folder	File	Macro	Value	Unit	Maximum Value	Note
config	r_mtr_inverter_parameter.h		GB01_3shunt			
		IP_DEADTIME	New	[s]		
		IP_CURRENT_RANGE	10	[A]		5[A] ~ -5[A]
		IP_VDC_RANGE	111	[V]		
		IP_INPUT_V	24	[V]		
		IP_CURRENT_LIMIT	4.5	[A]		
		IP_OVERVOLTAGE_LIMIT	28	[V]		
		IP_UNDERVOLTAGE_LIMIT	12	[V]		
		IP_PHASE_SHUNT_RESISTANCE	0.1	[Ω]		
		IP_PHASE_AMPLIFICATION_GAIN	5			
		IP_DC_SHUNT_RESISTANCE	0.1	[Ω]		
		IP_DC_AMPLIFICATION_GAIN	4			
		IP_BSC_CHARGE_CNT	100	[cnt(NOP)]		

図 2-8 インバータパラメータ設定セル

「Register Inverter Data」ボタンを押すと設定情報の編集。インバータ名のプルダウンメニューから「New」を選んで「Register Inverter Data」ボタンを押すと情報の新規登録ができます。

図 2-9 「Register Inverter Data」ウインドウ

各パラメータの詳細については対象サンプルソフトの”r\_mtr\_inverter\_parameter.h”を参照してください。

「Register Inverter Data」ウインドウには AD から電流へのスケーリング値”IP\_CURRENT\_RANGE”，電圧へのスケーリング値”IP\_VDC\_RANGE”へ変換するマクロがあります。それぞれの入力欄の右にある「Calc」ボタンを押すとスケーリング値を自動計算するための入力ウインドウが表示されます。

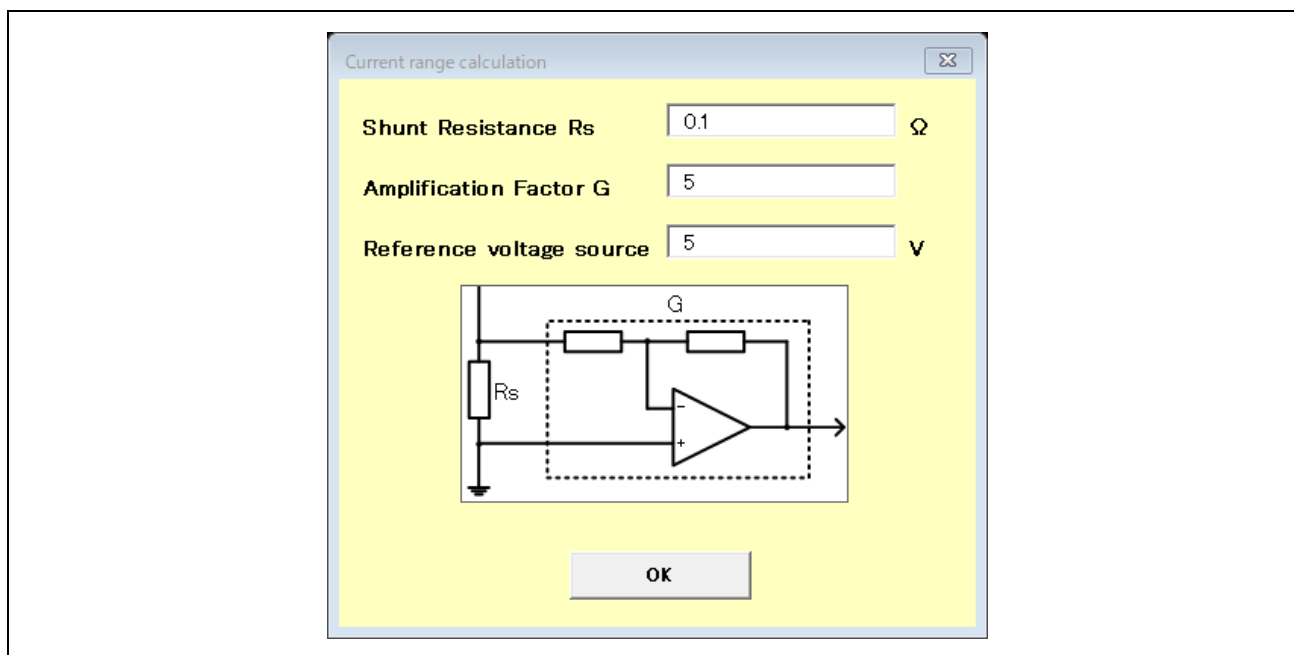


図 2-10 「Current range calculation」 ウィンドウ

「Current range calculation」 ウィンドウでは電流のスケール値を算出します。シャント抵抗値  $R_s$ 、増幅率  $G$ 、電圧基準値を入力し、「OK」ボタンを押すことで算出します。

$$\text{電流スケール値[A]} = \text{電圧基準値[V]} / (\text{シャント抵抗値 } R_s * \text{増幅率 } G)$$

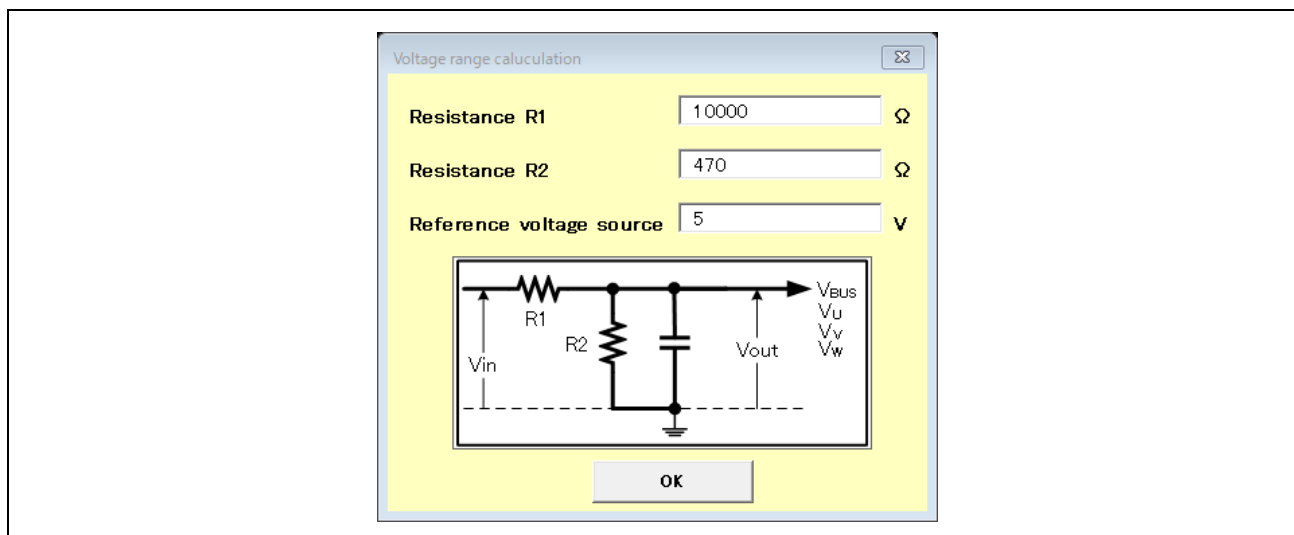


図 2-11 「Current range calculation」 ウィンドウ

「Current range calculation」 ウィンドウでは電圧のスケール値を算出します。分圧抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、電圧基準値を入力し、「OK」ボタンを押すことで算出します。

$$\text{電圧スケール値[V]} = \text{電圧基準値[V]} * (R_1 + R_2) / R_2$$

インバータの電圧、電流検出回路が上記と異なる場合、対象のインバータ回路に合わせて適切にスケール値を設定してください。

登録したインバータ情報を削除する場合には、“Delete Inverter Data” ボタンを押すことで、プルダウンで選択中のデータを削除できます。

Folder	File	Macro	Value	Unit	Maximum Value	Note
config	r_mtr_inverter_parameter.h		GB01_3shunt		Register Inverter Data	Delete Inverter Data
		IP_DEADTIME	New	[s]		
		IP_CURRENT_RANGE	GB01_3shunt	10 [A]		5[A] ~ -5[A]
		IP_VDC_RANGE		111 [V]		
		IP_INPUT_V		24 [V]		
		IP_CURRENT_LIMIT		4.5 [A]		
		IP_OVERVOLTAGE_LIMIT		28 [V]		
		IP_UNDERVOLTAGE_LIMIT		12 [V]		
		IP_PHASE_SHUNT_RESISTANCE		0.1 [Ω]		
		IP_PHASE_AMPLIFICATION_GAIN		5		
		IP_DC_SHUNT_RESISTANCE		0.1 [Ω]		
		IP_DC_AMPLIFICATION_GAIN		4		
		IP_BSC_CHARGE_CNT		100 [cnt(NOP)]		

図 2-12 “Delete Inverter Data” ボタン

“Delete Inverter Data” ボタンを押すと「Verification」ウインドウが開き削除するかの確認が“はい(Y)”、“いいえ(N)”で表示されます。“はい(Y)”を押せば選択中のインバータ情報が削除され、“いいえ(N)”を押せば削除を中止します。

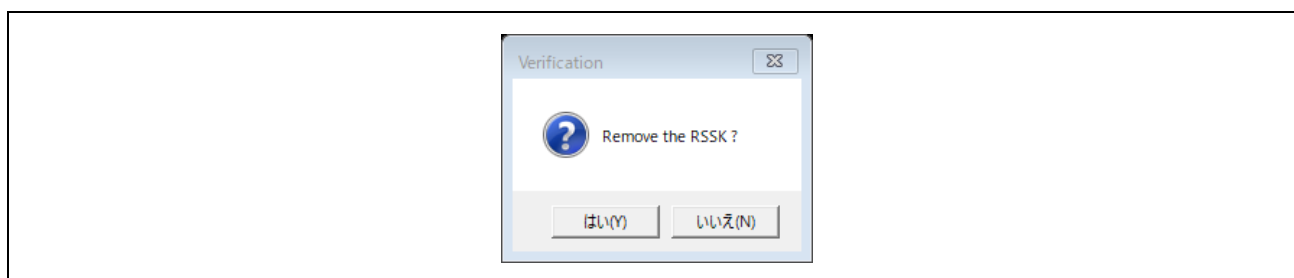


図 2-13 「Verification」ウインドウ

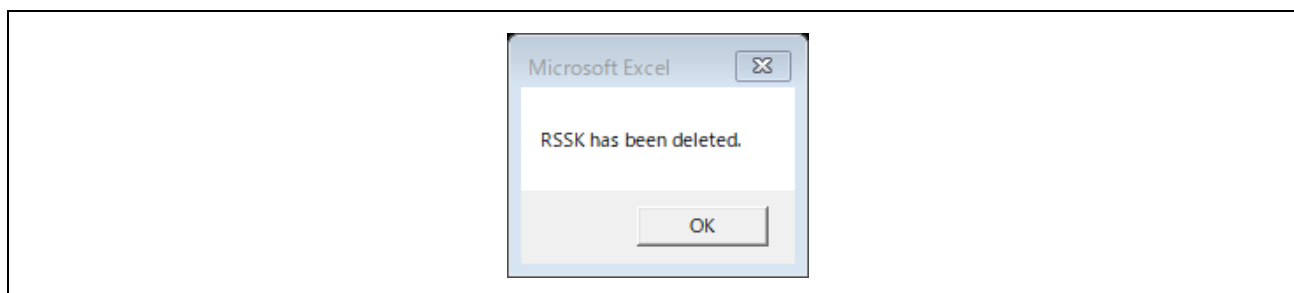


図 2-14 データ削除時の表示ウインドウ

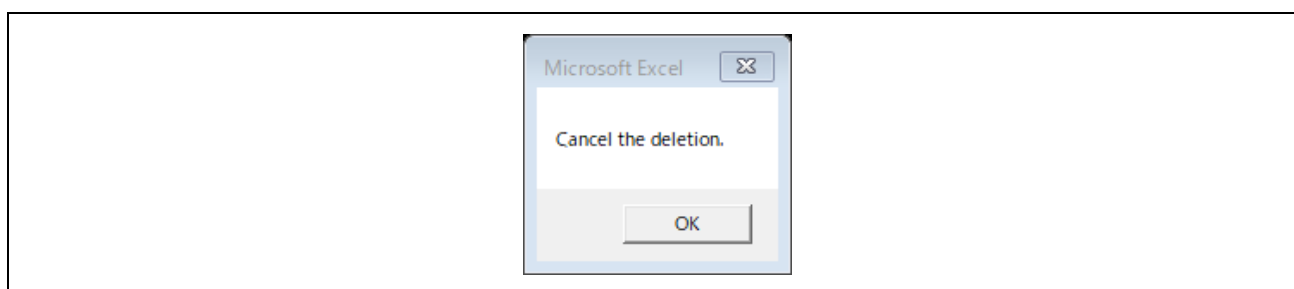


図 2-15 データ削除中止時の表示ウインドウ

## 2.1.6 モータ特性パラメータの設定

モータの特性パラメータを”r\_mtr\_motor\_parameter.h”に設定します。

r_mtr_motor_parameter.h		TG 55L KA	Register Motor Data	Delete Motor Data
		New		
	MP_POLE_PAIRS	TG_55L_KA		
	MP_RESISTANCE	9.125 [Ω]	14.28527832	
	MP_D_INDUCTANCE	0.003844 [H]	0.008579519	
	MP_Q_INDUCTANCE	0.004315 [H]	0.008579519	
	MP_BEMF_CONSTANT	0.02144 [V·s/rad]	0.028827185	
	MP_ROTOR_INERTIA	0.00000205 [kgm <sup>2</sup> ]	2.23599E-06	
	MP_RATED_CURRENT	0.42 [A]	1.67994873	
	MP_RATED_SPEED	2650 [rpm]	7949.757385	
	MP_MOTOR_WIRE_CONNECTION	STAR		

図 2-16 モータパラメータ設定セル

「Register Motor Data」ボタンを押すと設定情報の編集。モータ名のプルダウンメニューから「New」を選んで「Register Motor Data」ボタンを押すと情報の新規登録ができます。

✖

Register Motor Data

**Motor NAME**

**Motor Maker**

**MP\_POLE\_PAIRS**

**MP\_RESISTANCE**  Ω

**MP\_D\_INDUCTANCE**  H

**MP\_Q\_INDUCTANCE**  H

**MP\_BEMF\_CONSTANT**  V·s/rad

**MP\_ROTOR\_INERTIA**  kgm<sup>2</sup>

**MP\_NOMINAL\_CURRENT\_RMS**  Arms

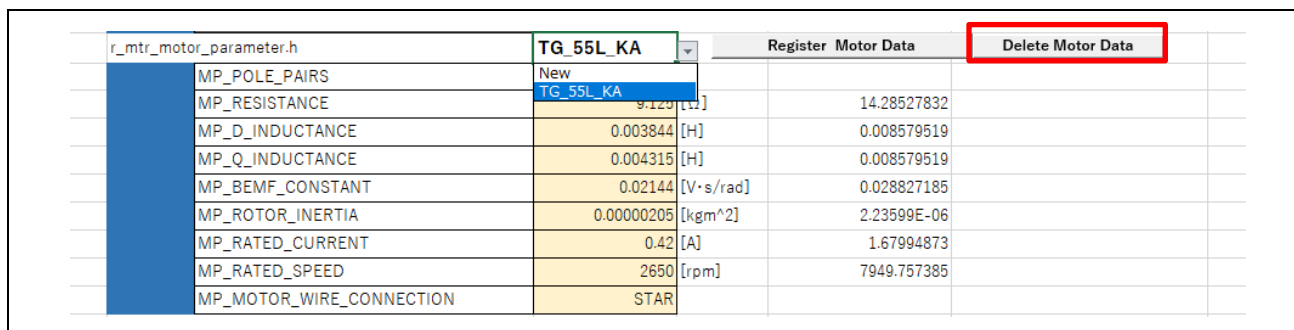
**MP\_RATED\_SPEED**  rpm

**Motor stator wire connection**

図 2-17 「Register Motor Data」ウインドウ

各パラメータの詳細については対象サンプルソフトの”r\_mtr\_motor\_parameter.h”を参照してください。

登録したインバータ情報を削除する場合には、「Delete Motor Data」ボタンを押すことで、プルダウンで選択中のデータを削除できます。操作については“Delete Inverter Data”同様です。



r_mtr_motor_parameter.h	TG_55L_KA	Register	Motor Data	Delete Motor Data
MP_POLE_PAIRS	New			
MP_RESISTANCE	TG_55L_KA	9.120 [Ω]	14.28527832	
MP_D_INDUCTANCE	0.003844	[H]	0.008579519	
MP_Q_INDUCTANCE	0.004315	[H]	0.008579519	
MP_BEMF_CONSTANT	0.02144	[V·s/rad]	0.028827185	
MP_ROTOR_INERTIA	0.00000205	[kgm <sup>2</sup> ]	2.23599E-06	
MP_RATED_CURRENT	0.42	[A]	1.67994873	
MP_RATED_SPEED	2650	[rpm]	7949.757385	
MP_MOTOR_WIRE_CONNECTION	STAR			

図 2-18 “Delete Motor Data” ボタン

各パラメータの横には、サンプルソフト内で各パラメータ変数が持てる最大値が表示されます。

## 2.1.7 制御パラメータの設定

制御パラメータを”r\_mtr\_control\_parameter.h”に設定します。

r_mtr_control_parameter.h					
CP_ACR_NF_HZ	500	[Hz]	591.4601094		
CP_ASR_NF_HZ	11.19	[Hz]	13.43542241	acceleration criterion*2.5	①
CP_PLL_NF_HZ	55.95	[Hz]	66.24797821	CP_ASR_NF_HZ*5	②
CP_ASR_LPF_COF_HZ	139.88	[Hz]	5000	CP_ASR_NF_HZ*2.5	③
CP_ACR_LPF_COF_HZ	2000	[Hz]	5000	CP_ACR_NF_HZ*4	④
CP_MAX_SPEED_RPM	3975	[rpm]	7949.757385	MP_RATED_SPEED*1.5	⑤
CP_SPEED_LIMIT_RPM	5300	[rpm]	7949.757385	MP_RATED_SPEED*2	⑥
CP_OC_LIMIT	1.47	[A]	1.67994873	MP_RATED_CURRENT*3.5	⑦
CP_OL_REF_ID	0.42	[A]	1.67994873	MP_RATED_CURRENT*1	⑧
CP_INIT_ASR_INTEG	0.04402	[PU(A)]	3.99987 (1LSB:0.00013)		
CP_ASR_KI_ADJ	0.2			0.2	⑨
CP_RAMP_LIMIT_CURRENT	0.00084	[A/ms]	1.67994 (1LSB:0.00006)	current increasing rate*1	⑩
CP_OL2CL_SPEED_RPM	795	[rpm]	7949.757385	MP_RATED_SPEED*0.3	⑪
CP_CL2OL_SPEED_RPM	530	[rpm]	7949.757385	MP_RATED_SPEED*0.2	⑫
CP_RAMP_LIMIT_SPEED_RPM	1.677845	[rpm/ms]	7949.75 (1LSB:0.24262)	acceleration*0.02	⑬
CP_RAMP_SPEED_CNT_DECIMATION	0	[cnt]			
CP_OFFSET_CALC_CNT	128	[cnt]			
CP_AD_POINT_A_ADJ_CNT	0	[cnt]			
CP_AD_POINT_B_ADJ_CNT	0	[cnt]			
CP_SAL_ANGLE_CURRENT	0.42	[A]	1.67994 (1LSB:0.00006)	MP_RATED_CURRENT*1	⑭
CP_SAL_ANGLE_TRX_THRESHOLD	2329	[cnt(TRX)]		charging time*0.2	⑮
CP_SAL_ANGLE_DISCHARGE	1046	[cnt(NOP)]		discharging time*1.5	⑯
CP_SAL_POLARITY_CURRENT	0.42	[A]	1.67994 (1LSB:0.00006)	MP_RATED_CURRENT*1	⑰
CP_SAL_POLARITY_TRX_THRESHOLD	739	[cnt(TRX)]		charging time*0.1	⑱
CP_SAL_POLARITY_DISCHARGE	811	[cnt(NOP)]		discharging time*1.5	⑲
CP_NON_SAL_CURRENT	0.42	[A]	1.67994 (1LSB:0.00006)	MP_RATED_CURRENT*1	⑳
CP_NON_SAL_TRX_THRESHOLD	1477	[cnt(TRX)]		charging time*0.2	㉑
CP_NON_SAL_DISCHARGE	811	[cnt(NOP)]		discharging time*1.5	㉒
CP_FW_SPEED_THRESHOLD	2650	[rpm]	7949.757385	MP_RATED_SPEED*1	㉓
CP_FW_V_MAG_THRESHOLD	19.2	[V]	95.99707031	IP_INPUT_V*0.8	㉔
CP_FW_DELTA_ID	0.000104	[A]	1.67994 (1LSB:0.00006)	Current 1LSB*2	㉕
CP_DAMP_HPF_COF_HZ	5	[Hz]	5000		
CP_DAMP_ZETA	1		17.84156928		
CP_DAMP_SPEED_LIMIT_RATE	0.2		0.249992371		

図 2-19 制御パラメータ設定セル

各パラメータの詳細については対象サンプルソフトの”r\_mtr\_control\_parameter.h”を参照してください。色の付いていないセルについてはユーザが編集可能です。

各パラメータの横には、サンプルソフト内で各パラメータ変数が持てる最大値と、自動算出された各パラメータの Adjustment parameter を使用した算出式が表示されています。

Adjustment parameter に記載されている各パラメータは、r\_mtr\_control\_parameter.h の各パラメータの算出式に使うものです。Adjustment parameter 欄の 1 から 23 の対応するパラメータを変更することで r\_mtr\_control\_parameter.h の各パラメータの算出値を調整する事が出来ます。

Adjustment parameter		
	parameter	Value
①	ASR parameter magnification	2.5
②	PLL parameter magnification	5
③	ASR LPF parameter magnification	2.5
④	ACR LPF parameter magnification	4
⑤	Maximum Speed parameter magnification	1
⑥	Speed limit parameter magnification	1.5
⑦	Maximum Speed parameter magnification for Field-weakening control	1.5
⑧	Speed limit parameter magnification for Field-weakening control	2
⑨	OC limit parameter magnification	3.5
⑩	OL reference current parameter magnification	1
⑪	ASR Ki adjustment parameter magnification	0.2
⑫	Current increasing rate magnification	1
⑬	OL to CL speed parameter magnification	0.3
⑭	CL to OL speed parameter magnification	0.2
⑮	Acceleration parameter magnification	0.02
⑯	Threshold current magnification of angle detection for salient motor	1
⑰	Threshold TRX counts magnification of angle detection for salient motor	0.2
⑱	Wating discharge time magnification	1.5
⑲	Threshold current magnification of polarity detection for salient motor	1
⑳	Threshold TRX counts magnification of polarity detection for salient motor	0.1
㉑	Threshold current magnification of angle detection for non-salient motor	1
㉒	Threshold TRX counts magnification of angle detection for non-salient motor	0.2
㉓	Swiching threshold speed parameter magnification for Field-weaking control	1
㉔	Threshold voltage magnitude parameter magnification for Field-weaking control	0.8
㉕	Delta Id magnitude parameter magnification for Field-weaking control	2

図 2-20 “Adjustment parameter”設定セル

### 2.1.8 スケーリングパラメータの設定

スケーリングパラメータを”r\_mtr\_scaling\_parameter.h”に設定します。

Folder	File	Macro	Value	Unit	Note
config	r_mtr_scaling_parameter.h				
		FP_SF_VOLTAGE	37		((IP_VDC_RANGE/1023)*PU_SF_VOLTAGE) * (1<<MTR_Q_VOLTAGE)
		FP_SF_CURRENT	190		((IP_CURRENT_RANGE/1023)*PU_SF_CURRENT) * (1<<MTR_Q_CURRENT)
		PU_BASE_CURRENT_A	0.42	[A]	MP_RATED_CURRENT
		PU_BASE_VOLTAGE_V	24	[V]	IP_INPUT_V
		PU_BASE_FREQ_Hz	832.5220523	[Hz]	MTR_TWOP*CP_MAX_SPEED_RPM*MP_POLE_PAIRS/60
		PU_BASE_ANGLE_Rad	1	[rad]	1.0f
		PU_SF_CURRENT	2.380952381	[1/A]	1.0f / PU_BASE_CURRENT_A
		PU_SF_VOLTAGE	0.041666667	[1/V]	1.0f / PU_BASE_VOLTAGE_V
		PU_SF_FREQ	0.001201109	[1/Hz]	1.0f / PU_BASE_FREQ_Hz
		PU_SF_ANGLE	1	[1/rad]	1 / PU_BASE_ANGLE_Rad
		PU_SF_TIME	832.5220523	[1/(rad/s)]	PU_SF_ANGLE/PU_SF_FREQ
		PU_SF_RES	0.0175	[1/Q]	PU_SF_VOLTAGE / PU_SF_CURRENT
		PU_SF_IND	14.56913591	[1/H]	PU_SF_RES / PU_SF_FREQ
		PU_SF_BEMF_CONST	34.68841884	[1/(V-s/rad)]	PU_SF_VOLTAGE / PU_SF_FREQ
		PU_SF_INERTIA	14310892.35	[rad/kgm^2]	MP_BEMF_CONSTANT*PU_SF_CURRENT / (MP_POLE_PAIRS*MP_POLE_PAIRS*PU_SF_FREQ*PU_SF_FREQ)
		PU_SF_RPM_RAD	0.000251572	[1/rpm]	1.0f / CP_MAX_SPEED_RPM
		PU_SF_RAD_RPM	2975	[rpm]	CP_MAX_SPEED_RPM
		PU_SF_ACR_KP	0.0175	[1/Q]	PU_SF_RES
		PU_SF_ACR_KIDT	0.0175	[1/Q]	PU_SF_RES
		PU_SF_ASR_KP	1982.195363	[(rad/s)/A]	PU_SF_CURRENT / PU_SF_FREQ
		PU_SF_ASR_KIDT	1982.195363	[(rad/s)/A]	PU_SF_CURRENT / PU_SF_FREQ
		PU_SF_PLL_KP	0.001201109	[1/Hz]	PU_SF_FREQ/PU_SF_ANGLE
		PU_SF_PLL_KIDT	0.001201109	[1/Hz]	PU_SF_FREQ/PU_SF_ANGLE
		MTR_Q_ANGLE	12	Qn	Do not change
		MTR_Q_CURRENT	13	Qn	Do not change
		MTR_Q_VOLTAGE	13	Qn	Do not change
		MTR_Q_VMOD	12	Qn	Do not change
		MTR_Q_FREQ	14	Qn	Do not change
		MTR_Q_CTRL_TIME	18	Qn	Max value OK
		MTR_Q_CTRL_TIME_SPEED	15	Qn	Max value OK
		MTR_Q_RESISTANCE	17	Qn	Max value OK
		MTR_Q_INDUCTANCE	18	Qn	Max value OK
		MTR_Q_BEMF_CONST	15	Qn	Max value OK
		MTR_Q_INERTIA	10	Qn	Max value OK
		MTR_Q_RECIV	13	Qn	Do not change
		MTR_Q_RECIM	14	Qn	Max value OK
		MTR_Q_ACR_KP	17	Qn	Max value OK
		MTR_Q_ACR_KIDT	19	Qn	Max value OK
		MTR_Q_ASR_KP	12	Qn	Max value OK
		MTR_Q_ASR_KIDT	19	Qn	Max value OK
		MTR_Q_PLL_KP	15	Qn	Max value OK
		MTR_Q_PLL_KIDT	21	Qn	Max value OK
		MTR_Q_SPEED_LPF_CO	15	Qn	Max value OK
		MTR_Q_CURRENT_LPF_CO	15	Qn	Max value OK
		MTR_Q_DAMP_K	12	Qn	Max value OK
		MTR_Q_DAMP_HPF_CO	15	Qn	Max value OK
		MTR_Q_DAMP_SL_RATE	17	Qn	Max value OK
		MTR_Q_DIV_DSP	15	Qn	Do not change
		MTR_Q_SIN_COS_DSP	14	Qn	Do not change

図 2-21 スケーリングパラメータ設定セル

スケーリングパラメータはこれまでに設定されたインバータとモータの特性パラメータ及び制御パラメータから自動計算されます。

Q 値については、15bit に収まるように自動設定されます。値を変更したい場合は、各 Q 値の右側にあるプルダウンの”Max value”を”User Input”に変更することで変更可能になります。



MTR_Q_AFREQ	14	Qn	Do not change		
MTR_Q_CTRL_TIME	18	20	Qn	User input	Warning
MTR_Q_CTRL_TIME_SPEED	15	13	Qn	User input	OK
MTR_Q_RESISTANCE	17		Qn	Max value	OK
MTR_Q_INDUCTANCE	18		Qn	Max value	OK
MTR_Q_BEMF_CONST	15		Qn	Max value	OK
MTR_Q_INERTIA	10		Qn	Max value	OK
MTR_Q_RECIV		13	Qn	Do not change	
MTR_Q_RECIM	14		Qn	Max value	OK
MTR_Q_ACR_KP	17		Qn	Max value	OK
MTR_Q_ACR_KIDT	19		Qn	Max value	OK
MTR_Q_ASR_KP	12		Qn	Max value	OK
MTR_Q_ASR_KIDT	19		Qn	Max value	OK
MTR_Q_PLL_KP	15		Qn	Max value	OK
MTR_Q_PLL_KIDT	21		Qn	Max value	OK
MTR_Q_SPEED_LPF_CO	15		Qn	Max value	OK
MTR_Q_CURRENT_LPF_CO	15		Qn	Max value	OK
MTR_Q_DAMP_K	12		Qn	Max value	OK
MTR_Q_DAMP_HPF_CO	15		Qn	Max value	OK
MTR_Q_DAMP_SL_RATE	17		Qn	Max value	OK
MTR_Q_DIV_DSP		16	Qn	Do not change	
MTR_Q_SIN_COS_DSP		14	Qn	Do not change	

図 2-22 スケーリングパラメータの Q 値の変更

プルダウンの右のセルが"Warning"になる場合、表示が"OK"となるよう再調整してください。

## 2.2 「Checker」シートの説明

「Checker」シートでは、「RL78\_CFG」シートで設定された Q 値を使用して実際にモータ及びインバータの特性パラメータ、制御パラメータの PU 単位系の固定小数点値を算出します。算出結果が 15bit に収まっているかを確認しています。収まっていれば“OK”、収まっていない場合は“Warning”が表示されません。

Checker	Value	Value in PU system	Fixed-point data	Judgment
Resistance	9.125	0.1596875	20930	OK
Inductance(d-axis)	0.003844	0.056003758	14681	OK
Inductance(q-axis)	0.004315	0.062865821	16479	OK
Magnetic flux	0.02144	0.7437197	24370	OK
Inertia	0.00000205	29.33732932	30041	OK
Nominal current	0.42	1	8192	OK
Control period	0.0001	0.083252205	21824	OK
Speed control period	0.001	0.832522052	27280	OK
1/Vdc	0.041666667	1	1	OK
Inverse of magnetic flux	46.64179104	1.344592593	22029	OK
Over voltage limit	28	1.166666667	9557	OK
Over current limit	1.47	3.5	28672	OK
Speed limit	1110.029403	1.333333333	21845	OK
Max speed	832.5220523	1	16384	OK
Iq limit	0.727461336	1.7320508	14188	OK
ACR(d-axis) Kp (1st order)	7.245769288	0.126800963	16620	OK
ACR(d-axis) KiT (1st order)	1.720021976	0.030100385	31562	OK
ACR(q-axis) Kp (1st order)	8.133583371	0.142337709	18656	OK
ACR(q-axis) KiT (1st order)	1.720021976	0.030100385	31562	OK
ASR Kp (1st order)	0.001680657	3.331390162	13645	OK
ASR KiT (1st order)	2.3633E-05	0.046845238	24560	OK
PLL Kp (1st order)	351.5442175	0.422264151	13836	OK
PLL KiT (1st order)	2.471666738	0.00296889	6226	OK
Speed LPF coefficient	0.080788739	0.080788739	2647	OK
Speed LPF coefficient	0.919211261	0.919211261	30120	OK
Current LPF coefficient	0.429868798	0.429868798	14085	OK
Current LPF coefficient	0.570131202	0.570131202	18682	OK
Damp k	148.5250028	4.281688465	17537	OK
Damp HPF coefficient	0.969540972	0.969540972	31769	OK
Damp speed limit rate	0.2	0.2	26214	OK

図 2-23 「Checker」シート表示画面

### 3. CFG の操作手順

実際に CFG を使用してインバータやモータ変更の詳細手順を説明します。

#### 3.1 事前準備

WEB から対応するサンプルソフトの入手と Renesas Motor Workbench(RMW)をインストールしてください。対象インバータのスペックやモータのパラメータ等必要な情報を入手してください。

#### 3.2 インバータ及びモータの変更

ここではサンプルソフトの動作対象ではないインバータやモータに変更する場合の手順を説明します。変更するにあたり以下の注意事項があります。

- CFG はデバイスに関する設定を含みませんのでピン配置や AD の接続に関しては適宜設定を行ってください。
- 本ツールはサンプルソフトの各種パラメータの再設計を支援する目的で作られています。動作を完全に保証するものではありません。十分に注意してご使用ください。

### 3.3 FOC バージョンでの動作

ここではセンサレスベクトル制御向け CFG 「RL78 FOC Configuration File Generator for motor control sample software Ver.β」での動作について説明します。

#### 3.3.1 CFG の起動

“RL78\_FOC\_Configuration\_File\_Generator.xlsm”を起動してください。ツールの機能を実現するためエクセルマクロを使用しています。セキュリティの警告が上部に表示されますので、“コンテンツの有効化”を押してください。

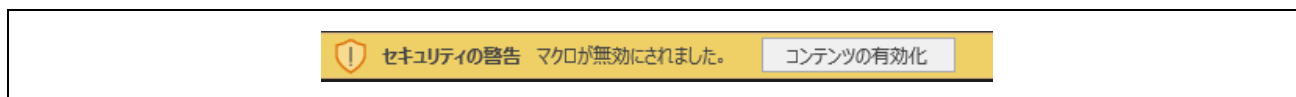


図 3-1 セキュリティの警告

最初に“Save Location”ボタンを押して、出力するコンフィグレーションファイルの出力先を設定してください。

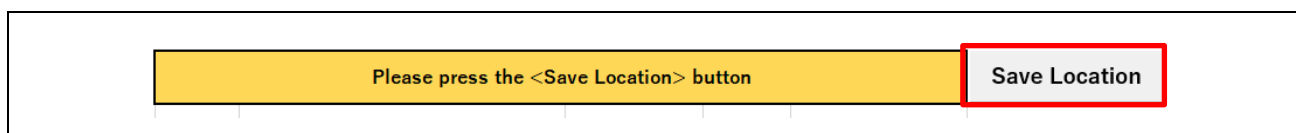


図 3-2 ファイルの保存先画面：保存先指定前

保存先を設定すると、ボタン左の黄枠に設定したアドレスが表示されます。

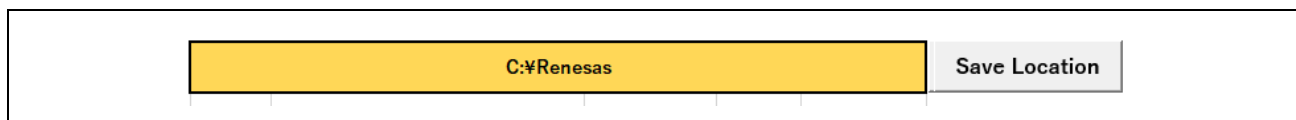


図 3-3 ファイルの保存先画面：保存先指定後

これで指定されたアドレスにコンフィグレーションファイルが出力できるようになります。

### 3.3.2 インバータの登録

インバータの登録を行います。ルネサス製評価ボード”GB01”インバータは予め登録されています。ルネサス製評価ボードをご使用の場合、対象のボード名を選択して、次の項目に移ってください。

新しくインバータ情報を登録します。インバータ名のプルダウンメニューから”New”を選択し、”Register Inverter Data”ボタンを押します。

Folder	File	Macro	Value	Unit	Maximum Value	Note
config	r_mtr_inverter_parameter.h	GB01_3shunt				
		IP_DEADTIME	New	[s]		
		IP_CURRENT_RANGE	GB01_3snunt	10 [A]		5[A] ~ -5[A]
		IP_VDC_RANGE		111 [V]		
		IP_INPUT_V		24 [V]		
		IP_CURRENT_LIMIT		4.5 [A]		
		IP_OVERVOLTAGE_LIMIT		28 [V]		
		IP_UNDERVOLTAGE_LIMIT		12 [V]		
		IP_PHASE_SHUNT_RESISTANCE		0.1 [Ω]		
		IP_PHASE_AMPLIFICATION_GAIN		5		
		IP_DC_SHUNT_RESISTANCE		0.1 [Ω]		
		IP_DC_AMPLIFICATION_GAIN		4		
		IP_BSC_CHARGE_CNT		100 [cnt(NOP)]		

図 3-4 インバータパラメータ設定セル

「Register Inverter Data」ウインドウが開きますので、インバータの情報を入力してください。電圧と電流の検出レンジについては、「Calc」ボタンを押すことで、値を算出するための情報入力画面が表示されます。

Register Inverter Data ✖

Inverter NAME:

IP\_DEADTIME:  μs

IP\_CURRENT\_RANGE:  A(pp) Calc

IP\_VDC\_RANGE:  V Calc

IP\_INPUT\_V:  V

IP\_CURRENT\_LIMIT:  A

IP\_OVERVOLTAGE\_LIMIT:  V

IP\_UNDERVOLTAGE\_LIMIT:  V

IP\_PHASE\_SHUNT\_RESISTANCE:  Ω

IP\_PHASE\_AMPLIFICATION\_FACTOR:

IP\_DC\_SHUNT\_RESISTANCE:  Ω

IP\_DC\_AMPLIFICATION\_FACTOR:

IP\_BSC\_CHARGE\_PERIOD:  cnt(nop)

インバータ名

デッドタイム

電流検出レンジ

電圧検出レンジ

入力電圧

電流リミット

過電圧エラー値

低電圧エラー値

3相シャント抵抗値

3相電流検出アンプの倍率

DCリンクシャント抵抗値

DCリンク電流検出アンプの倍率

ブートストラップコンデンサ  
チャージ時間

図 3-5 「Register Inverter Data」ウインドウ

”OK”ボタンを押して登録されます。インバータ名のプルダウンに追加されますので、選択してください。

### 3.3.3 モータの登録

モータの登録を行います。ルネサス製サンプルソフトで採用しているモータが予め登録されています。サンプルソフトの環境をご使用の場合は、次の項目に移ってください。

r_mtr_motor_parameter.h	TG_55L_KA	Register Motor Data	Delete Motor Data
MP_POLE_PAIRS	2		
MP_RESISTANCE	9.125 [ $\Omega$ ]	14.28527832	
MP_D_INDUCTANCE	0.003844 [H]	0.008579519	
MP_Q_INDUCTANCE	0.004315 [H]	0.008579519	
MP_BEMF_CONSTANT	0.02144 [ $V \cdot s / rad$ ]	0.028827185	
MP_ROTOR_INERTIA	0.00000205 [ $kgm^2$ ]	2.23599E-06	
MP_RATED_CURRENT	0.42 [A]	1.67994873	
MP_RATED_SPEED	2650 [rpm]	7949.757385	
MP_MOTOR_WIRE_CONNECTION	STAR		

図 3-6 モータパラメータ設定セル

新しくモータを登録します。モータ名のプルダウンメニューから"New"を選択し、"Register Motor Data"ボタンを押します。

Register Motor Data
✕

Motor NAME	<input type="text" value="TG_55L_KA"/>		モータ名
Motor Maker	<input type="text" value="Toshiba"/>		メーカー
MP_POLE_PAIRS	<input type="text" value="2"/>		極対数
MP_RESISTANCE	<input type="text" value="9.125"/>	$\Omega$	抵抗値
MP_D_INDUCTANCE	<input type="text" value="0.003844"/>	H	d 軸インダクタンス
MP_Q_INDUCTANCE	<input type="text" value="0.004315"/>	H	q 軸インダクタンス
MP_BEMF_CONSTANT	<input type="text" value="0.02144"/>	$V \cdot s / rad$	誘起電圧定数
MP_ROTOR_INERTIA	<input type="text" value="0.00000205"/>	$kgm^2$	ロータイナーシャ
MP_NOMINAL_CURRENT_RMS	<input type="text" value="0.42"/>	Arms	定格電流
MP_RATED_SPEED	<input type="text" value="2650"/>	rpm	定格速度
Motor stator wire connection	<input type="text" value="STAR"/>		モータ結線方式

図 3-7 「Register Motor Data」ウインドウ

"OK"ボタンを押して登録されます。モータ名のプルダウンに新しく追加されていますので、選択してください。

### 3.3.4 コンフィグレーションファイルの生成

選択したインバータ、モータの情報からスケーリングパラメータが自動算出されますので、“Output All Config File”ボタンを押して、ファイルを生成します。

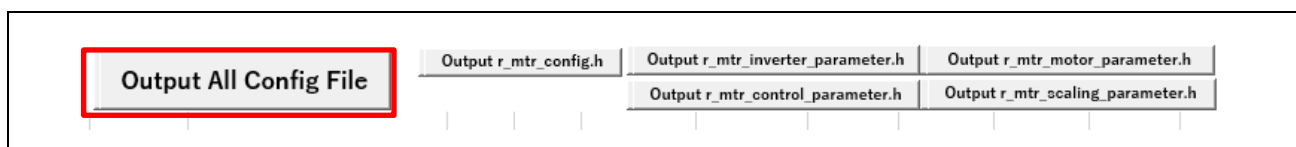


図 3-8 ファイル出力ボタン

“Output All Config File”ボタンを押すと以下の5つのファイルが出力されます。

- r\_mtr\_config.h : コンフィグレーション定義ファイル
- r\_mtr\_control\_parameter.h : 制御パラメータ定義ファイル
- r\_mtr\_inverter\_parameter.h : インバータパラメータ定義ファイル
- r\_mtr\_motor\_parameter.h : モータパラメータ定義ファイル
- r\_mtr\_scaling\_parameter.h : スケーリングパラメータ定義ファイル

“Output All Config File”ボタン横の各ボタンは各ファイル単独の出力ボタンとなります。

### 3.3.5 サンプルソフトへの反映

生成されたファイルは対応するサンプルソフトの”config”フォルダに上書きしてください。

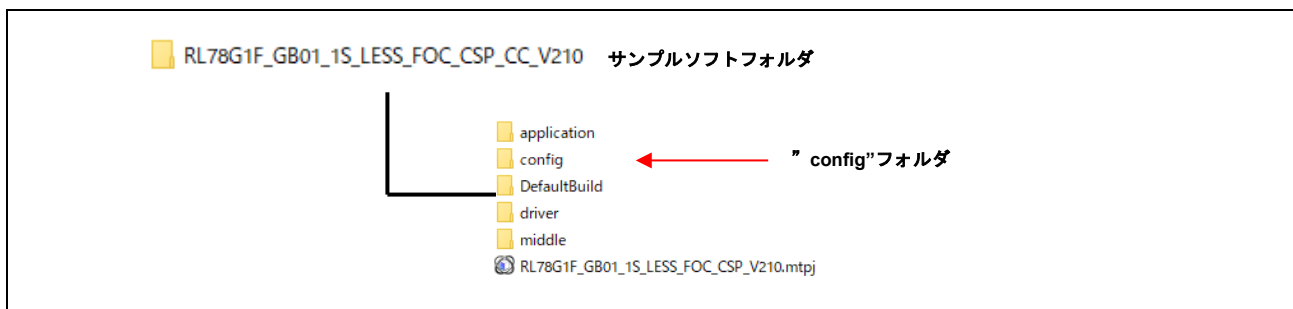


図 3-9 コンフィグレーションファイルの反映

反映後は IDE(CS+, e<sup>2</sup> studio)を起動し、通常のサンプルソフトの実行方法に従って MCU に書き込み、実行してください。

### 3.3.6 パラメータ設定可能範囲の調整

モータやインバータの特性パラメータおよび制御パラメータを設定すると、それらの整数部に必要な bit 幅を確保したうえで小数部の分解能を最大にするように Q 値を算出します。MCU へのソフトウェアの書き込み後に変更する可能性のある制御パラメータ等は、変数値がオーバーフローしないよう適宜調整する必要があります。

ここでは各変数の取ることのできる範囲を調整する方法について説明します。

#### ●パラメータ書き換えによる設定可能範囲の調整

r\_mtr\_control\_parameter.h のパラメータを例にとって説明します。下図のように、ACR の固有周波数を 500 とした場合、右側のセルには設定可能な最大値が表示されます。ソフト書き込み後には、この最大値以上の値を設定できません。

r_mtr_control_parameter.h					
CP_ACR_NF_HZ	500 [Hz]	591.4601094			
CP_ASR_NF_HZ	11.19 [Hz]	13.43542241	acceleration criterion*2.5	①	
CP_PLL_NF_HZ	55.95 [Hz]	66.24797821	CP_ASR_NF_HZ*5	②	
CP_ASR_LPF_COF_HZ	139.88 [Hz]	5000	CP_ASR_NF_HZ*2.5	③	
CP_ACR_LPF_COF_HZ	2000 [Hz]	5000	CP_ACR_NF_HZ*4	④	
CP_MAX_SPEED_RPM	2075 [rpm]	7040.757385	MP_RATED_SPEED*1.5	⑤	

図 3-10 ACR の固有周波数を 500 とした場合の設定上限値

最大値以上の値を設定したい場合、CFG 上でこの”CP\_ACR\_NF\_HZ”を書き換えることで範囲を広げられるように Q 値が再計算されます。例えば 300 に設定すると下図のようにパラメータの設定範囲が広がります。

r_mtr_control_parameter.h					
CP_ACR_NF_HZ	600 [Hz]	622.8966194			
CP_ASR_NF_HZ	11.19 [Hz]	13.43542241	acceleration criterion*0.4	①	
CP_PLL_NF_HZ	55.95 [Hz]	66.24797821	CP_ASR_NF_HZ*5	②	
CP_ASR_LPF_COF_HZ	139.88 [Hz]	5000	CP_ASR_NF_HZ*2.5	③	
CP_ACR_LPF_COF_HZ	2400 [Hz]	5000	CP_ACR_NF_HZ*4	④	
CP_MAX_SPEED_RPM	2075 [rpm]	7040.757385	MP_RATED_SPEED*1.5	⑤	

図 3-11 ACR の固有周波数を 600 とした場合の設定上限値



### ●Q 値の書き換えによる設定可能範囲の調整

Q 値は自動計算されますが、再調整することで設定可能範囲を広げることも可能です。ACR の PI ゲインの Q 値 “MTR\_Q\_ACR\_KP”, “ MTR\_Q\_ACR\_KIDT” を例にとって説明します。例えば”CP\_ACR\_NF\_HZ” が 300 に設定されている場合、下図のようになります。

MTR_Q_RECIM	14	Qn	Max value	OK
MTR_Q_ACR_KP	17	Qn	Max value	OK
MTR_Q_ACR_KIDT	19	Qn	Max value	OK
MTR_Q_ASR_KP	19	Qn	Max value	OK

図 3-12 ACR の固有周波数を 500 とした場合の PI の Q 値

Q 値を変更する場合は、右側のプルダウンメニューから “User input” を選択することで、Q 値が編集可能になります。ここでは例として “MTR\_Q\_ACR\_KP” を 17 から 16 に変更します。

MTR_Q_RECIM	14	Qn	Max value	OK
MTR_Q_ACR_KP	17	16	User input	OK
MTR_Q_ACR_KIDT	19	19	User input	OK
MTR_Q_ASR_KP	19	Qn	Max value	OK

図 3-13 PI の Q 値を手動入力にし、値を変更

この場合、”CP\_ACR\_NF\_HZ”は 500 のまま、パラメータの設定範囲が広がります。

r_mtr_control_parameter.h				
CP_ACR_NF_HZ	500	[Hz]	622.8966194	
CP_ASR_NF_HZ	11.19	[Hz]	19.43942241	acceleration criterion*0.4 ①
CP_PLL_NF_HZ	56.96	[Hz]	66.24797821	CP_ASR_NF_HZ*5 ②
CP_ASR_LPF_COF_HZ	139.88	[Hz]	5000	CP_ASR_NF_HZ*2.5 ③
CP_ACR_LPF_COF_HZ	2000	[Hz]	5000	CP_ACR_NF_HZ*4 ④
CP_MAX_SPEED_RPM	3075	rpm	7040.757395	MP_RATED_SPEED*1.5 ⑤

図 3-14 ACR の固有周波数を 500 とし PI の Q 値を手動入力

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2021/06/21	—	新規発行
1.10	2021/12/24		対象サンプルソフトの更新に伴う改訂

## 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ーやマガジンケース、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、入力信号や入出力プルアップ電源を入れしないでください。入力信号や入出力プ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えば、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、ノイズ輻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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。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. 当社製品または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. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、変更、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、変更、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。
6. 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）、交通管制（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。
7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア/ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限られません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア/ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
  8. 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。
  9. 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。
  10. 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て、当社は、一切その責任を負いません。
  11. 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。
  12. 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いたします。
  13. 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。
  14. 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.5.0-1 2020.10)

## 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。