

R-IN32M4-CL2

プログラミング・マニュアル (ドライバ編)

本資料に記載の全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス エレクトロニクスは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。
ルネサス エレクトロニクスのホームページなどにより公開される最新情報をご確認ください。

資料番号 : R18UZ0036JJ0301

発行年月 : 2019.4.19

ルネサス エレクトロニクス

www.renesas.com

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。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。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 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お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、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に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。

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

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）

特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等

8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障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おりますが、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、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害など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、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
 10. 当社製品の環境適合性等、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。お客様が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. 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固くお断りいたします。
 12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。
- 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その総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有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。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、CMOS デバイスの一般的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、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「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。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】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. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。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。

4. クロックについて

【注意】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。

○Arm® およびCortex® は、Arm Limited（またはその子会社）のEUまたはその他の国における登録商標です。
All rights reserved.

○Ethernetおよびイーサネットは、富士ゼロックス株式会社の登録商標です。

○IEEEは、the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. の登録商標です。

○TRONは” The Real-time Operation system Nucleus” の略称です。

○ITRONは” Industrial TRON” の略称です。

○ μ ITRONは” Micro Industrial TRON” の略称です。

○TRON、ITRON、および μ ITRONは、特定の商品ないし商品群を指す名称ではありません。

○CC-Link及びCC-Link IE Fieldは、CC-Link協会（CC-Link Partner Association: CLPA）の登録商標です。

○その他、本資料中の製品名やサービス名は全てそれぞれの所有者に属する商標または登録商標です。

このマニュアルの使い方

1. 目的と対象者

このマニュアルは産業イーサネット通信向け ASSP (Application Specific Standard Product) .「R-IN32M4-CL2」(R9J03G019GBG) の機能を理解し、それを用いた応用設計をするユーザを対象とします。このマニュアルを使用するには、電気回路、論理回路、マイクロコンピュータに関する基本的な知識が必要です。

本製品は、注意事項を十分確認の上、使用してください。注意事項は、各章の本文中、各章の最後、注意事項の章に記載しています。

改訂記録は旧版の記載内容に対して訂正または追加した主な箇所をまとめたものです。改訂内容すべてを記録したものではありません。詳細は、このマニュアルの本文でご確認ください。

本文中の★印は、本版で改訂された主な箇所を示しています。この"★"を PDF 上でコピーして「検索する文字列」に指定することによって、改版箇所を容易に検索できます

関連資料 関連資料は暫定版の場合がありますが、この資料では「暫定」の表示をしておりません。あらかじめご了承ください。また各コアの開発・企画段階で資料を作成しているため、関連資料は個別のお客様向け資料の場合があります。下記資料番号の末尾****部分は版数です。当社ホームページより最新版をダウンロードして参照ください。

R-IN32M4-CL2に関する資料

資料名	資料番号
R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル	R18UZ0032JJ****
R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編	R18UZ0034JJ****
R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル Gigabit Ethernet PHY 編	R18UZ0044JJ****
R-IN32M4-CL2 プログラミング・マニュアル ドライバ編 (本マニュアル)	R18UZ0036JJ****
R-IN32M4-CL2 プログラミング・マニュアル OS 編	R18UZ0040JJ****
R-IN32 シリーズ ユーザーズ・マニュアル CC-Link リモートデバイス局編	R18UZ0055JJ****

2. 数や記号の表記

データ表記の重み：左が上位桁、右が下位桁

アクティブ・ローの表記：

xxxZ (端子、信号名称のあとにZ)

またはxxx_N (端子、信号名称のあとに_N)

またはxxnx (端子、信号名称にnを含む)

注：

本文中につけた注の説明

注意：

気をつけて読んでいただきたい内容

備考：

本文の補足説明

数の表記：

2 進数 … xxxx, xxxxB または n'bxxxx (nビット)

10 進数 … xxxx

16 進数 … xxxxH または n'hxxxx (nビット)

2のべき数を示す接頭語 (アドレス空間、メモリ容量)：

K (キロ) … $2^{10} = 1024$

M (メガ) … $2^{20} = 1024^2$

G (ギガ) … $2^{30} = 1024^3$

データ・タイプ：

ワード … 32 ビット

ハーフワード … 16 ビット

バイト … 8 ビット

目次

1. 概説.....	1
1.1 構成.....	1
1.2 開発環境.....	2
2. ファイル構成.....	3
2.1 IAR Embedded Workbench for Arm.....	3
2.1.1 ディレクトリ構成.....	3
2.1.2 ./Device/Renesas/RIN32M4/Include : インクルード.....	3
2.1.3 ./Device/Renesas/RIN32M4/Library : ライブラリ.....	4
2.1.4 ./Device/Renesas/RIN32M4/Source : ソース.....	4
3. ソフトウェア開発手順.....	7
3.1 設計フロー.....	7
3.2 メモリ配置.....	8
3.2.1 メモリ配置★.....	8
3.2.2 プログラム配置例.....	12
4. データ・タイプとマクロ.....	13
4.1 データ・タイプ.....	13
4.2 マクロ定義.....	14
4.2.1 定数.....	14
4.2.2 条件付きコンパイル用定義.....	14
5. R-IN32M4-CL2レジスタ定義.....	15
5.1 APB周辺レジスタ.....	15
5.2 AHB周辺レジスタ.....	16
6. ドライバ.....	17
6.1 ドライバ関数一覧.....	17
6.2 32ビット・タイマ (TAUJ2) 制御.....	19
6.2.1 TAUJ2システム・タイマ (チャンネル0) の初期化.....	19
6.2.2 TAUJ2インターバル・タイマ・モード初期化.....	20
6.2.3 TAUJ2ワン・カウント・タイマ・モード初期化 (ハードウェアトリガ).....	21
6.2.4 TAUJ2タイマ動作開始.....	22
6.2.5 TAUJ2タイマ動作停止.....	23

6.2.6	TAUJ2タイマ動作状態確認.....	24
6.3	UART制御	25
6.3.1	UARTモジュールの初期化.....	25
6.3.2	UARTによる1バイト・キャラクタ・データの送信.....	26
6.3.3	UARTによる1バイト・キャラクタ・データの受信.....	27
6.3.4	受信データの有無を確認	28
6.4	IIC制御.....	29
6.4.1	IICコントローラの初期化	29
6.4.2	スタート・コンディション送信.....	31
6.4.3	ストップ・コンディション送信.....	32
6.4.4	1バイト・キャラクタの送信.....	33
6.4.5	1バイト・キャラクタの受信.....	34
6.5	CSI制御.....	35
6.5.1	CSIコントローラの初期化	35
6.5.2	1バイト・キャラクタ送信.....	37
6.5.3	1バイト・キャラクタ受信.....	38
6.5.4	送信データ確認（スレーブ用）	39
6.5.5	受信データ確認（スレーブ用）	40
6.5.6	送受信モード切り替え（スレーブ用）	41
6.6	DMAコントローラ制御.....	42
6.6.1	メモリ・コピー（DMA転送）	42
6.7	シリアル・フラッシュROM制御	43
6.7.1	SPIバス制御初期化（標準Read）	43
6.7.2	SPIバス制御初期化（Fast Read Dual I/O）	44
6.7.3	SPIバス制御初期化（Fast Read Quad I/O）	45
6.7.4	SPIバスヘデータ書き込み.....	46
6.7.5	SPIバスからデータ読み出し.....	47
6.8	ウォッチドッグ・タイマ制御.....	48
6.8.1	ウォッチドッグ・タイマ初期化.....	48
6.8.2	ウォッチドッグ・タイマ 75%割り込み 初期化	49
6.8.3	ウォッチドッグ・タイマ起動.....	50
6.8.4	カウント・クリア	51
6.8.5	リセット待ち	52
6.9	16ビット・タイマ（TAUD）タイマ制御.....	53
6.9.1	TAUDインターバル・タイマ・モード初期化.....	53
6.9.2	TAUDワン・カウント・タイマ・モード初期化（ハードウェアトリガ）	54
6.9.3	TAUDタイマ動作開始	55
6.9.4	TAUDタイマ動作停止	56
6.9.5	TAUDタイマ動作状態確認	57

6.10	A/Dコンバータ制御.....	58
6.10.1	A/Dコンバータ・モジュールの初期化（ソフトウェアトリガ）	58
6.10.2	A/Dコンバータ・モジュールの初期化（ハードウェアトリガ）	59
6.10.3	A/Dコンバータ動作開始.....	60
6.10.4	A/Dコンバータ動作停止.....	61
6.10.5	A/Dコンバータ変換結果の取得.....	62
6.11	GbE-PHY制御.....	63
6.11.1	GbE-PHYの初期化.....	63
7.	ミドルウェア	64
7.1	ミドルウェア関数一覧	64
7.2	パラレル・フラッシュROM制御	65
7.2.1	パラレル・フラッシュROM制御の初期化.....	65
7.2.2	データ書き込み	66
7.2.3	データ読み出し	67
7.2.4	データ消去	68
7.2.5	CFIデータのリード	69
7.3	シリアル・フラッシュROM制御	70
7.3.1	シリアル・フラッシュROM制御初期化（標準Read）	70
7.3.2	シリアル・フラッシュROM制御初期化（Fast Read Dual I/O）	71
7.3.3	シリアル・フラッシュROM制御初期化（Fast Read Quad I/O）	72
7.3.4	シリアル・フラッシュROMのデータ書き込み.....	73
7.3.5	シリアル・フラッシュROMのデータ読み出し.....	74
7.3.6	シリアル・フラッシュROMのデータ消去.....	75
8.	アプリケーション例	76
8.1	OSレス・サンプル	76
8.1.1	OSレス・サンプル・フロー	76
8.1.2	実行結果	77
9.	注意事項	79

1. 概説

ソフトウェア開発を速やかに進められるよう、R-IN32M4-CL2 では各機能の使用例を示したサンプル・ソフトウェア（以降サンプル・ソフト）を準備しています。

本書では、R-IN32M4-CL2 各機能のドライバ、ミドルウェアの仕様、および各開発ツール依存部（スタートアップ・ルーチン等）の動作について記しています。

1.1 構成

サンプル・ソフトのレイヤ構成図を以下に示します。

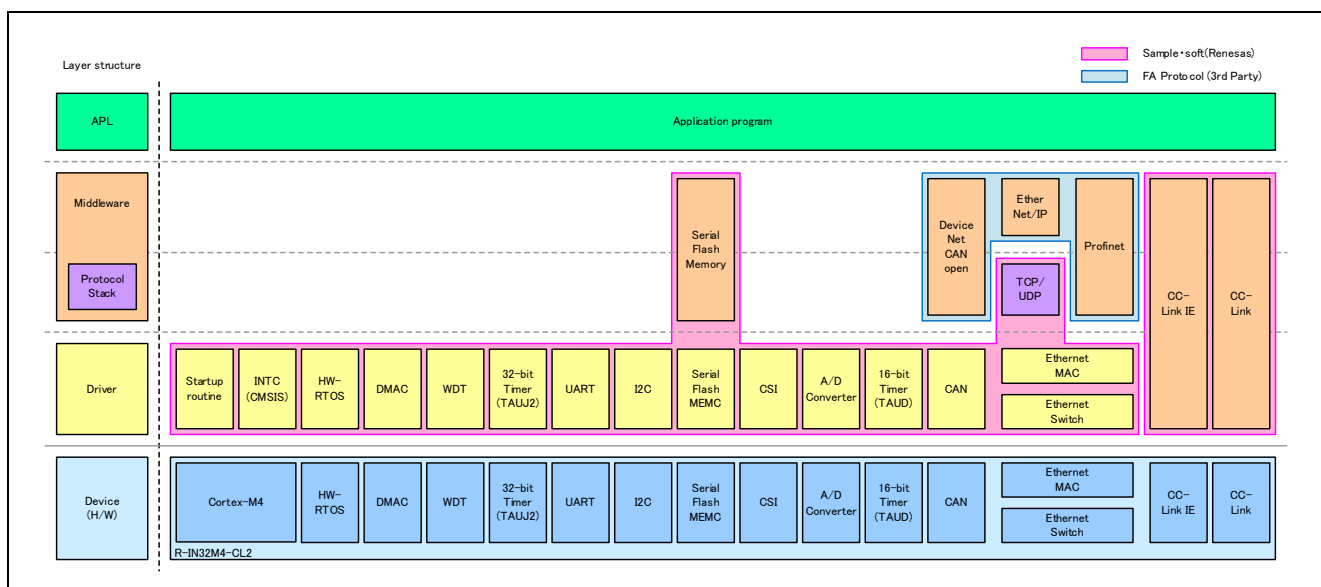


図1.1 サンプル・ソフトのレイヤ構成図

1.2 開発環境

ソフトウェア開発ツールの説明を以下に示します。

本サンプル・ソフトでは Arm[®] Cortex[®] マイクロコントローラ・ソフトウェア・インタフェース規格 (CMSIS) の V4.5.0 を採用しています。詳細は CMSIS のドキュメントを参照してください。

表1.1 ソフトウェア開発ツール一覧 (ツールチェーン)

ツール チェーン	IDE	コンパイラ	デバッガ	ICE
IAR	Embedded Workbench for Arm V7.40.7 ~ 最新版 (最新版をご使用ください) (IAR Systems)			I-jet JTAGjet-Trace-CM (IAR Systems)

2. ファイル構成

本章では、サンプル・ソフトのディレクトリ構成、ファイル構成を示します。

2.1 IAR Embedded Workbench for Arm

2.1.1 ディレクトリ構成

表2.1 IAR Embedded Workbench for Arm のディレクトリ構成

ディレクトリ	内容
./	サンプル・ソフト格納ディレクトリ
./CMSIS	Cortex-M4関連定義（CMSISをそのまま使用）格納ディレクトリ
./Device	デバイス依存ファイル格納ディレクトリ
./Device/Renesas/RIN32M4	R-IN32M4-CL2依存プログラム格納ディレクトリ
./Device/Renesas/RIN32M4/Include	インクルード・ファイル格納ディレクトリ
./Device/Renesas/RIN32M4/Library	ライブラリ格納ディレクトリ
./Device/Renesas/RIN32M4/Source	ソース格納ディレクトリ

2.1.2 ./Device/Renesas/RIN32M4/Include : インクルード

以下にインクルード・ファイルのファイル構成を示します。

表2.2 インクルード・ファイル・ディレクトリのファイル構成

ディレクトリ	ファイル	内容
./adc/	adc.h	A/Dコンバータ・ドライバのプロトタイプ宣言
./csi/	csi.h	CSIドライバのプロトタイプ宣言
./dmac/	dmac.h	DMAドライバのプロトタイプ宣言
./ether/	ether_phy_init.h	GbE-PHYドライバのプロトタイプ宣言
./iic/	iic.h	I2Cドライバのプロトタイプ宣言
./sromc/	sromc.h	シリアル・フラッシュROMドライバのプロトタイプ宣言
./taud/	taud.h	16ビット・タイマ（TAUD）ドライバのプロトタイプ宣言
./timer/	timer.h	32ビット・タイマ（TAUJ2）ドライバのプロトタイプ宣言
./uart/	uart.h	UARTドライバのプロトタイプ宣言
./wdt/	wdt.h	WDTドライバのプロトタイプ宣言
./	errcodes.h	エラー定義ファイル
	itron.h	ITRON一般（データ・タイプ、定数、マクロ）定義ファイル
	kernel.h	主要機能（サービス・コール、データ・タイプ、定数、マクロ）定義ファイル
	RIN32M4.h	R-IN32M4-CL2のデバイス定義インクルード・ファイル
	system_RIN32M4.h	CMSISに準じたシステム情報定義

2.1.3 ./Device/Renesas/RIN32M4/Library : ライブラリ

以下にライブラリのファイル構成を示します。

表2.3 ライブラリ・ディレクトリのファイル構成

ディレクトリ	ファイル	内容
./IAR/	libos.a	H/W-RTOSドライバ・ライブラリ
	libEtherPHY.a	GbE-PHYドライバ・ライブラリ

2.1.4 ./Device/Renesas/RIN32M4/Source : ソース

以下にソース・ディレクトリの構成を示します。

表2.4 ソース・ディレクトリのディレクトリ構成

ディレクトリ	内容
./Driver	ドライバ関連
./Middleware	ミドルウェア
./Project	サンプル・アプリケーション
./Templates	スタートアップ・ファイル等

2.1.4.1 ./Device/Renesas/RIN32M4/Source/Driver : ドライバ関連

以下にドライバのソース・ファイルの構成を示します。

表2.5 ドライバ関連ディレクトリのファイル構成

ディレクトリ	ファイル	内容
./adc/	adc.c	A/D コンバータ・ドライバ
./csi/	csi.c	CSI ドライバ
./dmac/	dmac.c	DMAC ドライバ
./iic/	iic.c	I2C ドライバ
./sromc/	sromc.c	シリアル・フラッシュ ROM ドライバ
./taud/	taud.c	16 ビット・タイマ (TAUD) ドライバ
./timer/	timer.c	32 ビット・タイマ (TAUJ2) ドライバ
./uart/	uart.c	UART ドライバ
./wdt/	wdt.c	WDT ドライバ

2.1.4.2 ./Device/Renesas/RIN32M4/Source/Middleware : ミドルウェア

以下にミドルウェアのソース・ファイルの構成を示します。

表2.6 ミドルウェア・ディレクトリのファイル構成

ディレクトリ	ファイル	内容
./flash/	flash.c	パラレル・フラッシュROMミドルウェア サンプル・ソース
	flash.h	パラレル・フラッシュROMミドルウェア ヘッダ・ファイル
./sflash/	sflash.c	シリアル・フラッシュROMミドルウェア サンプル・ソース
	sflash.h	シリアル・フラッシュROMミドルウェア ヘッダ・ファイル

2.1.4.3 ./Device/Renesas/RIN32M4/Source/Project : サンプル・アプリケーション

以下にサンプル・アプリケーションの構成を示します。サンプル・アプリケーション動作概要は「8 アプリケーション例」を参照してください。

表2.7 サンプルソフト・アプリケーションのディレクトリ構成

ディレクトリ	内容
./TS-R-IN32M4-CL2	テセラ・テクノロジー社製TS-R-IN32M4-CL2向けサンプル格納ディレクトリ
./TS-R-IN32M4-CL2/board_init.c	ボード依存設定ソース・ファイル
./TS-R-IN32M4-CL2/board_init.h	ボード依存設定ヘッダ・ファイル
./TS-R-IN32M4-CL2/osless_sample	OSレス・サンプル・アプリケーション
./IAR_StarterKit_CL2	IARシステムズ社製スタータキット向けサンプル格納ディレクトリ
./IAR_StarterKit_CL2/board_init.c	ボード依存設定ソース・ファイル
./IAR_StarterKit_CL2/board_init.h	ボード依存設定ヘッダ・ファイル
./IAR_StarterKit_CL2/osless_sample	OSレス・サンプル・アプリケーション

表2.8 OSレス・サンプル・アプリケーションのファイル構成

ディレクトリ	ファイル	内容
./osless_sample/	main.c	メイン処理ソース・ファイル
./osless_sample/IAR/	main.eww	IARプロジェクト・ファイル
	main.ewd	IARプロジェクト関連ファイル
	main.ewp	IARプロジェクト関連ファイル
	boot_norflash.icf	リンカ構成ファイル（ブート・コード：Flash ROM配置）
	boot_serialflash.icf	リンカ構成ファイル（ブート・コード：Serial Flash ROM配置）
	iram.icf	リンカ構成ファイル（ブート・コード：命令RAM配置）
	init.mac	デバッグ用マクロファイル

2.1.4.4 ./Device/Renesas/RIN32M4/Source/Templates : スタートアップ・ファイル等

以下にスタートアップ・ファイル等のソース・ファイルの構成を示します。

表2.9 スタートアップ関連ディレクトリのファイル構成

ディレクトリ	ファイル	内容
./Templates/IAR/	cstartup_M.c	スタートアップ・ファイル（IAR用）
	vectors_M.c	ベクタ配置ファイル
	vectors_rom.c	ベクタ配置ファイル（ROMブート用）
	syscalls.c	ライブラリ関数の再定義ファイル（IAR用）
./Templates/	system_RIN32M4.c	スタートアップ・ファイル（共通）

3. ソフトウェア開発手順

ここでは、ソフトウェア開発の一連の手順を説明します。

3.1 設計フロー

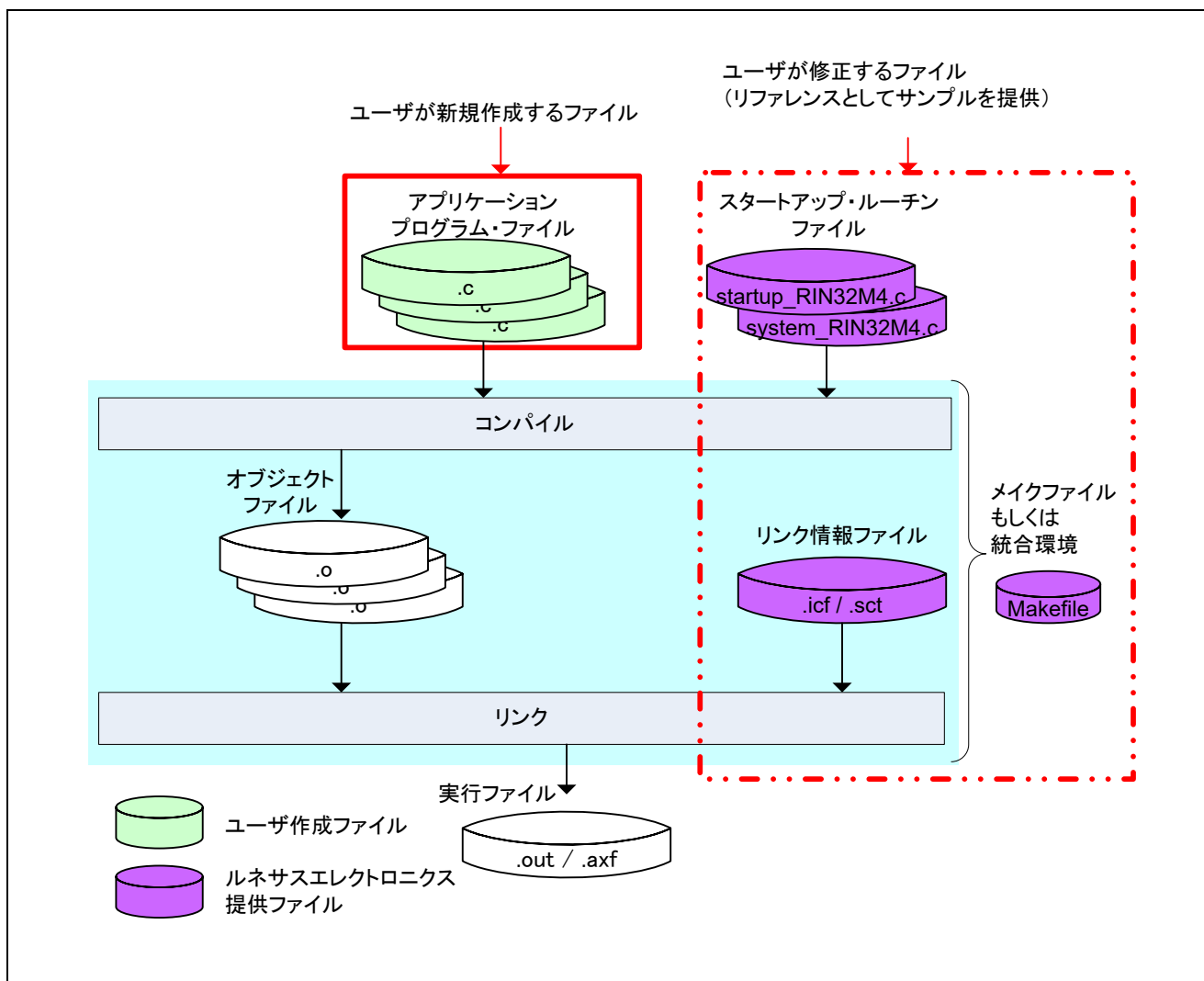


図3.1 ファイル相関図

3.2 メモリ配置

3.2.1 メモリ配置★

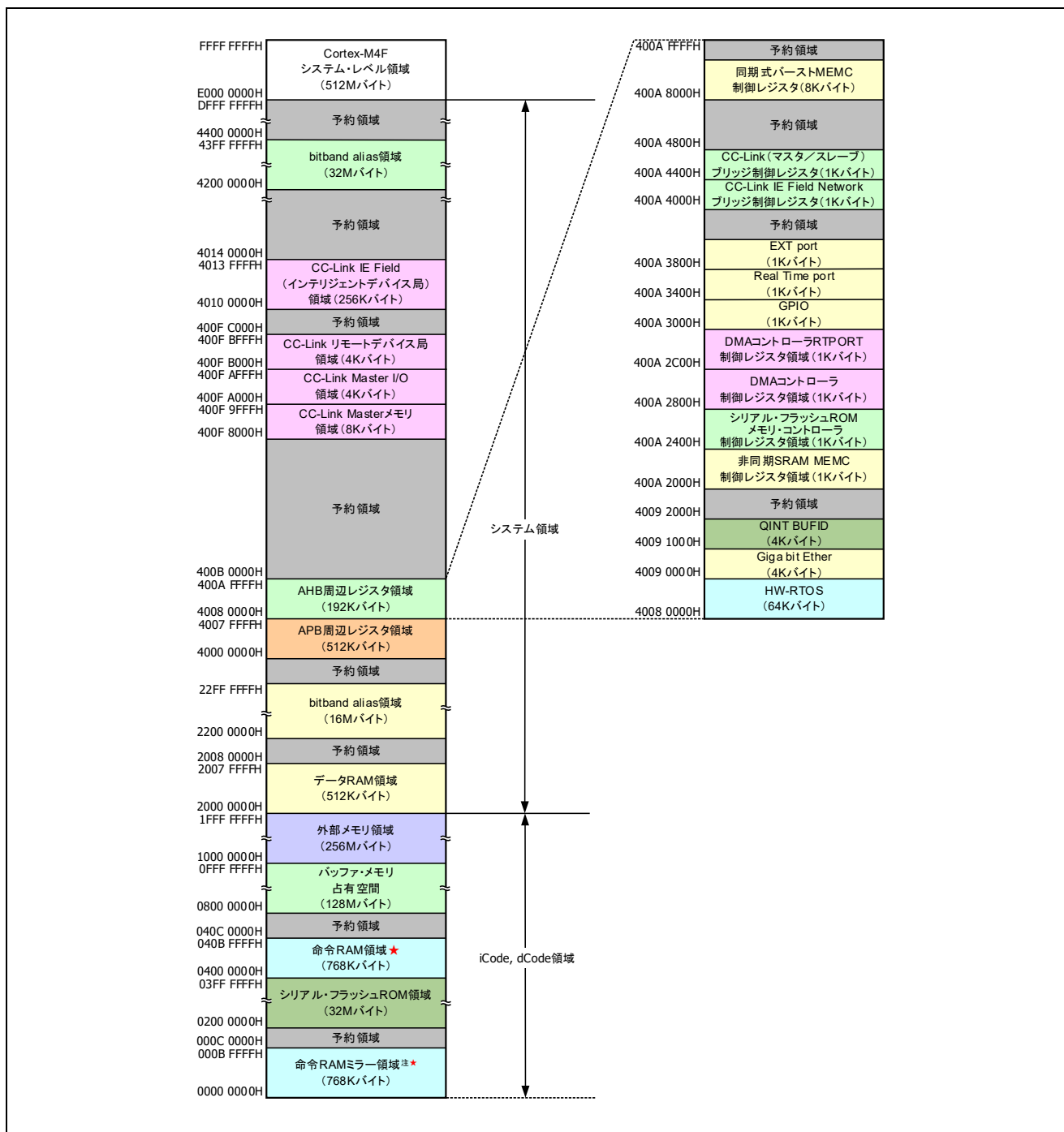


図3.2 メモリ・マップ (全体)

★注 上記命令RAMミラー領域(768Kバイト)はブート・モードにより実際にアクセスが発生するアドレスが変化します。詳細は「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」の「5.3 ブート・モードによるメモリMAPの違い」を参照してください。

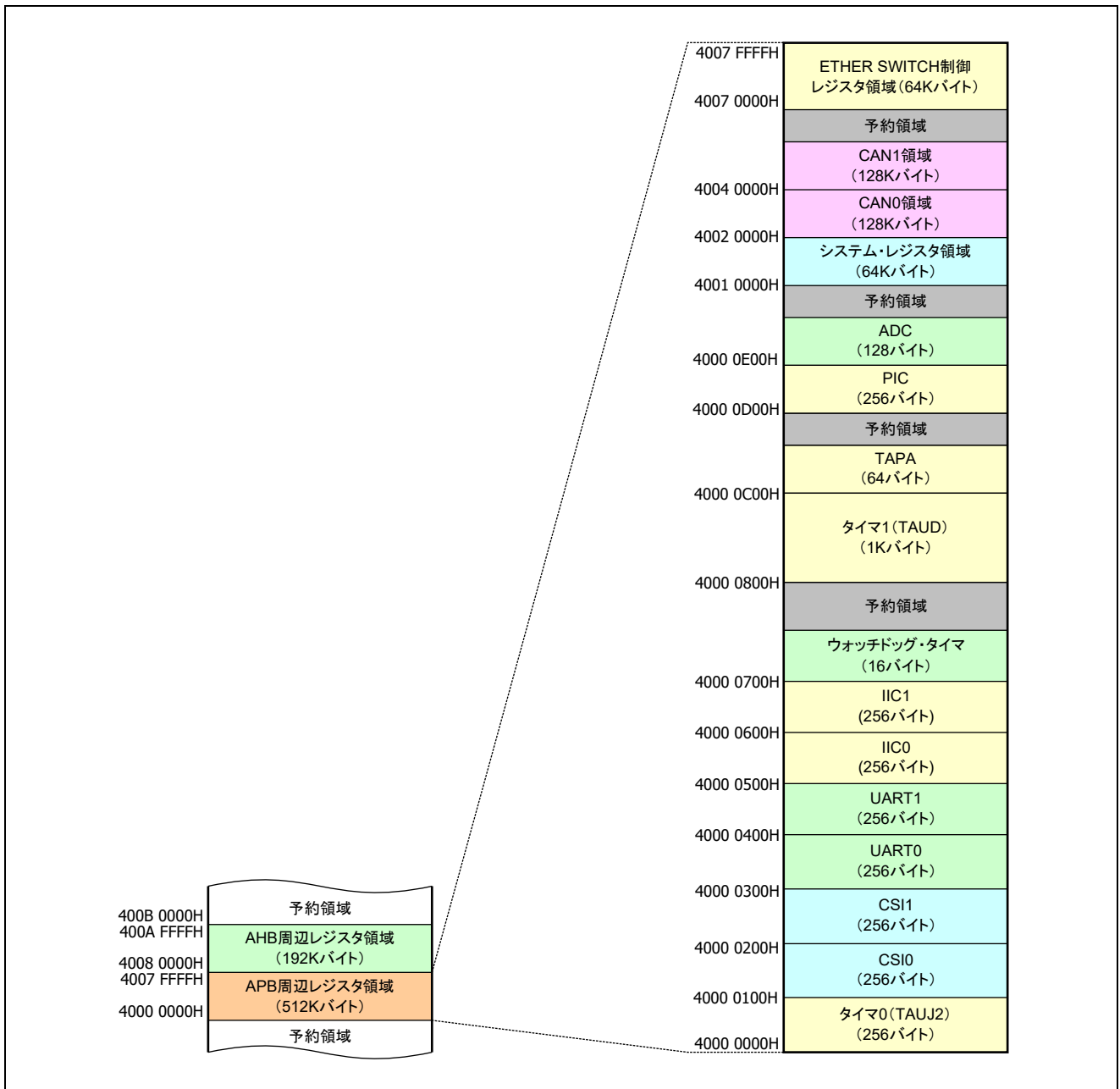


図3.3 メモリ・マップ (APB 周辺レジスタ領域)

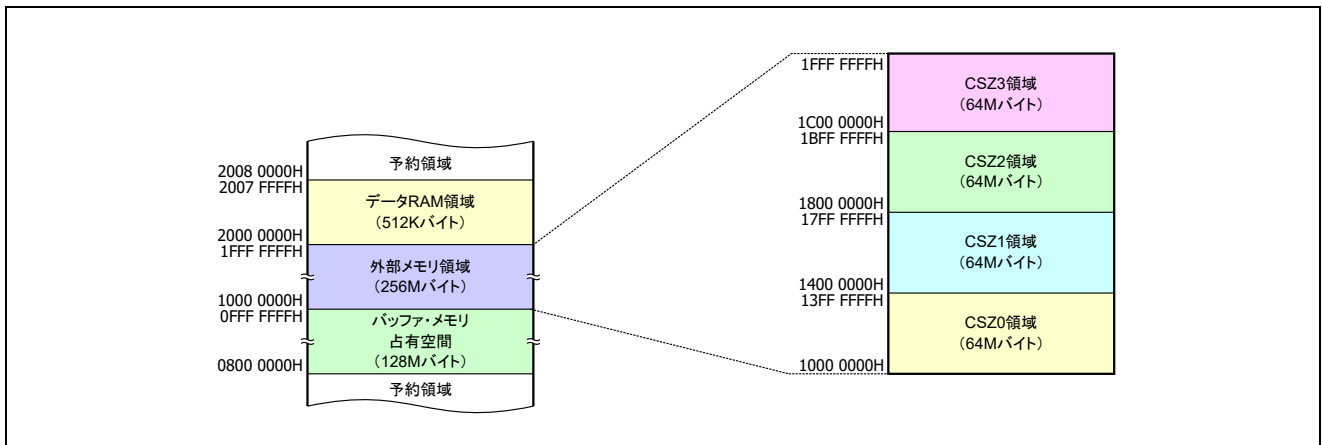


図3.4 メモリ・マップ (外部メモリ領域)

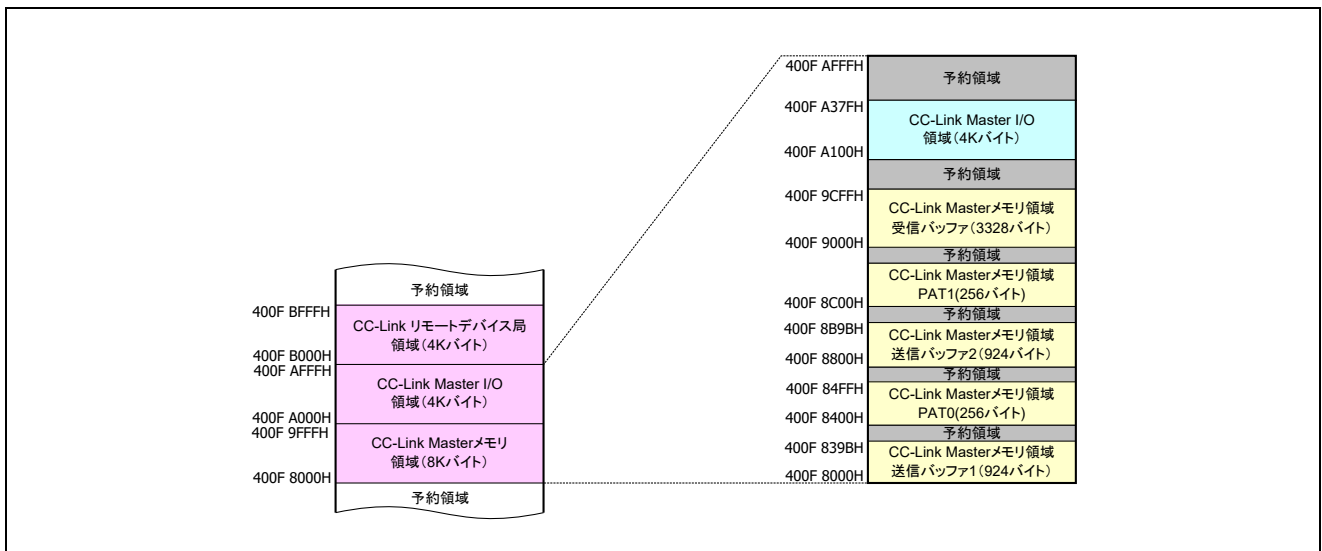


図3.5 メモリ・マップ (CC-Link マスタ領域)

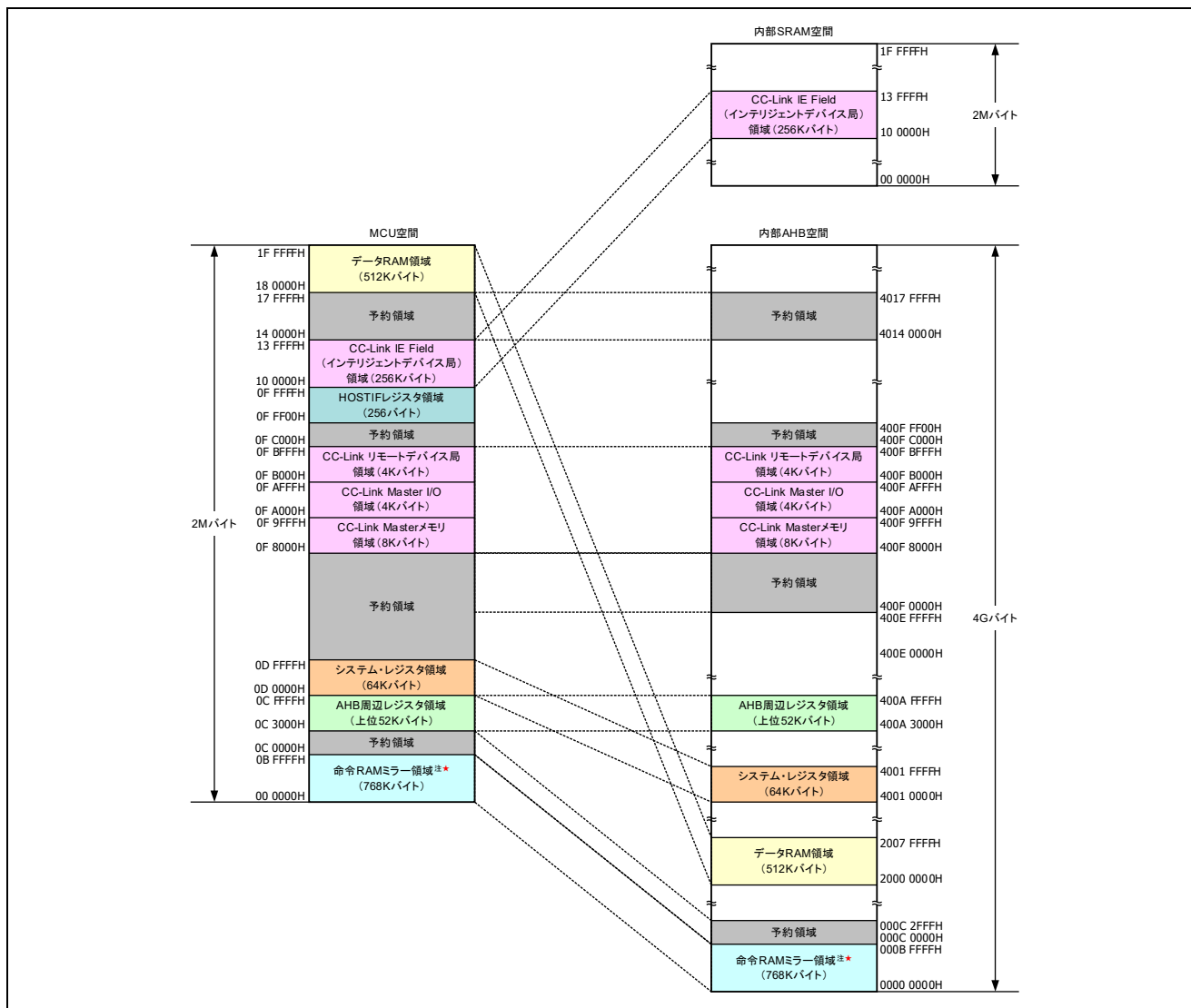


図3.6 外部マイコン・インタフェース空間

★注 上記命令 RAM ミラー領域(768K バイト)はブート・モードにより実際にアクセスが発生する領域が以下のように変化します。詳細は「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」の「5.3 ブート・モードによるメモリ MAP の違い」および「4. バス構成」を参照してください。

BOOT1	BOOT0	ブート・モード	アクセス先領域	備考
0	0	外部メモリ・ブート	—	外部マイコン・インタフェースの使用不可
0	1	外部シリアル・フラッシュ ROM ブート	予約領域	アクセス不可
1	0	外部マイコン・ブート	命令 RAM 領域	—
1	1	命令 RAM ブート	命令 RAM 領域	デバッグ時のみ使用可

3.2.2 プログラム配置例

シリアル・フラッシュ・ブート時のプログラム配置例を以下に示します。

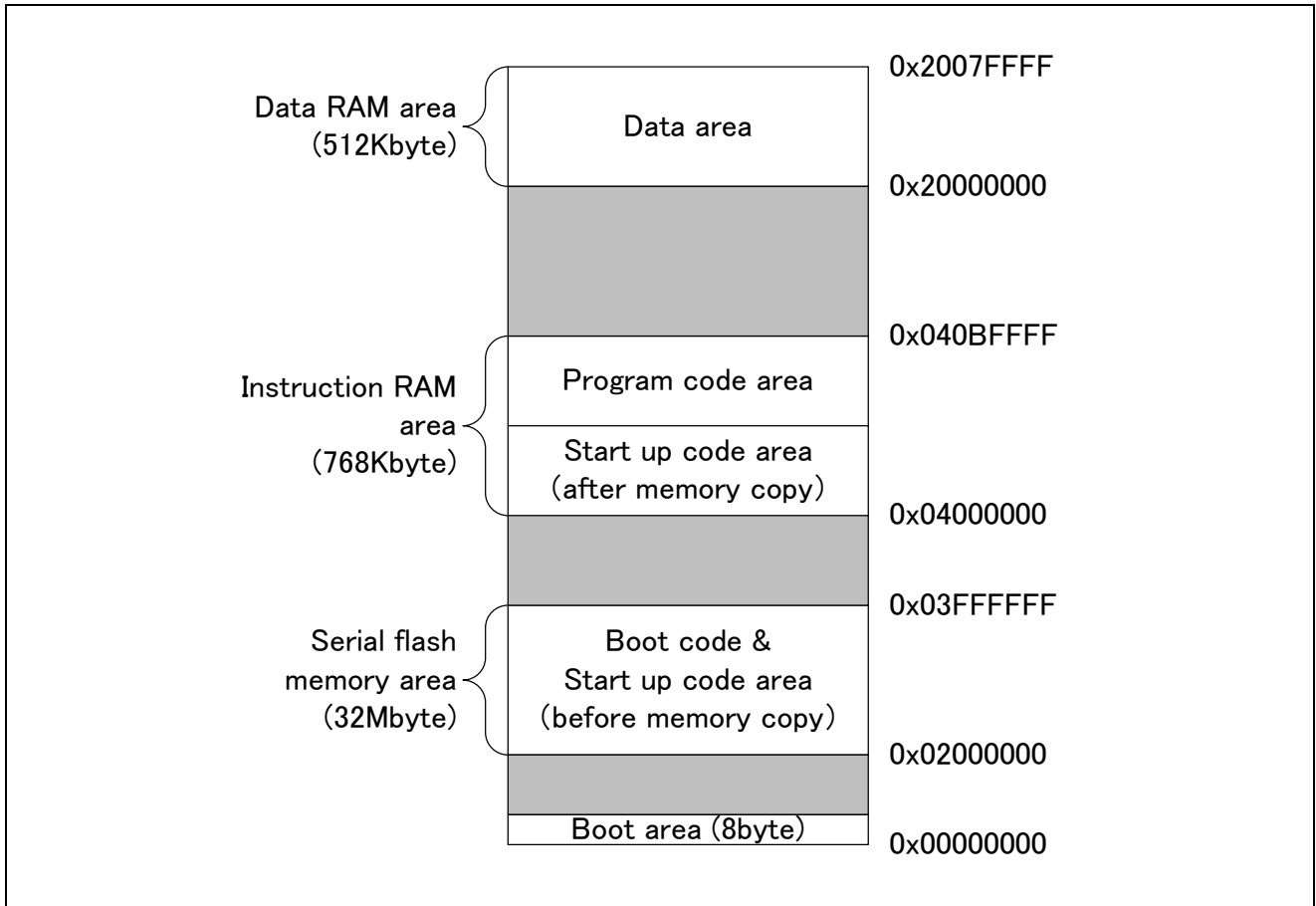


図3.7 プログラム配置例

4. データ・タイプとマクロ

本章では、サンプル・ソフトで使用するデータ・タイプ、マクロについて解説します。

4.1 データ・タイプ

以下に、サンプル・ソフトで規定しているデータ・タイプ一覧を示します。

表4.1 データ・タイプ

マクロ	型	意味
ER_RET	int	関数の戻り値で使用するエラー・コード
IRQn	enum	割り込み番号

4.2 マクロ定義

本サンプル・ソフトの各定義一覧を示します。

4.2.1 定数

以下に、本サンプル・ソフトにて規定している定数一覧です。

表4.2 定数（一般）

定数	値	意味
NULL	((void*))0	無効ポインタ

表4.3 定数（システム）

定数	値	意味
RIN32M4_SYSCLK	100000000	システムの周波数（単位: Hz）
SYS_UART_CH	1	システムで使用するUARTのチャンネル番号

表4.4 定数（エラー・コード）

定数	値	意味
ER_OK	0	正常終了
ER_NG	-1	異常終了
ER_SYS	-2	未定義エラー
ER_PARAM	-3	不正パラメータの検出
ER_NOTYET	-4	プロセスの未了
ER_NOMEM	-5	メモリ範囲外
ER_BUSY	-6	ビジー状態
ER_INVALID	-7	無効ステート
ER_TIMEOUT	-8	タイムアウト発生

4.2.2 条件付きコンパイル用定義

条件付きコンパイルに使用されるマクロ定義です。

表4.5 条件付きコンパイルに使用されるマクロ定義

定義名	定義内容	使用されるファイル
OSLESS	H/W-RTOS使用の有無を選択 定義有り：H/W-RTOS未使用 定義無し：H/W-RTOS使用	startup_RIN32M4.c cstartup_M.c

5. R-IN32M4-CL2 レジスタ定義

インクルード・ファイル RIN32M4.h では、R-IN32M4-CL2 の割り込み定義とレジスタ定義を行っています。レジスタ定義を表5.1、表5.2に示します。各レジスタの詳細については同表中のレジスタ詳細をご参照ください。

5.1 APB 周辺レジスタ

表5.1 APB 周辺レジスタ定義

#define	機能	レジスタ詳細
#define RIN_TMR_BASE	32bitタイマ・レジスタ (TAUJ2)	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」15章を参照
#define RIN_CSI0_BASE	CSIチャンネル0レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」20章を参照
#define RIN_CSI1_BASE	CSIチャンネル1レジスタ	
#define RIN_UART0_BASE	UARTチャンネル0レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」19章を参照
#define RIN_UART1_BASE	UARTチャンネル1レジスタ	
#define RIN_IIC0_BASE	I2Cチャンネル0レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」21章を参照
#define RIN_IIC1_BASE	I2Cチャンネル1レジスタ	
#define RIN_WDT_BASE	ウォッチドッグ・タイマ・レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」18章を参照
#define RIN_TAUD_BASE	16bitタイマ・レジスタ (TAUD)	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」16章を参照
#define RIN_TAPA_BASE	モータ制御レジスタ (TAPA)	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」17章を参照
#define RIN_PIC_BASE	モータ制御レジスタ (PIC)	
#define RIN_ADC_BASE	A/Dコンバータ・レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」23章を参照
#define RIN_SYS_BASE	システム・レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」の各章を参照
#define RIN_CAN0_BASE	CANチャンネル0レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」22章を参照
#define RIN_CAN1_BASE	CANチャンネル1レジスタ	
#define RIN_ETHSW_BASE	イーサネット・スイッチ・レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」9章を参照

5.2 AHB 周辺レジスタ

表5.2 AHB 周辺レジスタ定義

コード	機能	レジスタ詳細
#define RIN_HWOS_BASE	HW-RTOSレジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」8章を参照
#define RIN_ETH_BASE	ギガビット・イーサネットMAC レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」8章を参照
#define RIN_MEMC_BASE	非同期式SRAM MEMCレジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」10章を参照
#define RIN_SROM_BASE	シリアル・フラッシュROMメモ リ・コントローラ・レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」13章を参照
#define RIN_DMACH0_BASE	DMACチャンネル0レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」14章を参照
#define RIN_DMACH1_BASE	DMACチャンネル1レジスタ	
#define RIN_DMACH2_BASE	DMACチャンネル2レジスタ	
#define RIN_DMACH3_BASE	DMACチャンネル3レジスタ	
#define RIN_DMACH0_LINK_BASE	DMACチャンネル0リンク・レジスタ	
#define RIN_DMACH1_LINK_BASE	DMACチャンネル1リンク・レジスタ	
#define RIN_DMACH2_LINK_BASE	DMACチャンネル2リンク・レジスタ	
#define RIN_DMACH3_LINK_BASE	DMACチャンネル3リンク・レジスタ	
#define RIN_DMACH_CTRL_BASE	DMAコントロール・レジスタ	
#define RIN_RTDMAC_BASE	RTDMACレジスタ	
#define RIN_RTDMAC_LINK_BASE	RTDMACリンク・レジスタ	
#define RIN_RTDMAC_CTRL_BASE	RTDMAコントロール・レジスタ	
#define RIN_GPIO_BASE	ポート・レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル」 7章を参照
#define RIN_RTPORT_BASE	RTポート・レジスタ	
#define RIN_EXTPORT_BASE	EXTポート・レジスタ	
#define RIN_CCI_BRG_BASE	CC-Link IE Fieldブリッジ制御 レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル」 6章を参照
#define RIN_CC_BR_BASE	CC-Linkブリッジ制御レジスタ	R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周 辺機能編 24章を参照
#define RIN_SMC_BASE	同期式バースト・アクセスMEMC レジスタ	「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周 辺機能編」11章を参照
#define RIN_CCLRMT_BASE	CC-Linkリモートデバイス局 レジスタ	「R-IN32シリーズ CC-Linkリモートデバ イス局編」を参照

6. ドライバ

ドライバの関数説明を示します。

6.1 ドライバ関数一覧

サンプル・ソフトで用意している API の一覧を示します。

表6.1 32ビット・タイマ (TAUJ2) ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
clock_init	TAUJ2 システム・タイマ (チャンネル0) の初期化
timer_interval_init	TAUJ2 インターバル・タイマ・モード初期化
timer_onecount_hwtrg_init	TAUJ2 ワン・カウント・タイマ・モード初期化 (ハードウェアトリガ)
timer_start	TAUJ2 タイマ動作開始
timer_stop	TAUJ2 タイマ動作停止
timer_check_act	TAUJ2 タイマ動作状態確認

表6.2 UART ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
uart_init	UART 初期化
uart_write	1バイト・キャラクタの送信
uart_read	1バイト・キャラクタの受信
uart_check_receivedata	受信データの有無を確認

表6.3 IIC ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
iic_init	IIC コントローラ初期化
iic_start_condition	スタート・コンディション送信
iic_stop_condition	ストップ・コンディション送信
iic_write	1バイト・キャラクタ送信
iic_read	1バイト・キャラクタ受信

表6.4 CSI ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
csi_init	CSI コントローラ初期化
csi_write	1バイト・キャラクタ送信
csi_read	1バイト・キャラクタ受信
csi_check_tx	送信データ確認 (スレーブ用)
csi_check_rx	受信データ確認 (スレーブ用)
csi_change_mode	送受信モード切り替え (スレーブ用)

表6.5 DMAC ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
dmac_memcpy	メモリ・コピー (DMA 転送)

表6.6 シリアル・フラッシュ ROM ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
sromc_init	SPI バス制御初期化 (標準 Read)
sromc_dual_init	SPI バス制御初期化 (Fast Read Dual I/O)
sromc_quad_init	SPI バス制御初期化 (Fast Read Quad I/O)
sromc_write	SPI バスヘータ書き込み
sromc_read	SPI バスからデータ読み込み

表6.7 ウォッチドッグ・タイマドライバ関数一覧

関数名	関数概要
wdt_init	ウォッチドッグ・タイマ初期化
wdt_interrupt_init	ウォッチドッグ・タイマ 75%割り込み 初期化
wdt_start	ウォッチドッグ・タイマ起動
wdt_clear	カウント・クリア
wdt_wait_reset	リセット待ち

表6.8 16 ビット・タイマ (TAUD) ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
taud_interval_init	TAUD インターバル・タイマ・モード初期化
taud_onecount_hwtrg_init	TAUD ワン・カウント・タイマ・モード初期化 (ハードウェアトリガ)
taud_start	TAUD タイマ動作開始
taud_stop	TAUD タイマ動作停止
taud_check_act	TAUD タイマ動作状態確認

表6.9 A/D コンバータ・ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
adc_swtrg_init	A/D コンバータ・モジュールの初期化 (ソフトウェアトリガ)
adc_hwtrg_init	A/D コンバータ・モジュールの初期化 (ハードウェアトリガ)
adc_start	A/D コンバータ動作開始
adc_stop	A/D コンバータ動作停止
adc_read	A/D コンバータ変換結果の取得

表6.10 GbE-PHY ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
ether_phy_init	GbE-PHY 初期化

6.2 32 ビット・タイマ (TAUJ2) 制御

6.2.1 TAUJ2 システム・タイマ (チャンネル 0) の初期化

clock_init

(1) 概要

TAUJ2 タイマ・モジュールの初期化

(2) C 言語形式

```
void clock_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

clock 関数を使うための、システム・タイマの初期設定を行います。

(5) 戻り値

なし

備考. 「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」の「TAUJ2 動作機能一覧」に記載されている「TAUJ2TTINm 入力位置検出機能」を使用しています。

6.2.2 TAUJ2 インターバル・タイマ・モード初期化

timer_interval_init

(1) 概要

TAUJ2 インターバル・タイマ・モード初期化

(2) C 言語形式

```
ER_RET timer_interval_init( uint8_t ch, uint_32t i_time );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 3 : チャンネル3
I	uint32_t i_time	インターバル時間 (1~42,949ms)

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルをインターバル・タイマ・モードに設定します。

また、インターバル時間引数で与えたサイクルで割り込みを出力しますが、本サンプルでの割り込み優先度は最低順位です。

チャンネル選択引数が 0~3 以外またはインターバル時間が 1~42,949ms 以外の場合パラメータ・エラーを返します。

- Timerクロック設定
 - > カウントクロック周波数 : 100MHz

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー <ul style="list-style-type: none"> ・ 指定チャンネルが0~3以外の場合 ・ インターバル時間が1~42,949ms以外の場合

備考. 「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」の「TAUJ2 動作機能一覧」に記載されている「インターバル・タイマ機能」を使用しています。

6.2.3 TAUJ2 ワン・カウント・タイマ・モード初期化（ハードウェアトリガ）

timer_onecount_hwtrg_init

(1) 概要

TAUJ2 ワン・カウント・タイマ・モード初期化（ハードウェアトリガ）

(2) C 言語形式

```
ER_RET timer_onecount_hwtrg_init( uint8_t ch, uint32_t o_time, uint32_t trg );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 3 : チャンネル3
I	uint32_t o_time	ワン・カウント時間（1~42,949,672us）
I	uint32_t trg	トリガ要因選択引数（要因のIRQ番号 + 4）

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルをワン・カウント・タイマ・モードに設定し、トリガ要因選択引数で選択した割り込み信号をトリガとして、カウントを開始します。

ワン・カウント時間引数で与えた時間が経過すると、カウント動作を停止します。

カウント中のトリガ検出は行いません。

チャンネル選択引数またはワン・カウント時間が設定可能な値以外の場合、パラメータ・エラーを返します。

本動作時のタイマのカウントクロック周期は、100MHz に設定してください。

注意. タイマのカウントクロック周期が、割り込みのパルス幅より長い場合、割り込みを検出できません。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0~3以外の場合 ・ ワン・カウント時間が1~42,949,672us以外の場合

備考. 「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」の「TAUJ2 動作機能一覧」に記載されている「ディレイ・カウント機能」を使用しています。

6.2.4 TAUJ2 タイマ動作開始

timer_start

(1) 概要

TAUJ2 タイマ動作開始

(2) C 言語形式

```
ER_RET timer_start( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 3 : チャンネル3

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルのタイマの動作を開始します。
チャンネル選択引数が 0~3 以外の場合パラメータ・エラーを返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	タイマ動作開始成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0~3以外の場合

6.2.5 TAUJ2 タイマ動作停止

timer_stop

(1) 概要

TAUJ2 タイマ動作停止

(2) C 言語形式

```
ER_RET timer_stop( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 3 : チャンネル3

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルのタイマの動作を停止します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	タイマ動作停止成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0~3以外の場合

6.2.6 TAUJ2 タイマ動作状態確認

timer_check_act

(1) 概要

TAUJ2 タイマ動作状態確認

(2) C 言語形式

```
ER_RET timer_check_act( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 3 : チャンネル3

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルのタイマが動作中か停止しているのかを確認します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
1	選択チャンネルのタイマ動作中
0	選択チャンネルのタイマ停止中
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0~3以外の場合

6.3 UART 制御

6.3.1 UART モジュールの初期化

uart_init

(1) 概要

UART モジュールの初期化

(2) C 言語形式

```
ER_RET uart_init( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1

(4) 機能

チャンネル選択引数で指定したチャンネルのボー・レートや、ビット・サイズなどの、各種設定を行います。チャンネル選択引数が 0 または 1 以外の場合、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。チャンネルの選択は system_RIN32M4.h にて定義します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	指定チャンネルが0または1以外の場合、パラメータ・エラー

6.3.2 UARTによる1バイト・キャラクタ・データの送信

uart_write

(1) 概要

UARTによる1バイト・キャラクタ・データの送信

(2) C言語形式

```
ER_RET uart_write( uint8_t ch, uint8_t data );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0: チャンネル0 1: チャンネル1
I	uint8_t data	1バイト・キャラクタの送信データ

(4) 機能

選択したチャンネルへ1バイト・キャラクタのデータを送信します。ただし、送信FIFOがFULLの場合は、空きができるまで待機します。

チャンネル選択引数が0または1以外の場合、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

チャンネルの選択はsystem_RIN32M4.hにて定義します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	送信成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0または1以外の場合

6.3.3 UARTによる1バイト・キャラクタ・データの受信

uart_read

(1) 概要

UARTによる1バイト・キャラクタ・データの受信

(2) C言語形式

```
ER_RET uart_read( uint8_t ch, uint8_t *data );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0: チャンネル0 1: チャンネル1
O	uint8_t* data	1バイト・キャラクタの受信データポインタ

(4) 機能

選択したチャンネルから1バイト・キャラクタのデータを受信します。受信データがある場合、受信データを引数 data のポインタとして渡し、戻り値に1を返します。受信データがない場合、戻り値に0を返します。また、チャンネル選択引数が0または1以外の場合、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

チャンネルの選択は system_RIN32M4.h にて定義します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
1	受信データあり
0	受信データなし
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0または1以外の場合

6.3.4 受信データの有無を確認

uart_check_receivedata

(1) 概要

受信データの有無を確認

(2) C 言語形式

```
ER_RET uart_check_receivedata( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1

(4) 機能

指定したチャンネル部の受信用 FIFO が空であるかどうかを確認します。

チャンネル選択引数が 0 または 1 以外の場合、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

チャンネルの選択は system_RIN32M4.h にて定義します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
1	受信データあり
0	受信データなし
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0または1以外の場合

6.4 IIC 制御

6.4.1 IIC コントローラの初期化

iic_init

(1) 概要

IIC コントローラの初期化

(2) C 言語形式

```
ER_RET iic_init( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1

(4) 機能 ★

選択したチャンネルの IIC の初期設定を行います。

選択したチャンネルが 0 または 1 以外の場合は ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

- IICクロック設定
 - > 高速モード : 400kHz
- IICタイミング設定
 - > ストップとスタートの間隔 : 130 × PCLK周期(ns)
 - SCLロー・レベル期間 : 130 × PCLK周期(ns)
 - SCLハイ・レベル期間 : 116 × PCLK周期(ns)
 - > セットアップ・サイクル
 - スタート・コンディション : 116 × PCLK周期(ns)
 - ストップ・コンディション : 116 × PCLK周期(ns)
 - > ホールド・サイクル
 - スタート・コンディション : 116 × PCLK周期(ns)
 - データ : 32 × PCLK周期(ns)

備考 1. IIC クロック設定は SDA_n および SCL_n の立ち上がり時間、立ち下がり時間が共に 20ns の場合を想定し、400kHz となるよう設定しています。ご利用の環境にあわせて適宜レジスタ設定を変更してください。詳細は「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」をご覧ください。

備考 2. PCLK 周期 = 10ns

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0または1以外の場合

6.4.2 スタート・コンディション送信

iic_start_condition

(1) 概要

スタート・コンディション送信

(2) C 言語形式

```
ER_RET iic_start_condition( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1

(4) 機能

選択したチャンネルへスタート・コンディション送信します。

選択したチャンネルが0または1以外の場合は ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	送信成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0または1以外の場合

6.4.3 ストップ・コンディション送信

iic_stop_condition

(1) 概要

ストップ・コンディション送信

(2) C 言語形式

```
ER_RET iic_stop_condition( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1

(4) 機能

選択したチャンネルへストップ・コンディション送信します。

選択したチャンネルが0または1以外の場合はER_PARAM（パラメータ・エラー）を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	送信成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0または1以外の場合

6.4.4 1バイト・キャラクタの送信

iic_write

(1) 概要

1バイト・キャラクタの送信

(2) C 言語形式

```
ER_RET iic_write( uint8_t ch, uint8_t data );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1
I	uint8_t data	1バイト・キャラクタの送信データ

(4) 機能

選択したチャンネルへ1バイト・キャラクタのデータを送信します。

選択したチャンネルが0または1以外の場合は ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

8ビット・データの送信毎にデバイスから ACK が返らない場合は ER_NG (送信失敗) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	送信成功
ER_NG	送信失敗 ・ デバイスからACKが返らない場合
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0または1以外の場合

6.4.5 1バイト・キャラクターの受信

iic_read

(1) 概要

1バイト・キャラクターの受信

(2) C 言語形式

```
ER_RET iic_read( uint8_t ch, uint8_t *data, uint32_t last );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1
O	uint8_t* data	1バイト・キャラクターの受信データポインタ
I	uint32_t last	最終データ指定引数 0 : 最終データ以外 other : 最終データ

(4) 機能

選択したチャンネルから1バイト・キャラクターのデータを受信します。

選択したチャンネルが0または1以外の場合はER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

最終データ指定引数が0の場合は、ACK を出力し、0以外の場合はACK を出力しません。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	受信成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0または1以外の場合

6.5 CSI 制御

6.5.1 CSI コントローラの初期化

csi_init

(1) 概要

CSI コントローラの初期化

(2) C 言語形式

```
ER_RET csi_init( uint32_t ch, uint32_t mode );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t ch	チャンネル選択引数 0: チャンネル0 1: チャンネル1
I	uint32_t mode	マスタ、スレーブ・モード選択引数 0: マスタ 1: スレーブ

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルの CSI の初期設定を行います。

チャンネル引数またはマスタ、スレーブ・モード選択引数が、0 または 1 以外の場合は、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

マスタ、スレーブ・モード共通の初期設定を以下に示します。

- CSIデータ設定 : データ長8、MSBファースト、エラー検出無し
- CSIタイミング設定
 - セットアップ・サイクル : 0.5シリアル・クロック
 - ホールド・サイクル : 0.5シリアル・クロック

選択したモードごとの初期設定を以下に示します。

(a) マスタ・モード選択時

シリアル・クロック周波数： 16.667MHz

デフォルト・レベル： High

(b) スレーブ・モード選択時

CSI クロック設定： マスタからの入力クロックを使用

備考 1. チップ・セレクト端子機能は使用していません。

2. FIFO 機能は使用していません。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルまたは指定モードが0または1以外の場合

6.5.2 1バイト・キャラクタ送信

csi_write

(1) 概要

1バイト・キャラクタ送信

(2) C言語形式

```
ER_RET csi_write( uint32_t ch, uint8_t data );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1
I	uint8_t data	1バイト・キャラクタの送信データ

(4) 機能

選択したチャンネルが送信モードのときに1バイト・キャラクタのデータ送信を行います。マスタ・モード時にCSIコントローラの状態が送信モードでない場合は送信モードへ変更します。

チャンネル引数またはマスタ、スレーブ・モード選択引数が、0または1以外の場合は、ER_PARAM（パラメータ・エラー）を返します。また、スレーブ・モード時にCSIコントローラの状態が送信モードでない場合は、ER_INVALID（モード・エラー）を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	送信成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0, 1以外の場合
ER_INVALID	モード・エラー ・スレーブ・モード時CSIコントローラの状態が送信モードではない場合

6.5.3 1バイト・キャラクタ受信

csi_read

(1) 概要

1バイト・キャラクタ受信

(2) C言語形式

```
ER_RET csi_read( uint32_t ch, uint8_t* data );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t ch	チャンネル選択引数 0: チャンネル0 1: チャンネル1
O	uint8_t* data	1バイト・キャラクタの受信データポインタ

(4) 機能

選択したチャンネルが受信モードのときに1バイト・キャラクタのデータ受信を行います。マスタ・モード時にCSIコントローラの状態が受信モードでない場合は受信モードへ変更します。

チャンネル引数またはマスタ、スレーブ・モード選択引数が、0または1以外の場合は、パラメータ・エラーを返し、CSIコントローラの状態が受信モードでない場合はER_INVALID (モード・エラー) を返します。また、スレーブ・モード時にCSIコントローラの状態が受信モードでない場合は、ER_INVALID (モード・エラー) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	受信成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0, 1以外の場合
ER_INVALID	モード・エラー ・CSIコントローラの状態が受信モードではない場合

6.5.4 送信データ確認（スレーブ用）

csi_check_tx

(1) 概要

送信データ確認（スレーブ用）

(2) C 言語形式

```
ER_RET csi_check_tx( uint32_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1

(4) 機能

選択したチャンネルが送信モードのときに CSI の送信データの有無を戻り値に返します。CSI コントローラがマスタ・モードの場合は送信データを蓄えないため、常に ER_OK（送信データなし）を返します。

チャンネル引数が、0 または 1 以外の場合は ER_PARAM（パラメータ・エラー）を返し、CSI コントローラの状態が送信モードでない場合は ER_INVALID（モード・エラー）を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	送信データなし
ER_NOTYET	送信データあり
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0, 1以外の場合
ER_INVALID	モード・エラー ・ CSIコントローラの状態が送信モードではない場合

6.5.5 受信データ確認 (スレーブ用)

csi_check_rx

(1) 概要

受信データ確認 (スレーブ用)

(2) C 言語形式

```
ER_RET csi_check_rx( uint32_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1

(4) 機能

選択したチャンネルが受信モードのときに CSI の受信データの有無を戻り値に返します。CSI コントローラがマスタ・モードの場合は、受信データを蓄えないため、常に ER_NOTYET (受信データなし) を返します。

また、チャンネル選択引数が、0 または 1 以外の場合は、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返し、CSI コントローラの状態が受信★モードでない場合は ER_INVALID (モード・エラー) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	受信データあり
ER_NOTYET	受信データなし
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0, 1以外の場合
ER_INVALID	モード・エラー ・ CSIコントローラの状態が受信モードではない場合

6.5.6 送受信モード切り替え（スレーブ用）

csi_change_mode

(1) 概要

送受信モード切り替え

(2) C 言語形式

```
ER_RET csi_change_mode( uint32_t ch, uint32_t mode );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t ch	チャンネル選択引数 0：チャンネル0 1：チャンネル1
I	uint32_t mode	転送モード選択引数 0：受信モード 1：送信モード

(4) 機能

選択したチャンネルの CSI の送受信モードを設定します。チャンネル引数または転送モード選択引数が、0 または 1 以外の場合は、ER_PARAM（パラメータ・エラー）を返します。

- 転送モード選択引数が受信モードの場合は以下に設定切り替え
 - > 送信動作停止設定
 - > 受信動作許可設定
- 転送モード選択引数が送信モードの場合は以下に設定切り替え
 - > 送信動作許可
 - > 受信動作禁止

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	モード切り替え成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0または1以外の場合 ・ 指定モードが0または1以外の場合

6.6 DMA コントローラ制御

6.6.1 メモリ・コピー (DMA 転送)

dmac_memcpy

(1) 概要

メモリ・コピー (DMA 転送)

(2) C 言語形式

```
void *dmac_memcpy( void *dst, const void *src, uint32_t n );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	void* dst	転送先アドレス
I	void* src	転送元アドレス
I	uint32_t n	転送バイト数

(4) 機能

指定した転送元アドレスから指定した転送先のアドレスへ DMA 転送によりメモリのコピーをします。転送終了時に dst (転送先のアドレス) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
dst	転送先アドレス

6.7 シリアル・フラッシュ ROM 制御

6.7.1 SPI バス制御初期化（標準 Read）

sromc_init

(1) 概要

SPI バス制御初期化（標準 Read）

(2) C 言語形式

```
void sromc_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

シリアル・フラッシュ ROM コントローラを初期化します。

- シリアル・フラッシュROMクロック設定
 - > シリアル・クロック周波数 : 25MHz
 - > シリアル・クロックのデフォルト・レベル : High
- シリアル・フラッシュROMリード・モード設定 : 標準Read
- シリアル・フラッシュROMタイミング設定
 - > データ入出力
 - 入力セットアップ・サイクル : 0.5シリアル・クロック
 - 出力ホールド・サイクル : 0.5シリアル・クロック
 - > SPIバスのデバイス選択信号の最小ハイ幅 : 8シリアル・クロック
 - > セットアップ・サイクル
 - SPIバスのデバイス選択信号 : 1.5シリアル・クロック
 - シリアル・データ出力 : 0.5シリアル・クロック
 - > ホールド・サイクル
 - SPIバスのデバイス選択信号 : 1.5シリアル・クロック
 - シリアル・データ出力 : 0.5シリアル・クロック

(5) 戻り値

なし

6.7.2 SPI バス制御初期化 (Fast Read Dual I/O)

sromc_dual_init

(1) 概要

SPI バス制御初期化 (Fast Read Dual I/O)

(2) C 言語形式

```
void sromc_dual_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

シリアル・フラッシュ ROM コントローラを初期化します (Fast Read Dual I/O)。

- シリアル・フラッシュROMクロック設定
 - > シリアル・クロック周波数 : 50MHz
 - > シリアル・クロックのデフォルト・レベル : High
- シリアル・フラッシュROMリード・モード設定 : Fast Read Dual I/O
- シリアル・フラッシュROMタイミング設定
 - > データ入出力
 - 入力セットアップ・サイクル : 0.5シリアル・クロック
 - 出力ホールド・サイクル : 0.5シリアル・クロック
 - > SPIバスのデバイス選択信号の最小ハイ幅 : 8シリアル・クロック
 - > セットアップ・サイクル
 - SPIバスのデバイス選択信号 : 1.5シリアル・クロック
 - シリアル・データ出力 : 0.5シリアル・クロック
 - > ホールド・サイクル
 - SPIバスのデバイス選択信号 : 1.5シリアル・クロック
 - シリアル・データ出力 : 0.5シリアル・クロック

(5) 戻り値

なし

6.7.3 SPI バス制御初期化 (Fast Read Quad I/O)

sromc_quad_init

(1) 概要

SPI バス制御初期化 (Fast Read Quad I/O)

(2) C 言語形式

```
void sromc_quad_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

シリアル・フラッシュ ROM コントローラを初期化します (Fast Read Quad I/O)。

Fast Read Quad I/O を使用するためにはシリアル・フラッシュ ROM の設定が必要です。本環境ではシリアル・フラッシュ ROM の設定を行うミドルウェアを用意しています。詳細は「7.3.3 シリアル・フラッシュROM制御初期化 (Fast Read Quad I/O)」を参照してください。

- シリアル・フラッシュROMクロック設定
 - > シリアル・クロック周波数 : 50MHz
 - > シリアル・クロックのデフォルト・レベル : High
- シリアル・フラッシュROMリード・モード設定 : Fast Read Quad I/O
- シリアル・フラッシュROMタイミング設定
 - > データ入出力
 - 入力セットアップ・サイクル : 0.5シリアル・クロック
 - 出力ホールド・サイクル : 0.5シリアル・クロック
 - > SPIバスのデバイス選択信号の最小ハイ幅 : 8シリアル・クロック
 - > セットアップ・サイクル
 - SPIバスのデバイス選択信号 : 1.5シリアル・クロック
 - シリアル・データ出力 : 0.5シリアル・クロック
 - > ホールド・サイクル
 - SPIバスのデバイス選択信号 : 1.5シリアル・クロック
 - シリアル・データ出力 : 0.5シリアル・クロック

(5) 戻り値

なし

6.7.4 SPI バスヘデータ書き込み

sromc_write

(1) 概要

SPI バスヘデータ書き込み

(2) C 言語形式

```
void sromc_write( uint8_t data, uint32_t first, uint32_t last );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t data	1バイト・キャラクタの書き込みデータ
I	uint32_t first	SPIバスへの直接アクセス・モード設定用フラグ 0 : 直接アクセス・モード設定無し other : 直接アクセス・モード設定
I	uint32_t last	ROMアクセス・モード設定用フラグ 0 : ROMアクセス・モード設定無し other : ROMアクセス・モード設定

(4) 機能

data 引数で与えた書き込みデータを SPI バスへ書き込みます。

first 引数が 0 以外の場合、データ書き込み前に直接アクセス・モードに設定します。

last 引数が 0 以外の場合、データ書き込み後に ROM アクセス・モードに設定します。

(5) 戻り値

なし

6.7.5 SPI バスからデータ読み出し

sromc_read

(1) 概要

SPI バスからデータ読み出し

(2) C 言語形式

```
void sromc_read( uint8_t* data, uint32_t first, uint32_t last );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
O	uint8_t* data	1バイト・キャラクタの読み出しデータのポインタ
I	uint32_t first	SPIバスへの直接アクセス・モード設定用フラグ 0 : 直接アクセス・モード設定無し other : 直接アクセス・モード設定
I	uint32_t last	ROMアクセス・モード設定用フラグ 0 : ROMアクセス・モード設定無し other : ROMアクセス・モード設定

(4) 機能

SPI バスから読み出したデータを data 引数で指定したポインタへ格納します。
first 引数が 0 以外の場合、読み出し前に直接アクセス・モードに設定します。
last 引数が 0 以外の場合、読み出し後に ROM アクセス・モードに設定します。

(5) 戻り値

なし

6.8 ウォッチドッグ・タイマ制御

6.8.1 ウォッチドッグ・タイマ初期化

wdt_init

(1) 概要

ウォッチドッグ・タイマ初期化

(2) C 言語形式

```
ER_RET wdt_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

ウォッチドッグ・タイマを初期化します。

- エラーモード : リセット・モード (カウンタ・オーバーフローでリセット)
- カウンタ・オーバーフロー・インターバル時間 : 1.342s
- ウィンドウ・オープン期間 : 100%

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功

6.8.2 ウォッチドッグ・タイマ 75%割り込み 初期化

wdt_interrupt_init

(1) 概要

ウォッチドッグ・タイマ 75%割り込み 初期化

(2) C 言語形式

```
ER_RET wdt_interrupt_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

ウォッチドッグ・タイマを初期化します。WDTA0MD.WDTA0WIE = 1 に設定し、75%割り込み要求を許可することで、カウンタ・オーバフローの前に割り込みが発生します。また、割り込み発生時の処理としてカウント・クリアを行っています。

- エラーモード : リセット・モード (カウンタ・オーバフローでリセット)
- 75%割り込み要求 : 許可
- カウンタ・オーバフロー・インターバル時間 : 1.342s
- ウィンドウ・オープン期間 : 100%

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功

6.8.3 ウォッチドッグ・タイマ起動

wdt_start

(1) 概要

ウォッチドッグ・タイマ起動

(2) C 言語形式

```
ER_RET wdt_start( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

ウォッチドッグ・タイマを起動します。起動後の停止は出来ません。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	起動成功

6.8.4 カウント・クリア

wdt_clear

(1) 概要

カウント・クリア

(2) C 言語形式

```
ER_RET wdt_clear( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

ウォッチドッグ・タイマのカウントをクリアします。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	カウント・クリア成功

6.8.5 リセット待ち

wdt_wait_reset

(1) 概要

リセット待ち

(2) C 言語形式

```
void wdt_wait_reset( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

カウンタのオーバフロー発生によるウォッチドッグ・タイマのリセット出力を待ちます。

(5) 戻り値

なし

6.9 16ビット・タイマ（TAUD）タイマ制御

6.9.1 TAUD インターバル・タイマ・モード初期化

taud_interval_init

(1) 概要

TAUD インターバル・タイマ・モード初期化

(2) C 言語形式

```
ER_RET taud_interval_init( uint8_t ch, uint16_t i_time );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択指数 0：チャンネル0 1：チャンネル1 2：チャンネル2 ... 15：チャンネル15
I	uint16_t i_time	インターバル時間（1～655us）

(4) 機能

チャンネル選択指数で選択したチャンネルをインターバル・タイマ・モードに設定します。

また、インターバル時間指数で与えたサイクルで割り込みを出力しますが、本サンプルでの割り込み優先度は最低順位です。チャンネル選択指数が0～15以外またはインターバル時間が1～655us以外の場合パラメータ・エラーを返します。

- Timerクロック設定
 - > カウントクロック周波数：100MHz

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー <ul style="list-style-type: none"> ・ 指定チャンネルが0～15以外の場合 ・ インターバル時間が1～655us以外の場合

備考. 「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」の「TAUD 動作機能一覧」に記載されている「インターバル・タイマ機能」を使用しています。

6.9.2 TAUD ワン・カウント・タイマ・モード初期化（ハードウェアトリガ）

taud_onecount_hwtrg_init

(1) 概要

TAUD ワン・カウント・タイマ・モード初期化（ハードウェアトリガ）

(2) C 言語形式

```
ER_RET taud_onecount_hwtrg_init( uint8_t ch, uint16_t o_time, uint32_t trg );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 ... 15 : チャンネル15
I	uint16_t o_time	ワン・カウント時間（1~655us）
I	uint32_t trg	トリガ要因選択引数（要因のIRQ番号 + 4）

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルをワン・カウント・タイマ・モードに設定し、トリガ要因選択引数で選択した割り込み信号をトリガとして、カウントを開始します。

ワン・カウント時間引数で与えた時間が経過すると、カウント動作を停止します。

カウント中のトリガ検出は行いません。

チャンネル選択引数またはワン・カウント時間が設定可能な値以外の場合、パラメータ・エラーを返します。本動作時のタイマのカウントクロック周期は、100MHz に設定してください。

注意. タイマのカウントクロック周期が、割り込みのパルス幅より長い場合、割り込みを検出できません。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ 指定チャンネルが0~15以外の場合 ・ ワン・カウント時間が1~655us以外の場合

備考. 「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」の「TAUD 動作機能一覧」に記載されている「ディレイ・カウント機能」を使用しています。

6.9.3 TAUD タイマ動作開始

taud_start

(1) 概要

TAUD タイマ動作開始

(2) C 言語形式

```
ER_RET taud_start( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 ... 15 : チャンネル15

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルのタイマの動作を開始します。
チャンネル選択引数が 0~15 以外の場合パラメータ・エラーを返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	タイマ動作開始成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0~15以外の場合

6.9.4 TAUD タイマ動作停止

taud_stop

(1) 概要

TAUD タイマ動作停止

(2) C 言語形式

```
ER_RET taud_stop( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 ... 15 : チャンネル15

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルのタイマの動作を停止します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	タイマ動作停止成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0~15以外の場合

6.9.5 TAUD タイマ動作状態確認

taud_check_act

(1) 概要

TAUD のタイマ動作状態確認

(2) C 言語形式

```
ER_RET taud_check_act( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0 : チャンネル0 1 : チャンネル1 2 : チャンネル2 ... 15 : チャンネル15

(4) 機能

チャンネル選択引数で選択したチャンネルのタイマが動作中か停止しているのかを確認します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
1	選択チャンネルのタイマ動作中
0	選択チャンネルのタイマ停止中
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定チャンネルが0~15以外の場合

6.10 A/D コンバータ制御

6.10.1 A/D コンバータ・モジュールの初期化（ソフトウェアトリガ）

adc_swtrg_init

(1) 概要

A/D コンバータ・モジュールの初期化（ソフトウェアトリガモード）

(2) C 言語形式

```
ER_RET adc_swtrg_init( uint8_t ch );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	チャンネル選択引数 0：チャンネル0 1：チャンネル1 2：チャンネル2 3：チャンネル3 4：チャンネル4 5：チャンネル5 6：チャンネル6 7：チャンネル7

(4) 機能

A/D コンバータの動作モードをソフトウェアトリガモード/セレクトモード/シングルモード/1 バッファモードに設定します。チャンネル選択引数で指定したチャンネルが A/D 変換対象となります。

チャンネル選択引数が 0 から 7 以外の場合、ER_PARAM（パラメータ・エラー）を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	指定チャンネルが0から7以外の場合、パラメータ・エラー

6.10.2 A/D コンバータ・モジュールの初期化（ハードウェアトリガ）

adc_hwtrg_init

(1) 概要

A/D コンバータ・モジュールの初期化（ハードウェアトリガモード）

(2) C 言語形式

```
ER_RET adc_hwtrg_init( uint8_t ch_mux );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch_mux	チャンネル選択引数 01H：チャンネル0 02H：チャンネル1 03H：チャンネル0-1 04H：チャンネル2 ... FFH：チャンネル0-7

(4) 機能

A/D コンバータの動作モードをハードウェアトリガモード/オートモード/スキャンモード/シングルモード/1バッファモードに設定します。ハードウェアトリガの要因は ADTRG 信号の立ち上がりエッジ検出です。

チャンネル選択引数で指定したすべてのチャンネルが変換対象となります。最もチャンネル番号の大きなチャンネルが変換を完了した際に割り込みが発生します。

チャンネル選択引数は ch_mux の 8 ビットが下位から順にチャンネル 0-7 に対応しています。変換対象とするビットを 1 として引数を指定してください。例えば、チャンネル 0, 3, 6, 7 を指定する場合、引数は 11001001B = C9H となります。

チャンネル選択引数が 00H の場合、ER_PARAM（パラメータ・エラー）を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功
ER_PARAM	指定チャンネルが00Hの場合、パラメータ・エラー

6.10.3 A/D コンバータ動作開始

adc_start

(1) 概要

A/D コンバータによる変換動作の開始

(2) C 言語形式

```
void adc_start( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

A/D コンバータの変換動作を開始します。

ソフトウェアトリガモードの場合は即座に変換が開始されます。ハードウェアトリガモードの場合はトリガ要因の待機状態になります。

(5) 戻り値

なし

6.10.4 A/D コンバータ動作停止

adc_stop

(1) 概要

A/D コンバータの変換動作の停止

(2) C 言語形式

```
void adc_stop( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

A/D コンバータの変換動作を停止します。停止時の挙動は変換モードによって異なります。詳細は「R-IN32M4-CL2 ユーザーズ・マニュアル 周辺機能編」23 章をご参照ください。

(5) 戻り値

なし

6.10.5 A/D コンバータ変換結果の取得

adc_read

(1) 概要

A/D コンバータの変換結果の取得

(2) C 言語形式

```
ER_RET adc_read( uint8_t ch, uint32_t* data );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t ch	ADCRnの指定 (n=0-7)
O	uint32_t* data	取得データポインタ

(4) 機能

指定した ADCRn のデータを取得します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	変換結果の取得成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・指定ADCRnが0から7以外の場合

6.11 GbE-PHY 制御

6.11.1 GbE-PHY の初期化

ether_phy_init

(1) 概要

GbE-PHY モジュールの初期化

(2) C 言語形式

```
void ether_phy_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

GbE-PHY の初期設定を行います。

GbE-PHY の初期設定に失敗すると ER_NG を戻り値として返します。

GbE-PHY をリセットした後には必ず本関数を使用して GbE-PHY の初期設定を行ってください。詳しくは「9. 注意事項」を参照してください。

(5) 戻り値

なし

注意. 本関数は関数内で SYSPCMD レジスタによるプロテクト解除/再設定の処理を含んでいます。そのため、本関数を呼び出す前に SYSPCMD レジスタのプロテクトを解除していた場合、本関数でプロテクトが設定された状態になります。

7. ミドルウェア

ミドルウェアの関数説明を示します。

シリアル・フラッシュ ROM のミドルウェアはテセラ・テクノロジー社製 TS-R-IN32M4-CL2 および IAR システムズ社製スタータキット搭載の「MX25L6433F」を対象としています。

7.1 ミドルウェア関数一覧

サンプル・ソフトで用意している API の一覧を示します。

表7.1 平行・フラッシュ ROM ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
flash_init	平行・フラッシュ ROM 制御初期化
flash_program	データ書き込み
flash_read_data	データ読み出し
flash_erase	データ消去
flash_read_cfi	CFI テーブル・リード

表7.2 シリアル・フラッシュ ROM ドライバ関数一覧

関数名	関数概要
sflash_init	シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (標準 Read)
sflash_dual_init	シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (Fast Read Dual I/O)
sflash_quad_init	シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (Fast Read Quad I/O)
sflash_program	シリアル・フラッシュ ROM ヘデータ・プログラム
sflash_read	シリアル・フラッシュ ROM データ読み出し
sflash_erase	シリアル・フラッシュ ROM のデータ消去

7.2 パラレル・フラッシュ ROM 制御

7.2.1 パラレル・フラッシュ ROM 制御の初期化

flash_init

(1) 概要

パラレル・フラッシュ ROM 制御の初期化

(2) C 言語形式

```
ER_RET flash_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

パラレル・フラッシュ ROM 制御の初期化を行います。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	初期化成功

7.2.2 データ書き込み

flash_program

(1) 概要

データ書き込み

(2) C 言語形式

```
ER_RET flash_program( uint16_t* buf, uint32_t addr, uint32_t size );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint16_t* buf	書き込みデータ格納領域の開始アドレス
I	uint32_t addr	書き込みアドレス
I	uint32_t size	書き込みサイズ (バイト指定)

(4) 機能

addr 引数指定の書き込みアドレスから size 引数指定のサイズ分のパラレル・フラッシュ ROM 領域へデータを書き込みます。書き込みデータは、*buf 引数指定のアドレス領域のデータを使用します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー <ul style="list-style-type: none"> ・ addr 引数が16ビットのアドレス境界値でない場合 ・ size 引数が16ビットのアドレス境界値でない場合 ・ addr 引数と size 引数の加算値がパラレル・フラッシュROMの最大サイズを超える場合

7.2.3 データ読み出し

flash_read_data

(1) 概要

データ読み出し

(2) C 言語形式

```
ER_RET flash_read_data( uint16_t* buf, uint32_t addr, uint32_t size );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
O	uint16_t* buf	読み出しデータの書き込み開始アドレス
I	uint32_t addr	読み出しアドレス
I	uint32_t size	読み出しサイズ (バイト指定)

(4) 機能

addr 引数指定の読み出しアドレスから size 引数指定のサイズ分のパラレル・フラッシュ ROM 領域からデータを読み出します。読み出したデータは、*buf 引数指定のアドレス領域へ書き出します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー <ul style="list-style-type: none"> ・ addr 引数が16ビットのアドレス境界値でない場合 ・ size 引数が16ビットのアドレス境界値でない場合 ・ addr 引数と size 引数の加算値がパラレル・フラッシュROMの最大サイズを超える場合

7.2.4 データ消去

flash_erase

(1) 概要

データ消去

(2) C 言語形式

```
ER_RET flash_erase( uint32_t addr, uint32_t size );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t addr	消去アドレス
I	uint32_t size	消去サイズ (バイト指定)

(4) 機能

addr 引数指定の消去アドレスから size 引数指定のサイズ分のパラレル・フラッシュ ROM 領域に格納されたデータを消去します。消去単位は、パラレル・フラッシュ ROM のセクタ・サイズに依存します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ addr 引数と size 引数の加算値がパラレル・フラッシュROMの最大サイズを超える場合

7.2.5 CFI データのリード

flash_read_cfi

(1) 概要

CFI データのリード

(2) C 言語形式

```
ER_RET flash_read_cfi( uint16_t* buf, uint32_t addr );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
O	uint16_t* buf	バッファ・アドレスのポインタ
I	uint32_t addr	リード・アドレス指定引数

(4) 機能

リード・アドレス指定引数で指定したアドレスから CFI データを参照し、バッファ・アドレスのポインタに格納します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ addr 引数が 16 ビットのアドレス境界値でない場合 ・ addr 引数が パラレル・フラッシュROM の最大サイズを超える場合
ER_INVALID	CFI をサポートしていない

7.3 シリアル・フラッシュ ROM 制御

7.3.1 シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化（標準 Read）

sflash_init

(1) 概要

シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化（標準 Read）

(2) C 言語形式

```
ER_RET sflash_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

シリアル・フラッシュ ROM 制御の初期化を行います。「6.7.1 SPIバス制御初期化（標準Read）」の関数を使用してバス制御の初期化後、シリアル・フラッシュ ROM 制御の Quad Enable を無効に設定します。

シリアル・フラッシュ ROM の設定に失敗した場合、ER_NG（初期化失敗）を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_NG	初期化失敗 ・シリアル・フラッシュROMの設定に失敗した場合

7.3.2 シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (Fast Read Dual I/O)

sflash_dual_init

(1) 概要

シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (Fast Read Dual I/O)

(2) C 言語形式

```
ER_RET sflash_dual_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

シリアル・フラッシュ ROM 制御の初期化を行います。「6.7.2 SPIバス制御初期化 (Fast Read Dual I/O)」の関数を使用してバス制御の初期化後、シリアル・フラッシュ ROM 制御の Quad Enable を無効に設定します。シリアル・フラッシュ ROM の設定に失敗した場合、ER_NG (初期化失敗) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_NG	初期化失敗 ・シリアル・フラッシュROMの設定に失敗した場合

7.3.3 シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (Fast Read Quad I/O)

sflash_quad_init

(1) 概要

シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (Fast Read Quad I/O)

(2) C 言語形式

```
ER_RET sflash_quad_init( void );
```

(3) パラメータ

なし

(4) 機能

シリアル・フラッシュ ROM 制御の初期化を行います。「6.7.3 SPIバス制御初期化 (Fast Read Quad I/O)」の関数を使用してバス制御の初期化後、シリアル・フラッシュ ROM の Quad Enable を有効に設定します。シリアル・フラッシュ ROM の設定に失敗した場合、ER_NG (初期化失敗) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_NG	初期化失敗 ・シリアル・フラッシュROMの設定に失敗した場合

7.3.4 シリアル・フラッシュ ROM のデータ書き込み

sflash_program

(1) 概要

シリアル・フラッシュ ROM へデータ書き込み

(2) C 言語形式

```
ER_RET sflash_program( uint8_t* buf, uint32_t addr, uint32_t size );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint8_t* buf	書き込みデータ格納バッファ・ポインタ
I	uint32_t addr	書き込み開始アドレス
I	uint32_t size	書き込みデータサイズ

(4) 機能

バッファ内のデータをシリアル・フラッシュ ROM の addr 引数及び size 引数で指定した領域に書き込みます。addr 引数と size 引数の和がシリアル・フラッシュ ROM のサイズより大きい場合は、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ addr 引数と size 引数の加算値がシリアル・フラッシュROMの最大サイズを超える場合

7.3.5 シリアル・フラッシュ ROM のデータ読み出し

sflash_read

(1) 概要

シリアル・フラッシュ ROM のデータ読み出し

(2) C 言語形式

```
ER_RET sflash_read( uint8_t* buf, uint32_t addr, uint32_t size );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
O	uint8_t* buf	読み出しデータ格納バッファ・ポインタ
I	uint32_t addr	読み出し開始アドレス
I	uint32_t size	読み出しデータサイズ

(4) 機能

シリアル・フラッシュ ROM の addr 引数及び size 引数で指定した領域のデータをバッファへ格納します。

addr 引数と size 引数の和がシリアル・フラッシュ ROM のサイズより大きい場合は、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ addr引数とsize引数の加算値がシリアル・フラッシュROMの最大サイズを超える場合

7.3.6 シリアル・フラッシュ ROM のデータ消去

sflash_erase

(1) 概要

シリアル・フラッシュ ROM のデータ消去

(2) C 言語形式

```
ER_RET sflash_erase( uint32_t addr, uint32_t size );
```

(3) パラメータ

I/O	パラメータ	説明
I	uint32_t addr	データ消去開始アドレス
I	uint32_t size	データ消去サイズ

(4) 機能

シリアル・フラッシュ ROM の addr 引数及び size 引数で指定した領域を含む最小消去可能サイズのデータを消去します。

addr 引数と size 引数の和がシリアル・フラッシュ ROM のサイズより大きい場合は、ER_PARAM (パラメータ・エラー) を返します。

(5) 戻り値

戻り値	意味
ER_OK	成功
ER_PARAM	パラメータ・エラー ・ addr 引数と size 引数の加算値がシリアル・フラッシュROMの最大サイズを超える場合

8. アプリケーション例

8.1 OS レス・サンプル

以下に OS レス・サンプルを示します。OS レス・サンプルはハードウェア・リアルタイム OS を使用しないシングル・タスクのプログラム・サンプルです。

8.1.1 OS レス・サンプル・フロー

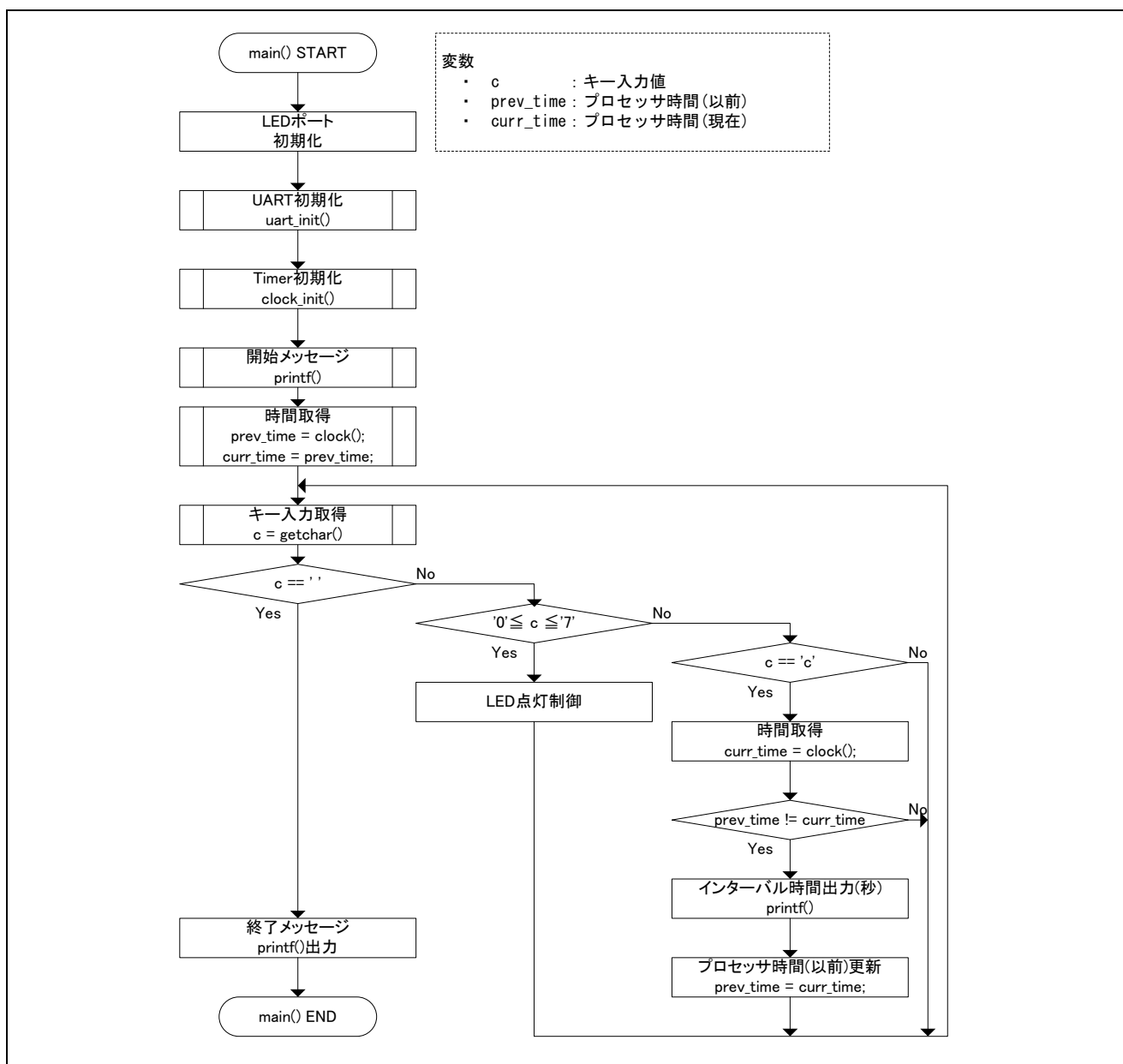


図8.1 OS レス・サンプル フローチャート

8.1.2 実行結果

以下に、OS レス・サンプル実行結果を示します。

(1) OS レス・サンプル：起動

```
hello world
- compiler =IAR ANSI C/C++ Compiler V7. 40. 7. 9843/W32 for ARM
- boot mode =Serial Flash
```

備考 1. "compiler"の表示は、ビルド環境により変化します。
2. "boot mode"の表示は、ブート設定により変化します。

(2) OS レス・サンプル：LED 操作（キー入力='0'~'7'）

```
hello world
- compiler =IAR ANSI C/C++ Compiler V7. 40. 7. 9843/W32 for ARM
- boot mode =Serial Flash
0                                     (← LED0 のレベルが 1 回反転します)
11                                    (← LED1 のレベルが 2 回反転します)
222                                   (← LED2 のレベルが 3 回反転します)
3333                                  (← LED3 のレベルが 4 回反転します)
44444                                 (← LED4 のレベルが 5 回反転します)
555555                                (← LED5 のレベルが 6 回反転します)
6666666                               (← LED6 のレベルが 7 回反転します)
7777777                               (← LED7 のレベルが 8 回反転します)
```

(3) OS レス・サンプル：インターバル時間表示（キー入力='c'）

```
hello world
- compiler =IAR ANSI C/C++ Compiler V7. 40. 7. 9843/W32 for ARM
- boot mode =Serial Flash
c (interval =464369 ms)              (← プログラム起動から 1 回目の'c' 入力までの時間を表示)
c (interval =2771 ms)                (← 1 回目の'c' 入力から 2 回目の'c' 入力までの時間を表示)
c (interval =187253 ms)              (← 2 回目の'c' 入力から 3 回目の'c' 入力までの時間を表示)
```

(4) OS レス・サンプル：終了（キー入力=' '）

```
hello world
- compiler =IAR ANSI C/C++ Compiler V7. 40. 7. 9843/W32 for ARM
- boot mode =Serial Flash
bye                                  (← ' ' 入力でメイン処理からブレイクします)
```

(5) OS レス・サンプル：インターバル時間表示（キー入力=その他）

```
hello world
- compiler =IAR ANSI C/C++ Compiler V7. 40. 7. 9843/W32 for ARM
- boot mode =Serial Flash
890-^¥!"#$%&' ()=~|qwertyuiop@[QWERTYUIO`{      (← 何も処理はありません)
asdfghjkl::]ASDFGHJKL+*]zxcvbnm,./ZXVBNM◇?_      (← 何も処理はありません)
```

9. 注意事項

電源立ち上げ時や GbE-PHY にリセットを供給した場合 (GbE-PHY 内で発生させるソフトウェアリセットを除く)、必ず GbE-PHY の初期化 (「6.11.1 GbE-PHY の初期化」を参照) を行ってください。

GbE-PHY の初期化では、GbE-PHY の特性・性能に関わる設定を行っています。

改訂記録	R-IN32M4-CL2 プログラミング・マニュアル ドライバ編
------	----------------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
0.01	2015.11.20	-	新規発行
1.00	2016.1.29	11	「図 1.1 サンプル・ソフトのレイヤ構成図」を修正
		13-19	「2. ファイル構成」 サンプル・ソフトのディレクトリ構成変更にあわせて修正
		25	「図 3.7 プログラム配置例」 シリアル・フラッシュ・ブート向けに修正
		29-30	「5. R-IN32M4-CL2 レジスタ定義 (RIN32M4.h)」 レジスタ定義の情報を追加
		31, 33	「表 6.1 32 ビット・タイマ (TAUJ2) ドライバ関数一覧」 「6.2 32 ビット・タイマ (TAUJ2) 制御」 未サポートの関数 timer_onecount_swtrg_init を削除
		32, 60	「表 6.7 ウォッチドッグ・タイマドライバ関数一覧」 「6.8.2 ウォッチドッグ・タイマ 75%割り込み 初期化」 関数 wdt_interrupt_init を追加
		32, 64-68	「表 6.8 16 ビット・タイマ (TAUD) ドライバ関数一覧」 「6.9 16 ビット・タイマ (TAUD) タイマ制御」 16 ビット・タイマ (TAUD) のドライバ関数を追加
		32, 69-73	「表 6.9 A/D コンバータ・ドライバ関数一覧」 「6.10 A/D コンバータ制御」 A/D コンバータのドライバ関数を追加
		86-87	「8.1.2 実行結果」 実行結果を現環境のものに修正
		88	「9. 注意事項」 リセット時の GbE-PHY 初期化について注意事項を修正
2.00	2016.3.16	12	「表 1.1 ソフトウェア開発ツール一覧 (ツールチェーン)」 ARM μVision の情報を追加
		17-20	「2. ファイル構成」 ARM μVision のディレクトリ構成を追加
		32, 58-59	「表 6.6 シリアル・フラッシュ ROM ドライバ関数一覧」 「6.7.2 SPI バス制御初期化 (Fast Read Dual I/O)」 「6.7.3 SPI バス制御初期化 (Fast Read Quad I/O)」 関数 sromc_dual_init と関数 sromc_quad_init を追加
		43	「6.4.1 IIC コントローラの初期化」 機能の説明に備考を追加
		78	「7. ミドルウェア」 シリアル・フラッシュ ROM 依存である旨の説明を追加
		78, 85-86	「表 7.2 シリアル・フラッシュ ROM ドライバ関数一覧」 「7.3.2 シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (Fast Read Dual I/O)」 「7.3.3 シリアル・フラッシュ ROM 制御初期化 (Fast Read Quad I/O)」 関数 sflash_quad_init と関数 sflash_quad_init を追加
		84-89	「7.3 シリアル・フラッシュ ROM 制御」 各関数の修正により記載内容を更新
2.01	2017.2.28	27	「6.2.5 TAUJ2 タイマ動作停止」 機能の誤記 (開始→停止) を訂正 (誤記訂正)
		60	「6.9.4 TAUD タイマ動作停止」 機能の誤記 (開始→停止) を訂正 (誤記訂正)
		67	「6.11.1 GbE-PHY の初期化」 戻り値の誤記訂正および注意を追加 (誤記訂正)
3.00	2018.12.28	12, 15	「3.2.1 メモリ配置」 以下のメモリ・マップそれぞれに対し、命令 RAM ミラー領域(768K バイト)はブート・モードによりアクセス発生アドレスが変化する注意を追加。 図 3.2 メモリ・マップ (全体) 図 3.6 外部マイコン・インタフェース空間
		12	「図 3.1 メモリ・マップ(全体)」の命令 RAM 領域/ミラー領域入れ替わりを修正

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
3.00	2018.12.28	15	「3.2.1 メモリ配置」 「図 3.6 外部マイコン・インタフェース空間」の命令 RAM ミラー領域に対する誤記を修正
		33	「6.4.1 IIC コントローラの初期化」 機能説明のタイミング設定値を修正し、備考に PCLK の説明を追加
		44	「6.5.5 受信データ確認（スレーブ用）」 「(4) 機能」説明文中の誤記を修正
3.01	2019.4.19	2	「表 1.1 ソフトウェア開発ツール一覧（ツールチェーン）」を更新
		7-10	「2. ファイル構成」を更新

[× 毛]

R-IN32M4CL2 プログラミングマニュアル
ドライバ編

発行年月日 2015年11月20日 Rev.1.00
2019年04月19日 Rev.3.01

発行 ルネサス エレクトロニクス株式会社
〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

R-IN32M4-CL2
プログラミング・マニュアル（ドライバ編）



ルネサスエレクトロニクス株式会社

営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>