お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

拝啓　時下ますますご清栄のこととお喜び申し上げます。平素は格別のご高配を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、２０１７年５月１日を以ってルネサス セミコンダクタ パッケージ&テスト ソリューションズ株式会社の半導体製造装置をはじめとする各種産業用制御ボードの受託開発・製造および画像認識システム開発・製造・販売事業を日立マクセル株式会社へ譲渡したことにより、当該事業は日立マクセル株式会社の子会社として新設されるマクセルシステムテック株式会社に承継されております。

従いまして、ドキュメント等資料中には、旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願い申し上げます。

敬具

２０１７年５月１日

マクセルシステムテック株式会社

【発行】マクセルシステムテック（http://www.systemtech.maxell.co.jp/）

【お問い合わせ先】denki-support@maxell.co.jp

maxell

マクセルシステムテック株式会社

Smalight OS V3
リファレンスマニュアル
SH-2版

株式会社ルネサス北日本セミコンダクタ

ご注意

安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご留意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切な弊社製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について弊社が所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、弊社は責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、弊社は、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。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したものですが万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、弊社はその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。弊社は、適用可否に対する責任は負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、弊社へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書による弊社の事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気付きの点がございましたら弊社までご照会ください。

はじめに

このマニュアルは、従来、OS（ Operating System ）の導入が困難とされていた ROM・RAM 容量が少ないシングルチップ向けに開発されたリアルタイム・マルチタスク OS： Smalight OS (スマライトオーエス、SMArt & LIGHT Operating Systim) の使用方法について説明します。

Smalight OS をご使用になる前に本マニュアルをよく読んで理解してください。また下記関連マニュアルもお読みの上、理解してください。

本製品は、ルネサステクノロジ製 SH-2 コアのデバイスに対応するものです。

【関連マニュアル】

- 使用するデバイスのハードウェアマニュアル
- 使用するコンパイラのマニュアル

目次

1. リアルタイムOS概説 1

1.1 リアルタイムOS 1
1.2 タスク 1
1.3 マルチタスク 1
1.4 コンテキスト 1
1.5 リアルタイムOSのスタック 2

2. Smalight OS概説 3

2.1 概要 3
2.2 特徴 3
2.3 サービスコール 4
2.4 前提条件 6
2.4.1 開発環境 6
2.4.2 構築環境 6

3. 機能 7

3.1 システム状態 7
3.2 タスクの状態 8
3.3 タスクのスケジューリング 9
3.3.1 タスク優先度の設定 10
3.3.2 タスクスケジューリングの例 11
3.4 タスク間同期・通信と排他制御 13
3.4.1 イベントフラグ 13
3.4.2 セマフォ 15
3.4.3 データキュー 16
3.5 時間管理 18
3.5.1 周期タイマハンドラ 18
3.5.2 システム時刻 18
3.5.3 周期ハンドラ 19
3.5.4 時間管理に関する注意事項 20
3.6 割込みハンドラ 21
3.6.1 disp無割込みハンドラ 21
3.6.2 disp有割込みハンドラ 22
3.6.3 多重割込み 23
3.7 トレース 25
3.7.1 トレースの取得 25
3.7.2 トレースの参照 25
3.7.3 トレースに関する注意事項 25

4. サービスコール 26

4.1 システム状態とサービスコール 26
4.2 各サービスコールの動作 28
4.2.1 サービスコール動作別の分類 28
4.2.2 タスクスイッチ型サービスコールの基本動作 28
4.2.3 i付きサービスコールの基本動作 29
4.2.4 関数型サービスコールの基本動作 30
4.3 サービスコールの説明形式 31
4.4 タスク管理 32

4.4.1 slp_tsk タスクの起床待ち ... *32*
4.4.2 tslp_tsk タスクの起床待ち(タイムアウト付き) ... *33*
4.4.3 wup_tsk, iwup_tsk タスクの起床 ... *34*
4.4.4 can_wup タスク起床要求のキャンセル ... *35*
4.4.5 rot_rdq, irot_rdq タスクのローテーション ... *36*
4.4.6 sus_tsk, isus_tsk 他タスクのサスペンド ... *37*
4.4.7 rsm_tsk, irsm_tsk サスペンドの解除 ... *38*
4.5 イベントフラグ ... 39
4.5.1 wai_flg イベントフラグ待ち ... *39*
4.5.2 twai_flg イベントフラグ待ち(タイムアウト付き) ... *40*
4.5.3 set_flg , iset_flg イベントフラグの設定 ... *41*
4.5.4 clr_flg イベントフラグのクリア ... *42*
4.5.5 evtflg_init イベントフラグの初期化 ... *43*
4.5.6 EVTFLG_ATTR イベントフラグ属性の設定(マクロ) ... *44*
4.6 セマフォ ... 45
4.6.1 wai_sem セマフォの獲得 ... *45*
4.6.2 twai_sem セマフォの獲得(タイムアウト付き) ... *46*
4.6.3 sig_sem , isig_sem セマフォの返却 ... *47*
4.6.4 sem_init セマフォの初期化 ... *48*
4.6.5 SEM_ATTR セマフォ属性の設定(マクロ) ... *49*
4.7 データキュー ... 50
4.7.1 rcv_dtq データキューからの受信 ... *50*
4.7.2 trcv_dtq データキューからの受信(タイムアウト付き) ... *51*
4.7.3 snd_dtq , isnd_dtq データキューへの送信 ... *52*
4.7.4 tsnd_dtq データキューへの送信(タイムアウト付き) ... *53*
4.7.5 fsnd_dtq , ifsnd_dtq データキューへの強制送信 ... *54*
4.7.6 dtq_init データキューの初期化 ... *55*
4.7.7 DTQ_ATTR データキューの属性設定 ... *56*
4.8 時間管理 ... 57
4.8.1 set_tim システム時刻の設定 ... *57*
4.8.2 get_tim システム時刻の取得 ... *58*
4.8.3 systim_init 時間管理の初期化 ... *59*
4.8.4 slos_cyclic_timer 周期タイマ処理 ... *60*
4.9 周期ハンドラ ... 61
4.9.1 sta_cyc 周期ハンドラの開始 ... *61*
4.9.2 stp_cyc 周期ハンドラの停止 ... *62*
4.9.3 cyc_init 周期ハンドラの初期化 ... *63*
4.9.4 CYC_ATTR 周期ハンドラの属性設定 ... *64*
4.9.5 CYC_CHG 周期ハンドラの起動周期変更 ... *65*
4.9.6 callback_cychdr 周期ハンドラ本体(コールバック) ... *66*
4.10 割込み処理支援 ... 67
4.10.1 INTPUSH disp有割込み発生時のレジスタ退避 ... *67*
4.10.2 INTPOP disp有割込み処理の終了とレジスタ復帰 ... *68*
4.10.3 disp disp有割込みハンドラをディスパッチして終了 ... *69*
4.10.4 callback_int disp有割込みハンドラ本体(コールバック) ... *70*
4.11 その他の初期化 ... 71
4.11.1 slos_init OSの起動 ... *71*
4.11.2 kinit OS初期化処理(コールバック) ... *72*
4.11.3 uinit ユーザ初期化処理(コールバック) ... *73*
4.11.4 stack_init タスクスタックの初期化(コールバック) ... *74*
4.12 その他 ... 75
4.12.1 idle アイドル処理(コールバック) ... *75*
4.13 トレース ... 76
4.13.1 set_trc ユーザトレースの取得 ... *76*
4.13.2 get_trc トレースの参照 ... *77*
4.14 スタック操作 ... 78
4.14.1 GET_REG ユーザタスクのスタックからのレジスタ参照 ... *78*

4.14.2 SET_REG ユーザタスクのスタックへのレジスタ設定 79

5. アプリケーションプログラムの作成 80

5.1 作成の手順 80
5.2 システムの起動処理 81
5.2.1 システム起動時の処理フロー 81
5.2.2 初期化処理 82
5.3 タスク 85
5.4 割込みハンドラ 86
5.4.1 disp無割込みハンドラ 86
5.4.2 disp有割込みハンドラ 87
5.4.3 ベクタテーブル 90
5.4.4 割込みスタックについて 90
5.5 時間管理 91
5.5.1 時間管理の対象サービスコール 91
5.5.2 時間管理の初期化 91
5.6 イベントフラグ 92
5.6.1 イベントフラグの対象サービスコール 92
5.6.2 イベントフラグの初期化 92
5.7 セマフォ 93
5.7.1 セマフォの対象サービスコール 93
5.7.2 セマフォの初期化 93
5.8 データキュー 94
5.8.1 データキューの対象サービスコール 94
5.8.2 データキューの初期化 94
5.9 周期ハンドラ 95
5.9.1 周期ハンドラの対象サービスコール 95
5.9.2 周期ハンドラの作成 95
5.9.3 周期ハンドラの初期化 96
5.10 周期タイマハンドラの初期化 97
5.11 周期タイマハンドラの作成 97

6. 構築 98

6.1 ファイル･ディレクトリ構成と操作 98
6.2 構築手順 99
6.3 OS定義ファイル 101
6.4 コンフィギュレーションファイル 102
6.4.1 カーネルマスクレベルの設定 102
6.4.2 タスクの設定 103
6.4.3 周期タイマハンドラ周期時間の設定 105
6.4.4 イベントフラグ数の設定 105
6.4.5 セマフォ数の設定 106
6.4.6 周期ハンドラ数の設定 106
6.4.7 データキュー数の設定 107
6.5 High-performance Embedded Workshop 108
6.5.1 Cコンパイラ 108
6.5.2 アセンブラ 108
6.5.3 リンカ 109
6.5.4 標準ライブラリ 110
6.5.5 ソースファイルの追加 110
6.5.6 ロードモジュールの生成 110
6.6 スタック使用量の算出 111
6.6.1 タスクスタック 111
6.6.2 割込みスタック 112
6.6.3 OSスタック 113
6.7 メモリ容量の最適化 114
6.7.1 OSライブラリ 114

6.7.2 OSライブラリのリビルド ... 115
6.8 トレースを有効にする ... 117
6.8.1 OSライブラリの再構築 ... 117
6.8.2 アプリケーションプロジェクトの設定 ... 117
7. サンプルプログラム ... 118
8. コンフィギュレータ ... 119
付録A 変更履歴 ... 120
付録B 制限事項 ... 122
付録C スタック仕様 ... 123
付録D データ型、リターンコード ... 124
付録E トラブルシューティング ... 125
E.1 リンクエラーが発生する ... 125
E.2 プログラムのデータが不正となる。 ... 126
E.3 デバッガの接続がうまくいかない。 ... 126
付録F 応用例 ... 127
F.1 GET_REG/SET_REGの活用 ... 127
F.2 擬似的なter_tsk, sta_tsk ... 128
F.3 stack_initを利用したパラメータ引渡し ... 129
付録G MISRA Cルールチェッカ対応 ... 130
G.1 調査環境 ... 130
G.2 対応状況 ... 130
付録H トレース情報 ... 131
H.1 テーブル仕様 ... 131
H.2 トレース種別 ... 132

図・表・リスト目次

図3-1 システム状態 7
図3-2 タスク状態遷移図 8
図3-3 タスクのスケジューリング 9
図3-4 タスクスケジュールの例 11
図3-5 割込み禁止状態でのタスク切替え 12
図3-6 イベントフラグの使用例 14
図3-7 イベントフラグを利用したデータ送信 14
図3-8 セマフォの使用例 15
図3-9 データキューの概念 16
図3-10 データキューの使用例 17
図3-11 時間管理の注意事項 18
図3-12 周期ハンドラの起動タイミング 19
図3-13 周期ハンドラの呼び出し 19
図3-14 disp無割込みハンドラの基本動作 21
図3-15 disp有割込みハンドラの基本動作 22
図3-16 多重割込み動作例 23
図3-17 多重割込み実装上の注意事項① 24
図3-18 多重割込み実装上の注意事項② 24
図4-1 タスクスイッチ型サービスコールの基本動作 28
図4-2 i付きサービスコールの基本動作 29
図4-3 データキューへの強制送信時、空きがない場合の動作(データ数=3) 54
図5-1 アプリケーション作成フロー 80
図5-2 システム起動時のフロー 81
図5-3 disp無割込みハンドラのフロー 86
図5-4 disp有割込みハンドラのフロー 87
図6-1 構築手順① 99
図6-2 構築手順② 100
図6-3 関数のスタック計算方法 111
図6-4 タスクのスタック計算方法 111
図6-5 disp有割込みハンドラのスタック切り替えタイミング 112
図8-1 Smalight Configurator 119
図8-2 Smalight Configuratorの入出力 119
図C-1 SH-2のスタック仕様 123
図H-1 トレースのテーブル仕様 131

表2-1 サービスコール一覧① 4
表2-2 サービスコール一覧② 5
表2-3 開発環境 6
表2-4 High-performance Embedded Workshopワークスペース、プロジェクト一覧 6
表3-1 タスク優先度の設定例① 10
表3-2 タスク優先度の設定例② 10
表3-3 タスク優先度の設定例③ 10
表3-4 割込みハンドラの定義 21
表4-1 システム状態とサービスコール① 26
表4-2 システム状態とサービスコール② 27
表4-3 タスクスイッチ型サービスコール 28
表4-4 i付きサービスコール 29
表4-5 関数型サービスコール 30

表5-1 時間管理関連サービスコール一覧 91
表5-2 イベントフラグ関連サービスコール一覧 92
表5-3 セマフォ関連サービスコール一覧 93
表5-4 データキュー関連サービスコール一覧 94
表5-5 周期ハンドラ関連サービスコール一覧 95
表6-1 ファイル・ディレクトリ構成 98
表6-2 カーネルマスクレベル設定① 102
表6-3 Cコンパイラ インクルードファイルディレクトリの設定 108
表6-4 Cコンパイラ マクロ定義の設定 108
表6-5 アセンブラ インクルードファイルディレクトリの設定 108
表6-6 リンカ 入力ライブラリの設定 109
表6-7 セクション名 109
表6-8 標準ライブラリの設定 110
表6-9 デフォルトで使用可能なサービスコール 114
表7-1 サンプルプログラム一覧 118
表A-1 Smalight OS V3.00バージョンアップ内容一覧 120
表A-2 マニュアル誤記訂正（第1版⇒第2版） 121
表A-3 Smalight OS V3.10リビジョンアップ内容一覧 121
表D-1 データ型一覧 124
表D-2 リターンコード一覧 124
表G-1 MISRA Cルールチェック環境 130
表G-2 MISRA Cルールチェック 未対応ルール一覧 130
表H-1 サービスコールトレースの格納情報 132
表H-2 サービスコールIDとトレース情報① 132
表H-3 サービスコールIDとトレース情報② 133
表H-4 ディスパッチトレースの格納情報 134
表H-5 アイドルトレースの格納情報 134
表H-6 ユーザトレースの格納情報 134

リスト5-1 リセットプログラム(start.src) 82
リスト5-2 kinitコールバック(kinit.c) 83
リスト5-3 uinitコールバック(user.c) 84
リスト5-4 タスク記述方法 85
リスト5-5 disp無割込みハンドラ本体 86
リスト5-6 disp有割込みハンドラ本体 87
リスト5-7 disp有割込みハンドラ本体（mode確認） 88
リスト5-8 disp有割込みハンドラ受付部 89
リスト5-9 vector.c(ベクタの登録) 90
リスト5-10 時間管理の有効設定 (slos.def) 91
リスト5-11 時間管理の初期化(kinit.c) 91
リスト5-12 イベントフラグの有効設定 (slos.def) 92
リスト5-13 イベントフラグの初期化(kinit.c) 92
リスト5-14 セマフォの有効設定 (slos.def) 93
リスト5-15 セマフォの初期化(kinit.c) 93
リスト5-16 データキューの有効設定 (slos.def) 94
リスト5-17 データキューの初期化(kinit.c) 94
リスト5-18 周期ハンドラ記述方法 95
リスト5-19 周期ハンドラの有効設定 (slos.def) 96
リスト5-20 周期ハンドラの初期化(kinit.c) 96
リスト5-21 周期タイマハンドラの初期化(user.c) 97
リスト5-22 周期タイマハンドラの例(user.c) 97
リスト6-1 OS定義ファイルの設定(slos.def) 101
リスト6-2 カーネルマスクレベルの設定(config.c) 102
リスト6-3 タスクの設定①(config.c) 103
リスト6-4 タスクの設定②(config.c) 104
リスト6-5 周期タイマハンドラ周期時間の設定例(config.c) 105

リスト6-6 イベントフラグ数の設定(config.c) 105
リスト6-7 セマフォ数の設定(config.c) 106
リスト6-8 周期ハンドラ数の設定(config.c) 106
リスト6-9 データキュー数の設定(config.c) 107
リスト6-10 構築情報(slos.h) 115
リスト6-11 構築情報の変更(slos.h) 116
リスト6-12 トレース領域のサイズ設定(knl_trca.h) 117
リストF-1 GET_REG/SET_REGの活用例 127
リストF-2 擬似的なter_tsk, sta_tskの実装例 128
リストF-3 stack_initを利用したパラメータ引渡し 129

1. リアルタイム OS 概説

1.1 リアルタイムＯＳ

OS の中で特に時間の制約が厳しい、リアルタイム性が求められるといった要求に特化した OS をリアルタイム OS といいます。

例えば、車に搭載されるカーナビゲーションシステムでは、目的地を通り過ぎてから目的地のガイドされたり、、現在の位置を示すマップ表示が遅かったりしたのでは、カーナビゲーションシステムとしての機能が満たされません。

この様にリアルタイム性が求められるシステムで使用される OS がリアルタイム OS です。主に組み込みシステムでリアルタイム OS が採用されています。リアルタイム OS の代表格には、μITRON 仕様準拠 OS があります。

1.2 タスク

OS から見た処理の単位をタスクといいます。逆にユーザから見た処理の単位はジョブといいます。OS 上でジョブを実現するための手段として、タスクという処理単位で実装され、1つのジョブはひとつ、または複数のタスクからなりたっています。

1.3 マルチタスク

OS が複数のタスクを切り替えながら実行することをマルチタスクと言います（逆に同時に1つのタスクしか実行しない方式をシングルタスクと言います）。

タスク切り替えのことをディスパッチといいます。また、タスクスケジュールを行う OS の機能をディスパッチャといいます。ディスパッチャで実行タスクを決定する処理をタスクスケジューリングといいます。タスクを切り替えることにより、入出力待ちなどでタスクが待ち状態となっても、他のタスクが動作できるため、システム全体のスループットが向上します。

短い時間でタスクの切り替えを行うことで、複数のアプリケーション(タスク)が平行して動作している様に見えます。

1.4 コンテキスト

コンテキストとは CPU の状態（プログラムカウンタ、スタックポインタ、レジスタ　など）を指します。

各々のタスクは個別にコンテキストをもっており、実行中の状態から、他のタスクへ切り替わるタイミングで、コンテキストを保存します。再度、そのタスクが実行されるとき、保存されたコンテキストから、中断前の状態に戻すことで矛盾なく、実行を再開することができます。

コンテキストの保存・復帰が行われるタイミングとしては、OS のサービスコール発行時、割込み発生時などがあります。

一般的にコンテキストはスタック領域、OSの管理領域に保存されます。

1.5 リアルタイム OS のスタック

リアルタイム OS のスタックは、タスクスタック、割込みスタック、OSスタックがあります。

(1)タスクスタック

タスクスタックは、タスクを実行するための必要な情報で、関数内のローカル変数、コンテキストなどが格納されます。タスクの切り替えが発生しても継続して実行するためには、タスク毎にスタックを準備する必要があります。

(2)割込みスタック

割込みスタックは、割込み関数内のローカル変数、割込み発生元への戻り情報などが格納されます。割込み発生元のスタックをそのまま使用する実装方法もありますが、多重割り込みを考慮した場合、割り込み発生元のスタック使用量の見積が困難となる、また、スタックサイズも大きくなることから、リアルタイム OS では割込みレベル毎に割込みスタックを準備し、スタックを切り替えて使用します。

(3)OS スタック

OS スタックは OS 実行中に使用されるスタックです。

リアルタイム OS が主に採用される組み込みシステムの特性上、使用できるメモリ容量に制限があります。限りあるメモリを有効に使用するため、スタック使用量を計算して設定する必要があります。

スタックサイズを必要以上に指定した場合、使われない無駄なメモリが発生します。また、スタックサイズが少ない場合、指定されたスタックを超えてメモリの内容が不正に書き換えられ動作結果が不定となりますので、適切なスタックサイズを指定することが重要となります。

2. Smalight OS 概説

2.1 概要

近年、リアルタイム OS の必要性が高くなっています。しかし、ROM/RAM 容量が小さいシングルチップ・マイコンを使った組込みシステムの場合、従来のリアルタイム OS では ROM/RAM 容量が大きく、導入を断念するケースが多いようです。本リアルタイム OS は小容量コンパクトなリアルタイム・マルチタスク OS です。

2.2 特徴

(1)ITRON 仕様ライクな API

ITRON 仕様に完全に準拠したものでありませんが、ITRON 仕様ライクな API 提供でサービスコールのイメージがつかみやすく、また、将来 ITRON 仕様準拠 OS への置き換え時、移植が容易です。

(2)ビルディングブロック方式による ROM/RAM 最適化

必要最低限の機能だけに限定したシンプルな OS で、ROM/RAM 容量の小さいシングルチップに最適です。アプリケーションで必要とする機能だけを選択して構築できます。リソースの限られたシングルチップマイコンでも ROM/RAM サイズの最適化が図れます。

最新のサポート MCU と ROM/RAM 容量については、弊社ホームページの技術資料を参照ください。（ http://www.kitasemi.renesas.com/product/smalight/ ）。

(3)タスクスケジュール方式：優先度に基づいたスケジューリング

優先度ベースのスケジューリングに加えて、最下位優先度タスクについては FCFS(First Come First Service)によるスケジューリングをサポートしています。

(4)各種オブジェクトの最大数(タスク,イベントフラグ,セマフォ,データキュー,周期ハンドラ)：127 個

(5)サンプルのベクタテーブル、ユーザタスク、割込みハンドラを提供しています。

(6)コンフィギュレーションファイルと GUI ツールによる簡単な構築ができます。

(7)MISRA C ルール対応（※1）に対応しています。

※1 MISRA Cとは、自動車業界が中心になって組織されたソフトウエアの信頼性に関する非営利団体 MISRA (Motor Industry Software Reliability Association) が作成した自動車用ソフトウエア向けのC言語の利用ガイドラインのことです。 このガイドラインには、C言語の記述に関して 127 種類のルールが定められています。 これらのルールをMISRA Cルールといいます。

2.3 サービスコール

以下にサービスコール一覧を示します。

表2-1 サービスコール一覧①

区分	サービスコール名称	説明
タスク管理関連	slp_tsk	タスクの起床待ち
	tslp_tsk	タスクの起床待ち(タイムアウト付き)
	wup_tsk, iwup_tsk	タスクの起床
	can_wup	タスク起床要求のキャンセル
	rot_rdq, irot_rdq	タスクのローテーション
	sus_tsk, isus_tsk	他タスクのサスペンド
	rsm_tsk, irsm_tsk	サスペンドの解除
イベントフラグ	wai_flg	イベントフラグ待ち
	twai_flg	イベントフラグ待ち(タイムアウト付き)
	set_flg, iset_flg	イベントフラグの設定
	clr_flg	イベントフラグのクリア
	evtflg_init	イベントフラグの初期化
	EVTFLG_ATTR(*2)	イベントフラグの属性設定
セマフォ	wai_sem	セマフォの獲得
	twai_sem	セマフォの獲得(タイムアウト付き)
	sig_sem, isig_sem	セマフォの返却
	sem_init	セマフォの初期化
	SEM_ATTR(*2)	セマフォの属性設定
データキュー	rcv_dtq	データキューからの受信
	trcv_dtq	データキューからの受信(タイムアウト付き)
	snd_dtq, isnd_dtq	データキューへの送信
	tsnd_dtq	データキューへの送信(タイムアウト付き)
	fsnd_dtq, ifsnd_dtq	データキューへの強制送信
	dtq_init	データキューの初期化
	DTQ_ATTR(*2)	データキューの属性設定
時間管理	set_tim	システム時刻の設定
	get_tim	システム時刻の取得
	systim_init	時間管理の初期化
	slos_cyclic_timer	周期タイマ処理
周期ハンドラ	sta_cyc	周期ハンドラの開始
	stp_cyc	周期ハンドラの停止
	cyc_init	周期ハンドラの初期化
	CYC_ATTR(*2)	周期ハンドラの属性設定
	CYC_CHG(*2)	周期ハンドラの起動周期変更
	callback_cychdr(*3)	周期ハンドラ本体

(*1) アセンブラマクロです。
(*2) マクロです。
(*3) コールバックルーチンです。
(*4) 本機能を使用するために OS を再構築する必要があります。

表2-2 サービスコール一覧②

区分	サービスコール名称	説明
割込み関連	INTPUSH(*1)	disp有割込み発生時のレジスタ退避
	INTPOP(*1)	disp有割込み処理の終了とレジスタ復帰
	Disp	disp有割込みハンドラをディスパッチして終了
	Callback_int(*3)	disp有割込みハンドラ本体
その他の初期化	slos_init	OSの起動
	kinit(*3)	OS初期化処理
	uinit(*3)	ユーザ初期化処理
	stack_init(*3)	タスクスタックの初期化
その他	idle(*3)	アイドル処理
トレース	set_trc(*4)	ユーザトレースの取得
	get_trc(*4)	**トレースの参照**
スタック操作	GET_REG(*2)	ユーザタスクのスタックからのレジスタ参照
	SET_REG(*2)	ユーザタスクのスタックのレジスタ設定

(*1) アセンブラマクロです。
(*2) マクロです。
(*3) コールバックルーチンです。
(*4) 本機能を使用するために OS を再構築する必要があります。

2.4 前提条件

2.4.1 開発環境

本製品の開発環境を以下に示します。他の開発環境への移行は、ユーザの責任において行ってください。

表2-3 開発環境

ツール名
(株)ルネサステクノロジ 製 SuperHファミリ用C/C++コンパイラ パッケージ Ver9.00.4a (High-performance Embedded Workshop 4.0.03) *1

*1 コンパイラ、及び、High-performance Embedded Workshopは上位互換のみ保証されています

2.4.2 構築環境

本製品では、以下のルネサス製 High-performance Embedded Workshop プロジェクトを提供しています。

表2-4 High-performance Embedded Workshopワークスペース、プロジェクト一覧

ディレクトリ名	ワークスペース		ビルド構成	説明
	ファイル	名称		
SH2_v310s	slos.hws	u-ap	obj_sh2_big	SH-2用(bigエンディアン)
			obj_sh2_lit	SH-2用(littleエンディアン)

3. 機能

3.1 システム状態

システム状態は、システム初期化部、OS 部、タスク部、割込み部で管理します。

システム初期化部はシステムの初期化を行う処理で、kinit, uinit、stack_init コールバックルーチンがシステム初期化部に属します。OS 部は OS 実行中の状態です。タスク部はタスク実行中の状態です。割込み部は割込み実行中の状態です(周期ハンドラの実行中は割込み部です)。

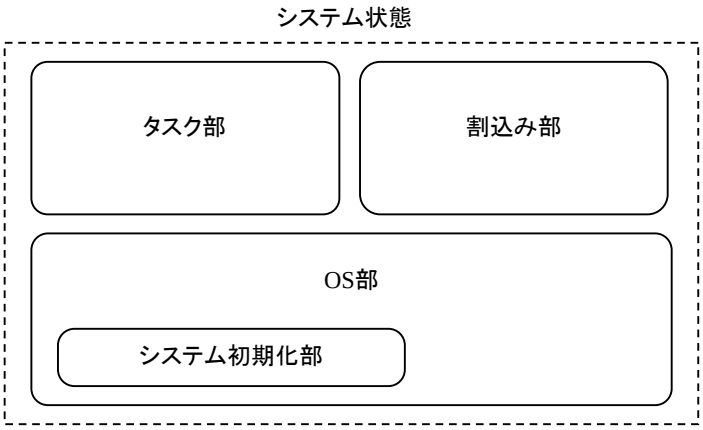


図3-1 システム状態

3.2 タスクの状態

タスク状態は Running, Ready, Waiting, Suspended の 4 種類で管理します。以下に状態遷移図を示します。

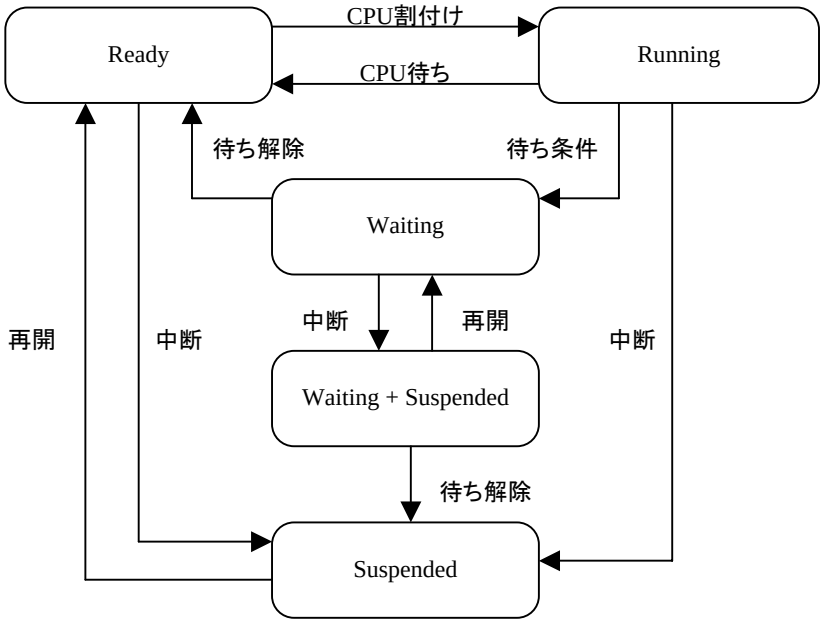


図3-2 タスク状態遷移図

3.3 タスクのスケジューリング

本 OS は優先度ベースのスケジューリングと FCFS(First Come First Service)によるスケジューリングの2つの方式をサポートしています。この2つの方式は同時に使用することができます。

優先度ベースのスケジューリングの対象となるタスクをプライオリティタスク(Priority Task)といいます。FCFS(First Come First Service)によるスケジューリングに対象となるタスクをローテーションタスク(Rotation Task)といいます。ローテーションタスクは、最低優先度のタスクとして管理されます。

プライオリティタスクの優先度は、タスク ID 番号と同じ値で、値が小さい程、優先度が高くなります（つまり、プライオリティタスクは同一優先度レベルのタスクが存在しません）。プライオリティタスクが Ready 状態になるとタスク優先度に従って Running 状態になります。一番優先度の高いプライオリティタスクが一度 Running 状態になると Waiting 状態、もしくは Suspended 状態になるまで、タスクの切替えは発生しません。

ローテーションタスクは、優先度が一番低いタスクで、同一優先度に複数のタスクを定義することができます。実行順序は FCFS (First Come First Service)にてで管理されます。

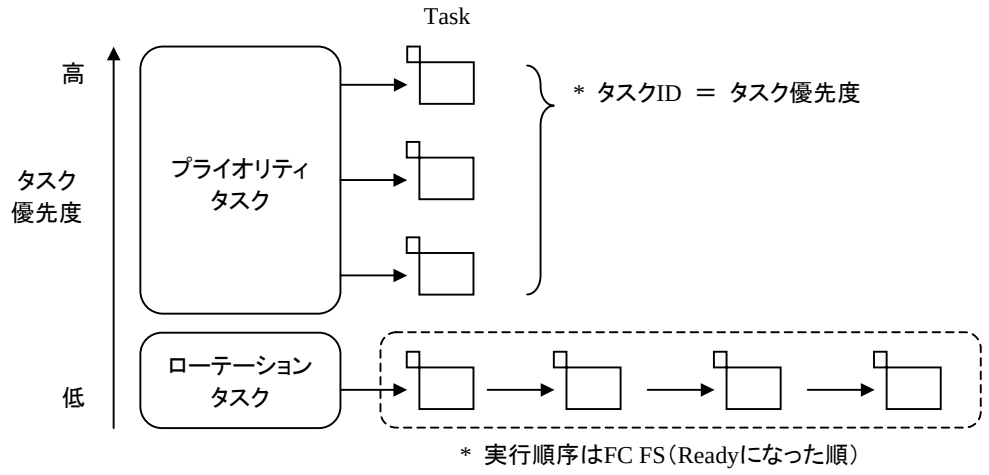


図3-3 タスクのスケジューリング

3.3.1 タスク優先度の設定

プライオリティタスク、ローテーションタスクは構築により静的に決定します。構築により、どの様にタスク優先度が設定されるかを具体的に説明します。構築情報では、タスク数とプライオリティタスク数を指定します。これにより、各タスクの優先度が決定します。

（1）タスク数=4, プライオリティタスク数=4

表3-1 タスク優先度の設定例①

タスクID	種類	優先度
1	プライオリティタスク	1番優先度が高い
2	プライオリティタスク	2番目に優先度が高い
3	プライオリティタスク	3番目に優先度が高い
4	プライオリティタスク	4番目に優先度が高い

（2） タスク数=4, プライオリティタスク数=2

表3-2 タスク優先度の設定例②

タスクID	種類	優先度
1	プライオリティタスク	1番優先度が高い
2	プライオリティタスク	2番目に優先度が高い
3	ローテーションタスク	3番目に優先度が高い
4	ローテーションタスク	3番目に優先度が高い

（3） タスク数=4, プライオリティタスク数=0

表3-3 タスク優先度の設定例③

タスクID	種類	優先度
1	ローテーションタスク	1番優先度が高い
2	ローテーションタスク	1番優先度が高い
3	ローテーションタスク	1番優先度が高い
4	ローテーションタスク	1番優先度が高い

構築方法の詳細は「6.4.2 タスクの設定」を参照ください。

3.3.2 タスクスケジューリングの例

以下にサービスコールによるタスク制御の例を示します。例では、3 個のタスク(プライオリティタスク=1 個，ローテーションタスク=2 個)で各種サービスコールを発行した場合の状態遷移を示しています。

【解説】

① タスク 1 は、プライオリティタスクです。プライオリティタスクは優先度が高いタスクで、待ち要因が解除されるとすぐ Running 状態となります。

② タスク 2,3 は、ローテーションタスクです。お互いが実行可能な状態(Running,Ready 状態)のとき、rot_rdq サービスコールを発行することでタスクの実行権が変更されます。

③ Waiting 状態のタスクに sus_tsk サービスコールを発行すると Waiting+Suspended 状態となります。両方の待ち要因が解除されることで Ready 状態となります。

④ 実行可能な状態(Running,Ready 状態)のタスクがない場合は、アイドル状態となります。

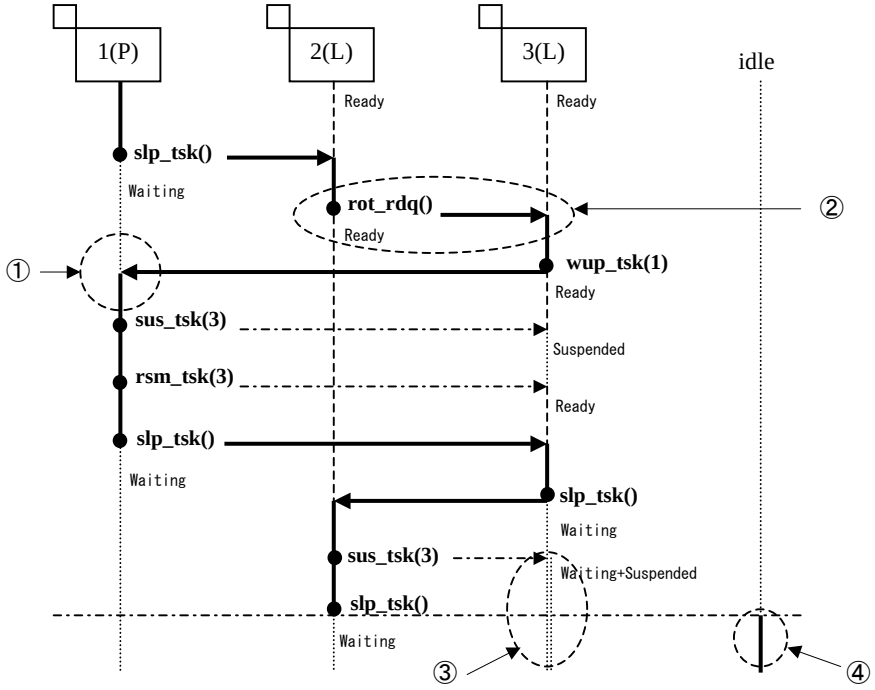


図3-4 タスクスケジュールの例

各サービスコールは基本的にエラーチェックを一切行いません。割込み禁止状態のタスクがタスクスイッチ型サービスコール(P28参照)を発行することでタスクの切替えが発生します。割込みを抑止(保留)したい場合にはタスクスイッチ型サービスコールを発行しないでください。

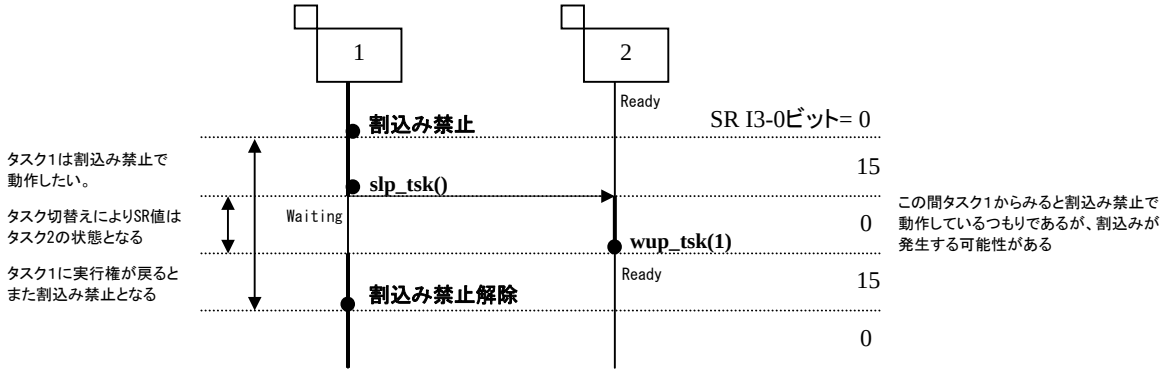


図3-5 割込み禁止状態でのタスク切替え

3.4 タスク間同期・通信と排他制御

3.4.1 イベントフラグ

イベントフラグは、タスク間同期制御のひとつで少量のデータ通信機能としても利用できます。

イベントフラグを使用することにより、複数の事象発生の組み合せによるタスク間同期処理を行うことが出来ます。イベントフラグは、事象に対応したビットの集合体で、1つの事象発生を1ビットで表し、フラグのオン(1)/オフ(0)で行います。Smaligth OS のイベントフラグは 16 ビットです。

(1) 基本動作

事象(イベント)発生を待つタスクは事象に対応したビットを指定してイベントフラグで待ちます。事象発生を通知するタスク(または割込みハンドラ)は事象に対応したビットをイベントフラグに設定することで、イベント待ちのタスクの待ちを解除します。

(2) イベントフラグの待ち条件

イベントフラグの待ち条件として、指定したビットのいずれかが発生するまで待つ EVFLG_TA_OR 属性(OR 条件)、指定したビットの全てが発生するまで待つ EVFLG_TA_AND 属性(AND 条件)があります。

イベントフラグ待ちが解除されたときは、wai_flg のリターンパラメータで解除時のビットパターンが戻ります。OR 条件で解除された場合、待ち解除された要因(ビット)で確認できます。

(3) イベントフラグ待ちの待ち行列（待ちキュー）設定

イベントフラグで複数のタスクが同時に Waiting 状態(イベント待ち)となります。そのとき、タスクはイベントフラグの待ち行列に入ります。

待ち行列に入るとき、EVFLG_TA_TFIFO(FIFO 順)属性、または、 EVFLG_TA_TPRI(優先度順)属性に従ってキューイングされます。この属性で待ち解除されるタスクの順番が決定されます。

(4) 待ち解除時のイベントフラグクリア属性

EVFLG_TA_CLR 属性(クリア属性)を設定したとき、待ち解除のタイミングで該当するイベントフラグの全てのビットを 0 クリアします。

クリア属性によりイベントフラグを使用した動作に違いがあります。同じイベントフラグで複数のタスクが待っているとき、クリア属性が設定されていなければ、待ち解除の条件を満たす全てのタスクが待ち解除されます。

クリア属性が設定されていれば、待ち行列をサーチして待ち解除の条件を満たすタスクを見つけた時点で、イベントフラグがクリアされます。他に条件が満たすタスクがあっても待ち解除されません。

以下にイベントフラグの使用例を示します。例は、クリア属性なし、タスク優先度はタスク 1 が高い場合を想定しています。

【解説】

① タスク 1 は clr_flg サービスコールを発行し、該当するフラグをクリア(0)します。
② タスク 1 は wai_flg（待ちパターン=1）サービスコールを発行し、指定したフラグがセットされてないので、フラグがセットされるのを待ちます。タスク 1 は waiting 状態になります。
③ タスク 2 で set_flg サービスコールを発行し、フラグを設定します。これにより待ち条件を満たしたタスク 1 は Ready 状態となり、Waiting 状態から解除されます。クリア属性なしなので、イベントフラグは 1 のままとなります。

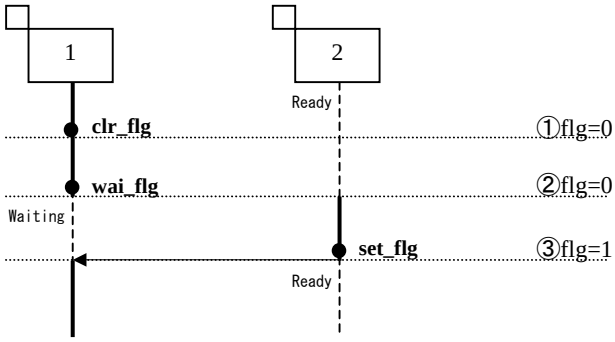


図3-6 イベントフラグの使用例

イベントフラグを利用して、16 ビットのデータ送信が可能です。以下に使用例を示します。例は、クリア属性あり、イベントフラグのチェック条件を OR 条件とします。タスク 1 は、待ちパターン 0xFFFF でイベントフラグ待ちに入ります。タスク 2 で、送信したいデータ(0x1234)をイベントフラグ設定します。

イベントフラグのチェック条件が OR 条件なので、1 ビットでも ON になれば、待ち解除されることを利用したデータ送信となります。

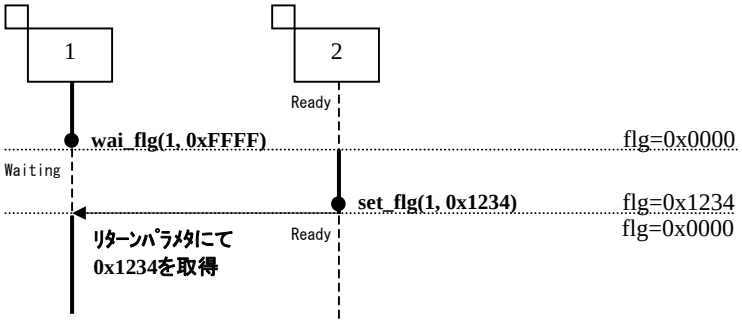


図3-7 イベントフラグを利用したデータ送信

3.4.2 セマフォ

セマフォは、資源(各種 I/O,共有メモリ、非リエントラント関数など)の排他制御に使用します。

複数のタスクから同時に使用することができない資源を複数のタスクで共有する場合に使用します。使用方法は、資源に対応するセマフォを用意し、資源を使用する前にセマフォを獲得し、資源の使用が終わったらセマフォを返却します。セマフォが獲得できない場合、他タスクで使用中と判断し、セマフォが返却されるのを待ちます。

(1) 基本動作

セマフォを獲得するとセマフォカウント(セマフォ資源数:資源の並列獲得可能な数)をデクリメント(-1)します。セマフォの獲得ではセマフォカウントが 1 以上のとき、Waiting 状態(セマフォ待ち)にならずにセマフォを獲得できます。セマフォカウントが 0 のとき、Waiting 状態(セマフォ待ち)に入ります。セマフォを返却すると、セマフォカウントをインクリメント(+1)します。

(2) セマフォ資源数の初期値

セマフォ資源数とは、セマフォで排他制御する資源の並行して獲得可能な数です。セマフォ資源数が 2 であれば、2 つのタスクが同時に資源を使用することができます。

(3) セマフォの待ち行列(待ちキュー)設定

セマフォの獲得で複数のタスクが同時に Waiting 状態(セマフォ待ち)となることがあります。そのとき、タスクはセマフォ待ちの待ち行列に入ります。

待ち行列に入るとき、SEM_TA_TFIFO(FIFO 順)属性、または、 SEM_TA_TPRI(優先度順)属性に従ってキューイングされます。この属性でセマフォを獲得するタスクの順番が決定されます。

以下にセマフォの使用例を示します。例は、セマフォ資源数の初期値は 1、タスク優先度はタスク 1 が高い場合を想定しています。

【解説】

① タスク 2 は wai_sem サービスコールを発行しセマフォを獲得します。資源数(semcnt)は 0 となります。
② タスク 1 は wai_sem サービスコールを発行しますが、資源数(semcnt)は 0 のため Waiting 状態になり、セマフォが返却されるのを待ちます。
③ タスク 2 で sig_sem サービスコールを発行しセマフォを返却します。これによりタスク 1 はセマフォを獲得し Ready 状態となります。タスク優先度によりタスク 1 が実行(Running 状態)されます。
④ タスク 1 は sig_sem サービスコールを発行しセマフォを返却します。資源数(semcnt)は 1 となります。

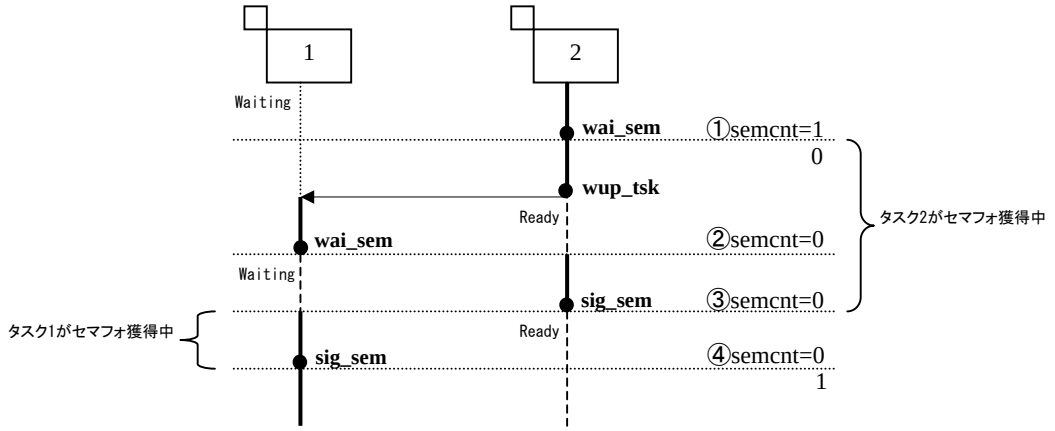


図3-8 セマフォの使用例

3.4.3 データキュー

データキューはタスク間データ通信に使用します。

データキューは 1 ワードのデータ転送を行います。データ送信するとデータキューにデータが送られます。データ受信はデータキューからデータを受信します。データキューはリングバッファで FIFO(First In First Out)で管理されます。Smaligth OS のデータキューは 32 ビット / ワードで実装されます。

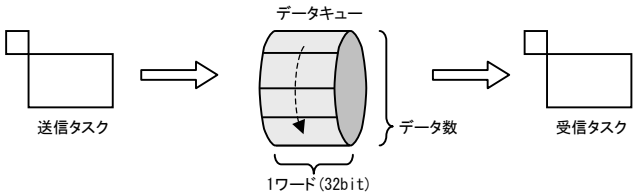


図3-9 データキューの概念

(1) 基本動作

データ送信時、データキューの空きがあればデータキューにデータを設定します。データキューの空きがない場合、タスクはデータキューに空きがでるまで Waiting 状態(データキュー待ち)となります。

データ受信時、データキューにデータが存在すればデータキューからデータを取り出します。受信すべきデータがデータキューに存在していない場合は Waiting 状態(データキュー待ち)となります。

(2) データキュー送信待ちの待ち行列(待ちキュー)設定

データキューへの送信で複数のタスクが同時に Waiting 状態(データキュー送信待ち)となることがあります。そのとき、タスクはデータキュー送信待ちの待ち行列(待ちキュー)に入ります。

待ち行列に入るとき、DTQ_TA_TFIFO(FIFO 順)属性、または、 DTQ_TA_TPRI(優先度順)属性に従ってキューイングされます。この属性で待ち解除されるタスクの順番が決定されます。

※ 尚、データキュー受信待ちの待ちキューは、常に FIFO 順でキューイングします。

(3) データ数

データキューを構成するリングバッファは、データ数 0～127 個の値を任意に設定できます。データ数が 0 個の場合、送受信すると送信側と受信側、双方が揃うまでタスクは Waiting 状態に入ります。データ数を多くすることで、データ送信時、Waiting 状態に入る可能性が低くなると言えます。

以下にデータキューの使用例を示します。例は、データ数は 1、タスク優先度は高い順にタスク 1、タスク 2、タスク 3 となります。

【解説】

① タスク 1 は snd_dtq サービスコールを発行しデータ H’11111111 を送信します。データキューの空きが 1 のため、データ送信が完了します。データキューの空きは 0 となります。

② タスク 1 は slp_tsk サービスコールを発行し Waiting 状態となります。Ready 状態のタスク 2 が実行(Running 状態)されます。

③ タスク 2 は snd_dtq サービスコールを発行しデータ H’22222222 を送信します。データキューの空きが 0 のため、データ送信されず Waiting 状態となり、データキューへの送信完了を待ちます。Ready 状態のタスク 3 が実行(Running 状態)されます。

④ タスク 3 は rcv_dtq サービスコールを発行し、データキューからデータ H’11111111 を受信します。データキューに空きが発生したので、データキューへの送信待ちで Waiting 状態のタスク 2 が送信完了し、実行(Running 状態)されます。タスク 3 は Ready 状態です。

⑤ タスク 2 は slp_tsk サービスコールを発行し Waiting 状態となります。Ready 状態のタスク 3 が実行(Running 状態)されます。

⑥ タスク 3 は rcv_dtq サービスコールを発行し、データキューからデータ H’22222222 を受信します。データキューの空きは 0 となります。

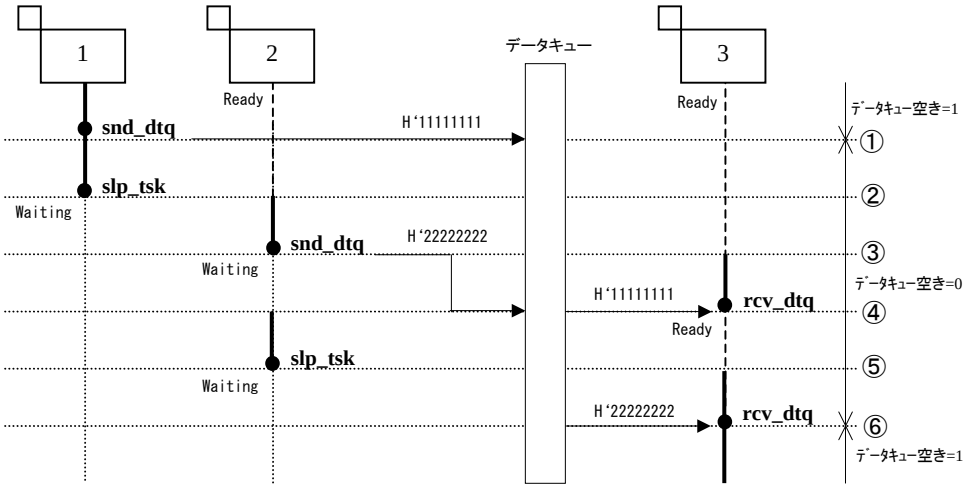


図3-10 データキューの使用例

3.5 時間管理

時間管理として、以下の機能を提供します。

・タイムアウト付きサービスコール(tslp_tsk, twai_flg, twai_sem)
・システム時刻の設定・参照(set_tim, get_tim)
・周期ハンドラ (cyc_init, sta_cyc, stp_cyc)

3.5.1 周期タイマハンドラ

時間管理の 3 つの機能を実現するために、周期的なタイマ割込みハンドラを用意する必要があります。本割込みハンドラを周期タイマハンドラといいます。周期タイマハンドラから、slos_cyclic_timer サービスコールを発行することで時間管理を実現します。

3.5.2 システム時刻

システム時刻とは、符号無し 48bit のカウンタで、周期タイマハンドラによって更新されます。

サービスコール(tslp_tsk等)のタイムアウト時間パラメータや周期ハンドラの周期時間の単位は 1msecですが、周期タイマハンドラの周期時間は任意に 1msec以上の値を設定できます。詳細は「6.4.3 周期タイマハンドラ周期時間の設定」を参照ください。

図 3-11に周期時間を 250msecに設定した場合のtslp_tsk(1)とtslp_tsk(500)で、タイムアウトによりWaiting状態からReady状態に遷移する様子を示します。周期タイマハンドラの周期時間は小さい方が誤差が小さくなりますが、システムトータルで考えると周期タイマハンドラの動作回数が増えることでシステム全体のパフォーマンスが劣化する場合がありますので注意が必要です。

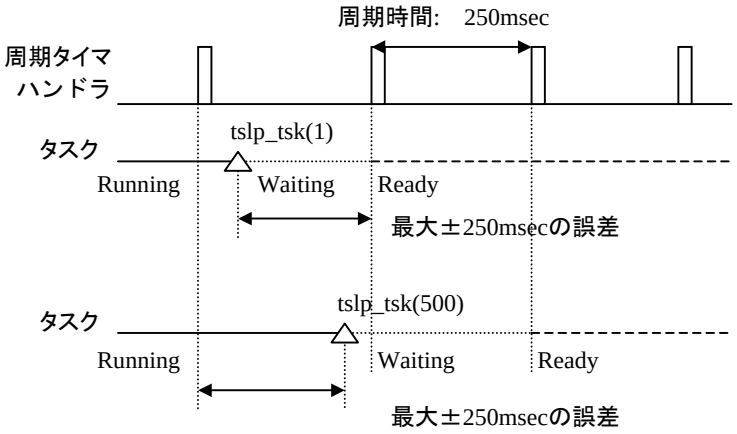


図3-11 時間管理の注意事項

3.5.3 周期ハンドラ

周期的に実行される処理を呼び出す機能を周期ハンドラといいます。 周期ハンドラの開始から停止までの間、指定した起動周期で、周期ハンドラが呼び出されます。

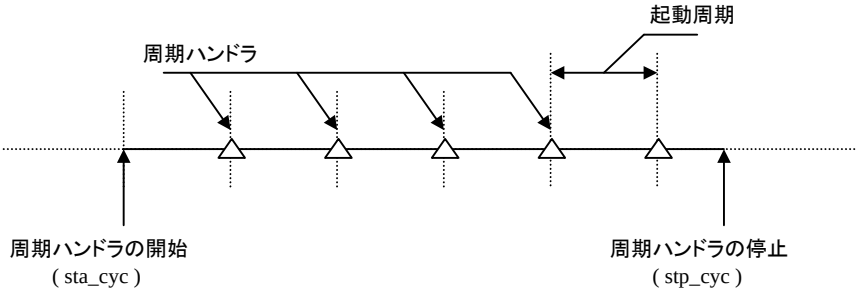


図3-12 周期ハンドラの起動タイミング

周期ハンドラの初期化、および、属性の設定（起動周期、周期ハンドラ関数の指定）は、システム初期化処理で行います。属性の設定で CYC_TA_STA 属性（初期状態で周期ハンドラ動作が開始）を指定すると、周期ハンドラの動作が開始した状態となります。

周期ハンドラは、周期タイマハンドラ（ユーザ任意の周期割込）で呼び出すslos_cyclic_timerサービスコールの延長で呼び出されます。それにより割込みマスクレベルは、カーネルマスクレベルで動作します。周期ハンドラを呼び出す時には、周期タイマハンドラの割込みレベルに設定してコールされます(本文中に記載されるカーネルマスクレベルの詳細は「6.4.1 カーネルマスクレベルの設定」を参照ください)。

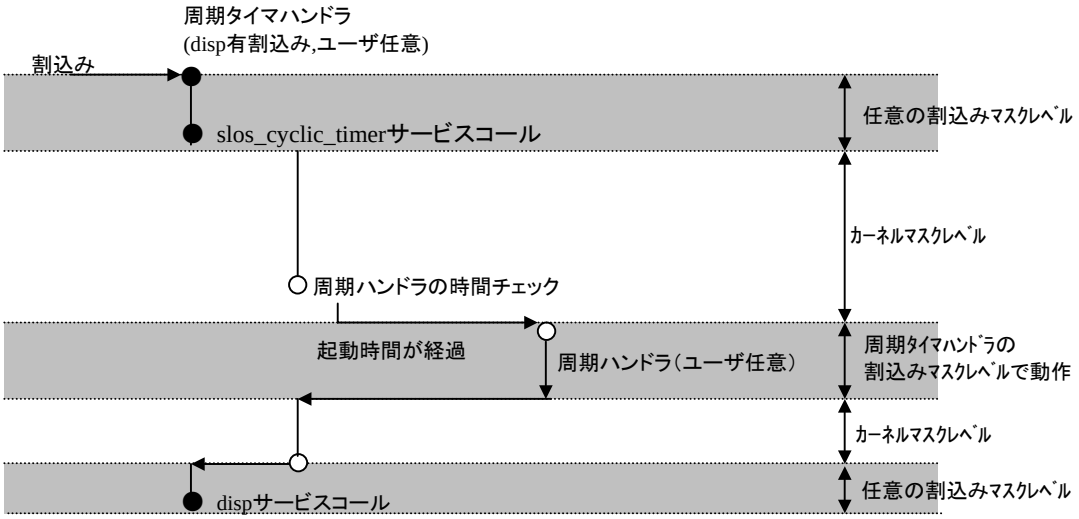


図3-13 周期ハンドラの呼び出し

3.5.4 時間管理に関する注意事項

(1) 時間管理機能のオーバーヘッドについて

周期タイマハンドラ(ユーザ任意)にてコールする slos_cyclic_timer サービスコールにて、以下の処理が実行されます。

- システム時刻の更新
- 登録された周期ハンドラの管理、及び、起動周期を経過した全ての周期ハンドラの起動と実行
- t 付きサービスコールにて待ち状態タスクのタイムアウト処理

※ 構築や、使用するサービスコールによって、上記処理が発生しない場合もあります

これらの処理はカーネルマスクレベル、または、使用する周期タイマハンドラの割込みレベルにて実行されるため、slos_cyclic_timer サービスコールの実行時間が長くなるとシステム全体のパフォーマンスが劣化、システム時刻の遅延等の問題が起こる可能性があります。例えば、周期タイマハンドラ(ユーザ任意)の周期時間が 1msec とき、周期起動が 1msec の周期ハンドラが起動され、ハンドラ処理時間が 1msec 以上の実行時間を要した場合、永久にハンドラ処理が繰り返し実行され、他のタスク処理が実行されない事態となる可能性もあります。

これらの問題を回避するため、以下の点について注意が必要です。

- 周期ハンドラは可能な限り短く記述してください。
- 登録する周期ハンドラを極力少なくしてください。
- 周期ハンドラの周期時間、t 付きサービスコールにて指定するタイムアウト時間はなるべく大きな値を指定してください。
- 周期タイマハンドラ(ユーザ任意)の周期は、なるべく大きな値としてください。

3.6 割込みハンドラ

本OSでは割込みハンドラを、以下の 2 種類に分類しています。この分類により作成方法が異なります。表中に記載されるカーネルマスクレベルの詳細は「6.4.1 カーネルマスクレベルの設定」を参照ください。

表3-4 割込みハンドラの定義

割込み区分	説明
disp無割込みハンドラ	1. OSサービスコールを発行しない、割込み発生元へ戻る割り込み。 2. NMI 3. カーネルマスクレベルを超えるレベルの割込み
disp有割込みハンドラ	OSサービスコールを発行してタスク制御やディスパッチを行うための割込み。カーネルマスクレベル以下のレベルの割込み。 割込みの最後でdispサービスコールを発行します。dispサービスコールを発行することにより割込み発生元には戻らず、ディスパッチャへ制御を遷します。

3.6.1 disp 無割込みハンドラ

disp 無割込みハンドラでは、OS サービスコールを発行してはいけません。disp 無割込みハンドラは割込み発生元に戻るため、必要最小限のレジスタ退避のみで処理することができます。以下に disp 無割込みハンドラの基本動作を示します。disp 無割込みハンドラでサービスコールを発行した場合の動作は保証されません。

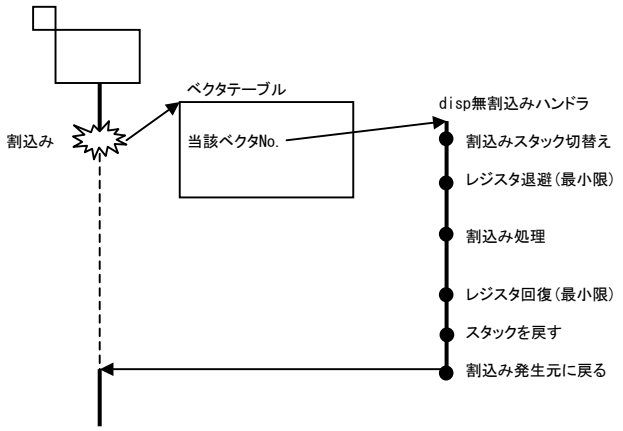


図3-14 disp無割込みハンドラの基本動作

3.6.2 disp 有割込みハンドラ

disp 有割込みハンドラは割込み発生元に戻らず、ディスパッチャへ制御を遷すことができます。以下に disp 有割込みハンドラの基本動作を示します。

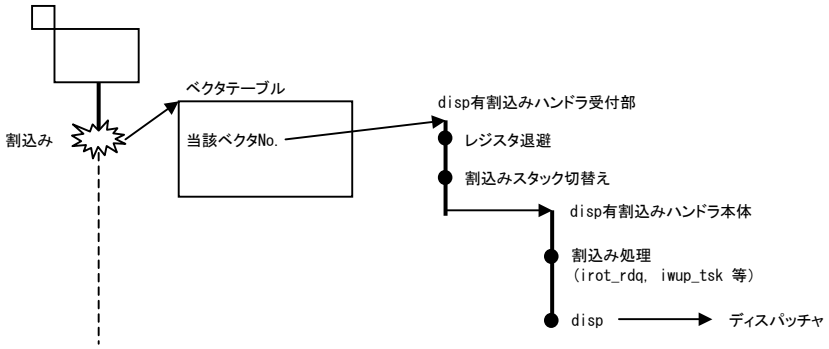


図3-15 disp有割込みハンドラの基本動作

3.6.3 多重割込み

多重割込みの動作例を以下に示します。

【解説】

① タスクは基本的にマスクレベルに 0 で動作させてください。0 以外で実行した場合、disp 有割込みが発生しても、ディスパッチされず割込み発生元に戻ります。タスク 1,2 はローテーションタスク(同一のタスク優先度)です。

② 割込みコントロールレベル 3 の disp 有割込み実行中に、割込みコントロールレベル 5 の disp 有割込みが発生したケースです。disp サービスコールを発行しても多重割込み中は、割込み発生元に戻ります。

③ NMI はノンマスカブル割込みです。ノンマスカブル割込みで OS サービスコールは発行してはいけません。

④ 割込みコントロールレベル 3 の disp 有割込みです。disp サービスコールを発行することで割込み発行元には戻らず、ディスパッチャへ制御を遷します。

⑤ 割込みコントロールレベル 5 の disp 有割込みです。多重割込み中でないので、割込み発行元には戻らず、ディスパッチャへ制御を遷します。

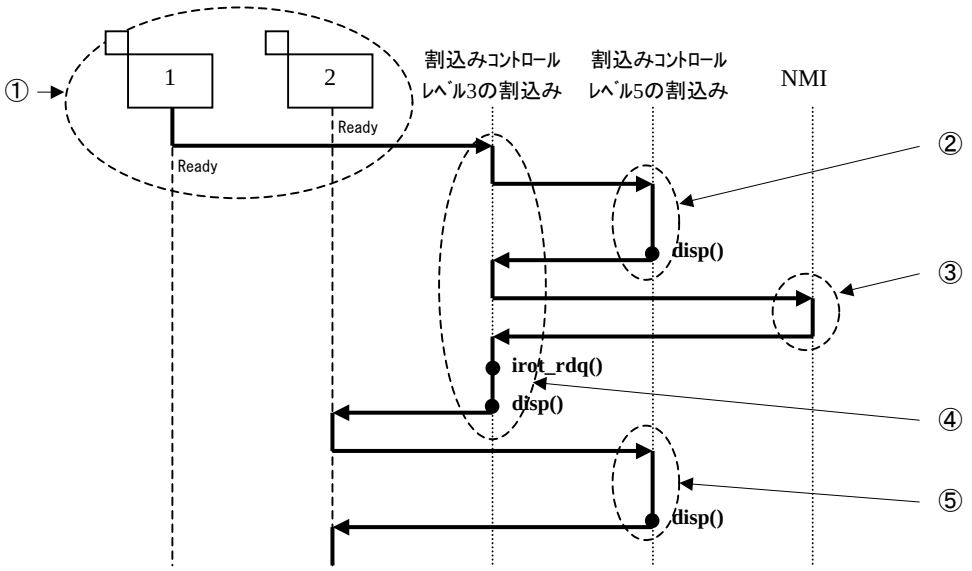


図3-16 多重割込み動作例

図 3-17に示す様に多重割込みで下位レベルのdisp無割込みの場合、上位レベル割込みにて発行したサービスコールによる状態変更が反映されず、OS管理情報が不正となる可能性が生じます。この場合、以後の動作は保証されません。

多重割込みを前提に割込みからサービスコールを発行する場合、カーネルマスクレベル以下の割込みはdisp有割込みとして実装してください(図 3-18)。

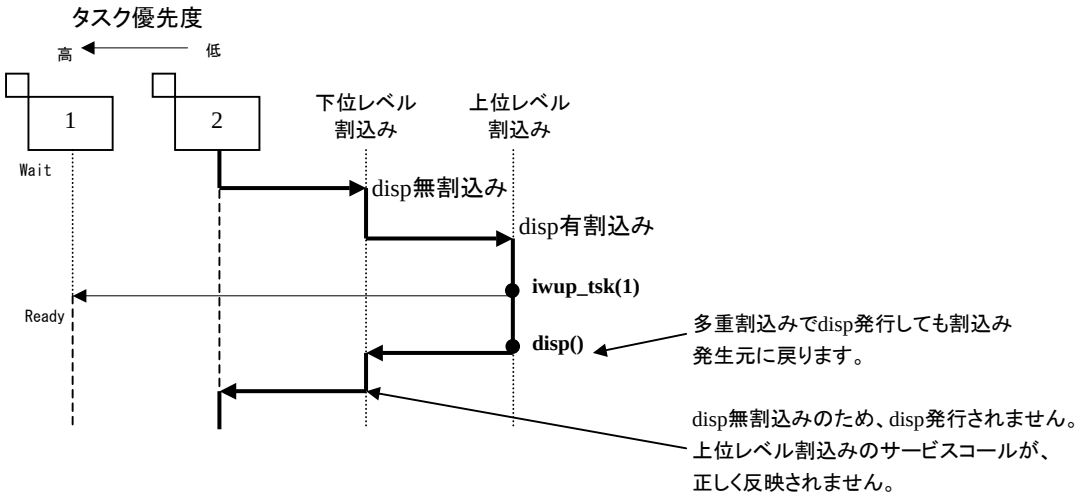


図3-17 多重割込み実装上の注意事項①

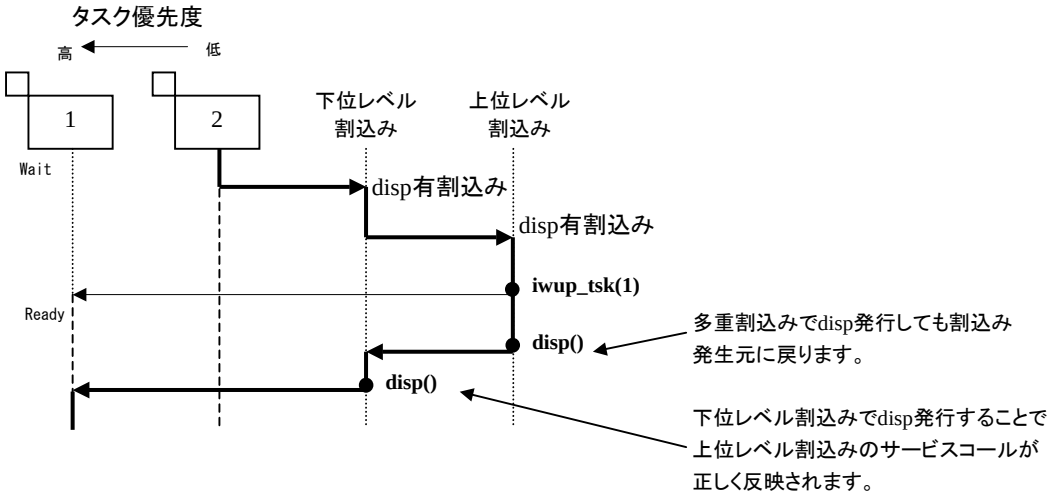


図3-18 多重割込み実装上の注意事項②

3.7 トレース

トレースはサービスコールやタスクディスパッチなどの履歴を保存します。取得したトレース情報からプログラムの実行状況を解析できます。トレース領域はリングバッファとなっており、古いトレース情報から上書きされます。

3.7.1 トレースの取得

トレース機能はデフォルトでは使用できません。トレース機能はOSライブラリの再構築することで自動的に取得できます。トレース機能を有効にする方法は「6.8 トレースを有効にする」を参照してください。

トレース機能で自動的に取得される情報、及び、トレースフォーマットの詳細は「付録H トレース情報」を参照してください。

トレース機能では割込みの発生など個別に履歴を残したいタイミングで、set_trc サービスコールを発行することで、ユーザ独自のトレース情報を取得することが可能です。

3.7.2 トレースの参照

トレース情報の参照方法には以下の方法があります。

(1) 直接メモリを参照する。エミュレータ等のデバッガや、デバッグモニタ機能（ユーザ実装）のメモリダンプ機能などでメモリを参照。
(2) トレース参照機能（get_trc サービスコール）を利用したトレース情報の取得。
(3) デバッガ提供メーカにてサポートされるSmalight OSトレース参照機能の利用。利用可能なデバッガ製品情報の詳細は、弊社ホーム（ http://www.kitasemi.renesas.com/product/smalight/ ）を参照してください。

3.7.3 トレースに関する注意事項

(1) トレース機能を有効にすると動作性能が低下します。
(2) トレース機能を無効（デフォルト）にした時と、トレース機能を有効にした時では、動作タイミングが異なります。変更する際は、充分なシステム評価を行なってください。
(3) メモリ資源が少ない環境では、充分なトレース領域が確保できない場合がございます。
(4) 取得されないサービスコールがございます。詳細は「H.2 トレース種別」を参照してください。

4. サービスコール

4.1 システム状態とサービスコール

各サービスコールと発行可能なシステム状態の一覧を示します。
発行可能なシステム状態以外でサービスコールを発行した場合の動作は、保証されません。

表4-1 システム状態とサービスコール①

T:タスク部 I:割込み部 O:システム初期化部

区分	サービスコール	説明	発行可能なシステム状態		
			T	I	O
タスク管理	slp_tsk	タスクの起床待ち	○	×	×
	tslp_tsk	タスクの起床待ち(タイムアウト付き)	○	×	×
	wup_tsk	タスクの起床	○	×	×
	iwup_tsk	タスクの起床	×	○	×
	can_wup	タスク起床要求のキャンセル	○	○	×
	rot_rdq	タスクのローテーション	○	×	×
	irot_rdq	タスクのローテーション	×	○	×
	sus_tsk	他タスクのサスペンド	○	×	×
	isus_tsk	他タスクのサスペンド	×	○	×
	rsm_tsk	サスペンドの解除	○	×	×
	irsm_tsk	サスペンドの解除	×	○	×
イベントフラグ	wai_flg	イベントフラグ待ち	○	×	×
	twai_flg	イベントフラグ待ち(タイムアウト付)	○	×	×
	set_flg	イベントフラグの設定	○	×	×
	iset_flg	イベントフラグの設定	×	○	×
	clr_flg	イベントフラグのクリア	○	○	×
	evtflg_init	イベントフラグの初期化	×	×	○
	EVTFLG_ATTR(*1)	イベントフラグの属性設定	×	×	○
セマフォ	wai_sem	セマフォの獲得	○	×	×
	twai_sem	セマフォの獲得(タイムアウト付)	○	×	×
	sig_sem	セマフォの返却	○	×	×
	isig_sem	セマフォの返却	×	○	×
	sem_init	セマフォの初期化	×	×	○
	SEM_ATTR(*1)	セマフォの属性設定	×	×	○
データキュー	rcv_dtq	データキューからの受信	○	×	×
	trcv_dtq	データキューからの受信(タイムアウト付)	○	×	×
	snd_dtq	データキューへの送信	○	×	×
	isnd_dtq	データキューへの送信	×	○	×
	tsnd_dtq	データキューへの送信(タイムアウト付)	○	×	×
	fsnd_dtq	データキューへの強制送信	○	×	×
	ifsnd_dtq	データキューへの強制送信	×	○	×
	dtq_init	データキューの初期化	×	×	○
	DTQ_ATTR(*1)	データキューの属性設定	×	×	○

※ 小文字のサービスコールはサブルーチンコールです。
(*1) マクロです。

表4-2 システム状態とサービスコール②

T:タスク部 I:割込み部 O:システム初期化部

区分	サービスコール	説明	発行可能なシステム状態		
			T	I	O
時間管理	set_tim	システム時刻の設定	○	○	○
	get_tim	システム時刻の取得	○	○	○
	systim_init	時間管理の初期化	×	×	○
	slos_cyclic_timer	周期タイマ処理	×	○	×
周期ハンドラ	sta_cyc	周期ハンドラの開始	○	○	×
	stp_cyc	周期ハンドラの停止	○	○	×
	cyc_init	周期ハンドラの初期化	×	×	○
	CYC_ATTR(*1)	周期ハンドラの属性設定	×	×	○
	CYC_CHG(*1)	周期ハンドラの起動周期変更	×	○	×
	callback_cychdr(*1)	周期ハンドラ本体	—	—	—
割込み処理関連	INTPUSH(*2)	disp有割込み発生時のレジスタ退避	×	○	×
	INTPOP(*2)	disp有割込み処理の終了とレジスタ復帰	×	○	×
	disp	disp有割込みハンドラをディスパッチして終了	×	○	×
	callback_int	disp有割込みハンドラ本体	—	—	—
その他の初期化	slos_init	OSの起動	×	×	○
	kinit	OS初期化処理	—	—	—
	uinit	ユーザ初期化処理	—	—	—
	stack_init	タスクスタックの初期化	—	—	—
その他	idle	アイドル処理	—	—	—
トレース	set_trc	ユーザトレースの取得	○	○	×
	get_trc	トレースの参照	○	○	×
スタック操作	GET_REG(*2)	タスクスタックからのレジスタ参照	○	○	×
	SET_REG(*2)	タスクスタックのレジスタ設定	○	○	×

※ 小文字のサービスコールはサブルーチンコールです。

(*1) マクロです。

(*2) アセンブラマクロです。

4.2 各サービスコールの動作

4.2.1 サービスコール動作別の分類

各サービスコールを動作別に分類すると以下の様になります。以下、本分類に沿って各サービスコールの基本動作について説明します。

- タスクスイッチ型サービスコール
- i付きサービスコール
- 関数型サービスコール

4.2.2 タスクスイッチ型サービスコールの基本動作

タスクスイッチ型サービスコールは、タスク部から発行するとタスクスイッチする可能性があるサービスコールです。タスクスイッチ型サービスコールは以下の通りです。

表4-3 タスクスイッチ型サービスコール

タスクスイッチ型 サービスコール	slp_tsk, tslp_tsk, wup_tsk, rot_rdq, sus_tsk, rsm_tsk, wai_flg, twai_flg, set_flg, wai_sem, twai_sem, sig_sem, rcv_dtq, trcv_dtq, snd_dtq, tsnd_dtq, fsnd_dtq

タスクスイッチ型サービスコールの基本動作を説明します。

① タスクスタックにレジスタを退避します。
② カーネルマスクレベルに変更します。カーネルマスクレベルはコンフィギュレーションファイルの設定にて決定します。
③ スタックを OS スタックに切替えます。
④ 各サービスコールの処理を実行します。
⑤ 一時的にマスクレベルを解放します。これにより一時的に全ての保留中の割込みが実行されます。これは割込み禁止時間短縮のため、行われます。
⑥ ディスパッチャを実行します。ディスパッチャとは優先度やタスク状態に従い、実行するタスクを選択してタスクへ処理を遷移します。実行できるタスクがない場合は、アイドル状態となります。

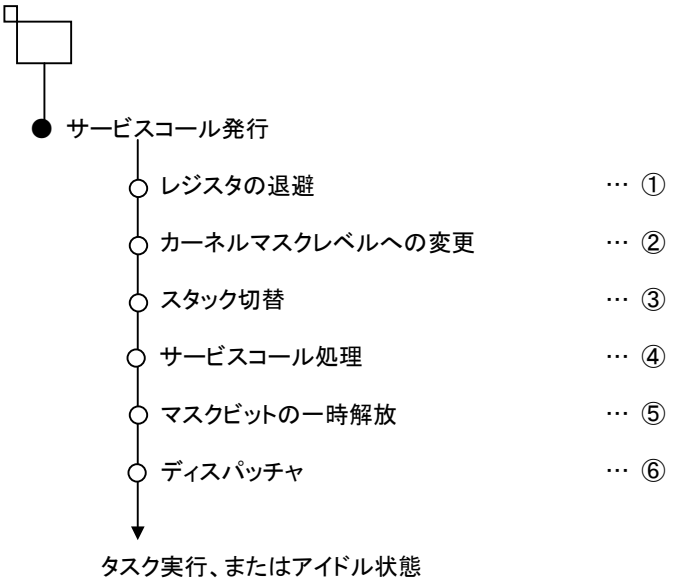


図4-1 タスクスイッチ型サービスコールの基本動作

4.2.3 i 付きサービスコールの基本動作

i付きサービスコールは、割込み部から発行するサービスコールです。i付きサービスコールは以下の通りです。

表4-4 i付きサービスコール

i付きサービスコール	iwup_tsk, irot_rdq, isus_tsk, irsm_tsk, iset_flg, isig_sem, isnd_dtq, ifsnd_dtq

i付きサービスコールの基本動作を説明します。

① カーネルマスクレベルに変更します。カーネルマスクレベルはコンフィギュレーションファイルの設定にて決定します。
② 各サービスコールの処理を実行します。
③ ①で変更したマスクレベルを元に戻します。
④ 発行元へ戻ります。
⑤ i 付きサービスコールではディスパッチャが実行されずに発行元へ戻ります。disp 有割込みハンドラの最後で必ず disp サービスコールを発行してください。

i付きサービスコールはタスクスイッチ型サービスコールと比較すると、ディスパッチャが実行されない等の違いがあります。

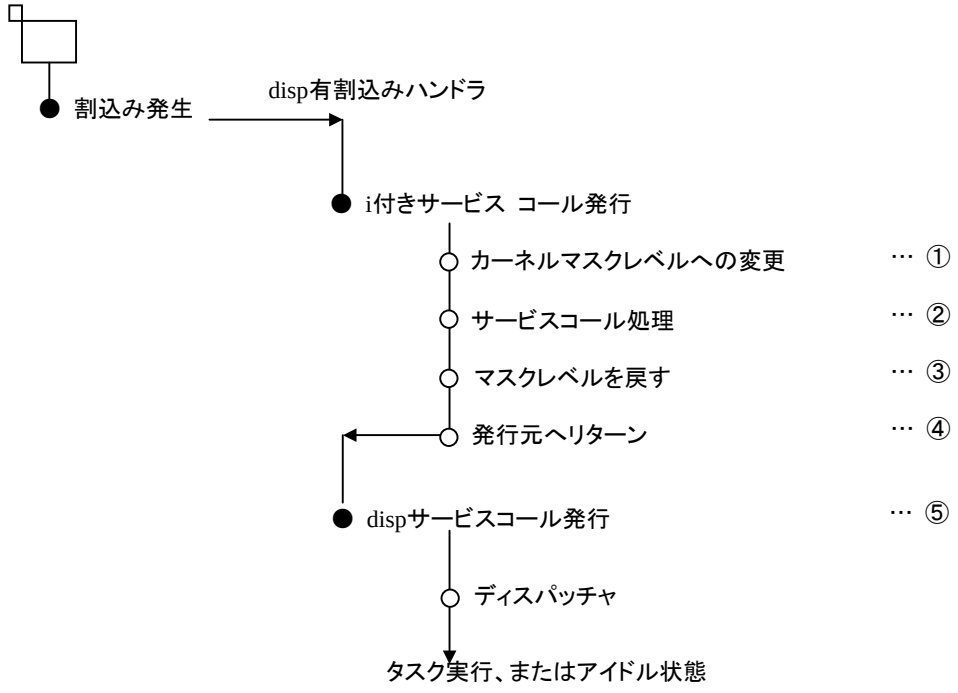


図4-2 i付きサービスコールの基本動作

4.2.4 関数型サービスコールの基本動作

タスクスイッチ型サービスコール、i付きサービスコールに分類されない関数型サービスコールは、通常の関数と同様の動作をします。

表4-5 関数型サービスコール

関数型 サービスコール	can_wup, clr_flg, set_tim, get_tim, sta_cyc, stp_cyc,set_trc, get_trc その他、初期化数など

4.3 サービスコールの説明形式

本節では、サービスコール仕様についての詳細な説明を以下の形式で行っています。

No. サービスコール名　　機能

【発行可能なシステム状態】

C言語インタフェース

マネージャコール呼出し形式

パラメータ

型	パラメータ	パラメータの意味
・	・	・
・	・	・
・	・	・

リターンパラメータ

型	パラメータ	パラメータの意味
・	・	・
・	・	・

リターン値／エラーコード

リターン値またはニモニック	リターン値またはエラーコードの意味
・	・
・	・
・	・

解 説

・・・・・・・・・・・・

4.4 タスク管理

4.4.1 slp_tsk タスクの起床待ち

【タスク部】

C言語インタフェース

```
W ercd  =  slp_tsk ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	(4 バイト)

①③④ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了

解 説

自タスクをWaiting状態（起床待ち）に移行します。このタスクの起床待ちは、wup_tskサービスコールにより解除されます。wup_tskサービスコールによるタスク起床要求は255回まで記憶されます(起床要求回数という)。起床要求回数が1以上のとき 本サービスコールを発行した場合は、起床要求回数がデクリメント(-1)され、Waiting状態（起床待ち）には移行せず、そのまま実行を続けます。

リターンパラメータercdには必ずE_OK(0)が返ります(※)。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

(※) スタック操作支援サービスコールを利用することにより、リターンコードの書き換えが可能です。その場合、ユーザにて任意の意味付けをして使用してください。詳細は「F.1 GET_REG/SET_REGの活用」を参照ください。

4.4.2 tslp_tsk タスクの起床待ち(タイムアウト付き)

【タスク部】

C言語インタフェース

W ercd = tslp_tsk (W tim);

パラメータ

W	tim	タイムアウト時間(msec)

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	(4 バイト)

①③④ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了
E_TMOUT(H'CE)	ポーリング失敗、または、タイムアウト

解 説

自タスクをタイムアウト有りで Waiting 状態（起床待ち）に移行します。このタスクの起床待ちはタイムアウト、または、wup_tsk サービスコールにより解除されます。wup_tsk サービスコールによるタスク起床要求は 255 回まで記憶されます(起床要求回数という)。起床要求回数が1以上のとき 本サービスコールを発行した場合は、起床要求回数がデクリメント(-1)され、Waiting 状態（起床待ち）には移行せず、そのまま実行を続けます。そのときのリターンパラメータ ercd は E_OK(0)が返ります。

パラメータ tim には、タイムアウト時間(msec)を設定します。設定できる時間の最大値は H'7fffffff です。tim に TMO_POL(0)を設定した場合、Waiting 状態（起床待ち）には移行せず、リターンパラメータ ercd は E_OK(0)が返ります。tim に TMO_FEVR(-1)を設定した場合は slp_tsk と同じ動作となります。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

本サービスコールは Smalight のプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.4.3 wup_tsk, iwup_tsk タスクの起床

【タスク部】wup_tsk
【割込み部】iwup_tsk

C言語インタフェース

```
void    wup_tsk ( UB tid );
void    iwup_tsk ( UB tid );
```

パラメータ

UB	tid	タスクID

リターンパラメータ

無し

解 説

slp_tskサービスコール、または、tslp_tskサービスコールによりWaiting状態（起床待ち）になっているタスクの起床待ちを解除します。起床待ちでないタスクを指定した場合、タスク起床要求が記憶されます。タスク起床要求は255回まで記憶されます(起床要求回数という)。

パラメータtidには起床させたいタスクのタスクIDを指定してください。tidに0(アイドル)や、存在しないタスクのタスクIDを指定しないでください。

wup_tskサービスコールはタスク部から発行します。

iwup_tskサービスコールは割込み部から発行します。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.4.4 can_wup タスク起床要求のキャンセル

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
W ercd  =  can_wup ( UB tid );
```

パラメータ

UB	tid	タスクID

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	（4 バイト）

①③ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00) 正常終了

④ キャンセルした起床要求回数(8bit)

解 説

記憶されたタスクの起床要求をキャンセルし、キャンセルした起床要求回数を返します。起床要求は255回まで記憶されます(起床要求回数という)。

パラメータtidには起床要求をキャンセルしたいタスクのタスクIDを指定してください。tidに0(アイドル)をした場合、自タスク対象タスクとします。tidには存在しないタスクのタスクIDを指定しないでください。割込み部からcan_wupサービスコールを発行する場合、パラメータtidに0(アイドル)を指定しないでください。

リターンパラメータ ercd にはリターンコード、及び、キャンセルした起床要求の回数が返ります。リターンコードE_OK(0)のときのみ、キャンセルした起床要求の回数が返ります。起床要求が記憶されていない場合は0となります。

本サービスコールは関数型サービスコールでタスク部、割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.4.5 rot_rdq, irot_rdq タスクのローテーション

【タスク部】rot_rdq
【割込み部】irot_rdq

C言語インタフェース

```
void    rot_rdq ( void );
void    irot_rdq ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

ローテーションタスクのレディキューはFCFS(First Come First Service)で管理しています。本サービスコール発行によりローテーションタスクのレディキュー先頭タスクをレディキュー最後尾につなぎかえます。

ローテーションタスクのレディキューは、実行中(Running状態)のローテーションタスクがWaiting状態になるか、本サービスコールを発行しない限り、他のローテーションタスクが実行されません。本サービスコールを用いて、意図的にローテーションタスクのレディキューを操作する必要があります。

本サービスコールをプライオリティタスクが実行中(Running状態)に発行した場合でも、ローテーションタスクのレディキュー操作を行います。そのときローテーションタスクのレディキュー先頭にいたタスクは無条件にレディーキュー最後尾に移動されますので、実行されないまま先頭から最後尾に移動される可能性があります。

rot_rdqサービスコールはタスク部から発行します。

irot_tskサービスコールは割込み部から発行します。

4.4.6 sus_tsk, isus_tsk 他タスクのサスペンド

【タスク部】sus_tsk
【割込み部】isus_tsk

C言語インタフェース

```
void    sus_tsk ( UB tid );
void    isus_tsk ( UB tid );
```

パラメータ

UB	tid	タスクID

リターンパラメータ

無し

解 説

tidで指定したタスクをSuspended状態に移行させます。Suspended状態は、rsm_tskサービスコールにより解除されます。

サスペンド要求は他の要因でWaiting状態のタスクに対しても有効です。他の要因でWaiting状態のタスクへサスペンド要求を行うと、重複した待ち状態(Waiting+Suspended状態)となります。その場合、両方の要因が解除されないとReady状態になりません。Suspended状態のタスクに対してサスペンド要求しても、重複したSuspended状態にならないので、一回のrsm_tskサービスコールでSuspended状態が解除されます。

パラメータtidにはサスペンドさせたいタスクのタスクIDを指定してください。tidに0(アイドル)や、存在しないタスクのタスクIDを指定しないでください。

sus_tskサービスコールはタスク部から発行します

isus_tskサービスコールは割込み部から発行します。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.4.7 rsm_tsk, irsm_tsk サスペンドの解除

【タスク部】rsm_tsk
【割込み部】irsm_tsk

C言語インタフェース

```
void    rsm_tsk ( UB tid );
void    irsm_tsk ( UB tid );
```

パラメータ

UB	tid	タスクID

リターンパラメータ

無し

解 説

sus_tskサービスコールによりSuspended状態になっているタスクのサスペンドを解除します。Suspended状態でないタスクを指定した場合、その要求は無視され、一切記憶されません。

パラメータtidにはサスペンドを解除させたいタスクのタスクIDを指定してください。tidに0(アイドル)や、存在しないタスクのタスクIDを指定しないでください。また、Running状態のタスクが自タスクへのrsm_tskサービスコールを発行してはいけません。

rsm_tskサービスコールはタスク部から発行します。

irsm_tskサービスコールは割込み部から発行します。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.5 イベントフラグ

4.5.1 wai_flg イベントフラグ待ち

【タスク部】

C言語インタフェース

```
W ercd  =  wai_flg (UB fid, UH ptn);
```

パラメータ

UB	fid	イベントフラグID
UH	ptn	待ちビットパターン(16bit)

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	(4 バイト)

① 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了

③④ 待ち解除時のビットパターン(16bit)

解 説

fid で指定されるイベントフラグが、ptn で指定される待ちビットパターンの待ち解除条件を満たすのを待ちます。既に待ち解除要因を満たす場合は、Waiting 状態にならずそのまま実行を続けます。

パラメータ fid にはイベントフラグ ID を指定します。fid には 0 や、定義したイベントフラグ数を超える値を設定しないでください。

パラメータ ptn には、16 ビットの待ちビットパターンを設定します。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.5.2 twai_flg イベントフラグ待ち(タイムアウト付き)

【タスク部】

C言語インタフェース

W ercd = twai_flg(UB fid, UH ptn, W tim);

パラメータ

UB	fid	イベントフラグID
UH	ptn	待ちビットパターン(16bit)
W	tim	タイムアウト時間(msec)

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd | ① | ② | ③ ┆ ④ | (4 バイト)

① 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了
E_TMOUT(H'CE)	ポーリング失敗、または、タイムアウト

③④ 待ち解除時のビットパターン(16bit)

解 説

fid で指定されるイベントフラグが、ptn で指定される待ちビットパターンの待ち解除条件を満たすか、タイムアウトするのを待ちます。既に待ち解除要因を満たす場合は、Waiting 状態にならずそのまま実行を続けます。

パラメータ fid にはイベントフラグ ID を指定します。fid には 0 や、定義したイベントフラグ数を超える値を設定しないでください。

パラメータ ptn には、16 ビットの待ちビットパターンを設定します。

パラメータ tim には、タイムアウト時間(msec)を設定します。待ちビットパターンの待ち解除条件を満たさない場合、tim で指定したタイムアウト時間が経過した時点で待ちが解除されます。設定できる時間の最大値は H'7fffffff です。tim に TMO_POL(0)を設定した場合、イベントフラグをポーリングして戻ります。tim に TMO_FEVR(-1)を設定した場合は wai_flg と同じ動作となります。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.5.3 set_flg , iset_flg イベントフラグの設定

【タスク部】set_flg
【割込み部】iset_flg

C言語インタフェース

```
void    set_flg (UB fid, UH ptn);
void    iset_flg (UB fid, UH ptn);
```

パラメータ

UB	fid	イベントフラグID
UH	ptn	セットするビットパターン(16bit)

リターンパラメータ

無し

解 説

fidで指定されるイベントフラグを、ptnで指定された値との論理和(OR)で更新します。更新の結果、待ちタスクの解除条件を満たせば、待ちタスクを Waiting 状態から Ready 状態に移行します。

パラメータ fid にはイベントフラグ ID を指定します。fid には 0 や、定義したイベントフラグ数を超える値を設定しないでください。

パラメータ ptn には、16 ビットのセットするビットパターンを設定します。

set_flg はタスク部から発行できます。

iset_flgは割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.5.4 clr_flg イベントフラグのクリア

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    clr_flg (UB fid, UH ptn);
```

パラメータ

UB	fid	イベントフラグID
UH	ptn	クリアするビットパターン(16bit)

リターンパラメータ

無し

解 説

fid で指定されるイベントフラグを、ptn で示された値との論理積(AND)に更新します。

パラメータ fid にはイベントフラグ ID を指定します。fid には 0 や、定義したイベントフラグ数を超える値を設定しないでください。

パラメータ ptn には、16 ビットのクリアするビットパターンを設定します。

本サービスコールは関数型サービスコールでタスク部、割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.5.5 evtflg_init イベントフラグの初期化

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    evtflg_init ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

イベントフラグに関する待ちキューなどの初期化を行います。イベントフラグを使用する場合、必ず、初期化が必要となります。

本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。kinit コールバックから発行してください。

4.5.6 EVTFLG_ATTR イベントフラグ属性の設定(マクロ)

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    EVTFLG_ATTR (UB fid, UB attr);
```

パラメータ

UB	fid	イベントフラグID
UB	attr	イベントフラグ属性

リターンパラメータ

無し

解 説

fid で指定されるイベントフラグの属性を設定します。イベントフラグ ID 毎に属性設定が可能です。

パラメータ fid にはイベントフラグ ID を指定します。fid には 0 や、定義したイベントフラグ数を超える値を設定しないでください。

パラメータ attr でイベントフラグ属性を設定します。設定できる属性は以下の通りです。

・ イベントフラグ待ちの待ちキュー設定
EVFLG_TA_TFIFO(FIFO 順、H'00)、または、 EVFLG_TA_TPRI(優先度順、H'01)

・ イベントフラグの待ち条件
EVFLG_TA_AND(全てのビットが揃うまで、H'00)、
または、
EVFLG_TA_OR(いずれかのビットが揃うまで、H'04)

・ 待ち解除時のイベントフラグクリア属性
EVFLG_TA_CLR(H'02)

イベントフラグ初期化したとき、イベントフラグ属性の初期値は(EVFLG_TA_TFIFO | EVFLG_TA_AND)です。本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。kinitコールバックにて evtflg_init サービスコール後に発行してください。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.6 セマフォ

4.6.1 wai_sem セマフォの獲得

【タスク部】

C言語インタフェース

W ercd = wai_sem (UB sid);

パラメータ

UB	sid	セマフォID

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd

①	②	③	④

（4 バイト)

①③④ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00) 正常終了

解 説

sid で指定されるセマフォを獲得します。セマフォの獲得ができない場合 Waiting 状態となり、セマフォが返却されるのを待ちます。セマフォを獲得できた場合は、Waiting 状態にならずそのまま実行を続けます。

パラメータ sid にはセマフォ ID を指定します。sid には 0 や、定義したセマフォ数を超える値を設定しないでください。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.6.2 twai_sem セマフォの獲得(タイムアウト付き)

【タスク部】

C言語インタフェース

```
W ercd  =  twai_sem (UB sid, W tim);
```

パラメータ

UB	sid	セマフォID
W	tim	タイムアウト時間(msec)

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	(4 バイト)

①③④ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了
E_TMOUT(H'CE)	ポーリング失敗、または、タイムアウト

解 説

sid で指定されるセマフォを獲得します。セマフォの獲得ができない場合 Waiting 状態となり、セマフォが返却されるか、タイムアウトするのを待ちます。セマフォを獲得できた場合は、Waiting 状態にならずそのまま実行を続けます。

パラメータ sid にはセマフォ ID を指定します。sid には 0 や、定義したセマフォ数を超える値を設定しないでください。。

パラメータ tim には、タイムアウト時間(msec)を設定します。セマフォの獲得ができない場合、tim で指定したタイムアウト時間が経過した時点で待ちが解除されます。設定できる時間の最大値は H'7fffffff です。tim に TMO_POL(0)を設定した場合、セマフォ獲得をポーリングして戻ります。tim に TMO_FEVR(-1)を設定した場合は wai_sem と同じ動作となります。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.6.3 sig_sem , isig_sem **セマフォの返却**

【タスク部】sig_sem
【割込み部】isig_sem

C言語インタフェース

```
void    sig_sem (UB sid);
void    isig_sem (UB sid);
```

パラメータ

UB	sid	セマフォID

リターンパラメータ

無し

解 説

sid で指定されるセマフォを返却します。セマフォ待ちのタスクがあれば、Waiting 状態から Ready 状態に移行します(セマフォ待ちタスクのセマフォ獲得順序は、セマフォ属性により決定します)。獲得していないセマフォを返却してはいけません。

パラメータ sid にはセマフォ ID を指定します。sid には 0 や、定義したセマフォ数を超える値を設定しないでください。

sig_sem はタスク部から発行できます。

isig_sem は割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.6.4 sem_init セマフォの初期化

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    sem_init (void);
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

セマフォに関する待ちキューなどの初期化を行います。セマフォを使用する場合、必ず、初期化が必要となります。

本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。kinit コールバックから発行してください。

4.6.5 SEM_ATTR セマフォ属性の設定(マクロ)

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    SEM_ATTR (UB sid, UB semcnt, UB attr);
```

パラメータ

UB	sid	セマフォID
UB	semcnt	セマフォ資源数の初期値
UB	attr	セマフォ属性

リターンパラメータ

無し

解 説

sid で指定されるセマフォの属性を設定します。セマフォ ID 毎に属性設定が可能です。

パラメータ sid にはセマフォ ID を指定します。sid には 0 や、定義したセマフォ数を超える値を設定しないでください。

パラメータ semcnt でセマフォ資源数の初期値を設定します。0～127 の値を設定してください。

パラメータ attr でセマフォ属性を設定します。設定できる属性は以下の通りです。

・ セマフォ待ちの待ちキュー設定
SEM_TA_TFIFO(FIFO 順、H'00)、または、 SEM_TA_TPRI(優先度順、H'01)

セマフォ初期化したとき、セマフォ属性の初期値は、セマフォ資源数が 1、セマフォ待ちの待ちキュー設定が SEM_TA_TFIFO(FIFO 順)となります。本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。unit コールバックにて sem_init サービスコール後に発行してください。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.7 データキュー

4.7.1 rcv_dtq　　データキューからの受信

【タスク部】

C言語インタフェース

```
W ercd  =  rcv_dtq (UB qid, W *data);
```

パラメータ

UB	qid	データキューID
W	*data	受信データを格納する領域のポインタ

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	(4 バイト)

①③④　未使用(0)

②　リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了

解 説

qid で指定されるデータキューからデータを受信し、data に返します。データキューからのデータ受信した結果、送信待ちタスクがいれば、データキューへの送信を行い Waiting 状態から Ready 状態に移行します。

データキューにデータがない場合 Waiting 状態となり、データキューにデータが送信されるのを待ちます。データキューからデータを受信できた場合は、Waiting 状態にならずそのまま実行を続けます。

パラメータ qid には受信対象のデータキューID を指定します。qid には 0 や、定義したデータキュー数を超える値を設定しないでください。

パラメータ*data には受信データを格納する領域のポインタを指定します。受信したデータは*data で指定した領域に格納されます。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.7.2 trcv_dtq データキューからの受信(タイムアウト付き)

【タスク部】

C言語インタフェース

```
W ercd  =  trcv_dtq (UB qid, W *data, W tim);
```

パラメータ

UB	qid	データキューID
W	*data	受信データを格納する領域のポインタ
W	tim	タイムアウト時間(msec)

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	(4 バイト)

①③④ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了
E_TMOUT(H'CE)	ポーリング失敗、または、タイムアウト

解 説

qid で指定されるデータキューからデータを受信し、data に返します。データキューからのデータ受信した結果、送信待ちタスクがいれば、データキューへの送信を行い Waiting 状態から Ready 状態に移行します。

データキューにデータがない場合 Waiting 状態となり、データキューにデータが送信されるのを待ちます。データキューからデータを受信できた場合は、Waiting 状態にならずそのまま実行を続けます。

パラメータ qid には受信対象のデータキューID を指定します。qid には 0 や、定義したデータキュー数を超える値を設定しないでください。

パラメータ*data には受信データを格納する領域のポインタを指定します。受信したデータは*data で指定した領域に格納されます。

パラメータ tim には、タイムアウト時間(msec)を設定します。データキューからの受信ができない場合、tim で指定したタイムアウト時間が経過した時点で待ちが解除されます。設定できる時間の最大値は H'7fffffff です。tim に TMO_POL(0)を設定した場合、データキュー受信をポーリングして戻ります。tim に TMO_FEVR(-1)を設定した場合は rcv_dtq と同じ動作となります。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.7.3 snd_dtq , isnd_dtq データキューへの送信

【タスク部】snd_dtq
【割込み部】isnd_dtq

C言語インタフェース

```
W ercd  =  snd_dtq (UB qid, W data);
W ercd  =  isnd_dtq (UB qid, W data);
```

パラメータ

UB	qid	データキューID
W	data	送信データ

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	（4 バイト）

①③④ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了
E_TMOUT(H'CE)	ポーリング失敗、または、タイムアウト

解 説

qid で指定されるデータキューに、data で指定されるデータを送信します。データキューへデータ送信した結果、受信待ちタスクがいれば、受信待ちタスクの先頭のタスクにデータを渡して、Waiting 状態から Ready 状態に移行します。

データキューに空きがない場合、Waiting 状態となり、データキューに空きができるまで待ちます。データキューへの送信できた場合は、Waiting 状態にならずそのまま実行を続けます。

(但し、isnd_dtq でデータキューに空きがない場合、待ちには入らずリターンパラメタ ercd に E_TMOUT(H'CE)が返ります)

パラメータ qid には受信対象のデータキューID を指定します。qid には 0 や、定義したデータキュー数を超える値を設定しないでください。

パラメータ data には送信データを指定します。

snd_dtq はタスク部から発行できます。

isnd_dtq は割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.7.4 tsnd_dtq データキューへの送信(タイムアウト付き)

【タスク部】

C言語インタフェース

```
W ercd  =  tsnd_dtq (UB qid, W data, W tim);
```

パラメータ

UB	qid	データキューID
W	data	受信データ
W	tim	タイムアウト時間(msec)

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd | ① | ② | ③ ┆ ④ | (4 バイト)

①③④ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了
E_TMOUT(H'CE)	ポーリング失敗、または、タイムアウト

解 説

qid で指定されるデータキューに、data で指定されるデータを送信します。データキューへデータ送信した結果、受信待ちタスクがいれば、受信待ちタスクの先頭のタスクにデータを渡して、Waiting 状態から Ready 状態に移行します。

データキューに空きがない場合、Waiting 状態となり、データキューに空きができるまで待ちます。 データキューへの送信できた場合は、Waiting 状態にならずそのまま実行を続けます。

パラメータ qid には受信対象のデータキューID を指定します。qid には 0 や、定義したデータキュー数を超える値を設定しないでください。

パラメータ data には送信データを指定します。

パラメータ tim には、タイムアウト時間(msec)を設定します。データの送信ができない場合、tim で指定したタイムアウト時間が経過した時点で待ちが解除されます。設定できる時間の最大値は H'7fffffff です。tim に TMO_POL(0)を設定した場合、データキュー受信をポーリングして戻ります。tim に TMO_FEVR(-1)を設定した場合は snd_dtq と同じ動作となります。

本サービスコールはタスク部のみ発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.7.5 fsnd_dtq , ifsnd_dtq データキューへの強制送信

【タスク部】fsnd_dtq
【割込み部】ifsnd_dtq

C言語インタフェース

```
W ercd  =  fsnd_dtq (UB qid, W data);
W ercd  =  ifsnd_dtq (UB qid, W data);
```

パラメータ

UB	qid	データキューID
W	data	送信データ

リターンパラメータ

W	ercd	リターンコード

リターン値／エラーコード

ercd	①	②	③	④	（4 バイト）

①③④ 未使用(0)

② リターンコード

E_OK(H'00)	正常終了
E_ILUSE(H'E4)	データ数が 0 のデータキューを指定した

解 説

qid で指定されるデータキューに、data で指定されるデータを強制送信します。データキューへデータ送信した結果、受信待ちタスクがいれば、受信待ちタスクの先頭のタスクにデータを渡して、Waiting 状態から Ready 状態に移行します。

データキューに空きがない場合には、データキューに格納される一番古いデータを抹消し空き領域を確保してから、データキューへの送信を行います。指定したデータキューのデータ数が 0 の場合、リターンパラメータ ercd に E_ILUSE(H'E4)を返します。

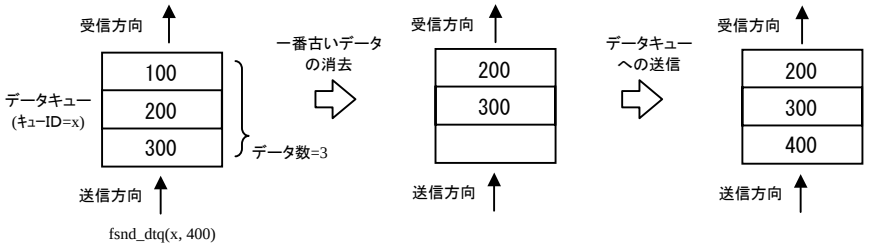


図4-3 データキューへの強制送信時、空きがない場合の動作(データ数=3)

パラメータ qid には受信対象のデータキューID を指定します。qid には 0 や、定義したデータキュー数を超える値を設定しないでください。

パラメータ data には送信データを指定します。

fsnd_dtq はタスク部から発行できます。

ifsnd_dtq は割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.7.6 dtq_init データキューの初期化

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    dtq_init (void);
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解　説

データキューに関する待ちキューなどの初期化を行います。データキューを使用する場合、必ず、初期化が必要となります。

。本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。kinit コールバックから発行してください。

4.7.7 DTQ_ATTR データキューの属性設定

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    DTQ_ATTR (UB qid, UB attr, B cnt, W *dtq);
```

パラメータ

UB	qid	データキューID
UB	attr	データキュー属性
B	cnt	データ数
W	dtq	データキュー領域の先頭番地

リターンパラメータ

無し

解 説

qid で指定されるデータキューの属性を設定します。データキューID 毎に属性設定が可能です。

パラメータ qid にはデータキューID を指定します。qid には 0 や、定義したデータキュー数を超える値を設定しないでください。

パラメータ attr でデータキュー属性を設定します。設定できる属性は以下の通りです。

・ データキュー待ち(データ送信時)の待ちキュー設定
DTQ_TA_TFIFO(FIFO 順、H'00)、または、 DTQ_TA_TPRI(優先度順、H'01)

※ データ受信時の待ちキューは、常に FIFO 順でキューイングされます。

パラメータ cnt でデータの数を指定します。0～127 の値を設定してください。

パラメータ dtq でデータキューの先頭番地を指定します。データ数分の 32bit 配列を用意し、本パラメータに指定してください。

本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。kinit コールバックから発行してください。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.8 時間管理

4.8.1 set_tim システム時刻の設定

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    set_tim (SYSTIM *tim);
```

パラメータ

SYSTIM	*tim	システム時刻(msec)を格納した領域のポインタ

```
typedef struct _systim {
    UH htim;        /* システム時刻 上位16ビット */
    UW ltim;        /* システム時刻 下位32ビット */
} SYSTIM;
```

リターンパラメータ

無し

解 説

システム時刻を設定します。単位は msec です。

システム時刻は 48bit(符号無し)で管理しています。

本サービスコールは関数型サービスコールでタスク部、割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.8.2 get_tim システム時刻の取得

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    get_tim (SYSTIM *tim);
```

パラメータ

SYSTIM	*tim	システム時刻(msec)を格納する領域のポインタ

```
typedef struct _systim {
    UH htim;        /*  システム時刻  上位16ビット  */
    UW ltim;        /*  システム時刻  下位32ビット  */
} SYSTIM;
```

リターンパラメータ

無し

解 説

システム時刻を取得します。単位は msec です。

システム時刻は 48bit(符号無し)で管理しています。

本サービスコールは関数型サービスコールでタスク部、割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.8.3 systim_init 時間管理の初期化

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    systim_init ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

時間管理に関する待ちキューなどの初期化を行います。時間管理、周期ハンドラを使用する場合、必ず、初期化が必要となります。

本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。kinitコールバックから発行してください。

4.8.4 slos_cyclic_timer **周期タイマ処理**

【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    slos_cyclic_timer ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

周期タイマハンドラ(割込み部)から本サービスコールを発行します。時間管理の周期タイマ処理を実行します。

4.9 周期ハンドラ

4.9.1 sta_cyc 周期ハンドラの開始

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    sta_cyc (UB cid);
```

パラメータ

UB	cid	周期ハンドラID

リターンパラメータ

無し

解 説

cid で指定される周期ハンドラの動作を開始します。動作開始により、周期時間のカウントが開始され、周期時間が経過したタイミングで周期ハンドラ関数が実行されます。既に周期ハンドラが開始されている場合は何も行いません。

パラメータ cid には周期ハンドラ ID を指定します。cid には 0 や、定義した周期ハンドラ数を超える値を設定しないでください。

本サービスコールは関数型サービスコールでタスク部、割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.9.2 stp_cyc 周期ハンドラの停止

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    stp_cyc (UB cid);
```

パラメータ

UB	cid	周期ハンドラID

リターンパラメータ

無し

解 説

cid で指定される周期ハンドラの動作を停止します。周期ハンドラ停止中の場合は何も行いません。

パラメータ cid には周期ハンドラ ID を指定します。cid には 0 や、定義した周期ハンドラ数を超える値を設定しないでください。

本サービスコールは関数型サービスコールでタスク部、割込み部から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.9.3 cyc_init 周期ハンドラの初期化

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    cyc_init ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

周期ハンドラに関する管理領域などの初期化を行います。周期ハンドラを使用する場合、必ず、初期化が必要となります。

本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。kinitコールバックから発行してください。

4.9.4 CYC_ATTR 周期ハンドラの属性設定

【システム初期化部】

C言語インタフェース

void CYC_ATTR (UB cid, UB attr, void (*hdr)(UB), W cyc);

パラメータ

UB	cid	周期ハンドラID
UB	attr	周期ハンドラ属性
void (*)(UB)	hdr	周期ハンドラ関数
W	cyc	周期時間(msec)

リターンパラメータ

無し

解 説

cid で指定される周期ハンドラの属性を設定します。周期ハンドラ ID 毎に属性設定が可能です。

パラメータ cid には周期ハンドラ ID を指定します。cid には 0 や、定義した周期ハンドラ数を超える値を設定しないでください。

パラメータ attr で周期ハンドラ属性を設定します。設定できる属性は以下の通りです。

・ 周期ハンドラの初期動作設定
CYC_TA_NON (初期状態で周期ハンドラ動作が停止、H'00)
または
CYC_TA_STA (初期状態で周期ハンドラ動作が開始、H'01)

パラメータ hdr で周期ハンドラ関数を指定します。

パラメータ cyc で周期時間(msec)を指定します。設定できる時間の最大値は H'7fffffff です。周期時間が 0 に設定されている場合は起動しても、開始されません。

本サービスコールはシステム初期化部からのみ発行できます。kinit コールバックから発行してください。

本サービスコールは Smalight のプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.9.5 CYC_CHG 周期ハンドラの起動周期変更

【タスク部】【割込み部】【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    CYC_CHG (UB cid, W cyc);
```

パラメータ

UB	cid	周期ハンドラID
W	cyc	周期時間(msec)

リターンパラメータ

無し

解 説

cid で指定される周期ハンドラの起動周期を変更します。μITRON4.0 仕様「周期ハンドラの起動位相」の実装や、起動周期の動的変更が可能です。

パラメータ cid には周期ハンドラ ID を指定します。cid には 0 や、定義した周期ハンドラ数を超える値を設定しないでください。

パラメータ cyc で周期時間(msec)を指定します。設定できる時間の最大値は H'7fffffff です。周期時間が 0 に設定されている場合は起動しても、開始されません。

本サービスコールは割込み部（周期ハンドラ実行中）から発行できます。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.9.6 callback_cychdr **周期ハンドラ本体(コールバック)**

【－】

C言語インタフェース

```
void    callback_cychdr ( UB cid );
```

パラメータ

UB	cid	周期ハンドラID

リターンパラメータ

無し

解 説

周期ハンドラ本体(コールバック)です。関数名は任意の名称です。

周期ハンドラの動作を開始し、指定した周期時間が経過した時点で、本コールバックが呼び出されます。任意の周期ハンドラ処理を記載してください。本コールバックが実行されるとき、システム状態は割込み部です。

パラメータ cid には周期ハンドラ ID が設定されます。

使用方法の詳細は「3.5.3 周期ハンドラ」を参照ください。

4.10 割込み処理支援

4.10.1 INTPUSH disp 有割込み発生時のレジスタ退避

【割込み部】

アセンブラマクロ

INTPUSH SP

パラメータ

SP	割込みスタックのアドレス

リターンパラメータ

R4	多重割込みフラグ

解 説

disp有割込み発生時のレジスタ退避用アセンブラマクロです。使用するスタックは割込みスタックに切り替わります。多重割込みチェック、タスクスタックの退避なども合わせて実行しています。

パラメータ SPでは割込みスタックのアドレスを指定します。

リターンパラメータ R4 には、多重割込みフラグが返ります。多重割込みフラグが 0以外のとき多重割込み中であることを示します。

使用方法の詳細は「5.4 割込みハンドラ」を参照ください。

4.10.2 INTPOP disp **有割込み処理の終了とレジスタ復帰**

【割込み部】

C言語インタフェース

INTPOP

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

disp有割込み発生時のレジスタ復帰を行うアセンブラマクロです。

使用方法の詳細は「5.4 割込みハンドラ」を参照ください。

4.10.3 disp disp 有割込みハンドラをディスパッチして終了

【割込み部】

C言語インタフェース

void disp (H mode);

パラメータ

H	mode	多重割込みフラグ

リターンパラメータ

無し

解 説

disp有割込みハンドラをディスパッチして終了します。本サービスコールは割込み部からのみ発行できます。

パラメータ mode には、多重割込みフラグを指定指定します。mode が 0以外のとき多重割込み中であることを示します。 mode は、callback_int のパラメータ mode をそのまま指定してください。

多重割込み中にdispサービスコールを発行すると発行元に一度戻りますが、dispサービスコールの発行前後でレジスタ状態が保証されていない為、必ず、disp有割込みハンドラ本体(callback_int)の最後で実行してください。

使用方法の詳細は「5.4 割込みハンドラ」を参照ください。

4.10.4 callback_int disp 有割込みハンドラ本体(コールバック)

【－】

C言語インタフェース

```
void  callback_int ( H mode );
```

パラメータ

H	mode	多重割込みフラグ

リターンパラメータ

無し

解 説

disp割込みハンドラ受付けから呼び出されるコールバックです。関数名は任意の名称です。

割込み要因のクリアなど必要な処理を行ってください。本コールバック関数はdisp有割込みハンドラに使用します。本コールバックが実行されるとき、システム状態は割込み部です。

パラメータ mode は、多重割込みフラグが設定されて呼び出されます。mode が 0以外のとき多重割込み中であることを示します。dispサービスコール発行時の引数としても使用されますのでパラメータmodeを書き換えないでください。

使用方法の詳細は「5.4 割込みハンドラ」を参照ください。

4.11 その他の初期化

4.11.1 slos_init OS の起動

【システム初期化部】

C言語インタフェース

```
void    slos_init ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

Smalight OSを起動します。リセット割込みで呼び出される start.src の_reset 処理で、スタックポインタを設定し割込み禁止のまま slos_init サービスコールを発行してください。呼び出し元へは戻りません。詳細は「5.2.2 初期化処理」を参照ください。

4.11.2 kinit OS 初期化処理(コールバック)

【－】

C言語インタフェース

```
void    kinit ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

slos_init（OS初期化処理）から呼び出さるコールバックです。イベントフラグやセマフォの初期化・属性設定などのOS初期化を行ってください。本コールバックが実行されるとき、システム状態はシステム初期化部です。

本コールバックルーチンの詳細は「5.2.2 初期化処理」を参照ください。呼び出されたとき、スタックはOSスタックを使用しています。

4.11.3 uinit　　ユーザ初期化処理(コールバック)

【－】

C言語インタフェース

```
void    uinit ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解　説

slos_init（OS初期化処理）から呼び出さるコールバックです。ユーザシステムに応じた初期化を行ってください。本コールバックが実行されるとき、システム状態はシステム初期化部です。

呼び出されたとき、スタックはOSスタックを使用しています。必要に応じてOSスタックエリアサイズを大きくしてください。設定方法は「5.2.2 初期化処理」を参照ください。

4.11.4 stack_init タスクスタックの初期化(コールバック)

【－】

C言語インタフェース

```
void    stack_init ( UB tid, TSTACK *sp );
```

パラメータ

UB	tid	タスクID
TSTACK	*sp	スタックポインタ

リターンパラメータ

無し

解 説

OS初期化処理で呼び出さるコールバックです。各タスクの開始アドレス等の情報を各タスクのスタックに格納する処理を行います。登録したタスク数分だけ発行されます。本コールバックが実行されるとき、システム状態はシステム初期化部です。

4.12 その他

4.12.1 idle アイドル処理(コールバック)

【－】

C言語インタフェース

```
void    idle ( void );
```

パラメータ

無し

リターンパラメータ

無し

解 説

アイドル状態(実行可能なタスクが存在しない)のとき、実行されるコールバックルーチンです。割込みマスクを空けて、ループ処理には入ります。

省電力モードへの対応など、必要に応じて本コールバックルーチンを変更してください。

呼び出されたとき、スタックはOSスタックを使用しています。必要に応じてOSスタックエリアサイズを大きくしてください。

4.13 トレース

4.13.1 set_trc ユーザトレースの取得

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    set_trc (UB dat1, UB dat2, UW dat3);
```

パラメータ

UB	dat1	ユーザトレース情報1
UB	dat2	ユーザトレース情報2
UW	dat3	ユーザトレース情報3

リターンパラメータ

無し

解 説

ユーザ独自のトレースを取得します。set_trcサービスコールで取得したトレースはトレースフォーマットの種別(Type)に'U'(H'55)が設定されます。トレースフォーマットの詳細は「付録H トレース情報」を参照してください。

パラメータ dat1, dat2, dat3 は取得される情報を識別するためにユーザが自由に使用できます。例えば、

dat1=ユーザトレース種別(1:割込み)
dat2=ベクタ番号
dat3=割込み毎の詳細情報

などの情報識別をすることで、システム動作履歴として独自のトレース情報を取得できます。

本サービスコールは関数型サービスコールでタスク部、割込み部から発行できます。

本サービスコールを使用する場合、OS再構築(リビルド)が必要です。詳細は「6.8 トレースを有効にする」を参照してください。

4.13.2 get_trc トレースの参照

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    get_trc (W no, KNL_TRCTBL **trc);
```

パラメータ

W	no	トレース番号
KNL_TRCTBL	**trc	トレース情報アドレスを格納する領域のポインタ

【時間管理を使用していない場合】

```
typedef struct _knl_trctbl {
    UB      type;       /* トレース種別 */
    UB      tid;        /* タスクID */
    UB      dat1;       /* トレース情報1 */
    UB      dat2;       /* トレース情報2 */
    UW      dat3;       /* トレース情報3 */
} KNL_TRCTBL;
```

【時間管理を使用している場合】

```
typedef struct _knl_trctbl {
    UB      type;       /* トレース種別 */
    UB      tid;        /* タスクID */
    UB      dat1;       /* トレース情報1 */
    UB      dat2;       /* トレース情報2 */
    UW      dat3;       /* トレース情報3 */
    UH      rsv;        /* 未使用 */
    UH      htim;       /* システム時刻 上位16ビット */
    UW      ltim;       /* システム時刻 下位32ビット */
} KNL_TRCTBL;
```

リターンパラメータ

無し

解 説

パラメータ no で指定したトレース情報を取得します。

パラメータ no にはトレース番号を指定します。トレース番号は 0 からN-1(*1)まで指定できます。トレース番号が 0 のとき一番古いトレース情報となり、N-1(*1)のとき一番新しいトレース情報となります。NはGET_TRCNUMマクロで取得できます。

(*1) N＝トレース領域に格納できるエントリ数

パラメータ trc にはトレース情報アドレスを格納する領域のポインタを指定します。サービスコール発行後、トレース情報アドレスが格納されます。

取得したトレース情報の内容が、オール 1 のとき、トレース領域に格納できるエントリ数分のトレース情報が取得されていない状態を指します。

本サービスコールは Smalight のプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

本サービスコールを使用する場合、OS再構築(リビルド)が必要です。詳細は「6.8 トレースを有効にする」を参照してください。

4.14 スタック操作

4.14.1 GET_REG ユーザタスクのスタックからのレジスタ参照

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
W val = GET_REG ( UB tid,    W offset );
```

パラメータ

UB	tid	タスクID
W	offset	スタックオフセット

リターンパラメータ

W	val	レジスタの値

解 説

Ready, Waiting状態タスクのスタックに格納されているレジスタの値を参照します。Running状態のタスクに対しては使用できません。本サービスコールはマクロです。

パラメータ tid で参照したいスタックのタスクIDを指定します。tidに0(アイドル)や、存在しないタスクのタスクIDを指定しないでください。

パラメータ offset で参照したいレジスタのオフセットを指定します。オフセットは4の倍数で指定してください。オフセットの詳細は「付録C. スタック仕様」を参照ください。

なお、PC、R0、R4以外のレジスタの操作は推奨しません。使用例については「付録F.応用例」を参照ください。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

4.14.2 SET_REG ユーザタスクのスタックへのレジスタ設定

【タスク部】【割込み部】

C言語インタフェース

```
void    SET_REG ( UB tid,    W offset ,    W value);
```

パラメータ

UB	tid	タスクID
W	offset	スタックオフセット
W	value	設定値

リターンパラメータ

無し

解 説

Ready, Waiting状態タスクのスタックに格納されているレジスタの値を変更します。Running状態のタスクに対しては使用できません。本サービスコールはマクロです。

パラメータ tid で参照したいスタックのタスクIDを指定します。tidに0(アイドル)や、存在しないタスクのタスクIDを指定しないでください。

パラメータ offset で設定したいレジスタのオフセットを指定します。オフセットは4の倍数で指定してください。オフセットの詳細は「付録C. スタック仕様」を参照ください。

パラメータ value にて設定値を指定します。

なお、PC、R0、R4以外のレジスタの操作は推奨しません。使用例については「付録F.応用例」を参照ください。

本サービスコールはSmalightのプログラムサイズを抑える工夫のひとつとしてパラメータのエラーチェックを行っておりません。不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。パラメータには使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

5. アプリケーションプログラムの作成

5.1 作成の手順

以下にアプリケーション作成フローを示します。

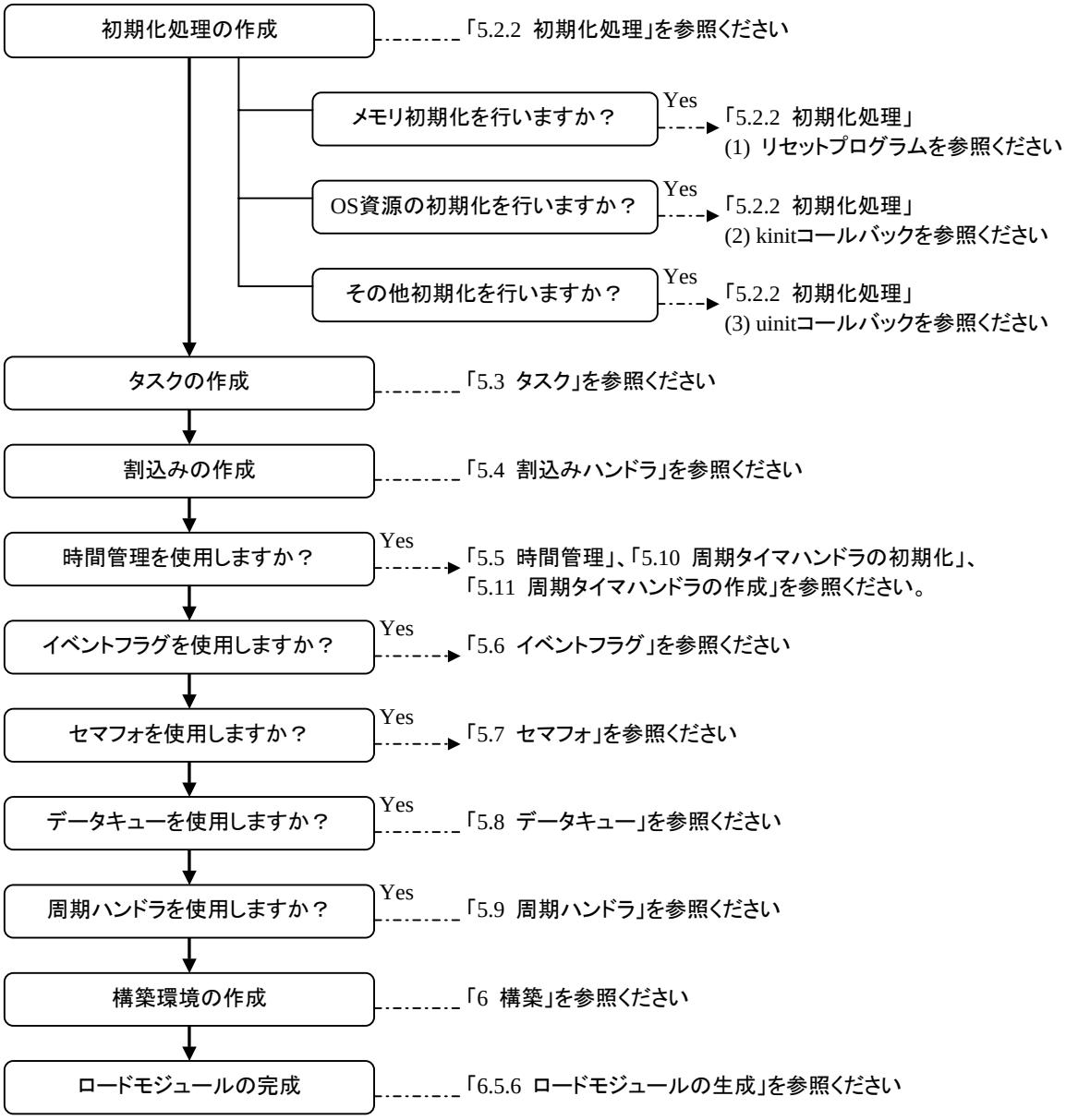


図5-1 アプリケーション作成フロー

5.2 システムの起動処理

5.2.1 システム起動時の処理フロー

システム起動時のフローを以下に示します。

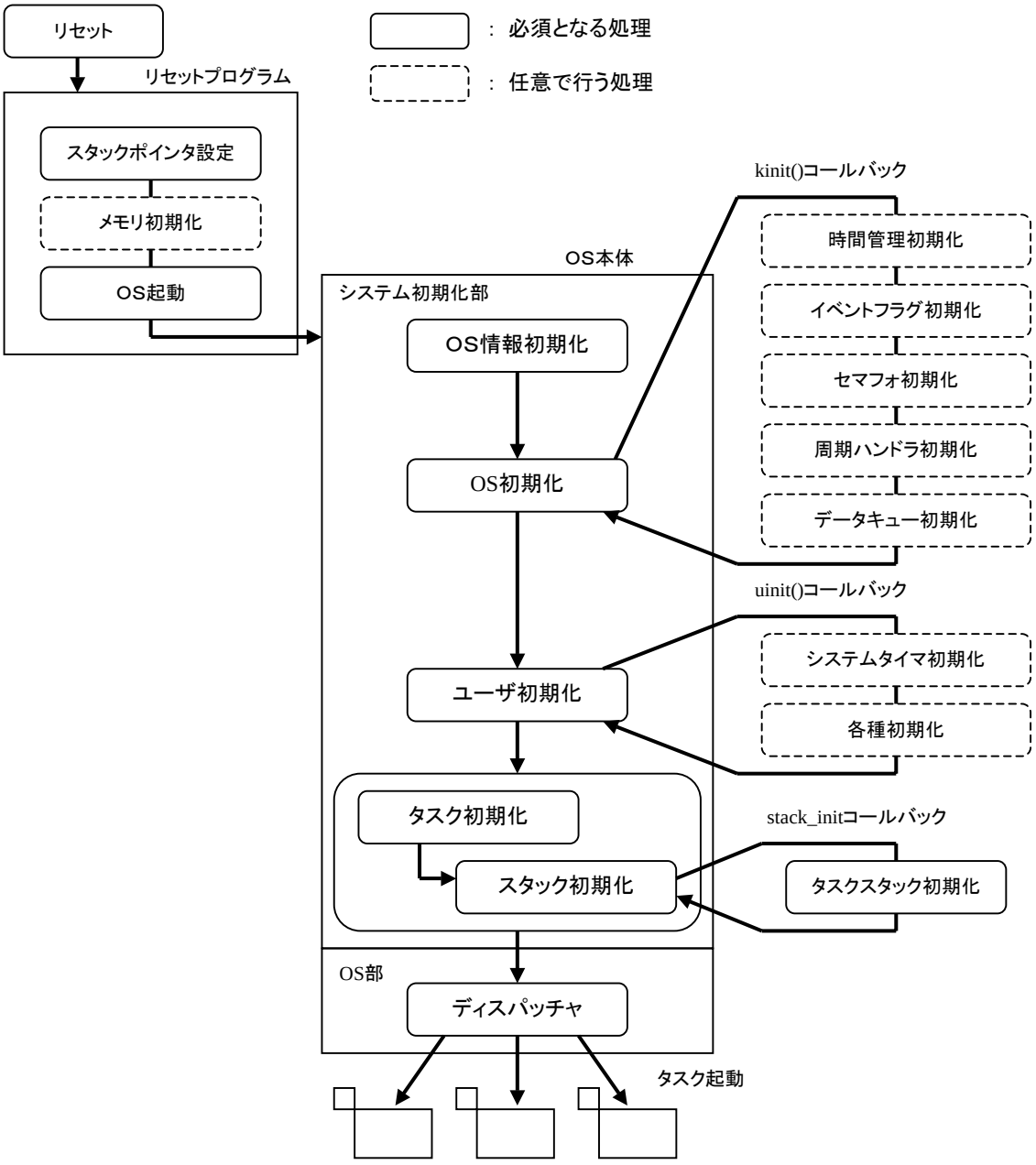


図5-2 システム起動時のフロー

5.2.2 初期化処理

(1) リセットプログラム

リセットプログラム(start.src)では以下の処理を行ってください。kinit コールバック、uinit コールバックは OS スタックを使用して実行されます。必要に応じてスタックエリアサイズを大きくしてください。

【解説】

① リセットプログラムでは slos.inc をインクルードしてください(必須)。
② OS スタックを定義します(必須)。
③ OS スタックを設定します(リセットベクタで設定しております)。
④ BSC(バスステートコントローラ)の設定します。
外部空間に RAM、I/O 等を接続する場合、ここで BSC 設定を行ってください。
⑤ メモリの初期化(セクション初期化、RAM チェック&クリア 等)を行ってください。
必須ではありません。必要に応じてユーザ任意で行ってください。
セクション初期化(_INITSCT)はデフォルトでコメントアウトしています。
セクション初期化(_INITSCT)の詳細はコンパイラマニュアルを参照ください。
⑥ OS を起動します(必須)。

リスト5-1 リセットプログラム(start.src)

```
    .INCLUDE "slos.inc"                                    … ①

            :

; ---------------------------------------
;         OS STACK                                       … ②
; ---------------------------------------
    .ALIGN  2
    .RES.B  H'100
_knl_sp:

    .SECTION P,code
; ---------------------------------------
;         START PROGRAM
; ---------------------------------------
_reset:
    MOV.L   #_knl_sp,R15     ; set SP                     … ③
; --- Memory initialize ------                           … ④
;
;    BSC initialize
;
;   MOV.L   #__INITSCT,R14                                 … ⑤
;   JSR     @R14             ; ROM to RAM copy, RAM erea clear
;   NOP
; ----------------------------
    MOV.L   #_slos_init,R14
    JMP     @_slos_init      ; call smalight-os           … ⑥
    NOP
;
```

os スタック _knl_sp は os 内部でも使用されます。シンボル名称は、変更しないでください。

(2) kinit コールバック

kinit コールバック(OS 初期化処理)では以下の処理を行ってください。

【解説】

① kinit コールバックを記述する場合は必ず slos.h をインクルードしてください。

② 時間管理の初期化

時間管理を使用する場合には初期化を行ってください。

時間管理の詳細は「5.5 時間管理」を参照ください。

③ イベントフラグの初期化

イベントフラグを使用する場合には初期化を行ってください。

イベントフラグの詳細は「5.6 イベントフラグ」を参照ください。

④ セマフォの初期化

セマフォを使用する場合には初期化を行ってください。

セマフォの詳細は「5.7 セマフォ」を参照ください。

⑤ 周期ハンドラの初期化

周期ハンドラを使用する場合には初期化を行ってください。

周期ハンドラの初期化の詳細は「5.9 周期ハンドラ」を参照ください。

⑥ データキューの初期化

時間管理を使用する場合には初期化を行ってください。

データキューの初期化の詳細は「5.8 データキュー」を参照ください。

リスト5-2 kinitコールバック(kinit.c)

```
#include "slos.h"                                                    … ①

          :

void kinit(void)
{
    /* initialize */

    /* systime initialize */                                        … ②
/*  systim_init(); */

    /* event flag initialize */                                     … ③
/*  evtflg_init();  */
/*  EVTFLG_ATTR((UB)1u, (EVFLG_TA_AND | EVFLG_TA_CLR | EVFLG_TA_TPRI));  */

    /* semphe initailize  */
/*  sem_init();                  */                                 … ④
/*  SEM_ATTR((UB)1u, 1, SEM_TA_TPRI);  */

    /* cyclic handler initialize  */
/*  cyc_init(); */
/*  CYC_ATTR((UB)1u, (CYC_TA_STA), cychdr1, 1000L); */              … ⑤
/*  CYC_ATTR((UB)2u, (CYC_TA_NON), cychdr2, 5000L); */

    /* data-que initialize  */
/*  dtq_init(); */
/*  DTQ_ATTR((UB)1u,(UB)DTQ_TA_TFIFO,(B)DTQ1_SIZE, knl_dtq1); */  … ⑥
/*  DTQ_ATTR((UB)2u,(UB)DTQ_TA_TPRI, (B)DTQ2_SIZE, knl_dtq2); */
}
```

(3) uinit コールバック

uinit コールバック(ユーザ初期化処理)では以下の処理を行ってください。

【解説】

① uinit コールバックを記述する場合は必ず slos.h をインクルードしてください。

② その他初期化。

周期タイマハンドラの初期化、ポート、システム資源などのその他初期化を行ってください(ユーザ任意)。

リスト5-3 uinitコールバック(user.c)

```
#include "slos.h"                                          … ①

          :

void uinit(void)
{
    /* initialize */                                       … ②

}
```

(4) stack_init コールバック

OS 初期化処理で呼び出さるコールバックです。stack_init コールバック(ユーザ初期化処理)では各タスクの開始アドレス等の情報を各タスクのスタックに格納する処理を行います。登録したタスク数分だけ発行されます。

5.3 タスク

タスクは C 言語で記述します。タスクの記述方法を以下に示します。

※ タスク関数は原則、永久ループで作成し、タスク関数を終了してはいけません。

【解説】

① タスクから OS サービスコールを発行する際は、必ず slos.h をインクルードしてください。
② タスク関数はレジスタを保証する必要がありません。#pragma noregsave を発行することでスタック使用量を削減できます。詳細は使用するコンパイラのマニュアルを参照ください。
③ 通常の関数同様、タスクの処理を記述します。
④ タスク関数は原則、永久ループで作成してください。
⑤ タスク関数は関数を抜けることができません。タスク関数の終了時には、slp_tsk サービスコールを発行して Waiting 状態にします。タスク関数の終了時の Waiting 状態を解除しないでください。タスク関数を抜けた場合の動作は保証されません。

リスト5-4 タスク記述方法

```
#include "slos.h"                          … ①

       :

#pragma noregsave(tsk01)                   … ②
void tsk01(void)                           … ③
{
    /* タスクの処理 */
    while(1) {                             … ④
        …
    }
    slp_tsk();                             … ⑤
}
```

5.4 割込みハンドラ

5.4.1 disp 無割込みハンドラ

disp 無割込みハンドラのフローを以下に示します。

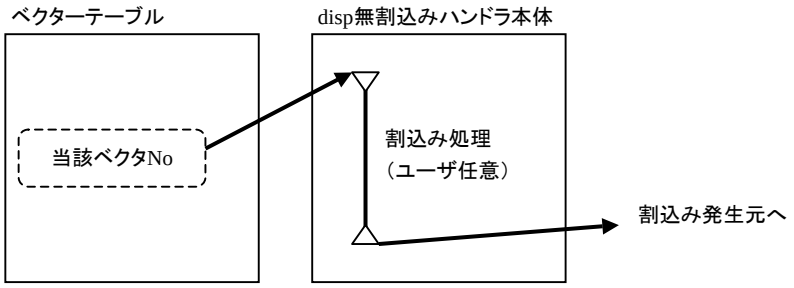


図5-3 disp無割込みハンドラのフロー

(1) disp 無割込みハンドラ本体

disp 無割込みハンドラ本体は C 言語で記述します。記述方法を以下に示します。

【解説】

① 使用する割込みスタックを用意します。割込みスタックの計算方法については「6.6.2 割込みスタック」を参照ください。

② 割込み関数を #pragma interrupt で割込み宣言します。スタックポインタの設定のみ行ってください。詳細は使用するコンパイラのマニュアルを参照ください。

③ 通常の関数同様、割込みハンドラの処理を記述します。disp 無割込みハンドラでは、OS サービスコールを発行してはいけません。

リスト5-5 disp無割込みハンドラ本体

```
/*
 * Normal Interrupt sample
 */
#define INT1_STACK_SIZE    0x40                                    … ①
#pragma section ints
B int1_stack[INT1_STACK_SIZE];
#pragma section
#pragma interrupt(intProc1(sp=int1_stack+INT1_STACK_SIZE))    … ②
void intProc1(void)                                            … ③
{
    /* disp 無割込みハンドラ本体 */
}
```

(2) ベクタテーブル

作成した割込み関数をベクタテーブルに登録します。詳細は「5.4.3 ベクタテーブル」を参照ください。

5.4.2 disp 有割込みハンドラ

disp 有割込みハンドラのフローを以下に示します。図中の点線(……)処理は、多重割込みの時、または、割込み発生元タスクの割込みマスクレベルが 0 以外(SR の I3-I0 ビット 0 以外)の時に実行されます。その場合、disp サービスコール発行によりディスパッチャへ制御が遷移せずに、割込み発生元に戻ります。

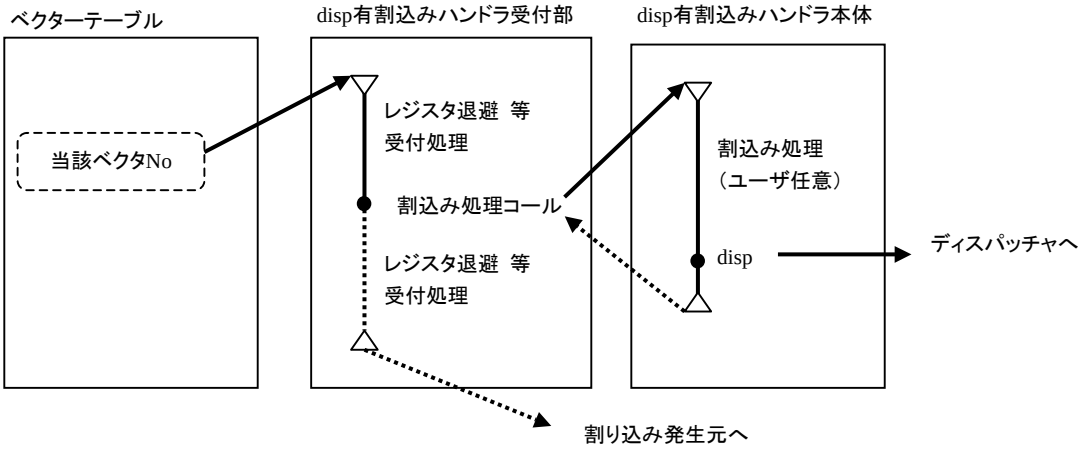


図5-4 disp有割込みハンドラのフロー

(1) disp 有割込みハンドラ本体

disp 有割込みハンドラ本体は C 言語で記述します。記述方法を以下に示します。

【解説】

① disp 有割込みハンドラ本体を記述する場合は必ず slos.h をインクルードしてください。
② disp 有割込みハンドラ本体の関数はレジスタを保証する必要がありません。#pragma noregsave を発行することでスタック使用量を削減できます。
③ disp 有割込みハンドラ本体の関数(intProc2)は callback_int コールバックです。関数名称はユーザ任意です。引数 mode は多重割込みフラグです。多重割込みフラグが 0 以外のとき、多重割込みであることを示します。
④ 割込み要因クリアなどの disp 有割込みハンドラ本体を記述します。
⑤ disp 有割込みハンドラ本体の最後で、disp サービスコールを発行します。それによりディスパッチャへ遷移します(但し、多重割込みの場合は割込み発生元に戻ります)。

リスト5-6 disp有割込みハンドラ本体

```
#include "slos.h"                                    … ①

       :

/*
 * return to dispatch
 */
#pragma noregsave(intProc2)                          … ②
void intProc2(H mode)                                … ③
{
    /* interrupt process */                          … ④

    disp(mode);                                      … ⑤
}
```

disp 有割込みハンドラで、GET_REG/SET_REG を行う際、コールバック callback_int の引数 mode を確認してから行うことを推奨します。mode が 0 以外のとき多重割込み中であることを示します。

リスト5-7 disp有割込みハンドラ本体(mode確認)

```
/*
 * return to dispatch
 */
#pragma noregsave(intProc2)
void intProc2(H mode)
{
    if(mode == 0) {
        /* 多重割込み中でない */
        /* GET_REG, SET_REG でタスク操作をしても安全 */
        /* (GET_REG, SET_REG は Running 状態のタスクには行なえません) */
    } else {
        /* 多重割込み中です */
        /* GET_REG, SET_REG でタスク操作を行なっても下位レベルの割込みで */
        /* 書き換えられる可能性があります */
        /* (GET_REG, SET_REG は Running 状態のタスクには行なえません) */
    }
    disp(mode);
}
```

(2) disp 有割込みハンドラ受付部

disp 有割込みハンドラ受付部はアセンブラで記述します。記述方法を以下に示します。

【解説】

① disp 有割込みハンドラ受付部を記述する場合は必ず slos.inc をインクルードしてください。
② disp 有割込みハンドラ本体を IMPORT(外部参照) します。
③ disp 有割込みハンドラ受付部を EXPORT(外部定義) します。
④ 割込みスタックを定義します。割込みスタックの計算方法については「6.6.2 割込みスタック」を参照ください。
⑤ INTPUSH マクロを使用して、レジスタの退避等を行います。
⑥ disp 有割込みハンドラ本体をコールします。
⑦ INTPOP マクロを発行します。

リスト5-8 disp有割込みハンドラ受付部

```
    .INCLUDE "slos.inc"                                          … ①
     :
; ---------------------------------------
;         IMPORT
; ---------------------------------------
    .IMPORT _intProc2                                            … ②
; ---------------------------------------
;         EXPORT
; ---------------------------------------
    .EXPORT _int2                                                … ③
    .SECTION Bints,data
; ---------------------------------------
;         SECTION
; ---------------------------------------
;
; ******* _int2stack *******
;
    .ALIGN  2                                                    … ④
    .RES.B  H'100
_int2stack:

    .SECTION P,code
; ---------------------------------------
;         INTERRUPTS
; ---------------------------------------
;
; ******* _int2 *******
;               Ex)Return to dispatch
_int2:
    INTPUSH  _int2stack        ; register save                   … ⑤
    MOV.L    #_intProc2,R14    ;
    JSR      @R14              ; call interrupt proc(no return)  … ⑥
    NOP                        ;
    INTPOP                     ; register load                   … ⑦
;
```

(3) ベクタテーブル

作成したdisp有割込みハンドラ受付部のシンボルをベクタテーブルに登録します。詳細は「5.4.3 ベクタテーブル」を参照ください。

5.4.3 ベクタテーブル

作成した割込み関数(あるいは割込みハンドラ受付部のシンボル)を該当するベクタ番号に登録します。下記の例ではベクタテーブルにシリアル受信割込みを追加した例を示します。リセットベクタにはリセットスタートプログラムのアドレスが設定されています。

リスト5-9 vector.c(ベクタの登録)

```
extern const void reset(void);
extern const void int2(void);

#pragma section vec
const CFP vec00 = reset;                    /* Power-on Reset PC */
const CFP vec01 = (CFP)&knl_sp;             /* Power-on Reset SP */
const CFP vec02 = reset;                    /* Manual Reset PC */
const CFP vec03 = (CFP)&knl_sp;             /* Manual Reset PC */
     :
     :
const CFP vec217 = int2;                       /* SCI_0:RXI_0 */
     :
     :
```

5.4.4 割込みスタックについて

同一レベルの割込みは、共通のスタックを使用しても問題ありません(disp無割込み、disp有割込み関係なく)。異なる割込みレベルの割込みスタックは割込みレベル毎に割込みスタックを確保する必要があります。割込みスタックの計算方法については「6.6.2 割込みスタック」を参照ください。

5.5 時間管理

5.5.1 時間管理の対象サービスコール

対象サービスコールは以下の通りです。

表5-1 時間管理関連サービスコール一覧

区分	サービスコール名称	説明
タスク管理関連	tslp_tsk	タスクの起床待ち(タイムアウト付き)
イベントフラグ	twai_flg(*1)	イベントフラグ待ち(タイムアウト付き)
セマフォ	twai_sem(*2)	セマフォの獲得(タイムアウト付き)
周期ハンドラ	sta_cyc (*3)	周期ハンドラの開始
	stp_cyc (*3)	周期ハンドラの停止
データキュー	trcv_dtq(*4)	データキューからの受信(タイムアウト付き)
	tsnd_dtq(*4)	データキューへの送信(タイムアウト付き)
時間管理	set_tim	システム時刻の設定
	get_tim	システム時刻の取得
	systim_init	時間管理の初期化
	slos_cycclic_timer	周期タイマ処理

(*1) イベントフラグの設定が必要となります。
(*2) セマフォの設定が必要となります。
(*3) 周期ハンドラの設定が必要となります。
(*4) データキューの設定が必要となります。

5.5.2 時間管理の初期化

（1）OS 定義ファイルの ”#define SYSTIME ” 行を有効にします(無効にする場合は、コメントアウトしてください)。

リスト5-10 時間管理の有効設定 (slos.def)

```
/*------ configuration define  ------------------*/
       :
#define SYSTIME
       :
```

（2）kinit コールバックに初期化関数 systime_init サービスコールを追加します(kinit のサンプルにはコメントアウトした状態で本初期化処理が記載されております)。

リスト5-11 時間管理の初期化(kinit.c)

```
void kinit(void)
{
    /* initailize */

    /* systime initailize */
    systim_init();
           :

}
```

（3）ユーザ任意の周期タイマハンドラにて、slos_cyclic_timerサービスコールを追加します。詳細は「5.10 周期タイマハンドラの初期化」を参照ください。

（4）ユーザプログラムにて"slos.h"をインクルードすることで、サービスコールの発行が可能です。

5.6 イベントフラグ

5.6.1 イベントフラグの対象サービスコール

対象サービスコールは以下の通りです。

表5-2 イベントフラグ関連サービスコール一覧

区分	サービスコール名称	説明
イベントフラグ	wai_flg	イベントフラグ待ち
	twai_flg(*1)	イベントフラグ待ち(タイムアウト付き)
	set_flg, iset_flg	イベントフラグの設定
	clr_flg	イベントフラグのクリア
	evtflg_init	イベントフラグの初期化
	EVTFLG_ATTR(*2)	イベントフラグの属性設定

(*1) 時間管理機能の設定が必要となります。
(*2) マクロです。

5.6.2 イベントフラグの初期化

（1）OS 定義ファイルの ”#define EVENTFLG” 行を有効にします(無効にする場合は、コメントアウトしてください)。

リスト5-12 イベントフラグの有効設定 (slos.def)

```
/*------ configuration define  -----------------*/
       :
#define EVENTFLG
       :
```

（2）kinit コールバックに初期化関数 evtflg_init サービスコール、EVTFLG_ATTR サービスコールを追加します(kinit のサンプルにはコメントアウトした状態で本初期化処理が記載されております)。

リスト5-13 イベントフラグの初期化(kinit.c)

```
void kinit(void)
{
          :
   /* event flag initialize */
    evtflg_init();
    EVTFLG_ATTR((UB)1u, (EVFLG_TA_AND | EVFLG_TA_CLR | EVFLG_TA_TPRI));
          :
}
```

（3）ユーザプログラムにて"slos.h"をインクルードすることによる、サービスコールの発行が可能です。

5.7 セマフォ

5.7.1 セマフォの対象サービスコール

対象サービスコールは以下の通りです。

表5-3 セマフォ関連サービスコール一覧

区分	サービスコール名称	説明
セマフォ	wai_sem	セマフォの獲得
	twai_sem(*1)	セマフォの獲得(タイムアウト付き)
	sig_sem, isig_sem	セマフォの返却
	sem_init	セマフォの初期化
	SEM_ATTR(*2)	セマフォの属性設定

(*1) 時間管理機能の設定が必要となります。
(*2) マクロです。

5.7.2 セマフォの初期化

（1）OS 定義ファイルの ”#define SEMAPHORE” 行を有効にします(無効にする場合は、コメントアウトしてください)。

リスト5-14 セマフォの有効設定 (slos.def)

```
/*------ configuration define  -----------------*/
       :
#define SEMAPHORE
       :
```

（2）kinit コールバックに初期化関数 sem_init サービスコール、SEM_ATTR サービスコールを追加します(kinit のサンプルにはコメントアウトした状態で本初期化処理が記載されております)。

リスト5-15 セマフォの初期化(kinit.c)

```
void kinit(void)
{
          :
    /* semphe initialize */
    sem_init();
    SEM_ATTR((UB)1u, 1, SEM_TA_TPRI);
          :
}
```

（3）ユーザプログラムにて"slos.h"をインクルードすることによる、サービスコールの発行が可能です。

5.8 データキュー

5.8.1 データキューの対象サービスコール

対象サービスコールは以下の通りです。

表5-4 データキュー関連サービスコール一覧

区分	サービスコール名称	説明
データキュー	rcv_dtq	データキューからの受信
	trcv_dtq(*1)	データキューからの受信(タイムアウト付き)
	snd_dtq, isnd_dtq	データキューへの送信
	tsnd_dtq(*1)	データキューへの送信(タイムアウト付き)
	fsnd_dtq, ifsnd_dtq	データキューへの強制送信
	dtq_init	データキューの初期化
	DTQ_ATTR(*2)	データキューの属性設定

(*1) 時間管理機能の設定が必要となります。
(*2) マクロです。

5.8.2 データキューの初期化

（1）OS 定義ファイルの” #define DATAQUE”行を有効にします(無効にする場合は、コメントアウトしてください)。

リスト5-16 データキューの有効設定 (slos.def)

```
/*------ configuration define  ------------------*/
       :
#define DATAQUE
       :
```

（2）kinit コールバックに初期化関数 dtq_init サービスコール、DTQ_ATTR サービスコールを追加します(kinit のサンプルにはコメントアウトした状態で本初期化処理が記載されております)。

リスト5-17 データキューの初期化(kinit.c)

```
/* -------- data que --------------- */
#define DTQ1_SIZE  1
#define DTQ2_SIZE  2
W knl_dtq1[DTQ1_SIZE];
W knl_dtq2[DTQ2_SIZE];

void kinit(void)
{
          :
    /* data-que initialize  */
    dtq_init();
    DTQ_ATTR((UB)1u, (UB)DTQ_TA_TFIFO, (B)DTQ1_SIZE, knl_dtq1);
    DTQ_ATTR((UB)2u, (UB)DTQ_TA_TPRI,  (B)DTQ2_SIZE, knl_dtq2);
          :
}
```

（3）ユーザプログラムにて"slos.h"をインクルードすることによる、サービスコールの発行が可能です。

5.9 周期ハンドラ

5.9.1 周期ハンドラの対象サービスコール

対象サービスコールは以下の通りです。

表5-5 周期ハンドラ関連サービスコール一覧

区分	サービスコール名称	説明
周期ハンドラ	sta_cyc (*1)	周期ハンドラの開始
	stp_cyc (*1)	周期ハンドラの停止
	cyc_init(*1)	周期ハンドラの初期化
	CYC_ATTR(*1) (*2)	周期ハンドラの属性設定
	CYC_CHG(*1) (*2)	周期ハンドラの起動周期変更
	callback_cychdr(*1) (*3)	周期ハンドラ本体

(*1) 時間管理機能の設定が必要となります。
(*2) マクロです。
(*3) コールバックルーチンです。

5.9.2 周期ハンドラの作成

周期ハンドラの記述方法を以下に示します。

【解説】
① 必ず slos.h をインクルードしてください。
② 周期ハンドラ本体の関数(cychdr1)は callback_cychdr コールバックです。関数名称はユーザ任意です。引数 cid は周期ハンドラ ID です。どの周期ハンドラ ID に割り当てられた周期ハンドラ関数かを判断することができす。
③ 周期ハンドラ処理を記述します。周期ハンドラ内では割込み部から発行可能なサービスコールを使用できます。

リスト5-18 周期ハンドラ記述方法

```
#include "slos.h"                              … ①

        :

void cychdr1(UB cid)                           … ②
{
        /* 周期ハンドラの処理 */                … ③
}
```

5.9.3 周期ハンドラの初期化

（1）OS定義ファイルの” #define CYC_HDR”行を有効にします(無効にする場合は、コメントアウトしてください)。周期ハンドラを使用する場合、時間管理の初期化が必須となります(詳細は初期化は「5.5.2 時間管理の初期化」を参照ください)。

リスト5-19 周期ハンドラの有効設定 (slos.def)

```
/*------ configuration define  -----------------*/
       :
#define CYC_HDR
       :
```

（2）kinitコールバックに初期化関数cyc_init サービスコール、CYC_ATTRサービスコールを追加します(kinitのサンプルにはコメントアウトした状態で本初期化処理が記載されております)。周期ハンドラを使用する場合、時間管理の初期化が必須となります(詳細は初期化は「5.5.2 時間管理の初期化」を参照ください)。

リスト5-20 周期ハンドラの初期化(kinit.c)

```
/* -------- cyclic handler -------- */
extern void cychdr1(UB cid);

void kinit(void)
{
          :
    /* cyclic handler initialize  */
    cyc_init();
    CYC_ATTR((UB)1u, (CYC_TA_NON), cychdr1, 1000L);
          :
}
```

（3）ユーザプログラムにて"slos.h"をインクルードすることによる、サービスコールの発行が可能です。

5.10　周期タイマハンドラの初期化

uinit コールバックに周期タイマハンドラに利用するタイマモジュールを初期化します。使用するタイマモジュールはユーザ任意です。初期化にて一定周期のタイマ割込みを発生させてください。

作成した周期タイマハンドラの周期時間をコンフィギュレーションファイルにて設定する必要があります。詳細は「6.4.3 周期タイマハンドラ周期時間の設定」を参照ください。

リスト5-21 周期タイマハンドラの初期化(user.c)

```
void uinit(void)
{
          :

    /* cyclic timer initialize */

          :
}
```

5.11　周期タイマハンドラの作成

「5.10 周期タイマハンドラの初期化」にて初期化したタイマモジュールの周期割込みを、disp有割込みハンドラとして登録します。disp有割込みハンドラの詳細は「5.4.2 disp有割込みハンドラ」を参照ください。作成したdisp有割込みハンドラにて、slos_cyclic_timerサービスコールを発行します。割込み要因クリア等の処理が必要となります。

リスト5-22 周期タイマハンドラの例(user.c)

```
/*
 * timer handler
 */
#pragma noregsave(intTim)
void intTim(H mode)
{
    /* 割込み要因クリア等の処理  */

    slos_cyclic_timer();

    disp(mode);
}
```

※ 本サンプルをコメントアウトした状態で user.c に記載しております。

6. 構築

6.1 ファイル･ディレクトリ構成と操作

以下に Smalight OS インストール後の主要なファイル構成を示します。インストールパスはデフォルト("<システムドライブ>:¥smalight")を想定しています。

表6-1 ファイル･ディレクトリ構成

ディレクトリ／ファイル	説明
〈Smalight 〉	—
├ 〈os〉	OS 格納
│ └ 〈SH2_v*vvv*s〉	SH-2 用
│ ├ 〈sample〉	サンプルプログラム格納
│ └ 〈shc_v904〉	SH コンパイラ V9.00.4a 用
│ ├ slos.hws	High-performance Embedded Workshop ワークスペースファイル
│ ├ 〈smalight〉	ワークスペース情報格納
│ │ ├ 〈obj_*xxxxx*〉	ロードモジュール生成(*.abs, *.mot, *.map 等)
│ │ └ 〈lib_slos_*xxxxx*〉	Smalight OS ライブラリ生成･格納(*.lib)
│ ├ 〈smalight-os〉	Smalight OS 格納
│ │ ├ config.c	コンフィギュレーションファイル
│ │ ├ idle.c	アイドル処理
│ │ ├ kinit.c	OS 初期化処理
│ │ ├ slos.def	OS 定義ファイル
│ │ ├ slos.h	OS ヘッダ
│ │ ├ slos.inc	OS ヘッダ〈ASM〉
│ │ ├ stackini.c	タスクスタック初期化処理
│ │ ├ start.src	リセットプログラム
│ │ └ 〈sys〉	Smalight OS 本体ソース
│ └ 〈source〉	ユーザアプリケーション格納
│ ├ int.src	disp 有割込みハンドラ受付処理〈ASM〉
│ ├ reg.h	レジスタヘッダ(CPU 固有情報)
│ ├ user.c	ユーザプログラム
│ ├ vector.c	ベクタテーブル(CPU 固有情報)
│ └ 〈*yyyy*〉	各 CPU 毎の vector.c reg.h を格納
│ ├ reg.h	レジスタヘッダ(CPU 固有情報)
│ └ vector.c	ベクタテーブル(CPU 固有情報)
└ 〈doc〉	マニュアル格納

vvv : バージョン／リビジョン
xxxxx : sh2_big=SH2(bigエンディアン)用、sh2_lit=SH2(littleエンディアン)用
yyyy: CPU名称(7047=SH7047 用、ex 7125= SH/7125 用, 7144=SH7144 用 etc)

<source>ディレクトリ下のreg.h、及び、verctor.cは使用するデバイスのレジスタ、ベクタテーブルでない場合があります。使用するデバイスを示す<source>¥<*yyyy*>から<source>へコピーしてください。

6.2 構築手順

構築手順を以下に示します。

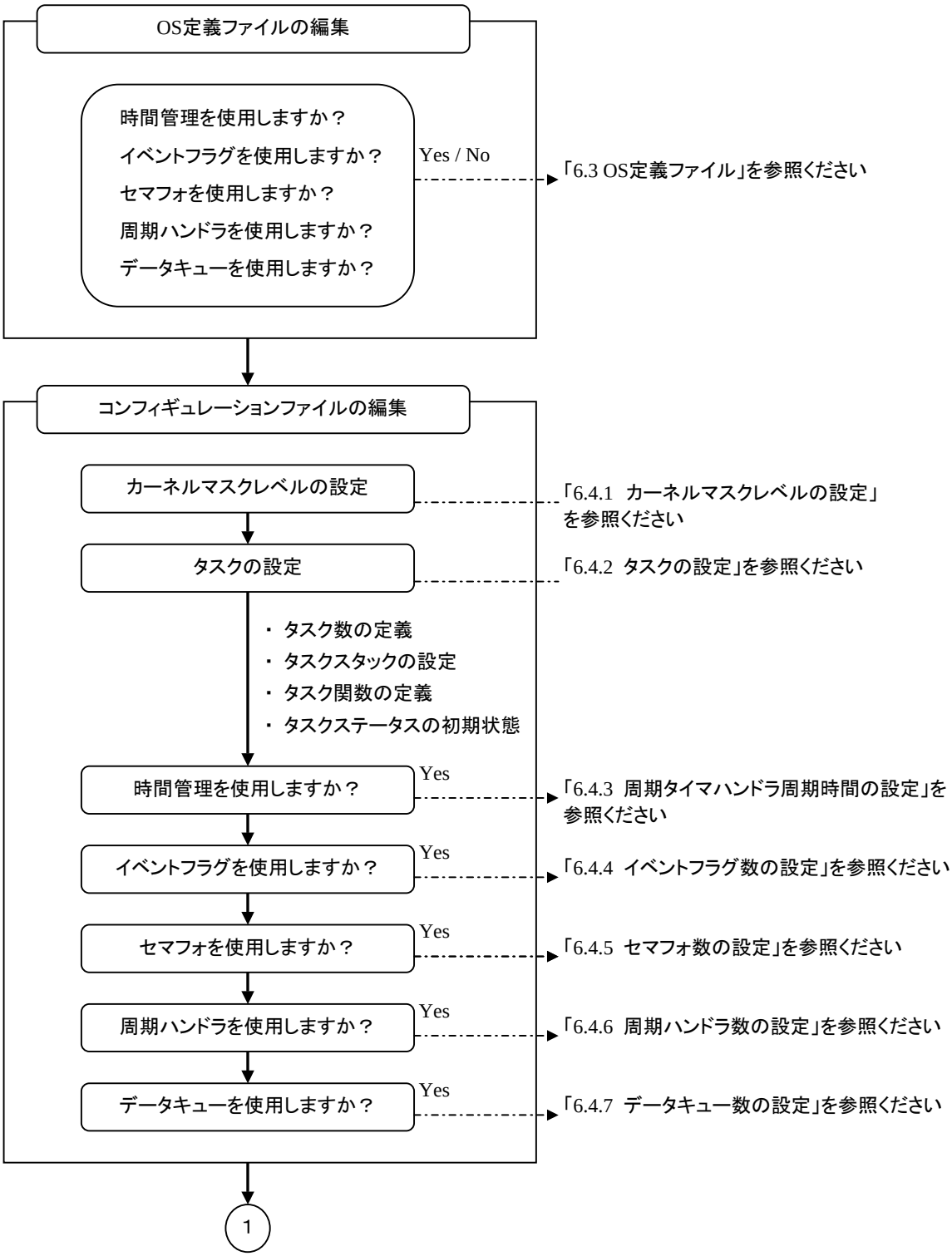


図6-1 構築手順①

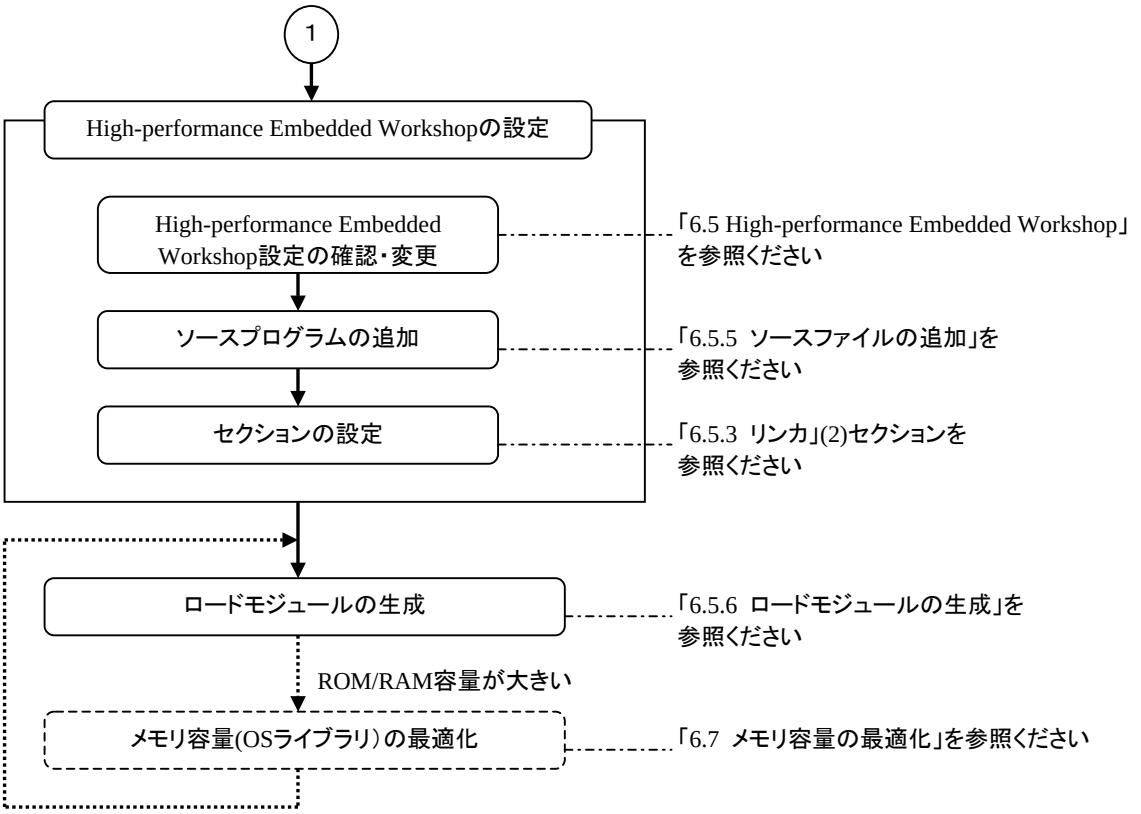

1
High-performance Embedded Workshopの設定
High-performance Embedded Workshop設定の確認・変更
ソースプログラムの追加
セクションの設定
「6.5 High-performance Embedded Workshop」を参照ください
「6.5.5 ソースファイルの追加」を参照ください
「6.5.3 リンカ」(2)セクションを参照ください
ロードモジュールの生成
「6.5.6 ロードモジュールの生成」を参照ください
ROM/RAM容量が大きい
メモリ容量(OSライブラリ)の最適化
「6.7 メモリ容量の最適化」を参照ください

図6-2 構築手順②

6.3 OS 定義ファイル

OS 定義ファイルでは、各機能の有効、無効設定を行います。設定可能な機能は、イベントフラグ、セマフォ、時間管理、周期ハンドラ、データキューです。無効に設定した場合、その機能は一切使用できなくなります。

無効にした場合、コンフィギュレーションファイル(config.c)の設定内容は無効となります。また、OS 初期化処理(kinit.c)に無効にした機能の初期化処理を記載してはいけません。その場合、ビルドでリンクエラーが発生します。

【解説】

① #define EVENTFLG
有効にするとイベントフラグの機能が有効となります。使用しない場合、コメントアウトしてください。

② #define SEMAPHORE
有効にするとセマフォが有効となります。使用しない場合、コメントアウトしてください。

③ #define SYSTIME
有効にすると時間管理が有効となります。使用しない場合、コメントアウトしてください。

④ #define CYC_HDR
有効にすると周期ハンドラが有効となります。使用しない場合、コメントアウトしてください。

⑤ #define DATAQUE
有効にするとデータキューが有効となります。使用しない場合、コメントアウトしてください。

リスト6-1 OS定義ファイルの設定(slos.def)

```
/*------ configuration define  ------------------*/
//#define EVENTFLG                                          … ①
//#define SEMAPHORE                                         … ②
//#define SYSTIME                                           … ③
//#define CYC_HDR                                           … ④
//#define DATAQUE                                           … ⑤
```

6.4 コンフィギュレーションファイル

6.4.1 カーネルマスクレベルの設定

コンフィギュレーションファイルでカーネルマスクレベルを設定してください。

【解説】

① カーネルマスクレベル:KNL_MSK_LEVEL

カーネルマスクレベルを設定してください。設定したカーネルマスクレベルによりOS動作中の割込みマスクが決定します。

リスト6-2 カーネルマスクレベルの設定(config.c)

```
/*------ Kernel Mask ----------------------------------------*/
#define KNL_MSK_LEVEL       14u     /* kenel mask level(1-15) */          … ①
```

表6-2 カーネルマスクレベル設定①

カーネルマスクレベル	設定内容
15	OS動作中の割込みマスクを15に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを1111に設定)
14	OS動作中の割込みマスクを15に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを1110に設定)
13	OS動作中の割込みマスクを13に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを1101に設定)
12	OS動作中の割込みマスクを12に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを1100に設定)
11	OS動作中の割込みマスクを11に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを1011に設定)
10	OS動作中の割込みマスクを10に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを1010に設定)
9	OS動作中の割込みマスクを9に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを1001に設定)
8	OS動作中の割込みマスクを8に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを1000に設定)
7	OS動作中の割込みマスクを7に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを0111に設定)
6	OS動作中の割込みマスクを6に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを0110に設定)
5	OS動作中の割込みマスクを5に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを0101に設定)
4	OS動作中の割込みマスクを4に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを0100に設定)
3	OS動作中の割込みマスクを3に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを0011に設定)
2	OS動作中の割込みマスクを2に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを0010に設定)
1	OS動作中の割込みマスクを1に設定します(SRレジスタのI3-0ビットを0001に設定)

6.4.2 タスクの設定

コンフィギュレーションファイルでタスクの設定をしてください。設定項目を以下に示します。

- タスク数の定義
- タスクのスタックサイズの定義
- タスクスタックの実体の定義
- タスクスタックの終端アドレスの定義
- タスク関数の定義
- タスクステータスの初期状態

【解説】

② タスク数:KNL_TCB_NUM
タスク数を設定してください。設定値は 1～127 まで指定できます。

③ プライオリティタスクの数:KNL_TCB_PRI_NUM
プライオリティタスクの数を設定してください。設定値は 0～KNL_TCB_NUM です。
ローテーションタスクの数は、KNL_TCB_NUM － KNL_TCB_PRI_NUM で決定します。

④ タスク毎のスタックサイズ:TCBx_SIZE
タスク毎のスタックサイズを設定してください。タスク数用意してください。タスクのスタックサイズ算出方法は「6.6.1 タスクスタック」を参照ください。

⑤ タスク毎のスタック領域:tcb_stackx
タスク毎のスタック領域の実態が用意されます。タスク数用意してください。

⑥ タスク毎のスタックポインタ初期値:TCBspInit
タスク毎のスタックポインタ初期値を設定します。タスク数用意してください。

リスト6-3 タスクの設定①(config.c)

```
/*------ TCB Number ----------------------------------------*/
#define KNL_TCB_NUM         3                                          … ②
#ifdef KNL_BB_PRIORITY
#define KNL_TCB_PRI_NUM     1                                          … ③
#endif
/*------ TCB Stack Size ------------------------------------*/
#define TCB1_SIZE       0x120u                                         … ④
#define TCB2_SIZE       0x120u
#define TCB3_SIZE       0x120u

#pragma section ustack
W tcb_stack1[(TCB1_SIZE/(UH)sizeof(W))];                               … ⑤
W tcb_stack2[(TCB2_SIZE/(UH)sizeof(W))];
W tcb_stack3[(TCB3_SIZE/(UH)sizeof(W))];

#pragma section
/*------ TCB Stack addr ------------------------------------*/
const TCBSP TCBspInit[KNL_TCB_NUM] = {                                 … ⑥
  {  &tcb_stack1[TCB1_SIZE/(UH)sizeof(W)]  },       /* TCB1 */
  {  &tcb_stack2[TCB2_SIZE/(UH)sizeof(W)]  },       /* TCB2 */
  {  &tcb_stack3[TCB3_SIZE/(UH)sizeof(W)]  }        /* TCB3 */
};
```

⑦ タスク毎の開始アドレス:TCBaddrInit
タスク毎の開始アドレスを設定します。関数の場合、外部参照の定義が必要です。タスク数用意してください。

⑧ タスク毎の初期タスク状態:TCBstInit
タスク毎の初期タスク状態を設定します。設定できる初期状態は、Ready 状態(CTCB_ST_RDY)、及び、Waiting 状態(起床待ち:CTCB_ST_SLP)のみです。タスク数用意してください。Waiting 状態で初期登録したタスクは wup_tsk、または iwup_tsk サービスコールにより起床させます。

リスト6-4 タスクの設定②(config.c)

```
/*------ TCB Start addr Init ----------------------------------*/
/*** Refer to exterior ***/
        extern void tsk01(void);                    /* TCB1   */
        extern void tsk02(void);                    /* TCB2   */
        extern void tsk03(void);                    /* TCB3   */
/*** Table for start addr init ***/

const TCBADDR TCBaddrInit[KNL_TCB_NUM] = {                          … ⑦
  { tsk01    },                                     /* TCB1   */
  { tsk02    },                                     /* TCB2   */
  { tsk03    }                                      /* TCB3   */
};

/*------ TCB Status Init ---------------------------------------*/
/*
 * Task status Init : CTCB_ST_RDY | CTCB_ST_SLP | ...
 *                   ("slos.h" Refer to for details.)
 */
const UB TCBstInit[KNL_TCB_NUM] = {                                 … ⑧
    CTCB_ST_RDY,                                    /* TCB1   */
    CTCB_ST_RDY,                                    /* TCB2   */
    CTCB_ST_RDY                                     /* TCB3   */
};
```

6.4.3 周期タイマハンドラ周期時間の設定

コンフィギュレーションファイルで周期タイマハンドラ周期時間を設定してください。

【解説】

⑨ 周期タイマハンドラ周期時間:SYSTIM_CYCLIC_TIM
単位はmsecです。周期タイマハンドラはユーザ任意作成する必要があります。詳細は「5.10 周期タイマハンドラの初期化」「5.11 周期タイマハンドラの作成」を参照ください。

リスト6-5 周期タイマハンドラ周期時間の設定例(config.c)

```
/*------ SYSTEM TIME ----------------------------------------*/
#ifdef SYSTIME
#define SYSTIM_CYCLIC_TIM   250L          /* systim time(msec) */          … ⑨
#endif
```

6.4.4 イベントフラグ数の設定

コンフィギュレーションファイルでイベントフラグ数を設定してください。

【解説】

⑩ イベントフラグの数:EVFLG_NUM
イベントフラグ数を設定ください。設定値は 1～127 まで指定できます。イベントフラグ ID は 1,2,...n までとなります。

リスト6-6 イベントフラグ数の設定(config.c)

```
/*------ EVENTFLG -------------------------------------------*/
#ifdef EVENTFLG
#define EVFLG_NUM      1                  /* FLG Number        */          … ⑩
#endif
```

6.4.5 セマフォ数の設定

コンフィギュレーションファイルでセマフォ数を設定してください。

【解説】

⑪ セマフォの数:SEM_NUM
セマフォ数を設定ください。設定値は 1～127 まで指定できます。セマフォ ID は 1,2,...n までとなります。

リスト6-7 セマフォ数の設定(config.c)

```
/*------ SEMAPHORE ------------------------------------------*/
#ifdef SEMAPHORE
#define SEM_NUM         1                   /* Semaphore Number  */          … ⑪
#endif
```

6.4.6 周期ハンドラ数の設定

コンフィギュレーションファイルで周期ハンドラ数を設定してください。

【解説】

⑫ 周期ハンドラの数:CYC_NUM
周期ハンドラ数を設定ください。設定値は 1～127 まで指定できます。周期ハンドラ ID は 1,2,...n までとなります。

リスト6-8 周期ハンドラ数の設定(config.c)

```
/*------ CYCLIC HANDLER -------------------------------------*/
#ifdef CYC_HDR
#define CYC_NUM         1                   /* Cyclic Handler    */          … ⑫
#endif
```

6.4.7 データキュー数の設定

コンフィギュレーションファイルでデータキュー数を設定してください。

【解説】

⑬ データキューの数:DTQ_NUM
データキュー数を設定ください。設定値は 1～127 まで指定できます。データキューID は 1,2,...n までとなります。

リスト6-9 データキュー数の設定(config.c)

```
/*------ DATAQUE ------------------------------------------*/
#ifdef DATAQUE
#define DTQ_NUM         1               /* DTQ Number       */         … ⑬
#endif
```

6.5 High-performance Embedded Workshop

Smalihgt OSはHigh-performance Embedded Workshopワークスペースで提供されます。ワークスペースファイル slos.hwsをオープンしてください。ワースペースとプロジェクトの詳細は「表 2-4 High-performance Embedded Workshopワークスペース、プロジェクト一覧」を参照ください。

以下、ワースペースに含まれる"u-ap"プロジェクトのコンパイル時の設定について説明します。また、説明されない詳細な設定については、付属ワークスペースの設定をご確認ください。操作方法の詳細はご使用の High-performance Embedded Workshop マニュアルを参照ください。

6.5.1 C コンパイラ

以下に示すインクルードファイルディレクトリの設定が必要です（デフォルトで設定済みです）。操作方法の詳細はご使用の High-performance Embedded Workshop マニュアルを参照ください。

表6-3 Cコンパイラ インクルードファイルディレクトリの設定

インクルードディレクトリ	説明
$(WORKSPDIR)¥smalight-os	Smalight OSのヘッダファイル格納

以下に示すマクロ定義がデフォルトで設定済みです。V2 では、__EVENTFLG, __SEMAPHORE, __SYSTIME 等の-define 設定がありましたが、V3 から本設定は、High-performance Embedded Workshop 設定から slos.def ファイルでの設定に変更になりました。

表6-4 Cコンパイラ マクロ定義の設定

define	Value	説明
SLOS_VERSION	vvrr	Smalight OSのバージョン・リビジョンを定義します。

6.5.2 アセンブラ

以下に示すインクルードファイルディレクトリの設定が必要です（デフォルトで設定済みです）。操作方法の詳細はご使用の High-performance Embedded Workshop マニュアルを参照ください。

表6-5 アセンブラ インクルードファイルディレクトリの設定

インクルードディレクトリ	説明
$(WORKSPDIR)¥smalight-os	Smalight OSのヘッダファイル格納

6.5.3 リンカ

(1) 入力ライブラリ

以下に示す入力ライブラリの設定が必要です（デフォルトで設定済みです）。操作方法の詳細はご使用の High-performance Embedded Workshop マニュアルを参照ください。

表6-6 リンカ 入力ライブラリの設定

入力ライブラリ	説明
$(PROJDIR)¥lib_slos_*xxxx*¥smalight-os.lib	Smalight Oのライブラリ

xxxxx : sh2_big=SH2(bigエンディアン)用、sh2_lit=SH2(littleエンディアン)用

(2) セクション

デフォルトで以下のセクションが設定されております。デバイスに合わせてセクションアドレスを設定してください。また、セクション構成に変更がある場合は、ユーザの責任でセクション情報を変更してください。操作方法の詳細はご使用の High-performance Embedded Workshop マニュアルを参照ください。

表6-7 セクション名

区分	セクション名	説明
ROM	Cvec	ベクタ
	Posver	OSバージョン情報
	Psmalightos	OSプログラム
	Csmalightos	
	P	ユーザプログラム
	C	
	D	
	C$DSEC	_INITSCT用
	C$BSEC	_INITSCT用
RAM	BsmalightosW	OSワーク領域
	BsmalightosH	
	BsmalightosB	
	Boss	OSスタック
	Bustack	ユーザスタック
	Bints	割込み用スタック
	B	ユーザワーク領域（初期化無変数)
	R	ユーザワーク領域（初期化有変数)

6.5.4 標準ライブラリ

以下に示す標準ライブラリを組み込む必要があります（デフォルトで設定済みです）。操作方法の詳細はご使用の High-performance Embedded Workshop マニュアルを参照ください。

表6-8 標準ライブラリの設定

標準ライブラリ	説明
string.h	文字列操作ライブラリ

6.5.5 ソースファイルの追加

作成したアプリケーションのソースファイル（C ソース、ASM ソース）を、High-performance Embedded Workshop に登録します。操作方法の詳細はご使用の High-performance Embedded Workshop マニュアルを参照ください。

6.5.6 ロードモジュールの生成

High-performance Embedded Workshop にてビルドしてください。操作方法の詳細はご使用の High-performance Embedded Workshop マニュアルを参照ください。

6.6 スタック使用量の算出

6.6.1 タスクスタック

タスクのスタックサイズの計算方法について説明します。スタックサイズは各関数毎のスタックサイズと関数のネストが関係します。下記に関数のスタック計算方法を示します。

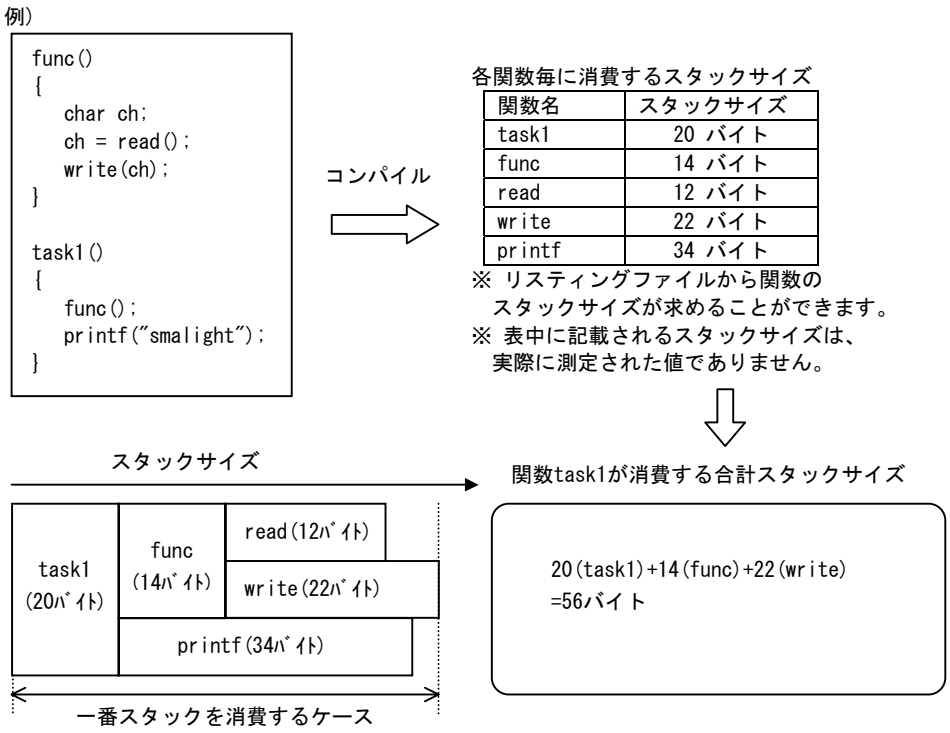


図6-3 関数のスタック計算方法

そこに OS 使用時のタスク最低スタックサイズを加算したものが、タスクスタックとして必要なサイズとなります。タスク最低スタックサイズとは、タスク実行中の割込み受け付けに必要なスタックサイズ、及び、サービスコール発行に必要なスタックサイズを考慮したものです。タスク最低スタックサイズは 168 バイト(サービスコールによるレジスタ退避分 84 バイト＋disp 有割込みハンドラによるスタック使用 84 バイト)です。

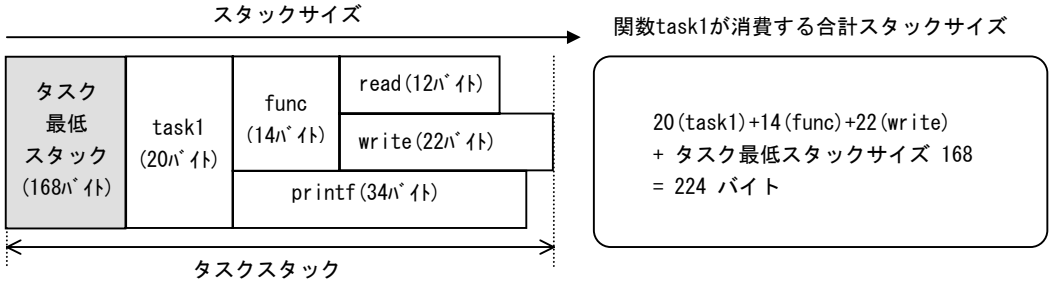


図6-4 タスクのスタック計算方法

6.6.2 割込みスタック

(1) disp 無割込みハンドラ

disp 無割込みハンドラの実装は#pragma interrupt を使用するため、割込み関数のスタックサイズを求めてください。

(2) disp 有割込みハンドラ

disp 有割込みハンドラのスタックについて説明します。下記は、disp 有割込み発生からディスパッチャへ制御を移すまでのスタック切り替えタイミングです。

① 割込み発生時のレジスタ退避は、割込み発生元のタスクスタック(アイドル状態の時は OS スタック)に退避されます。INTPUSH サービスコールでレジスタ退避、割込みスタックへのスタック切り替えを行います。INTPUSH 内部で、割込みスタックを 4 バイト使用します。
② disp 有割込みハンドラ本体(callback_int)は、割込みスタックを使用して処理されます。
③ disp サービスコールを発行すると OS スタックにスタック切り替えします。disp サービスコールを発行しない場合は、disp 有割込みハンドラ本体(callback_int)から、割込みの受付けにリターンし、INTPOP によりタスクスタックにスタック切り替えし、割込み発生元に戻ります。

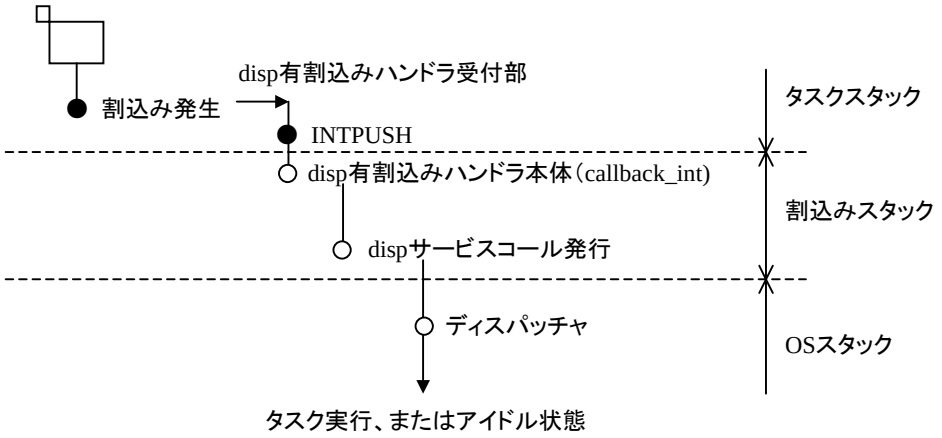


図6-5 disp有割込みハンドラのスタック切り替えタイミング

disp 有割込みスタックのスタックサイズは、disp 有割込みハンドラ本体(callback_int)で使用するスタックサイズ＋4 バイトとなります。但し、disp 有割込みハンドラ処理中に上位レベルの割込みを受け付ける場合は、その分の割込みスタックを確保してください。

6.6.3 OS スタック

OS スタックは OS 動作中に使用されます。start.src にてデフォルトで設定される OS スタック初期値のままで問題ありません。

但し、kinit コールバックルーチン、uinit コールバックルーチン、stack_init コールバックルーチン、idle コールバックルーチンは、OS スタックで呼び出されます。その処理中に設定値以上のスタックを使用する場合は、コンフィギュレーションファイルの OS スタック設定値を変更する必要があります。

6.7 メモリ容量の最適化

6.7.1 OS ライブラリ

デフォルトでは、以下のサービスコールが使用可能です。アプリケーションから呼び出されたサービスコールの機能のみが OS ライブラリから選択されて、最適化したロードモジュールを生成します。アプリケーションで使用しない OS の機能は生成したロードモジュールには含まれないため、ROM/RAM 容量を節約することができます。

時間管理、イベントフラグ、セマフォ、周期ハンドラ、データキューに関するサービスコールは「5.5 時間管理」「5.6 イベントフラグ」「5.7 セマフォ」「5.9 周期ハンドラ」「5.8 データキュー」に従って設定することにより、各々の機能が使用できるようになります。

表6-9 デフォルトで使用可能なサービスコール

区分	サービスコール名称	説明
タスク管理関連	slp_tsk	タスクの起床待ち
	wup_tsk, iwup_tsk	タスクの起床
	rot_rdq, irot_rdq	タスクのローテーション
	sus_tsk, isus_tsk	他タスクのサスペンド
	rsm_tsk, i rsm_tsk	サスペンドの解除
割込み関連	INTPUSH(*1)	disp有割込み発生時のレジスタ退避
	INTPOP(*1)	disp有割込み処理の終了とレジスタ復帰
	disp	disp有割込みハンドラをディスパッチして終了
	callback_int(*3)	disp有割込みハンドラ本体
その他の初期化	slos_init	OSの起動
	kinit(*3)	OS初期化処理
	uinit(*3)	ユーザ初期化処理
	stack_init(*3)	タスクスタックの初期化
その他	idle(*3)	アイドル処理
スタック操作	GET_REG(*2)	ユーザタスクのスタックからのレジスタ参照
	SET_REG(*2)	ユーザタスクのスタックのレジスタ設定

(*1) アセンブラマクロです。
(*2) マクロです。
(*3) コールバックルーチンです。

6.7.2 OS ライブラリのリビルド

構築情報を変更してOSライブラリを再構築(リビルド)することにより、OSライブラリのROM/RAM容量を最適化することが可能です。構築情報は、slos.hに含まれます。不要な機能をコメントアウトして再構築(リビルド)してください。以下にslos.hに含まれる構築情報について説明します。

① プライオリティタスクの要否:KNL_BB_PRIORITY
プライオリティタスクが不要なシステムではコメントアウトして再構築してください。デフォルトではプライオリティタスクを使用します。
② ウェイクアップカウントの要否:KNL_BB_WUPCNT
ウェイクアップカウント(タスク起床要求の記憶機能)が不要なシステムではコメントアウトして再構築してください。デフォルトで当該機能はライブラリに含まれます。
ウェイクアップカウント(タスク起床要求の記憶機能)は、V3から追加された機能です。V2ベースのアプリケーションをV3からへ移植する場合、タスク管理slp_tsk, wup_tskの動作が変わる可能性があります。本機能を無効にすることでV2ベースのタスク管理slp_tsk, wup_tskになります。
③ 時間管理機能の要否:KNL_BB_SYSTIME
時間管理機能が不要なシステムではコメントアウトして再構築してください。デフォルトで当該機能は、ライブラリに含まれます。本機能を外すことで周期ハンドラ機能も外されます。
④ 周期ハンドラの要否:KNL_BB_CYCHDR
周期ハンドラが不要なシステムではコメントアウトして再構築してください。デフォルトで当該機能はライブラリに含まれます。
⑤ イベントフラグの要否:KNL_BB_EVTFLG
イベントフラグが不要なシステムではコメントアウトして再構築してください。デフォルトで当該機能はライブラリに含まれます。
⑥ セマフォの要否:KNL_BB_SEMAPHORE
セマフォが不要なシステムではコメントアウトして再構築してください。デフォルトで当該機能はライブラリに含まれます。
⑦ データキューの要否:KNL_BB_DATAQUE
データキューが不要なシステムではコメントアウトして再構築してください。デフォルトで当該機能はライブラリに含まれます。

リスト6-10 構築情報(slos.h)

```
/*------ Bulliding block---------------------*/
#define KNL_BB_PRIORITY                                    … ①
#define KNL_BB_WUPCNT                                      … ②
#define KNL_BB_SYSTIME                                     … ③
#ifdef KNL_BB_SYSTIME
#define KNL_BB_CYCHDR                                      … ④
#endif
#define KNL_BB_EVTFLG                                      … ⑤
#define KNL_BB_SEMAPHORE                                   … ⑥
#define KNL_BB_DATAQUE                                     … ⑦
```

以下にプライオリティタスクを使用しない場合の設定です。リストの様にコメントアウトしてから、OS ライブラリを再構築(リビルド)してください。

リスト6-11 構築情報の変更(slos.h)

```
/*------ Bulliding block---------------------*/
/* #define KNL_BB_PRIORITY */
#define KNL_BB_WUPCNT                                          … ②
#define KNL_BB_SYSTIME                                         … ③
#ifdef KNL_BB_SYSTIME
#define KNL_BB_CYCHDR                                          … ④
#endif
#define KNL_BB_EVTFLG                                          … ⑤
#define KNL_BB_SEMAPHORE                                       … ⑥
#define KNL_BB_DATAQUE                                         … ⑦
```

6.8 トレースを有効にする

トレース機能はデフォルトでは使用できません。トレース機能はOSライブラリの再構築することで自動的に取得できます。トレース機能を有効にする手順は以下の通りです。

6.8.1 OS ライブラリの再構築

(1) 時間管理の有効・無効設定(slos.def の #define SYSTIM 定義)を決定し、設定します。

(2) プロジェクト"smalight-os"をアクティブプロジェクトに設定します。ビルドの構成から使用する OS ライブラリを選択してください。

(3) C コンパイラオプションのマクロ定義で"KNL_TRACE"を設定します。

(4) トレース定義ファイル(knl_trca.h)にてトレース領域のサイズを設定します。

リスト6-12 トレース領域のサイズ設定(knl_trca.h)

```
      :

/*------ Trace Area Size ---------------------*/
#define KNL_TRC_BSIZE         0x400L

      :
```

トレース領域に確保できるエントリー数:Nの計算方法は以下の通りです。トレースフォーマットの詳細は「付録H トレース情報」を参照してください。

N= (KNL_TRC_BSIZE - 4) / sizeof(KNL_TRCTBL)
※ Nが 0 となる設定はNGです。

注意事項 ： OS ライブラリを再構築するとき、時間管理機能の有効・無効(slos.def の #define SYSTIM 定義)設定が影響します。時間管理機能の有効・無効設定を変更した場合、OS ライブラリのビルドを再度行なう必要があります。

6.8.2 アプリケーションプロジェクトの設定

(1) プロジェクト"u-ap"をアクティブプロジェクトに設定し、アプリケーションプロジェクトに戻ります。

(2) リンカオプションのセクション定義にて、"BsmalightTrace"を RAM エリアに追加します。

7. サンプルプログラム

各種機能を使用したシンプルなサンプルプログラムを用意しました。各種機能の動作確認や、サービスコールのパラメータ指定(コーディング方法)の確認などにご利用ください。

表7-1 サンプルプログラム一覧

No	ディレクトリ名	内容	備考
1	<smalight>¥os¥SH2_v*vvv*s¥sample¥flg	イベントフラグの使用例	
2	<smalight>¥os¥SH2_v*vvv*s¥sample¥sem	セマフォの使用例	
3	<smalight>¥os¥SH2_v*vvv*s¥sample¥dtq	データキューの使用例	
4	<smalight>¥os¥SH2_v*vvv*s¥sample¥cyc	周期ハンドラの使用例	(*1)

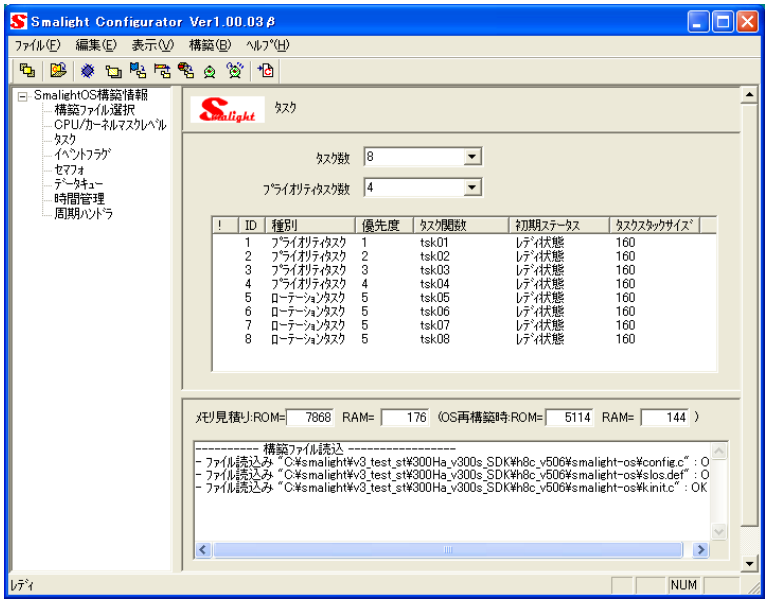
vvv: バージョン／リビジョン

(*1) 周期タイマハンドラを用意する必要があります(ユーザ任意)。

8. コンフィギュレータ

Smalight OS V3 から、GUI ベースの構築支援ツール「Smalight Configurator」をサポートしました。本ツールを使用することで「OS 資源の初期化(kinit.c)」、「OS 定義ファイル(slos.def)」、「コンフィギュレーションファイルの編集(config.c)」を自動的に生成することでできます。

「Smalight Configurator」は弊社ホームページ（ http://www.kitasemi.renesas.com/product/smalight/ ）からダウンロードしてご使用頂けます。詳細は「Smalight Configurator」マニュアルをご参照ください。



※記載された仕様、デザイン等は予告なく変更する場合があります

図8-1 Smalight Configurator

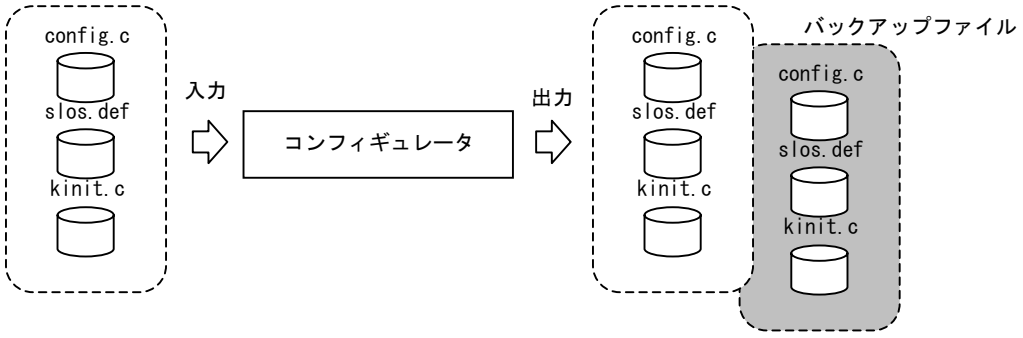


図8-2 Smalight Configuratorの入出力

付録A　　変更履歴

【V2.00】
　初版

【V3.00】
　（1）Smalight OS V3.00 のバージョンアップにてにて以下の内容が変更されています。

表A-1 Smalight OS V3.00バージョンアップ内容一覧

項目	内容
起床要求回数サポート	タスク起床要求は255回まで記憶されます。OSライブラリの再構築(リビルド)により、本機能を無効にすることができます。
タスク間通信機能サポート	データキューをサポートしました。
時間管理機能の強化	・システム時刻の管理を32ビットから48ビットに拡張しました。これにより、set_tim,get_timサービスコールのAPIが変更となります。 ・周期ハンドラをサポートしました。
clr_flgサービスコール変更	・タスクスイッチ型から関数型に変更しました。これにより、割込み部からの発行が可能となります。
初期化処理の変更	uinitコールバックをOS初期化処理(kinit)、ユーザ初期化処理(uinit)に分割しました。
OS定義ファイルの追加	各機能の有効、無効設定をコンパイラオプション(-define)から、OS定義ファイル(slos.def)に変更しました。
GUIベースの構築支援ツールサポート	GUIベースの構築支援ツール「Smalight Configurator」をサポートしました。
サンプルプログラムの追加	サービスコールの使用例サンプルを追加しました。
littleエンディアンサポート	littleエンディアンをサポートしました。
開発環境の変更	・SuperHファミリ用C/C++コンパイラ パッケージ Ver8.00.5 ⇒ Ver9.00.4a ・MISRA Cルールチェッカ SQMLint V1.02⇒V1.03

（2）マニュアルの誤記訂正しました(第 1 版⇒第 2 版)

表A-2 マニュアル誤記訂正（第1版⇒第2版）

項目	内容
fsnd_dtq, ifsnd_dtq引数の誤記を訂正しました。	誤) fsnd_dtq(B id, W *data) ifsnd_dtq(B id, W *data) 正) fsnd_dtq(B id, W data) ifsnd_dtq(B id, W data)
kinitサンプルリストを付属ソースリリストに合せて変更しました。	—
callback_cychdrの解説を変更しました。	—
発行可能なシステム状態の誤記を訂正しました。	コールバックルーチンは発行されないので、“－”表示に変更しました。実行されるシステム状態を解説に追加しました。
周期ハンドラに関するサービスコールの解説を変更しました。	—

【V3.10】

（1）Smalight OS V3.10 のリビジョンアップにてにて以下の内容が変更されています。

表A-3 Smalight OS V3.10リビジョンアップ内容一覧

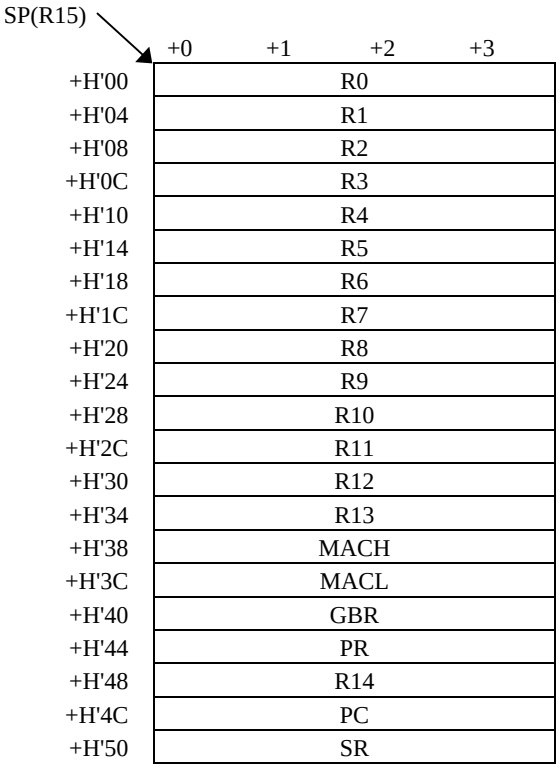
項目	内容
トレース機能サポート	デバック機能としてトレースをサポートしました。
付録にデータ型一覧を追加しました。	—

付録B　　制限事項

（1）Smalight OS ではプログラムサイズを抑える工夫のひとつとして、サービスコールのパラメータに対するエラーチェックなど OS 内部のチェックを最小限に留めております。そのため、構築の設定ミスやサービスコールにて不正なパラメータを指定することで、メモリの内容が不正に書き換えられるなど、動作結果が不定となる場合があります。構築の設定やサービスコールのパラメータなど、使用範囲外の値や不正アドレスなどを指定しないようご注意ください。

付録C　　スタック仕様

Ready, Waiting, Suspended, Waiting+Suspended 状態のタスク及び、disp 有割込み発生時のユーザスタックは以下に示すスタック仕様で格納されています。



図C-1 SH-2のスタック仕様

付録D　　データ型、リターンコード

Smalight で規定するデータ型の一覧を以下に示します。

表D-1 データ型一覧

型	意味
B	符号付き8ビット整数
H	符号付き16ビット整数
W	符号付き32ビット整数
UB	符号無し8ビット整数
UH	符号無し16ビット整数
UW	符号無し32ビット整数
FP	void型関数へのポインタ
CFP	void型関数へのポインタ(ベクタ用)

サービスコールのリターンコード一覧を以下に示します。

表D-2 リターンコード一覧

シンボル	値	内容
E_OK	0 (H'00)	正常終了
E_ID	-18 (H'EE)	不正ID番号
E_ILUSE	-28 (H'E4)	サービスコール不正使用
E_TMOUT	-50 (H'CE)	ポーリング失敗またはタイムアウト

付録E　　トラブルシューティング

E.1　　リンクエラーが発生する

Smalight OS の構築／設定に問題がある場合、リンクエラーが発生する恐れがあります。

(1) イベントフラグ、セマフォ、データキュー、時間管理、周期ハンドラ、トレースなどの OS 機能を無効にしているにもかかわらず、関連するサービスコールを使用しているとき、以下のリンクエラーが発生します。

L2310 (E) Undefined external symbol "_knl_*xxxxxxx*" referenced in "ファイル名"

xxxxxxx : “evt”が含まれるとき、イベントフラグ無効でイベントフラグサービスコールが使用されている
“sem”が含まれるとき、セマフォ無効でセマフォサービスコールが使用されている
“dtq”が含まれるとき、データキュー無効でデータキューが使用されている
“tim”が含まれるとき、時間管理無効で時間管理サービスコールが使用されている
　　または、周期ハンドラ無効で周期ハンドラサービスコールが使用されている
“cyc”が含まれるとき、周期ハンドラ無効で周期ハンドラサービスコールが使用されている
“trc”が含まれるとき、トレース無効でトレースサービスコールが使用されている

【チェック項目】
① 無効設定のサービスコールが発行されていないか確認してください。
② サービスコールを使用している機能を有効にしてください。

(2) 構築ファイルにて、定義したタスク関数の実体がないとき、以下のリンクエラーが発生します。

L2310 (E) Undefined external symbol "タスク関数" referenced in "ファイル名"

【チェック項目】
① config.c にて定義されるタスク関数名に誤りがないか確認ください。
② config.c にて定義されるタスク関数に相当する関数が存在しているか確認ください。

(3) kinit.c ファイルにて、定義した周期ハンドラ関数の実体がないとき、以下のリンクエラーが発生します。

L2310 (E) Undefined external symbol "周期ハンドラ関数" referenced in "ファイル名"

【チェック項目】
① kinit.c にて定義される周期ハンドラ関数名に誤りがないか確認してください。
② kinit c にて定義される周期ハンドラ関数に相当する関数が存在しているか確認してください。

E.2　　プログラムのデータが不正となる。

(1) セクションの定義が正しいか確認してください。

Smalight 提供のワークスペースは、特定 CPU の内蔵 ROM、内蔵 RAM のマッピングに合わせて、デフォルトの設定をしております。CPU、オンボード資源など、使用環境に合わせて、セクション定義を行う必要があります。

【チェック項目】
① ご使用の環境(CPU,オンボードメモリ)のメモリマップに合わせて、セクションが定義されているか確認してください。

(2) 初期化付き変数(D セクション,R セクション)の初期化が行われていない。

初期化付き変数は RAM のエリアにマッピングされますが、システム起動にメモリ初期化しないと不正なデータとなります。Smalight 提供の_reset プログラム(初期化処理)では、デフォルトでメモリ初期化されません。

【チェック項目】
① マップファイルを確認し、Dセクション、Rセクションがある場合、_resetプログラムでメモリ初期化を行なってください（詳細は「5.2.2　初期化処理」を参照ください）。

E.3　　デバッガの接続がうまくいかない。

(1) デバッガ側でワーク用のメモリを使用している。

エミュレータ等のデバッガをご使用の場合、デバッガ側でワーク用の ROM,RAM を使用する場合があります。エミューレータのワークメモリとプログラムで使用するメモリが、重複すると正しく動作しません。

【チェック項目】
① デバッガ仕様確認し、デバッガ側とプログラム側でメモリ重複しないことを確認してください。

付録F応用例

F.1 GET_REG/SET_REGの活用

GET_REG/SET_REG の活用例を示します。例えば、slp_tsk からの起床要因が 2 種類(外部割込み、タイマ割込み)ある場合、割込みにて iwup_tsk と SET_REG を発行します。SET_REG で任意のデータをスタック上の R0 データに設定すること slp_tsk のリターンコードとして利用することができます。

リストF-1 GET_REG/SET_REGの活用例

```
void task1(void)  /* タスク 1 */
{
    W ercd;
    ercd = slp_tsk();  /* 割込みを待つ */
    if(ercd == 0x12345678L) {
        /* 外部割込要因で起床した */
    } else if(ercd == 0x87654321L) {
        /* タイマ割込要因で起床した */
    }
    slp_tsk();
}
void intProc1(H mode) /* 外部割込ハンドラ */
{
    /* interrupt process */
    iwup_tsk(1u);                /* タスク 1 を起床 */
    SET_REG(1u, 0, 0x12345678L); /* タスク 1 の R0 を操作 */
                                 /* (リターンコード設定と同意) */
    disp(mode);
}
void intProc2(H mode) /* タイマ割込ハンドラ */
{
    /* interrupt process */
    iwup_tsk(1u);                /* タスク 1 を起床 */
    SET_REG(1u, 0, 0x87654321L); /* タスク 1 の R0 を操作 */
                                 /* (リターンコード設定と同意) */
    disp(mode);
}
```

※ 本例題の内容はイベントフラグにて容易に実現できます。

F.2　擬似的なter_tsk, sta_tsk

シングルチップ上でマルチタスクOSを使用した場合、小容量RAMのためタスクスタック確保が困難な場合があります。並行動作しないタスクであれば、1 つのタスク定義で複数のタスクを動作させることが可能です(擬似的なter_tsk,sta_tsk)。

リストF-2 擬似的なter_tsk, sta_tskの実装例

```
void task1_proc1(void)  /* タスク 1(処理 1) */
{
    /* 初期設定でタスク 1 はこの関数を定義している */
        :
    wup_tsk(2);    /* タスク操作をするタスク 2 を起床 */
    slp_tsk();     /* 本タスクの処理が終了したら slp_tsk でスリープ */
}
void task1_proc2(void)  /* タスク 1(処理 2) */
{
    /* タスク 1 自体を本関数に変更します。*/
        :
    slp_tsk();
}

void task1_proc2(void)  /* タスク 2 */
{
    TSTACK *sp;

    slp_tsk();

    sp = knl_tcbSpInit[0].sp;
    sp--;
    knl_tcbsp[i].sp = sp;  /* スタックポインタの初期化 */

    sp->pc  = (UW)&task1_proc2;  /* PC 書き換え */
    sp->sr  = 0;                 /* SR 書き換え */

    wup_tsk(1u);                 /* タスク 1 を起床 */

    slp_tsk();
}
```

F.3　stack_initを利用したパラメータ引渡し

デフォルトの stack_init ではタスクスタックの SR,PC だけを初期化しています。R4 を設定することでタスク関数の引数を設定できます。

リストF-3 stack_initを利用したパラメータ引渡し

```
void stack_init(UB tid, TSTACK *sp)
{
     extern const TCBADDR knl_tcbAddrInit[];

    if(tid == 1) {
        sp->r[4] = 0;
    } else if(tid == 2) {
        sp->r[4] = 1;
    }
    sp->pc  = (H)knl_tcbAddrInit[tid-1u].tsk;  /* set stack sp */
    sp->sr  = 0;                               /* set stack ccr */
}

void task_proc(W pra)  /* タスク1,2兼用関数 */
{
    if(pra == 0) {
        /* タスク1の処理 */
    } else if(pra == 1) {
        /* タスク2の処理 */
    }
    slp_tsk();
}
```

付録G　　MISRA C ルールチェッカ対応

G.1　調査環境

本製品の MISRA C ルールチェッカ対応は以下の環境にて実施しています。ツール自体の MISRA C ルール対応状況については、該当ツールのマニュアルをご参照ください。

表G-1 MISRA Cルールチェック環境

ツール名
(株)ルネサステクノロジ製 MISRA Cルールチェッカ SQMLint V1.03

G.2　対応状況

Smalight OS ではメモリ容量・動作性能等を考慮した上で適応しないルール、または、適応できなかったルールがあります。不適応ルールの個所については、原因解析と評価テストにより問題ないことを確認していますのでご安心してご使用頂けます。以下に未適応ルールの一覧を示します。

表G-2 MISRA Cルールチェック 未対応ルール一覧

ルール	説明	備考
13	発生個所が標準インクルードファイル (string.h,machine.h の為、対策不可)	
14		
22	ファイルスコープ宣言に関する	
37	符号付き整数のビット演算	
43	情報の損失を引き起こす型変換	
44	冗長な明示的キャスト使用	
45	ポインタへキャストして代入	
58	switch文以外でのbreak使用	
77	引数の型が関数プロトタイプとアンマッチ	
99	#pragmaを使用している	
104	関数ポインタへの非定数ポインタ設定	

付録H　　トレース情報

H.1　　テーブル仕様

トレース格納時に以下のテーブル仕様にて格納されます。

	+0	+1	+2	+4
+H'00	ﾄﾚｰｽ種別	ﾀｽｸ ID	ﾄﾚｰｽ情報 1	ﾄﾚｰｽ情報 2
+H'04	ﾄﾚｰｽ情報 3			
+H'08	ﾘｻﾞｰﾌﾞ		ｼｽﾃﾑ時間(上位 16 ﾋﾞｯﾄ)	
+H'0C	ｼｽﾃﾑ時間(下位 32 ﾋﾞｯﾄ)			

※ 網掛け部は時間管理を使用している場合のみ有効となります。

図H-1 トレースのテーブル仕様

【時間管理を使用していない場合】

```
typedef struct _knl_trctbl {
    UB      type;           /* トレース種別  */
    UB      tid;            /* タスクID */
    UB      dat1;           /* トレース情報1 */
    UB      dat2;           /* トレース情報2 */
    UW      dat3;           /* トレース情報3 */
} KNL_TRCTBL;
```

【時間管理を使用している場合】

```
typedef struct _knl_trctbl {
    UB      type;           /* トレース種別  */
    UB      tid;            /* タスクID */
    UB      dat1;           /* トレース情報1 */
    UB      dat2;           /* トレース情報2 */
    UW      dat3;           /* トレース情報3 */
    UH      rsv;            /* 未使用  */
    UH      htim;           /* システム時刻  上位16ビット  */
    UW      ltim;           /* システム時刻  下位32ビット  */
} KNL_TRCTBL;
```

H.2　トレース種別

(1) サービスコールトレース

サービスコールが発行されたタイミングにてトレースが取得されます。取得されるトレース情報は以下の内容となります。

表H-1 サービスコールトレースの格納情報

項目	設定値	備考
ﾄﾚｰｽ種別	'S'(H'53)	
ﾀｽｸ ID	発行元ﾀｽｸ ID	(*1)
ﾄﾚｰｽ情報 1	ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙ ID	(*2)
ﾄﾚｰｽ情報 2	個別情報	(*3)
ﾄﾚｰｽ情報 3	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	(*4)
ｼｽﾃﾑ時間	ｼｽﾃﾑ時間	(*5)

(*1) i付き,関数型ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙでの場合、発行元ﾀｽｸIDではなくRunning状態のﾀｽｸIDが格納されます。Running状態のﾀｽｸがない場合、0(ｱｲﾄﾞﾙ)が格納されます。

(*2) ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙIDの詳細は「表H-2 サービスコールIDとトレース情報①」を参照ください。

(*3) ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙ毎に個別情報が格納されます。詳細は「表H-2 サービスコールIDとトレース情報①」を参照ください。

(*4) i付き,関数型ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙでの場合、発行元ｱﾄﾞﾚｽは取得できません。発行元ｱﾄﾞﾚｽとは発行されたｻｰﾋﾞｽｺｰﾙからの戻りｱﾄﾞﾚｽを意味します。

(*5) 時間管理機能が無効のとき、ｼｽﾃﾑ時間は取得されません。

表H-2 サービスコールIDとトレース情報①

ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙ ID	ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙ名	ﾄﾚｰｽ情報 2	ﾄﾚｰｽ情報 3	備考
1	slp_tsk	未使用(0)	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
2	tslp_tsk	未使用(0)	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
3	wup_tsk	引数: ﾀｽｸ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
4	iwup_tsk	引数: ﾀｽｸ ID	未使用(0)	
5	can_wup	引数: ﾀｽｸ ID	未使用(0)	
6	rot_rdq	未使用(0)	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
7	irot_rdq	未使用(0)	未使用(0)	
8	sus_tsk/isus_tsk	引数: ﾀｽｸ ID	未使用(0)	
9	-	-	-	
10	rsm_tsk/irsm_tsk	引数: ﾀｽｸ ID	未使用(0)	
11	-	-	-	
12	wai_flg	引数: ｲﾍﾞﾝﾄﾌﾗｸﾞ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
13	twai_flg	引数: ｲﾍﾞﾝﾄﾌﾗｸﾞ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
14	set_flg	引数: ｲﾍﾞﾝﾄﾌﾗｸﾞ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
15	iset_flg	引数: ｲﾍﾞﾝﾄﾌﾗｸﾞ ID	未使用(0)	
16	clr_flg	引数: ｲﾍﾞﾝﾄﾌﾗｸﾞ ID	未使用(0)	
17	EVT_INIT	-	-	
18	EVT_ATTR	-	-	
19	wai_sem	引数: ｾﾏﾌｫ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
20	twai_sem	引数: ｾﾏﾌｫ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
21	sig_sem	引数: ｾﾏﾌｫ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
22	isig_sem	引数: ｾﾏﾌｫ ID	未使用(0)	
23	SEM_INIT	-	-	
24	SEM_ATTR	-	-	

※ 網掛けされたサービスコールはﾄﾚｰｽ取得対象外です。

表H-3 サービスコールIDとトレース情報②

ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙ ID	ｻｰﾋﾞｽｺｰﾙ名	ﾄﾚｰｽ情報 2	ﾄﾚｰｽ情報 3	備考
25	rcv_dtq	引数: ﾃﾞｰﾀｷｭｰ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
26	trcv_dtq	引数: ﾃﾞｰﾀｷｭｰ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
27	snd_dtq	引数: ﾃﾞｰﾀｷｭｰ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
28	isnd_dtq	引数: ﾃﾞｰﾀｷｭｰ ID	未使用(0)	
29	tsnd_dtq	引数: ﾃﾞｰﾀｷｭｰ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
30	fsnd_dtq	引数: ﾃﾞｰﾀｷｭｰ ID	発行元ｱﾄﾞﾚｽ	
31	ifsnd_dtq	引数: ﾃﾞｰﾀｷｭｰ ID	未使用(0)	
32	DTQ_INIT	-	-	
33	DTQ_ATTR	-	-	
34	set_tim	未使用(0)	未使用(0)	
35	get_tim	未使用(0)	未使用(0)	
36	slos_cyclic_timer	-	-	
37	SYSTIM_INIT	-	-	
38	sta_cyc	引数: 周期ﾊﾝﾄﾞﾗ ID	未使用(0)	
39	stp_cyc	引数: 周期ﾊﾝﾄﾞﾗ ID	未使用(0)	
40	CYC_INIT	-	-	
41	CYC_ATTR	-	-	
42	CYC_CHG	-	-	
43	cyc_hdr	-	-	
44	INTPUSH	-	-	
45	INTPOP	-	-	
46	disp	未使用(0)	未使用(0)	
47	callback_int	-	-	
48	slos_init	-	-	
49	kinit	-	-	
50	uinit	-	-	
51	stack_ini	-	-	
52	idle	-	-	
53	GET_REG	-	-	
54	SET_REG	-	-	

※ 網掛けされたサービスコールはﾄﾚｰｽ取得対象外です。

(2) ディスパッチトレース

OS 実行(ディスパッチャ)からタスク実行へ遷移するタイミングにてトレースが取得されます。取得されるトレース情報は以下の内容となります。

表H-4 ディスパッチトレースの格納情報

項目	設定値	備考
ﾄﾚｰｽ種別	‘@’(H’40)	
ﾀｽｸ ID	ﾃﾞｨｽﾊﾟｯﾁされたﾀｽｸ ID	
ﾄﾚｰｽ情報 1	未使用(0)	
ﾄﾚｰｽ情報 2	未使用(0)	
ﾄﾚｰｽ情報 3	未使用(0)	
ｼｽﾃﾑ時間	ｼｽﾃﾑ時間	

(3) アイドルトレース

OS 実行(ディスパッチャ)からアイドル処理へ遷移するタイミングにてトレースが取得されます。取得されるトレース情報は以下の内容となります。

表H-5 アイドルトレースの格納情報

項目	設定値	備考
ﾄﾚｰｽ種別	‘I’(H’49)	
ﾀｽｸ ID	未使用(0)	
ﾄﾚｰｽ情報 1	未使用(0)	
ﾄﾚｰｽ情報 2	未使用(0)	
ﾄﾚｰｽ情報 3	未使用(0)	
ｼｽﾃﾑ時間	ｼｽﾃﾑ時間	

(4) ユーザトレース

set_trc サービスコールを発行したタイミングにてトレースが取得されます。取得されるトレース情報は以下の内容となります。

表H-6 ユーザトレースの格納情報

項目	設定値	備考
ﾄﾚｰｽ種別	‘U’(H’55)	
ﾀｽｸ ID	発行元ﾀｽｸ ID	(*1)
ﾄﾚｰｽ情報 1	ユーザ任意の値	(*2)
ﾄﾚｰｽ情報 2	ユーザ任意の値	(*2)
ﾄﾚｰｽ情報 3	ユーザ任意の値	(*2)
ｼｽﾃﾑ時間	ｼｽﾃﾑ時間	

(*1) 発行元がﾀｽｸ部でない場合、Running状態のﾀｽｸIDが格納されます。Running状態のﾀｽｸがない場合、0(ｱｲﾄﾞﾙ)が格納されます。

(*2) set_trcｻｰﾋﾞｽｺｰﾙの引数で指定されるﾕｰｻﾞﾄﾚｰｽ情報 1～3 が設定されます。

Smalight
Smalight OS V3 リファレンスマニュアル SH-2版
SLSH20KNL03MJ-3

発行年月　　2008年1月　　第3版
発　　行　　株式会社 ルネサス北日本セミコンダクタ
編　　集　　株式会社 ルネサス北日本セミコンダクタ