

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本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。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

M3T-MR100/4 V.1.01

ユーザーズマニュアル

R32C/100 シリーズ用リアルタイムOS

誤記に関するお詫び:

本資料 P.290 【割り込みベクタ定義】の記載事項に誤記があり、訂正いたしました。

- TRON は,"The Real-Time Operating System Nucleus" の略称です。
- ITRON は,"Industrial TRON" の略称です。
- μ ITRON は,"Micro Industrial TRON" の略称です。 μ ITRON 仕様の著作権は(社)トロン協会に属しています。
- TRON,ITRON,および μ ITRON は,コンピュータの仕様に対する名称であり,特定の商品ないし商品群を指すものではありません。
- μ ITRON4.0 仕様は,(社)トロン協会が策定したオープンリアルタイムカーネル仕様です。
- μ ITRON4.0 仕様は,(社)トロン協会ホームページ(<http://www.assoc.tron.org/>)から入手が可能です。
- Microsoft® Windows® 98, Microsoft® Windows® Millennium Edition(Windows® Me), Microsoft® Windows NT®, Microsoft® Windows® 2000, Microsoft® Windows® XP は,米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。
- UNIX は,X/Open Company Limited が独占的にライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標です。
- Adobe および Acrobat は,Adobe Systems Incorporated(アドビシステムズ社)の登録商標です。
- その他すべてのブランド名および製品名は個々の所有者の登録商標もしくは商標です。

安全設計に関するお願い

- 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注意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

- 本資料は,お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ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株式会社ルネサス テクノロジおよび株式会社ルネサス ソリューションズ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。
- 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,株式会社ルネサス テクノロジおよび株式会社ルネサス ソリューションズは責任を負いません。
- 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,株式会社ルネサス テクノロジおよび株式会社ルネサス ソリューションズは,予告なしに,本資料に記載した製品又は仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりましては,事前に株式会社ルネサス テクノロジ,株式会社ルネサス ソリューションズ,株式会社ルネサス販売又は特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに,ルネサス テクノロジホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
- 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。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,株式会社ルネサス テクノロジおよび株式会社ルネサス ソリューションズはその責任を負いません。
- 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。株式会社ルネサス テクノロジおよび株式会社ルネサス ソリューションズは,適用可否に対する責任を負いません。
- 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,株式会社ルネサス テクノロジ,株式会社ルネサス ソリューションズ,株式会社ルネサス販売又は特約店へご照会ください。
- 本資料の転載,複製については,文書による株式会社ルネサス テクノロジおよび株式会社ルネサス ソリューションズの事前の承諾が必要です。
- 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株式会社ルネサス テクノロジ,株式会社ルネサス ソリューションズ,株式会社ルネサス販売又は特約店までご照会ください。

製品の内容及び本書についてのお問い合わせ先

インストーラが生成する以下のテキストファイルに必要な事項を記入の上,株式会社 ルネサス テクノロジ コンタクトセンタ csc@renesas.com まで送信ください。

¥SUPPORT¥製品名¥SUPPORT.TXT

株式会社ルネサス テクノロジ
 コンタクトセンタ
 ユーザ登録窓口

csc@renesas.com
regist_tool@renesas.com

はじめに

M3T-MR100/4(以下MR100 と略す)はR32C/100 シリーズ用のリアルタイム・オペレーティングシステム 1で μ ITRON4.0 仕様 2に準拠しています。

■ MR100 を使うために必要なこと

MR100 を使用したプログラムを作成するには弊社下記製品を別途御購入して頂く必要があります。

- R32C/100 シリーズ用 C コンパイラパッケージ (以下 NC100 と略す)

■ ドキュメント一覧

MR100 には以下の 2 種類のドキュメントが添付されています。

- リリースノート (紙面または PDF ファイル)
MR100 を使用したプログラムの作成手順や作成上の注意事項を記載したドキュメントです。
- ユーザーズマニュアル (PDF ファイル)
MR100 のサービスコールの使用方法や使用例,注意事項を記述したドキュメントです。
本マニュアルを読む前に必ずリリースノートをお読みください。

■ ソフトウェアの使用権

ソフトウェアの使用権はソフトウェア使用権許諾契約書に基づきます。本マニュアルによってソフトウェアの使用権の実施に対する保証及び使用権の実施の許諾を行うものではありません。

¹ 以降リアルタイム OS と略します。

² ・ μ ITRON4.0 仕様は,(社)トロン協会が策定したオープンなリアルタイムカーネル仕様です。
・ μ ITRON4.0 仕様の仕様書は,(社)トロン協会ホームページ (<http://www.assoc.tron.org/>) から入手が可能です。
・ μ ITRON 仕様の著作権は(社)トロン協会に属しています。

目次

はじめに	I
目次	III
図目次.....	IX
表目次.....	XI
1. 本マニュアルの構成	- 1 -
2. 概要	- 3 -
2.1 MR100 のねらい.....	- 3 -
2.2 TRON仕様とMR100.....	- 5 -
2.3 MR100 の特長.....	- 6 -
3. カーネル入門.....	- 7 -
3.1 リアルタイムOSの考え方	- 7 -
3.1.1 リアルタイムOSの必要性.....	- 7 -
3.1.2 カーネルの動作原理.....	- 10 -
3.2 サービスコール	- 14 -
3.2.1 サービスコール処理.....	- 14 -
3.2.2 ハンドラからのサービスコールの処理手順	- 16 -
3.3 オブジェクト.....	- 19 -
3.3.1 サービスコールにおけるオブジェクトの指定方法.....	- 19 -
3.4 タスク.....	- 20 -
3.4.1 タスクの状態	- 20 -
3.4.2 タスクの優先度とレディキュー.....	- 25 -
3.4.3 タスクの優先度と待ち行列.....	- 26 -
3.4.4 タスクコントロールブロック (TCB)	- 27 -
3.5 システムの状態.....	- 29 -
3.5.1 タスクコンテキストと非タスクコンテキスト	- 29 -
3.5.2 ディスパッチ禁止/許可状態.....	- 30 -
3.5.3 CPUロック/ロック解除状態.....	- 31 -
3.5.4 ディスパッチ禁止状態とCPUロック状態	- 31 -
3.6 割り込み.....	- 32 -
3.6.1 割り込みハンドラの種類	- 32 -
3.6.2 ノンマスカブル割り込みについて	- 32 -
3.6.3 割り込み制御方法	- 33 -
3.7 スタック	- 35 -
3.7.1 システムスタックとユーザスタック	- 35 -
4. カーネルの機能	- 37 -
4.1 MR100 のモジュール構成	- 37 -
4.2 モジュール概要	- 38 -
4.3 カーネルの機能	- 39 -
4.3.1 タスク管理機能.....	- 39 -
4.3.2 タスク付属同期機能.....	- 42 -
4.3.3 同期・通信機能 (セマフォ).....	- 46 -
4.3.4 同期・通信機能 (イベントフラグ)	- 48 -

4.3.5	同期・通信機能 (データキュー).....	- 50 -
4.3.6	同期・通信機能 (メールボックス).....	- 52 -
4.3.7	拡張同期・通信機能 (ミューテックス).....	- 54 -
4.3.8	拡張同期・通信機能 (メッセージバッファ).....	- 56 -
4.3.9	メモリプール管理機能(固定長メモリプール).....	- 60 -
4.3.10	メモリプール管理機能(可変長メモリプール).....	- 61 -
4.3.11	時間管理機能.....	- 64 -
4.3.12	時間管理機能(周期ハンドラ).....	- 66 -
4.3.13	時間管理機能(アラームハンドラ).....	- 67 -
4.3.14	システム状態管理機能.....	- 68 -
4.3.15	割り込み管理機能.....	- 70 -
4.3.16	システム構成管理機能.....	- 71 -
4.3.17	拡張機能(shortデータキュー).....	- 71 -
4.3.18	拡張機能(リセット機能).....	- 72 -
5.	サービスコールリファレンス.....	- 73 -
5.1	タスク管理機能.....	- 73 -
act_tsk	タスクの起動.....	- 74 -
iact_tsk	タスクの起動 (ハンドラ専用).....	- 74 -
can_act	起動要求カウンルのキャンセル.....	- 76 -
ican_act	起動要求カウンルのキャンセル (ハンドラ専用).....	- 76 -
sta_tsk	タスクの起動(起動コード指定).....	- 78 -
ista_tsk	タスクの起動 (起動コード指定,ハンドラ専用).....	- 78 -
ext_tsk	自タスクの終了.....	- 80 -
ter_tsk	タスクの強制終了.....	- 82 -
chg_pri	タスク優先度の変更.....	- 84 -
ichg_pri	タスク優先度の変更 (ハンドラ専用).....	- 84 -
get_pri	タスク優先度の参照.....	- 86 -
iget_pri	タスク優先度の参照 (ハンドラ専用).....	- 86 -
ref_tsk	タスクの状態参照.....	- 88 -
iref_tsk	タスクの状態参照 (ハンドラ専用).....	- 88 -
ref_tst	タスクの状態参照(簡易版).....	- 91 -
iref_tst	タスクの状態参照 (簡易版,ハンドラ専用).....	- 91 -
5.2	タスク付属同期機能.....	- 94 -
slp_tsk	起床待ち.....	- 95 -
tslp_tsk	起床待ち (タイムアウト).....	- 95 -
wup_tsk	タスクの起床.....	- 97 -
iwup_tsk	タスクの起床 (ハンドラ専用).....	- 97 -
can_wup	起床要求のキャンセル.....	- 99 -
ican_wup	起床要求のキャンセル (ハンドラ専用).....	- 99 -
rel_wai	待ち状態の強制解除.....	- 101 -
irel_wai	待ち状態の強制解除 (ハンドラ専用).....	- 101 -
sus_tsk	強制待ち状態への移行.....	- 103 -
isus_tsk	強制待ち状態への移行 (ハンドラ専用).....	- 103 -
rsm_tsk	強制待ち状態の解除.....	- 105 -
irms_tsk	強制待ち状態の解除 (ハンドラ専用).....	- 105 -
frsm_tsk	強制待ち状態の強制解除.....	- 105 -
ifrm_tsk	強制待ち状態の強制解除 (ハンドラ専用).....	- 105 -
dly_tsk	タスクの遅延.....	- 107 -
5.3	同期・通信機能(セマフォ).....	- 109 -
sig_sem	セマフォ資源の返却.....	- 110 -
isig_sem	セマフォ資源の返却 (ハンドラ専用).....	- 110 -
wai_sem	セマフォ資源の獲得.....	- 112 -
pol_sem	セマフォ資源の獲得 (ポーリング).....	- 112 -
ipol_sem	セマフォ資源の獲得 (ポーリング,ハンドラ専用).....	- 112 -
twai_sem	セマフォ資源の獲得 (タイムアウト).....	- 112 -

ref_sem	セマフォの状態参照	- 114 -
iref_sem	セマフォの状態参照 (ハンドラ専用)	- 114 -
5.4	同期・通信機能(イベントフラグ)	- 116 -
set_flg	イベントフラグのセット	- 117 -
iset_flg	イベントフラグのセット (ハンドラ専用)	- 117 -
clr_flg	イベントフラグのクリア	- 119 -
iclr_flg	イベントフラグのクリア (ハンドラ専用)	- 119 -
wai_flg	イベントフラグ待ち	- 121 -
pol_flg	イベントフラグ待ち (ポーリング)	- 121 -
ipol_flg	イベントフラグ待ち (ポーリング,ハンドラ専用)	- 121 -
twai_flg	イベントフラグ待ち (タイムアウト)	- 121 -
ref_flg	イベントフラグの状態参照	- 124 -
iref_flg	イベントフラグの状態参照 (ハンドラ専用)	- 124 -
5.5	同期・通信機能(データキュー)	- 126 -
snd_dtq	データキューへのデータ送信	- 127 -
psnd_dtq	データキューへのデータ送信 (ポーリング)	- 127 -
ipsnd_dtq	データキューへのデータ送信 (ポーリング,ハンドラ専用)	- 127 -
tsnd_dtq	データキューへのデータ送信 (タイムアウト)	- 127 -
fsnd_dtq	データキューへのデータ強制送信	- 127 -
ifsnd_dtq	データキューへのデータ強制送信 (ハンドラ専用)	- 127 -
rcv_dtq	データキューからのデータ受信	- 130 -
prcv_dtq	データキューからのデータ受信 (ポーリング)	- 130 -
iprcv_dtq	データキューからのデータ受信 (ポーリング,ハンドラ専用)	- 130 -
trcv_dtq	データキューからのデータ受信 (タイムアウト)	- 130 -
ref_dtq	データキューの状態参照	- 133 -
iref_dtq	データキューの状態参照 (ハンドラ専用)	- 133 -
5.6	同期・通信機能(メールボックス)	- 135 -
snd_mbx	メールボックスへのメッセージ送信	- 136 -
isnd_mbx	メールボックスへのメッセージ送信 (ハンドラ専用)	- 136 -
rcv_mbx	メールボックスからのメッセージ受信	- 138 -
prcv_mbx	メールボックスからのメッセージ受信 (ポーリング)	- 138 -
iprcv_mbx	メールボックスからのメッセージ受信 (ポーリング,ハンドラ専用)	- 138 -
trcv_mbx	メールボックスからのメッセージ受信 (タイムアウト)	- 138 -
ref_mbx	メールボックスの状態参照	- 141 -
iref_mbx	メールボックスの状態参照 (ハンドラ専用)	- 141 -
5.7	同期・通信機能(メッセージバッファ)	- 143 -
snd_mbf	メッセージバッファへの送信	- 144 -
psnd_mbf	メッセージバッファへの送信(ポーリング)	- 144 -
tsnd_mbf	メッセージバッファへの送信(タイムアウト)	- 144 -
ipsnd_mbf	メッセージバッファへの送信(ハンドラ専用)	- 144 -
rcv_mbf	メッセージバッファからの受信	- 147 -
prcv_mbf	メッセージバッファからの受信(ポーリング)	- 147 -
trcv_mbf	メッセージバッファからの受信(タイムアウト)	- 147 -
ref_mbf	メッセージバッファの状態参照	- 149 -
iref_mbf	メッセージバッファの状態参照(ハンドラ専用)	- 149 -
5.8	同期・通信機能(ミューテックス)	- 151 -
loc_mtx	ミューテックス資源の獲得	- 152 -
ploc_mtx	ミューテックス資源の獲得(ポーリング)	- 152 -
tloc_mtx	ミューテックス資源の獲得(タイムアウト)	- 152 -
unl_mtx	ミューテックスのロックの解除	- 154 -
ref_mtx	ミューテックスの状態参照	- 156 -
5.9	メモリプール管理機能(固定長メモリプール)	- 158 -
get_mpf	固定長メモリブロックの獲得	- 159 -
pget_mpf	固定長メモリブロックの獲得 (ポーリング)	- 159 -
ipget_mpf	固定長メモリブロックの獲得 (ポーリング,ハンドラ専用)	- 159 -
tget_mpf	固定長メモリブロックの獲得 (タイムアウト)	- 159 -

rel_mpf	固定長メモリプールブロックの解放.....	- 162 -
irel_mpf	固定長メモリプールブロックの解放 (ハンドラ専用)	- 162 -
ref_mpf	固定長メモリプールの状態参照.....	- 164 -
iref_mpf	固定長メモリプールの状態参照 (ハンドラ専用)	- 164 -
5.10	メモリプール管理機能(可変長メモリプール).....	- 166 -
pget_mpl	可変長メモリブロックの獲得.....	- 167 -
rel_mpl	可変長メモリプールブロックの解放.....	- 169 -
ref_mpl	可変長メモリプールの状態参照.....	- 171 -
iref_mpl	可変長メモリプールの状態参照(ハンドラ専用).....	- 171 -
5.11	時間管理機能(システム時刻管理).....	- 173 -
set_tim	システム時刻の設定.....	- 174 -
iset_tim	システム時刻の設定 (ハンドラ専用)	- 174 -
get_tim	システム時刻の参照.....	- 176 -
iget_tim	システム時刻の参照 (ハンドラ専用)	- 176 -
isig_tim	タイムティックの供給.....	- 178 -
5.12	時間管理機能(周期ハンドラ).....	- 179 -
sta_cyc	周期ハンドラの動作開始.....	- 180 -
ista_cyc	周期ハンドラの動作開始 (ハンドラ専用)	- 180 -
stp_cyc	周期ハンドラの動作停止.....	- 182 -
istp_cyc	周期ハンドラの動作停止 (ハンドラ専用)	- 182 -
ref_cyc	周期ハンドラの状態参照.....	- 183 -
iref_cyc	周期ハンドラの状態参照 (ハンドラ専用)	- 183 -
5.13	時間管理機能(アラームハンドラ).....	- 185 -
sta_alm	アラームハンドラの動作開始	- 186 -
ista_alm	アラームハンドラの動作開始 (ハンドラ専用)	- 186 -
stp_alm	アラームハンドラの動作停止	- 188 -
istp_alm	アラームハンドラの動作停止 (ハンドラ専用)	- 188 -
ref_alm	アラームハンドラの状態参照	- 190 -
iref_alm	アラームハンドラの状態参照 (ハンドラ専用)	- 190 -
5.14	システム状態管理機能.....	- 192 -
rot_rdq	タスク優先順位の回転.....	- 193 -
irot_rdq	タスク優先順位の回転 (ハンドラ専用)	- 193 -
get_tid	実行中タスクIDの参照.....	- 195 -
iget_tid	実行中タスクIDの参照 (ハンドラ専用)	- 195 -
loc_cpu	CPUロック状態への移行.....	- 197 -
iloc_cpu	CPUロック状態への移行 (ハンドラ専用)	- 197 -
unl_cpu	CPUロック状態の解除.....	- 199 -
iunl_cpu	CPUロック状態の解除 (ハンドラ専用)	- 199 -
dis_dsp	ディスパッチの禁止.....	- 201 -
ena_dsp	ディスパッチの許可	- 203 -
sns_ctx	コンテキストの参照.....	- 204 -
sns_loc	CPUロック状態の参照.....	- 205 -
sns_dsp	ディスパッチ禁止状態の参照	- 206 -
sns_dpn	ディスパッチ保留状態の参照.....	- 207 -
vsys_dwin	システムダウン	- 209 -
ivsys_down	システムダウン (ハンドラ専用)	- 209 -
5.15	割込管理機能.....	- 211 -
ret_int	割り込みハンドラからの復帰(アセンブリ言語記述時).....	- 212 -
5.16	システム構成理機能.....	- 213 -
ref_ver	バージョン情報の参照	- 214 -
iref_ver	バージョン情報の参照 (ハンドラ専用)	- 214 -
5.17	拡張機能(SHORTデータキュー).....	- 216 -
vsnd_dtq	shortデータキューへのデータ送信	- 217 -
vpsnd_dtq	shortデータキューへのデータ送信 (ポーリング)	- 217 -
vipsnd_dtq	shortデータキューへのデータ送信 (ポーリング,ハンドラ専用)	- 217 -
vtsnd_dtq	shortデータキューへのデータ送信 (タイムアウト)	- 217 -

vfsnd_dtq	shortデータキューへのデータ強制送信	- 217 -
vifsnd_dtq	shortデータキューへのデータ強制送信 (ハンドラ専用)	- 217 -
vrcv_dtq	shortデータキューからのデータ受信	- 220 -
vprcv_dtq	shortデータキューからのデータ受信 (ポーリング)	- 220 -
viprev_dtq	shortデータキューからのデータ受信 (ポーリング,ハンドラ専用)	- 220 -
vtrcv_dtq	shortデータキューからのデータ受信 (タイムアウト)	- 220 -
vref_dtq	shortデータキューの状態参照	- 223 -
viref_dtq	shortデータキューの状態参照 (ハンドラ専用)	- 223 -
5.18	拡張機能(リセット機能)	- 225 -
vrst_dtq	データキュー領域のクリア	- 226 -
vrst_vdtq	shortデータキュー領域のクリア	- 227 -
vrst_mbx	メールボックス領域のクリア	- 228 -
vrst_mpf	固定長メモリプール領域のクリア	- 229 -
vrst_mpl	可変長メモリプール領域のクリア	- 230 -
vrst_mbf	メッセージバッファのクリア	- 231 -
6.	アプリケーション作成手順概要	- 232 -
6.1	概要	- 232 -
6.2	開発手順例	- 234 -
6.2.1	アプリケーションプログラムのコーディング	- 234 -
6.2.2	コンフィギュレーションファイル作成	- 236 -
6.2.3	コンフィギュレータ実行	- 237 -
6.2.4	システム生成	- 237 -
6.2.5	ROM書き込み	- 237 -
7.	アプリケーション作成手順詳細	- 239 -
7.1	C言語によるコーディング方法	- 239 -
7.1.1	タスクの記述方法	- 239 -
7.1.2	カーネル管理割り込みハンドラの記述方法	- 242 -
7.1.3	カーネル管理外割り込みハンドラの記述方法	- 243 -
7.1.4	周期ハンドラ,アラームハンドラの記述方法	- 244 -
7.2	アセンブリ言語によるコーディング方法	- 245 -
7.2.1	タスクの記述方法	- 245 -
7.2.2	カーネル管理割り込みハンドラの記述方法	- 247 -
7.2.3	カーネル管理外割り込みハンドラの記述方法	- 248 -
7.2.4	周期ハンドラ,アラームハンドラの記述方法	- 249 -
7.3	システムダウンルーチン	- 250 -
7.3.1	概要	- 250 -
7.3.2	システムダウンルーチンの記述方法	- 250 -
7.4	MR100 スタートアッププログラムの修正方法	- 252 -
7.4.1	C言語用スタートアッププログラム (crt0mr.a30)	- 253 -
7.5	メモリ配置方法	- 258 -
7.5.1	MR100/4 が使用するセクション	- 259 -
8.	コンフィギュレータの使用法	- 261 -
8.1	コンフィギュレーションファイルの作成方法	- 261 -
8.1.1	コンフィギュレーションファイル内の表現形式	- 261 -
8.1.2	コンフィギュレーションファイルの定義項目	- 264 -
8.1.3	コンフィギュレーションファイル例	- 293 -
8.2	コンフィギュレータの実行	- 297 -
8.2.1	コンフィギュレータ概要	- 297 -
8.2.2	コンフィギュレータの環境設定	- 299 -
8.2.3	コンフィギュレータ起動方法	- 300 -
8.2.4	コンフィギュレータ実行上の注意	- 300 -
8.2.5	コンフィギュレータのエラーと対処方法	- 301 -

9. サンプルプログラム	- 304 -
9.1 サンプルプログラム	- 305 -
9.2 サンプルコンフィギュレーションファイル	- 306 -
10. スタックサイズの算出方法	- 307 -
10.1 スタックサイズの算出方法	- 307 -
10.1.1 ユーザスタックの算出方法	- 309 -
10.1.2 システムスタックの算出方法	- 311 -
10.1.3 各サービスコールのスタック使用量	- 315 -
11. 注意事項	- 317 -
11.1 INT命令の使用について	- 317 -
11.2 レジスタバンクについて	- 317 -
11.3 ディスパッチ遅延について	- 318 -
11.4 初期起動タスクについて	- 319 -
12. 付録	- 320 -
12.1 データタイプ	- 320 -
12.2 共通定数と構造体のパケット形式	- 321 -
12.3 アセンブリ言語インタフェース	- 323 -

目次

図 3.1	プログラムサイズと開発期間.....	- 7 -
図 3.2	マイコンを多く使ったシステム例 (オーディオ機器).....	- 8 -
図 3.3	リアルタイムOSの導入システム例 (オーディオ機器).....	- 9 -
図 3.4	タスクの時分割動作.....	- 10 -
図 3.5	タスクの中断と再開.....	- 11 -
図 3.6	タスクの切り替え.....	- 11 -
図 3.7	タスクのレジスタ領域.....	- 12 -
図 3.8	実際のレジスタとスタック領域の管理.....	- 13 -
図 3.9	サービスコール.....	- 14 -
図 3.10	サービスコールの処理の流れ.....	- 15 -
図 3.11	タスク実行中に割り込んだ割り込みハンドラからのサービスコール処理手順.....	- 16 -
図 3.12	サービスコール処理中に割り込んだ割り込みハンドラからのサービスコール処理手順..	- 17 -
図 3.13	多重割り込みハンドラからのサービスコール処理手順.....	- 18 -
図 3.14	タスクの識別.....	- 19 -
図 3.15	タスクの状態.....	- 20 -
図 3.16	MR100 のタスク状態遷移図.....	- 21 -
図 3.17	レディキュー (実行待ち状態).....	- 25 -
図 3.18	TA_TPRI属性の待ち行列.....	- 26 -
図 3.19	TA_TFIFO属性の待ち行列.....	- 26 -
図 3.20	タスクコントロールブロック.....	- 28 -
図 3.21	周期ハンドラ,アラームハンドラの起動.....	- 30 -
図 3.22	割り込みハンドラのIPL.....	- 32 -
図 3.23	タスクコンテキストからのみ発行できるサービスコール内での割り込み制御.....	- 33 -
図 3.24	非タスクコンテキストから発行できるサービスコール内での割り込み制御.....	- 34 -
図 3.25	システムスタックとユーザスタック.....	- 35 -
図 4.1	MR100 の構成.....	- 37 -
図 4.2	タスクのリセット.....	- 39 -
図 4.3	優先度の変更.....	- 40 -
図 4.4	待ちキューのつなぎ換え.....	- 40 -
図 4.5	起床要求の蓄積.....	- 42 -
図 4.6	起床要求のキャンセル.....	- 42 -
図 4.7	タスクの強制待ちと再開.....	- 43 -
図 4.8	タスクの強制待ちと強制再開.....	- 44 -
図 4.9	dly_tskサービスコール.....	- 45 -
図 4.10	セマフォによる排他制御.....	- 46 -
図 4.11	セマフォカウンタ.....	- 46 -
図 4.12	セマフォによるタスクの実行制御.....	- 47 -
図 4.13	イベントフラグによるタスクの実行制御.....	- 48 -
図 4.14	データキュー.....	- 50 -
図 4.15	メールボックス.....	- 52 -
図 4.16	メッセージキュー.....	- 53 -
図 4.17	ミューテックスの動作例.....	- 54 -
図 4.18	メッセージバッファ.....	- 56 -
図 4.19	メッセージの送信例.....	- 57 -
図 4.20	メッセージの送信.....	- 57 -
図 4.21	メッセージの受信.....	- 58 -
図 4.22	固定長メモリプールの獲得.....	- 60 -
図 4.23	pget_mpl処理.....	- 62 -
図 4.24	rel_mpl処理.....	- 63 -

図 4.25	タイムアウト処理.....	- 64 -
図 4.26	起動位相を保存する場合の動作.....	- 66 -
図 4.27	起動位相を保存しない場合の動作.....	- 66 -
図 4.28	アラームハンドラの動作.....	- 67 -
図 4.29	rot_rdqサービスコールによるレディキューの操作.....	- 68 -
図 4.30	割り込み処理の流れ.....	- 70 -
図 5.1	rot_rdqサービスコールによるレディキューの操作.....	- 194 -
図 6.1	MR100 システム生成フロー.....	- 233 -
図 6.2	アプリケーションプログラム例.....	- 235 -
図 6.3	コンフィギュレーションファイル例.....	- 236 -
図 6.4	コンフィギュレータ実行.....	- 237 -
図 6.5	システム生成.....	- 237 -
図 7.1	C言語で記述したタスクの例.....	- 240 -
図 7.2	C言語で記述した無限ループタスクの例.....	- 240 -
図 7.3	カーネル管理割り込みハンドラの例.....	- 242 -
図 7.4	カーネル管理外割り込みハンドラの例.....	- 243 -
図 7.5	C言語で記述した周期ハンドラの例.....	- 244 -
図 7.6	アセンブリ言語で記述した無限ループタスクの例.....	- 245 -
図 7.7	アセンブリ言語で記述したext_tskで終了するタスクの例.....	- 245 -
図 7.8	カーネル管理割り込みハンドラの例.....	- 247 -
図 7.9	カーネル管理外割り込みハンドラの例.....	- 248 -
図 7.10	アセンブリ言語で記述したハンドラの例.....	- 249 -
図 7.11	システムダウンルーチンサンプル.....	- 250 -
図 7.12	C言語用スタートアッププログラム (crt0mr.a30).....	- 256 -
図 8.1	コンフィギュレータ動作概要.....	- 298 -
図 10.1:	システムスタックとユーザスタック.....	- 307 -
図 10.2:	スタックの配置.....	- 308 -
図 10.3:	ユーザスタックサイズの算出例.....	- 310 -
図 10.4:	システムスタックサイズの算出方法.....	- 312 -
図 10.5:	割り込みハンドラの使用するスタック量(C言語記述時).....	- 313 -

表目次

表 3.1	タスクコンテキストと非タスクコンテキスト	- 29 -
表 3.2	CPUロック状態で使用可能なサービスコール	- 31 -
表 3.3	dis_dsp.loc_cpuに関するCPUロック,ディスパッチ禁止状態遷移	- 31 -
表 5.1	タスク管理機能の仕様	- 73 -
表 5.2	タスク管理機能サービスコール一覧	- 73 -
表 5.3	タスク付属同期機能の仕様	- 94 -
表 5.4	タスク付属同期機能サービスコール一覧	- 94 -
表 5.5	セマフォ機能の仕様	- 109 -
表 5.6	セマフォ機能サービスコール一覧	- 109 -
表 5.7	イベントフラグ機能の仕様	- 116 -
表 5.8	イベントフラグ機能サービスコール一覧	- 116 -
表 5.9	データキュー機能の仕様	- 126 -
表 5.10	データキュー機能サービスコール一覧	- 126 -
表 5.11	メールボックス機能の仕様	- 135 -
表 5.12	メールボックス機能サービスコール一覧	- 135 -
表 5.13	メッセージバッファ機能の仕様	- 143 -
表 5.14	メッセージバッファ機能サービスコール一覧	- 143 -
表 5.15	ミュートックス機能の仕様	- 151 -
表 5.16	ミュートックス機能サービスコール一覧	- 151 -
表 5.17	固定長メモリプール機能の仕様	- 158 -
表 5.18	固定長メモリプールサービスコール一覧	- 158 -
表 5.19	可変長メモリプール機能の仕様	- 166 -
表 5.20	可変長メモリプールサービスコール一覧	- 166 -
表 5.21	システム時刻管理の仕様	- 173 -
表 5.22	時間管理機能(システム時刻管理)サービスコール一覧	- 173 -
表 5.23	時間管理機能(周期ハンドラ)の仕様	- 179 -
表 5.24	時間管理機能(周期ハンドラ)サービスコール一覧	- 179 -
表 5.25	時間管理機能(アラームハンドラ)の仕様	- 185 -
表 5.26	時間管理機能(アラームハンドラ)サービスコール一覧	- 185 -
表 5.27	システム状態管理機能サービスコール一覧	- 192 -
表 5.28	割り込み管理機能サービスコール一覧	- 211 -
表 5.29	システム構成管理機能サービスコール一覧	- 213 -
表 5.30	shortデータキュー機能の仕様	- 216 -
表 5.31	shortデータキュー機能サービスコール一覧	- 216 -
表 5.32	拡張機能機能(リセット機能)サービスコール一覧	- 225 -
表 7.1	C言語における変数の扱い	- 241 -
表 7.2	システムダウンルーチンに渡される引数	- 251 -
表 8.1	数値表現例	- 261 -
表 8.2	演算子	- 262 -
表 8.3	ベクタ番号とベクタアドレスの対応表	- 291 -
表 9.1	サンプルプログラムの関数一覧	- 304 -
表 10.1	タスクコンテキストから発行するサービスコールのスタック使用量一覧(単位:バイト)	- 315 -
表 10.2	非タスクコンテキストから発行するサービスコールのスタック使用量一覧(単位:バイト)	- 316 -
表 10.3	両方から発行可能なサービスコールのスタック使用量一覧	- 316 -
表 11.1	割り込み番号の割り当て	- 317 -

1. 本マニュアルの構成

本マニュアルは,以下の章から構成されています。

■ 2 概要

MR100 の目的や,概略の機能,位置づけなどを説明します。

■ 3 カーネル入門

MR100 を使用する上で必要となる考え方や用語などを説明します。

■ 4 カーネルの機能

MR100 のカーネルの機能について説明します。

■ 5 サービスコールリファレンス

MR100 でサポートしているサービスコールの説明をします。

■ 6 アプリケーション作成手順概要

MR100 を使用してアプリケーションプログラムを作成する場合の開発手順の概要を説明します。

■ 7 アプリケーション作成手順詳細

MR100 を使用してアプリケーションプログラムを作成する場合の開発手順を詳細に説明します。

■ 8 コンフィギュレータの使用法

コンフィギュレーションファイルの記述方法,および,コンフィギュレータの使用法を詳細に説明します。

■ 9 サンプルプログラム

製品にソースファイル形式で含まれている MR100 サンプルアプリケーションプログラムについて説明します。

■ 10 スタックサイズの算出方法

システムスタック,ユーザスタックのスタックサイズの算出方法について説明します。

■ 11 注意事項

MR100 を使用上の注意事項について説明します。

■ 12 付録

パケット形式,アセンブリ言語インタフェースなどについて記述しています。

2. 概要

2.1 MR100 のねらい

近年マイクロコンピュータの急激な進歩にともない、マイクロコンピュータ応用製品の機能が複雑化してきています。これにともない、マイクロコンピュータのプログラムサイズが大きくなってきています。また製品開発競争が激化しマイクロコンピュータ応用製品を短期間に開発しなければなりません。すなわち、マイクロコンピュータのソフトウェアを開発している技術者は今までより大きなプログラムを今までより短期間で開発することが要求されてきます。そこでこの困難な要求を解決するためには以下のことを考えていかなければなりません。

1. ソフトウェアの再利用性を高めて、開発すべきソフトウェアの量を削減する

このためにはソフトウェアをできるだけ機能単位で独立したモジュールに分割して再利用できるようにする方法があります。すなわち、汎用サブルーチン集などを多く蓄積してそれをプログラム開発時に使用します。ただこの方法では、時間やタイミングに依存したプログラムは再利用するのは困難です。ところが実際の応用プログラムは時間やタイミングに依存したプログラムがかなりの部分を占めていてこのような手法で再利用できるプログラムはあまり多くありません。

2. チームプログラミングを推進し、1つのソフトウェアを何名かの技術者でおこなうようにする

チームプログラミングをおこなうには色々な問題があります。1つはデバッグ作業をおこなうにあたり、チームプログラミングをおこなっている技術者全員のソフトウェアがデバッグできる状態にないとデバッグに入れません。また、チーム内の意志統一を十分におこなう必要があります。

3. ソフトウェアの生産効率を向上させ、技術者1名あたりの開発可能量を増加させる

1つは技術者の教育をおこない技術者のスキルアップをはかる方法があります。また、構造化記述アセンブラやCコンパイラなどを用いることにより、より簡単にプログラムを作成できるようにする方法があります。また、ソフトウェアのモジュール化を推進してデバッグの効率を向上させる方法等があります。

しかし、このような問題を解決するには従来の手法では限界があります。そこでリアルタイム OS という新しい手法の導入が必要になってきます。そこで、弊社はこの要求に答えるべく32ビットマイクロコンピュータ R32C/100 シリーズ用にリアルタイム OS MR100を開発しました。MR100を導入することにより以下のような効果があります。

1. ソフトウェアの再利用が容易になる

リアルタイム OS を導入することにより、リアルタイム OS を介してタイミングをとり、タイミングに依存したプログラムが再利用できるようになります。また、プログラムをタスクというモジュールに分割しますので、自然と構造化プログラミングをおこなうようになります。すなわち再利用可能なプログラムを自然に作成できるようになります。

2. チームプログラミングがおこないやすくなる

リアルタイム OS を導入することにより、プログラムがタスクという機能単位のモジュールに分割されますので、タスク単位で開発をおこなう技術者を振り分け開発からタスク単位でデバッグまでできるようになります。とくにリアルタイム OS を導入すると、プログラムが全てでき上がってなくてもタスクさえ出来ていればその部分のデバッグを初めることが容易にできます。またタスク単位で技術者を割り振ることができますので、作業分担が容易におこなえます。

3. ソフトウェアの独立性が高くなり、プログラムをデバックしやすくなる

リアルタイム OS を導入することにより、プログラムをタスクという独立した小さなモジュールに分割できますので、プログラムをデバックする際ほとんどはその小さなモジュールに着目するだけでデバックすることができます。

4. タイマ制御が簡単になる

従来例えば、10ms ごとにある処理を動作させるためには、マイクロコンピュータのタイマ機能を用いて定期的に割り込みを発生させて処理させていました。ところが、マイクロコンピュータのタイマの数には限りがありますのでタイマが足らなくなったら 1 本のタイマを複数の処理に使用するなどの手法を用いて解決していました。しかし、リアルタイム OS を導入することにより、リアルタイム OS の時間管理機能を使用して一定時間毎にある処理をさせるというプログラムを、マイクロコンピュータのタイマ機能を特に意識せずに作成することができます。また、同時にプログラマから見たとき疑似的にマイクロコンピュータに無限本数のタイマが搭載されたようにプログラムを作成することができます。

5. ソフトウェアの保守性が向上する

リアルタイム OS を導入することにより開発したソフトウェアが小さなタスクと呼ばれるプログラムの集合で構成されます。これにより開発完了後保守をおこなう場合、小さなタスクだけを保守すればよくなり保守性が向上します。

6. ソフトウェアの信頼性が向上する

リアルタイム OS を導入することにより、プログラムの評価、試験などがタスクという小さなモジュール単位でおこなえますので評価、試験が容易になりひいては信頼性が向上します。

7. マイクロコンピュータの性能を最大限生かすことができ、これにより応用製品の性能向上が望める

リアルタイム OS を導入することにより、入出力待ちなどのマイクロコンピュータのむだな動作を減少させることができます。これによりマイクロコンピュータの能力を最大限に引き出すことができます。ひいては応用製品の性能向上につながります。

2.2 TRON仕様とMR100

MR100は、 μ ITRON 4.0仕様に準拠した32ビットマイクロコンピュータR32C/100シリーズ用に開発された、リアルタイム・オペレーティングシステムです。 μ ITRON 4.0仕様では、ソフトウェアの移植性を確保するための試みとしてスタンダードプロファイルを規定していますが、MR100は、スタンダードプロファイルのうち、静的APIおよびタスク例外を除くすべてのサービスコールをインプリメントしています。

2.3 MR100 の特長

MR100 は以下に示す特長を持っています。

1. μ ITRON 仕様に準拠したリアルタイム・オペレーティングシステム

MR100 は μ ITRON 仕様に基づいて開発されました。 μ ITRON 教科書として出版されている文献や μ ITRON セミナー等で得た知識をほとんどそのまま役立てることができます。また、他の μ ITRON 仕様に準拠したリアルタイム OS を用いて開発したアプリケーションプログラムを MR100 に移行するのは比較的容易に行えます。

2. 高速処理を実現

R32C/100 マイクロコンピュータのアーキテクチャを活用し、高速処理を実現しています。

3. 必要モジュールのみを自動選択することにより常に最小サイズのシステムを構築

MR100 は R32C/100 シリーズオブジェクトライブラリ形式で供給されています。したがって、リンケージエディタのもつ機能により、数ある MR100 の機能モジュールのなかで使用しているモジュールのみを自動選択してシステムを生成します。このため、常に最小サイズのシステムが自動的に生成されます。

4. C コンパイラ NC100 を用いて C 言語でアプリケーションプログラムが開発可能

C コンパイラ NC100 を用いて、MR100 のアプリケーションプログラムを C 言語で開発できます。また C 言語から MR100 の機能呼び出すためのインタフェースライブラリが製品に添付されています。

5. 統合環境を利用して効率のよい開発が可能

ルネサス統合環境 High-performance Embedded Workshop を使用して、他の High-performance Embedded Workshop 対応のルネサス開発ツールと共通した操作での開発が可能

6. 上流工程ツール "コンフィギュレータ" により、容易に開発が可能

ROM 書き込み形式ファイルまでの作成を簡単な定義のみでおこなえるコンフィギュレータを装備しています。これにより、どんなライブラリを結合する必要があるかなどを特に気にする必要はありません。また、GUI 化されたコンフィギュレータを用意しており、コンフィギュレーションファイルの記述形式を習得しなくとも、容易にコンフィギュレーションが可能になりました。

3. カーネル入門

3.1 リアルタイムOSの考え方

本節では、リアルタイム OS の基本概念について説明します。

3.1.1 リアルタイムOSの必要性

近年半導体技術の進歩にともなってシングルチップマイクロコンピュータ (マイコン) のROM容量が増大してきています。このような大ROM容量のマイクロコンピュータの出現によりそのプログラム開発が従来の方法では困難になってきています。図 3.1にプログラムサイズと開発期間 (開発の困難さ) との関係を示します。この 図 3.1はあくまでイメージ図ですが、プログラムのサイズが大きくなるに従い開発期間が指数関数的に長くなってきます。例えば 32Kバイトのプログラムを1個開発するより、8Kバイトのプログラムを4個開発する方が簡単です。

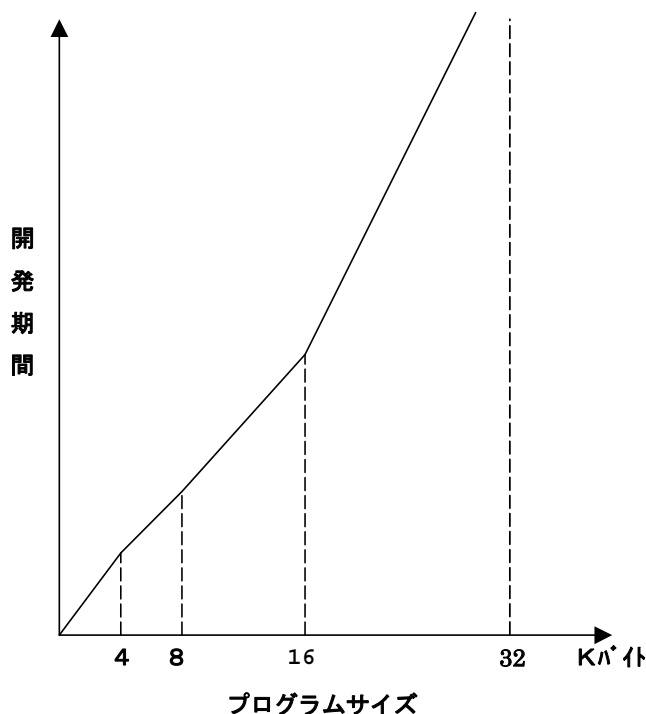


図 3.1 プログラムサイズと開発期間

そこで大きなプログラムを短期間に簡単に開発するための手法が必要になってきます。この方法として小さな ROM 容量のマイクロコンピュータを多く使う方法があります。たとえば、図 3.2 にオーディオ機器システムを複数のマイクロコンピュータで構成した例を示します。

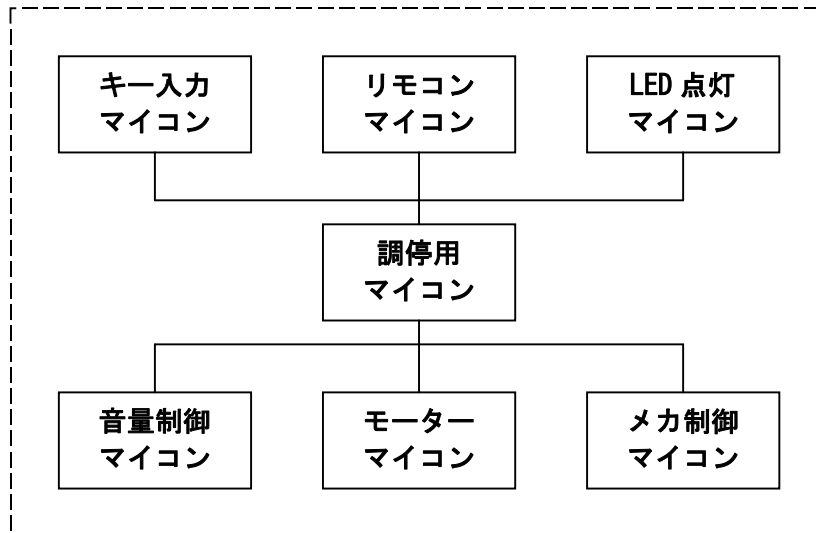


図 3.2 マイコンを多く使ったシステム例 (オーディオ機器)

このように機能単位で別々のマイクロコンピュータを用いることは以下の利点があります。

1. ひとつひとつのプログラムが小さくなり、プログラム開発が容易になる
2. 一度開発したソフトウェアを再利用することが非常に容易になる
3. 完全に機能ごとにプログラムが分離するので複数の技術者でプログラム開発が容易にできる

この反面以下のような欠点があります。

1. 部品点数が多くなり製品の原価を上昇させる
2. ハードウェア設計が複雑になる
3. 製品の物理的サイズが大きくなる

そこでそれぞれのマイクロコンピュータで動作しているプログラムを、1つのマイクロコンピュータでソフトウェア的に、別々のマイクロコンピュータで動作しているように見せることのできるリアルタイムOSを採用すれば、上記の利点を残したままで欠点をすべて無くすことができます。図 3.3に、図 3.2に示したシステムにリアルタイムOSを導入した場合のシステム例を示します。

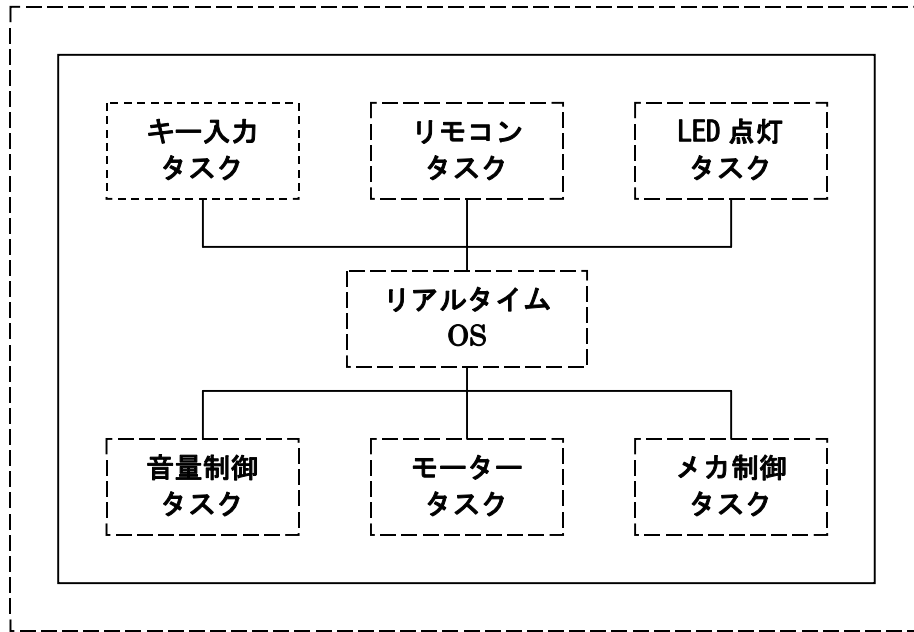


図 3.3 リアルタイム OS の導入システム例 (オーディオ機器)

すなわちリアルタイム OS とは 1 個のマイクロコンピュータを、あたかも複数のマイクロコンピュータが動作しているように見せるソフトウェアです。複数のマイクロコンピュータに相当するひとつひとつのプログラムをリアルタイム OS 用語でタスクと呼びます。

3.1.2 カーネルの動作原理

カーネルとは、リアルタイム OS の中核となるプログラムのことです。カーネルは、1 個のマイクロコンピュータを、あたかも複数のマイクロコンピュータが動作しているように見せることのできるソフトウェアです。では 1 個のマイクロコンピュータをどのようにして複数あるように見せかけるのでしょうか？

それは、図 3.4 に示すようにそれぞれのタスクを時分割で動作させるからです。つまり実行するタスクを一定時間ごとに切り替えて、複数のタスクが同時に実行しているように見せるのです。

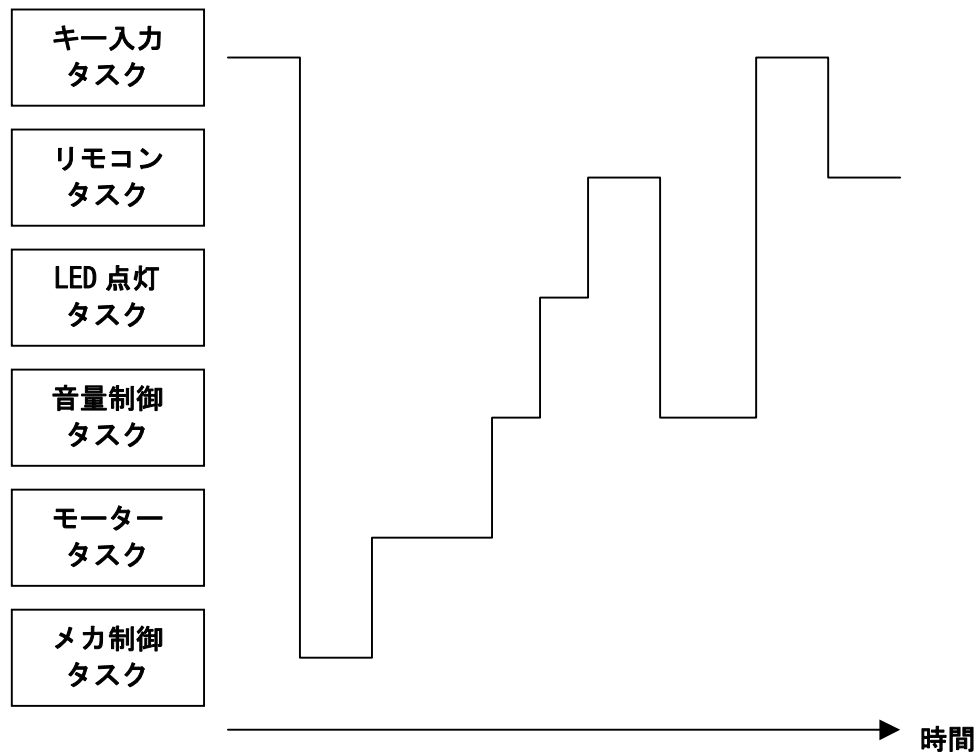


図 3.4 タスクの時分割動作

このようにタスクを一定時間ごとに切り替えて実行しています。このタスクを切り替えることをディスパッチと呼びます。タスク切り替え (ディスパッチ) が発生する要因として以下のものがあります。

- 自分自身で切り替えを要求する
- 割り込みなどの外的要因で切り替わる

タスク切り替えが発生し、再度、そのタスクを実行するときには、中断していたところから再開します。(図 3.5参照)

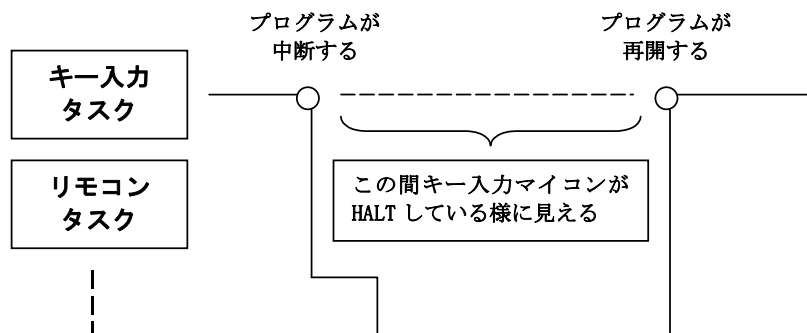


図 3.5 タスクの中断と再開

図 3.5においてキー入力タスクは、他のタスクに実行制御が移っている間、プログラマから見ればプログラムが中断しそのマイコンがHALT しているようにみえます。カーネルは、中断した時点のレジスタ内容を復帰することにより、タスクを中断した時点の状態から再開させます。すなわちタスクの切り替えとは、現在実行中のタスクのレジスタの内容をそのタスクを管理するメモリ領域に退避し、切り替えるタスクのレジスタ内容を復帰することです(図 3.6参照)。

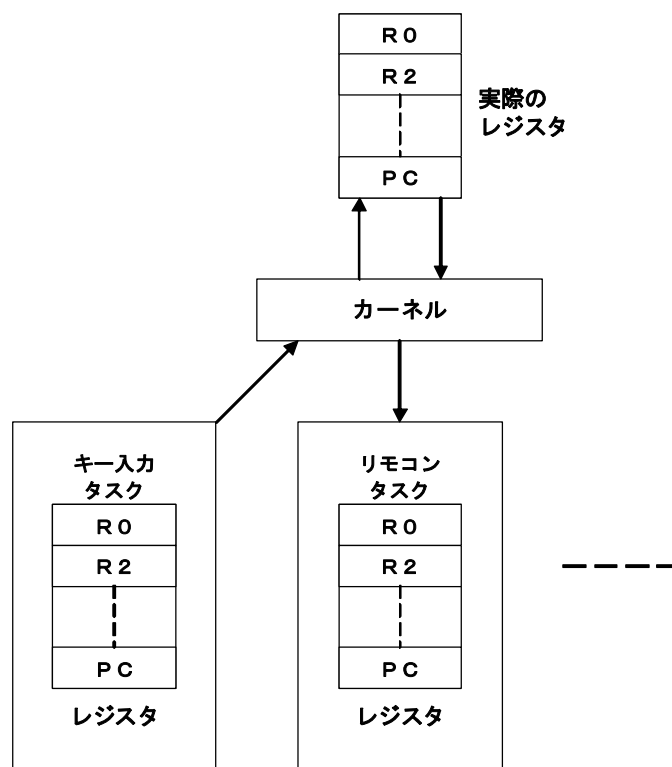


図 3.6 タスクの切り替え

図 3.7³は各タスクのレジスタをどのように管理しているか具体的に示したものです。実際にはタスクごとに持つ必要のあるのはレジスタだけでなく、スタック領域もタスクごとに持つ必要があります。

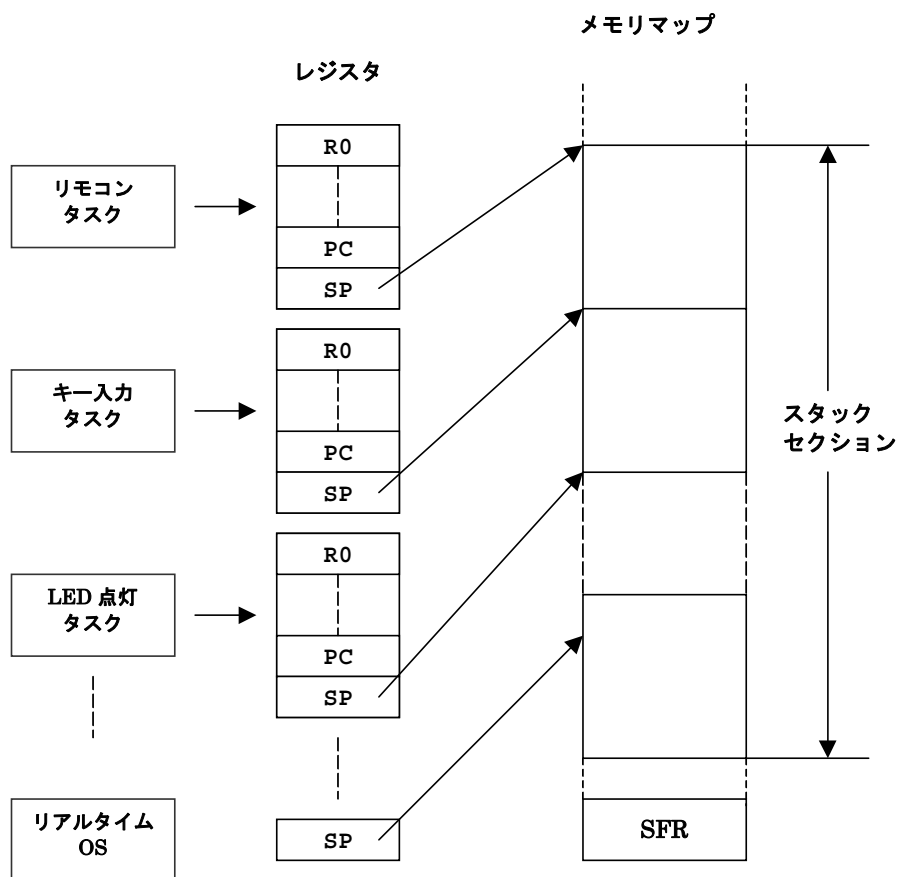


図 3.7 タスクのレジスタ領域

³ 本バージョンより、タスクのスタック領域はセクション毎に分割することが可能となりましたが、この図は、タスクのスタック領域をすべて同じセクションに配置した場合の図です。

図 3.8 は各タスクのレジスタおよびスタック領域を詳細に説明したものです。MR100 では各タスクのレジスタは図 3.8 に示すようにスタック領域の中に格納され管理されています。図 3.8 は、レジスタ格納後の状態を示しています。

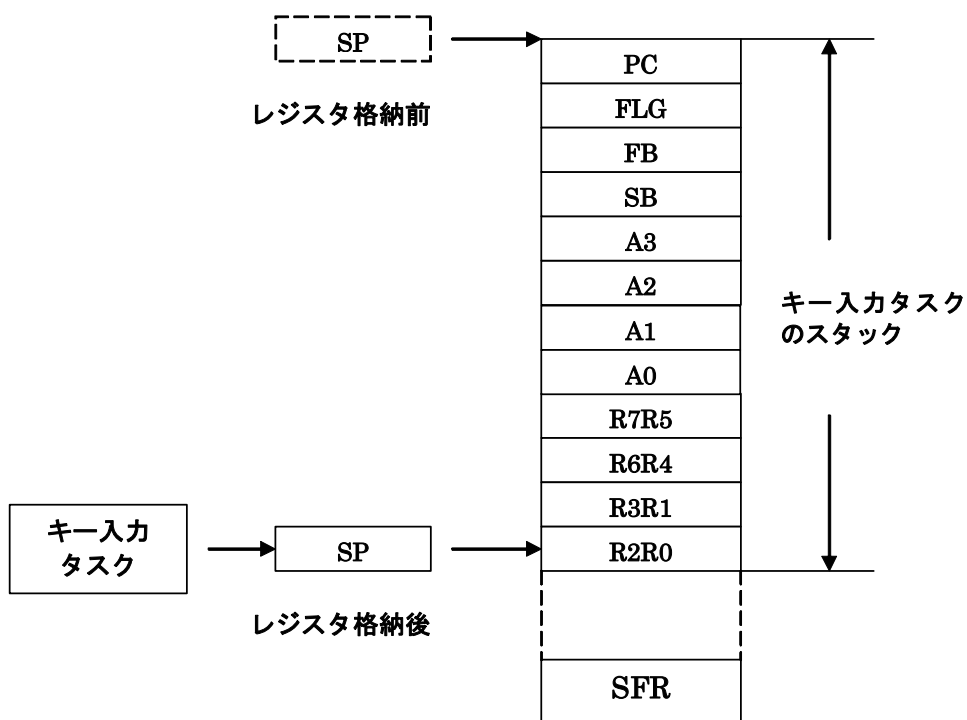


図 3.8 実際のレジスタとスタック領域の管理

3.2 サービスコール

プログラマはプログラム中でどのようにカーネルの機能を使用するのでしょうか? これにはカーネルの機能をプログラムから何らかの形で呼び出す必要があります。このカーネルの機能を呼び出すことをサービスコールといいます。すなわちサービスコールにより、タスクの起動などの処理を行なうことができます (図 3.9 参照)。

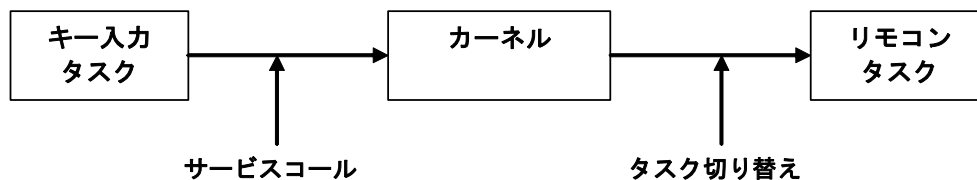


図 3.9 サービスコール

このサービスコールは、以下のように C 言語で応用プログラムを記述する場合は関数呼び出しで実現します。

```
act_tsk(ID_main);
```

またアセンブリ言語で応用プログラムを記述する場合は以下のようにアセンブルマクロ呼び出しにより実現します。

```
act_tsk #ID_main
```

3.2.1 サービスコール処理

サービスコールが発行されると以下の手順により処理がおこなわれます。

1. 現レジスタ内容を退避します
2. スタックポインタをタスクのものからリアルタイム OS(システム)のものへ切り替えます
3. サービスコール要求にしたがった処理を行います
4. 次に実行するタスクの選択をおこないます
5. スタックポインタをタスクのものに切り替えます
6. レジスタ内容を復帰してタスクの実行を再開します

サービスコールが発生してからタスク切り替えまでの処理の流れを図 3.10 に示します。

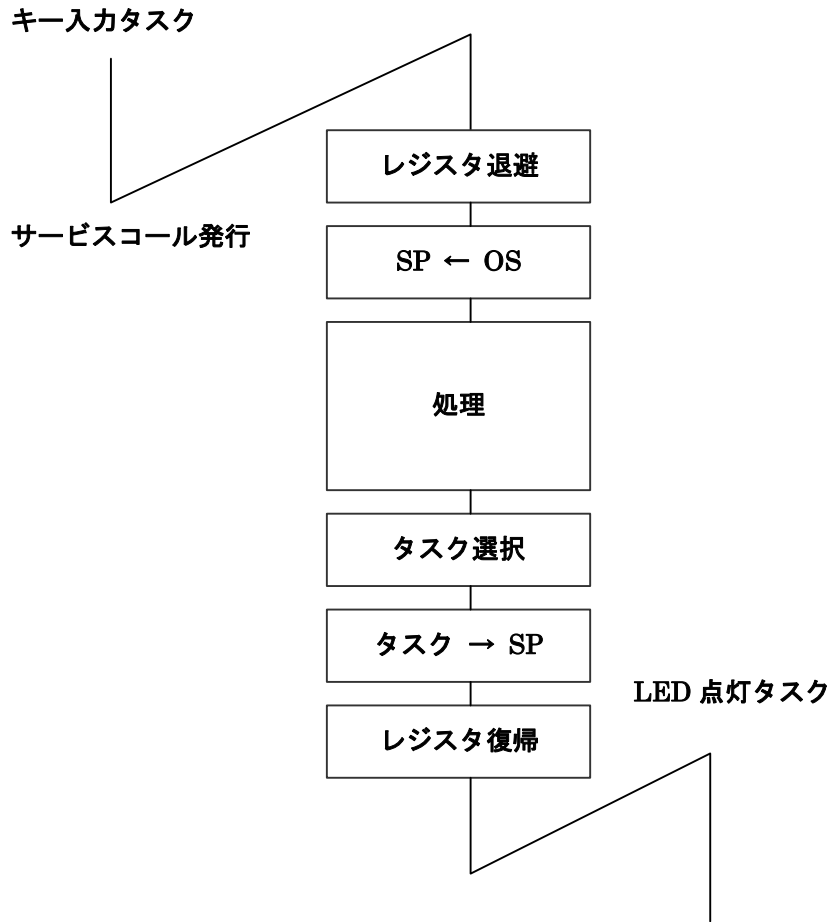


図 3.10 サービスコールの処理の流れ

3.2.2 ハンドラからのサービスコールの処理手順

ハンドラ⁴からのサービスコール発行はタスクからのサービスコールと異なり、サービスコール発行時にタスク切り替えは発生しません。タスク切り替えが発生するのはハンドラからの復帰時です。ハンドラからのサービスコール処理手順は大きく分けて以下の3通りがあります。

1. タスク実行中に割り込んだハンドラからのサービスコール
2. サービスコール処理中に割り込んだハンドラからのサービスコール
3. ハンドラ実行中に割り込んだ (多重割り込み) ハンドラからのサービスコール

タスク実行中に割り込んだハンドラからのサービスコール

スケジューリング (タスク切り替え)はret_intサービスコールによりおこなわれます。⁵ (図 3.11参照)

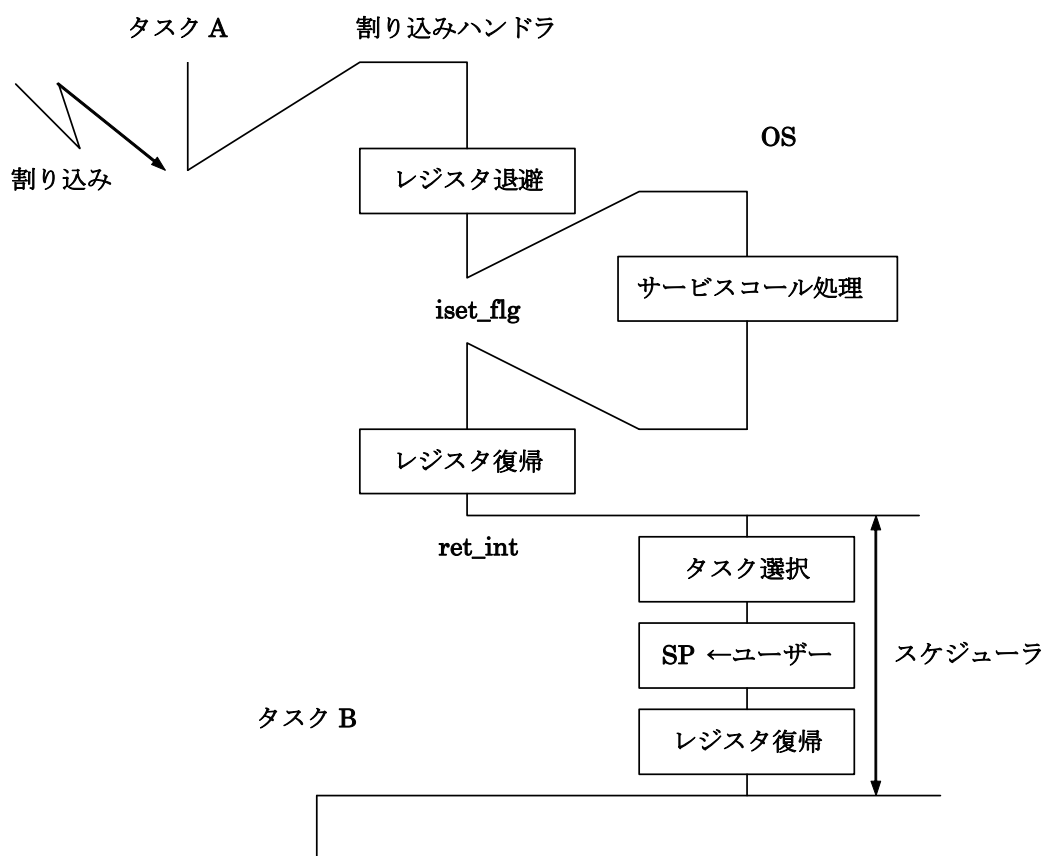


図 3.11 タスク実行中に割り込んだ割り込みハンドラからのサービスコール処理手順

⁴ カーネル管理外割り込みハンドラからはサービスコールは発行できませんので、ここで述べているハンドラはカーネル管理外割り込みハンドラを含みません。

⁵ C 言語でカーネル管理割り込みハンドラを記述する場合 (#pragma INTHANDLER 指定時), ret_int サービスコールは自動的に発行されます。

サービスコール処理中に割り込んだハンドラからのサービスコール
 スケジューリング (タスク切り替え)は割り込まれたサービスコール処理に戻った後におこなわれます。(図 3.12参照)

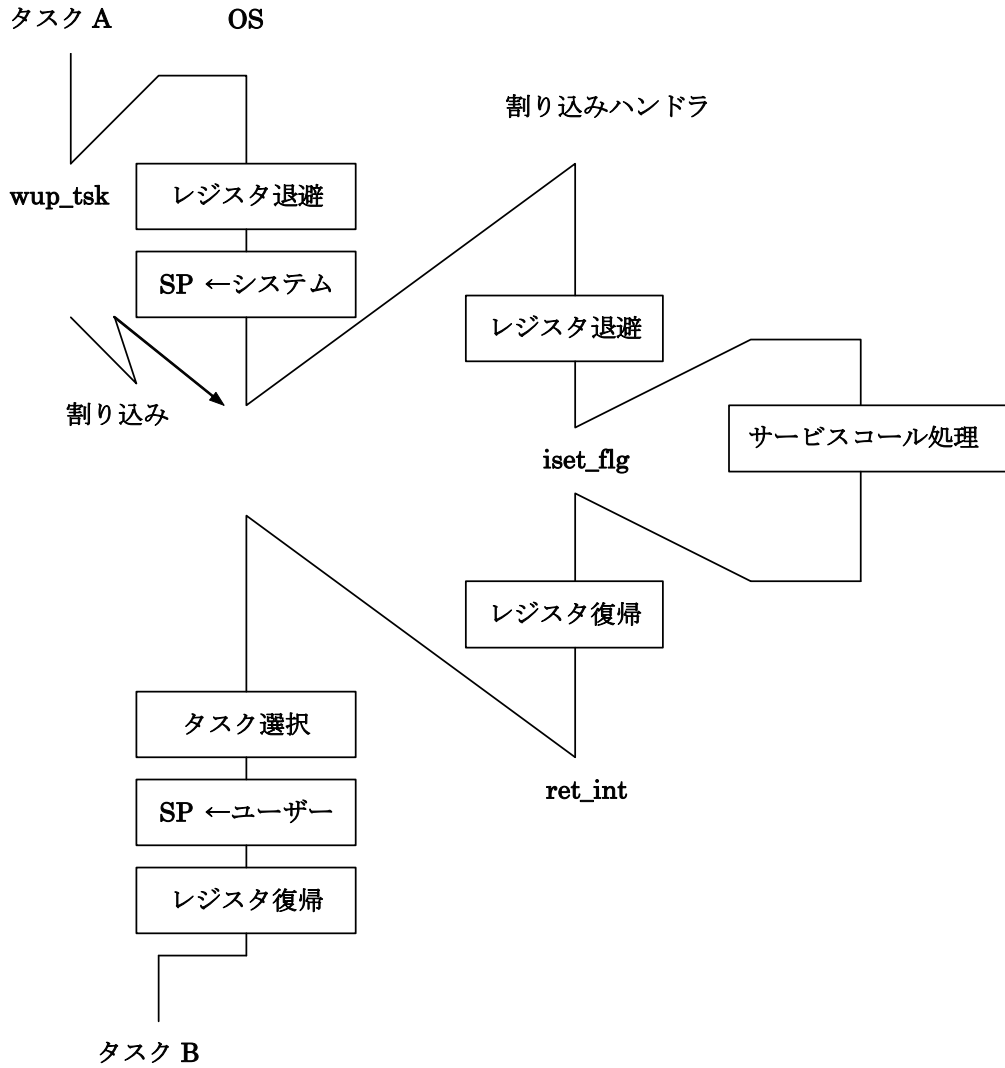


図 3.12 サービスコール処理中に割り込んだ割り込みハンドラからのサービスコール処理手順

ハンドラ実行中に割り込んだハンドラからのサービスコール

ハンドラ (以後ハンドラAと呼びます) 実行中に割り込みが発生した場合を考えます。ハンドラA実行中に割り込んだハンドラ (以後ハンドラBと呼びます。)が、発行したサービスコールによりタスク切り替えが必要になった場合は、ハンドラBから復帰するサービスコール (ret_intサービスコール)では、ハンドラAに戻るだけでタスク切り替えはおこないません。ハンドラAからのret_intサービスコールによりタスク切り替えが行われます。(図 3.13参照)

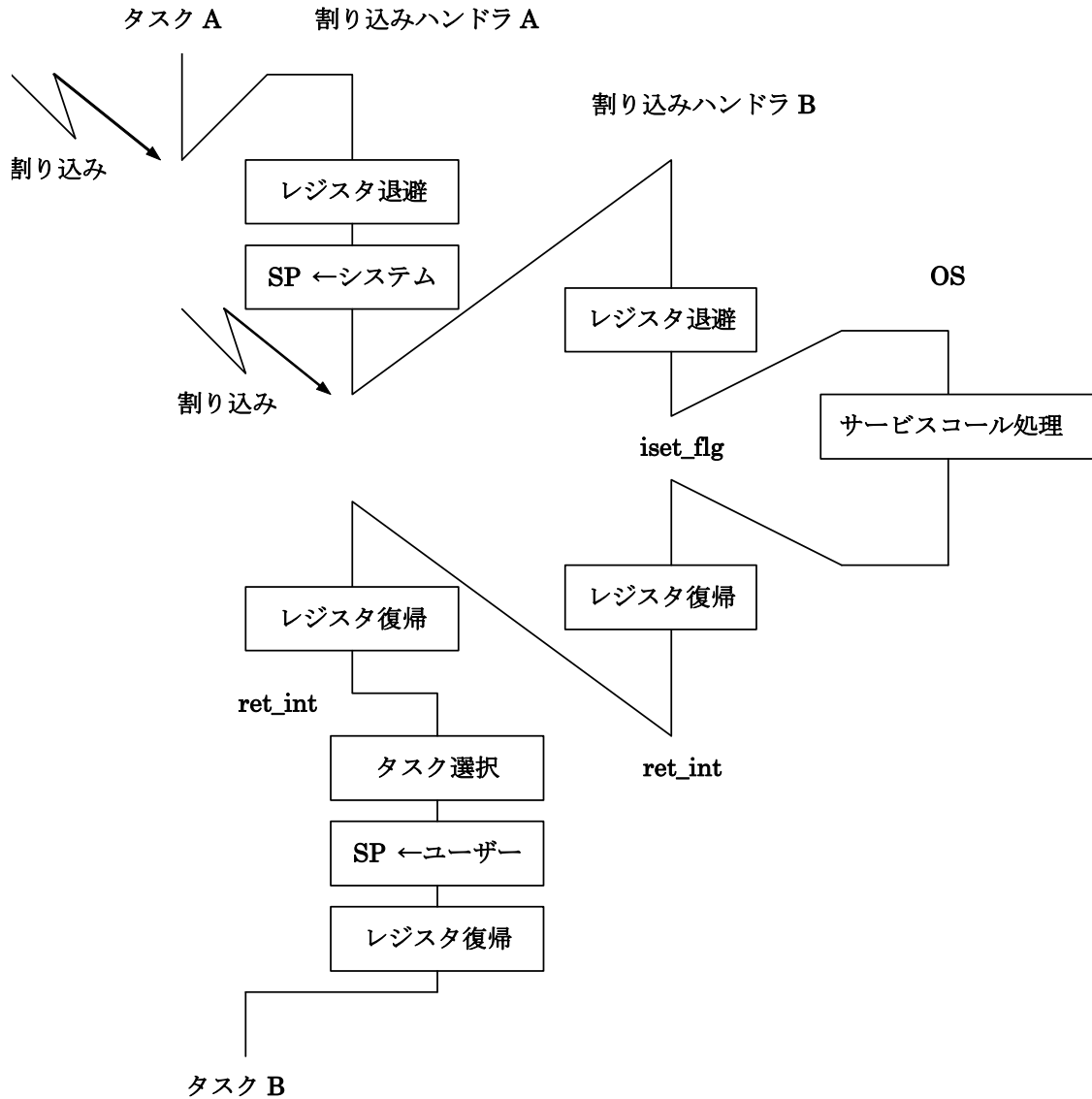


図 3.13 多重割り込みハンドラからのサービスコール処理手順

3.3 オブジェクト

タスクやセマフォなど、サービスコールによって操作する対象を「オブジェクト」と呼びます。オブジェクトは ID 番号によって識別されます。

3.3.1 サービスコールにおけるオブジェクトの指定方法

各オブジェクトの識別は、MR100 の内部では ID 番号でおこないます。すなわち、「タスク ID 番号 1 のタスクを起動する」などというように管理されています。しかし、プログラム中にタスクの番号を直接書き込むと非常に可読性の低いプログラムになってしまいます。たとえば、

```
act_tsk(1);
```

とプログラム中に記述するとプログラマは絶えず ID 番号の 1 番のタスクは何かを知っている必要があります。また、他人がこのプログラムを見たときに ID 番号の 1 番のタスクが何か一目では分かりません。そこで MR100 ではタスクの識別をそのタスクの名前（関数もしくはシンボルの名前）で指定し、その名前からタスクの ID 番号への変換を MR100 に付属しているプログラム「コンフィギュレータ `cfg100`」自動的におこないます。具体的には、コンフィギュレータは、各タスクと ID 番号が対応づけられるように下のよう定義されたヘッダファイル(`kernel_id.h`)を出力します。

```
#define ID_TASK1 1
```

図 3.14は、タスクを識別する様子を示したものです。

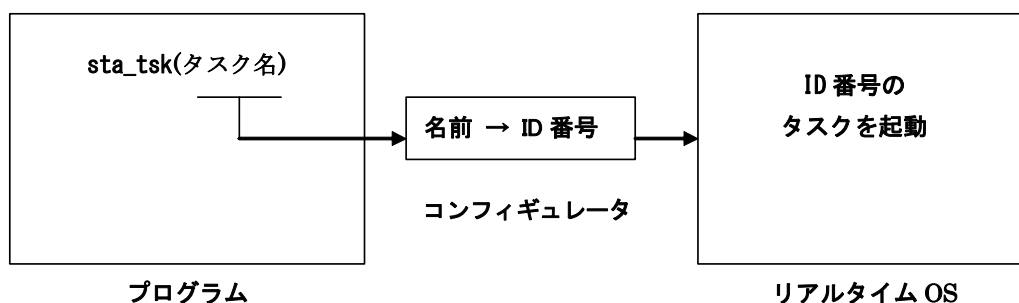


図 3.14 タスクの識別

この定義を用いると、先の例は以下のように記述できます。

```
act_tsk(ID_TASK1); /* タスク ID が "ID_TASK1" のタスクを起動する */
```

この例では、「ID_TASK1」に対応するタスクを起動するように指定しています。タスクの名前から ID 番号への変換は、プログラムを生成するときにコンパイラの機能を使用することによって行うため、この機能による処理速度の低下はありません。

3.4 タスク

本節ではタスクを MR100 がどのように管理しているかを説明します。

3.4.1 タスクの状態

リアルタイムOSではタスクを実行するべきか否かを、タスクの状態を管理することにより制御しています。例えば、図 3.15 にキー入力タスクの実行制御と状態の関係を示します。キー入力が発生した場合はそのタスクを実行しなければなりません。すなわち、キー入力タスクが実行状態となります。またキー入力を待っているときはタスクを実行する必要はありません。すなわち、キー入力タスクは待ち状態になっています。

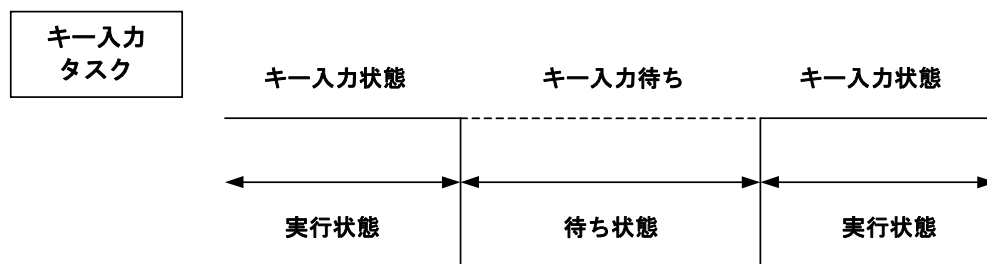


図 3.15 タスクの状態

MR100 では実行状態,待ち状態を含め以下の 6 つの状態を管理しています。

1. 実行状態 (RUNNING 状態)
2. 実行可能状態 (READY 状態)
3. 待ち状態 (WAITING 状態)
4. 強制待ち状態 (SUSPENDED 状態)
5. 二重待ち状態 (WAITING-SUSPENDED 状態)
6. 休止状態 (DORMANT 状態)

タスクは上記の 6 つの状態を遷移していきます。図 3.16に、タスクの状態遷移図を示します。

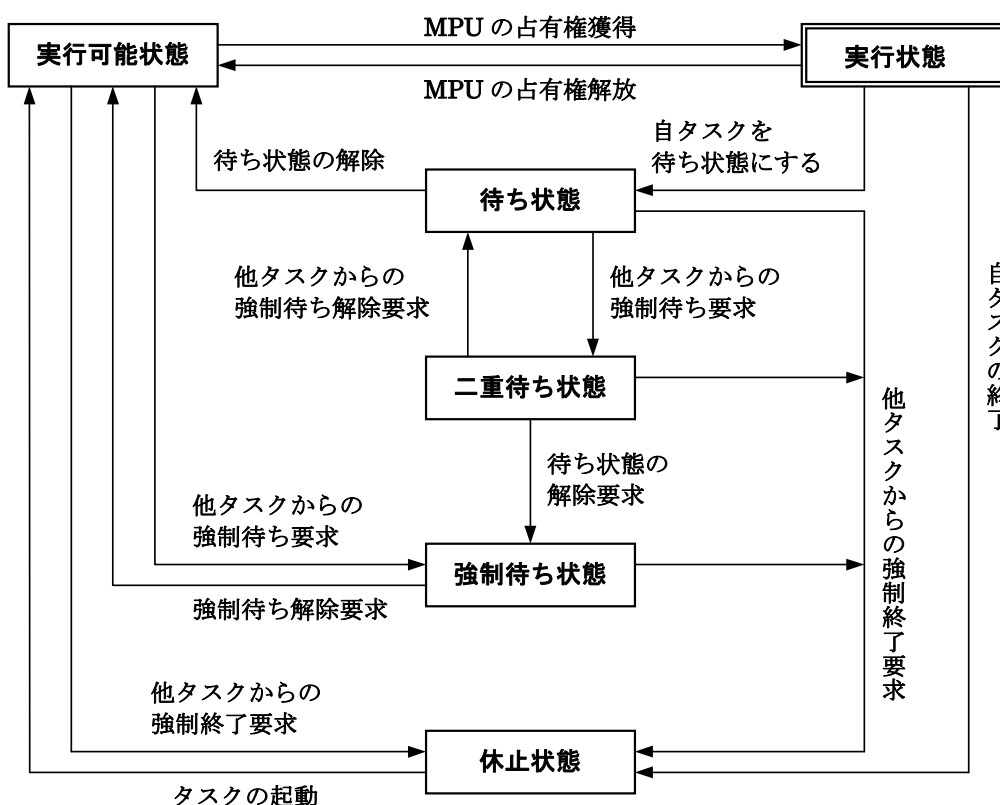


図 3.16 MR100 のタスク状態遷移図

1. 実行状態 (RUNNING 状態)

タスクが、まさに現在実行中の状態を実行状態といいます。マイクロコンピュータは1つしかないのですから当然実行状態にあるのは常に1つだけです。

現在実行状態のタスクが他の状態に移行するには、以下の事象のうちどれかが発生した場合です。

- ext_tsk サービスコールにより、自分で自タスクを正常終了させた場合
- 自分で待ち状態に入った場合⁶
- 自タスクから発行したサービスコールにより、自タスクより優先度の高い他のタスクの待ち状態が解除された場合
- 割り込み等の事象の発生により、その割り込みハンドラから発行されたサービスコールによって自タスクより優先度の高いタスクが実行可能状態になった場合
- chg_pri, ichg_pri サービスコールによってタスクの優先度を変更し、他の実行可能状態のタスクが自タスクより優先度が高くなった場合
- rot_rdq, irot_rdq サービスコールにより、自タスク優先度のレディキューを回転し、実行権を放棄した場合

上記の事象が発生すると再スケジュールされて実行状態と実行可能状態にあるタスクのなかで最も優先度の高いタスクが実行状態に移され、そのタスクのプログラムが実行されます。

⁶ dly_tsk, slp_tsk, tslp_tsk, wai_flg, twai_flg, wai_sem, twai_sem, rev_mbx, trcv_mbx, snd_dtq, tsnd_dtq, rev_dtq, trev_dtq, vtsnd_dtq, vsnd_dtq, vtrcv_dtq, vrev_dtq, get_mpf, tget_mpf, loc_mtx, tloc_mtx, rev_mbf, trcv_mbf, snd_mbf, tsnd_mbf サービスコールによる

2. 実行可能状態 (READY 状態)

タスクが実行される条件は整っているが、そのタスクより優先度の高いタスクもしくは同一優先度のタスクが実行されているために実行できずに実行待ち状態になっている状態を実行可能状態といいます。

実行可能状態であるタスクで、レディキューでは2番目に実行される可能性のあるタスクが実行状態になるのは、以下の事象の内いずれかが発生した場合です。

- 実行状態のタスクが `ext_tsk` サービスコールによって正常終了した場合
- 実行状態のタスクが自分で待ち状態に入った場合⁷
- 実行状態のタスクが `chg_pri` サービスコールによりタスク優先度を変更し、実行可能状態のタスクが実行状態のタスクより優先度が高くなった場合
- 割り込み等の事象の発生により、その割り込みハンドラから発行されたサービスコールによって実行中のタスクより優先度の高いタスクが実行可能状態になった場合
- `rot_rdq`, `irotd_rdq` サービスコールにより、レディキュー先頭タスクが、自タスク優先度のレディキューを回転し、実行権を放棄した場合

3. 待ち状態 (WAITING 状態)

実行状態のタスクが自分自身を待ち状態に移行させる要求を出すことにより、タスクは実行状態から待ち状態に移行することができます。待ち状態は通常入出力装置の入出力動作完了待ちや他のタスクの処理待ちなどの状態として使用されます。実行待ち状態に移行するには以下の方法があります。

- `slp_tsk` サービスコールにより単純に待ち状態に移行します。この場合、他のタスクから明示的に待ち状態から解除されないと実行可能状態に移行しません。
- `dly_tsk` サービスコールにより一定時間待ち状態に移行します。この場合、指定時間経過するかもしくは他のタスクから明示的に待ち状態を解除することにより実行可能状態に移行します。
- `wai_flg`, `wai_sem`, `rcv_mbx`, `snd_dtq`, `rcv_dtq`, `vsnd_dtq`, `vrcv_dtq`, `get_mpf`, `loc_mtx`, `rcv_mbf`, `snd_mbf` サービスコールにより要求待ちで待ち状態に移行します。この場合、要求事項が満たされるかもしくは他のタスクから明示的に待ち状態を解除することにより実行可能状態に移行します。
- `tslp_tsk`, `twai_flg`, `twai_sem`, `trcv_mbx`, `tsnd_dtq`, `trcv_dtq`, `vtsnd_dtq`, `vtrev_dtq`, `tget_mpf`, `tlloc_mtx`, `tsnd_mbf`, `trcv_mbf` サービスコールは、`slp_tsk`, `wai_flg`, `wai_sem`, `rcv_mbx`, `tsnd_dtq`, `trcv_dtq`, `vsnd_dtq`, `vrcv_dtq`, `get_mpf`, `loc_mtx`, `snd_mbf`, `rcv_mbf` サービスコールにタイムアウトを指定したサービスコールです。各サービスコールの要求待ちで待ち状態に移行します。この場合、要求事項が満たされるかもしくは、指定時間が経過した場合、実行可能状態に移行します。
- タスクが `wai_flg`, `wai_sem`, `rcv_mbx`, `snd_dtq`, `rcv_dtq`, `vsnd_dtq`, `vrcv_dtq`, `get_mpf`, `tslp_tsk`, `twai_flg`, `twai_sem`, `trcv_mbx`, `tsnd_dtq`, `trcv_dtq`, `vtsnd_dtq`, `vtrev_dtq`, `tget_mpf`, `loc_mtx`, `tlloc_mtx`, `rcv_mbf`, `trcv_mbf`, `snd_mbf`, `tsnd_mbf` サービスコールにより要求待ちで待ち状態になると、その要求事項により次の待ち行列のいずれかにつながります。

⁷ `dly_tsk`, `slp_tsk`, `tslp_tsk`, `wai_flg`, `twai_flg`, `wai_sem`, `twai_sem`, `rcv_mbx`, `trcv_mbx`, `snd_dtq`, `tsnd_dtq`, `rcv_dtq`, `trcv_dtq`, `vtsnd_dtq`, `vsnd_dtq`, `vtrev_dtq`, `vrcv_dtq`, `get_mpf`, `tget_mpf`, `loc_mtx`, `tlloc_mtx`, `snd_mbf`, `tsnd_mbf`, `rcv_mbf`, `trcv_mbf` サービスコールによる

- イベントフラグ待ち行列
- セマフォ待ち行列
- メールボックスメッセージ受信待ち行列
- データキューデータ送信待ち行列
- データキューデータ受信待ち行列
- short データキューデータ送信待ち行列
- short データキューデータ受信待ち行列
- 固定長メモリプールメモリ獲得待ち行列
- ミューテックス獲得待ち行列
- メッセージバッファメッセージ送信待ち行列
- メッセージバッファメッセージ受信待ち行列

4. 強制待ち状態 (SUSPENDED 状態)

実行状態のタスクから `sus_tsk` サービスコールが発行される、もしくはハンドラから `isus_tsk` サービスコールが発行されると、サービスコールにより指定された実行可能なタスクもしくは実行中のタスクは強制待ち状態になります。なお待ち状態のタスクが指定された場合は二重待ち状態になります。

強制待ち状態は入出力エラー等の発生により実行可能なタスクもしくは実行中のタスク⁸ が処理を一時的に中断させるためにスケジューリングから外された状態です。すなわち実行可能状態のタスクに対して強制待ち要求が出された場合、そのタスクは実行待ち行列から外されます。

なお、強制待ち要求のキューイングは行いません。したがって強制待ち要求は実行状態、実行可能状態、待ち状態にあるタスク⁹にのみ行えます。すでに強制待ち状態にあるタスクに強制待ち要求した場合には、エラーコードが返されます。

5. 二重待ち状態 (WAITING-SUSPENDED 状態)

待ち状態にあるタスクに強制待ちの要求が出された場合、タスクは二重待ち状態になります。

`wai_flg`, `wai_sem`, `rcv_mbx`, `snd_dtq`, `rcv_dtq`, `vsnd_dtq`, `vrcv_dtq`, `get_mpf`, `tslp_tsk`, `twai_flg`, `twai_sem`, `trcv_mbx`, `tsnd_dtq`, `trcv_dtq`, `vtsnd_dtq`, `vtrcv_dtq`, `tget_mpf` サービスコールによる要求待ちで待ち状態にあるタスクに対して強制待ち要求が出された場合、そのタスクは二重待ち状態に移行します。

また、二重待ち状態のタスクは待ち条件が解除されると強制待ち状態になります。待ち条件が解除されるには以下の場合が考えられます。

- `wup_tsk`, `iwup_tsk` サービスコールにより起床する場合
- `dly_tsk`, `tslp_tsk` サービスコールにより待ち状態になったタスクが時間経過により起床される場合
- `wai_flg`, `wai_sem`, `rcv_mbx`, `snd_dtq`, `rcv_dtq`, `vsnd_dtq`, `vrcv_dtq`, `get_mpf`, `tslp_tsk`, `twai_flg`, `twai_sem`, `trcv_mbx`, `tsnd_dtq`, `trcv_dtq`, `vtsnd_dtq`, `vtrcv_dtq`, `tget_mpf`, `loc_mtx`, `tloc_mtx`, `snd_mbf`, `tsnd_mbf`, `rcv_mbf`, `trcv_mbf` サービスコールにより待ち状態になったタスクの要求が満たされた、もしくは、指定時間が経過した場合
- `rel_wai`, `irel_wai` サービスコールにより待ち状態が強制解除される場合

二重待ち状態のタスクに `rsm_tsk`, `irsm_tsk` サービスコールによる強制待ち解除要求がだされると待ち状態になります。なお、強制待ち状態にあるタスクが自分自身を待ち状態にする要求は出せないため、強制待ち状態から二重待ち状態への移行は発生しません。

⁸ ハンドラから `isus_tsk` サービスコールにより実行タスクを強制待ち状態にする場合は、実行状態から直接強制待ち状態に移行されます。例外的にこの場合のみ実行状態から強制待ち状態に移行する場合はあることに注意してください。

⁹ 待ち状態にあるタスクに対して強制待ち要求をおこなうと二重待ち状態になります。

6. 休止状態 (DORMANT 状態)

通常は,MR100システムに登録されているが起動していない状態です。この状態になるには以下の2つの場合があります。

- タスクが起動をかけられるのを待っている場合
- ext_tsk サービスコールにより,タスクが正常終了 もしくは ter_tsk サービスコールにより,強制終了した場合

3.4.2 タスクの優先度とレディキュー

リアルタイム OS では実行したいタスクが同時にいくつも発生することがあります。このときにどのタスクを実行するかを判断することが必要になります。そこでタスクに実行の優先度をつけ、優先度の高いタスクから実行するようにします。すなわち、処理を素早くおこなう必要のあるタスクの優先度を高くしておけば実行したいときに素早く実行することができるようになります。

MR100 では同一の優先度を複数のタスクに与えることができます。そこで、実行可能になったタスクの実行順を制御するためにタスクの待ち行列 (レディキュー) を生成します。図 3.17 にレディキューの構造を示します。レディキューは優先度ごとに管理され、タスクが接続されている最も優先度の高い待ち行列の先頭タスクを実行状態にします。¹⁰

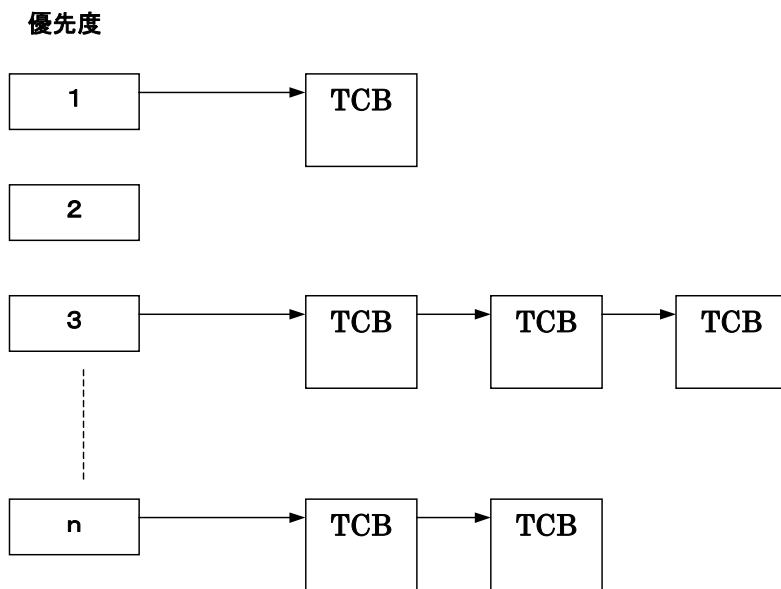


図 3.17 レディキュー(実行待ち状態)

¹⁰ 実行状態のタスクはレディキューにつながれたままです。

3.4.3 タスクの優先度と待ち行列

μ ITRON 4.0 仕様のスタンダードプロファイルでは、各オブジェクトの待ち方にタスクの優先度順に待ち行列をつなぐ (TA_TPRI 属性)、FIFO 順に待ち行列につなぐ (TA_TFIFO) の 2 種類をサポートすることになっています。MR100 でもこの 2 種類の待ち方をサポートしています。

図 3.18、図 3.19 にタスクが、"taskD", "taskC", "taskA", "taskB" の順で待ち行列につながれたときの様子を示します。

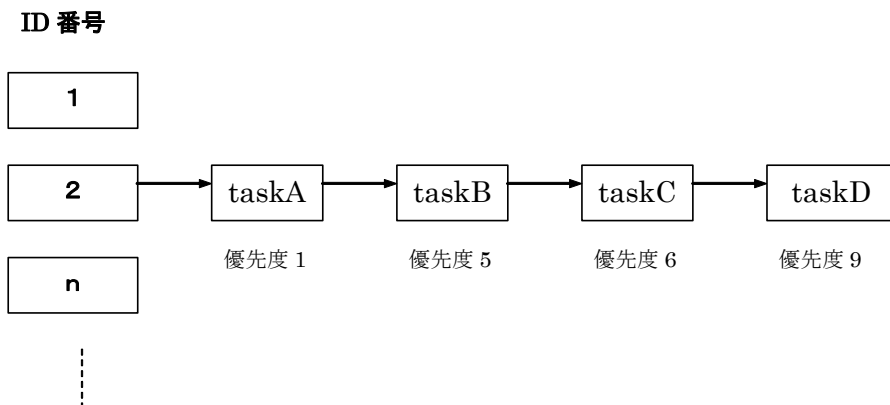


図 3.18 TA_TPRI 属性の待ち行列

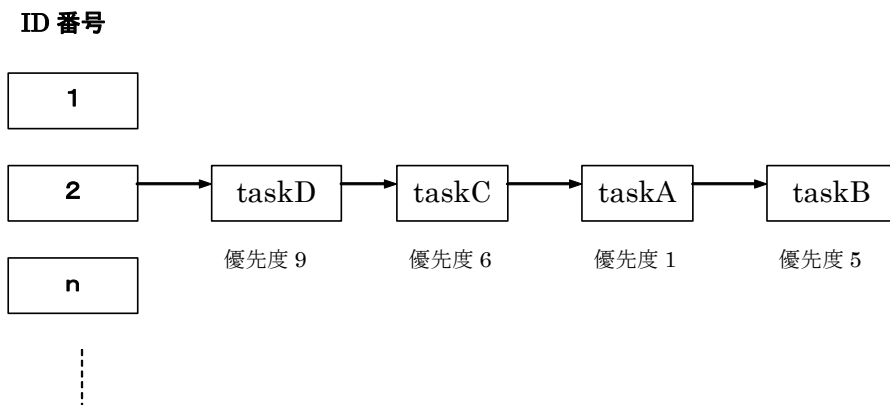


図 3.19 TA_TFIFO 属性の待ち行列

3.4.4 タスクコントロールブロック (TCB)

タスクコントロールブロック (TCB)とは、リアルタイム OS がそれぞれのタスクの状態や優先度などを管理するデータブロックのことを言います。MR100 ではタスクの以下の情報をタスクコントロールブロックとして管理しています。

- タスク接続ポインタ
レディキューなどを構成するときに使用するタスク接続用ポインタ
- タスクの状態
- タスクの優先度
- タスクのレジスタ情報などを格納したスタック領域のポインタ (現在の SP の値)
- 起床要求カウンタ
タスクの起床要求カウンタを蓄積する領域
- フラグ待ちモード
イベントフラグ待ちの時の待ちモード
- フラグ待ちパターン
イベントフラグ待ちのサービスクール (wai_flg, twai_flg)を使用した場合に、フラグ待ちパターンが格納されます。
なお、この領域は、イベントフラグを使用しない場合は、確保されません。
- 起動要求カウンタ
タスクの起動要求を蓄積する領域

タスクコントロールブロックを図 3.20に示します。

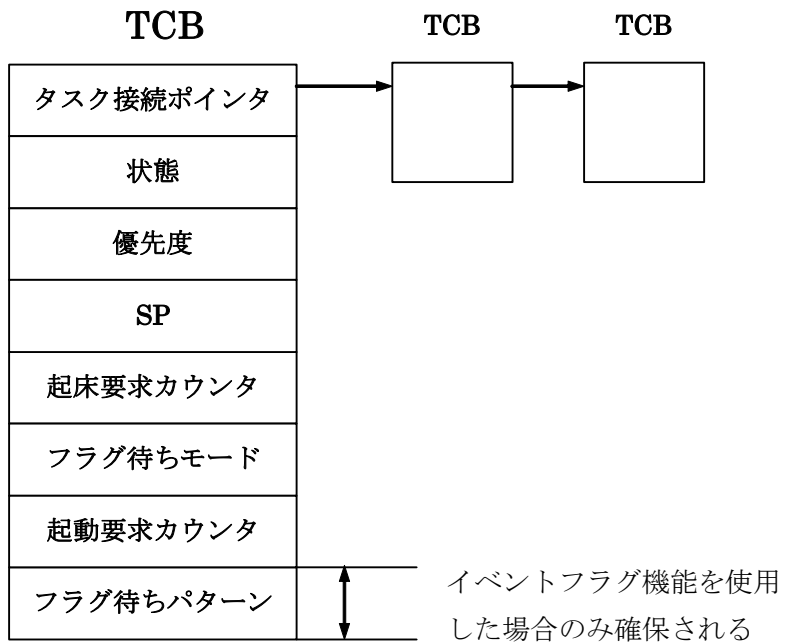


図 3.20 タスクコントロールブロック

3.5 システムの状態

3.5.1 タスクコンテキストと非タスクコンテキスト

システムは、「タスクコンテキスト」か「非タスクコンテキスト」のいずれかのコンテキスト状態で実行します。タスクコンテキストと非タスクコンテキストの違いを表 3.1に示します。

表 3.1 タスクコンテキストと非タスクコンテキスト

	タスクコンテキスト	非タスクコンテキスト
呼び出し可能なサービスコール	タスクコンテキストから呼び出せるもの	非タスクコンテキストから呼び出せるもの
タスクスケジューリング	レディキューの状態が変化し、ディスパッチ禁止状態,CPU ロック状態のいずれでもない場合に発生	発生しない
スタック	ユーザスタック	システムスタック

非タスクコンテキストで実行される処理には以下のものがあります。

割り込みハンドラ

ハードウェア割り込みにより起動されるプログラムを割り込みハンドラと呼びます。割り込みハンドラの起動には MR100 は全く関与しません。したがって割り込みハンドラの入り口アドレスを割り込みベクタテーブルに直接書き込みます。割り込みハンドラには、カーネル管理外割り込み、カーネル管理割り込みの 2 種類があります。各割り込みについては、5.5 節を参照して下さい。システムクロック割り込みハンドラ(isig_tim)も割り込みハンドラに含まれます。

周期ハンドラ

周期ハンドラはあらかじめ設定された時間毎に周期的に起動されるプログラムです。設定された周期ハンドラを無効にするか有効にするかは sta_cyc(ista_cyc)や stp_cyc(istp_cyc)サービスコールによりおこないます。また、周期ハンドラ起動時刻は、set_tim(iset_tim)による、時刻変化の影響を受けません。

アラームハンドラ

アラームハンドラは、指定した相対時刻経過後に起動されるハンドラです。起動時刻は、sta_alm(ista_alm)設定時の時刻に対する相対時刻で決定され、set_tim(iset_tim)による、時刻変化の影響を受けません。

周期ハンドラとアラームハンドラはシステムクロック割り込み(タイマ割り込み)ハンドラからサブルーチンコールで呼び出されます(図 3.21参照)。したがって、周期ハンドラ、アラームハンドラはシステムクロック割り込みハンドラの一部として動作します。なお、周期ハンドラ、アラームハンドラが呼び出されるときは、システムクロック割り込みの割り込み優先レベルの状態で行われます。

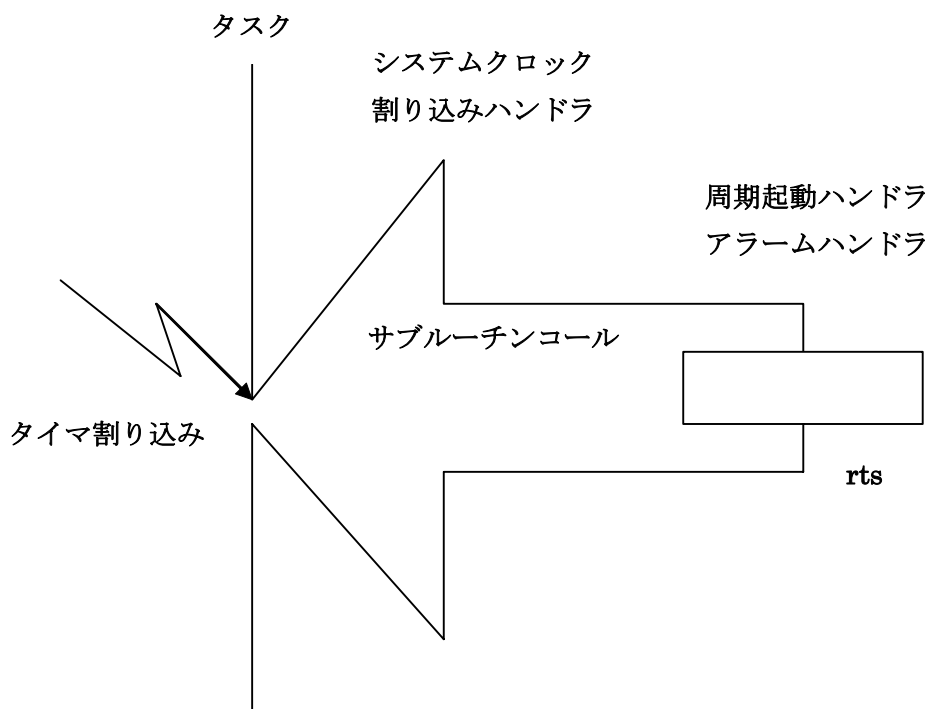


図 3.21 周期ハンドラ,アラームハンドラの起動

3.5.2 ディスパッチ禁止/許可状態

システムは、ディスパッチ許可状態、ディスパッチ禁止状態のいずれかの状態をとります。ディスパッチ禁止状態では、タスクスケジューリングが行われません。また、サービスコール発行タスクが待ち状態に移行するようなサービスコールも呼び出すことはできません。¹¹ ディスパッチ禁止状態へは、`dis_dsp`サービスコール、ディスパッチ許可状態へは`ena_dsp`サービスコールの発行により遷移することができます。また、`sns_dsp`サービスコールによりディスパッチ禁止状態がどうか知ることができます。

¹¹ MR100 は、ディスパッチ禁止状態から発行できないサービスコールを発行した場合、エラーとなりエラーコード `E_CTX` を返します。

3.5.3 CPUロック/ロック解除状態

システムは、CPUロック状態かCPUロック解除状態のいずれかの状態をとります。CPUロック状態では、すべてのカーネル管理割り込みの受付が禁止され、タスクスケジューリングも行われません。CPUロック状態へはloc_cpu(iloc_cpu)サービスコール、CPUロック解除状態へはunl_cpu(iunl_cpu)サービスコール発行により遷移します。また、sns_locサービスコールによってCPUロック状態かどうか調べることができます。CPUロック状態から発行できるサービスコールは表 3.2のように制限されます。¹²

表 3.2 CPU ロック状態で使用可能なサービスコール

loc_cpu	iloc_cpu	unl_cpu	iunl_cpu
ext_tsk	sns_ctx	sns_loc	sns_dsp
sns_dpn			

3.5.4 ディスパッチ禁止状態とCPUロック状態

μ ITRON 4.0 仕様では、ディスパッチ禁止状態とCPUロック状態が明確に区別されるようになりました。従って、ディスパッチ禁止状態でunl_cpuサービスコールを発行したとしても、ディスパッチ禁止状態のまま変化せず、タスクスケジューリングは行われません。状態遷移をまとめると表 3.3のようになります。

表 3.3 dis_dsp,loc_cpu に関する CPU ロック,ディスパッチ禁止状態遷移

状態 番号	状態の内容		dis_dsp を 実行	ena_dsp を 実行	loc_cpu を 実行	unl_cpu を 実行
	CPU ロック状態	ディスパッチ禁止状態				
1	○	×	×	×	→ 1	→ 3
2	○	○	×	×	→ 2	→ 4
3	×	×	→ 4	→ 3	→ 1	→ 3
4	×	○	→ 4	→ 3	→ 2	→ 4

¹² MR100 は、CPU ロック状態から発行できないサービスコールを発行した場合、エラーとなりエラーコード E_CTX を返します。

3.6 割り込み

3.6.1 割り込みハンドラの種類

MR100 の割り込みハンドラには、カーネル管理割り込みハンドラとカーネル管理外割り込みハンドラを定義しています。それぞれの割り込みハンドラの定義を以下に示します。

- **カーネル管理割り込みハンドラ**
カーネル割込マスクレベル (system.IPL)より割込優先レベルが低い(IPL=1 ~ system.IPL)割り込みハンドラをカーネル管理割り込みハンドラといいます。
カーネル管理割込ハンドラ内では、サービスコールを発行することが出来ます。しかし、サービスコール処理中に発生したカーネル管理割り込みハンドラはカーネル管理割込を受け付け可能となるまで割込が遅延します。
- **カーネル管理外割り込みハンドラ**
カーネル割込マスクレベル (system.IPL)より割込優先レベルが高い(system.IPL+1 ~ 7)割り込みハンドラをカーネル管理外割り込みハンドラといいます。
カーネル管理外割込ハンドラ内では、サービスコールを発行することが出来ません。しかし、サービスコール処理中に発生したカーネル管理外割込は、カーネル管理割り込みハンドラを受付可能となっていない区間であっても、カーネル管理外割込を受け付けることが可能です。

図 3.22に、カーネル割り込みマスクレベルを3にした場合の、カーネル管理割り込みハンドラとカーネル管理外割り込みハンドラの関係を示します。

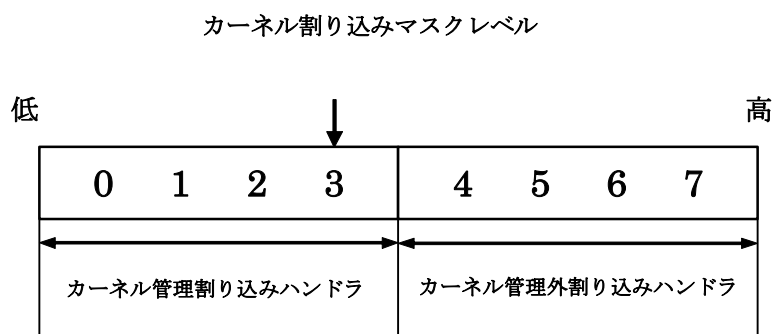


図 3.22 割り込みハンドラの IPL

3.6.2 ノンマスカブル割り込みについて

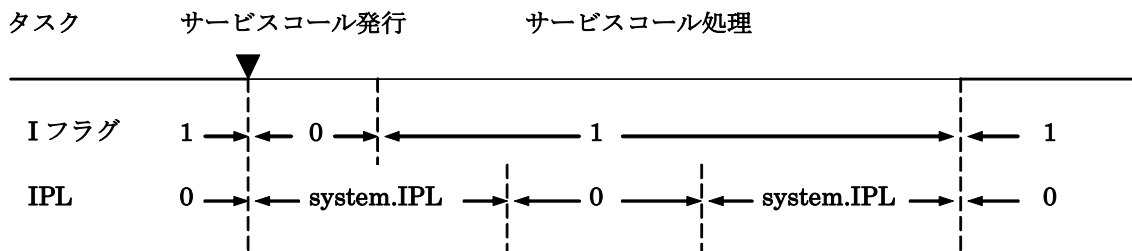
NMI 割り込みおよび監視タイマ割り込みなどのノンマスカブル割り込みは、カーネル管理外割り込みとして動作します。

3.6.3 割り込み制御方法

サービスコール内の割り込み禁止/許可の制御は、IPLの操作により行っています。サービスコール内でのIPL値は、カーネル割り込みマスクレベル(OS割り込み禁止レベル) (system.IPL)にして、カーネル管理割り込みハンドラの割り込みを禁止しています。全ての割り込みを許可できる箇所では、サービスコール発行時の IPL 値に戻します。図 3.23に、サービスコール内での割り込み許可フラグとIPLの状態を示します。

- タスクコンテキストからのみ発行できるサービスコールの場合

- ・ サービスコール発行前の I フラグが 1 の場合



- ・ サービスコール発行前の I フラグが 0 の場合

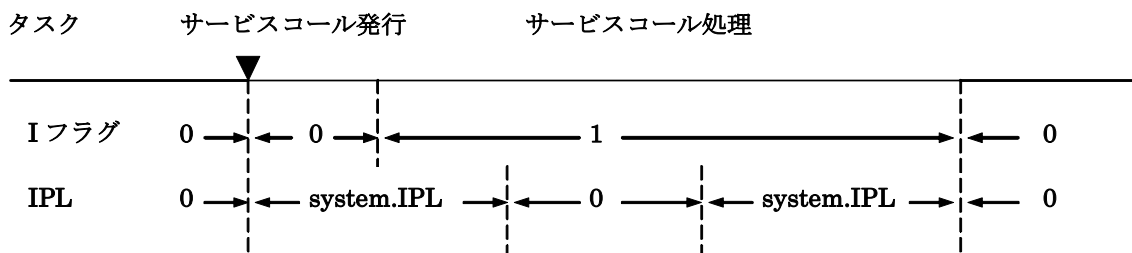
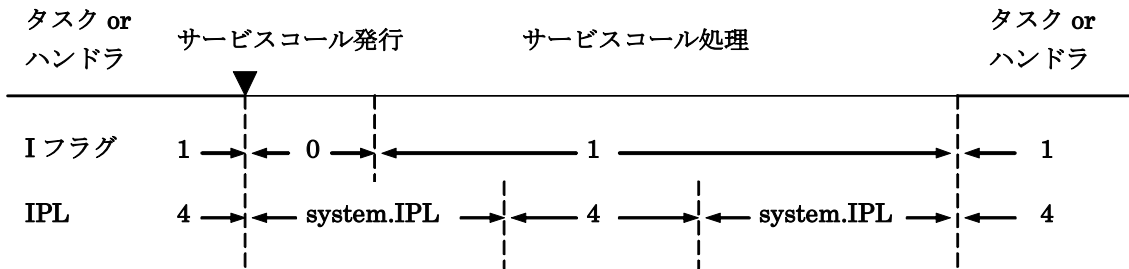


図 3.23 タスクコンテキストからのみ発行できるサービスコール内での割り込み制御

- 非タスクコンテキストからのみ発行できるサービスコール,もしくは,タスクコンテキストと非タスクコンテキストの両方から発行できるサービスコールの場合

・ サービスコール発行前の I フラグが 1 の場合



・ サービスコール発行前の I フラグが 0 の場合

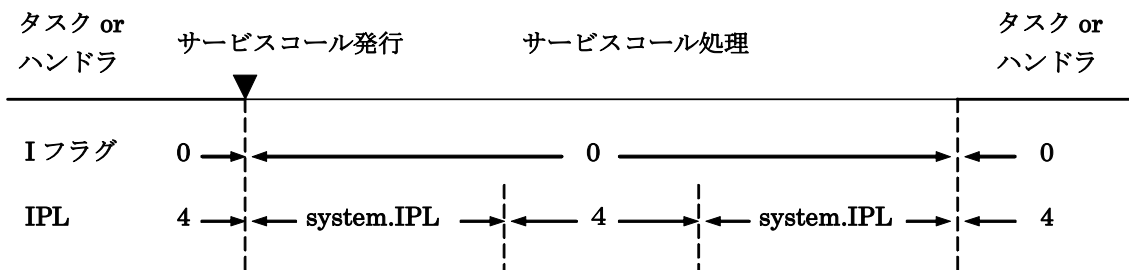


図 3.24 非タスクコンテキストから発行できるサービスコール内での割り込み制御

図 3.23, 図 3.24に示すように割り込み許可フラグおよび IPLは,サービスコール内で変化します。そのため,ユーザーアプリケーション内で割り込みを禁止したい場合,割り込み許可フラグおよび IPLの操作によって割り込みを禁止にする方法をとらないで下さい。

割り込みの制御は,以下に示す二つの方法で実現して下さい。

1. 禁止にしたい割り込みの割り込み制御レジスタ (SFR)を変更する。

2. loc_cpu,iloc_cpu ~ unl_cpu,iunl_cpuを使用する。

loc_cpu,iloc_cpu サービスコールにより,制御できる割り込みは,カーネル管理割り込みのみです。カーネル管理外割り込みを制御する場合には,1 による方法で行って下さい。

3.7 スタック

3.7.1 システムスタックとユーザスタック

MR100 のスタックにはシステムスタックとユーザスタックがあります。

- ユーザスタック
タスクごとに1つずつ存在するスタックです。したがってMR100を用いてアプリケーションを記述する場合はタスクごとのスタック領域を確保する必要があります。
- システムスタック
MR100 内部 (サービスコール処理中) に使用されるスタックです。MR100 ではサービスコールをタスクが発行するとスタックをユーザスタックからシステムスタックに切り替えます。(図 3.25を参照して下さい。)
システムスタックは、割り込みスタックを使用します。

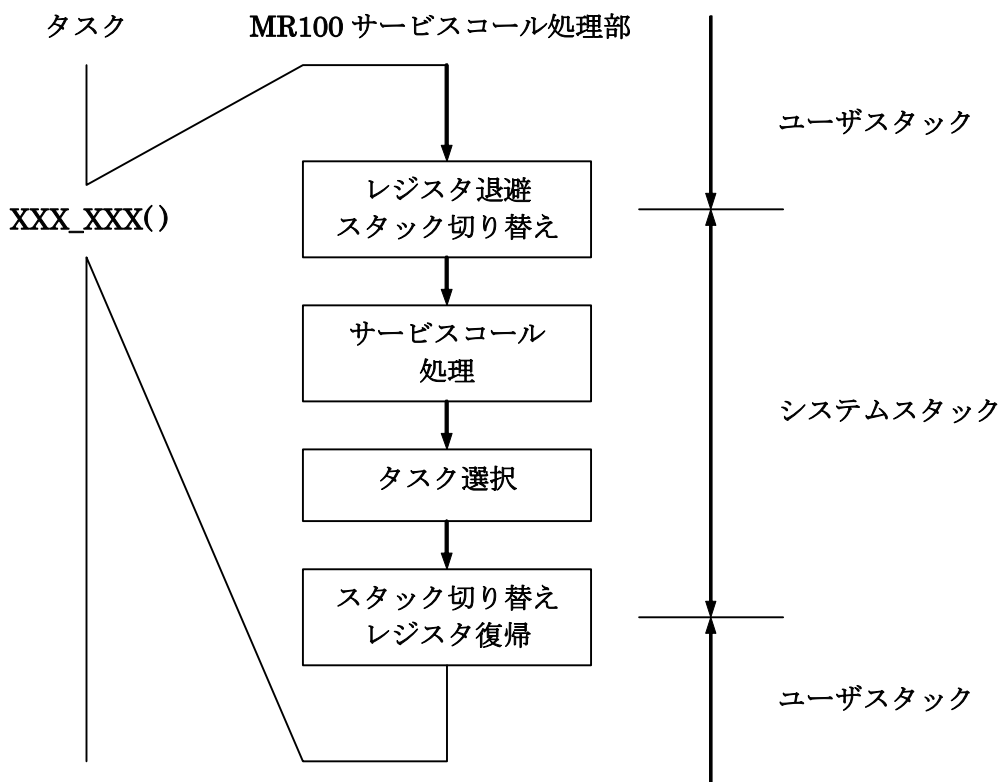


図 3.25 システムスタックとユーザスタック

また、ベクタ番号が 0~127 の割り込み発生時には、ユーザスタックからシステムスタックに切り替えます。したがって、割り込みハンドラで使用するスタックは全てシステムスタックを使用します。

4. カーネルの機能

4.1 MR100 のモジュール構成

MR100 カーネルは、図 4.1に示すモジュールから構成されています。これらの個々のモジュールはそれぞれのモジュールの機能を実現する関数群より構成されています。MR100 カーネルはライブラリ形式で提供されシステム生成時に必要な機能のみがリンクされます。すなわちこれらのモジュールを構成する関数群の中で使用している関数のみをリンケージエディタの機能によりリンクします。ただし、スケジューラとタスク管理の一部および時間管理の一部は必須機能関数ですので常時リンクされます。

アプリケーションプログラムはユーザが作成するプログラムで、タスク・割り込みハンドラ・アラームハンドラおよび周期ハンドラから構成されます。

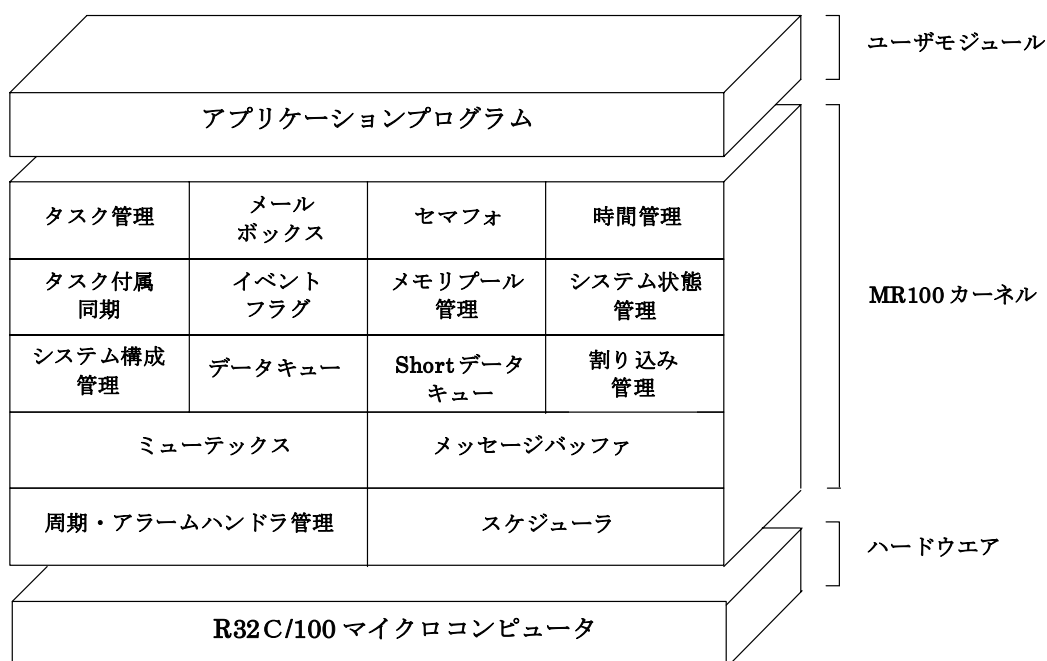


図 4.1 MR100 の構成

4.2 モジュール概要

MR100 カーネルを構成する各モジュールの概要を説明します。

- スケジューラ
タスクの持つ優先度に基づいて、タスクの処理待ち行列を形成し、その待ち行列の先頭にある優先度の高い（優先度の値の小さい）タスクの処理を実行するよう制御をおこないます。
- タスク管理
実行・実行可能・待ち・強制待ち等のタスク状態の管理をおこないます。
- タスク付属同期
他タスクからタスクの状態を変化させることによりタスク間の同期をとります。
- 割り込み管理
割り込みハンドラからの復帰処理をおこないます。
- 時間管理
MR100 カーネルで使用するシステムタイマの設定、タイムアウトの処理、ユーザの作成したアラームハンドラ、周期ハンドラ の起動をおこないます。
- システム状態管理
MR100 のシステム状態を取得します。
- システム構成管理
MR100 カーネルのバージョン番号等の情報を報告します。
- 同期・通信
タスク間の同期をとったり、タスク間の通信を行ったりするための機能です。以下の 4 つの機能モジュールが用意されています。
 - イベントフラグ
MR100 内部で管理されているフラグが立っているか否かによりタスクを実行するかしないかを制御します。これによりタスク間の同期をとることができます。
 - セマフォ
MR100 内部で管理されているセマフォカウンタ値によりタスクを実行するかしないかを制御します。これによりタスク間の同期をとることができます。
 - メールボックス
タスク間のデータの通信をデータの先頭アドレスを渡すことにより行います。
 - データキュー
タスク間の 32 ビットデータの通信を行います。
- 拡張同期・通信
タスク間の高度な同期通信を行うための機能です。以下の 2 つの機能モジュールが用意されています。
 - ミューテックス
共有資源を使用する際にタスク間で排他制御することができます。
 - メッセージバッファ
可変長のメッセージを受け渡しすることによってタスク間の同期・通信を行うことができます。
- メモリプール管理
タスクまたはハンドラが使用するメモリ領域の動的な獲得および解放を行います。
- 拡張機能
 μ ITRON 4.0 仕様の仕様外の機能で short データキュー、オブジェクトのリセット処理を行います。

4.3 カーネルの機能

4.3.1 タスク管理機能

タスク管理機能とは、タスクの起動・終了・優先度の変更等のタスク操作をおこなう機能です。MR100 カーネルが提供するタスク管理機能のサービスコールには、次のものがあります。

- タスクを起動する (act_tsk, iact_tsk)
あるタスクから、他タスクを起動することにより、起動対象となるタスクの状態を休止状態から実行可能状態もしくは実行状態に移行します。本サービスコールでは、sta_tsk(ista_tsk)と違い、起動要求は蓄積しますが、起動コードを指定することはできません。
- タスクを起動する (sta_tsk, ista_tsk)
あるタスクから、他タスクを起動することにより、起動対象となるタスクの状態を休止状態から実行可能状態もしくは実行状態に移行します。
本サービスコールは、act_tsk(iact_tsk)と違い、起動要求は蓄積しませんが、起動コードを指定することができます。
- 自タスクを終了する (ext_tsk)
自タスクを終了するとタスクの状態が休止状態になります。これにより再起動されるまで、このタスクは実行しません。起動要求が蓄積されている場合は、再度タスクの起動処理を行います。その際、自タスクは、リセットされたように振る舞います。
C 言語で記述した場合、本サービスコールは、タスク終了時に明示的に記述されていなくても、タスクからリターンする際に自動的に呼び出されます。
- 他タスクを強制的に終了させる (ter_tsk)
休止状態以外の他のタスクを強制的に終了させ休止状態にします。起動要求が蓄積されている場合は、再度タスクの起動処理を行います。その際、タスクは、リセットされたように振る舞います。(図 4.2参照)

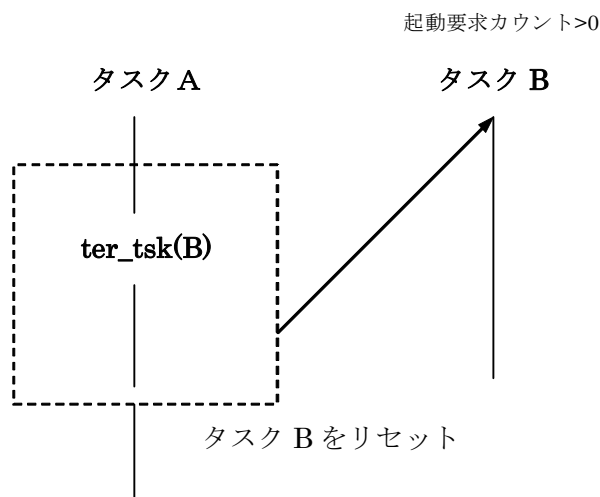
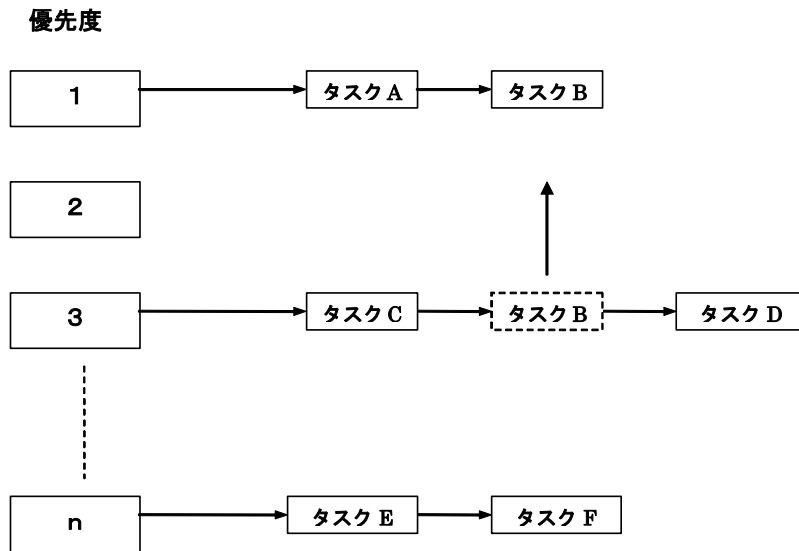


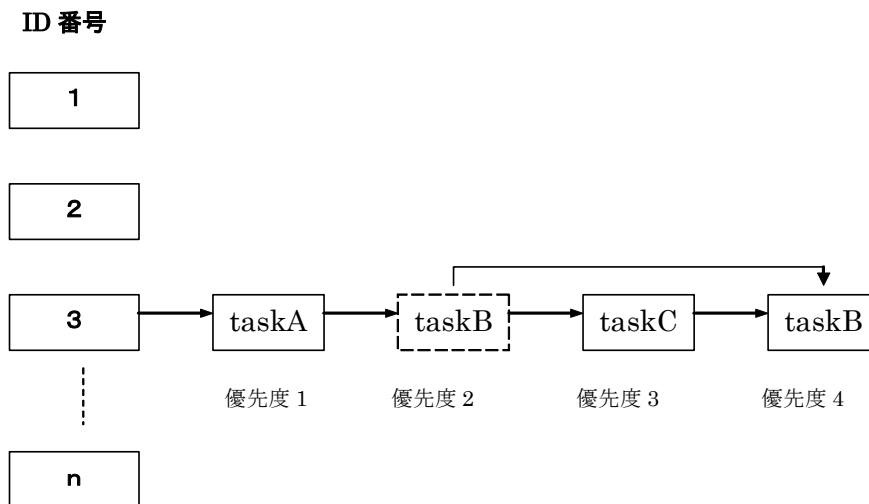
図 4.2 タスクのリセット

- タスクの優先度を変更する (chg_pri, ichg_pri)
 タスクの優先度を変更するとそのタスクが実行可能状態もしくは実行状態であるときは、レディキューも更新されます。(図 4.3参照)
 また、対象タスクがTA_TPRI属性を持つオブジェクトの待ち行列につながれている場合は、待ち行列も更新されます。(図 4.4参照)



タスク B の優先度を 3 から 1 に変更した場合

図 4.3 優先度の変更



タスク B の優先度を 2 から 4 に変更した場合

図 4.4 待ちキューのつなぎ換え

- タスクの優先度を取得する (get_pri, iget_pri)
タスクの優先度を取得します。
- タスクの状態を参照する(簡易版) (ref_tst, iref_tst)
対象タスクの状態を参照します。
- タスクの状態を参照する (ref_tsk, iref_tsk)
対象タスクの状態およびその優先度等を参照します。

4.3.2 タスク付属同期機能

タスク付属同期機能とは、タスク間の同期をとるためにタスクを待ち状態（もしくは強制待ち状態・二重待ち状態）にしたり、待ち状態になったタスクを起床させたりする機能です。MR100 カーネルが提供するタスク付属同期サービスコールには次のものがあります。

- タスクを待ち状態に移行する (slp_tsk, tslp_tsk)
- 待ち状態のタスクを起床する (wup_tsk, iwup_tsk)
slp_tsk,tslp_tskサービスコールにより待ち状態に入ったタスクを起床させます。
slp_tsk,tslp_tskサービスコール以外の条件で待ち状態にあるタスクは起床できません。
slp_tsk,tslp_tskサービスコール以外の条件で待ちに入ったタスクや休止状態を除く他の状態のタスクに対してwup_tsk,iwup_tskサービスコールにより起床要求をおこなうと、この起床要求だけが蓄積されます。
したがって、例えば実行状態のタスクに対して起床要求をおこなうと、この起床要求が一時的に記憶されます。そして、その実行状態のタスクがslp_tsk,tslp_tskサービスコールにより待ち状態に入ろうとした時、蓄積された起床要求が有効になり、待ち状態にならずに再び実行を続けます。(図 4.5参照)
- タスクの起床要求を無効にする (can_wup)
蓄積された起床要求をクリアします。(図 4.6参照)

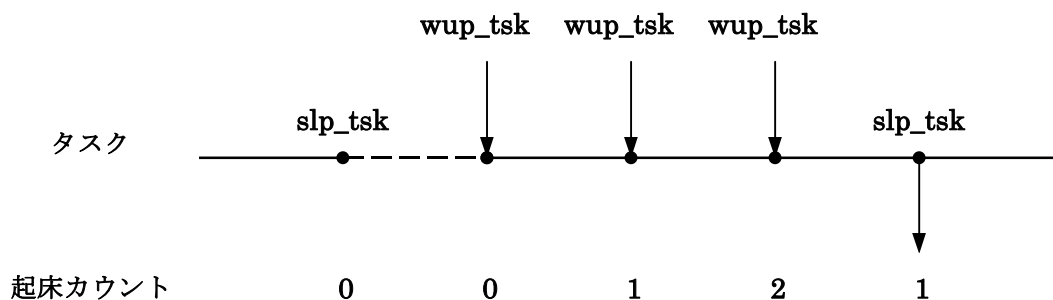


図 4.5 起床要求の蓄積

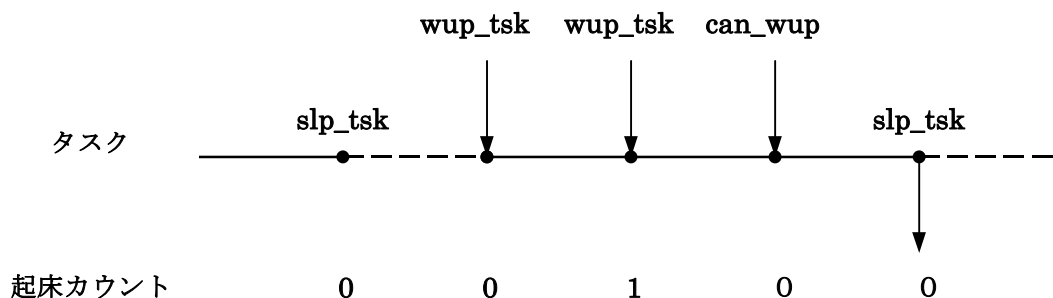


図 4.6 起床要求のキャンセル

- タスクを強制待ち状態に移行する (sus_tsk, isus_tsk)
- 強制待ち状態のタスクを再開する (rsm_tsk, irsm_tsk)
 タスクの実行を強制的に待たせたり,実行を再開したりします。実行可能状態のタスクを強制待ちすれば強制待ち状態になり,待ち状態のタスクを強制待ちすれば二重待ち状態になります。MR100 では最大強制待ち要求ネスト数は1であるため,強制待ち状態のタスクにsus_tskを発行するとエラーE_QOVRが返されます。(図 4.7参照)

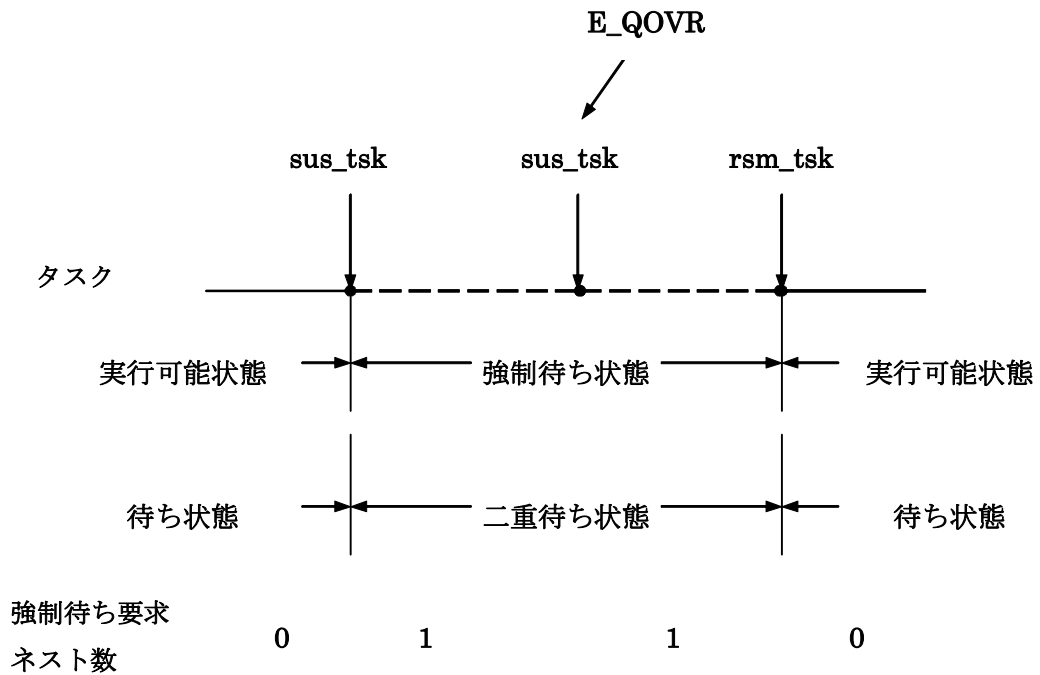


図 4.7 タスクの強制待ちと再開

- 強制待ち状態のタスクを強制再開する (frsm_tsk, ifrsm_tsk)
強制待ち要求のネスト数をすべてクリアし、タスクの実行を強制的に再開します。MR100 では最大強制待ち要求ネスト数は1であるため、rsm_tsk, irsm_tskと同じ動作となります。(図 4.8参照)

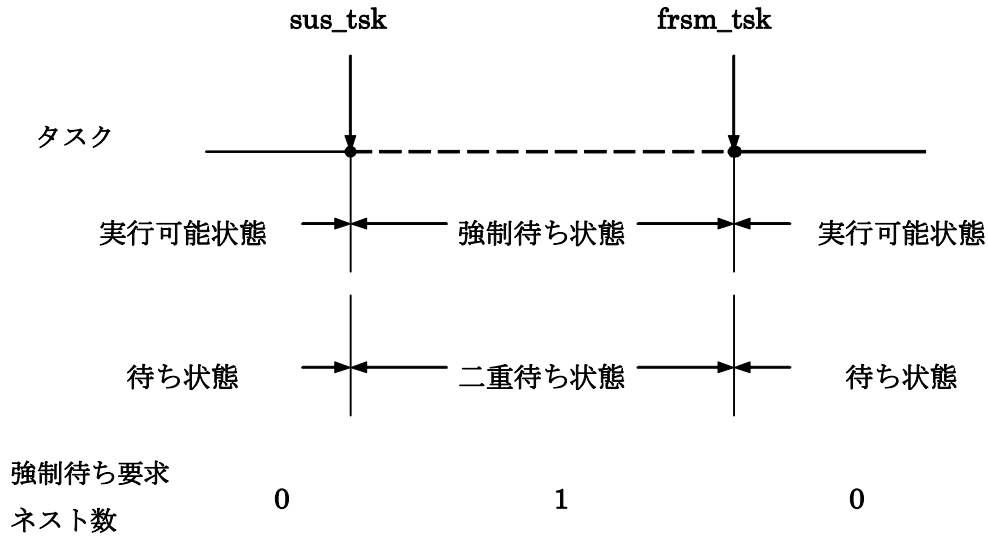


図 4.8 タスクの強制待ちと強制再開

- タスクの待ち状態を強制解除する (rel_wai, irel_wai)
タスクの待ち状態を強制的に解除します。解除される待ち状態は以下の条件により待ちに入ったタスクです。
 - タイムアウト待ち状態
 - slp_tsk サービスコールによる (+タイムアウト有)待ち状態
 - イベントフラグ (+タイムアウト有)待ち状態
 - セマフォ (+タイムアウト有)待ち状態
 - メッセージ (+タイムアウト有)待ち状態
 - データ送信 (+タイムアウト有)待ち状態
 - データ受信 (+タイムアウト有)待ち状態
 - 固定長メモリブロック (+タイムアウト有)獲得待ち状態
 - short データ送信 (+タイムアウト有)待ち状態
 - short データ受信 (+タイムアウト有)待ち状態
 - ミューテックス獲得待ち状態
 - メッセージバッファメッセージ送信待ち状態
 - メッセージバッファメッセージ受信待ち状態

- タスクを一定時間待ち状態に移行します (dly_tsk)
タスクを一定時間待たせます。図 3.27 に dly_tsk サービスコールにより 10msec 間タスクの実行を待たせる例を示します。タイムアウト値として指定する単位は、タイムティック数ではなく ms 単位で指定します。

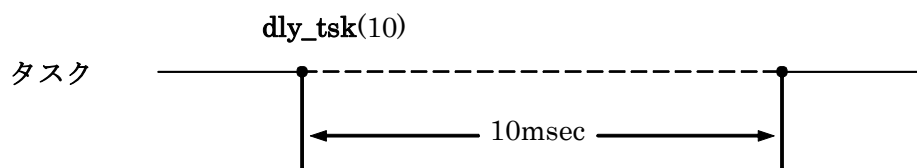


図 4.9 dly_tsk サービスコール

4.3.3 同期・通信機能 (セマフォ)

セマフォは複数のタスクで共有する装置などの資源の競合を防ぐための機能です。例えば図 4.10に示すような場合、すなわち通信回線が3本しかないシステムに4つのタスクが回線を獲得しようと競合した場合に、通信回線を競合することなくタスクに接続することがセマフォを用いるとできます。

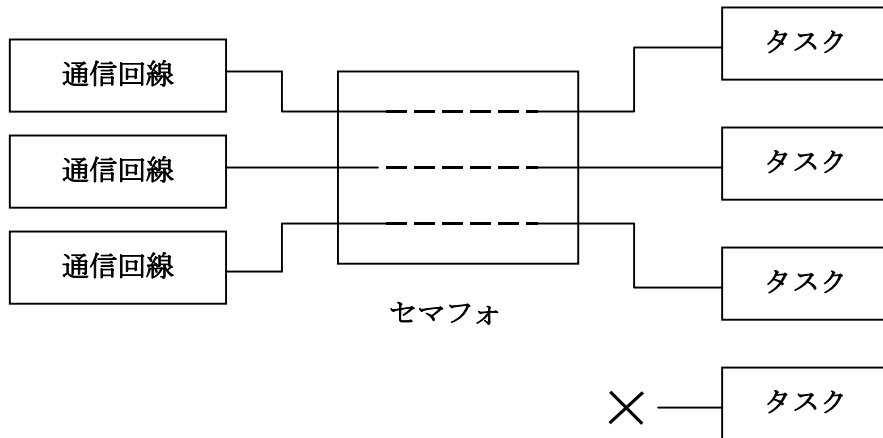


図 4.10 セマフォによる排他制御

セマフォは内部にセマフォカウンタと呼ばれる計数値を持っており、そのセマフォカウンタに基づきセマフォを獲得・解放をおこなうことによって資源の競合を防ぎます。(図 4.11参照)

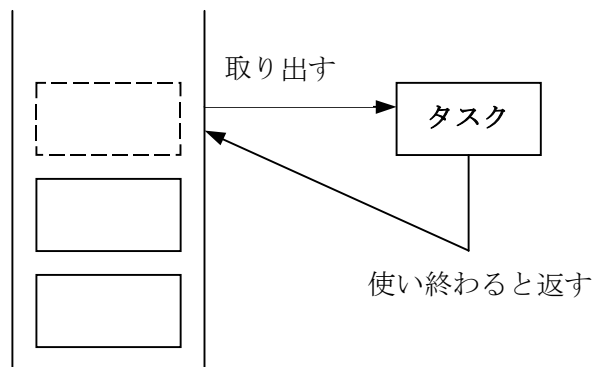


図 4.11 セマフォカウンタ

wai_sem, sig_sem サービスコールを用いたタスクの実行制御の例を図 4.12 に示します。

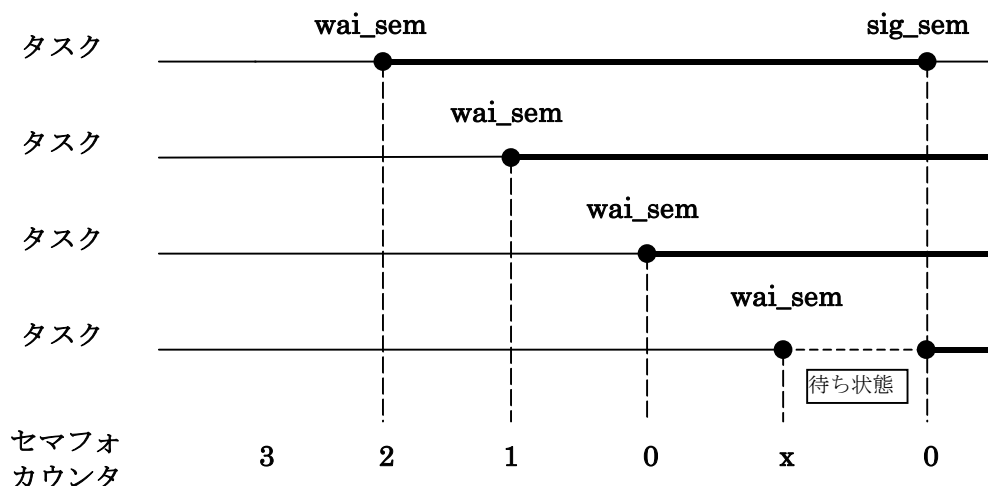


図 4.12 セマフォによるタスクの実行制御

MR100 カーネルが提供するセマフォ同期のサービスコールには次のものがあります。

- セマフォを解放する (sig_sem, isig_sem)
セマフォを解放します。すなわち、セマフォを待っているタスクがあればそのタスクの待ち状態を解除し、なければセマフォカウンタを1増やします。
- セマフォを獲得する (wai_sem, twai_sem)
セマフォを獲得します。セマフォカウンタが0であればセマフォを得ることができませんので待ち状態になります。
- セマフォを獲得する (pol_sem, ipol_sem)
セマフォを得ます。得るべきセマフォがなければ待ち状態に入らずにエラーコードをかえします。
- セマフォの状態を参照する (ref_sem, iref_sem)
対象セマフォの状態を参照します。対象セマフォのカウント値や待ちタスクの有無を参照します。

4.3.4 同期・通信機能 (イベントフラグ)

イベントフラグは複数のタスクの実行の同期をとるための MR100 内部に持つ機構です。イベントフラグは、フラグ待ちパターンと 32 ビットのビットパターンによりタスクの実行制御をおこないます。タスクは、設定したフラグ待ちの条件が満たされるまで待ちます。

ひとつのイベントフラグの待ち行列に複数の待ちタスクの接続を許可するかどうかをイベントフラグ属性 TA_WSGL, TA_WMUL を指定することにより決定することができます。

また、イベントフラグ属性に TA_CLR を指定することにより、イベントフラグが待ち条件を満たした場合イベントフラグのビットパターンをすべてクリアすることができます。

図 4.13 に wai_flg と set_flg サービスコールを使用したイベントフラグによるタスクの実行制御の例を示します。イベントフラグは複数のタスクを一度に起床できるという特徴があります。図 4.13 では、タスク A からタスク F までの 6 個のタスクがつながっています。そして、set_flg サービスコールによって、フラグパターンを 0x0F にすると、待ち条件にあっているタスクがキューの前から順にはずされていきます。この図で待ち条件を満たすタスクはタスク A, タスク C, タスク E です。このうち、タスク A, タスク C, タスク E がキューからはずされます。したがって、タスク F はキューからはずされません。

もし、本イベントフラグが A_CLR 属性であれば、タスク A の待ちが解除された時点でイベントフラグのビットパターンは 0 となり、タスク C, タスク E はキューからはずされることはありません。

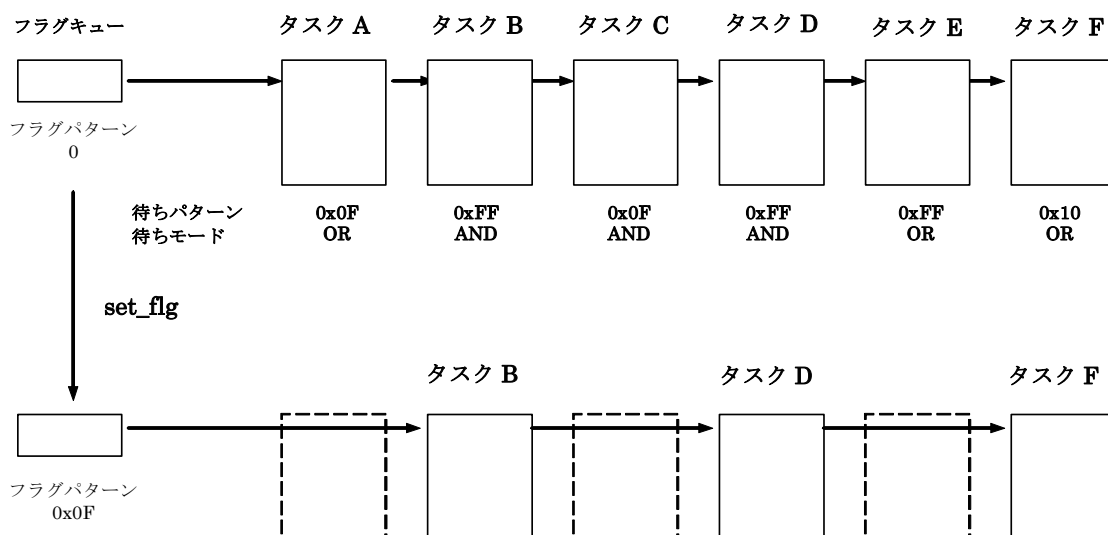


図 4.13 イベントフラグによるタスクの実行制御

MR100 カーネルが提供するイベントフラグのサービスコールには次のものがあります。

- イベントフラグをセットする (set_flg, iset_flg)
イベントフラグをセットします。これにより、このイベントフラグの待ちパターンを待っていたタスクは待ち解除されます。
- イベントフラグをクリアする (clr_flg, iclr_flg)
イベントフラグをクリアします。
- イベントフラグを待つ (wai_flg, twai_flg)
イベントフラグがあるパターンにセットされるのを待ちます。イベントフラグを待つ時のモードは、以下に示す 2 種類があります。

- AND 待ち
指定されたビットが全てセットされるのを待ちます。
- OR 待ち
指定されたビットの内いずれか 1 ビットがセットされるのを待ちます。

- イベントフラグを得る (pol_flg, ipol_flg)
イベントフラグがあるパターンになっているか否かを調べます。このサービスコールではタスクは待ち状態に移行しません。

- イベントフラグの状態を得る (ref_flg, iref_flg)
対象イベントフラグのビットパターンや待ちタスクの有無を参照します。

4.3.5 同期・通信機能 (データキュー)

データキューとはタスク間でデータの通信をおこなう機構です。例えば,図 3.32 においてタスクAがデータをデータキューに送信しタスクBがそのデータをデータキューから受信することができます。

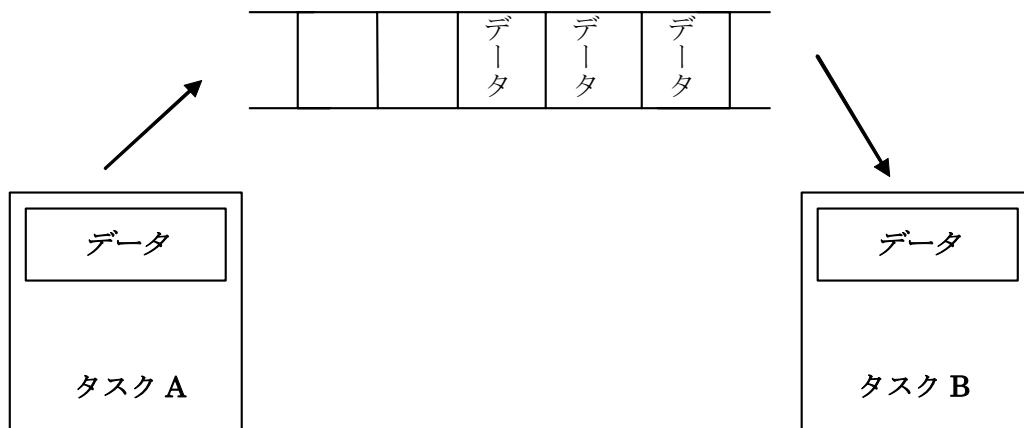


図 4.14 データキュー

このデータキューに送信できるデータ幅は 32 ビットのデータです。データキューにはデータを蓄積する機能があります。蓄積されたデータは FIFO でデータが取り出されます。ただし,データキューに蓄積できるデータの数には制限があります。データキューがデータで一杯になった状態で,データを送信した場合は,サービスコール発行タスクはデータ送信待ち状態に移行します。

MR100 カーネルが提供するデータキューのサービスコールには次のものがあります。

- データを送信します (snd_dtq, tsnd_dtq)
データをデータキューに送信します。データキューがデータで一杯の場合は,データ送信待ち状態に移行します。
- データを送信します (psnd_dtq, ipsnd_dtq)
データをデータキューに送信します。データキューがデータで一杯の場合は,データ送信待ち状態に移行せず,エラーコードを返します。
- データを強制送信します (fsnd_dtq, ifsnd_dtq)
データをデータキューに送信します。データキューがデータで一杯の場合は,データ送信待ち状態に移行せず,一番古いデータを削除した後データを送信します。
- データを受信します (rcv_dtq, trcv_dtq)
データキューからデータを受信します。このときデータキューにデータがなければ,データ受信待ち状態になります。
- データを受信します (prcv_dtq, iprcv_dtq)
データキューからデータを受信します。データキューにデータがない場合は,データ受信待ち状態に移行せず,エラーコードを返します。
- データキューの状態を参照します (ref_dtq, iref_dtq)

対象データキューにデータが入るのを待っているタスクの有無やデータキューに入っているデータ数を参照します。

4.3.6 同期・通信機能 (メールボックス)

メールボックスとはタスク間でデータの通信をおこなう機構です。例えば 図 4.15においてタスクAがメッセージをメールボックスに投函しタスクBがそのメッセージをメールボックスから取り出すことができます。メールボックスを用いた通信は、メッセージの先頭アドレスの受け渡しによって実現されているため、メッセージサイズに依存せずに高速に行われます。

カーネルは、メッセージキューをリンクリストで管理します。アプリケーション側でリンクリストに用いるためのヘッダ領域を用意しなければいけません。これをメッセージヘッダと呼びます。メッセージヘッダと実際にアプリケーションが使用するメッセージを格納する領域をメッセージパケットと呼びます。カーネルはメッセージヘッダの内容を書き換えて管理しています。アプリケーションからはメッセージヘッダを書き換えることはできません。メッセージキューの状態を 図 4.16に示します。メッセージヘッダのデータ型は以下の通り定義しています。

T_MSG:	メールボックスのメッセージヘッダ
T_MSG_PRI:	メールボックスの優先度付きメッセージヘッダ

メッセージキューに入れることのできるメッセージのサイズは、アプリケーション側でヘッダ領域を確保するため、制限はありません。また、送信するためにタスクが待ち状態になることはありません。

メッセージに優先度を設定し、優先度の高いメッセージから受信することができます。この場合メールボックス属性にTA_MPRIを付加します。メッセージをFIFO順に受信する場合はメールボックス属性にTA_MFIFOを付加します。さらに、メッセージ待ち状態のタスクがメッセージを受信する際、優先度の高いタスクからメッセージを受信することもできます。この場合、この場合メールボックス属性にTA_TPRIを付加します¹³。タスクがFIFO順にメッセージを受信する場合はメールボックス属性にTA_TFIFOを付加します¹⁴。

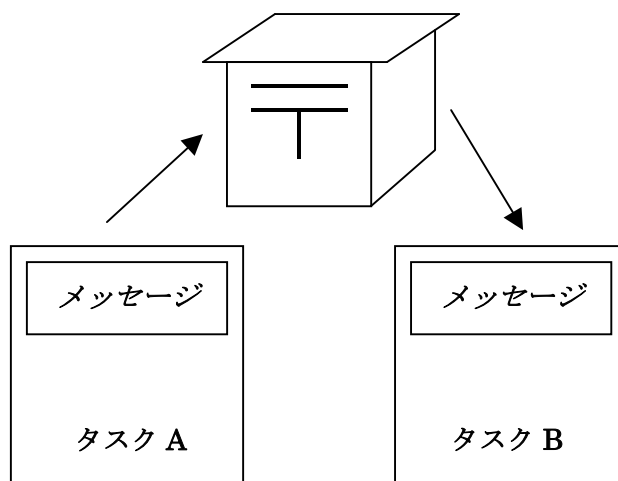


図 4.15 メールボックス

¹³ コンフィギュレーションファイルのメールボックス定義"message_queue"項目において TA_MPRI,TA_MFIFO 属性を付加します。

¹⁴ コンフィギュレーションファイルのメールボックス定義"wait_queue"項目において TA_TPRI,TA_TFIFO 属性を付加します。

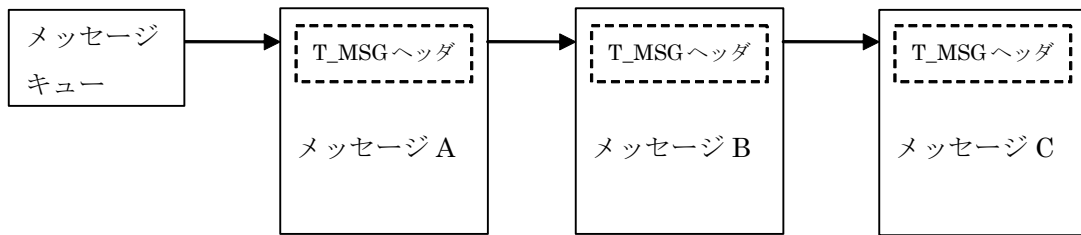


図 4.16 メッセージキュー

MR100 カーネルが提供するメールボックスのサービスコールには次のものがあります。

- メッセージを送信します (snd_mbx, isnd_mbx)
メッセージをメールボックスに送信します。
- メッセージを受信します (rcv_mbx, trcv_mbx)
メッセージをメールボックスから受信します。このときメッセージがメールボックスに蓄積されていなければ、送信されるまで待ち状態になります。
- メッセージを受信します (prcv_mbx, iprcv_mbx)
メッセージをメールボックスから受信します。このときメッセージがメールボックスに蓄積されていなければ、待ち状態にならずにエラーコードを返します。
- メールボックスの状態を参照します (ref_mbx, iref_mbx)
対象メールボックスにメッセージが入るのを待っているタスクの有無やメールボックスに入っている先頭のメッセージを参照します。

4.3.7 拡張同期・通信機能 (ミューテックス)

ミューテックスは排他制御を行うためのオブジェクトです。セマフォとの主な相違は以下の通りです。

1. 優先度逆転現象を回避するための優先度上限プロトコルをサポートしているため、「優先度逆転現象」が発生しません。
2. 単一資源の排他制御にのみ使用できます。

MR100/4 のミューテックスでは、優先度制御方式として優先度上限プロトコルのみをサポートしています。このプロトコルでは、タスクがミューテックスを獲得(ロック)すると、そのタスクの優先度は自動的にミューテックス生成時に指定された上限優先度まで引き上げられます。また、MR100/4 がサポートする優先度上限プロトコルは、「簡略化した優先度上限プロトコル」です。すなわち、タスクがミューテックスを解放(アンロック)する際、カーネルはそのタスクが他にミューテックスをロックしていない場合のみ、そのタスクの優先度を元に戻します。

ベース優先度と現在優先度

タスクの優先度には、ベース優先度と現在優先度があります。タスクのスケジューリングは、現在優先度に従って行われます。ミューテックスをロックしていない時は、両者は常に同じです。ミューテックスをロックすると、現在優先度のみがそのミューテックスの上限優先度に引き上げられます。

タスクの優先度を変更する `chg_pri`、`ichg_pri` では、ミューテックスをロックしていないタスクの場合は、ベース優先度・現在優先度とも変更されますが、ミューテックスをロックしているタスクの場合はベース優先度のみが変更されます。また、ミューテックスロック中またはミューテックスのロックを待っているタスクの場合は、ロック中またはロックを待っているミューテックスのいずれかの上限優先度よりも高い優先度を指定すると、`E_ILUSE` エラーになります。なお、`get_pri`、`iget_pri` を用いると、現在優先度を参照することができます。

図 4.17に、ミューテックスの動作例を示します。

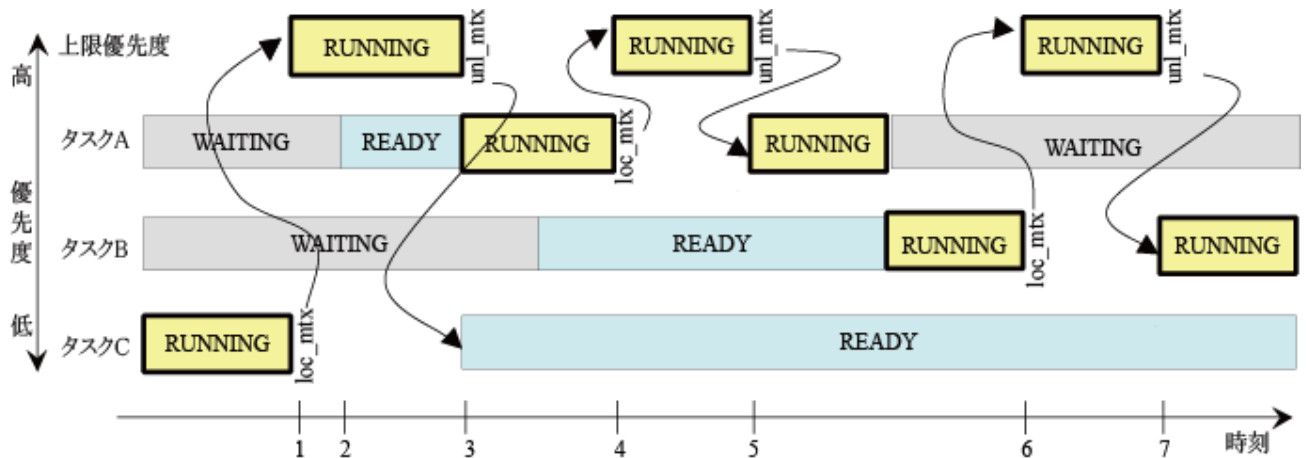


図4.17 ミューテックスの動作例

■ 図の解説

1. タスク C が `loc_mtx` でミューテックスをロックすると、優先度がミューテックスの上限優先度に引き上げられます。
2. タスク C が上限優先度で実行中にタスク A が READY 状態になりました。タスク A の優先度は本来、タスク C よりも高いですが、タスク C はタスク A よりも高い上限優先度で実行しているため、タスク A は RUNNING 状態にはなりません。すなわちタスク C は、ミューテックスをロックしている間は、本来の優先度がより高いタスク A が実行可能になっても、タスク A に邪魔されずに処理を継続することができます。
3. タスク C が `unl_mtx` でミューテックスのロックを解除すると、タスク C は元の優先度に戻ります。この結果、優先度の高いタスク A が RUNNING 状態になります。
4. タスク A が `loc_mtx` を発行すると、タスク A の優先度は上限優先度に引き上げられます。
5. タスク A が `unl_mtx` を発行すると、タスク A の優先度は元に戻ります。
6. タスク B が `loc_mtx` を発行すると、タスク B の優先度は上限優先度に引き上げられます。
7. タスク B が `unl_mtx` を発行すると、タスク B の優先度は元に戻ります。

ミューテックスを操作するサービスコールには、次のものがあります。

- ミューテックスをロックする(`loc_mtx`, `tloc_mtx`)
ミューテックスをロックし、優先度を上限優先度に引き上げます。他のタスクがロック中の場合は、ロックが解放されるまで本サービスコールは呼び出しタスクを待ち状態に移行させます。
- ミューテックスをロックする(`ploc_mtx`)
ミューテックスをロックし、優先度を上限優先度に引き上げます。`loc_mtx`, `tloc_mtx`と異なるのは、他のタスクがロック中の場合に、待ち状態にはならず直ちにエラーリターンする点です。
- ミューテックスのロックを解除する(`unl_mtx`)
ミューテックスのロックを解除します。本ミューテックスのロックを待っているタスクがあればそのタスクの待ち状態を解除します。
- ミューテックスの状態を参照する(`ref_mtx`)
ミューテックスをロックしているタスク ID や、待ちタスク ID を参照します。

4.3.8 拡張同期・通信機能 (メッセージバッファ)

メッセージバッファは、メールボックスの機能と同様にメッセージを渡すことにより同期と通信を同時に行う機能です。メールボックス機能と異なる点は、メッセージ内容そのもののコピーが、送信相手のタスクに送信される点です。

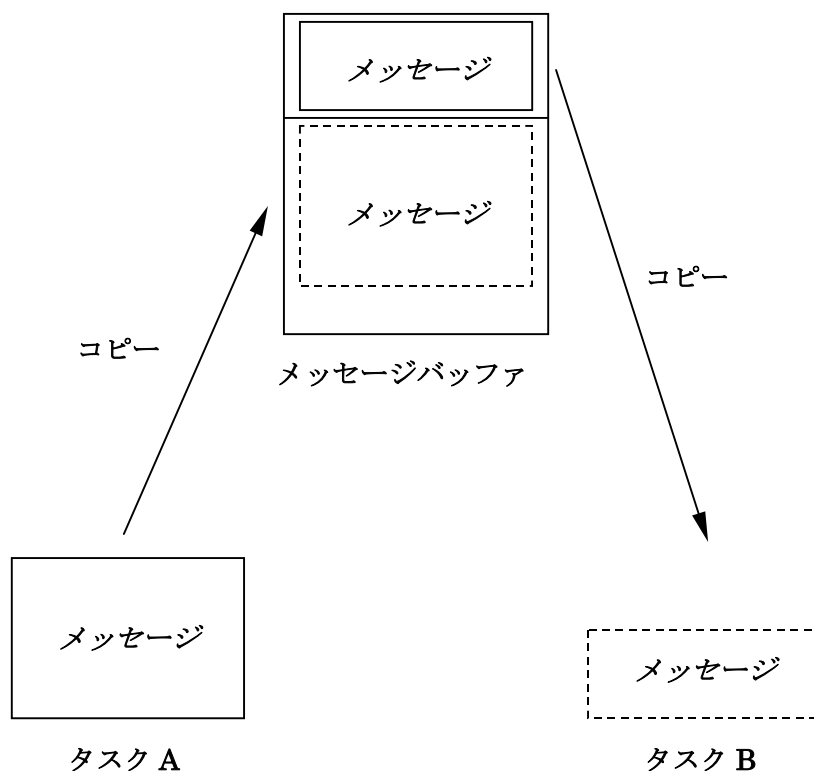


図 4.18 メッセージバッファ

図 4.18が示すようにメッセージバッファには、メールボックスと同様にメッセージを蓄積します。蓄積されたメッセージは、FIFO順でメッセージが取り出されます。

メッセージバッファに送信したメッセージを格納する空き領域がない場合、送信したタスクは待ち状態に移行します。このとき、タスクはFIFO順でキューにつながれます。¹⁵ また、メッセージバッファにメッセージがない場合にメッセージを受信した場合、タスクは待ち状態に移行します。この場合もFIFO順でキューにつながれます。

メッセージバッファ機能を使用し、メッセージを送信する場合、まず、MR100/4 はバッファに 4 バイトのメッセージのサイズ情報を書き込んだ後、メッセージを書き出すようになっています。なお、受信したメッセージにメッセージのサイズ情報は含まれません。

¹⁵ MR100/4 は、TA_TFIFO 属性のみサポートします。TA_TPRI 属性はサポートしません。

[例]

メッセージ A を送信後,12 バイトのメッセージ B を送信した場合,次の 4 バイトにサイズ情報が書き込まれた後,メッセージ B が書き込まれます。

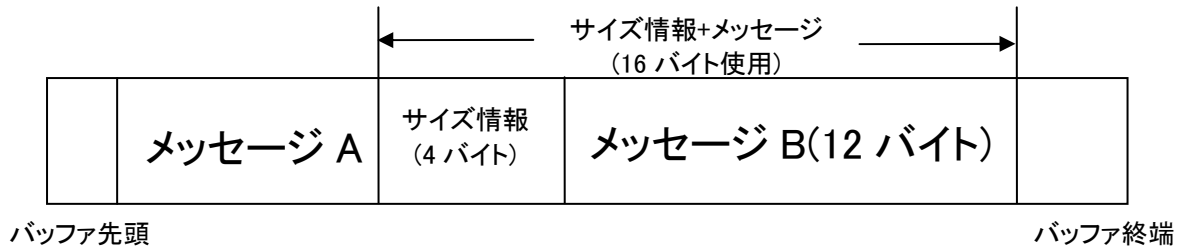


図 4.19 メッセージの送信例

MR100/4 カーネルが提供するメッセージバッファのサービスコールには,次のものがあります。

- メッセージを送信する (snd_mbf,tsnd_mbf)
メッセージバッファにメッセージを送信します。すなわち,メッセージをメッセージバッファにコピーします。メッセージバッファにメッセージを格納するための空き領域がない場合,送信しようとしたタスクは送信待ち状態になります。(図 4.20参照) また,既にメッセージ送信待ち状態のタスクが存在する場合は,メッセージバッファに空き領域があったとしても送信待ち状態に移行します。

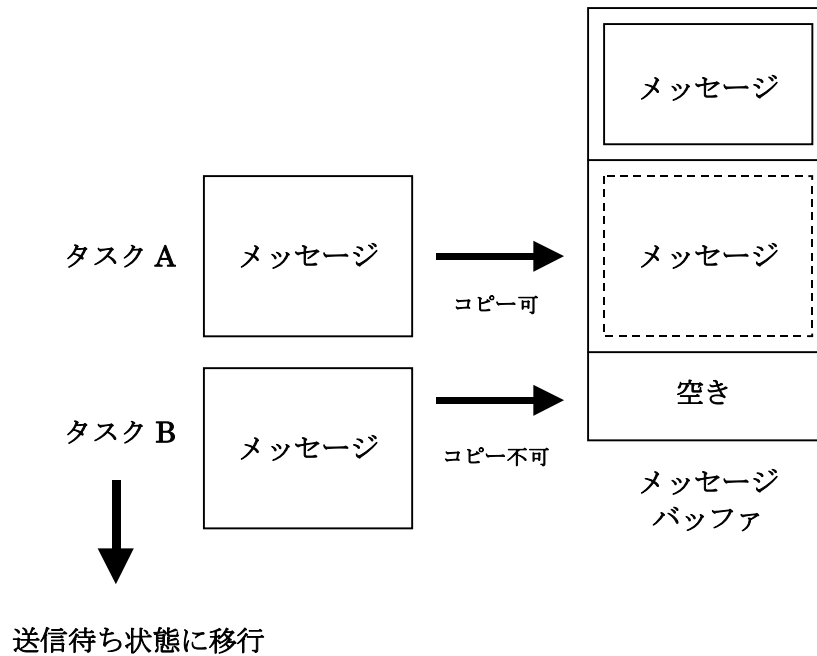


図 4.20 メッセージの送信

- メッセージを送信する (psnd_mbf)
メッセージバッファにメッセージを送信します。本サービスコールは、メッセージバッファに空きサイズが足りない場合、送信待ち状態にはならず、エラーコード E_TMOUT を返します。
- メッセージを受信する (rcv_mbf, trcv_mbf)
メッセージを受信します。メッセージをメッセージバッファから取り出します。メッセージバッファにメッセージがない場合は受信待ち状態に移行します。
メッセージをメッセージバッファから受信すると、メッセージバッファの空きサイズが大きくなります。送信待ちタスクがある場合、その待ちタスクが送信するメッセージのサイズよりも空きサイズの方が大きい場合は、メッセージをメッセージバッファに送信し、送信待ち状態から実行(RUNNING)状態あるいは実行可能(READY)状態に移行します。

以下に例を示します。

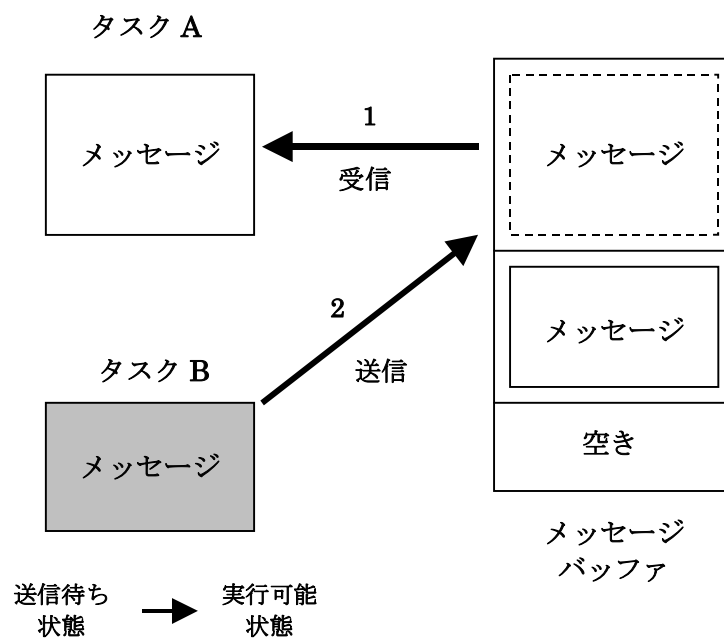


図 4.21 メッセージの受信

状態は、図 4.21では、タスクAが実行(RUNNING)状態、タスクBが送信待ち状態中で、

1. タスク A がメッセージバッファからメッセージを受信します。
メッセージバッファからメッセージを受信することで、メッセージバッファの空き領域が大きくなります。
2. タスク B は、メッセージバッファにメッセージを送信します。
メッセージバッファの空き領域が足りなかったため、送信待ち状態中であったタスク B は、タスク A のメッセージ受信により、メッセージバッファにメッセージを送信します。タスク B の状態は、送信待ち状態から実行可能状態に移行します。

- メッセージを受信する (`prev_mbf`)
メッセージを受信します。メッセージバッファにメッセージがない場合は、受信待ち状態に移行せずにエラーコード `E_TMOUT` を返します。
- メッセージバッファの状態を参照する (`ref_mbf,iref_mbf`)
対象メッセージバッファに対する送信待ちタスクの有無,受信待ちタスクの有無,次に受信するメッセージのサイズなどを参照します。

4.3.9 メモリプール管理機能(固定長メモリプール)

固定長メモリプールは、ある決められたサイズのメモリを動的に管理するための機能です。そのメモリブロックサイズは、コンフィギュレーション時に指定します。固定長メモリプールの動作例を図 4.22に示します。

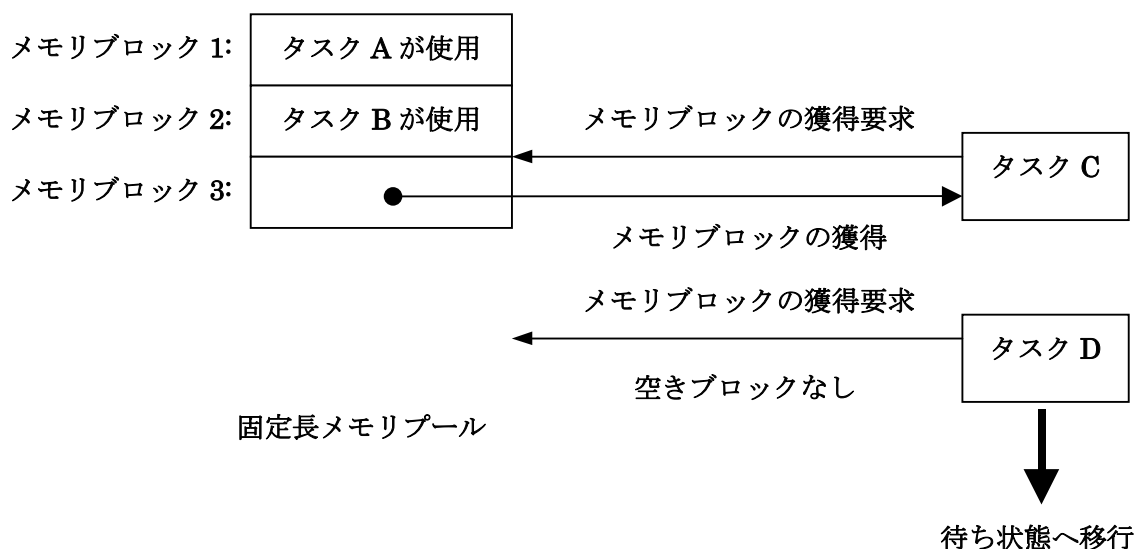


図 4.22 固定長メモリプールの獲得

MR100 カーネルが提供する固定長メモリプール管理サービスコールには次のものがあります。

- メモリブロックを獲得する (`get_mpf, tget_mpf`)
指定された ID の固定長メモリプールからメモリブロックを獲得します。空きメモリブロックが、指定された固定長メモリプールにない場合、このサービスコールを発行したタスクは待ち状態に移行し、待ち行列につながれます。
- メモリブロックを獲得する (`pget_mpf, ipget_mpf`)
指定された ID の固定長メモリプールからメモリブロックを獲得します。`get_mpf, tget_mpf` と異なるのは、空きメモリブロックがメモリプールにない場合は、待ち状態に移行せず、エラーコードを返します。
- メモリブロックを解放する (`rel_mpf, irel_mpf`)
獲得しているメモリブロックを解放します。指定された固定長メモリプールに対する待ち状態のタスクがある場合には、待ち行列の先頭につながれたタスクに解放したメモリブロックを割り当てます。この時のタスクの状態は、待ち状態から実行可能(READY)状態に移行します。また、待ち状態のタスクがない場合は、メモリプールにメモリブロックを返却します。
- メモリプールの状態を参照する (`ref_mpf, iref_mpf`)
対象メモリプールの空きブロック数やブロックサイズを参照します。

4.3.10 メモリプール管理機能(可変長メモリプール)

メモリプールから獲得できるメモリブロックサイズが任意に指定可能なことを可変長といいます。MR100 では、メモリプールの管理方式以下の2つより選択して使用することができます。

1. ノーマルブロック方式
2. スモールブロック方式

以下にそれぞれの管理方式について説明します。

■ ノーマルブロック方式

メモリを4種類の固定長ブロックサイズで管理します。4種類の各々のサイズは、ユーザが獲得するメモリブロックの最大サイズから以下の計算式に基づき、MR100 が計算します。本計算に必要なメモリブロックの最大サイズは、コンフィギュレーション時に指定します。

- 4種類のブロックサイズ(下記 a,b,c,d)の計算式
$$a = (((\text{max_memsize} + (X - 1)) / (X * 8)) + 1) * X$$
$$b = a * 2$$
$$c = a * 4$$
$$d = a * 8$$

max_memsize: コンフィギュレーションファイルで指定した値

X: ブロック管理用データサイズ (8 バイト)

- コンフィギュレーションファイル例

```
variable_memorypool[] {
    max_memsize = 400; <---- 最大獲得サイズ
    heap_size = 5000;
};
```

上記のように、可変長メモリプール定義を行った場合、4種類の固定長ブロックサイズは、max_memsize 定義値から 56,112,224,448 となります。また、ユーザが要求したメモリは、指定サイズをもとに MR100 が計算を行い 4種類の固定長メモリブロックサイズの中から最適なサイズを選択し、メモリを割り当てます。この4種類以外のサイズのメモリブロックを割り当てることはありません。

■ スモールブロック方式

ノーマルブロック方式では、4種類の固定長ブロックサイズでメモリプールを管理していましたが、スモールブロック方式では、12種類の固定長ブロックサイズで管理します。本方式ではあらかじめ下記に示すようにブロックサイズが固定されているため、ノーマルブロック方式のように最大サイズをコンフィギュレーション時に指定する必要はありません。

スモールブロック方式で管理されるブロックサイズは、小さい方から 24 バイト、56 バイト、120 バイト、248 バイト、504 バイト、1016 バイト、2040 バイト、4088 バイト、8184 バイト、16376 バイト、32760 バイト、65528 バイトの 12 種類です。

■ 両方式の特徴

両方式の特徴を以下に示します。

- 処理速度
一般的にノーマルブロック方式の方がスモールブロック方式よりメモリ獲得、解放の処理が早くなります。
- メモリの使用効率
獲得するメモリの最大サイズと最小サイズの差が 8 倍以上ある場合は、スモールブロックの方がメモリの使用効率が高くなります。
- コンフィギュレーションの容易さ
ノーマルブロック方式では、獲得するメモリの最大サイズを把握している必要があります。しかし、スモールブロック方式ではその必要はありません。

MR100 カーネルが提供する可変長メモリプール管理サービスコールには次のものがあります。

- メモリブロックを獲得する (`pget_mpl`)
ユーザが指定したブロックサイズは、4 種類のブロックサイズのうちから最適なブロックサイズに丸めて、丸めたサイズ分のメモリをメモリプールから獲得します。
例えば、ユーザが 200 バイトのメモリを要求した場合 224 バイトに丸めて、224 バイト分のメモリを獲得します。
メモリが獲得できた場合、獲得したメモリの先頭アドレスとエラーコード `E_OK` を返します。獲得できなかった場合には、エラーコード `E_TMOUT` を返します。

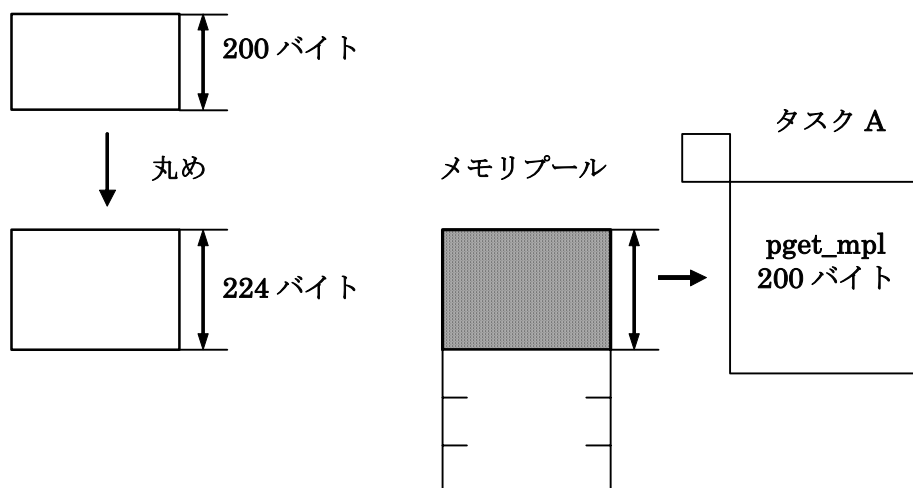


図 4.23 `pget_mpl` 処理

- メモリブロックを解放する (rel_mpl)
pget_mpl で獲得したメモリブロックを解放します。

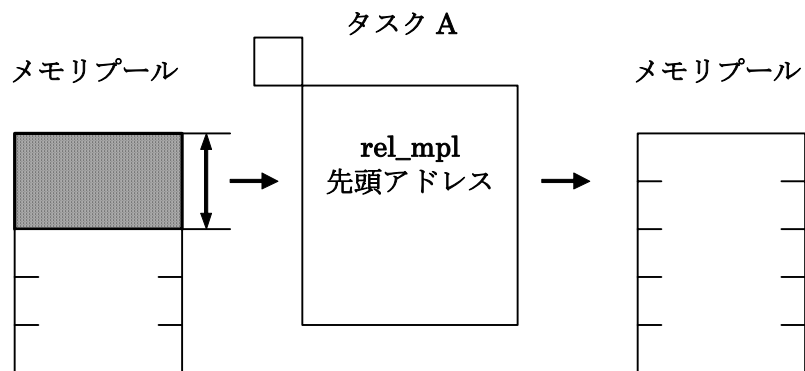


図 4.24 rel_mpl 処理

- メモリプールの状態を参照する (ref_mpl, iref_mpl)
メモリプールの空き領域の合計サイズやすぐに獲得できる最大の空き領域のサイズを参照します。

4.3.11 時間管理機能

時間管理機能はシステムの時刻を管理し、時刻の読みだし、時刻の設定機能、タイムアウトの処理や特定時刻に起動するアラームハンドラや定期的に起動する周期ハンドラの機能を提供します。

MR100 カーネルはシステムクロックとしてタイマを一つ必要とします。MR100 カーネルが提供する時間管理サービスコールには次のものがあります。なお、システムクロックは必須機能ではありません。したがって下記のサービスコールおよび時間管理機能を使用しなければ、タイマを MR100 用に占有する必要がありません。

- 待ち状態にタイムアウト値を指定すれば、一定時間待ち状態に移行します
タスクを待ち状態に移行するサービスコール¹⁶にタイムアウトを指定することができます。サービスコール名は、`tslp_tsk`、`twai_flg`、`twai_sem`、`tsnd_dtq`、`trcv_dtq`、`trcv_mbx`、`tget_mpf`、`vtsnd_dtq`、`vtrcv_dtq`、`tloc_mtx`、`tsnd_mbf`、`trcv_mbf`です。タイムアウトの指定時間が経過するまでに待ち解除条件が満たされない場合、エラーコード `E_TMOUT` を返し、待ち状態が解除されます。待ち解除条件が満たされた場合は、エラーコードは `E_OK` を返します。タイムアウトの時間単位は、ms です。

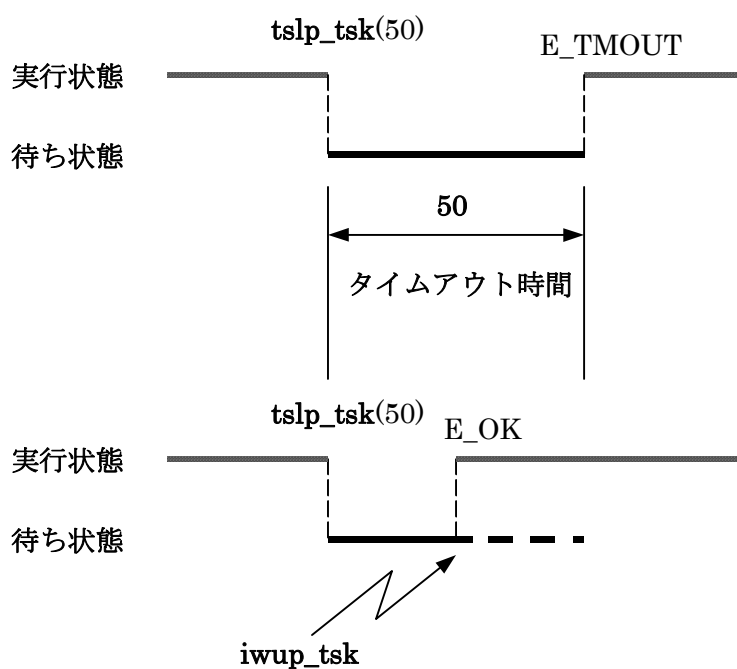


図 4.25 タイムアウト処理

¹⁶ `sus_tsk`, `isus_tsk` サービスコールを除きます。

MR100 では、 μ ITRON 仕様の規定通り、指定されたタイムアウト値以上の時間が経過してからタイムアウト処理を行うことを保証します。具体的には以下のタイミングでタイムアウト処理を行います。

1. タイムアウト値¹⁷が 0 の場合(dly_tskの場合のみ)¹⁸

サービスコール発行後の最初のタイムティックでタイムアウトします。

2. タイムアウト値が、タイムティック間隔の倍数である場合

(タイムアウト値/タイムティック間隔)+1 回目のタイムティックでタイムアウトします。例えば、タイムティック間隔が 10ms でタイムアウト値に 40ms を指定した場合、5 回目のタイムティックでタイムアウトします。また、タイムティック間隔が 5ms でタイムアウト値に 15ms を指定した場合、4 回目のタイムティックでタイムアウトします。

3. タイムアウト値が、タイムティック間隔の倍数でない場合

(タイムアウト値/タイムティック間隔)+2 回目のタイムティックでタイムアウトします。例えば、タイムティック間隔が 10ms でタイムアウト値に 35ms を指定した場合、5 回目のタイムティックでタイムアウトします。

- システム時刻を設定する (set_tim, iset_tim)
- システム時刻の値を読みだす (get_tim, iget_tim)
システム時刻はリセット時からの経過時間を 48 ビットのデータで表します。時間の単位は ms です。

¹⁷ 厳密には、dly_tsk サービスコールの場合は、「タイムアウト値」ではなく「遅延時間」になります。

¹⁸ 厳密には、dly_tsk サービスコールの場合は、「タイムアウト」するのではなく、「遅延待ちが解除されサービスコールが正常終了」します。

4.3.12 時間管理機能(周期ハンドラ)

周期ハンドラは、指定した起動位相経過後、起動周期ごとに起動されるタイムイベントハンドラです。周期ハンドラの起動には、起動位相を保存する方法と起動位相を保存しない方法があります。起動位相を保存する場合は、周期ハンドラの生成時点を基準に周期ハンドラを起動します。起動位相を保存しない場合は、周期ハンドラの動作開始時点を基準に周期ハンドラを起動します。図 4.26、図 4.27に周期ハンドラの動作例を示します。

タイムティック間隔より、起動周期が短い場合、タイムティック供給(isig_tim 相当の処理)毎に、1回だけ周期ハンドラを起動します。例えば、タイムティック間隔が 10ms、起動周期が 3ms で、タイムティック供給時に周期ハンドラ動作が開始された場合、タイムティックごとに1回だけ周期ハンドラが起動されることになります。

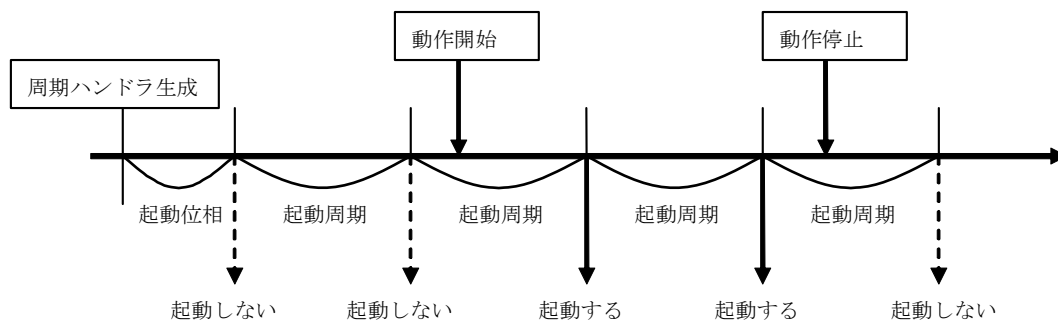


図 4.26 起動位相を保存する場合の動作

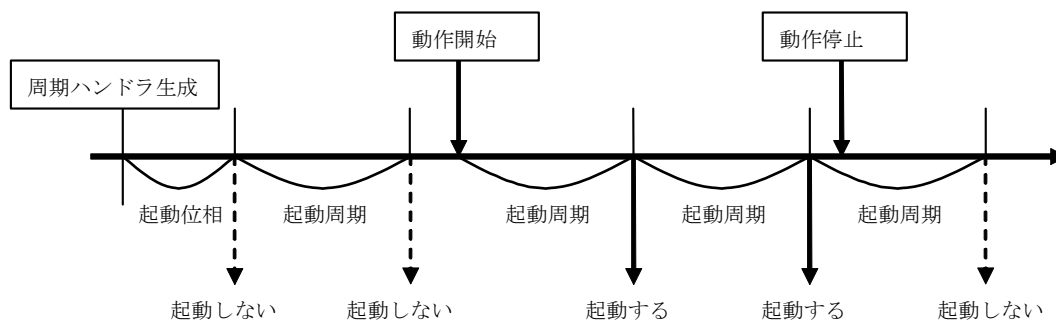


図 4.27 起動位相を保存しない場合の動作

- 周期ハンドラの動作を開始する(sta_cyc, ista_cyc)
指定された ID の周期ハンドラの動作を開始します。
- 周期ハンドラの動作を停止する(stp_cyc, istp_cyc)
指定された ID の周期ハンドラの動作を停止します。
- 周期ハンドラの状態を参照する (ref_cyc, iref_cyc)
周期ハンドラの状態を参照します。対象周期ハンドラの動作状態と次の起動までの残り時間を調べます。

4.3.13 時間管理機能(アラームハンドラ)

アラームハンドラは、指定した時刻になると1度だけ起動されるタイムイベントハンドラです。アラームハンドラを用いることにより、時刻に依存した処理を行うことができます。時刻の指定は、相対時間です。図 4.28に動作例を示します。

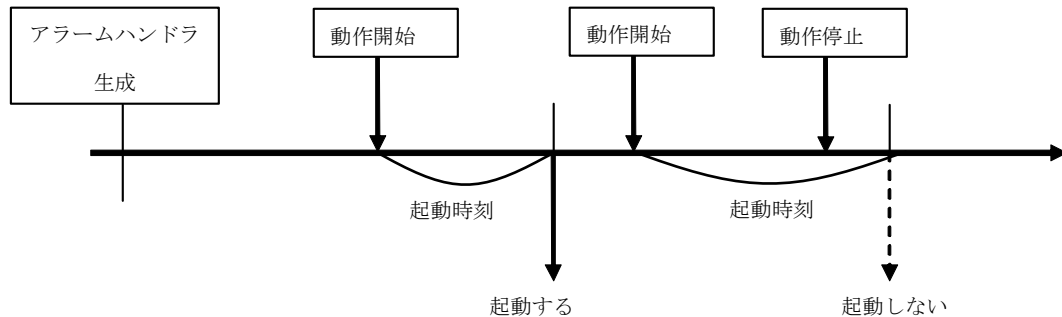


図 4.28 アラームハンドラの動作

- アラームハンドラの動作を開始する(sta_alm, ista_alm)
指定された ID のアラームハンドラの動作を開始します。
- アラームハンドラの動作を停止する(stp_alm, istp_alm)
指定された ID のアラームハンドラの動作を停止します。
- アラームハンドラの状態を参照する (ref_alm, iref_alm)
アラームハンドラの状態を参照します。対象アラームハンドラの動作状態と起動までの残り時間を調べます。

4.3.14 システム状態管理機能

- タスクの実行待ち行列を回転する (rot_rdq, irot_rdq)
本サービスコールによりTSS(タイムシェアリングシステム) を実現することができます。すなわち、一定周期でレディキューを回転すれば、TSSで必要なラウンドロビンスケジューリングを実現することができます。(図 4.29参照)

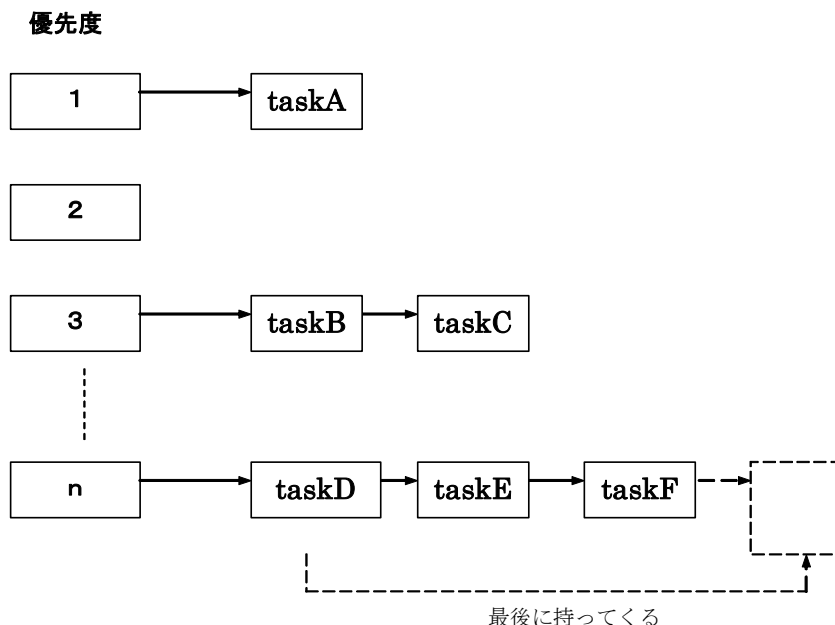


図 4.29 rot_rdq サービスコールによるレディキューの操作

- 自タスクの ID を得る (get_tid, iget_tid)
自タスクの ID 番号を得ます。ハンドラから発行した場合は、ID 番号の代わりに TSK_NONE(=0)が得られます。
- CPU ロック状態に移行する (loc_cpu, iloc_cpu)
CPU ロック状態に移行します。
- CPU ロック状態を解除する (unl_cpu, iunl_cpu)
CPU ロック状態を解除します。
- ディスパッチ禁止状態に移行する (dis_dsp)
ディスパッチ禁止状態に移行します。
- ディスパッチ禁止状態を解除する (ena_dsp)
ディスパッチ禁止状態を解除します。
- コンテキスト状態を得る (sns_ctx)
コンテキスト状態を得ます。
- CPU ロック状態を得る (sns_loc)
CPU ロック状態を得ます。
- ディスパッチ禁止状態を得る (sns_dsp)
ディスパッチ禁止状態を得ます。

- ディスパッチ保留状態を得る (sns_dpn)
ディスパッチ保留状態を得ます。
- システムダウン状態に移行させる (vsys_dwn, ivsys_dwn)
システムダウン状態に移行させます。¹⁹

¹⁹ 本サービスコールは、 μ ITRON 4.0 仕様外の機能です。

4.3.15 割り込み管理機能

割り込み管理機能は外部割り込みの発生に対して、実時間で処理をおこなう機能を提供します。MR100 カーネルが提供する割り込み管理サービスコールには次のものがあります。

- 割り込みハンドラから復帰します (ret_int)

ret_int サービスコールは、割り込みハンドラから復帰するとき、必要ならばスケジューラを起動し、タスク切り替えをおこないます。

本機能は、C言語を用いた場合、ハンドラ関数の終了時に自動で呼び出されます。従って、この場合、本サービスコールを呼び出す必要はありません。図 4.30に割り込み処理の流れをしめします。なお、タスク選択からレジスタ復帰までの処理をスケジューラと呼びます。

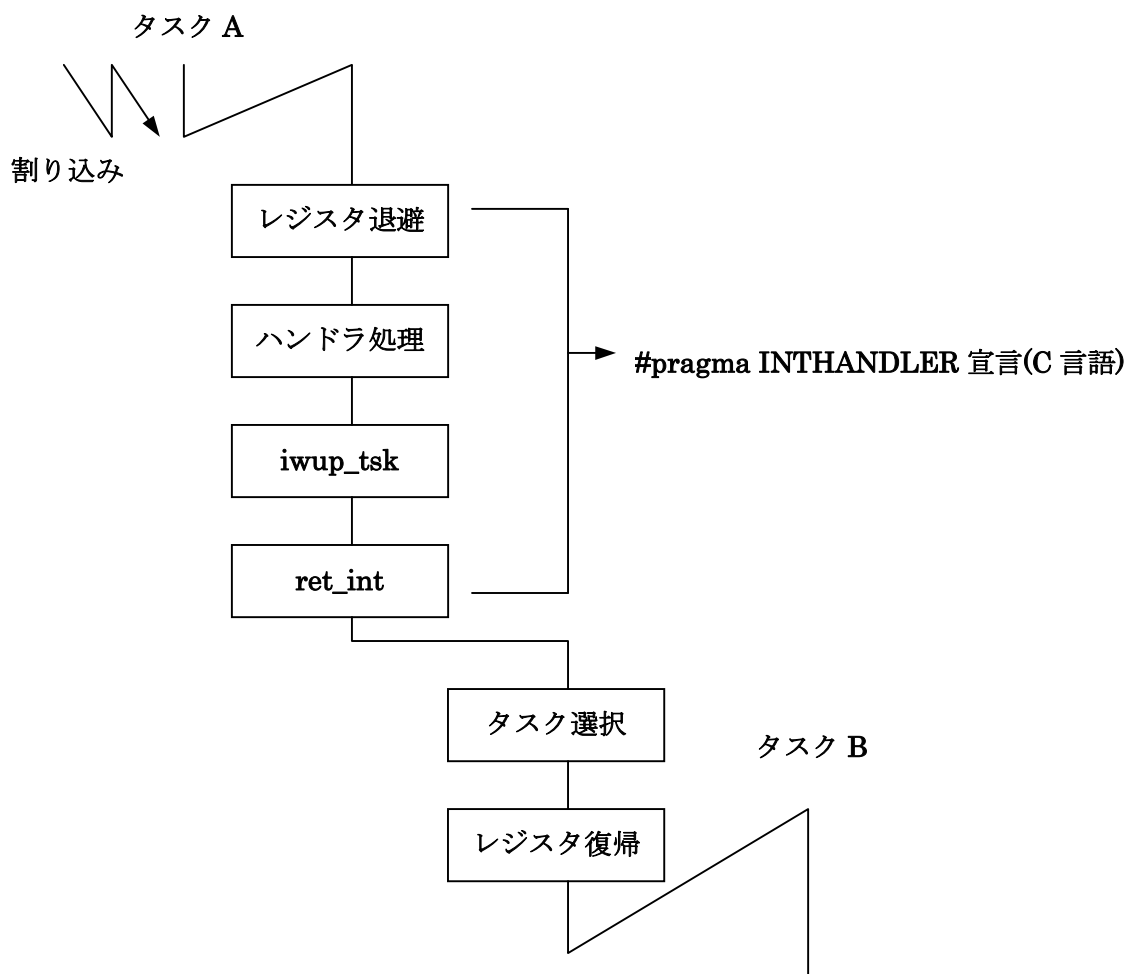


図 4.30 割り込み処理の流れ

4.3.16 システム構成管理機能

MR100 のバージョン情報を参照する機能です。

- MR100 のバージョンを得る(ref_ver, iref_ver)
MR100 のバージョン情報を得ることができます。このバージョン情報は μ ITRON 仕様で標準化された形式で得ることができます。

4.3.17 拡張機能(shortデータキュー)

short データキューは、 μ ITRON 4.0 仕様の仕様外の機能です。データキュー機能は、データを 32bit として扱いますが、short データキューは、データを 16bit データとして扱います。両者の動作はデータサイズの差異以外は違いがありません。

- データを送信します (vsnd_dtq, vtsnd_dtq)
データを short データキューに送信します。short データキューがデータで一杯の場合は、データ送信待ち状態に移行します。
- データを送信します (vpsnd_dtq, vipsnd_dtq)
データを short データキューに送信します。short データキューがデータで一杯の場合は、データ送信待ち状態に移行せず、エラーコードを返します。
- データを強制送信します (vfsnd_dtq, vifsnd_dtq)
データをデータキューに送信します。データキューがデータで一杯の場合は、データ送信待ち状態に移行せず、一番古いデータを削除した後データを送信します。
- データを受信します (vrcv_dtq, vtrcv_dtq)
short データキューからデータを受信します。このとき short データキューにデータがなければ、データが送信されるまで待ち状態になります。
- データを受信します (vprcv_dtq, viprcv_dtq)
short データキューからデータを受信します。short データキューにデータがない場合は、データ受信待ち状態に移行せず、エラーコードを返します。
- データキューの状態を参照します (vref_dtq, viref_dtq)
対象 short データキューにデータが入るのを待っているタスクの有無や short データキューに入っているデータ数を参照します。

4.3.18 拡張機能(リセット機能)

リセット機能は、 μ ITRON 4.0 仕様の仕様外の機能です。メールボックス、データキュー、メモリプールなどを初期状態にします。

- データキューを初期化する(vrst_dtq)
データキューを初期化します。送信待ちのタスクがある場合は、待ち状態を解除し、エラーコード EV_RST を返します。
- メールボックスを初期化する(vrst_mbx)
メールボックスを初期化します。
- 固定長メモリプールを初期化する(vrst_mpf)
固定長メモリプールを初期化します。待ち状態のタスクがある場合は、待ち状態を解除し、エラーコード EV_RST を返します。
- 可変長メモリプールを初期化する(vrst_mpl)
可変長メモリプールを初期化します。
- short データキューを初期化する(vrst_vdtq)
short データキューを初期化します。送信待ちのタスクがある場合は、待ち状態を解除し、エラーコード EV_RST を返します。
- メッセージバッファを初期化する(vrst_mbf)
メッセージバッファを初期化します。送信待ちのタスクがある場合は、待ち状態を解除し、エラーコード EV_RST を返します。

5. サービスコールリファレンス

5.1 タスク管理機能

表 5.1にタスク管理機能の仕様を示します。項番4タスク属性の記述言語は,GUIコンフィギュレータでの指定内容です。コンフィギュレーションファイルには出力されず,カーネルも関知しません。タスクのスタックは,コンフィギュレーション時に,タスク毎にセクション名を指定し,異なる領域に配置することが出来ます。

表 5.1 タスク管理機能の仕様

項番	項目	内容
1	タスク ID	1-255
2	タスク優先度	1-255
3	タスク起動要求キューイング数の最大値	255 回
4	タスク属性	TA_HLNG: 高級言語記述 TA_ASM: アセンブリ言語記述 TA_ACT: 起動属性
5	タスクスタック	セクション指定可能

表 5.2 タスク管理機能サービスコール一覧

項番	サービスコール	機能	呼び出し可能なシステム状態						
			T	N	E	D	U	L	
1	act_tsk	[S]	タスクの起動	○		○	○	○	
2	iact_tsk	[S]			○	○	○	○	
3	can_act	[S]	タスク起動要求のキャンセル	○		○	○	○	
4	ican_act				○	○	○	○	
5	sta_tsk	[B]	タスクの起動(起動コード指定)	○		○	○	○	
6	ista_tsk				○	○	○	○	
7	ext_tsk	[S][B]	自タスクの終了	○		○	○	○	○
8	ter_tsk	[S][B]	タスクの強制終了	○		○	○	○	
9	chg_pri	[S][B]	タスク優先度の変更	○		○	○	○	
10	ichg_pri				○	○	○	○	
11	get_pri	[S]	タスク優先度の参照	○		○	○	○	
12	iget_pri				○	○	○	○	
13	ref_tsk		タスクの状態参照	○		○	○	○	
14	iref_tsk				○	○	○	○	
15	ref_tst		タスクの状態参照(簡易版)	○		○	○	○	
16	iref_tst				○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
 “[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は,以下の意味です。
 “T”はタスクコンテキストから呼出し可能,“N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
 “E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能,“D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
 “U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能,“L”は CPU ロック状態から呼出し可能

act_tsk
iact_tsk

タスクの起動 タスクの起動(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = act_tsk( ID tskid );  
ER ercd = iact_tsk( ID tskid );
```

● パラメータ

ID tskid 対象タスク ID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK) またはエラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
act_tsk    TSKID  
iact_tsk   TSKID
```

● パラメータ

TSKID 対象タスク ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象タスク ID 番号

■ エラーコード

E_QOVR キューイングオーバーフロー
 (actcnt > 255)

E_ID 不正 ID 番号

(tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、
tskid=TSK_SELF(=0))

E_CTX コンテキストエラー(許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクを起動します。起動したタスクは休止(DORMANT)状態から実行可能(READY)状態もしくは実行(RUNNING)状態へ移行します。

タスク起動時に行われる処理は、以下の通りです。

- 1 タスクの現在優先度を初期化する。
- 2 起床要求キューイング数をクリアする。
- 3 強制待ち要求ネスト数をクリアする。

tskid=TSK_SELF(0) の指定により、自タスクの指定になります。タスクには、タスク生成時に指定したタスクの拡張情報がパラメータとして渡ります。非タスクコンテキストにおいて、tskid に TSK_SELF を指定した場合はエラーとなり E_ID のエラーコードが返されます。

対象タスクが休止状態でない場合には、本サービスコールによるタスクの起動要求は、キューイングされます。すなわち、起動要求カウントに1加算されます。起動要求カウントの最大値は、255 です。起動要求カウントの最大値を越える場合は、エラーコード E_QOVR を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは act_tsk、非タスクコンテキストからは iact_tsk を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 記述例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task1( VP_INT stacd )
{
    ER ercd;
    :
    ercd = act_tsk( ID_task2 );
    :
}
void task2( VP_INT stacd )
{
    :
    ext_tsk();
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.INCLUDE    mr100.inc
.GLB       task
task:
    :
    PUSH.W  R2
    act_tsk          #ID_TASK3
    :
```

can_act
ican_act

起動要求カウントのキャンセル 起動要求カウントのキャンセル(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER_UINT actcnt = can_act( ID tskid );  
ER_UINT actcnt = ican_act( ID tskid );
```

● パラメータ

ID tskid 対象タスク ID 番号

● リターンパラメータ

ER_UINT actcnt > 0 キャンセルされた起動要求カウント
 actcnt < 0 エラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
can_act    TSKID  
ican_act   TSKID
```

● パラメータ

TSKID 対象タスク ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容
R0 キャンセルされた起動要求カウントまたは、エラーコード

■ エラーコード

E_ID 不正 ID 番号
 (tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、
 tskid=TSK_SELF(=0))
E_CTX コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクにキューイングされていた起動要求回数を求め、その結果をリターンパラメータとして返し、同時にその起動要求を全て無効にします。

tskid=TSK_SELF(0)の指定により、自タスクの指定になります。非タスクコンテキストにおいて、tskidに TSK_SELFを指定した場合はエラーとなり E_ID のエラーコードが返されます。

休止状態のタスクを対象として呼び出すこともできます。その場合のリターンパラメータは 0 となります。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、can_act、非タスクコンテキストからは、ican_act を使用してください。CPU ロック状態、カーネル管理外割込みからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 記述例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task1()
{
    ER_UINT actcnt;
    :
    actcnt = can_act( ID_task2 );
    :
}
void task2()
{
    :
    ext_tsk();
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.INCLUDE mr100.inc
.GLB task
task:
    can_act    :
               #ID_TASK2
               :
```

sta_tsk
ista_tsk

タスクの起動(起動コード指定)
タスクの起動(起動コード指定,ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = sta_tsk( ID tskid,VP_INT stacd );  
ER ercd = ista_tsk ( ID tskid,VP_INT stacd );
```

● パラメータ

ID	tskid	対象タスク ID 番号
VP_INT	stacd	タスク起動コード

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
----	------	-----------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
sta_tsk TSKID, STACD  
ista_tsk TSKID, STACD
```

● パラメータ

TSKID	対象タスク ID 番号
STATCD	タスク起動コード

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	タスク起動コード
R2	対象タスク ID 番号

■ エラーコード

E_OBJ	オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが休止状態ではない)
E_ID	不正 ID 番号 (tskid <= 0, 最大タスク数 < tskid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクを起動します。なわち指定したタスクを休止(DORMANT)状態から実行可能(READY)状態もしくは、実行(RUNNING)状態へ移行します。本サービスコールは、起動要求をキューイングしません。したがって、対象タスクが休止(DORMANT)状態にない場合に発せられた要求に対しては、サービスコール発行タスクにエラーE_OBJを返します。本サービスコールは、指定したタスクが休止(DORMANT)状態であるときのみ有効です。起動コード stacd は、32 ビットです。stacd は起動タスクにパラメータとして渡されます。

ter_tsk,ext_tsk など で終了したタスクを再起動した場合、タスクは以下の状態でスタートします。

- 1 タスクの現在優先度を初期化する。
- 2 起床要求キューイング数をクリアする。
- 3 強制待ち要求ネスト数をクリアする。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは,sta_tsk,非タスクコンテキストからは,ista_tsk を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 記述例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    ER ercd;
    VP_INT stacd = 0;
    ercd = sta_tsk( ID_task2, stacd );
    :
}
void task2(VP_INT msg)
{
    if(msg == 0)
    :
}
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.INCLUDE mr100.inc
.GLB task
task:
:
PUSHM R3R1
PUSH.W R2
sta_tsk #ID_TASK4, #100
:
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = ext_tsk();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

本サービスコールからリターンしない

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ext_tsk
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

本サービスコールからリターンしない

■ エラーコード

本サービスコールからリターンしない

ただし、以下のエラーを検出するとシステムダウンルーチンが呼び出されます。

E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
-------	-----------------------------------

■ 機能説明

自タスクを終了します。すなわち、自タスクを実行(RUNNING)状態から休止(DORMANT)状態へ移行します。ただし、自タスクに対する起動要求カウントが1の場合は、起動要求カウントを1減じ、再度 `act_tsk`, `iact_tsk` の処理と同様の処理を行い、タスクは、休止(DORMANT)状態から実行可能状態(READY)にします。タスクを起動するときにパラメータとして、タスク拡張情報を渡します。

C 言語で記述した場合、本サービスコールは、タスクからのリターンで自動的に発行されるようになっています。

本サービスコールの発行では自タスクが以前に獲得していた資源 (セマフォなど)は解放しません。例外として、本タスクがロックしていたミューテックスを解放します。自タスクの起動要求カウントが 1 以上の場合であってもミューテックスは解除され、タスクは再度 `act_tsk`, `iact_tsk` と同様の処理を行います。²⁰

本サービスコールはタスクコンテキストでのみ使用可能です。また、本サービスコールは、CPU ロック状態、ディスパッチ禁止状態であっても使用可能です。この場合、CPU ロック状態、ディスパッチ禁止状態は解除されます。しかし、非タスクコンテキストでは使用できません。

非タスクコンテキストまたはカーネル管理外割り込みから本サービスコールを呼び出した場合、回避不可能なエラーとして、システムダウンルーチンにジャンプします。²¹この場合システムダウンにはエラー種別には”-2”,エラーコードにE_CTXを渡します。

²⁰ 本サービスコールと `ista_tsk` サービスコールの組み合わせにおいては、サービスコールの不可分性は保証されません。すなわち、本サービスコール実行中の状態に対して `ista_tsk` の処理が行われることが発生し得ます。

²¹ カーネルから `vsys_dwn` サービスコールを呼び出すことによってシステムダウンルーチンにジャンプします。システムダウンルーチンは、デフォルトでは割り込み不可状態呼び出され、無限ループします。

■ 記述例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task(void)
{
    :
    ext_tsk();
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.INCLUDE mr100.inc
.GLB task
task:
    :
    ext_tsk
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = ter_tsk( ID tskid );
```

● パラメータ

ID	tskid	対象タスク ID 番号
----	-------	-------------

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
----	------	-----------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
ter_tsk TSKID
```

● パラメータ

TSKID	対象タスク ID 番号
-------	-------------

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
-------	---------------

R0	エラーコード
----	--------

R2	対象タスク ID 番号
----	-------------

■ エラーコード

E_OBJ	オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが休止状態)
-------	-------------------------------

E_ILUSE	サービスコール不正使用 (tskid に自タスクを指定)
---------	------------------------------

E_ID	不正 ID 番号
------	----------

(tskid <= 0, 最大タスク数 < tskid)

E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
-------	-----------------------------------

■ 機能説明

tskid で示されたタスクを、強制的に終了させます。対象タスクの起動要求カウントが1以上の場合、起動要求カウントを1減じ、再度 act_tsk, iact_tsk の処理と同様の処理を行い、タスクは、休止(DORMANT)状態から実行可能状態(READY)にします。タスクを起動するときにパラメータとして、タスク拡張情報を渡します。

このサービスコールで自タスクを指定した場合(TSK_SELF を指定した場合も)、自タスクは終了することではなく、エラーコード E_ILUSE を返します。自タスクを終了する場合は ext_tsk サービスコールを使用してください。

指定したタスクが待ち状態に入り、何らかの待ち行列 につながれていた場合には、このサービスコールの実行によってその待ち行列から削除されます。しかし、指定したタスクがそれ以前に獲得したセマフォなどは解放されません。例外として、本タスクがロックしていたミューテックスを解放します。対象タスクの起動要求カウントが 1 以上の場合であってもミューテックスは解除され、タスクは再度 act_tsk, iact_tsk と同様の処理を行います。²²

tskid で示されたタスクが休止(DORMANT)状態にある場合は、サービスコールの戻り値としてエラー E_OBJ を返します。

本サービスコールはタスクコンテキストでのみ使用可能です。非タスクコンテキストでは使用できません。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

²² 本サービスコールと ista_tsk サービスコールの組み合わせにおいては、サービスコールの不可分性は保証されません。すなわち、本サービスコール実行中の状態に対して ista_tsk の処理が行われることが発生し得ます。

■ 記述例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    ter_tsk( ID_main );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.INCLUDE    mr100.inc
.GLB       task
task:
    :
    PUSH.W  R2
    ter_tsk #ID_TASK3
    :
```

chg_pri
ichg_pri

タスク優先度の変更
タスク優先度の変更(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = chg_pri( ID tskid, PRI tskpri );  
ER ercd = ichg_pri( ID tskid, PRI tskpri );
```

● パラメータ

ID	tskid	対象タスク ID 番号
PRI	tskpri	対象タスク優先度

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
----	------	-----------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
chg_pri TSKID, TSKPRI  
ichg_pri TSKID, TSKPRI
```

● パラメータ

TSKID	対象タスク ID 番号
TSKPRI	対象タスク優先度

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3	タスク優先度
R2	対象タスク ID 番号

■ エラーコード

E_OBJ	オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが休止状態)
E_ID	不正 ID 番号 (tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、 tskid=TSK_SELF(=0))
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	タスク優先度範囲外 (tskpri < 0, 最大タスク優先度 < tskpri)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクの優先度(ベース優先度)を tskpri で示される値に変更し,その変更結果に基づいて再スケジューリングを行います。すなわち,レディキューにつながれているタスク(実行状態のタスクを含む)または優先度順の待ち行列の中のタスクに対して本サービスコールが実行された場合,対象タスクはキューの該当優先度の部分の最後尾に移動します。以前と同じ優先度を指定した場合も,同様に,そのキューの最後尾に移動します。ミューテックスをロックしている場合は,現在優先度が変わらずベース優先度のみ変わり,レディキューの状態は変化しません。ミューテックスをロックしていない場合は,ベース優先度の変更と同時に現在優先度が変わり,レディキューの状態が変わります。

タスクの優先度は,数の小さい方が高く 1 が最高優先度です。優先度として指定できる数値は最小値が 1 です。また,優先度の最大値はコンフィグレーションファイルで指定した優先度の最大値であり,指定可能範囲は 1~255 です。例えば,コンフィグレーションファイルで

```
system{          stack_size    = 0x100;
                priority      = 13;
};
```

の場合は指定できる優先度の範囲は 1 から 13 までです。この範囲外のタスク優先度を指定した場合はエラーとなり,E_PAR が返されます。

TSK_SELF が指定された場合は,自タスクの優先度を変更します。非タスクコンテキストにおいて,tskid に TSK_SELF は指定した場合は,エラーとなり E_ID が返されます。TPRI_INI が指定された場合,タスク生成時に指定した初期タスク優先度に変更します。変更したタスク優先度は,タスクの終了もしくは本サービスコールが再度実行されるまで有効です。

tskid で示されたタスクが休止(DORMANT)状態にある場合は,サービスコールの戻り値としてエラーE_OBJ を返します。

対象タスクがミューテックスをロックしているかロックを待っている場合で,tskpri に指定された優先度(ベース優先度),それらのミューテックスのいずれかの上限優先度よりも高い場合には,E_ILUSE を返します。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは chg_pri,非タスクコンテキストからは ichg_pri を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 記述例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    chg_pri( ID_task2, 2 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.INCLUDE    mr100.inc
.GLB       task
task:
    :
    PUSH.W  R2
    PUSH.W  R3
    chg_pri #ID_TASK3, #1
    :
```

get_pri
iget_pri

タスク優先度の参照 タスク優先度の参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = get_pri( ID tskid, PRI *p_tskpri );  
ER ercd = iget_pri( ID tskid, PRI *p_tskpri );
```

● パラメータ

ID	tskid	対象タスク ID 番号
PRI	*p_tskpri	タスクの現在優先度を返す領域へのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
----	------	-----------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
get_pri TSKID  
iget_pri TSKID
```

● パラメータ

TSKID	対象タスク ID 番号
-------	-------------

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	獲得したタスクの現在優先度

■ エラーコード

E_OBJ	オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが休止状態)
E_ID	不正 ID 番号 (tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、 tskid=TSK_SELF(=0))
E_CTX	コンテキストエラー (CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクの現在優先度を、p_tskpri で示される領域に返します。TSK_SELF が指定された場合は自タスクの現在優先度を参照します。非タスクコンテキストにおいて、tskid に TSK_SELF は指定した場合は、エラーとなりエラーコード E_ID を返します。

tskid で示されたタスクが休止(DORMANT)状態にある場合は、サービスコールの戻り値としてエラー E_OBJ を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、get_pri、非タスクコンテキストからは、iget_pri を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    PRI p_tskpri;
    ER ercd;
    :
    ercd = get_pri( ID_task2, &p_tskpri );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.INCLUDE    mr100.inc
.GLB       task
task:
    :
    get_pri    #ID_TASK2
    :
```

ref_tsk
iref_tsk

タスクの状態参照
タスクの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_tsk( ID tskid, T_RTsk *pk_rtsk );  
ER ercd = iref_tsk( ID tskid, T_RTsk *pk_rtsk );
```

● パラメータ

ID	tskid	対象タスク ID 番号
T_RTsk	*pk_rtsk	タスク状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
----	------	-------------

pk_rtsk の内容

```
typedef struct t_rtsk{  
    STAT    tskstat    +0    2    タスク状態  
    PRI     tskpri     +2    2    タスクの現在優先度  
    PRI     tskbpri    +4    2    タスクのベース優先度  
    STAT    tskwait    +6    2    待ち要因  
    ID      wobjid     +8    2    待ちオブジェクト ID  
    TMO     lefttmo    +10   4    タイムアウトするまでの時間  
    UINT    actcnt     +14   4    起動要求キューイング数  
    UINT    wupcnt     +18   4    起床要求キューイング数  
    UINT    suscncnt  +22   4    強制待ち要求ネスト数  
} T_RTsk;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_tsk    TSKID, PK_RTsk  
iref_tsk   TSKID, PK_RTsk
```

● パラメータ

TSKID	対象タスク ID 番号
PK_RTsk	タスク状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象タスク ID 番号
A1	タスク状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、 tskid=TSK_SELF(=0))
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクの状態を参照し、そのタスクの現在の情報を `pk_rtsk` の指す領域にリターンパラメータとして返します。tskid として `TSK_SELF` が指定された場合は、自タスクの状態を参照します。非タスクコンテキストにおいて、tskid に `TSK_SELF` は指定した場合はエラーとなりエラーコード `E_ID` を返します。

◆ `tskstat`(タスク状態)

`tskstat` には指定したタスクの状態によって次の値が返されます。

- `TTS_RUNNING(0x0001)` 実行(RUNNING)状態
- `TTS_RDY(0x0002)` 実行可能(READY)状態
- `TTS_WAI(0x0004)` 待ち(WAITING)状態
- `TTS_SUS(0x0008)` 強制待ち(SUSPENDED)状態
- `TTS_WAS(0x000C)` 二重待ち(WAITING-SUSPENDED)状態
- `TTS_DMT(0x0010)` 休止(DORMANT)状態

◆ `tskpri`(タスクの現在優先度)

`tskpri` には、指定したタスクの現在優先度を返します。タスクが休止状態の場合は、`tskpri` は、不定となります。

◆ `tskbpri`(タスクのベース優先度)

`tskbpri` には、指定したタスクのベース優先度を返します。また、タスクが休止状態の場合は、`tskbpri` は、不定となります。

◆ `tskwait`(タスクの待ち要因)

対象タスクが待ち状態であるならば次の待ち要因が返されます。各待ち要因の値を以下に示します。タスク状態が、待ち状態(`TTS_WAI`, または `TTS_WAS`)以外の場合は、`tskWAITING` は不定となります。

- `TTW_SLP(0x0001)` `slp_tsk`, `tslp_tsk` による待ち
- `TTW_DLY(0x0002)` `dly_tsk` による待ち
- `TTW_SEM(0x0004)` `wai_sem`, `twai_sem` による待ち
- `TTW_FLG(0x0008)` `wai_flg`, `twai_flg` による待ち
- `TTW_SDTQ(0x0010)` `snd_dtq`, `tsnd_dtq` による待ち
- `TTW_RDTQ(0x0020)` `rcv_dtq`, `trcv_dtq` による待ち
- `TTW_MBX(0x0040)` `rev_mbx`, `trcv_mbx` による待ち
- `TTW_MTX(0x0080)` `loc_mtx`, `tloc_mtx` による待ち
- `TTW_SMBF(0x0100)` `snd_mbf`, `tsnd_mbf` による待ち
- `TTW_RMBF(0x0200)` `rcv_mbf`, `trcv_mbf` による待ち
- `TTW_MPF(0x2000)` `get_mpf`, `tget_mpf` による待ち
- `TTW_VSDTQ(0x4000)` `vsnd_dtq`, `vtsnd_dtq` による待ち²³
- `TTW_VRDTQ(0x8000)` `vrcv_dtq`, `vtrev_dtq` による待ち

◆ `wobjid`(待ちオブジェクト ID)

対象タスクが待ち状態(`TTS_WAI` または `TTS_WAS`)であるならば、待ち対象オブジェクト ID を返します。それ以外の場合は、`wobjid` は、不定となります。

◆ `lefttmo`(タイムアウトまでの時間)

対象タスクが `dly_tsk` 以外による待ち状態(`TTS_WAI`, または `TTS_WAS`)の場合、タイムアウトするまでの時間を返します。永久待ちの場合は、`TMO_FEVR` を返します。それ以外の状態の場合は、`lefttmo` は不定となります。

◆ `actcnt`(起動要求カウント)

現在の起動要求キューイング数を返します。

◆ `wupcnt`(起床要求カウント)

現在の起床要求キューイング数を返します。タスクが休止状態の場合は、`wupcnt` は、不定となります。

◆ `suscnt`(強制待ち要求カウント)

現在の強制待ち要求ネスト数を返します。タスクが休止状態の場合は、`suscnt` は、不定となります。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、`ref_tsk`、非タスクコンテキストからは、`iref_tsk` を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、`E_CTX` を返します。

²³ `TTW_VSDTQ`, `TTW_VRDTQ` は μ ITRON 仕様 V.4.0 の仕様外の待ち要因です。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RTSK rtsk;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_tsk( ID_main, &rtsk );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
_refdata:    .blkb 26
             .include mr100.inc
             .GLB   task
task:
             :
             PUSH.W   R2
             PUSH.L   A1
             ref_tsk  #TSK_SELF,#_refdata
             :
```

ref_tst
iref_tst

タスクの状態参照(簡易版)
タスクの状態参照(簡易版,ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_tst( ID tskid, T_RTST *pk_rtst );  
ER ercd = iref_tst( ID tskid, T_RTST *pk_rtst );
```

● パラメータ

ID	tskid	対象タスク ID 番号
T_RTST	*pk_rtst	タスク状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
----	------	-------------

pk_rtsk の内容

```
typedef struct t_rtst{  
    STAT   tskstat   +0   2   タスク状態  
    STAT   tskwait   +2   2   待ち要因  
} T_RTST;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_tst   TSKID, PK_RTST  
iref_tst  TSKID, PK_RTST
```

● パラメータ

TSKID	対象タスク ID 番号
PK_RTST	タスク状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象タスク ID 番号
A1	タスク状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、 tskid=TSK_SELF(=0))
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクの状態を参照し、そのタスクの現在の情報を `pk_rtst` が指す領域にリターン値として返します。tskidとして `TSK_SELF` が指定された場合は、自タスクの状態を参照します。非タスクコンテキストにおいて、tskidに `TSK_SELF` は指定した場合はエラーとなりエラーコード `E_ID` を返します。

◆ `tskstat`(タスク状態)

`tskstat` には指定したタスクの状態によって次の値が返されます。

- `TTS_RUNNING(0x0001)` 実行(RUNNING)状態
- `TTS_RDY(0x0002)` 実行可能(READY)状態
- `TTS_WAI(0x0004)` 待ち(WAITING)状態
- `TTS_SUS(0x0008)` 強制待ち(SUSPENDED)状態
- `TTS_WAS(0x000C)` 二重待ち(WAITING-SUSPENDED)状態
- `TTS_DMT(0x0010)` 休止(DORMANT)状態

◆ `tskwait`(タスクの待ち要因)

対象タスクが待ち状態であるならば次の待ち要因が返されます。各待ち要因の値を以下に示します。タスク状態が、待ち状態(`TTS_WAI`,または `TTS_WAS`)以外の場合は、`tskWAITING` は不定となります。

- `TTW_SLP (0x0001)` `slp_tsk, tslp_tsk` による待ち
- `TTW_DLY (0x0002)` `dly_tsk` による待ち
- `TTW_SEM (0x0004)` `wai_sem, twai_sem` による待ち
- `TTW_FLG (0x0008)` `wai_flg, twai_flg` による待ち
- `TTW_SDTQ(0x0010)` `snd_dtq, tsnd_dtq` による待ち
- `TTW_RDTQ(0x0020)` `rcv_dtq, trcv_dtq` による待ち
- `TTW_MBX (0x0040)` `rcv_mbx, trcv_mbx` による待ち
- `TTW_MTX(0x0080)` `loc_mtx, tloc_mtx` による待ち
- `TTW_SMBF(0x0100)` `snd_mbf, tsnd_mbf` による待ち
- `TTW_RMBF(0x0200)` `rcv_mbf, trcv_mbf` による待ち
- `TTW_MPF (0x2000)` `get_mpf, tget_mpf` による待ち
- `TTW_VSDTQ (0x4000)` `vsnd_dtq, vtsnd_dtq`による待ち²⁴
- `TTW_VRDTQ(0x8000)` `vrcv_dtq, vtrcv_dtq` による待ち

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、`ref_tst`、非タスクコンテキストからは、`iref_tst` を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、`E_CTX` を返します。

²⁴ `TTW_VSDTQ`, `TTW_VRDTQ` は μ ITRON 仕様 V.4.0 の仕様外の待ち要因です。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RTST rtst;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_tst( ID_main, &rtst );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
_refdata:    .blkb    4
             .include mr100.inc
             .GLB     task
task:
             :
             PUSH.W   R2
             PUSH.L   A1
             ref_tst  #ID_TASK2,#_refdata
             :
```

5.2 タスク付属同期機能

表 5.3にタスク付属同期機能の仕様を示します。

表 5.3 タスク付属同期機能の仕様

項番	項目	内容
1	タスク起床要求カウントの最大値	255 回
2	タスク強制待ち要求ネスト数の最大値	1 回

表 5.4 タスク付属同期機能サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	slp_tsk	[S][B]	起床待ち	○		○		○	
2	tslp_tsk	[S]	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
3	wup_tsk	[S][B]	タスクの起床	○		○	○	○	
4	iwup_tsk	[S][B]			○	○	○	○	
5	can_wup	[B]	タスク起床要求のキャンセル	○		○	○	○	
6	ican_wup				○	○	○	○	
7	rel_wai	[S][B]	待ち状態の強制解除	○		○	○	○	
8	irel_wai	[S][B]			○	○	○	○	
9	sus_tsk	[S][B]	強制待ち状態への移行	○		○	○	○	
10	isus_tsk				○	○	○	○	
11	rsm_tsk	[S][B]	強制待ち状態からの再開	○		○	○	○	
12	irmsm_tsk				○	○	○	○	
13	frsm_tsk	[S]	強制待ち状態からの強制再開	○		○	○	○	
14	ifrsn_tsk				○	○	○	○	
15	dly_tsk	[S][B]	自タスクの遅延	○		○		○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
“T”はタスクコンテキストから呼出し可能,“N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
“E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能,“D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
“U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能,“L”は CPU ロック状態から呼出し可能

slp_tsk
tslp_tsk

起床待ち
起床待ち(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER ercd = slp_tsk();  
ER ercd = tslp_tsk( TMO tmout );
```

● パラメータ

- slp_tsk の場合
なし
- tslp_tsk の場合
TMO tmout タイムアウト値

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了(E_OK)またはエラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
slp_tsk  
tslp_tsk TMO
```

● パラメータ

TMO タイムアウト値

● サービスコール発行後のレジスタ内容

tslp_tsk の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R6R4	タイムアウト値

slp_tsk の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード

■ エラーコード

E_TMOUT	タイムアウト
E_RLWAI	強制待ち解除
E_PAR	タイムアウト値範囲外(tslp_tsk のみ) (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)
E_CTX	コンテキストエラー(許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

自タスクを実行(RUNNING)状態から起床待ち状態へ移行します。本サービスコール実行による待ち状態は、以下に示す場合に解除されます。

◆ 他タスクおよび割り込みからタスク起床のサービスコール を発行した場合

この時のエラーコードは,E_OK が返ります。

◆ 他タスクおよび割り込みから待ち状態強制解除のサービスコール を発行した場合

この時のエラーコードは,E_RLWAI が返ります。

◆ tmount 経過後,最初のタイムティックが発生した場合(tslp_tsk の場合)

この時のエラーコードは,E_TMOUT が返ります。

本サービスコールにより待ち(WAITING)状態となっているときに他のタスクから sus_tsk されるとそのタスクの状態は二重待ち(WAITING-SUSPENDED)状態になります。この場合はタスク起床のサービスコールにより待ち状態が解除されても,まだ強制待ち状態であり,rsm_tsk の発行まで,タスクの実行は再開されません。

tslp_tsk では,引数に tmount を指定し一定時間自タスクを起床待ち状態に移行させることができます。tmount の単位は,msです。すなわち,tslp_tsk(10);と記述すれば,10ms 間,自タスクが実行(RUNNING)状態から待ち(WAITING)状態へ移行します。tmount=TMO_FEVR(-1)にした場合は,永久待ちの指定となり,slp_tsk サービスコールと同じ動作を行います。

tmount に指定可能な値は,(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合の動作は,エラーとなり,E_PAR が返されます。

本サービスコールはタスクコンテキストからのみ発行してください。非タスクコンテキストから発行することはできません。非タスクコンテキストから呼び出された場合,ディスパッチ禁止状態で呼び出された場合はエラーになり E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( slp_tsk() != E_OK )
        error("Forced wakeup¥n");
    :
    if( tslp_tsk( 10 ) == E_TMOUT )
        error("time out¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    slp_tsk
    :
    PUSHM      R6R4
    tslp_tsk   #TMO_FEVR
    :
    PUSHM      R6R4
    tslp_tsk   #100
    :
```


wup_tsk iwup_tsk

タスクの起床 タスクの起床(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = wup_tsk( ID tskid );  
ER ercd = iwup_tsk( ID tskid );
```

● パラメータ

ID	tskid	対象タスク ID 番号
----	-------	-------------

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
----	------	-----------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
wup_tsk TSKID  
iwup_tsk TSKID
```

● パラメータ

TSKID	対象タスク ID 番号
-------	-------------

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象タスク ID 番号

■ エラーコード

E_OBJ	オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが休止状態)
E_QOVR	キューイングのオーバーフロー (wupcnt > 255)
E_ID	不正 ID 番号 (tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、 tskid=TSK_SELF(=0))
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で指定したタスクが slp_tsk あるいは tslp_tsk の実行による待ち(WAITING)状態であれば、待ちを解除して実行可能(READY)状態もしくは実行(RUNNING)状態に移行します。また、tskid で指定したタスクが二重待ち(WAITING-SUSPENDED)状態である時は、待ちのみを解除して強制待ち(SUSPENDED)状態に移行します。

対象タスクが休止(DORMANT)状態にある場合に発せられた要求に対しては、サービスコール発行タスクにエラー E_OBJ を返します。tskid に TSK_SELF が指定された場合は、自タスク指定となります。非タスクコンテキストにおいて、tskid に TSK_SELF は指定した場合は、エラーとなりエラーコード E_ID を返します。

slp_tsk あるいは tslp_tsk サービスコール実行による待ち(WAITING)状態もしくは二重待ち(WAITING-SUSPENDED)状態にないタスクに対して本サービスコールを行なった場合は、起床要求が蓄積されず。すなわち、起床要求対象タスクの起床要求カウントを 1 つ増やすことにより起床要求を蓄積します。起床要求カウントの最大値は 255 です。起床要求カウントが 255 の時に、これを越えて起床要求を発生させると起床要求カウントは 255 のままで本サービスコールの発行タスクには、エラーコード E_QOVR を返します。本サービスコールは、タスクコンテキストからは、wup_tsk、非タスクコンテキストからは、iwup_tsk を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( wup_tsk( ID_main ) != E_OK )
        printf("Can't wakeup main()¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    wup_tsk   #ID_TASK1
    :
```

can_wup
ican_wup

起床要求のキャンセル 起床要求のキャンセル(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER_UINT wupcnt = can_wup( ID tskid );  
ER_UINT wupcnt = ican_wup( ID tskid );
```

● パラメータ

ID tskid 対象タスク ID 番号

● リターンパラメータ

ER_UINT wupcnt > 0 キャンセルされた起床要求カウント
 wupcnt < 0 エラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
can_wup    TSKID  
ican_wup   TSKID
```

● パラメータ

TSKID 対象タスク ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード, キャンセルされた起床要求カウント

■ エラーコード

E_OBJ オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが休止状態)
E_ID 不正 ID 番号

(tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、
tskid=TSK_SELF(=0))
E_CTX コンテキストエラー (CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示された対象タスクの起床要求カウントを 0(ゼロ)クリアします。すなわち,本サービスコール発行以前に wup_tsk,iwup_tsk サービスコールにより起床しようとした時に対象タスクが待ち(WAITING)状態もしくは二重待ち(WAITING-SUSPENDED)状態でないために起床要求のみが蓄積されていたのをすべて無効にします。

また,本サービスコールの戻り値として 0(ゼロ)クリアする前の起床要求カウント,すなわち無効になった起床要求回数(wupcnt)が返されます。対象タスクが休止(DORMANT)状態に発せられた要求に対しては,サービスコール発行タスクにエラーE_OBJを返します。tskid に TSK_SELF が指定された場合は,自タスク指定となります。非タスクコンテキストにおいて,tskid に TSK_SELF は指定した場合はエラーとなり E_ID を返します。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,can_wup,非タスクコンテキストからは,ican_wup を使用してください。CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    ER_UINT wupcnt;
    :
    wupcnt = can_wup(ID_main);
    if( wup_cnt > 0 )
        printf("wupcnt = %d\n",wupcnt);
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    can_wup    #ID_TASK3
    :
```

rel_wai
irel_wai

待ち状態の強制解除
待ち状態の強制解除(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = rel_wai( ID tskid );  
ER ercd = irel_wai( ID tskid );
```

● パラメータ

ID tskid 対象タスク ID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK) またはエラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
rel_wai    TSKID  
irel_wai   TSKID
```

● パラメータ

TSKID 対象タスク ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象タスク ID 番号

■ エラーコード

E_OBJ オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが待ち状態でない)

E_ID 不正 ID 番号

(tskid ≤ 0, 最大タスク数 < tskid)

E_CTX コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクの待ち状態(強制待ち(SUSPENDED)状態を除く)を、強制的に解除し、実行可能(READY)状態あるいは実行(RUNNING)状態に移行します。強制的に解除されたタスクにはエラーコード E_RLWAI を返します。対象タスクが何らかの待ち行列 につながっていた場合には、本サービスコールの実行によってその待ち行列から削除されます。

二重待ち状態(WAITING-SUSPENDED)のタスクに対して、本サービスコールを発行した場合、対象タスクの待ち状態は解除され、強制待ち状態(SUSPENDED)に移行します。²⁵

対象タスクが待ち状態にない場合は、サービスコール発行タスクにエラーE_OBJを返します。また、本サービスコールは、自タスクを指定できません。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、rel_wai、非タスクコンテキストからは、irel_wai を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( rel_wai( ID_main ) != E_OK )
        error("Can't rel_wai main()¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    rel_wai   #ID_TASK2
    :
```

²⁵ 強制待ち状態は、本サービスコールにより待ちは解除されません。強制待ち状態は、rsm_tsk,irms_tsk,frsm_tsk,ifrsn_tsk サービスコールによって待ちが解除されます。

sus_tsk
isus_tsk

強制待ち状態への移行
強制待ち状態への移行(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = sus_tsk( ID tskid );  
ER ercd = isus_tsk( ID tskid );
```

● パラメータ

ID tskid 対象タスク ID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK) またはエラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
sus_tsk    TSKID  
isus_tsk   TSKID
```

● パラメータ

TSKID 対象タスク ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象タスク ID 番号

■ エラーコード

E_OBJ オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが休止状態)
E_QOVR キューイングのオーバーフロー
E_ID 不正 ID 番号

(tskid < 0, 最大タスク数 < tskid, 非タスクコンテキストからの呼び出しで、
tskid=TSK_SELF(=0))
E_CTX コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクの実行を中断させ、強制待ち(SUSPENDED)状態へ移行します。強制待ち状態は,rsm_tsk, irsm_tsk, frsm_tsk, ifrsm_tsk サービスコールの発行によって解除されます。tskid で示された対象タスクが休止(DORMANT)状態にある場合は、サービスコールの戻り値としてエラーE_OBJ を返します。

本サービスコールによる強制待ち要求のネスト数の最大値は1です。強制待ち状態のタスクに対して本サービスコールを発行した場合は、エラーE_QOVR を返します。tskid に TSK_SELF が指定された場合は、自タスク指定となります。非タスクコンテキストにおいて、tskid に TSK_SELF は指定した場合はエラーとなり E_ID を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは,sus_tsk,非タスクコンテキストからは,iskus_tsk を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( sus_tsk( ID_main ) != E_OK )
        printf("Can't SUSPENDED task main()¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    sus_tsk   #ID_TASK2
    :
```


rsm_tsk	強制待ち状態の解除
irsm_tsk	強制待ち状態の解除(ハンドラ専用)
frsm_tsk	強制待ち状態の強制解除
ifrsms_tsk	強制待ち状態の強制解除(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = rsm_tsk( ID tskid );
ER ercd = irsm_tsk( ID tskid );
ER ercd = frsm_tsk( ID tskid );
ER ercd = ifrsms_tsk( ID tskid );
```

● パラメータ

ID tskid 対象タスク ID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK) またはエラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
rsm_tsk    TSKID
irsm_tsk   TSKID
frsm_tsk   TSKID
ifrsms_tsk TSKID
```

● パラメータ

TSKID 対象タスク ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象タスク ID 番号

■ エラーコード

E_OBJ オブジェクト状態が不正 (tskid のタスクが強制待ち状態でない)
E_ID 不正 ID 番号
 (tskid <= 0, 最大タスク数 < tskid)
E_CTX コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

tskid で示されたタスクが `sus_tsk` サービスコールによって中断されている場合、対象タスクの強制待ち状態を解除し、実行を再開します。このとき、対象タスクはレディキューの最後尾につながれます。対象タスクの強制待ち状態の場合は、強制待ち状態を解除します。

対象タスクが強制待ち(SUSPENDED)状態にない場合(休止(DORMANT)状態を含む)に発せられた要求に対してはサービスコール発行タスクにエラー `E_OBJ` を返します。

`rsm_tsk`, `irsm_tsk`, `frsm_tsk`, `ifrsn_tsk` サービスコールいずれにおいても、強制待ち要求の最大ネスト数が1であるため、同じ動作をします。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、`rsm_tsk`, `frsm_tsk`, 非タスクコンテキストからは、`irsm_tsk`, `ifrsn_tsk` を使用してください。許可されていないシステム状態から呼び出した場合はエラーとなり、`E_CTX` を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task1()
{
    :
    if( rsm_tsk( ID_main ) != E_OK )
        printf("Can't resume main()\n");
    :
    :
    if(frsm_tsk( ID_task2 ) != E_OK )
        printf("Can't forced resume task2()\n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    rsm_tsk   #ID_TASK2
    :
    PUSH.W    R2
    frsm_tsk  #ID_TASK1
    :
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = dly_tsk(RELTIM dlytim);
```

● パラメータ

RELTIM dlytim 遅延時間

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK) またはエラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
dly_tsk RELTIM
```

● パラメータ

RELTIM 遅延時間

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R6R4 遅延時間

■ エラーコード

E_RLWAI 強制待ち解除
E_PAR 遅延時間範囲外
 (dlytim > 0x7FFFFFFF - TIC_NUME)
E_CTX コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

自タスクの実行を、dlytim で指定した時間だけ一時的に停止し、実行(RUNNING)状態から待ち状態へ移行します。具体的には、dlytim で指定した時間経過後の最初のタイムティックで待ち状態が解除されます。そのため、dlytim に 0 が指定された場合は、いったん待ち状態に移行し、最初のタイムティックで待ち状態が解除されます。

本サービスコール発行による待ち状態は、以下に示す場合に解除されます。なお、待ち状態が解除されると本サービスコールを発行したタスクは、タイムアウト待ち行列からはずされ、レディキューに接続されます。

◆ dlytim 経過後、最初のタイムティックが発生した場合

この時のエラーコードは、E_OK を返します。

◆ dlytim の時間が経過する前に前に rel_wai, irel_wai サービスコールを発行した場合

この時のエラーコードは、E_RLWAI を返します。

なお、遅延時間中に wup_tsk, iwup_tsk サービスコールが発行されても、待ち解除とはなりません。

dlytim の単位は、ms です。すなわち、dly_tsk(50); と記述すれば、50ms 間、自タスクが実行(RUNNING)状態から遅延待ち状態へ移行します。

dlytim に指定可能な値は、(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は、エラーとなりエラーコード E_PAR を返します。

本サービスコールはタスクコンテキストからのみ発行してください。非タスクコンテキストから発行した場合や、カーネル管理外割り込みからの呼び出し時にはエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( dly_tsk() != E_OK )
        error("Forced wakeup¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSHM      R6R4
    dly_tsk    #500
    :
```

5.3 同期・通信機能(セマフォ)

表 5.5にセマフォ機能の仕様を示します。

表 5.5 セマフォ機能の仕様

項番	項目	内容
1	セマフォ ID	1-255
2	最大資源数	1-65535
3	セマフォ属性	TA_TFIFO : タスクキューFIFO 順 TA_TPRI : タスクキュー優先度順

表 5.6 セマフォ機能サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	sig_sem	[S][B]	セマフォ資源の返却	○		○	○	○	
2	isig_sem	[S][B]			○	○	○	○	
3	wai_sem	[S][B]	セマフォ資源の獲得	○		○		○	
4	pol_sem	[S][B]	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
5	ipol_sem				○	○	○	○	
6	twai_sem	[S]	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
7	ref_sem		セマフォの状態参照	○		○	○	○	
8	iref_sem				○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
“T”はタスクコンテキストから呼出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
“E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
“U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼出し可能

sig_sem

セマフォ資源の返却

isig_sem

セマフォ資源の返却(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = sig_sem( ID semid );  
ER ercd = isig_sem( ID semid );
```

● パラメータ

ID semid 対象セマフォ ID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK) またはエラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
sig_sem SEMID  
isig_sem SEMID
```

● パラメータ

SEMID 対象セマフォ ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象セマフォ ID 番号

■ エラーコード

E_QOVR キューイングオーバーフロー
E_ID 不正 ID 番号
 (semid <= 0, 最大セマフォ数 < semid)
E_CTX コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

semid で示されたセマフォに対して、資源を 1 つ返却します。

対象セマフォの待ち行列にタスクがつながれている場合には、行列の先頭タスクを実行可能(READY)状態へ移行します。一方、待ち行列にタスクがつながれていない場合には、そのセマフォの計数値を 1 だけ増やします。セマフォの計数値がコンフィギュレーションファイルで指定した最大値 (maxsem) を越えて資源の返却 (sig_sem, isig_sem サービスコール) をおこなうとセマフォの計数値はそのまま、サービスコール発行タスクにエラー E_QOVR を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、sig_sem、非タスクコンテキストからは、isig_sem を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( sig_sem( ID_sem ) == E_QOVR )
        error("Overflow¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    sig_sem   #ID_SEM2
    :
```

wai_sem	セマフォ資源の獲得
pol_sem	セマフォ資源の獲得(ポーリング)
ipol_sem	セマフォ資源の獲得(ポーリング,ハンドラ専用)
twai_sem	セマフォ資源の獲得(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER ercd = wai_sem( ID semid );
ER ercd = pol_sem( ID semid );
ER ercd = ipol_sem( ID semid );
ER ercd = twai_sem( ID semid, TMO tmout );
```

● パラメータ

ID	semid	対象セマフォ ID 番号
TMO	tmout	タイムアウト値(twai_sem の場合)

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
----	------	---------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
wai_sem SEMID
pol_sem SEMID
ipol_sem SEMID
twai_sem SEMID, TMO
```

● パラメータ

SEMID	セマフォ ID 番号
TMO	タイムアウト値(twai_sem の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

wai_sem, pol_sem, ipol_sem の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象セマフォ ID 番号

twai_sem の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象セマフォ ID 番号
R6R4	タイムアウト値

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗,またはタイムアウト
E_ID	不正 ID 番号 (semid <= 0, 最大セマフォ数 < semid)
E_CTX	コンテキストエラー(許可されていないシステム状態からの呼び出し) (pol_sem, ipol_sem は CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)
E_PAR	タイムアウト値範囲外 (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

semid で示されたセマフォから、資源を一つ獲得する操作を行います。

そのセマフォの計数値が 1 以上の場合には、計数値を 1 だけ減じてサービスコール発行タスクは実行を継続します。一方、セマフォの計数値が 0 の場合には、wai_sem, twai_sem サービスコール呼び出しタスクは、そのセマフォ待ち行列につながります。semid のセマフォ属性が TA_TFIFO の場合は、待ち行列に FIFO 順でタスクをつなぎます。TA_TPRI の場合は、待ち行列に優先度順でタスクをつなぎます。pol_sem, ipol_sem サービスコールでは、直ちにリターンし、エラー E_TMOUT を返します。

twai_sem サービスコールの場合は、tmout には、待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は、(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合はエラーとなり和えエラーコード E_PAR を解します。tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は、タイムアウト値として 0 を指定したことを示し、pol_sem と同じ動作をします。また、tmout=TMO_FEVR(-1)にした場合は、永久待ちの指定で、wai_sem サービスコールと同じ動作をします。

wai_sem, twai_sem サービスコール実行による待ち状態は、以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に、sig_sem, isig_sem サービスコールが発行され、待ち解除条件が満たされた場合**
この場合、エラーコードは、E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満たされないまま、tmout 経過し、最初のタイムティックが発生した場合**
この場合、エラーコードは、E_TMOUT を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai, irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合、エラーコードは、E_RLWAI を返します。

タスクコンテキストにおいては、wai_sem, twai_sem, pol_sem サービスコール、非タスクコンテキストにおいては、ipol_sem を使用してください。

許可されていないシステム状態から wai_sem, twai_sem サービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから pol_sem, ipol_sem を呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( wai_sem( ID_sem ) != E_OK )
        printf("Forced wakeup¥n");
    :
    if( pol_sem( ID_sem ) != E_OK )
        printf("Timeout¥n");
    :
    if( twai_sem( ID_sem, 10 ) != E_OK )
        printf("Forced wakeup or Timeout¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    pol_sem   #ID_SEM1
    :
    PUSH.W    R2
    wai_sem   #ID_SEM2
    :
    PUSH.W    R2
    PUSHM    R6R4
    twai_sem  #ID_SEM3, 300
    :
```

ref_sem
iref_sem

セマフォの状態参照
セマフォの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_sem( ID semid, T_RSEM *pk_rsem );  
ER ercd = iref_sem( ID semid, T_RSEM *pk_rsem );
```

● パラメータ

ID	semid	対象セマフォ ID 番号
T_RSEM	*pk_rsem	セマフォ状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
T_RSEM	*pk_rsem	セマフォ状態を返すパケットへのポインタ

pk_rsem の内容

```
typedef struct t_rsem{  
    ID      wtskid    +0    2    待ちタスク ID  
    UINT    semcnt    +2    4    現在のセマフォカウンタ値  
} T_RSEM;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_sem SEMID, PK_RSEM  
iref_sem SEMID, PK_RSEM
```

● パラメータ

SEMID	対象セマフォ ID 番号
PK_RSEM	セマフォ状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象セマフォ ID 番号
A1	セマフォ状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (semid <= 0, 最大セマフォ数 < semid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

semid で示されたセマフォの各種の状態を返します。

◆ wtskid

wtskid には待ち行列の先頭タスク(次に待ち行列から削除されるタスク)の ID 番号を返します。待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。

◆ semcnt

semcnt には、現在のセマフォカウント値を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、ref_sem、非タスクコンテキストからは、iref_sem を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RSEM rsem;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_sem( ID_sem1, &rsem );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
_refsem:      .blkb 6
              .include mr100.inc
              .GLB      task
task:
              :
              PUSH.W  R2
              PUSH.L  A1
              ref_sem #ID_SEM1,#_refsem
              :
```

5.4 同期・通信機能(イベントフラグ)

表 5.7にイベントフラグ機能の仕様を示します。

表 5.7 イベントフラグ機能の仕様

項番	項目	内容
1	イベントフラグ ID	1-255
2	イベントフラグのビット数	32 ビット
3	イベントフラグ属性	TA_TFIFO: 待ちタスクのキューイングは FIFO 順 TA_TPRI: 待ちタスクのキューイングは優先度順 TA_WMUL: 複数タスクの待ちを許す TA_WSGL: 複数タスクの待ちを許さない TA_CLR: 待ちタスクを解除する時にビットパターンをクリアする

【注】

TA_CLR 指定がない場合は、TA_TPRI を指定してもタスクの待ち行列は FIFO 順で管理されます。この振る舞いは、 μ ITRON4.0 仕様の範囲外です。

表 5.8 イベントフラグ機能サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	set_flg	[S][B]	イベントフラグのセット	○		○	○	○	
2	iset_flg	[S][B]			○	○	○	○	
3	clr_flg	[S][B]	イベントフラグのクリア	○		○	○	○	
4	iclr_flg				○	○	○	○	
5	wai_flg	[S][B]	イベントフラグ待ち	○		○		○	
6	pol_flg	[S][B]	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
7	ipol_flg	[S]				○	○	○	○
8	twai_flg	[S]	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
9	ref_flg		イベントフラグの状態参照	○		○	○	○	
10	iref_flg					○	○	○	○

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
 “T”はタスクコンテキストから呼出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
 “E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
 “U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼出し可能

set_flg
iset_flg

イベントフラグのセット
イベントフラグのセット(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = set_flg( ID flgid, FLGPTN setptn );  
ER ercd = iset_flg( ID flgid, FLGPTN setptn );
```

● パラメータ

ID	flgid	対象イベントフラグ ID 番号
FLGPTN	setptn	セットするビットパターン

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
----	------	-------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
set_flg FLGID, SETPTN  
iset_flg FLGID, SETPTN
```

● パラメータ

FLGID	対象イベントフラグ ID 番号
SETPTN	セットするビットパターン

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象イベントフラグ ID 番号
A1	セットするビットパターン

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (flgid <=0, 最大イベントフラグ数 < flgid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

flgid で示される 32 ビットのイベントフラグのうち、setptn で示されているビットをセットします。つまり、flgid で示されるイベントフラグの値に対して setptn の論理和(OR)をとります。イベントフラグ値の変更の結果、wai_flg, twai_flg サービスコールによってイベントフラグを待っていたタスクの待ち解除の条件を満たすようになれば、そのタスクの待ちを解除して実行可能(READY)状態もしくは実行(RUNNING)状態へ移行します。

待ち解除条件は、待ち行列の先頭から順に評価されます。イベントフラグ属性として、TA_WMULが指定されている場合、イベントフラグは、一回のset_flg, iset_flgサービスコール発行によって、複数タスクの待ち状態を同時に解除することができます。また、対象のイベントフラグ属性にTA_CLR属性が指定されている場合は、イベントフラグのすべてのビットパターンをクリアし、サービスコールの処理を終了します。²⁶

setptn の全ビットを 0 とした場合は、対象イベントフラグに対して何の操作も行いませんが、エラーとはなりません。本サービスコールは、タスクコンテキストからは、set_flg, 非タスクコンテキストからは、iset_flg を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

²⁶ 本サービスコールと iclr_flg, iref_flg, iref_tsk, iref_tst サービスコールの組み合わせにおいては、サービスコールの不可分性は保証されません。すなわち、本サービスコール実行中の状態に対して処理されることが発生し得ます。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task(void)
{
    :
    set_flg( ID_flg, (FLGPTN)0xff000000 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    PUSH.L    A1
    set_flg   #ID_FLG3,#0ff00000H
    :
```

clr_flg
iclr_flg

イベントフラグのクリア
イベントフラグのクリア(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = clr_flg( ID flgid, FLGPTN clrptn );  
ER ercd = iclr_flg( ID flgid, FLGPTN clrptn );
```

● パラメータ

ID	flgid	対象イベントフラグ ID 番号
FLGPTN	clrptn	クリアするビットパターン

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
----	------	-------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
clr_flg    FLGID, CLRPTN  
iclr_flg   FLGID, CLRPTN
```

● パラメータ

FLGID	対象イベントフラグ ID 番号
CLRPTN	クリアするビットパターン

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象イベントフラグ ID 番号
A1	クリアするビットパターン

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (flgid <=0, 最大イベントフラグ数 < flgid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

flgid で示される 32 ビットイベントフラグのうち,対応する clrptn の 0 になっているビットをクリアします。つまり,flgid で示されるイベントフラグビットパターンを,clrptn 値との論理積(AND)に更新します。clrptn の全ビットを 1 とした場合,イベントフラグに対して何の操作も行なわないこととなりますが,エラーにはなりません。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,clr_flg,非タスクコンテキストからは,iclr_flgを使用してください。²⁷
CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

²⁷ set_flg,iset_flg サービスコール実行中に発生した割り込みから iclr_flg を発行した場合,サービスコールの不可分性は保証されません。すなわち,割り込み発生タイミングによって,同じビットパターンで待っている複数のタスクの待ちが解除されるタスクと解除されないタスクが発生することがあります。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task(void)
{
    :
    clr_flg( ID_flg, (FLGPTN) 0xf0f0f0f0);
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    PUSH.L    A1
    clr_flg   #ID_FLG1,#0f0f0fofoH
    :
```


wai_flg	イベントフラグ待ち
pol_flg	イベントフラグ待ち(ポーリング)
ipol_flg	イベントフラグ待ち(ポーリング,ハンドラ専用)
twai_flg	イベントフラグ待ち(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER ercd = wai_flg( ID flgid, FLGPTN waiptn, MODE wfmode, FLGPTN *p_flgptn );
ER ercd = pol_flg( ID flgid, FLGPTN waiptn, MODE wfmode, FLGPTN *p_flgptn );
ER ercd = ipol_flg( ID flgid, FLGPTN waiptn, MODE wfmode, FLGPTN *p_flgptn );
ER ercd = twai_flg( ID flgid, FLGPTN waiptn, MODE wfmode, FLGPTN *p_flgptn,
                   TMO tmout );
```

● パラメータ

ID	flgid	対象イベントフラグ ID 番号
FLGPTN	waiptn	待ちビットパターン
MODE	wfmode	待ちモード
FLGPTN	*p_flgptn	待ち解除時のビットパターンを返す領域へのポインタ
TMO	tmout	タイムアウト値(twai_flg の場合)

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
FLGPTN	*p_flgptn	待ち解除時のビットパターンを返す領域へのポインタ

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
wai_flg  FLGID, WAIPTN, WFMODE
pol_flg  FLGID, WAIPTN, WFMODE
ipol_flg FLGID, WAIPTN, WFMODE
twai_flg FLGID, WAIPTN, WFMODE, TMO
```

● パラメータ

FLGID	対象イベントフラグ ID 番号
WAIPTN	待ちビットパターン
WFMODE	待ちモード
TMO	タイムアウト値(twai_flg の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

wai_flg, pol_flg, ipol_flg の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	待ち解除時のビットパターン
R2	対象イベントフラグ ID 番号
A1	待ちビットパターン

twai_flg の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	待ち解除時のビットパターン
R2	対象イベントフラグ ID 番号
R6R4	タイムアウト値
A1	待ちビットパターン

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗, またはタイムアウト
E_ILUSE	サービスコール不正使用 (TA_WSGL 属性のイベントフラグに待ちタスクが存在)
E_ID	不正 ID 番号 (flgid <= 0, 最大イベントフラグ数 < flgid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し) (pol_flg, ipol_flg は CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (waipn = 0, wfmode が TWF_ANDW, TWF_ORW 以外, tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

flgid で示されるイベントフラグにおいて, waipn で指定したビットが wfmode で示される待ち解除条件にしたがってセットされるのを待ちます。p_flgptn の指す領域には, 待ち解除されるときのイベントフラグのビットパターンを返します。

対象イベントフラグが TA_WSGL 属性の場合, 既に他のタスクが待っている場合は, エラー E_ILUSE を返します。

本サービスコール呼び出し時にすでに待ち解除条件を満たしている場合は, すぐにリターンし, E_OK を返します。待ち解除条件を満たしていない時, wai_flg, twai_flg サービスコールの場合は, イベントフラグ待ち行列につながれます。その際, flgid のイベントフラグ属性が TA_TFIFO の場合は, FIFO 順で待ち行列にタスクをつなぎ, TA_TPRI の場合は, 優先度順でタスクをつなぎます。pol_flg, ipol_flg サービスコールの場合は, 直ちにリターンし, エラー E_TMOUT を返します。

twai_flg サービスコールの場合は, tmout に待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は, (0x7FFFFFFF-タイムティック) 以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は, エラーとなり, エラーコード E_PAR を返します。

tmout に TMO_POL(=0) を指定した場合は, タイムアウト値として 0 を指定したことを示し, pol_flg と同じ動作をします。また, tmout=TMO_FEVR(-1) にした場合は, 永久待ちの指定で, wai_flg サービスコールと同じ動作になります。

wai_flg, twai_flg サービスコール実行による待ち状態は, 以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に, 待ち解除条件が成立した場合**
この時のエラーコードは, E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満たされないまま, tmout 経過し, 最初のタイムティックが発生した場合**
この時のエラーコードは, E_TMOUT を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai, irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この時のエラーコードは, E_RLWAI を返します。

wfmode の指定方法および各モードの意味は以下のとおりです。

wfmode(待ちモード)	意味
TWF_ANDW	waiptn で指定したビットが全てセットされるのを待つ(AND 待ち)。
TWF_ORW	waiptn で指定したビットのいずれかがセットされるのを待つ (OR 待ち)。

タスクコンテキストにおいては,wai_flg, twai_flg, pol_flg サービスコール,非タスクコンテキストにおいては,ipol_flg を使用してください。

許可されていないシステム状態から wai_flg, twai_flg サービスコールを呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから pol_flg,ipol_flg を呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    FLGPNT flgpntn;
    :
    if(wai_flg(ID_flg2, (FLGPNT)0x00000ff0, TWF_ANDW, &flgpntn)!=E_OK)
        error("WAITING Released¥n");
    :
    :
    if(pol_flg(ID_flg2, (FLGPNT)0x00000ff0, TWF_ORW, &flgpntn)!=E_OK)
        printf("Not set EventFlag¥n");
    :
    :
    if( twai_flg(ID_flg2, (FLGPNT)0x00000ff0, TWF_ANDW, &flgpntn, 5) != E_OK )
        error("WAITING Released¥n");
    :
}

```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
:
PUSH.W   R2
PUSH.L   A1
wai_flg  #ID_FLG1,#00000003H,#TWF_ANDW
:
PUSH.W   R2
PUSH.L   A1
pol_flg  #ID_FLG2,#00000008H,#TWF_ORW
:
PUSH.W   R2
PUSH.L   A1
PUSHM   R6R4
wai_flg  #ID_FLG3,#00000003H,#TWF_ANDW,20
:
```

ref_flg
iref_flg

イベントフラグの状態参照
イベントフラグの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_flg( ID flgid, T_RFLG *pk_rflg );  
ER ercd = iref_flg( ID flgid, T_RFLG *pk_rflg );
```

● パラメータ

ID	flgid	対象イベントフラグ ID 番号
T_RFLG	*pk_rflg	イベントフラグ状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
T_RFLG	*pk_rflg	イベントフラグ状態を返すパケットへのポインタ

pk_rflg の内容

```
typedef struct t_rflg{  
    ID      wtskid    +0    2    待ちタスク ID  
    FLGPTN flgptn    +2    4    現在のイベントフラグビットパターン  
} T_RFLG;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_flg  FLGID, PK_RFLG  
iref_flg FLGID, PK_RFLG
```

● パラメータ

FLGID	対象イベントフラグ ID 番号
PK_RFLG	イベントフラグ状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象イベントフラグ ID 番号
A1	イベントフラグ状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (flgid <=0, 最大イベントフラグ数 < flgid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

flgid で示されたイベントフラグの各種の状態を返します。

◆ wtskid

wtskid には待ち行列の先頭タスク(次に待ち行列から削除されるタスク)の ID 番号を返します。待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。

◆ flgptn

flgptn には、現在のイベントフラグビットパターンを返します。

本サービスクールは、タスクコンテキストからは、ref_flg、非タスクコンテキストからは、iref_flg を使用してください。

CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RFLG rflg;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_flg( ID_FLG1, &rflg );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
_refflg:      .blkb 6
              .include mr100.inc
              .GLB      task
task:
              :
              PUSH.W  R2
              PUSH.L  A1
              ref_flg #ID_FLG1,#refflg
              :
```

5.5 同期・通信機能(データキュー)

表 5.9にデータキュー機能の仕様を示します。

表 5.9 データキュー機能の仕様

項番	項目	内容
1	データキューID	1~255
2	データキュー領域の容量 (データの個数)	0~8191
3	データサイズ	32 ビット
4	データキュー属性	TA_TFIFO: 待ちタスクのキューイングはFIFO順 TA_TPRI: 待ちタスクのキューイングは優先度順

表 5.10 データキュー機能サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	snd_dtq	[S]	データキューへの送信	○		○		○	
2	psnd_dtq	[S]	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
3	ipsnd_dtq	[S]			○	○	○	○	
4	tsnd_dtq	[S]	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
5	fsnd_dtq	[S]	データキューへの強制送信	○		○	○	○	
6	ifsnd_dtq	[S]			○	○	○	○	
7	rcv_dtq	[S]	データキューからの受信	○		○		○	
8	prev_dtq	[S]	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
9	iprev_dtq				○	○	○	○	
10	trcv_dtq	[S]	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
11	ref_dtq		データキューの状態参照	○		○	○	○	
12	iref_dtq				○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
“T”はタスクコンテキストから呼び出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼び出し可能
“E”はディスパッチ許可状態から呼び出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼び出し可能
“U”はCPU ロック解除状態から呼び出し可能, “L”はCPU ロック状態から呼び出し可能

snd_dtq	データキューへのデータ送信
psnd_dtq	データキューへのデータ送信(ポーリング)
ipsnd_dtq	データキューへのデータ送信(ポーリング,ハンドラ専用)
tsnd_dtq	データキューへのデータ送信(タイムアウト)
fsnd_dtq	データキューへのデータ強制送信
ifsnd_dtq	データキューへのデータ強制送信(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = snd_dtq( ID dtqid, VP_INT data );
ER ercd = psnd_dtq( ID dtqid, VP_INT data );
ER ercd = ipsnd_dtq( ID dtqid, VP_INT data );
ER ercd = tsnd_dtq( ID dtqid, VP_INT data, TMO tmout );
ER ercd = fsnd_dtq( ID dtqid, VP_INT data );
ER ercd = ifsnd_dtq( ID dtqid, VP_INT data );
```

● パラメータ

ID	dtqid	対象データキューID 番号
TMO	tmout	タイムアウト値(tsnd_dtq の場合)
VP_INT	data	送信するデータ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
----	------	---------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
snd_dtq DTQID, DTQDATA
isnd_dtq DTQID, DTQDATA
psnd_dtq DTQID, DTQDATA
ipsnd_dtq DTQID, DTQDATA
tsnd_dtq DTQID, DTQDATA, TMO
fsnd_dtq DTQID, DTQDATA
ifsnd_dtq DTQID, DTQDATA
```

● パラメータ

DTQID	対象データキューID 番号
DTQDATA	送信するデータ
TMO	タイムアウト値(tsnd_dtq の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

snd_dtq, psnd_dtq, ipsnd_dtq, fsnd_dtq, ifsnd_dtq の場合	
レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	データ
R2	対象データキューID 番号

tsnd_dtq の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	データ
R2	対象データキューID 番号
R6R4	タイムアウト値

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOU	ポーリング失敗,またはタイムアウト
E_ILUSE	サービスコール不正使用 (dtqcnt が 0 のデータキューに対して fsnd_dtq, ifsnd_dtq を発行)
EV_RST	データキュー領域クリアによって待ち状態が解除された
E_ID	不正 ID 番号 (dtqid <= 0, 最大データキュー数 < dtqid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

dtqid で示されたデータキューに対して,data で示された 4 バイトのデータを送信します。対象データキューに受信待ちタスクが存在する場合は,データキューにデータを格納せず,受信待ち行列の先頭タスクにデータを送信し,そのタスクの受信待ち状態を解除します。

一方,既にデータで一杯になったデータキューに対して,snd_dtq,tsnd_dtq を発行した場合,これらのサービスコールを発行したタスクは,実行状態からデータ送信待ち状態に移行し,データキューの空きを待つ送信待ち行列につながれます。その際,dtqid のデータキュー属性が TA_TFIFO の場合は,FIFO 順で待ち行列にタスクをつなぎ,TA_TPRI の場合は,優先度順でタスクをつなぎます。psnd_dtq,ipsnd_dtq の場合は,直ちにリターンし,エラー E_TMOU を返します。

tsnd_dtq サービスコールの場合は,tmout には,待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は,(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は,エラーとなり,エラーコード E_PAR を返します。tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は,タイムアウト値として 0 を指定したことを示し,psnd_dtq と同じ動作をします。また,tmout=TMO_FEVR(-1)にした場合は,永久待ちの指定で,snd_dtq サービスコールと同じ動作をします。

受信待ちタスクがなく,データキュー領域も一杯でない場合,送信したデータはデータキューに格納されます。

snd_dtq,tsnd_dtq サービスコール実行による待ち状態は,以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に,rcv_dtq,rcv_dtq,prev_dtq,iprev_dtq サービスコールが発行され,待ち解除条件が満たされた場合**
この場合,エラーコードは,E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満たされないまま,tmout 経過し,最初のタイムティックが発生した場合**
この場合,エラーコードは,E_TMOU を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai,irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合,エラーコードは,E_RLWAI を返します。
- ◆ **他のタスクから発行した vrst_dtq サービスコールによって待ち状態の対象となっているデータキューがリセットされた場合**
この場合,エラーコードは,EV_RST を返します。

fsnd_dtq, ifsnd_dtq の場合は,データキューの先頭(最古)のデータを削除し,送信データをデータキュー末尾に格納します。データキュー領域がデータで一杯になっていない場合は,fsnd_dtq, ifsnd_dtq は,snd_dtq と同じ動作を行います。dtqcnt が 0 で受信待ちタスクが存在しないの場合に fsnd_dtq,ifsnd_dtq サービスコールを発行するとエラーコード E_ILUSE を返します。

タスクコンテキストにおいては,snd_dtq, tsnd_dtq, psnd_dtq, fsnd_dtq サービスコール,非タスクコンテキストにおいては,ipsnd_dtq, ifsnd_dtq を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
VP_INT data[10];
void task(void)
{
    :
    if( snd_dtq( ID_dtq, data[0]) == E_RLWAI ){
        error("Forced released¥n");
    }
    :
    if( psnd_dtq( ID_dtq, data[1]) == E_TMOUT ){
        error("Timeout¥n");
    }
    :
    if( tsnd_dtq( ID_dtq, data[2], 10 ) != E_TMOUT ){
        error("Timeout ¥n");
    }
    :
    if( fsnd_dtq( ID_dtq, data[3]) != E_OK ){
        error("error¥n");
    }
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_g_dtq: .LWORD 12345678H
task:
    :
    PUSH.W    R2
    PUSHM    R6R4,R3R1
    tsnd_dtq  #ID_DTQ1,_g_dtq,#100
    :
    PUSH.W    R2
    PUSHM    R3R1
    psnd_dtq  #ID_DTQ2,#0FFFFFFFH
    :
    PUSH.W    R2
    PUSHM    R3R1
    fsnd_dtq  #ID_DTQ3,#0ABCDH
    :
```

rcv_dtq	データキューからのデータ受信
prcv_dtq	データキューからのデータ受信(ポーリング)
iprcv_dtq	データキューからのデータ受信(ポーリング,ハンドラ専用)
trcv_dtq	データキューからのデータ受信(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER ercd = rcv_dtq( ID dtqid, VP_INT *p_data );
ER ercd = prcv_dtq( ID dtqid, VP_INT *p_data );
ER ercd = iprcv_dtq( ID dtqid, VP_INT *p_data );
ER ercd = trcv_dtq( ID dtqid, VP_INT *p_data, TMO tcout );
```

● パラメータ

ID	dtqid	対象データキューID 番号
TMO	tcout	タイムアウト値(trcv_dtq の場合)
VP_INT	*p_data	受信データを格納する領域先頭へのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
VP_INT	*p_data	受信データを格納する領域先頭へのポインタ

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
rcv_dtq DTQID
prcv_dtq DTQID
iprcv_dtq DTQID
trcv_dtq DTQID, TMO
```

● パラメータ

DTQID	対象データキューID 番号
TMO	タイムアウト値(trcv_dtq の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

rcv_dtq, prcv_dtq, iprcv_dtq の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	受信データ
R2	対象データキューID 番号

trcv_dtq の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	受信データ
R2	対象データキューID 番号
R6R4	タイムアウト値

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗,またはタイムアウト
E_ID	不正 ID 番号 (dtqid <= 0, 最大データキュー数 < dtqid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

dtqid で示されたデータキューから,データを受信し,p_data の指す領域に格納します。対象データキューにデータが存在する場合は,その先頭の(最古の)データを受信します。この結果,データキュー領域に空きが発生するため,送信待ち行列につながれているタスクは,その送信待ち状態が解除され,データキュー領域へのデータを送信します。

データキューにデータが存在せず,データ送信待ちタスクが存在する場合(データキュー領域の容量が 0 の場合),データ送信待ち行列先頭タスクのデータを受信します。この結果,そのデータ送信待ちタスクの待ち状態は解除されます。

一方,データキュー領域にデータが格納されていないデータキューに対して,rcv_dtq,trcv_dtq を発行した場合,これらのサービスコールを発行したタスクは,実行状態からデータ受信待ち状態に移行し,データ受信待ち行列につながれます。このとき,受信待ち行列へは,FIFO 順でつながれます。prcv_dtq,iprcv_dtq の場合は,直ちにリターンし,エラーE_TMOUT を返します。

trcv_dtq サービスコールの場合は,tmout には,待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は,(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は,エラーとなりエラーコード E_PAR を返します。tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は,タイムアウト値として 0 を指定したことを示し,prcv_dtq と同じ動作をします。また,tmout=TMO_FEVR(-1)にした場合は,永久待ちの指定で,rcv_dtq サービスコールと同じ動作をします。

rcv_dtq,trcv_dtq サービスコール実行による待ち状態は,以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に,snd_dtq,tsnd_dtq,psnd_dtq,ipsnd_dtq サービスコールが発行され,待ち解除条件が満たされた場合**
この場合,エラーコードは,E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満たされないまま,tmout 経過し,最初のタイムティックが発生した場合**
この場合,エラーコードは,E_TMOUT を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai,irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合,エラーコードは,E_RLWAI を返します。

タスクコンテキストにおいては,rcv_dtq, trcv_dtq, prcv_dtq サービスコール,非タスクコンテキストにおいては,iprcv_dtq を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    VP_INT data;
    :
    if( rcv_dtq( ID_dtq, &data ) != E_RLWAI )
        error("forced wakeup¥n");
    :
    if( prcv_dtq( ID_dtq, &data ) != E_TMOUT )
        error("Timeout¥n");
    :
    if( trcv_dtq( ID_dtq, &data, 10 ) != E_TMOUT )
        error("Timeout ¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    PUSHM    R6R4
    trcv_dtq  #ID_DTQ1, #TMO_POL
    :
    PUSH.W    R2
    prcv_dtq  #ID_DTQ2
    :
    PUSH.W    R2
    rcv_dtq   #ID_DTQ2
    :
```

ref_dtq
iref_dtq

データキューの状態参照
データキューの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_dtq( ID dtqid, T_RDTQ *pk_rdtq );  
ER ercd = iref_dtq( ID dtqid, T_RDTQ *pk_rdtq );
```

● パラメータ

ID	dtqid	対象データキュー ID 番号
T_RDTQ	*pk_rdtq	データキュー状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
T_RDTQ	*pk_rdtq	データキュー状態を返すパケットへのポインタ

pk_rdtq の内容

```
typedef struct t_rdtq{  
    ID      stskid   +0   2   送信待ちタスク ID  
    ID      wtskid   +2   2   受信待ちタスク ID  
    UINT    sdtqcnt  +4   4   データキューに入っているデータ数  
} T_RDTQ;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_dtq DTQID, PK_RDTQ  
iref_dtq DTQID, PK_RDTQ
```

● パラメータ

DTQID	対象データキュー ID 番号
PK_RDTQ	データキュー状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象データキュー ID 番号
A1	データキュー状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (dtqid <= 0, 最大データキュー数 < dtqid)
E_CTX	コンテキストエラー (CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

dtqid で示されたデータキューの各種の状態を返します。

- ◆ **stskid**
stskid には送信待ち行列の先頭タスク(次に待ち行列から削除されるタスク)の ID 番号を返します。待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。
- ◆ **wtskid**
wtskid には受信待ち行列の先頭タスク(次に待ち行列から削除されるタスク)の ID 番号を返します。待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。
- ◆ **sdtqcnt**
sdtqcnt には、データキュー領域に格納されているデータ個数を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、ref_dtq、非タスクコンテキストからは、iref_dtq を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RDTQ rdtq;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_dtq( ID_DTQ1, &rdtq );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
_refdtq:    .blkb    8
            .include mr100.inc
            .GLB     task
task:
            :
            PUSH.W  R2
            PUSH.L  A1
            ref_dtq #ID_DTQ1, #_refdtq
            :
```

5.6 同期・通信機能(メールボックス)

表 5.11にメールボックス機能の仕様を示します。

表 5.11 メールボックス機能の仕様

項番	項目	内容	
1	メールボックス ID	1~255	
2	メッセージ優先度	1~255	
3	メールボックス属性	TA_TFIFO :	待ちタスクのキューイングは FIFO
		TA_TPRI :	待ちタスクのキューイングは優先度順
		TA_MFIFO :	メッセージのキューイングは FIFO
		TA_MPRI :	メッセージのキューイングは優先度順

表 5.12 メールボックス機能サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	snd_mbx	[S][B]	メールボックスへの送信	○		○	○	○	
2	isnd_mbx				○	○	○	○	
3	rcv_mbx	[S][B]	メールボックスからの受信	○		○		○	
4	prcv_mbx	[S][B]	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
5	iprcv_mbx				○	○	○	○	
6	trcv_mbx	[S]	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
7	ref_mbx		メールボックスの状態参照	○		○	○	○	
8	iref_mbx				○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
“T”はタスクコンテキストから呼出し可能,“N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
“E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能,“D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
“U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能,“L”は CPU ロック状態から呼出し可能

snd_mbx
isnd_mbx

メールボックスへのメッセージ送信
メールボックスへのメッセージ送信(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = snd_mbx( ID mbxid, T_MSG *pk_msg );  
ER ercd = isnd_mbx( ID mbxid, T_MSG *pk_msg );
```

● パラメータ

ID	mbxid	対象メールボックス ID 番号
T_MSG	*pk_msg	送信するメッセージ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
----	------	-------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
snd_mbx MBXID, PK_MBX  
isnd_mbx MBXID, PK_MBX
```

● パラメータ

MBXID	対象メールボックス ID 番号
PK_MBX	送信するメッセージ(アドレス)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象メールボックス ID 番号
A1	送信するメッセージ(アドレス)

■ メッセージパケットの構造

```
<<メールボックスのメッセージヘッダ>>  
typedef struct t_msg{  
    VP    msghead  +0    4    カーネル管理領域  
} T_MSG;
```

```
<<メールボックスの優先度付きメッセージヘッダ>>  
typedef struct t_msg{  
    T_MSG  msgque   +0    4    メッセージヘッダ  
    PRI    msgpri   +2    2    メッセージ優先度  
} T_MSG;
```

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (mbxid <= 0, 最大メールボックス数 < mbxid)
E_CTX	コンテキストエラー(許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (msgpri <=0, msgpri < メッセージ優先度の最大値)

■ 機能説明

mbxid で示されたメールボックスに pk_msg で示されたメッセージを送信します。T_MSG*は、32ビットアドレスとして扱います。すでに対象メールボックスにメッセージの受信を待つタスクが存在していれば、待ち行列先頭のタスクに送信したメッセージが渡され、そのタスクの待ち状態が解除されます。

TA_MFIFO 属性のメールボックスにメッセージを送る場合は、以下の例に示すように先頭に T_MSG 構造体を付加した形式で、メッセージを作成してください。

TA_MPRI 属性のメールボックスにメッセージを送る場合は、以下の例に示すように先頭に T_MSG_PRI 構造体を付加した形式で、メッセージを作成してください。

TA_MFIFO, TA_MPRI いずれの属性の場合もメッセージは RAM 領域に作成してください。

T_MSG の領域はカーネルが使用するため、送信後は書き換えてはなりません。メッセージ送信後、メッセージが受信される前にこの領域を書き換えた場合の動作は保証されません。

タスクコンテキストにおいては、snd_mbx サービスコール、非タスクコンテキストにおいては、isnd_mbx を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

<<メッセージの形式例>>

```
typedef struct user_msg{
    T_MSG    t_msg;           /* T_MSG 構造体 */
    B        data[16];      /* ユーザメッセージデータ */
} USER_MSG;
```

<<優先度付きメッセージの形式例>>

```
typedef struct user_msg{
    T_MSG_PRI    t_msg;           /* T_MSG_PRI 構造体 */
    B            data[16];      /* ユーザメッセージデータ */
} USER_MSG;
```

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
typedef struct pri_message
{
    T_MSG_PRI    msgheader;
    char        body[12];
} PRI_MSG;

void task(void)
{
    PRI_MSG *    msg;
    :
    msg->msgheader.msgpri = 5;
    snd_mbx( ID_msg, (T_MSG *)&msg);
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_g_userMsg: .blkb 4      ; Header
           .blkb 12     ; Body
task:
:
PUSH.W    R2
PUSH.L    A1
snd_mbx   #ID_MBX1, #_g_userMsg
:
```

rcv_mbx	メールボックスからのメッセージ受信
prcv_mbx	メールボックスからのメッセージ受信(ポーリング)
iprcv_mbx	メールボックスからのメッセージ受信(ポーリング,ハンドラ専用)
trcv_mbx	メールボックスからのメッセージ受信(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER ercd = rcv_mbx( ID mbxid, T_MSG **ppk_msg );
ER ercd = prcv_mbx( ID mbxid, T_MSG **ppk_msg );
ER ercd = iprcv_mbx( ID mbxid, T_MSG **ppk_msg );
ER ercd = trcv_mbx( ID mbxid, T_MSG **ppk_msg, TMO tmout );
```

● パラメータ

ID	mbxid	対象メールボックス ID 番号
TMO	tmout	タイムアウト値(trcv_mbx の場合)
T_MSG	**ppk_msg	受信メッセージを格納する領域先頭へのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
T_MSG	**ppk_msg	受信メッセージを格納する領域先頭へのポインタ

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
rcv_mbx MBXID
prcv_mbx MBXID
iprcv_mbx MBXID
trcv_mbx MBXID, TMO
```

● パラメータ

MBXID	対象メールボックス ID 番号
TMO	タイムアウト値(trcv_mbx の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

rcv_mbx, prcv_mbx, iprcv_mbx の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象メールボックス ID 番号
A1	受信したメッセージ

trcv_mbx の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	メールボックス ID 番号
R6R4	タイムアウト値
A1	受信したメッセージ対象

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗,またはタイムアウト
E_ID	不正 ID 番号 (mbxid <= 0, 最大メールボックス数 < mbxid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し) (prcv_mbx, iprcv_mbx は CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

mbxid で示されたメールボックスから、メッセージを受信し、ppk_msg の指す領域に受信したメッセージの先頭アドレスを格納します。T_MSG**は、32 ビットアドレスとして扱います。対象メールボックスにデータが存在する場合は、その先頭のデータを受信します。

一方、メールボックスにメッセージがないメールボックスに対して、rcv_mbx, trcv_mbx を発行した場合、これらのサービスコールを発行したタスクは、実行状態からメッセージ受信待ち状態に移行し、メッセージ受信待ち行列につながれます。その際、mbxid のメールボックス属性が TA_TFIFO の場合は、FIFO 順で待ち行列にタスクをつなぎ、TA_TPRI の場合は、優先度順でタスクをつなぎます。prcv_mbx, iprcv_mbx の場合は、直ちにリターンし、エラー E_TMOUT を返します。

trcv_mbx サービスコールの場合は、tmout には、待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は、(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は、エラーとなりエラーコード E_PAR を返します。tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は、タイムアウト値として 0 を指定したことを示し、prcv_mbx と同じ動作をします。また、tmout=TMO_FEVR(-1)にした場合は、永久待ちの指定で、rcv_mbx サービスコールと同じ動作をします。

rcv_mbx, trcv_mbx サービスコール実行による待ち状態は、以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に、rcv_mbx, trcv_mbx, prcv_mbx, iprcv_mbx サービスコールが発行され、待ち解除条件が満たされた場合**
この場合、エラーコードは、E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満たされないまま、tmout 経過し、最初のタイムティックが発生した場合**
この場合、エラーコードは、E_TMOUT を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai, irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合、エラーコードは、E_RLWAI を返します。

タスクコンテキストにおいては、rcv_mbx, trcv_mbx, prcv_mbx サービスコール、非タスクコンテキストにおいては、iprcv_mbx を使用してください。

許可されていないシステム状態から rcv_mbx, trcv_mbx サービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから prcv_mbx, iprcv_mbx を呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"

typedef struct fifo_message
{
    T_MSG    head;
    char     body[12];
} FIFO_MSG;
void task()
{
    FIFO_MSG *msg;
    :
    if( rcv_mbx(ID_mbx, (T_MSG **) &msg) == E_RLWAI )
        error("forced wakeup¥n");
    :
    :
    if( prcv_mbx(ID_mbx, (T_MSG **) &msg) != E_TMOUT )
        error("Timeout¥n");
    :
    :
    if( trcv_mbx(ID_mbx, (T_MSG **) &msg, 10) != E_TMOUT )
        error("Timeout¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
:
PUSH.W    R2
PUSHM     R6R4
trcv_mbx  #ID_MBX1, #100
:
PUSH.W    R2
rcv_mbx   #ID_MBX1
:
PUSH.W    R2
prcv_mbx  #ID_MBX1
:
```

ref_mbx
iref_mbx

メールボックスの状態参照
メールボックスの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_mbx( ID mbxid, T_RMBX *pk_rmbx );  
ER ercd = iref_mbx( ID mbxid, T_RMBX *pk_rmbx );
```

● パラメータ

ID	mbxid	対象メールボックス ID 番号
T_RMBX	*pk_rmbx	メールボックス状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
T_RMBX	*pk_rmbx	メールボックス状態を返すパケットへのポインタ

pk_rmbx の内容

```
typedef struct t_rmbx{  
    ID      wtskid   +0   2   受信待ちタスク ID  
    T_MSG   *pk_msg  +2   4   次に受信されるメッセージパケット  
} T_RMBX;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_mbx MBXID, PK_RMBX  
iref_mbx MBXID, PK_RMBX
```

● パラメータ

MBXID	対象メールボックス ID 番号
PK_RMBX	メールボックス状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象メールボックス ID 番号
A1	メールボックス状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (mbxid <= 0, 最大メールボックス数 < mbxid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

mbxid で示されたメールボックスの各種の状態を返します。

◆ wtskid

wtskid には受信待ち行列の先頭タスク(次に待ち行列から削除されるタスク)の ID 番号を返します。待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。

◆ *pk_msg

次に受信されるメッセージの先頭アドレスを返します。次に受信されるメッセージがない場合は, NULL を返します。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,ref_mbx,非タスクコンテキストからは,iref_mbx を使用してください。CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RMBX rmbx;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_mbx( ID_MBX1, &rmbx );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_refmbx:  .blkb  6
task:
    :
    PUSH.W R2
    PUSH.L A1
    ref_mbx #ID_MBX1,#_refmbx
    :
```

5.7 同期・通信機能(メッセージバッファ)

表 5.13にメッセージバッファ機能の仕様を示します。

表 5.13 メッセージバッファ機能の仕様

項番	項目	内容
1	メッセージバッファ ID	1~255
2	メッセージバッファ属性	TA_TFIFO : 待ちタスクのキューイングは FIFO 順
3	メッセージバッファ領域のサイズ	0 または 8~65532
4	メッセージサイズの最大値	1~65528
5	メッセージバッファ領域の指定	セクション指定可能

表 5.14 メッセージバッファ機能サービスコール一覧

項番	サービスコール	機能	呼び出し可能なシステム状態					
			T	N	E	D	U	L
1	snd_mbf	メッセージバッファへの送信	○		○		○	
2	psnd_mbf	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
3	ipsnd_mbf			○	○	○	○	
4	tsnd_mbf	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
5	rcv_mbf	メッセージバッファから受信	○		○		○	
6	prcv_mbf	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
7	trcv_mbf	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
8	ref_mbf	メッセージバッファの状態参照	○		○	○	○	
9	iref_mbf			○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
 “[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
 “T”はタスクコンテキストから呼出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
 “E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
 “U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼出し可能

snd_mbf	メッセージバッファへの送信
psnd_mbf	メッセージバッファへの送信(ポーリング)
tsnd_mbf	メッセージバッファへの送信(タイムアウト)
ipsnd_mbf	メッセージバッファへの送信(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = snd_mbf( ID mbfid, VP msg, UINT msgsz );
ER ercd = psnd_mbf( ID mbfid, VP msg, UINT msgsz );
ER ercd = tsnd_mbf( ID mbfid, VP msg, UINT msgsz, TMO tmout );
ER ercd = ipsnd_mbf( ID mbfid, VP msg, UINT msgsz );
```

■ パラメータ

ID	mbfid	送信対象のメッセージバッファ ID 番号
TMO	tmout	タイムアウト値 (tsnd_mbf の場合)
VP	msg	送信するメッセージ
UINT	msgsz	送信するメッセージのサイズ

■ リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK) またはエラーコード

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
snd_mbf MBFID,MSG,MSGSZ
psnd_mbf MBFID,MSG,MSGSZ
tget_mbf MBFID,MSG,MSGSZ,TMO
ipsnd_mbf MBFID,MSG,MSGSZ
```

● パラメータ

MBFID	送信対象のメッセージバッファ ID 番号
TMO	タイムアウト値 (tsnd_mbf の場合)
MSG	送信するメッセージ
MSGSZ	送信するメッセージのサイズ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

snd_mbf,psnd_mbf,ipsnd_mbf,tsnd_mbf の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
A1	送信するメッセージの先頭アドレス
R3R1	送信するメッセージのサイズ
R6R4	タイムアウト値 (tsnd_mbf の場合)
R2	メッセージバッファ ID 番号

■ エラーコード

E_RLWAI 待ち状態強制解除
E_TMOUT ポーリング失敗, またはタイムアウト
E_ID 不正 ID 番号
(mbfid <= 0, 最大メッセージバッファ数 < mbfid)
E_CTX コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR パラメータエラー
(msgsz = 0, msgsz > 最大メッセージサイズ, tmout <= -2,
0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

mbfid で示されたメッセージバッファに対して、msg で示されたメッセージを送信します。送信するメッセージのサイズは,msgsz で示されたバイト数です。対象メッセージバッファにメッセージ受信待ちタスクが存在する場合は、メッセージバッファにデータを格納せず、メッセージ受信待ち行列の先頭タスクにメッセージを送信し、そのタスクのメッセージ受信待ち状態を解除します。

送信するメッセージを格納する空きのないメッセージバッファに対して、snd_mbf,tsnd_mbf を発行した場合、これらのサービスコールを発行したタスクは、実行状態からメッセージ送信待ち状態に移行し、メッセージバッファの空きを待つ送信待ち行列につながれます。

また、対象メッセージバッファに既に送信待ち状態のタスクが存在する場合は、メッセージをメッセージバッファに格納せず、送信待ち行列につながれます。その際、FIFO 順で待ち行列にタスクをつなぎます。psnd_mbf の場合は、直ちにリターンし、エラー E_TMOUT を返します。

tsnd_mbf サービスコールの場合は、tmout には、待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は、(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は、エラーとなりエラーコード E_PAR を返します。

tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は、タイムアウト値として 0 を指定したことを示し、psnd_mbf と同じ動作をします。また、tmout=TMO_FEVR(-1)にした場合は、永久待ちの指定で、snd_mbf サービスコールと同じ動作をします。受信待ちタスクがなく、メッセージバッファ領域も一杯でない場合、送信したメッセージはメッセージサイズとともにメッセージバッファに格納されます。

snd_mbf,tsnd_mbf サービスコール実行による待ち状態は、以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に,rcv_mbf,trev_mbf,prcv_mbf サービスコールが発行され、待ち解除条件が満足された場合**
この場合、エラーコードは、E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満足されないまま,tmout 経過し、最初のタイムティックが発生した場合**
この場合、エラーコードは、E_TMOUT を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai,irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合、エラーコードは、E_RLWAI を返します。
- ◆ **他のタスクから発行した vrst_mbf サービスコールによって待ち状態の対象となっているメッセージバッファが初期化された場合**
この場合、エラーコードは、EV_RST を返します。

メッセージバッファで送信を待っているタスクが rel_wai,ter_tsk,タイムアウトにより待ちが解除された場合、新たに先頭になったタスクから順にメッセージバッファにメッセージを送信可能であれば、メッセージを送信する処理を行います。

タスクコンテキストにおいては snd_mbf,psnd_mbf,tsnd_mbf サービスコール、非タスクコンテキストにおいては、ipsnd_mbx を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    ER ercd;
    char *msg="abcdef";
    :
    ercd = snd_mbf( ID_mbf, (VP)msg, 6);
    :
    :
    ercd = psnd_mbf( ID_mbf, (VP)msg, 6);
    :
    :
    ercd = tsnd_mbf( ID_mbf, (VP)msg, 6, 10 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_g_userMsg: .blkb 12      ; Message

task:
    :
    PUSH.W   R2
    PUSHM   R3R1,A1
    snd_mpf  #ID_MBF1,#_g_userMsg,#12
    :
    PUSHM   R3R1,A1
    psnd_mbf #ID_MBF1,#_g_userMsg,#12
    :
    PUSHM   R3R1,A1,R6R4
    tsnd_mbf #ID_MBF1,#_g_userMsg,#12,#200
    :
```

rcv_mbf	メッセージバッファからの受信
prcv_mbf	メッセージバッファからの受信(ポーリング)
trcv_mbf	メッセージバッファからの受信(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER_UINT msgsz = rcv_mbf( ID mbfid, VP msg );
ER_UINT msgsz = prcv_mbf( ID mbfid, VP msg);
ER_UINT msgsz = trcv_mbf( ID mbfid, VP msg, TMO tmout );
```

■ パラメータ

ID	mbfid	受信対象のメッセージバッファ ID 番号
TMO	tmout	タイムアウト値 (trcv_mbf の場合)
VP	msg	受信メッセージを格納した領域へのポインタ

■ リターンパラメータ

ER_UINT	msgsz < 0	エラーコード
	msgsz > 0	受信したメッセージサイズ
VP	msg	受信メッセージを格納した領域へのポインタ

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
rcv_mbf    MBFID,MSG
prcv_mbf   MBFID,MSG
trcv_mbf   MBFID,MSG,TMO
```

● パラメータ

MBFID	受信対象のメッセージバッファ ID 番号
MSG	受信データを受けとる先頭アドレス
TMO	タイムアウト値 (trcv_mbf の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	メッセージバッファ ID 番号
R3R1	メッセージサイズ
A1	受信するメッセージを格納する領域へのポインタ
R6R4	タイムアウト値 (trcv_mbf の場合)

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗,またはタイムアウト
E_ID	不正 ID 番号 (mbfid <= 0, 最大メッセージバッファ数 < mbfid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

mbfid で示されたメッセージバッファからメッセージを受信し,msg で指定した領域にメッセージを格納します。また、受信したメッセージサイズを戻り値として返します。対象となるメッセージバッファに対して、送信待ちタスクが存在する場合、メッセージバッファの空きサイズと送信待ち行列の先頭にあるタスクの送信メッセージサイズとを比較します。

1. 空きサイズが送信メッセージサイズよりも大きい場合
メッセージバッファにメッセージを送信し、送信待ちタスクを送信待ち状態から実行可能(READY)状態に移行します。

2. 空きサイズが送信メッセージサイズよりも小さい場合

メッセージバッファにメッセージを送信せず、送信待ち状態のまま本サービスコールの処理を終了します。1の処理が終了した後、まだ送信待ちタスクがある場合は、上記と同様の比較処理を行っていきます。

一方、メッセージバッファ領域にメッセージが格納されていないメッセージバッファに対して、`rcv_mbf`、`trcv_mbf` を発行した場合、これらのサービスコールを発行したタスクは、実行状態からデータ受信待ち状態に移行し、データ受信待ち行列につながれます。このとき、受信待ち行列へは、FIFO 順でつながれます。`prcv_mbf` の場合は、直ちにリターンし、エラー `E_TMOUT` を返します。

`trcv_mbf` サービスコールの場合は、`tmout` には、待ち時間を `ms` 単位で指定します。`tmout` に指定可能な値は、 $(0x7FFFFFFF - \text{タイムティック})$ 以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は、エラーとなりエラーコード `E_PAR` を返します。

`tmout` に `TMO_POL=0` を指定した場合は、タイムアウト値として `0` を指定したことを示し、`prcv_mbf` と同じ動作をします。また、`tmout=TMO_FEVR(-1)` にした場合は、永久待ちの指定で、`rcv_mbf` サービスコールと同じ動作をします。`rcv_mbf`、`trcv_mbf` サービスコール実行による待ち状態は、以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に、`snd_mbf`、`tsnd_mbf`、`psnd_mbf` サービスコールが発行され、待ち解除条件が満足された場合**
この場合、エラーコードは、`E_OK` を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満足されないまま、tmout 経過し、最初のタイムティックが発生した場合**
この場合、エラーコードは、`E_TMOUT` を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した `rel_wai`、`irel_wai` サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合、エラーコードは、`E_RLWAI` を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、`E_CTX` を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    char msg[128];
    if( rcv_mbf(ID_mbf , (VP)&msg ) == E_DLT )
        error("Buffer deleted\n");
        :
    if( prcv_mbf(ID_mbf , (VP)&msg ) == E_OK )
        printf("get message¥n");
        :
    if( trcv_mbf(ID_mbf , (VP)&msg, 10 ) == E_RLWAI )
        error("forced wakeup\n");
        :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB          task
task:
:
rcv_mbf      #ID_MBF1
:
psnd_mbf     #ID_MBF1
:
tsnd_mbf     #ID_MBF1, #200
:
```

ref_mbf
iref_mbf

メッセージバッファの状態参照 メッセージバッファの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_mbf( ID mbfid, T_RMBF *pk_rmbf );  
ER ercd = iref_mbf( ID mbfid, T_RMBF *pk_rmbf );
```

■ パラメータ

ID	mbfid	対象メッセージバッファ ID 番号
T_RMBF	*pk_rmbf	メッセージバッファ状態を返すパケットへのポインタ

■ リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
T_RMBF	*pk_rmbf	メッセージバッファ状態を返すパケットへのポインタ

pk_rmbf の内容

```
typedef struct t_rmbf{  
    ID stskid +0 2 送信待ちタスク ID  
    ID rtskid +2 2 受信待ちタスク ID  
    UINT msgcnt +4 4 メッセージバッファに入っているメッセージのカウンタ数  
    SIZE fmbfsz +8 4 空きバッファのサイズ(バイト数)
```

```
} T_RMBF;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_mpf MPFID,PK_RMBF  
iref_mpf MPFID,PK_RMBF
```

● パラメータ

MPFID	対象固定長メモリプール ID 番号
PK_RMBF	メッセージバッファ状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	メッセージバッファ ID 番号
A1	メッセージバッファ状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (mbfid <= 0, 最大メッセージバッファ数 < mbfid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

mbfid で示されたメッセージバッファの各種の状態を返します。

- ◆ **stskid**
stskid には送信待ち行列の先頭タスクの ID 番号を返します。
待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。
- ◆ **rtskid**
rtskid には受信待ち行列の先頭タスクの ID 番号を返します。
待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。
- ◆ **msgcnt**
msgcnt には、メッセージバッファに入っているメッセージのカウンタ数を返します。

◆ fmbfsz

空きバッファのサイズを返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、`ref_mbf`、非タスクコンテキストからは、`iref_mbf` を使用してください。
CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、`E_CTX` を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RMBF pk_rmbf;
    :
    ref_mbf(ID_mbf, &pk_rmbf,);
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_refmbf:  .blkb  12
task:
    :
    PUSHM  R2,A1
    ref_mbf #ID_MBF1,_refmbf
    :
```

5.8 同期・通信機能(ミューテックス)

表 5.15にミューテックス機能の仕様を示します。

表 5.15 ミューテックス機能の仕様

項番	項目	内容	
1	ミューテックス ID	1～255	
2	ミューテックス属性	TA_CEILING:	上限度優先プロトコル

【注】

本カーネルにおける TA_CEILING 属性(優先度上限プロトコル)では、簡略化した優先度制御規則を採用しています。簡略化した優先度制御規則では、タスクの優先度を高くする制御はすべて行われますが、タスクの優先度を低くする制御は、タスクがロックしていたミューテックスが無くなったとき(複数のミューテックスをロックしていた場合は、それら全てを解放したとき)にのみ行われます。

表 5.16 ミューテックス機能サービスコール一覧

項番	サービスコール	機能	呼び出し可能なシステム状態					
			T	N	E	D	U	L
1	loc_mtx	ミューテックスのロック	○		○		○	
2	ploc_mtx	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
3	tloc_mtx	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
4	unl_mtx	ミューテックスのロック解除	○		○	○	○	
5	ref_mtx	ミューテックスの状態参照	○		○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
"T"はタスクコンテキストから呼出し可能,"N"は非タスクコンテキストから呼出し可能
"E"はディスパッチ許可状態から呼出し可能,"D"はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
"U"は CPU ロック解除状態から呼出し可能,"L"は CPU ロック状態から呼出し可能

loc_mtx	ミューテックス資源の獲得
ploc_mtx	ミューテックス資源の獲得(ポーリング)
tloc_mtx	ミューテックス資源の獲得(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER ercd = loc_mtx(ID mtxid);
ER ercd = ploc_mtx(ID mtxid);
ER ercd = tloc_mtx(ID mtxid, TMO tmout);
```

■ パラメータ

ID	mtxid	ロックするミューテックス ID 番号
TMO	tmout	タイムアウト値(tloc_mtx の場合)

■ リターンパラメータ

ER	Ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
----	------	---------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
loc_mtx    MTXID
ploc_mtx   MTXID
tloc_mtx   MTXID,TMO
```

● パラメータ

MTXID	ロックするミューテックス ID 番号
TMO	タイムアウト値(tloc_mtx の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	ミューテックス ID 番号

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗,またはタイムアウト
E_ILUSE	不正使用,同一ミューテックスの2重ロックの場合, 上限優先度より高いタスクによる呼び出しの場合
E_ID	不正 ID 番号 (mtxid <= 0, 最大ミューテックス数 < mtxid)
E_CTX	コンテキストエラー(許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

mtxid で指定されるミューテックスをロックします。

対象ミューテックスがロックされていない場合には,自タスクがミューテックスをロックした状態にして,サービスコールの処理を終了します。その際,自タスクの現在優先度はミューテックスの上限優先度まで引き上げられます。対象ミューテックスがロックされている場合には,自タスクを待ち行列につなぎ,ミューテックスのロック待ち状態に移行させます。ploc_mtx サービスコールでは,直ちにリターンし,エラーE_TMOUT を返します。

tloc_mtx サービスコールの場合は,tmout には,待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は,(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は,エラーとなりエラーコード E_PAR を返します。

tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は,タイムアウト値として 0 を指定したことを示し,ploc_mtx と同じ動作をします。また,tmout=TMO_FEVR(-1)にした場合は,永久待ちの指定で,loc_mtx サービスコールと同じ動作をします。

loc_mtx,tloc_mtx サービスコール実行による待ち状態は,以下に示す場合に解除されます。

- ◆ tmout の時間が経過する前に,ミューテックスを獲得しているタスクから unl_mtx サービスコールが発行され,本タスクが待ち行列の先頭だった場合

タスク現在優先度が、上限優先度になり、この場合、エラーコードは、E_OK を返します。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に、ミューテックスを獲得しているタスクが終了し、本タスクが待ち行列の先頭だった場合。**

タスク現在優先度が、上限優先度になり、この場合、エラーコードは、E_OK を返します。

この場合、エラーコードは、E_OK を返します。

- ◆ **待ち解除条件が満足されないまま、tmout 経過し、最初のタイムティックが発生した場合**

この場合、エラーコードは、E_TMOUT を返します。

- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai,irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**

この場合、エラーコードは、E_RLWAI を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストのみ使用できます。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( loc_mtx( ID_mtx ) != E_OK )
    :
    if( ploc_mtx( ID_mtx ) != E_OK )
    :
    if( tloc_mtx( ID_mtx, 10 ) != E_OK )
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSHM      R2
    loc_mtx   #ID_MTX1
    :
    PUSHM      R2
    Ploc_mtx  #ID_MTX2
    :
    PUSHM      R2, R4, R6
    tloc_mtx  #ID_MTX3, #300
    :
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = unl_mtx(ID mtxid);
```

● パラメータ

ID	mtxid	解除するミューテックス ID 番号
----	-------	-------------------

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
----	------	-----------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
unl_mtx      MTXID
```

● パラメータ

MTXID	解除するミューテックス ID 番号
-------	-------------------

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
-------	---------------

R0	エラーコード
----	--------

R2	ミューテックス ID
----	------------

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_ILUSE	不正使用, ロックしていない場合
E_ID	不正 ID 番号 ($mtxid \leq 0$, 最大ミューテックス数 $< mtxid$)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

mtxid で示されたミューテックスのロックを解除します。対象ミューテックスに対してロックを待っているタスクがあれば、ミューテックスの待ち行列先頭タスクを待ち解除し、待ち解除されたタスクがミューテックスをロックした状態にします。その際、ロックするタスクの現在優先度はミューテックスの上限優先度まで引き上げられます。ミューテックスに対して待っているタスクがなければ、そのミューテックスをロックされていない状態にします。

本カーネルの TA_CEILING 属性は、簡略化した優先度上限プロトコルを採用しています。つまり、本サービスコールによって呼び出しタスクがロックしているミューテックスが全て無くなったときのみ、現在優先度をベース優先度に戻します。呼び出しタスクがまだ他のミューテックスをロックしている場合、本サービスコールでは現在優先度は変化しません。

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    if( unl_mtx( ID_mtx ) != E_OK )
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSHM    R2
    unl_mtx  #ID_mtx2
    :
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_mtx(ID mtxid, T_RMTX *pk_rmtx);
```

■ パラメータ

ID	mtxid	対象ミューテックス ID 番号
T_RMTX	*pk_rmtx	ミューテックス状態を返すパケットへのポインタ

■ リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
T_RMTX	*pk_rmtx	ミューテックス状態を返すパケットへのポインタ

pk_rmtx の内容

```
typedef struct t_rmtx{
    ID htskid +0 2 ミューテックスをロックしているタスク ID
    ID wtskid +2 2 ミューテックスの待ち行列のタスク ID
} T_RMTX;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
ref_mtx MTXID,PK_RMTX
```

● パラメータ

MTXID	対象ミューテックス ID 番号
PK_RMTX	ミューテックス状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	ミューテックス ID 番号

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (mtxid <= 0, 最大ミューテックス数 < mtxid)
E_CTX	コンテキストエラー (CPU ロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)

■ 機能説明

mtxid で示されたミューテックスの各種の状態を返します。

◆ htskid

htskid にはミューテックスを獲得したタスクの ID 番号を返します。
未獲得の場合は, TSK_NONE を返します。

◆ wtskid

wtskid にはミューテックス待ち行列の先頭タスクの ID 番号を返します。
待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。

本サービスコールは, タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や, 非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり, E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RMTX pk_rmtx;
    :
    ref_mtx(ID_mtx, &pk_rmtx);
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_refmtx:  .blkb  4
task:
    :
    PUSHM  R2,A1
    ref_mtx #ID_MTX1,_refmtx
    :
```

5.9 メモリプール管理機能(固定長メモリプール)

表 5.17に固定長メモリプール機能の仕様を示します。メモリプール領域は、コンフィギュレーション時に、メモリプール毎にセクション名を指定することが出来ます。

表 5.17 固定長メモリプール機能の仕様

項番	項目	内容
1	固定長メモリプール ID	1~255
2	固定長メモリプール個数	1~65535
3	固定長メモリプールサイズ	4~65535
4	サポート属性	TA_TFIFO : 待ちタスクのキューイングは FIFO TA_TPRI : 待ちタスクのキューイングは優先度順
5	メモリプール領域の指定	メモリプール領域をセクション指定可能

表 5.18 固定長メモリプールサービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	get_mpf	[S][B]	固定長メモリブロックの獲得	○		○		○	
2	pget_mpf	[S][B]	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
3	ipget_mpf				○	○	○	○	
4	tget_mpf	[S]	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
5	rel_mpf	[S][B]	固定長メモリブロックの返却	○		○	○	○	
6	irel_mpf				○	○	○	○	
7	ref_mpf		固定長メモリプールの状態参照	○		○	○	○	
8	iref_mpf				○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
"T"はタスクコンテキストから呼出し可能,"N"は非タスクコンテキストから呼出し可能
"E"はディスパッチ許可状態から呼出し可能,"D"はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
"U"は CPU ロック解除状態から呼出し可能,"L"は CPU ロック状態から呼出し可能

get_mpf	固定長メモリブロックの獲得
pget_mpf	固定長メモリブロックの獲得(ポーリング)
ipget_mpf	固定長メモリブロックの獲得(ポーリング,ハンドラ専用)
tget_mpf	固定長メモリブロックの獲得(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER ercd = get_mpf( ID mpfid, VP *p_blk );
ER ercd = pget_mpf( ID mpfid, VP *p_blk );
ER ercd = ipget_mpf( ID mpfid, VP *p_blk );
ER ercd = tget_mpf( ID mpfid, VP *p_blk, TMO tmount );
```

● パラメータ

ID	mpfid	対象固定長メモリプール ID 番号
VP	*p_blk	獲得したメモリブロック先頭アドレスへのポインタ
TMO	tmount	タイムアウト値(tget_mpf の場合)

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
VP	*p_blk	獲得したメモリブロック先頭アドレスへのポインタ

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
get_mpf MPFID
pget_mpf MPFID
ipget_mpf MPFID
tget_mpf MPFID, TMO
```

● パラメータ

MPFID	対象固定長メモリプール ID 番号
TMO	タイムアウト値(tget_mpf の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

get_mpf, pget_mpf, ipget_mpf の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	獲得したブロックの先頭アドレス
R2	対象固定長メモリプール ID 番号

tget_mpf の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	獲得したブロックの先頭アドレス
R2	対象固定長メモリプール ID 番号
R6R4	タイムアウト値

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗, またはタイムアウト
EV_RST	メモリプール領域クリアによって待ち状態が解除された
E_ID	不正 ID 番号 (mpfid <= 0, 最大固定長メモリプール数 < mpfid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し) (pget_mpf, ipget_mpf は CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

mpfid で示される固定長メモリプールからメモリブロックを獲得し, 獲得したメモリブロックの先頭アドレスを変数 p_blk に格納します。獲得したメモリブロックの内容は, 不定です。

指定した固定長メモリプールにメモリブロックがない場合は, tget_mpf, get_mpf サービスコール使用時には, 本サービスコールを発行したタスクは, メモリブロック待ち状態に移行し, メモリブロック待ち行列につながれます。その際, mpfid の固定長メモリプール属性が TA_TFIFO の場合は, FIFO 順で待ち行列にタスクをつなぎ, TA_TPRI の場合は, 優先度順でタスクをつなぎます。pget_mpf, ipget_mpf サービスコール使用時は, 直ちにリターンし, エラー E_TMOUT を返します。

tget_mpf サービスコールの場合は, tmout には, 待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は, (0x7FFFFFFF-タイムティック) 以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は, エラーになり, エラーコード E_PAR を返します。tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は, タイムアウト値として 0 を指定したことを示し, pget_mpf と同じ動作をします。また, tmout=TMO_FEVR(-1)にした場合は, 永久待ちの指定で, get_mpf サービスコールと同じ動作をします。

get_mpf, tget_mpf サービスコール実行による待ち状態は, 以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に, rel_mpf, irel_mpf サービスコールが発行され, 待ち解除条件が満たされた場合**
この場合, エラーコードは, E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満たされないまま, tmout 経過し, 最初のタイムティックが発生した場合**
この場合, エラーコードは, E_TMOUT を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai, irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合, エラーコードは, E_RLWAI を返します。
- ◆ **他のタスクから発行した vrst_mpf サービスコールによって待ち状態の対象となっているメモリプールが初期化された場合**
この場合, エラーコードは, EV_RST を返します。

本サービスコールは, タスクコンテキストからは, get_mpf, pget_mpf, tget_mpf, 非タスクコンテキストからは, ipget_mpf を使用してください。

許可されていないシステム状態から get_mpf, pget_mpf サービスコールを呼び出した場合はエラーとなり, E_CTX を返します。CPU ロック状態や, カーネル管理外割込みから pget_mpf, ipget_mpf を呼び出した場合はエラーとなり, E_CTX を返します。

■ 使用例

c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
VP      p_blk;
void task()
{
    if( get_mpf(ID_mpf ,&p_blk) != E_OK ){
        error("Not enough memory¥n");
    }
    :
    if( pget_mpf(ID_mpf ,&p_blk) != E_OK ){
        error("Not enough memory¥n");
    }
    :
    if( tget_mpf(ID_mpf ,&p_blk, 10) != E_OK ){
        error("Not enough memory¥n");
    }
}
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    get_mpf   #ID_MPF1
    :
    PUSH.W    R2
    pget_mpf  #ID_MPF1
    :
    PUSH.W    R2
    PUSHM     R6R4
    tget_mpf  #ID_MPF1,#200
    :
```

rel_mpf
irel_mpf

固定長メモリプールブロックの解放 固定長メモリプールブロックの解放(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = rel_mpf( ID mpfid, VP blk );  
ER ercd = irel_mpf( ID mpfid, VP blk );
```

● パラメータ

ID	mpfid	対象固定長メモリプール ID 番号
VP	blk	返却するメモリブロックの先頭アドレス

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
----	------	-------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
rel_mpf MPFID, BLK  
irel_mpf MPFID, BLK
```

● パラメータ

MPFID	対象固定長メモリプール ID 番号
BLK	返却するメモリブロックの先頭アドレス

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	返却するメモリブロックの先頭アドレス
R2	対象固定長メモリプール ID 番号

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (mpfid <= 0, 最大固定長メモリプール数 < mpfid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (獲得したメモリブロック以外, 返却済みメモリブロック)

■ 機能説明

blk に示される先頭アドレスをもつメモリブロックを解放します。返却するメモリブロックの先頭アドレスは必ず、get_mpf, tget_mpf, pget_mpf, ipget_mpf で獲得した先頭アドレスを指定してください。獲得したメモリブロックの先頭アドレス以外の値や返却済みのメモリブロックの先頭アドレスを指定した場合は、エラーとなり E_PAR を返します。

また、対象メモリプールの待ち行列にタスクがつながれている場合は、待ち行列の先頭タスクを待ち行列からはずし、レディキューにつなぎかえこのタスクにメモリブロックを割り当てます。この時のタスクの状態は、メモリブロック待ち状態から実行(RUNNING)状態あるいは実行可能(READY)状態へ移行します。

タスクコンテキストにおいては、rel_mpf サービスコール、非タスクコンテキストにおいては、irel_mpf を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    VP p_blf;
    if( get_mpf(ID_mpf1,&p_blf) != E_OK )
        error("Not enough memory ¥n");
    :
    rel_mpf(ID_mpf1,p_blf);
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB task
_g_blk: .blkb 4
task:
    :
    PUSH.W R2
    get_mpf #ID_MPF1
    :
    MOV.L R3R1,_g_blk
    PUSH.W R2
    rel_mpf #ID_MPF1,_g_blk
    :
```

ref_mpf
iref_mpf

固定長メモリの状態参照 固定長メモリの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_mpf( ID mpfid, T_RMPF *pk_rmpf );  
ER ercd = iref_mpf( ID mpfid, T_RMPF *pk_rmpf );
```

● パラメータ

ID	mpfid	対象固定長メモリ ID 番号
T_RMPF	*pk_rmpf	固定長メモリ状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)
T_RMPF	*pk_rmpf	固定長メモリ状態を返すパケットへのポインタ

pk_rmpf の内容

```
typedef struct t_rmpf{  
    ID      wtskid   +0   2   メモリロック獲得待ちタスク ID  
    UINT    fblkcnt  +2   4   空きメモリブロック数(個数)  
} T_RMPF;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_mpf MPFID, PK_RMPF  
iref_mpf MPFID, PK_RMPF
```

● パラメータ

MPFID	対象固定長メモリ ID 番号
PK_RMPF	固定長メモリ状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象固定長メモリ ID 番号
A1	固定長メモリ状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (mpfid <= 0, 最大固定長メモリ数 < mpfid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

mpfid で示されたメッセージバッファの各種の状態を返します。

◆ wtskid

wtskid にはメモリブロック獲得待ち行列の先頭タスク(最も早く待ちに入ったタスク)の ID 番号を返します。待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。

◆ fblkcnt

指定したメモリアドレスの空きブロック数を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、rel_mpf、非タスクコンテキストからは、irel_mpf を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RMPF rmpf;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_mpf( ID_MPF1, &rmpf );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_refmpf:  .blkb  6
task:
    :
    PUSH.W R2
    PUSH.L A1
    ref_mpf #ID_MPF1,#_refmpf
    :
```

5.10 メモリプール管理機能(可変長メモリプール)

表 5.19に可変長メモリプール機能の仕様を示します。

メモリプール領域は、コンフィギュレーション時に、メモリプール毎にセクション名を指定することが出来ます。

表 5.19 可変長メモリプール機能の仕様

項番	項目	内容
1	可変長メモリプール ID	1~255
2	可変長メモリプールサイズ	32- 67108864
3	確保するメモリブロックの最大値	4-65504
4	サポート属性	メモリ不足時のタスク待ちの API は未サポート
5	メモリ領域の指定	セクション指定可能

表 5.20 可変長メモリプールサービスコール一覧

項番	サービスコール	機能	呼び出し可能なシステム状態					
			T	N	E	D	U	L
1	pget_mpl	可変長メモリブロックの獲得 (ポーリング)	○		○	○	○	
2	rel_mpl	可変長メモリブロックの返却	○		○	○	○	
3	ref_mpl	可変長メモリプールの状態参照	○		○	○	○	
4	iref_mpl			○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
“T”はタスクコンテキストから呼出し可能,“N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
“E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能,“D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
“U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能,“L”は CPU ロック状態から呼出し可能

■ C 言語 API

```
ER ercd = pget_mpl( ID mplid, UINT blkksz, VP *p_blk );
```

● パラメータ

ID	mplid	対象可変長メモリプール ID 番号
UINT	blkksz	獲得するメモリのサイズ(バイト数)
VP	*p_blk	獲得したメモリの先頭アドレスへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
VP	*p_blk	獲得したメモリブロック先頭アドレスへのポインタ

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
pget_mpl MPLID, BLKSZ
```

● パラメータ

MPLID	対象可変長メモリプール ID 番号
BLKSZ	獲得するメモリのサイズ(バイト数)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	獲得したメモリの先頭アドレス
R2	対象可変長メモリプール ID 番号

■ エラーコード

E_TMOUT	メモリブロックなし
E_ID	不正 ID 番号 (mplid <= 0, 最大可変長メモリプール数 < mplid)
E_CTX	コンテキストエラー (CPU ロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (blkksz = 0, blkksz > 65528)

■ 機能説明

mplid で示される可変長メモリプールからメモリブロックを獲得し、獲得したメモリブロックの先頭アドレスを変数 p_blk に格納します。獲得したメモリブロックの内容は、不定です。

指定した可変長メモリプールにメモリブロックがない場合は、直ちにリターンし、エラー E_TMOUT を返します。本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
VP      p_blk;
void task()
{
    if( pget_mpl(ID_mpl , 200, &p_blk) != E_OK ){
        error("Not enough memory\n");
    }
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
:
PUSH.W   R2
pget_mpl #ID_MPL1,#200
:
```


■ C 言語 API

```
ER ercd = rel_mpl( ID mplid, VP blk );
```

● パラメータ

ID	mplid	対象可変長メモリプール ID 番号
VP	blk	返却するメモリブロックの先頭アドレス

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
----	------	-----------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
rel_mpl MPLID, BLK
```

● パラメータ

MPLID	対象可変長メモリプール ID 番号
BLK	返却するメモリブロックの先頭アドレス

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R3R1	返却するメモリブロックの先頭アドレス
R2	対象可変長メモリプール ID 番号

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 ($mplid \leq 0$, 最大可変長メモリプール数 $< mplid$)
E_CTX	コンテキストエラー (CPU ロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (獲得メモリブロック以外, 返却済みメモリブロック)

■ 機能説明

blkに示される先頭アドレスをもつメモリブロックを解放します。返却するメモリブロックの先頭アドレスは必ず、pget_mplで獲得した先頭アドレスを指定してください。獲得したメモリブロックの先頭アドレス以外の値や返却済みのメモリブロックの先頭アドレスを指定した場合は、エラーとなりE_PARを返します。²⁸

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

²⁸ カーネルは獲得したメモリブロックであるか、返却済みであるかどうかを可能な限りチェックしますが、すべての場合において本エラーを検出できるとは限りません。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    VP p_blk;
    if( pget_mpl(ID_mpl1, 200, &p_blk) != E_OK )
        error("Not enough memory %n");
    :
    rel_mpl(ID_mpl1, p_blk);
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB task
_g_blk: .blkb 4
task:
:
PUSH.W R2
pget_mpl #ID_MPL1, #200
:
MOV.L R3R1, _g_blk
PUSH.W R2
rel_mpl #ID_MPL1, _g_blk
:
```

ref_mpl
iref_mpl

可変長メモリーブールの状態参照 可変長メモリーブールの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_mpl( ID mplid, T_RMPL *pk_rmpl );  
ER ercd = iref_mpl( ID mplid, T_RMPL *pk_rmpl );
```

● パラメータ

ID	mplid	対象可変長メモリーブール ID 番号
T_RMPL	*pk_rmpl	可変長メモリーブール状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)
T_RMPL	*pk_rmpl	可変長メモリーブール状態を返すパケットへのポインタ

pk_rmpl の内容

```
typedef struct t_rmpl{  
    ID      wtskid   +0   2   メモリ獲得待ちタスク ID(未使用)  
    SIZE    fmpksz  +2   4   空きメモリサイズ(バイト数)  
    UINT    fblkksz +4   4   すぐに獲得可能なメモリの最大サイズ(バイト数)  
} T_RMPL;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_mpl  MPLID, PK_RMPL  
iref_mpl MPLID, PK_RMPL
```

● パラメータ

MPLID	対象可変長メモリーブール ID 番号
PK_RMPL	可変長メモリーブール状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象可変長メモリーブール ID 番号
A1	可変長メモリーブール状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (mplid <= 0, 最大可変長メモリーブール数 < mplid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

mplid で示された本サービスコール呼び出し時点の可変長メモリプールの、各種の状態を返します。

- ◆ **wtskid**
未使用。
- ◆ **fmplsz**
空きメモリサイズを返します。
- ◆ **fbkksz**
すぐに獲得できるメモリの最大サイズを返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、`ref_mpl`、非タスクコンテキストからは、`iref_mpl` を使用してください。
CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、`E_CTX` を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T RMPL rmpl;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_mpl( ID_MPL1, &rmpl );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_refmpl:  .blkb  10
task:
    :
    PUSH.W R2
    PUSH.L A1
    ref_mpl #ID_MPL1, _refmpl
    :
```

5.11 時間管理機能(システム時刻管理)

表 5.21にシステム時刻管理の仕様を示します。

表 5.21 システム時刻管理の仕様

項番	項目	内容
1	システム時刻値	符号なし 48 ビット
2	システム時刻の単位	1[ms]
3	システム時刻の更新周期	ユーザ指定のタイムティック更新時間[ms]
4	システム時刻初期値(初期起動時)	000000000000H

表 5.22 時間管理機能(システム時刻管理)サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	get_tim	[S]	システム時刻の参照	○		○	○	○	
2	iget_tim				○	○	○	○	
3	set_tim	[S]	システム時刻の設定	○		○	○	○	
4	iset_tim				○	○	○	○	
5	isig_tim	[S]	システム時刻の供給		○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
 “[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
 “T”はタスクコンテキストから呼出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
 “E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
 “U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼出し可能

set_tim
iset_tim

システム時刻の設定
システム時刻の設定(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = set_tim( SYSTIM *p_systim );  
ER ercd = iset_tim( SYSTIM *p_systim );
```

● パラメータ

SYSTIM *p_systim 設定するシステム時刻を示すパケットへのポインタ

p_systim の内容

```
typedef struct t_systim {  
    UH      utime      0    2    上位 16bit  
    UW      ltime      +4   4    下位 32bit  
} SYSTIM;
```

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
set_tim PK_TIM  
iset_tim PK_TIM
```

● パラメータ

PK_TIM 設定するシステム時刻を示すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

A1 設定するシステム時刻を示すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー (CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)
E_PAR システム時刻不正 (0x7FFFFFFF < 設定値)

■ 機能説明

システム時刻の現在値を p_systim で示される値に更新します。p_systim に指定する時刻の単位は、タイムティック数ではなく "ms" となります。

p_systim に指定可能な値は、0x7FFF:FFFFFFFF 以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は、エラーとなりエラーコード E_PAR を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、set_tim、非タスクコンテキストからは、iset_tim を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    SYSTIME time;          /* 時刻データ格納変数 */
    time.utime = 0;       /* 上位時刻データの設定 */
    time.ltime = 0;      /* 下位時刻データの設定 */
    set_tim( &time );    /* システム時刻の変更 */
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_g_systim:
    .WORD  1111H
    .LWORD 22223333H
task:
    :
    PUSHM  A1
    set_tim #_g_systim
    :
```

get_tim
iget_tim

システム時刻の参照
システム時刻の参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = get_tim( SYSTIM *p_system );  
ER ercd = iget_tim( SYSTIM *p_system );
```

● パラメータ

SYSTIM *p_system 現在のシステム時刻を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了(E_OK)
SYSTIM *p_system 現在のシステム時刻を返すパケットへのポインタ

p_system の内容

```
typedef struct t_systim {  
    UH      utime      0    2    上位 16bit  
    UW      ltime      +4   4    下位 32bit  
} SYSTIM;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
get_tim    PK_TIM  
iget_tim   PK_TIM
```

● パラメータ

PK_TIM 現在のシステム時刻を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容
R0 エラーコード
A1 現在のシステム時刻を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

システム時刻の現在値を p_system に格納します。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,get_tim,非タスクコンテキストからは,iget_tim を使用してください。
CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    SYSTIME time;          /* 時刻データ格納変数 */
    get_tim( &time );     /* システム時刻の変更 */
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_g_system: .blkb 6
task:
:
PUSHM    A1
get_tim #_g_system
:
```

■ 機能説明

システム時刻を更新します。

コンフィギュレーションファイルにてシステムクロックを定義すると,tic_nume(ms)の間隔で isig_tim が自動的に起動されるようになっています。本機能は,サービスコールとして実装されていませんのでアプリケーションから呼び出すことは出来ません。

タイムティック供給時には,カーネルは,以下の処理を行います。

- (1) システム時刻の更新
- (2) アラームハンドラの起動
- (3) 周期ハンドラの起動
- (4) tslp_tsk などタイムアウト付きサービスコールで待ち状態になっているタスクのタイムアウト処理

5.12 時間管理機能(周期ハンドラ)

表 5.23に周期ハンドラの仕様を示します。項番4周期ハンドラ属性の記述言語は,GUIコンフィギュレータでの指定内容です。コンフィギュレーションファイルには出力されず,カーネルも関知しません。

表 5.23 時間管理機能(周期ハンドラ)の仕様

項番	項目	内容
1	周期ハンドラ ID	1~255
2	起動周期	1~7ffffff[ms]
3	起動位相	0~7ffffff[ms]
4	拡張情報	32bit
4	周期ハンドラ属性	TA_HLNG : 高級言語記述 TA_ASM : アセンブリ言語記述 TA_STA : 周期ハンドラの動作開始 TA_PHS : 起動位相の保存

表 5.24 時間管理機能(周期ハンドラ)サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	sta_cyc	[S][B]	周期ハンドラの動作開始	○		○	○	○	
2	ista_cyc				○	○	○	○	
3	stp_cyc	[S][B]	周期ハンドラの動作停止	○		○	○	○	
4	istp_cyc					○	○	○	○
5	ref_cyc		周期ハンドラの状態参照	○		○	○	○	
6	iref_cyc					○	○	○	○

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は,以下の意味です。
"T"はタスクコンテキストから呼出し可能,"N"は非タスクコンテキストから呼出し可能
"E"はディスパッチ許可状態から呼出し可能,"D"はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
"U"は CPU ロック解除状態から呼出し可能,"L"は CPU ロック状態から呼出し可能

sta_cyc

周期ハンドラの動作開始

ista_cyc

周期ハンドラの動作開始(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = sta_cyc( ID cycid );  
ER ercd = ista_cyc( ID cycid );
```

● パラメータ

ID	cycid	対象周期ハンドラ ID 番号
----	-------	----------------

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
----	------	-------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
sta_cyc CYCNO  
ista_cyc CYCNO
```

● パラメータ

CYCNO	対象周期ハンドラ ID 番号
-------	----------------

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
-------	---------------

R0	エラーコード
----	--------

R2	対象周期ハンドラ ID 番号
----	----------------

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号
------	----------

(cycid <= 0, 最大周期ハンドラ数 < cycid)

E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)
-------	--

■ 機能説明

cycid で示された周期ハンドラを動作している状態に移行させます。周期ハンドラ属性に TA_PHS が指定されていない場合は、このサービスコールを呼び出した時刻を基準として、その時刻から起動周期が経過する毎に周期ハンドラが起動されます。

TA_PHS が指定されておらず、既に動作状態の周期ハンドラに対して本サービスコールを発行した場合、周期ハンドラが次に起動する時刻を再設定します。

TA_PHS が指定されており、既に動作状態の周期ハンドラに対して本サービスコールを発行した場合、本サービスコールは起動時刻の再設定はしません。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、sta_cyc、非タスクコンテキストからは、ista_cyc を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    sta_cyc ( ID_cyc1 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W R2
    sta_cyc #ID_CYC1
    :
```

stp_cyc
istp_cyc

周期ハンドラの動作停止
周期ハンドラの動作停止(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = stp_cyc( ID cycid );  
ER ercd = istp_cyc( ID cycid );
```

● パラメータ

ID cycid 対象周期ハンドラ ID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
stp_cyc    CYCNO  
istp_cyc   CYCNO
```

● パラメータ

CYCNO 対象周期ハンドラ ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象周期ハンドラ ID 番号

■ エラーコード

E_ID 不正 ID 番号

(cycid <= 0, 最大周期ハンドラ数 < cycid)

E_CTX コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

cycid で示された周期ハンドラを動作していない状態に移行させます。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,stp_cyc,非タスクコンテキストからは,istp_cyc を使用してください。

CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>  
#include <kernel.h>  
#include "kernel_id.h"  
void task()  
{  
:  
  stp_cyc ( ID_cyc1 );  
:  
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc  
.GLB            task  
task:  
:  
  PUSH.W    R2  
  stp_cyc #ID_CYC1  
:  
:
```

ref_cyc
iref_cyc

周期ハンドラの状態参照
周期ハンドラの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_cyc( ID cycid, T_RCYC *pk_rcyc );  
ER ercd = iref_cyc( ID cycid, T_RCYC *pk_rcyc );
```

● パラメータ

ID	cycid	対象周期ハンドラ ID 番号
T_RCYC	*pk_rcyc	周期ハンドラ状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK)
T_RCYC	*pk_rcyc	周期ハンドラ状態を返すパケットへのポインタ

pk_rcyc の内容

```
typedef struct t_rcyc{  
    STAT    cycstat    +0    2    周期ハンドラの動作状態  
    RELTIM  lefttim    +2    4    周期ハンドラ起動までの時間  
} T_RCYC;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_cyc ID, PK_RCYC  
iref_cyc ID, PK_RCYC
```

● パラメータ

CYCNO	対象周期ハンドラ ID 番号
PK_RCYC	周期ハンドラ状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象周期ハンドラ ID 番号
A1	周期ハンドラ状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (cycid <= 0, 最大周期ハンドラ数 < cycid)
E_CTX	コンテキストエラー (CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

cycid で示された周期ハンドラの各種の状態を返します。

◆ cycstat

対象周期ハンドラの状態を返します。

- ・TCYC_STA 周期ハンドラは動作している
- ・TCYC_STP 周期ハンドラは動作していない

◆ lefttim

対象周期ハンドラの次に起動するまでの残り時間を返します。単位は,"ms"です。対象周期ハンドラが動作していない場合は,不定値となります。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,ref_cyc,非タスクコンテキストからは,iref_cyc を使用してください。CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RCYC rcyc;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_cyc( ID_CYC1, &rcyc );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_refcyc:  .blkb  6
task:
    :
    PUSH.W R2
    PUSH.L A1
    ref_cyc #ID_CYC1,#_refcyc
    :
```


5.13 時間管理機能(アラームハンドラ)

表 5.25に時間管理機能の仕様を示します。項番4アラームハンドラ属性の記述言語は,GUIコンフィギュレータでの指定内容です。コンフィギュレーションファイルには出力されず,カーネルも関知しません。

表 5.25 時間管理機能(アラームハンドラ)の仕様

項番	項目	内容	
1	アラームハンドラ ID	1-255	
2	起床時間	0~7ffffff [ms]	
3	拡張情報	32bit	
4	アラームハンドラ属性	TA_HLNG :	高級言語記述
		TA_ASM :	アセンブリ言語記述

表 5.26 時間管理機能(アラームハンドラ)サービスコール一覧

項番	サービスコール	機能	呼び出し可能なシステム状態					
			T	N	E	D	U	L
1	sta_alm	アラームハンドラの動作開始	○		○	○	○	
2	ista_alm			○	○	○	○	
3	stp_alm	アラームハンドラの動作停止	○		○	○	○	
4	istp_alm			○	○	○	○	
5	ref_alm	アラームハンドラの状態参照	○		○	○	○	
6	iref_alm			○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は,以下の意味です。
“T”はタスクコンテキストから呼出し可能,“N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
“E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能,“D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
“U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能,“L”は CPU ロック状態から呼出し可能

sta_alm**アラームハンドラの動作開始****ista_alm****アラームハンドラの動作開始(ハンドラ専用)****■ C 言語 API**

```
ER ercd = sta_alm( ID almid, RELTIM almtim );
ER ercd = ista_alm( ID almid, RELTIM almtim );
```

● パラメータ

ID	almid	対象アラームハンドラ ID 番号
RELTIM	almtim	アラームハンドラの起動時刻(相対時間)

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)
----	------	------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
sta_alm ALMID, ALMTIM
ista_alm ALMID, ALMTIM
```

● パラメータ

ALMID	対象アラームハンドラ ID 番号
ALMTIM	アラームハンドラの起動時刻(相対時間)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象アラームハンドラ ID 番号
R6R4	アラームハンドラの起動時刻(相対時間)

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (almid <= 0, 最大アラームハンドラ数 < almid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (0x7FFFFFFF - TIC_NUME < almtim)

■ 機能説明

almid で示されたアラームハンドラの起動時刻を本サービスコールが呼び出された時刻から,almtim で指定された時間後の時刻と設定し,アラームハンドラを動作している状態に移行させます。

既に動作しているアラームハンドラが指定された場合は,以前の起動時刻の設定を解除し,新しい起動時刻に更新します。almtim に 0 が指定されて場合は,次のタイムティックでアラームハンドラが起動します。almtim に指定可能な値は,(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は,エラーとなりエラーコード E_PAR を返します。almtim に 0 を指定した場合は,次のタイムティックにてアラームハンドラを起動します。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,sta_alm,非タスクコンテキストからは,ista_alm を使用してください。CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    sta_alm ( ID_alm1,100 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W  R2
    PUSHM   R6R4
    sta_alm #ID_ALM1,#100
    :
```

stp_alm
istp_alm

アラームハンドラの動作停止
アラームハンドラの動作停止(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = stp_alm( ID almid );  
ER ercd = istp_alm( ID almid );
```

● パラメータ

ID	almid	対象アラームハンドラ ID 番号
----	-------	------------------

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)
----	------	------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
stp_alm ALMID  
istp_alm ALMID
```

● パラメータ

ALMID	対象アラームハンドラ ID 番号
-------	------------------

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象アラームハンドラ ID 番号

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (almid <= 0, 最大アラームハンドラ数 < almid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

almid で示されたアラームハンドラを動作していない状態に移行させます。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,stp_alm,非タスクコンテキストからは,istp_alm を使用してください。
CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    stp_alm ( ID_alm1 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W R2
    stp_alm #ID_ALM1
    :
```

ref_alm
iref_alm

アラームハンドラの状態参照
アラームハンドラの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_alm( ID almid, T_RALM *pk_ralm );  
ER ercd = iref_alm( ID almid, T_RALM *pk_ralm );
```

● パラメータ

ID	almid	対象アラームハンドラ ID 番号
T_RALM	*pk_ralm	アラームハンドラ状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)
T_RALM	*pk_ralm	アラームハンドラ状態を返すパケットへのポインタ

pk_ralm の内容

```
typedef struct t_ralm{  
    STAT    almstat    +0    2    アラームハンドラの動作状態  
    RELTIM  lefttim    +2    4    アラームハンドラ起動までの時間  
} T_RALM;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_alm ALMID, PK_RALM  
iref_alm ALMID, PK_RALM
```

● パラメータ

ALMID	対象アラームハンドラ ID 番号
PK_RALM	アラームハンドラ状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象アラームハンドラ ID 番号
A1	アラームハンドラ状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (almid <= 0, 最大アラームハンドラ数 < almid)
E_CTX	コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

almid で示されたアラームハンドラの各種の状態を返します。

◆ almstat

対象アラームハンドラの状態を返します。

- TALM_STA アラームハンドラは動作している
- TALM_STP アラームハンドラは動作していない

◆ lefttim

対象アラームハンドラの次に起動するまでの残り時間を返します。単位は,"ms"です。対象アラームハンドラが動作していない場合は,不定値となります。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,ref_alm,非タスクコンテキストからは,iref_alm を使用してください。CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RALM ralm;
    ER ercd;
    :
    ercd = ref_alm( ID_ALM1, &ralm );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_refalm:  .blkb  6
task:
    :
    PUSH.W R2
    PUSH.L A1
    ref_alm #ID_ALM1,#_refalm
    :
```

5.14 システム状態管理機能

表 5.27 システム状態管理機能サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	rot_rdq	[S][B]	タスクの優先順位の回転	○		○	○	○	
2	irotd_rdq	[S][B]			○	○	○	○	
3	get_tid	[S][B]	実行状態のタスク ID の参照	○		○	○	○	
4	iget_tid	[S]			○	○	○	○	
5	loc_cpu	[S][B]	CPU ロック状態への移行	○		○	○	○	○
6	iloc_cpu	[S]			○	○	○	○	○
7	unl_cpu	[S][B]	CPU ロック状態の解除	○		○	○	○	○
8	iunl_cpu	[S]			○	○	○	○	○
9	dis_dsp	[S][B]	ディスパッチの禁止	○		○	○	○	
10	ena_dsp	[S][B]	ディスパッチの許可	○		○	○	○	
11	sns_ctx	[S]	コンテキストの参照	○	○	○	○	○	○
12	sns_loc	[S]	CPU ロック状態の参照	○	○	○	○	○	○
13	sns_dsp	[S]	ディスパッチ禁止状態の参照	○	○	○	○	○	○
14	sns_dpn	[S]	ディスパッチ保留状態の参照	○	○	○	○	○	○
15	vsys_dwn		システムダウンルーチンの呼び出し	○		○	○	○	○
16	ivsys_dwn				○	○	○	○	○

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
 “[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
 “T”はタスクコンテキストから呼び出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼び出し可能
 “E”はディスパッチ許可状態から呼び出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼び出し可能
 “U”は CPU ロック解除状態から呼び出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼び出し可能

rot_rdq
irot_rdq

タスク優先順位の回転
タスク優先順位の回転(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = rot_rdq( PRI tskpri );  
ER ercd = irot_rdq( PRI tskpri );
```

● パラメータ

PRI tskpri 回転するタスク優先度

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
rot_rdq    TSKPRI  
irot_rdq   TSKPRI
```

● パラメータ

TSKPRI 回転するタスク優先度

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R3 回転するタスク優先度

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR 優先度不正
 (tskpri < 0, 最大タスク優先度 < tskpri)

■ 機能説明

tskpri で示された優先度のレディキューを回転します。すなわち、その優先度のレディキューの先頭につながれているタスクをレディキューの最後尾につなぎかえ、同一優先度のタスクの実行を切り替えます。この様子を**エラー!参照元が見つかりません。**に示します。

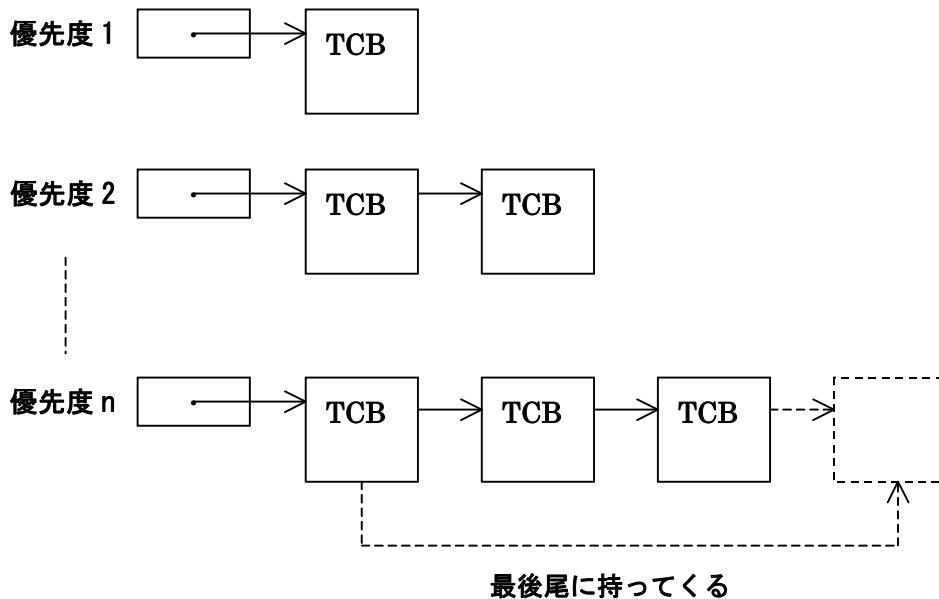


図 5.1 rot_rdq サービスコールによるレディキューの操作

このサービスコールを一定時間間隔で発行することにより、ラウンドロビンスケジューリングをおこなうことができます。rot_rdq サービスコール使用時は、tskpri=TPRI_SELF の指定により、自タスクの持つ優先度のレディキューを回転させます。irot_rdq サービスコールで TPRI_SELF を指定することは出来ません。指定した場合エラーとなり、エラーコード E_PAR を返します。

また、本サービスコールで自タスクの優先度を指定した場合には、自タスクがそのレディキューの最後尾にまわることになります。なお、指定した優先度のレディキューにタスクがない場合は何も行いません。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、rot_rdq、非タスクコンテキストからは、irot_rdq を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    rot_rdq( 2 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W R3
    rot_rdq #2
    :
```

get_tid
iget_tid

実行中タスク ID の参照
実行中タスク ID の参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = get_tid( ID *p_tskid );  
ER ercd = iget_tid( ID *p_tskid );
```

● パラメータ

ID *p_tskid タスク ID へのポインタ

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK)
ID *p_tskid タスク ID へのポインタ

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
get_tid  
iget_tid
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	獲得したタスク ID

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー(CPU ロック状態,カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

実行状態のタスク ID を p_tskid の指す領域に返します。タスクから本サービスコールを発行した場合、自タスクの ID 番号を返します。また、非タスクコンテキストから本サービスコールを発行した場合は、そのとき実行していたタスク ID を返します。実行状態のタスクがない場合は、TSK_NONE を返します。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、get_tid、非タスクコンテキストからは、iget_tid を使用してください。CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    ID tskid;
    :
    get_tid(&tskid);
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    get_tid
    :
```

loc_cpu

CPU ロック状態への移行

iloc_cpu

CPU ロック状態への移行(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = loc_cpu();  
ER ercd = iloc_cpu();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了(E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
loc_cpu  
iloc_cpu
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー(カーネル管理外割り込みからの呼び出し)

■ 機能説明

システム状態を CPU ロック状態とし、割込みとタスクのディスパッチを禁止します。CPU ロック状態の特長を以下に示します。

- (1) CPU ロック状態の間は、タスクのスケジューリングは行われません。
- (2) コンフィギュレータで定義したカーネル割込みマスキングレベルより高いレベルの割込み以外の外部割込みは、受け付けられません。
- (3) CPU ロック状態から呼び出し可能なサービスコールは、以下のサービスコールのみです。その他のサービスコールが呼び出された場合の動作は保証されません。
 - ext_tsk
 - loc_cpu, iloc_cpu
 - unl_cpu, iunl_cpu
 - sns_ctx
 - sns_loc
 - sns_dsp
 - sns_dpn

CPU ロック状態は、以下の操作で解除されます。

- (a) unl_cpu, iunl_cpu サービスコールの呼び出し
- (b) ext_tsk サービスコールの呼び出し

CPU ロック状態と CPU ロック解除状態の間の遷移は、loc_cpu, iloc_cpu, unl_cpu, iunl_cpu, ext_tsk サービスコールによってのみ発生します。割込みハンドラ、タイムイベントハンドラ終了時には、必ず CPU ロック解除状態でなければなりません。CPU ロック状態の場合、動作は保証されません。なお、これらのハンドラ開始時は、常に CPU ロック解除状態です。

すでに CPU ロック状態のときに、再度本サービスコールを呼び出してもエラーにはなりませんが、キューイングは行いません。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、loc_cpu、非タスクコンテキストからは、iloc_cpu を使用してください。カーネル管理外割り込みから呼び出した場合はエラーとなり、エラーコード E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    loc_cpu();
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    loc_cpu
    :
```

unl_cpu
iunl_cpu

CPU ロック状態の解除 CPU ロック状態の解除(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = unl_cpu();  
ER ercd = iunl_cpu();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了(E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
unl_cpu  
iunl_cpu
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー(許可されていないシステム状態からの呼び出し)

■ 機能説明

loc_cpu, iloc_cpu サービスコールによって設定されていた CPU ロック状態を解除します。ディスパッチ許可状態から unl_cpu サービスコールを発行した場合、タスクのスケジューリングが行われます。割込みハンドラ内で iloc_cpu を呼び出し、CPU ロック状態に移行した場合は、割込みハンドラからリターンする前に必ず iunl_cpu を呼び出し、CPU ロック状態を解除してください。

CPU ロック状態とディスパッチ禁止状態は、独立して管理されます。そのため、unl_cpu, iunl_cpu サービスコールでは、ena_dsp サービスコールによるディスパッチ禁止状態は解除されません。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、unl_cpu、非タスクコンテキストからは、iunl_cpu を使用してください。許可されていないシステム状態より本サービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    unl_cpu();
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    unl_cpu
    :
```


■ C 言語 API

```
ER ercd = dis_dsp();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
dis_dsp
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー (CPU ロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)

■ 機能説明

システム状態をディスパッチ禁止状態にします。ディスパッチ禁止状態の特徴を、以下に示します。

- (1) タスクのスケジューリングが行われなくなるため、自タスク以外のタスクが実行状態に移行することはなくなります。
- (2) 割込みは受け付けられません。
- (3) 待ち状態になるサービスコールを呼び出せません。

ディスパッチ禁止状態の間に以下の操作を行うと、システム状態はタスク実行状態に戻ります。

- (a) ena_dsp サービスコールの呼び出し
- (b) ext_tsk サービスコールの呼び出し

ディスパッチ禁止状態とディスパッチ許可状態の間の遷移は、dis_dsp, ena_dsp, ext_tsk サービスコールによってのみ発生します。

すでにディスパッチ禁止状態のときに再度本サービスコールを呼び出してもエラーにはなりません。キューイングは行いません。

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。

CPU ロック状態、非タスクコンテキストから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    dis_dsp();
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    dis_dsp
    :
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = ena_dsp();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
ena_dsp
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー (CPU ロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)

■ 機能説明

dis_dsp サービスコールによって設定されていたディスパッチ禁止状態を解除します。それにより、システムがタスク実行状態になった場合は、タスクのスケジューリングが行われます。

タスク実行状態から本サービスコールを呼び出してもエラーにはなりません、キューイングは行いません。

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態、非タスクコンテキストから呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    :
    ena_dsp();
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB task
task:
    :
    ena_dsp
    :
```

■ C 言語 API

```
BOOL state = sns_ctx();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

```
BOOL      state      TRUE:非タスクコンテキスト
                FALSE:タスクコンテキスト
                E_CTX: コンテキストエラー
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
sns_ctx
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

```
レジスタ名      サービスコール発行後の内容
R0              TRUE:非タスクコンテキスト
                FALSE:タスクコンテキスト
                E_CTX: コンテキストエラー
```

■ エラーコード

```
E_CTX          コンテキストエラー (カーネル管理外割り込みから呼び出された場合)
```

■ 機能説明

非タスクコンテキストから呼び出された場合に TRUE,タスクコンテキストから呼び出された場合に FALSE を返します。本サービスコールは,CPU ロック状態からも呼び出せます。

ただし,カーネル管理外割り込みから呼び出された場合は,エラーとなり,エラーコード E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    BOOL stat;
    :
    stat = sns_ctx();
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    sns_ctx
    :
```

■ C 言語 API

```
BOOL state = sns_loc();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

```

BOOL      state      TRUE:CPU ロック状態
                        FALSE:CPU ロック解除状態
E_CTX: コンテキストエラー

```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
sns_loc
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

```

レジスタ名      サービスコール発行後の内容
R0              TRUE:CPU ロック状態
                FALSE:CPU ロック解除状態
                E_CTX:コンテキストエラー

```

■ エラーコード

```
E_CTX          コンテキストエラー (カーネル管理外割り込みから呼び出された場合)
```

■ 機能説明

システムが CPU ロック状態の場合に TRUE、CPU ロック解除状態の場合に FALSE を返します。本サービスコールは、CPU ロック状態からも呼び出せます。

ただし、カーネル管理外割り込みから呼び出された場合は、エラーとなり、エラーコード E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```

#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    BOOL stat;
    :
    stat = sns_loc();
    :
}

```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```

.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    sns_loc
    :

```

■ C 言語 API

```
BOOL state = sns_dsp();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

```
BOOL      state      TRUE:ディスパッチ禁止状態
                        FALSE:ディスパッチ許可状態
                        E_CTX:コンテキストエラー
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
sns_dsp
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

```
レジスタ名   サービスコール発行後の内容
R0           TRUE:ディスパッチ禁止状態
              FALSE:ディスパッチ許可状態
              E_CTX:コンテキストエラー
```

■ エラーコード

```
E_CTX      コンテキストエラー(カーネル管理外割り込みから呼び出された場合)
```

■ 機能説明

システムがディスパッチ禁止状態の場合に TRUE,ディスパッチ許可状態の場合に FALSE を返します。
本サービスコールは,CPU ロック状態からも呼び出せます。
ただし,カーネル管理外割り込みから呼び出された場合は,エラーとなり,エラーコード E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    BOOL stat;
    :
    stat = sns_dsp();
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    sns_dsp
    :
```

■ C 言語 API

```
BOOL state = sns_dpn();
```

● パラメータ

なし

● リターンパラメータ

```
BOOL state
```

TRUE: ディスパッチ保留状態
FALSE: ディスパッチ保留状態ではない
E_CTX: コンテキストエラー

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
sns_dpn
```

● パラメータ

なし

● サービスコール発行後のレジスタ内容

```
レジスタ名 サービスコール発行後の内容
```

R0 TRUE: ディスパッチ保留状態
FALSE: ディスパッチ保留状態ではない
E_CTX: コンテキストエラー

■ エラーコード

```
E_CTX コンテキストエラー(カーネル管理外割り込みから呼び出された場合)
```

■ 機能説明

システムがディスパッチ保留状態の場合に TRUE, そうでない場合に FALSE を返します。具体的には, 以下の全ての条件が満足される場合に FALSE を返し, その他の場合には TRUE を返します。

- (1) ディスパッチ禁止状態でない
- (2) CPU ロック状態でない
- (3) タスクである

本サービスコールは, CPU ロック状態からも呼び出せません。システムがディスパッチ禁止状態の場合に TRUE, ディスパッチ許可状態の場合に FALSE を返します。

ただし, カーネル管理外割り込みから呼び出された場合は, エラーとなり, エラーコード E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    BOOL stat;
    :
    stat = sns_dpn();
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    sns_dpn
    :
```


vsys_dwn
ivsys_dwn

システムダウン
システムダウン(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
void vsys_dwn(W type, ER ercd, VW inf1, VW inf2);  
void ivsys_dwn(W type, ER ercd, VW inf1, VW inf2);
```

● パラメータ

W	type	エラー種別
ER	ercd	エラーコード
VW	inf1	システム異常情報1
VW	inf2	システム異常情報2

● リターンパラメータ

なし

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
vsys_dwn  
ivsys_dwn
```

● パラメータ

レジスタ名	vsys_dwn, ivsys_dwn 呼び出し時に設定すべき値
R7	エラー種別
R0	エラーコード
R3R1	システム異常情報1
R6R4	システム異常情報 2

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R7	エラー種別
R0	エラーコード
R3R1	システム異常情報1
R6R4	システム異常情報 2

■ エラーコード

なし

■ 機能説明

あらかじめ定義されたシステムダウンルーチンにジャンプします。type にはエラー種別として発生したエラーに対応した値(1~H'7fffffff)を設定してください。0 以下の値はシステム用に予約されています。引数は、指定レジスタに設定され、そのままシステムダウンのラベルにジャンプします。システムダウンルーチンは、割り込み禁止状態でジャンプします。ジャンプ先ラベルは__sys_dwn__です。本ルーチンは、テンプレートとしてスタートアップルーチンに定義されています。カーネル内で異常を検出した場合にも、システムダウンルーチンが呼び出されます。本サービスコールは、CPUロック状態、カーネル管理外割り込みからも呼び出せます。²⁹

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    vsys_dwn(1,1,1,1);
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
:
MOV.W    #1,R7
MOV.W    #1,R0
MOV.L    #1,R3R1
MOV.L    #1,R6R4
vsys_dwn
:
```

²⁹ 本サービスコールは、μITRON 4.0 仕様外の機能です。

5.15 割込管理機能

表 5.28 割り込み管理機能サービスコール一覧

項番	サービスコール	機能	呼び出し可能なシステム状態					
			T	N	E	D	U	L
1	ret_int	タスクの優先順位の回転		○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
 “[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
 “T”はタスクコンテキストから呼出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
 “E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
 “U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼出し可能

5.16 システム構成理機能

表 5.29 システム構成管理機能サービスコール一覧

項番	サービスコール		機能	呼び出し可能なシステム状態					
				T	N	E	D	U	L
1	ref_ver	[S]	バージョン情報の参照	○		○	○	○	
2	iref_ver				○	○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
 “[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
 “T”はタスクコンテキストから呼出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
 “E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
 “U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼出し可能

ref_ver
iref_ver

バージョン情報の参照
バージョン情報の参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = ref_ver( T_RVER *pk_rver );  
ER ercd = iref_ver( T_RVER *pk_rver );
```

● パラメータ

T_RVER *pk_rver バージョン情報を返すパケットへのポインタ

pk_rver の内容

```
typedef struct t_rver {  
    UH    maker    0    2    カーネルのメーカーコード  
    UH    prid     +2   2    カーネルの識別番号  
    UH    spver    +4   2    ITRON 仕様のバージョン番号  
    UH    prver    +6   2    カーネルのバージョン番号  
    UH    prno[4] +8   2    カーネル製品の管理情報  
} T_RVER;
```

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了(E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
ref_ver PK_VER  
iref_ver PK_VER
```

● パラメータ

PK_VER バージョン情報を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

A1 バージョン情報を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_CTX コンテキストエラー (CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

現在実行中のカーネルのバージョンに関する情報を読み出し、その結果を `pk_rver` の指す領域に返します。
`pk_rver` の指すパケットには、次の情報を返します。

- ◆ **maker**
株式会社ルネサステクノロジを示す H'0115 が返されます。
- ◆ **prid**
M3T-MR100 の内部識別 IDH'0014 が返されます。
- ◆ **spver**
μITRON 仕様書 Ver4.03.00 に準拠していることを示す H'5403 が返されます。
- ◆ **prver**
M3T-MR100 カーネルのバージョンを示す H'0101 が返されます。
- ◆ **prno**
 - `prno[0]`
拡張のための予約。
 - `prno[1]`
拡張のための予約。
 - `prno[2]`
拡張のための予約。
 - `prno[3]`
拡張のための予約。

本サービスコールは、タスクコンテキストからは、`ref_ver`、非タスクコンテキストからは、`iref_ver` を使用してください。
CPU ロック状態や、カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり、`E_CTX` を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RVER    pk_rver;
    ref_ver( &pk_rver );
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_refver:  .blkb  16
task:
:
PUSHM    A1
ref_ver #_refver
:
```

5.17 拡張機能(shortデータキュー)

表 5.30にデータキュー機能の仕様を示します。本機能は、データキューのデータを 16bitで扱います。本機能は、 μ ITRON 4.0 仕様の仕様外の機能です。

表 5.30 short データキュー機能の仕様

項番	項目	内容
1	short データキューID	1~255
2	short データキュー領域の容量 (データの個数)	0~16383
3	データサイズ	16 ビット
4	short データキュー属性	TA_TFIFO : 待ちタスクのキューイングは FIFO 順 TA_TPRI : 待ちタスクのキューイングは優先度順

表 5.31 short データキュー機能サービスコール一覧

項番	サービスコール	機能	呼び出し可能なシステム状態					
			T	N	E	D	U	L
1	vsnd_dtq	short データキューへの送信	○		○		○	
2	vpsnd_dtq	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
3	vipsnd_dtq			○	○	○	○	
4	vtsnd_dtq	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
5	vfsnd_dtq	short データキューへの強制送信	○		○	○	○	
6	vifsnd_dtq			○	○	○	○	
7	vrcv_dtq	short データキューからの受信	○		○		○	
8	vprcv_dtq	同上(ポーリング)	○		○	○	○	
9	viprcv_dtq				○	○	○	○
10	vtrev_dtq	同上(タイムアウト有)	○		○		○	
11	vref_dtq	short データキューの状態参照	○		○	○	○	
12	viref_dtq				○	○	○	○

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
“[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
“T”はタスクコンテキストから呼出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
“E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
“U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼出し可能

vsnd_dtq	short データキューへのデータ送信
vpsnd_dtq	short データキューへのデータ送信(ポーリング)
vipsnd_dtq	short データキューへのデータ送信(ポーリング,ハンドラ専用)
vtsnd_dtq	short データキューへのデータ送信(タイムアウト)
vfsnd_dtq	short データキューへのデータ強制送信
vifsnd_dtq	short データキューへのデータ強制送信(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = vsnd_dtq( ID vdtqid, H data );
ER ercd = vpsnd_dtq( ID vdtqid, H data );
ER ercd = vipsnd_dtq( ID vdtqid, H data );
ER ercd = vtsnd_dtq( ID vdtqid, H data, TMO tmout );
ER ercd = vfsnd_dtq( ID vdtqid, H data );
ER ercd = vifsnd_dtq( ID vdtqid, H data );
```

● パラメータ

ID	vdtqid	対象 short データキューID 番号
TMO	tmout	タイムアウト値(vtsnd_dtq の場合)
H	data	送信するデータ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
----	------	---------------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
vsnd_dtq          VDTQID, DTQDATA
visnd_dtq         VDTQID, DTQDATA
vpsnd_dtq         VDTQID, DTQDATA
vipsnd_dtq        VDTQID, DTQDATA
vtsnd_dtq         VDTQID, DTQDATA, TMO
vfsnd_dtq         VDTQID, DTQDATA
vifsnd_dtq        VDTQID, DTQDATA
```

● パラメータ

VDTQID	対象 short データキューID 番号
DTQDATA	送信するデータ
TMO	タイムアウト値(vtsnd_dtq の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

vsnd_dtq, vpsnd_dtq, vipsnd_dtq, vfsnd_dtq, vifsnd_dtq の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R1	データ
R2	対象 short データキューID 番号

vtsnd_dtq の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R1	データ
R2	対象 short データキュー ID 番号
R6R4	タイムアウト値

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗, またはタイムアウト
E_ILUSE	サービスコール不正使用 (dtqcnt が 0 の short データキューに対して vfsnd_dtq, vifsnd_dtq を発行)
EV_RST	short データキュー領域クリアによって待ち状態が解除された
E_ID	不正 ID 番号 (vdtqid <= 0, 最大 short データキュー数 < vdtqid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

vdtqid で示された short データキューに対して, data で示された符号付き 16bit のデータを送信します。対象 short データキューに受信待ちタスクが存在する場合は, short データキューにデータを格納せず, 受信待ち行列の先頭タスクにデータを送信し, そのタスクの受信待ち状態を解除します。

一方, 既にデータで一杯になった short データキューに対して, vsnd_dtq, vtsnd_dtq を発行した場合, これらのサービスコールを発行したタスクは, 実行状態からデータ送信待ち状態に移行し, short データキューの空きを待つ送信待ち行列につながれます。その際, vdtqid の short データキュー属性が TA_TFIFO の場合は, FIFO 順で待ち行列にタスクをつなぎ, TA_TPRI の場合は, 優先度順でタスクをつなぎます。vpsnd_dtq, vipsnd_dtq の場合は, 直ちにリターンし, エラー E_TMOUT を返します。

vtsnd_dtq サービスコールの場合は, tmout には, 待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は, (0x7FFFFFFF-タイムティック) 以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は, エラーになりエラーコード E_PAR を返します。tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は, タイムアウト値として 0 を指定したことを示し, vpsnd_dtq と同じ動作をします。また, tmout=TMO_FEVR(-1) にした場合は, 永久待ちの指定で, vsnd_dtq サービスコールと同じ動作をします。

受信待ちタスクがなく, short データキュー領域も一杯でない場合, 送信したデータは short データキューに格納されます。

vsnd_dtq, vtsnd_dtq サービスコール実行による待ち状態は, 以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に, vrcv_dtq, vtrev_dtq, vprev_dtq, viprev_dtq サービスコールが発行され, 待ち解除条件が満たされた場合**
この場合, エラーコードは, E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満たされないまま, tmout 経過し, 最初のタイムティックが発生した場合**
この場合, エラーコードは, E_TMOUT を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai, irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合, エラーコードは, E_RLWAI を返します。
- ◆ **他のタスクから発行した vrst_vdtq サービスコールによって待ち状態の対象となっている short データキューが初期化された場合**
この場合, エラーコードは, EV_RST を返します。

vfsnd_dtq, vifsnd_dtq の場合は, short データキューの先頭(最古)のデータを削除し, 送信データを short データキュー末尾に格納します。short データキュー領域がデータで一杯になっていない場合は, vsnd_dtq, vifsnd_dtq は, vsnd_dtq と同じ動作を行います。dtqcnt が 0 で受信待ちタスクが存在しない場合に vfsnd_dtq, vifsnd_dtq サービスコールを発行するとエラーコード E_ILUSE を返します。

タスクコンテキストにおいては, vsnd_dtq, vtsnd_dtq, vpsnd_dtq, vifsnd_dtq サービスコール, 非タスクコンテキストにおいては, vipsnd_dtq, vifsnd_dtq を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり, E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
H data[10];
void task(void)
{
    :
    if( vsnd_dtq( ID_dtq, data[0]) == E_RLWAI ){
        error("Forced released¥n");
    }
    :
    if( vpsnd_dtq( ID_dtq, data[1]) == E_TMOUT ){
        error("Timeout¥n");
    }
    :
    if( vtsnd_dtq( ID_dtq, data[2], 10 ) != E_TMOUT ){
        error("Timeout ¥n");
    }
    :
    if( vfsnd_dtq( ID_dtq, data[3]) != E_OK ){
        error("error¥n");
    }
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
_g_dtq: .WORD  1234H
task:
    :
    PUSH.W   R1
    PUSH.W   R2
    PUSHM    R6R4
    vtsnd_dtq #ID_DTQ1, _g_dtq, #100
    :
    PUSH.W   R1
    PUSH.W   R2
    vpsnd_dtq #ID_DTQ2, #0FFFFH
    :
    PUSH.W   R1
    PUSH.W   R2
    vfsnd_dtq #ID_DTQ3, #0ABCDH
    :
```

vrcv_dtq	short データキューからのデータ受信
vprcv_dtq	short データキューからのデータ受信(ポーリング)
viprcv_dtq	short データキューからのデータ受信(ポーリング,ハンドラ専用)
vtrcv_dtq	short データキューからのデータ受信(タイムアウト)

■ C 言語 API

```
ER ercd = vrcv_dtq( ID dtqid, H *p_data );
ER ercd = vprcv_dtq( ID dtqid, H *p_data );
ER ercd = viprcv_dtq( ID dtqid, H *p_data );
ER ercd = vtrcv_dtq( ID dtqid, H *p_data, TMO tmout );
```

● パラメータ

ID	vdtqid	対象 short データキューID 番号
TMO	tmout	タイムアウト値(vtrcv_dtq の場合)
H	*p_data	受信データを格納する領域先頭へのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)またはエラーコード
H	*p_data	受信データを格納する領域先頭へのポインタ

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
vrcv_dtq      VDTQID
vprcv_dtq    VDTQID
viprcv_dtq   VDTQID
vtrcv_dtq    VDTQID, TMO
```

● パラメータ

VDTQID	対象 short データキューID 番号
TMO	タイムアウト値(vtrcv_dtq の場合)

● サービスコール発行後のレジスタ内容

vrcv_dtq, vprcv_dtq, viprcv_dtq の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R1	受信データ
R2	対象 short データキューID 番号

vtrcv_dtq の場合

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R1	受信データ
R2	対象 short データキューID 番号
R6R4	タイムアウト値

■ エラーコード

E_RLWAI	待ち状態強制解除
E_TMOUT	ポーリング失敗,またはタイムアウト
E_ID	不正 ID 番号 (vdtqid <= 0, 最大 short データキュー数 < vdtqid)
E_CTX	コンテキストエラー (許可されていないシステム状態からの呼び出し)
E_PAR	パラメータエラー (tmout <= -2, 0x7FFFFFFF - TIC_NUME < tmout)

■ 機能説明

vdtqid で示された short データキューから,データを受信し,p_data の指す領域に格納します。対象 short データキューにデータが存在する場合は,その先頭の(最古の)データを受信します。この結果,short データキュー領域に空きが発生するため,送信待ち行列につながれているタスクは,その送信待ち状態が解除され,short データキュー領域へのデータを送信します。

short データキューにデータが存在せず,データ送信待ちタスクが存在する場合 (short データキュー領域の容量が 0 の場合),データ送信待ち行列先頭タスクのデータを受信します。この結果,そのデータ送信待ちタスクの待ち状態は解除されます。

一方,short データキュー領域にデータが格納されていない short データキューに対して,vrcv_dtq, vtrcv_dtq を発行した場合,これらのサービスコールを発行したタスクは,実行状態からデータ受信待ち状態に移行し,データ受信待ち行列につながれます。このとき,受信待ち行列へは,FIFO 順でつながれます。vprcv_dtq, viprcv_dtq の場合は,直ちにリターンし,エラーE_TMOUT を返します。

vtrcv_dtq サービスコールの場合は,tmout には,待ち時間を ms 単位で指定します。tmout に指定可能な値は,(0x7FFFFFFF-タイムティック)以内でなければいけません。これより大きな値を指定した場合は,エラーになりエラーコード E_PAR を返します。tmout に TMO_POL=0 を指定した場合は,タイムアウト値として 0 を指定したことを示し,vprcv_dtq と同じ動作をします。また,tmout=TMO_FEVR(-1)にした場合は,永久待ちの指定で,vrcv_dtq サービスコールと同じ動作をします。

vrcv_dtq, vtrcv_dtq サービスコール実行による待ち状態は,以下に示す場合に解除されます。

- ◆ **tmout の時間が経過する前に,vsnd_dtq, vtsnd_dtq, vpsnd_dtq, viprnd_dtq サービスコールが発行され,待ち解除条件が満たされた場合**
この場合,エラーコードは,E_OK を返します。
- ◆ **待ち解除条件が満たされないまま,tmout 経過し,最初のタイムティックが発生した場合**
この場合,エラーコードは,E_TMOUT を返します。
- ◆ **他のタスクおよびハンドラから発行した rel_wai,irel_wai サービスコールによって待ち状態が強制解除された場合**
この場合,エラーコードは,E_RLWAI を返します。

タスクコンテキストにおいては,vrcv_dtq, vtrcv_dtq, vprcv_dtq サービスコール,非タスクコンテキストにおいては,viprcv_dtq を使用してください。許可されていないシステム状態からサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    H data;
    :
    if( vrcv_dtq( ID_dtq, &data ) != E_RLWAI )
        error("forced wakeup¥n");
    :
    if( vprcv_dtq( ID_dtq, &data ) != E_TMOUT )
        error("Timeout¥n");
    :
    if( vtrcv_dtq( ID_dtq, &data, 10 ) != E_TMOUT )
        error("Timeout¥n");
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB      task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    PUSHM     R6R4
    vtrcv_dtq #ID_DTQ1, #TMO_POL
    :
    PUSH.W    R2
    vprcv_dtq #ID_DTQ2
    :
    PUSH.W    R2
    vrcv_dtq  #ID_DTQ2
    :
```

vref_dtq
viref_dtq

short データキューの状態参照
short データキューの状態参照(ハンドラ専用)

■ C 言語 API

```
ER ercd = vref_dtq( ID vdtqid, T_RDTQ *pk_rdtq );  
ER ercd = viref_dtq( ID vdtqid, T_RDTQ *pk_rdtq );
```

● パラメータ

ID	vdtqid	対象 short データキュー ID 番号
T_RDTQ	*pk_rdtq	short データキュー状態を返すパケットへのポインタ

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了 (E_OK) またはエラーコード
T_RDTQ	*pk_rdtq	short データキュー状態を返すパケットへのポインタ

pk_rdtq の内容

```
typedef struct t_rdtq{  
    ID      stskid   +0   2   送信待ちタスク ID  
    ID      wtskid   +2   2   受信待ちタスク ID  
    UINT    sdtqcnt  +4   4   short データキューに入っているデータ数  
} T_RDTQ;
```

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc  
vref_dtq VDTQID, PK_RDTQ  
viref_dtq VDTQID, PK_RDTQ
```

● パラメータ

VDTQID	対象 short データキュー ID 番号
PK_RDTQ	short データキュー状態を返すパケットへのポインタ

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
R0	エラーコード
R2	対象 short データキュー ID 番号
A1	short データキュー状態を返すパケットへのポインタ

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (vdtqid <= 0, 最大 short データキュー数 < vdtqid)
E_CTX	コンテキストエラー (CPU ロック状態, カーネル管理外割込みからの呼び出し)

■ 機能説明

vdtqid で示された short データキューの各種の状態を返します。

- ◆ **stskid**
stskid には送信待ち行列の先頭タスク(次に待ち行列から削除されるタスク)の ID 番号を返します。待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。
- ◆ **wtskid**
wtskid には受信待ち行列の先頭タスク(次に待ち行列から削除されるタスク)の ID 番号を返します。待ちタスクの無い場合は TSK_NONE を返します。
- ◆ **sdtqcnt**
sdtqcnt には,short データキュー領域に格納されているデータ個数を返します。

本サービスコールは,タスクコンテキストからは,ref_dtq,非タスクコンテキストからは,iref_dtq を使用してください。
CPU ロック状態や,カーネル管理外割込みから呼び出した場合はエラーとなり,E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task()
{
    T_RDTQ rdtq;
    ER ercd;
    :
    ercd = vref_dtq( ID_DTQ1, &rdtq );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
_refdtq:      .blkb 8
.GLB         task
task:
    :
    PUSH.W R2
    PUSH.L A1
    vref_dtq      #ID_DTQ1,#_refdtq
    :
```


5.18 拡張機能(リセット機能)

本機能は、オブジェクトの内容を初期化する機能です。本機能は、 μ ITRON 4.0 仕様の仕様外の機能です。

表 5.32 拡張機能機能(リセット機能)サービスコール一覧

項番	サービスコール	機能	呼び出し可能なシステム状態					
			T	N	E	D	U	L
1	vrst_dtq	データキューのリセット	○		○	○	○	
2	vrst_vdtq	short データキューのリセット	○		○	○	○	
3	vrst_mbx	メールボックスのリセット	○		○	○	○	
4	vrst_mpf	固定長メモリプールのリセット	○		○	○	○	
5	vrst_mpl	可変長メモリプールのリセット	○		○	○	○	
6	vrst_mbf	メッセージバッファのリセット	○		○	○	○	

【注】

- “[S]”はスタンダードプロファイルのサービスコールです。
 “[B]”はベーシックプロファイルのサービスコールです。
- “呼び出し可能なシステム状態”内のそれぞれの記号は、以下の意味です。
 “T”はタスクコンテキストから呼出し可能, “N”は非タスクコンテキストから呼出し可能
 “E”はディスパッチ許可状態から呼出し可能, “D”はディスパッチ禁止状態から呼出し可能
 “U”は CPU ロック解除状態から呼出し可能, “L”は CPU ロック状態から呼出し可能

■ C 言語 API

```
ER ercd = vrst_dtq( ID dtqid );
```

● パラメータ

ID dtqid 対象データキューID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了(E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
vrst_dtq DTQID
```

● パラメータ

DTQID 対象データキューID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象データキューID 番号

■ エラーコード

E_ID 不正 ID 番号

(dtqid <= 0, 最大データキュー数 < dtqid)

E_CTX コンテキストエラー (CPUロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)

■ 機能説明

dtqid で示されたデータキューに格納されているデータをクリアします。データキュー領域にさらに追加するエリアがなく、データ送信待ち行列にタスクがつながれている場合、データ送信待ち行列につながれているすべてのタスクの待ち状態を解除します。さらに解除されたタスクに対してエラーEV_RST が返されます。

また、データキューの定義個数がゼロ個の場合においても、データ送信待ち行列につながれているすべてのタスクの待ち状態を解除します。

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task1(void)
{
    :
    vrst_dtq( ID_dtq1 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB            task
task:
    :
    PUSH.W      R2
    vrst_dtq    #ID_DTQ1
    :
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = vrst_vdtq( ID vdtqid );
```

● パラメータ

ID vdtqid 対象 short データキューID

● リターンパラメータ

ER Ercd 正常終了(E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
vrst_vdtq VDTQID
```

● パラメータ

VDTQID 対象 short データキューID

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象 short データキューID

■ エラーコード

E_ID 不正 ID 番号
 (vdtqid <= 0, 最大 short データキュー数 < vdtqid)
 E_CTX コンテキストエラー (CPU ロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)

■ 機能説明

vdtqid で示された short データキューに格納されているデータをクリアします。short データキュー領域にさらに追加するエリアがなく、データ送信待ち行列にタスクがつながれている場合、データ送信待ち行列につながれているすべてのタスクの待ち状態を解除します。さらに解除されたタスクに対してエラーEV_RST が返されます。また、short データキューの定義個数がゼロ個の場合においても、データ送信待ち行列につながれているすべてのタスクの待ち状態を解除します。

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task1(void)
{
    :
    vrst_vdtq( ID_vdtq1 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB        task
task:
    :
    PUSH.W    R2
    vrst_vdtq #ID_VDTQ1
    :
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = vrst_mbx( ID mbxid );
```

● パラメータ

ID mbxid 対象メールボックス ID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了 (E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
vrst_mbx MBXID
```

● パラメータ

MBXID 対象メールボックス ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象メールボックス ID 番号

■ エラーコード

E_ID 不正 ID 番号
 (mbxid <= 0, 最大メールボックス数 < mbxid)

E_CTX コンテキストエラー (CPU ロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)

■ 機能説明

mbxid で示されたメールボックスに格納されているメッセージをクリアします。

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 C 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task1(void)
{
    :
    vrst_mbx( ID_mbx1 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB            task
task:
    :
    PUSH.W       R2
    vrst_mbx     #ID_MBX1
    :
```


■ C 言語 API

```
ER ercd = vrst_mpl( ID mplid );
```

● パラメータ

ID	mplid	対象可変長メモリプール ID 番号
----	-------	-------------------

● リターンパラメータ

ER	ercd	正常終了(E_OK)
----	------	------------

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
vrst_mpl MPLID
```

● パラメータ

MPLID	対象可変長メモリプール ID 番号
-------	-------------------

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名	サービスコール発行後の内容
-------	---------------

R0	エラーコード
----	--------

R2	対象可変長メモリプール ID 番号
----	-------------------

■ エラーコード

E_ID	不正 ID 番号 (mplid <= 0, 最大可変長メモリプール数 < mplid)
E_CTX	コンテキストエラー (CPU ロック状態, 非タスクコンテキストからの呼び出し)

■ 機能説明

mplid で示された可変長メモリプールを初期状態にします。

本サービスコールは、タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や、非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり、E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task1(void)
{
    :
    vrst_mpl( ID_mpl1 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB task
task:
    :
    PUSH.W R2
    vrst_mpl #ID_MPL1
    :
```

■ C 言語 API

```
ER ercd = vrst_mbf( ID mbfid );
```

● パラメータ

ID mbfid 対象メッセージバッファ ID 番号

● リターンパラメータ

ER ercd 正常終了(E_OK)

■ アセンブリ言語 API

```
.include mr100.inc
vrst_mbf MBFID
```

● パラメータ

MBFID 対象メッセージバッファ ID 番号

● サービスコール発行後のレジスタ内容

レジスタ名 サービスコール発行後の内容

R0 エラーコード

R2 対象メッセージバッファ ID 番号

■ エラーコード

E_ID 不正 ID 番号

(mbfid <= 0, 最大メッセージバッファ数 < mbfid)

E_CTX コンテキストエラー (CPU ロック状態や, 非タスクコンテキストからの呼び出し)

■ 機能説明

mbfid で示されたメッセージバッファを初期状態にします。送信待ち, 受信待ち行列にタスクが繋がれている場合, 待ち行列につながれているすべてのタスクの待ち状態を解除します。さらに解除されたタスクに対してエラー EV_RST が返されます。

本サービスコールは, タスクコンテキストにおいてのみ使用可能です。CPU ロック状態や, 非タスクコンテキストからサービスコールを呼び出した場合はエラーとなり, E_CTX を返します。

■ 使用例

《 c 言語の使用例 》

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
void task1(void)
{
    :
    vrst_mbf( ID_mpf1 );
    :
}
```

《 アセンブリ言語の使用例 》

```
.include mr100.inc
.GLB            task
task:
    :
    PUSH.W        R2
    vrst_mbf      #ID_MPF1
    :
```

6. アプリケーション作成手順概要

6.1 概要

MR100 のアプリケーションプログラムは一般的に以下に示す手順で開発します。

1. プロジェクトの生成

HEW を使用する場合は,HEW 上で MR100 を使用したプロジェクトを新規に作成します。

2. アプリケーションプログラムのコーディング

C 言語もしくはアセンブリ言語を用いてアプリケーションプログラムをコーディングします。必要があればサンプルのスタートアッププログラム(`crt0mr.a30`),セクション定義ファイル(`c_sec.inc` もしくは `asm_sec.inc`)を修正してください。

3. コンフィギュレーションファイル作成

タスクのエントリーアドレスやスタックサイズなどを定義したコンフィギュレーションファイルをエディタなどで作成します。GUI コンフィギュレータを用いてコンフィギュレーションファイルを作成することも出来ます。

4. コンフィギュレータ実行

コンフィギュレーションファイルからシステムデータ定義ファイル (`sys_rom.inc,sys_ram.inc`),インクルードファイル (`mr100.inc,kernel_id.h`)を作成します。

5. システム生成

`make` コマンドもしくは HEW 上でビルドを実行してシステムを生成します。

6. ROM 書き込み

作成された ROM 書き込み形式ファイルにより,ROM に書き込みます。もしくはデバッガに読み込ませてデバッグを行います。

図 6.1にシステム生成の詳細フローを示します。

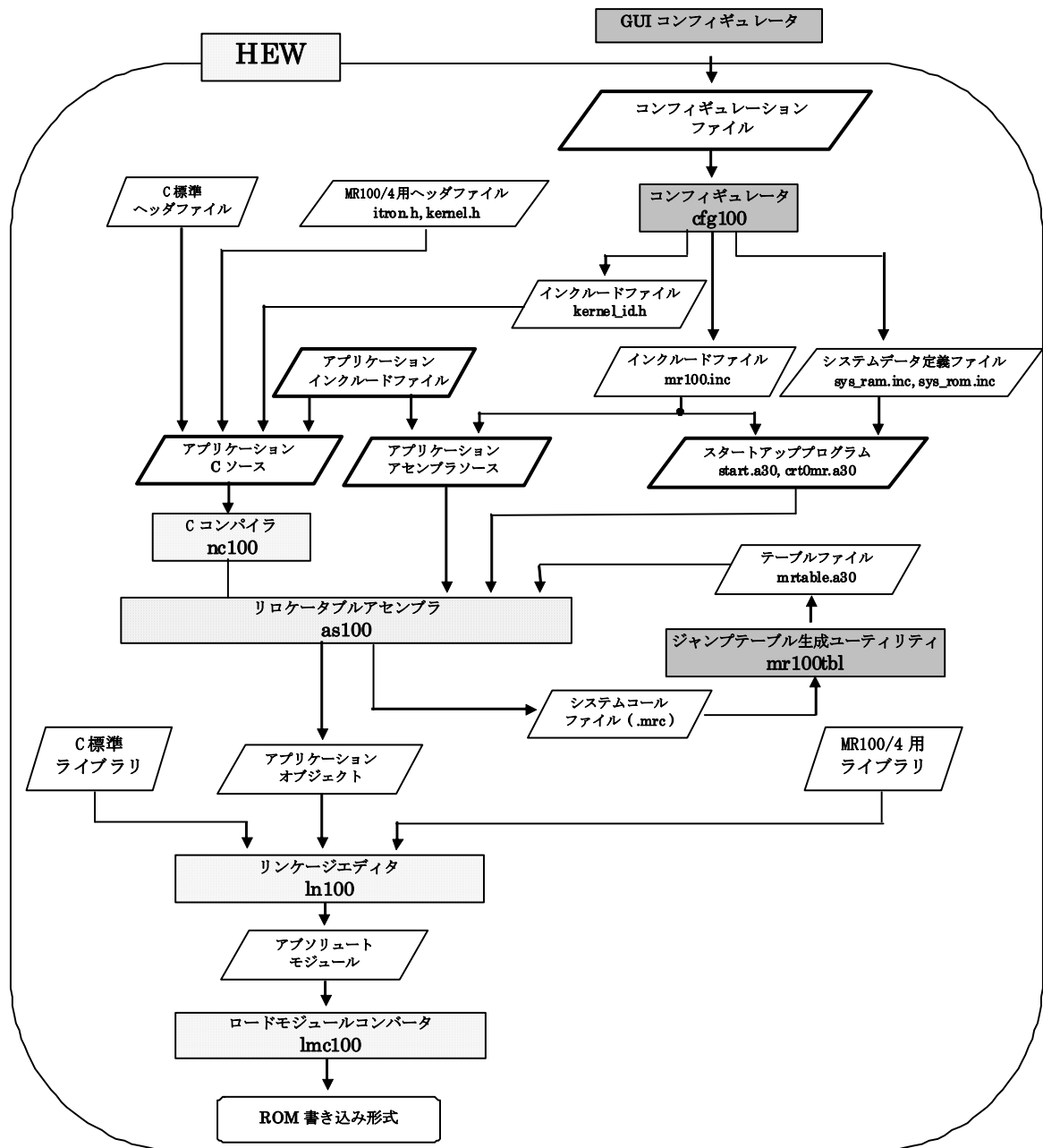


図 6.1 MR100 システム生成フロー

6.2 開発手順例

この節では MR100 のアプリケーション例をもとに開発手順の概要について説明します。

6.2.1 アプリケーションプログラムのコーディング

図 6.2にレーザービームプリンタの動作をシミュレーションするプログラムを示します。このレーザービームプリンタのシミュレーションプログラムを記述したファイルの名前を"lbp.c"とします。このプログラムは以下の3つのタスクと1つの割り込みハンドラから構成されます。

- メインタスク
- イメージ展開タスク
- プリンタエンジンタスク
- セントロニクスインターフェース割り込みハンドラ

このプログラムでは MR100 ライブラリのなかの以下の機能を利用します。

- `sta_tsk()`
タスク起動をおこないます。引き数は起動すべきタスクを選択するための ID 番号を与えます。ID 番号はコンフィギュレータの生成するファイル"kernel_id.h"をインクルードすることにより名前 (文字列)でタスクを指定することができます。
- `wai_flg()`
イベントフラグが立つまで待ちます。この例ではセントロニクスインターフェースから1ページ分データがバッファに溜まるのを待つために使用しています。
- `wup_tsk()`
指定タスクを待ち状態から起床します。プリンタエンジンタスクを起動するために使用しています。
- `slp_tsk()`
タスクを実行状態から待ち状態にします。この例ではプリンタエンジンタスクをイメージ展開待ちにするため使用しています。
- `iset_flg()`
イベントフラグを立てます。この例では、1ページ分のデータ入力完了をイメージ展開タスクに知らせるために使用しています。

```

1  #include <itron.h>
2  #include <kernel.h>
3  #include "kernel_id.h"
4
5
6  void main() /* main task */
7  {
8  printf("LBP シミュレーション開始\n");
9  sta_tsk(ID_idle,1); /* アイドルタスク起動 */
10 sta_tsk(ID_image,1); /* イメージ展開タスク起動 */
11 sta_tsk(ID_printer,1); /* プリンタエンジンタスク起動 */
12 }
13 void image() /* イメージ展開タスク */
14 {
15 while(1){
16     wai_flg(ID_pagein,waiptn,TWF_ANDW, &flgpntn);/* 1ページ入力待ち */
17
18     printf("ビットマップ展開処理\n");
19     wup_tsk(ID_printer); /* プリンタエンジンタスク起床 */
20 }
21 }
22 void printer() /* プリンタエンジンタスク */
23 {
24 while(1){
25     slp_tsk();
26     printf("プリンタエンジン動作\n");
27 }
28 }
29 void sent_in() /* セントロニクスインターフェースハンドラ */
30 {
31
32
33 /* セントロニクスインターフェースからの入力処理 */
34 if ( /* 1ページ入力完了 */ )
35     iset_flg(ID_pagein,setptn);
36 }

```

図 6.2 アプリケーションプログラム例

6.2.2 コンフィギュレーションファイル作成

タスクのエントリーアドレスやスタックサイズなどを定義したコンフィギュレーションファイルを作成します。GUI コンフィギュレータを使用することによってコンフィギュレーションファイルを作成することもできます。

図 4.3 にレーザービームプリンタシミュレーションプログラムのコンフィギュレーションファイル (ファイル名 "lbp.cfg") を示します。

```
1 // System Definition
2 system{
3     stack_size           = 1024;
4     priority             = 5;
5     system_IPL           = 4;
6     tick_num             = 10;
7 };
8 //System Clock Definition
9 clock{
10    mpu_clock             = 20MHz;
11    timer                 = A0;
12    IPL                   = 4;
13 };
14 //Task Definition
15 task[1]{
16    name                   = ID_main;
17    entry_address          = main();
18    stack_size             = 512;
19    priority               = 1;
20    initial_start         = ON;
21 };
22 task[2]{
23    name                   = ID_image;
24    entry_address          = image();
25    stack_size             = 512;
26    priority               = 2;
27 };
28 task[3]{
29    name                   = ID_printer;
30    entry_address          = printer();
31    stack_size             = 512;
32    priority               = 4;
33 };
34 task[4]{
35    name                   = ID_idle;
36    entry_address          = idle();
37    stack_size             = 256;
38    priority               = 5;
39 };
40 //Eventflag Definition
41 flag[1]{
42    name                   = pagein;
43 };
44 //Interrupt Vector Definition
45 interrupt_vector[0x23]{
46    os_int                 = YES;
47    entry_address          = sent_in();
48 };
```

図 6.3 コンフィギュレーションファイル例

6.2.3 コンフィギュレータ実行

HEWを使用する場合は、「すべてをビルド」を選択することにより、「6.2.3 コンフィギュレータ実行」「6.2.4 システム生成」の手順を実施することが出来ます。

コンフィギュレータ `cfg100` を実行して、コンフィギュレーションファイルからシステムデータ定義ファイル (`sys_rom.inc`, `sys_ram.inc`)、アイコンフィギュレータ `cfg100` を実行して、コンフィギュレーションファイルからシステムデータ定義ファイル (`sys_rom.inc`, `sys_ram.inc`)、インクルードファイル (`mr100.inc`, `kernel_id.h`) およびシステム生成手順記述ファイル (`makefile`) を作成します。

```
C> cfg100 -v lbp.cfg

MR100 system configurator V.1.00.18
Copyright 2003,2005 RENESAS TECHNOLOGY CORPORATION
AND RENESAS SOLUTIONS CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED.
MR100 version ==> V.1.01 Release 00

C>
```

図 6.4 コンフィギュレータ実行

6.2.4 システム生成

`make` コマンド を実行してシステムを生成します。

```
C> make -f makefile
as100 -F -Dtest=1 crt0mr.a30
nc100 -c task.c
ln100 @ln100.sub

C>
```

図 6.5 システム生成

6.2.5 ROM書き込み

ロードモジュールコンバータ `lmc30` により、アブソリュートモジュールファイルを ROM 書き込み形式に変換し、ROM に書き込みます。もしくは、デバッガに読み込ませてデバッグを行います。

7. アプリケーション作成手順詳細

7.1 C言語によるコーディング方法

本節では、C 言語を用いてアプリケーションプログラムを記述する方法について述べます。

7.1.1 タスクの記述方法

C 言語を用いてタスクを記述する場合、以下の項目に注意してください。

1. タスクは関数として記述します。

タスクを MR100 に登録するにはコンフィギュレーションファイルに関数名を記述します。例えば関数名 "task()" をタスク ID 番号3で登録するには以下のようにおこないます。

```
task[3]{
    name           = ID_task;
    entry_address  = task();
    stack_size     = 100;
    priority       = 3;
};
```

2. ファイル先頭で必ずシステムディレクトリのなかの "itron.h","kernel.h" とカレントディレクトリ内の "kernel_id.h" をインクルードしてください。すなわちファイルの先頭で以下の3行を必ず記述してください。

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
```

3. タスク開始関数の戻り値はありません。したがって、**void** 型で宣言してください。
4. スタティック宣言をおこなった関数はタスクとして登録できません。
5. タスク開始関数の出口で **ext_tsk()**を記述する必要はありません。³¹ タスク開始関数から呼び出した関数でタスクを終了する場合は、**ext_tsk()**を記述してください。
6. タスクの開始関数を無限ループで記述することも可能です。

³¹ MR100 では、**#pragma TASK** 宣言を行うことで、自動的に **ext_tsk()**で終了します。関数の途中で **return** 文により戻る場合も同様に **ext_tsk()**で終了処理をおこないます。

```

#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"

void task(VP_INT stacd)
{
    /* 処理 */
}

```

図 7.1 C 言語で記述したタスクの例

```

#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"

void task(VP_INT stacd)
{
    for(;;){
        /* 処理 */
    }
}

```

図 7.2 C 言語で記述した無限ループタスクの例

7. タスクを指定する場合はコンフィギュレーションファイルのタスク定義の項目"name"に記述した文字列で指定してください。³²

```
wup_tsk(ID_main);
```

8. イベントフラグ,セマフォ,メールボックスを指定する場合は,コンフィギュレーションファイルで定義したそれぞれの名前の文字列で指定してください。

例えば,コンフィギュレーションファイルで以下のようにイベントフラグを定義した場合は,

```

flag[1]{
    name    = ID_abc;
};

```

このイベントフラグを指定するには以下のようにおこなってください。

```
set_flg(ID_abc, (FLGPTN) setptn);
```

9. 周期ハンドラ,アラームハンドラを指定する場合は,コンフィギュレーションファイルのアラームハンドラもしくは周期ハンドラ定義の項目"name"に記述した文字列で指定してください。

```
sta_cyc(ID_cyc);
```

³² コンフィギュレータがタスクの ID 番号をタスクを指定するための文字列に変換するためのファイル"kernel_id.h"を生成します。すなわち,タスク定義の項目"name"に指定した文字列をそのタスクの ID 番号に変換するための#define 宣言を"kernel_id.h"で行います。周期ハンドラ,アラームハンドラも同様です。

10. タスクを `ter_tsk()` サービスコールなどで終了した後で `sta_tsk()` サービスコールなどで再起動した場合は、タスク自身は初期状態³³から開始しますが 外部変数,スタティック変数はタスクの開始にともなう初期化はされません。外部変数,スタティック変数の初期化はMR100 が立ち上がる前に起動されるスタートアッププログラム (`crt0mr.a30,start.a30`) でのみおこないます。
11. MR100 システム起動時に起動されるタスクは,コンフィギュレーションファイルで設定します。
12. 変数の記憶クラスについて

C言語の変数はMR100 から見て表 7.1に示す扱いになります。

表 7.1 C 言語における変数の扱い

変数の記憶クラス	扱い
グローバル変数	すべてのタスクの共有変数
関数外のスタティック変数	同一ファイル内のタスクの共有変数
オート変数 レジスタ変数 関数内のスタティック変数	タスク固有の変数

³³ タスクの開始関数から初期優先度でなおかつ起床カウントがクリアされた状態で開始します。

7.1.2 カーネル管理割り込みハンドラの記述方法

C 言語を用いてカーネル管理割り込みハンドラを記述する場合、以下の点に注意してください。

1. カーネル管理割り込みハンドラは関数として記述します。
2. 割り込みハンドラ開始関数の戻り値および引き数は、必ず `void` 型で宣言してください。
3. ファイル先頭で必ずシステムディレクトリのなかの `"itron.h"`、`"kernel.h"` とカレントディレクトリ内の `"kernel_id.h"` をインクルードしてください。すなわちファイルの先頭で以下の3行を必ず記述してください。

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
```

4. 関数の最後に `ret_int` サービスコールは記述しないで下さい。また、割り込みハンドラ関数から呼び出した関数のなかで割り込みハンドラを終了することはできません。
5. スタティック宣言をおこなった関数は割り込みハンドラとしては登録できません。

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"

void inthand(void)
{
    /* 処理 */

    iwup_tsk(ID_main);
}
```

図 7.3 カーネル管理割り込みハンドラの例

7.1.3 カーネル管理外割り込みハンドラの記述方法

C 言語を用いてカーネル管理外割り込みハンドラを記述する場合,以下の点に注意してください。

1. 割り込みハンドラ開始関数の戻り値および引き数は,必ず **void** 型で宣言してください。
2. カーネル管理外割り込みハンドラからは,サービスコールは発行できません。
(注)サービスコールを発行した場合は不正動作をするので十分注意して下さい。
3. スタティック宣言をおこなった関数は割り込みハンドラとしては登録できません。
4. カーネル管理外割り込みハンドラの中で多重割り込みを許可する場合は,必ず,カーネル管理外割り込みハンドラの割り込み優先レベルを,他のカーネル管理割り込みハンドラの割り込み優先レベルより高くしてください。³⁴

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"

void inthand(void)
{
    /* 処理 */
}
```

図 7.4 カーネル管理外割り込みハンドラの例

³⁴ カーネル管理外割り込みハンドラの割り込みレベル優先レベルを,カーネル管理割り込みハンドラの割り込み優先レベルより低くしたい場合は,カーネル管理外割り込みハンドラをカーネル管理割り込みハンドラの記述に変更してください。

7.1.4 周期ハンドラ,アラームハンドラの記述方法

C 言語を用いて周期ハンドラおよびアラームハンドラを記述する場合,以下の点に注意してください。

1. 周期ハンドラおよびアラームハンドラは関数として記述します。³⁵
2. 関数の引数を VP_INT 型,戻り値は void 型で宣言してください。
3. ファイル先頭で必ずシステムディレクトリのなかの "itron.h","kernel.h" とカレントディレクトリ内の "kernel_id.h" をインクルードしてください。すなわちファイルの先頭で以下の3行を必ず記述してください。スタティック宣言をおこなった関数は周期ハンドラおよびアラームハンドラとしては登録できません。

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"
```

4. 周期ハンドラおよびアラームハンドラはシステムクロックの割り込みハンドラからサブルーチン呼び出しにより起動されます。

```
#include <itron.h>
#include <kernel.h>
#include "kernel_id.h"

void cychand(VP_INT inf)
{
    /* 処理 */
}
```

図 7.5 C 言語で記述した周期ハンドラの例

³⁵ ハンドラと関数名との対応は,コンフィギュレーションファイルにより行います。

7.2 アセンブリ言語によるコーディング方法

本節では、アセンブリ言語を用いてアプリケーションを記述する方法について述べます。

7.2.1 タスクの記述方法

アセンブリ言語を用いてタスクを記述する場合、以下の項目に注意してください。

1. ファイルの先頭で必ず "mr100.inc"をインクルードしてください。
2. タスクの開始アドレスを示すシンボルは外部シンボル宣言³⁶をおこなってください。
3. タスクは無限ループか `ext_tsk` サービスコールで終了してください。

```
.INCLUDE mr100.inc      ----- (1)
.GLB      task          ----- (2)

task:
        ; 処理
        jmp      task          ----- (3)
```

図 7.6 アセンブリ言語で記述した無限ループタスクの例

```
.INCLUDE mr100.inc
.GLB      task

task:
        ; 処理
        ext_tsk
```

図 7.7 アセンブリ言語で記述した `ext_tsk` で終了するタスクの例

4. タスク起動時のレジスタの初期値は、`R0,PC,SB,FLG` レジスタ以外は不定です。
5. タスクを指定する場合はコンフィギュレーションファイルのタスク定義の項目 "name" に記述した文字列で指定してください

```
wup_tsk #ID_task
```

6. イベントフラグ、セマフォ、メールボックスを指定する場合は、コンフィギュレーションファイルで定義したそれぞれの名前の文字列で指定してください。

例えば、コンフィギュレーションファイルで以下のようにセマフォを定義した場合、

```
semaphore [1] {
        name          = ID_abc;
};
```

このセマフォを指定するには以下のようにおこなってください。

```
sig_sem #ID_abc
```

7. 周期ハンドラ、アラームハンドラを指定する場合は、コンフィギュレーションファイルのアラームハンドラもしくは周期ハンドラ定義の項目 "name" に記述した文字列で指定してください。

```
sta_cyc #ID_cyc
```

³⁶ .GLB 指示命令を使用してください。

8. **MR100** システム起動時に起動されるタスクは,コンフィギュレーションファイルで設定します。

7.2.2 カーネル管理割り込みハンドラの記述方法

アセンブリ言語を用いてカーネル管理割り込みハンドラを記述する場合、以下の項目に注意してください。

1. ファイルの先頭で必ず"**mr100.inc**"をインクルードしてください。
2. 割り込みハンドラの開始アドレスを示すシンボルは外部宣言 (グローバル宣言) をおこなってください。
3. ハンドラ内で使用するレジスタは、ハンドラの入口でセーブし、使用後復帰して下さい。
4. **ret_int** サービスコールにて復帰してください。また、割り込みハンドラ関数から呼び出した関数のなかで割り込みハンドラを終了することはできません。

```
.INCLUDE mr100.inc          ----- (1)
.GLB inth                  ----- (2)

inth:
; 使用レジスタ退避          ----- (3)
iwup_tsk #ID_task1
:
処 理
:

; 使用レジスタ復帰          ----- (3)
ret_int                    ----- (4)
```

図 7.8 カーネル管理割り込みハンドラの例

7.2.3 カーネル管理外割り込みハンドラの記述方法

アセンブリ言語を用いてカーネル管理外割り込みハンドラを記述する場合,以下の項目に注意してください。

1. 割り込みハンドラの開始アドレスを示すシンボルは外部宣言 (グローバル宣言) して下さい。
2. ハンドラ内で使用するレジスタは入り口でセーブし,使用後復帰して下さい。
3. **REIT** 命令で終了して下さい。
4. カーネル管理外割り込みハンドラからは,サービスコールは発行できません。

(注)サービスコールを発行した場合は不正動作をするので十分注意して下さい。

5. カーネル管理外割り込みハンドラ内で多重割り込みを許可する場合は,カーネル管理外割り込みハンドラの割り込み優先レベルは,他のカーネル管理割り込みハンドラの割り込み優先レベルより必ず高くして下さい。

```
.GLB    inthand    ----- (1)

inthand:
; 使用レジスタ退避    ----- (2)
; 割り込み処理
; 使用レジスタ復帰    ----- (2)
    REIT            ----- (3)
```

図 7.9 カーネル管理外割り込みハンドラの例

7.2.4 周期ハンドラ,アラームハンドラの記述方法

アセンブリ言語を用いて周期ハンドラおよびアラームハンドラを記述する場合,以下の点に注意してください。

1. ファイルの先頭で必ず"**mr100.inc**"をインクルードしてください。
2. ハンドラの開始アドレスを示すシンボルは外部宣言 (グローバル宣言) をおこなってください。
3. 周期ハンドラ,アラームハンドラは全て **RTS 命令** (サブルーチンリターン命令) にて復帰してください。

```
.INCLUDE      mr100.inc      ----- (1)
.GLB         cychand       ----- (2)

cychand:
:
; ハンドラ処理
:
rts          ----- (3)
```

図 7.10 アセンブリ言語で記述したハンドラの例

7.3 システムダウンルーチン

7.3.1 概要

システムダウンルーチンは、システムダウン時に呼び出されるルーチンです。以下のような事象が発生すると、システムダウンとなります。

- 未定義割込みの発生
- vsys_dwn, ivsys_dwn サービスコールの発行
- 非タスクコンテキストからの ext_tsk の呼び出し
- タスクコンテキストからの ret_int の呼び出し

7.3.2 システムダウンルーチンの記述方法

スタートアップルーチンの 234 行目から 241 行目に記述されているシステムダウンルーチンのサンプルを元に以下のルールを守って修正してください。

- (1) システムダウンルーチンの開始関数名は "__sys_dwn__" に決められています。
- (2) システムダウンルーチンでは、サービスコールを呼び出してはなりません。
- (3) システムダウンルーチンの開始関数からリターンしてはなりません。
- (4) システムダウンルーチンに渡される引数は 表 7.2 システムダウンルーチンに渡される引数 を参照してください。

```
=====
; System Down Loop (template)
;-----
        .GLB      __sys_dwn__
__sys_dwn__:
; ; JMP.B      __SYS_INITIAL      ; Re start
        NOP
        JMP.B      __sys_dwn__
```

図 7.11 システムダウンルーチンサンプル

表 7.2 システムダウンルーチンに渡される引数

No.	引数	レジスタ	解説
1	type	R7	エラー種別 (1) ret_int でのエラー : -1 (2) ext_tsk でのエラー : -2 (3) vsys_dwn, ivsys_dwn の呼び出し : 正の値を使用してください。
2	ercd	R2	エラーコード (1) ret_int でのエラー : E_CTX (2) ext_tsk でのエラー : E_CTX (3) vsys_dwn, ivsys_dwn の呼び出し : ユーザ任意
3	inf1	R3R1	システム異常情報 1 (1) ret_int でのエラー : 不定 (2) ext_tsk でのエラー : 不定 (3) vsys_dwn, ivsys_dwn の呼び出し : ユーザ任意
4	inf2	R6R4	システム異常情報 2 (1) ret_int でのエラー : 不定 (2) ext_tsk でのエラー : 不定 (3) vsys_dwn, ivsys_dwn の呼び出し : ユーザ任意

7.4 MR100 スタートアッププログラムの修正方法

MR100 には、以下に示す 2 種類のスタートアッププログラムが用意されています。

- `start.a30`
アセンブリ言語を使って、プログラムを作成した時に使用するスタートアッププログラムです。
- `crt0mr.a30`
C 言語を使って、プログラムを作成した時に使用するスタートアッププログラムです。
"start.a30"に C 言語の初期化ルーチンを追加したものです。

スタートアッププログラムは以下のようなことを行っています。

- リセット後のプロセッサの初期化
- C 言語の変数の初期化 (`crt0mr.a30` のみ)
- システムタイマの設定
- MR100 のデータ領域の初期化

このスタートアッププログラムは、環境変数 "LIB100"の示すディレクトリからカレントディレクトリへコピーして下さい。
なお、必要があれば以下の示す箇所を修正、あるいは追加して下さい。

- プロセッサモードレジスタの設定
プロセッサモードレジスタに、システムに合わせたプロセッサモードを設定して下さい。(`crt0mr.a30` の 57-59 行目)
- ユーザで必要な初期化プログラムの追加
ユーザに必要な初期化プログラムを追加する場合は、C 言語用スタートアッププログラム (`crt0mr.a30`)の 147 行目に追加して下さい。
- 標準入出力関数を使用する場合は `crt0mr.a30` の 145~146 行目をコメントにしてください。

7.4.1 C言語用スタートアッププログラム (crt0mr.a30)

```
1 ; *****
2 ;
3 ; MR100/4 start up program for C language
4 ; COPYRIGHT(C) 2007,2009 RENESAS TECHNOLOGY CORPORATION
5 ; AND RENESAS SOLUTIONS CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
6 ;
7 ; *****
8 ; "$Id: crt0mr.a30 1052 2009-04-02 02:00:05Z inui $"
9 ;*A1* 2005-02-28 for ES
10 ;*G0* 2006-06-15 for MR100/4
11 ;*V11* 2007-04-25 For NewAPI mutex & message buffer
12 ;
13     .LIST    OFF
14     .INCLUDE    c_sec.inc
15     .INCLUDE    mr100.inc
16     .INCLUDE    sys_rom.inc
17     .INCLUDE    sys_ram.inc
18     .LIST    ON
19
20     .GLB    __SYS_INITIAL
21     .GLB    __END_INIT
22     .GLB    __init_sys, __init_tsk
23
24 regoffset    .EQU    0
25
26 ;-----
27 ; SBDATA area definition
28 ;-----
29     .GLB    __SB__
30     .SB    __SB__
31
32 ;=====
33 ; Initialize Macro declaration
34 ;-----
35 BZERO    .macro    TOP_,SECT_
36     XOR.B    R0L,R0L
37     mov.l    #TOP_,A1
38     mov.l    #sizeof SECT_,R7R5
39     sstr.b
40     .endm
41 BCOPY    .macro    FROM_,TO_,SECT_
42     mov.l    #FROM_,A0
43     mov.l    #TO_,A1
44     mov.l    #sizeof SECT_,R7R5
45     smovf.b
46     .endm
47 ;=====
48 ; Interrupt section start
49 ;-----
50     .SECTION    MR_KERNEL, CODE, ALIGN
51
52
53 ;-----
54 ; after reset, this program will start
55 ;-----
56 __SYS_INITIAL:
57     LDC    #__Sys_Sp,ISP    ; set initial ISP
58
59 ;     MOV.B    #2,0AH
60 ;     MOV.B    #00,PMOD    ; Set Processor Mode Register
61 ;     MOV.B    #0,0AH    ;
62     LDC    #00000010H,FLG
63     LDC    #__SB__,SB
64     LDC    #00000000H,FLG
65     LDC    #__Sys_Sp,FB
66     LDC    #__SB__,SB
67
68 ;=====
69 ; MR_RAM zero clear
70 ;-----
71     BZERO    MR_RAM_top,MR_RAM
72
73 ;=====
74 ; NEAR area initialize.
75 ; FAR area initialize.
76 ;-----
77 ; bss zero clear
78 ;-----
```

```

79 ;-----;
80 ; zero clear BSS ;
81 ;-----;
82 BZERO      bss_SB8_top, bss_SB8
83 ; BZERO      bss_SB16_top, bss_SB16
84 BZERO      bss_NEAR_top, bss_NEAR
85 BZERO      bss_FAR_top, bss_FAR
86 BZERO      bss_EXT_top, bss_EXT
87 BZERO      bss_MON1_top, bss_MON1
88 BZERO      bss_MON2_top, bss_MON2
89 BZERO      bss_MON3_top, bss_MON3
90 BZERO      bss_MON4_top, bss_MON4
91
92 ;-----;
93 ; initialize data section
94 ;-----;
95 ;-----;
96 ; initialize DATA ;
97 ;-----;
98 BCOPY      data_SB8_INIT_top, data_SB8_top, data_SB8
99 ; BCOPY      data_SB16_INIT_top, data_SB16_top, data_SB16
100 BCOPY     data_NEAR_INIT_top, data_NEAR_top, data_NEAR
101 BCOPY     data_FAR_INIT_top, data_FAR_top, data_FAR
102 BCOPY     data_EXT_INIT_top, data_EXT_top, data_EXT
103 BCOPY     data_MON1_INIT_top, data_MON1_top, data_MON1
104 BCOPY     data_MON2_INIT_top, data_MON2_top, data_MON2
105 BCOPY     data_MON3_INIT_top, data_MON3_top, data_MON3
106 BCOPY     data_MON4_INIT_top, data_MON4_top, data_MON4
107
108
109 ;-----;
110 ; Set System IPL and Set Interrupt Vector
111 ;-----;
112      __INI_IPL ;*G0*
113      LDC      #__INT_VECTOR,INTB
114
115 ; +-----+
116 ; |      System timer interrupt setting      |
117 ; +-----+
118 .IF      USE_TIMER
119 MOV.B    #stmr_mod_val,stmr_mod_reg+regoffset ; set timer mode
120 MOV.W    #stmr_cnt,stmr_ctr_reg+regoffset ; set interval count
121 MOV.B    #stmr_int_IPL,stmr_int_reg ; set timer IPL
122 OR.B    #stmr_bit+1,stmr_start+regoffset ; system timer start
123 .ENDIF
124
125 .IF USE_MRTRACE == 0
126 .GLB stmr_ctrl_reg, __MR_TIM_DIV_VAL
127      __MR_TIM_DIV_VAL .equ 1
128      stmr_ctr_reg .equ 0400H
129 .ENDIF
130
131 ; +-----+
132 ; |      System timer initialize      |
133 ; +-----+
134 .IF      USE_SYSTEM_TIME
135 MOV.W    #__D_Sys_TIME_L,__Sys_time+4
136 MOV.W    #__D_Sys_TIME_M,__Sys_time+2
137 MOV.W    #__D_Sys_TIME_H,__Sys_time
138 .ENDIF
139 MOV.L    #0,__HEAP_TMR
140
141 ; +-----+
142 ; |      User Initial Routine ( if there are )      |
143 ; +-----+
144 ; Initialize standard I/O
145 .GLB      __init
146 JSR.A    __init
147
148 ; +-----+
149 ; |      Initalization of System Data Area      |
150 ; +-----+
151 .GLB      __init_heap
152 JSR.W    __init_sys
153 JSR.W    __init_tsk
154 JSR.W    __init_heap
155 .IF      NUM_FLG
156 .GLB      __init_flg
157 JSR.W    __init_flg
158 .ENDIF

```

```

159
160 .IF      __NUM_SEM
161 .GLB    __init_sem
162 JSR.W  __init_sem
163 .ENDIF
164
165 .IF      __NUM_DTQ
166 .GLB    __init_dtq
167 JSR.W  __init_dtq
168 .ENDIF
169
170 .IF      __NUM_VDTQ                ;*A1*
171 .GLB    __init_vdtq
172 JSR.W  __init_vdtq
173 .ENDIF
174
175 .IF      __NUM_MBX
176 .GLB    __init_mbx
177 JSR.W  __init_mbx
178 .ENDIF
179
180 .IF      ALARM_HANDLER
181 .GLB    __init_alh
182 JSR.W  __init_alh
183 .ENDIF
184
185 .IF      CYCLIC_HANDLER
186 .GLB    __init_cyh
187 JSR.W  __init_cyh
188 .ENDIF
189
190 .IF      __NUM_MPF                ;*A1*
191 ; Fixed Memory Pool
192 .GLB    __init_mpf
193 JSR.W  __init_mpf
194 .ENDIF
195
196 .IF      __NUM_MPL                ;*A1*
197 ; Variable Memory Pool
198 .GLB    __init_mpl
199 JSR.W  __init_mpl
200 .ENDIF
201
202 .IF      __NUM_MBF
203 ; Message Buffer
204 .GLB    __init_mbf
205 JSR.W  __init_mbf
206 .ENDIF
207
208 .IF      __NUM_MTX
209 ; Mutex
210 .GLB    __init_mtx
211 JSR.W  __init_mtx
212 .ENDIF
213
214 ; For PD100
215 __LAST_INITIAL
216
217 __END_INIT:
218
219 ; +-----+
220 ; |           Start initial active task           |
221 ; +-----+
222     __START_TASK
223
224     .GLB    __rdyq_search
225     JMP.W  __rdyq_search
226
227 ; +-----+
228 ; |           Define Dummy                         |
229 ; +-----+
230     .GLB    __SYS_DMY_INH
231 __SYS_DMY_INH:
232     REIT
233
234 ;=====
235 ; System Down Loop (template)
236 ;-----
237     .GLB    __sys_dwn__
238 __sys_dwn__:

```

```

239 ;;; JMP.B   __SYS_INITIAL           ; Re start
240     NOP
241     JMP.B   __sys_dwn__
242
243 .IF CUSTOM_SYS_END
244 ; +-----+
245 ; | Syscall exit rouitne to customize
246 ; +-----+
247     .GLB   __sys_end
248 __sys_end:
249     ; Customize here.
250     REIT
251 .ENDIF
252
253 ; +-----+
254 ; |           exit() function           |
255 ; +-----+
256     .GLB   _exit,$exit
257 _exit:
258 $exit:
259     JMP    _exit
260
261 .IF USE_TIMER
262 ; +-----+
263 ; |           System clock interrupt handler           |
264 ; +-----+
265     .GLB   __SYS_STMR_INH
266     .ALIGN
267 __SYS_STMR_INH:
268     ; process issue system call
269     ; For PD100
270     __ISSUE_SYSCALL
271
272     ; system timer interrupt trace
273     __STMR_HDR_TRACE
274
275     ; System timer interrupt handler
276     _STMR_hdr
277
278     ret_int
279 .ENDIF
280
281     .END
282
283 ; *****
284 ;     COPYRIGHT(C) 2007,2009 RENESAS TECHNOLOGY CORPORATION
285 ;     AND RENESAS SOLUTIONS CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
286 ; *****

```

図 7.12 C 言語用スタートアッププログラム (crt0mr.a30)

1. セクション定義ファイルを組み込みます。 [図 7.12の 14 行目]
2. MR100 用インクルードファイルを組み込みます。 [図 7.12の 15 行目]
3. システム ROM領域定義ファイルを組み込みます。 [図 7.12の 16 行目]
4. システム RAM領域定義ファイルを組み込みます。 [図 7.12の 17 行目]
5. リセット直後に起動される初期化プログラム__SYS_INITIALです。 [図 7.12の 56 行目-286 行目]
 - システムスタックポインタの設定 [図 7.12の 57 行目]
 - FLG,SB,FBレジスタの設定 [図 7.12の 62 行目-66 行目]
 - C言語の初期設定をおこないます。 [図 7.12の 73 行目-106 行目]
 - カーネル割り込みマスケレベルの設定 [図 7.12の 112 行目]
 - 割り込みベクタテーブルのアドレス設定 [図 7.12の 113 行目]
 - MR100 のシステムクロック割り込みの設定をおこないます。 [図 7.12の 115 行目-123 行目]
 - システムクロックを”NOTIMER”,”OTHER”に設定した場合のダミーシンボルを定義します。 [図 7.12の 125 行目-129 行目]
 - MR100 のシステム時刻の初期設定をおこないます。 [図 7.12の 131 行目-138 行目]
6. 必要があればアプリケーション固有の初期設定をおこないます。 [図 7.12の 147 行目]
7. MR100 が使用するRAMデータの初期化をおこないます。 [図 7.12の 148 行目-217 行目]
8. 初期起動タスクを起動します。 [図 7.12の 219 行目-225 行目]
9. システムクロックの割り込みハンドラです。 [図 7.12の 261 行目-279 行目]
10. システムダウン時のデフォルトルーチンです。 [図 7.12の 234 行目-241 行目]

7.5 メモリ配置方法

アプリケーションプログラムのデータのメモリ配置方法について説明します。メモリ配置を設定するためには、MR100 が提供しているセクションファイルで設定します。MR100 では、以下に示す 2 種類のセクションファイルが用意されています。

- `asm_sec.inc`
アセンブリ言語で、アプリケーション開発を行った場合に使用します。
各セクションの詳細については、87 ページを参照して下さい。
- `c_sec.inc`
C 言語で、アプリケーション開発を行った場合に使用します。`c_sec.inc`は、"`asm_sec.inc`"にCコンパイラNC100 が生成するセクションを追加したものです。MR100 が使用する各セクションの詳細については、7.5.1を参照して下さい。

ユーザシステムに合わせて、セクション配置、開始アドレスの設定を変更して下さい。
セクションファイルの変更方法を以下に示します。

例

`rom_FAR` セクションの先頭を `FFE00000H` 番地から `FFF00000H` 番地に変更したい場合

```
-----;
; FAR ROM SECTIONS                                     ;
-----;
    .section      rom_FAR, romdata
    .org          0FFE00000H
rom_FAR_top:

                ↓

    .section      rom_FAR, romdata
    .org          0FFF00000H
rom_FAR_top:
```

7.5.1 MR100/4 が使用するセクション

C 言語用サンプルセクション配置ファイルは,"c_sec.inc"です。アセンブリ言語用サンプルセクション配置ファイルは,"asm_sec.inc"です。セクション配置を変更する際は、これらのファイルを変更してください。

以下に,MR100 で私用する各セクションについて説明します。

- **MR_RAM** セクション
MR100 のシステム管理データで、アブソリュートアドレッシングで参照する RAM データが入るセクションです。
- **stack** セクション
各タスクのユーザスタック,およびシステムスタックのセクションです。
- **MR_HEAP** セクション
可変長メモリプールが格納されるセクションです。
- **MR_KERNEL** セクション
MR100 カーネルプログラムを格納するセクションです。
- **MR_CIF** セクション
MR100 用 C 言語インタフェースライブラリを格納するセクションです。
- **MR_ROM** セクション
MR100 カーネルが参照するタスクの開始番地などのデータを格納するセクションです。
- **program** セクション
ユーザプログラムを格納するセクションです。
MR100 カーネルはこのセクションを全く使用していません。したがって,ユーザで自由に使用することができます。
- **INTERRUPT_VECTOR** セクション
- **FIX_INTERRUPT_VECTOR** セクション
割り込みベクタを格納するセクションです。このセクションの開始番地は使用するマイコンにより異なります。

8. コンフィギュレータの使用法

8.1 コンフィギュレーションファイルの作成方法

アプリケーションプログラムのコーディング、スタートアッププログラムの修正が終わると、そのアプリケーションプログラムをMR100システムに登録する必要があります。これを行うのがコンフィギュレーションファイルです。

8.1.1 コンフィギュレーションファイル内の表現形式

この節ではコンフィギュレーションファイル内における定義データの表現形式について説明します。

1. コメント文

//から行の終わりまではコメント文とみなし、処理の対象になりません。

2. 文の終わり

!で文を終わります。

3. 数値

数値は以下の形式で入力できます。

- 16進数
数値の先頭に'0x'か'0X'を付加します。または、数値の最後に'h'か'H'を付加します。後者の場合でかつ先頭が英文字 (A~F)で始まる場合は先頭に必ず'0'を付加してください。なおここで使用する数値表現で英文字 (A~F)は大文字・小文字を識別しません。³⁷
- 10進数
23のように整数のみで表します。ただし'0'で始めることはできません。
- 8進数
数値の先頭に'0'を付加するか数値の最後に'O'もしくは'o'を付加します。
- 2進数
数値の最後に'B'または'b'を付加します。ただし'0'で始めることはできません。

表 8.1 数値表現例

16進数	0xf12
	0Xf12
	0a12h
	0a12H
	12h
	12H
10進数	32
8進数	017
	17o
	170
2進数	101110b
	101010B

³⁷ 数値表現内の'A~F','a~f'を除いて全ての文字は、大文字・小文字の区別を行います。

また数値内に演算子を記述できます。使用できる演算子を表 8.2に示します。

表 8.2 演算子

演算子	優先度	演算方向
<code>()</code>	高	左から右
<code>-</code> (単項マイナス)		右から左
<code>*</code> / <code>%</code>		左から右
<code>+</code> - (二項マイナス)	低	左から右

数値の例を以下に示します。

- 123
- 123 + 0x23
- (23/4 + 3) * 2
- 100B + 0aH

4. シンボル

シンボルは数字,英大文字,英小文字,'_'(アンダースコア),'?'より構成される数字以外の文字で始まる文字列で表されます。

シンボルの例を以下に示します。

- `_TASK1`
- `IDLE3`

5. 関数名

関数名は数字,英大文字,英小文字,'_'(アンダースコア),'\$'(ドル記号)より構成される数字以外の文字で始まり,'()'で終わる文字列で表されます。

C 言語で記述した関数名の例を以下に示します。

- `main()`
- `func()`

アセンブリ言語で記述した場合はモジュールの先頭ラベルを関数名とします。

6. 周波数

周波数は数字と'.'(ピリオド) から構成され'MHz'で終わる文字列で表されます。小数点以下は 6 桁が有効です。なお周波数は 10 進数のみで記述可能です。

周波数の例を以下に示します。

- 16MHz
- 8.1234MHz

なお,周波数は'.'で始まってはいけません。

7. 時間

時間は数字と '.' (ピリオド) から構成され 'ms' で終わる文字列で表されます。有効桁数は 'ms' の場合小数点以下 3 桁です。なお時間は 10 進数のみで記述可能です。

時間の例を以下に示します。

- 10ms
- 10.5ms

なお時間は '.' (ピリオド) で始まってはいけません。

8.1.2 コンフィギュレーションファイルの定義項目

コンフィギュレーションファイルでは以下の項目³⁸の定義をおこないます。

- システム定義
- システムクロック定義
- 最大項目定義
- タスク定義
- イベントフラグ定義
- セマフォ定義
- メールボックス定義
- データキュー定義
- ミューテックス定義
- メッセージバッファ定義
- short データキュー定義
- 固定長メモリプール定義
- 可変長メモリプール定義
- 周期ハンドラ定義
- アラームハンドラ定義
- 割り込みベクタ定義

³⁸ タスク定義以外の項目は、省略することができます。省略した場合にはデフォルトコンフィギュレーションファイルの定義が参照されます。

【システム定義】

<< 形式 >>

```
// System Definition
system{
    stack_size      = システムスタックサイズ ;
    priority        = 優先度の最大値 ;
    system_IPL     = カーネルマスケレベル ;
    tic_deno       = タイムティック分母 ;
    tic_num        = タイムティック分子 ;
    message_pri    = 最大メッセージ優先度値 ;
};
```

<< 内容 >>

1. システムスタックサイズ (バイト)

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】6 以上

【 デフォルト値 】100H

サービスコール処理および割り込み処理で使用するスタックサイズの合計を定義します。

2. 優先度の最大値 (最低優先度の値)

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ~ 255

【 デフォルト値 】32

MR100 のアプリケーションプログラムの使用する優先度の最大値を定義します。すなわち使用している優先度の最も大きい値を設定してください。³⁹

3. カーネルマスケレベル

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ~ 7

【 デフォルト値 】7

サービスコール内での IPL の値,すなわちカーネルマスケレベルを設定します。

³⁹ MR100 の優先度は,値が大きいほど優先度は低くなります

4. タイムティック分母

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 固定

【 デフォルト値 】1

タイムティックの分母を設定します。

5. タイムティック分子

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1～65535

【 デフォルト値 】1

タイムティックの分子を設定します。タイムティック分母,分子の設定によってシステムクロックの割り込み間隔が決定されます。間隔は,(タイムティック分子/タイムティック分母)ms となります。すなわち,タイムティック分子 ms となります。

本製品では,

6. 最大メッセージ優先度値

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

メッセージ優先度の最大値を定義します。

【システムクロック定義】

<< 形式 >>

```
// System Clock Definition
clock{
  timer_clock      = タイマのクロック;
  timer            = システムクロックに使用するタイマ;
  IPL              = システムクロック割り込み優先レベル;
};
```

<< 内容 >>

1. タイマのクロック(MHz)

【定義形式】周波数

【定義範囲】なし

【デフォルト値】24MHz

システムタイマに供給される周辺機能クロックの周波数を MHz 単位で定義します。

本製品では、カウントソースとして f1 もしくは f8 を選択してタイマ Ai レジスタ、タイマ Bi レジスタに値を設定します。そのため、timer_clock の値とシステム定義の tick_num の値によってはオーバーフローが発生する場合があります。

この場合は、システムクロックに使用するタイマに OTHER を設定し、ユーザ側でシステムタイマの初期化を行わなければいけません。

システムクロックを使用しない場合は、NOTIMER を指定します。

2. システムクロックに使用するタイマ

【定義形式】シンボル

【定義範囲】A0, A1, A2, A3, A4, B0, B1, B2, B3, B4, B5, OTHER, NOTIMER

【デフォルト値】NOTIMER

システムクロックに使用するハードウェアタイマを定義します。

システムクロックを使用しない場合は、"NOTIMER"を定義します。

3. システムクロック割り込み優先レベル

【定義形式】数値

【定義範囲】1 ~ (システム定義のカーネルマスケレベル)

【デフォルト値】3

システムクロック用タイマ割り込みの優先レベルを定義します。1 ~ カーネルマスケレベルまでの値を設定して下さい。

システムクロックの割り込みハンドラ処理中は、ここで定義した割り込みレベルより低いレベルの割り込みは受け付けられません。

【最大項目数定義】

この定義は、別 ROM 化を行う場合のみ設定する項目です。
ここでの設定は、複数のアプリケーションの中で、各定義の最大数を定義します。

<< 形式 >>

```
// Max Definition
maxdefine{
    max_task           = 最大タスク定義数;
    max_flag           = 最大イベントフラグ定義数;
    max_dtq            = 最大データキュー定義数;
    max_mbx            = 最大メールボックス定義数;
    max_sem            = 最大セマフォ定義数;
    max_mpf            = 最大固定長メモリプール定義数;
    max_mpl            = 最大可変長メモリプール定義数;
    max_cyh            = 最大周期ハンドラ定義数;
    max_alh            = 最大アラームハンドラ定義数;
    max_vdtq           = 最大shortデータキュー定義数;
    max_mbf            = 最大メッセージバッファ定義数;
    max_mtx            = 最大ミューテックス定義数;
};
```

<< 内容 >>

1. 最大タスク定義数

【定義形式】数値

【定義範囲】1 ~ 255

【デフォルト値】なし

タスク定義の最大数を定義します。

2. 最大イベントフラグ定義数

【定義形式】数値

【定義範囲】1 ~ 255

【デフォルト値】なし

イベントフラグ定義の最大数を定義します。

3. 最大データキュー定義数

【定義形式】数値

【定義範囲】1 ~ 255

【デフォルト値】なし

データキュー定義の最大数を定義します。

4. 最大メールボックス定義数

【定義形式】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

メールボックス定義の最大数を定義します。

5. 最大セマフォ定義数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

セマフォ定義の最大数を定義します。

6. 最大固定長メモリプール定義数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

固定長メモリプール定義の最大数を定義します。

7. 最大可変長メモリプール定義数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

可変長メモリプール定義の最大数を定義します。

8. 最大周期ハンドラ定義数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

周期ハンドラ定義の最大数を定義します。

9. 最大アラームハンドラ定義数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

アラームハンドラ定義の最大数を定義します。

10. 最大 short データキュー定義数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

short データキュー定義の最大数を定義します。

11. 最大メッセージバッファ定義数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

メッセージバッファ定義の最大数を定義します。

12. 最大ミューテックス定義数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし

ミューテックス定義の最大数を定義します。

【タスク定義】

<< 形式 >>

```
// Tasks Definition
task [ID番号] {
    name                = ID名称;
    entry_address       = タスクの開始アドレス;
    stack_size          = タスクのユーザスタックサイズ;
    priority             = タスクの初期優先度;
    context              = 使用するレジスタ;
    stack_section        = スタックを配置するセクション名;
    initial_start        = TA_ACT属性 (初期起動状態);
    exinf                = 拡張情報;
};
    :
    :
```

ID 番号は 1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

タスク ID 番号ごとに以下の定義をおこないます。

1. タスク ID 名称

【定義形式】シンボル

【定義範囲】なし

【デフォルト値】なし

タスクの ID 名称を定義します。なお、ここで定義した関数名は、以下のように `kernel_id.h` ファイルに出力されます。

```
#define タスクID名称 タスクID
```

2. タスク開始アドレス

【定義形式】シンボル,または,関数名

【定義範囲】なし

【デフォルト値】なし

タスクの入力アドレスを定義します。C 言語で記述したときはその関数名の最後に ()をつけるか、先頭に_をつけます。

なお、ここで定義した関数名は、`kernel_id.h` ファイルに以下の宣言文が出力されます。

```
#pragma TASK /V4 関数名
```

3. ユーザスタックサイズ (バイト)

【定義形式】数値

【定義範囲】12 以上

【 デフォルト値 】256

タスクごとのユーザスタックサイズを定義します。ユーザスタックとは、各々のタスクが使用するスタック領域です。MR100 ではユーザ用のスタック領域をタスクごとに割り当てる必要があります最低で 12 バイトが必要です。

4. タスクの初期優先度

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ (システム定義の優先度の最大値)

【 デフォルト値 】1

タスクの起動時の優先度を定義します。

MR100 の優先度は、値が小さいほど、優先度としては高くなります。

5. 使用するレジスタ

【 定義形式 】シンボル [,シンボル,.....]

【 定義範囲 】R2R0,R3R1,R6R4,R7R5,A0,A1,A2,A3,SB,FB から選択

【 デフォルト値 】全レジスタ

タスクで使用するレジスタを定義します。MR100 では、ここで定義されたレジスタをコンテキストとして扱います。タスク起動時に、タスク起動コードが R2R0 レジスタに設定されますので、R2R0 レジスタは、必ず指定して下さい。ただし、タスクをアセンブリ言語で記述する場合のみ使用レジスタが選択可能です。C 言語で記述する場合、全レジスタを選択してください。

なお、レジスタを選択する場合、各タスクで使用しているサービスコールのパラメータを格納するレジスタについては、全て選択してください。

MR100 カーネル内では、レジスタバンク切り替えは行いません。

本定義を省略した場合、全レジスタが選択されたものとします。

6. スタックを配置するセクション名

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】stack

スタックを配置するセクション名を定義します。ここで定義したセクションは、必ず、セクションファイル (asm_sec.inc あるいは c_sec.inc)にて配置を行って下さい。

定義しない場合は、stack セクションに配置します。

7. TA_ACT 属性(初期起動状態)

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】ON or OFF

【 デフォルト値 】OFF

タスクの初期起動状態を定義します。ON を指定すると、システムの初期起動時に READY 状態になります。初期起動タスクのタスク起動コードは、拡張情報です。

8. 拡張情報

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】0～0xFFFFFFFF

【 デフォルト値 】0

タスクの拡張情報を定義します。起動要求のキューイングによってタスクが再起動する際に引数として渡されます。

【イベントフラグ定義】

この定義は、イベントフラグ機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Eventflag Definition
flag [ID番号] {
    name           = ID名称;
    wait_queue     = イベントフラグ待ちキュー選択;
    initial_pattern = イベントフラグ初期値;
    wait_multi     = 複数待ち属性;
    clear_attribute = クリア属性;
};
:
:
```

ID 番号は 1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

イベントフラグ ID 番号ごとに以下の定義をおこないます。

1. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中でイベントフラグを指定する時の名前を定義します。

2. イベントフラグ待ちキュー選択

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】TA_TFIFO, TA_TPRI

【 デフォルト値 】TA_TFIFO

イベントフラグ待ちの方法を選択します。TA_TFIFO は、FIFO 順で待ちキューにつながれます。TA_TPRI は、タスクの優先度の高い順に待ちキューにつながれます。

3. イベントフラグ初期値

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】0～0xFFFFFFFF

【 デフォルト値 】0

イベントフラグの初期ビットパターンを指定します。

4. 複数待ち属性

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】TA_WMUL,TA_WSGL

【 デフォルト値 】TA_WSGL

イベントフラグ待ちキューに複数のタスクがつなぐことを許すかどうか指定します。TA_WMUL の場合,TA_WMUL 属性が付加され,複数タスクの待ちを許します。TA_WSGL の場合,TA_WSGL 属性が付加され,複数タスクの待ちを許しません。

5. クリア属性

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】YES,NO

【 デフォルト値 】NO

イベントフラグ属性として,TA_CLR 属性を付加するかどうかを指定します。YES の場合,TA_CLR 属性が付加されます。NO の場合,TA_CLR 属性は付加されません。

【セマフォ定義】

この定義は、セマフォ機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Semaphore Definition
semaphore [ID番号] {
    name                = ID名称;
    wait_queue          = セマフォ待ちキューの選択;
    initial_count       = セマフォのカウンタ初期値;
    max_count           = セマフォのカウンタの最大値;
};
    :
```

ID 番号は 1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

セマフォ ID 番号ごとに以下の定義をおこないます。

1. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中でセマフォを指定する時の名前を定義します。

2. セマフォ待ちキューの選択

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】TA_TFIFO,TA_TPRI

【 デフォルト値 】TA_TFIFO

セマフォ待ちの方法を選択します。TA_TFIFO は、FIFO 順で待ちキューにつながれます。TA_TPRI は、タスクの優先度の高い順に待ちキューにつながれます。

3. セマフォカウンタ初期値

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】0 ～ 65535

【 デフォルト値 】1

セマフォカウンタの初期値を定義します。本項目は、セマフォカウンタの最大値より小さくなければなりません。

4. セマフォカウンタ最大値

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 65535

【 デフォルト値 】1

セマフォカウンタの最大値を定義します。

【データキュー定義】

この定義は、データキュー機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Dataqueue Definition
dataqueue [ID番号] {
    name           = ID名称;
    buffer_size    = データキュー個数;
    wait_queue     = データキュー待ちキュー選択;
};
    :
    :
```

ID 番号は 1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

データキューID 番号ごとに以下の項目の定義をおこないます。

1. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中でデータキューを指定する時の名前を定義します。

2. データ個数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】0～0x1FFF

【 デフォルト値 】0

送信可能なデータの個数を指定します。指定するのはサイズではなく個数です。

3. データキュー待ちキューの選択

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】TA_TFIFO,TA_TPRI

【 デフォルト値 】TA_TFIFO

データキュー送信待ちの方法を選択します。TA_TFIFO は、FIFO 順で待ちキューにつながれます。TA_TPRI は、タスクの優先度の高い順に待ちキューにつながれます。

【shortデータキュー定義】

この定義は、short データキュー機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Vdataqueue Definition
vdataqueue [ID番号] {
    name           = ID名称;
    buffer_size    = データキュー個数;
    wait_queue     = データキュー待ちキュー選択;
};
                :
                :
```

ID 番号は 1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

short データキューID 番号ごとに以下の項目の定義をおこないます。

1. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中で short データキューを指定する時の名前を定義します。

2. データ個数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】0～0x3FFF

【 デフォルト値 】0

送信可能なデータの個数を指定します。指定するのはサイズではなく個数です。

3. short データキュー待ちキューの選択

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】TA_TFIFO,TA_TPRI

【 デフォルト値 】TA_TFIFO

short データキュー送信待ちの方法を選択します。TA_TFIFO は、FIFO 順で待ちキューにつながれます。TA_TPRI は、タスクの優先度の高い順に待ちキューにつながれます。

【メールボックス定義】

この定義は、メールボックス機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Mailbox Definition
mailbox [ID番号] {
    name           = ID名称;
    wait_queue     = メールボックス待ちキュー選択;
    message_queue  = メッセージキュー選択;
    max_pri        = メッセージ最大優先度;
};
:
:
```

ID 番号は 1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

メールボックス ID 番号ごとに以下の項目の定義をおこないます。

1. ID 名称

【定義形式】シンボル

【定義範囲】なし

【デフォルト値】なし

プログラム中でメールボックスを指定する時の名前を定義します。

2. メールボックス待ちキューの選択

【定義形式】シンボル

【定義範囲】TA_TFIFO,TA_TPRI

【デフォルト値】TA_TFIFO

メールボックス待ちの方法を選択します。TA_TFIFO は、FIFO 順で待ちキューにつながれます。TA_TPRI は、タスクの優先度の高い順に待ちキューにつながれます。

3. メッセージキュー選択

【定義形式】シンボル

【定義範囲】TA_MFIFO,TA_MPRI

【デフォルト値】TA_MFIFO

メールボックスのメッセージキュー選択の方法を選択します。TA_MFIFOは、FIFO順でキューにつながれます。TA_MPRIは、メッセージの優先度の高い順に待ちキューにつながれます。

4. メッセージキュー最大優先度

【定義形式】数値

【定義範囲】1～「最大項目数定義」の「メッセージ優先度最大値」で指定した値。

【デフォルト値】1

メールボックスのメッセージの最大優先度を指定します。

【メッセージバッファ定義】

この定義は、メッセージバッファ機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Message Buffer Definition
message_buffer [ID番号] {
    name           = ID名称;
    mbf_section    = セクション名;
    mbf_size       = メッセージバッファのサイズ;
    max_msgsz     = 最大メッセージサイズ;
    wait_queue     = メッセージバッファ送信待ちキュー選択;
};
```

ID 番号は、1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は、省略可能です。省略した場合は番号を小さい方から順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

1. 名前

【定義形式】シンボル

【定義範囲】なし

【デフォルト値】なし

プログラム中でメッセージバッファを指定する時の名前を指定します。

2. セクション名

【定義形式】シンボル

【定義範囲】なし

【デフォルト値】MR_HEAP

メッセージバッファを配置するセクションの名前を定義します。ここで定義したセクションは、必ず、セクションファイル (asm_sec.inc あるいは c_sec.inc)にて配置を行って下さい。

定義しない場合は、MR_HEAP セクションに配置します。

3. メッセージバッファのサイズ (バイト)

【定義形式】数値

【定義範囲】0 および 8 ～ 65532

【デフォルト値】0

メッセージバッファのサイズを指定します。なお、0を指定することも可能です。この場合、メッセージバッファの送受信側が完全に同期した通信を行うことになります。

4. メッセージの最大サイズ (バイト)

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ~ 65528

【 デフォルト値 】4

メッセージバッファで使用するメッセージの最大サイズを指定します。本製品において、カーネル、コンフィギュレータは本項目を無視します。

5. メッセージバッファ送信待ちキューの指定

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】TA_TFIFO

【 デフォルト値 】TA_TFIFO

メッセージ送信待ちの方法を選択します。TA_TFIFO は、FIFO 順で待ちキューにつながれます。TA_TFIFO のみ指定可能です。

【ミューテックス定義】

この定義は、ミューテックス機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Mutex Definition
mutex [ID番号] {
    name                = ID名称;
    wait_queue          = ミューテックス待ちキューの選択;
    protocol             = ミューテックスの機構;
    ceilpri             = ミューテックスの上限優先度;
};
    :
```

ID 番号は 1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

ミューテックス ID 番号ごとに以下の定義をおこないます。

6. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中でミューテックスを指定する時の名前を定義します。

7. ミューテックスの最大優先度

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 255

【 デフォルト値 】なし（設定必須）

上限優先度を設定します。

【固定長メモリプール定義】

この定義は、固定長メモリプール機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Fixed Memorypool Definition
memorypool [ID番号] {
    name           = ID名称;
    section        = セクション名;
    num_block      = メモリプールのブロック数;
    siz_block      = メモリプールのブロックサイズ;
    wait_queue     = メモリプール待ちキュー選択;
};
```

ID 番号は、1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は、省略可能です。省略した場合は番号を小さい方から順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

メモリプール ID 番号ごとに以下の定義をおこないます。

1. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中でメモリプールを指定する時の名前を指定します。

2. セクション名

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】MR_HEAP

メモリプールを配置するセクションの名前を定義します。ここで定義したセクションは、必ず、セクションファイル (asm_sec.inc あるいは c_sec.inc) にて配置を行って下さい。

定義しない場合は、MR_HEAP セクションに配置します。

3. ブロック数

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1～65535

【 デフォルト値 】1

メモリアールのブロック総数を定義します。

4. サイズ(バイト)

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】4～65535

【 デフォルト値 】16

メモリアールの1ブロック当たりのサイズを定義します。この定義によりメモリアールとして使用するRAM容量は、(ブロック数)×(サイズ)バイトです。

5. メモリアール待ちキューの選択

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】TA_TFIFO,TA_TPRI

【 デフォルト値 】TA_TFIFO

固定長メモリアール獲得待ちの方法を選択します。TA_TFIFOは、FIFO順で待ちキューにつながれます。TA_TPRIは、タスクの優先度の高い順に待ちキューにつながれます。

【可変長メモリプール定義】

この定義は、可変長メモリプール機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Variable-Size Memorypool Definition
variable_memorypool [ID番号] {
    name           = ID名称;
    max_memsize    = 確保するメモリブロックサイズの最大値;
    mpl_section    = セクション名;
    heap_size      = メモリプールのサイズ;
    smallblk       = スモールブロックの指定
};
```

ID 番号は、1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は、省略可能です。省略した場合は番号を小さい方から順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

1. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中でメモリプールを指定する時の名前を指定します。

2. 確保するメモリブロックサイズの最大値 (バイト)

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ～ 65520

【 デフォルト値 】8

アプリケーションプログラム中で、確保しているメモリブロックサイズの最大値を指定します。

3. セクション名

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】MR_HEAP

メモリプールを配置するセクションの名前を定義します。ここで定義したセクションは、必ず、セクションファイル (asm_sec.inc あるいは c_sec.inc) にて配置を行って下さい。

定義しない場合は、MR_HEAP セクションに配置します。

4. メモリプールのサイズ (バイト)

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】16 ～ 0x0FFFFFFC

【 デフォルト値 】16

メモリプールのサイズを指定します。

MR100 では、メモリを 4 種類の固定長ブロックサイズで管理しています。この 4 種類のブロックサイズ(下記 a,b,c,d)は、下記の計算式から算出されます。

$$a = (((\text{max_memsize} + (\text{X} - 1) / (\text{X} * 8)) + 1) * \text{X})$$

$$b = a * 2$$

$$c = a * 4$$

$$d = a * 8$$

X: ブロック管理用データサイズ(1 ブロックあたり 8 バイト)

可変長メモリプールは、メモリブロックを管理する領域として 1 ブロックあたり 8 バイトの領域が必要となります。このため、max_memsize で指定したサイズのメモリブロックを獲得するためには、max_memsize+8 の結果が収まる上記 a,b,c,d いずれかのブロックサイズ以上の値をメモリプールのサイズに指定しなければなりません。

5. スモールブロックの指定

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】ON,OFF

【 デフォルト値 】OFF

12 種類の固定長のメモリブロックを使用することにより、メモリ効率を高めるオプションです。メモリを 24byte から 65528byte までの 12 個の固定長メモリプールで管理します。本オプションを ON とした場合、max_memsize の値は意味を持ちません。

【周期ハンドラ定義】

この定義は、周期ハンドラ機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Cyclic Handler Definition
cyclic_hand[ID番号] {
    name                = ID名称;
    interval_counter    = 周期ハンドラの周期間隔;
    start               = TA_STA属性;
    phsattr             = TA_PHS属性;
    phs_counter         = 起動位相;
    entry_address       = 周期ハンドラの開始アドレス;
    exinf               = 拡張情報;
};
:
:
```

ID 番号は 1 ~ 255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

周期ハンドラ ID 番号ごとに以下の項目の定義をおこないます。

1. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中で周期ハンドラを指定する時の名前を指定します。

2. 周期間隔

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】1 ~ 0x7FFFFFFF

【 デフォルト値 】1

周期ハンドラの周期間隔を定義します。ここで定義する時間の単位は ms です。例えば、1 秒間隔で周期起動しようとする、この値を 1000 に設定します。

3. TA_STA 属性

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】ON,OFF

【 デフォルト値 】OFF

周期ハンドラの TA_STA 属性を指定します。ON の場合は、TA_STA 属性が付加され、OFF の場合は、TA_STA 属性は付加されません。

4. TA_PHS 属性

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】ON,OFF

【 デフォルト値 】OFF

周期ハンドラのTA_PHS属性を指定します。ONの場合は,TA_PHS属性が付加され,OFFの場合は,TA_PHS属性は付加されません。

5. 起動位相

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】0 ~ 0x7FFFFFFF

【 デフォルト値 】0

周期ハンドラの起動位相を定義します。ここで定義する時間の単位はmsです。

6. 開始アドレス

【 定義形式 】シンボル,または,関数名

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

周期ハンドラの開始アドレスを定義します。

なお,ここで定義した関数名は,kernel_id.hファイルに以下の宣言文が出力されます。

```
#pragma CYCHANDLER 関数名
```

7. 拡張情報

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】0~0xFFFF

【 デフォルト値 】0

周期ハンドラの拡張情報を定義します。周期ハンドラを起動する際に引数として渡されます。

【アラームハンドラ定義】

この定義は、アラームハンドラ機能を使用する場合に必ず設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Alarm Handler Definition
alarm_hand[ID番号] {
    name           = ID名称;
    entry_address  = アラームハンドラの開始アドレス;
    exinf          = 拡張情報;
};
:
```

ID 番号は 1～255 の範囲でなければなりません。ID 番号は省略可能です。省略した場合は番号を小さいほうから順に自動的に割り当てます。

<< 内容 >>

アラームハンドラ ID 番号ごとに以下の項目の定義をおこないます。

1. ID 名称

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】なし

【 デフォルト値 】なし

プログラム中でアラームハンドラを指定する時の名前を指定します。

2. 開始アドレス

【 定義形式 】シンボル,または,関数名

【 定義範囲 】なし

アラームハンドラの開始アドレスを定義します。なお,ここで定義した関数名は,kernel_id.h ファイルに以下の宣言文が出力されます。

```
#pragma ALMHANDLER 関数名
```

3. 拡張情報

【 定義形式 】数値

【 定義範囲 】0～0xFFFF

【 デフォルト値 】0

アラームハンドラの拡張情報を定義します。アラームハンドラを起動する際に引数として渡されます。

【割り込みベクタ定義】

この定義は、割り込みハンドラを使用する場合に設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Interrupt Vector Definition
interrupt_vector[ベクタ番号] {
    os_int                = カーネル管理割り込みハンドラ;
    entry_address        = 割り込みハンドラの開始アドレス;
#pragma_switch pragma_switth = PRAGMA拡張機能に渡すスイッチ;
};
    :
```

割り込みベクタ番号は 0~63,247~255 の範囲まで記述できます。

ただし、そのベクタ番号が有効か否かは使用しているマイクロコンピュータに依存します。

また、コンフィギュレータは、ここで指定した割り込みの割り込み制御レジスタ (IPL 等) や、割り込み要因等の初期設定のコードは生成しません。初期設定はスタートアップファイル中もしくは、開発されるアプリケーションにあわせて作成して頂く必要があります。

<< 内容 >>

1. カーネル管理割り込みハンドラ

【定義形式】シンボル

【定義範囲】YES または NO

【デフォルト値】なし

ハンドラが カーネル管理割り込みハンドラかどうかを定義します。カーネル管理割り込みハンドラであれば YES を、カーネル管理外割り込みハンドラであれば NO を定義して下さい。

YES を定義した場合、kernel_id.h ファイルに以下の宣言文を出力します。

```
#pragma INTHANDLER /V4 関数名
```

また、NO を定義した場合、kernel_id.h ファイルに以下の宣言文を出力します。

```
#pragma INTERRUPT /V4 関数名
```

2. 開始アドレス

【定義形式】シンボルまたは関数名

【定義範囲】なし

【デフォルト値】_SYS_DMY_INH

割り込みハンドラの入口アドレスを定義します。C 言語で記述した時はその関数名の最後に () をつけるか先頭に_をつけます。

3. PRAGMA 拡張機能に渡すスイッチ

【 定義形式 】シンボル

【 定義範囲 】E,F,B,R

【 デフォルト値 】なし

#pragma INTHANDLER や,#pragma INTERRUPT に渡すスイッチを指定します。”E”を指定した場合,”E”スイッチが指定され,多重割り込みが許可されます。”F”を指定した場合,”F”スイッチが指定され,割り込みハンドラからのリターン時に”FREIT”命令が出力されます。”B”を指定した場合は,”B”スイッチが指定され,レジスタバンク1が指定されます。”R”を指定した場合,”R”スイッチが指定され,FLGレジスタの浮動小数点丸め演算モードを「最近値」に変更するコードを出力しません。

複数のスイッチを同時に指定することも出来ます。ただし,カーネル管理割り込みハンドラの場合は,”E”スイッチまたは,”R”スイッチのみ指定することが出来ます。カーネル管理外割り込みハンドラの場合は,”E,F,B”スイッチを指定することが出来ますが,”E”と”B”を同時に指定することは出来ません。

【固定ベクタテーブル用割り込み定義】

この定義は,固定ベクタテーブルを使用する割り込みハンドラを使用する場合に設定する項目です。

<< 形式 >>

```
// Fixed Interrupt Vector Definition
interrupt_fvector [ベクタ番号] {
    entry_address      = 割り込みハンドラの開始アドレス;
    pragma_switcth     = PRAGMA拡張機能に渡すスイッチ;
};
    :
```

表 8.3 ベクタ番号とベクタアドレスの対応表

ベクタ番号	ベクタアドレス	割り込み
0	FFFFFFD0H	カーネル予約領域
1	FFFFFFD4H	カーネル予約領域
2	FFFFFFD8H	カーネル予約領域
3	FFFFFFDCH	未定義命令
4	FFFFFFE0H	オーバフロー
5	FFFFFFE4H	BRK 命令
6	FFFFFFE8H	予約領域
7	FFFFFFECH	予約領域
8	FFFFFFF0H	ウォッチドッグタイマ, 電圧低下検出, 発振停止検出
9	FFFFFFF4H	予約領域
10	FFFFFFF8H	NMI
11	FFFFFFFCH	リセット

<< 内容 >>

1. 開始アドレス
【定義形式】シンボルまたは関数名

【定義範囲】なし

割り込みハンドラの入口アドレスを定義します。C 言語で記述した時はその関数名の最後に () をつけるか先頭に_つけます。

2. PRAGMA 拡張機能に渡すスイッチ

【定義形式】シンボル

【定義範囲】B,R

#pragma INTERRUPT に渡すスイッチを指定します。”B”を指定した場合は,”/B”スイッチが指定され,レジスタバンク1が指定されます。”R”を指定した場合,”/R”スイッチが指定され,FLG レジスタの浮動小数点丸め演算モードを「最近値」に変更するコードを出力しません。

両者を同時に指定することも出来ます。

注意事項

1. レジスタバンク指定方法について

C 言語でレジスタバンク 1 のレジスタを使ったカーネル管理割り込みハンドラの記述はできません。アセンブリ言語のみ記述することができます。アセンブリ言語で記述する場合,割り込みハンドラの入口と出口を以下に示すように記述してください。

(ret_int サービスコールを発行する前に必ず B フラグをクリアしてください。)

```
例) interrupt:
      fset      B
          :
      fclr      B
      ret_int
```

MR100 カーネル内では,レジスタバンク切り替えは行いません。

2. 高速割り込み指定方法について

高速割り込みを有効に使用する為に,高速割り込み内では,レジスタバンク 1 のレジスタを使用してください。また,高速割り込みは,カーネル管理割り込みハンドラには,使用できません。

8.1.3 コンフィギュレーションファイル例

```
1 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
2 //
3 //   kernel.cfg : building file for MR100 Ver.1.00
4 //
5 //   Generated by M3T-MR100 GUI Configurator at 2007/02/28 19:01:20
6 //
7 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
8
9 // system definition
10 system{
11     stack_size      = 256;
12     sysfm_IPL       = 4;
13     message_pri     = 64;
14     timeout         = NO;
15     task_pause      = NO;
16     tick_num       = 10;
17     tick_deno       = 1;
18 };
19
20 // max definition
21 maxdefine{
22     max_task        = 3;
23     max_flag        = 4;
24     max_sem         = 3;
25     max_dtq         = 3;
26     max_mbx         = 4;
27     max_mpf         = 3;
28     max_mpl         = 3;
29     max_cyh         = 4;
30     max_alh         = 2;
31 };
32
33 // system clock definition
34 clock{
35     timer_clock     = 20.000000MHz;
36     timer           = A0;
37     IPL             = 3;
38 };
39
40 task[] {
41     entry_address   = task1();
42     name            = ID_task1;
43     stack_size      = 256;
44     priority        = 1;
45     initial_start   = OFF;
46     exinf           = 0x0;
47 };
48 task[] {
49     entry_address   = task2();
50     name            = ID_task2;
51     stack_size      = 256;
52     priority        = 5;
53     initial_start   = ON;
54     exinf           = 0xFFFF;
55 };
56 task[3] {
57     entry_address   = task3();
58     name            = ID_task3;
59     stack_size      = 256;
60     priority        = 7;
61     initial_start   = OFF;
62     exinf           = 0x0;
63 };
64
65 flag[] {
66     name            = ID_flg1;
67     initial_pattern = 0x00000000;
68     wait_queue      = TA_TFIFO;
69     clear_attribute = NO;
70     wait_multi      = TA_WSGL;
71 };
72 flag[1] {
73     name            = ID_flg2;
74     initial_pattern = 0x00000001;
75     wait_queue      = TA_TFIFO;
76     clear_attribute = NO;
77     wait_multi      = TA_WMUL;
78 };
```

```

79 flag[2]{
80     name      = ID_flg3;
81     initial_pattern = 0x0000ffff;
82     wait_queue  = TA_TPRI;
83     clear_attribute = YES;
84     wait_multi  = TA_WMUL;
85 };
86 flag[] {
87     name      = ID_flg4;
88     initial_pattern = 0x00000008;
89     wait_queue  = TA_TPRI;
90     clear_attribute = YES;
91     wait_multi  = TA_WSGL;
92 };
93
94 semaphore[] {
95     name      = ID_sem1;
96     wait_queue  = TA_TFIFO;
97     initial_count  = 0;
98     max_count   = 10;
99 };
100 semaphore[2]{
101     name      = ID_sem2;
102     wait_queue  = TA_TFIFO;
103     initial_count  = 5;
104     max_count   = 10;
105 };
106 semaphore[] {
107     name      = ID_sem3;
108     wait_queue  = TA_TPRI;
109     initial_count  = 255;
110     max_count   = 255;
111 };
112
113 dataqueue[] {
114     name      = ID_dtq1;
115     wait_queue  = TA_TFIFO;
116     buffer_size = 10;
117 };
118 dataqueue[2]{
119     name      = ID_dtq2;
120     wait_queue  = TA_TPRI;
121     buffer_size = 5;
122 };
123 dataqueue[3]{
124     name      = ID_dtq3;
125     wait_queue  = TA_TFIFO;
126     buffer_size = 256;
127 };
128
129 mailbox[] {
130     name      = ID_mbx1;
131     wait_queue  = TA_TFIFO;
132     message_queue = TA_MFIFO;
133     max_pri = 4;
134 };
135 mailbox[] {
136     name      = ID_mbx2;
137     wait_queue  = TA_TPRI;
138     message_queue = TA_MPRI;
139     max_pri = 64;
140 };
141 mailbox[] {
142     name      = ID_mbx3;
143     wait_queue  = TA_TFIFO;
144     message_queue = TA_MPRI;
145     max_pri = 5;
146 };
147 mailbox[4]{
148     name      = ID_mbx4;
149     wait_queue  = TA_TPRI;
150     message_queue = TA_MFIFO;
151     max_pri = 6;
152 };
153
154 memorypool[] {
155     name      = ID_mpf1;
156     wait_queue  = TA_TFIFO;
157     section = MR_RAM;
158     siz_block  = 16;

```

```

159     num_block      = 5;
160 };
161 memorypool[2]{
162     name      = ID_mpf2;
163     wait_queue = TA_TPRI;
164     section = MR_RAM;
165     siz_block = 32;
166     num_block = 4;
167 };
168 memorypool[3]{
169     name      = ID_mpf3;
170     wait_queue = TA_TFIFO;
171     section = MPF3;
172     siz_block = 64;
173     num_block = 256;
174 };
175
176 variable_memorypool[] {
177     name      = ID_mpl1;
178     max_memsize = 8;
179     heap_size  = 16;
180 };
181 variable_memorypool[] {
182     name      = ID_mpl2;
183     max_memsize = 64;
184     heap_size  = 256;
185 };
186 variable_memorypool[3] {
187     name      = ID_mpl3;
188     max_memsize = 256;
189     heap_size  = 1024;
190 };
191
192 cyclic_hand[] {
193     entry_address = cyh1();
194     name      = ID_cyh1;
195     exinf      = 0x0;
196     start      = ON;
197     phsatr     = OFF;
198     interval_counter = 0x1;
199     phs_counter = 0x0;
200 };
201 cyclic_hand[] {
202     entry_address = cyh2();
203     name      = ID_cyh2;
204     exinf      = 0x1234;
205     start      = OFF;
206     phsatr     = ON;
207     interval_counter = 0x20;
208     phs_counter = 0x10;
209 };
210 cyclic_hand[] {
211     entry_address = cyh3;
212     name      = ID_cyh3;
213     exinf      = 0xFFFF;
214     start      = ON;
215     phsatr     = OFF;
216     interval_counter = 0x20;
217     phs_counter = 0x0;
218 };
219 cyclic_hand[4] {
220     entry_address = cyh4();
221     name      = ID_cyh4;
222     exinf      = 0x0;
223     start      = ON;
224     phsatr     = ON;
225     interval_counter = 0x100;
226     phs_counter = 0x80;
227 };
228
229 alarm_hand[] {
230     entry_address = alm1();
231     name      = ID_alm1;
232     exinf      = 0xFFFF;
233 };
234 alarm_hand[2] {
235     entry_address = alm2;
236     name      = ID_alm2;
237     exinf      = 0x12345678;
238 };

```

```
239
240
241 //
242 // End of Configuration
243 //
```


8.2 コンフィギュレータの実行

8.2.1 コンフィギュレータ概要

コンフィギュレータはコンフィギュレーションファイルで定義した内容をアセンブリ言語のインクルードファイル等に変換するツールです。コンフィギュレータの動作概要を図 8.1に示します。

コンフィギュレータの実行には以下の入力ファイルが必要です。

- **コンフィギュレーションファイル (XXXX.cfg)**
システムの初期設定項目を記述したファイルです。カレントディレクトリに作成します。
- **デフォルトコンフィギュレーションファイル (default.cfg)**
コンフィギュレーションファイルで値の設定を省略した場合にこのファイルに書き込まれている値を設定します。環境変数 "LIB100"で示されるディレクトリ,もしくは,カレントディレクトリに置きます。両方のディレクトリに存在する場合は,カレントディレクトリのファイルが優先されます。
- **mr100.inc テンプレートファイル (mr100.inc)**
インクルードファイル **mr100.inc** のテンプレートとなるファイルです。環境変数 "LIB100"で示されるディレクトリに存在します。
- **MR100 バージョンファイル (version)**
MR100 のバージョンを記述したファイルです。環境変数 "LIB100" で示されるディレクトリに存在します。コンフィギュレータはこのファイルを読み込み,起動メッセージに MR100 のバージョン情報を出力します。
- **サービスコール定義ファイル (kernel_sysint.h)**
MR100 のサービスコールの宣言ファイル。環境変数 "LIB100" で示されるディレクトリに存在します。コンフィギュレータはこのファイルを読み込み,カレントディレクトリにコピーします。

コンフィギュレータの実行によって以下のファイルが出力されます。

コンフィギュレータが出力したファイルには,ユーザーのデータ定義を行わないで下さい。データ定義を行った後で,コンフィギュレータを起動するとユーザーの定義したデータは失われます。

- **システムデータ定義ファイル (sys_rom.inc)**
システムの設定を定義しているファイルです。
- **インクルードファイル (mr100.inc)**
mr100.inc はアセンブリ言語用のインクルードファイルです。
- **サービスコール定義ファイル (kernel_sysint.h)**
MR100 のサービスコールの宣言ファイルです。

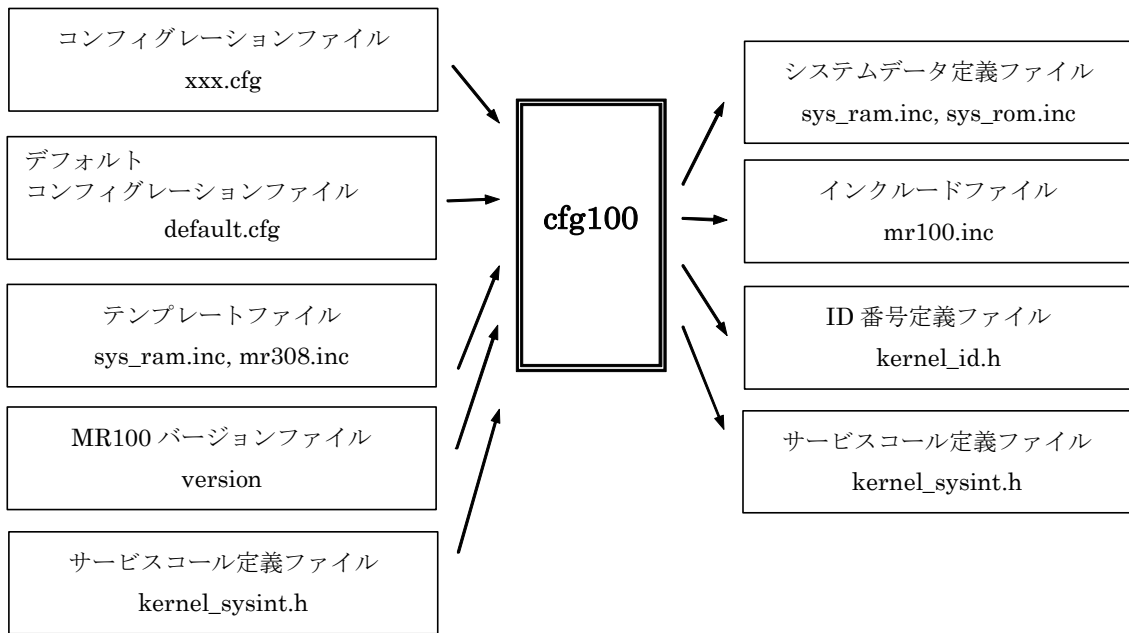


図 8.1 コンフィギュレータ動作概要

8.2.2 コンフィギュレータの環境設定

コンフィギュレータを実行するにあたって環境変数 "LIB100"が正しく設定されているかを確認してください。環境変数 "LIB100" で示すディレクトリ下には以下のファイルがないと正常に実行できません。

- デフォルトコンフィギュレーションファイル (default.cfg)
カレントディレクトリにコピーして使用することもできます。その場合はカレントディレクトリのファイルを優先して使用します。
- システム RAM 領域定義データベースファイル (sys_ram.inc)
- mr100.inc のテンプレートファイル (mr100.inc)
- セクション定義ファイル (c_sec.inc または asm_sec.inc)
- スタートアップファイル (crt0mr.a30 または start.a30)
- MR100 バージョンファイル (version)
- サービスコール定義ファイル(kernel_sysint.h)

8.2.3 コンフィギュレータ起動方法

コンフィギュレータは以下の形式で起動します。

```
C:¥> cfg100 [-vV] [-Eipl] [-Wipl] コンフィギュレーションファイル名
```

コンフィギュレーションファイル名は、通常拡張子 (.cfg) かまたは拡張子 (.cfg) を除いたファイル名を指定します。"" で囲まれた文字列に空白文字も使用することができます。

コマンドオプション

- -v オプション
コマンドのオプションの説明と詳細なバージョンを表示します。
- -V オプション
コマンドが生成するファイルの作成状況を表示します。
- -Eipl オプション
IPL 値のチェック機能を有効にします。コンフィギュレーションファイルにおいて System_IPL != 7 の場合はエラー表示 "system_IPL should be 7" を行い、コンフィグレータの実行を中断します。
- -Wipl オプション
IPL 値のチェック機能を有効にします。コンフィギュレーションファイルにおいて System_IPL != 7 の場合はワーニング "system_IPL should be 7" を表示します。

8.2.4 コンフィギュレータ実行上の注意

以下にコンフィギュレータ実行上の注意点を示します。

- スタートアッププログラム名, およびセクション定義ファイル名は変更しないでください。変更した場合, コンフィギュレータ実行時にエラーが発生します。

8.2.5 コンフィギュレータのエラーと対処方法

以下のメッセージが表示された場合はコンフィギュレータが正常に終了していませんのでコンフィギュレーションファイルを修正の上、再度コンフィギュレータを実行してください。

エラーメッセージ

- 1. cfg100 Error : Syntax error near line xxx (test.cfg)**
コンフィギュレーションファイルに文法エラーがあります。
- 2. cfg100 Error : Not enough memory**
メモリが足りません。
- 3. cfg100 Error : Illegal option --> <x>**
コンフィギュレータのコマンドオプションに誤りがあります。
- 4. cfg100 Error : Illegal argument --> <xx>**
コンフィギュレータの起動形式に誤りがあります。
- 5. cfg100 Error : Can't write open <XXXX>**
XXXX ファイルが作成できません。ディレクトリの属性やディスクの残り容量を確認してください。
- 6. cfg100 Error : Can't open <XXXX>**
XXXX ファイルにアクセスできません。XXXX ファイルの属性や、存在を確認してください。
- 7. cfg100 Error : Can't open version file**
環境変数"LIB100"の示すディレクトリの下に MR100 バージョンファイル"version"がありません。
- 8. cfg100 Error : Can't open default configuration file**
デフォルトコンフィギュレーションファイルがアクセスできません。環境変数 "LIB100"の示すディレクトリ、またはカレントディレクトリに"default.cfg"が必要です。
- 9. cfg100 Error : Can't open configuration file <xxxxcfg>**
コンフィギュレーションファイルがアクセスできません。コンフィギュレータの起動形式を確認の上、正しいファイル名を指定してください。
- 10. cfg100 Error : Illegal XXXX --> <xx> near line xxx (xxxx.cfg)**
定義項目 XXXX の数値または ID 番号が間違っています。定義範囲を確認してください。
- 11. cfg100 Error : Unknown XXXX --> <xx> near line xxx (xxxx.cfg)**
定義項目 XXXX のシンボル定義が間違っています。定義範囲を確認してください。
- 12. cfg100 Error : XXXX's ID number is too large.--> <xxx> (xxxx.cfg)**
XXXX 定義の ID 番号に、定義したオブジェクトの総数を超える値が設定されています。ID 番号がオブジェクトの総数を超えることはありません。
- 13. cfg100 Error : Task[x]'s priority is too large.--> <xxx> near line xxx (xxxx.cfg)**
ID 番号 x のタスク定義項目の初期優先度が、システム定義項目の優先度値を越えています。
- 14. cfg100 Error : clock.IPL is too large.--> <xxx> near line xxx (xxxx.cfg)**
システムクロック定義項目のシステムクロック割り込み優先レベルがシステム定義項目の system IPL 値を越えています。
- 15. cfg100 Error : System timer's vector <x> conflict near line xxx**
システムクロックの割り込みベクタに、別の割り込みが定義されています。割り込みベクタ番号を確認して下さい。

16. **cfg100 Error : XXXX is not defined (xxxx.cfg)**
コンフィギュレーションファイルで XXXX の項目の定義が必要です。
17. **cfg100 Error : system's default is not defined**
デフォルトコンフィギュレーションファイルで定義が必要な項目です。
18. **cfg100 Error : <XXXX> is already defined near line xxx (xxxx.cfg)**
項目 XXXX は既に定義されています。確認の上、重複定義を削除してください。
19. **cfg100 Error : XXXX[x] is already defined near line xxx (default.cfg)**
20. **cfg100 Error : XXXX[x] is already defined near line xxx (xxxx.cfg)**
項目 XXXX において ID 番号 x は既に登録されています。ID 番号を変更するか重複定義を削除してください。
21. **cfg100 Error : XXXX must be defined near line xxx (xxxx.cfg)**
XXXX は、省略できない項目です。
22. **cfg100 Error : SYMBOL must be defined near line xxx (xxxx.cfg)**
省略できないシンボルです。
23. **cfg100 Error : Zero divide error near line xxx (xxxx.cfg)**
演算式で 0(ゼロ) 除算が発生しました。
24. **cfg100 Error : task[X].stack_size must be set XX or more near line xxx (xxxx.cfg)**
タスクのスタックサイズを XX バイト以上のサイズをセットしてください。
25. **cfg100 Error : "R2R0" must be contained in task[x].context near line xxx (xxxx.cfg)**
タスクのコンテキスト選択項目では、必ず、R2R0 レジスタを選択してください。
26. **cfg100 Error : Can't specify B or F switch when os_int=YES. (xxxx.cfg)**
カーネル管理割り込みハンドラに対して"/B","/F"スイッチを指定することはできません。
27. **cfg100 Error : Can't specify B and E switch at a time when os_int=NO. (xxxx.cfg)**
カーネル管理外割り込みハンドラに対して"/B","/E"スイッチを同時に指定することはできません。
28. **cfg100 Error : interrupt_vector[%ld].os_int must be YES. (xxxx.cfg)**
カーネル割り込みマスクレベルが 7 の場合、割り込みハンドラはカーネル管理割り込みとしなければいけません。
29. **cfg100 Error : system_IPL should be 7. (xxxx.cfg)**
コンフィギュレータのコマンドオプションに"-Eipl"を指定した場合、システム定義の sysrem_IPL の値は 7 でなければいけません。
30. **cfg100 Error : Timer counter value is overflow. (xxxx.cfg)**
タイマカウンタの演算においてオーバーフローが発生しました。指定されたタイムティック周期、周辺機能クロックでは適切なタイマの初期化が行えません。システムクロック定義の timer を OTHER にしてユーザがシステムクロックとして使用するタイマの初期化を行ってください。

警告メッセージ

以下のメッセージは警告ですので、内容が理解できていれば無視してもかまいません。

31. **cfg100 Warning : system is not defined (xxxx.cfg)**
32. **cfg100 Warning : system.XXXX is not defined (xxxx.cfg)**
コンフィギュレーションファイルでシステム定義またはシステム定義項目 XXXX が省略されています。
33. **cfg100 Warning : task[x].XXXX is not defined near line xxx (xxxx.cfg)**
ID 番号 x のタスク定義項目 XXXX が省略されています。
34. **cfg100 Warning : XXXX is already defined near line xxx (xxxx.cfg)**
XXXX は既に定義されています。定義内容は無視されます。確認の上、重複定義を削除してください。
35. **cfg100 Warning : interrupt_vector[x]'s default is not defined (default.cfg)**
デフォルトコンフィギュレーションファイルでベクタ番号 x の割り込みベクタ定義が抜けています。
36. **cfg100 Warning : interrupt_vector[x]'s default is not defined near line xxx (test.cfg)**
コンフィギュレーションファイルのベクタ番号 x の割り込みベクタは、デフォルトコンフィギュレーションファイルに定義されていません。
37. **cfg100 Warning : Initial start task is not defined.**
コンフィギュレーションファイルで、初期起動タスクの定義がないためタスク ID 番号 1 のタスクを初期起動タスクとして定義しました。
38. **cfg100 Warning : system.stack_size is an uneven number near line xxx**
39. **cfg100 Warning : task[x].stack_size is an uneven number near line xxx**
スタックサイズは、偶数サイズを指定してください。
40. **cfg100 Warning : system_IPL should be 7**
コンフィギュレータのコマンドオプションに”-Wipl”を指定した場合、システム定義の `system_IPL` の値は 7 にすべきです。
41. **cfg100 Warning : Timer counter value is less than your setting time**
タイマカウンタの演算において誤差が発生しました。誤差が許容されるか確認ください。
42. **cfg100 Warning : XXXX is specified as YYYY.**
XXXX が YYYY として設定されました。

9. サンプルプログラム

MR100 の応用例として、タスク間で交互に標準出力に文字列を出力するプログラムを示します。

表 9.1 サンプルプログラムの関数一覧

関数名	種類	ID 番号	優先度	機能
main()	タスク	1	1	task1,task2 を起動させます。
task1()	タスク	2	2	“task1 running”を出力します。
task2()	タスク	3	3	“task2 running”を出力します。
cyh1()	ハンドラ	1		task1()を起床します。

以下に、処理内容を説明します。

- main タスクは、task1,task2,cyh1 を起動し、自タスクを終了させます。
- task1 は、次の順で動作します。
 1. セマフォを獲得します。
 2. 起床待ちに移行します。
 3. “task1 running”を出力します。
 4. セマフォを解放します。
- task2 は、次の順で動作します。
 1. セマフォを獲得します。
 2. “task2 running”を出力します。
 3. セマフォを解放します。
- cyh1 は、100ms 毎に起動し、task1 を起床します。

9.1 サンプルプログラム

```
1 /*****
2 *
3 *
4 * COPYRIGHT(C) 2003(2005) RENESAS TECHNOLOGY CORPORATION
5 * AND RENESAS SOLUTIONS CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
6 *
7 *
8 * $Id: demo.c,v 1.2 2005/06/15 05:29:02 inui Exp $
9 *****/
10
11 #include <itron.h>
12 #include <kernel.h>
13 #include "kernel_id.h"
14 #include <stdio.h>
15
16
17 void main( VP_INT stacd )
18 {
19     sta_tsk(ID_task1,0);
20     sta_tsk(ID_task2,0);
21     sta_cyc(ID_cyh1);
22 }
23 void task1( VP_INT stacd )
24 {
25     while(1){
26         wai_sem(ID_sem1);
27         slp_tsk();
28         printf("task1 running¥n");
29         sig_sem(ID_sem1);
30     }
31 }
32
33 void task2( VP_INT stacd )
34 {
35     while(1){
36         wai_sem(ID_sem1);
37         printf("task2 running¥n");
38         sig_sem(ID_sem1);
39     }
40 }
41
42 void cyh1( VP_INT exinf )
43 {
44     iwup_tsk(ID_task1);
45 }
46
```

9.2 サンプルコンフィギュレーションファイル

```
1 //*****
2 //
3 //  COPYRIGHT(C) 2003,2005 RENESAS TECHNOLOGY CORPORATION
4 //  AND RENESAS SOLUTIONS CORPORATION ALL RIGHTS RESERVED
5 //
6 //      MR100 System Configuration File.
7 //      "$Id: smp.cfg,v 1.5 2005/06/15 05:41:54 inui Exp $"
8 //
9 //*****
10
11 // System Definition
12 system{
13     stack_size      = 1024;
14     priority        = 10;
15     system_IPL      = 4;
16     tic_num         = 1;
17     tic_deno        = 1;
18     message_pri     = 255;
19 };
20 //System Clock Definition
21 clock{
22     mpu_clock       = 32MHz;
23     timer           = A0;
24     IPL             = 4;
25 };
26 //Task Definition
27 //
28 task[] {
29     entry_address   = main();
30     name            = ID_main;
31     stack_size      = 100;
32     priority        = 1;
33     initial_start   = ON;
34 };
35 task[] {
36     entry_address   = task1();
37     name            = ID_task1;
38     stack_size      = 500;
39     priority        = 2;
40 };
41 task[] {
42     entry_address   = task2();
43     name            = ID_task2;
44     stack_size      = 500;
45     priority        = 3;
46 };
47
48 semaphore[] {
49     name            = ID_sem1;
50     max_count       = 1;
51     initial_count   = 1;
52     wait_queue     = TA_TPRI;
53 };
54
55 cyclic_hand [1] {
56     name            = ID_cyh1;
57     interval_counter = 100;
58     start           = OFF;
59     phsatr          = OFF;
60     phs_counter     = 0;
61     entry_address   = cyh1();
62     exinf           = 1;
63 };
```

10. スタックサイズの算出方法

10.1 スタックサイズの算出方法

MR100 のスタックには、システムスタックとユーザスタックの 2 種類があります。スタックサイズの計算方法は、ユーザスタックとシステムスタックで異なります。

- ユーザスタック

タスクに存在するスタックです。従って、MR100 を使ってアプリケーションプログラムを記述する場合には、タスクごとにスタック領域を確保する必要があります。

- システムスタック

MR100 内部もしくはハンドラ実行中に使用するスタックサイズです。MR100 では、サービスコールをタスクが発行するとユーザスタックからシステムスタックに切り替えます。システムスタックは、マイコンの割り込みスタックを使用します。

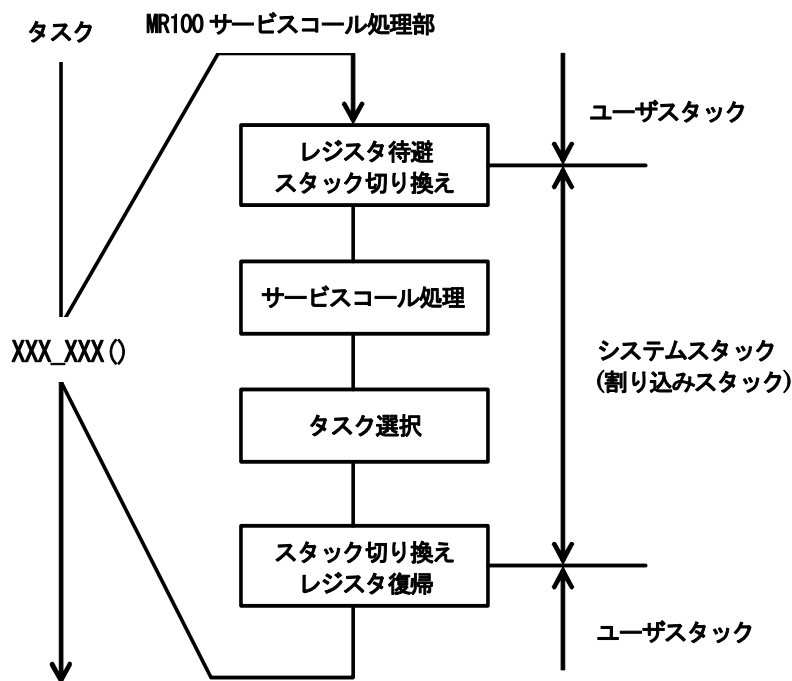


図 10.1:システムスタックとユーザスタック

システムスタックとユーザスタックの各セクションの配置は以下ようになります。ただし、以下の図は、コンフィギュレーション時にすべてのタスクのスタック領域を stack セクションに配置した場合です。

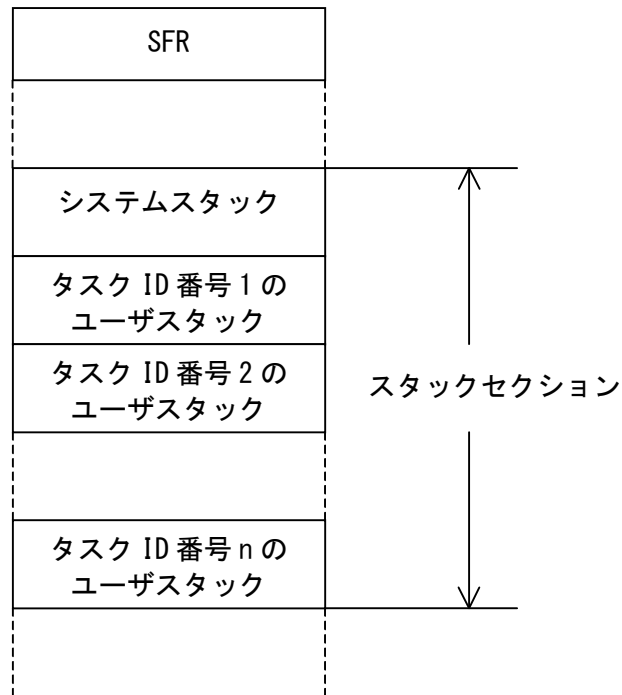


図 10.2:スタックの配置

10.1.1 ユーザスタックの算出方法

ユーザスタックは、タスクごとに算出する必要があります。以下にアプリケーションを C 言語で記述した場合とアセンブリ言語で記述した場合のスタックの算出方法を以下に示します。

- C 言語でアプリケーションを記述した場合

NC100 付属のスタック算出ユーティリティをご使用下さい。スタック算出ユーティリティは各タスクが使用するスタックサイズを表示します。その表示された各タスクのスタックサイズとコンテキスト格納領域 48 バイト⁴⁰の合計が、タスクのスタックサイズとなります。スタック算出ユーティリティの詳細な使用方法については、スタック算出ユーティリティのマニュアルをご覧ください。

- アセンブリ言語でアプリケーションを記述した場合

- ユーザプログラムで使用する部分

そのタスクがサブルーチン呼び出しで使用するスタック量、および、そのタスクでレジスタをスタックに保存する場合に使用する量などの合計。

- MR100 で使用する部分

サービスコールを発行することで消費するスタックサイズです。

MR100 では、タスクから発行可能なサービスコールのみを発行した場合は、PC+FLGレジスタを格納する領域 8 バイトを確保してください。また、タスクまたはハンドラの両方から発行できるサービスコールを発行した場合は、表 10.3 に記載されたスタックサイズを参考に確保して下さい。複数のサービスコールを発行している場合は、それらのサービスコールが消費するスタックサイズの最大値を確保して下さい。

よって、

ユーザスタックサイズ =

ユーザプログラムで使用する部分 + 使用するレジスタ分 + MR100で使用する部分

になります。(使用するレジスタ分は、各 4byte で使用分を加算する)

エラー! 参照元が見つかりません。にユーザスタックの算出例を示します。以下の例では、対象とするタスクが、R2R0,R3R1,A0 レジスタを使用している場合です。

⁴⁰ C 言語で記述した場合、このサイズは固定となります。

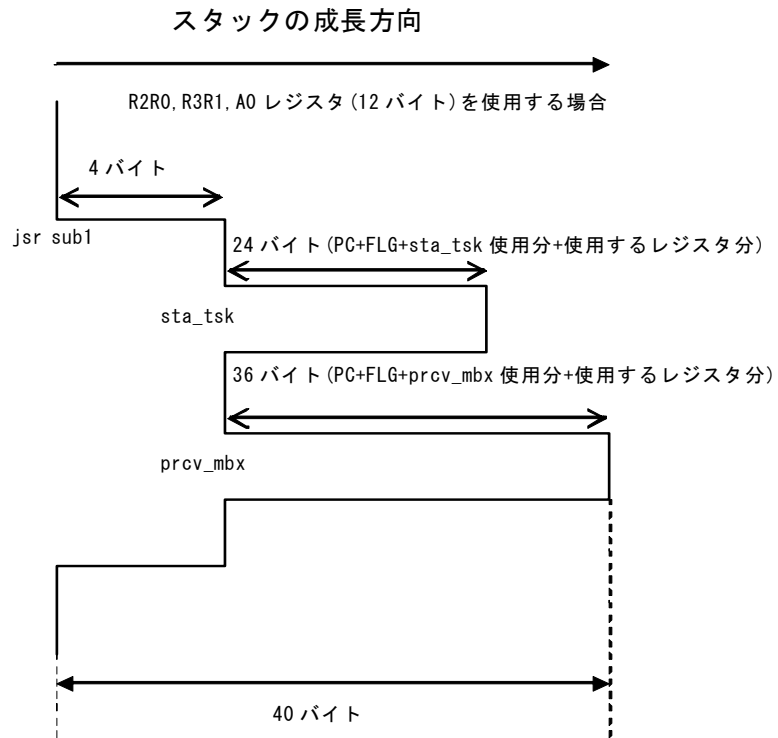


図 10.3: ユーザスタックサイズの算出例

10.1.2 システムスタックの算出方法

システムスタックを最も多く消費するのはサービスコール処理中⁴¹に割り込みが発生し、その上に多重割り込みが発生した場合です。すなわち、システムスタックの必要量 (最大サイズ)は以下の計算式で算出することができます。

$$\text{システムスタックの必要量} = \alpha + \sum \beta i (+\gamma)$$

- α

使用するサービスコールの中で最大のシステムスタックサイズ⁴²。

例えば,sta_tsk,ext_tsk,slp_tsk,dly_tskを使用する場合,表 10.1で,それぞれのシステムスタックサイズを調べると,

サービスコール名	システムスタックサイズ
sta_tsk	4 バイト
ext_tsk	32 バイト
slp_tsk	4 バイト
dly_tsk	8 バイト

となるのでこの場合,使用するサービスコールの中で最大のシステムスタックサイズは ext_tsk の場合で 32 バイトです。

- βi

割り込みハンドラ⁴³の使用するスタックサイズ。詳細は後述します。

- γ

システムクロック割り込みハンドラの使用するスタックサイズ。詳細は後述します。

⁴¹ ユーザスタックからシステムスタックに切り替えた後

⁴² それぞれのサービスコールに使用するスタックサイズは,表 10.1から表 10.3を参照してください。

⁴³ システムクロック割り込みハンドラを含まないカーネル管理割り込みハンドラ(OS 依存割り込みハンドラ)

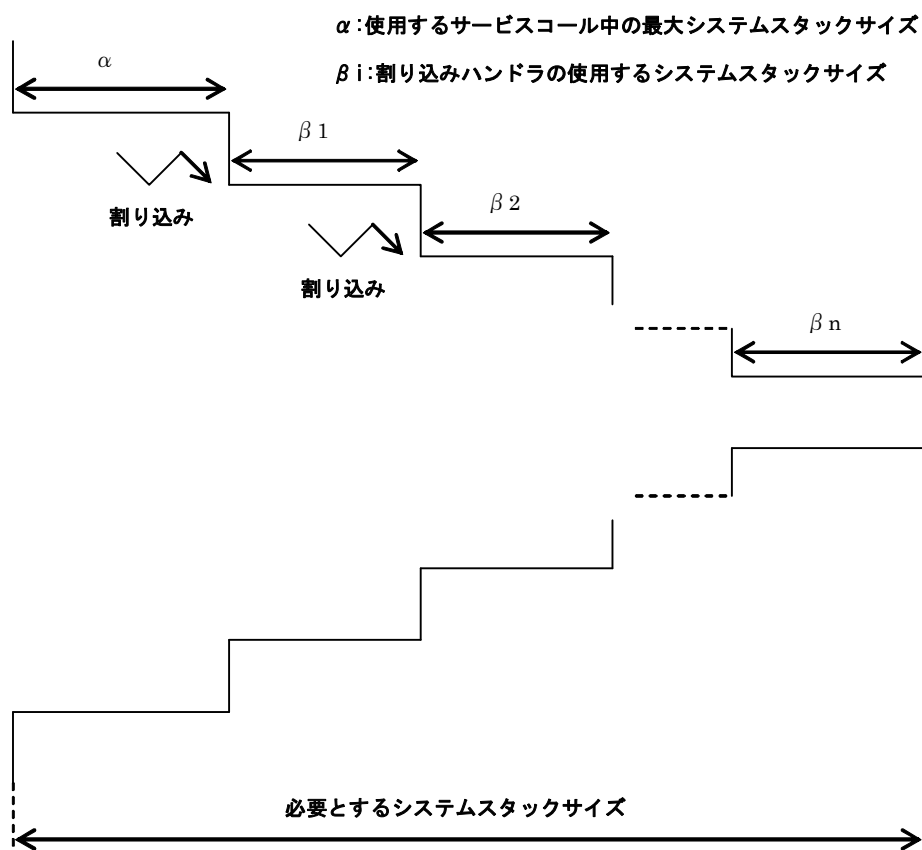


図 10.4:システムスタックサイズの算出方法

【割り込みハンドラの使用するスタックサイズ β_i 】

サービスコール中に発生した割り込みハンドラの使用するスタックサイズは以下の計算式で算出できます。割り込みハンドラの使用するスタックサイズ β_i を、以下に示します。

●C 言語

NC100 付属のスタック算出ユーティリティをご使用下さい。
 スタック算出ユーティリティは各割り込みハンドラが使用するスタックサイズを表示します。その表示された値が各割り込みハンドラの使用するスタックサイズになります。
 スタック算出ユーティリティの詳細な使用方法については、スタック算出ユーティリティのマニュアルをご覧ください。

●アセンブリ言語

$$\text{カーネル管理割り込みハンドラの使用するスタックサイズ} = \text{使用するレジスタ分} + \text{ユーザ使用量} + \text{サービスコールの使用量}$$

$$\text{カーネル管理外割り込みハンドラの使用するスタックサイズ} = \text{使用するレジスタ分} + \text{ユーザ使用量}$$

ユーザ使用量は、ユーザの記述する部分で使用するスタック使用量です。

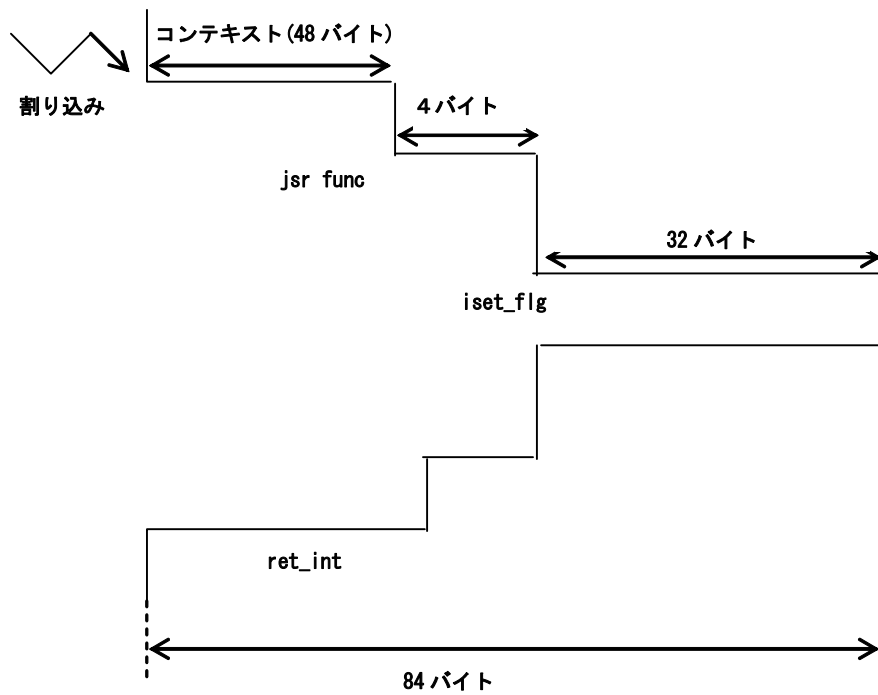


図 10.5:割り込みハンドラの使用するスタック量(C 言語記述時)

【システムクロック割り込みハンドラが使用するシステムスタックサイズ γ 】

システムタイマを使用しないときは、システムクロック割り込みハンドラが使用するシステムスタックを加算する必要はありません。

システムクロック割り込みハンドラが使用するシステムスタック量 γ は以下に示す2つの場合のうちの大きいサイズです。

- 84 + 周期起動ハンドラのスタック使用量の最も大きいサイズ
- 84 + アラームハンドラのスタック使用量の最も大きいサイズ

周期起動ハンドラおよびアラームハンドラが使用するスタックサイズの算出方法を以下に示します。

●C 言語

NC100 付属のスタック算出ユーティリティをご使用下さい。

スタック算出ユーティリティは各ハンドラが使用するスタックサイズを表示します。その表示された値が各ハンドラの使用するスタックサイズになります。

スタック算出ユーティリティの詳細な使用方法については、スタック算出ユーティリティのマニュアルをご覧ください。

●アセンブリ言語

**周期起動ハンドラあるいはアラームハンドラの使用するスタックサイズ =
使用するレジスタ分 + ユーザ使用量 + サービスコールの使用量**

周期起動、アラームハンドラのどちらも使用しない場合は、

$$\gamma = 84 \text{ バイト}$$

になります。

割り込みハンドラとシステムクロック割り込みハンドラを併用して使用する場合は、双方の使用するスタックサイズを加算してください。

10.1.3 各サービスコールのスタック使用量

以下に各サービスコールで使用するスタックサイズ一覧を示します。()内は、アセンブリ言語使用時に必要となるスタック使用量です。C言語使用時、アセンブリ言語使用時で使用スタックサイズが同一の場合は、()を表記していません。

表 10.1は、タスクコンテキストから発行可能なサービスコールのスタック使用量(ユーザスタック及び、システムスタック)を示しています。

表 10.1 タスクコンテキストから発行するサービスコールのスタック使用量一覧(単位:バイト)

サービスコール	スタックサイズ		サービスコール	スタックサイズ	
	ユーザスタック	システムスタック		ユーザスタック	システムスタック
act_tsk	0(4)	4	rcv_mbx	4	28
can_act	8(12)	0	prcv_mbx	8(16)	0
sta_tsk	0(4)	4	trcv_mbx	4	28
ext_tsk	0	32	ref_mbx	0(8)	0
ter_tsk	0(4)	44	get_mpf	4	28
chg_pri	0(4)	20	pget_mpf	8(20)	0
get_pri	8(12)	0	tget_mpf	4	32
ref_tsk	0(32)	0	rel_mpf	0(4)	20
ref_tst	0(12)	0	ref_mpf	0(8)	0
slp_tsk	0(4)	4	pget_mpl	4	74
tslp_tsk	0(4)	8	rel_mpl	0(4)	38
wup_tsk	0(4)	16	ref_mpl	0(20)	0
can_wup	8(12)	0	set_tim	0(8)	0
rel_wai	0(4)	44	get_tim	0(8)	0
sus_tsk	0(4)	4	sta_cyc	0(12)	0
rsm_tsk	0(4)	4	stp_cyc	0(8)	0
frsm_tsk	0(4)	4	ref_cyc	0(16)	0
dly_tsk	0(4)	8	sta_alm	0(12)	0
sig_sem	0(4)	16	stp_alm	0(8)	0
wai_sem	0(4)	28	ref_alm	0(16)	0
pol_sem	0(8)	0	rot_rdq	0(4)	0
twai_sem	0(4)	28	get_tid	8(8)	0
ref_sem	0(8)	0	loc_cpu	0(4)	0
set_flg	0(4)	24	unl_cpu	0(4)	0
clr_flg	0(8)	0	ref_ver	0(12)	0
wai_flg	4	28	vsnd_dtq	0(4)	28
pol_flg	8(12)	0	vpsnd_dtq	0(4)	16
twai_flg	4	28	vsnd_dtq	0(4)	28
ref_flg	0(8)	0	vfsnd_dtq	0(4)	16
snd_dtq	0(4)	28	vrcv_dtq	4	16
psnd_dtq	0(4)	16	vprcv_dtq	4	16
tsnd_dtq	0(4)	28	vtrcv_dtq	4	16
fsnd_dtq	0(4)	16	vref_dtq	0(8)	0
rcv_dtq	4	16	vrst_dtq	0(4)	48
prcv_dtq	4	16	vrst_vdtq	0(4)	48
trcv_dtq	4	16	vrst_mbx	0(8)	0
ref_dtq	0(8)	0	vrst_mpf	0(4)	48
snd_mbx	0(4)	12	vrst_mpl	0	28(68)
dis_dsp	0(4)	0	ena_dsp	0(4)	0
loc_mtx	0(4)	32	tloc_mtx	0(4)	32
ploc_mtx	0(4)	8	ref_mtx	0(8)	0
unl_mtx	0(4)	36	snd_mbf	0(4)	28
tsnd_mbf	0(4)	28	psnd_mbf	0(4)	28
vrst_mbf	0(4)	64	rcv_mbf	4	56
trcv_mbf	4	56	prcv_mbf	4	56
ref_mbf	0(12)	0			

表 10.2は、非タスクコンテキストから発行可能なサービスコールのスタック使用量(システムスタック)を示しています。

表 10.2 非タスクコンテキストから発行するサービスコールのスタック使用量一覧(単位:バイト)

サービスコール	スタックサイズ	サービスコール	スタックサイズ
iact_tsk	12(40)	iprcv_mbx	16(28)
ican_act	16(24)	iref_mbx	12(20)
ista_tsk	12(40)	ipget_mpf	28(32)
ichg_pri	28(56)	irel_mpf	32(64)
iget_pri	16(24)	iref_mpf	12(20)
iref_tsk	12(44)	iset_tim	12(20)
iref_tst	12(24)	iget_tim	12(20)
iwup_tsk	24(56)	ista_cyc	12(24)
ican_wup	16(24)	istp_cyc	12(20)
irel_wai	52(84)	iref_cyc	12(28)
isus_tsk	12(32)	ista_alm	12(24)
irmsm_tsk	12(40)	istp_alm	12(20)
ifrsn_tsk	12(40)	iref_alm	12(28)
isig_sem	28(60)	irotd_rdq	12(24)
ipol_sem	12(20)	iget_tid	16(20)
iref_sem	12(20)	iloc_cpu	12
iset_flg	32(72)	iunl_cpu	12(20)
iclr_flg	12(20)	ret_int	16
ipol_flg	16(24)	iref_ver	12(24)
iref_flg	12(20)	vipsnd_dtq	32(64)
ipsnd_dtq	28(60)	vifsnd_dtq	32(64)
ifsnd_dtq	28(60)	viprev_dtq	36(68)
iprcv_dtq	40(68)	viref_dtq	12(20)
iref_dtq	12(20)	isnd_mbx	24(52)
iref_mpl	12(32)	ipsnd_mbf	40(72)
iref_mbf	12(20)		

表 10.3は、タスクコンテキストあるいは非タスクコンテキストの両方から発行可能なサービスコールのスタック使用量を示しています。ここで示すスタックの使用量は、タスクからサービスコールを発行した場合は、ユーザスタックを使用し、非タスクコンテキストから発行した場合は、システムスタックを使用します。

表 10.3 両方から発行可能なサービスコールのスタック使用量一覧

サービスコール	スタックサイズ	サービスコール	スタックサイズ
sns_ctx	12(20)	sns_loc	12(20)
sns_dsp	12(20)	sns_dpn	12(20)
vsys_dwn	0(8)	ivsys_dwn	8

11. 注意事項

11.1 INT命令の使用について

MR100 では,INT 命令の割り込み番号を表 5.2 に示すようにサービスコール発行のため予約しています。そのため,ユーザーアプリケーションでソフトウェア割り込みを使用する場合は,32 から 40 以外の割り込みを使用して下さい。

表 11.1 割り込み番号の割り当て

割り込み番号	使用するサービスコール
248	vsys_dwn サービスコール
249	タスクからのみ発行可能なサービスコール
250	非タスクコンテキストからのみ発行可能なサービスコール タスクコンテキスト,非タスクコンテキストの両方から発行可能なサービスコール
251	ret_int サービスコール
252	dis_dsp サービスコール
253	loc_cpu, iloc_cpu サービスコール
254	ext_tsk サービスコール
255	拡張のため予約

11.2レジスタバンクについて

MR100 では,タスク起動時のコンテキストは,レジスタバンク0を使用しています。カーネル処理中にレジスタバンク切り替えは行いません。プログラム誤動作の原因となりますので,以下の点にご注意ください。

- タスク内では,レジスタバンク切り替えは行わないで下さい。
- レジスタバンク切り替えを指定している割り込み同士が,多重に割り込まないようにして下さい。

11.3 ディスパッチ遅延について

MR100 では、ディスパッチ遅延に関するサービスコールが 4 つあります。

- `dis_dsp`
- `ena_dsp`
- `loc_cpu, iloc_cpu`
- `unl_cpu, iunl_cpu`

これらのうち、`dis_dsp` サービスコールを使用し、一時的にディスパッチを遅延した場合のタスクの扱いについて以下に記述します。

1. ディスパッチ遅延中の実行タスクがプリエンプトされるべき状態になった場合

ディスパッチが禁止されている間は、実行中のタスクがプリエンプトされるべき状況となっても、新たに実行すべき状態となったタスクにはディスパッチされません。実行すべきタスクへのディスパッチは、ディスパッチ禁止状態が解除されるまで遅延されます。ディスパッチ遅延中は、システムは以下の状態となります。

- 実行中のタスクは `RUNNING` 状態であり、レディキューにつながれている。
- ディスパッチ禁止解除後に実行するタスクは、`READY` 状態であり、(タスクにつながれている中で)最高優先度のレディキューにつながれている。

2. ディスパッチ遅延中に `isus_tsk, irsm_tsk` サービスコールが発行された場合

ディスパッチ禁止状態で起動された割り込みハンドラから、実行中のタスク (`dis_dsp` を発行したタスク) に対して `isus_tsk` を発行し `SUSPENDED` 状態へ移行させようとした場合、タスク状態の遷移はディスパッチ禁止状態が解除されるまで遅延されます。ディスパッチ遅延中は、システムは以下の状態となります。

- 実行中のタスクの状態の扱いは、OS 内部では、ディスパッチ禁止解除後の状態として扱います。そのため、実行中のタスクに対して発行された `isus_tsk` では、実行中のタスクをレディキューからはずし、`SUSPENDED` 状態に移行します。エラーコードは `E_OK` を返します。この後、実行中のタスクに対して `irsm_tsk` が発行されると、実行中のタスクをレディキューにつなぎ、エラーコードは `E_OK` を返します。ただし、ディスパッチ禁止が解除されるまでタスクの切り替えは起こりません。
- ディスパッチ禁止解除後に実行するタスクは、レディキューにつながれています。

3. 注意事項

- `dis_dsp` により、ディスパッチが禁止されている状態で、自タスクを待ち状態に移す可能性のあるサービスコール (`slp_tsk, wai_sem` など) は発行した場合はエラー `E_CTX` を返します。
- `loc_cpu, iloc_cpu` により CPU ロック状態で `ena_dsp, dis_dsp` は発行できません。
- `dis_dsp` を何回か発行して、その後、`ena_dsp` を 1 回発行しただけでディスパッチ禁止状態は解除されます。

11.4 初期起動タスクについて

MR100 では、システム起動時に READY 状態からスタートするタスクを指定できます。つまり、タスク属性として TA_STA を付加します。この指定はコンフィギュレーションファイルで設定を行います。設定方法の詳細については、8.1.2 コンフィギュレーションファイルの定義項目【タスク定義】を参照して下さい。

12. 付録

12.1 データタイプ

typedef	signed char	B;	/* 符号付き 8 ビット整数 */
typedef	signed short	H;	/* 符号付き 16 ビット整数 */
typedef	signed long	W;	/* 符号付き 32 ビット整数 */
typedef	unsigned char	UB;	/* 符号なし 8 ビット整数 */
typedef	unsigned short	UH;	/* 符号なし 16 ビット整数 */
typedef	unsigned long	UW;	/* 符号なし 32 ビット整数 */
typedef	signed char	VB;	/* データタイプが一致しないもの符号付き (8 ビットサイズ) */
typedef	signed short	VH;	/* データタイプが一致しないもの符号付き (16 ビットサイズ) */
typedef	signed long	VW;	/* データタイプが一致しないもの符号付き (32 ビットサイズ) */
typedef	signed long long	D;	/* 符号付き 64 ビット整数 */
typedef	unsigned long long	UD;	/* 符号なし 64 ビット整数 */
typedef	signed long long	VD;	/* データタイプが一致しないもの符号付き (64 ビットサイズ) */
typedef	void	*VP;	/* データタイプが一致しないものへのポイン タ */
typedef	void	(*FP(void));	/* プログラムのスタートアドレス一般 */
typedef	W	INT;	/* 符号付き 32 ビット整数 */
typedef	UW	UINT;	/* 符号なし 32 ビット整数 */
typedef	H	ID;	/* オブジェクト ID 番号 */
typedef	H	PRI;	/* タスク優先度 */
typedef	W	TMO;	/* タイムアウト */
typedef	H	ER;	/* エラーコード(符号付き整数) */
typedef	UH	ATR;	/* オブジェクト属性(符号なし整数) */
typedef	UH	STAT;	/* タスクの状態 */
typedef	UH	MODE;	/* サービスコールの動作モード */
typedef	UW	SIZE;	/* メモリ領域のサイズ */
typedef	UW	RELTIM;	/* 相対時間 */
typedef	W	VP_INT;	/* データタイプが定まらないものへのポイン タまたはプロセッサに自然なサイズの符号付き 整数 */
typedef	struct	system{	/* システム時刻 */
	UH	utime;	/* 時刻の上位 16bit */
	UW	ltime;	/* 時刻の下位 32bit */
} SYSTIM;			
typedef	W	ER_UINT;	/* エラーコードまたは符号無し整数 */
typedef	H	BOOL;	/* ブール型 */

12.2 共通定数と構造体のパケット形式

```
----共通----
TRUE      1          /* 真 */
FALSE     0          /* 偽 */

----タスク管理関係----
TSK_SELF  0          /* 自タスク指定 */
TPRI_RUNNING 0      /* その時実行中の優先度を指定 */
typedef struct t_rtsk {
    STAT    tskstat; /* タスクの状態 */
    PRI     tskpri;  /* タスクの現在優先度 */
    PRI     tskbpri; /* タスクのベース優先度 */
    STAT    tskwait; /* タスクの待ち要因 */
    ID      wid;     /* タスクの待ちオブジェクトID */
    TMO     tskatr;  /* タイムアウトするまでの時間 */
    UINT    actcnt;  /* 起動要求キューイング数 */
    UINT    wupcnt;  /* 起床要求キューイング数 */
    UINT    suscnt;  /* 強制待ち要求ネスト数 */
} T_RTST;

typedef struct t_rtst {
    STAT    tskstat; /* タスクの状態 */
    STAT    tskwait; /* タスクの待ち要因 */
} T_RTST;

----セマフォ関係----
typedef struct t_rsem {
    ID      wtskid; /* 待ち行列先頭タスクのID番号 */
    INT     semcnt; /* 現在のセマフォカウントの値 */
} T_RSEM;

----イベントフラグ関係----
wfmod:
TWF_ANDW  H'0000    /* AND待ち */
TWF_ORW   H'0002    /* OR待ち */
typedef struct t_rflg {
    ID      wtskid; /* 待ち行列先頭タスクのID番号 */
    UINT    flgpntn; /* イベントフラグの現在のビットパターン */
} T_RFLG;

----データキュー, shortデータキュー関係----
typedef struct t_rdtq {
    ID      stskid; /* 送信待ち行列先頭タスクのID番号 */
    ID      rtskid; /* 受信待ち行列先頭タスクのID番号 */
    UINT    sdtqcnt; /* データキューに入っているデータの個数 */
} T_RDTQ;

----メールボックス関係----
typedef struct t_msg {
    VP      msghead; /* メッセージヘッダ */
} T_MSG;
typedef struct t_msg_pri {
    T_MSG   msgque; /* メッセージヘッダ */
    PRI     msgpri; /* メッセージ優先度 */
} T_MSG_PRI;
```

```

typedef struct t_mbx {
    ID      wtskid;          /* 待ち行列先頭タスクのID番号*/
    T_MSG   *pk_msg;        /* 次に受信されるメッセージ */
} T_RMBX;

----固定長メモリプール関係----
typedef struct t_rmpf {
    ID      wtskid;          /* メモリ獲得待ち行列先頭タスクのID番号*/
    UINT    frbcnt;         /* メモリブロック数 */
} T_RMPF;

----可変長メモリプール関係----
typedef struct t_rmpl {
    ID      wtskid;          /* メモリ獲得待ち行列先頭タスクのID番号*/
    SIZE    fmplsz;         /* 空き領域の合計サイズ */
    UINT    fblksz;         /* すぐに獲得可能な最大メモリブロックサイズ */
} T_RMPL;

----周期ハンドラ関係----
typedef struct t_rcyc {
    STAT    cycstat;        /* 周期ハンドラ動作状態 */
    RELTIM  lefttim;        /* 周期ハンドラの起動までの残り時間 */
} T_RCYC;

----アラームハンドラ関係----
typedef struct t_ralm {
    STAT    almstat;        /* アラームハンドラ動作状態 */
    RELTIM  lefttim;        /* アラームハンドラの起動までの残り時間 */
} T_RALM;

---- システム管理関係 ----
typedef struct t_rver {
    UH      maker;          /* メーカー */
    UH      prid;           /* 形式番号 */
    UH      spver;          /* 仕様書バージョン */
    UH      prver;          /* 製品バージョン */
    UH      prno[4];        /* 製品管理情報 */
} T_RVER;

```

12.3 アセンブリ言語インタフェース

アセンブリ言語でサービスコールを発行する場合、サービスコールの呼び出し用マクロを使用します。

サービスコールの呼び出し用マクロ内の処理は、各パラメータをレジスタに設定してから、ソフトウェア割り込みによりサービスコールのルーチンの実行を開始します。また、サービスコールの呼び出し用マクロを使用せず直接サービスコールを呼び出した場合、将来のバージョンにおいて互換性が保証できなくなります。

以下にアセンブリ言語インタフェースの一覧表を記載します。機能コードについては、 μ ITRON 仕様で規定された値は使用しておりません。

タスク管理機能

ServiceCall	INTNo.	Parameter					ReturnParameter	
		FuncCode A0	R1	R2	R3	A1	R0	R2
ista_tsk	250	8	stacd	tskid	stacd	-	ercd	-
sta_tsk	249	6	stacd	tskid	stacd	-	ercd	-
act_tsk	249	0	-	tskid	-	-	ercd	-
iact_tsk	250	2	-	tskid	-	-	ercd	-
ter_tsk	249	10	-	tskid	-	-	ercd	-
can_act	250	4	-	tskid	-	-	actent	-
ican_act	250	4	-	tskid	-	-	actent	-
chg_pri	250	12	-	tskid	tskpri	-	ercd	-
ichg_pri	250	14	-	tskid	tskpri	-	ercd	-
rel_wai	249	32	-	tskid	-	-	ercd	-
irel_wai	250	34	-	tskid	-	-	ercd	-
ref_tst	250	20	-	tskid	-	pk_rtst	ercd	-
iref_tst	250	20	-	tskid	-	pk_rtst	ercd	-
ref_tsk	250	18	-	tskid	-	pk_rtsk	ercd	-
iref_tsk	250	18	-	tskid	-	pk_rtsk	ercd	-
ext_tsk	137	106	-	-	-	-	-	-
get_pri	250	16	-	tskid	-	-	ercd	tskpri
iget_pri	250	16	-	tskid	-	-	ercd	tskpri

タスク付属同期

ServiceCall	INTNo.	Parameter			ReturnParameter
		FuncCode A0	R2	R6R4	R0
slp_tsk	249	22	-	-	ercd
wup_tsk	249	26	tskid	-	ercd
iwup_tsk	250	28	tskid	-	ercd
can_wup	250	30	tskid	-	wupent
ican_wup	250	30	tskid	-	wupent
tslp_tsk	249	24	-	tmout	ercd
sus_tsk	249	36	tskid	-	ercd
isus_tsk	250	38	tskid	-	ercd
rsm_tsk	249	40	tskid	-	ercd
irms_tsk	250	42	tskid	-	ercd
frsm_tsk	249	40	tskid	-	ercd
ifrs_tsk	250	42	tskid	-	ercd
dly_tsk	249	44	-	tmout	ercd
rel_wai	249	32	tskid	-	ercd
irel_wai	250	34	tskid	-	ercd

同期・通信機能

ServiceCall	INTNo.	Parameter						ReturnParameter	
		FuncCode A0	R0	R3R1	R2	R6R4	A1	R0	R3R1
wai_sem	249	50	-	-	semid	-	-	ercd	-
pol_sem	250	52	-	-	semid	-	-	ercd	-
ipol_sem	250	52	-	-	semid	-	-	ercd	-
sig_sem	249	46	-	-	semid	-	-	ercd	-
isig_sem	250	48	-	-	semid	-	-	ercd	-
twai_sem	249	54	-	-	semid	tmout	-	ercd	-
ref_sem	250	56	-	-	semid	-	pk_rsem	ercd	-
iref_sem	250	56	-	-	semid	-	pk_rsem	ercd	-
wai_flg	249	64	wfmode	-	flgid	-	waitptn	ercd	flgptn
twai_flg	249	92	wfmode	-	flgid	tmout	waitptn	ercd	fgptn
pol_flg	250	66	wfmode	-	flgid	-	waitptn	ercd	flgptn
ipol_flg	250	66	wfmode	-	flgid	-	waitptn	ercd	flgptn
set_flg	249	58	-	setptn	flgid	-	-	ercd	-
iset_flg	250	60	-	setptn	flgid	-	-	ercd	-
ref_flg	250	70	-	-	flgid	-	pk_rflg	ercd	-
iref_flg	250	70	-	-	flgid	-	pk_rflg	ercd	-
clr_flg	250	62	-	clrptn	flgid	-	-	ercd	-
iclr_flg	250	62	-	clrptn	flgid	-	-	ercd	-
snd_dtq	249	72	-	data	dtqid	-	-	ercd	-
psnd_dtq	249	74	-	data	dtqid	-	-	ercd	-
ipsnd_dtq	250	76	-	data	dtqid	-	-	ercd	-
fsnd_dtq	249	80	-	data	dtqid	-	-	ercd	-
ifsnd_dtq	250	82	-	data	dtqid	-	-	ercd	-
tsnd_dtq	249	104	-	data	dtqid	tmout	-	ercd	-

同期・通信機能(つづき)

ServiceCall	INTNo.	Parameter					ReturnParameter		
		FuncCode A0	R3R1	R2	R6R4	A1	R0	R3R1	A1
rcv_dtq	249	84	-	dtqid	-	-	ercd	data	-
prcv_dtq	249	86	-	dtqid	-	-	ercd	data	-
iprcv_dtq	250	88	-	dtqid	-	-	ercd	data	-
trcv_dtq	249	90	-	dtqid	tmout	-	ercd	data	-
ref_dtq	250	92	-	dtqid	-	pk_rdtq	ercd	-	-
iref_dtq	250	92	-	dtqid	-	pk_rdtq	ercd	-	-
snd_mbx	249	94	-	mbxid	-	pk_msg	ercd	-	-
isnd_mbx	250	96	-	mbxid	-	pk_msg	ercd	-	-
rcv_mbx	249	98	-	mbxid	-	-	ercd	-	pk_msg
prcv_mbx	250	100	-	mbxid	-	-	ercd	-	pk_msg
iprcv_mbx	250	100	-	mbxid	-	-	ercd	-	pk_msg
trcv_mbx	249	102	-	mbxid	tmout	-	ercd	-	pk_msg
ref_mbx	250	104	-	mbxid	-	pk_rmbx	ercd	-	-
iref_mbx	250	104	-	mbxid	-	pk_rmbx	ercd	-	-
snd_mbf	249	200	length	mbfid	-	data	ercd	-	-
psnd_mbf	249	202	length	mbfid	-	data	ercd	-	-
ipsnd_mbf	250	204	length	mbfid	-	data	ercd	-	-
tsnd_mbf	249	206	length	mbfid	tmout	data	ercd	-	-
rcv_mbf	249	208	-	mbfid	-	data	ercd	length	-
prcv_mbf	249	210	-	mbfid	-	data	ercd	length	-
trcv__mbf	249	212	-	mbfid	tmout	data	ercd	length	-
iprcv_mbf	250	214	-	mbfid	-	data	ercd	length	-
ref_mbf	250	216	-	mbfid	-	pk_rmbf	ercd	-	-
iref_mbf	250	216	-	mbfid	-	pk_rmbf	ercd	-	-
loc_mtx	249	220	-	mtxid	-	-	ercd	-	-
ploc_mtx	249	222	-	mtxid	-	-	ercd	-	-
tlloc_mtx	249	224	-	mtxid	tmout	-	ercd	-	-
unl_mtx	249	226	-	mtxid	-	-	ercd	-	-
ref_mtx	250	228	-	mtxid	-	pk_rmtx	-	-	-

割込管理機能

ServiceCall	INTNo.	Parameter	ReturnParameter
		FuncCode A0	R0
ret_int	251	--	--

システム状態管理機能

ServiceCall	INTNo.	Parameter		ReturnParameter	
		FuncCode A0	R3	R0	R2
rot_rdq	249	140	tskpri	ercd	-
irotd_rdq	250	142	tskpri	ercd	-
get_tid	250	144	-	ercd	tskid
iget_tid	250	144	-	ercd	tskid
loc_cpu	253	198	-	ercd	-
iloc_cpu	253	200	-	ercd	-
dis_dsp	252	206	-	ercd	-
ena_dsp	249	150	-	ercd	-
unl_cpu	249	146	-	ercd	-
iunl_cpu	250	148	-	ercd	-
sns_ctx	250	152	-	ercd	-
sns_loc	250	154	-	ercd	-
sns_dsp	250	156	-	ercd	-
sns_dpn	250	158	-	ercd	-
vsys_dwn	248	-	-	-	-
ivsys_dwn	248	-	-	-	-

メモリプール管理

ServiceCall	INTNo.	Parameter						ReturnParameter	
		FuncCode A0	R1	R2	R3	R6R4	A1	R0	R3R1
get_mpf	249	108	-	mpfid	-	-	-	ercd	p_blk
pget_mpf	250	106	-	mpfid	-	-	-	ercd	p_blk
ipget_mpf	250	106	-	mpfid	-	-	-	ercd	p_blk
tget_mpf	249	110	-	mpfid	-	tmout	-	ercd	p_blk
rel_mpf	249	112	blk	mpfid	blk	-	-	ercd	-
irel_mpf	250	114	blk	mpfid	blk	-	-	ercd	-
ref_mpf	250	116	-	mpfid	-	-	pk_rmpf	ercd	-
iref_mpf	250	116	-	mpfid	-	-	pk_rmpf	ercd	-
pget_mpl	249	118	-	mplid	-	-	-	ercd	p_blk
rel_mpl	249	120	blk	mplid	blk	-	-	ercd	-
ref_mpl	250	122	-	mplid	-	-	pk_rmpl	ercd	-
iref_mpl	250	122	-	mplid	-	-	pk_rmpl	ercd	-

時間管理機能

ServiceCall	INTNo.	Parameter				ReturnParameter
		FuncCode A0	R2	R6R4	A1	R0
set_tim	250	124	-	-	p_sysstim	ercd
iset_tim	250	124	-	-	p_sysstim	ercd
get_tim	250	126	-	-	p_sysstim	ercd
iget_tim	250	126	-	-	p_sysstim	ercd
sta_cyc	250	128	cycid		-	ercd
ista_cyc	250	128	cycid		-	ercd
stp_cyc	250	130	cycid		-	ercd
istp_cyc	250	130	cycid		-	ercd
ref_cyc	250	132	cycid		pk_reyc	ercd
iref_cyc	250	132	cycid		pk_reyc	ercd
sta_alm	250	134	almid	almtim	-	ercd
ista_alm	250	134	almid	almtim	-	ercd
stp_alm	250	136	almid		-	ercd
istp_alm	250	136	almid		-	ercd
ref_alm	250	138	almid		pk_ralm	ercd
iref_alm	250	138	almid		pk_ralm	ercd

システム構成管理機能

ServiceCall	INTNo.	Parameter		ReturnParameter
		FuncCode A0	A1	R0
ref_ver	250	160	pk_rver	ercd
iref_ver	250	160	pk_rver	ercd

拡張機能(リセット機能)

ServiceCall	INTNo.	Parameter		ReturnParameter
		FuncCode A0	R2	R0
vrst_vdtq	249	192	vdtqid	ercd
vrst_dtq	249	184	dtqid	ercd
vrst_mbx	250	186	mbxid	ercd
vrst_mpf	249	188	mpfid	ercd
vrst_mpl	250	190	mplid	ercd
vrst_mbf	249	218	mbfid	ercd

拡張機能(short データキュー機能)

ServiceCall	INTNo.	Parameter					ReturnParameter	
		FuncCode A0	R1	R2	R6R4	A1	R0	R1
vsnd_dtq	249	162	data	vdtqid	-	-	ercd	-
vpsnd_dtq	249	164	data	vdtqid	-	-	ercd	-
vipsnd_dtq	250	166	data	vdtqid	-	-	ercd	-
vfsnd_dtq	249	170	data	vdtqid	-	-	ercd	-
vifsnd_dtq	250	172	data	vdtqid	-	-	ercd	-
vtsnd_dtq	249	228	data	vdtqid	tmout	-	ercd	-
vrcv_dtq	249	174	-	vdtqid	-	-	ercd	data
vprcv_dtq	249	176	-	vdtqid	-	-	ercd	data
viprcv_dtq	250	178	-	vdtqid	-	-	ercd	data
vtrev_dtq	249	180	-	vdtqid	tmout	-	ercd	data
vref_dtq	250	182	-	vdtqid	-	pk_rdtq	ercd	-
viref_dtq	250	182	-	vdtqid	-	pk_rdtq	ercd	-

R32C/100 用リアルタイム OS
ユーザーズマニュアル
M3T-MR100/4

発行年月日 2009 年 4 月 16 日 Rev.1.00

発行 株式会社 ルネサス テクノロジ 営業企画統括部
〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-6-2

編集 株式会社 ルネサス ソリューションズ 共通応用技術部

© 2007,2009. Renesas Technology Corp. and Renesas Solutions

M3T-MR100/4 V.1.01
ユーザーズマニュアル



ルネサスエレクトロニクス株式会社
神奈川県川崎市中原区下沼部1753 〒211-8668

RJJ10J1997-0100