

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ひ申し上げます。

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。

# SH7710 グループ

## キャッシュ設定例

### 要旨

この資料は、SH7712 のキャッシュ機能の設定例を掲載しています。

### 動作確認デバイス

SH7712

### 目次

1. はじめに.....	2
2. 応用例の説明.....	3
3. 参考プログラムリスト.....	8
4. 参考ドキュメント.....	12
5. ホームページとサポート窓口.....	12

## 1. はじめに

### 1.1 仕様

- キャッシュをキャッシュ有効、ライトバックモードに設定します。

### 1.2 使用機能

- バスステートコントローラ (BSC)
- キャッシュ

### 1.3 適用条件

- マイコン: SH7712 (HD6417712)
- 動作周波数: 内部クロック 198.00MHz  
バスクロック 66.00MHz  
周辺クロック 33.00MHz
- 統合開発環境: ルネサステクノロジ製  
High-performance Embedded Workshop Ver.4.03.00.001
- C コンパイラ: ルネサステクノロジ製  
SuperH RISC engine ファミリ C/C++コンパイラパッケージ V.9.01 release01
- コンパイルオプション: High-performance Embedded Workshop でのデフォルト設定 (-cpu=sh3dsp  
-object="\$(CONFIGDIR)\\$(FILELEAF).obj" -debug -gbr=auto -chgincpath -errorpath  
-global\_volatile=0 -opt\_range=all -infinite\_loop=0 -del\_vacant\_loop=0 -struct\_alloc=1  
-nologo)

### 1.4 関連アプリケーションノート

本資料の参考プログラムは、SH7710/7712/7713 初期設定例アプリケーションノートの設定条件で動作確認しています。そちらも合わせてご参照ください。

## 2. 応用例の説明

本応用例ではキャッシュの有効/無効を設定します。

### 2.1 使用機能の動作概要

キャッシュが有効のとき (CCR1 レジスタの CE ビットが 1 の場合)、キャッシング可能領域の命令/データにアクセスすると、キャッシュが検索され、目的の命令/データがキャッシュに存在するか調べられます。キャッシュは物理キャッシュで、タグアドレスには物理アドレスを保持します。キャッシュの検索は以下の手順で行われます。

1. CPU からメモリへのアクセスアドレス(論理)のビット 12~4 でエントリを選択し、そのエントリのタグアドレスを読み出します。
2. 1 と並行してメモリへのアクセスアドレス(論理)のビット 31~13 を MMU で物理アドレスに変換します。変換後の物理アドレスと読み出したエントリのタグアドレスを比較します。アドレスの比較は 4 ウェイとも行います。
3. 比較の結果一致しており、かつ比較されたエントリが有効な場合 (V=1) に、キャッシュヒットとなります。それ以外はキャッシュミスとなります。

次に、キャッシュヒットおよびキャッシュミス時の動作概要を説明します。

- リードヒット動作  
 キャッシュから CPU に、データアレイ内の該当するロングワード (LW) データが転送されます。
- ライトヒット動作  
 ライトバックモードでは、キャッシュに対してロングワードデータがライトされます。外部メモリへのライトサイクルは発行されません。ライトされたエントリの U ビットが 1 にセットされます。  
 ライトスルーモードでは、キャッシュに対してロングワードデータがライトされます。外部メモリへのライトサイクルが発行されます。ライトされたエントリの U ビットは更新されません。
- リードミス動作  
 外部バスサイクルを起動しエントリを更新します。エントリの更新単位は 16 バイトです。外部メモリから目的とする命令またはデータがキャッシュに登録されると同時に CPU にも転送されます。キャッシュに登録されるときに、U ビットが 0 に、V ビットが 1 にセットされます。ライトバックモードでエントリの更新によって置換されるエントリの U ビットが 1 の場合には、そのエントリがライトバックバッファに転送されてからキャッシュ更新サイクルを開始します。キャッシュ更新サイクルが終了後、ライトバックバッファに転送したエントリをメモリへ書き戻します。書き戻しの単位は 16 バイトです。
- ライトミス動作  
 ライトバックモードでは、外部バスサイクルを起動しエントリを更新します。エントリの更新によって置換されるエントリの U ビットが 1 の場合には、そのエントリがライトバックバッファに転送されてからキャッシュ更新サイクルを開始します。キャッシュにデータがライトされ、U ビット及び V ビットが 1 にセットされます。キャッシュ更新サイクルが終了後、ライトバックバッファに転送したエントリをメモリへ書き戻します。書き戻しの単位は 16 バイトです。  
 ライトスルーモードでは、キャッシュへのライトを行わず、外部メモリにのみライトを行います。

表1 キャッシュの概略

項目	概要
容量	16 Kバイト/32Kバイト(レジスタにより選択可能)
構成	命令/データ混在、4 ウェイセットアソシアティブ
ロック機能	なし
ラインサイズ	16 バイト
エントリ数	256 エントリ/ウェイ(16Kバイト時)、 512 エントリ/ウェイ(32Kバイト時)
ライト方式	ライトバック方式/ライトスルー方式(レジスタにより選択可能)
置換方式	LRU 置換アルゴリズム

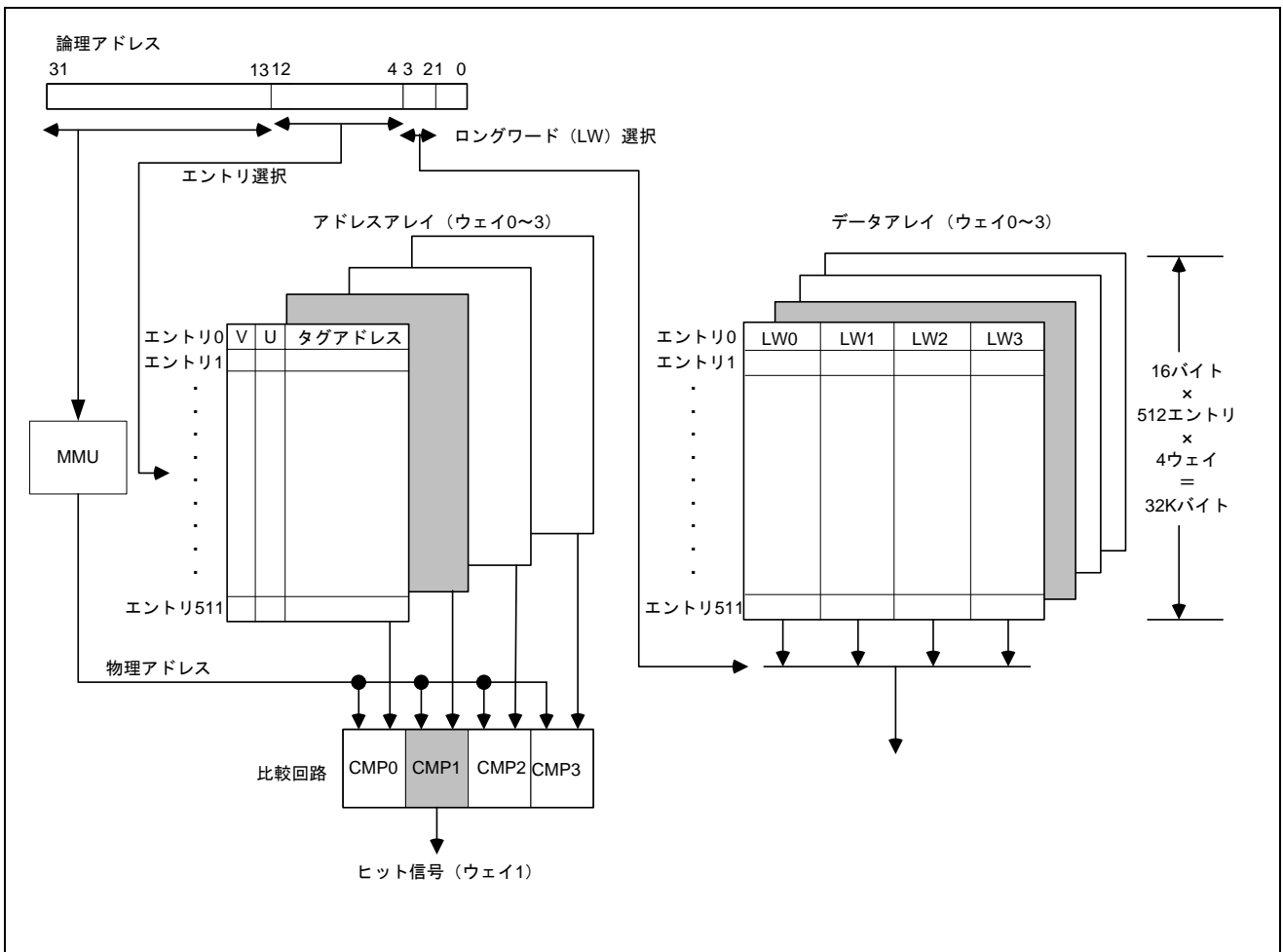


図1 キャッシュ検索の概念図(キャッシュ容量 32KB 時)

### 2.2 使用機能の設定手順

キャッシュの設定手順について説明します。キャッシュの設定は、キャッシュ制御レジスタ 1 (CCR1) に行います。CCR1 レジスタを操作するプログラムはキャッシュ無効空間に配置する必要があります。

本応用例では、キャッシュモード更新中にキャッシュ有効空間をアクセスする割り込み処理を受け付けないように、割り込みマスクを変更します。

図 2 にキャッシュを有効にする場合の設定フロー例を示します。

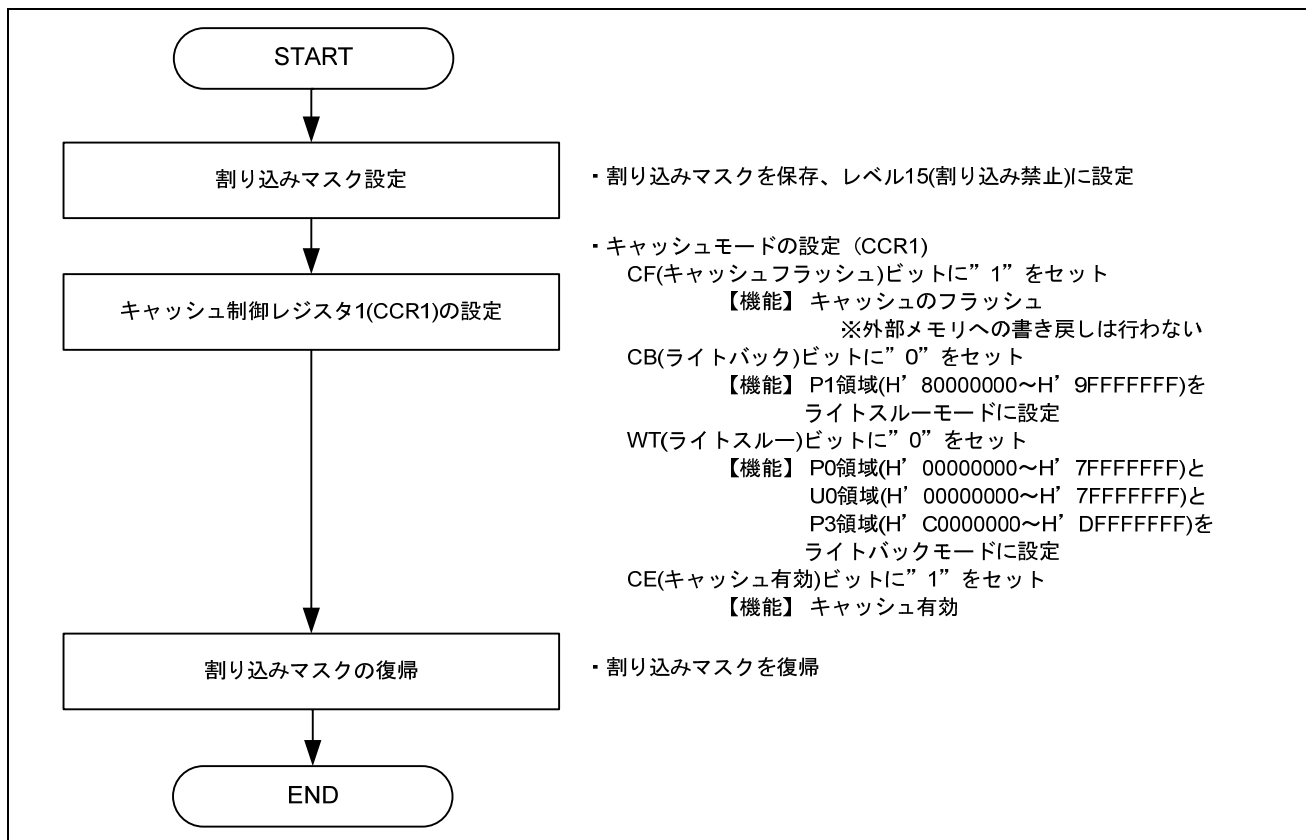


図2 キャッシュ設定フロー例

### 2.3 参考プログラムの動作

参考プログラムでは、キャッシュを有効にして、ライトバックモードで1ライン分（16バイト）フィルを行います。ライトバックモードでは、データはキャッシュにライトされ、置換されるまでは外部メモリ（SDRAM）には反映されません。フィルの実行後、キャッシュ無効空間から外部メモリ（SDRAM）を読み出し、キャッシュの値と比較します。

なお、キャッシュ操作関数は、キャッシュ無効空間に配置するためにセクション名を変更しています。

### 2.4 参考プログラムの処理手順

表2に参考プログラムでのキャッシュ設定を示します。図3に参考プログラムの処理フローを示します。

表2 キャッシュの設定

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
キャッシュ制御レジスタ1 (CCR1)	H'FFFF FFEC	H'0000 0009	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CF="1" : キャッシュフラッシュ</li> <li>・ CB="0" : P1 ライトスルーモード</li> <li>・ WT="0" : P0,U0,P3 ライトバックモード</li> <li>・ CE="1" : キャッシュ有効</li> </ul>

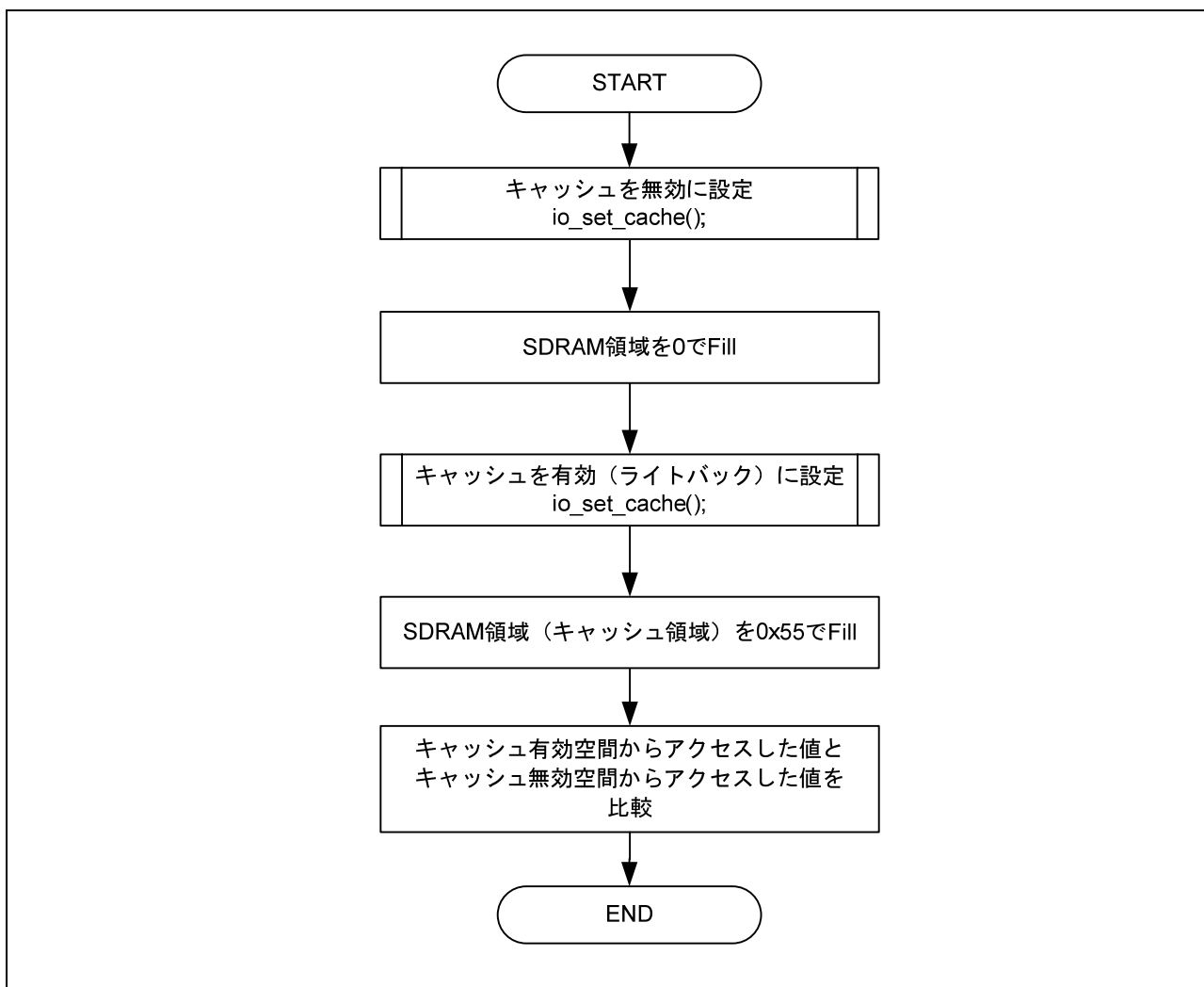


図3 参考プログラムの処理フロー



### 2.5 参考プログラムでのセクション配置

キャッシュ操作関数はキャッシュ無効空間に配置する必要があります。参考プログラムでは、コンパイラ拡張機能 `#pragma section` を使用して、キャッシュ制御レジスタの操作を行う関数 (`io_set_cache`関数) を、他のプログラムとは別のセクション (PCACHEセクション) にしています。PCACHEセクションはキャッシュ無効空間に配置して、通常のプログラムセクション (Pセクション) はキャッシュ有効空間に配置されるように、リンカージェディタのオプション指定を行います。

図4に参考プログラムにおけるメモリマップを示します。

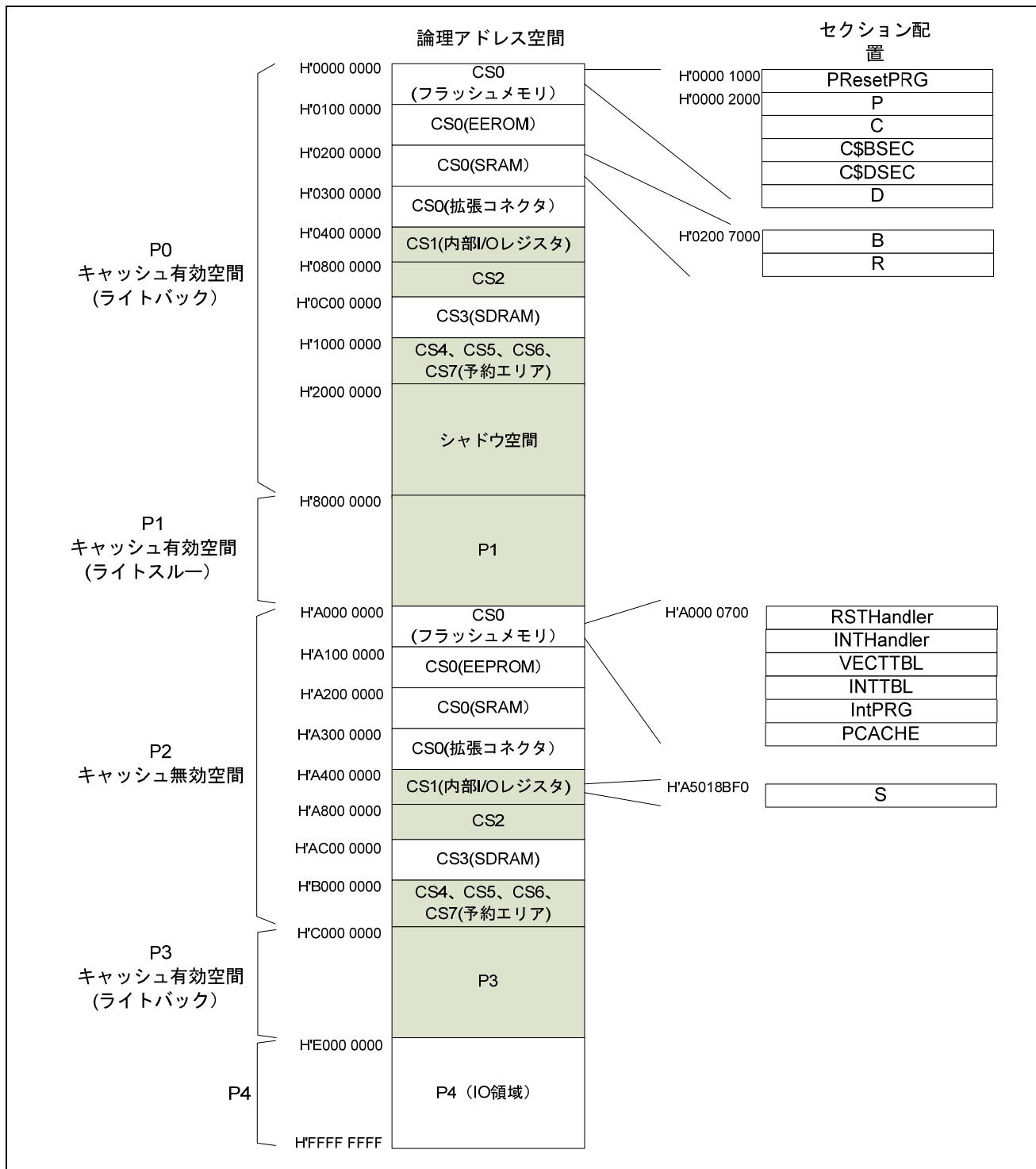


図4 参考プログラムメモリマップ

### 3. 参考プログラムリスト

#### 3.1 サンプルプログラムリスト"main.c"(1)

```

1  /*"FILE COMMENT"*****
2  *
3  *   System Name   : SH7712 Sample Program
4  *   File Name    : main.c
5  *   Version      : 1.00.00
6  *   Contents     : キャッシュ設定例
7  *   Model       : MS7712SE01
8  *   CPU         : SH7712
9  *   Compiler    : SHC9.1.1.0
10 *
11 *   note         : キャッシュの動作を確認するサンプルプログラムです。
12 *
13 *               <注意事項>
14 *               本サンプルプログラムはすべて参考資料であり、
15 *               その動作を保証するものではありません。
16 *               本サンプルプログラムはお客様のソフトウェア開発時の
17 *               技術参考資料としてご利用ください。
18 *
19 *   Copyright (C) 2007 Renesas Technology Corp. All Rights Reserved
20 *   and Renesas Solutions Corp. All Rights Reserved
21 *
22 *   history      :2007.11.07 ver.1.00.00
23 *"FILE COMMENT END"*****/
24 #include <machine.h>
25 #include "iodefine.h" /* High-performance Embedded Workshop により自動生成されるファイルです。*/
26
27 /* ==== マクロ定義 ==== */
28 /* ---- キャッシュ設定 ---- */
29 #define CACHE_OFF    0x0000u
30 #define CACHE_FLUSH  0x0008u
31 #define CACHE_CB     0x0004u
32 #define CACHE_WT     0x0002u
33 #define CACHE_ON     0x0001u
34
35 /* ---- SDRAM 領域アドレス ---- */
36 #define SDRAM_ADDR1  (unsigned char *) (0x0C000000) /*キャッシュ有効空間*/
37 #define SDRAM_ADDR2  (unsigned char *) (0xAC000000) /*キャッシュ無効空間*/
38
39 /* ==== プロトタイプ宣言 ==== */
40 void main(void);
41 io_set_cache(unsigned int mode);
    
```

### 3.2 サンプルプログラムリスト"main.c"(2)

```

42  /*"FUNC COMMENT"*****
43  * ID          :
44  * モジュール概要 : サンプルプログラムメイン(キャッシュ使用例)
45  *-----
46  * Include     : #include "iodefine.h"
47  *-----
48  * 宣言        : void main(void)
49  *-----
50  * 機能        : キャッシュメモリの有効/無効にするサンプルです。
51  *              : SDRAM 領域をキャッシュ OFF で初期化した後、
52  *              : キャッシュ ON でフィルし、キャッシュ無効空間との
53  *              : 比較を行います。
54  *-----
55  * 引数        : なし
56  *-----
57  * 戻り値      : なし
58  *-----
59  * 注意事項    : 本サンプルプログラムではキャッシュをフラッシュしているため、
60  *              : 初期化プログラムでキャッシュを有効にしている場合、キャッシュの
61  *              : 内容が無効化されます。
62  *"FUNC COMMENT END"*****/
63  void main(void)
64  {
65      int i;
66      unsigned char *ptr1, *ptr2;
67
68      /* ==== キャッシュを無効化 ==== */
69      io_set_cache(CACHE_OFF | CACHE_FLUSH);
70
71      /* ---- SDRAM 領域を 0 で Fill ---- */
72      ptr1 = SDRAM_ADDR1;
73      for(i=0; i<16; i++){
74          *ptr1++ = 0;
75      }
76
77      /* ==== キャッシュを有効化 ==== */
78      io_set_cache(CACHE_ON | CACHE_FLUSH );
79
80      /* ---- SDRAM 領域を 0x55 で Fill ---- */
81      ptr1 = SDRAM_ADDR1;
82      for(i=0; i<16; i++){
83          *ptr1++ = 0x55;
84      }
85

```

### 3.3 サンプルプログラムリスト”main.c”(3)

```

86      /* ==== キャッシュ有効空間とキャッシュ無効空間の比較 ==== */
87      ptr1 = SDRAM_ADDR1;          /* キャッシュ有効空間      */
88      ptr2 = SDRAM_ADDR2;          /* キャッシュ無効空間      */
89
90      for(i=0; i<16; i++){
91          if(*ptr1++ == *ptr2++ ){
92              while(1){
93                  /* キャッシュ設定ミス */
94              }
95          }
96      }
97
98      while(1){
99          /* Program end */
100     }
101 }
    
```

### 3.4 サンプルプログラムリスト"main.c"(4)

```

102 #pragma section CACHE          /* P2 領域(キャッシュ無効空間)に配置します */
103 /*"FUNC COMMENT"*****
104 * ID          :
105 * モジュール概要 : キャッシュの設定
106 *-----
107 * Include     : #include "iodefine.h"
108 *-----
109 * 宣言       : int io_set_cache(unsigned int mode)
110 *-----
111 * 機能       : mode で指定したモードにキャッシュを設定します。
112 *-----
113 * 引数       : unsigned int mode :以下のモードを論理和で設定します。
114 *           :          : CACHE_FLUSH      :キャッシュフラッシュ
115 *           :          : CACHE_ON        :キャッシュ有効
116 *           :          : CACHE_CB       :P1 領域のライトスルーモード
117 *           :          : CACHE_WT      :P0,U0,P3 のライトバックモード
118 *           :          : CACHE_OFF     :キャッシュ無効
119 *-----
120 * 戻り値     : 0          : 正常終了
121 *-----
122 * 注意事項   : 本関数はキャッシュ無効空間に配置するためセクション名を
123 *           : 変更しています。
124 *           : 本関数を割り込みマスクレベル 15 の状態でのみ使用する場合は
125 *           : 割り込みマスクの設定/解除処理は必要ありません。
126 *"FUNC COMMENT END"*****/
127 int io_set_cache(unsigned int mode)
128 {
129     int mask;
130
131     /* ==== 割り込みマスク設定 ==== */
132     mask = get_imask();
133     set_imask(15);          /*レベル 15 に設定 */
134
135     /* ==== キャッシュレジスタの設定 ==== */
136     CCR3 = 0x00020000;     /* キャッシュ容量 32KB を選択 */
137     CCR1 = mode;
138
139     /* ==== 割り込みマスクレベルを戻す ==== */
140     set_imask(mask);      /*元のレベルに設定 */
141
142     return 0;
143 }
144 /* End of file */

```

#### 4. 参考ドキュメント

- ソフトウェアマニュアル  
SH3、SH3E、SH3-DSP ソフトウェアマニュアル Rev.5.00  
(最新版をルネサス テクノロジホームページから入手してください)。
- ハードウェアマニュアル
- SH7710 グループハードウェアマニュアル Rev.2.00
- SH7712 ハードウェアマニュアル Rev.1.00
- SH7713 ハードウェアマニュアル Rev.1.00
- (最新版をルネサス テクノロジホームページから入手してください)。

#### 5. ホームページとサポート窓口

ルネサス テクノロジホームページ

<http://japan.renesas.com/>

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2007.11.07	—	初版発行

### 本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様に用途に応じた適切な弊社製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について弊社または第三者の知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例など全ての情報の使用に起因する損害、第三者の知的財産権その他の権利に対する侵害に関し、弊社は責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品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、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、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、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
4. 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などの全ての情報は本資料発行時点のものであり、弊社は本資料に記載した製品または仕様等を予告なしに変更することがあります。弊社の半導体製品のご購入およびご使用に当たりましては、事前に弊社営業窓口で最新の情報をご確認頂きますとともに、弊社ホームページ (<http://www.renesas.com>) などを通じて公開される情報に常にご注意下さい。
5. 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、弊社はその責任を負いません。
6. 本資料に記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を流用する場合は、流用する情報を単独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下さい。弊社は、適用可否に対する責任を負いません。
7. 本資料に記載された製品は、各種安全装置や運輸・交通用、医療用、燃焼制御用、航空宇宙用、原子力、海底中継用の機器・システムなど、その故障や誤動作が直接人命を脅かしあるいは人体に危害を及ぼすおそれのあるような機器・システムや特に高度な品質・信頼性が要求される機器・システムでの使用を意図して設計、製造されたものではありません（弊社が自動車用と指定する製品を自動車に使用する場合を除きます）。これらの用途に利用されることをご検討の際には、必ず事前に弊社営業窓口へご照会下さい。なお、上記用途に使用されたことにより発生した損害等について弊社はその責任を負いかねますのでご了承願います。
8. 第7項にかかわらず、本資料に記載された製品は、下記の用途には使用しないで下さい。これらの用途に使用されたことにより発生した損害等につきましては、弊社は一切の責任を負いません。
  - 1) 生命維持装置。
  - 2) 人体に埋め込み使用するもの。
  - 3) 治療行為（患部切り出し、薬剤投与等）を行なうもの。
  - 4) その他、直接人命に影響を与えるもの。
9. 本資料に記載された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、実装条件およびその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用ください。弊社保証値を越えて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、弊社はその責任を負いません。
10. 弊社は製品の品質及および信頼性の向上に努めておりますが、特に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。弊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、誤動作防止設計などの安全設計（含むハードウェアおよびソフトウェア）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致します。
11. 本資料に記載の製品は、これを搭載した製品から剥がれた場合、幼児が口に入れて誤飲する等の事故の危険性があります。お客様の製品への実装後に容易に本製品が剥がれることがなきよう、お客様の責任において十分な安全設計をお願いします。お客様の製品から剥がれた場合の事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
12. 本資料の全部または一部を弊社の文書による事前の承諾なしに転載または複製することを固くお断り致します。
13. 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弊社営業窓口までご照会下さい。