

RL78/F13, F14

R01AN3260JJ0100

Rev.1.00

DTC（高速転送）使用例「A/Dコンバータ」

2017.11.17

要旨

本資料では、DTC（データ・トランスファ・コントローラ）の高速転送を使用して A/D 変換結果を RAM に配置した変換結果格納領域へ転送する方法について説明します。

目次

1. DTC（高速転送）の動作概要.....	2
1.1 ノーマル・モードとリピート・モードの動作について.....	2
1.1.1 ノーマル・モード.....	2
1.1.2 リピート・モード.....	2
2. 仕様.....	5
3. 周辺機能の設定手順.....	8
3.1 周辺機能の初期化手順.....	8
3.2 DTC（高速転送）の設定手順.....	9
3.3 A/Dコンバータの設定手順.....	10
3.4 TAU00, TAU01 の設定手順.....	11
3.5 周辺機能の動作許可（DTC（高速転送）転送開始）手順.....	12
3.6 DTC（高速転送）転送完了割り込み処理.....	12
4. 注意事項.....	13
4.1 DTC 転送サイクル数.....	13
4.2 DTC 使用上の注意事項.....	14

1. DTC（高速転送）の動作概要

DTC（高速転送）は高速 DTC チャンネル選択レジスタで選択した DTC 起動要因が発生すると、高速専用のコントロール・データを読み出します。この情報を元に、転送元アドレスからデータを読み出し、転送先アドレスにデータを書き込みます。データの書き込みが完了した後、コントロール・データ（転送カウンタ、転送元アドレス、転送先アドレス）を書き戻します。DTC（高速転送）実行クロック数は、通常転送の 8 クロック（最速）に対して、4 クロック（最速）です。

1.1 ノーマル・モードとリピート・モードの動作について

DTC（高速転送）の転送モードはノーマル・モードとリピート・モードがあります。

1.1.1 ノーマル・モード

ノーマル・モードは 1 回の起動で 8 ビットまたは 16 ビットのデータを転送します。転送回数は 1~256 回です。指定した転送回数が“0”になるまで起動要因の発生ごとにデータの転送を行います。転送回数が“0”になると DTC（高速転送）が起動禁止になり、データ転送完了後に DTC 転送完了割り込みが発生しません。

1.1.2 リピート・モード

リピート・モードは 1 回の起動で 8 ビットまたは 16 ビットのデータを転送します。転送回数は 1~255 回です。指定した転送回数が“0”になるまで起動要因の発生ごとにデータの転送を行います。DTC 転送完了割り込みの発生を禁止した場合は、指定した転送回数が“0”になると、コントロール・データを初期化（転送カウンタのリロード、およびリピート・エリアのアドレスを初期化）し、データの転送を繰り返します。DTC 転送完了割り込みの発生を許可した場合は、転送回数が“0”になると DTC（高速転送）が起動禁止になり、データ転送完了後に DTC 転送完了割り込みが発生します。

図 1.1 にノーマル・モードおよびリポート・モードの DTC（高速転送）の内部動作フローを示します。

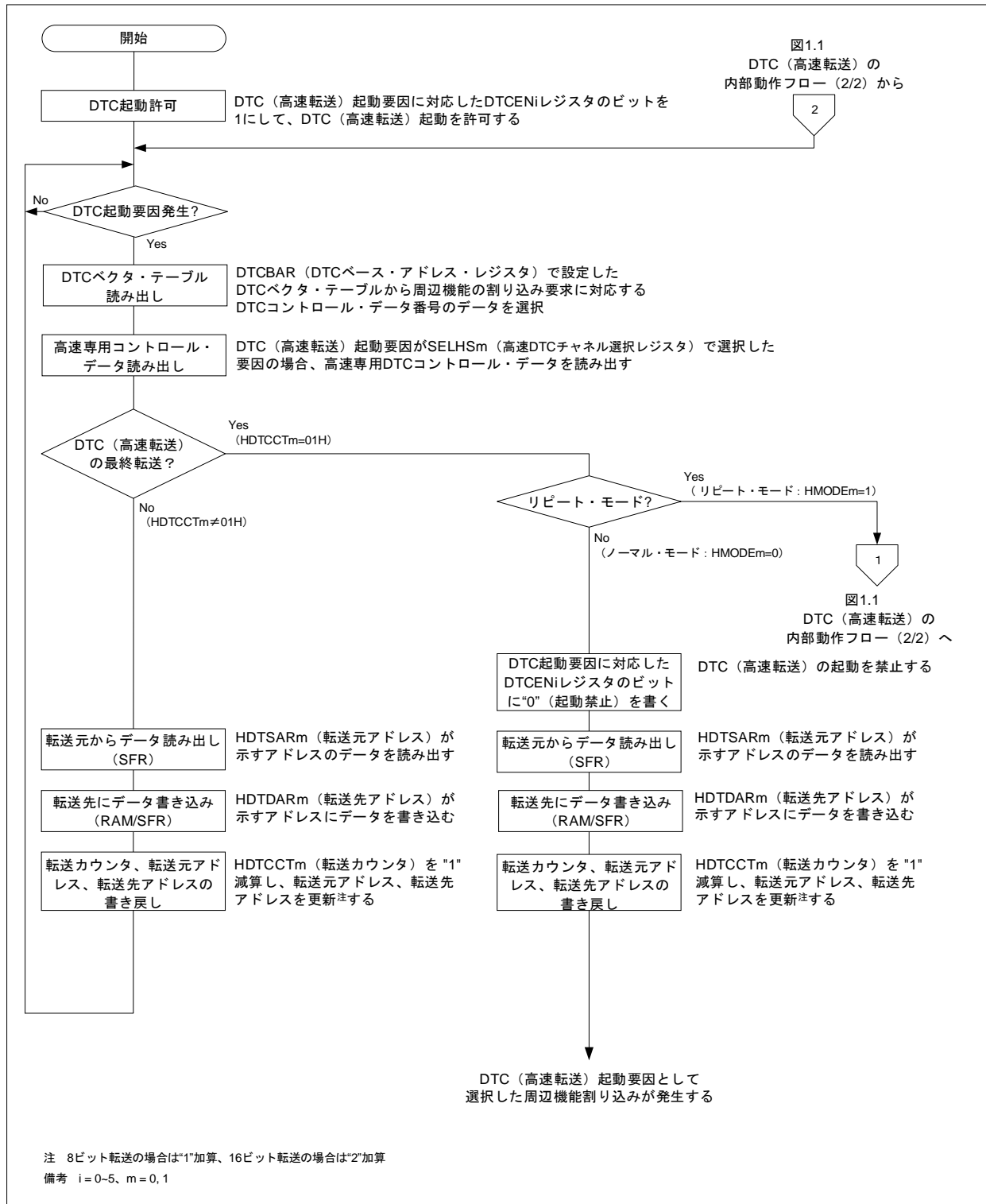


図 1.1 DTC（高速転送）の内部動作フロー（1/2）

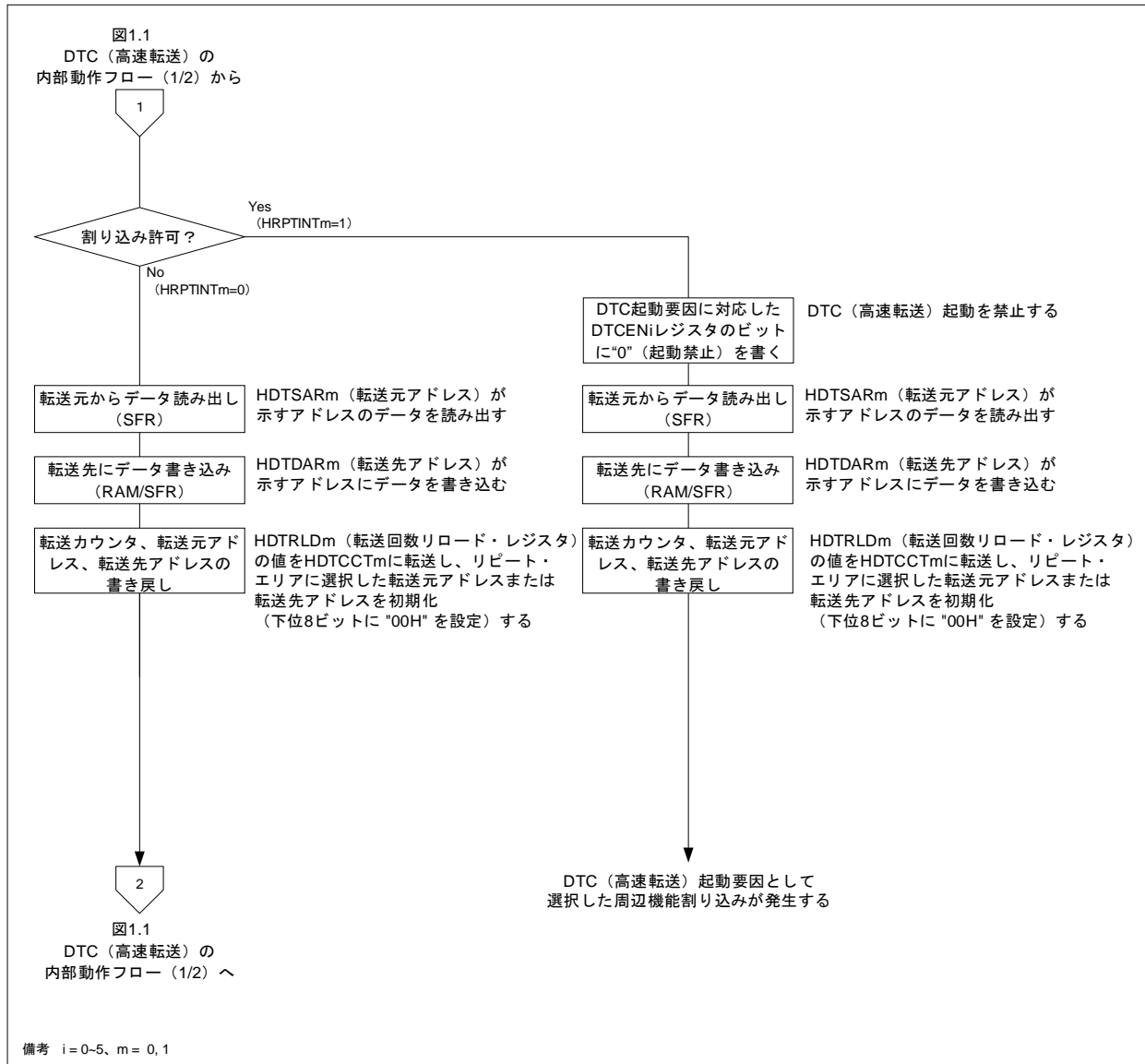


図 1.1 DTC (高速転送) の内部動作フロー (2/2)

2. 仕様

DTC（高速転送）、A/D コンバータ、TAU（タイマ・アレイ・ユニット）のチャンネル0（以降 TAU00）、チャンネル1（以降 TAU01）を組み合わせた使用例を示します。

TAU00（2ms）と連動して TAU01（1ms）のカウンタを行い、A/D コンバータは TAU01 の割り込み要求信号をトリガとして A/D 変換を開始します。DTC は、A/D 変換終了を DTC の起動要因として A/D 変換結果を RAM に格納します。以降、この処理を繰り返します。

図 2.1 に使用端子の接続図、表 2.1 に使用する周辺機能と用途、図 2.2 に使用する周辺機能の構成図、図 2.3 に DTC（高速転送）転送タイミングを示します。

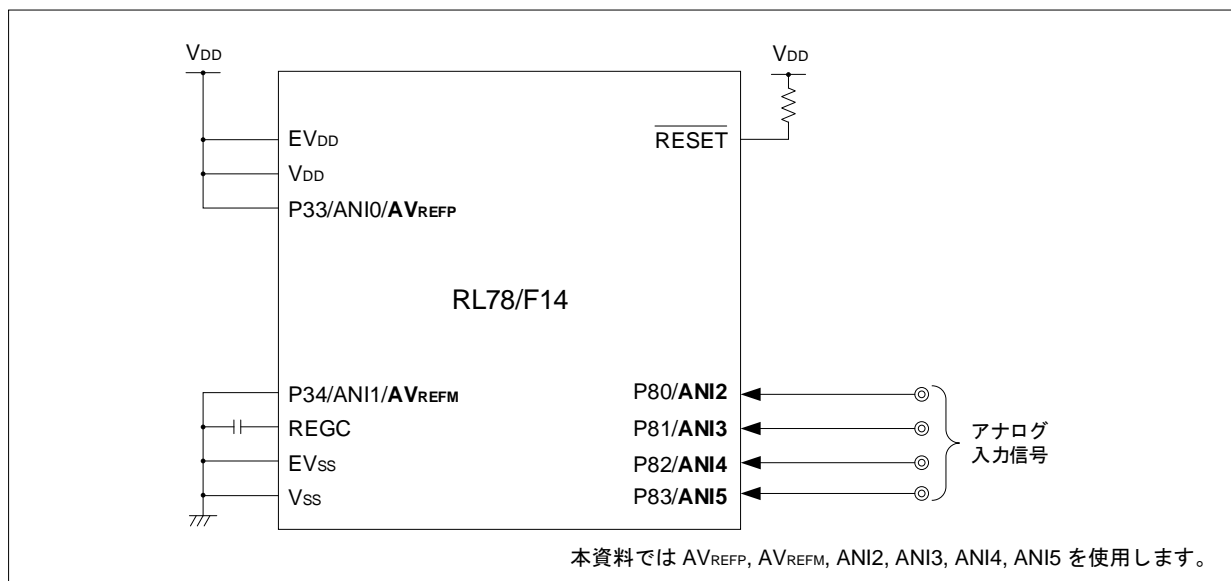


図 2.1 使用端子の接続図

表 2.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
DTC（高速転送）	A/D 変換終了時に A/D 変換結果を RAM に転送 DTC（高速転送）起動要因 : A/D 変換終了 転送元アドレス : ADCR レジスタ 転送先アドレス : RAM 転送回数 : 4 回 動作モード : リピート・モード
A/D コンバータ	ANI2~ANI5 端子のアナログ入力信号を A/D 変換 10 ビット分解能 ハードウェア・トリガ・ノーウエイト・モード（要因：INTTM01 信号） スキャン・モード（4 端子） ワンショット変換モード
TAU00	定周期タイマ インターバル・タイマ・モード（2ms） マスタ・チャンネルとして使用
TAU01	A/D 変換トリガ（INTTM01 信号）の発生 ワンカウント・モード（1ms） スレーブ・チャンネルとして使用

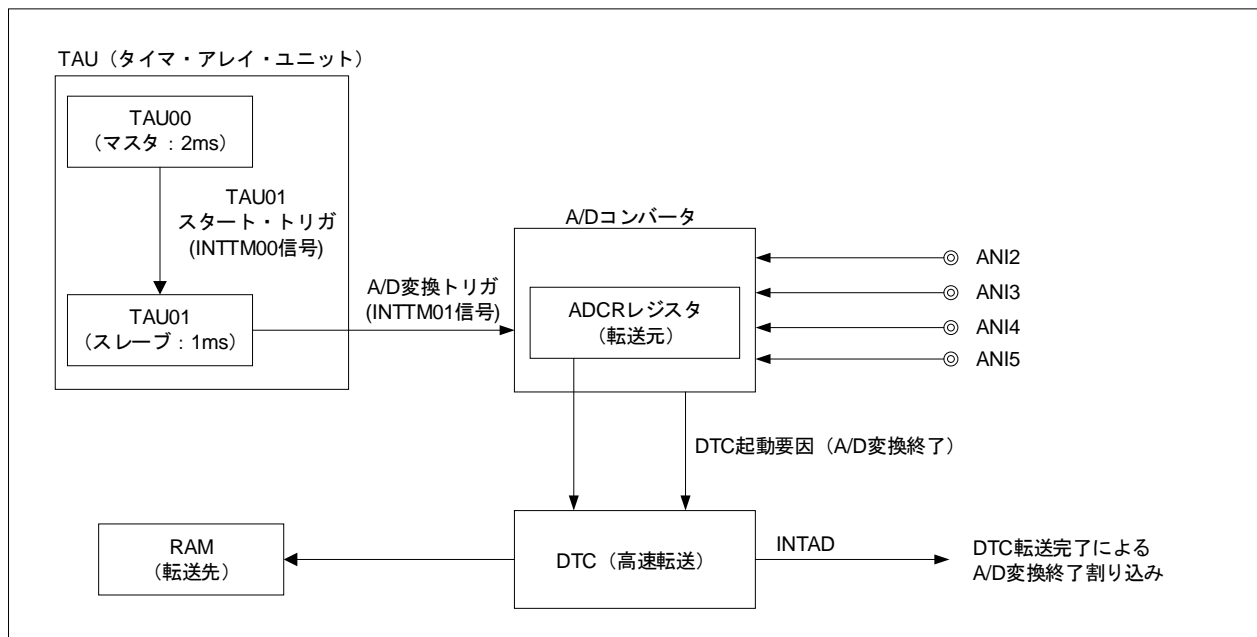
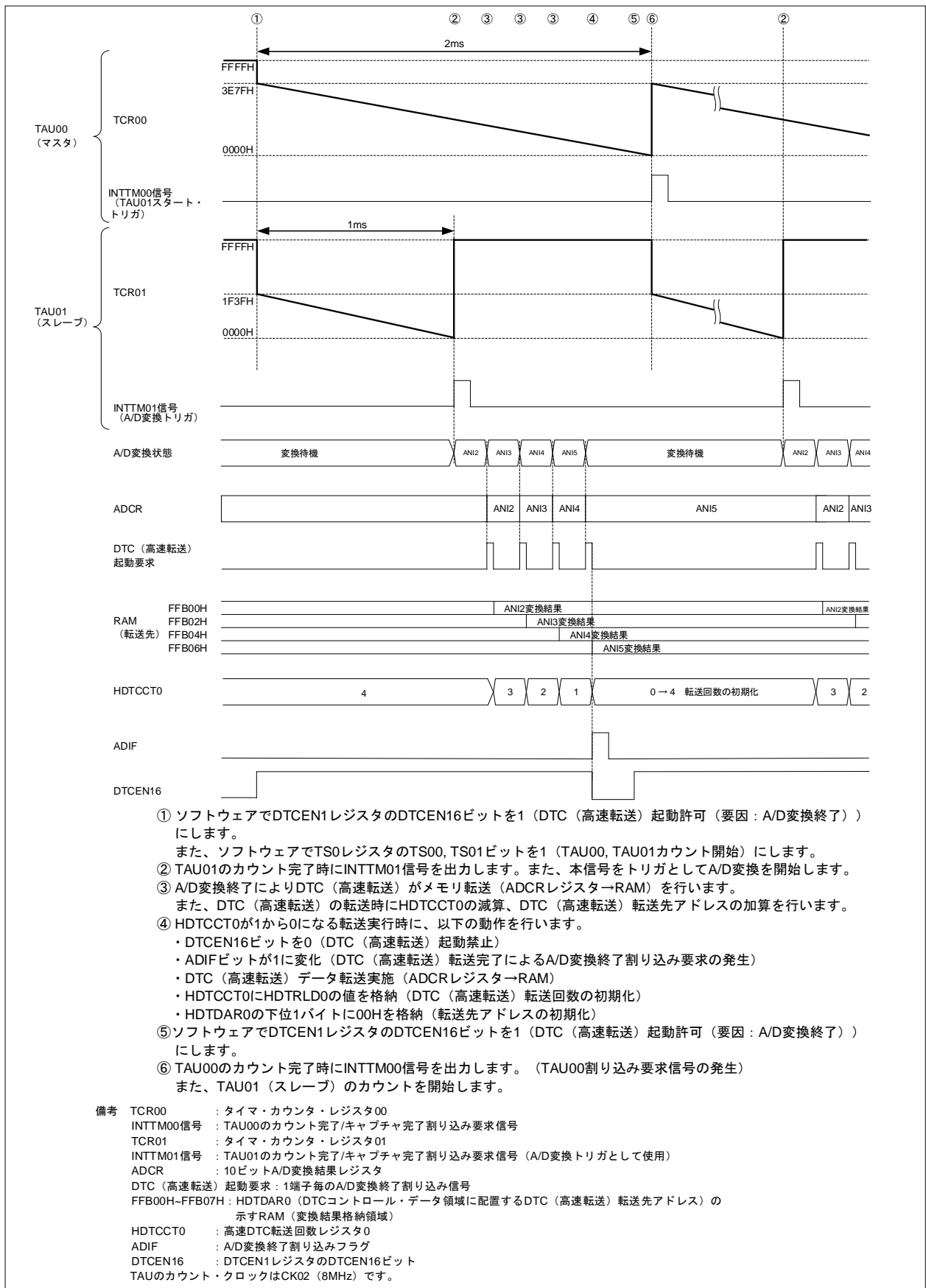


図 2.2 使用する周辺機能の構成図



- ① ソフトウェアでDTCEN1レジスタのDTCEN16ビットを1 (DTC (高速転送) 起動許可 (要因: A/D変換終了)) にします。
また、ソフトウェアでTS0レジスタのTS00, TS01ビットを1 (TAU00, TAU01カウント開始) にします。
- ② TAU01のカウント完了時にINTTM01信号を出力します。また、本信号をトリガとしてA/D変換を開始します。
- ③ A/D変換終了によりDTC (高速転送) がメモリ転送 (ADCRレジスタ→RAM) を行います。
また、DTC (高速転送) の転送時にHDTCCT0の減算、DTC (高速転送) 転送先アドレスの加算を行います。
- ④ HDTCCT0が1から0になる転送実行時に、以下の動作を行います。
 - ・DTCEN16ビットを0 (DTC (高速転送) 起動禁止)
 - ・ADIFビットが1に変化 (DTC (高速転送) 転送完了によるA/D変換終了割り込み要求の発生)
 - ・DTC (高速転送) データ転送実施 (ADCRレジスタ→RAM)
 - ・HDTCCT0にHDTRL0の値を格納 (DTC (高速転送) 転送回数の初期化)
 - ・HDTDAR0の下位1バイトに00Hを格納 (転送先アドレスの初期化)
- ⑤ ソフトウェアでDTCEN1レジスタのDTCEN16ビットを1 (DTC (高速転送) 起動許可 (要因: A/D変換終了)) にします。
- ⑥ TAU00のカウント完了時にINTTM00信号を出力します。(TAU00割り込み要求信号の発生)
また、TAU01 (スレーブ) のカウントを開始します。

備考 TCR00 : タイマ・カウンタ・レジスタ00
 INTTM00信号 : TAU00のカウント完了/キャプチャ完了割り込み要求信号
 TCR01 : タイマ・カウンタ・レジスタ01
 INTTM01信号 : TAU01のカウント完了/キャプチャ完了割り込み要求信号 (A/D変換トリガとして使用)
 ADCR : 10ビットA/D変換結果レジスタ
 DTC (高速転送) 起動要求 : 1端子毎のA/D変換終了割り込み信号
 FFB00H-FFB07H : HDTDAR0 (DTCコントロール・データ領域に配置するDTC (高速転送) 転送先アドレス) の示すRAM (変換結果格納領域)
 HDTCCT0 : 高速DTC転送回数レジスタ0
 ADIF : A/D変換終了割り込みフラグ
 DTCEN16 : DTCEN1レジスタのDTCEN16ビット
 TAUのカウント・クロックはCK02 (8MHz) です。

図 2.3 DTC (高速転送) 転送タイミング

3. 周辺機能の設定手順

本章では、周辺機能（DTC（高速転送）、A/Dコンバータ、TAU00、TAU01）の設定手順を示します。

3.1 周辺機能の初期化手順

周辺機能（DTC（高速転送）、A/Dコンバータ、TAU00、TAU01）の初期化を行います。

図 3.1 に周辺機能の初期化手順を示します。

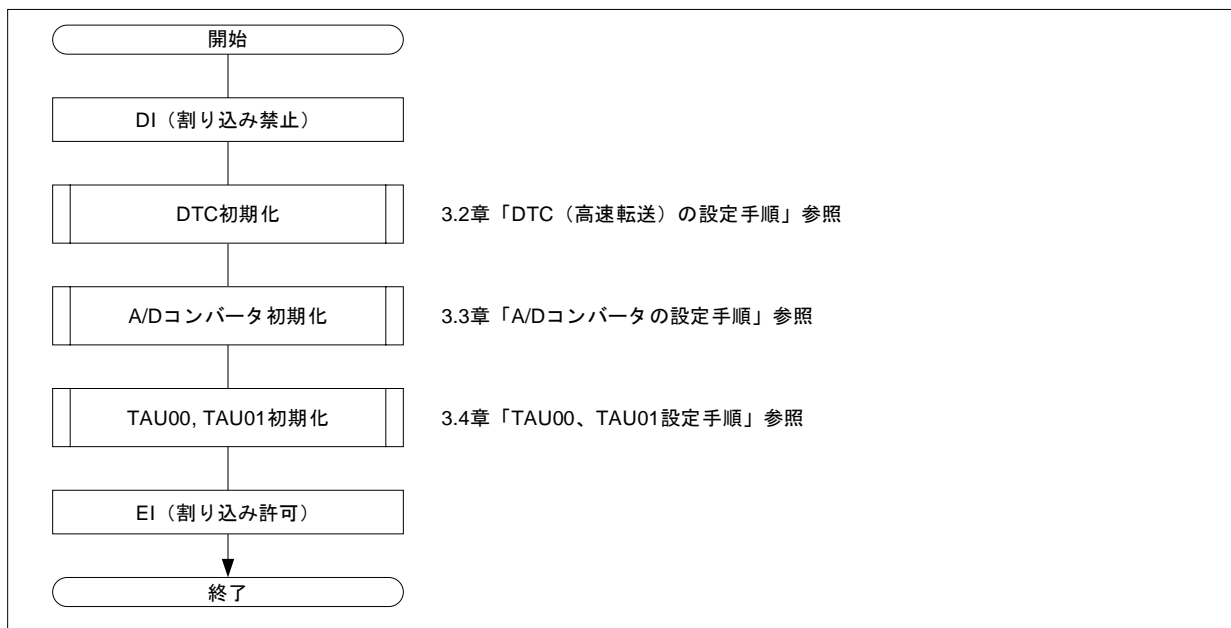


図 3.1 周辺機能の初期化手順

3.2 DTC（高速転送）の設定手順

A/D変換終了を起動要因として、A/D変換結果をRAM上の変換結果格納領域に転送します。

図3.2にDTC（高速転送）の初期化手順を示します。

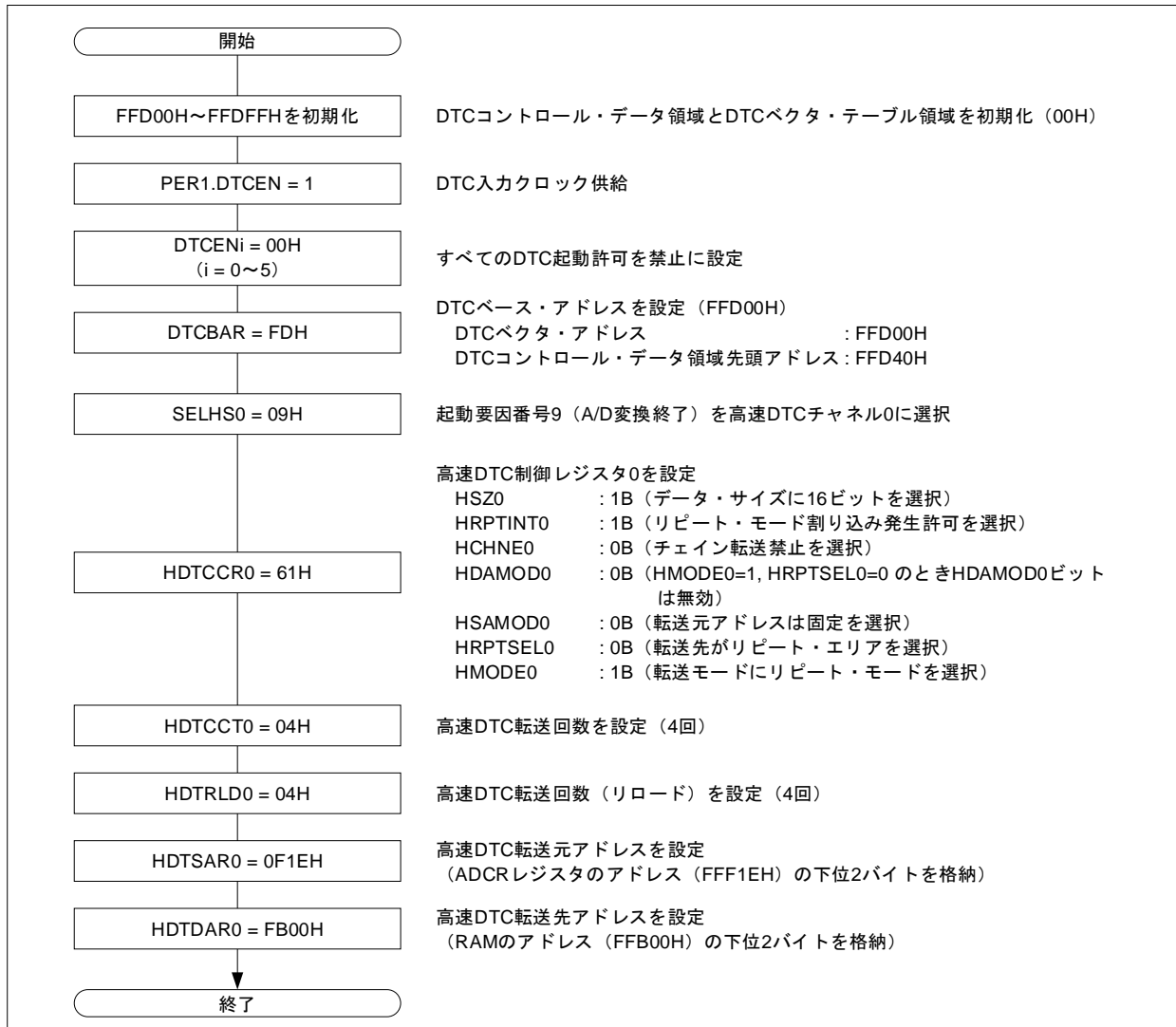


図 3.2 DTC（高速転送）の初期化手順

3.3 A/Dコンバータの設定手順

ANI2～ANI5 端子のアナログ入力信号を A/D 変換する設定を行います。

図 3.3 に A/D コンバータの初期化手順を示します。



図 3.3 A/Dコンバータの初期化手順

3.4 TAU00, TAU01 の設定手順

TAU を PWM 機能として使用します。TAU00 をマスタ・チャンネル、TAU01 をスレーブ・チャンネルに設定し、周期 2ms、Duty50% の PWM カウントタイミングを生成します。なお、本使用例では PWM 波形を使用しません。

図 3.4 に TAU00, TAU01 の初期化手順を示します。

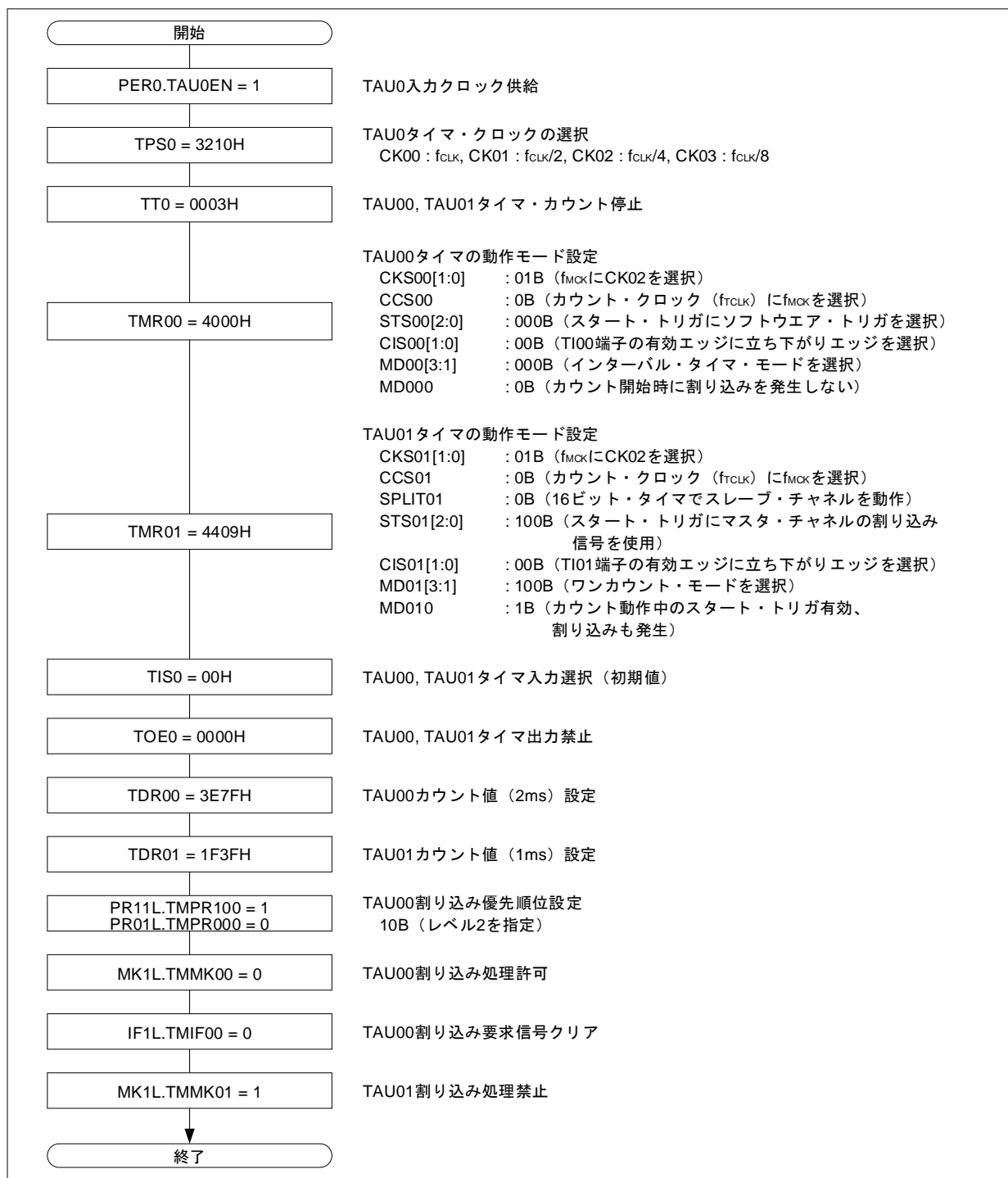


図 3.4 TAU00, TAU01 の初期化手順

3.5 周辺機能の動作許可（DTC（高速転送）転送開始）手順

周辺機能の初期化終了後、周辺機能（DTC（高速転送）、A/Dコンバータ、TAU00、TAU01）の動作許可（開始）を行います。

図 3.5 に周辺機能の動作許可（DTC（高速転送）転送開始）手順を示します。

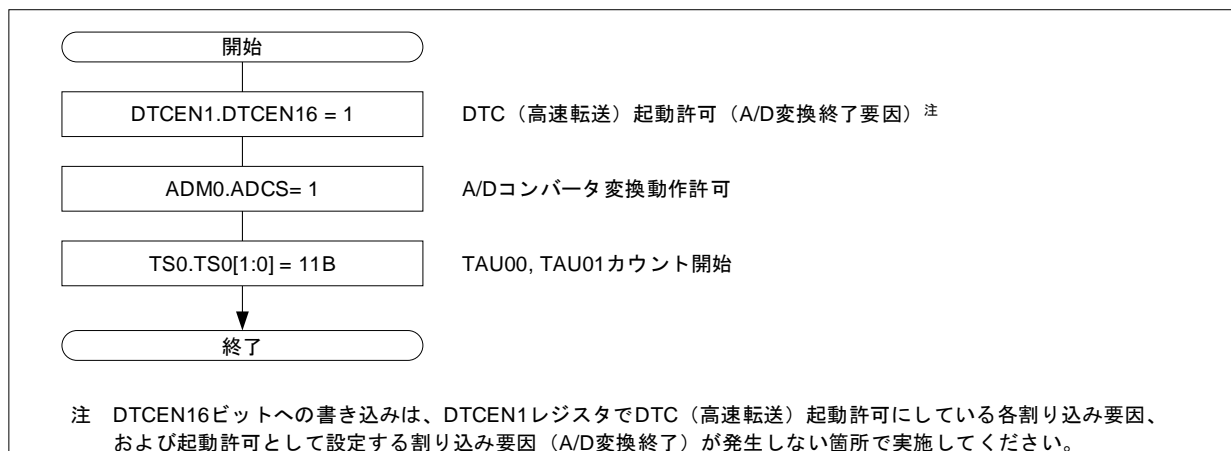


図 3.5 周辺機能の動作許可（DTC（高速転送）転送開始）手順

3.6 DTC（高速転送）転送完了割り込み処理

DTC（高速転送）の転送が終了すると対応する割り込み（本資料では A/D 変換終了割り込み）を発生させることができます。

図 3.6 に DTC（高速転送）転送完了割り込み処理（A/D 変換終了割り込み）を示します。

A/D 変換結果（DTC（高速転送）の転送により格納したメモリ）の上位 10 ビット（b15 - b6）を下位 10 ビット（b9 - b0）にシフトします。また、DTC（高速転送）を再度起動許可に設定します。

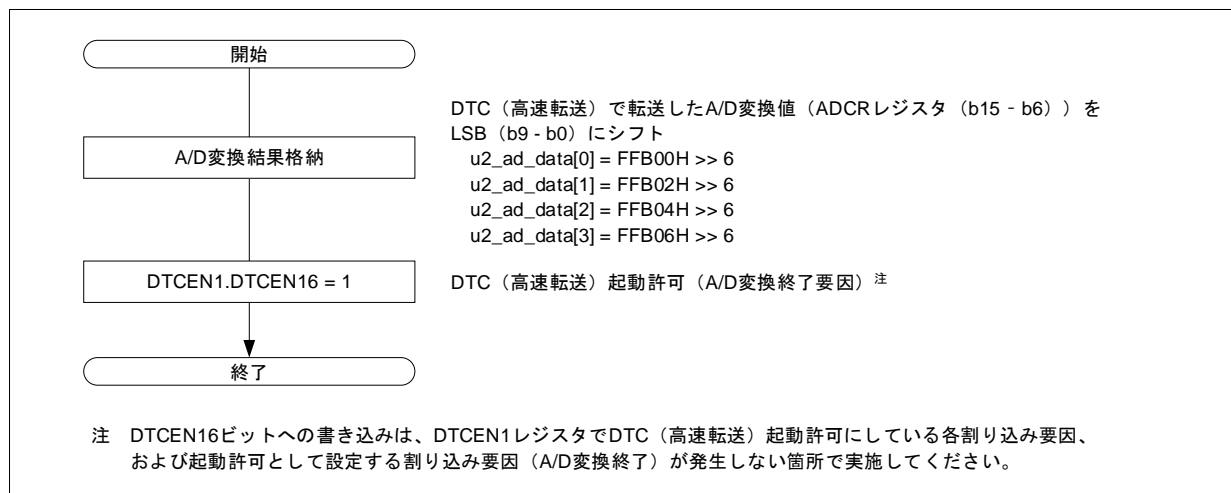


図 3.6 DTC（高速転送）転送完了割り込み処理（A/D 変換終了割り込み）

4. 注意事項

4.1 DTC 転送サイクル数

本資料の使用例で示す仕様で DTC（高速転送）を使用した場合の DTC 転送サイクル数は、1 転送につき 4 クロックになります。詳細は表 4.1 を参照してください。

表 4.1 DTC（高速転送）転送クロック数
（転送元：ADCR レジスタ、転送先：RAM、リポート・モード）

ベクタ読み出し	コントロール・データ		データ読み出し	データ書き込み	合計
	読み出し	書き戻し			
1		1	1	1	4

備考 コントロール・データ書き戻しクロック数は表 4.2、データ読み出しクロック数は表 4.3、データ書き込みクロック数は表 4.4 を参照してください。また、本資料の設定は表 4.2～表 4.4 の白抜き箇所になります。

表 4.2 DTC（高速転送）コントロール・データ書き戻し時に必要なクロック数

HDTCCRm レジスタ設定				アドレス設定		書き戻すコントロール・レジスタ				クロック数
HDAMODm	HSAMODm	HRPTSELm	HMODEm	転送元	転送先	HDTCCm	HDTRLm	HDTsARm	HDTDARm	
0	0	X	0	固定	固定	書き戻す	—	—	—	1
0	1	X	0	加算	固定	書き戻す	—	書き戻す	—	1
1	0	X	0	固定	加算	書き戻す	—	—	書き戻す	1
1	1	X	0	加算	加算	書き戻す	—	書き戻す	書き戻す	1
0	X	1	1	リポート	固定	書き戻す	—	書き戻す	—	1
1	X	1	1	リポート	加算	書き戻す	—	書き戻す	書き戻す	1
X	0	0	1	固定	リポート	書き戻す	—	—	書き戻す	1
X	1	0	1	加算	リポート	書き戻す	—	書き戻す	書き戻す	1

備考 X: 0 または 1、—: 書き戻さない、m = 0, 1

表 4.3 DTC（高速転送）データ読み出しクロック数

RAM	フラッシュ・メモリ		SFR		
	コード・フラッシュ	データ・フラッシュ	1st SFR	2nd SFR (ウェイトなし)	2nd SFR (ウェイトあり) 注
—	—	—	1	1	1+ウェイト数

注 CAN, LIN 関連レジスタおよびタイマ RJ の TRJ0 レジスタをアクセスする場合、ウェイト数（1 クロック）が必要になります。

表 4.4 DTC（高速転送）データ書き込みクロック数

RAM	フラッシュ・メモリ		SFR		
	コード・フラッシュ	データ・フラッシュ	1st SFR	2nd SFR (ウェイトなし)	2nd SFR (ウェイトあり) 注
1	—	—	1	1	1+ウェイト数

注 CAN, LIN 関連レジスタおよびタイマ RJ の TRJ0 レジスタをアクセスする場合、ウェイト数（1 クロック）が必要になります。

4.2 DTC 使用上の注意事項

- DTC 関連レジスタ（DTCBAR, SELHSm, HDTCCRm, HDTCCtm, HDTRLDm, HDTSARm, HDTDARm）、RAM 上に配置する DTC コントロール・データ領域、DTC ベクタ・テーブル領域、汎用レジスタ（FFEE0H -FFEFFH）の空間を DTC 転送でアクセスしないでください。また、セルフ・プログラミング、データ・フラッシュの各ライブラリ、オンチップ・トレース機能およびホット・プラグイン機能を使用される場合、各機能が使用するメモリ領域をアクセスしないでください。
- DTCENi レジスタの設定・変更は、対象のレジスタで DTC 起動許可としている各割り込み要因、および起動許可として設定する割り込み要因が発生しない箇所で行ってください。
- 汎用レジスタ（FFEE0H-FFEFFH）の空間、セルフ・プログラミング、データ・フラッシュの各ライブラリ、オンチップ・トレース機能およびホット・プラグイン機能を使用される場合、各機能が使用するメモリ領域は、DTC コントロール・データ領域および DTC ベクタ・テーブル領域に使用しないでください。
- DTC 関連レジスタ（DTCBAR, SELHSm, HDTCCRm, HDTCCtm, HDTRLDm, HDTSARm, HDTDARm）、DTC コントロール・データ領域に配置する各レジスタ（DTCCRj, DTBLSj, DTCCTj, DTRLDj, DTSARj, DTDARj）および DTC ベクタ・テーブル領域は、すべての DTC 起動要因を起動禁止（DTCENi レジスタの各ビットが 0（DTC 起動禁止））に設定した状態で変更してください。
- RAM 上に配置する DTC コントロール・データ領域および DTC ベクタ・テーブル領域は、初期設定（任意の値の書き込み）を実施してください。DTC ベクタ・テーブル領域（64 バイト（予約領域含む））は、ユーザ・プログラムで汎用 RAM として使用しないでください。なお、DTC コントロール・データ領域（192 バイト）のうち、DTC で使用しない領域は汎用 RAM として使用できます。
- DTCBAR を 2 回以上書き換えないでください。
- DTC 転送保留命令（コール・リターン命令/無条件分岐命令/条件付分岐命令/コード・フラッシュ・メモリへのアクセス命令/割り込み関連レジスタ（IFxx, MKxx, PRxx）および PSW へのアクセス命令/データ・フラッシュへのアクセス命令/乗除積和算命令（MULU 命令を除く））実行時、DTC は転送を行わず要求を保留します。また、PREFIX 命令コードと直後の 1 命令の間は DTC 転送を行いません。
- DTC のデータ転送が起きた 1 命令後にデータ・フラッシュアクセス命令が実行された場合、内部バスの仕様により 3 クロック分のウェイトが発生します。
- ウェイトが必要な SFR（CAN, LIN の各レジスタおよびタイマ RJ の TRJ0 レジスタ）をアクセスした場合、DTC は転送を保留します。
- DTC 起動要因発生から DTC 転送が完了するまでに同一の起動要因を発生させないでください。
- DTC 起動要因が競合した場合は、起動要因の優先順位を判定し、優先順位が高い要因（要因番号により決まります）を実行し、低い要因は保留します。
- 高速転送時も DTC コントロール・データ領域および DTC ベクタ・テーブル領域の読み出しを行うため、DTC 転送を許可する前に、予め任意の値を設定してください。
- リピート・モード使用時は、リピート・エリアに設定するアドレス（設定値）の下位 1 バイトを 00H にしてください。また、転送回数、リロード転送回数は、転送データ・サイズにより異なります。
 - 8 ビット転送時 01H~FFH（1 回~255 回）
 - 16 ビット転送時 01H~7FH（1 回~127 回）

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

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

お問い合わせ先

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

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2017.11.17		初版

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、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て、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。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しており、使用することはできません。たとえ、意図し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損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の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。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は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、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。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。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、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用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「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。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
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禁じます。

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。



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

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

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

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