

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。

アプリケーション・ノート

78K0/Kx2-L

サンプル・プログラム (A/Dコンバータ)

連続A/D変換&平均値算出編

この資料は、サンプル・プログラムの動作概要や使用方法、およびA/Dコンバータの設定方法や活用方法を説明したものです。サンプル・プログラムでは、アナログ入力チャンネルANI0とANI1からのアナログ入力に対して、A/D変換を4回ずつ行い、それぞれの変換結果とその平均値をRAM領域に保存します。

対象デバイス

78K0/KY2-Lマイクロコントローラ
 78K0/KA2-Lマイクロコントローラ
 78K0/KB2-Lマイクロコントローラ
 78K0/KC2-Lマイクロコントローラ

目次

第1章 概要 ...	3
1.1 初期設定の主な内容 ...	4
1.2 メイン・ループ以降の内容 ...	5
第2章 回路イメージ ...	6
2.1 回路イメージ ...	6
第3章 ソフトウェアについて ...	7
3.1 ファイル構成 ...	7
3.2 使用する内蔵周辺機能 ...	8
3.3 初期設定と動作概要 ...	8
3.4 フロー・チャート ...	9
第4章 設定方法について ...	11
4.1 A/Dコンバータの設定 ...	11
4.2 ソフトウェア記述例 ...	19
4.3 入力電圧とA/D変換結果 ...	21
第5章 関連資料 ...	22
付録A プログラム・リスト ...	23
付録B 78K0/KC2-Lの44ピン製品を使用する場合 ...	51
付録C 改版履歴 ...	52

- 本資料に記載されている内容は2009年5月現在のものです、今後、予告なく変更することがあります。量産設計の際には最新の個別データ・シート等をご参照ください。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。当社は、本資料の誤りに関し、一切その責を負いません。
- 当社は、本資料に記載された当社製品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、一切その責を負いません。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。
- 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、一切その責を負いません。
- 当社は、当社製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、当社製品の不具合が完全に発生しないことを保証するものではありません。また、当社製品は耐放射線設計については行っていません。当社製品をお客様の機器にご使用の際には、当社製品の不具合の結果として、生命、身体および財産に対する損害や社会的損害を生じさせないように、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を行ってください。
- 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定していただく「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。

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

特別水準：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

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、生命維持のための装置またはシステム等

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。意図されていない用途で当社製品の使用をお客様が希望する場合には、事前に当社販売窓口までお問い合わせください。

(注)

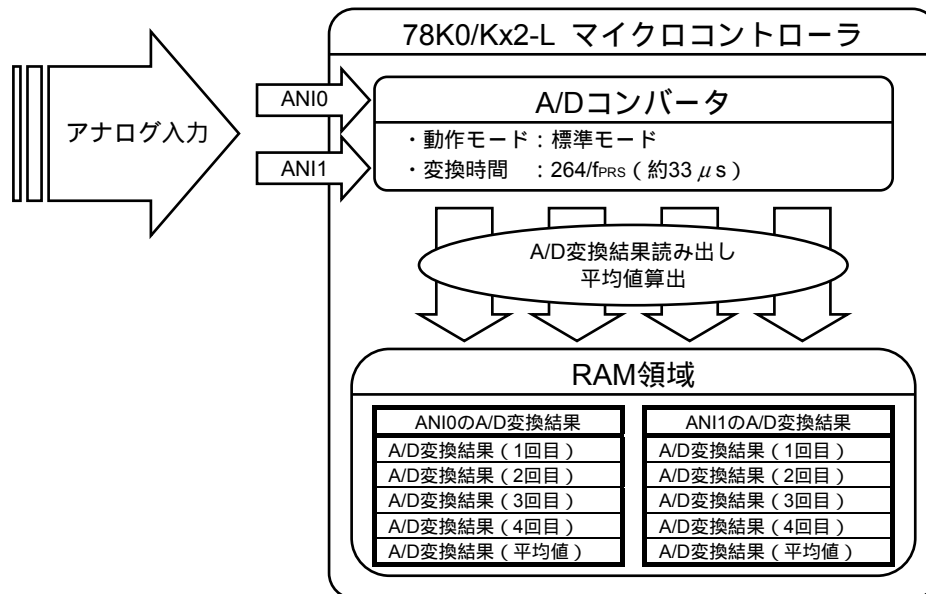
- (1) 本事項において使用されている「当社」とは、NECエレクトロニクス株式会社およびNECエレクトロニクス株式会社がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいう。
- (2) 本事項において使用されている「当社製品」とは、(1)において定義された当社の開発、製造製品をいう。

M8E0710J

第1章 概 要

このサンプル・プログラムは、A/Dコンバータの使用例を示しています。アナログ入力チャンネルANI0およびANI1からのアナログ入力に対して、A/D変換を4回ずつ行い、それぞれの変換結果とその平均値をRAM領域に保存します。

【 動作概要 】



1.1 初期設定の主な内容

初期設定の主な内容は、次のとおりです。

< オプション・バイトでの設定 >

低速内蔵発振器の動作をソフトウェアにより停止可能に設定

ウォッチドッグ・タイマの動作禁止

高速内蔵発振クロック周波数を8 MHzに設定

LVIデフォルト・スタート機能停止

< リセット解除後の初期化処理での設定 >

ROM/RAMサイズの設定

入出力ポートの設定

- ・ P20/ANI0, P21/ANI1端子をアナログ入力に設定

低電圧検出回路[※]を使用した2.7 V V_{DD} の確認

CPUクロックおよび周辺ハードウェア・クロックを高速内蔵発振クロック動作に設定（8 MHz）

低速内蔵発振器の停止

使用しない周辺ハードウェアの動作禁止

A/Dコンバータの設定

- ・ 動作モードを標準モードに設定
- ・ A/D変換時間を $264/f_{PRS}$ （約33 μ s）に設定

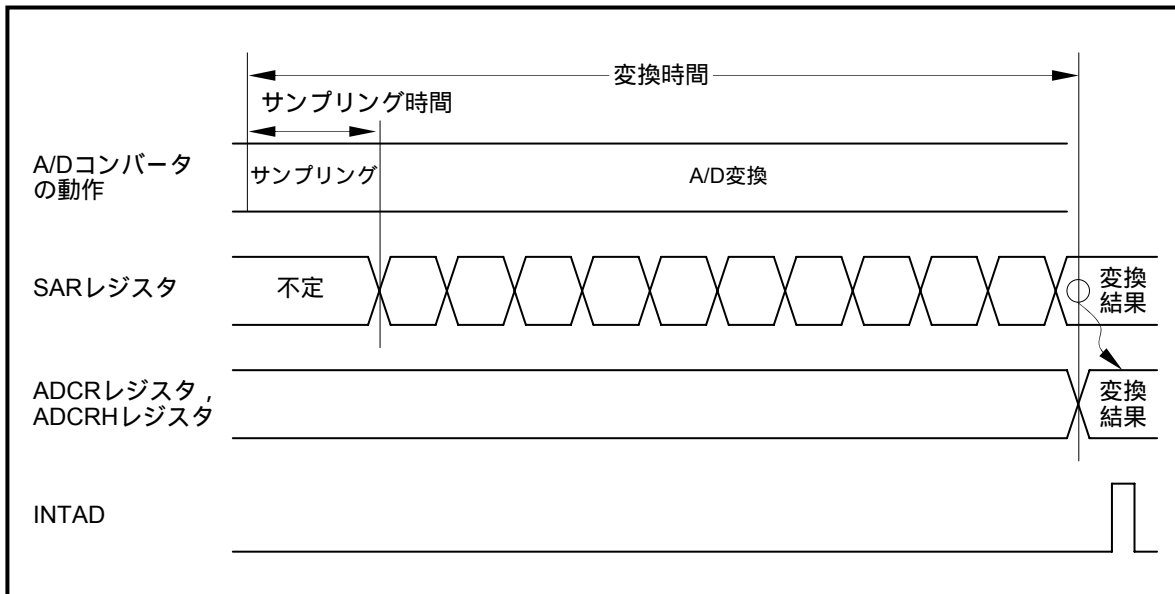
注 低電圧検出回路についての詳細は、[78K0/Kx2-L ユーザーズ・マニュアル](#)を参照してください。

1.2 メイン・ループ以降の内容

初期設定完了後は、A/D変換動作を開始し、ANI0からのアナログ入力に対して、A/D変換を4回ずつ行い、変換結果をRAM領域に保存します。ANI1からのアナログ入力に対しても、同様の処理を行ったあと、A/D変換動作を停止します。A/D変換動作停止後、ANI0とANI1の4回のA/D変換結果の平均値をそれぞれ算出し、RAM領域に保存します。

初期設定完了後は、上記のように連続4回のA/D変換処理（2チャンネル分）とその平均値算出処理（2チャンネル分）を繰り返します。このように、A/D変換を複数回行い、その変換結果から算出した平均値を使用することで、アナログ入力のばらつきを軽減することができます。また、平均値算出時にA/D変換動作を停止することで、消費電力を抑えることができます。

図1-1 A/Dコンバータの基本動作（A/D変換：1回）



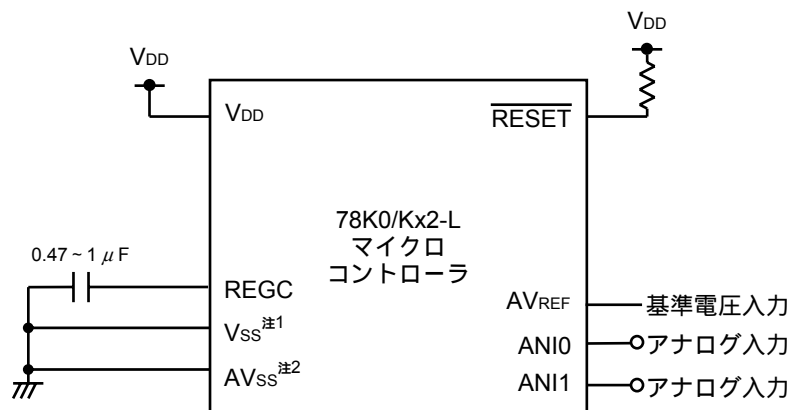
注意 デバイス使用上の注意事項については、[78K0/Kx2-L ユーザーズ・マニュアル](#)を参照してください。

第2章 回路イメージ

この章では、このサンプル・プログラムで使用する場合の回路イメージを説明します。

2.1 回路イメージ

回路イメージを次に示します。



注1. 78K0/KY2-L, 78K0/KA2-Lの場合はAVSSと兼用しています。

2. 78K0/KB2-L, 78K0/KC2-Lのみ。

注意1. 2.94 V V_{DD} 5.5 Vの電圧範囲で使用してください。

2. REGCはコンデンサ (0.47 ~ 1 μ F) を介し、VSSに接続してください。

3. 78K0/KY2-Lと78K0/KA2-LのVSSは、A/Dコンバータのグランド電位と兼用しています。VSSを必ず安定しているGNDに接続してください。

4. AVSS端子はVSSと同電位にし、GNDに直接接続してください (78K0/KB2-L, 78K0/KC2-Lマイクロコントローラのみ)。

5. AVREF端子は、2.7 V AV_{REF} 5.5 V かつ $AV_{REF} = V_{DD}$ の条件を満たしてください。

6. 回路イメージ中に記載のない未使用端子は以下のように処理してください。

出力ポート : 出力モードに設定し、オープン (未接続) にしてください

入力ポート : 個別に抵抗を介して、VDDまたはVSSに接続してください



7. このサンプル・プログラムでは、P121/X1/TOOLC0端子、およびP122/X2/EXCLK/TOOLD0端子をオンチップ・デバッグ用に使います。

第3章 ソフトウェアについて

この章では、ダウンロードする圧縮ファイルのファイル構成，使用するマイコンの内蔵周辺機能，サンプル・プログラムの初期設定と動作概要，およびフロー・チャートを説明します。

3.1 ファイル構成

ダウンロードする圧縮ファイルのファイル構成は，次のようになっています。

ファイル名	説明	同封圧縮 (*.zip) ファイル	
			
main.asm (アセンブリ言語版)	マイコンのハードウェア初期化処理とメイン処理のソース・ファイル	注	注
main.c (C言語版)			
op.asm	オプション・バイト設定用アセンブラ・ソース・ファイル (ウォッチドッグ・タイマの設定，低速内蔵発振器の設定，高速内蔵発振クロック周波数の選択などを行います)		
Kx2-L_ADC.prw	統合開発環境 PM+用ワーク・スペース・ファイル		
Kx2-L_ADC.prj	統合開発環境 PM+用プロジェクト・ファイル		

注 アセンブリ言語版には「main.asm」，C言語版には「main.c」が同封されています。

備考



: ソース・ファイルのみ同封



: 統合開発環境 PM+で使用するファイルを同封

3.2 使用する内蔵周辺機能

このサンプル・プログラムでは、マイコンに内蔵する次の周辺機能を使用します。

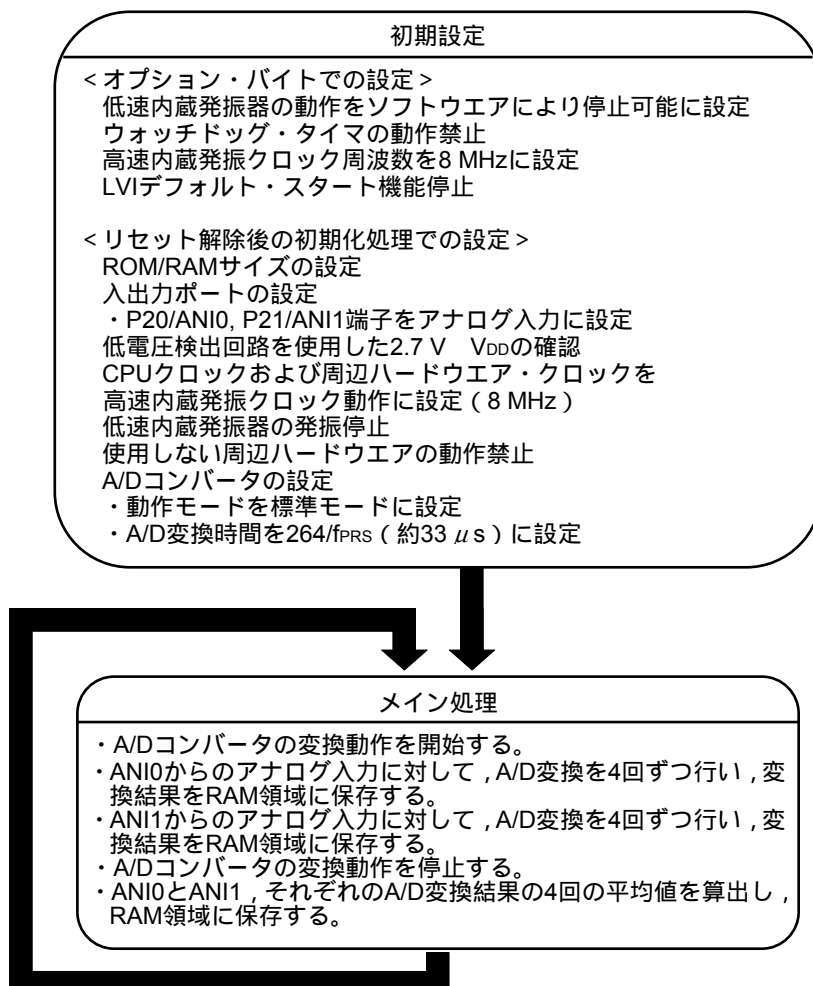
- ・ A/Dコンバータ : 10ビット分解能のA/D変換を行います。
- ・ ANI0, ANI1 : A/Dコンバータのアナログ入力チャネルとして使用します。
- ・ 低電圧検出回路 : 2.7 V V_{DD} の確認用に使用します。

3.3 初期設定と動作概要

このサンプル・プログラムでは、初期設定にて、クロック周波数の選択、入出力ポートの設定、A/Dコンバータの設定などを行います。初期設定完了後は、A/D変換動作を開始し、ANI0からのアナログ入力に対して、A/D変換を4回ずつ行い、変換結果をRAM領域に保存します。ANI1からのアナログ入力に対しても、同様の処理を行ったあと、A/D変換動作を停止します。A/D変換動作停止後、ANI0とANI1の4回のA/D変換結果の平均値をそれぞれ算出し、RAM領域に保存します。

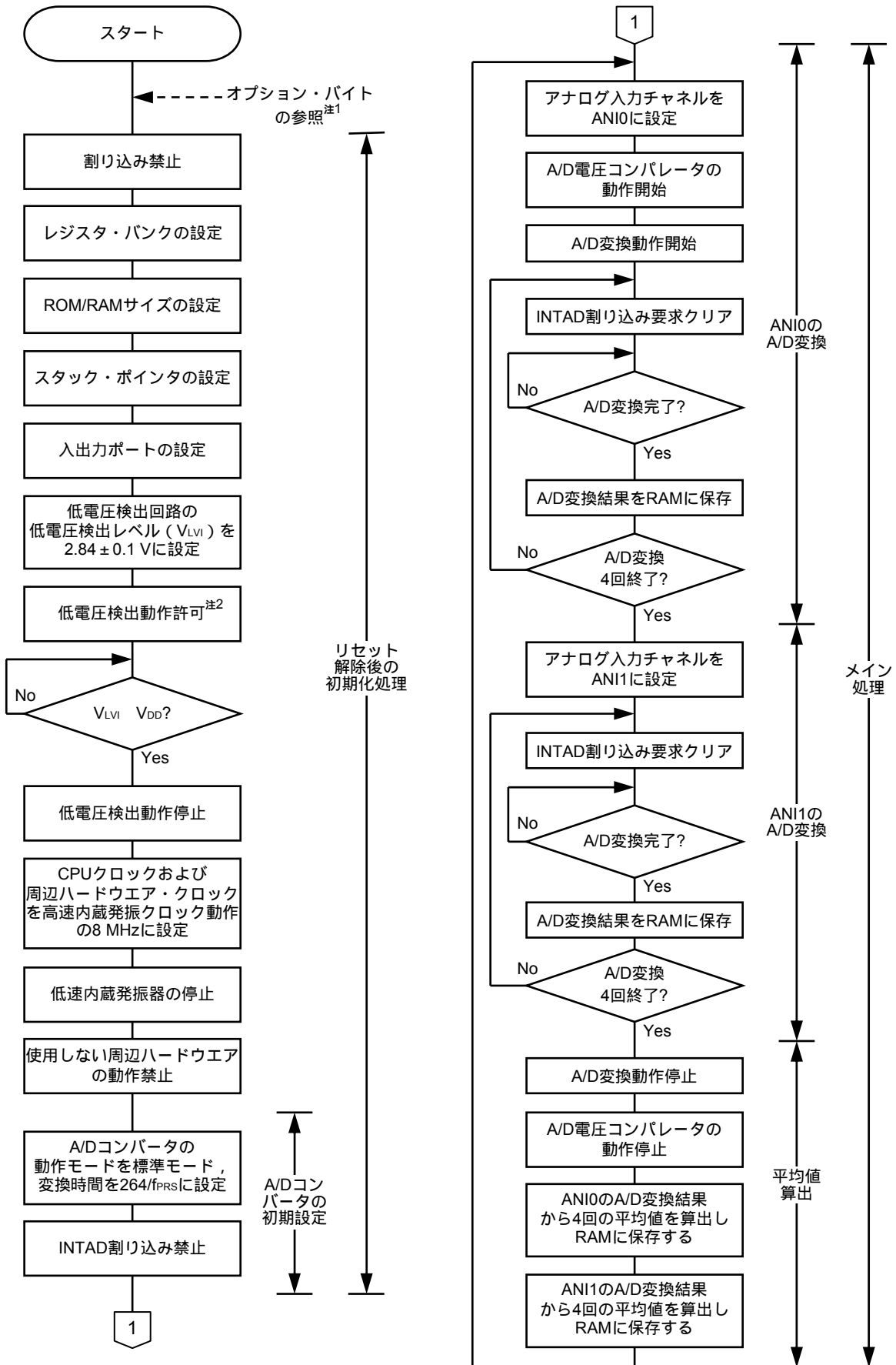
初期設定完了後は、上記のように連続4回のA/D変換処理（2チャンネル分）とその平均値算出処理（2チャンネル分）を繰り返します。このように、A/D変換を複数回行い、その変換結果から算出した平均値を使用することで、アナログ入力のばらつきを軽減することができます。また、平均値算出時にA/D変換動作を停止することで、消費電力を抑えることができます。

詳細については、次の状態遷移図（ステート・チャート）に示します。



3.4 フロー・チャート

このサンプル・プログラムのフロー・チャートを次に示します。



- 注1. オプション・バイトの参照は、リセット解除後にマイコンが自動的に行います。このサンプル・プログラムでは、オプション・バイトで以下の設定を行います。
- ・低速内蔵発振器の動作をソフトウェアにより停止可能に設定
 - ・ウォッチドッグ・タイマの動作禁止
 - ・高速内蔵発振クロック周波数を8 MHzに設定
 - ・LVIデフォルト・スタート機能停止
2. 低電圧検出動作を許可したあと、低電圧検出回路の動作安定待ち用に10 μ s以上のウエイト処理を行います。

第4章 設定方法について

この章では、A/Dコンバータの設定、ソフトウェア記述例、および入力電圧とA/D変換結果について説明します。
その他の初期設定については、[78K0/Kx2-L サンプル・プログラム（初期設定）](#) [LED点灯のスイッチ制御編](#)
[アプリケーション・ノート](#)を参照してください。

レジスタ設定方法の詳細については、[78K0/Kx2-L ユーザーズ・マニュアル](#)を参照してください。

アセンブラ命令については、[78K/0シリーズ 命令編 ユーザーズ・マニュアル](#)を参照してください。

4.1 A/Dコンバータの設定

A/Dコンバータは、次の5種類のレジスタを使用します。

- ・ A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 (ADM0)
- ・ A/Dポート・コンフィギュレーション・レジスタ0, 1 (ADPC0, ADPC1)
- ・ アナログ入力チャンネル指定レジスタ (ADS)
- ・ ポート・モード・レジスタ1, 2 (PM1, PM2)
- ・ 10ビットA/D変換結果レジスタ (ADCR)[※]

注 ADCRはリード専用レジスタですので、設定は行いません。

【A/Dコンバータの設定手順例】

A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 (ADM0) のビット5-1 (FR2-FR0, LV1, LV0) でA/D変換時間と動作モードを選択

ADM0のビット0 (ADCE) をセット (1)

A/Dポート・コンフィギュレーション・レジスタ0, 1 (ADPC0, ADPC1) とポート・モード・レジスタ1, 2 (PM1, PM2) で使用するチャンネルをアナログ入力に設定

アナログ入力にPGA出力を設定する場合はPGA動作を、オペアンプ出力を設定する場合はシングル・アンプ動作を設定[※]

アナログ入力チャンネル指定レジスタ (ADS) で使用するチャンネルを選択

ADM0のビット7 (ADCS) をセット (1) し、A/D変換動作開始

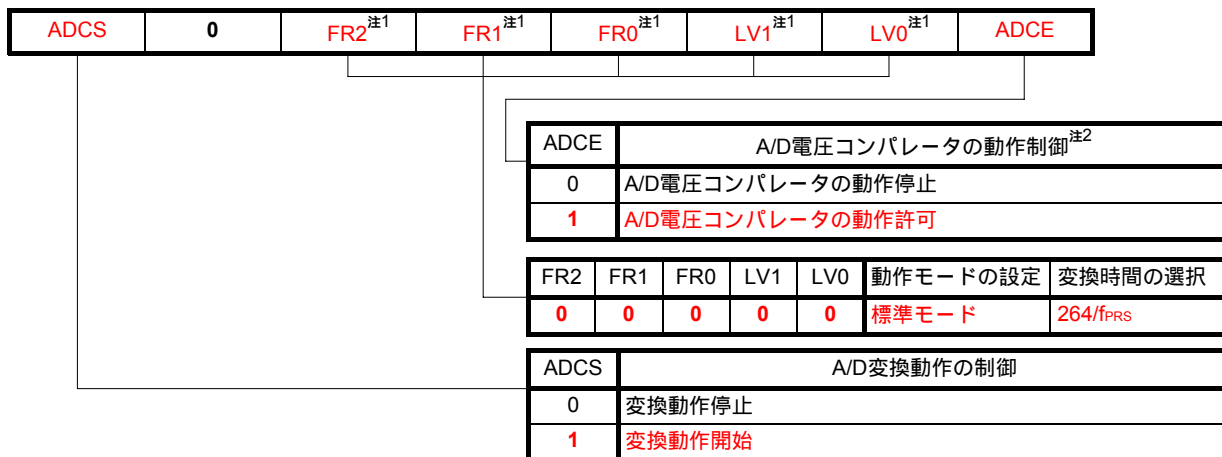
注 オペアンプについての詳細は[78K0/Kx2-L ユーザーズ・マニュアル](#)の第13章 オペアンプを参照してください。

- 注意1. から までの間は1 μ s以上空けてください。
2. は、 よりも前のタイミングならば、どこで行っても問題ありません。

(1) A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 (ADM0)

ADM0レジスタは、A/D変換するアナログ入力の変換時間、変換動作の開始/停止を設定するレジスタです。

図4 - 1 A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 (ADM0) のフォーマット



- 注1. FR2-FR0, LV1, LV0およびA/D変換に関する詳細は、表4 - 2 A/D変換時間の選択を参照してください。
2. A/D電圧コンパレータはADCSとADCEで動作制御され、動作開始から安定するまでに、1 μsかかります。このため、ADCEに1を設定してから1 μs以上経過したあとに、ADCSに1を設定することで、最初の変換データより有効となります。1 μs以上ウエイトしないでADCSに1を設定した場合は、最初の変換データを無視してください。
3. ビット6には必ず0を設定してください。

- 備考1. f_{PRS} : 周辺ハードウェア・クロック周波数
2. 図の赤字部分がサンプル・プログラムでの設定値となります。

表4 - 1 ADCSとADCEの設定

ADCS	ADCE	A/D変換動作
0	0	停止状態 (DC電力消費バスは存在しません)
0	1	変換待機モード (A/D電圧コンパレータのみ電力消費)
1	0	設定禁止
1	1	変換モード (A/D電圧コンパレータ動作)

表4-2 A/D変換時間の選択

4.0 AVREF 5.5V

A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 (ADM0)					モード	変換時間の選択				変換クロック (f _{AD})
FR2	FR1	FR0	LV1	LVO		f _{PRS} =4 MHz	f _{PRS} =8 MHz	f _{PRS} =10 MHz		
0	0	0	0	0	標準	264/f _{PRS}	66.0 μs	33.0 μs	26.4 μs	f _{PRS} /12
0	0	1				176/f _{PRS}	44.0 μs	22.0 μs	17.6 μs	f _{PRS} /8
0	1	0				132/f _{PRS}	33.0 μs	16.5 μs	13.2 μs	f _{PRS} /6
0	1	1				88/f _{PRS}	22.0 μs	11.0 μs	8.8 μs	f _{PRS} /4
1	0	0				66/f _{PRS}	16.5 μs	8.25 μs	6.6 μs	f _{PRS} /3
1	0	1				44/f _{PRS}	11.0 μs	設定禁止		f _{PRS} /2
1	1	0				33/f _{PRS}	8.25 μs	設定禁止		f _{PRS} /1.5
1	1	1				22/f _{PRS}	設定禁止			
1	0	1	1	1	高速	44/f _{PRS}	11.0 μs	5.5 μs	4.4 μs	f _{PRS} /2
1	1	1				22/f _{PRS}	5.5 μs	設定禁止		f _{PRS}
1	0	0	1	0	最高速	66/f _{PRS}	16.5 μs	8.25 μs	6.6 μs	f _{PRS} /3
1	1	0				33/f _{PRS}	8.25 μs	4.125 μs	3.3 μs	f _{PRS} /1.5
上記以外					設定禁止					

2.7 AVREF < 4.0V

A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 (ADM0)					モード	変換時間の選択				変換クロック (f _{AD})
FR2	FR1	FR0	LV1	LVO		f _{PRS} =4 MHz	f _{PRS} =8 MHz	f _{PRS} =10 MHz		
0	0	0	0	0	標準	264/f _{PRS}	66.0 μs	33.0 μs	26.4 μs	f _{PRS} /12
0	0	1				176/f _{PRS}	44.0 μs	22.0 μs	17.6 μs	f _{PRS} /8
0	1	0				132/f _{PRS}	33.0 μs	16.5 μs	13.2 μs	f _{PRS} /6
0	1	1				88/f _{PRS}	22.0 μs	11.0 μs	8.8 μs	f _{PRS} /4
1	0	0				66/f _{PRS}	16.5 μs	8.25 μs	6.6 μs	f _{PRS} /3
1	0	1				44/f _{PRS}	11.0 μs	設定禁止		f _{PRS} /2
1	1	0				33/f _{PRS}	8.25 μs	設定禁止		f _{PRS} /1.5
1	1	1				22/f _{PRS}	設定禁止			
0	0	1	1	1	高速	176/f _{PRS}	44.0 μs	22.0 μs	17.6 μs	f _{PRS} /8
0	1	0				132/f _{PRS}	33.0 μs	16.5 μs	13.2 μs	f _{PRS} /6
0	1	1				88/f _{PRS}	22.0 μs	11.0 μs	8.8 μs	f _{PRS} /4
1	0	0				66/f _{PRS}	16.5 μs	8.25 μs	6.6 μs	f _{PRS} /3
1	0	1				44/f _{PRS}	11.0 μs	5.5 μs	4.4 μs	f _{PRS} /2
1	1	0				33/f _{PRS}	8.25 μs	設定禁止		f _{PRS} /1.5
1	1	1				22/f _{PRS}	5.5 μs	設定禁止		f _{PRS}
上記以外						設定禁止				

1.8 AVREF < 2.7V

A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 (ADM0)					モード	変換時間の選択				変換クロック (f _{AD})		
FR2	FR1	FR0	LV1	LVO		f _{PRS} =4 MHz	f _{PRS} =8 MHz	f _{PRS} =10 MHz				
0	0	0	0	1	低電圧	528/f _{PRS}	設定禁止		66.0 μs	52.8 μs	f _{PRS} /12	
0	0	1				352/f _{PRS}	設定禁止		44.0 μs	設定禁止		f _{PRS} /8
0	1	0				264/f _{PRS}	66.0 μs	設定禁止				f _{PRS} /6
0	1	1				176/f _{PRS}	44.0 μs	設定禁止				f _{PRS} /4
1	0	0				132/f _{PRS}	設定禁止				f _{PRS} /3	
1	0	1				88/f _{PRS}	設定禁止				f _{PRS} /2	
1	1	0				66/f _{PRS}	設定禁止				f _{PRS} /1.5	
1	1	1				44/f _{PRS}	設定禁止				f _{PRS}	
上記以外					設定禁止							

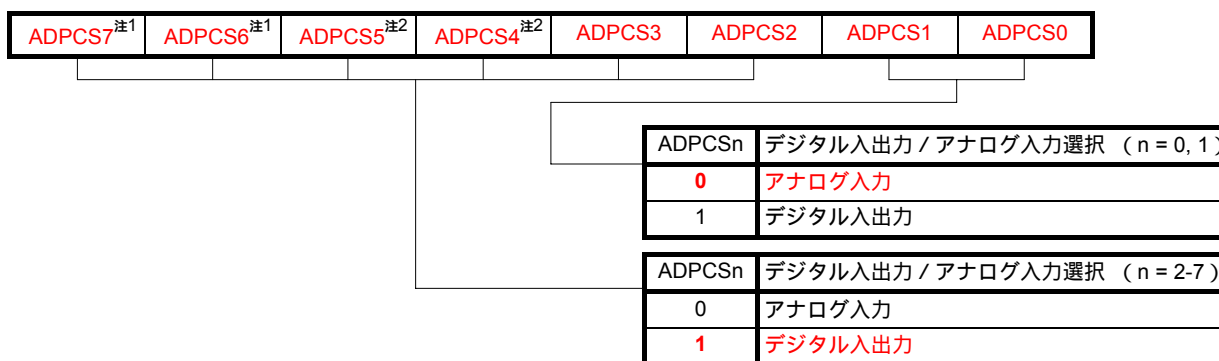
- 注意1. FR2-FR0, LV1, LV0を同一データ以外に書き換える場合は、いったんA/D変換動作を停止 (ADCS = 0) させたのちに行ってください。
2. 前述の変換時間は、クロック周波数の誤差を含んでいませんので、クロック周波数の誤差を考慮して、変換時間を選択してください。

備考 f_{PRS} : 周辺ハードウェア・クロック周波数

(2) A/Dポート・コンフィギュレーション・レジスタ0, 1 (ADPC0, ADPC1)

ADPC0は、P20/AMP0-/ANI0-P27/ANI7を、ポートのデジタル入出力 / アナログ入力に切り替えるレジスタです。ADPC0の各ビットは、ポート2の端子1本ずつに対応しており、1ビット単位で指定可能です。ADPC1は、P10/AMP1-/ANI8-P12/AMP1+/ANI10をポートのデジタル入出力 / アナログ入力に切り替えるレジスタです。ADPC1の各ビットは、ポート1のP10-P12端子1本ずつに対応しており、1ビット単位で指定可能です。

図4 - 2 A/Dポート・コンフィギュレーション・レジスタ0 (ADPC0) のフォーマット

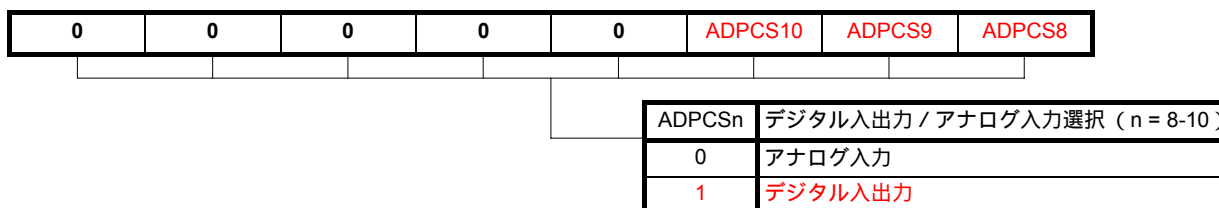


- 注1. 78K0/KC2-Lのみ設定可能。78K0/KY2-L, 78K0/KA2-L, 78K0/KB2-Lでは必ず0を設定してください。
 2. 78K0/KA2-L, 78K0/KC2-Lのみ設定可能。78K0/KY2-L, 78K0/KB2-Lでは必ず0を設定してください。

- 注意1. アナログ入力に設定した端子は、ポート・モード・レジスタ2 (PM2) で入力モードに選択してください。
 2. ADPC0にデータを書き込むと、ウエイトが発生します。また周辺ハードウェア・クロック (f_{PRS}) が停止しているときに、ADPC0にデータを書き込まないでください。

備考 図の赤字部分がサンプル・プログラムでの設定値となります。

図4 - 3 A/Dポート・コンフィギュレーション・レジスタ1 (ADPC1) のフォーマット
 (78K0/KB2-L, 78K0/KC2-Lのみ)



- 注意1. アナログ入力に設定した端子は、ポート・モード・レジスタ1 (PM1) で入力モードに選択してください。
 2. ADPC1にデータを書き込むと、ウエイトが発生します。また周辺ハードウェア・クロック (f_{PRS}) が停止しているときに、ADPC1にデータを書き込まないでください。
 3. ビット7-3には必ず0を設定してください。

備考 図の赤字部分がサンプル・プログラムでの設定値となります。

(3) アナログ入力チャンネル指定レジスタ (ADS)

ADSレジスタは、A/D変換するアナログ電圧の入力チャンネルを指定するレジスタです。

図4 - 4 アナログ入力チャンネル指定レジスタ (ADS) のフォーマット

0	ADOAS	0	0	ADS3	ADS2	ADS1	ADS0
---	-------	---	---	------	------	------	------

ADOAS	ADS3	ADS2	ADS1	ADS0	アナログ入力チャンネル	入力ソース
0	0	0	0	0	ANI0	P20/ANI0端子
0	0	0	0	1	ANI1	P21/ANI1端子
0	0	0	1	0	ANI2	P22/ANI2端子
0	0	0	1	1	ANI3	P23/ANI3端子
0	0	1	0	0	ANI4	P24/ANI4端子
0	0	1	0	1	ANI5	P25/ANI5端子
0	0	1	1	0	ANI6	P26/ANI6端子
0	0	1	1	1	ANI7	P27/ANI7端子
0	1	0	0	0	ANI8	P10/ANI8端子
0	1	0	0	1	ANI9	P11/ANI9端子
0	1	0	1	0	ANI10	P12/ANI10端子
1	x	x	x	x	PGAIN ^注	PGA出力信号 ^注
上記以外					設定禁止	

注 オペアンプ搭載品のみ設定可能

注意1. ビット7, 5, 4には必ず0を設定してください。

- A/D変換で使用するチャンネルは、ポート・モード・レジスタ1, 2 (PM1, PM2) で入力モードに選択してください。
- PGA出力信号をアナログ入力として選択する場合、PGA動作設定後にADSを設定してください (オペアンプについての詳細は[78K0/Kx2-L ユーザーズ・マニュアル](#)の第13章 オペアンプを参照してください)。
- ADSにデータを書き込むと、ウェイトが発生します。また周辺ハードウェア・クロック (f_{PRS}) が停止しているときに、ADSにデータを書き込まないでください。

備考1. x : don't care

- 図の赤字部分がサンプル・プログラムでの設定値となります。

(4) ポート・モード・レジスタ1, 2 (PM1, PM2)

ANI8/AMP1-/P10-ANI10/AMP1+/P12, ANI0/AMP0-/P20-ANI7/P27端子をアナログ入力ポートとして使用するとき, PM10-PM12, PM20-PM27にそれぞれ1を設定してください。このときP10-P12, P20-P27の出力ラッチは, 0または1のどちらでもかまいません。PM10-PM12, PM20-PM27にそれぞれ0を設定した場合は, アナログ入力ポートとして使用することはできません。

図4 - 5 ポート・モード・レジスタ1 (PM1) のフォーマット
(78K0/KB2-L, 78K0/KC2-Lのみ)

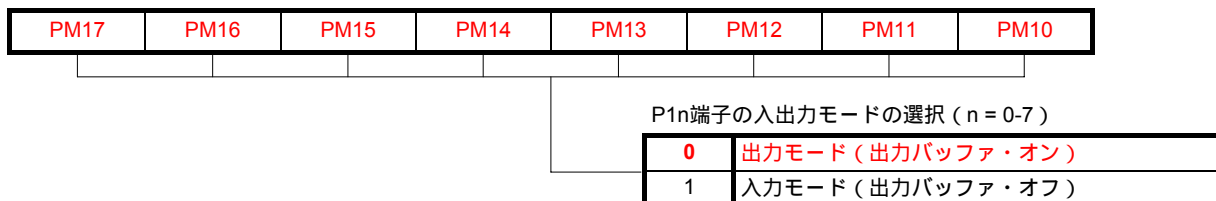
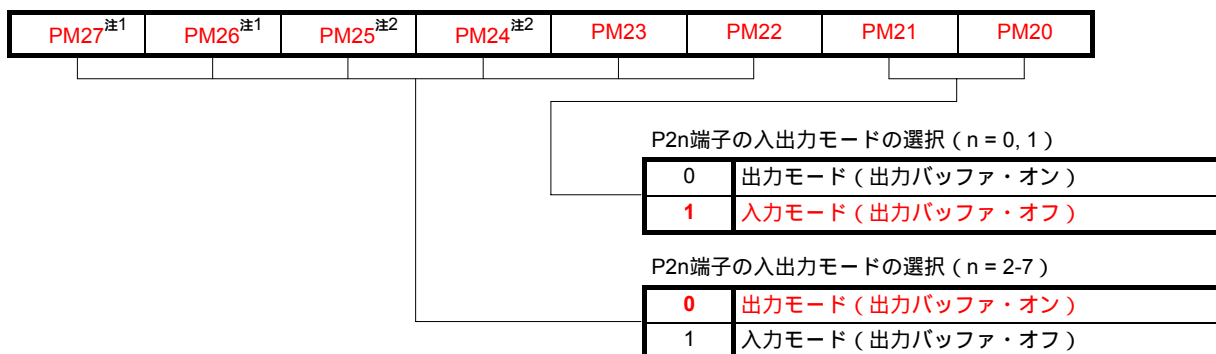


図4 - 6 ポート・モード・レジスタ2 (PM2) のフォーマット



- 注1. 78K0/KC2-Lのみ設定可能。78K0/KY2-L, 78K0/KA2-L, 78K0/KB2-Lでは必ず1を設定してください。
 2. 78K0/KA2-L, 78K0/KC2-Lのみ設定可能。78K0/KY2-L, 78K0/KB2-Lでは必ず1を設定してください。

備考1. A/Dコンバータのアナログ入力端子は, 製品により異なります。

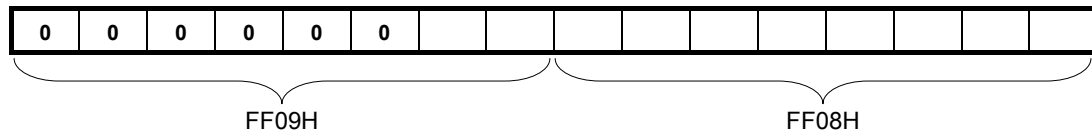
- ・ 78K0/KY2-L : ANI0-ANI3
- ・ 78K0/KA2-L : ANI0-ANI5
- ・ 78K0/KB2-L : ANI0-ANI3, ANI8-ANI10
- ・ 78K0/KC2-L : ANI0-ANI10

2. 図の赤字部分がサンプル・プログラムでの設定値となります。

(5) 10ビットA/D変換結果レジスタ (ADCR)

ADCRレジスタは、A/D変換結果を保持する16ビットのレジスタです。上位6ビットは“0”固定です。A/D変換が終了するたびに、逐次変換レジスタから変換結果がロードされます。FF09Hには変換結果の上位2ビットが、FF08Hには変換結果の下位8ビットが入ります。

図4 - 7 10ビットA/D変換結果レジスタ (ADCR) のフォーマット



- 注意1. A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 (ADM0) , アナログ入力チャネル指定レジスタ (ADS) , A/Dポート・コンフィギュレーション・レジスタ0, 1 (ADPC0, ADPC1) に対して書き込み動作を行ったとき, ADCRの内容は不定となることがあります。変換結果は、変換動作終了後 ADM0, ADS, ADPC0, ADPC1 に対して書き込み動作を行う前に読み出してください。上記以外のタイミングでは、正しい変換結果が読み出されないことがあります。
2. ADCRからデータを読み出すと、ウェイトが発生します。また周辺ハードウェア・クロック (fPRS) が停止しているときに、ADCRからデータを読み出さないでください。
 3. ADCRはRead Onlyです。

4.2 ソフトウェア記述例

ソフトウェアでの記述例として、78K0/KC2-Lのソース・プログラムで行うA/Dコンバータの設定を以下に示します。

(1) アセンブリ言語

```

XMAIN  CSEG  UNIT
IRESET:
... (略) ...
MOV  ADPC0, #11111100B ; P20-P21をアナログ入力に設定
... (略) ...
MOV  PM2, #00000011B ; P20-P21を入力ポートに設定
... (略) ...
MOV  ADM0, #00000000B ; A/Dコンバータ・モード・レジスタ0
... (略) ...
SET1 ADCE ; A/D電圧コンパレータの動作開始
; A/D電圧コンパレータはADCSとADCEで動作制御
; され、動作開始から安定するまでに、1usかかり
; ます。ADCEに1を設定してから1us以上経過した
; あとに、ADCSに1を設定することで、最初の変換
; データより有効となります。
... (略) ...
MOV  ADS, #00000000B ; ANI0をアナログ入力チャンネルに設定
... (略) ...
CALL !SADCRUN ; A/D変換動作処理
... (略) ...
MOV  ADS, #00000001B ; ANI1をアナログ入力チャンネルに設定
... (略) ...
CALL !SADCRUN ; A/D変換動作処理
... (略) ...
CLR1 ADCE ; A/D電圧コンパレータの動作停止
; A/D電圧コンパレータの動作停止

```

注釈:

- P20/ANI0, P21/ANI1端子をアナログ入力に設定
- P20, P21を入力ポートに設定
- A/Dコンバータ・モード・レジスタ0動作モードを標準モード, 変換時間を264/fPRSに設定
- A/D電圧コンパレータの動作開始
- アナログ入力チャンネルをANI0に設定
- アナログ入力チャンネルをANI1に設定
- A/D変換動作開始
- A/D変換完了後にA/D変換結果を読み出し
- A/D変換動作停止

```

SADCRUN:
SET1 ADCS ; A/D変換動作開始
JADC100:
; A/D変換完了待ち
CLR1 ADIF ; INTAD割り込み要求クリア
JADC110:
NOP
BF ADIF, $ADC110 ; A/D変換完了?, No
; A/D変換結果保存
MOVW AX, ADCR ; A/D変換結果を読み出し
... (略) ...
CLR1 ADCS ; A/D変換動作停止
RET

```

(2) C言語

```

void hdwinit(void){
  ... (略) ...
  ADPC0 = 0b11111100; /* P20-P21をアナログ入力に設定 */
  ... (略) ...
  PM2 = 0b00000011; /* P20-P21を入力ポートに設定 */
  ... (略) ...
  ADM0 = 0b00000000; /* A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 */
  ... (略) ...

void main(void)
{
  ... (略) ...
  ADCE = 1; /* A/D電圧コンパレータの動作開始 */
  /* A/D電圧コンパレータはADCSとADCEで動作制御 */
  /* され、動作開始から安定するまでに、1usかかり */
  /* ます。ADCEに1を設定してから1us以上経過した */
  /* あとに、ADCSに1を設定することで、最初の変換 */
  /* データより有効となります。 */
  ... (略) ...
  ADS = 0b00000000; /* ANI0をアナログ入力チャンネルに設定 */
  fn_AdcRun(4, ushAdcChannel0Buffer); /* A/D変換動作処理 */
  ... (略) ...
  ADS = 0b00000001; /* ANI1をアナログ入力チャンネルに設定 */
  fn_AdcRun(4, ushAdcChannel1Buffer); /* A/D変換動作処理 */
  ... (略) ...
  ADCE = 0; /* A/D電圧コンパレータの動作停止 */
}

static void fn_AdcRun(unsigned char ucAdcCounter, unsigned short *pAdcData)
{
  ... (略) ...
  ADCS = 1; /* A/D変換動作開始 */

  /* 指定回数のA/D変換動作を行い、変換結果を保存する。 */
  for (ucCounter = 0; ucCounter < ucAdcCounter; ucCounter++){
    ADIF = 0; /* INTAD割り込み要求クリア */
    while (!ADIF){ /* A/D変換完了待ち */
      NOP();
    }
    *pAdcData = ADCR; /* A/D変換結果を読み出し */
    pAdcData++; /* 次の保存領域へ */
  }
  ADCS = 0; /* A/D変換動作停止 */
}

```

P20/ANI0, P21/ANI1端子
をアナログ入力に設定

P20, P21を
入力ポートに設定

動作モードを標準モード,
変換時間を264/fPRSを設定

A/D電圧コンパレータ
の動作開始

アナログ入力チャンネル
をANI0に設定

アナログ入力チャンネル
をANI1に設定

A/D電圧コンパレータ
の動作停止

A/D変換動作開始

A/D変換完了後
にA/D変換結果
を読み出し

A/D変換
動作停止

4.3 入力電圧とA/D変換結果

アナログ入力端子 (ANI0-ANI10) に入力されたアナログ入力電圧と理論上のA/D変換結果 (10ビットA/D変換結果レジスタ (ADCR)^注) には次式に示す関係があります。

$$\text{ADCR} = \text{INT} \left(\frac{V_{\text{AIN}}}{V_{\text{REF}}} \times 1024 + 0.5 \right)$$

または、

$$\left(\text{ADCR} - 0.5 \right) \times \frac{V_{\text{REF}}}{1024} < V_{\text{AIN}} < \left(\text{ADCR} + 0.5 \right) \times \frac{V_{\text{REF}}}{1024}$$

- INT () : () 内の値の整数部を返す関数
 V_{AIN} : アナログ入力電圧
 V_{REF} : V_{REF} 端子電圧
 ADCR : 10ビットA/D変換結果レジスタ (ADCR) の値

【計算例】 アナログ入力電圧が1.96 V, V_{REF} 端子電圧が5 Vの場合

$$\begin{aligned} \text{ADCR} &= \text{INT} \left(\frac{1960}{5000} \times 1024 + 0.5 \right) \\ &= \text{INT} (401.908) \\ &= 401 \\ &= 0191\text{H} \end{aligned}$$

注 A/D変換結果レジスタは3種類あります。

- ADCR (16ビット) : 10ビットのA/D変換結果を格納します。
- ADCRL (8ビット) : 10ビットのA/D変換結果の下位8ビットを格納します。
- ADCRH (8ビット) : 10ビットのA/D変換結果の上位8ビットを格納します。

備考 A/Dコンバータのアナログ入力端子は、製品により異なります。

- 78K0/KY2-L : ANI0-ANI3
- 78K0/KA2-L : ANI0-ANI5
- 78K0/KB2-L : ANI0-ANI3, ANI8-ANI10
- 78K0/KC2-L : ANI0-ANI10

第5章 関連資料

関連資料は暫定版の場合がありますが、この資料では「暫定」の表示をしておりません。あらかじめご了承ください。

資料名		和文 / 英文
78K0/Kx2-L ユーザーズ・マニュアル		PDF
78K/0シリーズ 命令編 ユーザーズ・マニュアル		PDF
RA78K0 アセンブラ・パッケージ ユーザーズ・マニュアル	言語編	PDF
	操作編	PDF
CC78K0 Cコンパイラ ユーザーズ・マニュアル	言語編	PDF
	操作編	PDF
PM+ プロジェクト・マネージャ ユーザーズ・マニュアル		PDF
78K0/Kx2-L アプリケーション・ ノート	サンプル・プログラム（初期設定） LED点灯のスイッチ制御編	PDF

付録A プログラム・リスト

プログラム・リスト例として、78K0/KC2-Lマイクロコントローラのソース・プログラムを次に示します。

```
main.asm (アセンブリ言語版)
;*****
;
; NEC Electronics      78K0/KC2-Lシリーズ
;
;*****
; 78K0/KC2-Lシリーズ      サンプル・プログラム (A/Dコンバータ)
;*****
; 連続A/D変換&平均値算出編
;*****
; 【履歴】
; 2009.1.--      新規作成
;*****
;
; 【概要】
;
; このサンプル・プログラムは、A/Dコンバータの使用例を示しています。アナログ入力
; チャネルANI0とANI1からのアナログ入力に対して、A/D変換を4回ずつ行い、それぞれの
; 変換結果とその平均値をRAM領域に保存します。
;
;
; <初期設定の主な内容>
;
; (オプション・バイトでの設定)
; ・低速内蔵発振器の動作をソフトウェアにより停止可能に設定
; ・ウォッチドッグ・タイマの動作禁止
; ・高速内蔵発振クロック周波数を8MHzに設定
; ・LVIデフォルト・スタート機能停止
; (リセット解除後の初期化処理での設定)
; ・ROM/RAMサイズの設定
; ・入出力ポートの設定
; P20/ANI0, P21/ANI1をA/Dコンバータのアナログ入力用に設定
; ・低電圧検出回路を使用した2.7V VDDの確認
; ・CPUクロックおよび周辺ハードウェア・クロックを高速内蔵発振クロック動作
; に設定 (8MHz)
; ・低速内蔵発振器の停止
```

```

;   ・使用しない周辺ハードウェアの動作禁止
;   ・A/Dコンバータの設定
;       動作モードを標準モードに設定
;       A/D変換時間を264/fPRS (約33us) に設定
;
;
;
; <使用するアナログ入力チャンネルと変換結果の保存領域>
;
; +-----+
; | チャンネル      | データ種別          | 変数名          | データ長      |
; |-----|
; | ANI0            | A/D変換結果(1回目) | RADBUF0 + 0    | 16ビット     |
; | (P20/ANI0端子) | A/D変換結果(2回目) | RADBUF0 + 2    | 16ビット     |
; |                 | A/D変換結果(3回目) | RADBUF0 + 4    | 16ビット     |
; |                 | A/D変換結果(4回目) | RADBUF0 + 6    | 16ビット     |
; |                 | A/D変換結果平均値  | RADAVER0       | 16ビット     |
; |-----|
; | ANI1            | A/D変換結果(1回目) | RADBUF1 + 0    | 16ビット     |
; | (P21/ANI1端子) | A/D変換結果(2回目) | RADBUF1 + 2    | 16ビット     |
; |                 | A/D変換結果(3回目) | RADBUF1 + 4    | 16ビット     |
; |                 | A/D変換結果(4回目) | RADBUF1 + 6    | 16ビット     |
; |                 | A/D変換結果平均値  | RADAVER1       | 16ビット     |
; +-----+
;
;
; <入出力ポートの設定>
;   入力ポート：P20-P21
;   未使用のポートで出力に設定できるものは全て出力ポートに設定しておく
;
; *****
;
;=====
;
;   ベクタ・テーブルの設定
;
;=====
XVECT1          CSEG  AT      0000H
      DW  RESET_START          ;0000H  RESET入力,POC,LVI ,WDT
XVECT2          CSEG  AT      0004H
      DW  IINIT                ;0004H  INTLVI
      DW  IINIT                ;0006H  INTPO
      DW  IINIT                ;0008H  INTP1

```

```

DW      IINIT          ;000AH  INTP2
DW      IINIT          ;000CH  INTP3
DW      IINIT          ;000EH  INTP4
DW      IINIT          ;0010H  INTP5
DW      IINIT          ;0012H  INTSRE6
DW      IINIT          ;0014H  INTSR6
DW      IINIT          ;0016H  INTST6
DW      IINIT          ;0018H  INTCSI10
DW      IINIT          ;001AH  INTTMH1
DW      IINIT          ;001CH  INTTMH0
DW      IINIT          ;001EH  INTTM50
DW      IINIT          ;0020H  INTTM000
DW      IINIT          ;0022H  INTTM010
DW      IINIT          ;0024H  INTAD
DW      IINIT          ;0026H  INTP6
DW      IINIT          ;0028H  INTRTCI
DW      IINIT          ;002AH  INTTM51
DW      IINIT          ;002CH  INTKR
DW      IINIT          ;002EH  INTRTC
DW      IINIT          ;0030H  INTP7
DW      IINIT          ;0032H  INTP8
DW      IINIT          ;0034H  INTIICA0
DW      IINIT          ;0036H  INTCSI11
DW      IINIT          ;0038H  INTP9
DW      IINIT          ;003AH  INTP10
DW      IINIT          ;003CH  INTP11
DW      IINIT          ;003EH  BRK

```

=====

```

;
;
;   RAMの定義
;

```

=====

```

DRAM  DSEG   SADDRP
RADBUF0:  DS    8          ;A/D変換結果保存領域(AN10用)
RADBUF1:  DS    8          ;A/D変換結果保存領域(AN11用)
RADAVR0:  DS    2          ;A/D変換結果平均値(AN10用)
RADAVR1:  DS    2          ;A/D変換結果平均値(AN11用)

```

=====

```

;
;
;   スタック領域の確保
;

```

```

;=====
DSTK DSEG IHRAM
STACKEND:
        DS      20H          ;スタック領域を32バイト確保
STACKTOP:          ;スタック領域の先頭アドレス

;*****
;
;      不要な割り込み要因による割り込み処理
;
;*****
XMAIN CSEG UNIT
IINIT:
;      不要な割り込みが発生した場合、ここに分岐します。
;      ここでは何も処理をしないで元の処理に戻ります

        RETI

;*****
;
;      リセット解除後の初期化処理
;
;*****
RESET_START:

;-----
;      割り込み禁止
;-----
        DI          ;割り込み禁止

;-----
;      レジスタ・バンクの設定
;-----
        SEL      RBO          ;レジスタ・バンク設定

;-----
;      ROM/RAMサイズの設定
;-----
;      モデルにより設定値が異なるので注意してください。
;      使用モデルの設定を有効にしてください。（デフォルトではuPD78F0588）
;-----
;uPD78F0581,uPD78F0586使用時の設定

```

```

;MOV    IMS,    #042H          ;ROM/RAMサイズの設定

;uPD78F0582,uPD78F0587使用時の設定
;MOV    IMS,    #004H          ;ROM/RAMサイズの設定

;uPD78F0583,uPD78F0588使用時の設定
MOV     IMS,    #0C8H          ;ROM/RAMサイズの設定

;-----
;      スタック・ポインタの設定
;-----
MOVW    SP,     #STACKTOP     ;スタック・ポインタを設定

;-----
;      ポート0の設定
;-----
MOV     P0,     #00000000B     ;P00-P02の出力ラッチLow
MOV     PM0,    #11111000B     ;P00-P02を出力ポートに設定
                                           ;P00-P02:未使用

;-----
;      ポート1の設定
;-----
MOV     ADPC1,  #00000111B     ;P10-P12をデジタル入出力に設定
MOV     P1,     #00000000B     ;P10-P17の出力ラッチLow
MOV     PM1,    #00000000B     ;P10-P17を出力ポートに設定
                                           ;P10-P17:未使用

;-----
;      ポート2の設定
;-----
MOV     ADPC0,  #11111100B     ;P20-P21をアナログ入力に設定
                                           ;P22-P27をデジタル入出力に設定
MOV     P2,     #00000000B     ;P20-P27の出力ラッチLow
MOV     PM2,    #00000011B     ;P20-P21を入力ポートに設定
                                           ;P22-P27を出力ポートに設定
                                           ;P20:アナログ入力チャンネルANI0で使用
                                           ;P21:アナログ入力チャンネルANI1で使用
                                           ;P22-P27:未使用

;-----
;      ポート3の設定
;-----

```

```
MOV    P3,    #00000000B    ;P30-P33の出力ラッチLow
MOV    PM3,   #11111000B    ;P30-P33を出力ポートに設定
                                ;P30-P33:未使用
```

```
;-----
;   ポート4の設定
;-----
```

```
MOV    P4,    #00000000B    ;P40-P42の出力ラッチLow
MOV    PM4,   #11111000B    ;P40-P42を出力ポートに設定
                                ;P40-P42:未使用
```

```
;-----
;   ポート6の設定
;-----
```

```
MOV    P6,    #00000000B    ;P60-P63の出力ラッチLow
MOV    PM6,   #11111000B    ;P60-P63を出力ポートに設定
                                ;P60-P63:未使用
```

```
;-----
;   ポート7の設定
;-----
```

```
MOV    P7,    #00000000B    ;P70-P75の出力ラッチLow
MOV    PM7,   #11000000B    ;P70-P75を出力ポートに設定
                                ;P70-P75:未使用
```

```
;-----
;   ポート12の設定
;-----
```

```
MOV    P12,   #00000000B    ;P120の出力ラッチLow
MOV    PM12,  #11111110B    ;P120を出力ポートに設定
                                ;P120-P125:未使用
```

```
;-----
;   低電圧検出
;-----
```

```
;   低電圧検出回路を使用し, 2.7V VDDを確認します。
;-----
```

```
;低電圧検出回路の設定
```

```
SET1   LVIMK                ;INTLVI 割り込み禁止
CLR1   LVISEL                ;検出電圧をVDDに設定
MOV    LVIS,  #00001001B    ;低電圧検出レベル(VLVI)を2.84 ± 0.1Vに設定
CLR1   LVIMD                ;低電圧検出時の動作モードを割り込み信号発生に設定
SET1   LVION                 ;低電圧検出動作許可
```

```

;低電圧検出回路の動作安定待ち(10us以上)
MOV    B,      #5          ;カウント回数設定
HINI100:
NOP
DBNZ   B,      $HINI100   ;ウエイト完了? No,

;VLVI VDDになるまでのウエイト
HINI110:
NOP
BT     LVIF,   $HINI110   ;VDD < VLVI? Yes,
CLR1  LVION   ;低電圧検出動作停止

;-----
; クロック周波数の設定
;-----
; 高速内蔵発振クロックで動作が行えるように設定します。
;-----
MOV    OSCCTL, #0000000B   ;クロック動作モード
;
;      |||+||+----- 必ず0に設定
;
;      ||| ++-----  RSWOSC/AMPHXT
;
;      |||           [XT1発振回路の発振モード選択]
;
;      |||           00: 低消費発振
;
;      |||           01: 通常発振
;
;      |||           1x: 超低消費発振
;
;      ||+-----  EXCLKS/OSCELS
;
;      ||           [サブシステム・クロック端子の動作設定]
;
;      ||           (P123/XT1,P124/XT2/EXCLKS)
;
;      ||           XTSTARTと合わせて000で入出力ポートに設定
;
;      ++-----  EXCLK/OSCESEL
;
;           [高速システム・クロック端子の動作設定]
;
;           (P121/X1,P122/X2/EXCLK)
;
;           00: 入力ポート
;
;           01: X1発振モード
;
;           10: 入力ポート
;
;           11: 外部クロック入力モード

MOV    PCC,    #0000000B   ;CPUクロック (fCPU)の選択
;
;      |||+|+++----- CSS/PCC2/PCC1/PCC0
;
;      ||| |           [CPUクロック (fCPU)の選択]
;
;      ||| |           0000: fXP
;
;      ||| |           0001: fXP/2
;
;      ||| |           0010: fXP/2^2

```

```

;          ||| |          0011: fXP/2^3
;          ||| |          0100: fXP/2^4
;          ||| |          1000: fSUB/2
;          ||| |          1001: fSUB/2
;          ||| |          1010: fSUB/2
;          ||| |          1011: fSUB/2
;          ||| |          1100: fSUB/2
;          ||| |          (上記以外:設定禁止)
;          ||| +----- 必ず0に設定
;          ||+-----  CLS
;          ||           [CPUクロックのステータス]
;          |+-----  XTSTART
;          |           [サブシステム・クロック端子の動作設定]
;          |           EXCLKS, OSCSELSと組み合わせて設定
;          +----- 必ず0に設定

MOV      RCM, #00000010B ;内蔵発振器の動作モード選択
;          |||||||+----- RSTOP
;          |||||||          [高速内蔵発振器の発振 / 停止]
;          |||||||          0: 高速内蔵発振器の発振
;          |||||||          1: 高速内蔵発振器の停止
;          |||||||+----- LSRSTOP
;          |||||||          [低速内蔵発振器の発振 / 停止]
;          |||||||          0: 低速内蔵発振器の発振
;          |||||||          1: 低速内蔵発振器の停止
;          |+++++----- 必ず0に設定
;          +-----  RSTS
;          [高速内蔵発振器のステータス]

MOV      MOC, #10000000B ;高速システム・クロックの動作モード選択
;          |+++++----- 必ず0に設定
;          +-----  MSTOP
;          [高速システム・クロックの動作制御]
;          0: X1発振回路動作/EXCLK端子からの
;          外部クロック有効
;          1: X1発振回路停止/EXCLK端子からの
;          外部クロック無効

MOV      MCM, #00000000B ;供給クロック選択
;          |||||+|+----- XSEL/MCM0:
;          ||||| |          [メイン・システム, 周辺ハードウェアへの
;          ||||| |          供給クロック]
;          ||||| |          00: メイン・システム・クロック (fXP)

```



```

;          |||| |          = 高速内蔵発振クロック (fIH)
;          |||| |          周辺ハードウェア・クロック (fPRS)
;          |||| |          = 高速内蔵発振クロック (fIH)
;          |||| |          01: メイン・システム・クロック (fXP)
;          |||| |          = 高速内蔵発振クロック (fIH)
;          |||| |          周辺ハードウェア・クロック (fPRS)
;          |||| |          = 高速内蔵発振クロック (fIH)
;          |||| |          10: メイン・システム・クロック (fXP)
;          |||| |          = 高速内蔵発振クロック (fIH)
;          |||| |          周辺ハードウェア・クロック (fPRS)
;          |||| |          = 高速システム・クロック (fIH)
;          |||| |          11: メイン・システム・クロック (fXP)
;          |||| |          = 高速システム・クロック (fIH)
;          |||| |          周辺ハードウェア・クロック (fPRS)
;          |||| |          = 高速システム・クロック (fIH)
;          |||| +----- MCS
;          ||||          [メイン・システム・クロックのステータス]
;          +----- 必ず0に設定

MOV     PER0, #0000000B    ;リアルタイム・カウンタの制御クロックの制御
;          |+++++----- 必ず0に設定
;          +----- RTCEN:
;          [リアルタイム・カウンタの制御クロック]
;          0: 制御クロック供給停止
;          1: 制御クロック供給

-----
; 使用しない周辺ハードウェアの動作禁止
-----

;16ビット・タイマ/イベント・カウンタ00
MOV     TMC00, #0000000B   ;動作禁止

;8ビット・タイマ/イベント・カウンタ50, 51
MOV     TMC50, #0000000B   ;タイマ50 動作禁止
MOV     TMC51, #0000000B   ;タイマ51 動作禁止

;8ビット・タイマH0, H1
MOV     TMHMD0, #0000000B  ;タイマH0 カウント動作停止
MOV     TMHMD1, #0000000B  ;タイマH1 カウント動作停止

;リアルタイム・カウンタ
MOV     RTCC0, #0000000B   ;カウンタ動作停止

```

;クロック出力制御回路

MOV CKS, #00000000B ;クロック分周回路動作停止

;オペアンプ

MOV AMPOM, #00000000B ;オペアンプ0 動作停止

MOV AMP1M, #00000000B ;オペアンプ1 動作停止

;シリアル・インタフェースUART6

MOV ASIM6, #00000001B ;動作禁止

;シリアル・インタフェースIICA

MOV IICACTLO,#00000000B ;動作禁止

;シリアル・インタフェースCSI10, CSI11

MOV CSIM10, #00000000B ;CSI10 動作禁止

MOV CSIM11, #00000000B ;CSI11 動作禁止

;割り込み機能

MOVW MKO, #0FFFFH ;全割り込み禁止

MOVW MK1, #0FFFFH ;

MOV EGPCTLO,#00000000B ;全外部割り込みのエッジ検出禁止

MOV EGPCTL1,#00000000B ;

;キー割り込み機能

MOV KRM, #00000000B ;全キー割り込み禁止

; A/Dコンバータの設定

; 動作モードを標準モード，変換時間を264/fPRS(約33us)に設定します。

;A/Dコンバータの設定

MOV ADMO, #00000000B ;A/Dコンバータ・モード・レジスタ0

; | | | | | +----- ADCE

; | | | | | [A/D電圧コンパレータの動作制御]

; | | | | | 0:A/D電圧コンパレータの動作停止

; | | | | | 1:A/D電圧コンパレータの動作許可

; | | | | ++----- LV1/LV0

; | | | | [動作モード選択]

; | | | | 【4.0V AVREF 5.5Vの場合】

; | | | | 00:標準モード

; | | | | 10:最高速モード

; | | | | 11:高速モード

```

;          |||||          【2.7V AVREF < 4.0Vの場合】
;          |||||          00:標準モード
;          |||||          11:高速モード
;          |||||          【1.8V AVREF < 2.7Vの場合】
;          |||||          01:低電圧モード
;          ||+++----- FR2/FR1/FRO
;          ||          [A/D変換時間の選択]
;          ||          【標準モード】
;          ||          変換時間          変換クロック (fAD)
;          ||          000: 264/fPRS          fPRS/12
;          ||          001: 176/fPRS          fPRS/8
;          ||          010: 132/fPRS          fPRS/6
;          ||          011: 88/fPRS          fPRS/4
;          ||          100: 66/fPRS          fPRS/3
;          ||          101: 44/fPRS          fPRS/2
;          ||          110: 33/fPRS          fPRS/1.5
;          ||          111: 22/fPRS          fPRS
;          ||          【高速モード】
;          ||          変換時間          変換クロック (fAD)
;          ||          001: 176/fPRS          fPRS/8
;          ||          010: 132/fPRS          fPRS/6
;          ||          011: 88/fPRS          fPRS/4
;          ||          100: 66/fPRS          fPRS/3
;          ||          101: 44/fPRS          fPRS/2
;          ||          110: 33/fPRS          fPRS/1.5
;          ||          111: 22/fPRS          fPRS
;          ||          【最高速モード】
;          ||          変換時間          変換クロック (fAD)
;          ||          100: 66/fPRS          fPRS/3
;          ||          110: 33/fPRS          fPRS/1.5
;          ||          【低電圧モード】
;          ||          変換時間          変換クロック (fAD)
;          ||          000: 528/fPRS          fPRS/12
;          ||          001: 352/fPRS          fPRS/8
;          ||          010: 264/fPRS          fPRS/6
;          ||          011: 176/fPRS          fPRS/4
;          ||          100: 132/fPRS          fPRS/3
;          ||          101: 88/fPRS          fPRS/2
;          ||          110: 66/fPRS          fPRS/1.5
;          ||          111: 44/fPRS          fPRS
;          |+----- 必ず0を設定
;          +----- ADCS
;          [A/D変換動作の制御]

```

```

;
;                                0:変換動作停止
;                                1:変換動作許可

CLR1  ADIF                        ;INTAD割り込み要求クリア
SET1  ADMK                        ;INTAD割り込み禁止

;-----
;   割り込み許可
;   (割り込みを使用する場合はこのタイミングで許可します。)
;-----
;   EI                            ;割り込みを許可する場合は
;                                ;コメントアウトを外します。

BR    MMAIN_LOOP                  ;メイン・ループへ

;*****
;
;   メイン・ループ
;
;*****
MMAIN_LOOP:

;-----
;   A/D電圧コンパレータの動作開始
;-----
SET1  ADCE                        ;A/D電圧コンパレータの動作開始
;   A/D電圧コンパレータはADCSとADCEで動作制御
;   され,動作開始から安定するまでに,1usかかり
;   ます。ADCEに1を設定してから1us以上経過した
;   あとに,ADCSに1を設定することで,最初の変換
;   データより有効となります。

;-----
;   AN10のA/D変換処理
;-----
MOV   ADS,    #0000000B          ;AN10をアナログ入力チャンネルに設定

MOVW  HL,     #RADBUF0           ;A/D変換結果保存領域のアドレスを設定
MOV   B,      #4                 ;A/D変換回数を設定
CALL  !SADCRUN                   ;A/D変換動作処理

```

```

;-----
; ANI1のA/D変換処理
;-----
MOV    ADS,    #00000001B    ;ANI1をアナログ入力チャンネルに設定

MOVW   HL,     #RADBUF1     ;A/D変換結果保存領域のアドレスを設定
MOV    B,      #4           ;A/D変換回数を設定
CALL   !SADCRUN             ;A/D変換動作処理

;-----
; A/D電圧コンパレータの動作停止
;-----
CLR1   ADCE                    ;A/D電圧コンパレータの動作停止

;-----
; ANI0のA/D変換結果 平均値算出
;-----
MOVW   HL,     #RADBUF0     ;A/D変換結果保存領域のアドレスを設定
MOVW   DE,     #RADAVR0     ;平均値保存領域のアドレスを設定
MOV    B,      #4           ;平均値を算出するA/D変換結果の数を設定
CALL   !SADCAVR             ;平均値算出処理

;-----
; ANI1のA/D変換結果 平均値算出
;-----
MOVW   HL,     #RADBUF1     ;A/D変換結果保存領域のアドレスを設定
MOVW   DE,     #RADAVR1     ;平均値保存領域のアドレスを設定
MOV    B,      #4           ;平均値を算出するA/D変換結果の数を設定
CALL   !SADCAVR             ;平均値算出処理

BR     MMAIN_LOOP           ;メイン・ループの先頭へ

;-----
;
;
; A/D変換動作処理
;
;-----
; [I N] B      :A/D変換動作を行う回数
;          HL   :A/D変換結果の保存領域
; [OUT] -
;-----
;*****
SADCRUN:
SET1   ADCS                    ;A/D変換動作開始

```

JADC100:

```

;A/D変換完了待ち
CLR1  ADIF                      ;INTAD割り込み要求クリア

```

JADC110:

```

NOP
BF    ADIF,  $JADC110          ;A/D変換完了?, No

;A/D変換結果保存
MOVW  AX,    ADCR              ;A/D変換結果を読み出し
XCH   A,     X                  ;上位と下位を入れ替え
MOV   [HL],  A                  ;A/D変換結果下位1バイトを保存
XCH   A,     X                  ;上位と下位を入れ替え
INCW  HL                      ;上位の保存領域へ
MOV   [HL],  A                  ;A/D変換結果上位1バイトを保存
INCW  HL                      ;次の保存領域へ
DBNZ  B,     $JADC100          ;A/D変換動作 指定回数終了? No,

CLR1  ADCS                      ;A/D変換動作停止

RET

```

```

;*****
;
;
;   平均値算出処理
;
;-----
;   [I N]  B      :平均値を算出するデータの数
;           HL     :平均値を算出するデータの保存領域
;           DE     :平均値の保存領域
;   [OUT]  -
;*****

```

SADCAVR:

```

MOV   A,     B                  ;データ数を平均値算出時の除数に設定
MOV   C,     A                  ;
MOVW  AX,    #0000H            ;AXレジスタをクリア

;平均値を算出する

```

JAVR100:

```

XCH   A,     X                  ;上位と下位を入れ替え
ADD   A,     [HL]              ;下位1バイトを加算
XCH   A,     X                  ;上位と下位を入れ替え
INCW  HL                      ;上位の保存領域へ

```

```

ADDC  A,    [HL]    ;上位1バイトを加算(下位の繰り上がりを含む)
INCW  HL      ;次のデータへ
DBNZ  B,    $JAVR100 ;合計値算出完了? No,
DIVUW C      ;平均値算出( AX (AX/C) )

```

;平均値を保存する

```

XCH  A,    X      ;上位と下位を入れ替え
MOV  [DE], A      ;平均値の下位1バイトを保存
INCW DE         ;上位の保存領域へ
XCH  A,    X      ;上位と下位を入れ替え
MOV  [DE], A      ;平均値の上位1バイトを保存

```

```

RET

```

end

main.c (C言語版)

/******

NEC Electronics 78K0/KC2-Lシリーズ

78K0/KC2-Lシリーズ サンプル・プログラム (A/Dコンバータ)

連続A/D変換&平均値算出編

【履歴】

2009.1.-- 新規作成

【概要】

このサンプル・プログラムは、A/Dコンバータの使用例を示しています。アナログ入力チャンネルANI0とANI1からのアナログ入力に対して、A/D変換を4回ずつ行い、それぞれの変換結果とその平均値をRAM領域に保存します。

<初期設定の主な内容>

(オプション・バイトでの設定)

- ・低速内蔵発振器の動作をソフトウェアにより停止可能に設定
- ・ウォッチドッグ・タイマの動作禁止
- ・高速内蔵発振クロック周波数を8MHzに設定
- ・LVIデフォルト・スタート機能停止

(リセット解除後の初期化処理での設定)

- ・ROM/RAMサイズの設定
- ・入出力ポートの設定
 - P20/ANI0, P21/ANI1をA/Dコンバータのアナログ入力用に設定
- ・低電圧検出回路を使用した2.7V VDDの確認
- ・CPUクロックおよび周辺ハードウェア・クロックを高速内蔵発振クロック動作に設定 (8MHz)
- ・低速内蔵発振器の停止
- ・使用しない周辺ハードウェアの動作禁止
- ・A/Dコンバータの設定
 - 動作モードを標準モードに設定
 - A/D変換時間を264/fPRS (約33us) に設定

<使用するアナログ入力チャンネルと変換結果の保存領域>


```

+-----+
| チャンネル | データ種別 | 変数名 | データ長 |
+-----+
| ANI0 | A/D変換結果(1回目) | ushAdcChannel0Buffer[0] | 16ビット |
| (P20/ANI0端子) | A/D変換結果(2回目) | ushAdcChannel0Buffer[1] | 16ビット |
| | A/D変換結果(3回目) | ushAdcChannel0Buffer[2] | 16ビット |
| | A/D変換結果(4回目) | ushAdcChannel0Buffer[3] | 16ビット |
| | A/D変換結果平均値 | ushAdcChannel0Average | 16ビット |
+-----+
| ANI1 | A/D変換結果(1回目) | ushAdcChannel1Buffer[0] | 16ビット |
| (P21/ANI1端子) | A/D変換結果(2回目) | ushAdcChannel1Buffer[1] | 16ビット |
| | A/D変換結果(3回目) | ushAdcChannel1Buffer[2] | 16ビット |
| | A/D変換結果(4回目) | ushAdcChannel1Buffer[3] | 16ビット |
| | A/D変換結果平均値 | ushAdcChannel1Average | 16ビット |
+-----+

```

< 入出力ポートの設定 >

入力ポート：P20-P21

未使用のポートで出力に設定できるものは全て出力ポートに設定しておく

*****/

/*=====

前処理指令（#pragma指令）

=====*/

```

#pragma SFR /* 特殊機能レジスタ(SFR)名を記述可能にする */
#pragma DI /* DI命令を記述可能にする */
#pragma EI /* EI命令を記述可能にする */
#pragma NOP /* NOP命令を記述可能にする */

```

/*=====

関数プロトタイプ宣言

=====*/

/* A/D変換動作処理 */

```

static void fn_AdcRun(unsigned char ucAdcCounter, unsigned short *pAdcData);

/* 平均値算出処理 */
static void fn_Average
(unsigned char ucDataCounter, unsigned short *pData, unsigned short *pAverage);

/*****

リセット解除後の初期化処理

*****/
void hdwinit( void )
{
    unsigned char ucCounter;    /* カウント用変数 */

/*-----
    割り込み禁止
-----*/
    DI();                      /* 割り込み禁止 */

/*-----
    ROM/RAMサイズの設定
-----
    モデルにより設定値が異なるので注意してください。
    使用モデルの設定を有効にしてください。（デフォルトではuPD78F0588）
-----*/
    /* uPD78F0581, uPD78F0586使用時の設定 */
    /* IMS = 0x42; */          /* ROM/RAMサイズの設定 */

    /* uPD78F0582, uPD78F0587使用時の設定 */
    /* IMS = 0x04; */          /* ROM/RAMサイズの設定 */

    /* uPD78F0583, uPD78F0588使用時の設定 */
    IMS = 0xC8;                /* ROM/RAMサイズの設定 */

/*-----
    ポート0の設定
-----*/
    P0    = 0b00000000;    /* P00-P02の出力ラッチLow */
    PM0   = 0b11111000;    /* P00-P02を出力ポートに設定 */
                                /* P00-P02:未使用 */

```

```

/*-----
ポート1の設定
-----*/

```

```

ADPC1 = 0b00000111; /* P10-P12をデジタル入出力に設定 */
P1     = 0b00000000; /* P10-P17の出力ラッチLow */
PM1    = 0b00000000; /* P10-P17を出力ポートに設定 */
                          /* P10-P17:未使用 */

```

```

/*-----
ポート2の設定
-----*/

```

```

ADPC0 = 0b11111100; /* P20-P21をアナログ入力に設定 */
                          /* P22-P27をデジタル入出力に設定 */
P2     = 0b00000000; /* P20-P27の出力ラッチLow */
PM2    = 0b00000011; /* P20-P21を入力ポートに設定 */
                          /* P22-P27を出力ポートに設定 */
                          /* P20:アナログ入力チャンネルANI0で使用 */
                          /* P21:アナログ入力チャンネルANI1で使用 */
                          /* P22-P27:未使用 */

```

```

/*-----
ポート3の設定
-----*/

```

```

P3     = 0b00000000; /* P30-P33の出力ラッチLow */
PM3    = 0b11110000; /* P30-P33を出力ポートに設定 */
                          /* P30-P33:未使用 */

```

```

/*-----
ポート4の設定
-----*/

```

```

P4     = 0b00000000; /* P40-P42の出力ラッチLow */
PM4    = 0b11111000; /* P40-P42を出力ポートに設定 */
                          /* P40-P42:未使用 */

```

```

/*-----
ポート6の設定
-----*/

```

```

P6     = 0b00000000; /* P60-P63の出力ラッチLow */
PM6    = 0b11110000; /* P60-P63を出力ポートに設定 */
                          /* P60-P63:未使用 */

```

```

/*-----
ポート7の設定
-----*/

```

```

-----*/
P7      = 0b00000000; /* P70-P75の出力ラッチLow */
PM7     = 0b11000000; /* P70-P75を出力ポートに設定 */
                          /* P70-P75:未使用 */

/*-----
ポート12の設定
-----*/
P12     = 0b00000000; /* P120の出力ラッチLow */
PM12    = 0b11111110; /* P120を出力ポートに設定 */
                          /* P120-P125:未使用 */

/*-----
低電圧検出
-----
低電圧検出回路を使用し、2.7V VDDを確認します。
-----*/
/* 低電圧検出回路の設定 */
LVIMK   = 1;          /* INTLVI 割り込み禁止 */
LVISEL  = 0;          /* 検出電圧をVDDに設定 */
LVIS    = 0b00001001; /* 低電圧検出レベル(VLVI)を2.84±0.1Vに設定 */
LVIMD   = 0;          /* 低電圧検出時の動作モードを割り込み信号発生に設定 */
LVION   = 1;          /* 低電圧検出動作許可 */

/* 低電圧検出回路の動作安定待ち(10us以上) */
for( ucCounter = 0; ucCounter < 2; ucCounter++ ){
    NOP();
}

/* VLVI VDDになるまでのウエイト */
while(LVIF){
    NOP();
}
LVION   = 0;          /* 低電圧検出動作停止 */

/*-----
クロック周波数の設定
-----
高速内蔵発振クロックで動作が行えるように設定します。
-----*/
OSCCTL  = 0b00000000; /* クロック動作モード */
/*      |||+||+---- 必ず0に設定 */
/*      ||| ++----- RSWOSC/AMPHXT */

```

```

/*      ||||      [XT1発振回路の発振モード選択] */
/*      ||||      00: 低消費発振 */
/*      ||||      01: 通常発振 */
/*      ||||      1x: 超低消費発振 */
/*      ||++----- EXCLKS/OSCSELS */
/*      ||      [サブシステム・クロック端子の動作設定] */
/*      ||      (P123/XT1,P124/XT2/EXCLKS) */
/*      ||      XTSTARTと合わせて000で入出力ポートに設定 */
/*      ++----- EXCLK/OSCSSEL */
/*      [高速システム・クロック端子の動作設定] */
/*      (P121/X1,P122/X2/EXCLK) */
/*      00: 入力ポート */
/*      01: X1発振モード */
/*      10: 入力ポート */
/*      11: 外部クロック入力モード */

```

```

PCC = 0b00000000; /* CPUクロック(fCPU)の選択 */
/*      |||+|++----- CSS/PCC2/PCC1/PCC0 */
/*      ||| |      [CPUクロック(fCPU)の選択] */
/*      ||| |      0000: fXP */
/*      ||| |      0001: fXP/2 */
/*      ||| |      0010: fXP/2^2 */
/*      ||| |      0011: fXP/2^3 */
/*      ||| |      0100: fXP/2^4 */
/*      ||| |      1000: fSUB/2 */
/*      ||| |      1001: fSUB/2 */
/*      ||| |      1010: fSUB/2 */
/*      ||| |      1011: fSUB/2 */
/*      ||| |      1100: fSUB/2 */
/*      ||| |      (上記以外:設定禁止) */
/*      ||| +----- 必ず0に設定 */
/*      ||+----- CLS */
/*      ||      [CPUクロックのステータス] */
/*      |+----- XTSTART */
/*      |      [サブシステム・クロック端子の動作設定] */
/*      |      EXCLKS,OSCSELSと組み合わせて設定 */
/*      +----- 必ず0に設定 */

```

```

RCM = 0b00000010; /* 内蔵発振器の動作モード選択 */
/*      |||||+----- RSTOP */
/*      |||||      [高速内蔵発振器の発振/停止] */
/*      |||||      0: 高速内蔵発振器の発振 */
/*      |||||      1: 高速内蔵発振器の停止 */

```

```

/*      |||||+----- LSRSTOP */
/*      |||||      [低速内蔵発振器の発振 / 停止] */
/*      |||||      0: 低速内蔵発振器の発振 */
/*      |||||      1: 低速内蔵発振器の停止 */
/*      |+++++----- 必ず0に設定 */
/*      +----- RSTS */
/*      [高速内蔵発振器のステータス] */

MOC    = 0b10000000; /* 高速システム・クロックの動作モード選択 */
/*      |+++++----- 必ず0に設定 */
/*      +----- MSTOP */
/*      [高速システム・クロックの動作制御] */
/*      0: X1発振回路動作 / EXCLK端子からの外部クロック有効 */
/*      1: X1発振回路停止 / EXCLK端子からの外部クロック無効 */

MCM    = 0b00000000; /* 供給クロック選択 */
/*      |||||+|+----- XSEL/MCM0 */
/*      ||||| |      [メイン・システム, 周辺ハードウェアへの供給クロック] */
/*      ||||| |      00: メイン・システム・クロック (fXP) */
/*      ||||| |           = 高速内蔵発振クロック (fIH) */
/*      ||||| |           周辺ハードウェア・クロック (fPRS) */
/*      ||||| |           = 高速内蔵発振クロック (fIH) */
/*      ||||| |      01: メイン・システム・クロック (fXP) */
/*      ||||| |           = 高速内蔵発振クロック (fIH) */
/*      ||||| |           周辺ハードウェア・クロック (fPRS) */
/*      ||||| |           = 高速内蔵発振クロック (fIH) */
/*      ||||| |      10: メイン・システム・クロック (fXP) */
/*      ||||| |           = 高速内蔵発振クロック (fIH) */
/*      ||||| |           周辺ハードウェア・クロック (fPRS) */
/*      ||||| |           = 高速システム・クロック (fIH) */
/*      ||||| |      11: メイン・システム・クロック (fXP) */
/*      ||||| |           = 高速システム・クロック (fIH) */
/*      ||||| |           周辺ハードウェア・クロック (fPRS) */
/*      ||||| |           = 高速システム・クロック (fIH) */
/*      ||||| +----- MCS */
/*      |||||      [メイン・システム・クロックのステータス] */
/*      ++++++----- 必ず0に設定 */

PERO   = 0b00000000; /* リアルタイム・カウンタの制御クロックの制御 */
/*      |+++++----- 必ず0に設定 */
/*      +----- RTCEN: */
/*      [リアルタイム・カウンタの制御クロック] */
/*      0: 制御クロック供給停止 */

```

```
/*          1: 制御クロック供給 */
```

```
/*-----  
  使用しない周辺ハードウェアの動作禁止  
-----*/
```

```
/* 16ビット・タイマ/イベント・カウンタ00 */
```

```
TMC00 = 0b00000000; /* 動作禁止 */
```

```
/* 8ビット・タイマ/イベント・カウンタ50, 51 */
```

```
TMC50 = 0b00000000; /* タイマ50 動作禁止 */
```

```
TMC51 = 0b00000000; /* タイマ51 動作禁止 */
```

```
/* 8ビット・タイマH0, H1 */
```

```
TMHMD0 = 0b00000000; /* タイマH0 カウント動作停止 */
```

```
TMHMD1 = 0b00000000; /* タイマH1 カウント動作停止 */
```

```
/* リアルタイム・カウンタ */
```

```
RTCC0 = 0b00000000; /* カウンタ動作停止 */
```

```
/* クロック出力制御回路 */
```

```
CKS = 0b00000000; /* クロック分周回路動作停止 */
```

```
/* オペアンプ */
```

```
AMP0M = 0b00000000; /* オペアンプ0 動作停止 */
```

```
AMP1M = 0b00000000; /* オペアンプ1 動作停止 */
```

```
/* シリアル・インタフェースUART6 */
```

```
ASIM6 = 0b00000001; /* 動作禁止 */
```

```
/* シリアル・インタフェースIICA */
```

```
IICACTL0 = 0b00000000; /* 動作禁止 */
```

```
/* シリアル・インタフェースCSI10, CSI11 */
```

```
CSIM10 = 0b00000000; /* CSI10 動作禁止 */
```

```
CSIM11 = 0b00000000; /* CSI11 動作禁止 */
```

```
/* 割り込み機能 */
```

```
MK0 = 0xFFFF; /* 全割り込み禁止 */
```

```
MK1 = 0xFFFF;
```

```
EGPCTL0 = 0b00000000; /* 全外部割り込みのエッジ検出禁止 */
```

```
EGPCTL1 = 0b00000000;
```

```
/* キー割り込み機能 */
```

```
KRM      = 0b00000000; /* 全キー割り込み禁止 */
```

```
/*-----
```

```
A/Dコンバータの設定
```

```
-----
```

```
動作モードを標準モード，変換時間を264/fPRS(約33us)に設定します。
```

```
-----*/
```

```
/* A/Dコンバータの設定 */
```

```
ADMO     = 0b00000000; /* A/Dコンバータ・モード・レジスタ0 */
```

```
/*      |||||+-- ADCE */
```

```
/*      ||||| [A/D電圧コンパレータの動作制御] */
```

```
/*      ||||| 0:A/D電圧コンパレータの動作停止 */
```

```
/*      ||||| 1:A/D電圧コンパレータの動作許可 */
```

```
/*      |||||++--- LV1/LV0 */
```

```
/*      ||||| [動作モード選択] */
```

```
/*      ||||| 【4.0V AVREF 5.5Vの場合】 */
```

```
/*      ||||| 00:標準モード */
```

```
/*      ||||| 10:最高速モード */
```

```
/*      ||||| 11:高速モード */
```

```
/*      ||||| 【2.7V AVREF < 4.0Vの場合】 */
```

```
/*      ||||| 00:標準モード */
```

```
/*      ||||| 11:高速モード */
```

```
/*      ||||| 【1.8V AVREF < 2.7Vの場合】 */
```

```
/*      ||||| 01:低電圧モード */
```

```
/*      ||+++----- FR2/FR1/FR0 */
```

```
/*      || [A/D変換時間の選択] */
```

```
/*      || 【標準モード】 */
```

```
/*      ||          変換時間 変換クロック(fAD) */
```

```
/*      ||          000: 264/fPRS fPRS/12 */
```

```
/*      ||          001: 176/fPRS fPRS/8 */
```

```
/*      ||          010: 132/fPRS fPRS/6 */
```

```
/*      ||          011: 88/fPRS fPRS/4 */
```

```
/*      ||          100: 66/fPRS fPRS/3 */
```

```
/*      ||          101: 44/fPRS fPRS/2 */
```

```
/*      ||          110: 33/fPRS fPRS/1.5 */
```

```
/*      ||          111: 22/fPRS fPRS */
```

```
/*      || 【高速モード】 */
```

```
/*      ||          変換時間 変換クロック(fAD) */
```

```
/*      ||          001: 176/fPRS fPRS/8 */
```

```
/*      ||          010: 132/fPRS fPRS/6 */
```

```
/*      ||          011: 88/fPRS fPRS/4 */
```

```
/*      ||          100: 66/fPRS fPRS/3 */
```

```
/*      ||          101: 44/fPRS fPRS/2 */
```



```

/*      ||      110: 33/fPRS      fPRS/1.5      */
/*      ||      111: 22/fPRS      fPRS          */
/*      ||      【最高速モード】 */
/*      ||      変換時間      変換クロック(fAD) */
/*      ||      100: 66/fPRS      fPRS/3          */
/*      ||      110: 33/fPRS      fPRS/1.5      */
/*      ||      【低電圧モード】 */
/*      ||      変換時間      変換クロック(fAD) */
/*      ||      000: 528/fPRS      fPRS/12         */
/*      ||      001: 352/fPRS      fPRS/8          */
/*      ||      010: 264/fPRS      fPRS/6          */
/*      ||      011: 176/fPRS      fPRS/4          */
/*      ||      100: 132/fPRS      fPRS/3          */
/*      ||      101: 88/fPRS       fPRS/2          */
/*      ||      110: 66/fPRS      fPRS/1.5      */
/*      ||      111: 44/fPRS      fPRS          */
/*      |+----- 必ず0を設定 */
/*      +----- ADCS */
/*      [A/D変換動作の制御] */
/*      0:変換動作停止 */
/*      1:変換動作許可 */

ADIF  = 0;      /* INTAD割り込み要求クリア */
ADMK  = 1;      /* INTAD割り込み禁止 */

/*-----*/
割り込み許可
(割り込みを使用する場合はこのタイミングで許可します。)
-----*/
/*      EI();      /* 割り込みを許可する場合は      */
/*      /* コメントアウトを外します。      */
}

/*-----*/

メイン・ループ

-----*/
void main(void)
{
    unsigned short ushAdcChannel0Buffer[4]; /* A/D変換結果保存領域(ANI0用) */

```

```
unsigned short ushAdcChannel1Buffer[4]; /* A/D変換結果保存領域(ANI1用) */
unsigned short ushAdcChannel0Average; /* A/D変換結果平均値(ANI0用) */
unsigned short ushAdcChannel1Average; /* A/D変換結果平均値(ANI1用) */

while (1){
/*-----
A/D電圧コンパレータの動作開始
-----*/
    ADCE    = 1;          /* A/D電圧コンパレータの動作開始 */
                          /* A/D電圧コンパレータはADCSとADCEで動作制御 */
                          /* され,動作開始から安定するまでに,1usかかり */
                          /* ます。ADCEに1を設定してから1us以上経過した */
                          /* あとに,ADCSに1を設定することで,最初の変換 */
                          /* データより有効となります。 */

/*-----
ANI0のA/D変換処理
-----*/
    ADS     = 0b00000000; /* ANI0をアナログ入力チャンネルに設定 */
    fn_AdcRun(4, ushAdcChannel0Buffer); /* A/D変換動作処理 */

/*-----
ANI1のA/D変換処理
-----*/
    ADS     = 0b00000001; /* ANI1をアナログ入力チャンネルに設定 */
    fn_AdcRun(4, ushAdcChannel1Buffer); /* A/D変換動作処理 */

/*-----
A/D電圧コンパレータの動作停止
-----*/
    ADCE    = 0;          /* A/D電圧コンパレータの動作停止 */

/*-----
ANI0のA/D変換結果 平均値算出
-----*/
    /* 平均値算出処理 */
    fn_Average(4, ushAdcChannel0Buffer, &ushAdcChannel0Average);

/*-----
ANI1のA/D変換結果 平均値算出
-----*/
    /* 平均値算出処理 */
    fn_Average(4, ushAdcChannel1Buffer, &ushAdcChannel1Average);
```

```

}
}

/*****

A/D変換動作処理

-----

[I N]   ucAdcCounter   :A/D変換動作を行う回数
        *pAdcData     :A/D変換結果の保存領域

[OUT]   -

*****/
static void fn_AdcRun(unsigned char ucAdcCounter, unsigned short *pAdcData)
{
    unsigned char ucCounter;    /* カウント用変数 */

    ADCS = 1;    /* A/D変換動作開始 */

    /* 指定回数のA/D変換動作を行い、変換結果を保存する。 */
    for (ucCounter = 0; ucCounter < ucAdcCounter; ucCounter++){
        ADIF = 0;    /* INTAD割り込み要求クリア */
        while (!ADIF){ /* A/D変換完了待ち */
            NOP();
        }
        *pAdcData = ADCR; /* A/D変換結果を読み出し */
        pAdcData++;    /* 次の保存領域へ */
    }

    ADCS = 0;    /* A/D変換動作停止 */
}

/*****

```

平均値算出処理

```

-----

[I N]   ucDataCounter :平均値を算出するデータの数
        *pData        :平均値を算出するデータの保存領域
        *pAverage     :平均値の保存領域

[OUT]   -

*****/
static void fn_Average
(unsigned char ucDataCounter, unsigned short *pData, unsigned short *pAverage)

```

```
{
  unsigned char ucCounter; /* カウント用変数 */
  unsigned short ushWork = 0; /* ワーク用変数 */

  /* 平均値を算出するデータを合計する */
  for (ucCounter = 0; ucCounter < ucDataCounter; ucCounter++){
    ushWork += *pData;
  }

  *pAverage = (ushWork / ucDataCounter); /* 平均値を算出し、保存する */
}
```

付録B 78K0/KC2-Lの44ピン製品を使用する場合

78K0/KC2-Lのサンプル・プログラムは、すべて48ピン製品用となっています。78K0/KC2-Lのサンプル・プログラムを44ピン製品用に使用する場合、次のように変更してください。

(1) ポートの初期設定

- ・ポート0の設定

ポート・モード・レジスタ0 (PM0) のビット2への設定値を“0”から“1”に変更してください。

- ・ポート4の設定

ポート・モード・レジスタ4 (PM4) のビット2への設定値を“0”から“1”に変更してください。

- ・ポート7の設定

ポート・モード・レジスタ7 (PM7) のビット5, 4への設定値を“00”から“11”に変更してください。

(2) 使用しない周辺ハードウェアの動作禁止

クロック出力選択レジスタ (CKS) の設定を行っている命令文を削除してください。

付録C 改版履歴

版 数	発行年月	改版箇所	改版内容
第1版	May 2009	-	-

【発 行】

NECエレクトロニクス株式会社

〒211-8668 神奈川県川崎市中原区下沼部1753

電話（代表）：(044)435-5111

【ホームページ】

NECエレクトロニクスの情報がインターネットでご覧になれます。

URL(アドレス) <http://www.necel.co.jp/>

【資料請求先】

NECエレクトロニクスのホームページよりダウンロードいただくか、NECエレクトロニクスの販売特約店へお申し付けください。

— お問い合わせ先 —

【営業関係、デバイスの技術関係お問い合わせ先】

半導体ホットライン

(電話：午前 9:00~12:00, 午後 1:00~5:00)

電 話 : (044)435-9494

E-mail : info@necel.com

【マイコン開発ツールの技術関係お問い合わせ先】

開発ツールサポートセンター

E-mail : toolsupport-micom@ml.necel.com