

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。
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

78K0S/Kx1+

サンプル・プログラム（ウォッチドッグ・タイマ）

131 ms間隔の暴走検出編

この資料は、サンプル・プログラムの動作概要や使用方法、およびウォッチドッグ・タイマ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、暴走検出時間を131 msに設定し、スイッチ入力時に約1/2の確率で、ウォッチドッグ・タイマのオーバフローによるリセット信号が発生します。

対象デバイス

78K0S/KA1+マイクロコントローラ
 78K0S/KB1+マイクロコントローラ
 78K0S/KU1+マイクロコントローラ
 78K0S/KY1+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 ...	4
第2章 回路図 ...	6
2.1 回路図 ...	6
2.2 周辺ハードウェア ...	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 ...	10
第4章 設定方法について ...	11
4.1 ウォッチドッグ・タイマ (WDT) の設定 ...	11
第5章 デバイスでの動作確認 ...	19
5.1 サンプル・プログラムのビルド ...	19
5.2 デバイスでの動作 ...	22
第6章 関連資料 ...	24
付録A プログラム・リスト ...	25
付録B 改版履歴 ...	39

- 本資料に記載されている内容は2008年7月現在のもので、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。当社製品の不具合により生じた生命、身体および財産に対する損害の危険を最小限度にするために、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等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。

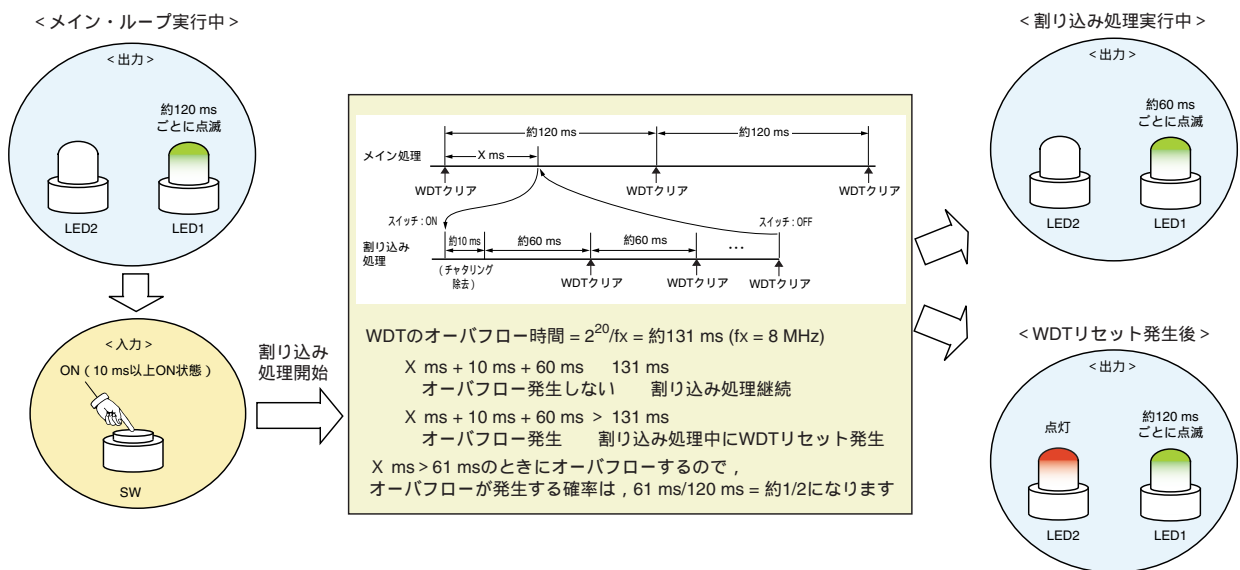
第1章 概 要

このサンプル・プログラムでは、ウォッチドッグ・タイマ（WDT）機能の使用例を示しています。
ウォッチドッグ・タイマの動作クロックとして、システム・クロックを設定し、暴走検出時間を約131 msに設定しています。

初期設定完了後は、2つのLED（LED1, LED2）のうち、LED1が約120 msごとに点滅します。

スイッチ入力のタイミングにより、約1/2の確率（下記の図中参照）で、次のどちらかの動作になります。

- ・ 割り込み処理の実行により、スイッチ入力中は、LED1が約60 msごとに点滅します。
- ・ 割り込み処理中に、ウォッチドッグ・タイマのオーバーフローによるリセット信号が発生し、リセット解除後、LED2は点灯、LED1は約120 msごとに点滅します。



1.1 初期設定の主な内容

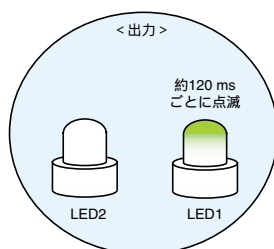
初期設定の主な内容は、次のとおりです。

- ・システム・クロック・ソースとして、高速内蔵発振器（8 MHz (TYP.)）を選択^注
- ・低速内蔵発振器の発振を、ソフトウェアにより停止可能に設定^注
- ・ウォッチドッグ・タイマの動作クロックにシステム・クロック（ f_x ）を選択、オーバフロー時間を $2^{20}/f_x$ （約131 ms）に設定
- ・ウォッチドッグ・タイマによる内部リセット信号発生の場合、LED2を点灯
- ・ V_{LVI} （低電圧検出電圧）を $2.85\text{ V} \pm 0.15\text{ V}$ に設定
- ・ V_{DD} （電源電圧） V_{LVI} になったあとに、 $V_{DD} < V_{LVI}$ を検出した場合、内部リセット（LVIリセット）信号を発生
- ・CPUクロック周波数を4 MHzに設定
- ・入出力ポートの設定
- ・INTP1（外部割り込み）の有効エッジを立ち下がりエッジに設定
- ・割り込み許可

注 オプション・バイトで設定します。

1.2 メイン・ループ以降の内容

初期設定完了後のメイン・ループでは、2つのLED（LED1, LED2）のうち、LED1が約120 msごとに点滅します。



スイッチ入力によるINTP1端子の立ち下がりエッジを検出し、割り込み処理を行います。INTP1端子の立ち下がりエッジを検出してから約10 ms経過後に、INTP1がハイ・レベル（スイッチがOFF）であった場合は、チャタリングであると判定し、メイン・ループに復帰します。エッジ検出してから約10 ms経過後に、INTP1がロウ・レベル（スイッチがON）であった場合は、以降の処理を進めます。



【コラム】チャタリングとは

スイッチが切り替わった直後に、接点が機械的にばたつくことにより、電気信号がONとOFFを繰り返す現象のことです。

スイッチ入力のタイミングにより、約1/2の確率（下記の図中参照）で、次のどちらかの動作になります。

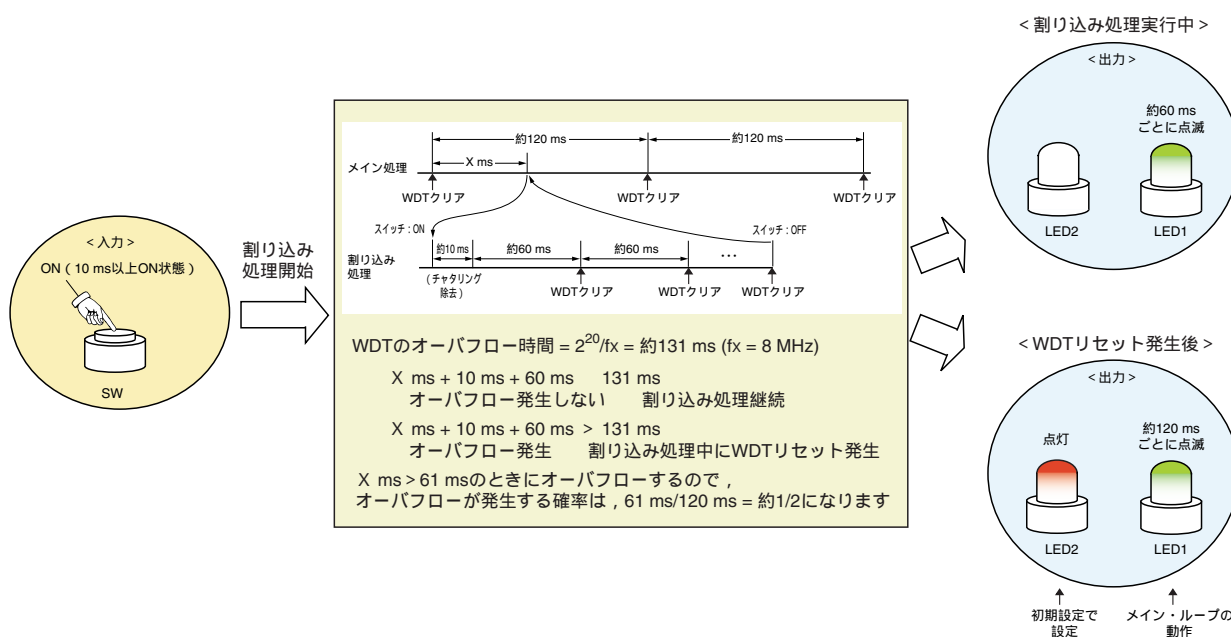
割り込み処理中に、ウォッチドッグ・タイマによるオーバーフローが発生しない場合

割り込み処理の実行により、スイッチ入力中は、LED1が約60 msごとに点滅します。INTP1がハイ・レベル（スイッチがOFF）になったら、LED1が約120 msごとに点滅します。

割り込み処理中に、ウォッチドッグ・タイマのオーバーフローが発生した場合

ウォッチドッグ・タイマによるリセット信号が発生します。リセット解除後、LED2が点灯し、LED1が約120 msごとに点滅します。

備考 LED2はウォッチドッグ・タイマ以外のリセット信号発生により、消灯します。



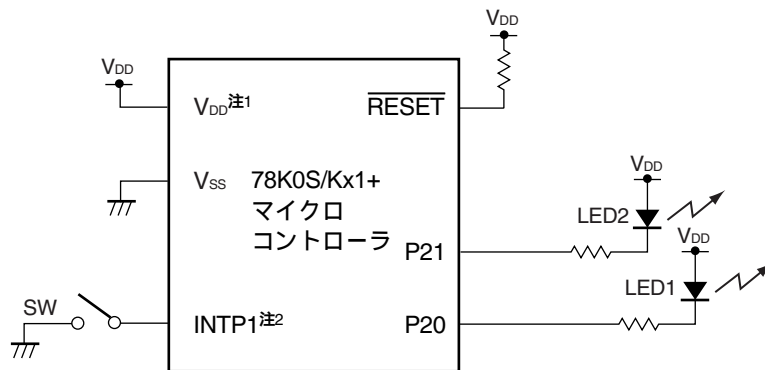
- 注意1.** このサンプル・プログラムでは、約1/2の確率で割り込み処理中にウォッチドッグ・タイマによるリセット信号を発生させるために、割り込み処理の最初ではウォッチドッグ・タイマをクリアしていません。一般的な使い方では、割り込み処理の最初と最後にウォッチドッグ・タイマをクリアし、オーバーフローが発生しないように設定します。
- 2.** デバイス使用上の注意事項については、各製品のユーザーズ・マニュアル([78K0S/KU1+](#), [78K0S/KY1+](#), [78K0S/KA1+](#), [78K0S/KB1+](#))を参照してください。

第2章 回路図

この章では、このサンプル・プログラムで使用する回路図および周辺ハードウェアを説明します。

2.1 回路図

回路図を次に示します。



注1. 3.0 V V_{DD} 5.5 Vの電圧範囲で使用してください。

2. INTTP1/P43: 78K0S/KA1+, 78K0S/KB1+マイクロコントローラ
INTTP1/P32: 78K0S/KY1+, 78K0S/KU1+マイクロコントローラ

- 注意1. AV_{REF}端子はV_{DD}に直接接続してください (78K0S/KA1+, 78K0S/KB1+マイクロコントローラのみ)。
2. AV_{SS}端子はGNDに直接接続してください (78K0S/KB1+マイクロコントローラのみ)。
 3. 回路図中の端子およびAV_{REF}, AV_{SS}端子以外の未使用端子はすべて出力ポートのため、オープン (未接続) にしてください。

2.2 周辺ハードウェア

使用する周辺ハードウェアを次に示します。

(1) スイッチ (SW)

LED点灯制御用の入力として、スイッチを使用します。

(2) LED (LED1, LED2)



スイッチ入力とウォッチドッグ・タイマによるリセット信号発生に対応した出力として、LEDを使用します。

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) ----- main.c (C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
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 (システム・クロック・ソースなどを設定)		
wdt.prw	統合開発環境 PM+用ワーク・スペース・ファイル		
wdt.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。

- ・プログラムの暴走検出 : ウォッチドッグ・タイマ
- ・ $V_{DD} < V_{LVI}$ 検出 : 低電圧検出 (LVI) 回路
- ・スイッチ入力 : INTP1[※] (外部割り込み)
- ・LED出力 : P20, P21 (出力ポート)

注 INTP1/P43: 78K0S/KA1+, 78K0S/KB1+マイクロコントローラ
INTP1/P32: 78K0S/KY1+, 78K0S/KU1+マイクロコントローラ

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、ウォッチドッグ・タイマの設定、低電圧検出機能の設定、クロック周波数の選択、入出力ポートの設定、割り込みの設定などを行います。

初期設定完了後のメイン・ループでは、2つのLED (LED1, LED2) のうち、LED1が約120 msごとに点滅します。

スイッチ入力によるINTP1端子の立ち下がりエッジを検出したら、割り込み処理を行います。INTP1端子の立ち下がりエッジを検出してから約10 ms経過後に、INTP1がハイ・レベル (スイッチがOFF) であった場合は、チャタリングであると判定し、メイン・ループに復帰します。エッジ検出してから約10 ms経過後に、INTP1がロウ・レベル (スイッチがON) であった場合は、以降の処理を進めます。

スイッチ入力のタイミングにより、約1/2の確率で、次のどちらかの動作になります。

割り込み処理中に、ウォッチドッグ・タイマによるオーバフローが発生しない場合

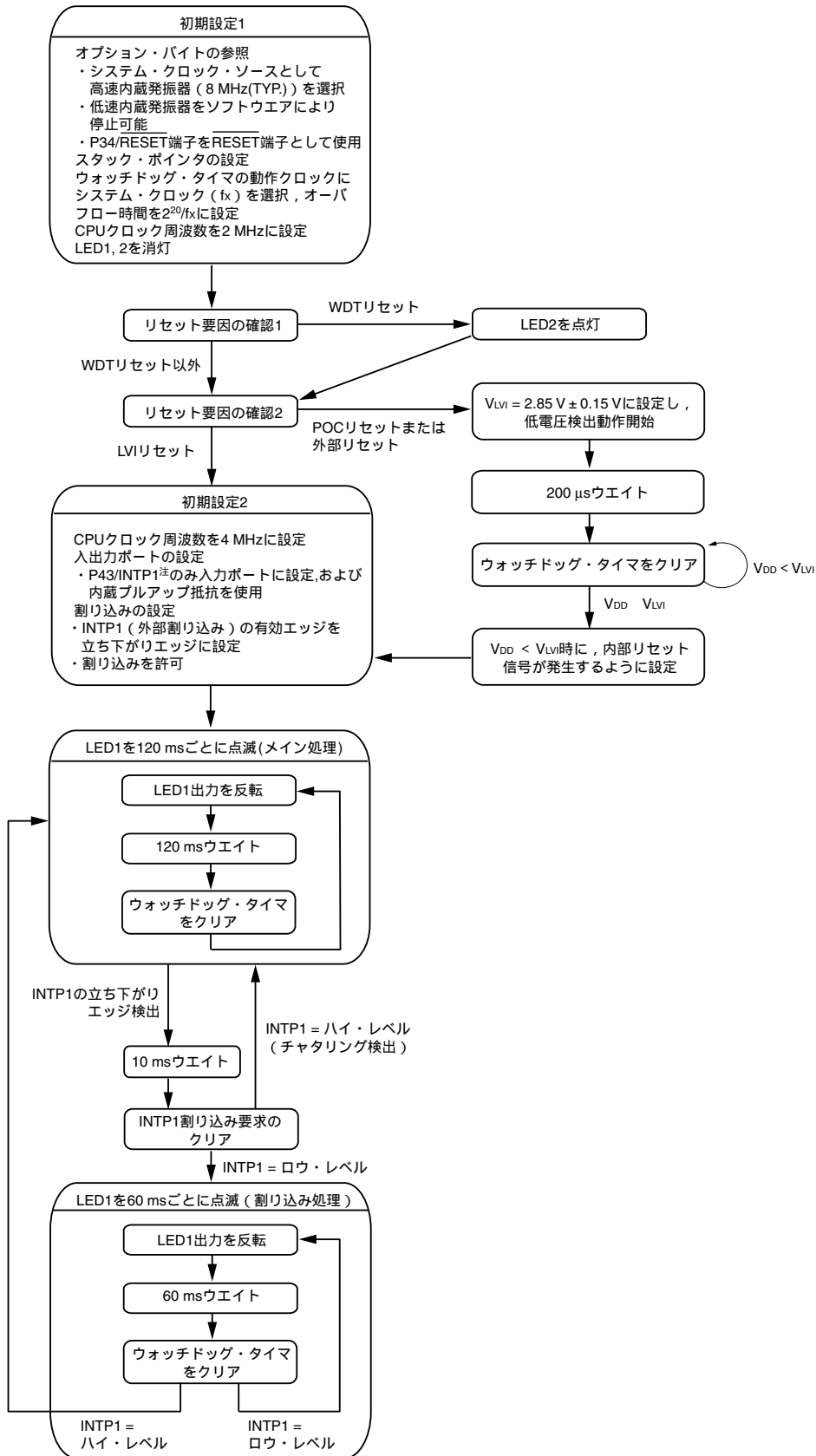
割り込み処理の実行により、スイッチ入力中は、LED1が約60 msごとに点滅します。INTP1がハイ・レベル (スイッチがOFF) になったら、LED1が約120 msごとに点滅します。

割り込み処理中に、ウォッチドッグ・タイマのオーバフローが発生した場合

ウォッチドッグ・タイマによるリセット信号が発生します。リセット解除後、LED2が点灯し、LED1が約120 msごとに点滅します。

注意 このサンプル・プログラムでは、約1/2の確率で割り込み処理中にウォッチドッグ・タイマによるリセット信号を発生させるために、割り込み処理の最初にウォッチドッグ・タイマのカウントをクリアしていません。一般的な使い方では、割り込み処理の最初と最後にウォッチドッグ・タイマのカウントをクリアし、オーバフローが発生しないように設定します。

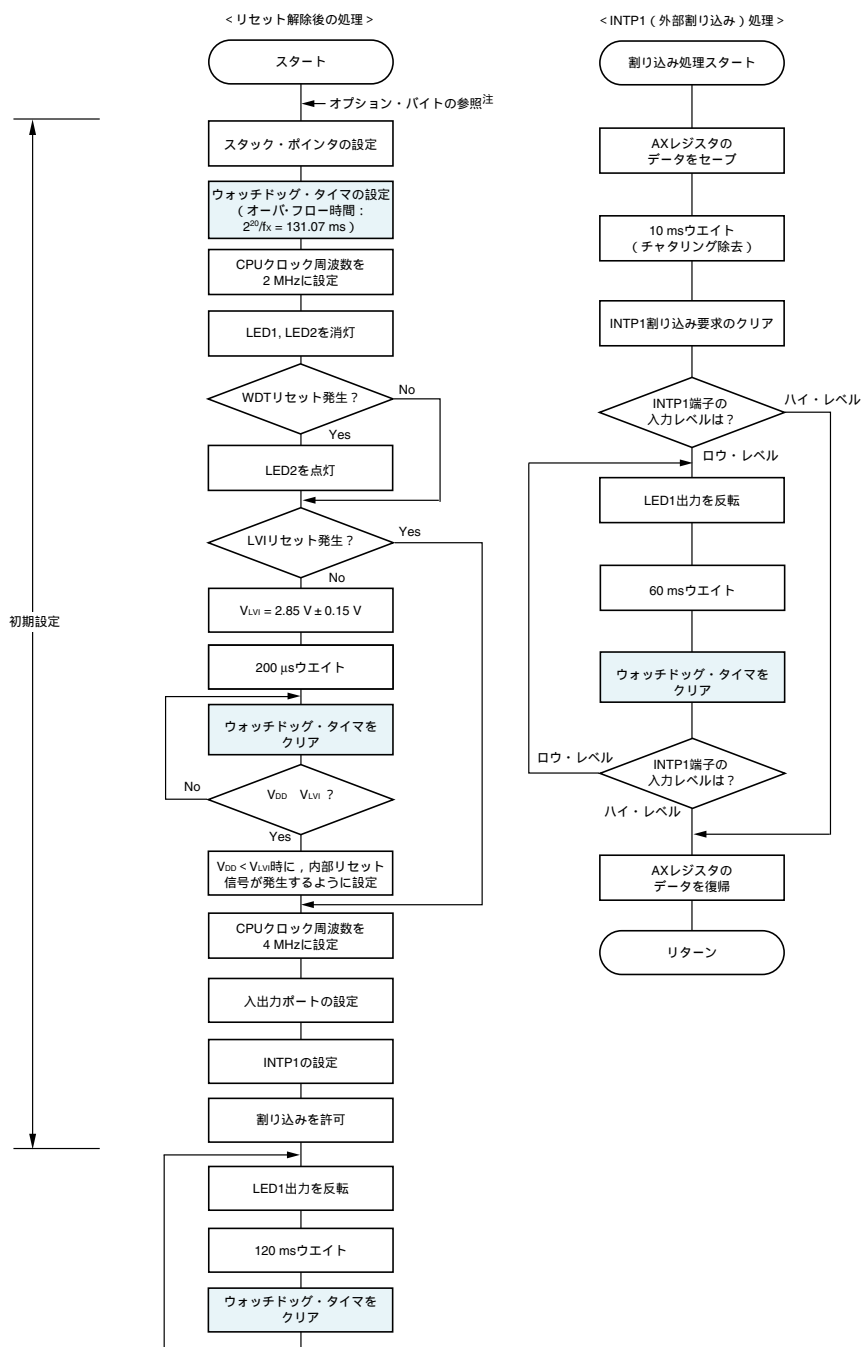
詳細については、次の状態遷移図（ステート・チャート）に示します。



注 INTP1/P43: 78K0S/KA1+, 78K0S/KB1+マイクロコントローラ
INTP1/P32: 78K0S/KY1+, 78K0S/KU1+マイクロコントローラ

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 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・バイトの参照により、次の内容が設定されます。

- ・システム・クロック・ソースとして、高速内蔵発振クロック (8 MHz (TYP.)) を使用
- ・低速内蔵発振器をソフトウェアで停止可
- ・P34/RESET端子をRESET端子として使用

注意 このサンプル・プログラムでは、約1/2の確率で割り込み処理中にウォッチドッグ・タイマによるリセット信号を発生させるために、割り込み処理の最初ではウォッチドッグ・タイマをクリアしていません。一般的な使い方では、割り込み処理の最初と最後にウォッチドッグ・タイマをクリアし、オーバーフローが発生しないように設定します。

第4章 設定方法について

この章では、ウォッチドッグ・タイマについて説明します。

その他の初期設定については、[78K0S/Kx1+ 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、割り込みについては、[78K0S/Kx1+ サンプル・プログラム\(割り込み\) スイッチ入力による外部割り込み編 アプリケーション・ノート](#)を、低電圧検出(LVI)については、[78K0S/Kx1+ サンプル・プログラム\(低電圧検出\) 2.7V未満検出時リセット発生編 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、各製品のユーザーズ・マニュアル([78K0S/KU1+](#), [78K0S/KY1+](#), [78K0S/KA1+](#), [78K0S/KB1+](#))を参照してください。

アセンブラ命令については、[78K0S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 ウォッチドッグ・タイマ(WDT)の設定

ウォッチドッグ・タイマは、次の2種類のレジスタで制御します。

- ・ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ(WDTM)
- ・ウォッチドッグ・タイマ・イネーブル・レジスタ(WDTE)

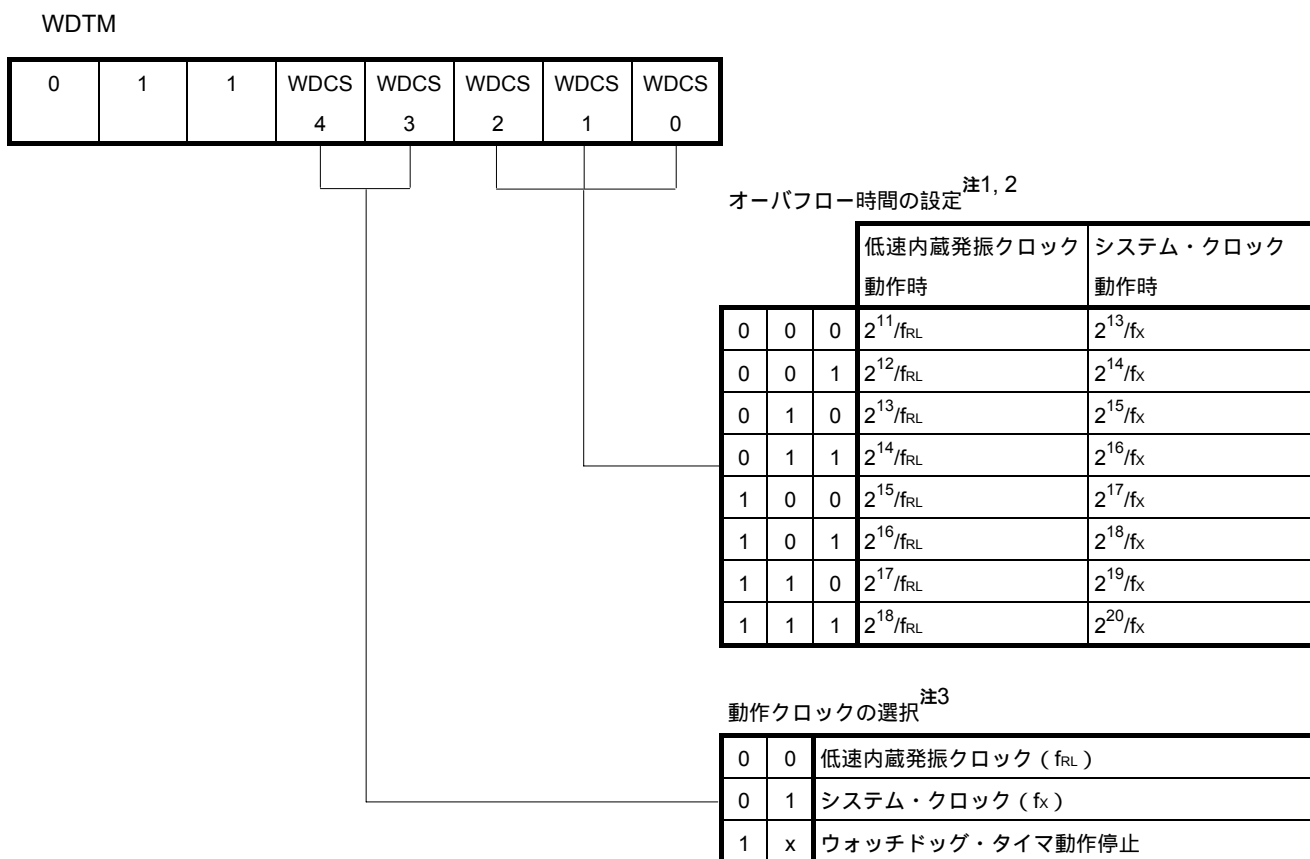
また、オプション・バイトで設定した低速内蔵発振器の発振制御により、選択できるウォッチドッグ・タイマの動作クロックが異なります。

(1) ウォッチドッグ・タイマの動作クロックとオーバフロー時間の設定

ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM) で、ウォッチドッグ・タイマの動作クロックとオーバフロー時間を設定します。WDTMへの書き込みは、リセット解除後に1回のみ行うことができます。

注意 ウォッチドッグ・タイマの動作クロックおよびオーバフロー時間の設定は、必ず初期設定の中で行ってください。

図4 - 1 ウォッチドッグ・タイマ・モード・レジスタ (WDTM) のフォーマット



- 注1. ウォッチドッグ・タイマ動作停止を選択した場合、オーバフロー時間の設定は無効 (don't care) となります。
2. リセット解除時は最大周期 (WDCS2, WDCS1, WDCS0 = 1, 1, 1) となります。
3. オプション・バイトで、低速内蔵発振器の発振制御を「停止不可」に設定した場合、動作クロックは選択できません。どんな値を書いても低速内蔵発振クロックが選択されます。[\(3\) 低速内蔵発振器の発振制御の設定](#)を参照してください

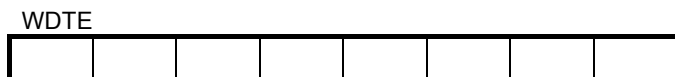
- 注意1. ビット7, 6, 5にはそれぞれ0, 1, 1を必ず設定してください。
2. リセット解除後、WDTMへの書き込みは1回のみ行うことができます。2回目の書き込みを実行しようとした場合、その時点で内部リセット信号が発生します。ただし、1回目の書き込み時に、WDCS4, WDCS3にそれぞれ「1」「x」を設定しウォッチドッグ・タイマを停止した場合、2回目の書き込みを実行しても、内部リセット信号は発生しません。

備考 x : don't care

(2) ウォッチドッグ・タイマのカウンタ制御

ウォッチドッグ・タイマ・イネーブル・レジスタ (WDTE) に、「ACH」を書き込むことにより、ウォッチドッグ・タイマのカウンタをクリアし、再びカウント開始します。

図4-2 ウォッチドッグ・タイマ・イネーブル・レジスタ (WDTE) のフォーマット



注意 WDTEに「ACH」以外の値を書き込んだ場合、内部リセット信号を発生します。

(3) 低速内蔵発振器の発振制御の設定

オプション・バイトで設定した低速内蔵発振器の発振制御により、使用できるウォッチドッグ・タイマの動作クロックが異なります。

- ・低速内蔵発振器の発振を「停止不可」に設定
動作クロック：低速内蔵発振クロックのみ（動作クロックの選択不可）
- ・低速内蔵発振器の発振を「ソフトウェアにより停止可能」に設定
動作クロック：低速内蔵発振クロック，システム・クロック，およびウォッチドッグ・タイマ動作停止のいずれかを選択可能

図4-3 オプション・バイトのフォーマット（低速内蔵発振器の発振制御のみ）

アドレス：0080H

1	DEFOS TS1	DEFOS TS0	1	RMCE	OSCSE L1	OSCSE L0	LIOCP
---	--------------	--------------	---	------	-------------	-------------	-------

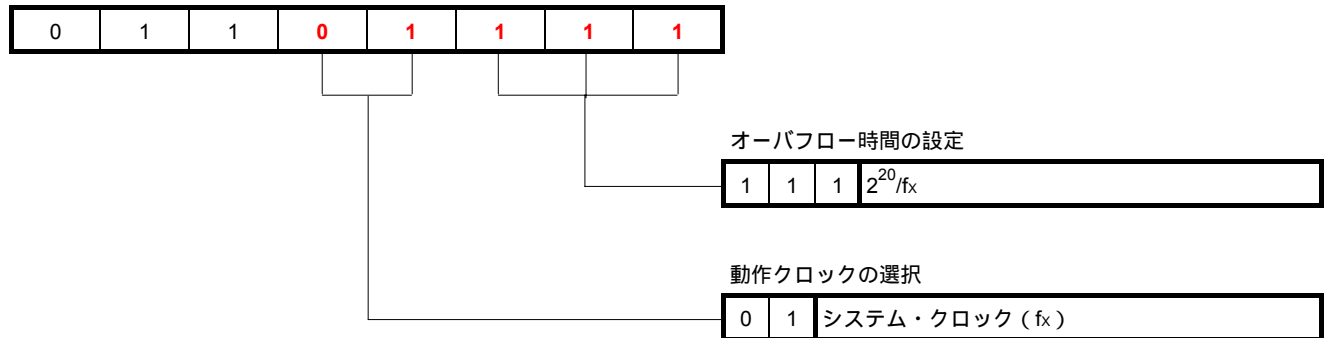
低速内蔵発振器の発振制御

0	ソフトウェアにより停止可能
1	停止不可

備考 低速内蔵発振器の発振制御以外のオプション・バイトの設定については、[78K0S/Kx1+ 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。

【例 1】 ウォッチドッグ・タイマの動作クロックにシステム・クロック (fx) 使用, オーバフロー時間を最大周期 ($2^{20}/f_x$) (サンプル・プログラムの設定と同内容)

WDTM



WDTMの設定値は, 「01101111 (ビット7, 6, 5はそれぞれ0, 1, 1に必ず設定)」となります。

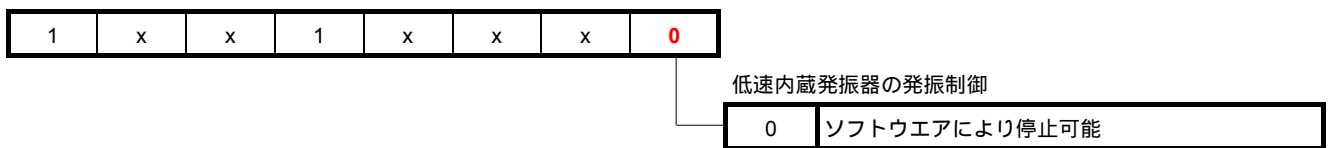
・アセンブリ言語の場合

```
MOV    WDTM,    #01101111B
```

・C言語の場合

```
WDTM = 0b01101111
```

オプション・バイト (アドレス : 0080H)

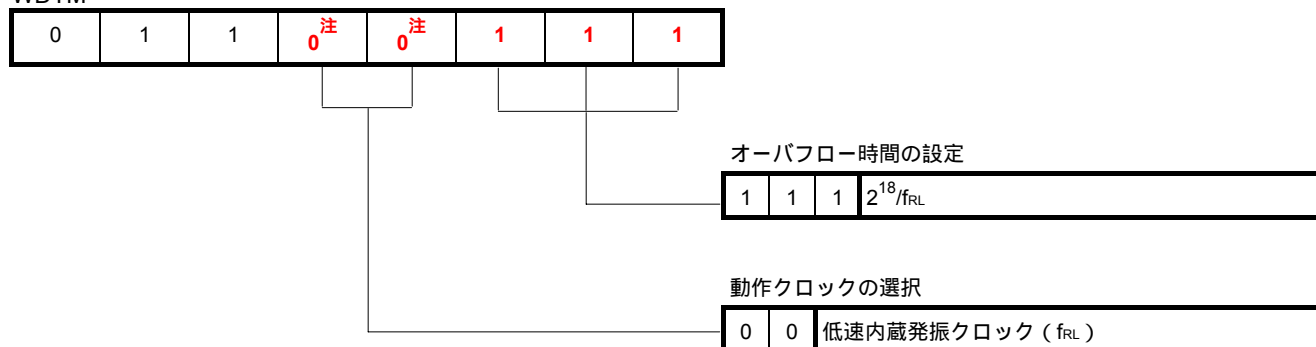


オプション・バイトの設定値は, 「1xx1xxx0 (x: don't care, ビット7, 4は1に必ず設定)」となります。プロテクト・バイトの設定と合わせて, ソフトウェアを記述すると, 次のようになります (下記の例ではビット6, 5, 1を0に, ビット3, 2を1に設定)。

```
OPBT   CSEG   AT      0080H
        DB     10011100B
        DB     11111111B
```


【例 2】 ウォッチドッグ・タイマの動作クロックに低速内蔵発振クロック (f_{RL}) 使用, オーバフロー時間を最大周期 ($2^{18}/f_{RL}$) (リセット解除後のWDTMの値と同内容)

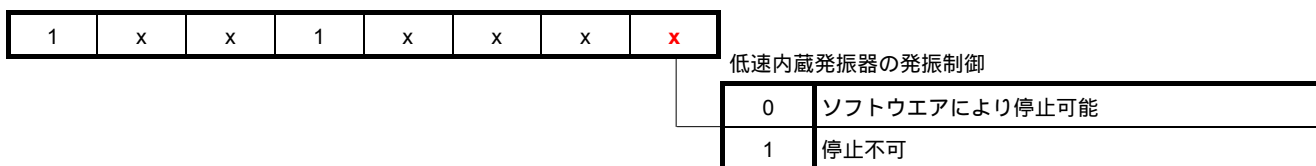
WDTM



上記の内容で使用する場合, WDTMの設定値は, リセット解除後のWDTMの値と同じ値になるため, プログラムでの設定は不要です。

注 オプション・バイトで, 低速内蔵発振器の発振制御を「停止不可」に設定した場合, どんな値を書いても低速内蔵発振クロックが選択されます。

オプション・バイト (アドレス : 0080H)



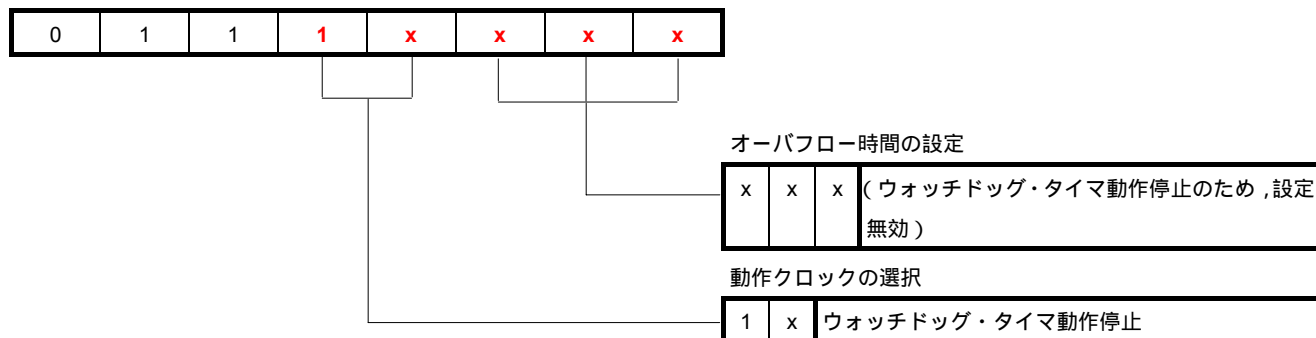
オプション・バイトの設定値は, 「1xx1xxx (x: don't care, ビット7, 4は1に必ず設定)」となります。プロテクト・バイトの設定と合わせて, ソフトウェアを記述すると, 次のようになります (下記の例ではビット6, 5, 1を0に, ビット3, 2, 0を1に設定)。

```

OPBT  CSEG  AT      0080H
      DB    10011101B
      DB    11111111B
    
```

【例 3】 ウォッチドッグ・タイマ停止

WDTM



WDTMの設定値は、「0111xxxx (x: don't care, ビット7, 6, 5はそれぞれ0, 1, 1に必ず設定)」となります (下記の例では, ビット3の「x」を0, ビット2-0の「x」を1に設定)。

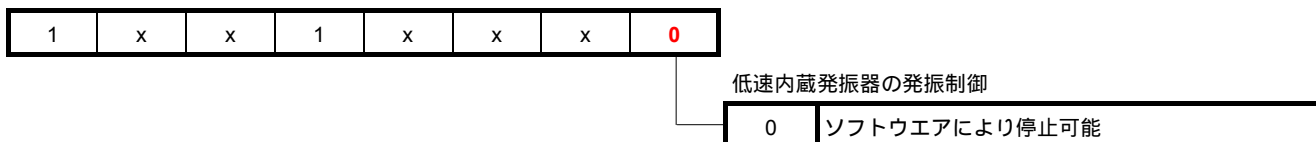
・アセンブリ言語の場合

```
MOV    WDTM,    #01110111B
```

・C言語の場合

```
WDTM = 0b01110111
```

オプション・バイト (アドレス : 0080H)



オプション・バイトの設定値は、「1xx1xxx0 (x: don't care, ビット7, 4は1に必ず設定)」となります。プロテクト・バイトの設定と合わせて, ソフトウェアを記述すると, 次のようになります (下記の例では ビット6, 5, 1を0に, ビット3, 2を1に設定)。

```
OPBT  CSEG  AT      0080H
      DB    10011100B
      DB    11111111B
```

アセンブリ言語のプログラム例（前述の【例 1】とサンプル・プログラムと同内容）

```

XMAIN CSEG UNIT
RESET_START:
    MOVW AX, #STACKTOP
    MOVW SP, AX ; スタック・ポインタを設定

    MOV WDTM, #01101111B ; WDTのオーバーフロー時間 = 2^20/fx = 131.07ms
    .
    .
    .
    MOV A, RESF ; リセット要因の読み出し
    BF A.4, $CHECK_LVI ; WDTによるリセットでなければCHECK_LVIへ
    MOV P2, #00000001B ; LED2点灯

CHECK_LVI:
    BT A.0, $SET_CLOCK ; LVIリセット時は以降のLVI関連処理を省略し、SET_CLOCKへ
    MOV LVIS, #00000111B ; 低電圧検出レベルVLVI = 2.85V±0.15Vに設定
    SET1 LVION ; 低電圧検出回路の動作許可
    MOV A, #40 ; 200usウェイト用のカウント値を代入

WAIT_200US:
    DEC A
    BNZ $WAIT_200US ; 0.5[us/clock]×10[clock]×40[count] = 200[us]

WAIT_LVI:
    MOV WDTE, #0ACH ; ウォッチドッグ・タイマをクリア
    BT LVIF, $WAIT_LVI ; VDD < VLVIなら分岐
    SET1 LVIMD ; VDD < VLVI時に内部リセット信号が発生するように設定
    .
    .
    .
    オーバーフロー発生前に
    WDTをクリアし、
    再カウント

MAIN_LOOP:
    XOR P2, #00000001B ; LED1を反転出力
    MOV CNT120, #120 ; 120msウェイト用のカウント値を代入

WAIT_120MS:
    CALL !WAIT_1MS ; 1msウェイト用サブルーチン・コール
    DBNZ CNT120, $WAIT_120MS ; 1[ms]×120[count] = 120[ms]
    MOV WDTE, #0ACH ; ウォッチドッグ・タイマをクリア
    BR $MAIN_LOOP ; MAIN_LOOPへ
    .
    .
    .
    オーバーフロー発生前に
    WDTをクリアし、
    再カウント

```

備考 上述のウェイト時間（200 μs）は、サンプル・プログラムと同様に、 f_{CPU} （CPUクロック周波数） = 2 MHzで計算しています。

C言語のプログラム例（前述の【例 1】とサンプル・プログラムと同内容）

```

void hdwinit(void){
    unsigned char ucCnt200us; /* 200usウェイト用8ビット変数 */
    WDTM = 0b01101111; /* WDTのオーバーフロー時間 =  $2^{20}/fx = 131.07ms$  */
    .
    .
    .
    /* リセット要因の確認 */
    ucRESF = RESF; /* リセット要因の読み出し */

    if (ucRESF.4){ /* WDTによるリセットの場合 */
        P2 = 0b00000001; /* LED2点灯 */
    }

    if (!ucRESF.0){ /* LVIリセット時は以降のLVI関連処理を省略 */

        /* 低電圧検出の設定 */
        LVIS = 0b00000111; /* 低電圧検出レベルVLVI = 2.85V±0.15Vに設定 */
        LVION = 1; /* 低電圧検出回路の動作許可 */

        for (ucCnt200us = 0; ucCnt200us < 9; ucCnt200us++){ /* 約200usウェイト */
            NOP();
        }

        while (LVIF){ /* VDD VLVI待ち */
            WDTE = 0xAC; /* ウォッチドッグ・タイマをクリア */
        }

        LVIMD = 1; /* VDD < VLVI時に内部リセット信号が発生するように設定 */
    }
    .
    .
    .
}

void main(void){
    unsigned int unCnt120ms; /* 120msウェイト用16ビット変数 */

    EI(); /* ベクタ割り込み許可 */

    while (1){
        P2 ^= 0b00000001; /* LED1反転出力 */

        for (unCnt120ms = 0; unCnt120ms < 6666; unCnt120ms++){
            /* 約120msウェイト */
            NOP();
        }

        WDTE = 0xAC; /* ウォッチドッグ・タイマをクリア */
    }
    .
    .
    .
}

```

WDTのオーバーフロー時間と動作クロックを設定

オーバーフロー発生前にWDTをクリアし、再カウント


オーバーフロー発生前にWDTをクリアし、再カウント

備考 上述のウェイト時間（200 μ s）は、サンプル・プログラムと同様に、 f_{CPU} （CPUクロック周波数）= 2 MHzで計算しています。

第5章 デバイスでの動作確認

この章では、ダウンロードしたサンプル・プログラムを使用し、ビルドからデバイスでの動作確認までの流れを説明します。

5.1 サンプル・プログラムのビルド

サンプル・プログラムのビルド方法について、 のアイコンからダウンロードしたアセンブリ言語用サンプル・プログラム（ソース・プログラム+プロジェクト・ファイル）を使用し、説明します。その他のダウンロードしたプログラムのビルド方法については、[78K0S/Kx1+ サンプル・プログラム スタートアップ・ガイド アプリケーション・ノート](#)を参照してください。

また、PM+操作方法の詳細については、[PM+ プロジェクト・マネージャ ユーザーズ・マニュアル](#)を参照してください。



【コラム】ビルドのエラー


PM+でビルドしているときに「A006 File not found 'C:¥NECTOOLS32¥LIB78K0S¥s0sl.rel'」または、「*** ERROR F206 Segment '@@DATA' can't allocate to memory - ignored.」というエラー・メッセージが出た場合、次の手順にてコンパイラオプションの設定を変更してください。

[ツール] [コンパイラオプションの設定]を選択してください。

[コンパイラオプションの設定]ダイアログが開いたら、「スタートアップ・ルーチン」タグを選択してください。

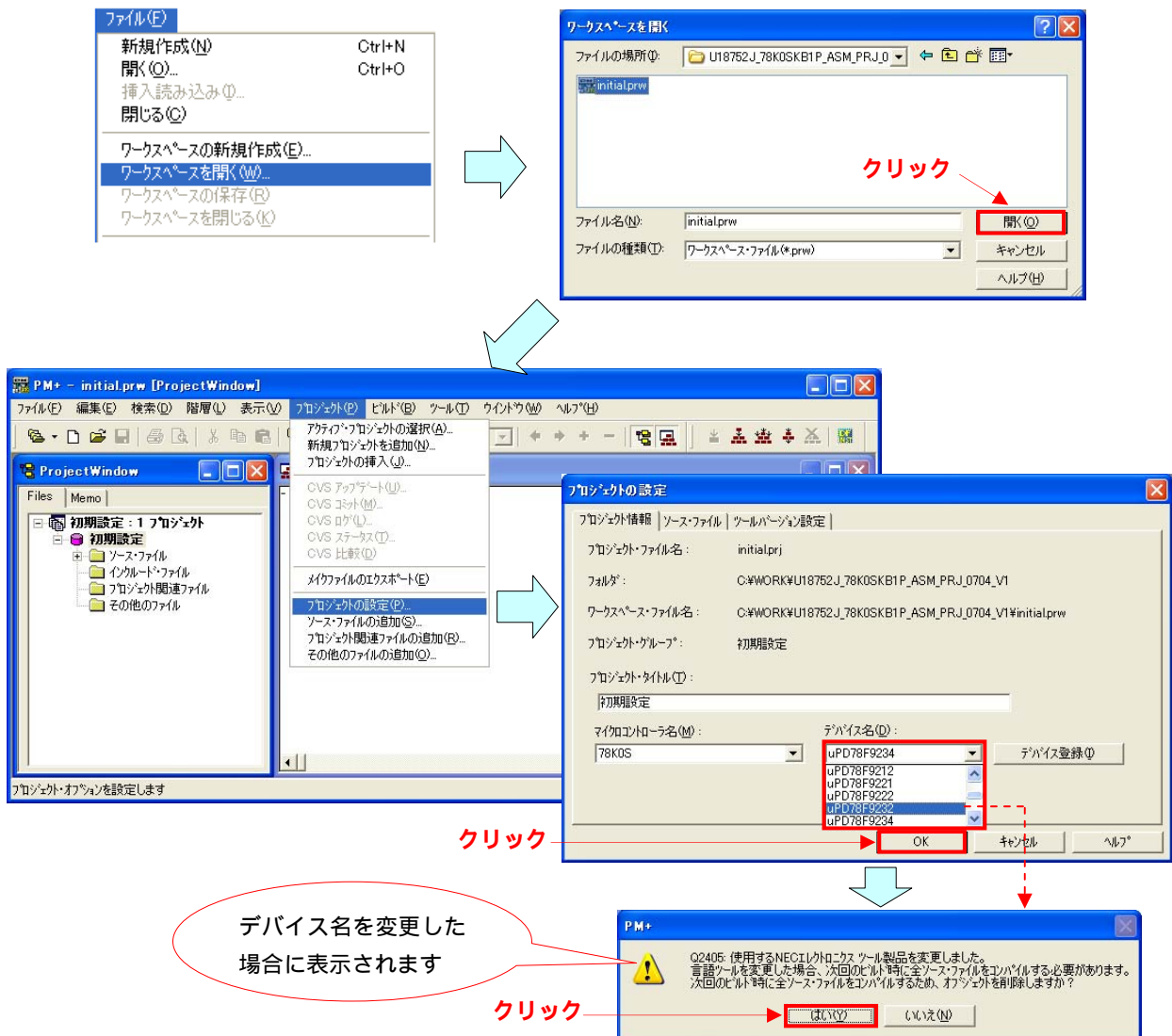
「標準ライブラリ固定領域を使用する」のチェックを外してください(それ以外のチェックは、そのまま)。


「標準ライブラリ固定領域を使用する」のチェックを外すと、標準ライブラリ固定領域として確保されていた118バイトのRAM領域が使用可能になりますが、標準ライブラリ（getchar関数やmalloc関数など）を使用できなくなります。

このサンプル・プログラムでは、 のアイコンを選択してダウンロードしたファイルを使用する場合、デフォルトで「標準ライブラリ固定領域を使用する」のチェックが外されています。

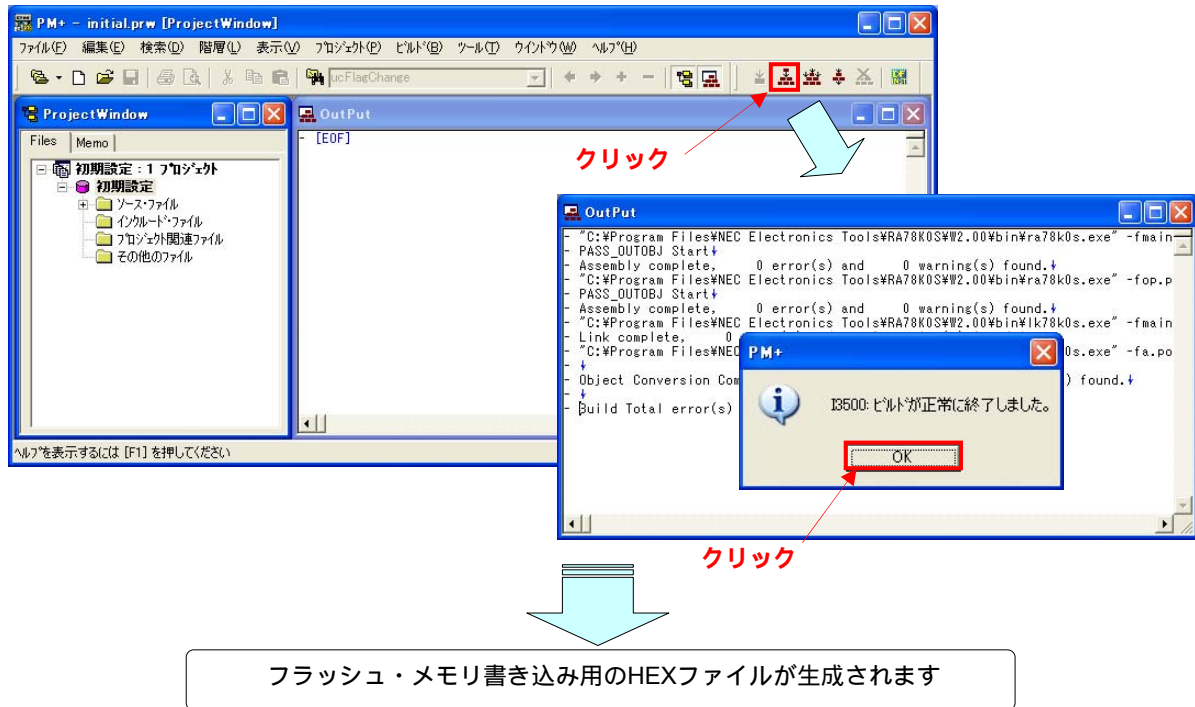
- (1) PM+を起動してください。
- (2) [ファイル] [ワークスペースを開く] から、「wdt.prw」を選択し、[開く] ボタンをクリックしてください。ワークスペースが作成され、その中にソース・ファイルが自動的に読み込まれます。
- (3) [プロジェクト] [プロジェクトの設定] を選択してください。[プロジェクトの設定] 画面が立ち上がったら、使用するデバイス名を選択(デフォルトでは、ROM/RAMサイズの最も大きいデバイスが選択)し、[OK] ボタンをクリックしてください。

備考 下の図は、「サンプル・プログラム(初期設定) LED点灯のスイッチ制御」の画面例です。



- (4)  (「ビルド」ボタン)をクリックしてください。ソース・ファイルが正常にビルドされると、「I3500: ビルドが正常に終了しました」というメッセージ画面が立ち上がります。
- (5) メッセージ画面にある [OK] ボタンをクリックしてください。フラッシュ・メモリ書き込み用のHEXファイルが作成されます。

備考 下の図は、「サンプル・プログラム(初期設定) LED点灯のスイッチ制御」の画面例です。

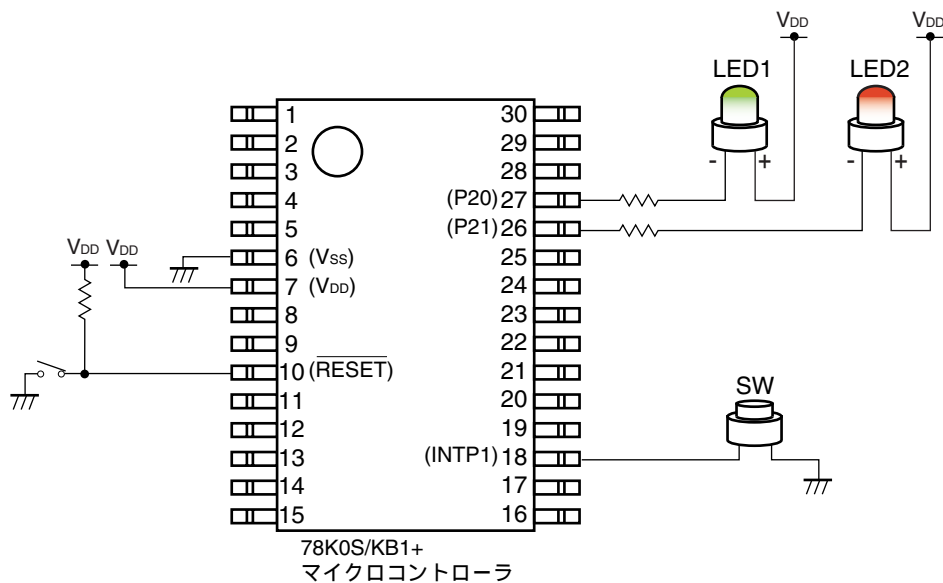


5.2 デバイスでの動作

ここでは、デバイスでの動作確認の例を説明します。

ビルド実行により生成されたHEXファイルは、デバイスのフラッシュ・メモリに書き込みすることができます。デバイスへのフラッシュ・メモリ書き込み方法例については、各製品のフラッシュ書き込み簡単マニュアル インフォメーション ([78K0S/KU1+](#), [78K0S/KY1+](#), [78K0S/KA1+](#), [78K0S/KB1+](#)) を参照してください。

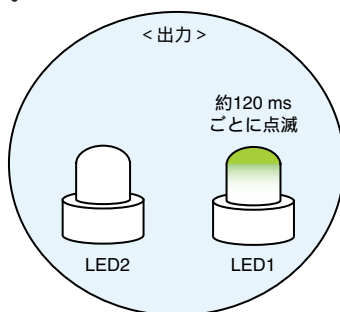
デバイスと使用する周辺ハードウェア（スイッチ，LED）の接続例を、次に示します。



このサンプル・プログラムを書き込んだデバイスの動作例は、次のようになります。

(1) スイッチを押す前の動作（メイン処理の動作）

LED1が約120 msごとに点滅します。



(2) スイッチを押したあとの動作 (割り込み処理以降の動作)

スイッチを押す時間が10 ms未満の場合は、そのスイッチ入力チャタリングであると判定し、(1)の動作に戻ります。

スイッチを押す時間が10 ms以上の場合は、スイッチを押すタイミングにより、約1/2の確率 (下記の図中参照) で、次のどちらかの動作になります。

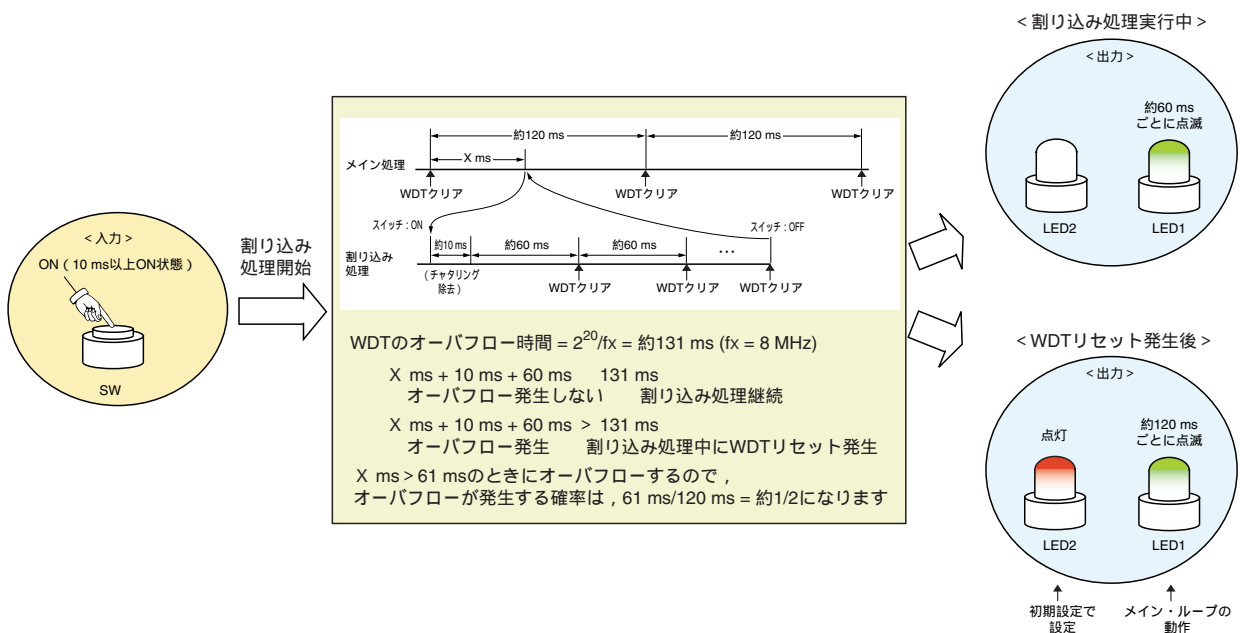
スイッチを押したあとにウォッチドッグ・タイマによるオーバーフローが発生しない場合

スイッチがONのとき (スイッチを押し続けている間) は、LED1が約60 msごとに点滅します。スイッチがOFFになったら、LED1が約120 msごとに点滅します。

スイッチを押したあとにウォッチドッグ・タイマによるオーバーフローが発生する場合

ウォッチドッグ・タイマによるリセット信号が発生します。リセット解除後、LED2が点灯し、LED1が約120 msごとに点滅します。

備考 LED2はウォッチドッグ・タイマ以外のリセット信号発生により、消灯します。



第6章 関連資料

資料名		和文 / 英文
78K0S/KU1+ ユーザーズ・マニュアル		PDF
78K0S/KY1+ ユーザーズ・マニュアル		PDF
78K0S/KA1+ ユーザーズ・マニュアル		PDF
78K0S/KB1+ ユーザーズ・マニュアル		PDF
78K0Sシリーズ 命令編 ユーザーズ・マニュアル		PDF
RA78K0S 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
CC78K0S 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
SM+ システム・シミュレータ 操作編 ユーザーズ・マニュアル		PDF
フラッシュ書き込み簡単マニュアル (MINICUBE2編) インフォメーション	78K0S/KU1+	PDF
	78K0S/KY1+	PDF
	78K0S/KA1+	PDF
	78K0S/KB1+	PDF
78K0S/Kx1+ アプリケーション・ ノート	サンプル・プログラム スタートアップ・ガイド	PDF
	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
	サンプル・プログラム (割り込み) スイッチ入力による外部割り込み編	PDF
	サンプル・プログラム (低電圧検出) 2.7V未満検出時リセット発生編	PDF

付録A プログラム・リスト

プログラム・リスト例として、78K0S/KB1+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      78K0S/KB1+シリーズ
;
;*****
; 78K0S/KB1+シリーズ      サンプル・プログラム
;*****
; ウォッチドッグ・タイマ
;*****
; 【履歴】
; 2007.6.--      新規作成
;*****
;
; 【概要】
;
; 本サンプルプログラムは、ウォッチドッグ・タイマ機能の使用例を示すものである。
; ウォッチドッグ・タイマのオーバフロー時間は、8MHzのfxをカウントすることにより
; 131.07msに設定し、暴走検出を行う。(fx：システム・クロック・ソース)
; 初期設定完了後、LED1が120ms毎に点滅し、SWを押している間は60ms毎に点滅する。
; ここで、SW入力の割り込みから約70ms後にウォッチドッグ・タイマがクリアされるため、
; SWを押すタイミングによって約1/2の確率でウォッチドッグ・タイマによるリセットが
; かかり、LED2が点灯する。
; # 本来は割り込みの先頭と最後にウォッチドッグ・タイマをクリアすることにより、
; オーバフローにならないようにするべきである。
;
;
; <主な設定内容>
;
; ・低電圧検出電圧VLVIを2.85V±0.15Vに設定
; ・VDD VLVIとなった後にVDD<VLVIとなった場合、内部リセット信号発生(低電圧検出回路)
; ・CPUクロック周波数を4MHzに設定
; ・ウォッチドッグ・タイマ(WDT)のカウント・クロックとしてfxを選択し、
; オーバフロー時間を131.07msに設定。
; ・メイン・ループでは、約120ms毎にウォッチドッグ・タイマをクリアする。
```

```

;   ・スイッチ入力の割り込みから約70ms後にウォッチドッグ・タイマをクリアし、その
;   後スイッチ入力が続くであれば約60ms毎にウォッチドッグ・タイマをクリアする。
;   ・外部割り込みINTP1の有効エッジ：立ち下りエッジに設定
;   ・スイッチ入力時のチャタリング除去時間 = 10ms
;
;
;   < SW入力とLED1 >
;
;   +-----+
;   | SW   | LED1 |
;   | (P43)| (P20) |
;   |-----|-----|
;   | OFF  | 120ms毎に点滅 |
;   |-----|-----|
;   | ON   | 60ms毎に点滅 |#
;   +-----+
;   # SWオン時に約1/2の確率でWDTによるリセットがかかる。
;   その場合はSWオン中でもLED1は120ms毎に点滅する。
;
;
;   < RESET要因とLED2 >
;
;   +-----+
;   | RESET要因 | LED2 |
;   |           | (P21) |
;   |-----|-----|
;   | WDT以外  | OFF  |
;   |-----|-----|
;   | WDT      | ON   |
;   +-----+
;
;
;   【ポート入出力の設定】
;
;   入力ポート：P43
;   出力ポート：P00-P03, P20-P23, P30-P33, P40-P42, P44-P47, P120-P123, P130
;   未使用のポート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
;
;=====

```

```

XVCT  CSEG   AT      0000H
      DW    RESET_START      ;(00)  RESET
      DW    RESET_START      ;(02)  --
      DW    RESET_START      ;(04)  --
      DW    RESET_START      ;(06)  INTLV1
      DW    RESET_START      ;(08)  INTP0
      DW    INTERRUPT_P1     ;(0A)  INTP1
      DW    RESET_START      ;(0C)  INTTMH1
      DW    RESET_START      ;(0E)  INTTM000
      DW    RESET_START      ;(10)  INTTM010
      DW    RESET_START      ;(12)  INTAD
      DW    RESET_START      ;(14)  --
      DW    RESET_START      ;(16)  INTP2
      DW    RESET_START      ;(18)  INTP3
      DW    RESET_START      ;(1A)  INTTM80
      DW    RESET_START      ;(1C)  INTSRE6
      DW    RESET_START      ;(1E)  INTSR6
      DW    RESET_START      ;(20)  INTST6

```

```

;=====
;
;   RAMの定義
;
;=====

```

```

XRAM  DSEG   SADDR
CNT10:    DS      1           ; 10msウェイト用
CNT60:    DS      1           ; 60msウェイト用
CNT120:   DS      1           ; 120msウェイト用

```

```

;=====
;
;   スタック領域の確保
;
;=====

```

```

XSTK  DSEG   AT      0FEE0H
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 = FF00H

```

```

;*****
;
;
;   リセット解除後の初期化処理
;
;*****
XMAIN CSEG   UNIT
RESET_START:
;-----
;   スタック・ポインタの設定
;-----
    MOVW    AX,    #STACKTOP
    MOVW    SP,    AX           ; スタック・ポインタを設定

;-----
;   ウォッチドッグ・タイマの設定 + 低電圧検出 + クロックの設定
;-----
;----- ウォッチドッグ・タイマの設定 -----
    MOV     WDTM,  #01101111B   ; WDTのオーバフロー時間 =  $2^{20}/f_x = 131.07\text{ms}$ 

;----- クロックの設定1 -----
    MOV     PCC,   #00000000B   ; CPUクロックfcpu = fxp (=  $f_x/4 = 2\text{MHz}$ )
    MOV     LSRCM, #00000001B   ; 低速内蔵発振器の発振を停止

;----- ポート2の設定 -----
    MOV     P2,    #00000011B   ; P20,P21の出力ラッチHigh(LED1,LED2消灯)、P22,P23の出力ラッチLow
    MOV     PM2,   #11110000B   ; P20-P23を出力ポートに設定

;----- リセット要因の確認 -----
    MOV     A,     RESF          ; リセット要因の読み出し
    BF     A.4,    $CHECK_LVI   ; WDTによるリセットでなければCHECK_LVIへ
    MOV     P2,    #00000001B   ; LED2点灯

CHECK_LVI:
    BT     A.0,    $SET_CLOCK    ; LVIリセット時は以降のLVI関連処理を省略し、SET_CLOCKへ

;----- 低電圧検出の設定 -----
    MOV     LVIS,  #00000111B   ; 低電圧検出レベルVLVI =  $2.85\text{V} \pm 0.15\text{V}$ に設定
    SET1    LVION                ; 低電圧検出回路の動作許可

    MOV     A,     #40           ; 200usウェイト用のカウント値を代入

```

;----- 200usウェイト -----

WAIT_200US:

```

DEC    A
BNZ    $WAIT_200US      ; 0.5[us/cik]×10[cik]×40[count] = 200[us]

```

;----- VDD VLVI待ち -----

WAIT_LVI:

```

MOV    WDTE, #0ACH      ; ウォッチドッグ・タイマをクリア
BT     LVIF, $WAIT_LVI  ; VDD < VLVIなら分岐

SET1   LVIMD            ; VDD < VLVI時に内部リセット信号が発生するように設定

```

;----- クロックの設定2 -----

SET_CLOCK:

```

MOV    PPCC, #00000001B ; 周辺ハードウェアへの供給クロック fxp = fx/2 (= 4MHz)
                          ; -> CPUクロック fcpu = fxp = 4MHz

```

; ポート0の設定

```

MOV    P0, #00000000B   ; P00-P03の出力ラッチLow
MOV    PM0, #11110000B  ; P00-P03を出力ポートに設定

```

; ポート3の設定

```

MOV    P3, #00000000B   ; P30-P33の出力ラッチLow
MOV    PM3, #11110000B  ; P30-P33を出力ポートに設定

```

; ポート4の設定

```

MOV    P4, #00000000B   ; P40-P47の出力ラッチLow
MOV    PU4, #00001000B   ; P43に内蔵プルアップ抵抗を使用
MOV    PM4, #00001000B   ; P43を入力ポートに、P40-P42, P44-P47を出力ポートに設定

```

; ポート12の設定

```

MOV    P12, #00000000B  ; P120-P123の出力ラッチLow
MOV    PM12, #11110000B ; P120-P123を出力ポートに設定

```

```

;-----
;   ポート13の設定
;-----
MOV    P13,    #0000001B    ; P130の出力High

;-----
;   割り込みの設定
;-----
MOV    INTM0,  #0000000B    ; INTP1の有効エッジ = 立下りエッジ
CLR1   PIF1    ; 無効割り込み要求をクリアしておく
CLR1   PMK1    ; INTP1割り込みマスク解除

EI     ; ベクタ割り込み許可

;*****
;
;   メイン・ループ
;
;*****
MAIN_LOOP:
;----- LED1反転 -----
XOR    P2,    #0000001B    ; LED1を反転出力

MOV    CNT120, #120        ; 120msウェイト用のカウント値を代入
;----- 120msウェイト -----
WAIT_120MS:
CALL   !WAIT_1MS          ; 1msウェイト用サブルーチン・コール
DBNZ   CNT120, $WAIT_120MS ; 1[ms]×120[count] = 120[ms]

;----- ウォッチドッグ・タイマのクリア -----
MOV    WDTE,  #0ACH        ; ウォッチドッグ・タイマをクリア
BR     $MAIN_LOOP         ; MAIN_LOOPへ

;*****
;
;   外部割り込みINTP1
;
;*****
INTERRUPT_P1:
PUSH   AX                 ; AXレジスタのデータをスタックへ退避

MOV    CNT10,  #10        ; 10msウェイト用のカウント値を代入

```



```

;----- チャタリング対策の10msウェイト -----
WAIT_10MS:
    CALL    !WAIT_1MS          ; 1msウェイト用サブルーチン・コール
    DBNZ    CNT10, $WAIT_10MS ; 1[ms]×10[count] = 10[ms]

    CLR1    PIF1              ; INTP1割り込み要求をクリア

;----- チャタリング検出の判定 -----
    BT      P4.3, $END_INTP1 ; スイッチ入力があれば分岐する

SW_ON:
;----- LED1反転 -----
    XOR     P2, #0000001B     ; LED1を反転出力

    MOV     CNT60, #60        ; 60msウェイト用のカウント値を代入
;----- 60msウェイト -----
WAIT_60MS:
    CALL    !WAIT_1MS          ; 1msウェイト用サブルーチン・コール
    DBNZ    CNT60, $WAIT_60MS ; 1[ms]×60[count] = 60[ms]

;----- ウォッチドッグ・タイマのクリア -----
    MOV     WDTE, #0ACH       ; ウォッチドッグ・タイマをクリア

;----- スイッチ入力状態の判定 -----
    BF      P4.3, $SW_ON      ; スイッチ入力が続いたら分岐する

END_INTP1:
    POP     AX                ; AXレジスタのデータを復帰
    RETI                    ; 割り込み処理から復帰

;-----
;      1msウェイト用サブルーチン (4MHz動作時)
;
; ms単位でのソフトウェアによる待ち合わせを行なうためのサブルーチン。
;ms単位での待ち合わせを行ないたいときに、このサブルーチン必要な回数コール
;する。
; 使い方としては、以下のようにすることで、#numで示したms単位の時間をより
;正確に計測可能。(saddr: ショート・ダイレクト・アドレッシング可能なメモリ領域)
;      MOV     saddr, #num
;loopxx:
;      CALL    !WAIT_1MS
;      DBNZ    saddr, $loopxx
;-----

```

```

WAIT_1MS:
    PUSH    BC                ; BCレジスタのデータをスタックへ退避
    MOV     B,    #220        ; 220回ループ用のカウント値を代入
LOOP_220:
    NOP
    NOP
    NOP
    NOP
    NOP
    NOP
    DBNZ   B,    $LOOP_220    ; 1msウェイト用の220回ループ
    NOP
    NOP
    POP     BC                ; BCレジスタのデータを復帰
    RET                          ; サブルーチンから復帰

```

end

main.c (C言語版)

```

/*****
NEC Electronics    78K0S/KB1+シリーズ

*****

78K0S/KB1+シリーズ    サンプル・プログラム

*****

ウォッチドッグ・タイマ

*****

【履歴】

2007.6.--    新規作成

*****

```

【概要】

本サンプルプログラムは、ウォッチドッグ・タイマ機能の使用例を示すものである。
ウォッチドッグ・タイマのオーバフロー時間は、8MHzのfxをカウントすることにより
131.07msに設定し、暴走検出を行う。(fx：システム・クロック・ソース)
初期設定完了後、LED1が120ms毎に点滅し、SWを押している間は60ms毎に点滅する。
ここで、SW入力の割り込みから約70ms後にウォッチドッグ・タイマがクリアされたため、
SWを押すタイミングによって約1/2の確率でウォッチドッグ・タイマによるリセットが
かかり、LED2が点灯する。
本来は割り込みの先頭と最後でウォッチドッグ・タイマをクリアすることにより、
オーバフローにならないようにするべきである。

< 主な設定内容 >

- ・割り込みで起動される関数の宣言: INTP1 -> fn_intp1()
- ・ウォッチドッグ・タイマ(WDT)のカウント・クロックとしてfxを選択し、オーバーフロー時間を131.07msに設定。
- ・低電圧検出電圧VLVIを2.85V ± 0.15Vに設定
- ・VDD VLVIとなった後にVDD < VLVIとなった場合、内部リセット信号発生(低電圧検出回路)
- ・CPUクロック周波数を4MHzに設定
- ・メイン・ループでは、約120ms毎にウォッチドッグ・タイマをクリアする。
- ・スイッチ入力の割り込みから約70ms後にウォッチドッグ・タイマをクリアし、その後スイッチ入力が続くのであれば約60ms毎にウォッチドッグ・タイマをクリアする。
- ・外部割り込みINTP1の有効エッジ: 立ち下りエッジに設定
- ・スイッチ入力時のチャタリング除去時間 = 10ms

< SW入力とLED1 >

```

+-----+
| SW   | LED1 |
| (P43)| (P20) |
|-----|-----|
| OFF  | 120ms毎に点滅 |
|-----|-----|
| ON   | 60ms毎に点滅 |#
+-----+
    
```

- # SWオン時に約1/2の確率でWDTによるリセットがかかる。
その場合はSWオン中でもLED1は120msで点滅する。

< RESET要因とLED2 >

```

+-----+
| RESET要因 | LED2 |
|           | (P21) |
|-----|-----|
| WDT以外  | OFF  |
|-----|-----|
| WDT      | ON   |
+-----+
    
```

【ポート入出力の設定】

入力ポート：P43

出力ポート：P00-P03, P20-P23, P30-P33, P40-P42, P44-P47, P120-P123, P130

未使用のポート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 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 */

#pragma interrupt INTP1 fn_intp1 /* 割り込み関数宣言:INTP1 */

/******

リセット解除後の初期化処理

*****/

sreg unsigned char ucRESF; /* リセット要因確認用8ビット変数(内部高速RAM領域) */

void hdwinit(void){

unsigned char ucCnt200us; /* 200usウェイト用8ビット変数 */

/*-----

低電圧検出 + ウォッチドッグ・タイマの設定 + クロックの設定

-----*/

/* ウォッチドッグ・タイマの設定 */

WDTM = 0b01101111; /* WDTのオーバフロー時間 = $2^{20}/fx = 131.07ms$ */

/* クロックの設定1 */

PCC = 0b00000000; /* CPUクロックfcpu = fxp (= fx/4 = 2MHz) */

LSRCM = 0b00000001; /* 低速内蔵発振器の発振を停止 */

/* ポート2の設定 */

P2 = 0b00000011; /* P20,P21の出力ラッチHigh(LED1,LED2消灯)、P22,P23の出力ラッチLow */

PM2 = 0b11110000; /* P20-P23を出力ポートに設定 */

```
/* リセット要因の確認 */
ucRESF = RESF;          /* リセット要因の読み出し */

if (ucRESF.4){ /* WDTによるリセットの場合 */
    P2 = 0b00000001;    /* LED2点灯 */
}

if (!ucRESF.0){ /* LVIリセット時は以降のLVI関連処理を省略 */

    /* 低電圧検出の設定 */
    LVIS = 0b00000111; /* 低電圧検出レベルVLVI = 2.85V±0.15Vに設定 */
    LVION = 1;         /* 低電圧検出回路の動作許可 */

    for (ucCnt200us = 0; ucCnt200us < 9; ucCnt200us++){ /* 約200usウェイト */
        NOP();
    }

    while (LVIF){ /* VDD VLVI待ち */
        WDTE = 0xAC; /* ウォッチドッグ・タイマをクリア */
    }

    LVIMD = 1; /* VDD < VLVI時に内部リセット信号が発生するように設定 */
}

/* クロックの設定2 */
PPCC = 0b00000001; /* 周辺ハードウェアへの供給クロックfxp = fx/2 (= 4MHz) */
/* -> CPUクロックfcpu = fxp = 4MHz */

/*-----*/
/* ポート0の設定 */
/*-----*/
P0 = 0b00000000; /* P00-P03の出力ラッチLow */
PM0 = 0b11110000; /* P00-P03を出力ポートに設定 */

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

```

/*-----
    ポート4の設定
-----*/
P4   = 0b00000000;    /* P40-P47の出力ラッチLow */
PU4  = 0b00001000;    /* P43に内蔵プルアップ抵抗を使用 */
PM4  = 0b00001000;    /* P43を入力ポートに、P40-P42,P44-P47を出力ポートに設定 */

/*-----
    ポート12の設定
-----*/
P12  = 0b00000000;    /* P120-P123の出力ラッチLow */
PM12 = 0b11110000;    /* P120-P123を出力ポートに設定 */

/*-----
    ポート13の設定
-----*/
P13  = 0b00000001;    /* P130の出力High */

/*-----
    割り込みの設定
-----*/
INTM0 = 0b00000000;    /* INTP1の有効エッジ = 立下りエッジ */
PIF1  = 0;              /* 無効割り込み要求をクリアしておく */
PMK1  = 0;              /* INTP1割り込みマスク解除 */

return;
}

/*****

    メイン・ループ

*****/

void main(void){
    unsigned int unCnt120ms;    /* 120msウェイト用16ビット変数 */

    EI();                      /* ベクタ割り込み許可 */

    while (1){
        P2 ^= 0b00000001;    /* LED1反転出力 */

        for (unCnt120ms = 0; unCnt120ms < 6666; unCnt120ms++){ /* 約120msウェイト */
            NOP();
        }
    }
}

```

```
    }

    WDTE = 0xAC;          /* ウォッチドッグ・タイマをクリア */
}
}

/*****

外部割り込みINTP1

*****/
__interrupt void fn_intp1(){
    unsigned int unCnt;    /* ウェイト用16ビット変数 */

    for (unCnt = 0; unCnt < 555; unCnt++){ /* 約10msウェイト(チャタリング除去用) */
        NOP();
    }

    PIF1 = 0;            /* INTP1割り込み要求をクリア */

    while (!P4.3){      /* SW入力中の処理 */
        P2 ^= 0b00000001; /* LED1反転出力 */

        for (unCnt = 0; unCnt < 3333; unCnt++){ /* 約60msウェイト */
            NOP();
        }

        WDTE = 0xAC;    /* ウォッチドッグ・タイマをクリア */
    }

    return;
}
```

op.asm (アセンブリ言語版とC言語版共通)

```

;=====
;
; オプション・バイトの設定
;
;=====
OPBT      CSEG  AT      0080H
          DB      10011100B      ; オプション・バイトの設定
;
;          |||
;          |||+----- 低速内蔵発振器はソフトウェアで停止可能
;          |++----- 高速内蔵発振クロック(8MHz)を使用
;          +----- P34/RESET端子をリセット端子として使用

          DB      11111111B      ; プロテクト・バイトの設定(セルフプログラミング用)
;
;          |||
;          +----- 全てのブロックへの書き込み許可

end

```


付録B 改版履歴

本文欄外の 印は、本版で改訂された主な箇所を示しています。この" "をPDF上でコピーして「検索する文字列」に指定することによって、改版箇所を容易に検索できます。

版 数	発行年月	改版箇所	改版内容
第1版	July 2007	-	-
第2版	July 2008	p.10	3.4 フロー・チャートを変更
		pp.19-21	5.1 サンプル・プログラムのビルドを変更
		p.24	第6章 関連資料 ・フラッシュ書き込み簡単マニュアル (MINICUBE2編) インフォメーションを変更

【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

—— お問い合わせ先 ——

【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/>

【営業関係，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

【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。
