

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

78K0S/Kx1+

サンプル・プログラム (8ビット・タイマ80)

インターバル・タイマ編

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8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能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、8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能を使用して、LEDを一定周期で点滅させます。また、スイッチ入力回数に応じて、LEDの点滅周期を変更します。

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

目次

第1章 概要 ...	3
1.1 初期設定の主な内容 ...	3
1.2 メイン・ループ以降の内容 ...	4
第2章 回路図 ...	5
2.1 回路図 ...	5
2.2 周辺ハードウェア ...	5
第3章 ソフトウェアについて ...	6
3.1 ファイル構成 ...	6
3.2 使用する内蔵周辺機能 ...	7
3.3 初期設定と動作概要 ...	7
3.4 フロー・チャート ...	9
第4章 設定方法について ...	10
4.1 8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能の設定 ...	10
4.2 LED点滅周期とチャタリング検出時間の設定 ...	16
第5章 システム・シミュレータ SM+での動作確認 ...	20
5.1 サンプル・プログラムのビルド ...	20
5.2 SM+での動作 ...	22
第6章 関連資料 ...	26
付録A プログラム・リスト ...	27
付録B 改版履歴 ...	41

資料番号 U18864JJ2V0AN00 (第2版)

発行年月 July 2008 NS

- 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、8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能の使用例を示しています。LEDを一定周期で点滅させ、スイッチの入力回数に応じて、LEDの点滅周期を変更します。

注意 8ビット・タイマ80は、78K0S/KU1+、78K0S/KY1+マイクロコントローラには搭載していません。

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、高速内蔵発振器を選択^注

ウォッチドッグ・タイマの動作停止

V_{LVI} (低電圧検出電圧) を4.3 V ± 0.2 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8 MHzに設定

入出力ポートの設定

8ビット・タイマ80の設定

・ カウント・クロックを $f_{XP}/2^6$ (125 kHz) に設定

・ インターバル周期を2 ms (8 μs × 250) に設定

INTP1 (外部割り込み) の有効エッジを立ち下がリエッジに設定

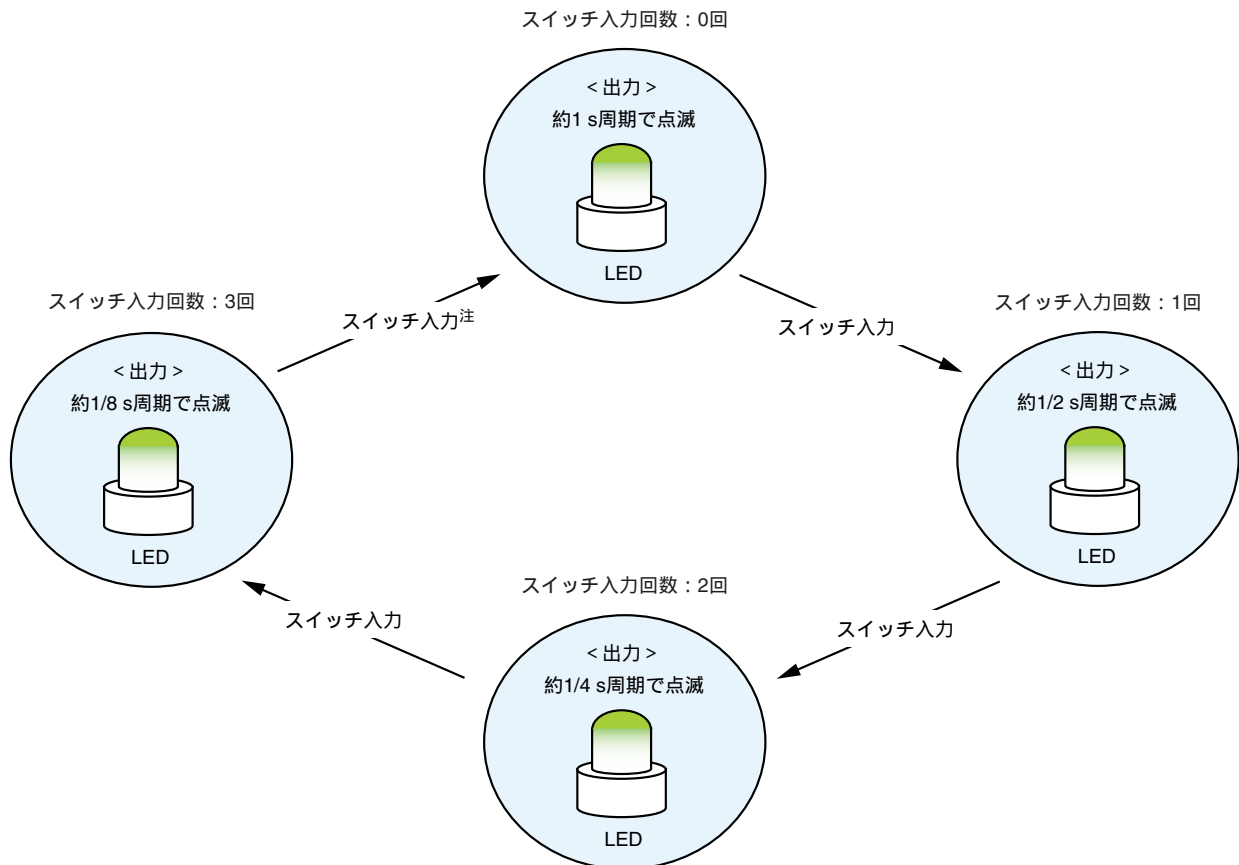
INTP1とINTTM80の割り込みを許可

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

初期設定完了後は、8ビット・タイマ80の割り込み（INTTM80）発生を利用して、LEDを一定周期で点滅します。

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、INTP1の割り込み処理を行います。INTP1端子の立ち下がりを検出してから、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、スイッチの入力回数に応じて、LEDの点滅周期を変更します。



注 4回目以降は、0回目からの点滅周期の繰り返しになります。

注意 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/KA1+](#)、[78K0S/KB1+](#)）を参照してください。



【コラム】チャタリングとは

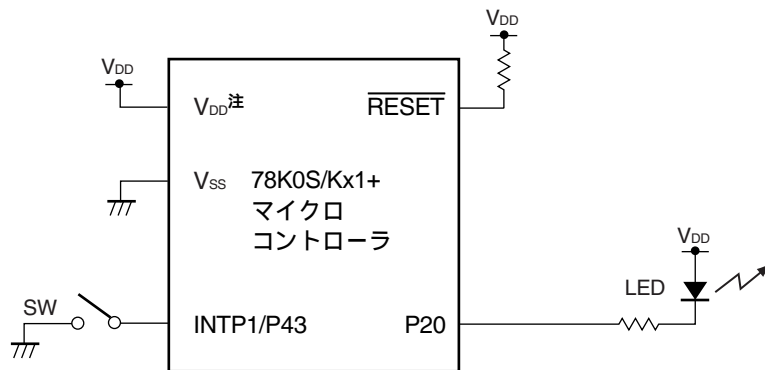
スイッチが切り替わった直後に、接点が機械的にばたつくことにより、電気信号がONとOFFを繰り返す現象のことです。

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 4.5 V V_{DD} 5.5 Vの電圧範囲で使用してください。

注意1. AV_{REF} 端子は V_{DD} に直接接続してください。

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




8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能とスイッチ入力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)			
tm80.prw	統合開発環境 PM+用ワーク・スペース・ファイル			
tm80.prj	統合開発環境 PM+用プロジェクト・ファイル			
tm80.pri tm80.prs tm80.prm	システム・シミュレータ SM+ for 78K0S/Kx1+用プロジェクト・ファイル			
tm800.pnl	システム・シミュレータ SM+ for 78K0S/Kx1+用入出力パネル・ファイル (周辺ハードウェア動作を確認するために使用)			
tm800.wvo	システム・シミュレータ SM+ for 78K0S/Kx1+用タイミング・チャート・ファイル (波形を確認するために使用)			

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+とシステム・シミュレータ SM+ for 78K0S/Kx1+で使用するファイルを同封



: システム・シミュレータ SM+ for 78K0S/Kx1+で使用するマイコン動作シミュレーション・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。

- ・ インターバル・タイマ機能 : 8ビット・タイマ80
- ・ $V_{DD} < V_{LVI}$ 検出 : 低電圧検出 (LVI) 回路
- ・ スイッチ入力 : INTP1/P43 (外部割り込み)
- ・ LED出力 : P20 (出力ポート)

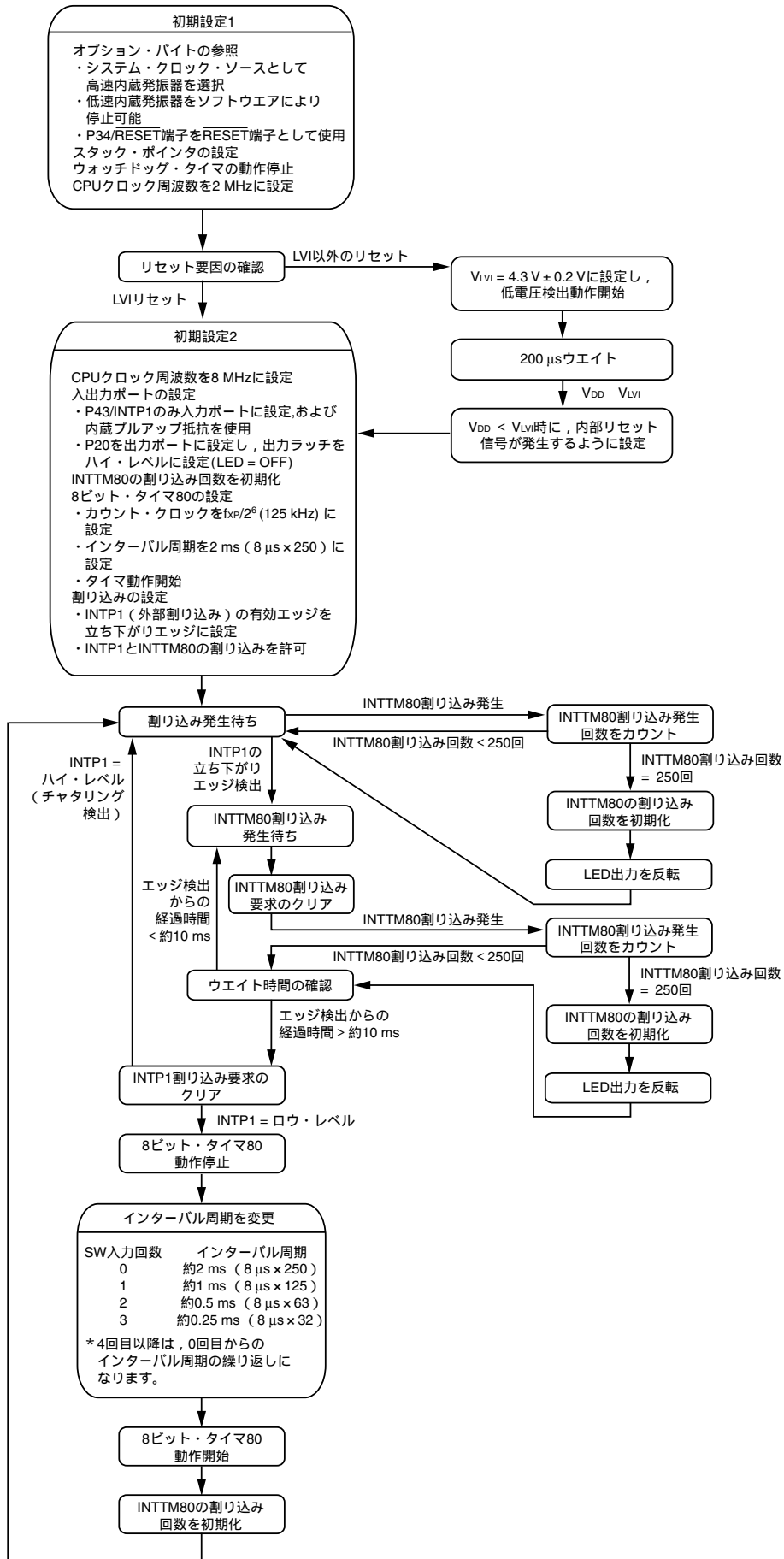
3.3 初期設定と動作概要

このサンプル・プログラムでは、初期設定にて、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、8ビット・タイマ80 (インターバル・タイマ) の設定、割り込みの設定などを行います。

初期設定完了後は、8ビット・タイマ80の割り込み (INTTM80) 発生を利用して、LEDを一定周期で点滅します。

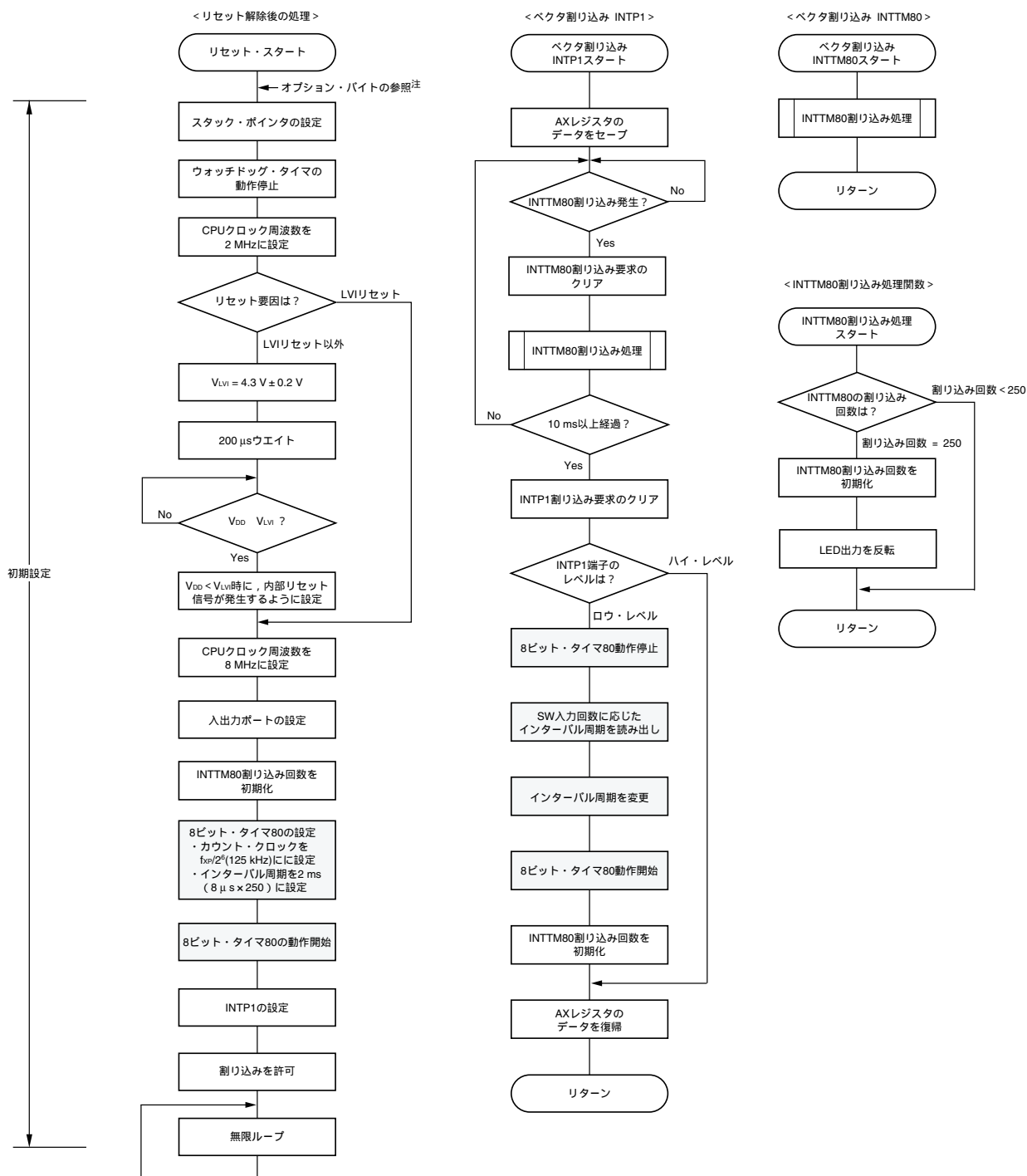
スイッチ入力によるINTP1端子の立ち下がりエッジを検出したら、INTP1の割り込み処理を行います。INTP1端子の立ち下がりを検出してから、約10 ms経過後に、INTP1がハイ・レベル (スイッチがOFF) であった場合は、チャタリングであると判定します。エッジ検出してから約10 ms経過後に、INTP1がロウ・レベル (スイッチがON) であった場合は、スイッチの入力回数に応じて、LEDの点滅周期を変更します。

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。



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を行います。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

第4章 設定方法について

この章では、8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能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 \(低電圧検出\) 2.7 V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/KA1+](#), [78K0S/KB1+](#)) を参照してください。

アセンブラ命令については、[78K/0S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 8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能の設定

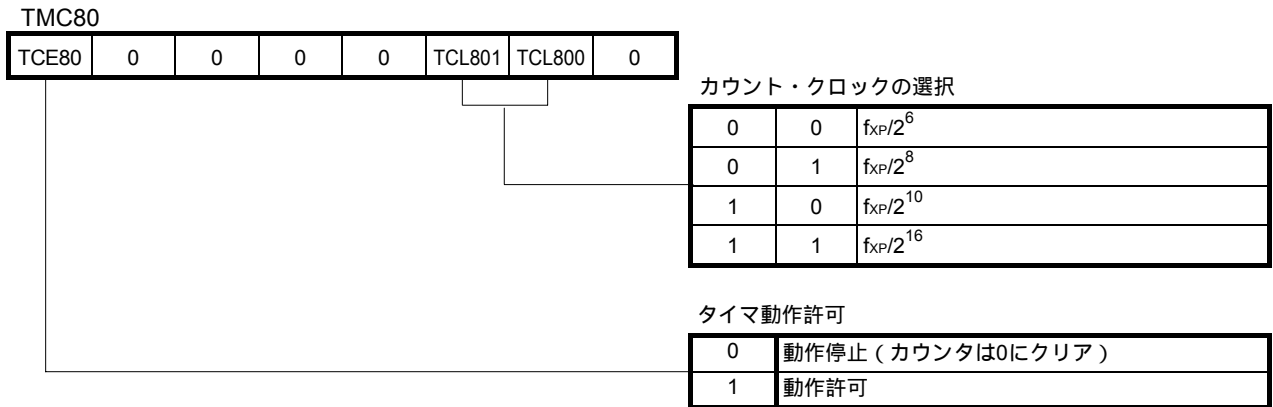
8ビット・タイマ80を使用する際に設定するレジスタには、次の2種類があります。

- ・8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 (TMC80)
- ・8ビット・タイマ・コンペア・レジスタ80 (CR80)

(1) 8ビット・タイマ80の動作モードについての設定

8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 (TMC80) で、8ビット・タイマ80のカウント・クロックの選択、および動作の制御を行います。

図4 - 1 8ビット・タイマ・モード・コントロール・レジスタ80 (TMC80) のフォーマット



注意 TCE80 = 1のとき, TCL801ビットとTCL800ビットを設定することは禁止です。

備考 f_{XP} : 周辺ハードウェアへのクロックの発振周波数

(2) インターバル時間の設定

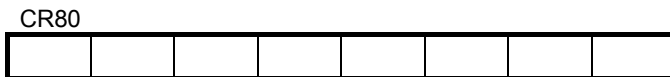
8ビット・コンペア・レジスタ80 (CR80) で, インターバル時間を設定します。

・ インターバル時間 = $(N + 1) / f_{CNT}$

備考 N : CR80の設定値 (00H-FFH)

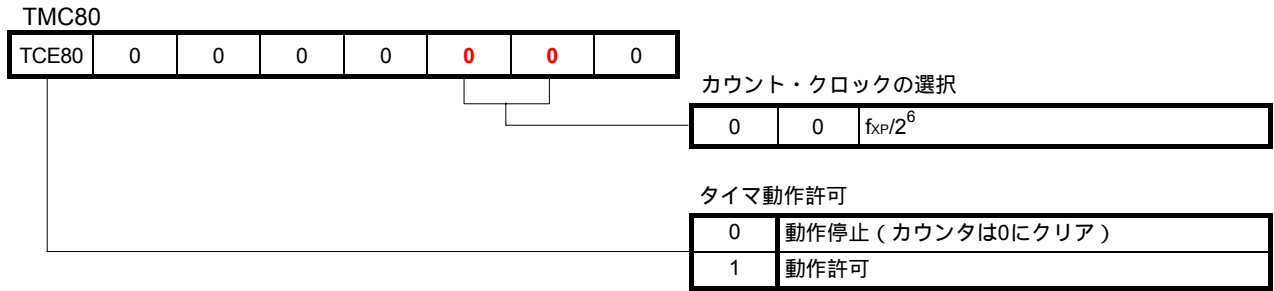
f_{CNT} : 8ビット・タイマ80のカウント・クロック周波数

図4 - 2 8ビット・コンペア・レジスタ80 (CR80) のフォーマット



注意 CR80レジスタは, タイマ・カウント動作中に値を書き換えることは禁止です。

- 【例 1】**・8ビット・タイマ80のカウンタ・クロックを $f_{XP}/2^6$ ($f_{XP} = 8 \text{ MHz}$) に設定
 ・インターバル周期を2 msに設定し、タイマ動作開始
 (サンプル・プログラムと同内容)



CR80の設定値 (N) : 249

- ・カウンタ・クロック $f_{CNT} = 8 \text{ MHz} / 2^6 = 0.125 \text{ MHz} = 125 \text{ kHz}$
- ・インターバル周期 $2 \text{ ms} = (N + 1) / 125 \text{ kHz}$
 $N = 2 \text{ ms} \times 125 \text{ kHz} - 1 = 249$

TMC80に「00000000」、CR80に「249」を設定したあとに、TCE80に1を設定して、タイマ動作を開始します。

・アセンブリ言語の場合

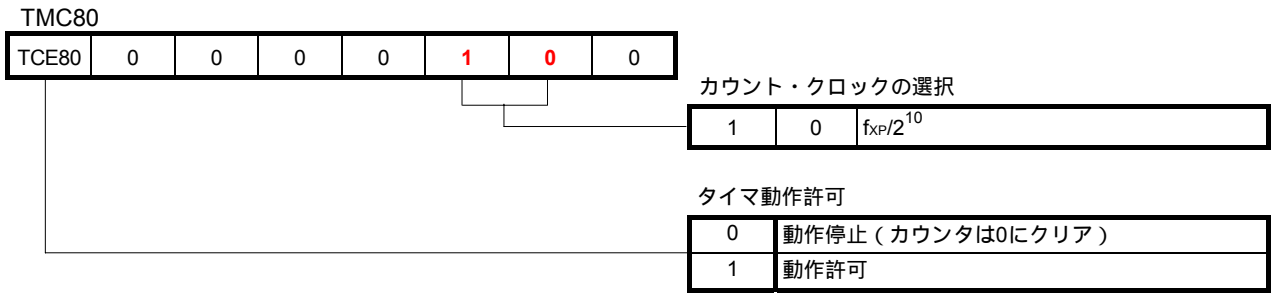
```
MOV    TMC80, #00000000B
MOV    CR80, #249
SET1   TCE80
```

・C言語の場合

```
TMC80 = 0b00000000;
CR80 = 249;
TCE80 = 1;
```

【例 2】・8ビット・タイマ80のカウンタ・クロックを $f_{XP}/2^{10}$ ($f_{XP} = 8 \text{ MHz}$) に設定

・インターバル周期を32 msに設定し、タイマ動作開始



CR80の設定値 (N) : 249

- ・カウンタ・クロック $f_{CNT} = 8 \text{ MHz}/2^{10} = 0.0078125 \text{ MHz} = 7.8125 \text{ kHz}$
 - ・インターバル周期 $32 \text{ ms} = (N + 1) / 7.8125 \text{ kHz}$
- $N = 32 \text{ ms} \times 7.8125 \text{ kHz} - 1 = 249$

TMC80に「00000100」、CR80に「249」を設定したあとに、TCE80に1を設定して、タイマ動作を開始します。

・アセンブリ言語の場合

```
MOV    TMC80, #00000100B
MOV    CR80, #249
SET1   TCE80
```

・C言語の場合

```
TMC80 = 0b00000100;
CR80 = 249;
TCE80 = 1;
```

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:
    .
    .
    .
    MOV TMC80, #0000000B ; 8ビット・タイマ80の
                           ; カウント・クロックを設定
    MOV A, [HL]
                           ; カウント・クロック = fxp/26 = 125kHz
                           ; テーブルからLED点滅用ベース時間初期値を読み出し
    MOV CR80, A ; 比較値を初期化
    SET1 TCE80 ; タイマ動作開始
                           ; タイマ動作開始
    INTM0, #00000000B
    MOV IFO, #00H ; INTP1の有効エッジ = 立下りエッジ
                           ; 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
    CLR1 TMMK80 ; INTTM80割り込みマスク解除
    EI ; ベクタ割り込み許可
                           ; INTTM80
                           ; 割り込み処理
                           ; を許可
MAIN_LOOP:
    NOP
    BR $MAIN_LOOP ; MAIN_LOOPへ
    .
    .
    .
    CLR1 TCE80 ; タイマ動作停止
    MOV A, L ; テーブルのアドレス下位8bitを読み出し
    INC A ; テーブルのアドレスを+1
    AND A, #00000011B ; ビット0,1以外をマスク
    MOV L, A ; テーブルのアドレス下位8bitに書き込み
    MOV A, [HL] ; テーブルのデータを読み出し
                           ; LED点滅用ベース時間を変更
    MOV CR80, A ; タイマ動作開始
    SET1 TCE80 ; タイマ動作開始
    .
    .
    .
INTERRUPT TM80:
    CALL !SUB_INTERRUPT_TM80 ; INTTM80割り込み処理
    RETI ; 割り込み処理から復帰
    .
    .
    .
INTTM80
割り込み発生に
より、割り込み
処理開始
    .
    .
    .

```

インターバル時間を設定
INTTM80 割り込み要求フラグをクリア
タイマ動作開始
INTTM80 割り込み処理を許可
タイマ動作を停止してから、CR80レジスタを設定
タイマ動作開始
INTTM80 割り込み発生により、割り込み処理開始

C言語のプログラム例（前述の【例 1】とサンプル・プログラムと同一内容）

```

void hdwinit(void) {
    unsigned char ucCnt200us; /* 200usウェイト用8ビット変数 */
    .
    .
    .
    TMC80 = 0b00000000; /* カウント・クロック = fxp/26 = 125kHz */
    CR80 = 250-1; /* LED点滅用ベース時間を初期化 */
    TCE80 = 1; /* タイマ動作開始 */
    INTM0 = 0b00000000; /* INTP1の有効エッジ = 立下りエッジ */
    IF0 = 0x00; /* 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 */
    TMMK80 = 0; /* INTTM80割り込みマスク解除 */
    return;
}

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

    while (1) {
        NOP();
        NOP();
    }

    .
    .
    .
    TCE80 = 0; /* タイマ動作停止 */
    CR80 = g ucCR80data[g ucSWcnt]; /* スイッチ入力回数に応じてLED点滅用ベース時間を変更 */
    TCE80 = 1; /* タイマ動作開始 */

    .
    .
    .
    interrupt void fn inttm80(){
        fn_subinttm80(); /* INTTM80割り込み処理 */
        return;
    }
    .
    .
    .
}

```

インターバル時間を設定

8ビット・タイマ80の
カウント・クロックを設定

INTTM80
割り込み要求
フラグをクリア

タイマ動作開始

INTTM80
割り込み処理
を許可

タイマ動作を停止
してから、CR80
レジスタを設定

タイマ動作開始

INTTM80
割り込み発生に
より、割り込み
処理開始

4.2 LED点滅周期とチャタリング検出時間の設定

このサンプル・プログラムでは、LED点滅周期とチャタリング検出時間を次のように設定しています。

(1) LED点滅周期の設定

このサンプル・プログラムでは、8ビット・タイマ80の割り込み（INTTM80）が250回発生するごとに、LED出力が反転します。

- ・ 割り込み周期（インターバル時間）= $(N + 1) / f_{CNT}$
- ・ LED出力反転周期 = 割り込み周期 × 割り込み回数
- ・ LED点滅周期 = LED出力反転周期 × 2

備考 N： CR80レジスタの設定値

f_{CNT} ： 8ビット・タイマ80のカウント・クロック周波数

計算例 CR80レジスタの設定値が249の場合（ $f_{CNT} = 125$ kHz動作時）

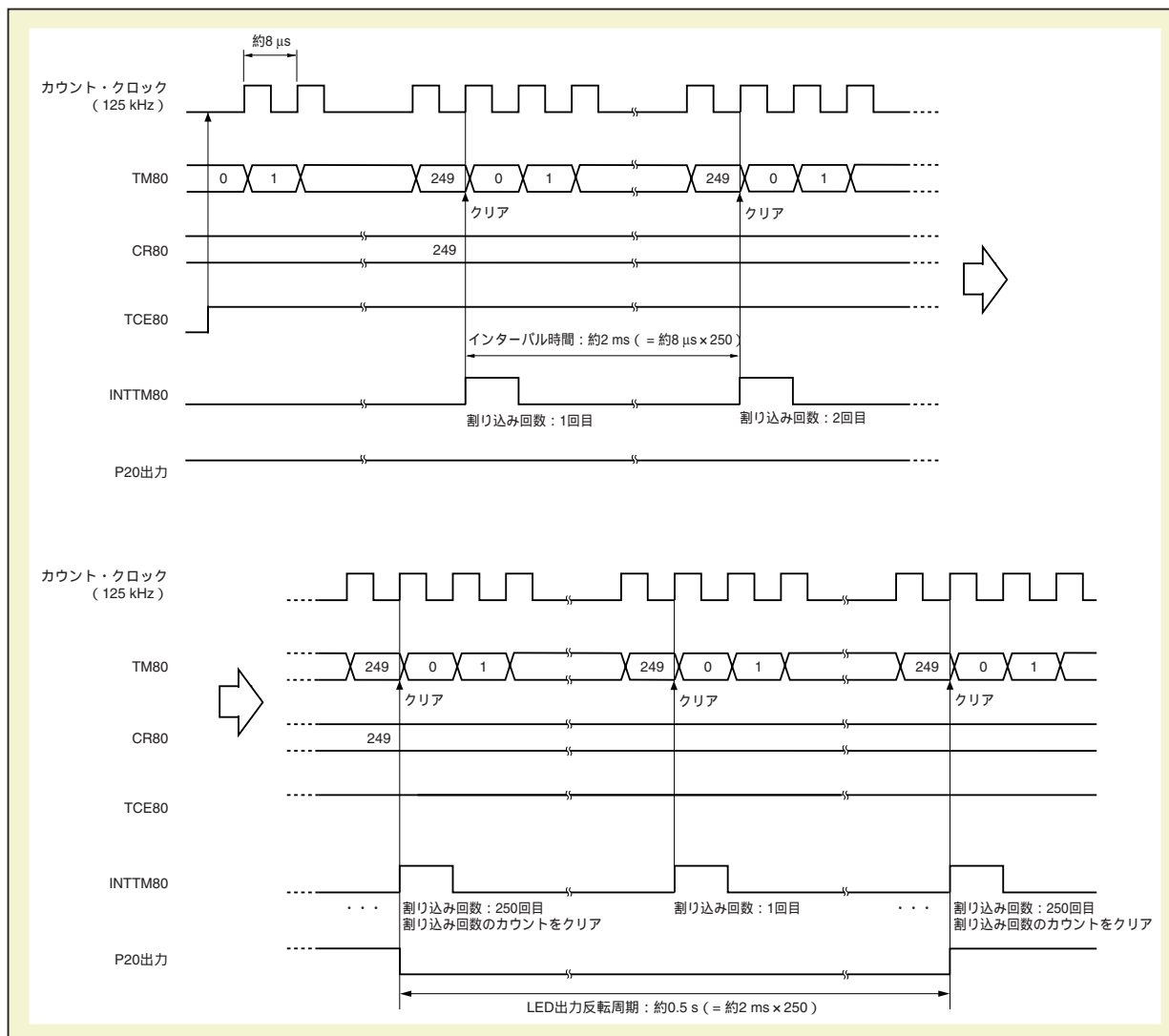
- ・ 割り込み周期（インターバル時間）= $(N + 1) / f_{CNT} = (249 + 1) / 125 \text{ kHz} = 2 \text{ ms}$
- ・ LED出力反転周期 = 割り込み周期 × 割り込み回数 = $2 \text{ ms} \times 250 \text{ 回} = 500 \text{ ms}$
- ・ LED点滅周期 = LED出力反転周期 × 2 = $500 \text{ ms} \times 2 = 1 \text{ s}$

また、スイッチ入力の回数に応じて、CR80レジスタの設定値を変更し、LED点滅周期を変更しています。

スイッチ入力回数 ^注	CR80レジスタの設定値	割り込み周期	LED点滅周期
0	249	約2 ms ($(249 + 1) / 125 \text{ kHz}$)	約1 s (約2 ms × 250回 × 2)
1	124	約1 ms ($(124 + 1) / 125 \text{ kHz}$)	約0.5 s (約1 ms × 250回 × 2)
2	62	約0.504 ms ($(62 + 1) / 125 \text{ kHz}$)	約0.252 s (約504 μs × 250回 × 2)
3	31	約0.256 ms ($(31 + 1) / 125 \text{ kHz}$)	約0.128 s (約256 μs × 250回 × 2)

注 4回目以降は、0回目からの点滅周期の繰り返しになります。

図4 - 3 LED点滅周期のタイミング・チャート例 (LEDが約1 s周期で点滅する場合)



備考 約1/2 s周期で点滅する場合はCR80レジスタの設定値が124に、約1/4 s周期で点滅する場合は62に、約1/8 s周期で点滅する場合は31になります。

(2) チャタリング検出時間の設定

このサンプル・プログラムでは、スイッチ入力（INTP1割り込み発生）時のチャタリング対策として、10 ms以下のチャタリングを除去するように、8ビット・タイマ80の割り込み（INTTM80）の発生をカウントしています。

チャタリング検出にINTTM80割り込みを利用することで、チャタリング検出中でも、INTTM80割り込みのカウントを継続することができます。これにより、スイッチ入力の原因で、LED点滅周期がずれることを抑えることができます。

$$\cdot \text{チャタリング検出時間 (Tc)} = T' + T \times (M - 1)$$

備考 T： INTTM80割り込み周期

T'： INTP1エッジ検出～INTP1エッジ検出後の最初のINTTM80発生までの時間（0 < T' < T）

M： INTP1エッジ検出後のINTTM80割り込み回数

$T \times (M - 1) = 10 \text{ ms}$ となるように設定すると、

$$Tc = T' + 10 \text{ ms}$$

$0 < T' < T$ なので、

$$10 \text{ ms} < Tc < T + 10 \text{ ms}$$

$$\text{チャタリング検出時間 (Tc)} > 10 \text{ ms}$$

計算例 割り込み周期（T）が 2 ms（[\(1\) LED点滅周期の設定](#)の計算例を参照）、INTP1エッジ検出後のINTTM80割り込み回数（M）が6の場合

$$\begin{aligned} Tc &= T' + T \times (M - 1) \\ &= T' + 2 \text{ ms} \times (6 - 1) \\ &= T' + 10 \text{ ms} \end{aligned}$$

$0 < T' < 2 \text{ ms}$ なので、

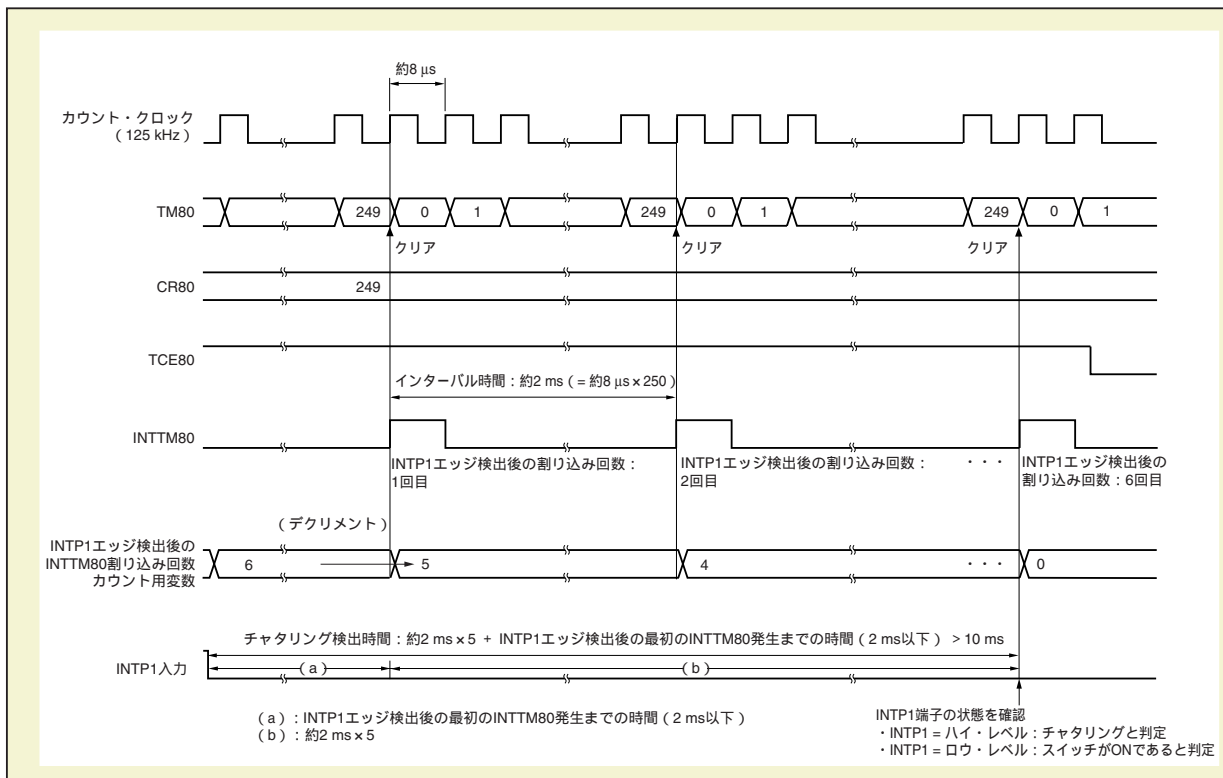
$$10 \text{ ms} < Tc < 12 \text{ ms}$$

$$\text{チャタリング検出時間 (Tc)} > 10 \text{ ms}$$

このサンプル・プログラムでは、スイッチ入力時の割り込み周期とINTP1エッジ検出後のINTTM80割り込み回数を次のように対応しています。


LED点滅周期	割り込み周期	INTP1エッジ検出後のINTTM80割り込み回数	チャタリング検出時間
約1 s	約2 ms	6	$10 \text{ ms} < Tc < 12 \text{ ms}$
約0.5 s	約1 ms	11	$10 \text{ ms} < Tc < 11 \text{ ms}$
約0.252 s	約0.504 ms	21	$10.08 \text{ ms} < Tc < 10.584 \text{ ms}$
約0.128 s	約0.256 ms	41	$10.24 \text{ ms} < Tc < 10.496 \text{ ms}$

図4 - 4 チャタリング検出のタイミング・チャート例 (スイッチ入力時にLEDが約1 s周期で点滅している場合)




備考 スイッチ入力時のLED点滅周期によって、INTP1エッジ検出後のINTTM80割り込み回数カウント用変数が変わります。約1/2 s周期で点滅する場合は変数が11に、約1/4 s周期で点滅する場合は21に、約1/8 s周期で点滅する場合は41になります。

第5章 システム・シミュレータ SM+での動作確認

この章では、のアイコンを選択してダウンロードしたアセンブリ言語用のファイル（ソース・ファイル＋プロジェクト・ファイル）を用い、サンプル・プログラムが、システム・シミュレータ SM+ for 78K0S/Kx1+でどのように動作するかを説明します。

5.1 サンプル・プログラムのビルド

サンプル・プログラムをSM+ for 78K0S/Kx1+（以降、「SM+」と表記します）で動作確認をするために、サンプル・プログラムをビルドしてから、SM+を起動する必要があります。ここでは、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。

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。

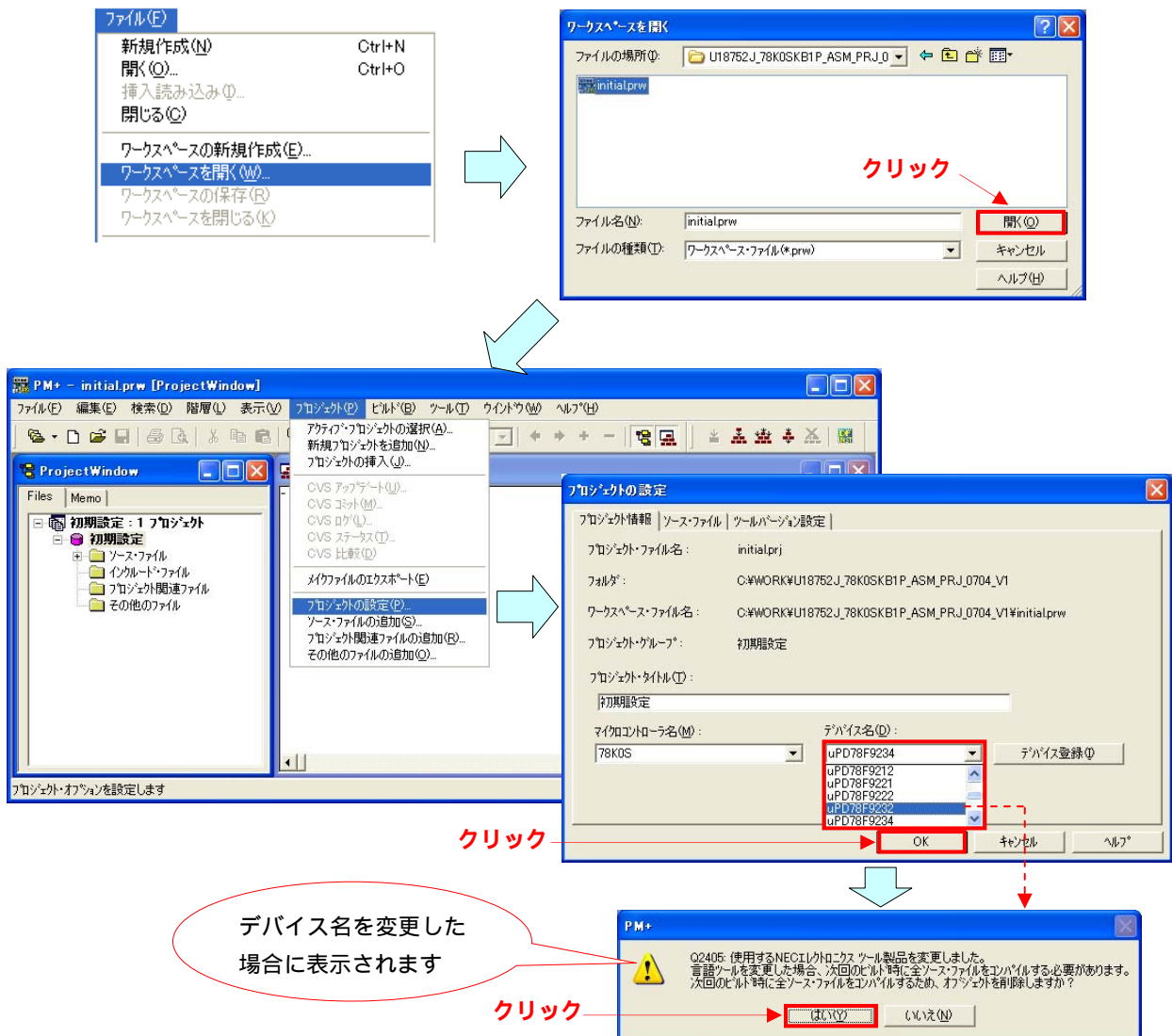
「標準ライブラリ固定領域を使用する」のチェックを外してください（それ以外のチェックは、そのまま）。


「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。

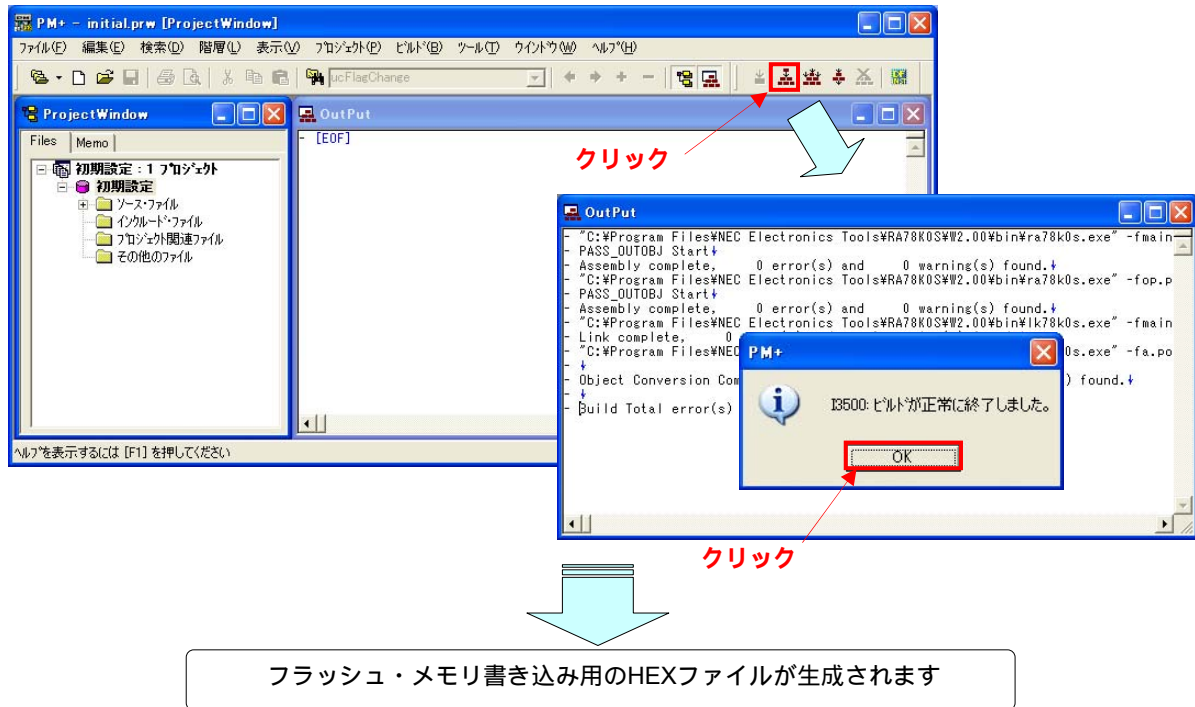
- (1) PM+を起動してください。
- (2) [ファイル] [ワークスペースを開く] から、「tm80.prw」を選択し、[開く] ボタンをクリックしてください。ワークスペースが作成され、その中にソース・ファイルが自動的に読み込まれます。
- (3) [プロジェクト] [プロジェクトの設定] を選択してください。[プロジェクトの設定] 画面が立ち上がったら、使用するデバイス名を選択(デフォルトでは、ROM/RAMサイズの最も大きいデバイスが選択)し、[OK] ボタンをクリックしてください。

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 SM+での動作

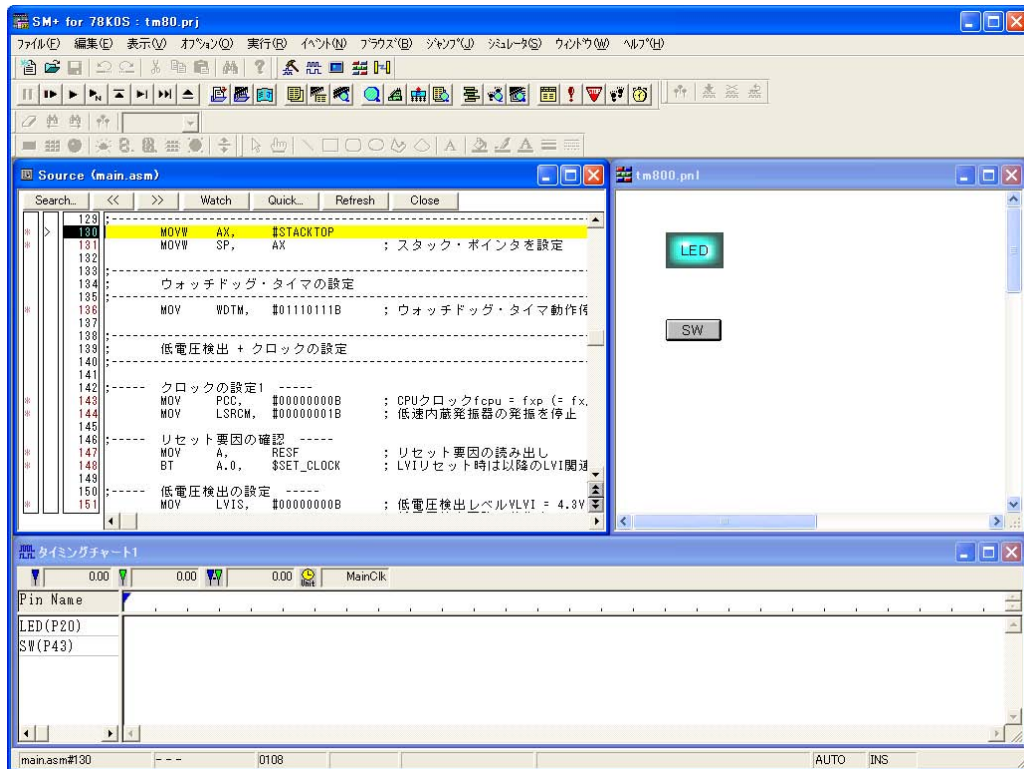
ここでは、SM+の入出力パネル・ウィンドウやタイミング・チャート・ウィンドウ上での動作確認の例を説明します。


SM+操作方法の詳細については、[SM+ システム・シミュレータ 操作編 ユーザーズ・マニュアル](#)を参照してください。

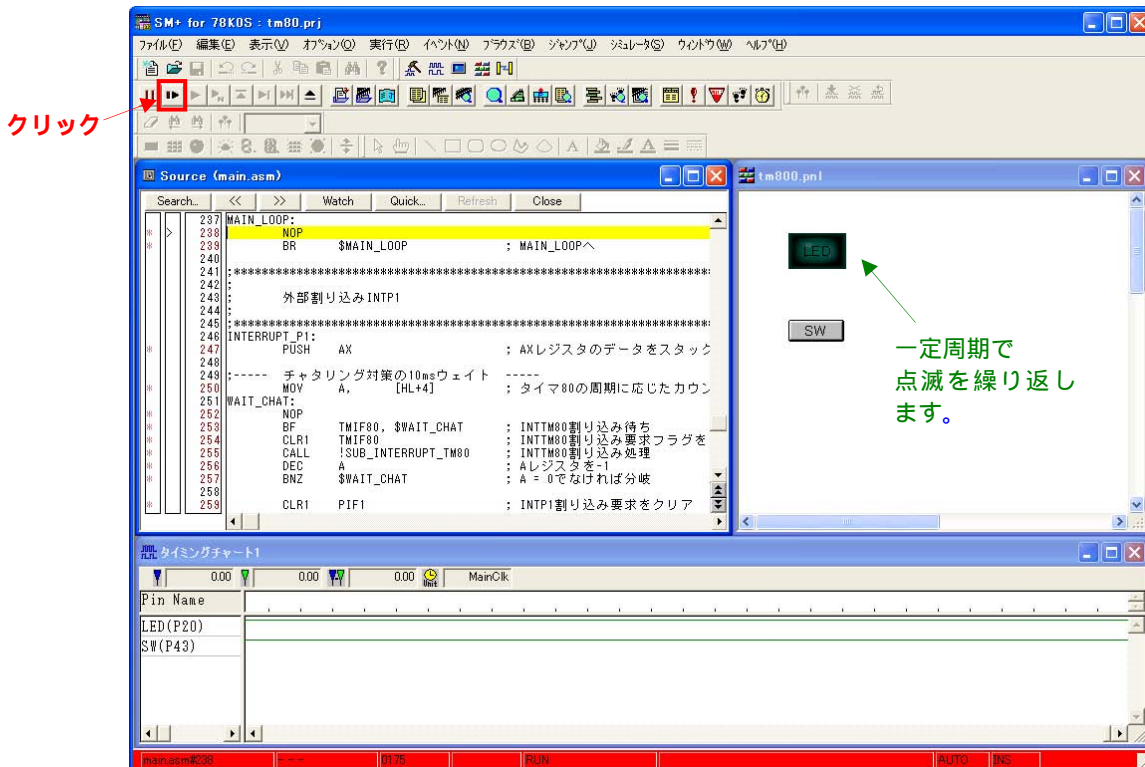
- (1) SM+ for 78K0S/Kx1+ W1.02をPM+ Ver6.30の環境で使用するために、次のサイトにあるPDFファイルを参照して、「外部ツールの登録」を行い、SM+を起動してください。

・ <http://www.necel.com/micro/ja/freesoft/pdf/ZUD-CD-07-0189.pdf>

- (2) SM+を起動すると、次のような画面になります（これは、のアイコンを選択してダウンロードしたアセンブリ言語のソース・ファイルを使用した場合の画面例です）。



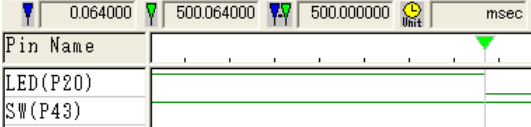


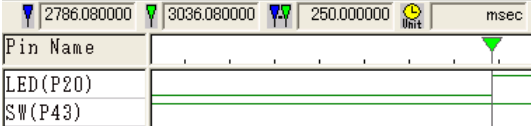


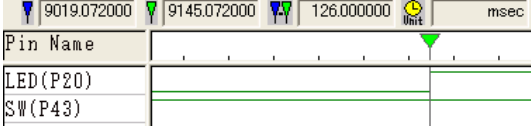


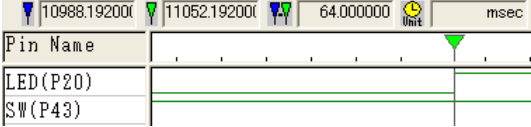


- (3) （「リスタート」ボタン）をクリックしてください。CPUリセット後、プログラムが実行され、次のような画面になります。



プログラム実行中は、赤になります。


- (4) プログラム実行中に，入出力パネル・ウィンドウ上の [SW] ボタンをクリックしてください。
 [SW] ボタンの入力回数により，入出力パネル・ウィンドウ上の [LED] の点滅周期およびタイミング・チャート・ウィンドウ上の波形が変化することを確認してください。

入出力パネル・ウィンドウ	タイミング・チャート・ウィンドウ
<p>約1 s周期で点滅^{注2}</p>  <p>クリックしない</p> 	<p>LED (P20) の反転の間隔は，500 ms</p> 
<p>約1/2 s周期で点滅^{注2}</p>  <p>1回クリック →</p> 	<p>LED (P20) の反転の間隔は，250 ms</p> 
<p>約1/4 s周期で点滅^{注2}</p>  <p>2回クリック →</p> 	<p>LED (P20) の反転の間隔は，126 ms</p> 
<p>約1/8 s周期で点滅^{注2}</p>  <p>3回クリック →</p> 	<p>LED (P20) の反転の間隔は，64 ms</p> 

注1

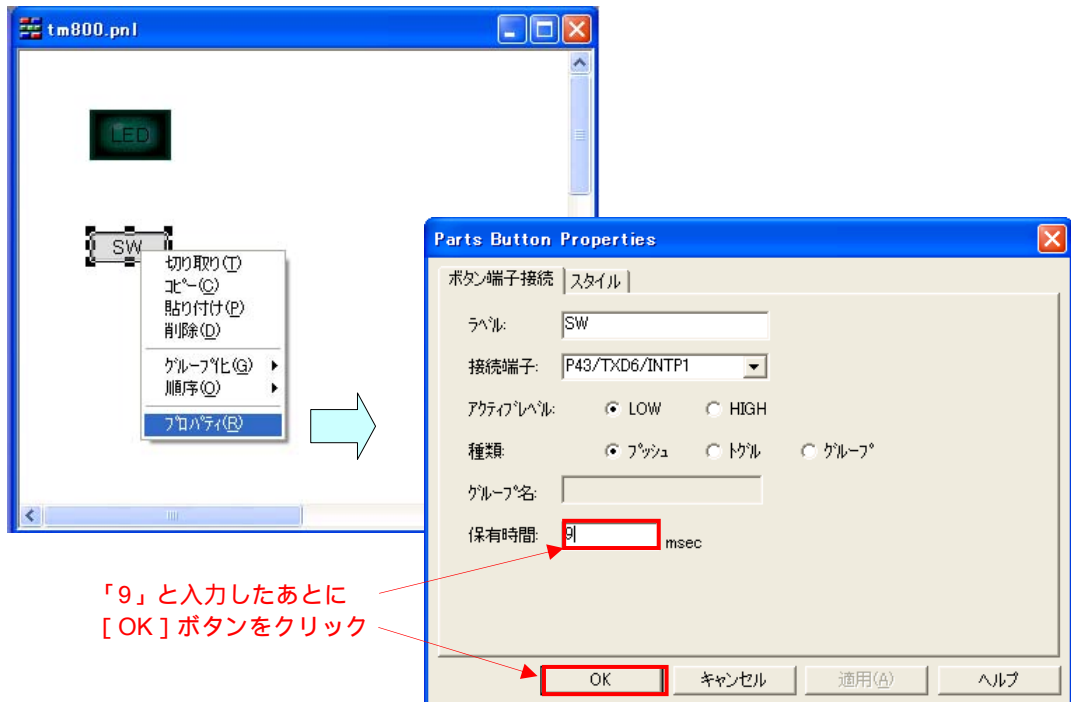
- 注1. 4回目以降は，0回目からの点滅周期の繰り返しになります。
 2. ご使用のPCの動作環境によっては，実際の点滅周期と異なる場合があります。

【補足】 [SW] ボタンの保有時間を10 ms以下に設定することにより，チャタリング検出が行われているかを確認することができます。


ツール・バーの  を選択してください。

入出力パネル・ウィンドウ上の [SW] ボタンを右クリックし，[プロパティ] を選択してください。

保有時間に「9」を入力し，[OK] ボタンをクリックしてください。



「9」と入力したあとに
[OK] ボタンをクリック

ツール・バーの  を選択してください。

プログラムを実行し，[SW] ボタンをクリックしてください。ボタンの保有時間が9 msのため，[SW] ボタンをクリックしても，チャタリングであると判定され，LEDの点滅周期は変化しません。

第6章 関連資料

資料名		和文 / 英文
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/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
;*****
; 8ビット・タイマ80
;*****
; 【履歴】
; 2007.7.--      新規作成
;*****
;
; 【概要】
;
; 本サンプルプログラムは、8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能の使用例を示
; すものである。8ビット・タイマ80の割り込みを利用してP20端子出力を反転し、LEDを点
; 滅させる。LEDの点滅周期は、スイッチ入力割り込み時にタイマのコンペア・レジスタを
; 書き換えることで変更する。
;
;
; <主な設定内容>
;
; ・ウォッチドッグ・タイマの動作停止
; ・低電圧検出電圧VLVIを4.3V ± 0.2V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クロックを8MHzに設定
; ・周辺ハードウェアへの供給クロックを8MHzに設定
; ・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検出時間 = 10ms
;
;
; <8ビット・タイマ80の設定>
; ・カウント・クロック = fxp/26 (125kHz)
; ・タイマ周期の初期値 = 2ms (8[us/clk] × 250[count] = 2[ms])
```

```

;
;
; <スイッチ入力回数とLED点滅周期>
;
; +-----+
; | SW入力回数 | LED点滅周期 |
; | (P43)      | (P20)      |
; |-----|-----|
; | 0回        | 1 秒       |
; | 1回        | 1/2 秒     |
; | 2回        | 1/4 秒     |
; | 3回        | 1/8 秒     |
; +-----+
; # 4回目以降は0回からの繰り返し
;
;
; 【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)  INTLVI
      DW   RESET_START      ;(08)  INTPO
      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    INTERRUPT_TM80   ;(1A)  INTTM80
DW    RESET_START      ;(1C)  INTSRE6
DW    RESET_START      ;(1E)  INTSR6
DW    RESET_START      ;(20)  INTST6

;=====
;
;   ROMの定義
;
;=====
XROM  CSEG    AT      0100H
;----- タイマ80周期設定用 -----
      DB      250-1    ; 2msインターバル用比較値
      DB      125-1    ; 1msインターバル用比較値
      DB      63-1     ; 0.5msインターバル用比較値
      DB      32-1     ; 0.25msインターバル用比較値
;----- チャタリング対策用 -----
      DB      5+1      ; チャタリング対策用カウント値(2msインターバル用)
      DB      10+1     ; チャタリング対策用カウント値(1msインターバル用)
      DB      20+1     ; チャタリング対策用カウント値(0.5msインターバル用)
      DB      40+1     ; チャタリング対策用カウント値(0.25msインターバル用)

;=====
;
;   RAMの定義
;
;=====
XRAM  DSEG    SADDR
CNT_TM80:  DS      1          ; INTTM80割り込みのカウント用

;=====
;
;   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
;-----
      MOV    WDTM,  #01110111B   ; ウォッチドッグ・タイマ動作停止
;-----
;   低電圧検出 + クロックの設定
;-----

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

;----- リセット要因の確認 -----
      MOV    A,     RESF           ; リセット要因の読み出し
      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,  #00000000B   ; 低電圧検出レベルVLVI = 4.3V ± 0.2V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待ち処理 -----
WAIT_LVI:
      NOP

```



```

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   PCC,  #00000000B    ; 周辺ハードウェアへの供給クロック fxp = fx (= 8MHz)
                                ; -> CPUクロック fcpu = fxp = 8MHz

;-----
;   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2の設定
;-----
MOV   P2,   #00000001B    ; P21-P23の出力ラッチLow、P20の出力ラッチHigh(LED消灯)
MOV   PM2,  #11110000B    ; P20-P23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    ; P40-P42, P44-P47を出力ポートに、P43を入力ポートに設定

;-----
;   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

;-----
;   汎用レジスタ、RAMの初期化
;-----

MOV    CNT_TM80, #250        ; INTTM80割り込み回数を初期化
MOVW   HL,     #0100H       ; HLにテーブルのアドレスを指定 (INTP1割り込みで使用)

;-----
;   8ビット・タイマ80の設定
;-----

MOV    TMC80,  #00000000B    ; カウント・クロック =  $f_{xp}/2^6 = 125\text{kHz}$ 
MOV    A,      [HL]          ; テーブルからLED点滅用ベース時間初期値を読み出し
MOV    CR80,   A             ; 比較値を初期化
SET1   TCE80                    ; タイマ動作開始

;-----
;   割り込みの設定
;-----

MOV    INTM0,  #00000000B    ; INTP1の有効エッジ = 立下りエッジ
MOV    IFO,   #00H          ; 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
CLR1   TMMK80                 ; INTTM80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:
NOP
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

```

```

;----- チャタリング対策の10msウェイト -----
      MOV    A,      [HL+4]      ; タイマ80の周期に応じたカウント値を読み出し
WAIT_CHAT:
      NOP
      BF     TMIF80, $WAIT_CHAT ; INTTM80割り込み待ち
      CLR1   TMIF80             ; INTTM80割り込み要求フラグをクリア
      CALL  !SUB_INTERRUPT_TM80 ; INTTM80割り込み処理
      DEC   A                  ; Aレジスタを-1
      BNZ   $WAIT_CHAT        ; A = 0でなければ分岐

      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   ; スイッチ入力がない場合は分岐する

;----- TM80のインターバル周期を変更 -----
      CLR1   TCE80             ; タイマ動作停止

      MOV   A,      L          ; テーブルのアドレス下位8bitを読み出し
      INC   A              ; テーブルのアドレスを+1
      AND   A,      #00000011B ; ビット0,1以外をマスク
      MOV   L,      A          ; テーブルのアドレス下位8bitに書き込み
      MOV   A,      [HL]      ; テーブルのデータを読み出し
      MOV   CR80,   A          ; LED点滅用ベース時間を変更

      SET1   TCE80            ; タイマ動作開始

      MOV   CNT_TM80, #250     ; INTTM80割り込み回数を初期化

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

;*****
;
; 割り込みINTTM80
;
;*****
INTERRUPT_TM80:
      CALL  !SUB_INTERRUPT_TM80 ; INTTM80割り込み処理
      RETI                    ; 割り込み処理から復帰

```

```

;-----
;   INTTM80割り込み回数計測処理用サブルーチン
;-----
SUB_INTERRUPT_TM80:
    DBNZ    CNT_TM80, $END_INTTM80 ; INTTM80割り込み回数 < 250なら分岐
    MOV     CNT_TM80, #250         ; INTTM80割り込み回数を初期化

    XOR     P2,    #00000001B     ; LED出力を反転

END_INTTM80:
    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
*****
8ビット・タイマ80
*****

【履歴】
2007.7.--    新規作成
*****

```

【概要】

本サンプルプログラムは、8ビット・タイマ80のインターバル・タイマ機能の使用例を示すものである。8ビット・タイマ80の割り込みを利用してP20端子出力を反転し、LEDを点滅させる。LEDの点滅周期は、スイッチ入力割り込み時にタイマのコンペア・レジスタを書き換えることで変更する。

< 主な設定内容 >

- ・割り込みで起動される関数の宣言: INTP1 -> fn_intp1()
- ・割り込みで起動される関数の宣言: INTTM80 -> fn_inttm80()
- ・ウォッチドッグ・タイマの動作停止
- ・低電圧検出電圧VLVIを4.3V ± 0.2V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クロックを8MHzに設定
- ・周辺ハードウェアへの供給クロックを8MHzに設定
- ・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検出時間 = 10ms

<8ビット・タイマ80の設定>

- ・カウント・クロック = $f_{xp}/2^6$ (125kHz)
- ・タイマ周期の初期値 = 2ms ($8[\mu\text{s}/\text{clk}] \times 250[\text{count}] = 2[\text{ms}]$)

<スイッチ入力回数とLED点滅周期>

```

+-----+
| SW入力回数 | LED点滅周期 |
| (P43)      | (P20)        |
|-----|-----|
| 0回        | 1 秒         |
| 1回        | 1/2 秒       |
| 2回        | 1/4 秒       |
| 3回        | 1/8 秒       |
+-----+
# 4回目以降は0回からの繰り返し
    
```

【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 */
    
```

```
#pragma interrupt INTTM80 fn_inttm80 /* 割り込み関数宣言:INTTM80 */

/*=====

関数プロトタイプ宣言

=====*/
void fn_subinttm80(); /* INTTM80割り込み用サブルーチン */

/*=====

グローバル変数の定義

=====*/
sreg unsigned char g_ucSWcnt = 0; /* スイッチ入力回数カウント用8ビット変数 */
sreg unsigned char g_ucTM80cnt = 0; /* INTTM80割り込み回数カウント用8ビット変数 */
const unsigned char g_ucChat[4] = {5+1,10+1,20+1,40+1}; /*チャタリング除去用8ビット定数テーブル */
const unsigned char g_ucCR80data[4] = {250-1,125-1,63-1,32-1}; /* LED点滅のベース時間用8ビット定数テーブル */

/******

リセット解除後の初期化処理

*****/
void hdwinit(void){
    unsigned char ucCnt200us; /* 200usウェイト用8ビット変数 */

/*-----

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 */
WDTM = 0b01110111; /* ウォッチドッグ・タイマ動作停止 */

/* 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 */

/* リセット要因の確認 */
if (!(RESF & 0b00000001)){ /* 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 = 0b00000000; /* 低電圧検出レベルVLVI = 4.3V ± 0.2V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 */
    NOP();
}

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 = 0b00000000; /* 周辺ハードウェアへの供給クロックfxp = fx (= 8MHz)
                    -> CPUクロックfcpu = fxp = 8MHz */

/*-----*/
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2の設定
/*-----*/

P2 = 0b00000001; /* P21-P23の出力ラッチLow、P20の出力ラッチHigh(LED消灯) */
PM2 = 0b11110000; /* P20-P23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; /* P40-P42, P44-P47を出力ポートに、P43を入力ポートに設定 */

```

```

/*-----
   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 */

/*-----

   8ビット・タイマ80の設定
-----*/

TMC80 = 0b00000000;      /* カウント・クロック = fxp/26 = 125kHz */
CR80  = 250-1;           /* LED点滅用ベース時間を初期化 */
TCE80 = 1;              /* タイマ動作開始 */

/*-----

   割り込みの設定
-----*/

INTM0 = 0b00000000;      /* INTP1の有効エッジ = 立下りエッジ */
IFO   = 0x00;           /* 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 */
TMMK80 = 0;            /* INTTM80割り込みマスク解除 */

return;
}

/*****

   メイン・ループ
-----*/

void main(void){

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

    while (1){
        NOP();
        NOP();
    }
}

```



```
/******  
  
外部割り込みINTP1  
  
*****/  
__interrupt void fn_intp1(){  
    unsigned char ucChat;          /* チャタリング除去用8ビット変数 */  
  
    for (ucChat = g_ucChat[g_ucSWcnt] ; ucChat > 0 ; ucChat--){ /* 約10msウェイト(チャタリング  
除去用) */  
        while (!TMIF80){          /* INTTM80割り込み要求待ち */  
            NOP();  
        }  
  
        TMIF80 = 0;                /* INTTM80割り込み要求フラグをクリア */  
        fn_subinttm80();           /* INTTM80割り込み処理 */  
    }  
  
    PIF1 = 0;                      /* INTP1割り込み要求をクリア */  
  
    if (!P4.3){                   /* 10ms以上SWオンの場合の処理 */  
        g_ucSWcnt = (g_ucSWcnt + 1) & 0b00000011; /* スイッチ入力回数を+1 */  
  
        TCE80 = 0;                /* タイマ動作停止 */  
        CR80 = g_ucCR80data[g_ucSWcnt]; /* スイッチ入力回数に応じてLED点滅用ベース時間を変更 */  
        TCE80 = 1;                /* タイマ動作開始 */  
  
        g_ucTM80cnt = 0;          /* INTTM80割り込み回数をクリア */  
    }  
  
    return;  
}  
  
/******  
  
割り込みINTTM80  
  
*****/  
__interrupt void fn_inttm80(){  
  
    fn_subinttm80();              /* INTTM80割り込み処理 */  
}
```

```

    return;
}

/*-----
   INTTM80割り込み回数計測処理用サブルーチン
-----*/
void fn_subinttm80(){

    if (++g_ucTM80cnt == 250){      /* INTTM80の割り込み回数が250回の場合の処理 */
        g_ucTM80cnt = 0;          /* INTTM80割り込み回数をクリア */
        P2 ^= 0b00000001;        /* LED出力を反転 */
    }

    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	pp.20-22	5.1 サンプル・プログラムのビルドを変更
		p.22	5.2 SM+での動作 ・(1)を追加
		p.26	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。
