

**ミニマイコンカー製作キット
Ver.2
C 言語走行プログラム
解説マニュアル**

第 1.05 版

2015 年 7 月 15 日

株式会社日立ドキュメントソリューションズ

注意事項 (rev.6.0H)

著作権

- ・本マニュアルに関する著作権は株式会社日立ドキュメントソリューションズに帰属します。
- ・本マニュアルは著作権法および、国際著作権条約により保護されています。

禁止事項

ユーザーは以下の内容を行うことはできません。

- ・第三者に対して、本マニュアルを販売、販売を目的とした宣伝、使用、営業、複製などを行うこと
- ・第三者に対して、本マニュアルの使用権を譲渡または再承諾すること
- ・本マニュアルの一部または全部を改変、除去すること
- ・本マニュアルを無許可で翻訳すること
- ・本マニュアルの内容を使用しての、人命や人体に危害を及ぼす恐れのある用途での使用

転載、複製

本マニュアルの転載、複製については、文書による株式会社日立ドキュメントソリューションズの事前の承諾が必要です。

責任の制限

本マニュアルに記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したのですが万一本マニュアルの記述誤りに起因する損害が生じた場合でも、株式会社日立ドキュメントソリューションズはその責任を負いません。

その他

- ・本マニュアルに記載の情報は本マニュアル発行時点のものであり、株式会社日立ドキュメントソリューションズは、予告なしに、本マニュアルに記載した情報または仕様を変更することがあります。製作に当たりましては、最新の内容を確認いただきますようお願いいたします。
- ・すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

連絡先

株式会社 日立ドキュメントソリューションズ

〒135-0016 東京都江東区東陽六丁目3番2号 イースト21タワー

E-mail : himdx.m-carrally.dd@hitachi.com

目次

1. 概要	1
2. 動作環境	2
3. インストール	3
3.1 HEW のインストール	4
3.2 R8C Writer のインストール	8
3.3 ドライバのインストール	14
3.4 ワークスペースのインストール	19
4. ミニマイコンカーVer. 2 の動作確認	20
4.1 COM ポートの確認	20
4.2 動作確認プログラムの書き込み	24
4.2.1 ワークスペースを開く	24
4.2.2 アクティブプロジェクトの変更	25
4.2.3 動作確認プログラムのビルド	25
4.2.4 動作確認プログラムの書き込み	26
4.3 動作確認	28
5. プログラム解説「mini_mcr.c」	32
5.1 プログラムリスト	32
5.2 スタート	43
5.3 外部ファイルの読み込み（インクルード）	43
5.4 シンボル定義	43
5.5 関数プロトタイプ	45
5.6 グローバル変数	46
5.7 メインプログラムを説明する前に	47
5.8 R8C/35A の内蔵周辺機能の初期化：init 関数	47
5.8.1 クロック発生回路の XIN クロック設定	47
5.8.2 I/O ポートの入出力設定	48
5.8.3 タイマ RB の 1 [ms] 割り込み設定	50
5.8.4 タイマ RC の PWM モード	51
5.8.5 タイマ RD のリセット同期 PWM モード	53
5.9 割り込みプログラム：intTRBIC 関数	55
5.10 センサー状態検出：sensor 関数	57
5.11 モーター速度制御：motor 関数	58
5.12 時間稼ぎ：timer 関数	62
5.13 音を鳴らす：beep 関数	62

5.14	DIP スイッチ状態検出 : dipsw 関数	63
5.15	プッシュスイッチ状態検出 : pushsw 関数	65
5.16	メインプログラム : main 関数	66
5.16.1	起動時実行部分	66
5.16.2	パターン	68
5.16.3	パターン 0 : スイッチ入力待ち	69
5.16.4	パターン 1 : 1 秒後にスタート	69
5.16.5	パターン 11 : 通常トレース	70
5.16.6	パターン 21 : クロスライン検出後のトレース、クランク検出	74
5.16.7	パターン 22 : クランクの曲げ動作継続処理	76
5.16.8	パターン 31 : 左ハーフライン検出後のトレース、左レーンチェンジ検出	77
5.16.9	パターン 32 : 左レーンチェンジ曲げ動作継続処理	79
5.16.10	パターン 33 : 左レーンチェンジ終了検出	79
5.16.11	パターン 41 : 右ハーフライン検出後のトレース、右レーンチェンジ検出	81
5.16.12	パターン 42 : 右レーンチェンジ曲げ動作継続処理	83
5.16.13	パターン 43 : 右レーンチェンジ終了検出	83
6.	仕様	85
6.1	仕様	85
6.2	回路図	86
6.3	ポート表	93
6.4	ピン配置図	94

1. 概要

1. 概要

本書では、各種環境のインストールと、ミニマイコンカーVer. 2の動作確認、および走行プログラムの解説を行います。

2. 動作環境

OS	Windows Vista、7、8、8.1 ※WindowsXP はメーカーサポート終了のため、サポート対象外とさせていただきます。WindowsXP がサポート対象だったとき、本マニュアルの内容はすべて動作していました。
ハードディスク	300MB 以上のハードディスク空き容量
ディスプレイ	解像度 SVGA (800×600) 以上 High Color (65536 色) 以上

3. インストール

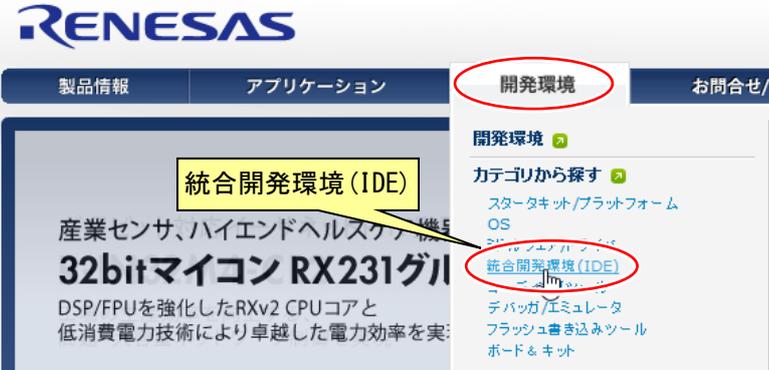
High-performance Embedded Workshop 評価版（以降 HEW）、R8C Writer、ドライバのインストールを行います。

《補足》 ドライバのインストールを行うには、あらかじめミニマイコンカーVer. 2 の組み立てを行っておいてください。

《注意》 ミニマイコンカーVer. 2 を PC と接続する場合や電源を入れる前には必ず、半田付けが正しく行われているかを確認してください。半田がショートしている状態などで動作させると、回路が破壊される危険性があります。

3. インストール

3.1 HEW のインストール

1		<p>ルネサス エレクトロニクスのホームページ (http://japan.renesas.com/)を開き、「開発環境→統合開発環境 (IDE)」をクリックします。</p>
---	--	---

2		<p>右側にある「評価版ソフトウェアツール」をクリックします。</p>
---	---	-------------------------------------

3		<p>M16C シリーズ, R8C ファミリー用 C/C++コンパイラパッケージ (M3T-NC30WA)</p> <p>評価版ダウンロード</p> <p>製品版をご購入の際は、R8C, M16Cファミリー用C/C++コンパイラパッケージをご注文ください。詳細は製品ページを参照ください。</p> <p>V.6.00 Release 00</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 試用期限内は製品版と同じ。 ■ 試用期限を過ぎるとリンクサイズが64KB以内しか制限されます。 ■ High-Performance Embedded Workshopおよびシミュレータデバッガを同梱。 <p>60日 初めて評価版ソフトウェアツールをインストールした後、最初にビルドを行った日から60日。</p> <p>一度でもビルドを行った場合は評価版ソフトウェアツールをインストールしなくても試用期限の延長はできません。</p>	<p>M16C シリーズ, R8C ファミリー用 C/C++コンパイラパッケージ (M3T-NC30WA) の欄の中にある、「評価版ダウンロード」をクリックします。「V.6.00 Release 00」部分はバージョンにより異なります。</p>
---	--	--	---

3. インストール

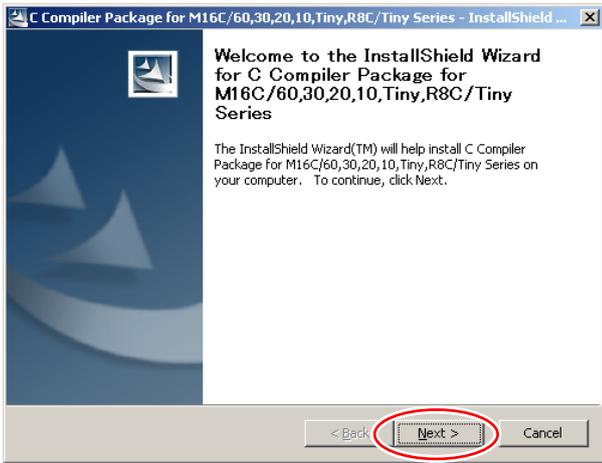
4		<p>無償評価版です。Windows® 7、Windows Vista®、Windows® XPIにのみインストールできます。High-Performance Embedded Workshopおよびシミュレータデバッグを同梱。</p>	<p>「【無償評価版】M16C シリーズ, R8C ファミリ用 C/C++コンパイラパッケージ M3T-NC30WA V.6.00 Release 00」をクリックします。「V.6.00 Release 00」部分はバージョンにより異なります。</p> <p>※無い場合は、HP の 2 ページ以降を参照してください。</p>
---	--	--	---

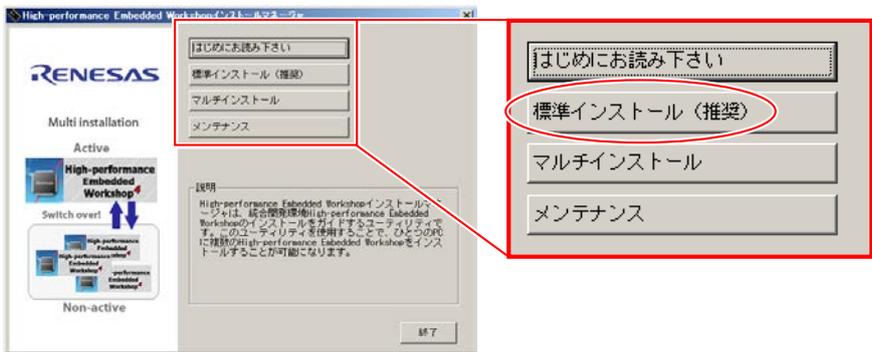
5	<p>ご書による事前の承諾なしに転載または複製することを固くお断り致します。</p> <p>い合わせ、その他お気づきの点等がございましたら弊社営業窓口までご照会ください。</p> <p>上記事項に</p> <p><input checked="" type="radio"/> 同意する <input type="radio"/> 同意しない</p>	<p>注意事項が表示されます。同意する場合は、同意するをクリックします。</p>
---	---	---

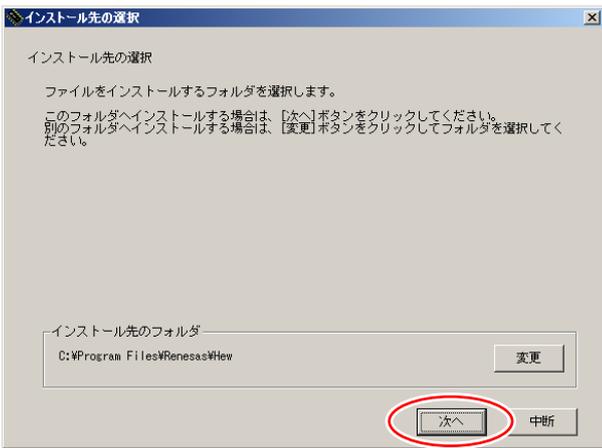
6	<p>注意！！</p> <p>ここからダウンロードできるソフトウェアは評価版です。評価版コンパイラに対する技術サポートは行っておりません。</p> <p>ダウンロード</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ダウンロード製品名</th> <th>ファイル名</th> <th>ファイルサイズ</th> <th>リンク</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>【無償評価版】M16Cシリーズ, R8Cファミリ用C/C++コンパイラパッケージ M3T-NC30WA V.6.00 Release 00</td> <td>nc30v600r00_ev.exe</td> <td>151,029,104 bytes (144.14 Mbytes)</td> <td><input checked="" type="button" value="ダウンロード"/></td> </tr> </tbody> </table>	ダウンロード製品名	ファイル名	ファイルサイズ	リンク	【無償評価版】M16Cシリーズ, R8Cファミリ用C/C++コンパイラパッケージ M3T-NC30WA V.6.00 Release 00	nc30v600r00_ev.exe	151,029,104 bytes (144.14 Mbytes)	<input checked="" type="button" value="ダウンロード"/>	<p>ダウンロードをクリックし、ファイルをダウンロードします。</p>
ダウンロード製品名	ファイル名	ファイルサイズ	リンク							
【無償評価版】M16Cシリーズ, R8Cファミリ用C/C++コンパイラパッケージ M3T-NC30WA V.6.00 Release 00	nc30v600r00_ev.exe	151,029,104 bytes (144.14 Mbytes)	<input checked="" type="button" value="ダウンロード"/>							

7		<p>ダウンロードした「nc30v600r00_ev.exe」を実行します。「v600r00」部分はバージョンです。異なることがあります。</p> <p>※既にルネサス統合開発環境が入っていてもアンインストールせず、そのまま今回のバージョンのルネサス統合開発環境をインストールしてください。</p>
---	--	---

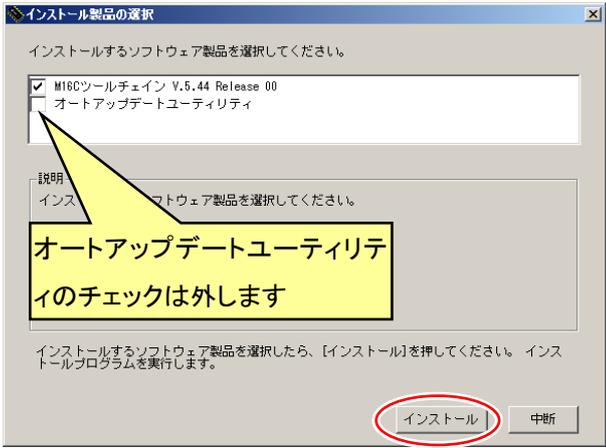
3. インストール

8		<p>Next >をクリックします。</p>
---	---	---------------------------

9		<p>標準インストール (推奨) をクリックします。</p>
---	---	--------------------------------

10		<p>次へをクリックします。</p>
----	---	--------------------

3. インストール

11		インストールをクリックします。
----	---	-----------------

12		次へをクリックします。
----	--	-------------

13		完了をクリックして、インストール完了です。
----	---	-----------------------

※ルネサス統合開発環境の無償評価版の制限について

ルネサス統合開発環境の無償評価版は製品版と比べ、次の制限があります。

- ・インストール後 60 日以上たつとリンクサイズが 64KB 以内に制限されます。
- ・無償評価版のサポートは一切行いませんので、ご了解の上ご使用ください。
- ・お問い合わせ窓口へのご質問につきましても、サポート対象外となります。

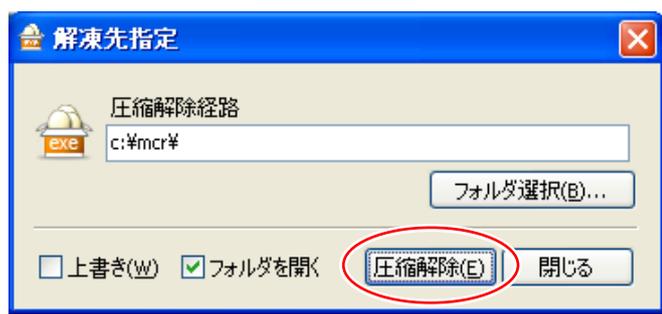
3. インストール

3.2 R8C Writer のインストール

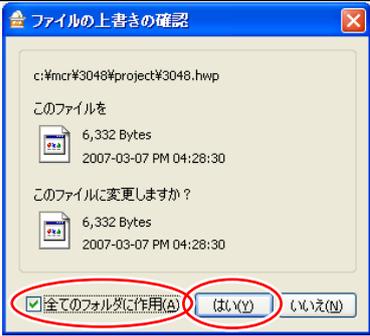
R8C Writer とは、R8C/35A マイコンにプログラムを書き込むソフトウェアです。ルネサス統合開発環境に組み込んで使用します。

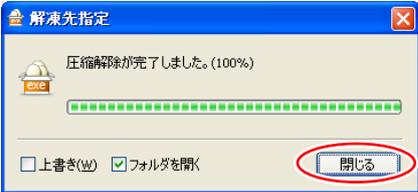
1	 <p>日立のサイト内検索 <input type="text"/> 検索 Powered by Google</p> <p>マイコンカーラリー販売</p> <p>日立ドキュメントソリューションズは、マイコンカー製作キットをはじめとして、ものづくりから基本的なマイコン制御を試行錯誤しながら学習ができるマイコン学習教材の開発・販売を行っています。</p>	<p>マイコンカーラリー販売サイト</p> <p>「https://www2.himdx.net/mcrr/」のダウンロードのページへ行きます。</p>
---	--	---

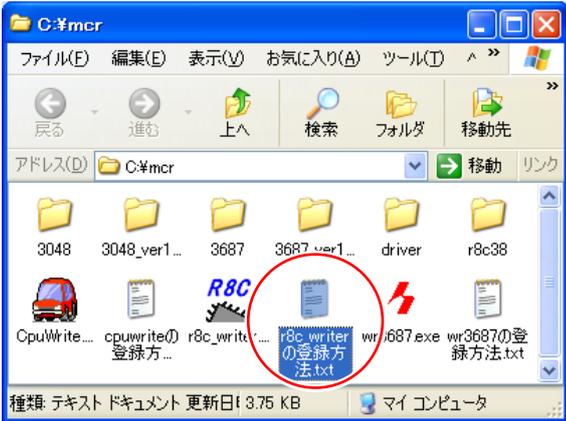
2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">開発環境に関する資料</th> </tr> <tr> <th>資料</th> <th>マニュアル</th> <th>ソフト、プログラム</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>ルネサス統合開発環境 操作マニュアル</p> <p>ルネサス統合開発環境のダウンロード方法、インストール方法、操作方法、及びプログラムの書き込み方法を説明しています。ルネサス統合開発環境は、ルネサス エレクトロニクス公式サイトよりダウンロードしてください(マニュアル内に方法を記載しています)。</p> </td> <td> <p>ルネサス統合開発環境 操作マニュアル(R8C/38A版) 第1.33版 2015.04.20</p> <p>※R8C/38Aマイコン以外のR8Cマイコンも本マニュアルで開発環境を構築してください。メモリ配置などは変わりますので、各マイコンの仕様に合わせて設定してください。</p> </td> <td> <p>ルネサス統合開発環境用 その他ソフト</p> <p>Ver1.47</p> <p>mcr_sonota_soft.zip</p> <p>2015.01.06</p> </td> </tr> </tbody> </table>	開発環境に関する資料			資料	マニュアル	ソフト、プログラム	<p>ルネサス統合開発環境 操作マニュアル</p> <p>ルネサス統合開発環境のダウンロード方法、インストール方法、操作方法、及びプログラムの書き込み方法を説明しています。ルネサス統合開発環境は、ルネサス エレクトロニクス公式サイトよりダウンロードしてください(マニュアル内に方法を記載しています)。</p>	<p>ルネサス統合開発環境 操作マニュアル(R8C/38A版) 第1.33版 2015.04.20</p> <p>※R8C/38Aマイコン以外のR8Cマイコンも本マニュアルで開発環境を構築してください。メモリ配置などは変わりますので、各マイコンの仕様に合わせて設定してください。</p>	<p>ルネサス統合開発環境用 その他ソフト</p> <p>Ver1.47</p> <p>mcr_sonota_soft.zip</p> <p>2015.01.06</p>	<p>「ルネサス統合開発環境用その他ソフト」をダウンロードします。</p> <p>このファイルに圧縮されている「mcr146.exe」ファイルを、解凍ソフトで解凍し、実行します。※数字はバージョンで、異なることがあります。</p>
開発環境に関する資料											
資料	マニュアル	ソフト、プログラム									
<p>ルネサス統合開発環境 操作マニュアル</p> <p>ルネサス統合開発環境のダウンロード方法、インストール方法、操作方法、及びプログラムの書き込み方法を説明しています。ルネサス統合開発環境は、ルネサス エレクトロニクス公式サイトよりダウンロードしてください(マニュアル内に方法を記載しています)。</p>	<p>ルネサス統合開発環境 操作マニュアル(R8C/38A版) 第1.33版 2015.04.20</p> <p>※R8C/38Aマイコン以外のR8Cマイコンも本マニュアルで開発環境を構築してください。メモリ配置などは変わりますので、各マイコンの仕様に合わせて設定してください。</p>	<p>ルネサス統合開発環境用 その他ソフト</p> <p>Ver1.47</p> <p>mcr_sonota_soft.zip</p> <p>2015.01.06</p>									

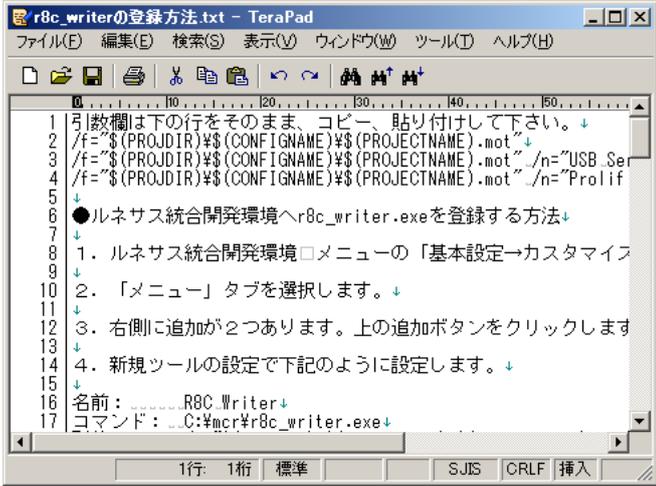
3	 <p>解凍先指定</p> <p>圧縮解除経路</p> <p>c:\mcr%</p> <p>フォルダ選択(B)...</p> <p><input type="checkbox"/> 上書き(W) <input checked="" type="checkbox"/> フォルダを開く <input type="button" value="圧縮解除(E)"/> <input type="button" value="閉じる"/></p>	<p>圧縮解除をクリックします。</p> <p>※フォルダ(圧縮解除経路)は替えないでください。替えた場合は、次で行う R8C Writer の登録するフォルダが替わります。</p>
---	--	--

3. インストール

4		<p>もし、左画面がでてきた場合、「全てのファイルに作用」のチェックを付けて、「はい」をクリックして上書きコピーします。</p> <p>※上書きしたくない場合は、一度終了して、元あるファイルを移動してから、再度実行してください。</p>
---	---	--

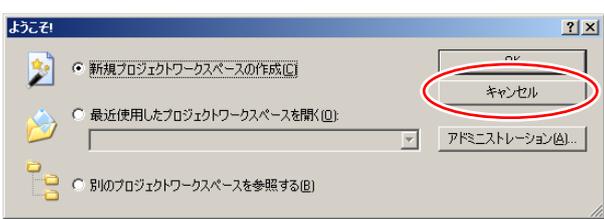
5		<p>閉じるをクリックします。</p>
---	---	---------------------

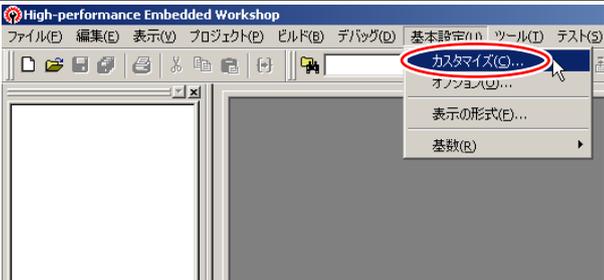
6		<p>インストール先のフォルダが開かれます。「r8c_writer の登録方法.txt」を開きます。</p> <p>※フォルダが開かれない場合は、エクスプローラなどで、「c:\mcr」フォルダを開きます。</p>
---	--	--

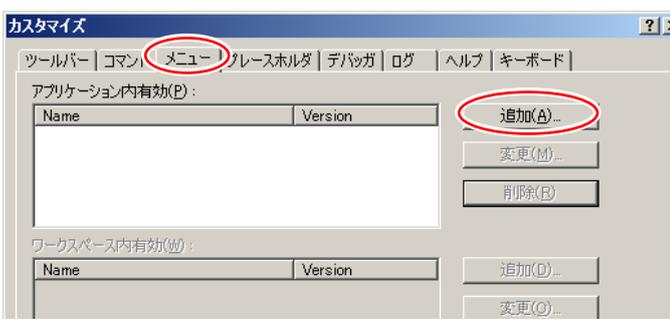
7		<p>この内容は、後ほど使用しますので最小化しておきます。</p>
---	---	-----------------------------------

3. インストール

8		ルネサス統合開発環境を実行します。
---	---	-------------------

9		キャンセルをクリックします。
---	---	----------------

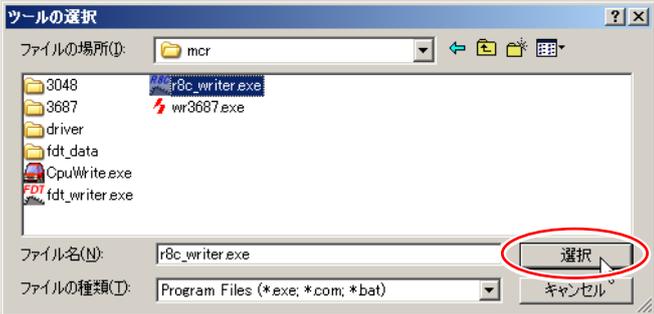
10		「基本設定→カスタマイズ」をクリックします。
----	--	------------------------

11		<p>「メニュー」タブをクリックし、追加をクリックします。</p> <p>※アプリケーション内有効に既に「R8C Writer」がある場合、登録済みですので、この操作は必要ありません。</p>
----	---	--

12		<p>名前欄に次のように入力します。</p> <p>R8C Writer</p>
----	---	--

3. インストール

13		<p>コマンドを入力します。コマンドとは、書き込みソフトのある場所のことです。参照をクリックします。</p>
----	---	---

14		<p>ファイルを選ぶ画面が出てきます。 「C ドライブ → mcr → r8c_writer.exe」を選択します。選択をクリックします。</p>
----	---	--

15		<p>コマンドが入力されました。</p>
----	---	----------------------

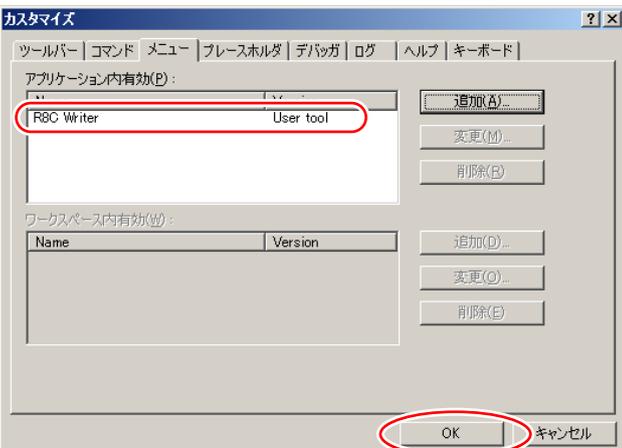
3. インストール

16		<p>先ほど開いた「r8c_writerの登録方法.txt」ファイルを開きます。2~4行目のどれか1行だけを選択してコピーしてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・3行目を選択すると、ミニマイコンカー Ver. 2 で使用している FTDI 社製の USB シリアル変換 IC が接続されている COM ポートを自動選択します。ミニマイコンカー Ver. 2 を使うときは、3行目を選択してください。 ・4行目を選択すると、RY-WRITER 基板で使用している Prolific 社製の USB シリアル変換 IC が接続されている COM ポートを自動選択します。RY-WRITER 基板を使うときは、4行目を選択してください。 ・2行目を選択すると、いちばん番号の若い COM 番号を選択します。 <p>コピー後は、「r8c_writerの登録方法.txt」ファイルを閉じて構いません。</p>
----	--	--

17		<p>ツールの追加画面に戻り、引数欄で右クリックして「貼り付け」をクリックします。</p>
----	--	---

3. インストール

18		<p>OK をクリックして、ツールの追加を完了します。</p>
----	---	---------------------------------

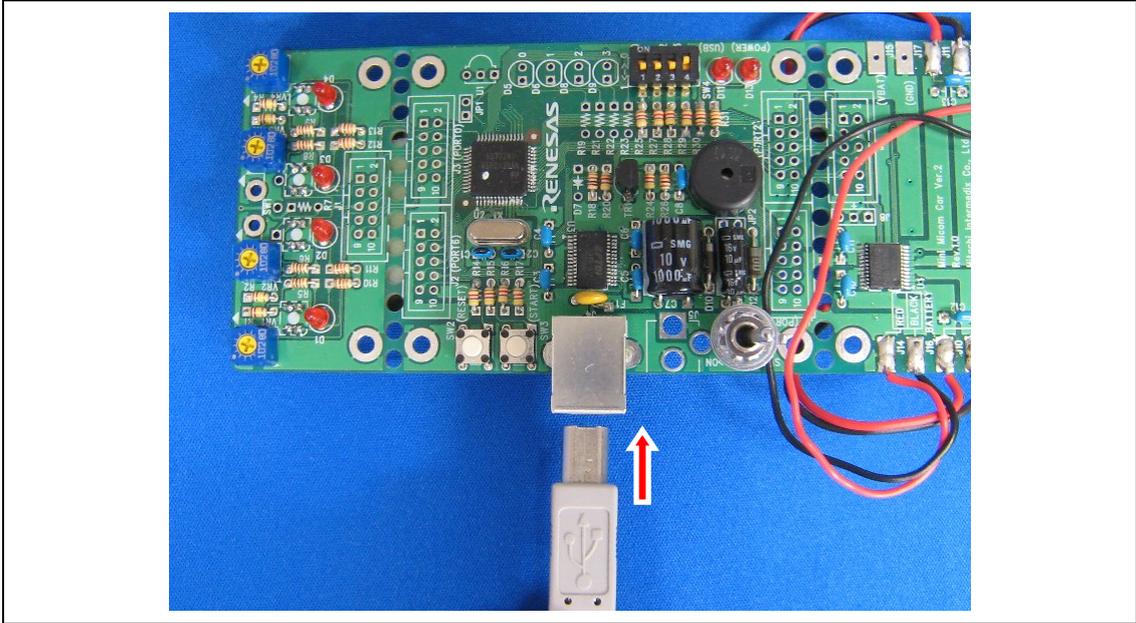
19		<p>アプリケーション内有効に「R8C Writer」があることを確認して、OK をクリックします。無い場合は登録が正しくできていないので手順を再確認してもう一度登録してください。アプリケーション内有効に他の内容があっても問題ありません。</p>
----	--	---

3. インストール

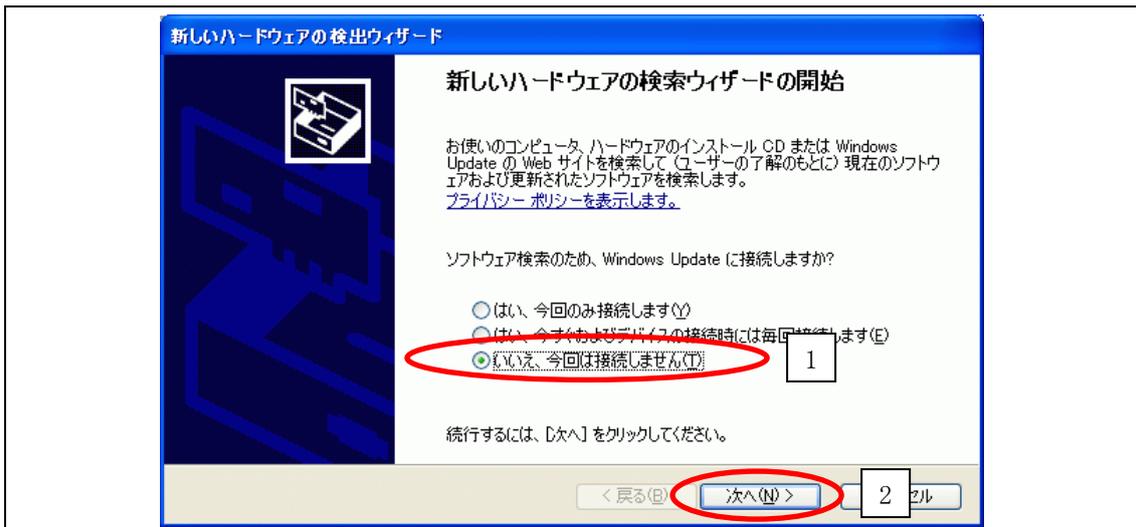
3.3 ドライバのインストール

USB Serial Converter と USB Serial Port ドライバの 2 つのドライバを PC にインストールします（それぞれの手順は同一の方法となっています）。

以下に手順を示します。

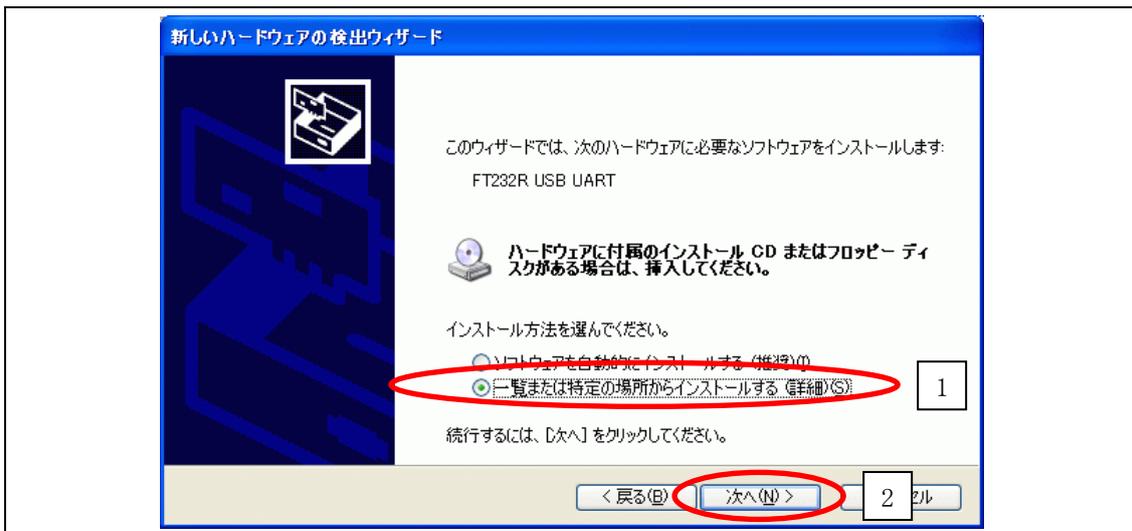


ミニマイコンカーVer. 2 を USB ケーブルで PC と接続します。

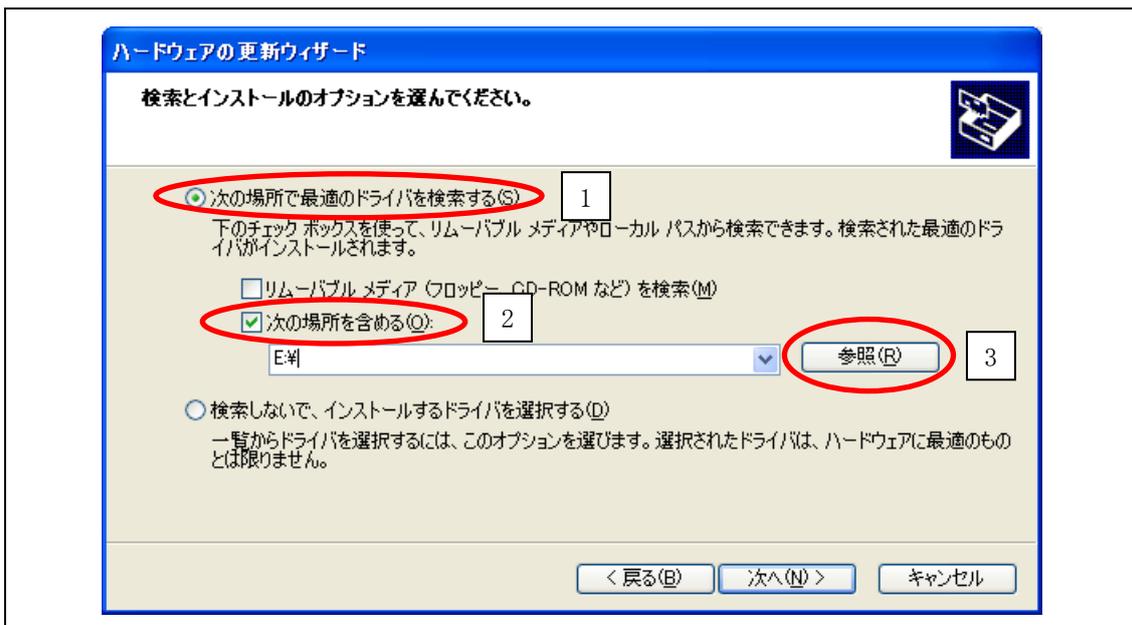


新しいハードウェアの検索ウィザードが表示されますので、「いいえ、今回は接続しません」にチェックを入れ、「次へ」をクリックします。

3. インストール

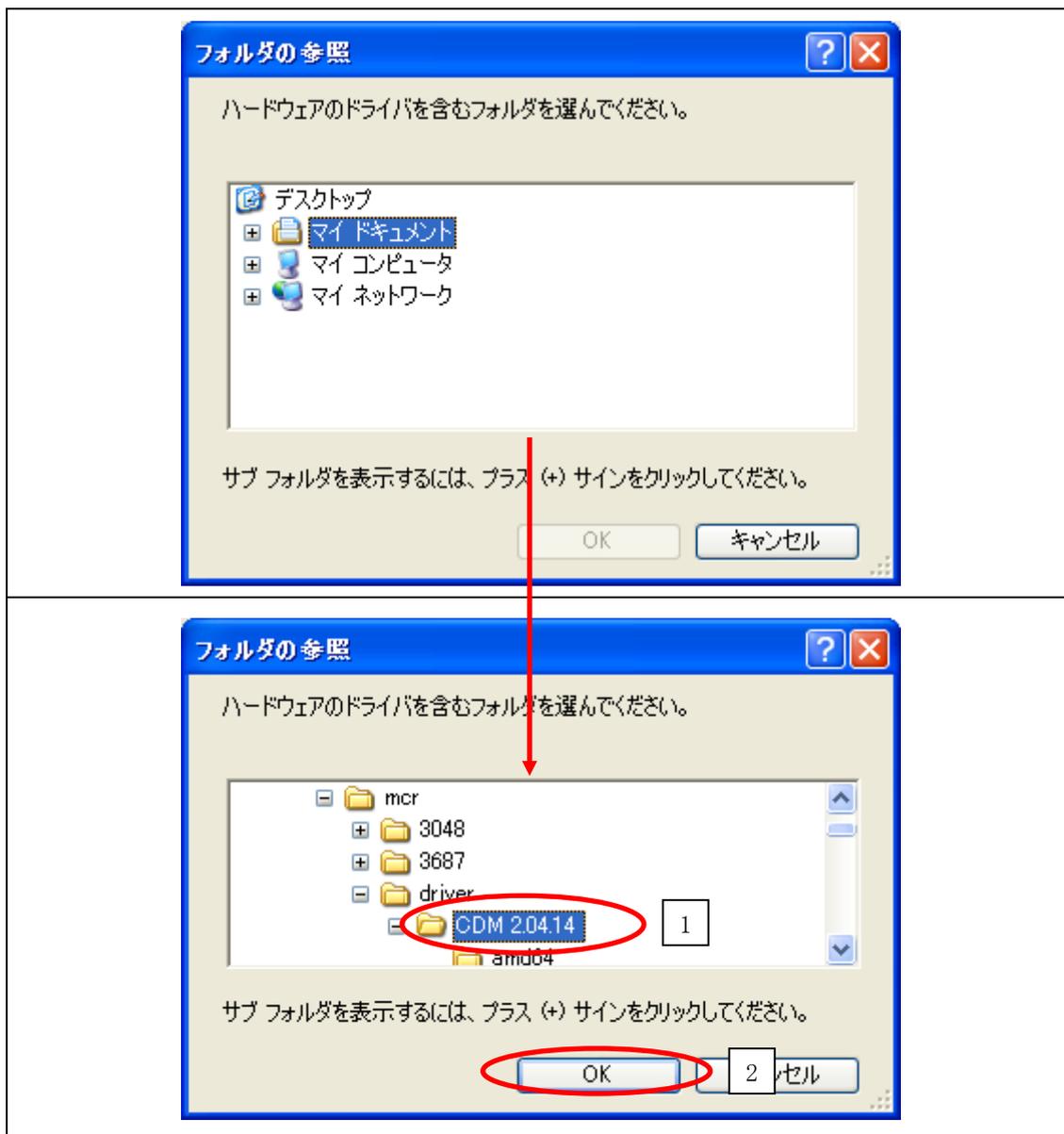


「一覧または特定の場所からインストールする（詳細）」にチェックを入れ、「次へ」をクリックします。



「次の場所で最適のドライバを検索する」にチェックを入れ、「次の場所を含める」のみにチェックを入れ、「参照」をクリックします。

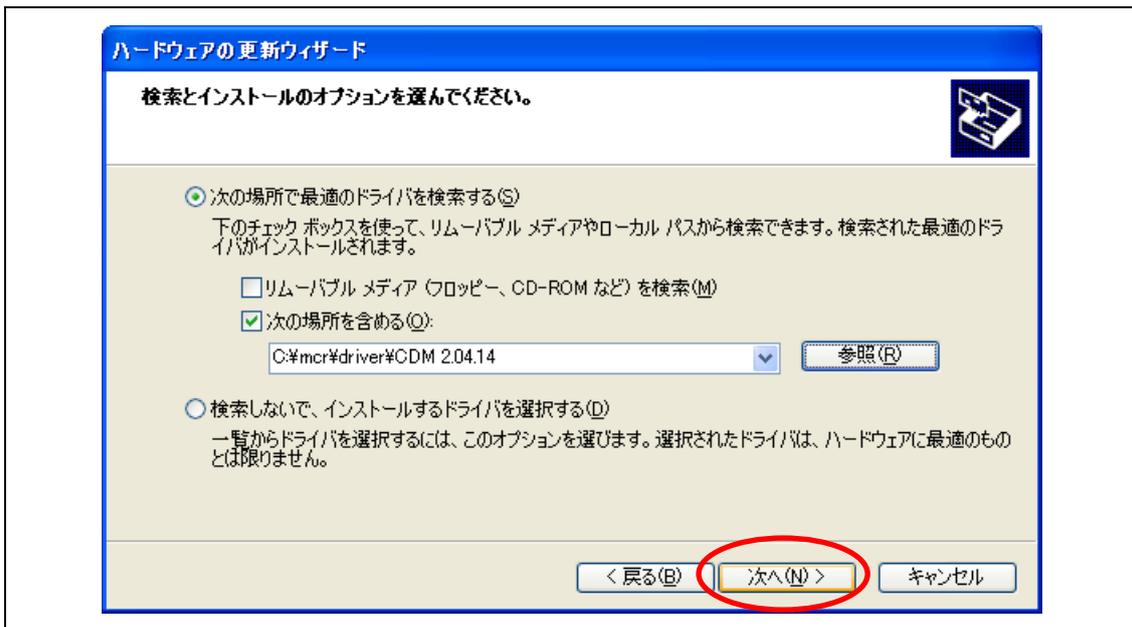
3. インストール



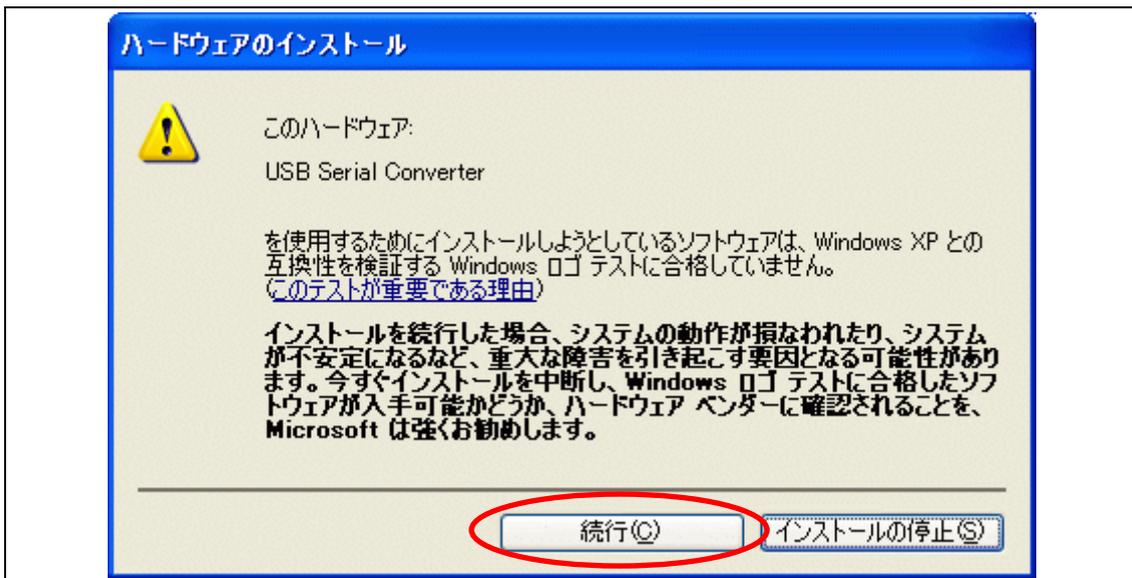
「C:\¥mcr¥driver¥CDM 2.04.14」フォルダがあるので選択し、「OK」をクリックします。

※数字はバージョンで、異なることがあります。実際に存在するフォルダを選択してください。

3. インストール



検索先の変更が完了しましたので、「次へ」をクリックします。



「続行」をクリックします。

3. インストール



ドライバのインストールが開始されます。



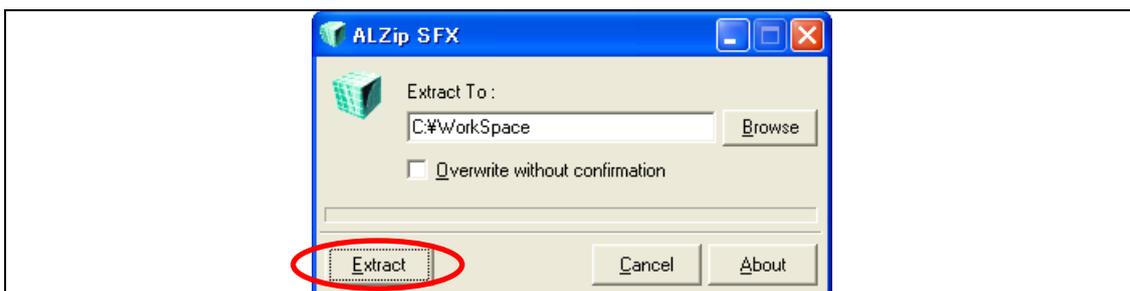
ドライバのインストールが完了しました。「完了」をクリックします。

続いて2度目の新しいハードウェアの検索ウィザードが表示されますので、同一の手順でドライバのインストールを行ってください。

3.4 ワークスペースのインストール

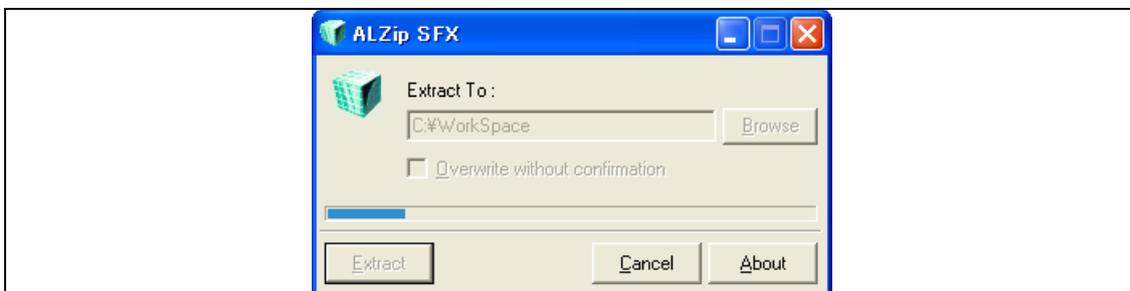
株式会社日立ドキュメントソリューションズのマイコンカーラリー販売ページからワークスペースのインストーラー「mini_mcr2_v100.zip」(数字はバージョンで、異なることがあります)をダウンロードします。

ダウンロードした「mini_mcr2_v100.exe」をダブルクリックし、インストーラーを実行します。



表示されたデフォルトのインストール先のフォルダ「c:\Workspace」を確認して、「Extract」をクリックします。

《補足》別のフォルダを選択する場合は、「Browse」をクリックしてください。



インストールが開始されます。



ワークスペースのインストールが完了しました。「OK」をクリックします。

以上でワークスペースのインストールは完了です。

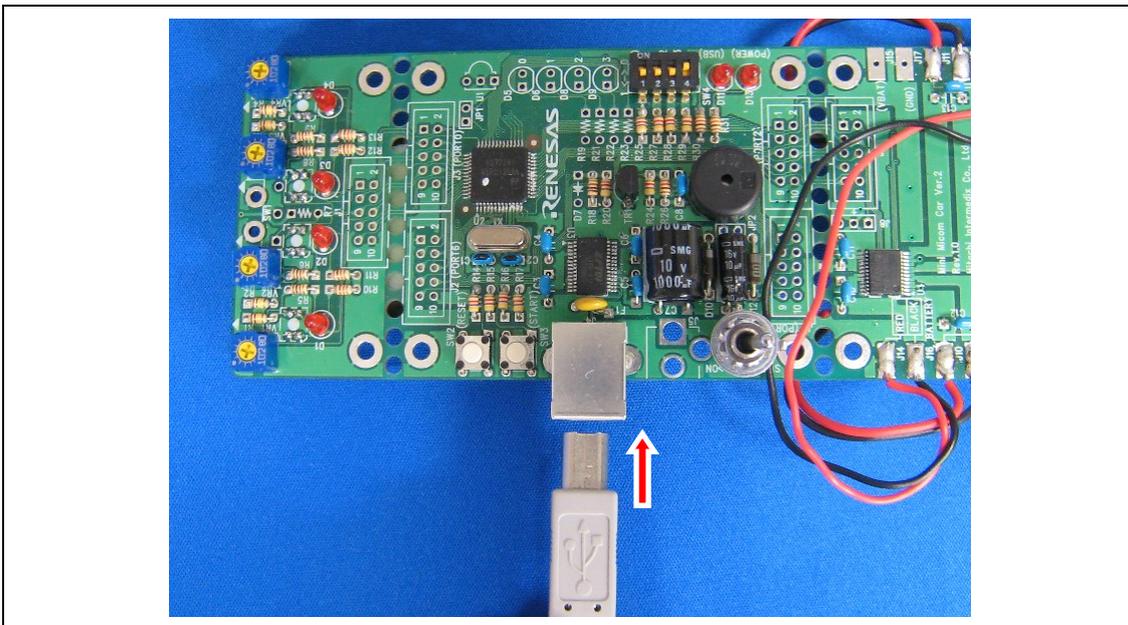
4. ミニマイコンカーVer.2の動作確認

本章では、製作したミニマイコンカーVer.2が正しく動作するか、ミニマイコンカーVer.2に動作確認のプログラムを書き込み、ミニマイコンカーVer.2に電源を入れて動作確認を行います。

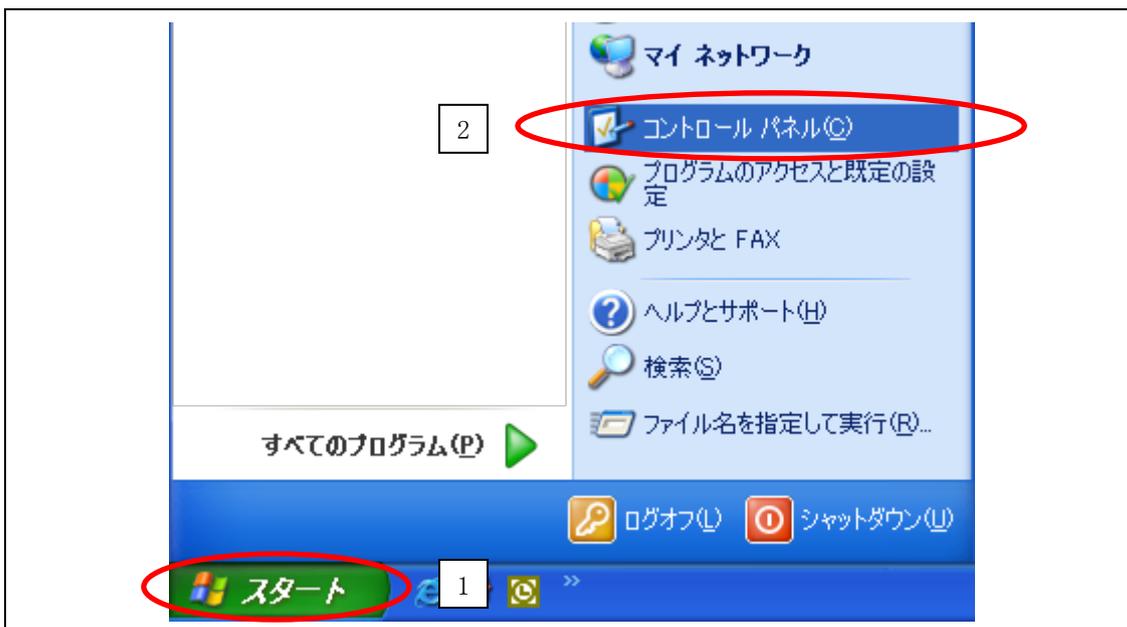
《補足》 動作確認の方法は、作成したプログラムを書き込み、動作させる方法と同じです。

4.1 COMポートの確認

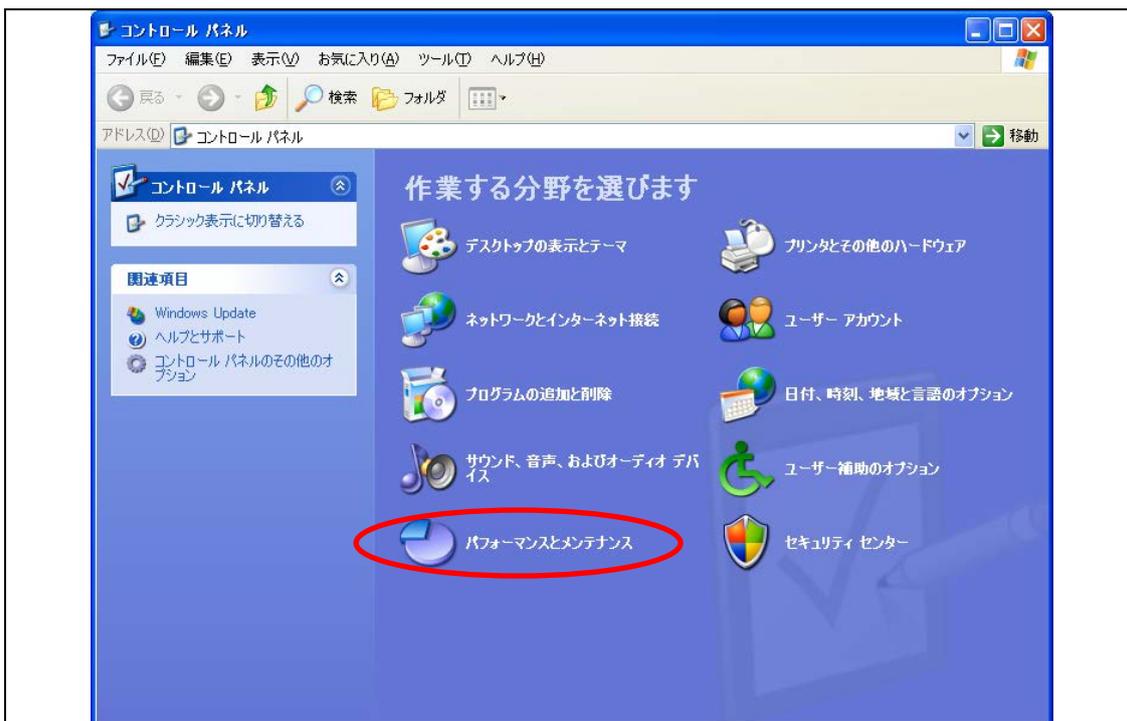
ブロック・コマンダーで動作確認のプログラムを書き込むために使用するCOMポートを設定するために、USB Serial Portが割り当てられたCOMポートを確認する必要があります。



ミニマイコンカーVer.2をUSBケーブルでPCと接続します。

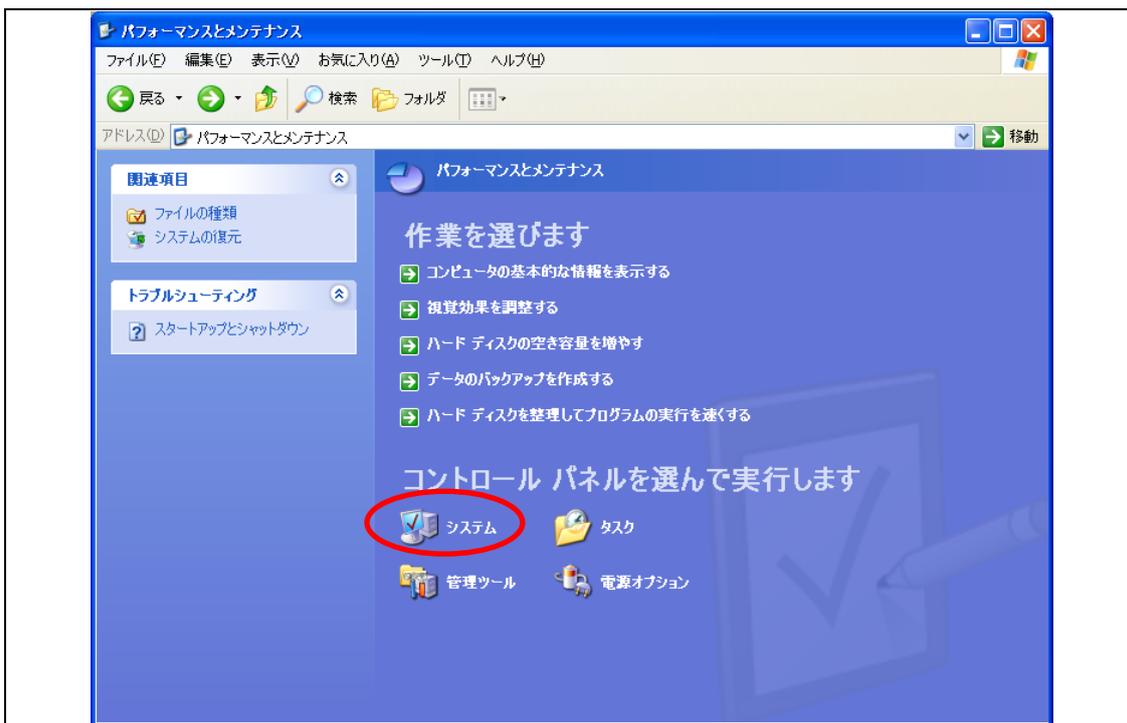


「スタート」をクリックして、「コントロールパネル」を選択します。

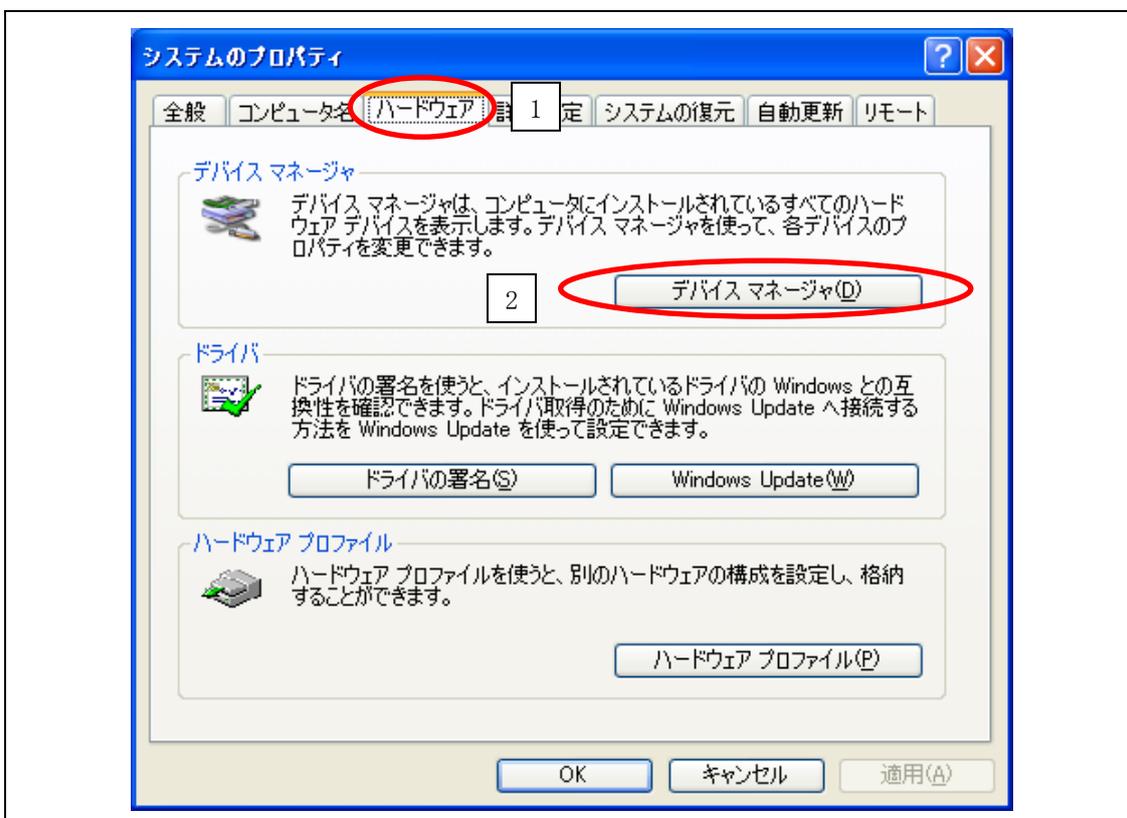


「パフォーマンスとメンテナンス」をクリックします。

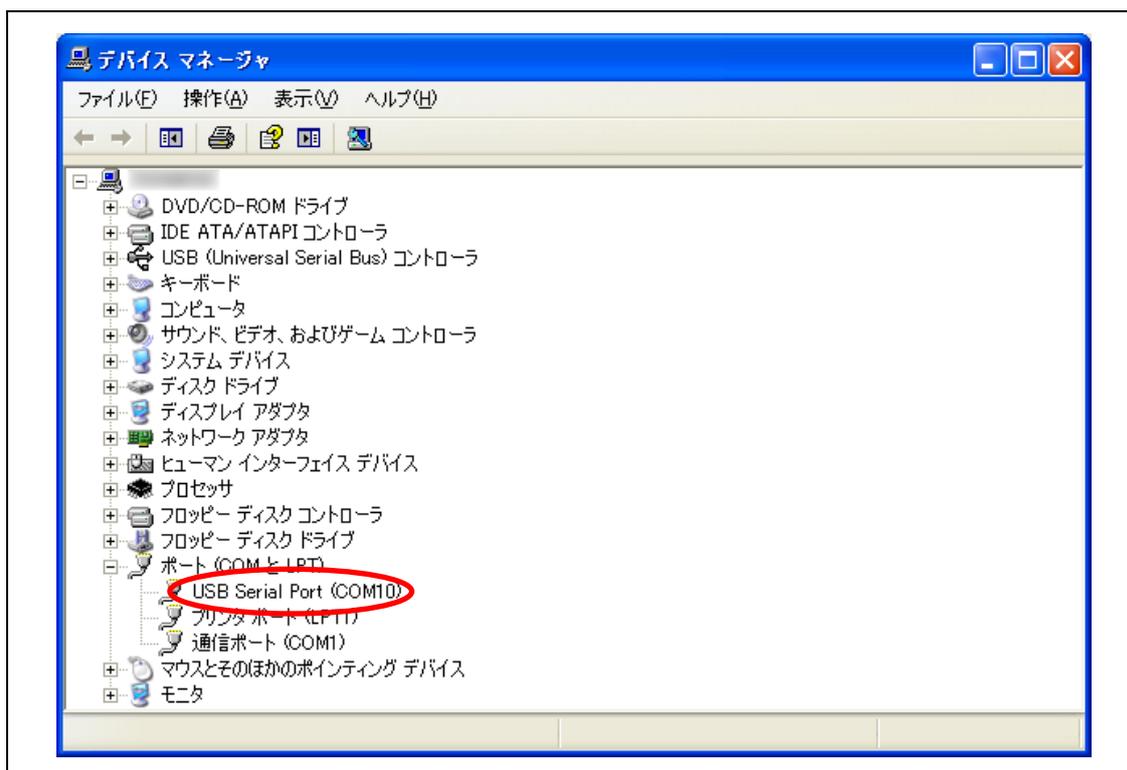
4. ミニマイコンカーVer. 2 の動作確認



「システム」をクリックします。



「ハードウェア」タブを選択して、「デバイスマネージャ」をクリックします。



「ポート (COM と LPT)」の「USB Serial Port (xxx)」の xxx を確認します。

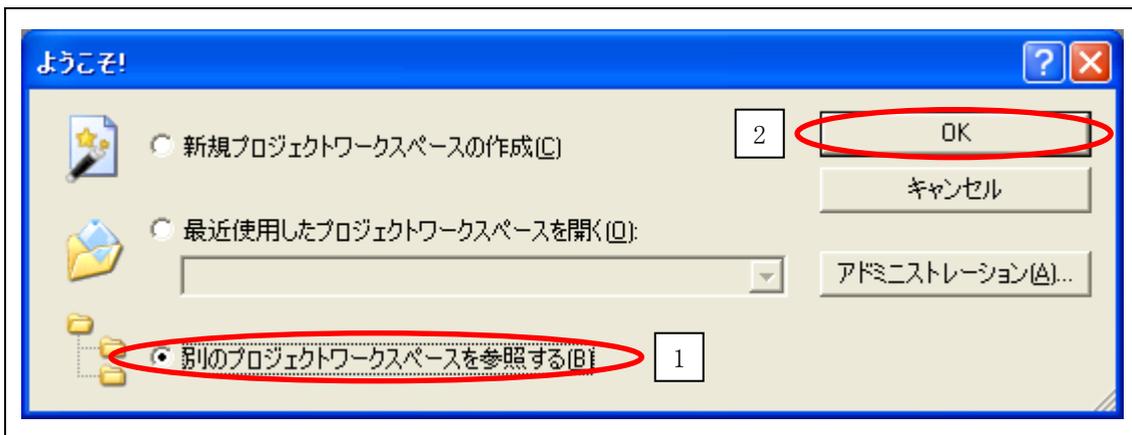
※「xxx」は数字です。パソコンや USB ケーブルを接続している状態により、数字は異なります。

4.2 動作確認プログラムの書き込み

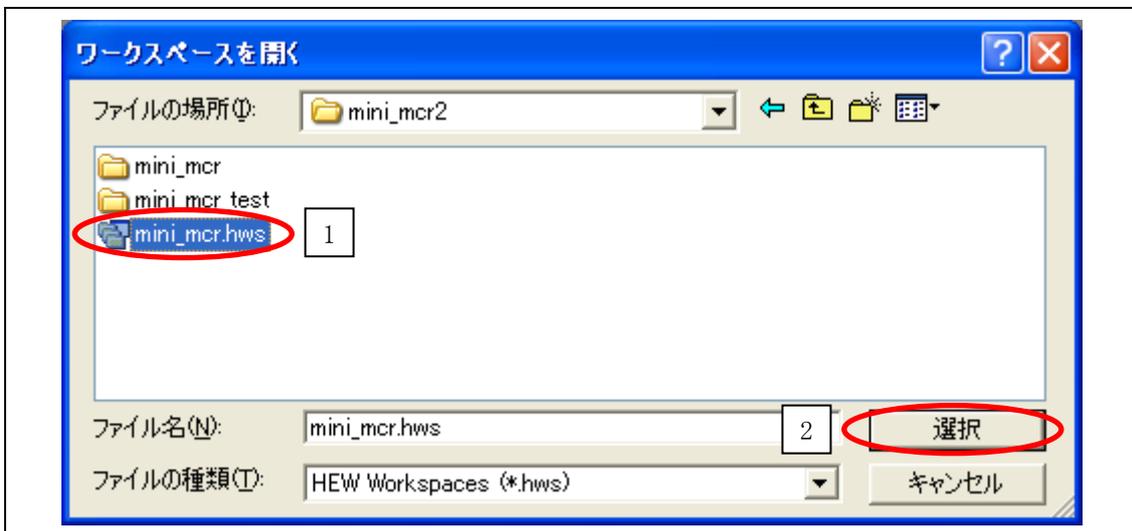
動作確認プログラムをミニマイコンカーVer. 2 に書き込みます。

4.2.1 ワークスペースを開く

HEW を立ち上げます。



「別のプロジェクトワークスペース」を選択して「OK」をクリックします。



「C:\workspace\mini_mcr2」フォルダに「mini_mcr.hws」ファイルがあるので選択し、「選択」をクリックします。

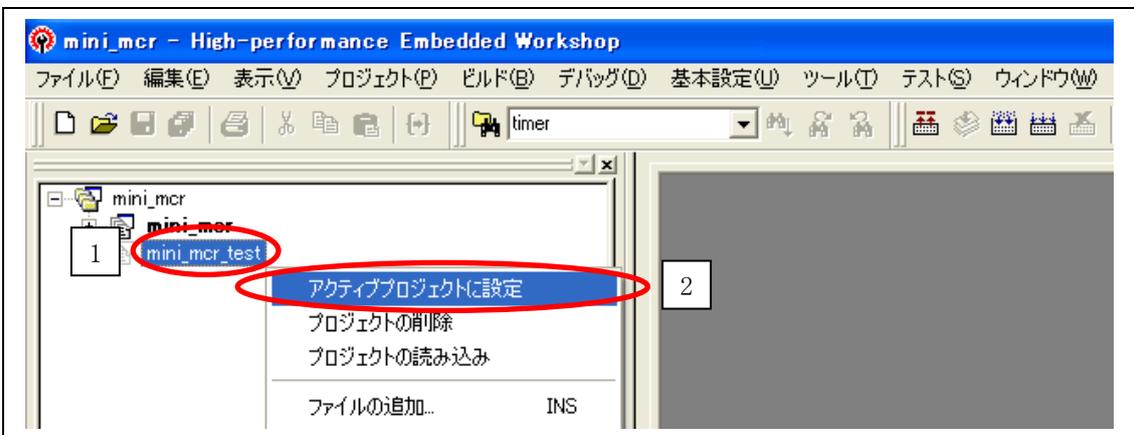
4. ミニマイコンカーVer. 2 の動作確認

4.2.2 アクティブプロジェクトの変更

ワークスペースには2つのプロジェクトが登録されていますので、アクティブなプロジェクトを動作確認のプロジェクトにする必要があります。

プロジェクト名	内容
mini_mcr	ミニマイコンカーVer. 2 の走行プログラムです。
mini_mcr_test	ミニマイコンカーVer. 2 の動作確認プログラムです。

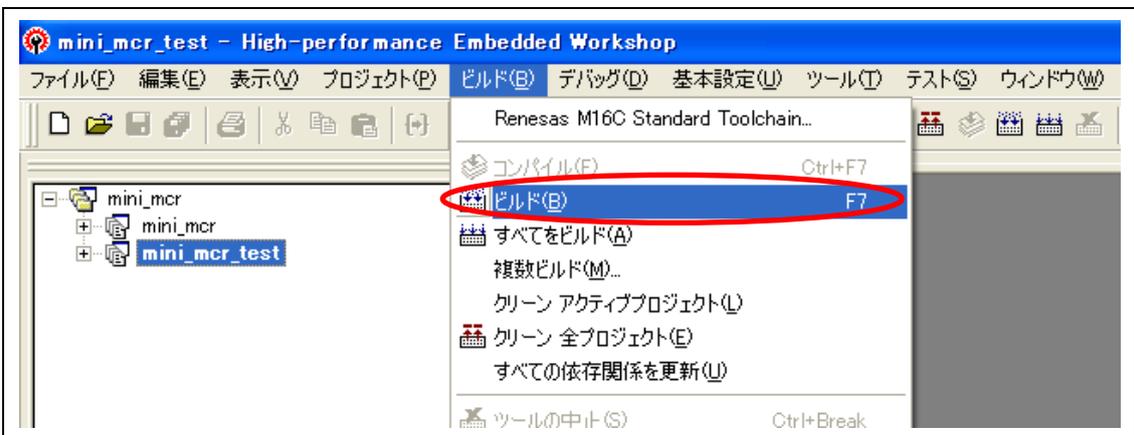
「mini_mcr_test」をアクティブなプロジェクトにします。



「mini_mcr_test」を右クリックして、「アクティブプロジェクトに設定」を選択します。

4.2.3 動作確認プログラムのビルド

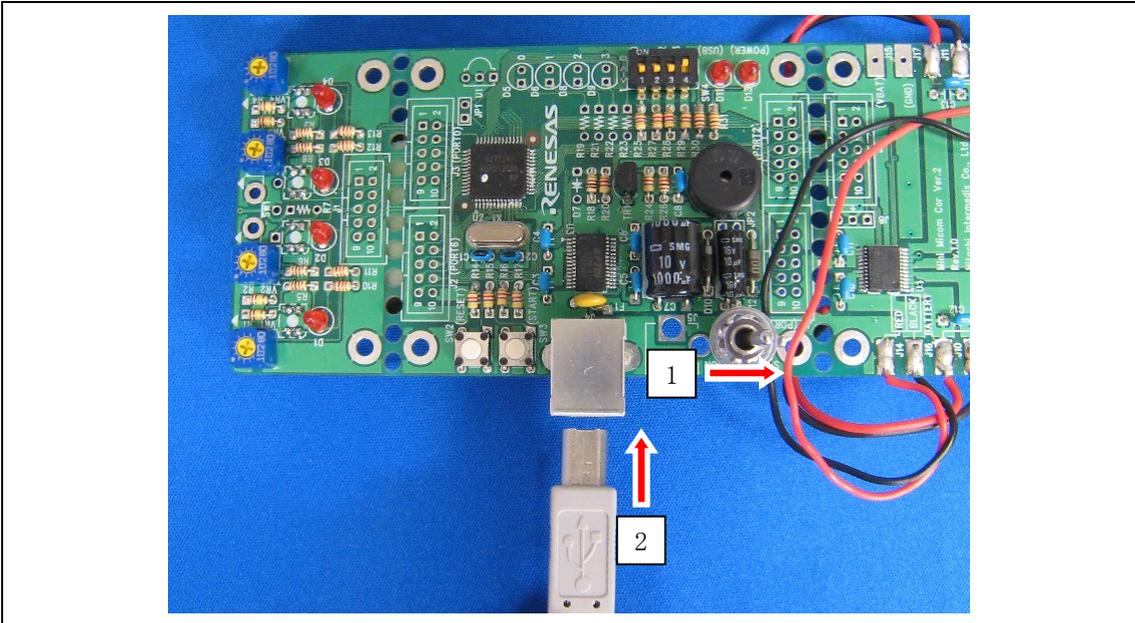
動作確認プログラムから mot ファイル（書き込むファイル）を生成するためにビルドをします。



「ビルド」から「ビルド」を選択します。

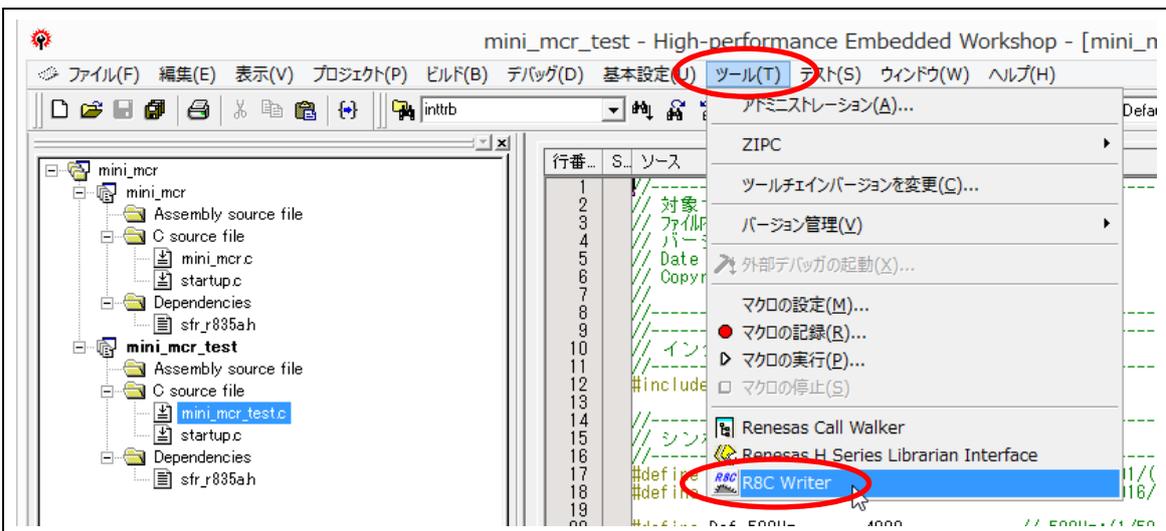
4. ミニマイコンカーVer. 2 の動作確認

4.2.4 動作確認プログラムの書き込み



ミニマイコンカーVer. 2 の電源を切った状態で、PC とミニマイコンカーVer. 2 を USB ケーブルで接続すると、ミニマイコンカーVer. 2 は書き込みモードになります。

《補足》 ミニマイコンカーVer. 2 の電源を入れた状態で、PC とミニマイコンカーVer. 2 を USB ケーブルで接続すると、通常動作モードになり書き込みができません。



「ツール」 から「R8C Writer」 を選択します。



R8C Writer が立ち上がります。「書き込み開始」をクリックします。

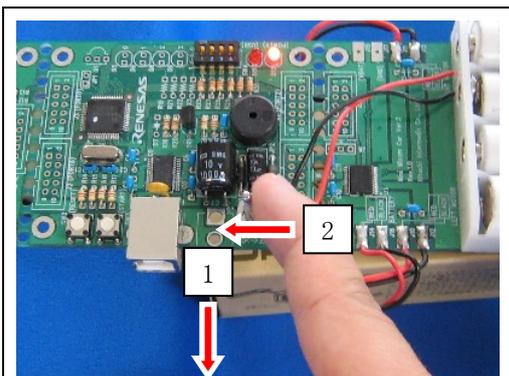
書き込みが完了すると、R8C Writer は自動で終了します。

《補足》 書き込みがうまくいかない方は、半田付けが正しく行われているか（イモ半田や目玉半田などになっていないか）の確認をしてください。

4.3 動作確認

PC とミニマイコンカーVer. 2 を USB ケーブルで接続していない状態で、ミニマイコンカーVer. 2 の電源を入れて、動作確認プログラムを実行します。

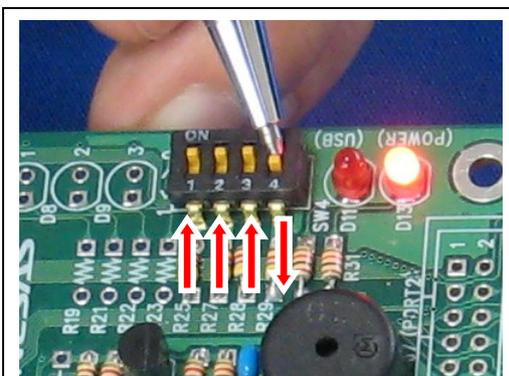
動作確認を行う際にはモーターが動きますので、箱などに乗せて車体を浮かせてください。



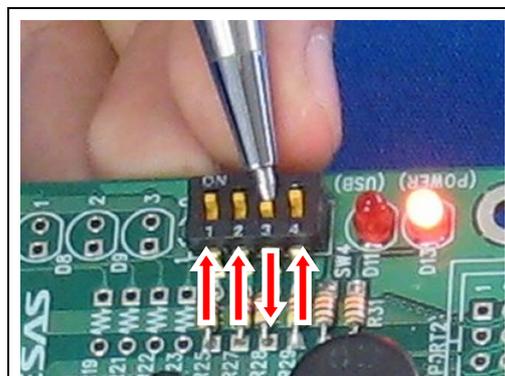
1. USB ケーブルを抜いた状態で、電源を入れます。起動音が出るか確認します。



2. スタートスイッチを押します。カウントダウンの音が出るか確認します。

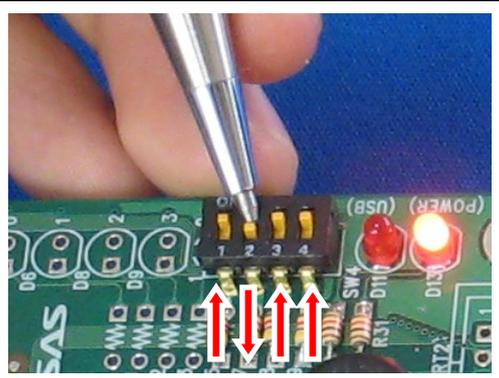


3. DIP スイッチの 4 のみを OFF にし、ドの音が出るか確認します。

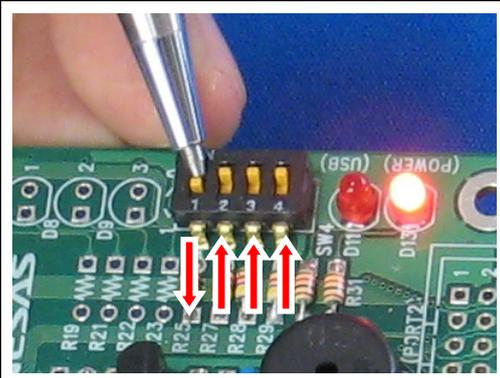


4. DIP スイッチの 3 のみを OFF にし、レの音が出るか確認します。

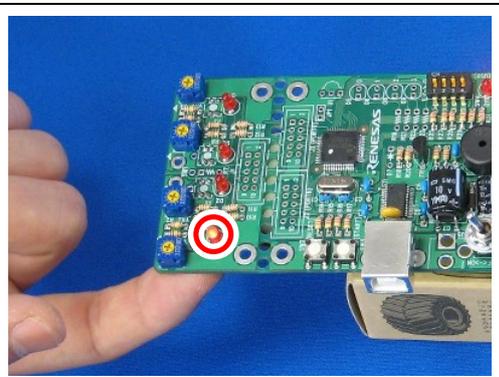
4. ミニマイコンカーVer. 2 の動作確認



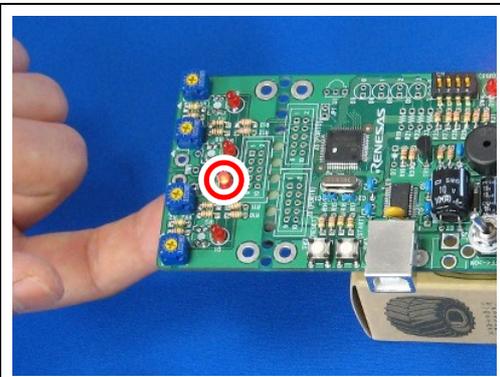
5. DIP スイッチの 2 のみを OFF にし、ミの音が出るか確認します。



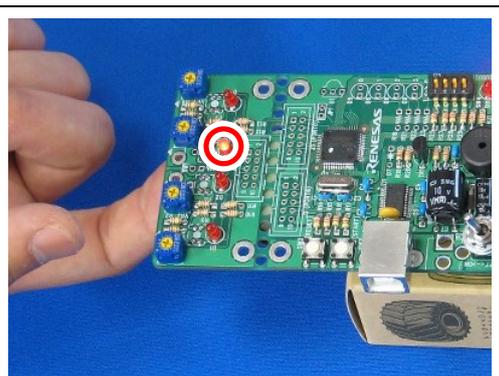
6. DIP スイッチの 1 のみを OFF にし、ファの音が出るか確認します。



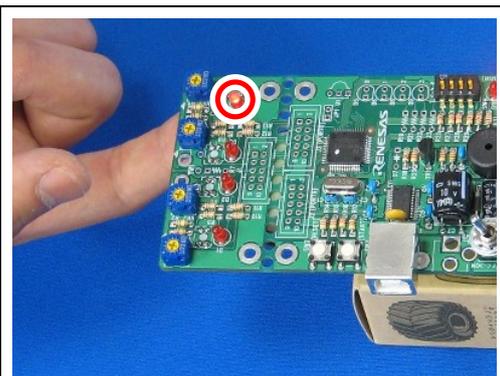
7. U5 (D1 の裏側) のセンサーのみを指で反応させ、ソの音が出るか確認します。D1 の LED も点灯するか確認します。



8. U6 (D2 の裏側) のセンサーのみを指で反応させ、ラの音が出るか確認します。D2 の LED も点灯するか確認します。

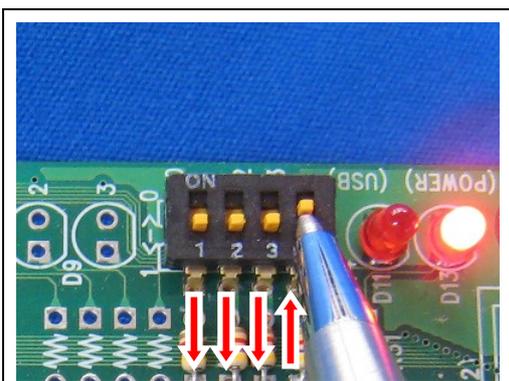


9. U7 (D3 の裏側) のセンサーのみを指で反応させ、シの音が出るか確認します。D3 の LED も点灯するか確認します。



10. U8 (D4 の裏側) のセンサーのみを指で反応させ、ドの音が出るか確認します。D4 の LED も点灯するか確認します。

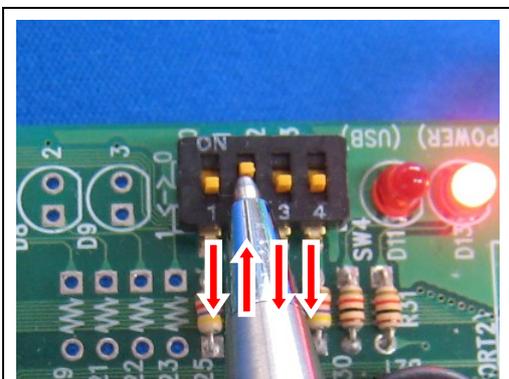
4. ミニマイコンカーVer. 2 の動作確認



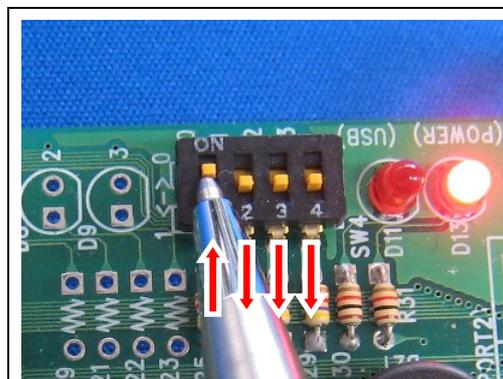
11. DIP スイッチの 4 のみを ON にし、右モーターが前進するか確認します。



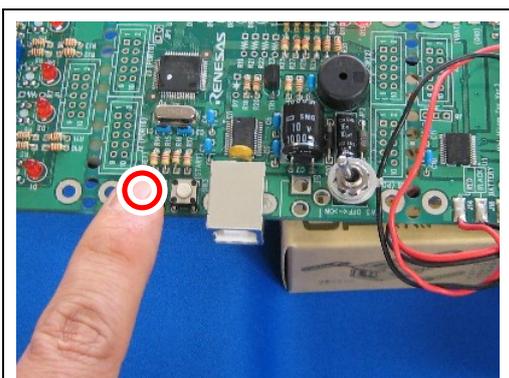
12. DIP スイッチの 3 のみを ON にし、右モーターが後退するか確認します。



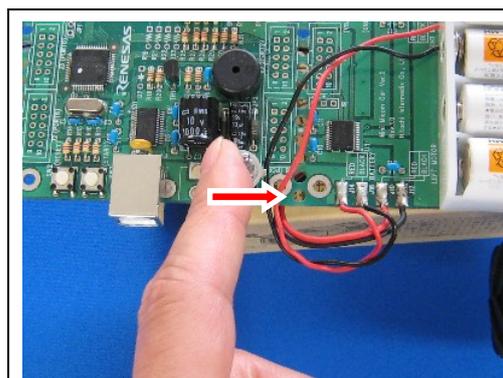
13. DIP スイッチの 2 のみを ON にし、左モーターが前進するか確認します。



14. DIP スイッチの 1 のみを ON にし、左モーターが後退するか確認します。



15. リセットスイッチを押し、ふたたび起動音が出るか確認します。



16. 電源を切ります。

以上で、動作確認は終了です。

正しく動作しなかった場合は、以下の点を確認してください。

現象	対処方法
手順 1 で音が出ない場合	基板全体の半田を確認する
手順 2 で音が出ない場合	スタートボタン周辺の半田を確認する
手順 3～6 で音が出ない場合	DIP スイッチ周辺の半田を確認する
手順 7～10 で音は出るが、LED が点灯しない場合	LED 周辺の半田を確認する
手順 7～10 で音が出なく、LED も点灯しない場合	センサー周辺の半田を確認する
手順 11～14 でモーターが動かない場合	モーターの配線を確認する
手順 15 で音が出ない場合	リセットスイッチ周辺の半田を確認する

5. プログラム解説「mini_mcr.c」

Workspace のファイルをそのままコンパイルしただけでは、クランクやレーンチェンジを正常に曲がりません。motor 関数を呼び出すときの引数を調整して、正常に曲がるようにしましょう。DIP スイッチの設定は、以下のようにしてください。

DIP スイッチ (ON : 0、OFF : 1)			
P5_7 (3)	P4_5 (2)	P4_4 (1)	P4_3 (0)
0	0	0	1

5.1 プログラムリスト

```

1 : //-----
2 : // 対象マイコン R8C/35A
3 : // ファイル内容   走行プログラム
4 : // バージョン   Ver. 1.00
5 : // Date         2009.07.01
6 : // Copyright    ルネサスマイコンカーラリー事務局
7 :                日立インターメディックス株式会社
8 : //-----
9 : //-----
10 : // インクルード
11 : //-----
12 : #include "sfr_r835a.h"
13 :
14 : //-----
15 : // シンボル定義
16 : //-----
17 : #define TIMER_CYCLE    155           // 1ms:0.001/(1/(2000000/128))-1
18 : #define PWM_CYCLE     39999         // 16ms:0.016/(1/(2000000/8))-1
19 :
20 : #define Def_500Hz      4999          // 500Hz:(1/500)/(1/(2000000/8))-1
21 : #define Def_1000Hz    2499          // 1000Hz:(1/1000)/(1/(2000000/8))-1
22 :
23 : #define Def_C3         19083         // ド:(1/131)/(1/(2000000/8))-1
24 : #define Def_D3         17006         // レ:(1/147)/(1/(2000000/8))-1
25 : #define Def_E3         15151         // ミ:(1/165)/(1/(2000000/8))-1
26 : #define Def_F3         14285         // ファ:(1/175)/(1/(2000000/8))-1
27 : #define Def_G3         12754         // ソ:(1/196)/(1/(2000000/8))-1
28 : #define Def_A3         11362         // ラ:(1/220)/(1/(2000000/8))-1
29 : #define Def_B3         10120         // シ:(1/247)/(1/(2000000/8))-1
30 : #define Def_C4         9541          // ド:(1/262)/(1/(2000000/8))-1
31 :
32 : #define DI()           asm("FCLR I") // 割り込み禁止
33 : #define EI()           asm("FSET I") // 割り込み許可
34 :
35 : //-----
36 : // 関数プロトタイプ宣言
37 : //-----
38 : void init( void );
39 : unsigned char sensor( void );
40 : void motor( int data1, int data2 );

```

5. プログラム解説「mini_mcr.c」

```
41 : void timer( unsigned long timer_set );
42 : void beep( int data1 );
43 : unsigned char dipsw( void );
44 : unsigned char pushsw( void );
45 :
46 : //-----
47 : // グローバル変数の宣言
48 : //-----
49 : unsigned long   cnt0 = 0;           // timer 関数用
50 : unsigned long   cnt1 = 0;           // main 内で使用
51 : int             pattern = 0;        // パターン番号
52 :
53 : //-----
54 : // メインプログラム
55 : //-----
56 : void main(void)
57 : {
58 :     // 初期化
59 :     init();
60 :
61 :     // 起動音
62 :     beep(Def_500Hz);
63 :     timer(100);
64 :     beep(Def_1000Hz);
65 :     timer(100);
66 :     beep(0);
67 :
68 :     while(1){
69 :         switch( pattern ){
70 :
71 :             //-----
72 :             // パターンについて
73 :             // 0 : スイッチ入力待ち
74 :             // 1 : 1秒後にスタート
75 :             // 11 : 通常トレース
76 :             // 21 : クロスライン検出後のトレース、クランク検出
77 :             // 22 : クランクの曲げ動作継続処理
78 :             // 31 : 左ハーフライン検出後のトレース、左レーンチェンジ検出
79 :             // 32 : 左レーンチェンジ曲げ動作継続処理
80 :             // 33 : 左レーンチェンジ終了検出
81 :             // 41 : 右ハーフライン検出後のトレース、右レーンチェンジ検出
82 :             // 42 : 右レーンチェンジ曲げ動作継続処理
83 :             // 43 : 右レーンチェンジ終了検出
84 :             //-----
85 :
86 :             case 0:
87 :                 // スイッチ入力待ち
88 :                 if( pushsw() == 1 ){
89 :                     beep(Def_1000Hz);
90 :                     cnt1 = 0;
91 :                     pattern = 1;
92 :                 }
93 :
94 :                 break;
95 :
96 :             case 1:
97 :                 // 1秒後にスタート
98 :                 if( cnt1 >= 1000 ){
99 :                     beep(0);
100 :                     cnt1 = 0;
101 :                     pattern = 11;
102 :                 }
103 :
```

```
104 :          break;
105 :
106 :      case 11:
107 :          // 通常トレース
108 :          beep(0);
109 :
110 :          switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
111 :      case 0x06:
112 :          // 0000 0110 センタ→まっすぐ
113 :          motor( 100, 100 );
114 :          break;
115 :
116 :      case 0x04:
117 :          // 0000 0100 少し右寄り→左へ小曲げ
118 :          motor( 85, 100 );
119 :          break;
120 :
121 :      case 0x0c:
122 :          // 0000 1100 中くらい右寄り→左へ中曲げ
123 :          motor( 70, 100 );
124 :          break;
125 :
126 :      case 0x08:
127 :          // 0000 1000 大きく右寄り→左へ大曲げ
128 :          motor( 55, 100 );
129 :          break;
130 :
131 :      case 0x02:
132 :          // 0000 0010 少し左寄り→右へ小曲げ
133 :          motor( 100, 85 );
134 :          break;
135 :
136 :      case 0x03:
137 :          // 0000 0011 中くらい左寄り→右へ中曲げ
138 :          motor( 100, 70 );
139 :          break;
140 :
141 :      case 0x01:
142 :          // 0000 0001 大きく左寄り→右へ大曲げ
143 :          motor( 100, 55 );
144 :          break;
145 :
146 :      case 0x0f:
147 :          // 0000 1111 クロスライン検出
148 :          motor( 100, 100 );
149 :          cnt1 = 0;
150 :          pattern = 21;
151 :          break;
152 :
153 :      case 0x0e:
154 :          // 0000 1110 左ハーフライン検出
155 :          motor( 100, 100 );
156 :          cnt1 = 0;
157 :          pattern = 31;
158 :          break;
159 :
160 :      case 0x07:
161 :          // 0000 0111 右ハーフライン検出
162 :          motor( 100, 100 );
163 :          cnt1 = 0;
164 :          pattern = 41;
165 :          break;
166 :
```

```
167 :           default:
168 :                 break;
169 :
170 :         }
171 :
172 :           break;
173 :
174 :     case 21:
175 :         // クロスライン検出後のトレース、クランク検出
176 :         beep(Def_C3);
177 :
178 :         switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
179 :         case 0x06:
180 :             // 0000 0110 センタ→まっすぐ
181 :             motor( 100, 100 );
182 :             break;
183 :
184 :         case 0x04:
185 :             // 0000 0100 少し右寄り→左へ小曲げ
186 :             motor( 85, 100 );
187 :             break;
188 :
189 :         case 0x0c:
190 :             // 0000 1100 中くらい右寄り→左へ中曲げ
191 :             motor( 70, 100 );
192 :             break;
193 :
194 :         case 0x08:
195 :             // 0000 1000 大きく右寄り→左へ大曲げ
196 :             motor( 55, 100 );
197 :             break;
198 :
199 :         case 0x02:
200 :             // 0000 0010 少し左寄り→右へ小曲げ
201 :             motor( 100, 85 );
202 :             break;
203 :
204 :         case 0x03:
205 :             // 0000 0011 中くらい左寄り→右へ中曲げ
206 :             motor( 100, 70 );
207 :             break;
208 :
209 :         case 0x01:
210 :             // 0000 0001 大きく左寄り→右へ大曲げ
211 :             motor( 100, 55 );
212 :             break;
213 :
214 :         default:
215 :             break;
216 :
217 :         }
218 :
219 :     if( cnt1 >= 1000 ){
220 :         switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
221 :         case 0x0e:
222 :             // 0000 1110 左クランク検出
223 :             motor( 0, 90 );
224 :             cnt1 = 0;
225 :             pattern = 22;
226 :             break;
227 :
228 :         case 0x07:
229 :             // 0000 0111 右クランク検出
```

```
230 :             motor( 90, 0 );
231 :             cnt1 = 0;
232 :             pattern = 22;
233 :             break;
234 :
235 :             default:
236 :                 break;
237 :
238 :         }
239 :     }
240 :
241 :     break;
242 :
243 : case 22:
244 :     // クランクの曲げ動作継続処理
245 :     if( cnt1 >= 1000 ){
246 :         pattern = 11;
247 :     }
248 :
249 :     break;
250 :
251 : case 31:
252 :     // 左ハーフライン検出後のトレース、左レーンチェンジ検出
253 :     beep(Def_D3);
254 :
255 :     switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
256 :     case 0x06:
257 :         // 0000 0110 センター→まっすぐ
258 :         motor( 100, 100 );
259 :         break;
260 :
261 :     case 0x04:
262 :         // 0000 0100 少し右寄り→左へ小曲げ
263 :         motor( 85, 100 );
264 :         break;
265 :
266 :     case 0x0c:
267 :         // 0000 1100 中くらい右寄り→左へ中曲げ
268 :         motor( 70, 100 );
269 :         break;
270 :
271 :     case 0x08:
272 :         // 0000 1000 大きく右寄り→左へ大曲げ
273 :         motor( 55, 100 );
274 :         break;
275 :
276 :     case 0x02:
277 :         // 0000 0010 少し左寄り→右へ小曲げ
278 :         motor( 100, 85 );
279 :         break;
280 :
281 :     case 0x03:
282 :         // 0000 0011 中くらい左寄り→右へ中曲げ
283 :         motor( 100, 70 );
284 :         break;
285 :
286 :     case 0x01:
287 :         // 0000 0001 大きく左寄り→右へ大曲げ
288 :         motor( 100, 55 );
289 :         break;
290 :
291 :     case 0x0f:
292 :         // 0000 1111 クロスライン検出
```

```
293 :             motor( 100, 100 );
294 :             cnt1 = 0;
295 :             pattern = 21;
296 :             break;
297 :
298 :         default:
299 :             break;
300 :
301 :     }
302 :
303 :     if( cnt1 >= 1000 ){
304 :         switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
305 :             case 0x00:
306 :                 // 0000 0000 左レーンチェンジ検出
307 :                 motor( 0, 100 );
308 :                 cnt1 = 0;
309 :                 pattern = 32;
310 :                 break;
311 :
312 :             default:
313 :                 break;
314 :
315 :         }
316 :     }
317 :
318 :     break;
319 :
320 : case 32:
321 :     // 左レーンチェンジ曲げ動作継続処理
322 :     if( cnt1 >= 700 ){
323 :         motor( 100, 100 );
324 :         cnt1 = 0;
325 :         pattern = 33;
326 :     }
327 :
328 :     break;
329 :
330 : case 33:
331 :     // 左レーンチェンジ終了検出
332 :     if( cnt1 >= 500 ){
333 :         switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
334 :             case 0x01:
335 :                 // 0000 0001 左レーンチェンジ終了検出
336 :                 pattern = 11;
337 :                 break;
338 :             default:
339 :                 break;
340 :         }
341 :     }
342 :
343 :     break;
344 :
345 : case 41:
346 :     // 右ハーフライン検出後のトレース、右レーンチェンジ検出
347 :     beep(Def_E3);
348 :
349 :     switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
350 :         case 0x06:
351 :             // 0000 0110 センター→まっすぐ
352 :             motor( 100, 100 );
353 :             break;
354 :
355 :         case 0x04:
```

```
356 : // 0000 0100 少し右寄り→左へ小曲げ
357 : motor( 85, 100 );
358 : break;
359 :
360 : case 0x0c:
361 : // 0000 1100 中くらい右寄り→左へ中曲げ
362 : motor( 70, 100 );
363 : break;
364 :
365 : case 0x08:
366 : // 0000 1000 大きく右寄り→左へ大曲げ
367 : motor( 55, 100 );
368 : break;
369 :
370 : case 0x02:
371 : // 0000 0010 少し左寄り→右へ小曲げ
372 : motor( 100, 85 );
373 : break;
374 :
375 : case 0x03:
376 : // 0000 0011 中くらい左寄り→右へ中曲げ
377 : motor( 100, 70 );
378 : break;
379 :
380 : case 0x01:
381 : // 0000 0001 大きく左寄り→右へ大曲げ
382 : motor( 100, 55 );
383 : break;
384 :
385 : case 0x0f:
386 : // 0000 1111 クロスライン検出
387 : motor( 100, 100 );
388 : cnt1 = 0;
389 : pattern = 21;
390 : break;
391 :
392 : default:
393 : break;
394 :
395 : }
396 :
397 : if( cnt1 >= 1000 ){
398 :     switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
399 :     case 0x00:
400 :         // 0000 0000 右レーンチェンジ検出
401 :         motor( 100, 0 );
402 :         cnt1 = 0;
403 :         pattern = 42;
404 :         break;
405 :
406 :     default:
407 :         break;
408 :
409 :     }
410 : }
411 :
412 : break;
413 :
414 : case 42:
415 : // 右レーンチェンジ曲げ動作継続処理
416 : if( cnt1 >= 700 ){
417 :     motor( 100, 100 );
418 :     cnt1 = 0;
```

```
419 :             pattern = 43;
420 :         }
421 :
422 :             break;
423 :
424 :     case 43:
425 :         // 右レーンチェンジ終了検出
426 :         if( cnt1 >= 500 ){
427 :             switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
428 :                 case 0x08:
429 :                     // 0000 1000 右レーンチェンジ終了検出
430 :                     pattern = 11;
431 :                     break;
432 :                 default:
433 :                     break;
434 :             }
435 :         }
436 :
437 :             break;
438 :
439 :     default:
440 :         break;
441 :     }
442 : }
443 : }
444 : }
445 :
446 : //-----
447 : // R8C/35A の内蔵周辺機能の初期化
448 : //-----
449 : void init( void )
450 : {
451 :     unsigned char i = 0;
452 :
453 :     // 割り込み禁止
454 :     DI();
455 :
456 :     // クロック発生回路の XIN クロック設定
457 :     prc0 = 1;
458 :
459 :     cm13 = 1;
460 :     cm05 = 0;
461 :     while(i <= 50) i++;
462 :     ocd2 = 0;
463 :
464 :     prc0 = 0;
465 :
466 :     // I/O ポートの入出力設定
467 :     prc2 = 1; // pd0 レジスタへの書き込み許可
468 :     pd0 = 0xe0; // P0_0~P0_3:センサー
469 :                 // P0_4:マイクロスイッチ
470 :                 // P0_5~P0_7:LED
471 :     prc2 = 0; // pd0 レジスタへの書き込み禁止
472 :     pd1 = 0xdf; // P1_0~P1_3:LED
473 :                 // P1_4:TXD0
474 :                 // P1_5:RXD0
475 :     pd2 = 0xfe; // P2_0:スイッチ
476 :                 // P2_1:AIN1
477 :                 // P2_2:PWMA
478 :                 // P2_3:BIN1
479 :                 // P2_4:PWMB
480 :                 // P2_5:SERVO
481 :                 // P2_6:AIN2
```

```
482 :                                     // P2_7:BIN2
483 :         pd3 = 0xfb;                   // P3_2:赤外線受信
484 :                                     // P3_4:ブザー
485 :         pd4 = 0x80;                   // P4_2:VREF
486 :                                     // P4_3~P4_5:DIPSW
487 :                                     // P4_6:XIN
488 :                                     // P4_7:XOUT
489 :         pd5 = 0x40;                   // P5_7:DIPSW
490 :         pd6 = 0xff;                   //
491 :
492 :
493 :
494 :         mstcr = 0x00;                  // モジュールストップ解除
495 :
496 :
497 :
498 :         // タイマ RB の 1ms 割り込み設定
499 :         trbmr = 0x00;                  // カウントソースは f1
500 :         trbpre = 128 - 1;              // プリスケーラ
501 :         trbpr = TIMER_CYCLE;          // プライマリカウンタ
502 :         trbic = 0x01;                  // タイマ RB の割り込みレベル設定
503 :         trbcr = 0x01;                  // カウントを開始
504 :
505 :         // タイマ RC の PWM モード
506 :         trccr1 = 0xb0;                  // カウントソースは f8
507 :         trcgra = 0;                    // 圧電サウンダの周期
508 :         trcgrc = 0;                    // 圧電サウンダのデューティ比
509 :         trccr2 = 0x02;                  // TRCIOC 端子はアクティブレベル H
510 :         trcoer = 0x0b;                  // TRCIOC 端子の出力許可
511 :         trcpsr1 = 0x02;                 // TRCIOC 端子を P3_4 に割り当て
512 :         trcmr = 0x8a;                   // カウントを開始
513 :
514 :         // タイマ RD のリセット同期 PWM モード
515 :         trdpsr0 = 0x08;                 // TRDIOB0 端子を P2_2 に割り当て
516 :         trdpsr1 = 0x05;                 // TRDIOB1 端子を P2_5 に割り当て
517 :                                     // TRDIOA1 端子を P2_4 に割り当て
518 :         trdmr = 0xf0;                   // レジスタをバッファ動作にする
519 :         trdfcr = 0x01;                  // リセット同期 PWM モードに設定
520 :         trdoer1 = 0xcd;                 // TRDIOB1 の出力許可
521 :                                     // TRDIOA1 の出力許可
522 :                                     // TRDIOB0 端子の出力許可
523 :         trdcr0 = 0x23;                  // カウントソースは f8
524 :         trdgra0 = trdgrc0 = PWM_CYCLE; // 周期
525 :         trdgrb0 = trdgrd0 = 0;          // TRDIOB0 端子 (左モータ)
526 :         trdgra1 = trdgrc1 = 0;          // TRDIOA1 端子 (右モータ)
527 :         trdgrb1 = trdgrd1 = 0;          // TRDIOB1 端子 (サーボ)
528 :         trdstr = 0x0d;                  // カウントを開始
529 :
530 :         // 割り込み許可
531 :         EI();
532 :     }
533 :
534 :     //-----
535 :     // 割り込み
536 :     //-----
537 :     #pragma interrupt intTRBIC (vect=24)
538 :     void intTRBIC( void )
539 :     {
540 :         p0_7 = ~p0_7;
541 :
542 :         if( p0_7 == 0 ){
543 :             //p0_1、p0_3 のモニタが可能
544 :             p0_5 = ~p0_1;
```

```
545 :         p0_6 = ~p0_3;
546 :     }else{
547 :         //p0_0、p0_2 のモニタが可能
548 :         p0_5 = p0_0;
549 :         p0_6 = p0_2;
550 :     }
551 :
552 :     cnt0++;
553 :     cnt1++;
554 : }
555 :
556 : //-----
557 : // センサー状態検出
558 : // 引数      なし
559 : // 戻り値    センサ値
560 : //-----
561 : unsigned char sensor( void )
562 : {
563 :     volatile unsigned char  data1;
564 :
565 :     data1 = ~p0;           // ラインの色は白
566 :     data1 = data1 & 0x0f;
567 :
568 :     return( data1 );
569 : }
570 :
571 : //-----
572 : // モーター速度制御
573 : // 引数      左モータ:-100~100、右モータ:-100~100
574 : //          0 で停止、100 で正転 100%、-100 で逆転 100%
575 : // 戻り値    なし
576 : //-----
577 : void motor( int data1, int data2 )
578 : {
579 :     volatile int    motor_r;
580 :     volatile int    motor_l;
581 :     volatile int    sw_data;
582 :
583 :     sw_data = dipsw() + 5;
584 :     motor_l = (long)data1 * sw_data / 20;
585 :     motor_r = (long)data2 * sw_data / 20;
586 :
587 :     if( motor_l >= 0 ) {
588 :         p2_1 = 0;
589 :         p2_6 = 1;
590 :         trdgrd0 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * motor_l / 100;
591 :     } else {
592 :         p2_1 = 1;
593 :         p2_6 = 0;
594 :         trdgrd0 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * ( -motor_l ) / 100;
595 :     }
596 :
597 :     if( motor_r >= 0 ) {
598 :         p2_3 = 0;
599 :         p2_7 = 1;
600 :         trdgrc1 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * motor_r / 100;
601 :     } else {
602 :         p2_3 = 1;
603 :         p2_7 = 0;
604 :         trdgrc1 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * ( -motor_r ) / 100;
605 :     }
606 : }
607 :
```

```
608 : //-----
609 : // 時間稼ぎ
610 : // 引数      タイマ値 1=1ms
611 : // 戻り値    なし
612 : //-----
613 : void timer( unsigned long data1 )
614 : {
615 :     cnt0 = 0;
616 :     while( cnt0 < data1 );
617 : }
618 :
619 : //-----
620 : // 音を鳴らす
621 : // 引数      (1/音の周波数)/(1/(クロック周波数/8))-1
622 : // 戻り値    なし
623 : //-----
624 : void beep( int data1 )
625 : {
626 :     trcgra = data1;           // 周期の設定
627 :     trcgrc = data1 / 2;     // デューティ 50%のため周期の半分の値
628 : }
629 :
630 : //-----
631 : // DIP スイッチ状態検出
632 : // 引数      なし
633 : // 戻り値    0~15、DIP スイッチが ON の場合、対応するビットが 0 になります。
634 : //-----
635 : unsigned char dipsw( void )
636 : {
637 :     volatile unsigned char data1;
638 :
639 :     data1 = ( ( p5 >> 4 ) & 0x08 ) | ( ( p4 >> 3 ) & 0x07 );
640 :
641 :     return( data1 );
642 : }
643 :
644 : //-----
645 : // プッシュスイッチ状態検出
646 : // 引数      なし
647 : // 戻り値    スイッチが押されていない場合:0、押された場合:1
648 : //-----
649 : unsigned char pushsw( void )
650 : {
651 :     unsigned char data1;
652 :
653 :     data1 = ~p2;
654 :     data1 &= 0x01;
655 :
656 :     return( data1 );
657 : }
```

5.2 スタート

プログラム

```

1 : //-----
2 : // 対象マイコン R8C/35A
3 : // ファイル内容 走行プログラム
4 : // バージョン Ver. 1.00
5 : // Date 2009.07.01
6 : // Copyright ルネサスマイコンカーラリー事務局
7 : // 日立インターメディックス株式会社
8 : //-----

```

最初はコメント部分です。「//」の後の文字はコンパイル時に無視されるので、コメントを書くときに利用します。

5.3 外部ファイルの読み込み（インクルード）

プログラム

```
12 : #include "sfr_r835a.h"
```

#include は外部のファイルを読み込むときに使用します。

名称	説明
sfr_r835a.h	R8C/35A 用の内蔵周辺機能の制御レジスタを定義したファイルです。

5.4 シンボル定義

プログラム

```

17 : #define TIMER_CYCLE 155 // 1ms:0.001/(1/(2000000/128))-1
18 : #define PWM_CYCLE 39999 // 16ms:0.016/(1/(2000000/8))-1
19 :
20 : #define Def_500Hz 4999 // 500Hz:(1/500)/(1/(2000000/8))-1
21 : #define Def_1000Hz 2499 // 1000Hz:(1/1000)/(1/(2000000/8))-1
22 :
23 : #define Def_C3 19083 // ド:(1/131)/(1/(2000000/8))-1
24 : #define Def_D3 17006 // レ:(1/147)/(1/(2000000/8))-1
25 : #define Def_E3 15151 // ミ:(1/165)/(1/(2000000/8))-1
26 : #define Def_F3 14285 // ファ:(1/175)/(1/(2000000/8))-1
27 : #define Def_G3 12754 // ソ:(1/196)/(1/(2000000/8))-1
28 : #define Def_A3 11362 // ラ:(1/220)/(1/(2000000/8))-1
29 : #define Def_B3 10120 // シ:(1/247)/(1/(2000000/8))-1
30 : #define Def_C4 9541 // ド:(1/262)/(1/(2000000/8))-1
31 :
32 : #define DI() asm("FCLR I") // 割り込み禁止
33 : #define EI() asm("FSET I") // 割り込み許可

```

名称	説明
TIMER_CYCLE	TYMER_CYCLE は、タイマ RB の割り込みを発生させる間隔を設定します。 今回は 1 [ms] に設定しますので、 $(1 \times 10^{-3}) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 128)) - 1 = 155$ となります。
PWM_CYCLE	PWM_CYCLE は、左右モーターに加えるタイマ RD の PWM 周期を設定します。 今回は 16 [ms] に設定しますので、 $(16 \times 10^{-3}) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 39999$ となります。
Def_500Hz	Def_500Hz は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 500 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 500) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 4999$ となります。
Def_1000Hz	Def_1000Hz は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 1000 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 1000) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 2499$ となります。
Def_C3	Def_C3 は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 131 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 131) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 19083$ となります。
Def_D3	Def_D3 は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 147 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 147) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 17006$ となります。
Def_E3	Def_E3 は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 165 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 165) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 15151$ となります。
Def_F3	Def_F3 は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 175 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 175) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 14285$ となります。

Def_G3	Def_G3 は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 196 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 196) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 12754$ となります。
Def_A3	Def_A3 は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 220 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 220) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 11362$ となります。
Def_B3	Def_B3 は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 247 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 247) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 10120$ となります。
Def_C4	Def_C4 は、圧電サウンダに加えるタイマ RC の PWM 周期を設定します。 今回は 262 [Hz] に設定しますので、 $(1 \div 262) \div (1 \div (20 \times 10^6 \div 8)) - 1 = 9541$ となります。
DI()	DI() は、割り込み禁止のインラインアセンブルの定義です。
EI()	EI() は、割り込み許可のインラインアセンブルの定義です。

5.5 関数プロトタイプ

プログラム

```

38 : void init( void );
39 : unsigned char sensor( void );
40 : void motor( int data1, int data2 );
41 : void timer( unsigned long timer_set );
42 : void beep( int data1 );
43 : unsigned char dipsw( void );
44 : unsigned char pushsw( void );

```

関数プロトタイプとは、関数の引数の型と個数をチェックするために、関数を使用する前に宣言する部分のことです。関数プロトタイプは、関数に「;」を付加したものです。

5.6 グローバル変数

プログラム

```
49 : unsigned long  cnt0 = 0;           // timer 関数用
50 : unsigned long  cnt1 = 0;           // main 内で使用
51 : int             pattern = 0;       // パターン番号
```

グローバル変数とは、関数の外で定義されている、どの関数からも参照できる変数のことです。

ローカル変数とは、関数の中で定義されている、関数の中でのみ参照できる変数のことです。

以下に例を示します。

参考例

```
void a( void );           // プロトタイプ宣言

int timer;               // グローバル変数

void main( void )
{
    int i;

    timer = 0;
    i = 10;
    printf( "%d\n", timer ); // ←0 を表示
    a();
    printf( "%d\n", timer ); // ←timer はグローバル変数なので、
                             // a 関数内でセットした 20 を表示
    printf( "%d\n", i );    // ←a 関数でも変数 i を使っているがローカル
                             // 変数なので、a 関数内の i 変数は無関係
                             // この関数でセットした 10 が表示される
}

void a( void )
{
    int i;
    i = 20;
    timer = i;
}
```

mini_mcr.c では、3つのグローバル変数を宣言しています。

名称	型	説明
cnt0	unsigned long	timer 関数で時間を計る (1[ms]単位) ときに使用します。
cnt1	unsigned long	main 関数などで時間を計る (1[ms]単位) ときに使用します。
pattern	int	パターン番号です。

5.7 メインプログラムを説明する前に

main 関数は、main 関数の後に記載されている関数を組み合わせてプログラムしていますので、先に main 関数以外の関数の解説を初めに行います。

5.8 R8C/35A の内蔵周辺機能の初期化：init 関数

R8C/35A の内蔵周辺機能の初期化を行います。

周辺機能の初期化を行う際には、割り込みを禁止にし、モジュールストップは解除しておきます。

5.8.1 クロック発生回路の XIN クロック設定

初めに、クロック発生回路の初期化を行います。

プログラム

```

457 :      prc0 = 1;
458 :
459 :      cm13 = 1;
460 :      cm05 = 0;
461 :      while(i <= 50) i++;
462 :      ocd2 = 0;
463 :
464 :      prc0 = 0;

```

レジスタ	ビット	シンボル	説明
PRCR	0	PRC0	CM0、CM1 レジスタへの書き込みを許可するため、始めに“1”にします。最後は“0”に戻します。
CM1	3	CM13	端子を XIN-XOUT 端子として使用するため、“1”にします。
CM0	5	CM05	XIN クロックを発振させるため、“1”にします。
OCD	2	OCD2	システムクロックを XIN クロックにするため、“0”にします。

5.8.2 I/O ポートの入出力設定

プログラム

```

467 :      prc2 = 1;           // pd0 レジスタへの書き込み許可
468 :      pd0 = 0xe0;        // P0_0~P0_3:センサー
469 :                               // P0_4:マイクロスイッチ
470 :                               // P0_5~P0_7:LED
471 :      prc2 = 0;           // pd0 レジスタへの書き込み禁止
472 :      pd1 = 0xdf;        // P1_0~P1_3:LED
473 :                               // P1_4:TXD0
474 :                               // P1_5:RXD0
475 :      pd2 = 0xfe;        // P2_0:スイッチ
476 :                               // P2_1:AIN1
477 :                               // P2_2:PWMA
478 :                               // P2_3:BIN1
479 :                               // P2_4:PWMB
480 :                               // P2_5:SERVO
481 :                               // P2_6:AIN2
482 :                               // P2_7:BIN2
483 :      pd3 = 0xfb;        // P3_2:赤外線受信
484 :                               // P3_4:ブザー
485 :      pd4 = 0x80;        // P4_2:VREF
486 :                               // P4_3~P4_5:DIPSW
487 :                               // P4_6:XIN
488 :                               // P4_7:XOUT
489 :      pd5 = 0x40;        // P5_7:DIPSW
490 :      pd6 = 0xff;        //
    
```

入出力の決め方

出力	出力端子は出力に設定します。
入力	入力端子は入力に設定します。
未接続	未接続端子は出力に設定します。
-	端子のないビットは入力に設定します。

ポート	ビット	接続先	入出力	設定値 PDi
0	7	LEDC 出力	出力	0xe0
	6	LEDB 出力	出力	
	5	LEDA 出力	出力	
	4	マイクロスイッチ入力	入力	
	3	赤外線フォトインタラプタ 3 入力	入力	
	2	赤外線フォトインタラプタ 2 入力	入力	
	1	赤外線フォトインタラプタ 1 入力	入力	
	0	赤外線フォトインタラプタ 0 入力	入力	
1	7	未接続	出力	0xdf
	6	未接続	出力	
	5	RXD0 入力	入力	
	4	TXD0 出力	出力	
	3	LED3 出力	出力	
	2	LED2 出力	出力	
	1	LED1 出力	出力	
	0	LED0 出力	出力	

5. プログラム解説「mini_mcr.c」

ポート	ビット	接続先	入出力	設定値 PDi
2	7	モーター右 2 出力	出力	0xfe
	6	モーター左 2 出力	出力	
	5	サーボ出力	出力	
	4	モーター右 PWM 出力	出力	
	3	モーター右 1 出力	出力	
	2	モーター左 PWM 出力	出力	
	1	モーター左 1 出力	出力	
	0	タクトスイッチ入力	入力	
3	7	未接続	出力	0xfb
	6	未接続	出力	
	5	未接続	出力	
	4	圧電サウンダ	出力	
	3	未接続	出力	
	2	赤外線リモコン受光モジュール	入力	
	1	未接続	出力	
	0	未接続	出力	
4	7	XOUT 出力	出力	0x80
	6	XIN 入力	入力	
	5	DIP スイッチ入力	入力	
	4	DIP スイッチ入力	入力	
	3	DIP スイッチ入力	入力	
	2	VREF 入力	入力	
	1	-	入力	
	0	-	入力	
5	7	DIP スイッチ入力	入力	0x40
	6	未接続	出力	
	5	-	入力	
	4	-	入力	
	3	-	入力	
	2	-	入力	
	1	-	入力	
	0	-	入力	
6	7	未接続	出力	0xff
	6	未接続	出力	
	5	未接続	出力	
	4	未接続	出力	
	3	未接続	出力	
	2	未接続	出力	
	1	未接続	出力	
	0	未接続	出力	

PDO レジスタを設定するには、PRCP レジスタの PRC2 ビットを“1”にする必要があります。

5.8.3 タイマ RB の 1 [ms] 割り込み設定

プログラム

499 :	trbmr = 0x00;	// カウントソースは f1
500 :	trbpre = 128 - 1;	// プリスケーラ
501 :	trbpr = TIMER_CYCLE;	// プライマリカウンタ
502 :	trbic = 0x01;	// タイマ RB の割り込みレベル設定
503 :	trbcr = 0x01;	// カウントを開始

レジスタ	ビット	シンボル	説明	設定値
TRBMR	7	TCKCUT	カウントソースを供給するため、“0” にします。	0x00
	6	-	何も配置されていないので、“0” にします。	
	5	TCK1	カウントソースを f1 にするため、“00” にします。	
	4	TCK0		
	3	TWRC	リロードレジスタとカウンタへの書き込みを選択するため、“0” にします。	
	2	-	何も配置されていないので、“0” にします。	
	1	TMOD1	タイマーモードにするため、“0” にします。	
	0	TMOD0		
TRBPRE	7-0	-	内部カウントソースをカウントします。 この値よりカウントが行われ、アンダーフローすると、TRBPR がカウントされます。	128-1
TRBPR	7-0	-	《TIMER_CYCLE》 TRBPRE レジスタのアンダーフローをカウントします。 この値よりカウントが行われ、アンダーフローすると、割り込みが発生します。 値の計算式は、 t = 設定時間、f1 = クリスタル周波数、pre = 分周比 (TRBPRE + 1) $t \div \frac{1}{f1 \div pre} - 1$ 1 [ms] 単位で割り込みを行いますので、 $1 \times 10^{-3} \div \frac{1}{20 \times 10^6 \div 128} - 1 = 155$ となります。	155
TRBIC	7	-	何も配置されていないので、“0” にします。	0x01
	6	-		
	5	-		
	4	-		
	3	IR	割り込み要求ビットをクリアするため、“0” にします。	
	2	ILVL2	割り込みレベルを、“1” にします。	
	1	ILVL1		
0	ILVL0			
TRBCR	7	-	何も配置されていないので、“0” にします。	0x01
	6	-		
	5	-		
	4	-		
	3	-		
	2	TSTOP	カウントを強制停止させませんので、“0” にします。	
	1	TCSTF	読み込み専用ですが、“0” にしておきます。	
	0	TSTART	カウントを開始するため、“1” にします。	

5.8.4 タイマ RC の PWM モード

プログラム

506 :	trccr1 = 0xb0;	// カウントソースは f8
507 :	trcgra = 0;	// 圧電サウンダの周期
508 :	trcgrc = 0;	// 圧電サウンダのデューティ比
509 :	trccr2 = 0x02;	// TRCIOC 端子はアクティブレベル H
510 :	trcoer = 0x0b;	// TRCIOC 端子の出力許可
511 :	trcpsr1 = 0x02;	// TRCIOC 端子を P3_4 に割り当て
512 :	trcmr = 0x8a;	// カウントを開始

レジスタ	ビット	シンボル	説明	設定値
TRCCR1	7	CCLR	TRCGRA レジスタのコンペアー一致で TRC レジスタをクリアさせるため、“1” にします。	0xb0
	6	TCK2	カウントソースを f8 にするため、“011” にします。	
	5	TCK1		
	4	TCK0		
	3	TOD	使用しません。“0” にしておきます。	
	2	TOC	TRCIOC 端子の初期出力をアクティブではないレベルにするため、“0” にします。	
	1	TOB	使用しません。“0” にしておきます。	
	0	TOA	PWM モードでは無効なので、“0” にします。	
TRCGRA	15-0	-	音の周波数を決めます。 最初は音を出さないため、“0” にします。 値の計算式は、 $f_s = \text{音の周波数}$ 、 $f_8 = \text{クリスタル周波数} \div 8$ $\frac{1}{f_s} \div \frac{1}{f_8} - 1$ 1 [kHz] の音を出す場合は、 $\frac{1}{1 \times 10^3} \div \frac{1}{20 \times 10^6 \div 8} - 1 = 2499$ となります。	0
TRCGRC	15-0	-	音のデューティ比は TRCGRA レジスタの半分の値を入れます。 最初は音を出さないため、“0” にします。	0
TRCCR2	7	TCEG1	PWM モードでは無効なので、“00” にします。	0x02
	6	TCEG0		
	5	CSEL	TRCGRA レジスタとのコンペアー一致後もカウントを継続させるため、“0” にします。	
	4	-	何も配置されていないので、“0” にします。	
	3	-	何も配置されていないので、“0” にします。	
	2	POLD	使用しません。“0” にしておきます。	
	1	POLC	TRCIOC 端子をアクティブレベル H にするため、“1” にします。	
	0	POLB	使用しません。“0” にしておきます。	
TRCOER	7	PTO	パルス出力強制遮断入力を無効にしますので、“0” にします。	0x0b
	6	-	何も配置されていないので、“0” にします。	
	5	-		
	4	-		
	3	ED	TRCIOD 端子を出力禁止にするため、“1” にします。	
	2	EC	TRCIOC 端子を出力許可にするため、“0” にします。	
	1	EB	TRCIOB 端子を出力禁止にするため、“1” にします。	
	0	EA	TRCIOA 端子を出力禁止にするため、“1” にします。	

レジスタ	ビット	シンボル	説明	設定値
TRCPSR1	7	-	何も配置されていないので、“0” にします。	0x02
	6	TRCIODSEL2	TRCIOD 端子は使用しないので、“000” にします。	
	5	TRCIODSEL1		
	4	TRCIODSELO		
	3	-	何も配置されていないので、“0” にします。	
	2	TRCIOSEL2	TRCIOC 端子を P3_4 に割り当てるので、“010” にします。	
	1	TRCIOSEL1		
	0	TRCIOCELO		
TRCMR	7	TSTART	カウントを開始するため、“1” にします。	0x8a
	6	-	何も配置されていないので、“0” にします。	
	5	BFD	TRCGRD レジスタをジェネラルレジスタにするために、“0” にします。	
	4	BFC	TRCGRC レジスタをジェネラルレジスタにするために、“0” にします。	
	3	PWM2	PWM モードにするために、“1” にします。	
	2	PWMD	使用しません。“0” にしておきます。	
	1	PWMC	TRCIOC 端子を PWM モードにするために、“1” にします。	
	0	PWMB	使用しません。“0” にしておきます。	

5.8.5 タイマ RD のリセット同期 PWM モード

プログラム

```

515 :      trdpsr0 = 0x08;           // TRDIOB0 端子を P2_2 に割り当て
516 :      trdpsr1 = 0x05;           // TRDIOB1 端子を P2_5 に割り当て
517 :                                     // TRDIOA1 端子を P2_4 に割り当て
518 :      trdmr = 0xf0;             // レジスタをバッファ動作にする
519 :      trdfcr = 0x01;            // リセット同期 PWM モードに設定
520 :      trdoer1 = 0xcd;           // TRDIOB1 の出力許可
521 :                                     // TRDIOA1 の出力許可
522 :                                     // TRDIOB0 端子の出力許可
523 :      trdcr0 = 0x23;            // カウントソースは f8
524 :      trdgra0 = trdgrc0 = PWM_CYCLE; // 周期
525 :      trdgrb0 = trdgrd0 = 0;     // TRDIOB0 端子 (左モータ)
526 :      trdgra1 = trdgrc1 = 0;     // TRDIOA1 端子 (右モータ)
527 :      trdgrb1 = trdgrd1 = 0;     // TRDIOB1 端子 (サーボ)
528 :      trdstr = 0x0d;            // カウントを開始
    
```

レジスタ	ビット	シンボル	説明	設定値
TRDPSR0	7	-	何も配置されていないので、“0”にします。	0x08
	6	TRDIO0SELO	TRDIO0 端子は使用しないので、“0”にします。	
	5	TRDIO0SEL1	TRDIO0 端子は使用しないので、“00”にします。	
	4	TRDIO0SELO		
	3	TRDIO0SEL1	TRDIO0 端子を P2_2 に割り当てるので、“10”にします。	
	2	TRDIO0SELO		
	1	-	何も配置されていないので、“0”にします。	
	0	TRDIO0SELO	TRDIO0 端子は使用しないので、“0”にします。	
TRDPSR1	7	-	予約ビットです。“0”にします。	0x05
	6	TRDIO1SELO	TRDIO1 端子は使用しないので、“0”にします。	
	5	-	予約ビットです。“0”にします。	
	4	TRDIO1SELO	TRDIO1 端子は使用しないので、“0”にします。	
	3	-	何も配置されていないので、“0”にします。	
	2	TRDIO1SELO	TRDIO1 端子を P2_5 に割り当てるので、“1”にします。	
	1	-	何も配置されていないので、“0”にします。	
	0	TRDIO1SELO	TRDIO1 端子を P2_4 に割り当てるので、“1”にします。	
TRDMR	7	BFD1	TRDGRD1 を TRDGRB1 のバッファレジスタにするため、“1”にします。	0xf0
	6	BFC1	TRDGRC1 を TRDGRA1 のバッファレジスタにするため、“1”にします。	
	5	BFDO	TRDGRD0 を TRDGRB0 のバッファレジスタにするため、“1”にします。	
	4	BFCO	TRDGRC0 を TRDGRA0 のバッファレジスタにするため、“1”にします。	
	3	-	何も配置されていないので、“0”にします。	
	2	-		
	1	-		
	0	SYNC	リセット同期 PWM モードでは、“0”にします。	
TRDFCR	7	PWM3	リセット同期 PWM モードでは無効なので、“0”にします。	0x01
	6	STCLK	外部クロック入力を無効にするので、“0”にします。	
	5	ADEG	リセット同期 PWM モードでは無効なので、“0”にします。	
	4	ADTRG		
	3	OLS1	初期出力 H、アクティブレベル L にしますので、“00”にします。	
	2	OLSO		
	1	CMD1	リセット同期 PWM モードでは、“01”にします。	
	0	CMD0		

レジスタ	ビット	シンボル	説明	設定値
TRDOER1	7	ED1	TRDIOD1 端子を出力禁止にするため、“1” にします。	0xcd
	6	EC1	TRDIOC1 端子を出力禁止にするため、“1” にします。	
	5	EB1	TRDIOB1 端子を出力許可にするため、“0” にします。	
	4	EA1	TRDIOA1 端子を出力許可にするため、“0” にします。	
	3	ED0	TRDIOD0 端子を出力禁止にするため、“1” にします。	
	2	EC0	TRDIOC0 端子を出力禁止にするため、“1” にします。	
	1	EBO	TRDIOB0 端子を出力許可にするため、“0” にします。	
	0	EA0	TRDIOA0 端子を出力禁止にするため、“1” にします。	
TRDCRO	7	CCLR2	リセット同期 PWM モードでは、“001” にします。	0x23
	6	CCLR1		
	5	CCLR0		
	4	CKEG1	使用しません。“00” にしておきます。	
	3	CKEG0		
	2	TCK2	カウントソースを f8 にするため、“011” にします。	
	1	TCK1		
	0	TCK0		
TRDGRA0 TRDGRCO	15-0	-	<p>《PWM_CYCLE》 PWM 周期を設定します。</p> <p>値の計算式は、</p> <p>t = 設定時間、f8 = クリスタル周波数 ÷ 8</p> $t \div \frac{1}{f8} - 1$ <p>周期を 16 [ms] にしますので、</p> $16 \times 10^{-3} \div \frac{1}{20 \times 10^6 \div 8} - 1 = 39999$ <p>となります。</p>	39999
TRDGRB0 TRDGRD0	15-0	-	最初は左モーターを動かさないため、“0” にします。 バッファ動作のため TRDGRD0 レジスタにも同じ値を入れます。	0
TRDGRA1 TRDGRC1	15-0	-	最初は右モーターを動かさないため、“0” にします。 バッファ動作のため TRDGRC1 レジスタにも同じ値を入れます。	0
TRDGRB1 TRDGRD1	15-0	-	最初はサーボを動かさないため、“0” にします。 バッファ動作のため TRDGRD1 レジスタにも同じ値を入れます。	0
TRDSTR	7	-	何も配置されていないので、“0” にします。	0x0d
	6	-		
	5	-		
	4	-		
	3	CSEL1	TRDGRA1 レジスタとのコンペア一致後もカウントを継続させますので、“1” にします。	
	2	CSEL0	TRDGRA0 レジスタとのコンペア一致後もカウントを継続させますので、“1” にします。	
	1	TSTART1	使用しません。“0” にしておきます。	
	0	TSTART0	カウントを開始するため、“1” にします。	

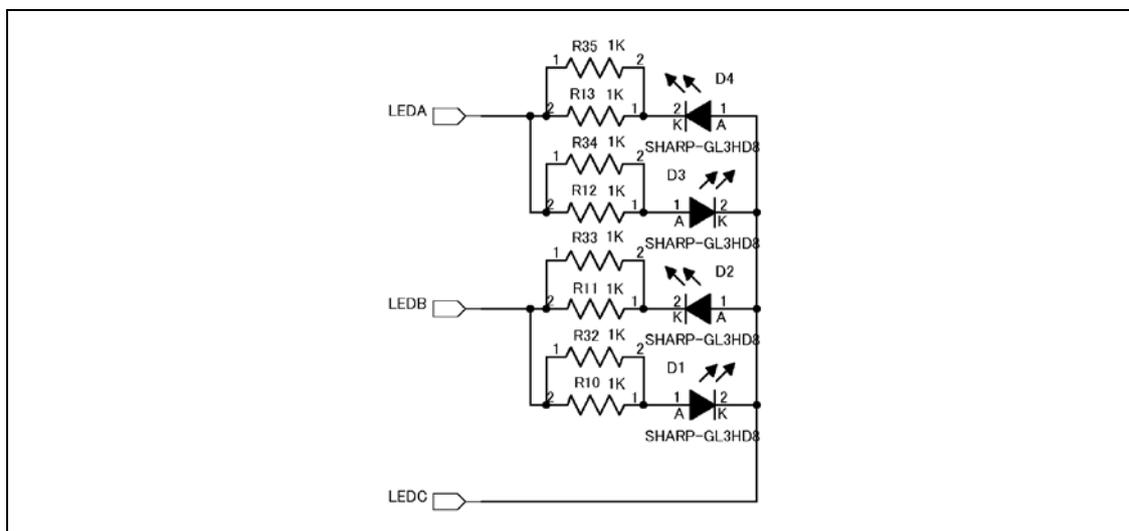
5.9 割り込みプログラム : intTRBIC 関数

intTRBIC 関数は、1 [ms] ごとに割り込みで実行されます。

プログラム

```
537 : #pragma interrupt intTRBIC (vect=24)
538 : void intTRBIC( void )
539 : {
540 :     p0_7 = ~p0_7;
541 :
542 :     if( p0_7 == 0 ){
543 :         //p0_1、p0_3 のモニタが可能
544 :         p0_5 = ~p0_1;
545 :         p0_6 = ~p0_3;
546 :     }else{
547 :         //p0_0、p0_2 のモニタが可能
548 :         p0_5 = p0_0;
549 :         p0_6 = p0_2;
550 :     }
551 :
552 :     cnt0++;
553 :     cnt1++;
554 : }
```

回路図



```
537 : #pragma interrupt intTRBIC (vect=24)
```

#pragma interrupt は、割り込み関数の名称とベクターアドレスを定義します。

```
540 :      p0_7 = ~p0_7;
```

P0_7 端子の出力信号を反転させています。

```
542 :      if( p0_7 == 0 ){
543 :          //p0_1、p0_3 のモニタが可能
544 :          p0_5 = ~p0_1;
545 :          p0_6 = ~p0_3;
546 :      }else{
547 :          //p0_0、p0_2 のモニタが可能
548 :          p0_5 = p0_0;
549 :          p0_6 = p0_2;
550 :      }
```

P0_7 端子の状態を読み込み、センサーの状態をモニターする LED の点灯制御を切り替えています。

端子	レベル	端子	レベル	説明
P0_7	H	P0_6	L	D2 の LED が点灯します。
		P0_5	L	D4 の LED が点灯します。
	L	P0_6	H	D1 の LED が点灯します。
		P0_5	H	D3 の LED が点灯します。

```
552 :      cnt0++;
553 :      cnt1++;
```

cnt0 変数を+1 しています。この変数の値をチェックすることにより、1[ms]単位の時間の計測が行えます。cnt0 変数と同様に、cnt1 変数を+1 しています。

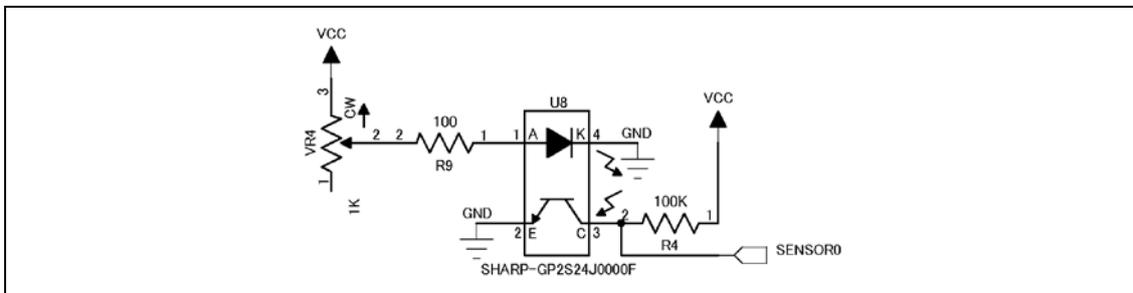
5.10 センサー状態検出 : sensor 関数

sensor 関数は、センサー（赤外線フォトインタラプタ）の状態を検出します。

プログラム

```
561 : unsigned char sensor( void )
562 : {
563 :     volatile unsigned char data1;
564 :
565 :     data1 = ~p0;                // ラインの色は白
566 :     data1 = data1 & 0x0f;
567 :
568 :     return( data1 );
569 : }
```

回路図



```
565 :     data1 = ~p0;
```

P0 レジスタを読み込み、反転します。センサーはポート 0 の端子につながっていますので、P0 レジスタを読み込むことにより、状態を検出できます。白いラインがある場合に、センサーの赤外線は反射され、ポート 0 の端子は L になります。ラインがある場合に “1” にしたいので、反転をします。黒いラインを使用する場合は反転の必要はありません。

```
566 :     data1 = data1 & 0x0f;
```

マスクをかけます。P0 レジスタを読み込む場合、8 ビット単位で読み込まれます。センサーはポート 0 の 0~3 の端子にしかつながっていませんので、P0 レジスタの 4~7 ビットには必要のない値が入っています。そこで、0x0f と AND をとることにより、4~7 ビットを “0” にします。

```
568 :     return( data1 );
```

関数の呼び出し元に値を返します。

5.11 モーター速度制御 : motor 関数

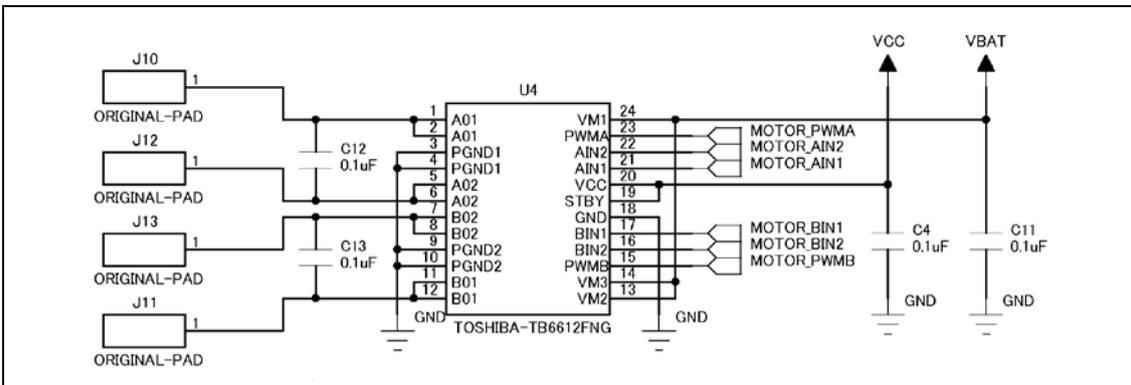
motor 関数は、引数で指定したデューティ比で左右のモーターを動かします。

プログラム

```

577 : void motor( int data1, int data2 )
578 : {
579 :     volatile int    motor_r;
580 :     volatile int    motor_l;
581 :     volatile int    sw_data;
582 :
583 :     sw_data = dipsw() + 5;
584 :     motor_l = (long)data1 * sw_data / 20;
585 :     motor_r = (long)data2 * sw_data / 20;
586 :
587 :     if( motor_l >= 0 ) {
588 :         p2_1 = 0;
589 :         p2_6 = 1;
590 :         trdgrd0 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * motor_l / 100;
591 :     } else {
592 :         p2_1 = 1;
593 :         p2_6 = 0;
594 :         trdgrd0 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * ( -motor_l ) / 100;
595 :     }
596 :
597 :     if( motor_r >= 0 ) {
598 :         p2_3 = 0;
599 :         p2_7 = 1;
600 :         trdgrd1 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * motor_r / 100;
601 :     } else {
602 :         p2_3 = 1;
603 :         p2_7 = 0;
604 :         trdgrd1 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * ( -motor_r ) / 100;
605 :     }
606 : }
    
```

回路図



```
583 :     sw_data = dipsw() + 5;
```

dipsw 関数は、DIP スイッチの値が返ってきます。返ってくる値は 0~15 です。返ってきた値に +5 していますので、sw_data 変数には 5~20 の値が入ることになります。

5. プログラム解説「mini_mcr.c」

```
584 :      motor_l = (long)data1 * sw_data / 20;
585 :      motor_r = (long)data2 * sw_data / 20;
```

引数で指定したデューティ比に、DIP スイッチの値で設定した比率を掛け合わせます。

$$\text{引数で指定したデューティ比} \times \frac{\text{sw_data}}{20}$$

DIP スイッチ (ON : 0、OFF : 1)				10 進数	計算	モータースピードの割合
P5_7 (3)	P4_5 (2)	P4_4 (1)	P4_3 (0)			
0	0	0	0	0	5/20	25%
0	0	0	1	1	6/20	30%
0	0	1	0	2	7/20	35%
0	0	1	1	3	8/20	40%
0	1	0	0	4	9/20	45%
0	1	0	1	5	10/20	50%
0	1	1	0	6	11/20	55%
0	1	1	1	7	12/20	60%
1	0	0	0	8	13/20	65%
1	0	0	1	9	14/20	70%
1	0	1	0	10	15/20	75%
1	0	1	1	11	16/20	80%
1	1	0	0	12	17/20	85%
1	1	0	1	13	18/20	90%
1	1	1	0	14	19/20	95%
1	1	1	1	15	20/20	100%

```

587 :         if( motor_l >= 0 ) {
588 :             p2_1 = 0;
589 :             p2_6 = 1;
590 :             trdgrd0 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * motor_l / 100;
591 :         } else {
592 :             p2_1 = 1;
593 :             p2_6 = 0;
594 :             trdgrd0 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * ( -motor_l ) / 100;
595 :         }
596 :
597 :         if( motor_r >= 0 ) {
598 :             p2_3 = 0;
599 :             p2_7 = 1;
600 :             trdgrc1 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * motor_r / 100;
601 :         } else {
602 :             p2_3 = 1;
603 :             p2_7 = 0;
604 :             trdgrc1 = (long)( PWM_CYCLE - 1 ) * ( -motor_r ) / 100;
605 :         }
    
```

回転方向とデューティ比を設定しています。

端子			説明
P2_1	P2_6	TRDIOB0	
H	H	H/L	左モーターショートブレーキ
L	H	H	左モーター正転
		L	左モーターショートブレーキ
H	L	H	左モーター逆転
		L	左モーターショートブレーキ
L	L	H	左モーター惰性

端子			説明
P2_3	P2_7	TRDIOA1	
H	H	H/L	右モーターショートブレーキ
L	H	H	右モーター正転
		L	右モーターショートブレーキ
H	L	H	右モーター逆転
		L	右モーターショートブレーキ
L	L	H	右モーター惰性

TRDGRD0、TRDGRC1 レジスタに設定した値によって、デューティ比が決まります。

$$(\text{PWM_CYCLE} - 1) \times \frac{\text{motor_1}}{100}$$

PWM_CYCLE から-1 しているのは、motor_1 が 100 になったとき、PWM_CYCLE と同じ値にならないようにするためです。同じ値になると、TRDGRA0、TRDGRD0 レジスタのコンペア一致が同時に起こり、TRDGRD0 レジスタのコンペア一致が優先され、初期出力の H にならずアクティブレベルの L になったままになってしまうためです。

5.12 時間稼ぎ : timer 関数

timer 関数は、cnt0 変数が、引数で指定した値より大きくなるまで、時間稼ぎをします。

プログラム

```
613 : void timer( unsigned long data1 )  
614 : {  
615 :     cnt0 = 0;  
616 :     while( cnt0 < data1 );  
617 : }
```

```
615 :     cnt0 = 0;
```

初めに cnt0 変数をクリアしておきます。

```
616 :     while( cnt0 < data1 );
```

cnt0 変数が、割り込みで 1 [ms] ごとに+1 されますので、指定した時間がたつと while 文から抜け出します。

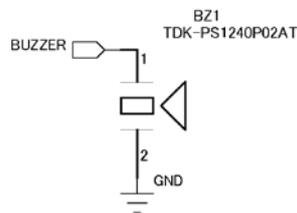
5.13 音を鳴らす : beep 関数

beep 関数は、引数で指定した値の周期で 50% の PWM 信号を出力し、音を出します。

プログラム

```
624 : void beep( int data1 )  
625 : {  
626 :     trcgra = data1;           // 周期の設定  
627 :     trcgrc = data1 / 2;      // デューティ 50%のため周期の半分  
628 : }
```

回路図



```
626 :     trcgra = data1;           // 周期の設定
```

周期の設定をします。

```
627 :     trcgrc = data1 / 2;      // デューティ 50%のため周期の半分
```

デューティ比は 50%にするため、周期の半分の値を入れます。

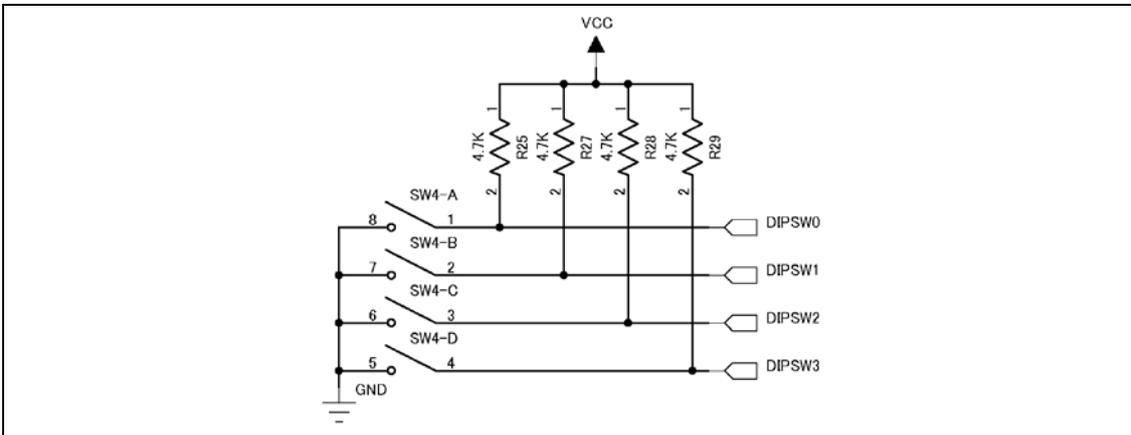
5.14 DIP スイッチ状態検出 : dipsw 関数

dipsw 関数は、DIP スイッチが ON のときに “0”、OFF のときに “1” の値を返します。

プログラム

```
635 : unsigned char dipsw( void )
636 : {
637 :     volatile unsigned char data1;
638 :
639 :     data1 = ( ( p5 >> 4 ) & 0x08 ) | ( ( p4 >> 3 ) & 0x07 );
640 :
641 :     return( data1 );
642 : }
```

回路図



```
639 :     data1 = ( ( p5 >> 4 ) & 0x08 ) | ( ( p4 >> 3 ) & 0x07 );
```

DIP スイッチは P5_7、P4_5、P4_4、P4_3 の端子につながっています。これらのデータを合わせて、ひとつにします。

P5 レジスタの読み込み

P5_7	X	X	X	X	X	X	X
------	---	---	---	---	---	---	---

P5 レジスタを 4 ビット右にシフト

0	0	0	0	P5_7	X	X	X
---	---	---	---	------	---	---	---

0x08 と AND

0	0	0	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

①

0	0	0	0	P5_7	0	0	0
---	---	---	---	------	---	---	---

P4 レジスタの読み込み

X	X	P4_5	P4_4	P4_3	X	X	X
---	---	------	------	------	---	---	---

P4 レジスタを 3 ビット右にシフト

0	0	0	X	X	P4_5	P4_4	P4_3
---	---	---	---	---	------	------	------

0x07 と AND

0	0	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

②

0	0	0	0	0	P4_5	P4_4	P4_3
---	---	---	---	---	------	------	------

①+②

0	0	0	0	P5_7	P4_5	P4_4	P4_3
---	---	---	---	------	------	------	------

641 : return(data1);

関数の呼び出し元に値を返します。

5.15 プッシュスイッチ状態検出 : pushsw 関数

pushsw 関数は、プッシュスイッチ（タクトスイッチ）が OFF のときに “0”、ON のときに “1” の値を返します。

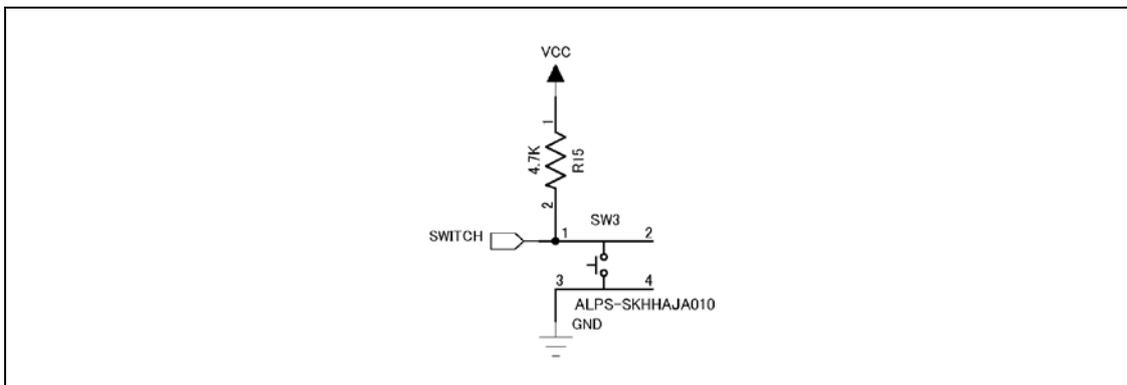
プログラム

```

649 : unsigned char pushsw( void )
650 : {
651 :     unsigned char data1;
652 :
653 :     data1 = ~p2;
654 :     data1 &= 0x01;
655 :
656 :     return( data1 );
657 : }

```

回路図



```

653 :     data1 = ~p2;

```

P2 レジスタを読み込み、反転します。プッシュスイッチは、ポート 2 の端子につながっていますので、P2 レジスタを読み込むことにより、状態を検出できます。プッシュスイッチを押した場合、GND とショート状態になり、ポート 2 の端子は L になります。プッシュスイッチを押した場合に “1” にしたいので、反転をします。

```

654 :     data1 &= 0x01;

```

マスクをかけます。P2 レジスタを読み込む場合、8 ビット単位で読み込まれます。プッシュスイッチは、ポート 2 の 0 の端子にしかつながっていませんので、P2 レジスタの 1～7 ビットには必要のない値が入っています。そこで、0x01 と AND をとることにより、1～7 ビットを “0” にします。

```

656 :     return( data1 );

```

関数の呼び出し元に値を返します。

5.16 メインプログラム : main 関数

main 関数は、スタートアップルーチンから呼び出され、最初に実行される C 言語のプログラムです。

5.16.1 起動時実行部分

プログラム

```
56 : void main(void)
57 : {
58 :     // 初期化
59 :     init();
60 :
61 :     // 起動音
62 :     beep(Def_500Hz);
63 :     timer(100);
64 :     beep(Def_1000Hz);
65 :     timer(100);
66 :     beep(0);
68~442 : 「(1) プログラム」を参照。
444 : }
```

```
59 :     init();
```

init 関数を実行し、R8C/35A の内蔵周辺機能の初期化を行います。

```
62 :     beep(Def_500Hz);
63 :     timer(100);
64 :     beep(Def_1000Hz);
65 :     timer(100);
66 :     beep(0);
```

起動音を出します。500 [Hz] の音を 0.1 秒間、1000 [Hz] の音を 0.1 秒間出した後、音を止めています。

(1) プログラム

```
68 :         while(1){
69 :             switch( pattern ){
86~ 94 : 「5.16.3 パターン0:スイッチ入力待ち」を参照。
96~104 : 「5.16.4 パターン1:1秒後にスタート」を参照。
106~172 : 「5.16.5 パターン11:通常トレース」を参照。
174~241 : 「5.16.6 パターン21:クロスライン検出後のトレース、クランク検出」を参照。
243~249 : 「5.16.7 パターン22:クランクの曲げ動作継続処理」を参照。
251~318 : 「5.16.8 パターン31:左ハーフライン検出後のトレース、左レーンチェンジ検出」を参照。
320~328 : 「5.16.9 パターン32:左レーンチェンジ曲げ動作継続処理」を参照。
330~343 : 「5.16.9 パターン33:左レーンチェンジ終了検出」を参照。
345~412 : 「5.16.10 パターン41:右ハーフライン検出後のトレース、右レーンチェンジ検出」を参照。
414~422 : 「5.16.11 パターン42:右レーンチェンジ曲げ動作継続処理」を参照。
424~437 : 「5.16.12 パターン43:右レーンチェンジ終了検出」を参照。
439 :         default:
440 :             break;
441 :
442 :         }
443 :     }
```

while 文は、() 内の式が“真”なら {} 内の文を繰り返し実行し、「偽」なら {} の次の文から実行する制御文です。while 文の () 内の式が“1”の場合、常に「真」となるので、() 内の文を永久に繰り返し実行します。switch 文では、pattern 変数の数値によって、case 文が分岐します。

5.16.2 パターン

パターン	状態	終了条件
0	スイッチ入力待ち	・スイッチを押した場合、パターン1へ
1	1秒後にスタート	・1000 [ms] たった場合、パターン11へ
11	通常トレース	・クロスラインを検出した場合、パターン21へ ・左ハーフラインを検出した場合、パターン31へ ・右ハーフラインを検出した場合、パターン41へ
21	クロスライン検出後のトレース、 クランク検出	・クランクを検出した場合、パターン22へ
22	クランクの曲げ動作 継続処理	・1000 [ms] たった場合、パターン11へ
31	左ハーフライン検出後のトレース、 左レーンチェンジ検出	・左レーンチェンジを検出した場合、パターン32へ ・クロスラインを検出した場合、パターン21へ
32	左レーンチェンジ曲 げ動作継続処理	・700 [ms] たった場合、パターン33へ
33	左レーンチェンジ終 了検出	・右端のセンサーのみ反応した場合、パターン11へ
41	右ハーフライン検出後のトレース、 右レーンチェンジ検出	・右レーンチェンジを検出した場合、パターン42へ ・クロスラインを検出した場合、パターン21へ
42	右レーンチェンジ曲 げ動作継続処理	・700 [ms] たった場合、パターン43へ
43	右レーンチェンジ終 了検出	・左端のセンサーのみ反応した場合、パターン11へ

5.16.3 パターン0：スイッチ入力待ち

プログラム

```
86 :         case 0:
87 :             // スイッチ入力待ち
88 :             if( pushsw() == 1 ){
89 :                 beep(Def_1000Hz);
90 :                 cnt1 = 0;
91 :                 pattern = 1;
92 :             }
93 :
94 :             break;
```

if 文では、pushsw 関数の戻り値が“1”の（スイッチが押された）場合、{} 内の文を実行します。{} 内では、1 [kHz] の音を出し、cnt1 変数をクリアして、パターン1に行きます。

5.16.4 パターン1：1秒後にスタート

プログラム

```
96 :         case 1:
97 :             // 1秒後にスタート
98 :             if( cnt1 >= 1000 ){
99 :                 beep(0);
100 :                 cnt1 = 0;
101 :                 pattern = 11;
102 :             }
103 :
104 :             break;
```

if 文では、cnt1 変数が1000以上の（1000 [ms] 経過した）場合、{} 内の文を実行します。{} 内では、音を止め、cnt1 変数をクリアして、パターン11に行きます。

5.16.5 パターン11：通常トレース

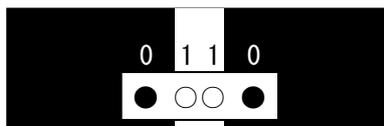
プログラム

```
106 :         case 11:
107 :             // 通常トレース
108 :                 beep(0);
109 :
110 :                 switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
111~114 : 「(1) 中央を走行しているとき」を参照。
116~119 : 「(2) 少し右側を走行しているとき」を参照。
121~124 : 「(3) 中くらい右側を走行しているとき」を参照。
126~129 : 「(4) 大きく右側を走行しているとき」を参照。
131~134 : 「(5) 少し左側を走行しているとき」を参照。
136~139 : 「(6) 中くらい左側を走行しているとき」を参照。
141~144 : 「(7) 大きく左側を走行しているとき」を参照。
146~151 : 「(8) クロスラインを検出しているとき」を参照。
153~158 : 「(9) 左ハーフラインを検出しているとき」を参照。
160~165 : 「(10) 右ハーフラインを検出しているとき」を参照。
167 :             default:
168 :                 break;
169 :
170 :             }
171 :
172 :             break;
```

通常トレースでは、初めに音を止めています。これは、クロスライン検出後のトレース、ハーフライン検出後のトレースのプログラムに分岐したときに出した音を止めるためです。switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。case 文の内容については、以降に説明します。

(1) 中央を走行しているとき

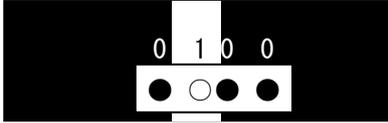
```
111 :         case 0x06:
112 :             // 0000 0110 センター→まっすぐ
113 :             motor( 100, 100 );
114 :             break;
```



センサーが“0x06”の状態です。この状態は、上図のようにラインの中央を走行している状態です。左のモーターを「100%」右のモーターを「100%」で回し、直進させます。

(2) 少し右側を走行しているとき

116 :	case 0x04:
117 :	// 0000 0100 少し右寄り→左へ小曲げ
118 :	motor(85, 100);
119 :	break;

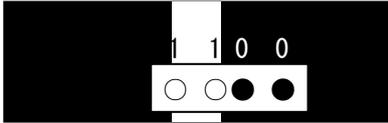


The diagram shows a sensor with four pins. The top row of pins has values 0, 1, 0, 0. The bottom row of pins has a solid black circle, an open circle, a solid black circle, and a solid black circle.

センサーが“0x04”の状態です。この状態は、上図のようにラインの少し右側を走行している状態です。左のモーターを「85%」右のモーターを「100%」で回し、中央にセンサーが来るようにします。

(3) 中くらい右側を走行しているとき

121 :	case 0x0c:
122 :	// 0000 1100 中くらい右寄り→左へ中曲げ
123 :	motor(70, 100);
124 :	break;

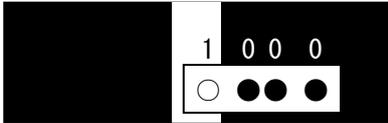


The diagram shows a sensor with four pins. The top row of pins has values 1, 1, 0, 0. The bottom row of pins has an open circle, an open circle, a solid black circle, and a solid black circle.

センサーが“0x0c”の状態です。この状態は、上図のようにラインの中くらい右側を走行している状態です。左のモーターを「70%」右のモーターを「100%」で回し、中央にセンサーが来るようにします。

(4) 大きく右側を走行しているとき

126 :	case 0x08:
127 :	// 0000 1000 大きく右寄り→左へ大曲げ
128 :	motor(55, 100);
129 :	break;



The diagram shows a sensor with four pins. The top row of pins has values 1, 0, 0, 0. The bottom row of pins has an open circle, a solid black circle, a solid black circle, and a solid black circle.

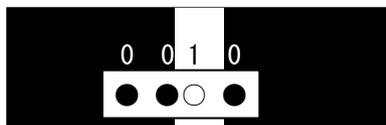
センサーが“0x08”の状態です。この状態は、上図のようにラインの大きく右側を走行している状態です。左のモーターを「55%」右のモーターを「100%」で回し、中央にセンサーが来るようにします。

(5) 少し左側を走行しているとき

```

131 :          case 0x02:
132 :              // 0000 0010 少し左寄り→右へ小曲げ
133 :              motor( 100, 85 );
134 :              break;

```



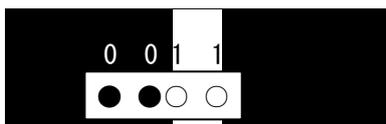
センサーが“0x02”の状態です。この状態は、上図のようにラインの少し左側を走行している状態です。左のモーターを「100%」右のモーターを「85%」で回し、中央にセンサーが来るようにします。

(6) 中くらい左側を走行しているとき

```

136 :          case 0x03:
137 :              // 0000 0011 中くらい左寄り→右へ中曲げ
138 :              motor( 100, 70 );
139 :              break;

```



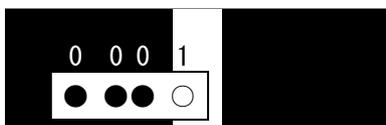
センサーが“0x03”の状態です。この状態は、上図のようにラインの中くらい左側を走行している状態です。左のモーターを「100%」右のモーターを「70%」で回し、中央にセンサーが来るようにします。

(7) 大きく左側を走行しているとき

```

141 :          case 0x01:
142 :              // 0000 0001 大きく左寄り→右へ大曲げ
143 :              motor( 100, 55 );
144 :              break;

```



センサーが“0x01”の状態です。この状態は、上図のようにラインの大きく左側を走行している状態です。左のモーターを「100%」右のモーターを「55%」で回し、中央にセンサーが来るようにします。

(8) クロスラインを検出しているとき

```
146 :          case 0x0f:
147 :              // 0000 1111 クロスライン検出
148 :              motor( 100, 100 );
149 :              cnt1 = 0;
150 :              pattern = 21;
151 :              break;
```

センサーが“0x0f”の状態です。この状態は、上図のようにクロスラインを検出している状態です。左のモーターを「100%」右のモーターを「100%」で回し、直進させます。cnt1 変数をクリアして、パターン 21 に行きます。

(9) 左ハーフラインを検出しているとき

```
153 :          case 0x0e:
154 :              // 0000 1110 左ハーフライン検出
155 :              motor( 100, 100 );
156 :              cnt1 = 0;
157 :              pattern = 31;
158 :              break;
```

センサーが“0x0e”の状態です。この状態は、上図のように左ハーフラインを検出している状態です。左のモーターを「100%」右のモーターを「100%」で回し、直進させます。cnt1 変数をクリアして、パターン 31 に行きます。

(10) 右ハーフラインを検出しているとき

```
160 :          case 0x07:
161 :              // 0000 0111 右ハーフライン検出
162 :              motor( 100, 100 );
163 :              cnt1 = 0;
164 :              pattern = 41;
165 :              break;
```

センサーが“0x07”の状態です。この状態は、上図のように右ハーフラインを検出している状態です。左のモーターを「100%」右のモーターを「100%」で回し、直進させます。cnt1 変数をクリアして、パターン 41 に行きます。

5.16.6 パターン 21 : クロスライン検出後のトレース、クランク検出

プログラム

```
174 :         case 21:
175 :             // クロスライン検出後のトレース、クランク検出
176 :             beep(Def_C3);
177 :
178 :             switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
179 :             case 0x06:
180 :                 // 0000 0110 センタ→まっすぐ
181 :                 motor( 100, 100 );
182 :                 break;
183 :
184 :             case 0x04:
185 :                 // 0000 0100 少し右寄り→左へ小曲げ
186 :                 motor( 85, 100 );
187 :                 break;
188 :
189 :             case 0x0c:
190 :                 // 0000 1100 中くらい右寄り→左へ中曲げ
191 :                 motor( 70, 100 );
192 :                 break;
193 :
194 :             case 0x08:
195 :                 // 0000 1000 大きく右寄り→左へ大曲げ
196 :                 motor( 55, 100 );
197 :                 break;
198 :
199 :             case 0x02:
200 :                 // 0000 0010 少し左寄り→右へ小曲げ
201 :                 motor( 100, 85 );
202 :                 break;
203 :
204 :             case 0x03:
205 :                 // 0000 0011 中くらい左寄り→右へ中曲げ
206 :                 motor( 100, 70 );
207 :                 break;
208 :
209 :             case 0x01:
210 :                 // 0000 0001 大きく左寄り→右へ大曲げ
211 :                 motor( 100, 55 );
212 :                 break;
213 :
214 :             default:
215 :                 break;
216 :
217 :             }
219~239 : 「(1) プログラム」を参照。
241 :             break;
```

クロスライン検出後のトレースでは、初めにドの音を出しています。これは、クロスライン検出後のトレースに入ったことが分かるようにするためです。switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。この部分は、通常トレースと同じになっています。

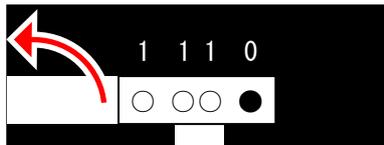
(1) プログラム

```
219 :          if( cnt1 >= 1000 ){  
220 :              switch( ( sensor() & 0x0f ) ){  
221~226 :          「(1-1) 左クランクを検出しているとき」を参照。  
228~233 :          「(1-2) 右クランクを検出しているとき」を参照。  
235 :              default:  
236 :                  break;  
237 :          }  
238 :      }  
239 :  }
```

if 文では、cnt1 変数が 1000 以上の (1000 [ms] 経過した) 場合、{} 内の文を実行します。1000 [ms] 経過するまで実行しないようにしているのは、クロスライン上を走行しているときにクランクの検出をしてしまうのを避けるためです。{} 内の switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。case 文の内容については、以降に説明します。

(1-1) 左クランクを検出しているとき

```
221 :          case 0x0e:  
222 :              // 0000 1110 左クランク検出  
223 :              motor( 0, 90 );  
224 :              cnt1 = 0;  
225 :              pattern = 22;  
226 :              break;
```

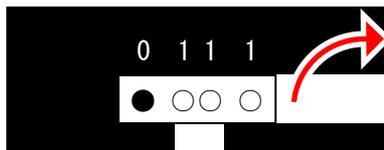


センサーが“0x0e”の状態です。この状態は、上図のように左クランクを検出している状態です。左のモーターを「n%」右のモーターを「90%」で回し、左クランクを曲がります。cnt1 変数をクリアして、パターン 22 に行きます。

「n%」の部分には任意の値を入れ、正しく曲がれるように調整をしてください。

(1-2) 右クランクを検出しているとき

```
228 :          case 0x07:  
229 :              // 0000 0111 右クランク検出  
230 :              motor( 90, 0 );  
231 :              cnt1 = 0;  
232 :              pattern = 22;  
233 :              break;
```



センサーが“0x07”の状態です。この状態は、上図のように右クランクを検出している状態です。左のモーターを「90%」右のモーターを「n%」で回し、右クランクを曲がります。cnt1 変数をクリアして、パターン 22 に行きます。

「n%」の部分には任意の値を入れ、正しく曲がれるように調整をしてください。

5.16.7 パターン 22 : クランクの曲げ動作継続処理

プログラム

```
243 :         case 22:  
244 :             // クランクの曲げ動作継続処理  
245 :                 if( cnt1 >= 1000 ){  
246 :                     pattern = 11;  
247 :                 }  
248 :  
249 :                 break;
```

if 文では、cnt1 変数が 1000 以上の (1000 [ms] 経過した) 場合、{} 内の文を実行します。1000 [ms]経過するまで実行しないようにしているのは、クランクの曲げ動作を継続させるためです。{} 内では、パターン 11 に行きます。

5.16.8 パターン 31 : 左ハーフライン検出後のトレース、左レーンチェンジ検出

プログラム

```
251 :         case 31:
252 :             // 左ハーフライン検出後のトレース、左レーンチェンジ検出
253 :             beep(Def_D3);
254 :
255 :             switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
256 :             case 0x06:
257 :                 // 0000 0110 センタ→まっすぐ
258 :                 motor( 100, 100 );
259 :                 break;
260 :
261 :             case 0x04:
262 :                 // 0000 0100 少し右寄り→左へ小曲げ
263 :                 motor( 85, 100 );
264 :                 break;
265 :
266 :             case 0x0c:
267 :                 // 0000 1100 中くらい右寄り→左へ中曲げ
268 :                 motor( 70, 100 );
269 :                 break;
270 :
271 :             case 0x08:
272 :                 // 0000 1000 大きく右寄り→左へ大曲げ
273 :                 motor( 55, 100 );
274 :                 break;
275 :
276 :             case 0x02:
277 :                 // 0000 0010 少し左寄り→右へ小曲げ
278 :                 motor( 100, 85 );
279 :                 break;
280 :
281 :             case 0x03:
282 :                 // 0000 0011 中くらい左寄り→右へ中曲げ
283 :                 motor( 100, 70 );
284 :                 break;
285 :
286 :             case 0x01:
287 :                 // 0000 0001 大きく左寄り→右へ大曲げ
288 :                 motor( 100, 55 );
289 :                 break;
290 :
291 :             case 0x0f:
292 :                 // 0000 1111 クロスライン検出
293 :                 motor( 100, 100 );
294 :                 cnt1 = 0;
295 :                 pattern = 21;
296 :                 break;
297 :
298 :             default:
299 :                 break;
300 :
301 :             }
303~316 : 「(1) プログラム」を参照。
318 :             break;
```

左ハーフライン検出後のトレースでは、初めにレの音を出しています。これは、左ハーフライン検出後のトレースに入ったことが分かるようにするためです。switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。この部分は、通常トレースと同じになっています。

(1) プログラム

```

303 :           if( cnt1 >= 1000 ){
304 :               switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
305~310 : 「(1-1) 左レーンチェンジを検出しているとき」を参照。
312 :               default:
313 :                   break;
314 :
315 :           }
316 :       }

```

if 文では、cnt1 変数が 1000 以上の (1000 [ms] 経過した) 場合、{} 内の文を実行します。

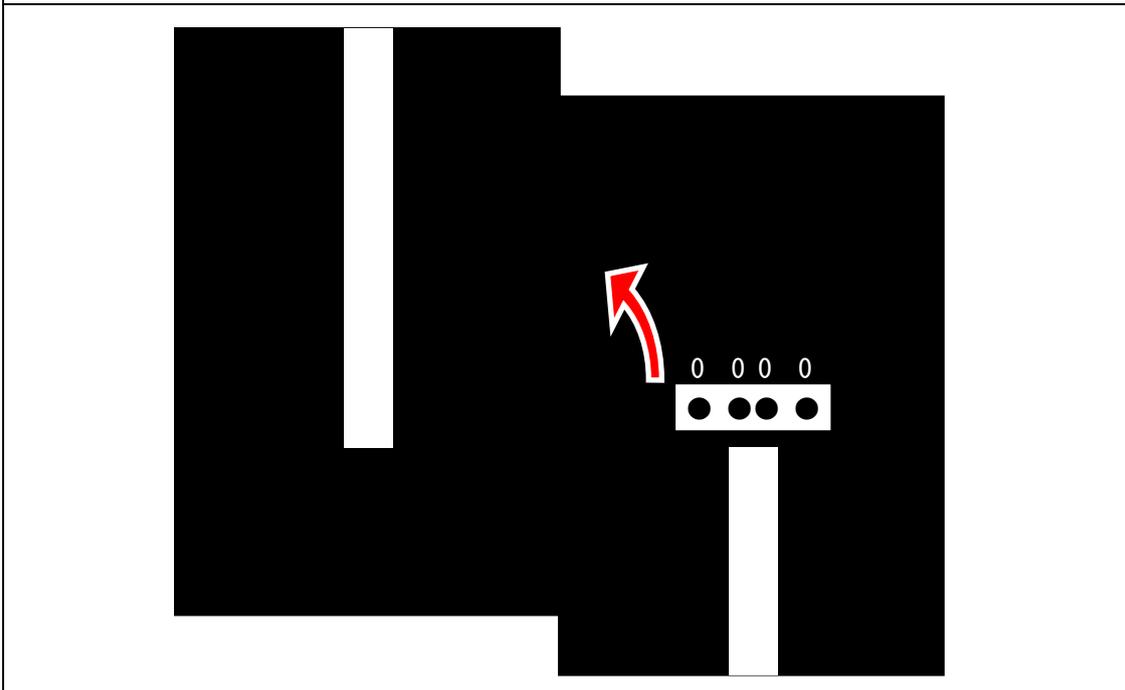
1000 [ms] 経過するまで実行しないようにしているのは、左ハーフライン検出後にラインから外れた場合に、左レーンチェンジの検出をしてしまうのを避けるためです。{}内の switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。case 文の内容については、以降に説明します。

(1-1) 左レーンチェンジを検出しているとき

```

305 :           case 0x00:
306 :               // 0000 0000 左レーンチェンジ検出
307 :               motor( 0, 100 );
308 :               cnt1 = 0;
309 :               pattern = 32;
310 :               break;

```



センサーが“0x00”の状態です。この状態は、上図のように左レーンチェンジを検出している状態です。左のモーターを「n%」右のモーターを「100%」で回し、左レーンチェンジを曲がります。cnt1 変数をクリアして、パターン 32 に行きます。

「n%」の部分には任意の値を入れ、正しく曲がれるように調整をしてください。

5.16.9 パターン 32 : 左レーンチェンジ曲げ動作継続処理

プログラム

```
320 :         case 32:
321 :             // 左レーンチェンジ曲げ動作継続処理
322 :             if( cnt1 >= 700 ){
323 :                 motor( 100, 100 );
324 :                 cnt1 = 0;
325 :                 pattern = 33;
326 :             }
327 :
328 :             break;
```

if 文では、cnt1 変数が 700 以上の (700 [ms] 経過した) 場合、{} 内の文を実行します。

700 [ms] 経過するまで実行しないようにしているのは、左レーンチェンジの曲げ動作を継続させるためです。{} 内では、左のモーターを「100%」右のモーターを「100%」で回し、cnt1 変数をクリアして、パターン 33 に行きます。

5.16.10 パターン 33 : 左レーンチェンジ終了検出

プログラム

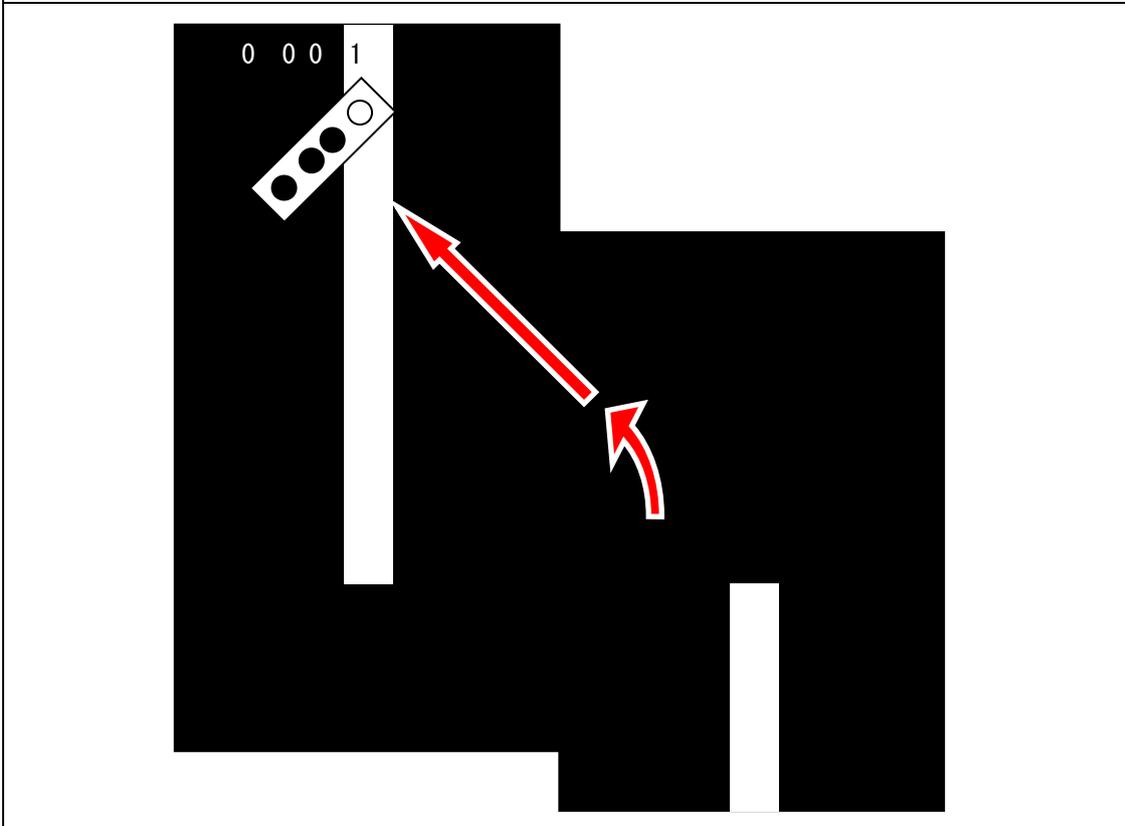
```
330 :         case 33:
331 :             // 左レーンチェンジ終了検出
332 :             if( cnt1 >= 500 ){
333 :                 switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
334~337 :             「(1) 左レーンチェンジの終了を検出しているとき」を参照。
338 :                 default:
339 :                     break;
340 :             }
341 :         }
342 :
343 :         break;
```

if 文では、cnt1 変数が 500 以上の (500 [ms] 経過した) 場合、{} 内の文を実行します。

500 [ms] 経過するまで実行しないようにしているのは、左レーンチェンジ曲げ動作継続処理で、左右のモーターを同じ速度で回しているのを継続させるためです。{} 内の switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。case 文の内容については、以降に説明します。

(1) 左レーンチェンジの終了を検出しているとき

```
334 :          case 0x01:  
335 :          // 0000 0001 左レーンチェンジ終了検出  
336 :          pattern = 11;  
337 :          break;
```



センサーが“0x01”の状態です。この状態は、上図のように左レーンチェンジの終了を検出している状態です。パターン 11 に行きます。

5.16.11 パターン 41 : 右ハーフライン検出後のトレース、右レーンチェンジ検出

プログラム

```
345 :         case 41:
346 :             // 右ハーフライン検出後のトレース、右レーンチェンジ検出
347 :             beep(Def_E3);
348 :
349 :             switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
350 :                 case 0x06:
351 :                     // 0000 0110 センタ→まっすぐ
352 :                     motor( 100, 100 );
353 :                     break;
354 :
355 :                 case 0x04:
356 :                     // 0000 0100 少し右寄り→左へ小曲げ
357 :                     motor( 85, 100 );
358 :                     break;
359 :
360 :                 case 0x0c:
361 :                     // 0000 1100 中くらい右寄り→左へ中曲げ
362 :                     motor( 70, 100 );
363 :                     break;
364 :
365 :                 case 0x08:
366 :                     // 0000 1000 大きく右寄り→左へ大曲げ
367 :                     motor( 55, 100 );
368 :                     break;
369 :
370 :                 case 0x02:
371 :                     // 0000 0010 少し左寄り→右へ小曲げ
372 :                     motor( 100, 85 );
373 :                     break;
374 :
375 :                 case 0x03:
376 :                     // 0000 0011 中くらい左寄り→右へ中曲げ
377 :                     motor( 100, 70 );
378 :                     break;
379 :
380 :                 case 0x01:
381 :                     // 0000 0001 大きく左寄り→右へ大曲げ
382 :                     motor( 100, 55 );
383 :                     break;
384 :
385 :                 case 0x0f:
386 :                     // 0000 1111 クロスライン検出
387 :                     motor( 100, 100 );
388 :                     cnt1 = 0;
389 :                     pattern = 21;
390 :                     break;
391 :
392 :                 default:
393 :                     break;
394 :
395 :             }
397~410 : 「(1) プログラム」を参照。
412 :             break;
```

右ハーフライン検出後のトレースでは、初めにミの音を出しています。これは、右ハーフライン検出後のトレースに入ったことが分かるようにするためです。switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。この部分は、通常トレースと同じになっています。

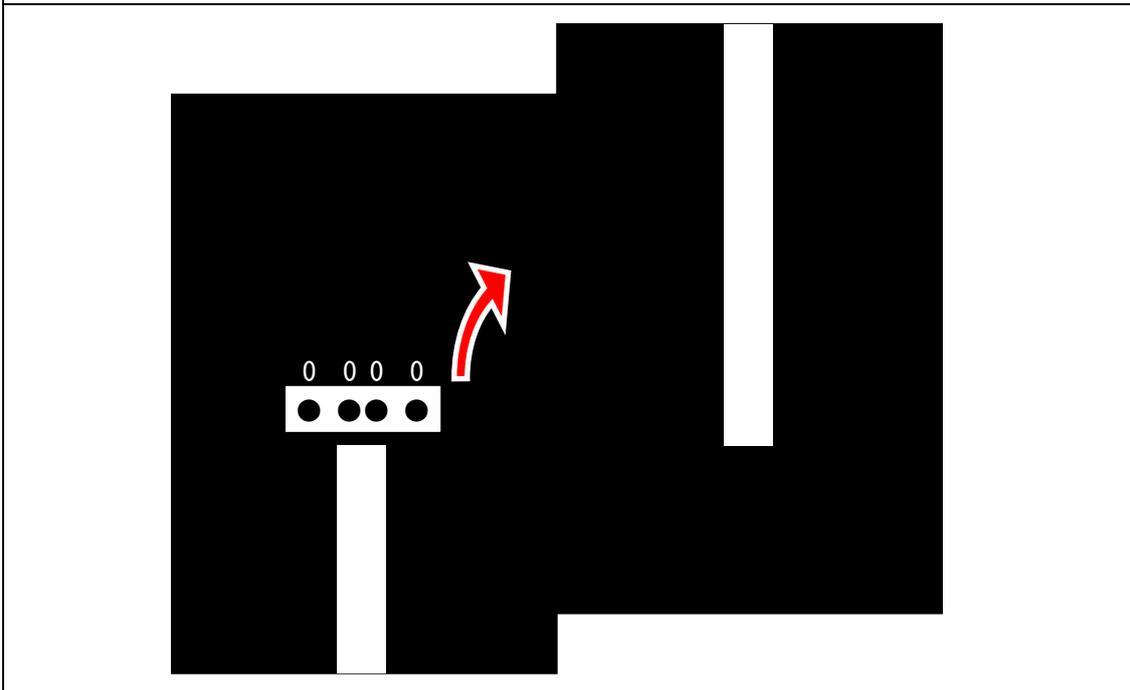
(1) プログラム

```
397 :             if( cnt1 >= 1000 ){  
398 :                 switch( ( sensor() & 0x0f ) ){  
399~404 :             「(1-1) 右レーンチェンジを検出しているとき」を参照。  
406 :                 default:  
407 :                     break;  
408 :  
409 :             }  
410 :         }
```

if 文では、cnt1 変数が 1000 以上の (1000 [ms] 経過した) 場合、{} 内の文を実行します。1000 [ms] 経過するまで実行しないようにしているのは、左ハーフライン検出後にラインから外れた場合に、左レーンチェンジの検出をしてしまうのを避けるためです。{}内の switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。case 文の内容については、以降に説明します。

(1-1) 右レーンチェンジを検出しているとき

```
399 :             case 0x00:  
400 :                 // 0000 0000 右レーンチェンジ検出  
401 :                 motor( 100, 0 );  
402 :                 cnt1 = 0;  
403 :                 pattern = 42;  
404 :                 break;
```



センサーが“0x00”の状態です。この状態は、上図のように右レーンチェンジを検出している状態です。左のモーターを「100%」右のモーターを「n%」で回し、右レーンチェンジを曲がりま

す。cnt1 変数をクリアして、パターン 42 に行きます。
「n%」の部分には任意の値を入れ、正しく曲がれるように調整をしてください。

5.16.12 パターン 42 : 右レーンチェンジ曲げ動作継続処理

プログラム

```
414 :         case 42:
415 :             // 右レーンチェンジ曲げ動作継続処理
416 :             if( cnt1 >= 700 ){
417 :                 motor( 100, 100 );
418 :                 cnt1 = 0;
419 :                 pattern = 43;
420 :             }
421 :
422 :             break;
```

if 文では、cnt1 変数が 700 以上の (700 [ms] 経過した) 場合、{} 内の文を実行します。

700 [ms] 経過するまで実行しないようにしているのは、右レーンチェンジの曲げ動作を継続させるためです。{} 内では、左のモーターを「100%」右のモーターを「100%」で回し、cnt1 変数をクリアして、パターン 43 に行きます。

5.16.13 パターン 43 : 右レーンチェンジ終了検出

プログラム

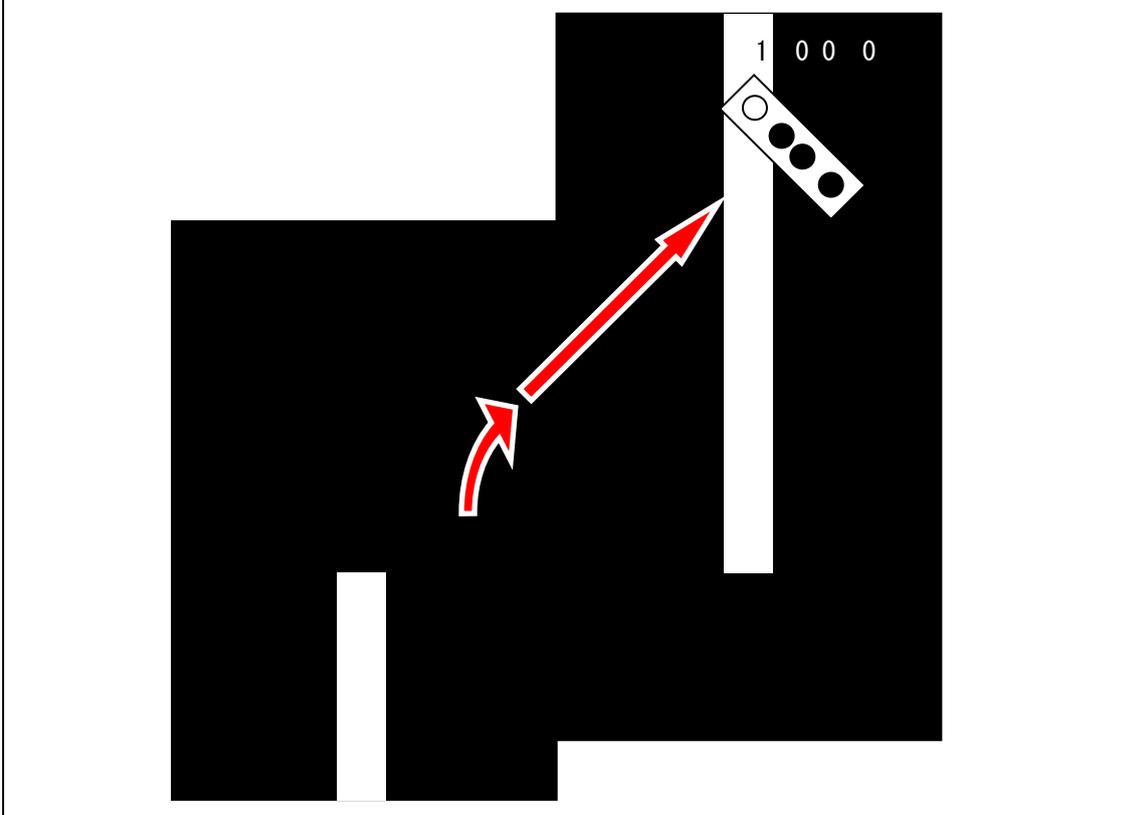
```
424 :         case 43:
425 :             // 右レーンチェンジ終了検出
426 :             if( cnt1 >= 500 ){
427 :                 switch( ( sensor() & 0x0f ) ){
428~431 :             「(1) 左レーンチェンジの終了を検出しているとき」を参照。
432 :                 default:
433 :                     break;
434 :             }
435 :         }
436 :
437 :         break;
```

if 文では、cnt1 変数が 500 以上の (500 [ms] 経過した) 場合、{} 内の文を実行します。

500 [ms] 経過するまで実行しないようにしているのは、右レーンチェンジ曲げ動作継続処理で、左のモーターを「100%」右のモーターを「100%」で回しているのを継続させるためです。{} 内の switch 文では、sensor 関数の戻り値によって case 文が分岐します。case 文の内容については、以降に説明します。

(1) 右レーンチェンジの終了を検出しているとき

```
428 :             case 0x08:  
429 :                 // 0000 1000 右レーンチェンジ終了検出  
430 :                 pattern = 11;  
431 :                 break;
```



センサーが“0x08”の状態です。この状態は、上図のように右レーンチェンジの終了を検出している状態です。パターン 11 に行きます。

6. 仕様

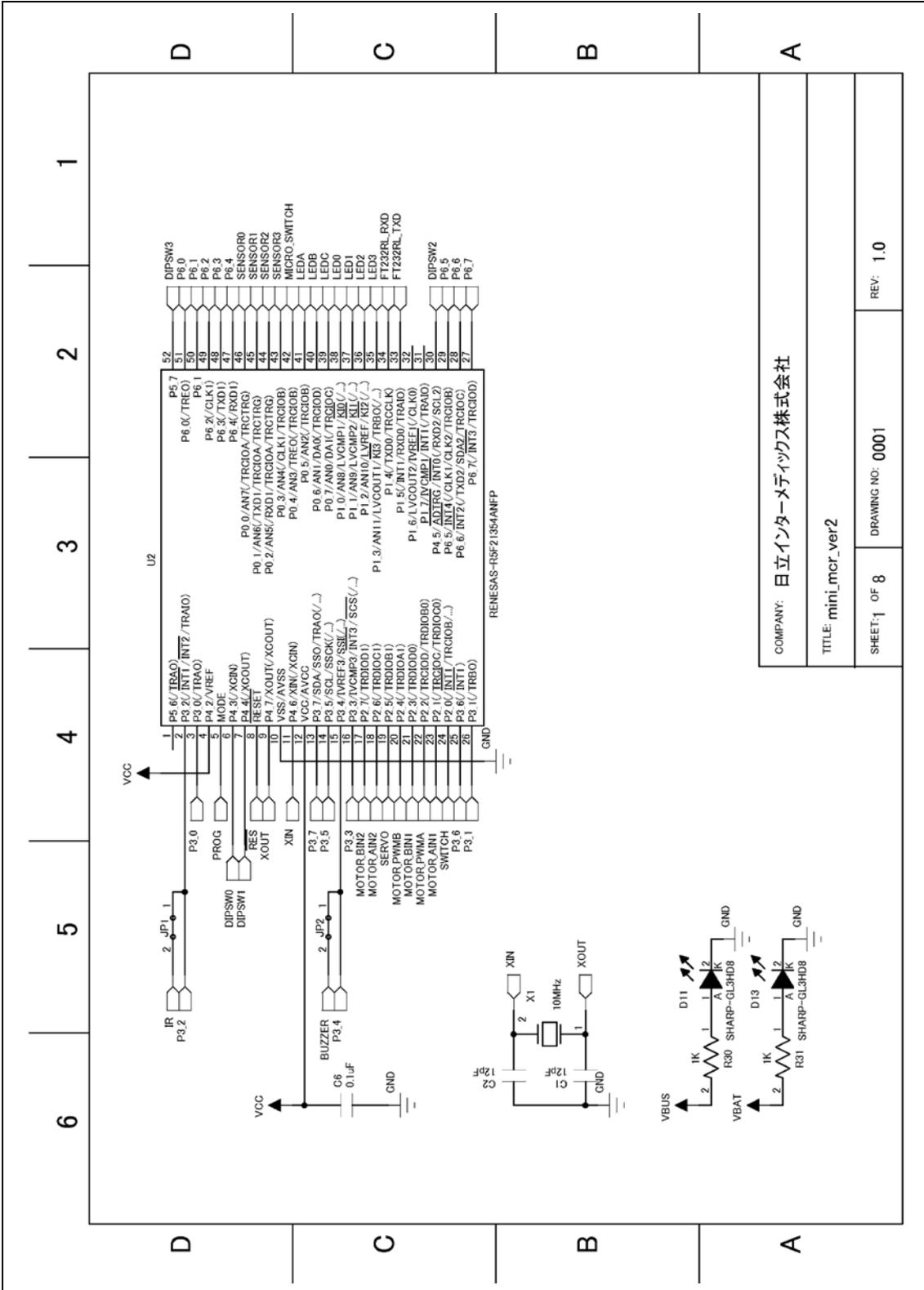
6. 仕様

6.1 仕様

内容	詳細
マイコン	<p>●2013年度以降： ルネサス エレクトロニクス製 R8C/35C (R5F21356CNFP)</p> <p>●2012年度以前 ルネサス エレクトロニクス製 R8C/35A (R5F21356ANFP)</p> <p>※R8C/35A と R8C/35C は、ミニマイコンカーで使う機能ではほぼ同等の機能です</p>
電源	<p>単3電池4本 (アルカリ電池、充電電池可能)</p> <p>※別売り DC ジャックコネクタと AC アダプタを使用することにより、商用電源(AC100V)での動作可能</p>
プログラム開発	<p>ブロックソフト、またはルネサス統合開発環境によるC言語でのプログラム開発 ※各ソフトは、web サイトよりダウンロード可能</p>
プログラム書き込み	<p>パソコンより USB コネクタにて書き込み</p> <p>※USB ケーブルは、AB タイプが接続可能</p>
組み立て内容	<p>電子部品の半田付け(面実装部品は実装済み)、ギヤーボックス、タイヤ</p>
ギヤーボックス	<p>ツインモーターギヤーボックス</p>
モーター	<p>FA130 モーター (ツインモーターギヤーボックス付属) ×2 個</p>
タイヤ	<p>オフロードタイヤセット</p>
I/O	<ul style="list-style-type: none"> ・赤外線フォトインタラプタ (ライン検出用) ×4 個 ・LED×4 個 ・DIP スイッチ (4bit) ×1 個 ・タクトスイッチ×1 個 ・圧電サウンダ×1 個 ・DC モータードライバ (2ch) ×1 個 ・マイクロスイッチ (障害物検出用) ×1 個 ・赤外線リモコン受光モジュール×1 個 ・サーボコネクタ×1 個 ・拡張 I/O コネクタ×4 個
その他	<p>基板のセンサー部分、モータードライバ部分を分離して、マイコンボードとして使用可能</p>

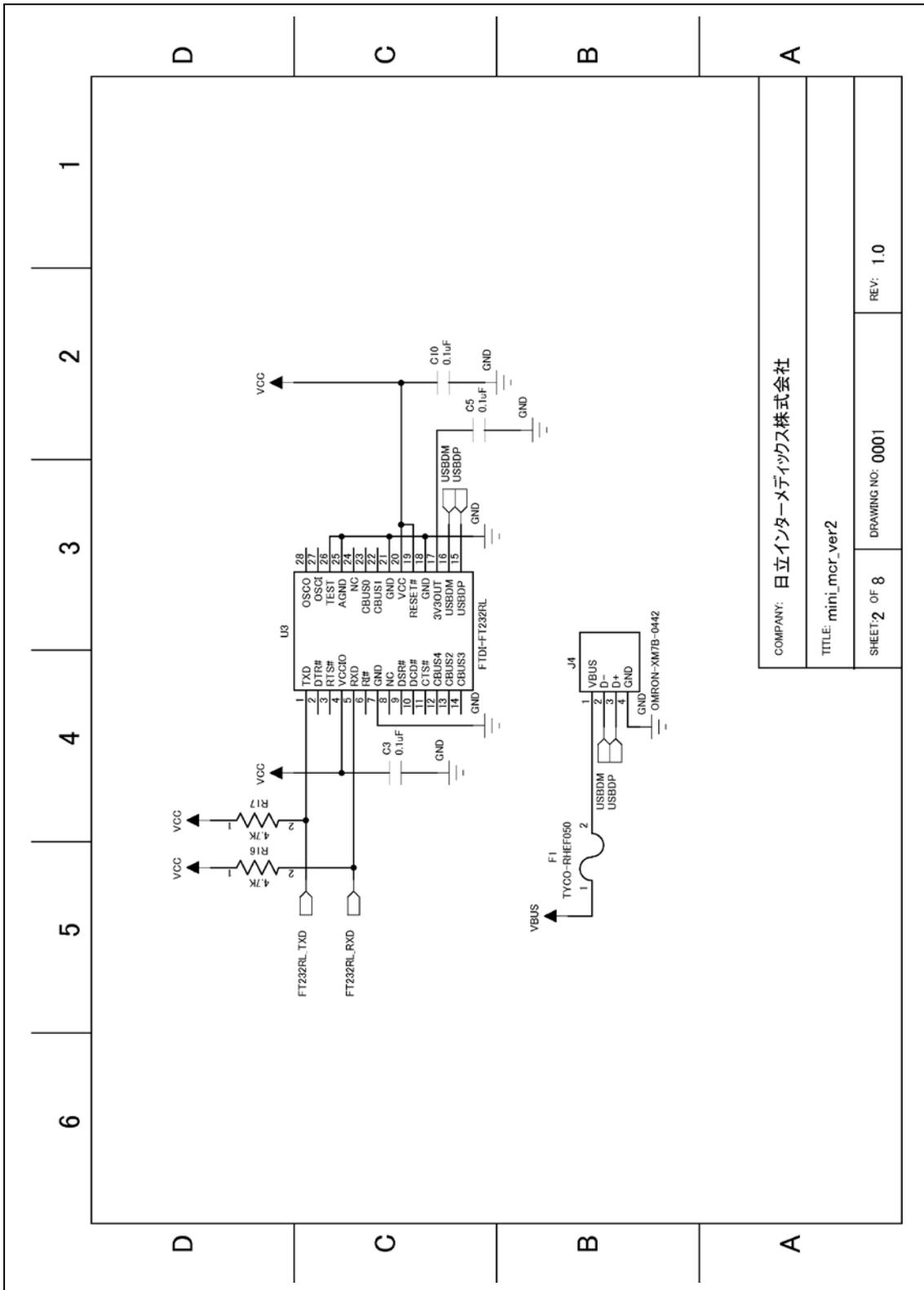
6. 仕様

6.2 回路図



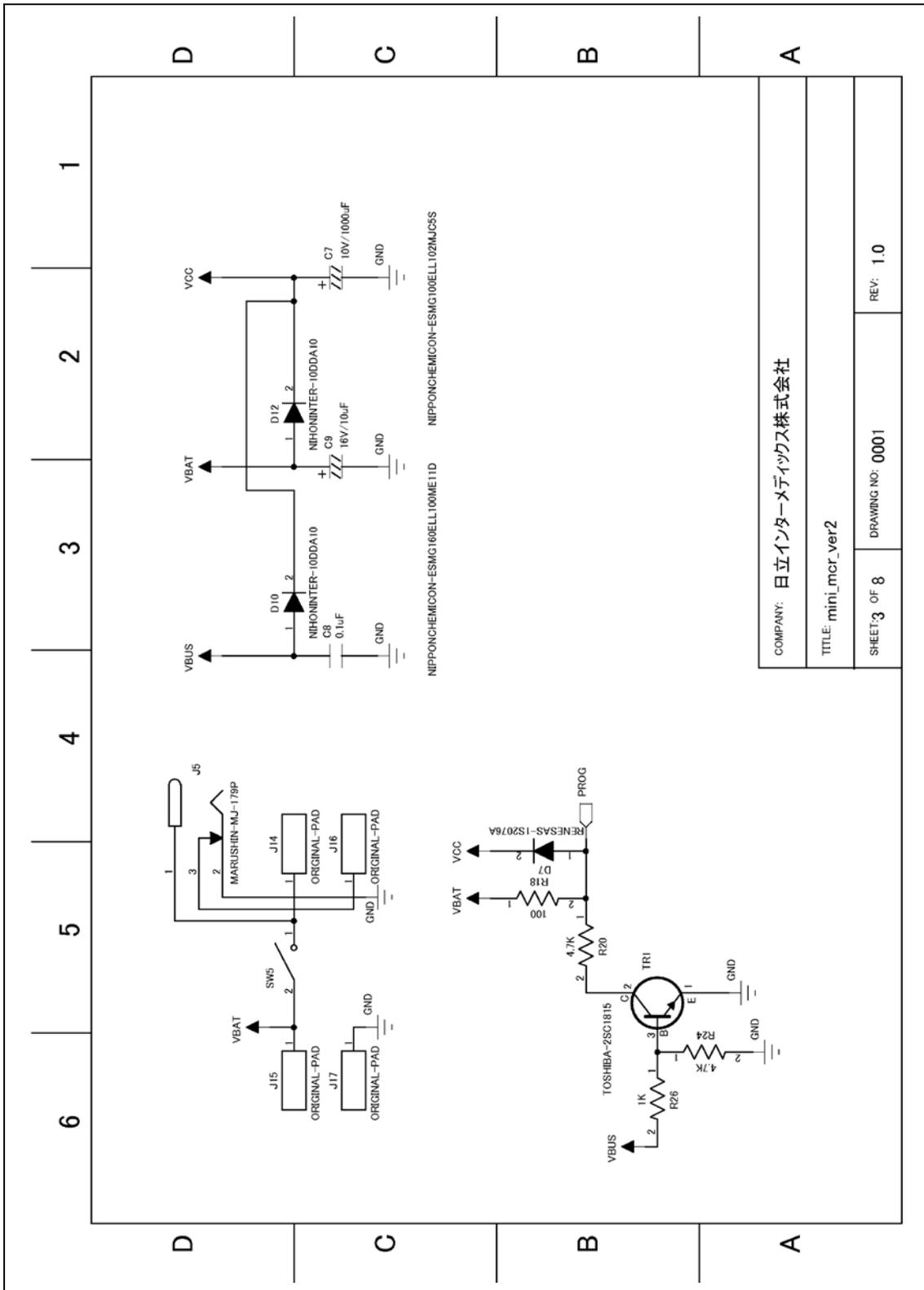
COMPANY: 日立インターメテックス株式会社
 TITLE: mini_mcr_ver2
 SHEET: 1 OF 8 DRAWING NO: 0001 REV: 1.0

6. 仕様

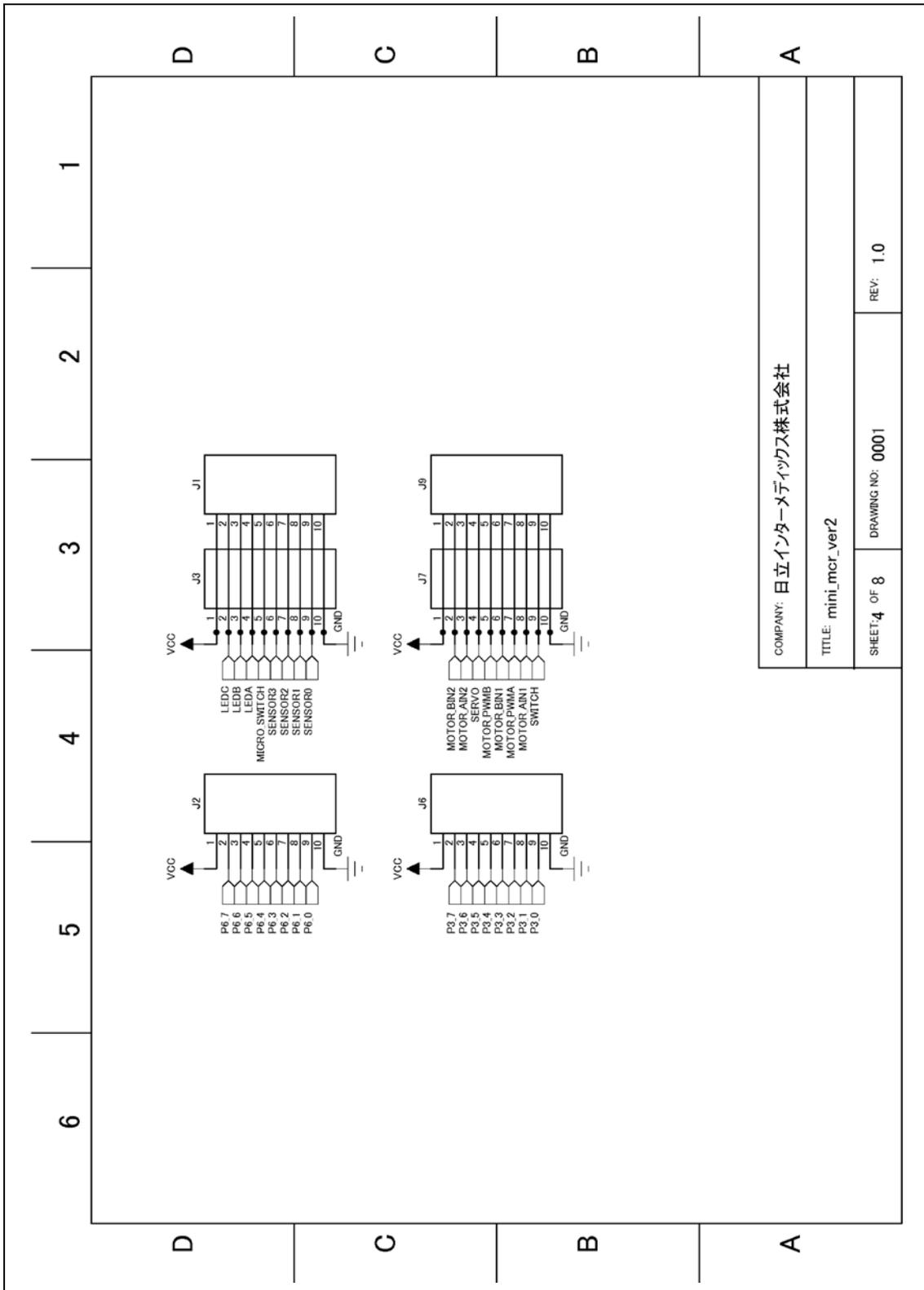


COMPANY: 日立インターメテックス株式会社	
TITLE: mini_mcr_ver2	
SHEET 2 OF 8	DRAWING NO: 0001
	REV: 1.0

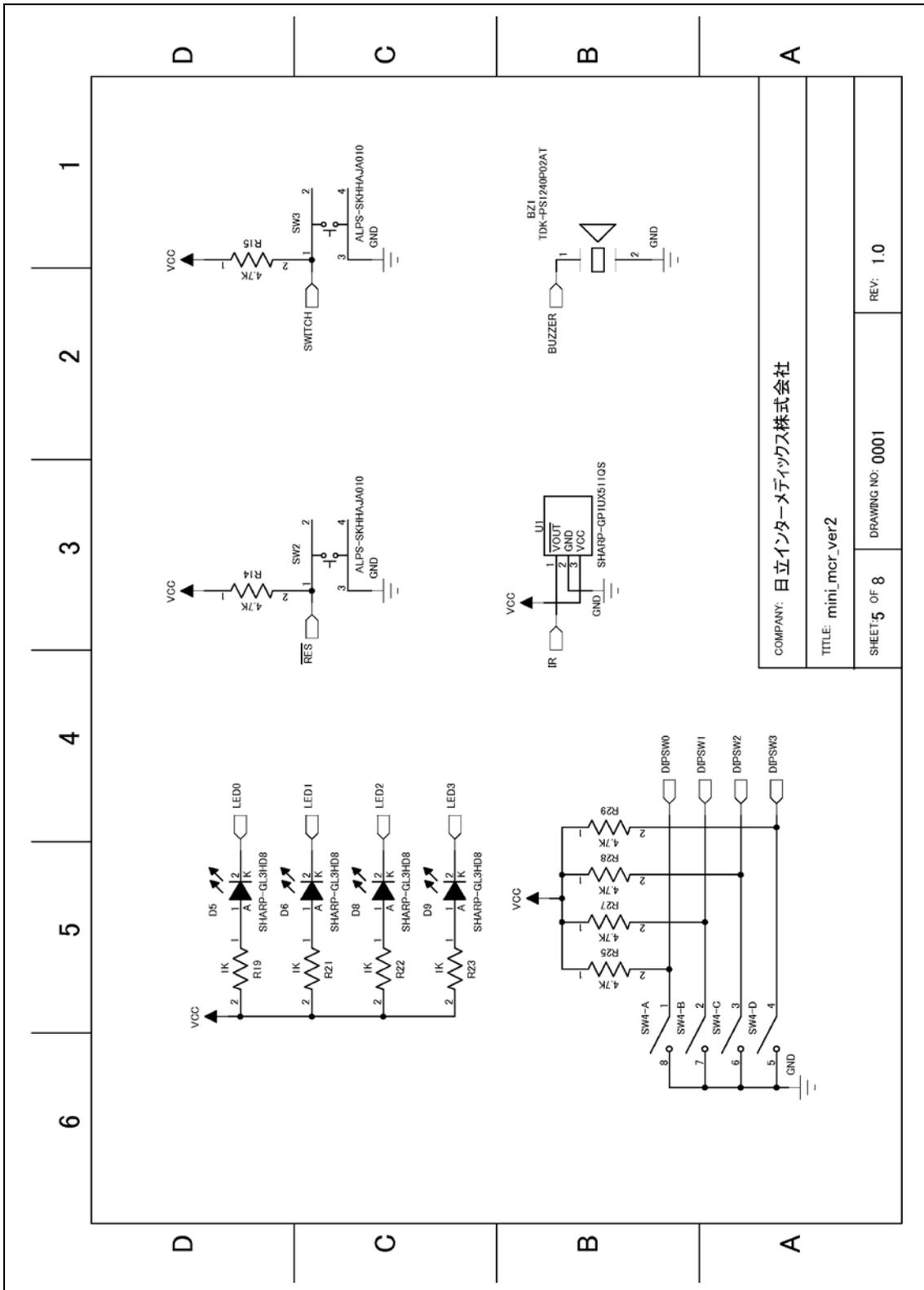
6. 仕様



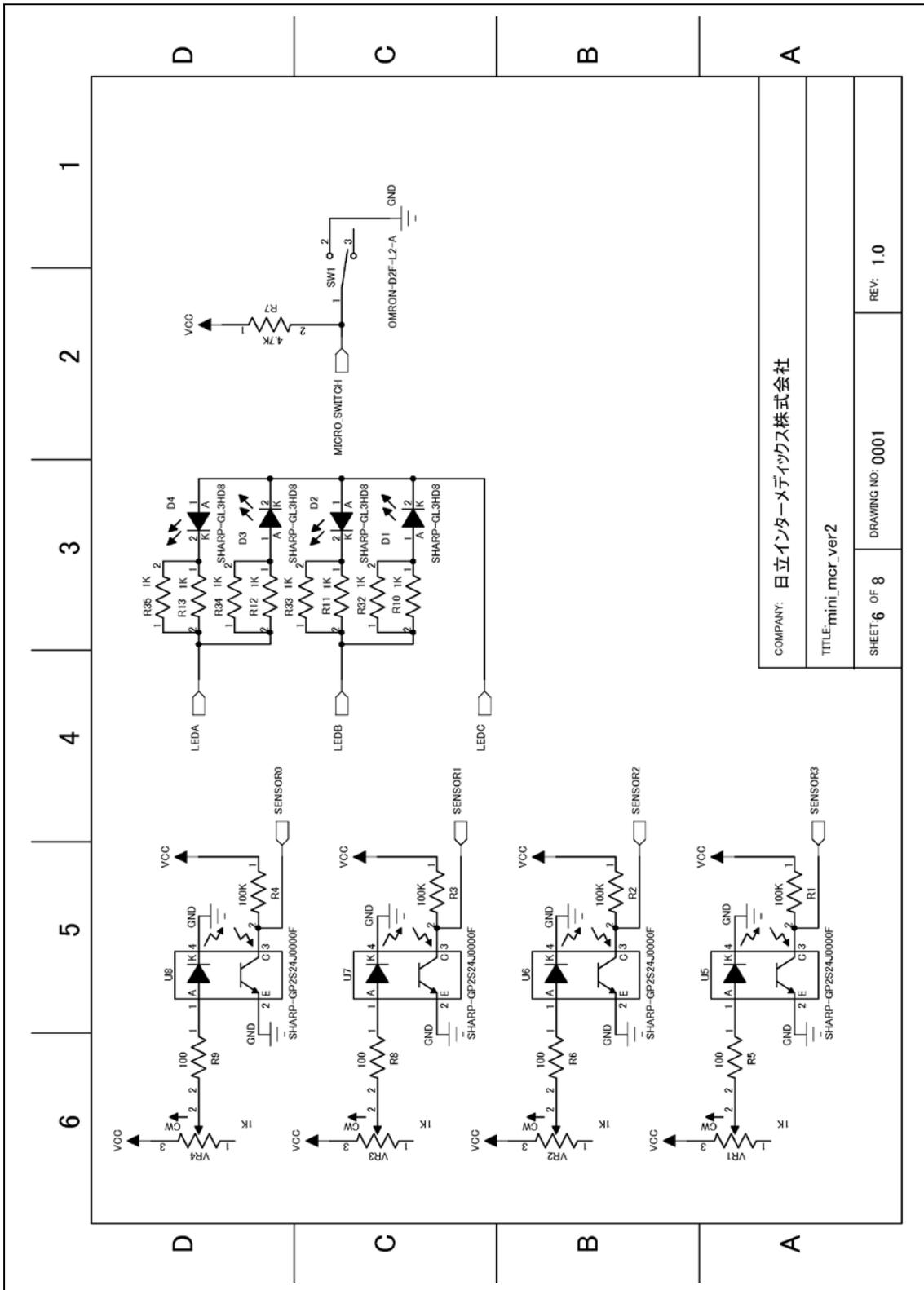
6. 仕様



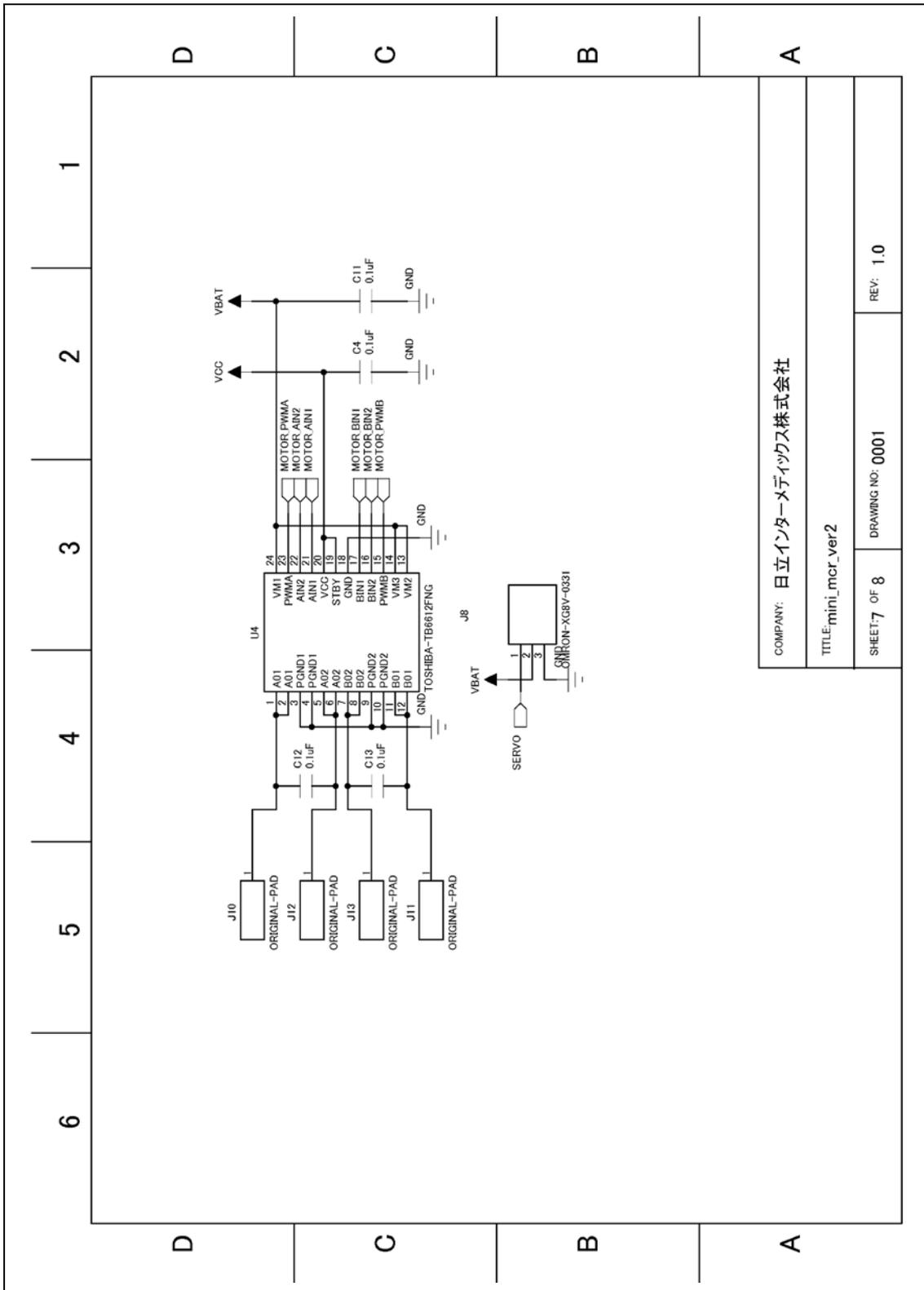
6. 仕様



6. 仕様



6. 仕様



6. 仕様

6.3 ポート表

コネクタ	番号	端子名	接続先
J3	1		VCC
	2	P0_7/AN0/DA1 (/TRCIOC)	LEDC (P0_7) ※
	3	P0_6/AN1/DA0 (/TRCIOD)	LEDB (P0_6) ※
	4	P0_5/AN2 (/TRCIOB)	LEDA (P0_5) ※
	5	P0_4/AN3/TRE0 (/TRCIOB)	マイクロスイッチ (P0_4) ※
	6	P0_3/AN4 (/CLK1/TRCIOB)	赤外線フォトインタラプタ 3 (P0_3) ※
	7	P0_2/AN5 (/RXD1/TRCIOA/TRCTRG)	赤外線フォトインタラプタ 2 (P0_2) ※
	8	P0_1/AN6 (/TXD1/TRCIOA/TRCTRG)	赤外線フォトインタラプタ 1 (P0_1) ※
	9	P0_0/AN7 (/TRCIOA/TRCTRG)	赤外線フォトインタラプタ 0 (P0_0) ※
	10		GND

※基板のセンサー部分を分離することで、J3 コネクタの信号を自由に使用できます。

コネクタ	番号	端子名	接続先
		P1_7/IVCMP1/INT1 (/TRAIO)	
		P1_6/LVCOUT2/IVREF1 (/CLK0)	
		P1_5 (/INT1/RXD0/TRAI0)	RxD0
		P1_4 (/TXD0/TRCCLK)	TxD0
		P1_3/AN11/LVCOUT1/K13/TRB0 (/TRCIOC)	LED3 (P1_3)
		P1_2/AN10/LVREF/K12 (/TRCIOB)	LED2 (P1_2)
		P1_1/AN9/LVCMP2/K11 (/TRCIOA/TRCTRG)	LED1 (P1_1)
		P1_0/AN8/LVCMP1/K10 (/TRCIOD)	LED0 (P1_0)

コネクタ	番号	端子名	接続先
J7	1		VCC
	2	P2_7 (/TRDIOD1)	モーター右 2 (P2_7) ※
	3	P2_6 (/TRDIOC1)	モーター左 2 (P2_6) ※
	4	P2_5 (/TRDIOB1)	サーボ (TRDIOB1) ※
	5	P2_4 (/TRDIOA1)	モーター右 PWM (TRDIOA1) ※
	6	P2_3 (/TRDIOD0)	モーター右 1 (P2_3) ※
	7	P2_2 (/TRCIOD/TRDIOB0)	モーター左 PWM (TRDIOB0) ※
	8	P2_1 (/TRCIOC/TRDIOCO)	モーター左 1 (P2_1) ※
	9	P2_0 (/INT1/TRCIOB/TRDIOA0/TRDCLK)	タクトスイッチ (P2_0)
	10		GND

※基板のモータードライバ部分を分離することで、J7 コネクタの信号を自由に使用できます。

コネクタ	番号	端子名	接続先
J6	1		VCC
	2	P3_7/SDA/SS0/TRAO (/RXD2/SCL2/TXD2/SDA2)	
	3	P3_6 (/INT1)	
	4	P3_5/SCL/SSCK (/CLK2/TRCIOD)	
	5	P3_4/IVREF3/SSI (/RXD2/SCL2/TXD2/SDA2/TRCIOC)	圧電サウンダ (TRCIOC)
	6	P3_3/IVCMP3/INT3/SCS (/CTS2/RTS2/TRCCLK)	
	7	P3_2 (/INT1/INT2/TRAI0)	赤外線リモコン受光モジュール (TRAIO)
	8	P3_1 (/TRB0)	
	9	P3_0 (/TRA0)	
	10		GND

6. 仕様

コネクタ	番号	端子名	接続先
		P4_7/XOUT	クリスタル (XOUT)
		P4_6/XIN	クリスタル (XIN)
		P4_5/ADTRG/INT0 (/RXD2/SCL2)	DIP スイッチ 2
		P4_4 (/XCOUT)	DIP スイッチ 1
		P4_3 (/XCIN)	DIP スイッチ 0
		P4_2/VREF	VCC

コネクタ	番号	端子名	接続先
		P5_7	DIP スイッチ 3
		P5_6 (/TRA0)	

コネクタ	番号	端子名	接続先
J2	1		VCC
	2	P6_7 (/INT3/TRCIO0)	
	3	P6_6/INT2 (/TXD2/SDA2/TRCIO0C)	
	4	P6_5/INT4 (/CLK1/CLK2/TRCIO0B)	
	5	P6_4 (/RXD1)	
	6	P6_3 (/TXD1)	
	7	P6_2 (/CLK1)	
	8	P6_1	
	9	P6_0 (/TREQ)	
	10		GND

6.4 ピン配置図

コネクタ

