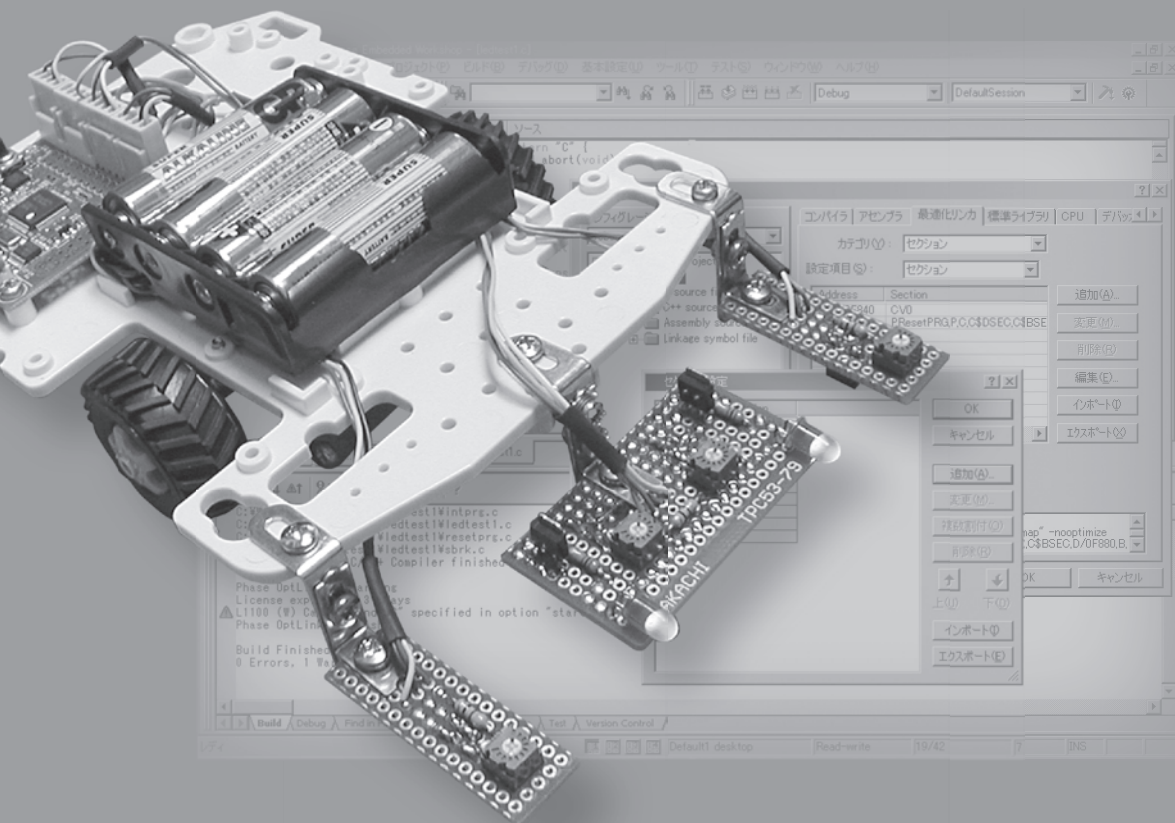


## 第1章

## さあ、H8マイコンをはじめよう

スタートアップが容易なマイコン・ボードVS-WRC003を利用する



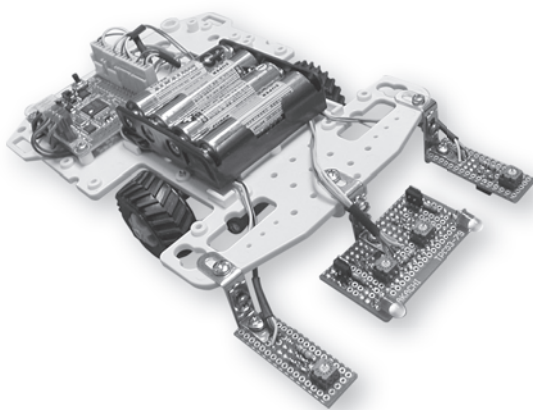
1-1 マイコン学習に最適なH8 マイコン・ボード

1-2 充実したプログラム開発環境

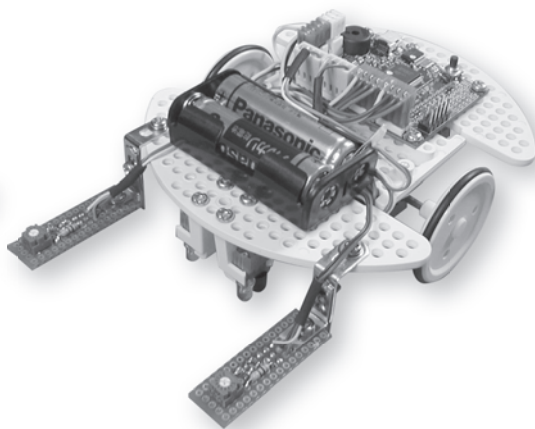
1-3 H8 マイコン・ボードの回路について

**見本**

1-4 ビュート ローバー搭載 H8 マイコン・ボード (VS-WRC003LV) の紹介



(a) ビュート チェイサーをベースに製作した例



(b) ビュート ローバーをベースに製作した例

写真1-1 製作したライトレース・ロボットの外観

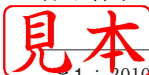
## ●はじめに

電子機器を制御するうえで、マイコンはなくてはならない部品です。世の中で使われているマイコンには数多くの種類があり、各社特徴のあるマイコンを開発しています。中でもルネサス エレクトロニクス(株)(Renesas Electronics)\*1のH8は、高性能なマイコンとしてアマチュアのロボットに使われる頻度が高く、ライトレース・ロボットの制御などにも広く利用されています。

H8マイコン応用編ではライトレース・ロボット(写真1-1)の製作を紹介していきます。写真1-2はライトレース・ロボットに搭載されているH8マイコン・ボード“VS-WRC003”です。現在、ガイストン(株)からC言語でプログラミング学習ができるマイコン・ボードとしていろいろな機能が使え、2,982円(2010年4月現在)という比較的安価な値段で販売されています。

ボードの中央部にあるのが、16ビット・マイコンH8/36064です。このH8マイコンはルネサス エレクトロニクス(株)が開発・製造しているH8/300H Tinyシリーズのマイコンの一つで、一般的な制御を行うには十分な機能をもっています。H8マイコンの基礎を学ぶにあたり、まずはプログラム開発環境を準備したあとで、ボードに実装されている二つのLEDを点灯させることから始めてみましょう。

2010年8月にビュート チェイサーの姉妹機としてビュート ローバー(Beuto Rover)が登場しました。価格は6,300円(執筆時点)です。そこに搭載されているH8マイコン・ボード(VS-WRC003LV)は3,465円(執筆時点)と高めですが、モータ出力のパワーアップ化、HIDシリアル変換IC搭載、二つの赤外線センサを搭載、低電圧動作化などいろいろな機能が向上しています。本書ではビュート チェイサーからビュート ローバーへ容易に移行して取り組めるように、ビュート ローバーに関する内容も各章の末尾に記載しています。



\*1: 2010年4月1日に名称変更。それまではルネサス テクノロジ(株)。

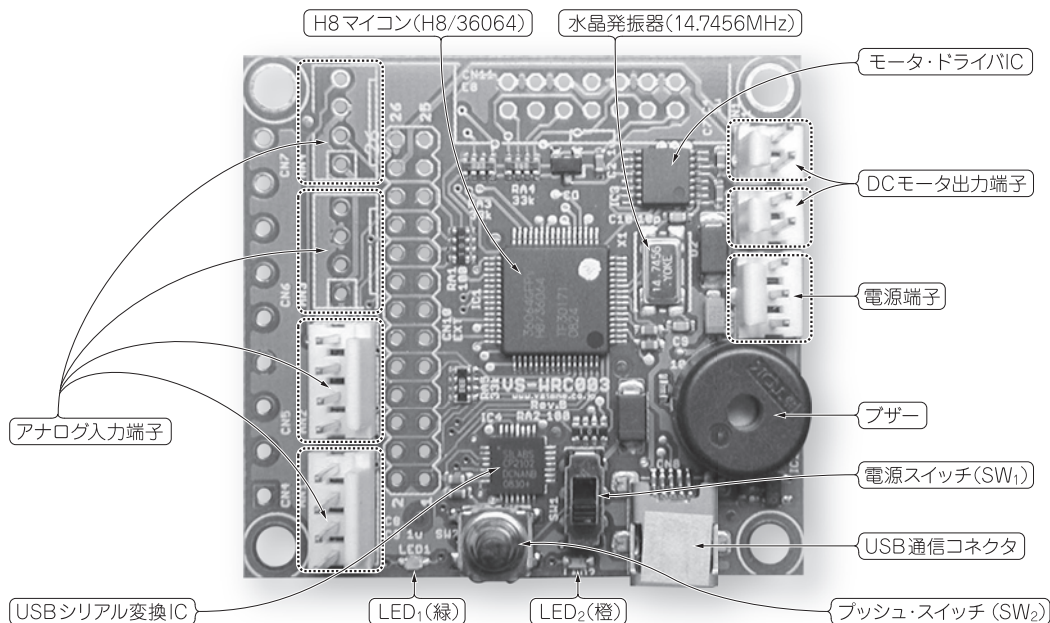


写真1-2 H8 マイコン・ボード (VS-WRC003) の外観

## 1-1

## マイコン学習に最適なH8マイコン・ボード

これから使用するマイコン・ボードがどんなものであるのか、ここで簡単に紹介しておきましょう。これを見ると、きっと“すぐにほしくなる”と思います。

### ●手軽にC言語プログラミングの学習ができるマイコン・ボードである

H8 マイコン・ボードには、LED (2個)、ブザー、DC モータ出力 (2ポート)、アナログ入力 (4ポート) が標準で装備されているため、ボード単体で手軽にC言語プログラミングの学習ができるでしょう。また、拡張ポートも備えており、ピン・ヘッダ追加でI/O増設などH8マイコンの機能をフルに活用することもできます。

### ●パソコンで開発したプログラムはUSBケーブル1本でマイコンに書き込める

H8 マイコン・ボードにはUSBシリアル変換ICが搭載されています。パソコン上で開発した制御プログラムをUSBケーブル1本で書き込むことができます。これは、特別な書き込み器が一切不要ということです。

また、H8 マイコン (H8/36064) は1万回も書き換え可能なフラッシュROM<sup>\*2</sup>を内蔵しているので繰り返し学習に最適です。単純に考えて、毎日3回マイコンにプログラムを書き込んだとしても、なんと9年以上も使える計算です。

**見本**

<sup>\*2</sup> フラッシュROMは電源を切っても内容は消えません。

表1-1 ビュート チェイサーに搭載されているH8 マイコン・ボードの主な仕様

サ イ ズ	51×47×13mm (幅×奥行き×高さ)
重 量	13g
マ イ コ ン	ルネサス エレクトロニクス製 H8/36064
セ ン サ 入 力	アナログ入力2チャンネル取得可能 (コネクタ増設により最大4チャンネル)
モ ー タ 出 力	DCモータ2チャンネル制御可能
L E D	橙色, 緑色 各1
ブ ザ ー	圧電ブザー, 単音出力 (音階, 音量可変)
イ ン タ ー フ ェ ース	USB接続
電 源	USBバス・パワー給電 <sup>(注)</sup> , または単3乾電池×4本

(注) USB バス・パワー給電でDC モータの駆動は使用しないでください。

## ●USB 接続で電源給電が簡単である

パソコンからUSB ケーブルを介して5V 電圧 (USB バス・パワー) が供給されるため, 別途電源を用意する必要がありません。これは非常にありがたく便利ですね。パソコンとUSB ケーブルを接続するだけでマイコンが使えるわけですから, もちろんマイコン・ボード単体で動作可能なように電源端子も付いています。

H8 マイコン・ボードの主な仕様を表1-1に紹介しておきましょう。

## 1-2

## 充実したプログラム開発環境

マイコンを選択する場合, 使い勝手の良い開発ツールが充実していることかどうか重要な要素となります。プログラム学習には, ヴィストン (株) から命令のブロックを順番につないでプログラムを作成できる専用ソフトウェア“Beauto Builder NEO”, “Beauto Builder2”や, ルネサス エレクトロニクス (株) の統合開発環境“HEW”が無償で利用可能です。また, 作成したプログラムをマイコンのフラッシュROMに書き込むツール“FDT”や, マイコンの状態を監視できるターミナル・ソフトウェア“Hterm”と“モニタ・プログラム”も充実していますので, プログラムの概念を学びたい初学者から大学・企業などでの本格的な組み込みプログラミング実習まで幅広く導入できます。以下に, プログラム開発ツールについて簡単に紹介しておきましょう。

## ●フローチャート形式で簡単なプログラム作成ができるビュート・ビルダー・ネオ

LED の点灯, ブザー出力, センサ入力による条件分岐や, ライントレース・ロボットの動作 (直進, 後退, 旋回, 停止) まで, 図1-1の画面例のように画面上にブロックを置いて作るフローチャート形式のプログラム作成ソフトウェアです。H8 マイコン・ボードを簡単に操作したいというときに便利なソフトウェアです (ビュート ローバーの場合は, “Beauto Builder2”を使う)。

**見本** ●マイコン用のプログラムを効率良く開発できる“HEW”<sup>ヒュウ</sup>

H8 マイコンには高機能で使いやすい統合開発環境HEWがルネサス エレクトロニクス (株) から無

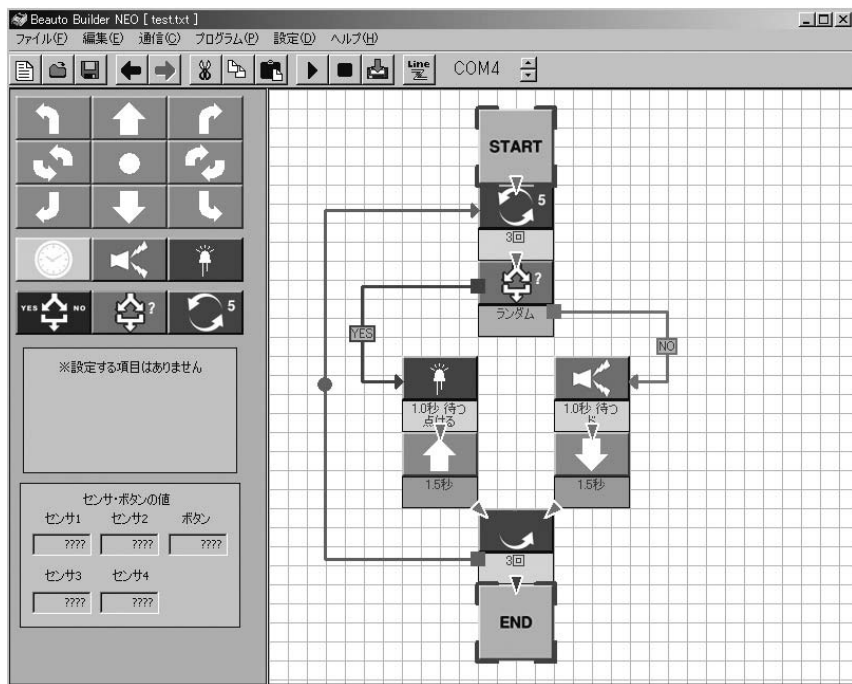


図1-1 Beauto Builder NEOの画面例〔ヴイストーン(株) (Vstone)〕

償で提供されています(図1-2)。HEWとは、“High-performance Embedded Workshop”の略記で、“ヒュウ”という愛称で呼ばれています。HEWはエディタ、コンパイラ、リンカといった組み込みアプリケーション開発に必要なツールを使いやすく統合したものです。ルネサス エレクトロニクス(株)が、自社のマイコン用のプログラムを効率良く開発するために作ったものです。同社のWebサイトから無償評価版をダウンロードすることができます。60日以上経過するとリンク・サイズが64Kバイト以下に制限されますが、マイコンの学習にはまったく不自由なく使用することができます。

HEWを使用すると、C言語でのプログラム開発とソース・レベルでのデバッグができてしまいます。無償評価版でも嬉しいことにシミュレータ機能まで付いているので、手元にマイコンがなくてもパソコン上で擬似的な割り込み動作やマイコンの機能を把握することができます。

SuperH, H8SX, H8S, H8/300, M32R, M16C, R8Cといったルネサス エレクトロニクス(株)が提供するほかのマイコンについても製品版HEWでサポートされています。したがって、異なるマイコンを使用するにしても、一度いずれかのマイコンで利用できるようになっていると別のマイコンも慣れ親しんだHEWで開発することができます。

## ●マイコンにプログラムを書き込むツール“FDT”

H8マイコンに内蔵されているフラッシュROMにプログラムを書き込むソフトウェアも充実しています。ルネサス エレクトロニクス(株)からフラッシュ開発ツールキット“Flash Development Toolkit (FDT)”と呼ばれるフラッシュROM書き込み用のツールが無償評価版として提供されて

見本



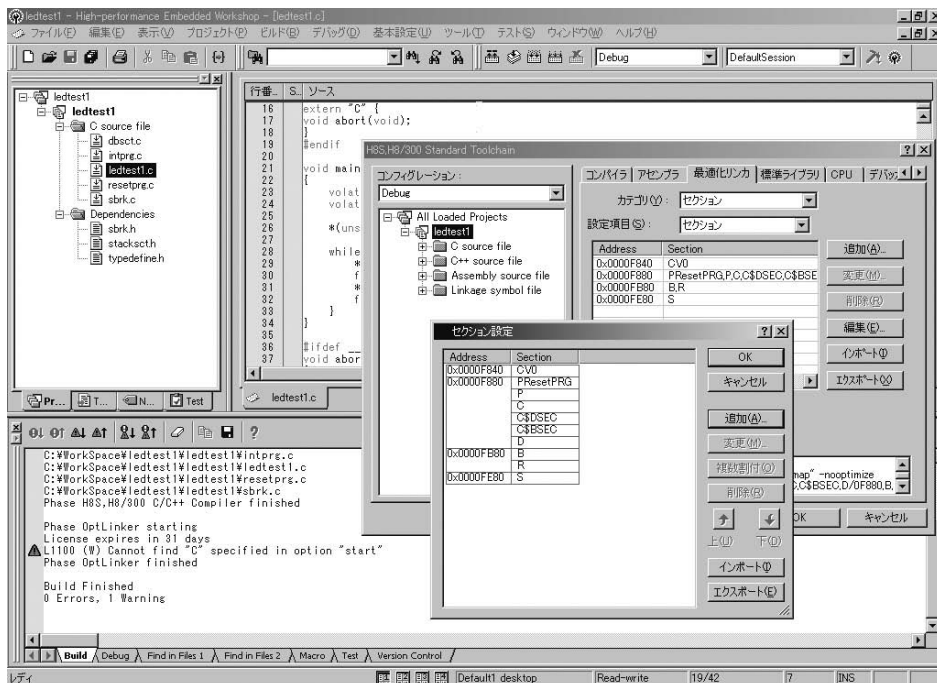


図1-2 統合開発環境“HEW”の画面例 [ルネサス エレクトロニクス (Renesas Electronics)]

います (図1-3)。H8 マイコン・ボードとパソコンをUSB ケーブルで接続し、これを使ってHEW で開発したプログラムをフラッシュROM に書き込みます。

なお、ビュート ローダー用 H8 マイコン・ボード (VS-WRC003LV) の場合は、FDT ではなく ヴァイストン (株) が公開している専用の書き込みソフトウェア“H8 Writer” (第15章 15-5 参照) を使用します。

## ●マイコンをパソコン上で監視 / 制御できる“Hterm”

モニタ・プログラムと呼ばれるプログラムをマイコンに書き込んでおくと、シリアル・インターフェース (USB) 経由でマイコンの状態をパソコンで監視したり、マイコンの動作を逐次制御したりできます。このモニタ・プログラムを利用するためには、“Hterm”と呼ばれるターミナル・ソフトウェアを使います (図1-4)。モニタ・プログラムやHterm もルネサス エレクトロニクス (株) から無償で提供されています。

以上のように、いろんな機能が搭載されている H8 マイコン・ボードですが、安価で入手性もよく、H8 マイコンのプログラムを開発するにあたっては、無償評価版でありながら使い勝手の良い開発ツールが充実しています。開発ツールの導入方法については、本書の後半にある「導入編」で紹介しています。

見本



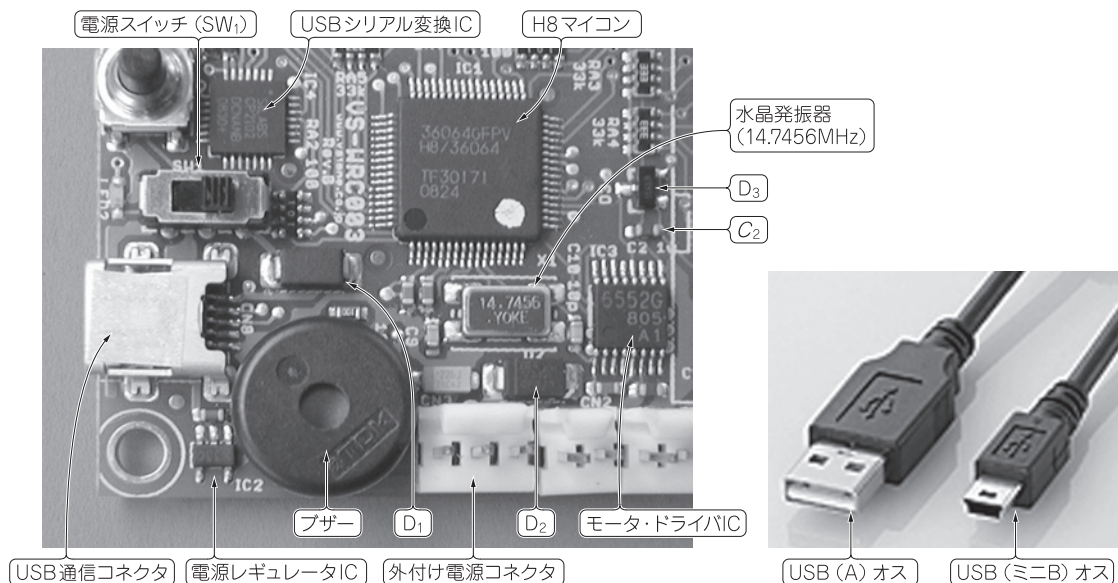


写真1-3 H8 マイコン・ボード (VS-WRC003) に実装されている主な部品

写真1-4 USBケーブルの接続コネクタの外部形状

## 1-3 H8マイコン・ボードの回路について

写真1-3に見るように、H8マイコンのボード上にはいろいろな部品が実装されています。ローバーは1-4項で説明します。まずは購入したボードに何が実装されているのかよく知ることが大切です。H8マイコン・ボードを使う前に、マイコンの周辺回路について見ておきましょう。

### ●USB接続で電源給電が簡単なH8マイコン・ボード

まずはマイコン・ボードの電源供給回路について見ていきましょう。H8マイコン・ボードとパソコンとの接続には、写真1-4に示すようなUSB(A)オス－USB(ミニB)オスのプラグ仕様のUSBケーブルを使用します。ヴイストン(株)のビュートチェイサーには、付属品としてこのUSBケーブルがついています。H8マイコン・ボード単体を購入した場合は別途USBケーブルを用意する必要がありますが、最近のデジタル・ビデオ・カメラなどでも多用されているケーブルなので、一般的な電気店でも購入できると思います。

USBケーブルを用いてH8マイコン・ボードをパソコンへ接続した場合は、パソコンからUSBケーブルを介して+5V電圧(USBバス・パワー)が供給されるため電源を別途用意する必要がありません。もちろんマイコン・ボード単体で動作可能なように外付け電源端子も付いています。

図1-5はH8マイコン・ボードの電源周りの回路です。H8マイコンは+3.3Vの電源電圧で動作します。電源レギュレータIC(PQ1X331M2ZPH)によって、+3.3Vに定電圧化されます。D<sub>1</sub>とD<sub>2</sub>はパワースイットキー・ダイオード(STPS2150A)で、USBケーブルと外付け電源の両方を接続した場合は、電源電圧の高いほうから電流が供給できるしくみになっています。



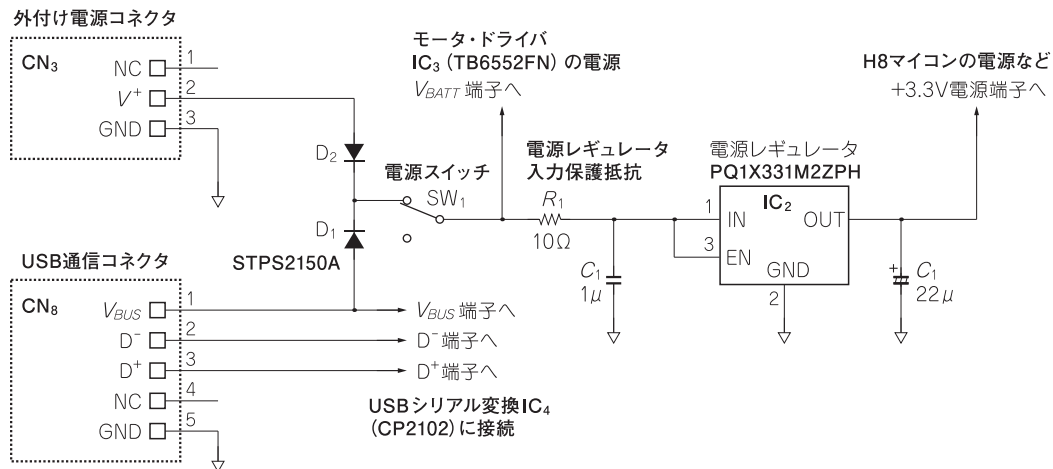


図1-5 電源周りの回路構成

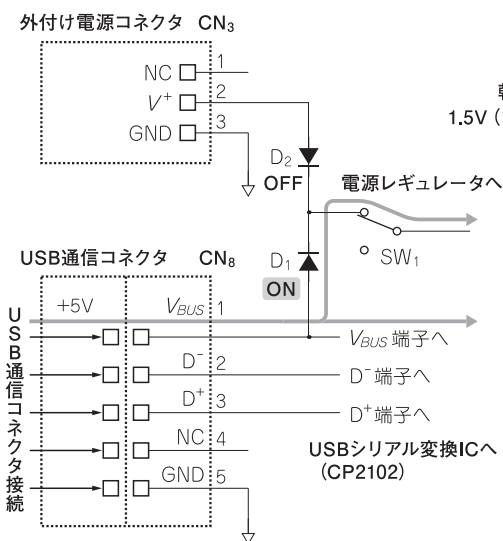


図1-6 USB通信コネクタを接続した場合(外付け電源は未使用時)の電源電流の流れ

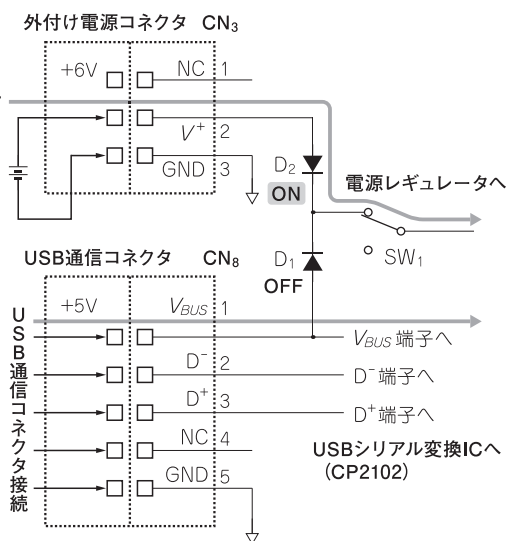


図1-7 外付け電源とUSB通信コネクタを接続した場合の電源電流の流れ

それでは、マイコン・ボードの電源回路のしくみについて見てみましょう。

#### (a) USB通信コネクタのみを接続した場合(外付け電源は未使用)

図1-6に示すように、 $D_1$ がONとなってUSBケーブル側の $V_{BUS}$  (+5V) 側から電源レギュレータへ電流が供給されます。このとき、 $D_2$ はOFFとなっており、USBケーブル側から外付け電源コネクタ側へは電流は流れ込みません。

#### (b) 外付け電源とUSB通信コネクタを接続した場合

**図1-7**に示すように、外付け電源端子に単三乾電池1.5V×4本(+6V)などUSBバス・パワー(+5V)より高い電源 $V^+$ を接続した場合には、 $D_1$ がOFF、 $D_2$ がONになります。このとき、外付け

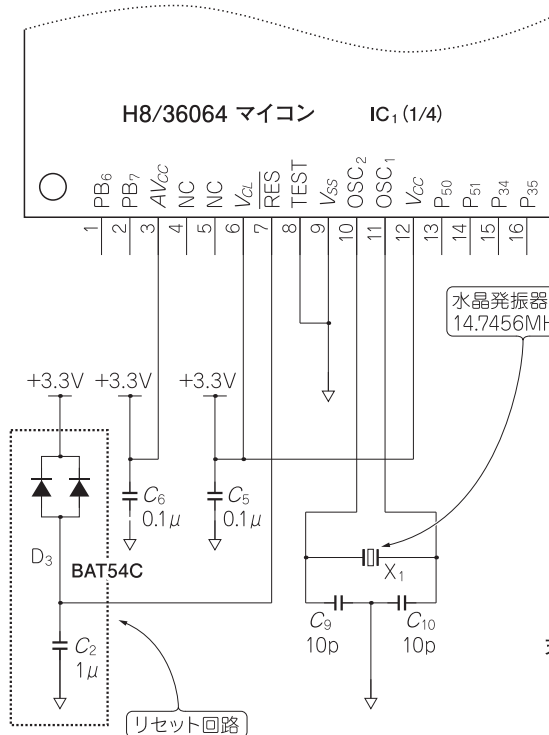


図1-8 H8マイコンの1ピン～16ピンへの接続回路の構成

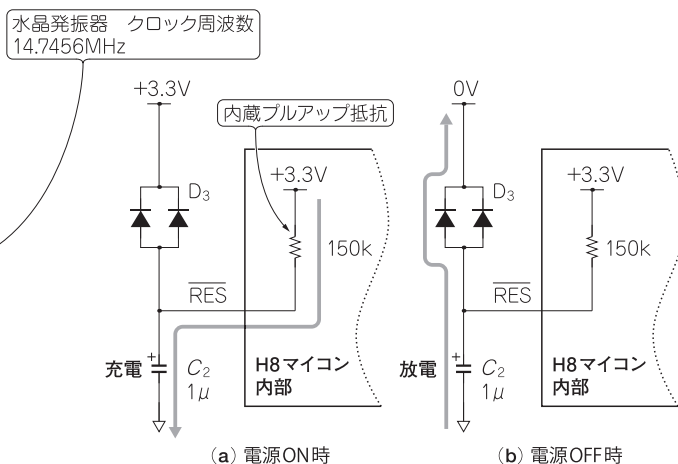


図1-9 リセット回路のしくみ

電源側 ( $V^+$ ) から電源レギュレータへ電流が供給されます。USBシリアル変換IC (CP2102) の  $V_{BUS}$  端子の電源は、USB 側から供給されます。  $D_1$  は OFF となっているため、外付け電源側 ( $V^+$ ) から  $V_{BUS}$  端子へ電流は流れ込みません。

## ●H8 マイコン周辺の回路構成

H8 マイコンはQFP パッケージ<sup>\*3</sup>と呼ばれる64ピンのICです。簡単のため、パッケージの各4辺につながる回路に構成を分けて見ていくことにしましょう。

### (1) H8 マイコンの1ピン～16ピンへの接続回路

図1-8に示すように、電源端子、リセット回路やマイコンのクロック源となる14.7456MHzの水晶発振器で構成されています。  $AV_{CC}$  端子はA-D変換用アナログ電源端子で、  $V_{CC}$  端子と  $V_{CL}$  端子はマイコン本体の電源端子です。  $V_{SS}$  端子はマイコンのグラウンド端子です。

それでは、マイコンのリセット動作について見てみましょう。電源投入直後はマイコンの状態が不安定になっています。このリセット回路はマイコンに電源が投入されて、しばらくしてから動作させる役目をします。図1-9に示すように、H8マイコンの  $\overline{RES}$  端子内には充電用の内蔵プルアップ抵抗 (150kΩ) が付いています。電源投入直後の外付けコンデンサ ( $C_2$ ) の端子電圧は0Vになっています。電源投入直後の外付けコンデンサ ( $C_2$ ) の端子電圧は0Vになってい

見本

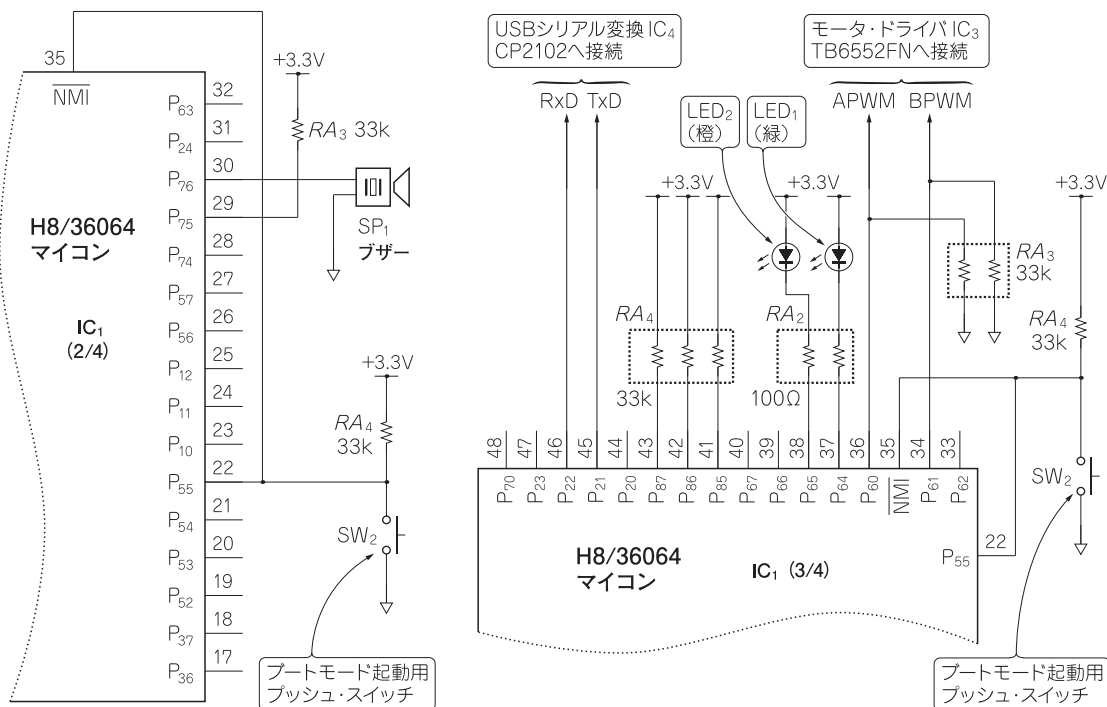


図1-10 H8マイコンの17ピン～32ピン  
(35ピン)への接続回路の構成

図1-11 H8マイコンの33ピン～48ピン(22ピン)への接続回路  
の構成

ると、リセットが解除されてマイコンが動作するしくみです。

リセット回路のダイオードD<sub>3</sub>は電源がOFFになったときに、C<sub>2</sub>の電荷をすばやく放電させてRES端子の電圧を立ち下げる役目をします。放電時に大電流が流れるため、D<sub>3</sub>はショットキー・バリア・ダイオードを二つ並列に接続しています。このD<sub>3</sub>がないと、いったん電源をOFFにしてからすぐにONにした場合など、リセットが働かない可能性があります。

## (2) H8マイコンの17ピン～32ピン(35ピン)への接続回路

図1-10に示すように、プッシュ・スイッチ(SW<sub>2</sub>)は、マイコンにプログラムを書き込む場合などに使用します。ブザー(SP<sub>1</sub>)はマイコンのP<sub>76</sub>端子に接続されています。

## (3) H8マイコンの33ピン～48ピン(22ピン)への接続回路

図1-11に示すように、緑色のLED<sub>1</sub>がP<sub>64</sub>端子、橙色のLED<sub>2</sub>がP<sub>65</sub>端子にそれぞれ接続されています。また、USBシリアル変換IC(CP2102)とモータ・ドライバIC(TB6552FN)へそれぞれ接続されています。モータ・ドライバ回路については応用編で解説します。

## (4) H8マイコンの49ピン～64ピンへの接続回路

図1-12に示すように、P<sub>30</sub>～P<sub>33</sub>端子がモータ・ドライバIC(TB6552FN)へ接続され、PB<sub>0</sub>～PB<sub>3</sub>端子がセンサへそれぞれ接続されています。

見本

\*3-QFP: パッケージ(Quad Flat Package)。本体の4側面からリードを取り出したパッケージ。

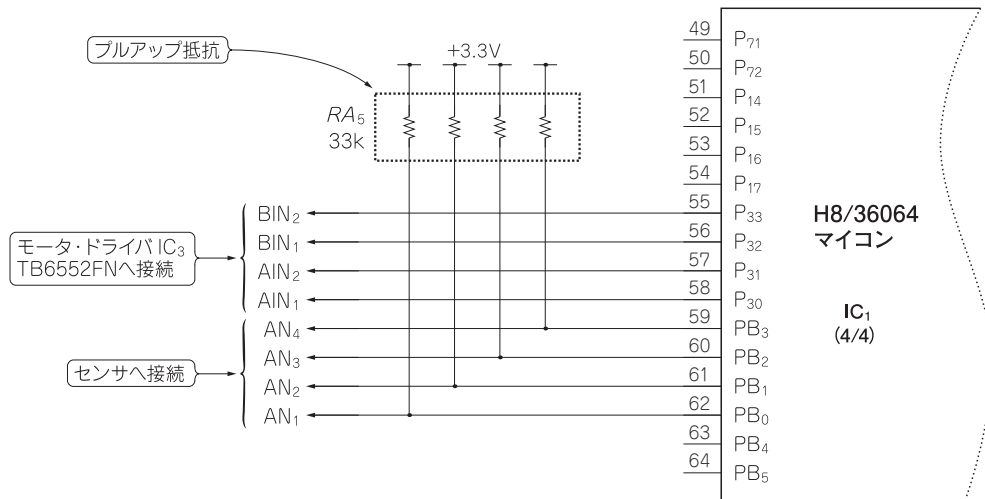


図1-12 H8 マイコンの49ピン～64ピンへの接続回路の構成

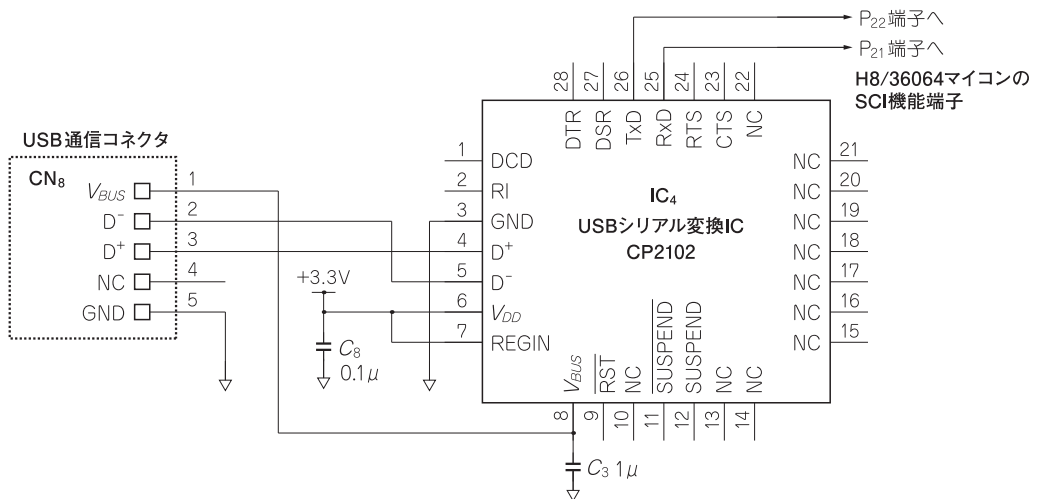


図1-13 外付け部品はほとんど必要ない、USBシリアル変換IC（CP2102）周辺の回路構成

## ●外付け部品が少ないUSBシリアル変換IC（CP2102）

数年前のマイコン・ボードといえば、RS-232C シリアル・ポートを利用してプログラムの書き込みやマイコンとのデータ通信を行っていました、しかし、最近のパソコンではRS-232C シリアル・ポートはほとんど使われていません。今では使い勝手の良いUSB（Universal Serial Bus）が広く普及しています。USBはパソコンを中心とする周辺機器を1種類のインターフェースで統一して接続できるようにした高速シリアル通信の規格です。

**見本** マイコン・ボードに搭載されているCP2102は、米国のシリコンラボラトリ社（Silicon Laboratories）のUSBシリアル変換ICです。図1-13に、USBシリアル変換IC（CP2102）周辺

の回路構成を示します。このUSBシリアル変換ICには外付け部品がほとんど付いていません。 $C_3$  ( $1\mu\text{F}$ )によるUSBバス・パワーの $V_{BUS}$ 電圧の安定化と、 $C_8$  ( $0.1\mu\text{F}$ )による+3.3V電源周りのノイズを削減させるための二つのチップ・コンデンサが使われているだけです。

さて、このUSBシリアル変換ICは、USBシリアル・ドライバをインストールすれば、あたかもRS-232Cシリアル・ポートで通信しているようなイメージで使うことができます。また、USB通信コネクタには $V_{BUS}$ 端子から電源が供給されているため、消費電力の少ないマイコン・ボードでは外付電源が不要です。マイコン・ボードを使いたいときにUSBケーブルを接続して、使い終わったらケーブルを抜くだけでよいという利便性があります。

### ●H8 マイコン・ボードの全回路図はWeb ページから入手できる

ヴイストーン (株) の下記のWeb ページからH8 マイコン・ボード (VS-WRC003) の全回路図をダウンロードできます。各ポートの仕様やH8 マイコンとの接続を確認したい場合に参照してください。

<http://www.vstone.co.jp/top/products/vs-wrc003/> (執筆時点)

## 1-4

### ビュート ローバー搭載H8マイコン・ボード (VS-WRC003LV) の紹介

ヴイストーン (株) からビュート ローバー搭載H8 マイコン・ボード (VS-WRC003LV, 写真1-5) が登場しました。回路図を図1-14に示します。

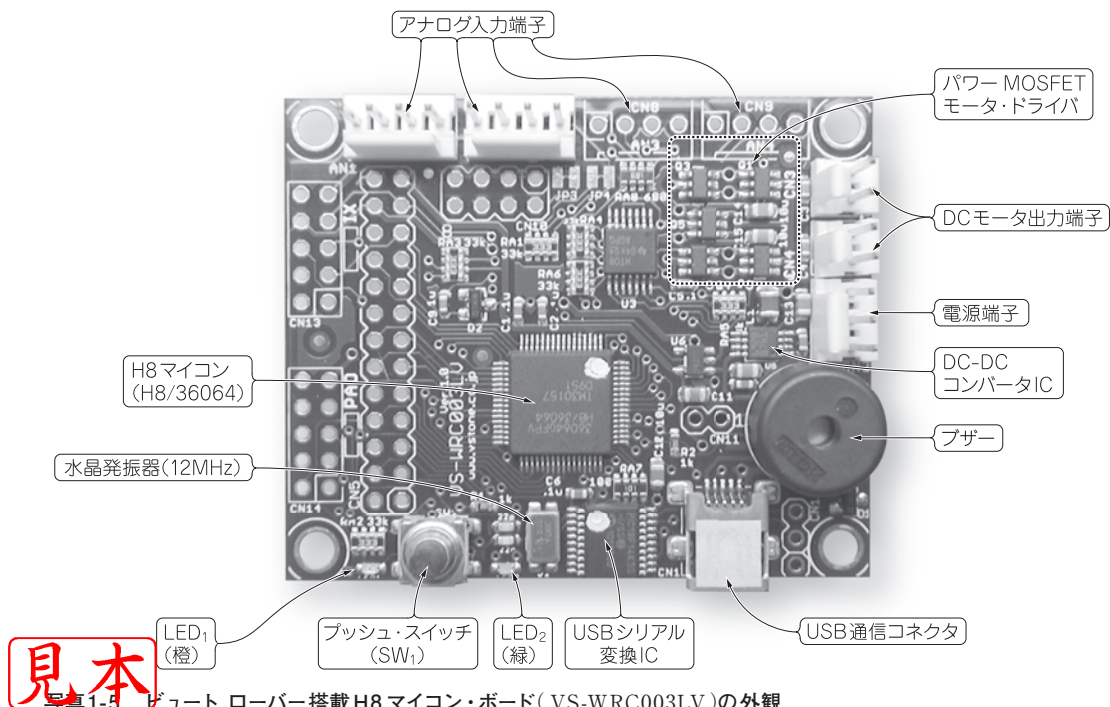
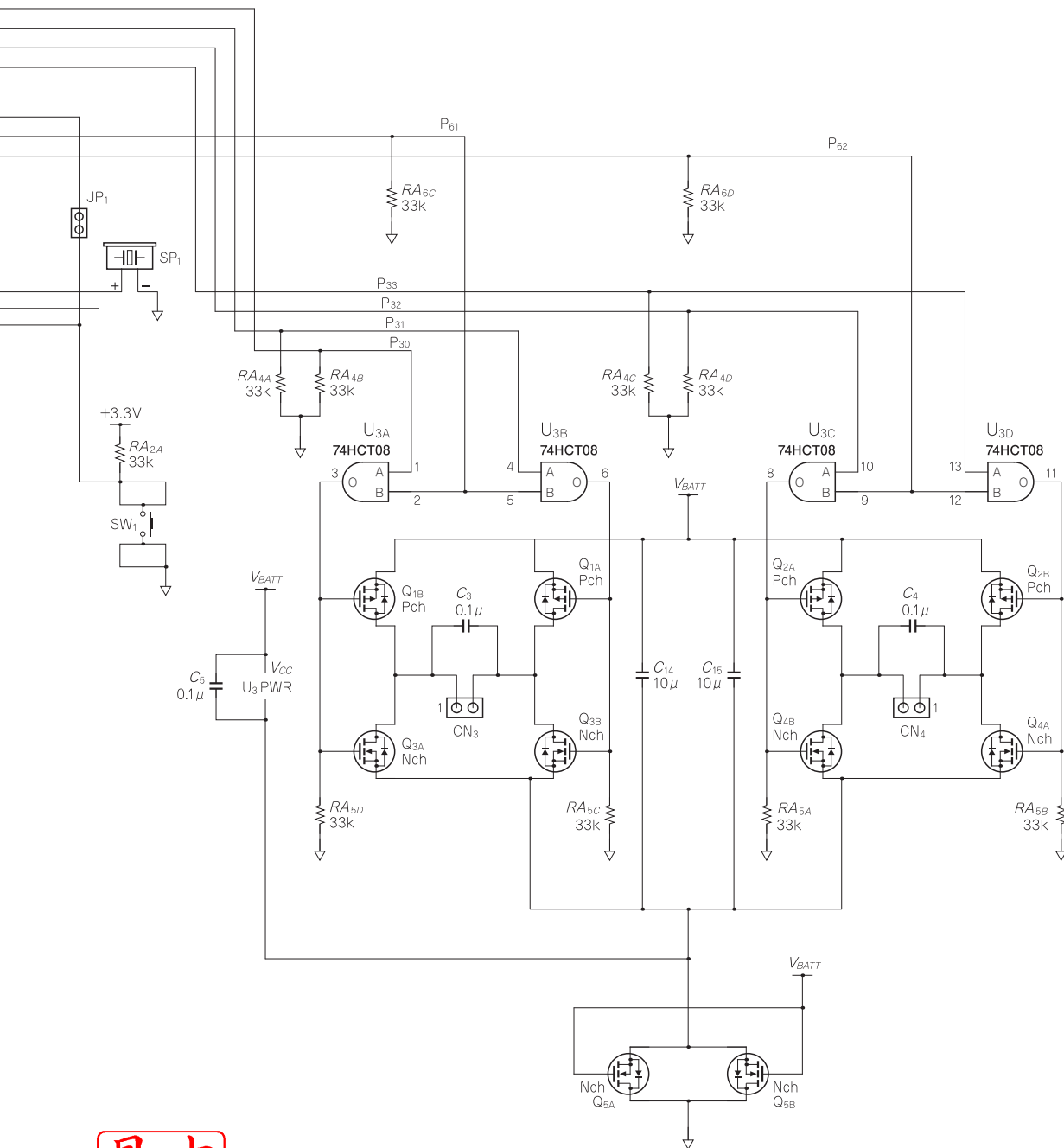


写真1-5 ビュート ローバー搭載H8 マイコン・ボード (VS-WRC003LV) の外観







見本