

動かしながら学ぶRXマイコン活用法

[RX62N基板付き]

イーサネットもUSBも信号処理も…なんでも来い!

TECH I Vol.51

Technology Interface



付属品①

RX62N 32ビット・マイコン基板



- 搭載マイコン R5F562N7BDFB
- ROM/RAM 384K/64K バイト
- Ethernet コントローラ搭載
- USB2.0 ホスト機能搭載
- CAN/I²C/A-D/D-A 搭載
- USB バス・パワー動作可能
- 最高動作周波数 100MHz

付属品②

CD-ROM

- ルネサス純正開発環境 HEW
- C コンパイラ
- フラッシュ書き込みツール FDT
- RX62N 製品マニュアル
- 本書解説プログラム・ソース
- 付属基板の回路図





RXマイコンのアーキテクチャ

中森 章

1-1 RXマイコンが登場した背景

2007年11月8日、ルネサス テクノロジ社(当時)は16ビット/32ビット・マイコンに向けた新しいCISC型CPUコアの設計を完了したと発表しました。

このCPUコアを使ったマイコン製品群が、「RX (Renesas eXtreme) マイコン」です。RXマイコンは、当時同社が出荷していた「M16Cファミリ」, 「R32Cファミリ」, 「H8Sファミリ」, 「H8SXファミリ」の4製品群を統合する次世代品として開発されました。最大動作周波数は200MHz, 1.25MIPS/MHz以上の性能(発表時の性能)を達成し、コード・サイズは30%削減、消費電力は0.03mA/MHzと、たいへん野心的なプロセッサです。

特に、3オペランド命令、32ビット長のレジスタが16本とSuperHを彷彿とさせる仕様ながらも、バイト可変長の命令体系(1~9バイト)にしてコード効率を向上させるところが強調されていました。

ただし、RXファミリの第一弾製品は2009年第2四半期の予定であり、既存の製品群の出荷量をRXファミリが上回るのは2015年ごろになるという、少々気の長い発表でした。とはいえ、ルネサス テクノロジ社の気合は感じられました。

最初のRXマイコンは、2008年5月20日に発表されたRX600シリーズですが、このときの発表はサンプル出荷が2009年第2四半期になるという予告に過ぎず、実際の製品発表は2009年3月25日でした。

そして、従来は7種類存在したルネサス テクノロジ社のコアを、32ビットRISCのSuperH、16ビット/32ビットCISCのRXシリーズ、8ビットのR8Cシリーズの3コアに集約し、32ビット・マイコンの

「R32C」や「H8SX」は高性能の「RX600シリーズ」で、16ビット・マイコンの「M16C」や「H8S」は低消費電力の「RX200シリーズ」でカバーすることになりました。

ところが、ルネサス テクノロジ社は2010年4月にNECエレクトロニクス社と合併してルネサス エレクトロニクス社に生まれ変わりました。NECエレクトロニクス社も78KやV850というマイコン向けのCPUコアをもっていたので、結果的にCPUコアのラインナップが膨れ上がってしまいました。そこで、2010年11月にルネサス エレクトロニクス社は、ハイエンドにはSuperHとV850、ミドルレンジにはRX、ローエンドには78KとR8CのDNAを融合したRL78という4コアに集約するという方向を示しました(表1-1)^{注1}。しかし、集約は遅々として進んでいないように見受けられます。

合併後の2010年11月29日、ルネサス エレクトロニクス社は低消費電力版RXファミリ「RX200シリーズ」を正式に発表しました。CPUコアの消費電力が、RX600は0.5mA/MHzでしたが、RX200は0.2mA/MHzと2倍以上の電力低減を実現しています。これは、「最大動作周波数を低く設定したことや、低電力化を重視した回路設計や製造プロセスを採用したことによる」ということです。当然、CPUコアも変更されており、R600では1.65MIPS/MHzだった性能が、1.56MIPS/MHzに低下しています(それでも、競合他社製品に比べると高性能)。

NECエレクトロニクス社との合併でRXマイコンの方向性が軌道修正された感もありますが、RXシリーズは脈々と生き続けています。本章ではRXの特徴を、動作周波数が100MHz程度以下で、フラッシュROMを内蔵した同レンジのCPUと比べながら探っていきます。

注1：ルネサス エレクトロニクスは合併によるシナジー効果の象徴として、SuperHとV850を統合したRH850を2012年2月29日に発表した。これにより、ルネサス エレクトロニクスのCPUコアは、RL78, RX, RH850の3種に集約されることになる。



32ビット・マイコン RX600シリーズとRX62N

藤澤 幸穂

現在のRXファミリには、単精度FPU (Floating point number Processing Unit) を内蔵したRX600と、低消費電力化を図ったRX200の二つのシリーズがあります。これらは、FPUを除くと命令やCPUレジスタ・セットに互換性があります(図2-1)。本章では、

RX600シリーズについて詳しく解説します。

RXマイコンは、図2-2に示すような内部バス構造をしています。ハーバード・アーキテクチャを採用しており、命令とデータ・アクセスを並列に実行します。また、CPUとDMAC/DTCの並行動作が可能です。

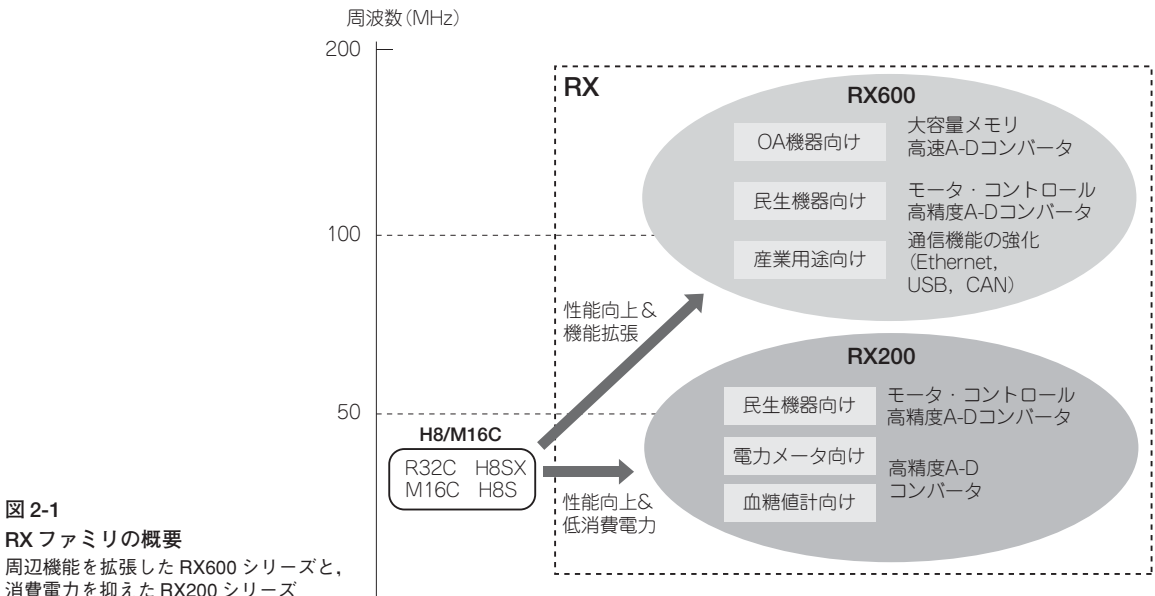


図 2-1
RXファミリの概要
周辺機能を拡張したRX600シリーズと、消費電力を抑えたRX200シリーズ

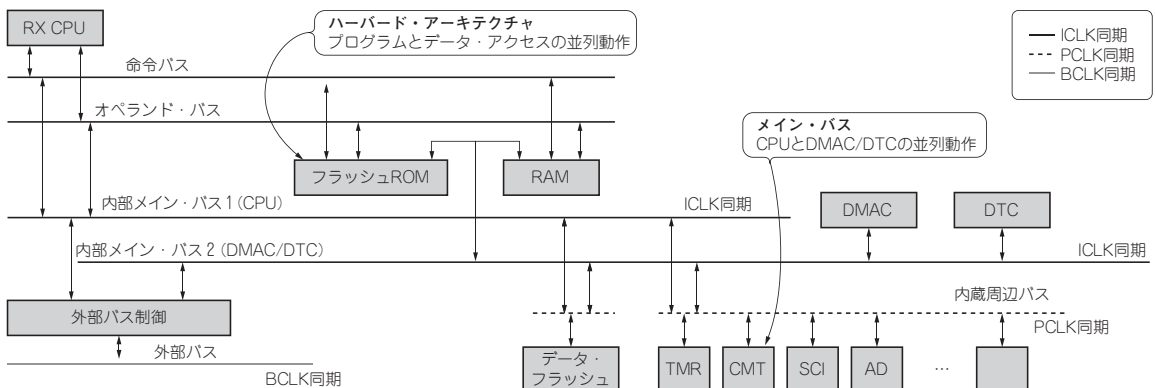
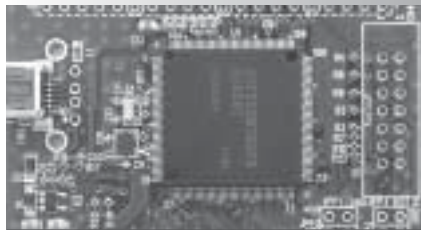


図 2-2 複層構造の内部バス



RX62Nマイコン基板の構成と使い方

安達 友道

3-1 RX62Nマイコン基板の概要

本書に付属するマイコン基板に搭載されているRX62Nマイコンの型番はR5F562N7BDFBであり、384KバイトのフラッシュROMと64KバイトのRAMを内蔵し、CANコントローラも搭載している品種になります。

RX62Nマイコンには、メモリ容量の違いとCANコントローラの有無の違いにより、数種類の品種があります。型名の先頭がR5F562N8の場合は、512KバイトのフラッシュROMと96KバイトのRAMを内蔵します。その次のアルファベットが‘A’の場合はCANコントローラを内蔵しておらず、‘B’の場合は内蔵しています。また、内蔵フラッシュROMには、通常のプログラムを格納するフラッシュROMとは別に、データ保存用にデータ・フラッシュROMを32Kバイト内蔵しています。

RX62Nマイコンには、高機能タイマ、Ethernetコン

トローラ、USB2.0ホスト/ファンクション・モジュール、シリアル・コミュニケーション・インターフェース、I²Cバス・インターフェース、CANモジュール、A-D/D-Aコンバータなどを内蔵しています。

RX62NのCPUコアの最大動作周波数は100MHzですが、USBコントローラの動作(48MHz)を考慮して96MHzで動作させます。したがって、発振子はメイン・クロックに12MHz、サブクロックに32.768kHzを使用しています。

3-2 RX62Nマイコン基板の回路構成とコネクタ

表3-1にRX62Nマイコン基板の仕様、表3-2に主要な実装部品を示します。また、写真3-1に基板の外観とコネクタ配置を、図3-1にブロック図を示します。

RX62Nマイコン基板には、各種のコネクタを配置しています。CN1～CN4は、2.54mmピッチのコネクタです。CN1～CN3には機能別に信号が配置され、

表 3-1 RX62N マイコン基板の仕様

外形寸法	61 mm × 58 mm
基板層数	2層基板
基板材質	ガラス・エポキシ基板 CEM-3
設計ルール	ピン間3本, パターン幅0.15mm, 最小ギャップ0.15mm
電源電圧	5V

表 3-2 RX62N マイコン基板に実装されている主要部品

分類	品名	メーカー名
RX62Nマイコン	R5F562N7BDFB	ルネサス エレクトロニクス
レギュレータ	μPD120N33TA	
ダイオード	HSU119	
	RKR0503BKH	
発振子	STD-CRG-2 12.000MHz	日本電波工業
	STD-MUA-8 32.768kHz	
USB ミニB コネクタ	HSC1702-010010	ホシデン
LED	SML-D12Y8W	ローム



統合開発環境HEWとプログラムのビルド

納田 隆史 / 鹿取祐二

4-1 開発ツールの入手

RX62N マイコン基板を利用するためには、三つのツールが必要です。まず、CPUに内蔵されているフラッシュROMの内容を書き換えるために必要なFlash Development Toolkit (以下、FDT), C言語で記述したプログラムを機械語に変換するRXファミリ用C/C++コンパイラ・パッケージ (以下、RXコンパイラ), そしてRX62Nマイコン基板をリモート接続して、実機デバッグを可能にするシリアル接続HEWモニタ (および関連ファイル) です。これらはすべてWeb上から無料で入手できるので、まずはツールを手に入れましょう。

● FDTとRXコンパイラのダウンロード

FDTとRXコンパイラは、ルネサス エレクトロニ

クス社のWebページから評価版をダウンロードできます。ダウンロードするには「My Renesas」アカウントのログインIDとパスワードが必要なので、あらかじめ「My Renesas」の登録を済ませてください。登録作業は、図4-1に示すルネサス エレクトロニクス社のWebページ (<http://japan.renesas.com/myrenesas/>) のリンク「新規登録」から行います。

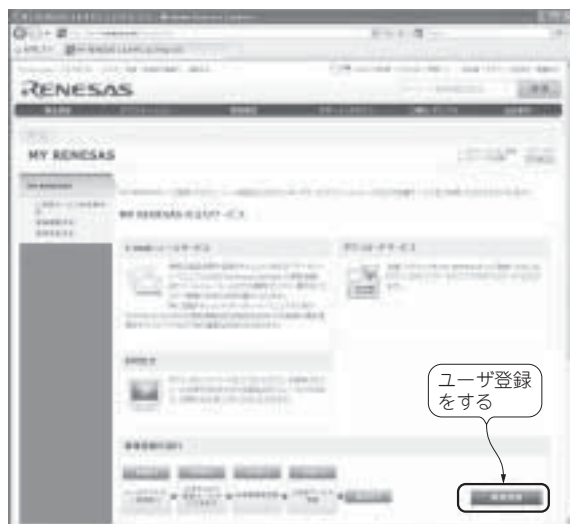


図4-1 ルネサス エレクトロニクス社の「My Renesas」の登録ページ
<http://japan.renesas.com/myrenesas/>

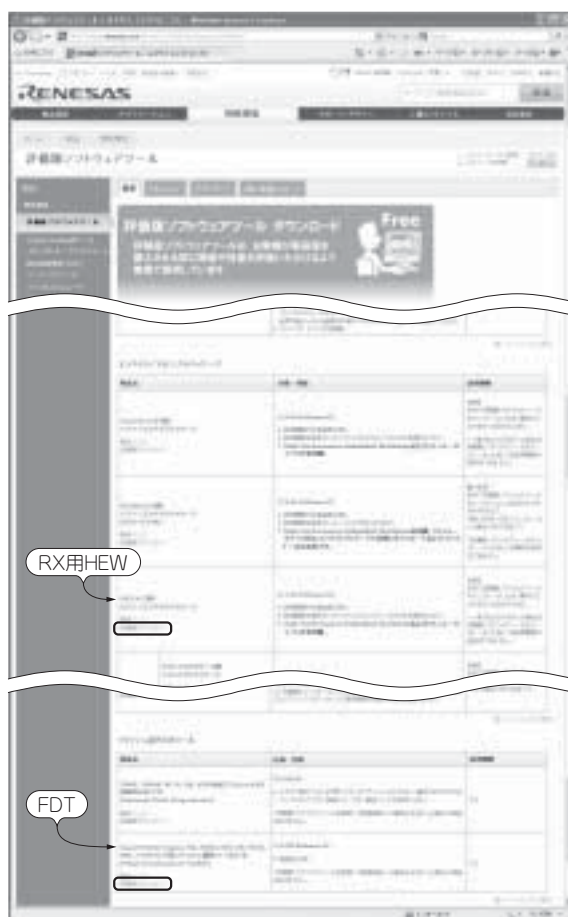


図4-2 RXマイコン用開発ツールの入手先
http://japan.renesas.com/products/tools/evaluation_software/



統合開発環境HEWの使い方

鹿取 祐二

5-1 HEW の基本概念

本章では、ルネサス エレクトロニクス社の統合開発環境 HEW (High-performance Embedded Workshop) の使用方法について、基本的な考え方を解説します。

● 管理単位はワークスペースとプロジェクト

HEW の一番大きな管理単位は、ワークスペースです。システムのソフトウェア開発を行う際には、必ずワークスペースを作成しなければなりません。作成したワークスペースのアイコンは HEW と連動しており、次回以降に利用する場合は、図 5-1 に示すワークスペースのアイコンをダブルクリックすると自動的に HEW が起動し、目的とするワークスペースが開きます。

次の大きな管理単位はプロジェクトです。プロジェクトは、ロード・モジュールやライブラリ・ファイルを作成するソース・ファイルやヘッダ・ファイルの管理単位であり、ワークスペースとプロジェクトの関係は、1対1、または1対多です。ワークスペースは、

必ず一つ以上のプロジェクトを持たなければなりません。

HEW を起動するときに、「新規プロジェクトワークスペース」を選択するか、またはファイル・メニューの「新規ワークスペース」を実行すると、図 5-2 に示すダイアログが表示されて、ワークスペースとプロジェクトの名前を問合わせてきます。この二つには、任意の名前を入力してかまいません。

この際に重要なことは名前ではなく、ダイアログの左側にあるプロジェクト・タイプです。その中でも「Application」、「Empty Application」、「Library」は頻繁に利用するプロジェクト・タイプなので、覚えておいてください。

(1) Application

Application は、HEW の PG (Project Generator) 機能を利用した、スタートアップ関係のサンプル・プログラムを自動生成するためのプロジェクトです。図 5-3 に示すダイアログなどで必要なものを指定すれば、設定内容に合わせたサンプル・プログラムが生成されます。HEW の使い方に慣れるまでは、お勧めするプロジェクト・タイプです。



図 5-1 ワークスペースのアイコン



図 5-2
「新規プロジェクトワークスペース」
ダイアログ



RXファミリ用 C/C++コンパイラの活用法

鹿取 祐二

本章では、ルネサス エレクトロニクス製RXファミリ用C/C++コンパイラの言語仕様と最適化について解説します。

6-1 コンパイラに依存する言語仕様

● ANSI規格の未定義項目の扱いについて

表6-1に、ルネサス エレクトロニクス製コンパイラの言語仕様を示します。これは、ANSI規格では定義されておらず、各処理系に依存する部分の仕様です。整数型の値の有効範囲と大きさを、表6-2に示します。符号指定のないchar型はunsigned char型として扱い、int型は32ビット・サイズになります。

また、浮動小数点型は、図6-1に示すように単精度形式と倍精度形式があり、デフォルトではすべてを

32ビットの単精度形式で扱います。これは、RX600シリーズのCPUを持つFPU関連の命令が単精度形式であるためです。オプション設定により、double型とlong double型は64ビットの倍精度形式で扱うことも可能ですが、その場合はFPU関連の命令が使用できません。

次に、ビット・フィールド関係ですが、型指定子にはすべての整数型が利用でき、符号指定のないビット・フィールドは符号なし型で扱います。また、デフォルトの割り付け順は、図6-2(a)に示すように下位ビットからですが、オプションにより図6-2(b)に示すような上位ビットからの割り付けも可能です。

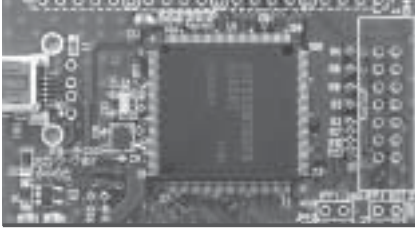
また、エンディアン(図6-3)は、RXファミリではデフォルトはリトル・エンディアンになっています。ただし、これもオプションによりビッグ・エンディアンに変更することが可能です。

表6-1
ルネサス エレクトロニクス製コンパイラの言語仕様

項番	項目	RXファミリ用C/C++コンパイラの仕様
1	符号指定のないchar型	unsigned char型と同じ値の範囲を持つ
2	int型のサイズ	32ビット
3	double/long double型の精度	32ビット(単精度)
4	符号指定のないビット・フィールド型	符号なし型として扱う
5	ビット・フィールドの割り付け順	下位ビット(右側)から
6	エンディアン	リトル・エンディアン

表6-2
整数型とその値の範囲

型	値の範囲	バイト
char	0 ~ 255	1
signed char	- 128 ~ 127	1
unsigned char	0 ~ 255	1
[signed] short	- 32768 ~ 32767	2
unsigned short	0 ~ 65535	2
[signed] int	- 2147483648 ~ 2147483647	4
unsigned int	0 ~ 4294967295	4
[signed] long	- 2147483648 ~ 2147483647	4
unsigned long	0 ~ 4294967295	4
[signed] long long	- 9223372036854775808 ~ 9223372036854775807	8
unsigned long long	0 ~ 18446744073709551615	8



タイマ割り込みを使ったLEDの点灯制御

鹿取 祐二

7-1 C言語プログラムのスタートアップ手順

● スタートアップ処理

RXファミリのスタートアップ手順は、ルネサスエレクトロニクス製の他のマイコンとほとんど同じで、図7-1のようになっています。M16C/R8C/H8/SHファミリを利用されたことのある読者なら、見慣れた関数名だと思います。

RXファミリは、リセットを含む割り込みに対してベクタ方式を採用しています。その中でも、リセット、NMI、一般例外に対しては、配置場所が決められている固定ベクタ・テーブルを利用します。固定ベクタ・テーブルはアドレスの一番大きい場所に配置し、リセット・ベクタが最上位アドレス FFFFFFFCh になっています。サンプル・プログラムで固定ベクタ・テーブルを定義しているのは、vecttbl.c に記載されている Fixed_Vectors 配列であり、その要素の最後の初

期値には PowerON_Reset 関数が登録されています。その結果、リセットが入力されると、resetprg.c にある PowerON_Reset 関数が実行されます。

PowerON_Reset 関数は、CPUの内部レジスタの初期化を行った後、ハードウェアの初期化を行う HardwareSetup 関数、静的変数の初期化を行う _INITSCT ライブラリ関数などを実行した後、main 関数を呼び出します。

● ハードウェアの初期化

hwsetup.c にある HardwareSetup 関数では、ハードウェア的な初期化を行います。例えば、内部クロックの設定、外部メモリを使う際の外部バスの設定などです。サンプル・プログラムには内部クロックの初期化のみが記載されているので、外部バスを使うときはその設定を追加してください。

_INITSCT ライブラリ関数は、C言語のプログラムをROM化する際に必須となる静的変数の初期化を行

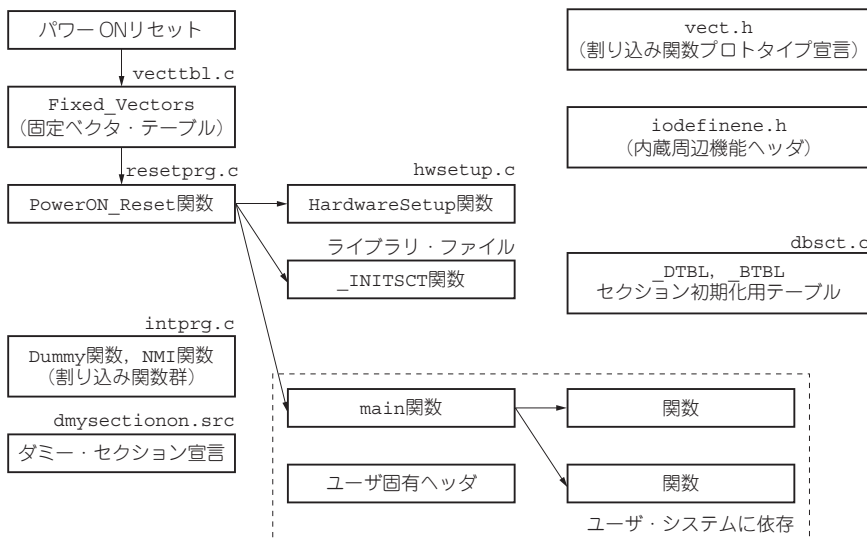
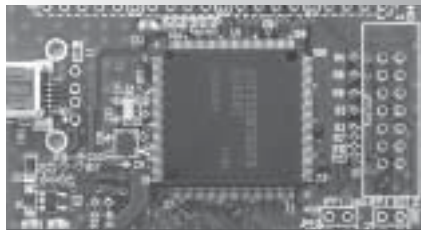


図7-1 RXファミリのC言語プログラムのスタートアップ手順



Peripheral Driver Generatorの活用法

新海 栄治

RXマイコンにはさまざまな周辺機能が内蔵されていますが、それぞれの機能を正しく設定するにはハードウェア・マニュアルと首っ引きでビットの割り当てなどを確認する必要があります。しかし、これらの周辺機能の初期化などのドライバをGUIによる設定で自動的に生成するツールとしてPeripheral Driver Generatorがあります。

に内蔵された各種周辺機能の初期化や操作などを行うライブラリを呼び出す“インターフェース関数(API)”を自動生成するユーティリティです。

PDGを使用することで、各周辺機能のレジスタ設定方法や操作方法を理解する時間を削減でき、周辺ドライバを作成する手間も省くことができます。さらに、周辺ドライバ・ライブラリのソース・ファイルも同梱しています。

PDGは無償のツールで、ルネサス エレクトロニクス社のダウンロード・サイトから誰でもダウンロードすることができます。

8-1 Peripheral Driver Generatorとは

Peripheral Driver Generator (PDG) とは、マイコ

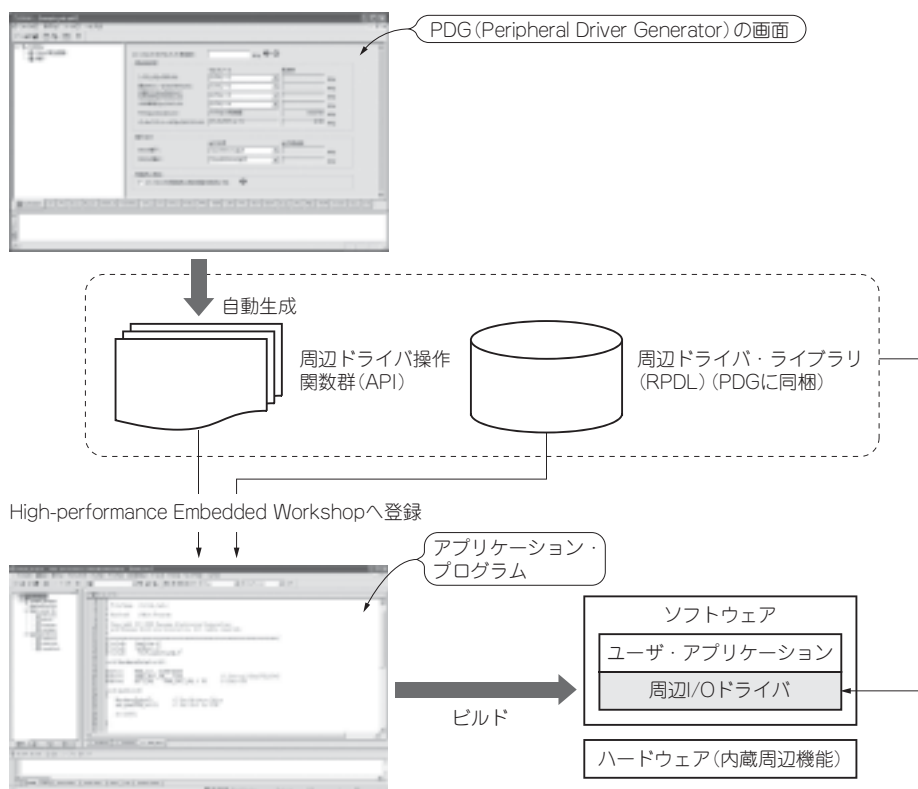


図8-1 PDGを使用したシステム開発手順



浮動小数点演算機能FPUの使い方

鹿取 祐二

9-1 RXファミリにおけるFPU機能

RXファミリには、性能を重視したRX600シリーズと、低消費電力を強化したRX200シリーズがあります。この中でFPU機能を搭載しているのはRX600シリーズです。RX600シリーズが内蔵しているFPU機能は、図9-1に示すIEEEの単精度形式のみです。倍精度形式での演算機能はサポートしていません。演算可能な値の範囲は概算で $\pm 10^{\pm 37}$ 、有効桁数は7桁です。

なお、ルネサス エレクトロニクス製のマイコンの中ではSH7262 (SH2A-FPU) にもFPU機能が搭載されています。SH2A-FPUは、図9-1に示す単精度と倍精度のどちらの形式にも対応しています。ただし、CPUの汎用レジスタとは異なる浮動小数点レジスタで演算を行います。このため、CPUとFPU間のデータ転送(整数型と浮動小数点型の変換)には、専用のレジスタ(FPUL)を使う必要があります。

これに対してRX600シリーズの場合、CPUの汎用

レジスタ(R0～R15)が、そのまま浮動小数点レジスタとして働きます。アセンブリ言語でプログラムをコーディングするようなことはないと思いますが、ソフトウェア的にはRX600シリーズのFPU機能の方が扱いやすい構造になっています。

● SH2A-FPUとRX600シリーズのFPU機能の比較

それでは、SH2A-FPUとRX600シリーズのFPU機能は、どちらの性能が優れているのでしょうか。単純な比較では、CPUの汎用レジスタで浮動小数点演算ができるRX600シリーズの方が優れています。ただし、SH2A-FPUは、2命令を同時に実行するスーパースカラ機構を採用しています。このため、同一の動作周波数であればRX600シリーズよりSH2A-FPUの方が性能的には優れています。

両者の選択は、システム全体の価格や浮動小数点演算の精度などを考慮して決定することになります。いずれにしても、シングルチップ・マイコンでFPU機能を搭載した製品は、現状では他社のマイコンを見てもそれほど多くはありません。

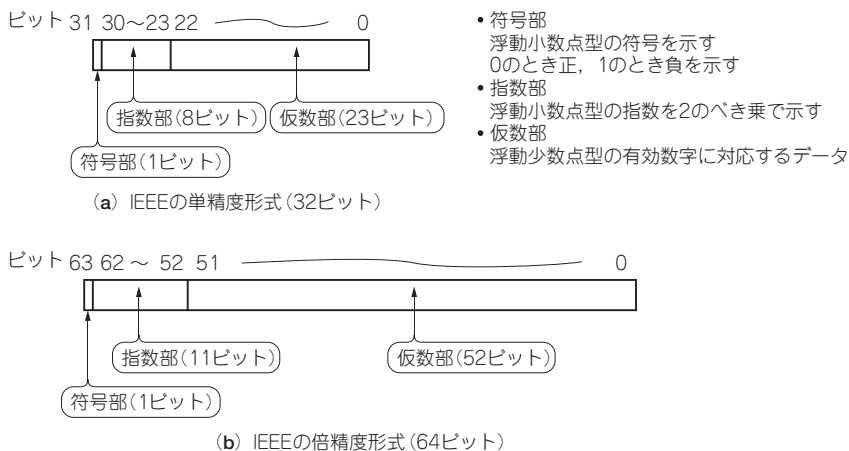


図9-1 浮動小数点型の内部表現

CQ出版社

見本

このPDFは、CQ出版社発売の「動かしながら学ぶRXマイコン活用法[RX62N基板付き]」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/49/49841.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>

