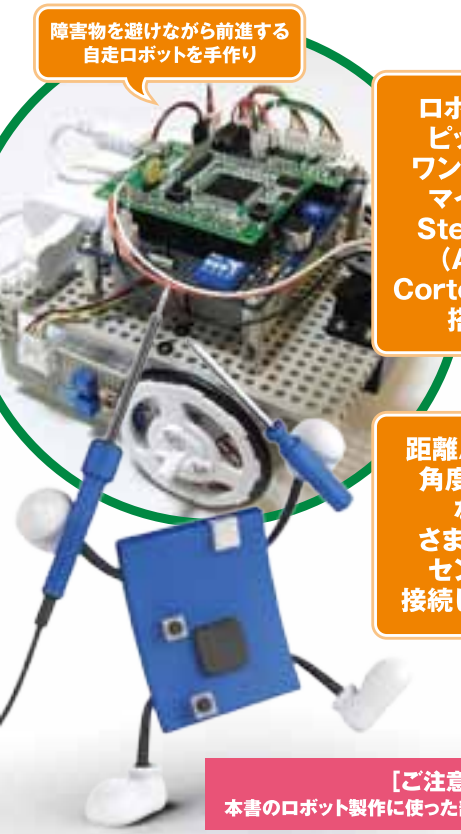
トランジスタ技術 増刊

見本

障害物を避けながら前進！ スクリプト言語で簡単操縦！ カメラ画像処理！

超入門！ 付属ARMマイコンで始めるロボット製作

千葉工業大学 未来ロボティクス学科 林原 靖男，
神奈川工科大学 ロボット・メカトロニクス学科 兵頭 和人ほか 著



ロボットにピッタリ！ワンチップ・マイコンStellaris（ARM Cortex-M3）搭載

距離/音/光/角度/温度などさまざまなセンサを接続して実験

自走用のプログラムを書き込むmicroSDカード・ソケットを実装できる

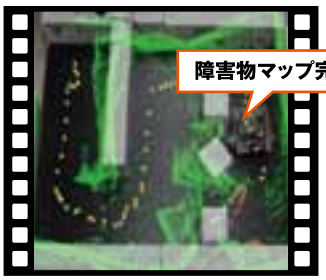
注目のスクリプト言語Pawnで楽ちんプログラミング

USBウェブ・カメラを接続すればインテリジェントに

［ご注意］
本書のロボット製作に使った部品は付いていません

付属マイコン・ボードを使って製作したロボットの動画あります！

http://www.cqpub.co.jp/toragi/lm3s3748/index.htm



CQ出版社

第2章

USB 2.0 デバイス/ホスト，デッド・バンド生成機能付きPWM，DMA，直交エンコーダ入力内蔵

Theパワフル・マイコン Stellaris LM3S3748

渡辺 明禎
Akiyoshi Watanabe

本章では，付属マイコン・ボードの仕様とUSBブートローダについて説明します．また，「Stellarisって何？ LM3S3748ってどんなマイコン？」といった疑問にもお答えします．

Stellarisファミリと LM3S3748マイコン

● Stellarisは ARM Cortex－M3コアの32ビット・マイコン・ファミリ

付属マイコン・ボードに搭載されているLM3S3748は，テキサス・インスツルメンツのStellarisファミリの一製品です．

Stellarisファミリは，ARM Cortex－M3，またはARM Cortex－M4Fを採用した同社の32ビット・マイコン・ファミリで，世界で初めてARM Cortex－M3コアをシリコンに実装しました．原稿執筆時点では284種類ほどあり，**表1**のラインアップで構成されています．価格は130円～と32ビット・マイコンとしては非常に低価格です．

● LM3S3748はUSBデバイス/ホスト機能付きマイコン

付属マイコン・ボードのLM3S3748(IQC50A0SD)は，Stellarisファミリの3000シリーズです．その概略仕様を**表2**に示します．

LM3S3748はUSB機能が強化されており，**図1**に示す内部ブロック図のように，32ビットRISC CPUのARM Cortex－M3をコアに，多くの周辺モジュールを内蔵しています．LM3S3748のピン配置は付属マイコン・ボードの回路図(**図3**)を参照してください．

USBデバイス/ホスト・モジュールは，USB 2.0準拠のフル・スピード(12 Mbps)，ロー・スピード(1.5 Mbps)動作に，転送形式はコントロール，インタラプト，バルク，アイソクロナスに対応しています．また，エンドポイントの数は8で，FIFO容量は4Kバイトです．

各周辺モジュールを使うためのドライバ・ライブラリStellarisWareがROMに内蔵されているので，このライブラリを使うことで高度なアプリケーションを簡単に開発できます．

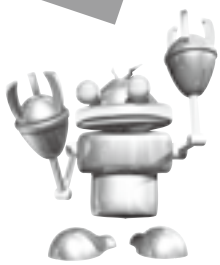
表1 Stellarisファミリのラインアップ(付属マイコン・ボードのLM3S3748はARM Cortex-M3マイコンの3000シリーズ)

CPUコア	シリーズ	用　途
ARM Cortex-M3 型番：LM3Sxxxx	100/300/600/800シリーズ	汎用
	1000シリーズ	汎用，ハイバネーション・モジュール付き
	2000シリーズ	CANマイコン
	3000シリーズ	USBマイコン
	5000シリーズ	USB+CANインターネットワーキング・マイコン
	6000シリーズ	イーサネット・マイコン
	8000シリーズ	イーサネット+CANインターネットワーキング・マイコン
	9000シリーズ	イーサネット+USB+CANインターネットワーキング・マイコン
ARM Cortex-M4F 型番：LM4Fxxxx	110シリーズ	汎用
	120シリーズ	USBデバイス・マイコン
	130シリーズ	USB OTG/ホスト/デバイス・マイコン
	230シリーズ	モーション・コントロール+USB OTG/ホスト/デバイス・マイコン

第3章

注目のCライクな組み込み機器用スクリプト言語

Pawnの環境構築とプログラミング



兵頭 和人
Kazuhito Hyodo

Pawn とは

Pawn 言語は，CompuPhase 社によって開発されている組み込み機器用スクリプト言語[1]で，下記の特徴を持っています．

(1) C 言語に似ている
(2) 可能な限り ANSI C で記述しているため，移植性が高い
(3) C言語やC++言語で記述された関数(native functions)を組み込むことが容易である

Pawn 言語は，拡張性の高さから恐竜型ロボット Pleo[2],[3]やマルチプレーヤ・ゲーム SA : MP[4]など，さまざまなシステムで使用されています[5]．

Pawn はスクリプト言語に分類されていますが，Pascal 言語や Java 言語や C# 言語と同様に，プログラムのソース・コードを中間コードに変換する「コンパイラ」と中間コードを実行する「仮想マシン」とで構成されています．

また，文法上のエラーはコンパイラによってチェックを行い，実行時のエラー(配列境界違反，0 での除算，未定義関数の使用など)は仮想マシンでチェックを行うため，より安全かつ手軽にロボットを動作させることができます．

本書で使用するプログラミング・システムを**図1**に示します．このシステムでは，PC 上で動作するアプリケーションで Pawn のプログラムの編集やコンパイルを行い，コンパイル後の中間コードを付属マイコン・ボード上で動作している Pawn の仮想マシンに転送してロボットを動作させています．

また，Pawn 言語自体には LM3S3748 の周辺モジュールを利用する機能は含まれていないので，付属マイ

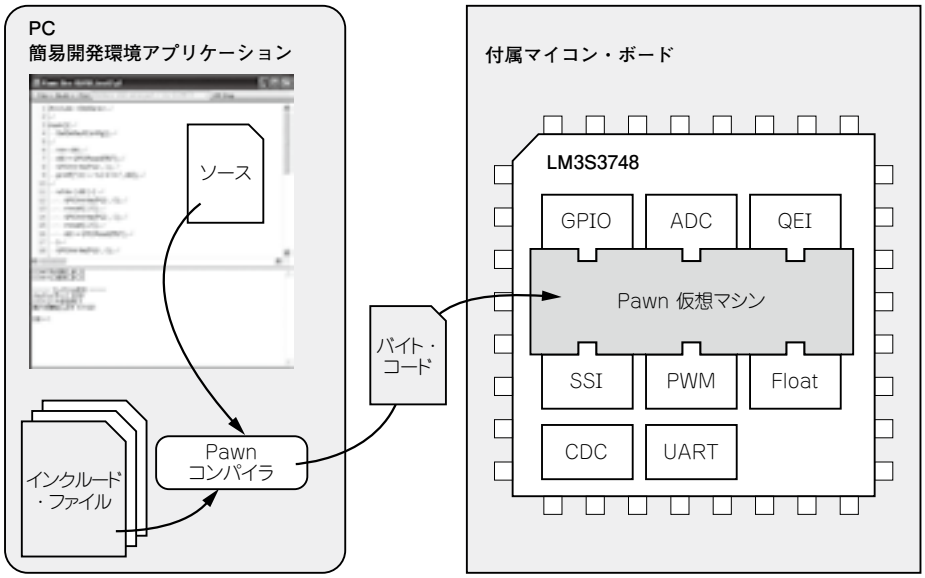


図1　スクリプト言語 Pawn を使ったプログラミング・システムの構成

LEDの点灯とスイッチ入力でウォーミングアップ

Pawnで外部機器をコントロール

林原 靖男
Yasuo Hayashibara

付属マイコン・ボードを使用して，まずは最も簡単な外部機器の制御をしてみましょう．制御対象は，出力としてLED，入力としてプッシュ・スイッチを使用します．

汎用入出力ポート(GPIO)を使用したLEDの点灯

LEDはよく知られているように低消費電力なので，マイコンの汎用出力ポートから直接駆動することができます．

付属マイコン・ボードには，すでに汎用入出力ポートPG2にLEDが取り付けられているので，これを点灯させます．

● LEDを点灯する回路

LEDを点灯する回路を**図1**に示します．LEDは通常のダイオードと同様に，ある値以上の電圧を加えないと電流が流れ始めません．これを順電圧と呼びます．また，LEDに電流が流れすぎないように，直列に保護抵抗を入れます．

付属マイコン・ボードでは，LED(LG N971)に330 Ωの抵抗が直列に入っています．各部の電圧，電流は**図2**のようになります．LM3S3748の汎用出力ポートは，V_H = 2.4 V時の最小出力電流を2 mA，4 mA，8 mAの三つから選択できるようになっています．LEDには3 mA流すので，4 mAを選択します．

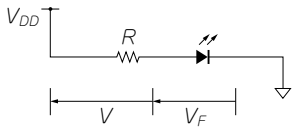


図1　LEDの点灯回路

● LEDの点灯プログラム

では，実際にプログラムでLEDの点灯を確認しましょう．LEDを点灯するPawnプログラムを**リスト1**に示します．

ここで参考までに，StellarisWareを使用して同じプログラムをC言語で記述すると，**リスト2**のようになります．比較するとPawnのプログラムは初期設定を省いているため，簡単に記述できることが分かります．

プログラムを少し解説します．このプログラムは汎用出力ポートPG2をHighにします．PG2には，LED

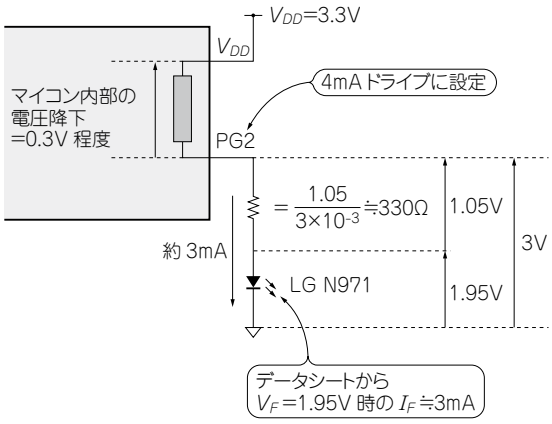


図2　付属マイコン・ボードのLED周辺回路と各部の電圧，電流

リスト1　LEDを点灯させるプログラム(Pawn)

```
#include <cq_arm>
main()
{
    SetDefaultConfig();   // 初期化
    GPIOWrite(PG2 , ON); // LEDの端子にHighを出力
}
```

第14章

UVCビデオ・クラス・ドライバを作成！

USBウェブ・カメラを繋いで画像処理にチャレンジ

田村 修
Osamu Tamura

LM3S3748の内蔵USBモジュールは，デバイス機能だけでなくホスト機能も持っています．このUSBホスト機能を使うと，USBウェブ・カメラを接続して画像を取り込むことができます．

本章では，USBホスト・アプリケーションの開発方法やUSBホストのビデオ・クラス・ドライバの構造，画像を制御に応用する方法について解説します．

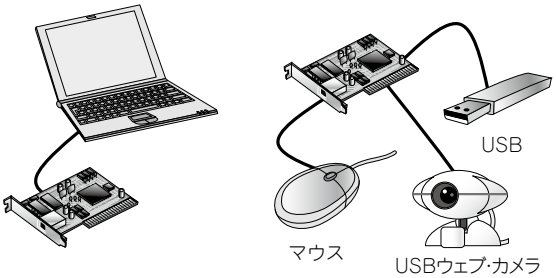
USBホスト機能のメリット

● USBデバイスをマイコンの入出力に使える

ここ数年，比較的小規模のマイコンにも，USBインターフェース・モジュールを内蔵するものが増えてきました．これらの多くはUSBデバイスとして機能するもので，ライブラリを利用すれば，PCのUSBポートに接続するデバイスを構成できます．例えば，マウスやキーボード，メモリ，あるいはセンサを接続してログをPCに送る，PCから装置を制御する，などです．

このUSBデバイス機能とともに，最近ではUSBホスト機能を持ったマイコンも普及し始めています．USBホストとは，デバイスとは逆に，さまざまなUSBデバイスを接続するための機能です．PC側のUSBインターフェースに相当するもので，世に出回る数多くのUSBデバイスを自らの手足としてシステムに取り込むことができます．これまで手間をかけて作り込んでいた機能が，USB経由の外部モジュールとして，小規模の組み込み機器にも手軽に実装できるようになります(**図1**)．

USBデバイス機能に隠れてやや影が薄い感もありますが，マイコンがUSBホストになることで，デバイスとはまったく異なる次元の能力が得られるということをぜひ理解してください．本書で活用するLM3S3748は，まさにこのUSBホスト機能を備えたマイコンなのです．



(a) USBデバイス　(b) USBホスト

図1　USBデバイスとUSBホストの違い

● ビデオ・クラス・ドライバを実装しUSBウェブ・カメラを繋ぐ

USBホスト機能に接続できるデバイスはさまざまです(**表1**)．LM3S3748ではUSB規格のフル・スピード転送(12 Mbps)までサポートしているので，ハ

表1　USBホスト機能に接続できるデバイス

デバイス例	クラス	転送	ドライバ	サンプル・コード
マウス / キーボード / ジョイスティック	HID	インタラプト	○	○
USBメモリ	Storage	バルク	○	○
オーディオ入出力	Audio	アイソクロナス	○	×
ウェブ・カメラ	Vendor/Video	バルク，アイソクロナス	×	×
Bluetooth	Wireless Controller	すべて	×	×

※ドライバ，サンプル・コードはStellarisWareに含まれるもの

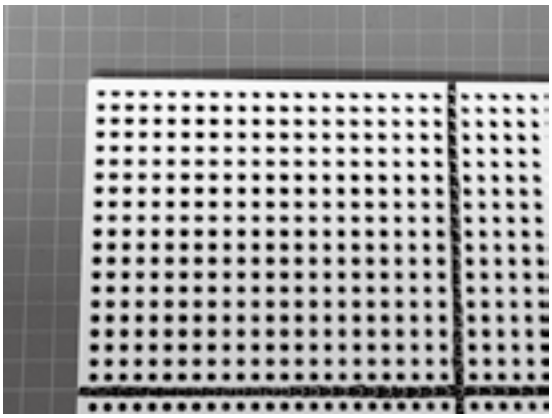
付録A

ロボット台車メカニズムの製作

林原 靖男
Yasuo Hayashibara

ロボットのメカニズムの製作について解説します．ちなみに，一般的なロボットのメカニズム開発では，まず①製図を行い，②部品を加工して，③組み合わせるという作業を行います．

今回は，電子電気回路を中心とした解説を行うので，メカニズムに関しては，市販で購入できるものを組み合わせて製作します．近年は，ロボット・コンテストなどが盛んに行われるようになったことで，いろいろな部品が入手できるようになってきました．



写真A　ユニバーサル・プレートのカット位置

● ユニバーサル・プレート

部品をマウントする(取り付ける)ベースとなる部品です．カットして使用します．

① 定規とカッターで溝を作る

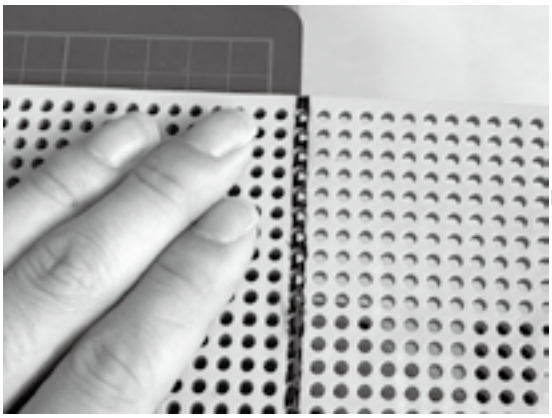
気を付けるのは，カッターで切るのではなく溝を作るだけです．135 mm×110 mm(穴の数では，26 個目×22 個目)のところにカッターで溝を作ってください(**写真A**)．

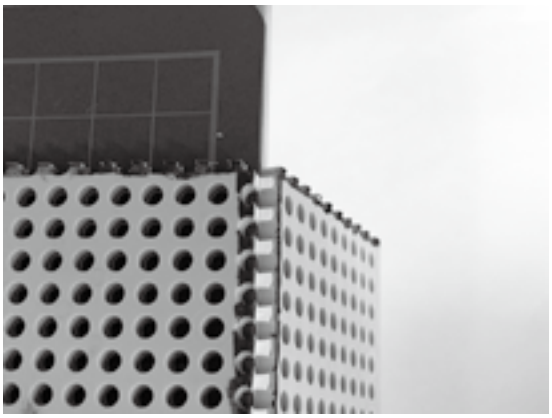
② 机のへりに溝の部分を合わせて，両手で上から一気に押し込み折る

応力を集中させることで破断を発生させます(**写真B**)．鋭い傷があると，力はその点に集中的に加わるようになります．ひび割れがあるものは，その部分からパキッと折れたりしますが，それを応用したものです．逆に，メカニズムを設計するときには，応力集中が発生しないように，応力がうまく分散するように設計します．

③ RC サーボモータ取り付け用切り欠きの追加工

さらに，カットしたユニバーサル・プレートに RC サーボモータを取り付けるために追加工します．**写真C**が，RC サーボモータを取り付けたようすです．RC サーボモータの軸が中央に位置するように切り欠きを作ってください．また，**写真D**に切断する個所を示





写真B　力を加えて折っているようす

CQ出版社

見本

このPDFは，CQ出版社発売の「超入門! 付属ARMマイコンで始めるロボット製作」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下さい．
内容　http://shop.cqpub.co.jp/hanbai//books/MTR/MTRZ201204.htm
購入方法　http://www.cqpub.co.jp/hanbai/order/order.htm

トランジスタ技術 増刊
超入門! 付属ARMマイコンで始めるロボット製作
CQ出版社 〒170-8461 東京都豊島区巣鴨1-14-2 TEL.(03)5395-2141(販売部)
定価3,780円 本体3,600円

CQ出版社 〒170-8461 東京都豊島区巣鴨1-14-2 販売部 Tel.03-5395-2141
※定価は消費税込みの価格です
http://www.cqpub.co.jp/

雑誌 06664-04
Ⓛ-2012.7/21
4910066640422
03600