

# TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発 コンテスト

- 部門 : アプリケーション開発部門
- 作品のタイトル : デジタルインスタントカメラ
- 作成者 : 清 由美 (富士通コンピュータテクノロジーズ)
- 共同作業者 : F C T) 組込みシステム研究サークル
- 対象者 : 組込みソフトウェアの初心者・中級者  
組込みソフトウェアの教育教材を探している指導者
- 使用する開発成果物 : TOPPERS/ASP 1.9.3  
asp-1.9.3.tar.gz  
ARM Cortex-M7 アーキテクチャ・GCC 依存部  
asp\_arch\_arm\_m7\_gcc-1.9.3.tar.gz

## 目的・狙い

組込みソフトウェアやファームウェアの技術教育向けに、基本技術を手軽に演習できる教材を開発し、技術者育成に活用する。

組込み向けマイコンと組込みOSをプラットフォームとし、HMIや画像処理、通信機能などを一連の動作として実現するシステム開発が体験できることが望ましい。

なお、受講者がシステム動作を実感でき、また、デモンストレーションとしてアピールできるよう、物理的に動きのある装置を開発する。

## アイデア/アプリケーションの概要

STM32 F7 Discovery (STM32F746G-DISCO) ボードへI2C、カメラインタフェースでカメラモジュールを、UARTで小型サーマルプリンタを接続する。

STM32F746 マイコンからカメラモジュールを制御してデジタル画像を取得し、リアルタイムでボード上のLCDに取得した画像を表示し続ける。並行してボード上のプッシュボタンを監視し、プッシュボタンが押されたら新たな画像の取得を止め、カラー画像のモノクロ化、画像の拡大、誤差拡散法を用いた画像の二値化を行い、UART経由で小型サーマルプリンタへ画像を出力するデジタルインスタントカメラ。

## 1. 開発の背景

組み込みソフトウェアやファームウェアの教育用に、ハードを意識でき、リアルタイム OS のしくみを理解しながら、学べる演習教材を検討していた。

その過程で TOPPERS プロジェクト教育 WG より教育プラットフォーム向けに Cortex-M7 という新しく高性能なマイコンを使った STM32 F7 Discovery (STM32F746G-DISCO) 用のリアルタイム OS が公開された。

STM32 F7 Discovery は標準の状態では Q S P I フラッシュメモリ、SDRAM、LCD、USBポート、SDカードスロット、プッシュボタン、LED、デバッグ、USBバーチャルCOMポート、カメラモジュール用のコネクタが実装されさまざまな用途に利用できる評価ボードである。

また電子工作の分野で広く用いられている Arduino シールド (拡張ボード) のコネクタも用意され、新たなデバイスを付加することも可能であり、組み込みソフトウェアやファームウェア分野の教育教材のプラットフォームとして有効な構成となっている。

## 2. 動作環境

### ●マイコンボード

STマイクロエレクトロニクス社 STM32 F7 Discovery ボード (STM32F746G-DISCO)

<<http://www.st.com/ja/evaluation-tools/32f746gdiscovery.html>>

### ●カメラモジュール

STマイクロエレクトロニクス社 STM32F4DISC-CAM

<<https://www.digikey.jp/product-detail/ja/stmicroelectronics/STM32F4DIS-CAM/497-13546-ND/3878237>>

### ●小型サーマルプリンタ

SparkFun COM-10438

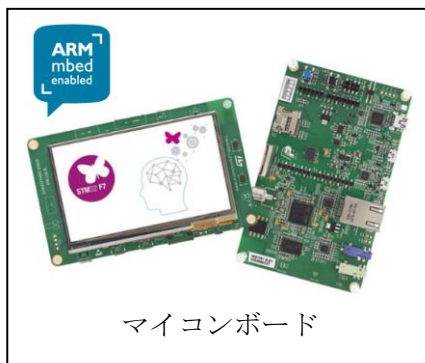
<<https://www.sparkfun.com/products/10438>>

<[https://www.sengoku.co.jp/mod/sgk\\_cart/detail.php?code=EEHD-4EWP](https://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/detail.php?code=EEHD-4EWP)>

### ●ACアダプタ

5 V 3 A

<<http://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-08311/>>



マイコンボード



カメラモジュール



小型サーマルプリンタ

### 3. 開発環境

開発環境は PC Linux 上に ARM のクロスコンパイラをインストールし、TOPPERS/ASP ターゲット非依存部と ARM Cortex-M7 アーキテクチャ・GCC 依存パッケージ、コンフィギュレータの Linux 用バイナリの展開を行う。

展開した TOPPERS/ASP カーネルを用いてデジタルインスタントカメラのアプリを作成し、ARM のクロスコンパイラでビルドすることで実行プログラムを生成する。

使用するソフトウェア類を以下に記す。

- TOPPERS/ASP カーネル ターゲット非依存部

< <https://www.toppers.jp/download.cgi/asp-1.9.3.tar.gz> >

- TOPPERS/ASP カーネル ターゲット依存部

ARM Cortex-M7 アーキテクチャ・GCC 依存部パッケージ

< [https://www.toppers.jp/download.cgi/asp\\_arch\\_arm\\_m7\\_gcc-1.9.3.tar.gz](https://www.toppers.jp/download.cgi/asp_arch_arm_m7_gcc-1.9.3.tar.gz)>

- コンフィギュレータ Release 1.9.6 (32bit Linux 用バイナリ)

< [https://www.toppers.jp/download.cgi/cfg-linux-static-1\\_9\\_6.gz](https://www.toppers.jp/download.cgi/cfg-linux-static-1_9_6.gz)>

- ビルド用プラットフォーム

PC Linux / Fedora 14

- クロスコンパイラ

GNU ARM Embedded Toolchain

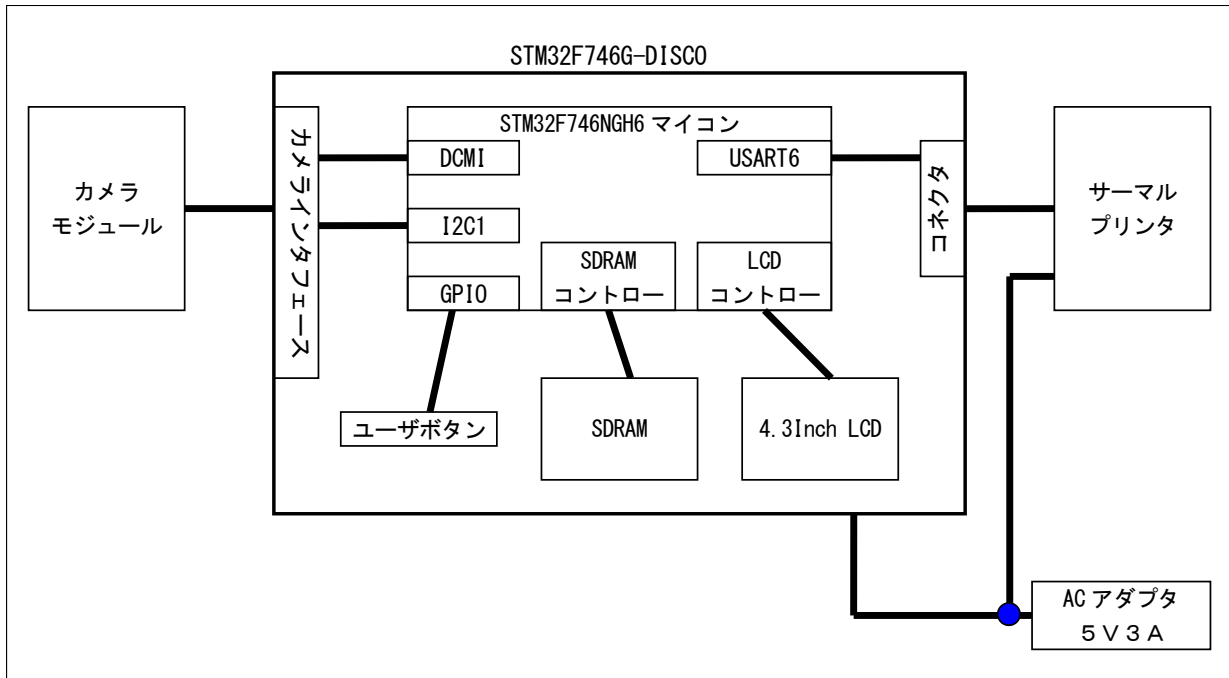
5-2016-q3-update / Linux 32-bit

<[https://developer.arm.com/-/media/Files/downloads/gnu-rm/5\\_4-2016q3/gcc-arm-none-eabi-5\\_4-2016q3-20160926-linux.tar.bz2](https://developer.arm.com/-/media/Files/downloads/gnu-rm/5_4-2016q3/gcc-arm-none-eabi-5_4-2016q3-20160926-linux.tar.bz2)>

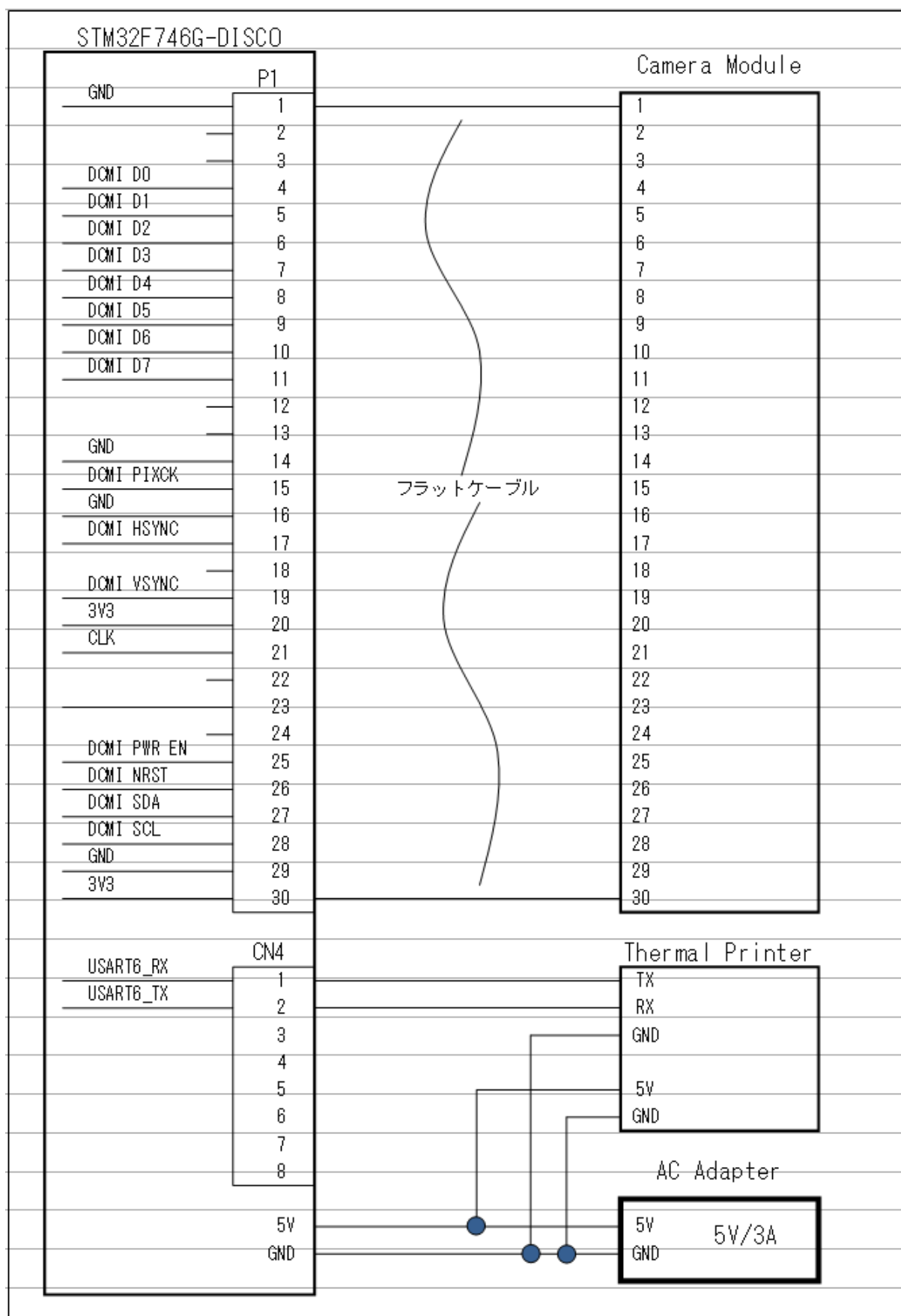
#### 4. ハードウェアの構成・回路

デジタルインスタントカメラのハードウェア構成と回路図を以下に記す。

##### ●ハードウェア構成

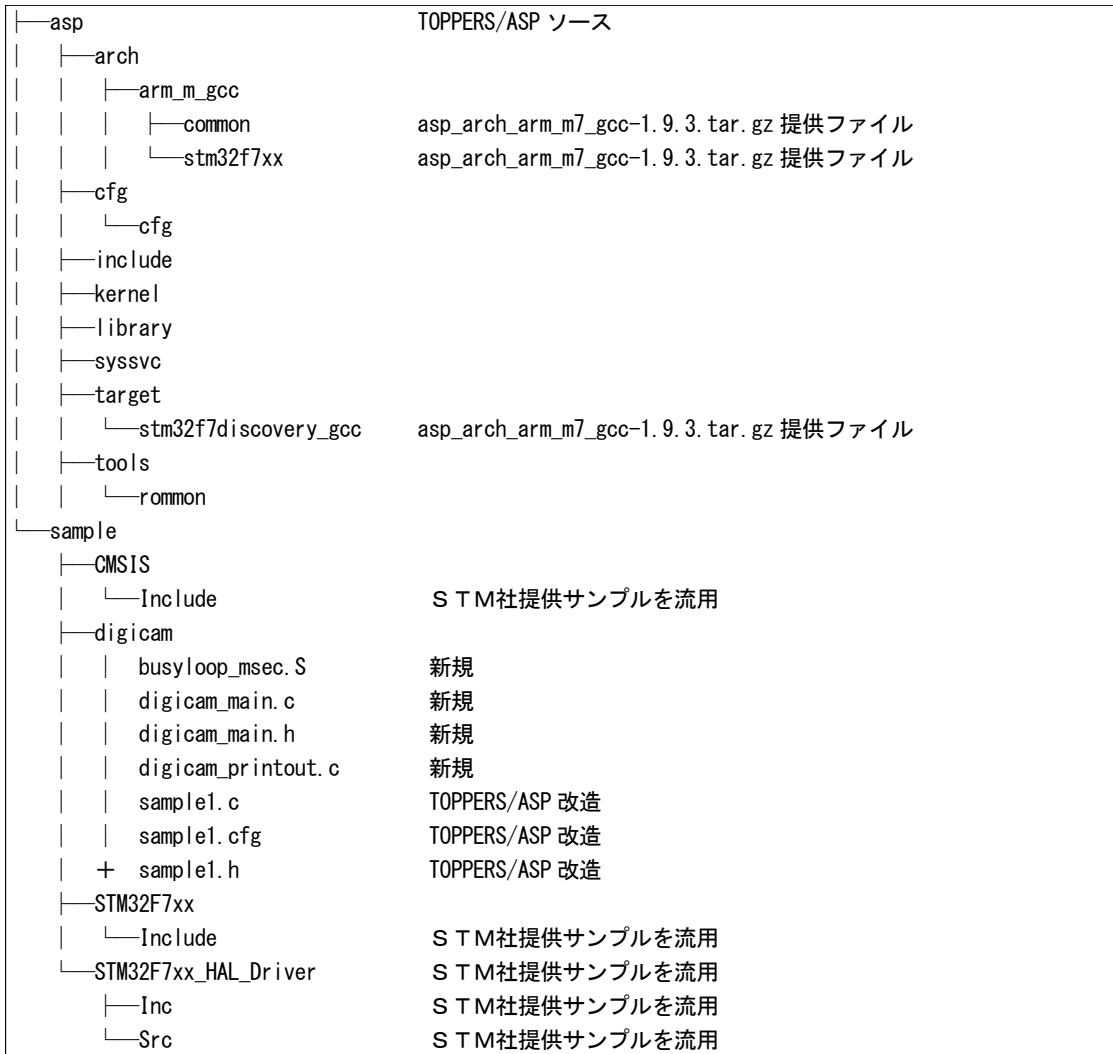


●回路図 (接続図)

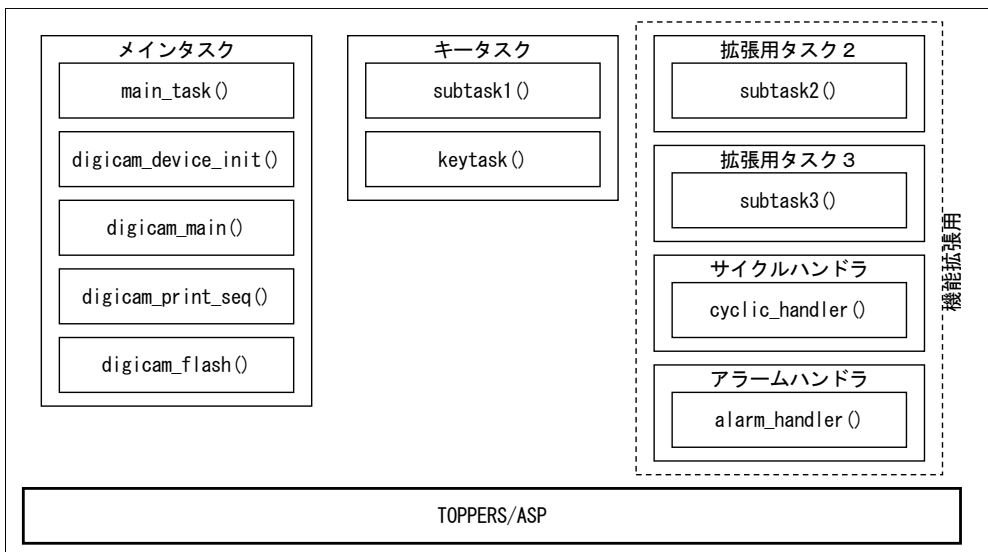


## 5. ソフトウェアの構成

### ● ソースツリーの構成 (主要なディレクトリ、ファイルを表示)



### ● ソフトウェアの構成



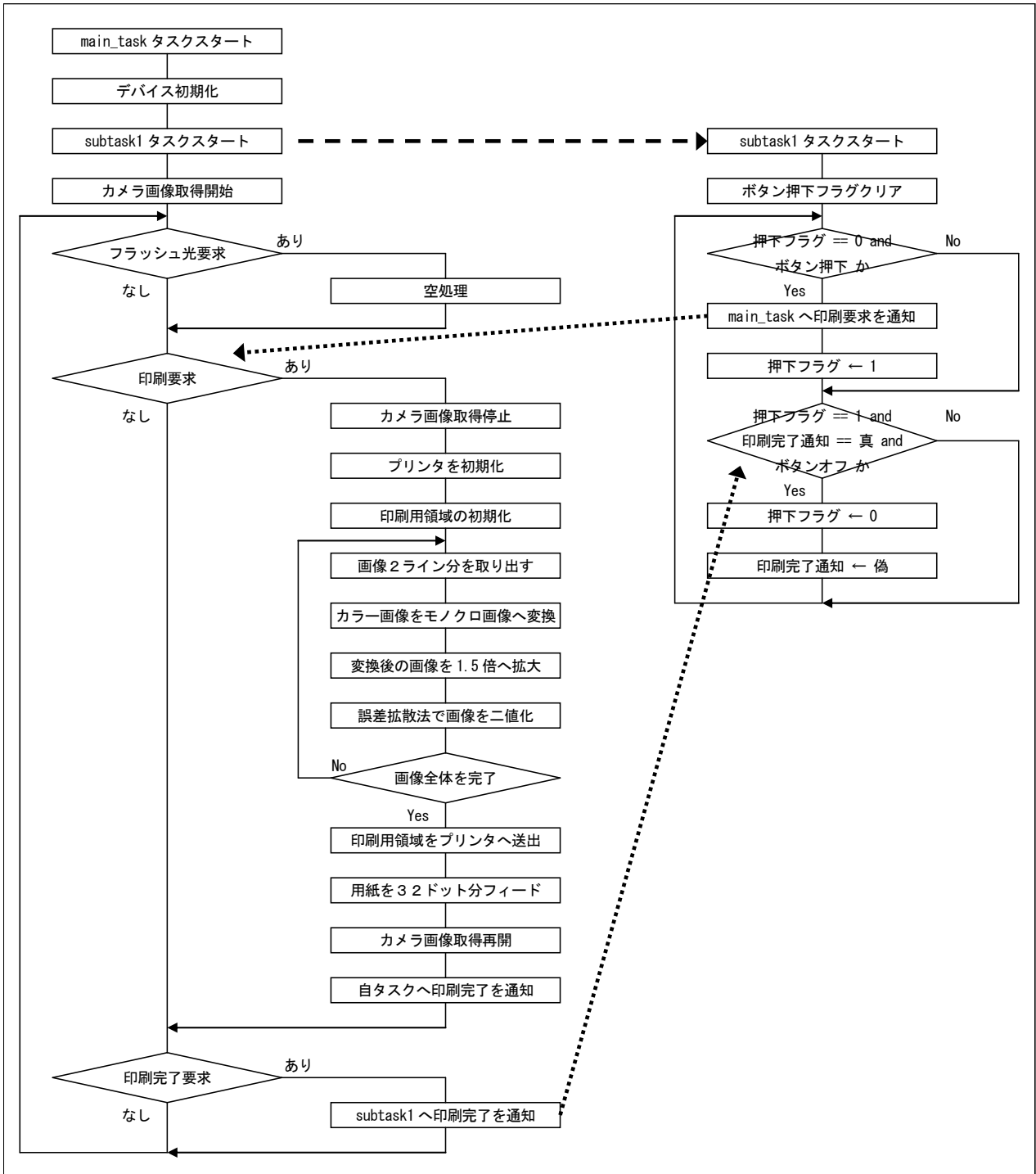
●関数処理概要

関数名	処理概要
main_task()	カーネル初期化後に最初に呼び出されるタスクの入り口関数。 digicam_device_init()でデバイス初期化後に他のタスクを開始と digicam_main()の呼び出しを行う。
digicam_device_init()	ユーザボタンポート、LEDポート、USART、SDRAMコントローラ、 LCDコントローラの初期化を行う。
digicam_main()	カメラの画像取得を開始し、10ミリ秒ごとにイベントのチェックを行う。 タスクの状態によりdigicam_flash()、digicam_print_seq()の呼び出しなどを行う。
digicam_print_seq()	カメラの画像取得の停止、画像の印刷、カメラ画像取得の再開を行う。 複数のサブ関数で実装される。各関数の概要は後述する。
digicam_flash()	フラッシュ光の発光制御を行う。 現在は未サポート。
subtask1()	サブタスク1の入り口関数。 keytask()の呼び出しを行う。
keytask()	サブタスク1の主関数。 ユーザボタンの状態の取得とメインタスクへ撮影開始要求などを行う。

●digicam\_print\_seq()から呼び出される関数概要

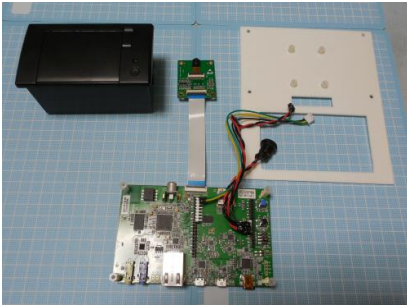
関数名	処理概要
print_photo_320x240()	320x240 ドット画像の印刷を行う。 プリンタの初期化、印刷用領域の初期化後、フレームバッファ上のカメラ画像 のデータを取得し、画像のモノクロ化、画像を480x320ドットへの拡大、誤差 拡散法により画像の二値化を行い、生成したデータをプリンタへ出力し、画像 の印刷を行う。
prn_area_clear()	印刷用領域の初期化を行う。
prn_area_set()	印刷用領域の指定した(x,y)へドットのセットを行う。
prn_area_print()	印刷用領域のプリンタへの出力を行う。
prn_send_multibyte()	指定バイトのデータのUSART6への出力を行う。

●動作フロー





## 6. 動作状況



モジュール一覧



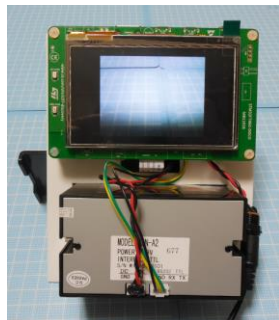
カメラインタフェースコネクタ



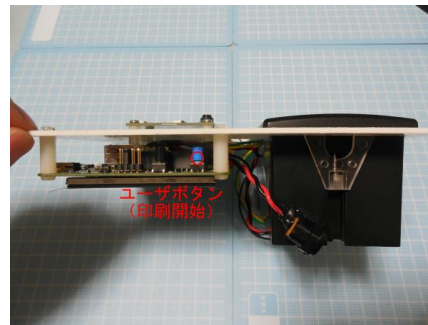
オンボードスイッチ



組み立て後の前面



組み立て後の裏面



正面から見て、左側面



ACアダプタ接続で  
パワーオン



ユーザボタン押下で  
その時の画像を印刷



カットは手動



印刷例

### ●動作動画

デジタルインスタントカメラの動作動画を以下のURLで公開。

<<https://youtu.be/WJI56fxbaPI>>