

エンベデッドシステム技術者育成のための
μiTRON (SH2) 組み込み学習キット
(センサ実習機器/KED-EXT102-S2)

技術解説書(講師用)

(空白)

輸出する際の注意事項

本製品(ソフトウェアを含む)は日本国内向けであり、外国の規格等には準拠していません。本製品を日本国外で使用された場合、当社は一切責任を負いかねます。本製品に関し海外での保守サービスおよび技術サポートなどは行っていません。また、本製品の輸出については、外国為替及び外国貿易法に基づいて経済産業省の許可が必要となる場合があります。必要な許可を取得せずに輸出すると同法により罰せられます。輸出に際しての許可の要否については、ご購入頂いた販売店または当社営業拠点にお問い合わせ下さい。

本製品は、その故障や誤動作が人命を脅かしたり、身体または財産に危害を及ぼす恐れのある装置やシステム(防災/防犯装置、交通機器、各種安全装置、医療機器、生命維持のための装置等)には使用しないでください。

ご注意

1. 本書の内容の一部または全部を無断で複製、または転載することは禁止されています。
2. 本書の内容に関しては将来予告なしに変更することがあります。
3. 本書の内容について万全を期して作成製作致しましたが、万一ご不審な点や誤り、記載もれなどお気づきのことがございましたら、お買い求めの販売店にご連絡ください。
4. 運用した結果の影響につきましては、3. 項にかかわらず責任を負いかねますのでご了承ください。
5. 本書で使用されている各会社名、各製品名は、各社の商標あるいは登録商標です。

本技術解説書をお読みになる前に

この技術解説書では、製品を安全にお使いいただき、お客様への危害や財産への被害を未然に防止するために、以下の絵表示を使用しています。絵表示の意味をよく理解されてから、本文をお読みください。



警告：

この表示を無視して、誤った取扱いをすると、人が死亡または重傷を負う可能性が想定される事項です。



注意：

この表示を無視して、誤った取扱いをすると、人が傷害を負う可能性が想定される事項、および、物的損害のみの発生が想定される事項です。

	誤った取扱いによって、感電の可能性が想定されることを示しています。
	誤った取扱いによって、けがを負う可能性が想定されることを示しています。
	誤った取扱いによって、高温による障害の可能性が想定されることを示しています。
	安全のため、電源ケーブルのプラグを必ず抜くように指示するものです。
	誤った取扱いによって、発煙または発火の可能性が想定されることを示しています。

 **警告：**

- ◆異物や水などの液体が内部に入った場合は、そのまま使用しないでください。感電、火災の原因となります。
- ◆装置の AC アダプタは、濡れた手で AC コンセントに接続しないでください。感電の原因となります。
- ◆AC アダプタの接続をタコ足配線にすると、コンセントが過熱し、火災の原因となります。
- ◆お客様による修理や改造は絶対に行わないでください。

注意：

- ◆本製品を、水分や湿気の多い場所では使用しないでください。感電の原因となります。
- ◆本製品に薬品などがかかるおそれのある場所では使用しないでください。製品に薬品がかかると、回路がショートして火災の原因となったり、故障や変形の原因となることがあります。
- ◆本製品を、水や油などの液体のかかる場所、湯気のかかる場所、湿気の多い場所では、使用・保管しないでください。故障の原因となります。
- ◆本製品は、平らで十分な強度がある場所で使用・保管してください。また、振動や衝撃を加えないでください。
- ◆本製品を、直射日光の当たる場所、火気やストーブなど暖房器具の近くでは、使用・保管しないでください。故障や変形の原因となります。
- ◆本製品を、ほこりの多い場所では、使用・保管しないでください。
- ◆本製品は、テレビ・ラジオ・コードレス電話機などのそばでは、使用しないでください。テレビ・ラジオ・コードレス電話機にノイズが入ることがあります。
- ◆本製品は、磁気や電波の発生する機器の近くでは、使用・保管しないでください。故障の原因となります。
- ◆本製品の上には、重いものをのせないでください。故障の原因となります。
- ◆本製品に、金属類などの異物を入れないでください。製品に異物が入ると、回路がショートして、火災の原因となることがあります。
- ◆本製品に、水などの液体を入れないでください。感電の原因となります。
- ◆本製品を、火の中に入れないでください。爆発したり、破裂することがあります。
- ◆静電気は、製品の故障の原因となることがあります。本製品を取り扱う場合には、身体の静電気を取り除くなどの十分な静電気対策を行ってください。
- ◆本製品の部品を交換する際は、専用の工具を使用してください。無理に部品を抜こうとすると製品を傷つけたり、部品を破損したり、けがをする恐れがあります。
- ◆本製品を取り扱う際には、製品の表面あるいは裏面で、手などを切る恐れがありますので、十分注意してください。
- ◆ケーブル類は、足などをひっかけないように、整理してください。製品に接続されたケーブル類に足などをひっかけると、製品の破損や故障の原因となります。
- ◆ケーブル類は、踏んだり折り曲げたりしないでください。ケーブルが断線して、故障の原因となることがあります。

- ◆製品を長時間使用しない場合は、安全のため、電源ケーブルを、ACコンセントから抜いてください。
- ◆製品の電源ケーブルは、テレビ、ラジオなどとは別のACコンセントに接続してください。同じACコンセントを使用すると、テレビ、ラジオなどに雑音が入ることがあります。
- ◆ゴムやビニール製品などを、製品に長時間接触させたままにしないでください。本機の表面が変質したり、塗装がはがれる原因となります。
- ◆電源ケーブル、コードの上には、絶対に重いものをのせないでください。重いものをのせると、傷が付いて、感電することがあります。
- ◆電源ケーブルをACコンセントから抜く場合は、必ずアダプタを持って抜いてください。コードを引っばると、断線して、火災の原因となることがあります。
- ◆故障や異常が発生した場合にはただちに使用を中止し、指定の連絡先へお知らせください。

(空 白)

＝ 目次 ＝

1. はじめに	1
1.1 概要	1
1.2 学習に必要なもの	1
1.3 ご使用に際しての注意	2
2. オプションカードについて	3
2.1 機能概要	3
2.2 KED-EXT102 仕様	3
2.3 KED-EXT102-S2 仕様	5
2.4 ハードウェアブロック図	7
2.5 KED-EXT102-S2 の各部仕様	8
2.6 圧力センサ	8
2.6.1 圧力センサとは	9
2.6.2 圧力センサの仕組み	9
2.6.3 KED-EXT102-S2 の圧力センサ回路	10
2.7 距離センサ	11
2.7.1 距離センサとは	12
2.7.2 距離センサの仕組み	13
2.7.3 KED-EXT102-S2 の距離センサ回路	13
2.8 フォトセンサ	14
2.8.1 フォトセンサとは	15
2.8.2 フォトセンサ（フォトリフレクタ）の仕組み	15
2.8.3 KED-EXT102-S2 でのフォトセンサ使用法	16
2.8.4 KED-EXT102-S2 のフォトセンサ回路	16
2.9 モーションセンサ	17
2.9.1 モーションセンサについて	18
2.9.2 KED-EXT102-S2 のモーションセンサ回路	19
2.10 カラーセンサ	20
2.10.1 カラーセンサについて	21
2.10.2 KED-EXT102-S2 のカラーセンサ回路	22
2.11 AD コンバータ	23
2.11.1 AD コンバータとは	23
2.11.2 AD コンバータの仕組み	23
2.11.3 KED-EXT102 の AD コンバータ部構成	23
2.12 モータドライバ	24
2.12.1 モータの種類	24
2.12.2 ステッピングモータについて	24
2.12.3 ユニポーラ駆動、バイポーラ駆動について	24
2.12.4 相数について	24
2.12.5 回転原理	25
2.12.6 励磁方式について（1相、2相、1-2相）	26
2.13 DI/O	28
2.13.1 フォトアイソレーション	28
2.14 スイッチ	29
2.14.1 チャタリング	29
2.15 KED-EXT102 外観図	30
2.16 KED-EXT102-S2 外観図	42

2.17	学習キット/KED-SH101 との接続方法	51
2.18	KED-EXT102 のジャンパ設定	51
2.19	KED-EXT102 と KED-IF02 の接続方法	52
2.19.1	KED-EXT102 各種ケーブル接続	52
2.19.2	KED-EXT102-KED-IF02 接続	54
2.19.3	KED-IF02-各種ケーブル接続	55
2.20	KED-EXT102 とセンサ実習機器の接続方法	56
2.20.1	KED-EXT102-各種ケーブル類接続	56
2.21	センサの調整方法	59
3.	ソフトウェア開発環境を構築する	61
3.1	GNU 開発環境について	61
3.2	統合開発環境 Eclipse について	61
3.3	TOPPERS/JSP について	61
3.4	開発環境の作成手順	62
3.4.1	インストーラ実行	62
3.4.2	Eclipse の設定	65
3.5	サンプルプログラムをプロジェクトとして登録	69
3.6	新しいプログラムをプロジェクトとして登録	71
3.7	サンプルプログラムのビルド手順	74
3.8	プログラムファイルのクリーンアップ	76
3.9	ソフトウェアの書き込み手順について	78
4.	TOPPERS/JSP のプログラミングの前に	80
4.1	タスク	80
4.2	割り込み	80
4.3	リソース	80
4.4	μ ITRON API	80
4.5	簡単なプログラムの作成	81
4.5.1	簡単なタスクプログラム	81
4.5.2	マルチタスクプログラム	86
5.	TOPPERS/JSP のプログラミング (基本編)	90
5.1	モーションセンサ	90
5.2	距離センサ	96
5.3	圧力センサ	102
5.4	フォトセンサ	106
5.5	DC モータ	116
5.6	カラーセンサ	124
6.	TOPPERS/JSP のプログラミング (応用編)	132
6.1	応用問題 1	132
6.2	応用課題 2	135
6.3	応用課題 3	140
6.4	応用課題 4	144

1 はじめに

1. はじめに

1.1 概要

本製品は、1枚のボード上にフォトセンサ、圧力センサ、距離センサ等、数種類のセンサフィードバックを実装し、専用 I/F (KED-IF01 他) により、SH 学習キットオプションカード/KED-EXT102 で制御可能としたものです。

これらの制御は SH 学習キット/KED-SH101 から μ ITRON 準拠 のリアルタイム OS (RTOS) TOPPERS/JSP を使用して行い、本書に沿ってプログラミングとハードウェア等の基礎を学ぶことで組み込みシステム開発を学習できる構成となっています。

本書では各デバイスの概要と制御方法を幾つかの例題により解説して行きます。なお、本書では KED-SH101、KED-EXT102 それぞれの解説書を参照していただくことがあります。

また本書では、以降の説明を以下の名称で行います。

- | | |
|------------------------------|-----------------|
| ・センサ実習機器/KED-EXT102-S2 (本製品) | → KED-EXT102-S2 |
| ・SH 学習キットオプションカード/KED-EXT102 | → KED-EXT102 |
| ・SH 学習キット/KED-SH101 | → KED-SH101 |
| ・KED-EXT102-S2 + KED-EXT102 | → オプションカード |

1.2 学習に必要なもの

○KED-SH101

CPU やメモリ (RAM、ROM) 等を搭載しています。KED-SH101 の学習時と同様にシリアルインターフェースにより制御プログラムを KED-SH101 にダウンロードします。KED-SH101 に同梱されている、AC アダプタ、シリアル (10pin-Dsub) 変換ケーブルも使用します。

○KED-EXT102

7SEG LED、圧電サウンダ、AD コンバータ等を搭載し、KED-SH101 の機能を大幅に拡張します。

○KED-EXT102-S2

1枚のボード上にフォトセンサ、圧力センサ、距離センサ等、数種類のセンサフィードバックを実装しています。また、インターフェース基板である KED-IF02、KED-IF02 と KED-EXT102 を接続するケーブル、KED-IF01 と KED-IF02 を接続するケーブルが付属しています。

○添付 CD

開発環境や OS、KED-EXT102-S2 の各デバイスを制御するサンプルプログラムを収録した CD です。

○PC (シリアルポートが使用できるもの)

サンプルプログラムのダウンロードをシリアルインターフェースにより行います。本書では Windows 環境を想定して解説を行っています。

動作確認 OS : Microsoft Windows XP

○シリアルケーブル

KED-SH101 と PC を接続するために必要なシリアルケーブル (クロスケーブル) です。クロスケーブルは別途購入していただく必要があります。

●注意

KED-EXT102 の電源は KED-SH101 より供給されるため、KED-EXT102 用に電源を用意する必要はありません。ただし、KED-EXT102-S2 動作時は別途の電源 (単一電池 4 本) が必要です。

1.3 ご使用に際しての注意

- (1) フォトセンサのLEDが点滅しない、または信号が読み取れないなど、入力に異常となった場合には取り付けの確認を行ってください。(2.21 センサの調整方法 参照)
フォトセンサの有効検出範囲(センサから検出面までの距離)が3.0から3.5mmと規定されていますので正確な取り付けが必要となります。
- (2) ボード上のタイヤを手で持って回す等の動作により無理に回転させないでください。車軸の“すべり”の原因となります。一旦“すべり”が発生するとモータの回転に対し、タイヤが回転しない現象となります。
- (3) 電池が消耗するとタイヤの回転が左右で異なる現象が発生する場合があります。新しい電池へ交換してください。
- (4) カラーセンサは外光の影響を大きく受けます。カラーセンサを使用する場合は物体とカラーセンサ間の距離、明るさ等の環境は常に一定になるように注意してください。

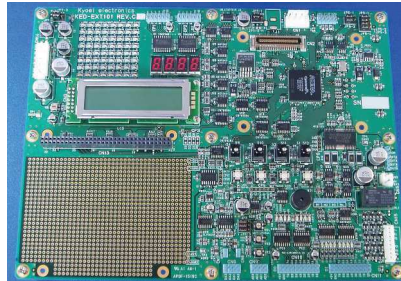
2 オプションカードについて

2. オプションカードについて

2.1 機能概要

オプションカードの機能について以下に示します。

2.2 KED-EXT102 仕様



●7SEG LED 表示

7SEG LED は4個使用しており、4桁の数字を表示可能です。また、点灯方式はスタティック点灯方式を用いています。

●ブザー音出力 (圧電サウンダ)

圧電サウンダにより、ブザー音を出力することができます。

●ステッピングモータ駆動

新電元工業(株)製モータドライバMTD1120Fを使用しており、ステッピングモータ(1台)を駆動可能です。

●DC モータ駆動

ローム(株)製モータドライバBD6221を使用しており、DCモータ(4台)を駆動可能です。

●LCD 表示

セイコーインスツル(株)製L167200J000(同等品)を使用しており、16桁×2行のキャラクタ表示が可能です。

●DA 変換

富士通(株)製DAコンバータTLV5620CDを使用しており、4ch(分解能8bit)のDA変換が可能です。

●AD 変換

ADコンバータとしてテキサスインスツルメンツ(株)製ADS7841Eを使用しており、12bit、4chのAD変換が可能です。

●DI/O

フォトアイソレーションされたデジタル入力(8BIT)、デジタル出力(8BIT)が可能です。

●8×8マトリクスLED表示

マトリクスLED用にLEDを64(8行×8桁)個使用しており、8×8のマトリクスLEDの制御が可能です。また、点灯方式は、ダイナミックスキャン点灯方式で行います。

●フリーエリア

KED-EXT102には自由に電気回路を組むことが可能なフリーエリアがあります。またフリーエリアにはFPGAのIOポート(入力4bit、出力4bit)が用意されており、作成した電気回路とFPGAのIOポートを組み合わせることで、様々な回路構成が可能です。

●拡張バス

PC/104(8bit)準拠の拡張バス機能があります。PC/104 8bit モジュールが接続可能です。

●FPGA 書換え機能

KED-EXT102には製品回路用のFPGAコンフィグレーションROMと学習専用コンフィグレーションROMの2種類のROMがあります。自分で作成したFPGA回路を学習専用コンフィグレーションROMに書込むことが可能であり、FPGAの学習を行うことができます。

KED-EXT102のハードウェアの仕様を表 2-1 に示します。

2 オプションカードについて

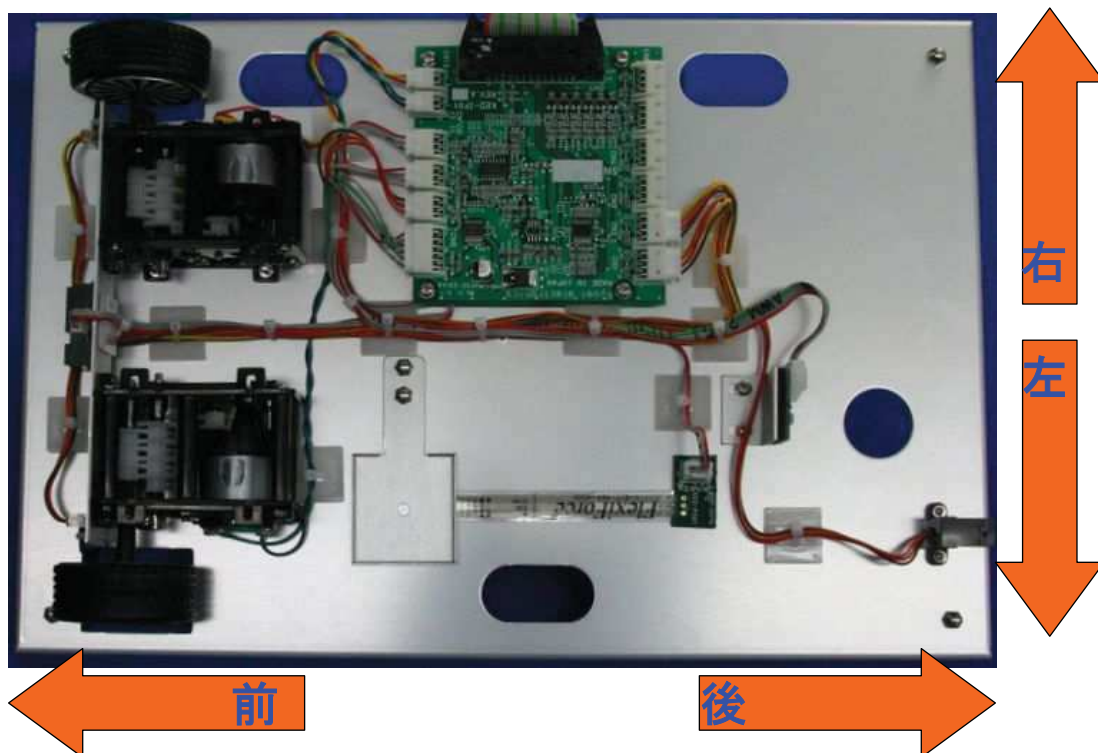
表 2-1 KED-EXT102 ハードウェア仕様

項目	内容	
7SEG LED	スタティック点灯方式 ×4	
圧電サウンダ	他励振、発振周波数 4kHz	
モータドライバ	4相ユニポーラステッピングモータ用 DCモータ用×4 他×5	
LCD	16桁×2行	
DAコンバータ	8bit 4ch	
ADコンバータ	12bit 4ch 外部入力信号(CH0~3)レベル0~5V (外部増幅入力信号(CH2)についてはマイク入力(0~50mV)を想定)	
8×8マトリクスLED	ダイナミックスキャン点灯方式、8行×8桁	
DI/O	フォトアイソレーション入出力 8bit 入力 12V 15mA (MAX) 出力 12V 15mA (MAX)	
拡張バス	PC/104 (8ビットモジュール) 準拠	
入出力 コネクタ	アナログ信号入力 (AD)	FFC-8BMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
	アナログ信号出力 (DA)	FFC-8BMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
	ステッピングモータ 信号出力	FFC-6AMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
	DCモータ信号出力	FFC-8AMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
	喋りアーム用信号出力	B8B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)
	DIN、DOUT	FFC-20BMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
KED-SH101 スタックコネクタ	40pin スタックコネクタ 8913-040-178MS : ケル(株)	
基板外形	240×180mm	
電源/消費電力	KED-SH101 より供給/1A 以下	

2 オプションカードについて

2.3 KED-EXT102-S2 仕様

1 枚のボード上に複数のセンサが配置されており、個別動作が可能となっております。
また、以下の機能があります。



- 圧力値検出
ニッタ (株) 製フレキシフォース A201-1 により、受け皿におもりをのせた際の圧力値を検出可能です。
- 色識別機能
浜松ホトニクス (株) 製カラーセンサ S9706 により、センサ正面に設置した物体の色 (RGB) を判断可能です。
- 物体検知
松下電工 (株) 製モーションセンサ AMB140908 により、センサ前方の物体の有無が判断可能です。検出可能距離は 1~8cm です。
- フォトセンサ
岡谷電機産業 (株) 製フォトセンサ RPU813R により、タイヤの移動量を検出することが可能です。
- 距離センサ
シャープ (株) 製距離センサ GP2D12J0000F により、センサ前方にある物体までの距離が検出可能です。検出可能距離は 10~60cm です。

2 オプションカードについて

KED-EXT102-S2 のハードウェアの仕様を表 2-2 に示します。

表 2-2 KED-EXT102-S2 ハードウェア仕様

項目	内容		
カラーセンサ	S9706 : 浜松ホトニクス(株)		
距離センサ	GP2D12J0000F : シヤープ(株) (検出距離 10~60cm)		
モーションセンサ	AMB140908 : 松下電工(株) (検出距離 1~8cm)		
圧力センサ	フレキシフォース A201-1 : ニッタ(株)		
フォトセンサ	RPU813R : 岡谷電機産業(株)		
タイヤ	車輪 : (株) JAPAN ROBOTECH ギアボックス RDO-501 タイヤホイールセット RPD-807		
I/F 基板	KED-IF01	フォトセンサ信号	S4B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)
		外部コネクタ信号 (IF01-IF02 接続用)	XG4A-2635 : オムロン(株) (相当品)
		カラーセンサ信号	S6B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)
		モーションセンサ信号	S3B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)
		圧力センサ信号	S3B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)
		距離センサ信号	S3B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)
		DC モータ信号	S2B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)
	KED-IF02	PC/104 コネクタ	ESQ-132-14-G-D : SAMTEC(株) (相当品)
		外部コネクタ信号 (IF01-IF02 接続用)	XG4A-2635 : オムロン(株) (相当品)
		DC モータ信号	B4B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)
		カラーセンサ信号	FFC-10BMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
		デジタル I/O	FFC-20BMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
		A/D コンバータ	FFC-10BMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
	KED-PS01	圧力センサ信号	FFC-10BMEP1 : 本多通信工業(株) (相当品)
KED-CL01	カラーセンサ信号	B3B-XH-A (LF) (SN) : 日本圧着端子製造(株) (相当品)	

2 オプションカードについて

2.4 ハードウェアブロック図

ハードウェアブロック図を図 2-1 ブロック図に示します。

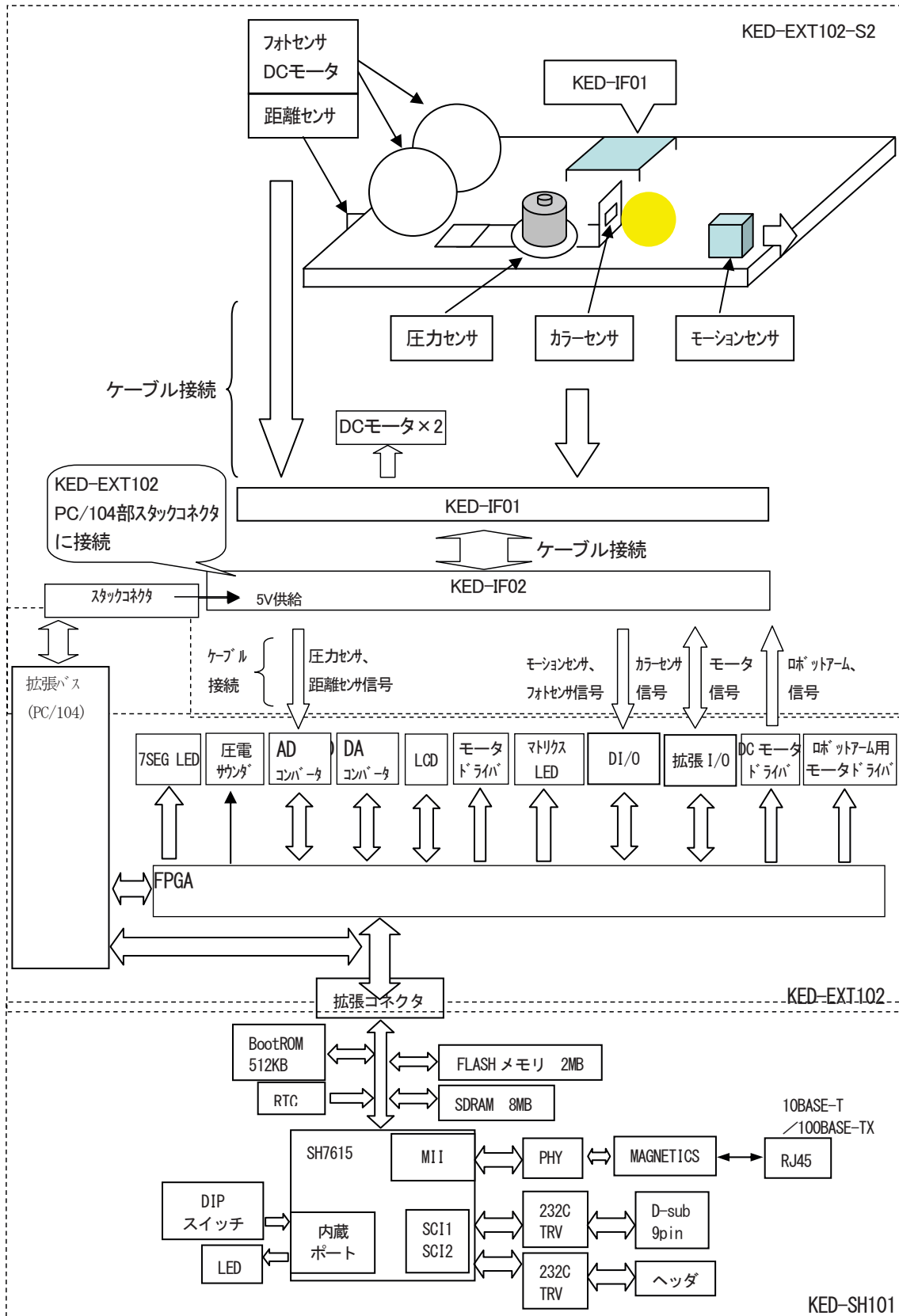


図 2-1 ブロック図