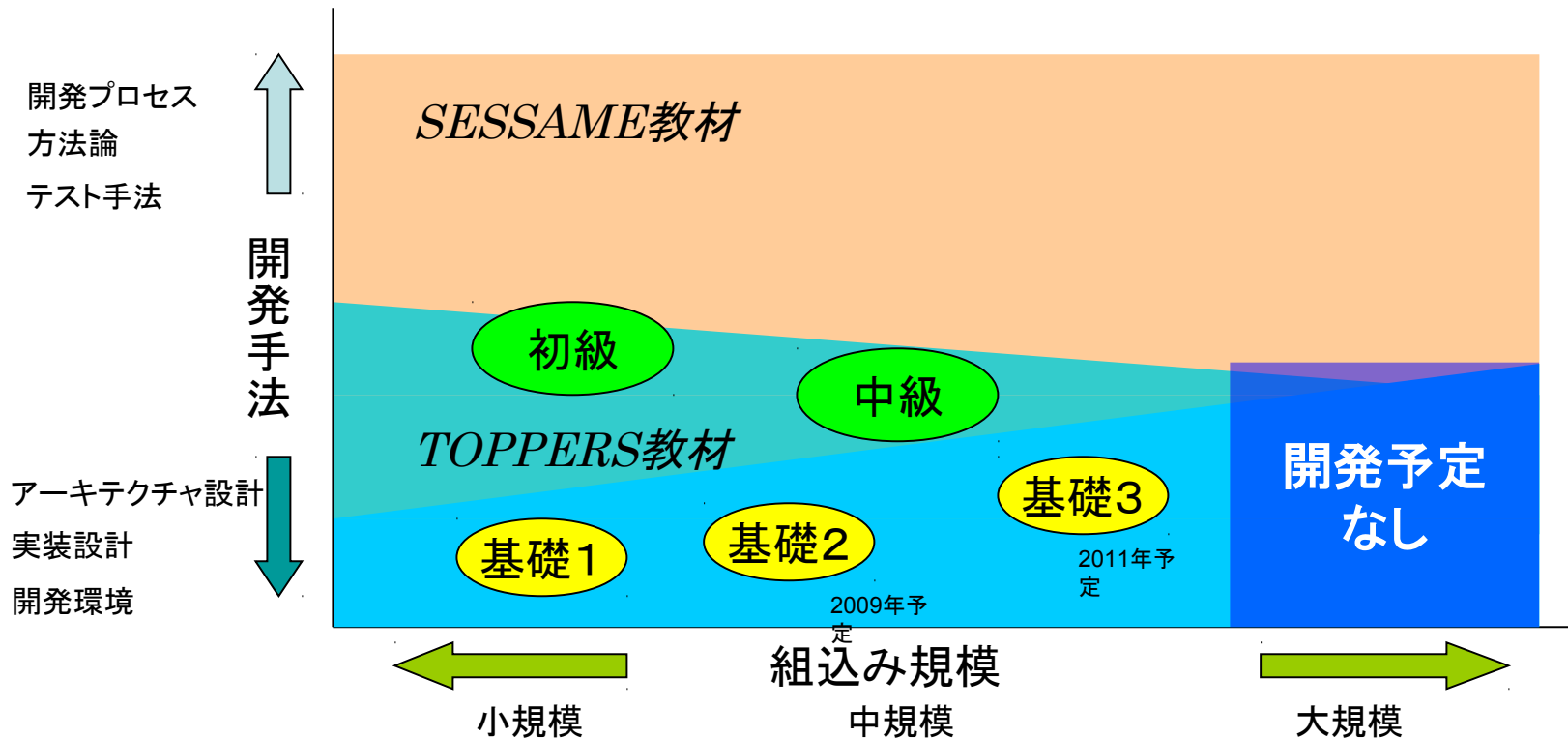


# TOPPERS教育WG 基礎3講座の内容とセミナー について

教育WG主査：竹内良輔

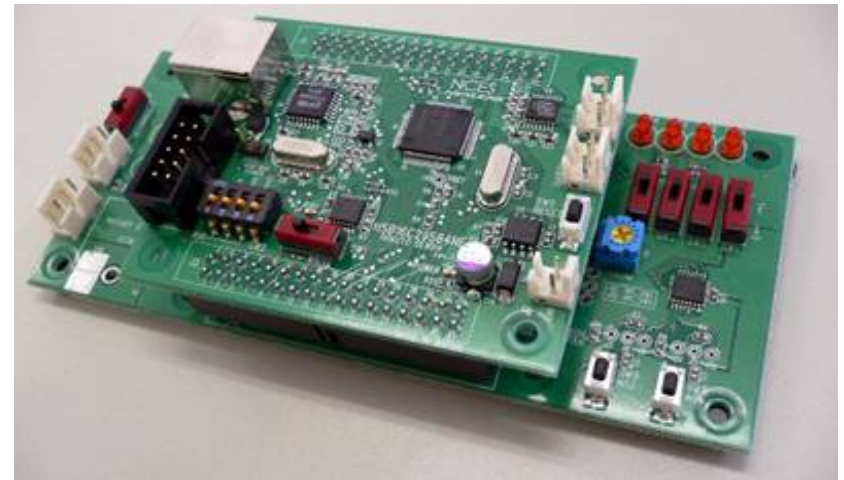
# 基礎教材について

- TOPPERS教育WGでは、組込みソフトウェアのハウツー教育のために基礎1、2、3の教材を開発してきました
- 基礎教材は組込み規模にあわせて形となっている



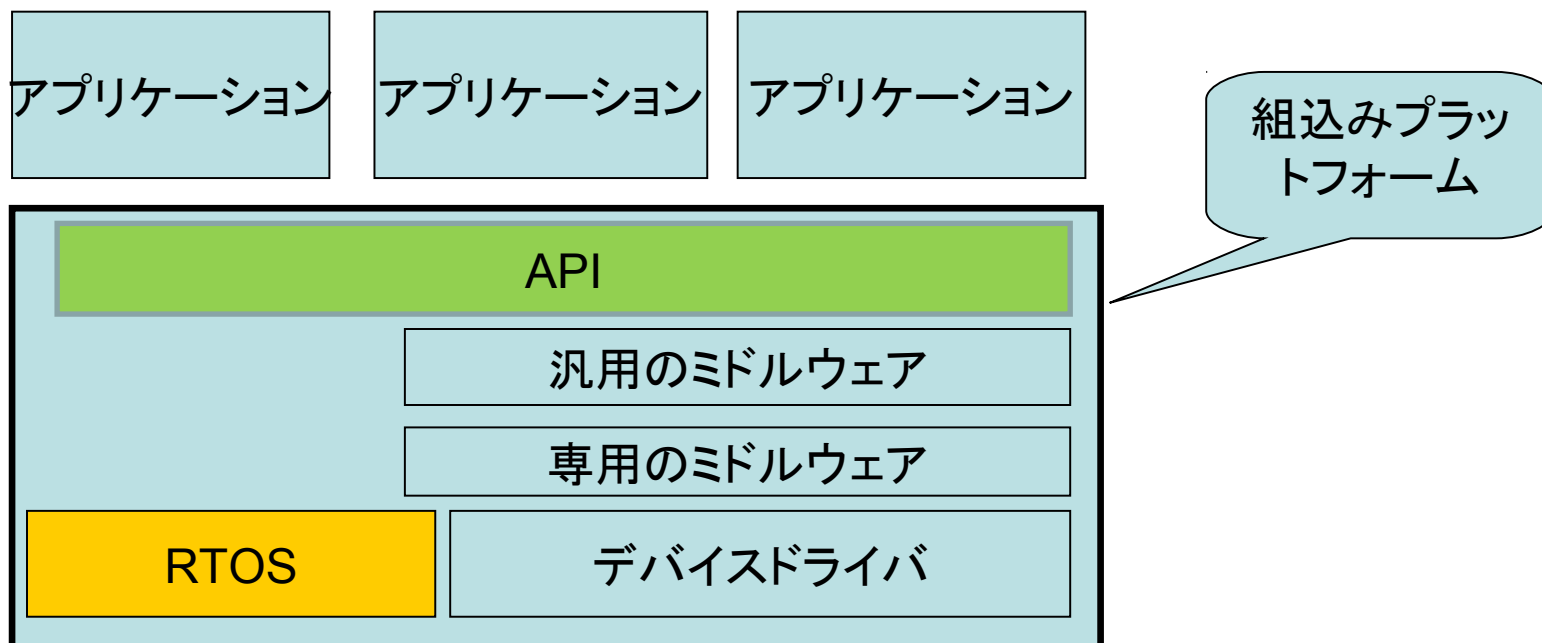
# 基礎1、2の簡単な概要

- 基礎1はワンチップマイコンを対象にRTOSを使用しない組み込みシステム対象としています
  - ハードウェア、開発環境の説明
  - HSB16C29S64ボードを使ったプログラミング実習
- 基礎2はRTOSを使用した小規模な組み込みシステムを対象としています
  - RTOS/ $\mu$ ITRON仕様の説明、HSB16C29S64用TOPPERS/ASP
  - RTOS上のデバイス制御プログラミング実習



# 基礎3コンテンツの概要説明

- 組込みプラットフォーム上にシステム構築する中規模組込みシステムを対象としています
  - ソフトウェア規模大きいシステムではハードウェアに近い部分のソフトウェア群を機能実現するアプリケーションと分離し、APIを構築して専用開発した方が、システム全体の安全性やアプリケーション部の開発容易性を向上することができる



# 基礎3講座の目的

- 組込み規模と開発手法

- 組込み機器適用機種はUSBメモリからプラント機器まで多機種に及ぶ
- 開発規模により開発手法が異なる
- 便宜上、小規模、中規模、大規模に分類する

- この講座では中規模用のプラットフォーム構築技術について講義を行う

開発規模	小規模	中規模	大規模
総ステップ数 <sup>注1</sup>	2万行以下	2万行～50万行くらい	50万行以上
デバッグ方法	ICEが主流	ソフトデバッガやICE	シュミレータ等を使用しパソコン上で開発
ベース環境	RTOS等を使用しない	RTOSやミドルウェアでプラットフォームを構築	汎用OSを使用する場合もある
人数 <sup>注1</sup>	10人未満	100人未満	100人以上

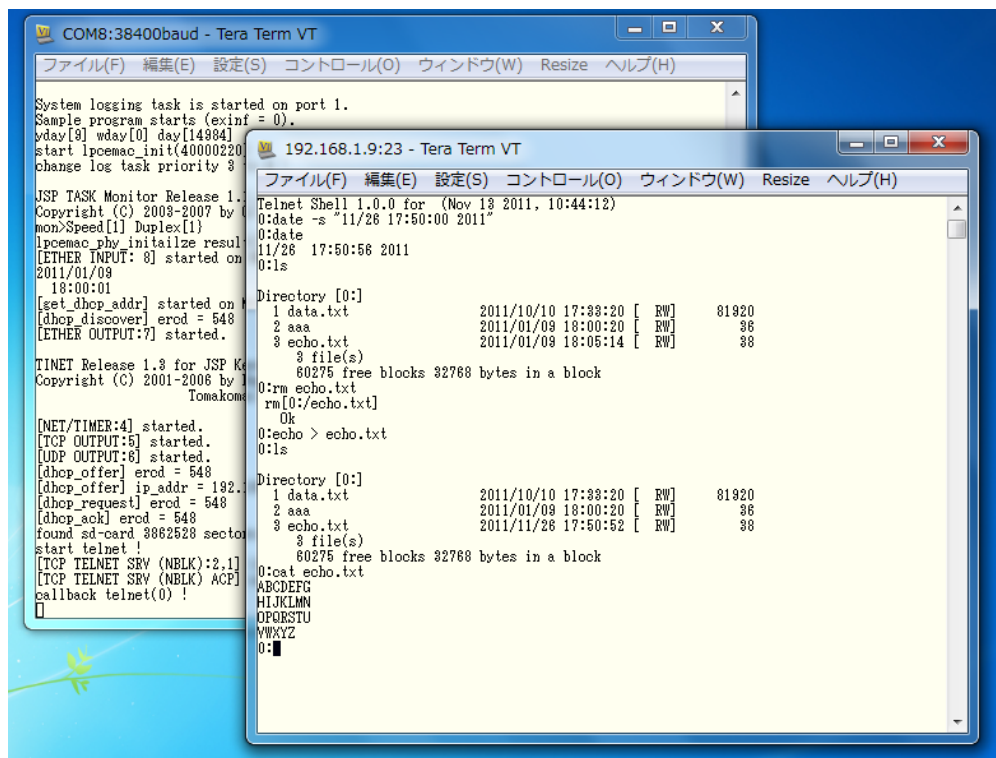
注1) 目安であり、プロジェクトによって異なる

# 組込みプラットフォーム技術者の必要性

- LINUXや汎用組込みプラットフォームを使ってシステム構築する
  - LINUXはオープンソースであるため、組込み用のハードウェアに特化した場合(特化しなくても)OSの改変やメンテナンス、開発環境のメンテナンスが必要となる。これらを外部に委託した場合コストメリットは低くなる
  - 市販の汎用組込みプラットフォームは開発環境を含んだ高価なものが多い、最終的なカスタマイズや不具合解析は使用者が行わなければならない
- いずれにしても、プラットフォームに特化したスキルを持った技術者は必要
- この講座はLINUXや他のプラットフォームを使用する場合でも必要なスキルを提供する

# 対象の組込みプラットフォーム

- 基礎3講座では「仮想端末を使用してSDカードのメンテナンス機器」を作成することを目標とし、このシステム用の組込みプラットフォームを構築する実習教材としました



The image shows two overlapping Tera Term VT windows. The background window, titled 'COM8:38400baud - Tera Term VT', displays system logs for a JSP TASK Monitor. The foreground window, titled '192.168.1.9:23 - Tera Term VT', shows a Telnet Shell session where a user lists files in a directory and performs file operations.

```
COM8:38400baud - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) Resize ヘルプ(H)

System logging task is started on port 1.
Sample program starts (exinf = 0).
yday[9] wday[0] day[14984]
start lpcemac_init(40000220)
change log task priority 3

JSP TASK Monitor Release 1.
Copyright (C) 2003-2007 by
mon>Speed[1] Duplex[1]
lpcemac_phy initialize result
[ETHER INPUT: 8] started on
2011/01/09
18:00:01
[get_dhcp_addr] started on
[dhcp_discover] erod = 548
[ETHER OUTPUT:7] started.

TINET Release 1.3 for JSP K
Copyright (C) 2001-2006 by
Tomakom

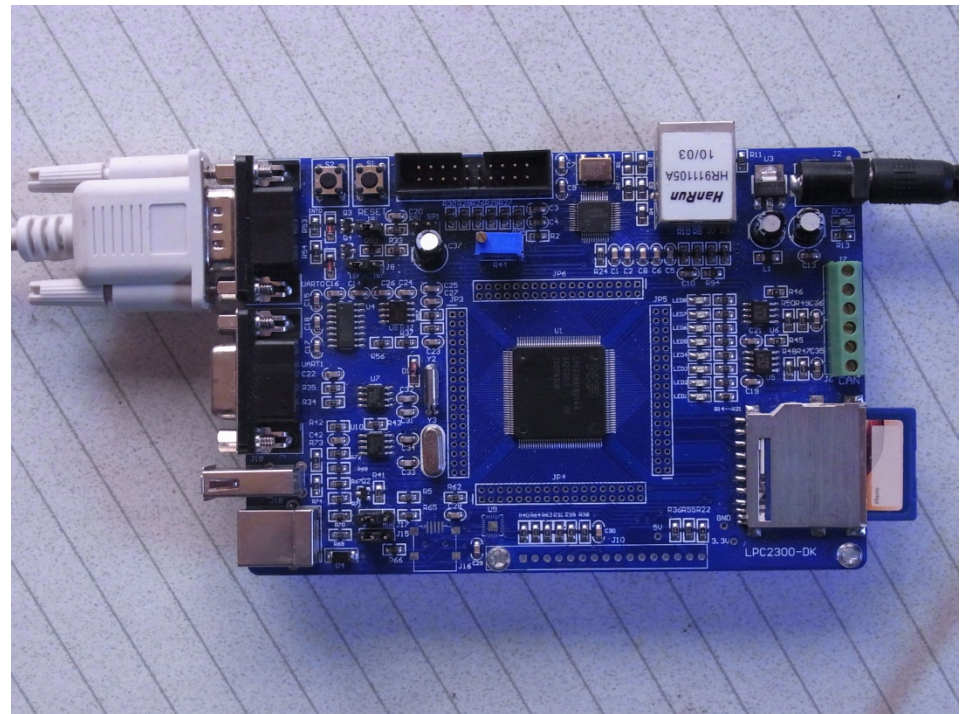
[NET/TIMER:4] started.
[TCP OUTPUT:5] started.
[UDP OUTPUT:6] started.
[dhcp_offer] erod = 548
[dhcp_offer] ip_addr = 192.
[dhcp_request] erod = 548
[dhcp_ack] erod = 548
found sd-card 3862528 sector
start telnet!
[TCP TELNET SRV (NBLK):2.1]
[TCP TELNET SRV (NBLK) ACP]
callback telnet(0) !

192.168.1.9:23 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) Resize ヘルプ(H)

Telnet Shell 1.0.0 for (Nov 13 2011, 10:44:12)
0:date -s "11/26 17:50:00 2011"
0:date
11/26 17:50:56 2011
0:ls
Directory [0:]
  1 data.txt          2011/10/10 17:33:20 [ RW]    81920
  2 aaa              2011/01/09 18:00:20 [ RW]      36
  3 echo.txt         2011/01/09 18:05:14 [ RW]      36
  3 file(s)
  60275 free blocks 32768 bytes in a block
0:rm echo.txt
rm[0:/echo.txt]
Ok
0:echo > echo.txt
0:ls
Directory [0:]
  1 data.txt          2011/10/10 17:33:20 [ RW]    81920
  2 aaa              2011/01/09 18:00:20 [ RW]      36
  3 echo.txt         2011/11/26 17:50:52 [ RW]      36
  3 file(s)
  60275 free blocks 32768 bytes in a block
0:cat echo.txt
ABCDEF
GHIJKLMN
OPQRSTU
VWXYZ
0:
```

# 教材として使用するボード

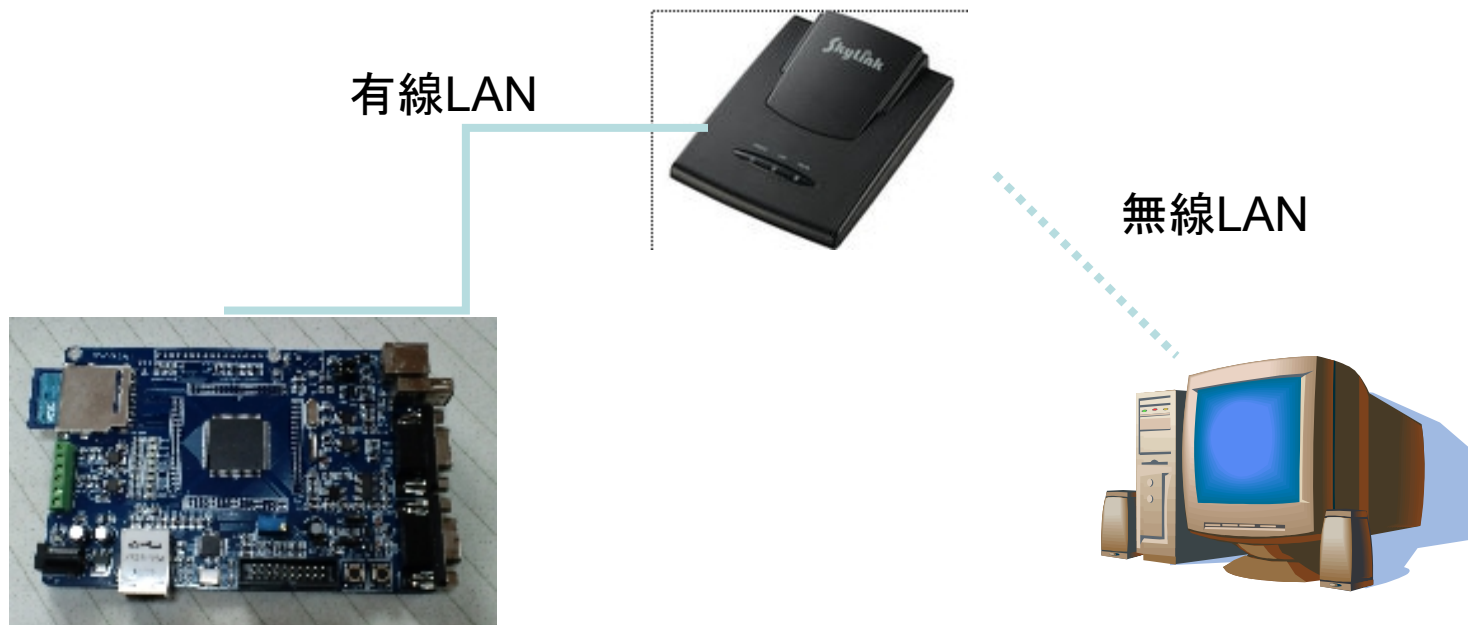
- マイコンボード:LPC2388
  - (株)日昇テクノロジー製
- CPUコアとしてARM7を使用
- 電源は外部5V
- デバイスとして
  - 10/100ETHER-LAN
  - SDカードソケット
  - USB-HOST(未使用)
  - USB-DEVICE(未使用)





# 教材の実行環境

- 無線ルータを介して、telnet通信にてパソコンとLPC2388を通信させる
- LPC2388にセットしたSDカードに対してファイル操作する



# セミナーの概要1

- 開催日時
  - 第1日目：2012年12月6日（木）10～17時
  - 第2日目：12月7日（金）10～17時
- 場所
  - 東実年金会館または近くの会議室
- 定員
  - 15名
- 参加条件
  - C言語と $\mu$ ITRON-RTOSを理解している技術者
  - RTC、SDカード、ETHERNETドライバ講習、テスト実装があります

## セミナーの概要2

- 参加費

- 必要費用の加算型に変更

	会員	非会員
基本	3,000	6,000
ボード購入	14,600	14,600
ボードレンタル	7,000	7,000
パソコンレンタル	3,000	3,000

	会員	非会員
ボード購入、PCあり	17,600	20,600
ボード、PCレンタル	13,000	16,000
ボードのみレンタル	10,000	13,000
ボード持ち込み、PCあり	3,000	6,000

# セミナー設備

- 無線ルーター、HABも必要と思われる
  - PC ⇔ 無線ルーター    有線LAN ⇔ ターゲットボード
  - 電源タップ、ストレートケーブルはこちらで用意
- PCの要件：無線LAN付き、RC232C(1つ)
  - USBシリアルを使用する場合、秋月電子900円(7/64/32)
  - Cygwin + GNUARM + TeraTerm + Flash-Magic
- ボード
  - LPC2388                      13,800
  - RS232Cケーブル              300
  - 電源5V                        500
  - 14,600

コンテンツの概要を説明する

# コンテンツ紹介

# スケジュール 1日目

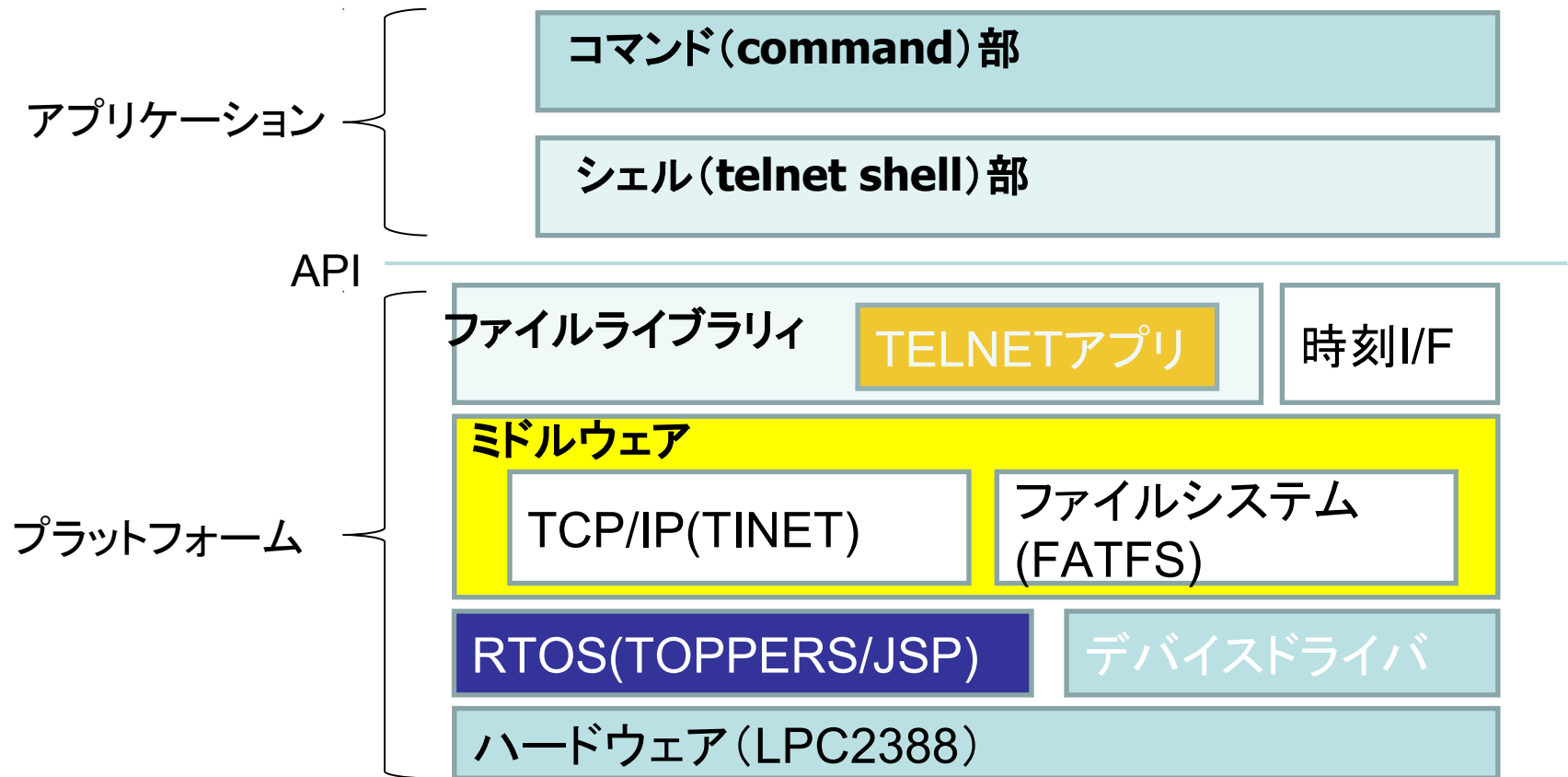
1. プラットフォーム構築	0.7時間
2. 開発環境のセットアップ	1.3時間
3. RTCのデバドラの説明とデバッグ	1.0時間
4. MCI/FAT/POSIXファイルシステム	1.0時間
5. SDファイルシステムの確認	1.5時間
6. まとめ	0.2時間

## スケジュール 2日目

1. ITRON-TCP/IP仕様	1.5時間
2. TINETデバイスドライバの設計	0.5時間
3. DHCP+ECHOサーバの実装確認	1.5時間
4. プラットフォーム作成	0.5時間
5. 仮想端末アプリの構築	0.5時間
6. 仮想端末アプリの拡張	1.0時間
7. まとめ	0.2時間

# 教材となる組込みシステム構造図

- TELNETアプリを構築しやすい、組込みプラットフォームを構築することが基礎3セミナーの目標となる





# 開発環境の紹介

# ARMの開発環境

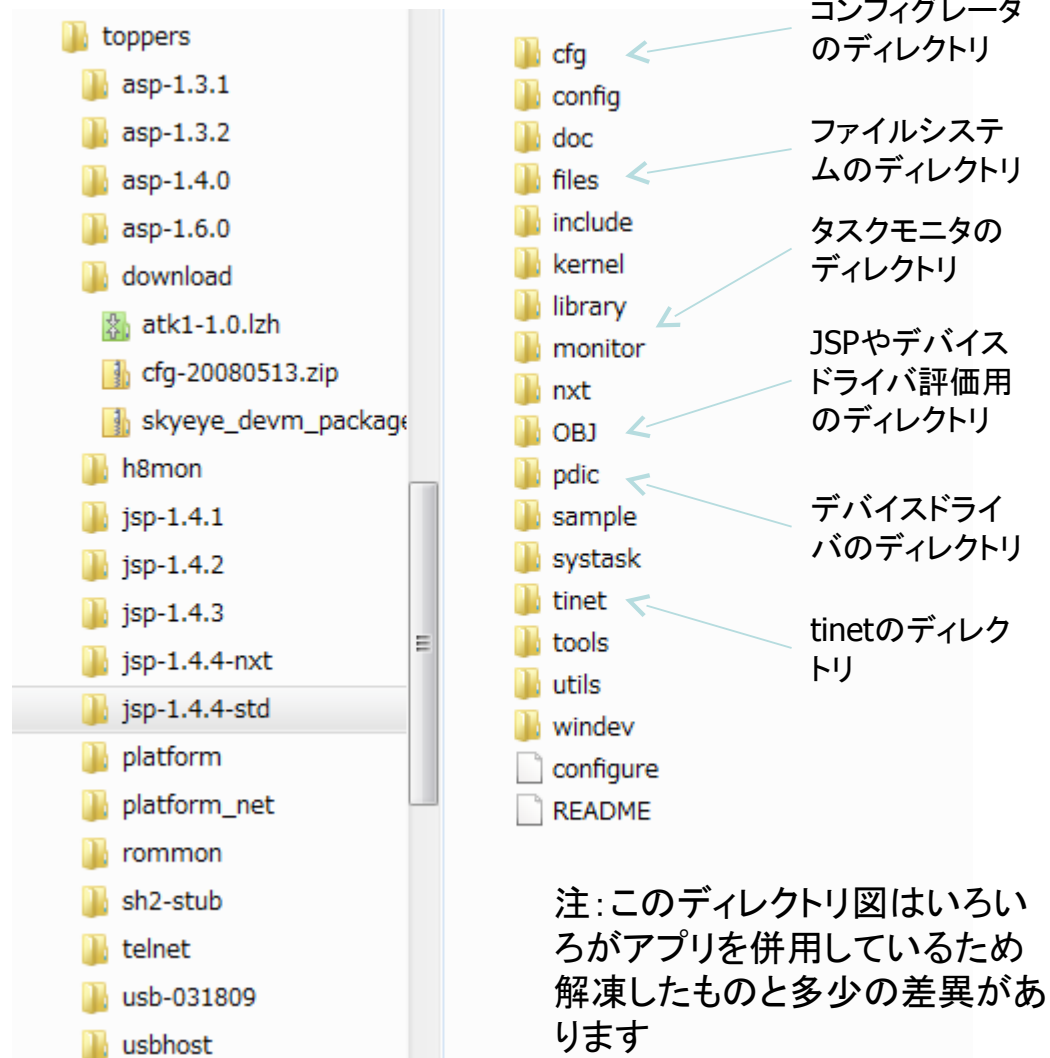
- 開発環境については、試行錯誤があったが、最終的にはETロボコンと同等の環境を選択した
  - Cygwin + GNUARM
- パソコン持ち込みの受講者には、この環境のインストールを前提とする
- パソコンレンタルの場合は、インストールしてからレンタルの形となる

# RS232Cによるデバッグ

- デバイスドライバの検証を行う場合、ボード上のデバッグが必要となる
- デバッグ手順は以下の流れとなる
  - FlashMagicにより、プログラムの書き込み
  - RS232Cのログ出力によるデバッグ
- 両方のツールとも、RS232Cを使用するため、RS232Cを持ったパソコンが必須となる
- Windows7の場合、64ビットシステムに対応したUSBシリアルが必要となる
  - 秋月電子製のUSBシリアル(900円)が64ビットドライバを持つことが分かっている

# プラットフォームを構成するソフトウェア部品

- デバイスドライバはpdicの下
- ミドルウェア: ファイルシステムはfilesの下
- ネットワークはtinetの下
- テストプログラムはOBJの下に配置される



LPC2388ボード上のデバイスで、今回システム構築に必要なデバイス  
ドライバーを紹介する

# デバイスドライバー

# RTCデバイスドライバ

- RTC用デバイスドライバをpdic/rtc上に用意した
- 実習ではRTC用テストプログラム  
OBJ/LPC2388/RTCを用いて確認を行う

書式	機能	返り値
void rtc_isr0(void);	RTC割込みハンドラ	なし
void rtc_init(VP_INT exinf);	RTC初期化関数	なし
ER lpc23xx_rtc_start(VP_INT func);	RTCスタート設定	E_OK
ER lpc23xx_rtc_terminate(void);	RTC終了設定	E_OK
ER lpc23xx_rtc_set_time(struct tm2 *pt);	日時設定	E_OK/E_PAR
ER lpc23xx_rtc_set_alarm(struct tm2 *pt);	アラート設定	E_OK/E_PAR
ER lpc23xx_rtc_get_time(struct tm2 *pt);	日時取得	E_OK/E_PAR
ER lpc23xx_rtc_set_event(struct tm2 *pt);	インクリメント割込み設定	E_OK/E_PAR

## MCIデバイスドライバ

- MCIドライバーとしてpdic/mci、MCIで用いるDMAコントロール用のドライバをpdic/dmaに用意する
- MCIテストプログラムをOBJ/LPC2388/MCIに用意する
- MCIテストプログラムはSDカードコマンドを用いて、SDカードと通信を行い、セクターのREAD/WRITEを行う
- 実習では、SDカードのセクターを読み出し、FATシステムと合致するかの確認を行う

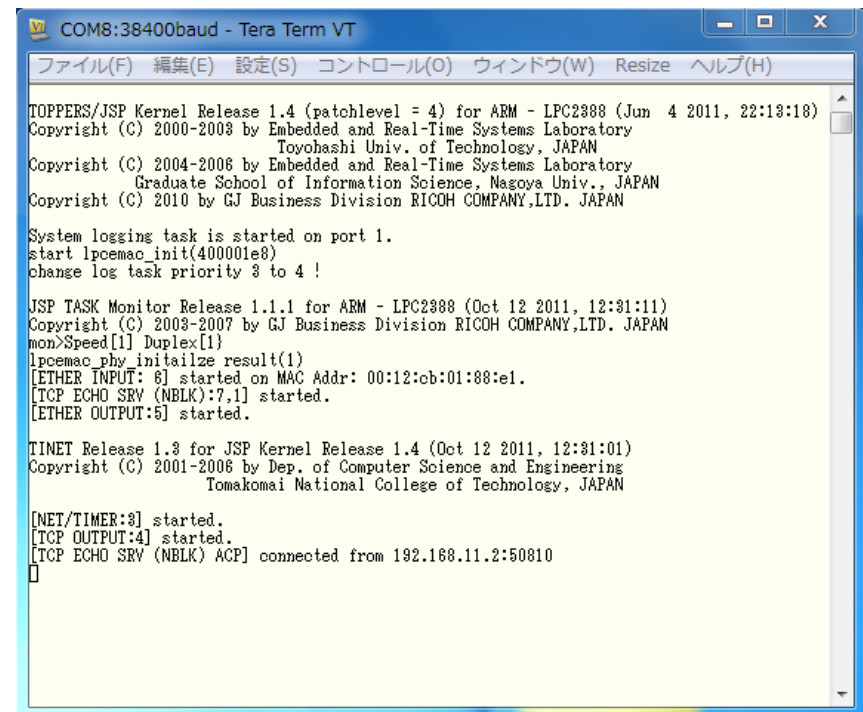
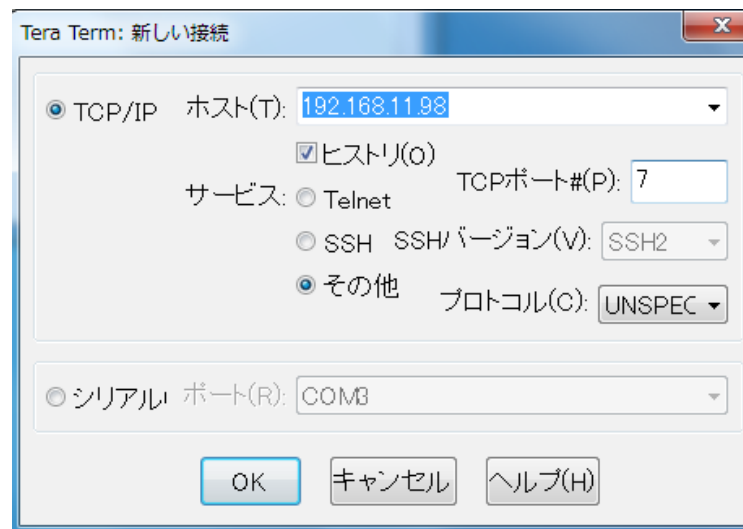
# ETHERNETドライバー

- ETHERNETドライバーはtinet/netdev/lpcemacに用意した
- TINETのETHERNETドライバーインターフェイスとLPC2388-EMAC用プログラムを比べることにより理解を深める
- ドライバーのテストはTINETに付属したアプリケーションを用いて行う



# エコーサーバーの接続: TeraTerm

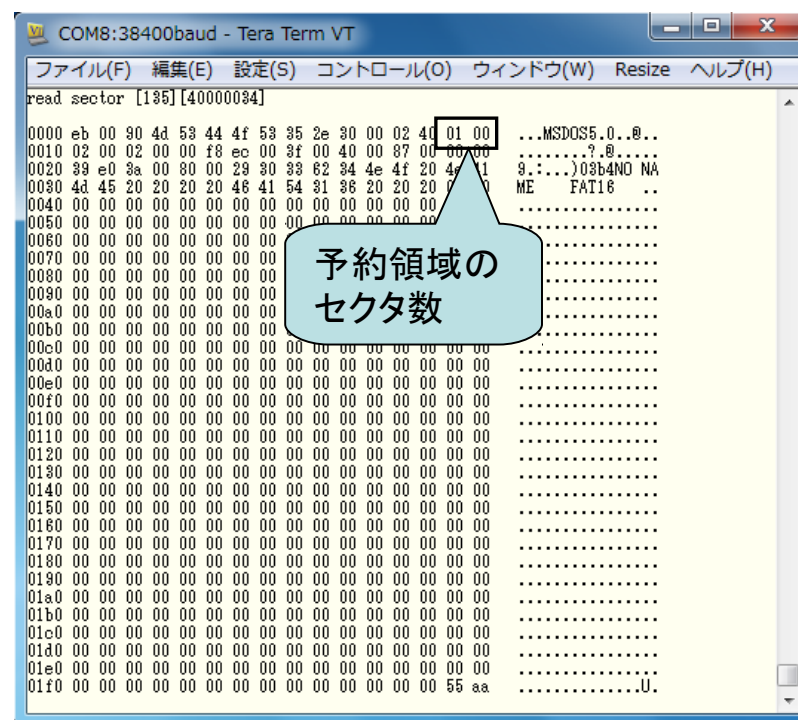
- TeraTermを起動し、新しい接続からTCP/IP:サービス・その他:TCPポート#・7を選択する
- 接続後、TeraTermの192.168.11.98:7-Tera Term VTから文字を入力するとエコーバック表示される



# ミドルウェア

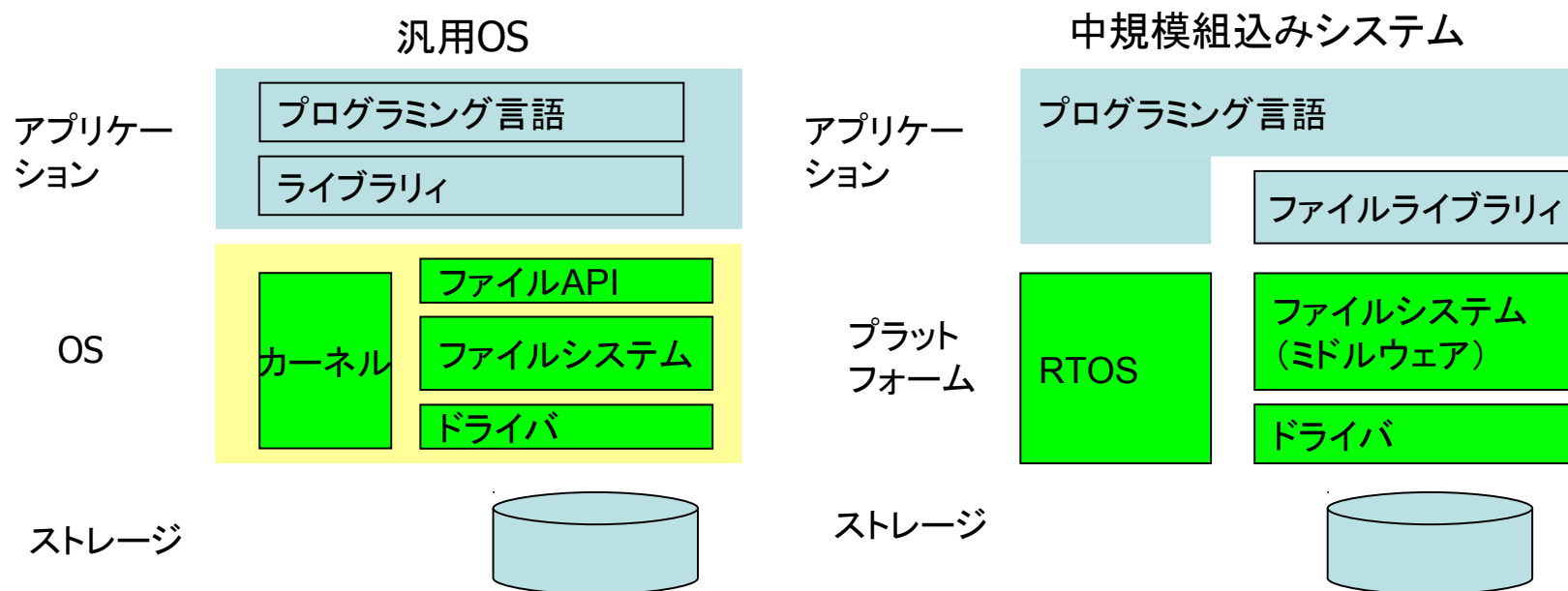
# FATFS

- ファイルシステムとしてFATFSを使用した
- FATFSの説明だけではなく、FATファイルシステムの説明も行っている
- 実習ではBPBやFATのDUMP確認を行う



# ファイルライブラリ

- 教材のプラットフォームではファイルシステム（FATFS）の上位にファイルライブラリを配置し、アプリではC89準拠のファイル関数を用いてファイル操作ができるようにしている



# TINET

- ネットワークのミドルウェアとしてTINETを使用する
- この章では、TCP/IP、ITRON TCP/IP仕様の講義を行い、TINETの概要を説明する
- ETHERNETドライバーの検証としてTINETに添付されたECHOサーバーを使用する
- 実習として、DHCPモジュールを用いて、DHCPによるIP取得処理の拡張を行う

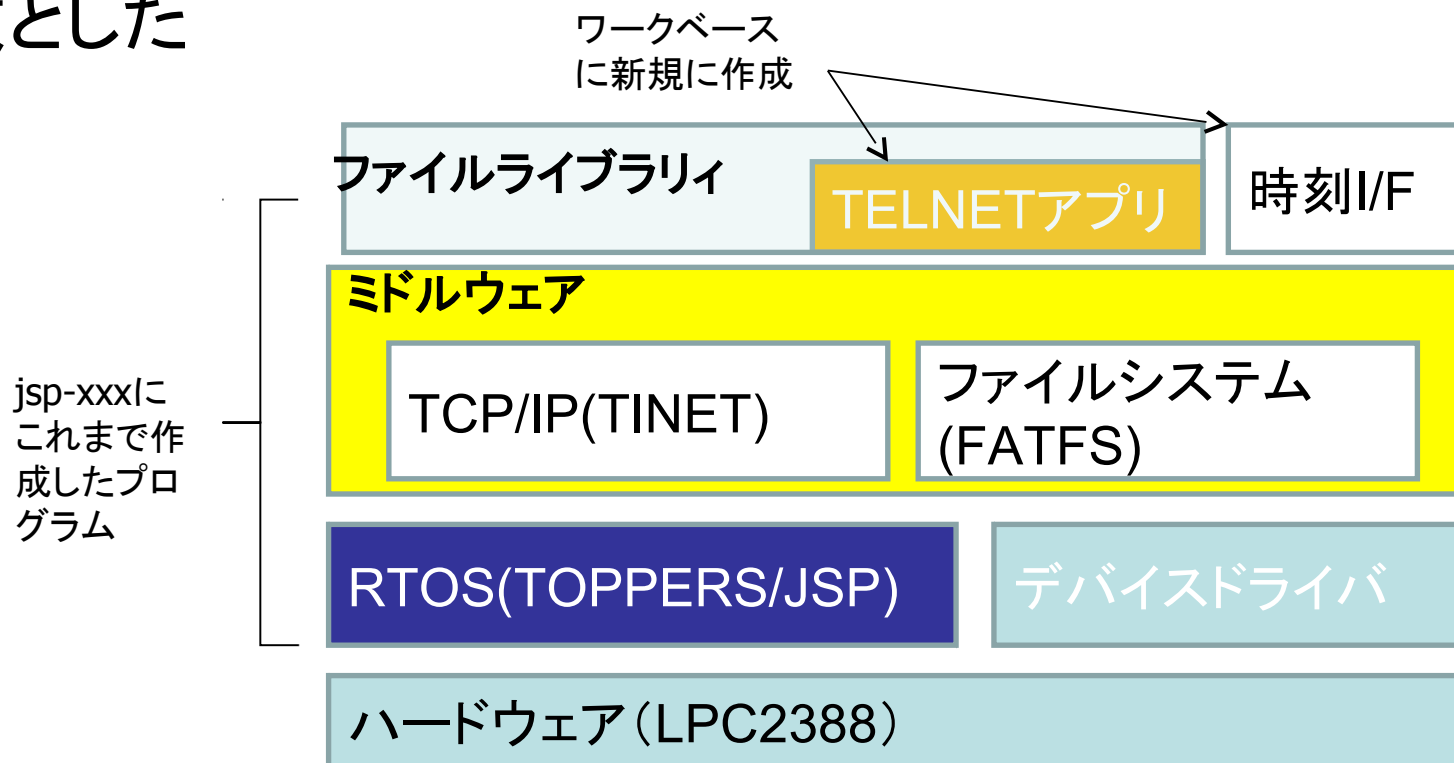
# 組込みプラットフォーム

# API

- タイマーAPI
  - POSIX互換のAPIとする
- ファイルシステムAPI
  - FATFS上にファイルライブラリを配置し
  - C89、C99、POSIX準拠のAPIとした
- ネットワークAPI
  - ITRON TCP/IP仕様とした
  - 但し、TELNETのAPIは標準入出力

# 組み込みプラットフォーム

- プラットフォームの構造図、telnetアプリはプラットフォーム側に置き、アプリケーションとのインターフェイス(API)はprintf文やgetchar文のような標準入出力関数とした





# 組込みシステムの構築

# UNIX型コマンド

- 基本実装ではファイル管理のために以下のコマンドを用意した
- 実習では、リダイレクションやシェルコマンドが容易に拡張可能なことを体験する

コマンド	コマンドの処理内容
date	日時の設定、表示を行う
cd	カレントディレクトリを変更する
ls	ディレクトリ上のファイルリストを表示する
cat	ファイルをテキスト表示する
echo	以下の入力データをエコー表示する
mkdir	ディレクトリを作成する
rmdir	ディレクトリを削除する
rm	ファイルを削除する

## まとめ

- 今回の課題の組込みシステムではTELNETに似たアプリ構築を目指した
- APIを限りなくUNIXに似た環境に合わせることで、アプリケーション構築の難易度が下がること、パソコン上のアプリ開発感覚で開発が可能なことを、実装をもって体験できる設定とした
- 組込みプラットフォームは高度の信頼性と、ある程度の汎用性を求められる
- ハードウェアに特化した部位を局所に集約することにより、全体の複雑度を低下させ、システムの分業開発を可能にするためには必須の手法である