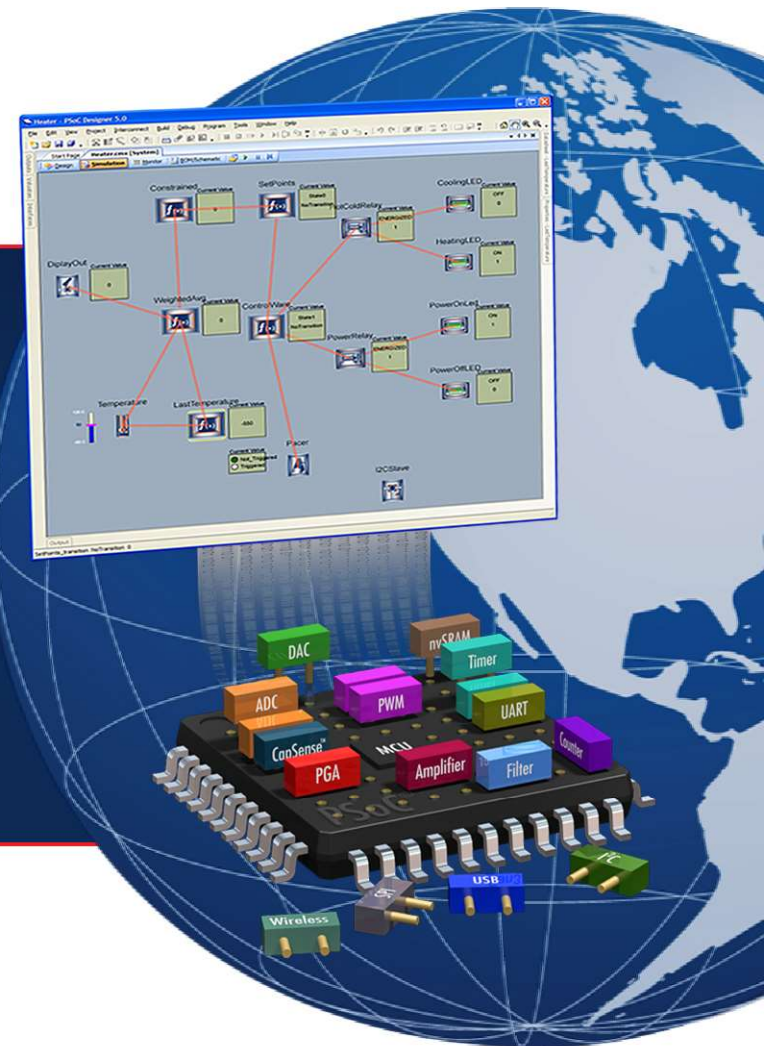




PSoCの概要

PSoC1 Overview for PSoC Experiment Lab

Overview for Experiment Course Material 1 V2.20
December 23rd, 2019
EM1.pptx (31 Slides)
Renji Mikami



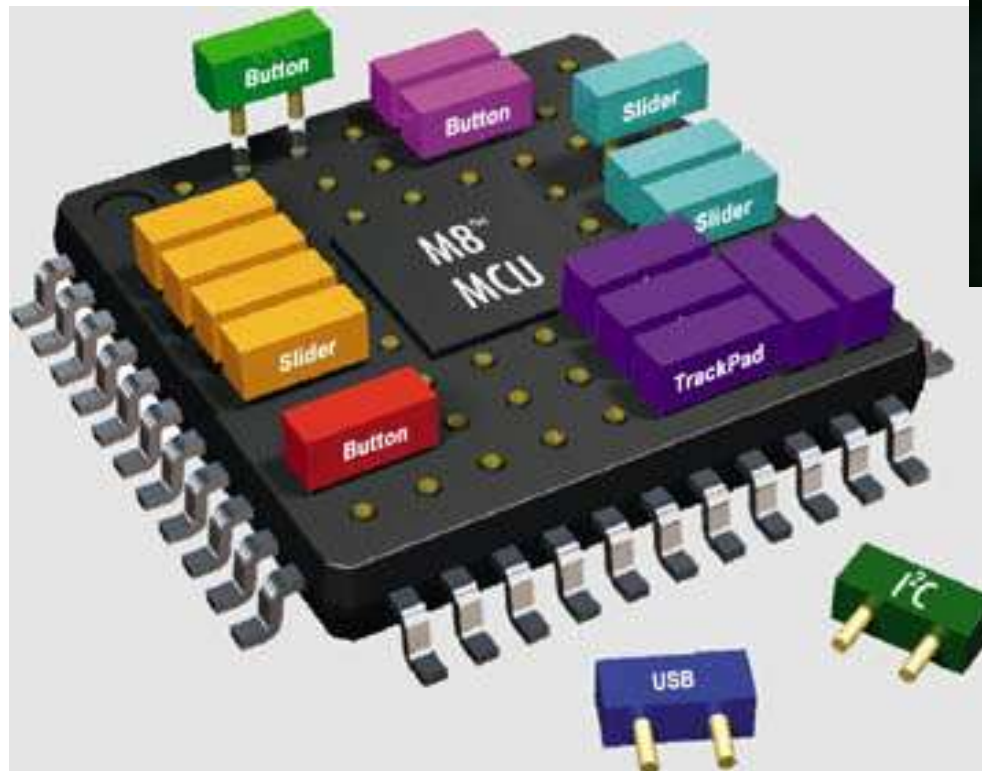
ミックスト・シグナル・システムLSI-PSoC

MCUのプログラムで、 デジタルやアナログのハードウェアを 自由に変更できるシステムLSI

- マイコンを動かしながらハードウェアを変えることができます。回路はすべてチップの中に入っています。
- 2002年発表,2003年から出荷開始
- すでに2億5,000万個の出荷実績
どのようなところに応用されているだろうか。

PSoCによる静電容量センシング

Integrate Buttons, Touch Pads, Sliders and Proximity Sensing

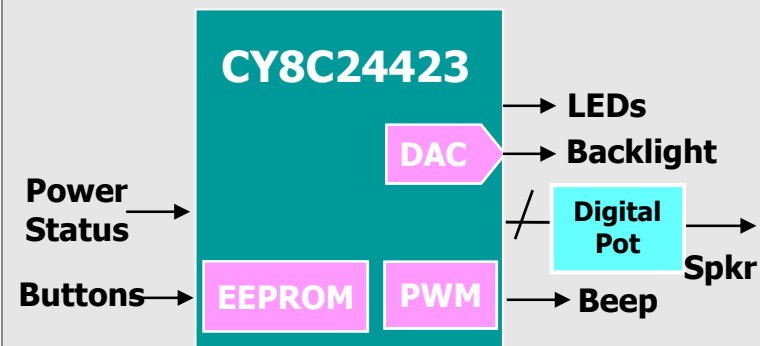


ソフトウェアでキャリブレーション、調整容易

ニンテンドー Game Boy Micro

• Product Specifications

- Height: 2"
- Width: 4"
- Depth: 0.7"
- Weight: 2.8 ounces
- Memory (RAM): 32kB, 256kB external
- CPU: 32-bit RISC (16.78MHz)
- Screen: 2" diagonal TFT LCD
- Resolution: 240 x 160 pixels
- Colors: 512 out of 32,000 max
- Power: Li-Ion Rechargeable Battery
- Battery Life: 10 hours

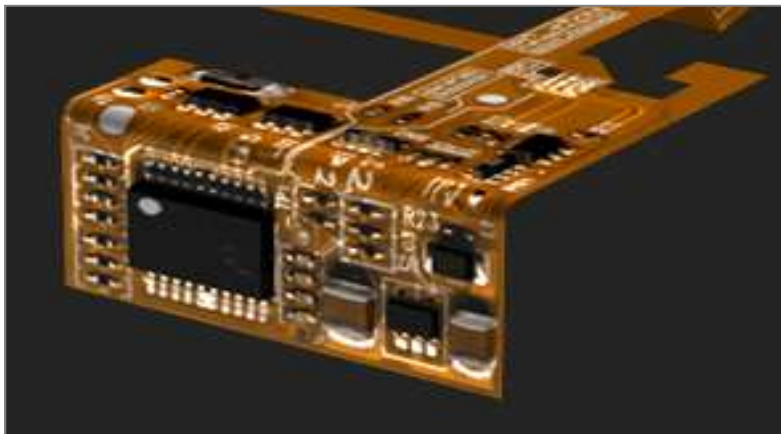


PSoC 機能

- DAC Controls Backlight
- Volume Control
- Drives LEDs
- PWM drives audible "Beep"
- EEPROM stores Luminance & Volume

Adidas インテリジェント パフォーマンス - PSoC

- **Product Specifications**
- Magnetic Sensor in the heel
- Compression is measured 1000/sec
- Measures running speed and terrain
- Integrated Motor with closed loop control
- Adjusts spring & cushion
- Adapts to each individual runner's needs
- PSoC module provides 153% more torque
- ***Unparalleled running performance***
- ***The world's smartest running shoe***



PSoC 機能

- Interface to magnetic sensor
- Calculate compression & speed
- Closed loop motor control
- Torque and speed control

Pentax Optio A10

Image Stabilization by PSoC

• Product Specifications

• The A10 is the 'flagship model' of Pentax's new Optio line of DSCs

- Retail price - \$350
- 8 Megapixel CCD
- Shake Reduction (SR) system
- **(powered by PSoC)**
- Compact size (88.5 x 54.5 x 23mm)
- Lightweight (125 g)
- 2.5 inch LCD monitor
- USB 2.0 compatible
- 24MB built-in memory



PSoC 機能

X48 Gain on 2 Gyro inputs

Low Pass Filter

8-bit, 10Ksps A/D on 2 channels

Drives motor with 32KHz PWM Signal

大学や教育機関での活用

慶応大学 生体情報システム



Keio Univ. Brainwave Control System using PSoC.

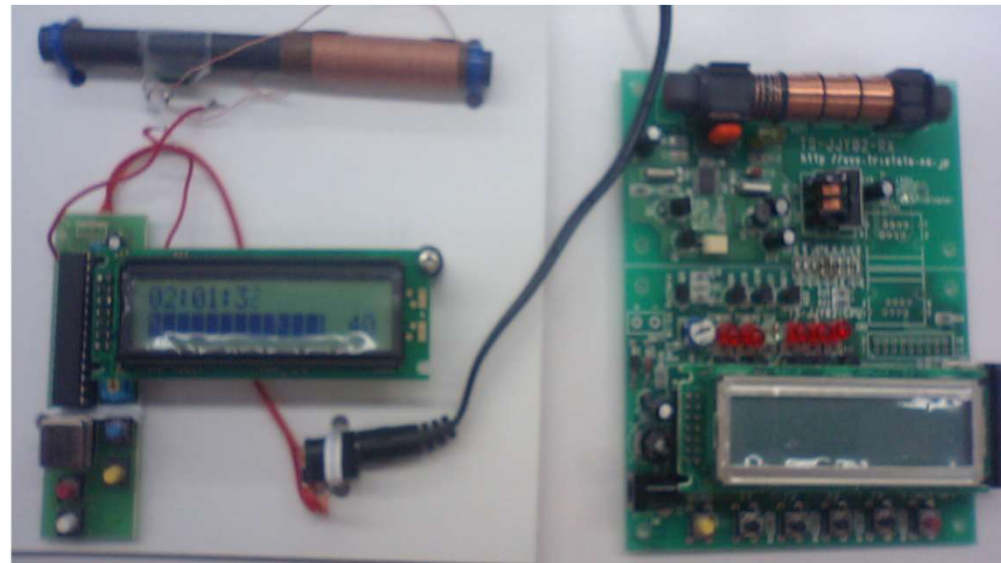
Second Life brain control demo.

Head gear catch brainwaves, process data and control PC.

System transforms “THINKING” to “ACTION” in virtual world.

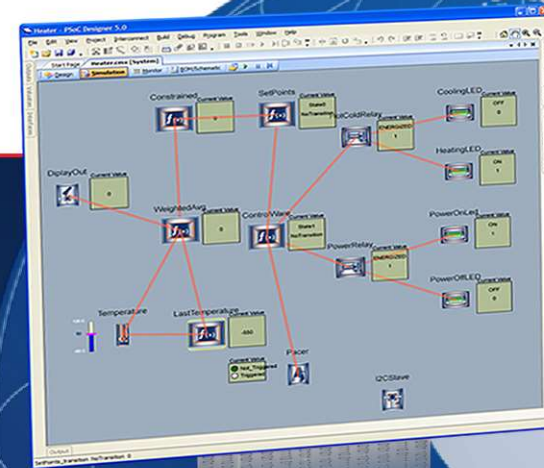
Advanced HID by PSoC.

- PSoCによるキット(左) 従来型の製作キット(右)
- PSoC電波時計は日本電子専門学校で開発, 同校の体験入学で製作実習に使用
- 同等のキットでPSoC電波時計組み立て教室(中学生対象)をアルプスあずみの公園にて開催(*)

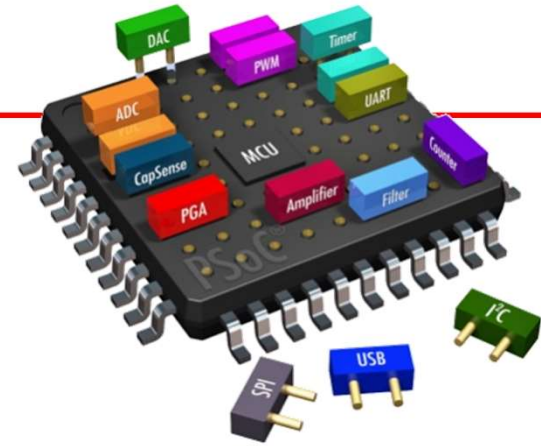


PSoC の概要

機能と特徴



PSoCの特徴



Programmable
System
on
Chip

プログラマブル・ミックス
・シグナルLSI

1. ASIC(特定用途向けセミカスタムLSI)的機能

アナログ・デジタル混載のカスタムICを1個から開発
開発費, マスク, イニシャルコスト不要
Flashプロテクト機能によるリバースエンジニアリング対策可能

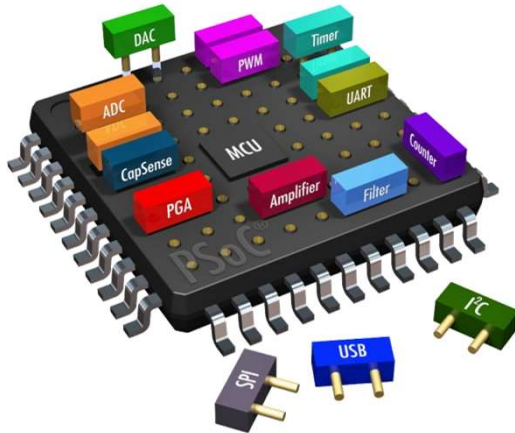
2. マイコンの機能

ユーザーが必要とするペリフェラルのみ搭載したオリジナルマイコン
1品種で多品種への展開が可能

3. CPLD・FPGA的機能

内蔵ハードウェア回路はダイナミックに再構成することができる
内蔵ハードウェア回路はアナログ・デジタル共に独立動作可能
アナログ・デジタル回路は相互配線可能

PSoC の主な機能 – コア・ペリフェラル



M8C Microcontroller

Same core used in Cypress
USB

Flash memory

4KB to 32KB for program
storage

SRAM

256B to 2KB for data storage

Configurable Analog Blocks

- Implement ADCs, DACs, filters, amplifiers, comparators, etc.

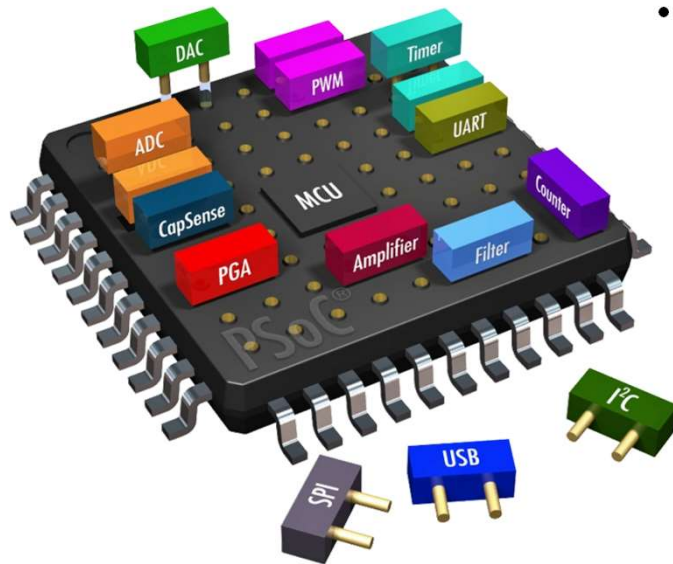
Configurable Digital Blocks

- Implement timers, counters, PWMs, UART, SPI, IrDA, etc.

PSoCの主な機能 – I/O

1. 信号入力

- シンク電流25mA
- プログラマブル・アクティブフィルタ回路(LPF, BPF)
- センサインタフェース(可変ゲインアンプ, 差動入力アンプ, 閾値可変コンパレータ回路)
- 3種類のADコンバータ(最大4回路)



2. 信号処理

- M8 Microcontroller Core
- 積和演算器

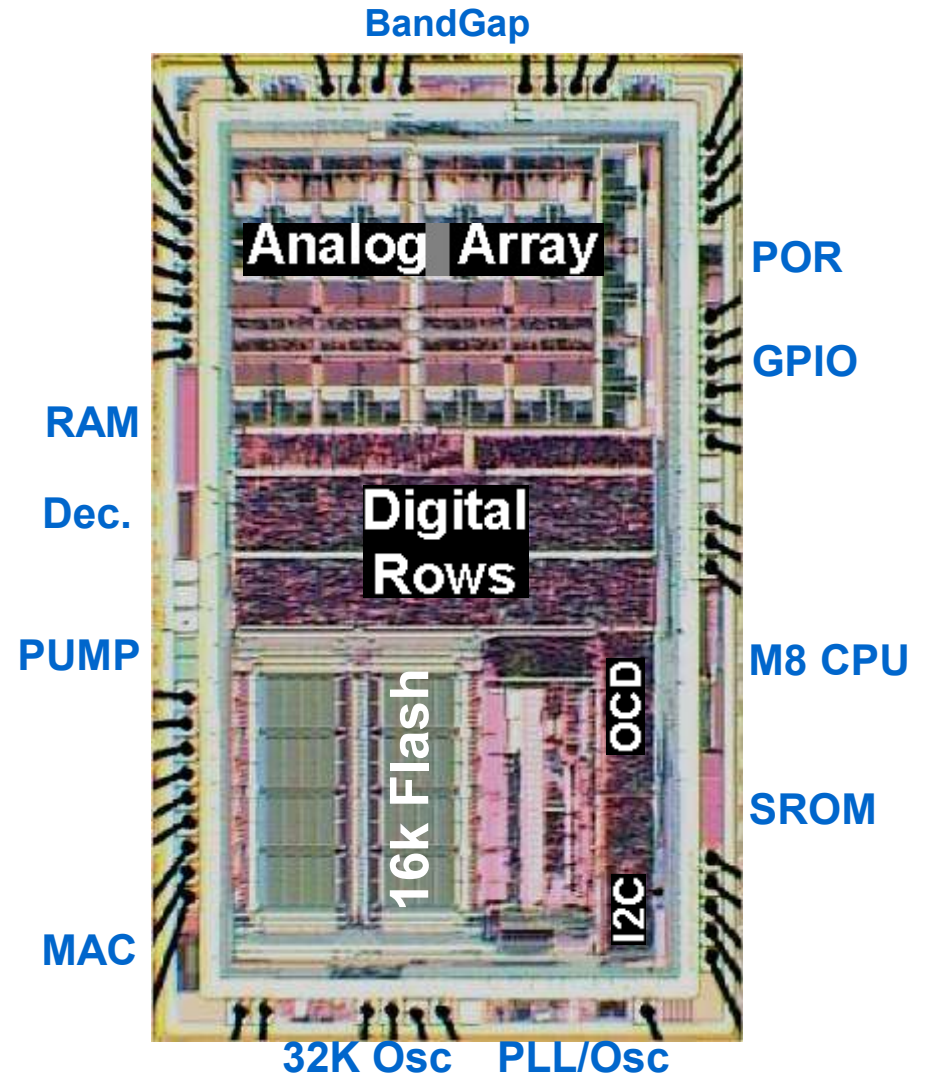
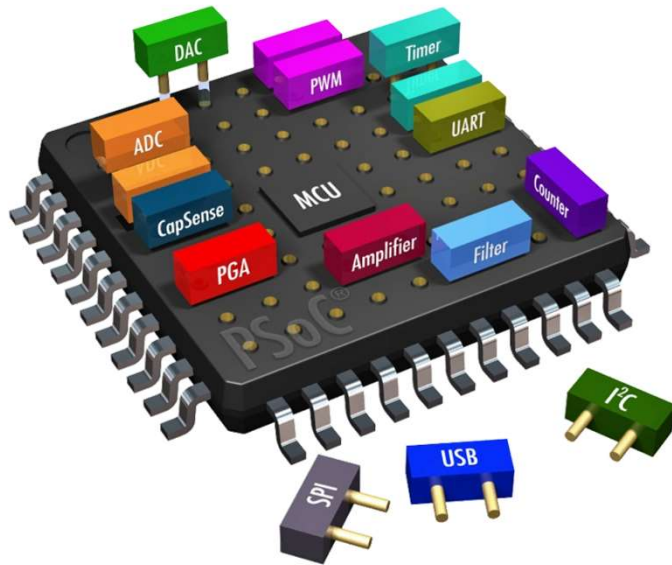
3. 信号出力

- ソース電流10mA
- 最大16個のPWMs, Timers, Counters
- 6/8/9-bit DAコンバータCs

4. ペリフェラル

- EEPROM
- Sleep Options
- Watch Dog Timer
- Low voltage detect

アナログ・デジタルブロックアレイ



CY8C27XXX – PSoC 1208

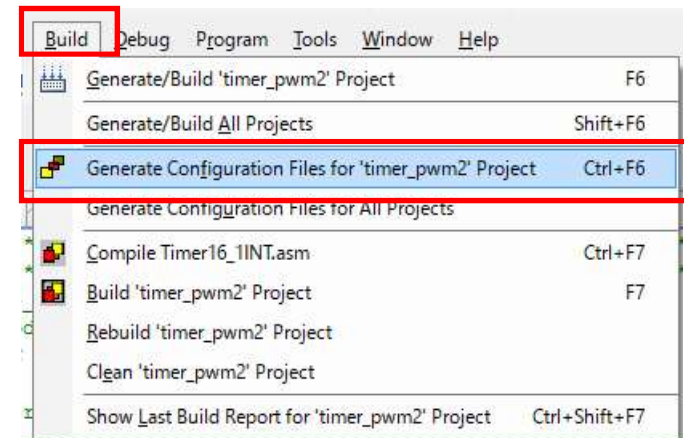
API – C言語からハードウェアを使う関数

```
void main()  
{  
  
    LCD_Start();  
    LCD_PrCString("Hello PSoC!");  
  
}
```

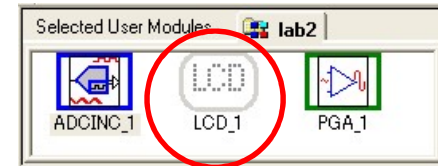
外部ハードウェアをソフトウェアから制御するためには、**API** 関数を使用します。
API- Application Program Interface

システムのGUI設定を行い**Generate Config** を実行すると必要なAPI が自動生成されます
User_Module名_Start();でハードウェアが使用可能になります。

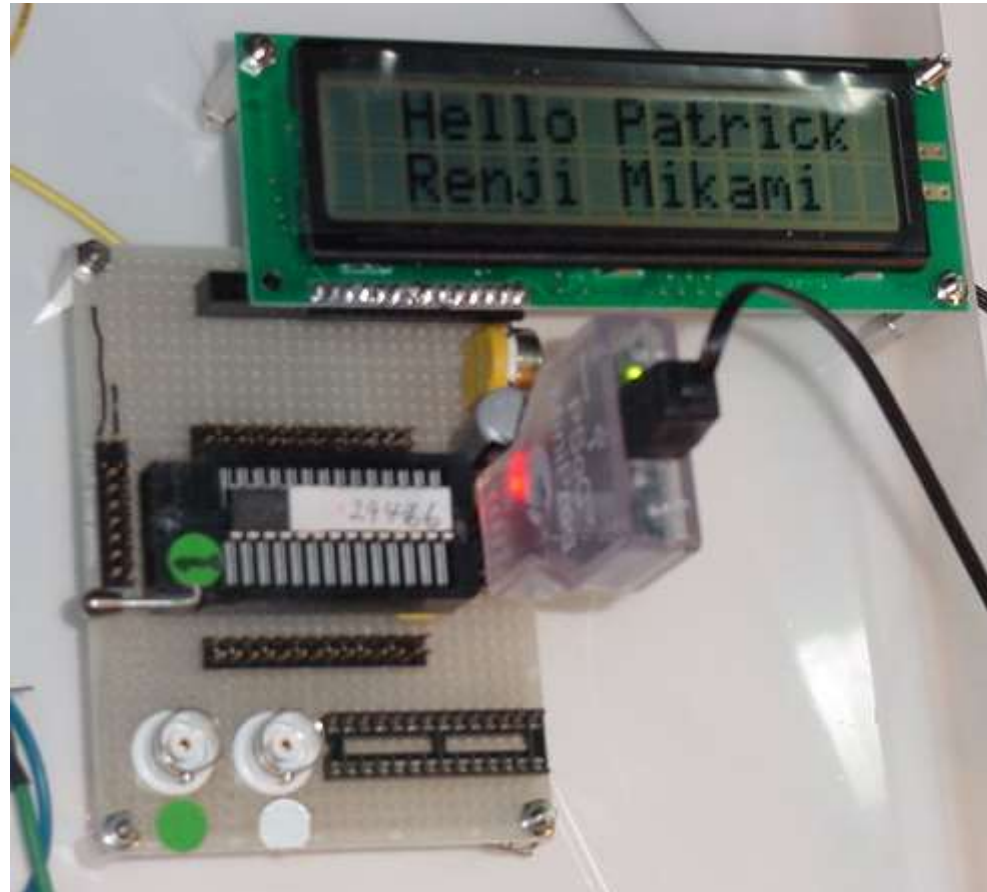
API関数を使ってLCDディスプレイにHello PSoC!と表示するには上記のよう
に記述します



Hello PSoC!

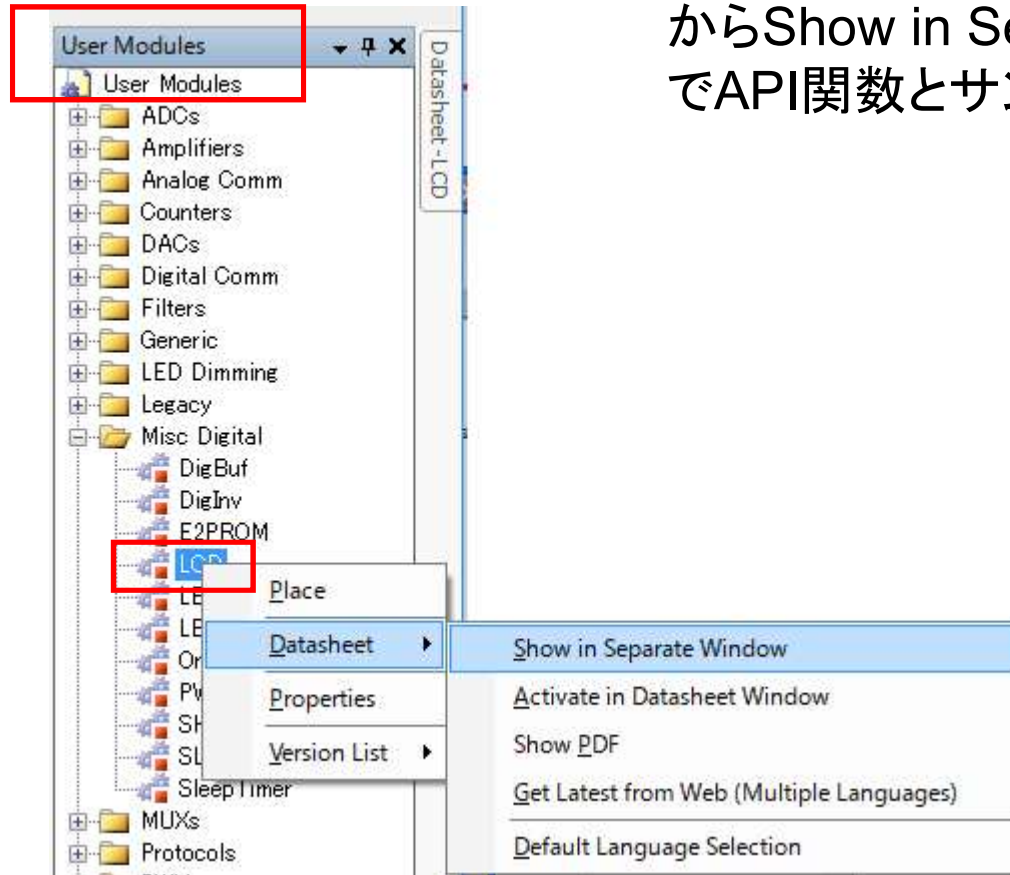


LCDモジュールへの表示例



ユーザーモジュールで使用できるAPI

- ユーザーモジュールを選びDatasheetからShow in Separate Window表示でAPI関数とサンプルCコードが見れる



Datasheet Window表示

The screenshot shows the Datasheet - LCD window. The title bar reads "Datasheet - LCD". The main content area displays the "Character LCD Datasheet" for "LCD V 1.60". The table below shows resources and pins for various device models.

Resources	PSoC [®] Blocks			API Memory (Bytes)		Pins (per External I/O)
	Digital	Analog CT	Analog SC	Flash	RAM	
CY8C29/27/26/25/24/22/21xxx, CY8C23x33, CY7C603xx/64215, CYWUSB6953, CY8C20x34, CY8CLED02/04/08/16, CY8C21x45, CY8C22x45, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28xxx, CY8C21x12						
Bar Graph Enabled	0	0	0	646	0	7 from One Port
Bar Graph Disabled	0	0	0	434	0	7 from One Port

For one or more fully configured functional example projects that use

Datasheet Window内のAPI表示

Application Programming Interface

The Application Programming Interface (API) routines are provided as part of the user module to allow the designer to deal with the module at a higher level. This section specifies the interface to each function together with related constants provided by the "include" files.

Note: In this, as in all user module APIs, the values of the A and X register may be altered by calling an API function. It is the responsibility of the calling function to preserve the values of A and X before the call if those values are required after the call. This "registers are volatile" policy was selected for efficiency reasons and has been in force since version 1.0 of PSoC Designer. The C compiler automatically takes care of this requirement. Assembly language programmers must ensure their code observes the policy, too. Though some user module API function may leave A and X unchanged, there is no guarantee they may do so in the future.

For Large Memory Model devices, it is also the caller's responsibility to preserve any value in the CUR_PP, IDX_PP, MVR_PP, and MVW_PP registers. Even though some of these registers may not be modified now, there is no guarantee that will remain the case in future releases.

Here are the API programming routines provided for the LCD User Module:

Basic Character LCD Functions

LCD_Start

Description:

Initializes LCD to use the multi-line 4-bit interface. This function should be called

C Prototype:

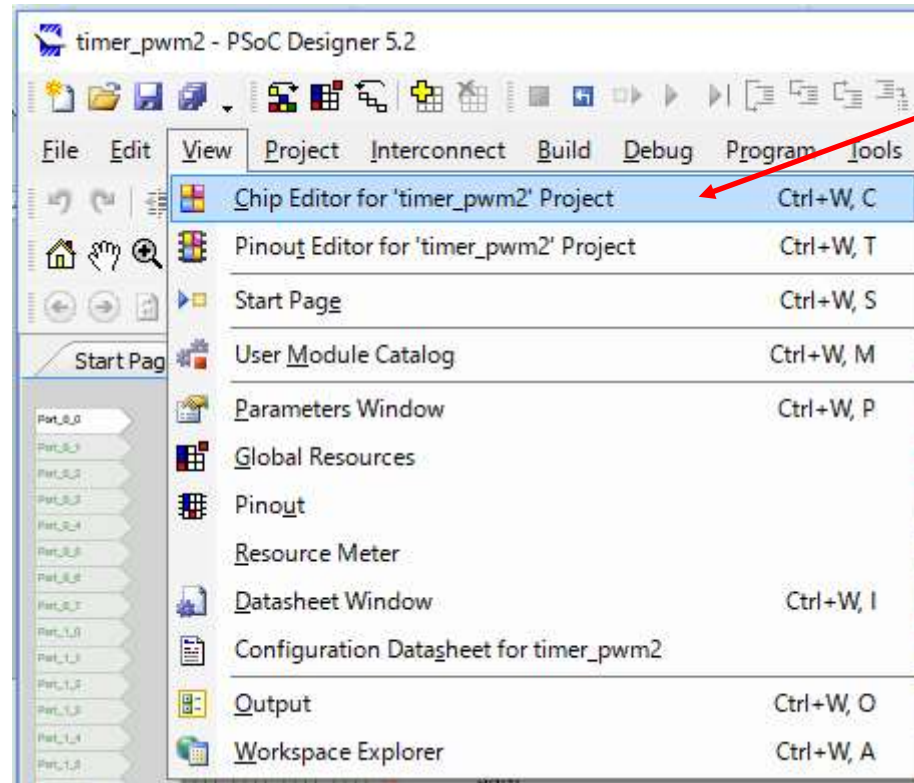
```
void LCD_Start(void);
```

Datasheet Window

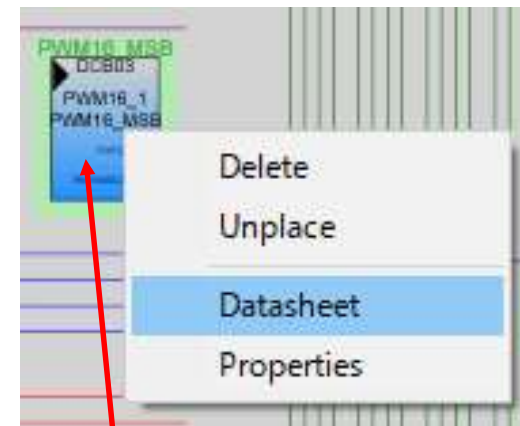
Resources	PSoC [®] Blocks			API Memory (Bytes)		Pins (per External I/O)
	Digital	Analog CT	Analog SC	Flash	RAM	
CY8C29/27/26/25/24/22/21xxx, CY8C23x33, CY7C603xxx/64215, CYWUSB6953, CY8C20x34, CY8CLED02/04/08/16, CY8C21x45, CY8C22x45, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28xxx, CY8C21x12						
Bar Graph Enabled	0	0	0	646	0	7 from One Port
Bar Graph Disabled	0	0	0	434	0	7 from One Port

For one or more fully configured, functional example projects that use

Chip Editor からユーザーモジュールを データシートを開ける



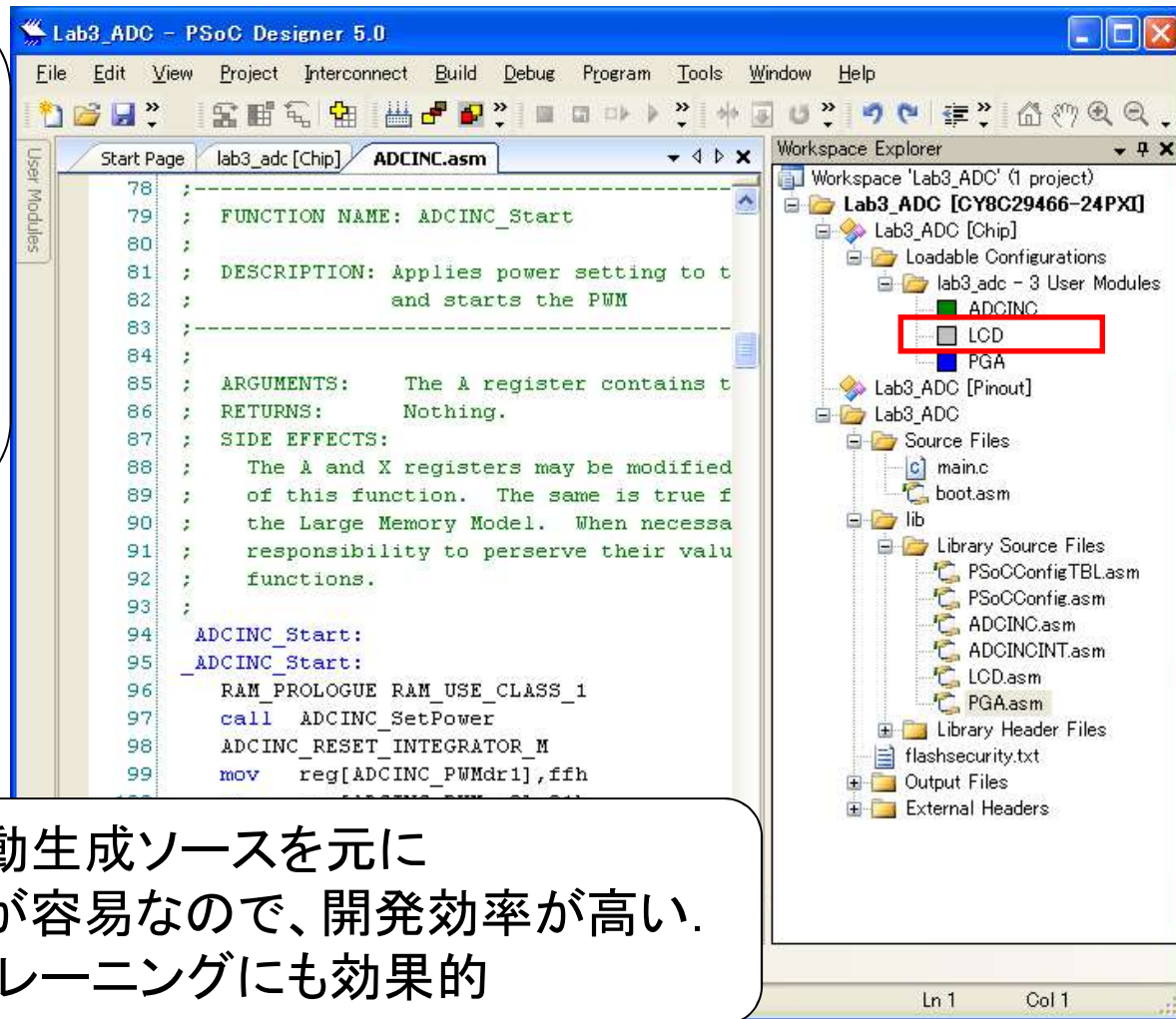
Chip Editorを開く



ユーザー・モジュールを
右クリックしても
Datasheet Windowが
開ける

テンプレートやAPIのソースは自動生成

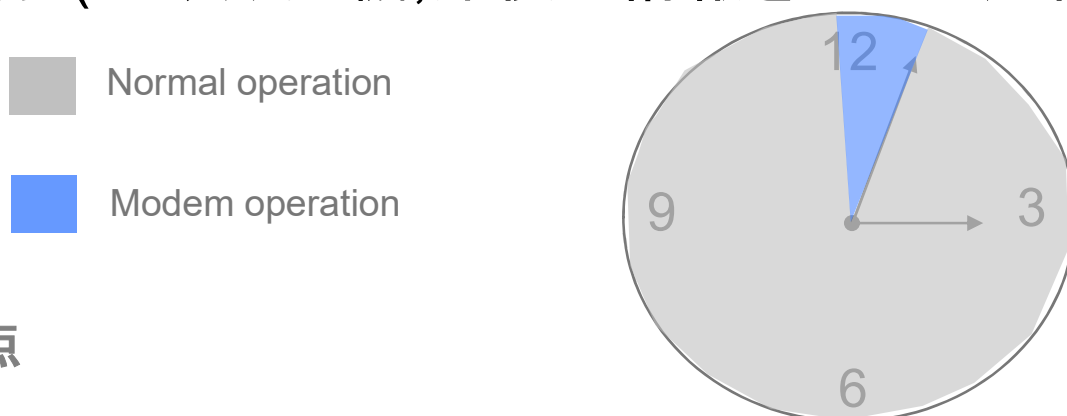
API の使用方法や
使用するときの
サンプルコードは
ユーザーモジュールの
データシートに記載
されているので
拡張、修正が容易



API の自動生成ソースを元に
修正、関数の追加などが容易なので、開発効率が高い。
ビギナーのトレーニングにも効果的

ダイナミック リコンフィギュレーション 応用例

- 内部リソースの再使用が可能
- マルチプル・ファンクション・セットにより、同一デバイスで時間帯による異なったハードウェア機能を実現(自動販売機,深夜に情報をモデム送信)

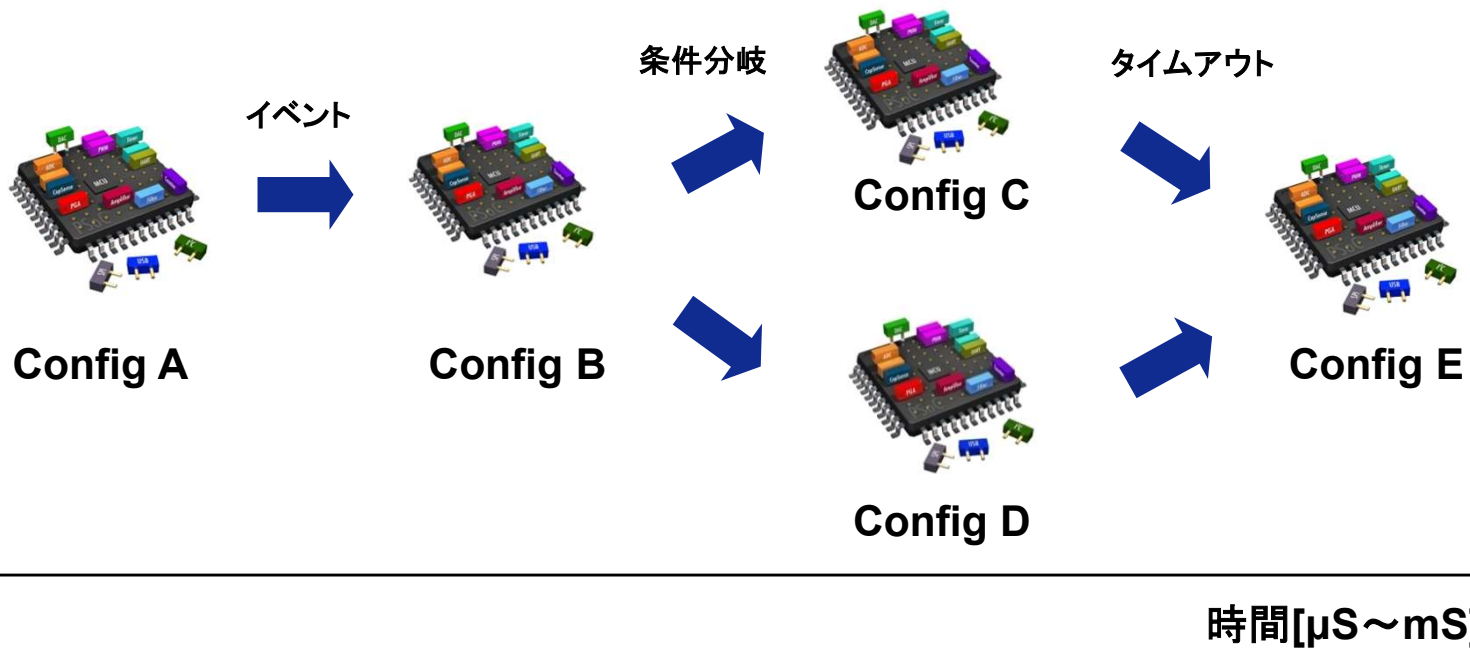


利点

- モデムインターフェース機能をハードウェアを再構成して使用するためにハードウェアリソース追加の必要がない
- 装置のオペラビリティが向上



ダイナミック・リコンフィグレーション機能



- PSoCに内蔵させるユーザーモジュールはブロック単位でダイナミックに再構成可能
- 構成情報はオンチップFlashに格納

ウルトラ・コース・グレイン型ミックスド・シグナル

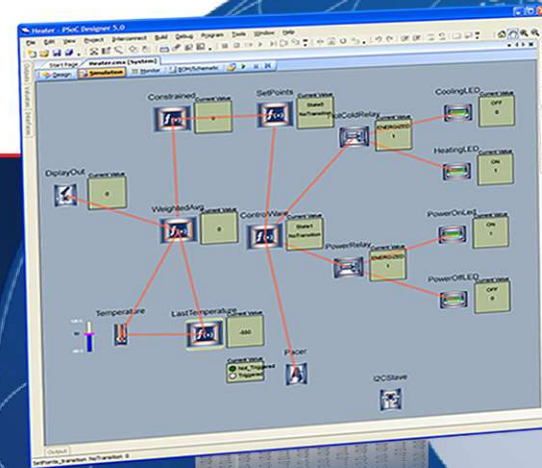
- 設計済みブロックの接続で回路を構築
 - 回路特性が配置配線に依存せず保証される
 - 機能固定ではなく自由に搭載機能を選べる
- 配線がシリコンに占める面積がほとんどない
 - ダイの効率が極めて高い
 - 手配線でもできる
- レジスタ値が全機能,全配線路を決定
 - レジスタ数はわずか512Byte(256Byte x 2バンク)
 - プロセッサで動作中にでもレジスタ値の書き換えが可能-きわめて容易なダイナミック・リコンフィギュレーション
- 低消費電力,低価格を実現
- 割り切った機能
 - あらゆる回路が作れるわけではない
 - 高精度、高速の処理には向かない

設計手法の比較

PSoC	FPGA
予め用意されたUMを選択,配線して回路を構築	HDL記述から任意の回路を,自動合成,配置配線で実現
UMやシステムレベルのパラメータ設定で機能仕様を調整	合成スイッチや制約条件で配線をコントロールする
任意回路を作れる訳ではないが,UMデータシート記載の特性が最初から保証される	任意回路を作れるが規模,動作速度やタイミングは自動設計終了時にわかる
Cまたはアセンブラで記述,モジュール間信号は回路図結線	HDLで記述,ツールを追加すればCなどの動作レベル記述可能
UMの使い方を理解する	HDL,合成スイッチ,制約条件記述を理解する

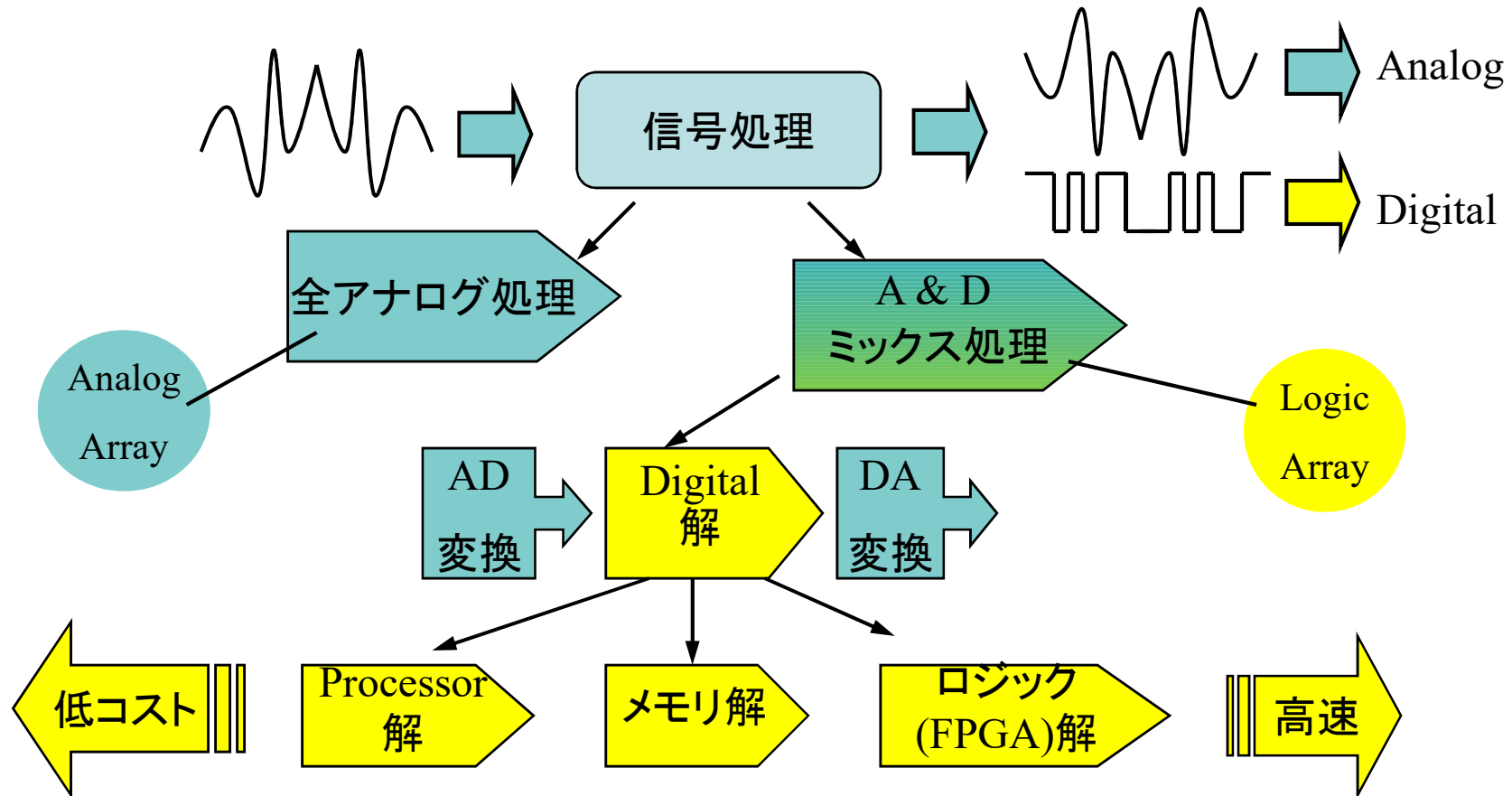
UM: User Module (設計の単位となるIPライブラリ的もの)

信号処理を例とした システムの実現の 考え方



信号処理や制御の多様なアプローチ

- アナログ, デジタル・エンジン, プロセッサの3方式と直列, 並列処理, 直並列ミックス, 多様なシステム構築解がある



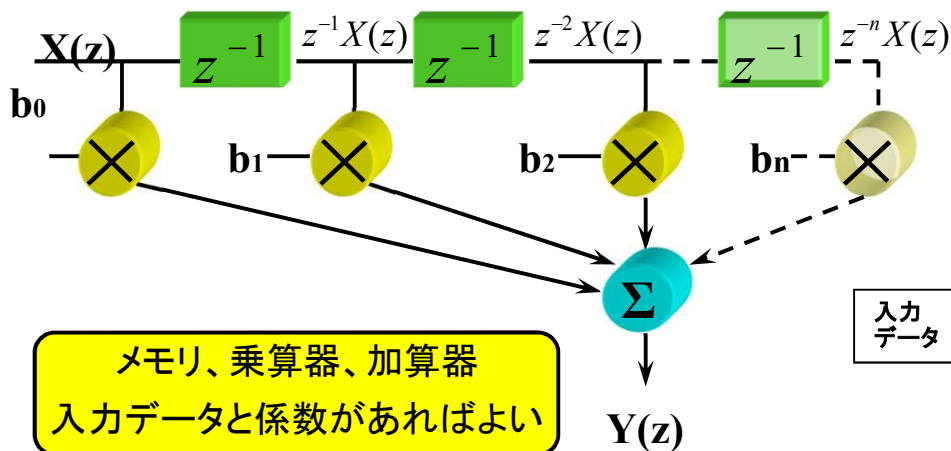
信号処理のデジタル実装解

スペック

Z変換 FIR Filter一般式の例

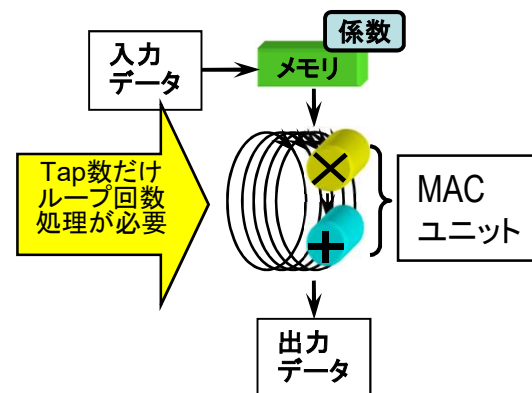
$$Y(z) = b_0 X(z) + b_1 z^{-1} X(z) + b_2 z^{-2} X(z) \dots$$

$$= (b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} \dots) X(z)$$

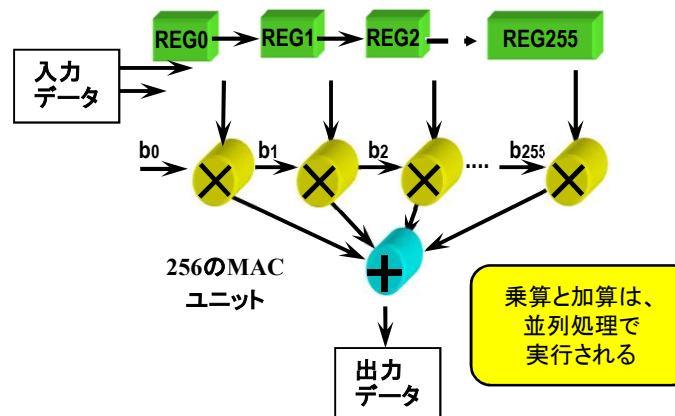


Processor
解

DS Processorの処理

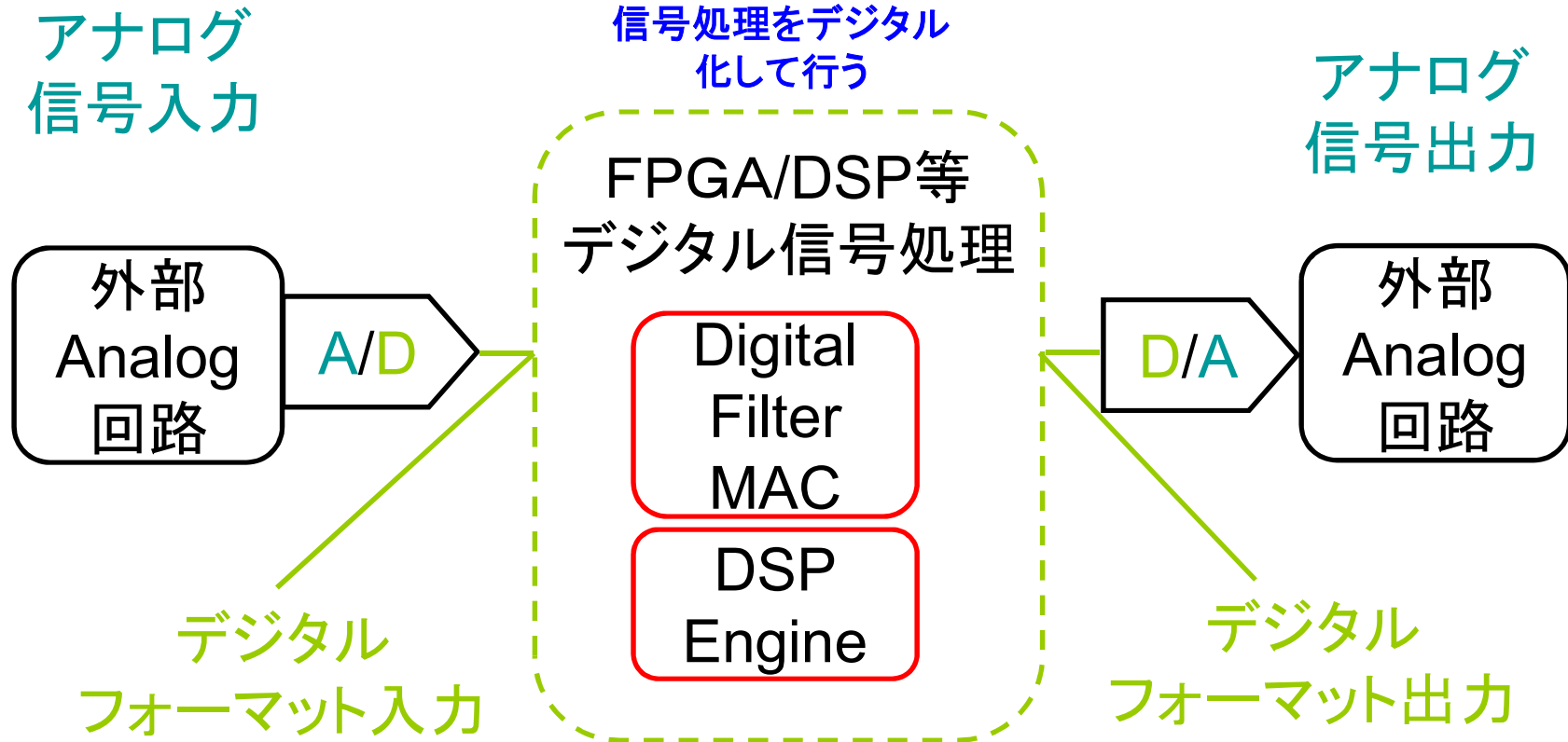


ハードロジックによる並列処理



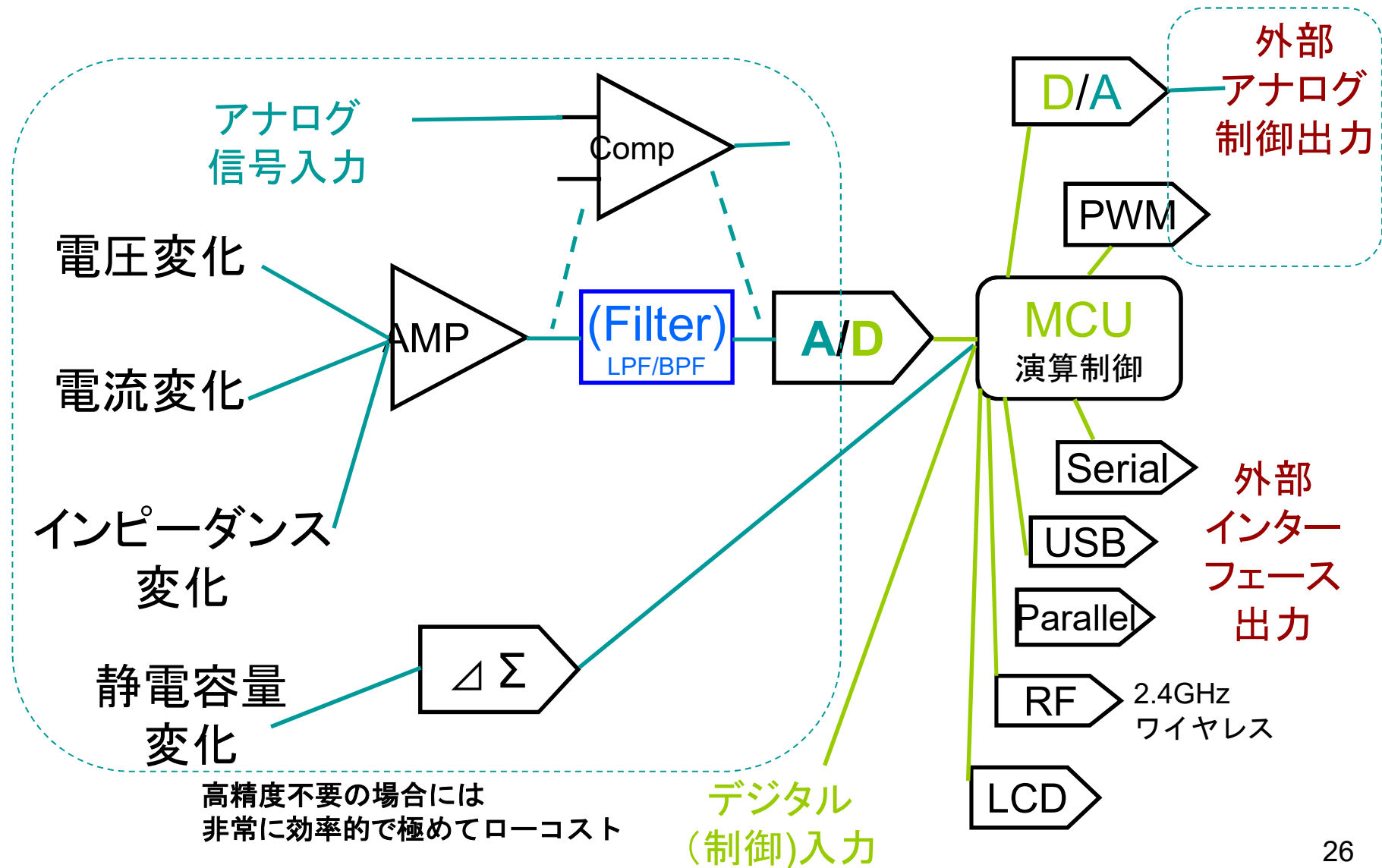
デジタル信号処理の考え方

現代のデジタル・コンバージェンスでは信号処理をA/D変換後にすべてデジタルで行う方向に向かっている。この方法は元来膨大なハードウェアのバックグラウンドと高精度のD/AやA/Dが前提となるがLSIの高集積化によって実用領域になってきたという経緯がある



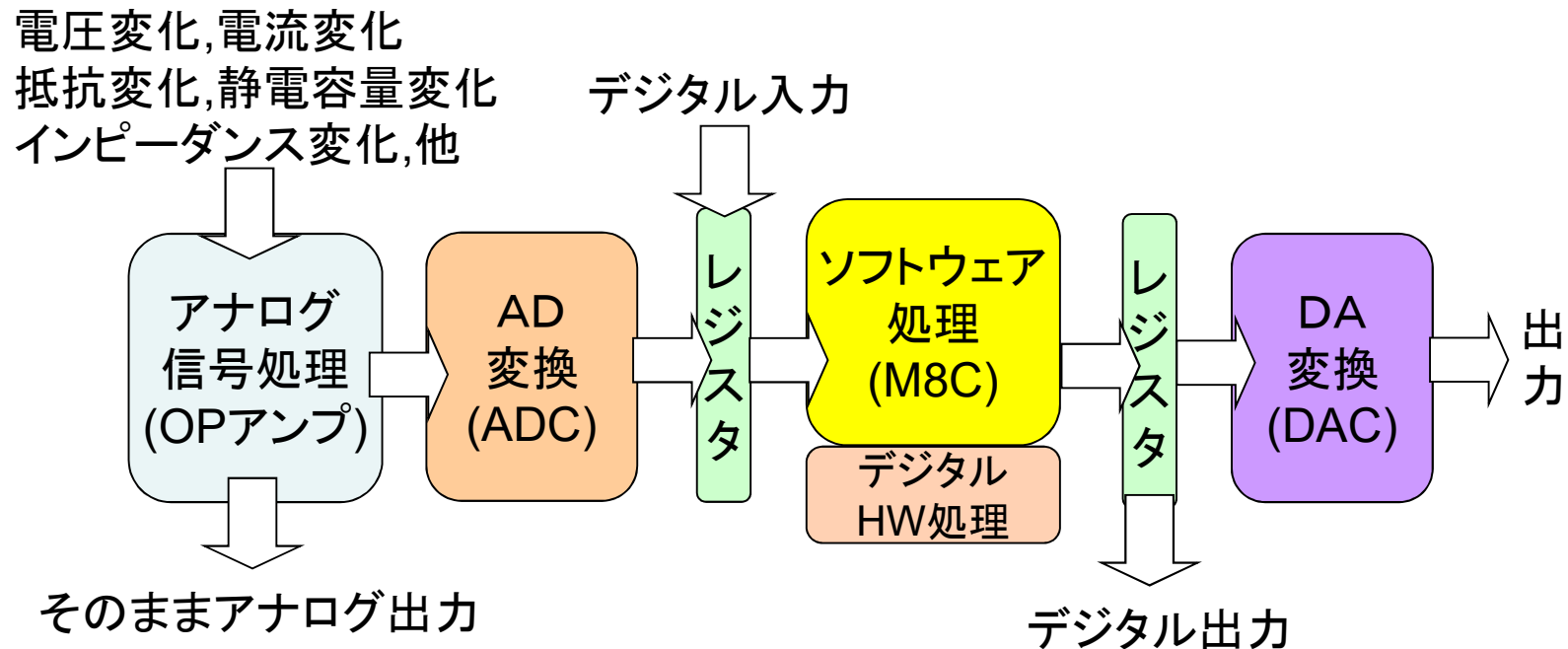
入口と出口はアナログが存在していることに注意

PSoCでは信号処理を前工程(アナログ処理)に移動



PSoCによる処理工程

- 外部現象変化をセンサーが電気信号に変換
- センサーの出力はアナログ信号
- 信号処理(デジタルまたはアナログ)
- AD変換してMPUで処理(レジスタがI/F)
- DA変換して外部現象を発生(レジスタがI/F)



主要な各回路ブロック-ユーザーモジュール

- デジタル・アナログ入出力
 - GPIO (General Purpose I/O)にてデジアナ双方のI/O可能
- アナログ微小信号の増幅 : PGAとINSAMP
 - 直流増幅(演算), 交流増幅 > PGA (単電源非反転オペアンプ)
 - 高精度な計装アンプ > INSAMP (複数PGAトポロジー)
- フィルタ回路 : LPFとBPF
 - SC(スイッチト・キャパシタ)ブロックで実装
- AD変換 : ADCINC , DA変換 : DACn
 - スケーラブルなADコンバータ > ADCINC, DAC
- ソフトウェアによる処理 : M8C
- 外部制御 : アナログ, デジタル
 - PWMn, PDM(PRS-Pseudo Random Sequence応用)
- 通信 : シリアル, パラレル, USB2.00, 赤外線, 2.4G無線
- 割り込みコントローラ

アナログ
信号処理
(OPアンプ)

AD
変換
(ADC)

ソフトウェア
処理
(M8C)

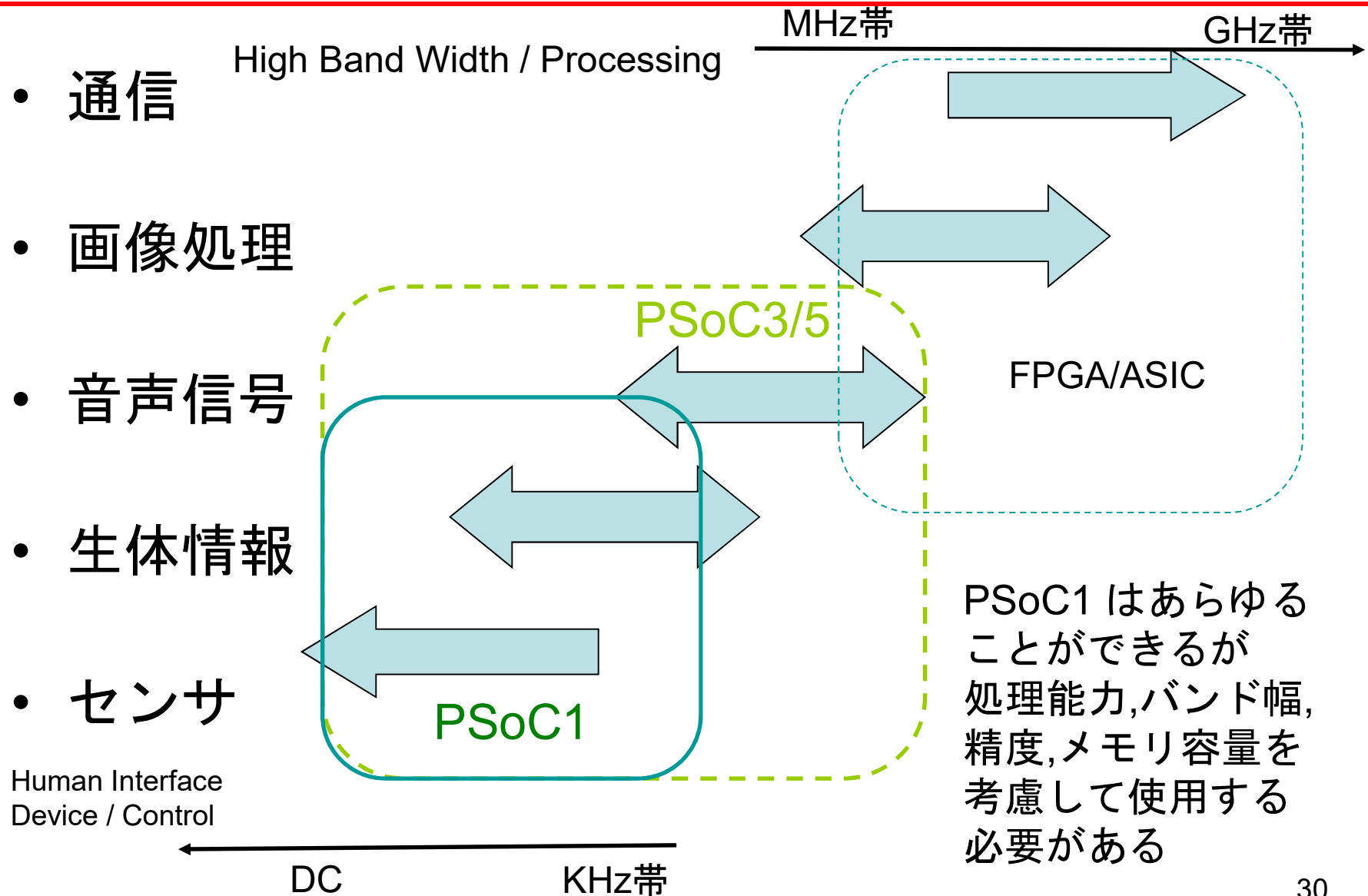
DA
変換
(DAC)

デジタル
HW処理

PSoCの古典的側面とユニークさ

- 古典的ともいえる面
 - デジタル・コンバージェンスが進行し信号処理がデジタル化する中, **アナログでの信号処理**を選択可能にしてる.(デジタル万能に一石を投じる?)
- 最新のアイデア
 - **スイッチト・キャパシタ**を応用してアナログ信号処理に新しい可能性を提供している.
 - ハードウェアの回路を**機能レジスタ**のデータの書き換えによってソフトウェアから自由に変更できるようにしている
 - ハードウェアをソフトから制御するための**APIが自動生成**になっている

バンド幅とPSoC



Memo

- フォローアップURL
- <http://mikami.a.la9.jp/meiji/MEIJI.htm>



- 担当講師
- 三上廉司(みかみれんじ)
- Renji_Mikami(at_mark)nifty.com (Default - Recommended)
- mikami(at_mark)meiji.ac.jp (Alternative)
- http://mikami.a.la9.jp/_edu.htm