



# アナログ回路技術はどの様に使われているか

## 身近な機器におけるアナログ技術

---

外国系半導体商社協会

アナログ技術セミナー(中級コース)

群馬大学

共同研究イノベーションセンター

客員教授 小室 貴紀



## 取り上げる電子機器

---

- ◎センサ・ネットワーク
- ◎メディカル・エレクトロニクス
- ◎PC
- ◎AV機器
- ◎カー・エレクトロニクス
- ◎携帯電話

# 自然はアナログなので… センサの技術



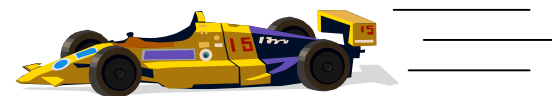
光・音  
磁気



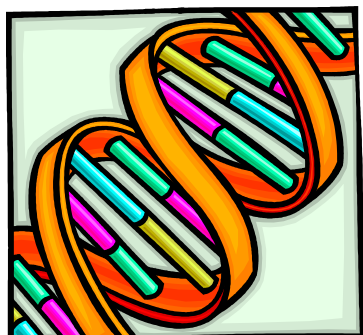
温度・湿度

変位・加速度・圧力・流量

他の物理量

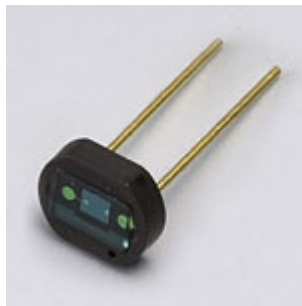


化学センサ・バイオセンサ



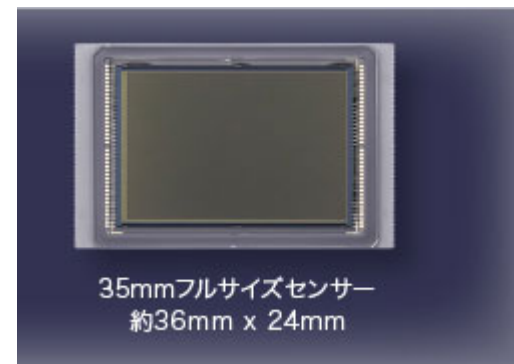
# 可視光センサといっても・・・

## 光の強弱



浜松フォトニクス(株)  
S1087データシートより

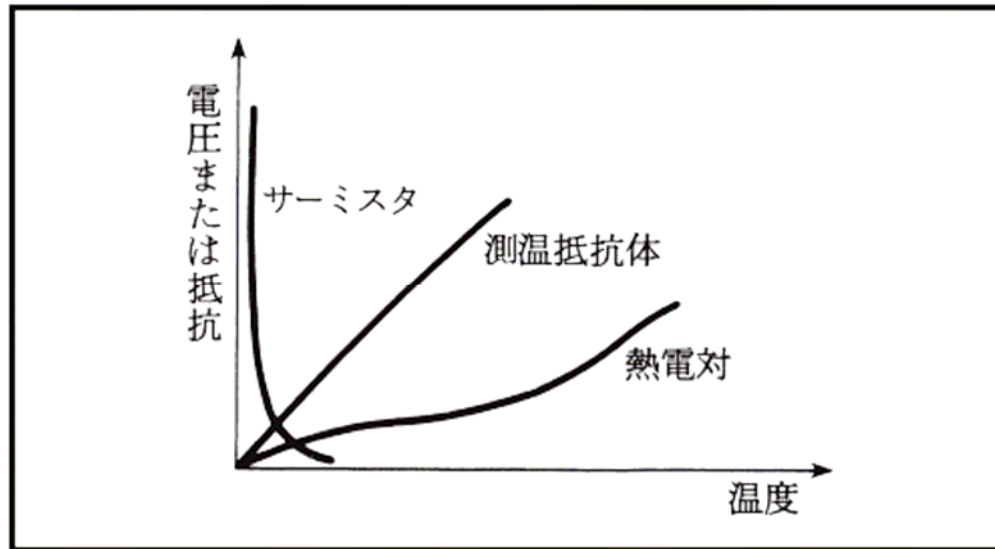
## 撮像素子(イメージセンサー)



キャノン CMOSセンサーの世界より  
<http://cweb.canon.jp/camera/cmos/index-j.html>

**センサの数や用途は千差万別**

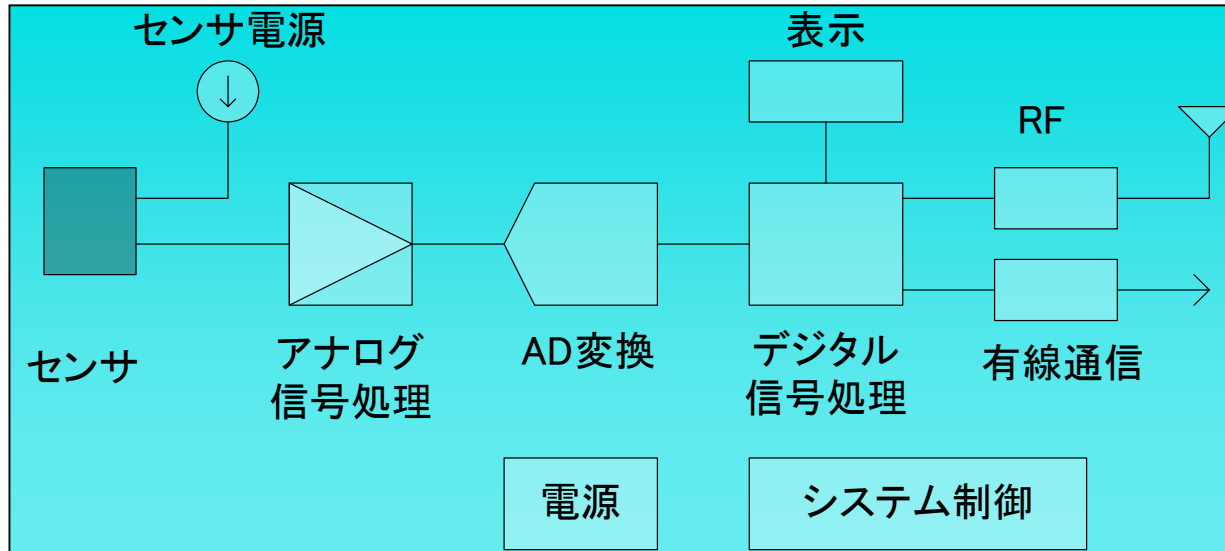
# センサの出力には「質」がある



各温度センサにおける**非線形性**の例

**ノイズ**や**応答時間**が問題となる場合もある

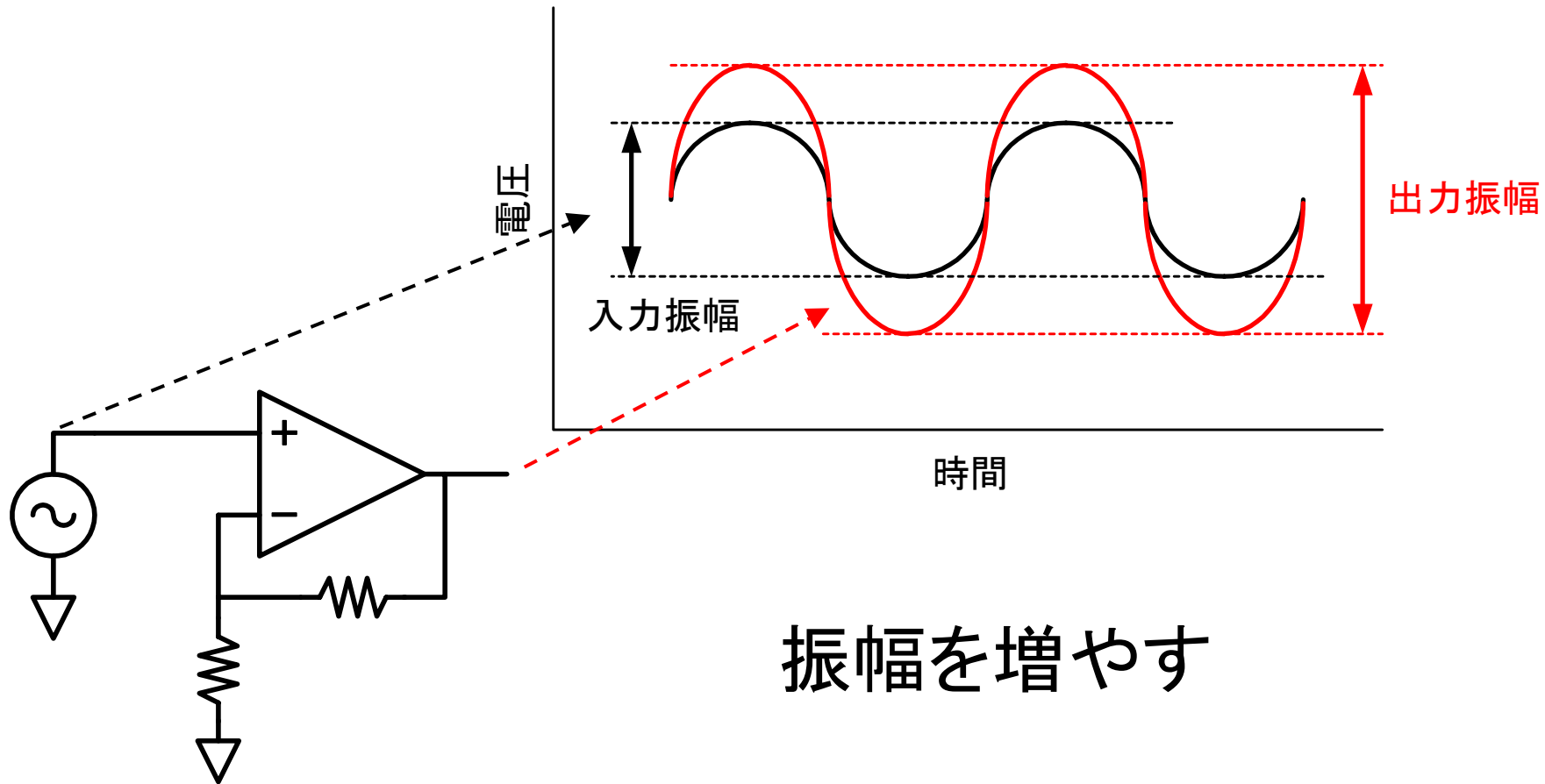
# センサーシステムの例



**アナログ信号処理:** ADCに扱いやすい信号にする  
増幅、雑音除去(フィルタ)

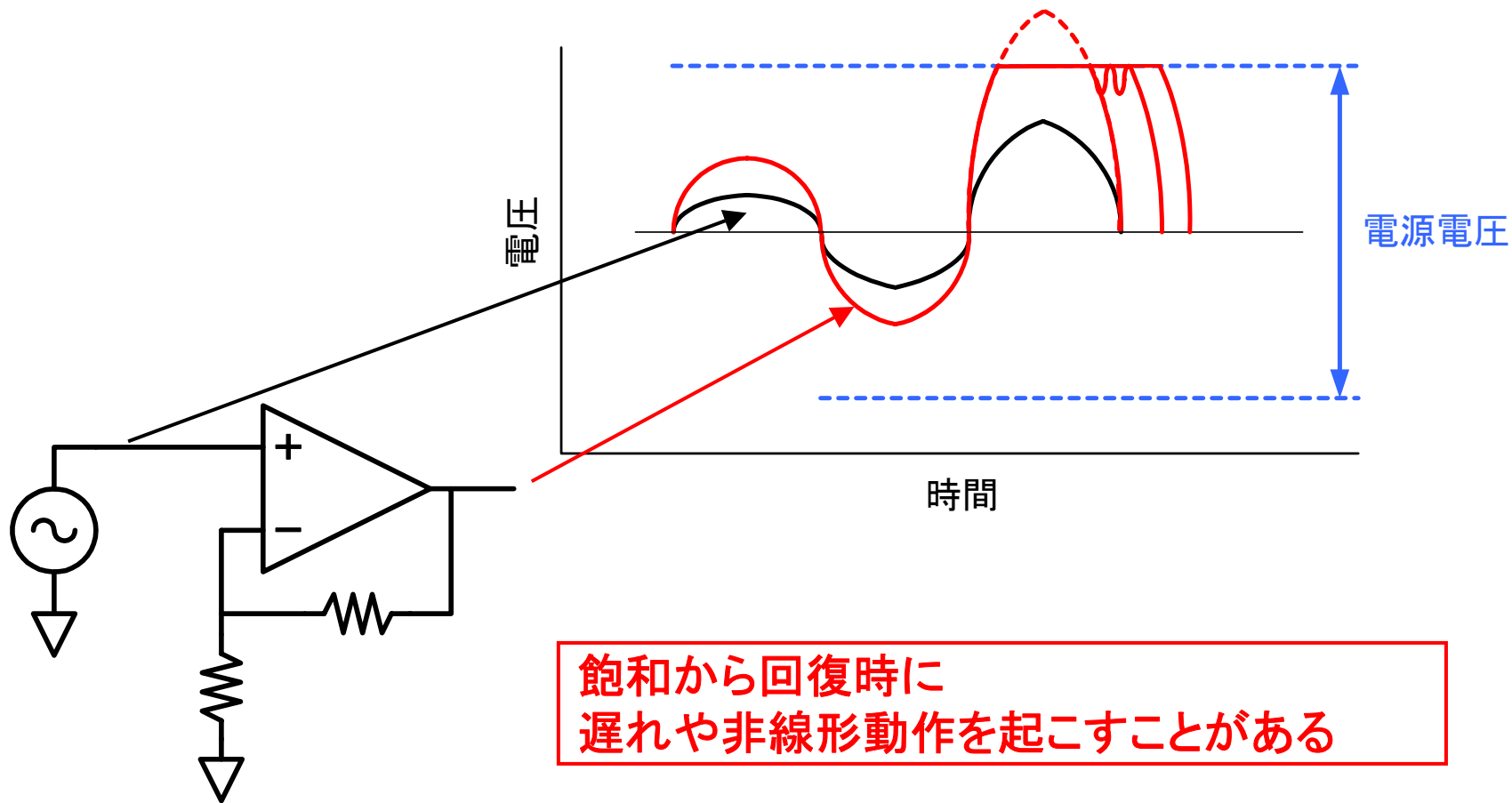
**デジタル信号処理:** 高度で複雑な処理  
誤差補正、制御に関する処理

# コラム: アンプ(増幅器)?



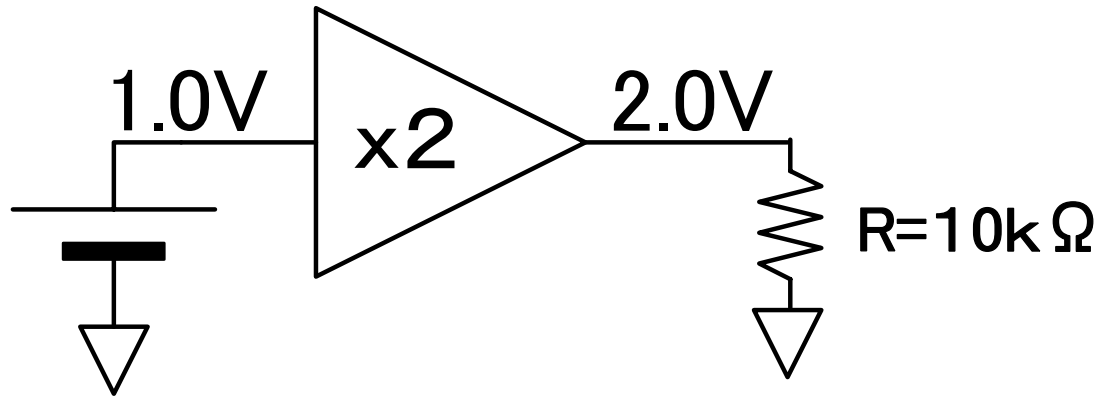
振幅を増やす

# コラム: 飽和からの回復

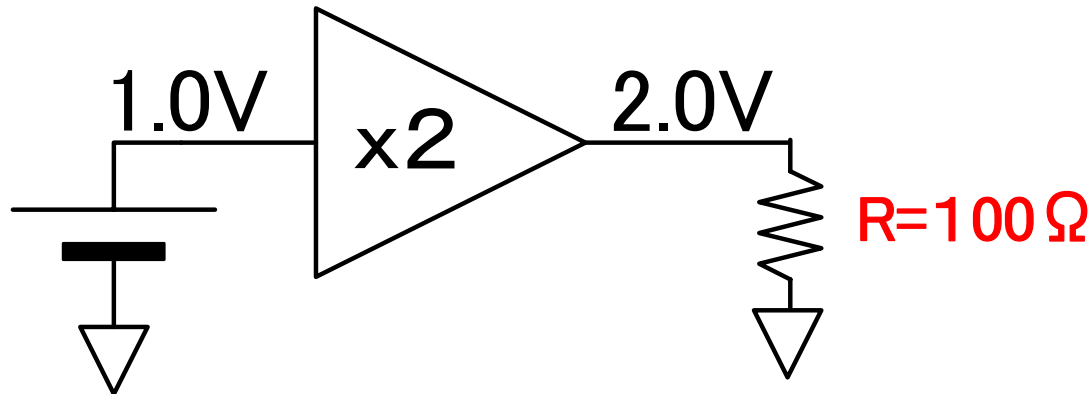




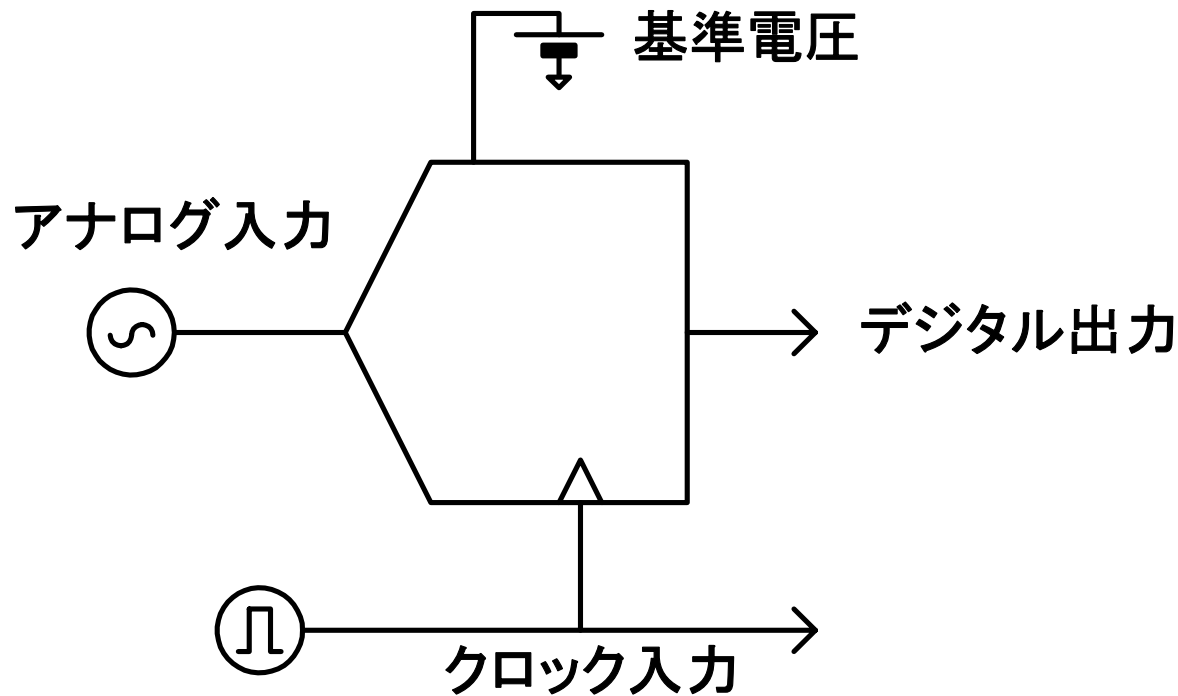
## コラム: アンプ (電源の基礎)



負荷によらず出力を決める！



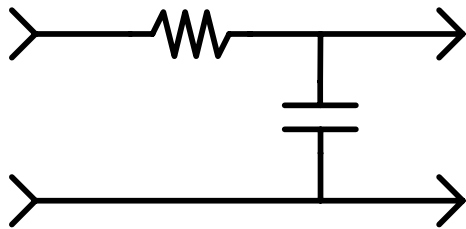
# コラム: AD変換器



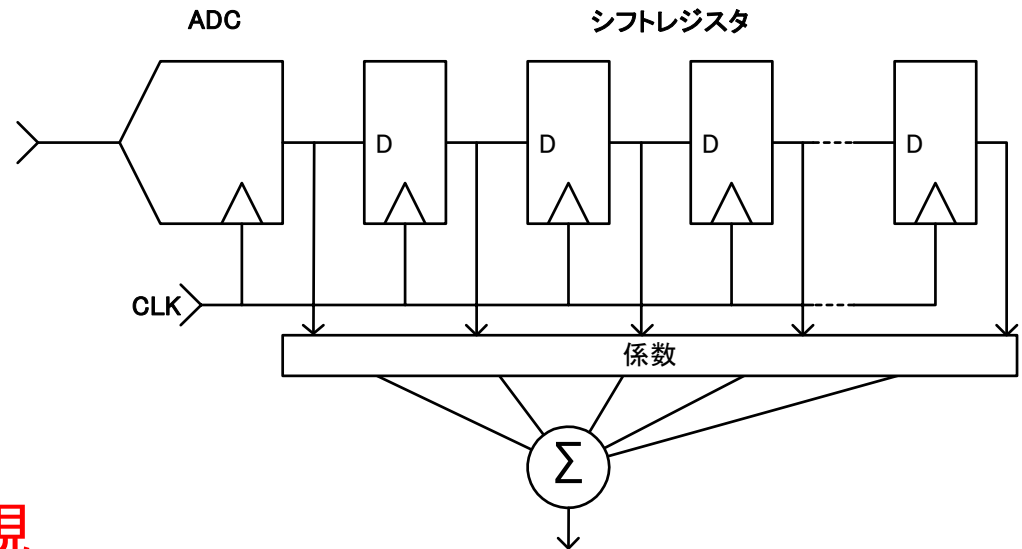
**重要なパラメータ: 変換精度[bit]・スピード[sps]** sps: **Sample Per Second**  
その他のパラメータ: 入力範囲、入力インピーダンス、消費電力など

# コラム:フィルタのいろいろ

## アナログLPF



## FIRフィルタ



## 数式 (Soft)による表現

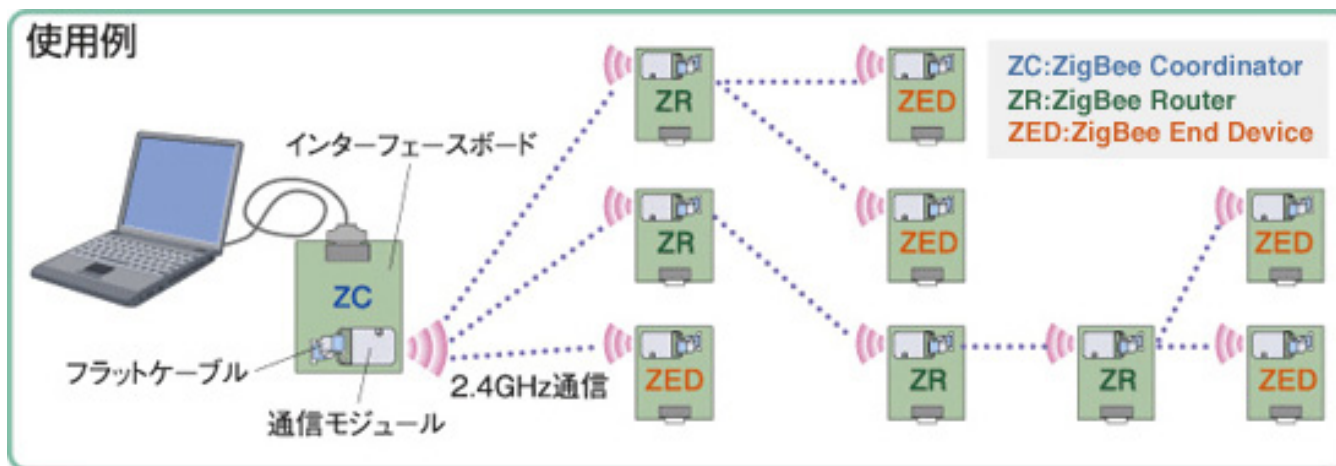
$$D_{out}(n) = A_0 * D(n) + A_1 * D(n-1) + A_2 * D(n-2) + \dots + A_m * D(n-m)$$

同じことができる場合もある 適材適所で使い分ける

# センサのRF Zigbee



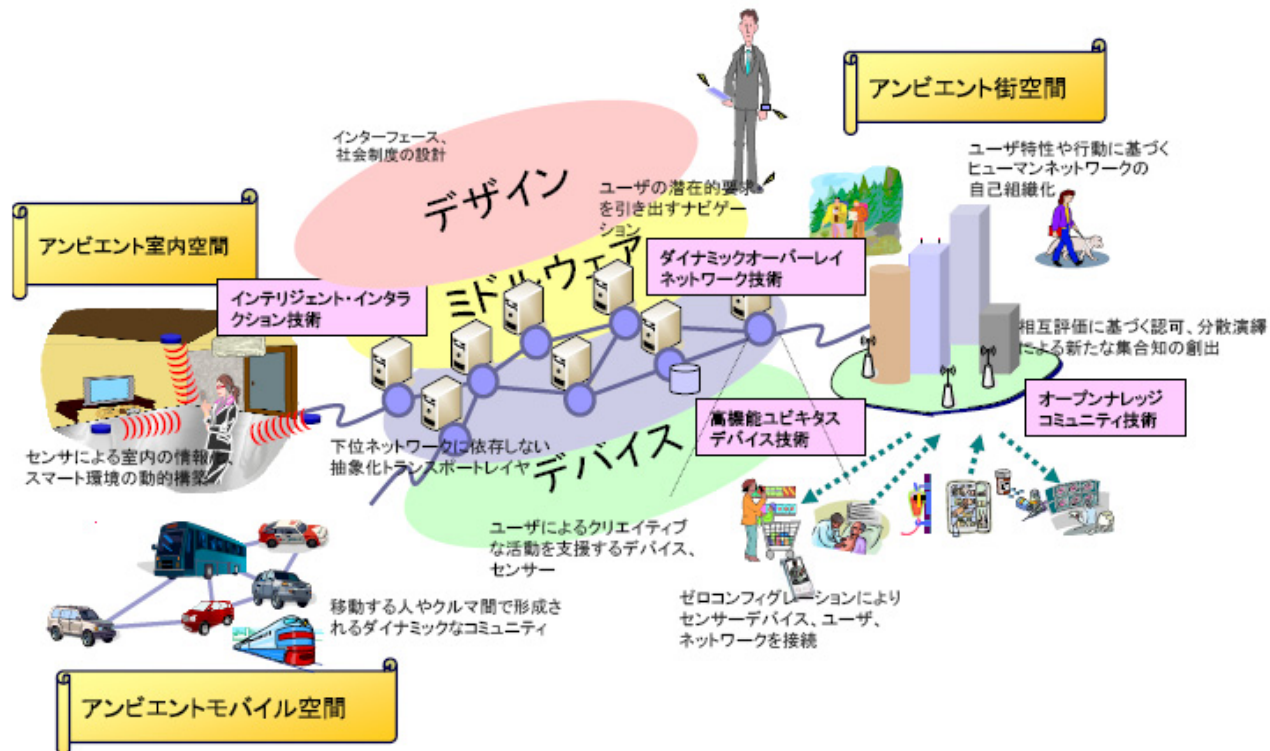
通信距離: 10から100m程度  
転送レート: 最大250kbps  
送受信動作時間を短く  
省電力: 乾電池で数年間動作可能



NEC エンジニアリングのHP ([http://www.nec-eng.com/pro/zigbee/zigbee\\_module.html](http://www.nec-eng.com/pro/zigbee/zigbee_module.html)) より

# センサ・システムの例

## ユビキタスからアンビエントへ



総務省のHP([http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/nw\\_arch/070420\\_2.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/nw_arch/070420_2.html))内の、大阪大学 下條教授の資料より

# メディカル・エレクトロニクス

## 心電計・脳波計



### 心電計

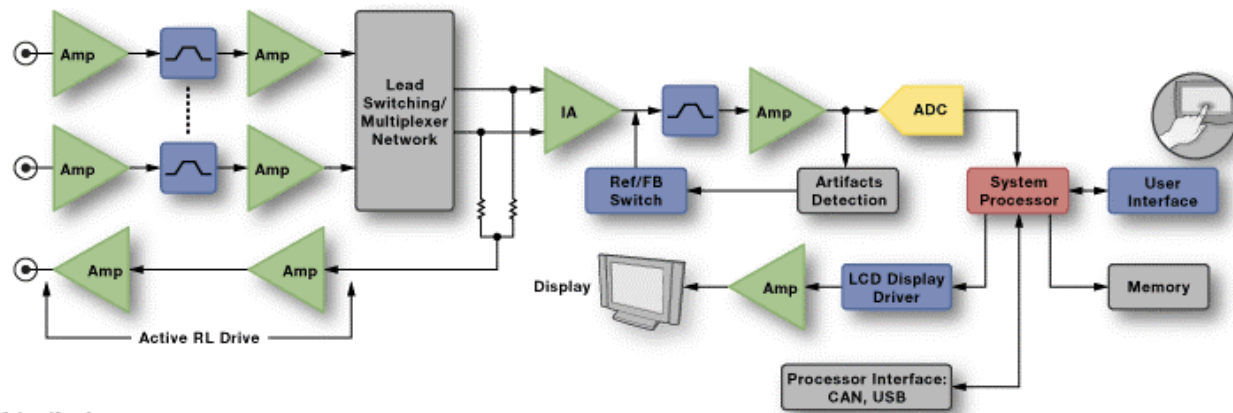


### 脳波計

日本光電社のHP (<http://www.nihonkohden.co.jp/iryo/index.html>) より

人体が発する電気信号を測定する  
高入力インピーダンス、安全性

# メディカル・エレクトロニクス 心電計・脳波計



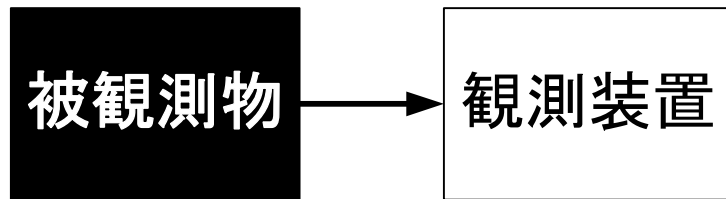
## Other Key Components:

- Digital Potentiometer Interface
- Power Management
- References
- Signal Control
- Supervisory
- Thermal Management

Analog Devices社のHP(<http://www.analog.com>)より

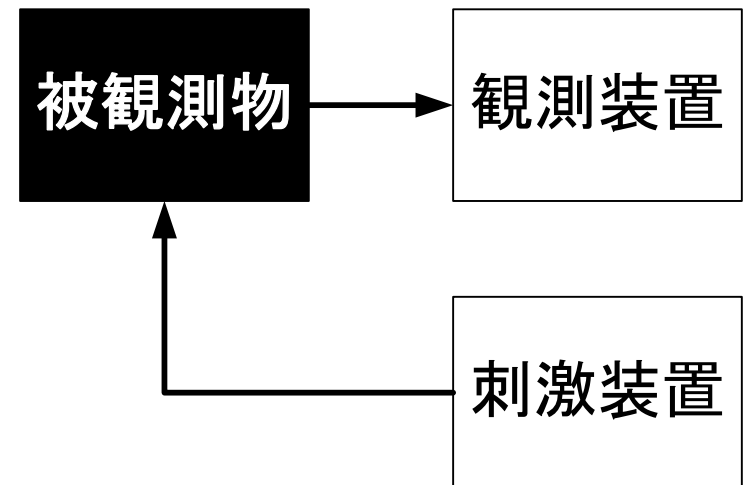
# コラム：受動計測と能動計測

## 受動計測



心電計など

## 能動計測

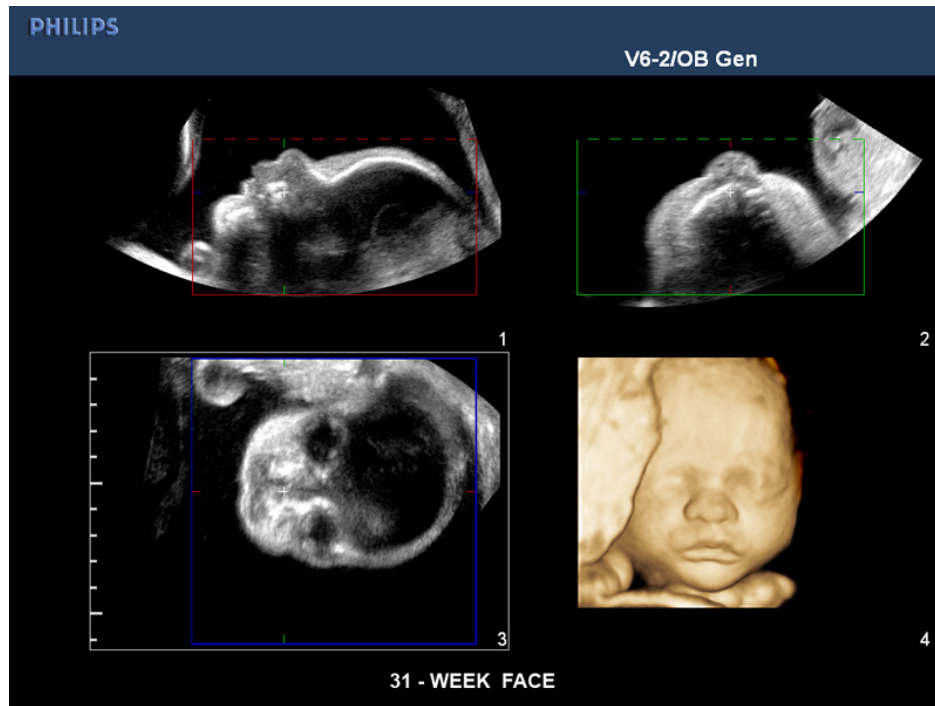


MRIなど

参考：侵襲・非侵襲

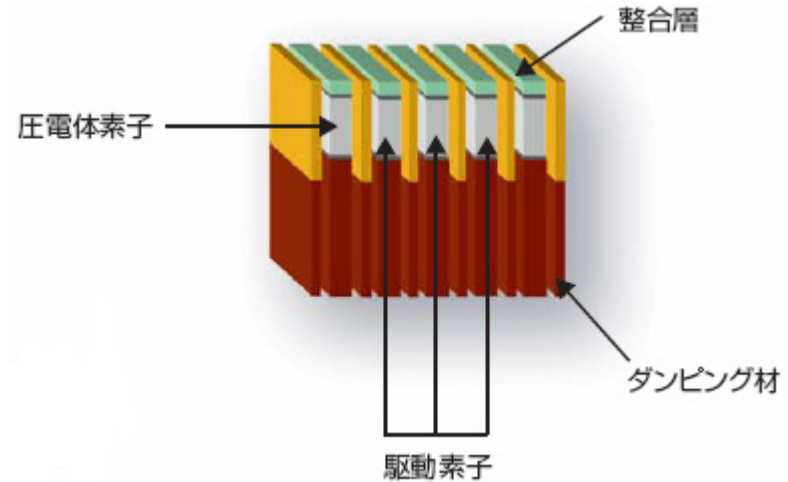


# メディカル・エレクトロニクス 超音波画像診断装置



Philips社のHP (<http://www.medical.philips.com/jp/products/ultrasound/products/>) より

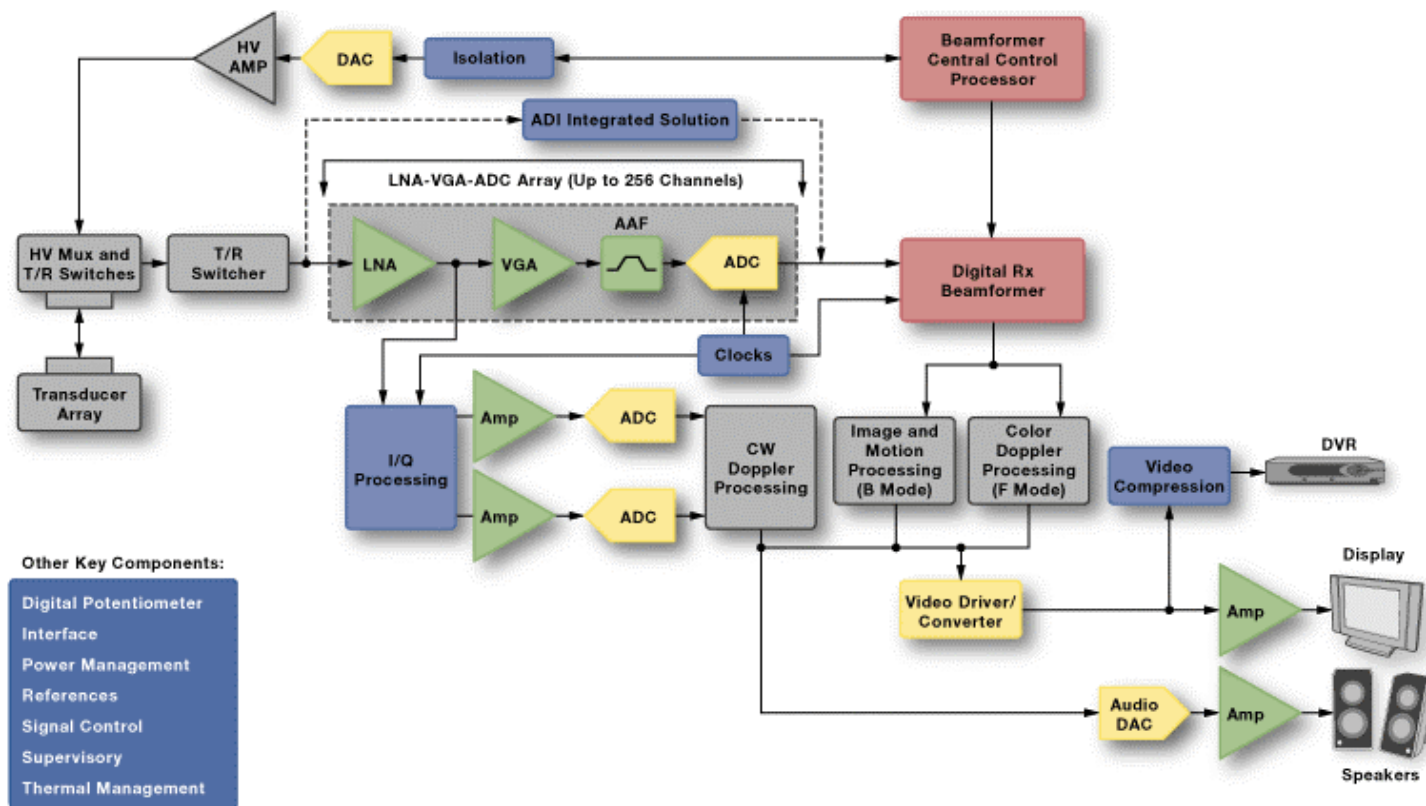
# メディカル・エレクトロニクス 超音波画像診断装置



日本電波工業社の「超音波探触子」カタログより

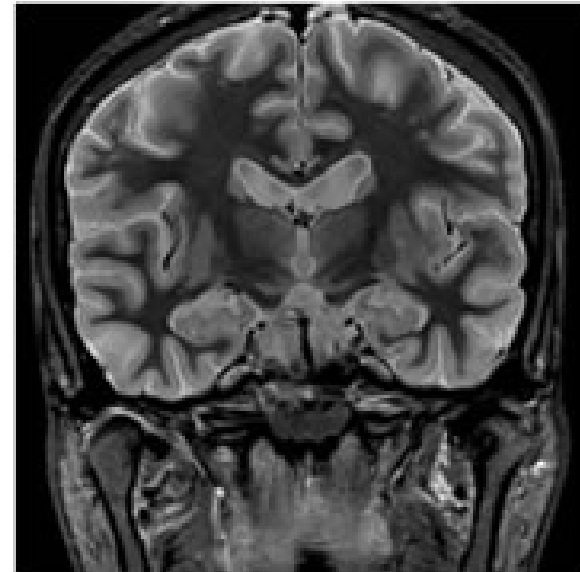
プローブには数百の圧電素子  
ケーブルも特殊なものが必要

# メディカル・エレクトロニクス 超音波画像診断装置



Analog Devices社のHP(<http://www.analog.com>)より

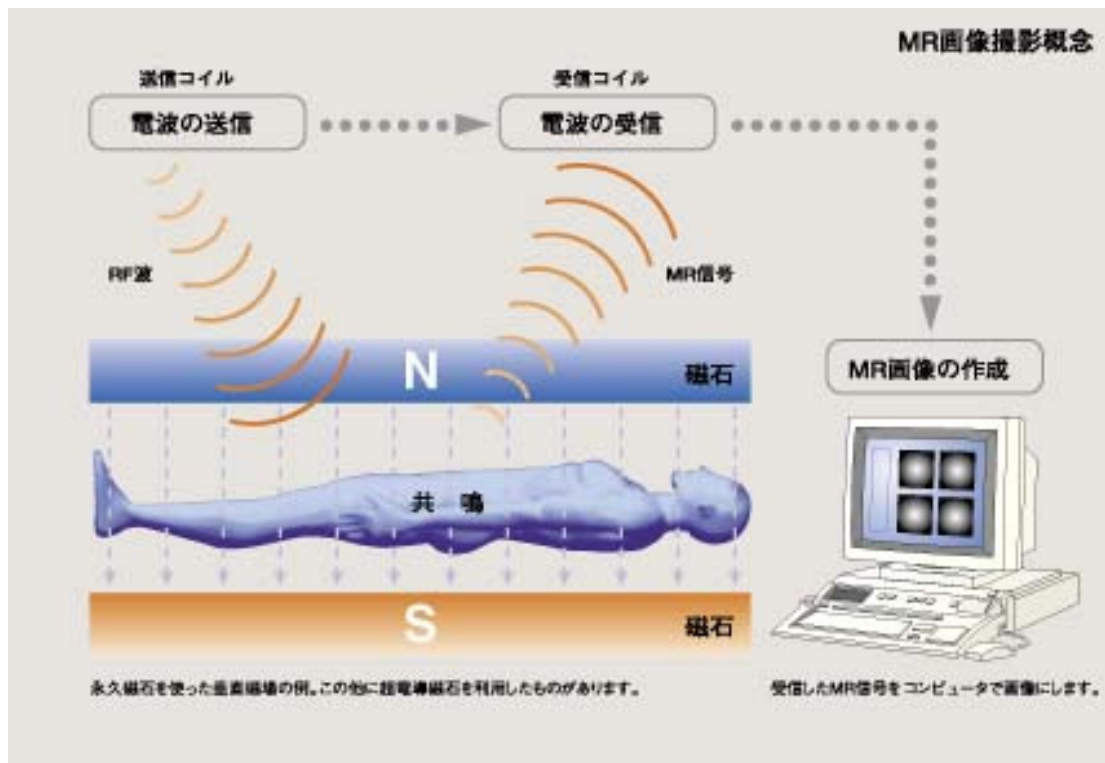
# メディカル・エレクトロニクス MRI画像診断装置



GE横河メディカルシステム社のHPより

(<http://japan.gehealthcare.com/cwcjapan/static/rad/mri/Excite15t/ExciteHD15t.html>)

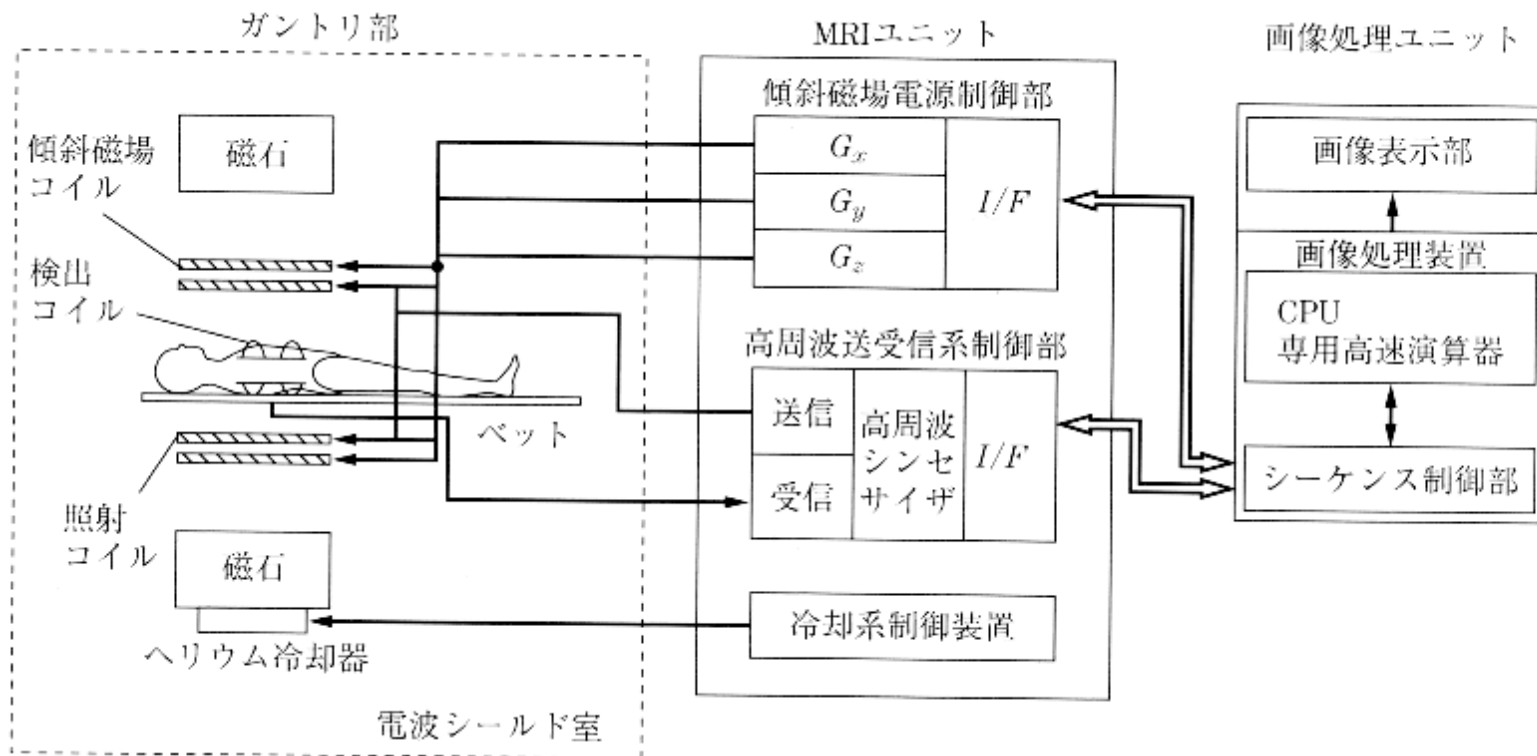
# メディカル・エレクトロニクス MRI画像診断装置



共鳴周波数  
1.5Tで67MHz

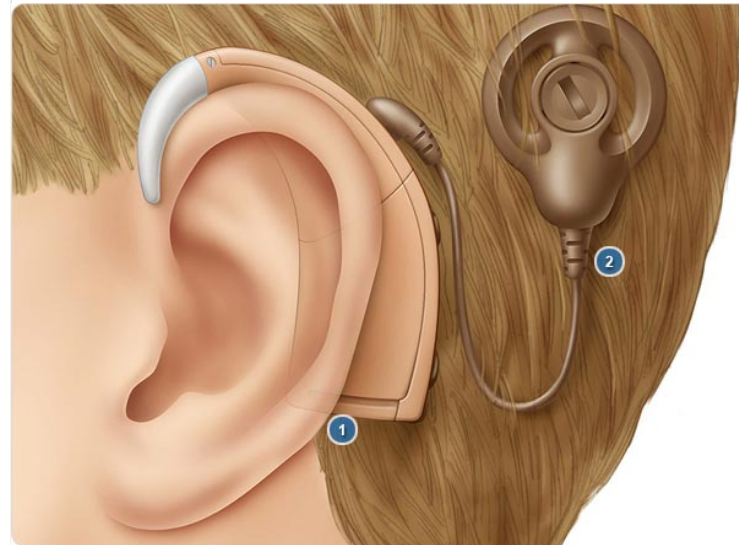
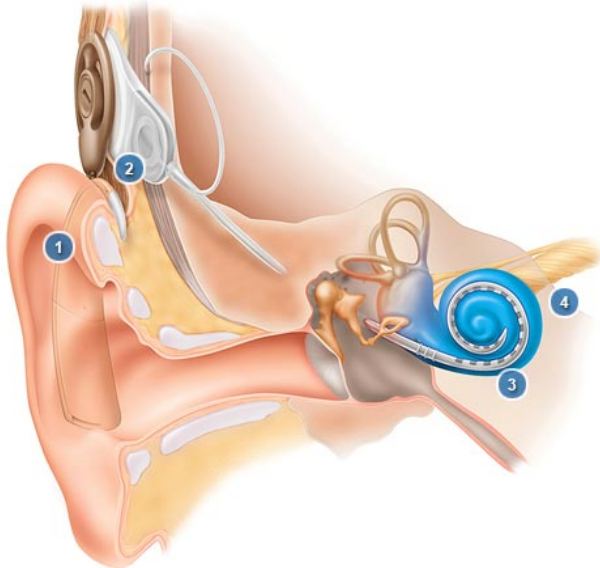
GE横河メディカルシステム社のHPより  
([http://japan.gehealthcare.com/cwcjapan/static/rad/mri/whats\\_mr.html](http://japan.gehealthcare.com/cwcjapan/static/rad/mri/whats_mr.html))

# メディカル・エレクトロニクス MRI画像診断装置



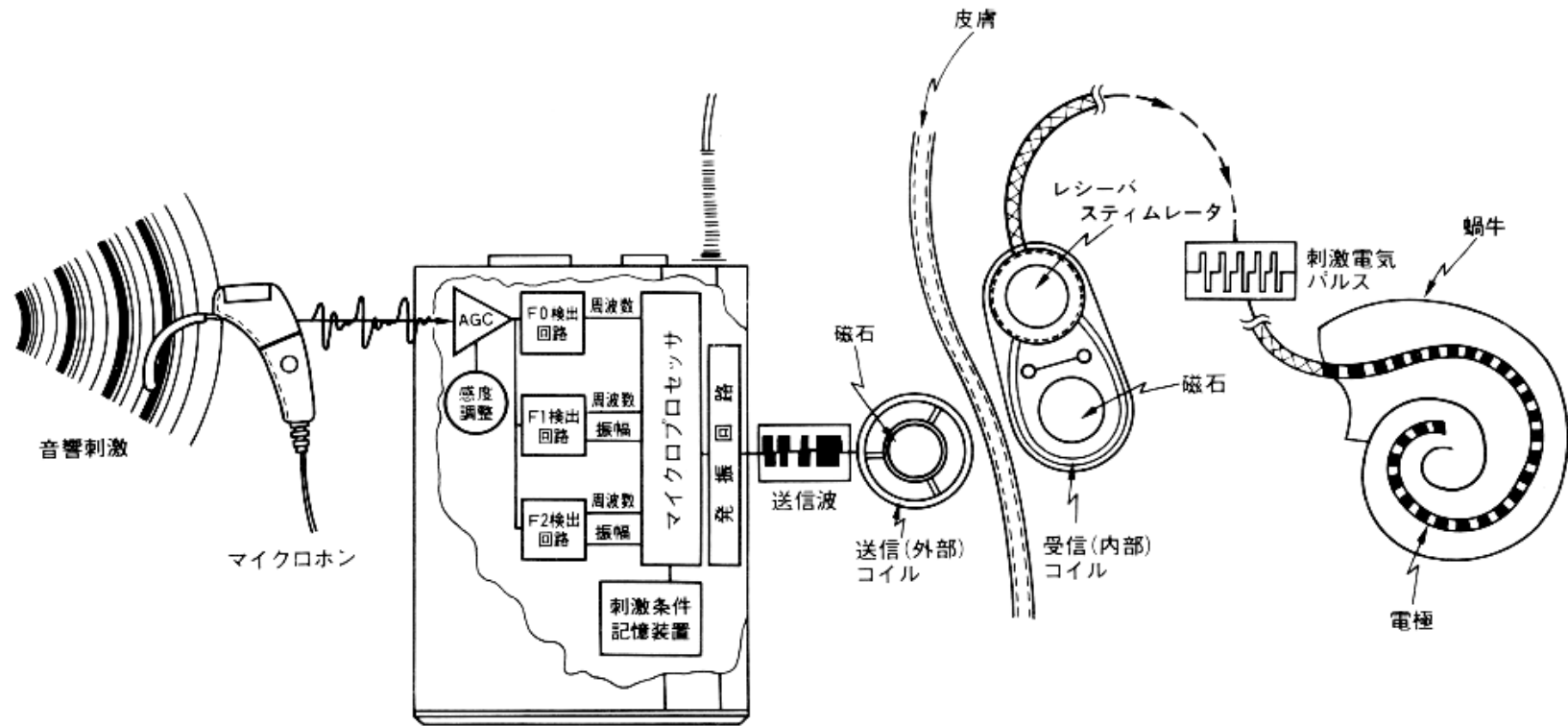
木村雄治著「画像診断装置学入門」p.137 より引用

# 一息！ 人口内耳のお話



Coclear社のHP (<http://www.cochlearamericas.com/index.asp>) より

# 一息！ 人工内耳のお話



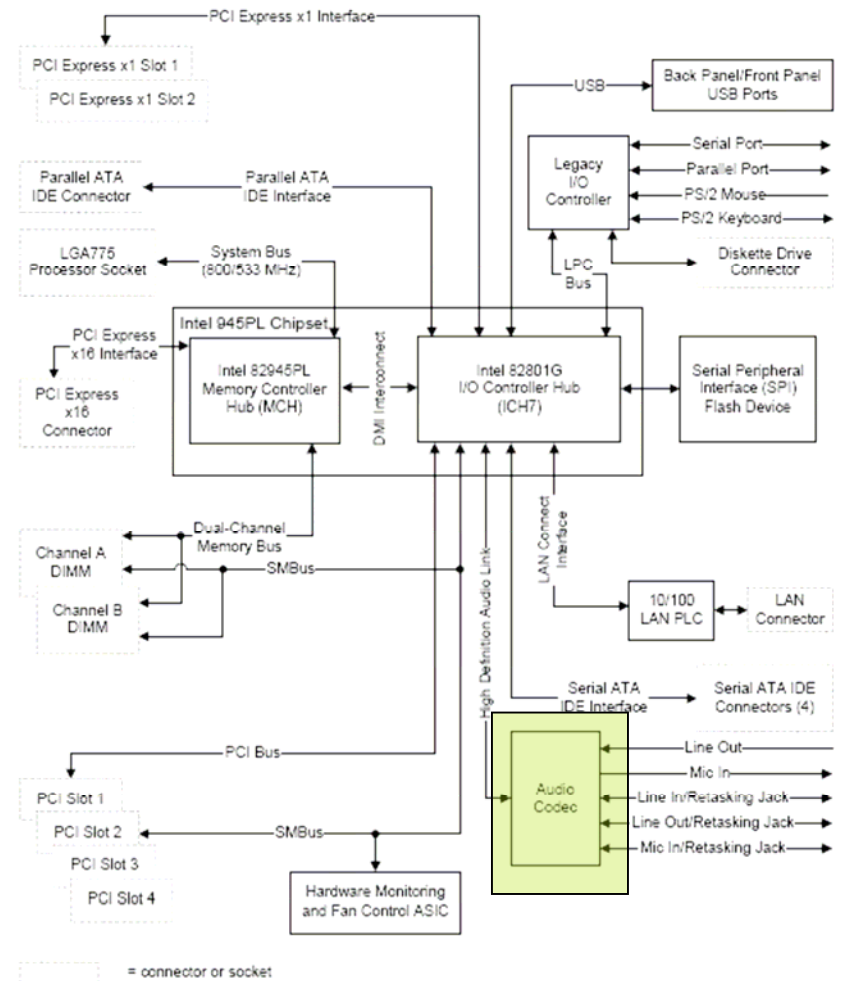
船坂宗太郎著 「人工内耳」 p.19 より引用



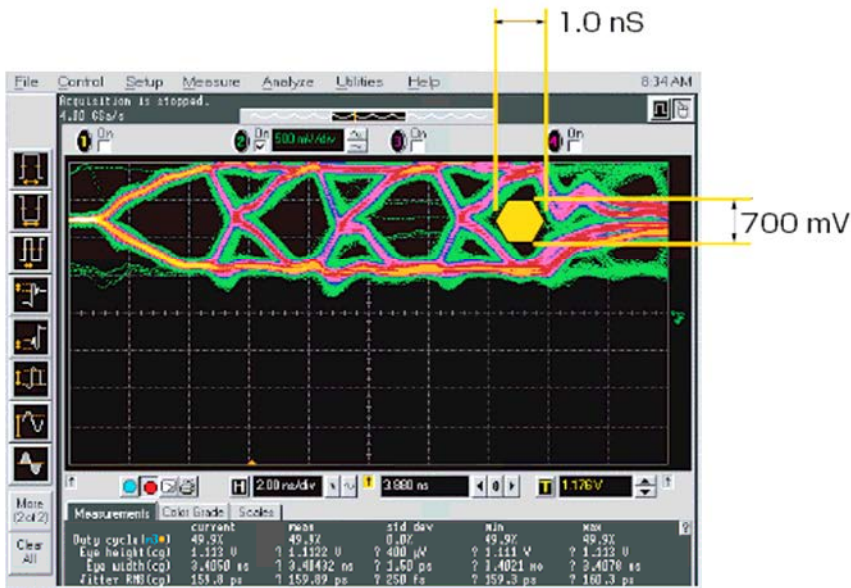
# PC デジタルの塊？

PCでは純然たるアナログは  
Micなどのオーディオ関係のみ？

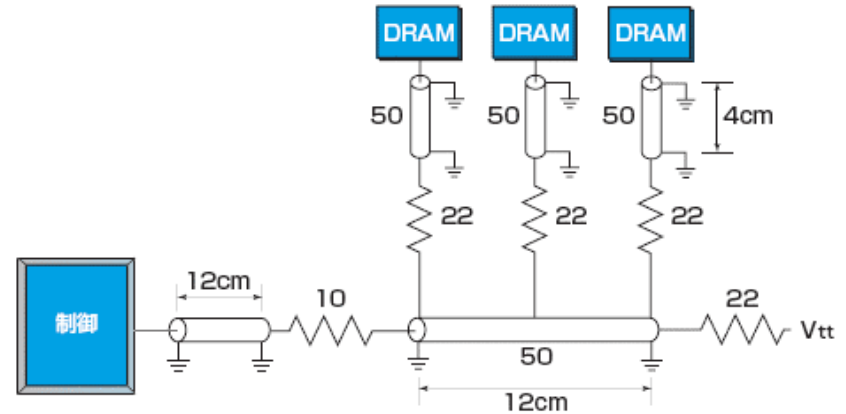
Intel Desktop Board D945PLRN  
Technical Product Specificationより



# バスの波形



DDR SDRAMの波形



高速Busの信号波形はアナログ！

# HDD:磁気ヘッドの出力



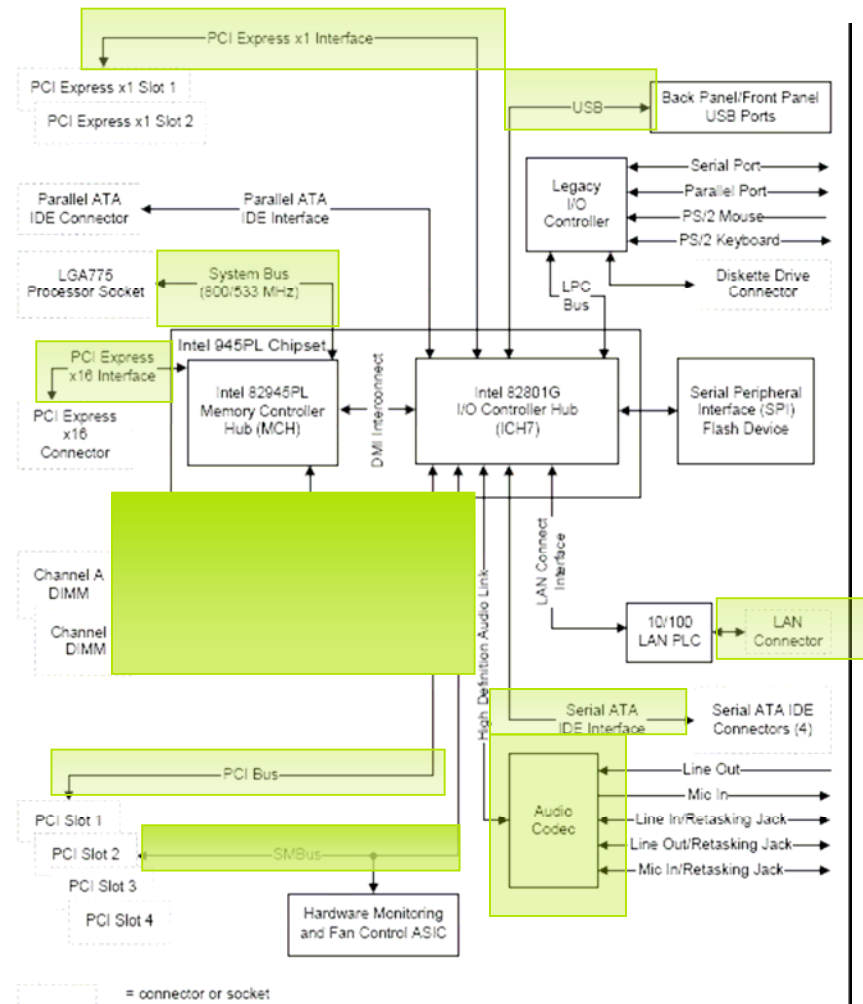
高速I/O関連の信号波形はアナログ！

Tektronix社のHP([www.tektronix.co.jp/products/signal\\_sources/awg7000/awg7000\\_g.html](http://www.tektronix.co.jp/products/signal_sources/awg7000/awg7000_g.html))より

# PC アナログの塊？

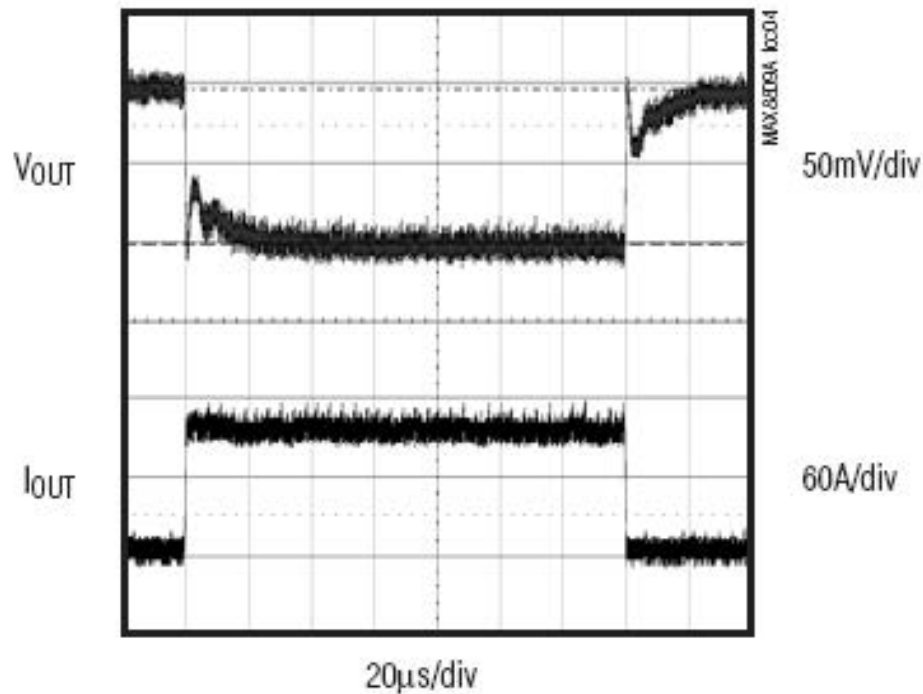
PCでは純然たるデジタルは  
古典的なBus、I/OとLSIの内部のみ

Intel Desktop Board D945PLRN  
Technical Product Specificationより



# CPUの電源

OUTPUT LOAD TRANSIENT

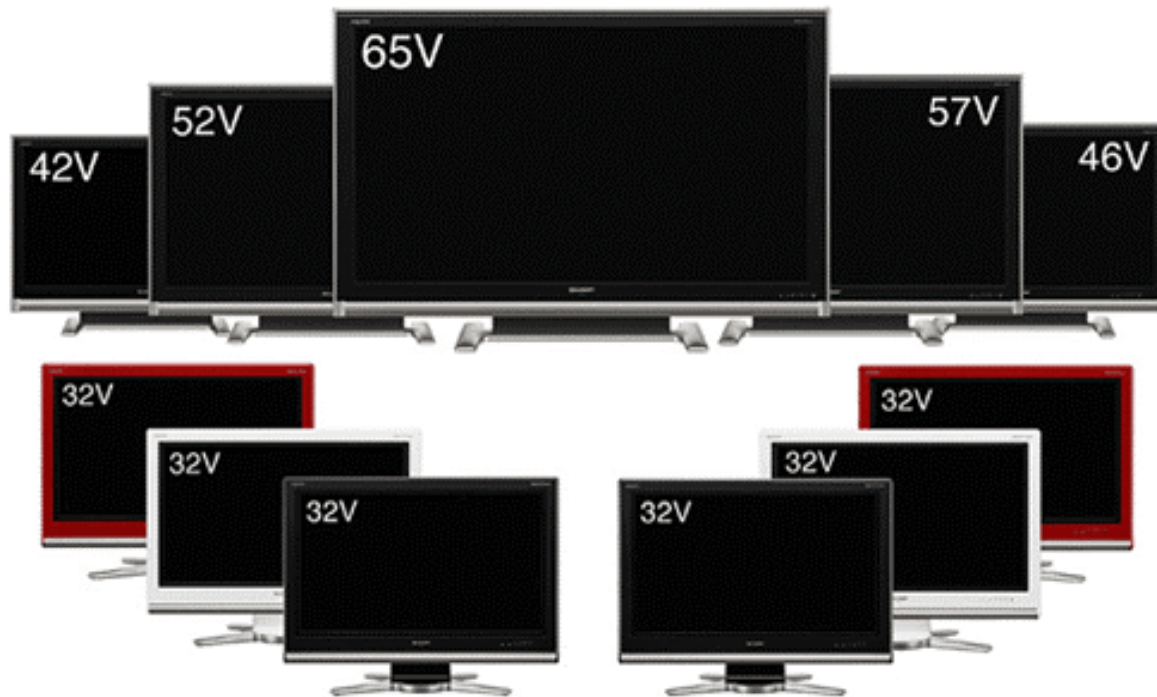


難易度が高い！

大容量・多出力  
高精度・高速応答

MAXIM社 MAX8809Aデータシートより

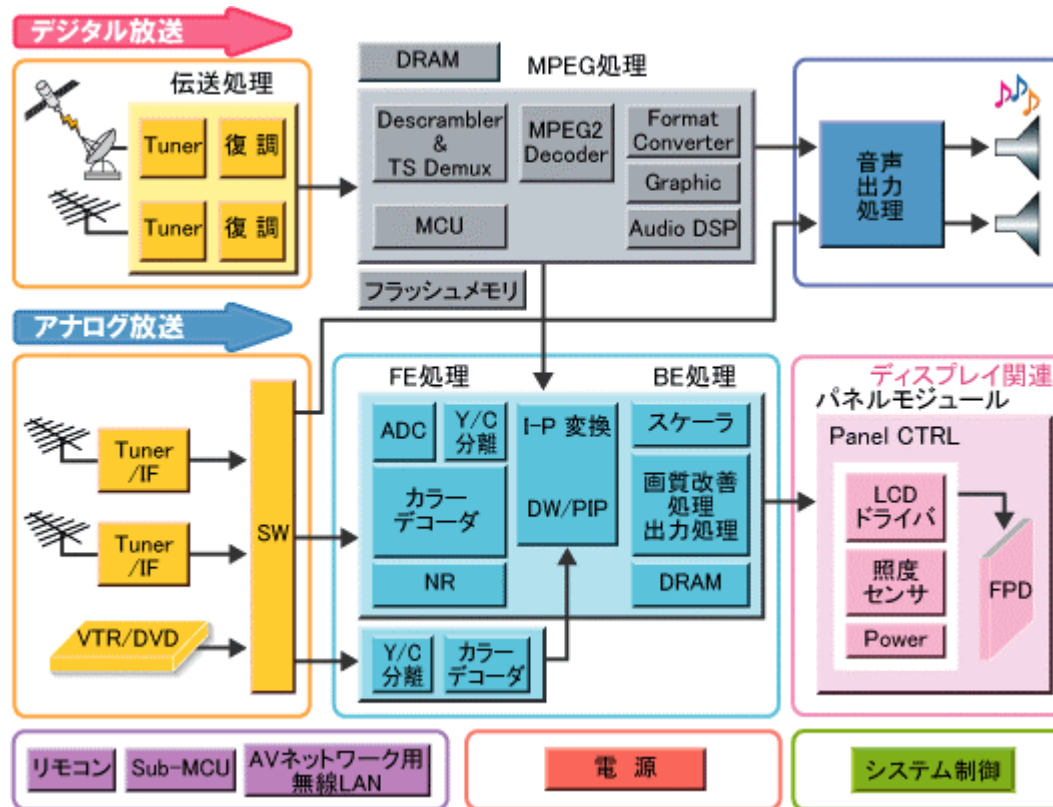
# 薄型TVとAV技術



SHARPのHPより

(<http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/index2.html>)

# 薄型TVとAV技術



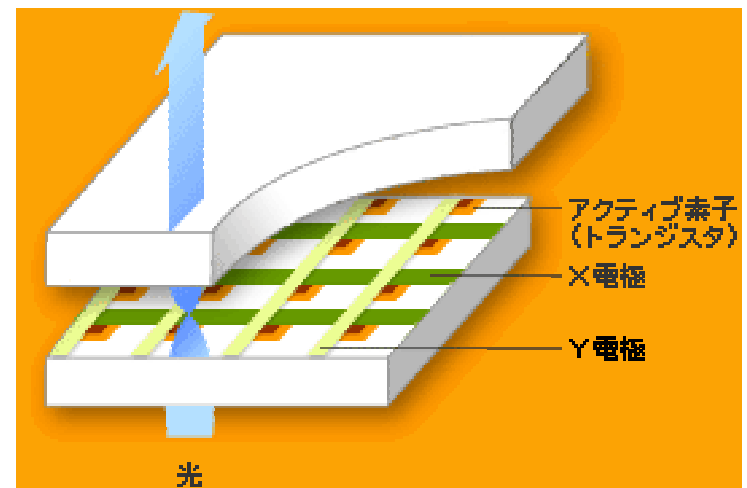
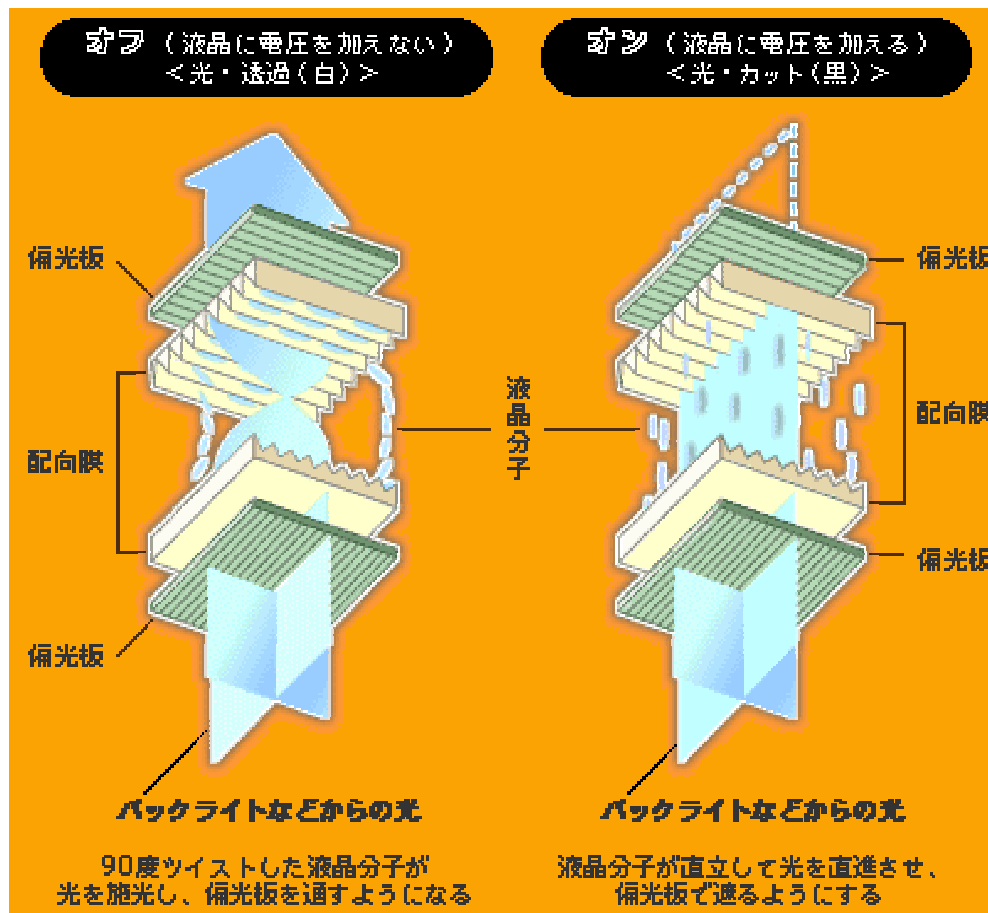
**テレビのブロック図**  
 多くのブロックが  
 デジタル化されている

東芝セミコンダクター社のHPより

(<http://www.semicon.toshiba.co.jp/application/digital/tv/index.html>)

# 液晶TV

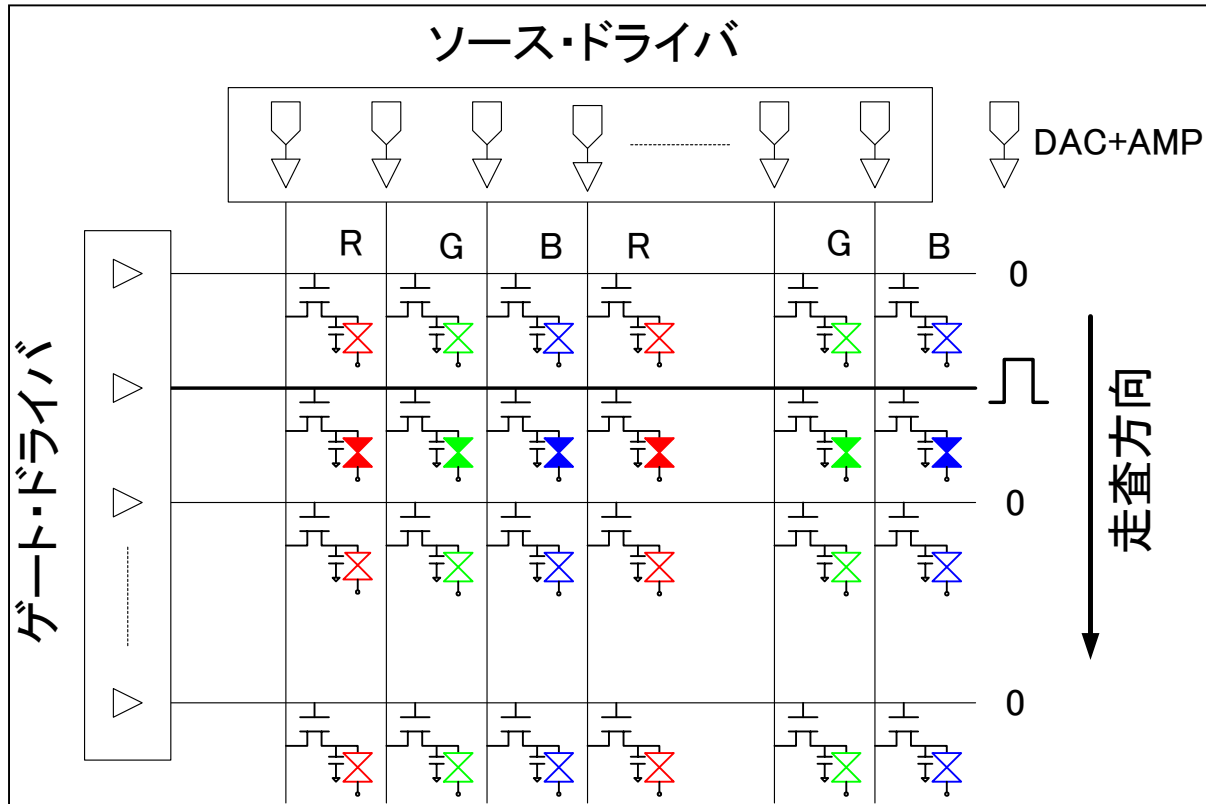
## 液晶パネルの原理と構造



(株)ナナオのHPより  
(<http://eclub.eizo.co.jp/lab/1/index.html>)



# 液晶パネルの駆動



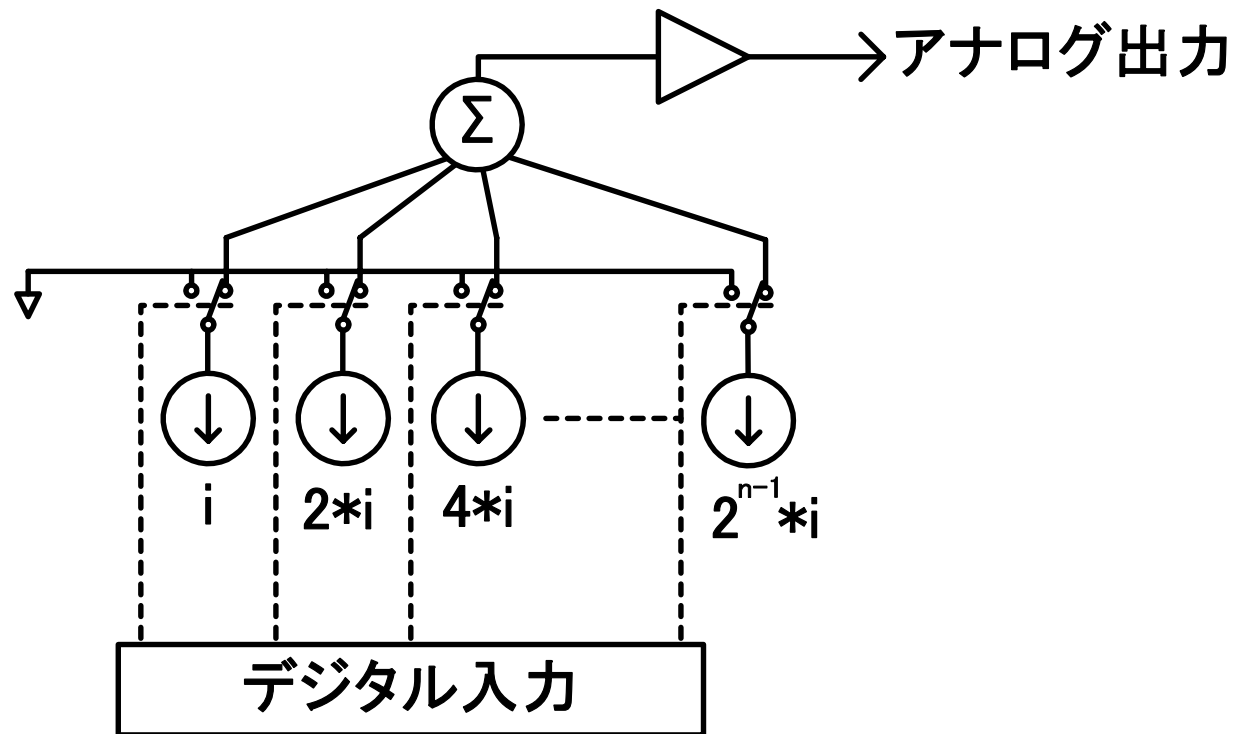
ドライバは多ピンのIC

パネルの特性をデジタルで補正

**ドライバICと電源は高度なアナログ回路**

# コラム:オーディオDAC

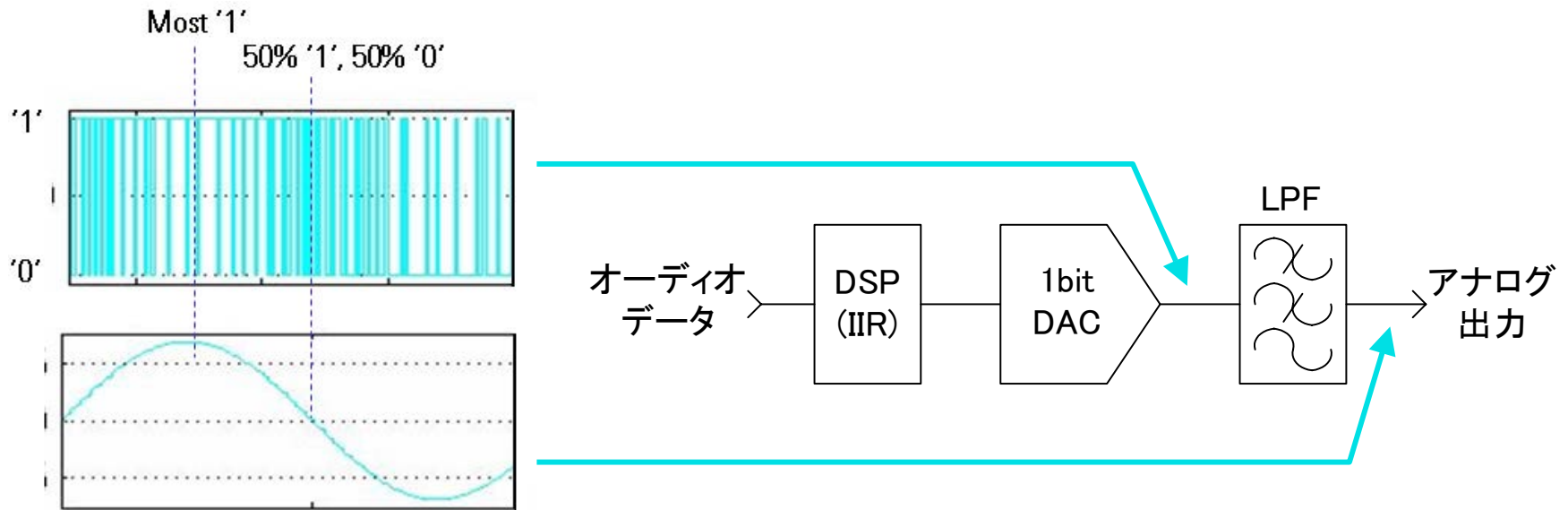
## 古典的な DAC



2のn乗で重み付けされた電流源をスイッチで切り替える

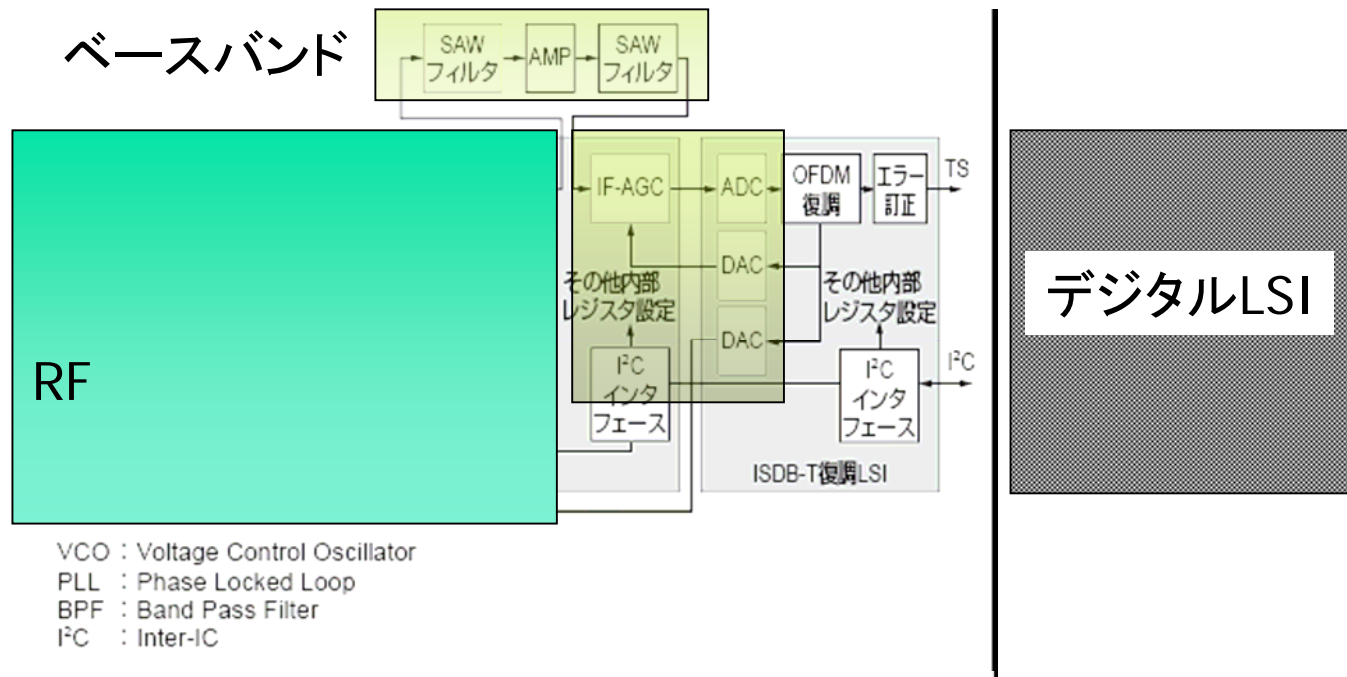
# コラム:オーディオDAC

## 1bit DAC



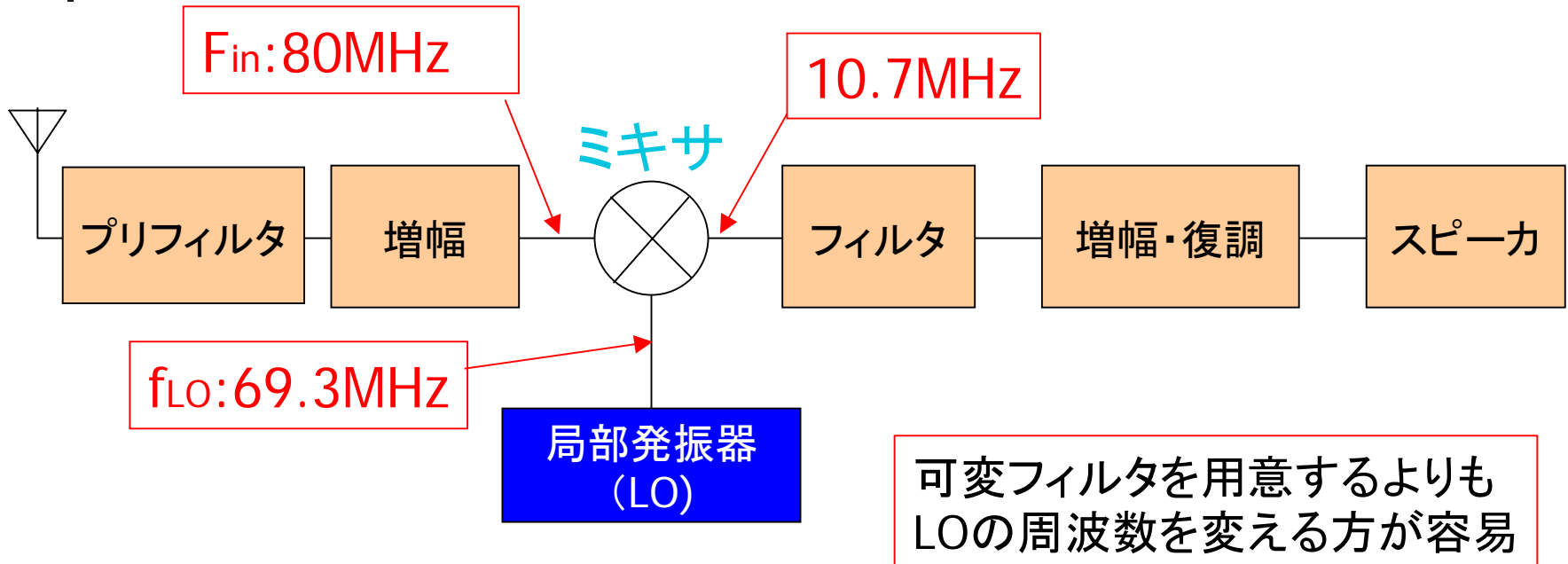
“0” “1”の信号の密度が変化する **デジタル的**  
アナログフィルタで均すと、きれいな信号が得られる

# デジタルTVのチューナ部



“AVノートPC向け地上デジタルTVチューナ技術”  
東芝レビューVol.61 No.7 (2006) より

# コラム: ヘテロダイン技術



ミキサは、 $f_{in} \pm f_{LO}$ の信号を出力する

# 自動車のエレクトロニクス

## 駆動方法について

### ◎駆動系をモータに

42V系、燃料電池、ハイブリッド車

### ◎エンジン制御

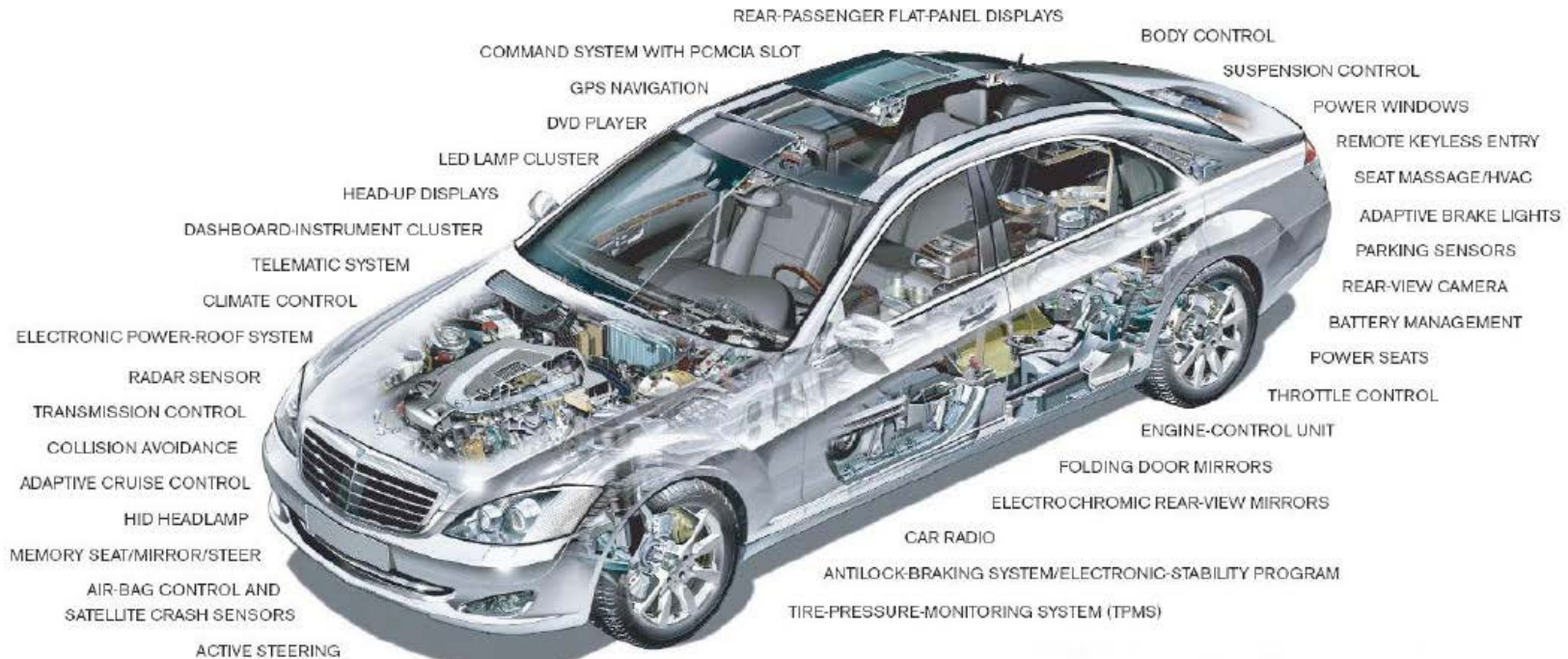
排気浄化、燃費向上、高出力化

ECU (Electric Control Unit)

アナログか？ デジタルか？というよりは  
**メカか？ エレキか？**

# 自動車のエレクトロニクス

## 車載ネットワークとECU (その1)



New Mercedes S-Class cars employ at least 70 networked electronic control units while 10 years ago, most cars had only three ECUs (photo courtesy of Daimler-Chrysler; source: Gartner Research, November 2005).

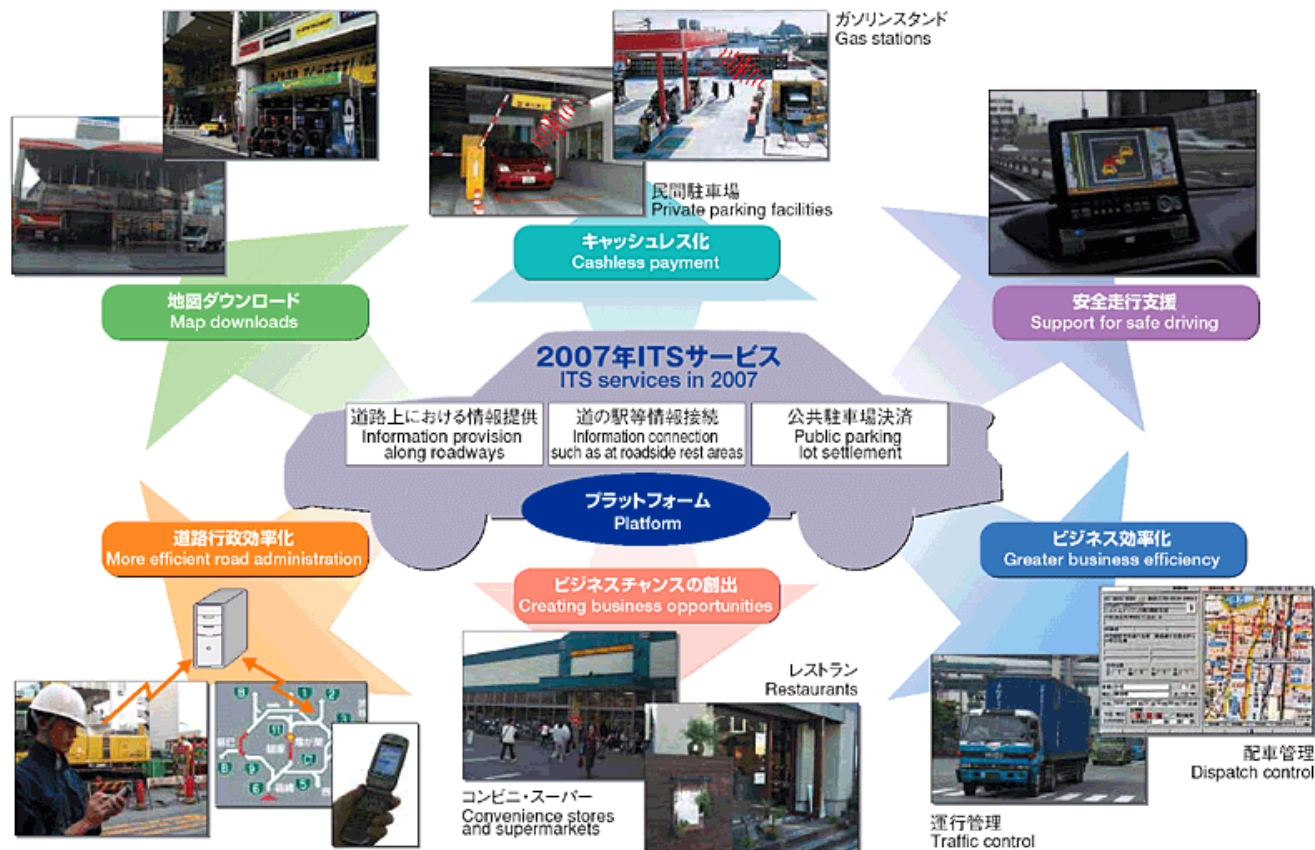
70個以上のECUが使用されている例





# 自動車のエレクトロニクス

## 更に進んだ機能 (ITS Intelligent Transport System)



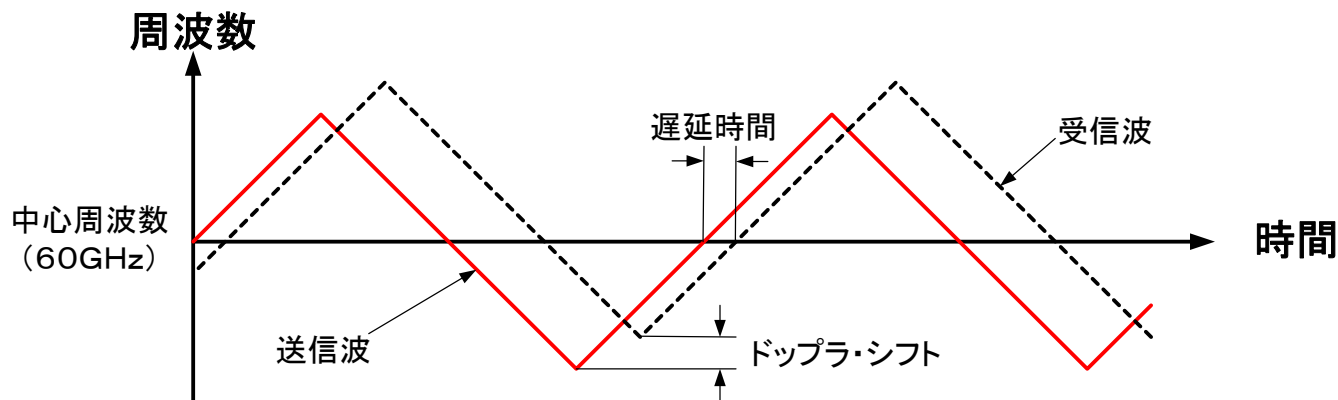
自動車と  
外部の関係

国土交通省 道路局ITSホームページより

# 自動車のエレクトロニクス

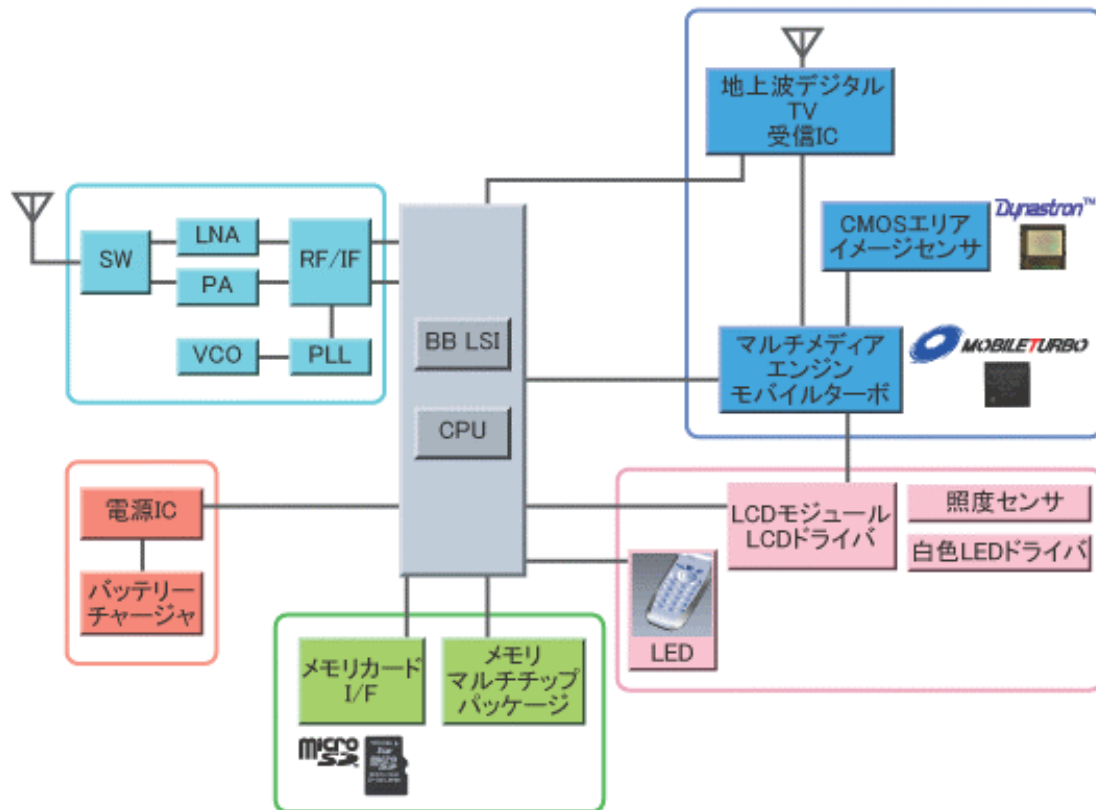
## 更に進んだ機能 衝突防止レーダー

対象との距離と相対速度が検出できる



(富士通テン技法 Vol.15 No.2「60GHz帯自動車用ミリ波レーダ」の内容を基に小室が作成)

# 携帯電話 全体像



東芝セミコンダクタ社HP

(<http://www.semicon.toshiba.co.jp/application/mobile/mobilephone/index.html>) より



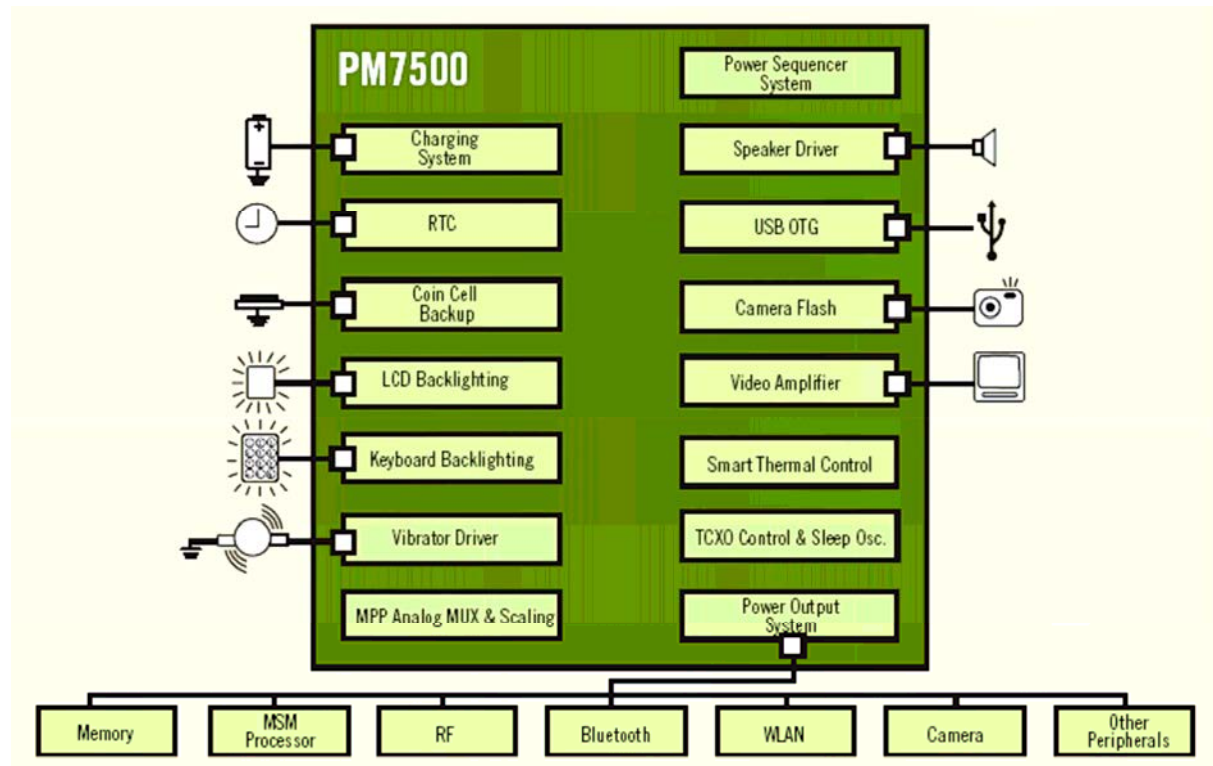
# 携帯電話 全体像

---

- ◎電源
- ◎無線電話として
- ◎センサ的なもの（デジタルカメラ）
- ◎PC的な要素
- ◎AV機器

# 携帯電話 電源

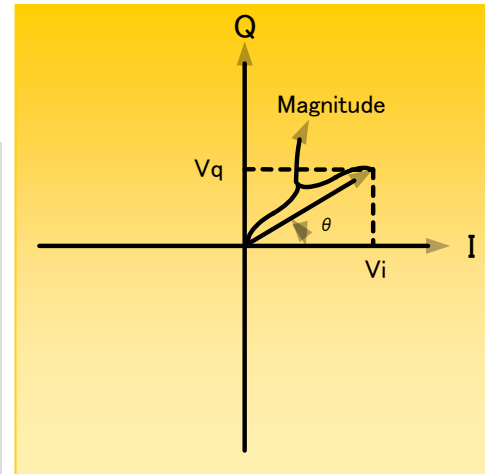
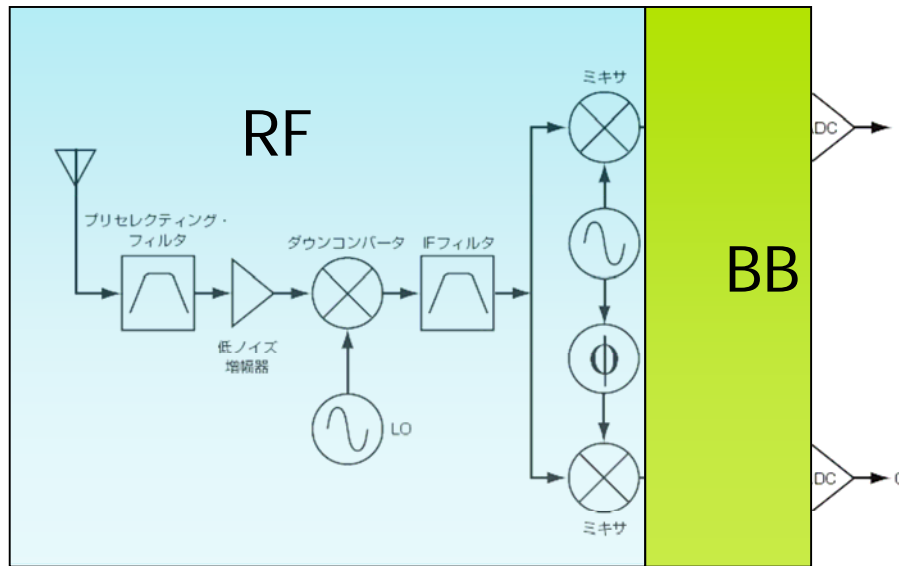
## PMIC: Power Management IC



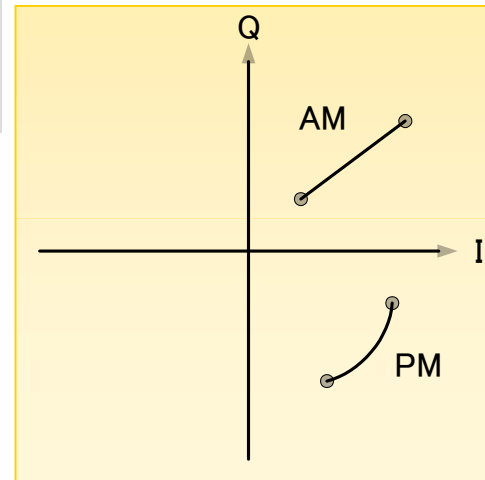
QUALCOMM社  
PM7500 Data Sheetより

携帯電話の多機能と電池の寿命を両立させる

# 携帯電話 受信部のアナログ部 RF・ベースバンド(BB)とIQ変調



IQ Diagram

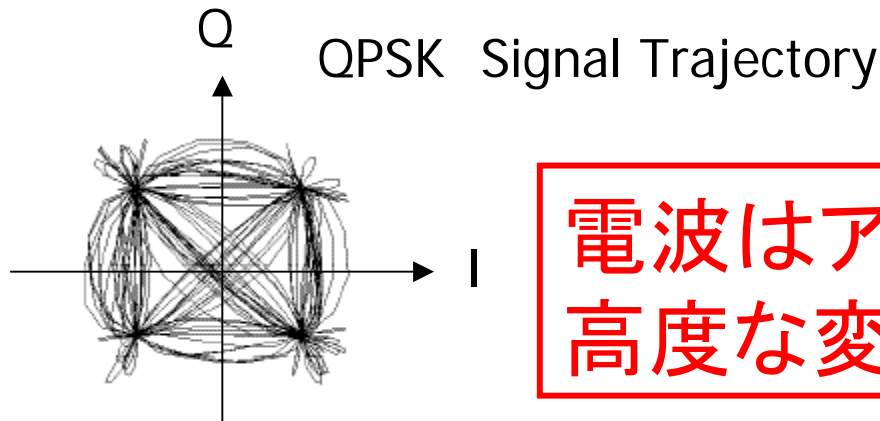
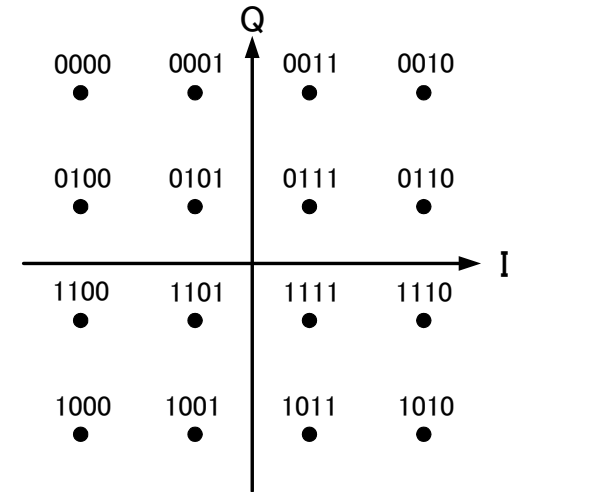
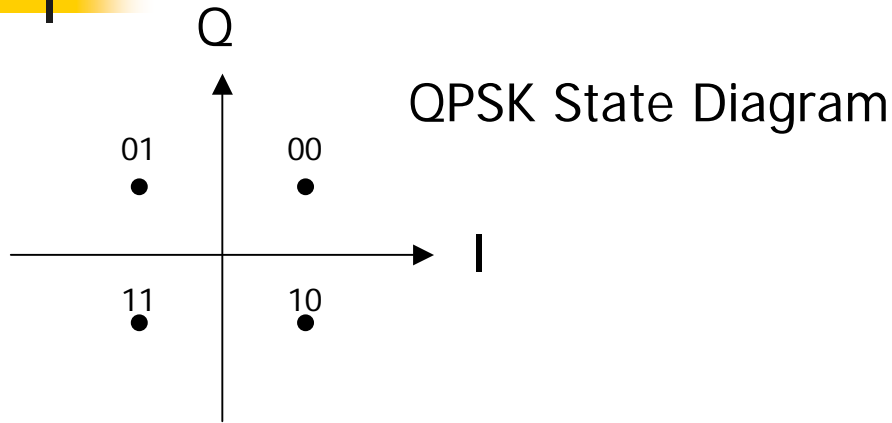


アナログ変調

## 典型的な受信部の構成とIQ変調

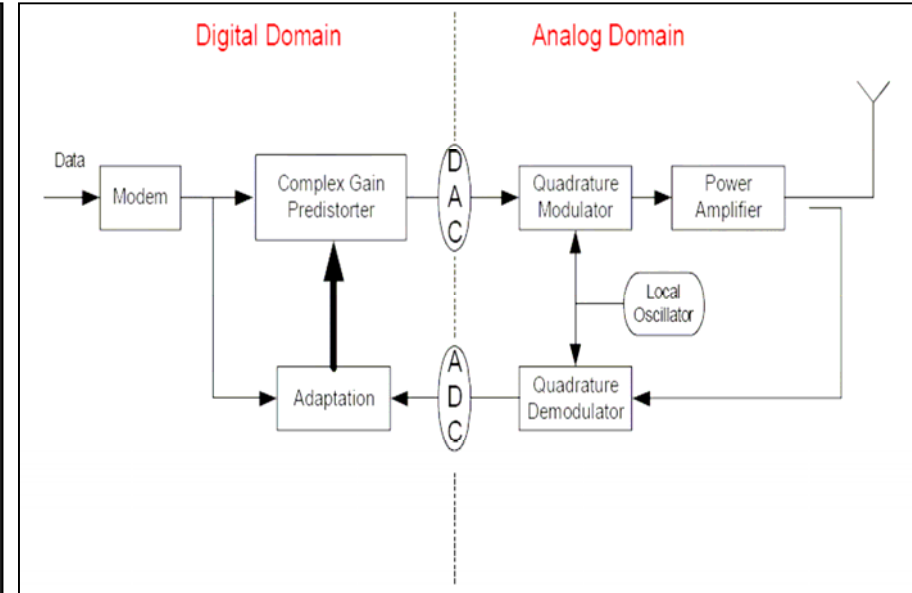
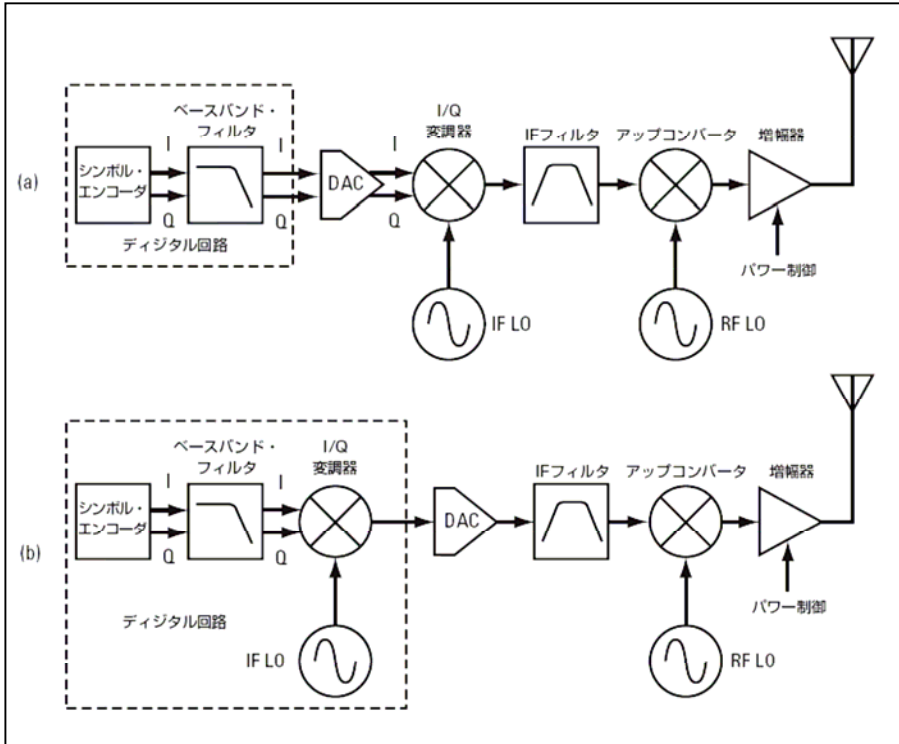
# 携帯電話 受信部のアナログ部

## IQ変調(デジタル変調?)



**電波はアナログ  
高度な変調には、より精度が必要**

# 携帯電話 送信部のアナログ



Digital Predistortionの例

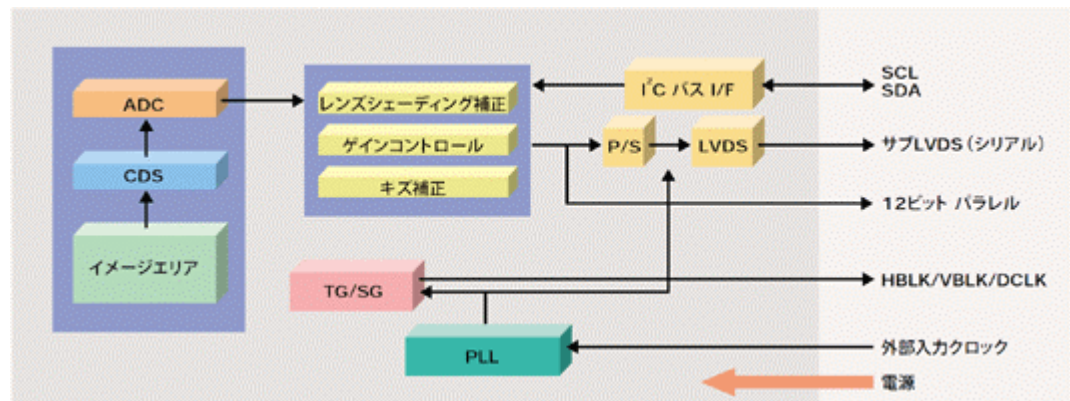
## 送信部の構成例

(a)アナログ I/Q 変調器 (b)デジタル IF



# 携帯電話 付加機能 センサ

## カメラ付き携帯電話用CMOSイメージセンサ



東芝セミコンダクター社のHPより

<http://www.semicon.toshiba.co.jp/product/sensor/selection/imagesensor/dynastron/dynastron.html>

この他、明るさセンサ・電池の監視・指紋認証など

# 携帯電話 PCとして

I/F: ディスプレイ・キーボード  
アプリケーション: ネット接続・ゲーム etc

携帯電話の構成は、PCとほぼ同様  
電源の要求などが異なる

PC



携帯電話



AUのHP ([http://www.au.kddi.com/seihin/kinobetsu/pc\\_site\\_viewer/index.html](http://www.au.kddi.com/seihin/kinobetsu/pc_site_viewer/index.html)) より

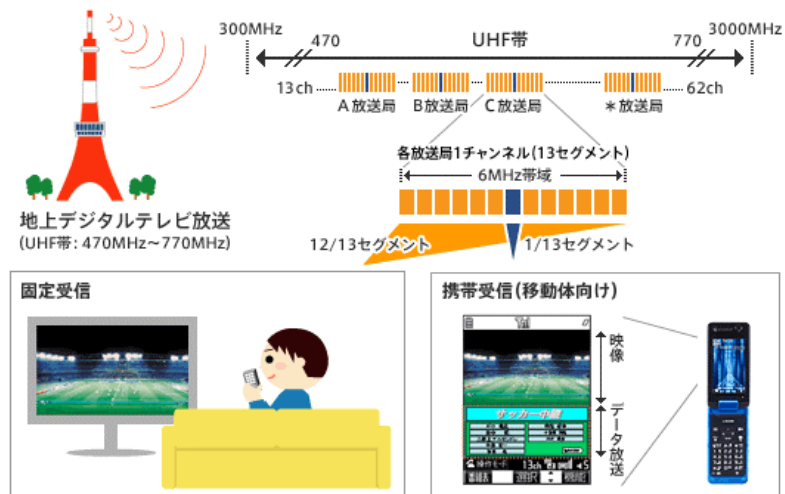
# 携帯電話 AV機能

## 音楽プレーヤ

デジタル・データ圧縮技術による



## ワンセグ受信機



NTT DoCoMoのHPより

([http://www.nttdocomo.co.jp/service/music\\_movie/index.html](http://www.nttdocomo.co.jp/service/music_movie/index.html))



## まとめ

---

☆身近な機器では、アナログに無関係のものを探すほうが困難です。

◎センサ・ネットワーク ◎メディカル・エレクトロニクス

◎PC ◎AV機器 ◎カー・エレクトロニクス ◎携帯電話

☆デジタル回路でも、アナログの知識が必要です。

☆アナログの高性能化のために、デジタル技術は必須です。

☆アナログは多くの要素が絡んでおり、複雑です。

その分、「**楽しみが多い**」と言えます。