

ICT共通基盤技術としての アナログ技術の重要性

上 芳夫

電気通信大学

産学官連携センター

1. まえがき

情報通信技術を用いる機器では

ハード面からみた要求は、

- ✓ 大容量の信号(情報)を高速処理

信号処理 ⇒ デジタル回路

- ✓ 遠方との高速データ通信

無線通信 ⇒ アンテナおよび
高周波アナログ回路

有限な周波数資源の効率よい使用技術 通信方式

輻射する電波 電磁環境の悪化 ⇒ 他の通信への妨害
漏えい電磁波(界)

2. デジタル技術は、

トランジスタの発明(1948年点接触型、1954年接合型)

⇒ トランジタラジオ(真空管回路の代替) 1955年TR-52

⇒ フリップフロップ回路 ⇒ **論理回路**(**OR** / **AND** / **EOR** 回路)

⇒ **IC**(集積回路1961年)、**LSI**(大規模集積回路1970年代)
VLSI、**SoC (System-on-a-Chip)**

コンピュータ、制御機器、ゲーム機器、家電機器、EV

電気回路の世界	数学の世界
電圧 ON/OFF	1/0 の 2 進数

物理的な連続量
(アナログ量)

サンプリング
⇒

離散的量(とびとびの量)
(デジタル量)



標本化(サンプリング)定理

アナログ回路は、デジタル回路での構成で可能

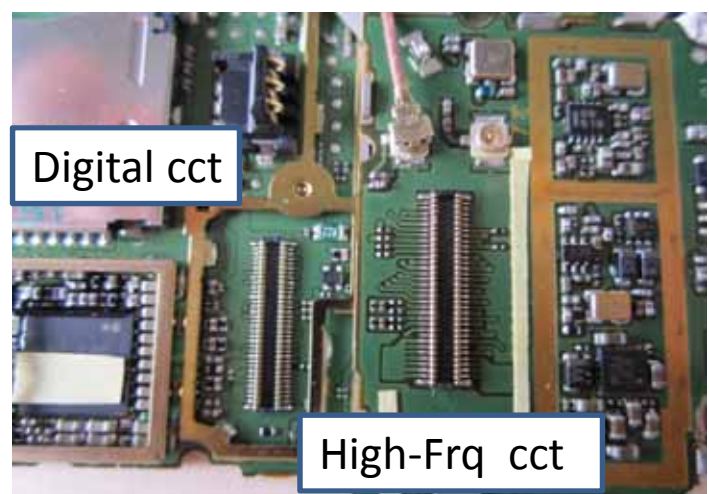
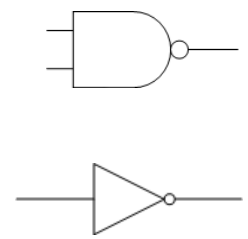
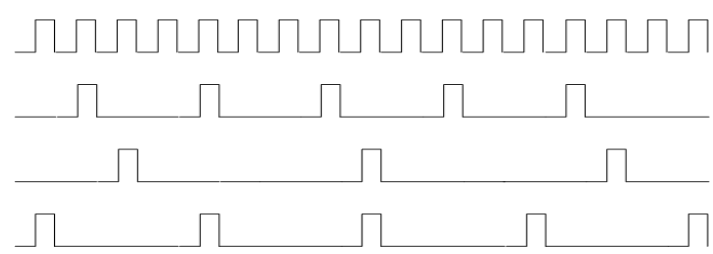
元の波形の最大周波数の2倍の周波数で標本化すると再現できる₃

CPU(中央処理装置) ← 万能な論理処理(実行)装置

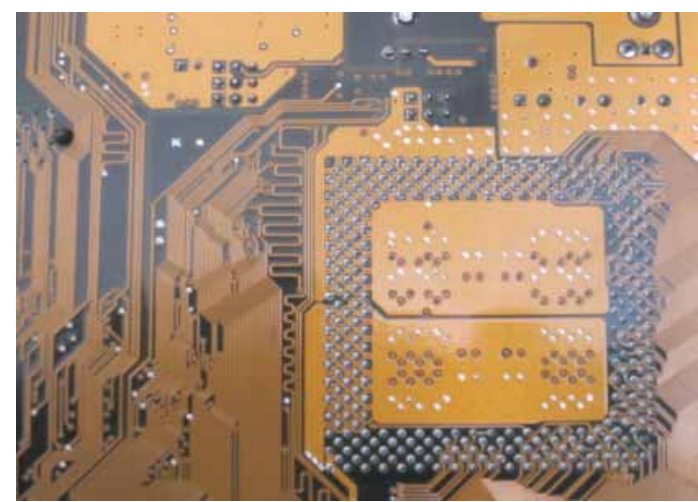
デジタル回路 ← 論理を処理するためのハードウェア

⇒ ON/OFF(1/0)の世界, 論理が正しく伝送されているか

⇒ タイムチャート

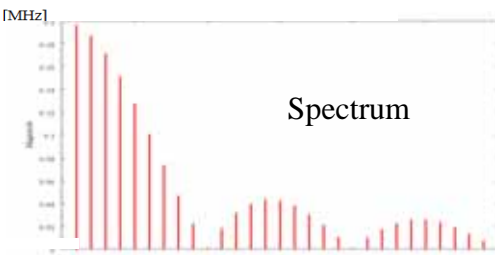
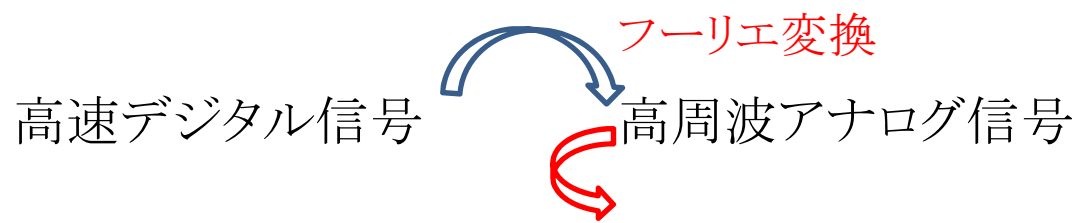
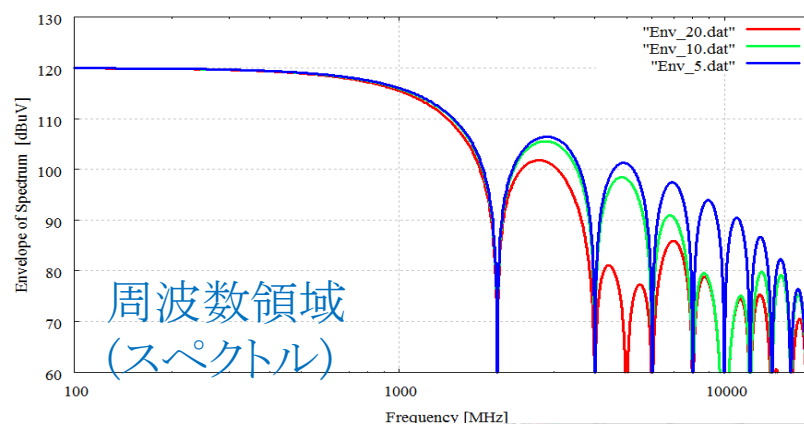
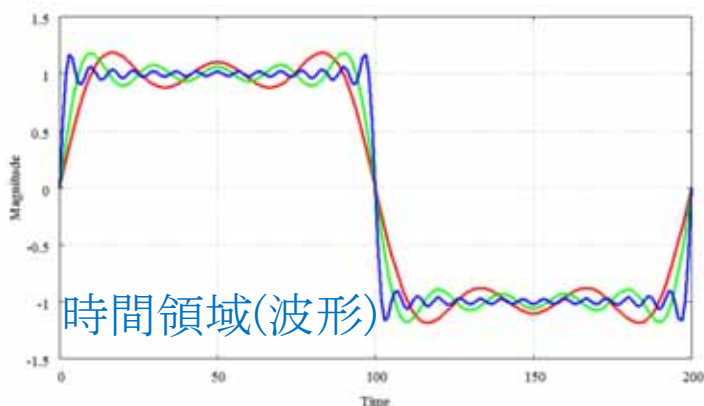


携帯電話の回路基板例



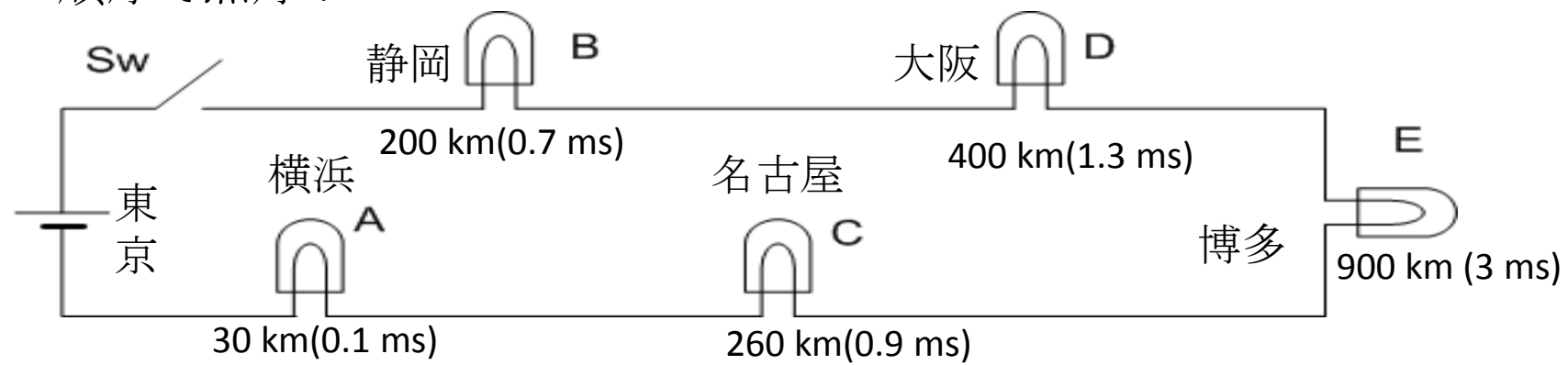
タワー型PCの回路基板例

デジタル信号(ON/OFF信号)は、高周波成分で構成される



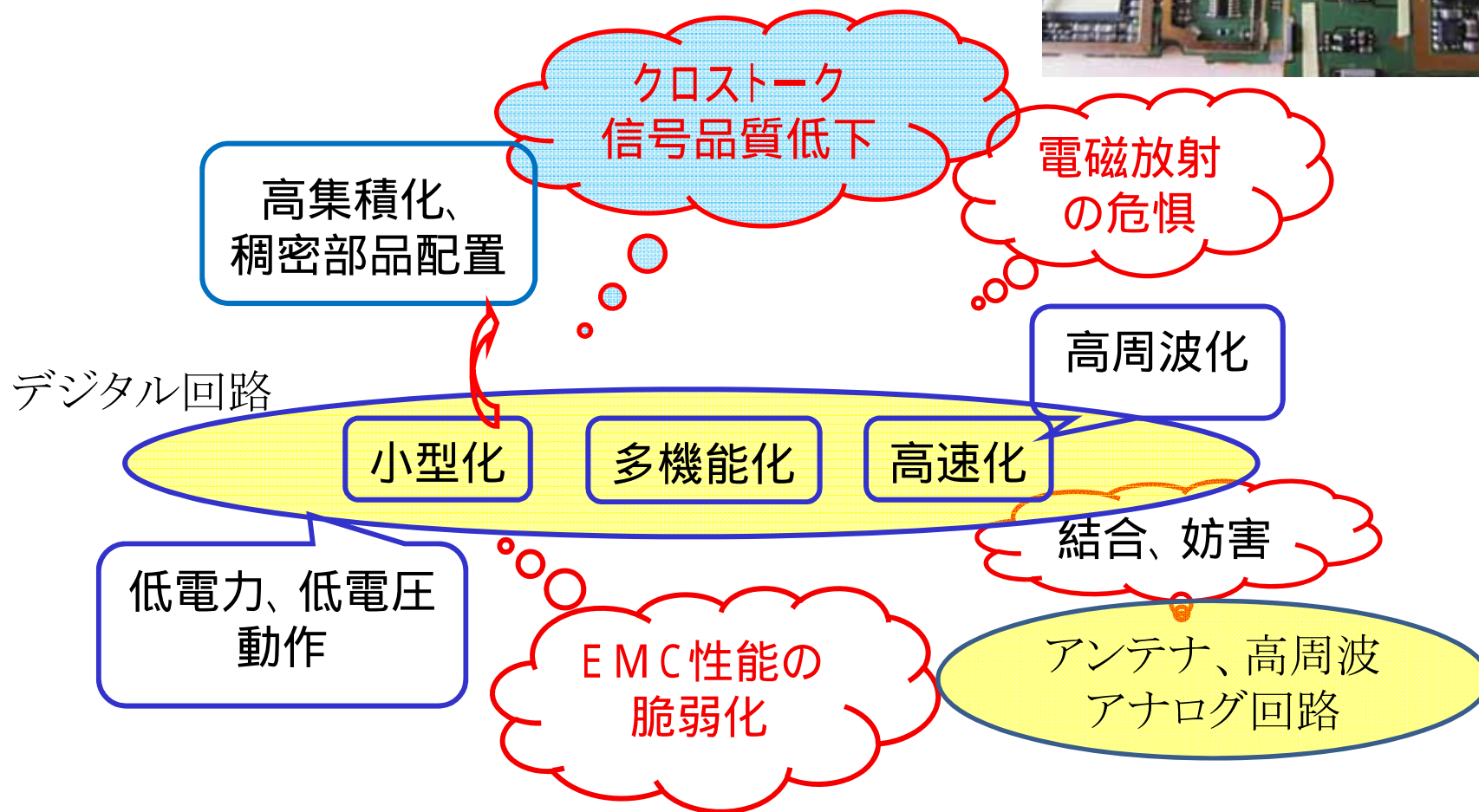
高周波のアナログ回路技術の対応で可能では？

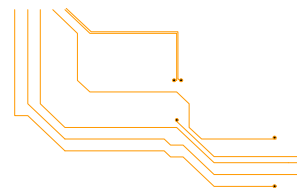
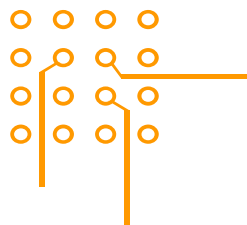
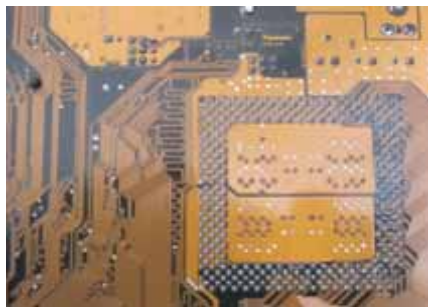
どの順序で点灯？



2. 電磁界に立脚したアナログ技術

- ✓ デジタル技術の応用製品
高速化, 小型・軽量化, 多機能化





基板上面図

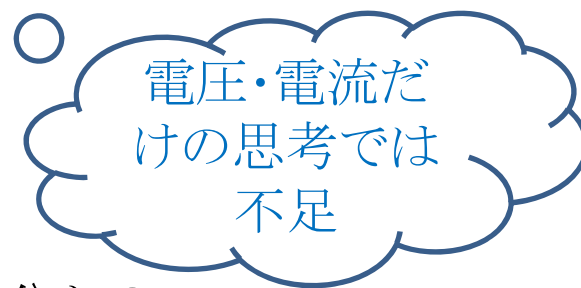


基板断面図

複雑な配線, GNDの欠損, ...など



電気回路論だけでは**解決できない!**
(性能を確保できない)



電圧・電流だけの思考では不足



高周波アナログ技術だけで製品設計は十分か?
(分布定数回路理論)



製品としては、

- ✓ 性能
- ✓ EMC (electromagnetic compatibility)
電磁両立性(整合性)

電界、磁界の思考が必要!

EMC 電磁妨害波(emission)
電磁耐性(immunity)

電気回路の法則や理論は、
マクスウエルの方方程式の**特殊な解**

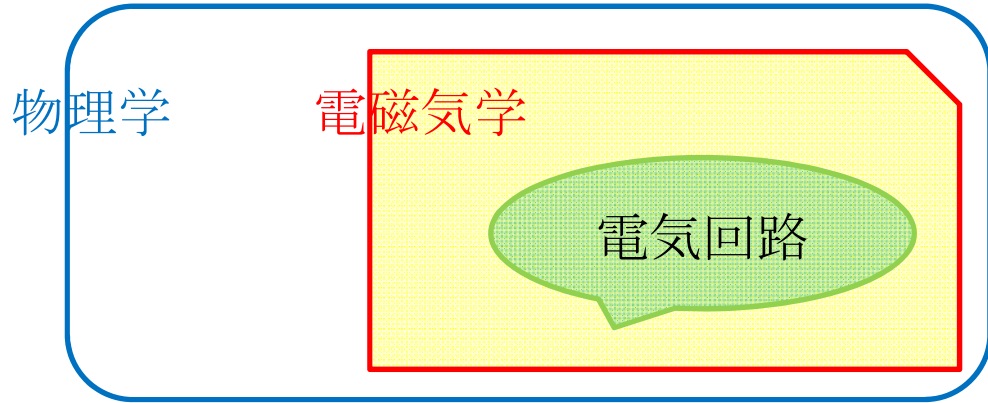
⇒ 電磁波回路

電圧・電流だけの思考では不足

高周波アナログ技術だけで十分か？
(分布定回路理論)

電界、磁界の思考が必要！

何故か



電気回路の法則や理論は、マクスウェルの方程式の特殊な解

従来のアナログ技術

電磁気学
電界、磁界はベクトル

静電磁界条件下

電気回路
電圧、電流はスカラ

電気回路は電磁界を作らないのか？
放射しないのか？

高周波回路での電圧、電流は波動！

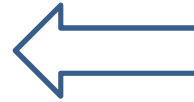


電磁界(波)の挙動を認識したアナログ技術

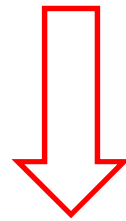
3. 日本の電気系技術者は、

企業では、

団塊世代の引退



アナログ世代で入社
(1970年前後)



技能・技術の継承？

デジタル世代

団塊の世代は、

電気回路 (4単位+2単位)

電磁気学 (4単位+2単位)

高周波回路 (4単位)

電磁波工学 (4単位)

ブール代数、論理回路の授業があったかどうか、の世代
情報処理、計算機工学 ?

大学でアナログ技術者は、育っているのか？

最近では

新しい教科目：**コンピュータリタラシー**を始めとする情報系科目の導入

⇒ 古い教科目の圧縮や廃止

ハード系研究室の不人気傾向

ゆとり教育世代

1998年学習指導要領改訂 ⇒ 2002年週5日制導入、
2008年「脱ゆとり」の指導要領

⇒ 小学校で2011年、中学校で2012年実施

⇒ 大学では、**卒業要件単位数**が変遷！

126単位＋修士課程(30単位)

アナログ関連の授業の現状は

- ✓ 電気回路と電磁気学の授業は、全く関連なく実施

電気回路の上級科目: 伝送回路、マイクロ波回路

電磁気学の上級科目: 電磁波論、アンテナ・伝搬

削減や圧縮の対象科目

電気回路 (2単位、4単位)

電磁気学 (削減、選択、2単位)

電気回路 (4単位+2単位)

電磁気学 (4単位+2単位)

- ✓ 専門基礎科目の授業担当者は、専門家？

- ✓ 数学との連携は？

複素数、ベクトル、マトリックス

インピーダンスは複素数！

反射係数は複素数！ 散乱行列の要素は複素数！

ラプラス変換、フーリエ変換、ベクトル演算、微分方程式

4. まとめ

ICTのハード技術は、

従来の

デジタル回路＋アナログ回路 ← 不十分

高周波アナログ回路＋電磁波論で補強された技術

⇒ 電磁波アナログ回路技術

- ✓ デジタル技術を使用するあらゆる機器、装置に必要
- ✓ 製品の優秀性、高信頼性等での差別化、区別化には必要不可欠な技術