

# エンジニアは 学び続けなければならない

岡田 健一

東京工業大学 工学院 電気電子系  
(旧 大学院 理工学研究科 電子物理工学専攻)

# 自己紹介（岡田健一）

1

TOKYO TECH  
Pursuing Excellence

2003年

博士(情報学)取得

「集積回路における性能ばらつき解析に関する研究」

2003-2007年

東工大 益研究室：RF回路等の研究

2007年-

東工大 松澤研究室：ミリ波回路等の研究

企業で働いたことがない

アナログ回路は勉強して**いない**

-2003年 ばらつきのモデリング、統計遅延解析

2003-2007年 Reconfigurable RF回路(VCO等)

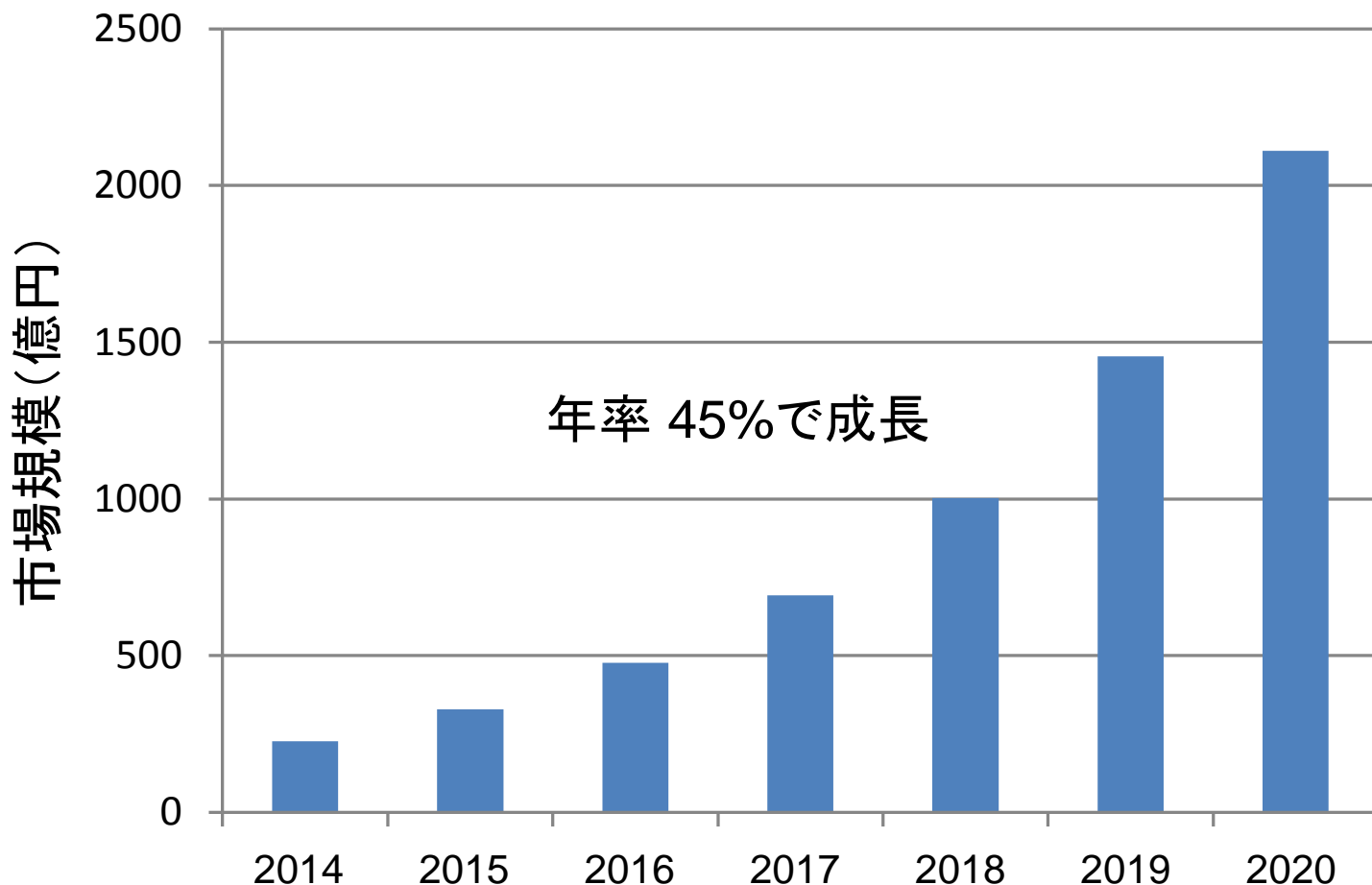
2007年- ミリ波 (ISSCC 2011, 2012, 2014, 2015, 2016x2)

PLL (ISSCC 2012, 2013, 2014, 2015)

- **ミリ波無線機 (世界最速56Gb/s)**
- **論理合成・自動配置配線可能なPLL**
- **ADCを用いたデジタルPLL**

## 2020年に2100億円(年率45%)

ミリ波市場予測(全世界)



# 「IoT時代にアナログエンジニアが果たすべき役割」

## ターゲット

- 回路系研究室の学生（学部、修士）
- 大学の若手研究者（～40歳くらい）
- 企業の若手エンジニア（～35歳くらい）

# 高周波回路設計に必要な授業科目

## 必要な知識は多岐にわたる

- **線形回路(2年前期)**
- **回路理論(2年後期)**
- **アナログ電子回路(3年前期)**
- **デジタル電子回路(3年前期)**
- **集積回路工学(3年後期)**
- **通信伝送工学(3年後期)**
  - 無線通信システム(4年前期)
- **コンピュータアーキテクチャ(3年後期)**
- **解析学(2年前期)**
- **フーリエ変換およびラプラス変換(2年前期)**
- **制御工学(2年後期)**
  - 自動制御(3年後期)
  - デジタル信号処理(3年後期)
- **電磁気学I(2年前期)**
- **電磁気学II(2年後期)**
  - 波動工学(3年後期)
  - 波動伝送工学及び電波法(4年前期)
- **半導体物性(2年後期)**
- **電子デバイス(3年前期)**

太字は必須または準必修

		A	B	C	D
Design	LNA, PA, VCO (basic)	◎	◎	△	○
	mmW amplifier design	○	◎	△	○
	Mixer	○	△	△	○
	Amplifier(with CMFB, gain peaking,..)	△	△	◎	○
	Opamp(for basic knowledge)	○	○	○	○
	PCB design up to 5GHz	○	○	○	×
	PLL	◎	○	×	×
	Logic	△	×	△	×
	Wireless system analysis(optional)	○	○	○	×
	Wireless system design	○	○	○	×

ABCD: 経験年数3-15年の技術者と自己評価

		A	B	C	D
<b>Measurement</b>	Correct handling of cable, connector, waveguide components, etc	◎	◎	◎	◎
	Correct handling of probe station	◎	○	○	◎
	Network analyzer	◎	◎	◎	◎
	- 110GHz, 67GHz-4port	×	×	×	○
	- Calibration	○	○	○	○
	- De-embedding (Open-Short, L-2L)	○	○	○	○
	Spectrum Analyzer	◎	◎	◎	◎
	- with down-conversion mixer	○	◎	○	◎
	- power calibration	○	○	○	○
	Signal Generator	◎	◎	◎	◎
	Parameter Analyzer	○	△	△	○
	- I-V trace (I/CV)	○	△	△	○
	Power Meter	◎	◎	◎	◎
- Pin-Pout	◎	◎	◎	◎	



		A	B	C	D
<b>Measurement</b>	Amplifier Linearity(Pin-Pout, Two tone)	◎	◎	◎	◎
	- by Spectrum Analyzer & Power Meter	◎	◎	◎	◎
	- with down-converter mixer	◎	◎	◎	◎
	- loss compensation for cable, probe, etc.	◎	◎	◎	◎
	NF Measurement	◎	◎	◎	◎
	- by Spectrum Analyzer & Noise Source	○	○	◎	◎
	AWG + Oscilloscope	○	○	○	○
- EVM, Constellation (Agilent, Tektronix)	△	○	○	○	
Phase Noise (SSA: Signal Source Analyzer)	◎	◎	△	△	
- with down-conversion mixer	◎	◎	△	△	

		A	B	C	D
<b>CAD Tools</b>	Virtuoso(DRC,LVS,LPE)	○	○	○	◎
	ADS	◎	◎	○	◎
	Virtuoso ADE	◎	◎	◎	◎
	HFSS(optional)	×	△	○	○
	Verilog-AMS (for PLL)	◎	△	×	×
	DC, Milkyway, IC Compiler (for Digital Synthesis)	×	×	×	×
	Ptolemy (for wireless system simulation)	×	○	○	△

- 回路設計(増幅器・発振器・PLL・フィルタ・無線システム)
- CADツール(回路sim・レイアウト・電磁界sim・無線system)
- 測定評価(ネットアナ・スペアナ・プローブステーション)

# では、どうするか？

- 自分一人で出来る事に限界があることを知る
- 自分の専門以外でもプロになれることを知る
- 学び続ける

## 例1

**24歳: 大学院修了かつ就職**

**30歳: 結婚**

## 例1

24歳: 大学院修了かつ就職

30歳: 結婚

第一子

32歳: 第一子誕生

0歳

第二子

35歳: 第二子誕生

3歳

0歳

・

・

**50歳: 退職**

18歳

15歳

(今後、同じ会社で50歳まで働くことはあまりないでしょう)

## 例2

24歳: 大学院修了かつ就職

24歳: 結婚

第一子

25歳: 第一子誕生

0歳

第二子

27歳: 第二子誕生

2歳

0歳

.

.

**50歳**: 退職

25歳

23歳

## 例2

24歳: 大学院修了かつ就職

24歳: 結婚

第一子

25歳: 第一子誕生

0歳

第二子

27歳: 第二子誕生

2歳

0歳

・

・

50歳: 退職

25歳

23歳

・

70歳: 年金支給開始

(子供を早く作っても、年金支給開始まで生き延びるのは難しいかも。。。)

では、どうすればいいか？

15

TOKYO TECH  
Pursuing Excellence

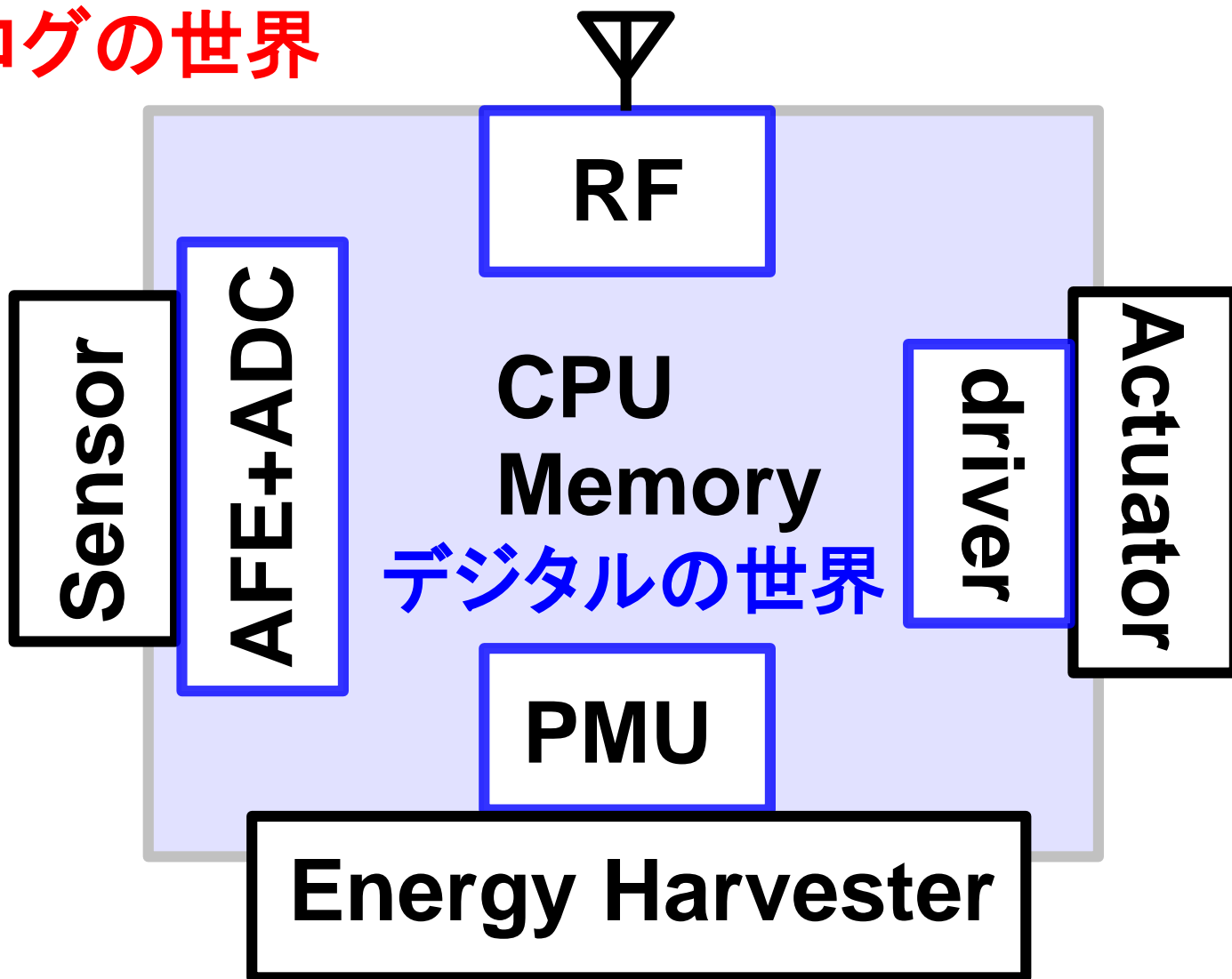
# 居場所を自分で作る

(組織に頼って生きるのは大変)



# IoT向け無線センサーノード

アナログの世界



# 軸足を考える

(自分の強みを考えて、それを軸に守備範囲を広げる。  
いっそのこと、軸足はどんどんかわったっていい。  
前に歩いていこう！)

# 壁は自分が作る

(人間できないことはない。できないと自分が思っているだけ。)

e.g.

あっちの業界の人はハードウェア屋さんの話なんて聞いてくれない。

ハードウェア屋さんなので、ビジネスはできない。

ハードウェアを作ってどうやって設けるか。

大学で勉強していないから出来ない。

もう40歳だから新しいことは学べない。

若い人には勝てない。

文系だからできない。

etc. )

- アナログ回路技術は素晴らしい**軸足**
  - Dead or Alive ⇒ **S**tay or Move
- 早めに学ぶべきこと
  - 掘り下げ力
  - プレゼン力
  - 英語力
  - 巻き込み力・巻き込まれ力