

アナログ・デジタル

アナログ 連続的な信号

- 自然界の信号 (音, 光)
- カセット, ビデオテープ

デジタル 離散的な数値の信号

- パソコン, 2進数
- CD, DVD

生活に欠かせない信号

1. 研究背景・目的

集積回路の信号処理
✓ 高精度アナログ信号生成のために...

今までは... **アナログ** (工場イメージ)

今回!! **デジタル** (工場イメージ) → **アナログ** (箱イメージ)

量, 質 OK
24時間稼働

デジタル信号技術
DWA, 自己校正アルゴリズム

目的
高純度な信号の生成

イノベーションに成功する者は、
右脳と左脳の両方を使う。



(ピーター・ドラッカー)

回路では
アナログとデジタル両方必要

2. ΔΣ変調器

デジタル ← アナログ

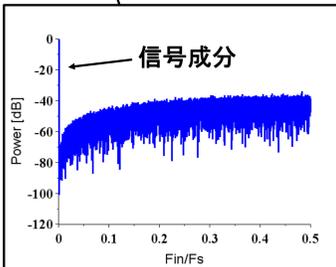
Δ: 差分
Σ: 積分

Digital input D_{in} → Quantizer → DAC → Analog output V_{out}

Digital ΔΣ modulation

- 信号を高分解能, 高線形に生成

用途: 電子計測器, オーディオ装置



デジタル「0」と「1」の世界

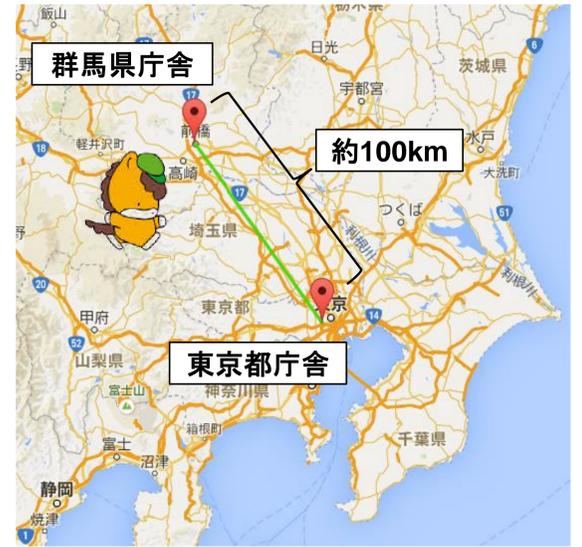
16bit ⇒ “0000 0000 0000 0000” ~ “1111 1111 1111 1111”

100km / $2^{16} (=65536)$ ≈ 1.5m で分割

→ 微細な計算が可能

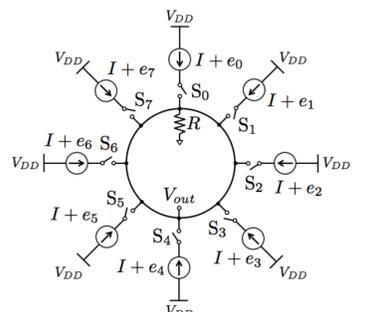
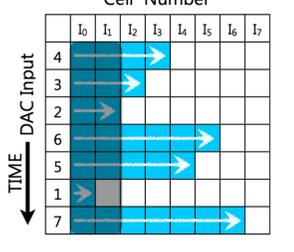
10bit ⇒ $\frac{100\text{km}}{2^{10} (=1024)}$ ≈ 97.7m

20bit ⇒ $\frac{100\text{km}}{2^{20} (=1048576)}$ ≈ 0.095m (9.5cm)



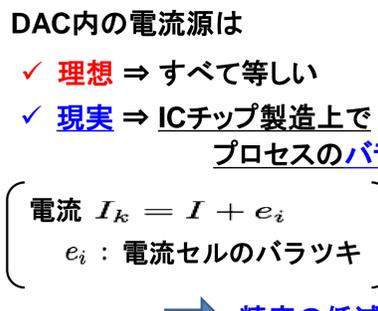
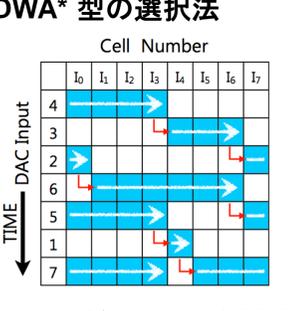
3. DWAアルゴリズム

◆ 従来の選択法

バラツキが累積 ⇒ 低精度

◆ DWA* 型の選択法

バラツキが分散 ⇒ 高精度

DAC内の電流源は

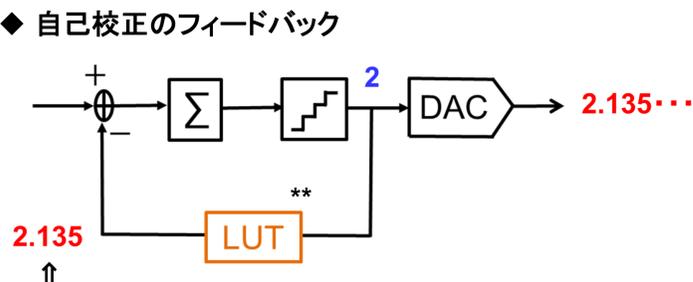
- ✓ 理想 ⇒ すべて等しい
- ✓ 現実 ⇒ ICチップ製造上でプロセスのバラツキあり

電流 $I_k = I + e_i$
 e_i : 電流セルのバラツキ

→ 精度の低減 (××)

4. 自己校正アルゴリズム

◆ 自己校正のフィードバック



2.135 → LUT → 2.135...

DAC LUT	LUT Input	LUT Output
	2	2.135

*Data Weighted Averaging: データ重み付け平均化

** Look Up Table: LUT

入力に対応するデータを出力

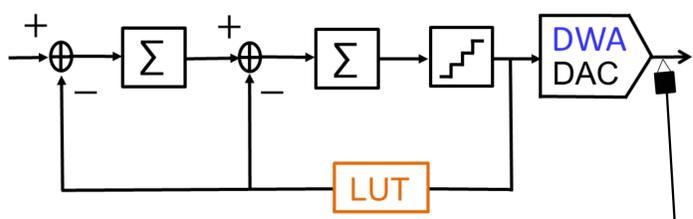
1 → LUT → 17



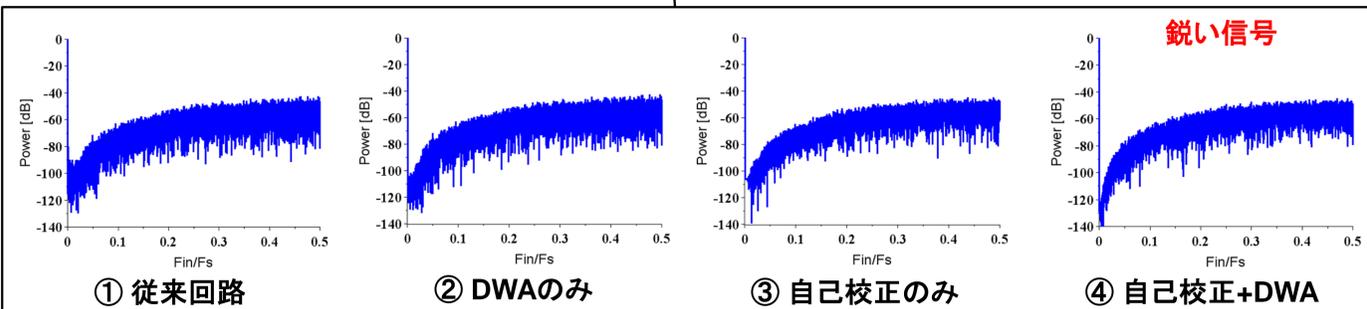
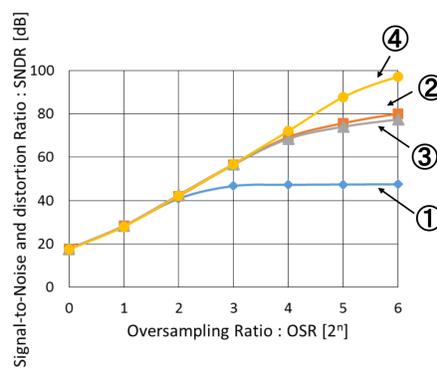
猫の年齢	人間の相当年齢
1	17
2	23
3	28

5. シミュレーション結果

◆ 組み合わせの有効性を比較



● 信号精度の評価
 $\frac{\text{信号電力}}{\text{ノイズ電力} + \text{ひずみ電力}}$



6. まとめ

高精度な信号生成を検討

DWA・自己校正アルゴリズムを使用

① 従来 < ② DWA < ④ 自己校正+DWA
③ 自己校正 精度向上

参考文献

[1] R.Schreier, G.C.Temes, Understanding Delta-Sigma Data Converters, Wiley-IEEE press (2009).
[2] 小島潤也, 村上正紘, 小林春夫, “マルチビットΔΣDA変換器の線形性向上アルゴリズムの検討-DWA, 自己校正およびその組み合わせ”, 第7電気学会東京支部栃木・群馬支所合同研究発表会, 足利, ETT-17-86, ETG-17-86 (2017年3月)