第9回　1ビット研究会

オーディオ愛好家が陥りやすい 1ビットオーディオの誤解に対する 正しい理解と技術解説の提案

2014-06-25

中島　千明　・　的場　文平
（ディジタル･オーディオ装置自作愛好家）

最初に

- 本日の発表の目的
  - 前回2013/12/20に機器の不調で実演できなかった、
    1ビットコンソーシアム公開の11.2（11.2896）MHz/1 bit音源をお聴きいただく
  - 余った時間で、発表者が常々感じている
    「オーディオ愛好家が陥りやすい1ビットオーディオの誤解」を列挙し、
    今後の正しい理解の一助となれば
- 発表者の基本的スタンス
  - オーディオ分野におけるデルタ・シグマ変調技術応用の実用的価値を強く認識
  - 今回の11.2 MHz/1 bit音源再生楽音の生々しさに、
    従来の2.8 MHz/1 bit、5.6 MHz/1 bitとは異なる感動をうけた
  - 仮説： ディジタルも、ある分解能を超えると急に自然さが増すのではないか
  - 限られた条件下での、たった一例の実演であるため、
    その評価は皆様のご判断または今後の他事例に基づく評価に任せたい

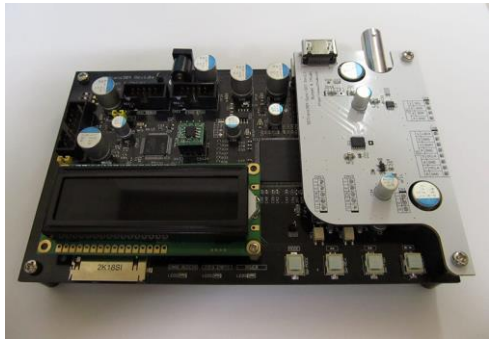
再生音源

- 1ビットコンソーシアム公開　11.2 MHz/1 bit音源
  - “ストラディバリソサエティのバイオリン(クリストフ・バラティ)”（永野桃子, 大場治子）
    http://www.acoust.rise.waseda.ac.jp/1bitcons/data10/2006_nagano_ohba.wsd
  - ハンガリー出身のバイオリニスト、クリストフ・バラティ氏が、パガニーニの協奏曲の途中のソロパートを抜き出して、シカゴのストラディバリ・ソサイエティで演奏したもの
  - ダウンロードしたままでは、通常のプレーヤソフトでは再生不可。
    発表者がDSDIFF形式にフォーマット変換。
    さらに、周波数スペクトル観察用にPCM WAV 176.4kHz/24 bitに変換
    （途中の1 bit -> PCMデシメーションにはKorg AudioGateを借用）

再生装置の構成

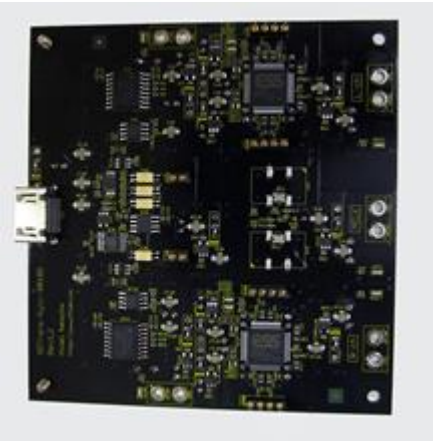
■ トランスポート

SDTrans384
＋ Sync-SDT



DAC

Sync-9018D

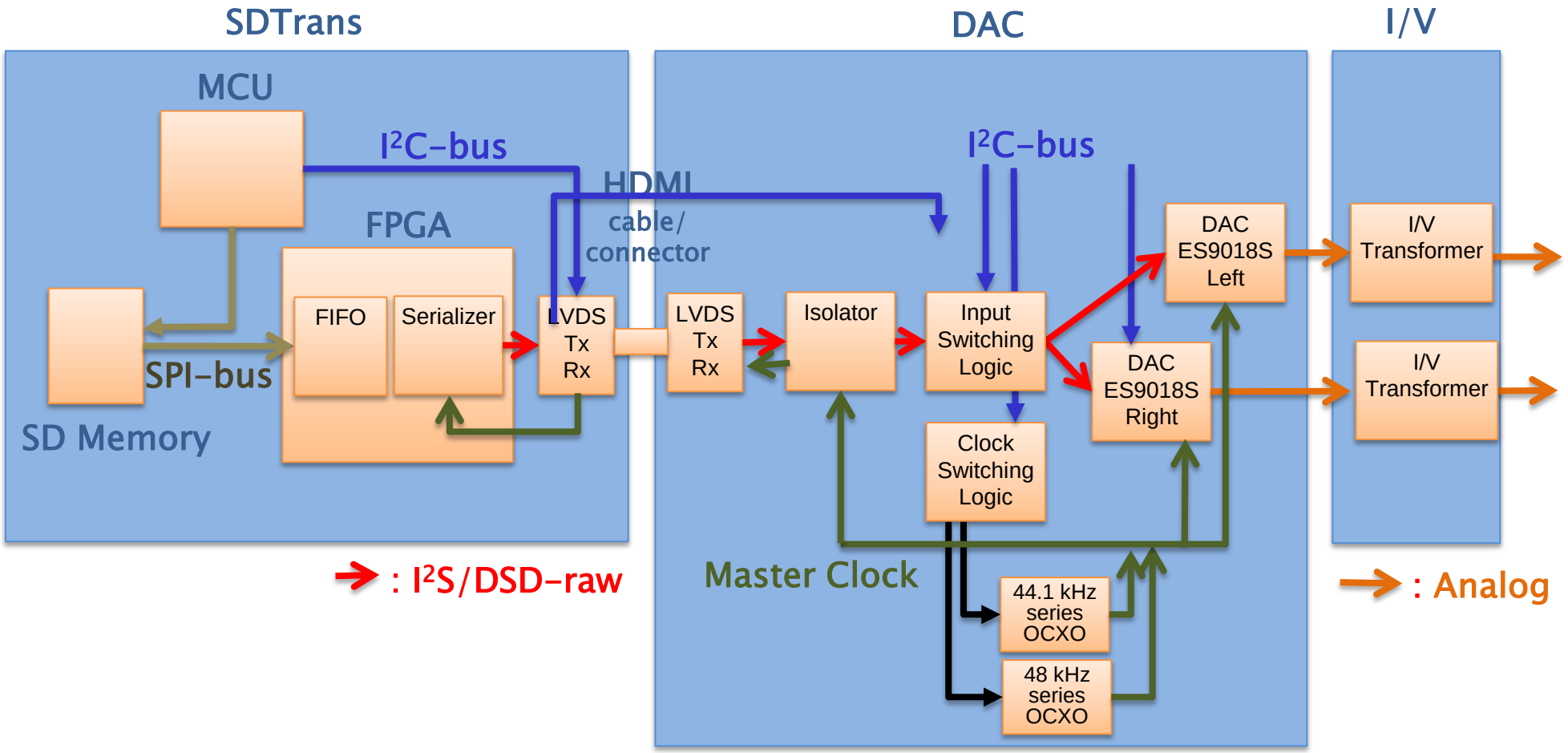


DAC I/Vステージ

ファインメットコア・ライン・トランス

NDK Dual Crystal Ultra Low Noise OCXO (45.1584 MHz)

SDTransとDACのブロックダイアグラムと接続



オーディオ愛好家が陥りやすい1ビットオーディオの誤解　（その1）

「DSDは“PDM(Pulse Density Modulation)”である」と、
ΔΣ変調抜きで、単純化していう人が多い

- 発表者の理解
  - ✓ 1ビットオーディオ、DSD（Direct Stream Digital）、SACDの相互関係は、以下のように分類できるのではないか？

PDM＝広い意味の1ビットオーディオ

マルチビット表現

ΔΣ変調を用いない

従来、オーディオ応用は少ない

本日の、山崎先生グループの御発表

ΔΣ変調を用いたもの

DSD

SACD暗号化前のデータ

ΔΣ変調はとても重要！

オーディオ愛好家が陥りやすい1ビットオーディオの誤解　（その1）

■ 発表者が考える現状の問題点

- ✓ 広く容易に入手可能で、正確な情報源が案外少ない
  - 1ビットオーディオ、DSD(Direct Stream Digital)やSACDについて、教科書的な解説書がほとんどなく、系統的な理解がしにくい
  - DSDについて規格書がない？？
  - SACDについての規格書そのものは、アマチュアがおいそれと読むことができない
- ✓ ΔΣ変調の理解が難しいために、すっとばしてしまう

■ 発表者の提案

- ✓ 諸先生・諸先輩方におかれましては、ぜひ世界的な教科書の御執筆を！
- ✓ 研究会で、規格書とはまた別の、平易ではあるが系統立った解説をまとめては
  - ディジタル符号としての表現
  - 電気信号として表現・規格　　Normal mode (Uni-phase), Bi-phase
  - インターフェース信号としての規格　　SDIF-2, SDIF-3, DoP
  - 音源ファイルとしてのデータ構造と表現　　WSD, DSDIFF, DSF

オーディオ愛好家が陥りやすい1ビットオーディオの誤解　（その2）

- スーパーテクニックを使えば、ΔΣ変調された1ビットオーディオデータを、簡単なビット演算で編集可能だと思っている
- DSDは、1種類だと思っている
- PCMとの間で可逆的に変換できると思っている

＝＞ ΔΣ変調を正しく理解している人が少なそう

■ 発表者の理解

- ✓ 1ビットオーディオデータのままの汎用編集は不可能
  （たとえSonomaのようなリアルタイム編集機能を持ったプロ用機器でも、一度マルチレベルの表現にして演算を行ってから、再びΔΣ変調をかけて1ビット信号を生成）
- ✓ ΔΣ変調器の構成・設定によって、多種多様の1ビットオーディオ結果が存在しうる
- ✓ PCM –> 1ビット変換時：　ΔΣ変調の方法
  1ビット –> PCM変換時：　デシメーションの方法
  が違うことによって、完全に元に戻ることはほぼありえない

オーディオ愛好家が陥りやすい1ビットオーディオの誤解　（その2）

■発表者が考える原因

- ✓ ブロック線図を直感的に理解できる人が少ない
- ✓ ΔΣ変調回路を愛好家が自作できるような回路図が入手できない
- ✓ MATLAB上のツールボックスが無料で公開されているが敷居が高い
- ✓ PCMとの変換プログラムでソースコードが公開されているものが少ない（インターネット上に存在することはするのだが）

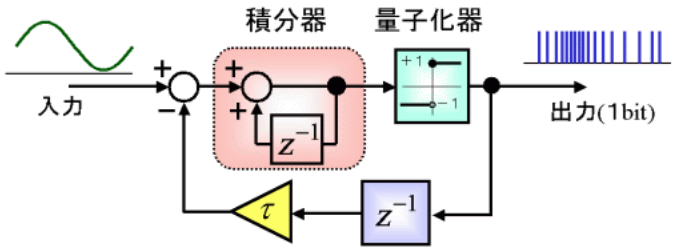


図1.1　1次のΔΣ変調の構成

http://www.okuma.nuee.nagoya-u.ac.jp/~murahasi/dsm/feature.html

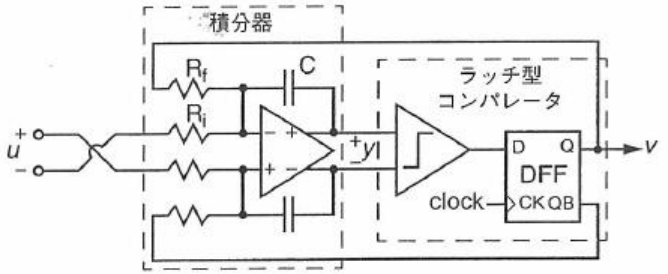


図 2-13　能動 RC（連続時間）方式により実現した MOD 1

シュライアー・テームズ著/和保・安田監訳
「ΔΣ型アナログ/デジタル変換器入門」丸善、2007 より

■ 発表者の提案　ー　例えば、当研究会の成果物として

- ✓ 典型的回路図の公開
- ✓ SPICE系シミュレータでΔΣ変調が取り扱えるものならば、そのための要素・回路図等の公開
- ✓ PCMとの相互変換プログラムソースの教育目的の公開

オーディオ愛好家が陥りすい1ビットオーディオの誤解　（その3）

「PCM　vs.　1ビットオーディオ」
と極端に単純化して、音質の良否の議論をする

- 発表者の理解
  - ✓ AD変換、録音、編集、メディアを通じた流通、再生装置、DA変換といった各プロセスを詳細に見ていくと、PCMだ、1ビットだと単純に色分けできるものでない
  - ✓ その音源の来歴によって、PCM形式をしていても中身は1ビットそのものというものもある。 一方でSACDで販売されていても中身はCDの焼き直しというものもある
  - ✓ PCMデータであっても、多くがΔΣ変調アーキテクチャのADCチップを使って録音され、ΔΣ変調アーキテクチャのDACチップを使って再生されている
  - ✓ DACチップのDA変換部では、大きくつぎの2種類がある
    1. マルチレベルのΔΣ変調信号を、並列1ビットスイッチでアナログ化
    2. 1ビットオーディオ信号をFIRフィルタでアナログ化

- 発表者が考える原因
  - ✓ 録音・編集の現場の実態を知らない
  - ✓ DACチップの内部のことを知らない

オーディオ愛好家が陥りすい1ビットオーディオの誤解　（その3）

■ 発表者の提案

研究会の各メンバーがリレー形式で、上流工程から下流工程へ順を追って
1ビットオーディオの取り扱われ方を具体例を挙げながら解説してゆく内容を
なんらかの学会誌・研究紀要または一般市販雑誌のシリーズ記事として投稿しては

- ✓ ADC装置とADCチップ
- ✓ 録音機器
- ✓ 編集機器
- ✓ 編集ソフトウェア・ツール
- ✓ SACD制作・製造機器
- ✓ SACDプレーヤ
- ✓ PCオーディオプレーヤ
- ✓ DAC装置とDACチップ

御清聴ありがとうございました！