



第7回 1ビット研究会報告

株式会社コルグ 開発1部

永木 道子

去る 2013 年 6 月 26 日、早稲田大学 IT 研究機構 1 ビットオーディオ研究会の主催する第7回 1 ビット研究会が早稲田大学西早稲田キャンパスにて開催されました。発表された5つのテーマについて簡単に報告させていただきます。

● 1 ビット研究会について

1 ビット研究会は前身の 1 ビットオーディオコンソーシアムが 2010 年 9 月から開催して来ましたが、昨年 6 月より 1 ビットオーディオ研究会（委員長：及川靖広、代行：山崎 芳男）がその活動を引き継ぎ、今回で第7回目となりました。1 ビット研究会は大学、企業、個人などの 1 ビットオーディオに関する研究成果を発表する場であり、聴講は 1 ビットオーディオ研究会の会員及び 1 ビット技術に関心のある方ならどなたでも可能です。回を重ねるごとに来場者は増え、今回は過去最高の 165 名を数えました。

● 22MHz, 1bit レコーダによるオーラルヒストリーの記録保存

山崎芳男教授、八十島乙暢（早稲田大学）



早稲田大学 山崎芳夫教授



NAGRA IV-S



VC-21WSD

UCLA の図書館には JARP コレクションとして北米日本移民の方々が話された言葉がアナログテープに記録されたオーラルヒストリーが数多く所蔵されており、その数は 327 本。しかし一部は聞き取り不能（"inaudible"）と判定されているということで、劣化しない間に一刻も早くこの貴重なデータをデジタル保存することが必要です。山崎教授は「死蔵されたデータに光を当てる」という研究活動の一環として 1 ビットオーディオ技術を応用し、これを救済することにしました。そのために使用した機材がアナログオープンリールテープレコーダ NAGRA IV-S と 8ch の 1bit/22MHz で録音のできる VC-21WSD です。

NAGRA を約 10 倍速で再生し、ヘッドの出力を直接 VC-21WSD に入力しました。1bit/22MHz の特性は 300kHz まではフラットで 400kHz まで記録する事ができるため、高速再生したマルチトラックのデータを 1bit/22MHz で一度に記録することにより、大量のデータを短時間で高音質にデジタル化することが可能になりました。また実際には"inaudible"と判定されたものも日本語

が理解できないことからテープの進行方向と逆に記録されたことに気付かなかったと思われ、再生可能であることがわかり、貴重な財産が救済可能となりました。

● 1 ビットの USB 伝送について技術解説

森 拓也 (インターフェイス株式会社 第一営業部課長補佐)

インターフェイス社は DSD 再生ソリューションを展開し TEAC UD-501、LUXMAN DA-06 など複数の国内オーディオメーカーで採用実績があります。今回は DoP と ASIO native 方式の違いについての発表でした。DoP は 24bit の PCM データのうち、先頭の 8bit を PCM/DSD 判別のため Marker として、残りの 16bit を使用し 1bit のデータを転送する方式です。受信側が Marker の一定の組み合わせ

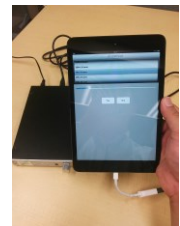


インターフェイス株式会社 森 拓也氏

が 32 回連続したときに 1bitDSD として判定し、そうでないときは PCM として再生をしようとしています。一方 ASIO native 方式は独スタインバーク社で決められた ASIO の Ver 2.1 で織り込まれた伝送方式で、デバイスが DSD 受信可能かどうかを問い合わせる仕組みと可能であれば、データを流す前に DSD と PCM のどちらを送るかを伝える仕組みを持ち、受信可能なデバイスに対して確実に 1bitDSD データを送ることができます。

それぞれの方式にはメリットデメリットがあります。ASIO native は問い合わせの仕組みがあるためアプリケーション側、ドライバ側とデバイス側の全てが ASIO native に対応している必要がありますが、DoP は PCM にデータを乗せるためドライバ側に特別な仕掛けが不要のため、アプリケーションが先行して DoP 再生を採用することが出来ました。それが DoP が一気に普及した理由です。一方、DoP は Marker の分だけ転送するデータ量が 1.5 倍になること、音源データ Marker データを付加しながら再生し、ストリーミングデータを受信しながらリアルタイムに Marker 判別する必要があるため、再生アプリケーションもデバイス側も処理の負荷が高くなる、サンプリング周波数切り替え時のノイズ対策のためのバッファが ASIO より大きくなる、という欠点があります。

また会場内のデモコーナーでは iPad mini と DSD 対応 USB DAC を用いた 1bitDSD のネイティブ再生デモも行われました。(右は資料画像) 通信方式としては ASIO native ライクな独自方式です。



● 1bit 対応 8ch オーディオインターフェイスの試作と録音の実践

相川宏達 (株式会社 アイ・クオリア代表)



相川宏達氏 (左) は以前より録音サービスや CD のアルバム製造を手掛け、2006 年には株式会社アイ・クオリアを設立、2010 年には自主レーベル etendue も設立しオンドマルトノの独奏を収録した世界初の SACD サラウンドアルバムをリリースしました。

その製作の過程で 1bit オーディオの製作のための機材・ソフトウェアが提供されていないことに対する不満を持ち、それを解消するため自ら下記の特長をもったハードウェアを実現しようと考えました。

- ・ ホール／スタジオでの出張録音に対応できる取り回しの良さ
- ・ マルチチャンネル録音・再生機能（アナログ 8chI/O）
- ・ 従来機器との接続性の確保（SDIF-3, AES/EBU, 汎用デジタルインターフェイスの装備）



ディーエスオー社の協力を得て USB 接続のオーディオインターフェイスとして試作されたのが左の写真の試作 0 号機です。

USB 伝送処理に RigiSystems の USBPAL を使用、全体の制御には FPGA(CycloneII)を用いたハードウェアと ASIO2.1 による 1bit 録音アプリケーションを開発し、多数の 1bit/2.8MHz でのマルチチャンネル録音実験を重ねて動作を実証しました。

次の試作 1 号機（右）では機能を 1 枚の基板に集約し小型化しました。各機能のデバイスは 0 号と同等で USB による高レートデータ通信と FPGA による制御の確立により、1bit/5.6MHz での 8ch マルチチャンネル録音再生、PCM では 8ch@192kHz、4ch@384kHz までの録音再生、USB 経由での各機能パラメータ制御を実現し、録音動作の実証を継続中です。現在は、主基板と ADC 基板の分離、SDIF-3 などのデジタルインターフェイスの実装、コンパクトな筐体設計（目標はハーフラックサイズ）を目指して試作 2 号機を開発中です。



● PC オーディオの業界動向、市場動向に対しての LUXMAN 社の取組と考え方

小嶋 康（ラックスマン株式会社 商品企画室室長）

LUXMAN 社は小嶋 康氏(右)から発表がありました。LUXMAN 社は今年 6 月 13 日で 88 歳を迎えた老舗のオーディオメーカーで、アナログ製品をラインナップの中心として来ましたが、2010 年から PC オーディオ製品の発売を開始しました。

単品コンポを中心とした趣味のオーディオ市場は 1970 年代以降に徐々に衰退し大手メーカーが撤退しましたが、2000 年代のころには底を打った、その原動力の一つが PC オーディオの登場によるものと考えられます。PC オーディオは PC をトランスポートとする新しいオーディオシステムで利便性（メディアから音楽ファイル）、音質（1bitDSD を含む様々な高音質フォーマット）、趣味性（パソコン設定や再生環境などユーザーが音質に介在できる部分が多い）などが従来と異なり大きく変化しました。また大手メーカーではなく、中小ブランド、メーカー、以前から PC で音楽再生していた若年層を中心としたムーブメントです。そこでは 1bitDSD は注目を集めるフォーマットとなっています。SACD は一部のハイエンドユーザーの趣味でしたが、ファイルとなり一般の人が 1bitDSD の音質を体験すると、PCM とは異なる特徴を持つ新しいアナログ的な感覚を持つデジタル方式としてデジタル嫌いのアナログ派に



も訴求するようになりました。

ユーザー層の分析には興味深いものがありました。門外不出(!)だったというそのデータによると 60 歳で定年を機に購入をする層とは別に 2 年ほど前から 30 代に新しい山が見え始め、これが PC オーディオを支える層であろうと期待されています。彼らのようなユーザー層には PC をトランスポートとすることは特殊ではないし、また、ヘッドフォンを中心に音楽再生を楽しんでおり、必ずしもスピーカー環境に移行するわけではなく、新しい現代のオーディオマニアと考えられています。

LUXMAN 社の製品の特長ですが、製品の中心がアンプ製品ということもあり DAC といえどもアナログ部分のクオリティがユーザーの満足度を左右すると考え、大きくて重いものが、音が良いという従来からの設計方針に従って、高額な素材、大容量の部品を使用して音作りをしているのが LUXMANらしいところです。ただ新しいユーザーからは小さくて良いモノを求める声も出始めたそうです。そして 1bitDSD 音源についての要望もありました。1bitDSD 音源と言ってもどこからどこまでが 1bitDSD なのか(録音だけなのか、マスタリングだけなのか、全てか)が分からず混在していることが問題で、野菜の生産地証明を求めるように完全ネイティブを求めるユーザーの声がある。こうした良質な完全ネイティブの作品をもっと増やしてほしい。その補完をするものとしてアナログマスターテープを 1bit 化した音源を増やしてはどうか、ということでした。



DA-06(右)は豊富な入力群を装備
: USB, 光 x2, 同軸 x2, バランス

● AudioGate, Clarity から DS-DAC-10 まで : KORG の PC オーディオへの取組

大石耕史、石井紀義(株式会社コルグ 開発 1 部)



1bit オーディオの研究は 2004 年に DSD から PCM への変換ツールの開発からスタートし、2006 年に 1bit レコーダ MR-1 を発売する際に付属のオーディオフォーマット変換ソフト「AudioGate」としてリリースされました。1bit オーディオという新しいフォーマットのデータですが一部の DAW でしか編集できない、PC 内で再生もできないのではせっかくの高音質で誰も録音してくれないのではないかという危機感があったからです。その後ファイルの連続再生、FLAC やオーディオ CD に対応、WASAPI 対応といった機能が追加され、Player としての音質も評価されるようになり、2010 年にフリーダウンロード開始、2012 年 DSD ダイレクト再生に対応となり、コンバータというより再生ソフトの色合いが濃くなり現在に至ります。

AudioGate の開発でこだわったのは PC に不慣れな人にも簡単に使えるようデザイン、MD ライクな編集機能、パラメータ設定の自由度の制限など「モノ感」を貫くこと。そして技術面の肝は SSE2 による変換処理の最適化とプレビュー&レンダリングによる編集です。この高速化なくしては当時の CPU では 1bit データのリアルタイム変換再生は不可能でした。また 1bit データ

をそのまま編集出来ないため、PCM 変換再生をプレビューしながら編集を行い最終的にオリジナルの 1bit ファイルにまで戻ってレンダリング（エクスポート）することで 1bit データを簡易的に編集することができます。

次に手がけたのは 1bit の USB オーディオインターフェイスで、研究は 2007 年から開始、当時 VAIO に搭載されていた 1bit 対応オーディオチップを動かすアプリケーションをまず作り、次にこのアプリケーションで動くハードウェアを開発する、という手順で、ASIO で動く 2ch の簡単な録音再生の実験をしました。この研究を通してフェード処理をソフトウェアで実現しなければならないという点などいくつか課題が残りました。

これらを解決すべく開発されたのが 2010 年サンフランシスコの AES で発表した 1bit 編集システム Clarity です。1bit DAW Clarity と 8In/8Out の USB オーディオインターフェイス MR-0808U からなり、トラック数は無制限で、波形表示、クロスフェード編集、EQ、サラウンドミックスなどが可能です。

Clarity の開発では特別なハードウェアや DSP を使用しない「CPU ネイティブ」なソフトウェアとして開発することにこだわりました。そうすることで将来的に CPU が早くなるにつれトラック数が増えるなど自由度が増していくからです。AudioGate より徹底した最適化による処理の高速化も行い、PCM に変換することなく波形表示を実現するなどしています。

この研究で重要なことは AudioGate のライブラリーの上に Clarity が構築されている点です。これは様々な研究成果である機能は容易に AudioGate に追加できることを意味しています。こうして AudioGate と DS-DAC-10 による 1bit 再生は今までの研究成果から生まれました。



DS-DAC-10 の音は MR レコーダで録音した音そのままの音で再生できることにこだわりました。また PCM で有効で 1bit では無効な機能などが無い様、区別なく全て同じように扱えるように配慮しています。DS-DAC-10 は 2012 年 11 月の発売時に ASIO による 1bit 再生に対応していましたが、今年 4 月に MacOS での 1bit 再生に対応し、これでどちらの環境でも PCM と 1bit を同等に扱えるようになりました。

MacOS では 1bit データが定義されていないので DoP が一般的ですが、AudioGate では DoP を採用しませんでした。DoP では PCM/1bit 切り替え時にストリーミングを停止できないため、Clarity で開発したソフトウェア処理によるフェードが無効になってしまいます。マーカの判別期間に発生する大きなノイズも許されざるものでした。そのためデータストリーミングとは別のコマンドで 1bit と PCM を切り替え、Core Audio の“Hog Mode“でミキサーの排他処理を行い、AudioGate から確実に DS-DAC-10 に 1bit データを送ることで ASIO ライクな 1bit 再生を MacOS 上で実現しています。

コルグの製品はエンジニアが強いこだわりを持って開発しているという事を強く感じさせる発表でした。

筆者プロフィール：

永木 道子（ながき みちこ）

1984 年筑波大学卒 同年京王技研工業株式会社（現株式会社コルグ）入社。デジタル MTR、1 ビットレコーダー、USB DAC など製品のソフトウェア開発に従事。早稲田大学 IT 研究機構・1 ビットオーディオ研究会幹事