



Apple Digital Masters

スタジオ品質のサウンドを再現。

アーティスト、レコーディング エンジニアの求めるサウンド クオリティ

メジャー、インディーズに関わらず様々なレーベルやアグリゲーター、レコーディングアーティストやオーディオエンジニアが、Apple MusicとiTunes Storeの配信コンテンツの中で最も重要なコンテンツである「音楽」を提供しています。レーベルやアーティストから届く音楽を、その意図に忠実に世界中のファンに届けることがAppleの仕事です。そのためにはまず、可能な限りの最高音質でマスタリングされた音源ファイルをAppleのシステムへ取り入れるためのツールとテクノロジーが必要となります。Appleは、世界中のカスタマーに最高の音質の音楽を提供するためのワークフローとプロトコルを開発しました。10億台を超える世界中のアクティブなiOSデバイス、Mac、Apple TV、HomePodを通じて、様々な音楽を一日に数十億単位で100か国以上の音楽ファンに届ける事が可能となった今こそ、AACファイルを作成するための最高のワークフローとプロセスについて、さらに改良され体系化された最新情報を共有する絶好の機会であると言えます。

注：Apple Digital Mastersは、優れたオーディオの利点をより反映させたプログラムとして、これまでのMastered for iTunesに変わるものです。オーディオストリーミングであれ、ダウンロードであれ、Appleのエコシステムを通じてすべての音楽のカタログに適用されます。すべてのMastered for iTunesは今、Apple Digital Mastersへと名称を変えました。これまでのMastered for iTunesのソフトウェアツールも、Apple Digital Mastersの作成に使用できます。

革新的で秀逸なサウンド

Appleはコンピュータおよびコンテンツ制作の分野において、常に革新的で秀逸なサウンドの歴史と伝統を誇ってきました。初代Macは追加ハードウェアおよびソフトウェアを必要としないオーディオサポートを実現し、音声機能が搭載された最初のパーソナルコンピュータとして設計されました。事実、Appleはコンピュータ会社として初のグラミー技術部門賞を受賞しています。iTunes発表時に、より一般的だったMP3フォーマットではなくAACを採用したのも、同等のビットレートにおいて他のコーデックに優る音質を提供できるというシンプルな理由からでした。ドルビー社およびフラウンホーファー研究機構との共同研究は幾度も繰り返され、AACは最高品位の音質にまで改善されました。この文書中のガイドラインとプロトコルの概要に沿ってAACエンコードサンプルをAppleデバイスでテストすることで、CD-DAに優るダイナミックレンジ、およびオリジナルマスターに劣らない、素晴らしいサウンドクオリティの製品を得ることが可能になりました。

デジタル配信のためのマスタリング

周波数は毎秒の振動の回数で、ヘルツ(Hz)により表されます。人間の可聴域は、一般的には20Hzから20kHzと言われていています。

ビットレートはビット深度と異なり、毎秒に使用されるデータ量を示し、サンプルレートとビット深度により計算されます。AACファイルは毎秒256キロビット(kbps)のビットレートをターゲットにエンコードされます。また可変ビットレート(VBR)を使用し、シンプルな場所には少量のビット数、複雑な部分にはより多くのデータを使用することでビットあたりのデータ効率を向上させています。

ダイナミックレンジとはオーディオにおいて、音量のレンジ(一番静かな部分と最大音量の部分の差)を表します。

デジタルオーディオにおける**エイリアシング**とは、高周波数域が不適当なレートでサンプルされた場合に生じるノイズを意味します。エイリアシングを視覚的に例えたとするならば、高速で回転する車輪を低いフレームレートで撮影すると、逆回転しているように見える「ワゴンホイール効果」と呼ばれる現象がそれにあたります。

デジタルファイルによる音楽配信が付随的であった時代は終わり、現代における音楽ビジネスの主流となった今、いままでのデジタルオーディオプロセスを見つめ直す時が来ています。数10年間にわたり、デジタルオーディオにおける標準規格はコンパクト・ディスク(CD)でした。また、大半のマスタリングがCDを念頭において行われてきました。しかし、世界中でAACとしてエンコードされた何十億という膨大なストリーミングとダウンロードにより、今やAACこそがデジタル音楽の標準となっています。このフォーマットのためにマスターを制作することの意義は明白であると言えるでしょう。

AACとは?

AAC(Advanced Audio Coding)は、デジタルオーディオ圧縮およびエンコーディングに使用されるフォーマットです。AACは圧縮オーディオの利便性を持ちながら、より大きなデジタルファイルと同等の音質を実現しています。

2003年、iTunesのカタログは128kbps AACファイルとして提供され、その多くはオリジナルCDマスターからエンコードされたものでした。これらのファイルの高音質は当時の業界をリードするものであったと言えます。このフォーマットで販売された楽曲数は一年あまりの間に1億を超え、それまでのオーディオダウンロードのあり方を一新しました。

しかし、技術革新はそこで終わりませんでした。私たちはそこから15年間以上にわたりエンコーダーの改良を重ねて来ました。私たちのAACエンコーダによって、より高い解像度による高音質でのエンコードが可能となり、Appleの代名詞とも言えるコンパクトさと携帯性、使いやすさを備えた最高のクオリティのファイルが実現されました。

ハイ・レゾリューション・デジタルレコーディング

CDなどにおけるデジタルオーディオは、一般的にリニアPCM(Linear Pulse Code Modulation, LPCM、または単にPCMと表記される)を用いてオーディオ信号が変換されています。LPCMではアナログ音声信号のスナップショットが作成され、それぞれに数値が割り当てられます。

LPCM録音の解像度(レゾリューション)は、サンプルレート(1秒あたりのサンプリング頻度)とビット深度(各サンプルに用いられるビット数)で決定されます。サンプルレートが高いほど高い周波数を、ビット深度が大きいほど幅広いダイナミックレンジを録音することが可能になります。

CDにおける標準値は16-bit 44.1kHz、つまりアナログ信号が毎秒44,100回サンプルされ、各サンプルが-32,768から32,767の間の数値を与えられます。この解像度を一般的に44/16と呼びます。

ナイキスト定理によれば、音声信号を正確にサンプルするには最高周波数の2倍のサンプルレートが必要になります。人間の可聴域は最高20kHzとされているので、正確な録音には40kHz以上のサンプルレートが必要となり、CDの44.1kHzのサンプルレートは十分であると言えます。

しかし専門家の多くは、プロダクションにおいてさらに高いサンプルレートを使用することで、最終的な製品の音質が向上し、音楽をさらに楽しむことができると考えています。このため、より高い 48 と 88.2、そして 96kHz のサンプルレートが現在の業界水準として幅広く受け入れられてきている事に加え、24-bit での録音も標準になっています。それに伴い実行可能なヘッドルームの領域とトータルのダイナミックレンジが増加しています。

ハイ・レゾリューション・レコーディングのエンコーディングにおける問題点

ハイ・レゾリューション・オーディオ特有の問題点として、CDであれAACであれ一般的な消費者向けフォーマットに合わせて、サンプルレートおよびビット深度を落とすダウンサンプリングの必要性が挙げられます。これはソフトウェア上、もしくはアナログ機器を通したミキシングやリサンプリングによって行われます。どちらの方法にもそれぞれメリット、デメリットが存在しますが、共通の問題点となるのはノイズや歪みのリスクです。

ダウンサンプリングとは文字通り、サンプリング周波数変換 (Sample Rate Conversion または SRC) を用いてサンプルレートを落とす (96kHz から 48kHz など) プロセスのことです。これによってエイリアシング、または折り返し雑音と呼ばれる問題を起こす可能性があります。

ディザリング (またはアディング・ディザ) はビット深度を落とす (24-bit から 16-bit など) ためのテクニックで、ダウンサンプリングの際に生じる歪みを減らすことを目的としていますが、歪みが減る代償としてノイズを加えることとなります (他の方式としてトランケーションと呼ばれる音情報の切り捨ても行われることがありますが、量子化雑音を生む可能性があります)。

改善された AAC 変換およびエンコーディング

Apple の最新エンコーディング方式には 2 つのステップがあります。エンコーディングにおける第一のステップでは、最先端のマスタリング品質サンプルレートコンバータ (SRC) を使って、マスターファイルをプロダクション・サンプルレートにリサンプルします。

この SRC は 32-bit の浮動小数点ファイルを出力し、他の方法では許容振幅帯域から逸脱しかねないデータを保存することができます。このファイルは CAF コンテナに保存されます。この中間のステップは SRC でエイリアシングやクリッピングの発生を避けるために必要不可欠なものです。この 32-bit フローティングファイルをエンコーダの入力データとして使用することで、私たちが成し遂げた最上級の結果を得ることができるのです。

その後エンコーダは、可能な限りの解像度を使用して 24-bit ソースファイルのダイナミックレンジを保存し、アディング・ディザを不要にします。この方法の利点は、ディザリングノイズを加える必要性がなくなるだけでなく、不必要なノイズをエンコードしてリソースを無駄に消費することがないため、エンコーダの効率が向上することです。

この SRC から出力される、高精度かつクリーンなシグナルを利用することで、Apple のエンコーダはアーティストやレコーディングエンジニアが意図したサウンドを最終的な製品においても忠実に再現することができるのです。

クリッピングとは、さまざまな理由で発生する音声の歪みの一種です。一般に、音声信号の音量がシステムによって正確に表現される範囲を超えた時に発生します。アンプの場合、音声を増幅しすぎた時に信号の最大の部分がカット (クリップ) されることで生じますが、デジタルオーディオにおいては、信号がビット深度の範囲を超えた時に発生します。

最適なApple Digital Masters向けマスタリングのために

Appleの最新ハイ・レゾリューション・エンコーディングプロセスは、アーティストの意図したとおりのサウンドクオリティを忠実にリスナーに届けます。そのためには、楽曲をエンコードする前に、以下のステップを踏むことでApple MusicとiTunes Storeに最適化させることが重要です。

ハイ・レゾリューション音源の使用

最新のエンコーダを最大限に活用できるよう、24-bitの音源のみを使用し、プロジェクトと媒体に適した可能な限り高解像度のマスターファイルをお送りください。

オリジナルフォーマットを超えるアップサンプリングは避けてください。アップサンプリングによってオーディオファイルの情報が修復されたり増加したりすることはありません。同様に、“bit-pad”や24-bitを16-bitに戻したファイルも避けてください。

ハイ・レゾリューション・マスターズの提供

マスタリングエンジニアの方の中には、すでに変換済みのファイルを送ることで、SRCのプロセスを行うことを好む方もいらっしゃいますが、オリジナルの最も高いサンプルレートのもを提供いただけるようお願いいたします。テクノロジーの進化、回線およびデータ容量、バッテリー持続時間やCPUパワーの向上にともない、ハイ・レゾリューションのマスターを私たちのシステム内に保存しておくことにより、あなたの音楽やあなたのクライアントの音楽を、将来的な様々な用途の変化にも対応できるようになります。また、LPやCDといった、物理的なマスターがこの先も保存されていくかどうか疑問視される中で、Apple MusicとiTunes Storeのカatalogは世界の歴史と文化の記録の一部としての役割も果たして行くことでしょう。

Apple AAC エンコーダーのためのマスター

マスターを制作する際、マスタリングエンジニアは最終製品の媒体およびフォーマットの上限、およびユーザのリスニング環境を考慮に入れて作業します。例として、アナログレコード用のマスターは飛行機や車の中で聴かれる可能性が低いいため、ユーザが幅広いダイナミックレンジを鑑賞することのできる環境に適したマスタリングが施されます。同様に、クラブ等の環境を目的としたマスターは、ダンスフロアでの雑音が多いことを想定して作成されません。

256 kbps AACはその優れた携帯性から、さまざまな環境で聴かれる可能性の高いフォーマットであるといえます。あるリスナーは騒音の激しい地下鉄の中でのAirPodsで、またあるリスナーは自宅のベッドルームのHomePodでバツハのカウンタータを熱心に聴いているでしょう。あるいは、AVルームでAirPlay2搭載のDenonアンプで聴いているかもしれません。また、大学の図書館でBeats Studioヘッドフォンを通じて、マイルス・デイヴィスのアルバム「Sketches of Spain」の世界に浸っている大学生もいるでしょう。

Apple MusicとiTunes Storeがマスターをエンコードすると全く同じソフトウェアを使用した、エンコードに必要なすべてのツールが提供されることで、リスナーにとってどのようなクオリティになるかを自らテストすることができます。

音圧とダイナミックレンジとクリッピングに注意

イコライゼーション(EQ)は、低音部や高音部など特定の周波数域の音量を調整することを指します。さまざまな種類のEQが存在しますが、機能は同じです。

コンプレッションは、大音量の信号を抑え、低い音量の信号を増幅させることで、ダイナミックレンジを狭める作業です。オーディオにおけるコンプレッションとデータのコンプレッション(圧縮=デジタルファイルのサイズを縮小すること)とは意味が異なります。

リミッティングは、レシオ(圧縮比)が高く作動の早いコンプレッションを指し、歪みを引き起こす信号のピーク音量を抑えるために使用されます。全体の音量を上げてピークをリミットすることで、ダイナミックレンジは圧縮され音圧が増します。最も極端なリミッティングは「ブリックウォール・リミッティング」と呼ばれています。

マルチバンド・コンプレッションは EQ とコンプレッションの複合処理で、信号を特定の周波数帯域に振り分け、個別にコンプレッションを施すことが可能です。例としては、ヴォーカルに影響を与えことなく低音部のみにコンプレッションをかけることができます。

落ち着いた雅楽の調べからヘヴィメタル・ギターフェスまで、マスタリングにおいて音量と音圧はとても重要な要素です。マスタリングに用いられる主なツール(イコライザー、コンプレッサー、リミッター、そしてそれら3つのコンビネーション)は、すべて音量のあらゆる側面をコントロールするための手段です。ゲインのレベル、ダイナミックレンジや周波数特性における最適な決断を下すことこそがマスタリングであるといえます。

アナログマスターは伝統的に SN 比の向上を理由に、歪み無しで得られる最大限の音量レベルが設定されています。デジタルマスターにおいては、クリッピングによるデータロスが生じない範囲で最大のゲインを得ることがゴールになります。

デジタルファイルにはトラック毎の最大音量が設定されています(0dbFS)。これ以上の音量を得ようとする、クリッピングによる音の歪みが発生し、ダイナミックレンジが失われます。楽曲の一番静かな部分の音量が上がり、大音量であるべき部分はデジタルフォーマットの限界のために頭打ちとなり歪みを引き起こしかねない状態になってしまうのです。

先の信号を読み取るルックアヘッドリミッター“brickwall”の出現以来、さらに音量を増加させることが可能となりました。

アーティストやプロデューサーの中には、大音量こそ最良であると考えている人もいます。この大音量トレンドは、熱狂的サウンドマニアやオーディオマニアからの反発により「音量戦争」と言われる論争に発展しました。必要以上の大音量のマスタリングは、音楽に「呼吸する」スペースを与えないことで楽曲が台無しになってしまうという意見もある一方、芸術的観点から「大音量」が楽曲やアルバムに最適な選択であるとの主張も存在します。

デジタルマスターのゲイン設定により、再生時に発生する問題もあります。AAC などの圧縮ファイル、または CD などの非圧縮音声フォーマットに関わらず、デジタルデータはいくつかのプロセスを経て、最終的にアナログシグナルに変換され再生されます。

よく用いられるプロセスのひとつがオーバーサンプリングです。オリジナルデータを4倍のサンプルレートでアップサンプリングすると、結果的にアナログへ変換されるデジタル音声信号のクオリティが向上します。この時にオリジナルデータが0dbFSであれば、オーバーサンプリングによりクリッピングが発生する可能性があります。オリジナルのデータが既にクリッピングしていた場合、オーバーサンプリングによってさらに悪化させることになりかねません。このようなクリッピングを避けるため、私たちは少なくとも1dbの余裕(ヘッドルーム)を持たせることを推奨いたします。

デジタル/アナログに関わらず、最大レベルは楽曲ごとに異なり、マスタリングされる音楽に左右されます。楽曲の音量や音圧は、技術的かつ芸術的な決断なのです。曲ごとにレベルを上下させることでエモーショナルな音楽体験を強調しリスナーをダイナミックな旅へと誘うのも、アルバム全体を通して最大音量で押し通すのも、アーティスト、プロデューサー、もしくはエンジニア次第です。

どちらを選択するにせよ、Apple はマスタリング作業が忠実に再現されるエンコーディングを保証します。マスタリング担当の方へのお願いとしては、シグナルのクリッピングを避けていただくことです。それにより、音楽のストリーミングとダウンロードにおいてディストーションを起こさない、これまで以上に簡単でクリーンなマスター制作のツールをご提供いたします。

OdBFS は「Zero Decibels relative to Full Scale (フルスケールに対するゼロデシベル)」を意味し、デジタル信号で表現可能な最大値を指します。この最大値を超えるデータがクリッピングを生じることになります。例えば、16-bit のファイルにおいて表現可能な最大値は 32,767、最小値は -32,767 ですが、この値を超えた場合は、32,767 でクリッピングが生じ、再生すると不快なノイズを発生することになります。

音圧の正規化

Sound Check はあらゆる楽曲を均等な音量で再生するテクノロジーで、Apple Music と iTunes Store に搭載されています。最初に楽曲の音圧を測定し、その情報をファイルのメタデータに保存します (iTunes Store からダウンロードされたファイルにはこの情報がすでに含まれています)。このメタデータをもとに曲ごとの音量調整が行われ、シャッフル再生時の不快な音量の変化を回避します。

これに似た技術はラジオやストリーミング・サービスで曲がオンエアされる時にも使用されており、MP3 にも Replay Gain と呼ばれる同様の技術が存在します。国際電気通信連合 (ITU) も公共放送用の標準規格の中で、音圧の標準化に対する同様のアプローチを実施しています (BS. 1770)。

また Sound Check は曲単位の音量調整だけでなく、アルバム単位での音量調整も可能です。曲ごとの音量のバランスが重要なアルバム (ピンク・フロイドの「The Dark Side of the Moon」など) にも対応しています。

Sound Check やその他の音量調整技術によって、過剰に大音量なマスターは低音量で再生されるため、トラックの音を弱めてしまうかもしれません。

したがって、このようなテクノロジーが数多く存在する今、再生音量に関わらずアーティストやエンジニアの意図した音像を表現できるミキシングやマスタリングが必須となっています。

リマスタリングと Apple Digital Masters

CD が普及し始めた時代には、過去のレコーディングの多くが急速に市場に送り込まれました。一刻も早く過去のカタログを CD で提供できるように、質の悪いマスタリングが施されたり、誤ったマスターテープが使われてリリースされることがありました。その後このような問題は改善されましたが、未だ多くのレーベルが過去の音源をリマスターして、DVD-A や SACD などハイレゾリューション・フォーマットでリリースしています。

AAC のエンコーディング技術の進化に伴うデジタルアーカイブの作成によって、既存カタログを保存したり、音質を改善することができるようになりました。ノイズリダクションやポップ/クイックノイズ消去など、デジタルリマスタリングのツールおよびテクニックも目覚ましい進化を遂げました。ハイ・レゾリューション・マスターの音質を最大限に活用できる流通システムが確立した現在、過去の録音も適正な音声処理を施し、新たな生命が吹き込まれる事でしょう。巧みで繊細なリマスタリングによって、過去の名作が長い年月を経てアーティストの意図した通りのサウンドクオリティで体験できるようになるのです。

Apple Digital Masters へのリマスタリングの際には、新しいリリースと同じプロセスを踏むことが推奨されます。最高音質のマスターからの作業、クリッピングを避けたゲインの設定、エンコーディングのテストが重要となります。

マスタリング済み CD 音源からのリマスターでも良い結果が得られることは事実ですが、Apple Digital Master として認定されるには、オリジナルのアナログ音源からの高解像度デジタルライズが必須であり、既存のリリースからの音質向上が明確でなくてはなりません。Apple にリマスター版として登録される曲およびアルバムは、明確な音質の改善がなされているかどうかの審査を受けることとなります。

マスタリングツール

マスタリングは、クリエイティブな決断の集合体です。プロフェッショナルとして、Apple は、アーティストもしくはエンジニアがミキシングやマスタリングに掛けた労力を尊重することを保証します。私たちの役割は、届けられたオーディオを忠実かつ透過的に再現することにあります。そしてアーティストもしくはエンジニアの作業をサポートするために、Apple Music と iTunes Store ライブラリのすべてのカタログのエンコーディングに使用されるのと同じ世界最高級のソフトウェアへのアクセスが提供されます。全自動のドロップレットまたはコマンドライン・ユーティリティのどちらを選択するにせよ、以下のツールがマスターに最適な音像の作成に絶大な効果を発揮します。

- Mastering Droplet: マスタリングドロップレット(“Apple Digital Masters Droplet”)は、作成されたマスターを Apple AAC エンコーダーを使って、迅速かつ簡単にエンコードする、シンプルなスタンドアローンのドラッグ&ドロップツールです。
- Afconvert : マスターを Apple が取り込むときに使うものと同じコマンドを使って AAC にエンコードするコマンドライン・ユーティリティです。
- afclip: あらゆるオーディオファイルのクリッピングをチェックするコマンドライン・ユーティリティです。これは、24-bit マスターよりも、むしろエンコードファイルのチェックをするために特に重要です。
- AURoundTripAAC Audio Unit: AURoundTripAAC Audio Unit はエンコードしたバージョンとオリジナルファイルを比較して、すべてリアルタイムでクリッピングをチェックすることができます。
- Audio to WAVE Droplet: Audio to WAVE ドロップレットは、mac OS でネイティブにサポートされる任意の形式のオーディオファイル (MPEG、CAF ファイルなど) から WAVE 形式のファイルを自動生成します。このドロップレットは、DAW(デジタル・オーディオ・ワークステーション)の中での A/B テストをするためのものです。**絶対にデリバリーのためのファイル作成に使ってはいけません。**

次のセクションでは、これらのツールを使ってオーディオファイルを Apple エンコーダーを使った 256 kbps AAC へと変換し、クリッピングのために結果としてのエンコードをチェックするプロセスを説明します。

これらのツールでも、mac OS の Core Audio フレームワークの一部である afconvert が使用されます。これらのツールの更新は macOS 中のソフトウェア・アップデートによって管理されます。ソフトウェア・アップデートは、オーディオエンコーディングシステムが Apple のシステムと同等であることを保証するために最適なツールです(エンコーダーは、Apple Digital Masters のオーディションには Mac OS X 10.6.8 以上の OS が必要です)。

注:トラックをエンコードするために Apple Music と iTunes Store で使われているエンコーダーのバージョンは、現在流通している macOS のバージョンと異なるかもしれません。それによって、エンコードにおいて、微妙なデジタル差異が生じるかもしれませんが、最終的な音のクオリティやエンコーダーをクリップするレベルには影響しません。

Apple Digital Masters ドロップレット

Apple Digital Masters ドロップレットを使うことで、256kbps AAC エンコードを自動的に作成できます。このドロップレットは、AIFF および WAVE のソースファイルから CAF (Core Audio File) をレンダリングし、iTunes Sound Check プロフィールをファイルに添付することで AAC ファイルを作成します。ソースファイルのサンプルレートがファイナル・プロダクション・サンプルレート以上である場合、Apple のマスタリング品質 SRC によりファイナル・サンプルレートにダウンサンプリングされます。次に、レンダリングされた CAF を用いて高音質の AAC ファイルを作成します。AAC ファイルが作成されると、中間段階の CAF は削除されます。

Apple Digital Masters ドロップレットを使用するには、AIFF および WAVE フォーマットのソースファイル、あるいはそれを含むフォルダをドロップレットにドラッグ&ドロップします。このドロップレットでは、次に説明する afconvert が自動的に行われます。

afconvert

afconvert ユーティリティは、Apple Music と iTunes Store で使用されるエンコーダと同一のテクノロジーでマスターをプロセスするコマンドラインツールです。afconvert ユーティリティは mac OS に組み込まれており、ターミナルからのアクセスが可能です。

afconvert に関するより詳しい情報を見るには、Mac OS X のターミナルからコマンドラインに `afconvert-h` を入力してください。afconvert がサポートするフォーマットに関する情報は、`afconvert-hf` で得られます。

afconvert による LPCM から 256 kbps AAC への変換

LPCM から 256 kbps AAC への変換には、コマンドライン・インターフェイスから以下の手順に従ってください。斜体で表示されたアイテムはファイル名や変数のプレースホルダです。“xxxxx” は、ファイナル・サンプルレートの変数として以下で使われています。

ここでは入力ファイルを `source.wav` と呼び、すべての中間ファイルは、あるコマンドから出力され、また次のコマンドへの入力を経て処理されます。最終的に出力されたファイルを `final.m4a` と呼びます。この手順におけるカレントディレクトリは入力ファイルのあるディレクトリであると仮定します。

ファイナル・プロダクション・サンプルレートが WAV LPCM ファイルからの場合：

1. `.caf` ファイルを変換し Sound Check データを追加するには、ターミナルから以下を一行で入力します。

```
afconvert source.wav intermediate.caf -d 0 -f caff --soundcheck-generate
```

WAV LPCM ファイルが、ファイナル・プロダクション・サンプルレート以上からの場合：

1. 最適なサンプルレートを用いてダウンサンプリングし、Sound Check データを追加するには、ターミナルから以下を一行で入力します。

```
afconvert source.wav -d LEF32@ xxxxx -f caff --soundcheck-generate --src-complexity bats -r 127 intermediate.caf
```


- その後、AAC へエンコードします： 256 kbps AAC へエンコードするには、以下を一行で入力します。

```
afconvert intermediate.caf -d aac -f m4af -u pgcm 2 --soundcheck-  
read-b 256000 -q 127 -s 2 final.m4a
```

変換したオーディオファイルのプレビュー

afconvert が作成した AAC エンコードされた M4A ファイル (final.m4a) は、M4A ファイルを再生できるどんなアプリケーション (Music App や QuickTime Player など) でもプレビューできます。さらに精密なテスト (セクションのループ、オリジナルとのセクションごとの比較など) のためには、ファイルを再生する時と同じように、AAC データをデコードして非圧縮 LPCM データに戻すことができます。この際、afconvert を使って AAC データを非圧縮 LPCM にデコードし、WAV ファイルへと保存することができます。

この WAV ファイルは、iTunes によるプレビュー以上の精密な比較や審査のみに適したファイルです。**Apple Digital Masters への提出は、オリジナルの 24-bit PCM ファイルをお願いします。**

afconvert を使って AAC データをデコードすることで、他のアプリケーションでは不可能な詳細まで再現することができます。例えばデコードによって生成された decode.wav ファイルは、オリジナルの source.wav と同数のオーディオサンプルがあり、ソースファイルとの厳密な比較、検査、審査のための照合が可能になります。

afconvert による AAC エンコード M4A ファイルのデコード

以下のコマンドで AAC でエンコードされた M4A ファイルをデコードできます。このコマンドでは、afconvet を使って作成された AAC データを持つ M4A ファイルを final.m4a と呼びます。AAC データをデコードして作られた WAV ファイルは decode.wav と呼びます。

- ターミナルに一行で入力します:

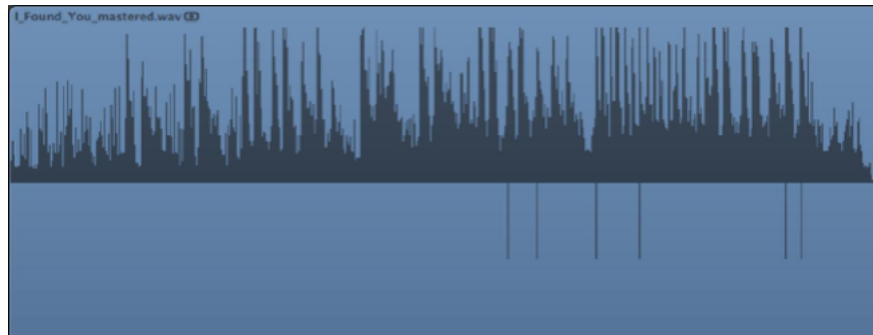
```
afconvert final.m4a decode.wav -d LEI24 -f WAVE
```

afclip

このシンプルなコマンドラインツールを使って、あらゆるファイルのクリッピングをチェックすることができます。このツールはオーディオファイルを検査して、クリッピングが発生している場所を特定します。

オーディオファイルを入力ファイルとして受け入れ、オリジナルファイルの左チャンネルをそのままに、右チャンネルにはクリップしたサンプルの位置を表したインパルスを含んだステレオファイルを出力します。このファイルを Logic のようなデジタルワークステーション (DAW) で読み込むことで、クリッピングが発生している場所を示すマップを得ることもできます。

以下のイメージは、DAW に読み込まれたオーディオファイルの例です。



afclip についての詳細は、Mac OS X のターミナルからコマンドラインに `afclip -h` と入力してください。

afclip によるクリッピングのチェック

以下の手順で、オーディオファイルのクリッピングをチェックしてください。

1. ターミナルウィンドウを開きます。
2. ターミナルウィンドウで、一行目に次のコマンドとスペースを入力します。afclip
3. チェックしたいオーディオファイルをターミナルウィンドウヘドラッグ&ドロップします。
4. Return キーを押して afclip を実行します。

デフォルト設定では、afclip はすべてのクリッピングを検出します。クリッピングが存在する場合、アクティブ・ディレクトリに.wav ファイルが出力されます。

afclip 表示の読み方

クリッピングが検知された場合、ターミナルウィンドウに各クリッピングの詳細が表示されます。

SECONDS	SAMPLE	CHAN	VALUE	DECIBELS
14.595941	643681.00	0	-1.002716	0.023562
14.595964	643682.00	0	-1.016706	0.143904
14.595986	643683.00	0	-1.031721	0.271245
14.596009	643684.00	0	-1.027497	0.235609
14.642409	645730.25	1	1.000831	0.007211
14.642511	645734.75	1	1.003081	0.026721
14.642517	645735.00	1	1.008520	0.073693

表示されるクリッピング情報は以下のとおりです。

- Seconds: 秒 - クリッピングが発生している時間を秒単位で表示します。
- Sample: サンプル - クリップしたサンプル値。
- Channel: チャンネル - クリップしたサンプルのチャンネル。0 はクリッピングが左チャンネルで、1 は右チャンネルで発生したことを表します。
- Value: 値 - クリップしたサンプルの raw 値。クリッピングは値が-1 から 1 の範囲を超えたときに起こるため、この値は-1 以下もしくは 1 以上となります。
- Decibels: デシベル - サンプルがクリップポイントを超えたデシベル値。

最後に、ファイルの各チャンネルに含まれるクリッピングサンプルの合計が表示されます。

```
186.064853      8205460.00    0    -1.062570     0.527150
186.064875      8205461.00    0    -1.003081     0.026723
186.312120      8216364.50    1    -1.009396     0.081235
186.312132      8216365.00    1    -1.034017     0.290550
186.312154      8216366.00    1    -1.037741     0.321778
188.297455      8303917.75    1     1.000005     0.000041
188.297460      8303918.00    1     1.008717     0.075388
188.297483      8303919.00    1     1.025134     0.215617
total clipped samples Left on-sample: 10661 inter-sample: 2876
total clipped samples Right on-sample: 9690 inter-sample: 2487
```

上記のように、読み出される情報としてサンプル値が小数点と共に (例えば 8216364.50) 表示される場合があります。これは波形がオリジナルの音声データの 2 つのサンプルの間でクリップしていることを意味し、これをインターサンプル・クリッピングと呼びます。ほとんどの DAC ではデジタル信号をアナログに変換する際に音声が入サンプルリングされます (再構築プロセス) が、その際オリジナルには存在しないクリッピングが発生し、サンプル内でのクリッピングが波形に表示されていないにも関わらず、非圧縮化後のデジタル信号にクリッピングが値として表示されることがあるため、インターサンプル・クリッピングのチェックは重要であるといえます。afclip はデフォルトでインターサンプル・クリッピングを検知し、読み出された情報の最後に、サンプル内クリッピング数の横にインターサンプル・クリッピング数が表示されるように設定されています。

AURoundTripAAC Audio Unit

AURoundTripAAC Audio Unit は、256 kbps AAC によってエンコードされたオーディオファイルのクリップやピークの検出、リアルタイムでのソースファイルとの比較など、シンプルリスニングテスト環境を提供します。また、Logic や AU Lab などの、あらゆる Audio Unit ホストアプリケーションで使用することができます。

Audio to Wave Droplet

Audio to WAVE ドロップレットは、mac OS でネイティブにサポートされる任意の形式のオーディオファイル (MPEG、CAF ファイルなど) から WAVE 形式のファイルを自動生成します。たとえば、このドロップレットをコマンドラインユーティリティ afconvert で使用されるデコードプロセスの自動化に利用して、複数の AAC ファイルをまとめて 24 ビット WAVE ファイルにデコードできます。

Audio to WAVE ドロップレットを利用するには、ソースオーディオファイルまたはそれらのファイルを含むフォルダをこのドロップレットにドラッグ&ドロップします。これによって、これらのファイルは WAVE 形式のファイルに変換されます。生成された WAVE ファイルにはソースファイルと共通する名前がつけられ、ソースファイルと同じフォルダに保存されます。

© 2019 Apple Computer, Inc. All rights reserved. **Apple**、**Apple** のロゴ、**Apple Music**、**iPod**、**iTunes**、**Mac**、**Macintosh**、**HomePod**、**AirPods**、**mac OS** は米国およびその他の国で登録された **Apple Computer, Inc.**の商標です。**iTunes Music Store** は、米国およびその他の国で登録された **Apple Computer, Inc.**のサービスマークです。この資料に記載されたそのほかの製品名および企業名は、各社の商標です。製品仕様は予告なく変更する可能性があります。この資料は情報提供のみを目的として提供されます。**Apple** はこの資料の使用に関する一切の責任を負いません。2019 年 7 月

注：これらのドロップレットで作成したファイルは、オーディションとの比較を目的とした場合のみで使用されます。**Apple Digital Masters** への提出は、オリジナルの 24-bit PCM ファイルをお願いします。