



# Mastered for iTunes:

## 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ーティストが、iTunes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曲やアルバムを、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iTunesを通じて、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、ツールとプロセスを開発しました。3億1500万台を超えるiOSデバイスを通じて、様々な音楽を一日に数百万単位で50ヶ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ツールとプロセスについての最新情報を共有する絶好の機会であると言えます。

### 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。iTunes Store発表以前の2002年には、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。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により、AACは現在のiTunesで体験できるような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に沿ってAACエンコードサンプルをAppleデバイスにおいてテストすることで、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す。

### デジタル配信のためのマスタリング

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。過去数十年の間、一般消費者向けデジタルオーディオの

**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。iTunes Plus AACファイルは44.1kHzのサンプルレートで毎秒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。

標準規格はコンパクト・ディスクであり、大半のマスタリングがその事を念頭において行われてきました。

近年、デジタルオーディオ流通におけるコンテンツの音質は、セールスの伸びに歩調を合わせて急激な向上を見せています。AACエンコードされたファイルのダウンロードが世界中で通算160億を超えている現在、AACこそがデジタルオーディオの新標準であり、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、iTunes Plus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、CDオーディオのような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atalog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ではありませんでした。さらに進歩したAACエンコードによって、iTunesが配信するコンテンツはiTunes Plus仕様となる、可変ビットレート (VBR) 256kbps AACフォーマットへとアップグレードされたのです。iTunes AACエンコードによって、ソース音源は本来の音質を損なうことなくエンコードされ、iTunes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

**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。

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解像度のPCMファイルを使用することで、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、96/24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、192/24のような更なる高解像度におけるプロダクションも一般的になっています。

### **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やAACといった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44.1kHzなど）プロセスのことです。これによって生じるのがエイリアシング、または折り返し雑音と呼ばれる問題です。

ディザリング（またはディザリング・ダウン）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。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44.1kHz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するため、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

**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ることなく低音部だけにコンプレッションをかけることができます。

することで、最高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、ディザリングを不要にします。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。

## 最適なiTunes向けマスタリングのために

Appleの最新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iTunesに最適化させることが重要です。

### ハイレゾリューション・マスターの提供

最新のエンコーダを最大限に活用できるよう、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。

理想的なマスターは24-bit 96kHzです。この仕様ではファイルにより詳細なデータが含まれるため、エンコーダはマスターを忠実に変換できます。これ以外にも、16-bit 44.1kHz以上（48kHz、88.2kHz、96kHz、192kHz）のサンプルレートであれば、Appleのエンコーディングプロセスに対応できます。

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。また、ファイルの音質の劣化に繋がるため、CD用にダウンサンプリングあるいはディザリングされたファイルも避けてください。

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、最高音質のマスターをiTunesのシステム内に保存しておくことにより、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した。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、iTunesカタログ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。これらのマスターに関する問題は、特にポストPC時代のデバイスによるクラウド化が進む現在、重要なトピックとなりつつあります。

### iTunes Plus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

**0dBFS**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。

マツトの上限、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、雑音が多いことを想定して作成されます。

iTunes Plus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白いイヤホンからHip Hopを、またあるリスナーは自宅のAVルームでAirPlay搭載のBowers and WilkinsスピーカーやDenonアンプでバッハのソナタを熱心に聴いているでしょう。あるいは図書館で、マイルス・デイヴィスの「スケッチ・オブ・スペイン」の世界にDre Beatsヘッドフォンを通じて浸っている大学生もいるでしょう。Appleは2億5千万以上のiOSデバイスを通じて、世界中の音楽ファンに音楽を届けています。

iTunes Storeがマスターをエンコードすると全く同じツールを使用することによって、iTunes Plus AACファイルが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。

加えて、Appleでは、意図した通りの音質でリスナーが確実に音楽を楽しめるように、リスナーが使用するであろうデバイスでマスターをテストすることを推奨しています。テストはリアルタイムで行う必要はありませんが、意図されたリスニング環境およびデバイスで確認することにより、意図した通りの音質でコンテンツを提供できるという確信が持てます。

### ダイナミックレンジとクリッピングに注意

落ち着いた雅楽の調べからヘヴィメタル・ギター大会まで、マスタリングにおいて音量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。

多くのアーティストやプロデューサーは、大音量こそ最良であると考えています。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。これは音楽界特有の問題で、例えば映画の最終マスタリングにおけるサウンドトラックの音量には詳細な標準が存在します。ところが音楽界では、可能な限り大音量のマスターを作ることが事実上の業界標準になってしまいました。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。

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、大音量であるべきパートはデジタルフォーマットの限界のために頭打ちになってしまうのです。

iTunesでは、いくつかのクリップが含まれている事が理由でファイルを拒否することはありませんが、オーディオクリッピングを含む楽曲は、Mastered for iTunesとしての配信はできません。

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。これを避けるため、デジタルマスターには若干の余裕 (1db程度) を持たせることが推奨されています。

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。マスタリング担当者への唯一のお願いとしては、シグナルのクリッピングを避けることです。

### Sound Checkおよびその他の音量調整技術に適したマスター

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、iTunesを含め、すべてのiOSデバイスに搭載されています。最初に楽曲のラウドネスを測定し、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、音量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「狂気」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、意図しない歪みやノイズがリスナーに聞こえやすくなってしまいます。

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。

### **iTunesのためのリマスタリング**

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atalog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。

iTunes Plus対応のエンコーディング技術の進化により、デジタルアーカイブの作成によって既存カatalog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。過去5年間、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、新たな生命を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。

DVD-AやSACDなどのハイレゾリューション・フォーマットでリマスターされた作品は、iTunesに対応するリマスタリングの最適な候補です。さらに、以前CD化の際に質の悪いマスタリングが行われてしまったり、間違ったマスターテープから作られてしまったマスターなどを、ノイズリダクションなどの最新技術を使って新しいマスターを作ることで、アナログテープなどに保存されているオリジナル音源の音質劣化に対応できるなどの利点もあります。

物理メディアとは違い、デジタルアーカイブはシグナル劣化の無い完全なコピー

を提供します。今後はクラウドでのマスターの使用増加が予想される中、最高解像度のコピーを保存することが非常に重要になります。

iTunes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、iOSデバイスによるエンコーディングおよび最終ファイル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、Mastered for iTunes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サイズが必須であり、既存のリリースからの音質の向上が明確でなくてはなりません。iTunes Store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。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。私たちの仕事は、iTunesに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。また、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、iTunesライブラリのエンコーディングに使用される世界最高級のツール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。

- **Master for iTunes Droplet:** Master for iTunes ドロップレットは、作成されたマスターを迅速かつ簡単にiTunes Plusフォーマットへとエンコードする、シンプルなスタンドアロンのドラッグ&ドロップツールです。
- **afconvert:** マスターをiTunes Plusフォーマット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。
- **AURoundTripAAC Audio Unit:** AURoundTripAAC Audio UnitはiTunes Plusファイルとオリジナルファイルを比較してクリッピングをチェックします。
- **Audio to WAVE Droplet:** Audio to WAVE ドロップレットは、Mac OS X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。

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iTunes Plus AACへと変換しクリッピングをチェックするプロセスを説明します。どち



らのツールでも、Mac OS X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iTunes Store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。

この文書が作成された時点では、最新のAACエンコーダへのアクセスにはMac OS X 10.6.8以降が必要です。

## Master for iTunesドロップレット

Master for iTunesドロップレットを使うことで、iTunes Plusフォーマットのマスター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44.1kHz以上である場合、Appleのマスタリング品質SRCにより44.1kHz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。

Master for iTunes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。

Master for iTunesドロップレットに関するより詳しい情報は、インストーラ内のReadMeファイルをご参照ください。

### afconvert

afconvertユーティリティは、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 X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iTunes Plus AACへの変換

LPCMからiTunes Plus 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のプレースホルダです。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。

WAV LPCMファイル (44.1kHz) 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 (48kHzまたは96kHz) からの場合:

1. 最適なサンプルレートをを用いて44.1kHzへ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@44100 -f caff --  
soundcheck-generate --src-complexity bats -r 127  
intermediate.caf
```

その後、AACへエンコードします:

2. iTunes Plus 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、iTunesおよびM4Aファイルを再生できるアプリケーション (QuickTime Player など) で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データにする必要があります。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あるため、このファイルをiTunes Store用のオーディオソースとして提出しないでください。

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、審査のために照合させることが可能になります。

オリジナルソースファイルのビット深度(16もしくは24-bit)に関わらず、AACコ

ーディングプロセスで最大限に音質が維持されるように、24-bitファイルの作成を推奨します。

### 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た作られたWAVファイルはdecode.wavと呼びます。

1. ターミナルに一行で入力します:

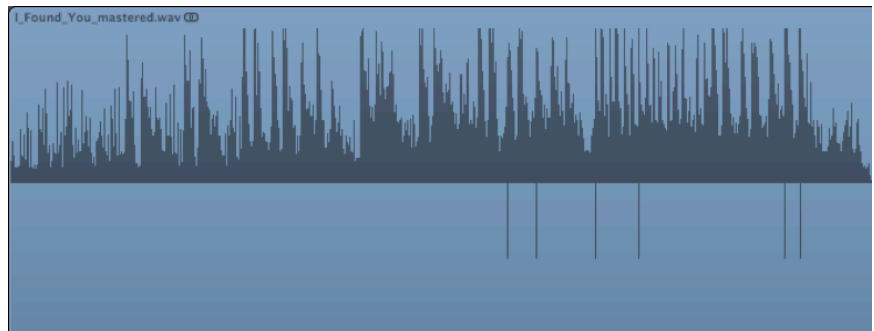
```
afconvert final.m4a decode.wav -d LEI24 -f WAVE
```

### 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られます。

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。



iTunesでは、生成されたマスターファイル内のクリッピングの数によってファイルが却下されることはありません。このツールは、そのファイルを提出するか、あるいは修正を加えるかの判断を下すための情報を提供するものです。最終的な決断はアーティスト、レーベル、もしくはプロバイダーに委ねられています。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、オリジナルファイルと同じディレクトリに.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の値が小数点と共に（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アップサンプリングされます（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、iTunes Plus 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、ソースファイルとの比較など、シンプルなりスニングテスト環境を提供します。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。AU Labは [apple.com/iTunes/Mastered for iTunes](http://apple.com/iTunes/Mastered for iTunes) から無料でダウンロードできます。AURoundTripAAC Audio Unitの使用に関するより詳しい情報は、Mastered for iTunesインストーラ内のReadMeファイルをご参照ください。

### **Audio to Wave Droplet**

Audio to WAVE ドロップレットは、Mac OS X 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 Mastered for iTunes 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アンドドロップします。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。

Audio to WAVE ドロップレットの詳細については、Mastered for iTunes インストーラに含まれる Audio to WAVE Droplet Read Me ファイルを参照してください。

© 2012 Apple Computer, Inc. All rights reserved. Apple、Appleのロゴ、iPod、iTunes、Mac、Macintosh、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。

2012年1月