

## OFDM 信号でオーディオエンコーダを評価

木下@木下電機

MP3、AC3、AAC などの音声圧縮アルゴリズムの性能を、シングルトーンの歪や、S/N、周波数特性で測定してもあんまり違いがわからないのに、聴感はかなり違ってきます。

もうちょっと測定器で聴感の違いがわかるようにならないかと、マルチトーンをエンコードして評価してみました。

ご存知のように楽器の音はたくさんの高調波で構成されているらしいので、マルチキャリア同士の関係が高調波になっている OFDM 信号を使って評価してみます。

サンプリングレート 44.1kHz16bit の量子化で信号を生成します。1050Hz センターで 105Hz ピッチの 630Hz、735Hz、840Hz、945Hz、1155Hz、1260Hz、1365Hz、1470Hz に-20dBV のキャリアを立てました。それぞれのキャリアの位相はランダムに変えてあります。同一位相だと、8倍のピークが発生してしまいバックオフ(ヘッドルーム)が必要になります。信号の長さは10秒です。

図1に WAV ファイルとして生成したオーディオ測定用 OFDM 信号のスペクトラムを示します。信号の生成は LTSpice、スペクトル観測は WaveSpectra を使いました。

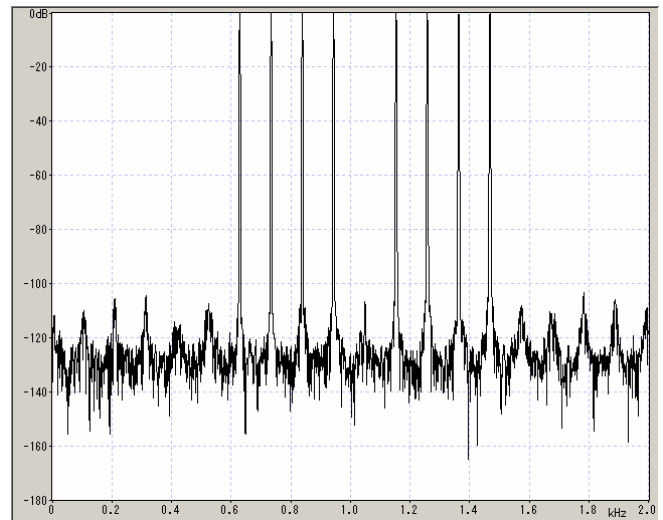


図1 オーディオ測定用 OFDM 信号のスペクトラム

この OFDM 信号の信号を音声圧縮エンコーダで圧縮データにした後、再びデコードし WAV ファイルに戻してからスペクトルを観測する方法で評価することとします。エンコーダはフリーの「BatchWOO!」。周波数スペクトルで観測するので時間歪は確認できません。エンコード後のファイルサイズを表1に示します。

表1 エンコードアルゴリズム毎のファイルサイズ

エンコード	ビットレート	ファイルサイズ	見た目順	備考
WAV	1411kbps	1723kB	—	元データ
FLAC	320kbps	371kB	1	可逆圧縮
MP3	320kbps	157kB	2	
MP3	128kbps	157kB	3	
MP3	64kbps	157kB	4	
AC3	320kbps	391kB	5	
MP2	320kbps	390kB	6	
AAC	320kbps	180kB	7	

MP3 のファイルサイズは 157kB が最小のようです。

以下スペクトラムの見た目良い順にエンコードデコード後信号のスペクトラムを示します。

一番見た目のよいのが FLAC[Free Lossless Audio Codec]フォーマット。可逆圧縮だそうです。でも圧縮出来てる。どうなっているんでしょう？今回は元信号が約 10msec 周期で 10秒の間、繰り返す信号なのでハフマン符号化がうまくいったのかもしれません。

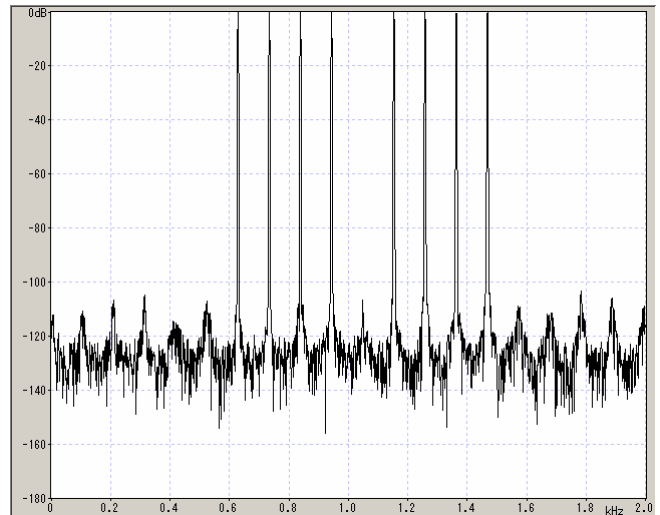


図2 FLAC フォーマット

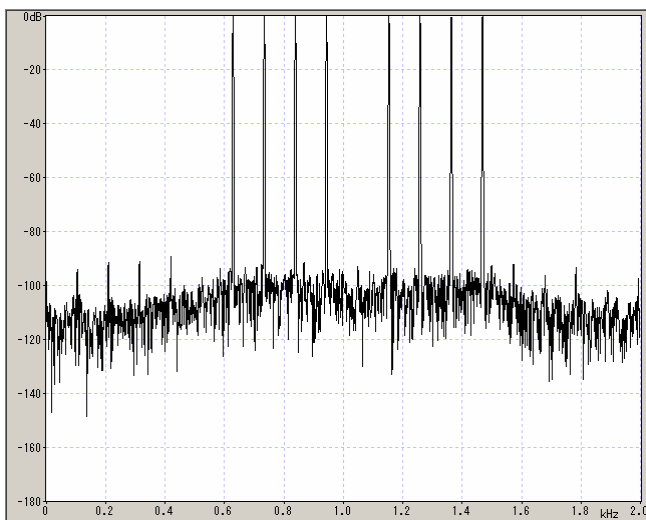


図3 MP3 320kbps

MP3 はサブバンドに分割してサブバンド毎に割り当てるビットレートを重み付けするそうです。ノイズの盛り上がりが見えるのはサブバンドフィルターの形かと思います。後はビットレートごとに量子化ノイズが盛り上がっているように見えます。128kbps と 64kbps の見た目があまり変わらないです。

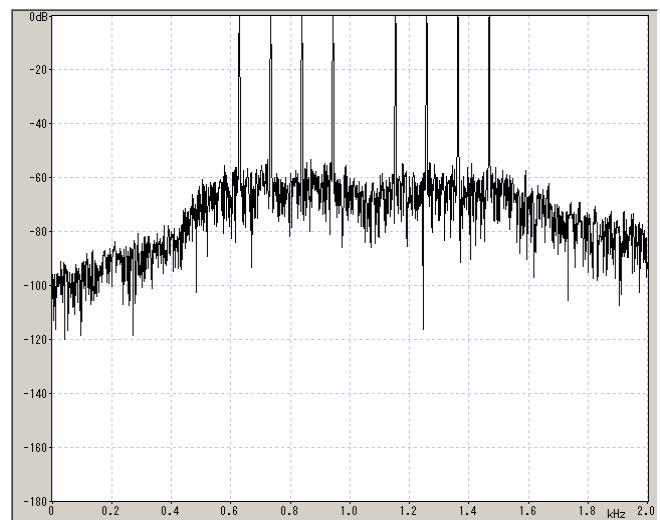


図4 MP3 128kbps

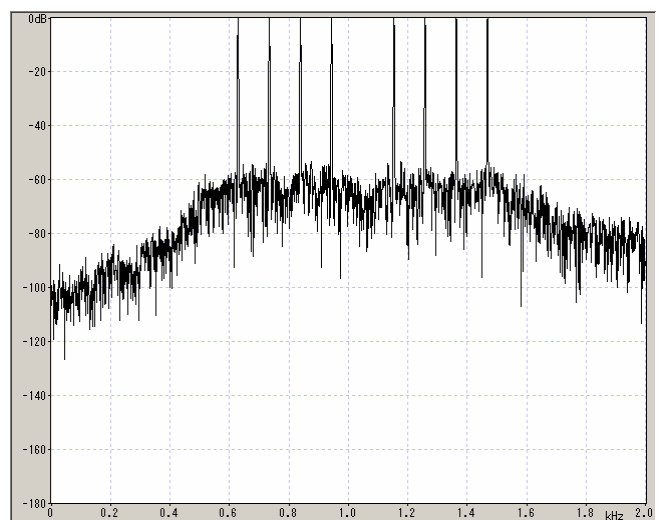


図5 MP3 64kbps

AC3 はノイズの平均レベルが多いです。サブバンドフィルタがあるようには見えませんが、ドルビーの資料ではサブバンドに分けているように見えます。

MP2 はノイズに周期性があるようです。窓のタイプが古いせいでしょうか。

AAC です。スペクトルの見た目がここまで悪いとぱっと聞いただけで違いがわかるはずです。

ここまで見ると MP3 はなかなか優秀な印象ですね。MP3 の 320kbps と WAV ファイルを聞き比べると MP3 のほうが印象の良い場合もありました。

でもやっぱり PCM(WAV)は捨てきれない。7月24日 TV 地上波終了のときに財団法人放送セキュリティセンターが業務終了してスクランブル業務ができなくなるため、衛星 PCM 放送の MUSICBIRD も終了してしまう事になったのですがスクランブル無しで放送継続してほしいなあ。

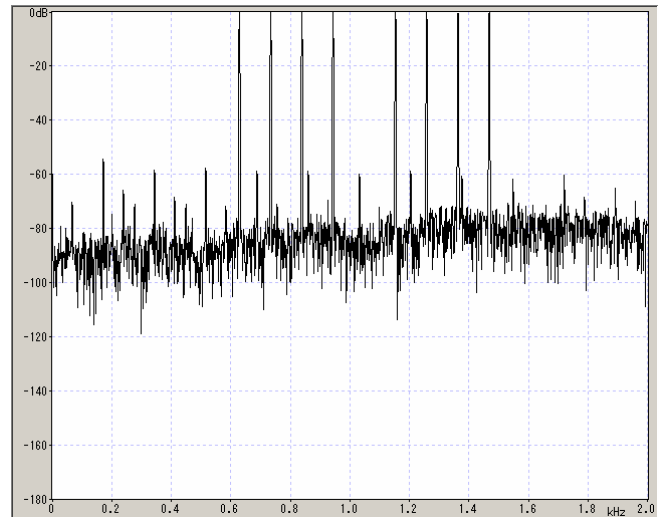


図6 AC3 320kbps

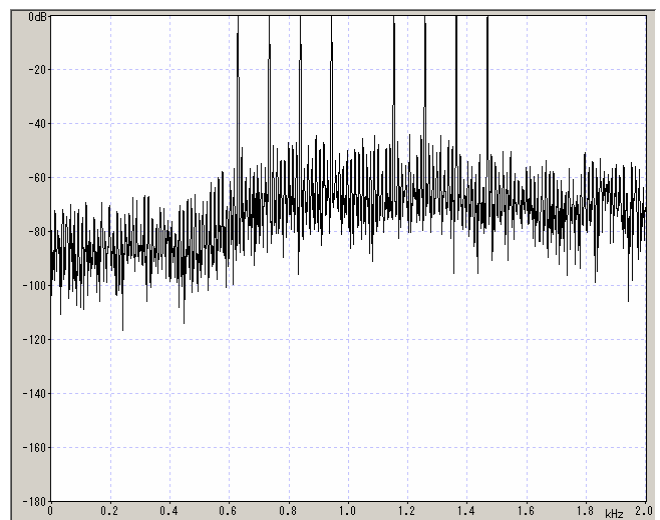


図7 MP2 320kbps

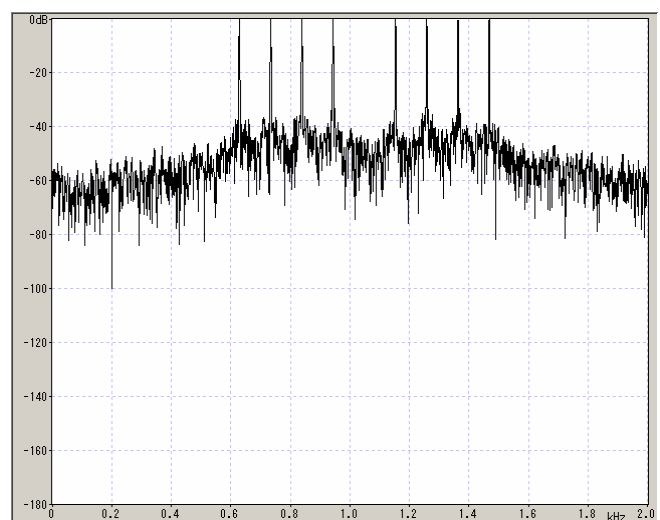


図8 AAC 320kbps