

計測コラム emm141 号用

音の測定事例 — 第 6 回「FFT 分析とオクターブバンド分析（その 2）」

今回は前回（2013 年 4 月）に引き続き、オクターブバンド分析と、FFT 分析による東ねオクターブの 2 つの方法による分析結果を紹介します。

今回の分析対象は、オーケストラの楽音と掘削機の音の 2 つです。オーケストラの楽音は音圧レベルが 66 dB から 80 dB の範囲で変化する変動音です。掘削機の音は約 74.4 dB の定常音です。

オーケストラの楽音と、掘削機音はそれぞれ次のような信号です。

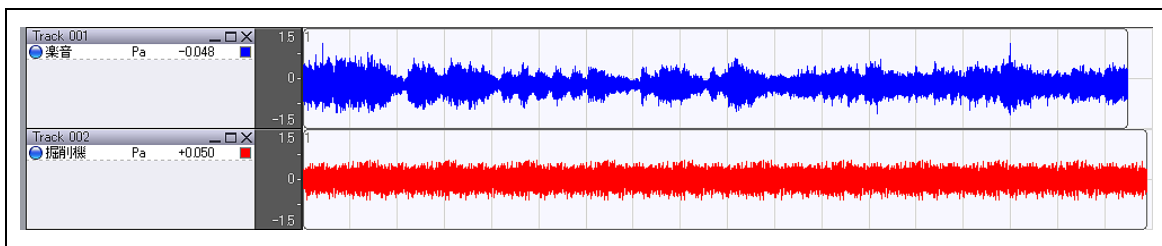


図 1 楽音（上）と掘削機音（下）

● 分析結果のカラーマップによる比較（楽音）

図 2 にリアルタイムオクターブ分析の結果を、図 3 に FFT 分析の東ねオクターブの結果を示します。リアルタイムオクターブ分析は 1/3 オクターブ、動特性（時間重み付け特性）は速い（125 ms）、周波数重み付け特性は Z（FLAT）でおこないました。FFT 分析は周波数レンジ 18.75 kHz、サンプル点数 16384 点、ハニングウィンドウ、周波数重み付け特性は Z（FLAT）でおこないました。

楽音は変動音ですが、横軸のスケールをこの程度（約 18 秒）のスパンで表示している限りは、2 つの分析結果はほぼ同じような傾向を示しているのがわかります。ただ、測定値そのものは、このあとで紹介するようにオーバーオールでも 4 dB 程度の差が出ています。

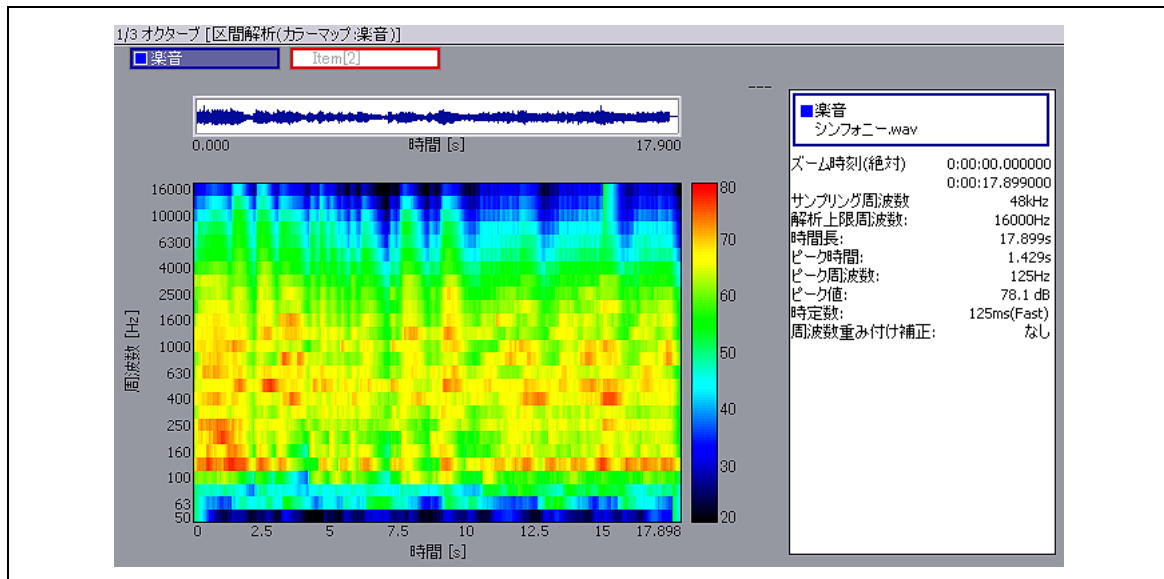


図2 リアルタイムオクターブ分析結果（楽音）

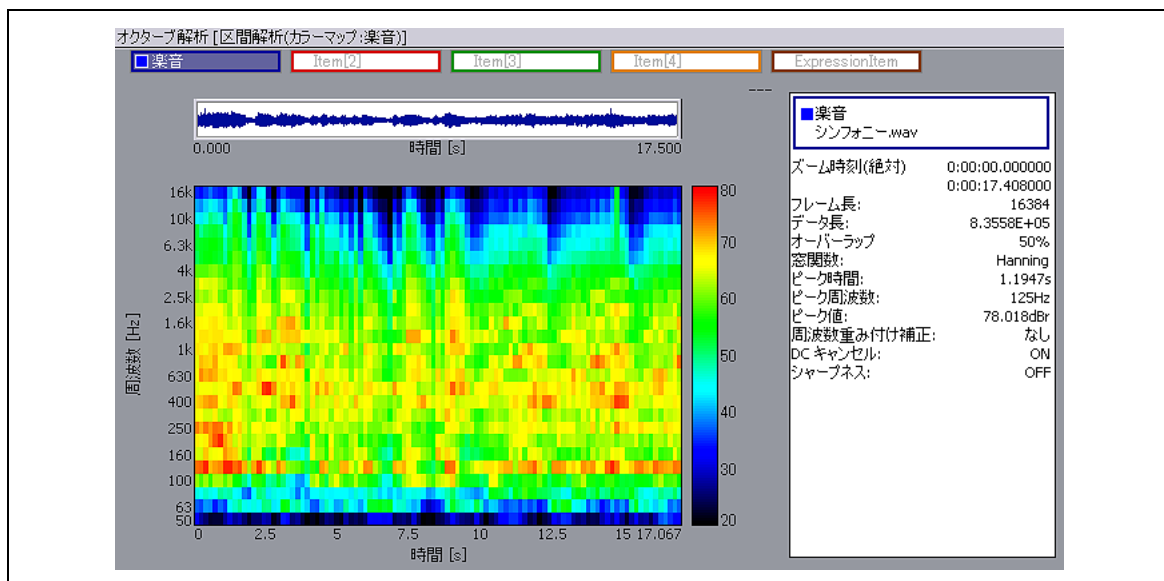


図3 FFT分析の束ねオクターブ結果（楽音）

● 分析結果のカラーマップによる比較（掘削機音）

図4にリアルタイムオクターブ分析の結果を、図5にFFT分析の束ねオクターブの結果を示します。リアルタイムオクターブ分析は1/3オクターブ、動特性（時間重み付け特性）は速い（125ms）、周波数重み付け特性はZ（FLAT）でおこないません。FFT分析は周波数レンジ18.75kHz、サンプル点数16384点、ハニングウィンドウ、周波数重み付け特性はZ（FLAT）でおこないません。

掘削機音は定常音ですので、同じような分析結果になりました。ただ、実際には個別の値を見ると差異はあります。

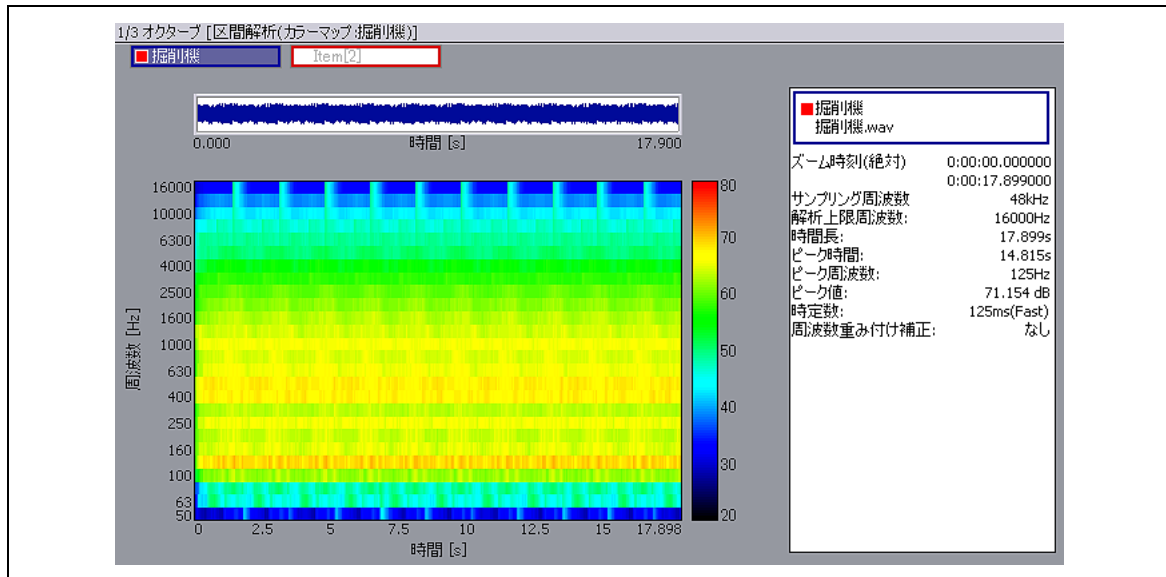


図 4 リアルタイムオクターブ分析結果（掘削機音）

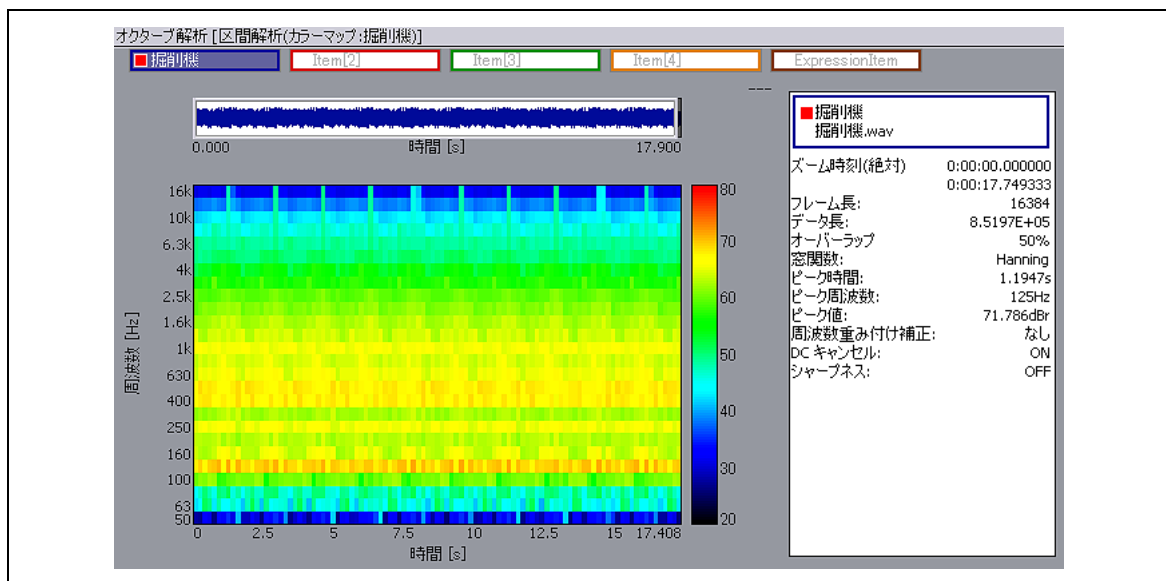


図 5 FFT 分析の束ねオクターブ結果（掘削機音）

● オールパス・オーバーオールタイムトレンドの比較（楽音）

リアルタイムオクターブ分析結果のオールパス値はサウンドレベルメーター（騒音計）で表示される音圧レベル値と同じ方法で測定した値です。騒音計での音圧レベルもしくはオールパス値を測定する機器やソフトウェアがない場合、かわりに FFT 分析のオーバーオール値を測定する事があります。FFT 分析のサンプル点数などを調整すると、ある程度似通った結果を得ることが出来ます。

リアルタイムオクターブ分析結果のオールパス値と、FFT 分析のオーバーオール値のタイムトレンドを図 6 に示します。リアルタイムオクターブ分析は 1/3 オクターブ、動特性（時間重み付け特性）は速い（125 ms）、周波数重み付け特性は A でおこないました。FFT 分析は周波数レンジ 18.75 kHz、サンプル点数は 16384 点、ハニングウィンドウ、周波数重み付け特性は A でおこないました。図 7 には、動特性 10 ms と、サンプル点数 2048 点での分析結果もあわせて、グラフの一部を拡大したものを示します。

図 6 では、動特性（125 ms）と FFT フレーム時間長（本条件では約 340 ms）の影響により 2 つの分析結果には時間差がありますが、この時間差を無視するとおおむねタイムトレンドは一致し、差は最大で 4 dB 程度です。図 7 に示したように、動特性やサンプル点数を変えると、時間変動の滑らかさが変わり、結果は大きく変化します。

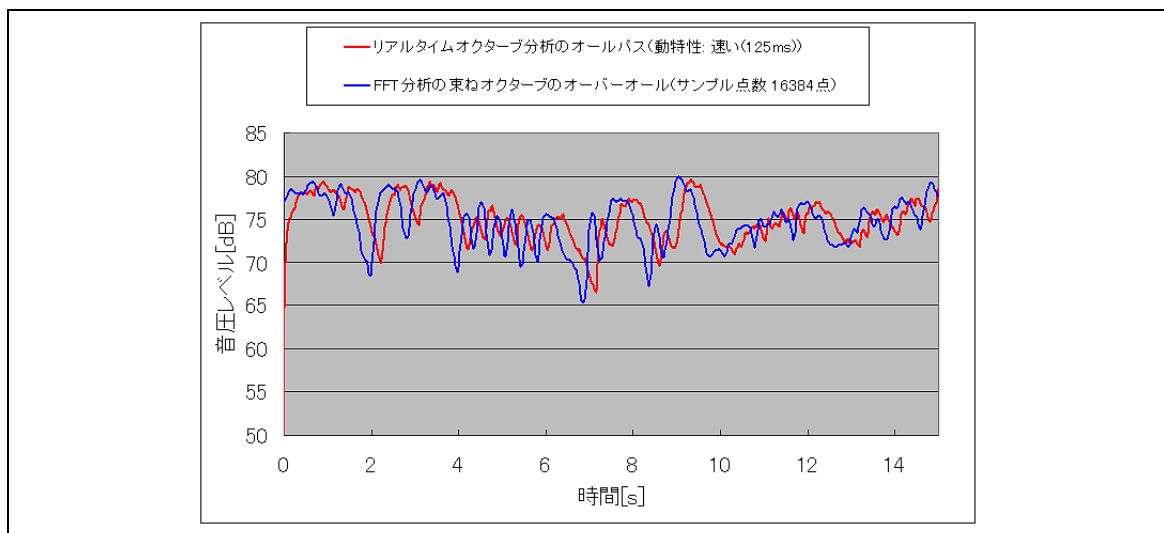


図 6 オールパス・オーバーオールタイムトレンド 1（楽音）

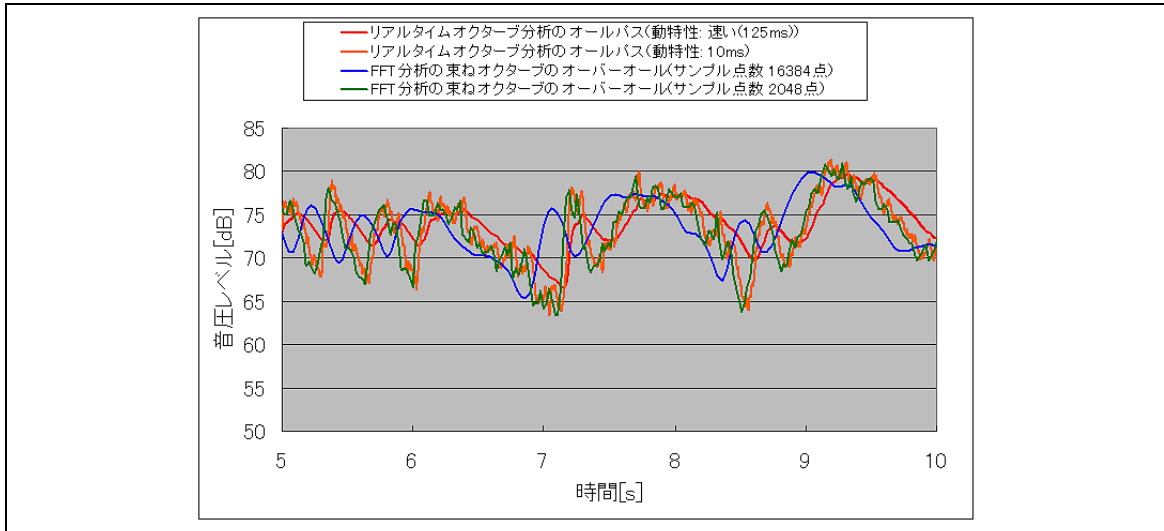


図7 オールパス・オーバーオールタイムトレンド2 (楽音)

● オールパス・オーバーオールタイムトレンドの比較 (掘削機音)

リアルタイムオクターブ分析結果のオールパス値と、FFT分析のオーバーオール値のタイムトレンドを図8に示します。リアルタイムオクターブ分析は1/3オクターブ、動特性(時間重み付け特性)は速い(125ms)、周波数重み付け特性はAでおこないました。FFT分析は周波数レンジ18.75kHz、サンプル点数は16384点、ハニングウィンドウ、周波数重み付け特性はAでおこないました。図9には、動特性10msと、サンプル点数2048点での分析結果もあわせて、グラフの一部を拡大したものを示します。

図8分析方法や動特性・サンプル点数の値により変動幅が異なりますが、いずれも74dB程度の定常音が計測できていることがわかります。

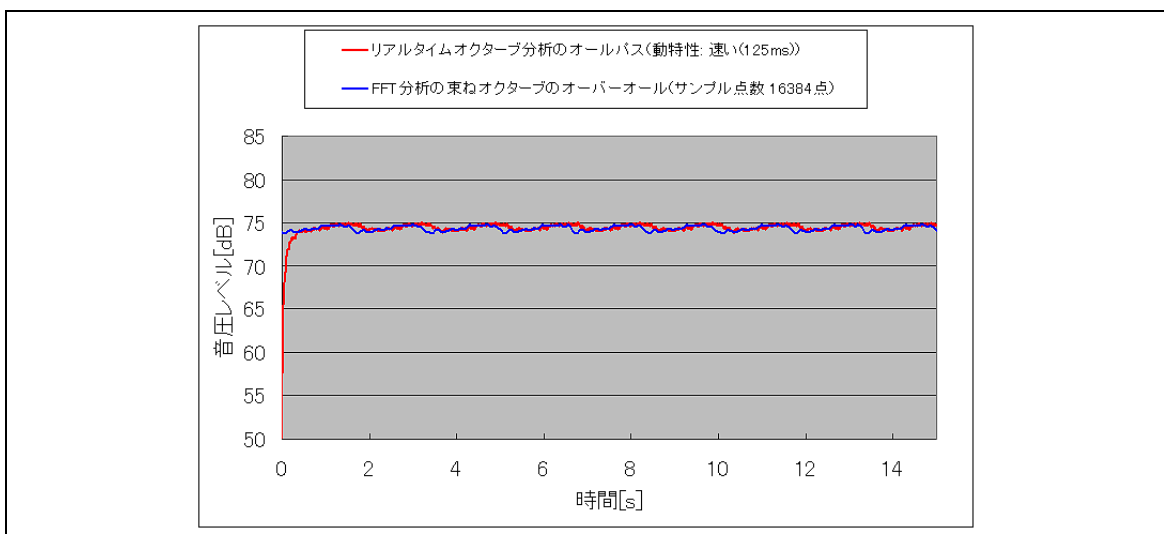


図8 オールパス・オーバーオールタイムトレンド1 (掘削機音)

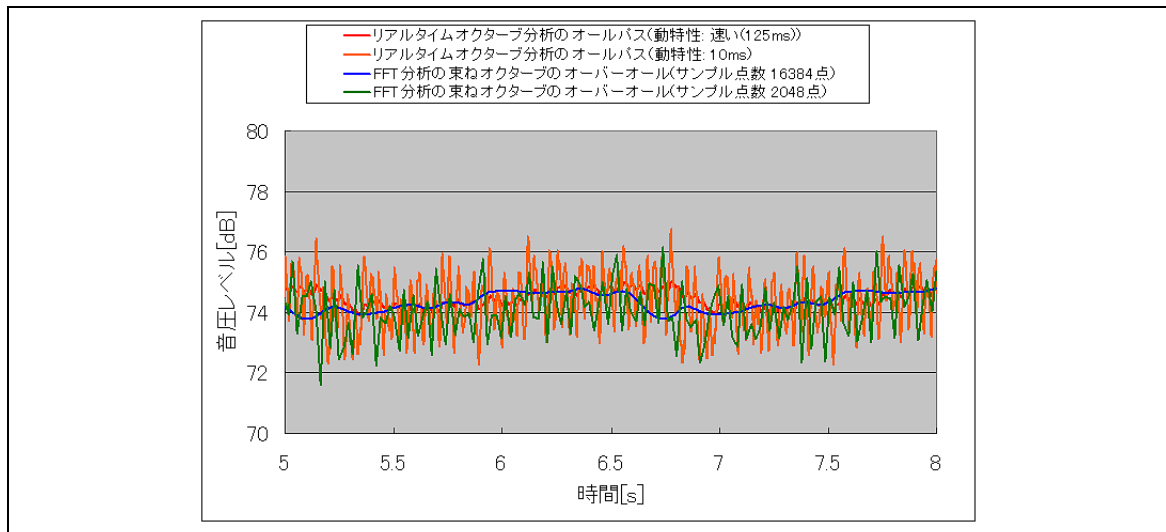


図9 オールパス・オーバーオールタイムトレンド2（掘削機音）

● 等価騒音レベル・東ねオクターブの加算平均の比較

リアルタイムオクターブ分析結果の等価騒音レベル（15秒間の平均値）と、FFT分析の東ねオクターブの加算平均結果（15秒間の平均値）を図10、図11に示します。リアルタイムオクターブ分析は1/3オクターブ、動特性（時間重み付け特性）は速い（125ms）、周波数重み付け特性はAでおこないました。FFT分析は周波数レンジ18.75kHz、サンプル点数は16384点、ハニングウィンドウ、周波数重み付け特性はAでおこないました。

動特性（速い（125ms））や、FFTフレーム時間長（本条件では約340ms）よりも十分長い時間の平均演算をおこなうと、分析方法による差はほぼなくなります。楽音、掘削機音いずれについても160Hz以下では1.7dB程度の差がある帯域がありますが、200Hz以上の帯域での差は0.6dB以下でした。

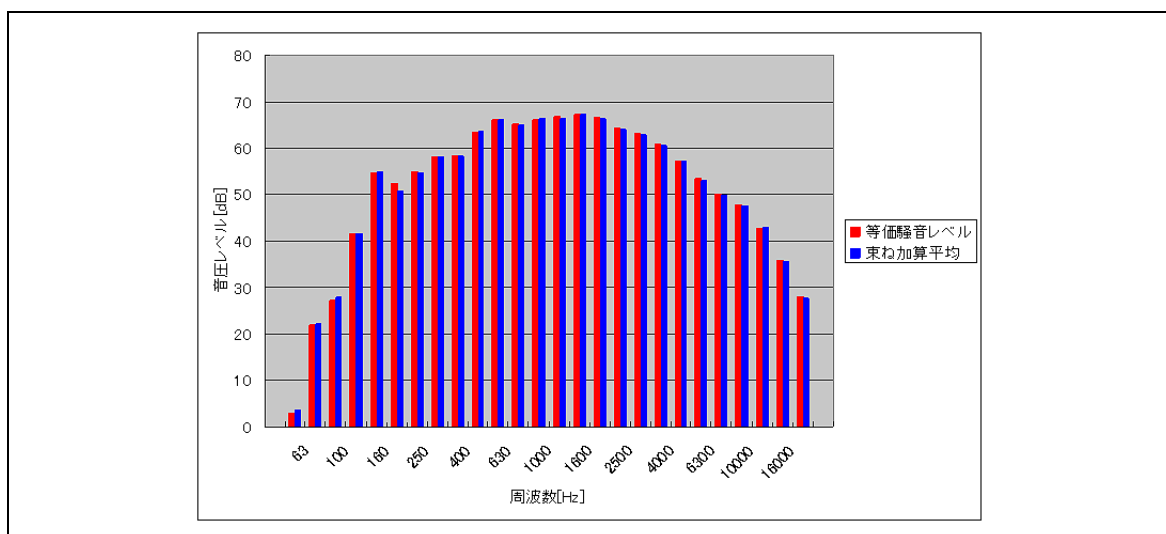


図10 等価騒音レベル・東ねオクターブの加算平均（楽音）

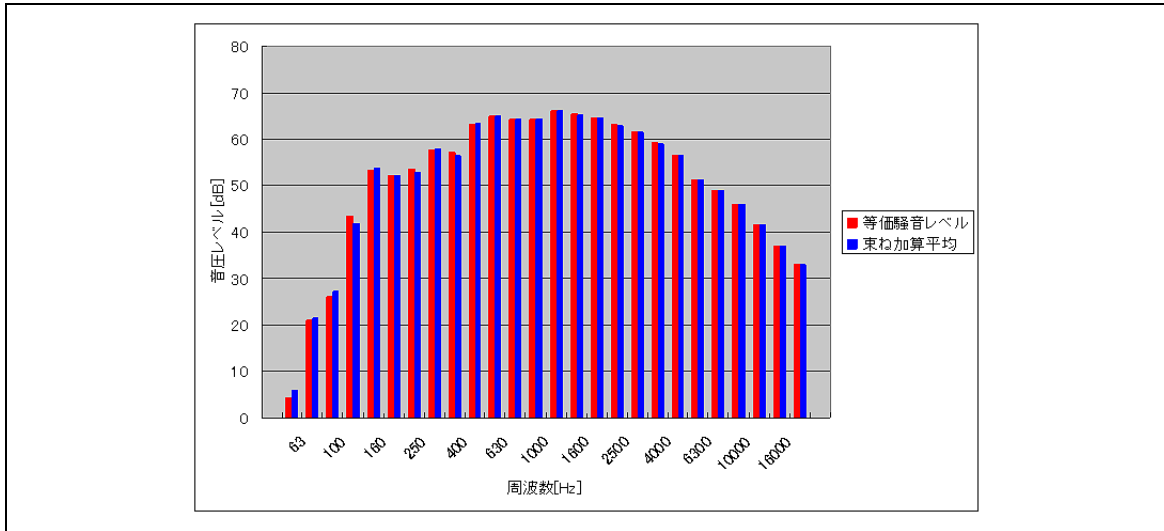


図 11 等価騒音レベル・束ねオクターブの加算平均（掘削音）

● まとめ

今回はオクターブバンド分析と、FFT 分析による束ねオクターブの分析方法について楽音と掘削機音の分析結果を紹介し、2つの分析結果にどのような差が出るかをしめしました。

リアルタイムオクターブ分析器がない場合に、FFT アナライザにより FFT 分析をおこない束ねオクターブによりバンドデータを求める場合がありますが、分析方法が異なるので一般に結果は一致せず、その差は分析対象信号の性質や分析条件によって変わってきます。

データを比較する場合は同じ分析方法で分析するのが基本ですが、やむを得ない場合は、今回ご紹介したように2つの分析方法による結果を比較し、どの程度の差が出るかを比較する必要があります。

次回（2013年8月）には、衝撃音の分析結果を紹介する予定です。

以上

(YK)