2015年6月12日
加藤秀明

金属音の解析

減衰曲線について

振動を無視すると、減衰曲線の式は以下で表される。

$$y = N_0 e^{-t/\tau} \qquad (1)$$

ただし、tは時間、 τ は時定数である。さらに、半減期$t_{1/2}$ = ln2 ・τを用いると

$$y = N_0 2^{-t/t_{1/2}} \qquad (2)$$

と表すことができる。つまり、この式では時間tが$t_{1/2}$ sec経過するごとに信号強度が半減することを示す。(1)式の両辺の対数をとると

$$log(y) = log(N_0) + (-t/\tau) \qquad (3)$$

となり、右辺が時間に関する一次関数となる。そのため、切片と直線の傾きを求めれば減衰曲線の式を得ることができる。

解析結果

いずれの周波数の場合でも、急しゅんに減衰する領域と、ゆっくり減衰する領域に分けられた。今回は減衰が急しゅんにおこる0.1 msec以内の波形に注目した。

1.全体

まず初めに、測定によって得られた金属音の波形とそのフーリエ変換後の結果を示す。

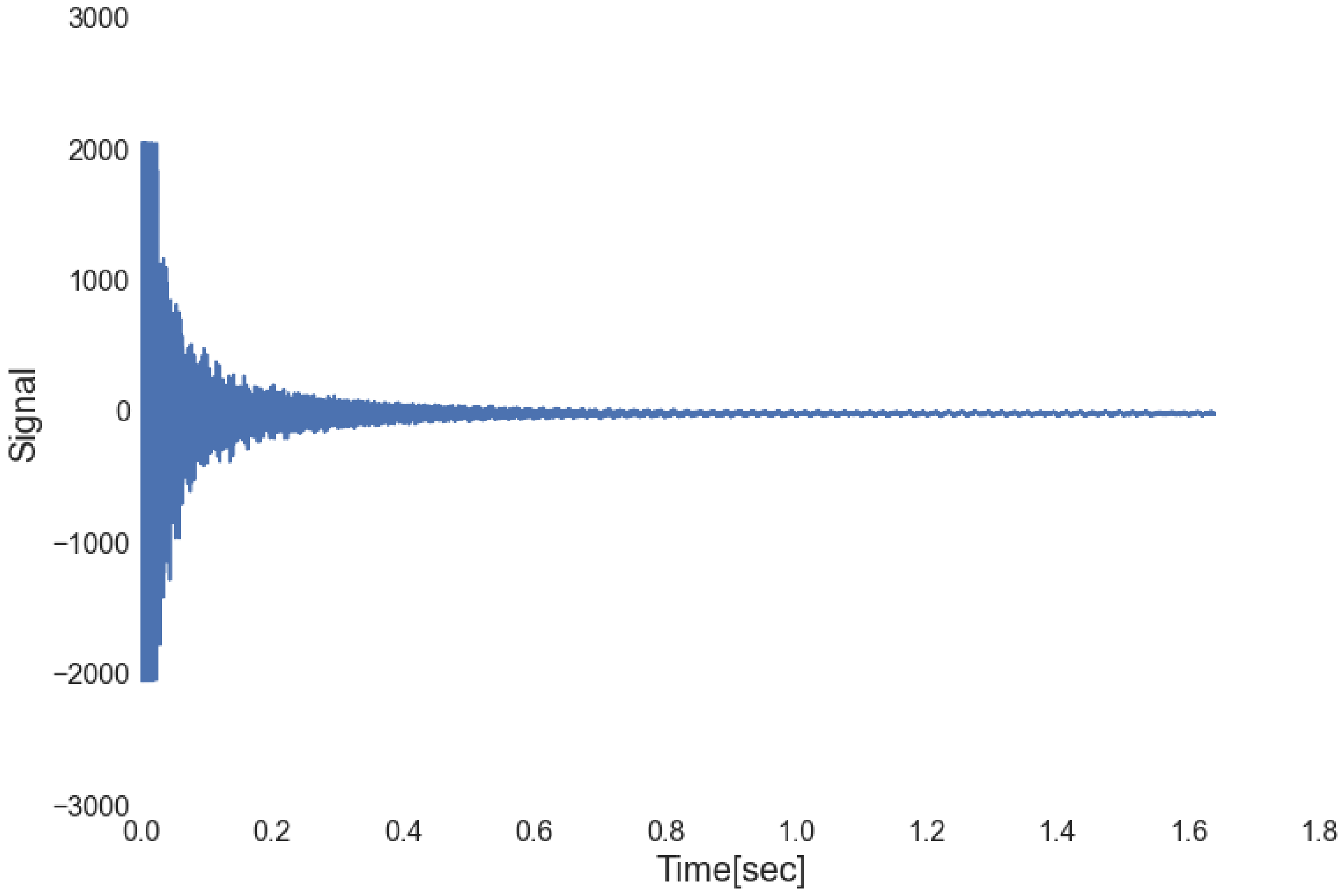

図1.1 金属音の波形

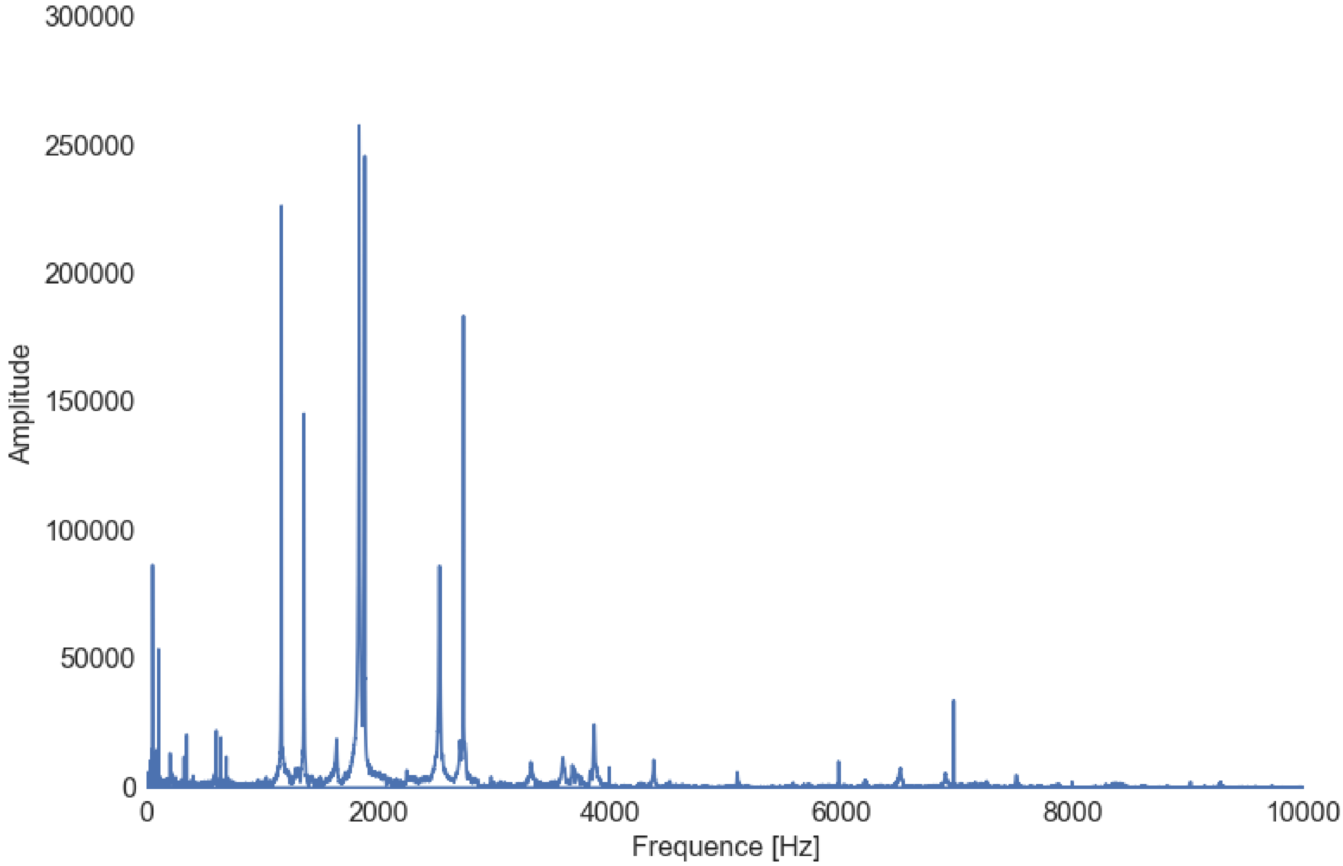

図1.2 フーリエ変換の結果

2.2000 Hz近辺

次に、フーリエ変換後の波形から特定の周波数領域のみを切り出し、逆フーリエ変換を行った。そして逆フーリエ変換後の波形に対して減衰曲線の当てはめを行う解析を行った。図は上から順に

1. 対象とした周波数帯の信号強度
2. 逆フーリエ変換後の波形
3. 逆フーリエ変換後の波形の自然対数に直線を当てはめた結果
4. 逆フーリエ変換後の波形にフィッティングを行った結果

を示している。

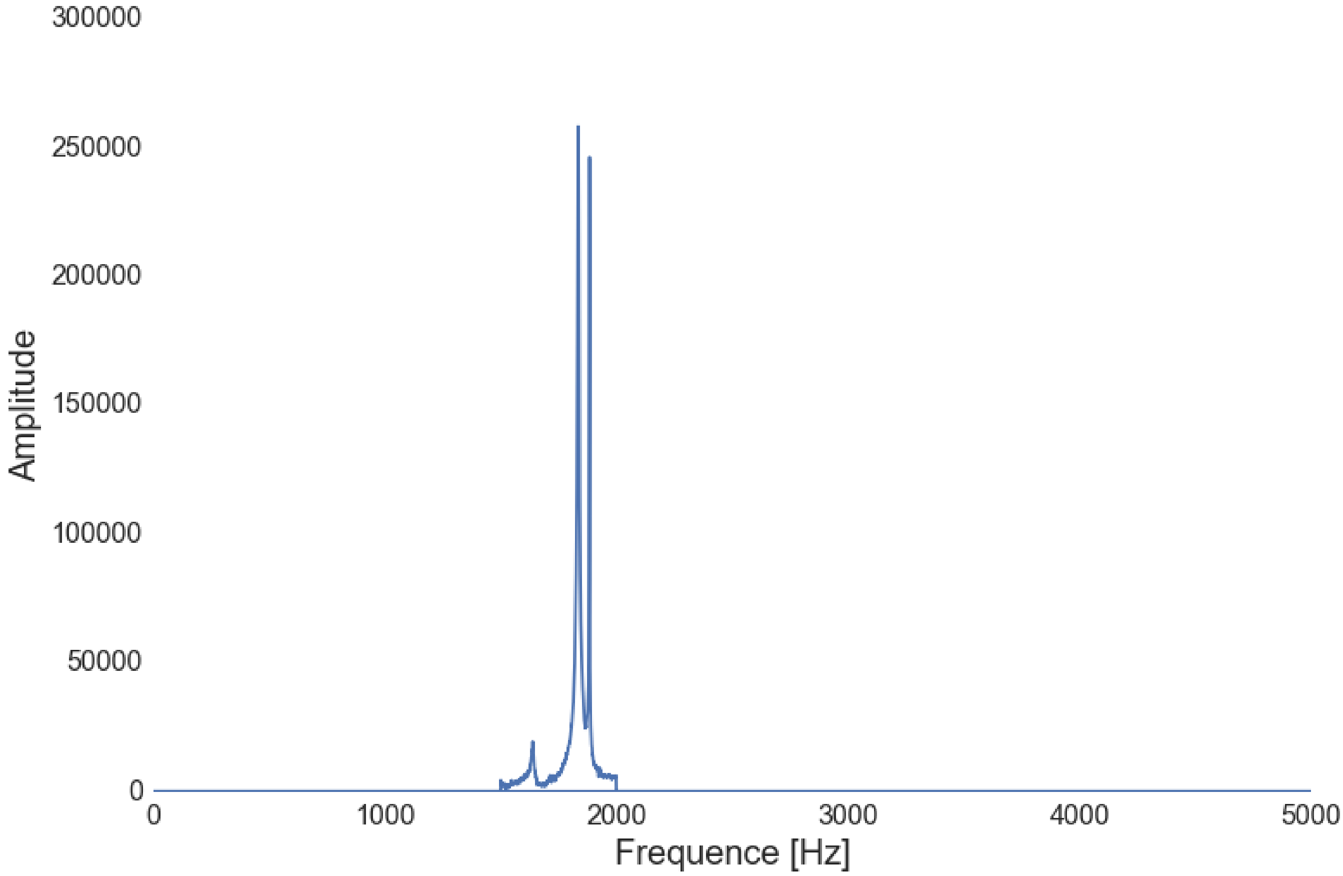

図2.1 逆フーリエ変換の対象となる周波数領域の信号強度

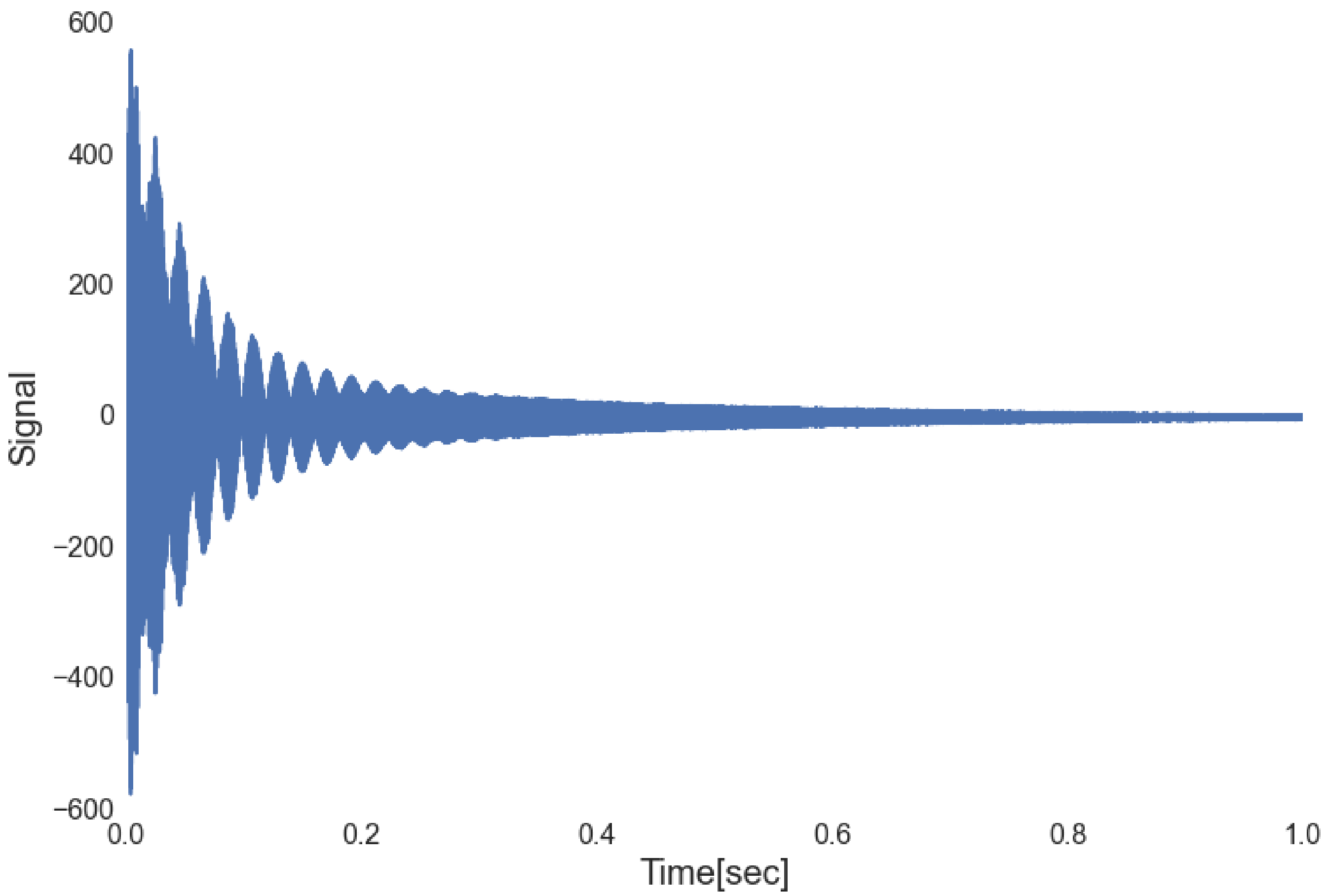

図2.2 逆フーリエ変換の結果

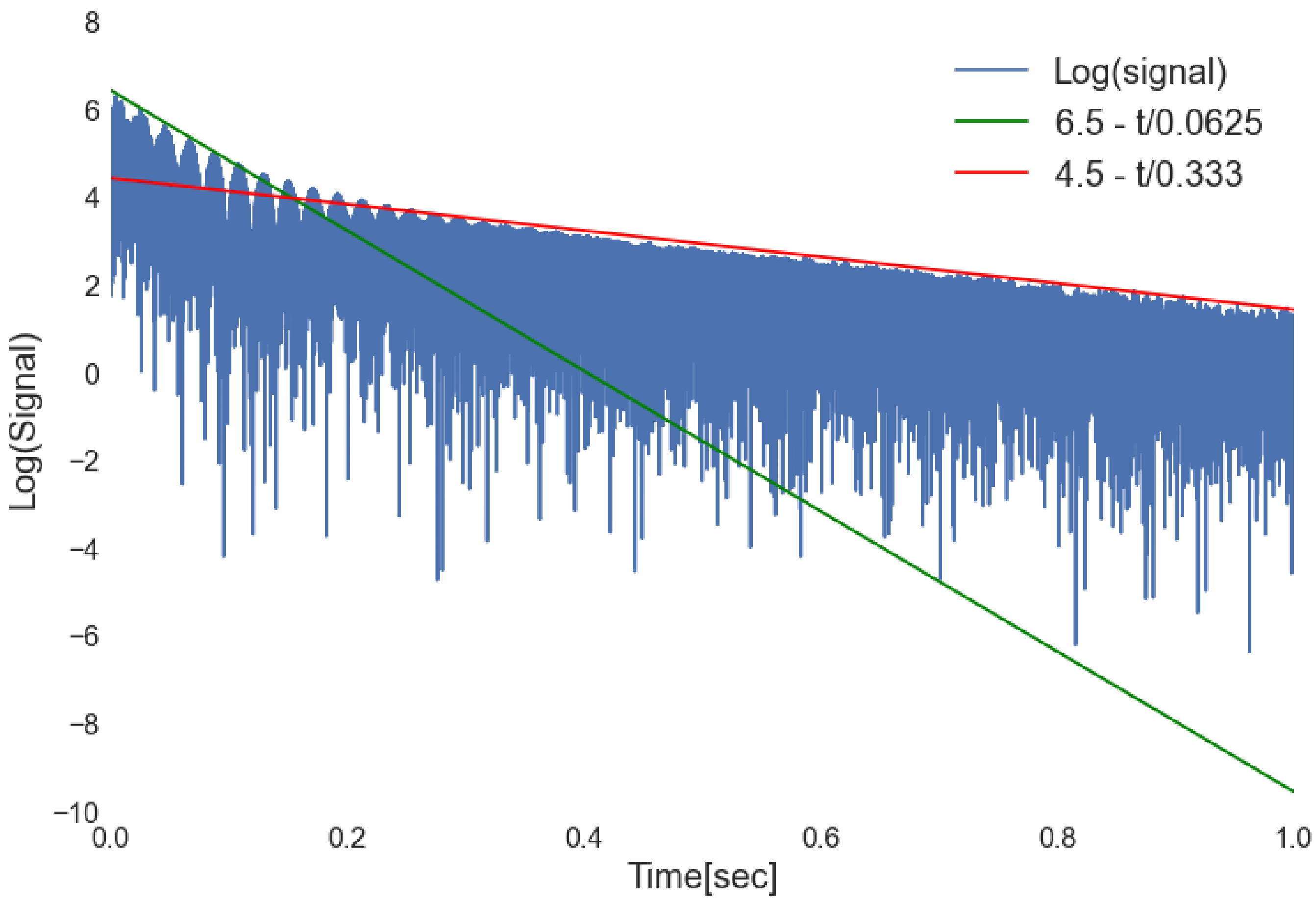

図2.3 逆フーリエ変換後の波形の自然対数に直線を当てはめた結果

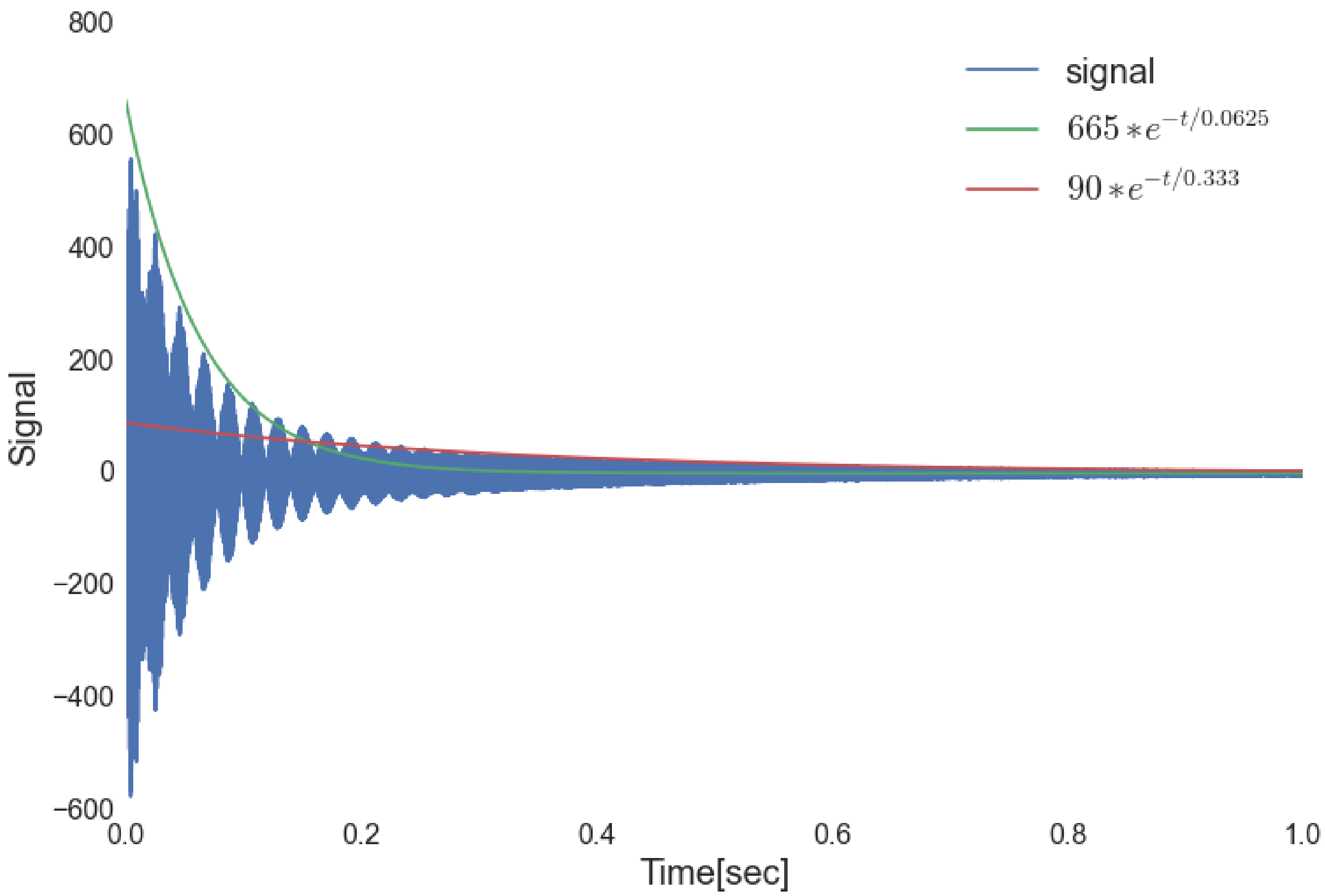

図2.4 逆フーリエ変換後の波形の自然対数に減衰曲線を当てはめた結果

解析の結果から、

$$y = 665 \cdot e^{-t/0.0625}\,(= 665 \cdot 2^{-t/0.0433})$$

が得られた。

3.3000 Hz付近

3000 Hzの場合も2000 Hzと同じように解析を行った。

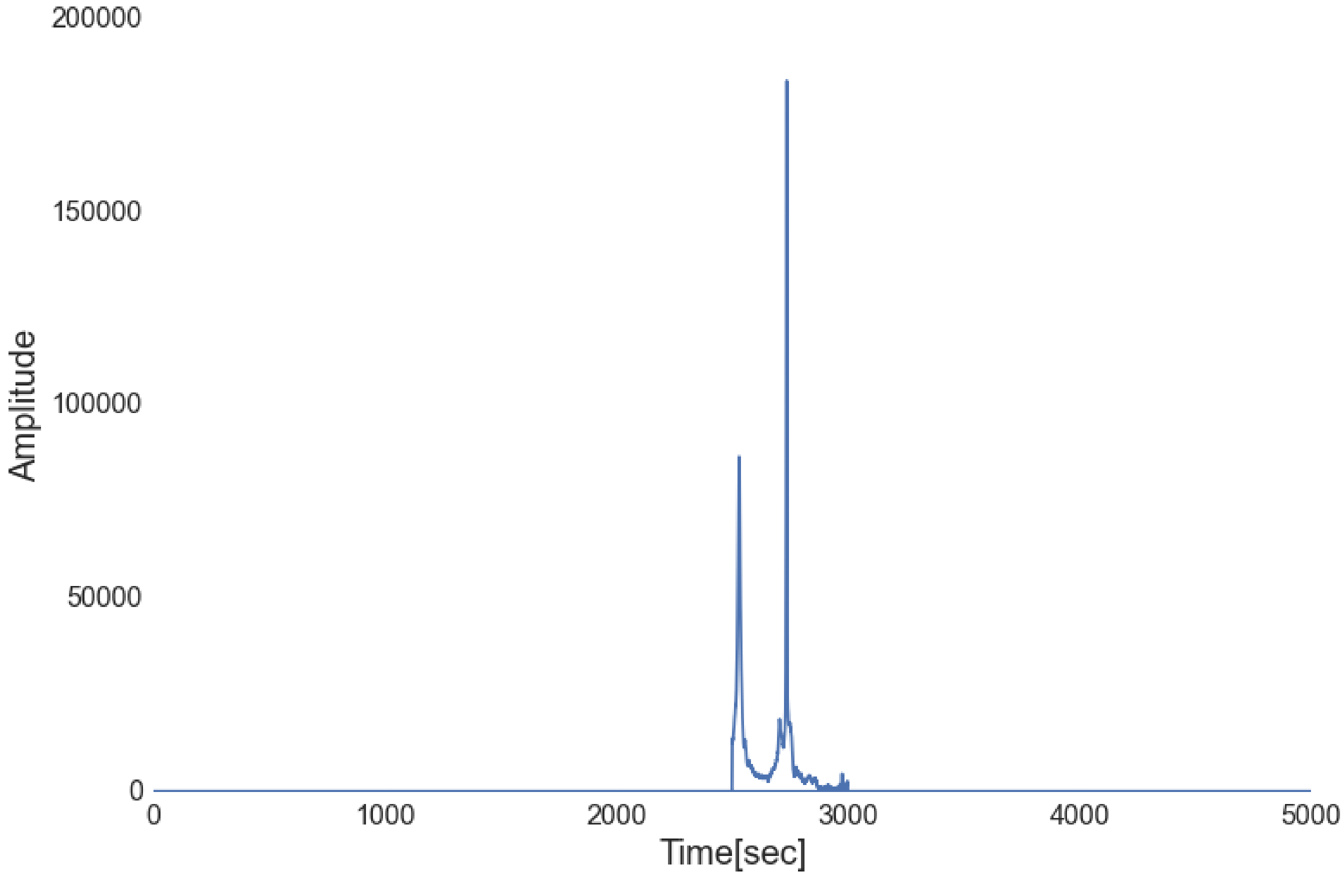

図3.1 逆フーリエ変換の対象となる周波数領域の信号強度

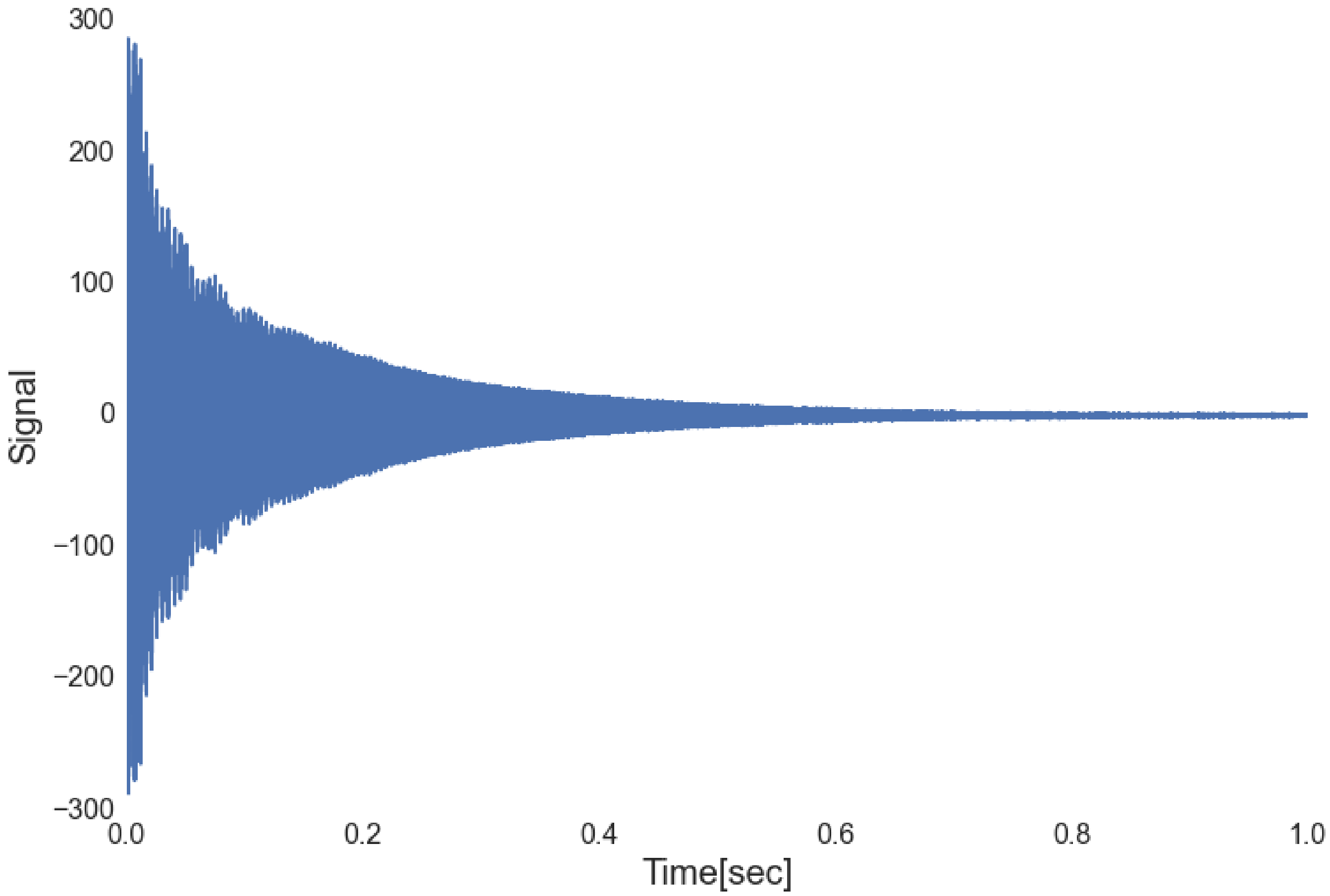

図3.2 逆フーリエ変換の結果

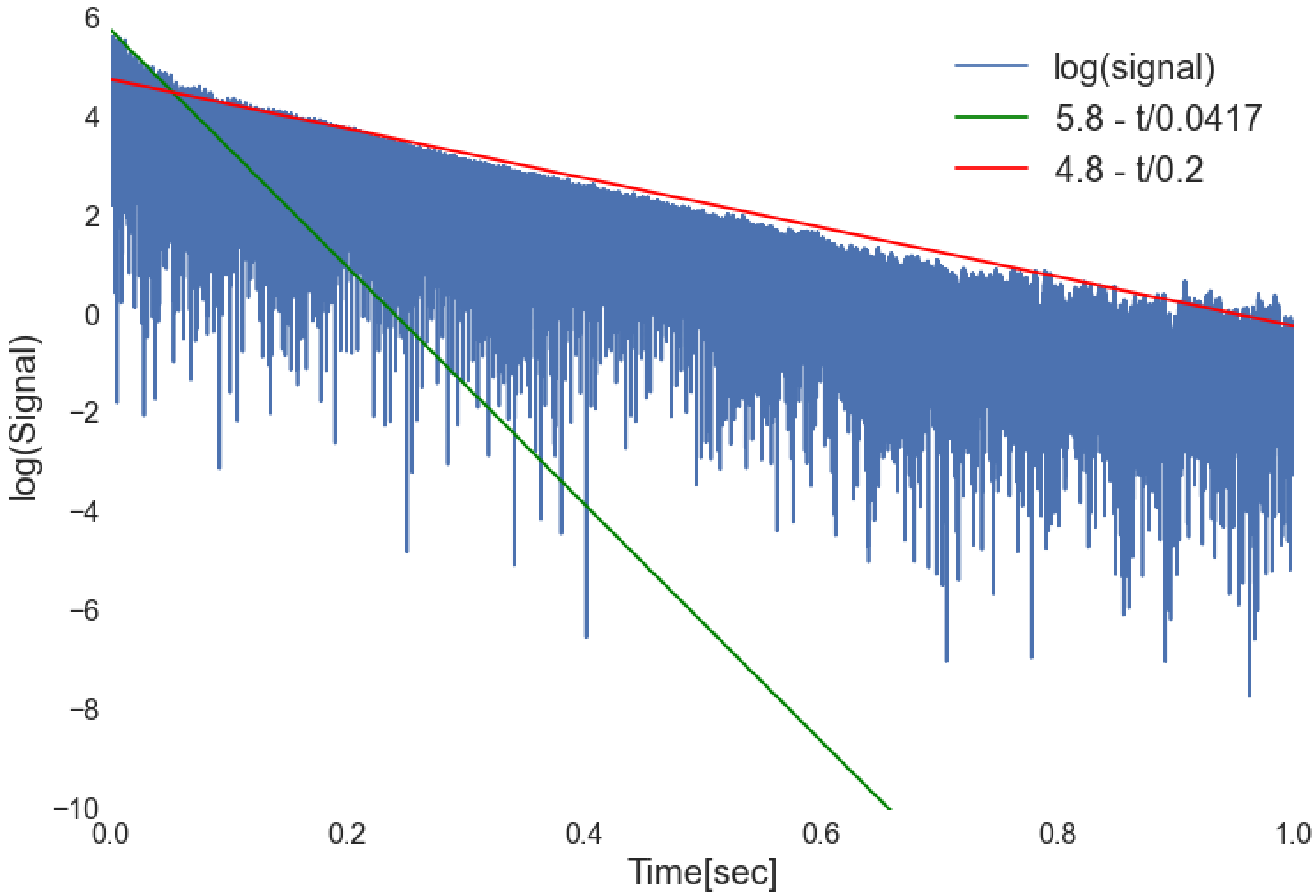

図3.3 逆フーリエ変換後の波形の自然対数に直線を当てはめた結果

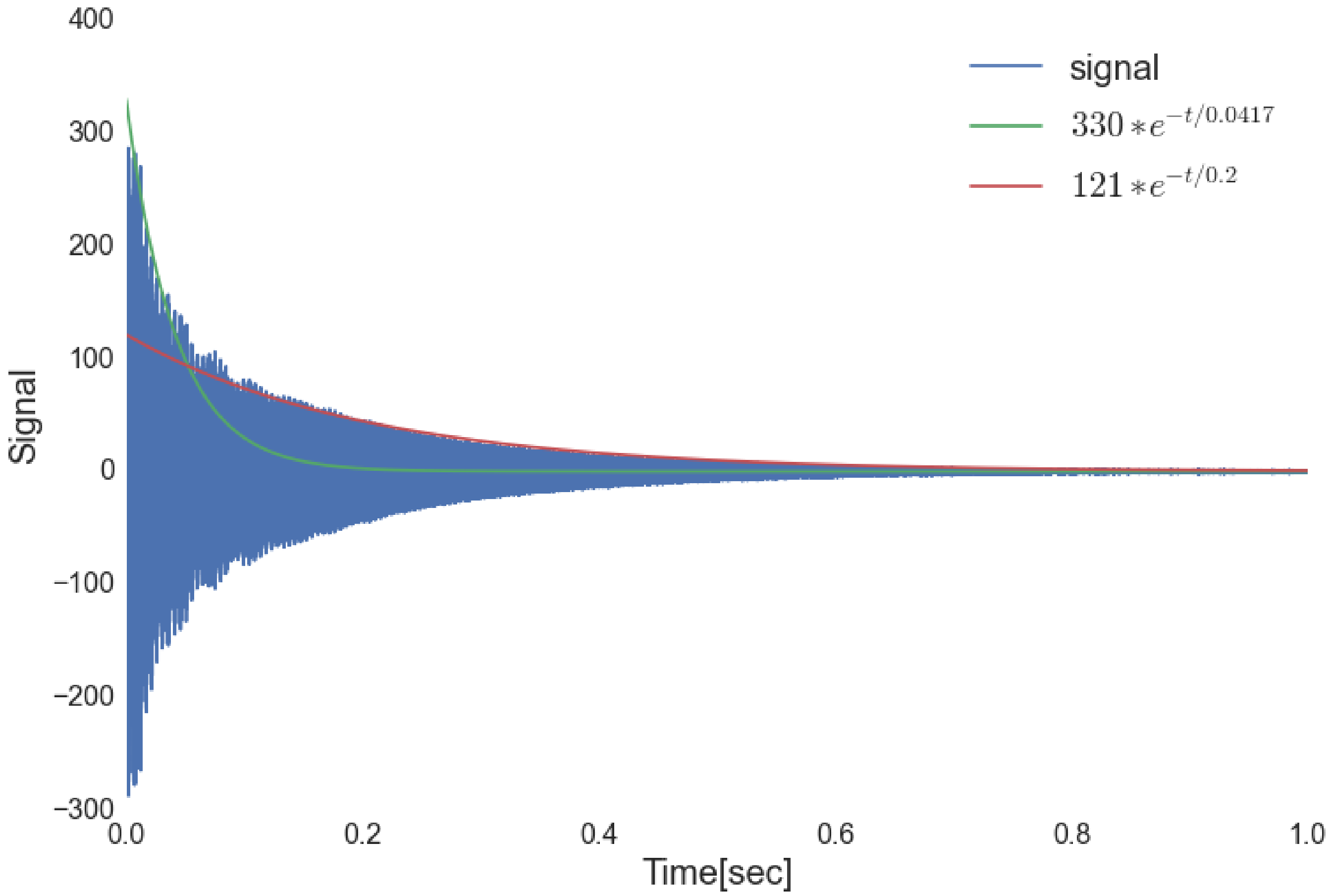

図3.4 逆フーリエ変換後の波形の自然対数に減衰曲線を当てはめた結果

解析の結果から

$$y = 330 \cdot e^{-t/0.0417} (= 330 \cdot 2^{-t/0.0277})$$

が得られた。

以上より、関数に対する半減期$t_{1/2}$はそれぞれ 2000 Hzのとき0.0433 [sec]、3000 Hzのとき0.0277 [sec]なので、高周波数の音は約1.5倍早く減衰することがわかった。