

自由研究1．サンプリング定理に違反した音声を聴いてみよう．

- (1) まず，音声ファイル，<http://www.it.ice.uec.ac.jp/page/kota/aoitori.wav> を自分の計算機にダウンロードして聴いてみよう．これは，サンプリング周波数 $F_s = 44.1$ kHz の音声信号である．このデータを x_n とする．
- (2) 次に，このデータを1個飛ばしで間引いたデータ $y_n^{(2)}$ を作ってみよう．すなわち，
$$y_n^{(2)} = \begin{cases} x_n & (n \text{ が偶数}) \\ 0 & (n \text{ が奇数}) \end{cases}$$
 で定義される $y_n^{(2)}$ を作ろう． $y_n^{(2)}$ をそのまま再生することは，サンプリング定理に違反して x_n を $F_s = 22.05$ kHz でサンプリングし，しかもそれを $F_s = 44.1$ kHz 用の平滑フィルタで再生していることに相当する． $y_n^{(2)}$ を再生して試聴し，エイリアス歪みが感じられたか否かを報告せよ．
- (3) x_n を2個飛ばしで間引いたデータ $y_n^{(3)}$ ，3個飛ばしで間引いたデータ $y_n^{(4)}$ ，についても同じ実験を行い，いくつ飛ばしからエイリアス歪みが聴感上問題となってくるかについて調べて報告せよ．

自由研究2．さらに精密に調べよう，

エイリアス歪みが聴感上問題になりはじめる $y_n^{(s)}$ を実験的に求めたい．自由研究1では， s は自然数に限定していた．さらにきめ細かく調べるため， s を実数の範囲で動かして実験してみよ．

[補足] wav 形式の音ファイルの読み書き，音の再生の仕方などは，自分で調査する．

[注意] 振幅の比較的大きな成分が可聴帯域上限ギリギリまで存在することになるので，耳の保護の意味から，試聴する際は音量を控えめにすること．また，マルチウェイのスピーカで再生するとツイーター（高い周波数を受け持つ耐入力パワーの小さなスピーカユニット）を壊してしてしまう可能性があるため，高価なスピーカでは再生しないこと．

[追加説明] 間引きによって0に置換えられたデータを，周りのデータから sinc 関数で補間したものに修正すれば，有害な高域成分は除去されるので，ツイーターを破壊してしまう恐れはなくなる．本来は，自由研究1（2）の時点でそのような補間を行っておくべきと言えよう．