レベルアップ資料

「音」についての雑学

２０１９年９月２８日（土）　吉木利治

1

今日のお話内容

- 「音」とは何か？
- 人が聞き取れる周波数は？
- 実際に聞いてみる
- 電話の通話音について
- 符号化によるデータ量とディスク容量

2

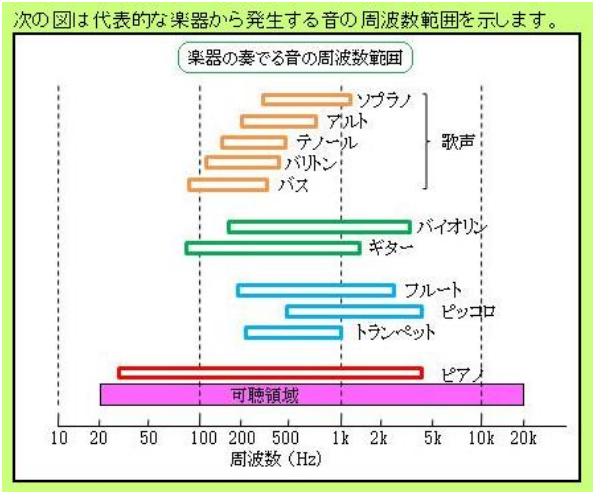
「音」とは何か？

- 物の振動によって生じた音波を、聴覚器官が感じとったもの。
  また、音波。
  人間の耳に聞こえるのは、振動数が毎秒約20～2万ヘルツの音波。
  引用：デジタル大辞泉

・音の速さは伝わる弾性体によって異なるが，t ℃の空気中を伝わるときの速さは $(331.5+0.61t)$m/s で与えられる。
例えば、雷が光ってから雷鳴が聞こえるまでの時間差が３秒の時、
落雷地点からの距離＝(331.5+0.61×30 ℃)×３＝1,050m

3

人が聞き取れる周波数は？[可聴領域]



http://www.enjoy.ne.jp/~k-ichikawa/kachou_ryouiki.html

4

では実際にその音を聞いてみましょう！

①　３５Hz

②　２０，０００Hz

Wave Gene.exe　による発生音

5

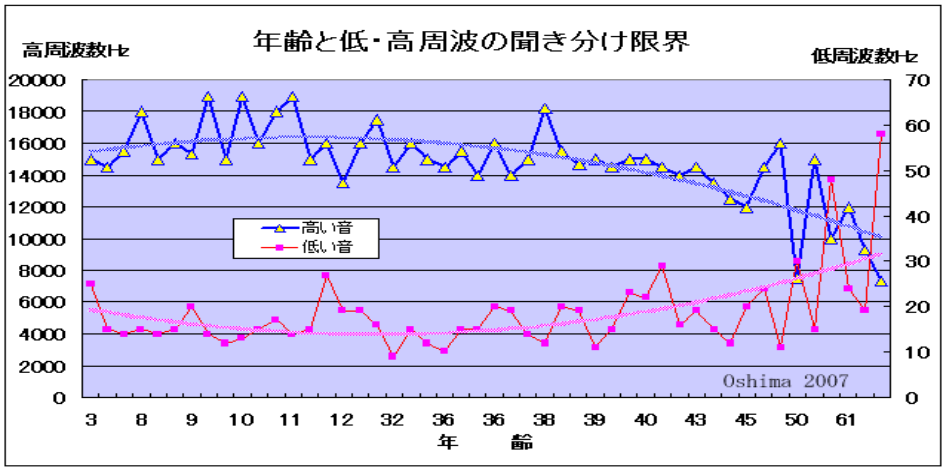
では実際にその音を聞いてみましょう！

- どうですか？　聞こえましたか？

6

実際は、年齢等により個人差があるようです。

- 可聴周波数の調査　年齢別調査



- http://www.sunfield.ne.jp/~oshima/omosiro/oto/kacyou.html

7

では実際にその音を聞いてみましょう！

③　　６，０００Hz

④　　８，０００Hz

⑤　１０，０００Hz

⑥　１２，０００Hz

⑦　１４，０００Hz

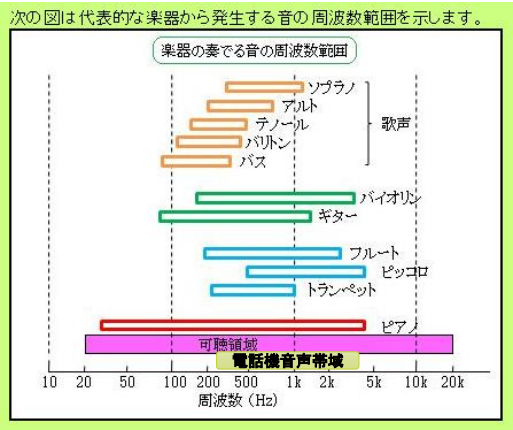
⑧　１６，０００Hz

- どうですか？どこまで聞こえましたか

8

電話の通話音について

- 電話機の通話音は何で聞き取りにくかったりするの?
  →周波数帯域３００Hz～３，４００Hz



9

電話の通話音について

- 何でそうなの？

→　世界中で電話が繋がるように国際規格で規定されている。

→　ＩＴＵ－Ｔ：国際電気通信連合
（国際標準を勧告という形式で管理している）
は、国際電気通信連合の部門の一つで、通信分野の標準策定を担当する「電気通信標準化部門」。
旧CCITT（Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique、国際電信電話諮問委員会）。

International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector

10

電話の通話音について

- 電話機の通話音について
  - ・固定電話は、アナログ音声
  - ・IP電話は、デジタルデータの符号化・複合化音声
  - ・携帯電話は、デジタルの符号化・複合化音声
- 電話機音声のデジタルデータについて
  - ・８KHz・８bitのサンプリングデータ　　６４Kbps

  →μ-Law コーデック

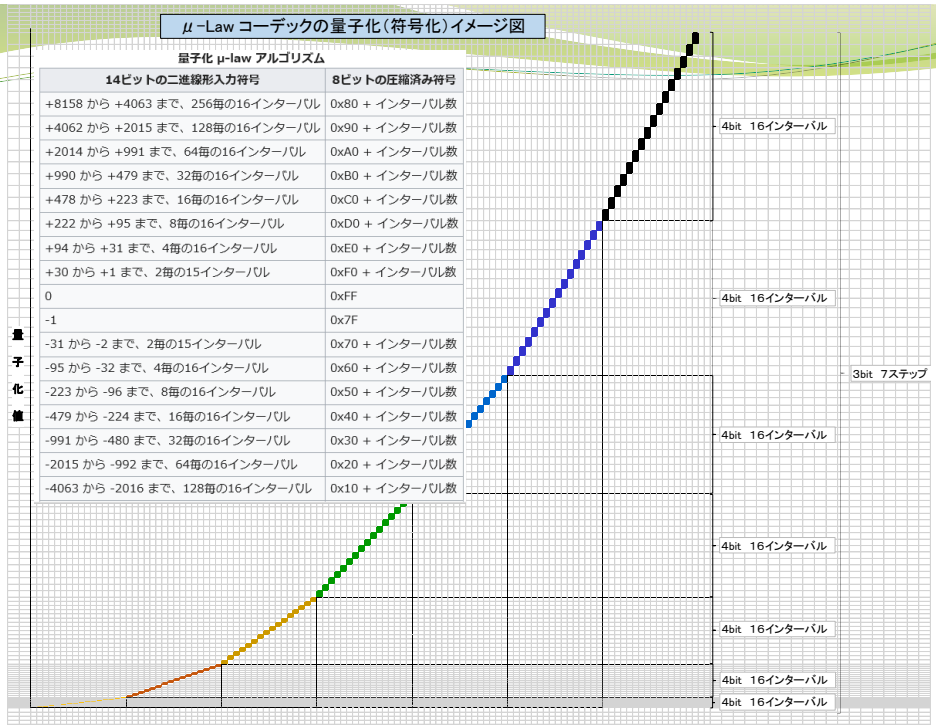
  （圧縮符号　北米、日本　　ヨーロッパはA-Law コーデック）

11

μ-Law コーデックの量子化（符号化）イメージ図

量子化 μ-law アルゴリズム

14ビットの二進線形入力符号	8ビットの圧縮済み符号
+8158 から +4063 まで、256毎の16インターバル	0x80 + インターバル数
+4062 から +2015 まで、128毎の16インターバル	0x90 + インターバル数
+2014 から +991 まで、64毎の16インターバル	0xA0 + インターバル数
+990 から +479 まで、32毎の16インターバル	0xB0 + インターバル数
+478 から +223 まで、16毎の16インターバル	0xC0 + インターバル数
+222 から +95 まで、8毎の16インターバル	0xD0 + インターバル数
+94 から +31 まで、4毎の16インターバル	0xE0 + インターバル数
+30 から +1 まで、2毎の15インターバル	0xF0 + インターバル数
0	0xFF
-1	0x7F
-31 から -2 まで、2毎の15インターバル	0x70 + インターバル数
-95 から -32 まで、4毎の16インターバル	0x60 + インターバル数
-223 から -96 まで、8毎の16インターバル	0x50 + インターバル数
-479 から -224 まで、16毎の16インターバル	0x40 + インターバル数
-991 から -480 まで、32毎の16インターバル	0x30 + インターバル数
-2015 から -992 まで、64毎の16インターバル	0x20 + インターバル数
-4063 から -2016 まで、128毎の16インターバル	0x10 + インターバル数



12

電話の通話音について

- 標本化定理
  標本化定理（ひょうほんかていり、英: sampling theorem: サンプリング定理とも）は、アナログ信号をデジタル信号へと変換する際に、どの程度の間隔で標本化（サンプリング）をすればよいかを定量的に示す定理。
  情報理論の分野において非常に重要な定理の一つです。

  波形の最大周波数の2倍以上の周波数で標本化すれば完全再構成

13

虫の鳴き声は電話の通話音として通らない

http://www.blog-animo.net/sound/2010/07/post-64b6.html

音のソムリエ
～音・音声・ことば　あれこれ～
« 「電車内での電話」 | トップページ | 「雨音」 »
「虫の鳴き声の高さ」
もうすぐ夏本番ですね。
夏になると至る所からいろいろな虫の鳴き声が聞こえてきます。
今回は、虫の鳴き声の高さ（周波数）に着目してみました。
鈴虫の鳴き声の高さ：約4,000Hz
コオロギの鳴き声の高さ：約5,000Hz
キリギリスの鳴き声の高さ：約9,500Hz
セミの鳴き声の高さ：ピークは約4,000～5,000Hz

これらに対して、電話が通す音の周波数の範囲が300Hz～3,400Hzですので、これらの虫の鳴き声は電話からは聞こえません。

14

符号化によるデータ量とディスク容量

WAV音源（CD音源）			44.1KHz　16bit							
	４分間の曲の場合、44.1*1000*16bit*240s/1000/8bit＝21.168MB									
	７００MBのCDだと　７００MB÷２1.168/2ch＝16.534曲									
	ヘッダ情報やセクター情報のデータ領域も必要となるため、実際には１６曲よりも少なくなる。									
圧縮音源　MP３（MPEG1 Audio Layer3）										
MP3	128Kbps									
	４分間の曲の場合、128Kbps*240s/8bit/1000=3840KB						700MB/3.84MB=		182	曲
MP3	192Kbps									
	４分間の曲の場合、192Kbps*240s/8bit/1000=5760KB						700MB/5.76MB=		122	曲
MP3	256Kbps									
	４分間の曲の場合、256Kbps*240s/8bit/1000=7680KB						700MB/7.68MB=		91	曲
その他の圧縮音源										
	WMA	マイクロソフト社								
	ATRAC3	ソニー社								
	AAC	アップル社								
高音質音源（ハイレゾ音源）										
	FLAC	48KHz	24bit							
		96KHz	24bit							
		192KHz	24bit							

15

ご清聴

ありがとうございました。

16