音と楽器の秘密を探る

飯田　洋治　　05.5.29

E-mail: yoji.iida@nifty.com　URL: http://homepage3.nifty.com/yoiidea/

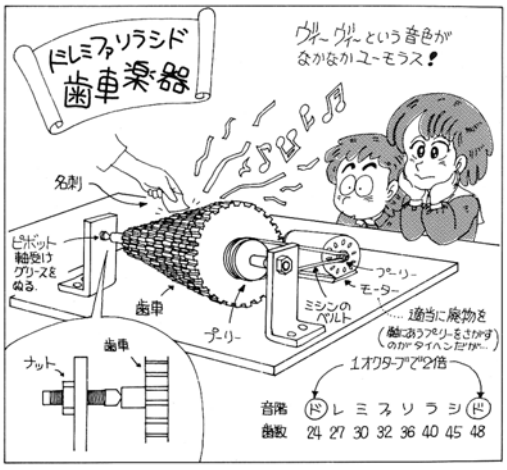
私たちの身の回りには雑音を含めていろいろな音が満ちあふれています。その中で，音階さえ作ることができれば，何からでもメロディを奏でる楽器をつくることができます。

「え！この歯車が楽器？」「このペットボトルが楽器？」「このバーコードが楽器？」という意外なものから，簡単な手づくり楽器など，いろいろな材料でできた楽器をいっぱい調べ，いくつか手づくりの楽器を作って演奏を楽しみましょう。

いろいろな楽器の音色のちがいもオッシロスコープで調べてみましょう。可能な人は，手持ちの楽器を持ってきましょう。

「音階づくり」で音と楽器の秘密を調べていくと，ここには一見，音楽（芸術）とは無縁に見えた物理の面白さが見えてくるにちがいありません。

1. いろいろな手作り楽器



1 オクターブ＝振動数 2 倍，

音階は比でほぼ 12 等分する。

(1) これは何？　　①★歯車楽器

音の強弱と音の高低

「弱い音は拡大する」　共鳴，増幅

「音階は振動数で決まる」

歯の数	24	27	30	32	36	40	45	48
音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
比	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2

(2) 進化する歯車楽器

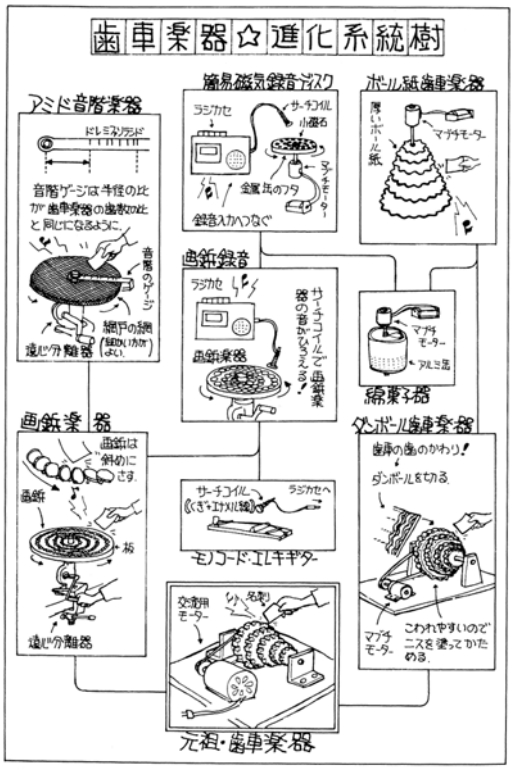
「音階ができれば何でも楽器になる」

②★プラスチック歯車楽器

（レコード盤の原理）－力学的再生　共鳴

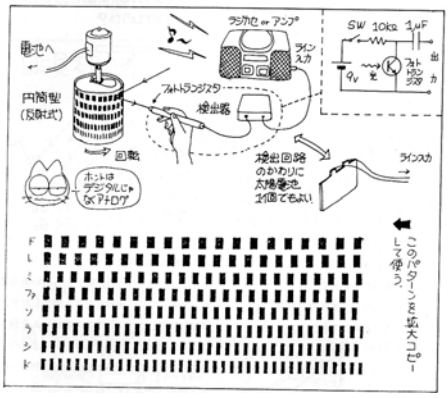
③★磁気を拾う　NS　　コイル　　アンプ

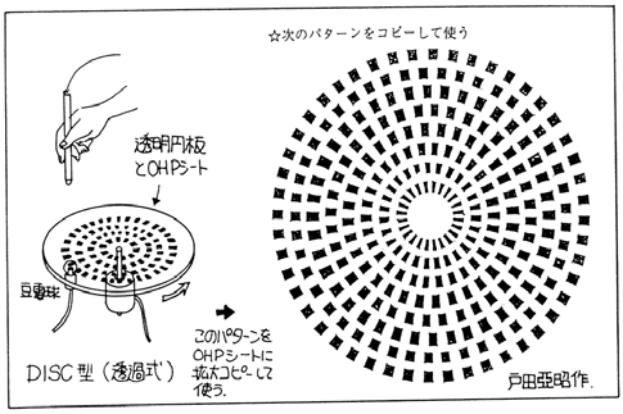
（磁気テープの原理）－磁気記録の再生



④★光を拾う　　明暗　太陽電池　アンプ
（CD の原理）　　－光学的記録の再生

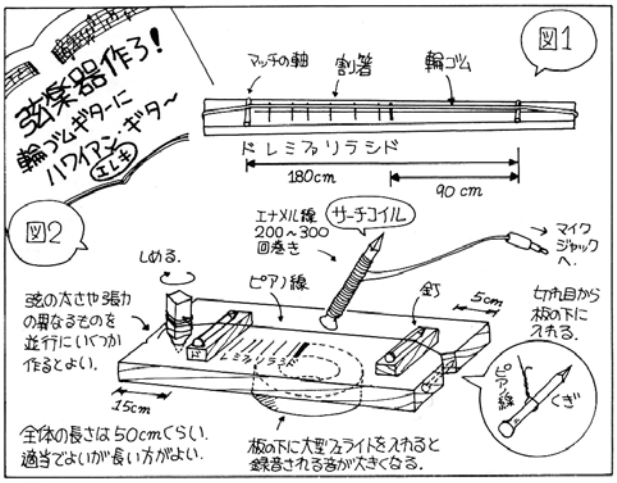
⑤★バーコード楽器





2. 材料によって生ずる振動のしくみの追求

●弦：　輪ゴムギター,
　　エレキギター



⑥★紙コップ三味線
　　紙コップが共鳴器となる

「弦の長さが短いほど高い音」
「振動数の逆比の長さ」
「両端を節とする定常波」

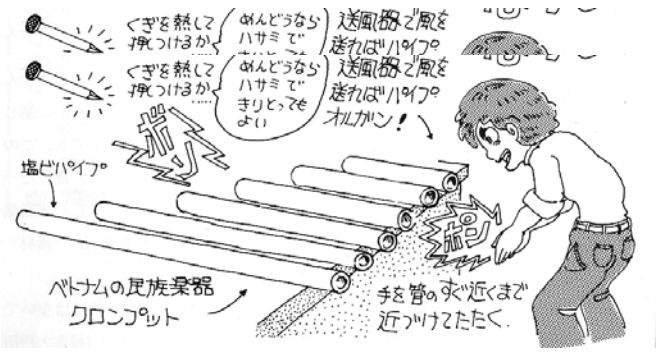
自然長音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
振動数の比	1	9／8	5／4	4／3	3／2	5／3	15／8	2
弦の長さの比	1	8／9	4／5	3／4	2／3	3／5	8／15	1／2
180mmの弦の場合	180	160	144	135	120	108	96	90

60	53.3	48	45	40	36	32	30
ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド

⑦★エレキギターの原理
　スチール弦の下に磁石を貼り付ける。弦をアンプへ。太陽電池を貼り付けると

●気柱：笛など　開口端補正　開いた筒の端の半径の 0.6 倍外側が腹になる

⑧★クロンプット（ベトナムの楽器）
　「両端を腹とする定常波」



⑨★雑音の中から音階が
　　気柱を耳に当てる
　　吹いても同じ

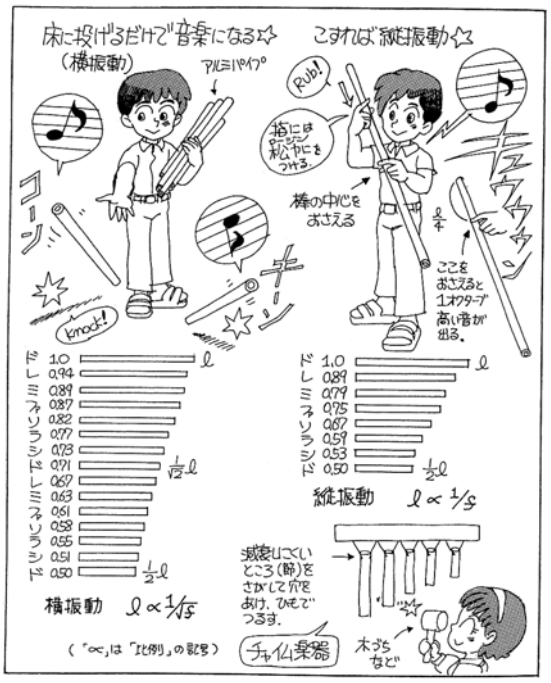
＜質問＞　　片方の端をふさいだら，音の高さはどうなるか

⑩★たたいてなる気柱（ブームワッカー）

●棒：

⑪★投げてこすってドレミファソ　－　棒の縦振動－

「両端腹，中央節の定常波」



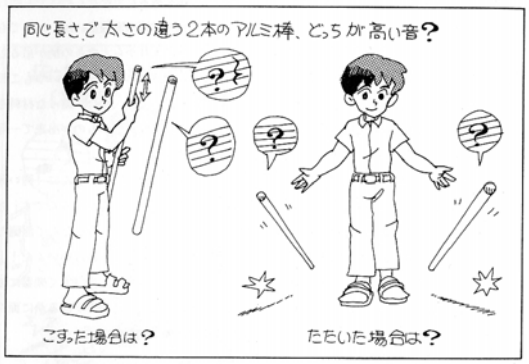
－棒の横振動－　鉄琴，木琴

⑫★投げてこすってどっちが高い

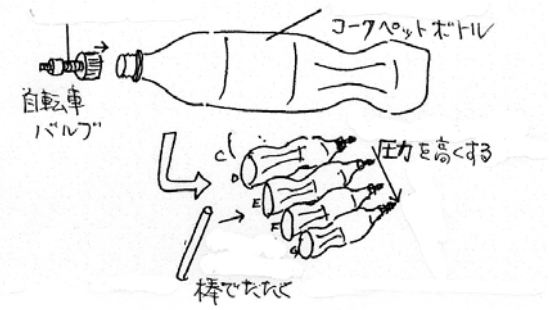
＜質問＞太さのちがうアルミ棒。

こするとちらが高い音？

「同じ材料：長さだけで振動数が決まる」



⑬★ペットボトル楽器



「圧力が高いほど振動数が大きい」

4. 音色の違い

⑭★各自，持ち寄った楽器の波形の違いをオッシログラフで見てみよう。

同じ音の高さでも波形が異なる。含まれる倍音の割合の違い

5. 音の共鳴

⑮★　　エコーマイク　振動の時間的遅れ

⑯★　　うなりと調律　振動数のわずかな違い

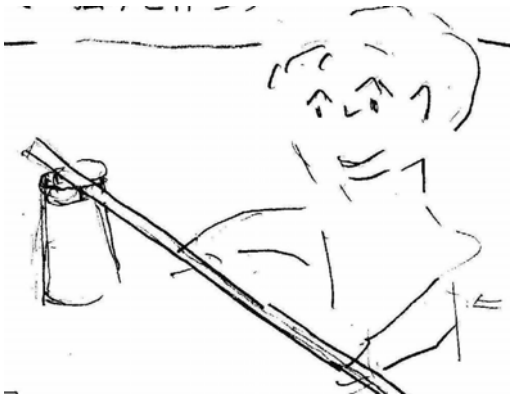
音の強さ　対数（B，ｄB）で表す

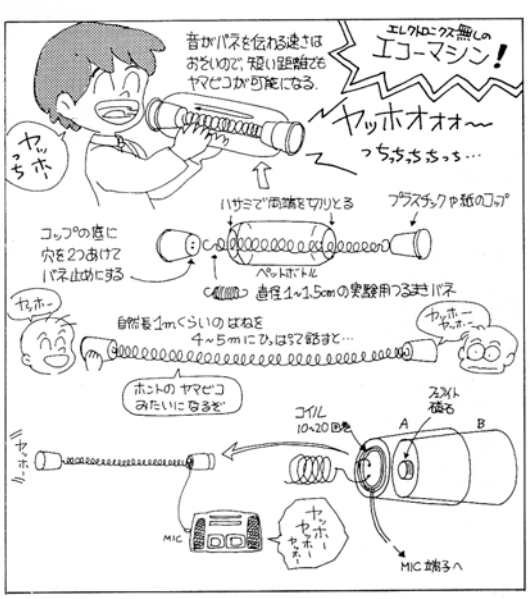
6. 身近な材料で音階を作る

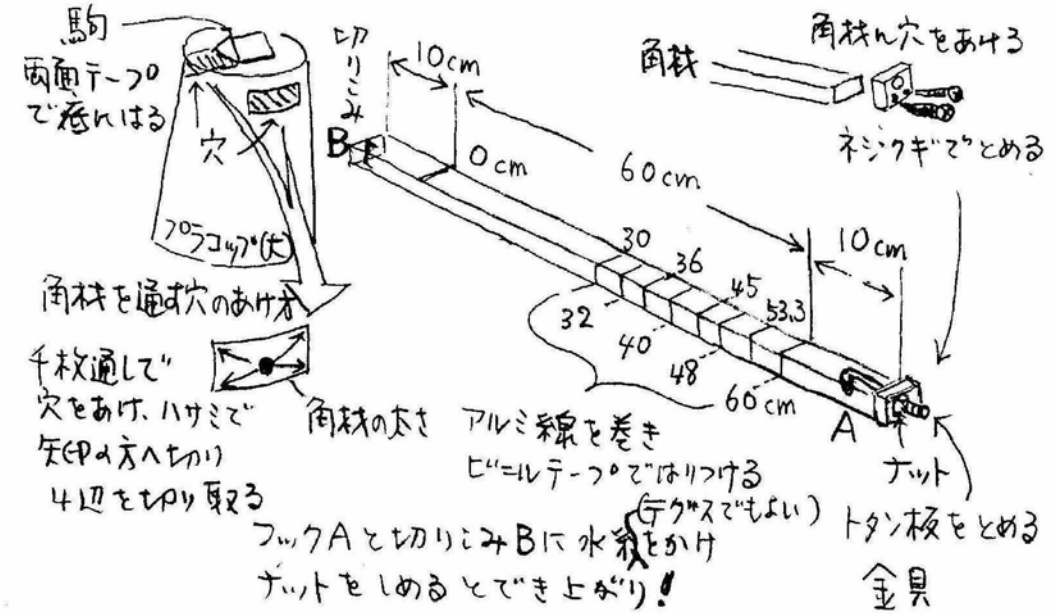
ー手作り楽器の製作ー

⑰　（1）プラコップの三味線を作る

⑱　（2）カラオケマイク







資料1

棒の縦振動と横振動の比

弦と筒の長さと音階

$f=2^{(a/12)}$

f, f': 振動数の比

l, l': 長さの比

両端開口端

	棒の横振動			l=(1/f)$^{1/2}$					棒の縦振動			l'=1/f'				弦の長さ	筒の長さ
		平均率			自然音階		棒の長さ	節の位置		平均率		自然音階					r=1.7cm
a	音階	振動数比	長さの比	振動数比	長さの比		cm	比0.224	音階	振動数比	長さの比	振動数比		長さの比		cm	cm
0	ド	1	1	1	1	$180^{1/2}$	13.4	3cm	ド	1	1	1	24	1	180	60	60
1																	
2	レ	$2^{(2/12)}$	0.9439	$(9/8)^{1/2}$	$(8/9)^{1/2}$	$160^{1/2}$	12.6	2.82									
3																	
4	ミ	$2^{(4/12)}$	0.8909	$(5/4)^{1/2}$	$(4/5)^{1/2}$	$144^{1/2}$	12	2.69	レ	$2^{(2/12)}$	0.8909	9/8	27	8/9	160	53.3	53.1
5	ファ	$2^{(5/12)}$	0.8655	$(4/3)^{1/2}$	$(3/4)^{1/2}$	$135^{1/2}$	11.6	2.6									
6																	
7	ソ	$2^{(7/12)}$	0.817	$(3/2)^{1/2}$	$(2/3)^{1/2}$	$120^{1/2}$	11	2.46									
8									ミ	$2^{(4/12)}$	0.7937	5/4	30	4/5	144	48	47.6
9	ラ	$2^{(9/12)}$	0.7711	$(5/3)^{1/2}$	$(3/5)^{1/2}$	$108^{1/2}$	10.4	2.33									
10									ファ	$2^{(5/12)}$	0.7492	4/3	32	3/4	135	45	44.5
11	シ	$2^{(11/12)}$	0.7278	$(15/8)^{1/2}$	$(8/15)^{1/2}$	$96^{1/2}$	9.8	2.2									
12	ド	2	0.7071	$2^{1/2}$	$(1/2)^{1/2}$	$90^{1/2}$	9.5	2.13									
13																	
14	レ	$2^{(14/12)}$	0.6674						ソ	$2^{(7/12)}$	0.6674	3/2	36	2/3	120	40	39.3
15																	
16	ミ	$2^{(16/12)}$	0.63														
17	ファ	$2^{(17/12)}$	0.612														
18									ラ	$2^{(9/12)}$	0.5946	5/3	40	3/5	108	36	35.2
19	ソ	$2^{(19/12)}$	0.5777														
20																	
21	ラ	$2^{(21/12)}$	0.5453														
22									シ	$2^{(11/12)}$	0.5297	15/8	45	8/15	96	32	31
23	シ	$2^{(23/12)}$	0.5147														
24	ド	4	0.5						ド	2	0.5	2	48	1/2	90	30	29