

2. ストロー笛の秘密 音の仕組みシリーズ パート 3

沼津市立金岡小学校

6 年 後藤舞衣子

1 動機

私は昨年、ストロー笛をもとにリコーダーの音の仕組みについて調べた。リコーダーは、リードを持たない管楽器で、ウィンドウェイという吹き口に息を吹くと空気が振動する。そして、その空気の振動が管体に共鳴し、「リコーダーの音」として大きな音が出る事がわかった。また、ストロー笛を吹いたところ、吹く方のストローの長さや太さを変えても音は変わらず、容器の大きさを変えることで音の変化がみられることがわかった。つまり、空気の量が少ない程音が高く、多い程音が低くなるということである。

そこで、今回は、ストロー笛を使ってさらに音階をつくり、ストローの長さ、太さと音の関係についてもっとくわしく調べることにした。

2 方法と内容

昨年は2本のストローを使ってストロー笛を作った。

実験の結果、下のストローの長さや太さを変えることで音に変化が出てきたので、ストロー1本を使ったストロー笛で実験することとした。

・用意するもの

ストロー（10 mm、8 mm、6 mm、4 mm）、電子ライター、目玉クリップ、はさみ、小さなびん、セロハンテープ、はかり、ものさし、ピアノ

・実験方法

ア ストロー笛を作る

ストローの片方の端を目玉クリップで閉じる。
目玉クリップからはみ出した5 mmの部分を電子ライターであぶり、とかす（図1）。

火をとめてから10秒程待つて、目玉クリップを外すと図2のようになる。



図 1

図 2

イ 音階をつくる

ストローを切って音階（ドレミファソラシド）をつくる。

（ア）1本目のストロー（低いド）の作り方

調節していないストロー笛を吹き、音の高さをピアノで探す。

その音の高さに一番近いドにするためにストローを切って調節する。

（イ）2本目以降のストローの作り方

1本目のストローと同じ長さに切る。

それぞれの音に調節するためストローを切りながら調節する。

ウ 作った音階のそれぞれのストローの体積をはかる

ストロー笛の中に空気が入らないように水を入れる（図3）。

はかりで水の質量をはかる（水1gは1cm³であるため）（図4）。



図3



図4

エ 管の材質を変える

大きさ（太さ、高さ）の等しいアルミ缶、スチール缶、紙の筒を用意し、ストロー笛と同じように音を鳴らして音の高さを比べる。

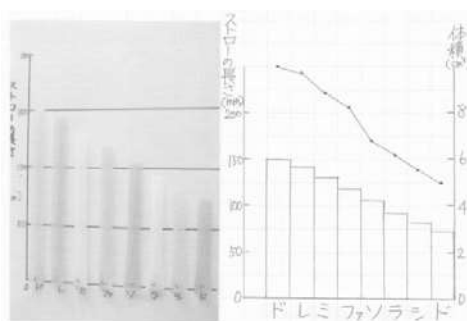
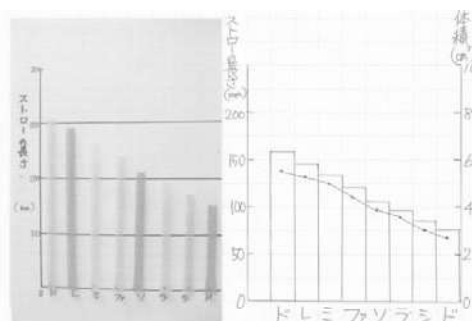
3 結果

（1）同じ太さのストロー

棒グラフはストローの長さ、折れ線グラフは体積を表している。

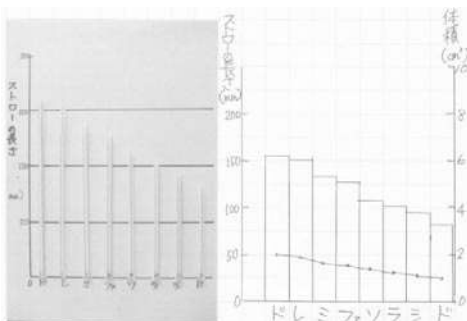
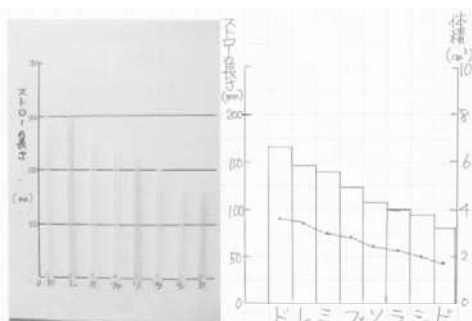
ア 10mmのストローの結果

イ 8mmのストローの結果



ウ 6mmのストローの結果

エ 4mmのストローの結果



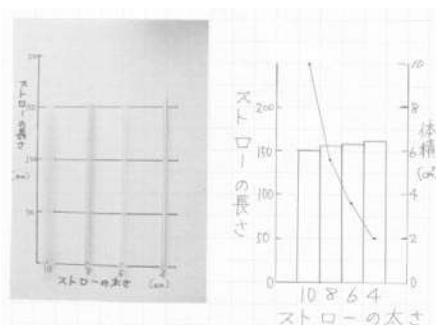
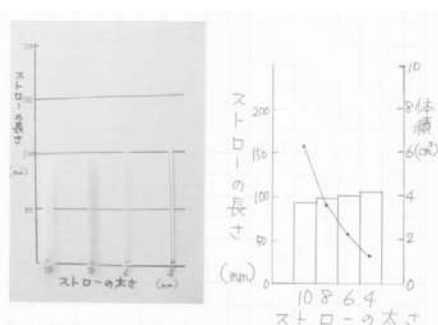
どの太さのストローも音が高くなるにつれて長さは長くなり、体積は小さくなっていった。

（2）太さの異なるストローで同じ音にしたときの結果

ドレミファソラシドの8音階を比較したが、ここでは低いドとラを掲載する。

ア 低いドの結果

イ ラの結果



同じ音でも、ストローの太さが細いほど、長さは長くなり、体積は小さくなった。

(3) 管の材質を変えた結果

管の材質を変えても変化は見られない。

	アルミ缶	スチール缶	紙の筒
材質			
管の長さ (cm)	5	5	5
管の内径 (cm)	10.2	10.2	10.2
面積 (cm ²)	19.6	19.6	19.6
体積 (cm ³)	200	200	200
音の高さ	F ₃ [#]	F ₃ [#]	F ₃ [#]

4 考察

10 mm、8 mm、6 mm、4 mmのストローの太さと長さの関係を表1にまとめた。

なお、ストローの長さの比率は、左側（低いド）のストローの長さを1としたときのそれぞれの長さの割合である。

また、ストローの長さの差は、となり合った音どうしの低い音（長いストロー）から、高い音（短いストロー）の差である。

体積は、ストローの中の空気の体積を表す。

ストローの中の空気の体積の比率は、左側（低いド）の体積を1とした時のそれぞれの体積の割合である。

また、ストローの中の空気の体積の差は、となり合った音どうしの低い音（長いストロー）から高い音(短いストロー)の差である。

(1) ストローが長い程音が低くなり、ストローが短い程音が高くなる。

(2) 1オクターブ上がると、基本的には長さも体積も 1/2 倍になっていた。しかし、ストローの先端を閉じているため、多少ストローの長さに誤差が出てきた。それに対して体積は、ストローの中に水を入れてはかったため、正確な値が得られ、誤差はほとんど出ず、1/2 倍になっていた。このことから、もう1オクターブ高いドを作っても、長さも体積も 1/2 倍になると考えた。そこで、10 mmのストローで実験を行ったら、予想通り 1/2 倍になった。

(3) 違う太さのストローでも、ストローの中の空気の体積が等しくなれば、音も同じになると予想したが、結果は違った。同じ音をつくった時、ストローの中の空気は等しくならなかった。しかし、ストローの太さを太くするにつれ、ストローの長さはだんだん長くなった。

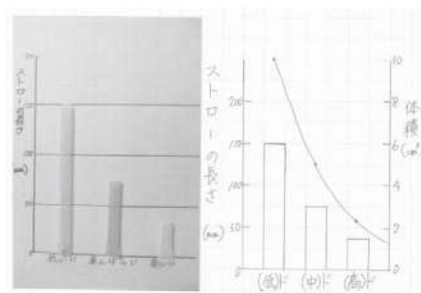
(4) 管の材質を変えても、音に変化はみられなかった。

表1 ストローの太さと長さの関係

	ド	シ	ミ	F ₃	ソ	ラ	シ	ド
10mm	長さ 150	143	128	118	104	93	83	75
	比率 1.00	0.95	0.85	0.79	0.69	0.62	0.55	0.50
	差 7	15	10	14	11	10	8	
	体積 10.0	9.7	8.9	8.2	6.8	6.2	5.6	5.0
	比率 1.00	0.97	0.89	0.82	0.68	0.62	0.56	0.50
	差 0.3	0.3	0.7	1.4	0.6	0.6	0.6	
8mm	長さ 153	145	131	120	106	97	86	77
	比率 1.00	0.95	0.86	0.78	0.69	0.63	0.56	0.50
	差 8	14	11	14	9	11	9	
	体積 5.6	5.4	5.0	4.5	3.9	3.7	3.0	2.8
	比率 1.00	0.95	0.86	0.78	0.69	0.63	0.56	0.50
	差 0.2	0.2	0.5	0.6	0.2	0.7	0.2	
6mm	長さ 155	148	134	123	110	100	90	80
	比率 1.00	0.95	0.86	0.79	0.71	0.65	0.58	0.52
	差 7	14	11	13	10	10	10	
	体積 3.6	3.4	3.0	2.8	2.4	2.2	2.0	1.8
	比率 1.00	0.94	0.83	0.78	0.67	0.61	0.56	0.50
	差 0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	
4mm	長さ 159	152	135	126	113	102	92	82
	比率 1.00	0.96	0.85	0.79	0.71	0.64	0.58	0.52
	差 7	17	9	13	11	10	10	
	体積 2.0	1.9	1.7	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0
	比率 1.00	0.95	0.85	0.80	0.65	0.60	0.55	0.50
	差 0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	

(5) 右図のように3つのドの高さを比べた結果、1オクターブずつあげていくとストローの長さや、ストローの中の空気の体積は $1/2$ になる。

他の音でも、1オクターブずつ音を上げていくとストローの長さやストローの中の空気の体積は $1/2$ になる。



5 感想と今後の課題

今回も、昨年同様一番難しかったのは、作ったストロー笛の音の高低を聞き分けることだった。ストローの長さが数 mm 変わるだけで、音の高さが変わってしまうなど、音の調節が大変であった。

また、水の密度を利用して体積を求めることとしたため、ストローの中に水を入れる際、ストロー内に空気が入ってしまい、正確な値を出すのに苦労した。

今まで耳で聞いて音を聞き分けていたが、今後は実際に、音の高さを数値化する機械を使って客観的に調べることが必要だと思った。

なお、ストローの中の空気の体積が等しくなれば、音も同じになると予想したが、予想に反し、同じ音を作った時、ストローの中の空気の体積は等しくはならなかった。このことから、音の高さを決めるのはストローの太さやストローの中の空気の体積だけでなく、何か他にも影響を与える要因があるのではないかと考える。今後、さらに詳しく研究してみたい。