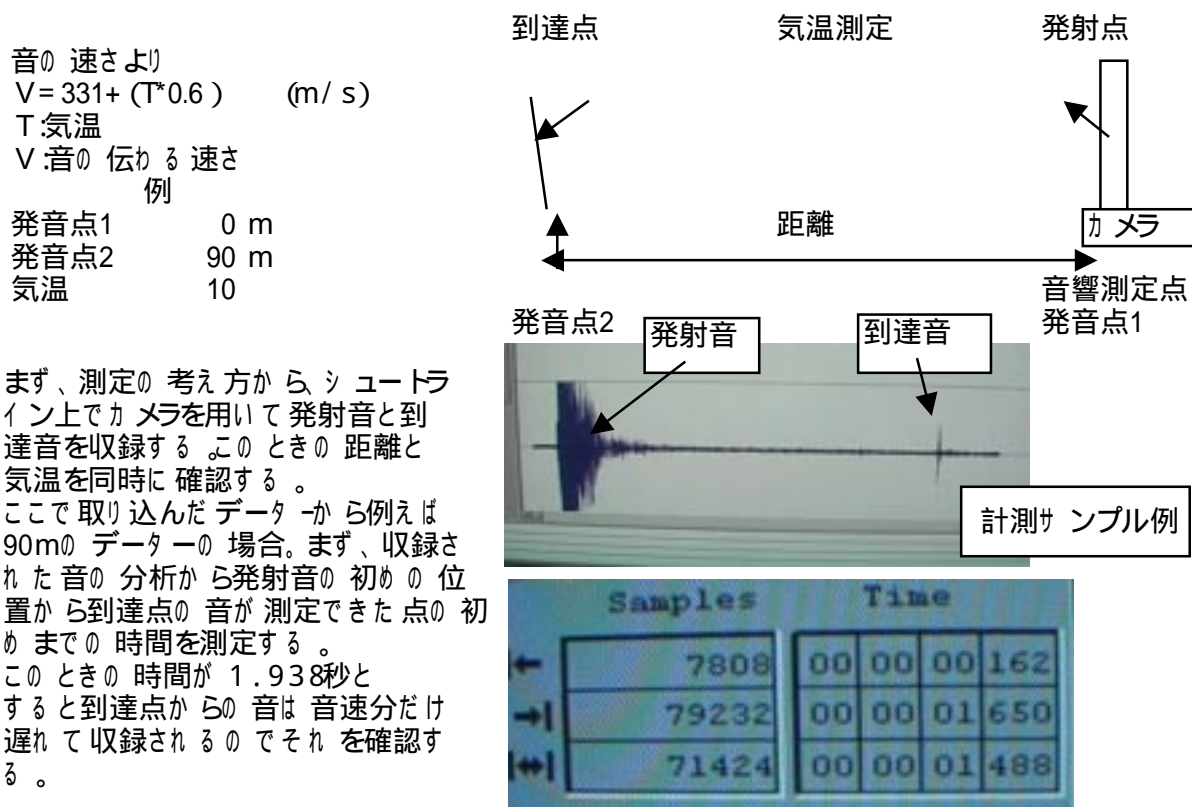


15. フライ ジュミレーターと矢速の実測方法と実際

矢速の測定方法について検討してみた。発射した矢はどのような速度変化をするのかと
いうことを検証すること。矢は同速で飛んでいないようだ。

測定は実際に行射する音をソニーハンディーカムで収録しサウンドカードからwaveデー
ターに変換した後、時間測定にはYAMAHA Wave Editor TWEを用いた。ウェーブエディ
ターTWE(以下、TWEといいます)は、音(楽器音、効果音、声など)をパソコンのハード
ディスク上にデジタル録音(サウンドデータとして記録)したり、録音したサウンドデータ
を編集したりするためのソフトウェアです。1/1000秒単位で波形を見ながら



まず、測定の考え方からシュートラ
イン上でカメラを用いて発射音と到
達音を収録する。このときの距離と
気温を同時に確認する。
ここで取り込んだデータから例えば
90mのデータの場。まず、収録さ
れた音の分析から発射音の初めの位
置から到達点の音が測定できた点の初
めまでの時間を測定する。
このときの時間が1.938秒と
すると到達点からの音は音速だけ
遅れて収録されるのでそれを確認す
る。

発射音が聞こえたときの発射時からの遅れ T1は
この時の音速から

$$\text{音速 } T1 = 331 + (\text{気温} * 0.6) = 337 \text{ (m/s)}$$

$$T1 = \text{距離} / \text{音速 } T1 = 0.267062 \text{ (s)}$$

$$TX = 1.938 - 0.267062 = 1.670938 \text{ (s)}$$

矢の平均速度 Vxは

$$Vx = \text{距離} / \text{時間} = 53.86197 \text{ (m/s)}$$

以上のように測定できる。その他の条件で複数の測定値および距離を10-90mまで
色々変えて測定した。後のデータには追加分も含まれる。

結果やはり矢速は空気抵抗などにより初速から徐々に速度が低下しているようだ。デー
ター数が少ないので一般論的に数値では表しにくい。近似させると50m以降はほぼ
同じ速度(2m/s)で低下する傾向があるように見える。長い太い重いはずっぱり不利
か?

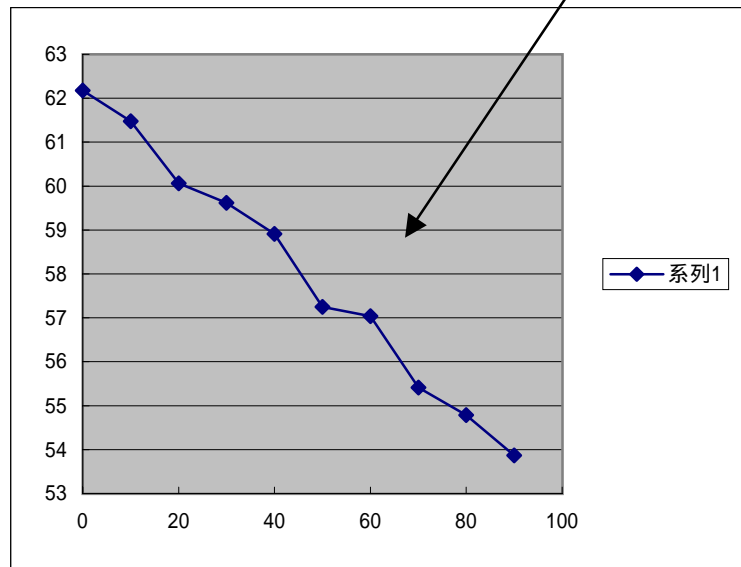
参考にイーストンのフライジュミレーターでこの弓の条件で初速を計算してみると2
04feet/sで62.17m/Sとでた。

今回の最短距離での測定で10mが可能であったが、このときの測定値が61.47
m/Sと計測されたので初速としてはほぼ差がないように見える。各距離の速度をプ
ロットして見ると平均速度の初期値に当てはめると良い近似値を示す。

気温 10度として

	1	2	3	4	5	6	平均時間	平均速度
0	0							
10	0.192	0.193	0.192				0.192333	61.47803
20	0.392	0.389	0.396				0.392333	60.06256
30	0.596	0.593	0.59	0.59			0.59225	59.61498
40	0.8	0.8	0.793				0.797667	58.91256
50	1.022	1.016	1.02	1.029			1.02175	57.24872
60	1.226	1.232	1.232				1.23	57.03647
70	1.464	1.477	1.472				1.471	55.4111
80	1.696	1.701	1.696				1.697667	54.78409
90	1.938	1.936	1.925	1.962	1.941	1.925	1.937833	53.86735

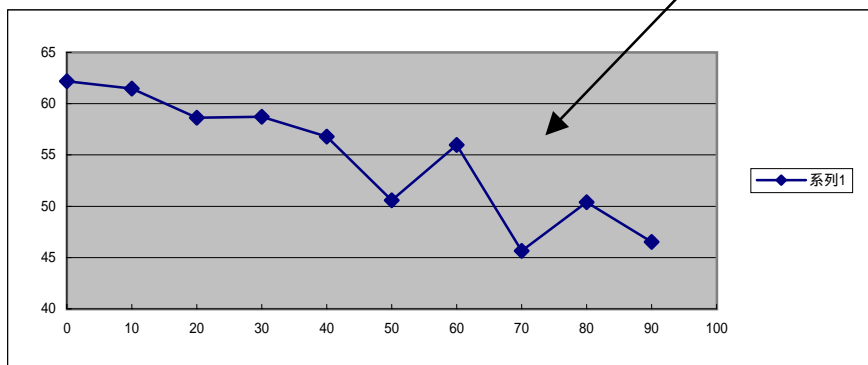
ここではその距離における平均速度であるが、実際各距離に移動しながら徐々に速度を落としていると思われるので10mごとの平均速度を求めると、80mから90mまでの10mは46.53m/sで飛んでいるということになる。このときの距離0の初速はEAFSによくマッチしている。



速度

0	62.179			62.1792		0	62.1792	
10	61.478	614.7803	614.7803	61.47803	0.701173	10	61.47803	1.55
20	60.063	1201.251	586.4709	58.64709	2.830938	20	58.64709	1.55
30	59.615	1788.449	587.1982	58.71982	-0.07273	30	58.71982	1.95
40	58.913	2356.503	568.0532	56.80532	1.9145	40	56.80532	2.7
50	57.249	2862.436	505.9332	50.59332	6.212007	50	50.59332	3.38
60	57.036	3422.188	559.7526	55.97526	-5.38195	60	55.97526	3.65
70	55.411	3878.777	456.5884	45.65884	10.31642	70	45.65884	4.72
80	54.784	4382.727	503.9505	50.39505	-4.73621	80	50.39505	5.5
90	53.867	4848.061	465.3338	46.53338	3.861671	90	46.53338	6.33

ただし、人間が行射したデータのたためど、うしても長い距離の場合はらつき誤差が出やすい。(まともに射ってないってことかな)そこはご愛嬌で...



参考に 空気 の 粘性 で 速度 が 低下 する と する と 原因 は これ だ と 思 わ れ る が

ストークスの抵抗法則
 渦が生じない緩やかな流れ、すなわちレイノルズ数の小さな流れの場合には、粘性率の流体中を半径aの球が速度vで動くとき、この球体には、
 $F = 6 \pi \eta a v$
 なる粘性抵抗が働く。すなわち「低速流体中の物体が受ける抵抗は、粘性係数、流速、および物体の大きさに比例する」。これをストークスの抵抗法則という。
 レイノルズ数がおよそ1より小さい場合に成立する。

流体の流れの中に物体を置いたとき、その物体に働く力および流体の運動は、慣性力、圧力、抗力の三つの力の釣り合いによって決まる。
 レイノルズ数Reとは
 $Re = \text{慣性力} / \text{粘性力} = \rho U a / \eta = a U / \nu = Q / \nu a$

エンジニアブック p336より

乱流を発生しない層流の状態であれば上記抵抗法則が成り立つ

矢の場合、揚力は無視するとして考える。

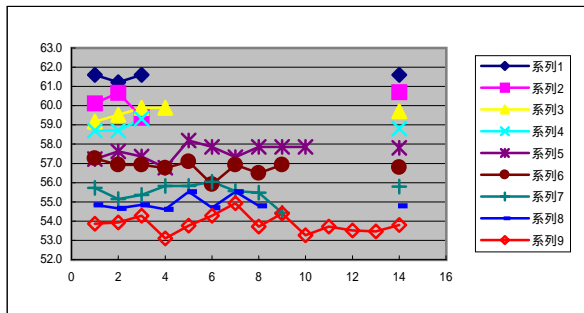
抗力 $D = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V \cdot V \cdot S$

Cp 抗力係数	比例	定数	
密度	比例	定数	
V 流速	2乗に比例	変数	速度が倍で4倍に
半分て 1/4に			
S 面積	比例	固定とする	

以上は定数化するためには必要だが今回は参考までに

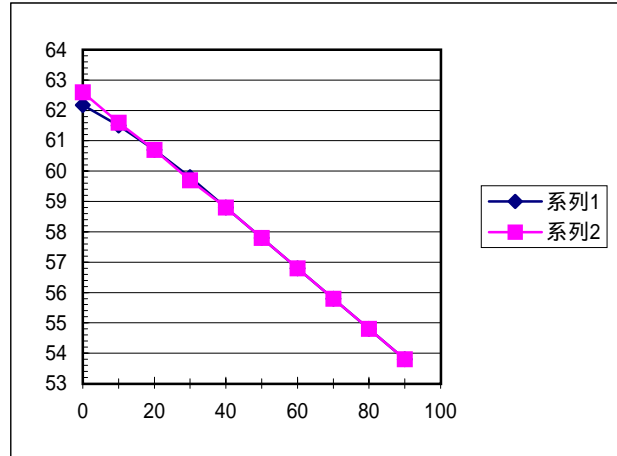
さて、もう少しデータを積み上げてみると(特に長い距離では不安定なので追加する)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	61.6	61.2	61.6											61.6
20	60.1	60.7	59.4											60.7
30	59.2	59.5	59.9	59.9										59.7
40	58.7	58.7	59.3											58.8
50	57.2	57.6	57.4	56.8	58.2	57.9	57.3	57.9	57.9	57.9	57.9			57.8
60	57.3	56.9	56.9	56.8	57.1	55.9	56.9	56.5	56.9					56.8
70	55.7	55.1	55.4	55.8	55.8	56.0	55.6	55.5	54.4					55.8
80	54.8	54.7	54.8	54.6	55.5	54.7	55.5	54.8						54.8
90	53.9	53.9	54.3	53.1	53.8	54.3	54.9	53.7	54.4	53.3	53.7	53.5	53.5	53.8



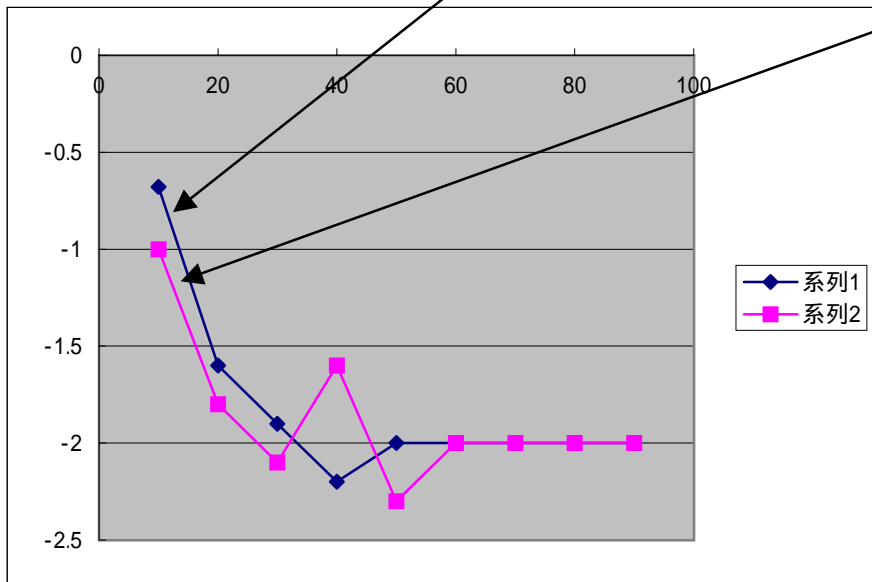
ばらつきがわかるけど中々安定しない
 長距離は難しいですね。

0	62.179	62.6	
10	61.5	61.6	
20	60.7	60.7	0.9
30	59.8	59.7	1
40	58.8	58.8	0.9
50	57.8	57.8	1
60	56.8	56.8	1
70	55.8	55.8	1
80	54.8	54.8	1
90	53.8	53.8	1



平均速度をすこし調整して直線近似と比べてみる

	全区间 平均速度		10m間 平均速度						
0	62.1792	62.1792	62.6	62.6					
10	61.5	61.5	61.6	61.6	-0.6792				-1
20	60.7	1214	60.7	1214	59.9	-1.6			-1.8
30	59.8	1794	59.8	1791	59.7	-1.9			-2.1
40	58.8	2352	58.8	2352	58.8	-2.2			-1.6
50	57.8	2890	57.8	2890	57.8	-2			-2.3
60	56.8	3408	56.8	3408	56.8	-2			-2
70	55.8	3906	55.8	3906	55.8	-2			-2
80	54.8	4384	54.8	4384	54.8	-2			-2
90	53.8	4842	53.8	4842	53.8	-2			-2



系列 1は 全区间平均速度差
系列 2は 10m毎の平均速度差
つまりどれだけ変化するか！

今回取れたデータでわかることは 発射したと同時に速度は減速していくが 20m以降はほぼ同じ減衰量の結果が出た。今回はリコープ設定の 42# でシャフトは ACE670で測定したが、飛びながら徐々に減速していることが良くわかった。
横風や雨の影響など減速や方向変化させる要素はまだ検討の余地がある。