

放物運動スダレの製作

馬目 秀夫

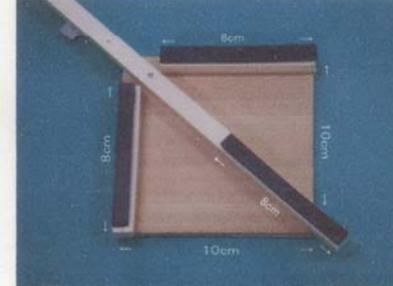
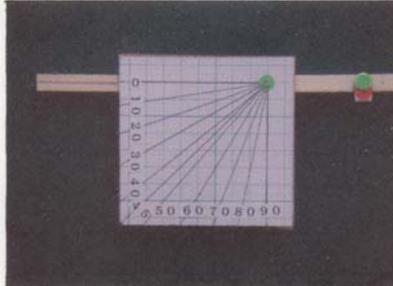
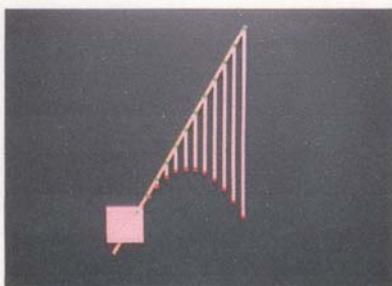
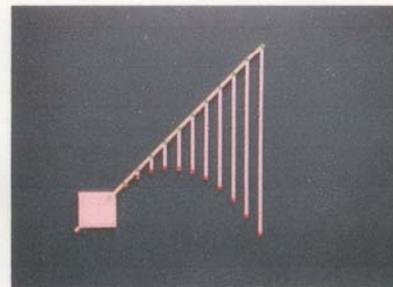
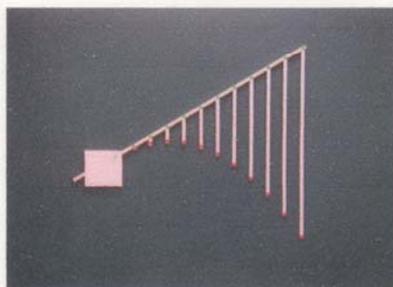
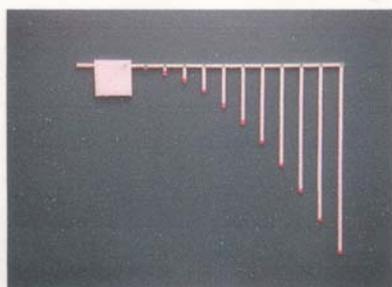
準備するもの

檜角材 900×10×10 2本
 画鋸 36個
 カラーシール 36枚
 工作用紙 1枚
 ゴム磁石 100×9×3 1本
 ビス・ナット2×15 1本

カッターナイフ 1
 カッター台 1
 はさみ 1
 金尺 1
 分度器 1
 木工ボンド 1
 スティックのり 1
 ドライバー 1

角度文字シール 1

vo=180cm/s				
	時間	位置		
	t [s]	x [cm]	y [cm]	y [cm]
1	0.00	0.0	0.000	0.0
2	0.03	5.4	0.441	0.4
3	0.06	10.8	1.764	1.8
4	0.09	16.2	3.969	4.0
5	0.12	21.6	7.056	7.1
6	0.15	27.0	11.025	11.0
7	0.18	32.4	15.876	15.9
8	0.21	37.8	21.609	21.6
9	0.24	43.2	28.224	28.2
10	0.27	48.6	35.721	35.7
11	0.30	54.0	44.100	44.1
12	0.33	59.4	53.361	53.4



放物運動すだれの作り方と利用法

馬目秀夫

1 はじめに

放物運動は身近な現象であり、自然の美しさ、不思議なことを生徒たちに教えていく上において、好適な現象である。とくに、水玉を連続的に飛ばし、マルチ・ストロボで見る実験は、生徒たちに深い感銘を与えている。

さらに、この放物運動という現象は、自然科学を学ぶ上で多くの意味をもっており、教材として欠かせないものである。慣性運動、力と運動の関係、運動の重ね合わせ、自然の中にある法則性、現象を数式化することの意味(新しい見方の発見、予測の可能性)等々である。

しかし、一方、生徒たちにとっては、ここが一つのつまずきの場となっていることも事実である。そのため、古くから多くの実験、教具、指導法が工夫されてきている。“放物運動すだれ”もその一つである。

この種の器具は、旧来、おもりと糸で作られていたが、糸がからまったり、ゆれがなかなか止まらなかったり、糸の長さを正確にとるのが難しかったりといった欠点があった。そこで、今回、図1のように、工作用紙と画鋸を使って作ってみたところ、ある程度この欠点を克服することができ、作るのも簡単で、色つき画鋸を使うことによって、見栄えのよいものができた。実際に授業で使ってみたり、昨年夏の私学の研修会で先生方に作っていただいたところ好評であったので、ここに紹介させていただくことにした。

2 作り方

(1) 用意するもの

- ・角材……14×14×900 (mm) 程度の杉材がよい。そののらないものを選ぶ。
 - ・工作用紙……1枚半。
 - ・色つき画鋸……2色。各色19個。
 - ・ゴム磁石……14×100 (mm) 程度のもの2枚。
 - ・くぎ……1cm程度のもの4～6本。
- その他に、のり、セロテープ、カッ

ター、定規、分度器。いずれも文房具店やデパートで手に入る。

(2) 方法

- ① 水平方向に10m/sの初速度で投出したものとして、0.1秒ごとの水平距離、鉛直距離を計算し、1mを5cmに縮尺した値を表にまとめておく。あるいは2.5m/sの

図1 放物運動すだれの概略図

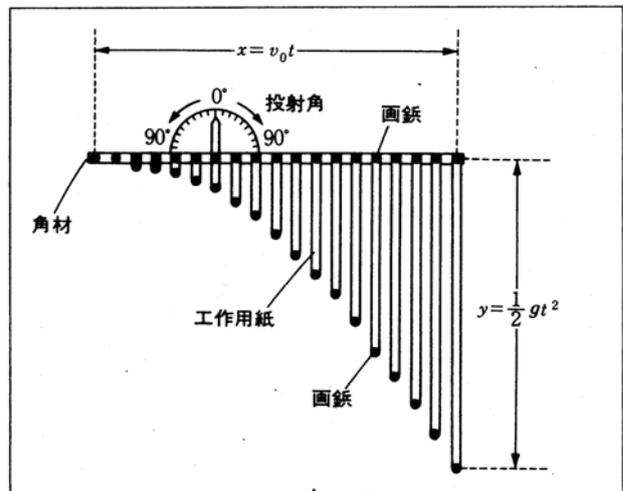


表1 初速度 10m/s, 0.1秒おきの場合

時間 t [s]	位置		縮尺値	
	x [m]	y [m]	x [cm]	y [cm]
0	0	0	0	0
0.1	1	0.05	5.0	0.3
0.2	2	0.20	10.0	1.0
0.3	3	0.44	15.0	2.2
0.4	4	0.78	20.0	3.9
0.5	5	1.23	25.0	6.1
0.6	6	1.76	30.0	8.8
0.7	7	2.40	35.0	12.0
0.8	8	3.14	40.0	15.7
0.9	9	3.97	45.0	19.9
1.0	10	4.90	50.0	24.5
1.1	11	5.93	55.0	29.7
1.2	12	7.06	60.0	35.3
1.3	13	8.28	65.0	41.4
1.4	14	9.60	70.0	48.0
1.5	15	11.03	75.0	55.1
1.6	16	12.54	80.0	62.7
1.7	17	14.16	85.0	70.8
1.8	18	15.88	90.0	79.4

表2 初速度 2.5m/s, 0.02秒おきの場合

t [s]	x [cm]	y [cm]
0	0	0
0.02	5.0	0.2
0.04	10.0	0.8
0.06	15.0	1.8
0.08	20.0	3.1
0.10	25.0	4.9
0.12	30.0	7.1
0.14	35.0	9.6
0.16	40.0	12.5
0.18	45.0	15.9
0.20	50.0	19.6
0.22	55.0	23.7
0.24	60.0	28.2
0.26	65.0	33.1
0.28	70.0	38.4
0.30	75.0	44.1
0.32	80.0	50.2
0.34	85.0	56.6
0.36	90.0	63.5

図2 斜め投射の場合

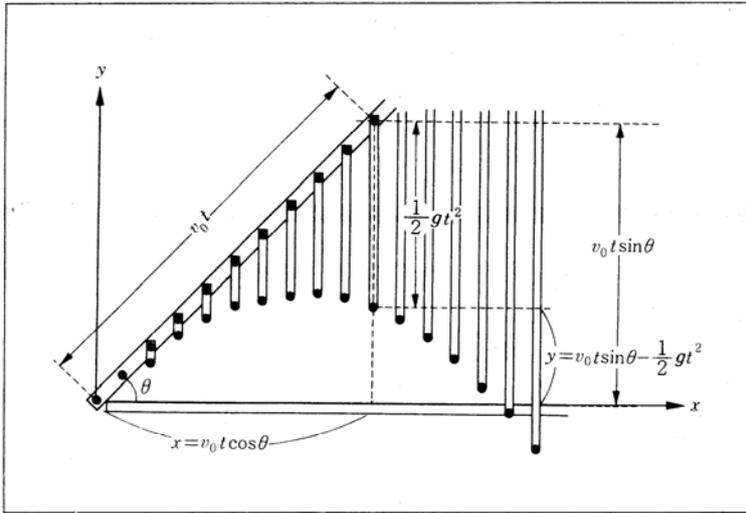


写真1 45度の場合

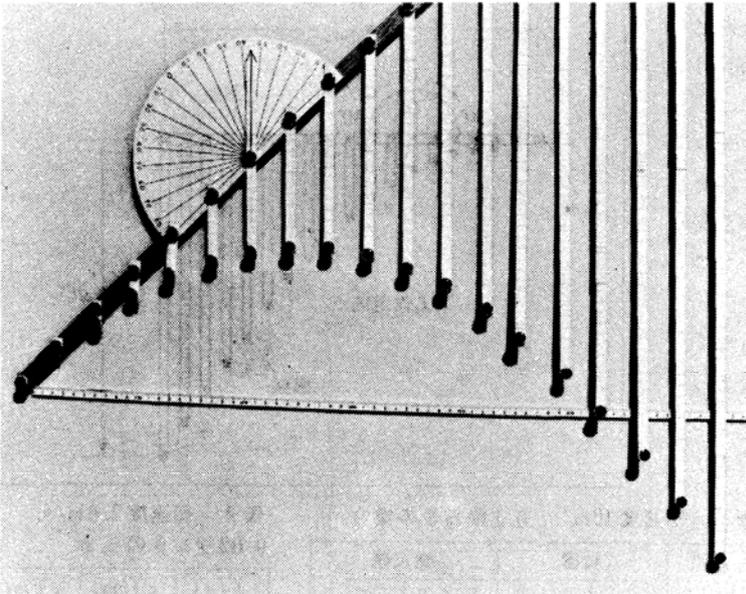
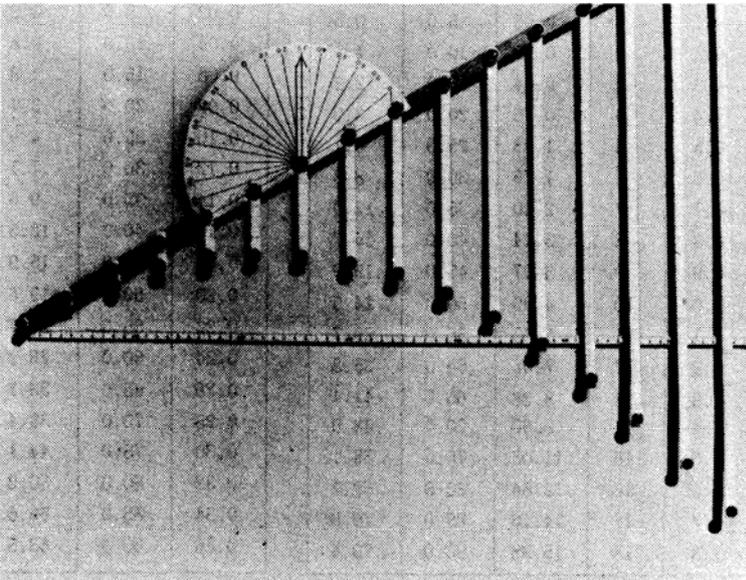


写真2 30度の場合



初速度で0.02秒ごとの値をそのままの尺度でとつてもよい(参考のため、表1, 2に、その値を挙げておく)。

② 工作用紙の1目盛り分を縦に細長く切り、上で計算した値に画鋸をとめる分を余分にとって、各瞬間の短冊を作る。ただし、0.6秒のところは、投射角を見るための指針とするため、図1のように反対側にも適当な長さをとっておく。

③ 投射角を見るための角度盤を工作用紙で作し、中央を0度に、左右にそれぞれ90度まで目盛りをつける。

④ 角材に縦に中央線を正確にひき、5cm間隔に印をつける。これは各瞬間での水平方向の位置を表している。できた角度盤、短冊を正確に画鋸でとめていく。短冊は軽く動く程度に穴を多少大きめにしておく。

⑤ 短冊の下端に画鋸をさし、針先を曲げて、セロテープでとめる。

⑥ 角材の両端裏面にゴム磁石をくぎでとめる。黒板の凹凸や角材のそりなどもあるので、接着剤でぴったりとめてしまわないほうがよい。

3 使い方

これをスチール製の黒板にセットし、静かに角度を変える。写真のような裏面にゴム磁石をつけたスケールを作っておくと便利である。

次に、いくつかの使用例を示す。

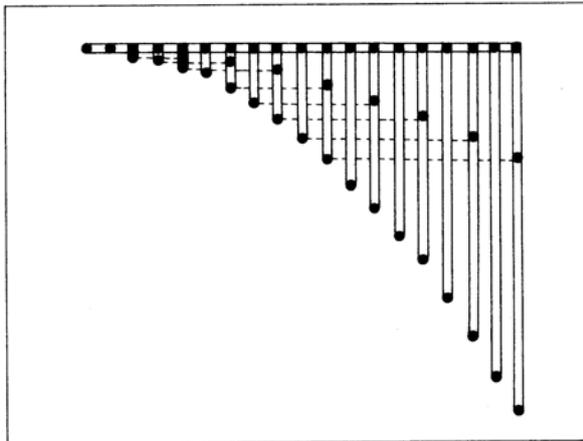
① 水平投射が、水平方向は等速度運動、鉛直方向は自由落下運動になっていることを示す(図1)。

② 水平投射と斜め投射の関係を明らかにし、斜め投射の式を導く(図2)。

③ 投射角と到達距離の関係を明らかにする。これを使って、45度のとき、もっとも遠くまで飛ぶこと、30度と60度では同じ到達点に達することを示すことができる(写真1, 2, 3)。

④ 初速度を変えると、飛び方がどう変わるかを示す。連続的に初速度を変えることはできないが、初速度を2倍にするときには10cm間隔に、2分の1にするときには2.5cm間隔に短冊をつけ換えればよい。短冊を2組用意しておけば、初速度の異なるものを重ねて比較するこ

図3 初速度を2倍にした場合



ともできる (図3)。

⑤ 具体的な問題にあてはめてみる。屋上からボールを水平に投げ出すとどこに落下するか、バスケットボールのゴールにボールを入れるにはどれだけの角度で投げたらよいか、等 (写真4)。

4 おわりに

以上、作り方と利用の仕方を紹介させていただいた。装置そのものはまだまだ不十分で、とくに真上に投げ上げた場合には使えない点、初速度が連続的に変えられない点など、工夫の余地がある。

しかし、このような簡単なものでも、生徒は大変喜んでくれる。生徒は、初めてこれを見たとき、ビックリするようで、とくに、水平投射から斜め投射に徐々に移していくとみごとに曲線が変わっていくのが、印象的なようである。また、斜め投射の式を導入する際、これを使うと、スムーズに授業を進めることができる。

材料もありふれたものであり、作り方も簡単で、20分もあればできてしまう。生徒自身に計算も含めて作らせてみたらどうだろうか。この運動の構造や式の意味が、よりいっそう実感的に理解できるようになるのではないだろうか。●白百合学園高等学校

写真3 60度の場合

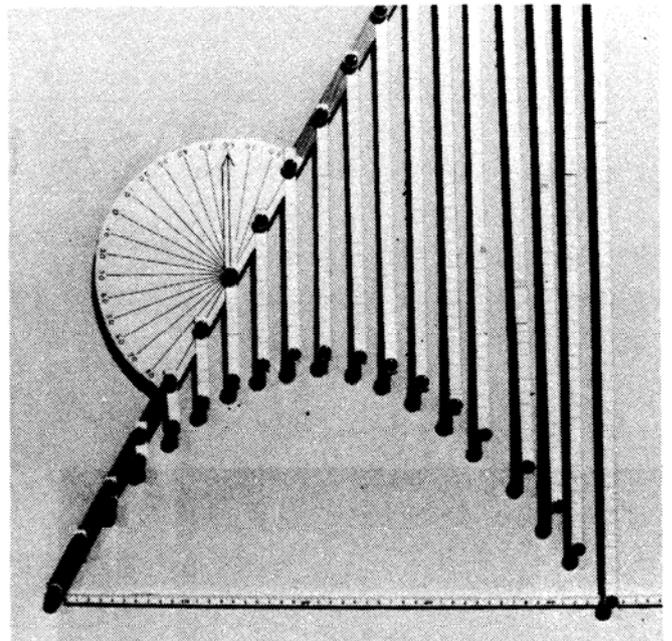
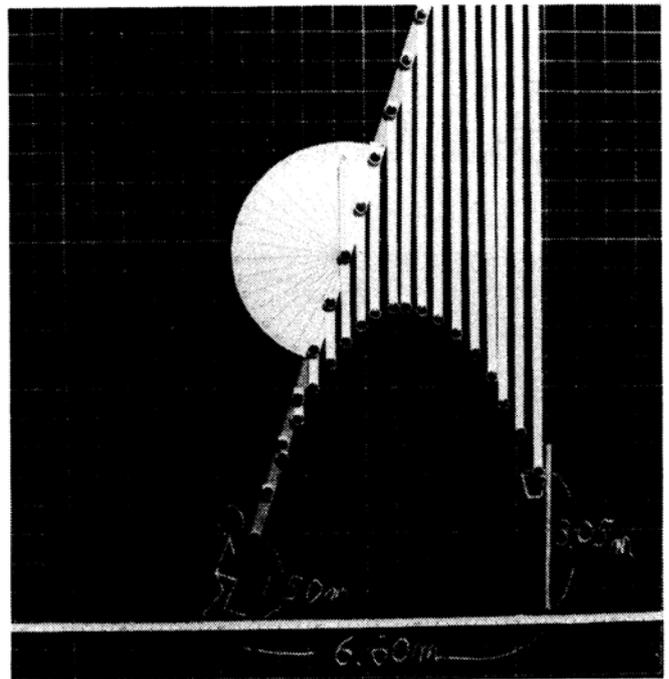


写真4 バスケットボールのシュート角は



これは 東京書籍 月刊 高校通信 東書 物理 1981.6.1 に掲載されたものである。