

ループコースター



(力学的エネルギー保存の法則実験器)

Conservation of Mechanical Energy Apparatus




IFS-90

ご使用に際しての安全上の注意事項

- この取扱説明書をよく読んで正しくご使用ください。
- いつでも取扱説明書が使用できるように大切に保管してください。
- 当社では誤った使い方をしたときに生じる危険や損害の程度を、次のように規定しています。

 警告	誤った取り扱いをすると、人が死亡または重症を負う可能性が想定される内容を示します。
 注意	誤った取り扱いをすると、人が傷害を負ったり、物的損害の発生が想定される内容を示します。
注 記	装置を正しく使用していただくための情報を示しています。

絵表示の意味

	この絵表示は、「警告」「注意」を促す事項を示しています。この絵表示の近くに、具体的な警告・注意内容を表記しています。
	この絵表示は、禁止事項を示しています。この絵表示の近くに、具体的な禁止内容を表記しています。
	この絵表示は、必ず実行して欲しい事項を示しています。この絵表示の近くに、具体的な指示内容を表記しています。

安全上の注意



注意

	<p>レールに強い衝撃を与えないでください。変形や破損などの原因となることがあります。</p>
	<p>持ち運ぶときはベース板を持ち、直接レールを持たないようにしてください。レールが変形する恐れがあります。</p>
	<p>分解しないで下さい。故障の原因となる場合があります。</p>

1. はじめに

この度は、『ループコースター（力学的エネルギー保存の法則実験器）』をお買い上げいただきまことにありがとうございます。ご使用前に、この取扱説明書をよくお読みいただき、安全に正しくご使用ください。

2. 製品構成と各部名称

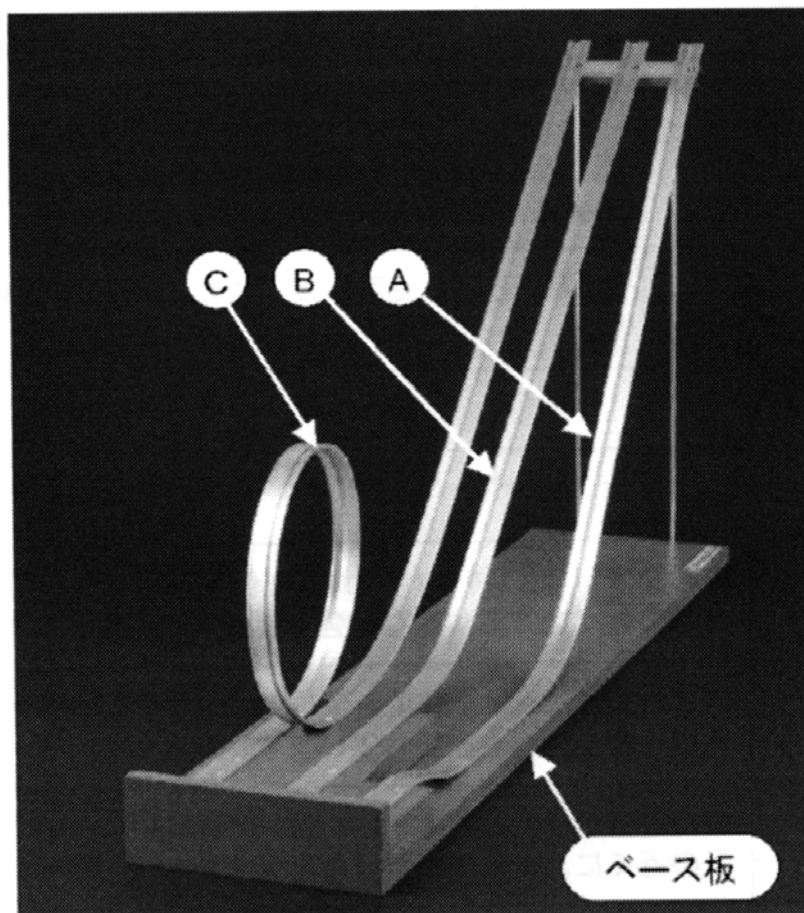


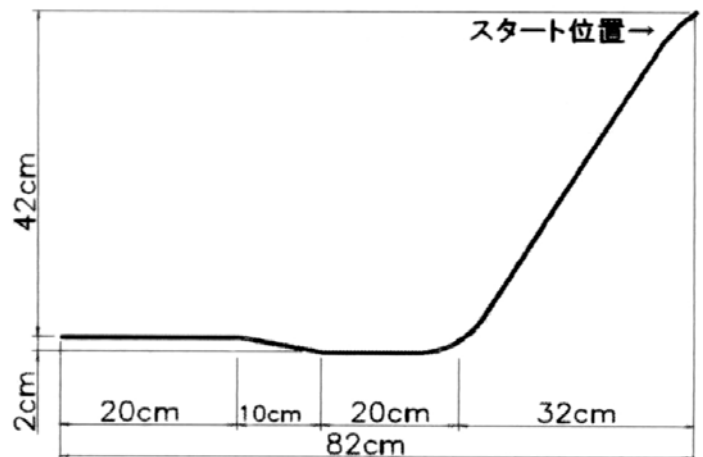
図1 本体外観

本体仕様	本体寸法	幅 900mm×奥行 180mm×高さ約 450mm 約 4kg
	ベース板	木製
	レールA	アルミ製 長さ約 1050mm
	レールB	アルミ製 長さ約 950mm
	レールC	アルミ製 長さ約 1550mm
付属品	球	鉄製 直径 19mm 約 28g 3個付
	ピースピホルダ	アルミ製 60mm×20mm×25mm 厚さ 1mm 3個付

各レールの形状について

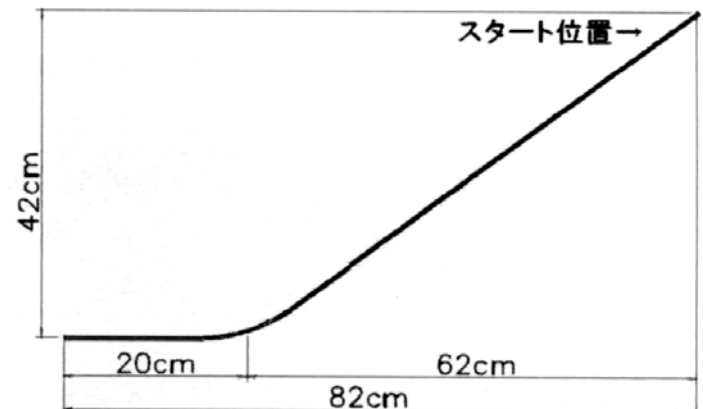
レールA

スタート後に急斜面となり 44cm 降下します。その後 2cm 上昇して 停止位置に到達します。



レールB

スタート後に 42cm 降下し、その後は 停止位置まで水平です。
降下する軌道はレールCと同様 です。



レールC

スタート後に 42cm 降下し、その後 直径 20cm の円軌道を 1 回転して 停止位置に到達します。

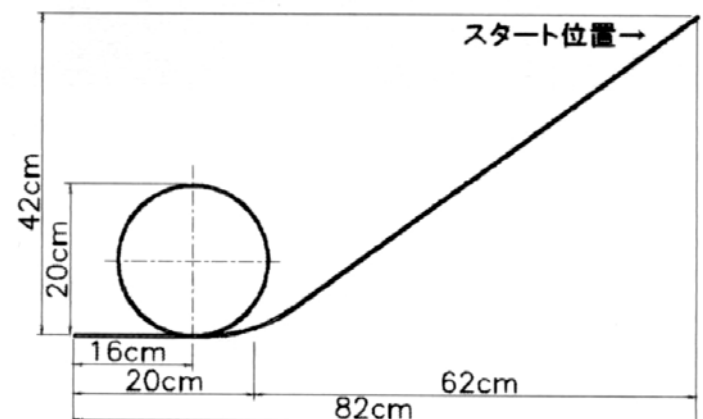
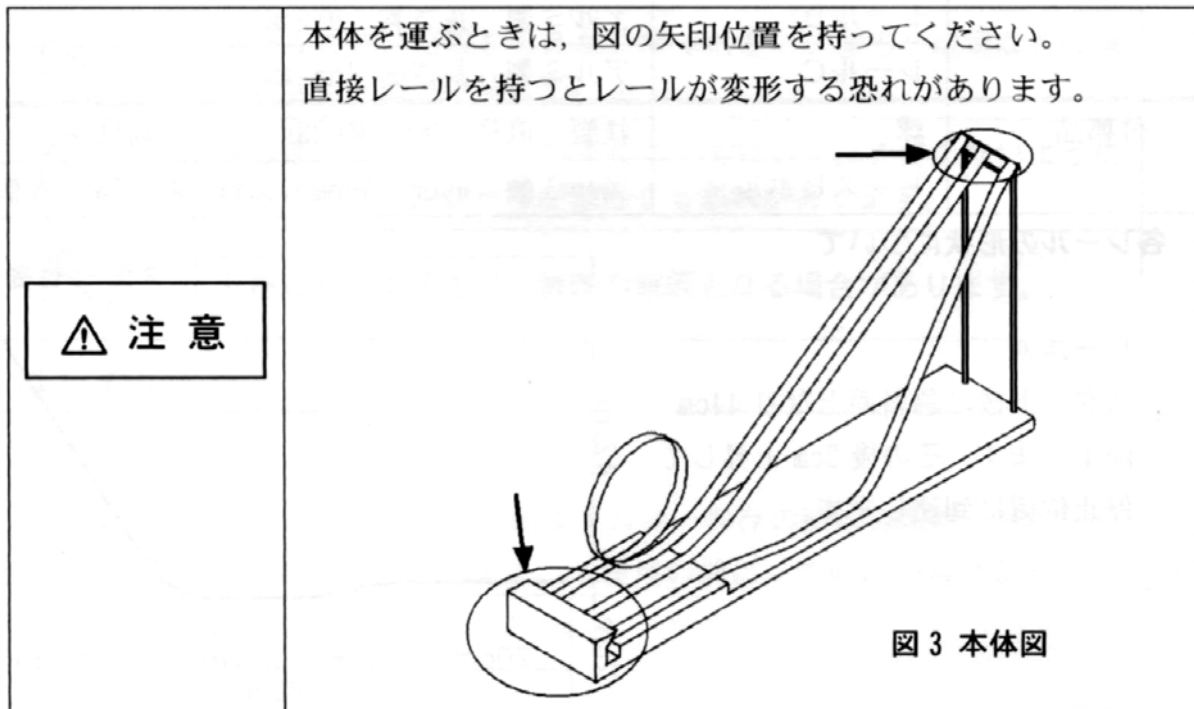


図2 レール寸法図

※ 図の寸法は概寸法となります。又、レールの傾斜角度が変わる部分にはおおよそ 半径 10cm の R 加工を行っています。

3. 使用方法

- 1) 本体を十分な広さがある水平な台上に設置します。



- 2) 球をレール上面にあるV字型の溝に球を置いて転がします。

<p>注 記</p>	<p>レールCは球が1回転しますが、スタート位置が低すぎると途中でレールから落下し、本体からこぼれてしまいますのでご注意ください。</p>
------------	---

ピースピ (オプション) の取り付け方

- 1) 各レールの裏側に、ネジと蝶ナットが1箇所ずつ取り付けられています。蝶ナットを回して取り外してください。
- 2) ネジをレールの溝に沿ってスライドさせ、ピースピを取り付けたい位置に移動させます。
- 3) ピースピ固定具の孔をネジに通し、蝶ナットで固定してください。

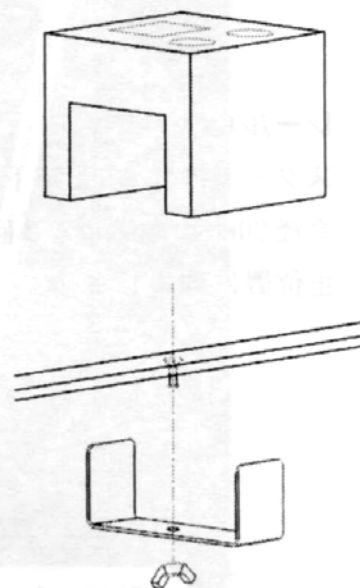


図4 ピースピ取付方法①

4) 図のように、ピースピを固定具に挟みます。

取り付けがゆるい場合は、固定具の折り曲げ部を内側に傾けてください。

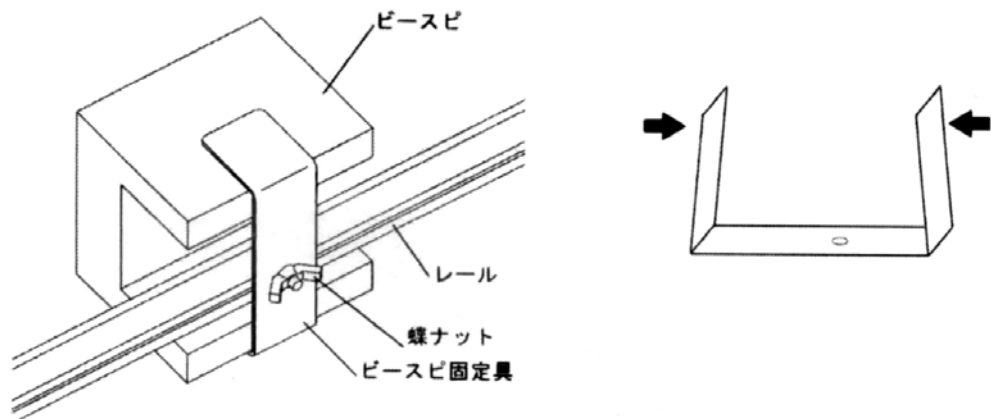


図5 ピースピ取付方法②

<関連機器>

●121-700 速度測定器ピースピV

4. 実験例

4.1 球の高さ位置と速度の関係を求める実験例

1) 右写真のようにピースピをセットします。

傾斜面に取り付けたピースピの高さ位置を定規などで確認しておきます。

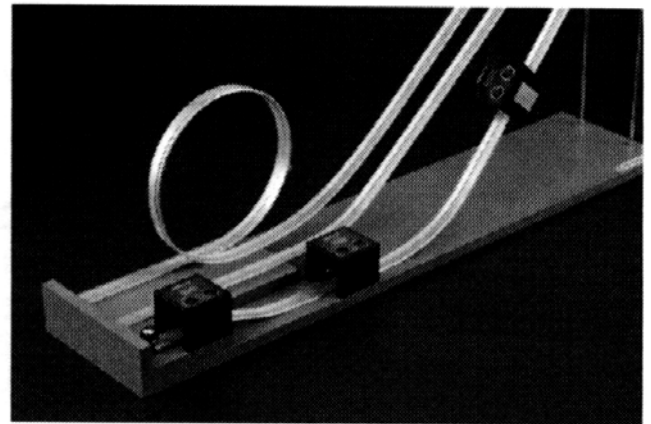


図6 実験例写真(4.1)

2) ピースピのスタートスイッチを入れて測定可能状態にします。

(詳しい使用方法は、ピースピの取扱説明書を確認してください)

3) レールのスタート位置から球を転がし、ピースピで速度を測定します。

4) スタート位置からの高さの違いが大きいほうが、球の速度が速くなることを確認します。

4.2 速度の比較実験例

- 1) 右写真のように各レールの停止位置手前にベースピを置きます。
- 2) 球を同じ高さ位置から転がし、各レースの速度を測定します。
- 3) それぞれ途中の経路は異なりますが、はじめに持っている位置エネルギーが同じであれば同じ速度になることを確認します。

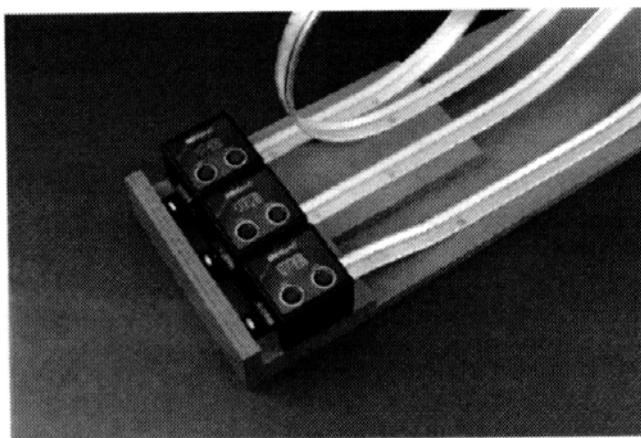
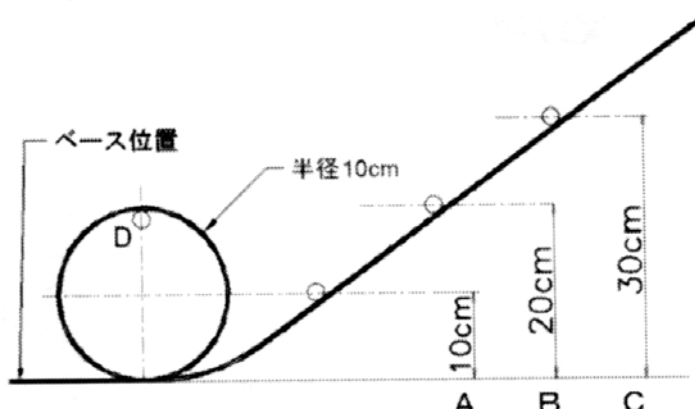


図7 実験例写真(4.2)

※ 実際には、球とレール間に働く摩擦力や空気抵抗があるため、数パーセントの差が発生することがあります。

4.3 レールCを球が1回転する条件を確認する実験例

- 1) レールCにおいて、球をレールから離れることなく1回転させるために必要な高さを予測し、下図のA,B,Cの中から選びます。
- 2) 予想した位置から球を転がして確かめます。



球がD点を通過するときの速さを v とし、ベース位置を重力による位置エネルギーの基準面にとると、力学的エネルギー保存の法則から以下の式が成り立つ。

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv^2 + Mg \times 2r$$

- M : 球の質量
- g : 重力加速度
- h : 球のスタート高さ
- r : ループレールの回転半径

速さ v は、

$$v = \sqrt{2g(h - 2r)} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

D点を通過するとき球にはたらく力は、遠心力、重力、垂直抗力の3力である。遠心力が重力より大きいと球はレールに押しつけられて垂直抗力がうまれるので、レールから離れない。よって

$$M \frac{v^2}{r} \geq Mg \quad \text{-----} \quad \textcircled{2}$$

である。これと①より

$$h \geq \frac{5}{2} r$$

r はループレールの半径10cmなので、 h は25cmとなる。従ってA、Bの位置からスタートしても球は1回転できない。答えはCとなる。

- ※ 実験では、球とレール間に働く摩擦力や球が受ける空気抵抗、球の回転エネルギーがあるため、上記計算値の高さ（25cm）からでは1回転しません。実験で、1回転するための実際の高さ位置を確認することで、これと計算値との差が摩擦や空気抵抗等により失われるエネルギーだと理解することができます。

5. 保証・アフターサービス

5.1 保証書

- 保証書は、本取扱説明書の最終頁に添付されています。「製品名、形式、製造番号、お買上げ日、販売店」の記載をお確かめのうえ、大切に保管してください。製品名、形式、お買上げ日が記載されていない場合は保証の対象外となりますのであらかじめご了承ください。
- 保証期間は、お買上げ日より1ヵ年間です。本項の記載内容により、無償で修理いたします。
- 保証期間内でも、次の場合には有償修理となりますのでご注意ください。
 - (1) 保証書の提示がない場合。
 - (2) 保証書に製品名、形式、お買上げ日、販売店が記載されていない場合。
 - (3) 保証書の全部、または一部の字句を書き換えられた場合。
 - (4) 使用上の誤り、または不当な修理や改造による故障または損傷。
 - (5) お買上げ後の移動、落下、運搬等による故障または損傷。
 - (6) 火災、地震・雷・風水害、その他天災地変など、外部要因による故障または損傷。
 - (7) その他弊社の責任と認められないもの。
 - (8) 日本国外で製品を利用した場合の故障または損傷。
- 保証期間経過後の修理については、お買上げの販売店または弊社支店・営業所にご相談ください。修理によって機能が維持できる場合は、お客様のご要望により有償で修理いたします。

5.2 修理を依頼される時

- 万一、異常が発生しましたら、ただちに使用を中止してお買上げの販売店または弊社支店・営業所までご連絡ください。