

技術報告

サイエンスショーにおける実験装置の製作

藤本 光章 *

Production of experimental equipment in science show

FUJIMOTO Mitsuaki

Abstract : At the Ehime prefectural science museum, we are doing science shows four times a year.

The science show is a popular corner alongside planetariums and dinosaur robots. We designed experimental equipment to explain the science in an easy-to-understand way from children to adults. Report the experimental equipment produced this time.

キーワード : サイエンスショー, 実験装置

Key words : science show, experimental equipment

はじめに

愛媛県総合科学博物館の常設展示室内では金・土・日曜日と学校の長期休業日にサイエンスショーを実施している。当館のプラネタリウムや恐竜可動模型に並び人気の展示である。このサイエンスショーは年に4回ほどテーマを変え、学芸員が趣向を凝らした実験を構成し、子どもから大人までの幅広い年代の方々に科学を分かりやすく解説している。その実験内容には、学芸員が製作した実験装置を使って、科学現象を分かりやすく説明したり、実際にその装置を観覧者の方に触って体験してもらったりしている。言葉では説明しにくい科学現象を実際に体験することによって、より理解を深めることを目的として実験装置を製作している。

今回、平成26年度に実施した「すべる！止まる！摩擦のサイエンス～シューズの裏側大解剖～」で製作した「シューズ摩擦実験器」と「不思議なシューズ体験」、そして平成27年度に実施した「曲がるボールのヒミツ」で製作した「カーブ実験器」と「バナナシュート実験器」の計4点の実験装置について報告する。

の期間に実施した「すべる！止まる！摩擦のサイエンス～シューズの裏側大解剖～」では、シューズの裏側の形状やでこぼこに注目し、床面とシューズの裏側がどのような関係にあるのかを実験で解説したサイエンスショーである。私たちが普段履いているシューズの裏側には、さまざまな形状のでこぼこや溝がある。これは、靴底と地面の間に摩擦を発生させるためでその働きによって私たちは歩いたり走ったりして前や横、後ろに移動することができる。まず始めに野球、陸上、サッカー、ゴルフ、バレーボール、ボーリング、新しいシューズ、古いシューズの8種類のシューズの裏側の形状を観察してもらい、滑りやすいか滑りにくいかを予想してもらった。その中から野球とバレーボール、ボーリングのシューズを選び、3種類の条件の違う床面を用意し、その上を滑らした場合の滑り具合をシューズ摩擦実験器を使って比較した。次に摩擦について説明し、綱引きをするときにどのようなシューズが良いかを新しいシューズと古く擦り切れたシューズとで比較した。最後は、極端に滑りやすいシューズと滑りにくいシューズを使って、実際に観覧者の方に履いてもらい不思議な感覚を体験してもらった。

すべる！止まる！摩擦のサイエンス

1 実験内容と構成

平成26年4月18日(金)～平成26年7月13日(日)

2 実験装置の内容・装置製作・結果

2.1 シューズ摩擦実験器

(1) 内容

シューズの裏側と床面との摩擦の関係を調べる。裏側

* 愛媛県総合科学博物館 学芸課 科学・産業研究グループ
Curatorial Division, Ehime Prefectural Science Museum

の形状の違うシューズを条件の違う床面に置き、一定の力を与えて滑らした場合の滑った距離を比較する（写真1）。

(2) 装置製作（図1）

装置は、イレクターパイプで骨組みを作り、イレクタージョイントにゴムハンマーを固定して持ち上げた手を離すと振り下ろされ、床面に置かれたシューズに当たり、押し出される機構である。この装置では、ゴムハンマーを持ち上げた高さを同じにすることによりシューズに与える力を均一にすることができる（写真2）。この実験で用意したシューズの条件として、スパイクのあるもの、溝がついているもの、でこぼこや溝のないものの中から野球シューズ、バレーボールシューズ、ボーリングシューズを選んだ。滑らせる床面は木板、人工芝、濡れたアクリル板を用意し、すぐにとり替えれるようにした。この3つの床面は、木板は体育館、人工芝は野球などの競技場、濡らしたアクリル板は雨などで濡れたタイルを想定した。

(3) 結果

床面が木板の場合、バレーボールシューズが一番滑りにくく、次にボーリング、野球シューズの順であった。人工芝は野球シューズが一番滑りにくく、バレーボール、ボーリングの順であった。濡れたアクリルの板はすべてが滑りやすいという結果であった。この結果より、体育館の木板の床面の場合は、激しい運動をする際、スパイクやでこぼこのないつるつるしたシューズでは不向きであることが分かった。人工芝の場合は、野球などでの激しい運動をする際、突起物のあるスパイクが人工芝に食い込み、前後左右にすばやく動けるのを可能にしていることが分かる。濡れたアクリル板の実験では、3つのシューズすべてが滑りやすいとの結果になった。雨の日の濡れた床は、どのシューズでも滑りやすいため注意が必要であることが分かる。

2.2 不思議なシューズ体験

(1) 内容

通常生活する上で適度の摩擦が必要ではあるが、もし極端になった場合どのような状態になるのかを体験する。極端に滑りやすいシューズと滑りにくいシューズを履き、実際に平面を歩いたり、傾斜のある坂を上ったりして歩き具合を比較する（写真3）。

(2) 装置製作（図2）

シューズの土台には子どもから大人までが体験できるようにサイズの違う靴をゴムバンドで固定するスポンジシューズ（コンクリート土間作業用）を使用した。靴底のスポンジ部分には木板を貼り付け、滑りやすいシューズにはその木板にアクリル樹脂の戸車を5個取り付けた。滑りにくいシューズには、実験ショーコーナーの床

がカーペットであるため、木板にマジックテープを取り付けた。

(3) 結果

平面では、滑りやすいシューズは地面を蹴って進むとしても滑ってしまいうまく前に進むことができなかった。滑りにくいシューズはマジックテープが床のカーペットに貼り付くため滑ることはなくなったが、1歩1歩マジックテープを引きはがしながら歩くため、歩く速さがゆっくりになった。

斜面では、滑りやすいシューズは常に滑ってしまうため上に上がることができなかった。滑りにくいシューズは傾斜を上がるときマジックテープが傾斜面のカーペットに貼り付き滑らなくなり、楽に上がることができた（写真4）。しかし実験を運用する際、滑りやすいシューズは、歩く際に滑って転んでしまう可能性があったため、安全面を考慮し演示者が手を取り介添えしながら体験してもらった。滑りにくいシューズはマジックテープがカーペットにくっつき離れなくなることがあった。そのため、マジックテープの貼り付けた面積を減らして調整した。

曲がるボールのヒミツ

1 実験内容と構成

平成27年10月16日（金）～平成28年1月17日（日）の期間に実施した「曲がるボールのヒミツ」では、野球やサッカーなどのボールに回転を与えると軌道が曲がる現象について解説したサイエンスショーを実施した。はじめ野球やサッカーなどの球技ではボールを投げたり蹴ったりすると真っすぐ飛んでいくが、ボールが移動しているときにはボールの周りの空気が同じ量流れている。しかし流れの中でボールに回転を与えると、回転の方向によって気圧に差が生じ、ボールの進む軌道が曲がってしまう。実際に回転させたボールに扇風機で風を当てるカーブ実験器を使い、横に動くかどうかを実験した。また、サッカーではバナナシュートと呼ばれるカーブシュートを実験する装置を使って体験した。最後プラコップに縦回転を与えると上向きに上がる実験などを行った。

2 実験装置の内容・装置製作・結果

2.1 カーブ実験器

(1) 内容

野球ではピッチャーが投球をする際、ボールに回転を与えることでボールの進む軌道を変えることができる。その現象を実験装置で見せるためカーブ実験器を製作した（写真5）。

(2) 装置製作（図3）

発泡スチロール球にアルミ棒を縦に刺し込み、モー

ターは上部に取り付けて回転させる機構にした。下部の木板に凹みをつけ、アルミ棒の先端を差し込みアルミ棒が風で揺れないようにした。そして、装置本体は軽くするため桐を使用し、横に力が働くとその方向に移動するようにタイヤを取り付け、変化が分かるようにした。また、通常ボールを投げた際、ボール全体が前から風を受けるため、実験では巨大扇風機を前に置き演示者側から観覧者側へ風を流すことでボールを投げた状態と同じになるようにした（写真6）。回転を与えるモーターには、回転する方向を逆方向にも変えられる逆転スイッチを取り付けたり、回転速度を変えられる可変抵抗器を取り付けたりした。そのため、左に曲がるカーブ以外にも右に曲がるシュートや回転速度によって動き方に変化が見れるようにした。

(3) 結果

送風機からの風が回転する発泡スチロール球に当たり、左右のどちらかに動く。発泡スチロール球の回転する方向が上から見て時計回りの場合、装置は左に動く。また逆の時計回りの場合、装置は右に動く。回転する速度が速いほど装置の動く速さが速くなる。実際に野球で投げるカーブの回転速度と今回の実験装置の回転速度は違うが、回転を与えることによってボールの軌道に変化が生じることが分かった。

2.2 バナナシュート実験器

(1) 内容

サッカーではゴールに向かってシュートを打つ際ボールの蹴る場所や蹴り方を変えることでボールに回転を与え、ボールの進む軌道を変えることがある。その現象を再現できるかどうかを実験するバナナシュート実験器を製作した（写真7）。

(2) 装置製作（図4）

装置は、イレクターパイプで外枠を製作し、シューズを取り付けたイレクターパイプにフィットネス用の太目のゴムチューブを引っ掛け、引っ張り上げた反動でシューズが蹴り出す機構にした。床面は人工芝を取り付け、その上にゴムボールを置いた。シューズの角度やボールを置く位置を変えることで、蹴り出した際にボールに回転を与え、ボールが曲がるかどうかを実験できるようにした。実際に参加者が体験できるようにミニゴールポストを用意した（写真8）。

(3) 結果

この実験装置を使って、シューズの角度やボールの置く位置を変えて実験を行った。結果、ボールはゆっくり回転するが実際にサッカー選手が蹴り出すバナナシュートのようにボールが回転し、軌道を変えながらゴールに向かっていくような結果を得ることができなかった。実際に再現するためには、蹴りだす速度やシューズがボー

ルに接触するインパクトの瞬間の工夫など、改良の必要があると感じた。

まとめ

今回製作した実験装置4点は、シューズの裏側のでこぼこが床面とどのようなかわりがあるのかを調べる実験や野球やサッカーのボールがなぜ曲がるのかを調べる実験など身近に感じる不思議な科学に注目して実験装置を製作した。

「すべる！止まる！摩擦のサイエンス」で製作した実験装置は、シューズの裏側と床面との間に摩擦が関係していることを知ることができた。でこぼこや溝にはそれぞれ使用する床面の状態や活動内容にあわせてさまざまな工夫がなされている。

また、「曲がるボールのヒミツ」で製作した実験装置は、野球やサッカーのボールの曲がる仕組みがボールの回転と深く関わっていることを知ることができた。ボールに回転を与えるという行動は野球やサッカー以外の球技全般においても関係がある。

実験装置を製作することにより科学現象をより分かりやすく解説し、理解を深め興味関心を高めることができたと考える。

参考文献

- 1) 自由研究わくわく探検大図鑑（2003）、小学館、pp.192-193.
- 2) 久松洋二、サイエンスショー「カーブの世界」実施報告、愛媛県総合科学博物館研究報告、No.6 (2001)、pp.9-11.
- 3) http://www.jsme-fed.org/experiment/2014_8/002.html



写真1 シューズ摩擦実験器
ゴムハンマーを振り下ろしてシューズを打ち出し、どの場所で止まるかを予想する。



写真4 不思議なシューズ体験実験風景
滑りにくいシューズは急な傾斜でも滑らずに上ることができる。

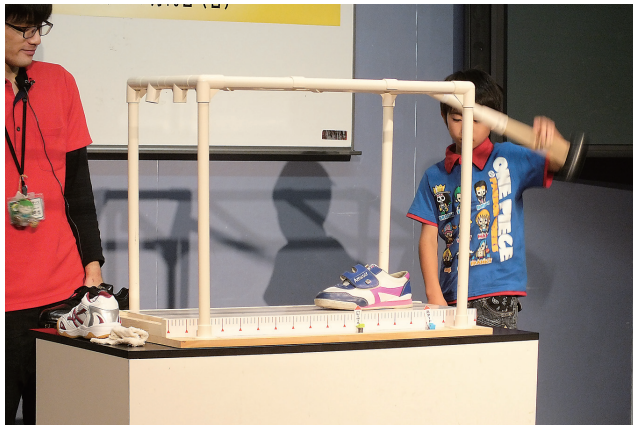


写真2 シューズ摩擦実験器実験風景
ボーリングシューズを打ち出す実験。ゴムハンマーを持ち上げ手を離すと振り下ろされてシューズを押し出す。

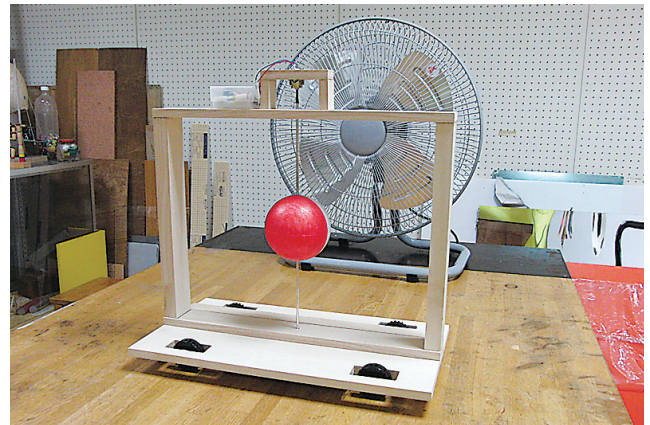


写真5 カーブ実験器
発泡スチロール球を回転させ、前から巨大扇風機で風を当てる。



写真3 不思議なシューズ体験
滑りやすいシューズは床を蹴っても滑ってしまうため、うまく前に進めない。

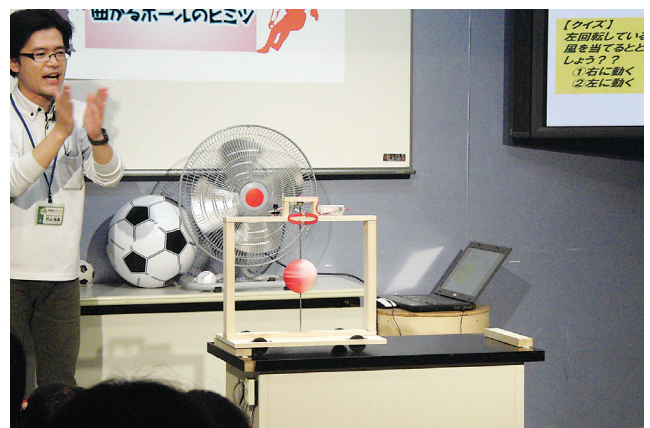


写真6 カーブ実験器実験風景
扇風機からの風と発泡スチロール球の回転によってスチロール球の周りの空気に気圧の差が生じ、横に動く。



写真7 バナナシュート実験器
ゴムチューブの付いたシューズを引っ張り、その反動でボールを蹴る。左はミニゴールポスト。



写真8 バナナシュート実験器実験風景
ミニゴールポストを狙ってボールを蹴り出す。ミニゴールポストは正面ではなく、すこし左へ置いた。

シューズ摩擦実験器
S=1/7.8

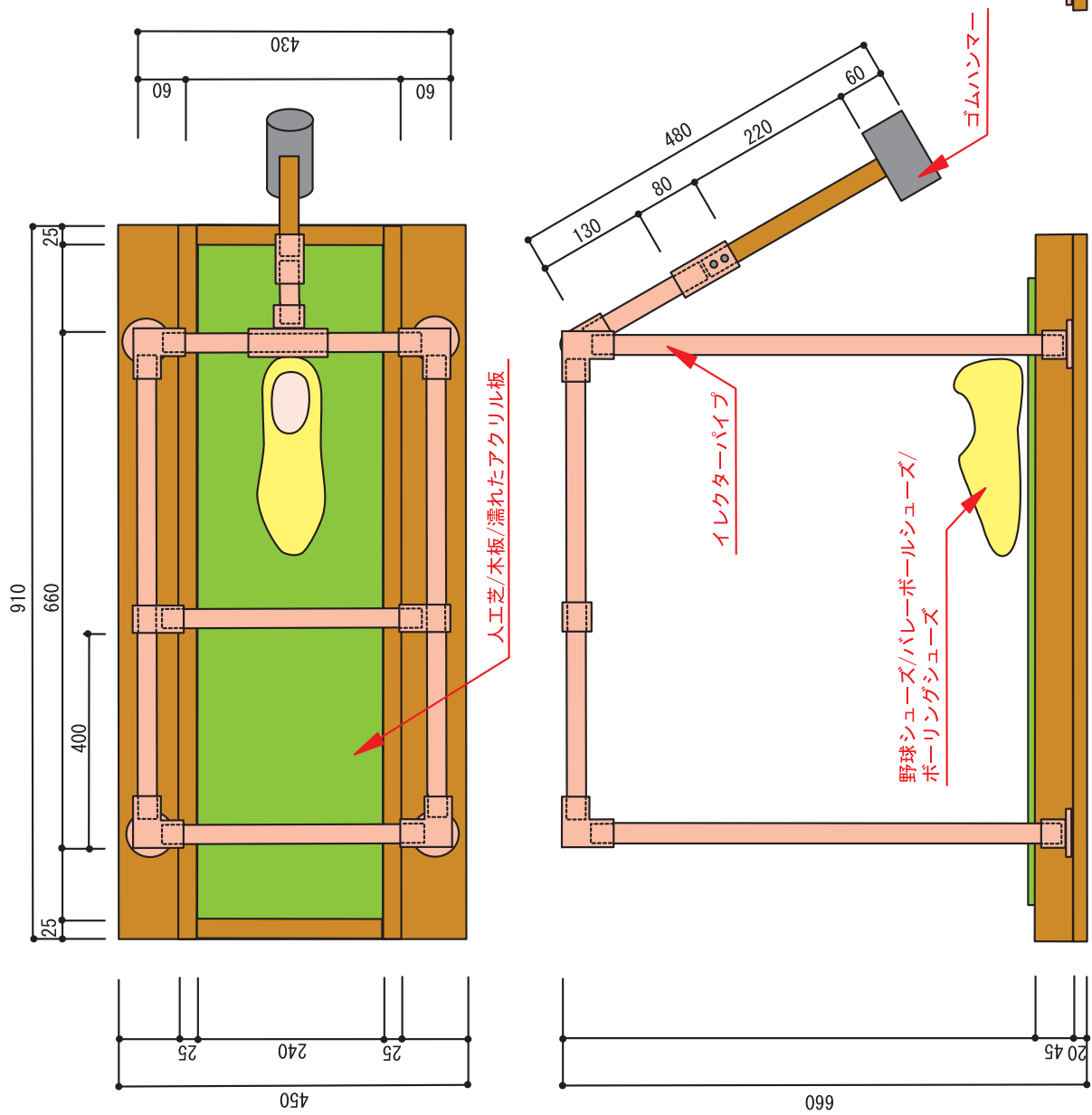


図1 シューズ摩擦実験器図面

不思議なシューズ体験
S=1/3.1

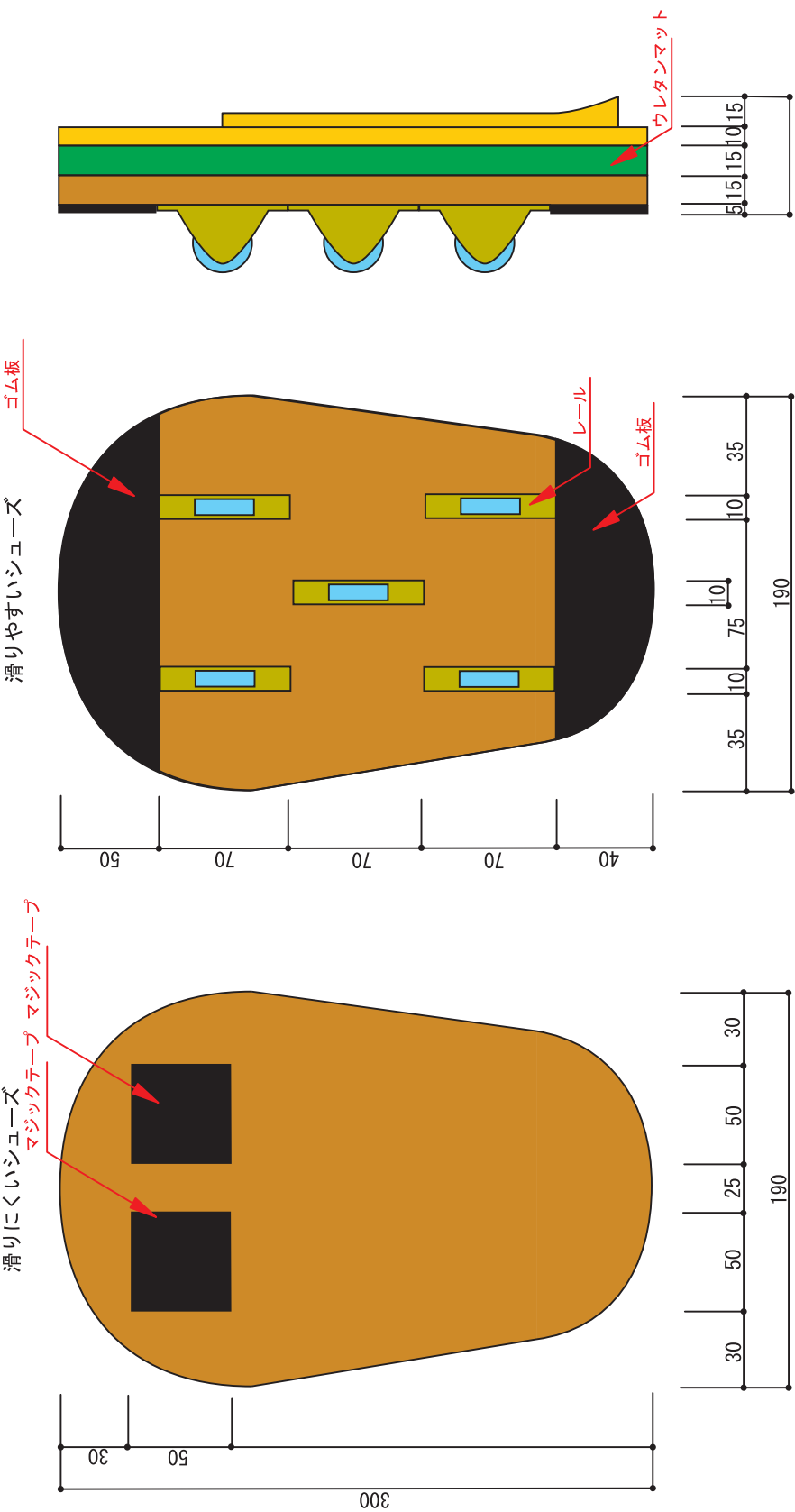


図2 不思議なシューズ体験図面

カーブ実験器
S=1/5

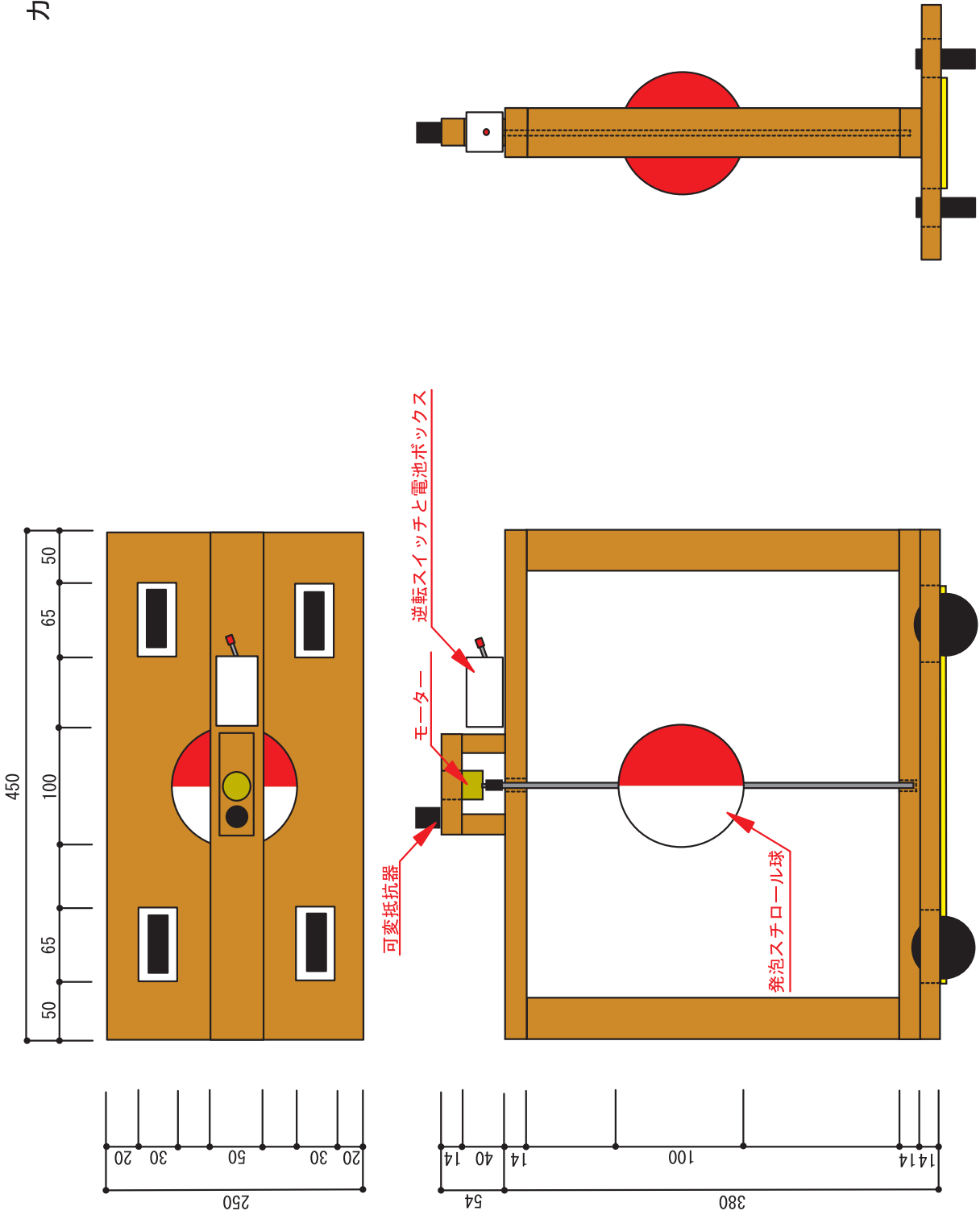


図3 カーブ実験器図面

バナナシミュート実験器
S=1/7.8

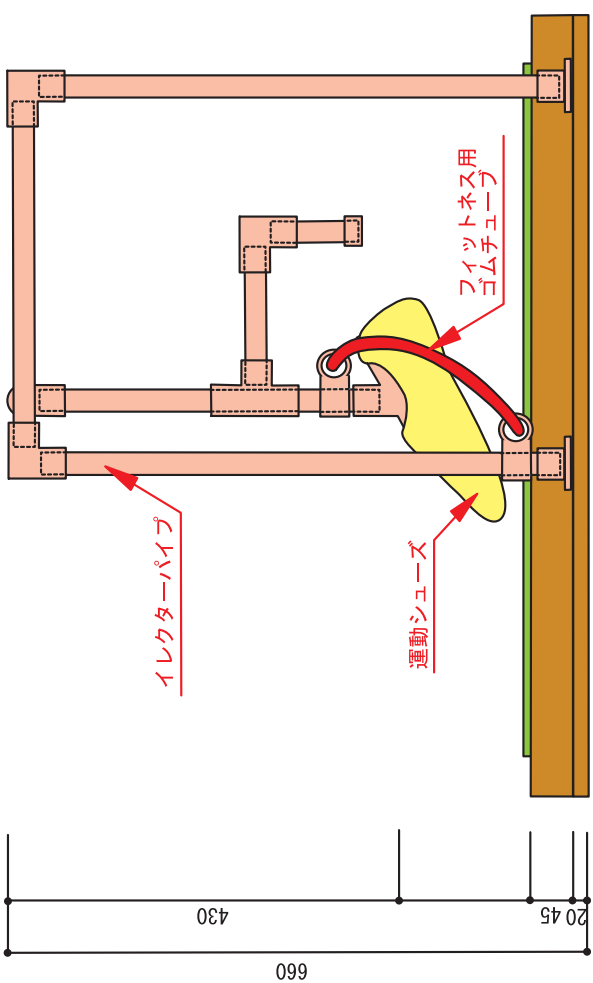
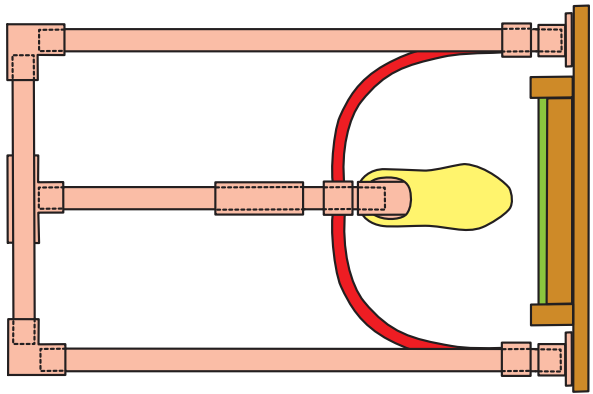
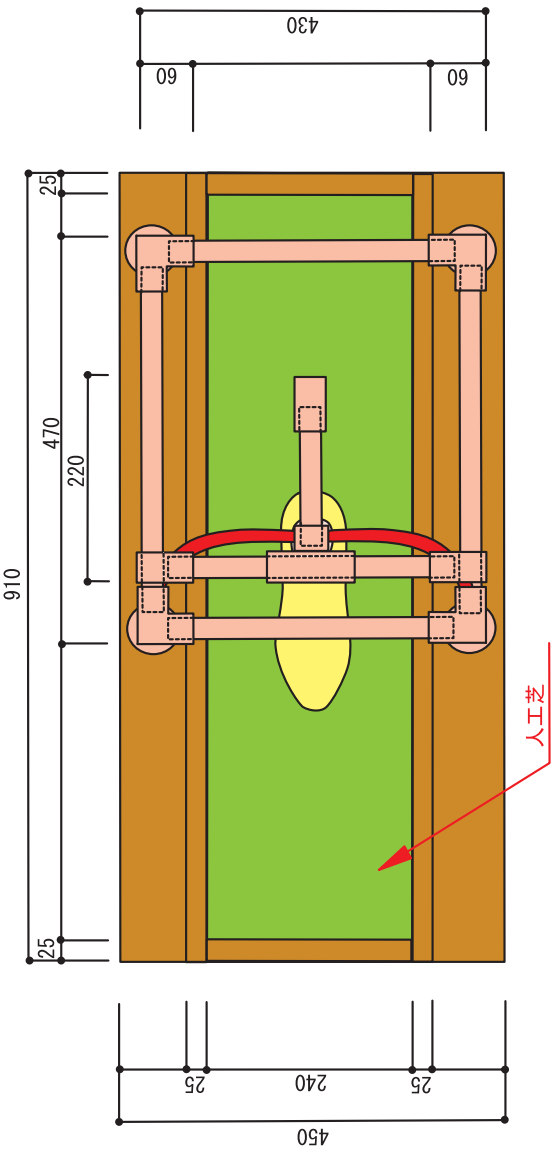


図4 バナナシミュート実験器図面

