

# ブラックホール型賽銭箱の制作

金野茂男

## 1. はじめに

今夏、沿海州のウラジオストク市の駅で、面白い募金箱を見かけた。写真1と2にそれを示している。ロシア正教の教会再建のための募金箱である。募金箱をビデオには撮影したが、デジタル写真として撮影するのを忘れていた。そのため、示している写真はCRT画面に描写されたビデオ画面をデジカメで撮影したものである。余計な手間がかかったのに、解像度も悪いとは情けない話である。透明な立方体のプラスチック製の箱である。大きさは概算であるが、50cm×50cm×50cm程度であった。が、上面はロート状の形状をしている。右上の方に硬貨を投入する箇所があり、そこに硬貨を入れると、プラスチックの樋を伝って硬貨は転がり落ちて行き、ロートの最上部縁に落下する。写真2の中央最上部に、樋の最下端が見えている。ロートに落ちた硬貨は、倒れることなく、回転し続け、なを、漏斗の最下部までも倒れることなく回転し続け、最後にロートを離れ、箱の底に落下する。落下した硬貨が下に貯まっている。写真1で、ストップモーションであるが、ロートの最下部で回転し続けている硬貨の様子が、円形の光の反射から見てとれよう。

なを、箱の後の白黒模様は、大きなパンダ人形である。多分、子供の興味を引きつけるために飾っているのであろう。ロシアでもパンダは人気があるようである。



写真1 正面から見た募金箱



写真2 少し左上から見た募金箱

図 1 に、募金箱の内部で硬貨がどのような動きをしているかを図化して示している。写真 1 , 2 では理解できない硬貨の動きを分かり易く描いている。

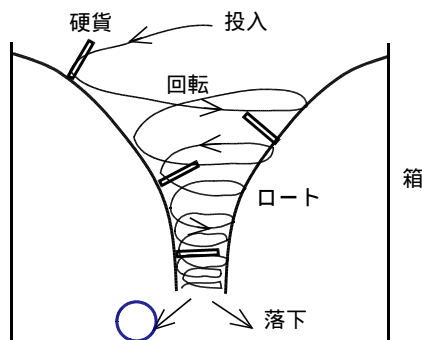


図 1 投入したコインの運動の様子

募金箱なので、お金を入れれば、箱の底に落ちていくのは当然としても、面白いのは、硬貨が倒れることなく、立ちながら回転し続け、落下していく様である。傍に人がいなかったこともあり、この募金箱の名前を聞くのを忘れた。

今回の学園祭の参加作品として、この募金箱を手本として復元することにした。結果は良好であった。制作日数は 2 週間弱であった。出来上がった完成品を写真 3 に示す。大きさは手本程度の大きさとなっている。ロートは不透明材料で作ることになってしまったので、黒く着色することとした。硬貨が回転しながら暗い穴の底に落ちていく様子から、制作した本作品を「ブラックホール型募金箱」と命名した。以下で制作過程を紹介する。



写真 3 完成した「ブラックホール型」募金箱

## 2. 制作

手本の募金箱は写真 1 , 2 で紹介しているように、透明なプラスチック製である。当然、再現も透明なプラスチックを、と考えた。箱を形成している周りの、平らなプラスチック板は容易に入手できるが、ロート部のプラスチックをどうしたら入手、或いはロート状に加工できるのか。これがなかなかいい方法を見いだせなかった。ロート部をどのようにして作り上げるか、これは難題の 1 つとなった。難題のもう 1 つは、ロート部の形状である。回転対称であることは明々白々であるが、どのような回転曲線の式に則っているのか、皆目知らない。ロート部の形状、そして材料をどうしようか、考えた末の結論は以下の通りである。

ロート部の形状は、撮影したビデオの画面から、その形状をなぞって曲線を出す。ロート部の材料は FRP とする。従って、材料が FRP では、ロート部は透明とはならない。箱はベニヤ板とすることとした。箱の周りの部分は透明なプラスチックとしても良いのであろうが、ベニヤと比較すると購入費用が結構高い。また、ロート部が不透明なものとなるので、強いて透明な箱とする必要もなくな

ったからである。従って、参考した募金箱と較べると、制作する募金箱は中は見えない不透明な募金箱となる。それならば、いっそのことロート部を黒色に塗ってしまえば、ブラックホール似となるであろうと考えた。お金も吸い込むことだし。このようなことから、制作する装置を「ブラックホール型募金箱」と命名することにしたわけである。

図2に、制作するブラックホール（今後はロートではなくこう呼称しよう）の形状図面を示している。図面中には、寸法線も書き入れている。原図はA3用紙に書き出した。黒点の付いた左右対称の曲線がブラックホールの曲線である。半円はブラックホールの最大直径を決めた曲線である。

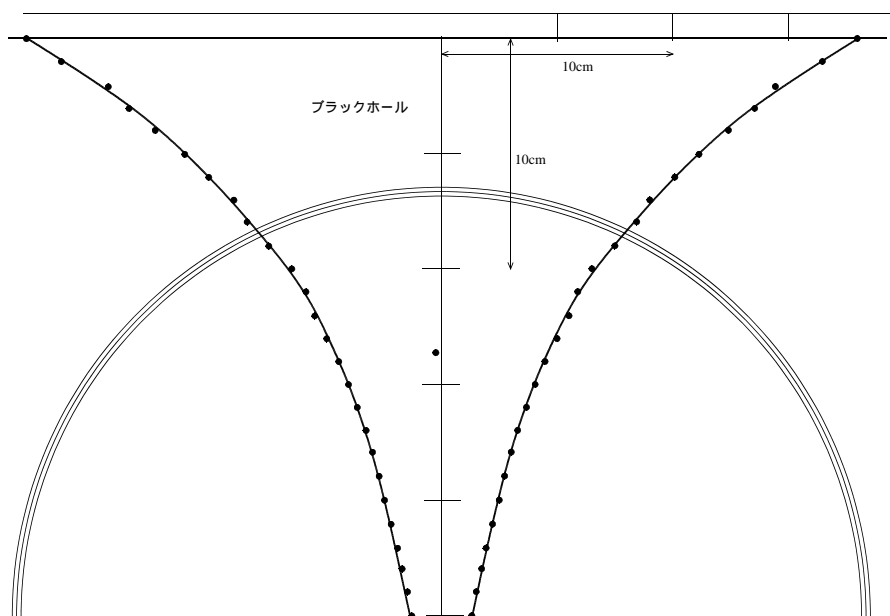


図2 ブラックホールの形状図。



写真4 ブラックホールの母型

図2に示している形状図から、ブラックホールの母型を5mm厚のベニヤ板と石膏で作成した。出来た母型を写真4に示す。富士山似である。形状図面から、円錐形の型板をベニヤ板から4枚分切り出し、中心線で各々2枚に裁断し、合計8枚分を基台のベニヤ板上に配置した。いたずらに石膏を消費するのをさけるために、適宜にベニヤのあて板をはめ込んだ後、硬めに溶いた焼き石膏（硬化時間20分～60分）を貼り付け、大雑把な富士山型を形成させた。石膏を単に貼り付けただけでは、綺麗なブラックホールの母型とはならない。凸凹やひずみ、歪みが目立っている。母型をろくろ台に載

せ、硬化時間の遅い石膏（商品名 石膏プラスタ 硬化時間 1 時間半）を、母型全体に塗りつけ、先に切り出したベニヤ板の残り型を型あて板として用い、ろくろを回転させながら、型取りを行った。これにより、母型の凸凹やひずみ歪みはだいぶ小さくなったが、それでも、まだ気になるところが、目に付く。気になるところに、柔らかめに溶いた焼き石膏を筆などを用い、塗布した。表面を更に滑らかに仕上げるため、最後はサンダーなどで表面を研磨した。その結果、表面には石膏プラスタが現れた箇所もあり、写真 4 で、母型がまだら模様に見えているのはそのためである。

次は F R P の作成である。使用材料 ポリエステル樹脂 1 k g（商品名 ポリライト F H - 1 2 3 竹内化成、ほぼ使い切った）、ポリエステル硬化剤 2 0 c c（竹内化成、半分以上残っている）、ガラスマット # 4 5 0（幅 1 0 4 c m、長さ 1 m 竹内化成）、F R P 離型ワックス 1 0 0 g（竹内化成、1 0 0 g も必要はない。使用量は数 g 程度であった）。

母型に、F R P 離型ワックスを塗布する。樹脂に硬化剤を必要な量だけ入れ、原液を作る。ガラスマットを適当な大きさに裁断し、母型に当て、原液を塗布、しみ込ませ、母型にガラスマットを貼り付けていく。これをガラスマットが何重になるまで繰り返す。空気が混入しないよう、母型にガラスマットがしっかり張り付くように行う。終了したら後は乾燥を待つだけである。F R P の外面は 1 日ほどで、しっかりと乾燥する。が、内面は未だ乾いていない。母型から外した後、更に乾燥に 1 日を要した。

写真 5 に、できあがり、余分な縁などを裁断して除去した F R P 製ブラックホール（未だ黒くはないが）を示している。半透明であり、薄黄色がかっている。出来たこのブラックホールを適当な保持器に取り付け、早速硬貨を投入してみた。投入位置、投入角度、投入速度を限定すれば、手本にした募金箱と同じように、確実に硬貨は回転しながら吸い込まれていくことがわかった。これで、この装置の完成は目前となった。写真 5 には、ベニヤ板で製作した容器も示している。容器の大きさはブラックホールの大きさに合わせた適当な大きさにしている。写真 6 が予定通りにブラックホールを容器に置いた様子である。



写真 5 出来た F R P 製ブラックホールとその容器



写真 6 予定通り容器にブラックホールを鎮座

次の課題は、硬貨の投入部の設定及び製作である。樋として、U字型アルミアンクルを用い、投入高さ、投入角度、投入速度等を変えて、投入実験を繰り返し、安定して硬貨がブラックホールに吸い込まれる樋のパラメータを確定した。それに基づいて、最終的に、投入部を作成した。写真7から10にその外観を示している。U字型アルミアンクルを2枚のアルミ板で挟み固定している。U字型アルミアンクルの溝を硬貨が滑り落ちる。大きな方のアルミ板は木の板に固定される。これで樋はしっかりとブラックホールの最上部縁との絶対位置関係を固定できている。1円から500円まで、日本の硬貨全てが使用可能である。当然ながら、同程度の幅以内、同程度の直径以内ならば、外国の硬貨でも可能であるし、その他の金属円盤でも可能である。



写真7 硬貨投入部 投入口



写真8 硬貨投入部 側面



写真9 硬貨投入部 側面



写真 10 硬貨投入部 上面

最終的に、作り上げた F R P コーンに黒塗料を塗布した。ブラックホールとなった。写真 3 の通りである。

### 3. おわりに

本ブラックホール型賽銭箱は、学園祭に電子科専門企画品として出品した。2 日間で約 1 6 0 0 円ほどの賽銭をいただいた。1 円玉が大半で、それに 1 0 円玉が続いていた。硬貨を投入した来校者は硬貨の予想外の動きに驚きを示す人がほとんどであった。投入した硬貨の動きを目にする前には、投入した硬貨はブラックホールを只単に滑り落ちることを予想していたからである。

本装置は、義捐金募集活動などで使用すると思わぬ募集効果が期待できるのではなかろうか。以下に制作して気が付いた点について、列記する。

( 1 ) F P R 製ブラックホール面上を、硬貨が通過する。この曲面は、予想外に凸凹に仕上がった。最初、研磨して滑らかにしようと思ったが、硬貨を投入してみると、この程度の凸凹は硬貨の動作に何らの悪影響も及ぼさなかったので、研磨作業は面倒なこともあり、やらないこととした。

母型で F R P を整形作成するが、貼り付け完了後、乾燥するまで、何回か F R P を道具を用いて、しっかりと母型に押し直すべきであったのであろう。貼り付け完了後、母型にしっかりと F R P が乗っているのに気を許して、それらの作業を忘れていた ( F R P 整形は著者は初めてであった )。

( 2 ) ブラックホール表面の凸凹はそれほど問題とはならない。全体の形状が大事である。

( 3 ) 既に述べているが、ブラックホールの曲面の数値パラメータ、或いは曲線式は全くわかっていない。回転対称であれば、どのような形状曲面でも同様な効果を示すとは考えられない。特定の曲面群で可能なのであろう。この曲面を数学的、運動学的に追求するかどうか、未定である。

( 4 ) ブラックホール、否ロートを透明材料で作るのも良いであろう。とすれば、箱も透明材料で仕上げる。写真 1 , 2 で示しているように、横や、後ろ、周りから硬貨の動作が良く観察できる。それなりのプラスチック加工ができる工場に制作を依頼すれば、簡単に手にすることが出来るであろう。費用はよく知らないが、透明材料で自作できることに越したことはない。

( 5 ) ロートを透明材料で制作する方法として、型の中に透明な樹脂を流し込んで作る方法がある。東急ハンズなどでそのための材料は購入できる。作り方の案内もある。この場合には、コーンのオス型とメス型を作成する必要があるが、透明なロートを得ることが出来るので、労力は無駄ではない。

( 6 ) 制作日数は、本業の合間に行って、2 週間ほどかかった。制作中の最大の疑念は、ビデオ画面から書き起こした曲面図で本当に手本のように硬貨が動いてくれるのであろうかという点であった。母型を石膏で作成した。乾燥、塗り直しに数日間を要した。F R P を十分に乾燥させるには 1 日以上が必要である。外気に面している側は早めに硬化するが、母型に面している面は、未だ乾いていないので、剥がした後に乾燥させることになる。

( 7 ) ブラックホールが出来上がれば、箱及び硬貨投入部の制作には 1 日を必要としないであろう。

2 0 0 6 年 1 1 月 1 1 日