

事業報告

サイエンスショー「なぜ鉄の船は浮かぶのか～浮力の不思議な実験～」実施報告

藤本 光章*

A Report on the Science Show “Why ship of iron can float? Mysterious experiment of buoyancy.”

FUJIMOTO Mitsuaki

Abstract : We feel the body become lighter when we take a bath. It is because the buoyancy occurs when an object is placed on water. A science show “Why an iron ship can float?” was held at Ehime Prefectural science Museum. To illustrate that ship of iron float on water, The experiments were performed in the buoyancy by putting various objects in water. This report was described procedure and contents of these experiments.

キーワード : サイエンスショー, 浮力

Key words : Science show, Buoyancy

はじめに

物体を水の中に入れたとき、浮く物や沈む物がある。また、お風呂に入ったり、プールで泳いだりすると体が軽く感じることがある。なぜ、水の中に入れると浮かんたり沈んだりするのだろうか。そして、昔から水に浮かぶ乗り物として船があり、人や重たい荷物などを乗せて遠くへ移動することができる。しかし近年の船はとても巨大で材質も鉄でできている。鉄は水に沈むはずなのになぜ浮かぶことができるのだろうか。今回、いろいろな物を水に入れて浮くか沈むかを調べ、鉄の船がなぜ浮くことができるのかを実験で解説する。

本サイエンスショー「なぜ鉄の船は浮かぶのか～浮力の不思議な実験～」は、平成24年7月中旬から平成24年9月下旬までの約2ヶ月半の間実施した。本稿ではその実施内容について報告する。

実施概要

実施期間：平成24年7月13日（金）～

平成24年9月30日（日）

実験時間：25分程度

開演時刻：平日（金曜日） 13:00～

学校休日 13:00～, 15:00～

お盆期間 11:00～, 13:00～, 15:00～

対象：一般

実験回数：89回

総観客数：3,348人

実験の構成と内容

今回のサイエンスショーは、鉄の船が浮かぶ仕組みを、まず始めさまざまな物を水に入れて、浮くか沈むかを調べ、鉄は水に沈むことを実験した。次に物が水に入ったときに発生する水の圧力について実験を行い、そのときに発生する浮力の説明をした。最後は実際に鉄の船を浮かべ、浮力によって浮かぶことができるかを実験した。

実験の内容は、下記のとおりである。

実験1 「浮かぶものの当てクイズ1」

内容（操作）（図1）

野菜や果物を水に入れ、それらが水に浮くか沈むかをクイズ形式にして予想させた。

器具・材料（図2）

りんご、バナナ、にんじん、みかん、ジャガイモ、ピーマン、キウイ、トマト、水槽

結果（図3）

浮く・・・バナナ、りんご、みかん、ピーマン

沈む・・・にんじん、トマト、ジャガイモ、キウイ

工夫点

身近にある素材として野菜と果物を使って実験を行った。野菜や果物は、比較しやすいように形や大きさの似ているものとしてバナナとにんじん、りんごとトマト、みかんとジャガイモ、ピーマンとキウイの組

* 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

み合わせで選んだ。そして、実験の導入部として興味を引くためにクイズ形式にして予想をさせた。

まとめ

形や大きさが似ていても浮いたり沈んだりの違いができることを知ることができた。そして、なぜ浮いたのか、なぜ沈んだのかを考えさせるきっかけを与えた。

実験2 「浮かぶもの当てクイズ2」

内容（操作）

形、大きさが同じで材質の違う球を水に入れ、浮かぶか沈むかを調べた。

器具・材料（図4）

直径25mmの球(木、鉄、発泡スチロール、プラスチック、ガラス、ゴム)、水槽

結果

浮く・・・木、発泡スチロール、ゴム

沈む・・・鉄、プラスチック、ガラス

工夫点

実験1で形や大きさの似た野菜と果物を水の中に入れた際に浮き沈みに違いがでたことを踏まえ同じ形、同じ大きさで材質の違う球を使って実験をした。

まとめ

結果より同じ形、同じ大きさの球が材質によって浮き沈みが変わること的理解し、 1cm^3 の重さである密度について説明した。そして、水が $1\text{g}/\text{cm}^3$ であることから、 $1\text{g}/\text{cm}^3$ より軽いと浮き、重いと沈むことを説明した。鉄の密度が $7.86\text{g}/\text{cm}^3$ であり、水に入れても沈んでしまうことを説明した。

実験3 「水に浮くもの沈むもの1」

内容（操作）

身近にあるペットボトルを使って、同じ容量(500ml)で質量(35g、250g、500g、750g)を変えた場合の浮き沈みを調べる実験を行った。500mlのペットボトルにビー玉を入れ、35g、250g、500g、750gの4種類用意した。

器具・材料（図5）

500ml ペットボトル 4本、ビー玉、水槽

結果

35gのペットボトル・・・浮く

250gのペットボトル・・・浮く

500gのペットボトル・・・浮く

750gのペットボトル・・・沈む

工夫点

身近にあるペットボトルを使用して実験を行った。

まとめ

4種類のうち750gのペットボトルだけ沈んだ。このことから500mlの容量を持つペットボトルは750g

の重さになると沈んでしまうことが分かった。

実験4 「水に浮くもの沈むもの2」

内容（操作）（図6）

質量を同じにして容量(350ml、500ml、850ml、1500ml)を変えた場合の浮き沈みを調べる実験を行った。350ml、500ml、850ml、1500mlの容量のペットボトルに釣り用の鉛のおもりを入れ、すべての重さを1000gにしたものを用意した。

器具・材料（図7）

350ml ペットボトル、500ml ペットボトル、850ml ペットボトル、1500ml ペットボトル、釣り用のおもり、水槽

結果

350mlのペットボトル・・・沈む

500mlのペットボトル・・・沈む

850mlのペットボトル・・・沈む

1500mlのペットボトル・・・浮く

工夫点

ペットボトルに入れるおもりを釣り用の鉛のおもりを入れた。

まとめ

4種類のうち1500mlの容量を持つペットボトルだけ浮かんた。このことから容量が大きくなることで1000gの重さを浮かべることができることが分かった。

実験5 「水の圧力実験1」

内容（操作）（図8）

物体が水の中にあるときに働く圧力、水圧について実験を行った。縦に等間隔に4か所の穴の開いた円柱の容器（穴には事前に栓をしておく）に水を入れ、同時に栓を開けたときに穴から噴出する水の出方を調べる実験を行った。

器具・材料（図9）

4か所の穴の開いた円柱の亚克力容器、色水

結果

穴の位置が下になるほど水が遠くへ飛んだ。

工夫点

水が飛び出す様子を観察するため、水に色を付けた。三択のクイズにして予想させた。

まとめ

水は深くなればなるほど圧力が大きくなるため、押し出す水の圧力が大きくなり遠くへ飛んだことが分かった。

実験6 「水の圧力実験2」

内容（操作）（図10）

両側に薄いゴムの膜を張った直径 65mm 長さ 90mm の円柱の筒を水に入れて、膜のへこみ方で圧力のかかり方を調べる実験を行った。

器具・材料 (図 11)

両側に薄いゴムの膜を張った円柱の亚克力の筒 (直径 65mm 長さ 90mm)、水槽 (四角柱)

結果

筒を横にした状態で水に入れると水の圧力によって左右の膜が同じようにへこみ始めた。深く沈めるほどへこみ方が大きくなった。次に縦にして水に入れると上の方がへこみ方が小さく、下の方がへこみ方が大きくなった。

工夫点

へこみ方が見えやすいように膜の片方に赤、もう片方に青の色を付けた。

まとめ

膜を左右にして水に入れた場合、深くなればなるほどへこみ方が大きくなり、圧力が大きくなること分かった。膜を上下にして水に入れた場合、上の部分のへこみより下の部分の方がへこみ方が大きくなったため、上向きの力の方が大きくなることが分かった。そのことから水中にある物体には上向きの力 (浮力) が働くことを説明した。

実験 7 「浮力の実験」

内容 (操作) (図 12)

浮力の実験としてペットボトルに外から圧力をかけると中のしょう油さしが沈む浮沈子の実験を行った。1500ml のペットボトルに M6 ナットを取り付けたしょう油さし (あらかじめ少量の水を入れておく) を 4 個入れ、ペットボトルの中に水を満杯にして栓をしたものを用意した。

器具・材料 (図 13)

1500ml ペットボトル、M6 ナットを取り付けたしょう油さし (あらかじめ少量の水を入れておく) 4 個

結果

ペットボトルを縦に持ち、胴の部分を強く握ると浮いていたしょう油さしが下へ沈んだ。

工夫点

しょう油さしに色を塗り、見やすいようにした。演出方法として、はじめ何もしていないのに勝手にしょう油さしが沈んだり浮いたりしているのを手品のように見せ注意をひく見せ方をした。

まとめ

ペットボトルを強く握ることにより、圧力がかかり、しょう油さしの中の空気の体積が縮む。すると浮力が小さくなり、沈む。力を緩めると、縮んだ空気がもとの体積に戻り、浮力が大きくなり再び浮かぶことが分

かった。

実験 8 「浮かぶもの当てクイズ 3」

内容 (操作) (図 14)

鉄の船を浮かべる前に今回の実験の復習としてそれぞれ密度の大きい材質、密度が大きい材質で中空の物、密度が小さい材質で平たい物、同じ大きさで中が固体・液体の物、質量が大きくサイズも大きい物など 6 種類の物を用意し水に入れ、浮き沈みを予想させた。

器具・材料 (図 15)

ゴルフボール、陶器の貯金箱、ビーチサンダル、なま卵・ゆで卵、ボーリングの球 (8 ポンド)、水槽

結果

ゴルフボール・・・沈む
陶器の貯金箱・・・浮く
ビーチサンダル・・・浮く
なま卵・ゆで卵・・・沈む
ボーリングの球 (8 ポンド)・・・浮く

工夫点

普通なら沈むガラスやプラスチックの材質でも浮く物や同じ大きさで中身が固体・液体の物などを選んだ。

まとめ

ボーリングの球は重たいイメージがあるが 8 ポンド (約 3.6kg) の球は浮いた。このことから、体積が大きくなると浮力が大きくなることが分かった。

実験 9 「鉄の船を浮かべる実験」

内容 (操作) (図 16)

最後の実験として鉄の船が浮かぶかどうかを実験した。比較のため同じ重さの鉄の板を用意し、まず、鉄の板が沈むことを確認してから、鉄の船を浮かべた。鉄の船は、鉄の板を上部の開いた箱の形に溶接したものを製作した。

器具・材料 (図 17, 18)

鉄の船 (350 × 140 × 85mm, 厚み 2mm, 重量 1475g, 体積 3570cm³)、鉄板、水槽

工夫点

比較ができるように同じ質量の鉄の板を水に入れ、沈むことを確認した。

結果

鉄の板・・・沈む
鉄の船・・・浮く

まとめ

質量が大きな鉄の船でも浮かぶことができた。船は船体の容積を大きくすることによって多くの水を押し除けることができ、その結果船全体の質量よりも大きな浮力を得て浮かぶことができたことが分かった。

問題点及び評価

今回のサイエンスショーで発生した問題点及び評価を下記に記す。

密度の実験を行う際に同じ大きさで材質の違う球を6種類用意した。しかし直径が25mmの球で小さかったため、後方の方には見えにくかった。見やすい大きさの球もしくは立方体を用意した方が良いと感じた。

水の圧力の実験では、4つの穴から飛び出す水の勢いの違いを観察させた実験だったが、実際に水が飛び出したとき水の色が透明であるため見えにくいという問題が発生した。食用色素で青色に着色して実験を行った。

今回の実験ショーでは鉄の船が浮かぶ仕組みを理解することを目的とした実験であった。そのため、まず鉄が水に沈むことを再確認することで密度について分かりやすく説明することから始めた。次にペットボトルを使って質量が重たいものでも容量を大きくすることによって浮かぶことができる実験を行った。そして、物体が水の中に入ると浮力が発生し、容量を大きくすると浮力が大きくなり、実際に鉄の船を浮かべることができた。このことから鉄の船が浮かぶ仕組みを理解することができたと思う。

ま と め

この実験ショーでは、前半を密度について実験し、後半を水圧、浮力について実験した。密度についての実験では身近にある野菜や果物を使ってクイズ形式で予想させたことで、導入部として興味を引く内容とした。そして、ペットボトルを使った実験では、質量の重たいものでも容量を大きくすることで浮かぶことができることを確認した。また、水圧実験や浮力についての実験を行い、最後実際に鉄の船を浮かべた。本実験では、密度、水圧、浮力について実験を行い、鉄の船が浮かぶ仕組みを理解するための実験内容であった。

謝 辞

本実験における鉄の船の製作に際し、川上晃司氏には、多大な協力をしていただいた。この場を借りてお礼を申し上げる。

参 考 文 献

- 1) おもしろサイエンス海洋船舶の科学 (2008), 日刊工業新聞社, pp.26-28.
- 2) ニューワイドずかん百科 (2006), 学習研究社, pp.192-193.

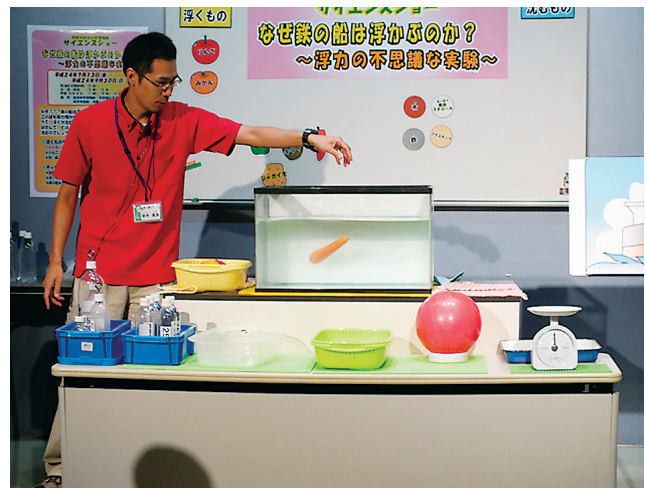


図1 浮かぶもの当てクイズ1
8種類の野菜や果物を水に入れて浮き沈みを予想する

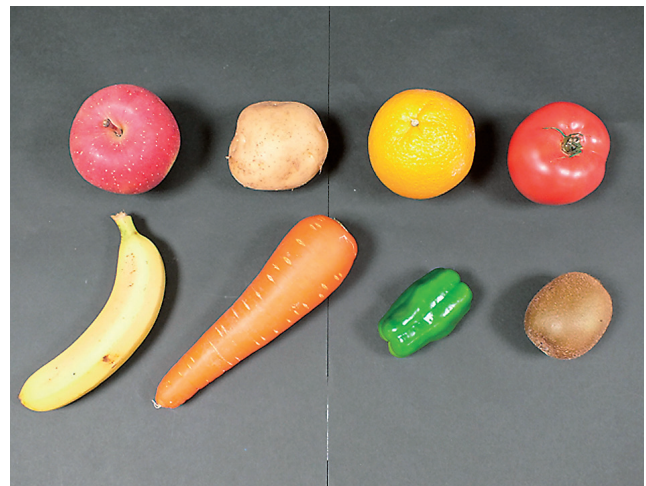


図2 野菜と果物
上左から りんご, ジャガイモ, みかん, トマト
下左から バナナ, にんじん, ピーマン, キウイ



図3 浮かぶもの当てクイズ1
野菜と果物実験結果

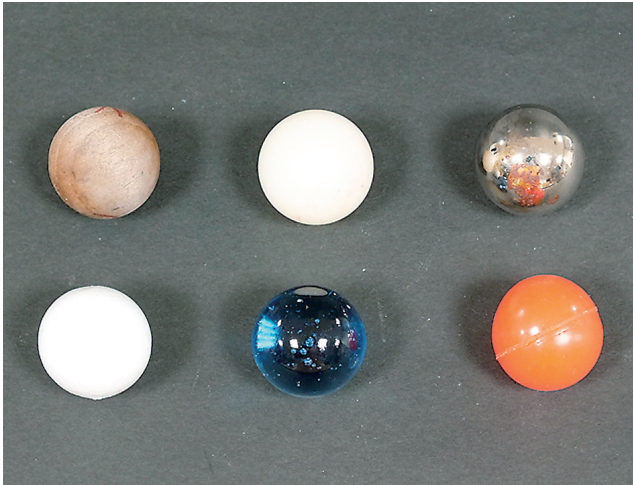


図4 直径25mmの球
上左から 木、プラスチック、鉄
下左から 発泡スチロール、ガラス、ゴム



図7 350ml, 500ml, 850ml, 1500mlのペットボトルに釣り用の鉛のおもりを入れ、すべての重さを1000gにした



図5 500mlのペットボトルにビー玉を入れ35g, 250g, 500g, 750gにした



図8 水の圧力実験1



図6 水に浮くもの沈むもの
ペットボトルの容量、質量を変えて浮き沈みを実験

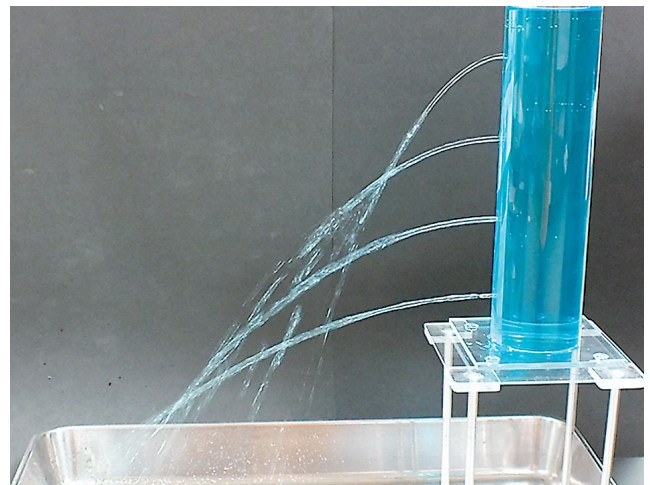


図9 水の圧力実験1

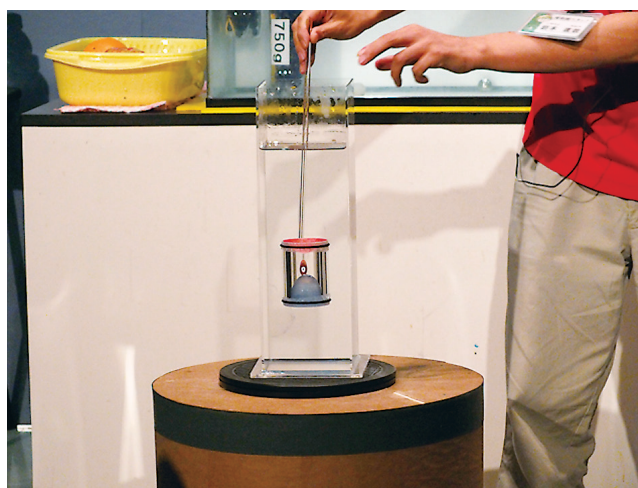


図 10 水の圧力実験 2



図 13 浮力の実験

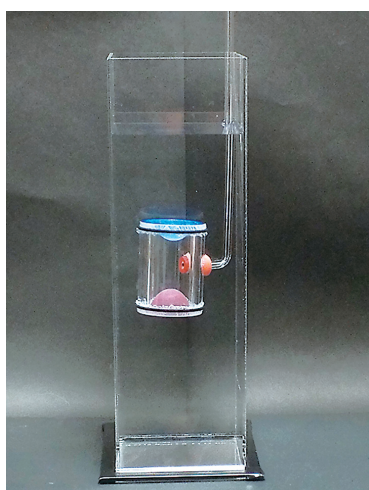


図 11 水の圧力実験 2

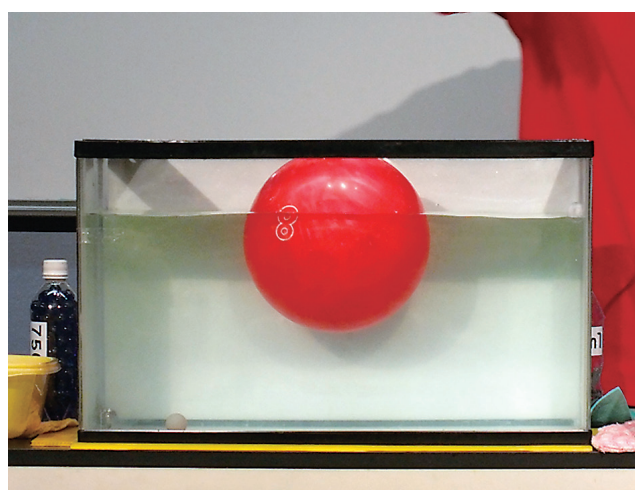


図 14 浮かぶものの当てクイズ 3



図 12 浮力の実験



図 15 浮かぶものの当てクイズ 3
上左から ゆで卵, なま卵, 陶器の貯金箱, ボーリングの球
下左から ゴルフボール, ビーチサンダル

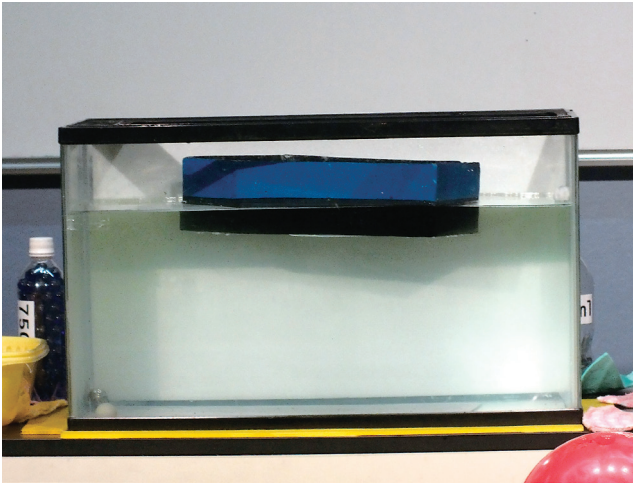


図 16 鉄の船を浮かべる実験

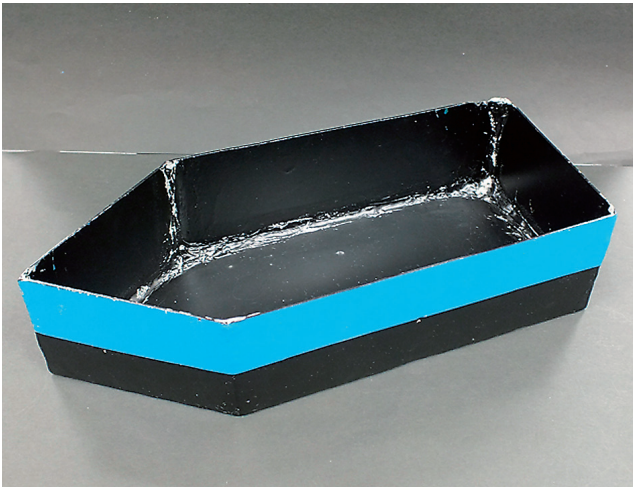
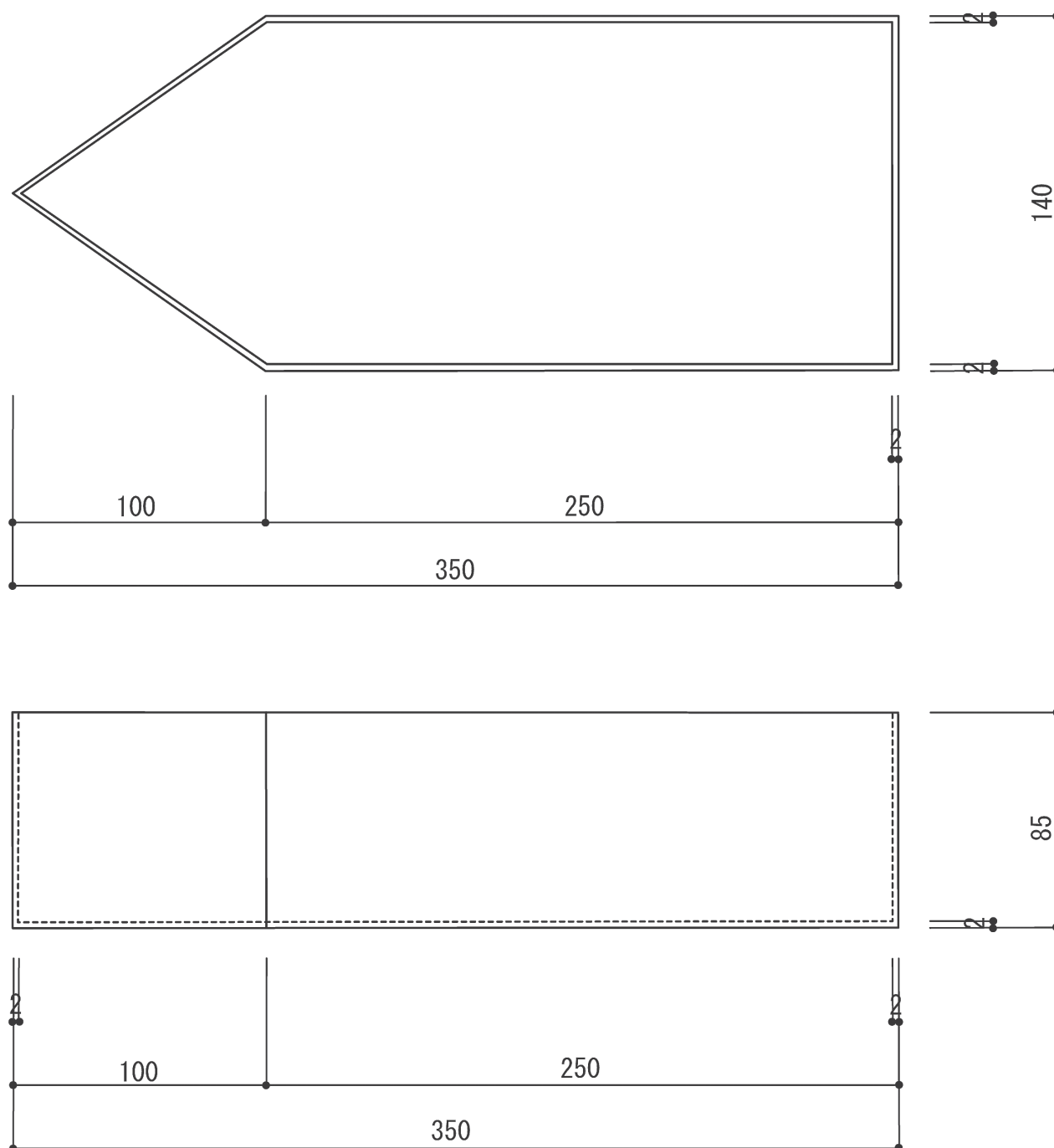


図 17 鉄の船



鉄の船
S=1/2.5

図 18 鉄の船図面