

対象：小学校 4 年生以上

2015 年 3 月 16 日 初版
ファミリー先生の「ふあみせん」シリーズ

ふしぎな輪

— メビウスの帯 —

これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を

ダウンロードして
ご使用下さい

SAMPLE

on

All Rights Reserved.

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

Made by KAYAMA DESIGN

名前

※このページはお家の方用です。お子さんには配布しません。

マジック 1 の用意

- ①赤・青・黄の紙テープを用意します。
- ②それぞれ 60cm の長さに切り取ります。
- ③赤の紙テープは、ひねりを入れずに、のり付けをして輪を作ります。
青の紙テープは、半回転ひねりを入れて、のり付けをして輪を作ります。
黄の紙テープは、1 回転ひねりを入れて、のり付けをして輪を作ります。

マジック 1 の留意点

それぞれの紙テープは、ひねりがちがっていますが、そのひねりの違いが目立たないようにして 3 つの輪を提示します。そのため、ひねりを入れていない輪を提示する時、輪の上の方を裏返すようにして持ち、全体にひねりがあるように見せます。

マジック 2 の用意

- ①色画用紙を 2 色用意します。
- ②長手方向に 5cm の幅で、各色 2 枚ずつ切り取ります。
- ③違う色どうしを重ねます。

重ねたまま曲げて普通の輪を作ります。テープの先は重ねないで、外側・内側からそれぞれセロハンテープでとめます。

メビウスの帯も作ります。同じく、テープの先は重ねないで、外側・内側からそれぞれセロハンテープでとめます。

マジック 2 の留意点

メビウスの帯の方は、とても分解しやすいので、演じる時はお家の人が両手で持ちます。この時使う棒（鉛筆など）は、お子さんに持たせるとよいでしょう。

輪に使用する紙について

輪を作る紙は、市販の紙テープ（幅が 18mm の物しかないようです）では細いようです。

そこで、A4用紙（210mm × 297mm）の210mmの方を8等分して、長さ297mmのテープ状のものにして使います。主に白の上質紙を使えばよいのですが、ピンク・ブルー・イエローの色上質紙で作ったテープも用意しておくともよいでしょう。学習プランの中に色テープを半分の幅にして使うところがありますし、適時学習に変化もつけられます。

テープは17本（色テープも含めて）必要です。少し余裕を持って準備しておきましょう。

学習に使うもの

通常の筆記用具の他は

はさみ のり 色鉛筆 長めの定規（できれば30cm）

セロハンテープ
必ず正式版を



マジック 1

【質問 1】

ここに赤色の紙テープで作った輪と、青色の紙テープで作った輪と、黄色の紙テープで作った輪があります。

これから、これらの紙テープの真ん中をはさみで切ってみます。まず、赤のテープを切ってみます。こんなふうに……(おまじないを言いながら)。

どうなると思えますか？

これはサンプル版です

必ず正式版を

SAMPLE

ダウンロードして
ご使用下さい

on

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

All Rights Reserved.

おまじないを言いながら、赤のテープを真ん中で切ると、元と同じ大きさで、はばが半分の2つの輪ができました。

^{しつもん}
【質問2】

では、今度は青のテープの真ん中を切ってみます。やはりこんなふうに……（今度はちがうおまじないを言いながら）。

どうなると思いますか。



おまじないを言いながら、青のテープを真ん中で切ると、元の2倍の大きさで、はばが半分の1つの輪ができました。

^{しつもん}
【質問3】

では、今度は黄色のテープの真ん中を切ってみます。やはりこんなふうに……（今度はまたちがうおまじないを言いながら）。

どうなると思いますか。

これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を

ダウンロードして
ご使用下さい

on

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

All Rights Reserved.

おまじないを言いながら、黄色のテープを真ん中で切ると、元と同じ大きさで、はばが半分の2つの輪ができました。ただ今度は、この2つの輪は、つながっています。

【問題 1】

では、はじめは同じ輪だったはずの3つの輪から、どうしてちがう輪ができたのでしょうか。

あなたはどのように思いますか。

予想

- ア ちがうまじないをかけたから ()
- イ もともと輪の何かがちがっていたから ()
- ウ その他 ()

予想の理由

これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を
ご使用下さい

on

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

All Rights Reserved.

意見

考えをお話しましょう。

マジック 1 のたね明かし

マジックにはかならずたねがあります。マジックは、まじないのような言葉でできるものではありません。そうなるには、かならず仕かけがあります。

それでは、お家の人がしてくださった不思議な輪のマジックに、君もちょうせんしてみましょう。

まず、お家の人からテープをいただきましょう。このテープのはしにのりをつけて輪にしましょう（まだ切つてはいけません）。

これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を

【問題 2】

この輪のテープの真ん中をはさみで切ります。どうなると思いますか。

予想

ア 元と同じ大きさで、はばが半分の 2 つの輪ができる。

2 つの輪は、はなれている。(赤のテープと同じ)

()

イ 元の 2 倍の大きさで、はばが半分の 1 つの輪ができる。

(青のテープと同じ)

()

ウ 元と同じ大きさで、はばが半分の 2 つの輪ができる。

2 つの輪は、つながっている。(黄色のテープと同じ)

()

予想の理由

意見

これはサンプル版です
考えをお話しましょう
ご利用に当たっては
必ず正式版を

では、実さいに切ってみて、たしかめましょう。テープを切り始める時には、テープの一角所を軽くおさるようにして、そこを切ってから全体へ切り進むようにしましょう。

結果

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

輪になったテープの真ん中を切ると、元と同じ大きさで、はばが半分の2つの輪ができます。テープを半分に切ったのですから、この2つの輪は、はなれていても何ら不思議なことはありません。

では、今度は、テープのかた方のはしを1回転(うらを表にしてさらにうら返すということ)させてから輪を作ってみましょう(まだ切ってはいけません)。

【問題3】

この輪のテープの真ん中をはさみで切ります。どうなると思いますか。

予想

- ア 元と同じ大きさで、はばが半分の2つの輪ができる。
2つの輪は、はなれている。(赤のテープと同じ) ()
- イ 元の2倍の大きさで、はばが半分の1つの輪ができる。
(青のテープと同じ) ()
- ウ 元と同じ大きさで、はばが半分の2つの輪ができる。
2つの輪は、つながっている。(黄色のテープと同じ) ()

予想の理由

Copyright © 科学的授業実践研究会

意見

考えをお話しましょう。

では、実さいに切ってたしかめましょう。

結果

1 回転ねじった輪のテープの真ん中を切ると、元と同じ大きさで、はばが半分の2つの輪ができます。この2つの輪は、つながっています。

では、今度は、テープのかた方のはしを半回転（うらを表にすること）させてから輪を作ってみましょう（まだ切ってははいけません）。

【問題 4】

この輪のテープの真ん中をはさみで切ります。どうなると思いますか。

予想

- ア 元と同じ大きさで、はばが半分の2つの輪ができる。
2つの輪は、はなれている。（赤のテープと同じ） ()
- イ 元の2倍の大きさで、はばが半分の1つの輪ができる。
（青のテープと同じ） ()
- ウ 元と同じ大きさで、はばが半分の2つの輪ができる。
2つの輪は、つながっている。（黄色のテープと同じ） ()

予想の理由

Copyright © 科学的授業実践研究会

意見

考えをお話しましょう。

では、実さいに切ってたしかめましょう。

結果

半回転ねじった輪のテープの真ん中を切ると、元の2倍の大きさのはばが半分の1つの輪ができます。

ここで不思議なことに気づきます。輪になっているテープを半分に切るのですから、2つに分かれることと、はばが半分の同じ大きさの輪ができることはわかります。ですから、ねじれない輪と1回転ねじった輪のテープを半分に切った時、つながっているかどうかのちがいはありましたが、元と同じ大きさの2つの輪ができたのですから、まだ何となくなぜなのかわかるような気がします。

でも、半回転のねじれのある輪の場合は、テープを半分に切ったのに、1つの輪のままで、 2 倍の大きさになったのですから、とても不思議です。

そこで、この半回転のねじれのある輪について、もっとくわしく調べてみましょう。

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

お家の人からテープをいただいて、ねじれの無い輪を作りましょう。

この輪の表を、一方方向へ、うすく赤えん筆でぬっていきましょう。ぬり終わったら、赤えん筆をしまっておきましょう。

次に、もう一本お家の人からテープをいただいて、今度は半回転ねじれのある輪を作りましょう。輪が作れたら、その輪をよくかんさつしましょう（まだ色はぬりません）。

【問題 5】

この輪の表を、一方方向へ、うすく赤えん筆でぬっていくとどうなると思いますか。

予想

- ア 表だけ赤くぬれる ()
- イ 表もうらも赤くなる ()
- ウ その他 ()

予想の理由

意見

考えをお話しましょう。

では、実さいにぬってみて、たしかめましょう。

結果

【お話】

メビウスの帯おび

とても不思議なことが起こりました。表をぬっていたはずなのに、いつの間にかうらをぬっているのです。それなのに、またぬり始めた表にもどってきます。

これはいったいどういうことなのでしょう。

このことをテーマに研究した学者がいます。ドイツの天文てんもん学者・数学者すうがくのフェルディナント・メビウスと、同じくドイツの数学者のヨハン・ベネディクト・リ스팅グです。この二人は、べつべつに研究していて、二人とも1858年にこの輪わのせいしつせいしつにぐひんで発見はっけんしました。

今では、この輪わのことを「メビウスの帯おび」とか「メビウスの輪わ」とか言います。

メビウスの帯の一番のとくちょうは、1つの面しか持たないということです。



お家の人からテープをいただいて、長い方向に 2 本の直線を引きましょう。直線を引く時には、少しこいめの線で、同じぐらい間かくを空けて、テープを 3 等分するように引きます。

【問題 6】

このテープでメビウスの帯を作り、直線の 1 つにそってはさみで切ります。1 回転してもどンドン切り進んでいきます。切り終わった時、何ができているでしょうか。

あなたは どう 思いますか

予想

- ア 元の 3 倍の大きさの輪が 1 つできる ()
- イ 元の大きさの輪が 3 つできる ()
- ウ 元の 2 倍の大きさの輪が 1 つと、元の大きさの輪が 1 つできる ()

予想の理由

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

意見

考えをお話しましょう。

では、実さいに切ってたしかめましょう。

結果

メビウスの帯を半分にした時には、2倍の大きさの輪ができましたが、3等分しても3倍の大きさの輪にはなりませんでした。

また、メビウスの帯を3等分しても、3つの輪にはなりませんでした。

メビウスの帯を3等分すると、元の2倍の大きさの輪が1つと、元の大きさの輪が1つできました。

では、元のメビウスの帯を3等分すると、どの部分がそれぞれの輪に分かれたのでしょうか。

これはサンプルの帯です
ご利用に当たっては
必ず正式版を

ダウンロードして
ご使用下さい

on

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

All Rights Reserved.

お家の人からテープをいただいて、先ほどと同じように、テープを3等分するように線を引きます。

2本の線で区切られた真ん中を、上から下までうすく赤えん筆でぬります。また、両はしは、それぞれちがう色でぬり分けておきます。

【問題7】

このテープでメビウスの帯を作り、先ほどと同じように切り進んでいきます。

さて、赤でぬれた部分は、どの部分になるのでしょうか。あなたはどのように思いますか。

予想

- ア 元の大きさの輪の部分になる ()
- イ 元の2倍の大きさの輪の部分の一部になる ()
- ウ 両方の輪に分かれる ()

予想の理由

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

意見

考えをお話しましょう。

では、実さいに切ってたしかめましょう。

結果

元と同じ大きさの輪が、赤くぬらわれていますので、元のメビウスの帯の真ん中の部分が、元と同じ大きさの輪になったことがわかります。そして、元のメビウスの帯の両はしの部分がつながって、一つの大きい輪になったこともわかります。

ところで、新しくできたこの大小2つの輪もメビウスの帯になっているのでしょうか。

これはサンプル版です

元の大きさの輪は？
（必ず正式版を
メビウスの帯・メビウスの帯ではない）

元の2倍の大きさの輪は？
（メビウスの帯・メビウスの帯ではない）

ダウンロードして
ご使用下さい

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

©SAMPLE All Rights Reserved.

元のメビウスの帯と同じ大きさの輪の方は、メビウスの帯になっています。

そこで、新しくできたこのメビウスの帯をさらに3つに切り分けたら、どうなるでしょうか。もう、その答えはそうぞうできそうですね。き用な人は、実さいに切り取ってたしかめてみましょう。

【おまけの学習】

【問題7】をたしかめる他の方法 ほうほう
これはサンプル版です

はばが、これを使ってきたテープの半分ぐらいで、青・赤・黄色のテープを用意します。 必ず正式版を 同じ長さ お に切りそろえ、赤を真ん中にしてつくえの上にそろえて置き、3本のテープがばらばらにならないように、両はしにセロハンテープをはっておきます。

セロハンテープ

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

All Rights Reserved.

このように、半回転させてはり合わせます。

すると、赤のテープは、半回転して赤どうしではり合わされるのがよく分かります。

また、青の左はしと黄色の右はしと、青の右はしと黄色の左はしとがそれぞれはり合わされて、一本につながる様子がよく分かります。

どのようにはり合わされたかをよくたしかめてから、横につなげたセロハンテープの部分を切りはなしましょう。

メビウスの輪の書き方

新たにメビウスの輪を作って、2回スケッチしてみましょう。

これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を

SAMPLE

ダウンロードして
ご使用下さい

1回目

on

All Rights Reserved.

www.kajitsuken.net

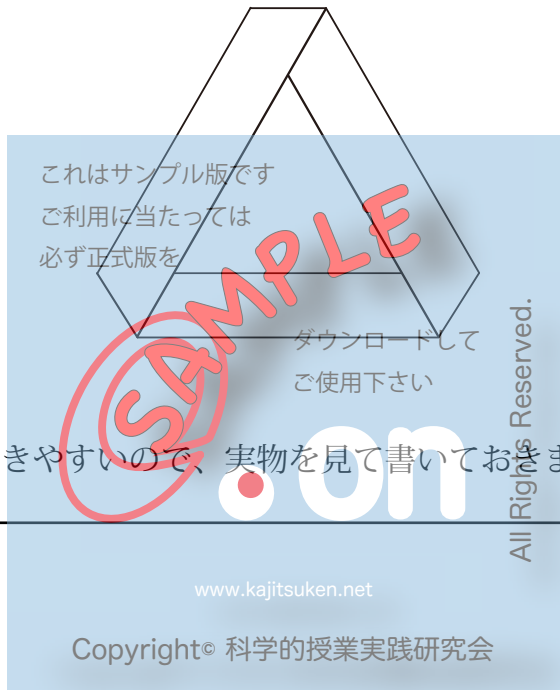
Copyright© 科学的授業実践研究会

2回目

とてもむずかしいですね。

そこで、もう一つの書き方に挑戦してみましょう。

メビウスの輪を平たくして、三角形のような形にしてみます。すると、下図のようになります。



これは書きやすいので、実物を見て書いておきましょう。

【研究】

輪と おり目の数

メビウスの帯を平たくすると、おり目が3つできました。では、なぜおり目が3つなのでしょう。

そのわけを考える前に、まず、ふ通の輪のことについて考えてみましょう。

月はみちたりかけたりしますが、一年中月の表面の模様は変わりません。昔から「これはカサギが寝てちつきをしている」とよく言われますが、まん月の日でなくとも、もちつきをしているような模様が部分的に見られますから、たしかめておきましょう。

月は、地球のまわりを1ヶ月ぐらいかけてまわっているのですが、月は自分自身はくるくると回ってはいません。そこで、いつでも同じがわが地球に向いているのです。

けれども、科学者たちは、月ははおよそ一月に一度自分で回っている(自転している)と言います。

それはどういうことなのでしょう。

Copyright© 科学的授業実践研究会

例えば、地面にえがいた円の上をいつも中心を向いたまま歩きつづけて、元の場所にもどってくることにします。もし、自分自身が回っていないのなら、いつでも同じけ色を見ていることになります。でも、実さいやってみると、け色はは次々と変わっていき、ちょうど一ヶ所に立って、ぐるりとまわりを見回したのと同じけ色を見ることになります。円の上を歩くと、いつもまっすぐ中心を向いているので、自分自身は回っていないように思っている、元の場所にもどった時、本当は1回転、自分自身が回転しているのです。

ところで、紙テープをふ通の輪にすると、そのテープが、1回転 = 360° 回っているという言い方ができるでしょうか。

ふ通の輪を用意して、次のようにおってみましょう。



おり返すと半回転= 180°

おり返すと半回転= 180°

紙テープのふ通の輪を上下くっつけて平たくなるようにおったところ

これはリフレクト版です

ご利用に当たっては

上の図を見てわかるように、紙テープのふ通の輪は、2か所でお

り返すと平たくなる

り返すと平たくなります。それぞれは半回転 = 180° ですから、1回転 = 360° 回っているという言い方ができることになります。

このふ通の輪は、テープの両はしをねじらないでつなげて作ったので、「ねじれが0の時、半回転のおり目が2つ」と言えます。

ところが、メビウスの帯は、半回転ねじってテープの両はしをつなげたのですから、ふ通の輪が持つおり目の数2に、ねじった半回転分の1をくわえることになります。(半回転ねじること、その帯を平たくするためには、おり目が1ずつふえていきます。テープを輪にしないでたしかめてみましょう。)

メビウスの帯を平たくすると、おり目が3つできるのは、このようなわけです。

【研究問題】

1回転ねじって輪を作ります。この輪を平たくすると、いくつおり目ができますか。

答え ()

マジック 2

これは、ふ通の輪を2つ重ねたものです。この外側の輪と内側の輪の間にえん筆をすべりこませます。そして、ゆっくり帯にそって動かします。すると、最初にえん筆をすべりこませたいちにもどってきて、さらに先へと進めることができます。ということは、2つの帯の間には、すき間があるということになります。はなればなれの帯が2つあるということになります。

それでは、これはサンプル版です
ご利用に当たっては本来に2つの帯が、はなればなれになっているか、内側の輪を取り囲む形で、たしかめてみましょう。

……

たしかに2つの帯は、ダウンロードして
ご使用下さいはなればなれになっていました。

では、次はこの帯です。この輪は、見ての通り、メビウスの帯を2つ重ねたものです。

しつもん 【質問 4】

この2つ重ねたメビウスの帯の外側と内側の間に、さっきと同じようにえん筆をすべりこませて、そっと動かしてみると、今度はどうなると思いますか。

予想

- ア えん筆は、1周以上動かすことができる ()
- イ えん筆は、ちょうど1周のところで止まってしまう ()
- ウ えん筆は、1周すると輪の外に出てしまう ()

なぜそう思ったのか、お話ししましょう。

では、どうなるか実さいにやってみましょう。

.....

えん筆は、1周以上動かすことができました。ということは、この2つのメビウスの帯も、はなればなれだということになります。

でも、お家の人にとっておきの魔法をかけると、この2つのぼらぼらの帯は、たちまち1つの帯に変わります。

「エイッ！
どうです。1つの帯になりましたね。

これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を
ダウンロードして
ご使用下さい

on

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

All Rights Reserved.

マジック 2 のたね明かし

もちろん、このマジックにもたねがあります。魔法で 2 つの輪が 1 つになったのではありません。もともと 1 つの輪だったのです。

それでは、君もこのマジックにちょうせんしてみましょう。

◆ 2 つ重ねのメビウスの帯の作り方

同じ長さの色ちがいの 2 つのテープを重ねて、半回転ねじってはしとはしを合わせます。この時、テープのはしとはしは重ならないように、はしの線を合わせるようにしましょう。

外側の輪は外側から、内側の輪は内側からセロハンテープでとめます。これはサンプル版です。これでは OK です。

重ねたメビウスの輪はこれです。必ず正しく版をダウンロードしてご使用下さい。ひとりが、メビウスの輪を両手で持ちます。もうひとは、えん筆を持ちます。そして、えん筆を輪と輪の間にすべりこませ、ゆっくり帯をそって動かします。えん筆が、すべりこませた元のいちにもどってきて、さらに先に進むことをたしかめましょう。

後は、「魔法!？」をかけて輪をほどいてみましょう。一つの輪になりましたね。

もう一度、今度は、役わりをぎやくにしてたしかめてみましょう。

【問題 8】

この「一つの輪」は、一つの面しか持たないメビウスの帯でしょうか。調べてみましょう。

結果 ()

また、この「一つの輪」には、おり目はいくつありますか。平たくして数えてみましょう。

おり目の数 ()

そのおり目の数は 2 でわり切れますか？

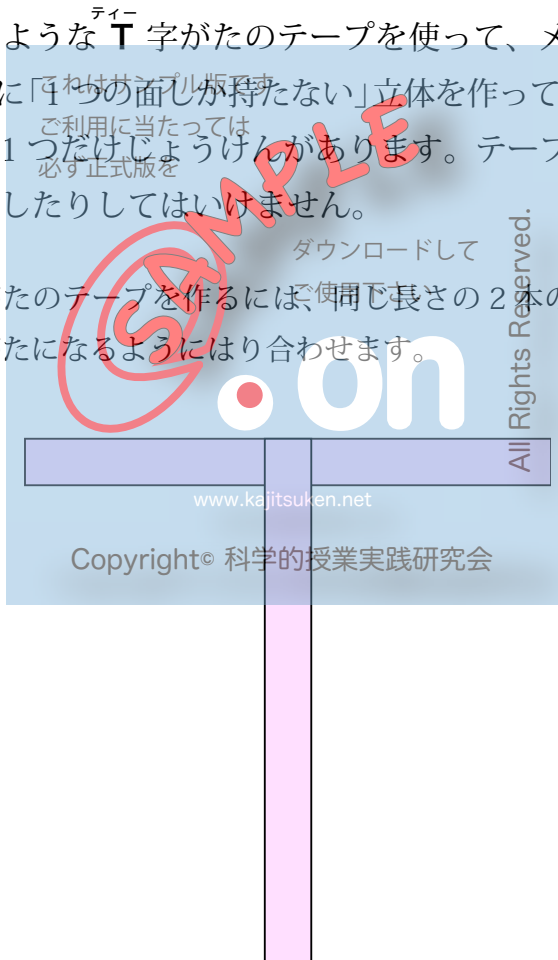
(2 でわり切れる数 ・ 2 でわり切れない数)

この「ひとつの輪」には、表とうらがあるので、メビウスの帯ではありません。また、おり目が6つあるので、この輪は2回転していることになります。輪の1か所を切って、かた方のテープを回転させて、本当に2回転しているか、たしかめてみましょう。

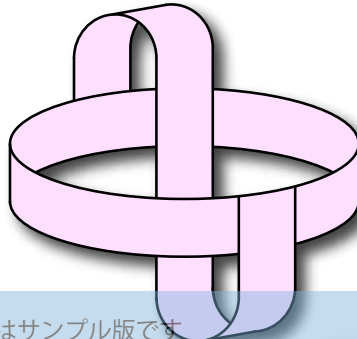
【問題9】

下の図のようなT字がたのテープを使って、メビウスの帯と同じように「これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を1つの面しか持たない」立体を作ってみましょう。
ただし、1つだけしようけんがあります。テープを半回転したり、回転したりしてはいけません。

※ T字がたのテープを作るには、ダウンロードして使用し長さの2本のテープをT字がたになるようにはり合わせます。

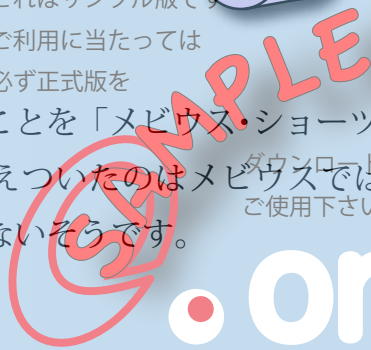


正かいは、下の図のような立体です。



これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を

この立体のことを「メビウス・ショーツ」と言います。ただ、
この立体を考えついたのはメビウスではなく、ダウンロードして
ご使用下さい今ではだれ
なのかわからないそうです。



All Rights Reserved

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

【問題 10】

このメビウス・ショーツのテープの真ん中を切るとどんな形になると思いますか。まず、円の部分を切り、その次に波のようになっているところを切ります。

予想

- ア メビウスの輪が 2 つできる ()
- イ 大きなふ通の輪が 1 つできる ()
- ウ 大きな四角形が 1 つできる ()

予想の理由

これはサンプル版です

ご利用に当たっては

必ず正式版を

ダウンロードして
ご使用下さい

All Rights Reserved.

意見

考えをお話しましょう。
www.kajitsuken.net

では、実さいに切つてなしかめましょう。
Copyright © 科学的授業実践研究会

結果

大きな四角形が1つできました。この四角形にはねじれはありません。

この四角形は、ほとんど正方形をしています。^{テー}T字がたてと横のテープの長さが同じだったからです。もし、ちがう長さだったら、長方形になります。

たてと横の長さを変えて、もう一度メビウス・ショーツを作り、長方形になることを、切り開いてたしかめてみましょう。(また、波の部分を取り付ける場所を、右や左にずらせるとどうなるかも調べてみるとよいでしょう。ただし、円の帯にたいてし垂直すいちよく〈直角になること〉に取り付けます。)

ご利用に当たっては必ず正式版を

ダウンロードして
ご使用下さい

on

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

All Rights Reserved.

くらしの中のメビウスの帯

くらしの中で使われているメビウスの帯をさがしてみましょう。

左の写真の下の方にある印は、^{じゅうでん}充電式のかん電池には必ずついている印です。これは、メビウスの帯でしょうか。

帯を順にたどっていくと、2回転しなければ元の場所にもどれません。つまり、これは

これはメビウスの帯です。

ご利用に当^り右下の写真は、このかん電池の写真をとつ必ず正式^なメラのバッテリーパック（電池）の一部

です。全く同じ印があります。

ダウンロードして

ご使用下さい

充電式の単三のかん電池
(実物の 1.5 倍の大きさ)



EN-E14
ON
MADE IN JAPAN



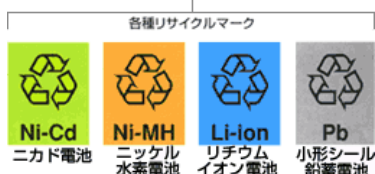
www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会



これらは、^{じゅうでん}充電式電池のリサイクルマークです。これらのマークのバックの色は、ふ通、充電式電池の種類によって、色分けがされています。

ニカド電池は黄緑色、ニッケル水素電池はだいたい色、リチウムイオン電池は青色、小形シール^{すい}鉛蓄電池ははい色です。(左図)



メビウスの帯とアート

「不思議な輪 — メビウスの帯 —」の学習を終えるに当たって、最後に、メビウスの帯をテーマにしたアートをしょうかいたします。

あなたは、どのアートが好きですか。

これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を

ダウンロードして
ご使用下さい

All Rights Reserved.

Max Bill 作
エンドレスリボン
granite, 1953 (orig., 1935)
(<http://www.artbma.org/index.html>)

www.kajitsuken.net

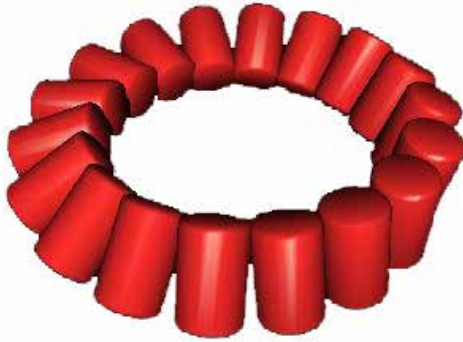
Copyright © 科学的授業実践研究会



M.C. Escher 作
メビウスの帯 II 1963
(<http://www.mcescher.nl/indexuk.htm>)



Teja Krasek 作
ペンローズタイリングの
メビウスの帯
(<http://tejakrasek.tripod.com/>)



Drastic-Creations 社 作
はじける缶で作った
メビウスの帯
(<http://www.drastic-creations.com/>)

これはサンプル版です
ご利用に当たっては
必ず正式版を

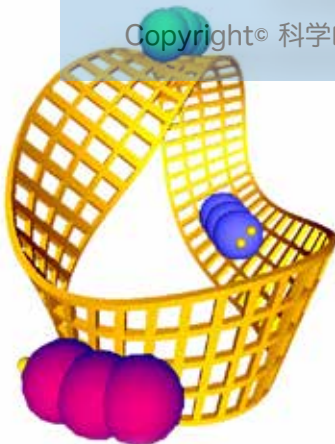
ダウンロードして
ご使用下さい

www.kajitsuken.net

Copyright© 科学的授業実践研究会

© 2008 Tom Longtin. All Rights Reserved.

Tom Longtin 作
(<http://www.sover.net/~tlongtin/>)

A white Möbius strip with a red dot on its surface, set against a dark background. A large red 'SAMPLE' watermark is overlaid on the image.

Bert Schoenwaelder 作
(<http://www-vrl.umich.edu/index.html>)



研究文献

○「メビウスの帯」

(クリフォード・A・ピックオーバー 吉田三知世 訳 日経 BP 社)