

アイテム交換会エントリーシート

実施日： 2025年11月9日

時間： 9:20～12:00

会場： みなみ市民活動・多文化共生ラウンジ・多目的室

No.	発表時間 (分)	分類	タイトルまたはアイテム名	提案者	概 要
	15	簡単工作	針金ツーサイクルローラー	北2 池田信哉	表記ローラを針金で簡単に作る方法を考案した。あわせて、同様な仕組みのローラーを考案。楕円を交差する場合の数値解析は4次の因数分解ができ数学的にも魅力的。

詳細説明
(別紙も可)

真円2つの中心を適度に離し直交させたものは筒のように転がり続け、ツーサイクルローラーとかオロイドと称しネットで検索すると各国でいろいろな素材でつくられ発表されている。転がり続ける理由はいかなる姿勢でも重心高さが変わらないから。等高重心立体とも称す。

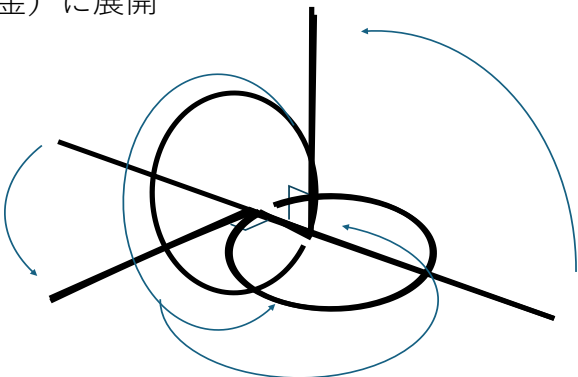
互いの中心離隔は2つの姿勢状態での中心離隔 x とそれぞれの重心高さ h を未知数とする式で表し、連立させれば解ける。真円同士では等高重心が叶う離隔は一つだが、楕円同士とすれば楕円の扁平率に応じ無数のものができる。未知数は、中心離隔 x 、重心高さ h と変わらないが、扁平率 a を変数とする式を導かなければならない。答えは $a = \sqrt{(-2(t^2 - 1)/(t^4 - 2t^3 - 4t^2 + 2t + 3))}$ 4次式となったが、なんと因数分解ができ、 $a = \sqrt{(-2/(t+1)(t-3))}$ とすっきりした形になった。この

ような2つの円/楕円の組み合わせ以外にもいろいろな等高重心立体が発表されている。正多角形の回転体を2つに切り分け振じって繋げなおしたものや正多面体に円盤をつけなものもある。それらはスフェリコンと称されているようだ。しかし、簡単工作とはいかなかった。

ツーサイクルローラー (Oloid)

- 線分（針金）に展開

主な材料
(削除可)

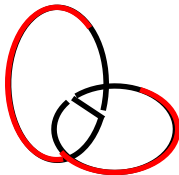


必要な工具
(削除可)

体験塾等を想
した所要時間

直交二円比べ

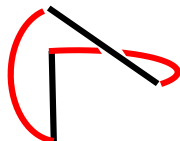
直交2円盤比較			
円盤半径を r とす	有効角度	中心距離	端部距離
ツーサイクルローラ	228.9	$\sqrt{2}r$	0
スフェリコン	180.0	0	0
テトラスフェリコン	141.1	$2r/3$	$4r/3$



ツーサイクルローラー



スフェリコン



テトラスフェリコン

等高重心線構造立体

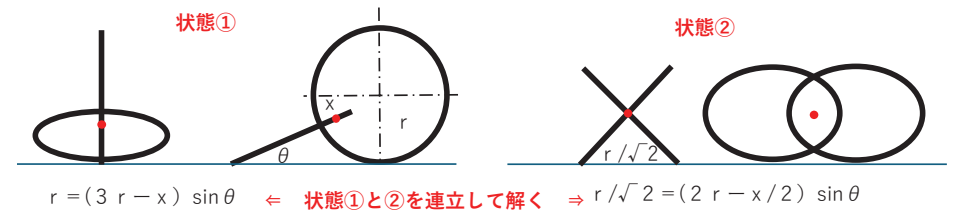
人の生きざまにさも似たり

ツーサイクルローラー(オロイド)
オーバルクロス
スフェリコン(クワッド、ヘキサ、
オクタ、テトラ)

おなじながさをわにつなぎ
くるりまわしてきりわけて
ねじりつなげてころがして
ひらいてみたらこうなった

ツーサイクルローラー (Oloid)

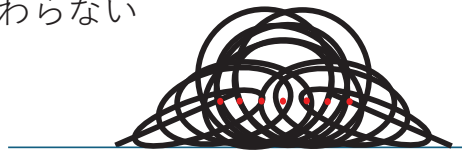
- 二つの輪を互いに直角につなぐ
- 互いの円の図心を一致させた場合、転がすと重心は上下する
- 重心が常に一定 (等高重心) していれば球のように転がるはず
- 等高重心となる二円の重なり長さ x は $x = (2 - \sqrt{2})r$ で求まる



ツーサイクルローラーの動き

転がる方向正面から見た場合

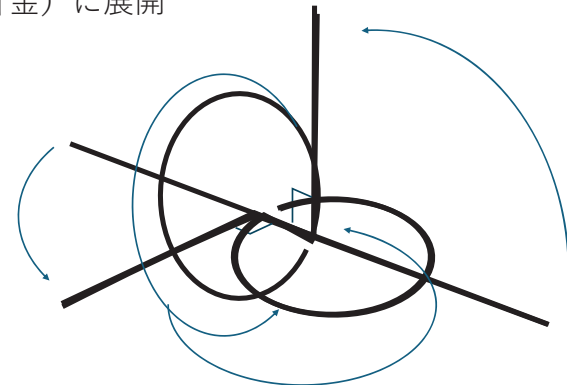
重心は蛇行するが
高さは変わらない



だから転がり続けます

ツーサイクルローラー (Oloid)

- 線分 (針金) に展開



$$\begin{cases} r = (3r - x) \sin \theta \\ r/\sqrt{2} = (2r - x/2) \sin \theta \end{cases} \rightarrow \begin{cases} r/\sin \theta = (3r - x) \\ r/\sin \theta = (\sqrt{2}(2r - x/2)) \end{cases}$$

$$\hookrightarrow r/\sin \theta = 3r - x = \sqrt{2}(2r - x/2)$$

$$3r - x = 2\sqrt{2}r - \sqrt{2}x/2$$

$$(\sqrt{2}/2 - 1)x = (2\sqrt{2} - 3)r$$

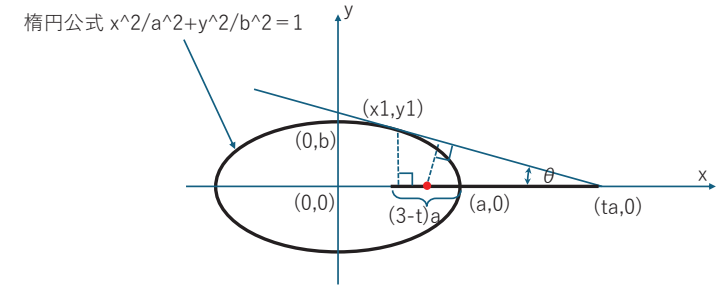
$$x = (2\sqrt{2} - 3)r / (\sqrt{2}/2 - 1) \quad \Leftarrow (a+b)(a-b) = a^2 - b^2$$

$$x = (2\sqrt{2} - 3)(\sqrt{2}/2 + 1)r / (1/2 - 1)$$

$$x = -2(2 + 2\sqrt{2} - 3\sqrt{2}/2 - 3)r$$

$$x = -2(\sqrt{2}/2 - 1)r$$

$$x = (2 - \sqrt{2})r$$



$$\sin \theta = b/(\sqrt{2}(1+t)/2)a \quad \dots(1)$$

$$\text{楕円上の点}(x_1, y_1)\text{を通る接線式 } x_1x/a^2 + y_1y/b^2 = 1 \quad \dots(2)$$

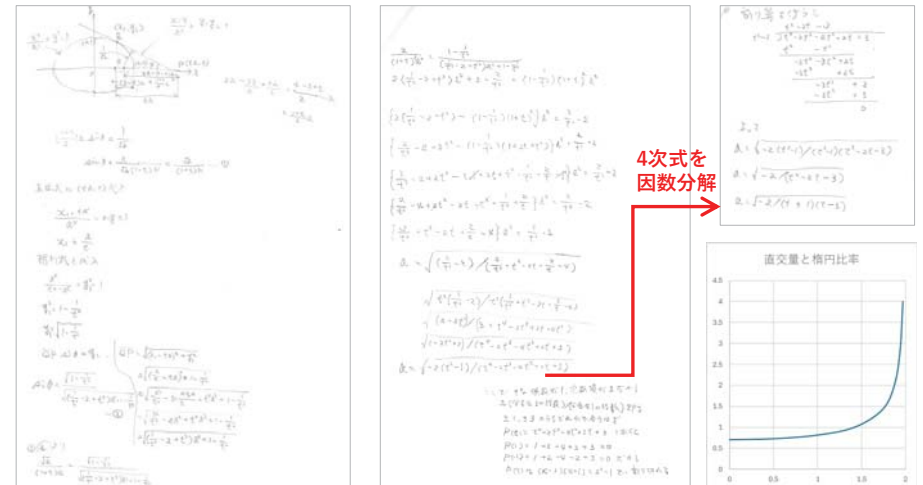
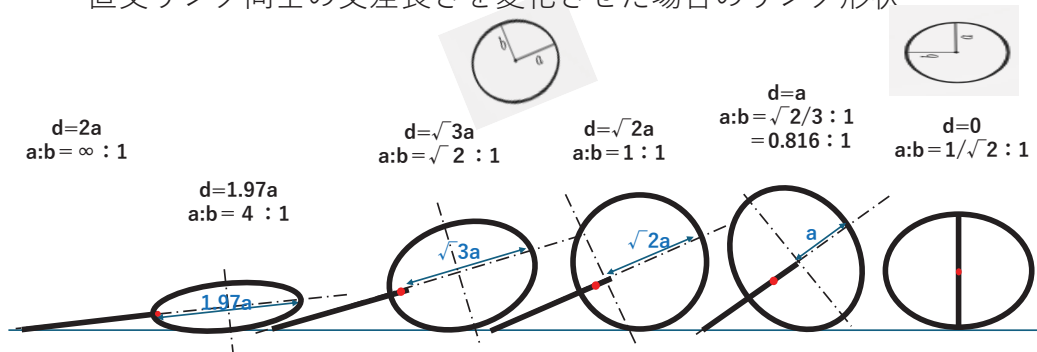
接線は $(-ta, 0)$ を通るから(2)より $x_1 = -a/t$, $y_1 = \sqrt{(1-1/t^2)}$ を得る
 $b=1$ とし式(1),(2)から未知数 a と θ を求める

$$a = \sqrt{-2(t^2-1)/(t^4-2t^3-4t^2+2t+3)} \quad \Leftarrow \text{連立方程式から導き出して}$$

$$a = \sqrt{-2/(t+1)(t-3)} \quad \Leftarrow \text{因数分解をしたら、すっきりした形になった}$$

ツーサイクルローラーのリング形状 (エリプス)

- 直交リング同士の交差長さを変化させた場合のリング形状



ツオーバルクロス two-ellipse cross, oval

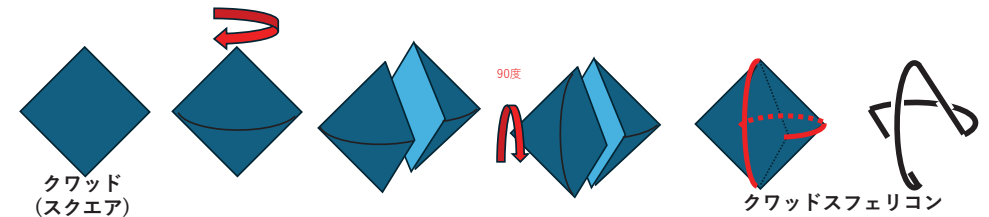
- 円を図心で直交させたものを転がすと重心は上下するが
- 程よい楕円にすると重心は上下しないから転がり続ける
その時の楕円の長半径と短半径の比は $\sqrt{2}:1$ となる

$$r_L = \sqrt{2} r_S \quad r_L: \text{長半径}, r_S: \text{短半径}$$



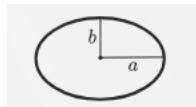
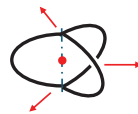
スフェリコン (sphericon) 球体 円錐

- おなじながさをわにつなぎ
- くるりまわしてきりわけて
- ねじりつけてころがして
- ひらいてみたらこうなった



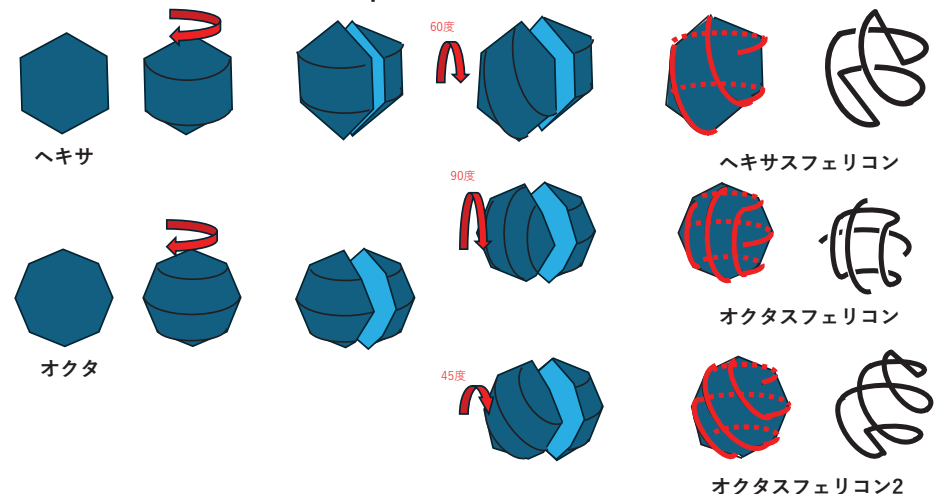
オーバルクロス * -way ellipse X

- 3-way semiellipse X
 $a:b=2:1$
- 2-ellipse X
 $a:b=\sqrt{2}:1=1.41:1$
- 5-way semiellipse X
 $a:b=1.23:1$
- 3-ellipse X
 $a:b=2:\sqrt{3}=1.15:1$

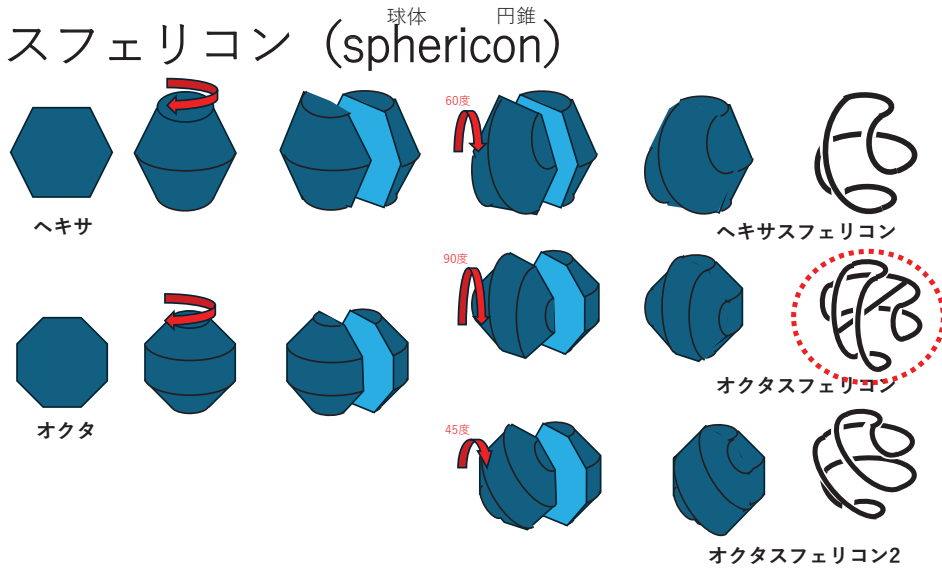


*が増えたと転がる方向も増え a:bは1:1につまり球に近づく

スフェリコン (sphericon) 球体 円錐

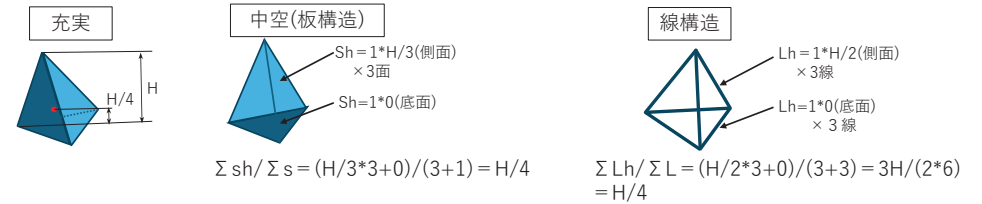


スフェリコン (sphericon)



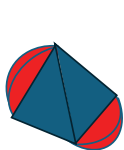
テトラスフェリコン

- 正四面体のような錐体(充実立体)の対底面重心高は $H/4$
- ペーパークラフト(表面だけの中空体)でも重心高は $H/4$
- 糊代を考慮しても重心高は変わらない(要対辺均等)
- 針金細工(線構造体)においても重心高は $H/4$
- テトラスフェリコンの羽盤は対辺均等 $\Rightarrow$ 基正四面体重心は不変



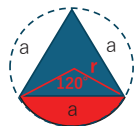
テトラスフェリコン

元図形は正四面体



テトラ

1対辺に羽盤2枚ずつ付いた立体



羽盤は外接円の一部

板部材
 $a=1$
 $r=1/2\sqrt{3}$
4枚組



テトラスフェリコン

板部材を組むと
転がる

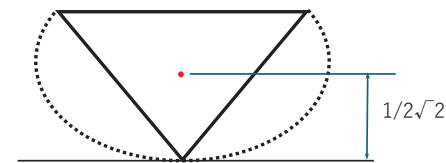


線部材に分解

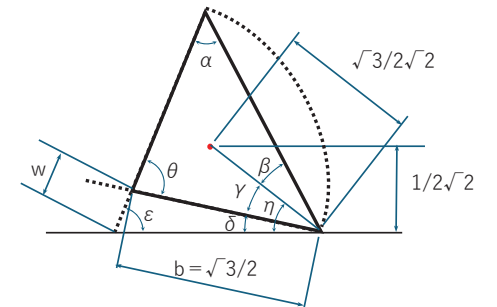


一筆書きに

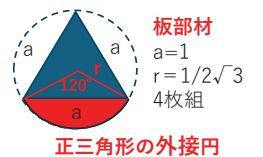
状態①



状態②



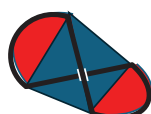
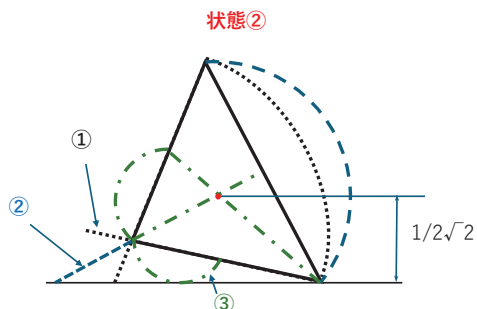
$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \sin \eta = 1/\sqrt{3} \\ \cos \beta &= \sqrt{2}/\sqrt{3} \\ \cos \theta &= 1/3 \\ \gamma &= \alpha - \beta = \eta - \delta, \therefore \delta = \eta - \alpha + \beta \\ \theta &= \delta + \varepsilon \therefore \varepsilon = \theta - \delta \\ w &= b * \sin \delta / \sin \varepsilon = 0.28867 (\text{反り率}) = \end{aligned}$$



正三角形の外接円

テトラスフェリコン

正四面体からのラインアップ
羽盤のつけ方いろいろ



羽盤は
断面の二等辺三角形
外接円

① 1対辺に羽盤 2 枚ずつ ② 1対辺に羽盤 1 枚ずつ ③ 各面に羽盤 1 枚ずつ

等高重心線構造立体

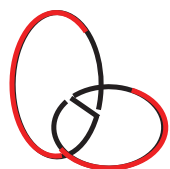
まとめ

- 現役時代、建設業界でできるだけ安定な構造物を目指してきた
- が今回は、等高重心という極めて不安定な構造を考えてみた
- この立体は坂道を時折方向を変えながら転がり落ちてゆく
- 人は世の中を渡るとき時折向転換を余儀なくさせられる

おしまい

直交二円比べ

直交2円盤比較			
円盤半径をrとす	有効角度	中心距離	端部距離
ツーサイクルローラ	228.9	$\sqrt{2}r$	0
スフェリコン	180.0	0	0
テトラスフェリコン	141.1	$2r/3$	$4r/3$



ツーサイクルローラー



スフェリコン



テトラスフェリコン