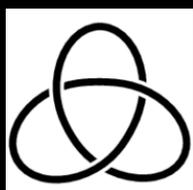
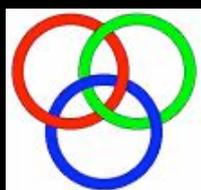


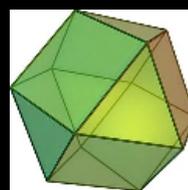
不思議な形の分子合成 遊び心と数学と化学の融合



三つ葉結び目



ボロメオの輪



立方八面体

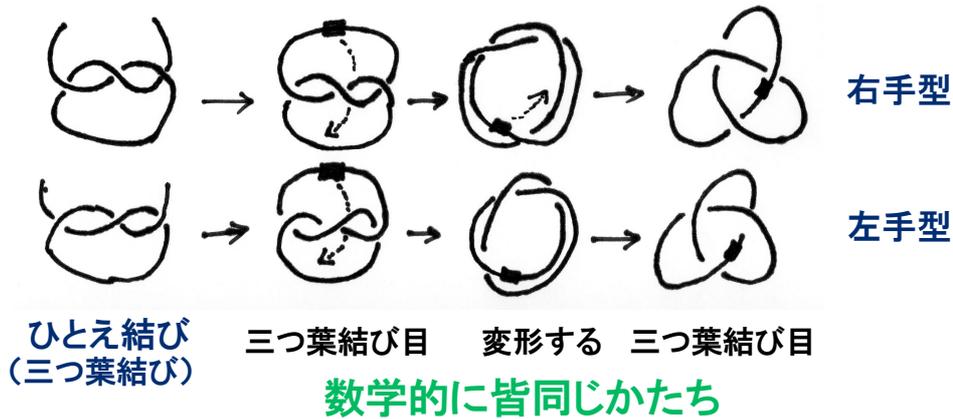
静岡大理学部 木村栄一

今日のはなしのあらまし

- 日常生活から生まれ、古今東西ひとびとのところを魅了し、豊かな歴史・文明・文化・学問・芸術・神話をつくってきた**美しい不思議なかたち**
- 近世に至り、**かたち**を説明・体系化しようと新数学(**位相幾何学**)が誕生—**結び目理論**(20世紀前半**三つ葉結び目はほどけないことが数学的にはじめて証明された**)、**メビウスの帯発見**(1857)へ
- 20世紀末より、化学者が**かたち**を**分子合成**、**ナノサイズ次元**に—**遊び心と数学の融合**による成果

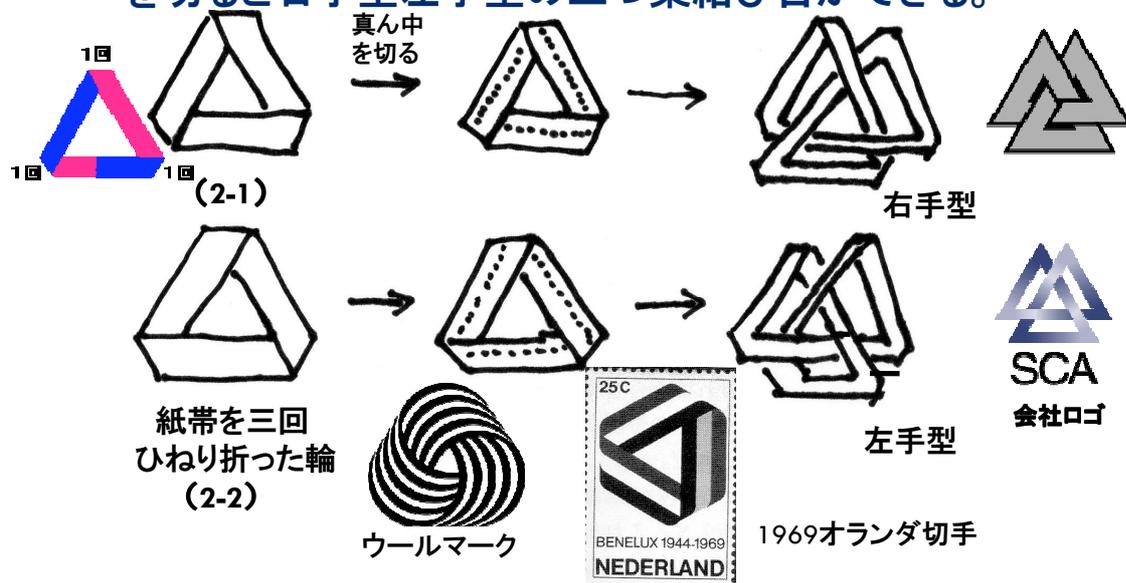
実験1 三つ葉結び目をつくる-その1

1本のひとえ結びひもの両端をつなぐ。ひとえ結び方から、ふたつの結び目ができる。互いに異なる鏡像体(右手型と左手型)であることが直観できる(数学的証明は1914年)



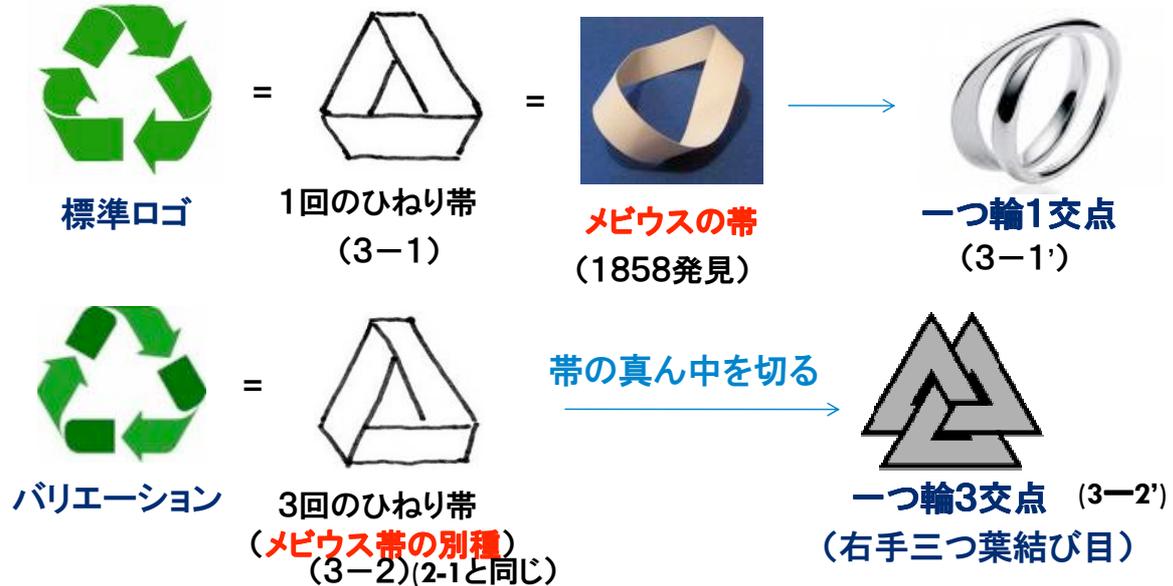
実験2 三つ葉結び目をつくる-その2

両面おりがみ帯を3回弱く折り曲げ、両端をセロテープでつなぐ。折る向きで異なった二つの輪ができる。輪の真ん中を切ると右手型左手型の三つ葉結び目ができる。



実験3 リサイクルロゴマークを見分ける

1. 下の二つのロゴが混在。紙帯輪3-1と3-2に変換し、違いを見つけよう
2. 帯の真ん中を切ると一つ輪1交点3-1'と3交点3-2'ができる。



実験4 三つ葉結び目のシャボン膜をつくる

針金で三つ葉結び目をつくり、シャボン液に浸す。三回ひねりメビウス帯(実験3の図3-2に相当)の膜ができる。



設問: 実験3の3-1'を針金でつくったらどのようなシャボン膜ができるか?

三つ葉結び目 (trefoil knot)

交点3つの1つ輪 最も簡単な結び目 (3₁)



左手型



右手型

鏡像体



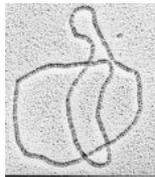
ケルトの結び目



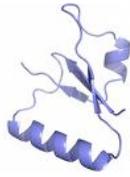
Triquetra
左手型



結び柏家紋
左手型
(日本)



大腸菌DNA
右手型



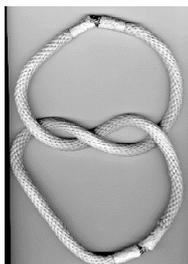
メチル転移酵素
右手型結び



Hollander York
美術館 (トロント)

Google 画像検索より

結び目とジュエリーデザイン



007ボンドガール
Love knot



指輪
(左手型)



ネックレス
(左手型)



ティファニー
ケルト指輪
(左手型)



五つ星結び目
(右手型)



ティファニーAxis
(右手型)



イヤリング



静岡徽章



国旗



結び目とミステリーメッセージ



1. ダ・ビンチ・コード(ダン・ブラウン著)

ルーブル館長の死体姿

メッセージ



ストーリー展開

イエスキリストの血筋
2000年継承の秘密

ダビンチ人体図素描 (ヴィーナス女神)
五芒星

2. ティファニーデザイン人気の秘密(木村探偵の推理)



ハート型風ペンダント



隠れ三つ葉結び目

太古以来ひとのDNAに刻み込まれてきた美意識を密かに呼び起こす憎いデザイン

ボロメオの輪(Borromean rings)

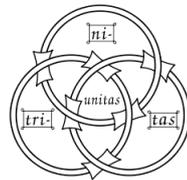
3つの輪が互いに絡み合っているが、どの1つを除いてもものこり2つはばらばらになる。3成分のからみ目



ボロメオ家の紋章 (16世紀)



ボッチチェリ



キリスト三位一体 (13世紀)



ミケランジェロの墓



三つ輪違い家紋 (日本)



ゲルマン戦士の墓石

Google 画像検索より

実験5 ポロメオの輪をつくる

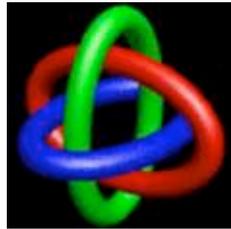
赤と青の輪を重ね、緑のスティックを絡ませて輪Aをつくる

1. 下の輪A = 輪Bであることを確かめよう
2. 前スライド中の“三位一体”と“三つ輪家紋”は同じ絡み目であることみよう(=ポロメオの輪には鏡像体は存在しない)
3. 平らでまんまるの円ではポロメオの輪はできない(数学的に1987年はじめて証明)ことが直観できる

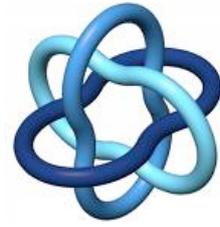


A

=



B



国際数学連合ロゴ

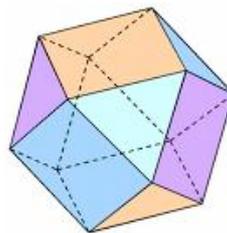
(計算上最も窮屈なポロメオ輪)

実験6 立方八面体をつくる

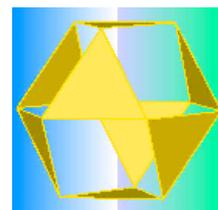
- ダイソー100円均のリンクカード三角形(3辺にみぞがある)と四角形(4辺にみぞ)を交互につなぎ合わせて行こう。最後に三角形8枚と四角形6枚から(じょうぶな)立方八面体ができあがる。12の頂点がある。



3角形(4角形)のまわりを
4角形(3角形)でつなぐ

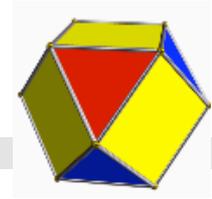


立方八面体



8枚の三角形から
なる立方八面体

立方八面体(cuboctahedron)



6つの正方形、8つの正三角形、12頂点からなる
アルキメデスが発見した準正多面体のひとつ



灯籠



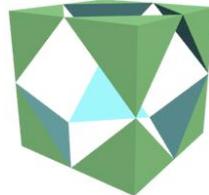
世界防災子ども会議2007
(立方八面体展開図)



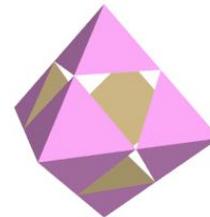
干し和菓子



イヤリング



立方体(正多面体)
8つの頂点を切り除く

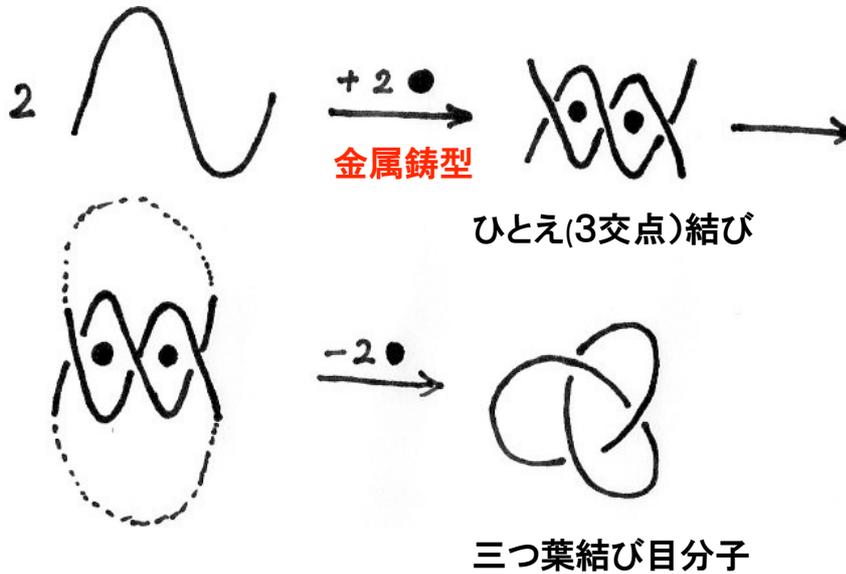
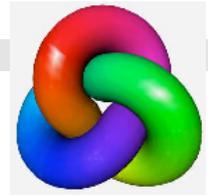


正八面体(正多面体)
6つの頂点を切り除く

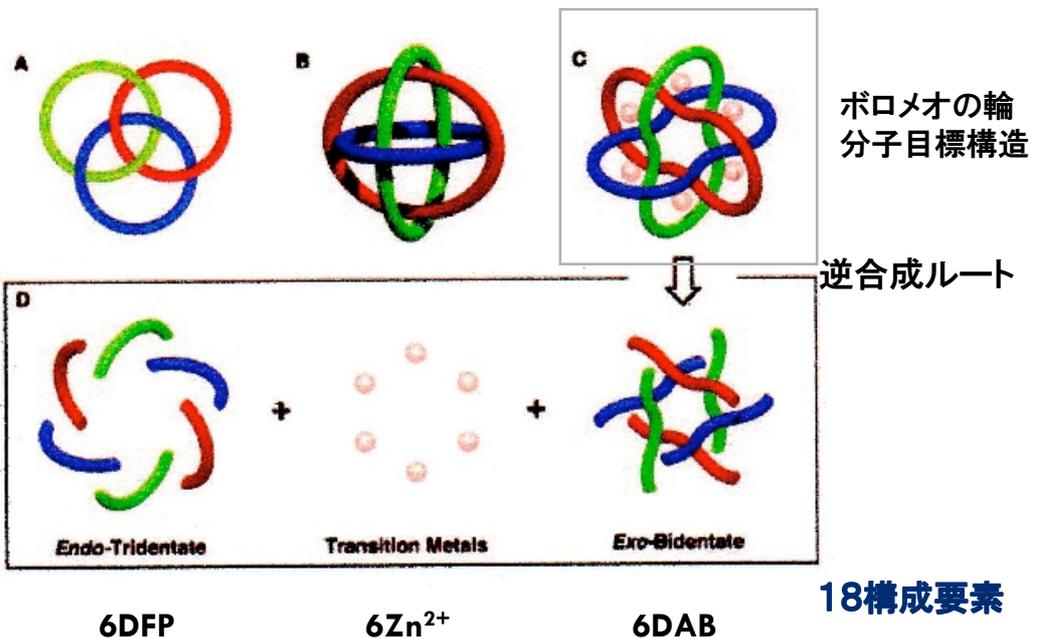
化学者がかたち創造に挑戦

- **かたち**=ナノ(10^{-9} m)サイズの分子彫刻芸術
- **最も美しい芸術的な合成法をめざす:**
 - 三つ葉結び目** 直線分子二つを如何にひとえ結びするか
----- Jean-Pierre Sauvage
 - ボロメオの輪** 円状分子三つを如何に同時に絡めるか
----- Fraser Stoddart
 - 立方八面体** 三角分子パネル八枚を如何に張り巡らせるか
----- 青木伸、木村栄一

世界を驚かせたひとえ結びの着想

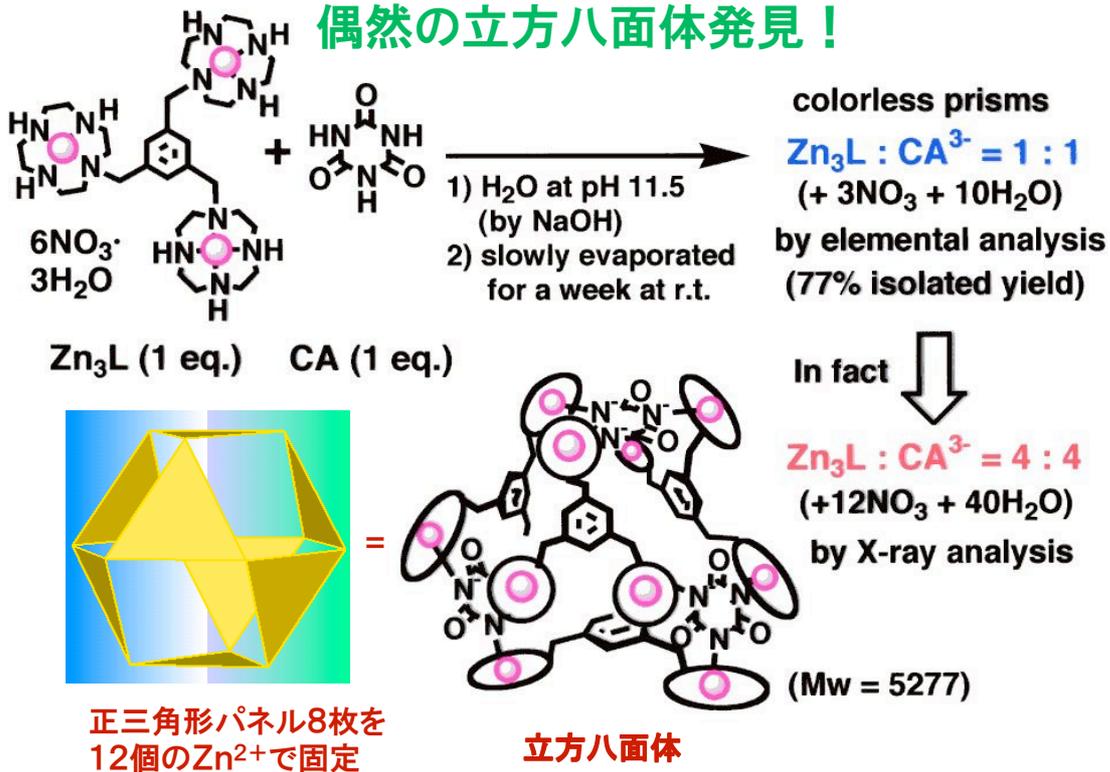


世界が驚嘆した着想— 3種構成要素の一挙自己集合

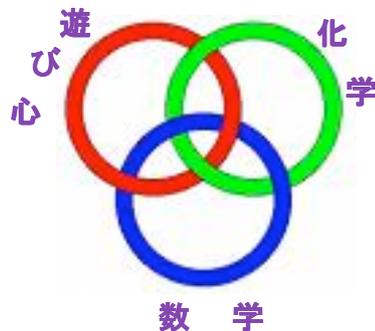


A Serendipitous 4:4 Supramolecular Complex

偶然の立方八面体発見！



かたちをめぐる遊び心と科学・文化の進化



ボロメオの輪の関係

お楽しみいただけましたか？