

実 習

～ 紙を折る ～

本日のMENU

0. 紙を折ると

1. カミの錬金術

問い: 正方形から $1:\sqrt{2}$, $1:\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ の長方形を折る方法は?

2. オリガミクス

体験: 任意母線からの…不思議

3. 一刀切り

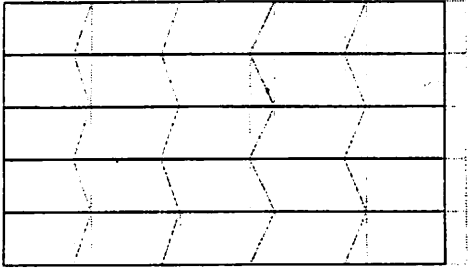
問い: 三角形・四角形等を一刀切りで切り出す為の折りたたみ方は?

4. 折り紙で立体模型

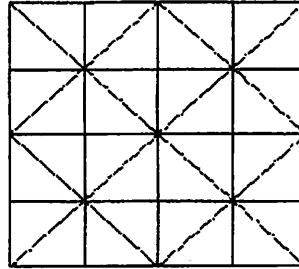
実習: 正四面体の切断模型とその入れ物

0. 紙を折ると・・・

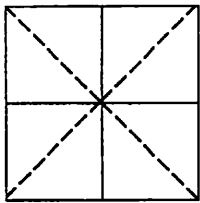
- ・ミウラ折り (折りたたみ太陽光パネル、地図)
コンパクトにたたみ、開閉が簡易



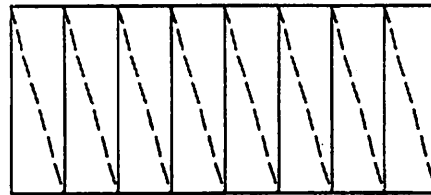
- ・ハンドバッグのデザイン
(NY・ミラノなどで、世界が注目する「カメレオンバッグ〜アリエス」)



- ・ステントグラフト (人工血管)
細く入れて、中でふくらみ血流をよくする
鶴の基本折りの繰り返し

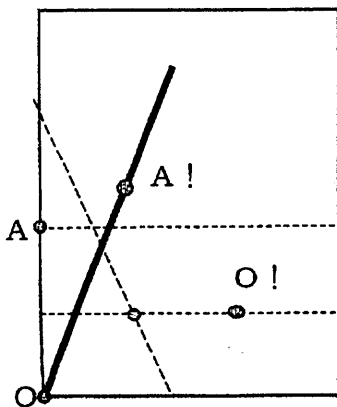


- ・DNAみたいな・・・2重らせん



- ・車のエアバッグ

- ・角度を3等分 (阿部 恒さん)

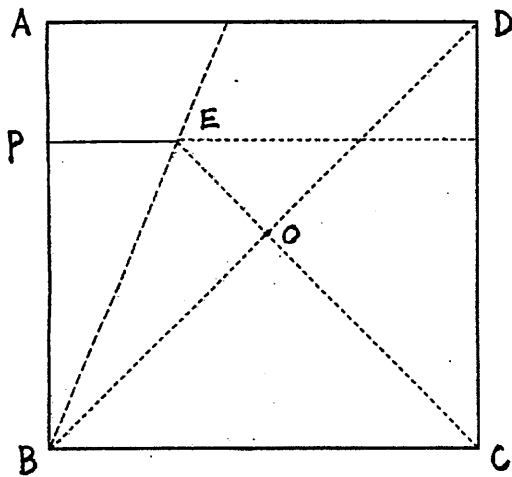


- ・辺の3等分 (漸近等分法 藤本修三さん)

- ・折って作った「斜三角錐とペンタドロン」を折り紙で!
(加藤渾一さん)

1. 紙を折る ～ カミの錬金術

正方形（折り紙）からの白銀比



手順

- ①対角線 BD の折り線をつける
- ②辺 AB と①の折り線 BD を合わせて折りたたむ
- ③頂点 B を頂点 D に合わせて折り線をつける
- ④ PE を延長して完成

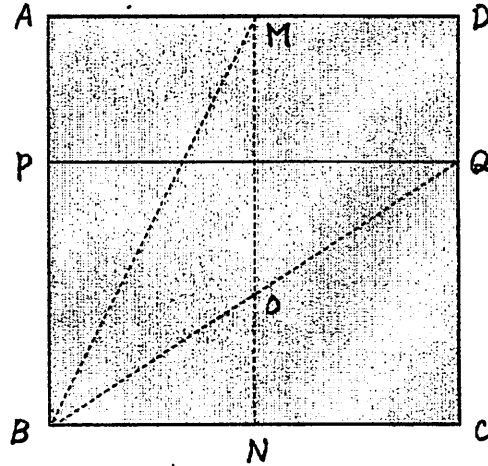
折り紙の1辺を1とする

$$BP = BO = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \text{なので}$$

$$PB : BC = \frac{\sqrt{2}}{2} : 1 = 1 : \sqrt{2}$$

よって、四角形 $PBCD$ は、白銀長方形

正方形（折り紙）からの黄金比



手順

- ①辺 AB と辺 DC を合わせて折り線をつける
- ②四角形 $ABNM$ の対角線 BM の折り線をつける
- ③辺 BC と②の BM を合わせて折り線をつける

折り紙の1辺を1とする

M, N は、それぞれ AD, BC の中点なので

$$BM = \frac{\sqrt{5}}{2}, \quad BQ \text{ は } \angle MBC \text{ を } 2 \text{ 等分するので}$$

$$NO : OM = \frac{1}{2} : \frac{\sqrt{5}}{2} = 1 : \sqrt{5}$$

$\triangle BNO$ と $\triangle BCQ$ は $1:2$ で相似なので

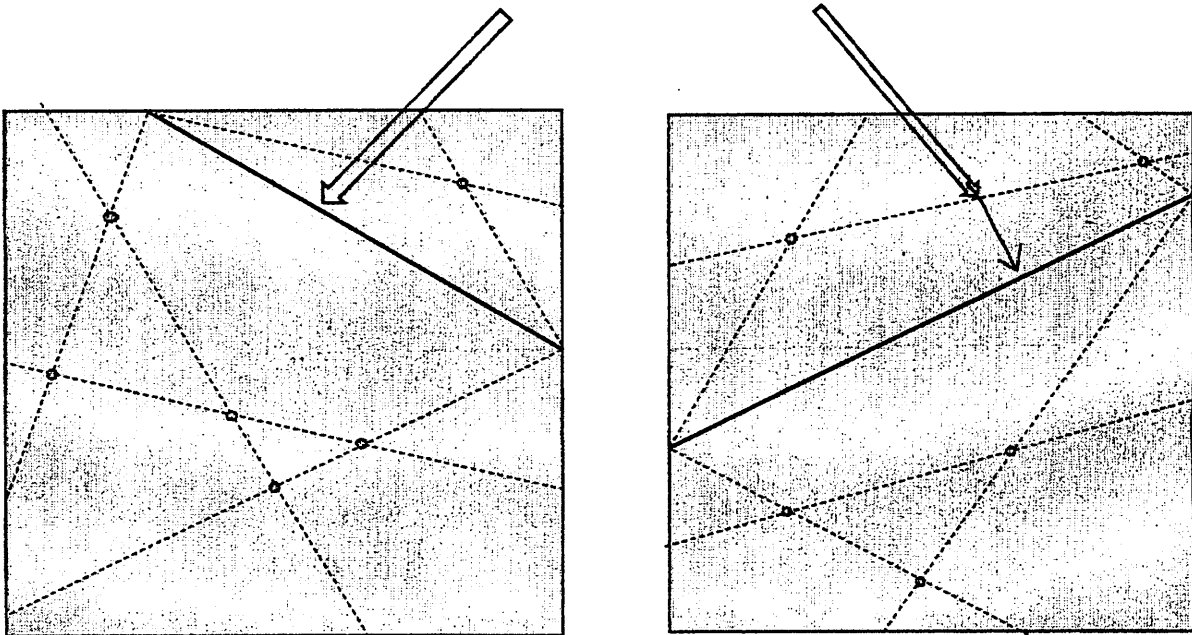
$$QC : BC = ON : BN = \frac{1}{1 + \sqrt{5}} : \frac{1}{2} = 1 : \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

よって、四角形 $PBCQ$ は、黄金長方形

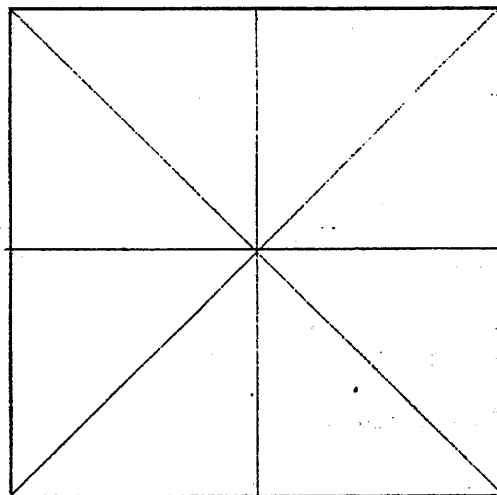
2. 紙を折る ～ オリガミクス体験 任意母線からの・・・不思議 ～

- ① 折り紙に、任意母線を折る
- ② ①の母線に対して、**線辺折り**をする
- ③ ②の折り線の交点に印を付ける
- ④ 折り紙と同じ大きさのトレーシングペーパーに1次折り線をつける
- ⑤ さあ、折り紙とトレーシングペーパーを重ねてみましょう

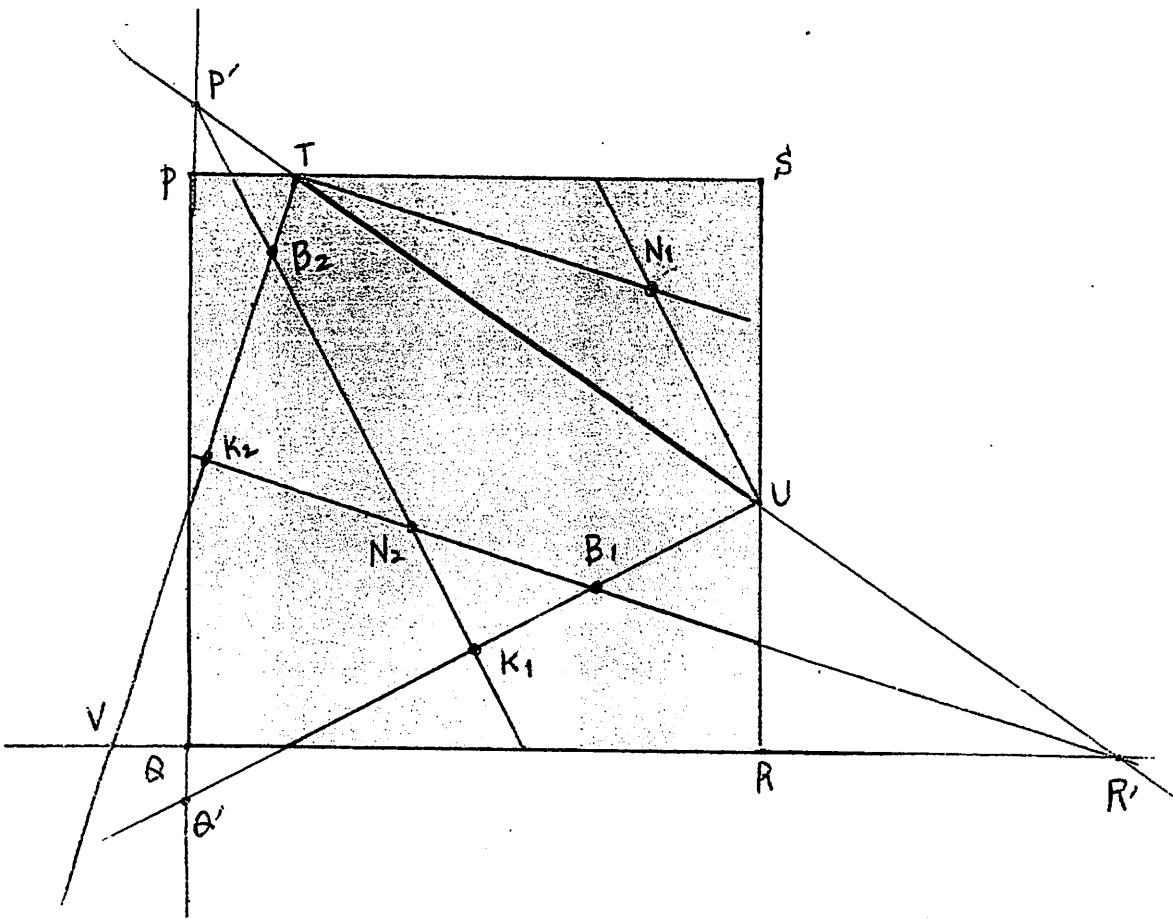
任意母線が、左図、右図のどちらでも構いません



1次折り線



*線辺折り・・・線と辺を合わせて折る



内心・・・ N_1 は、 $\triangle STU$ の内心なので、頂点 S の2等分線上（折り紙の対角線上）にある。
 N_2 は、 $\triangle QRP'$ の内心なので、頂点 Q の2等分線上（折り紙の対角線上）にある。

傍心・・・ B_1 は、 $\triangle RR'U$ の傍心なので、頂点 R の外角の2等分線上（折り紙の対角線上）にある。
 B_2 は、 $\triangle PP'T$ の傍心なので、頂点 P の外角の2等分線上（折り紙の対角線上）にある。

二等辺三角形の頂角の2等分線は底辺を垂直に2等分する・・・

K_1 は、二等辺三角形 $\triangle P'Q'U$ の底辺 $Q'U$ の中点で、 $Q'K_1 = UK_1$ 。

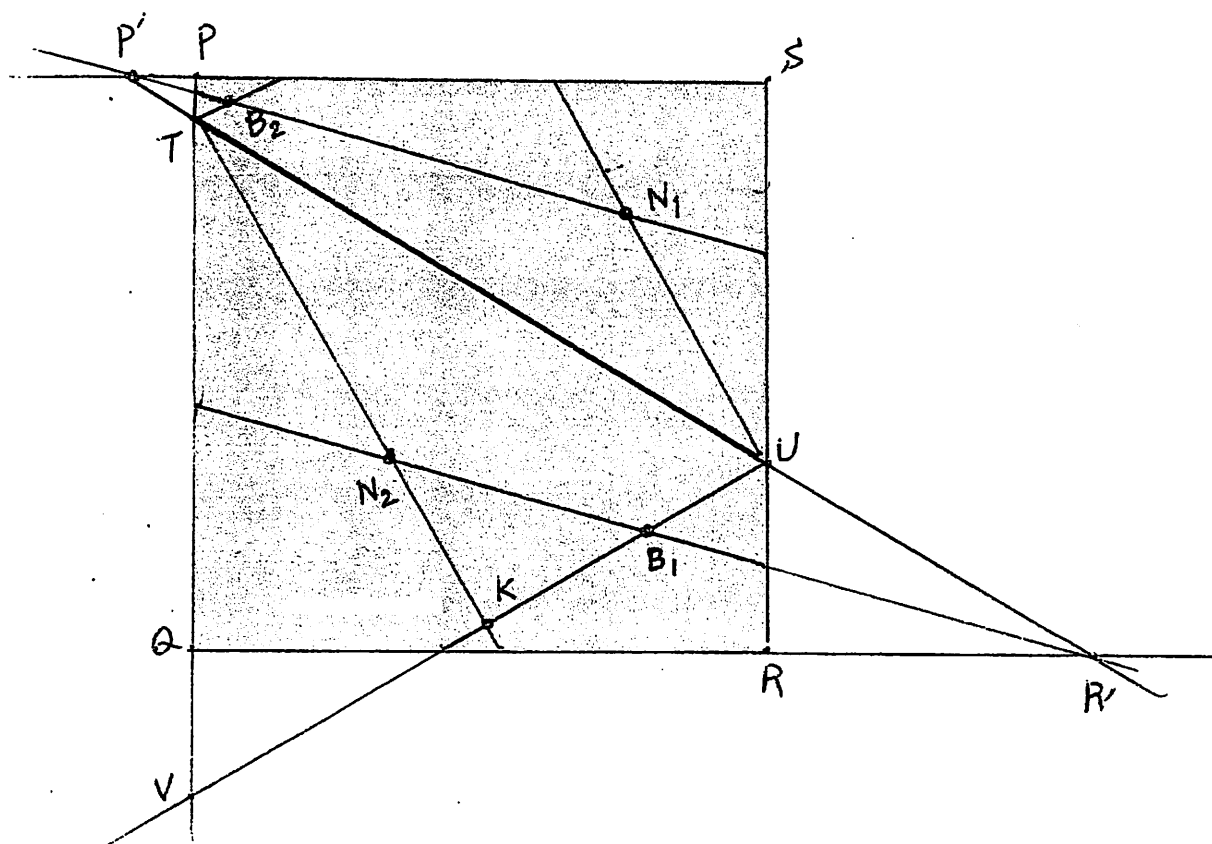
また、 $PQ \parallel SR$ 。

よって、 K_1 は折り紙を辺 PQ, SR をあわせて $\frac{1}{2}$ に折ったときの縦線上にある。

K_2 は、二等辺三角形 $\triangle R'TV$ の底辺 TV の中点で、 $TK_2 = VK_2$ 。

また、 $PS \parallel VR$ 。

よって、 K_2 は折り紙を辺 PS, QR をあわせて $\frac{1}{2}$ に折ったときの横線上にある。



内心・・・ N_1 は、 $\triangle SP'U$ の内心なので、頂点 S の2等分線上（折り紙の対角線上）にある。
 N_2 は、 $\triangle QR'T$ の内心なので、頂点 Q の2等分線上（折り紙の対角線上）にある。

傍心・・・ B_1 は、 $\triangle RR'U$ の傍心なので、頂点 R の外角の2等分線上（折り紙の対角線上）にある。
 B_2 は、 $\triangle PP'T$ の傍心なので、頂点 P の外角の2等分線上（折り紙の対角線上）にある。

二等辺三角形の頂角の2等分線は底辺を垂直に2等分する・・・

K は、二等辺三角形 $\triangle TUV$ の底辺 UV の中点で、 $VK = KU$ 。

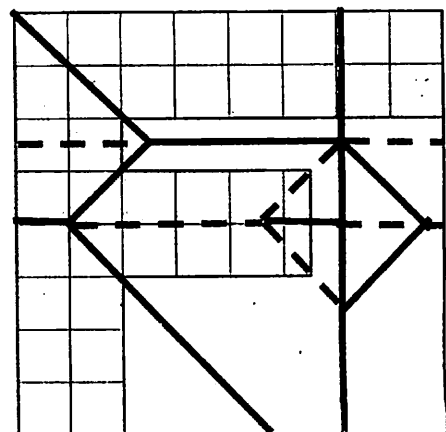
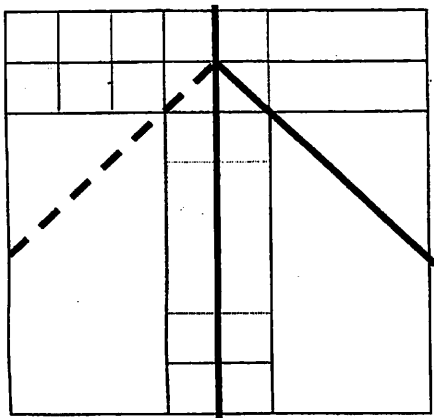
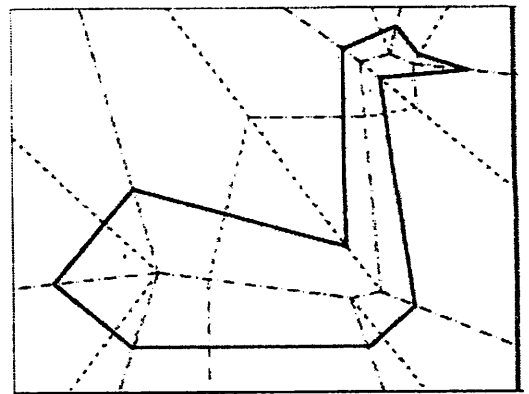
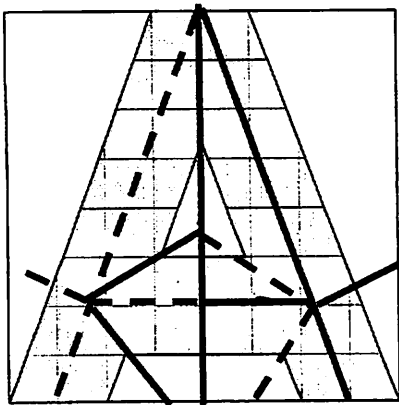
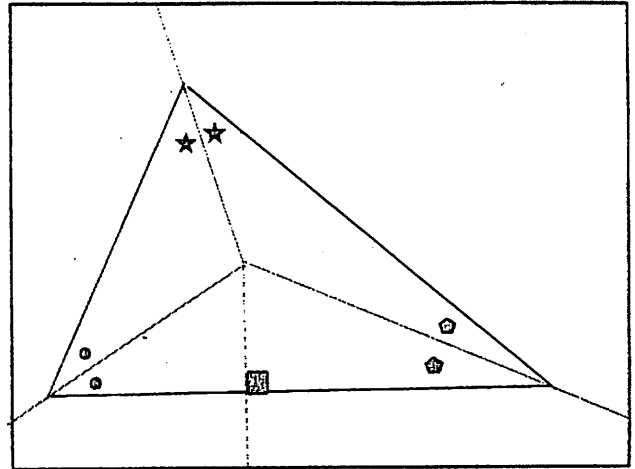
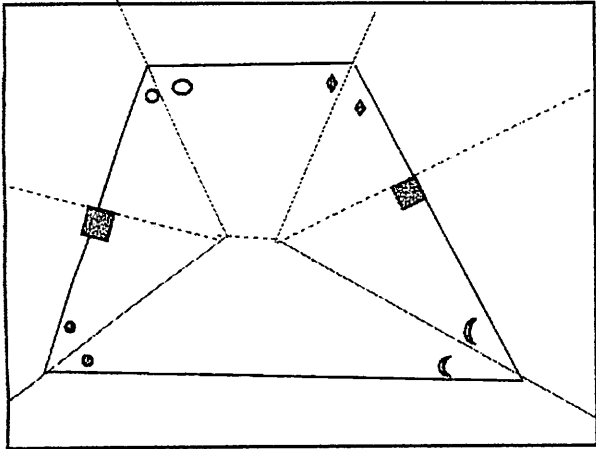
また、 $PV \parallel SR$ 。

よって、 K は折り紙を辺 PQ, SR をあわせて $\frac{1}{2}$ に折ったときの縦線上にある。

3. 紙を折る ～ 角の2等分線・垂線と追加の線で一刀切り ～

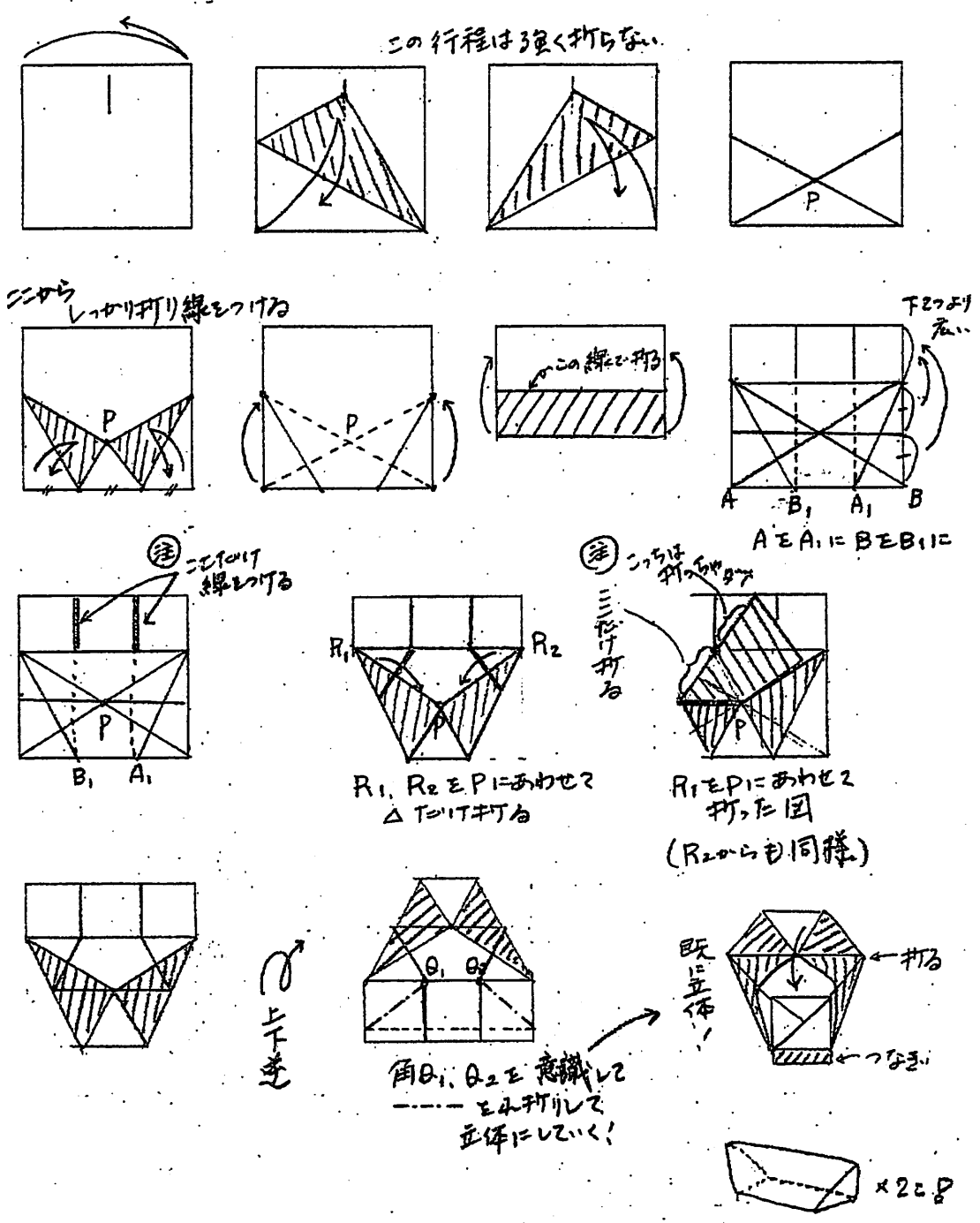
エリック・ドメイン

エリック曰く、「切り出したい形を紙に書いて、それぞれの角の二等分線と、切り出す線に下ろした垂線を折っていく。どれだけ複雑な形でも多角形は最終的に三角形と四角形に分割できる。さらに折り目を追加すれば、三角形と四角形の辺が一直線上に並ぶように折りたたむことができる」

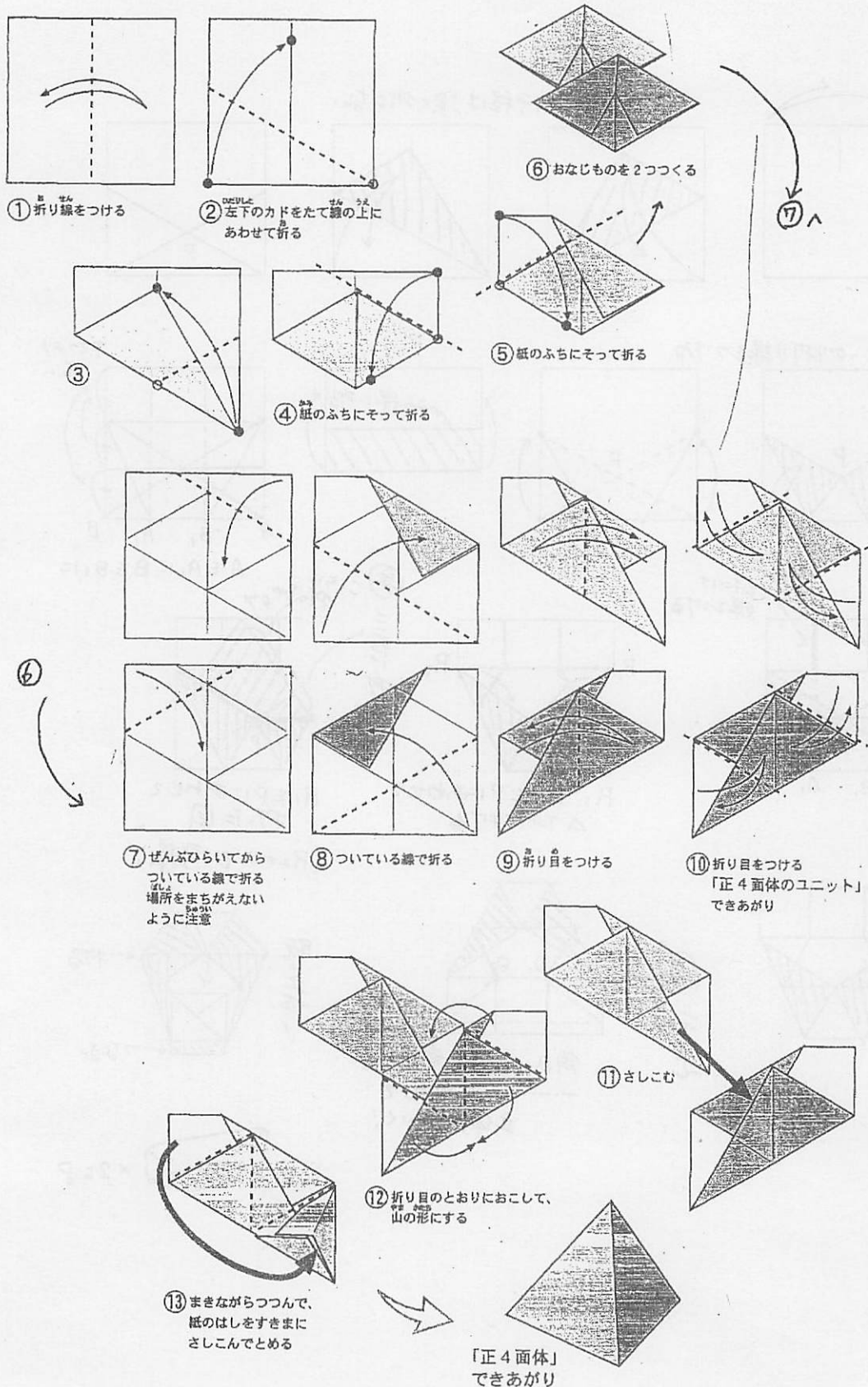


4. 実習 ～立体模型を作る～

A. 正四面体の切断図形・・・ | 5 * | 5 の折り紙2枚で1セット



B. 模型の入れ物 17.6cmの折り紙で作るとAの模型がぴったり収まる



オリガミクス

ORIGAMICS・・/origami に mathematics の語尾 ics をつけた造語。

1994 年の折り紙の科学国際会議（滋賀県大津）で芳賀和夫氏によって提唱されて以来使われるようになった。紙を折ることによって見えてくる数理の世界がオリガミクス！

参考資料

「本格折り紙 $\sqrt{2}$ 」 前川 淳 日貿出版社

「折り紙で数学」 堀井洋子+折り紙サークル 明治図書

「オリガミクスⅡ」 芳賀和夫 日本評論社

「博士の折り紙夢BOOK」 川崎敏和 朝日評論社

「法隆寺にひそむ白銀比、五稜郭にひそむ黄金比」 江藤邦彦 ペレ出版

「はじめての多面体おりがみ」 川村みゆき 日本ヴォーグ社

「実線折り図集」第2・3号 折り紙教育を考える会出版