

O R I G A M I

T A N T E I D A N

折紙探偵団

M A G A Z I N E

定価 600円

展開図折りに挑戦! Crease Pattern Challenge

展開図折りに挑戦! 大特集

Crease Pattern Challenges: And Now for
Something Completely Different

案内: 前川 淳

Comments : Maekawa Jun

親子蟹 : 目黒俊幸

キリン : 小松英夫

トンボ1.1B : 神谷哲史

ミノカサゴ : 北條高史

切妻・腰折・入母屋 : 舘 知宏

ドミノキューブ : 池上牛雄

A Crab and Its Kid : Meguro Toshiyuki,
Giraffe : Komatsu Hideo, Dragonfly ver. 1.1B :
Kamiya Satoshi, Un objet d'un poisson 5
(Pterois lunulata) : Hojyo Takashi,
Japanese Roofs (Kiridzuma, Koshiore,
Irimoya) : Tachi Tomohiro,
Domino Cube : Ikegami Ushio

クローズアップ Close-up

折紙数理オムニバス

Topics in Origami Math and Geometry

川崎敏和

Kawasaki Toshikazu

イベント情報 Event Information

第5回 折紙探偵団

関西コンベンション日程

Information about 5th Origami
Tanteidan Kansai Convention

連載折り図 / Thematic Series with Diagrams

やわらかユニット物語 : 川村みゆき

The Stories of Mellow Units : Kawamura Miyuki

おりがみ我楽多市 : やまぐち真

Origami Odds and Ends : Yamaguchi Makoto

読み物 / Articles

高木智の折り紙資料館 : 高木 智 ほか

Takagi Satoshi's the Origami Reference Room : Takagi Satoshi

通巻 **82** 号

第28回

<親子蟹><キリン><トンボ1.1B>

<さかなのオブジェ 5・ミノカサゴ>

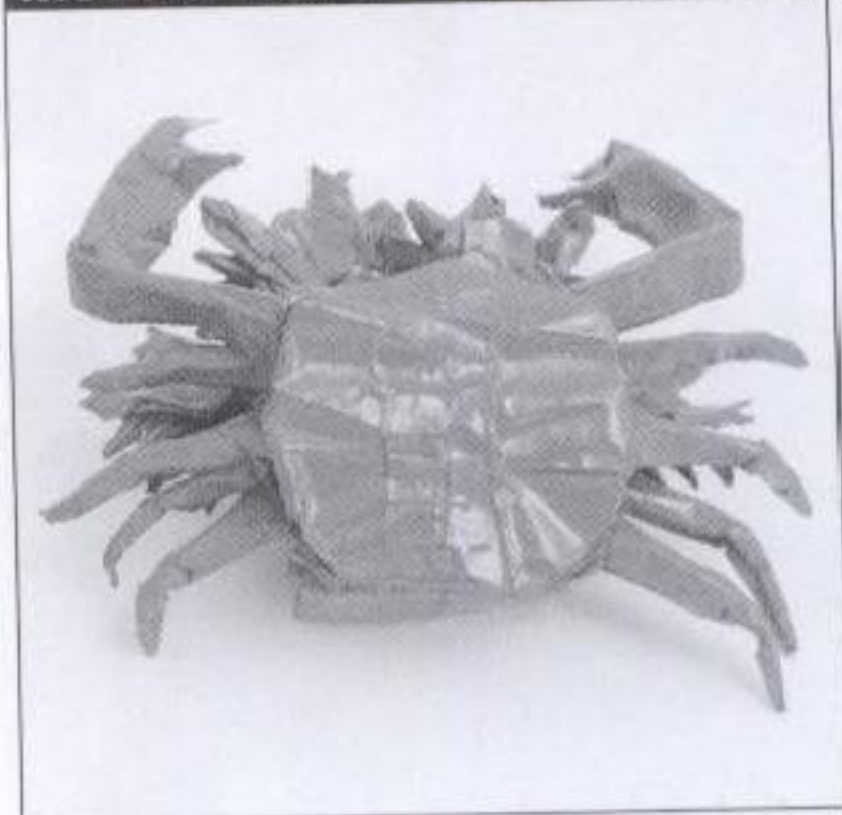
<切妻・腰折・入母屋><ドミノキューブ>

A Crab and Its Kid / Giraffe / Dragonfly ver. 1.1B / Un
objet d'un poisson 5 (Pterois lunulata) / Japanese
Roofs (Kiridzuma, Koshiore, Irimoya) / Domino Cube

はじめに

折り紙の作品を展開図で発表することが一般化してきた。本誌に連載されている『展開図折りに挑戦!』にも多くのファンがあると聞く。しかし、ひとくちに展開図と言っても、そこにはさまざまな種類がある。今回の特集では、それぞれに特徴を持った6種の作品の展開図を紹介する。見て面白い、そして挑戦してみても面白い展開図を存分に楽しんでもらいたい。

Model No.01



円で枝分かれをつくる

(前川 淳)

この展開図には山折り線も谷折り線もない。見慣れないと、どう折ってよいのかもわからないだろう。図には、直線で区切られた多角形の領域と、互いに接する円があるだけだ。どうすればよいのか。多角形の部分をつまみ折りの要領で、角を二等分するように折り畳めばよいのである。すると、一匹の親蟹と五匹の子蟹に対応する枝分かれ構造ができあがる。多角形の領域は、目黒さんの名付けた用語で「分子」という。折り目の基本である。円は枝の長さにあたり、この展開図は、円を外接させることで設計されたものである。このような、枝分かれが造形の特徴である作品の設計には、その方法がきわめて有効なのだ。図を見て、作者がこの作品をどう設計したのかを考えてみると面白い。

親子蟹

A Crab and Its Kid

目黒俊幸

Meguro Toshiyuki

Created : 1994

Paper Size : 100×100 cm

Width : 15 cm

親 子蟹は1994年頃に作りました。それ以前からずっと親子蟹を折ってみたいと思っていたのですが、どう折っていいか分からず頭の片隅に引っかかっていたテーマでした。ところが親子蟹を思いつくちょっと前に、飛ぶ昆虫シリーズを複数の作家が競作するという出来事があり(昆虫戦争)、私も参加させてもらったのですが、その時に円領域分子法という設計方法を使い慣れたおかげで、親子蟹でも実際に展開図にできるんじゃないかと思えるようになりました。そんなわけで、ようやく親子蟹を現実に折ることができたのでした。

しかし、そうはいっても突っ込み所満載の展開図ではありまして、特に子蟹の足がすっきりとしないところはいまだに大いに不満だったりします。でもでも、円領域分子法の利点すなわち、「円領域分子法を用いれば非常にシンプルな発想でいろいろ折れる」というシンプルさをアピールしているという意味で結構好きな展開図だったりします(この場合は外見の複雑さを狙ったわけではないのです。よく誤解されますが、...)。

展開図は円領域分子法に典型的なもので、展開図上半分が親蟹の体で、下半分が子蟹5匹分になっています。円領域分子法では、展開図上の円の配置は、それに先立ってイメージされる基本枝構造という樹状図に応じて決定されます。したがって円領域分子法

の展開図を見る際は、それがどのような樹状図を反映した結果なのかを想像していただくと、展開図に込められた意図が読みやすくなります。では親子蟹はどのような樹状図をイメージして作ったかといいますと、ぶっちゃけた話が腹に角のはえた蟹をイメージして、それを樹状図にしたものをイメージしています。腹にはえた角は鹿のように枝分かれしていて、分かれた各枝が子蟹になる様にと考えたわけです。もっとも、鹿の角の分枝には足やハサミはついていませんが、



子蟹には付いていますので、その分大きなスペースが必要になって、結局は用紙下半分が鹿の角すなわち子蟹の折り出しのためのスペースになってしまったというわけです。

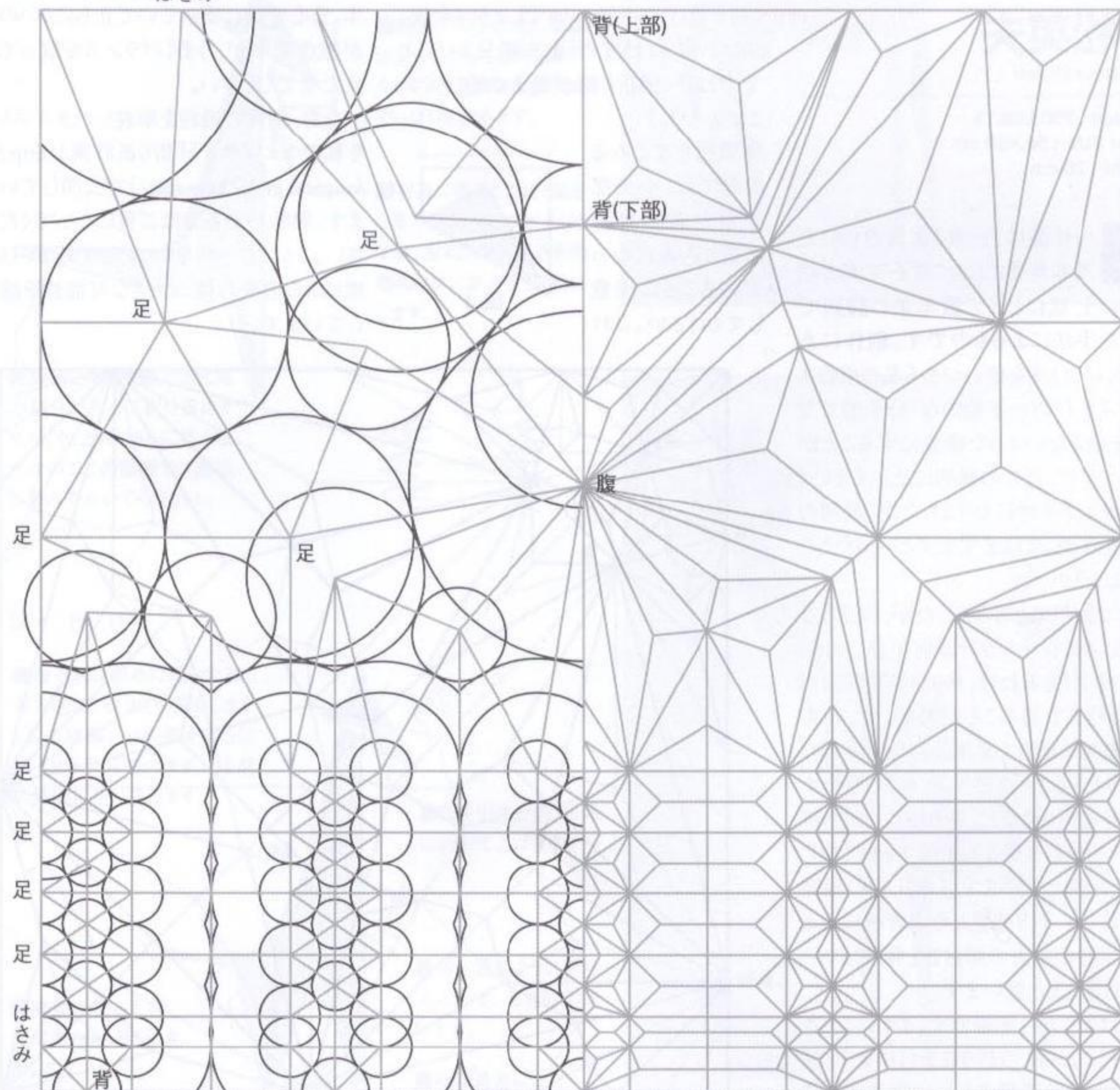
展開図上半分の親蟹の円配置は基本的にはツルの基本形で「ハサミなし2本足の蟹」を作っておいて、その周囲にベタベタ円領域を付け足して残り6本の足と2本のハサミを追加したものです。

最後に一言、子もりの沢蟹を捕まえて死なせてしまうと後味が悪いです。沢で

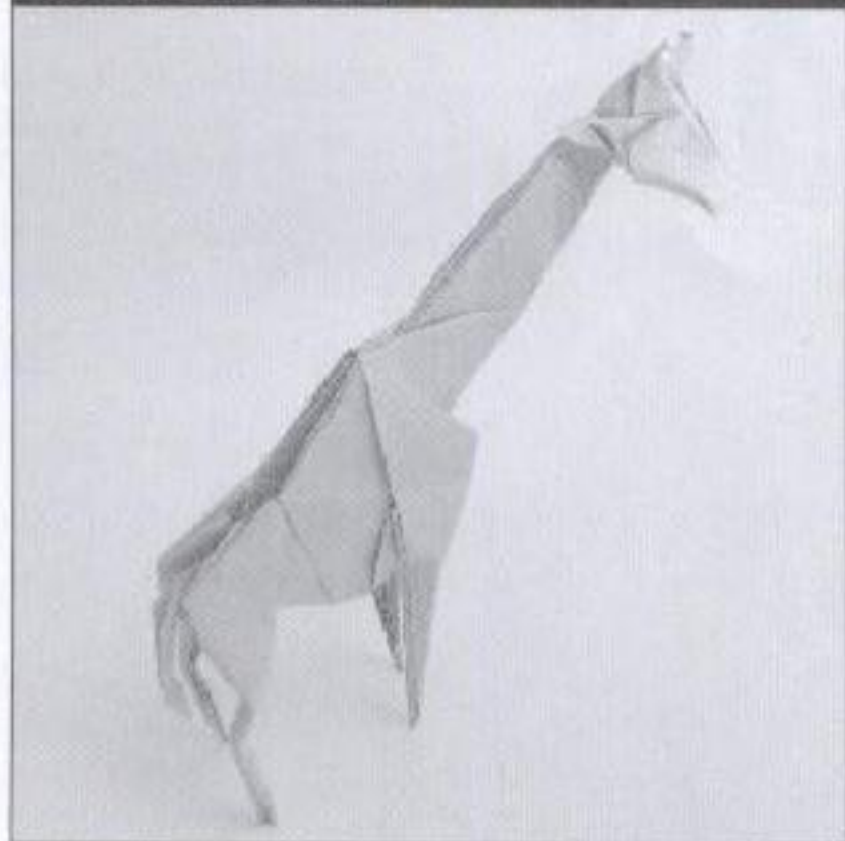
見かけても捕まえないで見るだけにしましょう。



はさみ



子がに



麒麟

Giraffe

小松英夫

Komatsu Hideo

Created : 2003.08.15

Paper Size : 50×50 cm

Height : 26 cm

この作品は、15度(直角の1/6)を基本角度にした“原子”の敷き詰めという、私にとって数年来の課題であった手法によるものです。創作にあたっては、15度を使いつつも私の前作までのスタイル(=多值的な・分子的でない)を崩さないような構成にすることが目標でした。当初の構想に比べるといくぶんシンプルめになりましたが、最初の取り組みとしてはまずまずといったところでしょうか。

上で数年来と書きましたが、根源となるインスピレーションは前川淳さんの「けやき」(『をる』2号、1993)を展開図折りした時まで遡ることができます。正方形を整然と分割する線分の幾何学的な美しさもさることながら、直角を6等分する独特の折り感覚に、折り慣れた22.5度(直角の1/4)と異なる新鮮さを強く感じたことを憶えています。「麒麟」の展開図折りでも、折り感覚とその背後にある幾何学性の双方の面白さを体験していただけたことと思います。

では折り方の解説です。まずはカドを3等分して30度の折り筋を付けます。展開図折りをする皆さんには釈迦に説法

角度制限あり!

(前川 淳)

「親子蟹」と違って、こちらの展開図には、山折りと谷折りの区別がある。その通りに折ってみよう。すると、枝分かれの配置だけではなく、枝の太さ、方向などが、ほとんど完成形に近いかたちとなって折りあがる。近年、作者の小松さんが目指している、「基本形≒完成形」という作風である。その「基本形」は、三角形や四角形の面が重なりあった、調和した美しいかたちである。それぞれの角は、すべて15度の倍数となるようにきっちりと計算されている。折り紙を折っていて感じる「意外なところでカドとカドが合った」という喜びを感じることができる構造だ。ここでは、角度の単位として15度が使われているが、こうした角度制限によく使われるのは22.5度であり、30度、18度なども考えることができる。

でしょうけれど、一応図示しておきます(図1)。以降は(まだきちんと整理できていないのですが、)図2のような感じで折り筋を付けていくといいでしょう。(余談: 図2はいわば15度の「前川紙」ということですね(一部折り線が端まで延びていませんが)。)

展開図をまとめる段階では、中央部分が左右非対称な折り込みになっていることに注意してください。これ

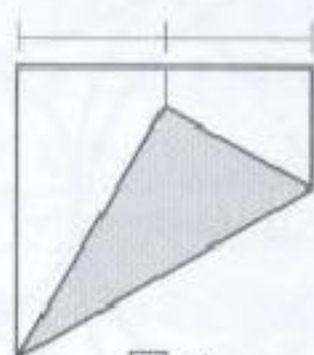
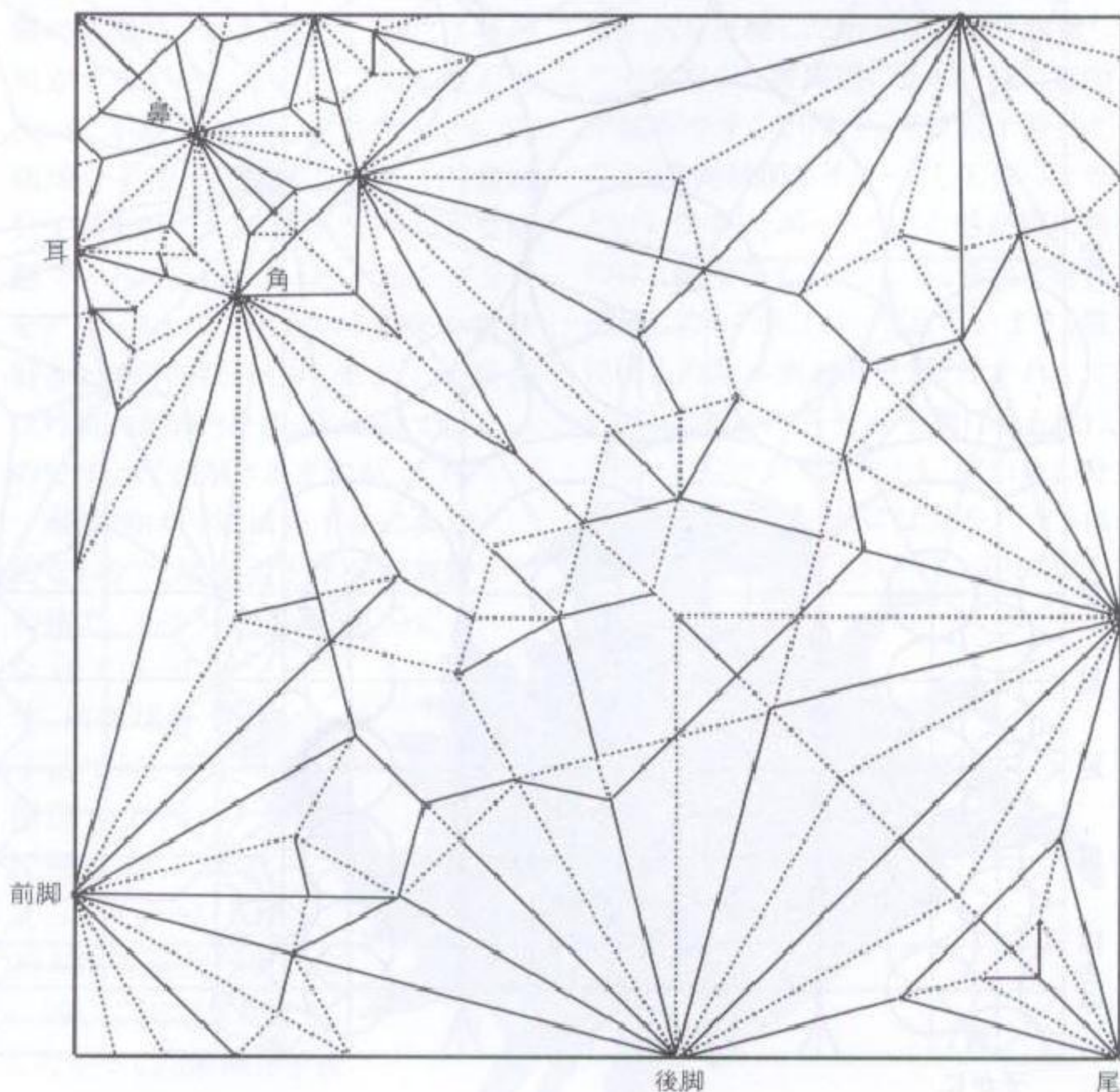


図 1

は背中が開くのを防ぐためです。図3が展開図を畳んだ形になりますので、後は図4のように仕上げを加えれば完成です。重心が前に寄っていて立ちにくいのが難点ですが、うまくバランスを取って立たせてください。

なお、創作の過程を解説したテキストを私のウェブサイト「折り紙計画」(<http://origami.gr.jp/komatsu/>)で公開しています。興味のある方はご覧になってください。こうして一作をものにしてみて、15度による構成の持つ大きな可能性を感じています。



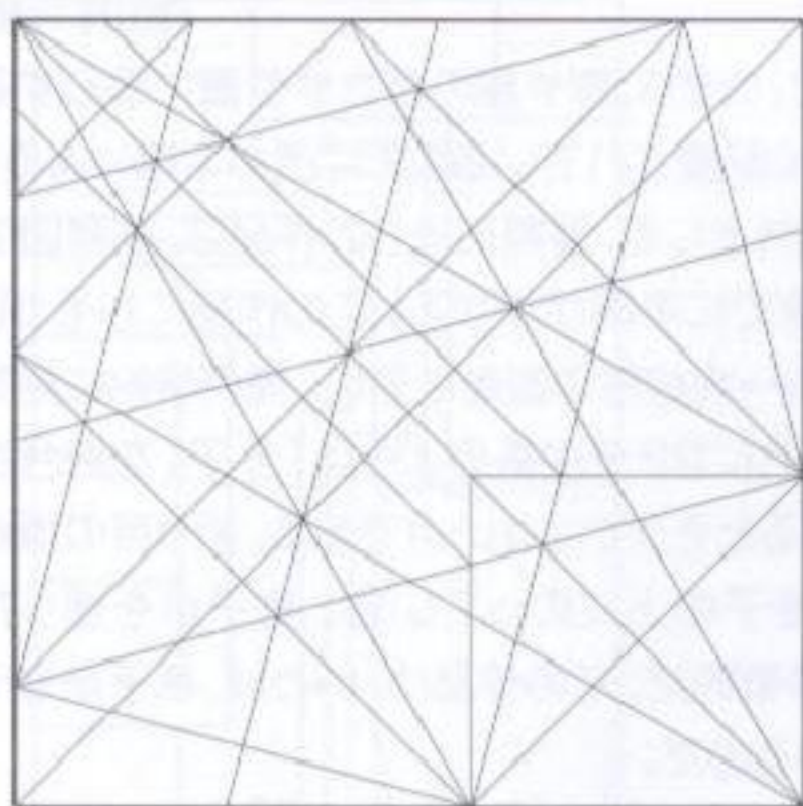


図2

図3 展開図を折った形

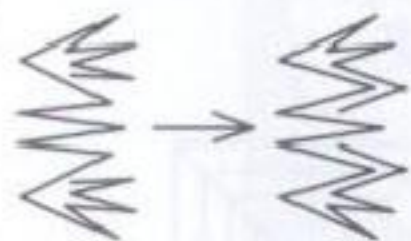
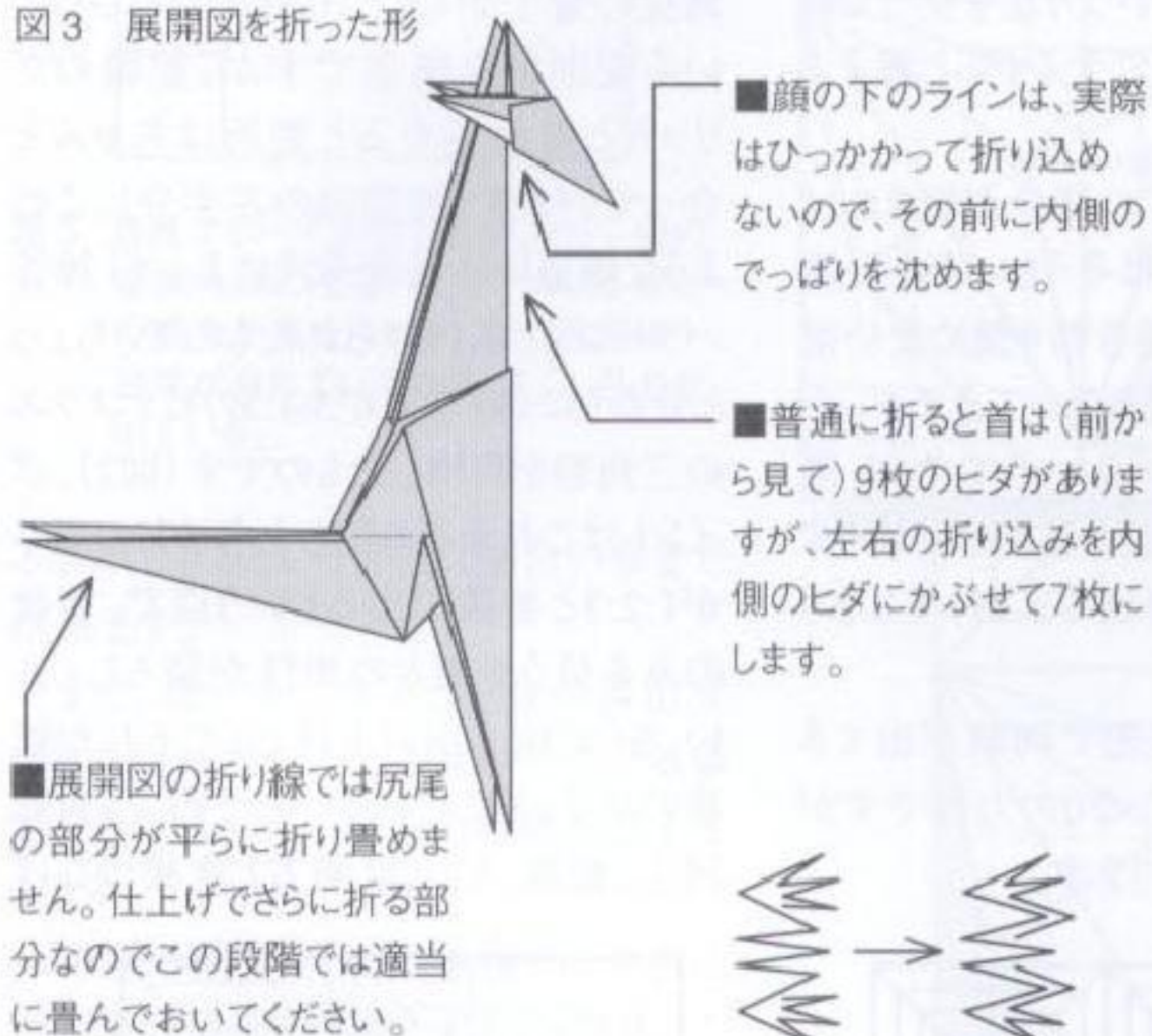
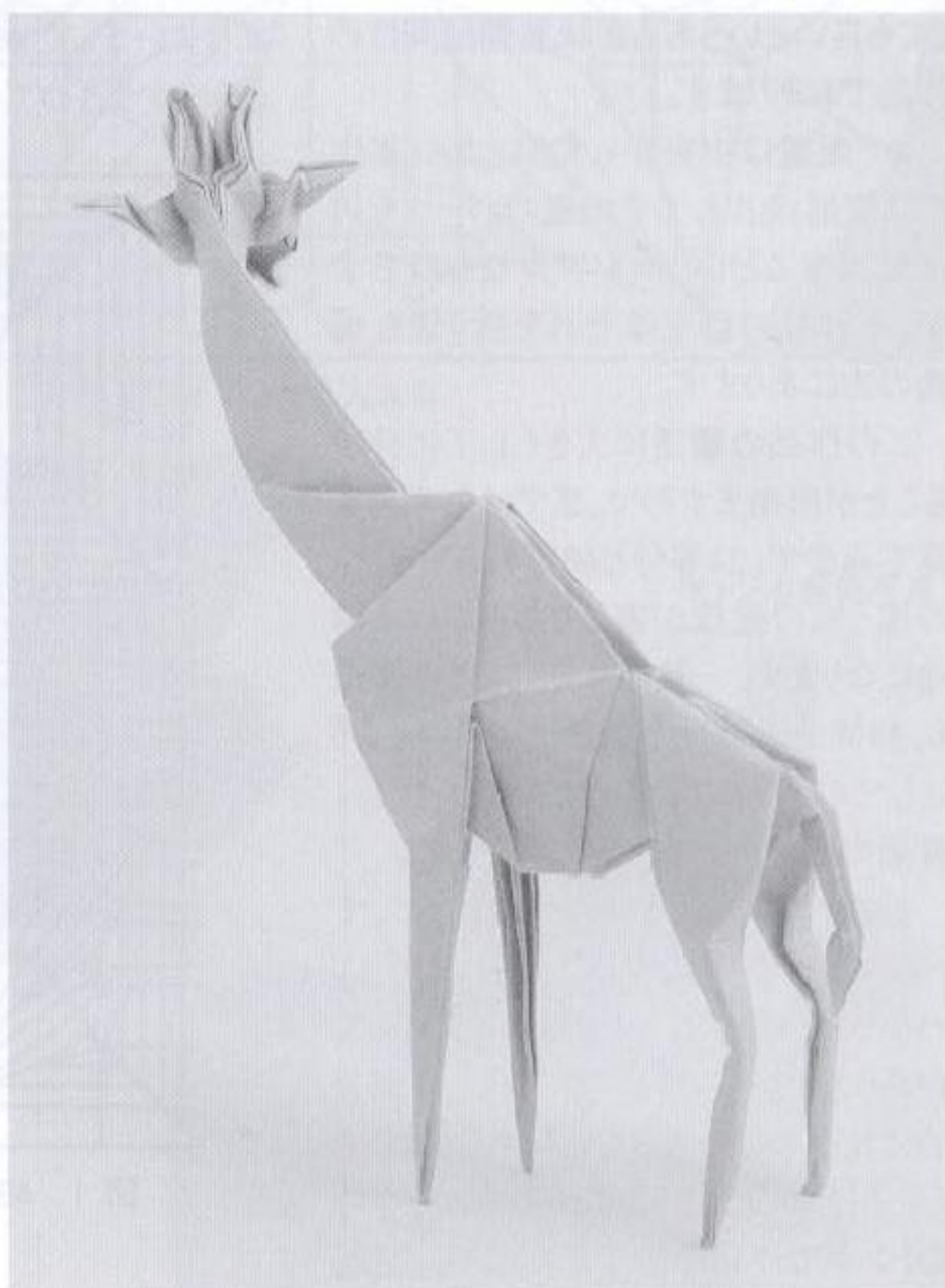
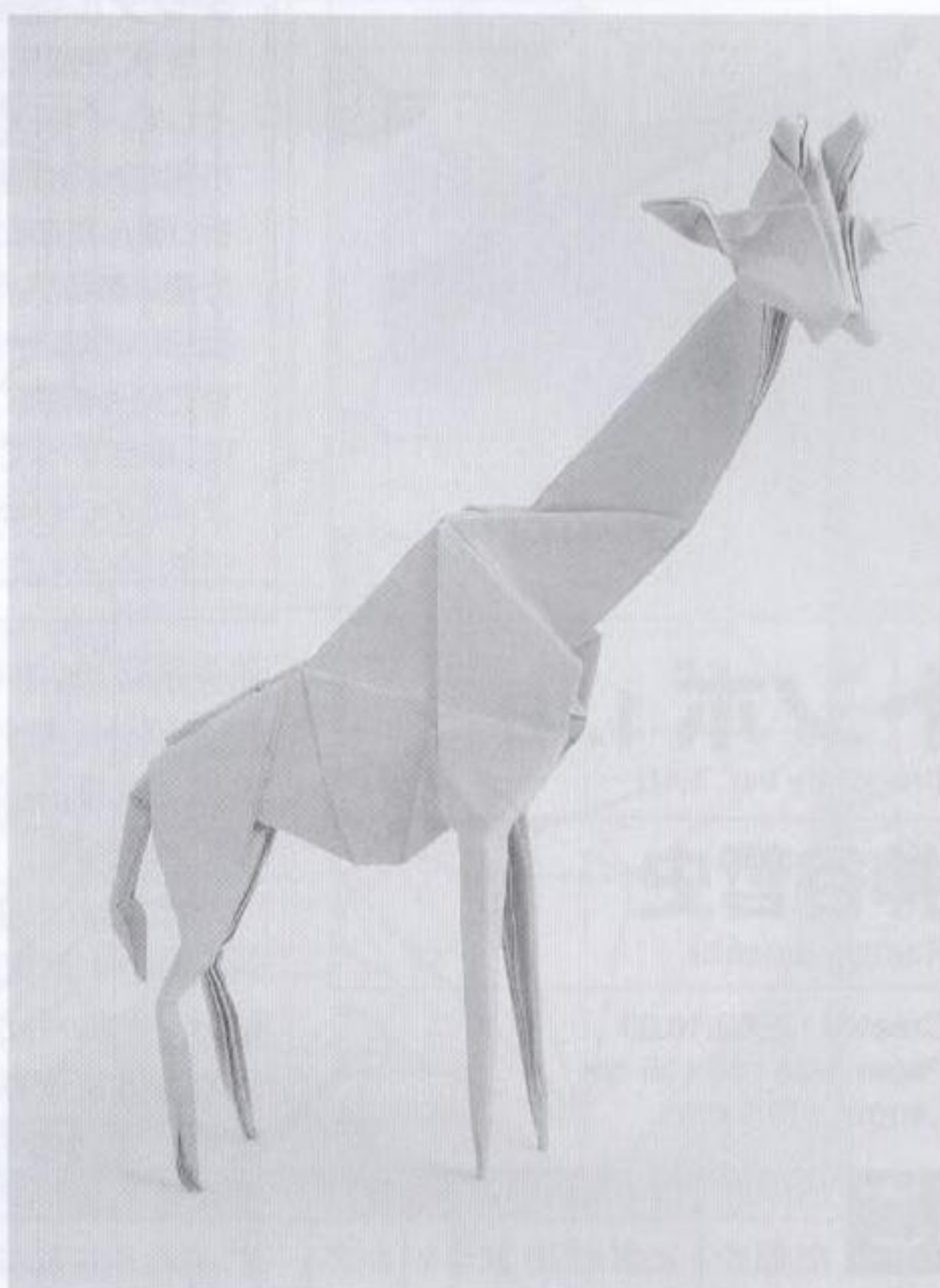
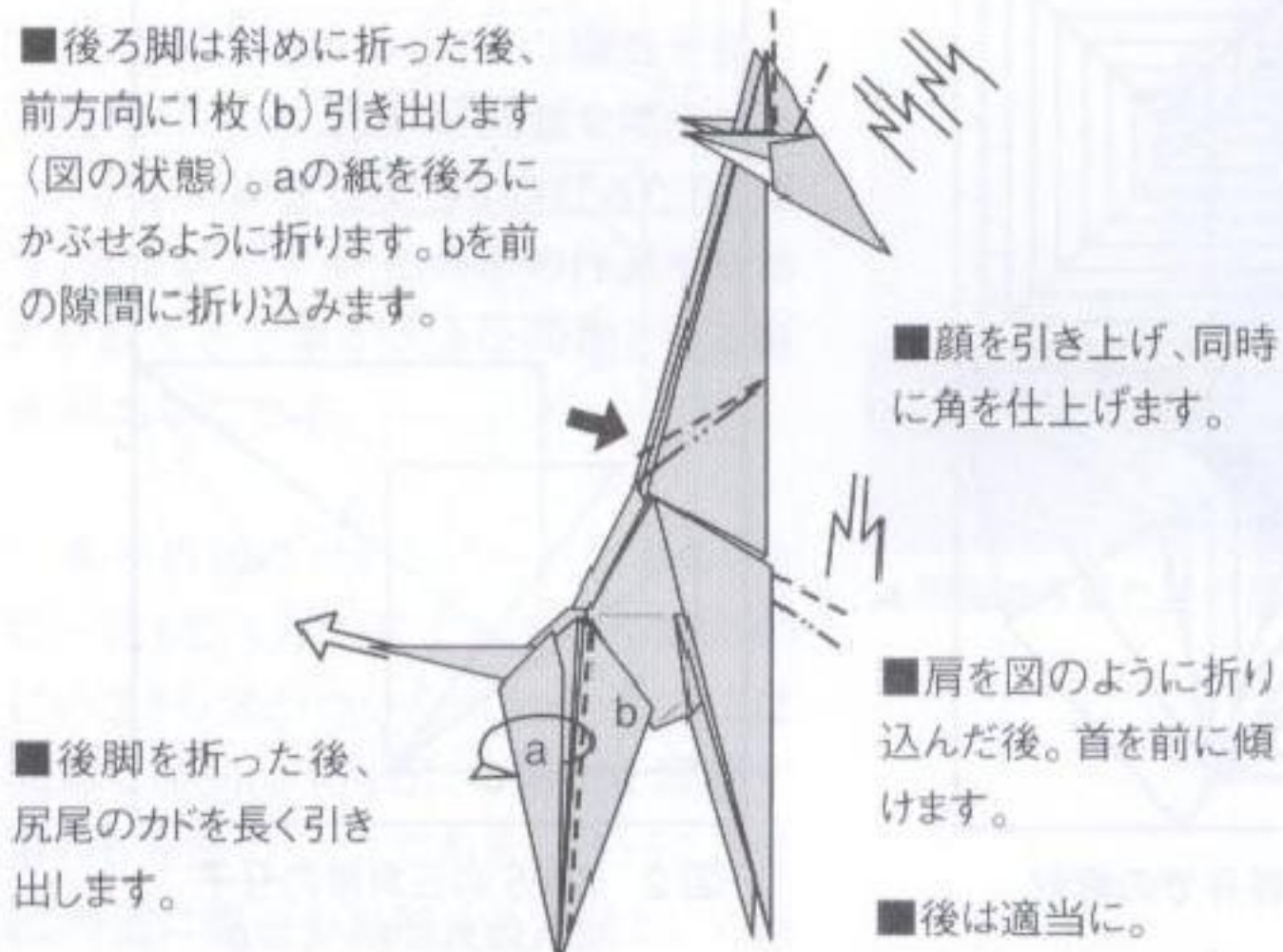


図4 仕上げ





トンボ 1.1B

Dragonfly ver. 1.1B

神谷哲史

Kamiya Satoshi

Created : 2002.10.23

Paper Size : 35×35 cm

Length : 10.5 cm

この作品は横からの視点を重視した形のトンボが出来ないかと思って作った物で、最近の神谷作品の中では比較的カドを出してからいじらなくても良いというある意味展開図向けの作品でもあります。

カド配置は中央から大きいカド(本作では腹部)を出してその他のパーツを辺に配置するというシンプルなものですが、本作品の目玉はそれを折り畳む構造の方にあります。

この作品の構造は大きく上下に分けることが出来ますので、まずは上半分を見てみます。24等分と48等分という2つの違う幅の蛇腹が混じりあっている構造になります。一見妙に見えるこの構造も、24等分の部分を半分にしずめるようにして48等分でそろえてやると(図1)、普通の蛇腹のパターンになります。

蛇腹作品の問題点の一つとして、すべてのカドが同じ幅になってしまいメリハリのない形状になりやすいというものがあります。その対策の一つとして部分的に蛇腹の幅を大きくする(もしくは小さくする)というのはなかなか有効で、今回のトンボでは48等分でカドを出した後、

デジタル構造

(前川 淳)

まず、完成形における図鑑的な正確さ、つまり、脚や翅の長さや位置に感心する。そして、それらが、展開図の中で無理なく配置されていることに改めて感じ入る。小松さんの作品や幾何学的な作品を例外として、展開図折りの作品は、展開図で折り畳んだあとから完成形に仕上げるまでに手間がかかる。この作品にもそうした面はあるが、予想外に、展開図折り畳み→完成形の距離は短い。幾何学的に見て面白いのは、一見、蛇腹を基本としてそれに22.5度系のような「分子」を融合させている構造に見えながら、つぶさに見るとそうではない点である。折り目の頂点は、ほぼすべて、12等分、24等分の格子の上になっている。格子点を使った3:4:5のいわゆるピタゴラス三角形が象徴的だ。この作品は、いわば、格子点でデジタル化された折り目の構造となっているのだ。

部分的に(結果的には脚の部分以外を)24等分に直すという方法を使っています。これはunsinkで太くすると考える事もできます。

ただ、それで全ての部分が収まればいいのですが実際はそうもいかない時も多く、そういった場合折り畳めない部分の対処法が問題となってきます。小技でどうにかなれば良いのですが、最悪構造の練り直しになる場合もあります。ちなみに私は力技でまとめてしまう事が多いです。

本作では腹部の先で問題が出てきてしまいましたが、かなりの力技ですがどうにかまとめてあります。

次に下半分の構造です。見えない角度の分子がいくつも組み合わさっている変則的な構造ですが、蛇腹のグリッドと重ねてやると要所はちゃんと合っています(展開図の左半分)。このような構造は目黒俊幸氏によって「神谷パターン」と名付けられたもので、ちょっと分かりにくいですが3:4:5のピタゴラスの三角形を利用したものです(図2)。ポイントはこれを折り畳むと各カドの長さが1:2:3と整数で出るという点で、整数のみを扱う蛇腹との相性が恐ろしく良い。さらに内心円の半径が1でそれが蛇腹のグリッドにのっているため、三角形同士、蛇腹、もしくは両方と直接つなげ

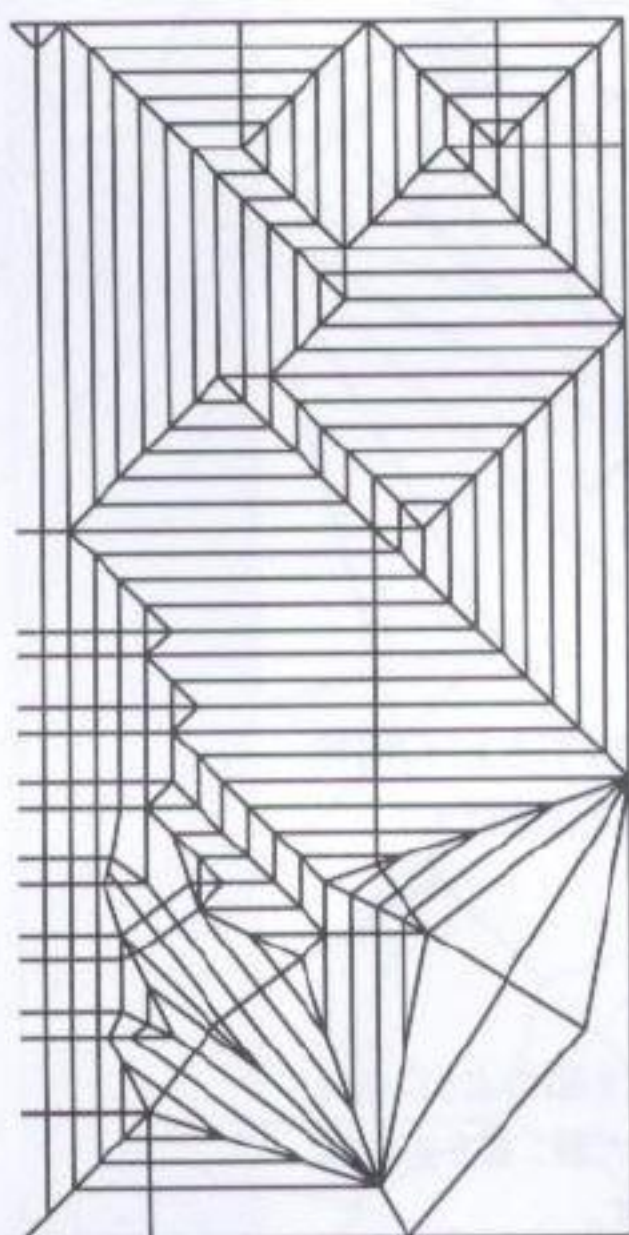
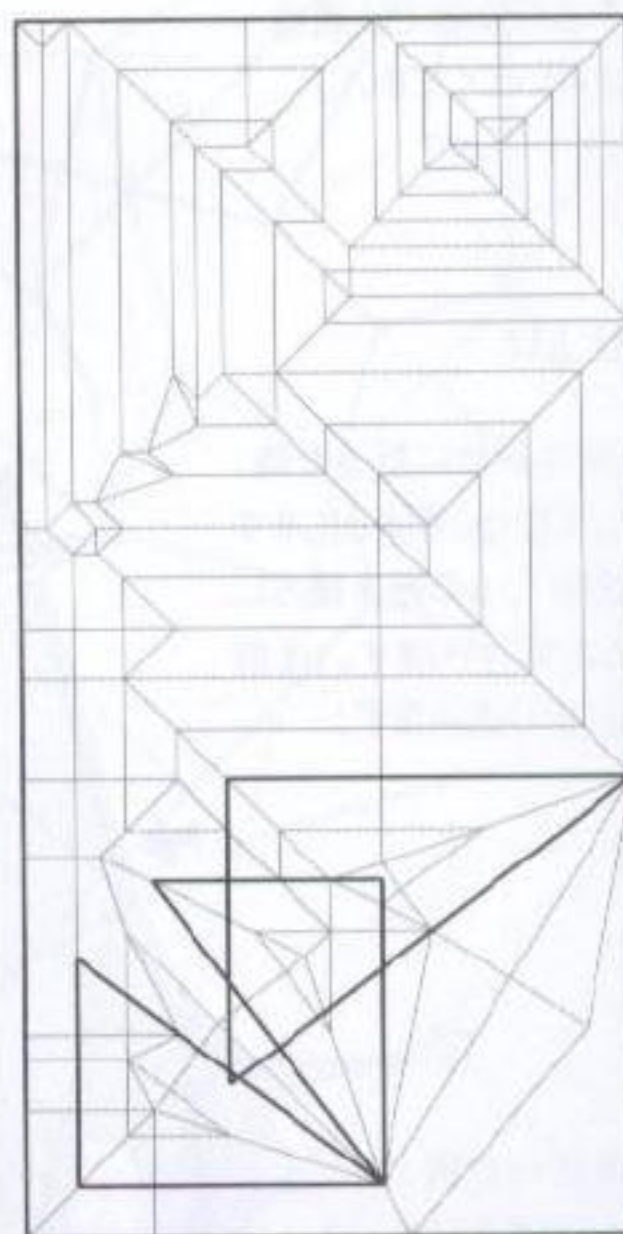


図1 48等分での解釈

図2 3:4:5の三角形の分子
これ以外にもいくつかあります。

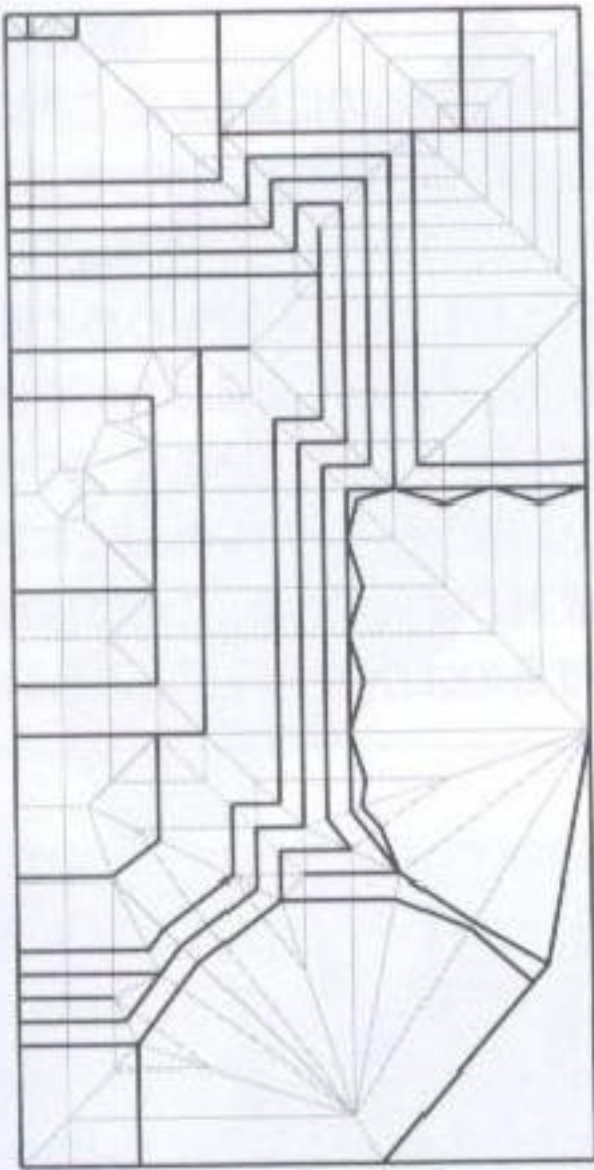


図3 目黒フォース全開(懐かしい)。羽の領域の形に注目。横分子による解析の威力が良く分かる。なお前翅は一意性が崩れているため、すこし乱れている。

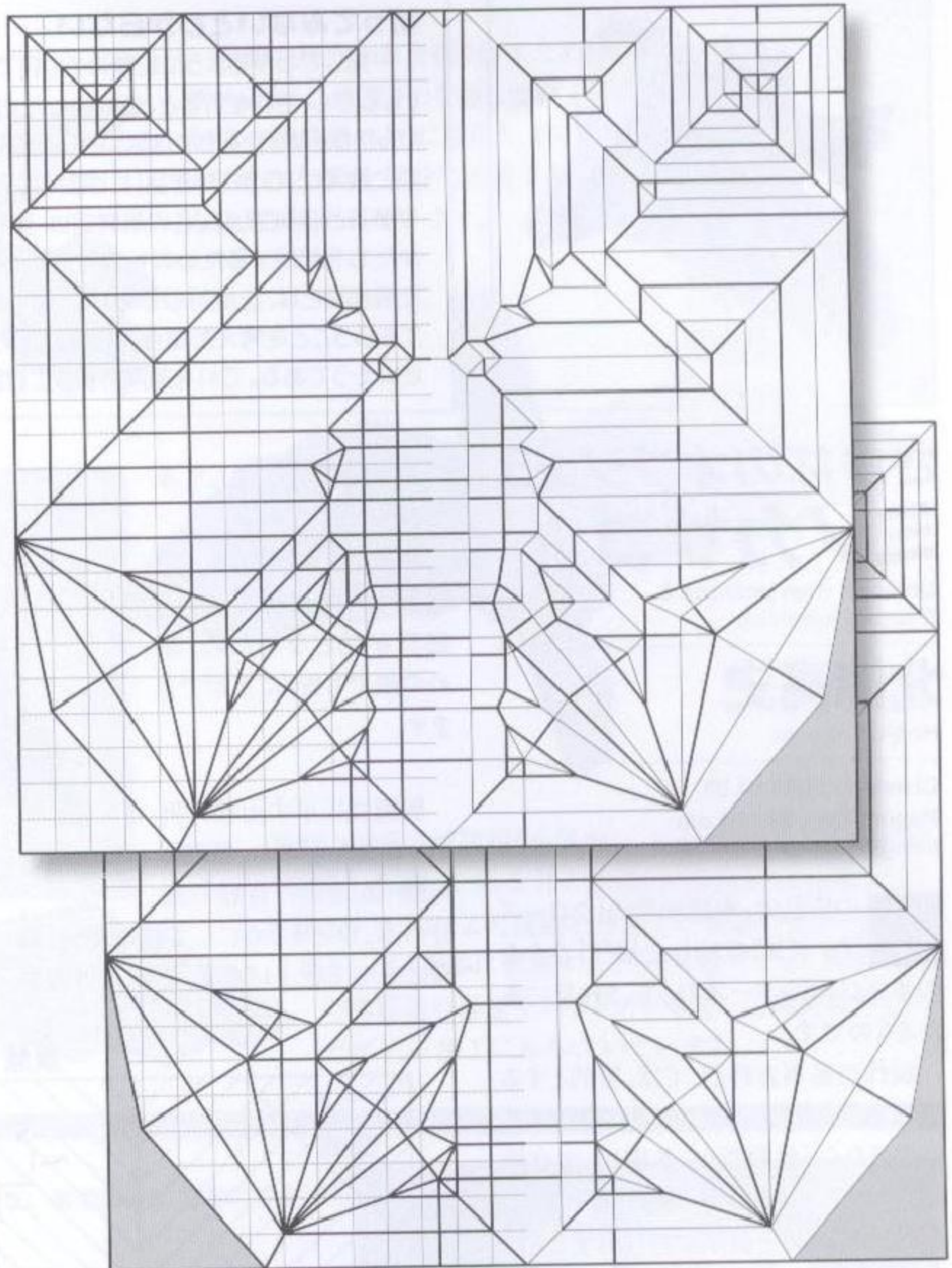
ることができるという非常に面白い事まで出来ます。

また、横分子にすると蛇腹の自由度をある程度残したまま効率を上げる事ができるというこの構造の特徴が見えてきます。

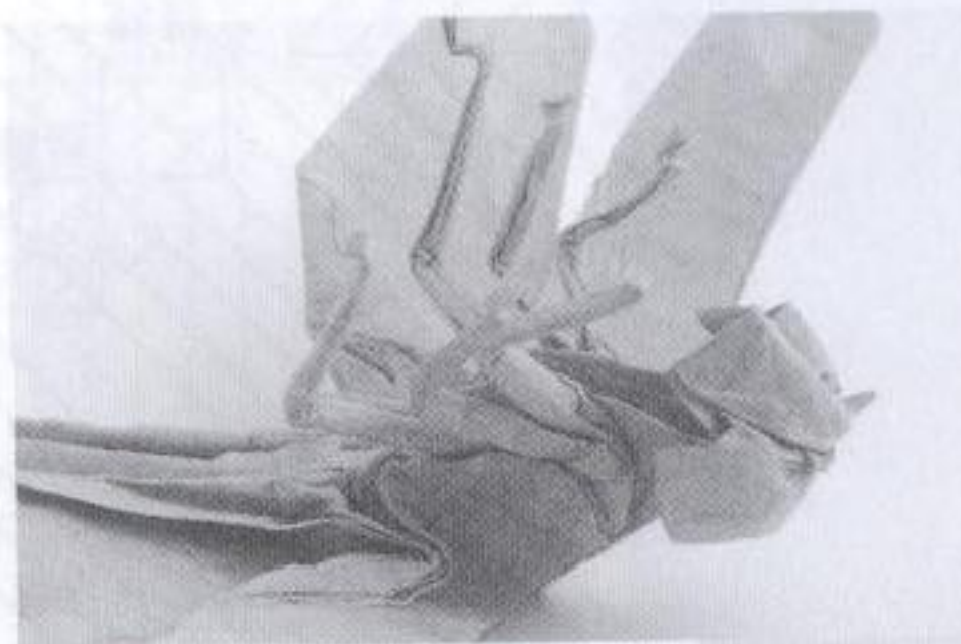
45度の蛇腹ではカドを折り出すのに正方形の領域を必要とするのに対し、この構造ではより円に近い形の領域を扱えるため、より無駄の少ない構造、言い換えると完成型を大きくする事が出来ます(図3)。

ただ本作品の場合、この構造を使った理由というのが実は「蛇腹を増やすとカドが余るから」というものだったりします。変な話ですが、この手の作品ではカドが長すぎる事が大きな問題となる場合があります。

本来折図のためのページにあるくせに一言も折り方に関する説明が無いのにいまさら気がついたのですが、そこは複雑な展開図を折るには構造を理解するのも方法の一つである、ということで(この逆に構造を理解する方法として折るというのがありますね)。

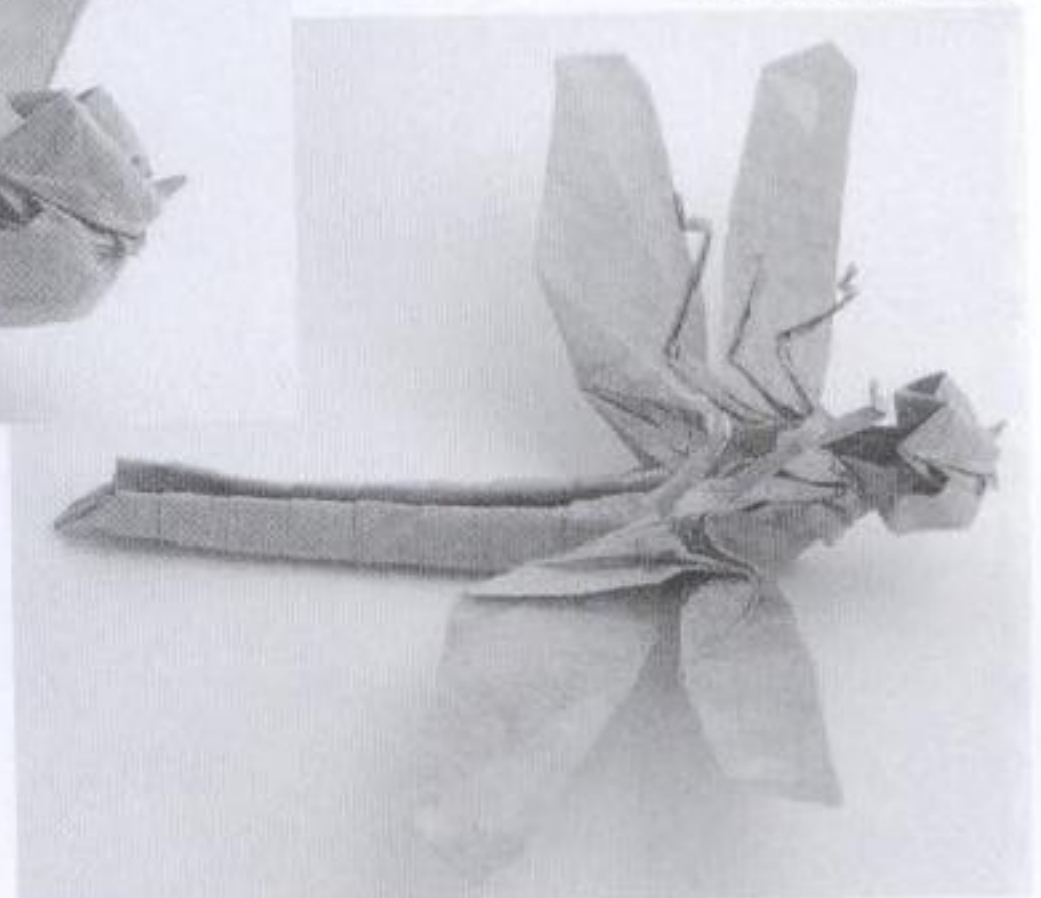


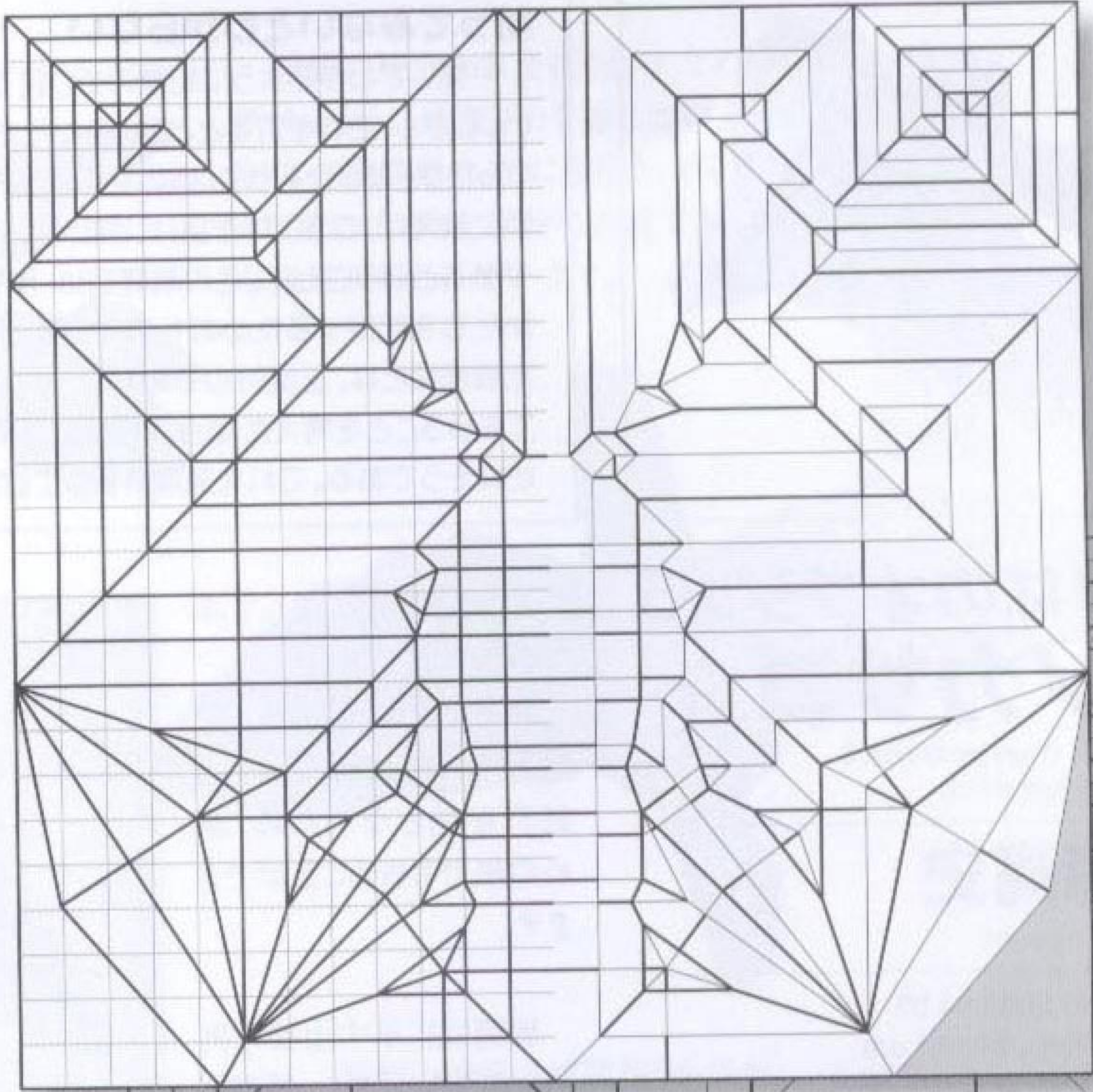
▲下の図で畳んでから上の図でひだを入れる

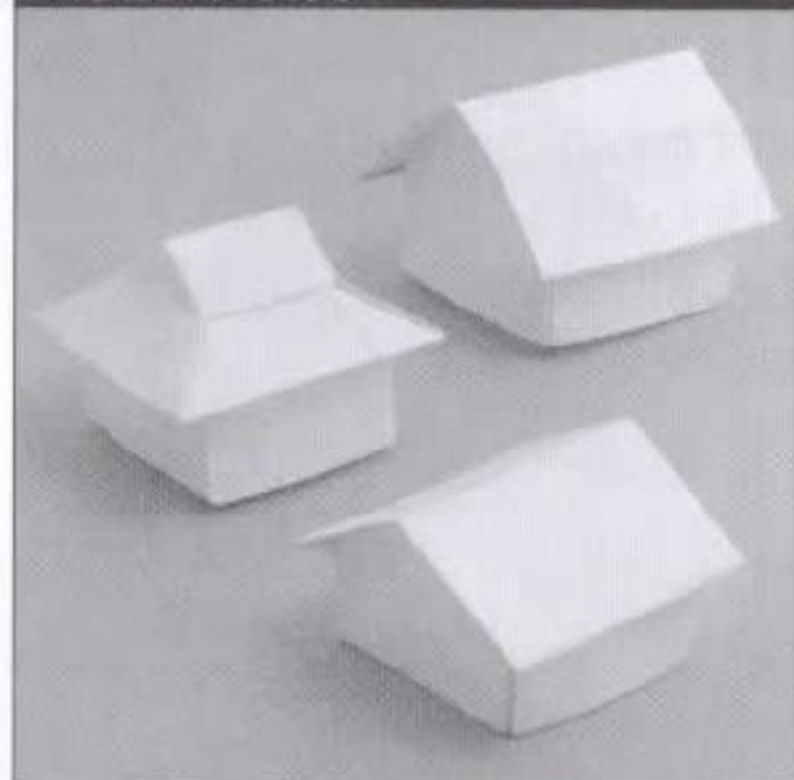


▲側面から見た足の付け根に注目

▼トンボ裏側写真







切妻、腰折、入母屋

Japanese Roofs (Kiridzuma, Koshiore, Irimoya)

館 知宏

Tachi Tomohiro

Created : 2003.02.18 - 2003.09.03

Paper Size : 13.5×13.5 cm (Kiridzuma)

20×20 cm (Koshiore, Irimoya)

Height : 3.5 cm (Kiridzuma),

5.5 cm (Koshiore), 4.5 cm (Irimoya)

思 い通りの立体形状を折紙で折りたいと思い創作した作品群です。折り畳まれた基本形から仕上げる操作で立体作品を作る方法は動物などの有機的な造型には有効ですが、厳密な平面で構成された形状には向きません。面で構成された立体形状を折ることができれば造型の幅が広がるのではと考えそれに適した題材として屋根の形状を選ぶことにしました。

創作においては面の角が集まる頂点を上手くデザインすることを考えました。頂点をそこに集まる面の角度の合計によって分類して考えます。合計の角度が 360° より小さい場合、その頂点は凸もしくは凹です。従来の表現を使うと「カド」です。この場合立体を構成する多角形の頂点を展開図上で一致するように並べれば 360° から余った部分ができ、それを二等分してヒダとすることで頂点を構成することができます。角度が 360° であるときは展開図上で頂点が一致するように多角形を並べれば全ての辺も

まさに展開図

(前川 淳)

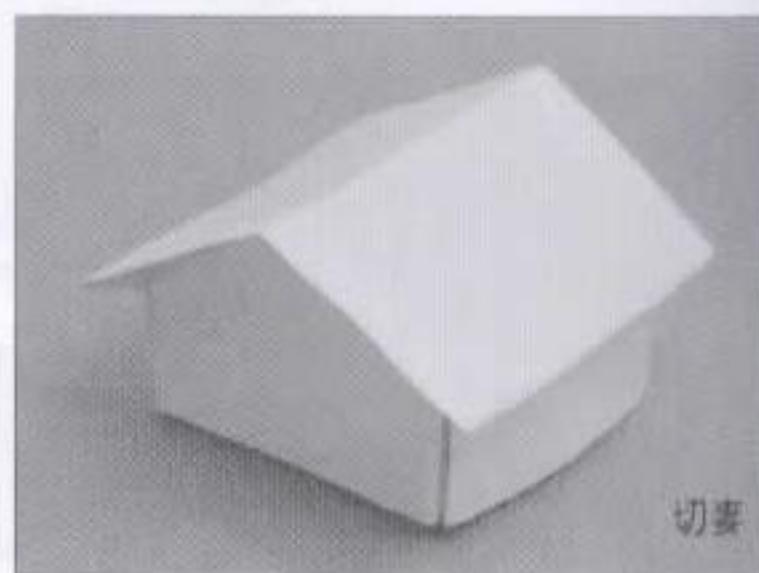
一般的な意味で、最も展開図という言葉がぴったりくる作品であろう。最終的な完成形に現れる面のかたちが、正方形のなかに配置されている。設計の課題は、それぞれの面のつながりを、紙にひだをつけることでいかに実現するかということだ。切り込みをいれてしまえば簡単にできるが、それでは「折り紙」にはならない。これをエレガントに実現するために、作者は、神谷さんのトンボと同じような手法を用いている。つまり、角度をきっちりとした値(直角の何等分など)にするのをやめて、ひだになる三角形や四角形の頂点を格子点にのせているのだ。なお、家の土台の部分が紙の縁にくるので、レンガ折り、ねじり折りの手法を使えば、一枚の大きな紙の各所に家を建てて(ねじり出して)、集落をつくることも可能である。

そのまま一致します。問題は角度が 360° を超えるときで、頂点周りが鞍型となります。これは「カドの根元」と表現できます。頂点を一致するように多角形を並べることができませんので頂点周りの多角形の辺が全て一致しつつ頂点においてヒダが立体に干渉しないという条件を満たすようにヒダを合流させる折りを埋め込みます。

創作した当初の形状は屋根の傾きが 45° であったため折りだしの比率が煩雑でしたが、屋根の傾きを $3/4$ にして再構成したらグリッド上にすっきり収めることが可能となりました。神谷パターンの恩恵です。

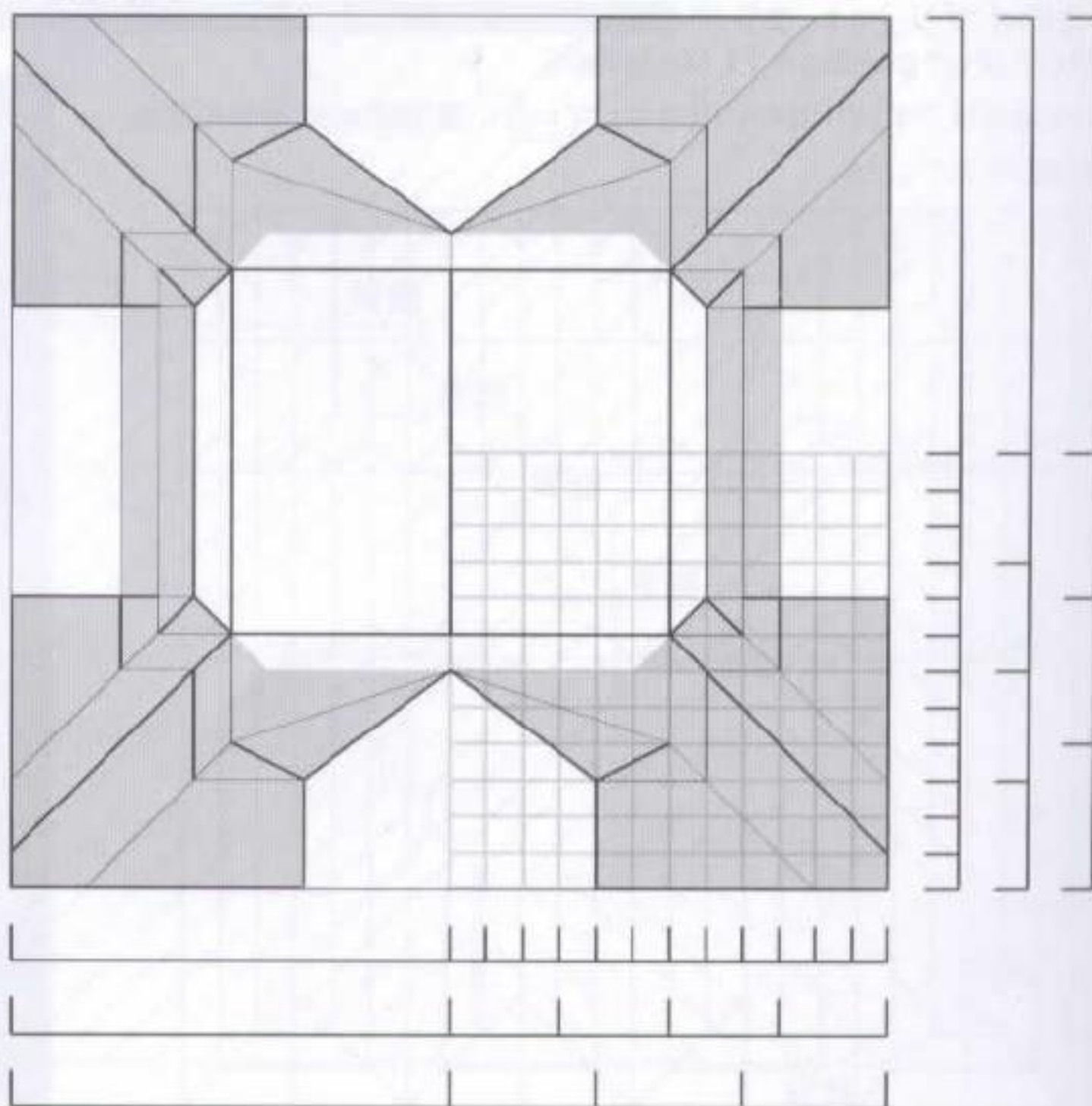
切妻が最もシンプルなので最初に折って立体が構成される感覚をつかむと良いかもしれません。

用紙は硬いほうが屋根面や壁面がしっかりしますが軒の部分に紙が集まるため(特に入母屋)厚い紙は使えませんので注意。



切妻

切妻展開図



展開図解説

この展開図は用紙を表(外側)から見たものです。灰色部分がヒダとなって隠れてしまう部分、白い部分は最終的な形状を構成する面です。白い多角形だけを切り離して辺と辺を繋げていくと立体が構成できることが確認できると思います。

立体作品なので全体を折りたたむことはできませんが灰色の部分だけは折りたためて縁がびったり重なります。灰色部分が内側へ隠れることを意識して折って下さい。太線が山折、細線が谷折となります。角の部分が壁と壁の間に余るので留め折りに使います。

基本的な寸法は辺の24もしくは48等

分から出せるようになっていきます。余分な折筋がつかないように必要な部分だけ細かくするようにします。24cmの折り紙を使う場合長さを計って折り線を引くと余分な折筋がつかなくて済みます。

入母屋だけは軒の部分に辺の等分でできるグリッドから外れた点があるので注意が必要です。軒はちょうど屋根の裏側に重なるので線の傾きが軒先の線を対称軸として対称になる線を引きます(重ねて折る)。その線とグリッドの線の交点と4.1という数字を参考にして折ってください。この4.1という数字はグリッドの幅を1としたときの値ですが小さい紙を用いる場合は4として折ってしまっても問題はありません。

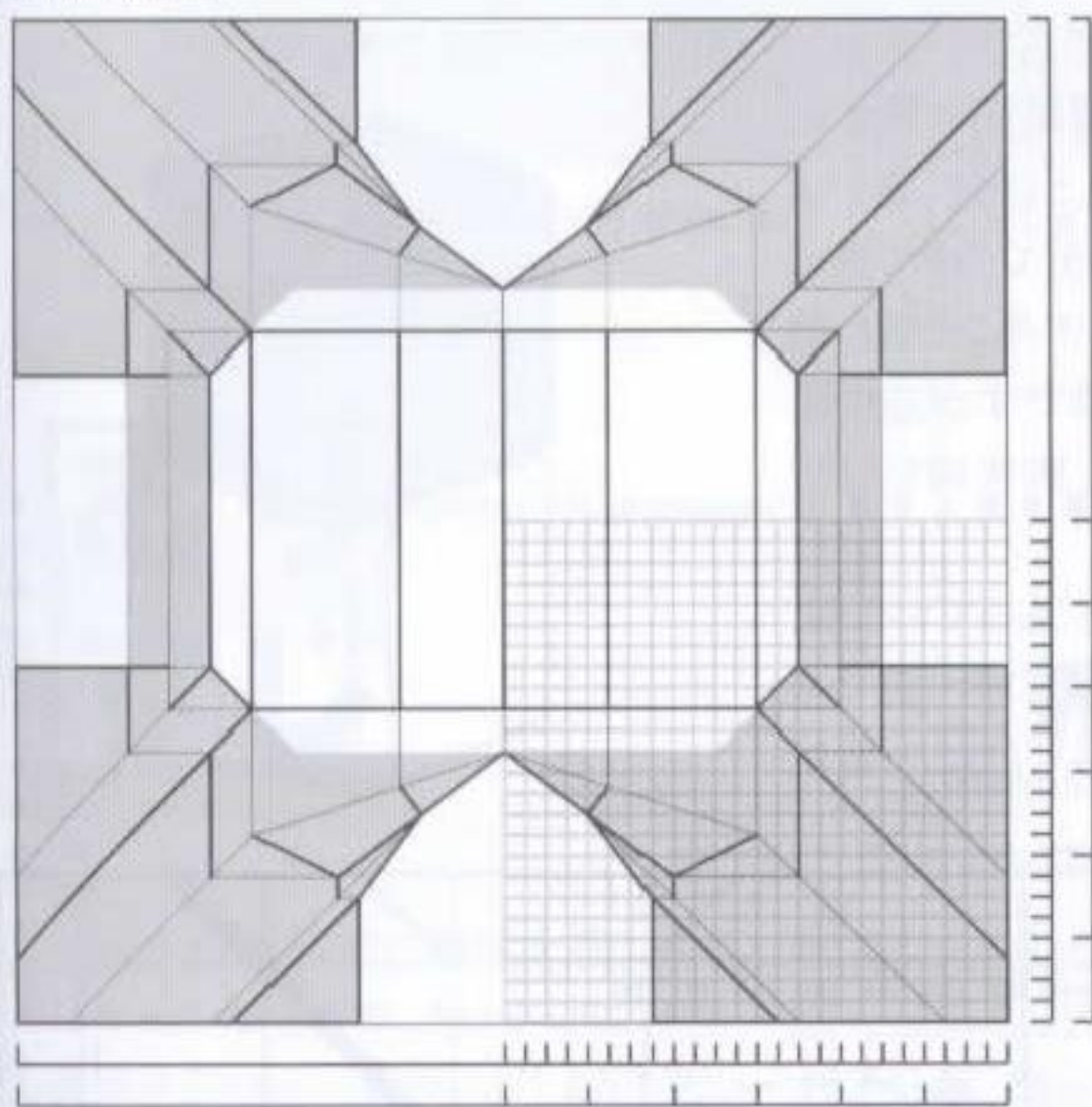


腰折

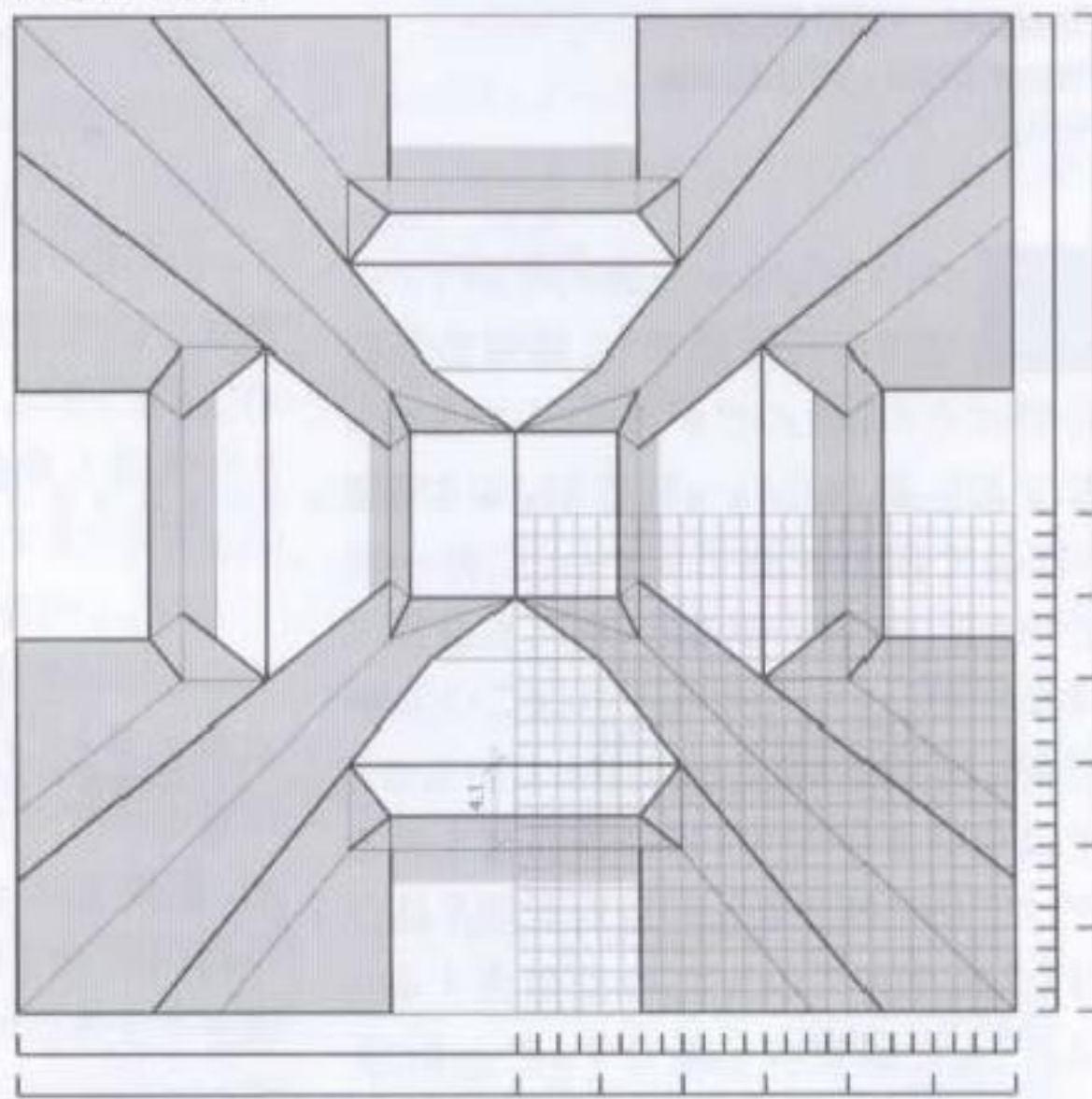


入母屋

腰折展開図



入母屋展開図



用語解説

切妻(きりづま)

二枚の傾いた面で構成されている屋根を切妻と呼びます。

二面の交わる稜線すなわち棟(むね)に対して垂直の壁面を妻(つま)と呼び、その面で屋根が切れているためこの名称がついています。ちなみに妻に垂直な面は平(ひら)といいます。

寄棟(よせむね)(参考)

四方の軒に雨が流れるように四枚の傾いた面で構成する屋根を寄棟と呼びます。

屋根の四隅から中央の棟へ繋がる稜線を隅棟と呼びそれが中央の棟に集まる構成となっています。

展開図はありませんが入母屋の周囲のパターンを参考にすると折れるので興味ある方は挑戦してみてください。正方形から対称に折ると中央に棟ができず隅棟が一箇所に集まってしまいますので長方形にしてから折るのが良いでしょう。ちなみに隅棟が一箇所に集まる形状は方形(ほうぎょう)と呼びます。

腰折(こしおれ)

途中で勾配が大きくなる屋根を腰折と

いいます。切妻の腰折、寄棟の腰折が考えられますがここに載せた作品は切妻の腰折です。

入母屋(いりもや)

入母屋は中央が切妻でその周囲を寄棟で覆ったような形状の屋根です。

「しころ」という屋根の形状とほぼ同じですが、切妻部分の二枚の斜面と寄棟部分の面の傾きが等しく連続しているものを入母屋、この部分で傾きが変わるものを「しころ」と区別します。

この作品は傾きが変わらないように構成されているので入母屋です。