

平面充填からのメタモルフォーシスに関する考察 —作品と制作—

久保村 里正*

A Study on Metamorphosis of Tessellated Patterns: Artworks and Their Production

Risei KUBOMURA

要旨 平面充填とは、空間として平面上に平面図形を隙間無く敷き詰めた状態のことであり、その図形から徐々に形態が変容していく表現をメタモルフォーシスという。平面充填からのメタモルフォーシスを用いた作家として有名なのは、マウリッツ・コルネリス・エッシャーであるが、彼がこの様な作品を作る契機となったのは、1936年に妻と一緒にスペインのグラナダにあるアルハンブラ宮殿を訪れ、そのモザイク模様を見たことだといわれている。エッシャーはその後、1938年に平面充填図形のアイデアを元に、『昼と夜』、『空気と水Ⅰ』、『空気と水Ⅱ』という作品を制作し、成功を収めることとなった。平面充填図形の最も単純で基礎的なものは、単一ユニットの正多角形による平面充填であるが、この単一ユニットの正多角形による平面充填は、ピタゴラスによって証明され、正三角形、正方形、正六角形の3種類のみあることが確認されている。そのうち正六角形は、正三角形6つによって構成されているため、基本的な形としては、正三角形、正方形のみとなる。また複数種ユニットの正多角形による平面充填図形は、アルキメデスによって証明されており、全部で8種類が存在している。これらの平面充填形を基本に、加減・変形することによって、より複雑な平面充填形を作り、それを徐々に変容させることによって、平面充填からのメタモルフォーシスは制作される。

キーワード: 錯視 平面充填 メタモルフォーシス エッシャー

はじめに

小論の主題ともなっている平面充填とは、空間としての平面上に、図形（平面図形）を隙間無く敷き詰めることで、その表現のことをタイリング（Tiling）という。また敷き詰める平面図形が限定され、一定の間隔で図形が繰り返し現れる表現のことをタイリングリピート（Tiling Repeat）と呼び、テキスタイルデザインなどに用いられることが多い。

一方、メタモルフォーシス（Metamorphosis）

とは、「変容」という意味を持つ英語で、ドイツ語ではメタモルフォーゼ（Metamorphose）と呼ばれ、姿・形を変えること、変わることをいう。

これらの用語は造形の分野でも用いられており、一般的に徐々に形体を変えていく様子をメタモルフォーシス（もしくはメタモルフォーゼ）といい、それを配列したものを、基礎造形では形体の漸進変化と呼んでいる。

多くの造形作品の場合、この様なメタモルフォーシスは錯覚をとともなう視覚効果を生み、見る者に不思議な感覚を与える表現として用いられている。その中でも、マウリッツ・コルネリス・

* くほむら りせい 文教大学教育学部学校教育課程美術専修

エッシャー (Maurits Cornelis Escher, 1898-1972) は、メタモルフォーシスの表現を用いた作家として非常に有名である。

そこで小論ではエッシャーがどの様に「平面充填によるメタモルフォーシス」を制作したかについて調査を行い、その理論に基づく作品の制作について考察を行う。

I エッシャーによる制作と表現

マウリッツ・コルネリス・エッシャー (以降、エッシャー) は、1898年オランダのレーウバルデンで、ジョージ・アーノルド・エッシャーの5番目の子供として生まれた。父のジョージは水力工学の技士を生業としており、息子にも科学を学ばせようと考えていたが、残念なことにエッシャーは幼い頃から勉強を苦手としており、別の進路を考えざるを得なかった。そこでジョージは、息子に美術的な才能があったことから、息子を建築家にしようと考え、ハーレムの建築装飾美術学校に通わせることにした。しかしエッシャーは、そこでも学業がふるわず、装飾美術を指導していた版画家のサミュエル・イエッスルン・ド・メスキータ (Samuel Jessurun de Mesquita, 1868-1944) に見出されて、版画家の道を志すようになった。

しかし版画家を目指したものの、エッシャーの人生は必ずしも順調なものではなく、建築装飾美術学校の記録によると、以下に書かれているように、芸術家というよりは技術者としての父の影響が伺えるものであった。

・・・あまりにきちょうめんで、文学的、哲学的で、若者にしては自由奔放な感情がとぼしく、芸術科の資質に欠けている・・・¹⁾

実際、二年間の修業をへて1922年に学校を退学した後、エッシャーは、この指摘のように作家として成功を収めることは難しい状況だった。退学後のエッシャーはイタリアへ移り住み、その陽気な気候のもと、風景などをモチーフに作品を作っていたが、作品はほとんど売れることはなく、生活費の大半は両親に頼っているといった状

況であった²⁾。

それではエッシャーが作家として成功を収めたのはいつ頃かという点、代表作である『昼と夜』、『空気と水Ⅰ』、『空気と水Ⅱ』が制作された、1938年だといえよう。この頃の状況についてエッシャーは以下のように述べている。

1938年以来私は自分の個人的アイデアを置き換えることにより強く引きつけられていったが、それは何よりもイタリアを去ったことによるものであった。スイス、ベルギー、オランダと次々に滞在したが、その他の風景や建築には南国イタリアほど感動するものはなかった。その結果、私は多かれ少なかれ、周囲の風景を自然そのままに模倣することから離れたのである。この様な状況が内的な形象の発生を強く促したのであろう³⁾。

この様にエッシャーが平面充填からのメタモルフォーシスを制作したのは1938年からであるが、彼がその様な作品を本格的に作るようになったきっかけは、1936年に妻と一緒にスペインのグラナダにあるアルハンブラ宮殿を訪れ、そのモザイク模様を見たことだといわれている。しかし、実際には、それ以前の1922年にもスペインを訪れており、その直後に影響を受けた作品を幾つか制作をしている。それはライオンを平面充填したテキスタイルなのだが、その試みは残念ながら高い評価を得ることはできなかったようである。このことについて、エッシャーは以下のように述べている。

1924年頃、私は初めて、木彫りの1つの動物のモチーフを、あるシステムに従って繰り返し織物にプリントし、すき間を生じさせないという方針を守ることができた。プリント版を順番に回転させ、モチーフを隣り合った合同な繰り返しと対比させるためには、少なくとも3色が必要だった。私はこの織物をグラフィック作品と一緒に展示したのだが、それに関しては成功しなかった⁴⁾。

実際、この様な平面充填図形の試みを、既に

エッシャーは木版画やリトグラフで1920年頃に行っていた。また平面充填図形は、アルハンブラ宮殿のモザイク画のみならず、ウィーン分離派の一人であったコロマン・モーザー (Koloman Moser, 1868-1918)⁵⁾ が、1899年に制作した『鱒の輪舞』⁶⁾ にもみられ、必ずしもエッシャー独自の新しい表現ではなかったのである。

そういう意味ではやはり、1938年に制作された平面充填によるメタモルフォーシスの作品からが、エッシャー独自の新しい表現であり、彼が成功を収める事ができた、契機だといえる。

II 平面充填からのメタモルフォーシス

平面充填からのメタモルフォーシスは、平面充填とメタモルフォーシスという、2つの技法が組み合わさって出来た表現である。先に平面充填図形が、エッシャー独自の表現ではないと述べたように、平面充填図形は古くから存在しており、利用されている。

1 単一ユニットによる平面充填

平面充填図形の最も単純で基礎的なものは、単一ユニットの正多角形による平面充填である。この単一ユニットの正多角形による平面充填は、ピタゴラス (Pythagoras, B.C.582-496) によって証明されており、正三角形 (図.1)、正方形 (図.2)、正六角形 (図.3) の3種類のみあることが確認されている。そのうち正六角形は、正三角形6つに

よって構成されているため、基本的な形としては、正三角形、正方形のみとなる。

図.2 正四角形による平面充填

図.3 正六角形による平面充填

2 複数種類の多角形による平面充填

また複数種類のユニットからなる、正多角形による平面充填図形は、アルキメデス (Archimedes, B.C.287-212) によって証明されており、①正三角形4枚と正六角形1枚の組み合わせ (図.4)、②正三角形3枚と正方形2枚の組み合わせ (図.5)、③正三角形3枚と正方形2枚の組み合わせ (図.6)、④正三角形1枚と正方形2枚と正六角形1枚の組み合わせ (図.7)、⑤正三角形2枚と正六角形2枚の組み合わせ (図.8)、⑥正三角形1枚と正十二角形2枚の組み合わせ (図.9)、⑦正方形1枚と正六角形1枚と正十二角形1枚の組み合わせ (図.10)、⑧正方形1枚と正八角形2枚の組み合わせ (図.11) の8種類が存在している。

図.1 正三角形による平面充填

図.4 正三角形4枚と正六角形1枚

図.7 正三角形1枚と正方形2枚と正六角形1枚

図.5 正三角形3枚と正方形2枚

図.8 正三角形2枚と正六角形2枚

図.6 正三角形3枚と正方形2枚

図.9 正三角形1枚と正十二角形2枚

1) 正方形による平面充填

正多角形で平面充填が可能な図形は、正三角形、正四角形、正六角形（ピタゴラスの平面充填形）であるが、これらを変形したもので平面充填は可能である。そこで正方形を縦方向に延伸することで長方形にし、それを用いて平面充填を行う。（図.12）

図.10 正方形1枚と正六角形1枚と正十二角形1枚

図.12

図.13

2) 形態の加減（減ずる）

平面充填を行った個々のユニットである長方形の底面側から、（図.13）のように、二等辺三角形を減じる。

図.11 正方形1枚と正八角形2枚

3) 形態の加減（加える）

減じただけでは平面充填図にはならないため、先の工程で、ユニットの底面から減じた二等辺三角形を、切り抜かれたユニットの下のユニットの上面に加え、平面充填形とする。（図.14）

3 形態の加減と変形（マッチング）

平面充填における基本的なユニットは、ピタゴラスの平面充填形（3種類）と、アルキメデスの平面充填形（8種類）であるが、これらの平面充填形は種類も少なく、非常に単純な形態であることから、メタモルフォーシスをする際に、メタモルフォーシス後の具象形態との乖離が発生しやすい。そこでより効果的な錯視を得るためには、起点となる平面充填形を、メタモルフォーシス後の具象形態に近づけなくてはならない。

単純な平面充填形を具象形態に近づけるためには、形態を複雑化する作業として、形態の加減と変形（マッチング）⁷⁾が必要となってくる。そこで本項では、その過程を以下に述べる⁸⁾。

図.14

図.15

4) 配列の変更①

加減乗除の時点では、全てのユニットが同様の方向に向いているが、平面充填図に視覚的な変化をつけるため、位置をずらさずに、その場で一列おきに180°の回転を行う。(図.15)

5) 配列の変更②

一列ごとに180°回転したユニットの列を、ユニットの約半分の距離だけ垂直方向に移動する。この事により、先に回転することによって生じた水平方向の、断続的に乱れた流れを連続したものにする。(図.16)

図.16

6) 形態の加減(減ずる)

ユニットを回転操作するために、垂直方向は一直線の配列になっていた事から、動的な視覚効果に乏しく面白味に欠けていた。そこで、ユニットの側面を(図.17)のように切り取ることによって、視覚的な変化を与える。

7) 形態の加減(加える)

減じただけでは平面充填図にはならない為、先の工程で、個々のユニットから減じた形を、水平方向に隣接するユニットに加え、平面充填図形を決定する。(図.18)

図.17

図.18

図.19

8) 完成

個々のユニットを隙間無く並べることで、平面充填図が完成する。ユニットは隙間無く並べるために、個々のユニットを輪郭線か色によって、互いを区別できるようにしなくてはならない。その際に入り組んだ平面充填図の場合は、隣接するユニット・面が多くなるため、より複雑な視覚効果が得られるものの、使用する色の数が多くなることから、隣接する、それぞれのユニットに対しても調和する、色の選択が重要となってくる。(図.19)

4 メタモルフォーシス

先に述べたように、エッシャーが版画家として成功した大きな要因は、平面充填にメタモルフォーシスを組み合わせた所が大きい。メタモルフォーシスは、基礎造形教育法においても、最も造形要素が多く使用される、最難関の課題として位置づけられている⁹⁾。そこで本項では、基礎造形教育法におけるメタモルフォーシスの作成に関する要点を述べる。

基礎造形教育法における平面充填からのメタモルフォーシスにおける平面充填形は、原則として単一のユニットで行う事になっている。平面充填図形は単一の図形(図.20)で、隙間無く埋め尽くされていること(図.21)が重要である。

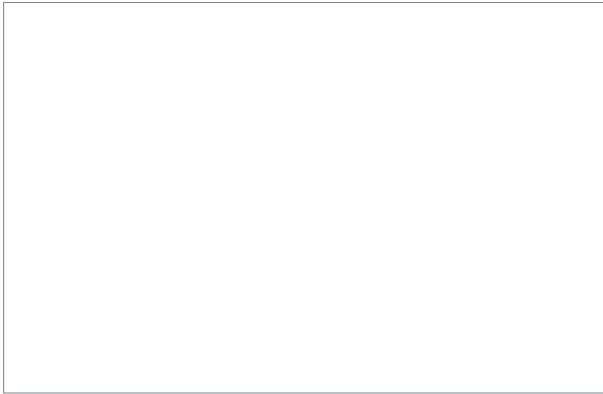


図.20 単一ユニットではない

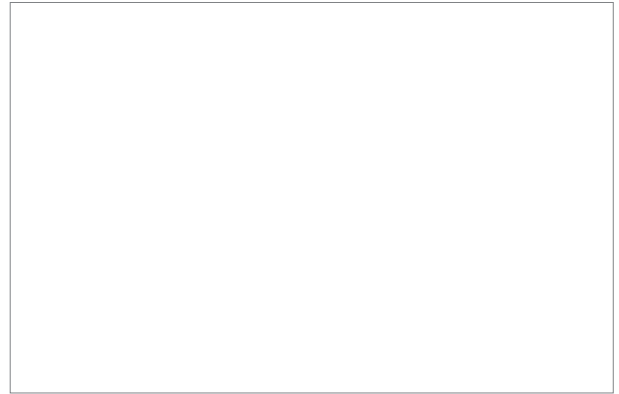


図.22 具象形体が不明瞭

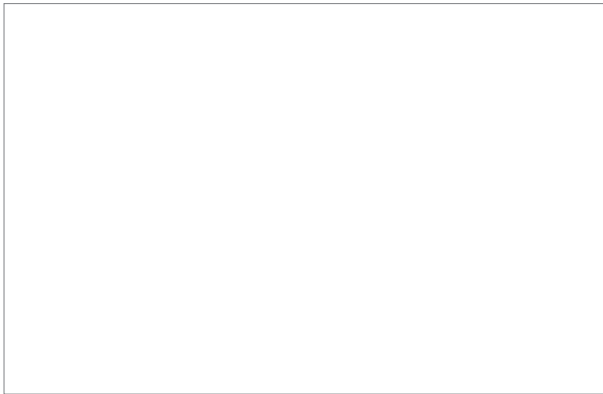


図.21 隙間があり充填していない

そして次にメタモルフォーシス後の具象形体を作成するが、スムーズなメタモルフォーシスの視覚効果を得るためには、メタモルフォーシスの最初の起点となる幾何学的な平面充填図形と、最終的な具象形体は、近似の形体であることが望ましい。最初の平面充填図形と最終の具象的な形体を近似にするためには、抽象的形体から類似する具象形体を連想する方法と、具象的形体から抽象形体を創り出す方法とが考えられるが、実際には、この両方から相互に試行錯誤をし、調整しながら行うのが、一般的な方法だといえる。但し、最終形体はあまり似ていてもメタモルフォーシスの変化が乏しくなるため好ましくなく、最終的に具象形体として、独立した表現（図.22）となっていることが重要である。

またスムーズなメタモルフォーシスの視覚効果を得るためには、全体のユニットの数も重要となってくる。造形的に美しい形体の漸進変化を行うためには、ユニット段階ごとの変化の幅が少ない方が好ましいため、ユニット数を増やし変化率を低くすることが重要である。（図.23）

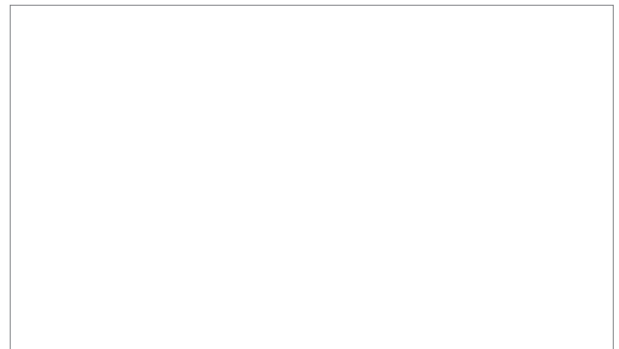


図.23 数が少なく変化が大きい

起点の形体と最終の形体、そしてユニット数が決定した後に、実際のメタモルフォーシスのユニットの制作を行う。実際のメタモルフォーシスの部分のユニットは、起点の形体と最終の形体を比較し、メタモルフォーシスの段階数から、その中間点を計算し求め、作出する。中間点を作出する際には必ず一定方向への変形にしなくてはならない。例えば一度減じた箇所が、後で元に戻ったり、加わったりするのはメタモルフォーシスの視覚効果としては好ましくない。

Ⅲ 作品への展開

平面充填からのメタモルフォーシスの作品は、①平面充填形の作成、②具象形体の作成、③中間形体（メタモルフォーシス）の作成、の手順で制作される。本章では久保村が手順に則って、実際に制作した作品を紹介する。使用した平面充填形配下の通りである。

1 三角形による平面充填形

- 1-1) 正三角形による平面充填形 (図.24)
- 1-2) 複合正三角形による平面充填形 (図.25)

2 四角形による平面充填形

- 2-1) 正方形による平面充填形 (図.26)
- 2-2) 平行四辺形による平面充填形 (図.27)
- 2-3) 分割正方形による平面充填形 (図.28)
- 2-4) 加減四角形による平面充填形 (図.29)
- 2-5) 加減四角形による平面充填形 (図.30)
- 2-6) 変形四角形による平面充填形 (図.31)

3 六角形による平面充填形

- 3-1) 正六角形による平面充填形 (図.32)
- 3-2) 複合六角形による平面充填形 (図.33)
- 3-3) 分割六角形による平面充填形 (図.34)

4 具象形体から作出した平面充填形

- 4-1) 複雑形による平面充填形 (図.35)

制作環境は制作年が古い作品もあるため、全てが同一の仕様ではないが、Windowsのパソコンにて、Adobe社のIllustratorを用いた。尚、Illustratorにはモーフィングの機能として、ブレンドツールがあるが、パスの多い複雑な形体では、予期せぬ中間形体を作出するため、制作には利用していない。

1-1) 正三角形による平面充填形

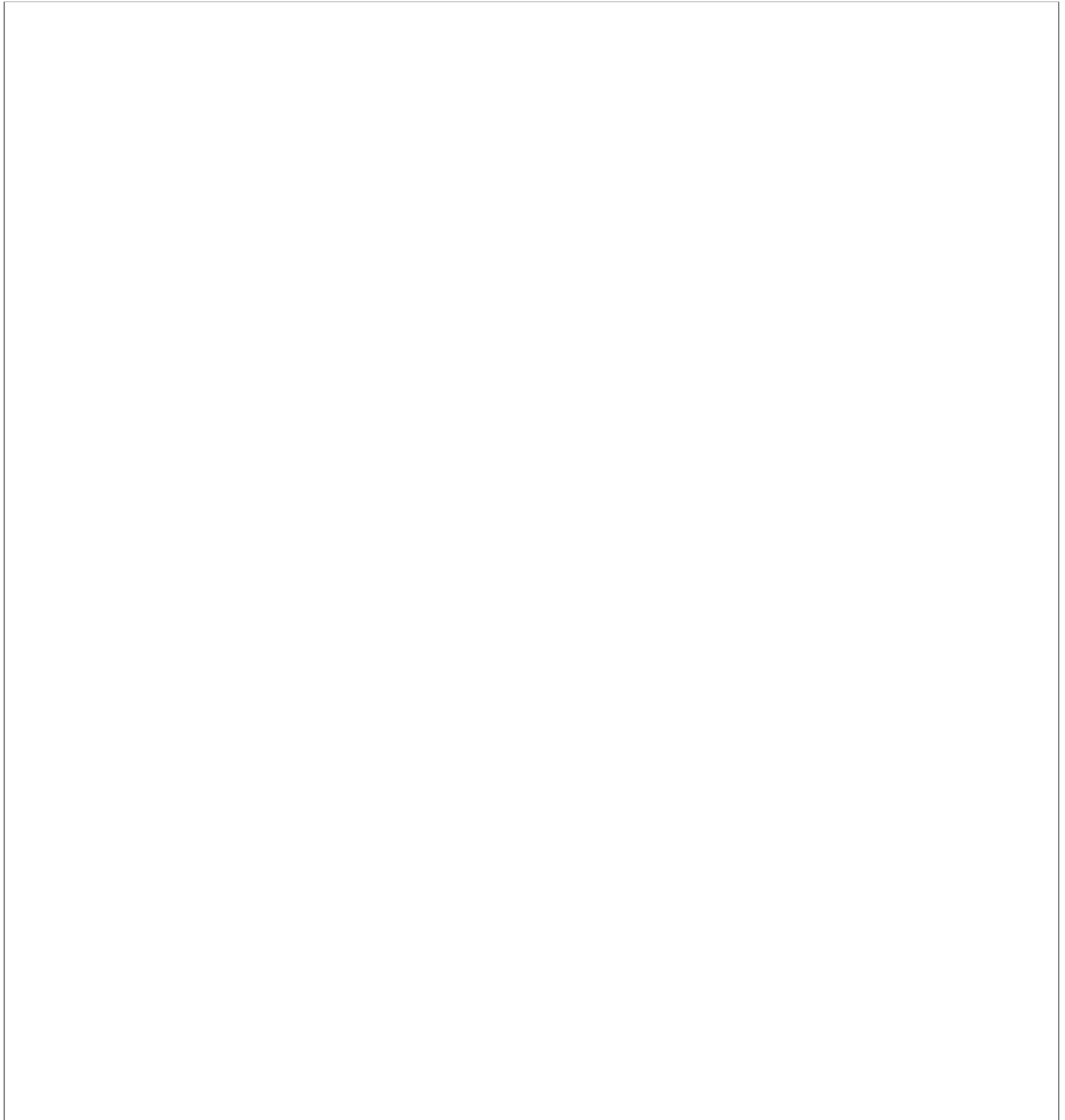


図.24 コンゴウインコ

1-2) 複合正三角形による平面充填形

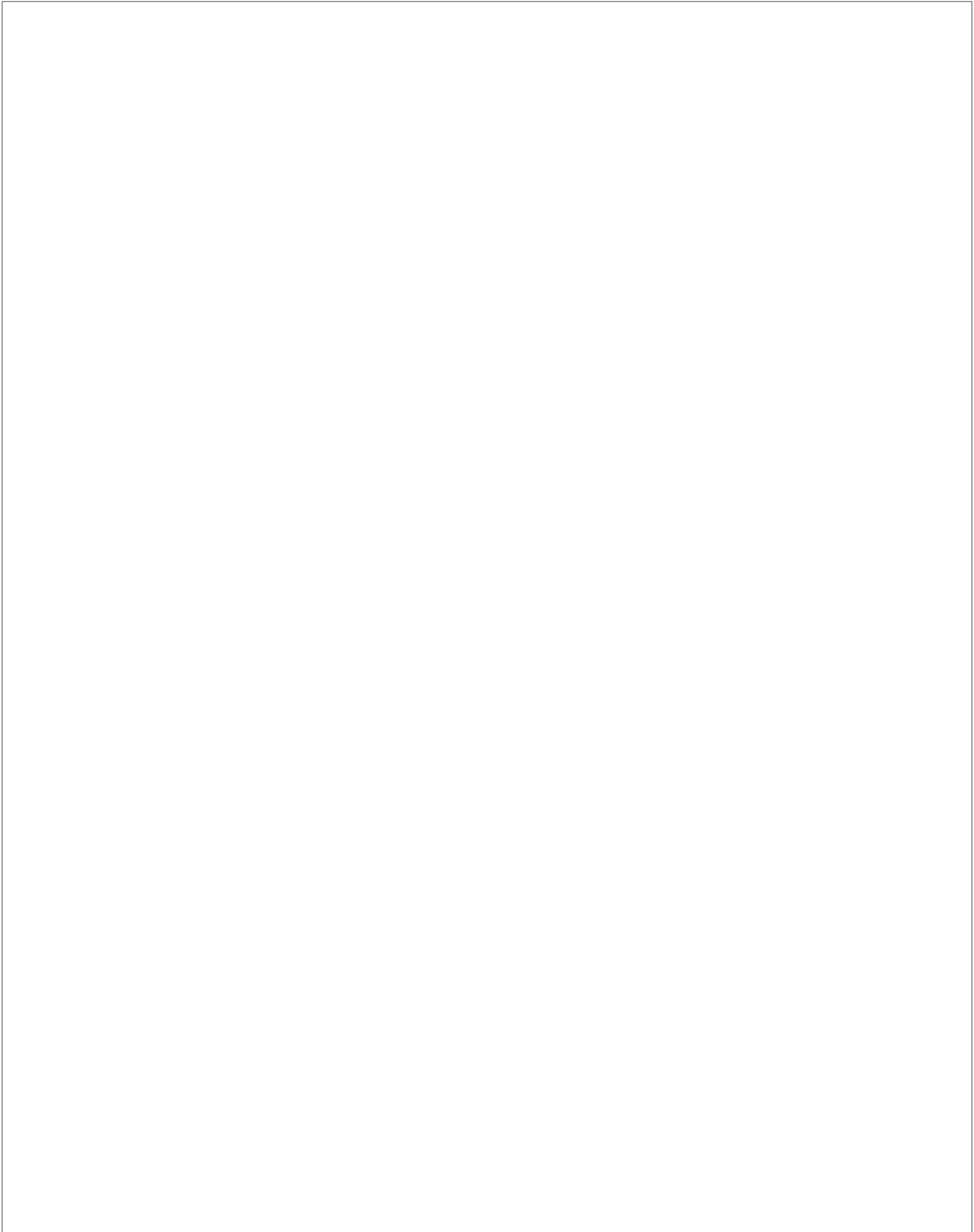


図.25 戊

2-1) 正方形による平面充填形

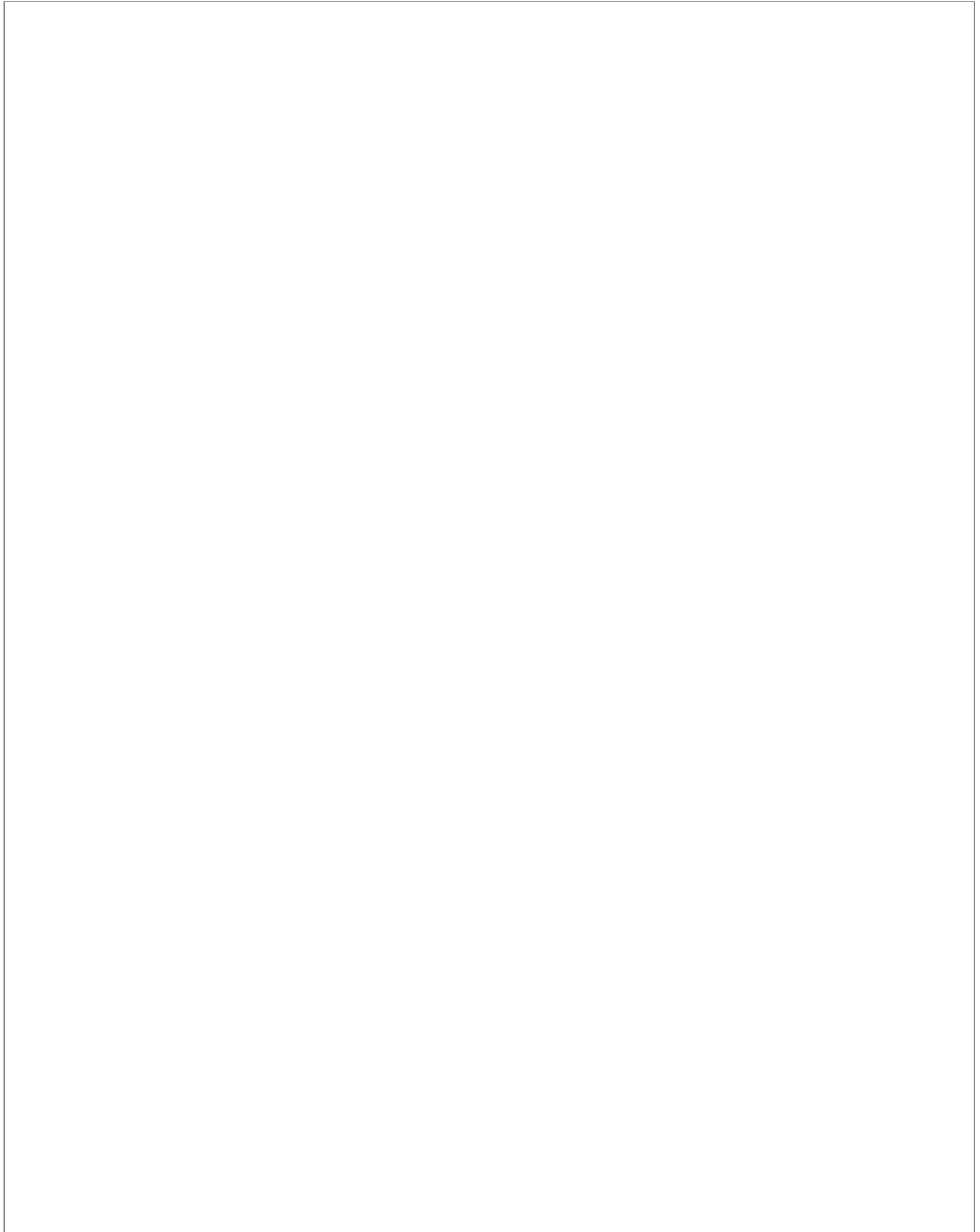


図.26 四ツ葉のクローバー

2-2) 平行四辺形による平面充填形

図.27 Sleeping Sheeps

2-3) 分割正方形による平面充填形



図.28 オオムラサキ

2-4) 加減四角形による平面充填形

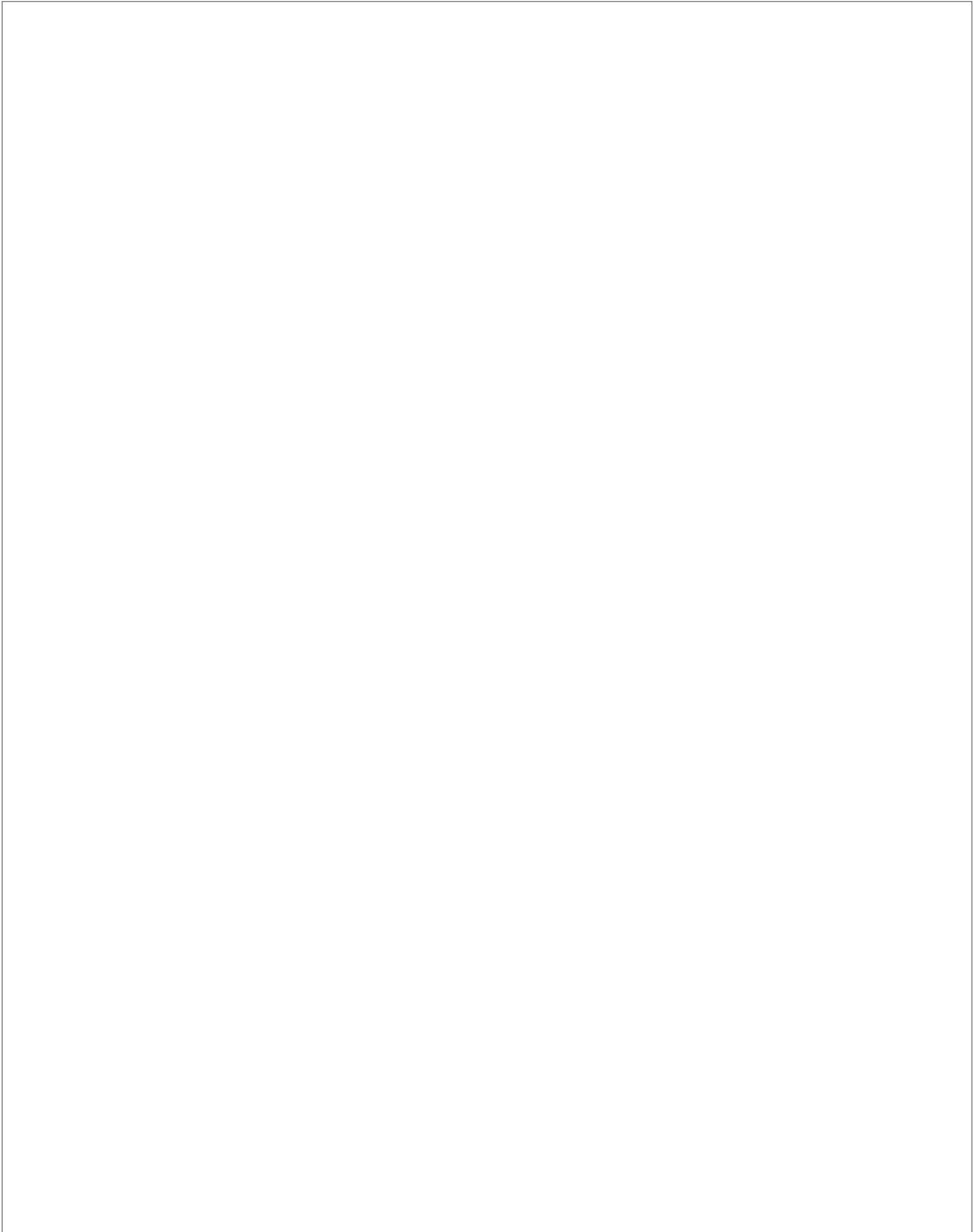


図.29 ミンミンゼミ

2-5) 加減四角形による平面充填形



図.30 ニホンザリガニ

2-6) 変形四角形による平面充填形

図.31 アゲハチヨウ

3-1) 正六角形による平面充填形

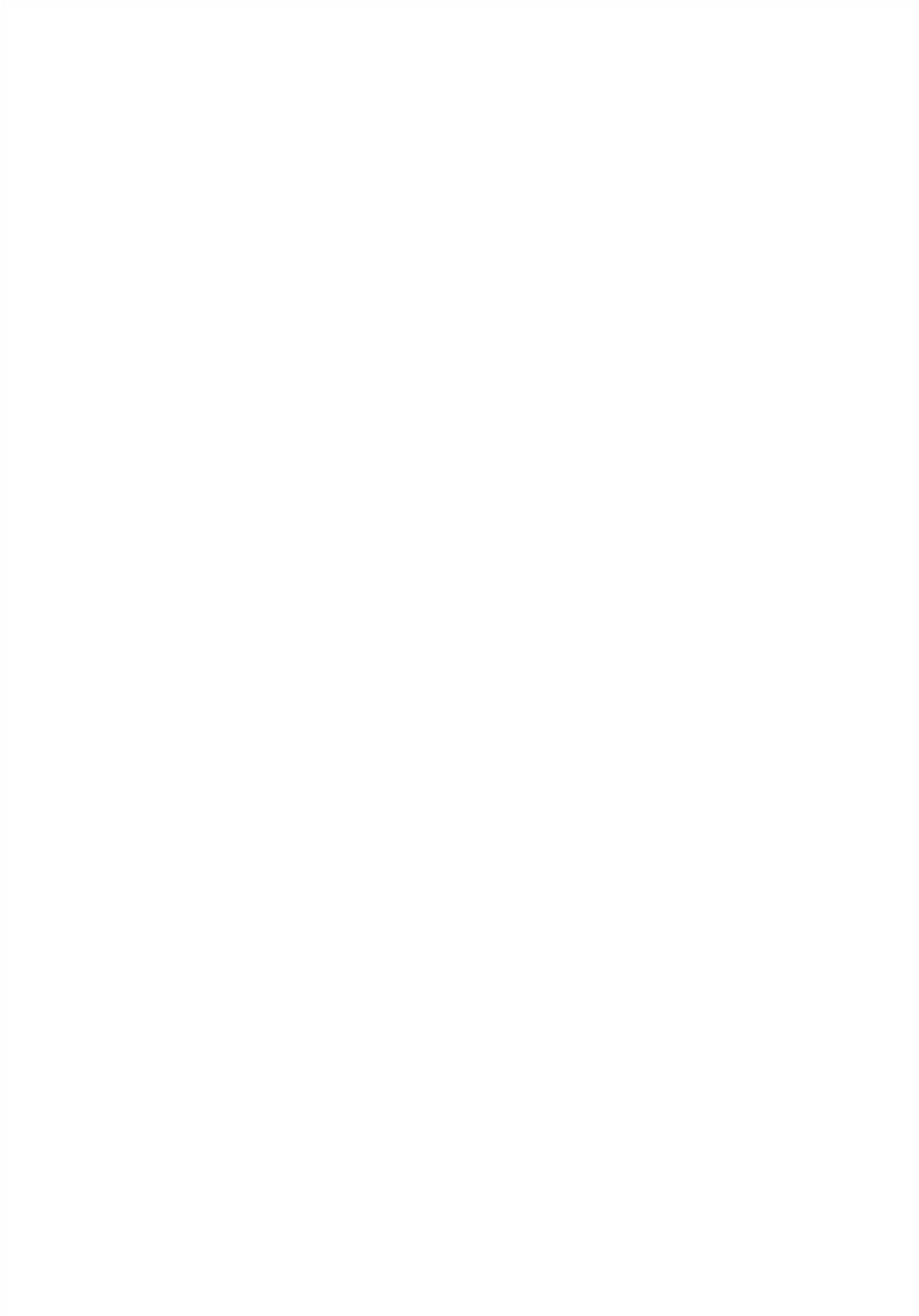


図.32 スズメバチ

3-2) 複合六角形による平面充填形



図.33 アメリカザリガニ

3-3) 分割六角形による平面充填形



図.34 出目金

4-1) 複雑形による平面充填形



図.35 doo doo

おわりに

平面充填からのメタモルフォーシスを、造形の面から捉えるのであれば、見る者の視点の移動によって、幾何学的な抽象形体による平面充填図形から、なにか具象的な形体に変容していくという特徴を持つ、注意の転動性による地と図の転換を利用した錯視画にすぎない。しかし、平面充填からのメタモルフォーシスを見れば、鑑賞者に対して非常に興味を引きつける魅力を持った作品だと言うことが分かるだろう。それは平面充填という表現と、メタモルフォーシスという表現が組み合わさったことにより、より豊かで複雑な表現に深化した結果だといえる。

そういう意味で、平面充填からのメタモルフォーシスを基礎造形教育の面から考えるのであれば、多くの造形要素を含んだ非常に高度な表現を有する制作難易度の高い課題ではあるものの、理論に基づいた視覚効果を持つ、教育意義の高い課題だということができる。今後は制作方法を再検討し、より簡単で分かりやすいように、改良を行っていきたい。

本研究は科学研費 基盤研究 (C) (26381224) の助成を受けたものである。

註

- 1) ブルーノ・エルンスト, 坂根巖夫, 『エッシャーの宇宙』, 朝日新聞社, 1983, p.13
- 2) 上掲書, p.18
- 3) M.C.エッシャー, Keiko Kodaka, 『M.C.エッシャー グラフィック M.C.エッシャーによる序文と解説』, ベネディクト・タッシェン出版, 1989, p.6
- 4) ドリス・シャットシュナイダー, 梶川泰司, 『エッシャー・変容の芸術 シンメトリーの発見』, 日経サイエンス社, 1991, p.10
- 5) 藤本幸三, 『コロマン・モーザー』, 株式会社 INAX, 1992
- 6) 前掲書4, p.43
- 7) 藤田伸は以下の著書で、形態の加減と変形

のことを、マッチングと呼んでいる。藤田伸, 『連続模様の不思議 タイリング&リピート』, 岩崎美術社, 1998, p.25

8) 久保村里正, 「平面充填からのメタモルフォーシス 2006」, 基礎造形 015, 日本基礎造形学会, 2007, p.77

9) 久保村里正, 小川直茂, 奥村和則, 『あたらしい基礎造形 造形要素の組み合わせによる造形メソッド』, 文教大学出版事業部, 2014, p.92