



萩原社長

オリジナルの裏当て金や関連製品の開発・製造を手掛けるハギワラタブ(千葉県船橋市)の萩原幸太郎社長は、数学好きが高じて「平面上の異なる地図も、隣接する領域が異なる色になるように塗り分けるには四色あれば十分だ」という定理

から数学好きで、1〜2年前にある数学に関する懸賞問題と出会い、数学への情熱が再燃、四色定理の証明に取り組み、昨年末に論文を執筆。今年

### 「四色定理」の証明論文を執筆

萩原社長は幼少のころから数学好きで、1〜2年前にある数学に関する懸賞問題と出会い、数学への情熱が再燃、四色定理の証明に取り組み、昨年末に論文を執筆。今年



ホームページで「四色定理」の証明を公開

「四色定理」について、コンピュータを使用しない方法でその成立を証明する論文を自社のホームページにアップした。萩原社長は幼少のころから数学好きで、1〜2年前にある数学に関する懸賞問題と出会い、数学への情熱が再燃、四色定理の証明に取り組み、昨年末に論文を執筆。今年

## S造建築物の極大地震動耐震対策 新たな評価方法を提案 建築研究所

建築研究所(澤地孝男理事長)はこのほど、建築研究報告No.155「極大地震動に対するエネルギー法による鉄骨造建築物の耐震安全性評価と計算事例」を取りまとめた。同報告は建築研究所の指定課題の「過大人力地震に対する鋼構造建築物の終局状態の評価手法と損傷検知に関する研究(平成28〜30年度)」、 「極大地震動に対する鋼構造建築物の倒壊防止に関する設計・評価技術の開発(令和元〜3年度)」における研究の一環として実施したもので、その研究成果の一部をまとめた。具体的には、今後、発生

が懸念されている首都直下地震や巨大海溝型地震など現在の耐震基準上の想定よりも大きな地震動(極大地震動)に対する鉄骨造建築物の耐震対策として、エネルギー法に基づく新たな評価方法を提案。それを用いて5つの試設計建物(4層事務所ビル、8層事務所ビル、9層事務所ビル、12層事務所ビル、4層物流倉庫)を対象に極大地震動に対する耐震安全性の評価計算を実施し、計算事例を取りまとめた。



建築研究所の建築研究報告 No.155

[Youtube.com/@4shokunin](https://www.youtube.com/@4shokunin) でも紹介しています

## 四色定理の証明

萩原 幸太郎

### 1 はじめに

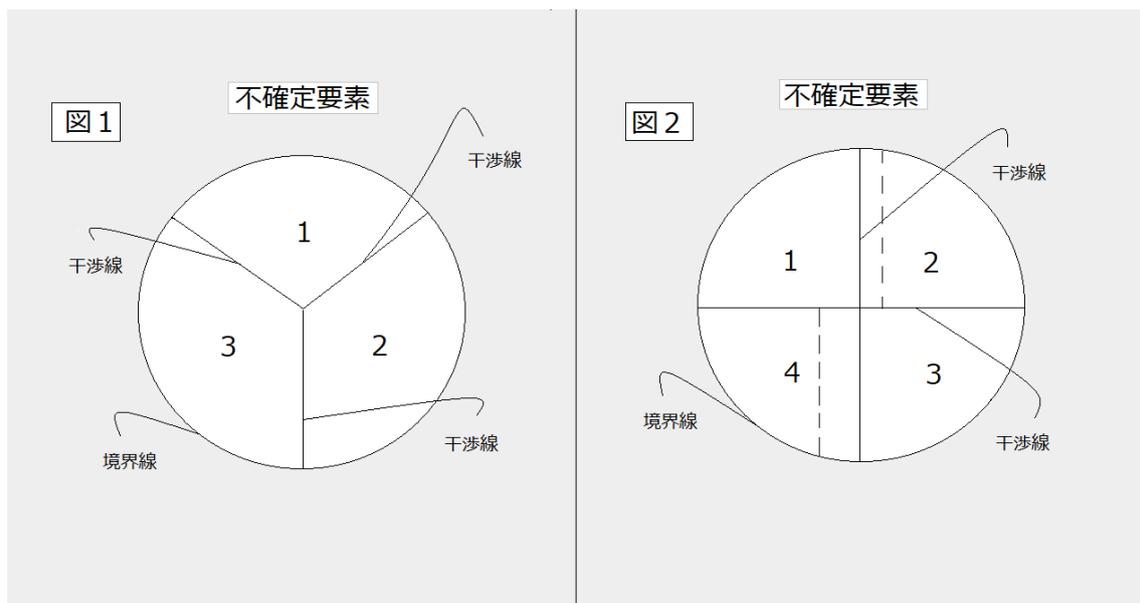
平面の区分による領域同士の組み合わせの数でわかるように、複数の領域の組み合わせは無限に存在するため、領域の組み合わせについてすべての場合の数を想定して、これを1つ1つ確認することはコンピューターを使用しても不可能なことです。本論文では、直感ではなく厳密に説明できるように、領域の組み合わせり方を切り口にコンピューターを使用しない方法で四色定理の成立を証明したい。

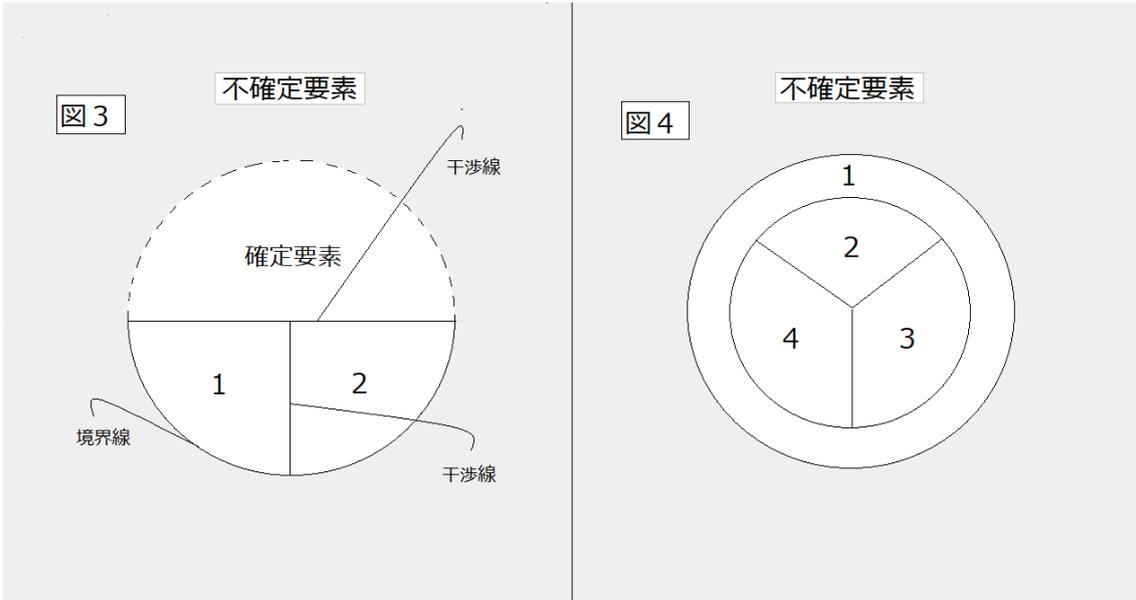
## 2 領域の組み合わせり方

最初に、円の中心点から円周に向かって複数の線を引く方法で中心点を中心に平面を区分したとき、境界線であるこの複数の線で領域に区切り2領域が隣接することを干渉、その線の範囲を干渉線とすると、点を共有する干渉線ですべてが互いに干渉し合う領域数は最大で3である。図1から図3はその比較例を示したもので、点と干渉線をそれぞれ共有する領域を簡略化して結合部分を表した略図である。そして、図1に示す、点を共有して干渉線による区分でY字状に領域が干渉し合う干渉線近傍をY字干渉と定義し、図2のように、無限の値まですべての領域が点のみ共有している場合をV字隣接と定義すると、平面の区分はV字隣接または3領域によるY字干渉に限られる。ただし、後述する領域が並んで広がる指定領域の範囲である全体図の外側、を1領域のように考えると領域の区分は同様にY字状の区分となるが、図3の略図のようにこれをY字干渉とは区別して2領域のT字干渉と定義する。図5のような場合は、点を共有する領域の結合部分を対象にする観点から図3に置き換えてわかりやすく表している。V字隣接が含むY字干渉は干渉数に影響しないためそれについては区別しない。

また、図6に示すように、区分する方法を変えずに、円周部分を円の中心点から円周に向かって引いた複数の境界線の延長線同士の結合と見なした上で、この延長線を自由に変形させようとしても、複数の境界線の延長線は互いに交差しないから、結合先を変えることなく円周方向へ並ぶ順番通りに隣り合う境界線の延長線と結びついて領域を形成するか、境界線の延長線が他のいくつかの領域をU字に囲むように円周方向へ次に並ぶ領域の境界線と結びついて領域を形成するか、の2通りに限られ、いずれにしても、平面における領域の区分の原則は個々の領域全体の形状や大きさに関係しない。

つまり、平面を区分する方法での領域は、すべていくつかの干渉線と点を共有するのであって、領域の組み合わせり方はすべてが干渉し合う領域と見なされないV字隣接またはY字干渉及びT字干渉に限られる。

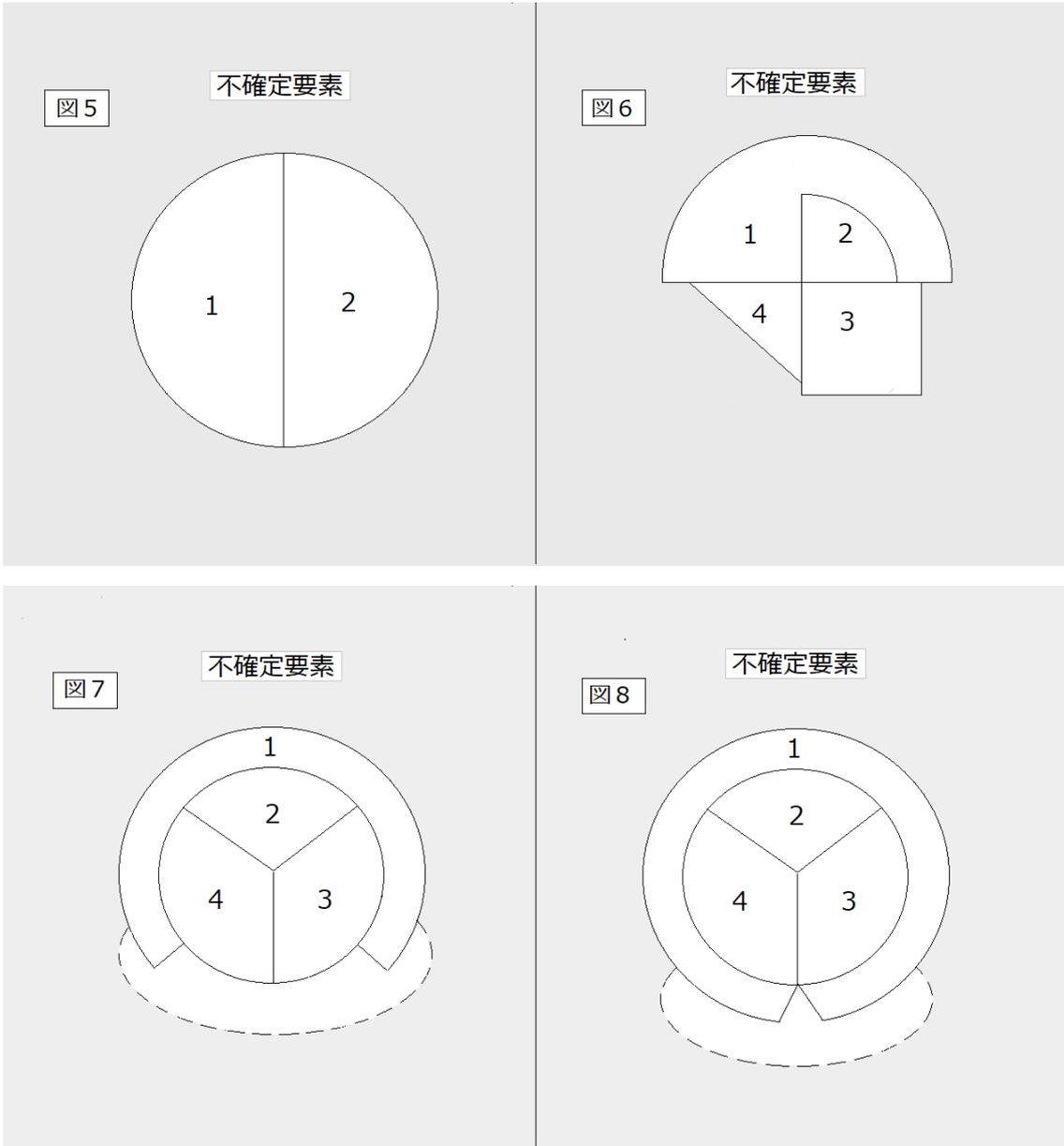




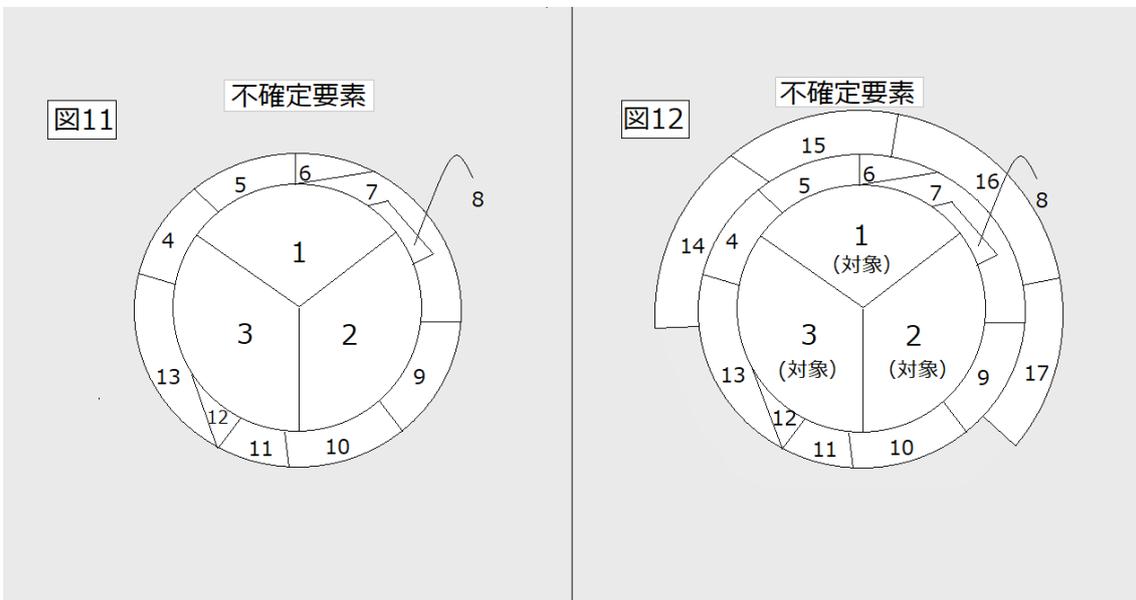
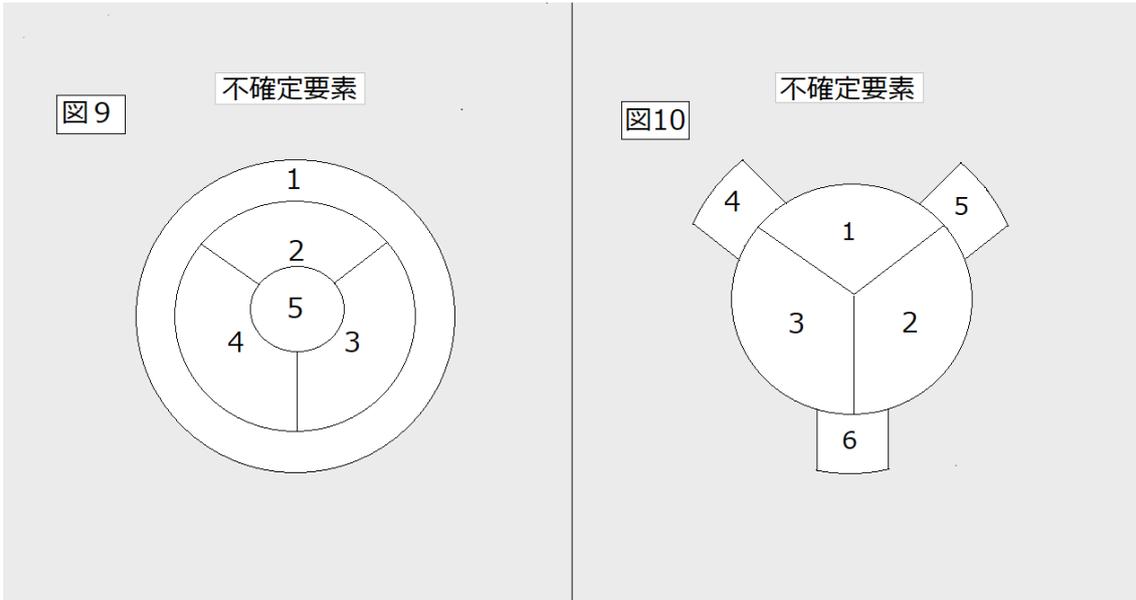
### 3 確定要素及び不確定要素と最大干渉数

前述より、任意の Y 字干渉または T 字干渉の領域を確定要素、その外側を領域数と領域配置形態が不確定要素とすると、図 1 に示すようにすべてが互いに干渉し合う領域数は最大で 3 + 不確定要素である。

ところで、平面の区分が 1 領域であるときの図 4 及び図 9 のように、確定要素内の領域の中にいくつかの領域を内包させる方法で、すべてが互いに干渉し合う最大領域数は 4 である例を示すことができる。また、図 7 及び図 8 も同様の形態であって、ただ単に複数の領域に囲まれるだけで、すべてが互いに干渉し合う最大領域数は 4 である例を示すことができる。したがって、同様のことであるが、確定要素の領域と干渉するように不確定要素の一部を領域で囲むことによって不確定要素を確定要素に変えることができることになり、すべてが互いに干渉し合う最大領域数は 4 であることを確定させることができる。というのも、これらの例はすべてが互いに干渉し合う最大領域数は 4 であるすべての方式を示し、不確定要素との干渉が図 4 及び図 9 はただの 1 領域とみなすことができることと、図 7 は図 1 に図 8 は図 4 に置き換えて考えることができるため、すべてが互いに干渉し合う領域数は最大で 4 の組み合わせに限定されて、さらにすべてが互いに干渉し合う最大領域数や不確定要素を広げる要因とはならないからである。



一方、点を共有する干渉線ですべてが互いに干渉し合う領域の組み合わせり方は、T字干渉である場合と3領域のY字干渉に限られるから、図10に示すように、確定要素内の2領域に沿うようにY字干渉する不確定要素内の1領域は、新たに確定要素の3領域目として確定させて吸収することができる。同様に、図11に示すように確定要素内の2領域とY字干渉またはV字隣接で沿う1領域は、繰り返し確定要素の新領域として次々と確定させてY字干渉及びV字隣接する領域が数字の並ぶように次々と数珠繋ぎで連結し、さらに図12のように帯状の層とすることができる。図12の14と17はT字干渉を示している。したがって、図12に示すように確定要素の3領域を対象として、この中心の対象に沿うように帯状の領域層を重ねていくことによって指定領域すべてを確定要素に変えることができる。なお、放射状に確定要素の領域を広げる方法もできるが、ここでは確定要素に領域が連続で沿うように帯状の層をつくる方法に限定する。



#### 4 四色の並べ方

これまでの図1～図12略図中の数字は異なる色を番号に割り当てたものである。そしてこれを4色に振り分けるには、領域に対する4色の並べ方を自由に決めることができるから次のきまりに従って決めればよい。

まず、領域の干渉で同色番号を避けるための色数はすべてが互いに干渉し合う最大領域数の4が必要であるから図2のように、縦と横に2ずつあらかじめ向かい合うように領域を並べると、縦の干渉線が点線の位置にずれた場合も含めて、図13のようにそれぞれ帯状に2色を交互に規則的に並べることができる。次に、確定要素内の2領域に沿うように不確定要素から新たに確定要素の3領域目として1領域ずつ次々と確定させると、4色中3色を振り分けても常に流動的な色番号が余分に1つ存在するため、図11の13のように、あらかじめ異なる3色が確定している3領域と干渉する1領域の番号色を後から決める場合であっても流動的に余った色番号を不規則に並べることができる。したがって、すべての領域を確定要素にする順番は1通りではないものの、図12で示すように、対象領域を

中心にして帯状の層ごとに円周方向に領域を2色それぞれ交互に規則的に並べて領域の層を重ねるように、確定要素として領域を確定させた順番通りに1つずつ決めて並べれば、必ず図1～図12までの数字を干渉領域に同番号色を避けて、すべての領域を4つの番号色だけで満たすことができる。

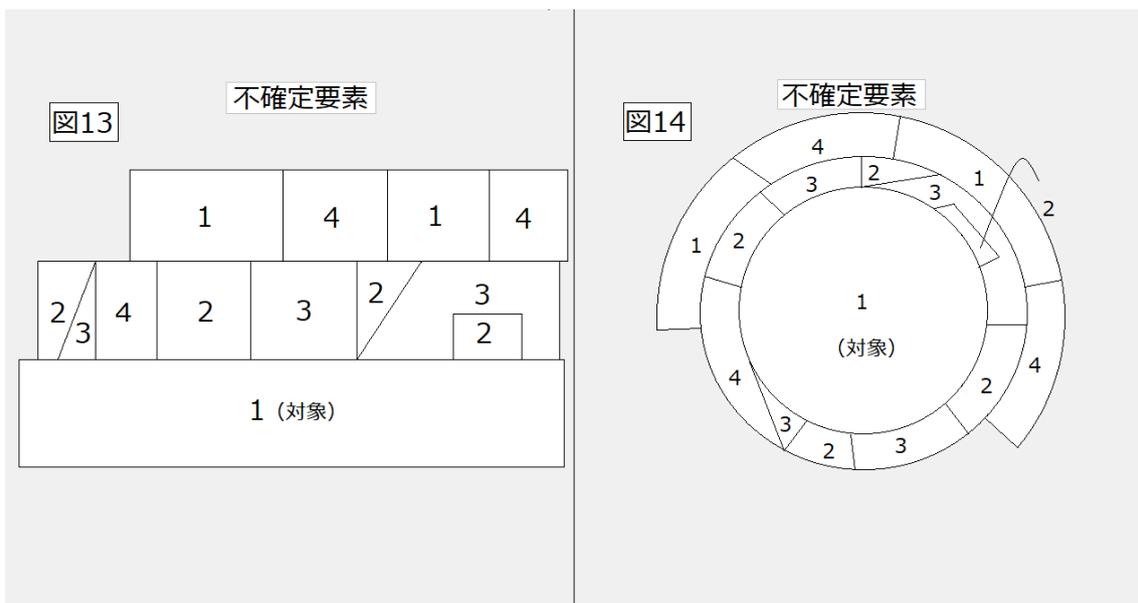
### 5 四色定理の成立

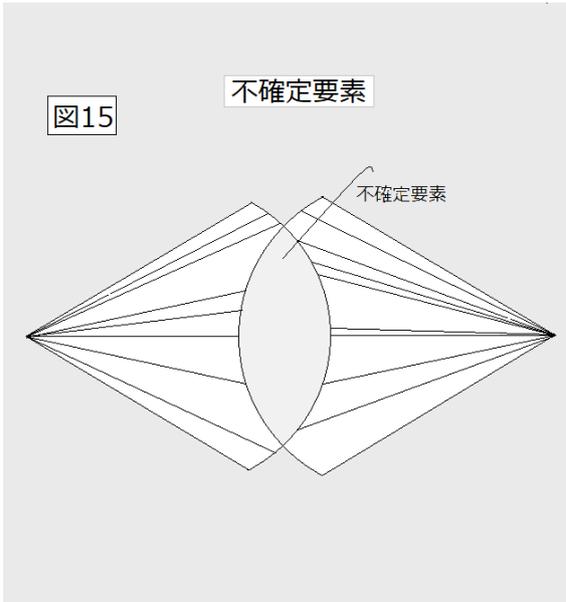
四色定理の証明は、任意の領域が常に他の同色の領域との間に少なくとも1つ以上の異色の領域を挟んでいる状態をはじめとして、指定領域全体まで4種類の番号色の領域が同番号色の領域と干渉することなく順序よく並べられることがこの定理の成立している条件となるから、例えば、図1の3領域1、2、3にそれぞれ1、2、3番号色を与えて3領域を分解し、任意の領域が対象となる1番号色を中心に2番号色と3番号色を沿わせて確定要素として、それに続くように図12の順番で図14のように次々と領域の番号色を確定させて1番号色から4番号色で並べられるその手段を示すことができればよい。

つまり任意の1番号色の領域に沿うすべての2番号色及び3番号色の領域の帯状の層と、さらにその帯状の層に沿う1番号色及び4番号色の領域の帯状の層が確定する状態であり、これらの層が交互に繰り返し重なって構成された指定領域全体が1番号色から4番号色までを順序よく並べられる方法であって、どんなに層が重なっても四色定理が成立することを略図14と一部略図13で示している。

したがって、四色定理は成立することが証明された。

最後に、コンピューターを使用して四色定理すべての場合の数を1つ1つ確認する方法が不可能である一例を図15に示す。それは本論文が、例をあげて領域の組み合わせり方は3種類であることを示し、それに従って確定した領域全体に4色の並べ方を示す手段であるのに対して、コンピューターを使用する方法は無限通りの干渉線の数を要因とすることをはじめとした、無限に存在する未確定な領域の組み合わせについてすべての場合の数を想定して調べようとする手段だからである。





2023年12月22日 萩原幸太郎 作成  
千葉県船橋市大神保町1349-6 ハギワラタブ株式会社企画