

氏名(本籍)	渡 <sup>わた</sup> 辺 <sup>なべ</sup> 泰 <sup>やす</sup> 成 <sup>なり</sup> (東京都)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博乙第1,075号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	自己相似法による準周期パターンの幾何学的性質の研究
主査	筑波大学教授 理学博士 小川 泰
副査	筑波大学教授 理学博士 大嶋 建一
副査	筑波大学助教授 工学博士 末廣 直樹
副査	無機材質研究所主任研究官 理学博士 山本 昭二

## 論文の要旨

1984年、並進対称性を定義とする結晶には許されない5回対称性をもつ Al-Mn 合金が発見された。準結晶と名づけられたこの秩序相の構造を理解する雛形は、R. Penrose が1974年に発見したペンローズ・タイリングと呼ばれる非周期タイル貼り模様である。黄金比 ( $\tau = 1.618$ ) が重要な役割を演じ、その無理数性が自己相似性と非周期性に関係している。この構造を導く論理は、3次元にも拡張され、構造解析の基礎となっている。準結晶発見から10年、3次元的に対称な正12面体対称相の外に1軸的に対称な10回対称相や8回対称相、また準安定相のみならず安定相も含む多数の準結晶合金が発見された。単結晶育成技術も進歩し、準結晶構造の詳細が解明されつつある。

本論文では、申請者の発案になる立方8面体対称QPを中心として、自己相似法による準周期パターン(QP)の幾何学的性質が数的に詳しく研究されている。立方8面体対称QPは、4回軸方向の射影が8回対称となる(疑オクタゴナル対称)ように、4回対称軸方向の3ベクトルと3回対称軸方向の4ベクトルの長さを巧みに選んだもので、全く独自のものである。この場合に関係する無理数は  $1 + \sqrt{2}$  である。この構造は、物質構造としては実現されていないが、申請者はこの対称性をもつQPの幾何学的可能性をほぼ10年間にわたって追求し続けてきた。

自己相似法と斜影法の関係、マッチング・ルール、自己相似変換の性質、フィボナッチ型準周期数列、自己相似の相似比の連分数展開の幾何学的性質など、きめ細かく研究している。斜影法でいえば7次元超立方格子の3次元空間への斜影となっているため、変換の量的な性質は  $7 \times 7$  行列で表される。その固有値・固有ベクトルを、解析的に扱うのは困難であるが、数値計算後に数式処理を行うことによって  $M + N\sqrt{2}$  の形 ( $M, N$  は整数、あるいは有理数) に整理し、意味を明確にする努力も行う

ている。

装飾美術にも関心をもつ申請者は、第Ⅱ章で遊び心を発揮した。5回対称QPについてペンローズは、有機的な曲線輪郭をもつ要素を周期的に配列したエッシャー作品を非周期秩序に拡張し、鶏模様を工夫した。申請者もこれにならい、2次元10回対称QPに対して5種類の犬模様を完成させたのである。5回対称の場合よりもはるかに複雑な疑8回対称QPを扱い、マッチング・ルールについてもきめ細かい検討を行った賜である。

## 審 査 の 要 旨

申請者のほぼ10年にわたる準周期パターンの研究は丹念であり、特に3次元疑オクタゴナル（3方向への射影が8回対称）構造の幾何学的可能性の研究は独創的なものである。5回対称の場合よりはるかに複雑な構造の諸性質を、さまざまな観点から調べ尽くした。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。