

## 審査の結果の要旨

論文提出者 前川督雄

本論文は、「高精細フラクタル視覚情報の生理的評価に関する研究」と題し、視覚情報環境の大部分を占めるにいたったメディア情報が人間に与える生理的影響を検討することを目的として、脳波に基づく脳機能計測法を活用した生理的評価方法を開発して、高精細フラクタル視覚情報に対する感受性を体系的に論じたものであって、全体で9章からなる。

第1章は「序論」であり、視覚情報のもつ時間的空間的構造がヒトに生理的な影響を及ぼし得ることを指摘するとともに、その悪影響を排して生理的な適合性がより高い視覚情報環境を構築する必要性を述べ、その中での本研究の対象領域を明確化することにより、本論文の背景と目的を明らかにしている。

第2章は「視覚情報の評価に関する関連研究」と題し、本研究の基礎として、まず、視覚のメカニズムならびに視力、空間周波数特性についての既存の知見を概観している。そして、これまで行われた画質評価や脳活性計測の手法を検討し、視覚情報について、信頼性の高い生理的評価手法を開発するための課題を整理している。

第3章は「脳波 $\alpha$ 波を指標とする視覚刺激の評価方法の開発」と題し、非侵襲脳機能計測に基づいて、視覚情報入力(視覚刺激)に対する生理的反応を計測評価する手法を開発した結果について述べている。具体的には、本研究に対して現実的に最も適合性が高いと考えられる脳機能計測手法として、脳波 $\alpha$ 波を指標とする評価法に注目している。しかし、これを視覚情報に適用するためには、開眼時に脳波 $\alpha$ 波が抑制される傾向にあるという大きな問題がある。本章では、計測環境や計測システム、計測・分析手法を刷新することにより、この課題を解決し、有効な方法を確立できたことについて述べている。

第4章は「景観写真のつくる視覚刺激の精細度に対する評価」と題し、第3章で開発した脳波 $\alpha$ 波を指標とする視覚情報の生理的評価法の有効性を確認するとともに、本研究の目的のひとつである視覚情報のもつ空間密度が視覚刺激となって脳活性に及ぼす影響を、生理的・心理的に評価することを試みている。すなわち、自然景観写真を素材として三段階の画像密度をもつ呈示試料を光学フィルム上に作成し、スライドプロジェクタで呈示して脳波計測実験および対比較法を用いた心理実験を行うことにより、より精細度の高い視覚刺激の方が脳波 $\alpha$ 波を統計的有意に増強するとともに、心理的に人の心により親和性の高い印象を与えることを示唆する結果が得られたことを示している。

第5章は「フラクタル細密化による擬似自然景観画像の合成」と題し、実験目的に適合性の高い擬似自然景観画像を合成する手法について論じている。まず、自然にありふれた不規則で断片的な構造を表すフラクタル構造に着目し、変位規模変動型フラクタルブラウン面生成によるテクスチャ細密化手法を提案している。そしてこのテクスチャ細密化手法を応用して、森と雲とからなる自然景観に見えるフラクタルテクスチャを合成する手法の開発を行った結果について述べている。

第6章は「合成画像のつくる視覚刺激の精細度に対する評価」と題し、視覚情報のもつ空間密度が視覚刺激となって脳活性に及ぼす影響を、合成画像を呈示試料として評価した

結果について述べている。まず、第5章で開発したテクスチャ生成手法を用いて、擬似自然景観画像を合成し、互いに異なる密度をもつ呈示試料群をスライドプロジェクタで呈示して、脳波を指標とした生理実験と、一対比較法を用いた心理実験とを行っている。これにより、第4章と同様に、より高精細な視覚刺激が後頭部脳波 $\alpha$ 波を統計的有意に増強する傾向が観察され、心理実験結果がこの傾向を支持したことについて論じている。また、第4章と第6章とにおいて、ヒトはその弁別視力以上の視覚刺激精細度の差を知覚している可能性があることを示唆する興味深い結果が得られたことを述べている。

第7章は「視覚刺激のもつ構造的特徴に対する評価」と題し、視覚情報のもつ構造的特徴の違いが脳活性に及ぼす影響の評価について述べている。まず、呈示試料として[フラクタル模様][中間的模様][幾何学的模様]の3テクスチャを作成して、これらをスライドプロジェクタならびにリアプロジェクション方式ディスプレイを用いて呈示し、脳波を指標とした生理的評価と、一対比較法を用いた心理的評価とを行っている。これにより、フラクタル構造を有する視覚刺激が、幾何学的模様をつくる視覚刺激に比べて脳波 $\alpha$ 波を統計的有意に増強する傾向が観察され、心理実験がこの傾向を支持したことについて論じている。

第8章は「ビデオ動画像のつくる視覚刺激の評価」と題し、第4章ならびに第6章、第7章で観察された、精細度ならびにフラクタル性の高い視覚刺激が脳波 $\alpha$ 波を増強する傾向が、ビデオ動画像においても観察されるかどうかについて検討している。そのために呈示試料ならびに呈示機器の条件等を改めて設定して評価実験を行った結果、ビデオ動画像においても、高精細フラクタル視覚刺激が脳波 $\alpha$ 波を統計的有意に増強することが示唆されたことについて論じている。

第9章は「結論」であり、本研究の成果を整理し、一連の実験結果と、関連する様々な知見とに基づいて、視覚情報のもつ空間的構造の特徴に対するヒトの感受性について考察し、総括するとともに、今後の課題と展望について述べている。

以上を要するに、本論文は、ヒトの脳機能に対する適合性がより高い映像情報メディアの実現にむけて、脳波に基づく脳機能計測法を活用して視覚刺激を生理的に評価する手法を提案し、静止画・動画などの視覚情報のもつ空間的構造の密度ならびにフラクタル性に対する感受性について体系的に論じたものであって、今後の電子情報通信工学の進展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は、博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。