

氏名(本籍)	石坂敢也(静岡県)			
学位の種類	博士(理学)			
学位記番号	博甲第5621号			
学位授与年月日	平成23年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	数理物質科学研究科			
学位論文題目	<b>Energy Minimization and Point Distribution</b> (エネルギー最小化と点分散について)			
主査	筑波大学教授	理学博士	加藤久男	
副査	筑波大学教授	理学博士	山口孝男	
副査	筑波大学准教授	理学博士	田崎博之	
副査	筑波大学講師	博士(数理科学)	木村健一郎	

### 論文の内容の要旨

本論文は、画像工学分野における分散ドットハーフトーン技術で重要なドットの分散性に関する評価関数について数学的・画像工学的に論じたものである。本論文において、数学理論および画像工学の両面で意義のある評価関数の構築に成功している。画像工学分野において、2次元離散空間上の連続階調(256階調)画像を2階調画像に変換するハーフトーニング技術が知られている。以前はクラスタドットハーフトーン(網点スクリーン)と呼ばれる技術が主流であったが、近年の出力機器の性能向上に伴って、最近では高精細感などに利点を持つ分散ドットハーフトーンと呼ばれる技術の使用機会が増えてきている。この分散ドットハーフトーン技術において、高画質化のためにドットの分散性をできるだけ良くする事が重要であり、そのために様々な点分散の分散性の良さを正確に評価できる関数(評価関数)が必要となってきている。こうしたドットの分散性に関する評価関数はこれまで各種提案されてきたが、いずれの方式も欠点があることが知られている。従来から提案されているものは、実用にはほぼ合うように構成された評価関数であるが数学的に解析ができない、または数理的なアイデアをもとに構成された評価関数であるが、実用に合わないなどの欠点を持っていた。現在、画像工学の分野で採用されている評価関数は、経験的なパラメータ頼みの面が強く、数学的な面では精度を欠いている。本論文では、このような点を考慮にいて、まず未知の関数 $f$ に関する適切なエネルギー関数を新たに定義し、次に均等な点分散がそのエネルギーを最小にするような関数 $f$ の条件を凸性を含む一般的な条件で与え、数学理論・実用の両面で意義のある評価関数の構築に成功している。論文の前半では、1次元及び2次元の離散空間について研究し、評価関数 $f$ が微分可能で単調減少凸関数、及びある弱い条件を満たすならば、エネルギー関数が均等な点分散で最小になることを証明した。また、詳しいコンピューターによるシミュレーションを行い、理論上得られた結果が実用上でも非常に良い結果を出すことを確かめている。論文の後半では、測度論及びポテンシャル論の見地から研究をさらに推し進め、離散空間から連続的空間への理論の拡張・一般化に成功している。これらの結果は数学的に見ても大変興味深いものである。画像工学分野においても、本論文によって実用に充分応える評価関数が得られたことになった。さらに測度論的な観点まで研究を一般化したことにより、画像処理だけでなくその他の配置問題などへ

の応用も今後期待できる。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

この論文は、画像工学分野における分散ドットハーフトーン技術で重要なドットの分散性に関する評価関数について数学的・画像工学的に論じたものである。数学理論・実用の両面で意義のある評価関数の構築は、高く評価できる。本論文で得られた成果及び手法は、数学および画像工学の両分野における評価関数の研究に大きく貢献するものである。本論文の基礎となっている4編の論文の内、2論文はすでに国際的に評価の高い海外の雑誌で出版されている。他の1論文は投稿中であり、残り1論文も投稿準備中である。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。