

# 博士學位論文

内容の概要及び審査の結果の要旨

第7号

2011年10月

光産業創成大学院大学

はしがき

本編は学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第8条による公表を目的として、2011年9月に本学において博士の学位を授与した者の論文内容の概要及び論文審査の結果の要旨を収録したものである。

学位記番号に付した甲は学位規則第4条第1項(いわゆる課程博士)によるものであり、乙は学位規則第4条第2項(いわゆる論文博士)によるものであることを示す。

# 目 次

学位番号	学位の種類	氏 名	論 文 題 目	頁
甲第 15 号	博士(光産業創成)	松本 和二	2次元分光法と画像合成技術による産業創成 —分光イオンイメージング技術開発とその将来像の仮説と検証—	4

氏名	松本和二
学位の種類	博士(光産業創成)
学位記番号	甲第 15 号
学位授与年月日	平成 23 年 9 月 30 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	2次元分光法と画像合成技術による産業創成一分光イメージング技術開発とその将来像の仮説と検証一
論文審査委員	主査 教授 天野雅貴 教授 北原 正 教授 瀧口義浩 准教授 石井勝弘

### 論文の概要

本論文は、iPhone や iPad あるいは Android 携帯のような高機能端末を用いた将来のユビキタスに応用可能な分光イメージング機器を開発するためのハードウェアとソフトウェアの基礎技術を確立するとともに、起業実践を通じたマーケティング活動による市場解析を行うことで、新たな分光イメージング産業の将来モデルについてまとめたものである。

本研究では、超小型分光イメージング装置の開発を目指し、高精度で平行性の高い入力スリットを独自開発し、色収差の少ない光学系と組み合わせることで、市販品と比較して、実測値で約 2 倍の空間分解能と波長分解能を有し、かつ、約 10 分の 1 の販売価格の分光イメージングユニットを開発した。また、計測中の光源や環境からの照明輝度の経時変化を排除するために、新規の輝度補正計算アルゴリズムも開発し、膨大な空間情報と波長情報を有する分光イメージングデータから、分光波長ごとに特徴量を高速に抽出・表示する重み関数法を取り入れることに成功し、製品のユビキタス化への道を拓いた。

起業実践と市場調査を通して、分光イメージング技術が、最も活かされる自然環境計測や日常生活への分光応用の産業あるいは教育領域を見出し、ユビキタス型分光イメージング装置による新たな光産業創成を目指した。

本論文は全 6 章で構成されており、第 1 章の序論と第 6 章のまとめを除く 4 章は、上記の研究課題に対する記述になっている。

第 2 章では、超小型化に必要な技術開発について述べている。すなわち、高精度で平行性の高い入力スリットを独自開発することで、現行のフィンランド製分光イメージング装置 (解像度 30 line/mm) に対して、理論解析値では約 10 倍 (341 lines/mm)、実測値では約 2 倍の性能を有する装置 (66 line/mm) を開発した。

また、計測中の照明輝度の経時変化を排除できる様に白黒板を用いた補正計算アルゴリズムを開発し、正確な定量・画像合成を可能にした。同時に、上記装置に最適なソフトウ

ウェアも開発した。本件の特許出願および論文投稿は完了済みである。

第3章では、自然、景色などを観察できるマクロ観察装置の開発について述べている。この装置では、装置内の分光イメージングユニットを2軸に動かすことにより、フォーカス合わせとスキヤニングを可能とした画像を取得することができた。また、このシステムに白黒補正方式を導入することで太陽光の1万分の1の微弱光でも精度の高い画像データを取得することに成功した。

第4章では、開発した分光イメージング装置をもとに起業実践を行った。その結果、鳥観察用分光システムの受注に成功し、スタートアップは成功した。また、マーケティング活動で得られた顧客情報や情報媒体による客観情報を分析した結果、分光イメージングの対象となるターゲットは、「自然界の事物の観測」であることが明らかになった。そこで、従来の計測領域だけでなく、ビューワーと呼ぶ新たな画像イメージングの商品展開の必要性について論じた。

第5章では、ビューワーを「分光イメージング装置とディスプレイが一体となった軽量小型の装置で、撮影した分光イメージングデータから要望に応じた合成画像を迅速に得られる装置」と定義し、将来の分光イメージングの進むべきビジネスモデルを提案した。本論文は、研究所が持つシーズ技術の事業化を円滑に進めるにはどうしたらよいかという問題に対して、研究所シーズ技術をベンチャーにおいて事業化することが有効であるという仮説を立て、携帯型光生体計測システムをコアとする事業を自ら立ち上げる方法によって、その仮説を検証したものである。

## 審査結果の要旨

学位申請者の本研究における具体的な成果としては、以下の点が認められる。

ユビキタス化に向けた超小型分光イメージング装置に不可欠な高い空間分解能と波長分解能を有する無収差分光器を含む分光イメージング装置類の基本技術の確立を目指した。分光イメージング装置では、入力する2次元画像  $I(x, y)$  から1次元空間像  $I(y)$  を切り出し、その1次元の画像の分光スペクトル  $I(y, \lambda)$  を取得する。その際の空間分解能と波長分解能を確保するために、高精度で平行性の高い入力スリットを独自開発し、さらにそのスリット透過した1次元画像  $I(y)$  に対して分光を施す色収差の少ない分光光学系には、安価な市販の光学素子を用いた設計を行った。その結果、市販されている分光イメージング装置の空間分解能 (30 lines/mm) に対して、理論解析値では10倍 (341 lines/mm)、実測値では約2倍 (66 lines/mm)の性能を有する分光イメージングユニットを組み上げることに成功している。

開発した分光器の光学部品の配置精度を高めることと、より高精度な光学部品を導入することで、理論解析値に近い無収差分光器の組み上げが可能である。初期装置としては大型ではあるが、後分光装置や前分光装置を開発し、本研究においてそれら装置の性能評価を行うことで、産業用途への応用展開を行っている。また、市販の光学部品を用いたこと

で、開発レベルにおいては、市販されている分光イメージング装置価格の10分の1程度の価格で販売できるレベルまで開発ができています。

このユビキタス型分光イメージング装置で高速にユーザーの必要とする特徴量  $S(x, y, \lambda)$  を抽出し、わかりやすくカラー表示するためには、高い定量性と認識しやすさが必要である。定量性を高めるためには、計測中の光源や環境からの照明輝度の経時変化を排除することが不可欠であり、本研究では、白黒板を参照した輝度補正計算アルゴリズムを開発している。(特許出願済) さらには、膨大な空間情報と波長情報を有する分光イメージングデータ  $I(x, y, \lambda)$  から、分光波長ごとに特徴量を高速に抽出・演算・表示を行うために、本研究独自の重み関数法を取り入れている。

これらの技術的成果は、光産業創成に貢献しうる十分な成果であるとともに、新規の知見であると判断する。

一方、本研究における起業実践と市場調査を通して、分光イメージング技術が、最も活かされる自然環境計測や日常生活への分光応用の産業あるいは教育領域を見出し、ユビキタス型分光イメージング装置による新たな光産業創成を目指し、実践を行っている。

以上より、本論文は博士論文として十分な内容を有し、本学の学位規則、学位審査取扱細則及び学位審査取扱に関する内規の基準を満たしている。また、公開審査でのコメントに対しても適切に修正されている。

以上の結果、博士(光産業創成)の学位を授与するに値すると審査員全員の一致で判定された。