

博士學位論文

内容の概要及び審査の結果の要旨

第6号

2011年4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、2010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 14 号	博士(光産業創成)	林 雅宏	三次元イオンイメージング技術 の開発と質量分析市場への 事業展開アプローチ	4

氏名	林 雅宏
学位の種類	博士(光産業創成)
学位記番号	甲第 14 号
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 23 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	三次元イオンイメージング技術の開発と質量分析 市場への事業展開
論文審査委員	主査 教授 北川米喜 教授 鈴木鐵也 准教授 天野雅貴 准教授 内藤康秀 独立行政法人産業技術総合研究所計測フロンティア 研究部門副研究部門長 大久保雅隆

論文の概要

本論文は、学位申請者の派遣元企業のシーズ技術であるイオン検出装置を高分解能化、小型化、低価格化させる独創的手法を明らかにした。またそのシーズ技術を用いる質量分析分野で、既存事業以外に新規アプリケーションを開発するため、ビジネス展望としての事業化の方策を分析し、その結果として顧客創造活動の概念化（形式知化）を提唱、実践した成果をまとめたものである。

本論文の冒頭で研究目的の背景として、質量分析分野のイオン検出器市場が閉鎖的で急激な市場規模拡大を期待できない成熟した市場となりつつあることを指摘、その一方で、学位申請者の派遣元企業はイオン検出器を含むデバイスメーカーであり、今後この分野で発展を遂げるためにはイオン検出器が必要となるアプリケーションを掘り起こして、さらなる市場開拓が必須であると分析している。そこで、新規アプリケーションとしてイオン検出器が主要な役割を担う質量顕微鏡の実現を選択し、以下 4 項目の課題の解明を試みた：1)質量顕微鏡の実現へ向けた課題の洗い出し 2)質量顕微鏡の構築と課題を解決するための技術開発 3)シーズ技術を利用した質量顕微鏡用イオン検出器の試作開発 4)イオン検出器ビジネスの事業化計画

本論文は全 6 章から成り、第 1 章の序論と第 6 章の結論を除く 4 つの章は上記の研究課題に対応する記述になっている。

第 2 章では、試料表面上における目的対象物質の局在状態を可視化する技術であるイメージング質量分析について解説した後、質量顕微鏡を実現するために必要な要素技術と課題の洗い出しを行った。そのなかで、イオン像拡大レンズと三次元 (t, x, y) イオン検出の 2 つの技術課題を明確にしている。また質量顕微鏡の位置づけを考察することで他のイメージング技術との差別化・独自性を確認している。

第 3 章では、既存の飛行時間型質量分析計を改造した質量顕微鏡の構築について述べており、イオン像拡大レンズの最適化を行いイオン像が取得できることを実証している。また、イオン検出器として Delay Line Detector (DLD)を用いる際のデータ収集・処理に生じる技術的課題を克服した三次元イオンイメージング技術の開発について述べている。色素ドットパターンサンプルの測定によって質量分離イメージ取得に成功し、質量顕微鏡として動作することを示している。本章の内容は主論文として纏められた。

第 4 章では、イオン検出器アプリケーションビジネスの核になる質量顕微鏡用イオン検出器の開発について述べている。検出器の能力を生かすための構造設計や独自シーズ技術で安価・小型の DLD を実現し、その評価を行い、試作した DLD を搭載した質量顕微鏡でイオン像の取得に成功したことを示している。

第 5 章では、イオン検出器ビジネスが質量顕微鏡ビジネスの核になるという考えに立って、市場状況や先行事例をもとに考察したイオン検出器ビジネスの問題点を記述している。その解決に向け顧客創造活動という独創的提起を行い、質量顕微鏡ビジネスの事業計画を構築提案している。

第 6 章は各章の結論から本研究を総括している。

審査結果の要旨

学位申請者は、いまだ実用的な装置が製品化されていない質量顕微鏡（投影型イメージング質量分析装置）をイオン検出器ビジネス発展のチャンスと捉え、質量顕微鏡を実現するための要素技術の構築を通していくつかの技術的新知見を獲得している。また、開発した質量顕微鏡技術による新事業創出に向けて現状のイオン検出器ビジネスの問題点を考察した上で、解決策として顧客創造活動に着目し、さらにその実践を通していくつかの経営的新知見を獲得している。これらの研究活動に基づいて、最終的な目的である質量顕微鏡の事業化計画の構築に至っている。

本論文第 2 章の大部分は一般的なイメージング質量分析に関する解説であるが、主題への導入部であり、かつ、学位申請者の光産業としての事業構想の根幹である質量顕微鏡の位置づけと意義が提示されており評価に値する。

第 3 章は本論文の中核であり、その内容は主論文（掲載決定）にまとめられている。控えめな表現ながら、世界で初めてレーザーによる脱離イオンに対しての質量顕微鏡の実用化技術を構築したことが述べられている。質量顕微鏡におけるレーザーの利用は生体高分子への応用上重要であり、学術的価値に加えて光産業に関連した新知見としても高く評価できる。なお、公開審査会では、開発した質量顕微鏡と他のイメージング質量分析装置との性能比較が必要との指摘を受けており、第 3 章のまとめで性能比較がなされている。

第 4 章は質量顕微鏡ビジネスでの商材となる独自の検出器（DLD）の開発について述べており、学位申請者の派遣元企業で知財化されるべき内容を含むため記述は限定されているが、量産化を可能にする設計や位置時間変換特性を向上する工夫などの技術的新知見が含まれており評価できる。第 4 章の内容はしかるべき時期に学術論文にまとめることが望ましい。

なお、審査会では、開発した DLD と市販品および研究発表されている他の DLD との性能比

較が必要との指摘を受けており、第4章のまとめで性能比較がなされている。

第5章は検出器を商材とした質量顕微鏡ビジネスの課題とその解決のためのビジネス展開手法を考察しており、手法の検証と新事業創出に向けた具体的取り組みとして実践した顧客創造活動を通して、デバイスメーカーにとっての壁を打破する新しいサプライチェーンを構築できることを実証している。また、このサプライチェーンが潜在ニーズの顕在化に有効であることを見出している。これらの知見に基づいて、学位申請者自身が派遣元企業において質量顕微鏡ビジネスを創出する事業計画を構築している。

社会的実験としての顧客創造活動は法人設立による起業活動と同じく、学位審査基準のビジネス業績として認められる。エンドユーザーとの接触による顧客創造活動は、同様の立場に置かれた部品メーカーにより幅広く実践され、その有効性は暗黙知として各企業内に蓄積されている可能性はあるが、その形式知化を試みたことは高い評価に値する。なお、公開審査会では、利益計画の数値目標を含めた事業計画についての具体的な記載が必要との指摘を受けており、第5章は事業計画のタイムスケジュールや中期利益計画を追記するなど適切な改訂がなされている。

以上の論文審査結果ならびに学力試験における答弁から総合的に判断して、学位申請者は細則、内規のすべての基準を十分に満たし、博士（光産業創成）を授与するに値すると認める。