

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 小久保光典

本論文は「薄切片標本作製システムに関する研究・開発」と題し、病理組織検査（診断）用の薄切片顕微鏡標本の自動作製システムの開発を目的として行った研究の成果を纏めたものであり、全6章で構成されている。

第1章「序論」では、本研究の背景を記している。まず、病理組織検査とその各工程を解説している。また病理組織診断の基となる顕微鏡標本作製工程における薄切作業のほとんどを人手に頼っているため、顕微鏡標本の品質が、技師の熟練度に影響されている問題を明らかにし、自動化を目指す、本研究の目的を提示している。

第2章「自動薄切装置」では、薄切片を切り出すための装置の設計指針を明らかにしている。試作した自動薄切装置の仕様、構造を述べるとともに、切れ刃部の設計過程で導入した有限要素法を用いた構造解析について記している。自動薄切装置としての諸性能の向上を目指して採用した、V-V すべり方式案内が優れた性能を有することを実測により明らかにしている。

第3章では、「粘着テープを使用した薄切片試料作製システム」について行った研究について述べている。粘着テープを薄切対象試料の表面に貼り付けた後に試料を薄切することを繰り返し、粘着テープ上に連続的に薄切片を取り出し、粘着テープ上の薄切片に直接染色を施して標本作製する薄切片試料採取方法を提案し、試作機により、その有効性を実証している。

具体的には、粘着テープ上の薄切片にヘマトキシリン・エオジン（HE）染色を施し、組織検査用の薄切片標本作製するまでの試験結果を示し、本粘着テープを使用した薄切片試料採取方法によって作製した標本が病理組織検査・診断用に適用可能であることを提示している。また、表面基材にはPETを用い、粘着剤としてアクリル酸エステルの共重合体のアクリル系の溶剤型を採用することにより、有機溶剤を使用した薄切片の染色工程にも耐え得る粘着テープの開発に成功している。

第4章「静電気を利用した薄切片試料作製システム」では、薄切片の採取に静電気を利用し、スライドガラス上に薄切片を取り出す手法の開発について述べている。薄切片採取に用いた絶縁テープ（キャリアテープ）とパラフィンブロック、スライドガラスについての帯電諸特性についての帯電特性を調べ、印加電圧±10 kV以上で各試料に十分な帯電が得られることを明らかにしている。

試作した装置により、厚さ 3 $\mu$ m の薄切片を連続的に採取できることに成功

している。また、得られた薄切片に染色を施した標本は、熟練者によって作製した標本と同等以上であるとの評価を病理診断の専門医師から得ている。

第5章「薄切片標本からの立体像の構築」では、作製した薄切片標本を撮像し、画像処理にて自動で位置合せを行い、ボリュームレンダリング手法による3次元画像解析ソフトウェアによってパソコン内に3次元像を再構築させる試みについて述べている。具体例として、米粒をパラフィン包埋した試料を対象として、粘着テープ上に薄切片を切り出した後に染色を施した標本を撮影して得た画像を処理し、米粒内部のたんぱく質やでんぷん等の成分の分布状況を3次元的に表示することに成功している。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果の総括を行い、さらに今後の展望について述べている。

このように、本論文では、自動化が困難であり、製作のほとんどを人手に頼っている、病理組織検査用の薄切片顕微鏡標本作製に関して、「粘着テープを使用した薄切片採取方法」および「静電気を利用した薄切片採取方法」を新たに提案し、薄切片標本の自動作製が可能であるシステムの構築に成功している。研究成果および本研究で得られた多くの知見は、精密機械工学および精密機械工業の発展に大きく貢献するものと言える。また、開発した自動切片作製装置は、既に商品化されており、医学や生物学の進歩に寄与している。

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。