

氏名(本籍)	はた 畑	じゅたろう 寿太郎(東京都)
学位の種類	博士(医学)	
学位記番号	博甲第2925号	
学位授与年月日	平成14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	医学研究科	
学位論文題目	「医用刺青による母斑の治療」 光学モデルを利用した皮膚のカラーコントロール	
主査	筑波大学教授	医学博士 大塚 藤 男
副査	筑波大学助教授	医学博士 鬼塚 正 孝
副査	筑波大学助教授	医学博士 高田 彰

## 論文の内容の要旨

### (目的)

色素異常を主訴とする皮膚疾患は少なくなく、紫外線療法、切除、植皮などの外科的方法や近年発達してきたレーザー照射などで治療されている。しかし、白斑の一部や瘢痕など治療に苦勞する例も多い。この様な難治性色素異常症に医用刺青を適応する方法がある。同法による皮膚色再現には難しい側面があり、従来施術者の経験に依存する部分が多かった。本研究は皮膚の光学モデルを開発し、これを用いて医用刺青の皮膚色コントロールの精度を上げるとともに刺青色素や刺青法を改良して、医用刺青を色素異常症治療の選択肢の一つとして位置付けようとするものである。

### (材料と方法)

光透過散乱吸収物体としての皮膚の特徴を考慮した皮膚色測定システムの開発を試みた。皮膚は前方散乱が強く光を均等に散乱しないため、光散乱物体中の光路長を考慮した、拡張型ランバート・ベールの法則を用いた皮膚の光学モデルを設定した。このモデルに基づいてメラニンやヘモグロビンの量、刺青色素の散乱特性と量などに条件を与えてシミュレーションした。

ヒト皮膚色計測の条件を検討して臨床応用可能な測色計の改良を試みた。

刺青材料については、従来用いられてきた刺青色素を分析し、人体への影響の少ない原料を用いて新たに色素の再調合を試みた。

刺青施行法としてのブランケット法、即ち真皮浅層剝離して刺青色素を少量載せた後剝離表皮を戻す方法、を考案し、従来の刺青機を使った方法と刺青色素の分布を組織学的に比較した。

刺青による皮膚色を拡張型ランバート・ベールの法則を用いた光学モデルに基づき刺青治療後の皮膚色を推定した。白斑と遺伝性対側性色素異常症の患者各1名にブランケット法を用いて刺青治療を施行しその皮膚色を測色し、前述の推定値と比較検討した。

### (結果)

ランバート・ベールの法則を用いた皮膚の光学モデルにより散乱特性の同様な異なる色素の吸光度の変化がわかると刺青色素の吸光度変化の予測が可能であることを明らかにした。安全性の高い赤、青、濃茶、肌色の4色

色素を混合して刺青色素を作製した。基本となる青色色素は事前のシミュレーションにより調合した。ブランケット法は従来の刺青機より刺青色素を真皮浅層に均質に分布させるのに有用であった。白斑と遺伝性対側性色素異常症の患者各1名にブランケット法を用いて刺青治療を施行して良好な臨床効果を得た。測色計を用いた刺青皮膚の測色結果と光学モデルの推定結果はほぼ同様であった。

#### (考察)

皮膚は光を強く散乱する特性を有し、前方散乱と不均等散乱が特徴である。本研究では皮膚色予測にこのような特性と光散乱物体中の光路長を考慮した拡張型ランバート・ベールの法則を用いた皮膚の光学モデルを設定した。この光学モデルにより刺青色素の吸光度変化の予測が可能となった。さらに刺青色素自体を改良するとともに予測値に応じて実際に臨床応用する医用刺青色素を調合してブランケット法を用いて白斑と遺伝性対側性色素異常症の患者各1名に刺青治療を施行した。臨床的には良好な結果を得るとともに、刺青皮膚を新しく開発した測色計を用いて測色した結果と光学モデルの推定結果がほぼ一致することを見いだしている。本研究は光学モデルとシミュレーションにより刺青色を予測し、実際の色素刺青治療に役立つことを示したものである。

#### (結論)

医用刺青を用いた皮膚色コントロールの精度と安全性を高めるために刺青材料、刺青方法を改良した。また、皮膚色予測に拡張型ランバート・ベールの法則を用いた光学モデルの有用性を明らかにした。白斑、遺伝性対側性色素異常症に上述の色素刺青を応用して良好な臨床効果を得た。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は医用刺青を用いた皮膚色コントロールの精度と安全性を高めるために刺青材料、刺青方法の改良と、皮膚色予測に有用な方法の開発を目指したものである。強い散乱、特に前方散乱と不均等散乱を特徴とする皮膚の色調予測に光路長を考慮した拡張型ランバート・ベールの法則を用いた皮膚の光学モデルを設定して刺青色素の吸光度変化の予測を可能にした意義は大きい。精度の高い刺青色素や刺青法としてのブランケット法の開発も手掛けており、このような各種の臨床的試みが白斑と遺伝性対側性色素異常症の患者各1名に刺青治療を可能にしたと考えることができる。皮膚の測色計を新しく開発しており、これも刺青後皮膚の測色結果と光学モデルの推定結果を比較するのに役立っている。本研究は刺青施行例が2例と少なく臨床試行の域を出ていないが、刺青色素や刺青方法の改良をも含めて光学モデルによる刺青色の予測を可能にしており、意欲的な臨床研究として評価できる。

よって、著者は博士（医学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。