

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7631265号
(P7631265)

(45)発行日 令和7年2月18日(2025.2.18)

(24)登録日 令和7年2月7日(2025.2.7)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 N 21/35 (2014.01)

G 0 1 N 21/35

G 0 1 N 33/50 (2006.01)

G 0 1 N 33/50

G 0 1 N 33/483 (2006.01)

G 0 1 N 33/483

Q

C

請求項の数 8 (全18頁)

(21)出願番号	特願2022-135882(P2022-135882)	(73)特許権者	000000918
(22)出願日	令和4年8月29日(2022.8.29)		花王株式会社
(65)公開番号	特開2024-32299(P2024-32299A)		東京都中央区日本橋茅場町1丁目14番
(43)公開日	令和6年3月12日(2024.3.12)		10号
審査請求日	令和6年1月19日(2024.1.19)	(74)代理人	100137589
			弁理士 右田 俊介
		(72)発明者	清水 教男
			神奈川県小田原市寿町5-3-28 花
			王株式会社研究所内
		審査官	小野寺 麻美子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 皮膚指標推定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

一以上のプロセッサが、
被評価者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報を取得する取得工程と、
複数のサンプル提供者における皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報と既知の目的指標値との複数のデータセットを用いて得られた推定モデルに、前記取得された赤外吸収スペクトル情報を入力することにより、前記被評価者の目的指標値を推定する推定工程と、
を実行し、
前記赤外吸収スペクトル情報は、 600 cm^{-1} 以上 1800 cm^{-1} 以下の第一波数領域における複数の強度値及び 2800 cm^{-1} 以上 3700 cm^{-1} 以下の第二波数領域における複数の強度値を少なくとも含み、
前記目的指標値は、角層特性又は皮膚表面特性に関する指標値である、
皮膚指標推定方法。

【請求項2】

一以上のプロセッサが、
被評価者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報を取得する取得工程と、
複数のサンプル提供者における皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情

報と既知の目的指標値との複数のデータセットを用いて得られた推定モデルに、前記取得された赤外吸収スペクトル情報を入力することにより、前記被評価者の目的指標値を推定する推定工程と、

を実行し、

前記赤外吸収スペクトル情報は、600 cm⁻¹以上1800 cm⁻¹以下の第一波数領域のピーク領域及び非ピーク領域における複数の強度値及び2800 cm⁻¹以上3700 cm⁻¹以下の第二波数領域のピーク領域及び非ピーク領域における複数の強度値を少なくとも含み、

前記目的指標値は、角層特性又は皮膚表面特性に関する指標値である、

皮膚指標推定方法。

10

【請求項3】

一以上のプロセッサが、

被評価者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報を取得する取得工程と、

複数のサンプル提供者における皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報と既知の目的指標値との複数のデータセットを用いて得られた推定モデルに、前記取得された赤外吸収スペクトル情報を入力することにより、前記被評価者の目的指標値を推定する推定工程と、

を実行し、

前記赤外吸収スペクトル情報は、600 cm⁻¹以上1800 cm⁻¹以下の第一波数領域から一定波数間隔及び2800 cm⁻¹以上3700 cm⁻¹以下の第二波数領域から一定波数間隔でそれぞれサンプリングされた複数の強度値を少なくとも含み、

20

前記目的指標値は、角層特性又は皮膚表面特性に関する指標値である、

皮膚指標推定方法。

【請求項4】

前記目的指標値は、角層の重層剥離率、角層細胞面積、角層細胞長さ、又は角層細胞真円率である、

請求項1から3のいずれか一項に記載の皮膚指標推定方法。

【請求項5】

前記目的指標値は、角層細胞間脂質の総量、セラミド量、コレステロール量若しくは遊離脂肪酸量、角層細胞間脂質のセラミド分子種ごとの量、又は角層細胞間脂質のセラミド分子種ごとの量の比率である、

30

請求項1から3のいずれか一項に記載の皮膚指標推定方法。

【請求項6】

前記目的指標値は、角層水分量又は経皮水分蒸散量である、

請求項1から3のいずれか一項に記載の皮膚指標推定方法。

【請求項7】

前記目的指標値は、皮膚の表面形態測定により得られる鱗屑状態、皮膚の滑らかさ若しくはシワ状態の指標値、又は皮膚の表面形状を再現したレプリカの測定により得られた皮膚表面の粗さ、シワの深さ、シワの本数、シワの体積、シワの面積若しくはシワの面積率の指標値である、

40

請求項1から3のいずれか一項に記載の皮膚指標推定方法。

【請求項8】

前記一以上のプロセッサ及びメモリを少なくとも備える皮膚指標推定装置であって、

前記推定モデルを利用可能であり、

前記メモリにはコンピュータプログラムが格納されており、

前記一以上のプロセッサにより前記コンピュータプログラムが実行されることにより、
請求項1から3のいずれか一項に記載の皮膚指標推定方法を実行可能な皮膚指標推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、赤外吸収スペクトル情報を用いて皮膚指標を推定する技術に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

下記特許文献 1 には、皮膚の角層の赤外吸収スペクトルから $1610 \sim 1570 \text{ cm}^{-1}$ の波数領域における信号強度 A 及び蛋白質由来の信号強度 B を観測し、信号強度 A から抽出されたカルボキシレートアニオン逆対称伸縮振動の信号強度 A' と信号強度 B との比から角層中の天然保湿因子 NMF 量を測定する方法が開示されている。

下記特許文献 2 には、ヒトの皮膚の角層を対象として赤外分光法によって赤外吸収スペクトルを測定し、この赤外吸収スペクトルにおける蛋白質二次構造に由来するアミド I 吸収帯のピークから、 α ヘリックスとランダムコイルの重畳したピーク及び β シートのピークを分割し、 α ヘリックスとランダムコイルの重畳したピークの面積及び β シートのピーク面積を算出して、 $[\beta \text{ シートのピーク面積}] / [\alpha \text{ ヘリックスとランダムコイルの重畳したピークの面積}]$ で定義されるピーク面積比 β / α を算出し、算出された比 β / α の値を指標として皮膚の角層の性状を医療行為以外の目的で評価する方法が開示されている。

下記特許文献 3 から 5 には、テープ剥離により取得された角層を対象にして得られた赤外吸収スペクトルを用いて角層の性状等を簡便かつ安定的に評価可能とする手法が開示されています。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 文献 】特開 2009 - 210567 号公報

【 文献 】特開 2013 - 44525 号公報

【 文献 】特開 2018 - 105783 号公報

【 文献 】特開 2020 - 193948 号公報

【 文献 】特開 2021 - 181987 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

上述の各種手法は、角層の赤外吸収スペクトルにおける特定波数領域のピークの信号強度、ピーク形状等に基づいて角層の性状等を評価している。

本発明は、角層の赤外吸収スペクトル情報を用いてより高精度に角層特性又は皮膚表面特性の指標値を推定可能な技術を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明によれば、一以上のプロセッサが、被評価者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報を取得する取得工程と、複数のサンプル提供者における皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報と既知の目的指標値との複数のデータセットを用いて得られた推定モデルに、前記取得された赤外吸収スペクトル情報を入力することにより、前記被評価者の目的指標値を推定する推定工程と、を実行し、前記赤外吸収スペクトル情報は、所定の波数領域における複数の強度値を含み、前記目的指標値は、角層特性又は皮膚表面特性に関する指標値である皮膚指標推定方法が提供され得る。

また、一以上のプロセッサ及びメモリを少なくとも備える皮膚指標推定装置であって上述の皮膚指標推定方法を実行可能な皮膚指標推定装置なども提供され得る。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 6 】

本発明によれば、角層の赤外吸収スペクトル情報を用いてより高精度に角層特性又は皮膚表面特性の指標値を推定可能な技術を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

10

20

30

40

50

【図 1】本実施形態に係る皮膚指標推定方法（本方法）を実行可能な情報処理装置のハードウェア構成例を概念的に示す図である。

【図 2】本実施形態に係る皮膚指標推定方法（本方法）のフローチャートである。

【図 3】皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトルを示すグラフである。

【図 4】実施例 1 の推定モデルにおける角層の重層剥離率及び角層の細胞形状に関する目的指標値ごとの推定精度を示す表である。

【図 5】実施例 1 の推定モデルにおける角層細胞間脂質に関する目的指標値ごとの推定精度を示す表である。

【図 6】実施例 1 の推定モデルにおける角層の水分量に関する目的指標値ごとの推定精度を示す表である。

10

【図 7】実施例 1 の推定モデルにおける皮膚表面特性に関する目的指標値ごとの推定精度を示す表である。

【図 8】角層特性を目的指標値とする推定モデル（推定式）における各波数成分（各説明変数）の吸光度に対する重み（回帰係数）を示すグラフである。図 8（a）は、S k i c o n（ヤヨイ社製）を用いて測定された角層水分量を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関するグラフであり、図 8（b）は、経皮水分蒸散量（T E W L）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関するグラフであり、図 8（c）は、セラミド N P の量とセラミド N S の量との比率（N P / N S）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関するグラフであり、図 8（d）は、角層重層剥離率を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関するグラフである。

20

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の好ましい実施形態の例（以降、本実施形態と表記する）について説明する。以下に挙げる実施形態は例示であり、本発明は以下の実施形態の構成に限定されない。

【0009】

本実施形態に係る皮膚指標推定方法（以下、本方法と表記する）は、一台以上の情報処理装置が備える一以上のプロセッサにより実行される。

図 1 は、本方法を実行可能な情報処理装置 10 のハードウェア構成例を概念的に示す図である。

情報処理装置 10 は、いわゆるコンピュータであり、C P U 11、メモリ 12、入出力インタフェース（I / F）13、通信ユニット 14 等を有する。情報処理装置 10 は、据え置き型の P C（Personal Computer）であってもよいし、携帯型の P C、スマートフォン、タブレット等のような携帯端末であってもよいし、専用コンピュータであってもよい。

30

【0010】

C P U 11 は、いわゆるプロセッサであり、一般的な C P U（Central Processing Unit）に加えて、特定用途向け集積回路（A S I C）、D S P（Digital Signal Processor）、G P U（Graphics Processing Unit）等も含まれ得る。メモリ 12 は、R A M（Random Access Memory）、R O M（Read Only Memory）、補助記憶装置（ハードディスク等）である。

40

入出力 I / F 13 は、表示装置 15、入力装置 16 等のユーザインタフェース装置と接続可能である。表示装置 15 は、L C D（Liquid Crystal Display）や C R T（Cathode Ray Tube）ディスプレイのような、C P U 11 等により処理された描画データに対応する画面を表示する装置である。入力装置 16 は、キーボード、マウス等のようなユーザ操作の入力を受け付ける装置である。表示装置 15 及び入力装置 16 は一体化され、タッチパネルとして実現されてもよい。

通信ユニット 14 は、通信網を介した他のコンピュータとの通信や、プリンタ等の他の機器との信号のやりとり等を行う。通信ユニット 14 には、可搬型記録媒体等も接続され得る。

【0011】

50

情報処理装置 10 のハードウェア構成は、図 1 の例に制限されない。情報処理装置 10 は、図示されていない他のハードウェア要素を含んでもよい。また、各ハードウェア要素の数も、図 1 の例に制限されない。例えば、情報処理装置 10 は、複数の CPU 11 を有していてもよい。また、情報処理装置 10 は、複数の筐体からなる複数台のコンピュータにより実現されていてもよい。

【0012】

情報処理装置 10 は、CPU 11 によりメモリ 12 に格納されたコンピュータプログラムが実行されることにより、本方法を実行することができる。このコンピュータプログラムは、例えば、CD (Compact Disc)、メモリカード等のような可搬型記録媒体やネットワーク上の他のコンピュータから入出力 I/F 13 又は通信ユニット 14 を介してインストールされ、メモリ 12 に格納される。

10

【0013】

情報処理装置 10 (CPU 11) は、推定モデルを利用可能であり、更に、その推定モデルを生成することもできる。但し、当該推定モデルは、他のコンピュータで生成されてもよい。当該推定モデルは、情報処理装置 10 内のメモリ 12 に格納されていてもよいし、情報処理装置 10 が通信でアクセス可能な他のコンピュータのメモリに格納されていてもよい。

このように情報処理装置 10 は、当該推定モデルを利用可能な装置であって本方法を実行可能な皮膚指標推定装置と表記可能である。なお、推定モデルの詳細については後述する。

20

【0014】

ここで、本方法について図 2 を用いて説明する。

図 2 は、本実施形態に係る皮膚指標推定方法 (本方法) のフローチャートである。

本方法は、図 2 に示されるように、被評価者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報を取得する取得工程 (S11) と、上述の推定モデルに、取得工程 (S11) で取得された赤外吸収スペクトル情報を入力する (S12) ことにより、被評価者の目的指標値を推定する推定工程 (S13) とを少なくとも含む。図 2 の例において、本方法は、推定工程 (S13) で取得された被評価者の目的指標値を出力する工程 (S14) を更に含んでいる。

本方法は、図 1 に例示されるような情報処理装置 10 (CPU 11) により実行される。以降、本方法の各工程についてその実行主体を CPU 11 としてそれぞれ詳述する。

30

【0015】

取得工程 (S11) で取得される赤外吸収スペクトル情報は、皮膚から剥離された角層を少なくとも含む検体の赤外分光測定により得られる赤外吸収スペクトル (赤外吸収スペクトル、赤外透過スペクトル等とも呼ばれる) の情報であって、当該赤外吸収スペクトルの所定の波数領域における複数の強度値を含む。

【0016】

「皮膚から剥離された角層」には、手や粘着テープ、何らかの道具等を用いて皮膚から採取された或いは剥離された角層のみでなく、自然に剥がれ落ちた角層も含む。当該赤外吸収スペクトル情報は、このような角層に関して得られる赤外吸収スペクトルのみを示してもよいし、その角層に加えてテープや水分、埃のような他の成分を含んだ状態の赤外吸収スペクトルを示してもよい。

40

「強度値」とは、赤外吸収スペクトルにおける各波数の強度を示す値であり、例えば、吸光度、透過率若しくは反射率である。

【0017】

図 3 は、皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトルの例を示すグラフである。図 3 において、横軸は波数を示し、縦軸は吸光度 (強度値) を示している。

取得工程 (S11) で取得される赤外吸収スペクトル情報は、図 3 に例示されるような赤外吸収スペクトルの所定の波数領域の強度値群の中から抽出された複数の強度値を含む。

赤外吸収スペクトルの「所定の波数領域」は、予め決められた波数領域であって、赤外

50

分光測定を行う装置の仕様に応じた測定限界となる波数範囲であってもよいし、そのような測定限界の波数範囲の中の一以上の部分的な波数領域であってもよい。例えば、図3の例に示されるように、所定の波数領域は、測定限界となる 600 cm^{-1} 以上 4000 cm^{-1} 以下の波数範囲とされてもよい。

【0018】

但し、赤外吸収スペクトル情報は、 600 cm^{-1} 以上 1800 cm^{-1} 以下の第一波数領域における複数の強度値及び 2800 cm^{-1} 以上 3700 cm^{-1} 以下の第二波数領域における複数の強度値を少なくとも含むことが好ましい。実施例として後述するとおり、当該第一波数領域及び当該第二波数領域における強度値の、目的指標値に対する寄与率（回帰係数）が、それ以外の波数領域の強度値よりも高く、推定モデルの推定精度を高くすることができからである。

10

【0019】

また、当該赤外吸収スペクトル情報は、 600 cm^{-1} 以上 1800 cm^{-1} 以下の第一波数領域および 2800 cm^{-1} 以上 3700 cm^{-1} 以下の第二波数領域の非ピーク領域における複数の強度値を少なくとも含むことが好ましい。

ここでの「非ピーク領域」とは、図3に示すような赤外吸収スペクトルのグラフにおいてピークではない波数領域を示し、具体的には、所定の波数分解能（例えば 0.5 cm^{-1} ）の赤外吸収スペクトルにおいてピーク領域を除いた波数領域を意味する。「ピーク領域」とは、当該赤外吸収スペクトルにおいて凸状を示す波数領域であって、例えば、その波数領域内のピーク強度を示す波数を中心にして所定の波数範囲（例えば 100 cm^{-1} ）、或いは当該ピーク強度を示す波数を中心にしてそのピーク強度の8割から5割程度の強度を示す波数までの波数範囲を意味する。

20

図3の例では、第一波数領域の非ピーク領域には、 700 から 800 cm^{-1} 付近、 1000 から 1100 cm^{-1} 付近、 1400 cm^{-1} 付近の波数範囲等が該当し、第二波数領域の非ピーク領域には、 3000 から 3100 cm^{-1} 付近、 3400 から 3700 cm^{-1} 付近の波数領域等が該当する。

本発明者らにより、このように当該赤外吸収スペクトル情報としてピーク強度値だけでなく非ピーク領域の複数の強度値を用いることで推定モデルの推定精度を高くすることが見出されている。

【0020】

30

また、当該赤外吸収スペクトル情報に含まれる強度値は、赤外吸収スペクトルのピーク強度値か否かに関わらず抽出されたものであってもよい。例えば、当該赤外吸収スペクトル情報は、ピーク強度値か否かに関わらず、 600 cm^{-1} 以上 1800 cm^{-1} 以下の第一波数領域の中から一定波数間隔（第一波数間隔）及び 2800 cm^{-1} 以上 3700 cm^{-1} 以下の第二波数領域の中から一定波数間隔（第二波数間隔）でそれぞれサンプリングされた複数の強度値を含むようにしてもよい。この場合、第一波数間隔と第二波数間隔は同一にされてもよいし、異なる間隔とされてもよい。また、当該赤外吸収スペクトル情報は、所定の波数領域（例えば 600 cm^{-1} 以上 4000 cm^{-1} 以下）の中から一定波数間隔でサンプリングされた複数の強度値を含むようにしてもよい。

このように赤外吸収スペクトルのピーク強度値か否かに関わらず抽出された複数の強度値を用いることで推定モデルの推定精度を高くすることができることは実施例で後述するとおり実証されている。

40

【0021】

また、当該赤外吸収スペクトル情報に含まれる強度値の数は、推定モデルの推定精度を高くするためには、実施例として後述するとおり、10以上であることが好ましく、25以上であることがより好ましく、50以上であることが更に好ましい。

【0022】

CPU11は、取得工程（S11）において、赤外分光測定装置若しくは他のコンピュータから通信或いは可搬型記録媒体を介して当該赤外吸収スペクトル情報を取得してもよいし、その測定装置若しくは他のコンピュータから取得された情報を加工することで当該

50

赤外吸収スペクトル情報を取得してもよい。

【 0 0 2 3 】

上述したとおり本実施形態では赤外吸収スペクトル情報の取得手法には様々な手法が採用可能である。例えば、シリコン粘着層又は他の成分の粘着層を有する粘着テープで皮膚表面から角層を採取し、少なくとも角層が付着したその粘着テープに対する赤外分光測定の結果から当該赤外吸収スペクトル情報が抽出されてもよい。この場合、CPU 11は、赤外分光測定装置若しくは他のコンピュータから赤外分光測定の結果情報を取得し、その結果情報から必要となる赤外吸収スペクトル情報を取得してもよい。

また、上述の特許文献3から5の開示手法を用いて当該赤外吸収スペクトル情報が取得されてもよい。具体的には、粘着テープT1で皮膚表面から角層を採取し、採取された角層をその粘着テープT1からシリコン粘着層を有するテープT2に転写して、そのテープT2の粘着面をATR-IR測定して得られる赤外吸収スペクトルAとシリコン粘着層を有する未使用のテープT3の粘着面をATR-IR測定して得られる赤外吸収スペクトルBとの差スペクトルを求めて、その差スペクトルから当該赤外吸収スペクトル情報を抽出する手法が行われてもよい。この手法において当該差スペクトルは、シリコン粘着層に由来する主要な吸収帯である 1260 cm^{-1} 付近の吸収帯若しくは $1000\sim1100\text{ cm}^{-1}$ 付近の吸収帯又はそれら両方に由来するピーク強度が一致するように、赤外吸収スペクトルA又は赤外吸収スペクトルBを定数倍してから差し引いて得られる。なお、実施例の項においてこの手法は開示手法と表記される。

【 0 0 2 4 】

工程(S12)で用いられる推定モデルは、複数のサンプル提供者に関する複数のデータセットを用いて得られたモデルである。

各データセットは、サンプル提供者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報とそのサンプル提供者に関する既知の目的指標値との組合せデータである。

赤外吸収スペクトル情報は、推定モデルの入力となる説明変数の値として用いられる。赤外吸収スペクトル情報については工程(S11)に関して述べたとおりである。但し、推定モデルの構築に用いられる赤外吸収スペクトル情報は、サンプル提供者の角層に関して得られたものとなる。但し、サンプル提供者の中に当該被評価者が含まれていてもよい。

【 0 0 2 5 】

目的指標値は、角層特性又は皮膚表面特性に関する指標値であり、推定モデルの出力となる目的変数の値として用いられる。上述のデータセットに含まれる既知の目的指標値は、各サンプル提供者を対象にして評価、計測等を行うことで予め取得される。

【 0 0 2 6 】

角層特性に関する指標値は、角層の特性を示す指標値であり、例えば、角層の重層剥離率、角層の細胞形状に関する指標値、角層細胞間脂質に関する指標値、角層の水分量に関する指標値等である。

皮膚表面特性に関する指標値は、皮膚表面形状を再現したレプリカ又は皮膚表面の測定により得られる指標値であり、皮膚表面の形態を示す指標値を含む。皮膚表面の形態を示す指標値としては、例えば、マイクロスコブ等を用いた皮膚の表面形態測定により得られる鱗屑、皮膚の滑らかさ及びシワ状態の指標値、当該レプリカの測定により得られる皮膚表面の粗さ、シワの深さ、シワの本数、シワの体積、シワの面積及びシワの面積率がある。

また、後述する経皮水分蒸散量(TEWL)のような角層の水分量に関する指標値も、皮膚表面に対する測定により得られる指標値であるため、皮膚表面特性に関する指標値に位置付けることもできる。但し、本明細書では、角層の水分量に関する指標値は、「角層」の物性を表す値の1つであることから、角層特性に関する指標値に位置付けるものとする。

【 0 0 2 7 】

角層の重層剥離率及び角層の細胞形状に関する指標値は、例えばテープ等で採取された角層を撮像した画像を解析することで取得可能である。

角層の重層剥離率は、角層画像を二値化処理することで剥離部面積と重層部面積を求め、重層部面積を剥離部面積で除算することで取得され得る。

角層の細胞形状に関する指標値は、一人につき複数の角層細胞の形状指標値を計測し、計測された複数の形状指標値に対して平均等の統計処理を行うことで取得可能である。例えば、一人あたり複数の角層細胞画像が撮像され、角層細胞画像1枚あたり複数個の角層細胞が特定され、特定された各角層細胞の形状指標値をそれぞれ計測して角層細胞画像の枚数で統計処理することにより、対象者の角層の細胞形状に関する指標値が取得可能である。角層の細胞形状に関する指標値としては、例えば、角層細胞面積、角層細胞長さ、角層細胞真円率等がある。

【0028】

10

角層細胞間脂質に関する指標値は、角層細胞間脂質の成分量又は成分ごとの量の比率であり、例えば、角層細胞間脂質の総量、角層細胞間脂質のセラミド量、コレステロール量又は遊離脂肪酸量であり、或いは、角層細胞間脂質のセラミド分子種ごとの量又は当該セラミド分子種ごとの量の比率である。

角層細胞間脂質に関する指標値は、例えば、液体クロマトグラフィ（LC）と質量分析（MS）とを組み合わせた解析手法により測定可能である。角層細胞間脂質に関する指標値としては、例えば、角層細胞間脂質の総量、セラミド量、コレステロール量、遊離脂肪酸量、セラミド分子種（NDS、NS、NH、NP、ADS、AS、AH、AP、EOS、EOH、EOP等）ごとの量、セラミド分子種ごとの量の比率（NP/NS等）がある。

【0029】

20

角層の水分量に関する指標値は、角層に含まれる水分量（角層水分量とも表記される）を示す指標値である。但し、ここでの指標値は、厳密に角層のみに含まれる水分量を示す値であることに限定するものではなく、角層に含まれる水分量を主としつつ表皮における角層よりも下層の組織に含まれる水分量を含む指標値であってもよい。

角層水分量は、例えば、コンダクタンス測定法、キャパシタンス測定法等により測定可能である。

また、本明細書では、皮膚のバリア機能を示す評価値として知られている、角層を通して蒸散する水分量を意味する経皮水分蒸散量（TEWL）についても角層の水分量に関する指標値に位置付ける。ここでの評価値は、皮膚内部から外部へのバリア機能を示すだけでなく、皮膚外部から内部へのバリア機能を示す指標値を含むものである。但し、上述したとおり、経皮水分蒸散量（TEWL）は皮膚表面特性に関する指標値に位置付けることもできる。

30

【0030】

複数のサンプル提供者に関するこのような既知の目的指標値と赤外吸収スペクトル情報とのデータセット群を用いて当該推定モデルが構築される。本実施形態では多変量解析を用いて構築された推定モデルが例示される。即ち、本実施形態における推定モデルは、複数のサンプル提供者に関する複数のデータセットに対して多変量解析を行うことにより得られる。

多変量解析手法としては、例えば、重回帰分析、主成分分析、部分的最小二乗回帰（PLS）、主成分回帰分析（PCR）等がよく知られている。本実施形態では、赤外吸収スペクトル情報を説明変数とし、目的指標値を目的変数とする推定モデルを構築可能であれば、利用される多変量解析の具体的手法は限定されない。本実施形態における推定モデルは推定式とも表記可能である。

40

【0031】

また、当該推定モデルは、ディープニューラルネットワークを含む畳み込みニューラルネットワークで構成されていてもよく、コンピュータプログラムとパラメータとの組合せ、複数の関数とパラメータとの組合せなどにより実現される。また、当該推定モデルは、ニューラルネットワークで構築される場合で、かつ、入力層、中間層及び出力層を一つのニューラルネットワークの単位と捉えた場合に、一つのニューラルネットワークを指してもよいし、複数のニューラルネットワークの組合せを指してもよい。また、当該モデルは

50

、複数の推定式の組合せで構成されてもよいし、一つの推定式で構成されてもよい。また、推定モデルは、ニューラルネットワークと回帰式や判別式等のような他のモデルとの組合せで構成され、ニューラルネットワークの出力として得られた値を当該他のモデルに入力して得られる値を出力とするものであってもよい。

【0032】

本実施形態において推定モデルは、複数の強度値を含む赤外吸収スペクトル情報を説明変数とし一つの目的指標値を目的変数とする一つの推定式であってもよいし、相互に異なる目的指標値をそれぞれ目的変数とする二以上の推定式の集合であってもよい。後者の場合には、工程(S13)において、二以上の目的指標値が取得される。

また、当該推定モデルがニューラルネットワークで構成されるAIモデルとして構築されている場合には、複数の強度値を含む赤外吸収スペクトル情報を入力として、一つ又は複数の目的指標値が出力される。

10

【0033】

工程(S14)においてCPU11は、工程(S13)で取得された目的指標値を出力する。CPU11は、目的指標値を表示装置15に表示させることもできるし、入出力I/F13又は通信ユニット14を介して接続されるプリンタ装置に目的指標値を出力させることもできるし、入出力I/F13又は通信ユニット14を介して可搬型記録媒体若しくは他のコンピュータに当該目的指標値を記録或いは送信することもできる。このように目的指標値の出力先及び出力方法は何ら限定されない。

また、CPU11は、工程(S13)で取得された目的指標値を数値としてそのまま出力してもよいし、取得された目的指標値に対して桁合わせ等の正規化を行ったうえで出力してもよい。本実施形態は目的指標値の出力形式についても限定しない。

20

【0034】

以上のように本実施形態では、被評価者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報であって 600 cm^{-1} 以上 1800 cm^{-1} 以下の第一波数領域及び 2800 cm^{-1} 以上 3700 cm^{-1} 以下の第二波数領域を少なくとも含む比較的広い所定の波数領域における複数の強度値を含む赤外吸収スペクトル情報が推定モデルに入力されることで、被評価者の目的指標値が推定される。

角層に関する赤外吸収スペクトル情報から推定されるその目的指標値は、角層特性又は皮膚表面特性に関する指標値である。

30

【0035】

上述の従来手法では、角層の性状を評価するにあたって角層の赤外吸収スペクトルにおける特定波数領域のピークに着目していたところ、本発明者は、角層の赤外吸収スペクトルにおける上述の第一及び第二波数領域を少なくとも含む比較的広い所定の波数領域に目を向けてそのような広い波数領域から抽出される複数の強度値(非ピーク領域の強度値、ピークとは無関係に一定間隔でサンプリングされた複数の強度値等)を用いることで角層特性又は皮膚表面特性をより高精度に推定可能であることを新たに見出したのである。

これにより、本実施形態によれば、角層の赤外吸収スペクトルにおける当該所定の波数領域における複数の強度値を用いることで角層を含む皮膚表面の指標を高精度に推定することができる。

40

更に言えば、各種測定装置を用いた皮膚表面の測定や画像撮影等のような角層を含む皮膚表面の指標を得るための個々の処理を行うことなく、被評価者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報を得さえすれば、容易にそのような皮膚表面の指標を推定することができる。また、そのような赤外吸収スペクトル情報は、被評価者に接触することなく、被評価者の皮膚から剥離された状態の角層から取得可能であるため、本実施形態は、遠隔評価を可能とし、衛生面でも有用である。

【0036】

上記の実施形態及び変形例の一部又は全部は、次のようにも特定され得る。但し、上述の実施形態及び変形例が以下の記載に制限されるものではない。

【0037】

50

< 1 > ー以上のプロセッサが、

被評価者の皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報を取得する取得工程と、

複数のサンプル提供者における皮膚から剥離された角層に関する赤外吸収スペクトル情報と既知の目的指標値との複数のデータセットを用いて得られた推定モデルに、前記取得された赤外吸収スペクトル情報を入力することにより、前記被評価者の目的指標値を推定する推定工程と、

を実行し、

前記赤外吸収スペクトル情報は、所定の波数領域における複数の強度値を含み、

前記目的指標値は、角層特性又は皮膚表面特性に関する指標値である、

皮膚指標推定方法。

10

【 0 0 3 8 】

< 2 > 前記赤外吸収スペクトル情報は、 600 cm^{-1} 以上 1800 cm^{-1} 以下の第一波数領域における複数の強度値及び 2800 cm^{-1} 以上 3700 cm^{-1} 以下の第二波数領域における複数の強度値を少なくとも含む、

< 1 >に記載の皮膚指標推定方法。

< 3 > 前記赤外吸収スペクトル情報は、前記第一波数領域及び前記第二波数領域の非ピーク領域における複数の強度値を少なくとも含む、

< 2 >に記載の皮膚指標推定方法。

< 4 > 前記赤外吸収スペクトル情報は、前記第一波数領域から一定波数間隔及び前記第二波数領域から一定波数間隔でそれぞれサンプリングされた複数の強度値を含む、

< 2 >又は< 3 >に記載の皮膚指標推定方法。

20

< 5 > 前記目的指標値は、角層の重層剥離率、角層細胞面積、角層細胞長さ、又は角層細胞真円率である、

< 1 >から< 4 >のいずれか一つに記載の皮膚指標推定方法。

< 6 > 前記目的指標値は、角層細胞間脂質の総量、セラミド量、コレステロール量若しくは遊離脂肪酸量、角層細胞間脂質のセラミド分子種ごとの量、又は角層細胞間脂質のセラミド分子種ごとの量の比率である、

< 1 >から< 4 >のいずれか一つに記載の皮膚指標推定方法。

< 7 > 前記目的指標値は、角層水分量又は経皮水分蒸散量である、

< 1 >から< 4 >のいずれか一つに記載の皮膚指標推定方法。

30

< 8 > 前記目的指標値は、皮膚の表面形態測定により得られる鱗屑状態、皮膚の滑らかさ若しくはシワ状態の指標値、又は皮膚の表面形状を再現したレプリカの測定により得られた皮膚表面の粗さ、シワの深さ、シワの本数、シワの体積、シワの面積若しくはシワの面積率の指標値である、

< 1 >から< 4 >のいずれか一つに記載の皮膚指標推定方法。

【 0 0 3 9 】

< 9 > ー以上のプロセッサ及びメモリを少なくとも備える皮膚指標推定装置であって、

< 1 >から< 8 >のいずれか一つに記載の皮膚指標推定方法を実行可能な皮膚指標推定装置。

40

【 0 0 4 0 】

以下に複数の実施例を挙げ、上述の内容を更に詳細に説明する。但し、以下の各実施例の記載は、上述の内容に何ら限定を加えるものではない。

【 実施例 1 】

【 0 0 4 1 】

実施例 1 では、20 歳代から 50 歳代の女性 390 名をサンプル提供者として、各サンプル提供者に関する赤外吸収スペクトル情報及び目的指標値のデータセットが取得された。

赤外吸収スペクトル情報は、上述した開示手法によって取得された。

また、赤外吸収スペクトル情報としては、赤外分光測定装置から出力される 600 cm^{-1} から 4000 cm^{-1} の波数領域（波数分解能 0.5 cm^{-1} ）の全て（6950 個）

50

の吸光度が用いられた。

目的指標値については、各サンプル提供者から各目的指標値に応じた取得方法を用いて複数種の目的指標値がそれぞれ取得された。目的指標値の種類については後述する。

【 0 0 4 2 】

収集されたデータセット群は7対3に分割され、前者（7割）が推定モデル構築用とされ、後者（3割）が推定モデルの検証用とされた。

推定モデルは、推定モデル構築用の複数のデータセットに対して部分的最小二乗法（P L S）を適用して構築され、K - 分割交差検証（K = 5）でP R E S S（Predicted Residual Sum of Squares）が最小になるモデル（推定式）が選択された。

そして、構築された推定モデルが検証用の複数のデータセットを用いて検証された。具体的には、検証用のデータセットの赤外吸収スペクトル情報を推定モデルに入力することで得られる目的指標値（推定指標値）とそのデータセットの既知の目的指標値との相関が検証された。

10

【 0 0 4 3 】

図4から図7は、推定モデルの目的指標値ごとの推定精度を示す表であり、推定精度を示す相関係数（R値）及びP値が目的指標値ごとに示されている。

【 0 0 4 4 】

図4は、角層の重層剥離率及び角層の細胞形状に関する目的指標値ごとの推定精度を示す表である。図4には、角層の細胞形状に関する目的指標値としては、角層細胞面積、角層細胞長さ及び角層細胞真円率が挙げられている。角層細胞長さは1つの角層細胞において最大となる長さを示し、角層細胞真円率は真円が1であり真円に近づく程1に近づく値である。

20

本実施例では、一人あたり角層画像が4枚撮像され、角層画像1枚あたり10個から15個程度の角層細胞が特定され、特定された各角層細胞の形状指標値をそれぞれ計測して4枚の角層画像分の平均をとることにより、図4の各目的指標の実測値が取得された。

図4に示されるように、角層重層剥離率、角層細胞面積、角層細胞長さ及び角層細胞真円率の目的指標値の推定精度については、P値が十分に小さく（1%有意水準で）相関係数が0.25以上を示している。

【 0 0 4 5 】

図5は、角層細胞間脂質に関する目的指標値ごとの推定精度を示す表である。図5に示される目的指標値は、セラミドN D S、セラミドN S、セラミドN H、セラミドN P、セラミドA D S、セラミドA S、セラミドA H、セラミドA P、セラミドE O S、セラミドE O H及びセラミドE O P各々の量、総セラミド量、総遊離脂肪酸量、コレステロール量、硫酸コレステロール量、角層細胞間脂質の総量、並びにセラミドN Pの量とセラミドN Sの量との比率（N P / N S）である。

30

図5に示されるように、角層細胞間脂質に関する目的指標値の推定精度については、セラミドN S量及びセラミドA S量を除けば、P値が十分に小さく（1%有意水準で）相関係数が0.25以上を示しており、セラミドA S量の推定精度については5%有意水準で相関係数が0.201を示しており、セラミドN S量の推定精度については10%有意水準で相関係数が0.180を示している。

40

【 0 0 4 6 】

図6は、角層の水分量に関する目的指標値ごとの推定精度を示す表である。図6に示される目的指標値は、経皮水分蒸散量（T E W L）、キャパシタンス測定法で得られた角層水分量及びコンダクタンス測定法で得られた角層水分量である。

図6に示されるように、経皮水分蒸散量（T E W L）の実測値はT e w a m e t e r（M P A 5 8 0、C o u r a g e + K h a z a k a社、ドイツ）を用いて測定され、「C o r n e o m e t e r - キャパシタンス」と表記されている項目の実測値は、キャパシタンス測定法としてC o r n e o m e t e r（M P A 5 8 0、C o u r a g e + K h a z a k a社、ドイツ）を用いて測定され、「S k i c o n - コンダクタンス」と表記されている項目の実測値は、コンダクタンス測定法としてS k i c o n（ヤヨイ社製）を用いて測定

50

された。

図 6 に示されるように、角層水分量に関する目的指標値の推定精度については、いずれも P 値が十分に小さく（1 % 有意水準で）相関係数が 0.45 以上を示している。

【0047】

図 7 は、皮膚表面特性に関する目的指標値ごとの推定精度を示す表である。図 7 に示される目的指標値は、頬の皮膚の表面形態測定により得られる鱗屑状態（SESC）、皮膚の滑らかさ（SESM）及びシワ状態（SEW）を示す指標値、目尻のレプリカの表面形態測定により得られる算術平均粗さ（Ra）、二乗平均平方根粗さ（Rq）、総シワ平均深さ、十点平均粗さ（Rz）、シワ本数、シワ総体積、シワ総面積、及びシワ面積率である。

10

【0048】

図 7 において「Visioscan」と表記されている項目の実測値は、Visioscan（Courage+Khazaka 社、ドイツ）を用いて頬の皮膚から計測された。また、図 7 において「レプリカ」と表記されている項目の実測値は、目尻に皮膚レプリカ用シリコン剤（SILFLO、FLEXICO 社製）を塗布して硬化後に剥離することで、皮膚の表面形状を再現した凹凸型レプリカを作成し、そのレプリカを三次元皮膚解析システム PRIMOS（Canfield Scientific 社）で解析することで得られた。

算術平均粗さ（Ra）は、平均線から測定曲線までの距離の絶対値を足し合わせて平均した値であり、二乗平均平方根粗さ（Rq）は、基準長さにおける二乗平均平方根であり、総シワ平均深さは、当該レプリカの表面形状に対して形状補正された三次元形状から抽出されたシワの平均深さであり、十点平均粗さ（Rz）は、最も高い 5 つの山の平均と最も低い 5 つの谷の平均の深さの間の和（距離）であり、シワ本数は、当該レプリカの表面形状に対して形状補正された三次元形状から抽出されたシワの総数であり、シワ総体積は、当該レプリカの表面形状に対して形状補正された三次元形状から抽出された各シワの体積の総和であり、シワ総面積は、当該レプリカの表面形状に対して形状補正された三次元形状から抽出された各シワの面積の総和であり、シワ面積率は、シワ総面積のシワを抽出した領域面積に対する比率である。

20

【0049】

図 7 に示されるように、皮膚表面特性に関する目的指標値の推定精度については、「Visioscan - SESM」、「レプリカ - シワ総面積」及び「レプリカ - シワ面積率」を除けば、5 % 又は 1 % 有意水準で相関係数が 0.2 以上を示している。「レプリカ - シワ面積率」の推定精度については、5 % 有意水準で相関係数が 0.185 を示しており、「Visioscan - SESM」及び「レプリカ - シワ総面積」の推定精度については、10 % 有意水準で 0.16 以上の推定精度を示している。

30

【0050】

このように実施例 1 によれば、角層の赤外吸収スペクトルにおける 600 cm^{-1} から 4000 cm^{-1} の波数領域の一定の領域間隔（波数分解能 0.5 cm^{-1} ）の多数（6950 個）の吸光度を用いることで、角層特性及び皮膚表面特性に関する指標値を高精度に推定できることが実証されている。

40

【0051】

図 8 は、角層特性を目的指標値とする推定モデル（推定式）における各波数成分（各説明変数）の吸光度に対する重み（回帰係数）を示すグラフである。図 8（a）は、Skicon（ヤヨイ社製）を用いて測定された角層水分量を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関するグラフであり、図 8（b）は、経皮水分蒸散量（TEWL）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関するグラフであり、図 8（c）は、セラミド NP の量とセラミド NS の量との比率（NP / NS）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関するグラフであり、図 8（d）は、角層重層剥離率を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関するグラフである。

図 8 では、グラフの縦軸の値の絶対値が大きい波数成分は、目的指標値に対する寄与率

50

が高いことを示している。

【0052】

図8によれば、 600 cm^{-1} 以上 1800 cm^{-1} 以下の第一波数領域及び 2800 cm^{-1} 以上 3700 cm^{-1} 以下の第二波数領域において複数のピークが存在していることから、当該第一波数領域及び当該第二波数領域における強度値の、目的指標値に対する寄与率が、それ以外の波数領域の強度値よりも高いことが分かる。

従って、本実施形態のように、 600 cm^{-1} 以上 1800 cm^{-1} 以下の第一波数領域における複数の強度値及び 2800 cm^{-1} 以上 3700 cm^{-1} 以下の第二波数領域における複数の強度値を少なくとも含む赤外吸収スペクトル情報を用いることで、推定モデルによる目的指標値の推定精度を向上させることができることが実証されている。

10

【実施例2】

【0053】

上述の実施例1では、赤外吸収スペクトル情報が上述した開示手法、即ち粘着テープT1からシリコン粘着層を有するテープT2に角層を転写して、そのテープT2の粘着面をATR-IR測定して得られる赤外吸収スペクトルAとシリコン粘着層を有する未使用のテープT3の粘着面をATR-IR測定して得られる赤外吸収スペクトルBとの差スペクトルを求めて、その差スペクトルから当該赤外吸収スペクトル情報を抽出する手法によって取得される例が示された。

【0054】

実施例2では、実施例1で採用された開示手法とは異なる手法で赤外吸収スペクトル情報が取得された。即ち、実施例2において赤外吸収スペクトル情報は、粘着テープT1で皮膚表面から角層を採取し、採取された角層をその粘着テープT1からシリコン粘着層を有するテープT2に転写して、そのテープT2の粘着面を赤外分光測定装置で計測することで得られた。このため、実施例2における赤外吸収スペクトル情報には、粘着テープT2の成分、角層成分及び水分に係るスペクトル情報が少なくとも含まれているといえる。

20

【0055】

実施例2においても、実施例1と同様に推定モデルが構築され、検証用のデータセット（3割のデータセット）の赤外吸収スペクトル情報をその推定モデルに入力することで得られる目的指標値（推定指標値）とそのデータセットの既知の目的指標値との相関が検証された。そして、実施例1で検証された相関と実施例2で検証された相関とが比較された。

30

【0056】

結果、角層水分量（Skicon-コンダクタンス）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例1で得られた相関係数は 0.491 でP値が $2.49\text{E}-08$ であり（図6参照）、実施例2で得られた相関係数は 0.520 でP値が $2.68\text{E}-09$ となった。

角層水分量（Corneometer-キャパシタンス）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例1で得られた相関係数は 0.577 でP値が $2.15\text{E}-11$ であり（図6参照）、実施例2で得られた相関係数は 0.606 でP値が $1.14\text{E}-12$ となった。

経皮水分蒸散量（TEWL）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例1で得られた相関係数は 0.460 でP値が $2.91\text{E}-07$ であり（図6参照）、実施例2で得られた相関係数は 0.530 でP値が $1.53\text{E}-09$ となった。

40

セラミドNPの量とセラミドNSの量との比率（NP/NS）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例1で得られた相関係数は 0.607 でP値が $1.00\text{E}-12$ であり（図5参照）、実施例2で得られた相関係数は 0.573 でP値が $3.17\text{E}-11$ となった。

角層重層剥離率を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例1で得られた相関係数は 0.453 でP値が $3.25\text{E}-07$ であり（図4参照）、実施例2で得られた相関係数は 0.507 でP値が $6.50\text{E}-09$ となった。

このため、実施例2のように実施例1とは異なる手法で得られた赤外吸収スペクトル情

50

報を用いる場合であっても、実施例 1 とほぼ同様に、推定モデルの推定精度を維持できることが分かった。

【実施例 3】

【0057】

実施例 1 では、赤外吸収スペクトル情報として、赤外分光測定装置から出力される 600 cm^{-1} から 4000 cm^{-1} の波数領域（波数分解能 0.5 cm^{-1} ）の全て（6950 個）の吸光度を用いる例を示した。つまり、実施例 1 で用いられる赤外吸収スペクトル情報に含まれる吸光度は一定の波数間隔（波数分解能 0.5 cm^{-1} ）の強度値となっている。

実施例 3 では、一定の波数間隔としながらその波数間隔が実施例 1 の波数間隔よりも大きくされて、 600 cm^{-1} から 4000 cm^{-1} の波数領域における 25 個の吸光度を含む赤外吸収スペクトル情報が用いられた。即ち、実施例 3 で用いられる赤外吸収スペクトル情報の吸光度数は実施例 1 の 278 分の 1 とされた。

【0058】

実施例 3 においても、実施例 1 及び 2 と同様に推定モデルが構築され、検証用のデータセット（3 割のデータセット）の赤外吸収スペクトル情報をその推定モデルに入力することで得られる目的指標値（推定指標値）とそのデータセットの既知の目的指標値との相関が検証された。そして、実施例 1 で検証された相関と実施例 3 で検証された相関とが比較された。

【0059】

結果、角層水分量（S k i c o n - コンダクタンス）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例 1 で得られた相関係数は 0.491 で P 値が $2.49\text{ E} - 08$ であり（図 6 参照）、実施例 3 で得られた相関係数は 0.522 で P 値が $2.26\text{ E} - 09$ となった。

角層水分量（C o r n e o m e t e r - キャパシタンス）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例 1 で得られた相関係数は 0.577 で P 値が $2.15\text{ E} - 11$ であり（図 6 参照）、実施例 3 で得られた相関係数は 0.574 で P 値が $3.12\text{ E} - 11$ となった。

経皮水分蒸散量（T E W L）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例 1 で得られた相関係数は 0.460 で P 値が $2.91\text{ E} - 07$ であり（図 6 参照）、実施例 3 で得られた相関係数は 0.417 で P 値が $4.35\text{ E} - 06$ となった。

セラミド NP の量とセラミド NS の量との比率（N P / N S）を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例 1 で得られた相関係数は 0.607 で P 値が $1.00\text{ E} - 12$ であり（図 5 参照）、実施例 3 で得られた相関係数は 0.545 で P 値が $4.38\text{ E} - 10$ となった。

角層重層剥離率を目的指標値とする推定モデル（推定式）に関しては、実施例 1 で得られた相関係数は 0.453 で P 値が $3.25\text{ E} - 07$ であり（図 4 参照）、実施例 3 で得られた相関係数は 0.542 で P 値が $3.37\text{ E} - 10$ となった。

このため、実施例 3 のように実施例 1 とは異なる波数間隔及び数の吸光度から形成される赤外吸収スペクトル情報を用いる場合であっても、実施例 1 とほぼ同様に、推定モデルの推定精度を維持できることが分かった。

【0060】

[比較例]

最後に、上記特許文献 2 で開示されている手法を比較例として挙げ、この比較例と実施例 1 との推定精度の比較結果を記載する。

比較例は、上述したとおり、ピーク面積比 β / α を算出し、算出された比 β / α の値を指標として皮膚の角層の性状を医療行為以外の目的で評価する方法であり、この比較例の手法で経皮水分蒸散量（T E W L）を推定し、得られた推定値と上述のように測定された実測値との比較により推定精度が算出された。

結果、比較例による推定精度は、相関係数（R 値）が 0.274 であり P 値が 3.30

10

20

30

40

50

E - 0 3であった。一方、実施例 1 の手法の推定精度は、図 6 で示されるとおり相関係数 (R 値) が 0 . 4 6 0 であり P 値が 2 . 9 1 E - 0 7 である。

従って、実施例 1 によれば比較例よりも高精度に角層特性を推定可能であり、実施例 1 の優位性が実証された。

【符号の説明】

【 0 0 6 1 】

- 1 0 情報処理装置 (皮膚指標推定装置)
- 1 1 C P U
- 1 2 メモリ
- 1 3 入出力 I / F 10
- 1 4 通信ユニット
- 1 5 表示装置
- 1 6 入力装置

20

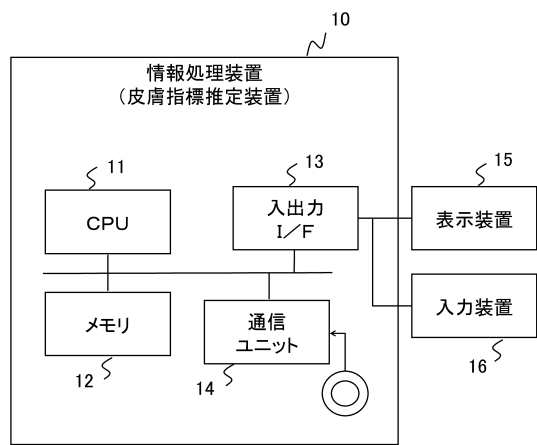
30

40

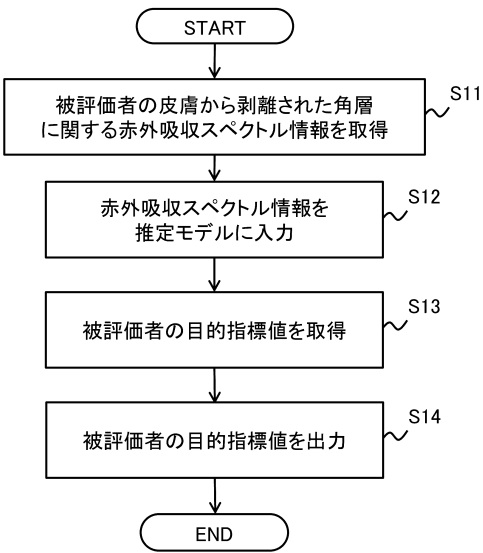
50

【 図 面 】

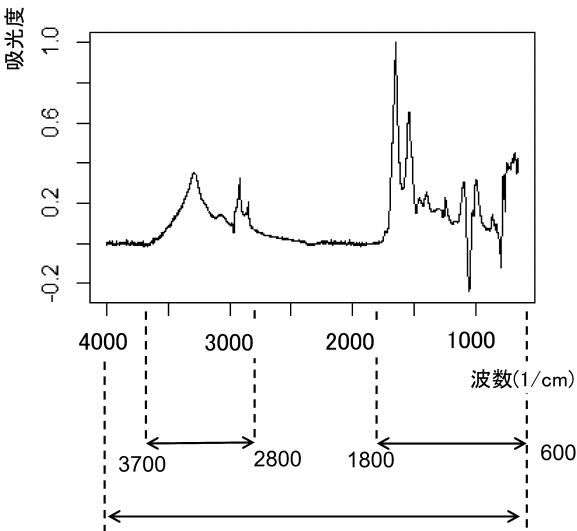
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

	部位	内容	R	P
角層特性	頬	角層重層剥離率	0.453	3.25E-07
角層特性	頬	角層細胞面積	0.326	3.51E-04
角層特性	頬	角層細胞長さ	0.253	6.23E-03
角層特性	頬	角層細胞真円率	0.574	2.09E-11

10

20

30

40

50

【 図 5 】

	部位	内容	R	P
角層細胞間脂質	頬	NDS	0.485	3.96E-08
角層細胞間脂質	頬	NS	0.180	5.48E-02
角層細胞間脂質	頬	NH	0.315	5.97E-04
角層細胞間脂質	頬	NP	0.526	1.57E-09
角層細胞間脂質	頬	ADS	0.276	2.79E-03
角層細胞間脂質	頬	AS	0.201	3.09E-02
角層細胞間脂質	頬	AH	0.267	3.91E-03
角層細胞間脂質	頬	AP	0.461	2.84E-07
角層細胞間脂質	頬	EOS	0.629	8.95E-14
角層細胞間脂質	頬	EOH	0.587	8.30E-12
角層細胞間脂質	頬	EOP	0.744	3.91E-21
角層細胞間脂質	頬	総セラミド量	0.455	3.25E-07
角層細胞間脂質	頬	総遊離脂肪酸量	0.369	5.66E-05
角層細胞間脂質	頬	コレステロール	0.413	5.57E-06
角層細胞間脂質	頬	硫酸コレステロール	0.389	1.90E-05
角層細胞間脂質	頬	総量	0.331	2.98E-04
角層細胞間脂質	頬	NP/NS	0.607	1.00E-12

【 図 6 】

	部位	内容	R	P
角層水分量	頬	Tewameter-TEWL	0.460	2.91E-07
角層水分量	頬	Corneometer-キャパシタンス	0.577	2.15E-11
角層水分量	頬	Skicon-コンタクトンス	0.491	2.49E-08

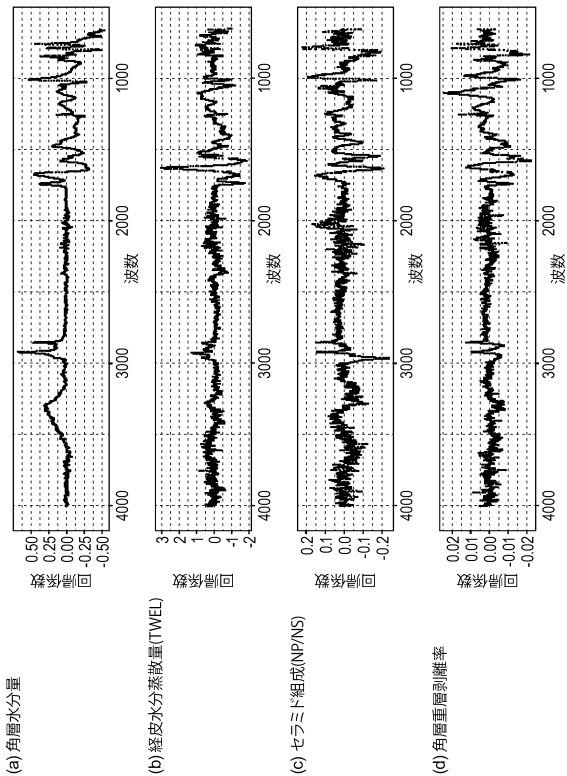
10

20

【 図 7 】

	部位	内容	R	P
皮膚表面特性	頬	Visioscan-SESC	0.398	1.05E-05
皮膚表面特性	頬	Visioscan-SESM	0.170	6.92E-02
皮膚表面特性	頬	Visioscan-SEW	0.225	1.59E-02
皮膚表面特性	目尻	レプリカ-Ra	0.221	1.80E-02
皮膚表面特性	目尻	レプリカ-Rq	0.264	4.56E-03
皮膚表面特性	目尻	レプリカ-総シワ平均深さ	0.227	1.51E-02
皮膚表面特性	目尻	レプリカ-Rz	0.244	8.86E-03
皮膚表面特性	目尻	レプリカ-シワ本数	0.417	4.30E-06
皮膚表面特性	目尻	レプリカ-シワ総体積	0.229	1.44E-02
皮膚表面特性	目尻	レプリカ-シワ総面積	0.160	8.99E-02
皮膚表面特性	目尻	レプリカ-シワ面積率	0.185	4.83E-02

【 図 8 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 0 3 4 3 5 0 (J P , A)
 特開 2 0 2 0 - 1 9 3 9 4 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 0 9 0 2 9 8 (J P , A)
 国際公開第 2 0 2 2 / 1 7 0 4 4 0 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | | | | |
|---------|-----------|---|---------|-------------|
| G 0 1 N | 2 1 / 0 0 | - | G 0 1 N | 2 1 / 9 5 8 |
| G 0 1 N | 3 3 / 0 0 | - | G 0 1 N | 3 3 / 9 8 |