

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 27 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24603014

研究課題名(和文)製品の触覚的好みと表面性状に関する物理パラメータ

研究課題名(英文)Physical parameters of surface geometry affecting tactile preference of product

研究代表者

能野 謙介 (Nouno, Kensuke)

九州大学・芸術工学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90106774

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、製品の好みに関する材料表面の物理パラメータを調べようとするものです。触覚に関わる測定に、従来の方法に替えてコンクリートマイクで材料表面を指で摩擦するときの振動を収集する方法を提案し、一般に材料の幾何特性仕様として指定される材料表面の三次元的構造を調べた。材料表面の摩擦で生じる振動をよく用いられる木質材料を含む30種類の樹種について測定し、その結果を周波数領域で解析して整理することで、今後のさらなる研究への資料を提供した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to find physical parameters of material surface affecting preferences of product. An alternative measurement method of tactile sense by use of concrete microphone was first introduced to detect a vibration caused by human finger sliding on test piece having three dimensional surface structure usually assigned by geometrical product specifications. The sound signal caused by a finger rubbing on a test piece was next measured on thirty tree species including general wood materials. The results were analyzed in a frequency domain and provided as a useful data for further study on human tactile and preference.

研究分野：デザイン学

キーワード：Tactile sense Design of product Kansei Signal processing

1. 研究開始当初の背景

木材の表面は金属、樹脂とは異なり、均質ではなく、木目によるパターンや色のムラが存在する。さらに、木目や気孔による複雑な特性を有し、これが樹種、さらに柾目や板目の板取、木表・木裏によっても違いが生じ、強い好みが生じる。この木の好みを表面性状パラメータと関連して検討し、手触りを主として適切な表面特性を与える表面性状を指定するための資料を供することが本研究の目的である。

木材は、金属、樹脂と並ぶ主要な工業材料のひとつである。木材の表面は、色および木目や気孔を有する独特の風合いにより、好みが強。従来、材料の品質安定を主な目的として、各種表面処理や塗装が多くなされてきたが、近年の自然志向、健康志向により、さまざまな製品で、より自然な表面が求められる傾向にあり、表面の仕上げが木の自然な風合いを損なわないように行われる場合が増加しており、好みが強く現れる。

これら木材の使用においては、経年変化への対応が重要であり、新しい技術が開発されている。木材の安定化処理方法としては、樹脂含浸が技術知識としては広く知られているが、低環境負荷などを理由に熱処理が有望視されている。電気炉等で高温乾燥を行えば、色が変化することが多く、乾燥法により木材の見た目に変化する。

金属材料においては、加工により表面性状が異なり、このことが手触りや見た目、さらには油膜保持により潤滑特性などの工学的機能にまで影響するため、設計・製造においては、JIS B 0031、0633 に基づいた表面性状指定が行なわれ、製品の特性を指定し、指定に対する加工の結果はパラメータで数値的に判定・保障される。

これに対して、木材では、加工法の指定の結果得られる表面性状は数値化されていないようであり、製品の品質の安定化や手触り

などの感性的機能の確保には、パラメータを用いた数値化が必要とされる。

また、金属材料を含めて、表面性状（表面の凹凸の高さ、形状と分布）と人間の触覚の関係は明らかにはされておらず、一部、心理学・生理学において、表面の凹凸の周期性と手触りの関係が考察されて、算術平均粗さではなく、非対称度（スキューネス）や尖鋭度（クルトシス）に関係するなどの議論はなされているが、パラメータ値との関係は確立されておらず、これをデザインに応用するための指針は示されていない。

2. 研究の目的

工業材料としての木材の表面の木目や色を測定・解析することで、樹種の特性を資料化する。また、微細形状を2次元的に測定することで、木材の加工表面特性に関する資料を収集し、デザイン・設計資料として提供する。

これを、杉、松、檜、唐檜、一位、楠、榿、漆、桐、朴、椿、柘、桑、桜、樺、栗、栃、栓などの幅広い樹種に対して行なうことで、木材の表面特性を資料化する。

それぞれの樹種においても、芯材一辺材、木表一木裏の違いに、製材に使用する加工法、乾燥処理も加えて、デザイン・設計における全方位的な資料を目指す。

物理特性を資料化すると同時に、木材表面の好みについて、木材の色と表面の木目や気孔などのパターン、触覚による官能試験を行ない、統計的処理により、木材の好みに影響を与えるパラメータを抽出する。このとき、木材が方向性を有する材料であることに注意し、こする方向による差異も調べる。木材の表面性状パラメータを広範に収集・整理して、資料化する。

機械装置における表面は、機能創生の主要な要素として、種々の表面性状パラメータが規定されており、JIS B 0031 およびその関連規格改訂にみられるように、製品品質の保証・安定化および高機能化のために、さらに

細分化・詳細化の傾向にある。

一方、機械加工以外の分野では、表面性状の定量化は進んでいないようである。

標準的表面仕上げに対する粗さ数値を資料として整理・提示することで、製品の安定化や適切な加工指示の選定のための指針を提供できる。

木材を利用した製品の適切な手触り・触感の作り込みを可能とする。色に関して、色度計では数ミリの円形断面の平均的値を出す。木材では木目などで色や光の反射特性が変化するために、小さなスポットでの測定も必要になる。パターン、色の保存・解析にイメージスキャナを使用して高精度で画像処理することで、木目の各部の特性を明確化できる。

触感に関しては、ロボットの知覚と関連して指による触覚と表面性状について調べた研究は散見されるが、物体表面から指が受ける刺激を「指側」で力（振動）として測定しようとするもので、柔軟物体である生体組織側からの測定は、センサ作成の困難さを主な理由として精度を上げにくい。

本申請においては、木材側にマイクをつけることで、高精度で指と木材の間のスリップ音として振動状態が測定できると判断している。

表面性状と手触り感・触感の関係を、規格化が完成しつつある表面性状パラメータと関連づけて研究することは、人間感覚に与えるパラメータの特定、およびその定量化に対して、新しい知見を与える。

3. 研究の方法

コンクリートマイクを用いた表面の触覚測定装置の設計を行なう。コンクリートマイクにより、物体の表面への音声レベルの振動付与により生じる物体の振動を測定できることは確認済であるので、目隠し状態での指による触覚（摩擦覚）試験に適切な試験片指示方法を検討し、試験装置を図1に示す。

実験にはコンタクトマイク（FL-330）を使用する。マイクで計測した音データはリニアPCMレコーダーSONY PCM-D50を使用して、A/D 24bit 96kHzでデジタル化して、WAV形式でデータを保存する。FFTは、フリーソフトWaveSpectraを使用して、24bit、96kHzでサンプリングしたデータを131072(2¹⁷)サンプルでFFTする。

この測定の結果と、物体表面の微細構造との対応を検討し、図2に、実際に計測している状態を示す。

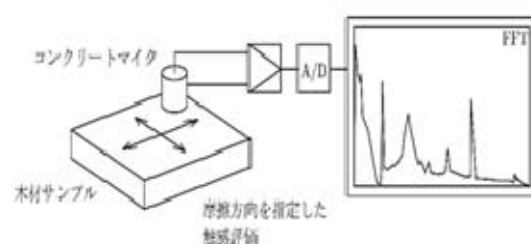


図1 コンクリートマイクによる摩擦時の刺激測定



図2 実験装置

4. 研究成果 01_杉（スギ）

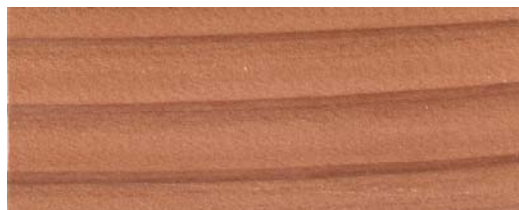


図3 杉の試験片表面の写真
材質が杉の試験片表面の写真を図3に示す。

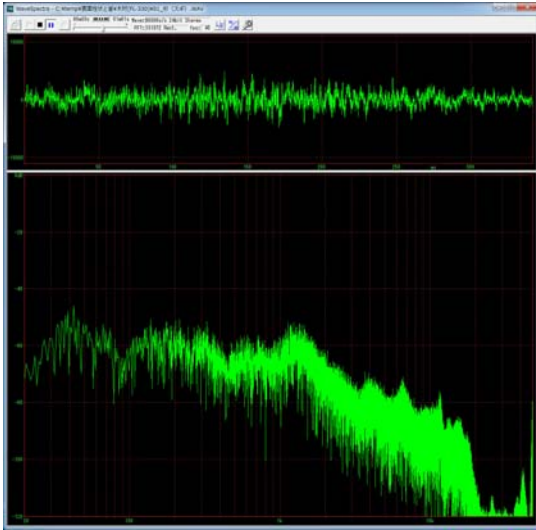


図4 杉の計測およびFFTの結果

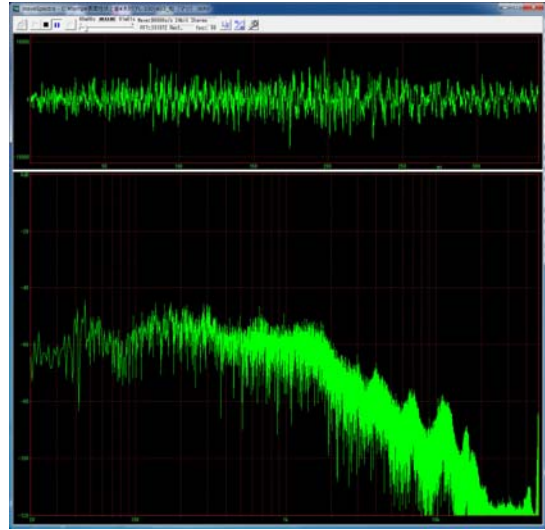


図8 松の計測およびFFT結果

02_ネズコ



図5 ネズコの試験片表面の写真
材質がネズコの試験片表面の写真を図5に示す。

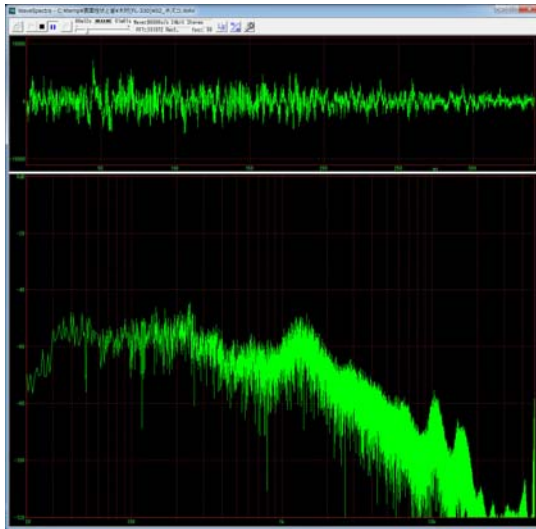


図6 ネズコの計測およびFFT結果

04_縦



図9 縦の試験片表面写真
材質が縦の試験片表面の写真を図9に示す。

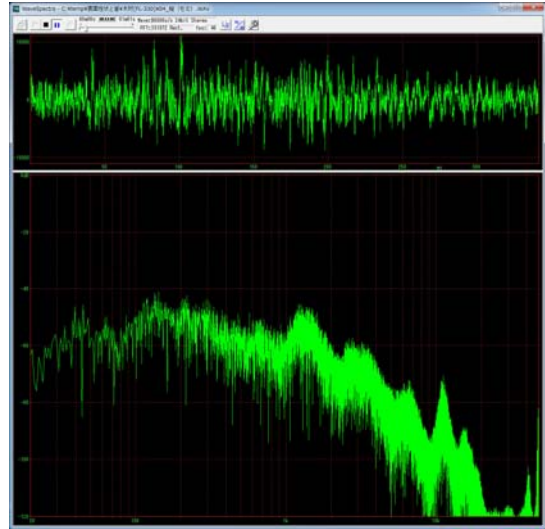


図10 縦の計測およびFFTの結果

03_松



図7 松ネズコの試験片表面の写真
材質がネズコの試験片表面の写真を図7に示す。

05_檜



図11 檜の試験片表面の写真
材質が檜の試験片表面の写真を図11に示す。

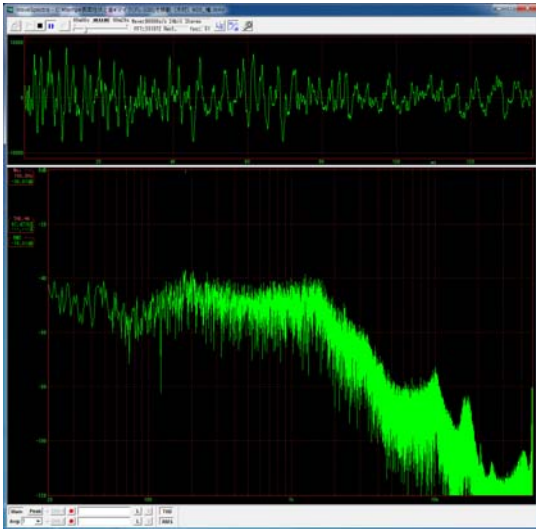


図 1 2 檜の計測および FFT の結果

06_榧 (サワラ)



図 1 3 榧 (サワラ) の試験片表面の写真
材質が榧 (サワラ) の試験片表面の写真を
図 1 3 に示す。

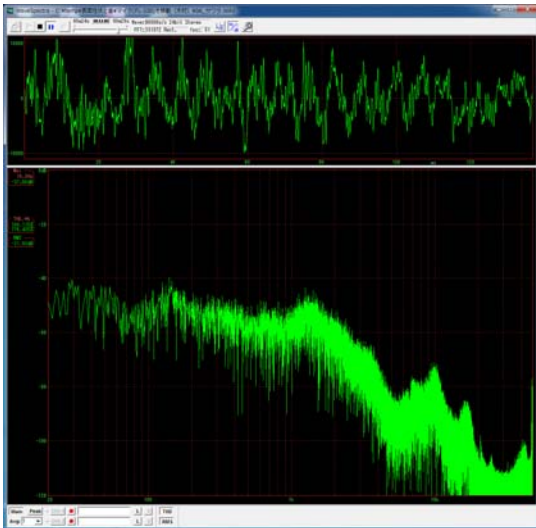


図 1 4 榧 (サワラ) の計測および FFT の結果

07_唐檜 (トウヒ)



図 1 5 唐檜 (トウヒ) の試験片表面の写真
材質が唐檜 (トウヒ) の試験片表面の写真を

図 1 5 に示す。

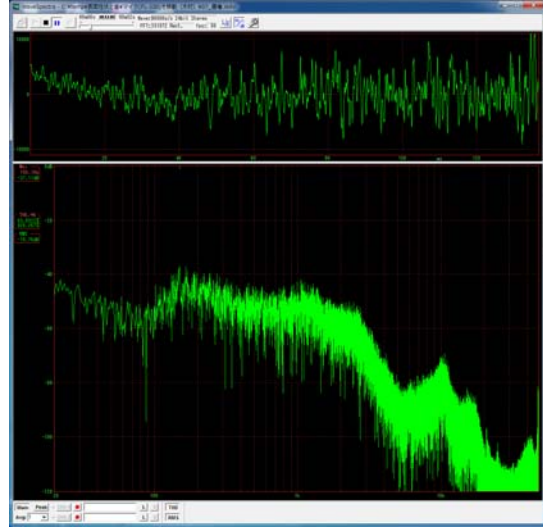


図 1 2 唐檜 (トウヒ) の計測および FFT
の結果

08_一位



図 1 3 一位の試験片表面の写真
材質が一位の試験片表面の写真を図 1 3 に
示す。

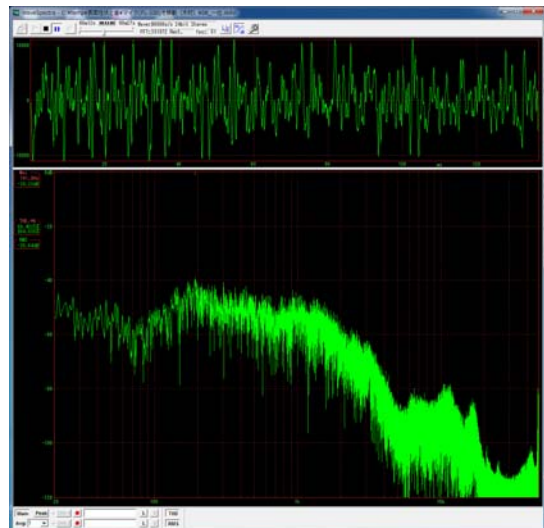


図 1 4 一位の計測および FFT の結果

09_竹、10_楮 (コウゾ)、11_楠 (クスノキ)、12_椿 (ツバキ)、13_榿 (カシ)、14_柘 (ツゲ)、15_漆 (ウルシ)、16_タモ、17_桐 (キリ)、18_桑 (クワ)、19_朴 (ホウノキ)、20_桜 (サクラ)、21_樺 (ブナ)、22_檜 (ナラ)、23_栗 (クリ)、24_桂 (カツラ)、25_栃 (トチ)、26_槐 (エンジュ)、27_栓 (セン)、28_樺 (カバ)、29_楡 (シナ)、30_欒 (ケヤキ) については省略する。

表1 信号レベル(dB)とピーク周波数(Hz)

木材	信号レベル(dB)	ピーク周波数(Hz)
01_杉	-19.20	164
02_ネズコ	-20.62	203.6
03_松	-19.44	46.1
04_樅	-21.56	139.2
05_檜	-16.31	180.9
06_サワラ	-21.93	10.3
07_唐檜	-18.76	150.1
08_一位	-20.64	191.9
11_楠(クスノキ)	-16.13	1084.0
12_椿(ツバキ)	-14.89	163.9
13_檜(カシ)	-13.99	1097.9
14_柘(ツゲ)	-16.52	358.2
15_漆(ウルシ)	-21.97	35.2
16_タモ	-18.04	150.9
17_桐(キリ)	-20.98	12.5
18_桑(クワ)	-17.05	99.6
19_朴(ホウノキ)	-17.85	150.1
20_桜(サクラ)	-15.02	132.6
21_ブナ	-18.46	110.6
22_檜(ナラ)	-19.82	10.3
23_栗(クリ)	-19.12	8.8
24_桂(カツラ)	-16.98	160.4
25_栃(トチ)	-20.36	7.3
26_槐(エンジュ)	-16.40	205.1
27_栓(セン)	-17.64	9.5
28_樺(カバ)	-20.52	8.8
29_シナ	-18.53	102.5
30_欒(ケヤキ)	-19.52	9.5

表1に各木材の信号レベル(dB)とピーク周波数(Hz)を示す。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 0件)

[学会発表] (計 0件)

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

能野 謙介

九州大学 芸術工学研究院 准教授

研究者番号: 90106774

(2) 研究分担者

竹之内 和樹

九州大学 芸術工学研究院 准教授

研究者番号: 90207001