

触感覚による粒子群の認識に関する基礎的研究

大根田 浩久*・後藤 秀征**・村上 誠示***・尾崎 功一****

Fundamental Study of Recognition in Fine Particles through Tactile Sensing with Fingers

Hirohisa Oneda*, Shusei Gotou**, Seiji Murakami***, Koichi Ozaki****

Abstract

This study analyzes the recognition process of examining the texture of fine particles through tactile sensing using human fingers and aims at establishing the structure of texture recognition. Characteristic values of the tactile sensing are studied in order to investigate a relationship between tactile sensing and its verbal response. In this study, the SD method (Semantic Differential method) is used to execute the language estimation (the evaluation value) of fine particles. In this paper, the recognition of tactile sensing in mid teens is shown by the relationship between particle size of fine particles and the evaluation value.

1. 緒言

人間にとって触感覚は日常生活に欠かせない重要な感覚であり、生物の本能と結びつき、感性への影響が大きいもともと原始的な感覚である。生物学的にみると触覚には、体性感覚と呼ばれる皮膚感覚、深部感覚、および平衡感覚があり、一般に我々が感覚と言うのは、温覚、冷覚、触覚、圧覚、痛覚などの皮膚感覚を指す。皮膚感覚は感覚受容器と呼ばれる特定の器官により外部刺激を感じ、刺激を認識する。触覚には触覚、温覚、冷覚などの感覚とそれと対応する受容器が多数多様存在するため(複特異性)、その認識構造が複雑である。本研究では皮膚および粘膜の感覚である皮膚感覚、広義の意味での触感覚を対象とする。

触感覚に関する工学的な研究として、近年のロボット工学の発展に伴い、その重要性が指摘され、触覚センサ開発¹⁾、視覚障害者用触覚ディスプレイの開発などが積極的に行われている²⁾。また、触感覚計測という立場では、食品、化粧品、繊維業界で、触覚、風合いなどの評価が行われている³⁾。

本研究では、普段の能動的な触動作により、認識・判断する触感覚について考える。日常生活での触覚の重要な役割は、身のまわりの対象に触わり、手と指を動かし、認知することにある。これは能動的な

知覚過程であり、その意味で能動性は触運動知覚にとって必須である。しかし、触感覚に対して様々な側面から評価する場合、大きな要因であろうと考えられる物体の形状と触感覚を評価した基礎的研究はほとんど行われていない。そこで、比較的粒子径のそろった粒子群を用いて触感覚の計測・評価を行う。著者らは、以前の研究において、粒子群に対する触感覚の評価を行い、主成分分析を用いて、触感覚と言葉の関係について定量的な評価を行い、触感覚のパターンを分類した⁴⁾。この触感覚パターンの分類において、被験者は健康な20代半ばの男女である。触感覚のパターンを工学に応用しようとした場合、被験者の年齢層を広くとり、年齢による差異を明確にすることも大切である。

そこで、本報告では、被験者を10代半ばの学生に焦点をあて、触感覚の反応について、定性的(粒子径と評価値の関係)に評価を行う。

2. 粒子群に対する触感覚の評価方法

本研究では、粒子群に対する人間の触感覚の感性評価を行うため、触感覚のみで試料を触り、触感覚を評価する。本研究で用いる試料は、JIS R6001(1998)に基づいた精密研磨用微粉#240～#8000の18種類、および砥粒#12～#220の代表的

*電子機械工学科

**株式会社みやび堂

***長岡科学技術大学

****宇都宮大学大学院工学研究科

表1 Adjective pair

Relative to the tactile sensing	No relative to the tactile sensing
komakai - arai	suki - kirai
(fine) (coarse)	(like) (dislike)
subesube - zarazara	zatsuna - sensaina
(smooth) (rough)	(messy) (slender)
kasakasa - shittori	omomigaaru - karoyakana
(dry) (wet)	(importance) (unimportance)
matomatta - barabara	fukuzatsu - tanjyun
(united) (scatter)	(complex) (simple)
katai - yawarakai	shizukana - nigiyakana
(hard) (soft)	(quiet) (lively)
nebaneba - sarasara	anshin - fuan
(sticky) (dry)	(relief) (anxiety)
	hukai - kai(kaikan)
	(unpleasant) (pleasure)

な 8 種類, 計 26 種類のホワイトモランダム (WA) 試料 (昭和電工製) を用いた. 試料の平均粒径は 1 μm ~ 1700 μm であり, 形状は非球形であるが, 粒径のばらつきが比較的小さく, 多種類の粒径を容易に準備できる特徴がある.

本研究では, 言葉と触感覚の関係を論じるため, 心理学的な研究でよく用いられるセマンティックデファレンシャル法 (SD 法) を用いる. SD 法とは, もともと Osgood らによって言葉の意味を分析するために開発された手法であり, 感覚や感情などの感性は, 言葉で表されることから, 感性評価に広く用いられる手法である⁵⁾. この手法は, 評価対象に対して, 意味的に対になる形容詞対を評価対象に対する「刺激」として複数個用意し, 何段階かに分割する. 被験者は評価対象から受ける感覚が何段階かに分割された形容詞対の間のどこに位置するのかわを選択する. その結果, 被験者のそれぞれの評価対象間の類似性を評価, グループ分けなどを行うことが可能となる.

本研究では, 表1に示すような形容詞 (言葉) 対群 13 対を被験者に提示し, 触感覚に関係あると考えられる 6 対とそうでない 7 対を用意した. また, 図1に示すような評価用紙を用いて, 7 段階評定尺度で評価してもらった. ただし, 本研究は日本語を介して日本人により評価を行ったため, 本論文における図表の形容詞対の表記はローマ字表記を主として用い, 英語表記は括弧内に表記する.

被験者は健康な 10 代半ばの男女 35 人で, 実験前に視覚により, 試料を見てもらい, 試料の印象をつかんでもらった. また, 試料の提示順はランダムに行い, 実験中は被験者と試料の間にブラインドを設置し, 実験中は評価に対して視覚による影響をあたえないようにし, さらに, 試料を触りながら触感覚を評価できるように, 利き手とは逆の手で試料を触ってもらった. また, 公正な評価を行うため指及び指紋内に付着した試料を十分に落とし, ワイパー等

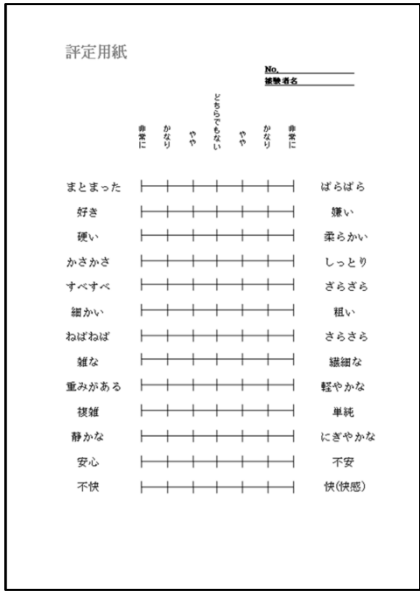


図1 Evaluation sheet

で指先の湿気を落としてから次の試料を触ってもらった. 評定は-3 ~ 3の整数値の重みを与え, それぞれの形容詞対ごとに平均を求め, 評定値とした.

3. 粒径と評定値の関係

本節では, 本研究の目的である 10 代半ばの学生に対して行った触感覚の感性評価について述べる. 各形容詞対 (13 対) に対して, 触感覚における粒子群の認識と言葉による評価の関連性を示すために, 粒子群の粒径 (平均粒径) と SD 法により得られた評定値の関係を示す. 本報告では得られた感性評価に対して, 定性的な側面のみを述べる. 緒言で記述したように著者らは以前の研究で, 粒子群に対する触感覚の評価を行い, 触感覚と言葉の関係について定量的な評価を用いて, 触感覚のパターンを分類している⁴⁾. 本研究ではこの分類を参考にし, 定性的な側面での分類を行った. 本報告において, 反応 I, 反応 II, 反応 III, 反応 IV の 4 つに分類を行った (反応とは, 粒子群 (試料) を触った時に生じる触感覚の応答).

3. 1 反応 I

図2に 10 代半ばの触感覚の応答である反応 I における粒径 (平均粒径) と評定値の関係を示す. 図2は代表として, 「まとまった-ばらばら」の触感覚の感性評価を示した. エラーバーは 95%信頼区間を表す. また, 縦軸の評定値が 0 のところで触感覚の反応が変化する. 図2の場合, 評定値がプラスであれ

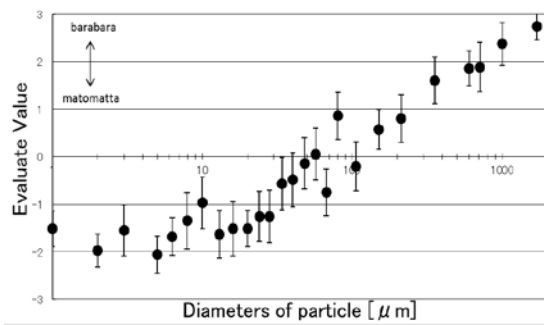


図2 A relationship between the diameters of the particles and evaluate value (Response I)
barabara(scatter) – matomatta(united)

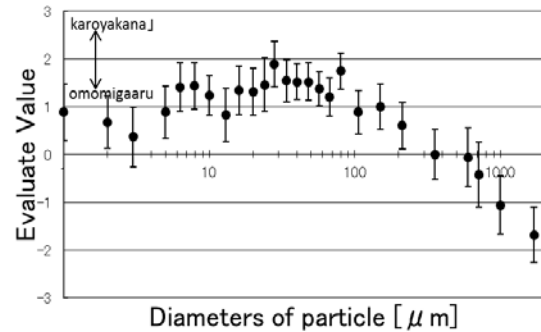


図4 A relationship between the diameters of the particles and evaluate value (Response III)
omomigaaru(importance)
–karoyakana(unimportance)

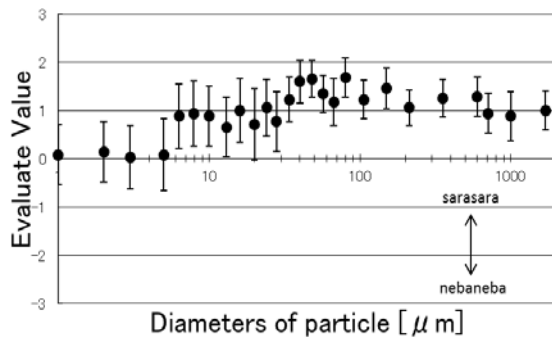


図3 A relationship between the diameters of the particles and evaluate value (Response II)
sarasara(dry)–nebaneba(sticky)

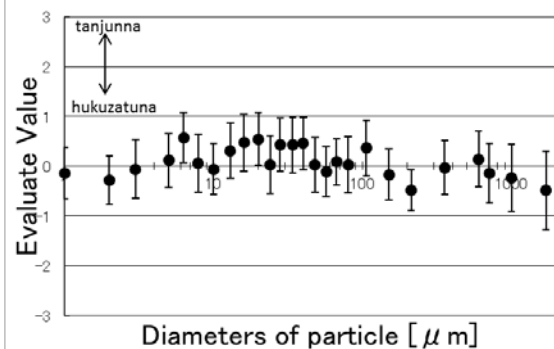


図5 A relationship between the diameters of the particles and evaluate value (Response IV)
tanjyun(simple)–fukuzatsu(complex)

ば「ばらばら」と感じ、マイナスであれば「まとまった」と感じている。反応Ⅰは評定値の変化が大きく、感覚的に反応の変化が鋭いパターンである。

図2より、粒径が約80 μm あたりで触感覚の反応が変化していることがわかる。また、粒径約1 μm ～約28 μm では傾きが小さい。粒径約28 μm ～106 μm と約106 μm ～1700 μm での傾きは大きいことがわかった。

このようなグラフの形状となる形容語対は本研究で用いた形容語対の中で最も多くみられ、

- (1) まとまった–ばらばら
- (2) すべすべ–ざらざら
- (3) かさかさ–しっとり
- (4) 細かい–粗い
- (5) 硬い–柔らかい
- (6) 雑な–繊細な
- (7) 静かな–にぎやかな

の計7種類である。

3.2 反応Ⅱ

図3に反応Ⅱにおける粒径と評定値の関係を示す。反応Ⅰと比較すると反応Ⅱは評定値の変化は小さいことがわかる。この反応Ⅱには2つの特徴的なパターンが見られる。粒径が約1 μm ～106 μm までの評定値が大きくなっている。また、粒径約106 μm ～1700 μm の評定値は106 μm の粒径で変化し、右下がりになっている。また、10代半ばの粒子群の認識において、粒径が6 μm 以下ではどちらでもなく、6 μm 以上であれば「さらさら」と感じることがわかる。

この反応が見られる形容詞対は

- ・ねばねば–さらさら

の1種類である。

3.3 反応Ⅲ

図4に反応Ⅲに分類した形容詞対の粒径と評定値の関係を示す。図より、粒径が約80 μm まで

は触感覚の反応に大きな変化が生じないが、80 μm を超え、約 120 μm で触感覚の応答が「軽やかな」から「重みがある」に変化している。

この反応が見られる形容詞対は

- (1) 不快－快
- (2) 好き－嫌い
- (3) 安心－不安
- (4) 重みがある－軽やかな

の 4 種類である。

3. 4 反応 IV

図 5 に反応 IV に分類した形容詞対の粒径と評定値の関係を示す。図より、評定値の変化が小さく、感覚的に反応の変化が少ないことがわかる。反応 III とは異なり、粒径の変化に伴い評定値がほぼ直線形状 (指数関数的) に変化していることがわかる。

この反応が見られる形容詞対は

- ・複雑－単純

の 1 種類である。

4. 結 言

本報告では、10 代半ばの学生に対して行った触感覚の感性評価について述べた。本研究では、日常的な人間の動作の一つである手触りに注目し、手触りの感性評価の試料として粒子群を用いている。粒子群の手触り感に対して、言葉を媒介として感性評価を行い、その認識構造を理解することを試みた。本研究の粒子群は平均粒径が異なる 26 種類の WA 砥粒を用い、粒子群の感性評価には 13 対の形容詞対について 7 段階評定尺度で評価した。その結果、各反応について、粒径と評定値の関係から次の結果が得られた。

- (1) 10 代半ばの触感覚の応答に対して、定性的な側面 (粒径と評定値との関係図) で触感覚の分類を行った。その結果、20 代半ばにおける触感覚の応答の分類と同じように 4 つに分類できることがわかった。
- (2) 反応 I は他の反応と比較して、触感覚の応答の変化が大きいことがわかった。
- (3) 触感覚の応答があまり変化しないような形容詞対があることがわかった。

本報告では、10 代半ばの触感覚の応答について、定性的な側面より、分類を行った。今後、定量的な側面 (主成分分析など) より、触感覚の応答の分類

を行う。また、20 代半ばの触感覚の変化と本報告の 10 代半ばのデータを比較することにより、年齢による触感覚の応答の差異の有無について、詳細に調べる。最後に、被験者としてご協力いただいた、本学、電子機械工学科 1 学年 (2012 年度入学生) に謝意を表します。

参考文献

- [1] 前野隆司：ヒト指腹部と触覚受容器の構造と機能, 日本ロボット学会誌, **18**, 6, 772, (2000).
- [2] M.Kobayashi, T.Watanabe : A Tactile Display System Equipped with a Pointing Device – MIMIZU–, Computers Helping People with Special Needs, Springer, 527, (2002).
- [3] 官能検査ハンドブック：日科技連出版社, (1973).
- [4] 渡辺信一, 尾崎功一, 山崎友麻, 山本純雄：触感覚による粒子群の認識と言語評価, 精密工学会誌, 71 巻, 11 号, pp.1421-1425, (2005).
- [5] Osgood, C.E. et al., Measurement of meaning, Univ. Illinois Press, (1957).