

第 4 回 感覚と認知 III

触覚情報処理

触覚とは？

- 触覚・圧覚・温度感覚（温覚・冷覚）・痛覚などの総称
- 皮膚感覚（cutaneous sensation）とも呼ばれる
- 皮膚感覚受容器で起る感覚

英語では 2 つの表現方法があり、分野によって定義が異なってきた。

- Tactile
 - of or connected with the sense of touch
 - perceptible or designed to be perceived by touch
 - given to touching others in a friendly or sympathetic way
- Haptic
 - Relating to the sense of touch

これをふまえ、現在、ISO TC159/SC4/WG9 で触覚インタラクションに関する規格を策定中。
その中での、触覚の定義は、以下の通り。

- haptic as high level term
 - but include a note that it is often referred to as tactile
- cutaneous and kinaesthetic as subsets
 - cutaneous refers to skin
 - kinaesthetic refers to muscles and joints
- Tactile as a variety/subset of cutaneous
 - But include a note that it is (often) used as the generic term of the modality (instead of using haptic)
 - (note: other varieties of cutaneous include: temperature, pain)

皮膚感覚受容器の分類

3 種類の分類法

1. 適刺激による分類

- 機械受容器 (mechanoreceptor)
外部の物体との接触による、または自分の運動や姿勢の変化に伴って起る、圧迫・伸展などの組織の機械的变化を検知。
刺激例：触針、振動刺激、触覚ディスプレイ、点刺激（静・動）
- 温度感覚受容器 (thermoreceptor)
組織局在の温度とその変化を捉える受容器で、温・冷受容器がある。
刺激例：液体、導体・半導体での電流
- 侵害受容器 (nociceptor)
痛覚受容器ともいう。
機械的刺激のみ応答するもの（機械侵害受容器）と、機械的、化学的、熱などのすべての侵害刺激に応答するポリモーダル (polymodal) 受容器。
組織の傷害が直接、あるいは傷害により遊離する発痛物質が刺激となる。
刺激例：電気

2. 形態による分類

- カプセルあるいは受容細胞構造の明確なもの
 - メルケル細胞：変化の早い遅い機械的刺激に反応。軽いタッチにも応答。
 - マイスナー小体：振動と軽いタッチを受容。
 - パチニ小体：順応の早さを決定する。大きな圧と早い振動に応答。
 - ルフィニ終末：変化の遅い機械的刺激の受容器。徐々に変化する刺激/変化しない刺激に対して活動電位を発生
- 自由神経終末：主に温度覚・痛覚を伝える。受容器としての特別な構造を持たない。

3. 順応による分類

- 機械刺激に対する神経応答の順応の早さによる分類
 - 速い (rapidly adapting : RA)
 - 遅い (slowly adapting : SA)
- 機械的分類
振動（加速度）検出型 (acceleration detector) 触（速度）検出型 (velocity detector)、
圧 (position detector) に対応。侵害受容器には順応しない。
 - 非常に速い (very rapid)
 - 速い (rapid)
 - 遅い (slow)

触覚と脳

触覚は、脳の体性感覚野で情報処理される。

Wilder Penfield

カナダの脳外科医。

163 人のてんかん患者の脳手術に先立って、硬膜を切開して大脳皮質に直接、単極あるいは双極電極をあて、サイラトロンという装置を用いて電気信号を与え、感覚体験の生じる体部位を詳しく書きとめて、ホームクルスで再現した。

触覚の特徴

- 受動触 (passive touch) と能動触 (active touch)

J. J. Gibson (1962,1969)が提唱。

- 受動触 (passive touch)
 - 身体の動きがない人に環境内の事象が接触した時の印象
 - 皮膚の受容器の興奮のみに依存
- 能動触 (active touch)
 - 自分で外界を探索し、その感覚印象がフィードバックされるもの
 - 効果器の活動が対象を触る過程で生じるもの

- 触覚的知覚 (tactual perception) の種類

- 触知覚 (tactile perception)
 - 皮膚に与えられる機械的刺激によって得られる知覚
- 運動感覚による知覚 (kinesthetic perception)
 - 自己の身体の一部を動かすことによって得られる知覚
- 触運動知覚 (haptic perception)
 - 皮膚感覚と運動感覚とがともに働くことによって得られる知覚

- 刺激閾

Weinstein (1968)が提唱。

ナイロン製のフィラメントを用いて身体の 20 カ所の部位の圧覚の閾値を極限法により測定。

その結果、一番鈍感なのが、顔面、次いで体幹、上肢、下肢の順番になった。

また、性差も認められ、男性よりも女性の方が敏感だと示された。

- 触覚の順応

皮膚は圧に対して順応しやすい性質を持つ。

- Zigler (1932)

- 圧の順応時間は刺激の重さに比例し、刺激面積に逆比例する

- Boring (1942)

- 順応時間は、50mg の重りで手を刺激すると、2.4sec、2000mg で 9.5sec

- 触覚の奥行き知覚

- White et al. (1970)

- 振動ディスプレイ上に呈示し、奥行き知覚を測定
 - 傾斜の知覚や肌理の密度勾配の効果が有効
 - 仰角 (elevation) も有効

- 加齢効果

加齢により触覚の知覚、弁別能力は低下する。閾値の変化は約 20 歳から発生する。

原因①：パチニ小体の層状構造部分が加齢とともに成長し、フィルタ特性が変化する

原因②：加齢とともにパチニ小体が減少する

- 性差

- 圧覚閾に関する性差

- 性差は鼻以外の部位に発生
 - 男性 > 女性
 - 特に体幹、四肢に大きな男女差

- 2 点弁別閾

- 男性 > 女性
 - 胸、肩のみに有意差が見られる

- 刺激点定位

- 性差なし

触覚の錯覚

- 幻肢 (phantom limb)
切断により無いはずの身体の部位をあると感じる体験。
四肢切断後 95%以上の症例で出現。
幻肢は誘発されることもある。
原因：体性感覚野で隣り合った部分が影響しているといわれる
- ファントム・センセーション (phantom sensation)
ある距離を隔てて皮膚上におかれた 2 つの振動刺激素子によって同時、あるいは極端に短い時間間隔でほぼ等強度に刺激されると、2 刺激は個別には感じられず、2 刺激の中間地点に 1 つの触振動感覚として知覚される現象。
- 跳躍現象 (cutaneous saltation)
機械的あるいは電氣的刺激パルスを皮膚に与えたとき、第 2 の触刺激パルスが時間的にも空間的にも接近して与えられると、第 1 刺激の触感覚位置が第 2 刺激の方向へ変位して感じられる現象。

触覚に関するモデル

- 特異感受性説
- パターン説
- 触感覚系のモデル
 - 線形モデル
 - 非線形モデル