感覚代行と人工現実感のための触感ディスプレイに関する基礎研究

感覚情報研究分野　和田　親宗

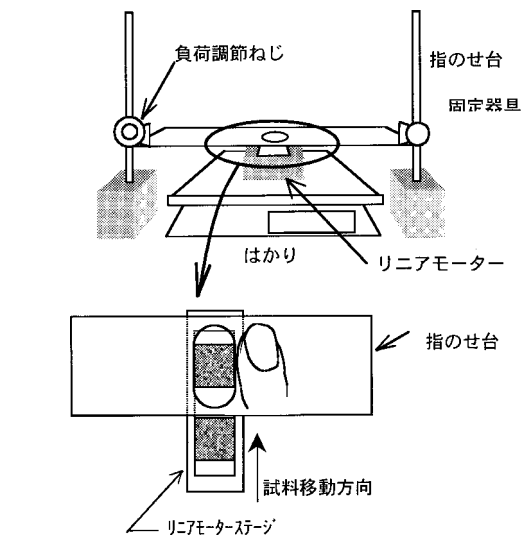
要旨：材質感を惹起させられる触感ディスプレイの開発を試みている．まず，材質感の中の表面粗さ感に着目した．今回は，触感ディスプレイを指先に装着する際，どのような固定力で指にディスプレイを固定すれば，よりよく表面粗さ感を惹起させられるかを調べた．また，ディスプレイを装着すると，試料が指先上を動くことになる．その際の最適な移動速度も同時に測定した．その結果，押しつけ力が 30 gf 以上，試料移動速度が約 50 mm/sec のとき，最もよく表面粗さ感を伝達できるのではないかと推測した．

1　はじめに

われわれの研究室では，従来より聴覚障害者のために触覚を利用して音声情報を伝える装置（タクタイルボコーダ）の研究を行っている．このタクタイルボコーダでは，二次元的にピンの配列された触覚ディスプレイを指先に着けることにより，音声の時間―周波数パターンを振動パターンで知覚することが可能となる．研究の過程において，触覚ディスプレイを使えば，材質感を呈示できるのではないかと考えた．ピンを用いる触覚ディスプレイでは，材質感の中の表面粗さ感を惹起させるのに適当であろうと考えた．ただ，触感ディスプレイ（材質感を呈示する触覚ディスプレイをこのように名づけることにする）は指先に装着されるので，その装着状態は惹起される表面粗さ感に影響を与えると考えられる．そこで，表面粗さ感を惹起させるのに最適な触感ディスプレイの装着状態および刺激呈示状態を求めることとした．

2　実験装置及び方法

普段，我々が物体の表面に触れている際には，物体に対して指を押しつけ，指を動かしている．ところが，触感ディスプレイを用いる場合，触感ディスプレイを指先に装着し，触覚刺激を指に対して動かさないといけない．そのため，触感ディスプレイを指先に固定するための固定力と，皮膚上を移動する触覚刺激の速度が，表面粗さ感惹起のための変数となる．この二つを図１のようなシステムで同時に計測した．はかりで試料を押しつける力を測定し，リニアモータで試料を移動させる．今回用いた試料は，サンドペーパである．サンドペーパそれ自体，表面粗さを持っており，触れると粗いと感じる．そこで，評価方法として，二種類のサンドペーパを呈示し，その二つを弁別させた．よく弁別できることは，表



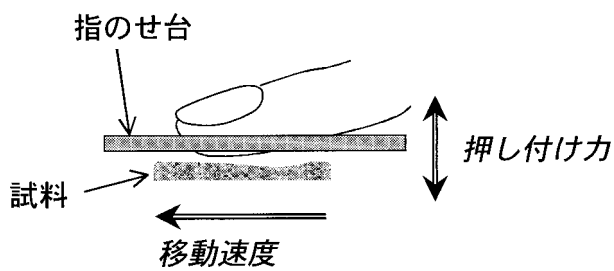


図１　実験装置および測定パラメータ

面粗さの詳しい情報まで伝達できていることと同じと考えた．実験では，様々な指の押しつけ力と試料移動速度のもとでの弁別率を求めた．

試料の一つ目のサンドペーパは＃100，二つ目のサンドペーパは図 2 に示すように 5 種類．指先温度は，通常状態の約 32°C．サンドペーパの色や音で判断できないように，被験者にはヘッドホンからホワイトノイズを聞かせ，指先が見えないよう遮蔽板を用意した．

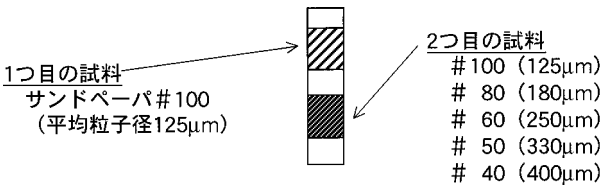


図 2　呈示試料

3　結果と考察

指先の押しつけ力と弁別率との関係を図 3 に示す．押しつけ力が 30 gf 以上では，弁別率がほぼ一定と考えることができる．つぎに，押しつけ力が 40 gf の時の試料移動速度と弁別率との関係を図 4 に示す．この結果から，試料移動速度が 50 mm/sec あたりで，最も弁別しやすいことがわかった．移動速度と平均粒子径から考えると，このあたりの速度はパチニ小体を刺激している可能性がある．パチニ小体をよく刺激したため，弁別率が上がったのかも知れない．ただサンドペーパには様々な粒子径の砥粒が含まれているため，上記考察はあくまで可能性にすぎない．今後，表面粗さを整えた試料で検討する必要がある．いずれにしろ，触覚ディスプレイを指先に装着する際の，押しつけ力と試料移動速度の最適値を求めることができた．

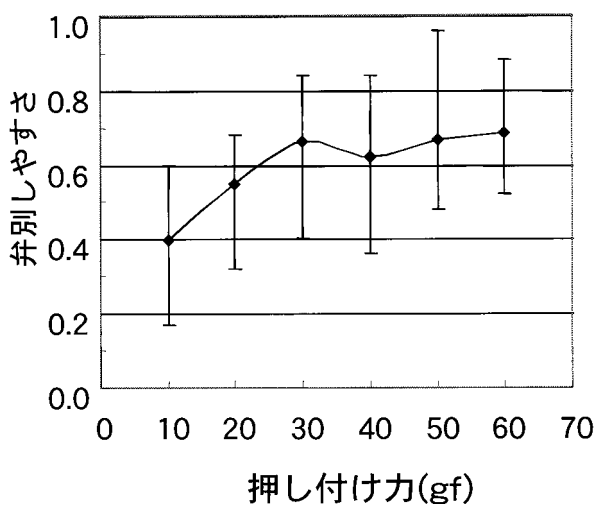


図 3　指先押しつけ力と弁別率との関係

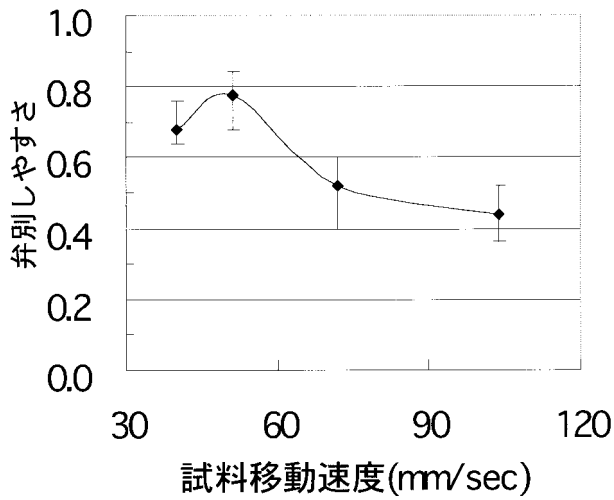


図 4　試料移動速度と弁別率との関係

4　おわりに

今回の実験では，指先温度による表面粗さ感への影響を考慮していなかった．今後は指先温度による表面粗さ感への影響を調べる予定である．また，表面粗さを知覚するメカニズムについても，表面粗さを整えた試料を使うことで探っていきたい．これらの成果をもとに，表面粗さ感を惹起させられる触覚ディスプレイを開発していきたい．