

3. 3 照合・探索力

3. 3. 1 照合・探索における情報処理のモデル

人がある機器を操作する場合、情報の照合と探索を常に行い、判断をし、操作がすすめられる。照合とは先にある情報が提示され、引き続いて提示された情報が先の情報とどのような関係にあるかを判断することを照合と言う。これの代表的なものとして物理的照合、名称照合およびカテゴリー照合がある。

・物理的照合

2つの情報が物理的に同じか否かの判断を必要とする。第1の情報はすでに処理を終わって作業記憶に保持され、応答時間は第2の情報提示から測る。認知システムでは、2つの情報が同一かどうかを照合、運動の決定という2段階の認知時間が必要となる。応答時間Tは知覚プロセッサが処理するのに必要なサイクル時間 τP 、認知システムのサイクル時間 τC 、運動を実行するのに必要な単位あたりのサイクル時間 τM より、

$$\begin{aligned} T &= \tau P + 2\tau C + \tau M \\ &= 310 [130\sim 640] \text{ msec} \end{aligned}$$

・名称照合

2つの情報に対して、同一名称か否かの判断を必要とする。例えば「a」と「A」は物理的には異なるが同一名称である。認知システムでは、長期記憶を活性化して第2の提示情報の名前を再認し、2つの情報の名称を照合した後、運動の決定という3段階の認知時間が必要となる。したがって応答時間は次のようになる。

$$\begin{aligned} T &= \tau P + 3\tau C + \tau M \\ &= 380 [155\sim 810] \text{ msec} \end{aligned}$$

・カテゴリー照合

2つの情報のカテゴリーが同一かの判断を必要とする。認知システムは長期記憶を活性化して第2の提示情報の名前を再認、長期記憶を活性化してそれが属するカテゴリーを検索、2つの情報のカテゴリーを照合をして、運動の決定という4段階の認知時間が必要となる。よって応答時間は次のようになる。

$$\begin{aligned} T &= \tau P + 4\tau C + \tau M \\ &= 450 [180\sim 980] \text{ msec} \end{aligned}$$

本調査での認知実験では物理的照合のことを同一照合と呼ぶことにする。

探索とは先にある情報が提示され、引き続いて提示された複数の情報の中から応答すべきものを探して選ぶことを指す。代表的な探索には同一探索とカテゴリー探索がある。

・同一探索

第1の情報と複数ある情報の中の1つである第2の情報が物理的に同じか否かの判断を必要とする。第1の情報はすでに処理を終わって作業記憶に保持されて応答時間は複数の情報提示から測る。認知システムでは、1つの情報と照合する際に、2つの情報が同一かどうかを照合、運動の決定という2段階の認知時間が必要となる。それが、物理的に同一のものが見つかるまで繰り返すとなる。よって、応答時間は次のようになる。

$$T = \tau P + 2X\tau C + \tau M \quad (3.4)$$

X = 情報を認知した回数

これらは被験者の探索方法、情報の提示位置によって変化する。

・カテゴリ探索

第1の情報と複数ある情報の中の1つである第2の情報のカテゴリが同じか否かの判断を必要とする。第1の情報はすでに処理を終わって作業記憶に保持されて応答時間は複数の情報提示から測る。認知システムでは、1つの情報と照合する際に、長期記憶を活性化して第2の提示情報の名前を再認、長期記憶を活性化してそれが属するカテゴリを検索、2つの情報のカテゴリを照合、運動の決定という4段階の認知時間が必要となる。それが、カテゴリが同一のものが見つかるまで繰り返すとなる。よって、応答時間は次のようになる。

$$T = \tau P + 4X\tau C + \tau M$$

X = 情報を認知した回数

これらは被験者の探索方法や情報の提示位置によって変化する。

3. 3. 2 実験の目的

以上のように機器操作における視覚情報処理は機器からの情報を視覚でとらえ、それを脳で処理し、脳からの指令で運動を起こすというプロセスからなると考える。つまり、操作時間は視覚プロセス、認知プロセス、運動プロセスでの各所要時間の総和と考えることにする。具体的には、視覚で対象をとらえ、脳で対象が何であるかを認知し、処理した後に運動を起こすといった一連のプロセスにおける時間を総合したものであると考える。

操作内容により操作対象を操作するのに要する時間に高齢者と若年者の間に差が見られる場合があるが、その原因として認知プロセスに要する時間の違いが考えられる。ここでは比較的短時間内での操作を想定し、照合・探索力に関する実験を行い、中若年者と高齢者の照合・探索力の違いを確認するための実験を行い、得られたデータを情報機器（携帯電話）操作実験で得られた結果の考察に用いる。これにより、使いにくさに関するデザイン要素に対して照合・探索力がどのように影響しているかを考察する。

3. 3. 3 被験者の属性

3. 3. 4 実験の方法

被験者

高齢者 15 名、若年者 13 名である。

実験条件

被験者にタッチパネルが固定された高さ 700mm のラックに対して真っ直ぐ立たせ、作業がしやすいように足元に台を置き、高さが調節できるようにした。実験は外部からの雑音を防ぐため出入りのない防音室で行った。

実験手順

- ・同一照合能力試験

実験開始時点において記憶させる文字とスタートボタン、ホームポジションが表示される。文字を記憶した後、スタートボタンを押すと、以後、指定された時間後に中央部に次々と文字が表示される。この指定された時間は1sまたは2sであり、ランダムに設定してある。このとき、最初の文字と同じものであればその文字を指示し、違うものであれば何もしない。文字の提示時間は1sである。画面中央の文字を指示する以外はホームポジションに指を接触させておく。1個記憶した文字につき20回この操作を行う。このうち50%が同一の文字である。そして記憶する文字を変更して、6回繰り返す。ただし、最初の1回は練習としてデータに含まない。表3.3.3-1に提示した刺激文字を示す。

- ・カテゴリ照合能力試験

実験開始時点において記憶させる単語とスタートボタン、ホームポジションが表示される。単語を記憶した後、スタートボタンを押すと、以後、指定された時間後に中央部に次々と文字が表示される。この指定された時間は1sまたは2sであり、ランダムに設定してある。このとき、最初の単語と同じカテゴリに属するものであればその単語を指示し、違うものであれば何もしない。単語の提示時間は1sである。

画面中央の文字を指示する以外はホームポジションに指を接触させておく。ここで使用した文字は図に示す。1個記憶した文字につき20回この操作を行う。このうち50%が同一の文字である。そして記憶する文字を変更して、それを5回繰り返す。表3.3.3-2に提示した刺激文字を示す。

- ・同一探索能力試験

実験開始時点において記憶させる文字列とスタートボタン、ホームポジションが表示される。文字列を記憶した後、スタートボタンを押すと、縦10行×横6列（合計60）の文字列が一挙に表示され、その中で先に記憶した文字列と同じ文字列を指示する。指示するべき文字列は1個だけであり、正しいものを押さないと先には進めないようになっている。また画面上の文字列を指示する以外は、ホームポジションに指を接触させておく。ここで使用した文字列の一部を表3.3.3-3に示す。この操作を、記憶する文字列を変更して25回行う。複数の文字列が提示されてから2分以内に同一のものを見つけられなかった場合は、時間切れとなり次のタスクに変わる。

- ・カテゴリ探索能力試験

実験開始時点において記憶させる単語とスタートボタン、ホームポジションが表示される。単語を記憶した後、スタートボタンを押すと、縦10行×横6列（合計60）の単語が一挙に表示され、その中で先に記憶した単語と同じカテゴリの単語を指示する。指示するべき単語は1個だけであり、正しいものを押さないと先には進めないようになっている。また画面上の単語を指示する以外は、ホームポジションに指を接触させておく。ここで使用した単語の一部を表3.3.3-4に示す。この操作を、記憶する単語を変更して10回行う。複数の文字列が提示されてから2分以内に同じカテゴリのものを見つけられなかった場合は、時間切れとなり次のタスクに変わる。

3.3.5 実験の結果

応答時間

- ・同一照合能力試験

画面に文字が提示されてから、ホームポジションから指を離すまでの時間を計測した。この時間を照合時間とする。図3.3.3-1に示すように高齢者の平均照合時間は0.51(s)、若年者の平均照合時間は0.48(s)であった。また、照合時間の標準偏差については高齢者と若年者の間にはほとんど差はなかった。次に、縦軸に照合時間、横軸に被験者を取り、高齢者一人一人の照合時間を比較したグラフを図3.3.3-2に、若年者一人一人の照合時間を比較したグラフを図3.3.3-3に示す。その結果、高齢者、若年者ともに一人一人の操作回数による照合時間にばらつきが見られた。

- ・カテゴリ照合能力試験

高齢者と若年者のカテゴリ照合時間を比較をしたグラフを図3.3.3-4に示す。高齢者の平均照合時間は0.69(s)、若年者の平均照合時間は0.6(s)となり、その差は0.09sであった。また、照合時間の標準偏差については若年者より高齢者の方が大きかった。なお、高齢者一人一人の照合時間を比較したグラフを図3.3.3-5に、若年者のそれを図3.3.3-6に示す。

ターゲット探索時間

- ・同一探索能力試験

画面に文字が複数提示されてから、ホームポジションから指を離すまでの時間を探索時間とした。ホームポジションから指を離してから、ターゲットを押すまでの時間が長い場合は、その間にも探索をしているとみなされ正確なデータがとれないため無効とした。また、不正解だった場合などで、いったんホームポジションに戻らずにターゲットを押した場合も、正確な探索時間がわからないためそのデータを無効とした。図3.3.3-7に示すように若年者の平均探索時間が6.63(s)であったのに対し、高齢者の平均探索時間は8.79(s)であった。また、若年者に比べて高齢者は探索時間のばらつきが大きかった。なお、高齢者の被験者別の探索時間を図3.3.3-8に示す。同じく若年者の被験者別のデータを図3.3.3-9に示す。若年者は一人一人の平均探索時間にあまり差がなく、データのばらつきも少ない。それに対し、高齢者は被験者別の平均探索時間に差があり、データに大きなばらつきがある。

- ・カテゴリ探索能力試験

図3.3.3-10に示すように若年者の平均探索時間が12.9(s)、高齢者のそれは17.9(s)であった。また、若年者に比べて高齢者は探索時間のばらつきが大きかった。高齢者の被験者別の探索時間を図3.3.3-11に、若年者のそれを図3.3.3-12に示す。

正答率

- ・同一照合能力試験

反応すべきところで無反応な場合や反応しなくていいところで反応した場合を誤操作とした。また、具体的には、正解のところでは画面中央を押さなかった場合、正解ではない場合にホームポジションから指を離し画面中央を押した場合とした。なお、反応してホームポジションから指を離したが、画面中央を押さずにホームポジションに戻った場合は未然エラーとして、誤操作には含んでいない。縦軸に正答率を取り、若年者と高齢者の正答率と未然エラー率を比較した(図3.3.3-13)。高齢者は正答率95%、未然エラー率3.8%、若年者は正答率99.1%、未然エラー率4%となり、若年者に対し高齢者のほうが4.1%誤操作率が大きかった。また、高齢者の中で被験者別に比較した結果を図3.3.3-14に、若年者の中で被験者別に比較した結果を図3.

3. 3-15に示した。この2つの図を比較すると、若年者に比べ高齢者は正答率にばらつきが大きく個人差がこれに表れていると考えられる。しかし、未然エラー率は若年者のほうが個人差があった。

・カテゴリ照合能力試験

縦軸に正答率をとり、若年者と高齢者の正答率と未然エラー率を比較したグラフを図3. 3. 3-16に示した。高齢者は正答率94.7%、未然エラー率4.1%、若年者は正答率93.8%、未然エラー率6.2%となり、若年者のほうが誤操作率が高かった。また、高齢者の中で被験者別に比較した結果を図3. 3. 3-17に、若年者の中で被験者別に比較した結果を図3. 3. 3-18に示した。若年者よりも高齢者の方が正答率の差が大きかった。よって、全体の正答率は若年者のほうが低いが、個人差は高齢者のほうが大きいといえる。また、未然エラー率は若年者の方が高かった。

・同一探索能力試験

画面上で、記憶した文字と同じ文字以外を押した場合を誤操作とする。また、反応してホームポジションから指を離したが、画面上の文字を押さずにホームポジションに戻った場合は未然エラーとして誤操作には含んでいない。縦軸に正答率をとり、高齢者と若年者を比較したグラフを図3. 3. 3-19に示す。若年者の正答率は99.1%、高齢者の正答率は97.2%と高い正答率であった。また、未然エラー率は、若年者が3.6%、高齢者が2.8%であった。

高齢者を被験者別に比較したものを図3. 3. 3-20に、若年者のものを図3. 3. 3-21に示した。その結果、若年者では正答率にほとんど差がないのに対し、高齢者は少し個人差が見られた。また、未然エラー率も若年者と比べて高齢者のほうが個人差が見られた。

・カテゴリ探索能力試験

縦軸に正答率をとり、高齢者と若年者を比較したグラフを図3. 3. 3-22に示す。若年者の正答率は82.4%、高齢者の正答率は76.3%となり、高齢者は若年者よりも正答率が6.1%大きかった。また、未然エラー率は、若年者が0.7%、高齢者が4.6%となり、高齢者のほうが3.9%大きかった。

高齢者の中で被験者別に比較した結果を図3. 3. 3-23に、若年者のそれを図3. 3. 3-24に示した。その結果、若年者と高齢者ともに個人差が見られたが、高齢者のほうが大きくなった。未然エラー率も若年者と比べて高齢者の方に個人差が大きいことが示された。

まとめ

照合能力試験

情報処理モデルでの同一照合に要する時間は $T=310[130\sim640]$ msecであった。本実験の結果では、若年者の平均照合時間は約0.48s、高齢者の平均照合時間は約0.51sであることより、どちらもTの範囲内である。また、認知プロセスの単位時間を計算してみると、若年者が約0.13s、高齢者が約0.15sとなった。

情報処理モデルでのカテゴリ照合時間は $T=450[380\sim900]$ msecとなる。本実験では、若年者の平均照合時間は約0.61s、高齢者の平均照合時間は約0.69sであることより、どちらもTの範囲内である。また、認知プロセスの単位時間を計算してみると、若年者が約0.09s、高齢者が約0.11s

となった。以上より、高齢者のほうが若年者より認知プロセス時間は長いという結果になった。

探索能力試験

同一探索能力試験では、平均探索時間が若年者で約 6.63s、高齢者で約 8.79s となった。この値から単一定位置目標の指示試験の値を引くと、若年者で 6.28s、高齢者で 8.43s となった。この値が、実際探索にかかった時間と考えられる。また、探索時間が長くかかっているデータをいくつか取り上げて検討してみた結果、直接の原因はターゲットの内容にあることが判明した。数字 3 文字、アルファベット、カタカナなどのときに探索時間は長くかかっていた。よって、単一定位置目標の指示実験でも示したように、探索時間に、ターゲットの場所は直接影響していないと考えられる。

カテゴリ探索能力試験では、平均探索時間が若年者で約 12.9s、高齢者で 17.88s となった。この値から単一定位置目標の指示試験の値を引くと、若年者で 12.55s、高齢者で 17.52s となる。この値がカテゴリ探索にかかる時間と考えられる。

高齢者は全般的に個人差が激しいという結果が出た。また、認知サイクルの少ない単一定位置目標の指示試験では高齢者と若年者の認知プロセス時間の差が少ないのに対し、認知サイクルの大きい探索試験になると高齢者と若年者の差が大きくなっている。よって、高齢者は単純応答などの単純な認知では若年者に劣らないが、認知サイクル回数が増えていくにつれて、認知プロセス時間が長くなり若年者との差が大きくなるのではないかと推測される。

誤操作（正答率）

誤操作は主にカテゴリを選択するものに多い傾向があった。これは、同一のものを選択するときと比べて、応答する際に決定的となる要素にかけているからである。特に高齢者に誤操作率が高い人が多いのは、自分が持っているイメージと違うイメージのものがカテゴリになっていた場合でも、自分の意見をそのまま通そうとする人が多いからではないかと考えられる。

以上のことをまとめると、

1. 高齢者は認知にかかる時間の個人差が大きい。
2. サイクルが少ない場合は認知にかかる時間は若年者との差が少ない。
3. サイクルが多くなるにつれて、認知にかかる時間は若年者と差が広がる。
4. 探索にかかる時間に、距離、場所は影響しない。

したがって、高齢者は単純な認知しか必要としない操作ならば、認知プロセスにかかる時間は若年者とほとんど変わらない。しかし、操作が複雑化していくと、徐々に認知プロセス時間が増加していき、若年者との差が広がっていくと推測される。ゆえに、機器操作や画面設計を単純にすればするほど、認知に関係する高齢者と若年者の差は少なくなり、操作性がよくなると推測される。